

발간등록번호

11-1721000-000302-10

2019 나노기술연감

KOREA NANOTECHNOLOGY ANNUAL 2019



과학기술정보통신부
Ministry of Science and ICT

발간등록번호

11-1721000-000302-10

2019 나노기술연감

KOREA NANOTECHNOLOGY ANNUAL 2019



발간사



지난해부터 이어지고 있는 ‘일본의 수출규제’와 ‘미중 무역 갈등’, 전세계를 휩쓸고 있는 ‘코로나-19’ 등 국가적 차원의 위기상황에 과학기술에 대한 국민들의 기대와 관심은 그 어느 때보다 큽니다. 현안과제의 조속한 해결은 물론, 글로벌 가치사슬(GVC)의 재편 등 코로나 이후 시대를 대비한 체계적인 준비도 과학기술의 몫입니다. 특히, 소재·부품·장비 산업의 기술 자립은 물론, K-방역, K-바이오로 경쟁력을 높이고 있는 의약·바이오 산업의 성장을 위한 나노기술의 역할도 더욱 커졌습니다.

정부는 소재·부품·장비 기술자립화의 핵심 기반기술인 나노기술의 경쟁력을 확보하고자 ‘나노기술 종합발전계획’을 5년마다 수립하여 추진해오고 있으며, 이 종합발전계획에 제시된 목표를 달성하기 위한 세부 추진계획인 ‘나노기술발전 시행계획’을 매년 수립하여 실행력을 확보하고 있습니다. 특히 2020년에는 대폭 확대된 나노·소재 연구개발 예산을 전략적으로 활용하여 가시적인 성과를 창출할 수 있도록, 범부처적으로 역량을 집중하고 있는 100대 핵심품목과의 연계를 강화하고, ‘부처 간 이어달리기’와 ‘함께 달리기’ 등 선도적인 협업 모델도 확대하였습니다.

‘나노기술연감 2019’는 나노기술 관련 국내외 정책 동향, 연구개발 성과, 산업 현황, 인프라 및 인력 현황 등 나노기술 분야의 각종 정보가 담겨 있습니다. 나노기술연감이 일반 국민께는 나노기술에 대한 이해와 공감을 높이는 자료로, 나노기술 관련 종사자께는 유용한 정보를 제공하는 자료로 널리 활용되기를 바랍니다. 끝으로, 나노기술연감 발간을 위해 도움을 주신 집필진과 관계자분들께 감사의 말씀을 드립니다.

2020년 7월

과학기술정보통신부 장관 **최기영**

2019년도 나노기술 분야의 주요 활동 요약

정책

■ 2020년 나노기술발전시행계획 확정(2020.04)

- ‘제4기 나노기술종합발전계획(2016.04)’에 따라 나노기술 분야 지원에 대한 참여 부처의 2019년도 추진 실적을 점검하고, 부처 간 연계·협력을 반영한 2020년도 시행계획을 수립

■ 2019년 나노기술 분야 주요 사업 기획

- 나노·미래소재 원천기술 개발사업 : 나노소재 분야 기초연구 성과와 사업화를 연계하는 허리형 원천기술 개발을 위한 사업
- 소재융합 혁신기술 개발사업 : 대외의존도가 높은 주력 산업분야 소재·부품의 핵심기술 개발을 위한 사업
- 나노융합 혁신제품 기술개발사업 : 다양한 산업 수요에 대응할 수 있는 나노융합 혁신 제품(부품·모듈)을 개발하기 위한 사업
- 나노제품 성능·안전 평가기술 및 기업 지원사업 : 나노제품의 성능 및 안전성 검증 체계를 마련하고 관련 기업의 지원 시스템 마련을 위한 사업
- 그 외 ‘나노소재융합2030 사업’ 추진, ‘차세대 지능형 반도체 기술개발사업’ 추진, ‘소재·부품·장비 기초·원천기술 조기 확보방안’ 수립, ‘2020년도 나노·소재 분야 기술개발 계획’ 확정 등

연구개발, 인프라, 인력 양성

■ 나노기술 분야 연구개발 정부 투자

- 2019년에는 8개 부처·청 및 14개 출연(연)에서 나노기술 분야에 6,994억 원을 투자, 정부 연구개발(R&D) 총 투자액(20조 5,000억 원)의 3.4% 차지
 - (부처별) 과학기술정보통신부 3,361억 원(48.1%), 산업통상자원부 1,114억 원(15.9%), 교육부 832억 원(11.9%), 중소벤처기업부 498억 원(7.1%) 순으로 투자
 - (부문별) 연구개발 5,836억 원(83.4%), 인력양성 592억 원(8.5%), 인프라 566억 원(8.1%) 순으로 투자

- 2020년 나노기술 분야의 정부 투자 계획은 8,249억 원(2019년 대비 17.9% 증가)이며, 연구 개발 6,554억 원(79.5%), 인프라 996억 원(12.1%), 인력양성 699억 원(8.5%)으로 구성

(단위 : 억 원)

구분	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	합계
연구개발	955	1,589	1,644	1,631	1,700	1,933	2,045	1,964	2,303	2,075	2,178	2,623	4,692	4,596	4,649	4,259	5,635	4,932	5,836	57,239
인프라	30	456	626	702	840	688	610	526	110	224	226	181	210	206	227	395	335	453	556	7,601
인력양성	67	76	105	147	136	162	159	139	130	128	130	30	343	511	581	527	513	477	592	4,953
합계	1,052	2,121	2,375	2,480	2,676	2,783	2,814	2,629	2,543	2,427	2,534	2,834	5,245	5,313	5,457	5,181	6,483	5,862	6,984	69,793

■ 2019년 나노기술 분야 주요 추진 사업

- 나노·소재기술개발사업 : 나노·소재기술 분야의 선도적 기술 발굴을 통해 미래사회 기술 수요 대응 및 나노기술의 산업화 촉진을 위한 ‘나노·소재원천기술개발’과 나노·소재기술 분야 중장기 정책 및 사업기획 지원, 나노안전성 연구, 나노팜 활용 기술사업화 및 인력양성 지원을 위한 ‘나노기술연구기반 육성 및 활용지원’으로 구성된 사업
- 미래소재디스커버리사업 : 신연구방법론을 활용하여 기존에 존재하지 않는 새로운 물성과 기능을 구현하는 신소재 개발 및 미래소재 원천기술을 확보하기 위한 사업
- 나노융합2020사업 : 나노기술의 정부 연구개발사업 성과를 기반으로 공공기술과 사업화 아이디어를 보유한 수요기업을 연계하는 R&BD 사업
- 나노융합산업핵심기술개발사업 : 전략기술 분야의 핵심·원천기술 개발을 지원하여 주력 기간 산업의 산업 경쟁력 제고 및 미래 신산업 육성을 위한 사업

■ 나노기술 분야 논문·특허 성과

- (논문) 2019년 전 세계 나노기술 분야 SCI 논문 건수는 170,160건이며, 그중 한국 SCI 논문 건수는 9,569건으로 전체의 5.6%를 차지하여 세계 4위를 유지
 - (국가별 순위) 1위 중국 72,706건, 2위 미국 24,244건, 3위 인도 12,906건, 5위 독일 8,568건
 - (연평균증가율) 2001~2019년 기준으로 한국 나노기술 분야 SCI 논문의 연평균증가율은 11.6%로 전체 연평균증가율 10.7%보다 높은 수준
- (특허) 2019년 미국특허청(USPTO)의 나노기술 분야 등록특허는 15,529건이며, 그중 한국 출원인의 등록특허는 1,121건으로 전체의 7.2%를 차지하여 출원국가 순위로 3위를 유지

2019년도 나노기술 분야의 주요 활동 요약

- (출원국가별 순위) 1위 미국 7,811건, 2위 일본 1,510건, 4위 중국 1,047건, 5위 독일 720건
- (연평균증가율) 2001~2019년 기준으로 한국 출원인 등록특허의 연평균증가율은 17.3%로 전체 연평균증가율 6.2%보다 높은 수준

■ 나노인프라 및 인력 현황

- (나노팜) 연구 분야 및 지역별 서비스를 거점으로 6대 나노인프라 기관(나노종합기술원, 한국나노기술원, 나노융합기술원, 나노기술집적센터(전북), 나노기술집적센터(광주), 나노융합실용화센터)을 구축·운영
 - (전체 이용 건수) 2019년 6대 나노인프라 기관은 총 67,565건의 산·학·연 서비스 제공
 - (기관별 이용 건수) 나노종합기술원 27,757건, 한국나노기술원 11,302건, 나노융합기술원 15,927건, 나노기술집적센터(전북) 4,974건, 나노기술집적센터(광주) 5,204건, 나노융합실용화센터 2,401건
 - (전체 이용자 수) 2019년 6대 나노인프라 기관의 이용자는 총 5,686명
 - (기관별 이용자 수) 나노종합기술원 2,740명, 한국나노기술원 1,531명, 나노융합기술원 680명, 나노기술집적센터(전북) 107명, 나노기술집적센터(광주) 260명, 나노융합실용화센터 368명
- (나노 관련 기관 인력) 2019년 국내 나노기술 기관의 인력은 1,019개 학과에 52,444명 학생이 재적, 15개 공공연구기관의 59개 연구조직에 1,474명 인력이 재직, 11개 인프라 기관에 252명 인력이 재직
- (나노융합산업 인력) 2018년 나노융합산업의 종업원 수는 152,807명(775개 기업 기준)으로, 중·소기업 14,327명, 중견기업 13,437명, 대기업 125,043명

나노융합산업

■ 나노융합산업 현황

- 2018년 국내 나노융합산업의 기업 수는 775개, 매출액은 151조 2,204억 원, 종업원 수는 15만 2,807명으로 전년 대비 모두 증가
 - (기업 규모별 기업 수) 중·소기업 692개, 중견기업 67개, 대기업 16개

- (분야별 기업 수) 나노소재 348개, 나노전자 139개, 나노바이오·의료 81개, 나노장비·기기 207개
- (기업 규모별 매출액) 중·소기업 4.1조 원, 중견기업 7.5조 원, 대기업 139.6조 원
- (분야별 매출액) 나노소재 16.5조 원, 나노전자 130.3조 원, 나노바이오·의료 0.9조 원, 나노장비·기기 3.5조 원

기타

■ 나노 관련 행사

- Nano Convergence Conference 2019(NCC 2019)(2019.01.17~18)
- 기업과 함께하는 나노 플러스(2019.04~11, 총 4회)
- 2019 나노가 여는 미래(세바시 공학 특집 강연회)(2019.06.04)
- 나노융합2020사업 성과보고회(2019.06.27)
- 나노코리아 2019(2019.07.02~05)
- 나노피아 2019(2019.11.07~08)
- 2019 나노융합성과전(2019.11.21)

■ 국제 협력 활동

- 한·중·일 나노기술 협력 포럼(2019.04.03)
- 제9차 OECD BNCT 총회(2019.05.16~17, 프랑스 파리)
- Asia Nano Forum Summit 2019(2019.05.27, 필리핀 타가이타이)
- 한·오스트리아 나노이노베이션 워크숍(2019.07.03)
- 제16차 한·미 나노포럼(2019.09.23~24)
- 제8회 한-EU 나노워크숍(2019.11.25)
- 제10차 OECD BNCT 총회(2019.12.02~03, 프랑스 파리)

Contents

총괄개요

2019년도 나노기술 분야의 주요 활동 요약

제1장

우리나라 나노기술정책

제1절	2019년 나노기술 사업 추진 현황	25
제2절	2020년 나노기술발전시행계획	45

제2장

국외 나노기술정책 동향

제1절	미국	63
제2절	일본	75
제3절	중국	88
제4절	EU	107
제5절	독일	119

2019 나노기술연감

KOREA NANOTECHNOLOGY ANNUAL 2019

제3장

나노기술 연구개발 투자 및 성과

제1절	나노기술 연구개발 투자 및 성과	135
	1. 정부 연구개발 투자 및 성과	135
	2. 민간 연구개발 투자 및 성과	146
제2절	나노기술 연구개발 성과 분석	152
	1. 논문	152
	2. 특허	162
	3. 기술료 및 사업화 성과	175

제4장

나노산업 현황

제1절	일반 현황	183
제2절	나노융합기업 현황	185
제3절	국내 나노융합제품 현황	198

제1절	나노팹 현황	224
	1. 개요	224
	2. 파급 효과	228
	3. 나노종합기술원	231
	4. 한국나노기술원	236
	5. 나노융합기술원	242
	6. 나노기술집적센터(전북)	245
	7. 나노기술집적센터(광주)	249
	8. 나노융합실용화센터	251
제2절	나노특화시설 현황	255
	1. 개요	255
	2. 서울대학교 반도체공동연구소	256
	3. 한국전자통신연구원 반도체실험실	259
	4. 경북대학교 반도체융합기술연구원	261
	5. 한국과학기술연구원 마이크로나노팹센터	263
	6. 전남생물산업진흥원 나노바이오연구센터	267
	7. 대구경북과학기술원 중앙기기센터	269
	8. 철원 플라즈마산업기술연구원	275
	9. 밀양 나노금형상용화지원센터	278
	10. 주요 대학 보유팹(FAB) 현황	281
제3절	국내 나노 관련 지원 기관	282
	1. 국가나노기술정책센터	282
	2. 나노기술연구협의회	285
	3. 나노융합2020사업단	287
	4. 나노융합산업연구조합	290
	5. 나노융합산업협력기구	294
	6. 나노안전성 기술지원센터	297
	7. 국가나노인프라협의체	300

제6장

인력양성 및 교육·훈련

제1절	나노전문인력 현황	305
	1. 나노융합산업 인력 현황(산업 분야)	305
	2. 나노 관련 기관 인력 현황(연구 분야)	311
제2절	나노분야 교육·훈련	318
	1. 연구인력 양성 교육 (국가나노인프라를 활용한 전문 인력 양성 사업)	318
	2. Nano-OnE(온라인교육)	321
	3. 기업체 맞춤형 전문인력 양성 (나노융합기술인력양성사업)	324

제7장

나노안전성 및 표준화

제1절	나노안전성	335
	1. 국내외 나노물질 정의 현황	336
	2. 국제 정책 동향	339
	3. 국내 정책 및 규제 동향	366
제2절	나노표준화	374
	1. 국제표준화 동향	374
	2. 국내표준화 동향	390

제8장

나노 관련 행사·활동

제1절	나노코리아 2019(2019.07.02~05)	409
제2절	나노피아 2019(2019.11.07~08)	422
제3절	2019 나노융합성과전(2019.11.21)	426
제4절	NCC 2019(2019.01.17~18)	430

제9장

국제 협력 활동

제1절	한·미 나노포럼	435
제2절	한-EU 나노워크숍	440
제3절	OECD BNCT 활동	444
제4절	Asia Nano Forum(ANF)	448
제5절	한·중·일 나노기술 협력 포럼	450
제6절	한·오스트리아 나노이노베이션 워크숍	451
제7절	산업 협력 활동(베트남)	452

제1절	일반인·청소년 대상 프로그램	457
	1. 중·고생을 대상으로 하는 퍼블릭 프로그램 운영 (나노코리아 2019)	457
	2. 세상을 바꾸는 시간 15분	462
	3. 나노영챌린지 2019	465
	4. 2019년 10대 나노기술 선정 및 홍보	468
제2절	기업 대상 프로그램	473
	1. 기업과 함께하는 나노 플러스	473

부록

제1절	2019년도 나노기술 연구개발 성과 현황	481
제2절	2019년도 나노기술 사업화 성과 현황	580
제3절	2019년도 나노기술 부처별 정책 동향	611
제4절	2019년도 나노기술 연표	635
제5절	2019년도 나노기술 홍보	636

Contents 그림

제1장

1-1	나노·미래소재원천기술개발사업 예시 연구주제 도출	27
1-2	나노·미래소재원천기술개발사업 과제추진 방식별 특징	29
1-3	소재융합혁신기술개발사업 지원 과제 선정·평가(예시)	34
1-4	소재융합혁신기술개발사업 추진 체계	34
1-5	국가나노인프라 활용	38
1-6	나노제품 성능·안전 평가기술 및 기업지원사업 추진 체계	43

제2장

2-1	국가나노기술개발전략(NNI) 추진 체계	64
2-2	국가나노기술개발전략(NNI) 비전 및 4대 목표	66
2-3	참여 부처별 NNI 투자금액(2001~2020년)	71
2-4	PCA별 NNI 2020년 예산	73
2-5	제6기 과학기술기본계획의 나노기술·재료 분야 관련 정책 방향	76
2-6	일본의 과학기술 기반정책의 나노기술·재료 인식 변화 및 향후 방향	78
2-7	나노기술 분야 연구비 추이(2010~2018년)	86
2-8	중국의 나노과학기술 총체구도	90
2-9	중국 과학기술 행정체계 및 나노기술정책 추진 체계	95
2-10	나노기술연구의 중점 연구과제	96
2-11	중국의 2050년까지의 나노기술발전로드맵	97
2-12	'13.5' 기간 기초분야 중점지원사업	99
2-13	신소재산업발전지침의 주요 내용	100
2-14	'13.5' 재료분야 과기혁신특별계획의 나노 관련 주요 내용	101
2-15	'나노과학기술' 중점특별프로젝트의 목표 및 추진 분야	102
2-16	Horizon Europe 프로그램 구조	117
2-17	독일 나노기술 분야 연구개발(R&D) 정부 지출	120

제3장

3-1	나노 분야별 연구개발 투자액 추이(2014~2018년)	147
3-2	나노 분야별 연구개발 집약도 추이(2014~2018년)	148
3-3	나노 분야별 연구개발 추진 방법(2018년)	149
3-4	나노 분야별 설비 투자와 연구개발 투자액 비중(2018년)	150
3-5	전체 SCI 논문 및 나노기술 분야 SCI 논문 추이(2001~2019년)	153
3-6	나노기술 분야 SCI 논문 중 한국 논문 건수와 순위(2001~2019년)	154
3-7	국가별 나노기술 분야 SCI 논문 추이(2001~2019년)	157
3-8	나노기술 분야 피인용 상위 1% 논문 추이 및 한국 비중(2010~2019년)	158

3-9	나노기술 분야 SCI 논문의 주요 연구 분야 비중(2001~2019년, 상위 5순위)	159
3-10	미국특허청(USPTO) 전체 등록특허 및 나노기술 분야 등록특허 추이(2001~2019년)	162
3-11	나노기술 분야 등록특허 중 한국 등록특허 건수와 순위(2001~2019년)	164
3-12	나노기술 분야 등록특허 국가별 비중(2001~2019년 누적)	166
3-13	주요국의 나노기술 분야 등록특허 점유율 및 증가율(2001~2019년 누적)	166
3-14	주요국의 나노기술 분야 등록특허 추이(2001~2019년)	167
3-15	주요국의 특허 영향력지수(PII)/시장력지수(PMI) 비교	173
3-16	주요국의 특허 공동출원비율/복수IPC출원비율 비교	173
3-17	국가연구개발사업 나노기술 분야 기술료 징수 건수 추이(2009~2018년)	175
3-18	국가연구개발사업 나노기술 분야 기술료 징수액 추이(2009~2018년)	176
3-19	나노기술 세부기술 분류별 기술료 성과(2009~2018년 누적 기준)	176
3-20	국가연구개발사업 나노기술 분야 사업화 건수 추이(2009~2018년)	179
3-21	나노기술 세부기술 분류별 사업화 성과(2009~2018년 누적 기준)	179

제4장

4-1	나노융합산업 주요 지표(2014~2018년)	183
4-2	'회사의 주력 매출원' 응답 비중(2014~2018년)	184
4-3	기업규모별 분포(2018년)	185
4-4	설립연도별 기업 현황(2018년)	186
4-5	나노분야별 기업 현황(2018년)	188
4-6	분야별 전업기업 비중(2014~2018년)	190
4-7	기업규모별 전업기업 비중(2018년)	191
4-8	분야별 매출액 비중(2018년)	192
4-9	분야별 총 매출액 중 나노매출액 비중(2018년)	192
4-10	분야별 나노매출액 변동(2014~2018년)	194
4-11	전체 매출액 중 기업규모별 비중(2018년)	195
4-12	기업규모별 총 매출액 중 나노매출액 비중(2018년)	195
4-13	나노융합제품 매출이 발생하기까지의 기간(2018년)	196
4-14	나노융합산업 중 소·중견기업의 주요 지표(2014~2018년)	197

제5장

5-1	나노종합시설(나노팜) 구축 현황	224
5-2	나노인프라 기관별 이용자 수	226
5-3	나노인프라 기관별 장비 이용 건수	227
5-4	나노종합기술원 조직도	231

Contents 그림

5-5	나노종합기술원 장비 구축 현황	232
5-6	나노종합기술원 팹서비스 현황	233
5-7	한국나노기술원 조직도	237
5-8	한국나노기술원 장비 구축 현황	238
5-9	나노융합기술원 조직도	243
5-10	나노융합기술원 장비 구축 현황	243
5-11	전북나노기술집적센터 조직도	245
5-12	광주나노기술집적센터 조직도	249
5-13	광주나노기술집적센터 장비 구축 현황	250
5-14	대구나노융합실용화센터 조직도	252
5-15	대구나노융합실용화센터 장비 구축 현황	253
5-16	감성터치산업기술센터 구성 현황	253
5-17	서울대학교 반도체공동연구소 보유 장비	257
5-18	한국전자통신연구원 반도체실험실 보유 장비	259
5-19	경북대학교 반도체융합기술연구원 내·외부 현황	262
5-20	한국과학기술연구원 마이크로나노팹 보유 장비	264
5-21	마이크로나노팹센터 조직도	264
5-22	마이크로나노팹센터 주요 지원 사례	265
5-23	전남생물산업진흥원 나노바이오연구센터 장비 구축 현황	268
5-24	대구경북과학기술원 중앙기기센터 조감도	269
5-25	중앙기기센터 구축인프라 분야	270
5-26	중앙기기센터 주요 장비 현황	271
5-27	중앙기기센터 재료분석실 현황	271
5-28	중앙기기센터 주요 지원 분야	272
5-29	중앙기기센터 공동 활용 및 지원 현황	273
5-30	중앙기기센터 장비 활용 교육	274
5-31	철원 플라스마산업기술연구원 주요 장비 현황	276
5-32	철원 플라스마산업기술연구원 조직도	276
5-33	밀양 나노금형상용화지원센터 조감도	279
5-34	밀양 나노융합 국가산업단지	279
5-35	국가나노기술정책센터 조직도	284
5-36	나노기술연구협의회 조직도	286
5-37	나노융합2020사업단 조직도	288

5-38	나노융합산업연구조합 조직도	291
5-39	나노융합산업협력기구 조직도	295
5-40	국가나노인프라협의체 조직도	301
5-41	국가나노인프라협의체 추진 체계	301

제6장

6-1	나노융합산업 종업원 수 추이(2014~2018년)	305
6-2	전체 인력 중 나노종업원 비중(2018년)	306
6-3	나노 인력 학위별 비중(2018년)	308
6-4	나노 인력 학위별 비중(2014~2018년)	308
6-5	나노 인력 직군별 비중(2018년)	309
6-6	나노 인력 직군별 비중(2014~2018년)	309
6-7	나노 인력 성별 비중(2018년)	310
6-8	나노 인력 성별 비중(2014~2018년)	310
6-9	나노 관련 대학원생의 학위 과정별 비중(2019년)	313
6-10	공공연구기관 나노 관련 인력의 직무·직급별 비중(2019년)	314
6-11	공공연구기관별 나노 관련 인력 분포(2019년)	315
6-12	인프라기관 나노 관련 인력의 직무·직급별 비중(2019년)	316
6-13	나노인프라기관별 나노 관련 인력 분포(2019년)	317
6-14	나노융합기술인력양성사업 추진 체계	324

제7장

7-1	NanoDefiner Framework 내 의사결정 흐름	338
7-2	OECD 제조나노물질 작업반의 체제 변화	340
7-3	EU ACEnano의 추진 체계	347
7-4	NanoSolveIT의 나노안전성 정보 시스템 및 상호연계	350
7-5	ISO/TC 229의 위원회 구성 및 주요 내용	351
7-6	GRACIOUS 프레임워크의 개략적 개요	354
7-7	캐나다 나노물질 우선평가 대상물질 선정법	365
7-8	제3기 나노기술지도의 목표와 세부 목표	369
7-9	제2기와 제3기 국가나노기술지도 나노안전분야의 차별성	369
7-10	나노제품 안전성 평가 기업지원 센터 개요	370

Contents 표

제1장

1-1	나노·미래소재원천기술개발사업 20대 예시 연구주제	28
1-2	기관별 주요역할	35
1-3	나노융합혁신제품기술개발사업 산업 분야 및 전략과제	39
1-4	2020년 자원과제 현황	44
1-5	부처별 나노기술 투자실적	46
1-6	전략 1 관련 사업 현황	51
1-7	전략 2 관련 사업 현황	56
1-8	전략 3 관련 사업 현황	59
1-9	2020년도 부처·기관별 투자 계획	60

제2장

2-1	국가나노기술개발전략(NNI) 참여 연방 부처 및 부서	65
2-2	프로그램 구성 영역(PCA)별 구성 요소	66
2-3	참여 부처별 NNI 투자금액 및 예산(2018~2020년)	72
2-4	PCA별 NNI 투자금액 및 예산(2018~2020년)	73
2-5	문부과학성의 주요 프로그램 및 예산	82
2-6	경제산업성의 주요 프로그램 및 예산	82
2-7	과학기술진흥기구(JST) 나노기술·재료 분야 전략적 창조연구 추진산업(CREST) 프로젝트	83
2-8	과학기술진흥기구(JST) 나노기술·재료 분야 전략적 창조연구 추진산업(ERATO) 프로젝트	84
2-9	과학기술진흥기구(JST) 미래사회창조사업(MIRAI)	85
2-10	2018년 특정목적별 연구비	86
2-11	산업별, 조직별 나노기술 분야 연구비 투자 추이	87
2-12	국가나노기술발전강요의 주요 내용	91
2-13	국가 나노기술 발전지침 프레임의 주요 내용	92
2-14	나노연구 국가중대과학연구 '12.5' 특별계획의 주요 임무	94
2-15	혁신주도형 발전을 위한 최상위 전략·정책	95
2-16	국가중대과학연구프로그램을 통해 '나노연구' 영역에 투입된 연도별 지원경비	102
2-17	2016~2019년 입안되어 지원한 '나노과학기술' 중점특별프로젝트	103
2-18	제1~9차 EU 프레임워크 프로그램(FP) 기간 및 예산 규모	108
2-19	Horizon2020의 6개 활동 영역 및 예산	117
2-20	액션플랜 2010 혁신연구 지원 분야 및 지원 연구비	121

제3장

2-21	각 영역의 활동(Action)별 연구 주제	123
2-22	액션플랜 2020의 주요 나노기술 분야 프레임워크 프로그램	125
3-1	우리나라의 연도별 나노기술 투자 실적(2001~2019년)	135
3-2	부처별 나노기술 투자 실적(2018~2019년)	136
3-3	부처 및 세부 사업별 나노기술 분야 투자 실적 및 계획(2019~2020년)	137
3-4	대표적인 나노기술 관련 사업	141
3-5	나노·소재기술개발사업 2019년 예산	142
3-6	나노·소재기술개발사업 추진 성과(2018~2019년)	142
3-7	미래소재디스커버리사업 2019년 예산	142
3-8	미래소재디스커버리사업 연구 주제	143
3-9	미래소재디스커버리사업 추진 성과(2018~2019년)	144
3-10	나노융합2020사업 정량적 성과	144
3-11	나노융합산업핵심기술개발사업 2019년 예산	145
3-12	나노융합산업 연구개발 투자액(2014~2018년)	146
3-13	나노 분야별 연구개발 집약도 추이(2014~2018년)	148
3-14	나노 분야별 연구개발 추진 방법(2018년)	149
3-15	나노 분야별 설비 투자와 연구개발 투자액 비중(2018년)	150
3-16	나노 분야별 투자 자원 조달 현황(2018년)	151
3-17	연도별 전체 SCI 논문 및 나노기술 분야 SCI 논문 현황(2001~2019년)	153
3-18	나노기술 분야 SCI 논문 중 한국 논문 현황(2001~2019년)	154
3-19	국가별 나노기술 분야 SCI 논문 현황(2001~2019년)	156
3-20	국가별 나노기술 분야 피인용 상위 1% 논문 현황(2010~2019년)	158
3-21	나노기술 분야 SCI 논문의 주요 연구 분야 현황(2001~2019년, 상위 10순위)	160
3-22	나노기술 분야 SCI 논문의 주요 기관 현황(2001~2019년, 상위 50순위)	160
3-23	미국특허청(USPTO) 전체 등록특허 및 나노기술 분야 등록특허 현황(2001~2019년)	163
3-24	나노기술 분야 등록특허 중 한국 등록특허 건수와 순위(2001~2019년)	164
3-25	국가별 나노기술 분야 등록특허 현황(2001~2019년)	165
3-26	주요 출원인 등록특허 순위(2001~2018년 누적)	168
3-27	주요국의 특허 영향력지수(PII)	169
3-28	주요국의 특허 경쟁력지수(PSI)	170

Contents 표

3-29	주요국의 특허 시장력지수(PMI)	170
3-30	주요국의 특허 기술력지수(TS)	171
3-31	주요국의 특허 공동출원지수	172
3-32	주요국의 종합 지표	174
3-33	국가연구개발사업 나노기술 분야 기술료 성과(2009~2018년)	177
3-34	국가연구개발사업 나노기술 분야 사업화 성과(2009~2018년)	180

제4장

4-1	나노융합산업 주요 지표(2014~2018년)	184
4-2	제조업 대비 나노융합산업 주요 지표(2014~2018년)	184
4-3	설립연도별 기업 현황(2018년)	187
4-4	나노분야별 기업 현황(2018년)	189
4-5	분야별 전업기업 비중(2014~2018년)	190
4-6	분야별 매출액(2018년)	193
4-7	기업규모별 매출액(2018년)	196
4-8	나노융합산업 중·소·중견기업의 주요 지표(2014~2018년)	197

제5장

5-1	나노종합시설(나노팜) 구축 현황	225
5-2	나노종합시설(나노팜) 예산 및 주요 활용 현황(2019년)	225
5-3	6대 나노인프라 장비 구축 현황	228
5-4	6대 나노인프라 이용 건수 현황(2017~2019년)	229
5-5	6대 나노인프라 이용자 수 현황(2017~2019년)	230
5-6	나노종합기술원 이용기관 및 이용자 현황	234
5-7	나노종합기술원 특허 출원·등록 현황	234
5-8	나노종합기술원 기술이전 현황	234
5-9	전북나노기술집적센터 장비 구축 현황	246
5-10	나노특화시설 현황	255

제6장

6-1	나노융합분야 인력 변동(2014~2018년)	306
6-2	고용 인력 현황 및 비중(2018년)	307
6-3	나노 인력 학위별 비중(2014~2018년)	308
6-4	나노 인력 직군별 비중(2014~2018년)	309
6-5	나노 인력 성별 비중(2014~2018년)	310

제7장

6-6	대학의 나노 관련 학과 현황(2019년)	311
6-7	나노 관련 학부생 인력 현황(2019년)	312
6-8	대학원의 나노 관련 학과 현황(2019년)	312
6-9	나노 관련 대학원생 인력 현황(2019년)	312
6-10	공공연구기관별 나노 관련 조직 및 인력 현황(2019년)	313
6-11	인프라기관별 나노 관련 인력 현황(2019년)	316
6-12	업무협약(MOU) 체결 기업 현황	325
6-13	교육 프로그램 개요	327
7-1	국제기구 및 주요 선진국의 나노물질 정의 현황	337
7-2	국내 나노물질 정의 현황	338
7-3	OECD 제조나노물질 작업반(WPMN)의 나노물질 평가 지원 사업 현황	339
7-4	PATROLS의 주요 Workpackage 및 한국 참여 분야	346
7-5	EU ACEnano의 추진 체계	348
7-6	EU REACH 나노물질 등록 제출 자료	357
7-7	유럽연합 내 나노물질 규제를 채택한 회원국 및 세부 내용	360
7-8	미국 TSCA에 따른 나노물질 관련 규제 현황	362
7-9	제3기 국가나노기술지도 나노안전분야 기술체계	368
7-10	국내 나노물질 안전관리 관련 법령 현황	371
7-11	ISO/TC 229 및 IEC/TC 113의 기본 내용	374
7-12	ISO/TC 229 및 IEC/TC 113의 작업 그룹(WG)	375
7-13	나노기술 용어 관련 국제표준	376
7-14	측정 및 특성에 관한 표준화 추진 현황	378
7-15	환경·보건·안전에 관한 표준화 추진 현황	380
7-16	물질 시방에 관한 표준화 추진 현황	382
7-17	제품 및 응용에 관한 표준화 추진 현황	383
7-18	국내 전문가가 제안한 IEC/TC 113 표준화 추진 현황	385
7-19	기타 주요 표준의 개발 추진 현황	386
7-20	ISO/TC 201 나노기술 관련 표준 개발 추진 현황	389
7-21	나노기술 관련 국가표준 현황	391
7-22	'표면화학분석' 관련 국가표준 현황	392

제1장

우리나라 나노기술정책

제1절

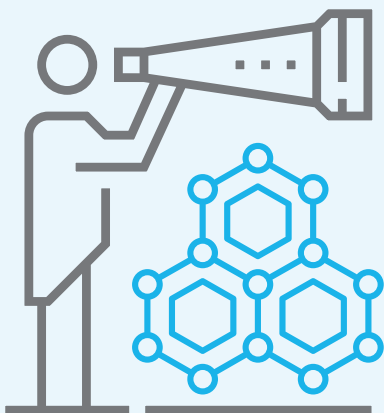
2019년 나노기술 사업 추진 현황

제2절

2020년 나노기술발전시행계획

제1장

우리나라 나노기술정책



제1절

2019년 나노기술 사업 추진 현황

1

나노·미래소재원천기술개발사업¹⁾

가. 개요

우리나라가 나노·소재기술 분야에서 선도국의 지위를 확보하는데 견인차 역할을 해왔던 ‘나노·소재기술개발사업(’04~’17)’이 2019년에 일몰됨²⁾에 따라, 나노·소재기술 분야의 신규 연구개발 사업인 ‘나노·미래소재원천기술개발사업’의 기획이 추진되었다. 본 사업은 관계 법령, 국가 중장기 연구개발(R&D) 전략 및 상위계획에 근거하여 기획되었다. 나노·소재기술은 기술개발에서 사업화 까지 오랜 시간이 걸리기 때문에 민간이 주도적으로 투자하기 어려운 분야이기 때문에, 나노·소재 기술을 산업 분야로 확산하기 위해서는 국가적인 차원에서 연구개발을 추진하는 것이 필요하다.

※ 관계 법령 : 기초연구진흥 및 기술개발지원에 관한 법률 제14조(특정연구개발사업의 추진 등)와 나노기술개발촉진법 제6조(연구 개발의 추진 등)

※ 상위 계획 : 제4기 나노기술종합발전계획(’16~’25), 미래소재 원천기술 확보전략(’18.04), 제3기 국가나노기술지도(’18~’27), 제4차 소재·부품발전기본계획(’17~’25)

선행 사업인 ‘나노·소재기술개발사업(’04~’17)’은 총 2,834억 원을 투입하여 최근 5년을 기준으로 SCI급 논문 게재 2,519건 및 특허 등록 315건 등의 성과를 달성하였으며, 연구개발 성과의 상용화를 위한 산업통상자원부의 ‘나노융합산업핵심기술개발사업’과 연계한 연구개발(’16 3건 및 ’17 4건)을 추진하였다.

1) 본 자료는 나노·미래소재원천기술개발사업 기획보고서(’19.01)와 예비타당성조사 보고서(’19.08)를 인용하여 작성

2) 2019년에 일몰 예정이었으나, 일몰 연장으로 지속 추진(’20.05) 됨에 따라 내역 사업으로 진행

‘나노·미래소재원천기술개발사업’은 선행 사업의 높은 연구생산성은 유지하되 낮은 기술사업화 성과를 극복할 수 있는 신규 사업으로 기획하고자 기획위원회를 구성(’18.03)하였으며, 이후 예비타당성조사 대상 사업으로 기술성검토(’18.12)와 최종 예비타당성조사(’19.06)를 통과하여 2020년에 신규 사업을 추진할 예정이다. 본 사업은 2020년부터 2031년까지 총 12년간 수행되며, 총예산은 4,004억 원으로 2020년에는 총 382.7억 원이 투자될 계획이다.

나. 비전 및 목표

본 사업의 부제인 ‘나노코어(NanoCORE)’은 도전적(Challenging)이고, 목적이 분명하며(Objective), 혁신을(Revolutionary) 촉발하고 가능케 하는(Enabling) 나노·미래소재 분야 원천 기술개발사업을 의미한다.

본 사업의 비전은 ‘미래 혁신성장을 준비하는 나노·미래소재원천기술개발’이며, 세계적인 나노미래소재 원천기술을 20건 이상 확보하는 것을 목표로 한다.



본 사업은 비전 및 목표를 실현하기 위해 세 가지 전략을 추진하게 된다. 첫째, 세부기술의 속성에 따른 기술개발 목표별로 맞춤형 지원을 통해 기술개발의 효율성을 극대화하고 목표달성 가능성과 연구생산성을 제고하고자 한다. 둘째, 우수한 기초연구성과를 기반으로 한 원천기술개발을 도모하기 위해 수월성 기반연구 수행을 지원한다. 셋째, 본 사업으로 과제를 수행한 이후 부처간 이어달리기를 통해 원천기술이 사업화까지 이어지도록 하는 연계체계를 갖추고자 한다.

다. 주요 내용

본 사업은 환경변화가 반영된 4대 메가트렌드인 ‘신(新) IoT’, ‘그린 에너지’, ‘건강 100세’, ‘공공·안전’을 배경으로 하고, ‘제3기 국가나노기술지도’³⁾ 상의 70개 나노기술과 ‘미래소재 원천기술 확보 전략’⁴⁾ 상의 30개 미래소재기술을 대상으로 경쟁력과 투자대상을 분석하여 20대 예시 연구주제를 도출하였다.

그림 1-1 나노·미래소재원천기술개발사업 예시 연구주제 도출



3) 제3기 국가나노기술지도 수립('18.06, 과학기술정보통신부)

4) 미래소재 원천기술 확보전략 수립('18.04, 과학기술정보통신부)

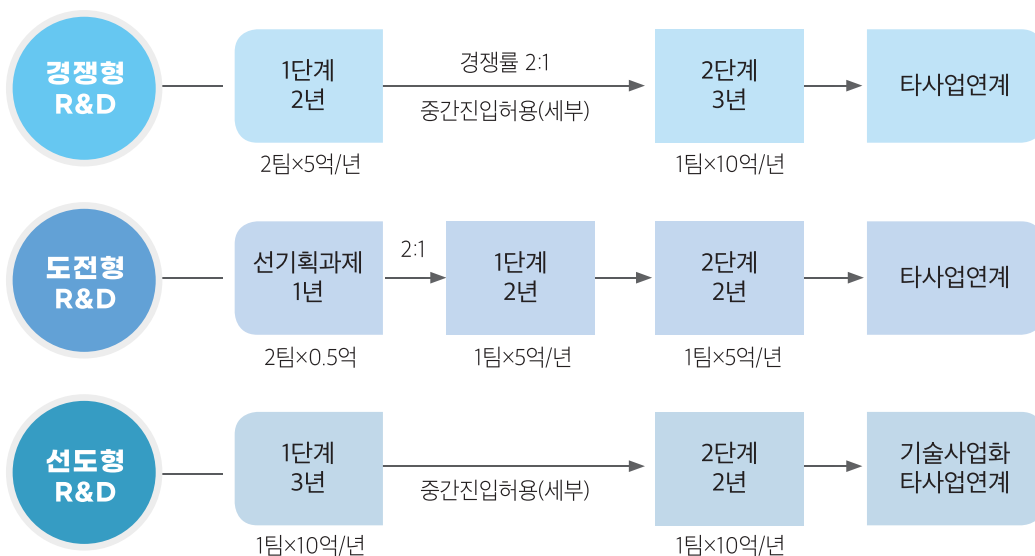
표 1-1 나노·미래소재원천기술개발사업 20대 예시 연구주제

연번	분야	우선추진 예시 기술테마
1	 신 IoT	IoT용 저전력 나노소자
2		초고속 통신 나노소자 및 소재 기술
3		Exa 스케일 인지 연산소자용 나노소재
4		유연신축 나노소재 및 소자
5		고효율, 고색순도, 고해상도 발광 나노소재 및 소자
6		소형 독립구동 로봇용 나노소자 및 소재 기술
7	 그린 에너지	나노소재·구조 기반 차세대 수광소자 기술
8		고기능성 에너지 변환·저장 나노·소재 기술
9		발전 및 모빌리티용 연료전지 성능 향상을 위한 나노·소재 기술
10		미소 에너지 하베스팅용 나노·소재 기술
11		청정 에너지원 생산 나노·소재 기술
12	 건강 100세	헬스케어용 나노센서
13		동시진단치료 나노소재 및 소자
14		미용 및 생활가전 적용 기능성 나노소재
15		생활환경 감시 IoT 연동 나노센서
16		친환경 기능성 나노·소재 기술
17	 공공·안전	방사선 차폐/흡수 나노·소재 기술
18		지진재난 대비를 위한 나노·소재 기술
19		수질/대기환경 개선을 위한 나노·소재 기술
20		나노·미래소재원천기술개발 전략연구 및 공통핵심 기술

본 사업은 다른 사업들과 차별화된 전략으로, 과제별 달성 목표 성격에 따라 사업추진 방식을 경쟁형, 도전형, 선도형의 세 가지 유형으로 구분하고 유형별로 과제 수 및 예산을 산정하여 추진하게 된다.

- 경쟁형은 목표달성을 위한 방법에 복수의 해결책이 존재할 수 있는 경우 빠른 기술수준 향상을 이루기 위한 지원방식에 해당하며, 동일 목표에 대한 복수 지원과 연구자 상호 간 경쟁도입을 통해 최선책을 탐색하고 사업의 목표 달성을 추구한다.
- 도전형은 경쟁형 내에 연구개발 주제의 창의성과 변동성을 고려하여 도전형이라는 서브 지원 형태를 두고, 연구주제와 연구방법을 자율제시하는 bottom-up형 과제를 추진할 계획이다.
- 선도형은 기술수준이 비교적 높으나 산업적 경쟁력과 성숙도의 제고가 필요한 경우 국가적/국제적 아젠다를 중심으로 한 수요조사와 전문가 기획을 통해 주제를 선정하는 기존 사업의 지원형태와 유사한 지원방식이다.

그림 1-2 나노·미래소재원천기술개발사업 과제추진 방식별 특징



라. 기대 효과

본 사업은 나노·소재분야 과학기술의 국가 경쟁력을 확보하고, 학제 간 융합을 통해 기존 기술의 한계돌파에 기여할 수 있을 것으로 기대한다. 또한, 4차 산업혁명 시대의 기반이 되는 하드웨어 관련 분야의 세계시장을 선점하고, 고령화 시대에 대비한 미래 헬스케어 산업 창출 기반을 마련하며, 친환경 에너지 신산업을 창출할 수 있을 것으로 기대한다.

작성자 김태연(국가나노기술정책센터 선임연구원)



소재융합혁신기술개발사업⁵⁾

가. 개요

과학기술정보통신부에서는 대외의존도가 높은 주력 산업 분야 소재·부품의 핵심원천기술 완성도 제고 및 조기 실증 지원을 위해, ‘미래소재디스커버리사업’⁶⁾의 일환으로 ‘소재융합혁신기술개발사업’을 기획하였다. 2019년 8월에 신규과제를 공모하여 현재 연구개발 과제를 추진 중이다.

본 사업은 국산화가 시급한 수출규제 소재 품목을 중심으로 기존 연구성과의 후속 지원 및 실증을 통해 기술 완성도 향상을 촉진하고, 잠재적 수출규제 품목에 대한 원천기술 완성도를 제고하며, 혁신성장동력 창출에 결정적으로 기여할 수 있는 핵심소재 기술을 개발하는 것이 목적이다.

※ 관계 법령 : 기초연구진흥 및 기술개발지원에 관한 법률 제14조(특정연구개발사업의 추진 등), 나노기술개발 촉진법 제6조(연구개발의 추진 등)

이미 미국, 일본 등 주요국은 나노·첨단소재가 제조업 혁신동력의 하나임을 인식하고, 이를 위한 기술지원센터 운영, 전략적 연구개발 프로그램 추진, 협의회 구성 등의 기술사업화를 지원하고 있다.

- 미국 : NASA의 기술실증미션 프로그램(TDM) 추진(’13~)
- 일본 : 물질재료연구소(NIMS)에서 센서 액추에이터 연구개발 중심으로 국제 연구거점 형성과 산학연 연대를 위한 오픈 플랫폼 진행
- 중국 : 상하이 나노기술지원센터(SNPC), 쑤저우 테크노파크(SIP)등 기업 수요 지원
- 독일 : 나노기술 액션플랜(Action Plan Nanotechnology 2020)에 기반하여 중소기업기술혁신 중심사업(ZIM), 산업공동연구사업(IGF), 특허·표준화지원사업(WIPANO) 등 사업 지원

국내에서도 다양한 범부처 정책(제4기 나노기술종합발전계획, 제4차 소재부품발전계획 등)을 통해 나노·소재분야의 사업화를 추진하고 있으나, 나노융합산업의 대기업 편중⁷⁾과 기술이전의 질적 수준 하락⁸⁾이라는 문제가 지속적으로 제기되고 있다. 또한 나노분야 논문에서 산업계가 차지하는 비율이 지난 10여 년간 꾸준히 감소하는 등 학계와 연구계, 산업계 사이 간극이 심화되는

5) 본 자료는 소재융합혁신기술개발보고서(’19.07, 국가나노기술정책센터)를 인용하여 작성

6) 미래소재디스커버리사업(’15~, 과학기술정보통신부)

7) 2016년도 나노융합산업 매출액의 96.6%, 인력의 91.2%를 대기업이 차지(2017 나노융합산업조사, 산업통상자원부/나노융합산업연구조합)

8) 기술이전 건수는 225건(’12)에서 472건(’17)으로 증가, 기술료는 7,556만 원에서 4,024만 원으로 감소

것으로 나타났다. 이에 현재 전략의 한계를 극복하고자 산업계에서 보는 원천연구 성과나 학계·연구계와의 협업에 대한 가치 제고에 대한 필요성이 제기되었다.

나노·소재분야의 사업화 과제는 기업 주도의 수요중심 연구개발이 추진되고 있으나, 실험실에서 시장으로 이어지는 ‘랩 투 마켓(Lab to Market)’ 관점에서 실험실에서의 혁신이 시장에서의 상용화로 연결되지 못하는 죽음의 계곡이 존재하고 있다. 이에 주요 나노·소재분야 사업 포트폴리오 체계에서, 와해성이 있는 나노원천기술이 상용화에 도달하도록 하는 실증 중심의 사업이 필요하게 되었다. 주력 산업 및 혁신성장 산업에서 대외의존도가 높은 소재 품목의 조기 국산화를 위해 기 확보된 나노·소재기술의 실증과 주변기술과의 적극적인 융합을 추구하는 사업이 요구됨에 따라 본 사업이 기획되었다.

본 사업은 2019년부터 2023년까지 총 5년간 수행되며, 총예산은 480억 원으로 15개 과제를 선정하여 과제당 약 8억 원을 지원할 계획이다. 이미 2019년에 5개 과제를 지원하였으며, 2020년에 10개 과제를 추가로 선정할 계획이다.

나. 비전 및 목표

본 사업의 비전은 ‘소재융합 원천기술의 실용성 입증을 통한 소재자립화 및 사업화 연계 강화’이며, 세 가지 목표 달성을 위해 세 가지 핵심전략을 추진하게 된다.

첫째, 기존 선형 개발방식에서 탈피해 미완성 시작품이라도 실증하고 보완하는 비선형의 애자일(Agile) 혁신*을 추진하여, 기술을 가장 잘 이해하고 있는 연구자 주도로 실험실 단계 실증을 추진하고자 한다.

* 애자일(Agile) 혁신 : 기존의 순차적인 개발 방식의 경우 진도 체크는 쉬우나 단계 실패에 따른 시행착오 비용이 더 클 가능성이 존재하므로, 중간 실증을 통해 빠르게 경험하고 반영하여 개발 주기의 단축이 가능

둘째, 경쟁형 연구개발 개념을 도입하여 선택과 집중을 통한 사업의 성공률을 제고하고자 한다. 이를 위해 1단계에서 다수의 과제를 선발하여 수행한 후, 보유 기술의 실증 타당성을 평가하여 성공 가능성이 높은 과제만 2단계에 진입하여 본격 실증 연구를 추진하고자 한다.

특히 논문·특허 중심의 일반적인 정량평가 방식에서 벗어나 원천특허, 시작품 제작, 해외 전시회 출품 등 실증을 위한 연구개발에 적합한 평가를 통해 연구자의 동기부여와 사업의 효과를 제고하고자 한다.



소재융합 원천기술의 실용성 입증을 통한 소재자립화 및 사업화 연계 강화

핵심목표

주력산업의 미래 핵심소재부품 자립화 달성

연구자 주도 나노·소재융합 원천기술 확보

신성장 산업의 핵심소재부품 성과 창출 촉진

핵심전략

연구자 주도의 비선행형의 개발 전략 추진

경쟁형 R&D 기반의 선택과 집중을 통한 사업화 성공률 제고

사업에 적합한 운영·평가방식으로 효과성 제고



1단계(1년, 경쟁형)

경쟁형으로 원천기술
확보기획·실증계획



2단계(3년, 실증형)

원천기술의 POC 및
시작품 구현 등 실증



산업화기술(후속사업)

이어달리기 차원에서 실제 활용
가능한 초기 시제품 생산

추진단계

산업유형	개발·실증분야(예시)
반도체	· 수광 다이오드용 유무기 하이브리드 소재 · mmWave 전자패키지 소재(고열전도도·전자파흡수 등 다기능 복합소재) · 차세대 전력반도체 기반 소재
디스플레이	· OLED 청색 발광 소재 · OLED Invar 파인 메탈 마스크
이차전지	· 금속공기전지 핵심소재(전해질, 양극촉매 등) · 제2세대 리튬염 및 첨가제 · 액상유기 수소저장 소재 · 금속계 수소분리막 소재
첨단소재	· 형상기억 고분자 복합소재 · 웨어러블용 전도성섬유 소재

다. 주요 내용

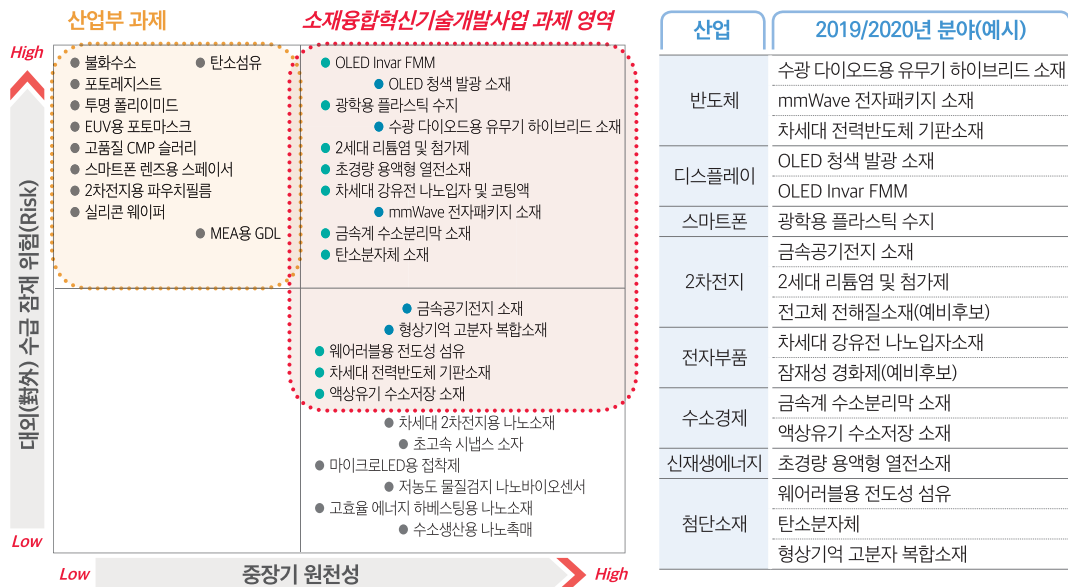
본 사업은 일본의 수출 규제 대응 차원에서, 국내 주력산업(반도체, 디스플레이, 2차 전지 등) 관련 나노·소재융합 원천기술의 조기 실증을 통해 핵심 부품·소재 및 장비 경쟁력 강화와 위협 요인 제거를 기본방향으로 하고 있다. 또한 13대 혁신성장동력분야* 등 미래 신성장 산업에 대한 대외 의존도를 줄이고 소재·부품의 근원적 경쟁력을 확보하기 위해, 나노·소재융합원천기술의 연구자 주도 실증기술 확보로 기술 사용화 성공 가능성을 제고하고자 한다. 연구자 주도의 원천기술 실증으로 시장수요와 연계된 나노·소재융합기술의 완성도를 획기적으로 제고하는 신개념의 산업화 촉진형 연구개발을 도입하여 추진하고자 한다.

* 13대 혁신성장동력분야(17.12 선정) : 지능화 인프라(빅데이터, 차세대 통신, 인공지능), 스마트 이동체(자율주행차, 드론), 융합서비스(맞춤형 헬스케어, 스마트시티, 가상증강현실, 지능형 로봇), 산업기반(지능형 반도체, 첨단소재, 혁신신약, 신재생에너지)

국가 주력산업의 소재·부품 중 대외 의존도가 높은 분야나 13대 혁신성장동력분야와 같이 국가 신성장 산업에서 선제적으로 소재 경쟁력 확보가 필요한 분야를 지원하게 된다. 지원 분야는 ‘대외 수급 잠재 위험(Risk)’ 및 ‘중장기 원천성’을 검토하여 선정하고자 한다.

- 대외의존 해결 시급성(시장관점) : 주력산업의 핵심소재 중 현재 대외의존 비중이 높으나, 국내에서 당장 대체 불가하거나, 신성장 산업 육성시 소재 수급 위험이 클수록 높게 평가
- 중장기 원천성(기술관점) : 수요 분야에서의 핵심 원천성이 높고, 그에 따라 시제품 적용까지 최소 중장기가 소요될수록 높게 평가

그림 1-3 소재융합혁신기술개발사업 지원 과제 선정·평가(예시)



본 사업의 추진체계 및 각 기관별 주요 역할은 다음과 같다. 과학기술정보통신부는 사업추진 방향 설정 등 정책수립을 총괄하며, 전담기관인 한국연구재단은 사업 전담 관리기능을 수행한다. 사업의 주관기관은 원활한 과제 수행을 위해 참여기관 및 외부 전문가 등으로 구성된 자체 위원회 운영 등이 가능하다.

그림 1-4 소재융합혁신기술개발사업 추진 체계



표 1-2 기관별 주요역할

구분	주요역할
과학기술정보통신부	• 사업추진 정책 수립 및 사업추진 방향 점검 • 사업시행계획 수립 • 사업심의위원회 운영 및 과제 선정 최종 심의 등
전담기관 (한국연구재단)	• 사업 / 과제기획, 공고 및 과제 신규평가 • 수행관리, 연차평가, 성과분석 및 사후관리 등
수행기관 (학·연)	• 과제 주관 혹은 참여기관으로 기술개발 수행 • 결과물 도출 및 성과활용 등

라. 기대 효과

본 사업은 연구실 단위에서 창출된 우수한 나노·소재 원천기술의 완성도를 제고함으로써, 잠재적 일본 수출 규제 대상 소재에 대해 선제적으로 대응하고 혁신성장 분야에서의 나노·소재융합 혁신기술 사업화가 직면하는 한계를 극복하는데 기여할 것으로 기대한다. 특히 시장 미성숙 및 높은 제조단가 등으로 인해 민간 주도의 제품화가 어려운 나노·소재기술의 실증을 지원하여 와해적 혁신 성장에 기여할 수 있을 것이다.

작성자 김태연(국가나노기술정책센터 선임연구원)



나노융합혁신제품기술개발사업⁹⁾

가. 개요

나노융합산업은 2013년부터 기업 수는 계속 증가하고 있으나, 해를 거듭할수록 기업당 매출액 및 종업원 수가 계속 하락추세를 보이는 등 정체가 심화되고 있다. 나노융합산업의 정체 원인은 ‘상용화 지연으로 인한 기업 경쟁력 약화’, ‘수요-공급 기업 간 미스매칭 심화’, ‘나노전자분야로의 쏠림현상 심화’ 등으로 파악된다. 나노융합산업에서 수요-공급기업 간 미스매칭 및 격차 감소를 위한 기술개발 패러다임 전환, 새로운 시장이 기대되는 유망 신산업 분야로의 나노융합시장 개척, 지속적인 상용화 연구개발 지원을 통한 나노융합 성공사례 확산 등이 필요함에 따라 신규 사업인 ‘나노융합혁신제품기술개발사업’이 기획되었다. 본 사업은 관계 법령, 국가 중장기 연구개발 전략 및 상위 계획에 근거하여 기획되었다.

※ 관계 법령 : 산업기술혁신 촉진법 제11조(산업기술개발사업), 나노기술개발촉진법 제6조(연구개발의 추진)

※ 상위 계획 : 문재인 정부 국정운영 5개년 계획(과학기술 발전이 선도하는 4차 산업혁명-고부가가치 창출 미래형 신산업 발굴·육성), 제4기 나노기술종합발전계획(‘16~25), 나노기술 산업화 전략(‘15.04), 나노융합산업고도화전략(‘18.07)

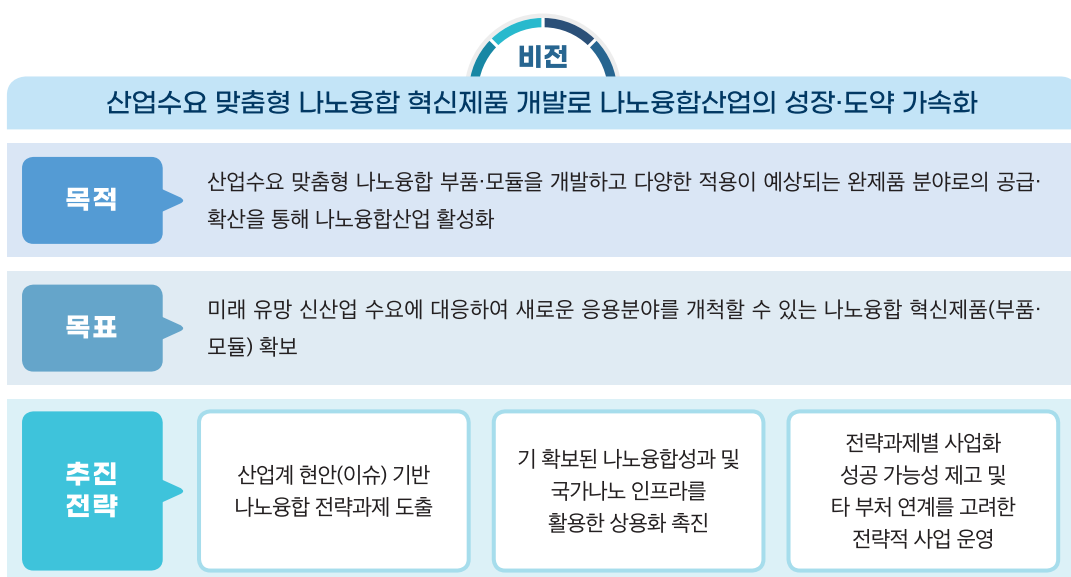
본 사업은 기 확보된 우수한 나노융합성과 및 국가나노인프라 역량을 활용하여 다양한 산업 수요에 대응할 수 있는 나노융합 혁신제품(부품·모듈)의 제조기술을 개발하기 위해 기획되었다. 산업 수요 맞춤형 나노융합 부품·모듈을 개발하고 다양한 적용이 예상되는 완제품 분야로의 공급 및 확산을 통해 나노융합산업의 활성화를 목적으로 한다. 미래 유망 신산업분야(미래자동차, 디스플레이, 에너지·환경, 바이오·헬스)를 대상으로 지정공모형과 자유공모형 연구개발 사업으로 구분하여 추진할 예정이다. 본 사업의 지원범위는 기술성숙도(TRL) 관점에서 실험단계 (4단계)부터 시제품 인증단계(8단계)까지이며, 연구개발 관점에서 응용기술 및 기술개발을 통한 상용화 준비단계까지이다.

본 사업은 최종 예비타당성조사를 통과(‘19.11)하여 2020년에 세부사업 기획을 시행하여, 2021년부터 신규사업을 추진할 예정이다. 본 사업은 2021년부터 2025년까지 총 5년간 수행되며, 총예산은 1,781.5억 원(국비 1,243.5억 원, 민자 538억 원)이다.

9) 본 자료는 나노융합혁신제품기술개발사업 기획보고서(‘19.04)와 예비타당성 조사보고서(‘19.01)를 인용하여 작성

나. 비전 및 목표

본 사업의 비전은 ‘산업수요 맞춤형 나노융합 혁신제품의 개발을 통한 나노융합산업의 성장 및 도약의 가속화’이며, 나노융합 혁신제품(부품·모듈)을 확보하고 수요-공급 기업 간의 협력체계를 구축하여 유망 신산업 분야로의 시장을 확대하고자 한다.



본 사업의 비전 및 목표를 달성하기 위해 세 가지 전략을 추진하고자 한다. 첫째, 산업계 현안(이슈)을 기반으로 나노융합 9대 전략과제를 도출하고, 둘째, 기 확보된 나노융합성과 및 국가나노 인프라를 활용하여 상용화를 촉진하며, 셋째, 전략과제별 사업화 성공 가능성 제고 및 타 부처 연계를 고려하여 전략적으로 사업을 운영할 예정이다.

다. 주요 내용

본 사업에서는 ‘나노융합산업핵심기술개발사업(산업통상자원부)’ 및 ‘나노·소재기술개발사업(과학기술정보통신부)’에서 도출된 나노융합 성과를 본 사업의 나노융합 혁신제품(부품·모듈) 개발에 적극 활용할 계획이다. 기 지원된 나노융합 과제 중에서 본 사업에서 수행할 과제 추진에 활용도가 클 것으로 기대되는 우수성과로는 탄소나노소재, 나노입자, 초미세 나노공정기술 등이 있다.

기 지원된 나노융합 과제에서 확보한 우수성과 중 탄소나노소재, 나노입자, 초미세 나노공정기술 등은 본 사업과 연계하여 활용할 수 있다. 또한 국가나노인프라*가 보유한 역량을 적극 활용하여 상용화를 위한 사전 검증작업인 시험생산, 스케일-업, 신뢰성 인증, 실증 등을 병행할 예정이다.

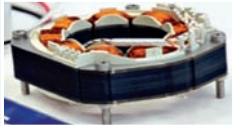
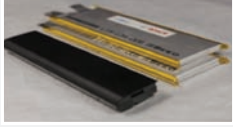
* 국가나노인프라: 나노종합기술원(대전), 한국나노기술원(수원), 나노융합기술원(포항), 나노기술집적센터(광주), 나노기술집적센터(전북), 나노융합실용화센터(대구)

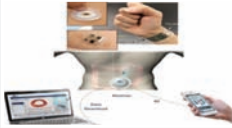
그림 1-5 국가나노인프라 활용



본 사업은 미래자동차, 디스플레이, 에너지·환경, 바이오·헬스 등 미래 유망 신산업 수요에 대응하여 기술적 난제를 해결하고 신시장 개척 등에 적합한 나노혁신제품을 개발하기 위해, 9개 전략 과제와 22개 세부과제를 선정하여 추진할 예정이다. 이와 더불어, 과학기술정보통신부의 연구성과를 이어달리기하고 수요기업의 의견을 반영하여 자유공모형 과제를 추진할 계획이다.

표 1-3 나노융합혁신제품기술개발사업 산업 분야 및 전략과제

산업 분야	전략과제
미래 자동차	① 나노결정립 자성소재 기반 고효율 전력구동 및 전력변환 유닛 전력구동 및 변환 유닛  고가의 희토류 사용량 저감을 통한 소재 저가화와 구동모터 및 전력변환시스템 핵심기술 개발
	② 전기자동차 주행 안전성 확보를 위한 발열, 방열, 전자파 차폐 부품 전자파 차폐/흡수 부품  미래수송기기의 주행 효율을 개선하고 안전성을 확보하는 발열 및 방열·차폐 부품
	③ 차량 이용자의 편의성·안전성 향상을 위한 내·외장 부품 크러쉬 패드  차량 이용자의 불편함을 해소하고, 편의·안전성을 확보할 수 있는 습기 저습수 전조등, 내장부품 일체형 오염방지 터치패널, 고충감 크러쉬패드 개발
에너지·환경	④ 미래수요(장수명, 고용량, 고안전) 맞춤형 에너지 저장장치 고성능 이차전지 셀  나노기술/소재와의 융합을 통해 이차전지의 성능적 한계를 극복하고 안전하게 오래 쓸 수 있는 고성능 이차전지 개발
	⑤ 저가 고내구성 백금함금계 나노촉매 기반 연료전지 모듈 연료전지용 Stack  저가/대량생산이 가능한 고품질 백금계 나노 함금촉매 기반 고성능의 오래가는 연료전지 개발
	⑥ 저비용 고기능성 실내 공기질 정화 시스템 핵심 부품 반영구 재생가능 필터 미디어  다중이용시설 및 산업 현장에서 초미세먼지 및 유해 가스 처리 효율이 우수하고 지속 재사용이 가능한 친환경 필터

산업 분야	전략과제
디스플레이	㉟ BT.2020 대응형 초고색재현율 구현 나노신발광 소자 유연 고효율장수명 나노발광 소자  고효율 청색 자발광 소재와 고색순도의 나노 색변환 소재를 융합하여 BT.2020 (표준) 기준을 만족하는 신발광 풀컬러 디스플레이 소자
	㊸ 다양한 형상의 3차원 자유곡면에서 구현 가능한 터치입력 장치 자유곡면 터치입력 장치  다양한 형상을 갖는 3차원 자유곡면에 밀착된 형태로 장착될 수 있으며, 직관적이고 감각적으로 정보 입력이 가능한 자동차용 터치입력 장치 개발
바이오·헬스	㉠ 나노기술기반 초고감도 on-site 체외진단기 * 나노바이오 기술을 도입하여 제작된 체외진단센서 및 장치로서 초고감도를 가지며 재현성이 우수하고 현장에서 손쉽게 사용할 수 있는 체외진단기 개발 유연/신축 나노센서 모듈  나노바이오 기술을 도입하여 제작된 체외진단센서 및 장치로서 초고감도를 가지며 재현성이 우수하고 현장에서 손쉽게 사용할 수 있는 체외진단기 개발

라. 기대 효과

본 사업은 4차 산업혁명의 기반기술인 나노융합기술의 역량을 강화하는 동시에 기초분야 연구지원 확대, 나노융합기술 투자의 체계화, 나노융합분야 산·학·연 협력 강화 등을 통해 국가 나노융합 기술 경쟁력을 배가할 것으로 기대된다. 또한 나노융합 혁신제품의 상용화 기술개발을 통한 신산업 창출과 거대 신시장 선점이 기대되며, 아울러 나노융합기술분야 차세대 핵심연구인력 및 수요 대응형 산업 전문인력의 양성 및 기업지원 강화 등을 통한 양질의 일자리 창출도 기대된다.

작성자 **최영철**(한국산업기술평가관리원 탄소·나노PD)



나노제품 성능·안전 평가기술 및 기업지원사업¹⁰⁾

가. 개요

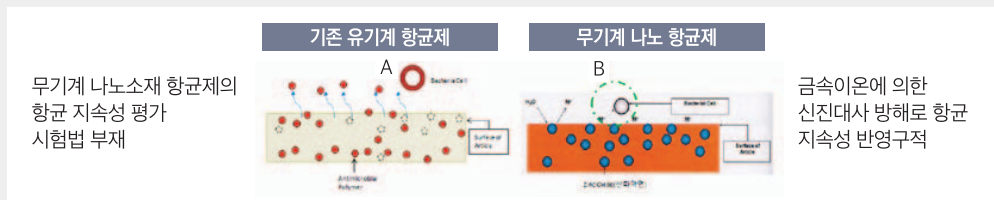
기존에 없던 새로운 기능과 성능이 획기적으로 개선된 나노융합 혁신제품들이 개발되고 있으나, 여전히 나노제품에 적합한 시험 평가 방법의 부재로 인해 수요기업으로부터 인정을 받지 못하여 상용화가 지연되는 사례가 다수 발생하고 있다. 따라서, 나노제품의 우수성을 객관적으로 증명할 평가 시험법 개발을 통해 수요기업과 나노공급기업 간에 상호 신뢰도를 높이면 안정적인 나노제품의 거래 활성화 및 신시장 진출을 도모할 수 있을 것으로 기대된다.

나노제품 평가 시험법 부재 사례

- ▶ **(유연 투명전극필름 면저항 균일도)** 차세대 터치스크린패널, OLED 조명, 디스플레이 등의 핵심부품인 유연 투명전극 필름을 위해서는 나노소재 사용이 필수이나, 나노소재 적용 유연전극 필름 면저항 균일도에 대한 시험법 부재



- ▶ **(항균 지속성)** 휘발성이 없어 반영구적으로 사용 가능한 무기계 나노소재 항균제는 항균 지속성이 탁월하나, 이를 객관적으로 증명할 마땅한 항균 지속성 평가 시험법 부재



많은 국가들이 나노소재·제품의 안전규제를 지속적으로 확대하면서 나노기업의 수출장벽으로 작용하고 있으나 국내의 대응체계는 미흡한 실정이다. 따라서, 글로벌 나노소재·제품의 안전규제 대응을 지원하여 나노제품의 수출을 촉진하기 위한 나노 안전성 대응 기반 마련이 필요하다.

10) 본 자료는 나노제품 성능·안전 평가기술 및 기업지원사업 기획보고서를 인용하여 작성

해외 나노 안전규제 사례

- ▶ **미국**  : 나노물질제조(수입)자는 독성물질관리법에 따라 EPA에 사전심사제(PMN) 제출 의무화('08)
* Agency 이용 시 ~10억 원/건 비용 발생
- ▶ **EU**  : 1톤 이상 나노물질 제조·판매 시 신고·등록제 시행(REACH)
* 등록시기 : 1톤 이상('18.05), 100톤~1,000톤('13.05), 1,000톤 이상('10.11)
- ▶ **벨기에** , **프랑스** , **덴마크** , **캐나다**  : 나노물질 제조·판매 시 신고

‘나노제품 성능·안전 평가기술 및 기업지원사업’은 과학기술정보통신부 및 기획재정부의 예산 심의를 통과('19.05~10)한 후 산·학·연 수요조사 및 기획회의를 통해 2019년 12월에 2020년 지원 사업을 도출하였다. 본 사업의 연구기간은 2020년부터 2024년까지 6년이며, 총예산은 270억 원으로 2020년 예산은 20.83억 원(기획평가비 포함)이다.

나. 비전 및 목표

본 사업에서는 2025년까지 30건 이상의 성능·안전 평가기술을 확보할 예정이다. 또한, 나노제품의 성능 및 안전성 검증 체계 마련을 통해 나노융합제품의 상용화 애로요인을 해소하고 나노기업의 글로벌 시장 진출을 촉진하고자 한다.



현재의 평가 방법으로는 공인성적서 발행이 어려운 나노제품을 대상으로 공통 활용이 가능한 공신력 있는 성능·안전 평가 시험법을 개발하고 보급·확산을 추진할 예정이다. 이와 더불어, 나노제품의 성능·안전 평가 관련 기업 지원을 통해 사업화를 촉진하고 나노안전규제 대응력 제고 및 해외 시장 수출의 기반 제공을 목표로 한다.

다. 주요 내용

본 사업은 나노중소기업의 국내외 시장진출 촉진 및 글로벌 규제대응 지원을 위한 나노제품의 성능·안전 평가 시험법 개발과 기업지원 시스템 구축·운영으로 구성되어 있다. 우선, 나노제품과 관련해 확보가 필요한 성능·안전 평가 시험법을 신규로 개발하여 확산할 예정이다. 나노기업에 평가 지식정보를 생산·제공하고 해외 규제동향을 제공한다. 또한, 해외 규제에 대응하여 나노제품의 신고·등록 지원 등을 위한 Hub 형태의 기업지원 시스템을 구축·운영할 예정이다. 과제별로 1~3년의 개발기간 동안 연간 4억 원 정도의 사업비를 지원하여 나노소재·제품의 신규 성능·안전 평가 시험법을 개발할 예정이다. 기업지원 과제(1세부, 4.2억 원/년)를 통해 개발 시험법의 보급·확산, 성능·안전 평가 통합정보 구축 및 제공, 해외 규제대응(나노소재·제품 해외 수출을 위한 신고·등록 지원 등), 시험기관 연계 등 나노기업을 지원할 계획이다. 본 사업의 추진체계는 아래와 같이 한국산업기술평가관리원을 전담기관으로 하여 일반형으로 세부과제를 추진할 예정이다.

그림 1-6 나노제품 성능·안전 평가기술 및 기업지원사업 추진 체계



2020년 추진 사업은 기업지원 사업과 평가법 개발 사업(3건)으로 구성되어 있다. 기업지원 사업기간은 6년(1차년도 9개월)이며, 평가법 개발 사업은 2~3년의 기간 동안 지원될 예정이다.

매년 차년도 신규지원사업을 선정하여 총 30건 이상의 성능·안전 평가법을 개발할 계획이다. 과제 결과물인 성능·안전 평가법은 개발 이후에 공동 활용을 추진할 예정이므로 ‘기술료 비징수’ 과제로 추진된다.

표 1-4 2020년 지원과제 현황

번호	품목명	과제 성격	개발기간 (개월)	2020년 출연금 (백만 원)	주관 기관	과제 유형	기술료
1	나노제품 성능·안전 평가 기업지원	품목지정	69	420	비영리기관	원천기술	비 징 수
2	국제 규제대응을 위한 탄소계 나노소재의 유해성 시험 평가법 개발	품목지정	33	796	제한 없음	원천기술	
3	나노복합재료의 정량적 분산도 시험 평가법 개발	품목지정	21	400	제한 없음	원천기술	
4	고전도성 나노 유연소자 제품의 응력 모드에 따른 특성 및 신뢰성 시험 평가법 개발	품목지정	33	400	제한 없음	원천기술	
• 총 과제수 : 4개 • 총 예산 : 2,016 백만 원		합계	-	2,016			

라. 기대 효과

본 사업을 통해 기존에 없던 전혀 새로운 기능을 갖는 나노융합 혁신제품들에 대한 성능 평가 시험법을 개발함으로써, 기존 제품과의 차별성 및 우수성을 입증할 수 있는 기반을 마련하고자 한다. 이를 활용하여 나노기업과 수요기업 간 제품 거래가 활성화되고 국내 기업들이 글로벌 시장을 선점할 것으로 기대된다.

또한, 기업 및 소비자가 신뢰할 수 있는 나노제품의 안전성 평가법을 개발하여 보급함으로써 안전한 나노물질·제품의 제조 기반이 구축되어, 국내 나노융합산업의 안정적 공급사슬이 완성되고 해외 각국의 안전규제 장벽을 해소하여 글로벌 시장 진출이 촉진될 것으로 기대된다.

작성자 최영철(한국산업기술평가관리원 탄소·나노PD)



제2절

2020년 나노기술발전시행계획

정부는 제4기 나노기술종합발전계획('16~'25)의 실효성 확보 및 일관성 있는 나노기술개발 추진을 위하여 다부처 차원의 나노기술발전시행계획을 수립하고 있다. 나노기술발전시행계획은 나노기술 지원에 대해 각 부처의 전년도 성과 및 실적을 점검하고 부처 간 연계·협력을 반영한 차년도 추진계획을 담고 있다.

나노기술발전시행계획의 대상은 NTIS상에 나노분야 투자금액이 입력된 정부 부처 및 출연기관을 대상으로 하며, 최종적으로 8개 부처, 14개 출연기관이 자료를 제출하였다.

※ 정부부처(8개 부처) : 과학기술정보통신부, 교육부, 농림축산식품부, 보건복지부, 산업통상자원부, 중소벤처기업부, 환경부, 식품의약품안전처

※ 정부출연기관(14개 기관) : 기초과학연구원, 나노종합기술원, 대구경북과학기술원, 재료연구소, 한국과학기술연구원, 한국과학기술원, 한국기계연구원, 한국기초과학지원연구원, 한국생명공학연구원, 한국생산기술연구원, 한국전기연구원, 한국지질자원연구원, 한국표준과학연구원, 한국화학연구원

1

2019년도 투자실적 및 2020년 중점 추진과제

정부는 2019년 나노기술분야에 총 6,994억 원을 투자하였다. 부처별로는 과학기술정보통신부 3,361억 원(48.1%), 산업통상자원부 1,114억 원(15.9%), 교육부 832억 원(11.9%), 중소벤처기업부 498억 원(7.0%) 순으로 투자되었으며, 부문별로는 연구개발(R&D) 5,836억 원(83.4%), 인력양성 592억 원(8.5%), 인프라 566억 원(8.1%) 순으로 나타났다.

‘2020년 나노기술발전시행계획’은 2020년 3월에 범부처 협의를 완료하고 4월에 국가과학기술자문회의 운영위원회를 통과하였다. ‘나노기술 경쟁력 향상으로 사람 중심 4차 산업혁명 실현

촉진'을 비전으로 하여 '제조업 혁신 선도기술 구현'과 '나노기술 산업화의 글로벌 리더'라는 목표 달성을 위해 3대 전략 8개 세부 추진과제를 계획하였다.

표 1-5 부처별 나노기술 투자실적

(단위 : 백만 원)

구분	연구개발(R&D)		인프라		인력양성		합계	
	2018년	2019년	2018년	2019년	2018년	2019년	2018년	2019년
과학기술정보통신부	280,517	314,702	9,203	20,167	1,250	1,250	290,970	336,119
교육부	33,847	26,753	-	-	45,452	56,433	79,299	83,186
농림축산식품부	3,623	4,426	-	-	-	-	3,623	4,426
보건복지부	6,550	5,220	-	-	-	-	6,550	5,220
산업통상자원부	40,147	98,370	23,408	12,044	1,020	1,020	64,575	111,434
중소벤처기업부	29,962	49,783	-	-	-	-	29,962	49,783
환경부	6,867	6,659	-	-	-	-	6,867	6,659
식품의약품안전처	1,180	1,460	-	-	-	-	1,180	1,460
고용노동부	130	-	-	-	-	-	130	-
방위사업청	869	-	-	-	-	-	869	-
출연연구기관	89,503	76,286	12,657	24,349	-	500	102,160	101,135
합계	493,195	583,659	45,268	56,560	47,722	59,203	586,185	699,422

제4기 나노기술종합발전계획

비전

나노기술 경쟁력 향상으로 사람 중심 4차 산업혁명 실현 촉진

2025
목표

제조업 혁신 선도기술 구현



나노과학기술수준
92%



핵심연구인력
12,000명

나노기술 산업화의 글로벌 리더



나노융합제품 매출비중
12%



나노융합기업
1,000개

2025년 추진전략

미래세대 및 핵심전략
기술 조기확보 추진

- ① 미래대응 나노 원천기술 개발
- ② 도전적·창의적 기초연구 지원
- ③ 소재·부품·장비 핵심품목
기술개발 연계

혁신성장 견인
나노기술 사업화 촉진

- ① 나노기술 기반 기술사업화 지원 강화
- ② 연구·산업 연계 지원 나노인프라 강화
- ③ 나노기술 사업화 지원 신규사업 기획

미래대비 나노혁신
연구기반 확충

- ① 나노기술 전문인력 양성 및
취업연계 지원
- ② 나노안전 관리체계 확보 지속

차기계획 준비

제5기 나노기술종합발전계획('21~'30, 5+5) 수립 추진

전략 1

미래선도 및 핵심전략 기술 조기확보 추진

4차 산업혁명의 핵심 기반기술인 나노기술 기초·원천 연구지원 강화, 소재·부품·장비 전략무기화 대응
핵심품목 개발 연계

1-1. 미래대응 나노 원천기술 개발

4차 산업혁명 대비 기술·산업 경쟁력의 획기적 제고 및 새로운 시장형성이 기대되는 나노산업 분야별 원천
및 응용연구 추진

■ 미래수요 대응 나노소재·소자 기술

- [과기정통부] 국가 기술 경쟁력 향상과 신산업 창출에 기여할 수 있는 나노소재·소자 분야 핵심 원천기술 개발 지원 강화
 - (나노·미래소재원천) 기초연구성과와 사업화를 연계하는 허리형 원천기술 개발을 통한 글로벌 원천기술 및 원천특허 확보(신규)
 - (글로벌프론티어) 하이브리드 인터페이스 기반 신소재·부품 개발, 파동에너지 극한제어 핵심 원천기술 및 측정·평가 플랫폼 구축, 소프트 나노소재 이용 고성능 유연 나노소자 원천기술 등 3개 연구단
 - (미래소재디스커버리) 신 연구방법론을 활용하여 새로운 물성과 기능을 구현하는 신소재 개발 및 미래소재 원천특허 확보
 - (차세대 지능형 반도체) 기존 반도체 기술 한계를 극복하는 초저전력·초고성능 미래반도체 핵심소자 및 집적기술 개발
- [KIST·화학연] 4차 산업혁명시대 D.N.A기반 혁신을 위한 초연결·저전력 등 ICT·반도체 신소자 원천기술 확보 추진

※ Si기반 3-5족 소자개발 사업, 차세대 신개념 전자소자 기술개발 사업, 고부가가치 녹색 화학소재개발사업 등

■ 건강한 삶을 구현하는 나노바이오 기술

- [과기정통부] 나노바이오 융합 연구를 통한 바이오 및 첨단의료 분야 핵심원천기술 확보, 질병 예방·치료 등 국민건강, 고부가가치 미래성장 산업인 보건의료 산업 유망 신기술 개발 지원
- [보건복지부] 미래 보건의료 산업경쟁력 제고, 임상현장에 직접 적용하여 질병의 예방·진단·치료가 가능한 정밀진단 기술 및 제품 개발
- [농식품부] 나노기술을 통해 농어업의 생산성을 증가시키고, 나노바이오 기술을 활용하여 물성 및 영양이 개선된 고부가가치 식품 개발
- [기초연] 새로운 MRI 조영제, 의료용 센서 등 나노과학과 의·생명 과학의 융합을 통한 나노바이오 과학 연구
- [생명연] 나노바이오 혁신소재 개발을 통한 난치질환 정밀 진단 및 치료 플랫폼 기술 개발

■ 지속가능한 사회를 위한 나노 에너지·환경 기술

- [과기정통부] 신재생 에너지, 연료전지 등 신 기후 체제를 대비한 지속가능한 환경 실현에 기여하는 나노 에너지·환경 기술개발 지속 지원
- [환경부] 나노기술을 활용한 고도정수처리 장비 개발, 생활환경 질 향상 기술, 유해화학물질 제거 등 유망 환경분야 기술개발에 대한 전략적 집중 투자 계속
- [KIST·화학연] 고효율·고안정성 차세대 태양전지 및 이차전지 핵심소재기술, 태양광 발전·저장 일체형 융합소재 원천기술, 유연전자기기의 자가 구동이 가능한 에너지 전환 소재·소자 기술 개발 등
- [전기연] 나노기술을 활용하여 기존의 문제점을 개선(친환경, 초저유전성)한 절연소재 및 차세대 스마트기기용 신축전극 개발

■ 제조업을 선도하는 나노공정·측정·장비 기술

- [과기정통부] 4차 산업혁명시대에 폭발적 수요가 예상되는 소형화, 고성능화, 초절전화 센서의 첨단 공정기술 고도화 지원
- [기계연·표준연] 유해물질을 현장에서 신속하게 검출할 수 있는 나노기반 유해물질 검출·진단 소자 플랫폼 기술 및 난치성 퇴행성 질환 진단 및 치료를 위한 측정기술 개발
- [기계연] 나노기반 옴니텍스(Omni-TEX) 제조기술, 차세대 유연 투명 디스플레이 나노기반 제조 핵심기술 개발 등 기능성 나노소자의 생산성을 높일 수 있는 제조공정 및 장비 개발
- [생기원] 다종가스 검출용 복합센서 등 생활밀착형 센서의 특성과 성능 구현을 위한 신소재 및 신 공정기술 개발

1-2. 도전적·창의적 기초연구 지원

도전적·창의적 성과 창출을 위한 나노분야 기초연구 투자 지속 확대, 산·학·연 교류행사(나노코리아 등)를 통한 연구성과 확산 생태계 조성

■ 나노분야 기초연구 투자 지속

- [과기정통부] 나노기술의 기초·핵심 연구역량 혁신을 위한 도전적·창의적 기초연구 및 우수 연구 인력 양성 지원 대폭 강화
 - (개인기초연구) 전년 대비 대폭 확대된 기초연구 과제를 Bottom-Up 방식 지원을 통해 나노기술 기초연구 수준 및 역량 강화
 - (집단연구지원) 대학에 산재된 우수연구인력을 특정 분야별로 조직화하여 집중 지원함으로써 고급인력 양성 및 기초연구 활성화 도모
- [교육부] 이공학 개인기초연구 지원을 통한 나노기술분야 풀뿌리 기초연구 지원 확대를 연구 저변 확대 및 기초연구 경쟁력 강화
- [재료연] 첨단 나노소재 및 공정기술에 대한 모험적·독창적인 아이디어 검증연구를 통해 세계 수준의 나노소재 신진연구자 육성

■ 나노분야 연구자들의 네트워크 형성과 연구 교류의 장 마련

- [과기정통부·산업부] 최신기술 연구성과 교류와 산업화 촉진을 위한 ‘나노코리아2020, 국제 심포지움 및 전시회’ 개최
- [과기정통부·산업부] 나노기술과 타 산업의 융합 촉진, 산학연 종사자들의 소통과 교류의 장인 ‘2020년 나노융합성과전’ 개최

1-3. 소재·부품·장비 핵심품목 기술개발 연계

다양한 기술·산업에 적용 가능한 나노기술을 활용하여 소재·부품·장비 핵심품목과 연계한 맞춤형 원천기술 개발 추진

■ [과기정통부] 범용 기반기술인 나노기술 적용 소재·부품·장비 전략무기화에 대응한 핵심품목 기술자립화 프로그램 다변화 추진

- 소재혁신선도프로젝트, 소재융합혁신기술 등 2개 사업, 429억 원 투자('20)
- (소재혁신선도프로젝트) 반도체, 디스플레이 등 기술경쟁력 강화가 시급한 주력산업 소부장 핵심 품목 구현을 위해 필요한 요소기술 확보
 - 산학연 융합 소재·공정·시스템 연계(기술·공정 확립 + 소재·시스템 연결) 목적의 중점요소 기술(플랫폼형, 20개 내외 연구단, 5년) 개발(신규)
- (소재융합혁신기술개발) 100대 품목과 연계한 중점요소기술의 완성도 제고 및 조기상용화 추진(특화형, 15개 기술분야, 과제별 4년, 1단계 경쟁)

※ 플랫폼형 : 다양한 핵심품목 구현에 필요한 중점 기반/필수 기술

- 소재·부품·장비 분야 체계적 사업 추진·관리와 실질적 성과 연계 등을 위해 소재혁신선도본부 구성·운영('20.04~)

※ 특화형 : 특정 핵심품목 구현에 필요한 중점 대체/필수 기술

■ [산업부] 소재·부품·장비분야 나노관련 핵심품목 기술개발을 통해 나노융합 사업화 기술확보 및 이를 통한 전문기업 육성 지원 추진

- (소재부품기술개발) 나노기술 활용 세계 일류 강소기업 육성을 위한 고부가가치화 및 글로벌소싱 가능 핵심 소재·부품 기술개발('20, 56억 원)
 - 나노소재 경쟁력 확보를 목표로 개발 소재의 신뢰성 검증을 위해 소재·부품·모듈·수요 간 연계를 통한 기술개발 과제 지원

※ 100대 품목 관련 2020년 신규 6개 과제, 과제 특성에 따른 지원방식 다각화

표 1-6 전략 1 관련 사업 현황

전략	세부 전략	관련 과제	소관 부처	2020년 예산 (억 원)
1-1	미래수요 대응 나노소재·소자 기술	나노·소재원천기술개발	과기정통부	385.2
		나노·미래소재원천기술개발		56.5
		미래소재디스커버리		408.7
		글로벌프론티어		241
		미래반도체 신소자 원천기술개발사업		67.8
		차세대지능형반도체기술개발사업(소자)	산업부	174.5
		기계산업핵심기술개발사업		17.9
		산업소재핵심기술개발		128.5
		소재부품산업전문기술개발사업		21
		고부가가치 녹색 화학소재개발사업		32.4
		차세대반도체연구사업	KIST	45.3
		융복합개방형연구사업		88.6
	소계(비율)			1,667(32.4%)
	건강한 삶을 구현하는 나노바이오 기술	바이오·의료 기술개발사업	과기정통부	57
		첨단의료기술개발	보건복지부	5.5
		질환극복기술개발		2.5
		연구중심병원육성사업		3.7
		첨단생산기술개발	농식품부	14
		농생명산업기술개발		10
		바이오나노 혁신소재 기반 진단·치료플랫폼 기술 개발	생명연	7.6
		나노입자의 합성과 의료, 에너지 분야 응용	기초과학연	3.8
		나노-바이오 시스템 융합 과학		7.3
	소계(비율)			111.4(2.2%)
	지속가능한 사회를 위한 나노 에너지, 환경 기술	나노·소재원천기술개발	과기정통부	385
		기후변화대응기술개발사업		61.1
		지중환경오염·위해관리기술개발사업		16.7
		환경산업선진화기술개발사업	환경부	14
		글로벌탄환경기술개발사업		14.6
		녹색도시기술연구사업	KIST	3.8
		국가기반기술연구사업		2.6
		고부가가치 녹색 화학소재개발사업	화학연	36.8
	소계(비율)			534.6(10.4%)

국외 나노기술
정책 동향나노기술 연구개발
투자 및 성과나노
산업 현황나노
인프라 현황인력양성 및
교육·훈련나노안전성
및 표준화나노관련
행사·활동국제 협력
활동국민 이해 및
지식 확산

부록

전략	세부 전략	관련 과제	소관 부처	2020년 예산 (억 원)
	제조업을 선도하는 나노공정·측정·장비 기술	선행공정·플랫폼기술연구개발사업	과기정통부	27.7
		방사선기술개발사업		13.4
		기계산업핵심기술개발사업	산업부	17.9
		나노기반 옴니텍스(Omni-TEX) 제조기술 개발	기계연	29.7
		나노기반 유해물질 검출진단 소자 플랫폼 기술 개발		17.6
		유연 투명 디스플레이 나노기반 제조 핵심 기술 개발		20
		차세대 첨단의료측정 플랫폼 개발	표준연	19.1
		생활밀착형 센서를 위한 나노 소재·공정 기술 개발	생기원	10
	소계(비율)			155.4(3.0%)
1-2	도전적·창의적 나노 기초연구 지원	개인기초연구지원사업	과기정통부	1,679.1
		집단연구지원사업		365
		이공학개인기초연구지원사업	교육부	156
	소계(비율)			2,200.1(42.7%)
1-3	소재·부품·장비 핵심품목 기술개발 연계	소재융합혁신기술개발	과기정통부	100
		소재혁신선도프로젝트(플랫폼)		326.3
		소재부품기술개발	산업부	56
	소계(비율)			482.3(9.4%)

전략 2

혁신성장 견인 나노기술 사업화 촉진

제조업 혁신을 견인할 산업화 전략기술 개발 및 기술사업화 지원 R&D 강화, 연구·산업 기반시설인 나노팹 고도화 및 지역융합생태계 조성

2-1. 나노기술 기반 기술사업화 지원 강화

산업화전략 공백기술 투자 지속, 부처별 다양한 기술사업화 프로그램 지원 등을 통해 경제성과 창출 및 산업 경쟁력 제고

■ 산업화 전략분야 기술개발 추진

- [과기정통부·산업부] 미래성장동력과 친환경에너지 신산업에 해당하는 ‘7대 산업화전략 공백기술’ 지원을 통한 나노기술 산업화 촉진

※ 3D 나노구조체 기반 회절광학소자, 실시간 모니터링 환경센서, 기능성 피부막, 복합기능 압전성 나노섬유, 귀금속 대체 저가격 촉매 기반 수처리 시스템 등

■ 다양한 기술사업화 지원 프로그램 운영

- [과기정통부·산업부] 공공부문 연구성과와 기업의 사업화 수요를 연결, 자율·책임제 과제수행 및 기술·투자 맞춤형 컨설팅, 전문가 현장점검 및 자문 등 엑셀러레이팅 플랫폼 방식 나노융합 기술 사업화 지원
- [산업부] 나노융합 T2B 센터를 활용하여 나노소재·부품, 센서 등 유망 아이템을 보유한 나노 기업을 대상으로 시제품 제작 및 성능 검증, 국내외 판로개척 등 사업화 지원 및 추적조사를 통한 성과 제고
- [중소벤처부] 나노기술을 기반으로 하는 중소기업에 자체 R&D역량 강화 및 연구기관의 우수한 연구인프라(인력, 장비 등)를 활용한 기술개발 지원 등 맞춤형 사업화 컨설팅을 지원하여 기업의 성공가능성 제고
- [나노종합기술원] 기 구축된 나노팹 시설·장비를 활용하여 창업, 기술이전, 양산 시제품 제작 등 전주기적 지원을 통한 신속한 사업화 및 기업성장 지원

2-2. 연구·산업 연계지원 나노인프라 강화

노후장비 교체, 공백장비 보완 등을 통한 나노팹 고도화 추진, 기존 지역산업단지와 연계를 통해 인프라 구축(시설·장비, 지원센터), 나노기업 입주, 산업화 핵심공정기술 개발 등 나노융합산업 생태계 조성

■ 나노팹 시설·장비 고도화

- [과기정통부] 메모리반도체의 한계를 극복하고 성장가능성과 잠재력이 큰 시스템반도체 개발을 적극 지원하기 위해, 기존 노후장비 교체, 공백장비 추가 등을 통한 나노팹 시설·장비 고도화 추진
- [기초과학연구원] 나노분야 기초 과학을 견인하고 우수한 연구성과 창출을 위해 최고 수준의 분석용 연구시설·장비 구축
- [나노종합기술원] 해외 의존도가 높은 반도체 장비·부품·소재의 국산화 지원을 위한 12인치 반도체 테스트베드(시설·장비) 구축

■ 지역산업 연계 나노융합 생태계 조성

- [과기정통부] 혁신적 소재개발 기간 단축 및 효율성 제고를 위해 빅데이터, AI 기술을 연계한 데이터 구동형 소재 연구데이터 플랫폼 구축 등 데이터 인프라 확대 구축 및 데이터 공유 활성화 추진(DMP)
- [과기정통부] 특구 소재 지역 현안에 대해 지자체 주도의 프로그램 기획과 나노분야 공공기술을 활용한 사업화를 통해 지역문제 해결 및 신산업 창출
- [산업부] 나노금형 기반 융합제품 및 플라즈마 기반 탄소나노융복합소재 상용화 센터를 구축하여 연구 및 기업 지원을 통한 나노융합 생태계 조성

※ 나노금형상용화센터 개소(20.02), 플라즈마 기반 탄소나노융복합소재 상용화 센터 준공(20.10)

- [중소벤처부] 나노기술 등 비수도권 광역지자체가 지정한 융복합 중심 지역주력산업분야 중소기업의 신제품 개발 지원
- [나노종합기술원] 신규장비 구축 및 교체·보완을 통해 나노 인프라 활용성을 제고하고, 4차 산업혁명 핵심기반기술인 첨단센서 개발 및 기업육성을 위한 첨단클러스터 조성

2-3. 나노기술 사업화 지원 신규사업 기획

유망 신산업 대응 나노융합혁신제품 개발 신규과제 기획, 부처간 함께달리기 예타사업 기획을 통한 기술사업화 전주기 프로그램 마련

■ 나노융합혁신제품 개발사업 상세기획 추진(산업부, '19.09 예타통과)

- [목적] 기 확보된 우수한 나노융합성과 및 국가나노인프라 역량을 활용하여 다양한 산업수요 대응 나노융합혁신제품(부품·모듈) 기술개발
 - [사업규모] 1,782억 원('21~'25, 국비 1,244억 원)
 - [지원방식] 품목지정형(1,424억 원), 이어달리기 자유공모형(294억 원), 기평비(64억 원)
 - [지원대상] 나노융합혁신제품 9개 전략분야 22개 세부과제 및 자유공모
- ※ 세부과제 15개 내외 2021년 개시(7개 내외 2023년 개시), 자유공모형 2022년부터 이어달리기 매칭
- [추진일정] 과제기획(~'20.09) → 공고·선정(~'21.02) → 개시('21.03)

■ 부처간 함께달리기(나노·소재융합2030) 예타 기획(과기정통부·산업부)

- [목적] 나노·소재 기술분야 핵심이슈 대응 및 사업화 우수성과 창출
- ※ 시장 변화를 유연하게 수용할 수 있도록 '기술비지정' 기획(핵심품목 변화 등에 대응 가능)
- [사업규모] 7,000억 원('21~'30, 국비 5,000억 원, 민간 2,000억 원)
 - [사업구성] ① 나노융합솔루션 사업화, ② 기업수요매칭 사업화

지원 분야	주요 내용
나노융합솔루션 사업화 (트렌드 선도제품 개발)	• 융합기술(다수IP) 기반 트렌드 선도기술 사업화(30개 과제) • 연 10~20억 원 / 2년 기술개발(연구기관) + 3년 사업화(기업)
기업수요매칭 사업화 (신제품 개발)	• 기업수요+기초·원천 연구성과(단일IP) → 신제품 창출(133개 과제) • 연 6억 원 내외/3년 이내 사업화(기업주관)

- [지원강화] ① 분야별 전문가(NT-IT, NT-BT, NT-ET, 소재·공정) 전략형 과제기획 및 관리, ② 기업 주관의 자율·책임 사업화(기간 내 매출달성), ③ 기술컨설팅, 특허·시장 분석, 투자유치 등 밀착지원(사업단 기능↑)
 - [기대효과] 사업화 성공제품 160건, 누적매출 1.5조 원, 고용창출 1,500명
- ※ (누적매출) 사업기간 중 1.5조 원, 사업종료 후 5년 내 1.5조 원 추가달성

표 1-7 전략 2 관련 사업 현황

전략	세부 전략	관련 과제	소관 부처	2020년 예산 (억 원)
2-1	산업화 전략분야 기술개발 추진	나노·소재원천기술개발	과기정통부	385
		나노융합산업핵심기술개발사업	산업부	210.6
	다양한 기술사업화 지원 프로그램 운영	나노팜 활용 기술사업화 지원	과기정통부	25.5
		나노팜시설 활용지원		8.5
		나노융합2020사업	과기정통부·산업부	120
		T2B 활용 나노융합 R&BD 촉진	산업부	14.4
		우수기술연구센터		16.3
		센서산업고도화전문기술개발사업		6.7
		공정품질기술개발	중소벤처기업부	5.9
		글로벌중소기업육성프로젝트지원		25.8
		중소기업상용화기술개발		130.6
		중소기업기술혁신개발사업		146.4
		산학연협력기술개발		2.5
		창업성장기술개발사업		275.8
		나노 Open Innovation Lab 협력	나노종합기술원	18
		나노소재 상용화 Open Factory 구축		3.7
		소계(비율)		
2-2	나노팜 시설·장비 고도화	나노팜시설 활용지원	과기정통부	8.5
		나노팜 고도화		165
		공정고도화 지원	나노종합기술원	40.3
		장비시스템 구축비		273.9
		시설보수사업		10.6
		기초연 장비·시스템 구축비		11.7
	지역산업 연계 나노융합 생태계 조성	연구개발특구육성	과기정통부	65.7
		소재연구데이터 수집·활용 플랫폼 기술 개발		5
		나노기술종합정보 및 정책지원		34
		플라즈마 기반 탄소나노융복합 소재 상용화 지원센터 구축	산업부	11
		나노금형기반 맞춤형 융합제품 상용화 지원센터 구축		51.4
		탄소산업기반조성		6.3
		지역특화산업 육성+	중소벤처기업부	55.7
		반도체 소재·장비·부품 테스트베드 구축	나노종합기술원	312.8
	소계(비율)			1,051.9(43.0%)

전략 3

미래대비 나노혁신 연구기반 확충

기술·산업의 근간 나노기술 전문인력 양성 확대, 나노물질 위해성으로부터 국민건강과 안전을 지키기 위한 나노안전성 연구 지속

3-1. 나노기술 전문인력 양성 및 취업연계 지원

나노인프라 활용 전문인력 양성 확대, 차세대 시스템반도체 유망분야 고급인력 양성 개시, 미래경쟁력 제고 연구중심대학 육성 등

■ 차세대 나노융합 전문인력 양성

- [과기정통부] 차세대 시스템반도체 유망분야의 전문인력 양성을 위한 시스템반도체 융합전문인력 양성센터 및 AI·바이오·에너지 등 유망분야별로 특화된 3개의 특화센터 설치 및 운영 지원
- [과기정통부] 미래세대 신진연구자들의 나노기술에 대한 관심을 유도하고 창의적 나노기술 인재 양성을 위한 나노영챌린지 운영
※ 나노영챌린지 : 대학(원)생 대상 아이디어 공모전, 수상팀에 시제품 제작지원 및 전문가 멘토링
- [교육부] 나노기술 관련 분야 석·박사, 박사 후 연구원에 대한 지원을 통해 우수 연구인력을 양성·배출하고, 대학중점연구소 지원을 강화하여 대학 연구거점 구축 및 우수 신진연구인력 육성
- [보건복지부] 나노융합기술 인력 확대를 위한 나노바이오·의료 핵심인력 육성 및 활용 방안 마련
- [생명연·전기연] 현장연구중심 UST 전문인력 양성 및 지역권 대학의 산·학·연 전문인력 양성 과정 지원

■ 나노분야 취업연계 지원 강화

- [과기정통부·산업부] 기존 나노팜 연계 교육과정을 확장하여, 참여기관을 확대하고 교육생 양적 확대, 기간 및 콘텐츠 강화, 취업연계형 고급과정 도입을 통해 기업 맞춤형 인재 육성으로 취업 경쟁력 강화
- [나노종합기술원] 나노기술 현장형 전문인력 양성, 취업연계 및 인턴십 기회 제공을 통해 실효성 있는 일자리 창출 지원

3-2. 나노안전 관리체계 확보 지속

표준나노물질 개발 및 안전성 측정표준 연구, 국제표준 선점 국제공동연구, 의약품·바이오 등 나노제품 성능·안전 평가 시험법 개발 등

■ 표준나노물질 개발 및 나노안전 제도화 기반 구축

- [법부처] 휴대용 마약류 유해물질 검출 센서 등 테러 및 재난·범죄 등 현장·상황별 위해기체 초동조치 방향 설정을 위해 다부처 연구 진행
- [과기정통부] 나노물질 잠재적 위해성으로부터 국민건강과 생태계 보호, 나노물질·제품에 대한 국제적 규제 대응을 위한 나노안전성센터 운영
- [식약처] 나노물질 독성평가를 위한 인프라 구축 및 국내 나노물질 독성자료 수준 향상을 위한 독성시험 가이드라인 마련 연구 지속

■ 표준·안전 분야 국제공동연구 및 나노제품 시험법 개발

- [과기정통부] 세계적 우수연구기관인 독일 막스플랑크재단(MPG)과의 협력을 통해 나노·소재 광특성 및 복합물질 관련 원천기술 확보, 우수연구인력 양성, 국제협력 네트워크 강화
- [산업부] 나노중소기업의 국내외 시장진출 촉진 및 글로벌 규제대응 지원을 위해 현재 시험·평가법이 없는 나노제품을 대상으로, 공신력 있는 성능·안전 평가 시험법 개발 지원 및 보급·확산 추진
- [보건복지부] 나노바이오 기술 유효성 평가 및 임상시험 지원
- [식약처] 나노물질 분석법 개발·검증, 안전성·유효성 평가기술 확보 등 나노안전성 연구역량 및 국제 공동연구 파트너십 강화

※ 나노의약품 허가심사를 위한 평가기술 및 기초자료 마련, 나노물질을 이용한 OECD TG 독성동태 시험(OECD TG417) 개정 참여를 통한 국제적 위상 제고

표 1-8 전략 3 관련 사업 현황

전략	세부 전략	관련 과제	소관 부처	2020년 예산 (억 원)
3-1	차세대 나노융합 전문인력 양성	시스템반도체융합전문인력육성사업	과기정통부	36
		BK21플러스	교육부	365.9
		이공학 학술연구기반 구축		242.5
	소계(비율)		644.4(80.9%)	
	나노분야 취업연계 지원 강화	국가나노인프라를 활용한 전문인력 양성사업	과기정통부	36.5
		나노융합기술인력양성사업	산업부	10.2
		나노 전문인력 양성 및 일자리 지원	종합기술원	8
	소계(비율)		54.7(6.9%)	
3-2	표준나노물질 개발 및 나노안전 제도화 기반 구축	기체분자 식별·분석기술 개발	과기정통부 (범부처)	12.5
		나노안전성기술 지원센터	과기정통부	23.5
		안전성 평가기술연구	식약처	5.3
	소계(비율)		41.3(5.2%)	
	표준·안전 분야 국제공동연구 및 나노제품 시험법 개발	나노 소재 광특성 및 첨단 복합물질 연구	과기정통부	19.6
		나노제품 성능·안전 평가기술개발 및 기업지원	산업부	20.8
		의료기기기술개발	보건복지부	1.6
		의약품 등 안전관리	식약처	2
		식품 등 안전관리		5.3
		안전기술선진화		7
	소계(비율)		56.3(7.1%)	

※ 세부사업 내 관련과제가 다수일 경우 세부사업명 표기, 단일과제는 과제명 표기

2020년도 투자계획

2020년도 나노분야 정부 투자계획은 8,249억 원으로 전년 대비 17.9% 증가하였다. 부처별로는 과학기술정보통신부 4,497억 원(54.5%), 산업통상자원부 805억 원(9.8%), 교육부 765억 원(9.3%), 중소벤처기업부 667억 원(8.1%) 순이며, 부문별로는 연구개발(R&D) 6,554억 원(79.5%), 인프라 996억 원(12.1%), 인력양성 699억 원(8.5%)으로 나타났다.

표 1-9 2020년도 부처·기관별 투자 계획

(단위 : 백만 원)

구분	연구개발(R&D)	인프라	인력양성	합계
과학기술정보통신부	416,756	25,652	7,250	449,658
교육부	15,624	-	60,846	76,470
농림축산식품부	3,870	-	-	3,870
보건복지부	1,115	-	-	1,115
산업통상자원부	70,907	8,589	1,020	80,516
중소벤처기업부	66,741	-	-	66,741
환경부	4,534	-	-	4,534
식품의약품안전처	2011	-	-	2,011
출연연구기관	73,845	65,312	800	139,957
합계	655,403	99,553	69,916	824,872

작성자 김준현(국가나노기술정책센터 연구원)



제2장

국외 나노기술 정책 동향

제1절

미국

제2절

일본

제3절

중국

제4절

EU

제5절

독일

제2장

국외 나노기술 정책 동향



제1절



미국

1

국가나노기술개발전략(NNI) 주요 내용

가. 개요 및 추진 체계¹⁾

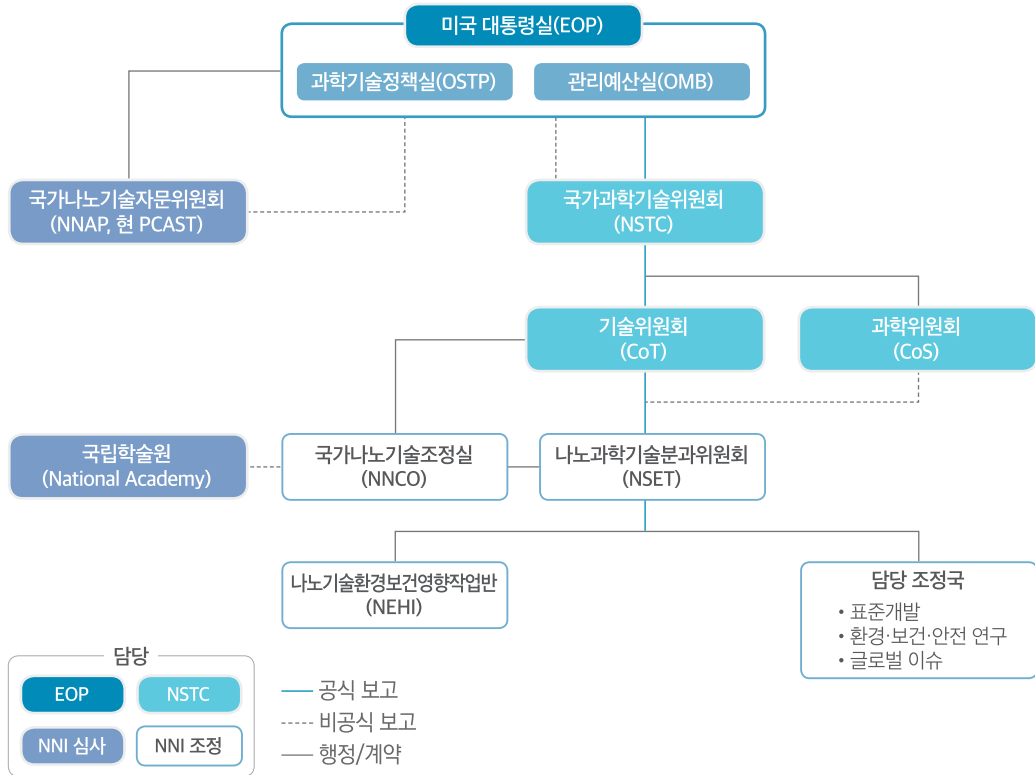
나노기술은 미국 행정부의 최우선 과제인 국가 안보와 경제 성장을 이끌어 나가는 핵심 분야를 발전시키는 데 중요한 역할을 하고 있다. 나노기술 연구개발에 대한 미국 정부 차원의 노력은 1998년에 조직된 ‘나노기술에 관한 부처 간 작업반(Interagency Working Group on Nanotechnology)’과 2001년 수립된 ‘국가나노기술개발전략(National Nanotechnology Initiative, NNI)’에서부터 본격적으로 추진되었다. 특히 2003년에 전략 추진의 법적 근거인 ‘21세기 나노기술연구개발법(21st Century Nanotechnology Research and Development Act)’이 승인되면서 나노기술 연구개발을 위한 연방 정부의 조정 프로그램의 중요성이 강조되었다. NNI는 초기에 8개 기관이 참여하던 것에서 20개 부처 및 기관이 참여하는 전략으로 그 영향력이 확대되었다.²⁾

NNI는 대통령이 전체 연방 정부를 대상으로 과학기술 정책을 조율하는 내각 차원의 국가과학기술위원회(NSTC)의 체제 내에서 운영된다. NSTC 산하 나노과학기술분과위원회(NSET)는 NNI의 조정, 계획, 실행 및 검토를 담당하며, 국가나노기술조정실(NNCO)은 NSET와 실무반에 대한 기술 및 행정적 지원을 제공하는 사무국 기능을 담당한다. 또한 NSET 산하에는 현재 나노기술환경보건 영향작업반(NEHI)과 각각 표준개발, 환경·보건·안전 연구, 글로벌 이슈를 담당하는 3개의 조정국이 있다.

1) NSTC(2019), "The National Nanotechnology Initiative Supplement to the President's 2020 Budget"

2) <https://www.nano.gov/about-nni/what/coordination>

그림 2-1 국가나노기술개발전략(NNI) 추진 체계



※ 출처 : Nano.gov 홈페이지

NNI는 20개 연방 부처, 독립관청 및 위원회가 협력하는 연구개발 전략이며, 나노기술 연구개발에 대한 자금은 NNI가 아닌 참여 기관이 직접 지원한다. NNI는 나노기술 연구개발과 관련된 부처 간의 협조를 극대화하고, 중복업무를 방지할 수 있게 조정하며, 부처별 역할 및 활동을 보완할 수 있는 공동 목표, 우선순위 및 전략의 프레임워크를 수립한다.

표 2-1 ○ 국가나노기술개발전략(NNI) 참여 연방 부처 및 부서

- | | |
|-----------------------|------------------|
| • 소비자제품안전위원회(CPSC) * | • 국토안보부(DHS) |
| • 농무부(USDA) | • 내무부(DOI) |
| 농업 연구부(ARS) | 교정국(USBR) |
| 산림청(FS) | 지질조사소(USGS) |
| 국립식량농업연구소(NIFA) | • 법무부(DOJ) |
| • 상무부(DOC) | 국립사법연구원(NIJ) |
| 산업안전국(BIS) | • 노동부(DOL) |
| 경제개발부(EDA) | 직업안전보건청(OSHA) |
| 국제무역청(ITA) | • 국무부(DOS) |
| 연방표준기술국(NIST) | • 교통부(DOT) |
| 특허상표국(USPTO) | 연방 고속도로국(FHWA) |
| • 국방부(DOD) | • 재무부(Treasury) |
| • 교육부(ED) | • 환경보호국(EPA) |
| • 에너지부(DOE) | • 정보기관(IC) |
| • 보건 및 인적 서비스부(HHS) | • 국제무역위원회(USITC) |
| 독성물질 및 질병등록 기관(ATSDR) | • 국립항공우주국(NASA) |
| 식품의약안전청(FDA) | • 국립과학재단(NSF) |
| 국립환경보건센터(NCEH) | • 원자력규제위원회(NRC) |
| 국립직업안전보건연구소(NOISH) | |
| 국립보건원(NIH) | |

* 는 나노기술 R&D에 대한 자금 지원을 보고하는 부처(또는 부처 내 기관)를 의미

† 는 NSET에 표시되지만 무의결권의 독립적인 위원회를 의미

나. 추진 전략³⁾⁴⁾

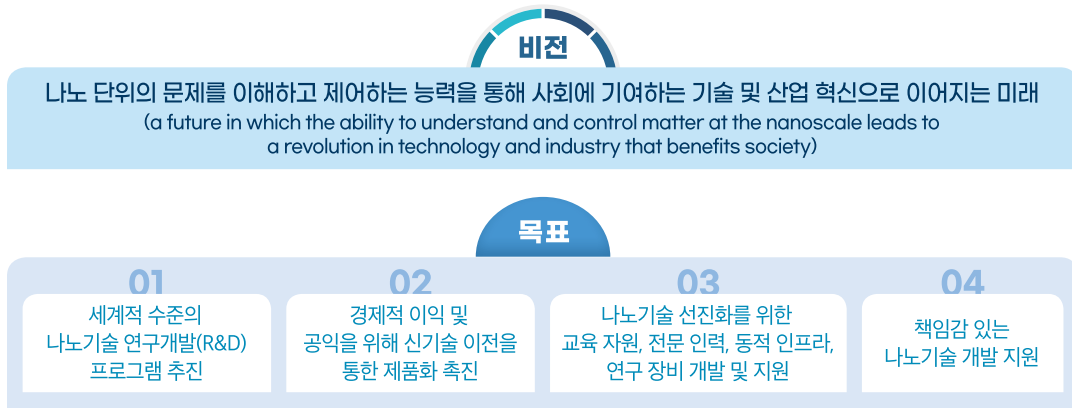
‘21세기 나노기술연구개발법’에 따라 NNI 기관들은 3년마다 NNI 전략계획을 개발해야 한다. 지금까지 다섯 차례(1기 ’04, 2기 ’07, 3기 ’11, 4기 ’14, 5기 ’16)의 NNI 전략계획이 발표되었으며, NNI의 상위 목표와 우선 과제 및 향후 최소 3년간 추구해야 하는 구체적인 목표에 대한 참여 기관 간의 합의 사항을 담고 있다. NNI 전략계획은 각 참여 기관이 자체 임무별 나노기술 프로그램을 수행할 수 있는 프레임워크를 제공하며, 기관 간의 협력 및 조정을 촉진하는 역할을 한다.

20개의 연방 부처, 독립관청 및 위원회는 NNI의 공동 비전인 ‘나노 단위의 문제를 이해하고 제어하는 능력을 통해 사회에 기여하는 기술 및 산업 혁신으로 이어지는 미래’를 향해 협력하고 있다. 지난 2016년 발표된 5기 NNI 전략계획은 이러한 비전을 위한 4대 장기 목표를 설정하였다.

3) NSTC(2016), “National Nanotechnology Initiative Strategic Plan”

4) NSTC(2019), “The National Nanotechnology Initiative Supplement to the President’s 2020 Budget”

그림 2-2 ○ 국가나노기술개발전략(NNI) 비전 및 4대 목표



또한 NSET는 프로그램 구성 영역(Program Component Area, PCA)으로 연구개발 투자 분야를 설정하고, 각 구성 요소에는 NNI 목표에 기여하는 한 개 이상의 연구개발 활동을 포함한다. 매년 보고되는 NNI 예산안 보충자료에서 연간 예산에 대한 정보를 비롯하여 PCA별 참여부처의 전략 및 우선순위에 대한 주요 내용을 다룬다.

표 2-2 ○ 프로그램 구성 영역(PCA)별 구성 요소

PCA1	나노기술 시그니처 전략* 및 그랜드 챌린지** (Nanotechnology Signature Initiatives and Grand Challenges) 1a) 지속가능한 나노제조공정 NSI 1b) 나노전자소자 NSI 1c) 나노기술 지식 기반시설(NKI) NSI 1d) 센서용 나노기술 및 나노기술용 센서 NSI 1e) 나노기술을 통한 수자원 지속가능성 NSI 1f) 미래컴퓨팅 GC
PCA2	기초연구(Foundational Research)
PCA3	나노기술 기반 응용, 디바이스 및 시스템 (Nanotechnology-Enabled Applications, Devices and Systems)
PCA4	연구 기반시설 및 측정 장비 구축(Research Infrastructure and Instrumentation)
PCA5	환경, 보건 및 안전성(Environment, Health and Safety)

*NSI : 프로그램의 일환으로 부처 간 협력을 통해 이미 상당한 발전 단계에 이른 분야에서 혁신을 촉진하도록 구성된 계획임. NNI 기관은 주기적으로 각 NSI의 기술적 내용을 검토하여 프로그램 목표 달성을 위한 연구 진행 상황과 우선순위를 업데이트함

**GC : 국가적 또는 세계적 규모의 주요 문제를 해결하는데 나노과학·기술의 활용을 목표로 하며, 현재까지 미래컴퓨팅에 중점을 둔 하나의 GC를 설정함

최근 대통령 과학기술자문위원회(PCAST)가 발표한 NNI 검토 보고서에서는 향후 NNI 추진에 대해 다섯 가지 권고 사항을 도출하였다. NNI의 연구개발을 연방 정부의 연구개발 우선순위와 전략적으로 연계하고, 나노기술의 상용화를 가속하는 노력을 확대하고, 첨단 분야와 제품화를 지원하는 첨단 연구개발 인프라를 강화하고, 국제적 경쟁력 관점에서 인력 양성을 추진하고, NNI가 중요한 조정 역할을 지속할 수 있는 역량을 높여야 한다고 권고하였다.⁵⁾

다. 추진 현황⁶⁾⁷⁾

NNI의 4대 장기 목표는 각각의 세부목표에 따라 다음과 같이 추진되고 있다.

■ 목표1 : 세계적 수준의 나노기술 연구개발(R&D) 프로그램 추진

세부목표

- 나노기술의 미래적 영역을 확장하고 과학 분야의 교차 영역을 강화하는 연구개발의 지원
- 이해관계자의 적극적인 참여를 통해 정보를 제공하는 나노과학 및 기술 연구의 도출 및 지원
- 미국 나노기술 연구개발 프로그램 성과의 평가
- 중요한 국가 우선 과제를 다루는 나노기술 시그니처 전략(NSI)의 발전
- 글로벌 현안 해결을 위해 광범위한 공동체를 참여시키는 그랜드 챌린지 활용

NNI 참여 기관들은 나노기술 분야의 선두를 유지할 수 있도록 기초연구에서 응용연구까지 넓은 범위의 연구개발 영역 지원에 전념하고 있다. 이전의 NNI 투자를 통한 연구 결과가 시장에 출시되는 상용화 제품에 광범위하게 적용되고 있으며, 앞으로의 지속적인 투자를 통해 미국의 국가 및 경제 안보에 대한 이익 실현을 가능하게 할 것이다. 나노제조, 나노전자소자, 나노센서, 수자원, 미래컴퓨팅 분야의 연구개발 활동은 부처 간의 협업을 강화하고 지식과 자원을 더욱 효과적으로 활용하게 하는 나노기술 시그니처 전략을 통해 수행되고 있다.

목표1에 따라, 광범위한 영역에서 진행된 나노기술 연구개발의 주요 사례는 다음과 같다.

5) National Academies of Sciences, Engineering and Medicine(2020), "A Quadrennial Review of the National Nanotechnology Initiative: Nanoscience, Applications and Commercialization"

6) NSTC(2016), "National Nanotechnology Initiative Strategic Plan"

7) NSTC(2019), "The National Nanotechnology Initiative Supplement to the President's 2020 Budget"

주요 사례

- 병원군 퇴치
- 뇌 치료를 위한 세포 활성화
- 상처에 대한 이해 및 치유
- 약물전달시스템 개선
- 생세포의 시각화
- 나노일렉트로닉스 증진
- 새로운 전자 상태의 이해 및 생성
- 인공 시냅스 발명
- 멤브레인의 효율성 개선
- 무반사 유리 제작
- 대형 유사단결정 그래핀 필름 제조
- 나노결정 접착제 개발
- 나노복합재 특성 개선
- 형상변형소재 개발
- 나노구조 세라믹 제조
- 맞춤형 습윤 상태
- 생체표지자, 신경화학물질 및 약물 감지
- 조종사 및 승객 보호
- 수질 감지
- 배터리 성능 향상
- 원자력 분야에 대한 나노구조 응용
- 군인 하중 축소
- 마찰 제거
- 면직물 방염제 제조
- 양자 과학 및 기술의 발전

■ 목표2 : 경제적 이익 및 공익을 위해 신기술 이전을 통한 제품화 촉진

세부목표

- 나노기술 기반 사업 공동체가 연방 정부의 연구개발 자금 및 규제 환경을 이해할 수 있도록 지원
- 나노기술 기반 상용화 및 공공 민간 협력관계를 위한 관련 지원에 관한 관심 확대
- 실험실에서 시장으로의 이전을 가속하기 위한 사용자 시설, 협력 연구센터 및 지역 계획의 광범위한 접근 및 활용 장려
- 나노기술 기반 제품 및 공정 개발 및 책임감 있는 상용화에 필수적인 국제표준 활동에 참여

나노기술 연구개발에 대한 NNI의 투자로 양자점 디스플레이, 가전제품, 피복·필름, 나노의약품 등 수많은 상용화 제품이 출시되었다. 지금도 나노기술이 시판되는 제품에 널리 사용되고 있지만, 향후 양자 컴퓨팅에서 질병 치료에 이르기까지 광범위한 응용 분야에서도 제품 개발의 잠재력이 있다.

목표1에 따라 지원된 나노기술 연구개발 결과를 응용 분야로 이전하여 민간 부분의 제품으로 상용화하고자, NNI는 상용화에 중요한 정보 공유, 사용자 시설의 이용 촉진, 민간 협력을 통한 자원 활용, 그리고 국제표준화 활동 참여 등을 추진하고 있다.

목표2에 따라, 공익을 위한 응용 분야로 기술 이전을 지원하는 주요 사례는 다음과 같다.

주요 사례

- 창업 생태계 육성
- 항공우주 및 자동차 분야 나노기술 상용화 촉진
- 기초연구에서 임상 실무로의 나노기술 중개
- 표준개발기관과의 협력
- 에너지 및 기반시설 기술 발전

■ 목표3 : 나노기술 선진화를 위한 교육 자원, 전문 인력, 동적 인프라, 연구 장비 개발 및 지원

세부목표

- 대중의 나노기술 인식 제고를 위한 지원 활동 및 교육 프로그램 확대
- 숙련된 나노기술 인력 개발 및 유지를 위한 프로그램 수립 및 유지
- 물리적·사이버 R&D 시설과 공동 연구센터 네트워크 활성화 및 지원·유지
- 나노기술 연구개발을 위한 데이터 저장·공유, 정보과학 도구의 개발·사용 장려

목표1에 따라 추진된 나노기술 연구개발 결과를 목표2에 따라 유용한 응용 분야로 이전하기 위해서, NNI는 연구센터 및 기반 시설의 광범위한 네트워크를 통해 나노기술을 위한 사이버 및 물리적 인프라 활용을 계속 지원하고 있다. 또한, 미래 중심적인 인력 양성은 NNI가 지원하는 학술 연구의 주요 목표로서, 대학, 대학원, 박사후과정 학생뿐만 아니라 초중고 교사 및 학생까지 대상으로 한 노력을 기울이고 있다.

목표3에 따라, 사이버 및 물리적, 인적 인프라를 지원하는 주요 사례는 다음과 같다.

주요 사례

- 나노기술을 위한 도구와 장비의 개발
- 연구 인프라 및 교육 자원의 제공

■ 목표4 : 책임감 있는 나노기술 개발 지원

세부목표

- EHS 관련 나노기술의 잠재적 위험 평가 기반 구축
- EHS 관련 정보 및 우수사례 보급, 평가·통합 수단 마련
- ELSI 관련 과제 도출 및 국가적 역량 개발
- 지속가능성을 고려한 책임감 있는 나노기술 개발

목표4는 NNI의 주요 목표이며, 나노기술의 잠재적인 윤리적·법적·사회적 영향(ELSI)과 환경·보건·안전성(EHS) 모두를 다루고 있다. 이는 기업이 나노기술 제품을 쉽게 출시할 수 있도록 일반 대중의 신뢰를 얻고 제품과 관련된 규제를 확립하는 데 필수적이다. 나노기술이 다양한 시장 분야에 적용된다는 점을 고려해 보면, 나노기술 관련 EHS 연구는 국가의 혁신과 제조 및 경제 경쟁력 향상에 있어 매우 중요하다. 이에 따라, NNI는 관련 업계와 지속해서 협력하고, 우수 사례 공유 및 책임감 있는 나노기술 개발을 위한 국제 협력을 모색하고 있다.

목표4에 따라, 나노기술의 책임감 있는 개발을 지원하는 주요 사례는 다음과 같다.

주요 사례

- 작업장 내 잠재적 영향에 대한 이해 및 완화
- 정보 개발 및 보급
- NanoEHS 연구지원을 위한 방법론 및 표준 개발

2

국가나노기술개발전략(NNI) 예산⁸⁾

2020년 대통령 예산은 NNI에 대해 14억 달러 이상을 요청하였다. 2001년에 NNI가 수립된 이후 총 290억 달러에 이르는 투자는 나노기술에 대한 지속적인 투자의 중요성을 보여주는 것이며, 이러한 투자를 기반으로 기술혁신을 이루어냈으며 향후 국가 번영, 신산업 창조, 일자리 창출, 노동생산성 제고 등을 위한 기반을 제공할 것이다. 2020년도에 제안된 예산 규모는 나노기술 기반 연구의 필요성이 계속 강조되고 있음을 반영한다.

NNI 예산은 각 참여 부처별로 할당된 나노기술 관련 투자액의 합계이며, 이는 각 부처가 관리예산실(OMB), 과학기술정책실(OSTP) 및 의회와의 조정을 통해 책정된다. 각 참여 부처는 임무 완수에 필요한 요구사항(국토 안보 및 방위, 의학, 첨단제조공정, 나노전자 및 미래컴퓨팅, 농업 등)에 부합하고자 나노기술에 대한 투자를 최우선과제로 삼고 있다. NNI는 새로운 연구 도구의 개발 및 제공을 위해 상당한 규모의 투자를 연구 기반시설에 지원하고 있으며, 과학, 기술, 공학 및 수학(STEM) 교육을 지원하여 기술 혁신을 위한 자원을 확보하고 있다.

참여 부처들의 나노기술 투자 대부분은 각 부처의 ‘핵심’ 연구개발 프로그램을 통해 이루어지고 있는데 이러한 프로그램은 나노기술 관련 투자 제안에 대한 성공률을 사전에 예측할 수 없어, NNI의 실투자액이 예상 및 요청 규모에 비해 높은 경우가 많다. 예를 들어, 2018년도 참여 부처가 보고한 NNI 실투자액(17억 4천만 달러)은 앞서 발표된 2019년도 예산안의 2018년도 투자예상액(14억 8천만 달러)과 2018년도 예산안에서 발표된 2018년도 투자요청액(12억 천만 달러)보다 훨씬 크다.

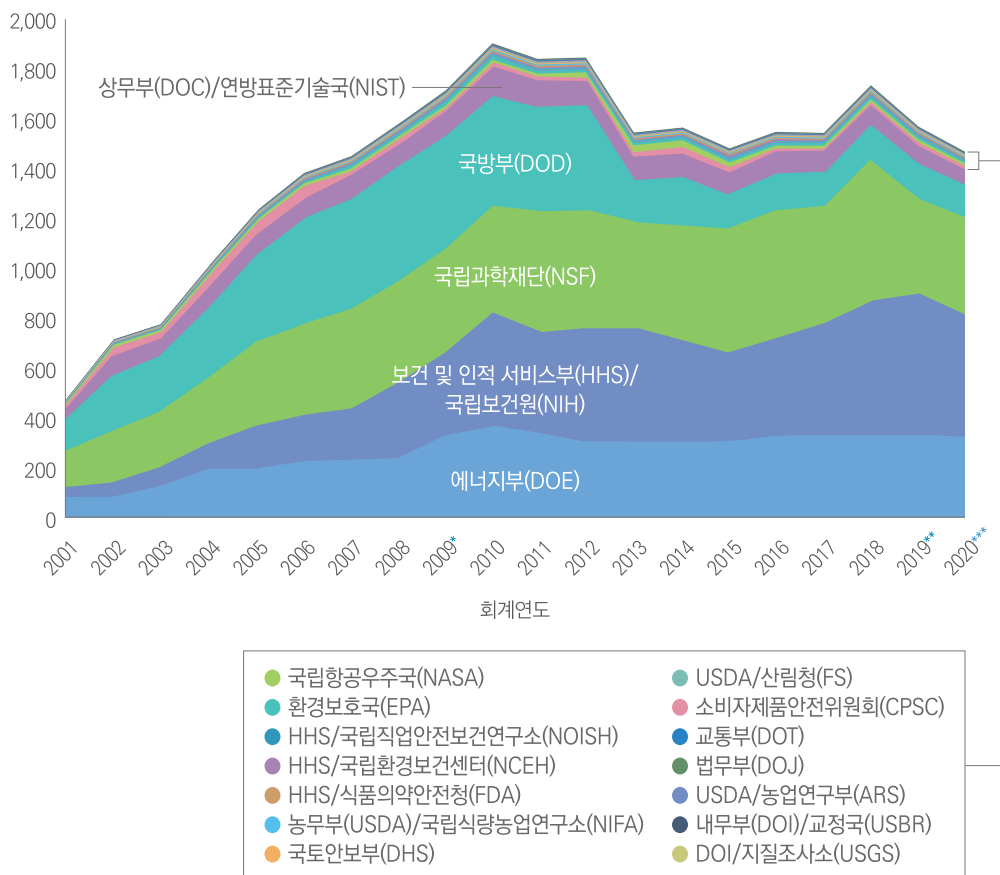
8) NSTC(2019), “The National Nanotechnology Initiative Supplement to the President’s 2020 Budget”

2020년도 대통령 예산안은 11개 부처에 대해 나노과학, 공학, 기술 연구개발을 지원한다. 총액의 96% 비중을 차지하는, 투자 규모가 가장 큰 5개 참여 기관 및 연구 분야는 다음과 같다.

- 보건 및 인적 서비스부(HHS)/국립보건원(NIH) : 생명과학과 물리과학이 교차하는 나노기술 기반 생체의학연구
- 국립과학재단(NSF) : 이공계 전 분야에 걸친 기초연구 및 교육
- 에너지부(DOE) : 에너지 신기술 및 개선의 토대를 제공하는 기반연구와 응용연구
- 국방부(DOD) : 방위력과 민군겸용능력을 증진하는 이공계연구
- 상무부(DOC)/연방표준기술국(NIST) : 측정 및 제작 도구, 분석 방법론, 계측, 나노기술 표준에 대한 기반 연구 및 개발

그림 2-3 참여 부처별 NNI 투자금액(2001~2020년)

(단위 : 백만 달러)



* 2009년도는 DOE, NSF, NIH, NIST에 대한 미국 경기부양법 기금이 미포함 된 수치

** 2019년도는 책정된 수준을 기준으로 한 수치

*** 2020년도 예산

표 2-3 참여 부처별 NNI 투자금액 및 예산(2018~2020년)

(단위: 백만 달러)

참여 기관	2018년	2019년	2020년
	실투자액	투자예산액*	투자제안액
CPSC	1.0	0.9	0.9
DHS	0.2	0.3	0.0
DOC/NIST	75.1	74.5	66.7
DOD	145.9	135.9	129.7
DOE**	338.4	343.1	334.7
DOI(합계)	0.1	0.2	0.0
- USBR	0.0	0.2	0.0
- USGS	0.1	0.0	0.0
DOJ/NIJ	2.2	2.1	2.1
DOT/FHWA	0.3	1.5	0.5
EPA	10.6	9.6	3.5
HHS(합계)	565.6	580.4	507.3
- FDA	15.2	11.2	10.6
- NCEH	0.0	0.1	0.0
- NIH	540.3	559.0	486.6
- NIOSH	10.1	10.1	10.1
NASA	9.4	9.8	9.8
NSF	568.0	390.6	389.4
USDA(합계)	24.1	23.1	24.1
- ARS	3.3	3.3	3.3
- FS	5.3	3.7	3.7
- NIFA	15.5	16.1	17.1
총합계***	1,740.9	1,572.1	1,468.7

* 2019년도는 책정된 수준을 기준으로 한 수치

** DOE 기금 수준에는 과학기술정책실, 에너지효율 및 재생에너지실, 화석에너지실, 핵에너지실 예산 총액이 포함

*** 총합계는 반올림으로 인해 상기 제시된 수치의 실제 합과 일부 상이

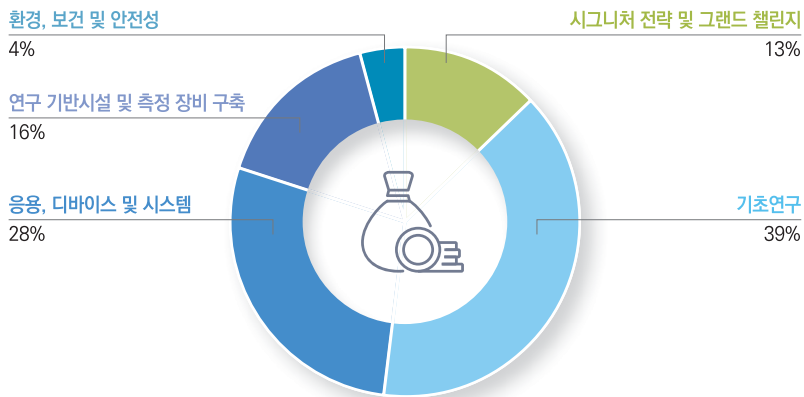
표 2-4 PCA별 NNI 투자금액 및 예산(2018~2020년)

(단위: 백만 달러)

PCA 구분	2018년	2019년	2020년
	실투자액	투자예산액	투자제안액
PCA1. 나노기술 시그니처 전략(NSIs) 및 그랜드 챌린지(GC)	267.6	219.1	191.3
1a. 나노제조공정 NSI	46.7	36.8	36.7
1b. 나노전자소재 NSI	109	75.9	71
1c. 나노기술 지식 기반시설(NKI) NSI*	24.2	23.2	-
1d. 나노센서 NSI	48.6	43	38.9
1e. 수자원 NSI	15.1	15.6	14.3
1f. 미래컴퓨팅 GC	24	24.6	30.4
PCA2. 기초연구	677.1	560.5	573
PCA3. 나노기술 기반 응용, 디바이스 및 시스템	472.7	470.5	414.7
PCA4. 연구 기반시설 및 측정 장비 구축	243.3	248.2	228.6
PCA5. 환경, 보건 및 안전성	80.1	73.8	61.1
NNI Total	1,740.9	1,572.1	1,468.7

* NKI NSI 전략은 2019년도 말 예산보고 범주에서 폐기

그림 2-4 PCA별 NNI 2020년 예산



■ PCA1. 나노기술 시그니처 전략 및 그랜드 챌린지에 대한 2020년 예산

PCA1은 2020년 NNI 전체 예산의 13%를 차지한다. 시그니처 전략과 그랜드 챌린지 프로그램은 참여 부처의 전략 및 활동 정보를 공유하며, 부처 간 협력 활동을 기획하여 추진한다. 2020년도에는 나노센서 NSI를 통해 웨어러블 및 이식 가능 센서를 중심으로 한 나노기술이 적용된 센서 및 이와

관련된 기술적 과제를 논의하는 부처 간 활동이 우선순위에 오르게 된다. 나노제조공정 NSI에서는 나노제조 관련 국가 간 연합연구공동체의 설립 논의 등 나노제조공정의 선진화를 위한 활동이 계속되고 있다. 또한 수자원 NSI는 물 가용성과 수질을 모니터링하고 개선하는 기술에 대한 논의를 지속해 나갈 예정이다. 그리고 나노전자소자 NSI와 미래컴퓨팅 GC는 차세대 컴퓨팅 기술에 대한 상호보완적인 연구개발에 초점을 맞추어 지원할 예정이다.

■ PCA2. 기초연구에 대한 2020년 예산

PCA2는 2020년 NNI 전체 예산의 39% 이상을 차지하는 가장 큰 규모의 PCA이다. DOE, DOD, NSF는 기관 투자액의 50% 이상, NASA는 45% 이상을 기초연구에 요구하였으며, 4개 기관의 기초 연구 예산이 전체 기초연구 예산의 80% 이상을 차지한다. 이는 미래의 혁신을 이끌 초기 연구개발 지원에 초점을 맞춘 것으로 보이며, 기초연구 지원을 주도하는 부처 특성과도 부합하는 것이다.

■ PCA3. 나노기술 기반 응용, 디바이스 및 시스템에 대한 2020년 예산

PCA3에 대한 예산은 2016~2018년에 전체 예산의 약 24%에 머무르다가 2019년부터 약 28%로 증가하였다. PCA3의 참여 기관은 방염 면 소재, 의료기기, 자율형 스마트 소자 및 시스템 등 다양한 응용 분야에서 나노기술을 적용한 소자 및 시스템에 대한 연구개발을 지원한다. 특히 PCA3 전체 예산의 80%가량을 요구한 NIH는 모든 주요 질병을 다루는 나노기술 관련 제안에 자금을 지원하게 된다.

■ PCA4. 연구 기반시설 및 측정 장비 구축에 대한 2020년 예산

PCA4에 대한 예산은 NNI 전체 예산의 16% 선에서 지속해서 투자되고 있다. 인력 양성뿐만 아니라 사이버 및 물리적 인프라 자원을 계속 지원할 예정이며, 대부분 기관의 투자는 사용자 시설과 장비에 집중되어 있다.

■ PCA5. 환경, 보건 및 안전성에 대한 2020년 예산

PCA5는 책임감 있는 나노기술 개발을 위한 NNI 전략의 핵심 요소이며, 2020년 NNI 전체 예산의 약 4%에 해당한다. 나노소재의 잠재적인 EHS 영향에 대한 기초연구, 데이터베이스, 표준 운영 절차·지침 개발 등을 포함하는 다양한 활동을 통해 정부·학계·산업계의 협력 공동체를 지원한다.

작성자 김아람(국가나노기술정책센터 선임연구원)



제2절



일본

1

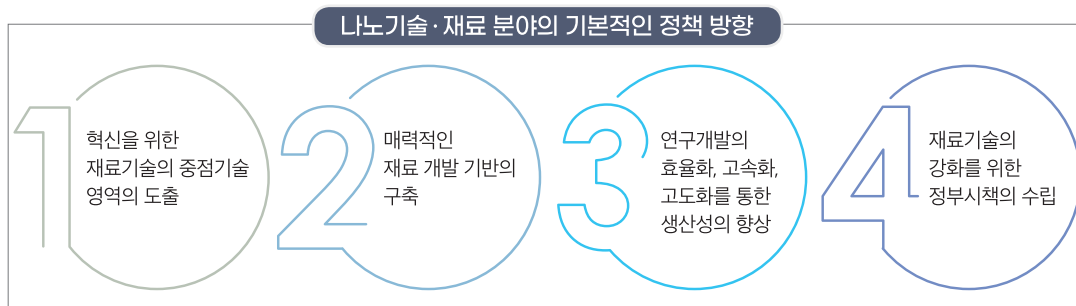
나노기술정책 동향

일본은 과학기술기본법에 따른 과학기술기본계획에 기초하여 나노기술 및 재료과학기술 분야 정책을 추진하고 있다. ‘제5기 과학기술기본계획(‘16~’20)’은 종합과학기술 혁신회의(CSTI)가 세워진 뒤 정립된 과학기술기본계획으로, 일본을 세계에서 가장 혁신적인 나라로 만든다는 목표로 수립되었다.

제5기 과학기술기본계획은 과학기술의 혁신을 통해서 경제 발전과 다양한 사회문제를 해결하여 인간중심의 사회를 실현하는 초스마트사회(Society 5.0)를 구현하기 위해 통합형 재료개발 시스템을 포함한 11개의 기반시스템을 선정하였다. 또한, 새로운 가치 창출의 핵심이 되는 기반 기술 중의 하나로 나노기술·재료 분야를 선택하여 국가 연구개발 전략을 추진하고 있다.

2021년부터 새롭게 시작될 제6기 과학기술기본계획은 통합혁신전략을 바탕으로 최근 주목받고 있는 인공지능, 바이오기술, 양자기술의 세 가지 첨단기술 분야를 우선으로 지원하며, 지속가능한 사회(SDGs) 구축을 위한 과학혁명을 목표로 연구개발 정책을 수립하고 있다. 일본은 재료와 전자부품 분야의 경쟁력을 기반으로 대학, 국가 연구소, 기업의 우수한 연구인력, 지식, 정보, 데이터 및 노하우 등을 서로 연계하여, 나노기술·재료 분야를 중심으로 소재를 통한 사회혁명을 실현하고자 한다.

현재 일본은 화학, 물리, 재료 등 과학·공학 분야의 젊은 연구자가 감소하고 있어 연구전문기관의 연구력이 저하되고 있으며, 신기술을 기반으로 혁신을 수용할 수 있는 사회적 준비가 부족한 상태로 판단되어 이를 개선하고 변화시키기 위한 노력이 제6기 과학기술기본계획의 주요 과제가 될 것이다.



2

추진 전략 및 현황

가. 현재까지 과학기술기본계획의 추진 전략

2000년 이후 선진국을 중심으로 나노기술의 대규모 전략적 국가투자가 시작되었다. 하지만 일본은 20년 더 앞선 1980년대부터 과학기술청과 통상산업성을 중심으로 국가 프로젝트를 추진해왔다. 과학기술청의 신기술사무단(현, 과학기술진흥기구)은 1981년부터 창조과학기술진흥업무기구를 중심으로 10건 이상의 대형 프로젝트를 수행하였다. 경제산업성이 관리하는 신에너지산업기술 종합개발기구(NEDO)가 시작한 ‘원자분자극한조작기술(’92)’이 일본 나노기술의 정책적 지원의 시발점이다.

해당 나노기술 프로젝트는 일본이 과학기술전략을 본격적으로 구상하고 시작한 제1기 과학기술기본계획(’96)을 제정하기 전에 시행된 프로젝트이다. 일본은 해당 프로젝트를 추진한 경험을 바탕으로, 2000년대 초 미국의 국가나노기술개발전략(NNI) 수립에 대응하는 나노기술 정책 수립을 다른 국가들에 비해 비교적 순조롭게 진행할 수 있었다.

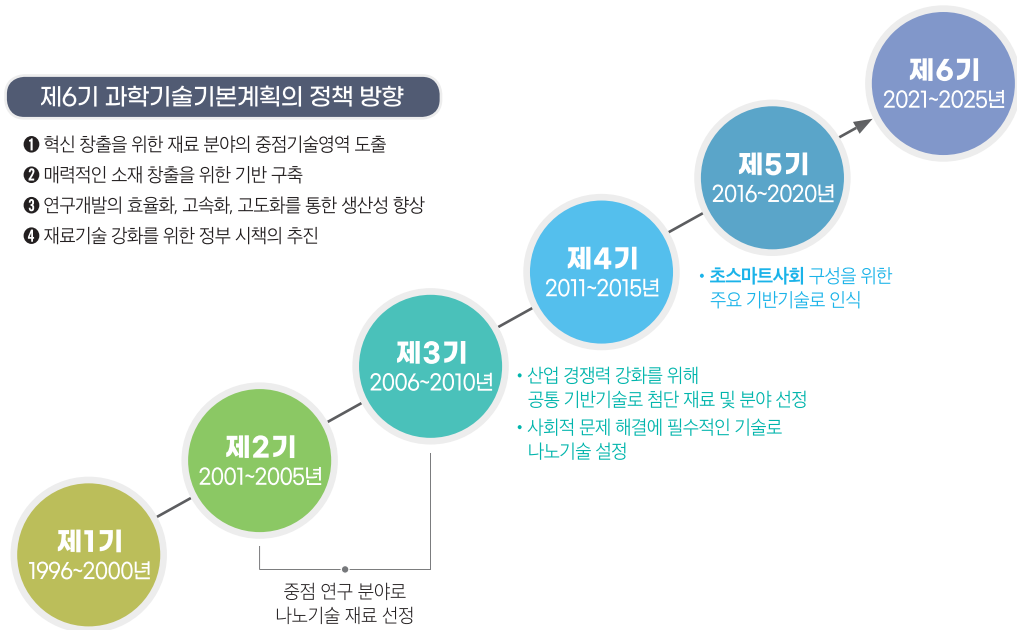
제2기 과학기술기본계획('01~'05)과 제3기 과학기술기본계획('06~'10)에서는 중점적으로 추진할 4개 분야와 전략적 추진 분야를 선정하여 지원하였는데, 그 중 나노기술·재료는 중점 추진 분야로서 생명과학, 정보통신, 환경과학 등과 함께 10년간 집중적으로 지원되었다. 해당 기간의 집중적인 투자를 통해 '철을 포함한 새로운 초전도물질의 발견', '탄소섬유복합재료 기반 복합소재기술의 실용화', '분자 이미징 연구'와 같은 세계적인 연구 및 실용화 성과를 창출하였다. 그리고 나노기술 네트워크 등 연구개발 인프라의 정비, 오픈 이노베이션의 거점이 되는 '썬쿠바 이노베이션 아레나(TIA-nano)'에 의한 산학연 제휴 강화, 부처 간 협력 프로젝트인 문부과학성 '원소전략프로젝트', 경제산업성 '희소금속대체재료 프로젝트' 등 상호보완적 연구수행의 성과를 이루었다.

제4기 과학기술기본계획('11~'15)은 특정 과학기술의 분야에 선택적으로 집중하기보다 사회적 요구에 부응하는 신뢰해결형 정책을 중심으로 운영됨에 따라, 나노기술·재료 분야가 주요 과학 정책 과제인 세 가지 기반기술 중 하나로 설정되었다. 하지만 나노기술·재료 분야는 다른 분야로의 기술 확산에 목표를 두었기 때문에 독립된 이니셔티브로 정의되지는 않았다. 이로 인해 일본은 기본 정책에 있어 나노기술·재료 분야가 발전되고 있지 않다고 인식되기도 하였다.

이후 수립된 '과학기술혁신 종합전략 2014('14)'에서 나노기술은 다른 분야와의 연계를 통해 국가 산업경쟁력 강화와 정책 과제 해결에서 중요한 임무를 수행했다는 평가를 받기도 하였다. 또한, '과학기술혁신 종합전략 2015('15)'에서는 센서, 로봇, 첨단계측, 광·양자기술, 바이오기술 등과 함께 초스마트사회(Society 5.0) 실현을 위한 공통 기반기술로 나노기술이 선정되어 다시금 중요성이 강조되었다.

제5기 과학기술기본계획('16~'20)에서는 앞선 1~4기의 실적으로 연구발전 환경의 지속적인 정비, 노벨상 수상으로 상징되는 구체적인 성과 창출을 제시하였으며, 해결해야 할 과제로는 과학기술에서 기반기술의 상대적 저하, 정부 연구개발 투자의 정체 등을 제시하였다. 그리고 초스마트사회(Society 5.0)의 실현을 목표로 10년 앞을 내다보는 중장기적 시야에서 보다 높은 달성목표를 설정하고, 목표 실현을 위해 기반기술의 강화가 필요하다는 공통인식이 형성되었다. 이러한 면에서 새로운 가치 창출의 핵심이 되는 기반기술의 하나인 나노기술에 주목하였다.

또한, Society 5.0과 지속가능한 사회 구현 실현을 향해, 계속해서 나노·재료과학기술이 큰 역할을 수행해야 한다는 인식 아래, 문부과학성 과학기술 학술심의회 연구계획 평가분과회 중 나노기술·재료과학기술위원회는 2018년 8월에 산업 진흥과 인류 행복에 공헌할 수 있는 '재료에 의한 사회혁명(재료혁명)'의 실현을 목표로 내건 '나노기술·재료 과학기술 연구개발 전략'을 공표하였다.



※ 출처 : 일본과학기술진흥기구(JST) 연구개발전략센터(CRDS)(2019), 연구개발부 부감보고서: 나노기술·재료(2019년)

나. 향후 제6기 과학기술기본계획의 추진 전략(2021~2026년)

세계 최고 수준의 재료 연구기반과 수출경쟁력이 높은 소재·부품 산업 구조를 가지고 있는 일본은 2021년부터 진행할 제6기 과학기술기본계획에서 재료 연구 혁신을 위한 주요 기초기술을 선정하고, 일본의 강점을 살려 향후 과학기술 혁신을 유지하고 강화할 수 있는 연구개발 전략을 수립해야 한다. 이러한 관점에서 구체적인 정책 방향으로 ‘혁신 창출을 위한 재료 분야의 중점기술 영역 도출’, ‘매력적인 소재 창출을 위한 기반 구축’, ‘연구개발의 효율화, 고숙화, 고도화를 통한 생산성 향상’, ‘재료기술 강화를 위한 정부 시책의 추진’이 제시되었다.

■ 혁신 창출을 위한 재료 분야의 중점기술영역 도출

성공적인 재료 혁신의 중요한 요소는 연구개발 현장에서 얻어지는 다양한 지식을 전략적이고 중점적으로 육성하여, 더 나아가 사회실현으로 빠르게 연결하는 것이다. 그리고 첨단기술 영역인 인공지능, 바이오기술, 양자기술 분야의 혁신, Society 5.0의 실현과 지속가능한 사회의 달성, 파리협정에 근거한 환경·에너지 문제의 대응, 국가와 국민의 안전 및 안심 사회 구축,

건강·장수사회와 바이오이코노미의 형성, 농업 혁신과 같은 국내의 중요 과제의 해결 등을 위해서는 재료기술 혁신이 핵심이 되는 중점기술영역을 도출하는 것이 중요하다. 또한, 연구 인력 자원을 포함한 정책적 투자와 그에 따른 연구 성과 창출, 성과 확산 등을 고려하여 정책적인 수행 시점을 선정할 필요가 있다.

중점기술영역을 추진함에 있어서, 연구 진척상황에 맞추어 상세한 실행 사항을 검토하여 중장기적인 관점에서 기술 목표를 설정하는 것이 요구된다. 그뿐만 아니라, 각 요소기술에 대해서 단편적인 과제해결을 목표로 하는 것보다 다방면에 걸친 응용 가능성을 고려하여 유연한 목표 설정이 바람직하다.

제6기 과학기술기본계획에서 고려될 수 있는 주요 기술은 아래와 같다.

- 트릴리온 센서 시대에 대응하고 Society 5.0 실현을 위한 혁신적이고 종합적인 ‘센서기술’
- 인공지능과 양자기술의 혁신을 통한 사이버 공간과 물리적 공간 연계 가상 기반기술 구축과 저소비전력화, 고내구성, 친환경성, 다기능성 등을 실현한 혁신적인 ‘소자 및 디바이스기술’
- 재생 의료나 고속 진단기기 등을 이용하여 건강과 수명 연장을 실현하고, 재료와 생체의 일체화 혹은 인체 강화로 이어지는 새로운 ‘바이오재료 및 디바이스’
- 대용량 에너지의 교환, 저장, 고효율 이용을 실현하여 CO₂ 감소에 공헌하는 차세대 ‘전지기술’
- 자연재해로부터 안전 확보를 위한 국토 강인화, 핵융합 등의 차세대 에너지기술 실현, 우주·해양에서의 과학기술 혁신에 필수 요소인 고내열성, 고강도, 고신뢰성 등을 실현하는 ‘극한성능재료’
- 모빌리티의 고도화나 에너지 절약, 저탄소사회의 실현 등에 필요조건이 되는 복합재료 계면의 높은 이해와 제어를 목표로 하는 ‘접착 및 접합기술’
- 지속가능한 사회의 실현 및 바이오이코노미의 형성을 위한 다양한 물질의 재활용, 순환, 고순도화, 정화 등에 이용되는 ‘분리 및 분해기술’
- 원소 기반의 물질 순환형 사회 실현과 희소원소에 대한 의존도 해소, 새로운 원소의 신기능 창출을 목표로 하는 차세대형 ‘원소 전략’
- 폭넓은 응용 영역의 혁신으로 물질을 자유자재로 설계·제어함으로써 신기능을 창출하는 ‘분자 기술 및 공간 공극 제어기술’

또한 중점기술영역을 추진하기 위해서는 융합형 인력 양성이 필수적이며, 대학과 국가연구소를 중심으로 오픈 환경 플랫폼을 국내외에 구축하고 연계 분야와 융합할 수 있는 혁신 기반을 구축하여 탁월한 지식을 가진 인재를 육성하는 것이 필요하다. 지식 사회실현을 위해 산학관을 수평적으로 연계함으로써 실용적 연구개발과 기반연구가 상호작용할 수 있으며 나선적인 융합형 연구개발을 효과적으로 진행할 수 있을 것이라 기대한다.

또한, 개발된 혁신재료를 효과적으로 사회에 활용하기 위해서는 산업에서 사용하고 있는 부품 및 시스템의 단계에서도 혁신적인 기능이 잘 발휘될 수 있도록 상호 연계가 필요하다. 이러한 신소재의 생산 규모 확대 및 시스템화를 위한 공정기술은 새로운 이론과 과학을 기반으로 한 기술의 재구축을 필요로 하므로, 대학이나 국가연구소를 중심으로 한 오픈 이노베이션을 통해 새로운 공정기술에 대응하는 것이 중요하다. 즉, 나노기술·재료의 연구개발은 전략적이고 일체적으로 지원하는 정부의 대응만으로는 충분하지 않고, 대학과 연구소가 연계하여 강화된 형태의 지원이 강력하게 요구된다.

■ 매력적인 소재 창출을 위한 기반 구축

그간 혁신적인 재료기술은 연구자의 탐구심에 기초하여, 재료의 매력을 침착하고 꾸준하게 추구하는 것으로부터 창출되었다. 흥미로운 기능을 가진 매력적인 재료는 이전에 상상할 수 없었던 응용 영역의 혁신을 주도하거나, 때로는 파괴적인 혁신을 실현하는 데 결정적인 역할을 하기도 하였다. 일본은 이러한 재료 혁신을 통해서 광학 부품, 센서, 촉매 등 다양한 분야의 제조 산업을 선도해 왔다.

이러한 파괴적 혁신의 가능성을 최대화하기 위해서는, 도전적이고 새로운 기술을 가진 젊은 연구자가 단기적인 성과 여부에 얽매이지 않고 연구 기간을 충분히 확보할 수 있는 환경을 재정비하는 것이 필요하다. 그리고 연구자의 국제 연계 활동이나 인적 교류를 적극적으로 촉진하고, 다양한 응용 분야에 대한 연구 아이디어를 도출할 수 있는 다른 분야와의 융합의 장을 마련하는 것도 중요하다. 또한, 재료 자체의 순수한 매력을 추구하는 연구자가 다양한 연구 개발 현장에서 활발히 활동 할 수 있는 정부의 강력한 지원이 요구된다.

■ 연구개발의 효율화, 고숙화, 고도화를 통한 생산성 향상

연구개발 환경의 효율화, 고숙화, 고도화를 실현하기 위해서는, 일본의 최대 강점인 연구기반 데이터베이스에 인공지능, IoT, 빅데이터 등의 사이버기술을 적용하는 새로운 기술적 접근의 도입이 필요하다. 이를 통해 재료 분야의 연구개발 활동의 생산성을 제고하고, 연구개발 환경을 세대, 성별, 지역, 국적을 뛰어넘은 연구자 중심의 환경으로 만들고자 한다.

연구개발 활동에 필수적인 첨단설비 및 장비의 공용 활용과 네트워크화를 지속적으로 강화하는 것이 필요하며, 이는 기존의 나노기술 플랫폼의 성과와 전문성을 가진 인재 양성을 유지할 수 있는 방향으로 가야 한다. 또한 기존 장비로 제어할 수 없는 복잡한 현상을 계측, 분석할 수 있는 최첨단의 연구 장비를 개발하는 것이 요구된다.

실험실에서 수행되는 반복적인 단순 작업에서 연구자를 해방하고, 매력적인 연구 방식으로의 전환을 유도하며, 양질의 실험 데이터를 효율적으로 수집·축적하여 연구 성과 창출을 가속할 수 있는 환경을 구축하는 것이 중요하다. 더불어 기존에 보유하고 있는 소재 데이터베이스의 강점을 살린 데이터 연계형의 연구개발을 통해, 재료 개발을 가속화하여 세계 주도권을 쥐고 가는 것이 새로운 비전이다.

■ 재료기술 강화를 위한 정부 시책의 추진

재료기술을 강화하기 위해서는, 연구개발 현장에서 발생하는 과제를 해결하고, 국제 정세를 포함한 사회·경제 변화에 적절히 대응하는 방안을 종합적으로 추진하는 것이 요구된다. 개발된 기술의 실용화를 활성화하기 위해서 지적 재산 확보만을 평가하는 것이 아니라, 지식의 사회 실현 활동 및 인재 육성 등을 고려한 다면적인 교원·연구자 평가를 검토하고 도입하는 등 평가 제도의 개혁도 고려되고 있다. 또한 국제적 대응과 관련하여 재료기술을 둘러싼 국제 동향을 계속적으로 조사·분석하여, 국제 연계를 효과적인 방향으로 진행하고 개방적인 참가를 장려하는 것이 중요하다. 하지만, 재료기술의 특성을 감안하여 기밀 기술의 국외 유출 등에 관한 보안 및 안전보장 무역관리제도를 효과적으로 관리하는 것이 필요하다.

미지의 신소재가 개발됨에 따라 신소재가 사회에 미치는 영향을 추정·평가하여, 신소재에 대한 분야·세대·국가를 초월한 공감대를 형성하는 것이 중요하다. 또한, 재료기술과 관련된 연구의 흥미, 재료의 매력 등에 대한 연구개발 현장의 목소리에 귀를 기울이고, 재료 분야 연구자의 처우와 위상을 개선하여 인재 유출을 막을 수 있는 시책을 추진하는 것이 일본의 국제 경쟁력을 유지하는데 도움이 된다.

다. 주요 현황

내각부에 설치된 종합과학기술·이노베이션회의는 부처와 분야의 경계를 초월하여 기초연구에서 사업화까지를 고려한 연구개발 프로젝트를 실시하고 있다. 그중에서 최근 주목받는 프로젝트는 2018년에 시작된 ‘광 양자도약 플래그십(Q-LEAP)’과 신에너지산업기술종합개발기구(NEDO)가 2019년부터 시작한 ‘IoT 사회실현을 위한 초소형 센서기술(nano-IoT)’ 프로젝트가 있다.

일본 나노기술·재료 분야의 주관부서인 문부과학성과 경제산업성의 대표적인 연구개발 프로젝트와 2020년도 예산은 다음과 같다.

표 2-5 문부과학성의 주요 프로그램 및 예산

프로그램 · 프로젝트명	2020년 예산 (전년도 예산)
• 혁신적 재료개발 능력 강화 프로그램 : M³(M-cube) 프로그램 나노기술·재료 분야의 혁신을 만들기 위해 산업계와 대학을 연계한 오픈 플랫폼을 형성, 국내외의 유능한 젊은 연구자를 중심으로 국가연구개발 능력향상 및 재료정보 통합데이터 플랫폼 등 세계 최고 연구기반 장비를 통한 재료개발 능력향상에 기여	19.6억 엔 (19.2억 엔)
• 광·양자 도약 플래그십 프로그램(Q-LEAP) 세계적으로 산학연 연계 연구의 경쟁이 가속화되는 양자과학기술(양자정보처리, 양자계측, 차세대 레이저 기술)에 대응하여 플래그십 프로그램이나 기반구축 연구를 수행	31.9억 엔 (22.0억 엔)
• 나노기술 플랫폼 나노기술에 관한 최첨단 연구설비와 활용 노하우를 가진 기관들이 서로 협력하여 기술영역에 대응하기 위해 전국적인 설비의 공용체제를 구축하는 동시에 산학관 제휴와 타분야 융합을 추진	15.4억 엔 (15.7억 엔)

* 기타 문부과학성 나노기술·재료 관련 프로그램 : 재료의 사회실현을 위한 프로세스사이언스 구축사업(2019년), 원소전략프로젝트, 에너지 절약 사회의 실현에 기여하는 차세대반도체연구개발(나노기술·재료 연구개발부감보고서)

표 2-6 경제산업성의 주요 프로그램 및 예산

프로그램 · 프로젝트명	2020년 예산 (전년도 예산)
• IoT 사회실현을 위한 혁신적인 센서기술 개발 사업 경쟁력을 가진 일본의 센서기술 및 바이오기술을 이용하여 기존의 검출하기 어려운 극소신호를 측정하거나 센서를 초소형화하여 혁신적인 센서를 개발하고자 함. 극소량의 측정 및 평가 기술, 노이즈 계측 등의 신호 관련 기술을 포함함.	8억 엔 (3억 엔)
• 수소 사회 실현을 위한 혁신적인 연료전지기술 관련 연구개발 자동차에 활용되는 연료전지의 저비용화, 고효율화를 이루기 위해 기존의 백금을 이용한 촉매를 대체할 수 있는 기술을 개발하여 발전효율이 65%를 넘는 연료전지 개발을 구현하고자 함. 연료전지와 수소저장고 등 다양한 분야에 활용하기 위해 제조프로세스 등 기술 개발 및 구현을 목표로 함.	53억 엔 (신규)
• 에너지 전자디바이스의 재료 평가기술 개발 사업 차량용 고체 리튬 이온전지 등 향후 시장에 급격히 도입될 것으로 예상되는 차세대 에너지 전자 디바이스에 대한 재료평가기술이 필요하므로 이를 위한 소재 산업과 제작사가 함께 재료평가 기반을 구축하여 세계 표준기술을 선도하고자 함.	27억 엔 (23억 엔)

* 기타 경제 산업성 나노기술·재료 관련 프로그램: 차세대인공지능, 로봇 중심 기술 개발, 초첨단재료 초고속 개발 기반기술 프로젝트 (나노기술·재료 연구개발부감보고서)

표 2-8 과학기술진흥기구(JST) 나노기술·재료 분야 전략적 창조연구 추진사업(ERATO) 프로젝트

2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년
분자 Exction 공학 프로젝트(교토대 Akioishi)										
축퇴, 집적 프로젝트(도쿄대/동북대 Isobe)										
지적 광 Synthesizer 프로젝트(전기통신대 Minochima)										
스핀 양자정류 프로젝트(동북대 Saito)										
양자비 위상 이미징 프로젝트(동북대 Momose)										
원자 하이브리드 프로젝트(동경공업대 Yamamoto)										
거시적 양자 기계 프로젝트(도쿄대 Nakamura)										
뉴론 분자 기술(교토대 Hamachi)										

※ 출처 : 일본과학기술진흥기구(JST) 연구개발전략센터(CRDS)(2019), 연구개발부 부감보고서: 나노기술·재료(2019년)

2017년부터는 사회와 산업의 필요성을 고려하여 도전적인 목표를 설정하고, 과학적 연구 성과를 바탕으로 실용화가 가능한 연구개발을 목표로 하는 ‘미래사회창조사업’을 새롭게 시작하였다. 사업은 ‘탐색가속형’과 ‘대형 프로젝트형’으로 구분하며, 탐색가속형은 탐색 연구부터 본격적인 연구까지의 가교를 만들어주는 것을 원칙으로, 문부과학성이 정한 연구영역을 근거로 ‘과학기술을 통해 만들고 싶은 미래 사회상’에 관한 제안을 모집하였다. 대형 프로젝트형은 과학기술 혁신에 관련된 정보를 수집·분석하여 현재의 기술 수준 및 장래 유망기술을 기술 테마로 정하고, 그 기술에 대해서 모집하는 방식이다.

표 2-9 과학기술진흥기구(JST) 미래사회창조사업(MIRAI)

탐색가속형	중점 공모 테마
초스마트 사회의 실현 (총괄 : 히타치제작소)	• 다중 요소를 연계하여, 新서비스 구현으로 플랫폼 구축(2017년~) • 사이버 세계와 물리적 세계를 잇는 모델링과 AI(2018년~)
지속가능한 사회 실현 (총괄 : JST/나고야대학)	• 새로운 자원순환 사이클 구현 제조프로세스 혁신(2017년~) • “사회활동수명”의 연장과 생산성을 높이는 「지식」의 확장(2017년~) • 미래의 환경변화에 대응하는 혁신적인 식료생산기술(2018년~)
세계 제일의 안전, 안심사회의 실현 (총괄 : 미쯔비시전기)	• 개인 위기대응 네비게이터의 구축(2017년~) • 인간적인 서비스산업의 창출(2017년~) • 생활환경 속 미소 위험물로부터 안전, 안심 마을 구현(2018년~)
저탄소사회의 실현 (총괄 : NIMS)	• 「게임체인지 기술」에 의한 저탄소사회의 실현(2017년~)
공통기반 (총괄 : 히타치 제작소)	• 혁신적인 지식이나 제품을 창출하는 공통기반 시스템, 장치의 실현(2018년~)
대형 프로젝트형	기술 테마
운영 총괄 : 일본과학기술진흥기구(JST)	• 분자가속기의 혁신적인 소형화 및 고에너지화로 이어지는 레이저 플라즈마 가속기술(2017년~) • 에너지 손실의 혁신적인 저감화로 이어지는 고온초전도선재접합기술(2017년~) • 자기위치추정기기의 혁신적인 고정도화 및 소형화로 이어지는 양자관성센서기술(2017년~) • 통신, 타임비즈니스의 시장획득으로 이어지는 초고정도시간계측(2018년~) • Society 5.0의 실현을 가져올 혁신적 접착기술의 개발(2018년~) • 미래사회에 필요한 혁신적 수소액화기술(2018년~)

※ 출처 : 일본과학기술진흥기구(JST) 연구개발전략센터(CRDS)(2019), 연구개발부 부감보고서: 나노기술·재료(2019년)

3

주요 예산

나노기술·재료 분야의 투자는 총무성이 매년 말에 수행하는 과학기술연구조사에 의해 전년도 산학관 투자액이 집계되며, 생명과학, 정보통신, 환경, 나노기술·재료, 에너지, 우주개발, 해양개발의 7개 분야는 특정목적별 연구비로 별도로 정리하고 있다. 나노기술·재료 분야는 제3기 과학기술 기본계획 이후 특정목적별 연구비에서 중점추진 분야로 분류되어 국가 연구비 투자 규모를 조사하고 있으며, 2019년에 조사된 2018년도 투자 결과는 다음과 같다.

표 2-10 2018년 특정목적별 연구비

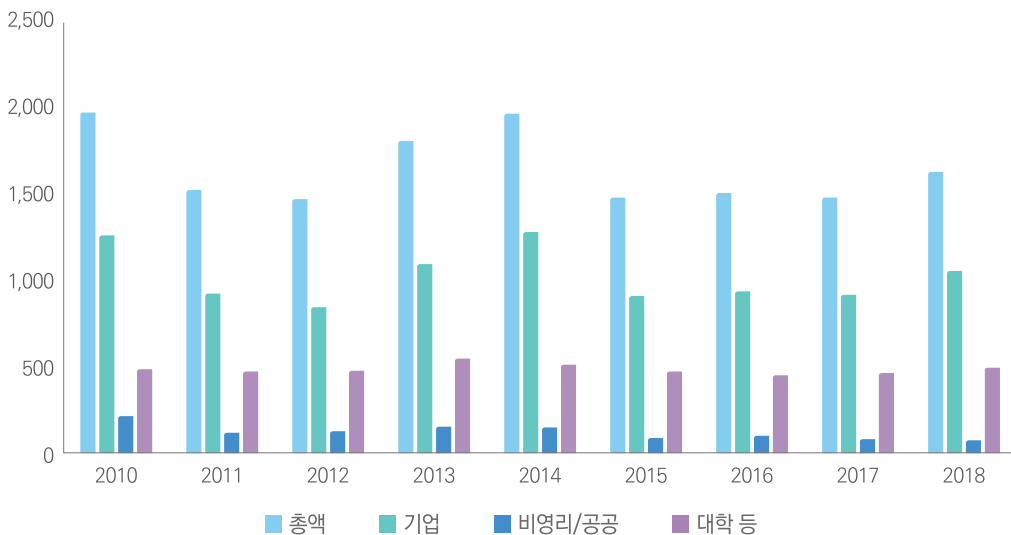
구분		2018년 연구비			2017년 연구비 (억 엔)
		연구비(억 엔)	전년 대비(%)	점유율(%)	
중점추진 4개 분야	생명과학	31,226	△1.6	16.0	31,741
	정보통신	24,670	9.9	12.6	22,448
	환경	12,264	3.0	6.3	11,905
	나노기술·재료	11,310	0.9	5.8	11,210
	물질·재료	9,671	△0.5	5.0	9,722
	나노기술	1,640	10.2	0.8	1,487
에너지		10,580	2.4	5.4	10,334
우주개발		2,521	△13.1	1.5	2,903
해양개발		1,196	4.8	0.6	1,141

※ 출처 : 일본 총무성 통계국(2019), 과학기술연구결과조사

나노기술 분야의 연구비 추이를 보면 2014년에 정점에 달한 이후로는 감소하는 형태를 보이지만, 2018년을 기준으로 새로운 패러다임의 변화에 따라 다양한 연구주제를 새롭게 추진하고 있으며 연구비 총액도 다시 상승하는 추세이다.

그림 2-7 나노기술 분야 연구비 추이(2010~2018년)

(단위 : 억 엔)



※ 출처 : 일본 총무성 통계국(2011~2019), 과학기술연구결과조사

나노기술 분야의 기업, 비영리단체·공공기관, 대학 등 조사대상별 산업 및 조직의 연구비 투자액 연도별 추이는 다음과 같다.

표 2-11 산업별, 조직별 나노기술 분야 연구비 투자 추이

(단위 : 백만 엔)

산업·조직	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
기업	126,558 (63.9%)	93,338 (60.9%)	85,968 (57.9%)	110,647 (60.8%)	129,294 (65.5%)	91,741 (61.6%)	94,792 (62.6%)	92,759 (62.3)	106,014 (64.7%)
· 광공업	417	-	-	-	-	-	-	-	-
· 건설업	495	1,301	53	31	82	73	81	91	995
· 제조업	113,294	88,256	82,525	106,052	124,819	87,338	89,616	86,391	100,367
· 전기 등	84	75	52	208	188	188	-	-	-
· 정보통신	11	-	1	2	11	9	5	-	1
· 도매업	799	2,664	2,127	2,985	1,044	623	781	705	778
· 학술연구	11,448	1,089	1,196	1,311	3,125	3,489	4,287	5,549	3,857
· 서비스업	10	3	15	57	24	20	23	20	15
비영리단체	22,013 (11.1%)	12,233 (8.0%)	13,522 (9.1%)	16,039 (8.8%)	15,902 (8.1%)	9,183 (6.2%)	11,025 (7.3%)	9,084 (6.1%)	8,151 (5.0%)
· 비영리단체	5,732	2,032	2,888	4,366	4,801	1,944	1,799	141	192
· 공공기관	16,280	10,201	10,634	11,673	11,101	7,240	9,226	8,943	7,960
대학 등	49,440 (25.0%)	47,717 (31.1%)	48,916 (33.0%)	55,349 (30.4%)	52,243 (26.5%)	47,908 (32.2%)	45,628 (30.1%)	46,906 (31.5%)	49,789 (30.3%)
· 국립대학	38,648	37,622	37,000	43,217	40,093	36,321	35,458	34,700	37,634
· 공립대학	2,915	1,988	2,237	2,244	2,751	2,550	2,108	2,663	2,732
· 사립대학	7,788	8,107	9,678	9,888	9,400	9,037	8,063	9,543	9,422
총액	198,011	153,338	148,406	182,035	197,439	148,832	151,445	148,749	163,954

※ 출처 : 일본 총무성 통계국(2011~2019), 과학기술연구결과조사

‘제4기 과학기술기본계획’의 2011~2015년간 나노기술 분야의 연구비 투자 점유율을 살펴보면, 기업 61.3%, 비영리단체·공공기관 8.0%, 대학 30.7%이다. ‘제5기 과학기술기본계획’에서 진행 중인 2018년의 연구비 투자 비율과 비교하면 대학의 비중은 유사한 반면, 비영리단체의 비중은 줄어들고, 기업의 기술투자가 증가하고 있는 것을 알 수 있다. 2018년 기준으로 기업의 연구투자비는 화학 공업(17억 엔), 생산용 기계제조업(14억 엔), 전자 부품 디바이스(33억 엔) 등에 집중되었다. 2014년 이전에는 소재 개발을 위한 화학공업이 중심이 되었으며, 2015년 이후로는 전자 부품을 포함한 정보통신 분야를 중심으로 집행되었음을 알 수 있다.

작성者 이학성(재료연구소 선임연구원)



제3절



중국

1

나노기술정책 동향

가. 개요

중국은 일찍이 1980년대 말부터 정부 주도로 나노기술에 대한 연구를 시작하였으며, 2000년에 이르러서는 국가 차원의 나노기술발전전략 수립, 관련 연구기관 설립 및 대형 연구과제 실시 등 본격적인 나노기술발전정책들을 실행하였다. 구체적으로 2000년에 국가나노과학기술지도조정 위원회를 구성하고 2003년에 국가나노과학센터를 설립하여, 나노기술 연구개발 및 응용연구에 대해 국가 차원의 총괄적인 지도와 조정을 추진하였다. 2006년에는 2020년까지의 과학기술정책에 관한 장기적인 방침을 제시한 ‘국가중장기발전계획강요(’06~’20)’에서도 나노기술을 ‘도약 발전 실현 가능한 기초연구 분야’에 포함하여 지속적으로 추진하였다.

2014년에는 과학기술부문에서 ‘개혁’ 및 ‘혁신’을 골자로 하여 국가연구개발사업 관리 개혁부터 성과 이전 활성화까지 전례 없이 강력한 개혁이 추진되었으며, 이 가운데 국가연구개발프로그램 및 사업비 관리 개혁이 과학기술체제개혁의 돌파구로 간주되어 집중적으로 이루어졌다. 프로그램 체제 개혁의 추진으로 기존의 ‘973계획’ 및 ‘863계획’을 통합시킨 국가중점 연구개발계획이 2016년부터 본격적으로 실시되었다. 이에 따라 기존의 ‘973계획’, ‘863계획’, 과기공관계획 등을 통해 지원되었던 나노기술 분야의 기초연구, 응용연구 및 산업화 연구과제는 2016년부터 국가중점연구개발계획에 포함된 ‘나노연구’ 중대과학연구프로젝트를 통해 지원되고 있다.

중국은 이러한 정책적 지원을 기반으로 전 세계 나노과학 및 나노기술 분야의 선두국가로 급부상하고 있다. 중국의 나노 학술논문은 1990년 14편에 불과했으나, 2018년에 약 7만 600편으로 대폭 증가하여 연평균 증가율이 36%에 달하였다. 중국은 2011년에 나노 학술논문 발표량의

세계 1위를 차지한 이후, 2012년부터 기타 국가를 멀찌감치 따돌렸다.⁹⁾ 이러한 현상은 Springer Nature가 발표한 ‘2019년 나노과학기술 현황 및 전망’ 백서에서 ‘2018년 중국은 미국을 제치고 고품질 나노 과학 연구성과 산출을 선도하고 있다’라고 밝힌 사례에서도 확인된다.¹⁰⁾ 이에 중국의 추진 정책과 전략들을 자세히 살펴보고자 한다.

나. 배경 정책

본 파트에서는 중국의 최근 나노기술 정책을 이해하기 위해, 이전 정책들을 우선적으로 살펴보고자 한다. 중국은 제10차 5개년 기간(’01~’05) 동안 나노기술 연구에 무려 15억 위안을 투자해 기초연구와 응용연구에서 비약적인 진전을 달성하였다. 하지만 창조적인 성과가 적은 것 외에도 지속적인 발전의 기초능력이 충분하지 않으며 기술이전 능력이 부족하다는 등의 과제에 직면하였으며, 이를 해결하기 위한 다양한 정책적 노력을 실시하였다.

■ 국가나노기술지도조정위원회¹¹⁾

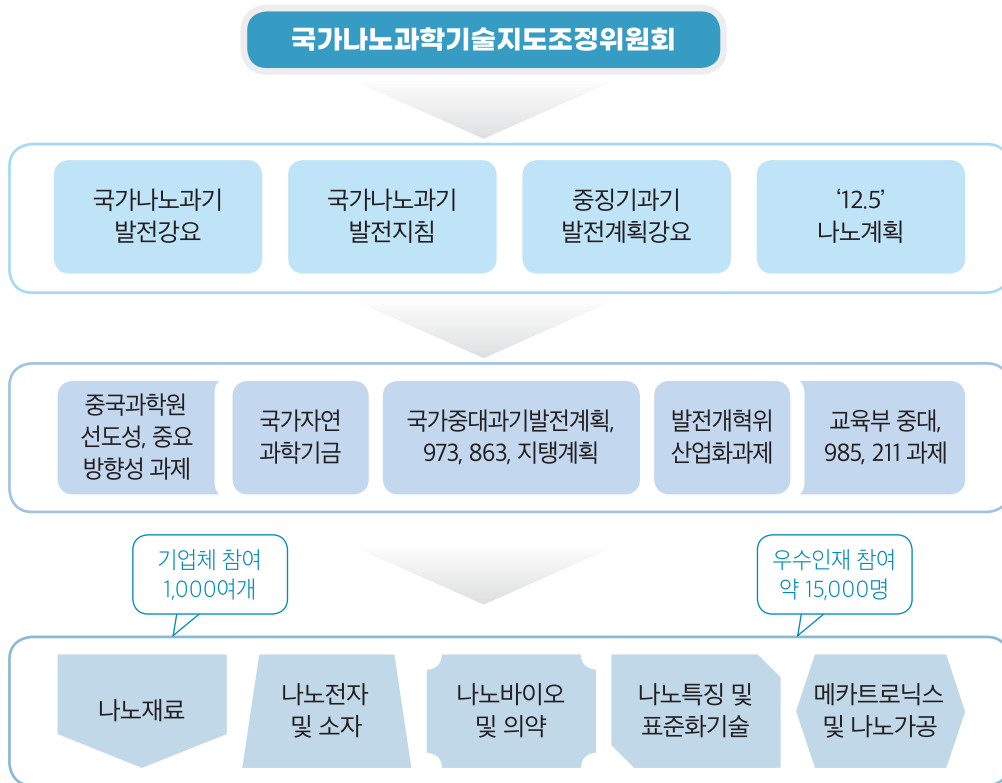
중국 과기부는 2000년 관련 부처와 공동으로 ‘국가나노기술지도조정위원회’를 구성하여 나노과학기술 연구개발 및 응용을 지도·조정하였으며, 2007년 6월에 주요 부처와 공동으로 차기 위원회 멤버 구성을 새롭게 확정하여 국가 차원에서 나노과학기술 발전을 지속적으로 총괄 조율 및 추진하였다.

9) <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2019/8/429478.shtm?id=429478>

10) https://www.sohu.com/a/334598380_161216

11) http://www.most.gov.cn/jcs/jcsgzdt/200706/t20070615_53020.htm

그림 2-8 중국의 나노과학기술 총체구도



※ 출처 : 任红轩, 국가나노과학센터(2013), 我国纳米科技发展十年巡礼, 《新材料产业》, NO.3.

■ 국가나노기술발전강요(2002~2010년)¹²⁾

과학기술부, 국가계획위원회(당시), 교육부, 중국과학원, 국가자연과학기금위원회는 2001년에 공동으로 ‘국가나노기술발전강요(’02~’10)’를 발표하였다. 본 강요의 목표 및 주요 내용은 다음과 같다.

표 2-12 ○ 국가나노기술발전강요의 주요 내용

구분	세부 내용
목표	● 나노기술발전 기반 구축, 나노기술 개발과 응용 확보, 종합적 지속적 혁신역량을 보유한 연구그룹 육성
임무	● 나노기술에 관한 기초연구 강화 - 특히 나노스케일의 새로운 현상과 효과 및 메커니즘에 관한 연구 및 발견 중요시 - 또한 나노기술에 관한 기준 제정 강화 및 나노기술 산업화기반 조성 ● 나노소재 제조 및 가공, 나노소자의 구축 및 집적, 나노가공, 나노스케일에서의 구조분석 및 성능측정, 국가안전에 관한 나노기술 등 핵심기술 개발 ● 나노소재 및 소자응용 개척, 나노기술 연구성과의 전환 촉진 - 신소재, 컴퓨터 정보시스템, 에너지와 환경, 의료와 위생, 바이오와 농업 등 분야에서 나노기술응용 중점적 추진 - 산학연 연계 강화, 첨단기업 육성, 나노 산업화기지 건설을 통해 나노기술 성과의 전환 및 산업화 촉진 ● 국가나노기술연구개발기지 건설 - 기존의 국가중점실험실 또는 관련 연구기지에서부터 몇 개의 실험실을 선정하고 중점적 지원을 통해 나노기술중점 실험실로 발전 - 국가나노과학기술센터와 나노기술응용국가공정연구센터 설립 - 중앙정부는 각 지방정부 부처 및 기업과 공동으로 나노기술실험실 또는 연구개발기지 건설을 유도 ● 고급 나노기술 인재 육성
대책	● ‘국가나노기술지도조정위원회’ 구성, 국가나노기술발전계획 수립을 통한 나노기술 발전 지도 및 조정 - 위원회 멤버 : 국가계획위원회, 국가경제무역위원회, 교육부, 과기부, 국방과공위원회, 재정부, 중국과학원, 중국공정원, 국가자연과학기금위원회, 해방군총장비부 등으로 구성 - 과기부에 위원회 비서처를 개설해, 위원회를 위한 종합 지원 제공 ● ‘10.5’기간 ‘국가나노기술특별행동’을 실시하고 연구경비를 우선적으로 보장하며 관리 면에서도 중점적 강화 - 위원회의 지도하에 국가자연과학기금, 국가중점기초연구개발계획, 국가첨단기술연구개발계획, 국가과기공관 계획, 지식혁신공정, 21세기교육진흥행동계획 등 관련 부처에 의해 조직 및 시행됨 ● 국가나노과학기술센터와 나노기술응용국가공정연구센터 설립 - 기업의 나노기술개발 격려, 나노기술 성과 이전 및 산업화에 관련된 우대 정책 제공, 나노기술 산업화에 대한 벤처투자체제 구축 ● 나노기술 혁신을 추진하기 위해 특허출원 및 지적재산권 보호 강화 ● 대학교에 나노기술 관련 학과 개설 및 인력 양성 ● 국제 나노기술 교류 강화, 나노기술의 전반적 기술 수준을 선진국 수준으로 향상

※ 출처 : ‘국가나노과학기술발전강요(2001~2010)’을 토대로 작성 http://www.most.gov.cn/fggw/zfwj/zfwj2001/200512/t20051214_55037.htm

12) http://www.most.gov.cn/fggw/zfwj/zfwj2001/200512/t20051214_55037.htm

■ 국가 나노기술 발전지침 프레임¹³⁾

과학기술부는 2001년 9월 중국의 나노기술을 확실하게 발전시키기 위해 ‘국가나노기술발전강요’를 근거로 ‘국가 나노기술 발전지침 프레임’을 발표했다. 본 프레임의 주요 내용은 다음과 같다.

표 2-13 ○ 국가 나노기술 발전지침 프레임의 주요 내용

구분	세부 내용
나노소재 기초연구와 응용연구	● 나노소재의 특수성능, 제조 안정성에 관한 기초연구 ● 나노소재의 디자인과 성능예측 ● 나노기능성 소재, 나노구조 소재 ● 나노소재 제조와 가공 ● 나노소재의 응용과 미래재료의 개량
나노소자 개발과 집적기술	● 나노소자에 관한 기초연구 ● 나노전자소자(계산기, 메모리, 디스플레이, 양자소자)의 개발 ● 나노광자소자, 나노자성 메모리 개발
나노가공과 제조에 관한 기술	● 나노스케일 가공기술 ● 나노 빔 가공과 나노 리소그래피(lithography) 기술 ● 자기조직화 성장과 원자·분자 측정 제어 기술 ● 나노가공기술의 응용
나노스케일 구조분석과 성능에 관한 연구	● 나노스케일 구조분석과 기능에 관한 기초연구 ● 단일분자 측정과 나노구역 내 상호작용에 관한 연구 ● 나노스케일에서의 물리, 화학, 생물학 정보의 검출 측정
나노기술 의학 분야에서의 응용	● 중대질환의 조기진단과 치료에서의 나노기술응용 ● 의학용 나노소재 개발과 응용 ● 나노약물 연구와 응용 ● 중의약에서의 나노기술응용 ● 의약품 나노소재, 기계와 약물안정성 및 치료효과 평가기준
나노기술 바이오, 농업 분야에서의 응용	● 나노스케일에서의 생명물질의 제조와 기능 ● 세포 내 단일분자운동과 단일분자조작 ● 나노바이오기술의 공정화 ● 나노기술 및 재료의 세포조직 프로젝트에서의 응용 ● 나노기술과 농업바이오기술과의 융합
제조, 측정, 연구용 장치의 자체 개발	● 제조, 측정 및 연구용 장치의 자체 개발

※ 출처 : 과학기술부 ‘국가 나노기술 발전지침 프레임’ 내용을 토대로 작성

13) <http://www.cnpowder.com.cn/news/1855.html>

관련 부처는 나노기술과 관련된 계획과 지침에 근거하여 ‘국가중점기초연구개발계획(973계획)’과 ‘국가하이테크연구개발계획(863계획)’, ‘국가과학기술지탱계획(2005년까지는 과기공관계획)’ 등 국가 중대과학기술발전계획의 중점프로젝트 외에도, 자연과학기금의 중대·중점 프로젝트, 중국 과학원의 중대프로젝트, 교육부 ‘진흥계획’의 중요 프로젝트, 국가발전개혁위원회의 ‘산업화 시범 사업’을 통해 나노기술 연구개발에 많은 자금과 인력을 투입해왔다.

■ 나노연구 국가중대과학연구 ‘12.5’ 특별계획¹⁴⁾

2012년 5월에 과기부가 각 성과 자치구 등 관계 부처에 통보한 ‘나노연구 국가중대과학연구 ‘12.5’ 특별계획’에서는 향후 20~30년간 나노기술이 정보, 에너지, 환경보호, 바이오의학, 제조, 국방 등 다양한 분야에서 응용될 것으로 예측하였으며, 2010년에 종료된 ‘11.5’기간 나노연구에서 원천적인 중요한 성과를 거두었다고 밝혔다. 2010년 말 당시 중국의 SCI급 논문 건수는 세계 1위, 피인용횟수는 세계 2위, 나노기술 특허 출원량은 세계 2위를 차지하였고 국제표준제정에도 참여하였다.

또한 중국은 국가 차원의 나노과학기술기지를 여럿 구축하였다. 구체적으로 국가나노과학센터(베이징), 국가나노기술공정연구원(톈진), 나노기술응용국가공정연구센터(상하이), 저장(浙江) 캘리포니아국제나노기술연구원(항저우), 국가나노기술국제혁신파크(쑤저우)의 설립 외에도, 40개 이상의 지역 또는 산업 특화된 나노연구센터를 차례로 설립하여 ‘나노과학기술 연구개발 플랫폼 시스템’을 점진적으로 갖추었다.¹⁵⁾

하지만 나노소재, 나노전자공학, 나노관련 설비제조 분야에서는 아직 선진국과 격차가 존재하기에 나노과학기술 발전을 지탱하는 분석측정이나 가공 등 관련 장비의 공급과 관련해서는 미국이나 일본 등 선진국에 대한 의존도가 높다.

이에 따라, 특별계획에서는 나노소재, 부품과 시스템, 바이오의학, 특성 측정·평가 등 분야에서 세계적 수준의 독창적인 성과를 달성함과 동시에 정보, 바이오의학, 에너지, 환경 및 제조 등 중요 분야에서 중대한 발전을 도모하는 목표를 제기하였다. 또한 나노그린 인쇄판 제작, 고밀도 메모리, 신형 디스플레이, 신속한 질병 진단, 수질 정화 및 고효율 에너지 변환 등의 방면에서 나노소재와 부품, 기술의 대규모 응용을 촉진하고, 고차원적인 학술 리더를 양성하여 국제적인 영향력을 가진 연구팀을 육성하는 등의 노력을 실시하였다.

14) http://www.most.gov.cn/fggw/zfwj/zfwj2012/201206/t20120608_94910.htm

15) 闫金定, 과기부기초연구관리센터(2015), “我国纳米科学技术发展现状及战略思考”, 科学通报, 2015, 60:30-37

표 2-14 나노연구 국가중대과학연구 '12.5' 특별계획의 주요 임무

주요 임무	세부 내용
나노기초과학문제에 관한 연구	● 나노기초이론연구 수행, 나노구조 단위 간 상호작용의 이론모델 구축 ● 나노구조가공과 제조의 새로운 이론과 방법 개발 ● 생명과정에서의 나노바이오계면효과 및 바이오의학 분야의 기본과정과 이론문제 탐구
고급기능성 나노재료	● 다척도·다층 나노소재 및 시스템 기초연구 ● 나노재료 및 제품사용성능과 실패메커니즘 분석 ● 기능성 나노구조 및 물질의 구성, 관련 전기학, 광학, 열학, 역학성능 기초연구 ● 열역학적 안정된 나노시스템 형성원인, 법칙 및 보편성 탐구 ● 계면작용과 나노소재의 상변화 메커니즘 및 그 안정성 연구
나노측정 및 가공방법, 장비 및 표준	● 새로운 측정원리 및 방법 개발, 나노스케일의 기본물성의 정량화 측정 실현 ● 전기공학, 생명공학, 환경공학, 에너지공학에 필요한 나노개량/분석방법 개발 ● 나노표준/참고물질과 관련된 나노기술표준 발전, 나노기술 표준화 체계 형성 ● 나노스케일의 기본 물리량의 추적계량 연구 ● 안정된 일정규모의 나노소재 제조 공통설비, 기술 및 표준 ● 높은 시간 분해능과 공간 분해능을 갖춘 나노특성 분석방법 및 검출장비
나노정보재료 및 장치	● 새로운 논리, 새로운 원리에 근거한 나노소자 개발 ● 양자효과에 근거한 소자 정보처리 이론과 나노소자성능 모델링 계산 ● 나노정보소재와 소자핵심제조기술, 바이오소자의 규모화 제조와 품질제어방법 ● 신형 나노전자, 광전자소자, 센서소자와 시스템 개발 ● 마이크로전자기계에서 나노전자기계시스템으로의 융합 및 전이를 실현하는 기술나노소자의 집적화, 시스템 디자인, 제조방법 개발
나노생물 및 나노의학	● 나노입자와 바이오활성물질의 조립방법, ● 약성종양, 심혈관 및 뇌혈관 질병 등 주요 질병에 대응하는 다기능 나노지향 전달시스템 ● 조직기관 복구 및 재생용 나노구조 임플란트 및 세포골격(스캐폴드) ● 에이즈, 간염 등 주요 질환의 패속 저비용 검출측정용 나노물질 및 소자 ● 의료기기용 나노소재 및 소자 ● 조직복구 및 재생의학 등 생체의학 나노기술
환경나노물질 및 기술	● 실내대기 오염물질, 산업공급원의 독성 유해가스, 동력장치 배기가스를 위한 나노정화물질 및 촉매정화기술, 이산화탄소 배출저감 및 포획기술 ● 음용수 및 정제수처리기술, 중금속이온 및 농약 잔류물에 대한 신속 검출방법, 토양 중금속이온 및 유기오염물질의 고정 및 제거방법, 신형 나노여과물질 및 기술 ● 새로운 분해성 플라스틱, 새로운 자가청정재료, 장기지속성 비료, 단기작용 농약
에너지나노물질 및 기술	● 나노결정 태양전지, 신형박막 태양전지, 유기 태양전지, 열전전지 및 슈퍼 커패시터 등의 기술 ● 에너지 절약 및 배출저감, 신형 촉매, 전통연료의 고효율이용 관련 나노기술 ● 석유 및 천연가스 채굴, 수송 및 종합이용 관련 나노기술 ● 충전지의 에너지밀도, 동력전지 수명 연장, 고효율 나노결정 에너지저장재료
나노기술응용 및 개발	● 나노소재, 소자 및 시스템을 에너지절약과 환경보호, 차세대 정보기술, 바이오, 농업, 첨단장비제조, 신에너지, 신소재, 신에너지자동차 등 전략적 신흥산업 핵심기술에 응용 ● 나노기술제품의 규범화 생산 중요시, 중요한 나노기술제품표준과 안전생산규범 제정 ● 나노그린인쇄판, 고밀도 메모리, 신형 디스플레이, 질병의 신속진단, 수질 정화, 고효율 에너지변환 등 나노소재, 소자 및 기술의 일정규모의 응용과 산업화 집중 발전
나노기술안전성	● 분자, 세포 및 동물 차원에서 나노소재, 나노약물(시약), 나노의리기기 및 나노제품의 표적장치, 표적세포, 표적분자의 상호작용과정 연구 ● 환경에서 나노물질의 생성, 이동 및 응집 등 진화 거동 및 안전문제 상관관계 연구 ● 나노안전성 수치해석모델 구축 ● 나노물질 및 소자의 안전성 예측 및 보호 연구

※ 출처 : 과학기술부 '나노연구 국가중대과학연구 12.5 특별계획' 내용을 토대로 작성

■ 국가중장기과학기술발전계획(2006~2020년)¹⁷⁾

중국 정부는 2020년까지의 과학기술정책에 관한 장기적인 방침을 제시한 ‘국가중장기과학기술발전계획강요(’06~’20)’를 발표하였다. 이 강요는 당시 원자바오(溫家寶) 총리가 직접 팀장을 맡았고 전국의 2천여 명의 전문가가 동원되어 2년 넘게 노력한 끝에 출범된 것이다. 본 계획에서는 차세대기술과 신흥 산업발전의 중요한 기반을 구성하고 기술혁신능력을 종합적으로 구현하는 첨단기술의 8개 분야 중 하나로 ‘신소재기술’ 분야를 포함시켰다.

구체적으로 나노기술연구를 기초로 나노소재와 나노소자를 연구하고, 초전도 재료, 지능형 재료, 에너지 재료 외에도, 탁월한 특수기능성 소재 및 차세대 광통신 재료를 개발한다는 목표를 제시하였다.

국가중장기과학기술발전계획에서는 기초연구 분야의 중대 과학연구의 주제로 나노기술연구를 포함하여 추진하고 있다. 구체적인 중점 연구과제는 다음과 같다.

그림 2-10 나노기술연구의 중점 연구과제

나노기술연구의 중점 연구과제

- | | |
|------------------------------------|---|
| ① 나노재료의 제어 가능한 제조·자동조립·기능화 | ⑤ 분자집합체와 생물분자의 광학적, 전기적, 전자적 특성과 정보의 전달 |
| ② 나노물질의 메커니즘, 특성 및 제어 메커니즘 | ⑥ 단일분자의 거동 및 제어 |
| ③ 나노가공 및 통합원리 | ⑦ 분자 기계, 나노 계측 |
| ④ 개념 및 원리단계 나노소자, 나노전자공학, 나노바이오·의학 | |

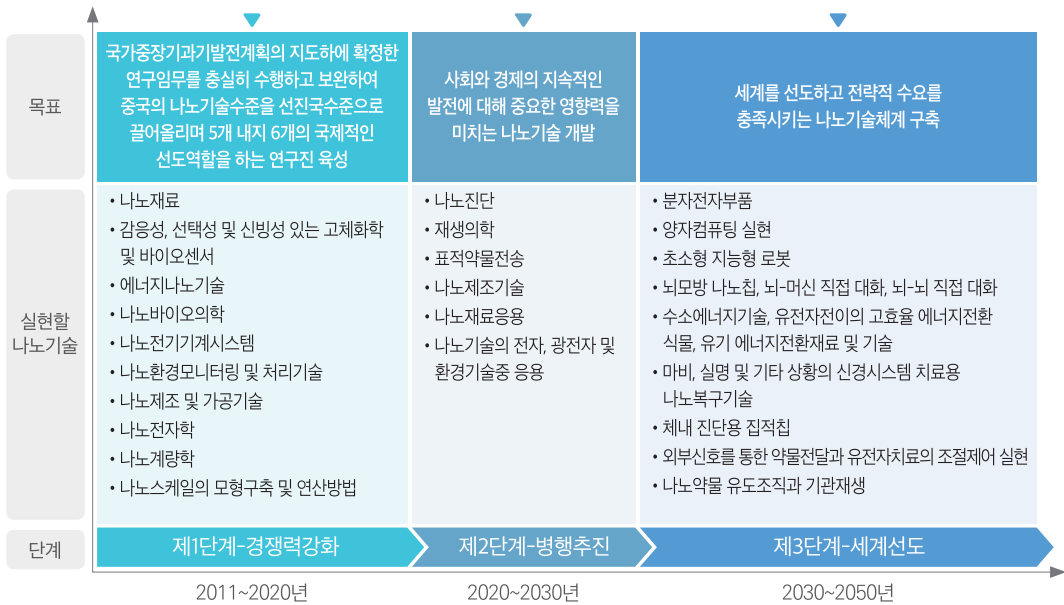
■ 중국의 2050 나노과기발전로드맵¹⁸⁾

중국과학원은 중국 과학기술 분야 최고의 학술기관이며, 과학기술의 발전을 선도하는 등 싱크탱크 역할을 수행하고 있다. 중국 정부가 2020년까지의 ‘중장기과학기술발전계획강요’를 출범한 이듬해인 2007년에 중국과학원은 전략연구의 영향이 미치는 십여 개의 핵심 분야에서 단기·중기만을 고려하는 것으로는 부족하다고 판단하고, 나노기술을 포함한 18개의 핵심 분야를 확정하여 2050년까지의 과학기술 발전로드맵 연구에 착수하였다. 로드맵 작성에 중국 최고의 과학자와 정보전문가 300여 명이 동원되었으며, 이 중 60여 명의 원사가 참여하고, 80여 개 연구기관이 참여하였다. 이 중 나노분야는 18명의 나노과기분야 전략연구팀을 구성하여 2020년, 2030년, 2050년의 3단계에 나누어 발전로드맵을 작성하고, 발전시키고자 노력하였다.

17) http://www.gov.cn/gongbao/content/2006/content_240244.htm

18) 중국과학원 나노과기분야전략연구팀(2011), 《中国至2050年纳米科技发展路线图》, 과학출판사

그림 2-11 중국의 2050년까지의 나노기술발전로드맵



※ 출처 : 중국과학원 나노과기분야전략연구팀(2011), 《中国至2050年纳米科技发展路线图》, 과학출판사

■ 5개년 과학기술발전계획

중국과학기술부에서 2006년 10월에 발표한 ‘국가 11차 5개년 과학기술발전계획’¹⁹⁾에서는 ‘재료 영역’을 중대한 국가 전략적 수요가 있는 기초연구의 하나로 지정하였다. 구체적으로 기초소재의 개질 및 최적화, 신소재 물리·화학적 특성, 마이크로화 및 인공메커니즘화, 집적화, 지능화 등에 근거하여 신소재를 탐구·설계·제조·가공하는 새로운 원리와 방법, 재료의 사용 거동과 환경의 상호 작용을 중점적으로 연구하는 방침을 제시하였다.

또한, 국가중대과학연구프로그램의 한 개 영역으로 ‘나노연구’를 지정하여, 중국 특유의 나노소재, 나노소자, 나노바이오·의학연구시스템을 구축하고 세계를 선도하는 여러 개의 연구그룹을 육성한다는 목표를 제시하였다. 그리고 나노소재, 나노소자의 설계·제조기술 개발, 나노수준의 상보성 금속산화막 반도체(CMOS)소자, 나노약물담체, 나노에너지변환소재, 환경정화재료 및 정보기록재료를 주요 연구 분야로 확정하여 추진하였다.

19) http://www.most.gov.cn/kjgh/kjfgzh/200610/t20061031_55485_3.htm

2011년 7월 4일에 발표한 ‘국가 12차 5개년 과학기술발전계획’²⁰⁾에서는 전략적 신흥 산업의 핵심적인 경쟁력을 강화하는 분야에 ‘신소재’를 포함시켰고, 나노소재, 지능형 재료 및 고온 합금재료 등 핵심기초재료를 적극적으로 발전시키고자 노력하였다. 2012년 2월, 과학기술부와 과학자연과학기금위원회가 공동 발표한 ‘국가기초연구발전 12.5 특별계획’에서는 나노과학과 재료과학에 관한 향후 발전 방향성을 제시하였다.²¹⁾ 이 중 나노과학에 관하여 나노소자와 나노바이오의학 분야의 연구를 강화하고 제어 가능한 나노구조와 나노소재 제조 및 특성 연구, 고분해능 나노 특성평가와 나노 구조 정량분석, 마이크로·나노소자, 에너지와 환경에 제공하는 나노 촉매재료, 에너지 절약기술과 바이오의약분야에서의 나노소재 응용 및 바이오 안전성 등 학제적 분야 연구를 중점적으로 지원하였다.²²⁾

국무원이 2016년 7월에 발표한 ‘13차 5개년 과학기술혁신계획’²³⁾에서는 국제경쟁력을 지닌 현대 산업기술체계 구축을 위한 핵심 분야에 ‘신소재기술’을 포함하였으며, 나노재료 및 부품, 3세대 반도체재료 등 신소재기술을 발전시켜 핵심기반산업, 전략적 신흥 산업과 국방건설의 신소재에 대한 중대한 수요를 충족시켜야 한다고 제시하였다. 이 중 나노재료 및 부품에 관하여 신형의 나노기능성재료, 나노 광전부품 및 집적시스템, 나노 바이오의료용 재료, 나노약물, 에너지나노물질 및 장치, 환경나노물질, 나노 안전 및 측정기술 등을 개발하고 나노재료의 대량 생산 및 부품가공의 핵심기술 및 표준 연구를 제정하여 시범사업을 강화하였다.

2

추진 전략 및 현황

중국 정부는 세계 과학기술의 선도자가 되기 위해 전략적 과학기술 역량 및 나노기초연구를 포함한 원천기술개발 역량 확충을 통한 선두주자 우위 확보에 집중하고 있다. 이와 관련하여 민생 개선, 지속 가능한 발전, 국가안보 및 전략적 이익 등 실제적 수요를 지향하여 현 단계 및 미래 성장 동력을 확보하기 위한 중점분야를 선정하여 지원하며, 국가중대과기특별프로젝트(’06~’20)와 과기혁신2030-중대프로젝트(’16~’30) 등 중·장기 중대프로젝트를 새롭게 기획하여 실시하고 있다.

20) http://www.gov.cn/gzdt/2011-07/13/content_1905915.htm

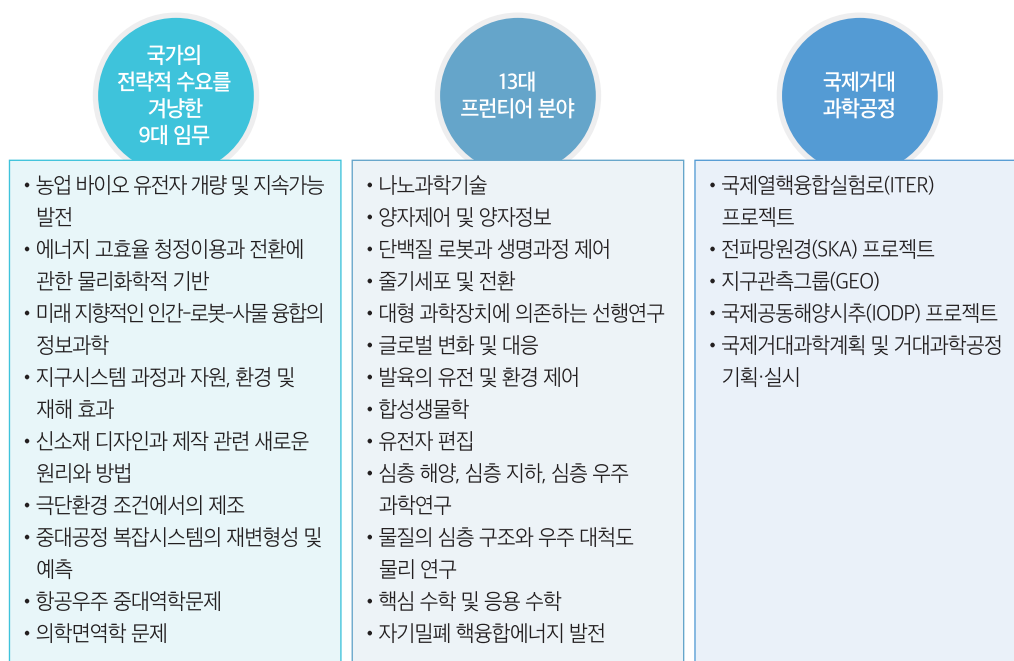
21) http://www.most.gov.cn/tztg/201206/t20120608_94902.htm

22) <http://www.most.gov.cn/tztg/201206/W020120608514402969801.pdf>

23) http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/gjkjgh/201608/t20160810_127174.htm

과기부는 기초 및 프런티어 분야의 연구개발을 강화하여 원천적 기술개발 능력을 확보하기 위해 R&D투자 대비 기초연구의 비중을 2015년의 5.05%에서 2020년의 10%로 확대하기로 하였으며, ‘13.5’기간 기초분야 중점지원사업에 ‘나노과학기술’을 ‘13대 프런티어 분야’의 하나로 확정하여 추진하고 있다.²⁴⁾

그림 2-12 ‘13.5’기간 기초분야 중점지원사업



※ 출처 : 한중과학기술협력센터(KOSTEC)(2017.02), “시진핑 정부의 과학기술 동향” 정책자료집

24) 한중과학기술협력센터(KOSTEC)(2017.02), “시진핑 정부의 과학기술 동향” 정책자료집

가. 주요 전략

■ 신소재산업발전지침²⁵⁾

과기부, 공업정보화부, 발전개혁위원회와 재정부가 제조 강국 및 국방과학공업을 지원하기 위한 원자재공급측 구조개혁을 강화하기 위해 공동 제정한 ‘신소재산업발전지침’에서는 ‘13.5’기간 핵심응용분야의 시급히 필요한 신소재, 프런티어 신소재 등 9대 중점임무를 확정하였다. 본 지침은 신소재기술과 정보기술, 나노기술, 스마트기술 등과 융합발전추세를 파악하고 원천혁신과 획기적인 기술혁신을 더욱 중요시하며 프런티어 기초연구 및 응용혁신을 강화하고 미래 신소재산업의 경쟁 고지를 선점할 것을 제시하였다.

이 중 나노물질을 ‘프런티어 신소재 선도공정’의 한 개 분야로 확정하여 지원하기로 하였으며, 주요 연구 분야는 다음과 같다.

그림 2-13 신소재산업발전지침의 주요 내용

‘신소재산업발전지침’에서 확정한 나노물질 연구 분야

- 나노물질의 규모화 제조수준 향상
- 구조가 뚜렷하고 모양·치수·구성이 균일한 나노물질 개발
- 분말나노재료의 도료, 건축자재 등 영역에서의 응용 확대
- 나노물질의 광전자, 신에너지, 바이오의료, 에너지절약 및 환경보호 등 응용 활성화

■ ‘13.5’ 재료분야 과기혁신특별계획²⁶⁾

중국 정부는 ‘13차 5개년계획’기간을 중국이 샤오강사회(의식주 문제가 해결된 사회)의 전면적 건설과 혁신형 국가에 진입하기 위한 결정적 단계로 간주하고 있다. ‘국가 중장기과학기술발전계획 강요(’06~’20)’, ‘국가 혁신주도형 발전전략 강요’ 및 ‘중국제조2025’를 관철하고, 재료분야 과기 혁신과 산업화발전을 촉진하기 위해 과기부는 2017년 5월에 “13.5’ 재료분야 과기혁신특별계획”을 발표하였다.

이 중 나노재료 및 부품에 관한 중점추진 분야와 6대 핵심기술별 추진할 세부 내용은 다음과 같다.

25) https://www.sohu.com/a/125117488_479771

26) http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/fgzc/gfxwj/gfxwj2017/201704/t20170426_132496.htm

나노재료 및 부품의 중점 추진분야와 6대 핵심기술

중점
추진분야

- ☑ 신형 나노기능성 재료, 나노 광전부품 및 집적시스템, 나노바이오의료용재료, 나노약물, 나노에너지물질 및 장치, 나노환경물질, 나노안전 및 측정기술 개발
- ☑ 나노재료 벌크제조 및 부품가공의 핵심기술과 표준화 확보, 시범응용 강화

01 그래핀 탄소재료기술

- ① 단층 박층 그래핀 분말
- ② 고품질 대면적 그래핀 박막 공업제조기술
- ③ 유연성 전자부품 대면적 제조기술
- ④ 그래핀 분말 고효능 분말
- ⑤ 복합 및 복합기술
- ⑥ 고촉매활성 나노탄소기반 재료 및 응용기술

03 에너지 전환 및 저장 나노재료기술

- ① 나노구조 제어 및 조립기술
- ② 유기·무기 고효율 복합기술
- ③ 고선택성 고전환효율 나노 촉매재료
- ④ 고성능 밀도 유전체, 열전, 태양광, 2차전지재료, 저원가 연료전지 촉매제, 경질 고용량 수소저장 메탄가스재료, 유연성 편집 가능한 슈퍼 커패시터 전극재료 등 나노재료 및 부품기술

05 전통산업 고도화 및 에너지절감 오염물 배출용 나노재료기술

- ① 나노기능성재료 저비용 제어성 청정제조기술
- ② 나노재료 고효율 단일분산 및 응용기술
- ③ 차세대 지능 에너지절감, 내부식 방지 표면처리 및 성능제어 관련 습식 화학기술
- ④ 나노변성 구조기능 일체화 복합재료 공정응용 기술

02 정보전자 나노재료기술

- ① 나노 무선 센서재료 및 부품
- ② 신형 MEMS 기계감응성 센서재료 및 부품
- ③ 웨어러블 유연성 및 극한환경사용 센서재료 및 부품
- ④ 차세대 전자 패키징용 높은 굴절률·전도성·열전도성·내습성·자외선 차단성·노화방지 등 투명 나노복합재료

04 나노바이오의료용재료기술

- ① 나노바이오의료용재료의 구조, 형태 제어성 제조기술
- ② 나노바이오의학 측정 진단기술
- ③ 나노약물 및 약물 지능 제어방출 및 타겟기술
- ④ 조직공정 스텐드, 나노재생의학 및 임플란트 나노 계면활성기술
- ⑤ 첨단조직기관 복구 및 대체제품, 나노바이오의료용재료 안전평가 및 품질 핵심기술

06 나노가공, 제조, 특성화, 안전평가, 표준기술 및 장비

- ① 나노스케일의 광전자력 등 물성측정 신규 원리, 방법, 기술, 장비와 플랫폼시스템
- ② 환경중 나노재료의 진화거동, 나노물질 및 조직, 장기, 표적세포, 표적분자 안전평가시스템
- ③ 나노재료표준, 나노재료 규모화 안정성 제조 및 가공 신규 장비시스템

※ 출처 : “13.5” 재료분야 과기혁신특별계획” 내용을 토대로 작성

나. 주요 사업 및 프로젝트

■ ‘나노연구’ 국가중대과학연구프로그램²⁷⁾

과기부는 ‘국가중장기과학기술발전계획강요’(06~20)’를 관철하기 위해 2006년부터 국가중대 과학연구프로그램을 추진하고 있다. 국가중대과학연구프로그램은 국가중점기초연구발전계획 (973계획)의 일부 사업으로, 초기에 나노연구, 단백질연구, 양자제어연구, 발육·생식연구 등 4개 영역을 지원하였으나, 2010년에 글로벌기후변화연구 및 줄기세포연구 등 2개 영역을 추가하여 총 6개 영역으로 지원 범위를 확장하였다.

27) <https://baike.baidu.com/item/国家重大科学研究计划/3328843?fr=aladdin#4>

과기부가 공개한 2014년도 ‘나노연구’ 영역의 주요 지원방향은 ‘나노재료 및 구조 중의 기초 문제’, ‘나노가공방법, 측정 및 표준’, ‘나노정보부품 및 집적(C유형)’, ‘나노바이오 및 의약(C유형)’, ‘환경나노물질 및 기술’, ‘에너지나노물질 및 기술’이며, 구체적인 연구과제는 매년 새롭게 입안하여 지원하고 있다. 2014년 중국 과기부문의 프로그램 체제 개혁의 추진으로 기존의 973계획, 863계획 등을 통합시킨 국가중점연구개발계획이 2016년부터 본격적으로 실시됨에 따라, 본 ‘나노연구’ 국가중대과학연구프로그램 역시 국가중점연구개발계획에 일괄적으로 포함하여 추진하고 있다. 2006년부터 2017년까지 국가중대과학연구프로그램을 통해 나노연구 영역에 투입된 중앙재정 지원경비는 다음과 같다.

표 2-16 국가중대과학연구프로그램을 통해 ‘나노연구’ 영역에 투입된 연도별 지원경비 (단위 : 만 원)

연도	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
투입 경비	7,399	14,083	11,882	24,005	34,889	42,353	34,905	35,587	35,963	42,985	28,646	8,497

※ 출처 : 국가통계국 사회과기·문화산업통계사(司)(2019.12), “중국과기통계연감(2019)”, 중국통계출판사

■ 국가중점연구개발계획 ‘나노과학기술’ 중점특별프로젝트

과기부, 교육부, 중국과학원은 나노과학기술의 국제경쟁력을 확보하고 관련 연구성과의 사업화를 촉진하기 위해 ‘국가중장기과학기술발전계획강요(’06~’20)’의 배치와 국무원의 ‘중앙재정과학기술 프로그램(특별프로젝트, 기금 등) 관리개혁심화방안’에 따라 관련 전문가팀을 구성하여 ‘나노과학기술’ 중점특별프로젝트 실시 방안을 매년 편성하여 2016년부터 지속적으로 실시하고 있다. ‘나노과학기술’ 중점특별프로젝트의 3가지 목표와 7가지 주요 추진 분야는 다음과 같다.

그림 2-15 ‘나노과학기술’ 중점특별프로젝트의 목표 및 추진 분야

목표 01	목표 02	목표 03
☑ 중요 원천혁신과 응용성과를 올려 자주혁신 능력 및 연구성과의 국제경쟁력을 높이며, 일부 상위 분야에서 중요한 성과 창출 ※ 나노척도의 초고해상도 특징기술, 신형 나노정보재료 및 부품, 나노에너지 및 환경기술, 나노구조재료의 공업화 변성, 신형 나노약을 개발 및 산업화 추진	☑ 중국 나노과학기술의 국제 선두수준을 확보하기 위해 노력, 일부 영역에서 선도역할을 하며, 중요한 영향력이 있는 연구진 양성	☑ 기초연구와 응용연구와의 연계 강화, 관련 산업의 발전 선도, 국가지정 나노연구기관과 혁신사설의 건설 가속화, 나노산업발전 촉진, 관련 연구 및 응용시범기지 발전 선도
주요 추진분야 ① 신형 나노제조 및 가공기술 ② 나노특성화 및 표준 ③ 나노바이오의약	④ 나노정보재료 및 장치 ⑤ 에너지나노물질 및 기술	⑥ 환경나노물질 및 기술 ⑦ 나노과학 중대기초연구 등

과기부는 2016년부터 2019년까지 ‘나노과학기술’ 중점특별프로젝트와 관련하여 7대 추진 분야에 도합 103건의 연구과제를 지원하였다. 과기부 하이테크연구발전센터(高技术研究发展中心)는 지난 2016~2018년 3년간 나노과학기술 과제에 총 17억 위안의 예산이 지원되었다고 대외에 공개하였다.²⁸⁾ 그중 2016년 26개의 연구방향의 43건의 연구과제(청년과학자프로젝트 10개 포함)가 입안되어 추진되었고, 2017년 28개의 연구방향의 연구과제(청년과학자프로젝트 10개 포함) 38건이 입안되어, 10.3억 위안의 연구비용이 지원되었다. 2018년 11개 연구방향의 연구과제(청년과학자프로젝트 4개 포함) 15건이 입안되어, 2.2억 위안의 연구비용이 조달되었으며, 2019년 6개 연구방향의 연구과제(청년과학자프로젝트 3개 포함) 7건이 입안되어, 1.0억 위안의 연구비용이 지원되었다.²⁹⁾

표 2-17 2016~2019년 입안되어 지원한 ‘나노과학기술’ 중점특별프로젝트

연도 과제 연구분야	2016년	2017년	2018년	2019년
	43건 (4.5억 위안)	38건 (10.3억 위안)	15건 (2.2억 위안)	7건 (1.0억 위안)
① 신형 나노제조 및 가공 기술	① 신형의 탄소나노물질 제조 및 광전기능연구 ② 특수기능을 지닌 유기 나노물질의 자기조립 ③ 나노가공 및 신기술 구축	① 신형의 나노금속구조재료 ② 유기나노광자재료의 제어가능한 조립 및 장치 통합 ③ 우주응용을 위한 나노복합물질의 제조 및 실용화 ④ 이동성이 높은 유기반도체 나노 기능성물질의 제어가능한 제조 및 성능제어	① 탄소나노튜브의 정렬된 거시적 기능화 및 극한 조건에서의 응용 ② 새로운 나노구조장치 및 통합시스템의 제조 기술 및 응용	① 신형의 나노 엔트로피 합금의 나노구조디자인, 제조, 성능 및 다척도 역학성능 시뮬레이션
② 나노특성화 및 표준	① 나노구조의 원위치, 실시간 및 동적 극한 해상도 특성분석방법 ② Cross-scale 물리화학적 특성측정기술 ③ 나노기술표준 및 표준 견본 ④ 나노척도의 물리적특성 및 수송특성측정기술	① 새로운 나노물질의 고효율 구조 최적화 및 기능 예측 ② 단일분자장치를 위한 원위치 고감도 측정기술 ③ 나노일차구조 및 그 기본물리적 상호작용의 고해상도 특성화 및 분광학 특성화기술	① 나노촉매 기기학습 및 동적 시뮬레이션 ② 주파수대역 및 시간 영역에서 벗어난 나노 구조의 동력학적 특성	① 나노구조와 나노박막의 멀티변수 양전자분광법 (positron spectroscopy) 특징 신규 방법

28) <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1600700654111968203&wfr=spider&for=pc>29) <https://mp.weixin.qq.com/s/4DWeK-epzCnsPY7NCzIXdg>

연도 과제 연구분야	2016년	2017년	2018년	2019년
	43건 (4.5억 위안)	38건 (10.3억 위안)	15건 (2.2억 위안)	7건 (1.0억 위안)
③ 나노바이오 의약	① 악성종양 등 중대질환의 나노검출 및 체외진단 ② 심장혈관 및 뇌혈관 질환의 즉각적 진단, 효과적 중재를 위한 나노기술 ③ 중대질병에 대한 새로운 나노치료기술 ④ 신형의 나노약물 개발 ⑤ 나노 생물학적 효과 및 안전성 ⑥ 조직복구용 나노하이브리드재료	① 병원체의 나노검출 및 체외진단 새로운 방법 ② 악성종양 등 중대질환의 임상진단 치료에서의 나노기술응용 ③ 악성종양의 조기진단을 위한 체외검출용 나노물질, 장치 및 기술 ④ 새로운 항종양 나노약물 및 제조 핵심과학문제 ⑤ 나노물질 유사효소효과 및 혈액학적 질환의 임상진단 및 치료에의 응용 ⑥ 나노기술의 중앙미세환경 제어 및 새로운 나노약물	① 명확한 임상 적응증이 있는 기능성 나노구조 물질의 메크로제조 및 임상진단 및 치료 기술 ② 생체 적합성 나노표면/인터페이스 제어 원리 및 생체의학 응용	① 후성유전적(epigenetic) 제어성 ② 중요 활성 생물종의 나노측정 및 응용
④ 나노정보 재료 및 장치	① 나노전자부품 및 그 통합 ② 탄소기반나노전자부품 및 통합 ③ 진공 마이크로/나노전자부품 ④ 나노이미징 광전자장치 ⑤ CMOS 호환성 테라헤르츠원, 감지 및 어레이 이미징 ⑥ 신형의 2차원 원자결정 재료 및 부품 원리	① 표면플라즈몬의 고효율 광열변환 메커니즘 및 프로토타입장치 ② 높은 시공간 해상도의 생물학적 정보 마이크로나노전극어레이 및 광전시스템통합 ③ x선 회절분광법 및 이미징 나노장치 및 통합 ④ 고밀도 교차 어레이구조의 새로운 메모리장치 및 통합 ⑤ 나노 로직 연산장치 ⑥ 저차원 이질구조의 자성 및 수송특성 제어 및 그 마이크로/나노장치 ⑦ 마이크로나노구조의 실리콘기반 하이브리드 통합 광대역 고속광메모리칩	① 다중필드 커플링 나노 이질구조 광전자장치에 대한 기초연구 ② 고성능 원적외선 레이저 및 검출 이미징 칩 및 그 응용	① 신형의 나노구조 서브 밀리미터파 방사원과 탐지장치 및 집적기술
⑤ 에너지나노 물질 및 기술	① 고성능 에너지변환 나노물질 및 기술 ② 나노 에너지저장물질 및 장치 ③ 나노에너지장치 및 자가운전시스템 ④ 자원 소분자 촉매변환을 위한 나노특성 및 고효율 촉매제 개발	① 화학에너지변환을 위한 핵심나노 물질 및 장치 ② 고효율 유기 나노박막 태양광재료 및 대면적장치의 제조 ③ 새로운 화학에너지저장을 위한 나노물질 및 새로운 시스템 ④ 고부가가치 정밀화학제품을 위한 다상 나노촉매재료 및 엔지니어링 ⑤ 생체에너지변환을 위한 나노물질 및 장치	① 고에너지저장 투명 플렉서블 유기-무기 나노 복합 광학기능성 필름 및 메크로 제조기술	① 차세대 연료전지 나노 촉매재료 및 부품
⑥ 환경나노 물질 및 기술	① 대기환경탐지 및 처리를 위한 나노기술 ② 수중오염물질 탐지 및 처리를 위한 나노기술	① 토양 유기오염제어 및 고효율 복구를 위한 나노재료 및 기술 ② 전형적인 오염물질 탐지를 위한 나노물질 및 기술 ③ 수중 오염물질의 심층처리를 위한 나노물질 및 기술	① 산업공급원으로부터 휘발성 유기 황화물의 처리 및 자원화 이용을 위한 나노물질 및 기술	① 미세입자형 공업 위험 폐기물중 독성 중금속의 고효율 분리 및 회수에 관한 나노기술

※ 출처 : 과기부 홈페이지에 게재된 2016~2019년 '국가중점연구개발계획 '나노과학기술' 중점특별프로젝트' 내용을 토대로 작성

■ 2020년 중점 추진과제³⁰⁾

2020년에 추진될 연구과제 역시 전년도와 마찬가지로 ‘신형 나노제조 및 가공기술’, ‘나노특성화 및 표준’, ‘나노바이오의약’, ‘나노정보재료 및 장치’, ‘에너지나노물질 및 기술’, ‘환경나노물질 및 기술’ 등 6개 연구 분야를 우선적으로 지원할 예정이다. 중앙정부의 지원예산은 약 7,500만 위안이며, 그중 청년과학자프로그램 2~3건을 지원하여 약 1,500만 위안의 예산이 지원될 예정이다.

2020년에 지원 예정인 ‘나노과학기술’ 중점특별프로젝트의 주요 연구 분야별 핵심기술의 연구 내용과 목적은 다음과 같다.

1

신형 나노제조 및 가공기술

유기·무기 나노복합열관리재료 제조 및 응용

나노재료의 범규모적 정밀 조립 및 유기·무기 나노복합재료 정밀 제조, 재료 공극도 및 계면구조 조절, 열전도/열용량/엔탈피(enthalpy) 등 열관리 특성 제어를 통해 다중 레벨 나노복합재료 제어 가능한 제조 신기술 및 새로운 방법을 개발한다. 예를 들면 매우 큰 비표면(specific surface)과 풍부한 기공(pore) 구조를 보유한 자가조립 나노복합 다공재료, 강화(enhanced) 방사열전달재료, 나노공정화 표면열음제어재료, 무기 각(shell) 상변화 마이크로캡슐의 고효율적 냉원(cold source) 등이 포함된다. 해당 재료는 단열, 열교환, 방열, 냉동 등 다양한 응용수요를 충족시키는 거시적 스케일의 복합열관리재료로서 사용의 안정성 및 신뢰성을 갖추어야 한다.

2

나노 특성화 및 표준

금속 나노복합구조 초고속 전자빔 펄스 여기 분광학적 특성화 신규 방법

초고 공간분해능, 초고속 시간분해능, 초정밀 운동량 분해능 등을 동시에 보유한 100kV 전자빔 펄스 여기 귀금속/매질복합 나노구조 분광학적 특성화 방법을 개발한다. 초고속 전자빔 펄스가 귀금속/매질복합 나노구조 요소에서 여기하는 계면 전하이동을 이용해 나노스케일의 동적 측정을 달성한다. 귀금속/매질복합 나노구조의 방사선 발광(radioluminescence), 에너지 전송, 운동량 및 각운동량 전달 등 물리적 메커니즘을 정량적으로 기술함과 아울러 금속나노구조 광자 국지상태(localized states) 밀도의 재료 발광효율 조절을 직접적으로 특성화한다.

3

나노바이오의약

표적화 종양전이 핵심 네트워크 노드 분자의 프로그래머블 나노약물

유방암, 결직장암 및 췌장암 등의 전이 재발을 연구대상으로 종양전이 발생·진행의 동력학, 후성유전학 및 대사체학 등 특성을 결합하여 원위치 조립, 생리조절 및 미세환경 응답 등 기능을 보유한 나노생체재료를 설계 및 합성한다. 프로그래머블 나노약물을 구축하고 해당 약물의 종양전이 차단 면역 및 대사 등 다중 계층 신호경로, 종양세포 침입 및 전이 억제, 휴면 종양줄기세포의 줄기세포 특성 조절, 종양전이 미세환경 역전 등을 연구한다. 시스템생물학 및 시스템의학의 관점에서 그 분자 메커니즘을 규명하고, 다기능 통합 종양면역치료 및 표적화 치료 새전략을 고안하며, 관련 나노약물의 안전성 평가 신규 방법 및 신기술을 개발한다.

30) https://www.sohu.com/a/343707954_472924

4

나노정보재료 및 장치

고주파 초음파 시스템 신형 나노구조재료 및 장치

주기적 나노구조 및 주파수가 20MHz보다 큰 고주파 초음파 상호작용의 물리적 메커니즘을 규명한다. 신형 나노구조 고주파 초음파재료를 설계하고 다양한 재료의 나노구조 기본요소 크기, 형태 및 주기성 그리고 등가 질량밀도, 등가 계수 등 재료의 음향학적 파라미터의 구조-효과 관계를 연구한다. 마이크로나노구조에서의 비선형 음향학 효과 및 고조파 발생 메커니즘을 규명한다. 가제어 자가조립 나노구조 고주파 초음파 재료·장치 제조 및 특성화 기술을 개발한다. 고주파 초음파 이미징 및 조절시스템에 사용가능한 초박렌즈 및 초음파 절연 코팅층을 개발한다. 수중음향환경에서의 고주파 초음파 변조 관련 이론 연구 및 실험적 시연을 추진한다.

5

에너지나노물질 및 기술

석유탄화수소 분해 저탄소 올레핀의 고생산성 나노물질 개발 및 공정시범응용

석유화학공업 중대 핵심과제인 증기분해 및 촉매분해를 통한 올레핀 제조에서 에너지절약 소모저감의 절실한 수요를 감안해 석유자원의 고효율적 이용 효율을 향상시키고 고온분해활성을 보유한 나노재료의 이론적 설계방법을 개발하며 활성나노재료 및 대량 생산 신기술을 개발함과 아울러 공정시범응용을 달성한다. 활성나노재료의 자유기 열분해 및 카르보늄 이온 촉매분해 작용 메커니즘 및 조절법칙을 규명하고 활성나노재료 협동분해 차세대 에너지절약형 석유에서 올레핀 생산기술을 개발한다.

6

환경나노물질 및 기술

폐수 고도처리 및 독성 저감에 사용될 나노물질 및 기술

화학공업폐수 중 유기오염물 고도제거 및 독성 저감 관련 핵심 과학문제를 둘러싸고 화학공업폐수 처리·재활용의 요구 및 환경위험 감소 목표를 충족시키는 나노물질 기반의 고속대량 전기전도분리막 제조기술을 개발하고 전기전도분리막을 핵심으로 하는 전기화학 조절형 폐수 고도처리 신공법을 구축함과 아울러 고도산화 등 기술과 결합하여 막오염 방지 및 독성 유기오염물 고효율적 제거를 구현하는 등 화학공업폐수 고도처리 자원화 이용에 활용한다.

이러한 중국의 나노기술 개발을 위한 노력을 발판으로, 이미 양적으로 세계 1위를 차지하고 있는 중국의 나노기술은 향후 급격한 발전을 이룩할 것으로 사료된다.

작성자 송영란(한중과학기술협력센터(KOSTEC) 팀장)



제4절



1

개요

유럽집행위원회(European Commission)는 1980년대 이후 통합의 범위를 확장하기 시작하였다. 그 중 연구개발 분과위는 기존의 프로그램들을 보다 일관성 있는 방법으로 추진하기 위한 전략적 도구로 프레임워크 프로그램(Framework Programme, FP)을 제안하였다. 이러한 배경 하에, EU의 첫 번째 연구개발 프레임워크 프로그램은 1983년에 채택되었으며, 그 이후로 EU의 과학기술 연구개발비 지원은 프레임워크 프로그램을 통해서 이루어져 왔다.

프레임워크 프로그램의 구조는 시기별로 조금씩 차이가 있는데, 기본적으로는 복수의 추진 목표 혹은 주축(pillars)이 제시되고 이 목표들을 달성하기 위한 활동 계획이 수립된다. 예컨대 현재 진행 중인 제8차 프레임워크 프로그램인 Horizon2020은 ‘우수연구 지원(Excellent Science)’, ‘산업 리더십 강화(Industrial Leadership)’, ‘사회적 과제 해결(Societal Challenges)’이라는 세 가지 추진 목표들을 가지며, 산업 리더십 강화라는 목표를 달성하기 위한 활동 영역들 중에 하나로 ‘혁신 산업 기술 리더십 강화’가 있다. 그리고 이 혁신 산업 기술 그룹 내에 나노기술 분야가 포함된다.

나노기술 분야 내에서 여러 연구 주제들이 제시되며, 연구자가 제시된 연구 주제에 맞는 연구를 제안하고 그 제안이 채택되면 연구비를 지원받아 해당 연구를 진행하는 것이 EU 프레임워크 프로그램의 기본 작동 원리이다.

표 2-18 제1~9차 EU 프레임워크 프로그램(FP) 기간 및 예산 규모

구분	프로그램 기간	예산(억 유로)	예산증가율(연간)
1차	1983~1987년	37.5	-
2차	1987~1991년	54	44.0%
3차	1991~1994년	66	22.2%
4차	1994~1998년	132	100.0%
5차	1998~2002년	149.6	13.3%
6차	2002~2006년	163	8.9%
7차	2006~2013년	505	77.0%
8차(Horizon2020)	2013~2020년	786	55.6%
9차(Horizon Europe)	2020~2027년	1,000	27.2%

나노기술 분야는 제6차 프레임워크 프로그램(FP6)에서 EU의 우선 지원 분야로 지정된 이후 현재에 이르기까지 EU의 핵심 정책 분야로 자리 잡았다. 나노기술 분야에 대한 EU의 초기 정책이 기술 발전에 중점을 두었다면, 현재에 이르러서는 기술의 안전성 확보 및 다른 분야와의 협력을 통한 시너지 효과 창출을 더 강조하고 있는 상태이다.

2

EU 나노기술 정책의 이해

※ 제5~7차 프레임워크 프로그램 기간의 나노기술 관련 정책

가. FP5 기간 중 나노기술 지원

EU의 나노기술 분야 연구지원은 제5차 프레임워크 프로그램(FP5)부터라고 볼 수 있다. 해당 프로그램은 1998년부터 2002년 사이에 약 149억 유로의 예산을 가지고 진행되었으며, 이때부터 나노기술 분야의 프로젝트들이 지원 과제 목록에 이름을 올리기 시작했다.³¹⁾

31) Aida Maria Ponce Del Castillo(2010), "The EU Approach to regulating Nanotechnology.", European Trade Union Institute, 11~12쪽.

FP5의 지원을 받은 나노기술 분야 프로젝트들은 NANOFORUM(나노기술 연구 성과를 알리기 위한 인터넷 플랫폼), NANOSAFE 1,2(나노물질의 안전한 생산 및 사용), IMPART(나노물질이 인체건강과 환경에 미치는 영향에 대한 이해도 제고), NANOCAP(나노기술의 윤리적 측면, 인체 및 환경 위험도 측정) 등이다.

나. FP6 기간 중 나노기술 지원

EU의 나노기술 정책이 본격적으로 수립되기 시작한 것은 FP6부터라고 볼 수 있는데, 이 프로그램 내에서 나노기술 분야가 EU의 중점 지원대상이 되었기 때문이다. FP6에서 EU는 ‘유럽 연구 분야의 통합과 역량강화(Intergrating and Strengthening the Era)’라는 프로그램 하에 7개 주제별 우선순위³²⁾를 선정하였으며, 이 중에 나노기술 분야가 포함되어 있다. 이에 따라 나노·재료·공정 분야(NMP 분야)에 약 14억 2천 9백만 유로의 예산이 투입되었다.³³⁾

당시 EU의 나노기술 정책의 방향은 2004년 유럽집행위원회의 ‘유럽 나노기술 전략(Towards a European Strategy for Nanotechnology)’을 보면 알 수 있다. 집행위원회는 나노기술 분야의 발전을 위한 다섯 가지 동력을 제시하였는데, ‘연구개발의 모멘텀 형성(Research and Development: building the momentum)’, ‘연구개발의 인프라 구조 마련(Infrastructure: European “Poles of Excellence”’, ‘나노기술 분야의 인재양성(Investing in human resources)’, ‘연구 분야에서 산업 분야로의 기술이전 촉진(Industrial innovation, from knowledge to technology)’, ‘연구개발 초기부터의 사회적 영향력 고려(Integrating the societal dimension)’이다.³⁴⁾

당시 집행위원회는 EU의 나노기술 분야에 많은 기술적 해결 과제가 존재한다는 인식 하에 연구개발 분야에 지속적인 투자가 필요하다고 보았다. 그리고 투자의 주요 대상으로서 EU의 과학기술정책 담당자들이 제시한 것은 산업연관성이 높고 다양한 분야 간의 융합이 이루어지는 EU 커뮤니티 레벨의 연구이다.

EU의 지원을 받는 연구는 궁극적으로 유럽 시민사회의 이익에 기여할 수 있는 성과를 생산해야 할 책임이 있다. 이에 따라 EU는 가능한 ‘부를 창출할 수 있는 제품’의 생산으로 이어질 수 있는 기술개발을 목표로 하는 연구, 다시 말해 산업연관성이 높은 연구를 강조한다.

32) 7개 주제별 우선순위 : (1) Life sciences, Genomics and Biotechnology for Health, (2) Information Society Technologies, (3) Nano-technologies and nano-sciences, knowledge-based multifunctional materials, new production processes and devices. (4) Aeronautics and Space, (5) Food Quality and Safety, (6) Sustainable Development, Global Change and Ecosystems, (7) Citizens and Governance in a knowledge-based society

33) European Commission(2002), “The Sixth Framework Programme in Brief.”, 6~7쪽.

34) European Commission(2004), “Towards A European Strategy for Nanotechnology.”

나노기술은 재료, 건강, 환경 등을 비롯한 많은 분야에서 기술혁신을 유도하는 동력이 될 수 있다. EU는 이러한 나노기술의 특성을 인식하고, 이의 잠재력을 최대한 끌어낼 수 있도록 다양한 분야와의 협력 연구를 장려하였다. 이러한 프로젝트들을 통합프로젝트(Integrated Projects, IP)로 구분하였으며, 이러한 프로젝트의 생성을 촉진하기 위한 네트워킹 프로그램(Networks of Excellence, NE)을 지원하였다.³⁵⁾

나노기술 분야에 대한 EU의 정책 전략이 담긴 해당 문서에서 집행위원회는 국가·지역 단위의 연구도 중요하지만, 이보다 EU 커뮤니티 단위의 연구들이 각 국가 및 각 분야의 가장 우수한 연구자들 간의 협력을 유도하는 것이 기술혁신을 이루기에 더 유리하다고 보았다. 집행위원회는 이러한 관점에서 국가·지역 단위의 연구지원활동을 조율하여 ‘다자간 협력’을 유도하는 ERA-NET과 같은 이니셔티브들을 강조하였다.³⁶⁾

또한, EU는 나노기술 분야의 빠른 발전을 위해서는 실험 도구, 장비, 시설 및 관련 서비스에 대한 투자가 중요하다고 보았다. 하지만 앞서 말한 바와 같이 나노기술은 그 적용 범위가 광대하여 시설 투자의 대상을 특정하기가 쉽지 않다. 다시 말해, 나노기술 관련 장비 및 시설 투자에 대한 막대한 수요에 비해 투자 예산은 한정되어 있다. 이에 EU는 지역 단위의 연구소에 대한 투자도 하되, 관련 예산의 대부분을 프랑스의 MINATEC, 벨기에의 IMEC, 스웨덴의 MC2 연구소와 같은 국제공동연구센터에 투자하여 그 효과의 극대화를 도모하였다.³⁷⁾

그뿐만 아니라, 기술 분야의 장기적인 발전을 위해서는 좋은 장비나 시설에 더해 유능한 연구자들이 필요하다. EU는 나노기술 분야의 미래 연구 인력의 양성을 위해서 각 국가의 대학 학부 및 대학원에 나노기술에 대한 ‘학제적 접근’이 가능한 교육 과정 및 프로그램의 마련을 권장하였다.³⁸⁾

EU의 과학기술정책이 연구실에서 산업 시설로의 기술 이전을 지속적으로 강조하는 이유는 EU의 지원을 받은 과제가 시민사회의 이익에 기여해야 한다는 원칙으로부터 쉽게 도출된다. 그리고 EU가 이러한 기술 이전을 촉진하는 방법은 기술 상용화를 위한 제도적 틀, 다시 말해 규제 장치를 마련하는 것이다.³⁹⁾

나노기술과 같은 소위 첨단기술들은 오히려 관련 규제가 없기 때문에 상용화가 저지될 수 있다. 기술이 상용화되기 위해서는 정부의 승인을 받아야 하는데, 승인의 판단 기준이 되는 규제 장치 없이는 승인을 받을 수가 없기 때문이다. 혹은 규제 장치가 존재하더라도 그 내용이 국가 및 지역별로 상이하다면, 이 또한 기술 이전의 장애물이 될 수 있다. 이에 EU는 규제 장치를 만드는데 필요한 지식들을 제공할 나노물질의 안전성 및 위험 평가에 대한 연구들을 지속적으로 지원하고, EU 내 공통

35) European Commission(2004), "Towards A European Strategy for Nanotechnology.", 10~11쪽.

36) European Commission(2004), "Towards A European Strategy for Nanotechnology.", 11쪽.

37) European Commission(2004), "Towards A European Strategy for Nanotechnology.", 13쪽.

38) European Commission(2004), "Towards A European Strategy for Nanotechnology.", 14~17쪽.

39) European Commission(2004), "Towards A European Strategy for Nanotechnology.", 20쪽.

규제 기준을 마련하기 위한 정부 간 협력을 촉진해 왔다.

이러한 관점에서 보면 EU가 연구자들에게 연구 초기단계에서부터 사회적 영향력을 고려하여 책임감 있는 연구를 수행하도록 요구하는 것은 나노기술이 가진 잠재적 위험성으로부터 시민들을 보호할 뿐만 아니라 나노기술에 대한 시민들의 신뢰를 확보하여 향후 기술 상용화를 위한 사회적 기반을 형성하는 효과도 기대할 수 있다.

나노물질에 대한 EU 차원의 법률적 규제는 2007년에 발효된 ‘화학물질의 등록, 평가, 승인 및 제한에 관한 규정(REACH regulations)’, ‘분류, 라벨링 및 포장에 관한 규정(CLP regulations)’을 비롯하여 나노물질이 포함된 식품, 화장품 등의 제품 생산 및 취급에 관한 법률들을 통해 이루어졌다.⁴⁰⁾

하지만 나노물질이 가지는 특성이 충분히 이해되지 못한 상황에서 기존의 규제 기준만으로는 나노물질의 취급이 야기할 수 있는 잠재적 위험을 예방하기 어려울 수 있다. 이에 EU는 ‘책임감 있는 나노기술 연구를 위한 행동 강령(A Code of Conduct for Responsible Nanosciences and Nanotechnologies Research)’을 배포하여 각 국가의 정부, 연구 지원기관 및 연구자들이 나노기술의 안전한 발전을 도모하기 위한 가이드라인을 제공하였다.⁴¹⁾

해당 가이드라인이 제시하는 일곱 가지의 기본 원칙은 다음과 같다. 첫째, 나노기술 분야의 연구 활동은 시민사회 및 그 구성원들의 삶의 질 향상에 기여해야 한다. 둘째, 나노기술 분야의 연구 활동은 안전하고 윤리적이어야 하며, EU의 ‘지속가능한 발전 목표’에 기여해야 한다. 셋째, 나노기술 분야의 연구 활동은 연구 결과가 인체 및 환경에 미칠 수 있는 영향을 미리 고려하는 예방주의 원칙을 준수해야 한다. 넷째, 나노기술 분야의 거버넌스(governance)에는 모든 관계자가 참여해야 한다. 다섯째, 나노기술 분야의 연구 활동은 연구 윤리의 준수를 비롯한 모든 영역에서 탁월해야 한다. 여섯째, 나노기술 분야의 거버넌스는 연구자가 창의력을 발휘할 수 있는 환경 조성을 위해 노력해야 한다. 끝으로, 연구자 및 연구 관련 기관은 연구의 결과가 인체 및 환경에 미칠 수 있는 영향에 대해 책임 의식을 가져야 한다.

40) Aida Maria Ponce Del Castillo(2010), "The EU Approach to regulating Nanotechnology.", European Trade Union Institute, 19-24쪽.

41) European Commission(2009), "A Code of Conduct for Responsible Nanosciences and Nanotechnologies Research."

다. FP7 기간 중 나노기술 지원

나노기술 분야를 지원하는 정책의 목표와 전략은 EU의 제7차 프레임워크 프로그램에서 큰 변화 없이 유지된다. 즉, EU는 높은 부가가치를 창출할 수 있는 기술의 개발과 이의 산업 부문으로의 이전을 지원하고, 나노기술 분야의 미래를 담당할 연구 인력을 양성하며, 나노기술의 안전하고 책임감 있는 개발 및 사용을 도모하였다. 다만 지원 강도의 측면에서 보면 이전 프로그램과 확연히 구별되는데, FP6 아래에서는 444개의 프로젝트가 4년간 약 15억 유로의 지원을 받은 데 비하여 FP7의 경우 799개의 나노기술 분야 프로젝트가 7년간 약 46억 유로의 지원을 받았다.⁴²⁾ 이러한 변화는 첫째로 FP7의 전체 예산 규모가 커졌기 때문이며, 둘째로는 다양한 기술 분야에서 나노기술에 대한 수요가 증가한 것에 기인한다.

2008년 유럽의회는 ‘유럽경기부흥계획(European Economic Recovery Plan)’을 채택하였는데, 이 계획은 제조, 건설, 자동차 분야의 기술 개발을 위한 투자 증대를 제안하였다. 이에 FP7은 2010년에 세 가지 공공-민간 파트너십(Public-Private Partnerships, PPPs)을 발족하여 ‘미래형 공장(Factories of the Future)’, ‘고에너지효율 건물(Energy-efficient Building)’, ‘녹색 자동차(Green Car)’의 세 가지 분야 간 협력 이니셔티브들을 프로그램 내에 추가하였다.⁴³⁾ 이 때 FP7의 나노기술 분야 프로그램은 이 세 가지 이니셔티브들 모두에 기여하기 위한 프로젝트들을 추가로 모집하였는데, 이는 나노기술의 수요가 그만큼 증가했다는 것을 보여준다.

3

EU 나노기술 정책 현황

가. Horizon2020과 나노기술

EU의 제8차 프레임워크 프로그램인 Horizon2020은 2014년에 개시되어 올해 2020년 말에 종료된다. 이 프로그램은 ‘우수연구 지원(Excellent Science)’, ‘산업 리더십 강화(Industrial Leadership)’, ‘사회적 과제 해결(Societal Challenges)’이라는 세 가지 추진 목표를 가지며, 이를 위해 약 786억 유로를 투입하였다.⁴⁴⁾

42) European Commission(2015), “Ex Post Evaluation and Impact Assessment of Funding in FP7 NMP Thematic Area.”, 21쪽.

43) European Commission(2011), “FP7 NMP Work Programme 2012.”, 7-8쪽.

44) European Commission(2019), “Factsheet : Horizon 2020 Budget.”

추진 목표 중 ‘산업 리더십 강화’는 ‘혁신 산업 기술 리더십 강화(Leadership in enabling & industrial technologies)’, ‘위험 투자 지원(Access to risk finance)’, ‘기초연구 혁신 지원(Innovations in SMEs)’의 세 가지 세부 활동 목표가 설정되었다. 이 중 혁신 산업 기술 리더십 강화 대상 분야 중에 나노기술·재료·바이오기술·제조·공정 기술 분야(NMBP 분야)가 위치한다.⁴⁵⁾

Horizon2020의 NMBP 분야 프로그램 구성을 보면, FP7 진행 중에 나노기술·재료·공정 분야(NMP 분야)에 추가되었던 ‘미래형 공장’과 ‘고에너지효율 건물’ 관련 연구가 본 프로그램 안에 자리를 잡았다. 이에 더하여 바이오·의학 기술, 비-배터리 기반 에너지 저장 기술 분야가 프로그램에 포함되었다. 결과적으로 Horizon2020 프로그램 내에서는 나노기술 관련 분야의 비중이 매우 높아졌다고 볼 수 있다.⁴⁶⁾

NMBP 분야의 프로젝트 모집 부문은 ‘미래 산업 기반 마련’, ‘유럽 산업 변환’, ‘산업 지속성’으로 부문별 연구 주제와 예산은 다음과 같다.⁴⁷⁾

■ 미래 산업 기반 마련

이 부문의 활동은 유럽 미래 산업의 기반을 형성하고, 일자리 창출 및 나노재료기술 분야의 설계, 개발, 테스트, 업스케일링을 위한 ‘혁신 생태계(Innovation Ecosystem) 조성’을 목적으로 한다.⁴⁸⁾

오픈 이노베이션 테스트 베드(Open Innovation Test Beds)		
연구 주제	프로젝트 유형	과제별 예산 (단위 : 백만 유로)
Open Innovation Test Beds for nano-enabled bio-based materials	혁신기술개발(IA)	7~15
Open Innovation Test Beds for materials for building envelopes	혁신기술개발(IA)	7~15
Open Innovation Test Beds for nano-pharmaceuticals production	혁신기술개발(IA)	7~15

물성 연구 및 컴퓨터 모델링(Materials Characterisation and Computational Modelling)		
연구 주제	프로젝트 유형	과제별 예산 (단위 : 백만 유로)
Open Innovation Platform for Materials Modelling	혁신연구(RIA)	4~5
Towards harmonised characterisation protocols in NMBP	혁신연구(RIA)	4~5
ERA-NET on materials, supporting the circular economy and Sustainable Development Goals	에라넷(ERA-NET)	15

45) Horizon 2020 Online Manual, https://ec.europa.eu/research/participants/docs/h2020-funding-guide/index_en.htm

46) European Commission(2017), "Horizon 2020 – Work Programme 2018–2020 Nanotechnologies, Advanced Materials, Biotechnology and Advanced Manufacturing and Processing."

47) 과제별 예산 출처 : EURESEARCH(2019), "Topic Preview 2020 : Nanotechnologies, Advanced Materials, Biotechnology, Advanced Manufacturing and Processing (NMBP)."

48) European Commission(2017), "Horizon 2020 – Work Programme 2018–2020 Nanotechnologies, Advanced Materials, Biotechnology and Advanced Manufacturing and Processing.", 11쪽.

거버넌스, 과학기반 위험평가 및 규제(Governance, Science-based Risk Assessment and Regulatory Aspects)		
연구 주제	프로젝트 유형	과제별 예산 (단위 : 백만 유로)
Safe by design, from science to regulation: multi-component nanomaterials	혁신연구(RIA)	6~8
Monitoring and safety of transport infrastructures	연구지원(CSA)	2
Incentivising newcomers	연구지원(CSA)	1
Citizens and industrial technologies	연구지원(CSA)	1.5

산업 공통(Industry Commons)		
연구 주제	프로젝트 유형	과제별 예산 (단위 : 백만 유로)
Towards Standardised Documentation of Data through taxonomies and ontologies	연구지원(CSA)	4
Creating an open market place for industrial data	혁신연구(RIA)	4

■ 유럽 산업 변환

이 부문의 활동은 디지털 기술 및 기타 혁신 기술을 통한 유럽 산업 구조 변환 및 글로벌 산업 리더십 확보를 목적으로 하며, 특히 EU 제조업 분야의 재산업화(Re-Industrialisation)에 기여하고자 한다.⁴⁹⁾

미래형 공장(Factories of the Future)		
연구 주제	프로젝트 유형	과제별 예산 (단위 : 백만 유로)
Assembly of micro parts	혁신연구(RIA)	8~10
Energy-efficient manufacturing system management	혁신기술개발(IA)	8~10
Pilot lines for large-part high-precision manufacturing	혁신기술개발(IA)	12~15
Quality control in smart manufacturing	혁신기술개발(IA)	8~10

바이오 기술(Biotechnology)		
연구 주제	프로젝트 유형	과제별 예산 (단위 : 백만 유로)
Reprogrammed microorganisms for biological sensors	혁신기술개발(IA)	6~8
Multi-omics for genotype-phenotype associations	혁신연구(RIA)	6~8
New biotechnologies to remediate harmful contaminants, cofund call with China	혁신연구(RIA)	4~5
Upcycling Bio Plastics of food and drinks packing	혁신연구(RIA)	6~8

49) European Commission(2017), "Horizon 2020 – Work Programme 2018–2020 Nanotechnologies, Advanced Materials, Biotechnology and Advanced Manufacturing and Processing.", 53쪽.

의학 기술 혁신(Medical Technology Innovations)		
연구 주제	프로젝트 유형	과제별 예산 (단위 : 백만 유로)
Biological scaffolds for tissue regeneration and repair	혁신연구(RIA)	4~6
Next generation organ-on-chip	혁신연구(RIA)	4~6

■ 산업 지속성

이 부문의 활동 목적은 혁신 기술을 통하여 ‘지속가능성’ 분야에서 유럽 산업의 글로벌 리더십을 강화하는 것이다. 이는 지속가능한 산업화, 청정에너지 그리고 고효율에너지 건물 분야의 연구 활동 및 연구 지원 활동을 포함한다.⁵⁰⁾

지속가능한 산업화(Sustainable Process Industry)		
연구 주제	프로젝트 유형	과제별 예산 (단위 : 백만 유로)
Novel high performance materials and components	혁신연구(RIA)	4~6
Artificial Intelligence and Big Data Technologies for Process Industries	연구지원(CSA)	4~6
Tapping into the potential of Industrial Symbiosis	혁신기술개발(IA)	12~20
Preserving fresh water: recycling industrial waters industry	혁신기술개발(IA)	8~12
Alternative mineral resources for high volume production	혁신기술개발(IA)	8~12

혁신 물질을 통한 청정에너지(Clena Energy through Innovative Materials)		
연구 주제	프로젝트 유형	과제별 예산 (단위 : 백만 유로)
Next generation of thin-film photovoltaic technologies	혁신기술개발(IA)	5~7
Materials for off shore energy	혁신기술개발(IA)	5~7

고에너지 효율 건물(Energy-Efficient Buildings)		
연구 주제	프로젝트 유형	과제별 예산 (단위 : 백만 유로)
Industrialisation of building envelope kits for the renovation market	혁신기술개발(IA)	4~5
Smart Operation of Proactive Residential Buildings	혁신기술개발(IA)	4~5
Digital Building Twins	혁신연구(RIA)	15

50) European Commission(2017), "Horizon 2020 – Work Programme 2018–2020 Nanotechnologies, Advanced Materials, Biotechnology and Advanced Manufacturing and Processing.", 98쪽.

2018~2020년도 NMBP 분야의 프로젝트 모집 부문별 예산은 다음과 같다.⁵¹⁾

(단위 : 백만 유로)

모집 부문	2018년	2019년	2020년
미래 산업 기반 마련(Foundations for Tomorrow's Industry)	149.0	122.6	161.5
유럽 산업 변환(Transforming European Industry)	162.0	188.0	221.0
산업 지속성(Industrial Sustainability)	211.5	211.8	105.0

이상의 프로그램 구성 및 연구 주제를 보면, 현재 EU의 나노기술 정책이 기술 이전 촉진, 나노물질의 안전성 및 위험 평가기술 개발, 그리고 나노기술의 활용 범위 확대에 중점을 두고 있음을 알 수 있다.

EU는 화학물질 관련 규정인 REACH 규정에 나노물질 관련 규정들을 추가하였으며, 이 새로운 규정은 2020년 1월 1일자로 발효되었다.⁵²⁾ 이는 제조업자나 수입업자들이 나노물질의 취급 등록에 필요한 정보들을 명시하고 있으며, 나노물질에 대한 보다 제도적인 규제를 가능하게 만들었다.

이러한 규정의 제정은 나노물질의 특성 연구 분야에 많은 성과가 있었음을 간접적으로 보여 준다. 안전성 및 위험 평가 연구들에 대한 EU의 지속적인 투자 의지가 명확한 만큼 해당 분야의 기술 발전이 예상되며⁵³⁾, 이에 따라 나노물질 관련 규제 제도도 점차 보완될 것으로 보인다.

나. Horizon Europe과 나노기술

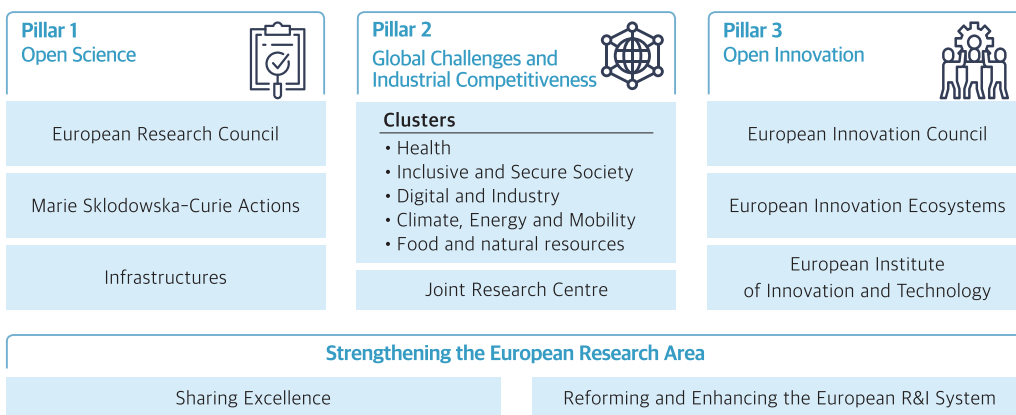
Horizon2020이 2020년에 종료되면 2021년부터 EU의 제9차 연구개발지원 프로그램인 Horizon Europe이 시작된다. Horizon Europe의 예산은 아직 최종 확정되지 않았지만, 현재 유럽 집행위원회에 의해 제안된 예산 규모는 약 1,000억 유로에 달한다.⁵⁴⁾

51) European Commission(2017), "Horizon 2020 – Work Programme 2018–2020 Nanotechnologies, Advanced Materials, Biotechnology and Advanced Manufacturing and Processing."

52) 관련 세부내용은 다음을 참조 : European Chemical Agency(2019), "Appendix for nanoforms applicable to the Guidance on Registration and Substance Identification."

53) Finnish Institute of Occupational Health(2013), "Nanosafety in Europe 2015–2024 : Towards Safe and Sustainable Nanomaterials and Nanotechnology Innovations.", 39–41쪽.

54) European Commission(2019), "Horizon Europe – Investing to Shape Our Future." ver.25, 11쪽.

그림 2-16 Horizon Europe 프로그램 구조⁵⁵⁾

Horizon2020의 ‘산업 리더십 강화’와 ‘사회적 과제 해결’의 두 중심 목표는 Horizon Europe에서 ‘글로벌 과제 해결 및 산업 경쟁력 강화(Global Challenges and Industrial Competitiveness)’로 통합되었다. 그리고 이 목표 달성을 위한 6개의 활동 영역이 제안되었다. 6개 활동 영역과 영역 내 활동을 위해 제안된 예산은 아래와 같다.⁵⁶⁾

표 2-19 Horizon2020의 6개 활동 영역 및 예산

구분	Health	Inclusive and Secure Society	Digital and Industry	Climate Energy and Mobility	Food and Natural resources	Joint Research Centre
영역별 예산 (단위 : 10억 유로)	7.7	2.8	15	15	10	2.2

55) European Commission(2019), "Horizon Europe – Investing to Shape Our Future." ver.25, 10쪽.

56) European Commission(2019), "Horizon Europe – Investing to Shape Our Future." ver.23, 17쪽.

Horizon Europe의 기술개발 관련 활동은 기존의 ‘기술 분야’에서 벗어나 ‘관심 분야(Focus areas)’ 중심으로 재조직되었다. 참고로, Horizon2020의 2018~2020년도 프로그램은 유럽집행위원회의 정책 우선순위를 지지하기 위하여 다음의 네 가지 관심 분야에 집중한 바 있다.⁵⁷⁾

- 기후 변화 대응 및 저탄소 미래 건설(Building a low Carbon, Climate-resilient Future)
- 순환 경제로의 전환(Connecting economic and environmental gains - the Circular Economy)
- 유럽 산업과 서비스의 디지털화(Digitising and transforming European industry and services)
- 공동체적 안보 강화(Boosting the effectiveness of the Security Union)

Horizon Europe에서는 이상의 관심 분야를 기준으로 관련 기술군이 형성될 예정이다. 타 분야와의 협력에 의한 시너지 효과가 큰 나노기술 분야의 특성을 고려할 때, 이러한 정책 변화는 나노기술의 활용 범위를 더욱 확대하고 그 수요를 증가시키는데 기여할 것으로 전망된다.

작성자 김면중(한-EU 연구협력센터(KERC) 센터장)



57) European Commission(2017), "Horizon 2020 - Work Programme 2018-2020 : General Introduction.", 18쪽.

제5절



독일

1

개요

오늘날 독일 과학기술 정책의 방향을 결정하는 것은 연방정부가 수립한 ‘하이테크 전략(High-Tech Strategy)’이다. 각 정부 부처는 하이테크 전략이 제시하는 연방 수준의 목표 달성을 위한 정책 프레임워크(Framework)를 만들고, 이 프레임워크 내에서 각 분야의 연구 프로젝트를 지원하게 된다.

독일 연방정부는 2006년 혁신기술 분야의 연구를 조직화하기 위하여 첫 번째 하이테크 전략을 수립하였다. 이 전략의 수립 배경은 새로운 기술의 등장으로 인한 급격한 사회 변화 가능성의 대두이다.⁵⁸⁾ 혁신적인 기술은 시민들의 삶의 질을 향상시킬 수 있지만, 다른 한편으로는 시민들이 일자리를 잃게 만들 수도 있다. 예를 들어, 인공지능 로봇은 노동자를 산업 재해로부터 보호해 줄 수 있지만, 한편으로는 노동자의 일자리를 빼앗을 수도 있다. 따라서 독일 정부는 기술의 발전 방향을 적절한 방향으로 설정하기 위하여 국가 차원의 하이테크 전략을 수립하였다.

연방 차원의 과학기술 정책 전략이 수립되면 각 부처는 이에 부합하는 활동 계획을 수립한다. 예를 들어, ‘시민들의 건강한 삶 보장’이라는 정책 목표를 달성하기 위하여 연방교육연구부는 ‘NanoNature’ 프로그램을 만들어 NADINE, Fe-NANOSIT, NanoFlow 등 환경에 대한 나노물질의 영향을 연구하는 프로젝트들을 지원한다.

58) Federal Ministry of Education and Research(2006), “The High-Tech Strategy for Germany.”, 7-8쪽.

독일의 나노기술 통합 정책 : 나노기술 액션플랜

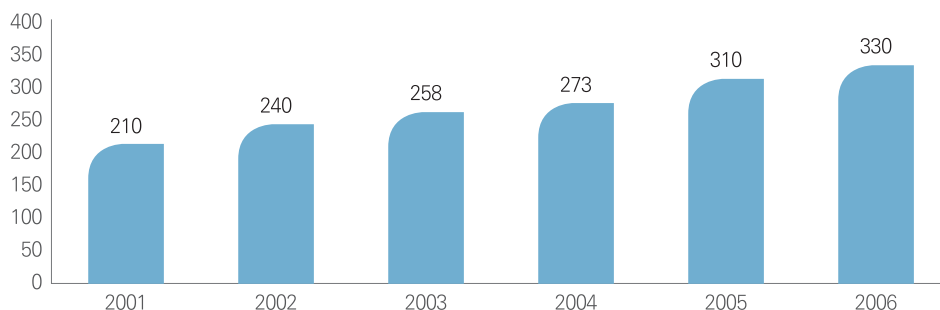
가. 나노-이니셔티브 액션플랜 2010(2006~2010년)

‘나노-이니셔티브 액션플랜 2010(Nano-initiative Action Plan 2010, 이하 액션플랜 2010)’은 7개 연방 부처가 나노기술 분야의 지원 활동을 효율적으로 수행하기 위해 설계한 통합 프레임워크이다. 당시 독일 정부는 나노물질이 가진 잠재적 위험성에 대해 경각심을 가지고 있었고, 이에 나노기술 분야에 대한 부처 간 정책 협력이 필요하다고 판단하였다.⁵⁹⁾

독일의 나노기술 분야 연구개발에 대한 정부 지출은 액션플랜 2010이 수립되기 이전인 2001년부터 꾸준히 증가하여 2005년에 이미 약 3억 1천만 유로에 이르렀으며, 이는 당시 기준으로 세계 3위 수준이었다.

그림 2-17 ○ 독일 나노기술 분야 연구개발(R&D) 정부 지출⁶⁰⁾

(단위 : 백만 유로)



이러한 상황에서 정부는 독일 나노기술 분야의 강점과 약점을 분석하고, 이에 기초하여 액션플랜 2010을 설계하였다. 당시 정부는 독일 나노기술 분야의 강점으로 탄탄한 기초연구, 정부-대학-산업의 긴밀한 협력 체계, 나노기술에 대한 독일 대중의 긍정적인 태도, 교육기관 내 나노기술 분야 교육 프로그램의 수요 증가, 중소기업 중심의 산업 기반을 꼽았다. 반면 독일 나노기술 분야의 단점으로는 비교적 낮은 기술 활용도, 스타트업 기업에 대한 지원 부족, 투자자들 내 나노기술의 잠재력에 대한 정보 부족이 지적되었다.⁶¹⁾

59) Federal Ministry of Education and Research(2007), "Nano-initiative Action Plan 2010.", 7-9쪽.

60) Federal Ministry of Education and Research(2007), "Nano-initiative Action Plan 2010.", 13쪽.

61) Federal Ministry of Education and Research(2007), "Nano-initiative Action Plan 2010.", 14쪽.

독일 정부는 액션플랜 2010에서 나노기술 분야의 시장을 확대하기 위한 활동을 계획하였는데, 먼저 나노기술의 잠재력과 기회를 산업 부문에 알리기 위한 ‘산업 다이얼로그(Industrial Dialogues)’를 분기별로 조직할 계획을 세웠다. 정부는 다이얼로그를 통해 자동차, 건설, 섬유, IT, 생명과학, 광학, 화학, 에너지, 환경 분야의 관계자들과 함께 나노기술의 적용 방안에 대하여 논의하였다.⁶²⁾

액션플랜 2010에는 나노기술 분야의 혁신연구 지원 활동이 포함되어 있으며, 지원 분야 및 지원 연구비는 다음과 같다.

표 2-20 액션플랜 2010 혁신연구 지원 분야 및 지원 연구비⁶³⁾

분야	전자	자동차공학	화학	의약	OLED
프로그램	NanoFab	NanoMobile	NanoMikroChem	NanoforLife	NanoLux
지원 연구비 (단위 : 백만 유로)	323	37	31	24	100

또한 독일 정부는 나노기술 분야의 연구 관계자들 간의 네트워킹 촉진 활동도 계획하였다. 이는 연구 성과를 시장 제품의 개발로 연결하고, 연구 활동의 중복 및 파편화를 방지하며, 기술 분야에 대한 투자를 유도하려는 목적을 가지고 있다.⁶⁴⁾

독일 나노기술 정책의 핵심 지원 대상은 중소기업 및 스타트업 기업이다. 이는 이들 기업에서 개발된 기술들이 실제 제품의 생산으로 이어질 가능성이 높기 때문이다. 이에 정부는 NanoChance, PRO INNO II 등의 프로그램을 통하여 나노기술 개발이나 관련 분야로 진출하고자 하는 중소기업을 지원하였다.⁶⁵⁾

또한 독일 정부는 나노기술 분야의 발전을 위해서 일반 환경의 조성이 필요하다고 보았다. 인체 및 환경에 대한 나노물질의 잠재적 위험성을 효과적으로 관리하기 위해 부처 간 정책 협력 전략을 세운 것도 바로 이 같은 환경 조성의 일환이라고 볼 수 있다.

환경 조성 활동의 다른 예로는 ‘미래 나노기술 포럼(The Nanotechnology Future Forum)’의 개최를 들 수 있는데, 이는 자연과학자, 인문학자, 정치인, 언론인 등 여러 분야의 전문가가 나노기술의 잠재력 및 위험성, 정책 전략에 대해 논의할 수 있는 자리를 제공하였다.

62) Federal Ministry of Education and Research(2007), "Nano-initiative Action Plan 2010.", 15-16쪽.

63) Federal Ministry of Education and Research(2007), "Nano-initiative Action Plan 2010.", 17쪽.

64) Federal Ministry of Education and Research(2007), "Nano-initiative Action Plan 2010.", 20쪽.

65) Federal Ministry of Education and Research(2007), "Nano-initiative Action Plan 2010.", 22쪽.

정부는 이 외에도 미래 나노기술 분야에 종사할 연구자를 육성하고, 독일 나노기술이 국제 표준화에서 우위를 점할 수 있는 활동을 지원하는 등 나노기술이 지속해서 발전할 수 있는 환경을 조성하기 위한 프로그램을 추진하였다.⁶⁶⁾

이처럼 독일 정부는 나노기술의 발전과 이의 제품화를 위한 정책들을 추진함과 동시에 나노기술의 잠재적인 위험성을 파악하고 이에 대응하기 위한 활동도 병행하였다.

연방교육연구부는 나노물질이 인체 및 환경에 미칠 수 있는 잠재적 영향을 평가하기 위하여 NanoCare, INOS, TRACER 등의 프로젝트를 지원하였으며, 연방노동사회부는 독일화학산업연합(VCI)의 지원을 받아 나노물질을 취급하는 작업장의 노동자를 대상으로 설문조사를 진행하여 발생 가능한 문제들을 조사하였다.

연방위해평가원 또한 식품, 화장품 및 기타 생필품에 대한 나노물질 사용의 잠재적 위험에 대하여 평가하였으며, 특히 연방보건국은 의약품에 대하여 같은 주제로 평가를 수행하였다.⁶⁷⁾

정부는 또한 나노기술의 지속적인 발전을 위해서는 기술에 대한 시민들의 신뢰를 확보하는 것이 중요하다고 보았다. 이에 따라 시민들을 대상으로 한 토론회와 전시회를 개최하였으며, 인터넷 포털, 뉴스레터, 언론 매체를 통해 나노기술에 관한 정보를 시민들에게 전달하였다.⁶⁸⁾

나. 나노기술 액션플랜 2015(2011~2015년)

2010년에 발표된 ‘하이테크 전략 2020(High-tech Strategy 2020 for Germany)’을 보면, 정부의 연구개발 정책 방향이 기존의 특정 기술 분야의 육성보다는 ‘과제(mission)’ 해결로 기울어진 것을 확인할 수 있다. 독일 정부는 기후 및 에너지, 건강 및 영양, 이동 수단, 보안, 통신 영역의 사회적 과제 해결에 기여할 수 있는 과학기술 개발을 촉구하였다.⁶⁹⁾

이에 따라 ‘나노기술 액션플랜 2015(Action Plan Nanotechnology 2015, 이하 액션플랜 2015)’에는 기존의 중심 목표⁷⁰⁾들과 더불어 하이테크 전략이 제시한 사회적 과제들의 해결을 목표로 설정하고 이를 달성하기 위한 활동을 계획하였다.⁷¹⁾

‘기후·에너지’ 영역, ‘건강·영양 및 농업’ 영역, ‘이동수단, 통신, 보안’ 영역의 활동 내용 및 제안 연구 주제는 다음과 같다.

66) Federal Ministry of Education and Research(2007), “Nano-initiative Action Plan 2010.”, 23~24쪽.

67) Federal Ministry of Education and Research(2007), “Nano-initiative Action Plan 2010.”, 25쪽.

68) Federal Ministry of Education and Research(2007), “Nano-initiative Action Plan 2010.”, 26~27쪽.

69) Federal Ministry of Education and Research(2010), “The High-Tech Strategy 2020 for Germany.”, 5쪽.

70) 액션플랜 2015에서도 기술 이전 및 중소기업 지원 및 육성은 독일 정부의 나노기술정책의 핵심 목표

71) Federal Ministry of Education and Research(2011), “Action Plan Nanotechnology 2015.”, 4쪽.

표 2-21 각 영역의 활동(Action)별 연구 주제

영역	활동(Action)	연구 주제
기후·에너지 영역 ⁷²⁾	고에너지 효율을 위한 나노기술	고에너지 효율 건물
		에너지 저장 물질
	기후 적응을 위한 나노기술	필터링 기술
		나노물질 환경 안전성 평가
		희소자원 대체 및 재활용
		탄소 나노튜브
		마찰 소재
		수처리
건강·영양 및 농업 영역 ⁷³⁾	건강	분자 이미징
		나노 의약품
		임플란트, 인공 기관
		신체 재활 및 재생
	영양 및 농업	농작물 재배
		영양 분석
이동 수단, 통신, 보안 영역 ⁷⁴⁾	이동 수단	자동차 효율
		전기 자동차
		교통 인프라
	통신	양자 통신
		유기 전자(organic electronics)
	보안	문서 식별
		화학물질에 의한 재난 대응
		방검 및 방탄 소재

나노기술이 발전하고 관련 제품이 개발될수록, 독일 정부는 나노물질이 인체 및 환경에 미칠 수 있는 영향 평가의 중요성을 더욱 강조하고 이를 위한 정책을 추진하였다. 연방위험평가원, 연방 식품영양연구소, Max-Ruber 연구소를 비롯한 여러 기관이 식품, 화장품 등의 제품에 사용되는 나노 물질의 위험도를 평가하기 위한 프로젝트들을 기획하였다.⁷⁵⁾

72) Federal Ministry of Education and Research(2011), "Action Plan Nanotechnology 2015.", 13-17쪽.

73) Federal Ministry of Education and Research(2011), "Action Plan Nanotechnology 2015.", 19쪽.

74) Federal Ministry of Education and Research(2011), "Action Plan Nanotechnology 2015.", 19-23쪽.

75) Federal Ministry of Education and Research(2011), "Action Plan Nanotechnology 2015.", 19-23쪽.

예를 들어, 연방교육연구부는 NanoCare 프로그램을 통해 나노물질의 인체 유해성, 합성 나노물질과 인체의 상호작용, 나노물질에 장기적 노출될 경우 발생 가능한 위험 등을 평가하는 연구를 지원하였다. 이러한 연구의 성과에 근거하여 연방산업안전연구원은 나노물질을 다루는 산업 현장에서 발생할 수 있는 위험을 조사하고, 나노물질의 안전한 사용 및 관리를 위한 지침을 기업에 제공하였다.⁷⁶⁾

정부는 나노물질이 환경에 미치는 영향에 대응하기 위해 NanoNature 프로그램을 추진하였으며, 이 프로그램 내에서 나노물질 측정 및 위험 평가기술 개발, 나노물질 전파, 다른 물질과의 상호작용, 생체 내 축적 관련 연구들이 수행되었다.⁷⁷⁾

독일 정부는 EU의 ‘화학물질의 등록, 평가, 승인 및 제한에 관한 규정(REACH regulations)’이 나노물질에 대한 규제 기능을 충분히 할 수 있다고 판단한다.⁷⁸⁾ REACH 규정이 제시하는 측정 및 평가 기준이 나노물질의 규제에는 충분치 않다는 의견도 있었으나⁷⁹⁾, 2020년 1월부터 발효된 REACH 규정의 개정안⁸⁰⁾은 나노물질의 취급 및 등록에 관한 내용을 보다 명확하게 명시하고 있으며 향후에도 지속적인 보완이 이루어질 것으로 보인다. REACH 규정에 근거하여 독일 내 나노물질의 등록 및 평가를 담당하는 기관은 연방산업안전보건원, 연방위험평가원, 그리고 연방환경청이다.⁸¹⁾

다. 나노기술 액션플랜 2020(2016~2020년)

독일 정부의 세 번째 액션플랜인 ‘나노기술 액션플랜 2020(Action Plan Nanotechnology 2020, 이하 액션플랜 2020)’은 ‘나노기술이 가져올 기회의 충분한 활용만큼 이의 안전하고 책임감 있는 적용을 위한 정책 활동’⁸²⁾을 계획하고 있다. 액션플랜 2020은 2014년에 채택된 독일의 ‘하이트테크 신전략(The New High-Tech Strategy : Innovation for Germany)’에서 제시된 6개의 우선 활동 영역을 기준으로 정책을 수립하고 있다. 제시된 6개의 우선 활동 영역은 ‘디지털 경제와 사회(Digital Economy and Society)’, ‘지속가능한 경제와 에너지(Sustainable Economy and its Energy)’, ‘혁신 일터(Innovative Workplace)’, ‘건강한 삶(Healthy Living)’, ‘지능형 이동수단(Intelligent Mobility)’, 그리고 ‘시민 안전(Civil Security)’이다.⁸³⁾

76) Federal Ministry of Education and Research(2011), "Action Plan Nanotechnology 2015.", 30-33쪽.

77) Federal Ministry of Education and Research(2011), "Action Plan Nanotechnology 2015.", 33-34쪽.

78) Federal Ministry of Education and Research(2011), "Action Plan Nanotechnology 2015.", 37쪽.

79) Federal Institute for Risk Assessment(2013), "Nanomaterials and REACH.", 4쪽.

80) 개정안의 나노물질 관련 내용은 다음을 참조 : European Chemical Agency(2019), "Appendix for nanoforms applicable to the Guidance on Registration and Substance Identification."

81) Institute of Applied Ecology(2010), "Legal Feasibility Study on the Introduction of A Nanoproduct Register.", 66-69쪽.

82) Federal Ministry of Education and Research(2016), "Action Plan Nanotechnology 2020.", 5쪽.

83) Federal Ministry of Education and Research(2014), "The New High-Tech Strategy."

‘디지털 경제와 사회’ 영역의 주요 연구 주제로는 프로세서, 메모리를 비롯한 마이크로, 나노 전자소자와 반도체 및 칩 제작에 사용될 수 있는 물질의 개발이 제시되었다. ‘지속가능한 경제와 에너지’ 영역에서는 코팅 물질, 배터리, 연료 전지, 경량 소재, 단열 소재, 에너지 효율 향상을 위한 건축 소재, 화학비료 대체 물질 및 기술, 농작물 질병 진단, 식품 포장 등이 주요 연구 주제로 제시되었다. ‘혁신 일터’ 영역의 활동은 나노물질을 취급하는 작업장의 노동자를 잠재적 위험으로부터 보호할 수 있는 기술 개발이 주요 목표이다. ‘건강한 삶’ 영역의 활동 목표는 나노기술을 이용한 혁신적인 예방 기술 및 치료 기술의 개발이며, 주요 연구주제로는 진단·이미징 기술, 약물 전달, 세포 재생, 체액 분석, 영양 최적화 등이 제시되었다. ‘지능형 이동수단’ 영역에서는 리튬 전지, 연료 전지 등 전기자동차 관련 연구들에 대한 지원이 계획되었으며, ‘시민 안전’ 영역에서는 양자 암호화, 물체 인식, 유해 물질 감지 센서 등의 연구들이 제시되었다.⁸⁴⁾

이처럼 독일 정부는 매우 다양한 분야에서 나노기술의 활용을 기획하였다. 이에 액션플랜 2020에는 기술 분야보다는 그 활용 분야를 기준으로 나노기술 연구에 대한 지원이 이루어진다. 예를 들면, 전기자동차 개발에 기여할 수 있는 나노기술 연구는 ‘Electric Mobility-Rethinking the Car’ 프로그램을 통해, 에너지 효율 향상에 기여할 수 있는 연구는 ‘Energy Research’ 프로그램을 통해 지원을 받게 된다.

액션플랜 2020이 나노 분야 연구자들의 참여를 촉진하기 위해 구성한 프레임워크 프로그램들은 다음과 같다.

표 2-22 액션플랜 2020의 주요 나노기술 분야 프레임워크 프로그램

프로그램	분야	연구지원 기관
Bioeconomy	자동차, 기계공학, 건축, 음료 및 식품, 화학, 제약, 에너지, 소비자 상품, 농림업, 직물 및 의류 ⁸⁵⁾	연방교육연구부, 연방식품농업소비자보호부
Electric Mobility-Rethinking the Car	전기자동차 ⁸⁶⁾	연방경제기술부, 연방교육연구부, 연방교통·디지털 사업부, 연방환경·자연보전·원자력안전부
Energy Research	발전, 송전, 전력 통합시스템, 핵 안전 ⁸⁷⁾	연방경제기술부, 연방교육연구부, 연방식품·농업·소비자보호부, 연방환경·자연보전·원자력안전부
Bringing Technology to the People	지능형 이동수단, 의료 기술, 사물 인터넷, 로보틱스, 바이오닉스 ⁸⁸⁾	연방교육연구부

84) Federal Ministry of Education and Research(2016), “Action Plan Nanotechnology 2020.”, 16-21쪽.

85) Federal Ministry of Education and Research(2015), “Bioeconomy in Germany.”, 13쪽.

86) Federal Ministry of Education and Research(2013), “Electric Mobility-Rethinking the Car.”

87) Federal Ministry of Economic Affairs and Energy(2018), “The 7th Research Programme.”

88) 독일 연방교육연구부(BMBF) 홈페이지 자료, <https://www.bmbf.de/en/bringing-technology-to-the-people-3115.html>

프로그램	분야	연구지원 기관
Health Research	전염병, 맞춤형 의료, 식품안전, 건강관리 및 치료 ⁸⁹⁾	연방교육연구부, 연방보건부
Microelectronics for Germany	전기, 전자 공학 ⁹⁰⁾	연방교육연구부
From Material to Innovation	재료공학 ⁹¹⁾	연방교육연구부
Research for Sustainable Development	기후, 자원 보존 ⁹²⁾	연방교육연구부
Photonics Research	포토닉스 ⁹³⁾	연방교육연구부
Innovations for Tomorrow's Production, Services and Work	생산 공정, 산업 안전 ⁹⁴⁾	연방교육연구부
Research for Civil Security	인명구조, 사회기반 보호, 범죄 및 테러리즘 대응 ⁹⁵⁾	연방교육연구부, 연방식품·농업·소비자보호부
European Metrology Programme for Innovation and Research EMPIR10	계량학, 계측학 ⁹⁶⁾	연방경제기술부, 유럽집행위원회

나노물질의 안전성 및 위험 평가에 관한 연구는 연방산업안전보건원, 연방환경청, 연방위해평가원, 연방재료 및 시험연구소의 공동 연구 프로그램을 통해 수행되었으며, 연구 주제는 나노물질의 측정 기술, 연구기관 및 기업의 나노물질 취급 지원, 관련 규제 보완 지원, 대중 커뮤니케이션이었다.⁹⁷⁾

독일 정부는 2006년에 액션플랜 2010을 수립한 이후로 나노기술 분야 내의 효율적인 정책 활동을 위한 부처 간 협력을 지속해왔다. ‘Electric Mobility-Rethinking the Car’, ‘Energy Research’ 등의 다양한 부처 간 협력 프레임워크 프로그램을 보면 기술 정책 분야 내 부처 간 협력이 매우 활발함을 알 수 있다. 다른 분야 기술과의 협력 시너지가 큰 나노기술의 특징을 고려하면, 이러한 환경은 학제적 협력과 그로 인한 기술 활용 범위 확대에 유리하게 작용할 가능성이 크다.

작성자 **김지강**(한-EU 연구협력센터(KERC) 연구원)



89) DLR Project Management Agency 홈페이지 자료, <https://www.dlr.de/pt/en/desktopdefault.aspx/tabid-3138>

90) Federal Ministry of Education and Research(2018), "Microelectronics for Germany."

91) Federal Ministry of Education and Research(2016), "Action Plan Nanotechnology 2020.", 24쪽.

92) Federal Ministry of Education and Research(2016), "Action Plan Nanotechnology 2020.", 24쪽.

93) Federal Ministry of Education and Research(2016), "Action Plan Nanotechnology 2020.", 24쪽.

94) Federal Ministry of Education and Research(2016), "Action Plan Nanotechnology 2020.", 24쪽.

95) Federal Ministry of Education and Research(2018), "Research of Civil Security 2018-2023."

96) Federal Ministry of Education and Research(2016), "Action Plan Nanotechnology 2020.", 24쪽.

97) Federal Institute for Risk Assessment 외(2016), "Nanomaterials and other advanced materials: Application safety and environmental compatibility."

참고문헌

▶ 미국

- NSTC(2016), “National Nanotechnology Initiative Strategic Plan”
- NSTC(2019), “The National Nanotechnology Initiative Supplement to the President’s 2020 Budget”
- NSTC(2018), “The National Nanotechnology Initiative Supplement to the President’s 2019 Budget”
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine(2020), “A Quadrennial Review of the National Nanotechnology Initiative: Nanoscience, Applications, and Commercialization”
- Nano.gov 자료, “Coordination of the NNI”, <https://www.nano.gov/about-nni/what/coordination>
- Nano.gov 자료, “NNI Vision, Goals, and PCAs”, <https://www.nano.gov/about-nni/what/vision-goals>

▶ 일본

- 일본과학기술진흥기구(JST) 연구개발전략센터(CRDS)(2019), 연구개발부 부감보고서: 나노기술·재료
- 일본과학기술진흥기구(JST) 연구개발전략센터(CRDS)(2019), 연구개발부 부감보고서: 나노기술·재료
- 문부과학성, 2020년도 문부과학성 예산 주요사항
- 경제산업성, 2020년도 경제산업성 예산 주요사항
- 일본 총무성 통계국(2011-2019), 과학기술연구결과조사
- 나노테크놀로지·재료과학기술위원회, 제6기 과학기술기본계획에 대한 제언

▶ 중국

- 한중과학기술협력센터(KOSTEC)(2019), “중국의 나노 연구개발 동향”, Issue Report 2019.02.Vol.2
- 과학망(2019.08.18.), “纳米科学与技术2019白皮书发布”, <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2019/8/429478.shtm?id=429478>
- 소호닷컴(2019.08.18.), “我国成高质量纳米科研产出引领者”, https://www.sohu.com/a/334598380_161216
- 중국과기부(2007.06.15.), “新一届国家纳米科学技术指导协调委员会成立”, http://www.most.gov.cn/jcs/jcsgzdt/200706/t20070615_53020.htm
- 任红轩, 국가나노과학센터(2013), “我国纳米科技发展十年巡礼”, 新材料产业, NO.3.
- 중국과기부(2001.07.06.), 科学技术部、国家发展计划委员会、教育部、中国科学院、国家自然科学基金委员会关于印发《国家纳米科技发展纲要(2001-2010)》的通知, http://www.most.gov.cn/fggw/zfwj/zfwj2001/200512/t20051214_55037.htm
- 중국과기부(2003.09.10.), 科技部发布《国家纳米科技发展指南框架》, <http://www.cnpowder.com.cn/news/1855.html>
- 중국과기부(2012.06.08.), 科技部关于印发纳米研究等6个国家重大科学研究计划“十二五”专项规划的通知, http://www.most.gov.cn/fggw/zfwj/zfwj2012/201206/t20120608_94910.htm
- 闫金定, 중국과기부 기초연구관리센터(2015), “我国纳米科学技术发展现状及战略思考”, 科学通报, 2015, 60:30-37.
- 한중과학기술협력센터 홈페이지 자료, “중국과학기술관리체제”, <http://kostec.re.kr/기관동향/중국과학기술관리체제/>
- 한중과학기술협력센터(KOSTEC)(2017.02.), “시진핑 정부의 과학기술 동향” 정책자료집
- 국무원(2006.02.09.), 国家中长期科学和技术发展规划纲要 (2006—2020年), http://www.gov.cn/gongbao/content/2006/content_240244.htm
- 중국과학원 나노과기분야전략연구팀(2011), “中国至2050年纳米科技发展路线图”, 과학출판사
- 중국과기부(2006.10.31.), 国家“十一五”科学技术发展规划, http://www.most.gov.cn/kjgh/kjfzgh/200610/t20061031_55485_3.htm
- 중국과기부(2011.07.13.), 科技部发布国家“十二五”科学和技术发展规划, http://www.gov.cn/gzdt/2011-07/13/content_1905915.htm
- 중국과기부(2012.06.08.), 关于印发国家基础研究发展十二五专项规划的通知, http://www.most.gov.cn/tztg/201206/t20120608_94902.htm

- 중국과기부(2012.02.), 国家基础研究发展“十二五”专项规划, <http://www.most.gov.cn/tztg/201206/W020120608514402969801.pdf>
- 국무원(2016.07.28.), 国务院关于印发“十三五”国家科技创新规划的通知, http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/gjkjgh/201608/t20160810_127174.htm
- 소호닷컴(2017.01.25.), 《新材料产业发展指南》发布明确“十三五”九大重点任务, https://www.sohu.com/a/125117488_479771
- 중국과기부(2017.04.14.), 科技部关于印发《“十三五”材料领域科技创新专项规划》的通知, http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/fgzcg/gfxwj/gfxwj2017/201704/t20170426_132496.htm
- 바이두닷컴(2014), 国家重大科学研究计划, <https://baike.baidu.com/item/国家重大科学研究计划/3328843?fr=aladdin#4>
- 국가통계국 사회과기·문화산업통계사(司)(2019.12), “중국과기통계연감(2019)”, 중국통계출판사
- 과기부 하이테크연구발전센터(2018.07.06.), 国家重点研发计划“纳米科技”重点专项总体专家组名单, <http://www.htrdc.com/gjszx/u/cms/gjszx/201808/20175653twai.pdf>
- 중국일보망(2018.05.17.), 国家重点研发计划立项密集发布 重点投入量子等, <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1600700654111968203&wfr=spider&for=pc>
- 锐动源(2020.03.26.), 国家重点研发计划重点专项2019年立项项目公示情况统计, <https://mp.weixin.qq.com/s/4DWeK-epzCnsPY7NCzIXdg>
- 소호닷컴(2019.09.27.), 国家重点研发计划“纳米科技”重点专项2020年度项目申报指南, https://www.sohu.com/a/343707954_472924

▶ EU

- Aida Maria Ponce Del Castillo(2010), “The EU Approach to regulating Nanotechnology.” European Trade Union Institute.
- EURESEARCH(2019), “Topic Preview 2020 : Nanotechnologies, Advanced Materials, Biotechnology, Advanced Manufacturing and Processing (NMBP).”
- European Chemical Agency(2019), “Appendix for nanoforms applicable to the Guidance on Registration and Substance Identification.”
- European Commission(2002), “The Sixth Framework Programme in Brief.”

- European Commission(2004), "Towards A European Strategy for Nanotechnology."
- European Commission(2009), "A Code of Conduct for Responsible Nanosciences and Nanotechnologies Research."
- European Commission(2011), "FP7 NMP Work Programme 2012."
- European Commission(2015), "Ex Post Evaluation and Impact Assessment of Funding in FP7 NMP Thematic Area."
- European Commission(2019), "Factsheet : Horizon 2020 Budget."
- European Commission(2017), "Horizon 2020 - Work Programme 2018-2020 Nanotechnologies, Advanced Materials, Biotechnology and Advanced Manufacturing and Processing."
- European Commission(2017), "Horizon 2020 - Work Programme 2018-2020 : General Introduction."
- European Commission(2018), "Horizon Europe - Investing to Shape Our Future." ver.23.
- European Commission(2019), "Horizon Europe - Investing to Shape Our Future." ver.25.
- Finnish Institute of Occupational Health(2013), "Nanosafety in Europe 2015-2024 : Towards Safe and Sustainable Nanomaterials and Nanotechnology Innovations."
- Horizon 2020 Online Manual, https://ec.europa.eu/research/participants/do/h2020-funding-guide/index_en.htm

▶ 독일

- European Chemical Agency(2019), "Appendix for nanoforms applicable to the Guidance on Registration and Substance Identification."
- Federal Ministry of Education and Research(2006), "The High-Tech Strategy for Germany."
- Federal Ministry of Education and Research(2010), "The High-Tech Strategy 2020 for Germany."
- Federal Ministry of Education and Research(2007), "Nano-initiative Action Plan 2010."
- Federal Ministry of Education and Research(2011), "Action Plan Nanotechnology 2015."
- Federal Ministry of Education and Research(2016), "Action Plan Nanotechnology 2020."
- Federal Ministry of Education and Research(2014), "The New High-Tech Strategy."
- Federal Ministry of Education and Research(2015), "Bioeconomy in Germany."

- Federal Ministry of Education and Research(2013), “Electric Mobility-Rethinking the Car.”
- Federal Ministry of Economic Affairs and Energy(2018), “The 7th Research Programme.”
- Federal Ministry of Education and Research(2018), “Microelectronics for Germany.”
- 독일 연방교육연구부(BMBF) 자료, <https://www.bmbf.de/en/bringing-technology-to-the-people-3115.html>
- DLR Project Management Agency 자료, <https://www.dlr.de/pt/en/desktopdefault.aspx/tabid-3138>

제3장

나노기술 연구개발 투자 및 성과

제1절

나노기술 연구개발 투자 및 성과

제2절

나노기술 연구개발 성과 분석

제3장

나노기술 연구개발 투자 및 성과



제1절

나노기술 연구개발 투자 및 성과

1

정부 연구개발 투자 및 성과

우리나라는 2001년에 ‘제1기 나노기술종합발전계획’을 수립한 이후 19년 동안 나노기술 분야에 약 6조 9,803억 원을 투자하였으며, 특히 연구개발에 5조 7,239억 원(82.0%)을 투자하여 나노기술 분야의 세계 강국으로 도약하였다. 2019년 나노기술 분야에 대한 정부 투자액은 총 6,994억 원으로 정부 연구개발 총 투자액 20조 5,000억 원의 3.4%를 차지한다.

2016년에 나노기술 선도국가 실현을 위한 ‘제4기 나노기술종합발전계획(’16~’25)’을 수립하여, ‘제조업 혁신 선도기술 구현’과 ‘나노기술 산업화의 글로벌 리더’를 목표로 다양한 분야에서 연구개발 활동을 하고 있다. 나노기술은 4차 산업혁명 등 미래 기술을 이끌어갈 기반 기술로서의 중요성이 증대함에 따라 정부 부처와 출연연들은 나노기술 개발을 위한 정책 및 사업에 대한 투자를 지속해서 추진하고 있다.

표 3-1 우리나라의 연도별 나노기술 투자 실적(2001~2019년)

구분	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
연구개발	955	1,589	1,644	1,631	1,700	1,933	2,045	1,964	2,303	2,075
인프라	30	456	626	702	840	688	610	526	110	224
인력양성	67	76	105	147	136	162	159	139	130	128
합계	1,052	2,121	2,375	2,480	2,676	2,783	2,814	2,629	2,543	2,427
구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	합계
연구개발	2,178	2,623	4,692	4,596	4,649	4,259	5,635	4,932	5,836	57,239
인프라	226	181	210	206	227	395	335	453	566	7,611
인력양성	130	30	343	511	581	527	513	477	592	4,953
합계	2,534	2,834	5,245	5,313	5,457	5,181	6,483	5,862	6,994	69,803

가. 투자 실적

우리나라의 나노기술 연구개발은 과학기술정보통신부, 교육부, 산업통상자원부, 중소벤처기업부 등 8개 정부 부처 및 14개 정부 출연연구기관에서 수행하고 있다. 나노기술 분야에 대한 2019년도 정부 투자는 총 6,994억 원이며, 부처별로는 과학기술정보통신부 3,361억 원(48.1%), 산업통상자원부 1,114억 원(15.9%), 교육부 832억 원(11.9%), 중소벤처기업부 498억 원(7.1%) 순으로 투자가 이루어졌다. 부문별로는 연구개발(R&D)이 5,836억 원(83.4%)으로 가장 높고, 인력양성 592억 원(8.5%), 인프라 566억 원(8.1%) 순으로 나타났다.

표 3-2 부처별 나노기술 투자 실적(2018~2019년)

(단위 : 백만 원)

구분	연구개발(R&D)		인프라		인력양성		합계	
	2018년	2019년	2018년	2019년	2018년	2019년	2018년	2019년
과학기술정보통신부	280,517	314,702	9,203	20,167	1,250	1,250	290,970	336,119
교육부	33,847	26,753	-	-	45,452	56,433	79,299	83,186
농림축산식품부	3,623	4,426	-	-	-	-	3,623	4,426
보건복지부	6,550	5,220	-	-	-	-	6,550	5,220
산업통상자원부	40,147	98,370	23,408	12,044	1,020	1,020	64,575	111,434
중소벤처기업부	29,962	49,783	-	-	-	-	29,962	49,783
환경부	6,867	6,659	-	-	-	-	6,867	6,659
식품의약품안전처	1,180	1,460	-	-	-	-	1,180	1,460
고용노동부	130	-	-	-	-	-	130	-
방위사업청	869	-	-	-	-	-	869	-
출연연구기관	89,503	76,286	12,657	24,349	-	500	102,160	101,135
합계	493,195	583,659	45,268	56,560	47,722	59,203	586,185	699,422

나. 나노기술종합발전계획의 부처별 세부 사업

2019년 나노기술 분야 연구개발사업은 제4기 나노기술종합발전계획에 따라 사업이 추진되고 있다. 기반기술인 나노기술은 다양한 영역에서 고유의 목적을 가지고 부처별 사업이 전개되고 있으며, 각 세부 사업과 그에 따른 내역 사업별 투자 금액은 다음과 같다.

표 3-3 부처 및 세부 사업별 나노기술 분야 투자 실적 및 계획(2019~2020년)

(단위 : 백만 원)

기관	사업명		2019년 실적	2020년 계획	증감액	증감율
과학 기술 정보 통신부	개인기초연구	우수연구	122,560	154,425	31,865	26%
		생애기본연구	10,704	13,487	2,783	26%
	국제연구인력교류*	해외고급과학자초빙	474	571	97	21%
		해외우수신진연구자유치	2,020	2,435	415	21%
	기후변화대응 기술개발사업	Korea CCS 2020	500	191	△309	△62%
		지구온난화대응 에너지환경 기초원천기술개발	459	0	△459	△100%
		차세대 탄소자원화	997	1,196	199	20%
		C1가스 리파이너리	2,000	2,187	187	9%
		태양전지	856	1,129	273	32%
		연료전지	216	256	40	19%
		바이오에너지	809	1,154	345	43%
		집단연구지원	선도연구센터	26,079	25,620	△459
	기초연구실		13,834	10,907	△2,927	△21%
	글로벌 프론티어 사업	나노기반소프트일렉트로닉스연구	7,484	5,226	△2,258	△30%
		파동에너지 극한제어 연구	8,090	9,470	1,380	17%
		하이브리드 인터페이스 기반 미래소재 연구	8,293	9,382	1,089	13%
	STEAM연구사업	미래융합융합기술파이오니어	3,795	1,265	△2,530	△67%
	뇌과학원천 기술개발사업	뇌연구 4대 분야 및 융합	121	127	6	5%
	나노·소재기술개발사업	나노소재원천기술개발	37,523	38,520	997	3%
		나노기술연구기반 육성 및 활용지원	20,922	32,572	11,650	56%
	나노융합2020사업		5,450	6,300	850	16%
	미래소재디스커버리사업	미래소재디스커버리	31,875	40,875	9,000	28%
		소재융합혁신기술개발	3,150	10,000	6,850	217%
	혁신성장연계 지능형 반도체 선도기술개발사업	미래반도체 신소재 원천기술개발사업	6,790	6,790	0	0%
	미세먼지 범부처프로젝트	미세먼지 저감 필터소재 및 생활보호제품 개발	510	203	△307	△60%
	바이오·의료 기술개발사업	신약개발	1,330	380	△950	△71%
		차세대의료기술개발	1,140	1,140	0	0%
		줄기세포/조직재생	552	582	30	5%
		차세대바이오	1,680	1,500	△180	△11%
		미래감염병기술개발	500	400	△100	△20%
		바이오융복합기술개발	500	500	0	0%
		미래의료혁신대응기술개발	1,240	1,240	0	0%
		바이오인프라	495	330	△165	△33%
	방사선기술 개발사업	방사선공학	4,110	1,081	△3,029	△74%
		방사선바이오헬스	668	0	△668	△100%
		첨단비파괴검사기술	527	264	△263	△50%

제3장

우리나라
나노기술 정책

국외 나노기술
정책 동향

나노기술 연구개발
투자 및 성과

나노
산업 현황

나노
인프라 현황

인력양성 및
교육·훈련

나노안전성
및 표준화

나노관련
행사·활동

국제 협력
활동

국민 이해 및
지식 확산

부록

기관	사업명		2019년 실적	2020년 계획	증감액	증감율
과학기술 정보 통신부	원자력기술 개발사업	원자력안전	1,130	500	△630	△56%
	원자력연구 기반확충사업	전략기초	833	584	△249	△30%
	우주핵심기술개발사업	우주기초연구	705	191	△514	△73%
	연구개발 특구육성*	특구 연구성과 사업화	4,179	6,574	2,395	57%
	해양극지기초원천기술개발	해양기초원천기술개발	209	109	△100	△48%
	나노·미래소재원천기술개발	나노·미래소재원천기술개발사업	0	5,650	5,650	순증
		소재혁신선도프로젝트(플랫폼형)	0	32,625	32,625	순증
	산학연협력활성화지원사업	산학연공동연구법인지원사업	670	670	0	0%
		산학연협력 클러스터지원	140	0	△140	△100%
	시스템반도체융합전문인력육성사업		0	3,600	3,600	순증
	차세대지능형반도체 기술개발사업(소자)	신개념 기초기술	0	1,400	1,400	순증
		신소자 원천기술	0	11,550	11,550	순증
집적·검증기술		0	4,500	4,500	순증	
소계			336,119	449,658	113,539	33.8%
산업 통상 자원부	나노융합산업핵심기술개발사업	나노융합	21,330	17,984	△3,346	△16%
		나노소재 수요연계제품화 적용기술개발사업	1,762	993	△769	△44%
		나노제품 성능안전 평가기술개발 및 기업지원	0	2,083	2,083	순증
	나노융합2020사업		6,327	5,700	△627	△10%
	창의산업기술 개발기반구축	나노금형기반 맞춤형 융합제품 상용화 지원센터 구축사업	5,680	5,148	△532	△9%
	지역산업거점기관지원	T2B활용나노융합R&BD촉진사업	3,144	1,441	△1,703	△54%
	바이오 분야 국제협약이행	나노융합기반고도화	900	900	0	0%
		나노융합기술인력양성사업	1,020	1,020	0	0%
	시스템산업 거점기관지원	4차산업선도, 플라스마 탄소나노 융복합소재 거점기반구축	2,320	1,100	△1,220	△53%
	기계산업핵심기술개발		6,069	1,799	△4,270	△70%
	산업소재핵심기술개발		15,381	12,854	△2,527	△16%
	센서산업고도화전문기술개발사업		1,772	677	△1,095	△2%
	소재부품기술개발		34,117	23,080	△11,037	△32.4%
	소재부품산업전문기술개발사업		4,602	2,101	△2,501	△54%
	시스템산업미래성장동력		408	0	△408	△100%
	우수기술연구센터		5,070	3,003	△2,067	△41%
	전자시스템전문기술개발사업		633	0	△633	△100%
	탄소산업기반조성		899	633	△266	△30%
	소계			111,434	80,516	△30,918
교육부	이공학개인지초연구지원*		26,753	15,624	△11,129	△42%
	이공학 학술연구기반 구축*		24,539	24,256	△283	△1%
	BK21플러스사업*		31,894	36,590	4,696	15%
	소계			83,186	76,470	△6,716

기관	사업명		2019년 실적	2020년 계획	증감액	증감율
농림 축산 식품부	첨단생산기술개발사업	ICT융복합시스템	1,144	1,200	56	5%
		첨단농자재생산	200	200	0	0%
	고부가가치식품기술개발	식품핵심소재	450	450	0	0%
		식품품질관리	450	0	△ 450	△100%
		기자재·신가공	440	265	△175	△40%
	농생명산업 기술개발	생명자원고부가가치제고기술	989	1,000	11	1%
	가축질병대응기술개발	진단·예방기술	96	0	△96	△100%
		검역·방역기술	215	215	0	0%
		사회문제해결형 감염병대응	442	540	98	22%
소계		4,426	3,870	△556	△12.6%	
보건 복지부	연구중심병원 육성사업		377	375	△2	△1%
	의료기기기술개발	미래융합 의료기기개발	99	0	△99	△100%
		의료기기 임상시험지원	480	160	△320	△67%
	질환극복기술개발	중개연구	811	25	△786	△97%
		공공보건기술개발	23	0	△23	△100%
	첨단의료기술개발	융복합보건의료기술	330	330	0	0%
		신약개발지원	2,600	0	△2,600	△100%
		줄기세포·재생의료실용화	0	225	225	순증
		제약산업특화지원	500	0	△500	△100%
소계		5,220	1,115	△4,105	△78.6%	
환경부	글로벌탄환경기술개발	에코스마트상수도	1,350	1,315	△35	△3%
		하폐수고도처리	217	149	△68	△31%
	환경산업선진화 기술개발	NT - ET	3,592	1,400	△2,192	△61%
	지중환경오염·위해관리 기술개발	사후대응기술	1,500	1,670	170	11%
소계		6,659	4,534	△2,125	△31.9%	
중소 벤처 기업부	공정품질 기술개발(R&D)	제품공정	952	486	△466	△49%
		뿌리기업공정	662	105	△557	△84%
	글로벌중소기업육성프로젝트지원(R&D)		6,371	2,583	△3,788	△59%
	산학연협력기술개발(R&D)	첫걸음/도약/전략/연구장비공동	2,172	255	△1,917	△88%
	중소기업기술혁신개발사업	수출기업기술개발	2,281	948	△1,333	△58%
		혁신형기업 기술개발	7,403	1,269	△6,134	△83%
		수출지향형*	0	750	750	순증
		시장확대형*	0	6,957	6,957	순증
		시장대응형*	0	4,725	4,725	순증
		구매조건부신제품개발	6,307	12,151	5,844	93%
	중소기업 상용화 기술개발	중소기업네트워크형기술개발	313	916	603	193%
		기술전문기업협력기술개발	406	0	△406	△100%
		지역특화산업육성(R&D)	지역주력산업육성	714	0	△714
	지역연구산업육성		788	0	△788	△100%

제3장

우리나라
나노기술 정책국외 나노기술
정책 동향나노기술 연구개발
투자 및 성과나노
산업 현황나노
인프라 현황인력양성 및
교육·훈련나노안전성
및 표준화나노관련
행사·활동국제 협력
활동국민 이해 및
지식 확산

부록

기관	사업명		2019년 실적	2020년 계획	증감액	증감율
중소 벤처 기업부	지역특화산업육성+(R&D)*	지역주력산업육성	0	4,052	4,052	순증
		지역연고산업육성	0	1,525	1,525	순증
	창업성장기술개발사업	창업기업과제	10,243	10,717	474	5%
		기술창업 투자연계과제	5,767	5,981	214	4%
		디딤돌창업*	0	3,845	3,845	순증
		전략형창업*	0	4,288	4,288	순증
		TIPS*	0	2,756	2,756	순증
	산학연 Collabo R&D	산학협력	337	573	236	70%
		산학협력	737	1,326	589	80%
	산학연협력 신사업R&D 바우처		3,073	0	△3,073	△100%
	선도연구기관 협력R&D		785	0	△785	△100%
	중소기업R&D 기획역량제고	맞춤형 기술파트너	299	300	1	0%
R&D기획지원		173	233	60	35%	
소계			49,783	66,741	16,958	34.1%
식품 의약품 안전처	안전성 평가기술연구	독성물질 국가관리 연구	300	531	231	77%
	식품 등 안전관리	식품위생안전관리	210	300	90	43%
		미래식품 사전안전관리	0	280	280	순증
	안전기술선진화	식의약품 민간적용 기반기술 연구	700	700	0	0%
	의약품 등안전관리	화장품·의약품 안전관리	200	200	0	0%
	의료기기 등 안전관리	미래의료 환경대응 의료기기 평가기술 개발	50	0	△50	△100%
소계			1,460	2,011	551	37.7%
출연 및 직할 연구 기관	한국과학기술연구원		16,003	14,821	△1,182	△7.4%
	한국기초과학지원연구원		375	375	0	0.0%
	한국생명공학연구원		807	807	0	0.0%
	한국기계연구원		6,633	6,748	115	1.7%
	한국화학연구원		8,241	10,561	2,320	28.2%
	한국표준과학연구원		2,467	1,908	△559	△22.7%
	재료연구소		4,123	4,273	150	3.6%
	기초과학연구원		28,097	24,350	△ 3,747	△ 13.3%
	나노종합기술원		22,567	66,738	44,171	195.7%
	한국전기연구원		2,870	4,349	1,479	51.5%
	한국지질자원연구원		2,645	0	△2,645	△100.0%
	한국생산기술연구원		3,210	1,000	△2,210	△68.8%
	대구경북과학기술원		334	1,074	740	221.6%
	한국과학기술원*		2,763	2,953	190	6.9%
소계			101,135	139,957	38,822	38.4%
총합계			699,422	824,872	125,450	17.9%

* 지원하는 기술분야를 나노기술 분야(NT)로 특정하지 않고 과제를 선정하는 경우, 2020년도 나노기술 분야 투자금액 산출시 전년 기준 전체 사업 대비 NT사업 비율을 적용하여 추정

다. 주요 지원 사업 및 성과

과학기술정보통신부, 산업통상자원부 등 주요 정부 부처는 나노기술 선도국가 달성을 위해 미래 선도 나노기술 확보, 국가 혁신성장을 견인하는 나노산업화 확산 촉진, 미래사회 변화 대응 나노 기술 기반 확충을 위하여 다양한 나노기술 관련 사업을 운영하고 있다.

과학기술정보통신부의 대표적인 나노기술 관련 사업으로는 나노·소재기술 분야 핵심원천기술 개발, 나노기술개발 촉진을 위한 인프라 구축, 나노안전성 기술 확보 등 나노기술 선도 및 확산을 위한 ‘나노·소재기술개발사업’과 4대 중점 추진 분야에서 새로운 연구방법론을 활용하여 기존에 존재하지 않는 새로운 물성과 기능을 구현하는 신소재 개발 및 미래소재 원천특허 확보를 위한 ‘미래소재디스커버리사업’이 있다. 또한 산업통상자원부의 ‘나노융합산업핵심기술개발’, 과학기술 정보통신부와 산업통상자원부가 우수한 나노기술을 산업계의 실수요와 연계하여 사업화될 수 있도록 전주기적으로 지원하는 ‘나노융합2020사업’이 가시적인 성과를 창출하고 있으며, 나노 기술의 성공적인 사업화를 위한 전략적 지원 사업도 체계적으로 추진하고 있다.

표 3-4 나노기술 관련 사업

부처명	사업명
과학기술정보통신부	나노·소재기술개발사업, 미래소재디스커버리사업
산업통상자원부	나노융합산업핵심기술개발사업
과학기술정보통신부·산업통상자원부(공동)	나노융합2020사업

■ 나노·소재기술개발사업

‘나노·소재기술개발사업’은 나노·소재기술 분야의 선도적 기술 발굴을 통해 미래사회 기술수요 대응 및 나노기술의 산업화 촉진을 위한 ‘나노·소재원천기술개발’과 나노·소재기술 분야 중장기 정책 및 사업기획 지원, 나노안전성 연구, 나노팹 활용 기술사업화 및 인력양성 지원을 위한 ‘나노기술연구기반 육성 및 활용지원’으로 구성되어 있다.

이 중 나노·소재원천기술개발은 2019년에 일몰되었으나 나노기술연구기반 육성 및 활용지원 사업은 2024년까지 일몰이 연장되었다.

표 3-5 나노·소재기술개발사업 2019년 예산

(단위 : 백만 원)

사업명	2019년 예산
나노·소재기술개발사업	58,445
• 나노·소재원천기술개발	37,523
• 나노기술연구기반 육성 및 활용지원	20,922

‘나노·소재기술개발사업’ 지원으로 얻은 성과로는 국내 특허 출원 255건 및 특허 등록 96건, 해외 특허 출원 63건 및 특허 등록 43건, SCI급 논문 게재 754건(IF 10 이상 142건)으로 국내 특허 출원 및 SCI급 논문 건수는 줄었지만, 국내외 특허 등록과 우수한 SCI급 논문 게재가 증가한 것으로 보아 사업을 통한 연구 성과의 질적 우수성이 증가했다고 볼 수 있다.

표 3-6 나노·소재기술개발사업 추진 성과(2018~2019년)

구분	2018년	2019년	증감
국내 특허 출원	293건	225건	-23.2%
국내 특허 등록	91건	96건	5.5%
해외 특허 출원	68건	63건	-7.4%
해외 특허 등록	6건	43건	616.7%
SCI급 논문 게재	864건	754건	-12.7%
SCI급(IF>10) 논문 게재	122건	142건	16.4%

■ 미래소재디스커버리사업

‘미래소재디스커버리사업’은 신연구방법론을 활용하여 기존에 존재하지 않는 새로운 물성과 기능을 구현하는 신소재 개발 및 미래소재 원천기술을 확보하기 위한 사업으로, 올해부터 대외 의존도가 높은 소재·품목의 핵심원천기술 완성도 제고와 조기 실증을 위해 미래소재디스커버리 사업 내 ‘소재융합혁신기술개발사업’이 추가되었다.

표 3-7 미래소재디스커버리사업 2019년 예산

(단위 : 백만 원)

사업명	2019년 예산
미래소재디스커버리사업	35,025
• 미래소재디스커버리	31,875
• 소재융합혁신기술개발*	3,150

*2019년 추경 편성

‘미래소재디스커버리사업’은 기존에 선발한 22개 사업단과 올해 신규 4개 연구단을 추가하여 총 26개 연구단을 지원하고 있다. 또한 올해 추경을 통해 추가된 ‘소재융합혁신기술개발사업’을 통해 우선 추진 품목 5개를 도출하고 다수경쟁 수행과제* 11개를 선정하였다.

* OLED 청색발광소자, 형상기억고분자, 이미지센서용 수광소자 등

표 3-8 미래소재디스커버리사업 연구 주제

연도	번호	연구 주제
2015	1	격자 간 전자(Interstitial Electron) 배열의 차원 제어를 통한 신기능성 전자화물(Electride) 창조
	2	Logic-in-Memory 구현을 위한 Spin-Orbitronics 소재 개발
	3	멀티 레벨 전도도를 가지는 금속-반도체 변환 소재 개발
	4	휴리스틱스 전산기반 기능성 무기소재 창제 연구
2016	5	Multi-Physics Full-Scale 통합형 모델링 기반 극한환경용 다기능 고엔트로피 합금 창제
	6	초저전압 mV 구동 멤리스터용 분자운동성 이온결정 소재 개발
	7	기능면역체 기술 기반 생분해성 피부재생 소재 개발
	8	레이저 상호작용 기반 초망막 입체 디스플레이 핵심소재 개발
	9	스핀전자밀도 제어를 통한 High Clarke Number 원소 기반 Super-Magnet 개발
	10	양자/구조 알케미 기반 프랙탈 촉매 개발
2017	11	생체 트랜스덕션 기반 역공학적 설계를 통한 카보-올가닉 에너지 소재 개발
	12	생체모방형 d-오비탈 매니폴드 반응 제어소재
	13	DNA 나노구조체 기반 결빙제어 소재 개발
	14	동적 변환 파지 메타물질을 이용한 생체적합 시각 증진용 소재 개발
	15	나노메탈러지를 통한 복합차원 구조와 다중상이 프로그래밍된 금속화합물/탄소 소재군 개발
	16	멤커패시터 아키텍처 구현을 위한 다중 정전용량 소재 개발
2018	17	하이퍼 이온 이송 채널 기반 초이온 전도성 유연소재
	18	시력복구용 몸속 미세환경 반응성 나노레고 개발 기술
	19	인공 감각각 일렉트로닉스 소재 디스커버리
	20	결정구조차원계층 설계를 통한 벌크소재의 다차원 소재화 기술개발
	21	Superionic plastic crystal 설계를 통한 고에너지 밀도의 soft materials platform integration
	22	파장 초선택성 맞춤형 zero-energy 냉각소재
2019	23	청각증진용 자가힐링 펩타이드 모티브 바이오메디컬 신소재 개발
	24	중간체의 흡착세기를 독립적으로 제어할 수 있는 단일금속원자 기반의 촉매소재 디스커버리
	25	지능형 자가변환 기반 자가치유 센테니얼 합금 개발
	26	공유결합성 인공원자의 연속재단

‘미래소재디스커버리사업’을 통해 2019년에는 국내 특허 출원 265건 및 특허 등록 46건, 기술이전 4건의 성과가 발생하였다. 2018년 성과와 비교하여 논문 성과는 증가하였지만, 특허 및 기술료 비용은 감소하였다.

표 3-9 미래소재디스커버리사업 추진 성과(2018~2019년)

구분	2018년	2019년	증감률
논문 건수(mrnIF)	488건(80.0)	577건(80.51)	18.2%
특허 건수(출원/등록)	387건(332/55)	311건(265/46)	-19.6%
기술이전 건수(기술료)	4건(55.2억 원)	4건(1.6억 원)	0%

■ 나노융합2020사업

‘나노융합2020사업’은 나노기술의 정부 연구개발사업 성과를 기반으로 공공기술과 사업화 아이디어를 보유한 수요기업을 연계하는 R&BD 사업이며, 신산업 및 신시장을 조기에 창출하고 지속적인 나노융합 기술의 발전을 위한 혁신 시스템을 구축하고자 과학기술정보통신부와 산업통상자원부가 공동으로 지원하는 사업이다. 2019년에는 나노융합기술 사업화 과제 중 20개 과제(신규 8개, 계속 12개)가 수행되었으며, 사업화 성공 기업은 5건이 발생하여 사업단이 운영된 이후 총 누적 매출액이 5천억 원을 넘어섰다.

표 3-10 나노융합2020사업 정량적 성과

연도	사업화 성공 기업		고용 창출			기술이전 성과*		특허	
	건수 (건)	매출액 (억 원)	연구 인력 (명)	생산/기타 인력(명)	합계 (명)	건수 (건)	기술료 (억 원)	출원 (건)	등록 (건)
2013	2	15	56	19	75	22	17.15	56 (국외 12)	-
2014	3	280	54	41	95	10	9.64	50 (국외 1)	18 (국외 0)
2015	6	822	54	15	69	16	14.1	63 (국외 6)	30 (국외 0)
2016	6	1,624	86	20	106	15	16.22	62 (국외 15)	25 (국외 3)
2017	7	1,077	98	25	123	5	1.37	65 (국외 16)	38 (국외 2)
2018	5	885	130	15	145	11	12.55	62 (국외 15)	30 (국외 4)
2019	5	1,254	78	14	92	7	4.2	35 (국외 6)	27 (국외 1)
합계	34	5,957	556	149	705	86	75.23	393 (국외 71)	168 (국외 10)

* 과제협약(착수) 전 주관기관(기업)이 학연으로부터 기술이전을 받아 현금으로 지급한 기술료

■ 나노융합산업핵심기술개발사업

‘나노융합산업핵심기술개발사업’은 국가 성장전략에 기반한 전략기술 분야의 핵심·원천기술 개발에 대한 집중 지원을 통해 주력기간산업의 산업경쟁력 제고 및 미래 신산업을 육성하여 우리 경제의 성장 잠재력을 확충하고자 2009년부터 추진하고 있는 사업이다.

다수 기업 활용이 가능한 플랫폼 기술 및 나노소재·중간재 개발을 위한 ‘나노융합’과 나노공급-수요기업 간 제품화 기술 개발을 통한 사업화 촉진을 위한 ‘나노소재 수요연계제품화’ 사업으로 구성되어 있으며, 기존 그래핀 소재의 사업화 촉진을 위해 진행되던 ‘그래핀소재부품상용화’는 올해로 종료되었다.

2019년도에는 4차 산업혁명 대응기술, 7대 산업화 전략기술, 시장수요 기반 R&D 등 37개 과제(신규 5개, 계속 32개)를 지원하였다.

표 3-11 나노융합산업핵심기술개발사업 2019년 예산

(단위 : 백만 원)

사업명	2019년 예산
나노융합산업핵심기술개발사업	23,092
• 나노융합	21,330
• 나노소재 수요연계제품화	1,762

작성자 김준현(국가나노기술정책센터 연구원)



민간 연구개발 투자 및 성과

2017년 나노융합기업의 연구개발 투자는 10조 9,892억 원으로 전년 대비 0.2% 증가하였다. 분야별로 나노장비·기기 분야는 감소했지만 나노바이오·의료, 나노소재, 나노전자 분야는 증가하였고, 특히 나노바이오·의료 분야가 전년 대비 크게 증가하였다.

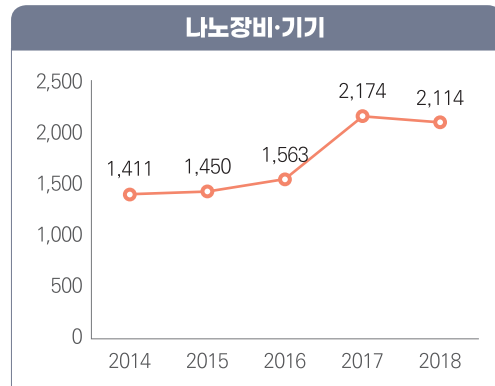
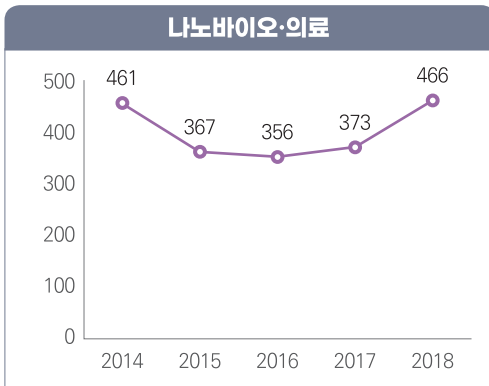
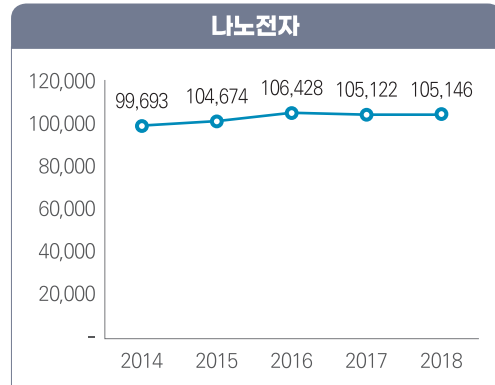
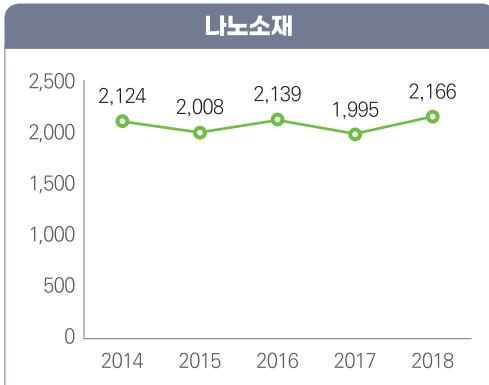
표 3-12 나노융합산업 연구개발 투자액(2014~2018년)

(단위 : 억 원)

구분		2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
나노소재		2,124	2,008	2,139	1,995	2,166
나노전자		99,693	104,674	106,428	105,122	105,146
나노바이오·의료		461	367	356	373	466
나노장비·기기		1,411	1,450	1,563	2,174	2,114
전체		103,689	108,499	110,487	109,665	109,892
 중·소기업	나노소재	804	826	806	1,026	1,039
	나노전자	902	494	626	594	552
	나노바이오·의료	245	281	236	194	297
	나노장비·기기	833	982	1,181	812	706
	전체	2,784	2,583	2,848	2,626	2,594
 중견기업	나노소재	-	-	-	326	516
	나노전자	-	-	-	479	545
	나노바이오·의료	-	-	-	180	169
	나노장비·기기	-	-	-	1,362	1,407
	전체	-	-	-	2,348	2,638
 대기업	나노소재	1,320	1,182	1,333	643	611
	나노전자	98,791	104,180	105,803	104,048	104,048
	나노바이오·의료	217	86	121	-	-
	나노장비·기기	578	468	382	-	-
	전체	100,906	105,916	107,638	104,691	104,660

그림 3-1 나노 분야별 연구개발 투자액 추이(2014~2018년)

(단위 : 억 원)



2018년 나노융합기업의 연구개발 집약도*는 7.3%로 2017년의 7.6%와 비교하여 소폭 감소하였다.

* 연구개발(R&D) 집약도 : 매출액 대비 연구개발 지출액 비율

그림 3-2 나노 분야별 연구개발 집약도 추이(2014~2018년)

(단위 : %)

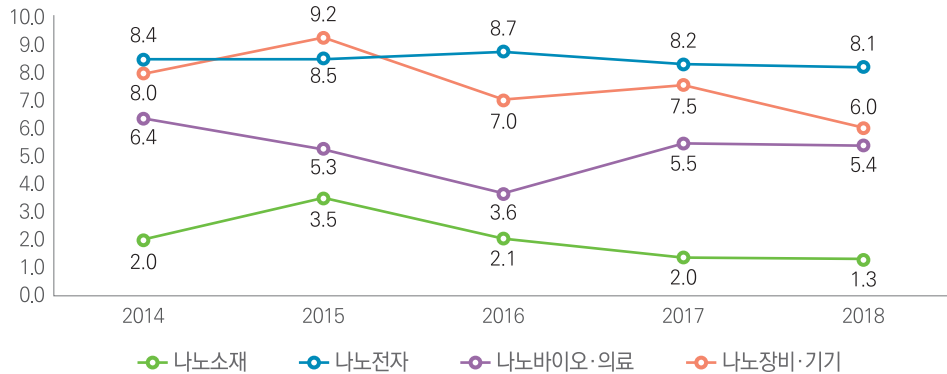


표 3-13 나노 분야별 연구개발 집약도 추이(2014~2018년)

(단위 : %)

구분		R&D 집약도				
		2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
나노소재		2.0	3.5	2.1	2.0	1.3
나노전자		8.4	8.5	8.7	8.2	8.1
나노바이오·의료		6.4	5.3	3.6	5.5	5.4
나노장비·기기		8.0	9.2	7.0	7.5	6.0
전체		7.8	8.1	8.2	7.6	7.3
중·소기업	나노소재	4.7	5.2	4.8	6.2	6.1
	나노전자	5.7	3.5	5.5	8.8	8.0
	나노바이오·의료	11.1	17.1	11.0	7.6	10.5
	나노장비·기기	8.4	10.3	7.0	5.8	4.9
	전체	6.2	6.2	6.0	6.6	6.3
중견기업	나노소재	-	-	-	1.4	3.4
	나노전자	-	-	-	1.5	1.6
	나노바이오·의료	-	-	-	4.2	2.9
	나노장비·기기	-	-	-	9.1	6.9
	전체	-	-	-	3.2	3.5
대기업	나노소재	1.5	3.1	1.6	0.6	0.5
	나노전자	8.4	8.5	8.8	8.4	8.2
	나노바이오·의료	4.3	1.6	1.6	-	-
	나노장비·기기	7.5	7.5	6.9	-	-
	전체	7.9	8.2	8.3	7.8	7.5

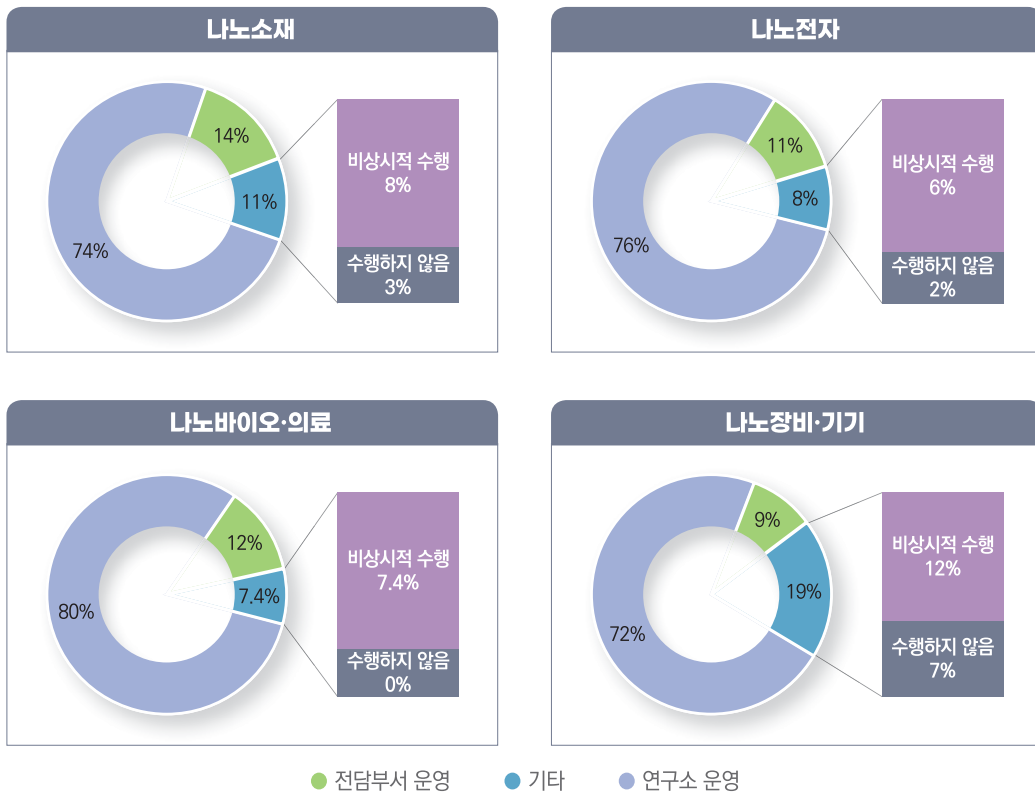
나노융합기업의 연구개발 활동을 살펴보면, 자체 연구소 운영이 74.5%로 가장 많으며 전담부서 운영과 비상시적 수행도 각각 12.0%, 8.8%로 조사되었다.

표 3-14 나노 분야별 연구개발 추진 방법(2018년)

(단위 : 개, %)

구분	연구소 운영		전담부서 운영		비상시적 수행		수행하지 않음		무응답		소계	
	기업수	비중	기업수	비중	기업수	비중	기업수	비중	기업수	비중	기업수	비중
나노소재	258	74.1	49	14.1	28	8.0	11	3.2	2	0.6	348	100.0
나노전자	106	76.3	15	10.8	8	5.8	3	2.2	7	5.0	139	100.0
나노바이오·의료	65	80.2	10	12.3	6	7.4	0	0.0	0	0.0	81	100.0
나노장비·기기	148	71.5	19	9.2	26	12.6	14	6.8	0	0.0	207	100.0
합계	577	74.5	93	12.0	68	8.8	28	3.6	9	1.2	775	100.0

그림 3-3 나노 분야별 연구개발 추진 방법(2018년)



※ 무응답 9개 기업 제외

나노융합기업의 설비 투자와 연구개발 투자 비중은 총 투자액 대비 61.4%와 38.6%로 조사되었다. 분야별로는 나노전자 분야의 설비 투자 비율이 61.9%로 가장 높게 나타났다. 나노바이오·의료 분야는 설비 투자 비율이 39.8%로 가장 낮지만, 연구개발 투자 비율은 60.2%로 가장 높게 나타났다.

그림 3-4 나노 분야별 설비 투자와 연구개발 투자액 비중(2018년)

(단위 : %)

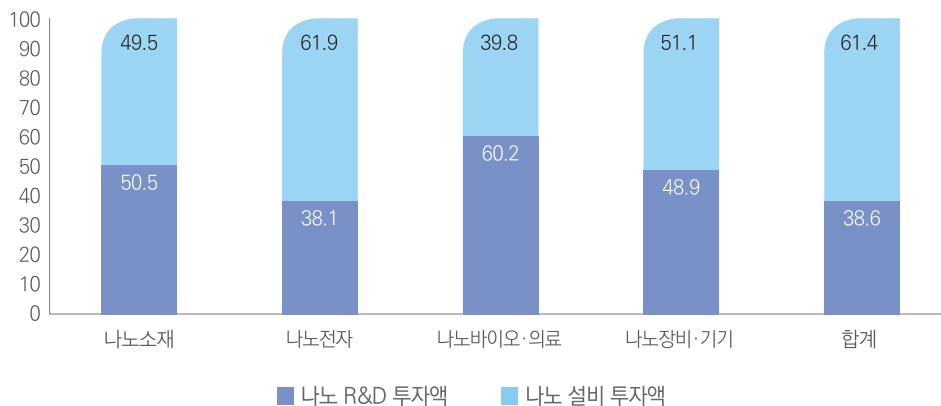


표 3-15 나노 분야별 설비 투자와 연구개발 투자액 비중(2018년)

(단위 : 억 원)

구분	나노 총 투자액	나노설비 투자액	나노연구개발 투자액
나노소재	4,286	2,120	2,166
나노전자	275,662	170,516	105,146
나노바이오·의료	774	308	466
나노장비·기기	4,327	2,213	2,114
합계	285,049	175,157	109,892

나노융합기업의 투자재원은 대부분이 기업내부 조달로 이루어지고 있다. 분야별로 나노전자 분야의 내부 조달 비율이 79.9%로 가장 높았으며, 나노소재 분야가 76.4%로 가장 낮게 조사되었다.

표 3-16 나노 분야별 투자 자원 조달 현황(2018년)

(단위 : %)

투자자원 조달	기업내부 조달	외부자금 조달		소계
		민간	공공	
나노소재	76.4	4.4	19.1	100.0
나노전자	79.9	3.9	16.2	100.0
나노바이오·의료	77.3	4.9	17.8	100.0
나노장비·기기	78.0	4.8	17.2	100.0
전체	77.6	4.5	18.0	100.0
 중·소기업	나노소재	74.5	4.7	100.0
	나노전자	78.8	3.7	100.0
	나노바이오·의료	75.8	5.4	100.0
	나노장비·기기	77.2	5.0	100.0
	전체	76.1	4.7	100.0
 중견기업	나노소재	93.2	1.9	100.0
	나노전자	86.3	3.1	100.0
	나노바이오·의료	92.9	0.0	100.0
	나노장비·기기	92.6	0.0	100.0
	전체	91.2	1.7	100.0
 대기업	나노소재	99.5	0.0	100.0
	나노전자	81.7	16.7	100.0
	나노바이오·의료	-	-	-
	나노장비·기기	-	-	-
	전체	91.9	7.1	100.0

작성자 정종일(나노융합산업연구조합 본부장)



나노기술 연구개발 성과 분석

1

논문¹⁾

과학기술 분야의 연구개발 활동은 논문, 특허 등의 연구 성과물의 양적 지표나 인용 분석 등에 기초한 질적 지표를 통해 평가할 수 있다. 나노기술 분야의 연구 활동을 그 성과물인 논문과 특허를 대상으로 판단한 객관적 평가는 과학기술 정책 입안과 의사결정 과정에서 중요한 역할을 한다.

나노기술 관련 논문 성과 분석은 2001년부터 2019년까지의 Web of Science의 데이터베이스에 등록된 SCI 논문을 기준으로 ‘나노’, ‘원자’ 등 주요 나노기술 용어를 포함하는 검색식을 활용하여 분석하였다.

2001~2019년 기간에 출판된 나노기술 관련 SCI 논문은 총 1,692,878건이다. 이중 한국 기관의 논문은 105,508건으로 전체의 6.2%를 차지하여, 중국(498,399건), 미국(323,830건), 일본(120,293건), 독일(118,668건)에 이어 5위로 나타났다.

가. 나노기술 분야 SCI 논문 현황

2019년도의 나노기술 분야 SCI 논문 건수는 2001년 27,176건의 약 6.3배인 170,160건으로 증가하였다. 2001년 이후로 나노기술 분야 SCI 논문의 연평균증가율(CAGR)은 10.7%로 전체 SCI 논문의 연평균증가율인 4.6%보다 높게 나타났으며, 전체 논문 중 나노기술 분야 논문의 점유율은 2001년 3.8%에서 2019년 10.6%로 확대되는 추세이다.

1) Web of Science DB 기준, 2020.02 분석

그림 3-5 전체 SCI 논문 및 나노기술 분야 SCI 논문 추이(2001~2019년)

(단위 : 건, %)

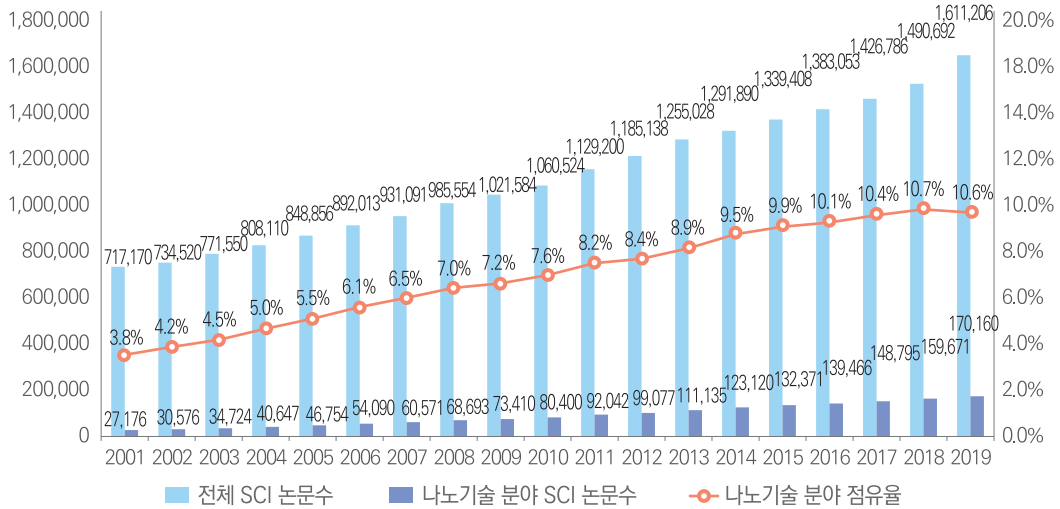


표 3-17 연도별 전체 SCI 논문 및 나노기술 분야 SCI 논문 현황(2001~2019년)

연도	전체 SCI 논문		나노기술 분야 SCI 논문		나노기술 분야 비중
	논문수(건)	증가율	논문수(건)	증가율	
2001	717,170	-	27,176	-	3.8%
2002	734,520	2.4%	30,576	12.5%	4.2%
2003	771,550	5.0%	34,724	13.6%	4.5%
2004	808,110	4.7%	40,647	17.1%	5.0%
2005	848,856	5.0%	46,754	15.0%	5.5%
2006	892,013	5.1%	54,090	15.7%	6.1%
2007	931,091	4.4%	60,571	12.0%	6.5%
2008	985,554	5.8%	68,693	13.4%	7.0%
2009	1,021,584	3.7%	73,410	6.9%	7.2%
2010	1,060,524	3.8%	80,400	9.5%	7.6%
2011	1,129,200	6.5%	92,042	14.5%	8.2%
2012	1,185,138	5.0%	99,077	7.6%	8.4%
2013	1,255,028	5.9%	111,135	12.2%	8.9%
2014	1,291,890	2.9%	123,120	10.8%	9.5%
2015	1,339,408	3.7%	132,371	7.5%	9.9%
2016	1,383,053	3.3%	139,466	5.4%	10.1%
2017	1,426,786	3.2%	148,795	6.7%	10.4%
2018	1,490,692	4.5%	159,671	7.3%	10.7%
2019	1,611,206	8.1%	170,160	6.6%	10.6%
합계	20,883,373	4.6%	1,692,878	10.7%	8.1%

나. 한국의 나노기술 분야 SCI 논문 현황

2001년 우리나라 나노기술 분야 SCI 논문 건수는 1,334건으로 나노기술 분야 논문에 대한 국가순위가 8위에 불과했으나, 나노기술에 대한 국가적인 지원과 연구개발 활성화에 힘입어 2008년에는 5위(4,278건)로 순위가 상승하였다. 2013년에는 3위(7,523건)에 도달하여 나노기술 분야의 선도국가로 자리매김했으나, 인도의 빠른 성장세로 인하여 2014년에 4위(8,166건)로 순위가 하락하여 2019년까지 4위(9,569건)를 유지하고 있다.

2001~2019년을 기준으로 우리나라 나노기술 분야 논문의 연평균증가율은 11.6%로 세계 연평균 증가율 10.7%에 비해 높은 증가추세를 보인다.

그림 3-6 나노기술 분야 SCI 논문 중 한국 논문 건수와 순위(2001~2019년)

(단위 : 건)

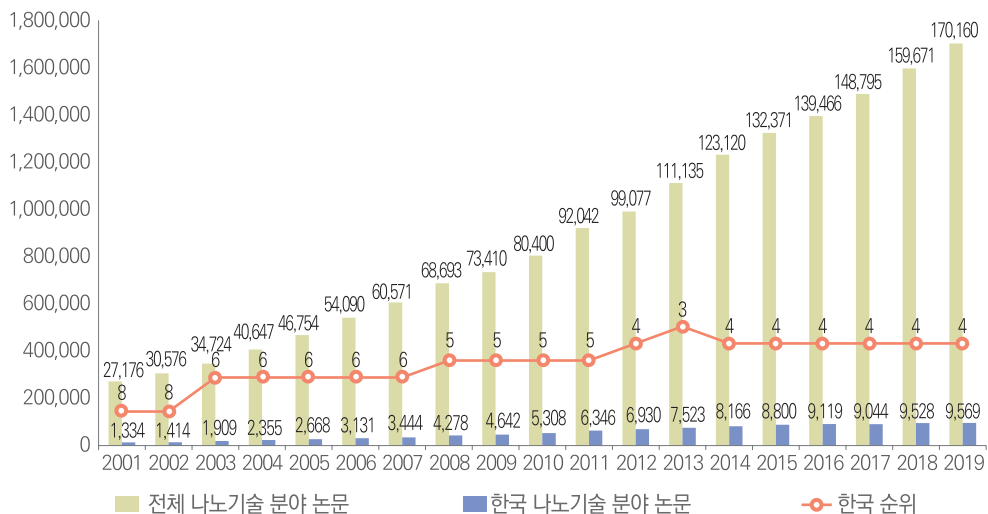


표 3-18 나노기술 분야 SCI 논문 중 한국 논문 현황(2001~2019년)

연도	전체 나노기술 분야 SCI 논문		한국 나노기술 분야 SCI 논문			
	논문수(건)	증가율	논문수(건)	증가율	점유율	순위
2001	27,176	-	1,334	-	4.9%	8위
2002	30,576	12.5%	1,414	6.0%	4.6%	8위
2003	34,724	13.6%	1,909	35.0%	5.5%	6위
2004	40,647	17.1%	2,355	23.4%	5.8%	6위
2005	46,754	15.0%	2,668	13.3%	5.7%	6위
2006	54,090	15.7%	3,131	17.4%	5.8%	6위
2007	60,571	12.0%	3,444	10.0%	5.7%	6위

연도	전체 나노기술 분야 SCI 논문		한국 나노기술 분야 SCI 논문			
	논문수(건)	증가율	논문수(건)	증가율	점유율	순위
2008	68,693	13.4%	4,278	24.2%	6.2%	5위
2009	73,410	6.9%	4,642	8.5%	6.3%	5위
2010	80,400	9.5%	5,308	14.3%	6.6%	5위
2011	92,042	14.5%	6,346	19.6%	6.9%	5위
2012	99,077	7.6%	6,930	9.2%	7.0%	4위
2013	111,135	12.2%	7,523	8.6%	6.8%	3위
2014	123,120	10.8%	8,166	8.5%	6.6%	4위
2015	132,371	7.5%	8,800	7.8%	6.6%	4위
2016	139,466	5.4%	9,119	3.6%	6.5%	4위
2017	148,795	6.7%	9,044	-0.8%	6.1%	4위
2018	159,671	7.3%	9,528	5.4%	6.0%	4위
2019	170,160	6.6%	9,569	0.4%	5.6%	4위
합계	1,692,878	10.7%	105,508	11.6%	6.2%	5위

다. 국가별 나노기술 분야 SCI 논문 현황

2019년의 국가별 나노기술 분야 논문 발표 순위는 중국(1위, 72,706건), 미국(2위, 24,244건), 인도(3위, 12,906건), 한국(4위, 9,569건), 독일(5위, 8,568건) 순으로 나타났다. 2001년부터 현재까지 연평균증가율은 이란(38.1%), 중국(19.6%), 인도(17.3%) 순으로 높게 나타났다.

중국은 2009년 나노기술 분야 논문 발표 수 16,359건을 기록하며, 미국(15,996건)을 제치고 1위를 기록하였다. 중국의 높은 성장세로 인해 미국과의 격차는 2009년 363건에서 2019년 48,462건으로 점차 확대되고 있다.

인도는 2001년 나노기술 분야 논문 건수가 731건으로 11위였으나, 급격한 성장세를 보이며 2014년 8,509건으로 한국을 제치고 3위를 기록했다. 2019년 현재 인도의 나노기술 분야 논문은 12,906건으로 한국과의 격차는 3,337건으로 증가하였으며, 최근 성장세를 고려하면 4위인 한국과의 격차는 더욱 확대될 것으로 보인다.

일본은 2001~2009년까지 2~3위를 유지했으나, 국가 과학기술 연구개발 예산의 증가율이 정체됨에 따라 2010년 4위, 2014년 6위로 하락세를 보이며 2019년 7위(7,461건)로 순위가 하락하고 있다.

또한, 가파른 성장세를 보이는 국가인 이란은 2001년에는 50위권 밖에 있었으나 2013년에는 9위(3,645건)를 차지했으며 2019년에는 6위(8,377건)를 차지하였다.

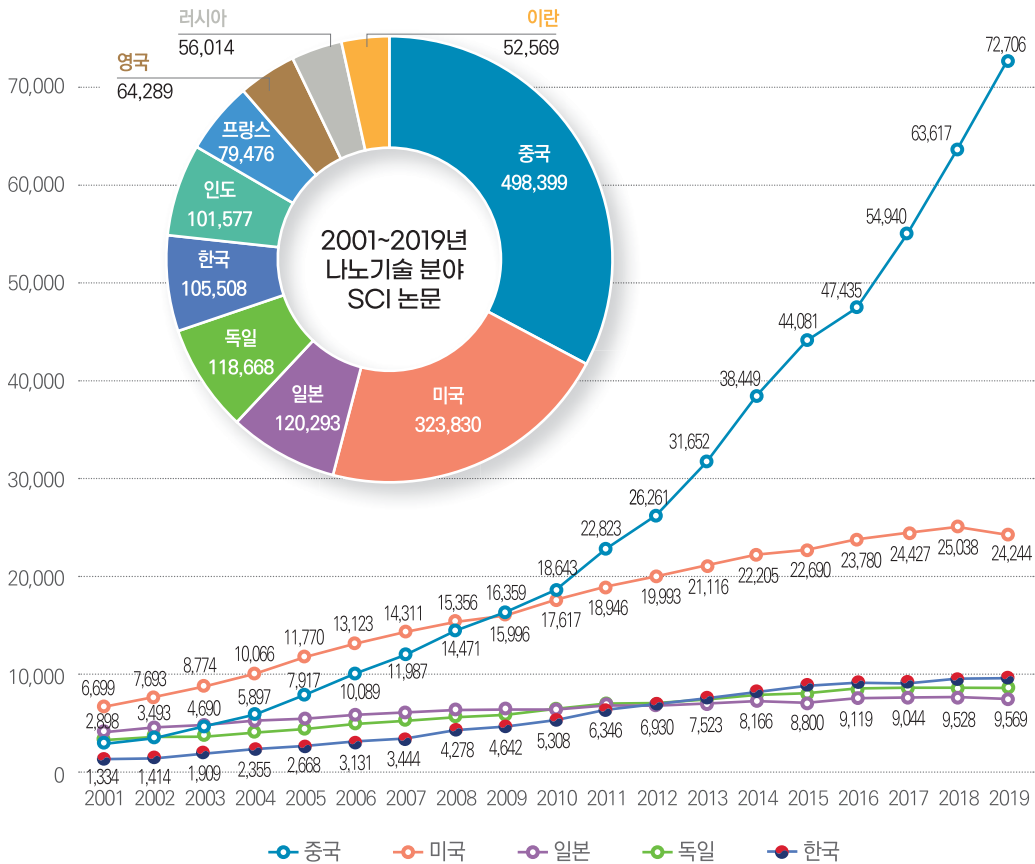
표 3-19 국가별 나노기술 분야 SCI 논문 현황(2001~2019년)

순위	국가명	구분	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	합계
1	중국	논문수(건)	2,898	3,493	4,690	5,897	7,917	10,089	11,987	14,471	16,359	18,643	22,823	26,261	31,652	38,449	44,081	47,435	54,940	63,617	72,706	498,399
		증가율(%)	-	20.5	34.3	25.7	34.3	27.4	18.8	20.7	13.0	14.0	22.4	15.1	20.5	21.5	14.6	7.6	15.8	15.8	14.3	19.6
2	미국	논문수(건)	6,699	7,693	8,774	10,066	11,770	13,123	14,311	15,356	15,996	17,617	18,946	19,993	21,116	22,205	22,690	23,780	24,427	25,038	24,244	323,830
		증가율(%)	-	14.8	14.1	14.7	16.9	11.5	9.1	7.3	4.2	10.1	7.5	5.5	5.6	5.2	2.2	4.8	2.7	2.5	-3.2	7.4
3	일본	논문수(건)	4,086	4,583	4,813	5,252	5,455	5,853	6,078	6,333	6,386	6,381	6,793	6,763	7,001	7,230	7,073	7,520	7,591	7,643	7,461	120,293
		증가율(%)	-	12.2	5.0	9.1	3.9	7.3	3.8	4%	0.8	-0.1	6.5	-0.4	3.5	3.3	-2.2	6.3	0.9	0.7	-2.4	3.4
4	독일	논문수(건)	3,297	3,610	3,635	4,043	4,415	4,923	5,236	5,594	5,845	6,444	6,986	7,050	7,414	7,860	8,037	8,528	8,596	8,588	8,568	118,668
		증가율(%)	-	9.5	0.7	11.2	9.2	11.5	6.4	6.8	4.5	10.2	8.4	0.9	5.2	6.0	2.3	6.1	0.8	-0.1	-0.2	5.4
5	한국	논문수(건)	1,334	1,414	1,909	2,355	2,668	3,131	3,444	4,278	4,642	5,308	6,346	6,930	7,523	8,166	8,800	9,119	9,044	9,528	9,569	105,508
		증가율(%)	-	6.0	35.0	23.4	13.3	17.4	10.0	24.2	8.5	14.3	19.6	9.2	8.6	8.5	7.8	3.6	-0.8	5.4	0.4	11.6
6	인도	논문수(건)	731	788	1,004	1,216	1,438	1,874	2,401	2,955	3,364	4,051	5,018	5,443	6,982	8,509	9,282	10,276	11,068	12,275	12,906	101,577
		증가율(%)	-	7.8	27.4	21.1	18.3	30.3	28.1	23.1	13.8	20%	23.9	8.5	28.3	21.9	9.1	10.7	7.7	10.9	5.1	17.3
7	프랑스	논문수(건)	2,086	2,319	2,548	2,736	3,083	3,398	3,565	4,106	4,190	4,305	4,646	4,761	5,079	5,159	5,423	5,604	5,610	5,401	5,457	79,476
		증가율(%)	-	11.2	9.9	7.4	12.7	10.2	4.9	15.2	2.0	2.7	7.9	2.5	6.7	1.6	5.1	3.3	0.1	-3.7	1.0	5.5
8	영국	논문수(건)	1,509	1,699	1,762	1,930	2,049	2,397	2,622	2,962	3,110	3,298	3,353	3,506	3,830	4,219	4,580	5,151	5,278	5,497	5,538	64,289
		증가율(%)	-	12.6	3.7	9.5	6.2	17.0	9.4	13.0	5.0	6.0	1.7	4.6	9.2	10.2	8.6	12.5	2.5	4.1	0.7	7.5
9	러시아	논문수(건)	1,464	1,556	1,698	1,795	1,764	1,950	2,207	2,389	2,553	2,671	2,773	2,888	3,177	3,416	4,136	4,480	4,657	5,229	5,212	56,014
		증가율(%)	-	6.3	9.1	5.7	-1.7	10.5	13.2	8.2	6.9	4.6	3.8	4.1	10.0	7.5	21.1	8.3	4.0	12.3	-0.3	7.3
10	이란	논문수(건)	25	37	47	68	138	258	432	705	1,163	1,595	2,377	2,886	3,645	4,487	5,286	6,312	7,106	7,627	8,377	52,569
		증가율(%)	-	48.0	27.0	44.7	102.9	87.0	67.4	63.2	65.0	37.1	49.0	21.4	26.3	23.1	17.8	19.4	12.6	7.3	9.8	38.1

2001년부터 2019년까지의 나노기술 분야 논문 누적 건수는 총 1,692,878건이며, 한국은 총 105,508건(점유율 6.2%)으로 5위로 나타났다. 상위 10개 국가의 순위는 중국(1위, 498,399건, 29.4%), 미국(2위, 323,830건, 19.1%), 일본(3위, 120,293건, 7.1%), 독일(4위, 118,668건, 7.1%) 순이다.

그림 3-7 국가별 나노기술 분야 SCI 논문 추이(2001~2019년)

(단위 : 건)



라. 나노기술 분야 고 피인용(HCP) 논문 현황

2010~2019년 동안 나노기술 분야 SCI 논문 중 피인용 상위 1% 논문은 총 17,275건으로, 중국이 8,500건의 가장 많은 피인용 상위 1% 논문을 발표하였고, 2위인 미국은 5,826건을 발표하였다.

한국의 피인용 상위 1% 논문은 952건으로 4위를 차지하였다. 한국의 피인용 상위 1% 논문 점유율은 2010년부터 2016년까지는 6~7% 선을 보이거나 2017년부터 하락세를 보인다. 반면 피인용 상위 1% 논문의 평균 피인용 수는 280.1로 전체 피인용 상위 1% 논문의 피인용 수 229.7보다 높게 나타났다.

그림 3-8 나노기술 분야 피인용 상위 1% 논문 추이 및 한국 비중(2010~2019년)

(단위 : 건)

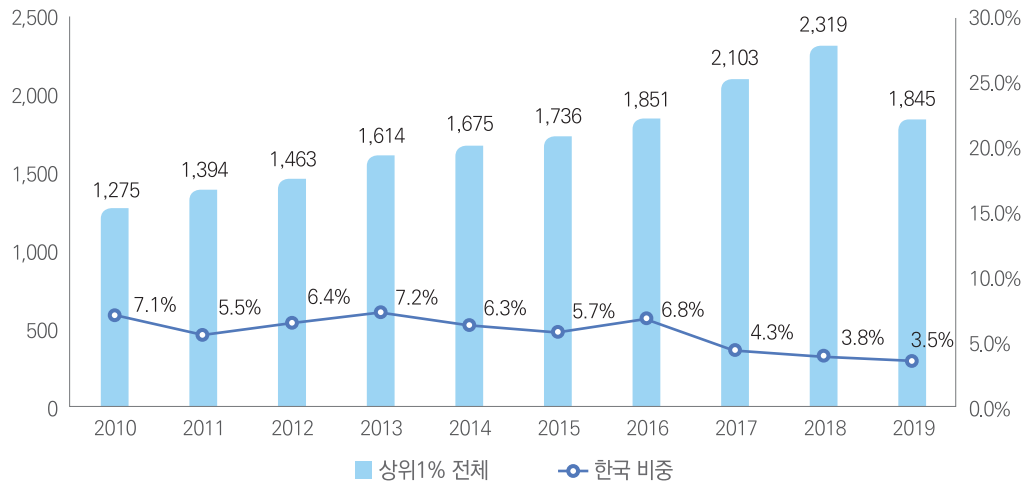


표 3-20 국가별 나노기술 분야 피인용 상위 1% 논문 현황(2010~2019년)

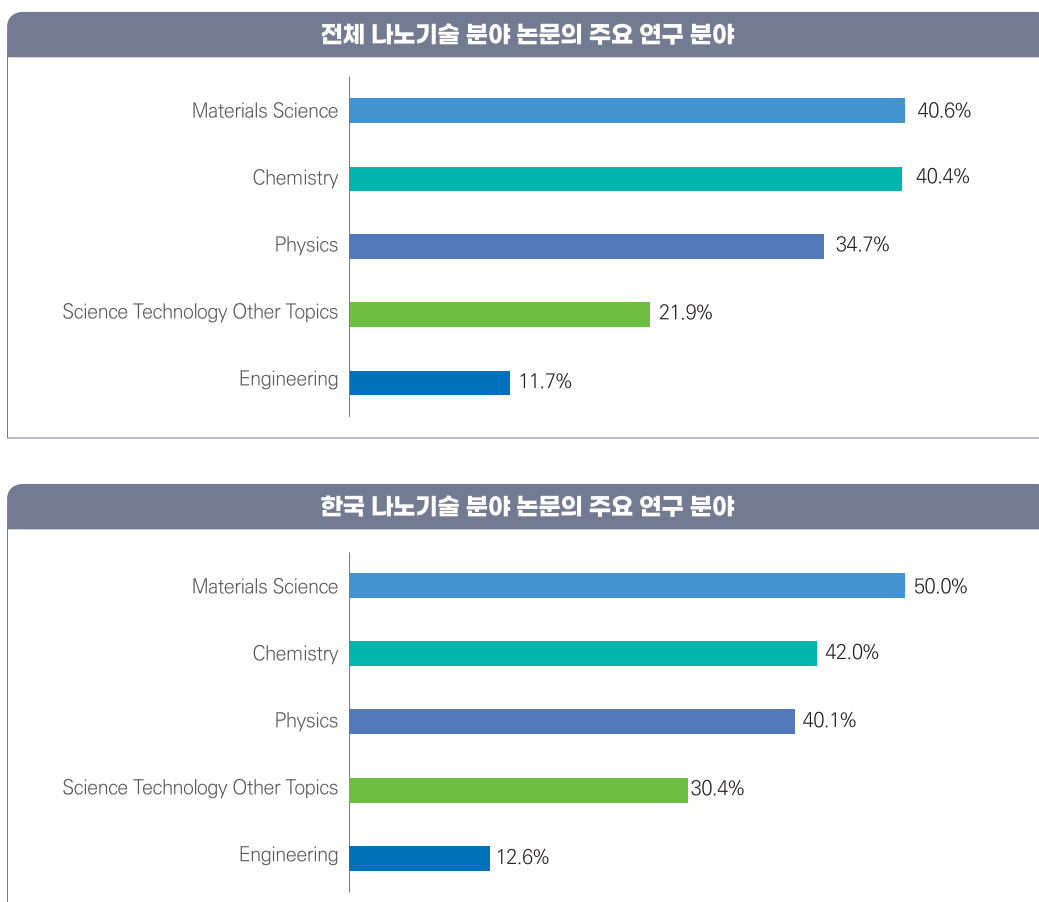
국가	나노기술 분야 피인용 상위 1% (2010~2019년)				나노기술 분야 전체 (2010~2019년)			
	순위	논문수(건)	점유율	평균 피인용	순위	논문수(건)	점유율	상위 1% 논문 비중
전체	-	17,275	-	229.7	-	1,256,237	-	1.4
중국	1	8,500	49.2	186.0	1	420,607	33.5	2.0
미국	2	5,826	33.7	282.1	2	220,056	17.5	2.6
독일	3	1,147	6.6	259.5	5	78,071	6.2	1.5
한국	4	952	5.5	280.1	4	80,333	6.4	1.2
싱가포르	5	893	5.2	261.8	17	20,701	1.6	4.3
영국	6	827	4.8	258.3	9	44,250	3.5	1.9
일본	7	793	4.6	269.7	6	71,456	5.7	1.1
호주	8	749	4.3	211.4	14	29,199	2.3	2.6
사우디아라비아	9	629	3.6	161.9	19	17,832	1.4	3.5
이란	10	586	3.4	107.3	8	49,698	4.0	1.2

마. 나노기술 분야 SCI 논문의 주요 연구 분야²⁾

2001~2019년 기간의 전 세계 나노기술 분야 논문의 연구 분야는 재료과학(Materials Science, 40.6%), 화학(Chemistry, 40.4%), 물리학(Physics, 34.7%), 기타분야(Science Technology Other Topics, 21.9%), 공학(Engineering, 11.7%) 순으로 나타났다.

한국의 경우, 재료과학(Materials Science, 50.0%)의 논문 비중이 가장 높은 것으로 나타났으며, 화학(Chemistry, 42.0%), 물리학(Physics, 40.1%), 기타분야(Science Technology Other Topics, 30.4%), 공학(Engineering, 12.6%) 순으로 나타났다.

그림 3-9 나노기술 분야 SCI 논문의 주요 연구 분야 비중(2001~2019년, 상위 5순위)



2) 연구 분야 비중 : 중복합 비중

표 3-21 나노기술 분야 SCI 논문의 주요 연구 분야 현황(2001~2019년, 상위 10순위)

전체 나노기술 분야 논문의 주요 연구 분야				한국 나노기술 분야 논문의 주요 연구 분야			
순위	연구 분야	건수(건)	비중	순위	연구 분야	건수(건)	비중
1	Materials Science	687,332	40.6%	1	Materials Science	52,731	50.0%
2	Chemistry	683,834	40.4%	2	Chemistry	44,327	42.0%
3	Physics	587,297	34.7%	3	Physics	42,267	40.1%
4	Science Technology Other Topics	371,487	21.9%	4	Science Technology Other Topics	32,061	30.4%
5	Engineering	198,910	11.7%	5	Engineering	13,330	12.6%
6	Polymer Science	95,181	5.6%	6	Polymer Science	6,495	6.2%
7	Electrochemistry	74,815	4.4%	7	Electrochemistry	5,246	5.0%
8	Optics	63,620	3.8%	8	Metallurgy Metallurgical Engineering	3,520	3.3%
9	Metallurgy Metallurgical Engineering	53,935	3.2%	9	Energy Fuels	3,491	3.3%
10	Biochemistry Molecular Biology	51,480	3.0%	10	Optics	2,927	2.8%

※ 비중 : 중복합 비중

바. 나노기술 분야 SCI 논문의 주요 기관

2001년부터 2019년까지 나노기술 분야 SCI 논문의 기관별 순위를 보면, 50위 안에 중국 기관이 17개로 가장 많으며, 미국 기관 9개, 일본 기관 6개, 프랑스 기관 5개 순이다.

기관별 나노기술 분야 논문 건수는 중국의 CAS(98,442건), 프랑스의 CNRS(55,045건), 미국의 DOE(37,866건), 러시아의 Russian Academy of Sciences (35,064건), 미국의 University of California System(33,622건) 순으로 나타났다.

상위 50위 기관 중에 한국 기관은 1개 기관(30위 서울대학교)이 있다.

표 3-22 나노기술 분야 SCI 논문의 주요 기관 현황(2001~2019년, 상위 50순위)

순위	기관명	국가	논문수(건)	비중
1	Chinese Academy of Sciences, CAS	중국	98,442	5.8%
2	Centre national de la recherche scientifique, CNRS	프랑스	55,045	3.3%
3	Department of Energy, DOE	미국	37,866	2.2%
4	Russian Academy of Sciences	러시아	35,064	2.1%
5	University of California System	미국	33,622	2.0%
6	University of Chinese Academy of Sciences	중국	22,345	1.3%
7	Indian Institute of Technology System	인도	20,783	1.2%
8	Helmholtz Association	독일	18,847	1.1%
9	Max Planck Society	독일	18,171	1.1%

순위	기관명	국가	논문수(건)	비중
10	Tsinghua University	중국	17,312	1.0%
11	Consiglio Nazionale Delle Ricerche, CNR	이탈리아	17,288	1.0%
12	Consejo Superior De Investigaciones Cientificas, CSIC	스페인	17,217	1.0%
13	CNRS Institute of Chemistry(INC)	프랑스	15,593	0.9%
14	University of Science Technology of China	중국	14,436	0.9%
15	Zhejiang University	중국	14,427	0.9%
16	Jilin University	중국	14,237	0.8%
17	Council of Scientific & Industrial Research, CSIR	인도	14,045	0.8%
18	Nanyang Technological University	싱가포르	13,241	0.8%
19	Nanjing University	중국	12,997	0.8%
20	University of Texas System	미국	12,409	0.7%
21	Peking University	중국	12,347	0.7%
22	National University of Singapore	싱가포르	12,238	0.7%
23	University of Tokyo	일본	12,023	0.7%
24	Shanghai Jiao Tong University	중국	11,582	0.7%
25	Universite Paris-Saclay	프랑스	11,486	0.7%
26	Tohoku University	일본	11,119	0.7%
27	State University System of Florida	미국	11,052	0.7%
28	Islamic Azad University	이란	10,997	0.6%
29	Fudan University	중국	10,939	0.6%
30	Seoul National University Snu	한국	10,783	0.6%
31	Japan Science Technology Agency, JST	일본	10,760	0.6%
32	University System of Georgia	미국	10,529	0.6%
33	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, AIST	일본	10,231	0.6%
34	Massachusetts Institute of Technology, MIT	미국	10,137	0.6%
35	Harbin Institute of Technology	중국	9,975	0.6%
36	Pennsylvania Commonwealth System of Higher Education, PCSHE	미국	9,951	0.6%
37	University of California Berkeley	미국	9,627	0.6%
38	National Institute for Materials Science, NIMS	일본	9,547	0.6%
39	Osaka University	일본	9,301	0.5%
40	CEA	프랑스	9,265	0.5%
41	Tianjin University	중국	9,047	0.5%
42	Shandong University	중국	8,984	0.5%
43	Sichuan University	중국	8,965	0.5%
44	University of Cambridge	영국	8,911	0.5%
45	Communaute Universite Grenoble Alpes	프랑스	8,829	0.5%
46	University of Illinois System	미국	8,750	0.5%
47	South China University of Technology	중국	8,733	0.5%
48	Huazhong University of Science Technology	중국	8,624	0.5%
49	National Taiwan University	대만	8,511	0.5%
50	Institute of Chemistry Cas	중국	8,505	0.5%

작성자 김아람(국가나노기술정책센터 선임연구원)



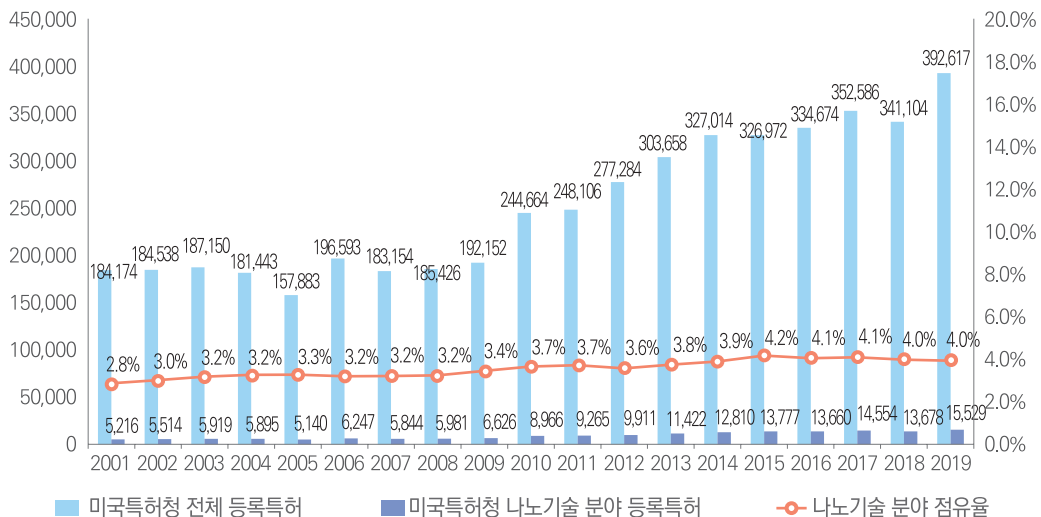
나노기술 관련 특허 성과 분석은 2001년부터 2019년까지의 미국특허청(USPTO) 등록특허를 기준으로 ‘나노’에 ‘원자’ 등 주요 나노기술 용어를 포함하는 검색식을 활용하여 분석하였다.

2001~2019년 기간 동안 미국특허청(USPTO)에 등록된 나노기술 관련 등록특허는 총 175,954건이다. 이중 한국 국적의 출원인이 등록한 특허는 10,232건으로 전체의 5.8%를 차지하고 있으며, 미국(96,253건, 54.7%), 일본(21,923건, 12.5%)에 이어 3위로 나타났다.

가. 미국특허청(USPTO) 나노기술 분야 등록특허 현황

2001~2019년 기간 동안 미국특허청의 등록특허는 총 4,801,192건이며 나노기술과 관련된 특허는 175,954건으로 3.7%의 비중을 차지하고 있다. 나노기술 분야 등록특허 건수는 일부 감소하는 구간이 있지만, 전체적으로는 점차 증가하는 추세를 보인다. 2001년 5,216건에서 2019년 15,529건으로 증가하였으며, 전체 등록특허에서 차지하는 점유율도 2.8%에서 4.0%로 증가하였다.

그림 3-10 미국특허청(USPTO) 전체 등록특허 및 나노기술 분야 등록특허 추이(2001~2019년) (단위 : 건)



3) WISDOMAIN DB 기준, 2020년 3월 분석

표 3-23 미국특허청(USPTO) 전체 등록특허 및 나노기술 분야 등록특허 현황(2001~2019년)

연도	전체 등록특허		나노기술 분야 등록특허		
	등록건수(건)	증가율	등록건수(건)	증가율	점유율
2001	184,174	-	5,216	-	2.8%
2002	184,538	0.2%	5,514	5.7%	3.0%
2003	187,150	1.4%	5,919	7.3%	3.2%
2004	181,443	-3.0%	5,895	-0.4%	3.2%
2005	157,883	-13.0%	5,140	-12.8%	3.3%
2006	196,593	24.5%	6,247	21.5%	3.2%
2007	183,154	-6.8%	5,844	-6.5%	3.2%
2008	185,426	1.2%	5,981	2.3%	3.2%
2009	192,152	3.6%	6,626	10.8%	3.4%
2010	244,664	27.3%	8,966	35.3%	3.7%
2011	248,106	1.4%	9,265	3.3%	3.7%
2012	277,284	11.8%	9,911	7.0%	3.6%
2013	303,658	9.5%	11,422	15.2%	3.8%
2014	327,014	7.7%	12,810	12.2%	3.9%
2015	326,972	0.0%	13,777	7.5%	4.2%
2016	334,674	2.4%	13,660	-0.8%	4.1%
2017	352,586	5.4%	14,554	6.5%	4.1%
2018	341,104	-3.3%	13,678	-6.0%	4.0%
2019	392,617	15.1%	15,529	13.5%	4.0%
합계	4,801,192	4.3%	175,954	6.2%	3.7%

나. 한국의 미국특허청(USPTO) 나노기술 분야 등록특허 현황

2001~2019년에 미국특허청에 등록된 나노기술 분야 등록특허 총 175,954건 중에서 한국 출원인의 등록특허는 10,232건으로 전체의 5.8%를 차지하고 있다.

한국 출원인의 등록특허는 미국(96,253건, 54.7%), 일본(21,923건, 12.5%)에 이어 3위로 나타나, 한국이 나노기술 분야에서 활발하게 활동해오고 있다고 볼 수 있다. 한국 출원인의 연도별 등록건수 및 점유율은 2001년 8위(63건)에서 2008년 3위(328건)로 증가했으며, 2019년까지 3위(1,121건)를 유지하고 있다. 점유율 역시 2001년에 1.2%에 불과하던 점유율이 점차 증가하여 2015년 이후 7%대를 유지하고 있다.

그림 3-11 나노기술 분야 등록특허 중 한국 등록특허 건수와 순위(2001~2019년)

(단위: 건)

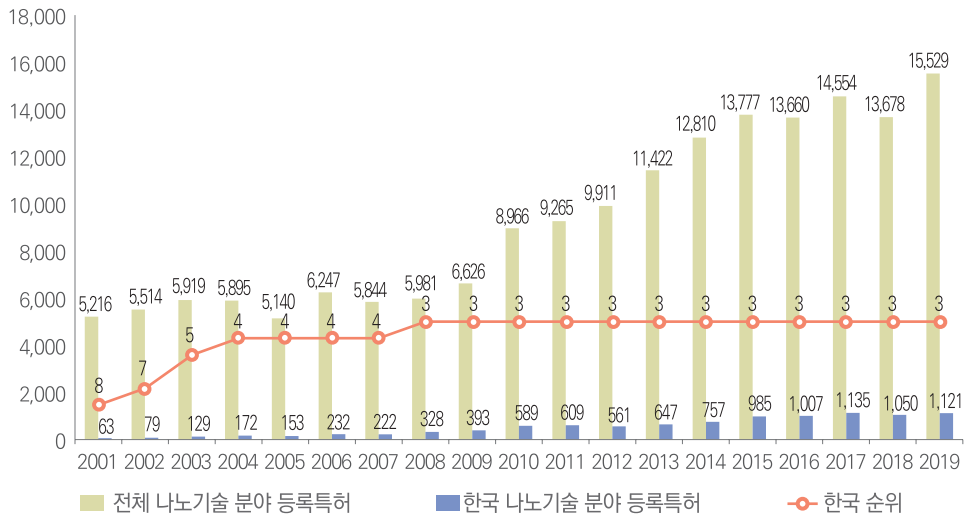


표 3-24 나노기술 분야 등록특허 중 한국 등록특허 건수와 순위(2001~2019년)

연도	전체 나노기술 분야 등록특허		한국 나노기술 분야 등록특허			
	등록건수(건)	증가율	등록건수(건)	증가율	점유율	순위
2001	5,216	-	63	-	1.2%	8위
2002	5,514	5.7%	79	25.4%	1.4%	7위
2003	5,919	7.3%	129	63.3%	2.2%	5위
2004	5,895	-0.4%	172	33.3%	2.9%	4위
2005	5,140	-12.8%	153	-11.0%	3.0%	4위
2006	6,247	21.5%	232	51.6%	3.7%	4위
2007	5,844	-6.5%	222	-4.3%	3.8%	4위
2008	5,981	2.3%	328	47.7%	5.5%	3위
2009	6,626	10.8%	393	19.8%	5.9%	3위
2010	8,966	35.3%	589	49.9%	6.6%	3위
2011	9,265	3.3%	609	3.4%	6.6%	3위
2012	9,911	7.0%	561	-7.9%	5.7%	3위
2013	11,422	15.2%	647	15.3%	5.7%	3위
2014	12,810	12.2%	757	17.0%	5.9%	3위
2015	13,777	7.5%	985	30.1%	7.1%	3위
2016	13,660	-0.8%	1,007	2.2%	7.4%	3위
2017	14,554	6.5%	1,135	12.7%	7.8%	3위
2018	13,678	-6.0%	1,050	-7.5%	7.7%	3위
2019	15,529	13.5%	1,121	6.8%	7.2%	3위
합계	175,954	6.2%	10,232	17.3%	5.8%	3위

다. 국가별 미국특허청(USPTO) 나노기술 분야 등록특허 현황

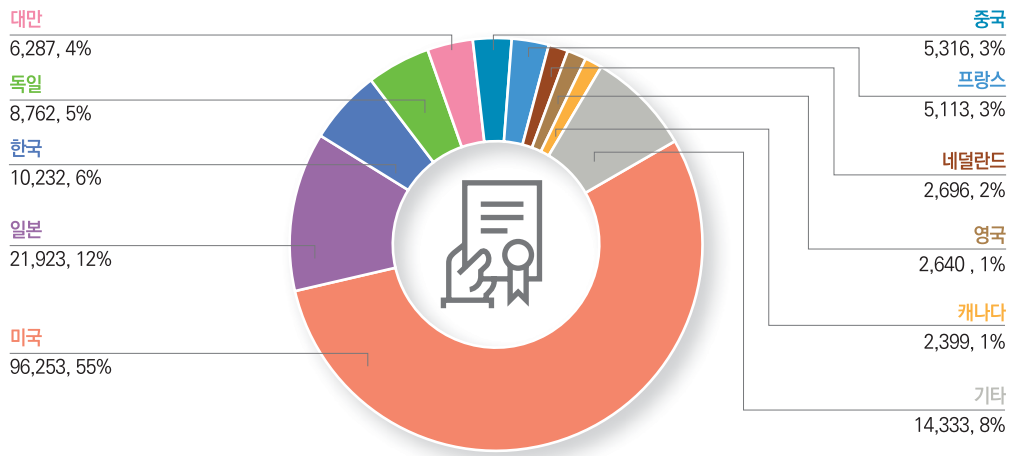
미국특허청에 등록된 나노기술 분야 등록특허는 미국 국적의 출원인과 일본 국적의 출원인이 전체의 67.2%를 차지하고 있다. 2001~2019년 동안의 연평균 증가율(CAGR)은 중국이 36.2%로 가장 높은 증가세를 보이며, 한국도 17.3%의 높은 증가세를 보인다. 일부 국가는 최근 5년간의 연평균 증가율이 하락세를 보이지만, 한국은 3.3%로 증가세를 유지하는 것으로 보인다.

표 3-25 국가별 나노기술 분야 등록특허 현황(2001~2019년)

순위	출원인 국적	등록건수(건)	점유율	2001~2019년 연평균 증가율	2015~2019년 연평균 증가율
1위	미국	96,253	54.7%	5.4%	2.5%
2위	일본	21,923	12.5%	3.4%	-2.5%
3위	한국	10,232	5.8%	17.3%	3.3%
4위	독일	8,762	5.0%	3.9%	2.9%
5위	대만	6,287	3.6%	12.7%	1.6%
6위	중국	5,316	3.0%	36.2%	18.1%
7위	프랑스	5,113	2.9%	2.9%	-1.8%
8위	네덜란드	2,696	1.5%	8.8%	-3.5%
9위	영국	2,640	1.5%	6.2%	8.5%
10위	캐나다	2,399	1.4%	5.0%	7.9%
	기타	14,333	8.1%	-	-
	총합계	175,954	100.0%	평균 6.2%	평균 3.0%

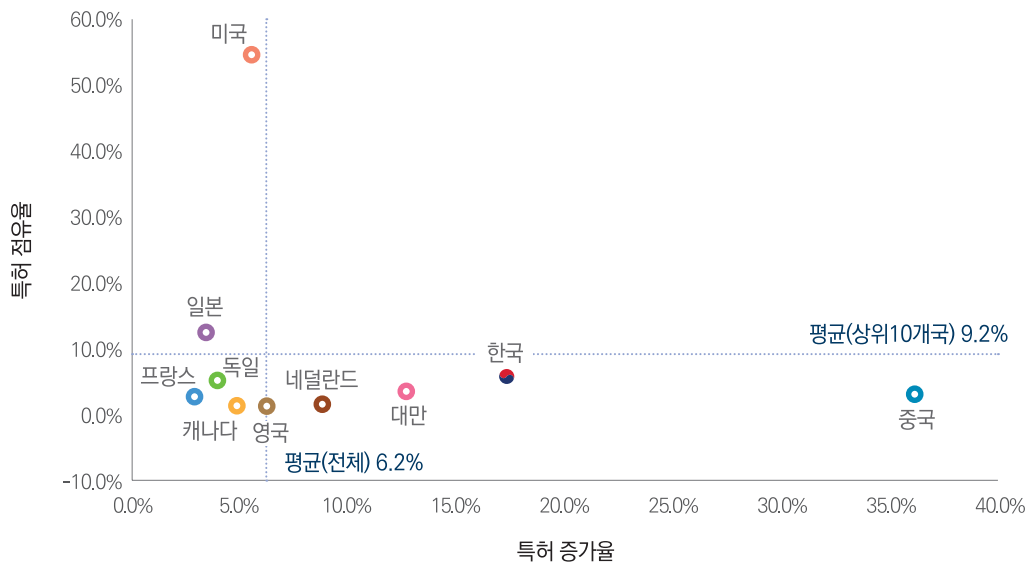
2001~2019년 동안 미국특허청에 등록된 나노기술 분야 등록특허의 국가별 점유율을 보면, 자국민 미국이 전체의 54.7%인 96,253건으로 가장 많은 비중을 차지하며, 일본이 21,923건(12.5%), 한국이 10,232건(5.8%)으로 나타났다. 이외에도 독일, 대만, 중국, 프랑스, 네덜란드, 영국, 캐나다 국적의 출원인이 미국특허청의 나노기술 분야 등록특허를 많이 보유하고 있다.

그림 3-12 나노기술 분야 등록특허 국가별 비중(2001~2019년 누적)



국가별로 등록특허 점유율과 증가율을 보면, 자국인 미국의 2001~2019년 연평균 증가율은 5.4%로 평균인 6.2% 이하이지만 점유율은 54.7%로 높게 나타났다. 일본도 증가율은 3.4%로 평균 이하이지만 점유율은 12.5%로 높게 나타났다. 반면에 중국은 점유율은 3.0%로 낮지만, 연평균 증가율이 36.2%로 매우 높게 나타났으며, 한국과 대만도 점유율은 낮으나 연평균 증가율이 비교적 높게 나타났다.

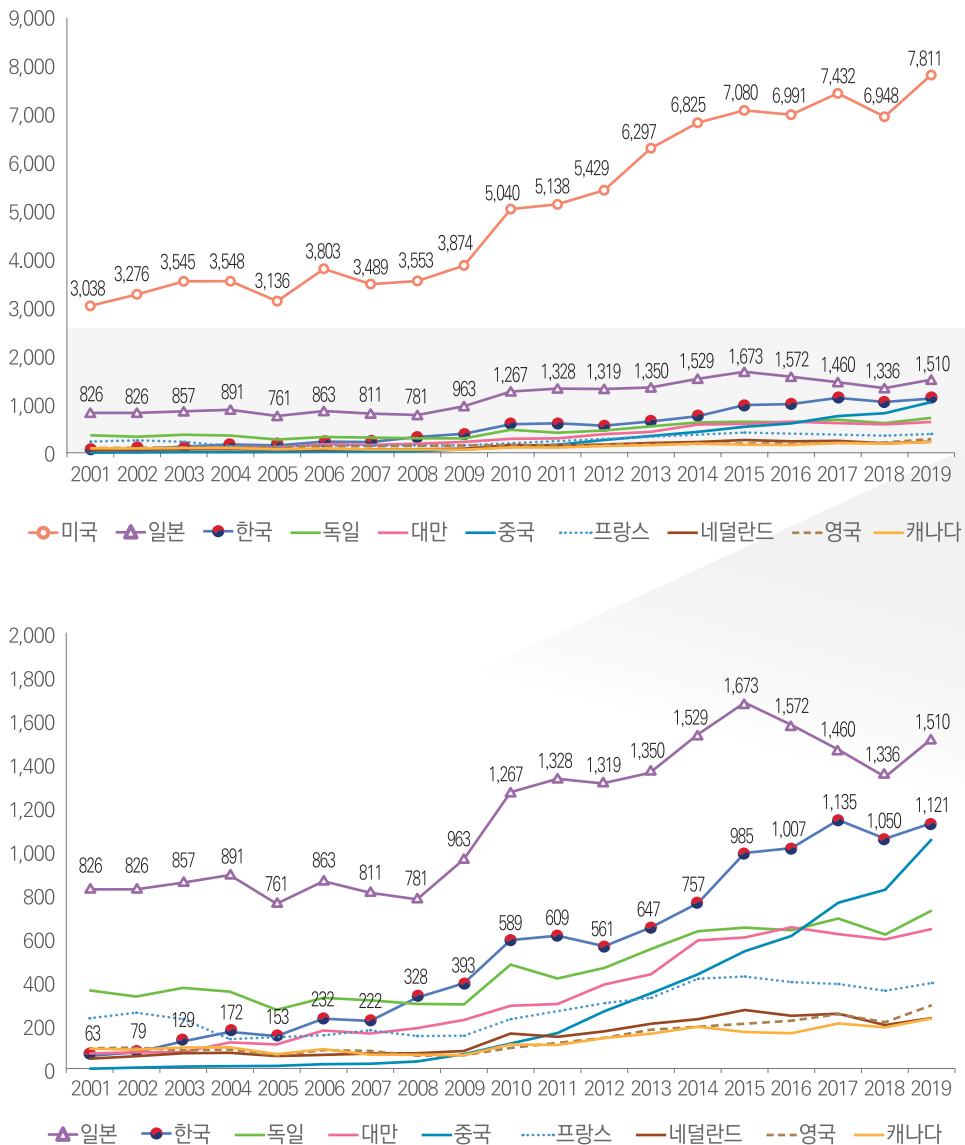
그림 3-13 주요국의 나노기술 분야 등록특허 점유율 및 증가율(2001~2019년 누적)



주요 10개국의 연도별 등록특허 추이를 살펴보면, 미국 출원인의 등록건수는 증가세를 보이며, 2위인 일본 출원인의 등록건수는 2015년 이후 감소세를 보인다 2019년에 증가세를 보인다. 반면에 한국 출원인은 전반적으로 증가하는 추세를 나타내고 있어, 지속적인 나노기술 개발을 통해 미국 시장에 진출하고 있는 것으로 보인다.

그림 3-14 주요국의 나노기술 분야 등록특허 추이(2001~2019년)

(단위 : 건)



라. 미국특허청(USPTO) 나노기술 분야 등록특허의 주요 출원인

2001~2019년 기간 동안 미국특허청에 등록된 나노기술 분야 등록특허의 주요 출원인은 미국 기업인 IBM이 4,407건으로 1위를 차지했으며, 주요 출원인 상위 5위권에는 한국 기업인 삼성전자(2,913건, 2위)를 제외하면 모두 미국 기업으로 나타났다.

표 3-26 주요 출원인 등록특허 순위(2001~2018년 누적)

순위	출원인	국가	등록건수(건)	점유율
1	IBM	미국	4,407	2.50%
2	Samsung Electronics	한국	2,913	1.72%
3	Micron Technology	미국	1,738	1.07%
4	Regents of the University of California	미국	1,688	0.98%
5	Intel	미국	1,604	0.94%
6	3M Innovative Properties Company	미국	1,205	0.90%
7	Tsinghua University	중국	1,200	0.78%
8	Toshiba	일본	1,172	0.71%
9	Xerox	미국	1,141	0.69%
10	Hewlett-Packard Development Company	미국	1,067	0.69%
11	TSMC	대만	990	0.67%
12	General Electric Company	미국	951	0.58%
13	MIT	미국	906	0.53%
14	Canon	일본	862	0.53%
15	Fujifilm	일본	751	0.51%
16	Exxonmobil Chemical	미국	735	0.48%
17	Applied Materials	미국	722	0.44%
18	Samsung Display	한국	717	0.43%
19	ITRI	대만	669	0.42%
20	California Institute of Technology	미국	659	0.42%

마. 미국특허청(USPTO) 나노기술 분야 등록특허의 주요 지표

(1) 주요국의 특허 영향력지수(PII)

특허의 기술 수준을 나타내는 지표인 인용도지수(CPP)⁴⁾와 특허 영향력지수(Patent Impact Index, PII)⁵⁾를 살펴보면, 미국은 등록특허 건수뿐만 아니라 인용도지수와 영향력지수가 모두 가장 높게 나타났다.

한국은 나노기술 분야 등록특허 건수가 많은 국가에 속하지만, 인용도지수 및 영향력지수 순위는 14위로 양적인 성장에 비해 질적인 성장이 부족한 것으로 보인다.

표 3-27 주요국의 특허 영향력지수(PII)

특허등록건수				인용도지수 (CPP)	영향력지수(PII)		
출원인 국적	등록건수(건)	순위	비율		PII	순위	비율
미국	96,253	1위	1.00	17.13	1.289	1위	1.00
일본	21,923	2위	0.23	9.52	0.716	11위	0.56
한국	10,232	3위	0.11	7.51	0.565	14위	0.44
독일	8,762	4위	0.09	8.32	0.626	13위	0.49
대만	6,287	5위	0.07	6.47	0.487	16위	0.38
중국	5,316	6위	0.06	5.51	0.415	18위	0.32
프랑스	5,113	7위	0.05	6.79	0.511	15위	0.40
네덜란드	2,696	8위	0.03	15.18	1.142	2위	0.89
영국	2,640	9위	0.03	10.16	0.765	8위	0.59
캐나다	2,399	10위	0.02	13.23	0.996	4위	0.77

※ 순위 : 미국특허청 등록특허 상위 20개국(2001~2019년 누적 건수 기준)

(2) 주요국의 특허 경쟁력지수(PSI)

삼국 특허 건수를 기준으로 산출되는 특허 경쟁력지수(PSI)⁶⁾를 비교해 보면, 미국과 일본은 특허 경쟁력 부분에서 1위와 2위를 차지하고 있다. 그 외 특허경쟁력 순위는 독일, 프랑스, 한국, 영국 순으로 나타났다.

4) 인용도지수(Cites per Patent, CPP) : 특정특허권자의 특허가 이후 등록된 특허들에 의해 인용되는 횟수의 평균값으로, 특허의 질적 수준을 파악 가능
(CPP = 특정 국가 피인용수/특정 국가 특허수)

5) 영향력지수(Patent Impact Index, PII) : 인용도지수(CPP)를 전체 피인용비로 나눈 상대적인 CPP를 나타내므로, 이 값이 클수록 상대적으로 그 이후에 인용이 많이 되었고 이후 특허에 영향을 많이 주었다는 의미이며, 질적 수준이 높다는 것을 의미(PII = 해당 국가의 CPP/ 전체 CPP)

6) 경쟁력지수(Patent Strength Index, PSI) : 특정특허권자의 특허가 미국, 일본 및 유럽 등 3개 국가에 모두 출원된 삼국 특허를 기준으로 지수를 산출하여 국가별 특허 경쟁력을 판단하는 지수(PSI = 특정 국가 삼국 특허수 / 전체 삼국 특허수)

표 3-28 주요국의 특허 경쟁력지수(PSI)

특허등록건수				삼국 특허수	특허경쟁력(PSI)		
출원인 국적	등록건수(건)	순위	비율		PSI	순위	비율
미국	96,253	1위	1.00	31,322	0.505	1위	1.00
일본	21,923	2위	0.23	9,671	0.156	2위	0.31
한국	10,232	3위	0.11	1,786	0.029	5위	0.06
독일	8,762	4위	0.09	4,830	0.078	3위	0.15
대만	6,287	5위	0.07	261	0.004	17위	0.01
중국	5,316	6위	0.06	717	0.012	10위	0.02
프랑스	5,113	7위	0.05	3,245	0.052	4위	0.10
네덜란드	2,696	8위	0.03	1,321	0.021	7위	0.04
영국	2,640	9위	0.03	1,572	0.025	6위	0.05
캐나다	2,399	10위	0.02	850	0.014	9위	0.03

※ 순위 : 미국특허청 등록특허 상위 20개국(2001~2019년 누적 건수 기준)

(3) 주요국의 특허 시장력지수(PMI)

특허 시장력지수(PMI)⁷⁾를 살펴보면, 한국은 등록건수에 비해 특허 시장력이 17위로 낮게 나타났다. 이런 낮은 순위는 한국의 시장 확보 노력이 미흡한 이유도 있지만, 패밀리특허 비중이 높은 유럽권 국가(스위스, 스웨덴, 영국, 프랑스 등)의 순위 상승도 영향을 미친 것으로 추정된다.

표 3-29 주요국의 특허 시장력지수(PMI)

특허등록건수				평균 패밀리 국가수	특허시장력(PMI)		
출원인 국적	등록건수(건)	순위	비율		PMI	순위	비율
미국	96,253	1위	1.00	4.7	0.943	13위	1.00
일본	21,923	2위	0.23	4.6	0.923	14위	0.98
한국	10,232	3위	0.11	3.5	0.707	17위	0.75
독일	8,762	4위	0.09	7.2	1.451	7위	1.54
대만	6,287	5위	0.07	2.5	0.496	20위	0.53
중국	5,316	6위	0.06	3.5	0.708	16위	0.75
프랑스	5,113	7위	0.05	7.7	1.544	6위	1.64

7) 시장력지수(Patent Market-power Index, PMI) : 일반적으로 상업적인 이익 또는 기술경쟁 관계일 경우, 시장성을 확보하기 위해 해외에 특허를 출원하므로, 패밀리특허를 기준으로 도출된 지표를 특허시장력의 지표로 사용($PMI = (\text{특정 국가 패밀리국가수 합계} / \text{특정 국가 특허수}) / (\text{전체 패밀리국가수 합계} / \text{전체 특허수})$)

특허등록건수				평균 패밀리 국가수	특허시장력(PMI)		
출원인 국적	등록건수(건)	순위	비율		PMI	순위	비율
네덜란드	2,696	8위	0.03	6.4	1.295	10위	1.37
영국	2,640	9위	0.03	8.1	1.638	4위	1.74
캐나다	2,399	10위	0.02	5.4	1.087	12위	1.15

※ 순위 : 미국특허청 등록특허 상위 20개국(2001~2019년 누적 건수 기준)

(4) 주요국의 특허 기술력지수(TS)

특허 기술력지수(TS)⁸⁾는 특허가 영향을 미치는 정도와 등록건수의 종합 분석을 통해 국가별 양적 수준과 질적 수준을 평가할 수 있다. 미국은 나노기술 분야 등록특허 건수도 많으며, 피인용도 비율도 높은 것으로 보아 나노기술 분야의 선두를 지키고 있는 것으로 보인다.

한국의 기술력지수는 3위로 비교적 높게 나타났다. 다만, 1위인 미국과 2위인 일본의 기술력 지수와 큰 차이를 보여, 상대적으로 질적 수준이 미흡한 것으로 분석된다.

표 3-30 주요국의 특허 기술력지수(TS)

특허등록건수				기술력지수(TS)		
출원인 국적	등록건수(건)	순위	비율	TS	순위	비율
미국	96,253	1위	1.00	124,111	1위	1.00
일본	21,923	2위	0.23	15,704	2위	0.13
한국	10,232	3위	0.11	5,786	3위	0.05
독일	8,762	4위	0.09	5,487	4위	0.04
대만	6,287	5위	0.07	3,061	6위	0.02
중국	5,316	6위	0.06	2,204	9위	0.02
프랑스	5,113	7위	0.05	2,614	7위	0.02
네덜란드	2,696	8위	0.03	3,080	5위	0.02
영국	2,640	9위	0.03	2,018	10위	0.02
캐나다	2,399	10위	0.02	2,389	8위	0.02

※ 순위 : 미국특허청 등록특허 상위 20개국(2001~2019년 누적 건수 기준)

8) 기술력지수(Technological Strength, TS) : 인공관계에 의한 '영향력지수'에 특허의 양적지표인 특허수를 곱해줌으로써 특허 활동의 질적 수준과 함께 양적인 측면을 고려한 평가가 가능(TS = 특정 국가 영향력지수*특정 국가 특허수)

(5) 주요국의 특허 공동출원지수

연구 협력 수준을 파악할 수 있는 공동출원지수⁹⁾를 살펴보면, 중국의 공동출원지수가 1위로 나타나 협력을 통한 공동 연구 활동이 가장 활발한 것으로 분석된다.

한국은 공동출원건수(5위)와 공동출원비율(6위)이 비교적 낮게 나타나, 주요국보다 상대적으로 독자적인 연구 활동의 비중이 높은 국가로 분류되었다.

미국은 특허등록건수와 공동출원건수가 모두 1위로 나타났으나, 공동출원비율은 15위로 협력을 통한 공동 연구보다는 독자적 연구 활동의 비중이 높은 국가로 분류되었다.

표 3-31 주요국의 특허 공동출원지수

특허등록건수				공동출원건수			공동출원비율		
출원인 국적	등록건수 (건)	순위	비율	공동출원 건수	순위	비율	공동출원 비율	공동출원 지수	비율 순위
미국	96,253	1위	1.00	3,817	1위	1.00	0.040	0.619	15위
일본	21,923	2위	0.23	1,960	3위	0.51	0.089	1.394	4위
한국	10,232	3위	0.11	758	5위	0.20	0.074	1.155	6위
독일	8,762	4위	0.09	380	6위	0.10	0.043	0.676	14위
대만	6,287	5위	0.07	162	8위	0.04	0.026	0.402	18위
중국	5,316	6위	0.06	1,968	2위	0.52	0.370	5.774	1위
프랑스	5,113	7위	0.05	901	4위	0.24	0.176	2.749	3위
네덜란드	2,696	8위	0.03	81	13위	0.02	0.030	0.469	17위
영국	2,640	9위	0.03	127	9위	0.03	0.048	0.750	13위
캐나다	2,399	10위	0.02	126	10위	0.03	0.053	0.819	11위

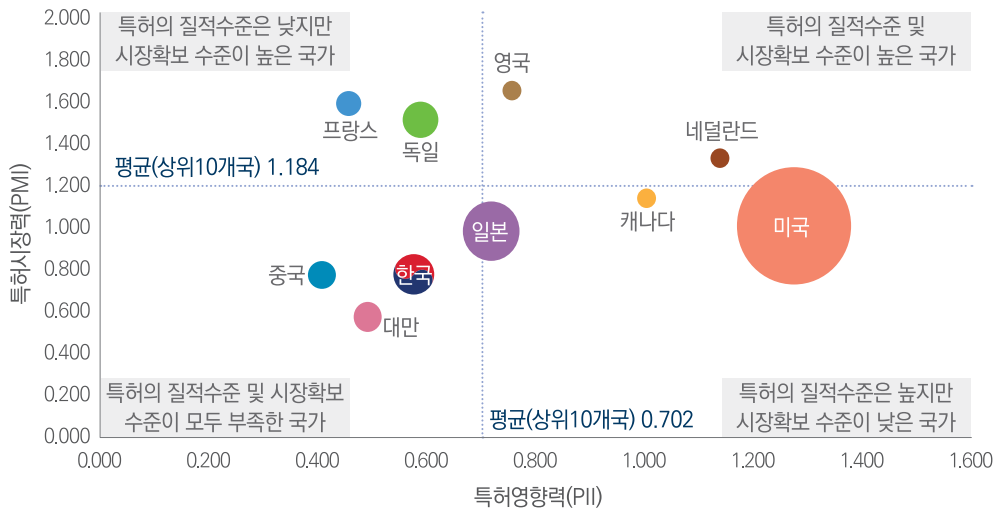
※ 순위 : 미국특허청 등록특허 상위 20개국(2001~2019년 누적 건수 기준)

(6) 주요국의 종합 지표

특허 영향력지수와 특허 시장력지수를 비교해 프랑스, 독일, 영국, 네덜란드와 같은 유럽 국가와 캐나다는 시장확보 수준이 높은 국가로 분류되며, 한국을 비롯한 일본, 중국, 대만과 같은 아시아 국가는 시장확보 수준이 모두 부족한 국가로 판단된다.

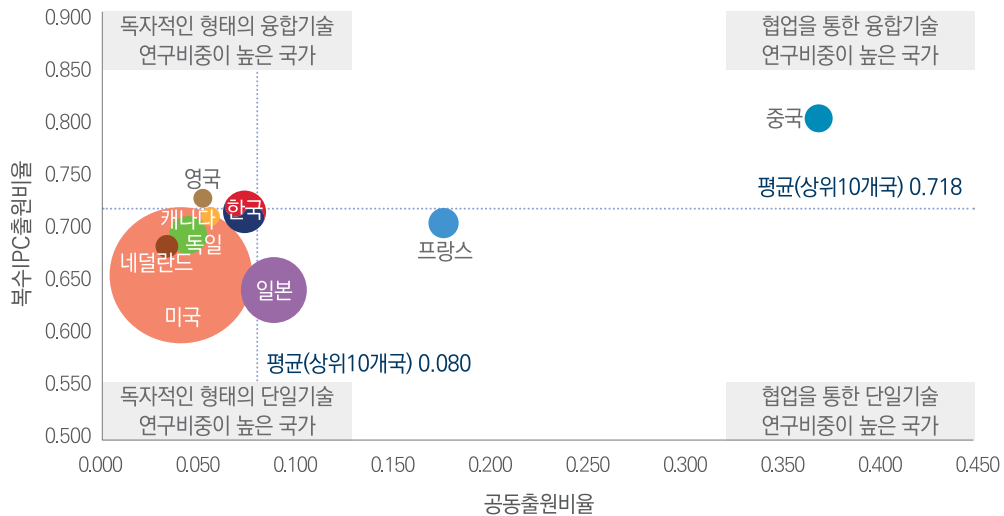
9) 공동출원지수 : 특정 특허권자의 특허가 공동으로 출원된 특허건수 비율을 전체 공동 출원 비율로 나눈 상대적인 결과를 나타내며, 1을 기준으로 이 값이 클수록 해당 출원인 국가의 연구 활동 협력 기반이 왕성함을 의미

그림 3-15 주요국의 특허 영향력지수(PII)/시장력지수(PMI) 비교



공동출원비율과 복수IPC출원비율을 비교해 보면, 중국은 공동 연구를 중심으로 한 융합기술 연구가 활발한 국가로 분류되었다. 프랑스는 공동출원비율이 비교적 높지만, 그 외에 미국, 일본, 대만, 독일, 네덜란드, 캐나다, 한국은 독자적인 형태의 단일기술 연구 비중이 높은 국가로 분류되었다.

그림 3-16 주요국의 특허 공동출원비율/복수IPC출원비율 비교



한국은 미국특허청의 나노기술 분야 등록특허 건수가 세계 3위로 나타나 나노기술 분야에서 많은 연구개발 활동을 하고 있는 것으로 나타난다. 그러나 양적 성장에 비하여 특허 영향력지수(14위)와 특허 시장력지수(17위)가 낮게 나타나 특허의 질적 성장과 시장 확보를 위한 전략이 필요할 것으로 분석된다.

표 3-32 주요국의 종합 지표

특허등록건수			특허영향력 (PII)		특허경쟁력 (PSI)		특허시장력 (PMI)		공동출원비율		복수IPC출원비율	
출원인 국적	등록건수 (건)	순위	PII	순위	PSI	순위	PMI	순위	비율	순위	비율	순위
미국	96,253	1위	1.289	1위	0.505	1위	0.943	13위	0.040	15위	0.661	18위
일본	21,923	2위	0.716	11위	0.156	2위	0.923	14위	0.089	4위	0.646	19위
한국	10,232	3위	0.565	14위	0.029	5위	0.707	17위	0.074	6위	0.712	9위
독일	8,762	4위	0.626	13위	0.078	3위	1.451	7위	0.043	14위	0.692	13위
대만	6,287	5위	0.487	16위	0.004	17위	0.496	20위	0.026	18위	0.683	14위
중국	5,316	6위	0.415	18위	0.012	10위	0.708	16위	0.370	1위	0.803	2위
프랑스	5,113	7위	0.511	15위	0.052	4위	1.544	6위	0.176	3위	0.705	12위
네덜란드	2,696	8위	1.142	2위	0.021	7위	1.295	10위	0.030	17위	0.680	15위
영국	2,640	9위	0.765	8위	0.025	6위	1.638	4위	0.048	13위	0.728	8위
캐나다	2,399	10위	0.996	4위	0.014	9위	1.087	12위	0.053	11위	0.710	11위

※ 순위 : 미국특허청 등록특허 상위 20개국(2001~2019년 누적 건수 기준)

작성자 김아람(국가나노기술정책센터 선임연구원)



기술료 및 사업화 성과

가. 국가연구개발사업 나노기술 분야 기술료 성과

국가과학기술지식정보서비스(NTIS)를 통해 조사된 국내 국가연구개발사업 성과 데이터에 따르면, 미래유망신기술(6T) 중 나노기술(NT) 분야의 2018년도 기술료 징수 건수는 503건(6T 전체의 5.6%), 징수액은 195.4억 원(6T 전체의 6.8%), 징수 1건당 기술료 징수액은 0.39억 원으로 조사되었다. 2017년도 성과와 비교하여 징수 건수는 31건(6.6%) 늘어났고, 징수액은 5.4억 원(2.9%) 증가하였다.

나노기술 세부기술 분류별로 기술료 징수 건수 및 징수액은 나노소재 분야 293건(135.5억 원), 나노기반/공정 분야 110건(31.6억 원), 나노소자 및 시스템 분야 64건(24.2억 원), 나노 바이오보건 분야 33건(3.8억 원) 순이다. 2017년도 성과와 비교하면 나노소재 분야는 징수액이 크게 증가하였으며, 나노 바이오보건 분야는 징수 건수는 동일하나 징수액은 크게 감소하였다.

※ 나노소자 및 시스템 분야 : 징수 건수 23.1% 증가, 징수액 46.7% 감소(전년 대비)

※ 나노소재 분야 : 징수 건수 8.9% 증가, 징수액 75.3% 증가(전년 대비)

※ 나노 바이오보건 분야 징수 : 건수 동일, 징수액 86.3% 감소(전년 대비)

※ 나노기반/공정 분야 : 징수 건수 4.3% 감소, 징수액 20.2% 감소(전년 대비)

그림 3-17 국가연구개발사업 나노기술 분야 기술료 징수 건수 추이(2009~2018년)

(단위 : 건)

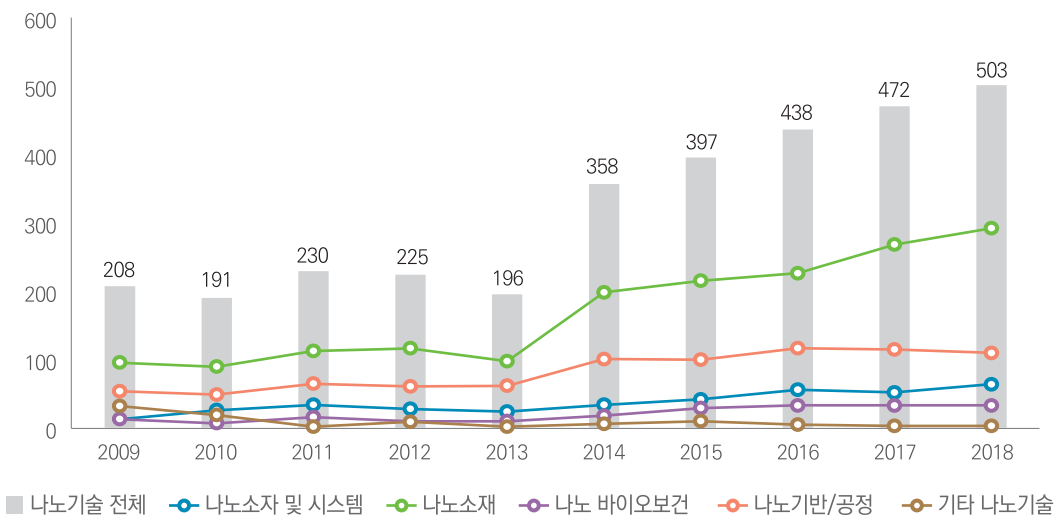


그림 3-18 국가연구개발사업 나노기술 분야 기술료 징수액 추이(2009~2018년)

(단위 : 억 원)

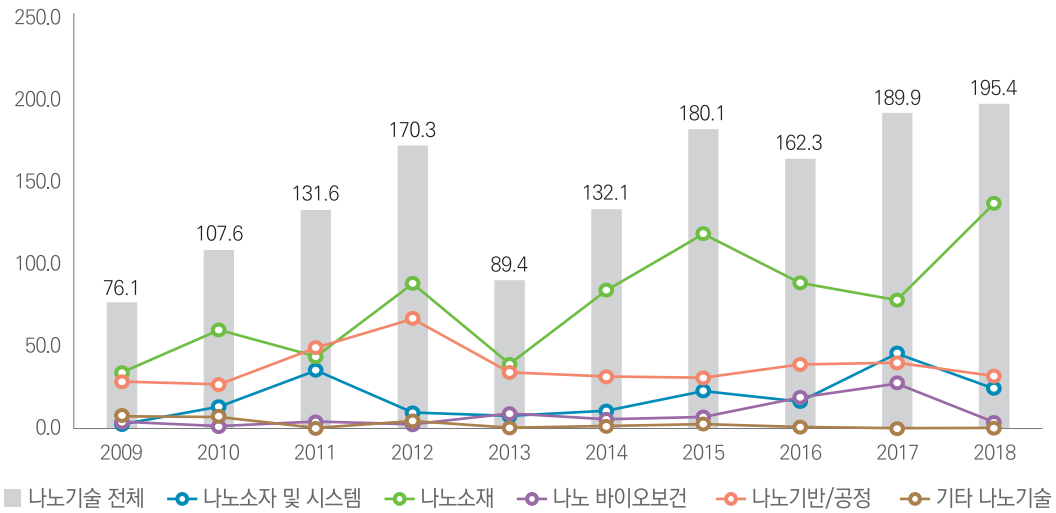


그림 3-19 나노기술 세부기술 분류별 기술료 성과(2009~2018년 누적 기준)

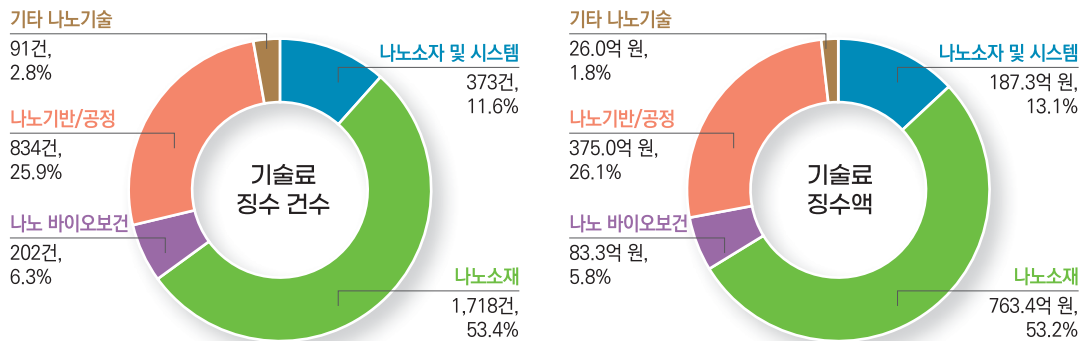


표 3-33 국가연구개발사업 나노기술 분야 기술료 성과(2009~2018년)

(단위 : 건, 백만 원)

구분			2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	총합계
나노소자 및 시스템	나노전자 소자기술	징수 건수	2	7	3	6	6	7	6	11	12	14	74
		징수액	44.0	496.8	75.1	164.4	213.4	320.0	224.4	255.3	2,113.2	1,086.7	4,993.2
	나노정보 저장기술	징수 건수	1	1	1	3	2	1	1	2	2	9	23
		징수액	2.7	0.001	17.9	67.1	40.0	13.2	25.6	26.0	2.2	211.0	405.8
	가변 파장 광소자기술	징수 건수	-	-	1	2	-	2	-	10	1	6	22
		징수액	-	-	261.4	48.1	-	13.7	-	353.2	48.7	148.7	873.8
	나노 photonics 기술	징수 건수	2	1	13	3	5	13	7	15	12	12	83
		징수액	22.8	11.2	2,736.2	86.0	140.6	437.8	326.2	712.3	497.9	279.0	5,249.9
	기타 나노소자 및 시스템기술	징수 건수	8	17	16	14	11	11	28	18	25	23	171
		징수액	174.9	812.2	432.4	590.9	356.6	274.4	1,690.9	287.5	1,887.2	697.5	7,204.5
나노소재	나노소재기술	징수 건수	13	26	34	28	24	34	42	56	52	64	373
		징수액	244.4	1,320.2	3,523.0	956.6	750.6	1,059.1	2,267.1	1,634.2	4,549.2	2,422.7	18,727.1
	기타 나노소재기술	징수 건수	47	52	75	80	72	154	173	175	211	229	1,268
		징수액	1,939.6	4,626.7	3,233.1	7,325.4	2,759.5	6,542.6	10,749.8	6,904.4	6,242.6	11,933.3	62,257.0
	나노소재 합계	징수 건수	49	38	38	37	26	45	43	52	58	64	450
		징수액	1,425.3	1,304.8	1,094.8	1,407.7	1,107.3	1,790.2	980.1	1,866.8	1,487.0	1,619.4	14,083.6
	나노소재 합계	징수 건수	96	90	113	117	98	199	216	227	269	293	1,718
		징수액	3,364.9	5,931.5	4,327.9	8,733.1	3,866.8	8,332.8	11,729.9	8,771.3	7,729.6	13,552.7	76,340.6
나노 바이오 보건	나노 바이오 물질 합성 및 분석기술	징수 건수	3	3	6	2	5	14	13	10	18	15	89
		징수액	30.6	29.5	83.4	12.9	787.3	440.4	324.1	1,397.5	353.6	110.8	3,570.1
	의약 약물전달 시스템	징수 건수	7	1	5	5	2	3	9	15	12	10	69
		징수액	298.2	6.0	118.9	124.6	18.0	88.8	340.7	306.5	2,312.7	202.7	3,817.1
	기타 나노바이오 보건기술	징수 건수	3	3	5	3	3	1	7	8	3	8	44
		징수액	60.2	89.4	206.2	95.6	99.6	23.9	30.5	180.5	89.6	62.7	938.3
	나노 바이오보건 합계	징수 건수	13	7	16	10	10	18	29	33	33	33	202
		징수액	388.9	124.9	408.6	233.1	905.0	553.2	695.2	1,884.6	2,755.9	376.2	8,325.5

제3장

우리나라
나노기술 정책

국외 나노기술
정책 동향

나노기술 연구개발
투자 및 성과

나노
산업 현황

나노
인프라 현황

인력양성 및
교육 · 훈련

나노안전성
및 표준화

나노관련
행사 · 활동

국제 협력
활동

국민 이해 및
지식 확산

부록

구분			2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	총합계
나노기반/ 공정	원자/분자 레벨 물질 조작기술	징수 건수	1	2	2	2	1	-	2	3	1	3	17
		징수액	10.0	20.0	30.0	11.0	52.0	-	10.0	13.0	110.0	45.1	301.1
	나노 측정기술 (100nm이하)	징수 건수	4	3	11	4	12	10	11	10	18	21	104
		징수액	34.5	206.6	286.7	139.6	1,126.6	284.2	467.6	185.8	638.7	506.5	3,876.6
	나노모사기술	징수 건수	-	1	-	1	-	1	3	4	4	3	17
		징수액	-	11.6	-	17.5	-	3.0	11.8	551.7	317.0	82.2	994.8
	계면 혹은 표면의 나노구조화기술	징수 건수	5	10	6	6	5	7	8	16	12	10	85
		징수액	92.8	327.6	126.6	82.0	94.8	121.6	210.6	448.4	325.6	204.1	2,034.2
	나노 신기능 분자합성기술	징수 건수	1	-	-	3	3	5	5	5	5	3	30
		징수액	16.2	-	-	96.7	95.2	83.1	117.0	282.9	557.2	142.2	1,390.4
	나노패터닝 공정기술	징수 건수	14	13	19	5	9	18	12	20	20	24	154
		징수액	904.4	810.1	3,038.0	981.1	412.6	769.6	306.9	528.7	484.2	572.1	8,807.6
	나노화학 공정기술	징수 건수	5	4	4	5	6	15	12	26	17	13	107
		징수액	1,087.9	713.8	770.5	2,110.5	206.1	718.2	315.0	541.4	654.5	989.2	8,107.1
	기타 나노기반 공정기술	징수 건수	24	16	23	35	26	45	47	33	38	33	320
		징수액	671.2	553.2	628.4	3,203.1	1,391.4	1,137.4	1,609.7	1,304.5	869.2	617.1	11,985.3
	나노기반/ 공정 합계	징수 건수	54	49	65	61	62	101	100	117	115	110	834
		징수액	2,817.0	2,643.0	4,880.2	6,641.5	3,378.7	3,117.1	3,048.6	3,856.4	3,956.4	3,158.4	37,497.2
기타 나노기술		징수 건수	32	19	2	9	2	6	10	5	3	3	91
		징수액	792.3	743.9	19.0	467.0	40.0	144.6	272.4	85.9	3.3	29.1	2,597.5
나노기술 총합계		징수 건수	208	191	230	225	196	358	397	438	472	503	3,218
		징수액	7,607.6	10,763.4	13,158.7	17,031.3	8,941.0	13,206.8	18,013.2	16,232.4	18,994.3	19,539.2	143,487.9

※ 출처 : NTIS

나. 국가연구개발사업 나노기술 분야 사업화 성과

국가과학기술지식정보서비스(NTIS)를 통해 조사된 국내 국가연구개발사업 성과 데이터에 따르면, 미래유망신기술(6T) 중 나노기술(NT) 분야의 2018년도 사업화 성과 건수는 총 1,472건(6T 전체의 5.6%)으로 2017년도 1,539건(4.4%)에 비해 감소하였다.

나노기술 세부기술 분류별로 사업화 건수는 나노소재 분야 1,094건, 나노기반/공정 분야 226건, 나노소자 및 시스템 분야 110건, 나노 바이오보건 분야 41건이다. 2017년도 성과와 비교하면 나노소재 분야가 소폭 증가했으며, 나노기반/공정 분야는 다소 감소하였다.

※ 나노소자 및 시스템 분야 6.8% 감소, 나노소재 분야 1.4% 증가, 나노 바이오보건 분야 2.4% 감소, 나노기반/공정 분야 23.9% 감소

그림 3-20 국가연구개발사업 나노기술 분야 사업화 건수 추이(2009~2018년)

(단위: 건)

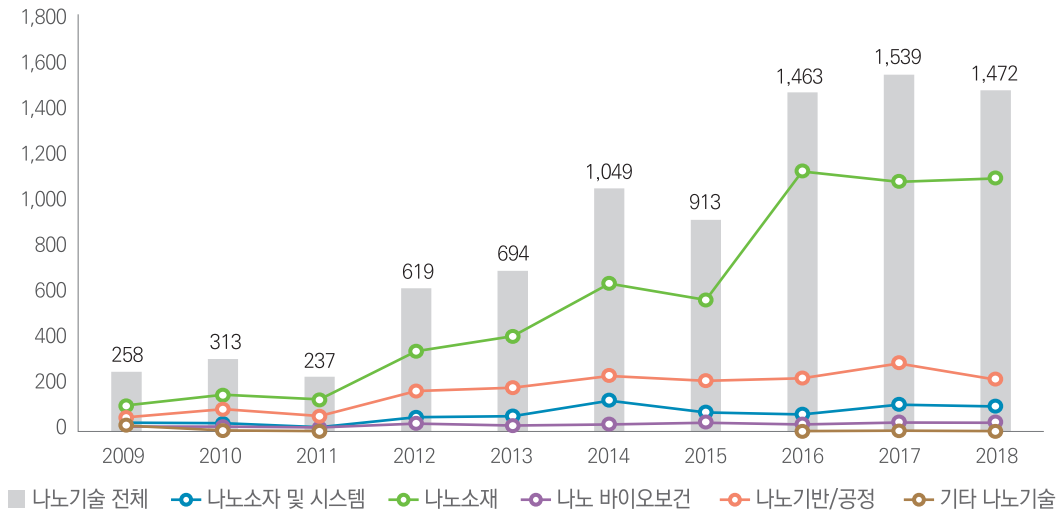


그림 3-21 나노기술 세부기술 분류별 사업화 성과(2009~2018년 누적 기준)

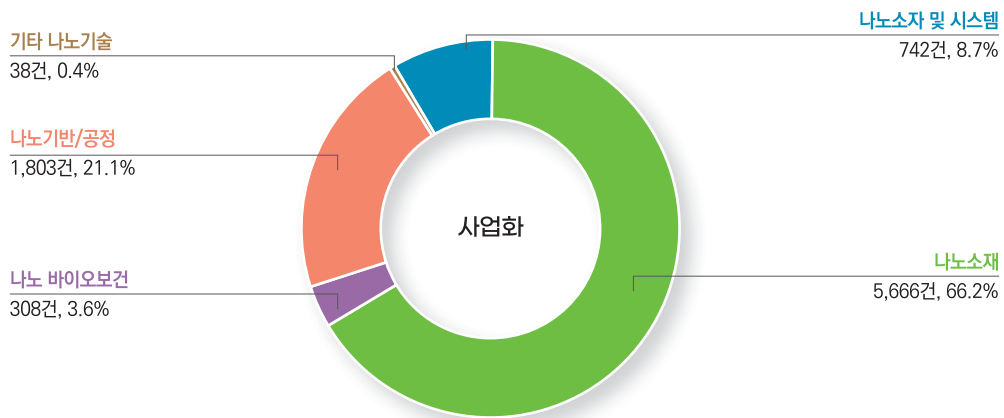


표 3-34 국가연구개발사업 나노기술 분야 사업화 성과(2009~2018년)

(단위 : 건)

구 분		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	총합계
나노소자 및 시스템	나노전자 소자기술	5	6	5	12	12	20	15	12	23	22	132
	나노정보 저장기술	-	-	1	1	2	-	1	-	1	4	10
	가변 파장 광소자기술	-	-	-	2	4	7	4	7	6	7	37
	나노 photonics기술	3	4	4	15	11	11	23	26	21	34	152
	기타 나노소자 및 시스템기술	30	25	7	32	38	98	41	30	67	43	411
	나노소자 및 시스템 합계	38	35	17	62	67	136	84	75	118	110	742
나노소재	나노소재기술	58	83	74	214	299	474	437	896	886	940	4,361
	기타 나노소재기술	53	74	63	132	112	165	131	228	193	154	1,305
	나노소재 합계	111	157	137	346	411	639	568	1,124	1,079	1,094	5,666
나노 바이오 보건	나노 바이오 물질 합성 및 분석기술	6	6	1	17	8	6	12	4	9	10	79
	의약 약물전달 시스템	5	4	3	9	8	22	16	14	12	14	107
	기타 나노바이오보건기술	10	11	12	10	10	4	13	14	21	17	122
	나노 바이오보건 합계	21	21	16	36	26	32	41	32	42	41	308
나노기반/ 공정	원자/분자 레벨 물질 조작기술	1	1		3	4	2	1		2	2	16
	나노 측정기술(100 nm이하)	11	8	10	17	21	22	27	21	29	21	187
	나노모사기술	1	1	-	-	-	-	-	1	1	5	9
	계면 혹은 표면의 나노구조화기술	10	13	4	20	23	34	31	25	39	35	234
	나노 신기능 분자합성기술	-	1	2	5	5	7	7	4	7	6	44
	나노패터닝 공정기술	4	12	14	20	25	31	23	23	33	28	213
	나노화학 공정기술	5	8	1	10	29	38	33	23	33	29	209
	기타 나노기반 공정기술	28	52	35	100	83	108	98	134	153	100	891
	나노기반/공정 합계	60	96	66	175	190	242	220	231	297	226	1,803
기타 나노기술		28	4	1	-	-	-	-	1	3	1	38
나노기술 총합계		258	313	237	619	694	1,049	913	1,463	1,539	1,472	8,557

※ 출처 : NTIS

작성자 김아람(국가나노기술정책센터 선임연구원)



제4장

나노산업 현황

제1절

일반 현황

제2절

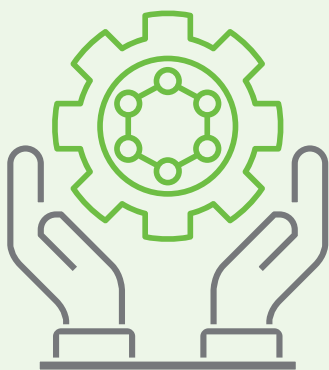
나노융합기업 현황

제3절

국내 나노융합제품 현황

제4장

나노산업 현황

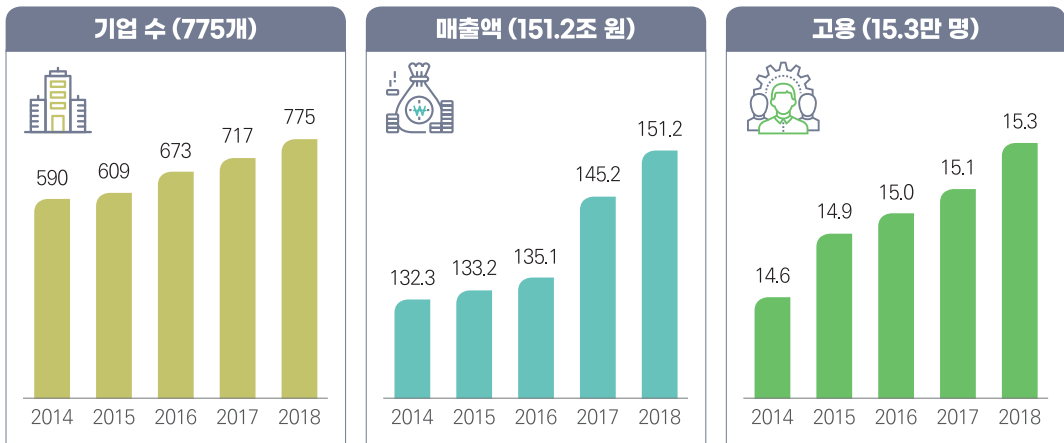


제1절

일반 현황

‘2019 나노융합산업조사¹⁾’ 결과에 따르면 2018년 국내 나노융합산업의 기업 수는 775개, 매출액은 151조 2,204억 원, 종업원 수는 15만 2,807명으로 전년 대비 모두 증가하였으며, 2014년 대비 각각 31.4%, 14.3%, 4.6% 증가하였다. 나노융합산업의 기업 수는 최근 5년간 꾸준히 증가하고 있으며, 이에 따라 매출액과 종업원 수도 지속 증가추세를 보인다. 나노융합기업은 매년 지속적으로 증가하고 있으며, 이는 나노기술이 산업 전반으로 확산·적용되어 가고 있는 추세로 추정된다.

그림 4-1 나노융합산업 주요 지표(2014~2018년)



1) '2019 나노융합산업조사('19.11, 나노융합산업연구조합)' 결과 기준으로, 2019년도 조사는 기업의 2018년도 재무제표를 기준으로 조사(조사 대상 기간 : 2018.01.01~2018.12.31)

표 4-1 나노융합산업 주요 지표(2014~2018년)

구분	2014년(A)	2015년	2016년	2017년	2018년(B)	증감률 ((B-A)/A)
기업 수(개)	590	609	673	717	775	31.4%
매출액(억 원)	1,322,930	1,332,174	1,350,987	1,451,957	1,512,204	14.3%
종업원 수(명)	146,062	149,529	150,460	151,040	152,807	4.6%

나노융합산업의 제조업 대비 매출액 및 종업원 수 비중은 각각 9%대와 5%대로 조사되었으며, 매출액은 2014년 대비 0.7% 증가하였으나 종업원 수 비중은 크게 변화가 없는 것으로 나타났다.

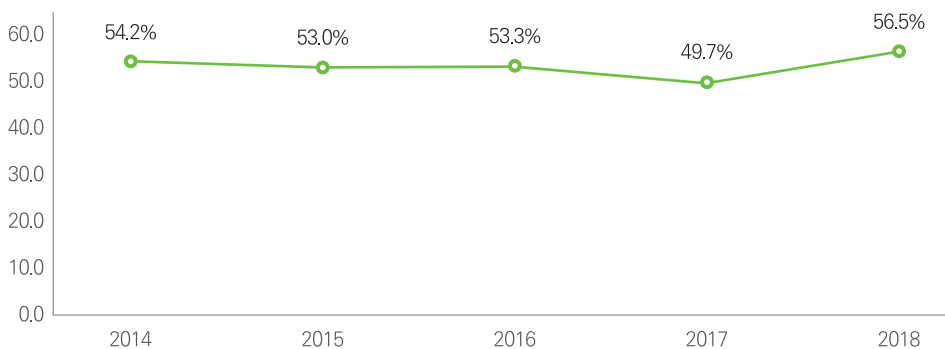
표 4-2 제조업 대비 나노융합산업 주요 지표(2014~2018년)

구분		2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
나노융합산업(A)	매출액(억 원)	1,322,930	1,332,174	1,350,987	1,451,957	1,512,204
	종업원수(명)	146,062	149,529	150,460	151,040	152,807
제조업(B)	매출액(억 원)	14,865,742	14,327,267	14,184,720	15,117,599	
	종업원수(명)	2,904,914	2,958,171	2,976,000	2,954,811	
비중(A/B)	매출액(억 원)	8.9	9.3	9.5	9.6	
	종업원수(명)	5.0	5.1	5.1	5.1	

※ 자료 : 제조업은 광업제조업조사(2015년의 경우 경제 총조사) 10인 이상 사업체를 대상으로 조사, 나노융합산업은 나노융합산업조사(2015~2019) 조사 결과

기업 내 나노융합제품의 중요성에 대한 조사에서는 나노융합제품이 ‘회사의 주력 매출원’이라는 응답이 56.5%로 상승하여 기업 매출에 대한 기여도가 2014년 이후 가장 높은 것으로 조사되었다.

그림 4-2 ‘회사의 주력 매출원’ 응답 비중(2014~2018년)

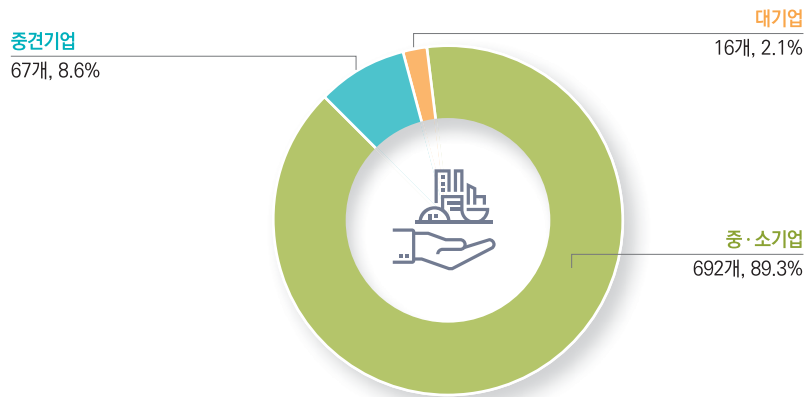


제2절

나노융합기업 현황

2018년 국내 나노융합산업 기업은 775개이며 중·소기업 비중이 89.3%로 절대적인 비중을 점유하고 있다. 다만, 나노융합산업조사에서는 매출액이 발생하고 있는 기업을 대상으로 하고 있어 창업 후 매출이 없는 기업 73개사는 제외되었다.

그림 4-3 ● 기업규모별 분포(2018년)



설립연도별 기업 현황에서는 대기업의 경우 2000년 이전 설립 비중이 68.8%로서 기존 기업이 나노기술을 적극 활용하고 있는 것으로 나타났고, 나노융합 전업기업*의 비중을 살펴보면 2001~2010년 사이에 창업하여 생존한 기업(41.7%)의 전업도가 높은 것으로 나타났다.

* 나노융합 전업기업 : 기업의 총 매출에서 나노융합제품의 매출 비중이 75% 이상인 기업(OECD WPN : OECD 나노기술작업반)

그림 4-4 ● 설립연도별 기업 현황(2018년)

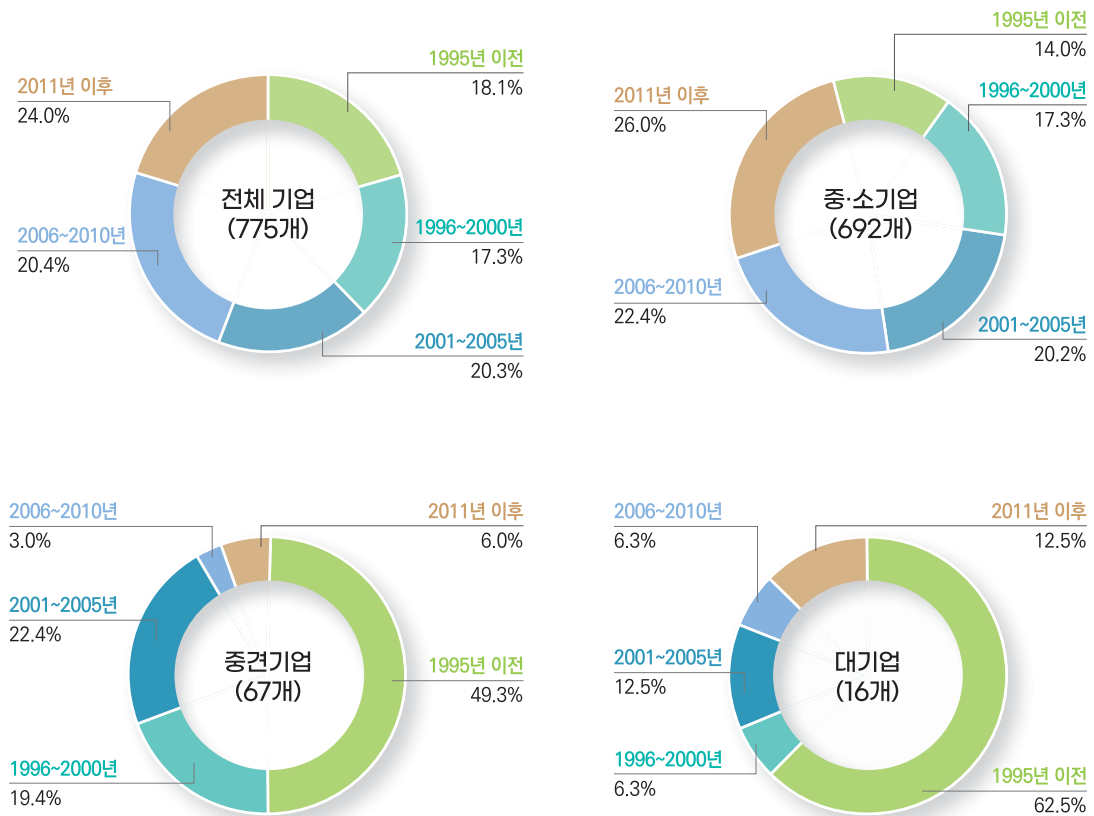


표 4-3 설립연도별 기업 현황(2018년)

창업 연도		사업체		전업기업	
		업체 수(개)	비중(%)	업체 수(개)	비중(%)
1995년 이전		140	18.1	36	11.4
1996~2000년		134	17.3	52	16.4
2001~2005년		157	20.3	68	21.5
2006~2010년		158	20.4	64	20.2
2011년 이후		186	24.0	97	30.6
합계		775	100.0	317	100.0
 중·소기업	1995년 이전	97	14.0	24	8.2
	1996~2000년	120	17.3	45	15.4
	2001~2005년	140	20.2	64	21.9
	2006~2010년	155	22.4	64	21.9
	2011년 이후	180	26.0	95	32.5
	소계	692	100.0	292	100.0
 중견기업	1995년 이전	33	49.3	10	47.6
	1996~2000년	13	19.4	6	28.6
	2001~2005년	15	22.4	4	19.0
	2006~2010년	2	3.0	0	0.0
	2011년 이후	4	6.0	1	4.8
	소계	67	100.0	21	100.0
 대기업	1995년 이전	10	62.5	2	50.0
	1996~2000년	1	6.3	1	25.0
	2001~2005년	2	12.5	0	0.0
	2006~2010년	1	6.3	0	0.0
	2011년 이후	2	12.5	1	25.0
	소계	16	100.0	4	100.0

분야별로는 나노융합기업 775개 중 나노소재가 348개(44.9%)로 가장 많았으며, 나노장비·기기 207개(26.7%), 나노전자 139개(17.9%), 나노바이오·의료 81개(10.5%) 순으로 조사되었다. 중·소기업과 중견기업은 나노소재분야가 가장 많은 비중을 차지하였고, 대기업은 나노전자분야의 비중이 높은 것으로 나타났다.

그림 4-5 나노분야별 기업 현황(2018년)

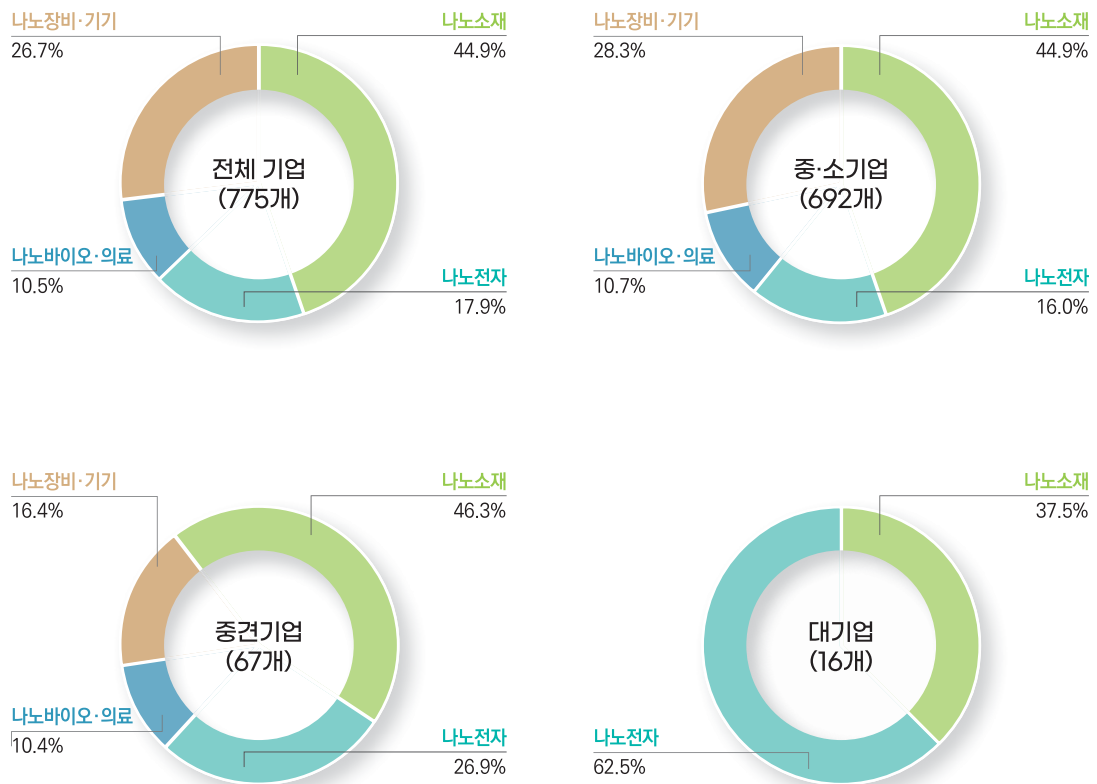


표 4-4 나노분야별 기업 현황(2018년)

구분		전체기업 수(개)	비중(%)
나노소재		348	44.9
나노전자		139	17.9
나노바이오·의료		81	10.5
나노장비·기기		207	26.7
합 계		775	100.0
 중·소기업	나노소재	311	44.9
	나노전자	111	16.0
	나노바이오·의료	74	10.7
	나노장비·기기	196	28.3
	소계	692	100.0
 중견기업	나노소재	31	46.3
	나노전자	18	26.9
	나노바이오·의료	7	10.4
	나노장비·기기	11	16.4
	소계	67	100.0
 대기업	나노소재	6	37.5
	나노전자	10	62.5
	나노바이오·의료	-	-
	나노장비·기기	-	-
	소계	16	100.0

제4장

우리나라
나노기술 정책

국외 나노기술
정책 동향

나노기술 연구개발
투자 및 성과

나노
산업 현황

나노
인프라 현황

인력양성 및
교육·훈련

나노안전성
및 표준화

나노관련
행사·활동

국제 협력
활동

국민 이해 및
지식 확산

부록

분야별 전업기업 비중은 40% 내외로서 나노융합제품이 주력 매출원이 되고 있는 것으로 나타났으며, 나노전자분야의 전업기업 비중이 가장 높은 것으로 조사되었다. 분야마다 나노융합제품의 생산 비중이 높은 전업기업들이 다수 포진하여 산업생태계가 어느 정도 형성된 것으로 평가된다.

그림 4-6 분야별 전업기업 비중(2014~2018년)

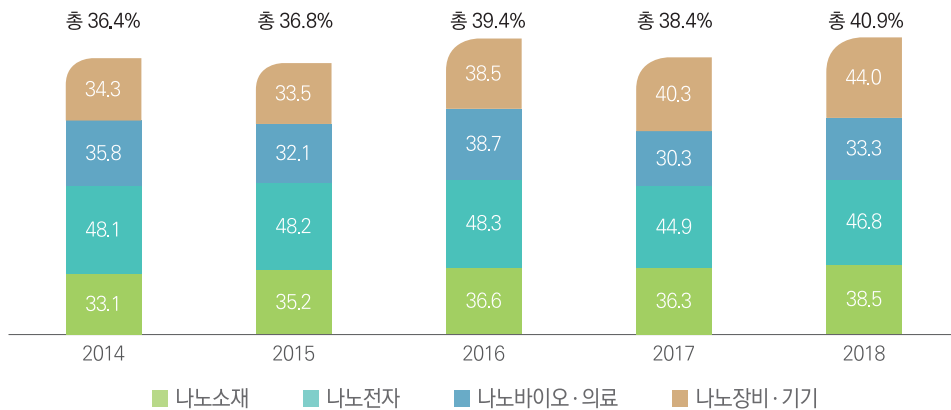


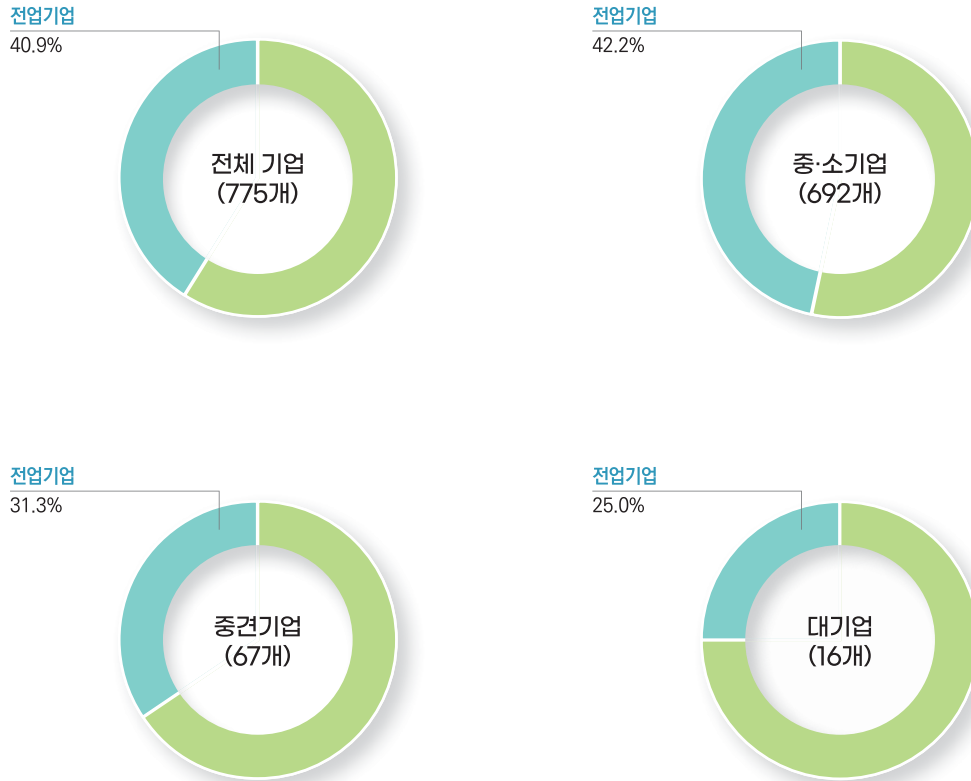
표 4-5 분야별 전업기업 비중(2014~2018년)

(단위 : %)

구분	전업기업 비중				
	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
나노소재	33.1	35.2	36.6	36.3	38.5
나노전자	48.1	48.2	48.3	44.9	46.8
나노바이오·의료	35.8	32.1	38.7	30.3	33.3
나노장비·기기	34.3	33.5	38.5	40.3	44.0
합계	36.4	36.8	39.4	38.4	40.9

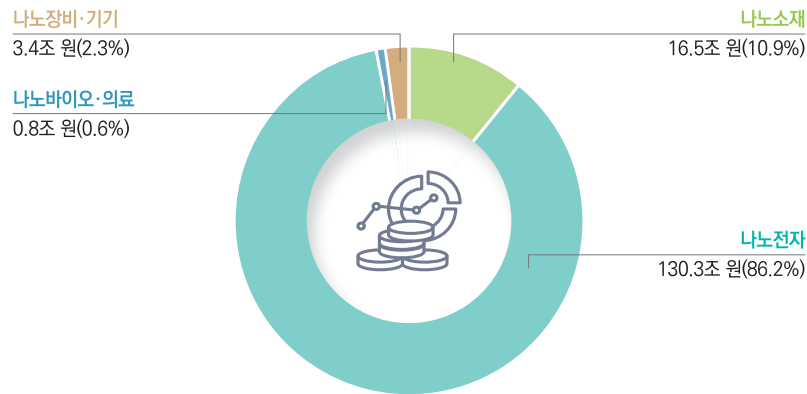
기업규모별로는 중·소기업의 42.2%, 중견기업의 31.3%, 대기업의 25.0%가 전업기업으로 조사되었으며, 특히 중견기업의 나노전자분야가 47.6%로 가장 크고 중견기업의 나노소재분야가 가장 낮게 나타났다.

그림 4-7 ● 기업규모별 전업기업 비중(2018년)



분야별 나노융합기업의 매출액은 나노전자가 130.3조 원(86.2%)으로 가장 많고, 나노소재 16.5조 원(10.9%), 나노장비·기기 3.4조 원(2.3%), 나노바이오·의료 0.8조 원(0.6%) 순으로 조사되었다.

그림 4-8 ● 분야별 매출액 비중(2018년)



나노융합기업의 총 매출액 중 나노매출액 비중은 37.0%이며, 나노장비·기기분야의 비중 (68.1%)이 가장 높은 것으로 조사되었다.

그림 4-9 ● 분야별 총 매출액 중 나노매출액 비중(2018년)

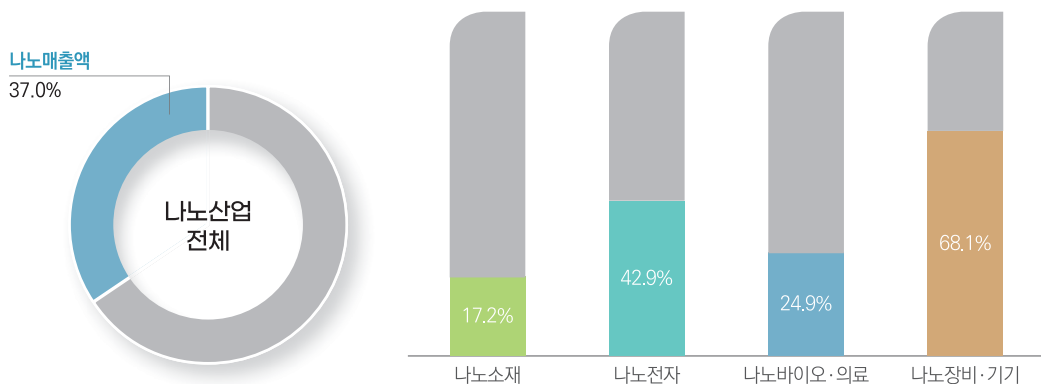


표 4-6 분야별 매출액(2018년)

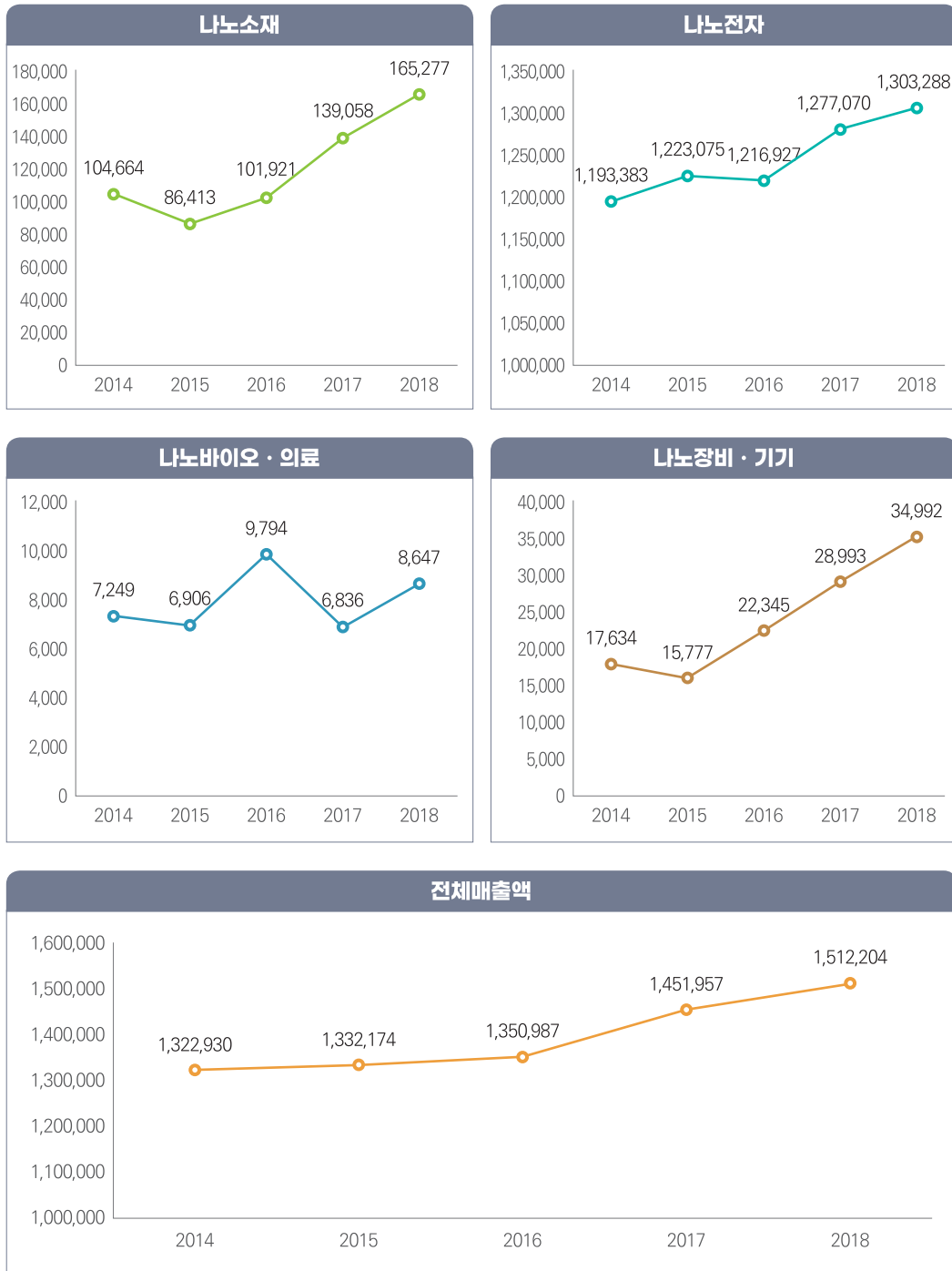
(단위 : 억 원, %)

구분		나노매출액(A)	총 매출액(B)	비중(A/B)
나노소재		165,277	960,503	17.2
나노전자		1,303,288	3,039,889	42.9
나노바이오·의료		8,647	34,683	24.9
나노장비·기기		34,992	51,391	68.1
합계		1,512,204	4,086,466	37.0
 중·소기업	나노소재	17,002	45,039	37.7
	나노전자	6,868	16,184	42.4
	나노바이오·의료	2,838	9,056	31.3
	나노장비·기기	14,492	25,174	57.6
	소계	41,201	95,453	43.2
 중견기업	나노소재	15,053	117,324	12.8
	나노전자	33,573	45,647	73.5
	나노바이오·의료	5,808	25,627	22.7
	나노장비·기기	20,499	26,217	78.2
	소계	74,934	214,815	34.9
 대기업	나노소재	133,223	798,141	16.7
	나노전자	1,262,847	2,978,058	42.4
	나노바이오·의료	-	-	-
	나노장비·기기	-	-	-
	소계	1,396,070	3,776,199	37.0

지난 5년간('14~'18) 분야별 매출 현황을 살펴보면, 나노소재분야와 나노장비·기기분야는 2015년까지의 감소 이후 지속적으로 상승하였고, 나노전자분야는 2016년 하락하였으나 2017년부터 상승세를 보였으며, 나노바이오·의료분야는 2017년 하락했지만 2018년에 다시 상승하였다.

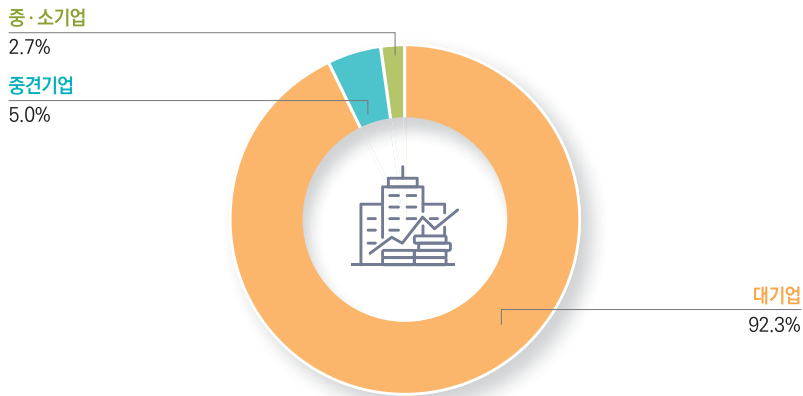
그림 4-10 분야별 나노매출액 변동(2014~2018년)

(단위 : 억 원)



2018년 기업규모별 매출액은 나노융합기업 중 16개 대기업의 매출규모가 전체 매출액의 92.3%로 대부분을 차지하고 있으며, 중견기업 및 중·소기업 759개 기업의 매출 비중은 7.7%를 차지하고 있다. 이러한 대기업의 매출 비중은 나노융합산업 뿐만 아니라 산업 전반에서 유사한 경향을 보이고 있다.

그림 4-11 ● 전체 매출액 중 기업규모별 비중(2018년)



기업규모별 총 매출액에서 나노융합제품의 매출이 차지하는 비중은 중·소기업 43.2%, 중견기업 34.9%, 대기업 37.0%로 나노분야의 매출이 기업 매출의 상당한 비중을 차지하고 있는 것으로 조사되었다.

그림 4-12 ● 기업규모별 총 매출액 중 나노매출액 비중(2018년)

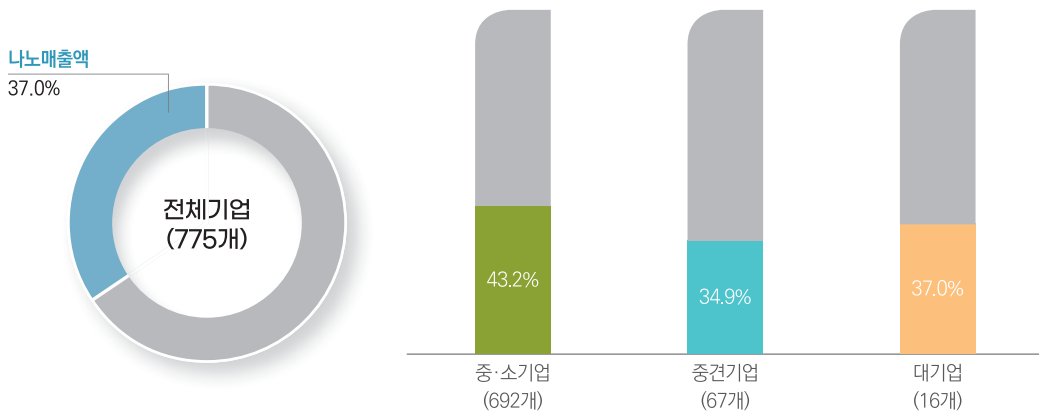


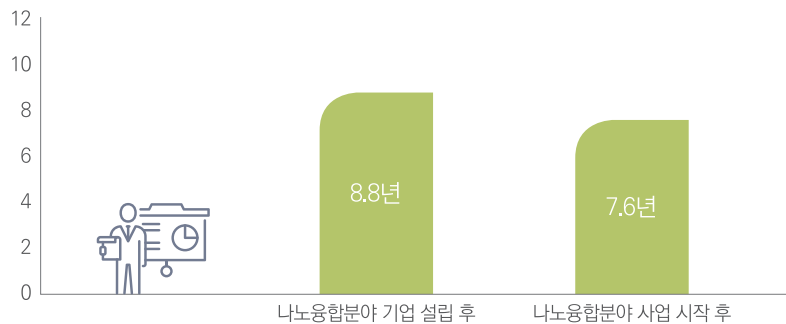
표 4-7 기업규모별 매출액(2018년)

(단위 : 억 원, %)

구분	총 매출액	나노융합제품 매출		나노융합제품매출/ 총매출 비중
		매출액	비중	
중·소기업	95,453	41,201	2.7	43.2
중견기업	214,815	74,934	5.0	34.9
대기업	3,776,199	1,396,070	92.4	37.0
합계	4,086,466	1,512,204	100.0	37.0

특히, 나노융합분야 매출이 발생하기까지는 기업을 설립한 후 8.8년, 나노융합분야 사업을 시작한 후 7.6년이 소요되고 있는 것으로 조사되었으며, 이는 중장기적인 관점에서의 투자 및 지원이 필요하다는 점을 시사한다. 또한 창업 이후 연구개발을 수행하고 있지만 아직 매출이 발생하지 않고 있는 중·소기업(73개)이 있는 것으로 조사되었다.

그림 4-13 나노융합제품 매출이 발생하기까지의 기간(2018년)

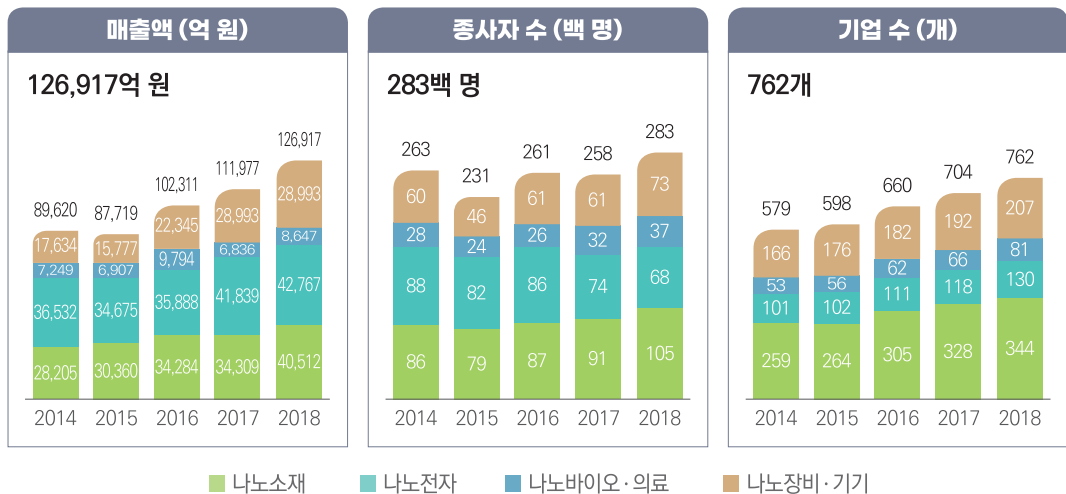


나노융합기업 중 대기업을 제외한 2018년도 중·소/중견기업만의 주요 지표를 살펴보면, 기업 수는 761개, 매출은 12조 6,917억 원으로 2014년 이후 지속 증가하고 있으며 대기업 매출을 제외하더라도 상당한 매출을 기록하고 있다.

표 4-8 나노융합산업 중·소/중견기업의 주요 지표(2014~2018년)

구분	2014년(A)	2015년	2016년	2017년	2018년(B)	증감률((B-A)/A)
기업 수(개)	579	598	660	704	761	+31.4
매출액(억 원)	89,620	87,719	102,311	111,977	126,917	+41.6
종업원 수(명)	26,251	23,127	26,087	25,767	28,325	+7.9

그림 4-14 나노융합산업 중·소/중견기업의 주요 지표(2014~2018년)



제3절

국내 나노융합제품 현황

※ 'T+2B활용 나노융합R&BD촉진사업' 참가기업 제품 중심

1

바이오/항균 제품

★ 2019년 신규 제품

이큐브머티리얼즈

은 나노와이어 센서 심전도 측정
스마트웨어★



헵틸와이

생분해성 나노섬유★



티엔에스

고감염성 질병진단용
PNA기반 현장형 분자진단칩★



크로파세

피부 항염효과가 우수한 D-판테놀을
함유한 나노 Niosome★



대수하이테크

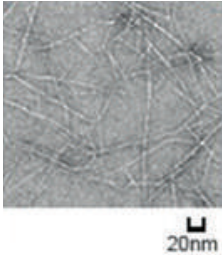
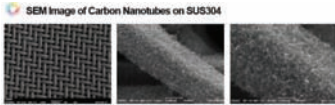
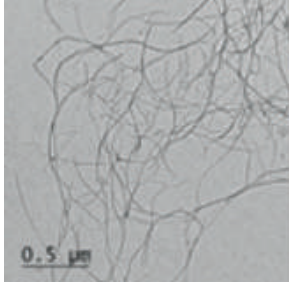
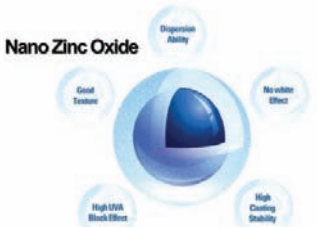
초진수 기반 방오, 항균 코팅액★

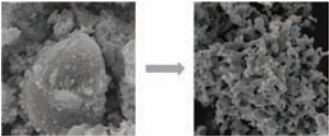
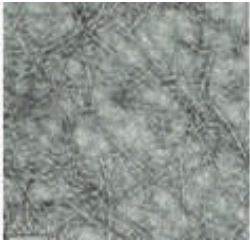
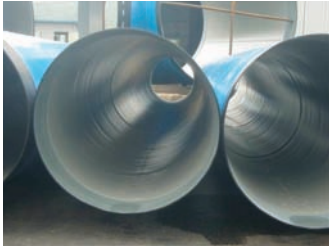
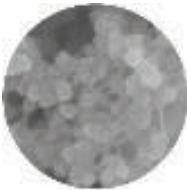
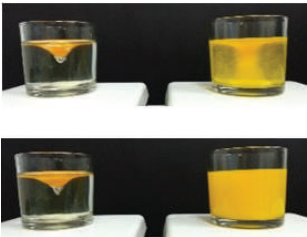
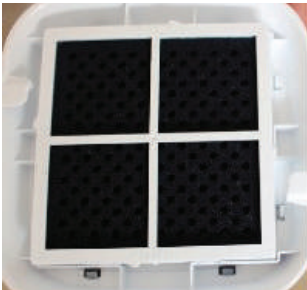


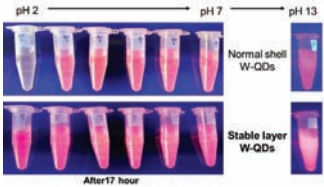
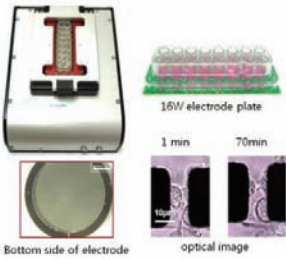
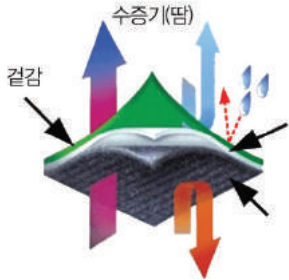
미코바이오메드

분자진단용 통합형 랩칩 및 카트리지★



한솔제지 나노셀룰로오스(셀룰로오스 나노섬유)* 	화인카보텍 탄소나노튜브 금속필터* 	무림P&P 셀룰로오스 나노파이버* 
딕스젠 금나노 미세알부민노 진단키트* 	씨엔엔티 셀룰로오스 나노파이버(CNF) Suspension* 	아이나노 in-situ연속공법을 이용한 두께 1~50nm급의 Nano flake 
제니컴 수질 정화용 UV 측정 센서 	퓨어시스 공기살균정화장치 	에스비씨 나노산화아연 

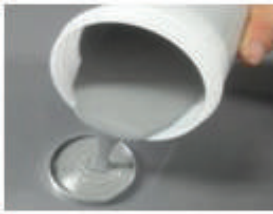
도연에너지 다공성 은 나노 분말 (Meso Porous Silver Powder) 	아시아나노텍 나노셀룰로오스 	테라하임 TerraSAN 항생물막 HDPE 및 폴리우레탄 도장강관 
동구 구형 나노 셀룰로오스 입자 	에어텍 항균 나노산업화이연 필터 적용된 공기청정기 	아모라이프사이언스 바이오 분산용 수상 고분산성 자성입자 
바이오시네틱스 HydroParticle, DS-HydroCeramide 50/50S 	비나텍 블록타입의 냉장고용 탈취필터 	플렉센스 바이오 분광분석기용 큐벳/스트립 

제우스 바이오 이미징용 친수성 양자점 	켄티스 세포임피던스 분석 시스템 	동화바이텍스 항바이러스 캐빈 필터 외 
나노미래생활 나노 ZnO 파우더를 이용 항균 어플리케이션 	나노폴리 항균 공조기 열교환용 알루미늄 핀재/ 자연여과방식의 살균정수기 	아모그린텍 투습, 방습섬유 

차폐/대전방지 제품

★ 2019년 신규 제품

창성

고주파(5~30GHz) 광대역 통신용
전자파 흡수, 방열 소재★

하인테크놀로지

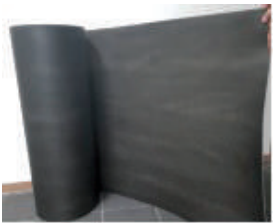
대전방지용 GHP/CNT복합
나노분산 코팅액/코팅필름★

창성나노텍

금속 페이스트(Ag, Cu paste)



나노캠텍

대전방지 기능 전도성 고분자 &
CNT분산입자 전도성 코팅액

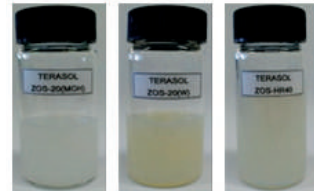
나노솔루션

탄소나노튜브 대전방지 필름

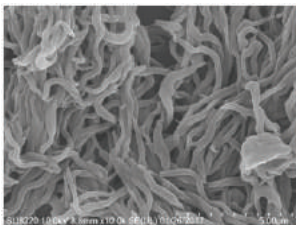


엠트

고경도 방오코팅제



롯데케미칼

폴리아닐린복합재/
PAni CX(전도성고분자)

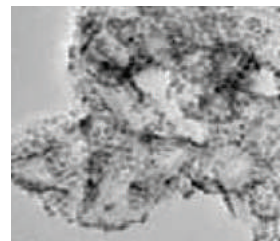
더나인칼라

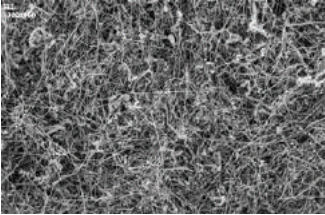
대전방지 및 전자파 차폐용 도료

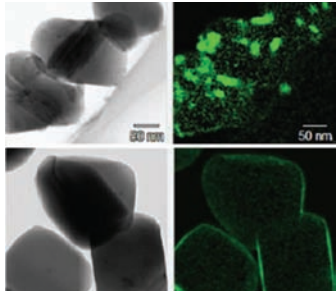


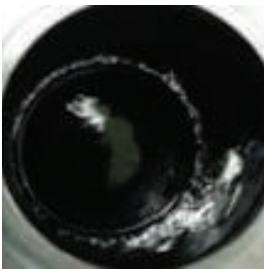
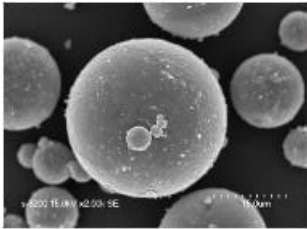
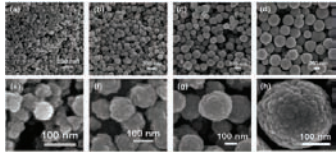
알티엑스

금속나노입자(Ag, Au, Cu/Ag)



내일테크놀로지	에스씨엔테크놀로지	이엘케이
질화붕소나노튜브 분말	정전기방지용 LCD PANEL 이송 롤러	RTVM(Radio Transparent Vacuum Metalization)
		

나노에코웨이	TL머트리얼	씨앤씨머티리얼즈
습식 단층 ARS필름	전자파 저감 & 항균 파워 도배용 풀	은 코팅 구리입자
		

크레진	노피온	RN2테크놀로지
산화환원 그래핀(rGO)	나노 금속층이 코팅된 기능성 폴리머 분말	나노소재 적용 전자파흡수 시트
		

제4장

우리나라
나노기술 정책

국외 나노기술
정책 동향

나노기술 연구개발
투자 및 성과

나노
산업 현황

나노
인프라 현황

인력양성 및
교육 · 훈련

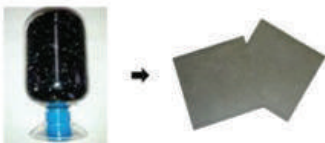
나노안전성
및 표준화

나노관련
행사 · 활동

국제 협력
활동

국민 이해 및
지식 확산

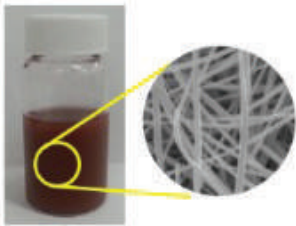
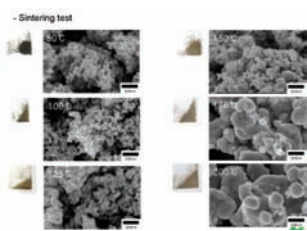
부록

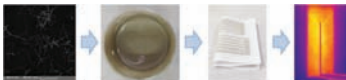
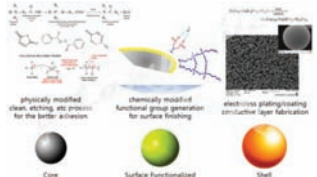
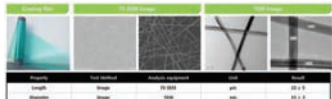
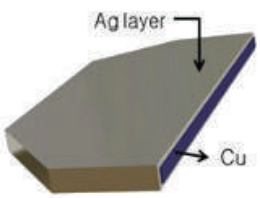
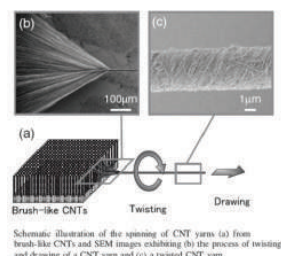
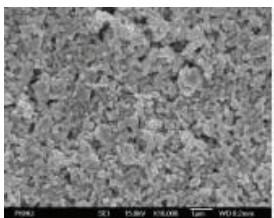
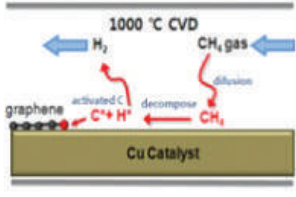
에버캠텍	CNT솔루션	UHS캠텍
그래핀 프레임 분산액/전도성고분자를 이용한 대전방지 코팅액	도금가능 CNT 마스터배치	대전방지 코팅용액/테이프
		

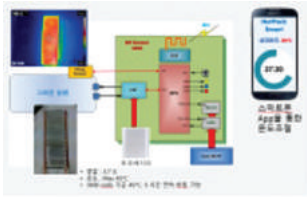
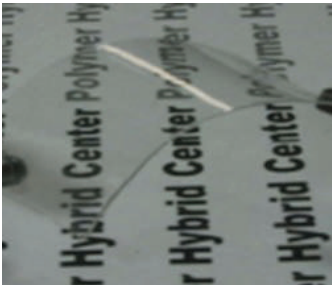
3

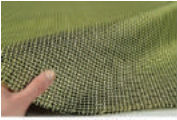
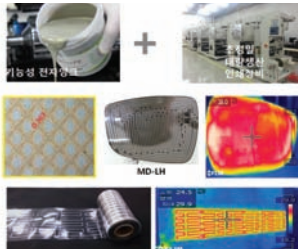
고강도/경량화 제품

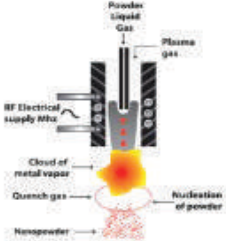
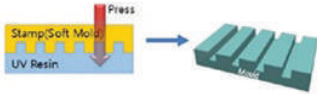
★ 2019년 신규 제품

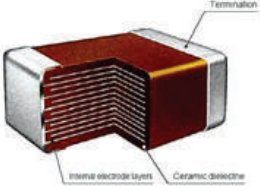
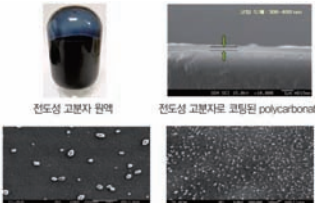
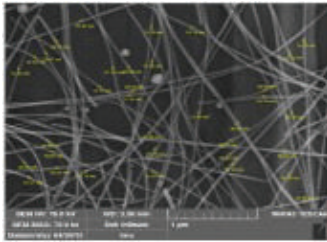
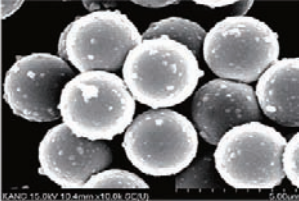
대하맨텍	마이크로컴포지트	아이캠스
투명전극용 고전도성 코팅제, 화장품용 기능성 마이크로캡슐★	전도성(나노/마이크로)와이어★	ALD전구체★
		
비씨텍	니바	엔스펙트라
저온 소결용 Ag plate★	실리콘 나노섬유 분산 리튬메탈 음극재★	EPD필름(전기영동이미지 필름)★
		

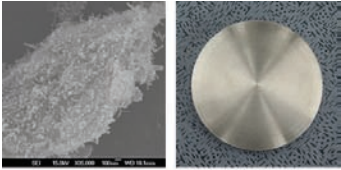
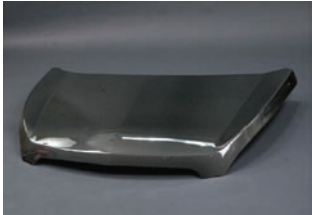
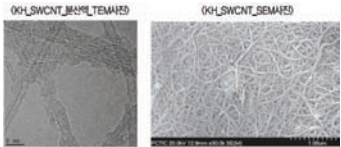
아쿠버머티리얼 스마트의류용 발열직물 	마이크로컴퍼지트 초경량 전도성 Micro-sphere 분말 	솔브레인 은나노와이어 코팅액 
나노와 Silver coated copper 	아텍시스템 초고밀도 수직배향 CNT Yarn 활용 고효율 및 고기능성 Heating Fabric 	그리나 Moist Ion Tissue 
에프피 메탈메쉬 필름용 은 페이스트 	애플에스 대면적 그래핀 필름(300X400, 500X600) 	엔젯 나노잉크 메탈메쉬 투명전극 기반 스마트 윈도우 

티오엠에스	참트론	타코마테크놀로지
CNT를 이용한 복합재	스마트 그래핀 필름히터	유연기판용 나노코팅필름
		

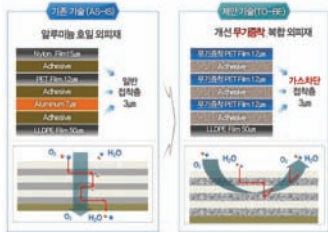
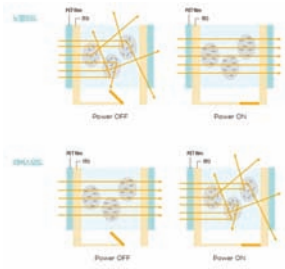
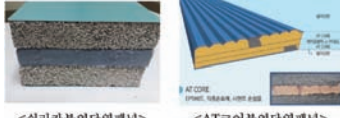
한국컴포짓	파루	OCSIAL
나노 카본소재 프리프레그를 이용한 경량화 레저용 부품	나노 전자잉크를 이용한 필름발열체	단일벽 탄소나노튜브(튜브발)
 		

맥스플로러	풍산홀딩스	아이에스엘
비산화 그래핀(잉크, 페이스트)	금속 나노분말(구리, 청동)	Ag Metal Mesh TSP
		

누리비스타 나노 Metal Conductive Paste	수양켄텍 투명전극용 전도성 고분자 소재	플렉시오 은 나노와이어
	 전도성 고분자 원액 전도성 고분자로 코팅된 polycarbonate 전도성 고분자 SEM 사진	
디에이티신소재 DAT-CNT Film Heater(CNT 필름 히터)	유니플라텍 ITO/AZO 투명전도막, 디지털 히팅 필름 (Thermo Q)	서남 초전도선(HTS 2G wire)
		
엔트리움 ACF(이방성 전도 필름)용 도전성 입자	나노기술 금속나노분말/엔진치료제 “나노닥터”	원엔원 세 카본소재의 자전거
		

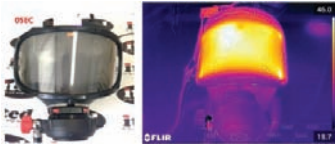
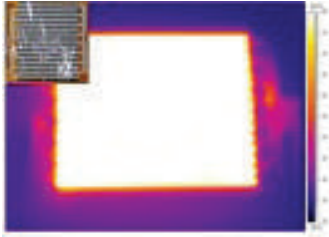
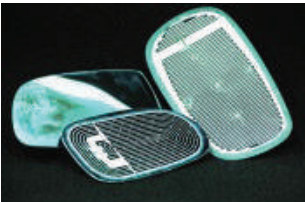
어플라이드카본나노 탄소나노복합재 	와이제이씨 현무암 섬유(양) 	제이오 MWCNT/그래파이트 분말 
케이에이치케미칼 단일벽 탄소나노튜브 응용제품 	크레진 조명용 LED램프 커버용 광확산제품 	파루 전자나노잉크 

내화/불연/차열 제품

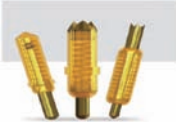
마잘	베스트름	디알레보텍
진공 단열재용 필름	투과도가 우수한 Smart VU film(PDLC)	Core-Shell 구조의 구리 나노분말이 분산된 항균 마스터배치
		
광장이노텍	키모텍	에이티
에어로젤 소재 및 인슐	적외선차단 단열유리 코팅제, 적외선차단 단열필름	산업용 불연단열재
		 <실리카불연단열재> <AT코어불연단열재>
카보랩	국도화학	
EMD용 흑연전극/나노실리카졸을 이용한 초고온 내화단열재	액상 에폭시 수지(KFR-585R)	
		

발열 제품

★ 2019년 신규 제품

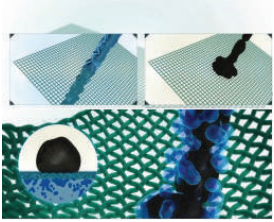
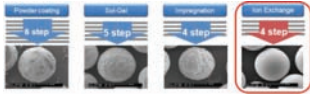
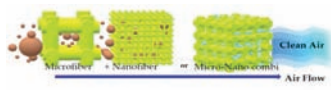
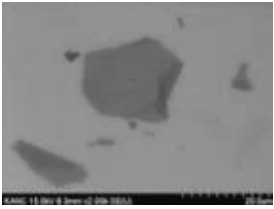
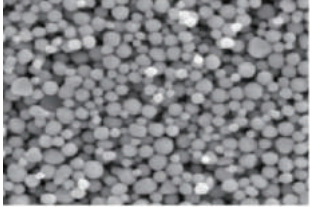
테라온 CNT기반 필름 히터★ 	아이테드 은나노와이어 기반 투명발열체★ 	지앤아이솔루션 썬 실드(창문용 열차단/단열 용액) 
바이오니아 탄소나노튜브 발열 페이스트 (CNT Heating Paste) 	그리나 저전압 구동 웨어러블 면상 발열체 	대유플러스 Nano-Carbon 소재 고효율/ 신축성 면상발열 패드 히터 
신케미코리아 광발열 코팅 섬유 	아이애플 나노카본소재 적용 차량용 발열 사이드미러, 시트히터 	티앤비나노일렉 투명 면상 발열체를 이용한 토스터기, 투명난방기 

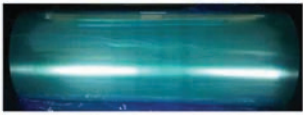
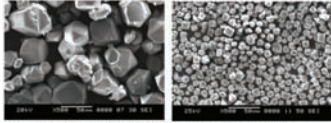
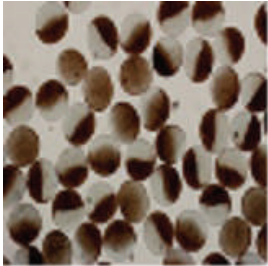
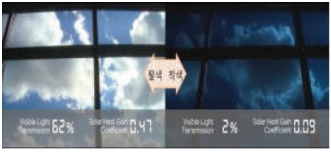
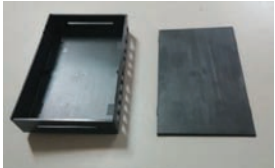
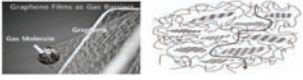
방열 제품

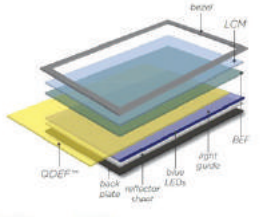
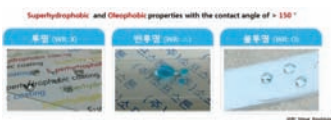
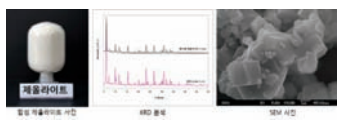
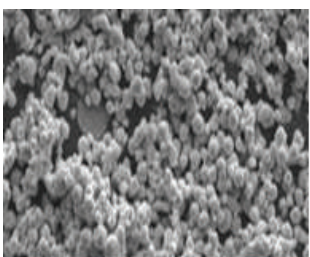
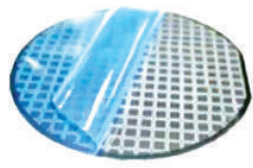
글로벌코어	비츠로밀텍	영일프레이션
탄소/고분자복합소재 LED 조명방열판	방열패드, 방열/복합소재	고분자 방열그리스 및 방열패드
		
네오몬드	디에이티신소재	
미세소자 연마재 외	나노소재, 고분자기지복합체(방열그리스)	
 〈미세소자 연마제(프로보원 등)〉  〈자동차산업 분야〉		

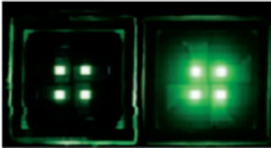
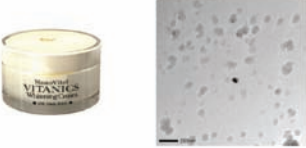
기능성 소재 제품

★ 2019년 신규 제품

코아이 해양오염 기름막 뜯채★ 	씨투씨소재 기능성 촉매 소재★ 	구스텍 GF 대체용 하이브리드형 공기청정기용 필터 소재★ 
상보 그래핀 배리어필름★ 	남양화학공업 MLCC용 100nm 고순도 Ni-Powder 	덕산약품공업 Single-wall CNT 분산액 
그라듀브 SWCNT 및 그래핀 분산액 	개마텍 Plastic용 AF필름 	PL 나노복합눈부심방지(Anti-Glare) 코팅 Solution 

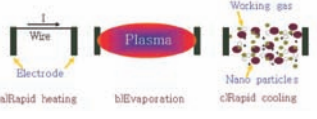
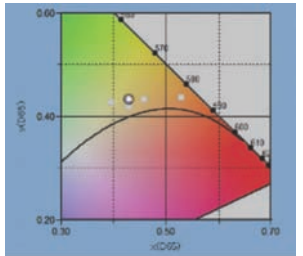
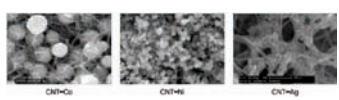
비엔비머티리얼즈 열전도 아크릴 접착 테이프 	케미코트 스마트폰 백케이스용 원단 	트리카이저 LED용 나노 형광 소재  < 기존 상용 형광체 (좌, 일본 D사)와 트리카이저 KSIP 형광체 (우) >
네오나노텍 나노캐리어 제조장치를 이용한 화장품 및 백신소재 	보스팩 수분흡착필름 	애드크로 전기 색가변 소재 및 필름 
동진세미켄 그래핀 분산액 및 복합소재 	스마트나노 기체/자외선 차단과 원적외선 방출에 의한 신선도 유지 효과의 그래핀, 나노게르마늄 복합 기능성 포장재필름 	아코티스 복합 방열 필름 

나노기술 QD/OLED용 배리어성 필름 [그림] QD 필름을 탑재한 디스플레이 구조  자료: Nanosys, 아이루자	에콜바이오텍 열전도성 바이오플라스틱(절연/비절연) 	에코웨이 무수변기 
소프스톤 초소수성 나노 코팅소재 	인텍나노소재 Index Matching Film(인덱스 매칭 필름) 	지엔티엔에스 탈취용 나노 합성 제올라이트 
비케이 과립형 탈취제 	호전에이블 나노 구리(Cu) 파우더 	벅스 필러블 마스크 코팅소재 

디엔에프 고균일 무기 나노 입자 나노 입자 적용 전/후 휘도 비교 	SC화학 은경 도장 제품 	한일 무기안료 
네팅스 디스플레이용 내지문, 발수 코팅액 	신진퓨처필름 투명색가변 유리용 ITO전극 	네오엔비즈 자동차 엔진첨가제 
씨코 내구성 및 내지문성이 뛰어난 나노표면 처리제 	비타코스 100% 나노에멀전크림 제조 유화제 	스탠다드그래핀 그래핀, 그래파이트 옥사이드 

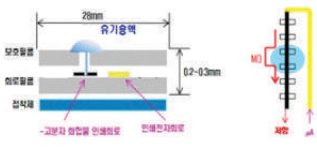
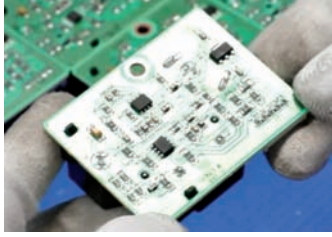
제4장

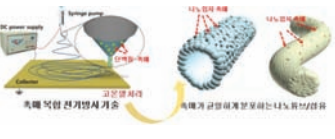
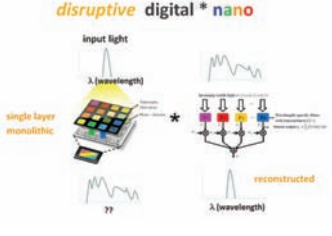
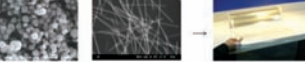
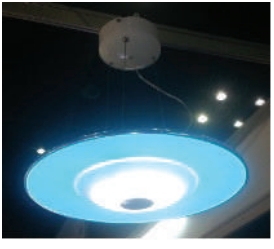
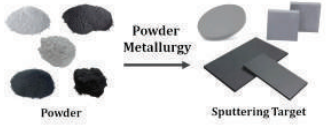
우리나라 나노기술 정책	국외 나노기술 정책 동향	나노기술 연구개발 투자 및 성과	나노 산업 현황	나노 인프라 현황	인력양성 및 교육 · 훈련	나노안전성 및 표준화	나노관련 행사 · 활동	국제 협력 활동	국민 이해 및 지식 확산	부록
-----------------	------------------	----------------------	-------------	--------------	-------------------	----------------	-----------------	-------------	------------------	----

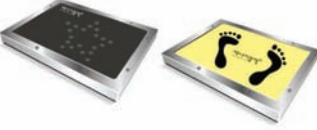
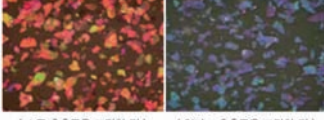
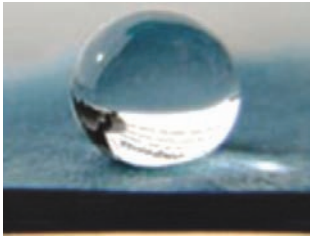
금호석유화학 탄소나노튜브	엔티베이스 나노 금속분말	동원케미코팅 투광성 무기도료
		
나노케미칼 세라믹필터-탈질 촉매 복합체	도은 티타니아 나노졸을 이용한 하드코팅액	바이오니아 탄소나노튜브
		
석경에이티 자외선, 적외선 차단 코팅액/필름	에코플렉스 양자점, 양자점 LED	
		

기타 제품

★ 2019년 신규 제품

유민에스티 필름형 누액감지 센서* 	브이에스아이 CNT 기반 전계방출 디지털 엑스선 소스* 	엔아이디에스 공기질 측정환경센서* 
피코팩 의료용 CMOS 방사선 모듈 	페라메드 세노페럼(나노파티클 기반 식품첨가물) 	대기하이텍 저저항, 고투과도 투명전극 필름 
시리우스 열상센서 및 모듈 	에스케이솔라에너지 태양광 모듈 	우신피그먼트 무독성 유무기 복합안료 

아트로닉스 MOS Barrier Schottky 다이오드 	세주엔지니어링 MEMS Platform 기반 나노섬유/나노파티클 감지체 VOC 가스센서 	나노람다 물질센싱용 근적외선 분광센서 
웨이옵틱스 평판형 광도파로 웨이퍼 	도프 나노실버투명전도 코팅액 및 필름 	화승인더스트리 전기변색 스마트 윈도우 
파워실리콘 CNT복합 소재 적용 감성조명 	바짐테크놀로지 Sputtering 공법을 이용한 나노박막 코팅용 기능성 소재 및 응용제품 	시온텍 CDI전극 & 필터 

에코메트론 오일키퍼G(가짜취발유 판별키트) 	3SMK 특수 패턴 금형을 이용한 입체 색변환 보안 필름 제품 	리그마글라스 나노칼라코팅유리 / AR코팅유리 
티오션 압전 무선 스위치 	세코 차량용 Top Clean Safe 	씨큐브 판상 알루미늄 안료, 유색 진주광택 안료  〈소목 추출물을 코팅한 필〉 〈인디고 추출물을 코팅한 필〉
나노브릭 전기 색가변소재(ETX, EPD, MTX, SPM) 	나노엠 초발수 나노코팅액 	

작성자 정종일(나노융합산업연구조합 본부장)



제5장

나노인프라 현황

제1절

나노팜 현황

제2절

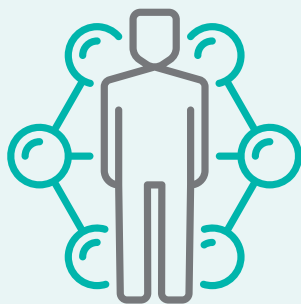
나노특화시설 현황

제3절

국내 나노 관련 지원 기관

제5장

나노인프라 현황





나노기술은 머리카락 굵기의 10만분의 1 크기의 영역을 제어하고 통제하는 첨단기술로서, 정보기술, 바이오테크놀로지, 환경공학기술 등 첨단기술과의 융합을 통해 국가 전략사업을 고도화시키는 미래 핵심기술이다. 정부는 2001년 나노기술종합발전계획을 수립해 2019년까지 나노기술분야에 6조 123억 원(나노기술발전시행계획 기준 정부투자액) 이상을 투입하여, 미국, 일본, 독일에 이어 세계 4위의 나노 강국에 올라섰다.

우리나라가 나노 강국으로 도약할 수 있었던 중심에는 전국 6개 국가나노인프라 시설이 있다. 특히 나노기술개발촉진법에 의해 나노기술 인프라 구축이 법적 근거를 갖게 되면서, 나노기술 연구개발 및 산업화를 지원할 6개 나노인프라 기관을 지역별로 균형 있게 배치하고 연구 분야별로 역할을 분담하여 순차적으로 설립하였다.

교육과학기술부(현, 과학기술정보통신부)는 나노종합기술원(대전)과 한국나노기술원(수원)을 구축하고, 지식경제부(현, 산업통상자원부)는 나노융합기술원(포항)과 나노기술집적센터(광주, 전주)와 나노융합실용화센터(대구)를 구축하여 운영하고 있다.

2002년부터 2012년 3월까지 약 10년 동안 국가인프라에 7,800억 원 가량이 투입되어 장비 및 시설 구축이 이루어졌다. 2005년부터 2019년까지 나노인프라 기관의 장비를 활용한 실적은 누적 643,950건이며, 2019년 이용건수는 67,565건으로 2012년 이후 매년 5~6만 건 이상의 서비스를 지원하고 있다. 최근에는 4차 산업혁명 대응과 나노기술의 연구개발 및 상용화 지원(스마트 센서, 초저전력반도체, 플렉서블 디스플레이, 인쇄전자, 광·에너지, 나노융합소재 분야 등) 강화를 지속적으로 추진하고 있다.

나노팜 현황

1

개요

가. 구축 현황

연구 분야 및 지역별 서비스를 거점으로 6대 나노인프라 기관인 나노종합기술원, 한국나노기술원, 나노융합기술원, 나노기술집적센터(전북), 나노기술집적센터(광주), 나노융합실용화센터를 구축하여 운영하고 있다.

그림 5-1 나노종합시설(나노팜) 구축 현황

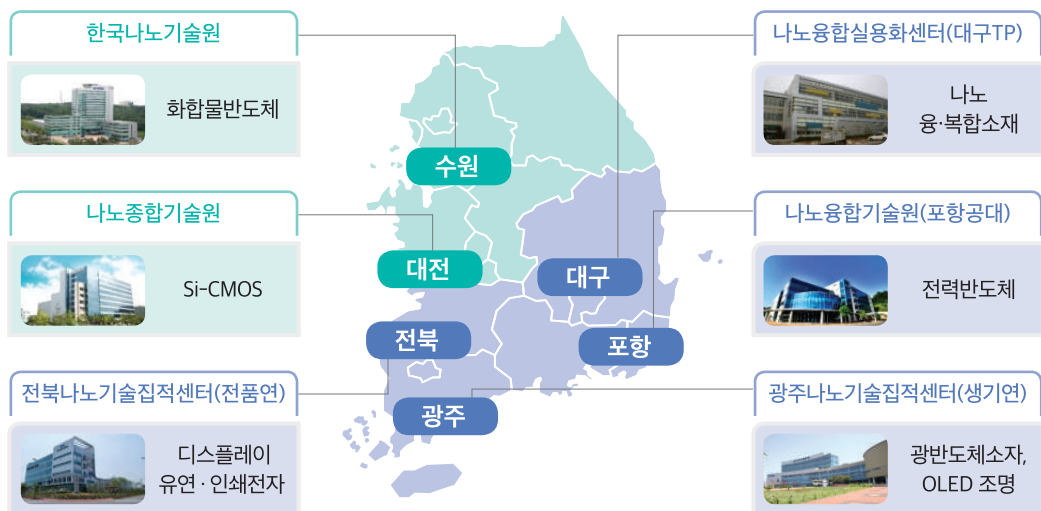


표 5-1 나노종합시설(나노팹) 구축 현황

부처	기관명 (주관기관)	서비스 분야	사업 기간	사업비(억 원)		서비스 개시
과학기술 정보통신부	나노종합기술원 (KAIST)	실리콘계 CMOS	총 9년 (2002~2012)	총 2,876	정부 1,180	2005.03
					지자체 280 민간 1,416	
	한국나노기술원 (KANC)	화합물반도체	총 5년 (2003~2008)	총 1,615	정부 481	2006.05
					지자체 981 민간 153	
산업통상 자원부	나노융합기술원 (POSTECH)	전력반도체	총 5년 (2004~2009)	총 1,129	정부 425	2006.08
					지자체 204 민간 500	
	전북나노기술 집적센터(KETI)	디스플레이, 유연·인쇄전자	총 5년 (2004~2009)	총 744	정부 233	2008.09
					지자체 343 민간 168	
	광주나노기술 집적센터(KITECH)	광반도체소자, 디스플레이	총 5년 (2004~2009)	총 795	정부 261	2008.01
					지자체 109 민간 425	
	나노융합 실용화센터 (대구 TP)	나노분말(신소재), 복합소재 정밀가공	총 8년 (2004~2011)	총 646	정부 439	2005.09
					지자체 204 민간 3	

나. 활용 현황

6대 나노인프라 기관은 2019년에만 산업체 36,853건, 대학 18,031건, 연구소 12,681건의 산·학·연 서비스를 제공하여, 총 67,565건이 활용되었다.

표 5-2 나노종합시설(나노팹) 예산 및 주요 활용 현황(2019년)

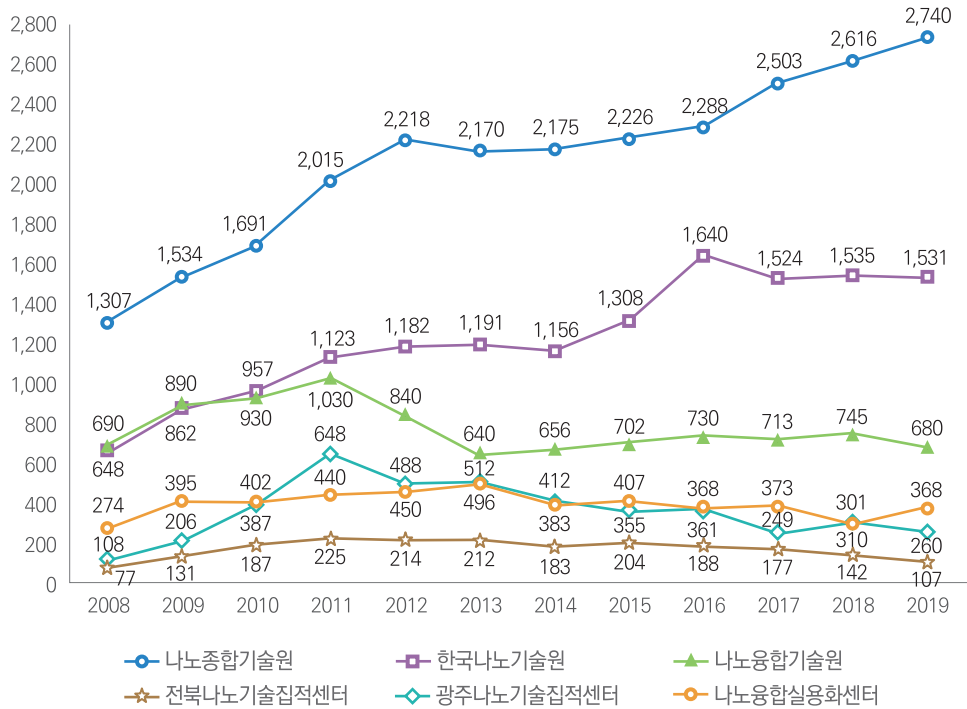
(단위: 백만 원, 건, 명)

부처	기관명(지역)	예산	이용수입	이용건수	이용자 수	인력양성
과학기술 정보통신부	나노종합기술원(대전)	61,553	16,817	27,757	2,740	273
	한국나노기술원(수원)	34,150	6,916	11,302	1,531	1,728
산업통상 자원부	나노융합기술원(포항)	8,621	5,393	15,927	680	2,862
	나노기술집적센터(전북)	4,903	1,261	4,974	107	39
	나노기술집적센터(광주)	9,807	722	5,204	260	48
	나노융합실용화센터(대구)	12,524	504	2,401	368	58
합계		131,558	31,613	67,565	5,686	5,008

- (이용자 수) 2019년 6대 인프라 기관의 전체 이용자 총 5,686명
 - 나노종합기술원 2,740명, 한국나노기술원 1,531명, 나노융합기술원 680명, 나노기술집적센터(전북) 107명, 나노기술집적센터(광주) 260명, 나노융합실용화센터 368명

그림 5-2 나노인프라 기관별 이용자 수

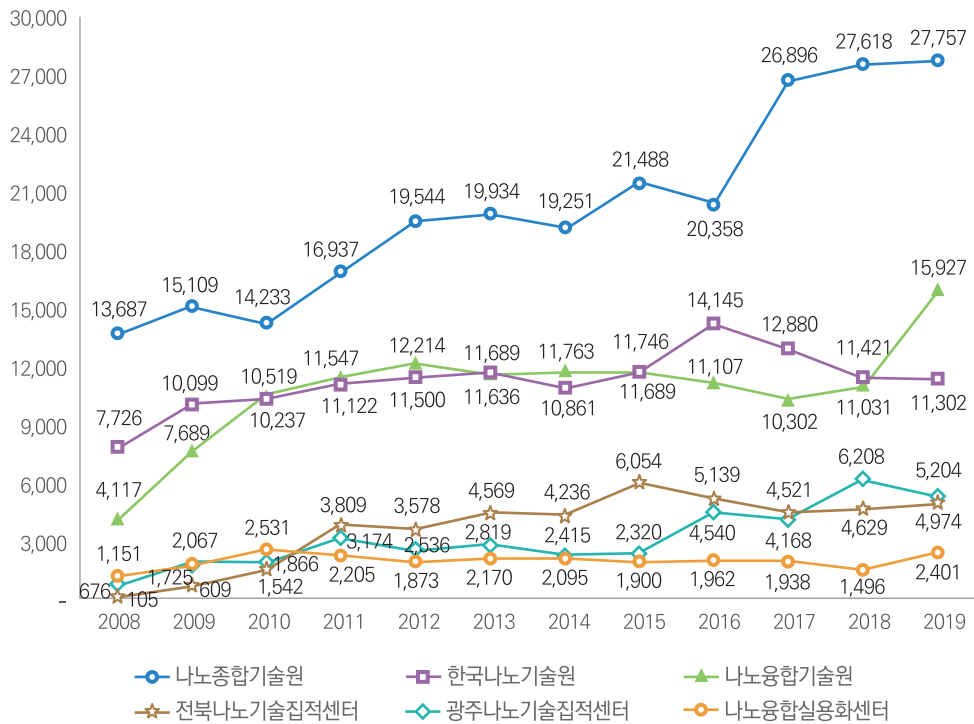
(단위 : 명)



- (장비 이용 건수) 2019년 6대 인프라 기관의 전체 장비 이용 건수 총 67,565건
 - 2019년 장비 이용 건수는 2010년 대비 약 65% 증가
 - 2005년부터 2019년까지 누적 총 638,746건의 장비 서비스를 산·학·연 이용자에게 제공
 - 2012~2016년 동안 5만 건 이상의 장비 서비스 제공, 2017~2019년 동안 6만 건 이상의 서비스를 달성

그림 5-3 나노인프라 기관별 장비 이용 건수

(단위 : 명)



파급 효과

전국 6대 나노인프라는 시설 및 장비를 구축하여 나노기술 기초·원천연구에서 사업화까지 연간 5,000명 이상(2019년 5,686명)의 이용자를 지원하여 다양한 연구개발 및 사업화 성과를 창출하고 있다.

가. 6대 나노인프라 장비 투자 현황

2019년 기준으로, 6대 나노인프라 기관에 958여 대 첨단 장비(3,161억 원 상당)를 보유하고 있으며, 보유 장비의 약 10%는 나노분야 이외의 사업을 통해 구축하였다.

표 5-3 6대 나노인프라 장비 구축 현황

(단위 : 대, 억 원)

연도	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	합계
구축 장비수	141	40	192	147	150	94	22	38	10	6	11	12	56	11	19	9	958
장비 금액	657	158	569	445	462	268	100	77	42	29	77**	55**	96**	13**	69**	44**	3,161

* 2012년 이후, 일부 자체 투자 및 나노분야 이외의 사업을 통해 장비구축(나노분야 정부 지원 약 89%)

** 삼성터치산업기술기반구축사업(대구)과 같은 신규 기반구축사업 등으로 구축

나. 활용 효과

- (이용료) 6대 나노인프라 기관의 장비 서비스 이용료 총 3,932억 원(2005~2019년 누적, 할인율 미적용)
 - 이용 비율은 산업체 61.6%, 대학 23.3%, 연구소 15.1%
- 인프라 활용 효과(2005~2019년 기준)
 - (직접 효과) 나노인프라의 편익·비용 비율(7.28)*을 반영한 지원 효과는 총 28,625억 원**으로 전체 나노인프라 장비 투자 대비 약 9.1배의 효과 발생

* 나노인프라 편익·비용 비율(STEPI, 2009) 적용

** 3,932억 원×7.28(편익 비율) = 28,625억 원/누적

- (간접 효과) 기업의 매출액 대비 연구개발비 비중을 고려한 간접 효과(산업체 지원)는 산업체 매출 기여액 26,413억 원으로 전체 나노인프라 장비 투자 대비 약 8.4배의 효과 발생, 고용 창출 효과는 5,283명

구분	산업체 매출 기여액***	인프라 투자 효과	고용 창출 효과****
지원효과	26,413억 원	장비 투자 대비 8.4배	5,283명

*** 기업의 매출액 대비 연구개발비 비중(KISTEP 통계브리프 2018년 제20호, 전자부품 등의 분야 평균값 9.17%) 적용

**** 산업체 매출 기여액 5억 원당 1명으로 산출

● 연구개발(R&D) 지원 효과(2005~2019년 기준)

- 6대 나노인프라 기관의 연구개발 지원 효과는 논문 14,659건, 특허 3,503건, 학술발표 16,965건

* 논문·특허·학술발표(1건 기준)를 위한 나노인프라 활용 비용(자체 조사) 적용 시, 논문 0.103억 원, 특허 0.431억 원, 학술발표 0.089억 원

다. 6대 나노인프라 주요 지원 현황

- (이용 건수) 6대 나노인프라 기관의 최근 3년간 이용 건수는 연간 6만 건 이상이며, 이용 건수는 계속 증가
 - 이용 건수 비율은 산업체 51.0%, 대학 29.4%, 연구소 19.6%이며, 중소기업의 이용 건수 비율은 전체 이용 건수 대비 약 33.4% 차지

표 5-4 6대 나노인프라 이용 건수 현황(2017~2019년)

(단위 : 건)

구분		2017년	2018년	2019년
산업체	대기업	7,286	8,802	12,269
	중소기업	21,528	22,789	24,584
	소계	28,814	31,591	36,853
대학		19,149	18,953	18,031
연구소		12,742	11,859	12,681
합계		60,705	62,403	67,565

- (이용자 현황) 6대 나노인프라 기관의 최근 3년간 이용자 수는 연간 5,500명 이상이 이용
 - 이용자 비율은 산업체 42.9%, 대학 42.2%, 연구소 14.9%이며, 중소기업의 이용자 비율은 전체 이용자 대비 약 30.4% 차지

표 5-5 6대 나노인프라 이용자 수 현황(2017~2019년)

(단위 : 명)

구분		2017년	2018년	2019년
산업계	대기업	710	714	657
	중소기업	1,658	1,714	1,760
	소계	2,368	2,428	2,417
대학		2,312	2,403	2,399
연구소		858	817	828
합계		5,538	5,649	5,644

나노종합기술원

기관명 나노종합기술원

홈페이지 www.nnfc.re.kr

주소 [34141] 대전광역시 유성구 대학로 291

연락처 Tel : 042-366-1500 / Fax : 042-366-1990

원장
이 조 원



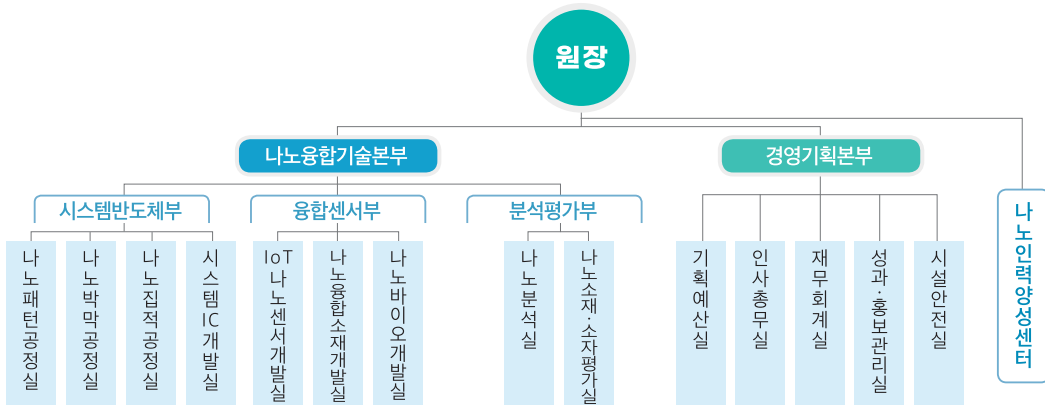
■ 주요 기능

- 나노기술 분야 첨단·융합연구 및 핵심원천·실용화 기술 개발
- 대형 연구시설·장비를 활용한 수요 맞춤형 연구 지원으로 공공인프라 기능 수행
- 산·학·연 협동연구 수행 및 성과 보급·확산
- 현장 중심의 창의적 나노융합 전문 인력 양성
- 연구 성과 조기 실용화·산업화 지원으로 나노기술 중심의 혁신경제 기반조성

■ 조직 및 인력

- 조직 : 원장, 2개 본부, 3개 부, 1개 센터, 14개 실
- 인원 : 총 92명

그림 5-4 나노종합기술원 조직도

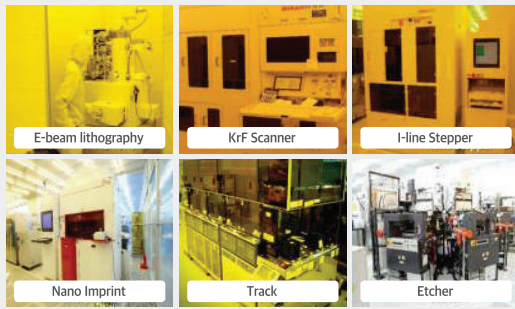


■ 연구 장비 및 시설 현황

- 시설 현황 : 클린룸 5,059㎡ 등 총 26,383㎡ 시설
 - 연구동 : 지하 1층, 지상 9층(16,679㎡)
 - Fab동 : 지상 2층(5,067㎡)
 - 시설지원동 : 지하 1층, 지상 4층(4,620㎡)
- 연구 장비 : 나노 관련 연구 장비 341대
 - 나노패턴, 확산·박막, MEMS, 신소재, 나노바이오, 특성평가분야 등

그림 5-5 나노종합기술원 장비 구축 현황

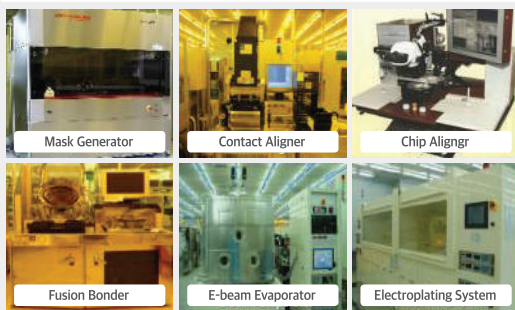
- 나노패턴 공정 장비(8" wafer ~ 시편, 180nm 나노소자 일괄공정)
- 장비 : E-Beam, KrF scanner, Nano Imprint, Etcher 등



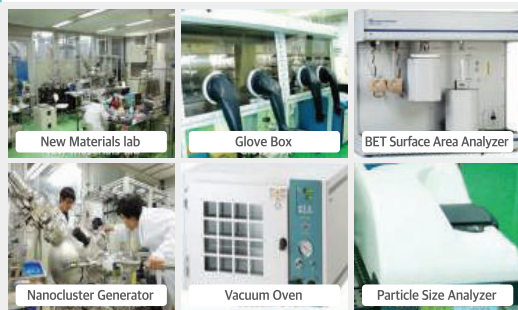
- 확산·박막 공정 장비(8" wafer ~ 시편, 180nm 나노소자 일괄공정)
- 장비 : Ion Implant, CVD, Sputter, CMP, Wet Station 등



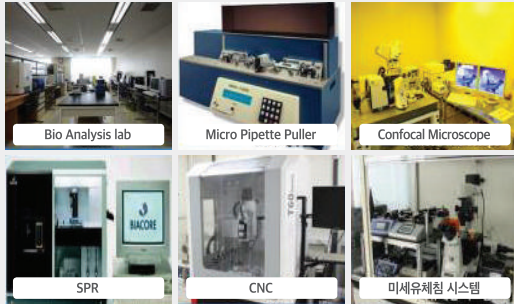
- MEMS 공정 장비(8" wafer ~ 시편, 스마트 센서 제작)
- 장비 : Mask Generator, Contact Aligner, Fusion Bonder 등



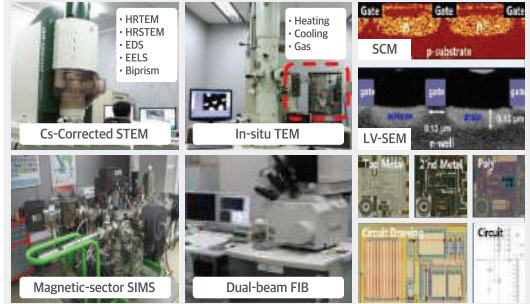
- 신소재 공정 장비(나노 멤브레인, 그래핀 합성/분리, 신소재 분석)
- 장비 : Nanocluster Generator, Glove Box, Vacuum Oven 등



- 나노바이오 공정 장비(바이오 공정분석, 바이오칩, 미세유체칩)
- 장비 : Confocal Microscope, SPR, Micro arrayer, CNC 등



- 특성평가 공정 장비(나노구조, 표면, 전기특성 분석, In-line 측정)
- 장비 : Cs-Corrected STEM, In-situ TEM, M-SIMS, FIB, SEM 등



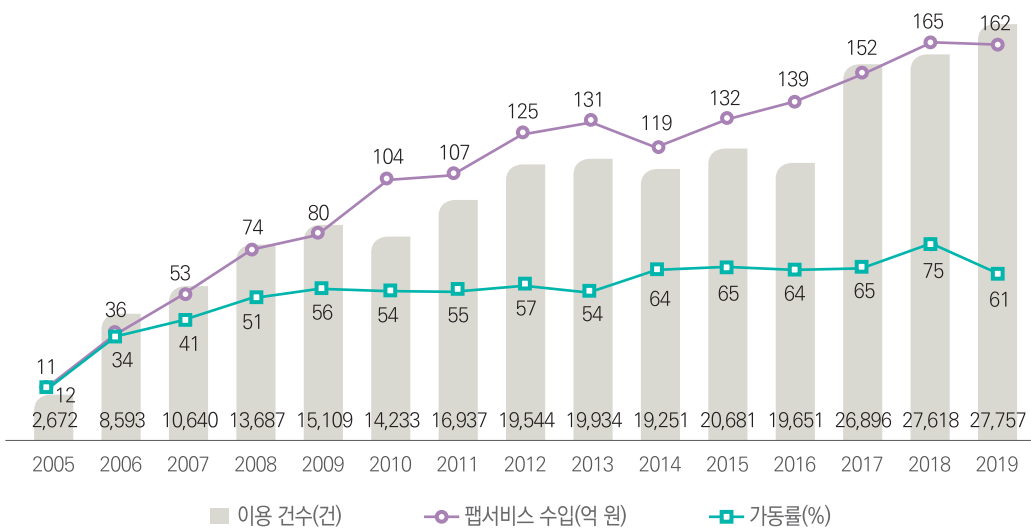
- MEMS 산업화 지원 장비(취지멤스 기증장비)
- 장비 : Double Side Alignment Aligner, Multi Layer Evaporator, Organic & Inorganic Dry PR Stripper, Tape Laminator 등



2019년 주요 사업 실적

- 공정 서비스(2019년 기준) : 이용 건수 27,757건, 서비스 수입 162.3억 원, 가동률 61.1%

그림 5-6 나노종합기술원 팹서비스 현황



- 이용자(2019년 기준) : 총 2,700명(산업계 1,020명, 학계 1,200명, 연구계 480명)

표 5-6 나노종합기술원 이용기관 및 이용자 현황

(단위 : 개, 명)

구분		산업계	학계	연구계	합계
2019년	이용기관	491	108	47	646
	이용자	1,020	1,200	480	2,700

- 특허 출원·등록(2019년 기준) : 국내 특허 출원 47건, 국내 특허 등록 44건, 해외 특허 출원 13건, 해외 특허 등록 1건

표 5-7 나노종합기술원 특허 출원·등록 현황

(단위 : 건)

구분	특허 출원			특허 등록		
	~2018년	2019년	누적	~2018년	2019년	누적
국내 특허	244	47	291	137	44	181
해외 특허	35	13	48	4	1	5
합계	279	60	339	141	45	186

- 기술이전

표 5-8 나노종합기술원 기술이전 현황

연도	특허(기술)명	유형	이전기업
2011년	적외선 이미지 센서 설계 및 공정기술	통상	클○○○
2013년	마이크로전자기계 시스템 패키지	통상	에○○○
	SOI RF CMOS 반도체 제조 관련 기술	전용	매○○○
2014년	초음파 융착기용 지그 어셈블리	통상	티○○○
	고종횡비 관통구조의 금속 매립방법	통상	이○○○
	미세유체 유동블럭	통상	티○○○
	미세패턴이 형성된 구조체의 제조방법 및 그 제반기술	통상	나○○○
	세포분리칩 및 이를 이용한 세포분리방법	통상	페○○○
2015년	나노임프린트용 복제몰드기술	통상	화○○○
	모바일용 초 저가형 적외선 열영상센서기술	통상	시○○○
	단면시편 제작에 있어서 밀링 향상을 위한 방법	통상	코○○○
	마이크로버블을 이용한 해수처리 기술	통상	오○○○

연도	특허(기술)명	유형	이전기업
2016년	피부패치(인체미용·피부개선)에 적용하는 미세구조체 제조방법	전용	엔○○○
	반도체 공정으로 제작된 스탬프를 이용한 고분자 캐스팅 기술	통상	코○○○
2017년	가스센터 및 그 제조방법	통상	센○○○
	수평형 실리콘 광증배소자 및 그 제조방법	통상	아○○○
	휴대용 인술린 저항성 진단장치 및 이를 이용한 진단방법	통상	성○○○○
2018년	유전자 판별기술	통상	티○○○
	식품으로부터 미생물을 검출하는 방법	통상	티○○○
	나노구조 가역복제 기술	통상	나○○
	전자동 유전자 판별 기술	통상	티○○○
	전자동 유전자 분석장치 및 이의 작동방법	전용	티○○○
2019년	전자동 유전자 분석장치 및 이의 작동방법	전용	티○○○
	나노섬유 금속코팅방법을 이용한 투명전극 제조방법	통상	나○○○○○○○
	창상 감염 모니터링 무선센싱 기술	통상	원○○○○
	표면멤스소자용 멤브레인 플랫폼 공정 기술	통상	나○○○○○○○
	플렉서블 pH 센서 케이블 및 이의 제조 방법	전용+통상	스○○○○○○○
	회로설계분석 자동화프로그램 기술이전	양도+통상	시○○○○○○○

제5장

우리나라 나노기술 정책
국외 나노기술 정책 동향
나노기술 연구개발 투자 및 성과
나노 산업 현황
나노 인프라 현황
인력양성 및 교육·훈련
나노안전성 및 표준화
나노관련 행사·활동
국제 협력 활동
국민 이해 및 지식 확산
부록

한국나노기술원

기관명	한국나노기술원
홈페이지	www.kanc.re.kr
주소	[16229] 경기도 수원시 영통구 광교로 109
연락처	Tel : 031-546-6000 / Fax : 031-546-6006



원장
이 윤 덕

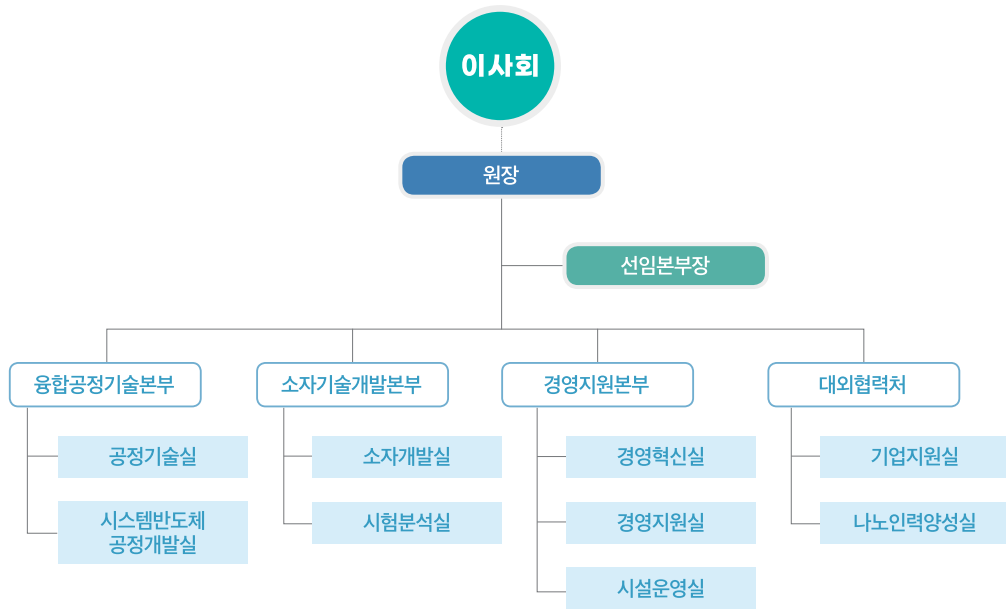
■ 주요 기능

- 나노소자기술 관련 연구 장비·시설 지원서비스
- 나노기술 관련 전문 인력 양성
- 나노공정기술 관련 연구개발
- 나노소자기술 연구 성과 실용화 촉진 및 관련 기업의 창업 지원
- 나노소자 관련 계측·시험 및 검증, 연구 및 생산 장비 개발 지원
- 나노기술의 보급·육성을 위한 사업 및 국내외 교류·협력사업
- 기타 나노소자 연구개발 지원 및 산업화 촉진에 필요한 사업

■ 조직 및 인력

- 조직 : 원장, 3개 본부, 1개 처, 9개 실
- 인원 : 총 76명

그림 5-7 한국나노기술원 조직도

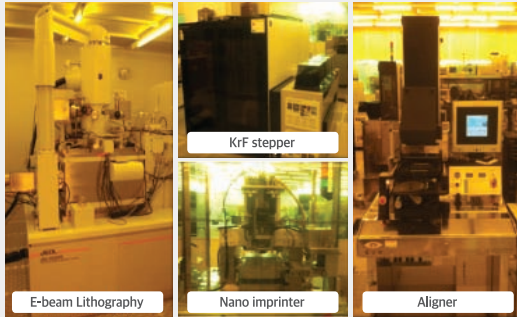


■ 연구 장비 및 시설 현황

- 시설 현황 : 지상 16층, 지하 2층
 - FAB & CUB동(9,641㎡) : 클린룸(3,450㎡) 및 시설동(6,191㎡)
 - 연구벤처동(40,753㎡) : 입주업체(나노 관련 기업, 연구기관, 공동협력센터(KIST 등 8개 연구기관))
- 연구 장비 : 200대 구축
 - 나노리소패턴 지원 라인, 나노R&D 지원 라인, 나노산업화 지원 라인, Si&MEMS 지원 라인, 후공정 지원 라인, 특성평가지원실

그림 5-8 한국나노기술원 장비 구축 현황

- 나노패턴 형성용 장비 및 범용 photo 장비 구축(시편~8" wafer)
- 보유장비 : E-beam Lithography, KrF stepper, Aligner, Nano-Imprinter 등



- 에피 공정 및 조각시편~8" 공정 수요에 대응할 수 있는 유연성 기반의 장비 군으로 구축
- 보유장비 : MOCVD, MBE, Evaporator, Si Deep Etcher, PR Asher, Wet-station 등



- 산업화 지원을 위한 6" 전용 지원 라인으로 구축
- 보유장비 : Implanter, Cluster, Sputter, LPCVD, PECVD, ICP Etcher 등



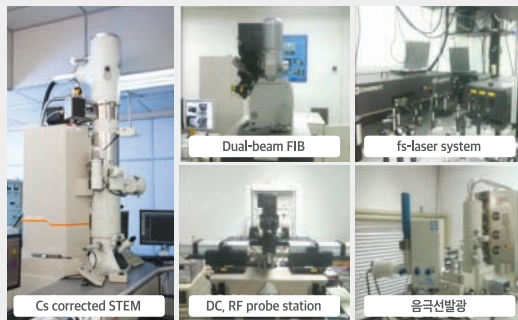
- 8" 기반의 SI & MEMS 공정 장비 구축
- 보유장비 : I-line Stepper, Track, CD-SEM, Etcher, Sputter, Implanter, Wet-station 등



- 후공정 장비 및 신뢰성 측정장비 구축
- 보유장비 : Wire bonder, Dicing machine, Prober, Sorter, 신뢰성 측정장비 등



- 표면 및 구조 분석, 광특성 측정, 전기적 특성측정 장비들로 구성
- 보유장비 : 구면수차 보정 STEM, Dual-beam FIB, FESEM, CL, TR-PL, fs-laser system 등



■ 2019년 주요 사업 실적

● 나노팜 활용사업 활성화

- 나노팜 활용사업 목표 및 실적



* 일괄공정 : 단순 단위공정 지원이 아닌 5공정 이상 연속된 모듈·일괄공정서비스

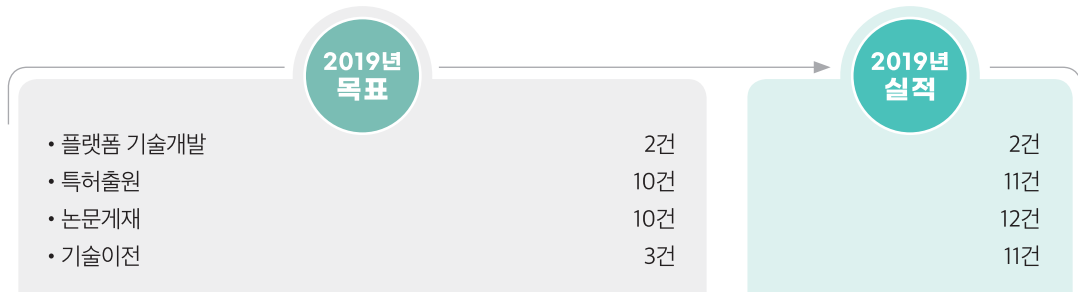
- 윈스톱 고부가 서비스 확대, 모듈 및 일괄공정 서비스 : 38.64%(2018년) → 39.34%(2019년)

- 노후장비 유희 처리 : 상, 하반기 2회 실시(총 13대)

- 시스템반도체 연계지원 나노팜 고도화 사업 신규 장비 구축

● 연구 역량 강화 및 성과 확산

- 연구수탁사업 목표 및 실적



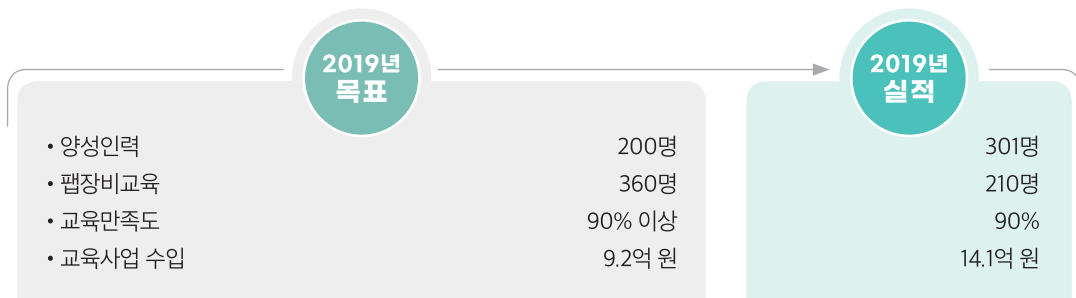
- 기타 연구개발 실적

구분	실적	비고
• 신규과제 수주 건수 • 학술대회 발표 건수	9건 15건	초연결 미래소자용 과제 외 8건 GPVC, 한국반도체학술대회, 나노코리아 등

- 차세대 반도체 소자 공정기술 지원을 위한 에피 및 소자 플랫폼 개발
- 산학연 플랫폼 기술 이용 확대를 위한 연구개발 네트워크 확산
- 미래성장 동력 확보를 위한 R&D 성과 및 연구 기반 기술 구축

● 인프라를 활용한 전문 인력 양성

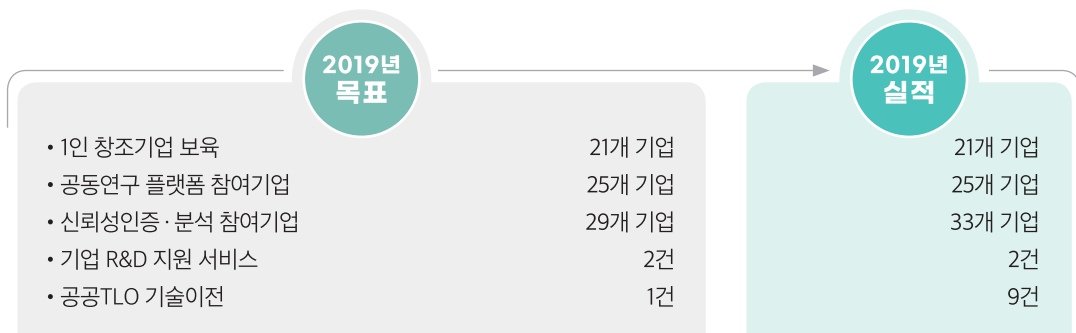
- 인력양성사업 목표 및 실적



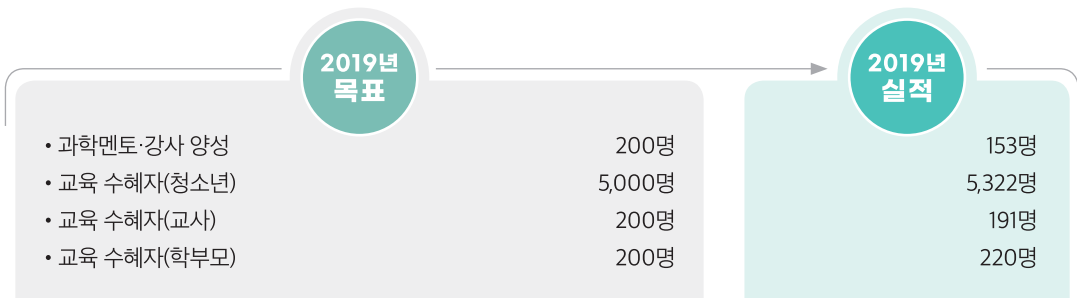
- 첨단나노장비 및 시설을 활용한 산·학·연 대상 현장 적응형 맞춤형 교육을 통한 나노기술 전문 인력 양성
- 경기도 소재 특성화고 대상으로 나노소자, 공정장비, 측정분석 실습 교육을 통한 우수 기술인력 양성 및 취업 지원
- 나노 관련 중소기업의 기술인력 구인 및 고졸, 대졸 미취업자를 대상으로 청년실업 해소 지원

● 나노분야 창업지원 및 지역기업 협력사업

- 창업지원 및 지역기업 협력사업 목표 및 실적



- 1인 나노분야 창조기업 연구시설·장비 및 교육 등 맞춤형 창업지원(21개 기업)
- 업그레이드 기술개발 및 컨설팅 지원을 통한 중소기업의 신속한 사업화 지원(25개 기업)
- 나노소자 개발에 필요한 시험분석 및 신뢰성인증 비용을 매칭지원(33개 기업)
- 지역 중소기업의 R&D사업(기획~수주 및 진도 관리, 성과 확산 등) 컨설팅 지원(2건)
- 공공TLO 지정을 통한 지역기업의 수요기반 나노팹 기술이전 마케팅(9건)
- 지역사회를 위한 나노드림 사회공헌 프로그램
 - 미래진로체험 교육기부 실적 및 목표



- 권역별 나노드림 거점센터 7개소 운영
- 대학생 및 학부모 교육봉사단 운영 및 과학기술 소양 제고
- 나노드림학교 프로젝트 발표회 개최(중·고등학생 대상 프로젝트 심화과정)

나노융합기술원

기관명 나노융합기술원

홈페이지 www.nano.or.kr

주소 [37673] 경상북도 포항시 남구 청암로 77 포항공과대학교

연락처 Tel : 054-279-0203 / Fax : 054-279-0249



원장
조무현

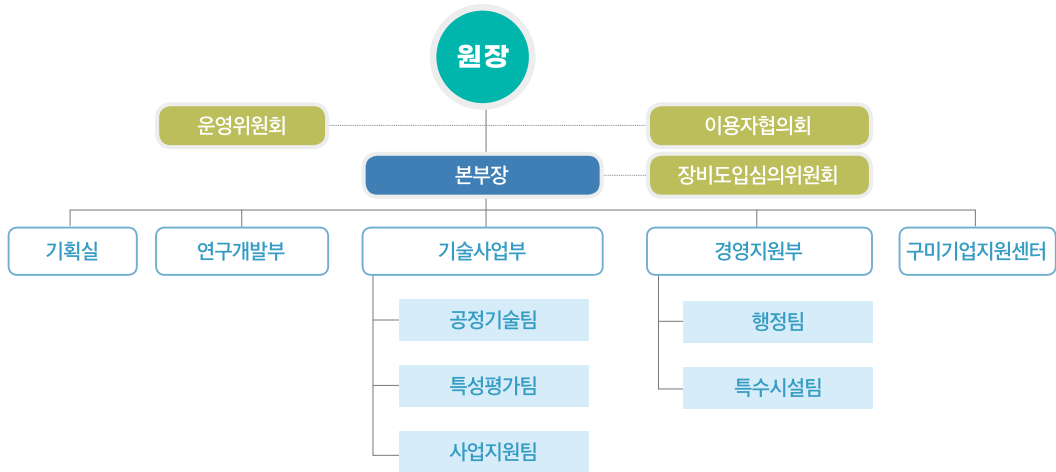
■ 주요 기능

- 공정 및 특성 평가를 위한 장비 활용 지원
 - 공정 분야 : 반도체, MEMS·센서, 디스플레이
 - 특성 평가 분야 : 3차원 입체(성분, 구조) 분석
- 차세대 공정 및 특성 평가 기술 개발
 - 단위·요소·일괄공정 기술 개발(반도체, MEMS·센서, 디스플레이 등)
 - 첨단융합소재 3차원 특성평가 분석 기술 개발
- 연구개발·성능평가·인증서비스·특허분쟁 해결 지원
 - KOLAS 인증 : TEM, SEM 장비 4개 규격
- 중소기업 대상 나노기술 산업화 지원
 - 지역거점 나노플랫폼 활용 사업, 나노융합 기술사업화 지원 사업 등
- 나노기술 전문 인력 양성
 - 특성화고 교육, 연구자·산업체 재직자 전문 인력 양성 교육 등

■ 조직 및 인력

- 조직 : 원장, 3개 본부, 1개 처, 9개 실
- 인원 : 총 60명

그림 5-9 나노융합기술원 조직도



■ 연구 장비 및 시설 현황

- 대지 면적 21,289m², 건물 면적 14,572m²(지하 1층 ~ 지상 6층)
 - 연구동 7,634m², 클린룸 3,498m², CUB동 3,153m², 첨단연구동 253m², 기타 34m²
 - 건립비 : 총 224억 원(시설 비용 별도)
- 장비 구축 : 총 173대
 - 반도체·MEMS·디스플레이 장비 139대, 특성평가 장비 29대, 3D프린터 장비 5대

그림 5-10 나노융합기술원 장비 구축 현황



■ 2019년도 주요 사업 실적

- 나노인프라 활용 첨단장비 지원 서비스
 - 2019년 장비 이용 건수 15,927건, 장비 이용 시간 63,397시간, 장비 이용료 53.93억 원, 장비 가동률 43%
 - 중소벤처기업부 연구기반 활용 사업을 통한 중소기업 장비 활용 지원
- 나노 기반 원천기술 사업화 기업 지원
 - 입주기업 유치 : 2019년 기준 총 12개 기업 입주(인원 80명, 매출 50억 원)
 - Si·SiC 전력반도체 기술사업화 지원
- 나노융합기술인력양성사업 추진
 - 특성화고 대상 나노융합기술인력양성사업 : 산업통상자원부 지원, 연간 70명 교육 및 취업률 90% 이상
 - 전문인력양성사업 : 과학기술정보통신부 지원, 연간 80명 전문 활용 교육 실시
 - 재직자 고급인력양성사업 : 산업통상자원부 지원, 연간 27명 전문 활용 교육 실시
 - 맞춤형 교육사업 : 자체수행사업, 연간 50명 전문 활용 교육 실시
- 정부정책사업 수행 지원
 - 해외우수연구기관유치사업 : 과학기술정보통신부 지원, 프라운호퍼 IISB 연구소 유치 및 SiC 전력반도체 실용화 기술 개발
 - 지역거점 나노플랫폼 활용 사업 : 경상북도청 지원, 경북지역 15개 기업 나노기술 산업화 지원
 - 나노인프라 활용 중소기업 나노기술 응용제품 제작지원사업 : 산업통상자원부 지원, 나노인프라를 활용하는 연간 5개 중소기업 일괄공정 지원
 - 무한상상실 거점기관 운영 : 과학기술정보통신부 지원, 무한상상실 경상북도 거점기관 운영 지원, 도내 연간 3,600명 이용
 - 메이커스 스페이스 사업 : 중소기업벤처부 지원, 포스텍 메이커 캠퍼스 운영, 연간 9,000명 이용
 - 경북 3D프린팅 특화교육 : 경상북도청 지원, 찾아가는 3D프린팅 교육, 연간 1,500명 교육 수행

나노기술집적센터(전북)

기관명	전북나노기술집적센터(전자부품연구원)
홈페이지	www.keti.re.kr
주소	[54853] 전라북도 전주시 덕진구 반룡로 111
연락처	Tel : 063-219-0030 / Fax : 063-219-0049

본부장
신 찬 훈



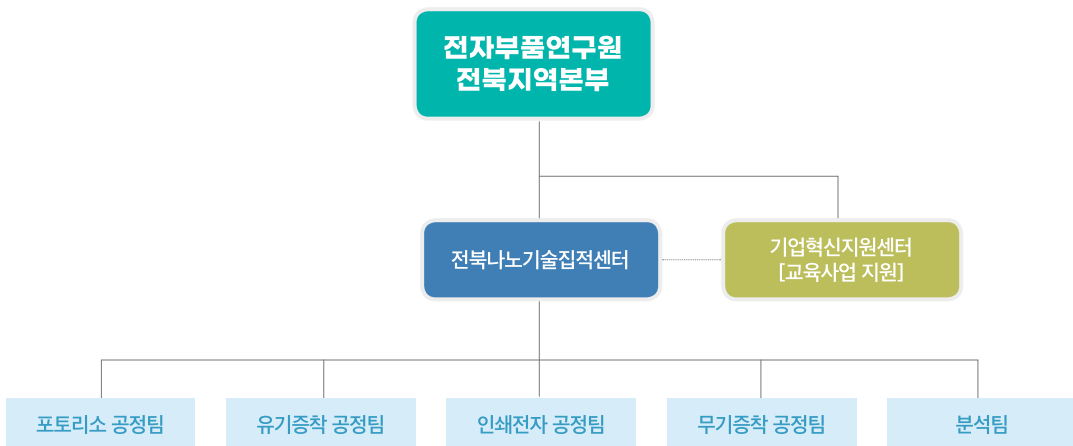
■ 주요 기능

- 차세대 디스플레이·유연인쇄전자 분야 공정·장비 기반 연구개발 및 사업화 지원
- 선도 핵심기술개발에 필요한 연구인력 및 현장전문 인력양성
- 국내외 디스플레이·유연인쇄전자 분야의 산·학·연 협력 네트워크 구축
- 디스플레이 및 유연인쇄전자 분야의 기업지원, 창업보육

■ 조직 및 인력

- 조직 : 전자부품연구원 전북지역본부 내 운영조직
- 인원 : 총 20명

그림 5-11 전북나노기술집적센터 조직도



■ 연구 장비 및 시설 현황

- 시설 현황(대지 면적 28,426㎡, 건축면적 총 10,137㎡, 지하 1층, 지상 5층)
 - FAB동(2,346㎡) : 나노공정실, 측정실, 장비개발실 등
 - Utility동(2,889㎡) : FAB 지원동 Utility 지원시설
 - 지원동(4,902㎡) : 사무실, 연구실, 기타 지원 공간
- 장비 현황
 - 유연인쇄전자 및 디스플레이 공정장비(2세대 기반), 디스플레이·반도체 분야 측정·분석 장비 구축(총 59대)

표 5-9 전북나노기술집적센터 장비 구축 현황

구분	시설 및 기자재명	규격	용도
포토리소 공정	기판세정기	370×470mm ²	기판 세정
	더미 싱크	370×470mm ²	기판의 이물질제거
	마스크얼라이너	L/S : 8/8μm	UV 노광 공정
	에처·스트립퍼	370×470mm ²	무기박막 습식식각
	현상장비	370×470mm ²	PR 코팅 및 현상
	화학습식증착	370×470mm ²	유기세정 및 PR 제거
증착 공정	롤코터	500mm	필름 기반 박막증착
	박막증착장비	370×470mm ²	다층 박막증착
증착 공정	박막필름 패시베이션	370×470mm ²	박막봉지 공정
	봉지 공정 장비	370×470mm ²	대면적 OLED 조명 제작
	유기증착기	200×200mm ²	OLED 단위소자 제작
프린팅 공정	그래비아우렛 롤투롤 프린터	250~510mm ²	전도성 paste printing
	리버스 우렛 프린터	370×470mm ²	전도성 paste printing
	스크린 프린터	370×470mm ²	전도성 paste printing
	에어로졸 증착기	Droplet : < 500nm	nano ink printing
	잉크젯 프린터(Lab) #1	< 80pl	기능성 잉크 프린팅
	잉크젯 프린터(Lab) #2	< 80pl	기능성 잉크 프린팅
	잉크젯 프린터(OLED) #1	370×470mm ²	기능성 잉크 프린팅
	잉크젯 프린터(OLED) #2	370×470mm ²	기능성 잉크 프린팅
	접촉식 마이크로 패터닝 시스템	≤20nm	나노물질 프린팅
	3D 페이스트용 고압 디스펜서	20~800kPa	잉크 디스펜싱
	4축제어 데스크탑 로봇	300×300mm ²	3차원 프린팅
	Fiber coupled laser system	808nm, 30W	잉크 소결
	Zortrax 3D Printer	200×200×180mm ³	3D 프린팅
	스크류 디스펜서	1,000,000cps	잉크 디스펜싱

구분	시설 및 기자재명	규격	용도
측정·분석	2차원 단차 측정기	200mm	박막 두께 측정
	3차원 형상 측정기	Max. 100×	3차원 박막형상 분석
	IVL 측정System	PR-670	OLED 소자 IVL 측정
	광학현미경 with UV	Max. 1000×	표면형상분석
	광학현미경(CCD)	Max. 1000×	표면형상분석
	두께 측정기	420nm~730nm	박막두께 및 투과도
	듀얼빔 이온집속장치	1.2nm@30kV	불량분석
	면저항측정기	1m~2MΩ	박막의 면저항 측정
	발광 균일도 측정 시스템	250mm~2000mm ²	면조명 발광균일도 측정
	분산 안정성 측정기	Max. 95v/v%	잉크분산안정성측정
	수명 측정 시스템	25×25mm ²	OLED소자수명측정
	입도분석기	0.6nm~6μm	나노입자사이즈측정
	전계주사전자현미경	1.0nm@15kV	구조분석, TEM시편 제작
	접촉각 측정기	370×470mm ²	접촉각측정
	주사탐침현미경	100nm	미세표면분석
	태양전지 효율측정기	-1 ~ +1 nA	태양전지 I-V 특성평가
	표면분석기	3.4~6.2eV	Workfunction 측정
	프로브 스테이션	370×470mm ²	IV-CV 측정
	Surface Tension 측정기	1~1000mN/m	표면장력 측정
	금속현미경	MAX. 100×	표면형상분석
	나노볼트미터	1 nV	저전압 I-V 측정
	열화상 카메라	~350℃	열분포도 측정
	임피던스 분석기	0.1mHz ~ 15MHz	전극 임피던스 측정
	전기화학 특성분석기	WPG100 : 5V/1A	전기화학 임피던스 측정
	충방전 테스트기	plug-in 8 channel	리튬전지 충방전 측정
	휘도계	~999,900cd/m ²	휘도 측정
기타	Homo mixer	600~12,000 rpm	잉크 분산
	Laminator	370×470mm ²	필름 접합
	Planetary Centrifugal Mixer	ARM-310	잉크 분산
	스크라이버 장비	370×470mm ²	기판 커팅
	자외선 클리너	28mW/cm ²	기판의 전처리공정
	고온진공건조기	Max. 400℃	기판 소결
	High Temperature Oven	Max. 500℃	기판 소결
	High temperature oven	~500℃	고온 열처리

■ 2019년 주요 사업 실적

- 나노인프라 활용 장비서비스 지원
 - 이용 건수 4,974건(산업계 1,588건, 학계 57건, 연구계 3,329건)
- 연구개발 및 산업화 지원
 - 나노융합기반고도화사업, 산업핵심기술개발사업, 산업기술기반구축사업, 소재부품기술개발사업, 경제협력권산업육성사업, 나노융합상용화플랫폼촉진및활용사업, 미래성장동력사업, 선도연구기관협력기술개발사업, 기술사업화서비스지원사업, 창업성장기술개발사업, 산학연협력기술개발 사업, 도비지원사업, 민간수탁, 이공계전문기술연수사업, 산업전문인력역량강화사업 등
- 기업육성 및 창업보육 지원
 - 나노센터동(20개 기업) : (주)피앤엘세미, (주)옵토웰, (주)엠프로스, (주)에이치엠시스템, (주)카이테크, (주)아이맷, 미래전자(주), (주)데브, (주)한국에너지기술단, (주)세원하드페이징, (주)이지로직스, (주)스마트테크, 신지건설(주), (주)프로젠, (주)엠오그린, (주)써치엔텔브, (주)에이디컴, (주)오투엔비글로벌, (주)비티텔레콤, 제이디씨
 - 창업보육동(10개 기업) : 블루비즈(주), 트랙체인, (주)마스팜, (주)나노전자, (주)아이몹, (주)엘프스, (주)씨드, 우리항공(주), 피앤엘세미, 솔라시도DE, (유)린캔들라이트
 - IT센터동(5개 기업) : 에스에스엘(주), 바이오라인, (주)모스바이오시스, 플랜디랩스, 웹플디자인
- 맞춤형 전문인력 양성 및 배출(총 39명)
 - 산업전문인력역량강화사업 : 유연인쇄전자 기반의 나노소자공정 실습교육과정

나노기술집적센터(광주)

기관명	광주나노기술집적센터(한국생산기술연구원)
홈페이지	ncne.kitech.re.kr
주소	[61012] 광주광역시 북구 첨단 과기로 208번길 6
연락처	Tel : 062-600-6171 / Fax : 062-600-6509

센터장
허기석



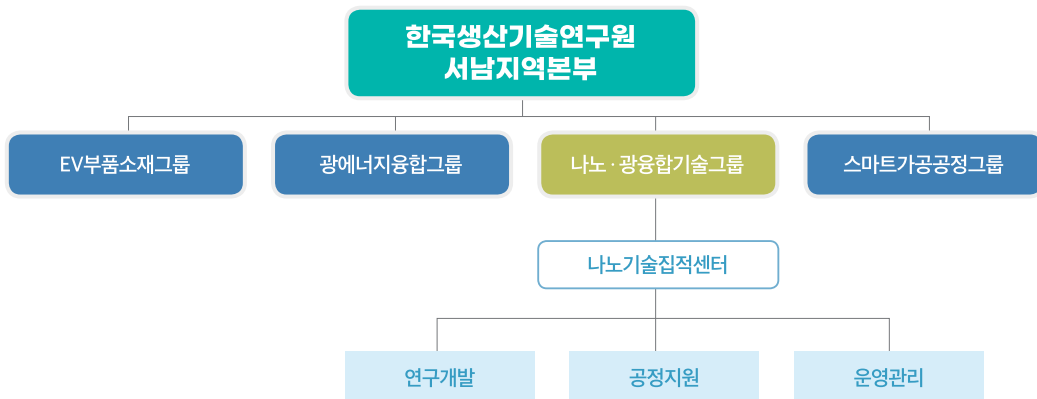
■ 주요 기능

- 나노융합 광·에너지 분야 상용화 기술개발 및 기업 지원
- OLED조명, Photonic SoC, 터치센서 패널, 스마트윈도우, 센서 등 기업 R&D 및 상용화 기술 지원
- 산·학·연 연계 디스플레이·반도체 및 광융복합소자 등 핵심기술 개발
- 나노기술 분야 전문 인력 양성

■ 조직 및 인력

- 조직 : 한국생산기술연구원 서남지역본부 내 운영조직
- 인원 : 총 21명

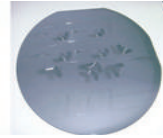
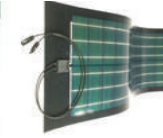
그림 5-12 ○ 광주나노기술집적센터 조직도



■ 연구 장비 및 시설 현황

- 시설 구축 : 클린룸 1,425m², CUB 1,299m², 공유공간 1,243m² 등 총 3,967m²
- 장비 구축 : Deposition·Etching, Photo & Lithography, Measurement Analysis용 장비 등 연구용 장비 총 52대

그림 5-13 ○ 광주나노기술집적센터 장비 구축 현황

OLED	Photonic-SoC	광융복합소자
• Organic evaporator • Thin film encap. System • Aging package	• Dry etcher • ALD • PECVD • ICP-CVD • RIE	• Evaporator • PECVD • Laser scribe • 태양전지용 캐리어 수명 측정기
		
		
공용 공정 장비	공용 측정·분석장비	
• RTA • Sputter • Evaporator • Diffusion furnace • Oven • SRD • Glass/Wafer scribe	• Wet station I • Wet station II • Track system • Contact aligner • Megasonic cleaner • PR stripper	• FIB+Nanomanipulator • Thickness monitoring system • α-step • Surface profiler • Mobility measurement system • Stress measurement system • Optical microscope • TEM • FE-ESEM • HR-XRD • AFM • Probe station • I-V-C system • I-V-L system • 4point probe • Ellipsometer

■ 2019년 주요 사업 실적

- 나노인프라 활용 장비서비스 지원
 - 이용 건수 5,204건(산업계 4,615건, 학계 417건, 연구계 172건)
- 연구개발 및 산업화 지원
 - OLED조명산업클러스터 조성사업, 경제협력권산업육성사업, 중소기업기술개발사업 등
 - 연구개발 성과

구분	연구개발		논문	특허	
	과제수	금액		출원	등록
성과	20건	68.5억 원	8건	4건	4건

- 맞춤형 전문 인력 양성 및 배출(총 48명)
 - 특성화고 대상 나노융합기술인력양성사업(19명), 나노인프라를 활용한 전문인력양성사업(29명)

나노융합실용화센터

기관명 (재)대구테크노파크 나노융합실용화센터
홈페이지 www.npac.or.kr
주소 [42716] 대구광역시 달서구 성서공단로 46-17
연락처 Tel : 053-602-1860 / Fax : 053-602-1839

센터장
최정건



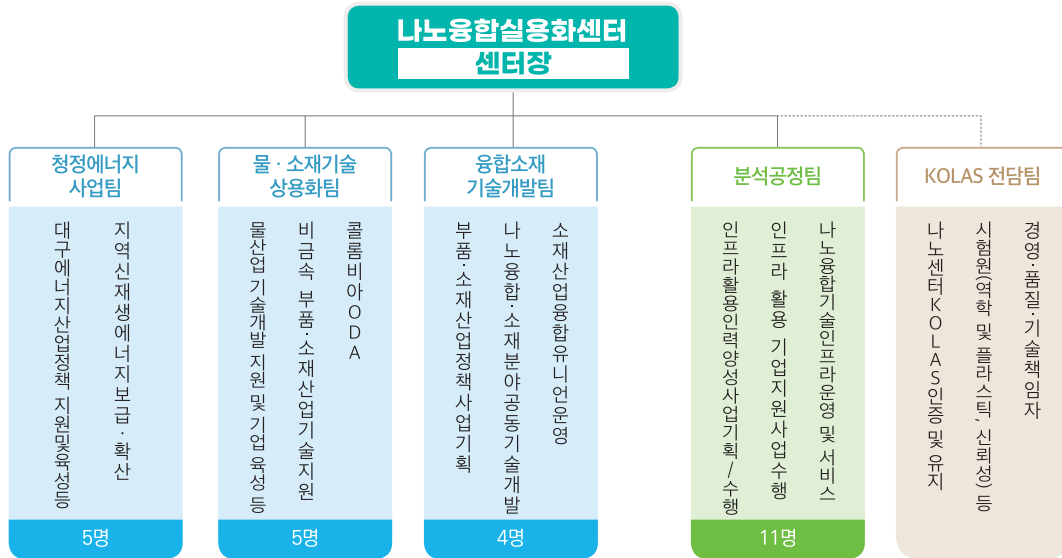
■ 주요 기능

- 나노·부품소재·에너지산업 육성 전략 수립 및 신사업 발굴
 - 나노·부품소재·에너지 등 지역 기반산업 육성을 위한 전략 수립
 - 지역 핵심 산업·정책에 부합하는 전략수립 및 신사업 발굴·기획
- 나노기술 인프라 및 R&D 기반의 소재부품전문 기술 지원
 - 분석·신뢰성 KOLAS인증 및 전문화로 소재산업 경쟁력강화 지원
 - 인프라·전문인력을 활용한 지역기업의 기술개발 및 품질제로해결
 - 기업협력 통한 미래성장엔진기반 솔루션 개발 등 R&D 역량강화
- 나노·부품소재·에너지산업 기반조성 및 산업활성화 지원
 - 기구축 인프라 개방·고도화를 통한 현장밀착형 기술해결 지원
 - 지역 핵심 산업의 기초 역량 고도화를 위한 나노·부품소재 기반 조성
 - 나노·부품소재 산업 활성화를 위한 정보 제공 및 네트워킹
- 부품소재 관련 산업 공정개발 등 기술 사업화, 전문 인력 양성
 - 나노·부품소재 산업 중소기업의 기술지원중심 사업화 지원
 - 지역우수기업 기술경쟁력강화·내재화를 위한 전문 인력 양성

■ 조직 및 인력

- 조직 : 센터장, 4개 팀
- 인원 : 총 26명

그림 5-14 대구나노융합실용화센터 조직도

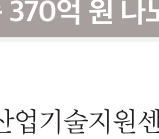


■ 연구 장비 및 시설 현황

● 시설(1) 대구나노융합실용화센터

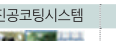
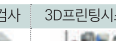
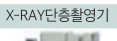
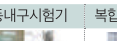
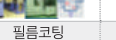
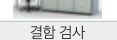
- 시설 현황 : 연면적 5,500㎡(연구동 지하 1층, 지상 3층 규모)
- 장비 구축 : 나노분석 및 평가, 나노소재·신재생에너지·터치패널 공정 및 평가 등 총 143종, ISO 17025에 의거한 KOLAS 국제공인시험기관(4개 중분류 27개 시험표준)

그림 5-15 대구나노융합실용화센터 장비 구축 현황

구분	내용	인프라 및 장비 현황	
나노융합 실용화센터	- 연면적 : 7,700㎡ (5,500㎡ / 2,200㎡) - 건축비용 : 646억 원(국비 439억, 시비 204억, 민자 3억) - 건축 : 276억 원 - 장비구축 : 370억 원 (140종 142대)		나노소재 나노입자제조공정 외 45종 190억 원
FAB (청정실 보유)	- 연면적 : 1,700㎡ - Lab, Scale 반도체 공정 모사 - 소형 평판디스플레이, 박막태양전지 제조설비 보유 - Sub Fab : 청정실(클린룸) 운영을 위한 설비 구성		환경실험 LC/MS 외 25종 45억 원
Open Lab.	- 연면적 : 2,500㎡ - 나노융복합 부품소재 연구개발 - 분석/평가 장비지원 - 비금속계 나노분말소재 가공/제조공정 지원		IT융복합 패턴인쇄공정장비 외 21종 65억 원
감성터치산업 기술지원센터	- 연면적 : 2,200㎡ - 터치패널 Pilot 일괄공정 보유 - 차세대 디스플레이 검인증 지원		실험실 Sun Simulator 외 25종 70억 원
사무· 공유공간	- 연면적 : 1,300㎡ - 신사업기획 및 기업지원 업무 수행 - 교육시설, 입주기업, 회의실 등		
지역전략산업 및 국가대형사업을 통한 총145종 370억 원 나노소재관련 전문 인프라 구축			

- 시설(2) 대구나노융합실용화센터 부설 감성터치산업기술지원센터
 - 시설 현황 : 연면적 2,200㎡(지상 2층 규모)
 - 장비 구축 : 500×500mm TSP 일괄공정라인 및 시험인증장비 구축

그림 5-16 감성터치산업기술센터 구성 현황

	광특성 프로파일러	이색 편광 프로파일러	유리표면응력계	내열내구성검사기	상대가스 투과도 측정기
1차년					
	광학특성평가	편광특성평가	표면응력측정	박막특성측정	가스투과도측정
2차년					
	패턴노광	패턴인쇄	건조 및 경화	시뮬레이터(설계검증)	패턴결함검사
3차년					
	고정시패턴공정기[2]	라미네이터	스마트센서검사	시트가공시스템	내환경실험
4차년					
	진공코팅시스템	습식코팅시스템	플렉서블센서검사	3D프린팅시스템	X-RAY단층촬영기
					
	필름코팅	필름코팅	동작검사	소재/부품 제작	결함 검사
					
	완제품내구성	내구성 검사	완제품내구성	내구성 검사	내구성 검사

우리나라
나노기술 정책

국외 나노기술
정책 동향

나노기술 연구개발
투자 및 성과

나노
산업 현황

제5장
나노
인프라 현황

인프라 조성 및
교육·훈련

나노-안전성
및 표준화

나노관련
행사·활동

국제 협력
활동

국민 이해 및
지식 확산

부록

■ 2019년 주요 사업 실적

● 연구개발 및 산업화 지원

- 나노융합산업 기술인프라 거점(비금속소재, 에너지, 물산업 주도권 선점 및 센터 정체성 확보)
: 한일무역갈등 대응 지원(대체품목 기술분석 및 정보제공), 영세소재기업 기술경쟁력 강화를 통한 매출 및 고용 성과 달성, 신규사업(스마트특성화 기반 구축, 나노인프라 고도화사업, 첨단소재부품 공급 안정화 등, 120억 원 정도)
- 첨단부품·소재전문인력 공급·지원 : 나노 전문 인력 양성, 내부인력 전문화로 테크-엔지니어링 인력 교육 및 취업 지원
- 기존 구축된 센터의 인프라를 활용한 신규 사업 기획 및 수행 : 부품·소재 품질향상지원사업, 영세소재기업 제조혁신 부품경쟁력 강화사업, 대구 소재산업 융합유니언, 물산업 구매연계 기술 개발사업
- 기 구축 인프라 장비를 활용한 기업 애로기술 및 시험분석·신뢰성평가, 인증지원 : 나노융합기반 고도화사업, 중소기업 부품소재·품질향상지원사업, 신뢰성기반 활용사업, 연구기반 활용사업 (지자체 지원 및 국비 바우처 사업)
- 지역주력산업육성 비R&D : 분산형 에너지산업의 기술융합 및 상용화 촉진을 위한 패키지 지원사업, 영세소재기업 제조혁신 및 부품경쟁력 강화

● 나노인프라 활용 장비서비스 지원

- 이용 건수 2,401건(가동률 76.9%, 산 920건, 학 153건, 연 1,328건)

● 맞춤형 전문 인력 양성 및 배출(58명)

- 특성화고 대상 나노융합기술인력양성사업(23명), 나노인프라를 활용한 전문인력양성사업(35명)

작성자 이경엽(국가나노인프라협의체 사무국장)



제2절

나노특화시설 현황

1

개요

나노랩 시설 이외에도 다양한 분야를 서비스하는 나노 관련 특화 분야 시설이 구축되어 운영 중이며, 주요 나노특화시설은 다음과 같다.

표 5-10 나노특화시설 현황

시설명	서비스 분야	클린룸 등 연구시설 규모	사업비	서비스 개시
서울대학교 반도체공동연구소	Si 나노소자 화합물반도체 광전소자 등	1,584m ² (class 100~10,000)	306억 원	1988.10
한국전자통신연구원 반도체실험실	Si·화합물반도체 소자공정	1,419m ² (class 10~1,000)	334억 원	2000.01
경북대학교 반도체융합기술연구원	0.6μm 화합물반도체 디스플레이	2,100m ² (class 100~10,000)	359억 원	2001.09
한국과학기술연구원 마이크로나노랩센터	MEMS 소자 및 나노소자 (화합물소자 포함)	495m ² (class 10~1,000)	83억 원	2002.02
전남생물산업진흥원 나노바이오연구센터	나노생물소재, 의료부품소재	1,380m ²	200억 원	2010.04
대구경북과학기술원 중앙기기센터	실리콘계 반도체 공정, MEMS, 통신소자, 센서, 마이크로가공, 시뮬레이션 및 나노·바이오분석	1,548m ² (class 100~1,000)	690억 원	2011.05
철원 플라즈마산업기술연구원	나노소재(플라즈마)	2,925m ²	540억 원	2012.01
밀양 나노금형상용화지원센터	나노금형 상용화	2,000m ²	792억 원	구축 예정

서울대학교 반도체공동연구소

기관명	서울대학교 반도체공동연구소
홈페이지	isrc.snu.ac.kr
주소	[08826] 서울특별시 관악구 관악로1 서울대학교 104동
연락처	Tel : 02-880-5440

■ 주요 기능

- 반도체분야의 전국대학 기초 공동연구를 위한 인프라 제공
- 학부 과정과 석·박사 과정 학생들을 위한 실습 교육
- 산업체 위탁 교육 및 산·학·연 공동연구
- 벤처 보육

■ 연구 장비 및 시설 현황

- 시설 현황 : 연건평 본관(2층) 4,634m², 설계연구관(5층) 5,655m², 클린룸 1,631m²(6 inch : CMOS 일괄라인, 4 inch : MEMS, III-V, Bio, Display 등 general FAB, Class 100~10,000)
- 운영 형태 : 24시간 365일 연중 내내 상시 개방
- 장비 구축
 - 공정 및 측정 분석 주요 장비 109점 구축(2020년 현재 84종, 약 262억 원 보유)
 - 공정 장비 : E-beam, Stepper, Sputter, Ion implanter, PECVD, Etcher, CMP 등
 - 측정·분석 장비 : FE-SEM, AFM, Ellipsometer 등

그림 5-17 서울대학교 반도체공동연구소 보유 장비

포토리소그래피(E-beam 등)					
					
E-beam Jeol, JBX-6300FS	Aligner SUSSMicroTec, MA6	Stepper Nikon, NSR-2005i10C	Maskless Pattern System DL-1000 HP	Inkjet Printer SIJ, S050	CD-SEM Hitachi, S-8820
산화·확산 및 이온주입(Furnace 등)			금속증착기(Sputter 등)		
					
Furnace 셀트론, SHF-150	RTP 뉴영, RTA200H-SVP1	Medium Ion Implanter Varian, E220	Sputter Al, Ti, TiN AMAT, Edura5500	Sputter Al, Mo, Ti, Cr, Ni, TiN 소로나, SRN120	E-Gun Evaporator 마에텍, ZZS550-2/D
					E-Gun Evaporator 소로나, SRN-200
화학기상증착기(HDPCVD 등)					
					
HDPCVD PlasmaTherm, APEX	LPCVD 셀트론, SHF-150L	P-5000 AMAT, P5000 Mark I	ALD 원익IPS, Theco 200M	LPCVD Centrotherm, E-1200	PECVD Oxford, System100

건식식각기(ICP Metal etcher 등)						CMP 및 기타장비	
							
ICP Metal Etcher Plasma Therm, APEX	P-5000 AMAT, P5000 Mark I	ICP Poly Etcher SPTS, MPX-ICP	ICP Poly Etcher 기가레인 NeoGen MAXIS	Deep Si Etcher Plasma Therm, Versaline	ICP Etcher (Dielectric) 기가레인 NeoS MAXIS 200L	CMP 두산DND UNIPLA	Dicing Saw Disco, DAD3350

측정 및 분석(FE-SEM 등)			설계 장비(Bit Error Rate Test System 등)		
					
FE-SEM Hitachi, S-4800	3D Surface Profiler Nano Focus μSURF	Ellipsometer J.A.Woollam, M-2000V	Bit Error Rate Test System Anritsu, MP1800A	Vector signal Generator Agilent, E8267D	High performance Serial BERT Agilent, N4903A

■ 조직 및 인력

- 조직 : 소장, 운영위원회, 5개 센터, 3개 부
 - 5개 센터 : 디스플레이연구센터, 내장형시스템연구센터, 마이크로시스템기술센터, 차세대회로 설계연구센터, 뉴럴프로세싱연구센터
 - 3개 부 : 연구부, 교육부, 운영부
- 참여교수 47명, 지원 인력(장비 전담인력) 29명(15명)

■ 주요 사업 실적

- 반도체 연구기반 혁신사업(2003~2008년)
- 현장기술인력재교육사업(2009~2012년)
- 연구장비 인프라구축사업(2013~2019년)
- 중소기업청 연구장비공동활용지원사업(2008~2018년)
- 중소벤처기업부 연구기반활용사업(2019~2020년)
- 서울대학교 연구장비 인프라구축 지원사업(2013~2020년)
- 산업통상자원부 반도체 인프라구축 지원사업(2020~2021년)

한국전자통신연구원 반도체실험실

기관명	한국전자통신연구원 반도체실험실
홈페이지	www.etri.re.kr
주소	[34129] 대전광역시 유성구 가정로 218
연락처	Tel : 042-860-6395

■ 주요 기능

- 나노기술, 전력반도체·센서, 첨단 광통신 소자, 인체정보처리, 차세대무선통신 등 IT소재부품 분야의 연구 사업을 수행하기 위한 연구 환경 제공
- 기업, 학계 및 연구기관에 연구개발 및 제품생산을 위한 파운드리 기술 제공
- 차세대 반도체 기술 연구개발에 필요한 기술 및 고급인력 양성

■ 연구 장비 및 시설 현황

- 시설 현황 : 클린룸 1,419m²(6 inch CMOS, 4 inch 전자소자 일괄라인, Class 1 ~ 1,000)
- 장비 구축
 - 공정 및 측정 분석 장비 110여 대 구축
 - 공정 장비 : E-beam lithography, Stepper, Furnace, ALD, MOCVD, Sputter 등
 - 측정·분석 장비 : SEM, AES, ESCA, Sawing, Die bond 등

그림 5-18 한국전자통신연구원 반도체실험실 보유 장비



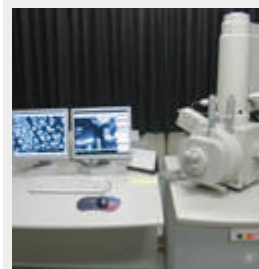
i-line Stepper



Furnace



High Current I/I



SEM

■ 조직 및 인력

- 인원 : 총 16명(연구직 11명, 기술직 5명)

■ 주요 사업 실적

- 4M/16M/64M DRAM 공동 기술 개발
- TDX-10 및 CATV 시스템용 주문형반도체 기술 개발
- 100nm이하 나노소자(S-FET, FinFET, 초고속 광인터넷 소자 등) 개발
- RF CMOS, SiGe HBT, BiCMOS 기술 개발
- MEMS 기술을 이용한 자이로스코프 개발
- InP HBT 40Gbps 광통신용 아날로그·디지털 MMIC 개발
- 60GHz 대역 광무선 통신용 소자 및 MMIC 개발, 77GHz 대역 MMIC 개발
- 1.2/0.8/0.5 μ m 디지털·아날로그 ASIC 칩 개발
- High Voltage·High Current Power 전력 소자 개발
- 능동구동 컬러 전자종이 기술 개발
- 세계 최초 음장 보안센서 기술 개발
- 금속-절연체 전이(MIT) 현상 규명 및 응용기술 개발
- 투명 AMOLED 세계 최초 개발
- SiC 전력반도체 소자 개발(6인치 SiC SBD, 1700V/70A급 SiC MOSFET 소자)
- CNT 기반 디지털 엑스선 튜브 개발
- 2D 반도체기술(그래핀 OLED) 개발

경북대학교 반도체융합기술연구원

기관명	경북대학교 반도체융합기술연구원
홈페이지	www.isft.or.kr
주소	[41566] 대구광역시 북구 대학로 80 경북대학교 IT대학 3호관 203호
연락처	Tel : 053-950-6825 / Fax : 053-950-7932

■ 주요 기능

- 국책 연구개발사업 참여를 통한 기업 맞춤형 연구개발 및 공정·기술 지원 사업
- 현장인력 재교육 사업 및 취업확대를 위한 신규 인력 양성 사업
- 전자소자 기술 분야 연구 정보와 장비 시설 지원 및 공동연구 사업

■ 연구 장비 및 시설 현황

- 시설 현황 : 2,552m²
 - 클린룸 2,100m²(Class 100 ~ 10,000), 기타 지원 시설 452m²
- 장비 구축
 - 공정 및 측정 분석 장비 85대 구축
 - 공정 장비 : I-Line stepper, Mask Aligner, PR Track, E-beam Lithography 등
 - 측정·분석 장비 : SEM, Ellipsometer 등

그림 5-19 경북대학교 반도체융합기술연구원 내·외부 현황



■ 조직 및 인력

- 조직 : 원장, 6개 센터, 1개 부
- 인원 : 참여교수 20명, 전임연구원 1명, 지원인력 6명

■ 주요 사업 실적

- 국가 선도 및 산학협력 기술개발 사업
- 반도체, 디스플레이, 센서, LED, 나노기술 등 전자소자 기술 분야 산업체 현장인력 재교육 및 기업 맞춤형 예비인력 양성사업 : 총 1,150회, 22,196명(예비인력 9,461명, 현장인력 12,735명) 배출 (연 1,000여명 전문인력 양성)
- 반도체융합기술 세미나 및 워크숍 개최(연 3회)

한국과학기술연구원 마이크로나노팩센터

기관명	한국과학기술연구원 마이크로나노팩센터
홈페이지	www.micro-nano.re.kr
주소	[02792] 서울특별시 성북구 화랑로 14길 5 L6
연락처	Tel : 02-958-6318 / Fax : 02-598-6792

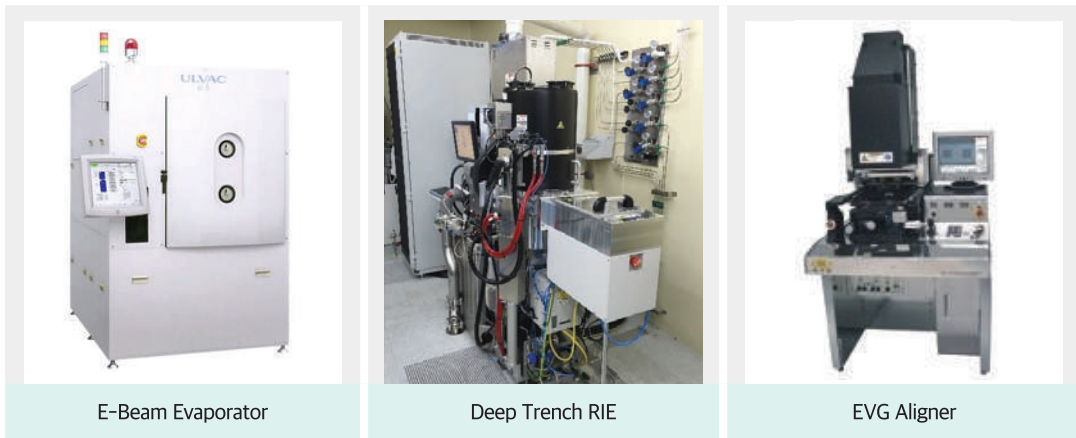
■ 주요 기능

- MEMS·NEMS 기술을 이용한 마이크로·나노 소자(화합물 반도체 소자 포함) 연구개발 및 기술 지원
- 산·학·연 연구진을 위한 최적의 서비스 지원 : 특화된 공정기술 확보를 통한 일괄·맞춤형 공정 상담 및 공정서비스 제공
- 국내 대학, 연구소 및 기업과의 공동 연구를 통한 공정기술 정보 교류 및 기술 인프라 구축

■ 연구 장비 및 시설 현황

- 시설 현황 : 4,389m²(지상 4층, 지하 1층), 클린룸 495m²(Class 10 ~ 1,000)
- 장비 구축
 - 마이크로 및 나노소자 공정 관련 장비 69대 구축
 - 나노패턴 장비 : E-beam lithography 등
 - 박막증착 장비 : Multi_Sputter, PECVD, E-Beam Evaporator 등
 - 식각 장비 : Deep Trench RIE, AOE Etcher, Oxford ICP, RIE 등
 - 소자 제조 장비 : M-2000 Laser, Wafer Bonder 등
 - 특성 평가 장비 등

그림 5-20 한국과학기술연구원 마이크로노랩 보유 장비



● 신규 장비 도입

- 2013년 : 박막증착 장비 E-Beam Evaporator-2(8 inch Wafer 가능)
식각 장비 RIE-3(Reactive ion etching Plasma)
- 2014년 : 나노패턴 장비 Spin Coater-3(시편~12 inch)
- 2015년 : 실리콘 식각 장비 Deep Trench RIE
- 2017년 : 마스크 얼라이너 장비 EVG Aligner(8 inch Wafer 가능)

■ 조직 및 인력

- 인원 : 총 8명(센터장, 간사, 팀장, 전문직 4명, 행정직 1명)

그림 5-21 마이크로노랩센터 조직도



■ 주요 사업 실적

● 산업 및 연구 현장과의 협업

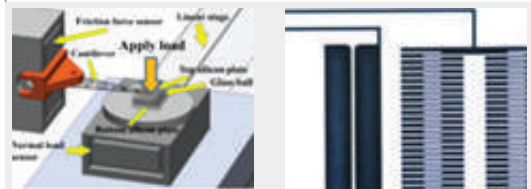
협업 기관	기관 구분	협업 내용 및 결과
(주)위너테크 및 한국전자부품연구원	기업 및 연구소	Microplatform Gas Sensor 개발, 일괄공정 수행 및 차세대 공정개발
연세대 기계공학과 김대은 교수팀	대학	MEMS Tribo-test 개발 및 일괄공정 수행
연세대 기계공학과 김대은 교수팀	대학	Micro Bearing 개발 및 일괄공정 수행
(주)맥콘	기업	Micro-platform for Gas Sensor Device 공정설계 및 일괄공정 수행 (5년간 본 센터와의 협업을 바탕으로 (주)맥콘은 2017년부터 초소형 및 저소비전력형 고감도 멤스 가스센서 개발)
(주)오토전자	기업	마이크로 압력센서(Micro Strain Gauge Sensor) 공정개발
(주)템파스 & (주)도레이(TORAY)	기업	8인치 웨이퍼 화합물 적외선센서의 전극 간 passivation layer 기술개발 및 8인치 실리콘&글라스 Wafer 박막 공정개발
(주)에스엔비즈	기업	대면적 사이즈(12인치 wafer) 전면에 균일한 SiNx 박막증착 공정개발
한국전자부품연구원 및 (주)한솔엘티미트	연구소 및 기업	Microplatform for Gas Sensor Device 공정설계 및 일괄공정개발 (5년간 일괄공정개발 및 MEMS 기술을 바탕으로 초소형 및 저전력 고감도 가스센서 제작)
연세대 기계공학과 김종백 교수팀	대학	Micro Gyroscope Device 일괄공정 수행
한국과학기술연구원 환경복지연구단	연구소(원내)	휴대용 가스 검출기 공정 개발 및 제작(2 set 제작)
한국과학기술연구원 센서시스템 연구단 및 생체재료연구단	연구소(원내)	임피던스 측정용 바이오센서 공정 개발 및 미세유체소자 제작

그림 5-22 ● 마이크로노랩센터 주요 지원 사례

KETI(박준식 박사) & (주)맥콘(김인호 박사) 연구팀
“Micro-platform for Gas Sensor Device 공정”



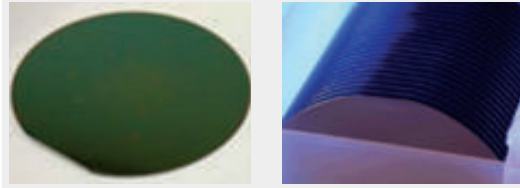
연세대 기계공학과 김대은 교수 연구팀
“MEMS tribotester Device”



연세대 기계공학과 김종백 교수 연구팀
“Micro Gyroscope Device”



(주)템퍼스 & (주)에스엔엠비즈 연구팀
“8인치 / 12인치 박막공정개발”



- 연구프로젝트 참여 및 차세대 공정개발
 - Micro-platform for Gas Sensor & Pressure sensor Device 공정개발
 - Micro Gyroscope, MEMS tribotester Device 공정개발
 - 대면적 6, 8, 12인치 박막공정개발
 - 휴대용 가스 센서용(Microcolumn, Micropreconcentrator) Device 공정개발
 - MEMS·NANO 관련 디바이스 개발(수소, CO₂ 가스센서, Bio, 스핀소자 등)
 - 캡슐형 내시경, 지능 마이크로 로봇(지능형마이크로시스템개발사업단 주관, 2000~2010년)
- High quality recipe 구축
 - 차세대 신규 화합물 식각장비 도입을 통한 유전영동(dielectrophoresis) 기반 6인치 MIM층 500nm급 바이오 나노센서 플랫폼 식각 기술개발
 - 최근 활발히 연구되고 있는 플렉서블 기판을 이용한 반도체 소자의 고밀도·고품질 절연 특성을 갖는 산화막·질화막의 저온 증착 기술개발
 - 신규 EVG Aligner 장비 도입 및 Electroforming을 이용한 MEMS 소자 개발
(본 Fab의 EVG Aligner에서 수백 나노급 Pattern(600nm) 공정기술 개발 완료)
- 차세대 TSV interconnection 공정개발 : PRIDE-up 기반시설 활용지원사업(2018년~)
 - 수십 μm 두께의 SOI handle layer 층에 40 μm 이하의 pitch를 갖는 24×24 이상의 2차원 배열 형상을 가지는 차세대 TSV interconnection 공정개발
 - 고종횡비의 실리콘 식각 공정 기술개발(20:1의 high aspect ratio 달성)
- 3차원 신경 프로브 제작을 위한 차세대 건식 식각 공정개발 : PRIDE-up 기반시설 활용지원사업(2019년~)
 - 실리콘의 이방성 및 등방성 건식 식각 기술 확보 및 이를 이용한 다양한 크기와 높이를 갖는 고밀도의 신경 프로브 제작기술 확보(100개 이상/mm²)

전남생물산업진흥원 나노바이오연구센터

기관명	(재)전남생물산업진흥원 나노바이오연구센터
홈페이지	www.jnbc.or.kr
주소	[57248] 전라남도 장성군 남면 나노산단로123
연락처	Tel : 061-393-0313 / Fax : 061-393-0317

■ 주요 기능

- 나노기술과 생물 산업의 융합기술(이하 나노-생물 융합기술) 연구개발
- 나노융합 의료부품소재·의료기기 산업화 지원
 - 스텐트, 생리활성 펩타이드, 조직수복용 생체재료 등
- 나노-생물 융합기술 기반 기업 창업 보육
- 장성 나노기술산업단지 입주 기업의 근거리 지원

■ 연구 장비 및 시설 현황

- 시설 구축 : 부지 16,159㎡, 건물 연면적 6,051㎡(본사업 4,393㎡, 창업보육 1,658㎡)
 - 본관, 시험생산1, 2, 3, 4, 5동(GMP클린룸, 보육실 등)
- 장비 구축 : 나노 관련 45종 85대
 - 초임계유체추출 시험 생산 장비, 초고압 장비, 클린룸 및 항온 항습 장비, 나노 분석 장비, 가공 및 공정 장비 등

주요시설 · 장비

		장비종류	장비명	용도
고차가공 시험생산장비	국내 최대 규모의 초임계유체추출 시험생산설비로서 이산화탄소를 용매로 사용해 친환경적으로 기능성 천연소재를 추출합니다. 연구용(0.5t) 및 시험생산용(400kg급 듀얼모드) 장비	구조분석 장비	FE-SEM(EDX), FT-IR, HPLC, UV/VIS ICP-OES, GC/MS/MS, LC/MS/MS	나노생물소재 구조 및 성분분석
		특성분석 장비	BET surface area & Porosimetry, TGA/DSC Potentiostat, Particle size analyzer	나노생물소재 특성분석
연구시설	첨단 의료기기와 나노 의약소재의 연구개발 및 대량생산이 가능한 4개 실의 GMP클린룸을 갖추고 있습니다.	소재가공 장비	Freezing Dryer Convection Oven, Circulator, Rotary evaporator 등	나노생물소재 가공
		나노코팅 및 측정 장비	Plasma coater, Spin coater, Dip coater Circulator, Rotary evaporator 등	나노생물소재 표면처리 및 특성분석
연구분석장비	나노융합기술개발과 의료부품소재개발 등에 필요한 장비를 갖춘 나노소재분석실, 기업공동실험실, 기초생물소재연구실, 나노공정연구실 등 다양한 연구분석실을 갖추고 있습니다.	추출 및 공정 장비	초임계 유체 추출 시험생산시스템, 연속로, 제트밀, 생물파쇄기, 초고온 열처리로, PrephPLC(분리정제용)	나노생물소재 추출 및 생산
		클린룸 및 항온항습실	클린(100~100,000class) 및 항온항습실	청정시설 활용

■ 조직 및 인력

- 조직 : 3개 팀(기업지원팀, 융합연구팀, 소재개발팀)
- 인원 : 총 22명

■ 주요 사업 실적

- 국책사업 수주 : 지역특화산업육성사업, 연구기반활용사업 등 4건 수주, 11건 수행
- 지적재산권 : 특허 출원 4건, 특허 등록 3건
- 대외협력·업무협약 체결 : 4건
- 시험분석 및 인증 지원 : 시험분석 1,227건(30개 기업)

※ 농산물 안전성검사기관 운영

- 시생산 지원 : 시제품 생산 지원 111건(44개 기업)
- 기술 이전 : 2건(초임계 유체 추출을 이용한 울금 유래 커큐민 추출 방법)
- 입주 기업 : 19개 기업

대구경북과학기술원 중앙기기센터

기관명	대구경북과학기술원 중앙기기센터
홈페이지	dhub.dgist.ac.kr
주소	[42988] 대구광역시 달성군 현풍면 테크노중앙대로 333번지 대구경북과학기술원 중앙기기센터(R6)
연락처	Tel : 053-785-0501 / Fax : 053-785-0519

■ 주요 기능

- 대구경북과학기술원(DGIST) 핵심공용인프라 구축 및 운영
- 분야 : 재료분석, 소자클린룸, 바이오분석, 기기가공, 계측시뮬레이션
- 공용 연구시설·장비 대내·외 서비스 지원
- 연구시설·장비의 전주기적 관리지원 및 공동활용촉진에 관한 업무
- 국가 연구인프라 동남권 허브로서의 산·학·연 공동활용 업무

■ 연구 장비 및 시설 현황

- 시설 구축 : DGIST 핵심공용인프라 공간 13,463㎡, 중앙기기센터 8,023㎡

그림 5-24 대구경북과학기술원 중앙기기센터 조감도



● 구축인프라 분야

그림 5-25 중앙기기센터 구축인프라 분야



● 소자 클린룸 현황

기술 분야	사업기간	구축비	클린룸 / 시설	서비스 개시
실리콘계 반도체 공정, MEMS, 통신소자, 센서, 마이크로가공, 시뮬레이션 및 나노·바이오분석	2011년~	총 690억 원 (시설비 제외)	470평 6" CMOS, MEMS 일괄공정 구축	2011.05

- (규모) 소자클린룸 1,548m², 재료분석실 1,403m²
- (분야) 6인치 Si반도체 일괄공정 구축(CMOS, MOSFET, MEMS, 통신소자 등)
- (특이점) 국내 최고수준의 재료분석실, 슈퍼컴퓨팅빅데이터센터, 실험동물센터와 연계된 시뮬레이션-소자제작-분석-실증 일관서비스 가능
- (기타) 반도체 공정교육 진행, 24시간 안전모니터링 시스템구축, 국내 대학 최고수준 반도체 팹, 과학기술정보통신부 안전관리 우수연구실 표창(과학기술정보통신부 장관)
- (장비) Laser Writer, EBL, i-line Stepper, Ion Implanter 등 71대, 224억 원

그림 5-26 중앙기기센터 주요 장비 현황



Center for Core Research Facilities

● 재료 분석실 현황

- 규모 : 국내 대학 유일의 원자단층현미경(3DAP, 34억 원), 국내 대학 최고수준의 초고해상도 투과전자현미경(UHR-TEM, 35억 원) 등 62대, 273억 원

그림 5-27 중앙기기센터 재료분석실 현황

M501
Laser-Assisted Local Electrode Atom Probe
www.1000000000.com

M502
Time-of-Flight Secondary Ion Mass Spectrometry
www.1000000000.com

M503
X-Ray Photoelectron Spectrometer
www.1000000000.com

M504
X-Ray Fluorescence Spectrometer
www.1000000000.com

M505
Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer (ICP-MS)
www.1000000000.com

MN01
Transmission Electron Microscopy
www.1000000000.com

MN02
Multi-Functional Focused Ion Beam System
www.1000000000.com

MN03
X-Ray Diffractionmeter
www.1000000000.com

MN04
Ultra-High Resolution Field Emission Scanning Electron Microscopy
www.1000000000.com

B101
HRM (High Resolution Microscope)
www.1000000000.com

M507
Confocal Microscope
www.1000000000.com

M508
Atomic Force Microscope
www.1000000000.com

M509
High Magnetic-field Cryo Atomic/Magnetic Force Microscope
www.1000000000.com

국내 최고의 초고해상도 투과전자현미경

구조결정분석

이미징 및 2D Pattern 장치

다양한 표면특성 분석 장치

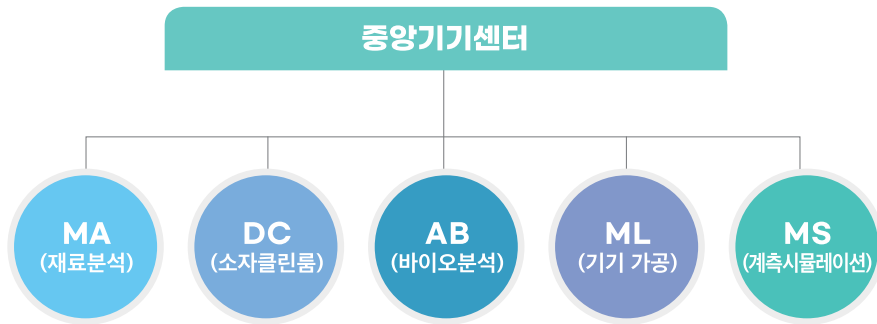
Materials Analysis

Premer Material Analysis Service for Convergence R&D

■ 조직 및 인력

- 조직 : 1개 센터, 5개 분야
- 인원 : 총 17명

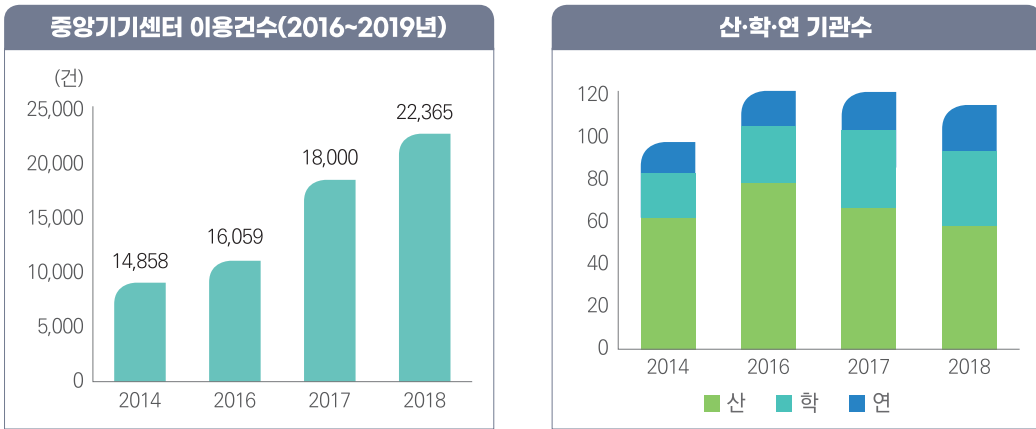
그림 5-28 중앙기기센터 주요 지원 분야



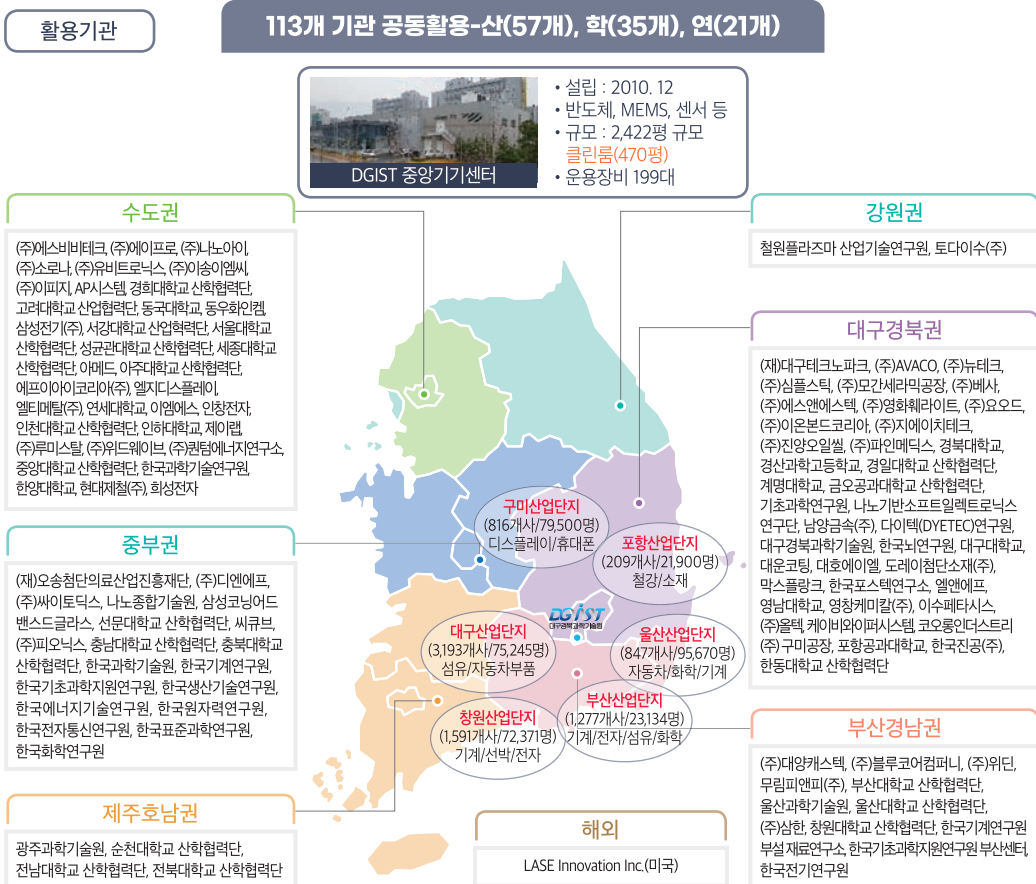
■ 주요 사업 실적

- DGIST 융복합공용인프라 구축 사업수행
 - (주요 내용) 세계적 연구 성과 도출과 국가과학기술발전 지원을 위한 공용 인프라 기획 및 도입
 - (주요 제원) 장비시스템구축사업(구축) 및 기관고유센터운영사업(운영)
 - (핵심공용인프라) DGIST 핵심공용인프라 구축(2011~2019년)
- 대내·외 공동 활용 및 지원
 - 소자클린룸 입주 기업 차세대 광통신 5G 기반 Optical Device 개발지원
 - 반도체 블랭크 마스크 개발지원(S사)
 - 반도체 전구체(Precursor) 제조회사 나노분석지원(D사)
 - MEMS 센서 개발지원(A사)
 - 신강종 개발분석지원(H사)
 - DGIST 내·외 우수 연구지원(2019년 총 127편 대내·외 논문지원) 등

그림 5-29 중앙기기센터 공동 활용 및 지원 현황



* 2019년 중앙기기센터를 이용한 산·학·연 기관수 113개 기관, 이용건수 22,365건



● 인프라 기반 장비교육 실시(이용자 중심의 맞춤형 교육프로그램)

- DGIST 핵심공용 인프라의 원활한 활용과 수월성 제고를 위해 이용자에 대한 맞춤형 교육 실시

번호	교육
1	연구장비 유저 교육(Self-/Super-User)
2	소자클린룸 출입 및 안전 교육
3	2019 Semiconductor Process Training 교육
4	2019년 EDS 정량분석 심화 교육
5	2019 GC-MS Seminar
6	2019 자성측정 세미나
7	2019 TEM User Training 개최
8	2019 콜로키움(CCRF Colloquium) 개최(투과전자현미경 분야)
9	나노융합 기술인력 교육위탁(10기 반도체공정교육)

그림 5-30 ● 중앙기기센터 장비 활용 교육



● 공용장비 서비스 및 공동 활용 촉진

- DGIST 장비포털시스템 오픈 및 운용(D-HUB, dhub.dgist.ac.kr)

- DGIST 연구 시설 장비의 전주기적 관리단계 체계화, 정보의 효율적 제공, 대내·외 이용자 편의성 증대

철원 플라즈마산업기술연구원

기관명	철원 플라즈마산업기술연구원
홈페이지	www.cpri.re.kr
주소	[24047] 강원도 철원군 갈말읍 호국로 4620
연락처	Tel : 033-452-9709 / Fax : 033-452-9710

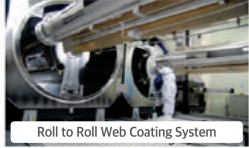
■ 주요 기능

- 세계적 수준의 플라즈마 나노기술 개발 및 상용화
 - RF/DC 열플라즈마 장비 기술
 - 그래핀-나노 융합기술
 - 고분자 복합소재 기술
 - 퀀텀닷 광·디스플레이 융합기술
- 핵심기술 기업이전 및 사업화 지원
- 나노융합소재 전후방 중소기업 육성 및 중견기업 유치

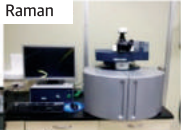
■ 연구 장비 및 시설 현황

- 시설 구축
 - 전체 부지 면적 26,591㎡, 건축 면적 8,292㎡
 - 본원 : 연구원 본관 2,843㎡, 기업지원동 953㎡, 나노소재파일럿공장동 1,312㎡
 - 분원 : 기업지원동 2,524㎡, OLED조명연구동 660㎡
- 장비 구축
 - RF/DC Plasma Torch system, OLED Lighting system, Roll-to-Roll Web Coating system, Photo-lithography 등 연구 장비 총 199종

그림 5-31 철원 플라스마산업기술연구원 주요 장비 현황

구분	수량	장비명	
생산공정 장비	200여종	1) Roll to Roll Web Coating System 2) RF/DC Thermal Plasma System 3) OLED Manufacture Process System 4) Atmosphere Pressure Nano Process System	
분석평가 장비		1) FE-SEM, X-Ray Diffraction, Raman 2) Photolithography / Integrating Sphere 3) Goniophotometer 4) Thermal Conductivity Analyzer	  


FE-SEM


Raman


Thermal Conductivity Analyzer
Photolithography

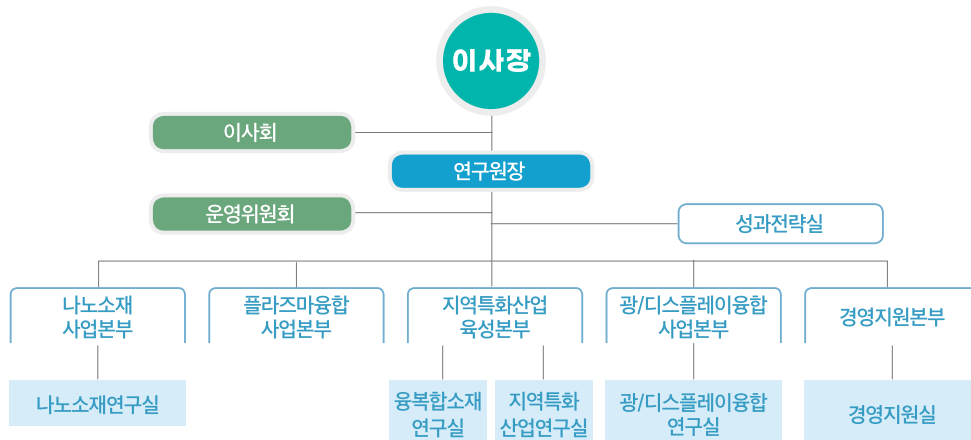

X-Ray Diffraction


IS & Goniophotometer

■ 조직 및 인력

- 조직 : 5개 본부 1개 실
- 인원 : 총 39명

그림 5-32 철원 플라스마산업기술연구원 조직도



■ 주요 사업 실적

- 연구개발 사업 수행 : 2019년 총 12개 과제 수행
 - 지역산업거점기관지원사업, 현장기술연구개발사업, 산연공동기술개발사업, 환경선진화기술 개발사업, 기업용역사업, 지역혁신개방형바우처사업, 기술자문 용역사업, 1세대 스마트 플랜트 팜·애니멀팜 고도화 및 실증사업 등 4개
- 특허 출원 및 등록

구분	특허 출원			특허 등록		
	~2018년	2019년	누적	~2018년	2019년	누적
국내 특허	48	9	57	31	9	40
해외 특허	19	1	20	3	-	3
합계	67	10	77	34	9	43

- 기술이전
 - 2012~2019년 동안 총 16개 기업에 20건의 기술이전 계약 체결
- 기업유치
 - 국내 소재 전문기업 티웨이디스플레이컴퍼니 연구소 유치
 - 주생산품 : Curved LCD, 투명 LCD, QD Hybrid Showcase
 - 철원 연구원 입주, 본사 이전(2019년 2월)
- 정부포상
 - 산업부장관 기관 표창 : 광융합 산업발전 우수기관 선정

밀양 나노금형상용화지원센터

기관명	밀양 나노금형상용화지원센터
홈페이지	nanopia.miryang.go.kr
주소	[50404] 경상남도 밀양시 부북면 무안로 761
연락처	경남테크노파크 나노융합센터 나노산업팀 Tel : 055-351-4060 / Fax : 055-351-4049

■ 사업 개요

- 나노융합국가산업단지 내 연구단지 위치
- 사업 기간 : 2016~2021년(5년 간)
- 사업 주관
 - (주무부처) 산업통상자원부
 - (주관기관) (재)경남테크노파크
 - (지자체) 경상남도, 밀양시
 - (전담기관) 한국산업기술진흥원
- 사업비 : 786.92억 원(국비 360.99억 원, 지방비 325.5억 원, 민자 100.43억 원)
- 사업 내용

기술개발	기반 구축
• 원통금형 기술개발(1개 과제) • 공정·측정장비 기술개발(2개 과제) • 응용제품 기술개발(4개 과제)	• 나노융합센터 건물 - 연면적 7,637.69㎡(지상 4층) - 연구동 4,491㎡(4층), 공정동 3,146㎡(2층, 클린룸 2,000㎡) • 부지조성 123,423㎡ • 공동장비 구축 15종 16대 - 원통금형 기술개발, 공정 기술·측정 장비 개발, 응용제품 개발용 장비 등

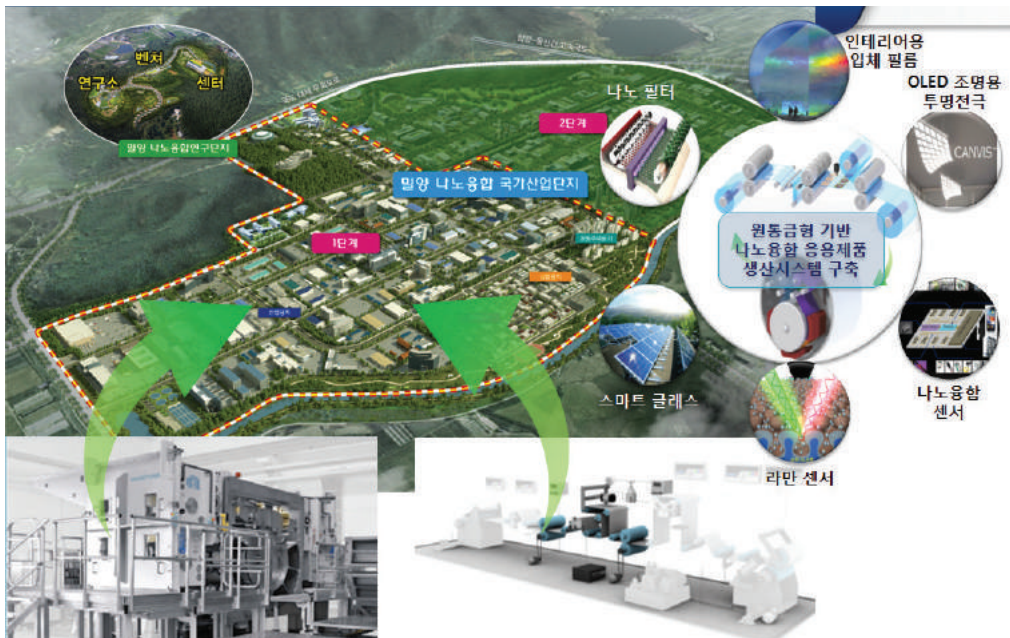
그림 5-33 밀양 나노금형상용화지원센터 조감도



■ 주요 기능

- 나노패턴 원통금형 제조 및 융합 제품 Test-bed
- 나노패턴 원통금형 제조장비, 롤 임프린트 공정장비, 나노패턴 측정장비 등 R&D에 필요한 장비 지원(기술지원 포함)
- 기업지원 및 장비 운용인력 양성

그림 5-34 밀양 나노융합 국가산업단지



■ 추진 경과

- 2015년 11월 예비타당성 조사 완료(KISTEP)
- 2016년 12월 사업 주관기관 선정(경남TP)
- 2016년 12월 1차년도 사업착수(경남TP, 기술개발컨소시엄)
 - 2차년도(2017년 12월), 3차년도(2018년 10월), 4차년도(2019년 10월)
- 2017년 2월~2018년 12월 연구단지 부지조성공사 완료
- 2019년 8월 나노융합센터 준공 완료

■ 추진 계획

- 2019년 9월~2020년 12월 공동연구장비 구축
- 2016년 12월~2021년 11월 연구개발과제(7개 과제) 수행

주요 대학 보유팩(FAB) 현황

권역명	대학명	클린룸 규모
수도권	한양대학교(차세대메모리산학연공동연구센터)	577m ²
	연세대학교(BIT마이크로팩 연구소)	495m ²
	한국산업기술대학교	495m ²
	성균관대학교(센서소재공정연구센터)	396m ²
	인하대학교	330m ²
	명지대학교(반도체공정진단연구소)	264m ²
	아주대학교	240m ²
	서강대학교	132m ²
	세종대학교	50m ²
강원권	한림대학교	200m ²
충청권	충남대학교	132m ²
	충북대학교	82m ²
호남권	전북대학교(반도체물성연구소)	400m ²
	전남대학교(반도체공정설계연구실)	400m ²
영남권	울산과학기술원(연구지원본부)	1,100m ²

작성자 이경엽(국가나노인프라협의체 사무국장)



제3절

국내 나노 관련 지원 기관

1

국가나노기술정책센터

기관명 국가나노기술정책센터

홈페이지 www.nnpc.re.kr

주소 [06730] 서울특별시 서초구 강남대로 41길 8 태연빌딩 4층

연락처 Tel : 02-584-4001 / Fax : 02-584-4002



센터장
임창동

■ 연혁

- 2009년 ‘나노기술종합정보 및 정책 지원 사업’으로 사업 구조 변경
- 2010년 국가나노기술정책센터 지정(한국과학기술정보연구원)
- 2017년 국가나노기술정책센터 이관(재료연구소)
- 2018년 4대 센터장 취임

■ 주요 기능

- (설립 배경) 나노기술 투자·정책 수립 지원 및 신속한 국제이슈 대응을 위해 일원화된 정책지원 기관인 ‘국가나노기술정책센터’ 지정
- (임무 및 역할) 나노분야 정책·기술·성과 조사·분석 및 국내외 네트워크 구축을 통한 나노기술 정책·전략 수립 지원 및 성과 확산

- 나노기술 선도 국가 진입을 위한 정책 및 전략 수립 지원
- 나노기술 정책·기술 정보 수집 및 객관적 분석 자료 제공
- 나노기술 정책·기획 전문가 협력 및 국제협력 활동 증진
- 성과 분석 및 홍보를 통한 대국민 인식 제고 및 저변 확대

■ 주요 사업

- (나노기술 정책 수립 지원) 나노기술개발촉진법상의 정책수립 및 과학기술정보통신부 나노기술 정책·전략 수립 지원
 - 국가나노기술지도, 나노기술종합발전계획 등 중장기 정책 수립 지원 및 연도별 시행계획 수립
 - 미래소재 원천기술 확보전략, 소재분야 연구기관 협의회 등 과기부·법부처 신규전략 수립 지원
 - 나노기술 영향평가, 나노·소재 이슈페이퍼 및 심층분석보고서 등 정책 기획연구 및 주요국 이슈 정보 제공
- (나노기술 정보 분석) 정책수립의 기반이 되는 국내외 정보 수집 및 분석 서비스 제공
 - 주요국의 나노분야 정책 및 기술 동향 조사·분석을 통해 나노기술 정책수립 지원
 - 나노분야 논문, 특허, 기관조사 등 계량적 정보 수집 및 분석 자료 제공
 - 논문 특허 데이터 분석으로 관련 이슈 트렌드, 연구자 등 신속한 정보 제공
- (정책 홍보 및 네트워크 강화) 국민공감대의 나노정책 홍보 및 국내외 협력 추진
 - 대중 및 산·학·연 이해관계자를 대상으로 하는 나노기술·정책 활동 정보 확산
 - 나노기술 정책활동에 대한 이해도 제고 및 나노기술 산·학·연·관 네트워킹 강화
 - 주요 아젠다를 선점하고 주도하는 국가로 도약하기 위한 글로벌 협력체계 구축

■ 조직 및 인력

- 조직 : 정책기획팀, 정보분석팀, 홍보·네트워킹팀, 사무국
- 인원 : 총 13명



■ 주요 실적

- 나노기술 정책 수립 지원
 - 나노기술개발촉진법상의 정책수립(국가나노기술지도, 나노기술발전시행계획, 나노기술종합 발전계획, 나노기술 영향평가 등)
 - 과학기술정보통신부 나노기술정책 및 전략 수립 지원(나노·소재 관련 사업 성과 분석, 나노·소재 분야 예타 기획, 신규 전략 수립 및 기타 지원 등)
- 나노기술 정보 분석
 - 주요국 나노정책·산업·연구개발 동향 분석 및 정보 제공(글로벌 나노정책 및 기술 동향, 나노 기술연감 발간)
 - 나노분야 통계조사·분석(나노분야 SCI논문·특허 분석, 기관현황 조사, 나노기술 통계집 발간)
- 정책 홍보 및 네트워크 강화
 - 정책 홍보 활동(기획기사, 강연 프로그램, 웹진, 카드뉴스 제작, 나노칼럼 등)
 - 국내 정책 협력(나노코리아, 나노융합성과전, 기업과 함께하는 나노 플러스 등)
 - 국제 협력 활동(한-미 나노포럼, 한-EU 나노워크숍, OECD BNCT 활동 등)

나노기술연구협의회

기관명	(사)나노기술연구협의회
홈페이지	www.kontrs.or.kr
주소	[06737] 서울특별시 서초구 남부순환로 354길 14 3층
연락처	Tel : 02-2057-4788 / Fax : 02-2057-8509

회장
유지범



■ 연혁

- 2003년 나노기술연구협의회 창립총회
- 2004년 설립 허가(1월) 및 제1대 임함조 회장 취임
- 2018년 제7대 유지범 회장 연임

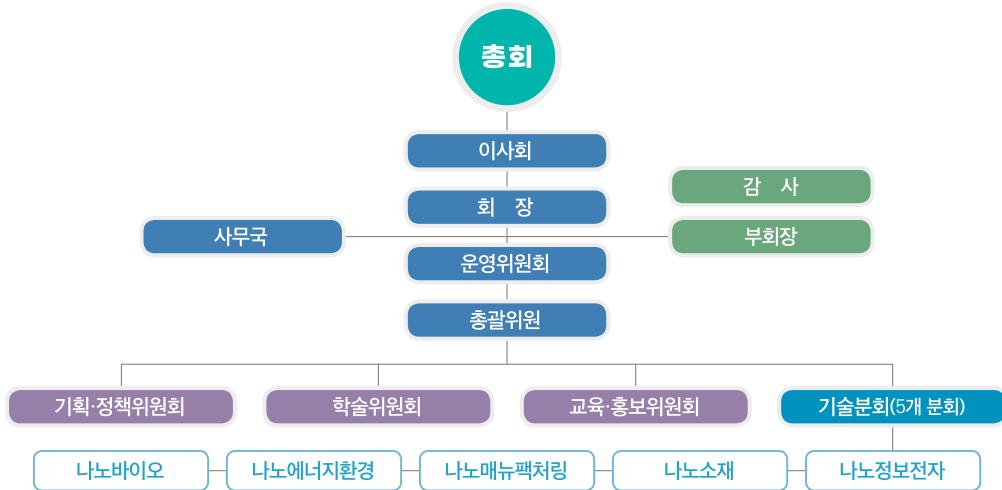
■ 주요 기능

- (설립 목적) 산업계·학계 및 연구계의 연구주체 간 정보교류, 인력교류 및 협동연구 등을 촉진하기 위해 나노기술개발촉진법 제7조에 의거하여 구성·운영
- (주요 기능)
 - 나노기술분야 연구·개발을 촉진하기 위한 연구
 - 나노기술 관련 학술활동·정보제공 및 홍보
 - 나노기술 관련 국내·국제 학술회의 개최 및 국제협력사업

■ 조직 및 인력

- 임원 17명(이사 15명, 감사 2명), 정회원 452명, 사무국 8명

그림 5-36 나노기술연구협의회 조직도



■ 주요 실적

- 나노분야 네트워크 확립
 - 네트워크 강화 및 유관기관 협력체계 구축·운영 활성화
 - 국제협력 네트워크 구축(Asia Nano Forum 활동)
- 나노분야 학술 진흥 및 연구 확산
 - 나노코리아 국제 심포지엄의 성공적 개최
 - 나노저널 발간, 피인용지수(IF) 3.324(2018년)의 국제학술지로 발전
 - Nano Convergence Conference 나노기술동계 학술대회로 자리매김
- 나노 교육·홍보를 위한 대국민 이해 증진
 - e-Nano운영(Nano e-Academy)
 - 10대 나노기술 선정 및 발표
 - 나노 영챌린지 운영(아이디어 공모전)
- 선도적 전략연구 기획 및 효율적 나노정책수립 지원
 - 나노·미래기술개발사업 예비타당성 조사 대응
 - 기타 정부의 정책수립을 효율적으로 지원

나노융합2020사업단

기관명	(재)나노융합2020사업단
홈페이지	www.nanotech2020.org
주소	[06130] 서울특별시 강남구 테헤란로 7길 22 한국과학기술회관 신관 306호
연락처	Tel : 02-6000-7494~7 / Fax : 02-6205-7499



사업단장
박종구

■ 사업단 연혁

- 2012년 나노융합2020사업단 출범(박종구 단장 임명)
- 2014년 미래부·산업부 나노융합 확산 발전전략 공동 발표
- 2015년 나노산업 육성 전략 수립 공청회
- 2019년 누적 매출 5,000억 원 달성 성과보고회 개최

■ 주요 기능

- 과학기술정보통신부와 산업통상자원부가 공동으로 지원하는 범부처사업인 나노융합2020사업의 수행을 위하여 2012년 9월 설립
- 나노융합2020사업 개요
 - (사업 목적) 나노원천기술의 정부 R&D성과(IP)를 기반으로 나노기술 보유기관과 사업화 아이디어를 보유한 수요기업을 연계한 R&BD 사업 추진으로 신시장·신산업을 조기 창출
 - (지원 분야) NT-IT 융합(①Post-CMOS형(나노소자) 차세대 반도체, ②유연소자), NT-ET 융합(③고효율 에너지변환, ④고성능 물 환경·자원처리), 나노공통기반기술(⑤나노소재기술, ⑥나노공정·측정·장비기술 등), NT-BT 융합(⑦나노바이오융합)
 - (사업 기간) 2012년 9월~2021년 2월(9년 간)
 - (사업 규모) 2,090억 원(정부 1,437억 원, 민간 653억 원)
- 나노융합기술의 사업화를 효율적으로 지원할 수 있는 사업화 통합플랫폼을 구축하고 나노기술의 신속한 사업화를 지원

■ 주요 사업

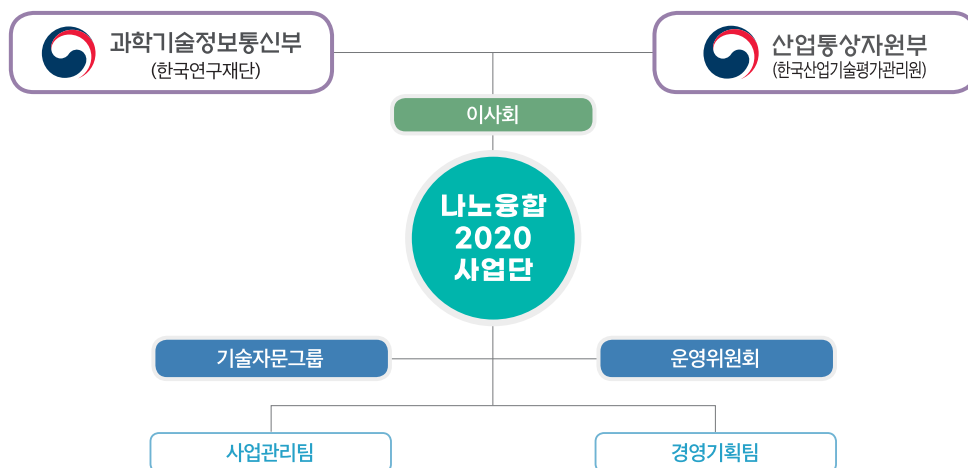
- (우수 연구 성과 사업화 지원 사업) 대학·연구기관 등 연구자가 자체 재원 혹은 정부 지원 연구 사업을 통하여 획득한 나노기술(특허화된 기술)을 기업의 수요(제품 아이디어)로 연결하여 사업화 할 수 있도록 지원하는 사업
 - IP(기술)의 상용화 가능성, 파급효과, 사업화 능력 등을 평가하여 지원 결정
 - 주관연구기관은 사업화 목표 설정, 3년 이내에서 개발기간 및 소요비용을 자율 결정(사업단은 적정성 평가)
- (현안 해결 나노기술 매칭지원 사업) 나노기술 제품을 자체 개발 중에 있는 기업이 제품개발 현장에서 부딪히는 긴급한 기술현안에 대하여 최적의 전문가를 찾아 기술을 매칭함으로써 1년 이내에 기술현안의 신속한 해결을 지원하는 사업
- (지원 현황) 기초연구 성과-사업화 연계사업 총 91개 과제 지원
 - 총 1,316억 원 지원

구분	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
사업비	67억 원	153억 원	179억 원	213억 원	220억 원	202억 원	165억 원	117억 원

- (과제 선정 및 종료) 2019년에 신규로 8개 과제 선정 및 17개 과제 종료

■ 조직 및 인력

그림 5-37 나노융합2020사업단 조직도



■ 주요 실적

- (경제적 성과) 나노융합 기술·제품개발의 조기 사업화 성공에 따른 사업화 매출 달성으로 사업 모델의 유효성 확증 및 본격적 매출 궤도 진입
 - 2019년 사업화 매출액 : 1,254억 원(누적 5,957억 원, 기여도 반영 금액)
 - 무분산제 적용 전도성 필름(탄소나노소재 필름) 사업화로 54억 원 매출 달성
 - 국내 최초 데스크탑형 세라믹 3D 프린터 상용화로 미국에 100만 달러 수출계약 체결 및 4.7억 원 매출 달성
 - 탄소나노튜브 기반 디지털 엑스선 소스 상용화로 2억 원 매출 달성
 - 치과용 임플란트 나노표면처리 신기술 인증(2019년 9월)
- (기술적 성과) 특허 출원 35건, 특허 등록 27건, 기술이전 7건, 기술이전료(선급료) 4.2억 원* 발생
 - * 과제착수 시점에 공공부문의 연구 성과(IP)를 이전받는 대가로 주관연구기관에서 지급한 금액
- (고용창출) 92명(R&D인력 78명, 생산인력 등 14명)

나노융합산업연구조합

기관명	나노융합산업연구조합
홈페이지	www.nanokorea.net
주소	[16229] 경기도 수원시 영통구 광교로 145 C동 2층
연락처	Tel : 031-548-2007 / Fax : 031-258-8509

이사장
정 철 희



■ 연혁

- 2002년 나노산업기술연구조합 설립 및 이희국(LG) 이사장 취임
- 2003년 제1회 국제나노기술심포지엄 및 전시회개최(NANO KOREA 2003)
- 2009년 나노융합산업연구조합으로 조합명 변경
- 2011년 창립 10주년 기념행사 및 T*2B 상설시연장 개관
- 2018년 정철희(삼성전자) 이사장 취임

■ 주요 기능

- (설립 배경) 나노분야 공통애로기술 해결 및 나노융합분야의 사업화 촉진을 위해 ‘산업기술연구조합 육성법’을 근거로 설립(2001년 12월)
- (설립 목적) 나노 분야의 공통애로기술, 관련 첨단 분야 등에 있어의 기술적 과제를 조합원 간에 상호 협동하여 해결함으로써 나노기술분야 신기술 개발 촉진 및 사업화를 통한 관련업계의 성장·발전 도모
- (주요 기능) 나노융합산업 발전 기반 마련을 위해 산학연 협력네트워크 구축 및 나노융합기업 사업화 지원 등의 활동 추진
 - R&D 과제기획 및 공동연구개발 : 산·학·연 공동연구개발 활동의 구심체, 국가공동 R&D 연구개발 사업
 - 나노융합 사업화 지원 : 나노기업의 사업화 단계 애로요인 극복과 나노제품의 수요연계 및 제품 거래 촉진 지원
 - 나노코리아 전시회 개최 : 나노코리아(전시·심포지엄) 개최를 통한 나노기술 비즈니스 및 기술 교류의 장 마련

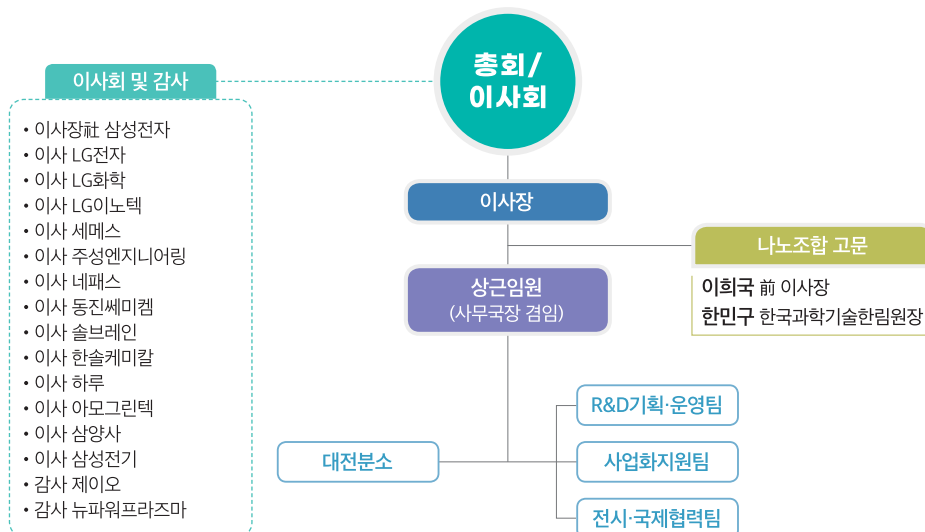
- 국제협력 : 국내 나노기업의 해외 판로개척 지원
- 대정부 창구 : 회원사 및 산·학·연 나노기업 애로사항의 의견수렴을 통한 대정부 건의

■ 주요 사업

- (나노융합 사업화 지원사업) 나노융합기술 사업화 촉진 및 나노융합제품의 거래 활성화를 위한 사업화 지원 사업 수행
 - T+2B활용 나노융합 R&BD 촉진사업(나노-수요기업 연계, 시제품·성능평가 지원 등) : 국내 우수 나노융합제품을 발굴 및 수요기업 연계로 제품거래 촉진, 나노기업의 수요기업 대응을 위한 시제품·성능평가 지원
 - 나노소재 수요연계 제품화 적용기술 개발 : 나노소재제품의 공급-수요기업 간 실질적인 제품화 적용기술 개발을 지원
- 공동연구개발사업 기획 및 수행
- 정부 정책(인프라 구축, 산업인력 양성, 나노융합산업조사 등) 연구기획사업 수행
- 나노융합분야의 사업화 및 비즈니스 장 마련을 위한 나노코리아 전시회 개최
- 국내 기업의 해외 판로개척 및 마케팅 지원을 위한 해외 유관 전시회의 국가관 참가 및 동향 조사

■ 조직

그림 5-38 나노융합산업연구조합 조직도



■ 주요 사업 실적

- (T*2B*활용 나노융합 R&BD 촉진사업) 국내 나노융합 중소·벤처기업이 사업화 과정에서 겪는 애로를 기업별 맞춤형 극복 지원, 수요기업과의 연계를 통하여 사업화(제품거래, 투자유치, 협력 개발 등) 성과 창출

* T*2B : 나노기술이 적용(+)된 제품을 의미. 최종 제품화 단계로 연결되는 다양한 사업화 과정을 상징적으로 표현

- T*2B사업에 188개사의 234개 제품 참여, 상설시연(수원, 대전) 및 국내외 판로개척을 통한 성과 창출
- 2019년도 성과

시제품개발 지원	성능검증 지원	전체 매출발생	제품거래 논의	전체 협력 계약체결	투자유치
40종	28종	172건 / 147.57억 원	73건 / 222.75억 원	63건	15건 (240.3억 원)

- (나노소재 수요연계 제품화 적용기술 개발 사업) 나노제품의 다수를 차지하고 있는 나노소재가 수요기업의 응용제품에 적용되어 사업화가 확대되도록 나노(공급)-수요기업 간 제품화 적용기술 개발을 지원

제품개발	매출	고용	특허
4종	72억 원	31명	10건

- (나노코리아 전시·심포지엄 개최) 2003년부터 산업부·과기부 공동 개최, 질적·양적 성장을 이뤄 산·학·연관이 결집된 세계 2위* 규모의 나노기술교류 국제행사로 자리매김

* 1위 Nano Tech Japan(일본), 2위 나노코리아(한국)

- 나노코리아2018 전시회 성과 : 총 12개국 436개 기업(관) 650개 부스 규모로 개최, 36개국 11,730명 참관

- (R&D과제기획 및 공동연구개발) 정부연구개발사업 수행
- (국제협력) 미국, 일본, 중국, 캐나다 등 국내 나노기업의 해외 판로개척 활동 지원을 위한 전시회의 한국관 참가 및 베트남 ‘제품거래 상담회’ 개최
- (나노융합산업조사) 나노융합분야 통계조사(산업구조, 고용, 투자 등)를 통한 산업계 기초자료 확보 및 정책적 시사점 도출
- 설문조사 응답기업 수 증가 : 2018년 717개 기업 → 2019년 775개 기업

- (나노융합산업 인적자원개발협의체 활성화) 인력의 수요자(기업)와 공급자(대학) 간 지속적 협의를 통한 인력 애로요인 파악 및 수요자 니즈에 맞는 인력교육·양성 프로그램을 기획
 - 산업계 나노인력 수급현황 및 교육훈련 수요 실태조사·분석
 - 직무수준 기반 현장 맞춤형 교육훈련 프로그램 제안
 - 나노기업 재직자 대상 직무능력 향상 교육 개발
 - 유망 나노기업 직무소개 및 홍보 로드쇼
 - 나노 창의 아이디어 경진대회 개최
 - 산업 발전에 따른 SC 중장기 로드맵 수립

나노융합산업협력기구

기관명	나노융합산업협력기구
홈페이지	www.nanoin.org
주소	[34103] 대전광역시 유성구 가정북로 156
연락처	Tel : 042-868-7669 / Fax : 042-868-7736

센터장
이응숙



■ 연혁

- 2009년 나노융합산업협력기구 설립
- 2012년 나노융합산업 통합정보시스템 ‘나노인’ 개설
- 2013~2015년 Nano-Connect 2013 개최
- 2016년 2015 나노융합산업조사 보고서 발간
- 2017년 나노안전성정보지원서비스 구축
- 2018년 ‘국가정보화기본법’에 의해 과학기술정보통신부 지정 WA 인증마크 획득
- 2019년 ‘나노인’ 통합정보시스템 UI 인터페이스 개선

■ 주요 기능

- (설립 배경) 국가 나노융합산업 촉진·활용시스템 구축을 위해 설립(한국기계연구원 내 설립)
- (설립 목적) 나노기술의 개발 및 산업화 촉진, 나노기업의 비즈니스 환경 구축을 위한 활동 지원
- (주요 기능) 국내 나노 관련 산·학 연관 전문가를 활용한 정책 Agenda 도출 및 협력 네트워크 구축 등을 통해 나노기술과 나노기업을 잇는 교두보 역할 수행
 - 나노융합산업 정책지원 강화(고도화)
 - 나노융합산업 통계 및 정보시스템 구축
 - 나노융합기술·제품 확산 네트워크
 - 나노융합제품 표준화 및 인증
 - 나노기술기반 창업 촉진 및 활성화
 - 나노기업관심정보 활성화

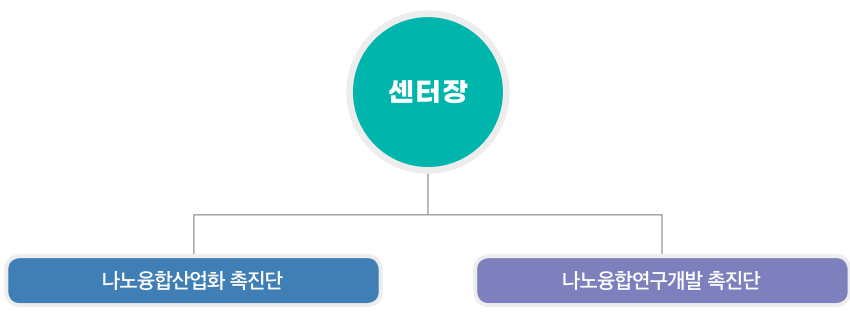
■ 주요사업

- 나노융합상용화 플랫폼 구축 및 촉진 활용(2010년 3월~2015년 5월)
- 나노제품 안전성 기반 구축(2013년 10월~2017년 9월)
- T*2B활용 나노융합 R&BD 촉진사업(2016년 4월~현재)

■ 조직 및 인력

- 한국기계연구원 운영체 조직
- 인원 : 총 12명
 - 센터장 1명, 단장 2명, 전담 인력 1명, 겸임 인력 2명
 - 나노융합산업화 촉진단(3명) : 나노융합 산업화 촉진시스템 구축 및 활성화
 - 나노융합연구개발 촉진단(3명) : R&BD 사업 연계방안 마련 및 우수기술 발굴

그림 5-39 나노융합산업협력기구 조직도



■ 주요 실적

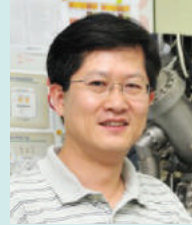
- 나노융합산업 정책 및 사업 기획 지원
 - 나노융합분야 주요 정책전략 수립 지원(나노융합확산전략(2012년), 산업기술R&BD 전략(2013년), 나노+2020전략(2014년), 나노기술산업화 전략(2015년) 등)
 - 나노융합분야 신규 사업 런칭 기여(나노융합2020사업, Forever NT School 사업, 나노제품 안전성 기반구축 사업 등)
- 나노융합 지식 플랫폼 구축 및 확산
 - 나노융합산업 통합정보시스템 '나노인'(www.nanoin.org) 구축 및 운영
 - 나노융합산업통계(통계청 승인번호 : 제110531호) 기반구축 및 작성·배포

- 나노제품 안전성 기반 구축
 - 나노제품 정보 데이터베이스 및 나노안전성 정보 데이터베이스 구축, 나노제품 안전성 인증 추진을 위한 분류체계 및 알고리즘 개발
- 나노융합 협력 네트워크 활성화
 - 신산업 투자기관 협의회(투자자) 및 나노융합 공공연구기관 협의회(연구자) 창립·운영
 - Nano-IR, Nano-Connect 등의 행사를 통한 나노융합 산·학·연 네트워크 활성화
- 신산업 융·복합 지원센터 구축 기획
 - 국가나노융합산업단지 활성화를 위한 연구 인프라 구축
 - 신재생에너지 관련 유연전자부품 R&D 및 화평법 대응 GLP 인프라 구축
- 나노분야 종합 포털 산업화 촉진 지원
 - 나노분야 기술·산업·정책·인프라 등 지식정보 확산의 중추적 역할
 - 나노정보 접근성 및 사용성을 고려한 반응형 웹 구현(PC, Tablet, Mobile 모두 대응)

나노안전성 기술지원센터

기관명	나노안전성 기술지원센터
홈페이지	www.safenano.re.kr
주소	[34113] 대전광역시 유성구 가정로 267
연락처	Tel : 042-868-5129 / Fax : 042-868-5032

센터장
이태걸



■ 연혁

- 2014년 나노안전성 기술지원센터 개소(한국표준과학연구원)

■ 주요 기능

- (설립 배경) 나노물질 안전에 대한 국제사회의 움직임에 선제적 대응을 위한 과학적 사실에 근거한 나노안전관리를 지원하기 위해 지정 및 운영
- (설립 목적) 나노물질 안전성 대응 체계 구축과 국제 인증체계 확립을 위한 나노안전성 기술 연구의 컨트롤타워 역할 수행
- (주요 역할) 나노물질에 대해 신뢰성 있는 나노안전 기준의 근거 제공을 위한 활동
 - 나노안전성 평가를 위한 표준시료·측정기술의 개발 및 보급
 - 나노안전성 연구 결과의 일관성 확보
 - 국제비교·공동연구를 통한 국가 데이터의 국제신뢰성 확보
 - 국내 나노산업의 국외 진출을 위한 나노제품 규제정보 분석 및 교육

■ 주요 업무

- 나노안전성 평가기술 표준화를 위한 공동연구 수행
- 나노안전성 관련 국제회의(OECD WPMN, ISO/TC 229) 참석 및 대응
- 미국(NIST) 및 유럽(EU Horizon, Nano Screen 사업)과 나노안전성 공동연구 진행
- 스위스 EMPA(재료연구소) 협력체계를 기반으로 한-EU 국제공동연구 수행
- 국내 부처별(과학기술정보통신부, 환경부, 산업통상자원부 및 식품의약품안전처) 나노안전성 사업기획 자문

■ 조직 및 인력

- 인원 : 총 55명(정규직원 기준)
 - 한국표준과학연구원에 센터를 설립하되 정부출연 연구소, 대학의 연구원들이 과제수행 및 운영위원회를 통해 연구센터 운영에 참여
 - 정직원 29명(한국표준과학연구원 소속)
 - 외부기관 참여 연구원 26명(세부·위탁연구 책임자 및 참여연구원)

■ 주요 실적(국내)

- 나노안전성 분야 국가 연구개발 계획 수립 지원
 - 제4기 나노기술종합발전계획 나노안전성 연구개발 계획 수립 지원
- (인증)표준나노물질 개발 및 보급(9종)
 - 이산화규소, 이산화티타늄, 금, 산화아연, 그래핀옥사이드, 폴리스틸렌 등
- 나노입자 특성 및 독성평가를 위한 표준절차서 개발 및 보급(19건)
- 나노물질 인증 서비스 운영
- 나노안전성 기술지원센터 홈페이지 운영
- 국내 나노산업 발전을 위한 나노안전 측정클럽 운영(총 4회)
- 국제협력 기반 나노산업 국외진출 지원 설명회(총 3회)
- 나노안전성 국제워크숍 개최(총 4회)

■ 주요 실적(국외)

- OECD WPMN 진행 국제비교연구 참여
 - ‘나노입자의 일차크기측정가이드라인 개발’ 참여 및 표준물질 제공
 - ‘제조나노물질의 비표면적(BET), 용해도, dustness, surface chemistry & coatings, Toxicokinetics, 환경독성 측정가이드라인 개발’ 참여
- 나노안전성 평가 ISO/TC 229 국제표준 개발
 - 3건 개발 완료, 6건 개발 진행 중
- NANoREG 협력연구 참여(2015~2017년)
 - EU FP7 project에 과기부 대표기관으로 참여
- EU Horizon 나노안전성 분야 국제협력연구 확대(NANoREG 후속)
 - Horizon2020 4개 과제 진행(PATROLS, ACEnano, Gov4Nano, NanoSolveIT) 및 Horizon Europe(2021-2027) 2개 과제 참여 예정(SUNSHINE, NanoHarmony)

- 한-스위스 나노안전연구 협력을 위한 공동연구실 운영(2015~2019년)
 - 스위스 EMPA 연구소에 JRL(Joint Research Laboratory) 설립 및 파견사무실 설치
- EU 나노제품 규제 현황 분석 및 국내산업체 정보 제공을 위한 체계 구축
 - KIST-Europe 연구소에 'EU 나노안전협력센터' 개소(2015년 7월)
- VAMAS 국제비교연구 참여
 - TWA 34(콜로이드 나노입자의 수 농도 측정), TWA 41(그래핀과 2차원 물질의 물리적 특성 측정), TWA 2(나노물질의 화학 이미징)
- 제8차 한-미 과기공동위원회 협력합의를 기반으로 KRISS와 미국 NIST 연구소의 나노안전성 분야 협력 진행
 - KRISS에서 개발한 나노물질의 광촉매활성 측정방법을 국제표준으로 개발하기 위해 국제비교 연구를 진행하였고, ISO/TC 229에서 표준규격 개발(2019년 12월)
 - 후속 표준문건의 개발을 위해 나노물질의 광촉매활성으로 인한 세포독성 측정방법을 공동 개발 중(2019년 11월 신규 제안)

국가나노인프라협의체

기관명	국가나노인프라협의체
홈페이지	www.kion.or.kr
주소	[34141] 대전광역시 유성구 대학로 291
연락처	Tel : 042-862-9120 / FAX : 042-862-9122



회장
이 조 원

■ 연혁

- 2011년 국가나노인프라협의체 설립
- 2012년~ 나노인프라 연계강화를 위한 공동 워크숍 개최(매년)
- 2014년 나노인프라 장비 통합정보서비스 제공
- 2015년 나노인프라 기업지원 성과발표
- 2019년 교육부장관상 수상(직업계고 교육사업 표창)
- 2019년 시스템반도체 육성 등 나노인프라 기능고도화 추진
- 2019년 제5대 이조원 회장 취임

■ 주요 기능

- (설립 배경) 나노기술 패러다임 변화 및 수요자 요구에 선제적 대응을 위한 공동협력체계 구축 필요
- (설립 목적) 국내 나노인프라 간의 유기적 협력을 통해 나노기술분야 연구개발, 산업화의 효율적 지원 및 나노인프라 활성화 도모
- (주요 기능) 나노인프라 효율성 제고 및 활성화를 위한 정책개발, 연구 및 산업화 지원, 인력양성 사업 수행 및 나노인프라 간의 공동협력 등 추진
 - 기타 : 보유기술, 장비, 서비스 및 활용 현황에 대한 통합정보 제공

■ 주요 사업

- 나노인프라 활용도 제고
 - 선도·특화공정개발 지원 및 선행공정·플랫폼 구축 및 제공(www.kion.or.kr)
 - 기초·원천기술 개발 촉진 및 대학의 연구능력 제고를 위한 나노랩시설활용지원

- 나노기술 전문 인력 양성

- 특성화고 대상 나노공정 및 측정·분석 분야 실습 교육 지원
- 기업체 재직자 직무능력 향상 교육

- 정부 정책 및 인프라 구축, 인력양성 등 다양한 정책 및 연구기획(나노패키징 기능 고도화 등)

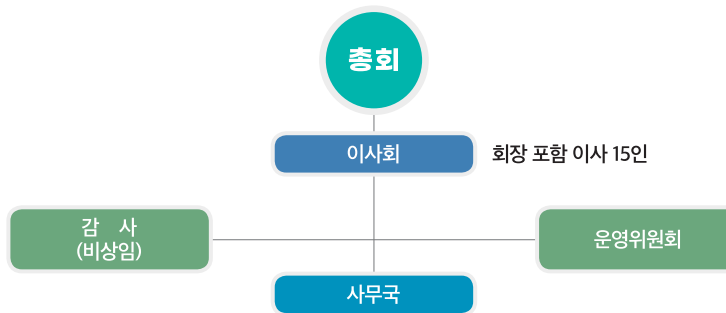
- 나노인프라 장비 통합정보서비스(www.kion.or.kr) 제공

- 나노인프라 간 연계 활성화 및 공동홍보

■ 조직 및 추진체계

- 조직

그림 5-40 국가나노인프라협의체 조직도



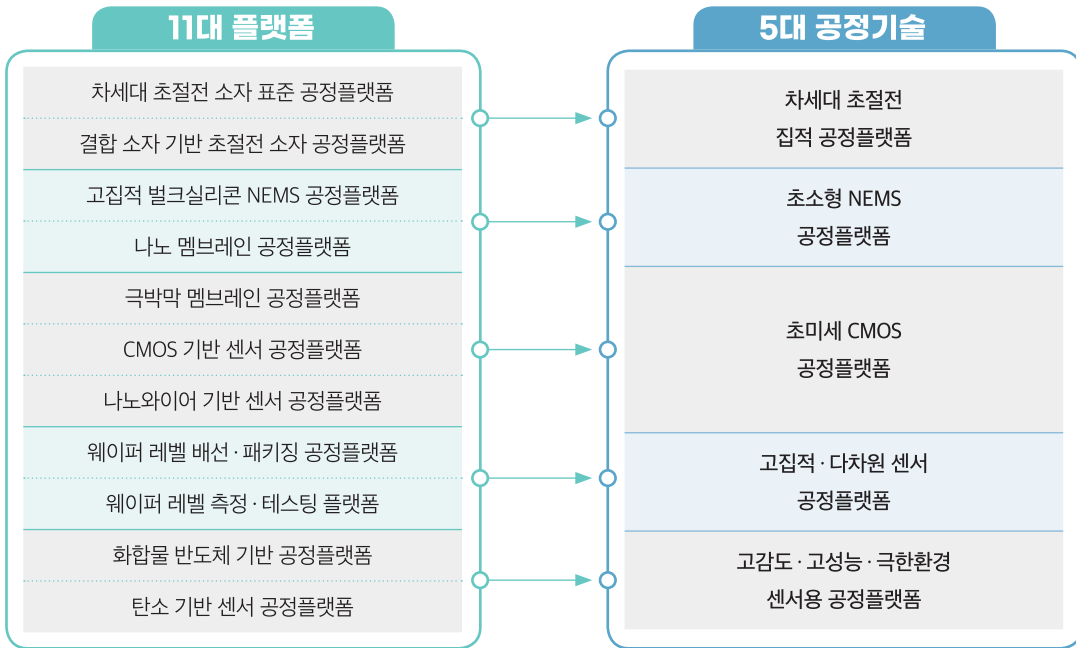
- 추진 체계

그림 5-41 국가나노인프라협의체 추진 체계



■ 주요 사업 실적

- IoT 구현을 위한 초절전, 초미세·고집적, 고감도·고성능 센서용 선도 공정플랫폼 개발 지원
 - 11대 플랫폼 및 5대 공정기술 개발



- 개방형 공정플랫폼 기술 구축 및 관련 서비스 제공 : 이용자들이 사업화 및 연구·개발 자료로 활용할 수 있도록 라이브러리 형태로 제공
- 대학연구자 대상 나노랩시설활용지원
 - 논문 183건, 학술대회 발표 193건, 특허 36건 지원(2019년 기준)
- 중소기업 대상 나노랩시설활용지원
 - 시제품 제작 지원 31건, 기술 지도 54건(2019년 기준)
- 나노기술 전문 인력 양성
 - 특성화고 대상 나노융합기술 인력 양성 : 205명 교육 지원(2019년 기준)
- 나노인프라 기관 간 연계 강화, 성과 확산 및 공동 홍보
 - 나노인프라 장비통합 정보서비스 제공을 통한 이용자 편의성 향상
 - 나노인프라 시험인증(KOLAS 인증 등) 시스템 강화 추진
 - 나노인프라 주요 추진현황 및 성과 언론 홍보
 - 나노코리아(전시회) 및 학술대회 성과 전시

제6장

인력양성 및 교육·훈련

제1절

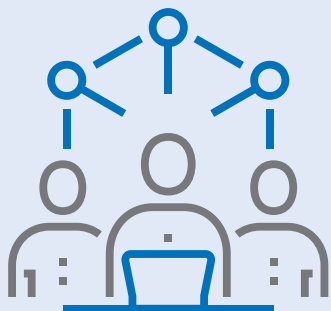
나노전문인력 현황

제2절

나노분야 교육·훈련

제6장

인력양성 및 교육·훈련



제1절

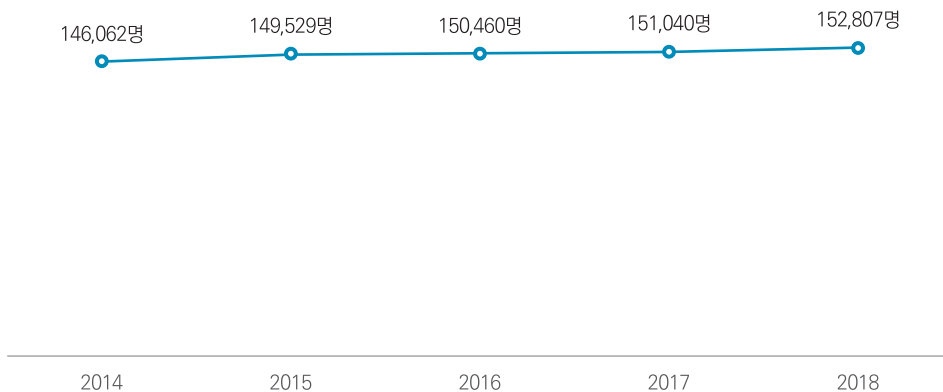
나노전문인력 현황

1

나노융합산업 인력 현황(산업 분야)

‘2018 나노융합산업조사’¹⁾ 조사 결과에 따르면 2018년 나노융합산업의 종업원 수는 15만 2,807명으로 전년 대비 1.2% 증가한 것으로 조사되었다. 분야별로는 나노전자가 2014년 대비 3.0% 감소한 반면, 나노소재(69.3%), 나노바이오·의료(32.8%), 나노장비·기기(20.8%)는 증가하였다.

그림 6-1 나노융합산업 종업원 수 추이(2014~2018년)



1) '2019 나노융합산업조사'(19.11, 나노융합산업연구조합) 결과 기준

표 6-1 나노융합분야 인력 변동(2014~2018년)

(단위 : 명)

구분	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	증가율 (2014년 대비)
나노소재	12,106	17,439	19,487	18,824	20,493	69.3%
나노전자	125,128	125,125	122,222	122,905	121,314	-3.0%
나노바이오·의료	2,780	2,364	2,673	3,232	3,692	32.8%
나노장비·기기	6,048	4,601	6,078	6,079	7,308	20.8%
합 계	146,062	149,529	150,460	151,040	152,807	4.6%

기업규모별 나노 인력 비중은 2018년 대기업과 중견기업, 중·소기업이 각각 51.5%, 44.2%, 49.6%로서 대기업의 나노 인력 비중이 다소 높은 것으로 나타났다.

그림 6-2 전체 인력 중 나노종업원 비중(2018년)

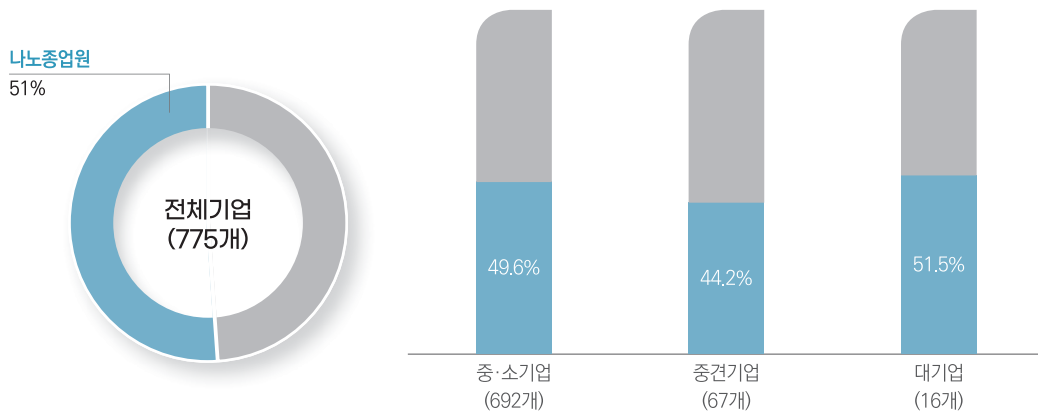


표 6-2 고용 인력 현황 및 비중(2018년)

(단위 : 명, %)

구분		나노종업원	총 종업원	비중
나노소재		20,493	56,272	36.4
나노전자		121,313	226,193	53.6
나노바이오·의료		3,692	8,978	41.1
나노장비·기기		7,308	10,860	67.3
합계		152,807	302,303	50.5
 중·소기업	나노소재	5,878	12,584	46.7
	나노전자	2,570	5,337	48.2
	나노바이오·의료	1,457	3,870	37.6
	나노장비·기기	4,422	7,091	62.4
	소계	14,327	28,882	49.6
 중견기업	나노소재	4,262	14,878	28.6
	나노전자	4,054	6,654	60.9
	나노바이오·의료	2,235	5,108	43.8
	나노장비·기기	2,886	3,769	76.6
	소계	13,437	30,409	44.2
 대기업	나노소재	10,353	28,810	35.9
	나노전자	114,689	214,202	53.5
	나노바이오·의료	-	-	-
	나노장비·기기	-	-	-
	소계	125,043	243,012	51.5

2018년도 나노융합산업 인력 학위 비중은 박사급 10.1%, 석사급 34.2%, 학사 이하 55.7%로 조사되었다. 5년간 학위별 분포를 비교해보면 석·박사급 인력 비중은 2014년 이후 지속 증가하고 있으며 학사 이하 인력 비중은 감소하고 있는 것으로 나타났다.

산업통상자원부의 제조업 및 서비스업 대상 ‘2019년 산업기술인력 수급실태조사’ 결과의 인력 비중은 7.8%지만 나노융합산업의 석사 이상 인력 비중은 44.3%로 조사되어 월등히 높은 것으로 나타났다. 이는 나노융합산업과 같은 첨단기술 집약형 산업의 경우 기타 제조업 대비 연구 인력의 비중이 높기 때문으로 보인다.

그림 6-3 나노 인력 학위별 비중(2018년)

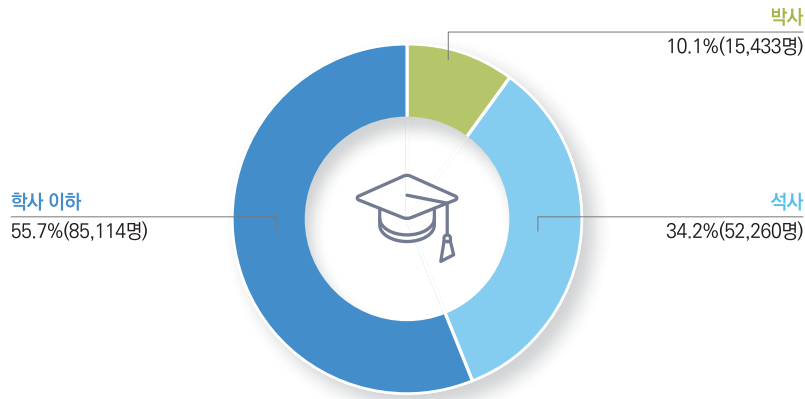


그림 6-4 나노 인력 학위별 비중(2014~2018년)

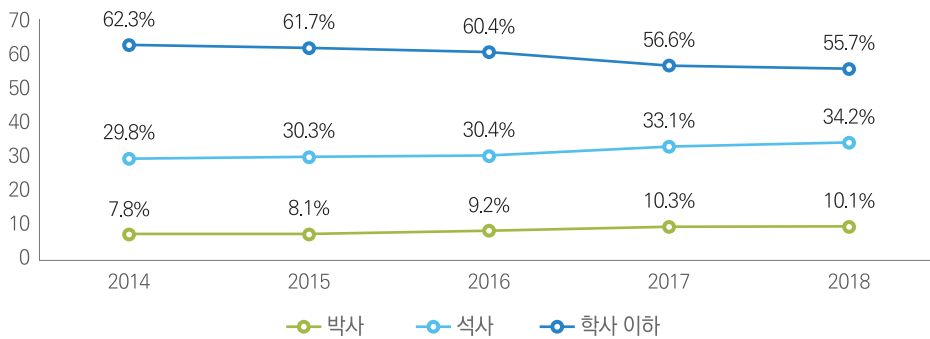


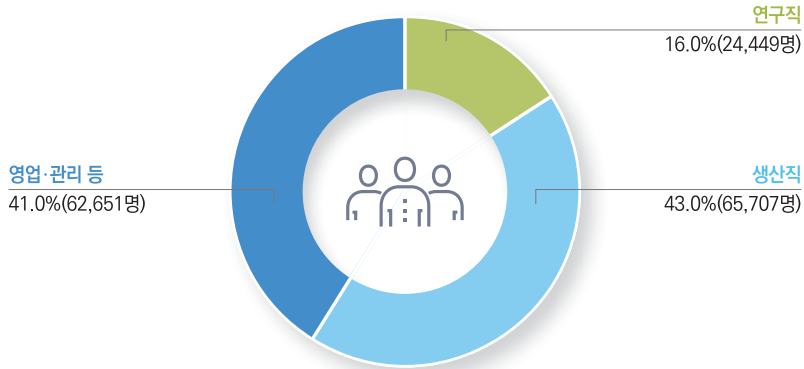
표 6-3 나노 인력 학위별 비중(2014~2018년)

(단위 : %)

구분	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
박사	7.8	8.1	9.2	10.3	10.1
석사	29.8	30.3	30.4	33.1	34.2
학사 이하	62.3	61.7	60.4	56.6	55.7
합계	100	100	100	100	100

2018년도 나노 인력 직군별 비중은 연구직 16.0%, 생산직 43.0%, 영업·관리 등 41.0%로 조사되었다.

그림 6-5 나노 인력 직군별 비중(2018년)



2016년 이후, 생산직 인력 비중은 감소하는 데 반하여, 영업·관리 등 인력 비중은 증가하였다. 이는 나노융합산업의 사업화에 따른 영업 관리 활동에 대한 중요성이 해마다 증가하고 있기 때문으로 판단된다.

그림 6-6 나노 인력 직군별 비중(2014~2018년)

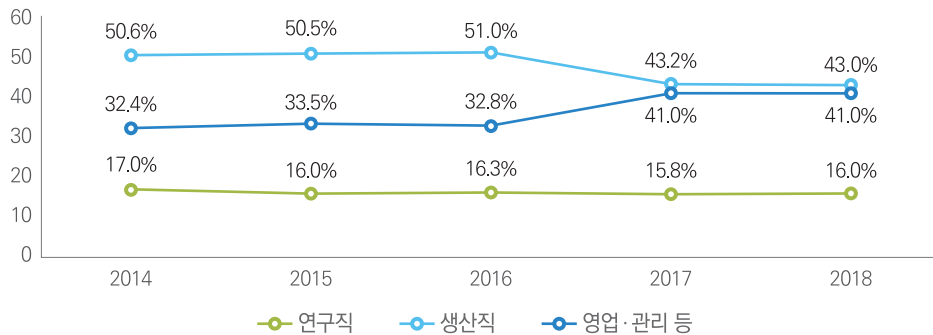


표 6-4 나노 인력 직군별 비중(2014~2018년)

(단위 : %)

구분	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
연구직	17.0	16.0	16.3	15.8	16.0
생산직	50.6	50.5	51.0	43.2	43.0
영업·관리 등	32.4	33.5	32.8	41.0	41.0
합계	100	100	100	100	100

2018년도 나노 인력 성별 비중은 남자 72.1%, 여자 27.9%로 조사되었다. 5년간 성별 분포를 비교해 보면, 2014년을 제외하고 남녀 7:3 수준의 비율로 나타났으며, 산업통상자원부의 제조업 및 서비스업 대상 '2019년 산업기술인력 수급실태조사' 결과의 남녀 성비인 9:1보다는 양호한 성비 균형을 보인다.

그림 6-7 나노 인력 성별 비중(2018년)

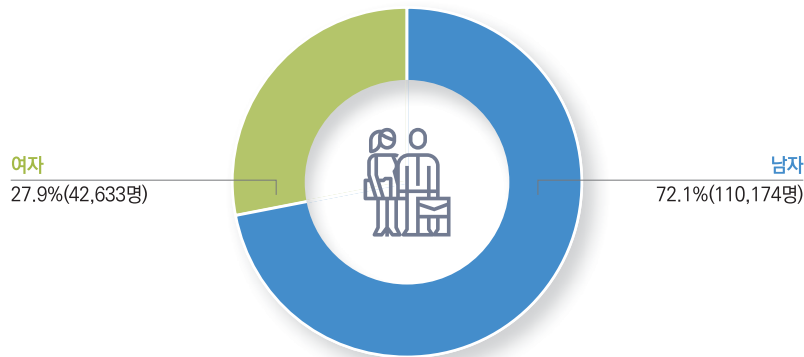


그림 6-8 나노 인력 성별 비중(2014~2018년)

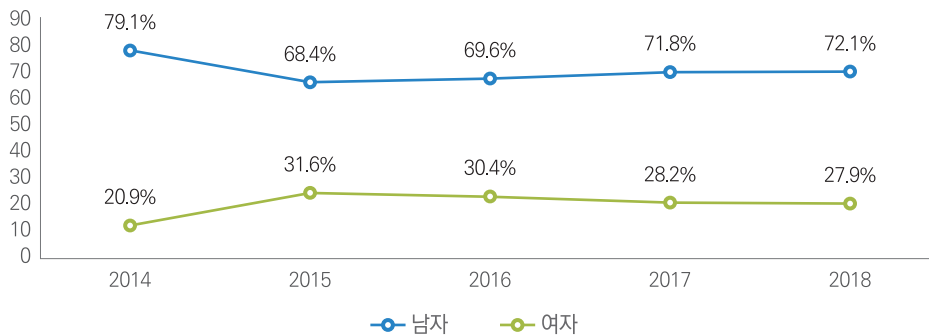


표 6-5 나노 인력 성별 비중(2014~2018년)

(단위 : %)

구분	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
남자	79.1	68.4	69.6	71.8	72.1
여자	20.9	31.6	30.4	28.2	27.9
합계	100	100	100	100	100

작성자 정종일(나노융합산업연구조합 본부장)



나노 관련 기관 인력 현황(연구 분야)

‘2019년도 국내 나노기술 기관 현황 조사 보고서’²⁾는 국내 대학·대학원의 나노 관련 학과, 공공연구기관의 나노 관련 연구조직, 인프라기관의 나노 관련 조직을 대상으로 나노 관련 인력 현황을 조사하였다. 조사 결과에 따르면, 대학은 1,019개 학과(대학 535개, 대학원 484개)에 52,444명(대학 44,679명, 대학원 7,694명)의 학생이 재적 중인 것으로 나타났다. 공공연구기관은 15개 공공연구기관의 59개 연구조직에서 1,474명의 인력이 재직 중인 것으로 조사되었다. 또한, 인프라기관의 인력은 252명으로 조사되었다.

가. 대학·대학원 인력 현황

나노 관련 학과는 국내 101개 대학에서 535개 학과가 운영되고 있는 것으로 조사되었으며, 총 재적 학생은 44,679명이며 재학생 기준으로는 30,712명이다. 나노학과의 경우, 재적생 기준으로 39개 학과가 운영되고 있으며 총 9,312명이 학업을 수행하고 있다. 유관학과의 경우, 496개 학과가 운영되고 있으며 나노 관련 재적생은 나노 관련 인력 산정 기준³⁾에 따라 35,367명으로 추산된다. 학부생 기준으로 한양대가 2,394명으로 학생 수가 가장 많으며, 부산대(2,035명), 고려대(1,822명), 경북대(1,690명), 인하대(1,626명)가 뒤를 이었다.

표 6-6 대학의 나노 관련 학과 현황(2019년)

구분*	학교(개)
나노학과 보유 대학	3
유관학과 보유 대학	67
나노학과 및 유관학과 보유 대학	31
합계	101

* 학과명에 ‘나노’가 들어가면 나노학과로 분류, NT분야 국가연구개발사업을 수행하는 전임교원이 재직하는 학과를 유관학과로 분류

2) ‘2019년도 국내 나노기술 기관 현황 조사 보고서’(‘20.04. 국가나노기술정책센터’) 결과 기준

3) $\text{학과 전체 학생 수} \times \frac{\text{NT과제수행 전임교원 수}}{\text{학과 전체 전임교원 수}}$

표 6-7 나노 관련 학부생 인력 현황(2019년)

구분	학과(개)	나노 인력	
		재적생(명)	재학생(명)
나노학과	39	9,312	6,309
유관학과	496	35,367	24,403
합계	535	44,679	30,712

대학원의 경우, 91개 대학에서 484개 나노 관련 학과가 설치·운영되고 있으며 재적생은 7,694명으로 조사되었다. 석사과정 재적생은 3,654명, 박사과정 재적생은 1,735명, 통합과정 재적생은 2,305명으로 나타났다. 학교별로는 한국과학기술원이 971명으로 가장 많으며 서울대(577명), 연세대(521명), 고려대(491명), 성균관대(474명), 한양대(435명) 순으로 나타났다.

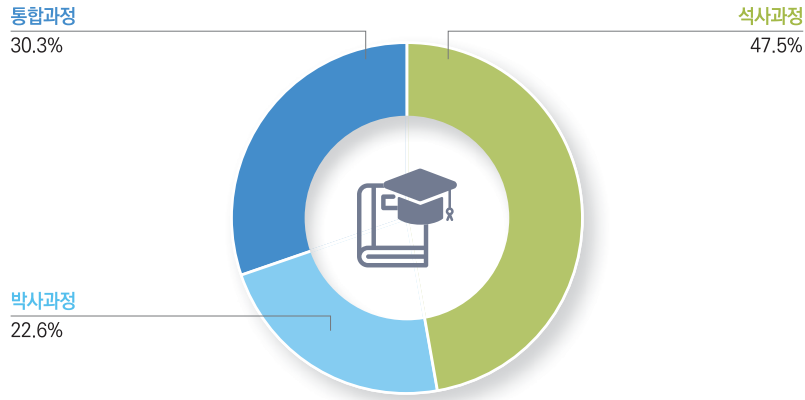
표 6-8 대학원의 나노 관련 학과 현황(2019년)

구분	학교(개)
나노학과 보유 대학원	3
유관학과 보유 대학원	63
나노학과 및 유관학과 보유 대학원	25
합계	91

표 6-9 나노 관련 대학원생 인력 현황(2019년)

구분	나노 인력							
	재적생(명)				재학생(명)			
	석사과정	박사과정	통합과정	합계	석사과정	박사과정	통합과정	합계
나노학과	821	304	334	1,459	800	284	328	1,412
유관학과	2,833	1,431	1,971	6,235	2,721	1,331	1,911	5,963
합계	3,654	1,735	2,305	7,694	3,521	1,615	2,239	7,375

그림 6-9 나노 관련 대학원생의 학위 과정별 비중(2019년)



나노 관련 대학원생의 학위 과정별 비중은 석사과정(3,654명) 47.5%, 석사·박사통합과정(2,305명) 30.0%, 박사과정(1,735명) 22.6%로 나타났다.

나. 공공연구기관 인력 현황

공공연구기관 나노 관련 인력의 경우, 15개 공공연구기관에서 59개 나노 관련 연구조직이 운영 중이며 이를 바탕으로 조사된 나노 관련 인력은 1,474명으로 조사되었다. 공공연구기관 중 한국과학기술연구원(KIST)이 총 378명의 인력을 두고 있어 국내 공공 연구기관 중에서 가장 많은 나노 관련 조직 및 인력을 보유한 것으로 조사되었다.

표 6-10 공공연구기관별 나노 관련 조직 및 인력 현황(2019년)

(단위 : 명)

구분	나노 관련 조직수	연구 인력			연수 인력*	행정 및 기술 인력	합계	비중(%)
		책임급	선임급	원급				
한국과학기술연구원	11	93	73	48	156	8	378	25.6
한국기초과학지원연구원	2	42	37	31	87	11	208	14.1
한국화학연구원	6	50	42	39	65	2	198	13.4
한국전자통신연구	4	52	28	14	8	3	105	7.1
한국세라믹기술원	6	35	22	6	26	15	104	7.1
재료연구소	5	27	20	12	16	2	77	5.2

구분	나노 관련 조직수	연구 인력			연수 인력*	행정 및 기술 인력	합계	비중(%)
		책임급	선임급	원급				
한국에너지기술연구원	4	38	14	8	9	6	75	5.1
한국표준과학연구원	5	28	21	2	21	1	73	5.0
한국기계연구원	3	31	22	0	14	2	69	4.7
한국전기연구원	4	24	13	8	3	12	60	4.1
한국생산기술연구원	4	17	7	10	3	3	40	2.7
전자부품연구원	1	11	1	28	0	0	40	2.7
한국지질자원연구원	1	14	7	0	5	0	26	1.8
한국생명공학연구원	1	7	2	4	0	0	13	0.9
한국원자력연구원	1	4	2	0	2	0	8	0.5
합계	59	473	311	210	415	65	1,474	100.0

* 연수 인력 : 박사후 연구원 인력

직무별로는 연구 인력이 전체 인력(1,474명)의 67.4%인 994명으로 나타났으며, 다음으로 연수 인력(416명)이 28.2%, 행정 및 기술 인력(65명)이 4.4%를 차지하였다. 연구 인력 중 책임급 인력이 전체 연구 인력(994명)의 47.6%인 473명이며, 선임급 연구 인력(311명)이 31.3%, 원급 연구 인력(210명)이 21.1%를 차지하였다.

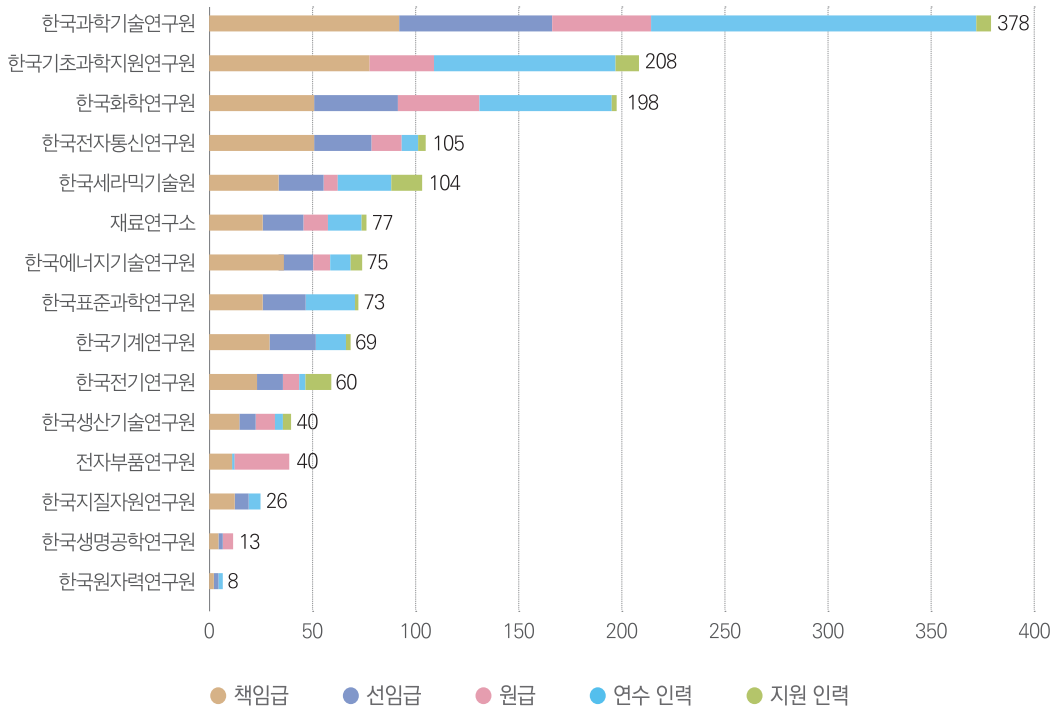
그림 6-10 공공연구기관 나노 관련 인력의 직무·직급별 비중(2019년)



15개 공공연구기관 중 나노 관련 인력이 가장 많은 기관은 한국과학기술연구원(378명)으로 전체의 25.6% 비중을 차지하며, 한국기초과학지원연구원(208명) 14.1%, 한국화학연구원(198명) 13.4% 순으로 많은 인력을 보유하고 있다.

그림 6-11 공공연구기관별 나노 관련 인력 분포(2019년)

(단위 : 명)



다. 인프라기관 인력 현황

나노 관련 인프라기관은 총 11개 기관이며, 나노 관련 인력은 252명으로 조사되었다. 기관별로는 나노종합기술원이 66명의 나노 관련 인력을 보유하고 있어, 국내 인프라기관 중에서 가장 규모가 큰 것으로 조사되었다. 다음으로 나노융합기술원(54명), 나노융합실용화센터(25명), 한국나노기술원(25명), 광주나노기술집적센터(23명) 순으로 나타났다.

표 6-11 인프라기관별 나노 관련 인력 현황(2019년)

(단위 : 명)

구분	연구 인력			연수 인력	행정 및 기술 인력	총합계	비중(%)
	책임급	선임급	원급				
나노종합기술원	14	22	22	2	6	66	25.4
나노융합기술원(포항공과대학교)	9	12	26	7	-	54	20.8
나노융합실용화센터(대구테크노파크)	5	5	15	-	-	25	9.6
한국나노기술원	5	5	15	-	-	25	9.6
광주나노기술집적센터(한국생산기술연구원)	7	4	12	-	-	23	8.8
전남생물산업진흥원	4	2	6	-	2	14	5.4
전북나노기술집적센터(전자부품연구원)	1	4	8	-	1	14	5.4
철원플라즈마산업기술연구원	3	3	5	-	-	11	4.2
경남테크노파크	4	1	5	-	-	10	3.8
울산테크노파크	2	1	5	2	-	10	3.8
대전테크노파크	1	3	3	-	1	8	3.1
합계	55	62	122	11	10	260	100.0

전체 260명의 인력 중 가장 많은 비중을 차지하는 직무는 연구 인력(239명)으로 91.9%의 비중을 차지하며, 연수 인력(11명) 4.2%, 행정 및 기술 인력(16명) 3.8% 순으로 나타났다. 연구 인력 중 가장 많은 인력 수를 갖는 직급은 원급 인력(122명)으로 연구 인력 중 46.9%의 비중을 차지하며, 다음으로 선임급 인력(62명) 23.8%, 책임급 연구 인력(55명) 21.2% 순이다.

그림 6-12 인프라기관 나노 관련 인력의 직무·직급별 비중(2019년)

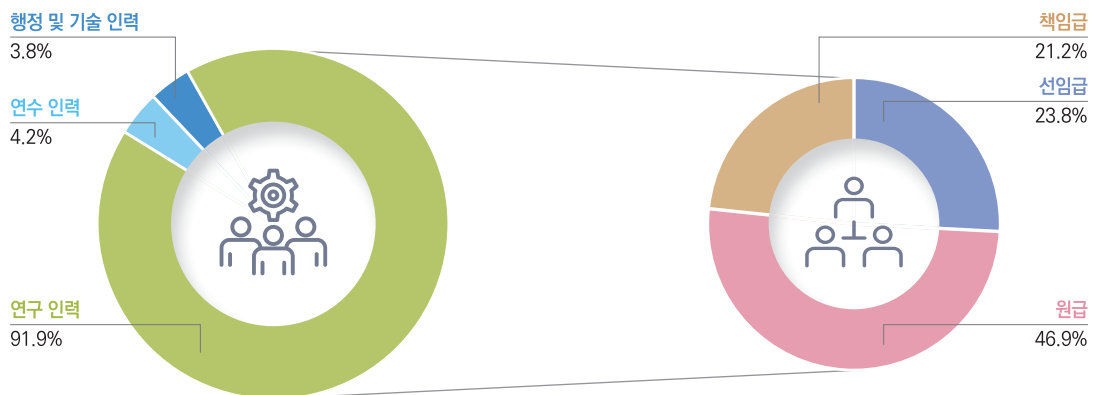
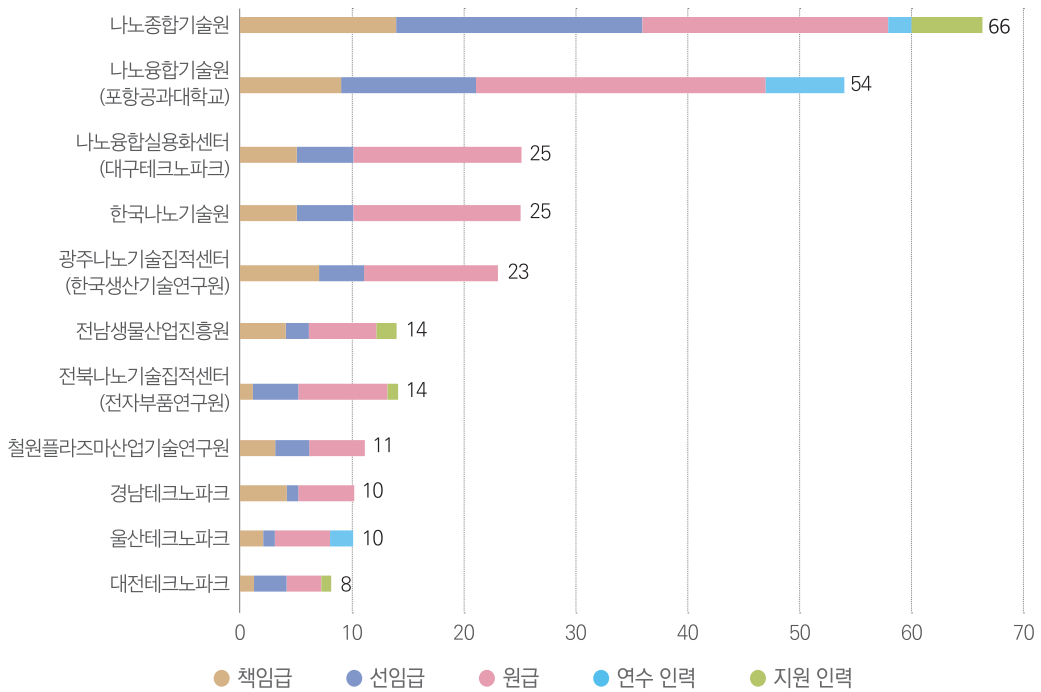


그림 6-13 나노인프라기관별 나노 관련 인력 분포(2019년)

(단위 : 명)



11개 인프라기관 중 나노 관련 인력이 가장 많은 기관은 나노종합기술원(66명)으로 전체의 25.4% 비중을 차지하며, 다음으로 나노융합기술원(54명)이 20.8%의 비중을 보인다. 조사 대상인 모든 인프라기관에서 원급 연구 인력의 비중이 높게 나타나며, 연수 인력과 행정 및 기술 인력은 일부 기관에만 재직하는 것으로 나타났다.

작성자 이윤희(국가나노기술정책센터 연구원)



제2절

나노분야 교육·훈련

1

연구인력 양성 교육(국가나노인프라를 활용한 전문 인력 양성 사업)

나노분야 핵심 인력 육성을 통한 나노기술 개발의 효율화 및 연구능력 향상을 위해, 나노기술 연구협의회와 나노인프라기관(나노종합기술원, 한국나노기술원, 나노융합기술원, 광주나노기술 집적센터, 전북나노기술집적센터, 나노융합실용화센터)은 각각 이론 교육과 실습 교육을 담당하여 실시하고 있다. 지난 10년간 나노분야 인력양성사업의 지속적인 추진으로, 교육생의 수요와 실습 교육기관의 참여도가 확대된 유일한 나노분야 전문인력양성 프로그램으로 진행되고 있다.

2019년에는 나노소자·공정(74명), TEM심화(40명), 나노소자구조 제작기술(12명), 인쇄전자개론(10명), 광소자제작공정(11명), 초당센서 제작기술(10명), LED소자 제작기술(24명), 나노 측정·분석(57명), 태양전지(36명), 플렉서블 유기소자 제작기술(24명), 나노 분광학(55명), OLED(37명)를 주제로 총 12개 과정에 대해 이론 교육을 실시하였으며, 6개 나노인프라기관과 연계하여 실습 교육을 실시하였다.

2019년 교육생을 대상으로 한 설문조사 결과, 취업 및 진학(연구)에 도움이 되었던 이론 교육으로 소자공정 및 측정분석 과정인 ‘CORE 프로그램’을 꼽았으며 향후 교육 기회의 확대를 희망하는 의견이 많았다.

■ 2019년 교육 실적 : 총 12개 과정, 390명 참여

교육명	교육일	교육 내용	교육생(명)
소자·공정 이론 교육	2019.01.23~25	나노전자개론, 광소자개론, 박막공정, 리소그래피기술, 식각공정, 도핑공정, 화합물반도체기술, 실리콘소자 등	74
측정·분석 TEM심화 이론 교육	2019.03.12	TEM영상 형성과 회절기초, CBED, STEM	40

교육명	교육일	교육 내용	교육생(명)
나노소자구조 제작기술 이론 교육	2019.04.29	나노소자구조 제작기술 개론, 나노열전소자, 나노반도체 소자의 과거·현재·미래	12
인쇄전자개론 이론 교육	2019.05.07	인쇄전자 동향 및 응용 분야, 잉크젯 프린팅 공정, R2R공정	10
광소자 제작공정 이론 교육(1차)	2019.05.21~22	광소자 제작원리 및 특성, 패키징에 따른 손실 측정원리, 광통신소자 세계시장 현황 및 기술개발단계	6
광소자 제작공정 이론 교육(2차)	2019.10.21~22	광소자 제작원리 및 특성, 패키징에 따른 손실 측정원리, 광통신소자 세계시장 현황 및 기술개발단계	5
첨단센서 제작기술	2019.06.18	첨단센서 개론, 반도체 기반 투명 유연 가스센서 기술, Si CMOS공정 기술을 이용한 나노센서 응용기술, 생체모방 공학 기반 멤스기술	10
LED소자 제작기술 이론 교육	2019.06.19	LED 에피성장기술, 박막증착기술, 리소그래피기술, 식각 기술	24
측정·분석(Microscopy) 이론 교육	2019.07.08~10	SEM, TEM, FIB, SPM	57
태양전지 이론 교육	2019.08.13	태양전지 기술입문, 태양전지 소자 모델링, III-V 화합물 반도체, CIGS 및 CdTe	36
플렉서블 유기소자 제작기술 이론 교육(1차)	2019.08.19	플렉서블 장비 개론 및 기술 전망, 프린팅공정, OLED 봉지공정	10
플렉서블 유기소자 제작기술 이론 교육(2차)	2019.08.21	플렉서블 장비 개론 및 기술 전망, 프린팅공정, OLED 봉지공정	14
측정·분석(Spectroscopy) 이론 교육	2019.08.26~27	분광학 개론, PL 및 라만분광법, 적외선 및 테라헤르츠 분광, Ellipsometer, XPS 및 UPS	55
OLED 이론 교육	2019.10.24	유기물 반도체 개론, OLED 디스플레이 개론, OLED 재료 및 소자, QD LED 디스플레이 개론	37

나노소자공정 교육 과정



나노측정·분석 교육 과정(Microscopy)



나노 분광학 교육 과정(Spectroscopy)



나노 OLED 교육 과정



태양전지 교육 과정



LED소자 제작기술 교육 과정



나노소자구조 제작기술 교육 과정



나노인쇄전자개론 교육 과정



나노 플렉서블 유기소자 제작기술 교육 과정



첨단센서 제작기술 교육 과정



Nano-OnE(온라인교육)

나노 관련 기초 및 전문 지식 보급을 위해, 나노 관련 학·연·산을 대상으로 다양한 온라인 프로그램을 진행하였다. ‘e-Journal Club’에서는, 저명한 학술지에 게재된 최신 연구 논문에 대한 저자 강연을 통해 해당 분야의 최신 연구 동향에 대한 이해도를 높이고자 하였다. ‘e-Tutorial’에서는, 최근 인기 있는 강연 주제에 대한 집중 강연을 통해 학부생 및 대학원생이 학교에서 접하기 어려웠던 내용에 대한 교육 참여 기회를 제공하였다. ‘나노스타트업’에서는 창업을 준비하는 청년들에게 창업에 성공한 CEO들의 경험에서 나온 창업 준비의 애로사항과 조언을 들을 기회를 제공하였다. 2019년 온라인 강의에 참여한 학생은 총 2,340명이며, ‘수소에너지와 나노기술’을 주제로 한 e-Tutorial 강연이 가장 인기가 많았다. 모든 강의는 나노기술연구협의회 홈페이지(www.kontrs.or.kr)에서 강연 다시 보기를 통해 무료로 이용이 가능하다.

■ e-Journal Club(최신 우수 연구성과 저자 온라인 직강)

- 해외 유명 학술지에 발표된 최신 연구 성과를 저자가 직접 강의하는 온라인 세미나(월 1회)
- 2019년 실적 : 총 12회 개최, 699명 참여

개최 시기	연사	연구 성과 제목	게재 학술지
1월	신형준 교수 (울산과학기술원)	Colossal grain growth yields single-crystal metal foils by contact-free annealing	Science
2월	박제근 교수 (서울대학교)	Magnetism in two-dimensional van der Waals materials	Nature
3월	이광렬 교수 (고려대학교)	Topotactic Transformations in an Icosahedral Nanocrystal to Form Efficient Water-Splitting Catalysts	Advanced Material
4월	김동희 교수 (세종대학교)	Carrier lifetimes of $>1\mu\text{s}$ in Sn-Pb perovskite	Science
5월	김태일 교수 (성균관대학교)	Chronic and acute stress monitoring by electrophysiological signals from adrenal gland	PNAS
6월	이재찬 교수 (성균관대학교)	Isostructural metal-insulator transition in VO_2	Science
7월	한승용 교수 (서울대학교)	Superconducting magnet breaks strength world record	Nature

개최 시기	연사	연구 성과 제목	게재 학술지
8월	이경진 교수 (고려대학교)	Long Spin coherence length and bulk-like spin-orbit torque in ferrimagnetic multilayers	Nature Materials
9월	정명화 교수 (서강대학교)	Long-range chiral exchange interaction in synthetic antiferromagnets	Nature Materials
10월	김상우 교수 (성균관대학교)	Transcutaneous ultrasound energy harvesting using capacitive triboelectric technology	Science
11월	김경록 교수 (울산과학기술원)	Tunnelling-based ternary metal-oxide-semiconductor technology	Nature Electronic
12월	석상일 교수 (울산과학기술원)	Efficient, stable solar cells by using inherent bandgap of a-phase formamidinium lead iodide	Science

■ e-Tutorial(온라인 세미나)

- 최근 관심이 높은 나노 관련 주제에 대해 쉽게 이해를 돕는 온라인 세미나 녹화 강연(연 2회)
- 2019년 실적 : 총 2개 주제, 1,238명 참여
- 주제1 : 수소에너지와 나노기술

구분	주제	강연 내용	연사
1	수소생산 나노촉매	수소경제의 개념, 전기분해를 이용한 수소생산 나노촉매의 설계 및 응용	주상훈 교수 (울산과학기술원)
2	수소 연료 전지	차세대 수소 에너지를 이용하여 전기를 생산하는 연료 전지와 이를 역으로 이용하여 수소 에너지를 생산하는 전해 전지의 기본적 작동 원리와 특성 소개	박준영 교수 (세종대학교)
3	광전기화학 물분해	태양광 물분해를 통해 청정에너지원으로 수소를 생산하는 광전기화학 전지의 전반적인 소개와 나노기술 응용	장호원 교수 (서울대학교)

- 주제2 : 나노실험 연구자를 위한 계산과학

구분	주제	강연 내용	연사
1	나노소재 연구를 위한 계산과학	나노소재의 신뢰성 있는 물성 해석에 활용되는 제일원리계산 이론 (범밀도함수론) 및 가장 많이 사용되는 제일원리계산 프로그램	김한철 교수 (숙명여자대학교)
2	나노소자 연구를 위한 계산과학	나노소자 연구를 위한 계산과학 배경 이론 및 방법론에 대한 리뷰, 소자 특성 분석 및 예측을 위한 시뮬레이션 툴 사용 소개	신민철 교수 (한국과학기술원)

■ 나노스타트업(창업으로 성공한 CEO 성공사례 인터뷰)

- 나노기술 산업 분야의 예비 창업인들에게 창업 동기부여와 가이드를 제공하기 위한 전문가 인터뷰
- 2019년 실적 : 총 3회 개최, 403명 참여

구분	주제	연사
1	나노분야 창업 성공 CEO 인터뷰	임형섭 대표(석경에이티)
2	나노분야 창업 성공 CEO 인터뷰	강득주 대표(제이오)
3	나노분야 창업 성공 CEO 인터뷰	정세영 대표(엔트리움)

INTERVIEW



(주)석경에이티
임형섭 대표



(주)제이오
강득주 대표



(주)엔트리움
정세영 대표

작성자 박혜선(나노기술연구협의회 차장)



기업체 맞춤형 전문인력 양성(나노융합기술인력양성사업)

나노기술이 산업 현장으로 급속히 확산됨에 따라 나노공정·측정·장비의 ‘연구(보조)인력, 오퍼레이터, 테크니션’ 등에 대한 기업 수요는 증가하고 있으나, 현재 특성화고등학교와 같은 교육기관은 첨단 나노장비 전문 교육 인력 등이 부족하여 기업에서 필요로 하는 전문인력 양성에 어려움이 있었다. 이를 해결하기 위해 시설·장비·전문인력 등을 보유한 나노인프라기관이 나노기술 전문인력 양성 교육을 2013년부터 실시하게 되었다.

‘나노융합기술인력양성사업’은 지역의 특정 산업 육성을 위한 사업이며, 전국에 분포되어있는 나노인프라기관*의 최첨단 시설 및 인력을 활용하여 나노공정 및 측정·분석 분야의 기업이 필요로 하는 교육을 실시하였다. 특성화고등학교 재학생을 대상으로 하며, 산업통상자원부, 6개 지방자치단체, 5개 지방교육청이 공동 협력하여 추진하고 있다.

* 나노종합기술원(대전), 한국나노기술원(경기), 나노융합기술원(경북), 나노기술집적센터(광주), 나노기술집적센터(전북), 나노융합실용화센터(대구)

그림 6-14 나노융합기술인력양성사업 추진 체계



■ 사업 특성

- 지역의 특정 산업 육성을 위해 산업통상자원부, 지방자치단체(6개), 지방교육청(5개), 지역 기업이 업무협약(MOU)을 체결하여 추진
 - 범국가적인 공동협력 사업
 - 지자체와 지방교육청의 사업비 지원(매칭 투자)
 - 예산 지원(매칭) 비율 : 국비(60%), 지자체(20%), 교육청(20%)
- 특화 교육 시스템 운영
 - 멘토링제 : 실습 교육 시, 1:1 또는 1:2의 멘토링제 운영
 - 학교 교육 시스템 준용(담임교사제, 시험평가)
- 6개 인프라기관이 협력체계를 구축해 기관별 특화 분야를 고려한 기업 맞춤형 교육 프로그램 개발부터 교육, 취업 지원까지 체계적으로 지원
 - 기관별 특화 분야 : 나노종합기술원(실리콘계 나노소자), 한국나노기술원(화학물계 나노소자), 나노융합기술원(나노소자·재료), 광주나노기술집적센터(광소자), 나노융합실용화센터(나노소재·부품)

표 6-12 ○ 업무협약(MOU) 체결 기업 현황

지역	기업 분류	비율	기업명
대전	대기업	-	
	중견기업	10%	(1개 기업) 실리콘웍스
	중소기업	90%	(9개 기업) 디엔에프, 바이오니아, 아이쓰리시스템, 나노신소재, ABC나노텍, 텔트론, 하이테스, NCD, 웨이웬텍
경기	대기업	37%	(7개 기업) 삼성전자, 삼성전기, 삼성엘이디, LG이노텍, LG실트론, SK하이닉스반도체, 서울반도체
	중견기업	10%	(2개 기업) 서울옵토디바이스, 주성엔지니어링
	중소기업	53%	(10개 기업) 마이크로인피니티, 센플러스, 한빔, 메리테크, 엘디스, 에이엠에스티, 아이티에프, 지이센싱코리아, 크루셜텍, 파크시스템스
경북	대기업	-	
	중견기업	-	
	중소기업	100%	(11개 기업) 파워솔루션, 알파플러스, 브이엔티, 팩토이앤씨, 제위드, 어플라이드카본나노, 유시스텍, 에이치엠티, 동양산업, 이코니, 프로템
광주	대기업	-	
	중견기업	-	
	중소기업	100%	(10개 기업) 글로벌광통신, PPI, 큐닉스, 링크라인아이앤씨, P-Cube, 휴먼라이트, 고려오토론, 큐시스, 오이솔루션, 신한포도닉스

지역	기업 분류	비율	기업명
전북	대기업	-	
	중견기업	20%	(2개 기업) 광전자, 오디텍
	중소기업	80%	(8개 기업) 옵토웰, 엘지엘스, 울트라, 프로파워, 테크윈, 원광이엔텍, 나노솔루션, 이마젠코리아
대구	대기업	-	
	중견기업	11%	(3개 기업) 희성전자, 태양기전, 삼익THK
	중소기업	89%	(25개 기업) 다이온, 쌍용머티리얼, 에스앤에스텍, 엘앤에프, 인터테크, 지텍, 현대기전, 태창공업, 예코맥스, 금오이엠에스, 크레진, 거림테크, 한국이엔에스, 맥스필름, 맥테크, 반도, 엔티솔라그라스, 설텍, 베사, 씨아이에스, 나노필름, 진영R&S, 성림첨단산업, 에스티아이, 울텍
전국	대기업	8%	삼성전자 등 7개사
	중견기업	9%	실리콘웍스 등 8개사
	중소기업	83%	디엔에프 등 73개사

■ 사업 운영

● 교육생 선발

- 주관기관별 공고에 의한 선발
- 교육청에서 학생선발을 지원하는 경우 공고 생략 가능

● 프로그램 구성

- 이론 교육(기초기술 교육, 소양 교육), 실습 교육(장비 교육)
- 전체 교육 과정의 75% 이상을 실습 교육으로 구성
 - 이론 교육 : 기초소양, 나노공정 및 측정분석 기술 이론, 품질 교육 등
 - 실습 교육 : 나노공정 및 측정분석 장비 실습(장비 활용 최소 2종 숙련)
 - 기타 : 직업소양 교육, 직업 진로지도, 취업 상담(서류·면접·적성검사 전형) 등

● 프로그램 운영

- 교육 기간(5개월), 교육 시간(총 580시간 이상)

표 6-13 교육 프로그램 개요

주관기관	교육 프로그램	교육 기간(교육 시간) *1회 기준	교육 인원	비고
나노융합기술원 (포항공과대학교)	이론 및 실습	5개월 (580시간 이상)	63명	연 2회
한국나노기술원	이론 및 실습	5개월 (580시간 이상)	58명	연 2회
나노종합기술원	이론 및 실습	5개월 (580시간 이상)	40명	연 1회
광주나노기술집적센터 (한국생산기술연구원)	이론 및 실습	5개월 (580시간 이상)	19명	연 1회
나노융합실용화센터 (대구테크노파크)	이론 및 실습	5개월 (580시간 이상)	25명	연 1회
합계			205명	-

■ 교육 프로그램

● 나노융합기술원(포항공과대학교)

구분	교육 과정	세부 내용
이론 교육	청정도 및 안전 교육	• 청정실 내 안전을 위한 기초 이론 교육 • 화학약품에 대한 안전 교육 • 비상시 대처 방법 교육 • 소방 및 지진 대피 훈련
	나노 기초 교육	• 나노기술 기초 교육 • 원자의 구조와 화학결합 기초 교육 • 결정의 구조와 결합 기초 교육 • 금속, 세라믹 재료 기초 교육 • Si 구조 및 제조 방법 교육 • 전자소자 기초 교육 • 저분자 및 고분자 유기재료 교육 • 전기적, 광학적, 자기적, 기계적 특성 교육 • MEMS 개요, 응용 교육
	반도체공정 이론 교육	• 반도체 개요 • 반도체 제조 환경 및 공정 • 반도체 제조공정 - 포토 • 반도체 제조공정 - 에칭 • 반도체 제조공정 - 박막 • 반도체 제조공정 - 확산
	디스플레이 이론 교육	• 디스플레이 개요 • 디스플레이 공정 • 디스플레이 응용
	측정분석 장비 이론 교육	• 분석 장비 FIB 이론 교육 • 분석 장비 SEM 이론 교육 • 분석 장비 AFM 이론 교육 • 분석 장비 APT 이론 교육 • 분석 장비 SIMS 이론 교육 • 분석 장비 TEM 이론 교육 • 시편 준비 방법 이론 교육

구분	교육 과정	세부 내용	
실습 교육	반도체 공정 장비 실습 교육	- 반도체 제조공정 - 포토 장비 실습 - 장비 : Stepper, Spin coater, mask aligner 등 - 반도체 제조공정 - 에칭 장비 실습 - 장비 : ICP_Etcher, Si_Etcher 등	- 반도체 제조공정 - 박막 장비 실습 - 장비 : PE-CVD, ALD, Wet station 등 - 반도체 제조공정 - 확산 장비 실습 - 장비 : Furnace, RTP, Ion implant 등
	디스플레이 장비 실습 교육	- 디스플레이 제조공정 실습 - 장비 : OLED Evaporation System 등	
	측정분석 장비 실습 교육	- 성분 분석 장비 실습 - 장비 : APT, SIMS, EDS - 표면 분석 장비 실습 - 장비 : AFM, SIMS	- 구조 분석 장비 실습 - 장비 : TEM, SEM - 시편 준비 방법 실습 - 장비 : FIB, Sample Pre.
	전력반도체 기업 맞춤형 교육	디스플레이 및 태양광 기업체 맞춤형 집중 실습 교육	
기타	기초소양	- 고교생이 알아야 할 생활 금융 - 현장실습에 필요한 노동법과 산업안전 - 미래의 직업교육과 직업인의 자세	- 인생 목표 설정의 중요성 - 기업가 정신과 4차 산업혁명
	취업 교육	- OPEN MIND 21C 이미지 메이킹 - 사회초년생의 매너와 에티켓 - 이력서, 자기소개서 작성 - 스피치의 중요성 - 취업 면접 훈련 1~5	- 진로프로파일 작성 - NCS(국가직무능력표준)에 대한 이해 - NCS 기반 채용 모의면접 - 기업체 특강 - 취업박람회 참가, 현장견학
	방과후 활동	무한상상 창의과학문화 교육	3D 프린팅 자격증 교육

● 한국나노기술원

구분	교육 과정	세부 내용
이론 교육	직업기초과정	- 직장예절, 성희롱 예방, 리더십 등 직업 기초 교육 - 이력서 작성 요령, 모의 면접 등 취업 진로 지도 - 기초과학, 컴퓨터 활용능력 등 기초역량 향상 교육 - 취업 박람회, 관련 전시회 참석 등 체험 활동
	나노반도체 기초과정	- 나노기술 개론 및 융합기술 - 나노반도체 기초 교육 - 청정실의 이해, 청정실 안전 및 ESH 교육 - 소방안전 및 비상대피 훈련 교육
	나노공정 장비과정	- 기본측정 장비 이론 교육 - Lithography, Etch, Deposition 등 나노공정기술 이론 교육 - SEM, AFM, TEM, FIB 등 나노 측정 분석 기술 교육 - FAB 설비, 진공 시스템 교육
	나노소자 제작과정	- 태양전지 개요 및 제조기술 교육 - TFR 소자 개요 및 제조기술 교육 - LED 소자 개요 및 제조기술 교육
실습 교육	나노공정 장비과정	- 기본 장비 실습 및 Wafer Handling 등 FAB 기본실습 교육 - 멘토-멘티 공정 장비 교육 - Lithography 공정실습 : Auto/Manual Aligner, Track, Stepper, E-Beam Lithography 등 - Etch공정 실습 : Etcher, Asher, Lift Off machine, Wet Station/Bench 등 - 박막공정 실습 : Evaporator, Sputter, HDP-CVD, PECVD, RTA 등 - 측정 분석 실습 : SEM, Spectrophotometer, AFM 등 - 후공정 실습 : Back Grinder, Expendor, Dicer, Polishing, lapping 등
	나노소자 제작과정	- 태양전지 소자를 활용한 KIT 제작 실습 - TFR 소자 제조 실습 - Run Sheet을 토대로 Lithography, Etch, Deposition, 후공정 등 장비를 활용한 조별 소자 제작 실습 - LED 소자 제조 실습 - Run Sheet을 토대로 Lithography, Etch, Deposition, 확산, 후공정 등 장비를 활용한 조별 소자 제작 실습
	전문실습과정	- 공정 장비 과정 - Lithography, Etch, Deposition, Diffusion, 측정분석 등 공정 실습 과정 - CMOS 제작 과정 - Lithography, Etch, Deposition, 확산, 후공정 등 장비를 활용한 소자 제작 실습

우리나라
나노기술 정책

국외 나노기술
정책 동향

나노기술 연구개발
투자 및 성과

나노
산업 현황

나노
인프라 현황

제6장

인력양성 및
교육·훈련

나노안전성
및 표준화

나노관련
행사·활동

국제 협력
활동

국민 이해 및
지식 확산

부록

● 나노종합기술원

구분	교육 과정	세부 내용
이론 교육	청정도 및 안전 교육	• 청정실 내 행동 요령 등에 관한 교육 • 청정실 내 안전을 위한 기초 교육 • 비상시 대처 방법 교육
	나노·반도체 기초 교육	• 반도체란 무엇인가 • 나노·반도체 분야에 활용되는 기초용어 • 반도체 제품, 반도체는 어디서 만들어지는가
	장비 및 나노 반도체 공정이론	• 나노·반도체 구조공정, 소자공정, 측정분석, 바이오 등 기초 교육
	반도체 장비 부품 교육	• 반도체 장비 sub components 교육 - 진공 기초, 배관부품, Gas Scrubber, 고주파 전원 발생장치 기초, Mass Flow Meter 기초
	주제연구발표 Contest	• 교육에 대한 자신의 생각과 자신의 꿈에 대해 발표
	인성 및 직무능력 교육	• 올바른 인성 함양을 위한 교육 • 올바른 직장생활 함양을 위한 교육
	취업 교육	• 이력서 작성 요령 • 취업 면접 방법 • 취업박람회 참가
	3D 프린팅 교육	• 연수생들의 창의성과 아이디어 증진
실습 교육	청정도	• 방진복 착용 방법 교육 • 랩 내 올바른 근무 자세 숙지
	기초실습	• 나노종합기술원 공정장비 기초 체험 - 노광 장비 : E-Beam Lithography, Scanner, Stepper - 식각 장비 : Etch System - 확산 장비 : Furnace, RTP - 박막 장비 : Sputter, PECVD, CMP • 나노종합기술원 측정분석 장비 기초 체험 - 장비 : SEM, TEM, FIB • 나노종합기술원 바이오장비 기초 체험 - 장비 : 바이오 칩 제작, Confocal microscope 등
	심화실습	• 각 분야별 장비 1:1 멘토 교육 • 공정작업 이해, 장비 조작법 실습 • 장비오퍼레이션 테스트
	현장견학	• 직업체험프로그램 참가 • 과학창의체험프로그램 참가 • 직업체험프로그램 참가

● 광주나노기술집적센터(한국생산기술연구원)

구분	교육 과정	세부 내용	
이론 교육	클린룸 및 안전 교육	클린룸 입실 및 안전 교육	클린룸 내 산업안전 교육
	나노·반도체 기초 교육	- 반도체 공정 필요성과 이해 - 진공의 이해와 나노공정에서의 중요성 - Photo 공정의 이해 및 응용 - 측정·분석 장비 기초 및 응용	- 박막 증착 공정 기본 이론 - 반도체 공정장비 기본 이론 - OLED·태양전지 기초 및 응용
실습 교육	공정장비 교육	- 나노 공정 과정 실습 교육 - 광통신/광소자 공정 실습 - OLED조명소자 공정 실습 - 태양전지 제조 공정 실습	- 증착공정 장비 실습 - 장비 : In-line sputter, PE-CVD, Organic evaporator, E-Beam evaporator, ALD 등
	측정분석 장비 교육	- 나노 측정분석 장비 실습 교육 - 측정분석 장비 실습 - 장비 : FE-ESEM, FIB, HR-XRD, Ellipsometer, Alpha step, AFM 등	
기타	기본 소양 교육	근로기준법 및 산업안전 교육 특강	인문학 소양 및 생활경제 교육
	취업 교육	- 현장직무에 필요한 현장실습 및 NCS특강 - 실전면접준비 특강	성공취업을 위한 진로 교육

● 나노융합실용화센터(대구테크노파크)

구분	교육 과정	세부 내용	
이론 교육	클린룸 안전교육	클린룸 내 안전을 위한 기초 이론 교육	비상시 대처방법 교육
	나노·반도체 기초 교육	- 나노기술 기초 교육 - 나노소재 분석 및 평가 이론 - 신재생 에너지 기술 및 분야	- 나노융합정의 및 나노융합산업 개요 - 나노기술의 응용 분야 - 나노 미래 유망 기술
실습 교육	공정장비 교육	- 디스플레이용 박막코팅 공정 교육 - 장비 : 열증착 시스템, 몰투를 시스템, 레이저 패터닝 시스템, 고정세패턴, 프린트 얼라이너 - 반도체소자 제조공정 교육 - 장비 : ICP-RIE, 클린룸시스템 - 공정이해기본 3D 프린팅	
	측정분석 장비 교육	- 품질관리를 위한 분석기법 및 해석 교육 - 장비 : SEM&FIB, 열분석시스템, 알파스텝	
기타	기초소양	직장 내 예절 및 직장인 소양 교육	인성 및 비전 소양 교육
	취업 교육	- 취업자신감 향상 교육 - 취업서류 작성 교육 - 취업 면접 방법	- 올바른 직장 선택 방법 - 취업박람회 참가, 현장견학
	현장탐방 교육	나노기술전시회 참가	나노 기업탐방

■ 사업성과

● 정량적 성과

구분	2017년	2018년	2019년
수료율	95%(225명/237명)	100%(210명/210명)	96%(197명/205명)
취업률	83%(186명/225명)	70%(147명/210명)	74%(143명/197명)

● 언론 홍보(전자신문, '19.12.29)

쑥쑥 자라는 현장 맞춤형 인재... '안전교육' 강화

나노융합기술인력 양성사업

7년여간 특성화고 학생 대상 진행
수료생 1402명 중 80% 취업 성공

나노 중소기업에 우수인력을 공급하는 '나노융합기술인력양성사업'이 새로운 교육 방향으로 '안전'을 제시하며 관련 교육을 강화했다. 학생 실습교육 내 다양한 안전 활동을 강화한 교육으로 200명 가까운 추가 수료생을 배출할 예정이다.

전국 나노인프라 기관이 모여 구성된 국가 나노인프라협의체는 올해 총괄 주관한 나노융합기술인력양성사업에 안전교육 과정을 대폭 확대했다.

이 양성사업은 산업통상자원부가 나노인프라 기관, 여섯 개 지방자치단체, 다섯 개 지방교육청 등과 공동 협력해 추진하는 기업·산업 현장 맞춤형 기술인력 양성사업이다. 수원에 위치한 한국나노기술원을 비롯해 대구테크노파크 나노융합실용화센터(대구), 나노종합기술원(대전), 포스텍 나노융합기술원(포항), 한국생산기술연구원 광주나노기술집적센터(광주) 등이 주축이다.

특성화고 재학생을 타겟으로 부족한 국가 기반 나노기술 인력으로 양성하는 것이 목표로,



나노융합기술인력양성 사업 교육생이 측정분석 과정을 학습하고 있다.

이전부터 꾸준히 안전에 주안점을 뒀었다. 그러나 지난해 직업교육훈련촉진법 개정 등으로 안전 보호에 역점을 둔 현장실습 강화 움직임이 일면서 더 많은 대비책을 마련했다.

팹(FAB)을 비롯한 위험시설 자체 소방안전 대피 훈련시 사업 교육생을 참여연계시켰고, 시설안전과 유독가스 등에 대한 안전 교육도 강화했다.

학생들이 기초교육을 이수할 때 안전교육을 실시, 연수성적에 반영토록 했고 각 교육과정마다 안전교육을 필수로 채택했다. 하이닉스를 비롯한 국내 대기업 안전 체험활동도

연계해 실시했다.

국가나노인프라협의체는 새해 이후에도 새로운 안전 활동 강화 방안을 추가로 마련할 방침이다.

이런 교육을 받은 올해 인력양성사업 교육생은 총 210명이다. 새해 1월을 기점으로 전국 5곳 나노인프라기관에서 교육이 종료되는 가운데, 현재 기준 197명이 정식 수료할 전망이다.

이 가운데 125명 인원이 새롭게 안전의식을 더한 현장 인력으로써 이미 취업을 결정지었다. 나노인프라 협의체는 전체 75% 수준인 150명 선으로 취업 인원을 확대하겠다는 계획이다. 지속적인 기업현장 방문과 취업지원활동에 나선다.

사업을 시작한 2013년부터 지난해까지 총 1460명이 교육에 참여해 1402명이 수료했다. 취업인원은 수료인원 대비 80% 수준인 1134명이다.

올해에도 사업에 대한 기업 반응은 매우 좋다. 김원규 스탠포드첨팩코리아 대표는 "나노융합기술인력양성사업 출신 특성화고교생은 반도체에 관련한 지식을 미리 습득하고, 업무를 인지하고 있어 훨씬 쉽게 적응한다"며 "새해에도 더 많은 생산인력이 필요해 배출 인력을 우선 채용할 계획"이라고 말했다. 대전=김영준기자 kyj85@etnews.com

작성자 이경엽(국가나노인프라협의체 사무국장)



제7장

나노안전성 및 표준화

제1절

나노안전성

제2절

나노표준화

제7장

나노안전성 및 표준화



나노안전성

나노기술의 발전과 더불어 제기된 나노물질의 잠재적 위해성은 그 여부가 아직 논란의 대상이며, 이를 객관적이고 과학적인 방법으로 판단하기 위한 연구가 필요하다. 아울러 유해물질과 관련된 기존의 규제 또는 관리체계가 나노물질의 잠재적 위해성으로부터 작업자와 소비자, 환경을 충분히 보호할 수 있을지는 명확하지 않다.

새로운 기술이 나타나고 이용될 때 내재하는 유해성에 대한 정부의 개입과 관리 노력은 사회의 안전과 산업의 발전 측면에서 정부와 산업체 및 민간단체 간의 논쟁을 불러일으킨다. 또한, 환경을 고려한 지속적 경제발전 추구의 측면에서 나노기술 혁신을 통한 산업화와 이에 대한 관리 및 규제가 균형을 이루고 있는지 판단하는 것은 어려운 일이다.

7장 1절에서는 나노물질의 국내외 정의, 환경·보건·안전(EHS)에 관한 국내외 정책과 규제 동향을 알아보고, 나노기술이 사회에 미치는 윤리적·법적·사회적(ELSI) 영향의 최근 국내외 동향을 소개한다.

국내외 나노물질 정의 현황

국제기구와 주요 선진국에서 규제하고 있는 나노물질의 정의는 다음과 같다.

- **국제표준화기구(ISO)** : 적어도 하나 이상의 외형 크기 또는 내부·표면구조가 나노 규모(1~100nm)인 물질을 나노물질로 정의하며, OECD는 ISO의 정의를 준용하여 사용¹⁾
- **유럽연합** : 결합하지 않은 상태 또는 응집·응결체로서 개수·크기 분포가 50% 이상이며 크기가 ~100nm 범위인 입자를 나노물질로 정의하며, 의도적 제조, 인위적 생성, 자연적 발생물질을 모두 포함²⁾
- **미국** : 의도적 제조에 따라, 하나 또는 그 이상의 차원이 나노 규모인 모든 입자, 물체 또는 물질을 나노물질로 정의
- **캐나다** : 하나 이상의 외형크기 또는 내부·표면구조가 나노 규모(1~100nm)이거나, 모든 차원에서 나노 규모보다 작은 물질, 또한 나노 규모보다 크지만 하나 또는 그 이상의 나노 규모 특성 및 현상을 보이는 구성 물질, 성분 또는 구조 물질을 모두 나노물질로 정의³⁾
- **호주** : 나노 규모에서 독특한 특성 또는 특수한 조성을 가지며 의도적으로 생산·공정된 물질이거나, 적어도 하나 이상의 외형크기 또는 내부·표면구조가 나노 규모(1~100nm)인 물질을 나노물질로 정의⁴⁾
- **프랑스** : EU 규제 No. 1907/2006 제3조에 따라 나노물질을 정의하며, 나노 규모에서 의도적으로 생산되거나 결합하지 않은 상태로, 응집·응결체 입자를 포함하며 최소한의 개수·크기분포를 포함하는 3차원의 외형치수 중 최소 1차원 이상이 1~100nm 크기 범위인 것을 의미

1) ISO/TS 80004-1:2015(en) Nanotechnologies — Vocabulary — Part 1: Core terms

2) 2011/696/EU

3) Health Canada's Working Definition for Nanomaterial

4) NICNAS working definition for 'industrial nanomaterial'

표 7-1 국제기구 및 주요 선진국의 나노물질 정의 현황

구분	관련 법령·지침	정의 항목					
		크기(nm)	비표면적 (m ² /cm ³)	크기분포	응집/집적	독특한 특성	적용범위
국제기구							
OECD	나노물질작업반 (WPMN)	1~100	-	-	-	-	의도적 제조 인위적 생성 자연적 발생
ISO	ISO/TS	1~100	-	-	-	-	
주요 선진국							
미국	독성물질관리법 (TSCA)	1~100	-	10% 이상	고려	포함	의도적 제조
	살충제·살균제·살서제에 관한 연방법령(FIFRA)	1~100	-	10% 이상	고려	포함	
유럽 연합	Commission Recommendation	1~100	60	50% 이상	고려	-	의도적 제조 인위적 생성 자연적 발생
	살생물제법 (Biocide Regulation)	1~100	-	50% 이상	고려	-	자연적 발생 의도적 제조 비활성 물질
프랑스	MEEDTL	1~100	-	50% 이상	고려	-	의도적 제조
캐나다	캐나다 보건부 (CEPA)	1~100	-	-	-	포함	의도적 제조 인위적 생성
호주	화학물질신고평가법 (NICNAS)	1~100	-	10% 이상	고려	포함	의도적 제조 인위적 생성

특히 2020년 1월, 유럽연합(EU)은 ‘나노물질의 정의에 대한 유럽집행위원회 권장 사항 이행을 지원하기 위하여 검증되고 표준화된 방법에 기반한 통합 접근법 개발’ 프로젝트인 NanoDefine에서 세 편의 Joint Research Center(JRC) 보고서 모음인 ‘NanoDefine 분석 매뉴얼’을 발표했다. 이 매뉴얼에 따르면, NanoDefine 프로젝트의 전반적인 목표는 나노물질의 정의에 관한 유럽집행위원회 권고안(2011/696/EU) 이행을 지원하는 것이다. 매뉴얼은 프로젝트가 유럽집행위원회 권고에 따라 해당 물질을 나노물질로 식별할 수 있는 통합적이고 경험적인 접근 방식을 개발한 것인데, (1) NanoDefiner 프레임워크 및 도구, (2) 나노물질 특성 분석 방법의 평가, (3) NanoDefine 프로젝트 내에서 개발된 23개의 표준시험절차(SOP) 제시에 대해 다룬다. NanoDefine 프레임워크 내의 의사결정 흐름은 다음 그림과 같다.

그림 7-1 NanoDefiner Framework 내 의사결정 흐름⁵⁾



국내의 경우, 관련 법상에서 나노물질을 정의하고 있는 선진국과 달리 환경부의 총괄 하에 현재 화학물질관리법 제10조 및 시행규칙 제4조에 따른 화학물질 통계조사에 관한 규정, 화학물질의 등록 및 평가에 관한 법률(화평법), 생활화학제품 및 살생물제 안전관리법(화학제품안전법)에 따라 나노물질을 정의하고 있다.

표 7-2 국내 나노물질 정의 현황

구분	정의	비고
화학물질관리법	'나노물질'이란 3차원의 외형치수 중 최소 1차원 이상이 나노 크기(1~100nm)인 1차 입자 또는 비표면적이 60m ² /cm ³ 이상인 의도적으로 제조된 것 말한다.	화학물질 통계조사에 관한 규정 (환경부 고시 제2015-191호)
화학물질의 등록 및 평가에 관한 법률	3차원의 외형치수 중 최소 1차원의 크기가 1~100nm인 입자의 개수가 50% 이상 분포하는 물질 또는 3차원의 외형치수 중 최소 1차원의 크기가 1nm 이하인 풀러렌(fullerene), 그래핀 플레이크(graphene flake) 또는 단일벽 탄소나노튜브를 말한다.	화평법 시행령 제2조 7호(정의)
생활화학제품 및 살생물제 안전관리법		화학제품안전법 제3조 10호(정의)

5) The Nanodefine Methods Manual, JRC, 2020

가. 나노안전성 관련 국제 협력

(1) OECD WPMN(OECD 제조나노물질 작업반)

경제협력개발기구(OECD)는 사무국 산하에 화학물질위원회와 환경정책위원회를 두고 있다. 2005년 6월에 화학물질위원회와 환경정책위원회 산하의 화학물질, 농약 및 생명공학 작업반과의 합동 회의에서 관련 분야의 연구가 필요하다는 공감대가 형성되어, 2006년 9월부터 화학물질위원회 산하에 제조나노물질 작업반(WPMN)이 설립되었다.

OECD WPMN에서는 ‘나노물질 특성 분석과 정의 및 용어표준’, ‘나노물질 테스트 방법 및 위해성 평가’, ‘나노안전 관련 정보공유, 협력 및 확산’ 등을 다루고 있다.

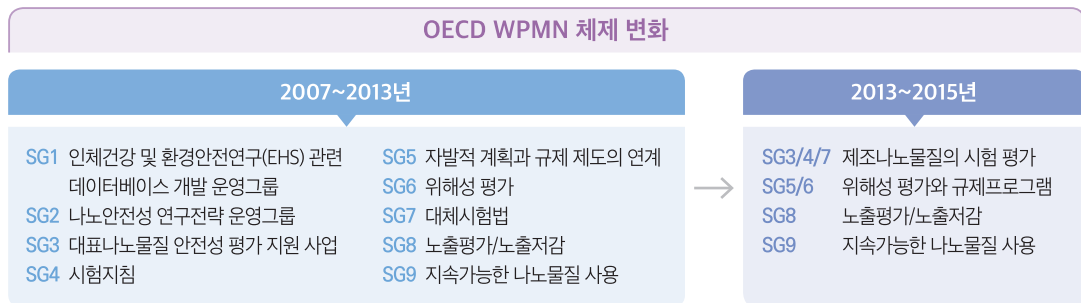
1단계('07~'13)에는 9개 프로젝트 (1) 나노안전성 데이터베이스 개발, (2) 나노소재의 EHS 연구에 관한 전략 개발, (3) 대표 나노물질의 안전성 평가 지원 사업, (4) 나노물질의 OECD 시험지침, (5) 규제 프로그램 및 자발적 규제 계획에 관한 공동협력, (6) 대체 시험법, (7) 위해성 평가, (8) 노출 평가 및 노출 저감, (9) 나노물질 사용을 위한 지속가능한 발전 등이 추진되었다.

표 7-3 OECD 제조나노물질 작업반(WPMN)의 나노물질 평가 지원 사업 현황

물질	주후원국	부후원국	분담국
플러렌(C60)	일본, 미국	-	덴마크, 중국
단일벽 탄소나노튜브	일본, 미국	-	독일, 캐나다, EU, 프랑스, 중국, BIAC
다중벽 탄소나노튜브	일본, 미국	한국, BIAC	독일, 캐나다, EU, 프랑스, 중국, BIAC
은나노	미국, 한국	독일, 캐나다, 호주, Nordic	EU, 프랑스, 중국
철나노	중국, BIAC		캐나다, 미국, Nordic
이산화티타늄	독일, 프랑스	한국, 캐나다, 덴마크, 스페인, BIAC, 미국	중국
산화알루미늄	-	-	독일, 미국
산화세륨	영국, BIAC(NIA), 미국	네덜란드, 호주, 스페인	스위스, 독일, 유럽연합
산화아연	영국, BIAC(NIA)	호주, BIAC(CEFIC), 스페인, 미국	캐나다
이산화규소	프랑스, 유럽연합	한국, BIAC(CEFIC), 벨기에	덴마크
덴드리머	-	스페인, 미국	-
나노클레이	-	-	미국, 덴마크
금나노	남아프리카공화국	미국	한국, EU, 네덜란드

2단계('13~'15)에는 1단계 사업에서 생산된 안전성 평가 자료를 분석·통합하고, 수평적 워크숍을 통해 2015년부터 시작되는 3단계 사업의 주요 목표를 설정하였다. 2단계 평가사업 목표를 '위해성 평가에 기반한 나노물질 규제를 위한 평가와 통합(evaluation and integration)'으로 정하고, 9개의 운영위원회를 SG-TA(시험평가), SG-AP(자발적 규제와 위해성 평가), SG8(노출평가/노출저감 운영위원회), SG9(지속가능한 발전을 위한 나노물질 사용위원회)의 4개 체제로 전환하였다. 1단계에서 운영하였던 9개 위원회를 2단계에 4개 위원회로 통폐합하여 효율성을 높이고자 하였다. 현재는 2017~2020년에 걸친 새로운 OECD WPMN 프로그램이 진행되고 있다.

그림 7-2 OECD 제조나노물질 작업반의 체제 변화



OECD WPMN는 2011년부터 수평적 워크숍을 진행하여 제조나노물질 안전성 평가 사업에서 도출된 결과를 평가하고, 도출된 문제를 특히 기존 OECD 시험지침에 대한 적용성을 검토하고 시험지침 개정을 진행하고 있다.

2018년 2월에 개최된 17차 회의에서는 수환경 중 나노물질의 용해도 측정/변환, 나노물질의 표면 물질 확인 및 정량, 나노물질의 in vitro 피부 과민성 시험법의 적용성, 나노물질의 독성동력학 시험법 개발 등 신규계획서를 심의하고 승인하였다. 그리고 이산화티타늄 나노물질의 유전독성에 대한 그룹화 및 적용사례 연구결과 새로운 시험법(TG318, 412, 413) 발간 등에 관한 보고가 있었다.

2018년 7월에 보고된 OECD 보고서에 따르면, 현재 WPMN은 나노물질의 물리화학적 성질과 관련하여 두 가지 프로젝트에 동참하고 있다. 첫 번째는 제조나노물질의 비표면적의 결정에 대한 새로운 TG 개발이며, 두 번째는 입자크기 및 크기 분포에 대한 새로운 실험 지침 개발이다. 이 프로젝트는 (1) 나노물질의 확인 및 정보 수집, (2) 노출과 전 생애 평가를 위한 물리 화학적 성질 분석, (3) 위해성 평가를 위한 물리화학적 성질 평가와 같은 세 가지 기준을 기반으로 진행된다.

2018년 9월에 열린 나노물질의 물리화학적 성질에 대한 OECD 전문가 회의에서는 11종의 핵심 나노물질(상업용도 기반)에 대한 분석 방법의 평가가 이루어졌다. 위해성 평가와 규제 프로그램

작업은 (1) 제조나노물질의 위해성 평가 및 위해성 관리에 대한 규제적 필요성을 규명, (2) 규제적 위해성 평가 역량 증가를 목표로 한다. 그 외 WPMN은 2012년에 진행되었던 ‘제조나노물질의 위해성 평가에 관한 중요 사항’ 보고서의 첫 개정판에 대해 올해 논의할 계획이며, 캐나다의 주도하에 진행되고 있는 ‘나노물질의 위해성 평가 및 분류에 대한 독성발현경로(AOP) 개선’ 작업에도 참여하고 있다.

이 밖에도 WPMN은 나노물질의 노출 측정 및 노출 감소에 관한 작업과 관련하여 2개 프로젝트를 작업 중이다. 하나는 캐나다에서 진행되는 ‘제조나노물질의 환경 및 소비자 노출 평가를 위한 톨 및 모델 개발’이며, 나머지는 덴마크에서 진행되는 ‘제조나노물질의 작업장 노출 평가에 대한 규제 및 비규제 모델의 준비도 평가’이다.

2019년 12월에 열린 OECD 제조나노물질작업반(WPMN) 및 시험지침서 개발 국가조정자그룹(WNT) 합동회의에서 논의된 주요 내용은 다음과 같다.

● OECD WPMN 2021~2024 계획(영국, HSE)

- 규제 대응 관련 제출 자료에 대한 표준화, 검증된 시험법이 필요하고, 규제기관은 물질 확인, 산업체는 안전기반 설계(SbD)를 선택하는 데 지원
- 6개 목표
 - 1) 새로운 OECD TG, 관련 TG의 업데이트
 - 2) 물리화학적 특성, 유해성, 노출에 대한 그룹화와 Read-Across의 개발 및 연구
 - 3) 위해성 평가에 적용 가능한 방법 개발을 위해 우선순위에 따른 in vitro 시험, 동물시험 축소, 독성발현경로(AOP) 개념 도입
 - 4) 대체 시험법 개발 차원에서 노출평가 모델의 조화, 표준화된 모델의 요구인자 공유
 - 5) 작업자/소비자/환경 노출평가, 노출 저감의 경험 공유(실제 측정전략, 상황별 정보제공)
 - 6) 전 생애 평가(LCA)를 위해 프레임워크로 설명 가능한 제조나노물질 사용
- RA/RM향상(Risk assessment/management), AOP 적용, 체계적 관리를 위한 중앙 시스템 마련
- 미세/나노 플라스틱, 첨단물질, CNT 등에 대한 규제관리
- 첨단물질의 정의, 그룹핑, 나노플라스틱, safe-by-design 등을 WPMN에서 논의가 필요하며, OECD 사무국은 WPMN 업무(2021~2024) 프로그램(안)을 2020년 11월에 결정

● 제조나노물질의 시험과 평가(SGTA, EU JRC)

- 제조나노물질에 대한 TG/GD 작업(WPMN TG 6건, WPMN+WNT TG 15건)은 진행 중이고, WPMN과 WNT의 연계, 통합을 통해 OECD 가이드라인을 개발

- 연구는 나노물질 TG의 지속적인 개발(면역독성, 장기간시험, in vitro, AOP 등), 그룹핑 GD개발, EU 프로젝트 결과 논의(Gracious, Patrols, NanoReg2), 카테고리/Read-across GD개발, 시료준비와 용량측정 지침서 업데이트 등을 추진
- OECD 회원국 사이의 기본인 MAD(상호자료인정) 원칙에 따른 방법론 마련 필요
- 비OECD 기구와 협력, Horizon Europe 2021 시작, ISO/TC 229 등과 같은 표준화 지침 활용, 침단물질 등에 대한 RA/RM 패러다임 등에 대한 논의 필요

● 위해성 평가와 규제 프로그램(SGAP, 캐나다 보건국)

- 2010~2016년까지 규제를 위한 제조나노물질 위해성 평가 워크숍, 설문조사, 위해성 평가의 주요이슈, 우선순위, 그룹화/Read-across 접근 등 6건 보고서 성과
- AOP 방법론 개발(KE확인, KE선정·사례연구, 전문가워크숍), 위해성 평가의 주요사항 업데이트, 규제 측면의 위해성 평가 설문조사, OECD 활동과 협력 등 추진 중
- 향후 과제 발굴을 위해 eNanomapper, caNanolab 등 20여개 나노물질 DB를 분석하여 물성-독성 상관관계, Read-across, QSAR, safe-by-design정보 등 DB메타분석 진행

● 노출 측정과 노출 저감(SG8)(US FDA)

- SG8 목표는 노출량 측정과 노출량 저감을 위한 가이드라인 개발과 정보교환이며, 초기('06~'10)에는 노출 정보교환이 주였으나, 최근('11~'17)에는 노출평가에 집중
- 규제적 노출평가(작업자, 소비자, 환경)를 위해 나노 특이적인 모델의 적합성을 평가하고 있고, 적합 모델 확인을 위한 결정트리 관련 3개 프로젝트가 진행 중('18~)
- 향후 가능한 연구는 5개 영역, 16개 주제를 선정하여, 노출 측정, 노출 저감, 침단물질 노출, 나노플라스틱 노출, 비OECD 프로젝트와 의견 교환

● 안전혁신 기법(Safer Innovation Approach, SIA)(프랑스, BIAC, 네덜란드)

- OECD SIA 작업반 목적은 안전기반 설계(safe-by-design) 개념을 포함한 기술개발, 산업계 이행과 규제 담당자를 돕기 위한 위해성 평가 기법, 프레임워크 개발, 작업반 그룹은 한국 등 13개국 31명 참여하며, 프랑스, BIAC, 네덜란드가 공동 주무국
- 프로젝트 주요 업무는 용어이해(safe-by-design 등), 안전기반 설계(위해성 평가기법, 프레임워크, 계획 등), 예상 관리/규제 준비(인식, 결정을 위한 규제전략)
- 예상되는 결과물은 나노물질, 나노제품에 대한 SIA개념 설명보고서로서 규제 준비 전략, SIA개념의 작업 기술, 산업체를 위한 위해성 평가 기법과 프레임워크, 규제 준비 목록, SIA 적용을 위한 제약, 이행의 검토 등

- 프로젝트는 2018년 4월에 시작하여, 규제준비, 신뢰하는 환경의 작업기술 개발('18.12), SIA 설문조사('19.06), SIA워크숍('19.12), 총괄정리('20.01-05), 최종보고서 작성('20.06)

- 향후 SIA 용어, 신규 입력인자 등 목록 완성, 전 세계 지침서 제안할 계획

● WPMN의 TG/GD 개발을 지원하는 Gov4Nano 작업반(BAuA, RIVM)

- EU H2020은 3개(NANORIGO, RiskGONE, Gov4Nano)의 프로젝트를 진행 중이며, 예산은 18.3백만 유로로 2019년 1월~2023년 2월까지 한국 등 17개국 82명 참여

- 공통 목표는 조화된 TG 개발을 위해 과학적으로 지원하는 것이며, 표면화학, 용해도, 비표면적((V)SSA), 생물축적성, 피부과민성, 분진성, 수계변형에 대한 설명

- WNT 프로젝트는 용해도, 입자크기분포, 분진성에 대한 시험지침을 논의 중이며, 추가적으로 TG442D, TG305, 신규 TG 개발((V)SSA)을 논의

● NANORIGO 프로젝트

- 나노기술을 위해 물질-노출-유해성-위해성 지침서를 검토하며, 목표는 전생애주기 및 제품을 개발하는 다양한 단계에서 위해성 평가를 위한 적절한 시험방법 조인

- 분야는 물질, 노출(실험적 접근, 모델), 유해성(인체건강, 환경), 위해성으로 세분화

● RiskGONE 프로젝트

- 아래 주제로 안전성 평가와 물질 확인을 위해 과학적 기초를 강화하는 시험·개발

1) 물리화학적 특성을 확인하기 위해 분산성, 직경·크기분포, 제타전위, 군체내 독소, 입자수, 분산 밀도 신규시험법 진행. 나노물질에 기존 OECD TG111(수화성), TG106(흡·탈착), TG216(지용성) 적용

2) 나노물질의 인체 건강 위해성 평가 방법으로 유전독성(TG487, TG476), 세포변형(GD214 & GD231), 세포독성(TG487, TG432) 적용가능

3) 생태독성 평가 방법으로 생식(TG211, TG242, TG243), 다세대(TG211), 만성독성(TG238, TG239), 유전독성 적용 가능

● nanoHarmony 프로젝트

- 생물축적성에 관한 신규 GD를 WNT프로젝트 3.12와 병행하여 진행(TG305 적용 한계)

- NanoHarmony Task 1.3 독성동태는 신규시험법의 과학적 기초제공(기존 TG417에 적용 불가). SiO₂ 및 TiO₂ 경구 투여 시험에 한국(식약처) 참여

- 생물시료에서 나노입자의 농도를 결정하기 위한 새로운 TG개발 필요

- 생태독성시험(TG 201, 202, 203)에 대한 한국(안전성 평가연구소) 참여

(2) EU NANoREG(나노안전규제의 과학적 근거 확보를 위한 유럽의 국제협력사업)

NANoREG 프로젝트는 유럽 회원국뿐만 아니라 한국 및 브라질 등의 80개가 넘는 기관이 참여하여 48개월 동안 진행되었으며 지난 2017년 2월에 종료되었다. 이 프로젝트를 통해 정책 및 규정 중심의 결과를 비롯하여 과학적 표준 운영 절차 및 지침문서가 개발되었다. 가령 높은 신뢰성, 재현성, 관련성을 지닌 수많은 표준 작업 절차(SOP)가 개발되었고, 분산액을 준비하는 표준방법, 실험 전 과정에서 지속적으로 확인해야 할 실험 매질의 특성 확인 절차의 필요성, in vitro 시험의 적용 가능성, 고속 대량 스크리닝(HTS)의 사용 및 다양한 분석에 대한 실험 데이터와 결과의 표준화가 가능한 일련의 포맷(템플릿) 개발 등의 많은 성과를 이루었다. 이러한 실험 결과와 요약본들은 NANoREG 자료 저장소(Fact Sheets)에 수록되어 있으며, 나노물질의 유해성 평가를 효율적으로 수행하는 데 활용할 수 있다.

NANoREG2는 프랑스 국립산업환경위험연구소(INERIS)의 주도하에 진행된 규제 프레임 내에서의 그룹화 및 안전 설계에 의한 접근 방식의 개발 및 구현을 목적으로 하는 프로젝트이다. 이는 설계상의 안전(Safe by Design, SbD)을 기반으로 환경 및 건강 안전과 관련하여 나노물질 및 나노 제품의 발견, 선별, 상업화를 목표로 15개국 42개 기관이 모여 2015년 9월에 출범하였으며, 3년간 진행된 후 2018년 8월에 마무리되었다. NANoREG2는 SbD에 대한 세 가지 주제로 진행되었다.

01

설계상의 안전(Safe by Design)

화학제품 및 기타 특성을 기반으로 덜 위험한 나노물질을 찾아 제품에 적용하는 노력부터 시작한다. 여기엔 NanoREG2 프로젝트에서 정의된 그룹화 전략 및 여러 예측도구(read across, SAR, QSARs, QSPRs)와 비 실험도구(고속 대량 스크리닝(HTS), in-vitro 실험 모델 및 in vivo 단기 분석 방법 등)가 통합되어 지능형 비 실험 및 실험 전략을 만드는 것을 목표로 한다.

02

제품 사용의 안전(Safe use of products)

첫 번째 목표를 기반으로, 소비자 및 환경에 대한 안전한 사용을 위해 수용 가능한 용도를 파악하기 위한 모든 위험 가능성을 평가한다. 예를 들면, 기능성 제제나 나노물질(의료기기, 섬유, 식품 등)을 다른 다양한 분야(살생물제, 기계 제조 EMD)에 사용하는 것을 평가한다. 이를 통해 제품의 수명주기를 정의, 연구하고 분석된 비용, 이익을 결합하여 사례분석에 적용한다.

03

산업 생산의 안전(Safe industrial production)

제품의 사용뿐만 아니라 생산할 때 노출되기 쉬운 노동자와 산업 환경에 대한 노출 평가를 진행한다. 따라서 위험 평가 및 산업 안전 향상에 대한 교육과 도구를 제공함으로써 산업계의 안전을 향상하는 것을 목표로 한다. 이를 위해 제제나 나노물질의 저장 및 운송을 포함한 생산 프로세스를 잘 제어할 수 있도록 하고, 근로자와 안전부서의 교육 및 자격(인증제도 EMD)을 통해 업계에 지식을 제공할 수 있도록 한다. 이에 기업들이 따를 수 있는 SbD 표준 작업 절차(SOP) 및 표준 생산, 장비 자격 등 작업장 안전을 촉진하기 위한 지침을 개발한다.

이 프로그램에서 개발된 나노안전성 관련 성과는 다음과 같다.

- 지속가능한 데이터 관리 전략 구축 : NANoREG, Marina, Nanotest, Nanogenotox와 같은 프로젝트에서 얻은 결과로 데이터베이스를 구축하고 NanoREG2의 데이터로 데이터 격차를 채우는 성과를 얻었으며, 이후로도 데이터 통합 관리가 가능한 방향으로 발전하였다.
- 그룹화 및 테스트 전략 구축 : 데이터 기반 및 사례 연구를 통해 개발, 평가된 그룹화 및 테스트 전략이 구축되었고, 이에 대해 여러 워크숍 및 출판물, OECD와의 회의가 진행되었다.
- 운영 가능한 안전 혁신 플랫폼 : SbD 산업 구현에 대한 산업체와의 피드백을 진행하였고 규제에 적용될 수 있는 준비단계에 이르렀다는 평가를 받고 있다. 더불어 관련 플랫폼과 전용 툴박스가 개발되었다.

(3) EU PATROLS(규제적 나노안전관리를 위해 활용되는 생체독성평가 결과의 신뢰성 확보를 목적으로 한 유럽의 국제협력사업)

유럽연합에서는 2018년 1월부터 NANoREG의 후속 사업으로 나노안전성 분야 국제협력연구를 확대하여, 27개 기관이 참여하는 PATROLS 사업을 시작하였다. 2021년 5월에 종료될 예정인 이 사업의 궁극적인 목표는 생활 속 나노물질의 장기간 노출로 인한 부작용을 정확하게 예측할 수 있는 혁신적인 위험성 평가 시스템을 구축하고 표준화하는 것이다.

한국은 한국표준과학연구원 나노안전성 기술지원센터에서 WP1(제조나노물질의 분산 및 특성 분석)과 WP2(제조나노물질의 생체 내 분포, 독성시험평가) 분야에 참여하고 있다. PATROLS의 결과는 국내외 나노안전 규제(유럽 신화학 물질 관리제도, 국내 화학물질 등록 및 평가법 등) 및 국제표준화(OECD, ISO 등)에 직접적인 영향을 미칠 것으로 예상되므로, 지속적인 모니터링과 선제적이고 적극적인 참여 등을 통해 국내 제도 도입으로의 연계 및 활용이 필요하다. 또한 산업계를 위해서도 나노안전에 대한 불확실성 감소와 안전·건강자료 수집 및 활용, 과학적 정보를 정교화하여 나노산업과 규제 사이의 차이를 좁히는 데 크게 기여할 수 있을 것이다.

한국표준과학연구원 이태걸 박사가 National Coordinator로서 매년 정기회의에 참여하고 있고, 매달 진행되는 WP1과 WP2의 화상회의에 참석하여 진행 상황을 발표하고 보고서를 제출하고 있다.

우리나라 나노기술 정책	국외 나노기술 정책 동향	나노기술 연구개발 투자 및 성과	나노 산업 현황	나노 인프라 현황	인형양성 및 교육·홍보	제7장 나노안전성 및 표준화	나노관련 행사·활동	국제 협력 활동	국민 이해 및 지식 확산	부록
-----------------	------------------	----------------------	-------------	--------------	-----------------	-----------------------	---------------	-------------	------------------	----

표 7-4 PATROLS의 주요 Workpackage 및 한국 참여 분야

구분		주요 내용	국내 참여자
WP 1	제조나노물질 공급 및 물리 화학적 특성 (ENM acquisition, identification and exposure assessment)	• 나노물질 공급 • EU 집행위원회 나노물질 정의에 따른 나노물질 식별·확인·정량 분석 시험방법 확립 • 나노물질 규제 및 독성 평가를 위한 시료 준비, 노출량, 분산 공정 시험법 확립	한국표준과학연구원 이태걸, 곽민정, 김정원, 송승우
WP 2	생체 분포 및 바이오 역학 (Biodistribution, biokinetics and in vivo anchoring)	• 나노물질의 생체 내 분포 및 부작용 평가 • 독성 데이터 취합 및 정리	한국표준과학연구원 이태걸, 허민범
WP 3	제조나노물질의 유해성 평가를 위한 생체 외 폐 모델 확립 (Advanced in vitro pulmonary models for ENM hazard assessment)	• 나노물질의 현실적인 만성 위험을 보다 정확하게 예측가능한 다세포 기반 인체 폐 모델 구축	
WP 4	제조나노물질의 유해성 평가를 위한 생체 외 간 모델 확립 (Advanced in vitro GIT and liver models for ENM hazard assessment)	• 나노물질의 현실적인 만성 위험을 보다 정확하게 예측가능한 다세포 기반 인체 위장관 및 간 모델 구축	
WP 5	생태 독성 테스트 및 이종 간 모델 (Advanced ecotoxicity testing strategies and cross-species models)	• 먹이사슬 및 이종 간 모델에서 환경에 노출된 나노물질의 만성 위험 및 변화를 평가가능한 향상된 생태 독성 바이오 분석법 구축	
WP 6	위험성 평가를 위한 IVIVE 및 in silico 모델링 (IVIVE and in silico modelling strategies for hazard assessment)	• 생체 내/외 선량 측정을 위한 독성예측 기술 제공 • 나노물질의 만성 환경독성 예측을 위한 IVIVE와 QSAR 모델	
WP 7	나노규제에서 PATROLS 방법 적용을 위한 이해관계자 참여 (Stakeholder engagement for implementation of the PATROLS methods in nano-regulation)	• 전 세계 이해당사자 간 소통체계 구축 • PATROLS 방법의 활용 촉진을 위한 SOP, 지침, 교육 제공	한국표준과학연구원 이태걸, 곽민정
WP 8	프로그램 조정·관리 (Project Management)	• 프로그램 조정·관리	

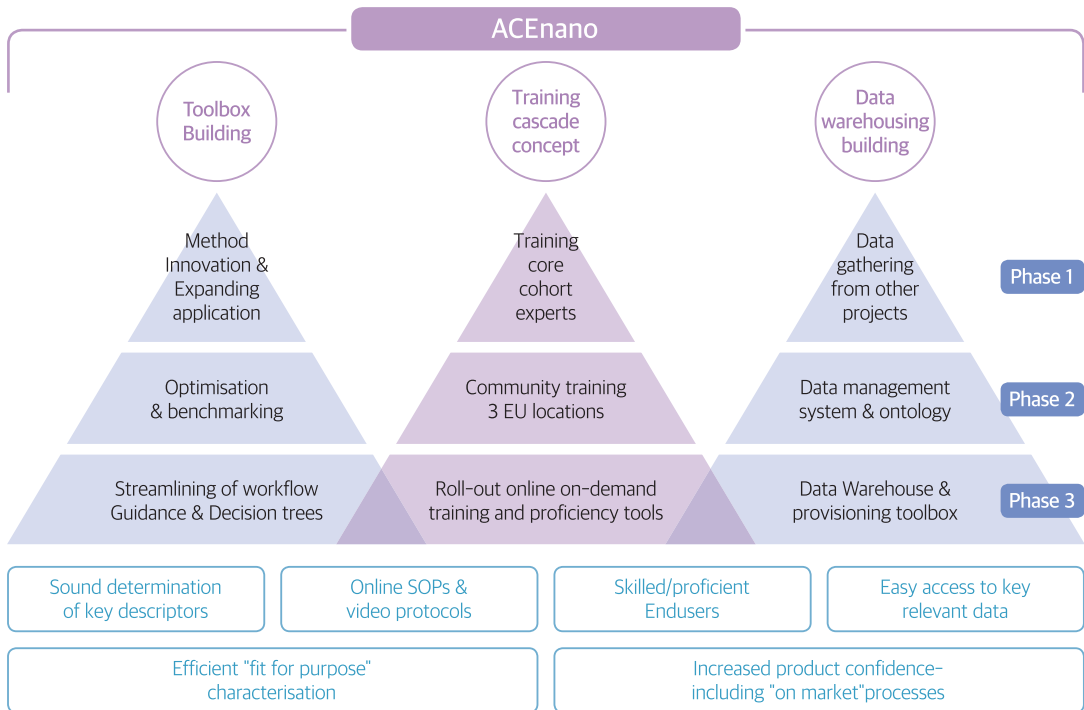
(4) EU ACEnano(나노안전성 평가를 위한 툴박스 개발에 필요한 나노물질 특성 및 표준데이터 교환을 목적으로 한 유럽의 국제협력사업)

유럽연합에서는 2016년 12월부터 나노안전성 분야 국제협력연구 확대 및 중소기업 참여를 위한 목적으로, 30여 개 기관이 참여하는 ACEnano 사업을 시작하였다. 이 사업의 궁극적인 목표는 안전성을 갖춘 나노제품의 개발을 위한 충분한 근거를 마련하고, 강력한 규제를 위한 프레임워크를 개발하는 것이다. 사업의 최종 성과물인 툴박스에는 측정분석, 시험지침, 관련 데이터, 나노소재 제품의 등록, 허가, 표시 등과 관련된 다양한 나노안전성 콘텐츠를 사용자 니즈에 최적화하여 제공하는 전문가 시스템이 포함된다.

한국 내 나노제품 관련 기업이 WP3(Benchmarking&Training)와 WP4(Linking ontology & Methodology)에서 도출되는 최종 성과물에 대한 사용권리를 확보하기 위해서는, WP1(Analytical Innovations)과 WP2(Analytical Optimization)의 원천기술개발에 적극적으로 참여하여야 한다. 한국에서는 한양대학교(WP1,2,3), TO21(WP3,4), 한국표준과학연구원 나노안전성 기술지원센터(WP1,2)가 참여하고 있다.

EU ACEnano의 추진 체계는 다음과 같으며, 3단계로 구성되어 있다.

그림 7-3 EU ACEnano의 추진 체계



(5) EU Gov4Nano(나노기술에 대한 Risk Governance Model 개발을 목적으로 한 유럽의 국제 협력사업)

유럽연합에서는 나노기술의 안전하고 바람직한 사용을 위한 나노위험관리모델(NRGM)의 개발 및 운영을 목적으로, 2019년 1월부터 48개월간 전 세계 31개 기관이 참여하는 Gov4Nano 사업을 진행 중이다. 이 사업의 궁극적인 목표는 국내외에서 시판되고 있는 나노물질이 기존의 화학물질 안전성 평가 방법으로 잘못 평가되고 있는 문제점을 해결하기 위해, 나노물질에 적합한 새로운 안전성 평가 시스템을 개발·구축하여 정확한 규제가 이루어질 수 있도록 개선하는 것이다. 이를 위해서는 산업계와 규제당국의 모든 이해 관계자가 능동적으로 참여하여 과학적 기반에 근거한 신뢰성 있는 나노물질 안전규제 시스템을 구축하는 것이 필요하다.

한국은 한국표준과학연구원 나노안전성 기술지원센터에서 WP1, WP2, WP4에 참여하고 있다.

표 7-5 EU ACEnano의 추진 체계

구분	주요 내용	국내 참여자
WP 1	지속적이며 손쉽게 이용 가능한 나노-환경안전보건 사회기반시설 구축 (Establishing a sustainable and FAIR nano-EHS infrastructure)	• 나노물질의 안전성에 대한 데이터 수집, 보관 • 데이터 통합 및 관련 지침 제공 한국표준과학연구원 이태걸, 곽민정, 김재석, 허민범
WP 2	나노물질 시험법의 연구 개발 (Research and Development towards guidance and guidelines for testing of nanomaterials)	• 나노물질의 특성 분석 표준화 및 SOP 개발 • OECD WPMN과 TGP와의 긴밀한 협력 진행 한국표준과학연구원 이태걸, 곽민정, 김재석, 허민범, 김세화
WP 3	이해관계자 참여와 위험 인식을 위한 개념적 프레임워크 개발 (Conceptual framework for stakeholder involvement and risk-perception)	• 이해관계자(보험, 규제기관, 일반인) 대상 참여 유도 및 교육 진행
WP 4	나노물질의 위험관리 기술지원 (From exploratory science to scientific evidence for implementation in guidance and guidelines for testing of nanomaterials)	• 기존에 개발된 방법을 평가 및 검증 안전성 평가연구소 윤석주
WP 5	위험 거버넌스 위원회 설립 (Establish risk governance council)	• 나노위험관리모델(NRGM)의 개발 및 운영
WP 6	이해당사자 연결 (Connecting the stakeholders)	• 네트워킹과 의사결정을 위한 global umbrella 구축
WP 7	진행상황 모니터링 (Monitoring of progress)	• 규제 준비 상태, 나노물질 개발 상태 모니터링
WP 8	프로그램 조정·관리 (Project Management)	• 프로그램 조정·관리

2019년 12월에 개최된 OECD WPMN과의 합동회의에서 정리된 시험지침은 다음과 같다.

- 용해도(dissolution/solubility) 시험지침(WNT프로젝트 1.5)은 수계, 생물체에서 용해도 및 용해속도 측정을 위해 중요
 - 목적은 농도, 시간, 용해분율, 속도, 반감기, 거동 등을 위해성 평가에 적용하는 것이며, OECD 사업의 분산성 SOP, 검교정(calibration) SOP에 활용하며, Round-Robin시험에는 NRCWE, BfR, NIOH-ZA, KRISS가 참여
 - ※ 프로토콜 개발은 나노물질 준비 → 용해도 시험 → 화학물질분석 → 자료 분석·해석 순으로 진행하며, inter/intra 시험을 거쳐서, 결과에 따라 GD를 TG로 변경하여 개발 가능
 - 경구로 흡수될 때 나노물질 거동측정을 위해 인공소화 모델을 개발하여 지침서(DIN19738)에 따라 TEM, SAXS, SP-ICP-MS, ICP-MS, IBM, TOF-SIMS 등으로 분석
 - ※ ICP-MS 활용한 실리카 용해도 사례연구로 24시간 이후 변화가 많고, 위장, 대/소장 시료 검토 필요
 - 독일 바스프는 ISO 19057에 기반하여 시간에 따른 나노물질의 이온농도를 분석하였으나, TiO_2 는 이온 용해도 측정을 실패. 흡입독성은 나노물질의 생분해성을 pH의 변화에 따라 이온화를 측정하고, 나노물질의 전체 용해 속도 분석을 제안
- 합성 생물매개체에서 나노물질의 용해도 결정에 관한 GD(경구 투여)
 - 나노물질 섭취에 따른 거동평가 결과, 타액(pH 6.4, 37도, 5분 교반)→위액(pH 2, 37도, 2시간 교반)→장액(pH 6.4, 37도, 5분 교반)실험에서 Al_2O_3 는 타액, 위액에서 응집된 후 장액에서 재분산 확인
- WNT프로젝트 1.8 분진성은 벌크 재료의 작업에서 공기 중 먼지 발생으로 정의
 - 분진성은 화재, 폭발, 분산 등의 노출시나리오, 노출평가를 지원하는 데 유용하며, 2020년에서 2022년까지 사전검증, 라운드-로빈시험, SOP 개발 3단계로 시험법 개발
 - 방법은 Rotating 드럼법, 소형 Rotating 드럼법, Voltex shaker법 등 7가지 방식으로 실험실 간 더스트 발생 경향을 비교실험으로 데이터 생산(16개 기관 참가)
 - 공기 중 생성되는 먼지의 물리화학적 특성을 확인한 후, 먼지생성을 유발하는 제품의 예측 가능한 규제 지원의 필요성 검토
 - 최종 TG(초안)은 2021년 9월에서 2022년 4월 사이에 WNT에 제출 예정

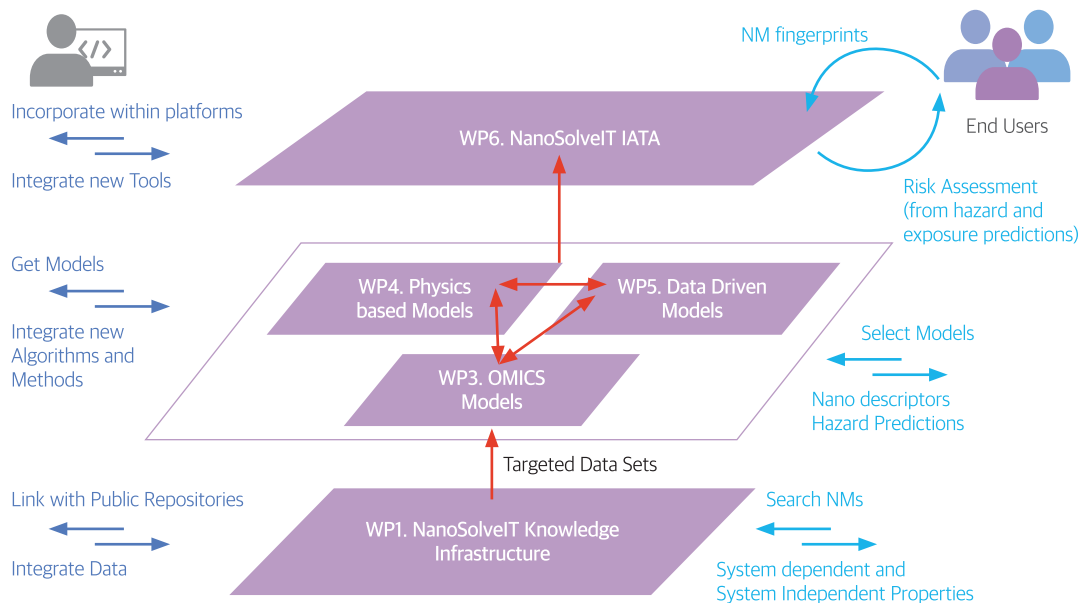
(6) EU NanoSolveIT(나노물질의 (생태)독성 측면에서 안전성 테스트 및 평가에 대한 통합된 접근법을 제시하기 위한 in silico 모델과 프레임 개발 및 보급을 목적으로 한 유럽의 국제협력사업)

유럽연합에서는 나노물질의 환경보건과 안전을 위해 독립형 개방형 소프트웨어와 클라우드 플랫폼으로 구성된 의사결정지원 시스템을 통해 구현되는 통합독성시험접근법(IATA)의 도입을 목적으로, 2019년 1월부터 2023년 2월까지 전 세계 24개 기관이 참여한 NanoSolveIT 사업을 진행 중이다. 이 사업의 궁극적인 목표는 (1) 데이터 호스팅, 공유 및 이용을 위한 신뢰할 수 있는 사용자 친화적 지식 기반 인프라 구축, (2) 나노물질 그룹화, 설계상의 안전(SbD) 및 규제 위험 평가(RA) 지원, (3) 인공지능(AI)에 의해 뒷받침된 나노물질 예측(생태) 독성학의 혁신적인 방법론 및 in silico 기법의 최신 기술 보급, (4) EU H2020에서 개발 중인 다중 스케일 모델링, 위해성 평가(RA) 및 거버넌스 프레임워크와의 통합이다.

한국은 한양대학교에서 WP2(in silico 모델 지원을 위한 실험 디자인 구축), WP4(지속가능한 멀티스케일 모델링 프레임워크 개발), WP5(AI 방법론을 이용한 예측 나노정보학 모델링 개발)에 참여하고 있으며, 한국표준과학연구원 나노안전성 기술지원센터에서는 WP2(in silico 모델 지원을 위한 실험 디자인 구축), WP8(보급, 지식 이전 및 활용)에서 정기적으로 진행되는 총회와 화상회의에 참석하고 있다.

NanoSolveIT 사업의 추진 체계는 다음과 같다.

그림 7-4 NanoSolveIT의 나노안전성 정보 시스템 및 상호연계

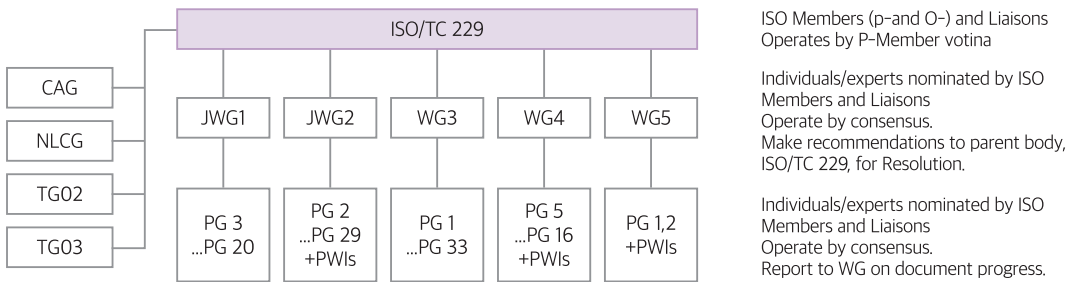


(7) ISO/TC 229 나노기술분야 표준화

국제표준화기구(ISO)는 2005년 4월에 나노기술 분야의 전반적인 표준화 추진을 위해 기술 위원회(TC) 229를 설립하였으며, 현재 한국을 포함한 참가회원 36개국(한국, 미국, 영국, 독일, 프랑스, 일본, 중국 등)과 참관회원 18개국(아르헨티나, 이집트, 그리스, 태국, 스리랑카 등)으로 구성되어 있다.

ISO/TC 229는 100nm 이하 크기의 나노물질, 장치 및 시스템, 제품 및 응용, 공정의 이해와 제어 등 5개 분야에 관한 표준화를 진행하고 있으며, TC 229 산하에 5개의 작업반(WG)과 2개의 기술그룹(TG)을 설치하여 운영하고 있다.

그림 7-5 ISO/TC 229의 위원회 구성 및 주요 내용



구분	주요 내용
JWG1 (용어, Terminology and nomenclature)	- 기 개발된 용어표준의 활용성 제고 및 현재 진행 중인 TC 229 프로젝트에 대한 표준 용어 지속지원을 위한 신규표준 발굴 추진 ※ EU 위원회 권고(2011/696/EC, 나노물질정의)에 ISO TS8004-1(핵심용어) 반영 추진
JWG2 (측정방법, Measurement and characterization)	나노물질에 대한 일반적인 측정 특성평가 방법을 개발하되 주요 표준화 대상 나노물질의 전환(탄소나노튜브→그래핀) 추진
WG3 (환경 보건 안전, Health, Safety and Environmental Aspects of Nanotechnologies)	5개 표준영역 및 영역별 표준화 아이টে으로 구성된 로드맵을 바탕으로 체계적인 표준화 활동 추진 ※ ① 직업관련 나노물질 노출제어, ② 나노물질 독성측정, ③ 나노제품의 안전성 보장, ④ OECD WPMN(제조나노물질) 지원, ⑤ 나노물질의 환경 영향
WG4 (물질사양, Material specifications)	- 나노물질의 특정 응용분야 사용과 관련하여, 나노물질의 상태에 따른 분류(3개)를 통한 신규표준 발굴 및 표준화 추진 ※ ① 나노분말(Nano-Powder), ② 나노현탁(Nano-Suspension), ③ 나노구조체(Nano-Structured)
WG5 (나노제품 및 응용, Products and applications)	나노 기반의 제품 또는 응용 제품에 대한 성능 기반의 표준을 개발
TG 02	Consumer and societal dimensions of nanotechnologies
TG 03	Nanotechnologies and sustainability

WG5는 TC 229 위원회의 작업반 중 하나로서, 나노기술 제품 및 응용 분야의 표준화에 중점을 두고 있다. 다양한 산업 분야에서의 나노기술 제품의 수와 시장 규모, 제품 유형 및 나노기술 응용과 같은 지표를 기반으로 범위와 우선순위를 정의하고 있다. 따라서 이 국제 모니터링의 결과는 작업반이 더욱 정확하게 우선순위를 결정하는 데 도움을 줄 수 있다. 나노기술 제품의 수가 가장 많은 나노기술의 응용 분야와 특성을 우선순위로 고려해야 한다고 결정되었다.

현재 76건의 국제표준 문건이 개발되었으며, 35건의 신규문건이 개발 중이다. 그중 한국에서 신규 개발을 추진하고 있는 표준문건은 JWG2 1건, WG3 6건, WG4 1건, WG5 4건으로 총 12건이 있다.

(8) WHO NANO H systemic review(나노물질 작업안전보건 지침서 작성을 위한 체계적 문헌 검토)

세계보건기구(WHO)에서는 2011년에 나노물질로부터 작업자를 보호하기 위하여, 체계적 문헌 검토 프로세스를 이용한 ‘Protecting Workers from Potential Risks of Manufactured Nanomaterials’라는 WHO/NANO H 지침서를 작성하기로 하였다. 이 지침서의 목적은 나노물질을 취급하는 작업자의 건강과 안전을 위해 국가가 이행해야 하는 지침을 제공하는 것이며, 지침서에는 위해성 평가, 위해성 관리 및 통합적 주제가 포함된다.

이를 위해서 WHO 참여기관으로 구성된 지침 개발 그룹과 검토 그룹을 결성하였으며, 관련 문건의 체계적인 검토를 위해 ‘PICO(Patient, Intervention, Comparison, Outcome)’ 절차를 따른다. 현재까지 네 차례의 워크숍을 통해서 지침서의 승인, 효과적인 홍보 전략, 지침서에 근거한 권고사항 등을 정리하였다.

한국은 현재까지 수행한 검토 문서 중에서 나노물질의 유해성 범주화에 대한 연구를 수행하여 2017년 WHO 보고서를 발간하였는데, 내용을 정리하면 아래와 같다.⁶⁾

- 나노물질의 유해성에 대해서는 많은 연구가 있지만, 현재까지의 유해성 자료를 체계적으로 검토하여 나노물질의 유해성을 범주화함으로써, 위해성 평가와 함께 작업장에서 위해성을 관리하게 할 수 있다. 이러한 나노물질의 유해성 범주화는 나노물질의 분류(classify), 표지(label), 포장(package)에 활용할 수 있고, 아울러 정확한 안전자료(safety data sheets)를 작성하는데 도움을 줄 뿐만 아니라, 대책 정보 접근법(control banding approach)을 용이하게 할 수 있다.

6) Lee N, Lim CH, Kim T et al. Which hazard category should specific nanomaterials or groups of nanomaterials be assigned to and how? Geneva: World Health Organization; 2017. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

- 범주화 작업은 나노물질의 유해성을 UN GHS(6판, UN 2015)에 따라 범주화하였으며, ISO의 기술서(ISO/TR 13329:2012 on Nanomaterials- Preparation of material safety data sheet)도 참조하였다. 이 지침서 작성에 참고한 자료는 OECD WPMN이 진행한 11종의 나노물질에 대한 스폰서 프로그램으로 작성된 문서에 근거하여 체계적으로 검토하였다.

(9) WHO-IPCS 나노물질의 면역독성 EHC 지침

WHO는 2014년에 화학물질의 안전성에 관한 국제 프로그램(IPCS)에 참여하여, 나노물질의 노출과 관련된 면역독성 위해성을 평가하기 위한 새로운 환경보건기준(EHC)을 개발하고 있다. 2015년 4월에 네덜란드의 국립 공중보건환경연구소(RIVM)에서 착수 회의를 개최하여, 이 기준문서에 들어갈 내용을 정리하였다. 나노물질이 면역계에 미치는 영향과 이에 대한 연구방법, 대상나노물질, 나노물질의 물리·화학적 성질, 나노물질의 정의, 나노물질과 면역계의 상호작용, 시험 분산, 투여용량, 동물실험에서의 중간 차이, 나노물질의 피부투과에 의한 면역독성, 나노물질의 감작성 등이 포함된다. 이와 관련하여 한국은 나노물질의 정의, 나노물질의 종류, 투여경로, 투여용량, 분산 등에 관한 문건을 작성하였다. 이 문서는 2017년 8월 18일까지 공개되어 관련 전문가들의 검토의견을 수렴하였다.

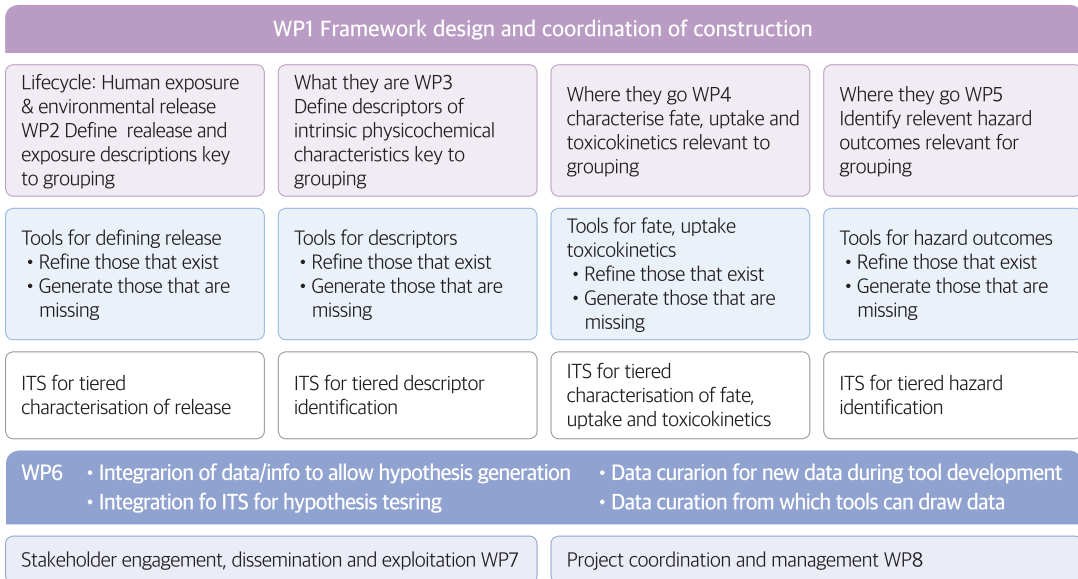
2018년 WHO/IPCS는 벡터 제어 제품(vector control products)에 대한 기존의 일반적인 위해성 평가 모델을 개정하였다. 살충제 처리 방충망, 실내 잔류 분무, 공간 살포제, 유충 및 연체동물 살충제 평가 모델은 동료 심사 및 전문가 의견이 반영되어 개정되었다. 또한 살충제 처리 의류, 피부 도포제 및 가정용 살충제에 대한 새로운 일반 위험 평가 모델의 초안이 작성되어 2018년 8월 29일부터 31일까지 핀란드 헬싱키에서 개최된 전문가 회의에서 검토 및 논의되었다.

(10) GRACIOUS(제조나노물질 및 나노 제품의 더 안전한 설계의 위해성 평가 규제를 위한 그룹화, 교차해석, 분류 프레임워크)

GRACIOUS 및 NanoREG2 프로젝트는 유럽위원회가 10년간 연구에 투자하여 진행된 프로젝트 성과를 기반으로 한다. 이는 Horizon2020 프로젝트의 일환으로 나노물질의 안전성 정보를 더 효율적인 방법으로 얻기 위해 고안되었으며, 위해성 평가 프로세스를 간소화하기 위해 개발한 방법을 실제로 적용할 수 있도록 하는 혁신적인 과학 프레임워크를 개발하는 것을 목표로 한다. 미국과 유럽 등 14개국 23개 기관이 모여 지난 2018년 1월에 출범하였으며 2021년 6월까지 진행될 예정이다.

프레임워크 및 지능형 시험전략(ITS)은 다양한 핵심 이해관계자(규제 및 산업)를 위한 맞춤형 E-Tool 및 지침서를 개발하고, 산업계와 규제 당국이 나노물질의 평가를 효과적으로 진행할 수 있도록 지원한다. 또한 새로운 사업제품(나노제품) 개발과 관련된 결정에 기여하며, 더불어 SbD 사례를 제공한다.

그림 7-6 GRACIOUS 프레임워크의 개략적 개요



GRACIOUS 프레임워크 생성을 위해 8개의 WP로 구성되어 있으며 프로젝트 기간은 3단계로 구분된다. WP1은 프레임워크의 구성을 설계하며, WP2~5는 가설 생성 및 관련 자료와 실험자료를 정리하여 구성하는 역할을 한다. 이런 가설을 확인하고 시험하는 지식과 전략을 위한 ITS를 개발한다. ITS는 모델링(in silico, fate, exposure 등), in vitro 및 무세포 시험의 사용을 촉진하여, 근본적으로 동물 실험의 수요를 줄이거나, 수정 혹은 대체를 가능하게 해준다.

GRACIOUS의 나노안전성 관련 성과는 다음과 같다.

- 데이터베이스 개발 및 워크숍 진행 : 산업계, NGO, 규제기관, 정책입안자, 표준기관 등 자문 위원과 연구자를 포괄하는 데이터베이스를 구축해가고 있으며, 한국도 지난 2018년 6월부터 10월까지 진행된 온라인 컨설팅에 참여하였다. 이외에도 관련 소식을 꾸준히 발간하고 매체와의 적극적인 소통 등의 활발한 활동을 이어나가고 있다.
- 프레임워크 개발 : 기존의 데이터를 활용하고 필요한 데이터 격차 인지 및 데이터 격차를 채우기 위한 통합독성시험접근법(IATA)을 개발하여 시험 중이다.

나. 나노기술 규제 동향

나노기술은 다양한 제품과 산업 부문에 혁신적으로 응용되어 미래 산업의 기반을 제공하는 중요한 분야이다. 그러나 이러한 기술을 이용한 나노물질은 사람의 건강과 환경생태계에서의 안전성과 같은 이슈를 일으킬 수 있다. 이러한 현상은 새로운 물성을 가진 신소재가 개발되어 사용될 때 항상 동반되는 문제로서 미리 대비해야 할 중요한 주제이다.

일반적으로 환경, 보건, 안전성 이슈는 불확실성에 대한 염려에서 출발한다. 이에 따라 국가는 적절한 정책적 수단을 마련하여, 이러한 불확실성을 확인하고, 필요시에는 적절히 규제하여 문제가 없다고 확인되어야 제품이 시장에 나올 수 있다. 이러한 개념을 화학물질 관리라고 하며, 나노물질 또한 그 대상에 포함된다.

현재 나노물질 및 제품에 대한 규제는 주요 선진국에서 나노물질의 보고·신고제도 도입 등으로 확대되고 있으며, 일부 국가에서는 나노물질(탄소나노튜브, 실리카, 은 나노 등)의 등록 및 규제가 시작되었다. OECD, ISO 등 국제기구는 나노물질 시험자료의 과학적 근거 확보에 중점을 두고 있으며, 나노물질의 특성 및 독성평가 등에 관한 국제표준화가 추진되고 있다. 특히, 기존에 사용하고 있는 물질과 달리 크기에 따른 물성 차이와 독성과의 관계 등이 불확실하기 때문에 새로운 화학물질에 준하는 엄격한 규제는 실행하고 있지 않으나, 신뢰성 있는 나노물질의 안전성 확보에 유럽을 중심으로 많은 이해관계자가 관심을 두고 있다. 여기에서는 나노안전에 관한 국제적 규제와 관리 동향을 살펴보고자 한다.

(1) 유럽연합(EU)

유럽은 1976년 유해화학물질의 분류 및 표시 지침(Directive 67/548/EEC)을 시작으로 화학물질 관리를 시작했으며, 2006년 12월 REACH(Registration Evaluation Authorization and Restriction of Chemicals, 신화학물질관리제도) 규제를 제정하면서 유럽에서 생산, 수입되는 모든 화학물질을 관리할 수 있는 틀을 만들었다. REACH 규제를 시작으로 단일물질에서 혼합물과 완제품으로 그 대상이 확대되어 화학물질의 안전성 평가가 강화되고 있으며, 그중 나노물질도 중요한 대상이 되었다. REACH의 등록기한에 따라 모든 (단일)화학물질의 등록이 완료되는 2018년 5월 이후부터 나노물질에 대한 규제가 본격적으로 시작되고 있다.

① REACH 규제

유럽집행위원회는 2017년 하반기에 나노물질 정의를 개정하기 위한 공공의견수렴을 시행했다. REACH를 포함한 유럽 규제에서 나노물질 용어의 정의 부재로 인해 발생하는 혼란과 나노물질 범위 및 측정 방법의 미규정에 대한 규제 사각지대를 줄이고자 하는 노력이 점점 구체화되고 있다.

2018년에는 이러한 정의를 바탕으로 REACH 규제 하의 나노물질 등록의 문제점을 검토하고 나노물질의 등록에 필요한 특정 정보에 대한 논의가 진행된다. 2017년에는 나노물질의 정의가 확정되면서, 나노물질을 생산·수입하는 기업이 직접 나노물질의 안전성 평가를 수행할 수 있도록 다수의 나노물질 등록에 관한 기술지침서가 업데이트되었다.

현재 REACH에는 197개 SVHCs(고위험성 물질), 4,000개가 넘는 물질의 조화분류, 69개 제한 물질군, 43개 허가물질군이 지정되어 있다. 나노물질의 경우 현재는 나노는 평가가 완료되어 조화 분류가 적용되었으며, 카본 블랙, 탄소나노튜브 등을 포함하여 6종의 나노물질이 평가되고 있거나 평가 예정에 있다.

2018년 12월에 유럽집행위원회는 나노물질에 대해 더 많은 자료를 요구하는 REACH 부속서 개정안(EU) 2018/1881을 채택하여 발표하였다. 이 개정안은 나노물질을 ‘나노폼(nanoform)’으로 지칭하며 그 정의는 유럽집행위원회의 권고안에 따른다. 이에 따라 나노물질을 제조 또는 수입하는 기업은 나노물질의 크기, 입자 수 분포, 형태 및 표면 처리 등 나노물질 특성 자료를 반드시 제출해야 하며, 각 유해성평가 항목별 나노물질에 대한 고려사항을 확인해야 한다.

나노물질에 대한 새로운 REACH 요구사항이 2020년 1월부터 시행되는데, 기업들은 REACH 규제에 따라 유럽 시장에 나온 나노물질에 대한 자세한 정보를 제공해야 한다. 유럽화학물질청은 잠재적 등록자들에게 개정된 법적 요구사항들을 숙지하고 준비할 것을 권장하고 있다.

새로운 정보 요구 사항들은 등록 대상 물질인 나노폼을 제조/수입하는 기업에 해당하며, 나노폼 물질은 유럽집행위원회에서 정의한 나노물질에 부합하는 물질이다. 개정된 REACH 부속서는 나노폼에 대한 특성, 평가, 등록 정보 요구사항 및 의무에 대한 설명과 새로운 규정을 안내한다. REACH 개정안의 목적은 기업들이 인체와 환경에 나노폼을 안전하게 사용하는데 필요한 충분한 정보를 제공하게 하는 것이다.

더불어, 인체 건강과 환경에 대한 2017 유럽 화학물질청(ECHA) 지침서도 개정되고 있다. OECD는 나노폼에 대해 생산된 시험자료가 신뢰가능하고 규제 표준을 충족하도록, REACH에서 사용되는 기존 시험지침 중 일부를 개정 중이다. 개정된 REACH 부속서 및 이용 가능한 시험 방법에 대한 개요는 유럽연합 나노물질관측소(EUON)에서 열람할 수 있다.

2020년 2월, ECHA는 업데이트된 REACH 개정안에 따라 나노폼을 가지는 36개 물질에 대한 95개의 보고서를 받았는데, 이는 ECHA가 예상한 것의 10%에 불과하였다. ECHA는 프랑스와 벨기에의 국가 재고 및 화장품에 사용되는 유럽집행위원회의 나노물질 카탈로그를 기반으로 약 300가지 물질에 대한 등록을 업데이트할 것으로 기대했다. 서류의 제출 비율이 너무 낮음과 동시에 절반에 달하는 서류가 기술 완전성 검토에서 탈락하였다. ECHA는 개정된 규정에 따라 나노폼 물질들이 등록될 수 있도록 다양한 방법의 마련을 독려하고 있으며, 유효한 등록이 없이 나노폼 물질이 시장에 나와 있으면 불법이라고 주의를 환기하고 있다.

표 7-6 EU REACH 나노물질 등록 제출 자료

구분	제출 자료
물질분석자료	• 나노물질의 1차 입자크기 및 모양, 종횡비 • 응집/집적 상태 • 크기분포, 비표면적, 표면전하, 결정구조 등
물리화학적특성	• 수용해도, n-옥탄올/물 분배계수 • 입자성, 입자모양 • 표면적, 흡착/탈착
건강유해성	• 급성독성 • 피부 및 눈자극성/부식성과 호흡기 자극성 • 피부 및 호흡기 과민성 • 반복독성, 생식 및 발달독성, 유전독성 및 발암성
환경유해성	• 염수환경독성, 침전물 서식 생물과 육상생물 독성 • 분해/생분해, 수생 생물농축성

② 식품 관련 규제(EU Novel Foods Regulation, EU FOOD Contact Material Regulation)

식품 부문에서 나노물질의 사용을 구체적으로 다루는 몇 가지 규정이 이미 존재한다. 1997년 1월 새로운 미확인 식품(novel food)과 그 식품의 성분에 대한 규제((EC) No. 258/97)가 처음으로 채택되었다. 새로운 미확인 식품이란 1997년 5월 15일 이전에 유럽에서 방대하게 소비되지 않은 식품뿐만 아니라 신기술 혹은 새로운 생산과정을 통해 생산된 식품, 및 유럽연합 역외에서 전통적으로 소비된 식품도 포괄적으로 의미한다. 제조나노물질로 구성된 식품은 안전성 평가가 필요한 식품 또는 식품 성분으로 간주하며 이 규제는 제조나노물질에 대한 자체 정의를 포함하고 있다.

또한, 식품 내 물질뿐 아니라 제조과정에서 직접 접촉하는 공장의 컨베이어벨트부터 소비자가 매일 쓰는 식품 용기까지 모두 전이가 일어날 수 있는 물질이므로 규제가 필요하다. 이에 따라 용출 등의 위험이 있는 식품 접촉물질에 대한 규제((EC) No. 1935/2004) 역시 지난 2004년 발효된 바 있다.

유럽식품안전청(EFSA)은 식품접촉물질뿐만 아니라 식품 및 사료에서의 나노물질 사용에 대한 위해성 평가를 담당하고 있다. 이는 사용 허가를 받기 전에 고려해야 할 위험이 있는지 확인하기 위함이다. 평가는 유럽 전역의 전문가로부터 구성된 EFSA의 과학 패널이 수행하고 있다. 회원국과 유럽집행위원회가 결정한 후속 허가는 나노물질의 사용 조건 및 표시 요건을 규정한다.

그러나 지난 2009년 제정된 (EC) No. 450/2009와 2011년 제정된 (EC) No. 10/2011 (식품접촉 플라스틱 물질 규제)에서는 나노물질을 함유한 식품 및 그 성분에 대한 승인 절차와 나노형태 및 나노물질에 대한 정의를 포함하기 시작하였다. 특히, 2011년 제정된 (EC) No. 1169/2011에서는

식품 내 나노물질에 대하여 표시해야 한다고 언급하였으며, 이에 따라 제조나노물질인 모든 성분에 대해서 그 이름 뒤에 ‘나노’라는 단어를 명시하여 성분 목록에 명확하게 표시해야 한다.

최근까지도 식품과 관련된 규제와 그 안에 포함된 나노물질의 개념 및 특정 의무사항은 지속적으로 논의되고 있다. 2017년 5월에는 국가별 이해관계자들이 모여 식품 및 식품접촉물질 내 나노물질의 정의와 관련된 이슈에 대해 논의하였다. 이 회의를 시작으로 향후 식품 및 식품접촉물질에 포함된 나노물질에 대한 추가 규제의 필요성을 인지하여, 관련 규제 제정에 필요한 기초 기술과 규제의 기반이 개발될 전망이다.

③ 화장품품 규제(EU Cosmetics Regulation)

2009년 11월에 유럽연합 각 회원국에서 관리하게 되어 있던 ‘화장품 지침(Directive 76/768/EC)’이 유럽연합 차원에서 관리하는 규제(EU Cosmetic Regulation/(EC) No. 1223/2009)로 바뀌었다. 이 규제는 REACH와 유사한 구조로 만들어졌으나, 대상이 화장품이며 제품 규제 중에서 처음으로 나노물질을 포함하고 있다. 화학물질 규제 하에서 화장품은 화장품 규제에 따른 제품 신고에 관한 의무와 REACH 규제에 따라 여러 가지 화학물질과 용매가 섞인 혼합물과 용기에 대한 두 가지 의무를 이행해야 한다.

화장품 규제에서는 나노물질을 ‘1~100nm 크기의 1차원 이상의 외부 치수나 내부적 구조를 갖는 불용해성이거나 생물학적으로 잔류성이고 의도적으로 제조되는 물질’이라고 정의하고 있다. 나노물질을 함유하는 새로운 화장품을 만드는 제조업자는 유럽 시장 출시 6개월 전에 제품정보와 화장품안전성 평가보고서를 제출하여야 한다.

제출할 정보는 화학명(IUPAC name)과 여타 기술어(descriptor) 등을 포함해야 하며, 입자 크기와 같은 나노물질의 물리·화학적 특성, 유럽 시장의 연간 시판 예상 수량이 필요하다. 특히 나노물질을 포함하는 경우 독성정보, 나노물질이 사용되는 화장품의 카테고리(범주)에 대한 안전성 자료, 예측할 수 있는 노출 상태 등이 필요하다. 또한 유럽 내에서 나노물질을 함유하는 화장품에 대해 2014년 1월 11일까지 표기할 것을 요구하였고, 시장에 내놓거나 시판되는 모든 화장품에 사용되는 나노물질의 범위를 알 수 있도록 규정하였다.

2017년 7월, 화장품 규제 16조에 따라 유럽 시장에 유통되고 있는 화장품에 포함된 모든 나노물질의 목록을 발표했다. 이 목록은 기업이 신고한 정보를 기반으로 하는데, 신고된 물질이 정말 나노물질인지에 대한 정보가 명확하지 않아 불필요한 우려 및 오해를 불러일으킬 수 있다고 지적되고 있다. 하지만 이 목록은 허가 목록이 아닌 단순 정보 제공만을 목적으로 하며, 정기적으로 업데이트될 예정이다.

유럽집행위원회와 소비자안전과학위원회(SCCS)는 2018년 10월 ‘화장품 원료 시험법 및 안전성 평가 지침에 대한 SCCS의 10번째 개정판’을 발표하였다. 이 지침은 화장품 원료로써 사용되는

나노물질의 안전성 평가를 위해 나노물질의 물리화학적 특성 정보 및 분석 방법, 체내 거동정보, 표면특성 및 표면처리물질 정보가 고려되어야 할 것을 명시하고 있다. 2019년 11월 4일에는 SCCS의 2012년도 지침(SCCS/1484/12)을 갱신하여 화장품 내 나노물질 안전성 평가에 관한 지침을 공개했다.

이 지침은 (1) 안전성 평가의 일반적인 고려사항, (2) 물질 특징, (3) 노출평가, (4) 유해성 평가 및 용량 반응 특성, (5) 위해성 평가에 대해 다루며, 화장품 내 포함된 나노물질의 안전성 평가 시 고려되어야 할 권고사항을 포함하고 있다.

지난 2019년 11월에 유럽 시장에서 화장품에 사용되는 나노물질의 카탈로그를 갱신하여 발표하였다. 유럽집행위원회는 2017년 6월에 처음으로 이 카탈로그를 게시하였고, 카탈로그는 2018년 12월 31일 기준으로 화장품신고포털(CPNP)을 통해 유럽집행위원회와 공유한 정보를 수집한 것으로, 자외선 필터, 착색제 및 방부제로 사용되는 27종의 나노물질 목록이 포함되어 있다.

2020년 4월에는 규제 독성학 및 약리학(Regulatory Toxicology and Pharmacology)에 ‘화장품 내 나노물질의 안전성 평가에 대한 SCCS 지침’을 게재하였는데, 주요 내용은 다음과 같다.

- 이 지침은 나노물질의 안전성 평가와 관련된 주요 문제 및 요구되는 데이터에 대한 개요를 제공한다.
- 이 지침은 신청자와 위해성 평가자가 나노물질에 관한 안전성 관련 서류를 준비, 평가하는 것을 용이하게 한다.
- 이 지침은 SCCS의 일반 지침에 상보적이다.

④ 유럽연합 회원국의 나노물질 용도 및 유통량 관리

유럽연합의 주요 회원국들은 REACH와 별개로 국가별 보고 체계를 통해 산업계로부터 나노물질에 대한 용도와 유통량과 같은 정보를 요청하고 있다.

프랑스의 다섯 번째 나노물질 보고('17.01.01~05.31)에 따르면, 2017년에 가장 많이 보고된 부문은 ‘농업, 임업, 어업(SU1)’으로 6,060건이 보고되었다. 그 다음으로 ‘혼합물의 제제(혼합) 및/또는 제포장 (합금 제외)(SU10)’, ‘기타(SU0)’, ‘식품 제조(SU4)’ 순으로 보고되었다. 제품 분류로는 ‘식품보호 제품(PC27)’이 3년 연속 1순위를 유지하고 있으며, ‘화장품, 퍼스널케어제품(PC39)’ 및 ‘코팅 및 페인트, 용매, 시너(PC9a)’에 나노물질이 사용되고 있음을 확인할 수 있다.

덴마크의 나노제품 인벤토리는 덴마크에서 나노제품의 확산을 모니터링하기 위한 조치의 일환으로 설정되었는데, 나노물질을 함유한 혼합물 및 완제품의 제조자 또는 수입자는 제품에 대한 정보를 보고하도록 의무화하고 있다. 2017년 11월에 발표된 ‘Political Agreement on new joint chemicals initiatives 2018~2021’에 따르면 현재 나노제품 인벤토리 조사가 진행 중이며 추후 결과를 토대로 변경사항의 필요 여부를 논의할 것이다.

벨기에의 2016년 자료인 ‘Annual report of the Belgian nanoregister, trade year 2016’에 따르면 나노입자 상태의 물질은 제조 16,947톤 및 수입 57,550톤이었으며, ‘산업적 용도 (SU3)’로 가장 많이 사용되었다.

표 7-7 유럽연합 내 나노물질 규제를 채택한 회원국 및 세부 내용

국가	보고체계	대상			세부 내용
		물질	혼합물	완제품	
프랑스	신고	○	○	○	• 제조자, 수입자, 대리인 • 2013년 1월 1일부터 시행 • 매년 전자신고(5월 1일 기준)
덴마크	신고	○	○	○	• 제조자, 수입자 • 2014년 6월 18일부터 발효 • 등록마감 : 2015년 8월 30일 • 매년 전자신고
벨기에	등록	○	○	-	• 제조자, 수입자, 외국인 제조자 • 2016년 1월 1일부터 시행 • 등록마감 : 2017년 1월 1일(혼합물 기준) • 매년 전자신고(3월 31일 기준)
스웨덴	신고	○	○	○	• 제조자, 수입자 • 2018년 1월 1일부터 발효 • 등록마감 : 2019년 2월 28일 • 나노물질 포함된 제품 신고 • 나노물질 정보 함께 제출(연간 100 kg 이상)
스위스 ⁷⁾	신고	○	○	○	• 2018년 3월 1일부터 등록 시작 • 위험중간체, 산업계 생산 공정에 사용되는 커뮤니케이션, 라벨링 등에 대한 개정안 의견 수렴 • 유통되는 물질 중 REACH에 등록되지 않은 나노물질 신고(연간 1톤 이상)
노르웨이 ⁸⁾	신고	○	○	○	• 제조자, 수입자 • 등록마감 : 2013년 12월 31일 • 매년 전자신고 • 나노물질 정보 함께 제출(연간 100 kg 이상)

7) 최종 변경 사항이 2018년 1월 31일 연방 이사회 회의에서 채택, 시행 예정

8) 나노물질 등록 법령 추진 중

(2) 미국

① 환경보호청(EPA)

미국 환경보호청은 1976년에 제정된 독성물질관리법(TSCA)에서 나노물질의 노출로부터 인체와 환경을 보호하기 위해 ‘화학물질’로 간주하여 포괄적으로 규정하고 있다. 취급하는 나노물질이 기존 화학물질과 화학구조나 조성이 같을 경우 같은 물질로 취급하고 있기 때문에, 나노물질 크기별 물리화학적 특성에 따른 독성은 고려하지 않고 있다. 그러나 탄소나노튜브에 대해서는 사전신고제도(PMN) 의무를 부여하고 있다. 일반적으로 신규물질은 PMN을 제출하게 되어있으며, 기존 물질이지만 사용 용도가 변경되면 중요신규사용규칙(SNUR)을 제출한다. 이 법에서는 연간 10톤 미만으로 생산, 수입되는 물질의 경우 신고의무가 제외되므로 대부분의 나노물질은 제외될 가능성이 높지만, 2013년 실리카, 알루미늄, 단일벽/다중벽 탄소나노튜브가 예외항목으로 지정되어 별도 관리되고 있다. 단일벽 탄소나노튜브의 경우 제조 90일 전 자료를 제출하여 허가를 얻은 후 제조 및 판매해야 하며, 다중벽 탄소나노튜브는 흡입독성 자료를 제출하도록 하여 독성에 관한 안전관리 의무가 추가되었다. 모든 나노물질이 새로운 물질로서 간주되거나, 소비자나 환경에 유해성을 주는 것으로 보이는 특정 나노물질에 대한 사용을 제한하기 위해 SNUR의 적용 같은 규제의 가능성도 있다.

2019년 10월 11일, 미국 환경보호청은 사전제조신고(PMN) 대상이었던 다중벽 탄소나노튜브를 포함한 31개 물질에 대해 SNUR을 제안하였다. 이 중 8개 물질은 독성물질관리법에 따른 명령 대상이다. 제안된 SNUR에 따르면, 환경보호청은 탄소나노튜브 아날로그에 기반한 폐독성과 자연유기물이 존재할 때 저농도에서의 수생독성에 대한 우려를 표명하였다. 합리적인 평가를 위한 물질정보가 부족하면 인체 및 환경에 유해성이 있을 수 있기 때문에 TSCA에 따른 동의명령을 발표하여, 다음 사항을 요구하였다.

- 잠재적인 경피 노출이 있는 곳에서 작업자의 경피 노출을 막기 위한 개인보호구 사용
- 잠재적 흡입 노출이 있는 곳에서 작업자의 흡입 노출을 막기 위해 NIOSH에 의해 검증되고 적어도 APF 50인 마스크 사용
- 폐쇄된 공정이 아닌, 분진, 증기, 미스트 또는 에어로졸을 발생시키는 용도에서의 사용 자제
- PMN에 기재된 용도로만 사용
- 지표수로 방출 금지
- 소각 또는 매립에 의해서만 폐기

우리나라 나노기술 정책	국외 나노기술 정책 동향	나노기술 연구개발 투자 및 성과	나노 안전 상황 현황	나노 안전 인프라 현황	제7장 나노안전성 및 표준화	나노안전성 및 표준화 현황	나노안전성 및 표준화 향후 방향을 설정	국제 협력 현황	국민 이해 및 지식 확산	부록
-----------------	------------------	----------------------	----------------------	-----------------------	-----------------------	----------------------	-----------------------------------	-------------	------------------	----

표 7-8 미국 TSCA에 따른 나노물질 관련 규제 현황

구분	사전신고제도(PMN)	중요신규사용규칙(SNUR)
규제 내용	신규화학물질 제조·수입 90일 전에 물질의 특성, 생산량 등 사전신고 및 심사	기존화학물질이 제조전신고와 다른 용도로 사용하게 되는 경우, 사전통지 없이 신규용도로 사용 제한·금지
대상 물질	CNT, Siloxane modified silica, Siloxane modified alumina	carbon nano tube(CNT), carbon nanofiber 등

미국 연방살충살서제법(FIFRA)에서는 나노제품에 의한 유해성을 규명하고자, 신규물질에 대한 규제를 실시하겠다고 선언하였다. 특히 은 나노물질이 소비재로 가장 널리 사용되고 있어 대상 물질의 관리가 시급하다는 판단하에, 해당 물질을 살균제로 분류하고 은 나노가 포함된 제품에 대해서는 등록 절차를 취하도록 규정하고 있다.

2017년 1월 환경보호청은 ‘나노 규모 물질의 보고와 관련한 법안(Chemical Substances When Manufactured or Processed as Nanoscale Materials)’ 최종안을 발표하여, 기존 나노물질과 신규 나노물질을 제조 또는 생산하기 전 1회에 한하여 해당 화학물질에 대한 정보를 보고하도록 하였다. 요구되는 정보는 (1) 화학물질의 정보, (2) 연간 생산량, (3) 제조 및 생산 방법, (4) 노출 및 방출 정보, (5) 보유하고 있는 이용 가능한 환경 및 환경유해성 시험자료가 해당한다.

② 식품의약청(FDA)

미국 식품의약청은 식품, 화장품, 의약품, 의약부외품, 의료기기, 수의약품, 담배 등 나노기술이나 나노물질이 이용될 수 있는 다양한 범위의 생산제품에 대한 규제를 마련하고 있다. 2006년 8월에 구성된 나노기술 대책위원회는 식품의약청이 규제하는 제품이 나노기술·나노물질의 혁신성·안전성·효과성을 갖추도록, 지속적 개발을 촉진하는 접근 방법을 결정하는 책임을 지고 있다.

기존의 규제 접근방법이 나노물질을 다루기에 충분한지를 검토하여, 향후 크기 등의 자료에 대한 지침을 공포할 것이다. 또한 나노물질의 환경성과 유해성 및 위해성에 대한 과학적인 정보가 확보되면, 각각의 경우에 맞게 개별적으로 정책을 조절해 나갈 계획이다.

식품의약청의 나노기술 규제 과학연구 프로그램(NRSRP)은 규제하는 생산제품에 대한 자료 평가를 용이하게 하고, 과학적인 이해를 증진시키고자 하는 프로그램이다. 2011년 이후 (1) FDA가 규제하는 생산제품의 물리·화학적 특성, (2) FAD가 규제하는 생산제품 중 나노물질의 비임상적 모델링, (3) 위해성의 특정화 정보, (4) 위해성 평가 등으로 구분하였다.

나노물질을 함유한 의약품의 규제 전망을 보면, 제품규제에 나노기술을 적용한 제품의 포함 여부를 고려 중이며, 나노구성은 크기, 표면리간드, 표면전하, 용해성, 형태 등을 검토하고, 기능 측면에서는 치료(약물 부하, 안정성, 배출), 표적(결합, 활성화, 양) 등을 검토한다.

③ 국립산업안전보건연구원(NIOSH)

미국 국립산업안전보건연구원은 1970년 제정된 산업안전보건법(OSH)에 따라 설립된 기관으로서, (1) 작업장 내 물질 위해성 여부 결정, (2) 상해 질병 사망 등을 예방하기 위한 연구 수행, (3) 안전한 작업장 확보를 위한 지침 및 권고(안) 제시 등의 임무를 수행하고 있다.

국립산업안전보건연구원은 국가나노기술개발전략(NNI)의 ‘나노기술 환경 및 건강 영향 부문(NEHI)’의 주관 기관으로서, 체내 나노입자의 작용에 대한 메커니즘을 규명하고 근로자들을 대상으로 나노입자의 잠재적 위해성 평가를 위한 조치를 취하고 있다.

국립산업안전보건연구원은 나노기술과 관련된 연구를 총괄하고, 작업장 내 나노물질 취급에 대한 안전지침을 개발하기 위해 2004년 나노기술연구센터(NTRC)를 설립하였다. 작업장 내 나노입자의 유해성 규명과 특성연구, 노출평가, 위험성 평가, 위험 관리에 대한 연구 프로그램에 집중하고 있다. 또한 잠재적 건강 위험성을 규명하고 관련 권고안의 개발·확산을 위한 연구를 하고 있다.

2019년 12월의 연방관보 공지사항에 의하면, 작업장 노출기준(OEL)을 개발하기 위해 노력하고 있는데, 평가하기 위한 제조나노물질의 독성 및 물리 화학적 자료에 기반하여 OEL을 개발하려고 한다. 인간, 동물, 그리고 세포 독성 자료뿐만 아니라 급성, 아만성, 혹은 만성 자료, 제조나노물질의 물리화학적 특성, 그리고 제조나노물질의 생물학적 메커니즘과 독성학적 영향에 대한 기타 정보와 함께, 제조나노물질 노출과 염증, 섬유증, 또는 종양을 포함한 폐 기능 부작용 사이의 용량 반응 관계를 평가하는 연구에 대한 정보를 찾고 있다. 향후 제조나노물질에 대한 OEL 개발을 위한 자료, 방법 및 결과를 설명하는 기술 보고서를 게시할 예정이다.

또한, 최근 국립산업안전보건연구원은 나노물질에 대한 산업 위험 평가를 다루고 있는데, 위험 평가를 수행하기 위해 사용하는 단계별 과정 및 논리를 설명하고 있다.

- 화학물질 또는 다른 물질과 어떤 유형의 위험이 관련되어 있는지 결정
- 화학물질이나 다른 물질이 질병 및 부상의 원인이 되는지를 나타내는 과학적 증거 수집
- 과학적 데이터 평가 및 근로자의 건강에 위해를 끼칠 수 있는 화학물질의 노출 정도 결정
- 과학적으로 뒷받침되는 최선의 결정을 내릴 수 있도록 모든 관련 증거를 신중하게 고려

(3) 일본

일본은 나노 소재 안전성 관련 규제나 법규를 마련하고 있지는 않지만, 경제산업성을 중심으로 나노산업에 관한 정보를 수집하고 있다. 또한 환경처를 중심으로 나노물질의 유해성 정보를 수집하고 있으며, 신에너지·산업기술종합개발기구(NEDO) 등을 통해 나노물질 특성평가 방법의 개발, 나노물질 노출평가 및 유해성 평가 방법 개발 등을 추진하고 있다.

(4) 호주

호주는 2010년 11월에 국가산업화학물질평가고시법(NICAS)을 개정하여 나노물질을 신규 물질로 간주하여 안전성 평가를 수행하고 있으며, 나노물질을 10% 이상(개수 농도) 함유하는 물질을 제조하거나 수입할 때는 법에 따라 신고하도록 하고 있다.

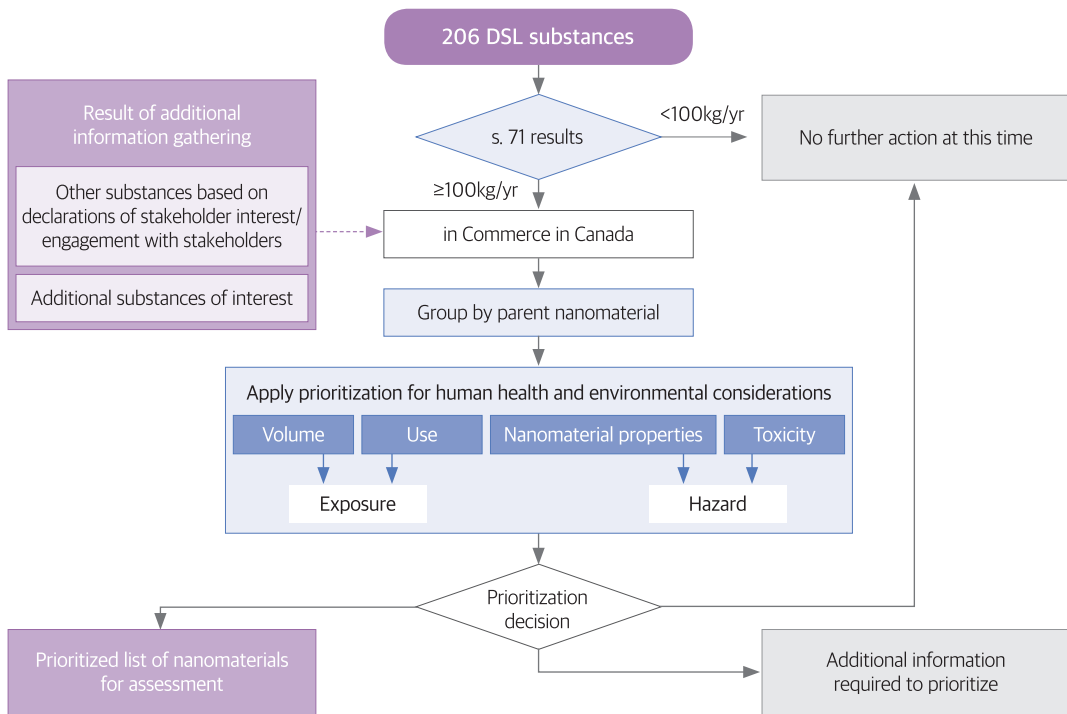
(5) 캐나다

캐나다는 1999년 환경보호법을 통해 나노물질 정보 확인 등의 제도를 정비하고 2000년부터 나노물질 관리를 시행하였다. 캐나다 환경보호법(CEPA)에 준하여 나노 규모의 제품을 10kg 이상 취급하는 자는 중요신규활동(SNAC) 신고 대상이 되며, 2010년 9월부터 연간 100kg 이상의 다중벽 탄소나노튜브와 연간 10kg 이상의 화학증착법에 의한 다중벽 탄소나노튜브 나노물질 신고가 의무화되었다.

캐나다에서 상업적으로 유통되는 ‘화학물질 목록(DSL)’에 있는 206종 나노물질의 양, 용도, 나노 특성, 독성 정보를 기반으로 우선순위를 결정하여 (1) 시점에서 규제가 필요 없는 물질, (2) 우선평가대상 나노물질, (3) 우선평가대상으로 고려하기에 정보가 불충분한 물질로 분류한다. 이때, 유해성 평가를 위한 우선평가대상 나노물질은 이해관계자를 통한 조언, 유해성 평가 정리가 고려된다.

DSL에 등재되지 않은 물질은 신규 물질로 간주하여 이를 취급하기 전에 신고하여야 한다. 화학물질 정보, 물리화학적 특성, 응집(집합) 상태, 모양, 표면적 및 물질의 표면전하, 최종 제품이 생성되기 전의 전구체 및 물질의 여과 가능성, 환경유해성 및 인체유해성 자료 등을 제출하게 된다.

그림 7-7 캐나다 나노물질 우선평가 대상물질 선정법



다. 나노물질의 발암성 평가

WHO 산하 프랑스 리옹 국제암연구소(IARC)는 탄소나노튜브의 발암평가를 2014년 9~10월에 수행하였다. 탄소나노튜브(carbon nanotube)의 발암성 문제는 2008년부터 대두되었으며, 탄소나노튜브와 석면의 유사성 때문에 근로자와 소비자의 건강보호차원에서 신속한 평가가 되어 IARC가 평가하게 된 것으로 보인다. 이에 따라 탄소나노튜브는 나노물질 중에서 발암성에 대한 첫 평가 대상 물질이 되었다. 2014년 10월, 프랑스 리옹에서 열린 IARC 평가회의에서 일본의 다중벽 탄소나노튜브를 IARC group 2B(발암의심물질)로 지정하였으며, 이를 제외한 다중벽 탄소나노튜브와 단일벽 탄소나노튜브에 대해서는 group 3(발암물질로 분류할 수 없는 물질)로 지정하였다. 또한 탄소나노섬유(carbon nanofiber)도 발암물질로 지정하고자 하는 움직임이 있었으나, 전문가들의 심층 논의결과 아직까지는 발암성의 증거가 확실하지 않다고 판단하였다. 현재까지는 다중벽 탄소나노튜브와 탄소나노섬유가 발암의심물질로 지정이 되지 않았으나 4년 내에 재검토하게 되어있으므로, 우리나라는 해당 물질의 독성자료 및 노출자료를 확보하여 대응할 필요가 있다. 회의 결과는 IARC monograph 111권으로 출판된다.

2019년 12월, 미국 국가독성관리체계(NTP)는 1020 긴 다중벽 탄소나노튜브(1020 long multiwalled carbon nanotubes)의 독성연구에 관한 기술보고서를 발표하였다.⁹⁾ 기술보고서에 따르면, 지금까지 장기 흡입독성 및 발암성 연구가 비교적 짧고, 강직한 다중벽 탄소나노튜브에 대해 수행되었기 때문에, 이번 연구에서는 길고 얇은 다중벽 탄소나노튜브인 1020 긴 다중벽 탄소나노튜브를 최종 연구 대상으로 선택하였다. 기술보고서는 이 탄소나노튜브의 무영향용량(NOEL, 독성학적 영향이 관측되지 않는 최고 농도)을 제시하였으며, 작업자 환경에서의 노출과 관련된 건강 위험에 대한 정보를 제공하고 있다.

3

국내 정책 및 규제 동향

가. EHS 정책 동향

나노안전성과 관련한 국민 인식도를 조사한 결과, 국민의 30%는 나노안전성에 대한 영향을 우려하고 있으며, 전문가는 나노안전관리를 위한 정책으로 안전관리 종합대책 수립, 안전성 평가 연구 순으로 필요하다고 응답하였다. 나노물질의 잠재적 위해성으로부터 국민 건강과 생태계를 보호하고, 나노기술 강국으로서의 국제적 위상을 제고하고, 나노분야 산업계의 선제 대응을 위해서는 국내 나노기술 환경·보건·안전(EHS) 분야의 연구 강화 및 국제적 안전성 평가 사업에 적극적으로 참여할 필요가 있으며, 나노기술 및 관련 산업 발전을 지원하기 위한 정부 차원의 체계적인 종합관리가 요구된다.

나노기술 분야는 2001년부터 ‘제1기 나노기술종합발전계획’이 수립되어 국가 전략으로 육성되고 있으나, 나노안전관리 분야는 2000년대 후반부터 기초 조사·연구가 진행되었다. 국제적으로 나노안전관리가 주요 이슈로 부상되고, 규제 움직임이 가시화되어 유엔환경계획(UNEP)의 국제 화학물질관리전략(SAICM)에서 나노기술 분야를 떠오르는 이슈로 선정하였으며, OECD, ISO 등 국제기구에서 나노안전성 평가 작업과 국제표준을 설정하고 있다.

이에 따라 관련 정부 부처(과학기술정보통신부, 교육부, 고용노동부, 산업통상자원부, 환경부, 식품의약품안전처 및 소속연구기관)로 구성된 ‘나노물질 안전성 정책협의회’에서 ‘범부처 나노안전관리 종합계획’을 수립하고 있다.

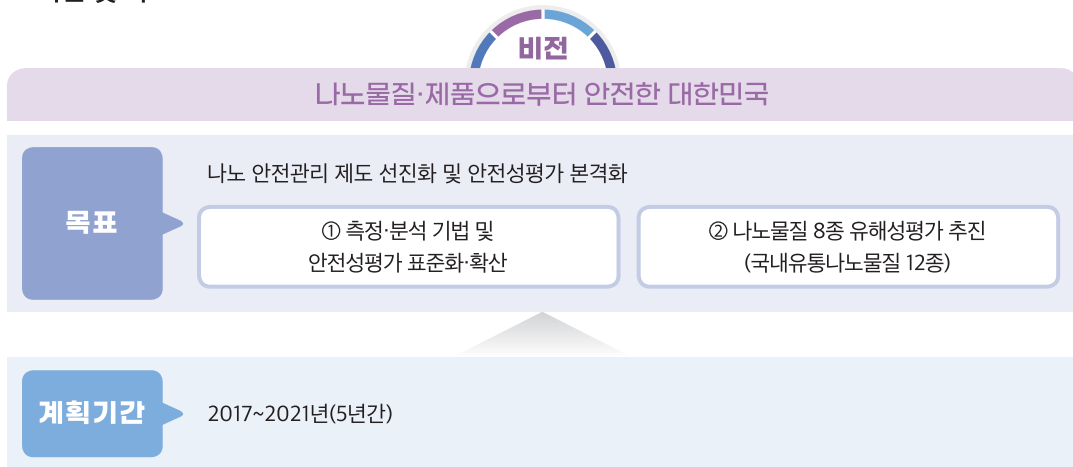
9) National Toxicology Program(2019), "NTP Technical Report on the Toxicity Studies of 1020 Long Multiwalled Carbon Nanotubes Administered by Inhalation to Sprague Dawley (Hsd:Sprague Dawley® SD®) Rats and B6C3F1/N Mice"

(1) 나노안전관리 종합계획

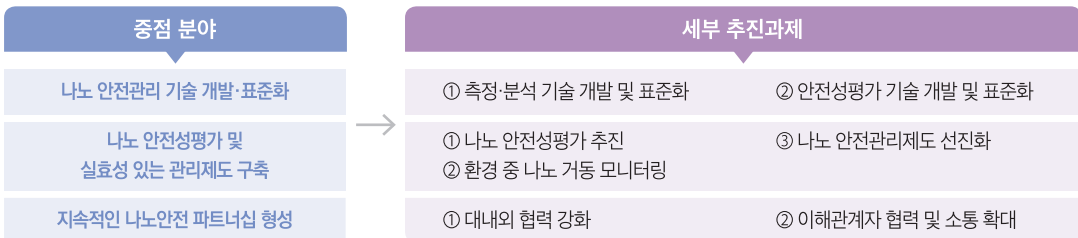
‘제1차 나노안전관리 종합계획(‘12~’16)’에서 4개 분야를 중점 추진 분야로 설정하여 나노안전관리를 위한 기반을 구축하였다. 나노 측정·분석 및 데이터베이스 구축, 나노안전성 평가 기반 구축, 안전관리 제도화 도입 기반 마련, 인력 양성 및 파트너십 구축 등 12개 추진과제를 선정하였다.

‘제2차 나노안전관리 종합계획(‘17~’21)’에서는 나노안전관리 제도 선진화 및 안전성 평가 본격화를 목표로 하고 있다. ‘나노물질·제품으로부터 안전한 대한민국’을 비전으로 하여, 3대 중점분야, 7개 추진과제에 448억 원을 투자하게 된다. 나노물질 안전성에 대한 범부처 종합 정책 협의회를 통해 연 1회 이상 진행 상황 및 문제점을 파악·조정하고, 수립 계획을 이행하여 나노물질 안전관리 관련 주요 이슈에 대한 총괄 조정 및 정책 간 연계를 강화하고 있다.

■ 비전 및 목표



■ 중점 분야 및 세부 추진과제



(2) 제3기 국가나노기술지도의 나노안전성

2018년 수립된 ‘제3기 국가나노기술지도’에서 나노안전성에 대해 다루었으며, 나노기술지도의 나노안전분야 기술체계는 다음과 같다.

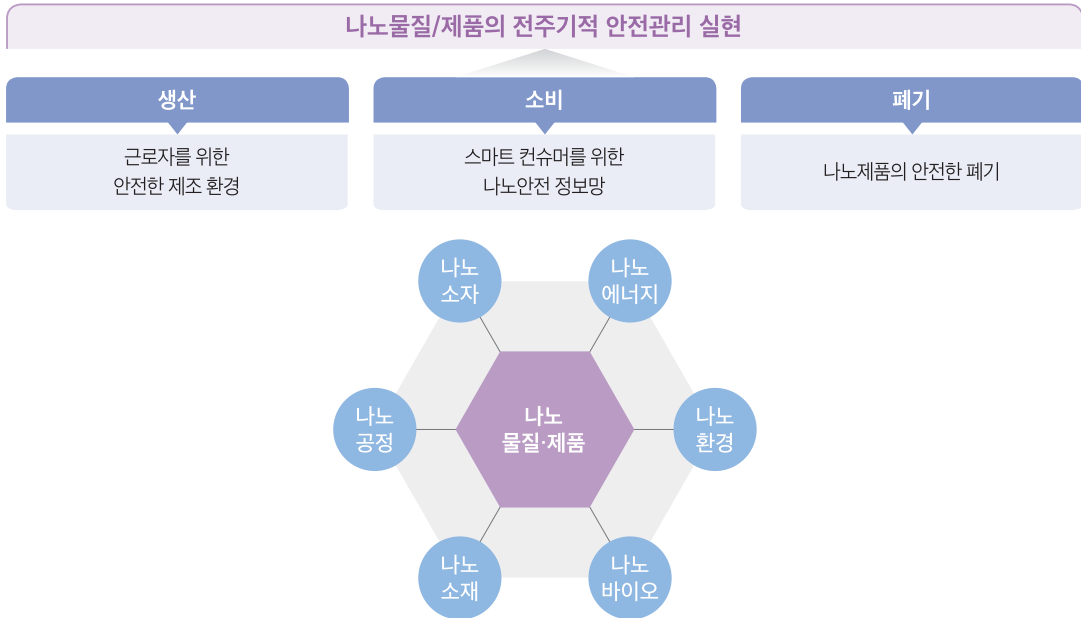
표 7-9 제3기 국가나노기술지도 나노안전분야 기술체계

대분류	중분류	소분류
나노 안전	근로자를 위한 안전한 제조 환경	노출평가 기술
		노출저감 기술
		작업자 보호 기술
		건강 모니터링 기술
		인체 위해성 평가 기술
	스마트 컨슈머를 위한 나노안전 정보망	제품에서의 나노 이탈락 DB 구축 및 기준안 제시
		확장된 안전보건자료 작성
		나노제품의 안전성 인증 추진 알고리즘 개발 및 인증 시스템
		소비자 노출평가 및 정보망 구축
	나노제품의 안전한 폐기	나노제품 폐기 현황 DB 구축
		환경 노출평가
		나노물질 환경 모니터링 기술
		나노제품의 폐기 시스템 개발

나노안전성 정의를 보면, 안전한 나노소재 및 제품의 활용을 위해 나노안전성 기준을 설정하고 인증 시스템을 구축하여, 안심하고 사용할 수 있는 나노제품이 시장에 출시되도록 법제화 및 나노안전관리 체계를 구축하는 과학적 근거를 제공하는 기술로 정의되어 있다.

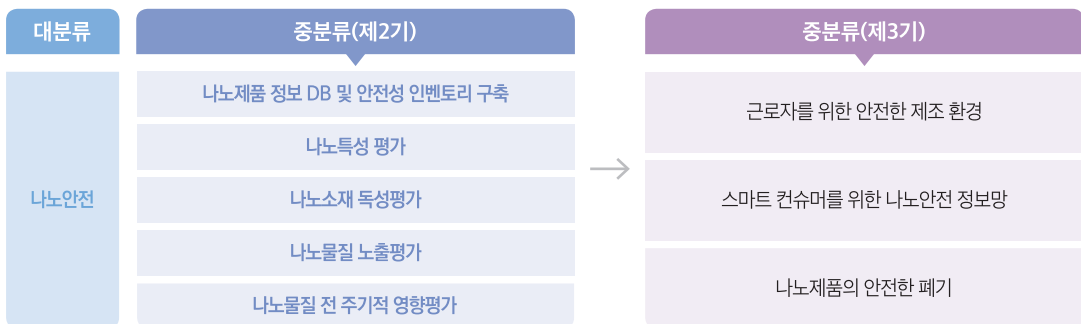
제3기 국가나노기술지도의 주요 목표는 나노물질 및 나노제품의 전 주기적 안전관리 실현이며, 중점 관리목표로 나노물질의 생산, 소비, 폐기 분야를 선정하였다.

그림 7-8 제3기 나노기술지도의 목표와 세부 목표



제2기 나노기술지도에서는 중분류를 구체적으로 제시했으나, 제3기 나노기술지도에서는 포괄적으로 나타내었다.

그림 7-9 제2기와 제3기 국가나노기술지도 나노안전분야의 차별성



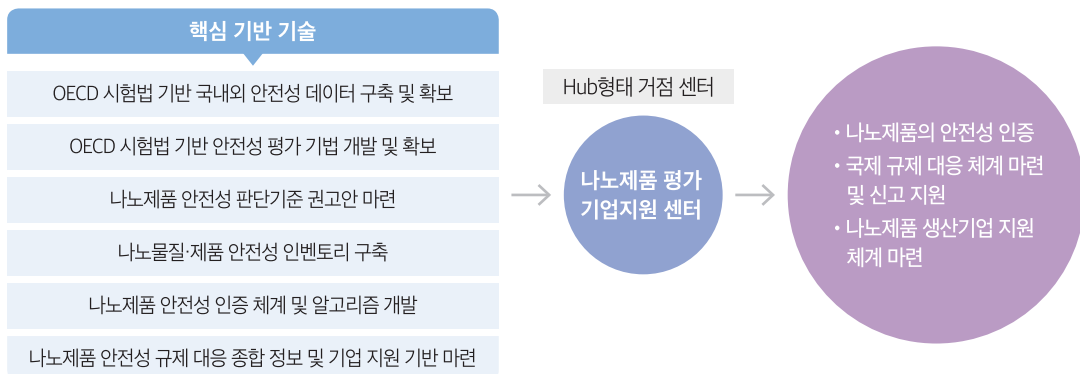
나노안전 분야는 나노소재·소자·바이오·환경 등 타 나노기술 분야와 별개의 기술 분야가 아니라 전체 나노산업의 기반이 되는 분야이기 때문에, 나노물질·제품의 안전성이 확보되어야

실질적인 나노융합 사업화의 축진이 가능하며, 나노제품의 전 주기적 안전관리를 위해서는 생산, 소비, 폐기 단계의 관점에서 접근할 필요성이 있다.

신뢰성 있는 나노물질 독성 평가 자료 확보와 나노제품에서의 노출평가 결과 등을 토대로 나노기업 및 소비자에게 나노제품의 안전성을 판단할 수 있는 방법을 정립하여 보급해야 한다. 이를 통해 기업에게 안전한 나노물질·제품의 제조·생산을 유도하고 소비자에게 나노제품이 안전하다는 인식을 제고해야 본격적인 나노융합 사업 확산이 가능할 것이다. 과학기술정보통신부 나노안전성 기술지원센터를 포함한 부처별 나노안전 관련 지원 사업을 추진함으로써 나노물질 및 제품의 독성 자료 생산, 노출평가 기법 개발 등 연구개발 측면에서는 많은 성과가 있었으나, 나노기업의 국제 규제 대응 및 나노제품의 안전성 인증 등 기업 지원 체계 구축은 미흡하였다.

단계적으로 나노물질·제품의 안전성 관리 및 인증을 수행하고, 나노제품의 성능을 평가할 수 있으며, 다양한 나노 규제 대응을 지원할 수 있는 ‘나노제품(안전성) 평가 기업지원 센터’의 지정 및 운영이 필요하다.

그림 7-10 나노제품 안전성 평가 기업지원 센터 개요



(2) 환경부

2013년 5월, ‘화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률(화평법)’이 제정되어 2015년부터 시행되었다. 이때 나노물질의 개념이 처음으로 포함되었으며, 2017년 개정안에는 나노물질을 ‘3차원의 외형치수 중 최소 1차원의 크기가 1~100nm인 입자의 수가 50% 이상 분포하는 물질 및 1nm 이하인 풀러렌, 그래핀 플레이크 또는 단일벽 탄소나노튜브’로 정의한 내용이 포함되면서, 국내에도 나노물질 규제를 시작하기 위한 초석을 다지게 되었다. 나노제품 관련 사항은 화학 제품 안전법에 반영되어 있으며, 화평법에서는 나노물질을 유해성평가 대상으로 명시하고 있으며(시행령 제16조), 화학제품안전법에서는 살생물제품에 나노물질이 의도적으로 함유된 경우에는 해당

나노물질의 명칭, 사용 목적 및 용도 자료를 갖추어 제품승인을 신청하여야 하며(법 제21조), 살생물 제품에 나노물질이 의도적으로 함유된 경우 나노물질의 명칭, 사용 목적 및 용도를 표시하도록 하는 라벨링 제도로 관리하고 있다(법 제27조). 또한 화학물질관리법(화관법)에서는 사업장 내 화학물질 통계조사를 통해 기업이 자발적으로 나노물질 여부를 확인하도록 하고 있다. 다만, 유통량 조사에 대한 강제성이 없는 만큼 신뢰성 확보에는 한계가 있다. 국내 나노물질 안전관리 관련 법령 현황은 다음과 같다.

2020년에는 환경부, 과학기술정보통신부, 산업통상자원부, 고용노동부, 식품의약품안전처가 합동으로 나노안전관리 실행을 위한 ‘제3차 나노안전관리 종합계획(‘22~’26)’을 마련할 계획이며, 제1차와 제2차 나노안전관리 종합계획의 이행성과를 평가하고, 제3차 종합계획의 목표, 비전 및 추진 방향을 설정할 계획이다. 그리고 2020년부터 나노물질의 체계적 관리를 위해서 나노물질 상세 유통량 조사가 시작되며, 11종 제조나노물질의 유독물질 등 분류표시(안), 분류근거, 유해성 결과 등을 포함한 유해성평가보고서가 발간될 예정이다. OECD WPMN에서 수행한 11종 나노물질 평가결과, ECHA 등록자료 등 최신 독성정보를 수집하여, 물리화학적 특성, 환경/건강 독성자료의 DB화를 추진하고, OECD WPMN 시험지침서를 국내 시험법으로 고시하는 것을 진행 중이다.

표 7-10 국내 나노물질 안전관리 관련 법령 현황

소관부처	부처별 역할	법령명
환경부 (총괄)	나노물질(화학물질) 안전관리	화학물질 등록 및 평가 등에 관한 법률 * 제19조 : 나노물질 유해성평가
		생활화학제품 및 살생물제의 안전관리에 관한 법률 * 제21조 : 제품승인의 신청 등 * 제27조 : 살생물제품의 표시 등
		화학물질관리법 * 제10조 : 사업장 내 나노물질 통계조사
과학기술정보통신부	나노안전 관련 기술개발	나노기술개발촉진법
산업통상자원부	나노제품(공산품) 안전관리	품질경영 및 공산품 안전관리법 * 안전인증(13종), 자율안전확인(46종) 안전·품질표시(7종), 어린이보호포장(7종) 등 73종
식품의약품안전처	나노기술응용 식품, 의약품, 화장품 등 안전관리	식품위생법, 약사법, 화장품법
고용노동부	나노물질 작업장 노출 관리 (유해/위험물질)	산업안전보건법

(3) 식품의약품안전처

식품의약품안전처에서는 나노·신소재를 적용한 의료기기의 안전성을 적절하게 평가하고, 관련 민원인이 의료기기 기술문서 등을 작성할 때 도움이 될 수 있는 ‘나노·신소재 의료기기의 안전성 평가 가이드라인’을 발간한 바 있으며, 2020년 3월에는 나노·신소재 의료기기의 안전성 평가 가이드라인(민원인 안내서)의 개정된 자료를 게재하였다. 이 가이드라인은 의료 기기에 활용될 수 있는 나노입자를 함유하는 의료기기의 평가에 대한 것으로, 특정 나노입자의 허용 수준에 대한 요건을 다루지는 않는다.

아직 의료기기에 적용될 수 있는 나노입자와 관련된 위해 보고 및 위해 가능성에 대해서는 명확하게 밝혀진 바가 없지만, 안전성에 대한 확인을 위해 평가에 필요한 다양한 시험을 요구하고 있다. 안전성 평가 방법은 물질의 특성에 맞게 생물학적 안전성 시험을 설계하기 위해 ‘의료기기의 생물학적 안전성에 관한 공통 기준 규격(식품의약품안전처)’ 또는 ISO 10993에 따르며, 임상 시험이 필요한 경우는 ‘의료기기 임상 시험 실시 기준(식품의약품안전처)’에 따른다. 동시에 나노입자의 물리·화학적 특성 자료도 제출해야 한다.

또한 식품 용기에 사용하는 나노물질의 안전관리를 위해서 ‘나노물질 적용 식품용 기구 및 용기 포장 안전관리를 위한 안내서’를 고시한 바 있다.

식품용 기구 및 용기·포장에 사용되는 나노물질의 특성 및 기능성 분석에 필요한 자료는 다음과 같다.

- 원료 나노물질과 포장재에 분포하고 있는 나노물질의 이화학적 특성
- 나노물질이 적용된 제품의 재질 안정성 평가
- 나노물질이 적용된 제품에서 나노물질의 이행량 평가
- 나노물질이 적용된 제품의 기능성 평가(항균성, 차단성 등)

또한 나노물질이 적용된 제품의 유효수명도 평가하는데, 유효수명이란 반복적으로 사용했을 때 나노물질의 조성 및 기능성(항균성 및 차단성)이 유지되는 기간을 의미한다. 해당 평가는 기구 및 용기·포장의 복합적인 사용조건을 고려하여, 가혹한 사용 환경을 모사하여 평가한다.

나. ELSI 정책 동향

윤리적·법적·사회적(ELSI)에 대해서는 2011년에 개정된 ‘나노기술개발촉진법’에서 나노기술 영향평가를 주기적으로 하도록 하고 있다. 나노기술 영향평가에서 ‘나노기술의 발전과 산업화가

경제·사회·문화·윤리·환경에 미치는 영향을 미리 평가' 하도록 하고 있으며, 그 결과를 반드시 정책에 반영하도록 규정하고 있다. 2013년에 재개정된 '나노기술개발촉진법'에서는 나노기술 영향평가의 범위와 절차를 보다 세분화하고 구체화하여 규정하고 있다.

■ ELSI 관련 법령

나노기술 개발촉진법	법 제19조(나노기술 영향평가) 정부는 대통령령으로 정하는 바에 따라 나노기술의 발전과 사업화가 경제·사회·문화·윤리 및 환경에 미치는 영향 등을 미리 평가하고 그 결과를 정책에 반영하여야 한다.
나노기술 개발촉진법 시행령	제17조(나노기술 영향평가의 범위 및 절차) ① 미래창조과학부장관은 법 제19조의 규정에 따른 나노기술 영향평가를 위하여 관계중앙행정기관의장과 협의하여 시행 계획을 세우고, 나노기술 관련 법인·단체 또는 기관으로 하여금 이를 실시하게 할 수 있다. ② 나노기술 영향평가에는 다음 각호의 사항이 포함되어야 한다. 1. 나노기술의 발전과 산업화가 국민생활의 편익증진 및 관련산업의 발전에 미치는 영향 2. 나노기술의 발전과 산업화가 국가사회 전반에 미치는 영향 3. 나노기술이 초래할 수 있는 부정적 영향 및 그 방지방안

■ ELSI 관련 주요 사업

KISTEPOI 중심의 나노기술 영향평가	2003년에 NBIT에 대한 기술영향 평가, 2005년에 나노기술 일반에 대한 기술영향 평가, 2006년에 나노소재에 대한 기술영향평가 등 3회 실시 - 과학기술 전문가 이외에 사회영역, 경제영역의 다양한 전문가들이 기술의 영향을 평가하고 보완점 및 대책을 제시 - 일반 대중들의 참여 결여 및 사회적 소통의 한계, 개별 기술의 세분화된 윤리/사회/법적 평가 부재, 기술영향평가의 국가 정책 반영 미흡 등의 한계 노출
나노소재기술 개발 프론티어 사업단에서 ELSI 연구 및 활동('08~'12)	- 나노소재의 안전성 확보를 위한 제조 및 활용기준 확립과 사회적 영향 연구, 나노물질 안전 가이드북 개발, 나노제품 소비자 모니터링 프로그램 운영, 나노프렌즈 웹사이트 구축, 나노안전 이해당사자 포럼 실시, 국제 나노윤리 워크숍(INEW) 개최 등 - 프론티어 사업 종료와 함께 끝나버리는 단기성/일회성 한계, 안전성을 중심으로 한 좁은 영역의 ELSI 논의에 그치는 한계를 노출
기타	산업통상자원부 주관의 '나노제품 안전성 센터 구축 운영 방안 연구'('12.06~'13.07), 국가나노기술 정책센터(NNPC) 주관의 '나노기술 연구윤리 지침안' 개발('11.12) 등

작성자 이태걸(한국표준과학연구원 부원장)



제2절

나노표준화

1

국제표준화 동향

나노기술과 관련한 국제표준 개발을 진행하는 기술위원회는 ISO/TC 229(나노기술)과 IEC/TC 113(전기전자제품의 나노기술) 2개 위원회가 있으며, ISO/TC 201 (표면화학분석)에서 일부 나노기술 관련 표준 개발이 진행되고 있다. 두 위원회의 기본 내용 및 작업 그룹은 다음과 같다.

표 7-11 ISO/TC 229 및 IEC/TC 113의 기본 내용

구분		ISO/TC 229	IEC/TC 113
TC명	한글	나노기술	전기 기술 제품 및 시스템을 위한 나노기술
	영문	Nanotechnologies	Nanotechnology for electrotechnical products and systems
설립연도		2005년	2006년
간사국		영국	독일
간사(국가)		Michael, David(영국)	Mr Norbert Fabricius(독일) - Assistant Secretary: Mr Werner Bergholz(독일), Mr Gerd Weking(독일)
의장(국가)		Koltsov, Denis(영국)	Mr Akira Ono(일본)
업무 범위 (Scope)		다음에 포함하는 나노기술 표준화 1. 나노크기에서의 물질과 공정의 이해와 제어 2. 개별 원자, 분자, 벌크 물질의 성질과는 다른 나노크기 물질의 성질을 활용한 새로운 성질의 개선된 물질, 장치, 시스템	IEC 및 ISO의 다른 위원회와 긴밀히 협력하여 나노기술 분야의 전기 기술 제품 및 시스템과 관련된 기술의 표준화

구분	ISO/TC 229	IEC/TC 113
구조	CAG ¹⁰⁾ , JWG ¹¹⁾ 1, JWG2 WG ¹²⁾ 3, WG4, WG5, TG ¹³⁾ 2	AG4, JWG1, JWG2, WG3, WG7, WG8, WG9, WG10, WG11
P-멤버 ¹⁴⁾	(34개 국가)영국, 브라질, 프랑스, 미국, 오스트리아, 인도, 필리핀, 인도네시아, 멕시코, 독일, 덴마크, 말레이시아, 러시아, 콜롬비아, 포르투갈, 이란, 일본, 대한민국, 벨기에, 네덜란드, 아일랜드, 폴란드, 오스트레일리아, 남아프리카 공화국, 중국, 캐나다, 핀란드, 이스라엘, 스웨덴, 노르웨이, 스위스, 싱가포르, 스페인, 이탈리아	(16개 국가) 오스트레일리아, 불가리아, 캐나다, 중국, 독일, 스페인, 핀란드, 영국, 이란, 이탈리아, 일본, 대한민국, 말레이시아, 노르웨이, 러시아, 미국
O-멤버 ¹⁵⁾	(14개 국가)루마니아, 불가리아, 이집트, 에티오피아, 룩셈부르크, 모로코, 페루, 아르헨티나, 세르비아, 홍콩, 케냐, 스리랑카, 태국, 잠비아	(19개 국가) 아르헨티나, 오스트리아, 벨기에, 브라질, 벨로루시, 체코, 덴마크, 프랑스, 헝가리, 인도네시아, 인도, 멕시코, 네덜란드, 폴란드, 포르투갈, 루마니아, 스웨덴, 싱가포르, 남아프리카

표 7-12 ISO/TC 229 및 IEC/TC 113의 작업 그룹(WG)

구분	ISO/TC 229	IEC/TC 113
구조	CAG	Chairman Advisory Group
	JWG 1	Terminology and nomenclature
	JWG 2	Measurement and characterization
	TG 2	Sustainability, consumer and societal dimensions of nanotechnologies
	WG 3	Health, Safety and Environmental Aspects of Nanotechnologies
	WG 4	Material specifications
	WG 5	Products and Applications
	WG 7	Reliability
	WG 8	Graphene related materials/Carbon nanotube materials
	WG 9	Nano-Enabled Photovoltaics Thin Film Organic/Nano Electronics, Nanoscale
	WG 10	Luminescent nanomaterials
	WG 11	Nano-enabled energy storage

10) CAG : Chairman Advisory Group(의장 자문그룹)

11) JWG : Joint Working Group(공동 작업반)

12) WG : Working Group(작업반)

13) TG : Task Group(작업반)

14) P-멤버(Participating member) : 위원회의 작업에 적극 참여하고, 국제표준안에 대한 투표 의무가 있으며 가능하면 회의에 참석

15) O-멤버(Observing member) : 옵저버로서 투표의 의무가 없으나, 문서를 받아 볼 수 있고, 코멘트를 제출할 수 있으며, 회의 출석의 권리 존재

가. 나노기술 용어의 정의

국제표준에서 나노 크기(Nanoscale)를 정의한 것은 2008년 8월에 출판된 ISO/TS 27687:2008가 최초이다.¹⁶⁾ 이 표준의 정의를 그대로 적용하여 2010년 10월 ISO/TS 80004-1:2010에 반영하였다.¹⁷⁾ 이 표준을 통해 나노크기를 ‘약 1nm부터 100nm의 길이 범위’로 정의하였으며, 이렇게 정의한 이유는 물질이 큰 크기 범위에서는 보이지 않던 새로운 특성을 1~100nm 범위에서 보이기 때문이다.

‘나노물체에 대한 용어와 정의(나노입자, 나노섬유 및 나노판)’에 대한 표준인 ISO/TS 27687은 나노기술에 대한 용어 표준인 80004 시리즈의 출판과 함께 2015년 6월 폐지되었다.

현재 나노기술과 관련한 용어표준은 ISO/TS 80004-1부터 80004-13까지 개발되어 있다.¹⁸⁾ 나노기술 용어와 관련된 국제표준 목록은 다음과 같다.

표 7-13 나노기술 용어 관련 국제표준

구분	표준번호	표준명	비고
ISO/TS	80004-1:2015	Nanotechnologies — Vocabulary — Part 1: Core terms	ed.2
ISO/TS	80004-2:2015	Nanotechnologies — Vocabulary — Part 2: Nano-objects	
ISO/TS	80004-3:2010	Nanotechnologies — Vocabulary — Part 3: Carbon nano-objects	
ISO/TS	80004-4:2011	Nanotechnologies — Vocabulary — Part 4: Nanostructured materials	
ISO/TS	80004-5:2011	Nanotechnologies — Vocabulary — Part 5: Nano/bio interface	
ISO/TS	80004-6:2013	Nanotechnologies — Vocabulary — Part 6: Nano-object characterization	
ISO/TS	80004-7:2011	Nanotechnologies — Vocabulary — Part 7: Diagnostics and therapeutics for healthcare	
ISO/TS	80004-8:2013	Nanotechnologies — Vocabulary — Part 8: Nanomanufacturing processes	
ISO/TS	80004-9:2017	Nanotechnologies — Vocabulary — Part 9: Nano-enabled electrotechnical products and systems	
ISO/TS	80004-11:2017	Nanotechnologies — Vocabulary — Part 11: Nanolayer, nanocoating, nanofilm, and related terms	
ISO/TS	80004-12:2016	Nanotechnologies — Vocabulary — Part 12: Quantum phenomena in nanotechnology	
ISO/TS	80004-13:2017	Nanotechnologies — Vocabulary — Part 13: Graphene and related two-dimensional(2D) materials	

16) ISO/TS 27687:2008, Nanotechnologies — Terminology and definitions for nano-objects — Nanoparticle, nanofibre and nanoplate

17) ISO/TS 80004-1:2010, Nanotechnologies — Vocabulary — Part 1: Core terms

18) 단, ISO/TS 80004-10은 개발이 중단되어, 재추진 진행 중

이 가운데, ISO/TS 80004-3(Carbon nano-objects)와 ISO/TS 80004-8(Nanomanufacturing processes)에 대한 개정 검토가 완료되었으며, 질의단계(DIS) 투표 진행 결과가 승인되어 출판만을 남겨두고 있다. 두 건의 표준은 2020년 판으로 출판될 것으로 예상된다.

ISO/TS 80004-6(Nano-object characterization)은 2019년 11월 ISO/TC 229/JWG1 총회에서 위원회 검토가 완료되어 ISO/TC 229와 IEC/TC 113에 회람 중이며, 2020년 5월에 예정되었던 워싱턴의 중간회의가 온라인 회의로 진행되었다.

ISO/TS 80004-1(Part 1: Core terms and definitions)에 대한 개정 검토를 2019년 11월에 시작하여, ISO/TS 80004-2(Nano-objects), ISO/TS 80004-4(Nanostructured materials), ISO/TS 80004-11(Nanolayer, nanocoating, nanofilm, and related terms)의 용어 전체에서 제외될 수 있는 항목과 추가 논의가 필요한 항목을 살펴보기 시작하였다. 이는 2017년 7월 일본 도쿄에서 처음으로 용어 통합에 대한 논의를 시작한 이래, 용어의 접근성을 높이고, 용어 간 중복을 최소화하며, 향후 개정을 보다 쉽게 진행하기 위해서 통합이 필요하다는 의견들을 모은 결과가 반영되어 진행되는 것으로 볼 수 있다.

ISO/TS 80004-7(Diagnostics and therapeutics for healthcare)와 ISO/TS 80004-5(Nano/bio interface)의 통합 논의가 제기되었으며, 2020년 5월 중간회의에서 추진 여부를 결정하게 된다.

ISO/TS 18110:2015(Vocabularies for science, technology and innovation indicators)에 대한 개정이 검토되고 있고, ISO/TS 80004-12:2016(Quantum phenomena in nanotechnology)에 대한 개정을 합의하였다.

용어에 관련하여 새로운 아이템으로 미국이 제안한 ISO/PWI 4958(Liposomes terminology)가 반영되었으며, IUPAC을 포함한 화학명명에 대한 작업이 진행될 예정이다.

WG5(Products and Applications) 세션과 관련하여 ‘나노센서’를 포함한 약 7~8개의 새로운 용어 정의가 필요하며, 해당 그룹 전문가의 JWG1 참여 요청으로 일부 프로젝트 문서 중 용어의 불일치를 발견하여, 해당 문서에 대한 검토를 위해 용어 관련 문서를 JWG1에 제출토록 요청하였다.

IEC/TC 113과 관련하여 WG8의 그래핀 문서에 대한 용어 및 정의를 결정하여 결과를 IEC/TC 113에 전달하였다. 또한 IEC/TC 113의 Electropedia 정의 중 ISO와 협의가 이뤄지지 않은 채 수정된 사항이 있어 관련 위원회의 공동의장과 협의하고, 책임자를 초대하여 ISO/TC 229의 의견을 제시하기로 하였다.

나. 나노기술의 ‘측정 및 특성(Measurement and characterization)’에 관한 표준화

현재 ISO/TC 229 WG2(Measurement and characterization)에서 진행되고 있는 나노기술의 ‘측정 및 특성’에 관련된 표준은 12종이며, 이 가운데 위원회 초안까지 진행된 표준은 6종(영국 2종, 일본 2종, 미국 1종, 캐나다 1종)이며, 이 가운데 2종은 최종 출판단계 직전까지 진행되고 있다. 나머지 6종(일본, 영국, 미국, 독일, 캐나다, 중국 각 1종)의 표준은 2018~2019년에 신규 프로젝트로 확정되었다.

그리고 7종(영국 4종, 일본 1종, 캐나다 1종, 한국 1종)의 표준이 2018~2019년에 새롭게 제안되어 프로젝트로 진행 여부를 검토하는 단계에 있다.

19종의 프로젝트와 2019~2020년 제정 완료된 5종의 표준 리스트는 다음과 같다.

표 7-14 측정 및 특성에 관한 표준화 추진 현황

No.	진행 현황	표준번호	표준명	제안국
1	60.60	TS 11308:2020	Nanotechnologies - Characterization of carbon nanotube samples using thermogravimetric analysis	미국
2	60.60	TS 10867:2019	Nanotechnologies - Characterization of single-wall carbon nanotubes using near infrared photoluminescence spectroscopy	일본
3	60.60	TS 11251:2019	Nanotechnologies - Characterization of volatile components in single-wall carbon nanotube samples using evolved gas analysis/gas chromatograph-mass spectrometry	일본
4	60.60	TS 21361:2019	Nanotechnologies - Method to quantify air concentrations of carbon black and amorphous silica in the nanoparticle size range in a mixed dust manufacturing environment	미국
5	60.60	TR 19733:2019	Nanotechnologies - Matrix of properties and measurement techniques for graphene and related two-dimensional(2D) materials	한국
6	50.00	PRF 21363	Nanotechnologies - Measurements of particle size and shape distributions by transmission electron microscopy	미국
7	40.60	DIS 19749	Nanotechnologies - Measurements of particle size and shape distributions by scanning electron microscopy	일본
8	30.99	CD TS 21346	Nanotechnologies - Characterization of individualized cellulose nanofibril samples	일본
9	30.60	CD TS 21356-1	Nanotechnologies - Structural characterization of graphene - Part 1: Graphene from powders and dispersions	영국
10	30.60	CD TS 22292	Nanotechnologies - 3D image reconstruction of rod-supported nano-objects using transmission electron microscopy	캐나다
11	30.20	CD TS 21357	Nanotechnologies - Evaluation of the mean size of nano-objects in liquid dispersions by static multiple light scattering(SMLS)	영국

No.	진행 현황	표준번호	표준명	제안국
12	20.00	AWI TR 63258	Measurement of film thickness of nanomaterials by using ellipsometry	일본
13	20.00	AWI TS 23302	Nanotechnologies - Guidance on measurands for characterising nano-objects and materials that contain them	영국
14	10.99	AWI 21362	Nanotechnologies - Analysis of nano-objects using asymmetrical-flow and centrifugal field-flow fractionation	미국
15	10.99	AWI TS 12025	Nanomaterials - Quantification of nano-object release from powders by generation of aerosols	독일
16	10.99	AWI TS 23151	Nanotechnologies - Particle size distribution for cellulose nanocrystals	캐나다
17	10.99	AWI TS 23690	Nanotechnologies - Multiwall carbon nanotubes - Determination of amorphous carbon content by thermogravimetric analysis	중국
18	00.00	PWI 23359	Nanotechnologies - Chemical characterization of graphene in in powders and suspensions	영국
19	00.00	PWI 23361	Nanotechnologies - Crystallinity of cellulose nanomaterials by powder X-ray diffraction(Ruland-Rietveld analysis)	캐나다
20	00.00	PWI 23878	Nanotechnologies - Positron annihilation lifetime measurement for nanopore evaluation in materials	일본
21	00.00	PWI 23879	Nanotechnologies - Structural characterization of graphene oxide flakes: thickness and lateral size measurement using AFM and SEM	영국
22	00.00	PWI 4961	Nanotechnologies - Determination of size and size distribution of nano-objects in liquid using aerosolization differential electron mobility analysing system	한국
23	00.00	PWI TR 24672	Nanotechnologies - Guidance on the measurement of nanoparticle number concentration	영국
24	00.00	PWI TS 21356-2	Nanotechnologies - Structural characterization of graphene - Part 2: Chemical vapour deposition(CVD) grown graphene	영국

※ 진행 현황 설명

- 60.60 : International Standard published
- 50.00 : FDIS registered for formal approval
- 40.60 : Close of voting
- 30.99 : CD(Committee draft) approved for registration as DIS
- 30.60 : CD Close of voting/comment period
- 30.20 : CD study/ballot initiated
- 20.00 : New project registered in TC/SC work programme
- 10.99 : New project approved
- 00.00 : Proposal for new project received

다. 나노기술의 ‘환경·보건·안전(HES)’ 측면에 관한 표준화

현재 ISO/TC 229 WG3(Health, Safety and Environmental Aspects of Nanotechnologies)에서 진행되고 있는 ‘나노기술의 환경·보건·안전 측면’에 관한 표준 개발은 모두 12건이며, 2019년에 완료된 표준은 3건, 2020년에 개발 완료인 표준이 2건이다.

이 가운데 위원회 초안 단계 이상이 5건, 신규 프로젝트로 채택된 건이 3건, 검토 중인 건이 2건, 제안서 접수 단계가 2건이다.

ISO/TC 229/WG3에서 개발 중인 12건과 완료 표준 5건의 국제표준 목록은 다음과 같다.

표 7-15 환경·보건·안전에 관한 표준화 추진 현황

No.	진행 현황	표준번호	표준명	제안국
1	60.60	TR 21386:2019	Nanotechnologies - Considerations for the measurement of nano-objects and their aggregates and agglomerates(NOAA) in environmental matrices	미국
2	60.60	TR 22019:2019	Nanotechnologies - Considerations for performing toxicokinetic studies with nanomaterials	네덜란드
3	60.60	20814:2019	Nanotechnologies - Testing the photocatalytic activity of nanoparticles for NADH oxidation	미국/한국
4	60.60	TR 21624:2020	Nanotechnologies - Considerations for in vitro studies of airborne nano-objects and their aggregates and agglomerates(NOAA)	미국
5	60.60	TS 22082:2020	Nanotechnologies - Assessment of nanomaterial toxicity using dechorionated zebrafish embryo	한국
6	30.60	CD TS 23034	Method to estimate cellular uptake of carbon nanomaterials using optical absorption	일본
7	30.60	CD TS 23459	Nanotechnologies - Assessment of protein secondary structure during an interaction with nanomaterials using circular dichroism spectroscopy	이란
8	30.20	CD TR 22293	Evaluation of methods for assessing the release of nanomaterials from commercial, nanomaterial-containing polymer composites	캐나다
9	30.00	CD TS 12901-1	Nanotechnologies - Occupational risk management applied to engineered nanomaterials - Part 1: Principles and approaches	영국
10	30.00	CD TS 19337	Nanotechnologies - Characteristics of working suspensions of nano-objects for in vitro assays to evaluate inherent nano-object toxicity	일본
11	20.00	AWI TR 22455	High throughput screening method for nanoparticles toxicity using 3D cells	한국
12	20.00	AWI TR 23463	Nanotechnologies - Characterization of carbon nanotube and carbon nanofiber aerosols in relation to inhalation toxicity tests	남아프리카 공화국

No.	진행 현황	표준번호	표준명	제안국
13	20.00	AWI TS 21633	Label-free impedance technology to assess the toxicity of nanomaterials in Vitro	남아프리카 공화국
14	10.60	NP TS 4988	Nanotechnologies - Bioavailability assessment of manufactured nanomaterials in an aquatic environment using Tetrahymena sp.	이란
15	10.20	NP TS 5094	Nanotechnologies - Assessment of peroxidase-like activity of metal and metal oxide nanoparticles	중국
16	00.00	PWI 4962	Nanotechnologies - In vitro nanoparticle phototoxicity assay	한국
17	00.00	PWI 4963	Nanotechnologies - Radiotelemetry-spectral-echocardiography based real-time surveillance protocol for in vivo toxicity detection and monitoring of engineered nanomaterials(ENM)	싱가포르

※ 진행 현황 설명

- 60.60 : International Standard published
- 30.60 : Close of voting/ comment period
- 30.20 : CD study/ballot initiated
- 30.00 : Committee draft(CD) registered
- 20.00 : New project registered in TC/SC work programme
- 10.60 : New project close of voting
- 10.20 : New project ballot initiated
- 00.00 : Proposal for new project received

라. 나노기술의 ‘물질 시방(Material specifications)’에 관한 표준화

현재 ISO/TC 229 WG4(Material specifications)에서 진행되고 있는 ‘물질 시방’에 관한 표준 개발은 모두 8건이고, 2019년에 개발 완료된 표준이 3건이며 2020년에 개발 완료되어 출판된 표준이 3건이다.

이 가운데 위원회 초안(CD, Committee Draft) 단계 이상 5건, 신규 프로젝트로 채택 3건, 검토 중 2건, 제안서 접수 단계 2건이다.

ISO/TC 229/WG4에서 2020년 개발 완료된 표준 3건과 개발 진행 중인 12건의 표준리스트는 다음과 같다.

표 7-16 ● 물질 시방에 관한 표준화 추진 현황

No.	진행 현황	표준번호	표준명	제안국
1	60.60	TS 20660:2019	Nanotechnologies - Antibacterial silver nanoparticles - Specification of characteristics and measurement methods	한국
2	60.60	TS 19807-1:2019	Nanotechnologies - Magnetic nanomaterials - Part 1: Specification of characteristics and measurements for magnetic nanosuspensions	인도
3	60.60	TS 21236-1:2019	Nanotechnologies - Clay nanomaterials - Part 1: Specification of characteristics and measurement methods for layered clay nanomaterials	이란
4	60.60	TS 21412:2020	Nanotechnologies - Nano-object-assembled layers for electrochemical bio-sensing applications - Specification of characteristics and measurement methods	한국
5	60.60	TS 19808:2020	Nanotechnologies - Carbon nanotube suspensions - Specification of characteristics and measurement methods	중국
6	60.60	TS 21412	Nanotechnologies - Nano-object-assembled layers for electrochemical bio-sensing applications - Specification of characteristics and measurement methods	미국
7	50.00	FDIS 17200	Nanotechnology - Nanoparticles in powder form - Characteristics and measurements	일본
8	50.00	PRF TS 21975	Nanotechnologies - Polymeric nanocomposite films for food packaging - Barrier properties: characteristics and measurement methods	이란
9	30.60	CD TS 19807-2	Nanotechnologies - Magnetic nanomaterials - Part 2: Specification of characteristics and measurements for nanostructured superparamagnetic beads for nucleic acid extraction	중국
10	30.60	CD TS 21236-2	Nanotechnologies - Clay nanomaterials - Part 2: Specification of characteristics and measurements for clay nanoplates used for gas barrier film applications	일본
11	30.60	CD TS 23362	Nanostructured porous alumina as catalyst support for vehicle exhaust emission control - Material specification	중국
12	00.00	PWI 22298	Nanotechnologies - Silica nanomaterials - Specifications of characteristics and measurement methods for nanostructured porous silica samples	
13	00.00	PWI 22802	Nanofluids for heat transfer applications - Specification of characteristics, performance and measurement methods	
14	00.00	PWI 4966	Nanotechnologies - Nanostructured porous silica microparticles for chromatography	

※ 진행 현황 설명

- 60.60 : International Standard published
- 50.00 : FDIS registered for formal approval
- 30.60 : Close of voting/comment period
- 00.00 : Proposal for new project received

마. 나노기술의 ‘제품 및 응용(Products and applications)’에 관한 표준화

현재 ISO/TC 229 WG5(Products and applications)에서 진행되고 있는 표준 개발은 모두 6건이다. 우리나라에서 제안하여 신설된 WG으로, 우리나라가 3건의 표준을 제안해서 1건의 신규 프로젝트가 승인되었고, 2건이 검토 중이다.

ISO/TC 229/WG5에서 개발 중인 6건의 표준리스트는 다음과 같다.

표 7-17 ○ 제품 및 응용에 관한 표준화 추진 현황

No.	진행 현황	표준번호	표준명	제안국
1	20.00	AWI TS 23650	Nanotechnologies - Evaluation of the antimicrobial performance of textiles containing manufactured nanomaterials	이란
2	10.99	AWI 23366	Nanotechnologies - Performance evaluation requirements for quantifying biomolecules using fluorescent nanoparticles in immunohistochemistry	일본
3	10.99	AWI TS 23367	Nanotechnologies - Performance characteristics of nanosensors for chemical and biomolecule detection	한국
4	00.00	PWI 23652	Nanotechnologies - Considerations for radiolabelling methods of nanomaterials for performance evaluation	한국
5	00.00	PWI 23653	Performance evaluation of nanomedicine and nanoparticle using 3D cell culture system for their uptake at cellular level	한국
6	00.00	PWI 4971	Nanotechnologies - Performance evaluation of nanosuspensions containing clay nanoplates for quorum quenching	대만

※ 진행 현황 설명

- 20.00 : New project registered in TC/SC work programme
- 10.99 : New project approved
- 00.00 : Proposal for new project received

ISO/TC 229는 영국이 간사국으로서 국립물리연구소(NPL)와 맨체스터 대학을 중심으로 VAMAS 프로그램을 통해 그래핀 분야의 국제표준을 주도하고 있다. 영국은 그래핀 분야에서 가장 적극적으로 국제표준화를 추진하며, 그래핀과 관련한 새로운 표준안을 지속적으로 제안하고 있다. 한국이 제안하여 개발을 주도한 TR19733 그래핀에 관한 특성 분석 방법 매트릭스를 가장 잘 활용하고 있는 나라이기도 하다.

미국은 최근 영국이 주도하고 있는 그래핀 관련 표준안에 대해 반대표를 행사하였는데, 이는 그래핀과 관련한 국제표준에서 영국에게 주도권을 내어준 미국의 견제 행위로 보인다. 우리나라는 영국과 미국의 이러한 상황 변화를 예의 주시하고 우리나라의 이해관계를 적절히 반영할 수 있도록 노력해야 할 것이다.

국내에서는 몇몇 전문가의 노력으로 그래핀과 관련한 표준 연구개발 지원 확보의 노력을 지속하고 있으나, 구체적인 성과가 가시화되지는 않고 있다.

중국은 최근 나노소재를 기반으로 하는 자국의 나노기술 산업을 본격적으로 일으키는 데 총력을 기울이고 있으며, 정부 차원에서 국제표준에 관심을 가지고 매우 활발하게 지원하고 있다. 표준 분야의 경험이나 역량이 아직 부족해 보이나, 중국 정부의 적극적인 지원으로 매우 공격적인 표준 활동을 하고 있기 때문에 향후 나노기술 분야의 국제표준 개발에 중국 발언권이 빠르게 강화될 것으로 예측된다.

캐나다는 임업 등과 관련한 나노섬유나 나노셀룰로오스 분야의 표준 활동에 집중하고 있다.

바. IEC/TC 113의 표준화

전기기술 제품 및 시스템과 관련된 나노기술 분야의 표준화를 추진하는 IEC/TC 113에서는 전기 또는 전자 광학 응용 분야의 제품과 중간 조립품에 대한 표준 개발을 추진한다. 표준화 대상은 전자제품, 광학, 자기학, 전자기학, 전기음양학, 멀티미디어, 전자 통신, 연료전지, 광전지 장치, 전기 에너지 저장 등의 응용 분야이다.

ISO/TC 229와 공동작업반(JWG)으로 운영하는 JWG1(용어), JWG2(측정 및 특성평가)와 성능, 신뢰성 및 내구성 평가에 대한 표준 개발(WG3), 신뢰성 평가 표준 개발(WG7) 중심으로 운영해 오다가 유럽연합(EU)의 GFSC(Graphene Flagship Standardization Committee)의 지원을 받은 독일(IEC/EC113 간사국)의 주도 아래 2015년 WG 4개를 추가하여 현재의 구조를 완성하고, 표준 개발 작업을 진행하고 있다.

이때 신설된 WG는 WG8(Graphene related materials/Carbon nanotube materials), WG9(Nano-Enabled Photovoltaics Thin Film Organic/Nano Electronics, Nanoscale), WG10(Luminescent nanomaterials), WG11(Nano-enabled energy storage)이다.

2018년 우리나라의 제안으로 'EMC for nanomaterials' AG(Ad hoc Group)가 설립되어 전주대학교 이해성 교수가 의장을 맡았으며, 나노기술의 전자파 연관 표준의 개발을 추진할 계획이다.

IEC/TC 113에서 현재까지 완성한 표준은 모두 42종이며, 현재 개발 진행 중인 표준은 57종, ISO/TC 229와 공동작업으로 진행 중인 용어 표준 4종을 빼면 모두 53종에 이른다. 이렇게 개발이 진행되는 표준 가운데 그래핀 관련 표준이 28종으로 ISO에 비해 상대적으로 그래핀 관련 표준에 대한 개발이 활발히 추진되고 있다.

2019년 11월 중국에서 개최된 총회에서 주최국인 중국은 산업 표준화 포럼을 개최하였고, 이 포럼에서 중국 전문가들이 그래핀과 양자점 표준안을 먼저 선보였다.

WG10에서 중국의 TCL Incorporation이 양자점 표준 개발을 제안하였는데, 우리나라는 QLED TV 종주국으로서 중국의 이러한 표준 개발 움직임을 주시하고 있으며, 산업적 영향성을 고려하여 우리나라 전문가의 표준 개발 참여가 필요해 보인다.

일본은 WG7, WG8에서 수직 배향된 탄소나노튜브의 측정 방법 및 신뢰성에 대한 표준안을 제시하는 등 탄소나노튜브 상용화 기술의 표준화를 강력히 추진하려는 움직임을 지속하고 있다.

IEC/TC 113에서 우리나라 전문가가 제안하여 개발이 진행되고 있는 국제표준 및 기타 표준은 다음과 같다.

표 7-18 ● 국내 전문가가 제안한 IEC/TC 113 표준화 추진 현황

표준번호 (status 포함)	표준명(국문/영문)	제안연도	표준 개발 단계					표준제안(작성)자 Editor/Leader
			NP PWI	CD	DTS DTR	TS TR	IS	
IEC TS 62607-6-1	나노제조 - 주요 제어 특성 - 제6-1부: 그래핀 분말의 4 접촉 측정 방법에 의한 부피저항 측정 방법 (DTS 제출 때 표준명을 수정)	2015						이하진 박사 (한국기초과학지원 연구원)
	Nanomanufacturing - Key control characteristics - Part 6-1: Graphene powder - Volume resistivity: four probe method					O		
IEC TS 62607-6-3	나노제조 - 주요 제어 특성 - 제6-3부: CVD 그래핀의 도메인 평가 방법	2014						유지범 교수 (성균관대)
	Nanomanufacturing - Key control characteristics - Part 6-3: Graphene - Characterization of CVD graphene domains				O			
IEC TS 62607-6-2	나노제조 - 주요 제어 특성 - 제6-2부: 그래핀의 층수 평가 방법	2015						정문석 교수 (성균관대)
	Nanomanufacturing - Key control characteristics - Part 6-2: Graphene - Evaluation of the number of layers of graphene			O				
IEC TS 62607-6-5	나노제조 - 주요 제어 특성 - 제6-5부: TLM 방법에 의한 그래핀의 면저항 및 접촉저항 측정방법	2016						유원종 교수 (성균관대)
	Nanomanufacturing - Key control characteristics - Part 6-5: Measurement of contact and sheet resistance of 2D materials by transfer line measurement				O			

표준번호 (status 포함)	표준명(국문/영문)	제안연도	표준 개발 단계					표준제안(작성)자 Editor/Leader
			NP PWI	CD	DTS DTR	TS TR	IS	
IEC TS 62607-6-16	나노제조 - 주요 제어 특성 - 제6-16부: 2차원 나노물질의 도핑농도 측정 방법 : FET 트랜지스터 방법	2018						유원종 교수 (성균관대)
	Nanomanufacturing - Key control characteristics - Part 6-16: Two- dimensional materials - Doping concentration : Field effect transistor method			O				
IEC TS 62607-2-2	나노제조 - 주요 제어 특성 - 제2-2부: 탄소나노튜브 소재: 근역장 전자파 차폐 성능 평가 방법	2018						여순일 박사 (ETRI) 이해성 교수 (전주대)
	Nanomanufacturing - Key control characteristics - Part 2-2: Carbon nanotube materials - EM Shielding Effectiveness with Near Field Probe for CNTs			O				
IEC TS 62607-6-26	나노제조 - 주요 제어 특성 - 제6-26부: 나노미터 두께의 박막의 기계적 특성 평가방법	2018						유지범 교수 (성균관대)
	Nanomanufacturing - Key control characteristics - Measurement and characterization - Part 6-26: 2D materials - Fracture strain and stress, Young's modulus, residual strain and stress: Bulge test			O				

표 7-19 기타 주요 표준의 개발 추진 현황

표준번호 (status 포함)	표준명(국문/영문)	표준제안(작성)자 Editor/Leader
IEC/2CD 62876-3-1 (WG7)	나노제조 - 신뢰성 평가 - 제3-1부: 그래핀의 온도 및 습도 안정성 평가 방법	Werner Bergholz 교수
	NANOMANUFACTURING - RELIABILITY ASSESSMENT - Part 3-1: Graphene - Stability test: Temperature and humidity	
IEC/NWIP 62607-8-3 (WG7)	나노가능 금속산화막 계면 소자 특성 평가 방법 - 제8-3부: 계면 저항의 아나로그 변화와 변동에 대한 신뢰성 평가	Hiroyuki Akinaga 박사
	NANOMANUFACTURING - Key Control Characteristics - Part 8-3: Nano-enabled metal- oxide interfacial devices - Reliable test of the analog change and the fluctuation of the resistance	

표준번호 (status 포함)	표준명(국문/영문)	표준제안(작성)자 Editor/Leader
IEC/NWIP 62876-3-2 (WG7)	나노제조 - 신뢰성 평가 - 그래핀의 엘립소미터 측정 방법	Hiroyuki Akinaga 박사
	NANOMANUFACTURING - RELIABILITY ASSESSMENT - Part 3-2: Graphene - the Ellipsometry measurement on the Graphene	
PWI 113-117, IEC TS62607- 6-12 (WG8)	나노제조 - 주요 제어 특성 - 제6-12부: 그래핀 박막 - 층수: 라만분광법, 반사광학적 방법	Mathieu Paillet 박사 불참
	NANOMANUFACTURING - Key control characteristics - Part 6-12: Graphene film - Number of layers: Raman spectroscopy, optical reflection	
IEC/NWIP TS 62607-2-x (WG8)	나노제조 - 주요 제어 특성 - 수직 정렬된 탄소나노튜브의 밀도 측정 방법	Kei Noda 교수
	NANOMANUFACTURING - Key control characteristics - Density measurements for vertically-aligned carbon nanotubes	
IEC CD 62607-6-14 (DTS 회람 완료, WG8)	나노제조 - 주요 제어 특성 - 제6-14부: 그래핀 분말 - 라만분광법에 의한 결함 평가	Linde Zhang 박사 (SinoPhene)
	NANOMANUFACTURING - KEY CONTROL CHARACTERISTICS - Part 6-14: Graphene powder - defect level: Raman spectroscopy	
IEC TS62607- 6-17 (PWI, WG8)	나노제조 - 주요 제어 특성 - 제6-17부: 그래핀 소재 - X-선 회절 및 투과전자현미경에 의한 공간 질서도 평가 방법	Xiang Wang (SinoPhene) 불참
	NANOMANUFACTURING - KEY CONTROL CHARACTERISTICS - Part 6-17: Graphene materials - Spatial order parameter: XRD and TEM	
IEC TS62607- 6-18 (NWIP, WG8)	나노제조 - 주요 제어 특성 - 제6-18부: 그래핀 분말 - FTIR 및 TGA 방법에 의한 작용기 성분 분석 방법	Xiang Wang (SinoPhene) 불참
	NANOMANUFACTURING - KEY CONTROL CHARACTERISTICS - Part 6-18: Graphene powder - Functional groups: TGA-FTIR	
IEC TS62607- 6-19 (DTS, WG8)	나노제조 - 주요 제어 특성 - 제6-19부: 그래핀 분말 - CS 분석법과 ONH 분석법을 이용한 성분 분석 방법	Linde Zhang 박사 (SinoPhene)
	NANOMANUFACTURING - KEY CONTROL CHARACTERISTICS - Part 6-19: Graphene powder - Elemental composition: CS analyzer, ONH analyzer	
IEC TS62607- 6-20 (CD, WG8)	나노제조 - 주요 제어 특성 - 제6-20부: 그래핀 분말 - ICP-MS법을 이용한 금속 성분 측정 방법	Renxiao Liu 박사 (NCNST)
	NANOMANUFACTURING - KEY CONTROL CHARACTERISTICS - Part 6-20: Graphene powder - Metallic impurity content: ICP-MS	
IEC TS62607- 6-21 (CD, WG8)	나노제조 - 주요 제어 특성 - 제6-21부: 그래핀 분말 - XPS법을 이용한 탄소/산소 성분비 측정 방법	Renxiao Liu 박사 (NCNST)
	NANOMANUFACTURING - KEY CONTROL CHARACTERISTICS - Part 6-21: Graphene Powder - Elemental composition, C/O ratio: XPS	
IEC TS62607- 6-22 (NWIP, WG8)	나노제조 - 주요 제어 특성 - 제6-22부: 그래핀 분말 - 소각법을 이용한 재 성분 평가 방법	Chengmeng Chen 박사 (SXICC, 산서성 연탄화학연구소)
	NANOMANUFACTURING - KEY CONTROL CHARACTERISTICS - Part 6-22: Graphene powder - Ash contents: Incineration	

사. ISO/TC 201의 나노기술 표준화

국제표준화 기구에서 표면 분석 분야의 표준화를 다루는 기술위원회는 ISO/TC 201이며, 전자, 이온, 원자 또는 분자, 광자에 대한 시료 표면의 현상 또는 산란, 방출되는 입자의 검출을 분석하는 기술에 대한 표준화를 주요 대상으로 한다. 전통적인 표면화학 분석 기술과 더불어 주사탐침현미경 (SPM)과 같은 탐침으로 시료 표면에서 검출할 수 있는 신호와 그 유관 신호의 분석에 대한 표준화도 담당하고 있다. 일부 마이크로빔과 관련된 현미경 기술은 ISO/TC 202에서 별도로 담당한다.

이 위원회의 표준화는 반도체 산업, 철강(강판과 코일, 코팅된 재료) 산업과 관련성이 높으며, 관련 산업 분야와 연관성이 큰 일본, 영국, 한국, 중국의 참여가 활발하다. 반면 2개 SC의 컨비너십을 가진 미국의 참여가 최근 저조해지고 있다고 한다. 2020년 4월 말 기준으로, 13개국의 P-멤버와 14개국의 O-멤버가 참여하고 있다.

ISO/TC 201에서는 영국과 일본이 압도적으로 주도하고 있으며, 2019년 11월 일본에서 개최된 제28차 총회에는 7개국 70여 명의 전문가가 참가한 가운데 진행되었다. 회의는 전반적으로 영국이 주도하지만, 미국 재료시험학회(ASTM)가 국제표준화에 관심이 커서 국가 간 이견이 계속되고 있다.

일본은 표준화 사업을 매우 체계적으로 국가적인 차원에서 추진하고 있으며, 연구소, 대학, 기업이 한 팀으로 표준화 활동을 하고 있다.

우리나라는 국제적으로 가장 큰 규모를 가진 국내 반도체 기업의 국제표준화 활동이 전무하여, 참여 전문가들은 국내 반도체 기업의 참여를 요구하고 있다.

현재 ISO/TC 201에서 개발 완료되었거나 추진 중인 표준 가운데, 나노기술과 연관성을 가진 표준¹⁹⁾은 모두 8종으로 개발이 완료된 표준 5종, 개발이 진행 중인 표준 3종으로 다음 목록과 같다.

19) 표준명에 'nano'를 포함

표 7-20 ISO/TC 201 나노기술 관련 표준 개발 추진 현황

작업반	현황	표준번호	표준명
SC 7	90.92	ISO/TR 14187:2011	Surface chemical analysis - Characterization of nanostructured materials
SC 9/WG 5	90.60	ISO 13095:2014	Surface Chemical Analysis - Atomic force microscopy - Procedure for in situ characterization of AFM probe shank profile used for nanostructure measurement
SC 2/WG 2	60.60	ISO 18516:2019	Surface chemical analysis - Determination of lateral resolution and sharpness in beam based methods with a range from nanometres to micrometres
SC 2	60.60	ISO 20579-4:2018	Surface chemical analysis - Guidelines to sample handling, preparation and mounting - Part 4: Reporting information related to the history, preparation, handling and mounting of nano-objects prior to surface analysis
SC 7	60.00	ISO/TR 14187	Surface chemical analysis - Characterization of nanostructured materials
SC 7	30.60	ISO/CD TR 23173	Nanoparticle coating analysis by electron spectroscopies
SC 8	20.00	ISO/WD 24417	Surface chemical analysis - Analysis of metallic nanolayers on iron based substrates by glow-discharge optical-emission spectrometry
SC 4	10.20	ISO/NP 23170	Surface Chemical Analysis - Depth Profiling - Non-destructive depth profiling of nanoscale heavy metal oxide thin films on Si substrates with medium energy ion scattering

※ 진행 현황 설명

- 90.60 : Close of review
- 90.92 : International Standard to be revised
- 60.60 : International Standard published
- 30.60 : Close of voting/comment period
- 20.00 : New project registered in TC/SC work programme
- 10.20 : Proposal for new project received

국내표준화 동향

2011년에 지식경제부(현재, 산업통상자원부)는 나노융합산업의 지속가능한 발전과 나노제품의 안전한 사회적 수용을 위한 ‘나노제품 안전성 종합계획’을 수립하였다. 나노소재·제품의 안전한 사용을 위한 전주기 과정에서의 안전성 평가 방법 체계 확립 및 국제표준 인증체계 구축이라는 목표를 세워 관련 표준화 전략 수립과 나노 안전성 표준화 활동을 지원하였다.

종합계획을 통해 나노기술 분야 제품 및 응용 표준화 추진 작업그룹(ISO/TC 229/WG5)을 한국 주도로 신설(16.11)할 수 있었으며, 관련 분야 국제표준화에 대한 컨비너십을 확보할 수 있게 되었다. TC에서 WG의 컨비너(의장)를 가져온다는 것은 관련 TC의 의장자문그룹(CAG)의 당연직 멤버로 들어갈 수 있다는 것으로, 표준 개발의 발언권을 키울 수 있는 것을 의미한다.

나노기술과 관련한 국제표준화 기구(ISO/TC 229, IEC/TC 113)에서 활발하게 활동하는 국가는 영국, 미국, 일본, 중국, 독일, 한국, 캐나다를 들 수 있다. 이란, 싱가포르, 프랑스 등도 전문가가 빠짐없이 국제회의에 참가하고, 표준 개발에 대한 의견도 지속적으로 내고 있다. 이 가운데 최근 중국의 표준 제안이 건수 등에서 압도적이며, 일본의 지연 전략도 집요하게 계속되고 있다. 탄소나노튜브에 대한 독성문제로 한동안 주춤했던 일본이 다시 이 분야의 표준 개발을 진행하고 있는 점도 주의해서 살펴볼 점이라고 볼 수 있다.

특히 반도체, 전기전자, 바이오, 센서, 의료 분야 등 나노기술과 연관성을 갖는 표준은 그 산업적 중요성이 매우 크므로 관련 산업계의 관심과 투자가 필요하다. 만약 대부분 선진국에서 기업의 지원을 받는 표준 전문가의 지속적인 활동이 두드러진다면, 국가 지원을 통한 활동이 우선시되는 우리나라는 산업계의 관심이나 투자가 거의 이루어지지 않는 것에서 문제점이 발생할 것으로 보인다.

가. 국가표준(KS)의 개발

국가기술표준원(KATS)은 국제표준화기구에 대응하는 우리나라의 국가 대표 기관(NB)이며, ISO/TC 229와 IEC/TC 113에 대응하는 간사 기관으로 한국표준협회를 지정하였고 ISO/TC 201에 대응하는 간사 기관으로 한국표준과학연구원을 지정하여 대응토록 하고 있다.

국제표준 부합화를 포함하는 표준개발협력기관(COSD)으로 IEC/TC 113에서 진행되는 표준에 대한 국가표준(KS) 반영 개발은 대한전자공학회, ISO/TC 229 분야의 표준 개발은 한국기계산업

진흥회를 지정하여 국제표준 부합화 및 고유표준의 제·개정 작업을 추진토록 하고 있다. ISO/TC 201에 대한 표준개발협력기관은 지정되지 않아 표면화학분석 전문위원회를 중심으로 국가표준 부합화 작업이 추진 중인 것으로 파악된다.

국가표준에 대한 정보를 종합적으로 제공하는 국가표준인증 통합정보시스템(e-나라표준인증) 사이트를 통해 확인할 수 있는 나노기술 관련 표준은 2019년 부합화 표준 3건을 포함하여 22종이고, 표면화학분석 표준은 15종으로 그 내역은 다음 표와 같다. 관련 표준은 통합정보시스템에서 검색어 ‘나노, 나노기술, 표면화학분석’을 통해 찾을 수 있는 표준이다.

표 7-21 나노기술 관련 국가표준 현황

※ 2020.05.31 기준

NO	표준번호	표준명	개정/개정/확인일	고시번호
1	KS A 6202	나노물질을 취급하는 작업장 / 연구실의 작업안전지침	2014-12-26	2014-0914
2	KS A 6203	나노제품의 안전관리에 관한 지침	2016-12-29	2016-0549
3	KS A ISOTS27687	나노기술 - 나노물질에 대한 용어 및 정의 - 나노입자, 나노섬유, 나노판	2014-12-26	2014-0914
4	KS C 8014	일반 조명용 탄소 나노튜브(CNT) 면 광원 - 안전 요구사항	2016-12-29	2016-0587
5	KS C 8015	일반 조명용 탄소 나노튜브(CNT) 면 광원 - 성능 요구사항	2017-08-25	2017-0310
6	KS C IEC62024-1	고주파용 인덕터 부품 - 전기적 특성과 측정방법 - 제1부: 나노헨리 범위의 칩 인덕터	2017-01-02	2017-0003
7	KS D 2711	탄소나노튜브 시료의 회분 및 비탄소 성분의 함유량 측정 - 열 무게 분석법	2018-12-04	2018-0474
8	KS D 2712	단일층 탄소나노튜브 함유량 평가 - 흡수분광법	2018-12-04	2018-0474
9	KS D 2715	단결정및다결정나노.마이크로박막소재의인장시험편(폐지)	2017-05-31	2017-0148
10	KS D 2716	나노입자 직경 측정방법 - 투과전자현미경	2018-12-04	2018-0474
11	KS D 2717	단일층 탄소나노튜브 시료의 금속성/반도체성 구성비율 평가 - 흡수분광법	2018-12-04	2018-0474
12	KS I ISO27628	작업장 대기 - 초미세, 나노입자 및 나노구조 에어로졸 - 흡입 노출 특성화 및 평가	2016-12-07	2016-50
13	KS I ISO28439	작업장 공기 - 초미세 에어로졸/나노에어로졸 특성 - 전기적 이동도 분석 시스템을 이용한 입경 분포 및 개수 농도 측정	2019-12-19	2019-59
14	KS C IEC62624	탄소나노튜브의 전기적 특성 시험방법	2017-05-02	2017-0105
15	KS C ISO/TS80004-1	나노기술 - 어휘 - 제1부: 핵심 용어	2017-05-02	2017-0105
16	KS C IEC/IEEE62659	나노제조 - 나노전자소자의 대규모 제조	2017-05-02	2017-0105
17	KS C IEC/TS62607-2-1	나노제조 - 주요 제어 특성 - 제2-1부: 탄소나노튜브 재료 - 필름저항	2017-05-02	2017-0105
18	KS C IEC62607-3-1	나노 제조 - 주요 제어 특성 - 제3-1부: 발광 나노물질 - 양자 효율	2018-08-07	2018-0250

우리나라
나노기술
정책 동향

국외 나노기술
정책 동향

나노기술 연구개발
투자 및 성과

나노
산업 현황

나노
인프라 현황

인력양성 및
교육·훈련

제7장
나노안전성
및 표준화

나노관련
행사·활동

국제 협력
활동

국민 이해 및
지식 확산

부록

NO	표준번호	표준명	개정/개정/확인일	고시번호
19	KS C ISO/TS80004-2	나노기술 - 어휘 - 제2부: 나노물체	2018-05-23	2018-0142
20	KS C IECTS62607-4-5	나노제조 - 주요 제어 특성 - 제4-5부: 나노기술로 가능한 전기에너지 저장을 위한 양극 나노물질 - 전기화학적 측정, 3-전극 측정법	2019-10-08	2019-0283
21	KS C IECTS62607-4-1	나노제조 - 주요 제어 특성 - 제4-1부: 나노기술로 가능한 전기에너지 저장을 위한 양극 나노물질 - 전기화학적 측정, 2-전극 측정법	2019-10-08	2019-0283
22	KS C IECTS62607-5-1	나노제조 - 주요 제어 특성 - 제5-1부: 박막 유기/나노 전자소자 - 캐리어 수송 측정	2019-10-08	2019-0283

표 7-22 '표면화학분석' 관련 국가표준 현황

※ 2019.04.30 기준

NO	표준번호	표준명	개정/개정/확인일	고시번호
1	KS D ISO14975	표면화학분석 - 정보 포맷	2016-12-05	2016-0462
2	KS D ISO14976	표면화학분석 - 데이터 전송 포맷	2016-12-05	2016-0462
3	KS D ISO15470	표면화학분석 - X선 광전자 분광법 - 선택한 기기의 성능 파라미터 설명	2015-12-31	2015-0672
4	KS D ISO15471	표면화학분석 - 오제전자 분광법 - 선택한 기기 성능의 파라미터 설명	2015-12-31	2015-0672
5	KS D ISO17973	표면화학분석 - 중분해능 오제전자 분광계 - 원소 분석을 위한 에너지 눈금 교정	2016-12-05	2016-0462
6	KS D ISO17974	표면화학분석 - 고분해능 오제전자 분광계 - 원소 및 화학상태 분석을 위한 에너지 눈금 교정	2016-12-05	2016-0462
7	KS D ISO18114	표면화학분석 - 이차이온 질량 분광분석법 - 이온 주입된 기준물질로부터 상대감도인자의 결정	2015-12-31	2015-0672
8	KS D ISO18115	표면화학분석 - 용어	2016-12-05	2016-0462
9	KS D ISO18118	표면화학분석 - 오제전자 분광법과 X선 광전자 분광법 - 균질재료의 정량 분석을 위해 실험으로 결정된 상대감도인자의 사용 지침	2015-12-31	2015-0672
10	KS D ISO19318	표면화학분석 - X선 광전자 분광법 - 전하제어와 전하교정에 사용하는 방법의 보고	2015-12-31	2015-0672
11	KS D ISO19319	표면화학분석 - 오제전자 분광법과 X선 광전자 분광법 - 측면분해능, 분석영역, 분석기로 측정된 시료범위의 결정	2015-12-31	2015-0672
12	KS D ISO20341	표면화학분석 - 이차이온 질량분광분석법 - 다중 델타층 기준물질을 이용하여 깊이 분해능 파라미터를 평가하는 방법	2015-12-31	2015-0672
13	KS D ISO21270	표면화학분석 - X선 광전자 및 오제 전자 분광계 - 세기 눈금의 직선성	2015-12-31	2015-0672
14	KS D ISO22048	표면화학분석 - 정적 이차이온 질량 분광분석법의 정보 포맷	2015-12-31	2015-0672
15	KS D ISOTR15969	표면화학분석 - 깊이 분포 분석 - 스퍼터된 깊이 측정	2016-12-05	2016-0462

나. 표준화 성과 및 당면 과제

국제표준의 추진은 운영상의 프로세스나 공공·합의의 기본 정신 등에 비추어 볼 때 참여하는 다른 나라와의 협조를 통한 표준 역량의 강화가 필수적이다. 중요한 기술 외교의 영역이 국제표준화 추진이며, 지속적이고 꾸준한 참여와 타 국가 전문가와의 네트워크 형성을 통한 협력적 관계 조성 등이 필요하다.

국제표준화 활동은 산업계와의 밀접한 연관성에도 불구하고, 우리나라의 경우 기업의 참여와 투자가 매우 미미한 영역이다. 우리나라의 나노기술 분야의 표준화 활동은 다양한 지원 정책에 힘입어 일정한 기반을 갖추고 진행 중이나, 미국, 영국, 일본, 독일 등과 같이 기업의 적극적인 지원은 미흡하다.

표준화는 나노기술 산업화의 중요한 요소임에도 불구하고, 이에 대한 인식은 필요를 충족시키지 못하는 수준이어서 아쉬움을 갖게 한다. 반도체, 전기자동차, 미래형 가전과 통신기기, 센서기술과 의료기반 제품 및 응용, 화장품 등 화학/바이오 영역 등 무한대로 확장 가능한 나노기술 적용 제품과 응용의 산업화에 필수인 표준화가 적극적으로 추진될 수 있도록 관련 전문가, 관계 기관, 정부와 지자체, 기업의 관심과 협력, 참여가 필요하다.

작성자 공순덕(한국표준협회 수석연구원)



참고 자료

▶ 참고 문헌

- 나노안전성기술지원센터 소식/뉴스 자료, http://www.safenano.re.kr/notice/news_list.do
- ‘OECD 제조나노물질작업반(WPMN) 및 시험지침서개발 국가조정자그룹(WNT) 합동회의’ 참석 결과 보고(2019.12)
- 식품의약품안전처 웹사이트 자료, www.mfds.go.kr
- 국제표준화기구(ISO) 홈페이지 자료, <https://www.iso.org/home.html>
- 국제전기기술위원회(IEC) 홈페이지 자료, <https://www.iec.ch/index.htm>
- 국제표준화기구(ISO) 홈페이지 자료, Business Plan(ISO/TC 229, ISO/TC 201)
- 국제전기기술위원회(IEC) 홈페이지 자료, Strategic business plan(IEC/TC 113)
- 국제표준화기구(ISO) 및 국제전기기술위원회(IEC) Plenary 및 WGs meeting 결과보고서(ISO/TC 229, ISO/TC 201, IEC/TC 113), ISO/IEC Plenary meeting(Resolutions, Convenor Report, Secretariat Report, member list, N-Document) 자료 등
- 국가표준인증 통합정보시스템 e-나라표준인증, standard.go.kr
- 국가과학기술위원회(2011.01), “나노융합산업 촉진을 위한 나노제품 안전성 종합계획”
- 한국표준협회(2019), “스마트시대와 표준”

▶ 2019년 국내 나노기술 표준화 활동 및 성과(한국표준과학연구원 나노안전성 기술지원센터 수행)

- 표준나노물질 및 나노특성/독성 평가 표준측정절차서 개발
 - 2종의 인증표준나노물질 개발 및 보급
 - 나노물질 비표면적 측정결과의 신뢰성 확보에 필요한 인증표준나노물질인 환원된 산화그래핀 분말 1종
 - 나노물질 크기분석 측정결과의 신뢰성 확보에 필요한 인증표준나노물질인 폴리스티렌 분산 수용액 1종

- 6건의 표준측정절차서 개발 및 보급
 - Molybdenum blue 비색분석법에 의한 이산화규소 정량 측정 절차
 - Limulus ameobocyte lysate(LAL) 시험법을 이용한 나노물질 분산수용액의 생물학적 내독소 시험 절차
 - 암시야계 초분광현미경을 이용한 나노물질의 정량적 스펙트럼 라이브러리 측정 절차
 - PEG로 개질된 골드나노입자의 ToF-SIMS 분석 절차
 - 집속초음파를 이용한 TiO₂(P25) 나노입자 분산액 제조 절차
 - 원심분리형 입도분석기를 이용한 용액 내 나노입자 크기 측정 절차
- ISO 신규 규격 개발 추진(2종 개발 완료, 6건 진행 중)
 - Matrix of properties and measurement techniques for graphene and related two-dimensional (2D) materials (2014년 신규 개발 승인 ⇨ JWG2 2019년 개발 완료)
 - Testing of the photocatalytic activity of nanoparticles for NADH oxidation(2015년 신규 개발 승인 ⇨ WG3 2019년 개발 완료)
 - In vivo toxicity assessment of nanoparticles using dechorionated zebrafish embryo (2017년 신규 개발 승인 ⇨ WG3 개발 중)
 - High throughput screening method for nanoparticles toxicity using 3D cells(2017년 신규 개발 승인 ⇨ WG3 개발 중)
 - Performance evaluation of nanomedicine and nanoparticle using 3D cell culture system for their uptake at cellular level(2018년 신규 개발 제안 ⇨ WG5 개발 중)
 - The Nanoparticle Phototoxicity (PT) Measurement Standardization(2019년 신규 개발 제안)
 - Determination of size and size distribution of sphere nano-object in liquid using differential electrical mobility analyzing system with electrospray(2019년 신규 개발 제안)

▶ 나노 관련 인증표준물질

인증표준물질(Certified Reference Material, CRM)은 ‘공인된 기구에 의해 발급된 문서를 동반하는, 유효한 절차를 사용하여 한 개 이상의 명시한 특성값과 연계 불확도, 그리고 소급성을 제공하는 표준물질’²⁰⁾을 의미한다. 한국표준과학연구원(KRISS)이 제공하고 있는 나노 관련 인증표준물질의 품목 및 인증 내용은 다음과 같다.

20) 한국표준과학연구원(KRISS)(2008), 국제 측정학 용어집(제3판)

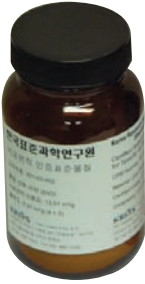
	표준물질명	이산화 타이타늄(TiO_2)
	표준물질 코드 (CRM NO.)	301-03-001
	생산기관	한국표준과학연구원
	설명	상기 표준물질은 가스 흡착 방식으로 물질의 비표면적을 측정하는 장치의 교정 및 성능 테스트에 활용하는 것을 주된 목적으로 함. 또한, 물질의 환경과 건강에 대한 안전성 등을 평가할 때 측정 기준 및 연구 수단을 제공할 수 있음.
	용도	가스 흡착 방식으로 분말이나 다공성 고체의 비표면적을 측정하는 장치의 교정 및 성능 테스트에 활용됨.
	인증값	• 비표면적 인증값 : $57.00 \text{ m}^2/\text{g}$, 확장불확도 : $1.32 \text{ m}^2/\text{g}$ (포함인자 $k = 2$, 신뢰구간 약 95%)

	표준물질명	20 nm 실리카 나노입자
	표준물질 코드 (CRM NO.)	301-01-002
	생산기관	한국표준과학연구원
	설명	본 표준물질은 나노입자 크기 분석에서 분석 방법의 신뢰성 평가 및 검증에 사용함.
	용도	본 표준물질은 나노입자 크기를 측정하는 장비의 신뢰성 평가 및 검증에 활용될 수 있음.
	인증값	• Dynamic Light Scattering : 19.5 nm, 측정불확도 : 2.4 nm(포함인자 $k = 2$, 신뢰구간 약 95%) • Transmission Electron Microscopy(면적 지름) : 19.6 nm, 측정불확도: 0.5 nm(포함인자 $k = 2$, 신뢰구간 약 95%) • Transmission Electron Microscopy(Feret 지름) : 21.8 nm, 측정불확도: 0.6 nm (포함인자 $k = 2$, 신뢰구간 약 95%)

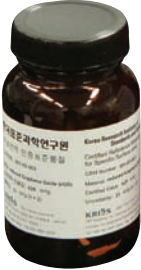
	표준물질명	50 nm 실리카 나노입자
	표준물질 코드 (CRM NO.)	301-01-001
	생산기관	한국표준과학연구원
	설명	본 표준물질은 나노입자 크기 분석에서 분석 방법의 신뢰성 평가 및 검증에 사용함.
	용도	본 표준물질은 나노입자 크기를 측정하는 장비의 신뢰성 평가 및 검증에 활용될 수 있음.
	인증값	- Dynamic Light Scattering : 55.0 nm, 측정불확도 : 2.5 nm(포함인자 k = 2, 신뢰구간 약 95%) - Transmission Electron Microscopy(면적 지름) : 51.9 nm, 측정불확도 : 1.2 nm(포함인자 k = 2, 신뢰구간 약 95%) - Transmission Electron Microscopy(Feret 지름) : 56.7 nm, 측정불확도 : 1.5 nm(포함인자 k = 2, 신뢰구간 약 95%)

	표준물질명	30 nm 금 나노입자
	표준물질 코드 (CRM NO.)	301-01-003
	생산기관	한국표준과학연구원
	설명	본 표준물질은 투과전자현미경(TEM)을 이용한 나노입자 크기 분석에서 분석 방법의 신뢰성 평가 및 검증에 사용함.
	용도	본 표준물질은 투과전자현미경을 이용한 나노입자 크기 측정 신뢰성 평가 및 검증에 활용될 수 있음.
	인증값	- Transmission Electron Microscopy(면적 지름) : 27.07 nm, 측정불확도 : 0.63 nm(포함인자 k = 2, 신뢰구간 약 95%) - Transmission Electron Microscopy(Feret 지름) : 29.24 nm, 측정불확도 : 0.72 nm(포함인자 k = 2, 신뢰구간 약 95%)

	표준물질명	90 nm 금 나노입자
	표준물질 코드 (CRM NO.)	301-01-004
	생산기관	한국표준과학연구원
	설명	본 표준물질은 투과전자현미경(TEM)을 이용한 나노입자 크기 분석에서 분석 방법의 신뢰성 평가 및 검증에 사용함.
	용도	본 표준물질은 투과전자현미경을 이용한 나노입자 크기 측정 신뢰성 평가 및 검증에 활용될 수 있음.
	인증값	• Transmission Electron Microscopy(면적 지름) : 85.8 nm, 측정불확도 : 2.2 nm(포함인자 $k = 2$, 신뢰구간 약 95%) • Transmission Electron Microscopy(Feret 지름) : 94.7 nm, 측정불확도 : 2.4 nm(포함인자 $k = 2$, 신뢰구간 약 95%)

	표준물질명	산화아연(ZnO)
	표준물질 코드 (CRM NO.)	301-03-002
	생산기관	한국표준과학연구원
	설명	상기 표준물질은 가스 흡착 방식으로 물질의 비표면적을 측정하는 장치의 교정 및 성능 테스트에 활용하는 것을 주된 목적으로 함. 또한, 물질의 환경과 건강에 대한 안전성 등을 평가할 때 측정 기준 및 연구 수단을 제공할 수 있음.
	용도	가스 흡착 방식으로 분말이나 다공성 고체의 비표면적을 측정하는 장치의 교정 및 성능 테스트에 활용됨.
	인증값	• 비표면적 인증값 : 13.51 m²/g 확장불확도 : 0.25 m²/g(포함인자 $k = 2$, 신뢰 수준 약 95%)

	표준물질명	90 nm 실리카 나노입자
	표준물질 코드 (CRM NO.)	301-01-005
	생산기관	한국표준과학연구원
	설명	본 표준물질은 동적광산란(DLS) 및 주사형 이송성 입자크기분석기(SMPS)를 이용한 나노입자 크기 분석에서 분석 방법의 신뢰성 평가 및 검증에 사용함.
	용도	본 표준물질은 나노입자 크기를 측정하는 장비의 신뢰성 평가 및 검증에 활용될 수 있음.
	인증값	- Dynamic Light Scattering : 89.7 nm, 측정불확도 : 2.4 nm(포함인자 k = 2, 신뢰구간 약 95%) - Scanning Mobility Particle Sizer : 90.6 nm, 측정불확도 : 2.7 nm(포함인자 k = 2, 신뢰구간 약 95%)

	표준물질명	reduced Graphene Oxide(rGO)
	표준물질 코드 (CRM NO.)	301-03-003
	생산기관	한국표준과학연구원
	설명	상기 표준물질은 가스 흡착 방식으로 물질의 비표면적을 측정하는 장치의 교정 및 성능 테스트에 활용하는 것을 주된 목적으로 함. 또한, 물질의 환경과 건강에 대한 안전성 등을 평가할 때 측정 기준 및 연구 수단을 제공할 수 있음.
	용도	가스 흡착 방식으로 분말이나 다공성 고체의 비표면적을 측정하는 장치의 교정 및 성능 테스트에 활용됨.
	인증값	• 비표면적 인증값 : 629.0 m ² /g, 확장불확도 : 21.2 m ² /g(포함인자 k = 2, 신뢰 수준 약 95%).

제7장

우리나라
나노기술 정책

국외 나노기술
정책 동향

나노기술 연구개발
투자 및 성과

나노
산업 현황

나노
인프라 현황

인력양성 및
교육 · 훈련

나노안전성
및 표준화

나노관련
행사 · 활동

국제 협력
활동

국민 이해 및
지식 확산

부록

	표준물질명	100 nm 폴리스타이렌 나노입자
	표준물질 코드 (CRM NO.)	301-01-008
	생산기관	한국표준과학연구원
	설명	본 표준물질은 동적광산란(DLS) 및 주사형 이동성 입자크기분석기(SMPS)를 이용한 나노입자 크기 분석에서 분석 방법의 신뢰성 평가 및 검증에 사용함.
	용도	본 표준물질은 나노입자 크기를 측정하는 DLS와 SMPS 장비의 신뢰성 평가 및 검증에 활용될 수 있음.
	인증값	• Dynamic Light Scattering : 100.0 nm, 측정불확도 : 2.5 nm(포함인자 k = 2, 신뢰구간 약 95%) • Scanning Mobility Particle Sizer : 102.6 nm, 측정불확도 : 3.5 nm(포함인자 k = 2, 신뢰구간 약 95%)

▶ ISO/TC 229에서 출판된 표준(79종) 리스트

표준번호	표준명
ISO/TS 10797:2012	Nanotechnologies - Characterization of single-wall carbon nanotubes using transmission electron microscopy
ISO/TS 10798:2011	Nanotechnologies - Characterization of single-wall carbon nanotubes using scanning electron microscopy and energy dispersive X-ray spectrometry analysis
ISO 10801:2010	Nanotechnologies - Generation of metal nanoparticles for inhalation toxicity testing using the evaporation/condensation method
ISO 10808:2010	Nanotechnologies - Characterization of nanoparticles in inhalation exposure chambers for inhalation toxicity testing
ISO/TS 10867:2019	Nanotechnologies - Characterization of single-wall carbon nanotubes using near infrared photoluminescence spectroscopy
ISO/TS 10868:2017	Nanotechnologies - Characterization of single-wall carbon nanotubes using ultraviolet-visible-near infrared(UV-Vis-NIR) absorption spectroscopy
ISO/TR 10929:2012	Nanotechnologies - Characterization of multiwall carbon nanotube(MWCNT) samples
ISO/TS 11251:2019	Nanotechnologies - Characterization of volatile components in single-wall carbon nanotube samples using evolved gas analysis/gas chromatograph-mass spectrometry
ISO/TS 11308:2020	Nanotechnologies - Characterization of carbon nanotube samples using thermogravimetric analysis
ISO/TR 11360:2010	Nanotechnologies - Methodology for the classification and categorization of nanomaterials
ISO/TR 11811:2012	Nanotechnologies - Guidance on methods for nano- and microtribology measurements

표준번호	표준명
ISO/TS 11888:2017	Nanotechnologies - Characterization of multiwall carbon nanotubes - Mesoscopic shape factors
ISO/TS 11931:2012	Nanotechnologies - Nanoscale calcium carbonate in powder form - Characteristics and measurement
ISO/TS 11937:2012	Nanotechnologies - Nanoscale titanium dioxide in powder form - Characteristics and measurement
ISO/TS 12025:2012	Nanomaterials - Quantification of nano-object release from powders by generation of aerosols
ISO/TR 12802:2010	Nanotechnologies - Model taxonomic framework for use in developing vocabularies - Core concepts
ISO/TS 12805:2011	Nanotechnologies - Materials specifications - Guidance on specifying nano-objects
ISO/TR 12885:2018	Nanotechnologies - Health and safety practices in occupational settings
ISO/TS 12901-1:2012	Nanotechnologies - Occupational risk management applied to engineered nanomaterials - Part 1: Principles and approaches
ISO/TS 12901-2:2014	Nanotechnologies - Occupational risk management applied to engineered nanomaterials - Part 2: Use of the control banding approach
ISO/TR 13014:2012	Nanotechnologies - Guidance on physico-chemical characterization of engineered nanoscale materials for toxicologic assessment
ISO/TR 13014:2012/ Cor 1:2012	Nanotechnologies - Guidance on physico-chemical characterization of engineered nanoscale materials for toxicologic assessment - Technical Corrigendum 1
ISO/TR 13121:2011	Nanotechnologies - Nanomaterial risk evaluation
ISO/TS 13278:2017	Nanotechnologies - Determination of elemental impurities in samples of carbon nanotubes using inductively coupled plasma mass spectrometry
ISO/TR 13329:2012	Nanomaterials - Preparation of material safety data sheet(MSDS)
ISO/TS 13830:2013	Nanotechnologies - Guidance on voluntary labelling for consumer products containing manufactured nano-objects
ISO/TS 14101:2012	Surface characterization of gold nanoparticles for nanomaterial specific toxicity screening: FT-IR method
ISO/TR 14786:2014	Nanotechnologies - Considerations for the development of chemical nomenclature for selected nano-objects
ISO/TS 16195:2018	Nanotechnologies - Specification for developing representative test materials consisting of nano-objects in dry powder form
ISO/TR 16196:2016	Nanotechnologies - Compilation and description of sample preparation and dosing methods for engineered and manufactured nanomaterials
ISO/TR 16197:2014	Nanotechnologies - Compilation and description of toxicological screening methods for manufactured nanomaterials

표준번호	표준명
ISO/TS 16550:2014	Nanotechnologies - Determination of silver nanoparticles potency by release of muramic acid from <i>Staphylococcus aureus</i>
ISO/TS 17200:2013	Nanotechnology - Nanoparticles in powder form - Characteristics and measurements
ISO/TR 17302:2015	Nanotechnologies - Framework for identifying vocabulary development for nanotechnology applications in human healthcare
ISO/TS 17466:2015	Use of UV-Vis absorption spectroscopy in the characterization of cadmium chalcogenide colloidal quantum dots
ISO/TS 18110:2015	Nanotechnologies - Vocabularies for science, technology and innovation indicators
ISO/TR 18196:2016	Nanotechnologies - Measurement technique matrix for the characterization of nano-objects
ISO/TR 18401:2017	Nanotechnologies - Plain language explanation of selected terms from the ISO/IEC 80004 series
ISO/TR 18637:2016	Nanotechnologies - Overview of available frameworks for the development of occupational exposure limits and bands for nano-objects and their aggregates and agglomerates(NOAA)
ISO/TS 18827:2017	Nanotechnologies - Electron spin resonance(ESR) as a method for measuring reactive oxygen species(ROS) generated by metal oxide nanomaterials
ISO/TS 19006:2016	Nanotechnologies - 5-(and 6)-Chloromethyl-2',7' Dichloro-dihydrofluorescein diacetate(CM-H2DCF-DA) assay for evaluating nanoparticle-induced intracellular reactive oxygen species(ROS) production in RAW 264.7 macrophage cell line
ISO 19007:2018	Nanotechnologies - In vitro MTS assay for measuring the cytotoxic effect of nanoparticles
ISO/TR 19057:2017	Nanotechnologies - Use and application of acellular in vitro tests and methodologies to assess nanomaterial biodegradability
ISO/TS 19337:2016	Nanotechnologies - Characteristics of working suspensions of nano-objects for in vitro assays to evaluate inherent nano-object toxicity
ISO/TS 19590:2017	Nanotechnologies - Size distribution and concentration of inorganic nanoparticles in aqueous media via single particle inductively coupled plasma mass spectrometry
ISO/TR 19601:2017	Nanotechnologies - Aerosol generation for air exposure studies of nano-objects and their aggregates and agglomerates(NOAA)
ISO/TR 19716:2016	Nanotechnologies - Characterization of cellulose nanocrystals
ISO/TR 19733:2019	Nanotechnologies - Matrix of properties and measurement techniques for graphene and related two-dimensional(2D) materials
ISO/TS 19807-1:2019	Nanotechnologies - Magnetic nanomaterials - Part 1: Specification of characteristics and measurements for magnetic nanosuspensions
ISO/TS 19808:2020	Nanotechnologies - Carbon nanotube suspensions - Specification of characteristics and measurement methods
ISO/TS 20477:2017	Nanotechnologies - Standard terms and their definition for cellulose nanomaterial
ISO/TR 20489:2018	Nanotechnologies - Sample preparation for the characterization of metal and metal-oxide nano-objects in water samples
ISO/TS 20660:2019	Nanotechnologies - Antibacterial silver nanoparticles - Specification of characteristics and measurement methods

표준번호	표준명
ISO/TS 20787:2017	Nanotechnologies - Aquatic toxicity assessment of manufactured nanomaterials in saltwater lakes using Artemia sp. Nauplii
ISO 20814:2019	Nanotechnologies - Testing the photocatalytic activity of nanoparticles for NADH oxidation
ISO/TS 21236-1:2019	Nanotechnologies - Clay nanomaterials - Part 1: Specification of characteristics and measurement methods for layered clay nanomaterials
ISO/TS 21237:2020	Nanotechnologies - Air filter media containing polymeric nanofibres - Specification of characteristics and measurement methods
ISO/TS 21361:2019	Nanotechnologies - Method to quantify air concentrations of carbon black and amorphous silica in the nanoparticle size range in a mixed dust manufacturing environment
ISO/TS 21362:2018	Nanotechnologies - Analysis of nano-objects using asymmetrical-flow and centrifugal field-flow fractionation
ISO/TR 21386:2019	Nanotechnologies - Considerations for the measurement of nano-objects and their aggregates and agglomerates(NOAA) in environmental matrices
ISO/TR 21624:2020	Nanotechnologies - Considerations for in vitro studies of airborne nano-objects and their aggregates and agglomerates(NOAA)
ISO/TS 21412:2020	Nanotechnologies - Nano-object-assembled layers for electrochemical bio-sensing applications - Specification of characteristics and measurement methods
ISO/TR 22019:2019	Nanotechnologies - Considerations for performing toxicokinetic studies with nanomaterials
ISO/TS 22082:2020	Nanotechnologies - Assessment of nanomaterial toxicity using dechorionated zebrafish embryo
ISO 29701:2010	Nanotechnologies - Endotoxin test on nanomaterial samples for in vitro systems - Limulus amoebocyte lysate(LAL) test
IEC/TS 62607-2-1:2012	Nanomanufacturing - Key control characteristics - Part 2-1: Carbon nanotube materials - Film resistance
IEC/TS 62622:2012	Nanotechnologies - Description, measurement and dimensional quality parameters of artificial gratings
ISO/TS 80004-1:2015	Nanotechnologies - Vocabulary - Part 1: Core terms
ISO/TS 80004-2:2015	Nanotechnologies - Vocabulary - Part 2: Nano-objects
ISO/TS 80004-3:2010	Nanotechnologies - Vocabulary - Part 3: Carbon nano-objects
ISO/TS 80004-4:2011	Nanotechnologies - Vocabulary - Part 4: Nanostructured materials
ISO/TS 80004-5:2011	Nanotechnologies - Vocabulary - Part 5: Nano/bio interface
ISO/TS 80004-6:2013	Nanotechnologies - Vocabulary - Part 6: Nano-object characterization
ISO/TS 80004-7:2011	Nanotechnologies - Vocabulary - Part 7: Diagnostics and therapeutics for healthcare
ISO/TS 80004-8:2013	Nanotechnologies - Vocabulary - Part 8: Nanomanufacturing processes
IEC/TS 80004-9:2017	Nanotechnologies - Vocabulary - Part 9: Nano-enabled electrotechnical products and systems
ISO/TS 80004-11:2017	Nanotechnologies - Vocabulary - Part 11: Nanolayer, nanocoating, nanofilm, and related terms
ISO/TS 80004-12:2016	Nanotechnologies - Vocabulary - Part 12: Quantum phenomena in nanotechnology
ISO/TS 80004-13:2017	Nanotechnologies - Vocabulary - Part 13: Graphene and related two-dimensional(2D) materials

▶ IEC/TC 113에서 출판된 표준(42종) 리스트

표준번호	표준명
IEC PAS 62565-2-1:2011	Nanomanufacturing - Material specifications - Part 2-1: Single-wall carbon nanotubes - Blank detail specification
IEC TS 62565-4-1:2019	Nanomanufacturing - Key control characteristics - Part 4-1: Luminescent nanomaterials - Blank detail specification
IEC TS 62565-4-2:2018	Nanomanufacturing - Material specifications - Part 4-2: Luminescent nanomaterials - Detail specification for general lighting and display applications
IEC TS 62607-2-1:2012	Nanomanufacturing - Key control characteristics - Part 2-1: Carbon nanotube materials - Film resistance
IEC TS 62607-2-4:2020	Nanomanufacturing - Key control characteristics - Part 2-4: Carbon nanotube materials - Test methods for determination of resistance of individual carbon nanotubes
IEC 62607-3-1:2014	Nanomanufacturing - Key control characteristics - Part 3-1: Luminescent nanomaterials - Quantum efficiency
IEC TS 62607-3-2:2017	Nanomanufacturing - Key control characteristics - Part 3-2: Luminescent nanoparticles - Determination of mass of quantum dot dispersion
IEC TS 62607-4-1:2015	Nanomanufacturing - Key control characteristics - Part 4-1: Cathode nanomaterials for nano-enabled electrical energy storage - Electrochemical characterisation, 2-electrode cell method
IEC TS 62607-4-2:2016	Nanomanufacturing - Key control characteristics - Part 4-2: Nano-enabled electrical energy storage - Physical characterization of cathode nanomaterials, density measurement
IEC TS 62607-4-3:2015	Nanomanufacturing - Key control characteristics - Part 4-3: Nano-enabled electrical energy storage - Contact and coating resistivity measurements for nanomaterials
IEC TS 62607-4-4:2016	Nanomanufacturing - Key control characteristics - Part 4-4: Nano-enabled electrical energy storage - Thermal characterization of nanomaterials, nail penetration method
IEC TS 62607-4-5:2017	Nanomanufacturing - Key control characteristics - Part 4-5: Cathode nanomaterials for nano-enabled electrical energy storage - Electrochemical characterization, 3-electrode cell method
IEC TS 62607-4-6:2018	Nanomanufacturing - Key control characteristics - Part 4-6: Nano-enabled electrical energy storage devices - Determination of carbon content for nano electrode materials, infrared absorption method
IEC TS 62607-4-7:2018	Nanomanufacturing - Key control characteristics - Part 4-7: Nano-enabled electrical energy storage - Determination of magnetic impurities in anode nanomaterials, ICP-OES method
IEC TS 62607-4-8:2020	Nanomanufacturing - Key control characteristics - Part 4-8: Nano-enabled electrical energy storage - Determination of water content in electrode nanomaterials, Karl Fischer method
IEC TS 62607-5-1:2014	Nanomanufacturing - Key control characteristics - Part 5-1: Thin-film organic/nano electronic devices - Carrier transport measurements
IEC TS 62607-5-3:2020	Nanomanufacturing - Key control characteristics - Part 5-3: Thin-film organic/nano electronic devices - Measurements of charge carrier concentration
IEC TS 62607-6-4:2016	Nanomanufacturing - Key control characteristics - Part 6-4: Graphene - Surface conductance measurement using resonant cavity
IEC TS 62607-8-1:2020	Nanomanufacturing - Key control characteristics - Part 8-1: Nano-enabled metal-oxide interfacial devices - Test method for defect states by thermally stimulated current
IEC TS 62622:2012	Nanotechnologies - Description, measurement and dimensional quality parameters of artificial gratings

표준번호	표준명
IEC 62624:2009	Test methods for measurement of electrical properties of carbon nanotubes
IEC TR 62632:2013	Nanoscale electrical contacts and interconnects
IEC/IEEE 62659:2015	Nanomanufacturing - Large scale manufacturing for nanoelectronics
IEC TR 62834:2013	IEC nanoelectronics standardization roadmap
IEC TS 62844:2016	Guidelines for quality and risk assessment for nano-enabled electrotechnical products
IEC 62860:2013	Test methods for the characterization of organic transistors and materials
IEC 62860-1:2013	Test methods for the characterization of organic transistor-based ring oscillators
IEC TS 62876-2-1:2018	Nanotechnology - Reliability assessment - Part 2-1: Nano-enabled photovoltaic devices - Stability test
IEC TS 80004-9:2017	Nanotechnologies - Vocabulary - Part 9: Nano-enabled electrotechnical products and systems
ISO TR 12802:2010	Nanotechnologies - Model taxonomic framework for use in developing vocabularies - Core concepts
ISO TR 19733:2019	Nanotechnologies - Matrix of properties and measurement techniques for graphene and related two-dimensional(2D) materials
ISO TS 80004-1:2015	Nanotechnologies - Vocabulary - Part 1: Core terms
ISO TS 80004-2:2015	Nanotechnologies - Vocabulary - Part 2: Nano-objects
ISO TS 80004-3:2010	Nanotechnologies - Vocabulary - Part 3: Carbon nano-objects
ISO TS 80004-4:2011	Nanotechnologies - Vocabulary - Part 4: Nanostructured materials
ISO TS 80004-5:2011	Nanotechnologies - Vocabulary - Part 5: Nano/bio interface
ISO TS 80004-6:2013	Nanotechnologies - Vocabulary - Part 6: Nano-object characterization
ISO TS 80004-7:2011	Nanotechnologies - Vocabulary - Part 7: Diagnostics and therapeutics for healthcare
ISO TS 80004-8:2013	Nanotechnologies - Vocabulary - Part 8: Nanomanufacturing processes
ISO TS 80004-11:2017	Nanotechnologies - Vocabulary - Part 11: Nanolayer, nanocoating, nanofilm, and related terms
ISO TS 80004-12:2016	Nanotechnologies - Vocabulary - Part 12: Quantum phenomena in nanotechnology
ISO TS 80004-13:2017	Nanotechnologies - Vocabulary - Part 13: Graphene and related two-dimensional(2D) materials

제7장

우리나라 나노기술 정책
국제 나노기술 정책 동향
나노기술 연구개발 투자 및 성과
나노 산업 현황
나노 인프라 현황
인형양성 및 교육·훈련
나노안전성 및 표준화
나노관련 행사·활동
국제 협력 활동
국민 이해 및 지식 확산
부록

제8장

나노 관련 행사·활동

제1절

나노코리아 2019(2019.07.02~05)

제2절

나노피아 2019(2019.11.07~08)

제3절

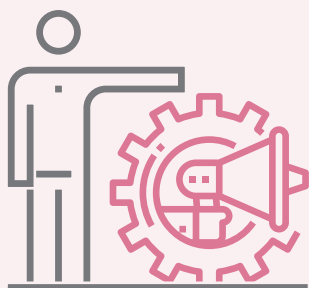
2019 나노융합성과전(2019.11.21)

제4절

NCC 2019(2019.01.17~18)

제8장

나노 관련 행사·활동



나노코리아 2019(2019.07.02~05)

나노기술분야 연구 성과 확산 및 나노융합산업 비즈니스 활성화를 위한 국내 최대 규모의 나노 기술 국제 행사인 ‘나노코리아 2019’가 7월 2일부터 5일까지 경기도 고양시 킨텍스(KINTEX)에서 개최되었다.

나노코리아는 최신 연구 성과 교류를 통한 나노기술 연구 활성화와 상용화 촉진, 기술 교류 등을 위한 범부처 공동주최 행사이다. 기조 강연, 개회식, 시상식, 산업화 세션으로 구성된 공통행사와 주제 강연, 전문 세션, 퍼블릭 세션, 협력 세션으로 구성된 심포지엄과 6개 신기술분야 제품이 출시되는 전시회로 구성되어 있다. 심포지엄에는 23개국 1,960명이 참석하였으며, 전시에는 11,644명이 참석하는 등 역대 최대 규모로 개최되었다.

■ 행사 개요

- 명칭 : NANO KOREA 2019(제17회 국제 나노기술 심포지엄 및 융합전시회)
- 일자 : 2019년 7월 2~5일, 4일간
- 장소 : 경기도 고양시 킨텍스(KINTEX) 제1전시장
- 추진조직
 - 주최 : 과학기술정보통신부, 산업통상자원부
 - 주관 : 나노코리아 조직위원회(나노기술연구협의회, 나노융합산업연구조합)
 - 후원 : 나노융합2020사업단, 대한무역투자진흥공사, 우수기술연구센터협회, 한국과학기술기획평가원, 한국과학기술정보연구원, 한국과학창의재단, 한국산업기술진흥원, 한국산업기술진흥협회, 한국산업기술평가관리원, 한국연구재단

가. 공동행사

공동행사는 나노기술 산업화를 위한 공감·결집·협력의 기회 마련을 위해 기조 강연, 개회식, 시상식, 오찬, 산업화 세션으로 진행되었다.

■ 개회식

개회식에는 국회, 정부, 기관 및 기업 대표 등 나노기술분야의 주요 인사 200여 명이 참석하여 행사 개막을 축하하고 나노기술·산업의 성장과 발전을 기원하였다.

테이프 커팅식을 시작으로 나노코리아 2019 개요 및 주요 내용을 소개하는 심포지엄과 전시 현황 브리핑이 진행되었으며, 행사 귀빈을 대상으로 우수 나노기술 및 제품을 소개하는 전시 투어가 진행되었다. 개회사는 나노기술연구회 유지범 회장과 나노융합산업연구조합 정철희 이사장이 하였으며, 축사 및 격려사는 국민의당 신용현 국회의원, 과학기술정보통신부 문미옥 차관 등이 참석하여 진행하였다.

나노코리아 2019 개회식



개막식



전시 투어



■ 시상식

개회식에 이어 진행된 제17회 나노코리아 시상식에서는 나노기술분야에서 혁신적인 연구개발 성과를 발표한 연구자(나노연구혁신부문 10점)와 우수한 제품 개발 및 기술을 전시회에 출품한 기업·기관(나노산업기술부문 10점)을 선정하여 국무총리상 및 과학기술정보통신부, 산업통상자원부장관상 등 총 20점을 시상하여 연구자와 기업의 사기를 진작시켰다. 나노연구혁신부문 국무총리상은 ‘광신호전달 과정의 공간·시간적 대칭성을 붕괴시킬 수 있는 새로운 개념을 도입하여 나노광소자의 설계 및 구현 기술을 실용화 단계까지 발전’시키는 데 이바지한 공로로 한양대학교 송석호 교수가 받았으며, 나노산업기술부문 국무총리상은 ‘30nm 이하 나노소자 측정이 가능한 반도체 인라인용 3D 원자현미경’을 출품한 (주)파크시스템즈가 받았다.



★ 수상 내용

- **나노연구혁신부문 국무총리상** : 송석호 교수(한양대학교)
 - 나노광소자 설계 및 구현기술을 실용화 단계까지 발전시키는 데 기여
- **나노산업기술부문 국무총리상** : (주)파크시스템즈
 - 30nm 이하 나노소자 측정이 가능한 반도체 인라인용 3D 원자현미경 개발
- **과학기술정보통신부 장관상**
 - 정우철 교수(KAIST) : 고온 전기화학 소자를 위한 나노촉매 합성·분석 기술을 개발하여 나노소재의 새로운 응용분야를 개척하고 연료전지 및 수소생산 분야에 기여
 - 박준우 그룹장(안전성평가연구소) : 나노물질 안전성평가 및 국제표준 시험법 개발 분야의 연구실적을 통해 국내 나노기술산업 발전에 기여
 - 진용완 마스터(삼성전자 종합기술원) : Carbon Nanotube 소재 기반 Field Emission TV, 백라이트, 투명전극 등 전자소자 개발로 나노소재 연구 발전에 기여
 - 최창환 교수(한양대학교) : Wafer-Level 차세대 저전력 나노전자소자 개발, 저온 단위 공정과 이온 주입 방식의 Wafer-Level 나노 모노리틱 3차원 공정 기술을 국내 대학교에서 처음으로 나노종합기술원과 공동으로 개발
 - 김희연 책임연구원(한국에너지기술연구원) : 나노촉매 소재의 설계 및 합성 기술을 기반으로 수소생산 및 연료전지시스템, 촉매전환공정의 효율을 최대화하기 위한 세계 최고 수준의 나노촉매원천기술 개발에 기여
- **산업통상자원부 장관상**
 - (주)바이오시네틱스 : 생체이용률과 수분산성이 강화된 나노입자 기능성 소재
 - (주)에이치피케이 : 나노급 미세공정과 비열가공이 가능한 OLED 디스플레이 불량전극 복원 시스템
 - 엔젯(주) : 고정밀 및 초미세 패터닝 기술 기반 eNano프린터
 - 이정수 원장(LG전자 소재기술원) : 나노소재 기반의 제품 양산화에 성공하였으며, 나노코리아 전시위원장으로 나노산업 확장에 기여
 - 최순복 주무관(대전광역시) : 대전지역 나노융합산업 발전에 기여하였으며, 현장맞춤형 인력지원을 통해 기업에 우수인력 지원

나노코리아 2019 시상식 단체사진



나노연구혁신상



나노산업기술상



■ 기조 강연

기조 강연은 나노분야의 세계적인 석학과 세계적 기업 대표 인사를 초청하여, 나노기술의 현황 및 미래상을 조명하였다. 기조 강연 I (연구 부문)은 미국 드렉셀대학교(Drexel University)의 Yuri Gogotsi 교수가 ‘Two-Dimensional Building Blocks for the Future Materials and Devices’를 주제로 강연하였으며, 기조 강연 II (산업 부문)은 LG전자 소재생산기술원의 홍순국 사장이 ‘The Role of Nano Technology for the Future Electronics Industry’를 주제로 강연을 진행하였다.

기조 강연 I - 연구 부문



기조 강연 II - 산업 부문



■ 산업화 세션

미래 기술·제품 트렌드를 조망하여 향후 나노분야 연구개발 종사자가 연구개발 방향을 설정하는 데 도움을 주기 위해 마련된 산업화 세션은 '5G 시대를 위한 나노소재 솔루션'을 주제로 총 7명의 연사가 발표를 진행하였으며, 약 150명이 참석하였다.

올해 5회째인 산업화 세션은 나노분야 연구개발 종사자에게 실질적인 도움을 줄 수 있도록 프로그램이 기획되어 관객에게 큰 호응을 얻었다. LG전자 송기창 연구위원(5G 시대를 위한 나노 소재 솔루션), 안리쓰코퍼레이션 이훈 차장(Understanding 5G), 키사이트테크놀로지스코리아 금중환 부장(5G mmWave 대역의 소재 물성 측정법), 넥스플렉스 김대년 수석(저유전 유연기관소재 기술), 비에이치 김주영 차장(저신호손실용 FPCB 기술), 센서뷰 박철근 수석(저유전 재질을 이용한 저손실 유연 케이블 및 안테나 개발기술), 영일프레시전 주재욱 이사(Thermal Material, One of Backbone Technologies of 5G)가 주제 발표를 진행하였다.

산업화 세션



나. 심포지엄

심포지엄에서는 17개국 149명의 초청 강연을 포함하여 총 21개국 1,082편의 연구 성과가 발표되었다. 이번 심포지엄 주제인 ‘Nanomaterials, the Building Block for the Future’에 맞추어 프로그램을 구성하여, 미국 펜실베이니아대학교(University of Pennsylvania)의 Arjun G. Yodh 교수, 매사추세츠공과대학교(MIT) Yang Shao-Horn 교수 등 주요 나노기술분야 석학의 주제 강연이 진행되었다. 튜토리얼 세션에서는 ‘빅데이터 및 인공지능 기반 신나노소재 연구’를 주제로 진행되었으며, 전문 세션에서는 12개 주요 나노기술분야에 대한 초청 강연, 일반구두발표 및 포스터발표가 3일간 진행되었다. 일반 세션에서는 공개 강연, 청소년 진로 교육, 과학 교사 워크숍 등이 운영되었으며, 중·고등학생을 대상으로 하는 실험 프로그램을 운영하여 학생들에게 학교에서 경험하기 어려운 나노과학기술에 대한 교육의 기회를 제공하였다. 또한 협력 세션에서는 ‘한-오스트리아 나노이노베이션 워크숍’, ‘Nano Convergence Special Session’을 연계하여 개최되었다.

심포지엄 참석자는 발표자가 75%, 일반 참가자가 25% 정도로 일반 참가자의 비율이 다른 학회에 비해 높은 것으로 파악되었으며, 이는 발표 외에도 네트워크 교류나 강연 청취, 전시 관람 등의 목적으로 방문하는 참석자가 많기 때문으로 보인다.

■ 주제 강연(Plenary Speech)

주제 강연은 해외 저명 석학을 초청하여 나노기술의 현황과 나노기술의 발전 과제 등에 대한 발표를 진행하였다. 펜실베이니아대학교 Arjun G. Yodh 교수와 매사추세츠공과대학교 Yang Shao-Horn 교수가 각각 ‘Biophotonics with Diffuse Light: Basic Ideas, Status, and Opportunities’와 ‘Energy Storage : Current and Future’를 주제로 발표하였다.



■ 전문 세션(Technical Session)

전문 세션은 3일간 12개 주요 나노기술분야에 대하여 초청 강연, 구두 발표, 포스터 발표를 구성하여, 총 21개국 1,050편의 연구 성과가 발표되었다. 초청 강연은 국내 57명과 해외 48명의 전문가가 발표하였으며, 12개 분야 161건의 일반 구두 발표와 12개 분야 784편의 포스터 발표가 진행되었다.

국내 및 해외 8개국 발표자의 나노기술에 대한 포스터 발표를 한자리에서 볼 수 있는 기회였으며, 글로벌 경쟁을 통해 포스터 발표의 질적 수준을 높일 좋은 기회를 제공하였다. 또한 산업계, 연구소, 학계 등 다양한 계층의 참가자들이 참여하여 폭넓은 지식 교류의 시간을 가졌다.

● 전문 세션 주제(12개 분야)

- TS01. Nanoelectronic Devices
- TS03. Synthesis & Application of Nanoparticles
- TS05. Hybrid Nano Structural Materials
- TS07. Nanobiotechnology
- TS09. Nanotechnology for Energy & Environment
- TS10. Nanotechnology for Safety, Standardization and Regulations
- TS11. Sensor & Actuator
- TS12. Computational Nano Science & Technology for Nanomaterials
- TS02. Nanophotonics
- TS04. 1D & 2D Nanomaterials
- TS06. Nanofabrication & Measurement
- TS08. Nanomedicine

전문 강연(TS01)



전문 강연(TS02)



전문 강연(TS03)



전문 강연(TS05)



포스터 세션



■ 튜토리얼 세션(Tutorial Session)

튜토리얼 세션은 대학원생 및 일반 청중 등을 대상으로 하여, 나노소재 연구의 최신 동향과 응용에 대한 기술적 리뷰를 목표로 진행되었다. ‘빅데이터 및 인공지능기반 신나노소재 연구’를 주제로 한 강연에 약 50명이 참여하였다. 연세대학교 심우영 교수(신소재 지능의 이해 및 전략), 한국과학기술연구원 한상수 박사(빅데이터 및 인공지능 기반 소재 설계), 성균관대학교 김윤석 교수(딥러닝 기반 재료이미지 이해), 서울대학교 남기태 교수(실험 빅데이터 기반 재료 디스크립터 발굴), 파크시스템즈 조상준 박사(정량적 나노계측을 위한 원자현미경 기술소개 및 응용)가 주제 발표를 진행하였다. 관련 기업의 최신 기술 및 연구 결과에 대한 강연을 통해, 대학교에서 학습하기 어려운 지식과 정보를 제공하여 참석자의 만족도가 높았다.

튜토리얼 세션



■ 협력 세션(Satellite Session)

협력 세션은 전문 세션에서 다루지 못한 기술이나 협력 프로그램을 심포지엄과 연계하여 다양한 분야의 나노기술 전문가들이 만나고 교류할 수 있는 자리를 마련하는 프로그램이다. 올해는 오스트리아와 한국 간 'Korea-Austria Nano Innovation Workshop'이 개최되어 나노기술 동향을 공유하고, 향후 협력 방안 등을 논의하는 장이 마련되었다.

또한, 매년 나노 컨버전스(Nano Convergence) 특별 세션에서 나노 저널 발전에 기여한 우수 논문 저자 및 최다 인용 저자에 대한 시상, 수상 강연 및 초청 강연을 통해 나노기술연구협회의 공식 국제학술지인 'Nano Convergence'에 대한 관심을 유도하였다.

나노 컨버전스 특별 세션



한·오스트리아 나노이노베이션 워크숍



■ 공식만찬(Banquet)

나노코리아 2019 심포지엄의 성과를 소개하고, 나노코리아 2020 심포지엄의 성공적인 개최를 축하하기 위한 공식만찬이 마련되었다. 공식만찬에 참여한 나노기술 관련 산학연관 전문가 200여 명은 편안한 분위기에서 친밀한 교류의 시간을 가졌다.

공식만찬



■ 우수포스터 시상(Best Poster Awards)

나노기술 연구개발을 촉진하고 연구자들의 사기 진작 및 지속적인 심포지엄 참가를 독려하기 위해 우수한 연구 성과를 발표한 신진연구자를 선정하여 우수포스터 상을 시상하였다. 우수포스터는 총 48편으로 금상 3편, 은상 10편, RSC 3편, 장려상 32편을 선정하여 시상이 진행되었다.

금상은 고려대학교 김윤석(Two-Dimensional WSe₂/Wox Quantum Well Realized by Monolithic Phase Engineering), 한국과학기술원 조원희(Bio-mimetics: Shark Skin Inspired Low Fluid Drag Surface), 연세대학교 전호제(Highly Efficient Adsorbents for Removal of Gaseous Methyl Iodide Using Tertiary Amines Impregnated Activated Carbon) 발표자가 선정되었다.

우수포스터 시상식



■ 관광프로그램 및 문화체험 활동

나노코리아 2019 심포지엄 환영 리셉션은 '현대 모터스튜디오 고양'에서 개최되어, 한국의 우수한 자동차 생산, 제조 및 디자인 기술을 테마관 형식으로 체험하여 자동차 생산 주요 소재인 스틸의 정제 과정 등을 집약적으로 살펴볼 수 있는 기회를 마련하였다. 또한 자동차의 생산-제조 및 고도의 기술을 모두 담을 수 있는 현대자동차의 디자인 기술을 창의적인 미적 테마관으로 체험하는 기회도 마련하였다. 환영 리셉션에는 국내외 초청 연사 및 심포지엄 주요 위원 50여명이 참석하여 보다 친밀한 사회적 네트워킹의 자리를 가졌다. 또한 해외 연사 등을 대상으로 고양 행주산성 역사공원 탐방 및 DMZ(군사적 비무장지대) 투어, 한국민속촌 투어 및 전통 체험 등으로 한국 문화를 소개하여 해외 참가자들의 관심도와 흥미가 매우 높았다.

현대 모터스튜디오 방문



환영 리셉션



해외 연사 DMZ 투어



다. 전시회

전시회는 나노기술을 중심으로 총 6개 기술 분야 전시회를 합동으로 개최하여 총 12개국의 436개 사 650개 부스가 출품하였다. 3일의 전시회 기간 동안 11,644명의 역대 최대 인원이 참석하여, 다양한 산업기술의 교류와 협력을 위한 비즈니스의 장이 마련되었다.

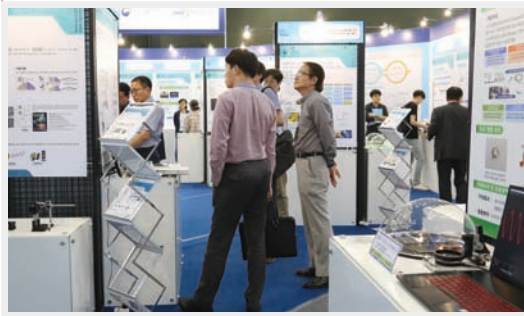
● 6개 전시 기술 분야

- 나노 : 나노소재/소자/시스템, 가공/제조공정, 측정/분석, 응용제품 등
- 마이크로나노시스템 : 마이크로소자 및 부품, 초정밀가공, MEMS가공 등
- 아템 : 접착, 점착, 코팅, 필름, 관련 장비 및 서비스
- 레이저 : 미세가공, 미세표면처리 및 광제어, 첨단레이저 설계 및 제작 등
- 첨단세라믹 : 첨단세라믹복합소재 및 부품, 첨단세라믹응용분야 등
- 스마트센서 : 센서장비 및 제품, 연구 성과 등

■ 국가 나노융합 R&D 성과홍보관

한국연구재단과 한국산업기술평가관리원이 주관한 성과홍보관은 국내 나노기술 정책과 주요 사업 소개, 나노 관련 R&D 사업의 대표적인 성과 홍보 확산을 위해 40부스 규모로 마련되었다. ‘미래를 여는 나노(부제 : 나노가 만드는 세상, 우리가 꿈꾸던 미래)’를 주제로 하여, 세 가지의 테마(정책존, 테마존, 홍보존)를 중심으로 구성되었다. 정책존에서는 과학기술정보통신부와 산업통상자원부의 정책, 기관 및 사업 소개가 진행되었으며, 테마존에서는 편리하고 즐거운 삶(인공지능 반도체, IoT 미래디스플레이 관련 기술 등), 청정하고 풍요한 삶(무한 청정에너지, 수자원 생산기술 등), 건강하고 안전한 삶(예방/진단, 치료, 안전한 식품, 재난안전기술 등) 등에 대한 기술 제품이 전시되었으며, 홍보존에서는 우수성과 사례발표 등의 성과 홍보가 진행되었다.

국가 나노융합 R&D 성과홍보관



■ 나노융합 T+2B특별관

올해 나노융합 T+2B특별관은 성과관 형태로 구성되어, T+2B사업 추진에 따른 성과를 소개하고 대표적인 사업화 성과 제품을 한자리에서 볼 수 있도록 특별한 공간을 마련하였다.

2012년부터 2018년까지의 T+2B사업 성과를 확인할 수 있도록 사업 성과 총괄표를 배치하고, 나노기업의 제품별 적용 범위 및 기능 등을 확인할 수 있는 모형 제품 등 총 40종의 나노융합제품을 전시하였다. T+2B사업 홍보 및 마케팅 활동으로 신규 유효 수요처 54개사가 발굴되었으며, 일반 참관객을 대상으로 사업의 성과를 홍보하고, 나노기술이 적용된 생활 속 제품을 실제로 확인할 수 있는 나노 제품들이 소개되었다.

나노융합 T+2B특별관 전시장



■ 비즈니스 프로그램

비즈니스 프로그램에서는 우수 나노기술의 수요 연계를 위한 리서치 프론티어 프로그램 및 전시 관람객 대상으로 분야별 주요 신기술 및 신제품을 소개하는 테크니컬 투어 프로그램이 진행되었다. 또한 기업 제품 개발 과정에서 발생하는 애로사항을 나노 기반 기술·제품 매칭을 통해 해결할 수 있도록 국내 제조기업(수요)과 기술공급자(기업·연구소·대학) 간 일대일 매칭 상담을 진행하였다.

비즈니스 상담



작성자 박혜선(나노기술연구협의회 차장)



제2절

나노피아 2019(2019.11.07~08)

‘나노피아 2019’는 ‘산업에 녹아든 나노기술’을 주제로, 11월 7일부터 8일까지 창원컨벤션센터(CECO)에서 나노융합산업 분야 산·학·연·관 관계자 2,500여 명이 참석한 가운데 성황리에 개최됐다. 올해 6회째를 맞이하는 나노피아 국제 컨퍼런스 전시회는 그동안 같이 진행했던 컨퍼런스 분야를 없애고, 산업 속에 나노가 어떻게 정착되고 있는지를 보여주기 위해 ‘나노피아 산업전’으로 이름을 변경하였다. 산업 속의 나노기술을 강조한 만큼 이번 행사에는 비즈니스 세션을 중심으로 산업전시회, 수출상담회, 기술상담회 등이 개최되었다. 이외에도 나노융합산업의 저변 확대를 위한 대중 강연, 일반인 체험 프로그램, 캡스톤 디자인 콘테스트, 나노기술 관련 영화 상영 등 학생과 일반인들도 참여할 수 있는 다양한 프로그램을 마련하였다.

■ 행사 개요

- 명칭 : 제6회 나노피아 산업전
- 일자 : 2019년 11월 7~ 8일, 2일간
- 장소 : 창원컨벤션센터(CECO)
- 추진조직
 - 주최 : 경상남도, 밀양시
 - 주관 : 재료연구소, 경남테크노파크
 - 후원 : 국가나노기술정책센터
- 주요 프로그램 : 개막식, 전시회, 수출상담회, 정책 세션, 기업과 함께하는 나노 플러스, 캡스톤 디자인 콘테스트, 대중 강연, 나노기술 관련 영화 상영, 체험 프로그램 등

■ 개막식

국회, 정부, 주요 기관, 기업 대표 등 나노분야 주요 인사들이 참석한 가운데 제6회 나노피아 산업전의 개막을 알렸다.



■ 강연 및 참여 프로그램

올해는 총 4명의 국내 나노기술 분야 전문가 강연이 진행되었다. 삼성전자 LED사업부 정태경 부사장의 초청 강연과 한국산업기술평가관리원(KEIT) 최영철 탄소나노PD의 정부 정책 강연에 기업 관계자와 연구진 등 200여 명이 참여하여, 나노기술의 최신 동향과 국내 나노융합산업의 발전 방향에 대한 내용을 경청하였다.

대중 강연에서는 경희대학교 김상욱 교수가 ‘만물은 원자로 되어 있다’를 주제로 과학자가 들려주는 나노 세계를 강연하였으며, 강신주 작가는 ‘테크놀로지에 대한 인문학적 성찰’을 주제로 대중이 나노기술을 친숙하게 이해할 수 있도록 강연하였다.

산업 현장에서 당면하는 문제를 해결하는 능력을 함양하기 위한 ‘캡스톤 디자인 콘테스트’에 7개 대학에서 30여 개 대학생 팀이 참여하여 나노융합기술 관련 캡스톤 작품을 전시하였다. 또한,

태양광 에너지 자동차 만들기, 나노융합기술 관련 영화 상영 등 일반 관객들을 위한 다채로운 행사도 진행되었다.

체험 프로그램



대중강연

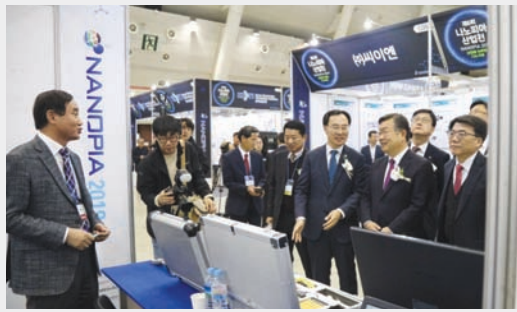


■ 전시회

나노융합기술 응용제품 전시회는 총 59개사 102개 전시 부스가 운영되었으며, 재료연구소, 한국 전자통신연구원, 한국기계연구원, 나노융합산업연구조합 등 12개 기관과 유로산업, 풍산홀딩스, (주)지엘테크 등 47개 기업이 참여하여 나노소재, 전자·광부품, 바이오·의료, 공정장비·기기 등 다양한 나노응용 제품을 전시하고 홍보하였다.

또한 7개국 11개사 해외바이어를 초청하여 개최한 48건의 비즈니스 상담을 통해 260만 달러 상당의 업무협약(MOU) 8건을 체결하는 성과를 거두었다. 이외에도 국가나노기술정책센터에서 주관하는 '기업과 함께하는 나노 플러스'를 통해 나노 및 소재 분야에 대한 일대일 전문가 매칭 애로기술 상담도 이루어졌으며, 정부 부처와 유관기관 등 민관합동 27개 기관으로 구성된 민관합동 소재 부품수급 대응지원센터가 참가해 일본 수출규제로 어려움을 겪고 있는 기업들의 애로사항을 지원하였다.

전시장 투어



해외바이어 상담회



이번 나노피아 산업전을 통해 2019년 착공되는 밀양 나노융합국가산업단지의 성공적인 조성
나노융합제품의 국내외 판로개척 및 비즈니스 기회 제공, 나노융합기술의 상용화 촉진을 위한
산·학·연 네트워크 구축이 기대된다.

작성자 김준현(국가나노기술정책센터 연구원)



제3절

2019 나노융합성과전(2019.11.21)

과학기술정보통신부와 산업통상자원부는 2019년 나노융합기술 성과 발표와 산·학·연 전문가 교류의 장 마련을 위한 ‘2019 나노융합성과전’을 개최하였다. 이번 행사는 올해 8회째 개최되는 행사이며, 산·학·연 관계자 200명이 참석한 가운데 유공자 포상, 나노영챌린지 소개 및 시상, 정부 정책 소개, 2019년 10대 나노기술 소개, 강연 및 성과 전시회 등 다채로운 행사로 구성되었다.

■ 행사 개요

- **명칭** : 2019 나노융합성과전
- **일자** : 2019년 11월 23일
- **장소** : 밀레니엄 힐튼 호텔 그랜드볼룸
- **추진조직**
 - 주최 : 과학기술정보통신부, 산업통상자원부
 - 주관 : 한국연구재단(NRF), 한국산업기술평가관리원(KEIT)
 - 협력기관 : 국가나노기술정책센터, 나노기술연구협의체, 나노융합산업연구조합, 국가나노인프라협의체, 나노융합2020사업단
- **세부 행사** : 유공자 포상, 나노영챌린지 소개 및 시상, Key note 강연 및 성과발표, 2019년 10대 나노기술 소개 등

유공자 포상에서는 단국대학교 이창현 교수, 중앙대학교 김태형 교수, 재료연구소 김태연 선임 연구원이 과학기술정보통신부 장관상을 받았으며, (주)제이오 김주희 이사, 서울대학교 반도체공동 연구소 최용운 장비실장, 한국건설생활환경시험연구원 송경석 수석연구원, (주)나노기술(단체포상)이 산업통상자원부 장관상을 받았다.

이와 더불어 나노기술에 대한 지식을 기반으로 사회적 가치를 창출할 수 있는 창의적 사업화 아이디어를 발굴·육성하고, 나노기술의 상용화를 촉진하기 위해 개최된 ‘나노영챌린지 2019’의 시상식이 있었다. 과학기술정보통신부 장관상은 ‘온도보정이 필요 없는 나노입자 기반 투명 웨어러블 스트레인 센서’ 아이디어를 발표한 고려대학교팀(박태성, 우호균, 이상엽)이 수상하였다.

유공자 포상



나노영챌린지 2019 수상



한국연구재단과 한국산업기술평가관리원은 나노융합분야 2020년 지원계획을 발표하였으며, 나노기술연구협의회는 나노기술의 우수성을 널리 알리고 국민들의 이해를 높이하고자 선정한 2019년 10대 나노기술을 발표하고, 현판을 수여하여 연구자들의 공로를 축하하였다.

2019년 10대 나노기술 소개



현판 수여



이날 행사에서 과학기술정보통신부 용홍택 연구개발정책실장은 ‘나노융합 기술은 산업 전반에 적용이 가능한 기반기술로서, 특히 소재·부품·장비의 중장기 경쟁력 확보의 핵심기술이라고 강조’ 하고, ‘향후 나노융합 원천기술 개발과 사업화 지원 관련 정부 투자가 확대될 계획이며, 이에 산·학·연 관계자들의 적극적인 참여’를 당부하였다.

개회사(과학기술정보통신부 융합택 연구개발정책실장)



전시장 투어에서는 나노분야 5개 협력 기관의 주요 성과물과 나노영챌린지 수상팀의 시제품 등을 전시하여 참석자들에게 좋은 반응을 이끌어냈다.

나노융합기술 성과 전시



이어진 기조 강연에서는 에코프로비엠의 최문호 부사장이 ‘전기자동차 시장의 급성장에 따른 고용량 High-Ni 양극 소재 동향’이란 주제로 자동차 배터리 시장에서의 나노분야 연구개발과 사업화 방향에 대한 의견과 시사점을 제공하였다. 또한 10대 나노기술에 대해 서울대학교 이태우 교수는 ‘유기나노소재를 이용한 생체모방형 인공신경 기술’, 한국기계연구소 정준호 본부장은 ‘3D 나노구조체 표면기반 광시야각 풀-컬러 홀로그램 제조 플랫폼 기술’, 에스엠에스 손호석 상무는 ‘고굴절 나노 복합체 프리즘 코팅액 및 고휘도 프리즘 필름 개발’에 대해 발표하였다.

강연(이태우 교수)



강연(정준호 본부장)



강연(손호석 상무)



작성자 김준현(국가나노기술정책센터 연구원)



제8장

나노관련
행사·활동

국제 협력
활동

국민 이해 및
지식 확산

부록

우리나라
나노기술 정책

국의 나노기술
정책 동향

나노기술 연구개발
투자 및 성과

나노
산업 현황

나노
인프라 현황

인력양성 및
교육·훈련

나노안전성
및 표준화

제4절

NCC 2019(2019.01.17~18)

‘NCC 2019’는 1월 17일부터 18일까지 이틀에 걸쳐 엘리시안 강촌리조트에서 개최되었다. 5개 기술 분회(나노바이오, 나노매뉴팩처링, 나노에너지환경, 나노소재, 나노정보전자)를 중심으로 나노과학기술분야의 최신 연구 흐름을 파악하고, 국내 연구자 간의 교류를 위해 뜻깊은 자리를 마련하였다.

첫날에는 나노기술의 상용화 사례를 담은 기조 강연과 5개 기술 분회를 중심으로 한 초청 강연 및 학생 구두 발표가 진행되었으며, 둘째 날에는 신진연구자 발표와 포스터 발표가 진행되었다. 작년과 비교하여 참여 규모가 늘어나는 등 나노기술 신진연구자 중심의 동계 학술대회로 자리 잡고 있다.

■ 행사 개요

- **명칭** : NCC 2019(Nano Convergence Conference 2019)
- **일자** : 2019년 1월 17~18일, 2일간
- **장소** : 엘리시안 강촌 리조트
- **추진조직**
 - 주최 : 과학기술정보통신부
 - 주관 : 나노기술연구협의회
- **주요 프로그램** : 기조 강연, 분회 초청 강연, 신진연구자 발표, 학생 구두 발표, 포스터 발표 등
 - 기조강연 : 서울대학교 이태우 교수, ㈜수젠텍 손미진 대표
 - 분회 초청 강연 : 5개 분회 대표연사 등 15인
 - 신진연구자 발표 : 신진연구자 20인
 - 학생 구두 발표 : 5개 분회 42편 발표
 - 포스터 발표 : 5개 분회 175편 발표

개회식



■ 기조 강연

기조 강연은 나노분야 석학과 국내 기업 대표 인사를 초청하여 나노기술 현황 및 미래상을 조명하였다. 기조 강연 I (연구 부문)은 서울대학교 이태우 교수가 ‘A bioinspired flexible organic artificial mechanosensory nerve system’을 주제로 강연하였으며, 기조 강연 II (산업 부문)는 (주)수젠텍 손미진 대표가 ‘Open innovation for innovative development of in vitro diagnostic industry’를 주제로 강연하였다.

기조강연 I 이태우 교수(서울대학교)



기조강연 II 손미진 대표(주)수젠텍)



■ 프로그램(분회 초청 강연, 신진연구자 발표, 학생 구두 발표, 포스터 발표 등)

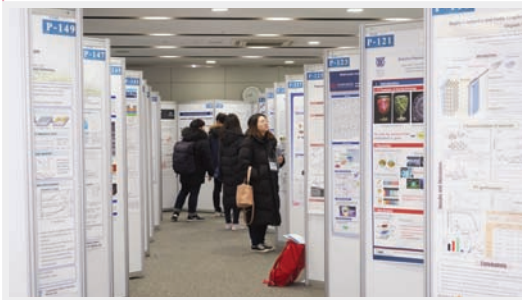
NCC 2019에서는 총 256편의 연구 성과가 발표되었으며, 약 335명이 참석하였다. 작년 대비 약 30% 증가된 규모로 개최가 되었으며, 기조 강연 외에도 분회 초청 강연, 신진연구자 발표, 학생 구두 발표, 포스터 세션이 운영되었다.

분회 초청 강연은 5개 기술 분회(나노바이오, 나노매뉴팩처링, 나노에너지환경, 나노소재, 나노정보전자)를 중심으로 15인의 발표가 진행되었으며, 나노바이오편야의 분회 수상 기념으로 이화여자대학교 박소정 교수(DNA- directed Self-Assembly for Responsive Nanostructures)와 나노종합기술원 이경균 박사(Nanofabrication processes and Nanostructures for biosensing applications)의 발표가 진행되었다. 또한 신진연구자 20명 및 학생 20명의 구두 발표가 진행되었으며, 포스터 세션에는 175편의 포스터가 발표되었다.

분회 초청 강연



포스터 세션



학생 구두 발표



우수포스터 발표상



우수구두 발표상



작성자 박혜선(나노기술연구협의회 차장)



제9장

국제 협력 활동

제1절

한·미 나노포럼

제2절

한-EU 나노워크숍

제3절

OECD BNCT 활동

제4절

Asia Nano Forum(ANF)

제5절

한·중·일 나노기술 협력 포럼

제6절

한·오스트리아 나노이노베이션 워크숍

제7절

산업 협력 활동(베트남)

제9장

국제 협력 활동



제1절

한·미 나노포럼

한·미 나노포럼은 한국 교육과학기술부(현, 과학기술정보통신부)와 미국 국립과학재단(NSF)의 ‘제5차 한미과학기술공동위원회(2002)’ 합의에 따라 2003년부터 매년 한국과 미국에서 교차로 개최되고 있으며, 양국 공통의 관심 주제를 정하여 주요 연구 성과를 발표하고 공동 협력 방안을 논의해 오고 있다.

제16차 한·미 나노포럼은 9월 23일부터 24일까지 미국 캘리포니아대학교 내에 위치한 Qualcomm Institute에서 개최되었으며, ‘휴먼인지 및 뇌 연구 관련 나노센서(Nanosensors related to human cognition and brain research)’와 ‘단일세포 레벨의 나노의약(Nanomedicine focusing on single cell level)’ 두 개의 주제를 다루었다. 이번 포럼에는 한국과 미국의 발표자 38명을 포함한 나노기술 분야의 산·학·연 참석자 및 정책 입안자 총 60명이 참석하였으며, 글로벌 이슈인 주제에 대한 양국의 나노기술 개발 동향을 공유하고 국경을 넘는 협력과 상호 간 역할의 중요성을 강조하였다.

■ 개요

- **명칭** : 제16차 한·미 나노포럼(The 16th Korea-U.S. Forum on Nanotechnology)
- **일자** : 2019년 9월 23~24일, 2일간
- **장소** : Qualcomm Institute, University of California, San Diego(미국 캘리포니아)
- **추진조직**
 - 주최 : (한국) 과학기술정보통신부(MSIT), (미국) 국립과학재단(NSF)
 - 주관 : (한국) 국가나노기술정책센터(한국기계연구원 부설 재료연구소), (미국) Carnegie Mellon Univ., Northeastern Univ., California Institute of Technology(CalTech)
- **조직위원**
 - 한국 : 이조원(한국나노종합기술원, 조직위원장), 송완호(과학기술정보통신부), 임창동(국가나노기술정책센터), 송재용(한국연구재단), 정병기(녹색기술센터), 김인후(국립암센터), 김완두(한국기계연구원)
 - 미국 : Myung S. Jhon(Carnegie Mellon University, 조직위원장), Mihail Roco(NSF), Ahmed A. Busnaina(Northeastern University), Mamadou Diallo(CalTech)
- **주요 프로그램** : 개막 세션, 주제 관련 기술 성과 발표 및 그룹 토의, 포스터 세션, 전체 토의 및 대정부 건의문 작성

이번 포럼은 양측 조직위원장인 한국나노종합기술원 이조원 원장과 카네기멜론대학교 (Carnegie Mellon University) 전명식 교수의 인사로 시작되었으며, 이어서 총 3명의 강연자가 기초 강연을 진행하였다. 미국 국립과학재단(NSF) Mihail Roco 박사가 ‘나노의약 분야를 포함한 나노기술 동향’, 국립과학재단(NSF) Shubhra Gangopadhyay 박사가 ‘바이오/나노기술, 센서 및 뇌 연구 관련 NSF프로그램’, 한국과학기술연구원 권익찬 박사가 ‘광학 이미징을 위한 활성화 가능한 분자 프로브’에 대해 발표를 하였다. 이후 세션 I (휴먼인지 및 뇌 연구 관련 나노센서), 세션 II (단일세포 레벨의 나노 의약), 포스터 발표를 통해 양국의 대형 과제 프로젝트 책임자와 연구자들이 주제와 관련된 연구 현황과 향후 방향에 대해 발표하였다.

특히 포럼 결과를 바탕으로, 주제 분야에 대한 양국 정부의 지원 및 권고사항을 대정부 건의문으로 작성하여 한·미 나노분야 연구자 간 정보 교류 확산 촉진, 공동 연구 기회 탐색 및 협력 네트워크 구축, 정책 협력 의제 도출 등을 적극적으로 추진하였다.

■ (주제1) 휴먼인지 및 뇌 연구 관련 나노센서(Nanosensors related to human cognition and brain research)

이번 한·미 나노포럼에서 새로이 다루어진 주제로, 공동 연구를 위한 자금 지원 필요, 협업 및 아이디어 교환 촉진을 위한 소규모 한·미 심포지엄 개최, 협업의 로지스틱스(과제 소유권, 지적 재산권 이슈, MOU 등 상호협력을 촉진할 수 있는 방법을 포함) 등 다양한 내용의 논의가 이루어졌다.

※ 상호 관심 분야 : 단일세포 복조(interrogation)* 센서 기술, 다중 채널 분산 무선 시스템, 휴먼 머신 인터페이스용 웨어러블 센서의 최적화 및 개선

* 전자기파(빛) 신호를 전기신호로 바꾸는 것

■ (주제2) 단일세포 레벨의 나노의약(Nanomedicine focusing on single cell level)

트레이닝 프로그램, 여러 분야를 하나로 묶어 임상에게 연구를 장려하는 트레이닝 프로그램 또는 펀딩 메커니즘, 포럼 및 그룹 토의 전에 상호 연구자 및 협업 탐색, 교환학생 프로그램, 기업 참여를 촉진하기 위한 명확한 규제 지침 및 미국 FDA의 빠른 승인 등에 관한 논의가 이루어졌다.

※ 상호 관심 분야 : 공학과 의학 분야 간의 괴리 및 의사소통의 장벽, 죽음의 계곡을 넘기 위한 기업 지원 필요, 기술 상용화를 위한 투자 부족 및 긴 리딩 타임

제16차 한·미 나노포럼 조직위원 및 연사 단체사진



제16차 한·미 나노포럼 전경 및 양측 조직위원장 인사



한·미 나노포럼은 지난 제14차 포럼부터 협력의 지속성을 위해 이전 포럼에서 다루었던 주제와 신규 주제를 균형 있게 구성했는데, 이는 기존에 단발성으로 다양한 주제를 다루는 것에서 변화된 것이다. 제15차, 제16차 포럼에서는 ‘단일세포 레벨의 나노의학’을 연속해서 다루었다. 포럼 이후에는 참석 연구자들을 대상으로 포럼을 통한 공동 연구, 인력 교류 현황 등의 성과를 파악하고 있으며, 필요시 회의를 개최하여 관련 후속 조치를 진행하고 있다. 이러한 노력을 통해 단순 연구자 네트워크 구성 및 정보 교환을 넘어 지속적인 협력에 대한 가시적인 성과를 기대하고 있으며, 한·미 양국의 협력을 더욱 강화하여 포럼의 역할을 강조하고 더욱 발전할 수 있도록 하고 있다.

■ 한·미 나노포럼 개최 실적

회차	날짜	장소	주제	참석자
제1차	2003.10.14~15	대한민국 서울	폭넓은 나노기술 연구 분야 - 나노바이오, 나노소재, 나노소재 등	정부 관계관, 양측 연사 45명 포함 250여 명
제2차	2005.02.17~18	미국 로스앤젤레스	I. 나노제조 연구 II. 나노기술 교육 프로그램 개발	정부 관계관, 양측 연사 32명 등
제3차	2006.04.03~04	대한민국 서울	I. 나노 디바이스 및 시스템 연구 II. 나노기술의 환경, 보건 및 안전	정부 관계관, 양측 연사 40명 포함 150여 명
제4차	2007.04.26~27	미국 호놀룰루	지속가능한 나노기술-에너지 - 연료전지, 태양전지, 이차전지, 수소저장기술 등	정부 관계관, 양측 연사 37명 등
제5차	2008.04.17~18	대한민국 제주	나노바이오기술 I. 나노바이오 기술을 통해 첨단재료의 개발, 센서, 장비, 소자 분야에의 적용 II. 나노바이오 기술이 환경, 보건 및 안전에 미치는 영향	정부 관계관, 양측 연사 44명 등
제6차	2009.04.28~29	미국 라스베가스	나노일렉트로닉스 및 응용연구 - CMOS, More than Moore 등 나노기술을 통한 전자소자 분야	정부 관계관, 양측 연사 39명 등
제7차	2010.04.05~06	대한민국 서울	에너지 분야에서의 나노기술의 활용 - 나노태양전지, 에너지 수확, 인공 광합성 등 나노에너지를 위한 재료 및 시스템	정부 관계관, 양측 연사 35명 포함 140여 명
제8차	2011.04.04~05	미국 캘리포니아	지속가능한 나노기술 I. 지속가능한 물 재사용과 담수화 II. 온실가스 포집 및 변환 III. 지속가능한 자연자원	정부 관계관, 양측 연사 20여 명 등
제9차	2012.06.04~05	대한민국 서울	나노과학, 기술의 융합을 통한 응용 방향 모색 I. 나노기술의 융합을 위한 나노수준에서 기본적인 공간이 되는 도구 II. 지속가능성과 에너지 자원을 위한 나노기술 III. 나노기술의 응용	정부 관계관, 양측 연사 45명 포함 120여 명

회차	날짜	장소	주제	참석자
제10차	2013.10.15~16	미국 보스턴	차세대 나노기술 관련 제품 및 공정 Ⅰ. 지속가능한 나노제조 공정 및 도구 Ⅱ. 나노기술 관련 제품 및 제품 수명 분석	정부 관계관, 양측 연사 33명 포함 74명
제11차	2014.09.29~30	대한민국 서울	Ⅰ. 나노제조 Ⅱ. 나노복합재료 Ⅲ. 나노정보과학	정부 관계관, 양측 연사 40여 명 포함 100여 명
제12차	2015.10.05~06	미국 워싱턴 D.C.	Ⅰ. 수처리를 위한 나노기술 응용 Ⅱ. 이차원 소재를 이용한 나노기술 응용	정부 관계관, 양측 연사 30명 포함 64명
제13차	2016.09.26~27	대한민국 서울	Ⅰ. 뉴로모픽(Brain-like) 디바이스 및 센서 Ⅱ. 수자원 및 에너지 지속가능성	정부 관계관, 양측 연사 36명 포함 77명
제14차	2017.09.11~12	미국 버지니아	Ⅰ. 나노센서 기반 사물인터넷 Ⅱ. 뉴로모픽 컴퓨팅	정부 관계관, 양측 연사 27명 포함 67명
제15차	2018.07.12~13	대한민국 경기도 고양	Ⅰ. 단일세포 레벨의 나노의약 Ⅱ. 나노센서 기반 사물인터넷	양측 연사 40명 포함 126명
제16차	2019.09.23~24	미국 샌디에이고	Ⅰ. 휴먼인지 및 뇌 연구 관련 나노센서 Ⅱ. 단일세포 레벨의 나노의약	양측 연사 38명 포함 60명

작성자 김준현(국가나노기술정책센터 연구원)



제2절

한-EU 나노워크숍

한-EU 나노워크숍은 한국 교육과학기술부(현, 과학기술정보통신부)와 유럽연합집행위원회의 ‘제3차 한-EU 과학기술공동위원회(2011)’ 합의에 따라 2012년부터 매년 한국과 유럽에서 교차 개최 되고 있으며, 나노분야 정책에 대한 정보 공유와 최신 연구 동향 발표를 통해 한-EU 나노기술 연구자 간 협력 네트워크 구축 지원 및 미래 전략 주제 발굴 등 나노기술 발전을 위한 정책적 상호 협력 방안을 논의해 오고 있다.

제8회 한-EU 나노워크숍은 11월 25일에 벨기에 브뤼셀에서 개최되었으며, 전년도와 같이 ‘나노 안전성(Nanosafety; Modeling & Prediction)’과 ‘나노소재 특성 분석(Characterization of Nanomaterials)’ 두 개의 주제를 다루었다. 행사에는 정부관계자 및 양측 발표자 포함 총 37명이 참석하였다. 한-EU 나노워크숍을 통해 최근 EU에서 추진해왔거나 현재 추진하고 있는 나노안전성 및 나노소재 특성 분석 관련 연구개발 동향 파악 및 상호 협력 방안을 도출하고, 정책 당국자 및 연구자 간 협력 네트워크를 구축하였다.

■ 개요

- 명칭 : 제8회 한-EU나노워크숍(The 8th Korea-E.U. NanoWorkshop)
- 일자 : 2019년 11월 25일
- 장소 : Albert Borschette Conference Center(벨기에 브뤼셀)
- 추진조직
 - 주최 : (한국) 과학기술정보통신부(MSIT), (EU) 유럽연합집행위원회(EC)
 - 주관 : (한국) 국가나노기술정책센터(한국기계연구원 부설 재료연구소), (EU) 유럽연합집행위원회(EC)
 - 후원 : (한국) 한국연구재단(NRF), (EU) 유럽연합집행위원회(EC)

이번 워크숍은 한국 과학기술정보통신부 홍석범 사무관과 유럽연합집행위원회(EC) Yanaris Ortega EC 정책사무관의 축사로 시작되었다. 세션 I에서는 ‘나노안전성’ 주제와 관련하여 EU 측 TEMAS Blanca Suarez Merino 박사가 ‘학계 및 산업계 관점에서 필요로 하는 나노 안전성 관련 연구 우선순위’에 대해 발표하였으며, 한국 측 한국표준과학연구원 이태걸 박사는 ‘ISO 및 OECD에서 한국의 나노 안전성 관련 최신 활동 동향’에 대하여 발표하였다. 세션 I에서는 ‘나노소재 특성 분석’ 주제와 관련하여 EU 측 로마 트레 대학교(Università degli Studi Roma Tre) Marco Sebastiani 교수가 ‘나노구조 하드·소프트 인터페이스에서의 개방형 특성 분석 및 모델링 환경’에 대하여 발표하였으며, 한국 측 포항공과대학교 최시영 교수가 ‘한국의 나노소재 이미징 및 특성 분석 관련 최신 기술 동향(STEM 기술을 중심으로)’에 대해 발표하였다.

특히 워크숍 결과를 바탕으로, 주제와 관련된 도전 과제 및 응용 관련 논의, 상호협력 가능 과제 분석, 조치 항목 및 양측 연구자가 매칭된 관련 협력 연구팀 제안, 공동 협력 방안 제시 등을 추진 하였다.

제8회 한-EU 나노워크숍 조직위원 및 연사 단체사진



■ (주제1) 나노안전성(Nanosafety; Modeling & Prediction)

한국은 리스크 평가 및 거버넌스 등과 관련된 나노안전성 주제 분야의 EU 과제에 참여 및 협력이 비교적 잘 정립되어 있으며, ‘Horizon Europe 2021-2027’ 과제에도 참여할 예정으로 EU와 활발한 협력 관계를 유지해오고 있다. 이외에도 데이터 관리, 리스크 평가 방법론, 나노물질의 정의, 표준화 및 OECD 테스트 가이드라인과 지침 개발, 독성학 관련 나노소재 특성 분석 연구의 필요성 등에 있어 양국의 협력이 가능할 것으로 논의되었다.

■ (주제2) 나노소재 특성 분석(Characterization of Nanomaterials)

나노소재 특성 분석 관련 EU 과제에 한국의 참여는 현재 활발하지는 않으나, 이를 독려하고자 하는 논의가 있었다. 또한 한국 대기업과의 연계를 위해 반도체와 이차전지 소재 중심의 전자소재 및 소자 분야에 중점을 두기로 하였으며, 한국 측의 연구 실적이 월등한 점에서 EU 측은 한국과 구체적인 협력 관계를 구축하는 데 관심이 많아 해당 방안을 모색하기로 하였다.

■ 한-EU 나노워크숍 개최 실적

회차	날짜	장소	주제 및 프로그램	참석자 및 성과
제1회	2012.03.18~21	대한민국 서울	I. 나노기술 관련 정책 세션 II. 기술세션- 태양전지, 에너지 하베스팅, 나노일렉트로닉스	- 정부 관계관 10여 명, 양측 발표자 20여 명 포함 80여 명 참석 - 나노기술 관련 정책/기술 정보 공유 및 국제 협력 탐색
제2회	2013.06.20	아일랜드 더블린	I. 나노기술 관련 정책 세션 II. 기술세션(나노안전)	- 정부 관계관 포함 양측 20여 명 참석 (비공개 진행) - 나노안전 관련 국제 공동 연구 참여 (NANOREG)
제3회	2014.12.09~11	대한민국 서울, 경인 및 대전	I. 나노기술 관련 정책 세션 II. 기술세션(나노전자소자) - 바이오 영감의 나노전자소자 - 신소재 기반 나노전자소자 - 위상 절연체 및 스핀웨이브 로직	- 정부 관계관 7여 명, 양측 발표자 10여 명 포함 40여 명 참석 - 나노전자 소자분야 협력 탐색
제4회	2015.10.21~22	포르투갈 리스본	I. 나노기술 관련 정책 세션 II. 기술세션(나노전자) - 이차원 전자소자 - 뉴로모픽 - 스핀트로닉스	- 정부 관계관 5여 명, 양측 발표자 20여 명 포함 40여 명 참석 - 유럽 나노전자 소자 로드맵 기획연구에 한국 전문가 참여 및 ICT-17 Call 과제 공동 연구 추진
제5회	2016.10.06	대한민국 서울	I. 기조강연에서 양측 나노기술 관련 정책 발표 II. 기술세션 - 현재 추진중인 협력(NEREID, ICT-31-17 등) - 양측 상호관심 분야 1) 저전력 전자소자 2) 마이크로-나노바이오 시스템 3) 차세대 디스플레이	- 정부 관계관, 양측 발표자 17명 포함 49명 참석 - ICT-31-17 과제 제안서 한국 등과의 협력 명시 확정, 저전력 소자 및 소재, 나노바이오 등 타 분야로 협력 확대 추진

회차	날짜	장소	주제 및 프로그램	참석자 및 성과
제6회	2018.01.16	벨기에 브뤼셀	I. 나노안전성 II. 나노인포매틱스	- 정부 관계관, 양측 발표자 포함 총 30여 명 참석 - 나노안전 관련 국제 공동 연구 참여 예정
제7회	2018.11.12	대한민국 서울	I. 나노안전성: 모델링 및 예측 II. 나노소재 특성 분석	- 정부 관계관, 양측 발표자 포함 총 42명 참석 - 'Horizon Europe 2021-2027'에 두 분야 협력 과제 도출 제안
제8회	2019.11.25	벨기에 브뤼셀	I. 나노안전성: 모델링 및 예측 II. 나노소재 특성 분석	- 정부 관계관, 양측 발표자 포함 총 37명 참석 - 반도체, 이차전지 소재 중심의 전자 소재 및 소자 분야 협력 논의

작성자 **김준현**(국가나노기술정책센터 연구원)



제3절

OECD BNCT 활동

OECD 나노작업반(WPN)은 나노과학기술의 책임 있는 개발과 관련된 혁신 정책 이슈를 제언하기 위해 2007년 3월 OECD 과학기술혁신정책위원회(CSTP) 산하에 설립되었다. WPN의 결성은 선진국들이 나노기술의 사회경제적 파급 효과를 매우 중대하게 인식하고 있다는 의미이며, 각국의 나노기술개발을 보다 효율적이고 책임 있게 진행하는 데 국제 협력이 요구됨을 시사한다.

OECD WPN 과제 영역은 크게 정보수집 및 분석(1~3단계 분야), 이를 통한 정책 대화(4~5단계 분야)로 구분된다. 이를 이루기 위해 1단계 이슈 분석, 2단계 정보수집, 3단계 핵심이슈 분석, 4단계 정책 대화, 5단계 교차영역 연구수행 순으로 사업 추진을 계획하였다. 2015년부터 생명공학작업반(WPB)과 통합되어 바이오·나노융합기술작업반(BNCT)으로 운영되고 있으며 지금까지 총 10번의 총회가 프랑스 파리에서 개최되었다.

■ OECD BNCT 총회 개최 현황(2015~2019년)

회차	날짜	장소
제1차	2015.05.18~19	프랑스 파리
제2차	2015.12.02~04	
제3차	2016.05.25~27	
제4차	2016.12.05~07	
제5차	2017.05.11~12	
제6차	2017.11.30~12.01	
제7차	2018.05.03~04	
제8차	2018.12.10~11	
제9차	2019.05.16~17	
제10차	2019.12.02~03	

■ 제9차 BNCT 총회(2019.05.16~17, 파리 OECD 본부)

제9차 BNCT 총회에는 OECD 25개 회원국, 참가국(남아공 등) 대표단 및 BIAC, TUAC 등 약 50명이 참석하였다. 지속가능한 사회와 책임 있는 연구개발, 디지털 시대의 혁신을 위한 회원국의 바이오·나노 분야 프로젝트 발표 및 토론이 이어진 가운데, 나노 분야에서는 8차 총회에서 소개된 바 있는 ‘협력플랫폼(collaborative platform)’이 핵심 이슈로 다루어졌다.

PWB 2019-20 프로젝트 중 협력플랫폼은 제7차 총회 이후 2개 분야(보건, 제조)의 운영위원회(steering group) 회의와 브레인스토밍 회의('18.10.17, 프랑스 파리)를 통해 프로젝트의 개요, 주요 연구내용, 목표 등을 확정한 바 있다. 이번 제9차 총회에서는 ‘융합기술을 위한 협력플랫폼 개요’라는 아젠다를 통해 지식 이전, 개방형·참여형 연구개발 프로그램 확대 등의 흐름 속에서 협력플랫폼이 필요한 이유와 향후 진행 방향을 논의하였다.

현재 회원국은 미션 중심적 과학기술 혁신정책으로 통해 그랜드 챌린지(Grand Challenge)에 대응하고, 사회문제를 해결하는 동시에 새로운 혁신을 통한 경쟁력 강화를 꾀한다. 이 과정에서 연구개발과 산업 간의 연계를 강화하고, 연구개발 시스템의 디지털화로 성과 확산 및 상용화를 추진하고 있다.

다양한 행위자 참여 및 연구실험실, 데이터, 디지털 인프라 등으로 구성되는 협력플랫폼은 대규모 정보통합과 머신러닝 등의 첨단 융합기술과 맞물려 연구자-산업계의 공동 혁신을 촉진한다. 기초 연구 지원부터 프로토타입 제작 및 초기 제작에 이르기까지 기술성숙도의 전 과정에 걸쳐 있는 정책 수단이다. 공동 표준, 온톨로지, 규제 수립으로 공동 연구 인프라 및 데이터베이스 구축을 용이하게 하는 동시에, 기술 상용화를 지원하여 연구개발과 시장 경쟁력의 향상을 기대할 수 있다.

사무국은 이러한 프로젝트의 개요를 발표하고, 연구와 기술 상용화 간의 연계 강화를 위한 플랫폼 구축 정책과제 연구 및 모범사례 도출을 제안하였다. 플랫폼 구축을 위한 정책과제로는 (1) 공공·민간 정책조합, (2) (연구 결과·데이터에 대한) 액세스 : 공개 및 제한, (3) 다양한 목표와 가치 자원 간의 균형, (4) 디지털화·인공지능 활용, (5) 혁신 생태계 구축, (6) 사회 참여 확대 등이 등장하였다. 이번 프로젝트에서는 (1) 신소재, (2) 개인 건강을 위한 유전체학, (3) 생명공학 세 분야를 대상으로 협력플랫폼 구축을 위한 연구가 진행된다.

신소재 분야의 경우, 혁신 플랫폼을 활용해 소재 데이터 과학·인포매틱스, 설계 최적화, 디지털 소재 및 메타데이터, 센서 및 자동화, 측정·검증과학 등의 융합을 촉진하는 것이 목표로 제시되었다. 신소재 협력플랫폼은 제조, 특성화 도구, 데이터베이스, 테스트베드, 파일럿 공장 등의 사용자 시설을 포함한다. 사무국과 운영위원회에 참가하는 회원국들은 가장 뛰어난 실무방식을 도출하기 위해 협력플랫폼의 다양한 사례연구를 진행하며, 사례연구 대상은 나노기술 제조 및 특성화 사용자 시설 네트워크, 3D 인쇄 파일럿 시설, 경량 임베디드 전자기기용 나노물질 개발 및

생산용 테스트베드, 국제적 학제 간 연구 실험실, 공동 창조 협력을 위한 지역 및 대륙 간 실험실 등이다. 이번 총회에서는 EU, 포르투갈, 오스트리아, 미국에서 운영 중인 협력플랫폼 기관의 활동이 개괄적으로 소개되었다.

제9차 BNCT 총회 전경



■ 제10차 BNCT 총회 (2019.12.02~03, 파리 OECD 본부)

제10차 총회는 OECD 25개 회원국, 참가국(남아공 등) 대표단 및 BIAC, TUAC 등 약 50명이 참석한 가운데 진행되었다. BNCT의 차기 활동('20~'24)에 대한 CSTP의 권고 및 타 위원회와의 협력 아젠다 소개 등 OECD 차원의 비전과 활동에 발맞추며 바이오·나노 분야의 시너지를 도출하고자 하는 면모가 두드러졌다.

2019년 12월 31일에 만료되는 BNCT의 임무를 갱신하기 위해 CSTP는 고위급 회담 및 회원국들의 의견을 반영하여 개정 권고안 초안을 작성했으며, 이후 2020~2024년 BNCT의 임무를 승인하였다. CSTP의 이번 임무 권고안은 '융합, 신생, 기반기술을 포함하는 예측 가능한 개발 및 기술의 영향'과 대전 선언의 '글로벌·디지털 시대 과학기술 혁신정책'을 기준점으로 삼고 있다. 보건·환경·지속 가능한 개발을 아우르는 그랜드 챌린지, 과학기술 혁신에 대한 대중 신뢰 등을 중요 정책 아젠다로 도출하고 있으며, BNCT 정책과제 추진의 시너지를 이끌어낼 분과 조직(디지털경제정책위원회(CDEP), 규제정책위원회(PRC), 제조나노물질작업반(WPMN) 등)과의 협력을 권고한다.

BNCT가 기술 중심 활동(유전자 편집, 신경과학), 주제별 활동(책임 있는 혁신), 과제 중심 활동(지속가능성) 등 다양한 컨셉의 프로젝트를 추진하고 있는 가운데, 최근 2년간 '신흥기술을 위한 협력플랫폼' 프로젝트로 바이오·나노기술 분석을 위한 비교 접근을 취하고 있다는 점이 부각되었다.

한편 BNCT 사무국은 규제정책위원회(PRC)와의 협력으로 기술 거버넌스 및 규제 분야의 활동에 착수하였다. 이는 신경기술, 유전자 편집, 차세대 생산 혁명, 상향식(upstream) 기술 거버넌스 등에서

추진해온 ‘신흥기술의 책임 있는 혁신’ 활동의 일환으로, 대중 신뢰, 기술위험평가의 불확실성, 과학 분야의 소통, 기술 오용과 바이오안전, 사생활 등이 중점 이슈로 제시되었다.

규제정책위원회(RPC)는 2019~2020년 프로그램에서 신흥기술의 규제 방법과 더 나은 규제를 위한 디지털 기술 활용 방안을 중점 과제로 삼고 있으며, 개인정보 보호, AI 사용에 따른 책임, 인공지능의 편향 및 차별이 불러올 사회경제적 이슈 등에 주목하고 있다. 이에 상호 협력을 통한 기술혁신 촉진, 사회에 기여하는 기술개발 및 사용을 위한 거버넌스와 최적 실행방안을 도출할 수 있을 것으로 기대된다.

나노분야에서는 제9차 총회 이후 구체화된 협력플랫폼 프로젝트와 관련하여, 2019년 11월 4~5일에 열린 ‘신소재의 혁신을 위한 협력플랫폼’ 워크숍의 내용이 공유되었다. 이 워크숍에서는 연구 활동과 상업화 간 연계, 사회와 경제를 위한 융합기술의 잠재력 실현을 목표로, 미션 중심적 연구개발 강화, 상용화 촉진을 위한 협력플랫폼 정책과제 및 실행방안 도출의 필요성이 논의되었다. 사례연구로는 신소재 분야 운영위원회 중 한국, 오스트리아, 캐나다, 일본, 포르투갈, 미국에서 진행 중인 과제가 발표되었다. 각국 사례의 구체적 내용은 차기 총회에서 확인 가능할 예정이다.

이 과정에서 협력플랫폼 운영의 (1) 비즈니스 모델, (2) 자산 접근성, (3) 개방성, (4) 지적 재산, (5) 표준 등을 주요 이슈로 검토하여, 과학기술 혁신의 편익을 실현하고, 다양한 행위자 참여(공공-민간, 민간-민간 파트너십)를 촉진할 수 있는가에 대한 논의가 이루어졌다. 기술성숙도 단계, 지식재산 형성·권한 범위에 따라 달라지는 협력플랫폼의 속성과, 협력플랫폼 구축을 위한 데이터 공유 방안 도출이 필요하다는 의견이 모였다. 사무국은 신소재 협력플랫폼 보고서 초안을 제11차 총회에서 공유하고, 발전시킬 예정임을 밝혔다.

제10차 BNCT 총회 및 운영위원회 미팅 전경



작성자 정연진(국가나노기술정책센터 선임연구원)



제4절

Asia Nano Forum(ANF)

Asia Nano Forum은 아시아 회원국 간 미래나노기술 협력의 방향성 및 전략 수립을 위한 아시아 태평양 지역의 나노 연구자 모임으로, 2004년 결성되어 한국, 일본, 대만 등 13개 회원국이 참여하며 매년 각 회원국에서 연차총회(Summit)를 개최하고 있다.

올해 제16회 연차총회는 필리핀 타가이타이에서 개최되었으며, ANF 회원 9개국 14개 기관의 대표자 31명이 참석하였다. 한국에서는 서울대학교 김학민 교수가 나노기술 개발 현황에 대해 발표하였으며, 각 Working Group별 활동 내용을 공유하고 협력 방안에 대해 논의하였다. 또한 향후 2020년과 2021년 연차총회는 각각 오스트리아와 태국에서 개최하기로 하였다.

■ 개요

- 명칭 : Asia Nano Forum Summit 2019
- 일자 : 2019년 5월 27일
- 장소 : Taal Vista Hotel, Tagaytay City, Philippines
- 참석자 : 9개국 ANF 회원 14개 기관의 각 대표 총 31명 참석
- 주요 프로그램 : Annual General Meeting, Country Presentations, Working Group Presentations 등

ANF Summit 2019



■ Asia Nano Forum 개최 현황(2005~2019년)

회차	날짜	장소	참가 인원
Asia Nano Forum Summit 2005	2005.12.08~10	호주 절릉	13개국 20여 명
Asia Nano Forum Summit 2006	2006.11.01~03	홍콩 홍콩	13개국 20여 명
Asia Nano Forum Summit 2007	2007.11.29~12.01	말레이시아 쿠알라룸푸르	10개국 20여 명
Asia Nano Forum Summit 2008	2008.11.16~17	UAE 아부다비	14개국 20여 명
Asia Nano Forum Summit 2009	2009.10.08~09	대만 타이페이	13개국 20여 명
Asia Nano Forum Summit 2010	2010.11.09~12	베트남 하노이	13개국 20여 명
Asia Nano Forum Summit 2011	2011.11.07~13	이란 테헤란	15개국 20여 명
Asia Nano Forum Summit 2012	2012.08.22~24	태국 방콕	15개국 30여 명
Asia Nano Forum Summit 2013	2013.01.26~29	일본 쓰쿠바	16개국 30여 명
Asia Nano Forum Summit 2014	2014.09.23~26	중국 쑤저우	16개국 30여 명
Asia Nano Forum Summit 2015	2015.08.02~05	싱가포르	13개국 40여 명
Asia Nano Forum Summit 2016	2016.07.13~14	한국 서울	13개국 50여 명
Asia Nano Forum Summit 2017	2017.08.20~24	말레이시아 조호르바루	10개국 40여 명
Asia Nano Forum Summit 2018	2018.05.17~19	대만 타이페이	10개국 40여 명
Asia Nano Forum Summit 2019	2019.05.27~29	필리핀 타가이타이	9개국 31명 참석

작성자 박혜선(나노기술연구협의회 차장)



제5절

한·중·일 나노기술 협력 포럼

한·중·일 3국은 지난 2015년 7월 1일에 나노기술분야 연구개발 등 정보교류 및 네트워크 구축 등 협력 강화를 도모하고 궁극적으로 3국의 공동 발전을 추구하기 위한 MOU를 체결하였다. 협력의 일환으로 각국의 나노기술개발 현황 및 정책 방향에 대해 공유하고 향후 협력 증진을 위한 방안을 논의하기 위한 나노기술협력대화(CJK Trilateral Nanotechnology Cooperation Dialogue)가 2019년 4월 3일 한양대학교에서 개최되었다.

■ 개요

- **명칭** : The 2nd China-Japan-Korea Nanotechnology Cooperation Dialogue
- **일자** : 2019년 4월 3일 ● **장소** : 한양대학교
- **주요 아젠다** : MOU 체결 이후 추진 진행 상황, 한·중·일 3국 나노기술 협력의 제안프로그램, TNCC 회원 추천
- **프로그램** : China-Japan-Korea Nanotechnology Cooperation, Introduction of Japan Nanotech Community, Introduction of Korea Nanotechnology Research Society, Introduction of Korea Infrastructure Organization for Nanotechnology, Panel Discussion 등

한·중·일 나노기술협력대화



작성자 박혜선(나노기술연구협의회 차장)



제6절

한·오스트리아 나노이노베이션 워크숍

한국과 오스트리아 양국 간 나노기술분야 개발 현황 및 정책 방향 등에 대해 공유하고 향후 협력 증진 방안 등을 논의하기 위해 한·오스트리아 나노이노베이션 워크숍이 개최되었다. 이번 워크숍에는 양국 주최기관 참석자 및 6명의 연사를 포함하여 약 30명이 참석하였으며, 양국의 대표 나노기술 성과 발표 및 연구자들에 대한 정보 공유를 통해 향후 지속적인 협력 방안에 대해 논의하였다.

■ 개요

- 명칭 : Korea-Austria Nano Innovation Workshop
- 일자 : 2019년 7월 3일
- 장소 : 경기도 고양시 킨텍스(KINTEX)
- 주요 프로그램 : 양국 참가자별 기관사업 발표 및 토론 진행

한·오스트리아 나노이노베이션 워크숍



작성자 박혜선(나노기술연구협의회 차장)



제7절

산업 협력 활동(베트남)

나노융합산업연구조합에서는 국내 나노기업의 해외 진출을 지원하기 위해 해외 시장 조사 및 협력 활동, 전시회 참가 등을 추진해오고 있다. 일본, 미국, 중국 등에서 개최되는 나노기술 관련 전시회에 참가하고 있으며, 산업 협력 활동으로 베트남과 ‘제품거래 상담회’를 추진하였다.

나노기업의 해외 판로개척을 지원하기 위한 ‘한-베트남 제품거래 상담회’는 전년도에 이어 2019년 5월 7일부터 9일까지 3일간 추진되었다. 11개 나노기업이 참가하여 총 81건(약 5.5만 달러)의 상담회가 진행되었으며, 5건의 협력 계약과 약 60억 원의 성과 창출이 있었다. 2019년도에는 높은 수준의 제품 보다는 현재 적용이 가능한 중간재 및 완제품(건축용 도료, 식품첨가제, 복합플라스틱, 완제품류 등) 기업을 중심으로 구성했으며, 이 중 5개사는 2018년도 참가했던 경험이 있는 기업으로 지속적인 마케팅 활동을 통한 가시적 성과가 기대되고 있다.

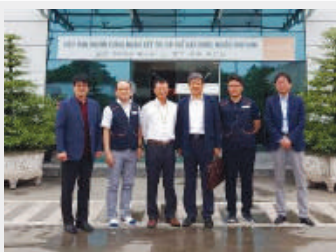
초청 상담회 활동



초청 상담회 활동



방문 상담회 활동



작성자 정종일(나노융합산업연구조합 본부장)



우리나라
나노기술 정책

국의 나노기술
정책 현황

나노기술 연구개발
투자 및 성과

나노
산업 현황

나노
인프라 현황

글로벌
인력양성 및
교육 정책

나노안전성
및 표준화

나노관련
행사·활동

제9장

국제 협력 활동

국민 이해 및
지식 확산

부록

제10장

국민 이해 및 지식 확산

제1절

일반인 · 청소년 대상 프로그램

제2절

기업 대상 프로그램

제10장

국민 이해 및 지식 확산



제1절

일반인·청소년 대상 프로그램

1

중·고생을 대상으로 하는 퍼블릭 프로그램 운영(나노코리아 2019)

나노코리아 행사에서는 국내외 유수의 학자 및 연구자, 기업 관계자들이 한자리에 모여 기초 연구부터 산업화에 이르기까지 최신 정보 및 동향을 교류하고 나노기술의 전망을 내다볼 수 있는 기회를 제공하고 있다.

나노코리아 2019에서는 주제 강연과 전문 세션 외에도 일반인 및 중·고등학생, 과학 교사가 참여할 수 있는 퍼블릭 세션이 진행되었다. 퍼블릭 세션은 청소년 진로 교육, 공개 강연, 과학 교사 워크숍, 청소년 실험 프로그램 등으로 구성되었으며, 일반인에게 나노기술을 쉽게 접할 기회를 제공하여 나노 기술에 대한 흥미를 유발하고자 하였다.

■ 청소년 진로 교육 프로그램

청소년 진로 교육 프로그램은 학생들이 나노기술에 관심을 가질 수 있도록, 첨단 나노기술을 적용한 생활 속 나노기술을 알아보고 이를 흥미롭게 설명하는 강연으로 진행되었다. 다양한 나노기술분야에서 활발하게 활동하는 산·학·연 전문가를 초빙하여 나노기술과 관련된 미래 가능성에 대해 진로를 탐색하는 자리를 마련하였다.

청소년 진로 교육 프로그램

강 연 주 제

오늘의 나노기술이 보여주는 50년 후의 세계

조규진 교수(순천대학교)

세상에 이만한 게 없지-나노기술

김상철 변리사(특허법인 이상)

나노가 바꿀 미래 사회와 기회

김윤진 박사(전자부품연구원)



■ 공개 강연 프로그램

공개 강연 프로그램은 4차 산업혁명과 수소에너지 시대의 주요 원천 소재인 나노기술이 실제로 어떻게 적용되며 그 원리는 무엇인지를 해당 분야 전문가의 강연을 통해 알아보고 나노 산업에 대한 이해도를 넓히기 위해 진행되었다. 일반인도 쉽게 이해할 수 있는 수소에너지, 인공지능 등의 주제 강연을 통해 나노기술이 실제 적용되는 사례를 소개하여, 나노기술에 대한 일반 대중의 관심을 높이고자 하였다.

공개 강연 프로그램

강
연
주
제

수소에너지 바로알기

남석우 박사(한국과학기술연구원)

신소재를 스스로 개발하는 인공지능

손기선 교수(세종대학교)

과학과 예술 : 아름다움의 근원

원병목 교수(성균관대학교)



■ 청소년 실험 프로그램 I

나노코리아 2019에서는 중·고등학생이 직접 체험 할 수 있는 실습 프로그램이 운영되었다. ‘본 적 있니 빨간색 금? 유해물질 잡자 금 나노입자!’를 주제로, 금 나노입자를 직접 만들어 관찰하고 이를 이용하여 중금속, 독성 물질을 검출해냄으로써 나노소재 및 기술에 대한 이해도를 높일 수 있도록 하였다.

청소년 실험 프로그램 I

강연 주제	금 나노입자 제작 및 관찰(SEM 사용)	김태형 교수(중앙대학교)
	나노기술의 다양한 생명 공학 응용(강연)	
	금 나노입자를 이용한 유해 물질 탐지	




■ 청소년 실험 프로그램 II

‘몸의 움직임으로 전기를 만드는 나노종이발전기’를 주제로, 접촉형 마찰전기를 원리로 한 나노 종이 발전 전기를 직접 제작하고 발전기에서 생산되는 전기를 측정해보면서 나노기술에 대한 이해도를 높였다.

청소년 실험 프로그램 II

강연 주제	SEM 사용하여 나노종이발전기 제작	황윤희 교수(부산대학교)
	나노에너지(강연)	
	나노발전기 전력 측정	



■ 청소년 실험 프로그램 III

‘나노 수준의 거칠기를 이용한 고체 표면과 물의 상호작용 조절’을 주제로, 나노미터 수준까지 거칠게 만든 고체 표면에 특정 분자를 올려놓는 실험 등을 직접 해봄으로써, 나노 세계에서 펼쳐지는 물질의 상호작용이 일상 세계로 드러나는 과정을 체험하도록 하여 나노기술에 대한 관심 및 이해를 높였다.

청소년 실험 프로그램 III

강
연
주
제

생체모사 나노구조 강연 및 실험 소개

AFM과 SEM을 이용한 표면 나노구조의 관찰

윤완수 교수(성균관대학교)



■ 과학 교사 워크숍

과학 교사를 대상으로 ‘중등과학과 첨단과학의 연결/물질의 성질’을 주제로 나노 교육을 실시하였다. 청소년들에게 나노기술을 효과적으로 교육하는 데 도움이 될 수 있는 강연과 실험을 진행하였다.

과학 교사 워크숍

강연주제

물질의 성질 : 크기의 의존성(강연)

물성의 의존성 관찰(크기에 따른 색 변화, 빛의 산란, 입자 운동성 등)

정대홍 교수(서울대학교)




작성자 박혜선(나노기술연구협의회 차장)



세상을 바꾸는 시간 15분

‘세상을 바꾸는 시간 15분 : 2019 나노가 여는 미래’는 대중에게 친숙한 TV 강연 프로그램을 통해 나노기술에 대한 시민들의 이해를 넓히고자 제작되었다. 총 5개의 강연으로 구성된 ‘2019 나노가 여는 미래’에는 삼성전자 최초로 여성 펠로우가 된 장은주 박사, 경력단절에도 불구하고 연구의 꿈을 놓지 않았던 박은정 교수, 주목 받는 신진 연구자 김미소 박사 등 다수의 여성 과학자가 참여하였다. 연구 분야에 대한 쉽고 재밌는 정보 전달과 함께 이공계 여성 과학인들의 활발한 활동을 확인할 수 있는 자리를 마련하였다. 더불어 신소재공학 분야의 권위자인 안진호 교수와 이병훈 교수가 강연에 참여하여 꿈을 향한 도전과 헌신이 이끈 놀라운 나노기술의 세계를 소개하였다.

일반 성인과 학생을 대상으로 나노기술의 중요성을 폭넓게 홍보한 이번 강연으로 다양한 나노기술 분야의 전문가를 한 자리에서 만날 수 있었으며, 우리나라 과학기술 발전의 현재와 미래를 확인할 수 있었다. 또한 다수의 시민들이 우리 생활 속의 나노기술을 만나고, 나노기술을 통해 더 나은 삶이 가능하다는 상상의 기회를 가질 수 있었다.

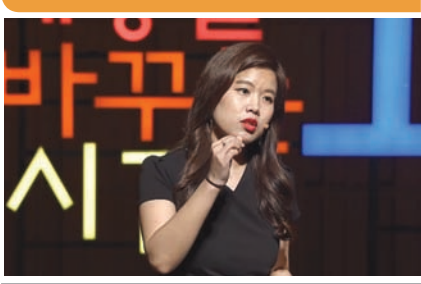
■ 세상을 바꾸는 시간 15분 : 2019 나노가 여는 미래

‘세상을 바꾸는 시간 15분 : 2019 나노가 여는 미래’ 프로그램의 녹화는 2019년 6월 4일 목동 KT 체임버홀에서 진행되었으며, 약 500여 명의 관객이 참가하였다. 또한 프로그램은 7월에 총 5회 걸쳐 CBS TV에서 방영되었으며, 유튜브·카카오TV 등에도 게시하여 행사에 참여하지 못한 시민들도 강연 내용을 영상으로 확인할 수 있도록 하였다.



- 일시 : 2019년 6월 4일 19~22시
- 장소 : 서울 목동 KT 체임버홀
- 주최 : 과학기술정보통신부
- 주관 : 재료연구소 국가나노기술정책센터
- 방영 : 7월 3, 4, 6, 10, 11일

■ 출연자 및 강연 내용

삼성전자 장은주 펠로우	‘퀀텀닷, 노벨상이 못한 일을 해낸다’
	크기에 따라 다양한 빛을 순수하게 낼 수 있는 퀀텀닷을 실제 제품에 구현하기까지의 열정과 헌신을 소개하고, 과학기술과 과학자의 연구가 환경오염 저감을 이끌어낼 수 있음을 제시
광주과학기술원 이병훈 교수	‘50년 동안 실패한 기술개발에 도전하는 이유’
	데이터의 양이 증가할수록 늘어나는 전기 에너지 수요가 야기하는 환경 문제, 이를 해결할 수 있는 나노소재를 개발하기 위한 연구자의 노력을 소개
한국표준과학연구원 김미소 박사	‘작은 움직임으로 큰 도약을 만들어낼 수 있는 힘’
	버려지는 에너지들을 모아 전기로 바꿔 사용하는 에너지 하베스팅 기술과 이를 실현하기 위한 메타물질들을 소개하고, 작은 힘이 만드는 큰 변화의 미래상을 제시

우리나라
나노기술 정책

국외 나노기술
정책 동향

나노기술 연구개발
투자 및 성과

나노
산업 현황

나노
인프라 현황

인형양성 및
교육 · 훈련

나노안전성
및 표준화

나노관련
행사 · 활동

국제 협력
활동

제10장

국민 이해 및
지식 확산

부록

한양대학교 안진호 교수



‘나노도 나뉘야 더 커집니다.’

반도체가 바뀌은 우리 생활 사례를 구체적으로 소개하고, 더 작은 반도체를 개발하기 위한 기술개발 노력 및 협력의 중요성을 강조

경희대학교 박은정 교수



‘세계 1% 나노독성 연구자가 말하는 우리가 꼭 알아야 할 것’

과학기술이 제공하는 생활의 편리함을 누리면서, 동시에 우리 생활 속의 독성 위험을 최소화하기 위해 노력하는 연구자들의 헌신을 소개

작성자 정연진(국가나노기술정책센터 선임연구원)



‘나노영챌린지 2019 아이디어 공모전’은 대학생이나 대학원생의 나노기술에 대한 전문지식을 기반으로 사회적 가치를 창출할 수 있는 창의적 아이디어를 발굴·육성하여 창의적 나노기술 인재 양성 및 차세대 연구자 저변 확대를 위해 개최되었다. 4차 산업혁명을 대비한 나노기술 아이디어 작성에 대한 3개 분야를 한 달간 공모하였다. 총 35팀이 참가하였으며, 1차 서류 심사와 2차 발표 심사를 거쳐 본선 진출 10팀을 선정하였다. 본선 진출팀은 나노융합기술원과 한국나노기술원을 통해 시제품 제작이 가능하도록 연계하였다. 또한 소속 대학교 및 실험실에서 자체적인 아이디어 검증이 불가능한 팀에게는 심사위원회에서 멘토를 지정해주어 실험이 가능하도록 하였다. 4개월간의 시제품 제작 지원 이후에 3차 최종심사(발표 및 시제품 평가)하여 본상팀을 선발하였다. 심사는 아이디어의 참신성, 나노기술과의 연관성, 제안 내용의 구체성, 주제의 중요성을 기준으로 진행하였으며, 최종적으로 총 4개 팀을 선발하여 ‘나노융합성과전 2019’에서 본상 시상식을 진행하였다.

최우수상(과학기술정보통신부 장관상)은 고려대학교 팀이 수상하였으며, 우수상(나노기술연구협의회 회장상, 한국과학창의재단 이사장상, 국가나노인프라협의체 회장상)은 금오공과대학교, 성균관대학교, 한양대학교 팀이 수상하였다. 최종 수상팀은 포스터 및 시제품 전시를 통해 제안 아이디어를 소개하는 기회를 가졌다.

■ 개요

- 명칭 : 나노영챌린지 2019
- 접수 기간 : 2019년 5월 1~31일
- 주최 : 과학기술정보통신부
- 주관 : 나노기술연구협의회
- 후원 : 한국과학창의재단, 국가나노인프라협의체
- 공모 분야 : 4차 산업혁명을 대비한 나노기술 아이디어 작성

분야1	분야2	분야3
새로운 기술 만들기(신기술 창출 능력)	풀지 못했던 문제 풀기(문제 해결 능력)	좋은 세상 만들기(사회적 가치 창출 능력)

- 참가 자격 : 대학생 또는 대학원생으로 이루어진 개인 혹은 팀
- 시상 규모 : 총 4점 시상
 - 최우수상(과학기술정보통신부 장관상) 1점
 - 우수상(나노기술연구협의회 회장상) 1점
 - 우수상(한국과학창의재단 이사장상) 1점
 - 우수상(국가나노인프라협의체 회장상) 1점

■ 진행 절차 및 일정



■ 나노영챌린지 2019 수상자

본상	제안 아이디어	수상자(소속)
최우수상 (과학기술정보통신부 장관상)	온도보정이 필요 없는 나노입자기반 투명 웨어러블 스트레인 센서	박태성, 우호균, 이상엽 (고려대학교)
우수상 (나노기술연구협의회 회장상)	투명한 전자파 차폐 가능한 생체모방형 건식 접착 패치 개발	김소희, 오병윤, 우경하 (금오공과대학교)
우수상 (한국과학창의재단 이사장상)	금속 나노와이어와 전도성 고분자를 조합한 예술적 활용이 가능한 전도성 먹물	윤선영, 김용준 (성균관대학교)
우수상 (국가나노인프라협의체 회장상)	EUV 공정 중 발생하는 마스크 오염 방지용 펠리클 구조 설계 및 제작	이호찬, 이현진, 김진수, 정영훈, 문수연(한양대학교)

최종 발표 심사



포스터 및 시제품 심사



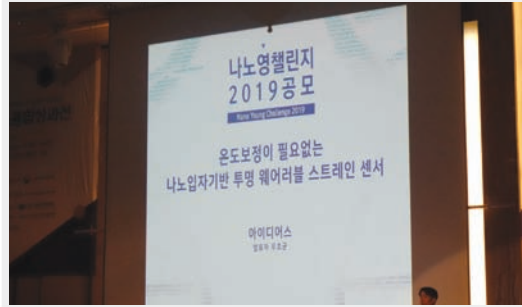
우수상 시상



시상식 단체사진



최우수상(아이디어스) 나노융합성과전 발표



우수상 시제품 설명



작성자 박혜선(나노기술연구협의회 차장)



2019년 10대 나노기술 선정 및 홍보

나노기술분야의 기술 개발 성과를 공유하고 확산하기 위해 2016년부터 매년 우수 나노기술 10선을 선정하고 있다. 선정된 10대 나노기술은 과학기술정보통신부와 산업통상자원부가 공동으로 주최하는 나노융합성과전에서 발표하고 있다.

국가연구개발사업의 지원을 받아 창출된 나노기술 전 분야의 우수 연구개발 성과를 대상으로 공모하며, 연구자가 직접 자가 추천하거나 전담기관을 통해 추천할 수 있다. 총 3차의 심사과정을 통해 최종 10대 나노기술을 선정하며, 연구개발 성과의 혁신성, 대중성, R&D 기여도를 기준으로 평가한다. 1차 심사에서 선정위원회가 후보 기술을 선정하며, 2차 심사에서는 나노기술연구협의회 정회원 및 나노융합산업연구조합의 나노 기업 담당자를 대상으로 온라인 투표를 진행한다. 3차 심사는 온라인 투표로 도출된 기술에 대해 기술 중복성 및 기술적 파급효과 등을 고려하여 최종 10대 나노기술을 선정한다.

2019년 10대 나노기술은 6개 기초 원천 기술과 4개 사업화 유망 기술이 선정되었으며, 11월 21일에 개최된 ‘나노융합성과전 2019’에서 우수성과 발표 및 현판 수여식을 진행하였다.

■ 개요

- **명칭** : 2019년 10대 나노기술
- **공모 분야** : 국가연구개발사업으로 지원받아 창출된 나노기술 전 분야의 우수연구개발 성과
- **추천 방법** : 연구자 직접추천, 전담기관(과학기술정보통신부, 산업통상자원부) 추천
- **심사 기준** : 혁신성 40점, 대중성 40점, R&D 기여도 20점
- **심사 방법** : 1차 심사(선정위원회), 2차 심사(온라인투표), 3차 심사(선정위원회)
 - 1차 심사 : 후보기술 2배수 선정(19개 기술 선정)
 - 2차 심사 : 온라인 투표(나노기술연구협의회 정회원 및 나노융합산업연구조합 기업 담당자)
 - 3차 심사 : 최종 10대 나노기술 선정
- **선정 위원** : 전담기관 담당자 및 나노분야 전문가 10명

■ 2019년 선정 결과

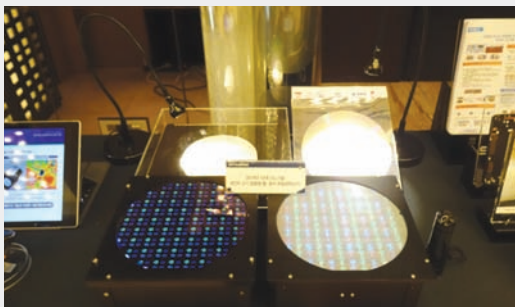
구분	기술명	연구자(소속)
기초 원천 기술	색과 소리를 동시에 조절할 수 있는 유연 포토닉 나노소자	선정윤 교수(서울대학교)
	유기 나노소재를 이용한 생체 모방형 인공신경 기술	이태우 교수(서울대학교)
	전기 없이 작동하는 플렉서블 색채 냉각 복사 나노소재 개발	송영민 교수(광주과학기술원)
	양자점/비정질 나노복합 반도체를 이용한 다진법 트랜지스터	성명모 교수(한양대학교)
	나노섬유 소재 기반 유해환경 및 호흡 가스 분석 센서 기술	김일두 교수(한국과학기술원)
	20초 이내 고속 코팅 가능한 페로브스카이트 태양전지 대면적 코팅 기술 개발	박남규 교수(성균관대학교)
사업화 유망 기술	3D 나노구조체 표면 기반 광시야각 풀-컬러 홀로그램 제조 플랫폼 기술	정준호 박사(한국기계연구원)
	고굴절 나노 복합체 프리즘 코팅액 및 고회도 프리즘 필름 개발	손호석 상무(에스엠에스㈜)
	3차원 자율 곡면 다이렉트 미세 패터닝 공정 기술	최병찬 부장(에이티아이㈜)
	초고속 구동형 CNT 기반 전계방출 디지털 엑스선 소스 기술	김대준 연구소장(㈜브이에스아이)

■ 10대 나노기술 발표 및 현판 수여식

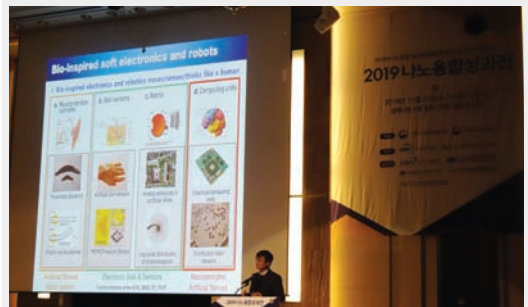
나노융합성과전 포스터 및 시제품 발표



나노융합성과전 시제품



10대 나노기술 발표(홍보)



우리나라
나노기술 정책

국외 나노기술
정책 동향

나노기술 연구개발
투자 및 성과

나노
산업 현황

나노
인프라 현황

군공·공공
인력양성 및
교육

나노-안전성
및 표준화

나노관련
행사·활동

국제 협력
활동

국민 이해 및
지식 확산

부록

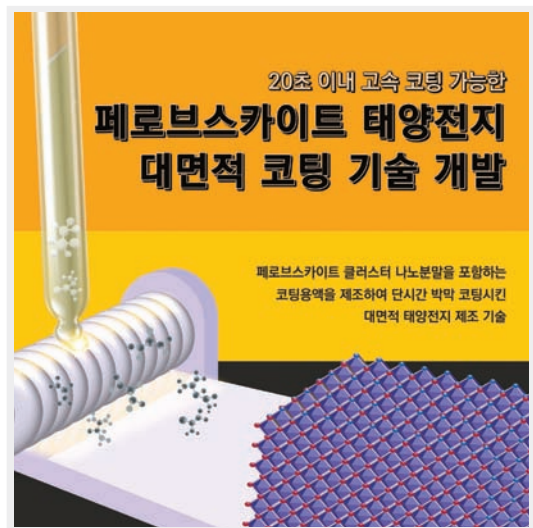
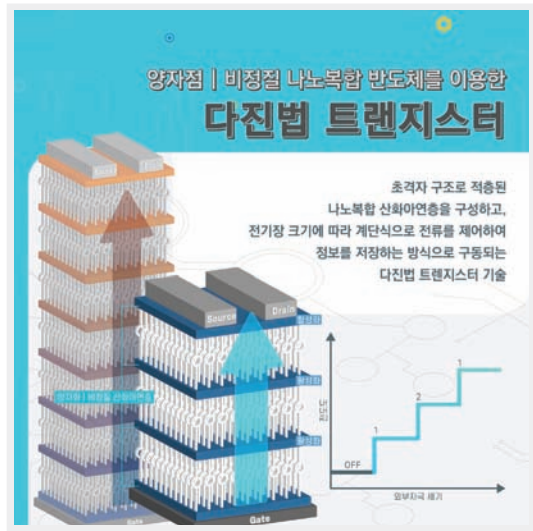
제10장

현판 수여식



■ 2019년 10대 나노기술 카드뉴스







작성자 박혜선(나노기술연구협의회 차장)



제2절

기업 대상 프로그램

1

기업과 함께하는 나노 플러스

‘기업과 함께하는 나노 플러스’는 2016년부터 나노·소재분야의 최신 기술 동향을 기업에게 소개하는 전문 강연회 위주로 진행되었으며, 2019년부터는 나노·소재분야 기업들의 애로기술을 해결해주는 나노·소재분야 애로기술 상담회가 추가되어 전문 강연회와 애로기술 상담회가 진행되었다. 특히 애로기술 상담회는 기업으로부터 사전에 애로기술 신청서를 지원받아 해당 문제를 해결할 수 있는 전문가를 섭외하여 일대일 상담 방식으로 진행하였다.

2019년에는 애로기술 상담회 3회와 전문 강연회 1회의 총 4회 행사를 통해 23개 나노·소재분야 기업에 최신 기술 동향 정보를 제공하였다. 또한, 기업들이 가진 애로기술을 해결해줄 전문가를 일대일로 연결해줌으로써, 나노·소재분야 기업에 신산업 진출 기회를 제공하고 산업화를 촉진할 것으로 기대한다.

■ 2019년 개최 실적

회차	행사명	장소	날짜
1차	기업과 함께하는 나노 플러스 (나노분야 애로분야 상담회)	역삼 GSE타워	2019.04.09
2차	기업과 함께하는 나노 플러스 with 한국표면공학회	양재 The-K 호텔	2019.05.29
3차	기업과 함께하는 나노 플러스 (나노·소재 분야 애로분야 상담회)	창원컨벤션센터 (CECO)	2019.09.19
4차	기업과 함께하는 나노 플러스 (나노·소재 분야 애로분야 상담회)	창원컨벤션센터 (CECO)	2019.11.07

■ 기업과 함께하는 나노 플러스 1차

- 행사명 : 기업과 함께하는 나노 플러스(나노분야 애로기술 상담회)
- 주최 : 과학기술정보통신부
- 주관 : 재료연구소 국가나노기술정책센터, 한국산업기술진흥협회 기업공감 원스톱지원센터
- 일시 : 2019년 4월 9일 13:30~15:40
- 장소 : 역삼 GS타워
- 참석 대상 : 나노분야 애로기술 보유 기업 및 전문가 등 27여 명
- 행사 결과
 - 11개 참여 기업의 만족도는 '매우 만족' 73%(8건), '만족' 27%(3건)로 참여한 기업들의 호응도가 매우 높았음
 - 기업의 만족도 요인은 '자문을 통한 애로기술 해결' 33%(9건), '전문기관과 네트워크' 22%(6건), '기존 기술 및 제품에 대한 개선' 19%(5건) 순으로 나타남

기업과 함께하는 나노 플러스



기술상담회



■ 기업과 함께하는 나노 플러스 2차

- 행사명 : 기업과 함께하는 나노 플러스 with 한국표면공학회
- 주최 : 과학기술정보통신부
- 주관 : 재료연구소 국가나노기술정책센터, 한국표면공학회
- 일시 : 2019년 5월 29일 13:30~
- 장소 : 양재 The-K 호텔
- 참석 대상 : 나노분야 연구자 및 나노기술 관심 기업 60여 명
- 행사 결과
 - 산·학·연 나노분야 전문가들이 참석한 가운데, 2개 센터 소개 및 4개 나노기술을 발표함
 - 강연 만족도는 '매우 만족' 64.7%, '만족' 29.4%로 참석자 대부분이 강연 내용에 만족하였으며, 참여 이유로는 '산업 및 기술 동향 파악' 76.5%, '네트워크 구축' 17.6% 순으로 나타남

기업과 함께하는 나노 플러스



김태성 교수 발표



■ 기업과 함께하는 나노 플러스 3차

- 행사명 : 기업과 함께하는 나노 플러스(나노·소재 분야 애로기술 상담회)
- 주최 : 과학기술정보통신부
- 주관 : 재료연구소 국가나노기술정책센터, 재료연구소 기업지원실, 경남테크노파크, 기업공감 원스톱지원센터
- 일시 : 2019년 9월 19일 14:00~
- 장소 : 창원컨벤션센터(CECO)
- 참석 대상
 - 나노·소재 분야에서 기술적인 애로사항이 있는 기업
 - 신소재기술 또는 나노기술을 자사 제품에 적용하거나 관련 정보를 얻고 싶은 기업
- 상담 범위
 - 나노소재, 나노소자, 나노바이오, 나노에너지, 나노공정/측정, 나노안전성, 나노표준화 등 나노 전 분야
 - 섬유 제품, 화학물질 및 화학제품, 고무 및 플라스틱 제품, 비금속 광물 제품, 1차 금속 제품 등 소재 전 분야
- 행사 결과
 - 참여 기업의 만족도는 8개 기업 중 7개 기업이 '매우 만족'(87%), 1개 기업이 '만족'(13%)으로 행사 자체에 대한 만족도가 매우 높은 것으로 나타남
 - 기업의 만족도 요인은 '자문을 통한 애로기술 해결'이 7건(31%), '공동연구 진행 가능성 확인' 5건(22%), '전문기관과의 네트워크' 4건(17%) 순으로 나타남

기업과 함께하는 나노 플러스



기술상담회



■ 기업과 함께하는 나노 플러스 4차

- 행사명 : 기업과 함께하는 나노 플러스(나노·소재 분야 애로기술 상담회)
- 주최 : 과학기술정보통신부
- 주관 : 재료연구소 국가나노기술정책센터, 재료연구소 기업지원실, 경남테크노파크, 기업공감 원스톱지원센터
- 일시 : 2019년 11월 7일 16:30~
- 장소 : 창원컨벤션센터(CECO)
- 참석 대상
 - 나노·소재 분야에서 기술적인 애로사항이 있는 기업
 - 신소재기술 또는 나노기술을 자사 제품에 적용하거나 관련 정보를 얻고 싶은 기업
- 상담 범위
 - 나노소재, 나노소자, 나노바이오, 나노에너지, 나노공정/측정, 나노안전성, 나노표준화 등 나노 전 분야
 - 섬유 제품, 화학물질 및 화학제품, 고무 및 플라스틱 제품, 비금속 광물 제품, 1차 금속 제품 등 소재 전 분야
- 행사 결과
 - 참여 기업의 만족도는 4개 기업 모두 '매우 만족'(100%)으로, 행사에 대한 만족도가 매우 높은 것으로 나타남
 - 기업의 만족도 요인은 '자문을 통한 아이디어 발굴' 3건(75%), '애로기술 해결'이 2건(50%), '공동연구 진행 가능성 확인' 2건(50%) 순으로 나타남

기업과 함께하는 나노 플러스



기술상담회



작성자 김준현(국가나노기술정책센터 연구원)



부록

제1절

2019년도 나노기술 연구개발 성과 현황

제2절

2019년도 나노기술 사업화 성과 현황

제3절

2019년도 나노기술 부처별 정책 동향

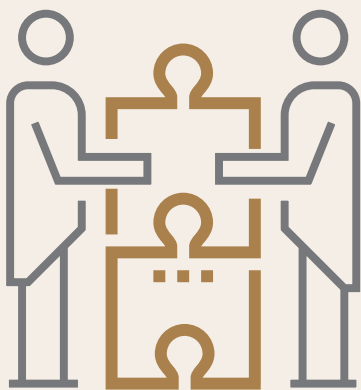
제4절

2019년도 나노기술 연표

제5절

2019년도 나노기술 홍보

부록



제1절

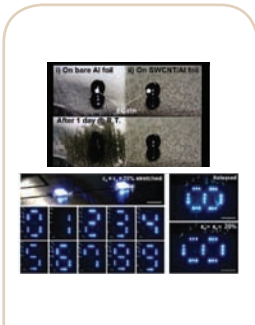
2019년도 나노기술 연구개발 성과 현황

1

나노소재



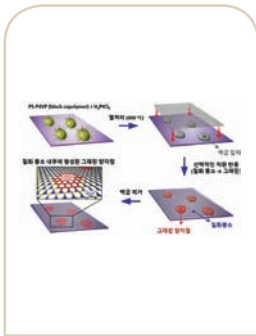
- 성균관대학교 배종욱 교수 연구팀
- 이산화탄소를 청정에너지로 바꾸는 촉매 개발
 - 균일한 중형 기공의 촉매를 이용해 이산화탄소로부터 유용한 석유화학 중간체를 생산하는 화학공정 기반기술을 개발
 - 청정에너지 및 석유화학 중간체를 합성하는 기반 기술이 될 것으로 기대
 - ※ ACS Catalysis 게재 / 과학기술정보통신부-한국연구재단 C1가스리파이너지사업 지원
 - ※ 뉴스1(01.03)



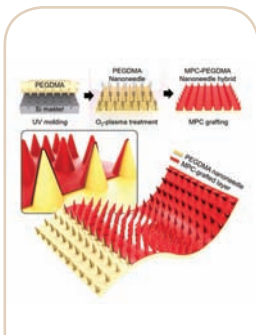
- 서울대학교 홍용택 교수 연구팀
- 신축 회로 상 안정적인 액체 금속-고체 금속 간 접합 개발
 - 주름진 탄소나노튜브 확산 방지벽을 이용해 장기 신뢰성을 가지며 신축이 가능한 액체 금속-고체 금속 간 접합 기술을 개발
 - 사용자가 실제로 누르면서 상호작용해야 하는 신체부착형 디스플레이나 모바일 기기의 제작에 응용할 수 있을 것으로 기대
 - ※ Advanced Functional Materials 게재 / 정보통신진흥기술센터 지원
 - ※ 베리타스알파(01.03)



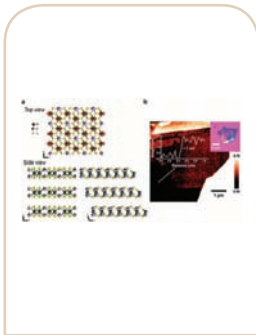
- 인하대학교 김재환 교수 연구팀 외 미래복합재 창의연구단
- '나노셀룰로오스', 나사 우주환경실험 대상 선정
 - 여러 가지 우주소재를 우주왕복선을 통해 보내 우주 환경에 적합하지 여부를 실험하는 것으로 나노셀룰로오스 소재가 우주환경실험 세계 최초로 선정
 - 나노셀룰로오스가 우주소재로 활용될 가능성이 확인되고 나면 실용화 연구가 뒤따를 것으로 기대
 - ※ 뉴스웨이(01.15)



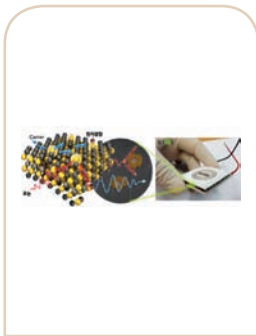
- 울산과학기술원 신현석 교수 연구팀
 - 입자 고르고 균열한 '그래핀 양자점' 개발
 - '육방정계 질화붕소' 단일층 내부에 그래핀 양자점을 규칙적으로 배열한 2차원 평면 복합체를 제조하는 기술을 개발
 - 그래핀 양자점 기반 단전자 트랜지스터는 빠른 정보처리와 저전력으로 작동하는 전자기기에 적용돼 기술적 진보를 가져올 것으로 기대
- ※ Nature Communications 게재
※ 연합뉴스(01.16)



- 울산과학기술원 정훈의 교수 연구팀
 - 선박에 해양생물 부착 막는 신소재 개발
 - 박테리아를 비롯한 미생물이 표면에 달라붙지 못하게 하는 새로운 '방오(표면에 오염물이 달라붙지 못하게 하는 것)'소재를 개발
 - 해조류를 비롯한 해양생물의 미세 표면을 추가로 연구해 방오 기능을 더 강화할 계획
- ※ ACS Macro Letters 게재 / 과학기술정보통신부·한국연구재단 자연모사혁신기술개발사업 지원
※ 연합뉴스(01.20)



- 기초과학연구원 박제근 부연구단장 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 이론에만 있던 '기묘한 물질' 규명
 - 학술적으로 2차원 'XY 모델'에서 발견된 위상학적인 상태로, 기존 상전이로서는 설명이 되지 않는 소용돌이·반소용돌이 들뜸을 가진 기묘한 물질 규명
 - 2차원 원자층 물질 자성 현상에 대한 새로운 돌파구를 제시
- ※ Nature Communications 게재
※ 연합뉴스(01.21)



- 재료연구소 김경태 박사 연구팀
 - 결합엔지니어링 이용 에너지 변환 신소재 개발
 - 원자 단위 규모의 결합을 제어해 열과 전기에너지의 상호변환 효율을 높일 수 있는 소재와 공정기술을 세계 처음으로 개발
 - 폐열을 이용한 발전, 전기를 이용한 냉각·가열 시스템 소재와 소자, 모듈 시장 확대 등에 핵심소재로 활용될 것으로 기대
- ※ Nano Energy 게재 / 한국연구재단 글로벌프론티어사업, 나노소재원천기술개발사업 지원
※ 전자신문(01.24)



● 한국과학기술원 이진우·한정우 교수 연구팀

● ‘리튬·황 이차전지’ 성능 향상

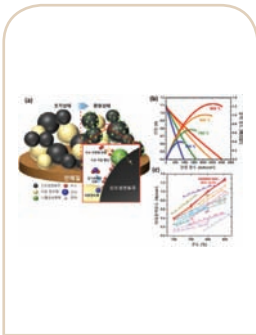
- 티타늄질화물을 사용하여 50 나노미터 이상 크기의 매크로 기공과 50 나노미터 이하 크기의 메조 기공을 동시에 지닌 다공성 구조 황 담지체를 개발
- 안정적인 수명을 지닌 독보적인 양극 소재 기술을 확보했다는 점에서 의미 제공
※ Advanced Materials 게재 / 한국연구재단 이공분야 기초연구사업, LG화학 지원
※ 연합뉴스(01.27)



● 울산과학기술원 주상훈 교수 연구팀

● 싸고 친환경적인 과산화수소 생산기술 개발

- 나노 다공성 물질의 구멍 내부에서 탄소 원자를 흑연 결정으로 성장시키는 전략을 고안하여, 전기를 이용해 산소를 과산화수소로 전환할 수 있는 ‘고성능 탄소 촉매’를 개발
- 안정성도 우수해 16시간 연속 구동하면서 상당한 양의 과산화수소를 포함한 반응수를 생산
※ Angewandte Chemie 게재 / 교육부·한국연구재단 중견연구자사업, 기초연구실사업 지원
※ 연합뉴스(01.27)



● 대구경북과학기술원 이강택 교수 연구팀

● 스스로 조절되는 ‘스마트’ 연료전지 전극 소재 개발

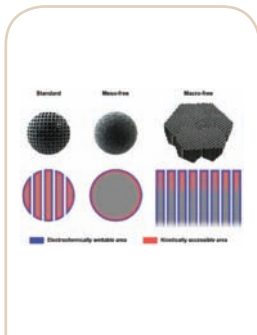
- 이중층 페로브스카이트 구조로 설계된 새로운 고성능 고체산화물 연료전지용 전극 소재를 개발
- 고성능과 고내구성을 동시에 보장하는 신소재 전극 개발에 새로운 지평을 열어 줄 것으로 기대
※ ACS Catalysis 게재 / 과학기술정보통신부 글로벌프론티어사업, 한국에너지기술평가원 에너지인력양성사업 지원
※ 베리타스알파(01.30)



● 포항공과대학교 한정우 교수 연구팀

● 철·니켈 합금 촉매로 고체산화물 수전해전지 효율 향상

- 철이 수전해전지 촉매의 가장 유망한 물질이란 점을 규명하여, 기존 촉매인 니켈에 철을 합금하는 방식을 제안
- 전기화학전지 연구 및 상용화에 크게 이바지할 것으로 기대
※ ACS Catalysis 게재 / 한국과학기술연구원(KIST) 기관고유사업, 한국연구재단 글로벌프론티어사업 및 나노소재원천사업 지원
※ 연합뉴스(02.11)



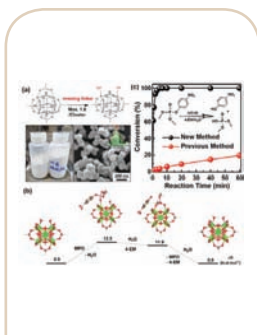
● 기초과학연구원 나노입자연구단 연구팀

● 백금 대체 '구멍 촉매' 개발

- 크기가 서로 다른 기공(구멍)이 송송 뚫린 '계층적 다공 나노구조'를 도입한 새로운 구조의 탄소 기반 나노촉매로 한계 극복 가능성을 제시
- 연료전지 효율 극대화 가능성을 입증한 만큼 수소연료전지 자동차의 산업적 발전에도 이바지할 수 있을 것으로 기대

※ Journal of the American Chemical Society 게재

※ 연합뉴스(02.11)



● 한국과학기술연구원 백경열 박사 연구팀

● 화학무기 독성 제거하는 고효율 제독촉매 개발

- 나노미터 수준 균일한 입자크기의 지르코늄 기반 제독 촉매를 대량 합성하는 기술을 개발
- 고성능 촉매성능을 지속할 수 있는 제독 시스템 개발과 코팅소재, 보호의, 방독면 등 개발 가능성을 제시

※ Applied Catalysis B: Environmental 게재 / 국가과학기술연구회(NST) 민군융합기술 연구 사업 지원

※ 전자신문(02.12)



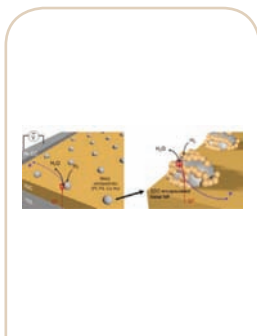
● 한국기초과학지원연구원 윤종원 박사 연구팀 외 국제공동연구팀

● 복잡한 화학처리 없이 그래핀 복합체 제작 성공

- 초소수성 표면 구현, 미생물 성장을 방지할 수 있는 오염 방지막, 결빙 방지와 눈 녹임에 활용 가능한 발열성 소재 등에 활용할 수 있다고 설명
- 공정의 간소화를 통해 그래핀 복합체를 빠르고 쉽게 제작할 수 있으며, 다기능성 표면을 이용해 실생활 응용 가능성을 열 것으로 기대

※ ACS Nano 게재

※ 연합뉴스(02.21)



● 한국과학기술원 정우철·김상욱 교수 연구팀 외 국내공동연구팀

● 금속 나노소재로 수소 연료전지 성능 높인다

- 금속 나노패턴기술을 통해 산화물 연료전지 전극 표면에 10나노미터 크기의 균일한 금속 나노입자들을 균일하게 합성하는 데 성공
- 연료전지, 물 분해 수소생산 장치 등 친환경 에너지기술 상용화에 크게 기여할 것으로 기대

※ Nature Nanotechnology 게재 / 한국연구재단 나노소재원천기술사업 지원

※ 파이낸셜뉴스(02.25)

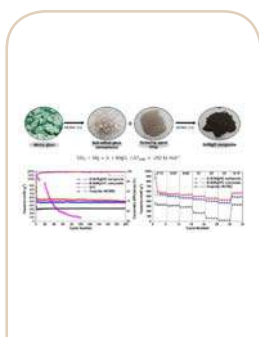


● 한림대학교 유효종 교수 연구팀

● ‘무기 거대분자의 체계적 이해를 위한 단계적 조합이론’ 발표

- 기존의 다른 여러 우수한 연구그룹의 결과들을 종합 분석해 최근 무기 거대분자 구조를 이해하는데 효율적인 ‘단계적 조합이론’을 새로 제시
- 이용, 화학 및 나노융합 분야에서의 학문적, 실용적 발전을 위해 보다 다양한 연구를 수행할 것으로 전망

※ Coordination Chemistry Reviews 게재 / 한국연구재단 기초연구실지원사업, 개인연구 (중견연구)지원사업 지원
 ※ 베리타스알파(02.27)

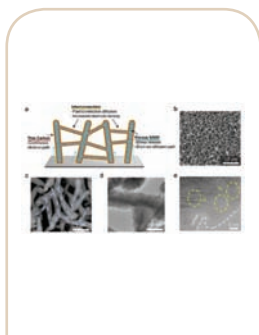


● 금오공과대학교 박철민 교수 연구팀

● 폐유리 재활용 통한 ‘고용량 리튬 이온 전지용 음극소재 기술 개발’

- 다양한 종류의 폐유리를 실리콘계 나노복합체로 제조했으며, 이를 리튬 이온 이차전지의 음극소재로 적용해 고용량 리튬 이온 이차전지를 개발
- 고용량 리튬 이온 이차전지용 음극 소재의 다양한 활용에 기여할 것으로 기대

※ Green Chemistry 게재 / 한국연구재단 중견연구자 지원사업, 중점연구소 지원사업, 금오공대 ICT융합특성화연구센터 지원
 ※ 한국대학신문(03.06)

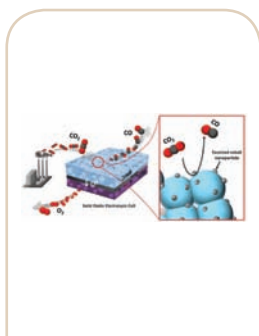


● 기초과학연구원 로드니 루오프 단장 연구팀 외 국내공동연구팀

● ‘산호 모양 실리콘’ 전기차 충전속도 5배 앞당긴다

- 전기자동차 배터리 충전속도를 높일 수 있는 새로운 리튬이온 배터리용 실리콘 소재를 개발
- 고속 충전이 가능한 고용량 양극 소재와 함께 쓰여 더 높은 수준의 리튬 이온 배터리를 실현할 것으로 전망

※ ACS Nano 게재
 ※ 연합뉴스(03.06)

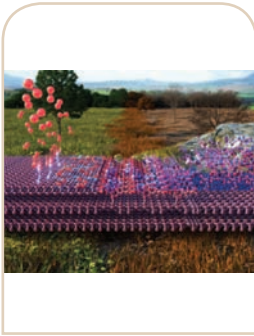


● 포항공과대학교 김원배 교수 연구팀

● 이산화탄소를 일산화탄소로 전환 고효율 촉매 개발

- 페로브스카이트 소재를 층상구조로 바꿈으로써 이산화탄소를 효율적으로 환원할 수 있는 고체산화물 전해전지용 전극 촉매 개발에 성공
- 코발트 나노입자 촉매를 통해 고성능, 고안정성 고체산화물 전해전지 전극 소재 개발에 크게 이바지할 것으로 기대

※ Applied Catalysis B: Environmental 게재 / 미래창조과학부-한국연구재단 기초연구사업(중견 연구자지원사업) 및 산업통상자원부 산하 한국에너지기술평가원(에너지기술개발사업) 지원
 ※ 연합뉴스(03.11)



● 연세대학교 이연진 교수 연구팀 외 국내공동연구팀

● 그래핀 대체재 흑린 성능 떨어지는 원인 찾았다

- 물질 내 특정 에너지에 존재하는 전자의 양을 뜻하는 전자 밀도가 흑린의 성능 저하를 결정하는 핵심 물리량임을 확인
- 성능저하 원인을 설명하는 이론적 모델은 흑린에만 국한되는 모델이 아니며 다른 2차원 반도체에 적용시킬 수 있을 것으로 기대

※ Angewandte Chemie 게재 / 교육부·과학기술정보통신부·한국연구재단 기초연구사업 (선도연구센터·기초연구·중견연구·리더연구) 지원

※ 동아사이언스(03.11)



● 한국화학연구원 박제영·오동엽·황성연 박사 연구팀

● 방탄소재 보강 '아라미드 나노섬유' 더 빨리 만든다

- 기존 두 단계 중 한 단계를 생략하는 데 성공함으로써 직접 보조 용매를 도입하는 방법으로 15시간 만에 제조할 수 있어, 기존(180시간) 대비 12배를 단축
- 아라미드 나노섬유의 대량 생산과 상업화 교두보를 마련한 만큼 다양한 첨단 산업 소재 분야로 확장 기대

※ Macromolecules 게재 / 한국화학연구원 주요사업 지원

※ 연합뉴스(03.12)



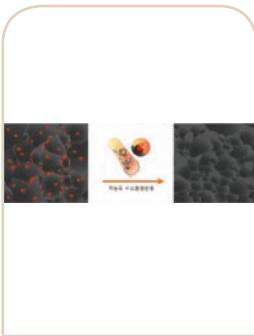
● 포항공과대학교 차형준 교수 연구팀

● 혼합 단백질·연잎 구조 결합해 초발수 표면 제작

- 혼합의 접착 단백질과 연잎의 발수 구조를 모방한 두 기술을 합쳐 혼합 접착제를 코팅 처리, 몸속에서 사용하는 카테터(관)와 패치에 적용해 초발수 표면을 만들
- 의료기구의 생체 내 이식 후 유착 방지용 소재나 항혈전 특성이 필수인 의료용 소재 개발에 활용할 수 있을 것으로 기대

※ Applied Materials & Interfaces 게재 / 해양수산부 및 한국연구재단 지원

※ 연합뉴스(03.14)



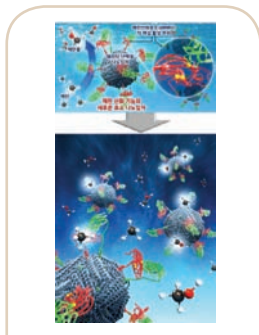
● 기초과학연구원 정인 연구위원 연구팀

● 폐열도 전기로 바꾸는 친환경·고성능 열전소재 개발

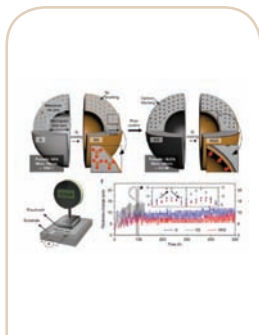
- 나노미터 수준에서 시료를 관찰할 수 있는 '구면수차 보정 주사 투과전자현미경'을 이용해 열전소재의 성능 저하의 원인을 규명
- 전자소자의 폐열을 이용해 전기를 생산할 수 있어 친환경성과 경제성의 두 마리 토끼를 모두 잡을 수 있을 것으로 기대

※ Joule 게재

※ 파이낸셜뉴스(03.19)



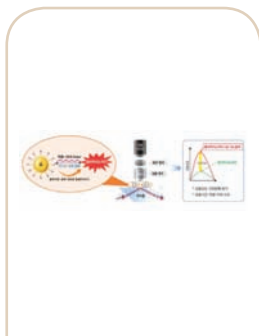
- 고려대학교 이지원 교수 연구팀
 - 풍부한 메탄가스 ‘메탄올로 변환’ 바이오 소재 개발
 - 유전공학 기술로 메탄산화효소 핵심 활성 부위만을 다뤄 자연 상태 메탄산화 효소와 거의 같은 수준의 활성을 갖는 효소 나노입자를 구현
 - 효소 나노입자를 안정적·반복적으로 재사용할 수 있는 생산 시스템에 적용하면 산업적 활용 가치 있는 바이오 공정 개발에 이바지할 수 있을 것으로 기대
- ※ Nature Catalysis 게재 / 과학기술정보통신부·한국연구재단 기초연구사업(중견연구) 지원
※ 연합뉴스(04.02)



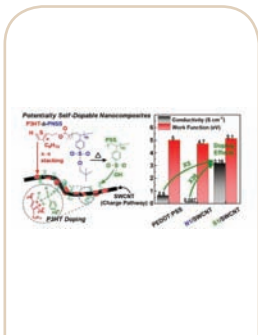
- 부경대학교 고민성 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 전기차 주행거리 획기적으로 늘릴 차세대 소재 개발
 - 이차전지 음극 소재인 실리콘 부피 팽창을 수용할 수 있는 탄소 지지체를 디자인 하는 데 성공
 - 전지 성능과 안정성을 동시에 높이는 원천 기술을 확보해 700km 이상 주행거리를 갖는 전기자동차 개발을 앞당길 것으로 기대
- ※ Nature Communications 게재
※ 연합뉴스(04.03)



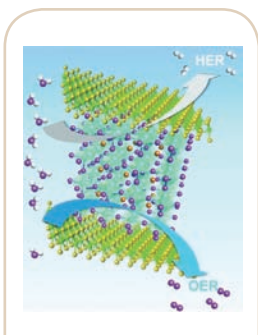
- 한국화학연구원 오동엽·황성연·박제영 박사 연구팀
 - 잘 안 찢어지면서 땅속에서 100% 녹는 비닐봉지 개발
 - 생분해성 비닐봉지의 잘 찢어지는 문제를 목재펄프와 게 껍데기에서 추출한 보강재를 첨가하는 방법으로 해결
 - 국내 플라스틱 쓰레기 문제를 해결하는 데 이바지할 것으로 기대
- ※ Carbohydrate Polymers 게재 / 한국화학연구원·울산광역시 기술협력사업 지원
※ 연합뉴스(04.04)



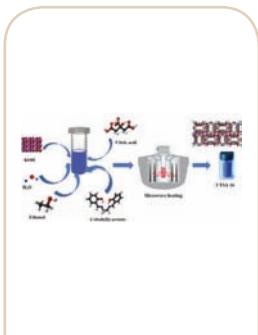
- 세계김치연구소 서혜영 박사 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 매운맛 정밀 분석법 개발
 - 캡사이시노이드(Capsaicinoids)의 초극미량 검출을 위한 새로운 분석법을 개발
 - 신규 캡사이시노이드 분석법 개발을 통해 상품김치 매운맛에 대한 자세한 정보를 제공하여 소비자가 기호에 맞는 김치를 선택할 수 있을 것으로 기대
- ※ ACS Sensors 게재
※ 파이낸셜뉴스(04.10)



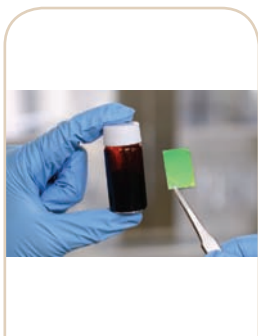
- 한국과학기술연구원 백경열 박사 연구팀
 - 휘어지는 태양전지 만드는 새 복합소재 개발
 - 유기태양전지에 사용되는 전도성 고분자인 'PEDOT:PSS'를 대체할 수 있는 새 고분자 복합소재를 개발
 - 유기태양전지 뿐만 아니라 다양한 유기광전자소자에도 널리 활용 가능한 소재가 될 것으로 기대
- ※ Composites Science and Technology 게재
※ 파이낸셜뉴스(04.11)



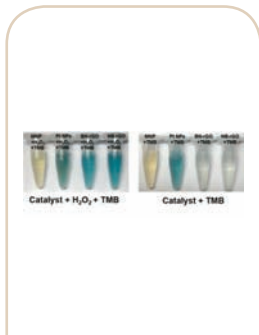
- 울산과학기술원 박해성·김건태·곽상규 교수 연구팀
 - 수소 생산 비용 낮출 새로운 물분해 촉매 개발
 - 기존의 귀금속 촉매에 비해 10배 이상 저렴하면서도 만들기 쉽고 성능이 뛰어난 새로운 촉매 물질을 개발
 - 연구팀이 제안한 촉매 설계는 다양한 화합물로 조합할 수 있어 잠재력이 무궁무진할 것으로 기대
- ※ Nature Communications 게재
※ 아이뉴스24(04.12)



- 창원대학교 한상일 교수 연구팀
 - 가스 포집 위한 다공성 나노소재 개발 성공
 - 금속-유기물 골격체(MOF) 소재를 이용해 공기 중 이산화탄소를 선택적으로 분리·저장하는 신소재를 개발
 - 이산화탄소 저감 및 친환경 자동차를 위한 수소가스와 메탄가스 저장, 휘발성 유기화합물 분해 관련 우수한 후속 연구 결과가 마련될 것으로 기대
- ※ Chemical Engineering Journal 게재 / 한국연구재단 신진연구자지원사업, 중소기업청 산학 융합연구마을지원사업 지원
※ 파이낸셜뉴스(04.18)



- 한국전자통신연구원 홍성훈 박사 연구팀
 - 전자책 더 선명해진다...메타물질 완전흡수체 개발
 - 흡수 대역폭을 늘려 색 재현율을 높이고, 원하는 색상을 쉽게 제작할 수 있도록 만드는 데 성공
 - 반사형 디스플레이 기술 개선에 쓰일 수 있으며, 옥외 스크린, 홀로그램, 지폐 위·변조 방지 등에도 활용할 수 있을 것으로 기대
- ※ ACS Applied Materials & Interface 게재
※ 연합뉴스(04.23)



● 한국과학기술원 이진우 교수 연구팀 외 국내공동연구팀

● 그래핀 기반의 자연 효소 모방 물질 개발

- 그래핀을 기반으로 하여 과산화효소의 선택성과 활성을 모방한 나노단위 크기의 무기 소재인 나노자임을 합성
- 아세틸콜린은 알츠하이머병의 조기 진단과 관련이 높아 향후 질병 진단 및 치료에 기여할 수 있을 것으로 예상

※ ACS Nano 게재 / 한국연구재단 중견연구자지원사업 지원
※ 파이낸셜뉴스(04.23)

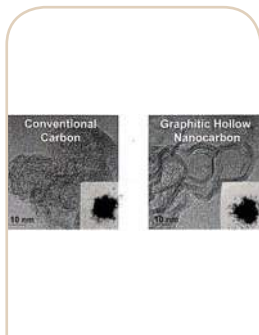


● 한국과학기술원 송현준 교수 연구팀

● CO₂ 70%이상 에틸렌 변환하는 전기촉매 개발

- 이산화탄소를 70% 이상 에틸렌으로 변환하면서 수소가스 외에 부산물이 발생하지 않는 전기화학 나노촉매를 개발
- 에틸렌을 70% 이상의 높은 선택성으로 제조하면서 수소 외의 부산물이 나오지 않아 다양한 에너지 제조 및 저장 반응에 이용 가능할 것으로 기대

※ Journal of The America Chemical Society 게재 / 차세대 탄소자원화 사업단, 한국연구재단 지원
※ 파이낸셜뉴스(04.28)

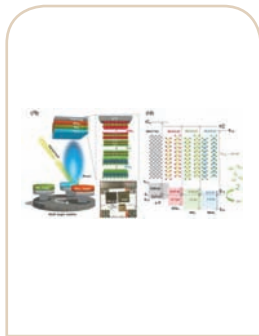


● 한국전기연구원 김병곤 박사 연구팀

● 나노탄소 이용한 폭발위험 없는 배터리 기술 특허출원

- 전고체전지 내 고체전해질과 탄소와의 계면 불안정성 원인을 밝히고, 이를 극복하는 '나노탄소 도전재'를 개발
- 대용량화가 이루어지면 전고체전지용 도전재를 손쉽게 값싸게 대량으로 생산할 수 있을 것으로 기대

※ Small 게재
※ 파이낸셜뉴스(04.29)

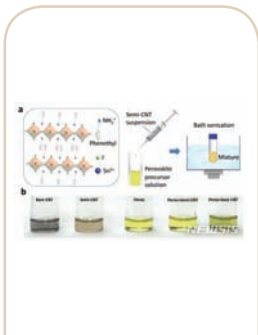


● 광주과학기술원 이상한 교수 연구팀

● 수소 생산에 필요한 다중 층 촉매 개발

- 태양에너지를 이용해 물에서 수소를 생산하는데 사용되는 광전극의 효율을 극대화시키는 다중층 촉매를 개발
- 친환경 촉매뿐만 아니라 반도체 소자, 발광 소자 등 다양한 분야에도 적용될 수 있도록 노력할 것으로 기대

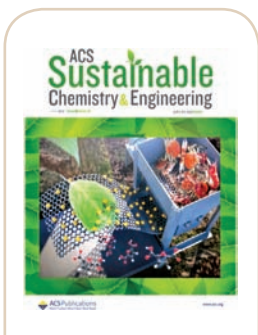
※ Advanced Science 게재 / 한국연구재단 미래소재디스커버리사업 및 이공학개인지초연구 지원사업 지원
※ 파이낸셜뉴스(05.07)



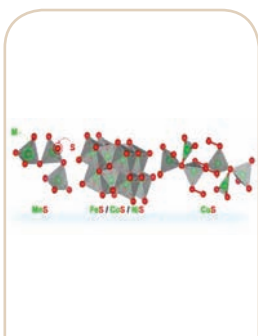
- 포항공과대학교 노용영 교수 연구팀
 - 반도체 탄소나노튜브 활용 신소재 개발
 - 납 성분이 없는 페로브스카이트에 고순도로 분리된 반도체 탄소나노튜브(CNT)를 혼합해 새로운 복합반도체 소재를 개발
 - 광센서의 광감응층에서도 높은 성능을 보였으며, 향후 유연한 카메라 등에 광센서로 활용될 수 있을 것으로 기대
- ※ ACS Nano 게재 / 과학기술정보통신부 글로벌프론티어사업 지원
※ 뉴시스(05.07)



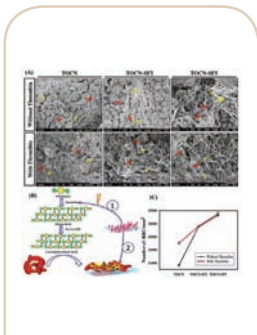
- 한국전기연구원 한중탁 박사 연구팀
 - 탄소나노소재를 반죽하면 전기 통하는 잉크로 변신
 - 탄소나노소재로 밀가루처럼 반죽하면 전기가 흐르는 잉크나 페이스트로 쉽게 만드는 기술을 개발
 - 탄소나노소재를 용액상태로 쉽게 만들고, 전도성을 살리면서 원하는 형태로 만들 수 있다는 장점 제공
- ※ Chemistry of Materials 게재
※ 파이낸셜뉴스(05.08)



- 한국화학연구원 차현길·황성연 박사 연구팀
 - 페트(PET)병의 대안, 페프(PEF)생산 앞당길 새 촉매 개발
 - 페트(PET)병을 대체할 차세대 바이오플라스틱으로 주목받고 있는 페프(PEF)를 생산하는 새로운 촉매 개발
 - 친환경 바이오플라스틱 생산을 통해 플라스틱 폐기물 저감에도 기여할 수 있을 것으로 기대
- ※ ACS Sustainable Chemistry&Engineering 게재
※ 아이뉴스24(05.08)



- 한국과학기술연구원 김종식 박사 연구팀
 - 폐수정화용 니켈 촉매 개발...오염물 분해 효율 9배 향상
 - 기존 철 촉매의 한계를 극복하고자 철을 대신할 금속 소재를 탐색했고, 그 결과 니켈황화물이 촉매로서 우수한 성능을 보임을 확인
 - 정화 과정에서 촉매를 여러 번 사용하는 것이 가능하며, 상용화를 위해 니켈 황화물 촉매의 표면 개선에 대한 연구를 진행할 계획
- ※ Applied Catalysis B: Environmental 게재
※ 연합뉴스(05.14)



● 국립산림과학원 이선영 박사 연구팀 외 국내공동연구팀

● 나노셀룰로오스 활용 수술용 지혈제 원천기술 확보

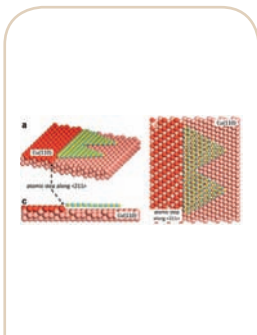
- 나무로부터 얻은 나노셀룰로오스를 이용해 수술 시 혈액손실을 줄여 환자의 사망률을 낮추고 2차 감염과 합병증을 막을 수 있는 지혈제를 개발
 - 기존 나노셀룰로오스 활용 지혈제와 비교해 3배 이상 높은 혈액흡수 효과 제공
- ※ Carbohydrate Polymers 게재
※ 전자신문(05.14)



● 한국생산기술연구원 오익현 박사 연구팀

● 전기차·5G장비 성능 떨어뜨리는 과열, 방열소재로 막는다

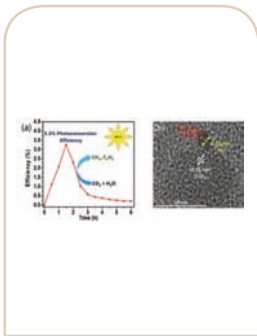
- 방열소재로 주로 쓰이는 구리, 알루미늄 등 금속 소재에 흑연 분말을 추가, 열전도도를 1.5~2배 늘린 '메탈 하이브리드 방열소재'를 개발
 - 향후 전기차, 5G(5세대) 이동통신, 스마트그리드 등 신산업 분야에 적용할 수 있는 맞춤형 방열 소재 실용화 연구와 기술 이전에 주력할 계획
- ※ 동아시아언스(05.20)



● 기초과학연구원 다차원 탄소재료 연구단

● 종이처럼 마는 디스플레이 개발 근접...소재부품 상용화 도달

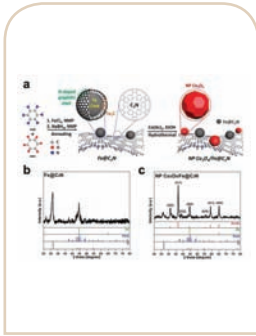
- 다양한 2차원 단결정 소재를 크게 만들 수 있는 공식을 찾아내고, 2차원 단결정 화이트 그래핀을 상용화에 사용 가능한 100제곱센티미터(cm^2) 수준으로 만드는 데 성공
 - 신문처럼 말았다가 펼 수 있는 '롤러블(Rollable)' 전자기기를 구현하는 데 기여할 것으로 기대
- ※ Nature 게재
※ 조선비즈(05.23)



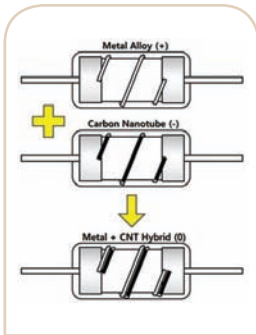
● 대구경북과학기술원 인수일 교수 연구팀

● 이산화탄소를 연료로 전환하는 새로운 광촉매 개발

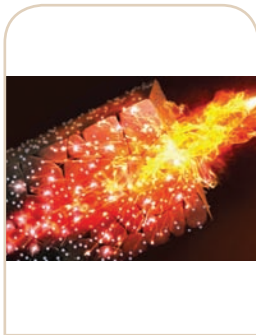
- 이산화탄소를 메탄이나 에탄같은 탄화수소계 연료로 전환하기 위한 새로운 광촉매 기술을 개발
 - 광촉매는 전환 효율이 높고, 합성 공정이 비교적 간단해 향후 상용화에 대한 연구가 진행될 것으로 기대
- ※ Energy & Environmental Science 게재
※ 아이뉴스24(05.26)



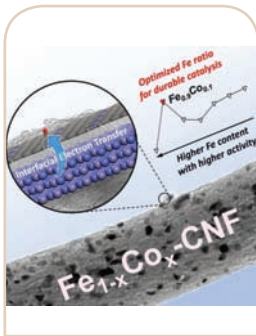
- 울산과학기술원 김건태 교수 연구팀
 - 차세대 전기차 배터리 구현 신축매 개발
 - 코발트와 철을 이용해 기존 금속-공기전지의 성능을 높이는 복합 촉매를 개발
 - 차세대 공기극 신소재 개발과 안정성 문제를 동시에 해결할 단서를 제공
- ※ ACS Nano 게재
※ 조선비즈(05.29)



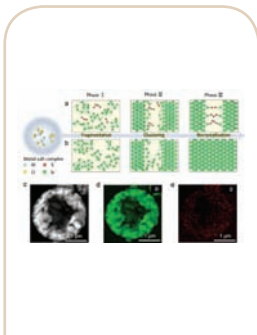
- 인하공업전문대학교 이선우 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 탄소나노튜브 금속합금 복합체 개발
 - 나노소재인 탄소나노튜브를 이용해 온도변화에도 저항값이 변하지 않는 저항체를 개발
 - 배터리 셀 오류에 의한 각종 전기 안전사고를 방지하는데 기여할 수 있을 것으로 기대
- ※ Scientific Reports 게재 / 한국전력 전력연구원 기초연구개발사업 지원
※ 한국경제TV(05.30)



- 한국세라믹기술원 도환수 박사 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 열에너지 효율 제어가능 신소재 개발
 - 나노입자를 함유한 칼코젠 화합물 합성기술 및 소재 개발에 성공
 - 나노입자를 선택적으로 활용하여 열에너지 효율을 제어할 수 있는 신소재를 개발할 수 있는 방향 제시
- ※ Journal of Materials Chemistry C 게재
※ 경남일보(05.30)



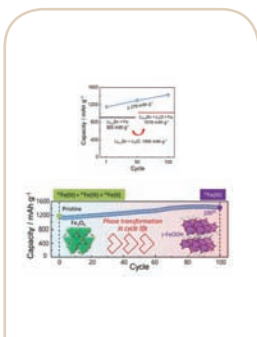
- 광주과학기술원 이재영 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 값싼 비귀금속으로 고효율 연료전지 촉매 개발
 - 연료전지 공기극 반응인 산소환원반응 성능을 결정짓는 정확한 요인을 토대로 고성능, 고내구성의 저가 비귀금속 철기반 산소환원반응 촉매를 개발
 - 비귀금속 촉매의 내구성 문제를 실험과 계산으로 해결해, 알카라인 수소기반 연료전지의 상용화를 앞당길 수 있을 것으로 기대
- ※ Journal of Physical Chemistry Letters 게재 / 한국연구재단 기후변화대응사업 지원
※ 파이낸셜뉴스(05.30)



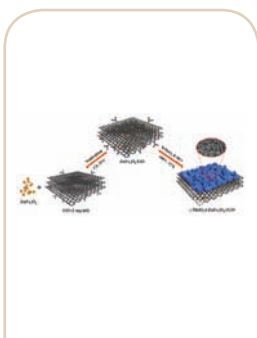
- 울산과학기술원 이준희 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
- 항 도핑한 실리콘 음극 소재로 전기차 배터리 고속충전
 - 실리콘의 전기 전도도를 높여 전기차에 사용되는 리튬이온전지의 용량과 충전 속도를 높일 수 있는 기술을 개발
 - 반금속 실리콘 소재는 탄소의 도움 없이도 빠르게 충전되고 오랫동안 사용할 수 있는 음극 소재의 특성을 확보한 기술로서 실리콘 전극의 문제점 해결
 - ※ Nature Communications 게재
 - ※ 동아사이언스(06.03)



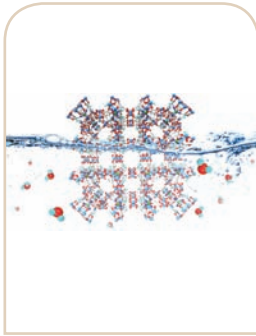
- 한국과학기술연구원 손동희 선임연구원 연구팀 외 국제공동연구팀
- 휘고 늘리고 훼손할수록 성능 업그레이드
 - 우수한 신축성을 가지며, 큰 변형이 있어도 높은 전도성을 유지할 뿐만 아니라 스스로 치유할 수 있는 특성까지 지니고 있는 신소재를 개발
 - 극심한 외력 및 변형에서도 안정적으로 구동할 수 있어 차세대 웨어러블 전자 기기 개발 및 상용화에 기여할 수 있을 것으로 기대
 - ※ ACS Nano 게재
 - ※ 파이낸셜뉴스(06.04)



- 성균관대학교 윤원섭 교수 연구팀
- 눈 앞으로 다가온 차세대 전지 개발
 - 충/방전 시 부피 팽창이 큰 원소를 호스트 구조에 완전히 통합된 단일상 구조로 디자인한 금속 복합 산화물 티ن 페라이트의 고용량 음극 소재를 개발
 - 현재까지 보고된 Sn 기반의 복합 산화물 소재 중 최고 성능을 달성
 - ※ ACS Nano 게재 / 한국연구재단 기초연구실지원사업 지원
 - ※ 베리타스알파(06.10)



- 영남대학교 심재진 교수 연구팀
- 독성폐수 처리용 나노촉매 개발
 - 값싼 산화제를 사용해 페놀과 같은 독성폐수를 30분 만에 100% 분해할 수 있고, 장기간 재사용이 가능한 새로운 나노구조 촉매 개발에 성공
 - 나노촉매는 회수가 용이하고 안정해 장기간 재사용이 가능하여 관련 산업에 기여도가 매우 높을 것으로 기대
 - ※ Applied Catalysis B: Environmental 게재 / 교육부·한국연구재단 중점연구소사업, 기본 연구사업, 한중핵심국제공동연구사업 지원
 - ※ 베리타스알파(06.10)



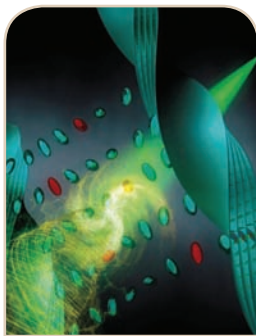
- 대구경북과학기술원 정낙천 교수 연구팀
 - 초미세먼지 더 강력하게 걸러낼 금속유기 분자체 새 생성법 개발
 - 금속유기 분자체의 수분 안정성을 향상시키는 '배위화학적 환원법' 개발 및 환원 과정과 수분 안정성 향상에 관한 메커니즘을 제시
 - 초미세먼지보다도 작고 공기 중 수분의 영향에도 안정하여 공기청정 분야를 포함한 다양한 분야에서 활용될 수 있을 것으로 기대
- ※ Journal of the American Chemical Society 게재
※ 이데일리(06.12)



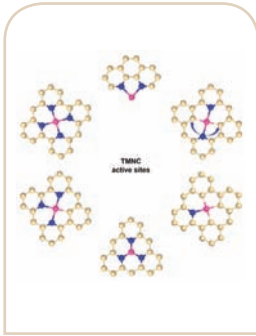
- 한국원자력연구원 박찬우 박사 연구팀
 - 방사성 폐수 속 세슘만 잡아내는 미세 수중로봇 개발
 - 원격 제어로 방사성 폐수 속을 유영하면서 세슘을 감지·제거하는 화학적 미세 수중로봇을 개발
 - 방사성 폐수 처리에 획기적인 발전을 가져올 수 있을 뿐 아니라 수계 환경 정화, 산업 폐수 정화 등에도 활용할 수 있을 것으로 기대
- ※ Journal of Hazardous Materials 게재 / 과학기술정보통신부 미래원자력연구센터 지원
※ 아이뉴스24(06.19)



- 울산대학교 정진석·최원목 교수 연구팀
 - 싸고 효율 높은 '물 분해 촉매' 개발
 - 3차원 그래핀 구조체에 붕소로 도핑된 그래핀 양자점이 결합한 복합체로, 단 한 번의 수열반응으로 제조 가능한 촉매를 개발
 - 저렴한 생산 비용과 단순한 생산 공정을 통해 대량생산이 가능하며, 이에 따라 수소를 저비용으로 생산할 수 있을 것으로 기대
- ※ Advanced Energy Materials 게재
※ 연합뉴스(06.19)



- 경희대학교 최석원 교수 연구팀 외 국제공동연구팀
 - 나선형 빛을 발하는 재료, 더 쉽게 제작
 - 분자의 자발적인 응집으로 형성되는 나선형의 짧은 섬유가닥들 사이에 발광체를 도입하여, 복잡한 원편광 발광재료 설계법을 대체할 새 방법을 제시
 - 원편광 발광의 색변환 재료를 개발해 미래 디스플레이 산업에 기여할 것으로 기대
- ※ Advanced Functional Materials 게재 / 교육부·한국연구재단 기초연구사업(기본연구) 등 지원
※ 파이낸셜뉴스(06.24)



● 울산과학기술원 백종범 교수 연구팀 외 국제공동연구팀

● 산소 환원 반응 효율 높은 연료전지 촉매 구조 발견

- 아연-질소-탄소로 이뤄진 새로운 촉매를 합성하고, 이 촉매에서 산소 환원 반응이 잘 일어나는 활성 자리를 찾는 데 성공
- 활성 자리 구조 위주의 촉매 설계를 가능케 하여, 촉매 효율을 획기적으로 높일 수 있을 것으로 기대

※ Nature Communications 게재 / 과학기술정보통신부 리더연구자지원사업(창의연구), BK21플러스사업, 우수과학연구센터(SRC) 등 지원
※ 조선비즈(06.25)

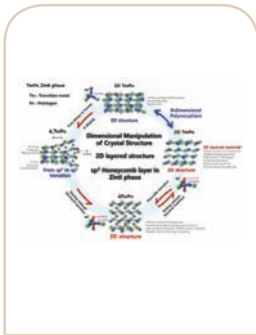


● 한국과학기술연구원 구종민 연구센터장 연구팀 외 국내공동연구팀

● '2차원 나노 신물질 맥신 기반' 차세대 투명 웨어러블 히터 개발

- 고분자 섬유에 나노물질 '맥신(MXene)'을 뿌려 유연함과 동시에 발열 기능을 갖춘 새로운 원리의 웨어러블 히터를 개발
- 향상된 히터를 구현해 차세대 2D 전기 소자에 적용이 가능할 것으로 기대

※ ACS Nano 게재 / KIST기관고유사업 및 한국연구재단 도약과제, 중견연구자사업, 미래소재 디스커버리사업 지원
※ 조선비즈(06.27)



● 성균관대학교 김성웅 교수 연구팀 외 국내공동연구팀

● 자연계에 존재하지 않는 새로운 2차원 신소재 개발

- 결정구조의 차원 설계 기술로 그래핀과 같은 벌집구조 형태의 결정구조를 가지는 2차원 층상구조 소재를 2원계 화합물에서 얻어내는 데 성공
- 그래핀과 유사하거나 그래핀을 뛰어넘을 수 있는 새로운 2차원 소재 개발 가능성을 제시

※ Science Advances 게재 / 한국연구재단 미래소재디스커버리지원사업, 기초과학연구원 등 지원
※ 한국대학신문(06.29)

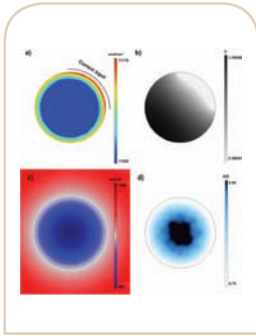


● 한국과학기술원 육종민 교수 연구팀

● 나트륨 이차전지의 음극 소재 원리 규명

- 황화구리를 기반으로 한 나트륨 이차전지 전극 재료의 나트륨 저장 원리를 규명
- 나트륨 이차전지는 1회 1회 충, 방전 시 5년 이상 사용할 수 있는 우수한 성능을 가진 전지로, 수명이 긴 전극 재료 개발에 기여할 것으로 전망

※ Advanced Sciences 게재 / 한국연구재단 지원
※ 파이낸셜뉴스(06.30)



- 대구경북과학기술원 이용민 교수 연구팀 외 국제공동연구팀
 - 전지 내부 단입자 입체적으로 구현한 입자 모델 개발
 - 전극 활물질 입자를 입체적으로 구현할 수 있는 ‘마이크론 단입자 전기화학 모델’을 개발
 - 전지 내 마이크로미터 크기의 단입자 분석·연구를 통해 전지의 에너지효율을 높이는 연구에 활용할 수 있을 것으로 기대
- ※ Nano Energy 게재
※ 이데일리(07.01)



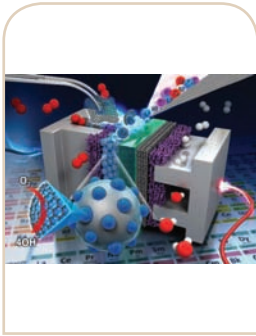
- 한국과학기술연구원 안석훈 박사 연구팀 외 국내공동연구팀
 - ‘충전 빠르고 수명 긴’ 리튬전지용 유기반도체 음극재 개발
 - 전기 전도도가 좋은 유기물 반도체들을 합성하여 리튬전지의 음극재로 사용할 수 있는 물질을 개발
 - 새 음극재를 활용해 동전 모양의 리튬 이차전지를 제작, 실제 충·방전 성능을 검증
- ※ Advanced Functional Materials 게재
※ 연합뉴스(07.09)



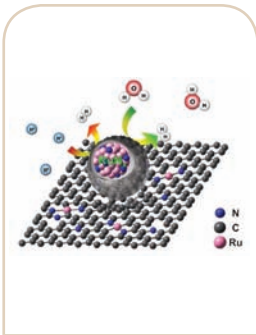
- 재료연구소 최승목 박사 연구팀
 - 친환경에너지 수소 싸게 만든다…물 분해 촉매 개발
 - 물을 전기분해해 친환경에너지인 수소를 만들 때 쓰는 촉매의 가격을 대폭 낮출 수 있는 기술을 개발
 - 개발한 촉매들을 상용화하기 위한 실증 연구를 진행하고 있으며, 수소를 저가로 생산하는 시스템의 상용화를 앞당길 수 있을 것으로 기대
- ※ Sustainable Chemistry & Engineering 게재
※ 연합뉴스(07.23)



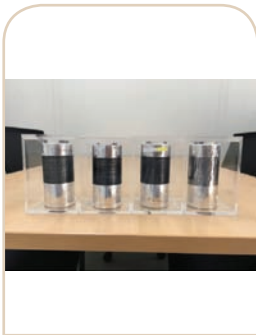
- 한국전자통신연구원 최춘기 박사 연구팀
 - 세계 최고 수준의 전자파 차단 가능한 나노복합소재 개발
 - 그래핀 복합소재에 ‘맥신(MXene)’을 첨가, 전기 전도도가 높으면서 매우 가벼운 전자파 차폐 소재를 개발
 - 필름 제조나 코팅이 가능해 전자 및 의료기기, 웨어러블 스마트 기기 등 유해한 전자파 노출 환경에 적합한 차폐 소재로 다양한 응용을 제공
- ※ 지디넷코리아(07.24)



- 한국과학기술연구원 유성종 책임연구원 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 백금 촉매를 대체할 연료전지용 탄소계 촉매 개발
 - 알칼라인 연료전지에 사용되는 고가의 촉매인 백금을 대체할 저가형 탄소계 촉매를 개발
 - 산소환원반응이 발생하는 활성점에 대한 규명과 실제 연료전지 구동에 핵심인 전극 구성에 대한 관점을 포함한 새로운 개발 방향의 가능성을 제시
- ※ Energy & Environmental Science 게재
※ 파이낸셜뉴스(07.25)



- 울산과학기술원 김광수 특훈교수 연구팀
 - 백금보다 높은 수소 생산효율 가진 루테튬 촉매 개발
 - 질소가 첨가된 그래핀에 루테튬 단일원자와 표면을 단단하게 만든 루테튬 나노입자들을 혼합하여 촉매를 개발
 - 액체 추진 로켓이나 선박 등 다양한 환경에서 수소 발생 반응을 촉진하는 촉매로 사용 가능할 것으로 기대
- ※ Advanced Energy Materials 게재
※ 동아사이언스(07.30)



- 한국과학기술연구원 김승민 박사 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 탄소나노튜브섬유 상용화 이끔 핵심 제조 기술 개발
 - 탄소나노튜브섬유 제조 방법의 장점을 융합해 가벼우면서 높은 강도와 전기 전도도를 갖는 탄소나노튜브섬유를 빠르게 제조하는 방법을 개발
 - 기존 대비 소재 물성이 개선된 탄소나노튜브섬유를 매우 효율적으로 제조할 수 있는 방법을 제시했다는 데 의의를 제공
- ※ Nature Communications 게재
※ 전자신문(08.01)



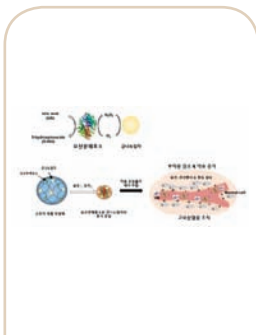
- 한국과학기술연구원 민병권 박사 연구팀
 - '꿈의 기술' 인공광합성 앞당길 탄소나노튜브 촉매 개발
 - 탄소나노튜브에 질소 원소를 첨가해 이산화탄소를 자원화할 수 있는 전기화학 인공광합성 촉매를 개발
 - 내구성 저해 요소와 탄소 기반 촉매의 장시간 내구성 확보 결과를 통해 인공광합성 기술의 실용화 가능성을 높일 것으로 기대
- ※ Applied Catalysis B: Environmental 게재 / 미래창조과학부, 한국연구재단, KIST 지원
※ 전자신문(08.08)



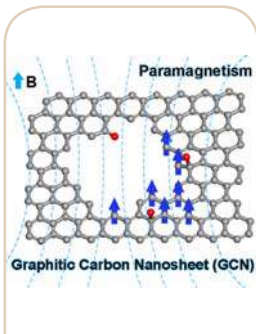
- 한국교통대학교 박성영·인인식 교수 연구팀
- 무선 모션 센싱용 소프트 인공피부 소재 개발
 - 빛에 의해 반응해 팽창·수축률 및 커패시터가 가역적으로 변화하는 신개념 광유도 무선 센싱용 소프트 인공 피부 하이드로겔 소재를 개발
 - 소프트 로봇 및 지능형 웨어러블 디바이스 제작에 매우 중요하게 활용될 수 있는 소재로써 다양한 4차산업 분야에서 매우 큰 활용성이 기대
 - ※ Advanced Functional Materials 게재 / 한국연구재단 지원
 - ※ 아시아뉴스(08.08)



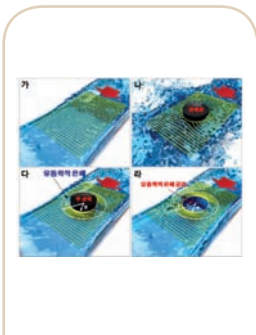
- 한양대학교 좌용호 교수 연구팀
- 회도류계 사용 줄이면서 더 강한 자성 갖는 나노자석 개발
 - 회도류계 경자성 나노섬유에 연자성을 띄는 나노두께의 철-코발트 코팅층을 형성하여 코어-셸 구조의 교환자기결합형 자성 재료를 개발
 - 자성재료의 구조적 문제 및 성능 한계를 극복할 수 있는 가능성을 확인함으로써 향후 미래자성소재 개발을 위한 연구에 이바지할 수 있을 것으로 기대
 - ※ ACS Applied Materials & Interfaces 게재 / 과학기술정보통신부·한국연구재단 미래소재 디스커버리사업 지원
 - ※ 한국연구재단 보도자료(08.13)



- 광주과학기술원 권인찬·태기용 교수 연구팀
- 과산화수소를 제거하는 금 나노입자 전달기술
 - 통풍치료제로 사용되는 단백질의 부작용은 줄이고 효과는 높이는 단백질과 금 나노입자를 동시에 체내로 전달할 수 있는 나노전달체 기술을 개발
 - 부작용을 걱정하지 않으면서 더욱 우수한 약효를 갖는 조성물을 통해 통풍 치료를 위한 더 많은 활용이 이루어질 것으로 기대
 - ※ Journal of controlled release 게재 / 한국연구재단 지원
 - ※ 산업일보(08.14)



- 울산과학기술원 백종범·유정우·박노정 교수 연구팀
- 자성 띄는 탄소물질 개발, 전극재료 등 적용 기대
 - 탄소물질(유기물)이 상자성(외부 강력한 자기장 영향으로 자성을 갖게 되는 성질)을 갖도록 합성하는 데 성공
 - MRI 조영제로 유기물을 이용하는 연구, 합성 물질에 구멍이 많다는 점을 이용한 흡착물질과 전극 재료 연구 등 다방면에 활용이 가능할 것으로 기대
 - ※ Angewandte Chemie 게재
 - ※ 연합뉴스(08.14)

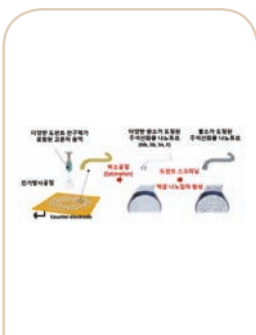


● 단국대학교 송영석 교수 연구팀 외 국내공동연구팀

● 흐르는 물/바람 피할 메타물질 개발

- 유체의 점도 분포를 변형시켜 사물을 은폐하고 항력을 제거할 수 있는 유체 역학적 메타물질을 개발
- 메타물질을 바탕으로 높은 연료효율을 달성하고 자연재해로부터 우회하는 재난방지 구조물에 대한 연구가 이루어질 것으로 기대

※ Physical review letters 게재 / 과학기술정보통신부, 교육부, 한국연구재단 지원
※ 베리타스알파(08.19)



● 한국과학기술연구원 김진영 박사 연구팀

● 수소연료전지 성능 대폭 개선하는 '담지체' 기술 개발

- 비탄소계 촉매 담지체를 활용해 수소연료전지 성능과 안정성을 획기적으로 높일 수 있는 기술을 개발
- 수소연료전지의 촉매 담지체뿐 아니라 수전해와 같이 촉매 담지체가 사용되기 어려운 분야에서 이를 대체할 수 있는 소재로 활용 가능할 것으로 기대

※ 전자신문(08.22)



● 한국과학기술원 김지한 교수 연구팀

● 컴퓨터 설계를 기반으로 한 다공성 복합재료 합성

- 세계 최초로 컴퓨터 설계를 기반으로 새로운 나노다공성 복합재료를 합성
- 각각의 특성을 가지면서 융합된 새로운 성질을 나타낼 수 있어 촉매, 기체 저장 및 분리, 센서, 약물 전달 등 다양한 분야에 응용할 수 있을 것으로 기대

※ Nature communications 게재
※ 특허뉴스(08.26)

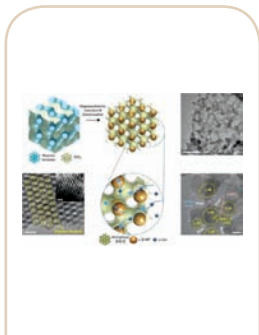


● 한국과학기술연구원 이성호 탄소융합소재연구센터장 연구팀 외 국내공동연구팀

● 탄소나노튜브 기반 복합재료 촉매로 실현되는 수소경제

- 수소 흡착성능이 뛰어나고 값싼 '황화 몰리브데넘'과 탄소나노튜브를 이용하여 수소를 고효율로 생산하는 촉매를 제조하는 데 성공
- 저비용·고효율, 친환경 수소 생산 성능 구현은 수소자동차와 수소충전소의 대중화를 앞당기는 중요한 초석이 될 것으로 기대

※ Applied Catalysis B: Environmental 게재 / 과학기술정보통신부 지원
※ 기계신문(08.27)

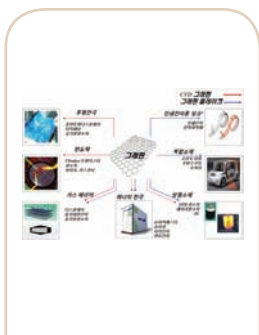


● **경희대학교 박민식 교수 연구팀**

● **전기차 배터리 용량 늘릴 새 음극소재**

- 규칙적 패턴이 반복되는 다공성 3차원 나노구조체인 '자이로이드' 구조의 차세대 리튬이온전지용 음극소재를 개발
- 실리콘 기반 음극소재가 적용된 리튬이온전지가 앞으로 전기차 핵심 부품으로 활용될 가능성을 제시

※ ACS Nano 게재
※ 동아사이언스(08.28)

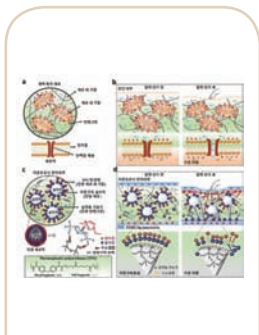


● **경북대학교 변지수 교수 연구팀 외 국내공동연구팀**

● **한국이 제안한 그래핀·은나노 국제표준 제정**

- 국제표준화기구(ISO)에 제안한 '그래핀 2차원 물질의 특성 및 각 특성별 측정 방법'과 '은나노입자의 특성 및 측정방법'이 국제표준으로 제정
- 첨단소재 산업의 경쟁력을 강화할 수 있도록 국제표준 선점과 기업에 대한 국제표준화 지원활동을 확대해 나갈 것으로 기대

※ 신소재경제(09.03)

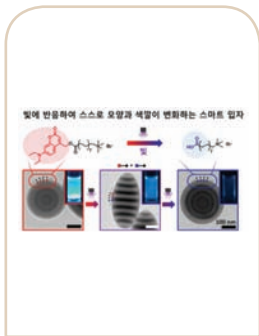


● **한양대학교 김도환 교수 연구팀 외 국내공동연구팀**

● **촉각세포 모방한 전자피부 소재 개발**

- 사람 피부에 있는 촉각세포를 모방해 기존 촉각센서보다 30배 성능을 끌어올린 전자피부 소재를 개발
- 디스플레이용 실감형 터치스크린, 피부부착형 건강 진단 패치 등 다양한 분야로 활용될 것으로 기대

※ Nature Communications 게재 / 과학기술정보통신부 글로벌프론티어사업 나노기반 소프트웨어 연구단 지원
※ 동아사이언스(09.05)

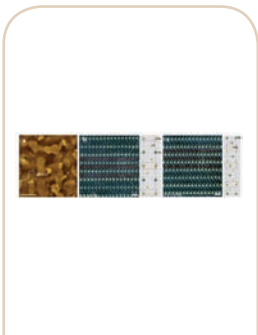


● **한국과학기술원 김범준 교수 연구팀**

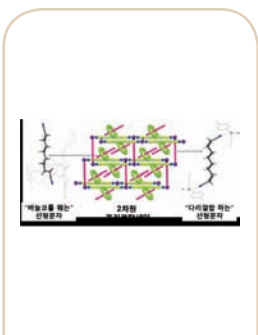
● **빛에 반응해 문어처럼 모양·색 변하는 마이크로 입자 개발**

- 빛에 의해 모양과 색을 자유자재로 바꿀 수 있는 스마트 마이크로 입자 제작 기술을 개발
- 군용장비의 위장막, 병든 세포만 표적하는 약물전달캡슐, 투명도 및 색이 변하는 스마트 윈도우나 건물외장 인테리어 등에 활용이 가능할 것으로 기대

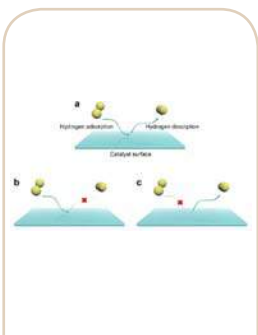
※ Journal of the American Chemical Society 게재 / 과학기술정보통신부·한국연구재단 미래소재디스커버리사업, 글로벌프론티어사업 및 중견연구자지원사업 지원
※ 한국연구재단 보도자료(09.10)



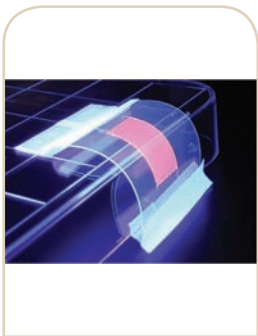
- 울산과학기술원 연구지원본부 정후영 교수 연구팀
- 차세대 연료 수소 대량생산 가능한 새 촉매 나왔다
 - '전이금속 칼코겐화물'을 이용해 물을 전기분해할 수 있는 새로운 고효율 촉매를 개발
 - 높은 전류 밀도로 수소 발생량도 많아 수소 발생 촉매로서의 가능성을 확인
 - ※ Nature Materials 게재
 - ※ 동아사이언스(09.15)



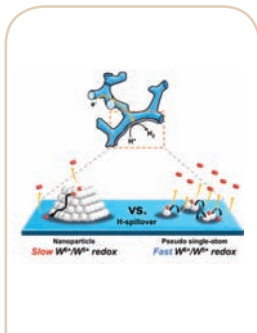
- 경상대학교 이심성 교수 연구팀
- '2차원 폴리로타세인' 획기적 제조법 개발
 - 나노과학의 핵심소재인 '2차원 폴리로타세인'을 높은 수율로 제조하는 획기적 방법을 개발
 - 한 가지 선형분자로 2차원 폴리로타세인을 제조한 것과 바늘로 실을 꿰듯이 물질이 만들어지는 합리적인 경로를 제안
 - ※ Angewandte Chemie 게재 / 한국연구재단 기초연구실 및 핵심연구 사업 지원
 - ※ 연합뉴스(09.18)



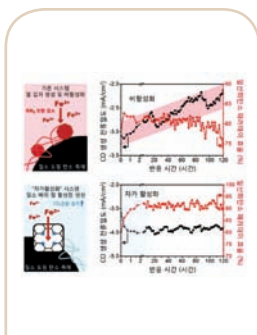
- 울산과학기술원 백종범 교수 연구팀 외 국제공동연구팀
- 수소 만들때 백금 대체할 이리듐 합성물질 개발
 - 백금보다 적은 에너지를 사용해 수소를 발생시키는 이리듐(Ir)-질소(N)-탄소(C)로 이뤄진 수소 발생 촉매를 합성
 - 좋은 성능만 쫓아 새로운 물질을 합성하는 방식에서 '전자껍질(오비탈)을 조절하는 새로운 방법'으로 촉매 효율을 높인 연구로 평가
 - ※ Nature Communications 게재 / 과학기술정보통신부 리더연구자지원사업(창의연구), BK21 플러스사업, 우수과학연구센터(SRC), 포항가속기연구소 지원
 - ※ 파이낸셜뉴스(09.23)



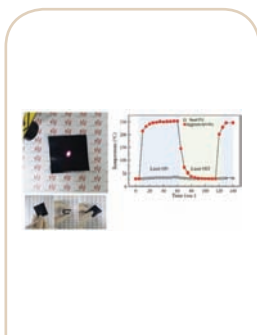
- 한국과학기술원 정연식·전덕영·장민석 교수 연구팀
- 성능 7배 향상 '팝콘 구조' 퀀텀닷 발광 소재 개발
 - 속이 빈 팝콘 구조의 다공성 고분자 매질을 활용해 퀀텀닷(양자점)을 융합한 새로운 발광 소재를 개발
 - 값비싼 발광 소재를 적게 사용하면서 우수한 발광 특성을 구현할 수 있어 차세대 디스플레이 원가 경쟁력 향상에 기여할 것으로 기대
 - ※ Nano Letters 게재 / 과학기술정보통신부 한국연구재단 미래소재 디스커버리 사업 지원
 - ※ 연합뉴스(09.30)



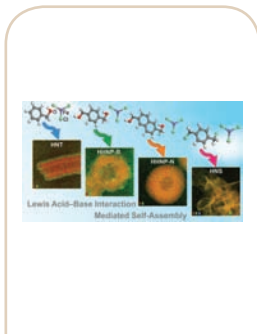
- 한국과학기술원 이진우 교수 연구팀
 - 백금 활용도 16배 높인 단일 원자 촉매 개발
 - 백금의 활용도를 높이기 위해 백금을 단일원자 형태로 텅스텐 산화물 표면에 고분산시켜 백금이 받는 지지체 효과를 극대화한 수소 생산 촉매를 개발
 - 단일 원자 촉매가 갖는 '금속과 지지체간의 경계면 극대화'라는 독특한 특징으로 독보적인 기술의 확보라고 평가
- ※ Angewandte Chemie 게재
※ 조선비즈(10.03)



- 한국과학기술연구원 민병권 박사 연구팀
 - 불순물 이용해 쓸수록 더 강력해지는 인공광합성 촉매 개발
 - 금속 불순물을 오히려 활성점으로 이용하자는 역발상으로부터 실제 반응을 하면 할수록 오히려 성능이 점점 더 향상되는 새로운 촉매를 개발
 - 저렴하고 안정적인 탄소 소재 촉매는 인공광합성 및 이산화탄소 자원화 기술의 실용화를 앞당기는데 크게 이바지할 것으로 기대
- ※ ACS Energy Letters 게재 / 과학기술정보통신부 지원
※ 이데일리(10.08)



- 한국과학기술연구원 구조융합소재연구센터 정용채 센터장 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 근적외선 비추면 모양 복원, 형상기억 복합소재 개발
 - 근적외선을 비추기만 해도 10초 이내에 300°C까지 온도가 올라가 스스로 형상이 복원되는 형상기억 복합소재를 개발
 - 전자기기나 제품 등에 발열 코팅재, 자동차나 비행기의 날개 또는 차체 등으로 활용될 것으로 기대
- ※ Composite Part B: Engineering 게재 / 과학기술정보통신부 KIST 주요사업 지원
※ 파이낸셜뉴스(10.15)



- 부산대학교 김일 교수 연구팀
 - 벤젠으로 제작된 다공성 나노캡슐 개발
 - 벤젠, 나프탈렌을 이용하여 나노캡슐, 나노튜브, 나노시트 등 다양한 형태의 다공성 나노구조를 규명
 - 에너지 소재·촉매·가스저장 및 분리·오염원 제거·센서 등으로 쓰이는 다공성 나노소재의 활용도가 더욱 넓어질 것으로 기대
- ※ ACS Nano 게재 / 교육부 및 한국연구재단(이공학개인지초연구지원사업) 지원
※ 메디컬투데이(10.16)



● 전남대학교 김장호 교수 연구팀

● 줄기세포 배양 '원천 나노소재부품' 기술 개발

- 하이드로젤 소재의 나노바늘 구조의 지지체에 줄기세포를 배양해 나노바늘 구조형 생체소재부품 기술을 개발
- 정형외과, 치과 등 의료 분야의 의료기기 및 줄기세포 치료제뿐만 아니라 농업·식품·환경 등 다양한 분야를 위한 나노소재부품에 활용될 것으로 기대
- ※ ACS Nano 게재 / 한국연구재단(원천기술개발사업) 지원
- ※ 한국대학신문(10.24)



● 한국과학기술연구원 물질구조제어연구센터 구종민 센터장 연구팀

● 가볍고 열전도성 개선한 전자파 차폐 소재 개발

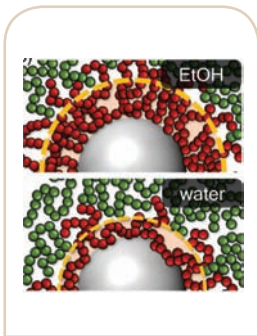
- 가벼우면서도 전자파 차폐율과 열전도성이 우수한 고분자 복합소재를 개발
- 경량 고분자 복합소재가 요구되는 다양한 모바일 전자기기, 자율주행 자동차에 적용할 수 있을 것으로 기대
- ※ 전자신문(10.27)



● 한국과학기술연구원 황윤정 박사 연구팀 외 국내공동연구팀

● 이산화탄소를 에틸렌·에탄올로, 지구 온난화 해결하고 경제 도움될 촉매기술 개발

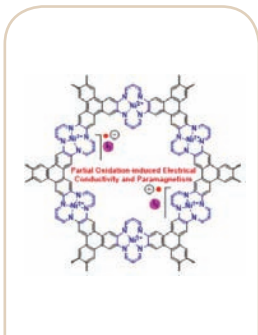
- 구리 촉매 소재에 '세리아'라는 금속산화물을 도입, 나노계면을 조절함으로써 다탄소 화합물 선택도를 향상시킬 수 있는 신규 촉매 설계 기술을 개발
- 다탄소 화합물 합성 성능 향상에 기여해 이산화탄소 활용 기술의 실용화 가능성을 높일 것으로 기대
- ※ ACS Energy Letters 게재 / 과학기술정보통신부 KIST 주요사업, 기후변화대응기술개발사업 지원
- ※ 파이낸셜뉴스(10.29)



● 울산과학기술원 김소연 교수 연구팀

● 같은 재료 합쳐도 용매따라 복합소재가 달라진다

- '똑같은 고분자와 나노입자'로 복합체를 만들면서 '서로 다른 용매'인 물과 에탄올을 이용해, 각 용매가 경계면 두께에 미치는 효과를 규명
- 고분자 나노복합소재를 설계할 때 각 요소의 특성과 더불어 '비평형 효과'도 고려해야 한다는 의의를 제곱
- ※ Physical Review Letters 게재 / UNIST-PAL 빔라인, 한국연구재단 지원
- ※ 파이낸셜뉴스(10.30)



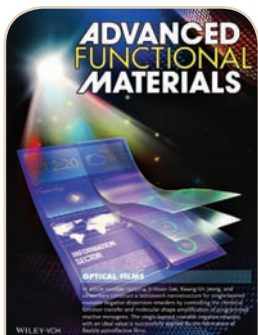
● 기초과학연구원 로드니 루오프 특훈교수 연구팀

● ESS 성능 끌어올릴 새 소재 개발

- 슈퍼커패시터용 전극물질로 각광받는 금속유기구조체(MOF)의 전기적 특성을 향상시켜 자성과 전도성을 동시에 가진 새로운 소재(NiTAA-MOF)를 개발
- 2차원 금속유기구조체의 구조와 전기적 특성 간의 관계에 대한 근본적인 이해를 제시했으며 다양한 광전자공학 분야에서 응용할 수 있을 것으로 기대

※ Journal of the American Chemical Society 게재

※ 동아사이언스(10.31)



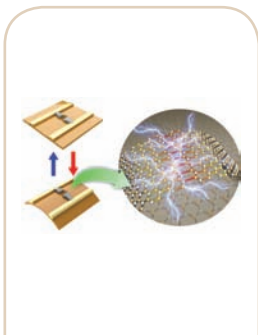
● 전북대학교 정광운·이지훈 교수 연구팀

● 플렉서블 디스플레이 적용 반사방지 보상필름 개발

- 호스트-게스트 분자를 새롭게 설계 및 합성하고 이들의 분자자기 조립을 대면적에서 유도해 단층형 역파장 보상필름을 개발
- 플렉서블 디스플레이의 제조에 사용되는 소재, 부품 산업의 기술력을 제고하고 대외 의존도를 낮출 수 있는 대안이 될 것으로 기대

※ Advanced Functional Materials 게재 / 산업핵심기술개발사업, 중견연구지원사업, 중점 연구소지원사업 지원

※ 한국대학신문(11.02)



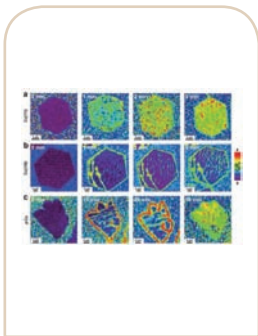
● 한국원자력연구원 이경자 박사 연구팀 외 국내공동연구팀

● 차세대 소재 '화이트 그래핀'의 전기 생산 가능성 확인

- 육방정계 질화붕소의 압전 값을 처음으로 측정하고, 이를 이용해 플렉시블 압전 소재(힘을 가하면 전기가 발생하는 소자)를 개발
- 심장 박동과 혈액 흐름 등 생체의 역학적 힘을 이용해 작동하는 신체 부착용 스마트 센서로 활용할 수 있을 것으로 기대

※ ACS Applied Materials & Interfaces 게재

※ 연합뉴스(11.06)



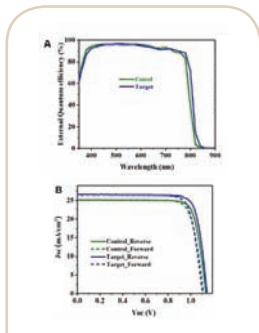
● 울산과학기술원 로드니 루오프 교수 연구팀

● 스트레스가 다재다능한 그래핀 만든다

- 그래핀에 기능기를 달아 합성할 때, 그래핀이 합성되는 구리기판의 표면 결정 방향이 반응속도와 균일도에 영향을 준다는 사실을 규명
- 구리 기판에서 그래핀을 형성하는 데 기존보다 쉽게 그래핀의 특성을 조절할 수 있을 것으로 기대

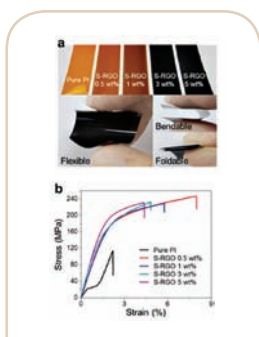
※ Material Chemistry 게재

※ 동아사이언스(11.07)



- 울산과학기술원 석상일 교수 연구팀
- 페로브스카이트 전지 효율·안정성 동시에 높이는 소재 개발
 - 새로운 조성의 광흡수층 소재를 제작, 23.7%의 효율을 얻는 소재의 유·무기 하이브리드 페로브스카이트 전지를 개발
 - 2가 양이온(메틸렌다이아모늄)을 첨가함으로써 결정구조를 안정하게 만들면서 효율도 유지해 '페로브스카이트'의 단점을 잡는 기술로 평가

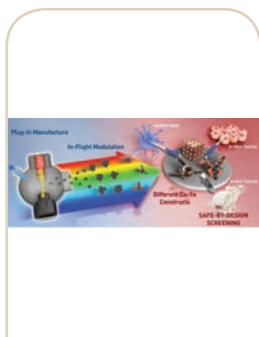
※ 연합뉴스(11.08)



- 한국과학기술연구원 유남호 박사 연구팀
- 골치덩어리 황 폐기물로 고효율 그래핀 만든다
 - 폐기 시 환경오염을 유발하는 황 폐기물을 이용해 고효율 그래핀을 제조하는 공정을 개발
 - 황을 유용하게 활용할 수 있어 복합소재 및 필터 그리고 에너지 저장 관련 응용이 가능하고 파급효과가 큰 기술이 될 것으로 기대

※ Composite Part B: Engineering 게재

※ 헤럴드경제(11.10)



- 연세대학교 황정호 교수 연구팀
- '항균 나노입자' 빠르게 합성·검증하는 방법 개발
 - 나노입자 형태의 항균물질을 간단하게 합성하고 효능과 인체 유해성을 3주 내에 빠르게 검증하는 방법을 개발
 - 미세먼지나 가습기 살균제 등으로 인한 국민적 우려를 해소할 해결책으로도 중요한 역할을 할 수 있을 것으로 기대

※ ACS Nano게재 / 한국연구재단(기초연구사업) 지원

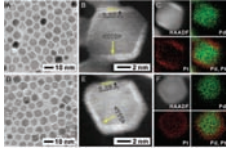
※ 한국경제(11.18)



- 울산과학기술원 장지욱 교수 연구팀
- 버려진 목재로 유용한 화학물질 만드는 융합촉매 개발
 - 폐목재 등에 많이 함유된 '리그닌(Lignin)'을 태양광 에너지를 이용해 고부가 가치 화합물로 바꿀 '광·전기·생물촉매 시스템(융합촉매 시스템)'을 개발
 - 친환경적인 방법으로 폐목재 같은 바이오매스를 방향족 석유화학제품으로 전환할 새로운 가능성을 제시했다고 평가

※ Nature Communications 게재

※ 특허뉴스(11.18)

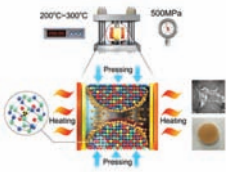


● 경북대학교 최상일 교수 연구팀

● 수소생산을 위한 전극소재 설계 핵심기술 규명

- 물을 분해해 수소를 얻는 과정에 대한 이론적 원리로 백금 원자층이 두꺼워질수록 촉매의 성능이 높아지는 것을 규명
- 수소 대량생산을 위한 수전해 촉매의 설계 및 제조에 대한 새로운 아이디어를 제공한 것으로 평가

※ Journal of the American Chemical Society 게재 / 과학기술정보통신부, 한국연구재단(기초연구사업, 미래소재디스커버리사업, 나노·소재원천기술개발사업 및 KIST기관고유사업) 지원
※ 한국연구재단 보도자료(11.20)

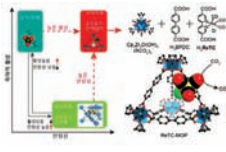


● 한국과학기술원 류호진 교수 연구팀

● 방사성 요오드 처분 신소재 기술 개발

- 초장수명의 방사성 요오드를 안정적으로 저장하고 처분할 수 있는 신소재 기술을 개발
- 반감기가 매우 긴 휘발성 방사성 동위원소를 안전하게 고정할 수 있어 방사성 폐기물의 장기 처분 안전성을 높일 수 있을 것으로 기대

※ Journal of Hazardous Materials 게재
※ 특허뉴스(11.20)



● 숙명여자대학교 최경민 교수 연구팀

● 분자 케이지(cage)로 촉매 감싸 활성화·안정성 동시 구현

- 새장(birdcage)처럼 케이지 형태로 촉매를 감싸 분자촉매의 효율을 떨어뜨리지 않으면서 안정성을 높일 수 있는 방안을 제시
- 실제 촉매에 적용한 사례로 향후 오염물 분해반응, 유기합성, 전기화학 반응 등 다양한 반응에서 촉매의 활성화와 안정성을 높일 수 있을 것으로 기대

※ Energy & Environmental Science게재 / 과학기술정보통신부, 한국연구재단(중견연구자지원사업) 지원
※ 한국연구재단 보도자료(11.25)



● 한국과학기술연구원 유성종 책임연구원 연구팀 외 국내공동연구팀

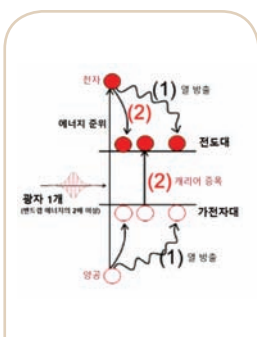
● 차세대 '알칼라인 연료전지' 효율 높일 대체 촉매 나왔다

- 수소와 산소를 반응시켜 전기를 얻는 연료전지인 '알칼라인 연료전지'에 사용할 수 있는 저렴하고 효율적인 촉매를 개발
- 공업용 스프레이를 이용해 미세 입자를 만드는 방법으로, 기존 백금촉매보다 성능은 40% 높으면서 가격은 훨씬 저렴한 MOF 촉매를 대량생산하는 데 성공

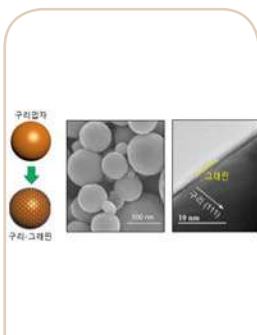
※ Applied Catalysis B: Environmental 게재
※ 동아사이언스(11.26)



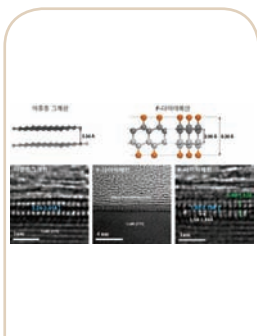
- 한국과학기술연구원 김진영 박사 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 퀀텀닷 태양전지 전류손실 최소화 소재·구조개발, 기존 대비 효율 47% 향상
 - 신소재로 정공수송층을 이중으로 만들어 전류 손실을 최소화한 퀀텀닷 태양전지 소재 및 구조를 개발
 - 퀀텀닷 태양전지의 에너지 전환 효율을 높이기 위한 방향을 제시해 차세대 태양전지를 구현하는 데 기여할 것으로 전망
- ※ Advanced Energy Materials 게재 / 과학기술정보통신부 KIST 주요사업, 한국연구재단 중견연구자지원사업, 미래소재디스커버리사업 지원
※ 전자신문(11.28)



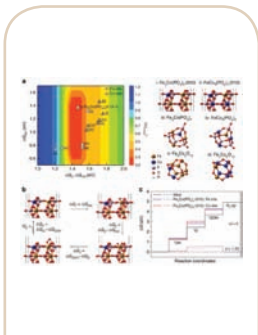
- 기초과학연구원 나노구조물리연구단 이영희 단장 연구팀 외 국제공동연구팀
 - 태양전지 효율 46%까지 가능한 신소재 합성 성공
 - 빛 에너지에 비례해 전류가 늘어나는 '캐리어 증폭' 현상을 2차원 물질에서 새로운 소재의 합성을 구현해 내고 이를 관측하는 데 성공
 - 2차원 전이금속 칼코젠 소재의 독특한 광학적 특성은 앞으로 광검출기, 태양전지 등 다양한 광전자 분야에 기여할 것으로 기대
- ※ Nature Communications 게재
※ 아이뉴스24(12.02)



- 한국전기연구원 나노융합연구센터 이건웅·정희진 박사 연구팀
 - 수입의존 높은 전도성 금속잉크, '그래핀'으로 국산화 성공
 - 구리와 '꿈의 나노소재'라 불리는 그래핀을 이용해 가격은 낮추면서 뛰어난 전기 전도성을 갖는 구리-그래핀 복합 잉크 제조기술을 개발
 - 일본 수입의존도가 높았던 고품질 은 잉크의 대체 소재 발굴 및 국산화가 진행 될 것으로 기대
- ※ 조선비즈(12.03)



- 기초과학연구원 다차원탄소재료연구단 연구팀
 - 그래핀으로 제작된 0.5 나노미터 초박막 다이아몬드
 - 구리니켈 합금기판 위에 2층의 그래핀을 만든 다음 불소기체를 주입하는 방법으로 F-다이아몬드이라고 불리는 초박막 다이아몬드를 만드는 데 성공
 - 해당 다이아몬드는 상온에서 제조되며 대기압에서도 안정적인 상태를 유지하는 장점을 제공
- ※ Nature Nanotechnology 게재
※ 기초과학연구원 보도자료(12.10)

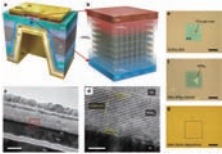


- 울산과학기술원 김광수 교수 연구팀
 - 철과 코발트를 이용한 고효율 물 분해 촉매 개발
 - 물 분해 반응의 효율을 높이는데 중요한 '산소 발생 반응'을 도와줄 저렴한 고성능 촉매를 개발
 - 값싼 물질을 이용하면서 효율과 안정성이 높은 새로운 산소 발생 반응용 촉매를 개발해 여러 친환경 에너지 물질의 촉매 개발에도 유용할 것으로 기대
- ※ Nature Communications 게재 / 한국연구재단 지원
 ※ 헬로티(12.20)



- 한국과학기술연구원 구종민 물질구조제어연구센터장 연구팀
 - 전자파 막는 나노 신물질 '맥신' 상용화 앞당긴다
 - 화학적 표면처리를 통해 2차원 맥신 입자가 소수성을 갖도록 해 유기용매에 분산된 맥신 유기 잉크 제조기술을 개발
 - 오랜 시간 보관하도록 안정성이 보장된 맥신은 전자파 차폐, 전극 소재 등 다양한 분야에 적용할 수 있을 것으로 기대
- ※ ACS Nano 게재 / 과학기술정보통신부, KIST 및 한국연구재단 (중견연구자사업 등) 지원
 ※ 이데일리(12.22)

나노소자



● 한국표준과학연구원 양자기술연구소 정수용 책임연구원 연구팀

● 건축물처럼 쌓아 만든 고효율 '수직형 다이오드' 개발

- 에너지 손실은 최소화하면서 매우 높은 온도 등 극한환경에서도 작동할 수 있는 새로운 구조의 '수직형 다이오드'를 최초로 개발
- 초박형 디스플레이나 태양광 패널 등 거친 환경에서 반도체를 이용하는 장비의 효율을 크게 높일 것으로 기대

※ Nature Communications 게재
※ 동아사이언스(01.16)

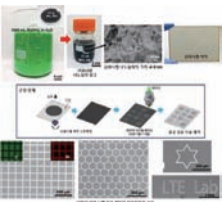


● 울산과학기술원 송명훈·김주영 교수 연구팀

● 접을 수 있는 디스플레이용 발광소자 개발

- 선명한 색을 구현하는 광학재료인 페로브스카이트로 유연성이 뛰어난 페로브스카이트 발광소자(PeLED)를 개발하는 데 성공
- 페로브스카이트 연구에 적용해 PeLED 안정성과 성능을 개선할 계획

※ Nano Letters 게재
※ 연합뉴스(01.17)

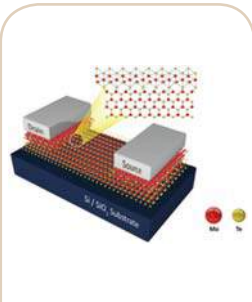


● 가천대학교 이대호 교수 연구팀 외 국내공동연구팀

● 안정성·유연성 뛰어난 니켈 기반 투명전극 개발

- 잘 휘어지고 극한 환경에서도 녹슬지 않는 니켈을 이용해 안정적이고 유연한 투명전극 제작 기술을 개발
- 차세대 디스플레이·태양전지 소자는 물론 차량용 히터, 스포츠 고글, 스마트 글라스 등 다양한 웨어러블 장치에도 응용이 가능할 것으로 기대

※ Advanced Functional Materials 게재 / 한국연구재단 기초연구사업, 한국에너지기술평가원 에너지인력양성사업 지원
※ 연합뉴스(01.31)

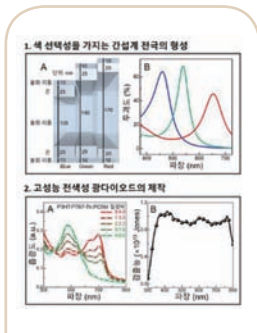


● 전북대학교 김태완 교수 연구팀

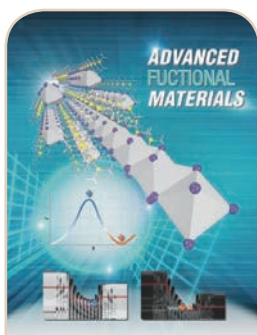
● 100배 성능 좋은 차세대 반도체기술 개발

- 차세대 반도체의 핵심소재인 이차원 소재를 웨이퍼 크기의 대면적·고균일로 제작하고 이를 이용해 고성능의 차세대 반도체 소자를 개발
- 쉽게 제작이 가능하면서도 저항성이 매우 낮아 성능이 우수한 차세대 반도체를 개발하는데 좋은 원천기술이 될 것으로 기대

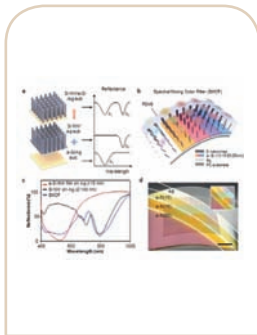
※ ACS NANO 게재 / 한국연구재단 기초연구사업 지원
※ 대학저널(02.13)



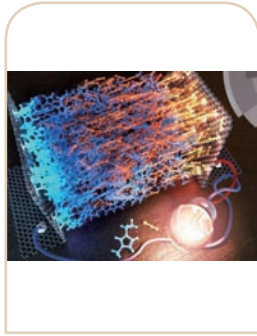
- 대구경북과학기술원 전대성 교수 연구팀
- 간접계 전극 이용한 고집적도 이미지 센서 개발
 - 이미지 센서의 투명전극을 간접계 구조의 전극으로 대체해 전극과 컬러필터의 역할을 동시에 수행하도록 구현
 - 컬러필터 배제와 박막화라는 두 가지 목적을 통해 근적외선, 적외선 이미지센서를 활용하는 모바일 기기까지 확대될 것으로 기대
 - ※ ACS Nano 게재 / 과학기술정보통신부·한국연구재단 기초연구사업(중견연구), 우주핵심기술 개발사업 지원
 - ※ 이데일리(02.19)



- 한국과학기술원 김용훈 교수 연구팀
- 페로브스카이트 나노소재의 새로운 물성 규명
 - 저차원 페로브스카이트 나노소재의 새 물성을 밝혀 새로운 비선형 소자 구현 방법을 제시
 - 첨단 나노소재 및 나노소자의 개발을 선도할 수 있음을 보여준 연구로, 양자역학적 터널링 소자 개발의 새로운 방향이 될 것으로 기대
 - ※ Advanced Functional Materials 게재 / 미래창조과학부 중견연구자지원사업, 나노소재원천기술개발사업, 기초연구실지원사업, 글로벌프론티어사업 지원
 - ※ 뉴스1(02.21)



- 광주과학기술원 송영민 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
- 수십 나노미터의 반도체 물질로 접히는 색상 필터 제작
 - 실리콘(Si) 물질 기반의 나노포토닉 구조를 이용하여 접히는 형태의 컬러 필터 구조의 원리를 규명하고, 최적 필터 구조를 설계 및 제작하는데 성공
 - 초박막 광학 필터, 태양전지, 플렉시블 디스플레이 등 반도체 물질을 사용하는 다양한 분야에 응용 가능할 것으로 기대
 - ※ Scientific Reports 게재 / 한국연구재단 기초연구실지원 사업·미래소재디스커버리 사업·글로벌발사양성 사업, 국방과학연구소 기초연구과제, GIST 리서치 인스티튜트(GRI) 지원
 - ※ 뉴스웍스(03.04)



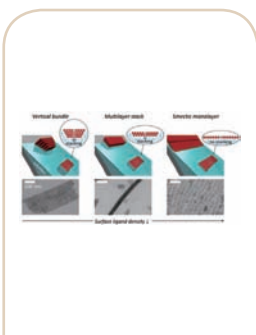
- 서울대학교 정연준 교수 연구팀
- 출력 밀도 높고 충방전 속도 빠른 '슈퍼 커패시터' 원리 규명
 - 그래핀 전극과 이온성 액체 전해질로 구성된 슈퍼 커패시터의 충·방전 원리를 분자 수준에서 규명
 - 이온성 액체를 활용한 슈퍼 커패시터 및 다양한 전기장치의 성능 향상에 큰 기여를 할 것으로 전망
 - ※ Physical Chemistry Chemical Physics 게재
 - ※ 동아사이언스(03.05)



● 서강대학교 강태욱 교수 연구팀 외 국제공동연구팀

● 마약 간편 검출 '나노센서' 개발, 모세관 활용

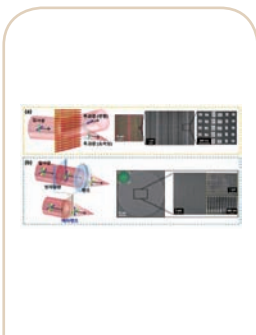
- 금속 나노입자가 중력 영향으로 값싼 유리 모세관을 이용해 나노미터 규모의 아주 작은 금속 입자를 제품 표면에 자유롭게 붙이는 기술을 개발
- 식품 안전성 평가 같은 현장에서 빠르게 유해물질을 검사할 수 있을 것으로 기대
※ Nano Letters 게재 / 과학기술정보통신부·교육부·한국연구재단 C1가스리파이너리사업, 기초연구사업 지원
※ 연합뉴스(03.13)



● 한국과학기술원 이도창·김신현 교수 연구팀

● 초박막 편광필름 개발, "디스플레이 더 얇게"

- 공기·용액 계면과 나노막대 간 인력, 나노막대와 나노막대 간 인력을 순차적으로 유도해 단일 층 두께의 나노막대 스멕틱 필름을 제작
- 편광 발광층으로 디스플레이 분야에 활발히 적용할 수 있을 것으로 기대
※ Nano letters 게재 / 한국연구재단 나노-소재원천기술개발사업 지원
※ 연합뉴스(03.20)



● 광운대학교 이상신 교수 연구팀

● 다기능 나노 광학 디바이스 개발

- 메타표면 기술을 응용해 하나의 소자로 동시에 다양한 기능을 갖는 신개념의 다기능 나노 광학 디바이스를 구현하는 데 성공
- 기존 반도체 산업에 많이 사용되는 실리콘을 적용했기 때문에 반도체 산업에도 크게 기여할 수 있을 것으로 기대
※ Advanced Optical Materials 및 Nanoscale 게재 / 교육부 이공분야 대학중점연구소 지원사업 및 과학기술정보통신부 중견연구자지원 사업 지원
※ 한국대학신문(03.21)



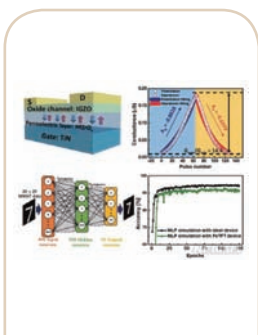
● 한국과학기술원 최경철 교수 연구팀 외 국내공동연구팀

● 세탁 가능한 입는 디스플레이 개발, 태양전지로 자가 발전

- 외부 전원 없이도 전력을 공급할 수 있는 고분자 태양전지와 수 밀리와트로도 동작할 수 있는 유기발광다이오드를 옷감 위에 직접 형성하고 그 위에 세탁이 가능하도록 기술을 적용
- 웨어러블 디스플레이 상용화에 한 걸음 더 다가선 것으로 평가
※ Energy and Environmental Science 게재 / 과학기술정보통신부 선도연구센터지원사업 지원
※ 조선비즈(03.21)



- 한국과학기술원 박용근 교수 연구팀 외 국제공동연구팀
 - 안경 없이 3D 홀로그래피 디스플레이 재생
 - 안경 없이도 3차원 홀로그래피 디스플레이를 재생할 수 있는 기술을 개발하여 액정표시장치(LCD) 패널과 박막을 통해 기존 방식보다 성능을 크게 향상
 - 기존 디스플레이 생산 공정과 호환할 수 있으며, 대면적 광시야각까지 확보해 3D 디스플레이 기술을 한 단계 높인 것으로 평가
- ※ Nature Communications 게재
※ 연합뉴스(03.24)



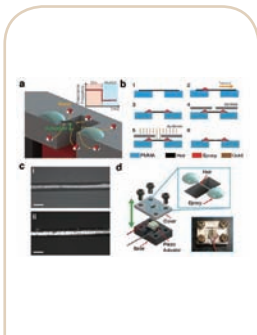
- 포항공과대학교 이장식 교수 연구팀
 - 새로운 고성능 시냅스 소자 개발
 - 고성능의 아날로그 메모리 특성을 보이며 인간의 두뇌에서 핵심요소로 작용하는 시냅스를 모사할 수 있는 효율 높은 소자를 개발
 - 현재 반도체 공정에서 바로 상용화할 수 있어 뉴로모픽 칩 상용화를 크게 앞당길 수 있을 것으로 전망
- ※ Nano Letters 게재
※ 뉴시스(04.01)



- 한국과학기술연구원 임정아 박사 연구팀
 - 세탁 가능한 트랜지스터 전자섬유 개발
 - 섬유의 특성을 유지할 수 있도록 실 형태를 가지면서 향후 차세대 웨어러블 제품에 응용 가능한 섬유형 트랜지스터를 개발
 - 웨어러블 컴퓨터나 인체신호 모니터링 기능을 가진 스마트 의류 등 향상된 차세대 웨어러블 제품을 개발하는데 도움이 될 것으로 기대
- ※ Advanced Materials 게재 / 한국연구재단 중견연구자지원사업, KIST기관고유사업 지원
※ 파이낸셜뉴스(04.23)



- 광주과학기술원 석태준 교수 연구팀 외 국제공동연구팀
 - '입·출력 연결 속도 1만배', 고효율 네트워크 광스위치 개발
 - 빛의 정보 교환을 빠르고 효과적으로 처리할 수 있는 광 스위치를 개발
 - 광소자 양자컴퓨팅, 광 기반 프로세서, 광 인공지능망 등 관련 분야에 큰 영향을 미칠 것으로 기대
- ※ Optica 게재
※ 연합뉴스(04.25)



● 한국과학기술원 이정철 교수 연구팀 외 국내공동연구팀

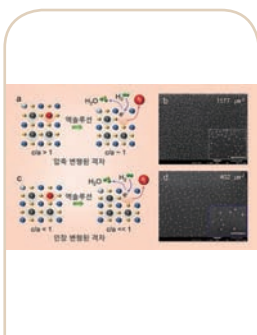
● 머리카락으로 습도 재는 기술 개발, 진동수로 정밀 측정

- 머리카락 습도계를 새로운 방법으로 재구성했으며, 길이가 아닌 공진 주파수를 측정하는 기술을 개발

- 머리카락 물성 측정은 사람의 건강 상태나 질병을 분석하는 데에도 응용할 수 있을 것으로 기대

※ Sensors and Actuators: B Chemical 게재 / 과학기술정보통신부-한국연구재단 기초연구사업(중견연구) 지원

※ 연합뉴스(05.02)



● 포항공과대학교 장현명 명예교수 연구팀

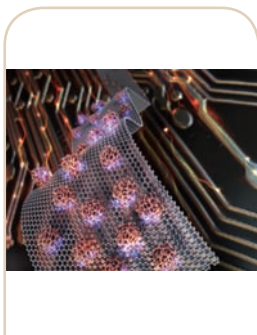
● 연료전지 효율, 내구성 높이는 핵심 '엑솔루션' 촉진 기술 개발

- 박막의 격자 변형을 이용하여 뛰어난 열적 안정성을 나타내는 나노촉매입자의 엑솔루션을 촉진하는 기술을 개발

- 저온 운영 및 휴대가 가능한 박막 연료전지의 핵심 기술이 될 것으로 전망

※ Nature Communications게재 / 한국연구재단 이공학기초연구사업 지원

※ 뉴스웍스(05.02)



● 대구경북과학기술원 장재은 교수 연구팀

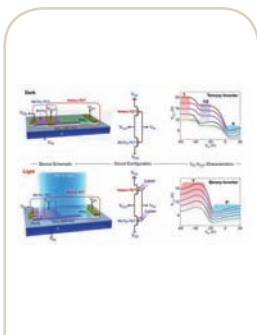
● 반도체에 '그래핀 고속도로' 깔았더니, 신호전달 효율↑

- 탄소 원자를 얇은 막 형태로 합성한 2차원 신소재인 그래핀을 반도체 회로에 깔아 기존 금속 선로보다 많은 양의 전자를 빠르게 운송하는 반도체용 신호 전송 선로를 개발

- 차세대 집적회로 및 초고주파용 회로에 적극 활용할 수 있을 것으로 기대

※ Advanced Functional Materials 게재

※ 동아사이언스(05.02)



● 성균관대학교 정문석 교수 연구팀 외 국내공동연구팀

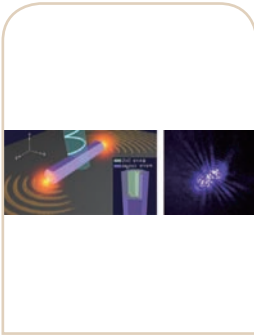
● 빛에 따라 특성을 조절하는 카멜레온 반도체 나노소자 개발

- 빛의 존재 유무에 따라 3진법과 2진법, 즉 최대 5진법의 출력이 구현 가능한 소자 기술을 개발

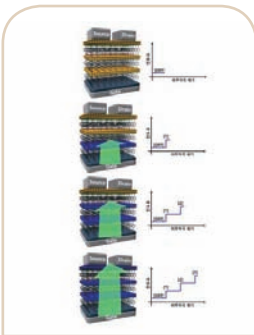
- 최대 5진법의 출력 인식이 가능할 경우, 하나의 바이트에서만 약 1000배 이상의 향상이 가능할 것으로 기대

※ ACS Nano 게재 / 기초과학연구원, 한국연구재단 중견연구과제 지원

※ 베리타스알파(05.07)



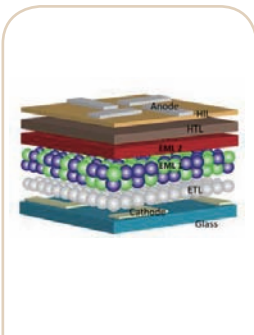
- 대구경북과학기술원 조창희 교수 연구팀
 - 상온서 안정, 전력 10분의 1, 차세대 광원 폴라리톤 레이저소자 개발
 - 극저온에서만 관찰되던 폴라리톤 레이저 빛을 상온에서도 쏘는 소자 기술을 개발
 - 엑시톤-폴라리톤 양자상태와 관련된 물리적 현상을 상온에서도 연구할 수 있는 바탕을 마련
- ※ Science Advances 게재
※ 동아사이언스(05.08)



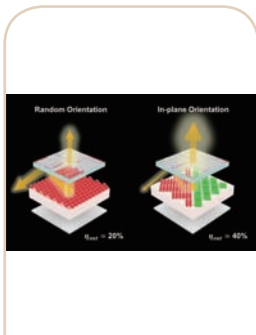
- 한양대학교 성명모 교수 연구팀 외 국제공동연구팀
 - 새로운 작동 원리의 트랜지스터 소자 개발
 - 하이브리드 반도체 초격자 구조의 신소재를 이용해 새로운 작동 원리의 멀티레벨 트랜지스터 소자를 개발
 - 멀티레벨 소자가 실용화되면 초저전력 반도체 및 소재, 장비, 센서, 고성능 로직 반도체 등 반도체를 이용하는 산업에서 획기적인 발전을 가져올 것으로 기대
- ※ 파이낸셜뉴스(05.14)



- 한국전자통신연구원 문재경 박사 연구팀
 - 세계 최고 전압 견디는 전력변환 반도체 국내서 개발
 - 새로운 반도체 물질로 주목 받고 있는 '산화갈륨'을 이용해 2320볼트의 높은 전압을 견디는 새로운 전력 변환 반도체 트랜지스터를 개발
 - 새로운 반도체 소자를 이용하면 현재 사용되고 있는 칩보다 30~50% 작은 칩을 만들어 생산 효율을 2~3배 높일 수 있을 것으로 전망
- ※ 동아사이언스(05.15)



- 경기대학교 김지완 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
 - '퀀텀닷·올레드' 융합 발광소자 개발
 - 퀀텀닷(양자점)에 유기 발광다이오드(OLED·올레드)를 쌓은 고효율 백색 발광 소자를 개발
 - 용액공정 기반 퀀텀닷의 높은 효율과 진공 공정 기반 올레드의 숙련된 제작기술을 합치는 방식으로 두 기술의 장점을 모두 제공
- ※ Nanoscale 게재 / 과학기술정보통신부·한국연구재단 기초연구사업(중견연구) 지원
※ 연합뉴스(05.21)

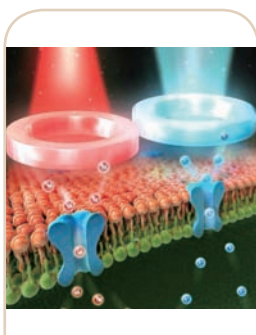


● 한국과학기술원 이도창 교수 연구팀 외 국내공동연구팀

● 스스로 빛을 내는 양자점 소자의 획기적 성능향상

- 양자점이 한쪽 방향으로만 빛을 방출할 수 있도록 설계하여, 소자 내에서 소실되는 빛을 최소화하는 방안을 제시
- 정제되어 있던 양자점 자발광 소자의 효율을 향상시키고, 연구 분야에 활력을 불어넣을 것으로 기대

※ Chemistry of Materials 게재 / 과학기술정보통신부·한국연구재단 나노·소재기술개발사업 지원
※ 파이낸셜뉴스(06.02)

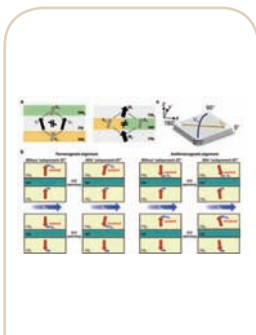


● 서울대학교 박남규 교수 연구팀

● 뇌세포 닮은 저전력 광소자 세계 최초로 설계

- 빛의 흐름을 이용해 뇌를 구성하는 기본 단위인 신경세포(뉴런)의 동작을 모사하는 데 성공
- 뇌를 닮은 인공지능(AI) 컴퓨터를 만들기 위한 저전력 고효율 반도체 소자 개발로 이어질 수 있을 것으로 기대

※ Science Advances 게재
※ 동아사이언스(06.04)

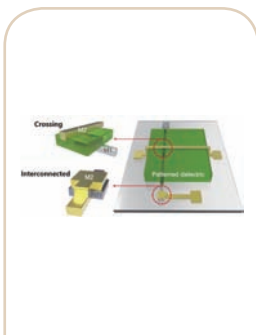


● 서강대학교 정명화 교수 연구팀

● 이진법 뛰어넘는 신개념 메모리 소자 기반 기술 찾았다

- 자성 물질에서 비대칭적 상호작용에 의한 자화 방향이 존재하는 것을 규명
- 메모리 소자의 저장 용량 한계를 극복하고 자성 소재의 구조적 문제를 해결해 새로운 형태의 자성 메모리 소자 디자인에 기여할 것으로 기대

※ Nature Materials 게재
※ 전자신문(06.10)

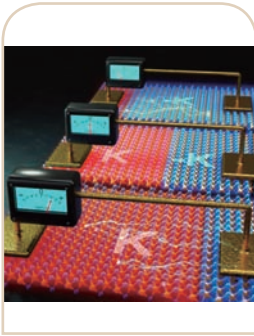


● 한국과학기술원 임성갑 교수 연구팀

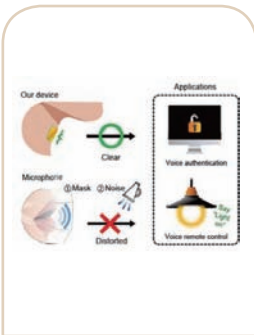
● 신개념 반도체 집적회로 길 열어

- 비아 홀 공정 대신 패터닝한 절연막을 직접 쌓아 금속을 다중으로 상호 연결할 수 있는 기술을 통해 신개념 3차원 유기 집적회로를 개발
- 5층 이상의 3D 고성능 유기 집적회로를 구현했으며, 다양한 반도체 집적회로 구현에 핵심적인 역할을 할 것으로 기대

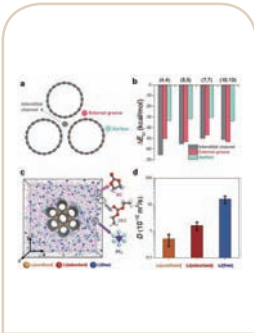
※ Nature Communications 게재 / 과학기술정보통신부·한국연구재단·삼성전자 미래기술육성센터 지원
※ 연합뉴스(06.11)



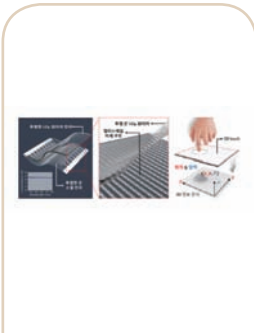
- 대구경북과학기술원 이재동 교수 연구팀
 - 차세대 반도체 선도할 '밸리트로닉스' 핵심 이론 발견
 - 차세대 반도체의 성능에 기여할 밸리 도메인 형성과 이에 따른 특이 전류 구현 및 제어 메커니즘을 발견
 - 기존의 데이터 처리속도를 뛰어넘는 차세대 자성 신기술인 밸리트로닉스 기술 개발을 한 차원 도약시킬 것으로 기대
- ※ Nano Letters 게재
※ 파이낸셜뉴스(06.17)



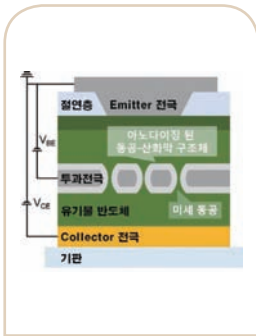
- 포항공과대학교 조길원 교수 연구팀
 - 소음 속에서도 목소리 뚜렷이 인식하는 '성대 패치'
 - 목에 붙이는 패치 형태의 초소형 마이크를 통해 음성 인식률을 대폭 높이는 기술을 개발
 - 음성을 인식할 수 있는 전자피부, 성대 헬스케어 모니터링 웨어러블 기기 등 다양한 분야에서 활용될 것으로 기대
- ※ Nature Communications 게재 / 과학기술정보통신부 글로벌프론티어사업 지원
※ 동아사이언스(06.20)



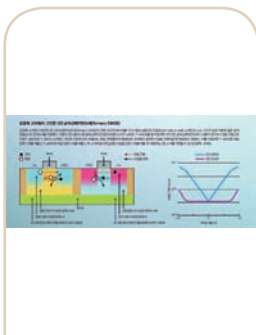
- 울산과학기술원 이상영·곽상규 교수 연구팀
 - 탄소나노튜브 이용해 리튬 금속배터리 안정성 높이는 기술 개발
 - 탄소나노튜브 속 다발의 밀도를 정밀하게 제어하며 그 구조에 따른 현상을 살펴본 결과, 튜브 다발 사이에 리튬 이온이 갇히는 현상을 발견
 - 리튬 금속의 산화 반응성을 줄이고, 리튬 보관의 안정성을 높이는 데 기여
- ※ Nano Letters 게재
※ 동아사이언스(06.27)



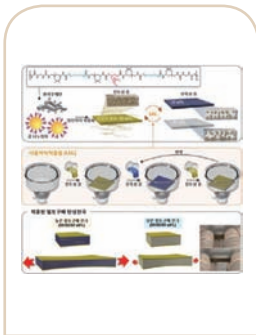
- 서울대학교 고승환 교수 연구팀
 - 누르면 위치와 압력 정확히 인식하는 3D 터치 개발
 - 은 나노입자에 레이저를 적용해 3차원 위치와 압력 정보를 동시에 인식하는 투명하고 유연한 차세대 3D 터치기술을 개발
 - 곡면 디스플레이나 웨어러블 전자기기, 사람 피부처럼 휘어지는 환경에서도 활용할 수 있을 것으로 기대
- ※ Nature Communications 게재
※ 동아사이언스(07.02)



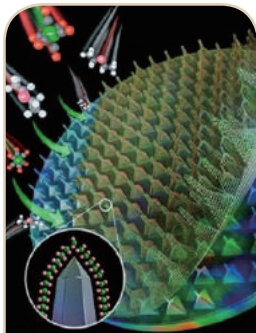
- 한국표준과학연구원 임경근 박사 연구팀 외 국제공동연구팀
 - 고성능 유연소자 개발, 폴더블폰 가격 절감 기대
 - 유연소자를 저렴하면서도 고성능으로 제조할 수 있는 신개념의 수직 유기 트랜지스터를 개발
 - 아노다이징 전압의 세기 조절만으로 투과전극을 안정적으로 제작할 수 있어 산업 응용성이 클 것으로 기대
- ※ Advanced Materials 게재 / 한국연구재단 신진연구지원사업 지원
※ 파이낸셜뉴스(07.16)



- 울산과학기술원 김경록 교수 연구팀
 - 초절전 '3진법 반도체' 구현 성공
 - 초절전 '3진법 금속-산화막-반도체'를 세계 최초로 대면적 실리콘 웨이퍼에서 구현하는데 성공
 - 2진법 반도체 소자 공정 기술을 활용해 초절전 3진법 반도체 소자와 집적회로 기술을 구현했으며, 3진법 반도체의 상용화 가능성까지 보여줬다는 것에 큰 의미 제공
- ※ Nature Electronics 게재 / 삼성전자 삼성미래기술육성사업 지원
※ 아이뉴스24(07.17)



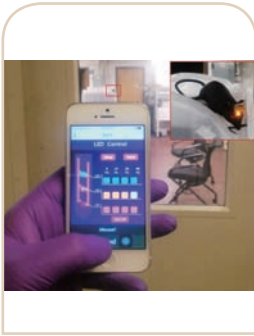
- 연세대학교 김병수 교수 연구팀 외 국제공동연구팀
 - 고무줄처럼 늘어나는 배터리 개발
 - 고무탄성을 갖는 폴리우레탄(PU)과 전도성이 우수한 금 나노입자를 혼합하여 우수한 전도성을 지닌 유연하고 신축성 있는 전극과 배터리를 개발
 - 물리적 변형에도 우수한 안정성을 가져 배터리 집전체 뿐 아니라 미래의 신축성 디스플레이 및 전자기기에 응용될 것으로 기대
- ※ Science Advances 게재 / 과학기술정보통신부·한국연구재단 나노소재기술개발사업, 기초 연구사업(중견연구), 글로벌프론티어사업 지원
※ 파이낸셜뉴스(07.28)



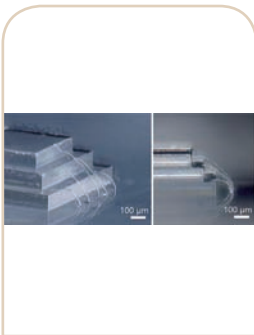
- 기초과학연구원 원자제어저차원전자계연구단 조문호 부연구단장 연구팀
 - 원자 3개 두께 '멤브레인 반도체' 3차원 구현 성공
 - 거북선의 지붕처럼 오돌토돌 정교한 가시가 돋친 새로운 구조의 반도체 소자를 개발
 - 세계 최초의 3차원 원자층 반도체이며, 개발된 소재는 향후 양자컴퓨터의 메모리소자로 활용될 것으로 기대
- ※ Science Advances 게재
※ 아이뉴스24(07.28)

우리나라
나노기술
정체
국외 나노기술
응용
정체
나노기술
연구개발
투자
향상
나노
산업
융합
나노
인프라
융합
인력양성
및
고용
창출
나노안전성
및
표준화
나노관련
행사·활동
국제협력
운동
국민 이해
및
지식
확산

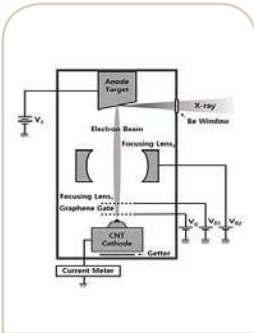
부록



- 한국과학기술원 정재웅 교수 연구팀 외 국제공동연구팀
 - 스마트폰으로 뇌 신경회로 무선 제어 기술 개발
 - 스마트폰 앱 조작을 통해 약물과 빛을 뇌 특정 부위에 전달함으로써 신경회로를 정교하게 조절할 수 있는 뇌 이식용 무선기기를 개발
 - 장기간의 동물 실험이 필요한 신약 개발뿐 아니라 치매, 파킨슨병 등 뇌 질환 치료에도 적용할 수 있을 것으로 기대
- ※ Nature Biomedical Engineering 게재 / 한국연구재단 지원
 ※ KAIST(08.08)



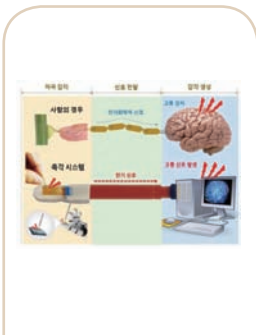
- 기초과학연구원 박장웅 연구위원 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 소형 웨어러블 기기 만들 세밀한 전극 3D프린팅으로 만든다
 - 자유자재로 늘어나는 금속 복합체를 제조하고 이를 3D 프린팅을 통해 상온에서 세밀하게 3차원 전극으로 배선하는 기술 개발에 성공
 - 스마트워치, VR헤드셋 등 웨어러블 전자기기의 유연한 형태에 맞춰 전자회로를 제작할 수 있는 기반 기술로 평가
- ※ Nano Letters 게재
 ※ 동아사이언스(08.15)



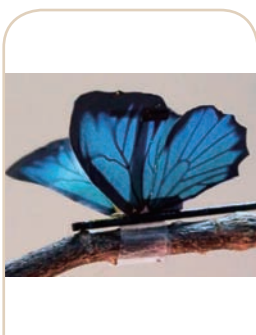
- 고려대학교 이철진 교수 연구팀
 - 차세대 X선 튜브 개발
 - 그래핀 및 CNT를 사용하여 X선 장비의 핵심 부품인 '차세대 X선 튜브' 개발에 성공
 - 나노소재기반 냉음극 엑스선 소스는 향후 진단용 엑스레이 장치 및 CT 등 여러가지 의료진단기기 이외에 다양한 분야에서 폭넓게 사용될 것으로 기대
- ※ 산업통상자원부 나노소재부품 연구지원사업, 과학기술정보통신부 기초연구사업 중견연구과제 사업 지원
 ※ 고려대학교 news(08.19)



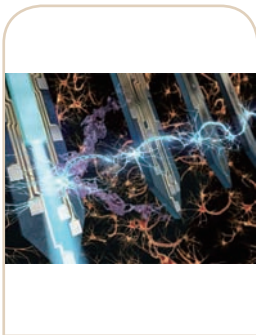
- 한국과학기술원 스티브박 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 균일한 성능 갖는 인공피부 제작 기술 개발
 - 미세유체공정과 화학증착 기법 활용해 낮은 이력현상 갖는 촉각센서를 개발
 - 실질적으로 센서의 상용화에 필요한 균일성을 높이며 이력현상은 감소시킬 수 있는 기술로 활용할 수 있을 것으로 기대
- ※ Small 게재
 ※ 특허뉴스(08.20)



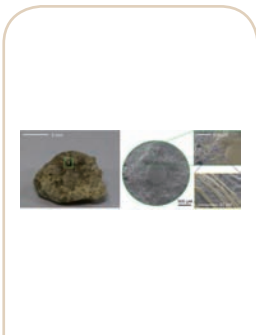
- 대구경북과학기술원 장재은 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
- 고통을 느낄 수 있는 전자 피부기술 개발
 - 바늘에 찔리거나, 뜨거운 물체로부터 고통을 느끼는 전자피부 기술을 개발
 - 휴머노이드 로봇개발과 의수착용환자에게 적용될 것이며, 다양한 감각을 느끼는 전자 피부 및 인간-기계 상호작용 연구에 적극 활용될 것으로 기대
- ※ Soft Robotics 게재
- ※ 뉴스웍스(08.21)



- 한국과학기술원 오일권 교수 연구팀
 - 소프트 로봇용 인공 근육 개발, 얇고 유연한 '나비 날개짓' 구현
 - 부드럽게 움직이는 나비의 날개를 구현할 수 있는 소프트 로봇용 인공 근육 (소프트 액츄에이터)을 개발
 - 부드러운 움직임이 많이 요구되는 소프트 로봇, 자연모사 로봇, 웨어러블 플랫폼, 능동형 생체의료 디바이스 발전에 크게 기여할 것으로 기대
- ※ Science Robotics 게재
※ 조선비즈(08.22)



- 한국과학기술연구원 조일주 박사 연구팀
 - 신경회로 조절하는 초소형 다기능 브레인 칩 개발
 - 뇌의 여러 부위에서 발생하는 신경신호를 동시에 측정하는 한편 약물이나 빛을 전달할 수 있는 초소형 브레인 칩을 개발
 - 뇌회로 연구방법의 한계를 극복하고 뇌 기능 정밀조절 방법을 제시할 수 있을 것으로 기대
- ※ Nature Communications 게재 / 과학기술정보통신부·한국연구재단 뇌과학원천기술개발사업, 바이오의료기술개발사업 지원
- ※ 한국연구재단 보도자료(08.26)

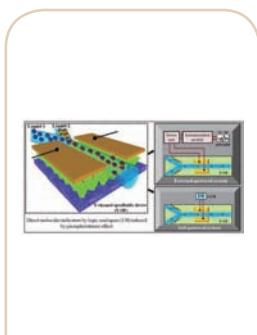


- 광주과학기술원 고홍조 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 돌맹이 같은 울퉁불퉁한 표면에 붙이는 전자소자 개발
 - 울퉁불퉁한 표면에도 전자소자를 붙일 수 있는 전사(轉寫)인쇄 기술로 나노섬모 구조체를 개발
 - 농축산물의 영양 모니터링 및 자연환경 모니터링 등 다양한 분야에 활용될 수 있을 것으로 기대
- ※ ACS Nano 게재 / 과학기술정보통신부, GIST 지원
※ 이데일리(09.03)



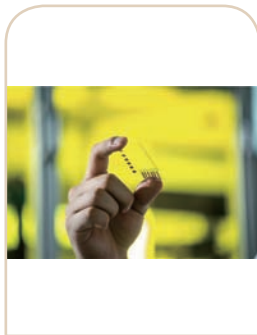
- 차세대융합기술연구원 외 국내공동연구팀
- 그래핀 응용 OLED 부품개발 성공
 - 대량의 그래핀을 합성할 수 있는 롤투롤(roll-to-roll) 방법과 자가점착필름을 이용한 건식 전사 공정을 활용하여 결함을 최소화한 그래핀 봉지막을 개발
 - 그래핀 기반 차세대 OLED 봉지막 기술은 미래 플렉시블·스트레처블 디스플레이 기술에 광범위하게 활용이 가능할 것으로 기대

※ 중부일보(09.09)



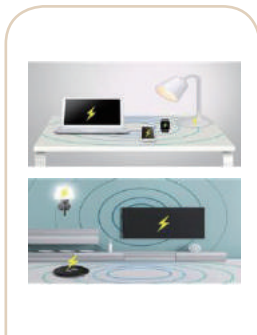
- 제주대학교 김상재 교수 연구팀
- 빛/유체/압전을 집적화한 로직스위치 개발
 - 늘이거나 압축하는 힘에 의해 전기를 만드는 압전성 소재와 휘발성 유기화합물 (VOC)의 광반응을 복합하여 다중연산이 가능한 이진논리연산 스위치를 개발
 - 나노바이오센서 등 생체의료 분야 현장현시검사용 소자 개발에 기여할 수 있을 것으로 기대

※ Nature Communications 게재 / 과학기술정보통신부 및 한국연구재단 지원
 ※ 한국연구재단 보도자료(10.15)



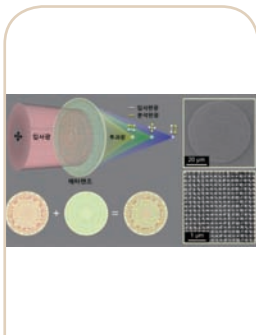
- 나노·광융합기술그룹 윤창훈 수석연구원 연구팀
- 전도성 고분자로 플렉서블 투명전극 만든다
 - 플렉서블 투명전극 소재로 주목받고 있는 전도성 고분자에 레이저를 쏘여 ITO 소재만큼 전기 전도도를 높일 수 있는 공정기술을 개발
 - 플렉서블 디스플레이와 사용자 맞춤형 웨어러블 기기, 폴더블 태양광 패널 제작 등에도 활용 가능할 것으로 기대

※ Materials Horizons 게재
 ※ 동아사이언스(10.16)



- 울산과학기술원 변영재 교수 연구팀
- '대면적 자율배치 무선충전 기술' 개발
 - 무선충전 시 여러개의 전자기기를 자유롭게 배치할 수 있고, 충전 면적도 넓은 '대면적 자율배치 무선충전 기술'을 개발
 - 책상과 탁자, 벽, 바닥 등에 적용돼 앞으로 다가올 IoT 시대의 견인차가 될 것으로 기대

※ IEEE Transactions on Power Electronics 게재
 ※ 특허뉴스(10.21)

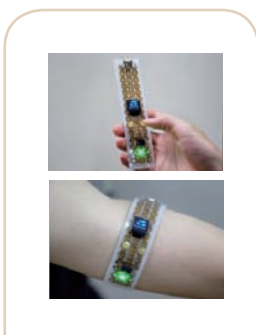


● 광운대학교 이상진 교수 연구팀 외 국내공동연구팀

● 나노기술 이용한 '다중 초점 렌즈'

- 나노스케일 구조물의 배열에 의해 형성되는 메타표면 소자 기술을 이용해 평면의 초소형 다중 초점 렌즈를 개발
- 메타표면 소자는 향상된 성능과 얇아진 두께로 다양한 기능을 하나의 메타표면 소자에 집적할 수 있는 잠재적 가능성을 지닌 것으로 기대

※ Advanced Optical Materials 게재 / 한국연구재단(대학중점연구 지원사업)지원
※ 대학저널(11.06)

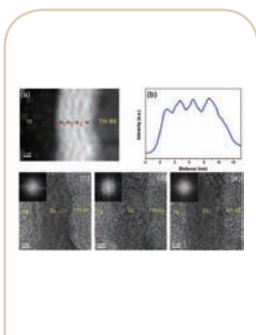


● 한국과학기술원 정재웅 교수 연구팀

● 상황에 따라 딱딱해지고 유연해지는 전자기기 개발

- 딱딱하고 부드러운 형태를 전자기기에서 선택적으로 구현하는 기술을 개발
- 갈륨과 중합체를 이용한 합성물질을 만들어 온도에 따라 강성률을 바꿀 수 있는 전자 플랫폼을 구현하여 새로운 형태의 전자기기를 만드는데 성공

※ Science Advances 게재
※ Nanowerk news(11.06)



● 부산대학교 박민혁 교수 연구팀 외 국내공동연구팀

● 실리콘과 호환되는 플루오로라이트 구조 인공초격자 개발

- 광학기기나 장식품 등에 쓰이는 플루오로라이트 구조를 기반으로 인공초격자를 개발하고, 메모리 디바이스 및 에너지 변환·저장 소자로 응용하는 방법을 제안
- 비휘발성 메모리 소자, 에너지 저장 및 변환 소자, 센서 등에 응용할 수 있는 실마리를 제시했다고 평가

※ Applied Physics Reviews 게재 / 과학기술정보통신부, 한국연구재단(글로벌프론티어 사업), 삼성미래기술육성센터 지원
※ 한국연구재단 보도자료 (11.19)

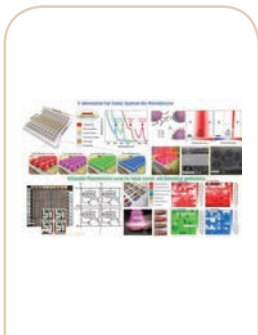


● 광주과학기술원 고흥조 교수 연구팀

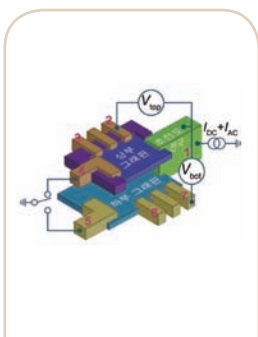
● 3차원 형태로 자동변형 가능한 전자소자 개발

- 기존 고성능의 평면소자를 ABS 소자를 이용하여 자동으로 3차원 형태로 변형시킬 수 있는 기술을 개발
- 손으로 제어하기 힘든 작은 패턴이나 복잡한 구조를 구현할 수 있어 3차원 구조체가 필요한 센서, 디스플레이, 생체로봇 등에 널리 활용될 수 있을 것으로 기대

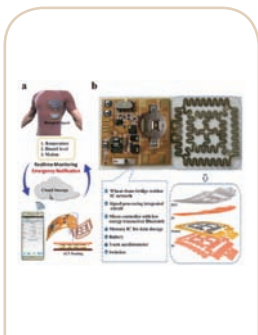
※ Advanced Functional Materials 게재 / 과학기술정보통신부, 한국연구재단(중견연구지원 사업) 지원
※ 한국연구재단 보도자료(11.20)



- 중앙대학교 박성규 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 칼라필터 없는 '차세대 고성능 이미지 센서 기술' 개발
 - 세계 최초로 용액형 퀀텀 닷 기반의 칼라필터가 필요 없는 '차세대 고성능 이미지 센서 핵심 기술'을 개발
 - 비용과 전력소비, 성능 등에서 이점을 지녀 기존 광센서 시장을 대체해, 자율주행 자동차, 웨어러블 센서, 의료기기 등 여러 분야에서 유망할 것으로 기대
- ※ Science Advances 게재
 ※ 뉴데일리(11.25)

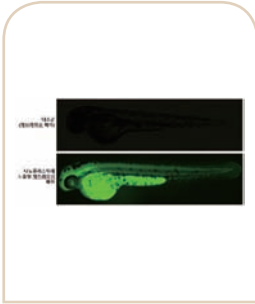


- 포항공과대학교 이길호·이후종 교수 연구팀
 - 그래핀 이용 양자얽힘 소자 제작 성공
 - 겹층그래핀을 수직으로 쌓고, 이 두 개의 겹층그래핀 가장자리를 초전도물질로 연결한 양자얽힘 소자를 제작하는 데 성공
 - 그래핀을 포함한 2차원물질을 이용한 양자얽힘 등 양자 소자 개발에 새로운 활로를 열 것으로 기대
- ※ Nano Letters 게재 / 한국연구재단 선도연구센터지원사업, 삼성미래기술육성재단 지원
 ※ 경북일보(12.09)



- 성균관대학교 김선국 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 피부에 밀착되는 신축성 있는 온도·습도·동작 센서 개발
 - 피부에 부착하는 신축성 있는 패치형태의 센서로 최장 7일간 생체신호를 실시간으로 모니터링하는 시스템을 개발
 - 착용성을 고려, 피부 친화적이면서 방수성을 갖는 다공성 실리콘 점착제로 된 패치에 해당 센서를 구현
- ※ IEEE Transaction on Industrial Electronics 게재 / 과학기술정보통신부, 한국연구재단 (중견연구자지원 사업, 바이오의료기술개발사업) 지원
 ※ 한국연구재단 보도자료(12.12)

나노바이오



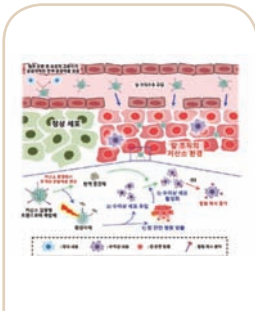
● 한국생명공학연구원 정진영·이정수 박사 연구팀

● 눈에 보이지 않는 초미세 플라스틱 독성 확인

- 초미세 플라스틱(나노플라스틱)의 체내 흡수 과정과 복합 독성 영향을 검증
- 초미세 플라스틱이 잠재적으로 심각한 독성을 유발할 수 있어, 깊이 있는 연구와 조사가 더 필요할 것으로 방향을 제시

※ Nanoscale 게재 / 과학기술정보통신부·과학기술연합대학원대학교(UST) 미래지향원천기술 사업 지원

※ 연합뉴스(01.10)



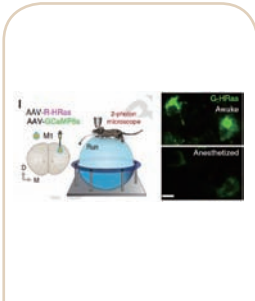
● 포항공과대학교 김원종 교수 연구팀

● 암 찾아 2번 공격, 효율 높일 항암치료법 개발

- 광역학 효과로 암을 공격하고 2차로 면역 증강제로 수지상 세포를 활성화하는 항암치료용 나노복합체를 개발
- 나노머신이 빛으로 한 번, 면역세포 활성화로 다시 한번 암을 치료하도록 도와 치료 효율이 높아질 것으로 기대

※ ACS Nano 게재 / 한국연구재단 미래소재디스커버리사업, 기초연구사업, 바이오의약기술개발 사업 지원

※ 연합뉴스(01.11)



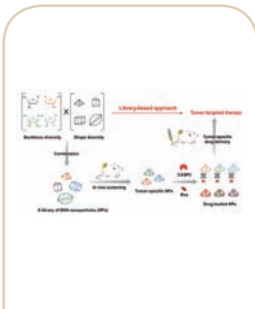
● 기초과학연구원 허원도 초빙 연구위원 연구팀 외 국제공동연구팀

● ‘변화무쌍’ 스위치 단백질 보는 바이오센서 개발

- 살아있는 동물 암세포 전이와 뇌 속 신경세포 구조변화를 살필 수 있는 신호전달 스위치 단백질 활성 새로운 바이오센서를 개발
- 광유전학 기술과 동시에 적용할 수 있어서 다양한 세포막 수용체와 관련된 광범위한 연구에 접목할 수 있을 것으로 기대

※ Nature Communications 게재

※ 연합뉴스(01.14)



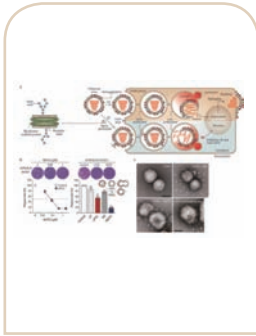
● 한국과학기술연구원 테라그노시스연구단 안대로 박사 연구팀

● DNA 기반 암 표적 전달체 라이브러리 구축

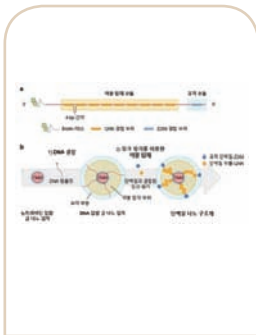
- 1 나노미터 이하 수준으로 정밀하게 크기와 모양을 제어할 수 있는 DNA 염기서열 기반 나노구조체를 약물 전달체로 활용하여 발굴 방법을 개발
- 다양한 표적 세포와 조직에 효율적으로 약물을 전달할 수 있는 전달체를 간편하게 발굴할 수 있다고 강조

※ Biomaterials 게재 / KIST 기관고유사업, 한국연구재단 미래유망융합파이오니아사업 및 방사선기술개발사업 지원

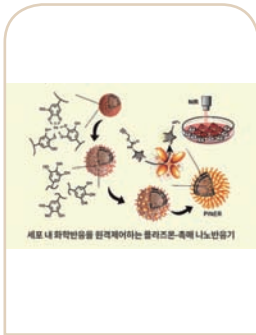
※ 전자신문(01.15)



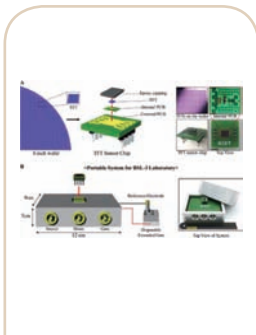
- 성균관대학교 권대혁 교수 연구팀
 - 바이러스가 스스로 죽게되는 나노포레이터 개발
 - 인플루엔자 바이러스를 모델로 한 본 연구에서 바이러스가 스스로 자기의 외막에 선택적으로 구멍을 뚫어 죽게 되는 나노구조를 개발
 - 독감바이러스 뿐만 아니라 다양한 외막 바이러스에 대한 항바이러스제의 개발에 적용될 수 있을 것으로 기대
- ※ Nature Communications 게재 / 삼성미래기술센터 지원
※ 베리타스알파(01.15)



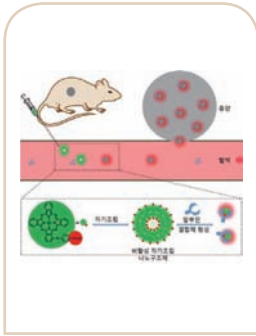
- 한국과학기술원 김학성 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 단백질 치료제 전달 효율 향상, 신약 개발 '전진'
 - 생체 분자인 유전자(DNA)를 기반으로 세포 속 단백질 전달 효율을 높이는 기술을 개발
 - 세포 내 단백질 치료제 전달뿐 아니라 환자에게 안전하고 효과적인 치료법을 선택하기 위한 동반진단에 광범위하게 활용할 수 있을 것으로 기대
- ※ Small 게재 / 과학기술정보통신부·한국연구재단 기초연구사업 지원
※ 연합뉴스(01.17)



- 포항공과대학교 이인수 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 세포 내 근적외선 빛에 의해 원격작용하는 나노반응기 개발
 - 살아 있는 세포 내에서 근적외선 빛에 의해 원격 작용 하는 플라즈몬-촉매-나노반응기 'PINERS'를 개발
 - 독성을 줄이고 약물 효과를 극대화할 수 있는 치료 플랫폼 개발에 활용할 수 있을 것으로 전망
- ※ ACS Catalysis 게재
※ 전자신문(01.17)



- 한국과학기술연구원 이관희 박사 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 조류인플루엔자 바이러스 현장서 바로 검출한다
 - 이동식 측정이 가능한 전기신호 기반의 반도체 바이오센서를 제작하고, 현장에서 조류인플루엔자(AI) 바이러스를 검출할 수 있는 진단 플랫폼을 개발
 - 고병원성 AI 바이러스에만 있는 특이 항원 등의 고병원성 바이러스 종류까지 확인하는 것도 가능할 것으로 예상
- ※ ACS Nano 게재 / 한국연구재단 바이오의료기기개발사업, 국가과학기술연구회 창의형 융합연구사업 지원
※ 연합뉴스(01.20)



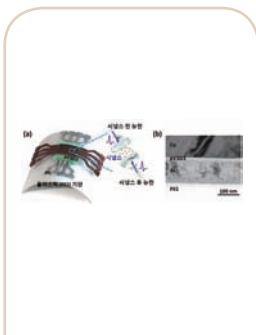
● 이화여자대학교 윤주영·최선 교수 연구팀 외 국내공동연구팀

● 단일분자로 암 진단·치료, 테라노스틱스 '한 발 더'

- 표적 인식, 치료 효능, 형광 이미징 등 다양한 기능을 동시에 해내는 단일분자로 광역학 암 치료와 이미징을 할 수 있는 방법을 개발
- 나노물질의 체내 장기 전달 효율을 높여서 더 나은 치료 효과를 보일 수 있도록 관련 연구를 지속할 계획

※ Journal of the American Chemical Society 게재 / 과학기술정보통신부·한국연구재단 기초연구사업, 바이오·의료기술개발사업 지원

※ 연합뉴스(01.21)



● 한국과학기술원 최성욱 교수 연구팀 외 국내공동연구팀

● 뉴로모픽 칩 시냅스 구현

- 플라스틱 기판 위에 고분자 소재 기반의 멤리스터를 제작하여 뉴로모픽 칩의 시냅스로 활용할 수 있는 기술을 개발
- 멤리스터를 아날로그 형태로 활용함으로써 인간 뇌를 모사한 인공지능(AI) 컴퓨터 칩인 뉴로모픽 칩의 상용화에 기여할 것으로 기대

※ Nano Letters 게재

※ 동아사이언스(02.10)



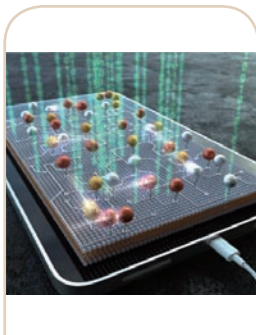
● 대구경북과학기술원 장재은 교수 연구팀

● 바이오물질 컬러화 새 이미지 신호처리기법 적용한 바이오센서 개발

- 나노구조체의 색상 정보를 이미지센서를 통해 얻고 새롭게 개발한 신호 처리 기술과 접목시켜 바이오센서를 개발하는데 성공
- 나노공학, 전자공학, 뇌과학 분야 전문가들의 융합 연구 결과로 뇌질환 연구 및 치료에 적극 활용할 수 있을 것으로 기대

※ Biosensors & Bioelectronics 게재

※ 뉴시스(02.20)



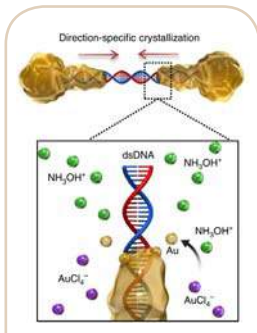
● 서울대학교 남좌민 교수 연구팀

● '세포막 나노태블릿' 개발

- '지지형 지질 이중층' 인공 세포막을 만들고, 그 위에 나노입자를 심어 분자 정보를 처리할 수 있는 세포막 나노태블릿 컴퓨팅 기술을 개발하는데 성공
- DNA 분석기술 상용화를 앞당길 수 있어, 한계가 많았던 분자 컴퓨팅 분야에 새로운 길을 제시할 수 있을 것으로 기대

※ Science Advances 게재

※ 연합뉴스(02.23)



● 고려대학교 심상준 교수 연구팀

● 바이오 융합 금 나노입자를 이용한 암세포 유전자의 초고속 진단기술 개발

- 암세포 유전자의 변이를 신속하고 정확하게 검출할 수 있는 바이오 융합 금 나노입자 기반의 바이오센서를 개발
- 단일 나노입자의 독특한 형태를 통해 빛에 대한 민감도를 대폭 향상시킨 광학 플랫폼 기술로, 환자 맞춤형 치료를 위해 의료 현장에서 폭넓게 활용될 수 있을 것으로 기대

※ Nature Communications 게재 / 과학기술정보통신부·한국연구재단 기초연구사업 (중견연구), 기후변화대응기술개발사업(Korea CCS 2020), (썬코디엠 지원
※ 파이낸셜뉴스(02.26)

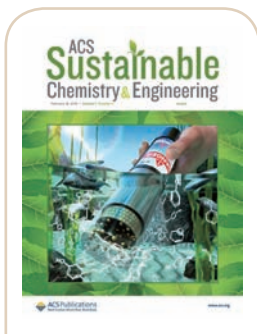


● 대구경북과학기술원 최홍수 교수 연구팀 외 국제공동연구팀

● 혈관 내 이동 가능한 마이크로로봇 개발

- 심근경색 가운데 만성완전폐쇄병변의 치료 성공률을 향상시킬 수 있는 ‘가이드 와이어 부착형 마이크로로봇’을 개발
- 질병의 원인인 부분을 정확하고 빠르게 찾아 안정적으로 시술할 수 있어 심장 질환 시술 시간을 단축시키고 성공률을 높일 수 있다고 설명

※ Soft Robotics 게재 / 산업통상자원부, 과학기술정보통신부 지원
※ 노컷뉴스(02.27)

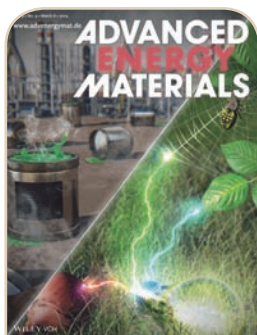


● 한국기초과학지원연구원 김해진 박사 연구팀 외 국내공동연구팀

● 친환경 고감도 독성물질 검출기술 개발

- 유독성 물질인 페놀류를 현장에서 즉시 검출할 수 있는 고감도·저비용 전기화학 촉매 개발에 성공
- 촉매의 높은 감도 및 신뢰도를 확인함으로써 고감도·저비용 전기화학센서 만들어 값비싼 금속촉매를 대체할 수 있을 것으로 기대

※ ACS Sustainable Chemistry & Engineering 게재
※ 파이낸셜뉴스(03.07)



● 포항공과대학교 김진곤 교수 연구팀 외 국제공동연구팀

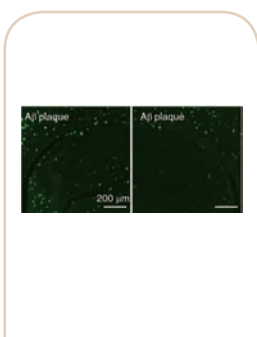
● 달걀 껍데기·거미줄로 몸 속 의료가 전기 생산...독성 없어

- 달걀 껍데기와 거미줄 섬유에서 추출한 단백질과 다당류를 이용해 생체적합성 나노발전소자를 개발
- 다양한 자연 재료로 전기를 생산하는 발전 소자를 개발했다는 데에 의미가 있으며, 인체 모니터링 센서와 같은 차세대 생체의학 기기 개발의 기반이 될 것으로 기대

※ Advanced Energy Materials 게재
※ 연합뉴스(03.11)



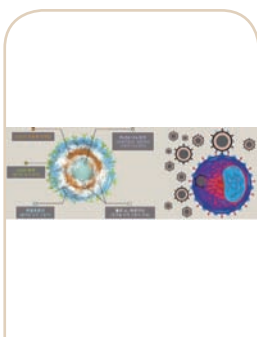
- 한국생산기술연구원 김현중 수석연구원 연구팀
 - 생체친화적 임플란트 기술 개발, 염증 가능성 줄여
 - 염증 같은 부작용 가능성을 줄일 수 있는 골절 치료용 임플란트 기술인 '약물 방출형 다공성 임플란트 제조 기술'을 구현하는 데 성공
 - 수입에 의존했던 제조공정을 국산화함으로써 정형외과용 임플란트뿐 아니라 스텐트·인공장기·바이오센서 등 분야에 활용할 수 있을 것으로 전망
- ※ 연합뉴스(03.11)



- 동국대학교 김종필 교수 연구팀
 - 치매 잡는 유전자가위 최초 개발, 동물실험 효과 입증
 - 유전자가위 기술인 '크리스퍼-Cas9(CRISPR-Cas9)'을 이용해 신경세포만 타깃으로 뇌 질환을 치료하는 실험에 성공
 - 나노복합체를 알츠하이머성 치매를 앓는 쥐의 해마에 적용해, 알츠하이머 치매의 원인인 베타아밀로이드 단백질의 양이 급격하게 감소하는 것을 확인
- ※ Nature Neuroscience 게재
※ 동아사이언스(03.12)



- 연세대학교 최현진 교수 연구팀
 - 혈액 속 질병 원인 물질 실시간 감지한다
 - 피부 속으로 침습해 혈액 내 질병 원인 물질을 진단하는 바이오센서를 개발
 - '혈액 직접 감지'에 응용한 새로운 시스템을 개발한 것으로써 다양한 질병을 환자 스스로 실시간 진단하는 센서 개발의 기반을 마련
- ※ Nano Letters 게재 / 과학기술정보통신부·한국연구재단 나노소재기술개발사업 및 연세대학교 지원
※ 전자신문(03.18)



- 한국과학기술연구원 최기영 박사 연구팀 외 국제공동연구팀
 - 혈액암 세포만 골라 죽이는 핵심 치료기술 개발
 - 혈액암 세포를 찾아가 세포 내부로 유전자 치료제를 전달할 수 있는 혈액암 표적화 유전자 나노복합체를 개발
 - 독성이 심하고 쉽게 내성이 생기는 항암요법의 한계를 극복할 수 있는 안전하고 지속 가능한 혈액암 치료법으로써 유전자 치료의 활용 가능성을 확인
- ※ Advanced Functional Materials 게재 / 교육부 이공분야기초연구사업 지원
※ 연합뉴스(03.28)



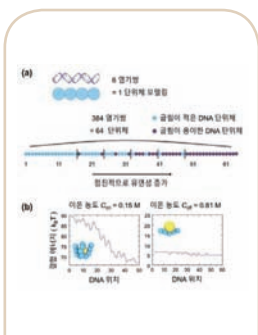
● 한국과학기술원 김필한 교수 연구팀

● ‘폐혈증 환자 폐 손상’ 원인 확인

- 초고속 레이저 스캐닝 공 초점 현미경과 영상 체임버를 제작하고, 폐혈증 동물 모델 폐의 모세혈관 내부 적혈구 순환 촬영에 성공
- 미세순환 개선을 통해 저산소증 및 폐부종을 해소할 수 있는 것으로, 폐혈증 환자를 치료하는 새로운 전략이 될 수 있을 것으로 기대

※ European Respiratory Journal 게재 / 유한재단 보건장학회, 교육부 글로벌박사펠로우십 사업, 과학기술정보통신부 글로벌프론티어사업·이공분야기초연구사업, 보건복지부 질환 극복기술개발사업 지원

※ 연합뉴스(03.31)



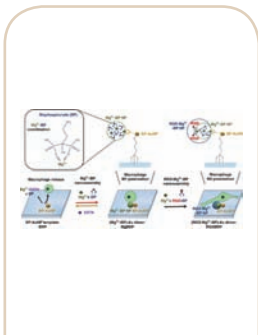
● 이화여자대학교 김준수 교수 연구팀

● DNA 기반의 나노입자 이동시키는 브라운 모터 설계

- 브라운 운동을 제어하여 나노입자를 특정방향으로 이동시키는 DNA기반의 ‘브라운 모터’를 개발해 나노입자의 움직임을 제어
- 선택적으로 분자의 위치를 제어할 수 있는 나노디바이스 및 나노응용기술의 개발에 적용될 것으로 기대

※ Science Advances 게재 / 교육부·한국연구재단 기초연구사업(기본연구) 지원

※ 파이낸셜뉴스(04.07)



● 고려대학교 강희민 교수 연구팀

● 면역 반응 실시간 원격 조정하는 기술 개발

- 환자에게 면역 재생의학 등 맞춤형 의료를 실현시켜 줄 수 있는 원격 조종이 가능한 나노공학 신소재를 개발
- 실시간 원격 조정할 수 있는 나노공학 신소재들을 개발하여, 환자에게 다양한 맞춤형 의료의 실현 가능성이 높을 것으로 기대

※ Nature Communications 게재

※ 베리타스알파(04.29)



● 광주과학기술원 윤정원 교수 연구팀

● 뇌자극으로 운동기능 향상 연구 착수

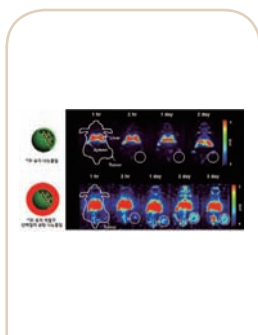
- 나노입자 이용 뇌기능이 조절 가능한 ‘차세대 뇌기능 조절기’를 개발
- 신개념의 뇌자극 시스템의 신체증강 효과를 검증하기 위해서 표적 뇌자극을 통한 운동기능 향상 기능을 규명할 계획

※ 한국연구재단 휴먼플러스융합연구개발 챌린지사업 지원

※ 파이낸셜뉴스(04.30)



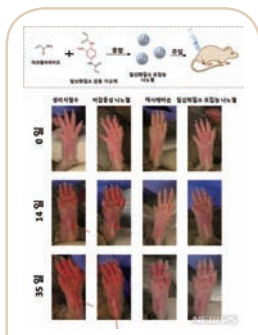
- 대구경북첨단의료산업진흥재단 전용현 박사 연구팀
- 금 나노 의약품 및 종양광열치료 기술 개발
 - 핵의학 영상 및 광열 치료가 가능한 금 나노 의약품을 개발하고, 이를 통해 난치성 암치료 기술을 개발
 - 대식 세포를 매개로 하여 의약품을 종양부위로 효과적으로 전달시켜 광열치료 효능을 극대화시키는데 성공
 - ※ Nano-Micro Letters 게재 / 보건복지부 선도형특성화사업단, 과학기술정보통신부 이공기초연구자사업 지원
 - ※ 메디파나뉴스(05.14)



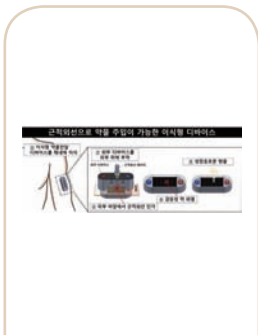
- 한국원자력연구원 박정훈 박사 연구팀
- 나노의약품 면역증감효과, 눈으로 확인
 - 의료용 동위원소 지르코늄-89를 이용한 영상화 기술로 생체물질을 이용한 나노물질의 체내 분포를 영상화해 면역력을 검증하는 데 성공
 - 위 물질을 주사하고 핵의학 영상장비로 관찰하면, 물질의 체내이동과 분포 등을 파악할 수 있어 나노물질의 면역력이 확인 가능
 - ※ Scientific Reports 게재
 - ※ 파이낸셜뉴스(05.22)



- 포항공과대학교 차형준 교수 연구팀
- 홍합접착 단백질·고분자 튜브로 꿰어진 신경 재생 길 열렸다
 - 홍합접착 단백질에 생분해성 고분자를 섞어 작은 빨대 모양의 나노섬유 신경도관을 만들어 꿰어진 신경을 재생할 수 있는 기술을 개발
 - 개발한 나노섬유 신경도관은 크게 손상된 신경조직을 효과적으로 재생하는 데 활용할 수 있을 것으로 기대
 - ※ Acta Biomaterialia 게재
 - ※ 연합뉴스(05.22)



- 포항공과대학교 김원종 교수 연구팀
- 류마티스 관절염 치료 나노젤 개발
 - 몸 속 일산화질소를 포집해 염증성 질환을 치료하는 나노크기의 하이드로젤을 개발
 - 실제 염증 억제제로 사용되고 있는 덱사메타손에 비교해 류마티스 관절염 발병을 더 효과적으로 억제시킬 수 있다는 사실 확인
 - ※ Nano Letters 게재
 - ※ 뉴시스(06.04)



- 서울대학교 최영빈 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
- 근적외선 활용해 약물 투여, ‘주삿바늘 자국 안 생겨’
 - 밀봉한 여러 개의 약물저장소를 피부에 이식한 뒤 근적외선을 쏘여 약물을 투여하는 생체이식 장치를 개발
 - 환자 불편함을 덜어줄 수 있는 신개념 의료 기기로 활용할 수 있을 것으로 기대
 - ※ PNAS 게재 / 과학기술정보통신부·한국연구재단 NRF 특별협력사업, 기초연구사업(중견연구) 지원
 - ※ 연합뉴스(06.06)



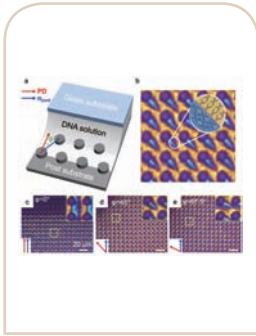
- 대구경북과학기술원 최홍수 교수 연구팀 외 국제공동연구팀
- 줄기세포 전달용 마이크로로봇 개발
 - 정확한 양의 줄기세포 기반 치료세포를 신체조직 및 장기에 정밀하게 이식할 수 있는 ‘스케폴드 마이크로로봇’을 개발
 - 기존의 줄기세포 치료 방법으로는 접근하기 어려웠던 알츠하이머와 같은 중추신경계 치료 효율 및 성공률을 높일 수 있을 것으로 기대
 - ※ Science Robotics 게재
 - ※ 아이뉴스24(06.09)



- 울산과학기술원 고현협·백충기 교수 연구팀 외 국제공동연구팀
- 색상변화로 촉각 표현하는 인공전자피부 개발
 - 복합 고분자 소재 스피로피란 필름의 도입을 통해 색상변화로 외부 자극을 효과적으로 표현할 수 있는 인공전자피부를 개발
 - 시각적인 색깔 변화로 외부 자극의 세기를 검출할 수 있어 차세대 인공전자피부 기술에 대한 핵심적인 역할을 할 것으로 기대
 - ※ Advanced Materials 게재
 - ※ 파이낸셜뉴스(06.10)



- 성균관대학교 엄승호·안명주 교수 연구팀
- 수술 없이 몸 밖에서 폐암 원인 유전자 진단
 - 폐암 질환의 특정 유전자 조합들을 몸 밖에서 실시간으로 진단하는 기술을 개발
 - 진단 시간을 줄여 3시간 이내에 다종의 바이오마커를 실시간으로 판별할 수 있어 초간단, 초정밀 폐암 진단에 한 발짝 다가설 것으로 기대
 - ※ Advanced Biosystems 게재 / 보건복지부 보건의료기술 연구개발사업 지원
 - ※ 동아사이언스(06.11)



● 한국과학기술원 윤동기·김형수 교수 연구팀

● DNA 마이크로패치 제작 기술 개발

- 마이크로 크기의 DNA 2차원 마이크로패치 구조체를 제작하고 이를 제어, 응용하는 기술을 개발
- 자연계에 무한히 존재하는 DNA를 디스플레이 관련 분야의 신소재로 응용할 수 있을 것으로 기대

※ Nature Communications 게재 / 과학기술정보통신부·한국연구재단 전략과제, 멀티스케일 카이랄 구조체 연구센터, 미래유망 융합기술 파이오니아사업, 신진연구과제 지원
※ 파이낸셜뉴스(06.18)

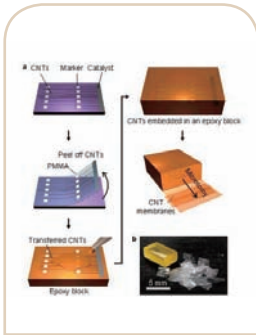


● 기초과학연구원 조윤경 그룹리더 연구팀

● 극미량 혈액으로도 암 진단, 전이 여부까지 확인

- 혈장에서 암세포 유래 나노소포체를 포획해 암을 진단하는 혈소판 칩을 개발
- 극미량의 혈장만으로 암 발생과 전이 여부를 진단할 수 있을 것으로 기대

※ Advanced Functional materials 게재
※ 연합뉴스(06.20)



● 울산과학기술원 이창영 교수 연구팀

● DNA 탐지 '멤브레인' 양산화 새 길, 차세대 유전체 분석기기 활용

- 얇은 플라스틱에 탄소나노튜브 구멍이 고르게 박힌 멤브레인을 제작해 DNA 같은 생체 분자 분석 시 사용하는 기술을 개발
- 나노포어 멤브레인은 물질에 따라 전기신호가 달라져, 차세대 인간 유전체 해독기 개발에서도 핵심적인 역할을 할 것으로 기대

※ Advanced Functional Materials 게재
※ 조선비즈(07.10)

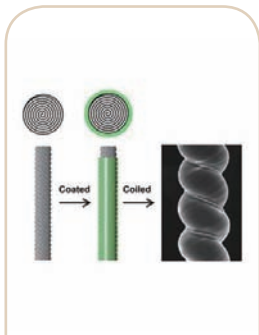


● 울산과학기술원 강주현 교수 연구팀

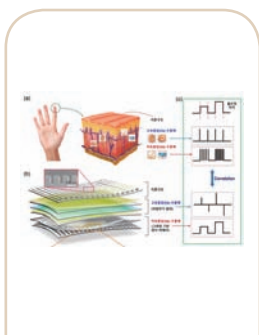
● 인체내 미량의 나노입자 잔류 여부 확인 가능한 기술개발

- 인체내 나노입자 잔류 여부나 미량의 수질오염까지 확인하는데 도움을 줄 수 있는 기술을 개발
- 저비용으로 구축이 가능하며 휴대성이 있어 자성 용액의 자화율을 측정하는 다양한 분야에 응용 가능할 것으로 기대

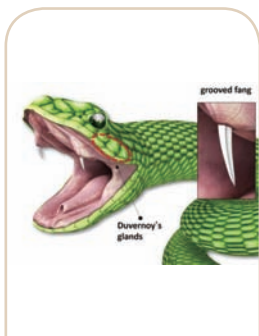
※ Lab on a Chip 게재
※ 파이낸셜뉴스(07.11)



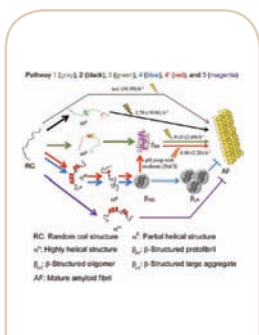
- 한양대학교 김선정 교수 연구팀 외 국제공동연구팀
 - 인체 근육보다 최대 40배 힘 내는 인공근육 개발
 - 포도당에 반응하는 하이드로겔을 적용한 인체근육보다 최대 40배의 힘을 내는 새로운 '외피구동' 인공근육을 개발
 - 나일론 및 실크 등의 상업용 실을 이용함으로써 재료 가격이 비교적 저렴해 향후 상업적으로도 이용 가치가 클 것으로 기대
- ※ Science 게재 / 한국연구재단 리더연구지원사업 지원
 ※ 한국대학신문(07.12)



- 대구경북과학기술원 최창순 선임연구원 연구팀
 - 미세한 질감차 구별하는 인공피부 개발
 - 압력과 진동을 동시에 감지해 물체의 미세한 질감을 측정하는 인공피부 기반 촉각센서를 개발
 - 사람의 손가락 끝을 그대로 구현한 센서를 통해 서로 다른 식물 12종의 거칠기를 99% 이상의 정확도로 구분하는 데 성공
- ※ Nano Letters 게재
 ※ 동아사이언스(07.25)



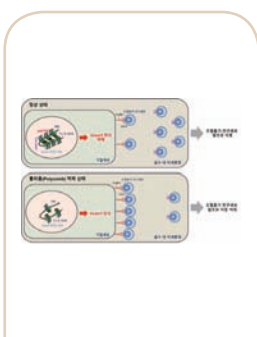
- 숭실대학교 배원규 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 독사 어금니 모사한 붙이는 액상약물 전달패치 고안
 - 고분자 약물 등을 피부 안으로 15초 이내에 빠르고, 효율적으로 전달할 수 있는 액상약물 전달패치를 개발
 - 자연모사공학의 문제해결기법을 이용해 큰 바늘과 높은 압력으로부터 기인하는 거부감이나 통증을 극복한 것이라는 의미를 제곱
- ※ Science Translational Medicine 게재 / 교육부 기초연구사업(기본연구) 지원
 ※ 파이낸셜뉴스(08.01)



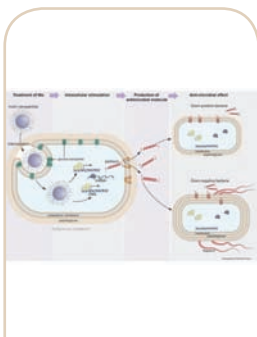
- 한국기초과학지원연구원 이영호 박사 연구팀 외 국제공동연구팀
 - 뇌척수액에 기름·알코올 성분 많아지면 치매 위험
 - 치매 유발 단백질인 아밀로이드 베타 펩타이드의 뇌세포 공격 물질 생성 원리를 규명
 - 치매, 파킨슨병, 이형 당뇨병, 루게릭병, 백내장 등 아밀로이드 피브릴 형성이 유발하는 질병의 신약 개발에 도움을 줄 것으로 기대
- ※ ACS Nano 게재
 ※ 연합뉴스(08.01)



- 한국과학기술원 김유천 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 암세포 사멸 유도하는 새 방식의 항암제 개발
 - 세포의 이온 항상성을 교란하는 원리를 이용한 암세포 자가사멸 유도 항암제를 개발
 - 새로운 원리로 암세포를 사멸할 수 있는 만큼 기존 항암요법 한계점을 대체할 수 있을 것으로 기대
- ※ Advanced Science 게재 / 한국연구재단 지원
 ※ 연합뉴스(08.01)



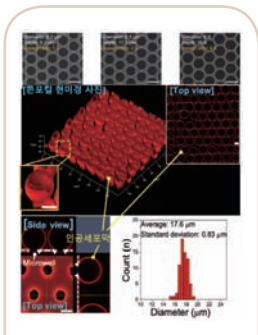
- 고려대학교 전태훈 교수 연구팀
 - 조혈줄기세포의 이동에 관여하는 단백질 규명
 - 조혈줄기·전구세포 및 골수암 세포의 활성을 조절할 수 있는 신약 타겟인 폴리콤 단백질을 제시
 - 유전적 변화를 동반하지 않고 골수 내 미세환경을 변화시키는 방식으로 내성 완화 등의 측면에서 유리할 것으로 기대
- ※ Nature Communications 게재 / 과학기술정보통신부·한국연구재단 바이오의료기술개발 사업(신약파이프라인개발) 지원
 ※ 한국연구재단 보도자료(08.07)



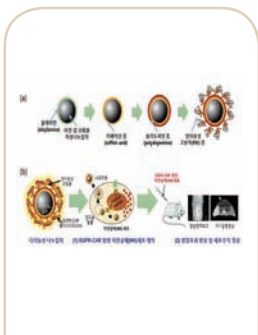
- 서울대학교 최윤재·조종수 교수 연구팀
 - 항생제 부작용 없는 천연항균물질 증산 방법
 - 항생제의 부작용이 없고 유산균이 천연항균물질 생산을 늘리도록 하는 다당체 나노입자를 개발
 - 다당체 나노입자를 유산균에 도입하고 이를 통해 천연항균물질인 박테리오킨의 생산을 늘릴 수 있어 항생제 대체물질 등에 활용할 수 있을 것으로 기대
- ※ Scientific Reports 게재
 ※ 동아시아언스(08.08)



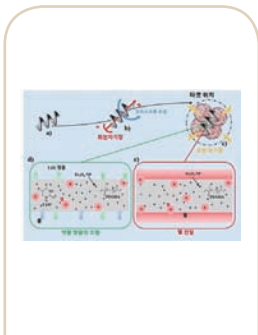
- 한국과학기술연구원 송수창 박사 연구팀
 - 원하는 조직재생치료, 줄기세포 주사 한 번으로 가능
 - 하이드로젤로 줄기세포를 감싸서 보호하고, 원하는 대로 분화시킬 수 있는 줄기세포 주사 기술을 개발
 - 질환의 종류 혹은 크기에 따라 생리활성물질 종류와 투여량의 변화를 줌으로써 환자 맞춤형 조직재생기술이 가능할 것으로 기대
- ※ Biomaterials, Advanced Science 게재 / 과학기술정보통신부 KIST 주요사업 지원
 ※ KIST 보도자료(08.12)



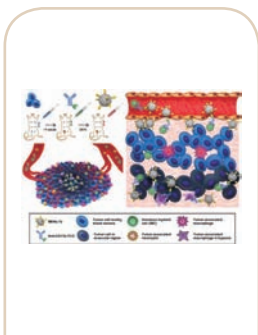
- 한국과학기술연구원 뇌과학연구소 김태송 단장 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 반도체가 냄새를 맡는다? ‘세포’를 모사한 ‘초민감·감각 센싱 플랫폼’ 개발
 - 실리콘 기판에 수만 개의 미세 구멍을 만들어 생체 기관의 구조와 유사한 3차원 인공 세포구조물 집적 칩을 최초로 제작
 - 반도체 기판 위에 고정된 3D 인공 세포 집합체에 적용하여 마약, 폭발물 등의 후각을 이용하는 인공 오감 센싱 플랫폼으로 활용이 가능할 것으로 기대
- ※ Biosensors and Bioelectronics 게재 / 과학기술정보통신부 KIST 주요사업 지원
※ KIST 보도자료(08.20)



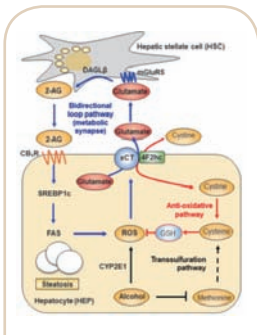
- 차의과학대학교 박경순·박우람·한동근 교수 연구팀
 - 암세포 잡는 자연살해세포 공격력 극대화 기술 개발
 - 생체재료 기반 나노기술을 이용해 자연살해세포(NK세포)가 암세포를 보다 잘 공격하도록 만드는 세포치료제 제작기술을 개발
 - 나노입자를 자기공명영상과 광학형광영상기법으로 NK세포의 위치나 움직임을 추적할 수 있을 것으로 기대
- ※ Biomaterials 게재 / 한국연구재단 지원
※ 전자신문(08.25)



- 대구경북과학기술원 최홍수 교수 연구팀
 - 치료 후 사라지는 생분해성 항암치료 마이크로로봇 개발
 - 몸 속의 치료 표적에 정확하게 도달해 고열치료, 약물 전달 등의 기능을 수행한 후 치료가 끝나면 몸 속에서 자연 분해되는 마이크로로봇을 개발
 - 암세포 치료방법의 단점을 개선시켜 암세포 치료의 효율을 높이고 부작용을 줄일 수 있을 것으로 기대
- ※ Advanced Healthcare Materials 게재
※ 아이뉴스24(08.27)



- 기초과학연구원 현택환 연구단장 연구팀 외 국내공동연구팀
 - ‘트로이 목마’ 면역세포로 종양 중심까지 약물 전달하는 기술 개발
 - 체내를 자유롭게 이동할 수 있는 면역세포에 나노입자를 부착하여 트로이 목마처럼 활용하는 약물전달 기술을 개발
 - 치료가 어려웠던 부위까지 치료할 수 있고 체내 면역세포를 이용하기 때문에 암을 비롯한 다양한 질환에 적용 가능할 것으로 기대
- ※ 파이낸셜뉴스(08.29)



● 한국과학기술원 정원일 교수 연구팀 외 국내공동연구팀

● 생쥐모델을 활용한 알코올성 지방간 치료 표적 제시

- 알코올 섭취 시 간세포에서 알코올이 대사되면서 글루타메이트를 분비하는데, 글루타메이트와 그 수용체의 상호작용이 지방간 발생의 핵심임을 규명
- 간세포도 신경전달물질을 통해 소통할 수 있으며, 해독과 면역의 장기인 간의 기능을 신경학적 경로로 조절할 수 있다는 실마리를 발견했다고 평가

※ Cell Metabolism 게재 / 과학기술정보통신부, 한국연구재단 지원

※ 한국연구재단 보도자료(09.05)



● 경상대학교 김명옥 교수 연구팀

● 신개념 치매 조기진단기술

- 손쉽게 초기 잠복상태의 치매까지 판별이 가능한 새로운 개념의 조기진단키트를 개발
- 높은 정확도와 개인별 맞춤 진단이 가능하며, 실용화 및 상용화가 계속 진행될 것으로 기대

※ Scientific Reports 게재 / 과학기술정보통신부 지원

※ 과학기술정보통신부 보도자료(09.17)



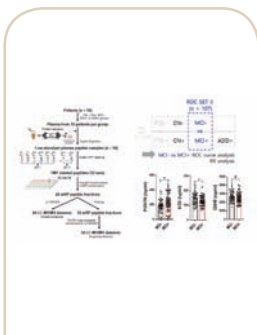
● 연세대학교 조승우 교수 연구팀 외 국내공동연구팀

● 패치 붙이면 줄기세포 스며든다...주사 대체 기술 개발

- 줄기세포나 약물을 조직 표면에 간편히 붙여 전달하는 신개념 하이드로젤 티슈 테이프를 개발
- 생쥐 간·소장·위 등 다양한 장기유사체를 원하는 위치에 부착할 수 있고, 치료 효능까지 검증한 만큼 실용화 가능성이 클 것으로 기대

※ Advanced Functional Materials 게재 / 과학기술정보통신부, 한국연구재단 지원

※ 연합뉴스(09.18)



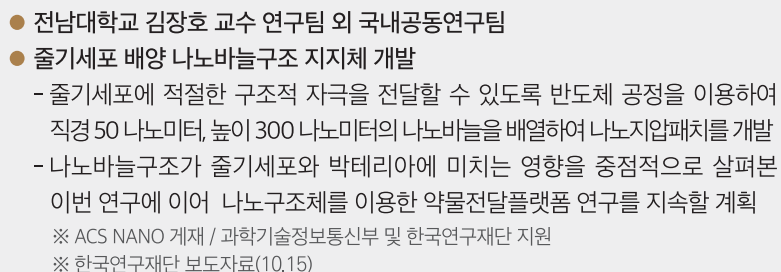
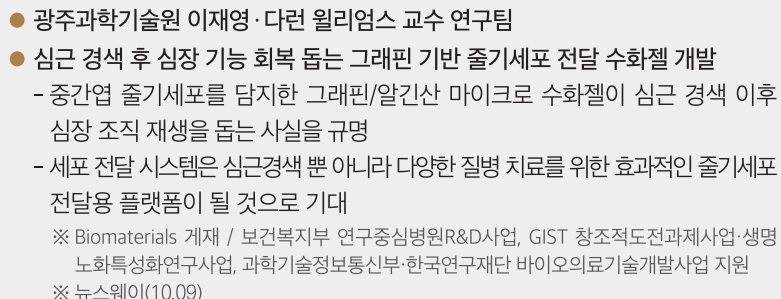
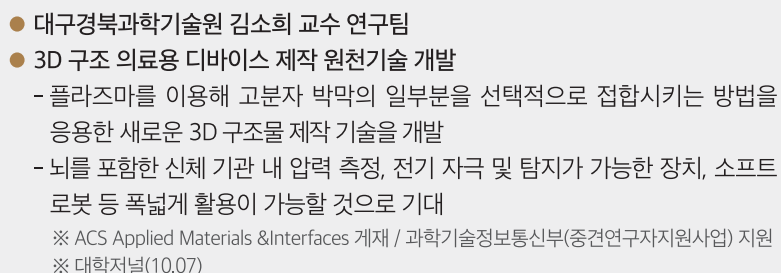
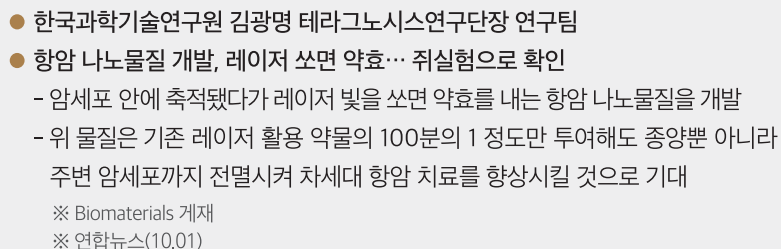
● 서울대학교 목인희 교수 연구팀 외 국내공동연구팀

● 혈액 검사로 경도 인지장애 환자의 치매 가능성 예측

- 경도인지장애를 호소하는 사람들 중에서 알츠하이머병으로 진행되는 환자를 효소 면역 측정법으로 선별해 내는 방법을 개발
- 간단한 혈액검사로 경도 인지장애 환자의 치매로의 진행여부를 예측할 수 있게 되어, 조기 치료를 통한 치매 예방 및 진행억제에 도움이 될 것으로 기대

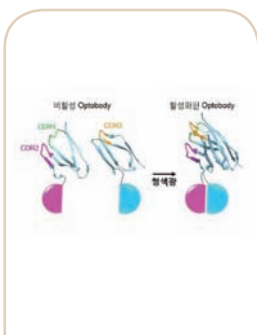
※ Progress in Neurobiology 게재 / 과학기술정보통신부 지원

※ 과학기술정보통신부 보도자료(09.30)





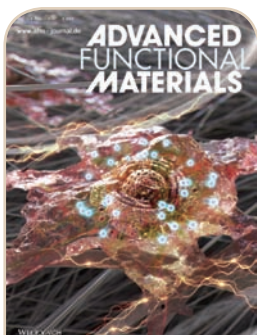
- 성균관대학교 임용택 교수 연구팀
- 면역억제세포 리프로그래밍 약물전달체 개발
 - 화학항암제와 면역제어물질을 탑재한 생체이식형 전달체를 제작하고 생쥐 모델에서의 항암효율 향상
 - 환자의 각기 다른 종양 미세환경에 맞는 면역억제인자 분석을 기반으로, 환자 맞춤형약물을 탑재할 수 있는 항암면역 연구를 지속할 계획
 - ※ Advanced Materials 게재 / 과학기술정보통신부 및 한국연구재단 지원
 - ※ 한국연구재단 보도자료(10.15)



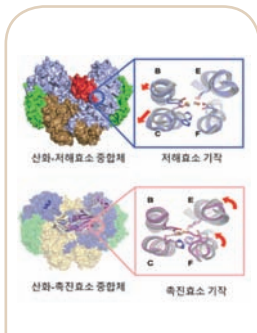
- 기초과학연구원 허원도 박사 연구팀
- 항체 잡는 '빛 스위치' 기술
 - 작은 항체에 빛 스위치를 달아 원하는 단백질을 자유롭게 억제시킬 수 있는 '옵토바디' 기술을 개발
 - 단백질의 기능을 연구하는 데 사용 가능하고, 단백질의 활성화와 이동을 실시간으로 확인하고 관찰하는 바이오센서로도 이용할 수 있을 것으로 기대
 - ※ Nature methods 게재
 - ※ 동아사이언스(10.15)



- 부경대학교 박민석 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
- 핵산나노물질로 항암면역 증강 실마리 확인
 - 암세포를 인식할 수 있는 센서로 작용할 단백질 조각과 면역 세포를 자극할 핵산물질 등 생체분자들로 복합물질을 합성
 - DNA 조각을 이용해 서열을 조율할 수 있다는 것 외에 생체 내에 존재하는 DNA 조각, 지질 사슬 등을 사용함으로써 생체적합성이 우수하다는 장점을 제공
 - ※ Journal of Controlled Release 게재 / 과학기술정보통신부, 한국연구재단 (미래소재디스커버리사업 및 신진연구자지원사업)지원
 - ※ 한국연구재단 보도자료(11.01)



- 전북대학교 김정인 박사 연구팀
- 신경세포 분화촉진 나노구조체 개발
 - 압전섬유의 토포그래피를 조절하는 나노 패터닝 기술을 이용해 다양한 형태의 3D 나노지지체를 개발하고, 이를 신경조직 재생 분야에 적용
 - 향후 재생이 어려운 신경세포 재생 분야에 활용될 수 있을 것으로 기대
 - ※ Advanced Functional Materials Journal 게재 / 보건복지부, 한국연구재단(Research Fellow)지원
 - ※ 의학신문(11.05)



- 전북대학교 이승재 교수 연구팀
- 메탄 먹어치우는 미생물 기작 규명
 - 메탄가스를 메탄올로 변환시키는 미생물, 메탄자화균의 생화학적 기작을 밝혀 온실가스 저감 및 바이오에너지 확보를 위한 기초이론을 제공
 - 밝혀진 메탄자화균의 메탄 대사경로를 기반으로 메탄으로부터의 바이오 연료 등 다양한 종류의 고부가가치 산물의 생산을 앞당길 수 있을 것으로 전망
 - ※ Science Advances 게재 / 과학기술정보통신부, 한국연구재단 (C1가스리파이너리 사업)지원
 - ※ 한국연구재단 보도자료(11.05)



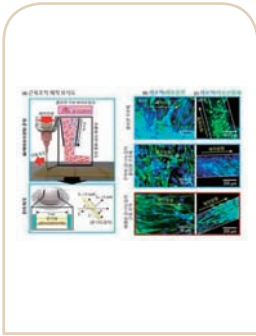
- 한국과학기술연구원 김광명 테라그노시스연구단 책임연구원 연구팀
- 체내 줄기세포 변화 영상으로 관찰, 줄기세포 치료제 개발 활용
 - 몸에 이식한 줄기세포를 쥐 실험에서 확인하고, 산화철 기반의 복합조영제 나노입자를 뇌줄종을 앓는 쥐에 투여해 영상화 효과를 검증
 - 앞으로 줄기세포 치료제 개발과 효능 예측에 폭넓게 활용할 수 있을 것으로 기대
 - ※ 미국화학회 Nano 게재
 - ※ 서울경제(11.07)



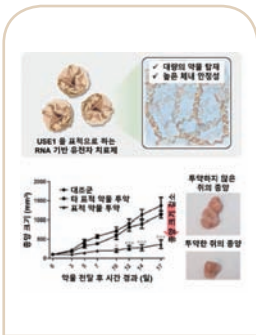
- 울산과학기술원 김동혁 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
- 메탄자화균의 대사 경로 규명
 - 메탄자화균 중 '마이크로브 알칼리필럼 20Z'의 대사경로를 규명
 - M. alcaliphilum 20Z의 탄소공급원에 따른 대사경로의 차이는 메탄가스로 인한 환경문제를 해결하는 데 기여할 것으로 기대
 - ※ Metabolic engineering 게재
 - ※ 특허뉴스(11.21)



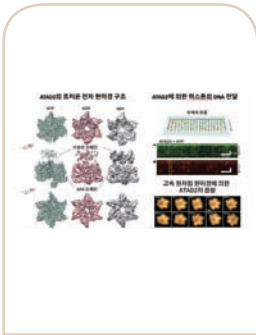
- 전남대학교 최은표 교수 연구팀
- 다기능성 의료 나노로봇 개발
 - 직경 10~20 나노미터 자석입자를 묻쳐 고형암 진단과 치료를 동시에 수행할 수 있는 직경 100 나노미터 다기능성 의료용 나노로봇을 개발하는데 성공
 - 고형암을 보다 효과적으로 진단 및 치료할 수 있는 구체적인 모델과 실용화 방안을 제시한 것으로 평가
 - ※ Nano Letters 게재
 - ※ 전자신문(11.26)



- 성균관대학교 김근형 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 3D 프린터로 인공근육 생성, “난치성 근육 질환 치료”
 - 생체 유래 소재인 콜라겐을 기반으로 한 바이오 잉크에 금 나노입자를 첨가하여 근섬유 다발을 제작
 - 추후 근세포 재생을 통한 난치성 근육질환 치료에 기여할 것으로 기대
- ※ Nano Letters 게재
※ 조선비즈(11.27)



- 울산대학교 의과대학 이창환 교수 연구팀
 - 폐암유발 단백질 잡는 간섭RNA 나노구조체 개발
 - 불안정한 RNA의 엉킴을 이용해 안정적으로 전달되는 RNA 나노구조체를 개발하여 동물모델에서 항암효과를 확인하는데 성공
 - RNA가 표적부위까지 도달할 수 있도록 안정성을 올렸다는 점과 나노구조의 형태로서 RNA방출이 세포 내에서 선택적으로 이루어진다는 장점을 제공
- ※ Biomaterials 게재 / 과학기술정보통신부, 한국연구재단(중견연구자지원 사업) 지원
※ 한국연구재단 보도자료(12.11)

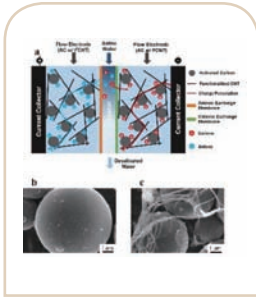


- 한국과학기술원 송지준 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 초저온전자현미경으로 암유발인자 구조 규명
 - 생체분자의 표면을 그려내는 고속원자힘현미경(AFM)을 이용해 히스톤 샤페론 중 하나인 ATAD2의 분자구조와 작용 기전을 규명
 - 암 등의 질환과 관련된 히스톤 샤페론 단백질질을 표적으로 하는 신약 후보 물질의 발굴을 가속화 할 것으로 기대
- ※ Nature Communications 게재 / 과학기술정보통신부·한국연구재단 중견연구지원사업 지원
※ 한국연구재단 보도자료(12.18)

나노에너지



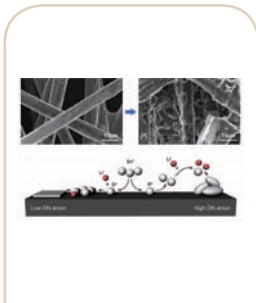
- 전북대학교 한윤봉 교수 연구팀
- 그래핀-은/페로브스카이트 나노복합소재를 이용한 태양전지 개발
 - 그래핀-은/페로브스카이트 나노복합소재를 이용해 안정성이 우수한 태양전지를 개발
 - 페로브스카이트 태양전지의 안정성을 확보한 것으로 태양전지를 실용화하는 데 도움이 될 것으로 기대
 - ※ ACS Energy Letters 게재
 - ※ 한국대학신문(01.09)



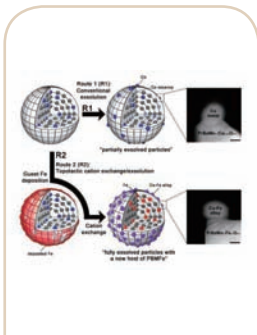
- 한국에너지기술연구원 김동국·유충열 박사 연구팀 외 국내공동연구팀
- 탄소나노튜브 활용, 고효율 담수화 기술 개발
 - 높은 전도도를 갖는 탄소나노튜브 기반 축전식 해수 담수화 기술을 개발
 - 기존 축전식 해수 담수화 기술의 낮은 전도도로 인한 탈염 성능 저하 문제를 해결한 것으로 평가
 - ※ Water Research 게재
 - ※ 서울경제(01.16)



- 울산과학기술원 류정기 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
- '전복 껍데기 진주층 모방' 인공광합성 소자 구현
 - 전복 껍데기 진주층(nacre)을 본 떠 제조한 인공광합성 소자로 인공광합성 효율을 높이는 데 성공
 - 전극 효율이 2.5배가량 크게 증가함으로써 저탄소 녹색성장에 이바지할 수 있을 것으로 기대
 - ※ ACS Nano 게재 / 과학기술정보통신부·한국연구재단 기초연구사업과 나노·소재기술개발 사업 지원
 - ※ 연합뉴스(01.29)



- 한국과학기술원 김희탁 교수 연구팀
- '성능·용량 업그레이드' 차세대 전지 개발
 - 기존 리튬 황 전지 전해질에 쓰던 리튬 염을 음이온 염으로 대체한 고성능·고용량 리튬 황 전지를 개발
 - 다양한 구조의 황 전극·구동 조건에서 적용할 수 있어서 산업적으로도 큰 의미를 지닐 것으로 기대
 - ※ Nature Communications 게재 / 한국과학기술원 나노융합연구소, 한국연구재단, LG화학 지원
 - ※ 연합뉴스(01.30)



● 울산과학기술원 김건태 교수 연구팀

● ‘이온 위치 교환’으로 연료전지 성능 극대화

- ‘이온 위치 교환’ 현상을 활용해 고체산화물 연료전지에서 연료극 물질의 안정성과 성능을 강화할 방법을 개발
- 연료극의 성능과 안정성을 모두 만족하는 연료극 물질을 개발해, 연료전지 상용화에 기여할 것으로 기대

※ Nature Communications 게재

※ 연합뉴스(02.11)



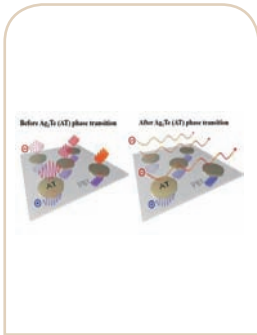
● 대구경북과학기술원 최창순 선임연구원 연구팀

● 슈퍼코일섬유 개발로 착용 가능한 고성능 배터리 상용화 기대

- 최대 16배 늘어나면서 동시에 전기적 특성을 유지하는 고탄성·다기능 섬유(슈퍼코일섬유)를 개발
- 신호전송용 케이블 외에도 로봇 팔과 그 외골격, 고도의 유연성이 요구되는 전자회로 등 여러 산업 분야에 적용할 수 있을 것으로 기대

※ Nature Communications 게재

※ 노컷뉴스(02.18)



● 경희대학교 이종수 교수 연구팀 외 국제공동연구팀

● 세계 최고 에너지 변환 효율 가진 ‘열전소재’ 개발

- 530℃의 작동 조건에서 에너지 변환 효율 20% 수준의 n-type 열전소재를 개발
- 에너지 효율화에 기여할 수 있는 열전소재의 활용성과 열전 신소재개발의 방향성을 제시

※ ACS Nano 게재 / 경희대학교, 한국산업기술평가관리원 지원

※ 베리타스알파(02.19)



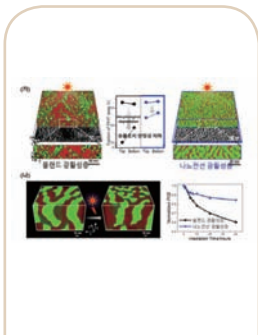
● 한국표준과학연구원 신호선 선임연구원 연구팀 외 국내공동연구팀

● 열을 전기로 바꾸는 소재 ‘더 얇고 뛰어나게’

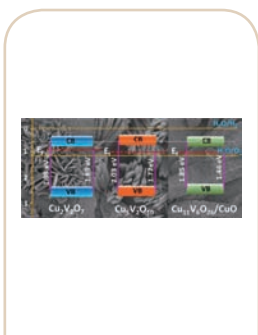
- 주석·셀레나이드(SnSe) 결정 구조를 나란히 정렬해 고효율 초박막 열전소재를 개발
- 기존보다 전기적 특성이 10배 이상 우수하며 간편하고 효율적일 뿐 아니라 주석·셀레나이드 결정 방향까지 제어할 수 있는 것으로 기대

※ Nature Communications 게재 / 한국표준과학연구원 저차원 소재 게놈 제어평가기술 개발 사업, 과학기술정보통신부·한국연구재단 나노·소재원천기술개발사업·신진연구자 사업 지원

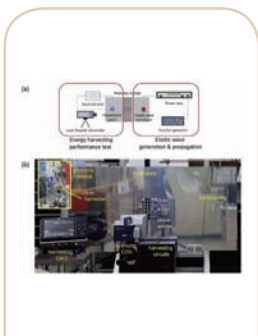
※ 연합뉴스(02.20)



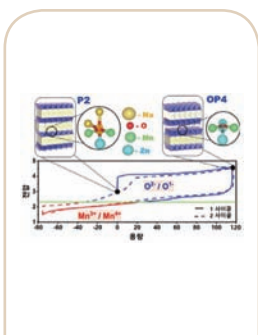
- 광주과학기술원 이은지 교수 연구팀
 - 유기태양전지 효율·안정성 향상 기술 개발
 - 유기태양전지 광활성층에 전도성 고분자 나노전선을 도입해 태양광 조사 시 전지의 효율과 안정성을 동시에 확보할 수 있는 기술을 개발
 - 기존 고효율 유기태양전지의 장기 안정성을 재평가하고 문제점을 개선해 상용화에 기여할 수 있기를 기대
- ※ Journal of Materials Chemistry A 게재 / 한국연구재단 기초연구사업, 기후변화대응기술 개발사업 지원
※ 전자신문(02.20)



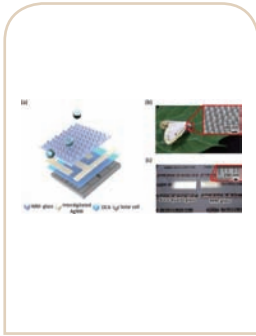
- 아주대학교 서형탁 교수 연구팀
 - 수소 생성 고효율 태양광촉매 전극 개발
 - 구리 원소를 바나듐 원소와 나노구조형상의 합금화를 통해 고효율 태양광 촉매 전극을 개발
 - 저가·비 희귀 금속인 구리 복합 산화물을 기반으로 고효율 나노구조 광 전극을 얻는 정밀 합성법과 전자 구조 분석법을 개발한 것에 의미를 제공
- ※ Applied Catalysis B: Environmental 게재
※ 대학뉴스(03.12)



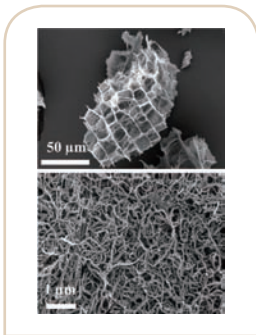
- 한국표준과학연구원 김미소 박사 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 버려지는 에너지 모아주는 '돌보기 물질' 나왔다
 - 에너지를 한 곳에 집속해 돌보기 역할을 하는 메타물질을 에너지 하베스팅에 적용해 기존에 비해 월등히 높은 전력을 생산하는 데 성공
 - 지속적인 전기 공급이 가능해짐에 따라 스마트시티의 중점 과제인 '멈추지 않는 센서'가 실현될 것으로 전망
- ※ Nano Energy 게재 / 국가과학기술연구회 창의형 융합연구사업 지원
※ 파이낸셜뉴스(03.14)



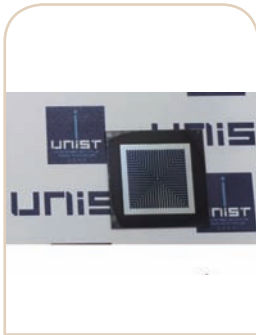
- 세종대학교 명승택 교수 연구팀
 - 음이온도 화학반응하는 나트륨 이차전지 양극 개발
 - 나트륨 이차전지 양극 물질에 음이온의 산화-환원 반응을 유도하는 아연을 30% 첨가하여 양이온 뿐 아니라 음이온의 화학반응도 발생하도록 개발
 - 핸드폰, 가전제품, 나아가 전기자동차 및 대형 에너지 저장 장치에도 활용될 수 있을 것으로 전망
- ※ Nano Energy 게재 / 과학기술정보통신부·한국연구재단 미래소재디스커버리사업 지원
※ 파이낸셜뉴스(03.14)



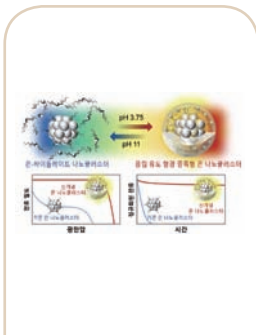
- 포항공과대학교 김동성 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 비 올 때도 높은 효율로 태양광발전, 난방 논에서 영감 얻어
 - 태양광 패널 표면에 무반사 자기세정 유리를 적용해 마찰전기를 일으키는 기술을 개발
 - 태양전지 패널의 빛 반사를 줄여 효율을 높이고 비가 자주 오는 지역에서도 에너지를 만들 수 있을 것으로 기대
- ※ Nano Energy 게재 / 한국연구재단 중견연구자 지원사업 및 한국기계연구원 기관고유사업 지원
※ 연합뉴스(03.19)



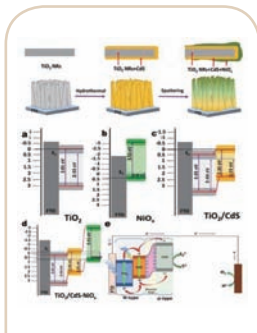
- 포항공과대학교 김원배 교수 연구팀
 - 리튬·황배터리 성능 향상 전극 개발
 - 전도성 고분자 물질을 활용해 벌집 모양의 3차원 전극 구조를 구현해 리튬이온 배터리 대비 5배 이상 높은 용량을 가진 리튬·황이온 배터리 전극을 개발
 - 리튬 이차전지의 문제인 양극재 용량을 대폭 늘려 짧은 주행거리가 문제점으로 지적되는 전기자동차의 대중화를 앞당길 수 있을 것으로 기대
- ※ ChemSusChem 게재
※ 연합뉴스(03.21)



- 울산과학기술원 최경진·송명훈 교수 연구팀
 - 실리콘 태양전지 효율 한계 돌파구 찾았다
 - 실리콘 태양전지 효율을 개선하는 '일체형 페로브스카이트·실리콘 탠덤 태양 전지'를 개발
 - 저비용·고효율 탠덤 태양전지 효율은 21.19%로 동일 탠덤 구조에서 세계 최고 수준을 확보해 기존 공정을 활용하면서 상용화가 용이할 것으로 기대
- ※ Nano Energy 게재
※ 연합뉴스(04.01)



- 한양대학교 방진호 교수 연구팀
 - 은 나노입자로 태양전지 효율 갑절 향상
 - 은 나노입자를 이용해 태양전지 안정성을 확보하고 광전환 효율을 두 배 가량 향상하는 데 성공
 - 은 나노클러스터 태양전지 응용 가능성을 확보함에 따라 무독성 친환경 태양 전지라는 3세대 태양광 전한 시스템 개발을 앞당길 수 있을 것으로 기대
- ※ ACS Applied Materials & Interfaces 게재 / 과학기술정보통신부·교육부·한국연구재단 기초연구사업(신진연구, X-프로젝트, 대학중점연구소지원사업) 지원
※ 전자신문(04.03)



● 아주대학교 서형탁 교수 연구팀

● 에너지 효율을 극대화한 수소 생산 광전극 개발

- 최대 97%까지 태양광-전류의 전환 효율을 향상시킨 수소 생산 광전극을 개발
- 빛에 의해 생성된 전하의 손실 또한 최소화됨으로써 장기 광화학반응 안정성을 개선하여 실용화를 목표로 연구를 지속할 계획

※ Applied Catalysis B: Environmental 게재 / 교육부·과학기술정보통신부·한국연구재단 기초연구사업(기본연구, 중견연구) 지원

※ 파이낸셜뉴스(04.09)



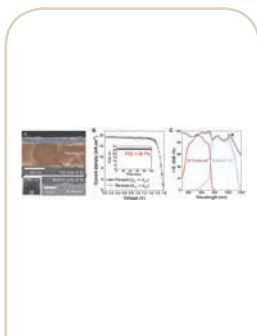
● 충북대학교 조종상 교수 연구팀 외 국내공동연구팀

● 고효율 휘어지는 배터리 개발

- 고집적된 탄소나노튜브 다발로 구성된 섬유를 이용하여 고효율의 휘어지는 배터리를 개발하는 데 성공
- 몸에 착용해 사용하는 웨어러블 디바이스의 대중화를 크게 앞당길 수 있는 기술이 될 것으로 전망

※ Journal of Materials Chemistry A 게재 / 한국연구재단 기초연구실지원사업, 기후변화대응 기술개발사업 지원

※ 파이낸셜뉴스(04.17)



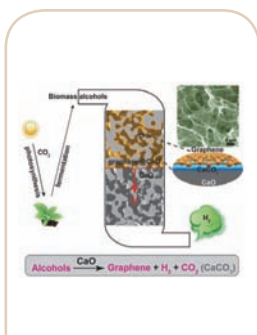
● 세종대학교 김동희 교수 연구팀 외 국제공동연구팀

● 납-주석 페로브스카이트 전지 최고효율 갱신, 20% 돌파

- 납-주석 페로브스카이트 전지와 납 페로브스카이트 전지를 쌓은 '탠덤(tandem) 전지'를 구현해 효율을 최고 25%까지 높이는 데 성공
- 이 태양전지는 우수한 안정성을 지녀 적층형 태양전지의 도전 목표인 30%를 돌파할 수 있을 것으로 기대

※ Science 게재

※ 연합뉴스(04.19)



● 울산과학기술원 백종범 교수 연구팀 외 국제공동연구팀

● 달걀 껍데기를 촉매로, 알코올서 고순도 수소 분리

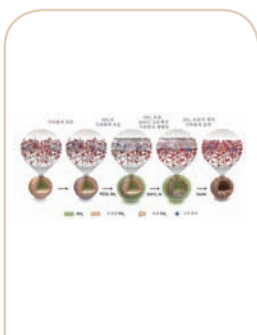
- 달걀 껍데기의 주성분인 탄산칼슘으로 산화칼슘을 만들고 이를 촉매로 활용해 기존보다 낮은 온도에서 수소를 만들어내는 방법을 개발
- 친환경적이며 생산된 수소나 그래핀 모두 별다른 분리 과정 없이 이용할 수 있다는 점에서 경제성 또한 높은 것으로 평가

※ Advanced Materials 게재

※ 아이뉴스24(04.21)



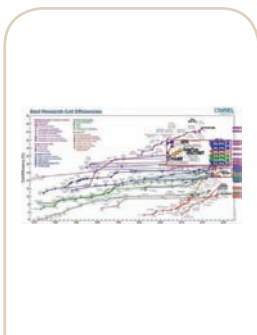
- 포항공과대학교 박문정 교수 연구팀
- 얼음 위에서 만드는 태양전지의 고효율 '전극'
 - 얼음 표면 위에서 8분이라는 짧은 시간 동안 큰 면적의 2차원 전도성 고분자를 친환경적으로 합성
 - 미래 투명 전극을 필요로 하는 다양한 디바이스나 플렉시블 디바이스에 적용될 것으로 기대
 - ※ ACS Nano 게재 / 한국연구재단 기초연구사업(중견연구, 선도연구센터), 미래소재디스커버리 사업, LG 연암재단 지원
 - ※ 베리타스알파(04.22)



- 기초과학연구원 현택환 나노입자연구단장 연구팀 외 국내공동연구팀
- 금속 효소 원리 모방한 광촉매 제작, 수소생산효율 50% 향상
 - 친환경 에너지원으로 주목받는 수소를 생산하는 데 필요한 광촉매의 효율을 획기적으로 높이는 기술을 개발
 - '백금-이산화티타늄 광촉매'와 비슷한 효율로 상온·상압에서 안정적으로 수소를 제조할 수 있는 출발점이 될 것으로 기대
 - ※ Nature Materials 게재
 - ※ 연합뉴스(04.23)



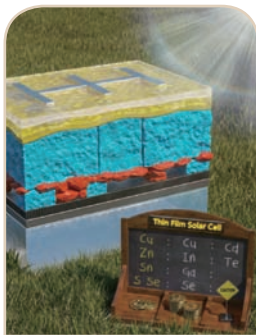
- 대구경북과학기술원 최창순 박사 연구팀 외 국내공동연구팀
- '신개념 투명 배터리' 개발
 - 단일층 그래핀 필름을 전극으로 활용해 풍경과 글자를 선명하게 볼 수 있을 만큼의 투명도(최대 77.4%)를 구현하여 투명한 박막형 에너지 소자를 개발
 - 에너지 발전과 저장을 동시에 활용할 수 있는 투명한 배터리 개발로 전자제품과 피부 부착형 소자 등 다양한 활용이 기대
 - ※ ACS Applied Materials & Interfaces 게재
 - ※ 뉴시스(04.23)



- 한국화학연구원 서장원 박사 연구팀 외 국제공동연구팀
- 페로브스카이트 태양전지 효율 세계 1위 등극
 - 미국재생에너지연구소(NREL)는 '태양전지 최고효율 차트'를 발표하고, 한국 화학연구원이 페로브스카이트 부문 세계 최고효율로 등극
 - 이번 기록은 페로브스카이트 태양전지가 이론적으로 달성할 수 있는 최고 효율에 근접한 것이어서 더 큰 의미를 제공
 - ※ 파이낸셜뉴스(04.23)



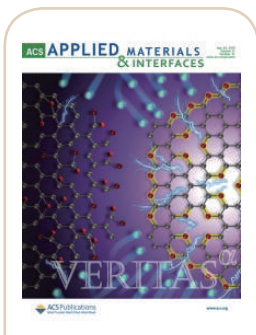
- 재료연구소 황건태 박사 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 전선에서 버려지는 자기장으로 전기 생산
 - 전선에서 발생하는 미세 자기장을 이용해 전기에너지로 변환하는 자기-기계-마찰전기 변환소재와 이를 이용한 에너지 발전기를 세계 최초로 개발
 - 매우 저렴한 비용으로 미세한 자기장을 전기에너지로 변환하는 소형 발전기를 제작할 수 있을 것으로 기대
- ※ Energy & Environmental Science 게재
※ 파이낸셜뉴스(05.07)



- 대구경북과학기술원 태양에너지융합연구센터 연구팀
 - 차세대 CZTS계 박막태양전지 세계 최고 효율 달성
 - 세계 최고 구리·아연·주석·황(CZTS) 화합물 박막태양전지 효율을 달성하는데 성공
 - 2건의 CZTS계 박막태양전지 공인 기록을 등재하며 박막태양전지 산업 발전에 이바지할 것으로 기대
- ※ 프로그레스 인 포토볼타익스 게재
※ 동아사이언스(05.22)



- 한국과학기술연구원 최재우 책임연구원 연구팀
 - 버려지던 왕겨로 환경호르몬 95% 제거한다
 - 농작부산물물 활용해 환경호르몬을 1시간 이내에 95%이상 제거할 수 있는 폐수 처리 촉매제를 개발
 - 개발한 나노복합체로 만든 촉매로 1시간 이내에 환경호르몬 '비스페놀 A'가 95%이상 제거되는 것을 확인
- ※ Ultrasonics Sonochemistry 게재
※ 동아사이언스(05.28)



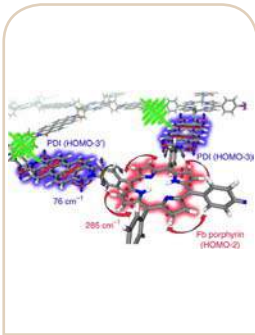
- 한양대학교 방진호 교수 연구팀
 - 에너지 저장 장치용 탄소전극소재 표면 개질의 비밀 풀다
 - 전기차 등의 배터리 보완재로서 순간적인 고출력에너지 방출과 저장에 사용되는 '슈퍼커패시터'의 용량을 크게 향상시키는 원천기술을 확보
 - 그래핀의 육각구조와 흡사한 '고리형 에테르 산소작용기'를 개발해 전기전도도의 저하를 억제
- ※ ACS Applied Materials and Interfaces 게재 / 과학기술정보통신부·교육부·한국연구재단 기초연구사업, 삼성전자 미래기술육성센터 지원 사업
※ 베리타스알파(05.30)



- 울산과학기술원 김주영·송명훈 교수 연구팀
 - 접을 수 있는 페로브스카이트 태양전지 개발
 - 페로브스카이트 박막의 물리적 특성 분석, 유연성 극대화를 위한 기판과 투명 전극 디자인 적용 등을 통해 접을 수 있을 정도로 유연한 PeSC를 개발
 - PeSC 유연성을 예측하고 극대화할 수 있게 됐으며 앞으로 유연성뿐 아니라 광전 변환 효율 또한 향상할 계획
- ※ Nano Letters 게재
※ 연합뉴스(06.02)



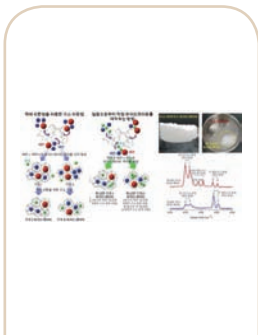
- 울산과학기술원 김건태 교수 연구팀
 - ‘온실가스’ 이산화탄소로 전기·수소 만든다
 - 발전소와 공장 등에서 발생하는 이산화탄소를 활용해 전기와 수소를 생산하는 시스템을 개발
 - 이산화탄소는 탄산수소칼륨으로 변환됐으며, 전환 효율은 57% 이상으로 상용화 가능성 또한 높을 것으로 기대
- ※ Angewandte Chemie 게재
※ 연합뉴스(06.04)



- 한국화학연구원 백진욱 박사 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 인공광합성에서 빛이 화학에너지로 바뀌는 찰나 최초 규명
 - 태양빛으로 화학물질을 생산하는 인공광합성에서 조사된 태양빛이 화학 에너지로 바뀌는 광화학 반응의 초기과정을 처음으로 규명
 - 인공광합성용 광촉매 성능을 향상시킬 수 있는 밑바탕을 마련한 것으로 평가
- ※ Nature Communications 게재 / 과학기술정보통신부 차세대탄소자원화사업 지원
※ 파이낸셜뉴스(06.04)



- 한국과학기술연구원 송현철 선임연구원 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 생활 속 정전기 이용한 나노발전기 개발
 - 에너지 하베스팅 기술의 일종으로 정전기를 이용해 실제 전자기기에 사용할 수 있는 전기를 생산하는 스펀지 형태의 고내구성·고출력 나노발전기를 개발
 - 기존 에너지 하베스팅 발전장치보다 가격·성능·내구성 면에서 높은 경쟁력을 가진 혁신적인 제품이 될 것으로 기대
- ※ Nano Energy 게재 / KIST 기관고유사업, 국가과학기술연구회 창의형 융합연구사업 지원
※ 파이낸셜뉴스(06.11)



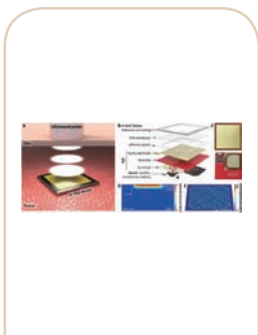
- 광주과학기술원 박영준 교수 연구팀
 - 낮은 압력에서 수소 저장 가능한 기술 개발
 - 물을 이용해 일종의 얼음 형태인 가스 하이드레이트를 형성하고, 여기에 천연 가스(메탄 및 에탄)와 함께 수소를 주입해 수소저장 원천기술을 개발
 - 가스 하이드레이트 기반 수소 충전소에서 수소와 천연가스 분리가 용이하기 때문에 국가 에너지믹스 정책 수립에도 큰 도움이 될 것으로 기대
- ※ Energy Storage Materials 게재
※ 파이낸셜뉴스(06.12)



- 한국생산기술연구원 김호성 박사 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 폭발·화재 위험 없는 대면적 전고체전지 제조기술 개발
 - 폭발 및 화재 위험을 없애면서도 배터리 팩의 부피를 획기적으로 줄일 수 있는 전고체전지 제조기술을 개발
 - 전기차 배터리 팩을 간소화해 부피를 약 3분의 1로 줄이면서도 주행거리는 2배 이상 향상시킬 수 있을 것으로 기대
- ※ 국가과학기술연구회 창의형 융합연구사업 지원
※ 아이뉴스24(06.17)



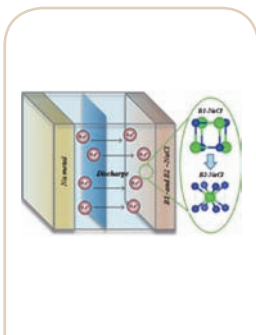
- 한국과학기술연구원 김성근·김진상 박사 연구팀
 - 실제 반도체 공정 접목해 열전소자 효율 35% 향상
 - 분말 형태 열전 반도체인 '비스무스-텔루라이드(Bi-Te)'에 반도체 공정인 원자층 증착법을 접목해 수 나노미터 두께의 산화아연층을 입히는 기술을 개발
 - 위 열전소자는 온도차 100℃를 기준으로 효율이 35% 정도 향상되는 것으로 나타나 열전 반도체 소재 개발에 있어 중요한 계기가 될 것으로 기대
- ※ ACS Nano 게재
※ 연합뉴스(07.16)



- 성균관대학교 김상우 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 초음파 구동 마찰전기 기반 체내 충전기술 개발
 - 배터리 교체를 위한 주기적 시술 없이 체내에서 생성된 마찰전기로 생체 삽입형 의료기기를 상시 충전하는 새로운 방식의 에너지 수확 기술을 개발
 - 인체 삽입형 의료 시스템 산업에 새로운 이정표를 제시할 것으로 기대
- ※ 사이언스 게재 / 과학기술정보통신부 중견연구자지원사업(도약) 지원
※ 한국연구재단 보도자료(08.02)



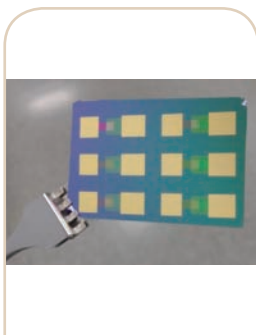
- 극지연구소 강정호 박사 연구팀 · 한국과학기술원 글로벌리더십센터
 - 북극에서의 나노플라스틱 검출 방법 규명
 - 북극에서 서식하는 동물에도 미세 플라스틱이 축적되는지 확인하기 위해 기지촌 주변 흑기러기의 배설물까지 채취
 - 해양 생물 및 환경에 분포된 나노플라스틱이 얼마나 분포하고 있는지 무게를 재는 등 새로운 분석 방법을 통해 확인할 예정
- ※ 조선일보(08.05)



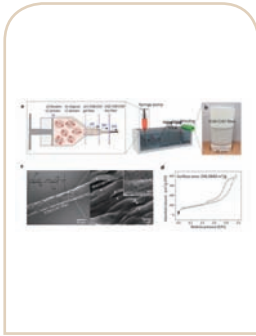
- 한국과학기술연구원 정경운 박사 연구팀
 - 소금으로 배터리 만든다, 저렴한 배터리 개발 가능성↑
 - 소금의 주요 구성성분인 염화나트륨(NaCl)을 기반으로 하는 나트륨이온 이차전지용 전극 재료를 개발하는 데 성공
 - 해외 소재에 대한 의존성을 낮추고, 경제성을 확보할 수 있는 전력저장용 이차전지의 개발 가능성을 높일 것으로 기대
- ※ ACS Energy Letters 게재 / 과학기술정보통신부 KIST 주요사업, 한국연구재단 기후변화 대응사업 지원
 ※ KIST 보도자료(08.06)



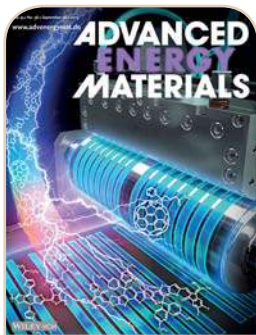
- 울산과학기술원 송현곤 ·곽상규 교수 연구팀
 - 인체 노화 막는 원리로 리튬-공기전지 배터리 수명 늘린다
 - 우리 몸이 노화를 지연시키는 원리를 적용, 항산화 효소 원리를 모방한 촉매를 만들어 리튬-공기전지로 수명을 늘리는 방법을 개발
 - 리튬-공기전지 개발의 활성화와 다양한 고용량 전지의 특성이 향상될 것으로 기대
- ※ ACS nano 게재
 ※ 연합뉴스(08.08)



- 기초과학연구원 박정영·이효철 부연구단장 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 1조 분의 1초만에 사라지는 핫전자 잡아 태양전지 효율 12배 향상
 - 빛을 매우 잘 흡수하는 특성을 지닌 페로브스카이트를 이용해 핫전자 태양전지를 개발하는 데 성공
 - 핫전자를 이용해 초고효율 페로브스카이트 기반 태양전지 개발 계획 등 친환경 에너지원 개발에 새로운 패러다임을 제시할 것으로 기대
- ※ Nano Letters 게재
 ※ 동아사이언스(08.12)



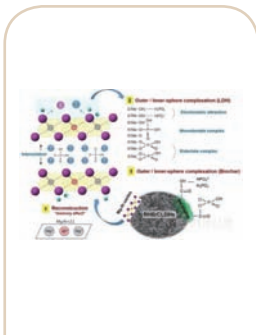
- 한국과학기술연구원 정현수·이승기 박사 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 멩게껍질과 탄소나노튜브로 만든 복합섬유, 유해가스 감지 웨어러블 센서 만든다
 - 후처리 공정이 전혀 필요 없고, 연속으로 대량생산이 가능한 섬유형 이산화질소 (NO₂) 센서를 개발
 - 복합섬유를 연속 생산할 수 있어, 값싼 웨어러블 가스 센서를 상용화하는데 매우 유리할 것으로 기대
- ※ ACS Nano 게재 / 과학기술정보통신부 KIST 오픈리서치프로그램, 한국연구재단 나노소재 기술 개발사업 지원
※ 로봇신문(09.03)



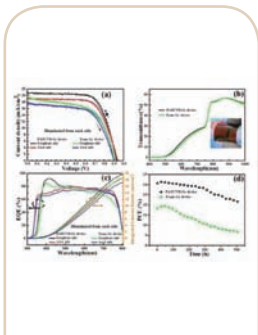
- 전북대학교 나석인 교수 연구팀
 - 세계 최고 효율 태양전지 개발
 - 인쇄공정을 활용해 세계 최고 수준의 효율을 달성한 차세대 유기태양전지 (OPV)를 개발
 - 유연 태양전지와 대면적-모듈 제조공정으로 높은 광전변환효율을 달성, 상용화 진입 단계 수준의 효율과 상용화 기반 가능성을 확보
- ※ Advanced Energy Materials 게재 / 한국연구재단, 한국전력연구원 지원
※ 교수신문(09.05)



- 울산과학기술원 최경진 교수 연구팀
 - 부착형 탠덤 태양전지 개발
 - 태양광 흡수층을 두 개 이상 만들어 다른 영역대의 태양광 파장을 활용하는 '투명 전도성 접촉층(TCA)'을 이용하여 탠덤 태양전지를 개발
 - 기존 적층형의 단점을 해결한 부착형 탠덤 태양전지로서 제조가 간편해 기존 실리콘 태양전지 제조 시설을 그대로 이용할 수 있다고 평가
- ※ Nano Energy 게재 / 한국에너지기술평가원, 동서발전 지원
※ 기계신문(09.05)



- 한국과학기술연구원 물자원순환연구센터 정경원 박사 연구팀
 - '왕겨로 만든 나노합성복합체' 녹조 막고 퇴비로 재활용
 - 왕겨 속 마그네슘과 알루미늄을 기반으로 한 무기입자를 이용해 물 속 인을 제거할 수 있는 친환경 나노합성복합체를 개발
 - 다른 음이온성 오염물질인 비소나 염색 폐수 등에도 높은 제거효율을 보여 다양한 산업현장에 적용될 것으로 기대
- ※ Composites Part B : Engineering 게재 / 과학기술정보통신부 KIST 기관고유사업, 국가과학기술연구회 창의형 융합연구사업 지원
※ 파이낸셜뉴스(09.05)

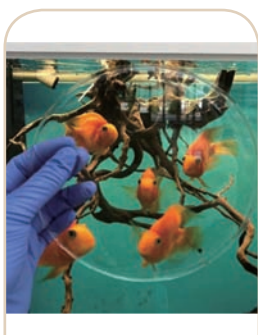


● 충남대학교 윤순길 교수 연구팀

● 페로브스카이트 태양전지용 무(無) 전사 그래핀 전극 개발

- 100℃ 이하에서 탄소를 10 나노미터 타이타늄 버퍼층에 흡착하는 방식으로 페로브스카이트 태양전지를 제작할 수 있는 무(無)전사 그래핀 전극을 개발
- 태양전지의 유연성과 장기안정성을 구현할 수 있어 실리콘 태양전지를 대체하고자 하는 페로브스카이트 태양전지의 한계성을 극복했다고 평가

※ Nano Energy 게재 / 과학기술정보통신부, 한국연구재단 기초연구지원사업(중견연구) 지원
※ 국제뉴스(09.07)



● 한국화학연구원 박제영·오동엽·황성연 박사 연구팀

● 친환경 바이오 폴리카보네이트 개발

- 환경호르몬 유발 물질인 비스페놀A(BPA)가 포함된 폴리카보네이트를 대체할 수 있는 친환경 바이오 폴리카보네이트를 개발하는 데 성공
- 환경호르몬 우려가 없고 독성도 낮게 나타나 장난감, 젖병, 유모차 소재뿐만 아니라 임플란트와 인공뼈 소재로도 활용 가능할 것으로 기대

※ Green Chemistry 게재 / 산업통상자원부 바이오화학소재 공인인증센터 구축사업, 한국화학연구원 주요사업 지원
※ 아이뉴스24(10.15)

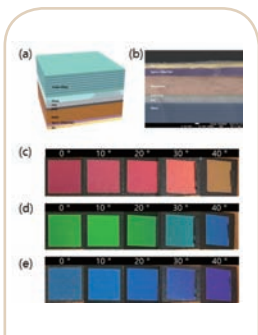


● 한국전력공사 박병준 박사 연구팀

● 세계 첫 '그래핀 ESS'로 수명·안전 업그레이드

- 그래핀을 슈퍼커패시터에 적용해 1100볼트(V) 규모 에너지저장장치(ESS)를 세계 처음으로 구현
- 주파수조정용(FR)·재생에너지 연계용 이외에 고출력 성능을 요구하는 전기차·전자제품·스마트빌딩·홈IoT 등에도 다양하게 활용할 수 있을 것으로 기대

※ 전자신문(10.21)

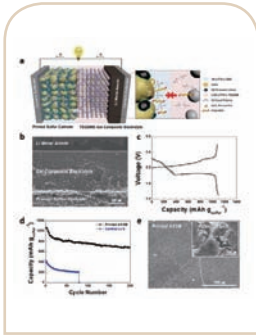


● 울산과학기술원 장성연 교수 연구팀 외 국내공동연구팀

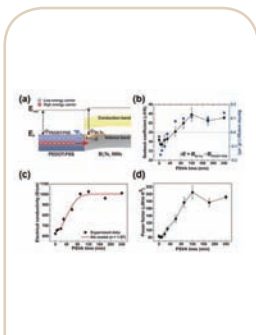
● 나노필터를 이용한 유색 태양전지

- 건축물 외벽에 부착이 가능하고, 나노필터가 빛 반사 파장과 각도를 최소화한 '풀컬러 페로브스카이트 태양전지'를 개발
- 미적 감각을 살리면서 에너지를 생산하는 두 목표를 달성해 향후 건축 분야에서 새로운 수요를 불러일으킬 것으로 기대

※ ACS Nano 게재 / 한국연구재단 및 한국에너지기술평가원 지원
※ 이데일리(10.24)



- 울산과학기술원 이상영 교수 연구팀
 - 고용량 '리튬-황 전지' 개발, 불 붙여도 폭발 안해
 - 불을 붙여도 폭발하지 않고 다양한 모양으로 제조할 수 있는 차세대 2차 전지인 '리튬-황 전지'의 수명과 안전성을 높이는 기술을 개발
 - 프린팅 공정을 이용해 다양한 모양을 갖는 전 고체전지를 쉽게 제조할 수 있어, 리튬-황 전지의 실용성을 높이는 크게 높일 것으로 기대
- ※ 파이낸셜뉴스(11.11)



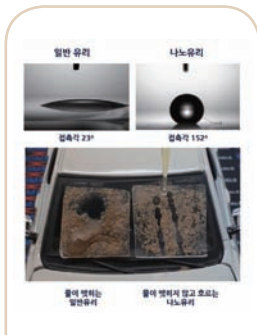
- 광주과학기술원 조지영 교수 연구팀
 - 나노소재의 장벽에너지 조절로 열-전기 변환 효율 개선
 - 나노복합체의 장벽 에너지를 조절·최적화해 열을 전기 에너지로 바꾸는 효율을 극대화하는 방법을 규명
 - 발생하는 에너지 장벽보다 높은 에너지의 캐리어만 통과시키는 에너지 필터링 효과로 열-전기 변환 효율을 증가시키는 새로운 방법을 찾았다고 평가
- ※ Nano Energy 게재 / 한국연구재단 지원
※ 연합뉴스(11.14)



- 울산과학기술원 이현욱, 류정기 교수 연구팀
 - 리튬이온전지용 고에너지밀도 음극재 기술 개발
 - 나노튜브구조의 점토광물인 Halloysite를 가공해 실리콘 나노튜브를 제작하고, 표면에 탄소층을 코팅한 뒤 흑연과 복합화하는 방식으로 전극을 제작
 - 대용량에너지저장장치(ESS)나 전기자동차에서 요구되는 고용량 이차전지용 음극물질 개발에 실마리가 될 수 있을 것으로 기대
- ※ Nano Letters 게재 / 과학기술정보통신부, 한국연구재단(신진연구자사업 및 기후변화대응 기술개발사업)지원
※ 한국연구재단 보도자료(11.15)



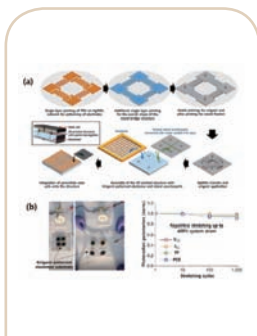
- 한국과학기술연구원 조원일 박사 연구팀
 - 폭발 위험성 제거한 리튬금속전지 개발
 - 알루미늄을 기반으로 리튬이온전지보다 용량이 더 크고 폭발 위험성이 없는 리튬금속전지를 개발
 - 차세대 이차전지 개발의 핵심인 리튬 음극 안정화와 전해질 기술이 드론, 자율주행차, 에너지저장시스템(ESS) 등의 발전에 기여할 수 있을 것으로 기대
- ※ Science Advances 게재 / 과학기술정보통신부 KIST 주요사업, 무인이동체 미래선도 핵심기술개발사업 지원
※ 파이낸셜뉴스(11.17)



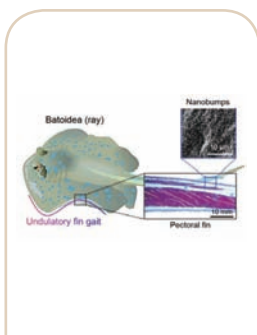
- 한국기계연구원 임현의 실장·박승철 박사 연구팀
 - 키토산으로 친환경 유리 나노코팅 성공
 - 생분해성 키토산을 이용한 나노입자 코팅 공정으로 자기세정과 반사방지 기능을 갖는 유리를 만드는 데 성공
 - 나노플라스틱입자의 사용을 줄이기 위해 세계 최초의 친환경 나노공정의 가능성을 제시한 데 의의를 제공
- ※ 국가과학기술연구회 융합연구사업, 산업통상자원부 지원
※ 파이낸셜뉴스(11.19)



- 한국과학기술원 이정용 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 유기고분자-양자점 기반 하이브리드 태양전지 개발
 - 유기 단분자 물질 도입을 통한 고효율, 고 안정성 유무기 하이브리드 태양전지 제작 기술을 개발
 - 13.1%의 광전변환 효율을 달성했으며, 제작 후 약 1천 500시간 이후에도 초기 효율의 90% 성능을 유지하는 강점을 가지는 것으로 평가
- ※ Nature Energy 게재
※ 특허뉴스(11.20)



- 한국과학기술연구원 이필립·조만식 박사 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 3D 프린팅 기술과 종이접기 기술 융합, 고신축성 페로브스카이트 태양전지 모듈 개발
 - 전도성 나노물질을 활용한 3D 프린팅 기술과 종이접기 기술을 융합하여, 집적도 및 신축도에 대한 고신축성 페로브스카이트 태양전지 모듈을 개발
 - 고 신축성-전도성 플랫폼 기술은 태양전지 외에도 에너지 소자, 센서, 액추에이터 등 다양한 전자 소자에 적용이 용이할 것으로 기대
- ※ 파퓰러사이언스(11.22)



- 울산과학기술원 정훈의 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 모래 터는 가오리 지느러미처럼, 오염물질 방지 새 기술 개발
 - 자석에 잘 달라붙는 소재를 이용해 미생물에 의한 오염을 막을 수 있는 가오리 지느러미를 모방한 '움직이는 표면'을 개발
 - 움직임을 이용한 기술은 기존의 움직이지 않는 방오 시스템의 구조 및 성능적 한계를 넘어서는 것으로 평가
- ※ 연합뉴스(12.04)



● 한국과학기술연구원 장원영 박사 연구팀 외 국내공동연구팀

● 전기차 배터리 성능 떨어지는 원인 찾았다

- 급가속 등 빠른 속도의 방전 현상으로 인한 전극 물질의 내부 변형이 결국 전지 용량 감소와 수명 단축의 요인임을 규명
- 전극 소재의 설계에 발판을 제공하고, 향후 분석 플랫폼을 이용해 전기자동차용 차세대 배터리 소재 설계를 위한 연구에 매진할 것으로 계획

※ Angewandte Chemie 게재 / 과학기술정보통신부 KIST 주요사업, 한국연구재단 중견연구사업 지원

※ 파이낸셜뉴스(12.04)



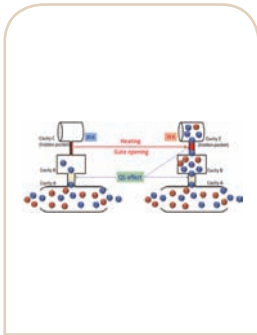
● 한국과학기술원 김일두 교수 연구팀

● 극소량의 물 몇 방울로 전기 생산 기술 개발

- 극소량의 물(0.15mL)이나 대기 중의 수분을 흡수하는 조해성 물질로 전기 에너지를 생성할 수 있는 친환경 발전기를 개발
- 20~80% 습도 구간에서는 외부에서 물 공급 없이 전기를 만들어 낼 수 있어 다양한 사물인터넷, 웨어러블 기기 등에 활용할 수 있을 것으로 기대

※ ACS Nano, Energy & Environmental Science 게재

※ 동아일보(12.16)



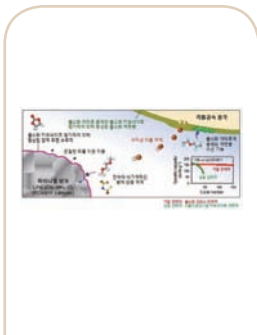
● 경남과학기술대학교 오현철 교수 연구팀 외 국내공동연구팀

● 인공태양의 핵심연료인 중수소의 경제적 분리 실마리 찾아

- 액체질소로 냉각할 수 있는 영하 170도에서 수소의 동위원소인 중수소 분리가 가능한 시스템을 개발
- 다공성 물질 안에서 양자효과를 이용해, 마치 체로 거르듯 무게가 다른 동위원소를 분리하는 연구도 진행될 것으로 기대

※ Journal of The America Chemical Society 게재 / 과학기술정보통신부, 한국연구재단 중견연구, 해외대형연구시설활용연구사업 지원

※ 한국연구재단 보도자료(12.17)



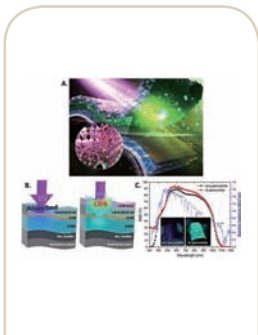
● 울산과학기술원 최남순·곽상규 교수 연구팀

● 리튬 금속 전지 구현할 전해액 개발

- 고용량 배터리로 주목받는 리튬 금속 전지를 구현할 방법으로 불소 원자를 포함하는 용매를 이용해 '이온 농축형 전해액'을 개발
- 리튬 금속 전지와 동일한 양극을 사용하는 리튬 이온 전지를 비롯해 차세대 고에너지 밀도 전지의 성능을 높일 것으로 기대

※ Nano Energy 게재 / 과학기술정보통신부 기후변화대응기술개발사업, 산업통상자원부 전략적핵심소재기술개발사업 지원

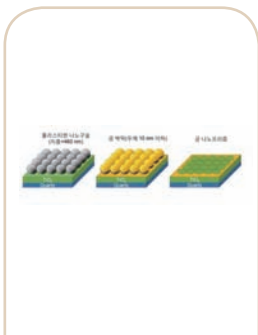
※ 연합뉴스(12.18)



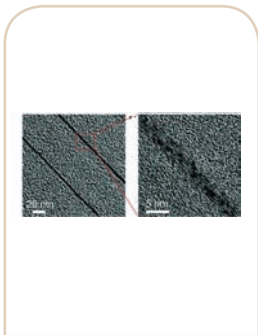
- 광주과학기술원 장재형 교수 연구팀
 - 자외선 영역 전기에너지 변환기술 개발
 - 자외선 영역까지 모두 전기에너지로 변환할 수 있는 '하이브리드 유연박막태양 전지' 기술 개발에 성공
 - 고효율 유연 태양전지는 건물 일체형 태양전지, 전기자동차, 드론과 같은 다양한 분야에 응용할 수 있을 것으로 기대
- ※ Nanoscale 게재
※ 매일경제(12.30)

5

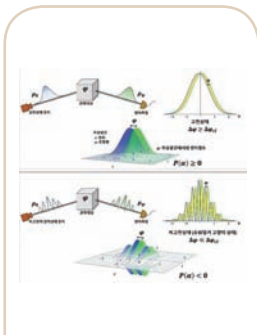
나노공정



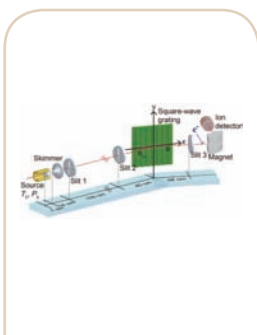
- 기초과학연구원 나노물질 및 화학반응 연구단 박정영 부연구단장 연구팀
 - 빛이 전기로 활발하게 바뀌는 '핫스팟' 찾았다
 - 자체 개발한 광전도 원자간력 현미경을 이용해 세계 최초로 핫 전자 발생 거동을 나노미터 수준에서 관찰
 - 차세대 에너지전환 소자뿐 아니라 고효율·고성능 광촉매 같은 촉매 전자학 분야 연구에도 진전이 있을 것으로 기대
- ※ Nano Letters 게재
※ 연합뉴스(01.23)



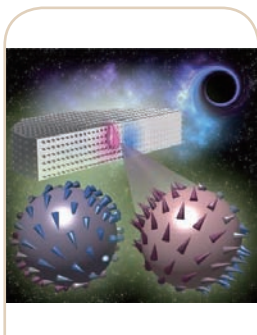
- 기초과학연구원 다차원 탄소재료 연구단 연구팀
 - 단결정 그래핀으로 '고품질 흑연' 도미노처럼 제조
 - 화학기상증착법으로 성장시킨 단결정 그래핀으로 고품질 흑연 제조법을 새롭게 제시
 - 작은 조각 형태로 제조됐던 흑연을 대면적 필름 형태로, 단결정으로 합성하면 산업 전반에 도움이 될 것으로 기대
- ※ Materials Horizons 게재
※ 연합뉴스(02.06)



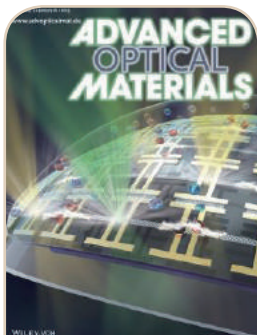
- 서울대학교 정현석 교수 연구팀
 - 고전 물리학으로 설명 안 되는 양자역학 의미 규명
 - ‘비고전성(nonclassicality)’이 ‘양자 계측 유용성’을 뜻한다는 사실을 엄밀한 증명을 통해 규명
 - 이론적 영역에서 발전한 비고전성 개념을 실용적 응용에 적용할 수 있는 가능성을 제시
- ※ Physical Review Letters 게재 / 과학기술정보통신부-한국연구재단 기초연구사업(리더연구) 지원
※ 연합뉴스(02.10)



- 울산과학기술원 조범석 교수 연구팀
 - ‘나노구조에 영향 미치는 힘’ 측정 기틀 마련
 - 물질파(matter-wave)의 새로운 반사(회절) 메커니즘 검증을 통해 나노세계에서 두드러지는 ‘분산 상호작용’을 연구할 토대를 마련
 - 다양한 나노구조의 분산 상호작용을 측정해 나노미터 크기의 전자제품과 부품 제조 때 문제가 되는 영향력들을 예측할 수 있을 것으로 전망
- ※ Physical Review Letters 게재
※ 연합뉴스(02.11)



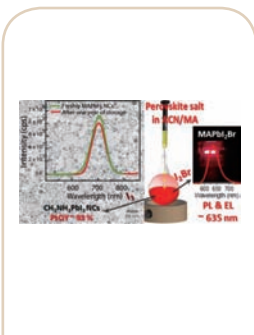
- 울산과학기술원 이기석 교수 연구팀 외 국제공동연구팀
 - X선 현미경 활용해 ‘블로흐 점’ 최초 관측 성공
 - 아주 짧은 시간의 미세한 스핀 구조를 관측할 수 있는 LBNL의 X선 현미경(XM-1)을 이용해, 두께 100 나노미터의 니켈-철 합금 원반 조각을 관찰
 - 전자의 양자역학적 성질 가운데 하나인 ‘스핀’이 정확히 0이 되는 특이점인 ‘블로흐 점’을 안정적으로 형성하고, 그 움직임을 관측하는 데 처음으로 성공
- ※ Nature Communications 게재
※ 동아사이언스(02.12)



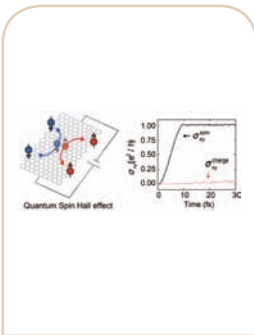
- 숭실대학교 이호진 교수 연구팀
 - ‘꿈의 전자기파’ 테라헤르츠파 조절 기술 개발
 - 갈때기처럼 빛을 모으는 비선형 광학 효과인 ‘전자기적 투명성 현상’을 이용해 테라헤르츠파를 전기적 신호로 조절할 수 있는 기술을 개발
 - 테라헤르츠파를 기반으로 한 비선형 광학 시스템이나 이미징 시스템 상용화를 한층 앞당길 수 있을 것으로 기대
- ※ Advanced Optical Materials 게재 / 한국연구재단 기초연구실 지원사업 지원
※ 연합뉴스(02.12)



- 울산과학기술원 이현욱·김영식 교수 연구팀
 - 배터리 성능 높일 '금속 전극' 대량생산 기술 개발
 - 탄소섬유의 미세한 틈새로 액체 금속이 스며들게 하는 공정으로 '고성능 금속 전극 (탄소섬유-금속 복합재)'을 개발
 - 전극 소재를 실제 장비에 적용한 시험도 진행한 만큼 고성능 금속 배터리의 상용화에 이바지할 것으로 기대
- ※ Nano Letters 게재
※ 연합뉴스(02.14)



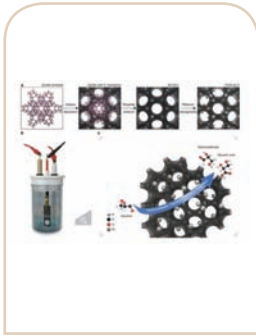
- 부경대학교 이보람 교수 연구팀 외 국제공동연구팀
 - 쉽고 재현성 갖춘 PeLED 합성법 개발
 - 페로브스카이트 발광다이오드(PeLED) 제작을 위해 쉬우면서도 재현성까지 확보한 새로운 나노결정 합성법을 개발
 - 높은 발광성과 안정성을 가져 앞으로 더욱 빠르게 고성능 적색 PeLED 소자를 개발할 수 있을 것으로 기대
- ※ Journal of the American Chemical Society 게재 / 한국연구재단 신진연구지원사업 지원
※ 한국대학신문(02.19)



- 울산과학기술원 박노성 교수 연구팀
 - 물질 바깥만 전류 흐르는 '위상부도체' 실험으로 구분
 - 부도체지만 전기가 흐르는 위상부도체를 실험으로 구분하는 방법을 최초로 규명
 - 수학적인 계산을 통해서만 구분할 수 있었던 위상부도체를 실험을 통해 성공한 것으로 새로운 전자장치를 개발하는 데 도움을 줄 것으로 기대
- ※ PNAS 게재
※ 동아사이언스(02.25)



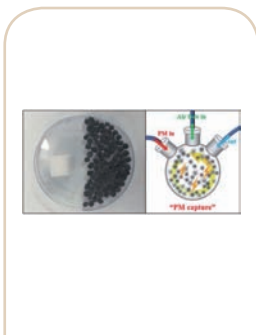
- 한국전기연구원 설승권 박사 연구팀
 - 무전해도금법 활용한 구리 3D프린팅 기술 개발
 - 전기 없이 화학반응만으로 금속을 도금할 수 있는 '무전해도금법'을 활용한 '고전도성 구리 3D프린팅 기술'을 개발
 - 복잡한 형상의 3차원 기판에도 빠르고 단순하게 선이나 면형태의 2차원 및 3차원 입체 형태의 구리 배선과 전극 등을 제작할 수 있는 장점을 제공
- ※ ACS Applied Materials & Interfaces 게재
※ 파이낸셜뉴스(02.25)



- 한국화학연구원 김형주 박사 연구팀 외 국내공동연구팀
- 버려지는 글리세롤에서 연료 수소·화학제품 생산한다

- 글리세롤에서 수소연료와 화학 원료 유기산을 동시에 생산할 수 있는 촉매 기술을 개발
- 전기화학적 글리세롤 산화 반응으로 상업용 백금 촉매보다 우수한 성능을 가진 새로운 촉매 설계 기술을 구현

※ Applied Catalysis B: Environmental 게재 / 과학기술정보통신부·국가과학기술연구회
‘한국화학연구원 탄소 자원화 BIG 사업’ 지원
※ 연합뉴스(02.27)



- 한밭대학교 최원산 교수 연구팀
- 고성능·초고속 미세먼지 제거기술 개발

- ‘로또 머신 형태의 고성능·초고속·고에너지효율 미세먼지 제거 기술’을 개발
- 낮은 압력강하에서 고속 및 고효율로 초고농도 미세먼지를 15분 만에 좋은 수준의 공기 질로 개선하는데 성공

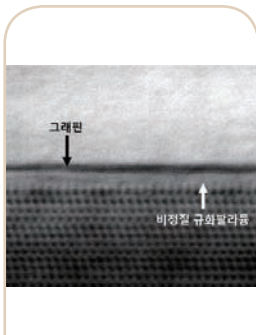
※ Journal of Materials Chemistry A 게재 / 과학기술정보통신부·한국연구재단 기초연구사업
(일반연구) 지원
※ 뉴시스(03.04)



- 한국과학기술원 조용훈·최형순 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
- 반도체 내 양자 소용돌이 제어 기술 개발

- 반도체 공진기 구조에서 ‘엑시톤-폴라리톤 응축’이라는 양자물질 상태를 형성 후 새 광학적인 방식으로 양자 소용돌이를 생성하고 제어하는 데 성공
- 고체 상태에서 광학적 방법을 이용한 미래형 정보 소자와 복잡한 양자 현상을 통해 양자 시뮬레이터로의 활용 가능성을 높였다는 측면에서 의의를 제공

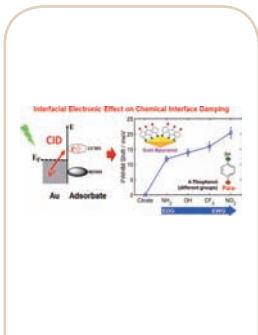
※ Physical Review Letters 게재 / 한국연구재단 중견연구자 및 신진연구자 지원사업 지원
※ 파이낸셜뉴스(03.10)



- 성균관대학교 안종열 교수 연구팀
- 방향성 없는 기판에서 그래핀 ‘한 방향 성장’ 성공

- 방향성이 없는 비정질 박막 위에서 한 방향만 갖는 그래핀을 성장시키는 데 성공
- 그래핀을 포함한 다양한 단결정 성장 방법론 개발에서의 근본적인 한계를 극복 했다고 평가

※ ACS Nano 게재 / 과학기술정보통신부·한국연구재단 원자력연구개발사업, 기초연구사업
(중견연구) 지원
※ 연합뉴스(03.10)



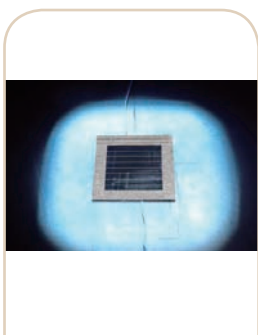
● 울산대학교 하지원 교수 연구팀

● 차세대 에너지원 '핫 전자' 조절법 개발

- 금 나노입자 표면에 강하게 흡착하는 티오펜올(thiophenol) 분자들의 전자친화도를 통해 핫 전자를 조절하는 방법을 개발
- 금 나노입자에서 생성되는 고에너지 핫 전자를 다양한 광촉매·광화학반응에 효율적으로 활용할 수 있을 것으로 기대

※ Nano letters 게재

※ 연합뉴스(03.21)



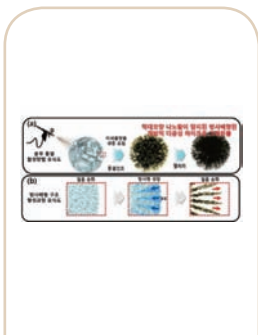
● 한국화학연구원 서장원 박사 연구팀

● 페로브스카이트 태양전지 상용화 앞당길 박막기술 개발

- 태양광을 흡수하는 페로브스카이트 할로겐화물 박막 표면에 신규 할로겐화물 박막을 형성시켜 이중층 할로겐화물 구조를 만드는 박막기술을 개발
- 최적화된 공정을 통해 고효율 대면적 모듈 개발도 가능해 상용화에 더 가까워질 것으로 기대

※ Nature 게재 / 과학기술정보통신부 글로벌프론티어사업, 산업통상자원부 한국에너지기술
평가원 신재생에너지핵심기술개발사업, 한국화학연구원 주요사업 지원

※ 연합뉴스(03.28)



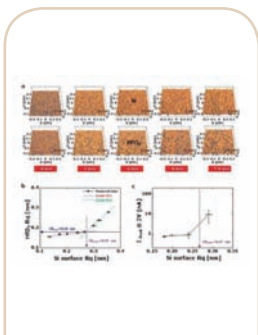
● 성균관대학교 박호석 교수 연구팀

● 리튬황전지 안정성 높이는 황 입자화 공정개발

- 분무 동결법으로 황 나노막대기와 그래핀의 복합체를 합성하고 고용량, 장수명 리튬황전지를 개발
- 나노소재의 복합체 구성과 개방형 다공성 구조의 제어에 응용되어 높은 에너지 용량이 요구되는 차세대 전자기기, 전기차 등에 활용될 것으로 기대

※ ACS Nano 게재 / 과학기술정보통신부·한국연구재단 미래소재디스커버리사업, 한국철도
기술연구원 주요사업 지원

※ 파이낸셜뉴스(04.01)



● 한국표준과학연구원 신재호 박사 연구팀

● 반도체 불량 원인 '누설 전류', 미리 알 수 있는 기술 개발

- 누설 전류로 인한 반도체의 불량률을 낮추는 새로운 공정 기준을 마련
- 얇은 막이 겹겹이 쌓인 다층 반도체에서 누설 전류가 발생할 수 있는 '임계 거칠기 (Critical Roughness, CR)' 지점을 최초로 정의하는 데 성공

※ Scientific Reports, Ultramicroscopy 게재

※ 조선비즈(04.04)



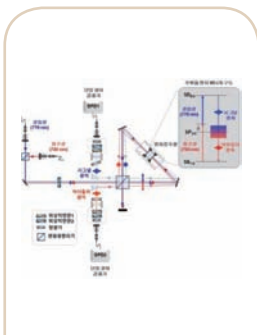
● 한국전자통신연구원 최수경 박사 연구팀
● 고휘도·저전력 QLED, 자연색상 구현 눈앞

- 양자점 발광다이오드(QLED) 정공 주입개선 기술 개발을 통해 QLED의 밝기와 전류, 전력 효율을 향상할 수 있는 핵심 기술을 개발
 - 적, 녹, 청(RGB) 모든 색상의 양자점에 동일하게 적용할 수 있어 향후 QLED 상용화에 큰 도움이 될 것으로 기대
- ※ Journal of Materials Chemistry C 게재 / ETRI 임플란터블 프린트 엔드 기술 개발 과제 지원
※ 노컷뉴스(04.16)



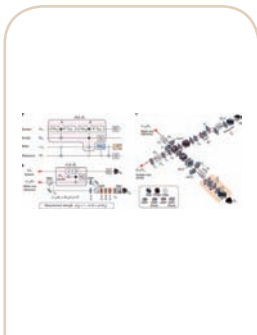
● 한국화학연구원 홍진용 박사 연구팀 및 국제공동연구팀
● 자글자글 그래핀 주름 '양초 파라핀' 쓰니 퍼졌다

- 양초의 주성분인 파라핀을 이용해 그래핀 전사(transfer) 과정에서의 주름·기포·불순물을 제거하는 기술을 개발
 - 그래핀 상용화를 가로막았던 전사과정에서의 구조적 안정성과 그래핀 고유 특성 유지 문제를 동시에 해결한 것으로 평가
- ※ Nature Communications 게재 / 과학기술정보통신부·국가과학기술연구회 신진연구자지원 사업, 한국화학연구원 주요사업 지원
※ 연합뉴스(04.17)



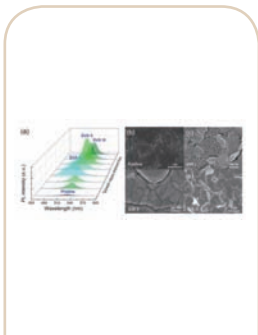
● 부산대학교 문한섭 교수 연구팀
● 고품질 양자얽힘 광원 개발, 순수 국내기술 확보

- 원자 증기 셀에서 생성하는 광자 특성을 제어해 고품질 양자얽힘(quantum entanglement) 광원 개발에 성공
 - 순수 국내기술로 고효율 양자얽힘 광원을 개발하고 이를 측정하는 것으로, 연구팀은 양자 정보과학을 구현하기 위한 후속 연구를 이어갈 계획
- ※ Physical Review Letters 게재 / 과학기술정보통신부·한국연구재단 기초연구사업 (중견연구) 지원
※ 연합뉴스(04.17)

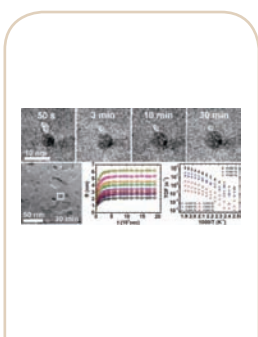


● 한국과학기술연구원 조영욱 박사 연구팀 외 국내공동연구팀
● 양자컴퓨터 큐비트 메커니즘 규명

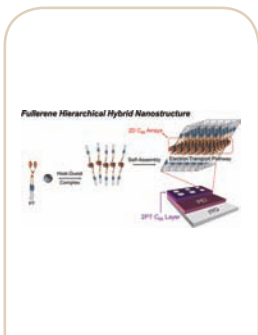
- 양자컴퓨터의 기본 단위인 큐비트의 상태를 측정할 때, 기하학적 위상이 발생한다는 사실을 규명
 - 슈퍼컴퓨터를 능가하는 양자컴퓨터 연구를 통해 양자 연산단위인 큐비트의 상태나 프로세스 검증에 활용할 것으로 기대
- ※ Nature Physics 게재
※ 파이낸셜뉴스(04.17)



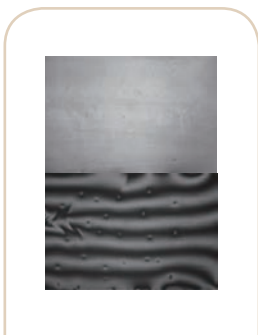
- 광주과학기술원 이창열 박사 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 페로브스카이트 박막의 발광효율 높였다
 - 페로브스카이트 박막을 다양한 극성을 가진 용매 증기로 처리하여 고결정성 페로브스카이트 박막을 제작하는데 성공
 - 태양전지에 활용되던 페로브스카이트 소재를 디스플레이용 발광소재로 활용할 수 있는 기술을 확보한 것으로 평가
- ※ Nanoscale 게재 / 한국연구재단 중견연구자지원사업, 광주과학기술원 개발과제 지원
※ 뉴스웍스(04.18)



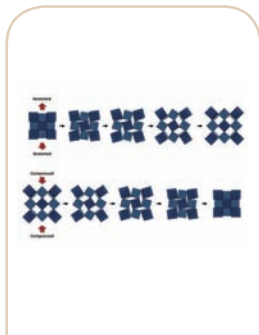
- 광주과학기술원 김봉중 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
 - ‘금속 촉매 입자의 생성 원리’ 실시간 관찰해 세계 최초 규명
 - 산화물 기판에서 금속 촉매 입자의 생성 원리를 투과전자현미경 내에서 실시간 관찰을 통해 세계 최초로 규명
 - 금속촉매의 입자생성 현상을 정량적으로 규명한 최초의 결과로써, 전자동차, 가스센서, 가스개질 등의 분야에 획기적 개선을 가져올 것으로 기대
- ※ Journal of the American Chemical Society 게재 / 삼성미래기술육성과제 지원
※ 파이낸셜뉴스(04.23)



- 전북대학교 정광운 교수 연구팀
 - 탄소나노물질 집는 분자집게 개발
 - 아주 작은 탄소 나노물질인 풀러렌을 집어서 이차원 격자에 배열시킬 수 있는 분자 집게를 개발
 - 고차원 하이브리드 구조제어를 위한 정밀한 방법을 제시함으로써 분자설계 및 합성에 기여할 것으로 기대
- ※ ACS Nano 게재 / 미래창조과학부 기초연구실지원사업 및 중견연구자지원사업 지원
※ 대학저널(05.08)



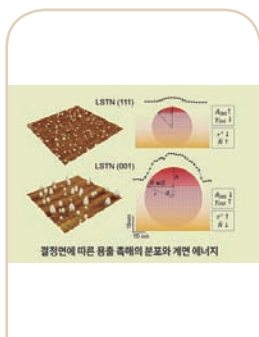
- 한국표준과학연구원 김영식 박사 연구팀
 - 플렉서블 디스플레이 결합, 단 한 장의 이미지로 검사한다
 - 플렉서블 디스플레이, 차세대 2차전지 초박판 등 첨단부품의 표면 변화와 결함을 이미지 한 장만으로 검사 가능한 자유곡면 3차원 측정기술을 개발
 - 검사가 복잡하거나 오래 걸리지 않고 실시간으로 가능하기 때문에 외부의 환경 변화에도 문제없이 정확한 측정이 가능하다는 장점을 제공
- ※ Scientific Reports 게재
※ 파이낸셜뉴스(05.09)



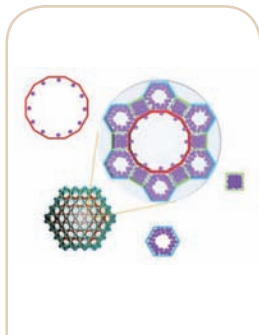
- 울산과학기술원 최원영 교수 연구팀
- 상상 속 '메타물질' 만들 새 접근법 개발
 - '음성 푸아송 비' 특성을 지닌 메타물질(기존 물질에서 발견되지 않는 성질을 지닌 물질)을 개발
 - NPR 특성을 지닌 물질은 충격파 흡수재료, 센서, 인공 근육 등에서 유용하게 사용될 것으로 기대
 - ※ Science Advances 게재
 - ※ 연합뉴스(05.12)



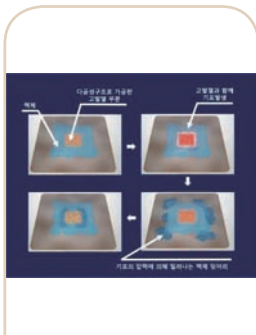
- 한국전기연구원 김대호 박사 연구팀
- 전자레인지 마이크로파 활용해 로이유리 생산 기술 개발
 - 전자레인지에서 사용되는 마이크로파를 활용해 유도가열 기술로, 금속 나노 박막을 '연속적이면서도 균일하게 고속 열처리' 할 수 있는 기술 개발에 성공
 - 마이크로파 유도가열 기술을 활용해 대면적의 로이유리를 효율적으로 열처리해 상용화할 수 있는 기반을 마련
 - ※ 파이낸셜뉴스(05.15)



- 포항공과대학교 최경만·장현명 교수 연구팀
- 배터리 에너지 변환·저장 장치 효율 높일 기술 개발
 - 나노촉매입자의 용출 현상을 통해 에너지 변환 및 저장 장치의 효율을 높일 수 있는 촉매 구조를 새롭게 개발
 - 전원이 꺼져도 메모리가 날아가지 않는 차세대 컴퓨팅 정보 저장 메모리 개발과 같은 에너지 변환·저장 장치의 효율을 높이는 소재로 활용될 전망
 - ※ Journal of the American Chemical Society 게재 / 한국연구재단 이공학 기초연구사업 지원
 - ※ 뉴스웍스(05.21)

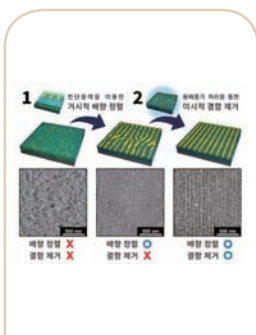


- 한국과학기술원 강정구 교수 연구팀
- 실시간 기체흡착 측정, 엑스레이 회절분석기 개발
 - 금속-유기골격체(MOF)의 각 세부 기공에서 분자의 흡착 거동을 실시간 분석할 수 있는 '실시간 기체흡착 X-선 회절 시스템'을 개발
 - 분자의 실시간 흡착 거동을 물질 전체가 아닌 물질을 구성하는 세부 기공 수준에서 이해함으로써 새 고용량 저장 물질을 개발하는 데 활용할 계획
 - ※ Nature Chemistry 게재 / 과학기술정보통신부 글로벌프론티어사업 지원
 - ※ 아이뉴스24(06.09)



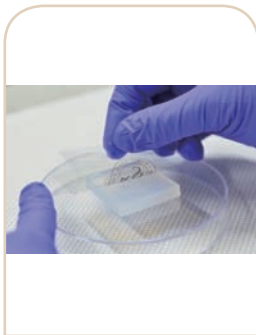
- 한국기계연구원 이정호 책임연구원 연구팀
- 고발열 전자장비 수명 획기적으로 늘리는 신개념 냉각판 개발
 - 전자제품 및 전자장비의 열관리를 위한 새로운 냉각기술 '무방향성 상변화 냉각판(TGP)' 개발에 성공
 - 전자제품 및 전자장비뿐만 아니라 방열 및 냉각을 해야하는 많은 산업 분야에 확대 적용할 수 있을 것으로 기대

※ 파이낸셜뉴스(06.10)



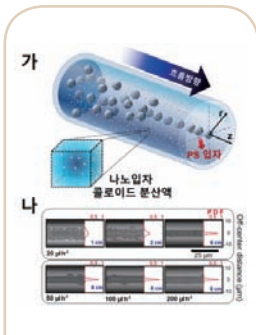
- 울산과학기술원 김소연 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
- '쉽고 저렴한' 반도체 제조 핵심기술 개발
 - 반도체 칩이나 광전소자 제조에 사용하는 '나노패터닝'을 기존보다 쉽고 저렴하게 할 수 있는 방법을 개발
 - 반도체 뿐만 아니라 광전소자, 플라스모닉 소자 등 다양한 소자의 나노패터닝에도 적용 가능할 것으로 기대

※ Science Advances 게재
※ 조선비즈(06.15)



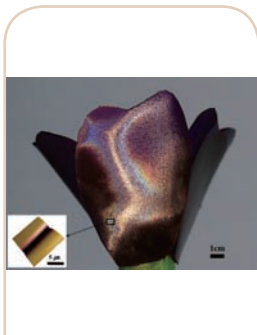
- 한국과학기술연구원 이현정 박사 연구팀
- 거친 표면에도 전극 인쇄, 유연한 전사 프린팅 기술 개발
 - 하이드로젤과 나노잉크 소재를 이용해 다양한 형태와 구조를 갖는 유연(플렉서블) 기판에 고성능 센서를 손쉽게 구현할 수 있는 전사 프린팅 기술을 개발
 - 디지털 헬스케어, 지능형 인간-기계 인터페이스, 의공학, 차세대 전자소자 분야 등 다양한 분야에 활용 가능할 것으로 기대

※ Nano Letters 게재 / KIST 영 펠로우 사업, 바이오의료기술개발사업, 나노원천기술개발사업 등 지원
※ 아이뉴스24(06.18)



- 아주대학교 김주민 교수 연구팀
- 나노입자 분산액에서 '입자 집속현상' 발견
 - 나노입자가 분산된 유체 흐름에서 직경이 수 마이크로인 입자가 유로 중앙에 집속되는 현상을 발견
 - 미세입자 분포의 불균일성을 이해하는데 중요한 실마리를 제공해 이차전지의 제조 공정을 개선시킬 것으로 기대

※ Science Advances 게재 / 선도연구센터, 개인연구지원사업 지원
※ 교수신문(06.18)

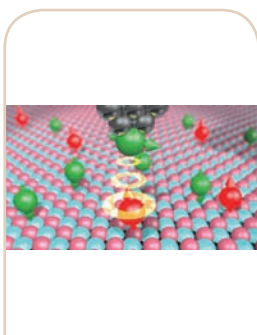


● 고려대학교 한창수 교수 연구팀

● Queen of Night 튜립 색상 모방기술 개발

- 나노기술을 이용해 광학적 효과를 내는 표면을 제작하고, 플라스틱에 염료를 이용해 인공적인 'Queen of Night' 튜립 꽃잎 제작에 성공
- 구부림, 누름, 늘림 등과 같은 다양한 움직임에도 광학 현상이 유지되어 휘어진 표면으로서 적합한 기능을 제공

※ ACS Applied Materials & Interfaces 게재
※ 베리타스알파(06.25)

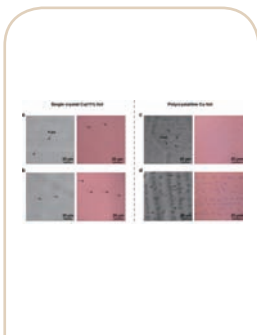


● 기초과학연구원 양자나노과학연구단 외 국제공동연구팀

● 원자 한 개 MRI 촬영 성공, 해상도 100배 향상

- 원자 단위의 스핀 자기장을 시각화할 수 있는 세상에서 가장 세밀한 자기공명 영상(MRI) 촬영에 성공
- 원자 한 개의 자기장을 관찰할 수 있는 자기공명영상 기술은 기존의 분자 수준 자기공명영상보다 100배 이상 해상도를 높인 것으로 평가

※ Nature Physics 게재
※ 아이뉴스24(07.02)

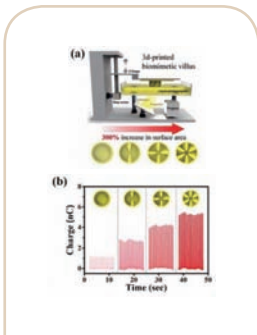


● 기초과학연구원 다차원탄소재료연구단 외 국제공동연구팀

● 켜켜이 쌓인 곳 없는 '원자 한 층' 그래핀 제조 성공

- 시중에 파는 구리 포일이 다량의 탄소 불순물을 함유하고 있는데, 이 때문에 부분적인 적층이 생성된다는 사실을 규명
- 고온의 수소 열처리로 탄소 불순물을 모두 제거한 구리 포일을 이용해 완전한 원자 한 층의 대면적 그래핀을 합성하는 데 성공

※ Advanced Materials 게재
※ 연합뉴스(07.03)

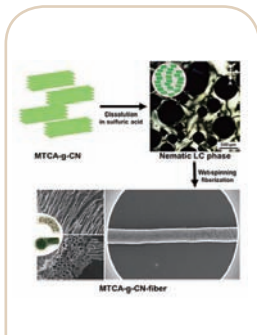


● 성균관대학교 김상우 교수 연구팀

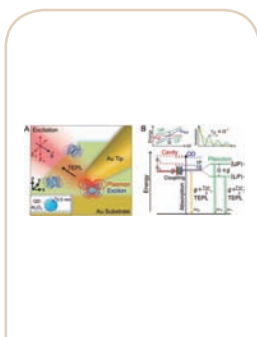
● 무전원 미세먼지 제거 기술 개발

- 3D 프린팅 기술을 이용해 실생활 속에서 마찰 정전기를 활용한 무전원·무압력 손실 미세먼지 포집 시스템을 국내 최초로 구현
- 무전원의 미세먼지 제거 기술로, 특히 실외의 미세먼지를 효과적으로 제거하는 기술로 사용될 것으로 기대

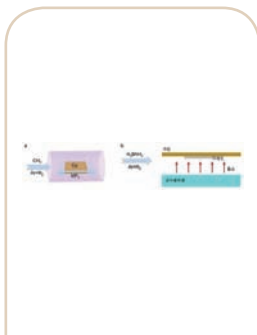
※ Nano Energy 게재 / 한국연구재단 기초연구지원사업, 중견연구자지원사업(도약) 및 한국화학연구원 주요사업 지원
※ 대학저널(07.05)



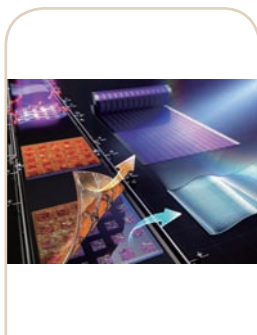
- 한국과학기술연구원 정현수 박사 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 이상적 수소 제조 기술 개발
 - 광촉매 물질로 응용이 가능한 그래피틱 카본나이트라이드의 액정상을 최초로 제시하고 이를 섬유화하는 데 성공
 - 고효율의 수소생산용 광촉매 섬유 및 실내 공기정화용 광촉매 섬유 제조기술을 확보할 것으로 기대
- ※ Materials Horizons 게재
※ 투데이에너지(07.10)



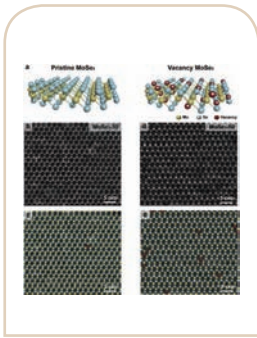
- 울산과학기술원 박경덕 교수 연구팀 외 국제공동연구팀
 - 새 디스플레이 소자 개발 앞당길 나노현미경 제작
 - 플렉시톤(plexciton)을 만들고 조절하는 기술을 개발해 새로운 광전자 소자 개발을 앞당길 수 있는 신개념 나노현미경을 개발
 - 양자컴퓨터와 정보소자 등 초고휘도, 초소형, 초고속으로 파장 제어가 가능한 신개념 디스플레이로 폭넓게 응용할 수 있을 것으로 기대
- ※ Science Advances 게재
※ 연합뉴스(07.13)



- 기초과학연구원 다차원탄소소재연구단 외 국제공동연구팀
 - 불소로 그래핀 3배 더 빠르게 성장
 - 불소를 함유한 금속불화물(MF₂)과 구리 필름을 기판으로 사용해, 그래핀을 기존보다 3배 이상 빠르게 성장시키는 방법을 개발
 - 불소와 같은 반응성이 좋은 물질들을 통해 다양한 2차원 물질을 더 향상된 속도로 합성할 수 있을 것으로 기대
- ※ Nature Chemistry 게재
※ 머니투데이(07.16)



- 금오공과대학교 김종복 교수 연구팀
 - 유연투명전극 패터닝 기술 개발
 - 친환경적인 접착력 제어 기법을 이용해 최소한의 공정단계와 공정비용으로 은 나노와이어 기반의 유연투명전극을 패터닝할 수 있는 기술을 개발
 - 웨어러블 소자 시장에서 국내 업체의 경쟁력을 강화시키고 일본의 감광제 수출 규제 등에 대응할 수 있는 기반이 될 것으로 기대
- ※ Journal of Materials Chemistry A 게재
※ 한국대학신문(07.16)

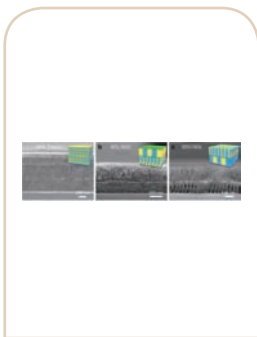


● 울산과학기술원 박혜성·김건태·이준희 교수 연구팀

● 촉매 구조의 '빈틈'을 이용한 수소 생산

- 전이금속 기반 촉매인 '이셀레나이드 몰리브덴(MoSe_2)'이 갖는 빈자리 결함을 조절해 수소 발생 반응이 촉진되는 원리를 규명
- 전기분해 반응에 이용되는 빈자리 결함을 설계해 고효율의 전이금속 촉매를 개발하는 데 기여할 수 있을 것으로 전망

※ Nano Energy 게재 / 한국연구재단 중견연구자지원사업, 창의소재디스커버리사업 지원
※ 이데일리(07.18)



● 한국과학기술연구원 손정곤 박사 연구팀

● 3차원 반도체 초미세 패턴 제작기술 개발

- 아주 손쉽고 간단하면서도 다양한 종류와 모양의 블록공중합체에 쓸 수 있는 10 나노미터 이하 초미세 나노패턴 제작 기술을 개발
- 실제 공정에서 3차원 입체구조 트랜지스터로 사용되는 핀펫을 흉내 낸 3차원 구조를 구현하고, 결함이 거의 없는 수직 줄무늬 패턴을 만드는 데도 성공

※ Nature Communications 게재
※ 동아사이언스(07.21)

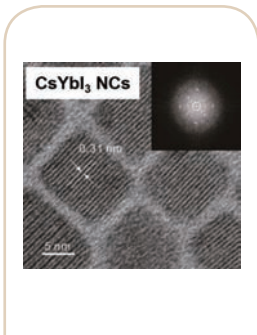


● 광주과학기술원 김봉중 교수 연구팀

● 금 나노입자 변형 원리 밝혀내 제약·재생에너지 분야에 활용 가능

- 액상에서 생성된 뾰족한 금 나노입자의 성장 메커니즘, 운동학적 특성, 그리고 형태학 변화를 투과전자현미경으로 실시간 관찰을 통해 최초로 규명
- 생물학 센서와 제약, 재생에너지, 촉매, 광학 등에 다양한 응용에 활용할 것으로 기대

※ Journal of the American Chemical Society 게재 / 한국연구재단 중견연구자과제, 삼성미래 기술육성과제 지원
※ 파이낸셜뉴스(07.22)

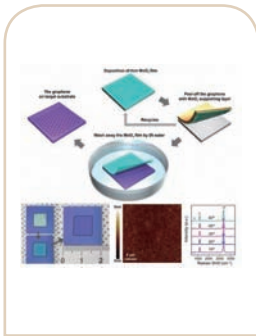


● 한국과학기술연구원 김태욱 센터장 연구팀 외 국내공동연구팀

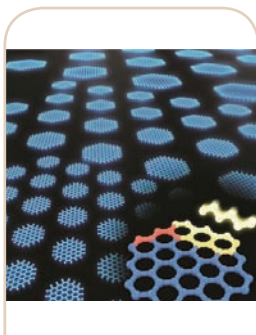
● 차세대 태양광 소재 '페로브스카이트' 납 없이 안전하게 제조

- 인체에 유해한 납을 사용하지 않는 새로운 페로브스카이트 제조 기술을 개발
- 납 대신 희토류 원소인 이터븀을 이용해 균일하고 품질이 좋으면서 독성이 적은 페로브스카이트 나노소재를 합성하는 데 성공

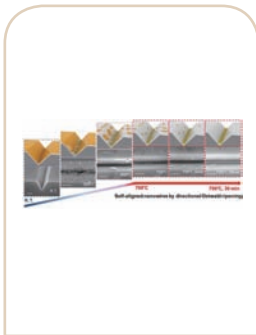
※ Advanced Materials 게재
※ 동아사이언스(07.23)



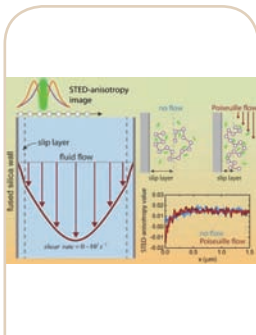
- 목포대학교 손석균 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 금속 산화물 이용한 친환경적·대면적 그래핀 전사 기술 개발
 - 몰리브덴 (molybdenum trioxide) 박막을 활용한 대면적 그래핀의 친환경/무결점 전사법을 개발
 - 대면적/고결정성 그래핀의 상용화를 막는 가장 큰 문제인 전사 공정의 문제점인 오염 및 결함 발생 문제를 해결해 친환경적인 공정으로 평가
- ※ Advanced Materials Interfaces 게재
※ 교수신문(07.23)



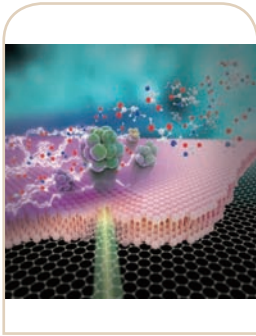
- 한국과학기술원 박오욱 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 포도당 기반의 그래핀 양자점 합성 기술 개발
 - 포도당을 기반으로 한 그래핀 양자점의 합성 기술을 개발하고, 이를 이용해 안정적인 청색 빛을 내는 그래핀 양자점 발광소자를 제작
 - 최초로 개발된 단결정 그래핀 양자점 용액 합성법은 그래핀의 다양한 분야 접목에 크게 기여할 것으로 기대
- ※ Nano Letters 게재
※ 파이낸셜뉴스(07.30)



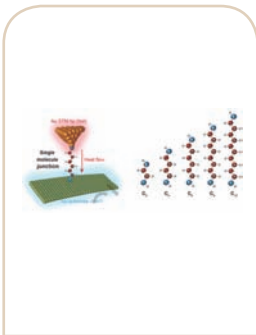
- 한국과학기술연구원 최원준 책임연구원 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 태양전지·센서 소재 '나노와이어' 정렬 기술 개발
 - 이산화바나듐(VO_2) 나노와이어를 밀리미터 길이로 정확하게 배치하는 정렬 공정을 개발
 - 다양한 종류의 단결정 산화바나듐 나노와이어를 이용한 웨어러블 복합센서 제작에 중요한 계기가 될 것으로 기대
- ※ Nano Letters 게재
※ 연합뉴스(07.30)



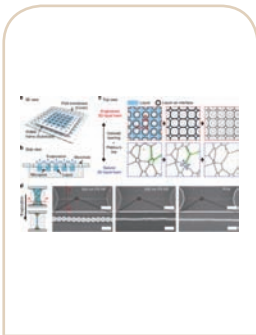
- 기초과학연구원 연구팀
 - 예상치보다 빠른 유속을 설명하는 미세 유체 동역학
 - STED 현미경의 새로운 이용법을 적용하여 마이크로 채널을 통해 폴리머 용액에서 튜브 벽면의 유체흐름이 다른 공핍영역을 이미징하는데 성공
 - 나노 유체 장치 내 유체의 흐름과 같은 유체의 동역학에 새로운 정보를 제시
- ※ PNAS 게재
※ Nanowerk news(08.01)



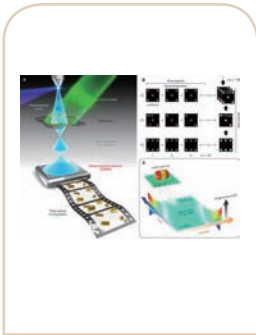
- 대구경북과학기술원 문대원 교수 연구팀
 - 신개념 고해상도 질량분석 기법 개발
 - 연속발전 레이저를 이용해 실험 샘플을 별도의 처리 없이 손쉽게 마이크로미터 해상도로 분석할 수 있는 이미지 기술을 개발
 - 별도의 실험환경 조성 없이 고해상도의 질량 분석 이미지를 얻을 수 있어 정밀 의료 및 의료진단 분야에서 많은 활용이 이뤄질 것으로 기대
- ※ ACS Applied Materials & Interfaces 게재
※ 전자신문(08.05)



- 울산과학기술원 장성연 교수 연구팀 외 국제공동연구팀
 - 유기단분자 열전도도 규명, 분자컴퓨팅 실용화 실마리
 - 유기단분자의 열전도도를 측정함으로써 유기단분자의 에너지 변화를 측정하고, 유기분자의 탄소사슬 길이가 열전도에 영향을 미치지 않음을 규명
 - 전자 및 열의 전달 특성을 제어해 분자컴퓨팅을 실현하고 단분자들의 열전 특성을 이용한 분자에너지 소재를 개발할 수 있을 것으로 기대
- ※ Nature 게재 / 한국연구재단 지원
※ 이데일리(08.05)



- 울산과학기술원 김태성 교수 연구팀
 - 반도체, 휘는 액정에 사용하는 기판 패턴 쉽게 새기는 기술 개발
 - '액체 거품의 구조를 제어하는 기법'을 통해 대면적 나노패턴을 쉽고 저렴하게 새길 방법을 개발
 - 유연한 기판 위에 그려 넣을 수 있는 장점이 있으며, 쉽고 저렴하게 다양한 물질의 나노패턴을 만들 수 있어 미래형 기기 제작에 유용할 것으로 기대
- ※ Nature Communications 게재 / 한국연구재단 지원
※ 한국경제(08.06)



- 울산과학기술원 권오훈 교수 연구팀
 - 초고속 현미경 이용한 나노입자 분석법 개발
 - '초고속 투과전자현미경'을 이용해 펨토초 단위로 나노미터 이하 수준의 물질 구조변화를 볼 수 있는 분석법을 개발
 - '전자직접검출 카메라를 탑재한 초고속 전자현미경'은 세계에서 처음 시도한 것이며 실시간으로 원자 수준의 구조를 관찰하고 분석하는 원천기술이 될 것으로 기대
- ※ The Matter 게재 / 한국연구재단, 기초과학연구원, 삼성종합기술원 지원
※ UNIST(08.07)



● 인천대학교 권오중 교수 연구팀 외 국내공동연구팀

● 연료전지 수명 4배 늘릴 열처리 공정 개발

- 백금촉매의 안정성을 크게 높일 수 있는 탄소 나노캡슐화 기술을 개발
 - 기존의 백금촉매보다 활성은 최대 2배, 안정성은 4배 이상 향상된 성능을 보여 향후 연료전지 촉매 외에 다양한 전기화학 응용분야에 적용 가능할 것으로 기대
- ※ Energy & Environmental Science 게재 / 한국연구재단, 기초과학연구원, 현대자동차 지원
※ 뉴시스(08.07)



● 한국기계연구원 박수아 박사 연구팀

● 3D 프린터로 몸에서 자연분해 가능한 스텐트 개발, 동물실험도 성공

- 바이오 3D 프린팅 기술로 몸에서 자연 분해되는 생분해성 폴리머 스텐트를 개발
 - 스텐트의 효능을 동물실험으로 확인해, 스텐트 물성을 높이고 다양한 기능성을 갖춰 상용화에 기여할 것으로 기대
- ※ Chemical Engineering Journal 게재
※ 서울경제(08.13)



● 부산대학교 정명영 교수 연구팀

● 세계 최고수준 대면적 나노원통금형 시제품 개발 성공

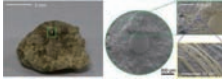
- 세계 최고 수준의 폭 1.2m, 선폭 200mm 나노원통금형 시제품 개발에 성공
 - 나노원통금형은 상용화될 생산장비 및 측정장비와 함께 나노융합 산업의 한 단계 도약에 중추적인 역할을 할 것으로 기대
- ※ 산업통상자원부, 경상남도 밀양시 지원
※ 쿠키뉴스(08.21)



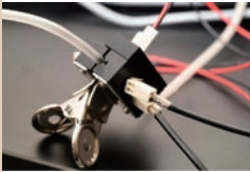
● 단국대학교 한관영 교수 연구팀

● 플렉시블 OLED 불량 커버윈도 재생장비 국산화

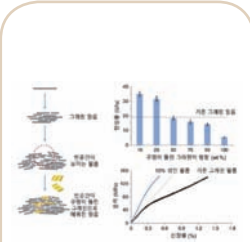
- 커버윈도용 접착제(OCA)를 이용한 플렉시블 OLED 모듈공정에서 발생하는 불량 부품을 폐기하지 않고 커버윈도를 재생할 수 있는 장비를 개발
 - 접합 불량인 모듈 세트를 바로 재작업하여 패널과 커버윈도를 분리하고 윈도 표면에 묻은 OCA 잔량을 깨끗하게 세정해 양품으로 재생할 것으로 기대
- ※ 전자신문(09.02)



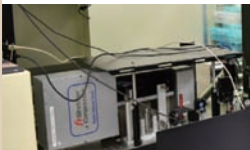
- 광주과학기술원 고희조 교수 연구팀
 - 불규칙한 표면에 전사인쇄, 나노 섬모 구조체 개발
 - 폴리이미드 기판의 바닥면에 화학적 접착제 없이 전자소자의 부착이 가능한 '튜브형 나노 섬모 구조체'를 개발
 - 계란 껍데기에 온도센서를 붙여 신선도를 파악하거나, 자연환경을 모니터링하는 센서를 돌멩이에 부착하는 등 다양한 분야에 활용될 것으로 기대
- ※ ACS Nano 게재
※ 아이뉴스24(09.03)



- 한국표준과학연구원 이석한 박사 연구팀
 - 약물 과다투여 막는 정밀 유량계 개발
 - 시간당 2밀리리터(mL) 수준의 적은 투약량까지 정확하게 파악하는 '적외선 흡수 기반 열식질량유량계'를 개발
 - 소형화도 가능하고, 장치 가격도 저렴해 상용화 가능성이 매우 높으며, 투약량을 실시간으로 모니터링해 약물 과다투여와 같은 의료사고를 줄일 수 있을 것으로 기대
- ※ 전자신문(09.05)



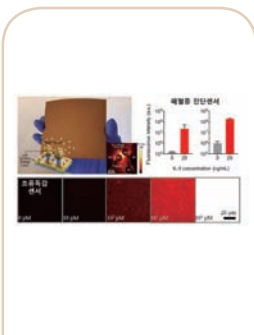
- 한양대학교 한태희 교수 연구팀 외 국제공동연구팀
 - 강성 높은 그래핀 필름 제조 기술 개발
 - 그래핀에 인위적인 구멍을 만들고 이를 그래핀 필름 제작 과정에서 소량 삽입해 강성이 높은 필름 제작에 성공
 - 기존의 필름 제조방법을 그대로 적용할 수 있어 간편하고, 전기적·열적 성질도 향상되기 때문에 그래핀의 상용화를 앞당길 수 있을 것으로 기대
- ※ Nature Communications 게재 / 교육부 대학중점연구소사업(기초연구사업) 지원
※ 한국대학신문(09.10)



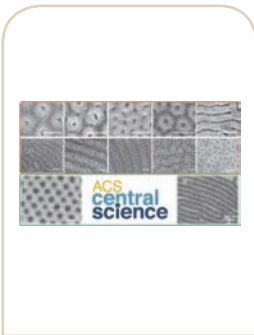
- 한국전기연구원 정보수·이병학 선임연구원 연구팀
 - '펄스 레이저'로 티타늄 표면가공, 임플란트 등에 활용
 - 펄스 레이저(1000조분의 1초) 수준의 매우 짧은 시간 간격으로 레이저를 쏘는 펄스 레이저를 이용해 티타늄 표면을 처리할 수 있는 기술을 개발
 - 티타늄 임플란트, 체내 이식형 의료기기 등 초미세 가공이 필요한 다양한 산업 분야에 활용될 것으로 기대
- ※ 매일경제(09.10)



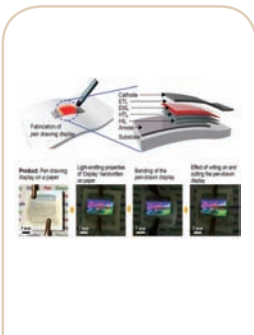
- 한국생산기술연구원 허훈 박사 연구팀
 - 세계 최초 반도체 박막 증착 실시간 관찰·분석 시스템 개발
 - 반도체 생산 장비 내부에서 웨이퍼 위에 박막이 형성되는 전 과정을 실시간으로 관찰하고 분석할 수 있는 '화학증착소재 증착막 측정 시스템'을 개발
 - 시간과 비용이 많이 소요되는 기존 박막 분석 방식의 한계를 국내 기술력으로 극복해내 관련 소재·장비 국산화에 기여할 수 있을 것으로 기대
- ※ 파이낸셜뉴스(09.16)



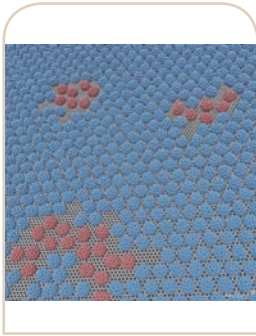
- 재료연구소 박성규 박사 연구팀
 - 세계 최초 금속 구형 나노입자 진공합성 기술 개발
 - 현장에서 2시간 이내에 동물매개 전염병이나 질병의 초기진단이 가능한 바이오 센서 칩을 만들 수 있는 금속 구형 나노입자 진공합성 기술을 개발
 - 패혈증이나 조류독감을 빠르고 초고감도(ppb 이하)로 검출할 수 있는 3차원 바이오 센서 칩이 개발되었으며, 상용화가 진행될 것으로 기대
- ※ Advanced Functional Materials 게재
※ 신소재경제(09.17)



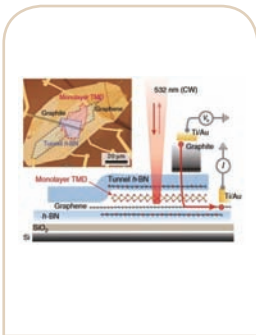
- 울산과학기술원 김소연 교수 연구팀
 - 반도체에 사용되는 나노패턴, 대면적 제조 방법 개발
 - 블록 공중합체의 박막 내 흡착층을 조절해, 반도체나 디스플레이에 필요한 나노 패턴을 대면적으로 제조하는 방법을 개발
 - 기존의 나노패턴보다 더 복잡한 형태의 새로운 나노패턴을 대면적으로 얻을 수 있어 향후 다양한 계면과학 연구에 적용이 가능할 것으로 기대
- ※ ACS Central Science 게재
※ 동아사이언스(09.18)



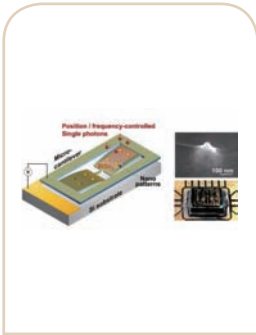
- 경기대학교 주상현 교수 연구팀
 - 펜드로잉 방식의 디스플레이 제작기술 개발
 - 쿼텀닷 소재와 투명전극 용액을 하나의 펜 속에 탑재시킨 펜드로잉 방식의 디스플레이 제작기술을 개발
 - 높은 산악지대나 섬 등 기존 디스플레이 설치가 어려운 장소에도 구현할 수 있으며, 사용자 맞춤형 디스플레이도 제작 가능할 것으로 기대
- ※ Nature Communications 게재 / 과학기술정보통신부, 한국연구재단 지원
※ 한국연구재단 보도자료(09.27)



- 기초과학연구원 나노의학연구단 김관표 박사 연구팀 외 국내공동연구팀
- 고체→액체 변화시 분자 상태 바뀌는 순간 포착
 - 풀러렌 분자 결정이 액체로 상전이 하는 과정을 단일 분자 수준에서 관찰하는 방법을 제시
 - 간접적으로 연구했던 상전이 현상들의 직접 관찰이 가능해져, 의약품의 흡수 과정 등 나노입자의 용해 반응 연구에 적용될 것으로 기대
 - ※ Nature Communications 게재
 - ※ 헬로디디(09.30)



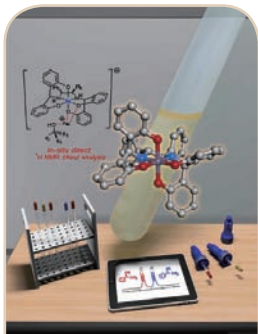
- 한국표준과학연구원 양자기술연구소 연구팀
- ‘가변 반도체 개발 응용’ 양자측정 기술 개발
 - 2차원 반도체성 전이 금속 디칼코게나이드(SC-TMD) 화합물의 양자 전기 물성을 정확히 잴 수 있는 기술을 개발
 - 반도체 성능 향상뿐만 아니라 양자컴퓨터나 스핀트로닉스 같은 미래 기술 기반으로도 응용할 수 있을 것으로 기대
 - ※ Nature Communications 게재 / 한국표준과학연구원 주요 사업, 한국연구재단 중견연구사업 지원
 - ※ 연합뉴스(10.02)



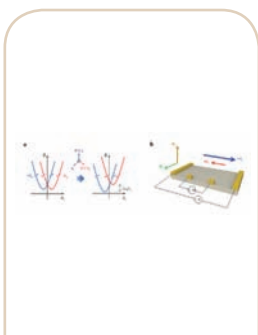
- 울산과학기술원 김제형 교수 연구팀
- 반도체 양자 광원의 위치·파장 동시 제어
 - 아주 얇은 ‘이차원 반도체 물질’과 부분적으로 힘 제어가 가능한 ‘실리콘 미세 소자’를 결합해, ‘양자 광원’의 위치와 파장을 동시에 제어하는 데에 성공
 - 양자 컴퓨팅, 양자 통신, 양자 계측 등 다양한 양자 기술에 쓰이며, 연산 속도와 정확성이 보다 높은 양자 정보기술 시대를 앞당길 것으로 기대
 - ※ 특허뉴스(10.04)



- 서울대학교 김성연 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
- 손톱만한 뇌, 손바닥 크기로 부풀려 초미세 세포구조 정밀 관찰한다
 - 조직이나 세포, 기관의 미세한 구조를 2~8배까지 원하는 배율로 분자 수준에서 관찰할 수 있도록 확대하는 기술을 개발
 - 조직 팽창 기술은 과학 연구와 의료 진단에 응용될 수 있으며, 특히 신장 질환이나 파킨슨병 등 퇴행성 뇌질환 연구에 적용될 것으로 기대
 - ※ Advanced Science 게재 / 삼성 미래기술육성센터 지원
 - ※ 동아일보(10.04)



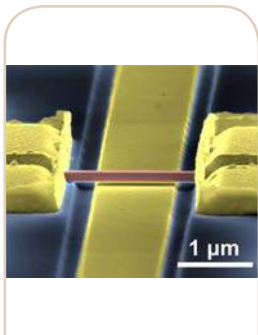
- 한국과학기술원 김현우 교수 연구팀
 - 알코올 화합물의 광학활성 분석기술 개발
 - 핵자기공명(NMR) 분광분석기를 통해 알코올 화합물의 광학활성을 간단히 분석할 수 있는 기술을 개발
 - 빠르고 간편한 분석 방법을 통해 다양한 알코올 화합물의 광학활성뿐만 아니라 비대칭 합성반응의 모니터링까지 응용 및 적용할 수 있을 것으로 기대
- ※ iScience 게재
※ 특허뉴스(10.09)



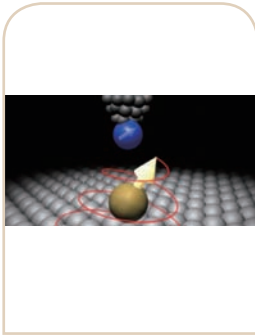
- 울산과학기술원 유정우 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 열역학 법칙에 위배되는 전류 흐름 규명
 - 서로 다른 물질이 결합된 이중접합 소재에 외부 자기장을 걸어주자 한 방향으로만 전류가 더 잘 흐르는 정류작용이 나타난 원리를 규명
 - 자기장에 따라 정류회로의 방향 제어가 가능하므로 자성 소재 분야에서 차세대 자성 메모리나 논리소자로 응용될 것으로 기대
- ※ Nature Communications 게재
※ 특허뉴스(10.15)



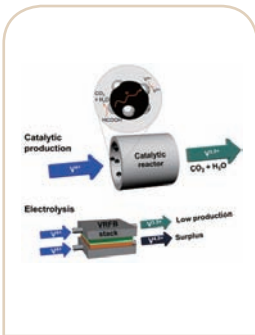
- 서울대학교 최인석·주영창 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 반도체 전극 속 금속박막 '균열' 막는 기술 개발
 - 반도체와 디스플레이 등 전자 소자에 전극으로 사용되는 금속 박막의 균열 생성을 억제하는 기술이 전자빔 조사를 통해 개발
 - 보통 균열을 유해한 것으로 여기지만, 세라믹 재료처럼 다양한 응용 분야에서 균열을 오히려 활용하기도 해 다양한 응용이 가능할 것으로 기대
- ※ Nature Communications 게재
※ 동아사이언스(10.21)



- 한국표준과학연구원 서준호 책임연구원 연구팀 외 국제공동연구팀
 - 세계 최초 위상물질 측정기술 개발, 양자컴퓨팅 활용 기대
 - 일반 금속이나 반도체 등과 다른 특성을 지녀 '별난 물질'로 불리는 위상물질의 특성을 나노역학소자 공진 주파수를 분석해 측정하는 기술을 개발
 - 큐비트, 스핀트로닉스 소자 등 미래 양자소자에 활용할 수 있는 위상물질의 특성을 파악하는 중요한 성과로 평가
- ※ Nature Communications 게재 / 한국표준과학연구원, 기초과학연구원, 한국연구재단 지원
※ 파이낸셜뉴스(10.23)



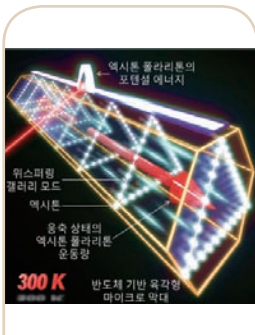
- IBM 크리스토퍼 루츠 연구원 연구팀 및 기초과학연구원 연구팀
 - ‘관측하면 변하는’ 양자, 정확히 보고 제어하는 기술 개발
 - 금속인 산화마그네슘 표면 위에 타이타늄 원자를 이용해 단일 원자를 정밀하게 관측하고 제어할 수 있는 기술을 개발
 - 양자컴퓨터의 정보 기본단위(양자비트, 큐비트)를 물리적으로 구현하고 제어하는 데 도움이 될 것으로 기대
- ※ Science 게재
※ 동아사이언스(10.25)



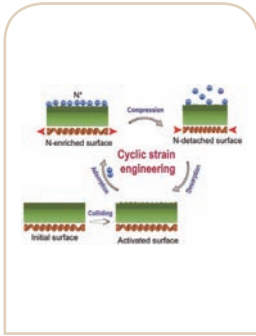
- 한국과학기술원 김희탁 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 불 안나는 ESS ‘바나듐 레독스’ 전해액 공정 개발
 - 생산 비용을 40% 줄인 바나듐 레독스(Vanadiumredox) 흐름전지용 고순도 전해액 생산 공정 개발에 성공
 - 촉매를 이용한 화학적 전해액 제조기술은 원천성을 가지고 있어, 비 발화성 대용량 에너지 저장장치 분야의 국가 경쟁력을 높일 수 있을 것으로 기대
- ※ Nature Communications 게재
※ 조선비즈(10.27)



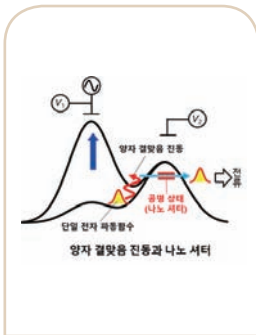
- 서울대학교 현진호 교수 연구팀
 - 박테리아 셀룰로오스를 3D 프린팅할 수 있는 기술 개발
 - 박테리아를 함유한 잉크를 고체 매트릭스 내부에 투입해 3차원 방식으로 인쇄하는 ‘고체 매트릭스 기반 3차원 인쇄기술’(SMAP)을 개발
 - 생체 친화적인 재료로 인공혈관 및 신경도관 등의 조직공학 용도로도 활용 가능할 것으로 기대
- ※ Nature Communications 게재 / 과학기술정보통신부, 한국연구재단 개인연구사업 지원
※ 한국연구재단 보도자료(10.28)



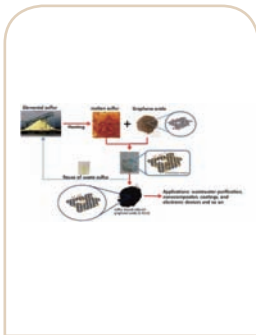
- 한국과학기술원 조용훈 교수 연구팀
 - ‘빛+물질’ 성질 갖는 양자입자 상온 제어 성공
 - 극저온에서만 형성이 가능했던 빛과 물질의 성질을 동시에 갖는 양자 입자(엑시톤-폴라리톤)를 응축하고 이의 운동량을 상온에서도 제어하는 데 성공
 - 고효율의 비선형 광소자부터 양자 광소자에 이르기까지 광범위하게 활용할 수 있을 것으로 기대
- ※ Optica 게재
※ 서울경제(10.30)



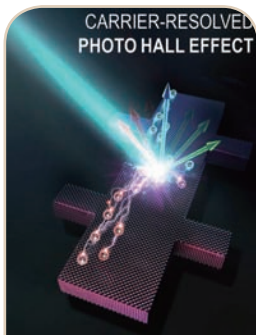
- 울산과학기술원 백종범 교수 연구팀
 - 그래핀 질소 도핑 획기적 개선법 발견
 - 쇄구슬을 이용해 공기 중 질소기체를 손쉽게 분해하고, 질소가 도핑된 탄소체를 만드는 데 성공
 - 낮은 온도와 압력에서 간단한 공정으로 질소가 포함된 탄소체를 만드는 방식이기 때문에 대량생산에 적합하고 경제성이 높다고 평가
- ※ Science Advances 게재
※ 조선비즈(11.03)



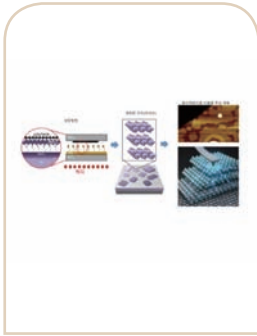
- 한국과학기술원 심흥선 교수 연구팀
 - 1조분의 1초 포착하는 '나노서터' 개발, 전자 움직임 포착 가능
 - 나노전기소자 내에서 전자 파동함수의 피코초(1조분의 1초) 수준의 초고속 움직임을 관찰하는 방법을 개발
 - '나노서터'를 개발함으로써 양자역학 상태를 제어해 기존 기술의 한계를 돌파할 수 있음을 보여준 것으로 평가
- ※ Nature Nanotechnology 게재 / 한국연구재단(선도연구센터 지원사업) 지원
※ 디지털투데이(11.06)



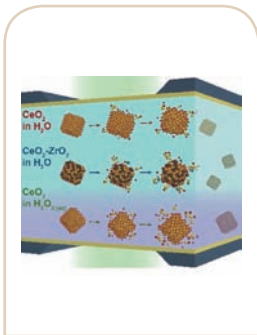
- 한국과학기술연구원 유남호 선임연구원 연구팀
 - 황 이용해 물성 좋은 그래핀 제작, 중금속 흡착·강도 향상
 - 황을 150℃ 이상 고온에서 녹여 분자구조 안에 황이 들어간 우수한 물리적 특성의 그래핀을 제작
 - 중금속 제거용 필터, 자동차·항공용 부품 소재, 에너지 저장용 배터리 제품 개발 등에 적용할 것으로 기대
- ※ Composites Part B : Engineering 게재
※ 연합뉴스(11.10)



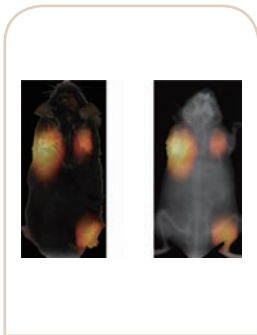
- 한국과학기술원 신병하 교수 연구팀 외 국제공동연구팀
 - 새로운 반도체 분석기술 개발
 - 한 번의 측정으로 다수 운반체뿐만 아니라 소수 운반체에 대한 정보까지 추출할 수 있는 '포토 홀 효과(CRPH)' 측정법을 개발
 - 새로운 광소자 물질의 전하 수송 특성을 이해하고, 더 나은 소자를 개발하는 데 도움이 될 것으로 기대
- ※ Nature 게재
※ 연합뉴스(11.14)



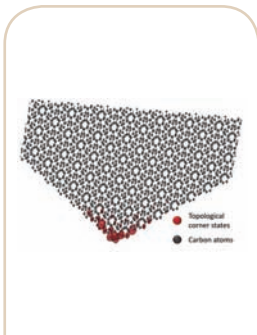
- 서울대학교 이관형 교수 연구팀
 - 2차원 산화물의 약한 층간 커플링 현상 발견
 - 고품질 그래핀 위에 산화 몰리브데늄(MoO_3)을 합성함으로써 높은 전기적 특성 갖는 첨단 소재 개발에 성공
 - 산화 몰리브데늄은 밴드갭이 크기 때문에 차세대 절연 박막 및 자외선 광학 소자로서 높은 가능성을 가질 것으로 기대
- ※ Nano Letters 게재
※ 뉴스웍스(11.18)



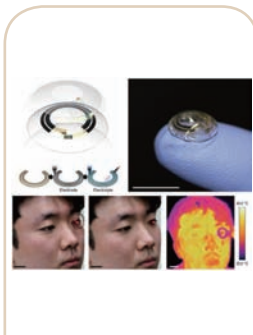
- 서울대학교 박정원·현택환·강기석 교수 연구팀
 - 액상서 반응하는 '나노입자' 고해상도 관찰 성공
 - 액상 투과전자현미경을 도입해 나노입자의 액상 촉매 특성을 고해상도로 관찰하는데 성공
 - 차세대 연료전지, 난치병 치료를 위한 인공 효소, 고성능 석유화학 촉매 개발에 기여할 수 있을 것으로 기대
- ※ Journal of the American Chemical Society 게재
※ 동아사이언스(11.19)



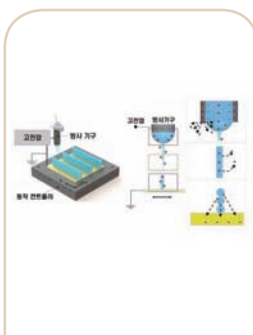
- 한국전자통신연구원 홍효봉 책임연구원 연구팀
 - 방사성 물질 없이 종양 찾는 장비 규명
 - 산화철 나노자성입자를 이용해 체내에서 종양의 정확한 위치를 찾아내는 장비인 '나노자성입자 기반 영상 시스템(ETRI-MPI)'을 개발
 - 나노입자에 어떤 항체를 붙이느냐에 따라 다양한 질병을 진단할 수 있어 실제 임상에서 사람의 질병을 진단하고 치료까지 가능한 장비를 개발할 계획
- ※ Scientific Reports 게재
※ 동아사이언스(11.21)



- 한국과학기술원 이성빈 교수 연구팀
 - 그래핀 이중층의 모아레 무늬에서 고차-위상 양자상태 발견
 - 두 겹으로 비스듬하게 겹쳐 있는 뒤틀린 이중층 그래핀의 모아레 무늬에서 새로운 고차-위상학적 양자 상태가 발생한다는 사실을 규명
 - 다양하고 복잡한 2차원 물질의 모아레 구조를 연구하는데에도 적용할 수 있어 광범위한 응용이 가능할 것으로 기대
- ※ Physical Review Letters 게재 / 한국연구재단 지원
※ 한국과학경제(12.05)



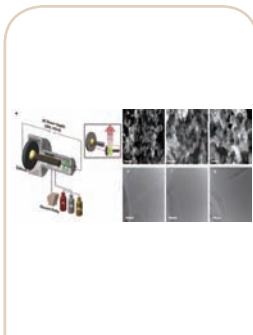
- 연세대학교 박장웅 교수 연구팀 외 국내공동연구팀
 - 콘택트렌즈에 무선충전회로를 형성하는 초정밀 인쇄기술
 - 무선충전용 전자 회로와 급속 충·방전이 가능한 슈퍼커패시터를 소프트콘택트 렌즈 내에 제작
 - 초정밀 인쇄공정을 통해 그려넣어 시야를 가리지 않으면서 착용자 활동에 방해하지 않는 무선전원의 가능성을 제시
- ※ Science Advances 게재 / 과학기술정보통신부, 한국연구재단 선도연구센터사업, 중견 연구자지원 사업 등 지원
 ※ 한국연구재단 보도자료(12.08)



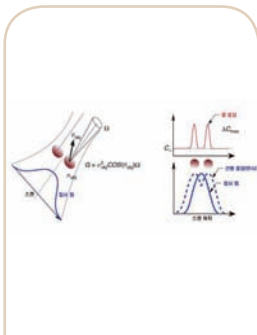
- 기초과학연구원 첨단연성물질 연구단 조윤경 그룹리더 연구팀
 - 나노두께 구조물 만드는 3D 프린팅
 - 근거리 전기 방사 기술에 쓰이는 고분자 용액에 염화나트륨을 더해 나노섬유를 3차원으로 높게 쌓는 데 성공하고, 실제 나노규모 구조물을 제작
 - 염화나트륨을 이용해 손쉽고 효과적으로 근거리 전기방사의 활용성을 대폭 향상시킨 것으로 평가
- ※ Nano Letters 게재
 ※ IBS news(12.20)



- 한국표준과학연구원 김경중 박사 연구팀
 - 반도체 초박막 절대 두께 측정기술 완성
 - 중에너지이온산란분광기(MEIS)를 이용해 반도체 측정 난제로 알려져 있는 초박막의 절대 두께를 측정하는 데 성공
 - 반도체 산업 현장에 활용되어 차세대 반도체 소자의 생산 수율을 크게 향상시킬 것으로 기대
- ※ Metrologia 게재
 ※ 조선비즈(12.23)



- 한국과학기술연구원 김명종 박사 연구팀
 - 아크방전을 이용한 고성능 그래핀 대량 생산기술 개발
 - 아크방전을 이용해 우수한 전도성을 가지는 고농도의 질소가 도핑된 그래핀 분말을 제조하는데 성공
 - 순간적으로 고출력을 낼 수 있는 '슈퍼커패시터(Super Capacitor)'의 대용량화에 기여할 것으로 기대
- ※ Advanced Functional Materials 게재 / 과학기술정보통신부·산업통상자원부 그래핀 소재 부품 기술개발사업, 한국연구재단 나노소재기술개발사업 지원
 ※ IT biznews(12.23)

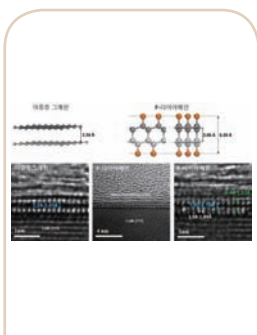


● 기초과학연구원 첨단연성물질 연구단 프랑수아 암블라흐 연구위원 연구팀

● 스텔스기 탐지하는 새로운 감지법 개발

- 대상의 온도 증가를 이용한 탐지기술을 이론적으로 제안하고, 이를 이용해 일상생활에서 소리, 전파 같은 파장으로 초고해상도 영상 촬영에 성공
- 자율주행 자동차 레이더, 스텔스 물체의 중거리·장거리 감지 등의 분야에 완전 새로운 가능성을 제공할 수 있을 것으로 기대

※ Nature Communications 게재
※ 파이낸셜뉴스(12.23)

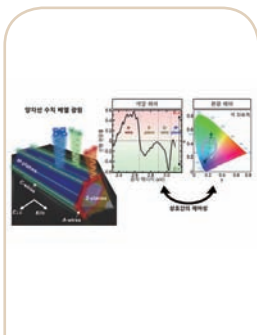


● 한국과학기술원 정연식 교수 연구팀

● 나노구조체 초미세 인쇄기술 개발

- 미세한 금속 나노와이어를 규칙적으로 인쇄·적층하는 방법으로 정밀도를 높여 10 나노미터 수준 선평으로 정밀 3차원 구조체를 대량생산하는 기술 개발에 성공
- 분자 진동을 읽어내는 '표면증강 라만분광(SERS) 칩'에 응용하여, 신호를 10~100배 증폭시키고 진단 분야 등에 활용할 수 있을 것으로 기대

※ 전자신문(12.26)



● 한국과학기술원 조용훈 교수 연구팀

● 색·편광 동시 제어 가능한 양자선 광원 개발

- 머리카락 굵기보다 100배 가느다란 육각연필 형태의 구조 안에서 다색-다편광 특성을 갖는 양자선 수직배열 광원 개발에 성공
- 액정의 편광 특성을 이용해서 색깔을 선택할 수 있고, 반대로 컬러필터만으로도 편광 특성까지 제어해 초소형 기능성 광원으로 활용이 가능할 것으로 기대

※ Nano Letters 게재 / 과학기술정보통신부, 한국연구재단 기초연구사업 지원
※ IT biznews(12.26)

제2절

2019년도 나노기술 사업화 성과 현황

1

나노소재



- 그린폴리머
 - 가볍고 튼튼한 전기차용 나노복합소재 상반기 상용화
 - 자동차 경량화와 안전성 향상에 기여하는 알루미나 나노복합소재를 상반기에 상용화
- ※ 신소재경제(01.14)



- 옥시알아시아퍼시픽
 - 코팅코리아 참가해 단일벽 탄소나노튜브 선보여
 - 단일벽 탄소나노튜브를 기반으로 정전기 방지 코팅을 위한 기술을 개발. 비용과 효율성을 동시에 높일 뿐만 아니라 투명한 제품도 구현
- ※ 이투데이(03.19)



- 대유플러스, GS건설
 - 나노소재 개발 10년 만에 빛 본다
 - 자체 개발한 '고효율 나노 탄소 면상발열체 기술'을 이용해 발열 갭폼(공사용 대형 거꾸집)을 개발. 현장 검증을 비롯해 상용화를 위한 준비 추진
- ※ 전자신문(03.24)



● 나노미래생활

● 일본 기능성 소재 시장에 첫 진출...일본 산화아연 성분 소재 수요 개척

- 산화아연 성분을 포함한 기능성 소재 '엔페이스트(NPasteTM)'를 일본 공기 청정기용 필터 소재 분야에 첫 수출

※ 전자신문(03.29)



● 철원플라즈마산업기술연구원, 코오롱글로벌

● 나노복합소재 공동개발 협력 협약 체결

- 고온플라즈마 기반 나노복합소재 및 응용부품 개발, 정부/민간 R&D사업 발굴 및 공동 참여 등의 결과물을 산업 분야에 적용하기 위해 상호 협력할 계획

※ 신소재경제(04.02)



● 레몬

● 세계 첫 나노소재 '숨쉬는' 생리대 출시

- '나노멤브레인'을 적용한 생리대 '에어퀸'을 출시. 쾌적한 사용감과 휴대성 등으로 프리미엄 생리대 시장을 이끌어갈 것으로 기대

※ 헤럴드경제(04.03)



● 씨엔엔티

● '셀룰로오스 나노파이버(CNF)' 국내 최초 상용화

- 국내 최초로 '셀룰로오스 나노파이버(CNF)' 양산 제조기술 확보에 성공. 차세대 차량용 주요 소재 등 고강도 경량 수지 복합제로 활용될 전망

※ 전자신문(04.07)



● 참트론

● “해양수산에 ‘그래핀’ 접목하면 혁신 가능”

- 요트, 보트, 구멍조끼, 해양드론용 전지, 유류 방재용 스펀지, 방오도료, 양식장 히트펌프 대체품 등 해양수산 분야에 그래핀을 접목해 제품화를 추진

※ 현대해양(04.08)

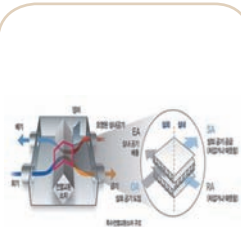


● PN풍년

● 온도에 따라 컬러 바뀌는 프라이팬 출시

- 온도에 따라 프라이팬 컬러가 바뀌는 감열코팅(Sensible Heat Coating)이 적용된 스마트 프라이팬인 ‘샤르텐 스칼렛 레드 IH’를 출시

※ 뉴스1(04.11)



● 국일그래핀

● 고품질 그래핀 제조 위한 ‘무전사(無轉寫) 박막기술’ 개발

- 그래핀층을 형성하기 위한 무전사 방법으로 특허를 취득. 개발이 완료되면 저원가의 고품질 그래핀소재를 양산할 수 있을 것으로 기대

※ 헤럴드경제(04.29)



● 크린앤사이언스

● 그래핀 전자파 차폐소재 개발 완료

- 국책과제 ‘습식 공정을 이용한 박지형 고효율 전자파 차폐소재 개발’을 통해 그래핀 등 열전도성 나노소재가 코팅된 탄소 섬유 습식 부직포 개발을 완료

※ 매일경제(05.03)



- GHL해피랑
- ‘그래핀 하이브리드 GHNANO’ 특허청 상표등록 완료
 - ‘그래핀 하이브리드 GHNANO’로 특허청에 상표등록을 마치고, 본격적인 그래핀 하이브리드 힐링 제품 연구 개발과 보급을 위한 마케팅을 추진
 - ※ 머니투데이(05.08)



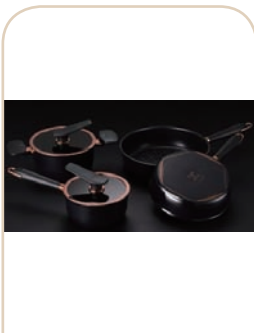
- STX
- ‘꿈의 신소재’ 고순도 그래파이트 등 판매권 확보
 - 모잠비크에 있는 카울라 광산과 그래파이트(흑연)·바나듐 판매권 계약을 체결해, ‘꿈의 신소재’로 불리는 고순도 그래파이트와 바나듐 판매권을 확보
 - ※ 이코노믹리뷰(06.20)



- 맥스플로러
- 리튬이온 배터리용 그래핀잉크 개발
 - 리튬이온 배터리 집전체전극 코팅용 ‘수(水)분산 그래핀잉크 (WMCG-ink)’를 개발. 경제성과 친환경성을 동시에 갖춘 장점을 제공
 - ※ 헤럴드경제(06.24)



- 스탠다드그래핀
- 그래핀 국제표준 기술 가장 근접...글로벌 표준화 주도
 - 스탠다드그래핀의 제품이 세계표준화를 이끌어, 그래핀의 국제 표준화가 지정 될 경우 시장에서 독점적 공급자 지위를 확보할 가능성이 높을 것으로 전망
 - ※ 파이낸셜뉴스(06.25)



- 해피콜
- 그래핀 적용한 '마스터피스' 프라이팬·냄비 출시
 - 창립 20주년 기념제품 '마스터피스 IH 프라이팬 및 냄비' 4종을 출시. 그래핀과 실리카를 적용해 열전도율이 빠르고, 마모에도 강한 장점을 제공
 - ※ 헤럴드경제(06.26)



- 동국알앤에스
- 일본 독점 반도체 패키징 방열소재 개발
 - 차세대 반도체 방열소재인 나노세라믹 하이브리드 필러를 개발. 일본의 수출 규제가 확대되는 분위기에서 동국알앤에스 기술이 수혜를 입을 것으로 전망
 - ※ 매일경제(07.09)



- 나노씨엠에스
- 국방벤처기업 선정 '방산 분야로 사업다각화'
 - 국방기술품질원 충남국방벤처센터의 국방벤처 협약기업으로 선정. 군용으로 사용되는 위장막 등에 적합한 나노소재를 연구해 방산 부품 공급의 계기 마련
 - ※ 머니투데이(08.25)



- 국일제지-국일그래핀
- 나란히 국내 특허 취득
 - 각각 <습식공정을 이용한 수처리 필터용 분리막 지지체 제조방법 및 이에 따라 제조된 분리막 지지체>와 <그래핀 박막의 무전사 제조방법>에 대한 국내 특허를 취득
 - ※ 파이낸셜뉴스(08.27)



● LG이노텍

● 실적 반등 '기판소재'가 이끌었다

- 테이프 서브스트레이트, 디스플레이용 포토마스크, 패키지 서브스트레이트 등을 만드는 LG이노텍 기판소재 사업이 눈에 띄는 성과를 기록

※ 전자신문(09.08)

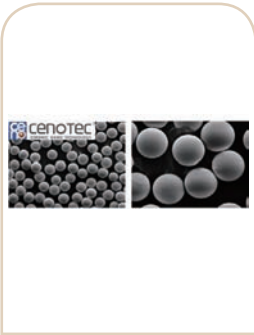


● 나노브릭

● 육안 구별 가능한 지폐급 위조방지솔루션 출시

- 지폐급 보안성을 갖춘 정품 인증·위조방지 솔루션인 엠태그 라이브(M-Tag Live)를 출시

※ 벤처스퀘어(09.17)



● 세노텍

● 초소형 세라믹비드 국산화...국내 대기업 공급 나섰다

- 산업용 50 μ m급 세라믹비드인 소형 지르코니아비드를 개발, 국내 대기업 A사에 납품하기 위한 성능테스트를 진행

※ 전자신문(09.29)



● 나노브릭

● 글로벌 화장품 제조사와 신소재 개발 계약

- 글로벌 제조사의 지원 하에 개발·생산되고 있는 색가변 기능성 소재를 화장품 소재에 적합하도록 특성 조절과 실장평가를 향후 단계별로 진행할 예정

※ 프라임경제(10.15)



- 나노메딕스
- 북경차그룹과 연 6조 원 그래핀 이차전지 개발 추진
 - 나노메딕스와 스탠다드그래핀이 북경자동차와 세계 최초로 상용화를 목표로 그래핀을 이용한 이차전지 소재 및 전기차 경량화 소재 개발을 진행
 - ※ 머니투데이(10.15)



- 나노메딕스
- 중국 칭화대와 그래핀 산학협력 체결
 - 스탠다드그래핀, 중국 칭화대학교와 공동개발을 통한 그래핀 상용화 등 3자간 산학협력 협약을 체결. 그래핀 응용 제품 상용화에 속도를 낼 것으로 기대
 - ※ 파이낸셜뉴스(10.23)



- 알티엑스
- 백금 촉매 공장 준공
 - 제2산업단지에 공장을 준공하여 세계 최초 전자빔 조사방식을 이용한 수소 연료전지 백금 촉매 제조 기술이 양산화에 성공
 - ※ 경남일보(11.12)



- 내일테크놀로지
- 질화붕소 나노튜브 활용한 자동차 배기가스 정화용 촉매소재 개발
 - 600℃ 이상의 고온에서 오랜 시간 정화 성능을 유지하며, 귀금속 촉매 사용을 획기적으로 절약하면서 제조공정 역시 간단해 대량 생산에도 적합할 것으로 기대
 - ※ 한국과학경제(11.14)



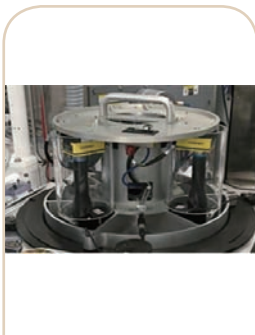
- 톱텍, 레몬
- 현대코퍼레이션그룹과 해외 판매 관련 업무협약
 - 현대코퍼레이션 그룹과 함께, 최초로 나노멤브레인을 적용한 숨쉬는 생리대 '에어퀵' 제품의 해외 시장 판매 확대를 위한 업무협약을 체결
 - ※ 매일경제(11.21)



- 비룡씨에이치씨, 스마트나노, 나노허브
- 그래핀 방진망 개발을 위한 업무제휴
 - 세계 최초 그래핀 방진망 개발 완료에 따른 대량생산 개시 및 그래핀을 이용한 다양한 비즈니스를 펼치기 위한 상호 업무제휴 협약을 체결
 - ※ 중앙일보(11.29)



- KH케미컬
- 일본 야마이치스틸과 나노탄소금속융합 신기술 상용화
 - 생산설비구축과 비즈니스 협력을 본격화하여 공동 프로젝트를 통해 첨단기술 상용화에 성공하고 세계 시장 공략할 것으로 기대
 - ※ 부산일보(12.09)



- 넥스젠그래핀폴리머스
- 그래핀 무정전 신소재 개발...‘반도체 웨이퍼 생산 수율 향상’
 - 그래핀을 적용한 반도체 웨이퍼 제작용 무정전 신소재 지그(JIG·기계가공 보조기구)를 세계 최초로 개발해 반도체 산업 현장에 적용
 - ※ 머니투데이(12.11)



- 어썸레이
 - ‘꿈의 소재’ 탄소나노튜브로 소재 강국 일본에 도전
 - 탄소나노튜브(CNT)로 엑스레이 부품을 제작하여 일본 정부의 수출 규제 조치를 계기로 국내 철강 대기업의 협력업체로 등록
- ※ 한국경제(12.17)



- 에스비씨
 - 일본에 의존하던 화장품 자외선차단원료 국산화
 - 일본에 100% 의존하고 있던 친환경 자외선 차단제 원료인 나노이산화티타늄 (TiO_2)을 국내 최초로 개발하는 데 성공
- ※ 매일경제(12.22)



- 누리비스타
 - 그래핀 활용 발열소재 개발
 - 그래핀과 탄소나노튜브를 분산해 다양한 인쇄와 코팅공정에 최적화된 발열 페이스트를 개발. 에너지 절약형 가전제품에 응용 가능할 것으로 기대
- ※ 한국경제(12.24)

나노소자



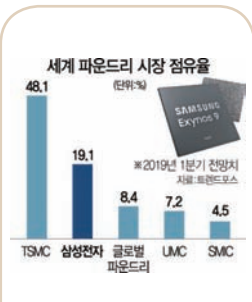
- 삼성전자
- '28나노 FD-SOI 공정 기반 eMRAM' 출하
 - '28나노 FD-SOI eMRAM' 솔루션은 데이터 기록 시 삭제 과정이 필요 없고, 기존 eFlash보다 약 1,000배 빠른 쓰기 속도를 구현
 - ※ 뉴시스(03.06)



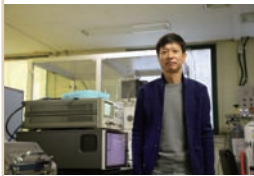
- 서울반도체
- 아크리치 나노드라이버, 미국 최고기술대상 수상
 - 세계적 특허 기술로 독자 개발한 초소형 LED 구동 드라이버인 '아크리치 나노 드라이버'가 미국에서 열린 '사파이어 어워드 2019'에서 집적회로 및 전장 부문 최고 기술로 선정
 - ※ 이투데이(03.12)



- 삼성전자
- 세계 최초 '3세대 10나노급 D램' 개발
 - 세계 최초로 '3세대 10나노급(1z) 8Gb(기가비트) DDR4 D램'을 개발해 경쟁사 대비 초격차를 강화
 - ※ 신소재경제(03.22)



- 삼성전자
- 세계 첫 '7나노 EUV' 양산품 6월 내놓는다
 - 7나노 극자외선(EUV) 공정을 적용한 제품을 6월 세계 최초로 양산. 하반기 출시 예정인 '갤럭시 노트10' 플래그십 모델에 탑재될 것으로 기대
 - ※ 서울경제(04.10)



- 나노게이트
- '초미세 금속박막 이용한 자발 자기센서 양산화 기술' 세계 최초 개발
 - 기존 반도체 기반의 홀 자기센서에 비해 성능이 우수하며 저가로 생산이 가능한 신 금속 기반의 자발 자기센서 양산용 제품을 세계 최초로 개발

※ 대학저널(04.26)



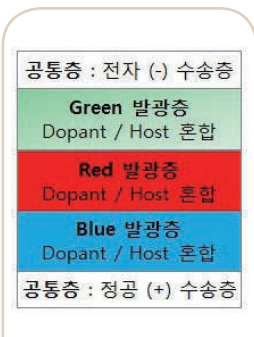
- 나노브릭
- 차세대 정품인증솔루션 '엠태그 플러스(M-Tag Plus)' 출시
 - 보안성과 편의성을 한층 강화한 차세대 정품인증솔루션 '엠태그 플러스(M-Tag Plus)'를 출시

※ 매일경제(05.21)



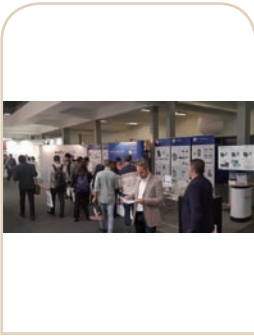
- 국일그래핀
- 그래핀 합성기술을 '8인치 플렉시블 소재'로 확대
 - 8인치 웨이퍼 그래핀 개발에 이어 8인치 플렉시블 소재에 그래핀을 합성. 저온 무전사 직접 CVD 방법으로 플렉시블 소재인 PET 필름에 박막그래핀을 합성하는 데 성공

※ 아시아경제(06.24)



- LG화학
- 차세대 OLED 발광층 개발 제휴
 - 미국 소재기업 유니버설디스플레이(UDC)와 유기발광다이오드(OLED)의 핵심인 발광층 성능 개선을 위해 제휴를 체결

※ 전자신문(09.02)



● 나노브릭

● 유럽 시장 겨냥 '엠태그 DIY' 선보여

- 벨기에 브뤼셀에서 열리는 라벨엑스포 유럽 행사기간 중 정품인증솔루션 엠태그를 비롯한 위조방지 패키지인 엠팩, 첨단보안문서 엠시큐 페이퍼 등을 선보임

※ 벤처스퀘어(10.01)

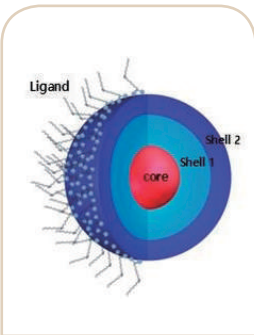


● 지에이치엘

● 일반매트의 발열선을 보완한 그래핀 발열선을 개발

- 그래핀 플레이트를 이용한 원적외선 방사와 전자파 차폐의 발열선 개발특허를 취득

※ 뉴스웍스(10.16)



● 삼성디스플레이

● 차세대 기술 'QNED' 개발 착수

- 차세대 디스플레이 기술로 마이크로LED와 퀀텀닷(QD)을 조합한 'QNED' 개발에 착수. 나노LED를 접목시켜 QD소재의 단점을 보완

※ 전자신문(11.24)

우리나라
나노기술 정책

국외 나노기술
정책 동향

나노기술 연구개발
투자 및 성과

나노
산업 현황

나노
인프라 현황

인력양성 및
교육 · 훈련

나노안전성
및 표준화

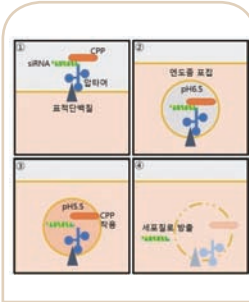
나노관련
행사 · 활동

국제협력
활동

국민 이해 및
지식 확산

부록

나노바이오

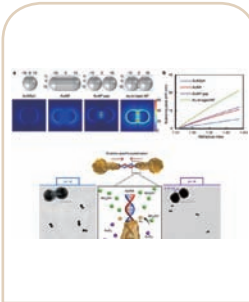


● 바이오이즈

● 나노입자 압타머 약물개발 특허출원-압타머 장점 극대화

- 압타머 나노입자를 이용한 약물은 항체 대체 약물로 유망. 압타머는 체내 부작용을 최소화할 수 있고 낮은 비용으로 생산이 가능하다는 장점을 제공

※ 약업신문(02.14)

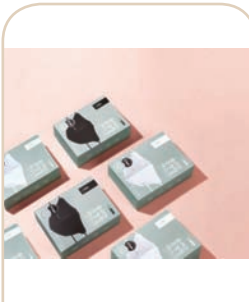


● 코디엠

● 초고속 암 진단 '금 나노입자 바이오센서' 개발 지원

- 암세포 유전자의 변이를 신속하고 정확하게 검출할 수 있는 바이오 융합 금 나노입자 기반의 바이오센서를 개발

※ 뉴스핌(02.27)



● 숨랩

● 첨단 나노섬유 성분 초청정 마스크 출시

- 첨단 소재인 나노필터를 활용해 통기성이 좋은 미세먼지 마스크 '숨쉬는 초청정 마스크'를 출시. PM1.0의 유해 물질까지 막아주는 기능을 제공

※ 매일경제(03.04)



● 한국팜비오

● '나노기술 적용' 항진균제 PBK-1819-2 개발 추진

- 바이오시네틱스와 함께 나노화 기술이 적용된 항진균제 'PBK-1819-2' 개발을 위한 기술이전 협약을 체결

※ 메디소비자뉴스(03.13)



- 제이니뭉
- 칫솔질 없이 양치하는 기능성 나노 가글 출시
 - 제이니뭉 니나노헬스케어사업단이 칫솔 없이 간편하고 손쉽게 구강관리를 할 수 있는 나노 가글 제품인 '니나노가글'을 런칭
 - ※ 파이낸셜뉴스(03.13)



- 나노미래생활
- 산화아연으로 나노·바이오 융복합 사업에 본격 진출
 - 산업용 소재 시장에 이어 농·축·수산물 등 1차 산업 분야 제품화에 성공해, 나노·바이오 융복합 사업에 본격 진출
 - ※ 아시아경제(03.15)



- 전남생물산업진흥원 나노바이오연구센터
- 전남바이오센터 기술이전...친환경 진드기 기피제 상품화 임박
 - 초피나무에서 추출한 추출물과 에센셜오일을 성분으로 한 천연 서방출형 기피제 개발에 성공, 태광메디팜(주)과 기술이전 계약을 체결
 - ※ 뉴시스(04.28)



- 한솔양계
- 달갈도 나노시대...코팅 기술로 안전 확보
 - 하루 평균 5만 개의 달걀을 생산하고 있으며, 달걀 처리과정에 한국과학기술원에서 개발한 폴리페놀 나노코팅 기술을 적용
 - ※ MBN뉴스(05.14)

1주 동방메디컬

● 동방메디컬

● 고효능 나노테크 침 상용화 연구 진행

- 나노기술을 이용한 표면 처리 기법으로 고효능 나노·한방 융합 신소재 침을 개발하고 관련 생산시스템 구축을 통한 최종 사업화를 목표로 협력

※ 한의신문(05.20)

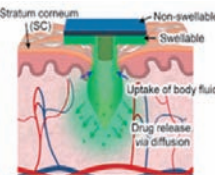


● 다인소재

● 천연소재 식품원료를 활용하여 '나노캡슐화' 성공

- 난용성인 천연 향균·항산화 소재를 탄수화물 및 단백질로 나노캡슐화하는 기술 개발에 성공. 합성보존료 대체가 가능할 것으로 전망

※ 한국농촌경제신문(06.05)



● 국립마산병원, 부산대학교, 에스엔비아

● 결핵 백신에 '마이크로니들' 기술 적용

- 백신 관련 의료기기 개발을 위한 업무 협력을 체결, 마이크로니들을 적용한 결핵 백신 접종 의료기기를 개발할 계획

※ 조선비즈(06.18)



● 메콕스큐어메드

● 표적항암기술 공동 특허 출원

- 가톨릭대학교 나건 교수팀과 '나노 약물 전달기술'을 통한 표적항암기술 개발을 완료해 가톨릭대학교와 공동으로 특허를 출원

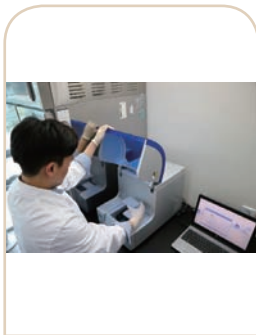
※ 뉴스핌(06.20)



- **니나노헬스케어사업단**
- **세계 최초 나노분쇄기술 이용한 '위대한홍삼' 탄생**
 - 세계 최초 나노분쇄기술을 이용한 '위대한홍삼'을 출시. 분말 입자의 크기를 200~1,000 나노미터까지 줄여 생체이용률을 최대 1,000배까지 향상
 - ※ 파이낸셜뉴스(06.26)



- **에이아이비트**
- **나노기술 기반 PDT 뷰티 사업 추진을 위한 업무협약 체결**
 - 바이오 신소재를 활용한 기능성 화장품과 헬스케어 디바이스 시장에 본격 진출. LED마스크 전용 화장품을 출시할 계획
 - ※ 미디어펜(07.08)



- **엠디헬스케어**
- **장내 미생물로 자폐 진단...한국인 대상 첫 연구 결실**
 - 한국인 자폐증 환자 소변에서 추출한 나노소포를 분석해 특이적 물질을 발견, 위험도를 예측하는데 성공
 - ※ 전자신문(07.18)



- **리더스코스메틱**
- **피부 고민 위한 '올 필터' 및 미백 기능성 '하이 자임' 라인 출시**
 - 스킨케어 제품으로 새 라인을 출시함. '하이 자임'은 초음파 진동 기술로 비타민을 나노크기로 미세하게 가공해 유효 성분을 피부 깊숙한 곳까지 침투시키며, 미백 효과를 향상
 - ※ 스포츠서울(08.05)



- 엔비포스텍
- 일본 아크레이와 기술제휴 · 투자 업무협약 체결
 - 일본 아크레이와 신속 진단 키트인 LFA 등의 나노콘 기술을 활용한 진단기기 개발과 투자 협력을 위한 업무협약을 체결
 - ※ 동아일보(09.23)



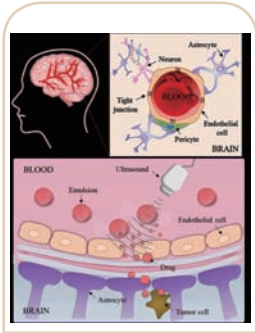
- 휴온스
- '나노복합점안제' 글로벌 특허 취득
 - 안구건조증치료제 신약 허가를 위해 국내 임상 3상이 진행 중인 '나노복합점안제'가 '안과용 나노복합조성물'에 대한 특허를 취득
 - ※ Korea IT Times(10.01)



- 전북대학교 이동원 교수
- 고분자 항산화 나노약물 기술이전
 - 유해 활성산소를 빠르게 제거하면서 항산화 및 항염증 효과를 발휘하는 새로운 고분자 약물 기술을 미국 바이오기업인 셀데라에 기술이전
 - ※ 대학저널(10.14)



- 에스엔바이오
- 나노 약물전달 기술로 항암제 시장 공략
 - 이중나노미셀 기술로 난용성을 극복해 전달성은 높이고 부작용은 줄인, 항암제의 개발 폭을 넓혀 갈 것으로 전망
 - ※ 한국경제(10.30)



● 앤투비

● 나노버블 기술로 약물 효과성 증강

- 나노버블을 약물 전달체로 활용하는 기술을 개발. 인체에 무해한 공기 또는 산소만을 추가 적용하기 때문에 효율성과 상품성이 더욱 뛰어날 것으로 기대
※ 중앙일보(12.26)



● 휴온스

● '나노복합점안제' 독일 임상 3상 시험계획 신청 완료

- 독일 식약청에 '나노복합점안제'의 임상 3상 시험계획 신청을 완료. '서양인을 대상으로 다인성 안구건조증에 대한 복합 치료의 안전성과 유효성'을 확인할 계획
※ CEOSCORE DAILY(12.27)

4

나노에너지 · 환경



● ECO융합섬유연구원, 티엔솔루션

● 미세먼지 차단 나노 방진·방충망 제품 개발 추진

- 갈수록 심각해지는 미세먼지로부터 국민건강을 보호하는데 도움을 주고자 미세먼지 차단 나노 방진·방충망 제품 개발을 추진
※ 전라일보(01.03)

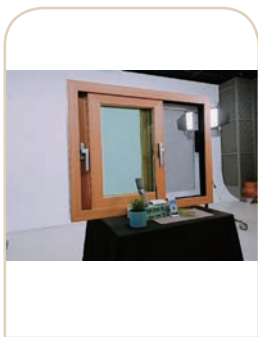


● 오픈메디칼

● 나노필터 미세먼지 마스크 출시

- 미세먼지 피해를 최소화하기 위해 식약처 인증 '나노필터 테크노웹 미세먼지 마스크'를 출시. 통기성이 좋아 착용 시 숨 쉬기 편리하다는 장점을 제공

※ 전자신문(01.14)



● 성광유니텍

● 스마트방범안전창에 나노섬유망 부착

- 실내환경 구축을 위해 나노섬유 전문 기술 보유업체인 체코 레스필론 그룹과 독점 공급 계약을 체결. 스마트방범안전창 '원가드'에 나노섬유망을 결합해 미세 먼지를 걸러낼 수 있는 제품을 개발할 계획

※ 연합뉴스(01.15)



● 한국기술교육대학교 오용택 교수

● 산학공동기술개발 '나노온열벤치' 선보여

- 늦가을에서 늦봄까지 날씨가 추운 기간, 버스 정류장 등 일상 공간에서 일반시민들이 따뜻하게 앉아서 대기하도록 만든 벤치인 '나노온열벤치'를 개발

※ 대학저널(01.29)



● 한국동서발전, 울산과학기술원

● 차세대 태양광 패널 개발 착수

- 차세대 태양광 소재로 부각되고 있는 페로브스카이트를 이용한 초고효율 다중접합 태양전지 개발에 착수. 대면적 태양전지판을 제작할 예정

※ 인더스트리뉴스(03.11)



- 나노
- 미세먼지 필터 핵심소재 중국 공장 증설...중국 규제 강화 수요 급증
 - 대기 중의 오염물질인 질소산화물을 제거하는 촉매필터를 생산하는 나노케미칼의 생산능력을 늘리기 위한 투자를 진행. 추후 전기차 배터리 부품업체에 공급할 예정
 - ※ 아시아경제(03.27)



- 백텍
- 나노기술 활용 '퓨리타스 마스크' 출시
 - 나노기술의 첨단 공법으로 자체개발한 항균 원단을 사용. 친수 원단을 사용해 마스크 안쪽 면의 축축함을 억제하고, 편안하게 숨 쉴 수 있는 장점을 제공
 - ※ 연합뉴스(04.03)



- 나노캠텍, 엔투스셀
- 미세먼지 마스크 시장 진출
 - 초미세 나노섬유 필터 마스크인 '브레스실버'를 통해 마스크 시장에 진출하고 국내·외 영업을 확대
 - ※ 메디컬투데이(04.03)



- 홈트너
- '나는 KF94 나노방역마스크입니다'로 미세먼지 차단
 - 거미줄 구조의 촘촘한 나노필터를 사용해 0.4 μ m의 초미세먼지는 물론 감염원까지 완벽하게 차단. 또한 인체공학적 설계로 흘러내림 및 김서림을 방지
 - ※ 한국금융(04.13)



- 꼼마망
- ‘미세먼지 나노필터 유모차 커버’ 출시
 - 미세먼지에도 엄마와 아이의 외출 걱정을 덜어주는 ‘미세먼지 나노필터 유모차 커버’를 출시. 어린이 제품 공통 안전기준을 통과하고 KC인증까지 획득
 - ※ 이슈메이커(04.29)



- 니나노
- 나노기술 전자파 차단 투명필름 상용화 성공
 - 디스플레이용 터치 기능이 가능한 전자파 차단 투명 소재를 세계 최초로 개발. 핸드폰의 전자파 인체 흡수율(SAR)을 95% 이상 낮춰주는 장점을 제공
 - ※ 서울와이어(06.03)



- 티엔솔루션
- 미세먼지 막아주는 방충망 ‘숨시미 나노방진망’ 본격적 시장 확대
 - 나노섬유 기술을 이용해, 공기정화 필터 기능을 갖춘 방진망 ‘숨시미’ 대리점이 전주에 진출. 많은 가정에 나노방진망이 설치될 수 있도록 노력할 계획
 - ※ 공감신문(06.19)



- 제놀루션
- 핵산추출 신기술…‘진단 시장 석권할 것’
 - 개량된 마그네틱 비드 신기술로 세계 분자진단 시장을 공략할 예정. 기존의 DNA 및 RNA 추출법에 비해 샘플처리 속도가 빠르고, 비용이 저렴하다는 장점을 제공
 - ※ the bell(08.07)



● 나노미래생활

● 태양광 보호필름 적용한 비닐하우스용 커튼 출시

- 기존 태양광 패널의 보호필름으로 사용되는 소재에 산화아연 필름층을 라미네이팅 하는 방법으로 개발. 항균·항곰팡이 성능 또한 제공

※ 아시아경제(08.09)



● SK머티리얼즈

● 산학연 협력 친환경 세정가스 개발 추진

- 반도체 디스플레이 소재 경쟁력 향상을 위한 산학연 협력체를 구축하고 친환경 세정가스 등 소재 국산화를 추진. 'IT 소재 솔루션 플랫폼'을 공식 출범

※ 신소재경제(08.09)



● 벡텍

● 미세먼지 차단용 퓨리타스마스크, 두바이 시장 진출

- 나노과학기술을 활용한 '퓨리타스 마스크' 시리즈는 미국 환경보호국(EPA)의 인증을 받은 원단을 사용, 극초미세먼지 차단은 물론 원단자체가 파균기능을 갖고 있어 반복 재사용이 가능

※ 비즈트리뷴(08.21)



● SK이노베이션

● 전기차 배터리 생산능력 급성장... '후발주자' 꼬리표 떼다

- 전기차 배터리 생산능력이 연간 20GWh 수준으로 급성장을 추진
- 중국과 헝가리 공장이 가동되면 LG화학, 삼성SDI를 포함한 국내 배터리 3사간 경쟁도 본격화될 전망

※ 전자신문(09.02)



● LG하우시스

● 세라믹 패턴 가구용 필름 출시

- 세라믹 패턴을 적용한 가구용 필름 '에스-텍스처(S-Texture)'를 출시. 가구 표면에 붙이는 신제품은 안전성이 검증된 PET 소재를 원료로 개발

※ 비즈니스코리아(09.05)



● LG테크놀로지벤처스

● 차세대 배터리 사업 주도권 잡는다...미국 스타트업 투자

- LG그룹 투자 회사인 LG테크놀로지벤처스가 미국의 배터리 재료와 공정 관련 스타트업인 '포지나노'에 1800만 달러(약 214억 원) 규모 투자를 단행

※ 이투데이(09.09)



● 나노메딕스

● 짐 로저스 등 그래핀 전문가 초청...수처리 시장 개척 본격화

- 약 700조원에 달하는 수처리 시장 적용을 시작으로 그래핀을 이용한 이차전지 및 응용분야를 확장하고, 국내외 산학협력을 통해 성과를 만들어 갈 계획

※ 조선비즈(10.25)



● 오투클린

● 전남 '무안 센텀시티'에 오투클린 나노방진망 설치

- 전남 무안군청 옆에 들어서는 '무안 센텀시티'에 나노방진망을 공급할 예정. 미세먼지를 원천적으로 차단하는 친환경 프리미엄 아파트로 거듭날 것으로 기대

※ 서울비즈(11.15)



- 현일
- 가구와 섬유를 오랫동안 깨끗하게 '나노클린'...높은 제품력으로 호평
 - 장기간 고가의 가구와 섬유를 깨끗하게 유지시켜줄 수 있는 제품을 개발. 건축 자재 코팅 등에 사용되며, 빗물이나 먼지로부터 깨끗한 외관 유지가 가능
 - ※ 강소기업뉴스(11.18)



- 레몬
- 최첨단 나노기술 적용 '에어퀸 황사·방역 마스크' 출시
 - 나노 파이버 필터를 적용해 미세먼지는 물론 감염원까지 완벽하게 차단할 수 있는 황사·방역 마스크를 출시
 - ※ 매일경제(12.04)



- 한국기술교육대학교, 천안시
- 천안버스승강장 '나노온열벤치' 설치
 - 천안버스터미널 버스 승강장에 시민들의 추위를 녹일 '나노온열벤치'를 설치. 외부 기온에 따라 자동 센서가 작동해 벤치 온도가 조절되며 24시간 작동함
 - ※ 대전일보(12.22)

나노공정·장비·측정



- 우리넷
- 양자암호 연동 광통신장비 국산화 성공
 - 자체 기술로 양자키를 분배받아 암호화 통신기능을 제공할 수 있는 광-회선-패킷 전달장비(POTN) 개발에 성공
 - ※ 뉴스핌(01.03)



- 엔비디아, 삼성전자
- '7나노 파운드리' 엔비디아, 삼성에 러브콜
 - 7나노 공정 기반 GPU 아키텍처를 출시할 전망. 삼성전자 파운드리사업부에 위탁하는 방향으로 추진
 - ※ 지디넷코리아(01.16)



- 국일그래핀
- 대면적 그래핀 생산 기틀 마련
 - 무전사식그래핀층의 형성 방법의 특허에 이어 '대면적 그래핀 박막 in-situ 제조방법'으로 특허를 취득
 - ※ 이투데이(02.14)



- 유유제약
- 아이엠디팜으로부터 '나노복합체 정제 기술' 도입
 - 아이엠디팜이 보유한 '나노복합체 기술 기반 두타스테리드 단일 정제 및 두타스테리드와 타다라필의 복합체 정제' 관련 기술을 이전 받음
 - ※ 뉴스핌(02.20)



- 세라코트코리아
- 나노코팅 시공사업 본격화... 나노라이프와 업무제휴 체결
 - 코팅시공 전문업체 나노라이프와 업무협약을 맺고 국내 나노코팅 시장을 본격 공략할 예정
 - ※ 이투뉴스(03.20)



- 레몬
- 토텍, 자회사 레몬 '나노 양산 증설'에 800억 투자
 - 향후 나노멤브레인의 응용적용 분야인 황사 마스크, 미용 마스크팩, 음향밴드 등으로 사업영역을 확대할 것으로 전망
 - ※ 아이뉴스24(03.27)



- 나노종합기술원, 코셈
- 주사전자현미경 세계 최초 개발
 - 세계 최초 대기 비개방형 시편제작 통합형 주사전자현미경을 개발해 상용화에 성공
 - ※ 파이낸셜뉴스(04.04)



- 시노펙스
- 나노중공사막 국산화 생산체제 구축
 - 수입산 필터가 주를 이루고 있는 나노중공사막 필터제품 개발에 성공, 국내 기업으로는 최초로 공급 시스템을 구축
 - ※ 이투데이(04.23)



- 제타인더스트리
- 독자적 방식으로 나노필터 대량생산 기술 개발 성공
 - 세계 최초로 용융형 폴리머를 100나노 수준의 생산성이 뛰어난 방식으로 대량 생산하는 기술을 개발하는데 성공

※ 전자신문(06.07)



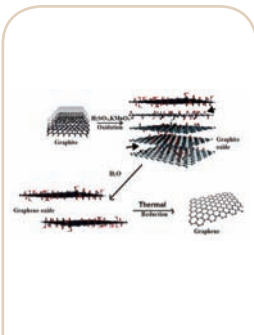
- 스탠다드그래핀
- 네팔에 그래핀을 활용한 정수시설 준공
 - 18일 네팔에서 진행된 엄홍길 휴먼재단의 '제 10차 휴먼스쿨'에서 그래핀을 활용한 정수 설비 준공식을 가짐. 전 세계 식수난을 겪는 지역에 그래핀 정수기를 보급 할 계획

※ 오마이뉴스(06.20)



- 참트론
- R2R 방식 고품질 그래핀 대량생산 기술 확보
 - 롤투롤(R2R) 방식 화학기상증착법(CVD)을 이용해 분당 1m 이상 속도로 고품질 그래핀을 생산하는 기술을 확보. 또 11 μ m 두께의 얇은 동박으로 그래핀 고속 생산에 성공

※ 전자신문(07.02)



- 나노메딕스
- 스탠다드그래핀과 그래핀 양산 설비 구축 추진
 - 조인트벤처(JV)를 설립해 그래핀 양산을 위한 생산설비를 구축. 다양한 규격의 그래핀을 생산해 우주항공, 자동차, 코팅, 수처리 산업에 공급할 예정

※ 아시아경제(07.10)



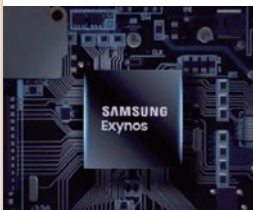
- 삼성전자
 - 5나노 미세공정 시스템반도체 내년 양산 위한 작업 순항
 - 5나노 시스템반도체 미세공정 도입을 위한 준비를 순조롭게 진행하고 있어 내년부터 양산을 시작할 계획
 - 5나노 EUV 미세공정에 사용되는 반도체 설계도구의 승인절차를 완료
- ※ 비즈니스포스트(07.10)



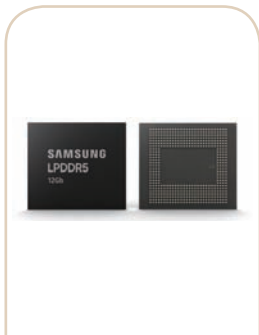
- 시노펙스
 - 인니 수방군과 나노여과 정수 및 수처리를 위한 업무협약 체결
 - 인도네시아 수방군과 나노 여과 분리막을 이용한 고도정수처리공정 시스템 개발 및 수처리 사업화를 위한 업무협약을 체결
- ※ 매일경제(07.17)



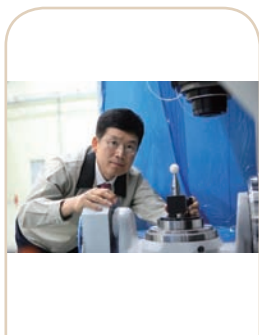
- 레몬
 - 나노멤브레인 제1공장 100% 자동화
 - 생리대 '에어퀵'의 핵심소재인 나노멤브레인을 직접 생산하며, 1공장에서 생산되는 나노멤브레인은 미국 노스페이스에 공급할 예정
- ※ 머니투데이(07.18)



- 삼성전자
 - 첫 7나노 칩셋 양산 돌입
 - 삼성의 플래그십 스마트폰 '갤럭시노트 10'에 들어가는 애플리케이션프로세서(AP) '엑시노스 9825'가 본격 양산에 돌입
- ※ 중앙일보(07.18)



- 삼성전자
- 세계 최초 '12Gb LPDDR5' 양산
 - 1초만에 풀HD급 영화를 다운로드 받을 수 있는 모바일D램 양산에 돌입.
 - 5G통신 시대에 맞춰 역대 최고 속도를 구현한 '12기가비트(Gb) LPDDR5 모바일 D램'을 세계 최초로 양산
 - ※ 데일리안(07.18)



- 코론
- '핵심 장비 국산화'...기업 간 수출규제 장벽 넘은 '코론'
 - 자체 기술력으로 만든 리니어 모터 장착 초정밀 고속가공기를 무기로 국내 시장 진출을 본격화 및 중국 등 해외 시장 진출을 모색
 - ※ 연합뉴스(08.05)



- 크루셀텍
- 삼성·LG 등 세계 최초 나노패키징 초박막 지문인식 모듈 공급
 - 세계 최초로 개발한 나노패키징 공법이 적용된 초박막 지문인식 모듈을 삼성전자 등 국내외 대기업에 공급
 - ※ 서울경제TV(08.14)



- 시노팩스
- 고성능 멤브레인 설비·기술 인수...사업확대 기반 구축
 - MF와 UF멤브레인(PAN, PS소재 등)기술과 함께 개발에 성공한 NF멤브레인 기술을 접목시켜 한층 더 업그레이드 된 기술과 다양한 소재를 바탕으로 국내외 시장을 확대해 나갈 계획
 - ※ 이투데이(09.09)



- SK실트론
- 미국 듀폰 SiC 사업부 인수...차세대 웨이퍼 개발 박차
 - 미국 듀폰의 실리콘카바이드(SiC) 웨이퍼 사업을 통째로 인수. 차세대 웨이퍼 관련 기술의 국산화가 더욱 탄력 받을 것으로 전망
 - ※ 전자신문(09.10)



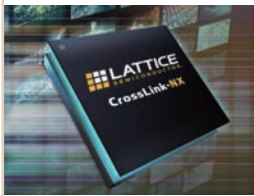
- 국일그래핀
- 대면적 그래핀 양산화 설비 도입
 - 국내 기업과 대면적 그래핀 설비 계약을 체결. 롤에 감아 가공하는 Roll to Roll (롤투롤) 방식이 적용되어 각 산업별 테스트 및 판매가 이뤄질 계획
 - ※ 채널인(10.17)



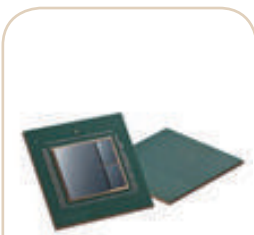
- SK하이닉스
- 3세대 10나노급 D램 개발
 - 3세대 10나노급 미세공정을 적용한 16Gb DDR4 D램을 개발. 최고 수준의 용량과 속도에 전력 효율까지 갖춰 고객들의 수요에 적합한 제품으로 전망
 - ※ 동아일보(10.22)



- 삼성전자
- 시설투자 29조 원...시안 2라인·평택 2라인 내년 가동
 - 올해 반도체 23조 3,000억 원, 디스플레이 2조 9,000억 원 등 시설투자에 29조 원을 집행할 계획. 3분기 실적 컨퍼런스콜에서 시안·평택 2라인도 투자를 진행
 - ※ 조선비즈(10.31)



- 삼성전자
- 파운드리, 래티스 28나노 FD-SOI 공정 FPGA 생산
 - 28나노 완전공핍형 실리콘 온 인슐레이터(FD-SOI) 공정 위탁생산(파운드리)
 - 신규 고객사로 프로그래머블반도체(FPGA) 업체 래티스를 확보
 - ※ 디일렉(12.11)



- 삼성전자
- 바이두 14나노 공정 AI칩 '쿤룬' 양산
 - 중국의 대형 인터넷 검색엔진 기업 바이두의 14나노 공정 기반 AI 칩 '쿤룬(KUNLUN)'을 2020년 초에 양산할 계획
 - ※ 로봇신문(12.18)



- 한국기계연구원 나노응용역학연구실 김재현 실장
- 세계 최초 마이크로 LED 롤 전사기술 상용화
 - 마이크로 LED 디스플레이의 생산성을 획기적으로 개선할 수 있는 '마이크로 LED 롤 전사기술'을 세계 최초로 상용화
 - ※ 파이낸셜뉴스(12.19)

제3절

2019년도 나노기술 부처별 정책 동향

1

과학기술



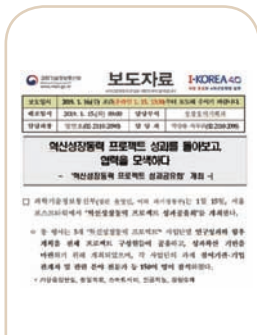
- 과학기술정보통신부(연구개발정책과, 정보통신방송기술정책과)
- 「2019년도 과학기술·ICT 분야 R&D사업 종합시행계획」 확정·발표
 - 과학기술 분야 3조 3,996억 원, 정보통신(ICT) 분야 9,153억 원의 총 4조 9,149억 원 규모의 R&D사업 종합시행계획을 확정·발표
 - 연구자 중심의 R&D, 혁신성장, 4차 산업혁명 대응, 일자리 창출 등 궁극적으로 우리나라의 과학·경제·사회 발전과 국민 삶의 질 제고에 기여할 것으로 기대
 - ※ 과학기술정보통신부 보도자료(01.02)



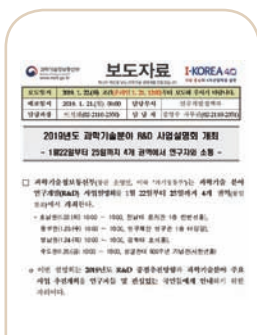
- 과학기술정보통신부(연구예산총괄과)
- 2019년도 정부연구개발사업 부처합동설명회 개최
 - 9개 중앙행정기관과 합동으로, 수도권, 중부권에서 개최
 - 2019년도 정부연구개발예산(20.5조 원)의 투자 방향과 주요 부처별 사업 추진 계획을 관심 있는 연구자들에게 안내
 - ※ 과학기술정보통신부 보도자료(01.07)



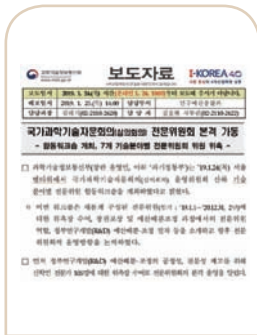
- 과학기술정보통신부(과학기술정책과, 생명기술과, 정보보호기획과, 과학기술정보과), 해양수산부(혁신성장일자리기획단), 특허청(산업재산활용과)
- 제2회 과학기술관계장관회의 개최
 - 국정 전반에 과학기술을 접목한 혁신 플랫폼으로써의 본격적인 첫걸음
 - 4차 산업혁명 대응 및 혁신성장에 필요한 기반 조성과 강화를 위해 규제개선, 국가적 마련과 관계부처의 협업체계를 공고히 하는 동시에 국가 과학기술의 대(大)혁신을 위한 체질개선에 주력
 - ※ 과학기술정보통신부 보도자료(01.09)



- 과학기술정보통신부(성장동력기획과)
 - 혁신성장동력 프로젝트 성과공유회 개최
 - 혁신성장동력 분야 핵심기술 개발 등을 선도적으로 추진하는 범부처 민간 연구 개발 협업 프로젝트
 - 참여기관·기업 관계자 및 관련 분야 전문가 등이 참석하여 연구성과와 향후 계획을 전체 프로젝트 구성원들이 공유하고, 성과확산 기반을 마련
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(01.16)



- 과학기술정보통신부(연구개발정책과)
 - 2019년도 과학기술 분야 R&D 사업설명회 개최
 - 특별세션, 과학기술정보통신부 R&D 중점 추진방향, 과학기술 분야 R&D 사업 분야별 추진계획으로 구성
 - 연구개발사업 참여 연구자의 사업 기획·참여 의무화 등 R&D 주요 변경사항과 2019년 중점 추진방향 공유
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(01.22)



- 과학기술정보통신부(연구예산총괄과)
 - 국가과학기술자문회의(심의회의) 전문위원 합동 워크숍 개최
 - 정부연구개발 20조원 시대를 맞이해 예산배분·조정 과정에 더 많은 전문가들을 참여시키고 정책 자문을 얻기 위하여 기존 100명에서 106명으로 확대하여 구성
 - 정부연구개발 예산 절차에 대한 이해도를 높이고, 정부연구개발 예산 조정자로서의 윤리 의식을 강조하는 기회
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(01.24)



- 과학기술정보통신부(과학기술정보과)
 - 과제지원시스템 통합 구축을 위한 범부처 실무추진단 현판식 개최
 - 과도하고 복잡한 연구행정과 기관별 사이한 연구지원시스템으로 인해 연구자 부담이 가중되고 연구몰입을 저해한다는 지적이 지속적으로 제기
 - 2019년 상반기에 완료할 계획이며, 과제지원시스템 및 연구자정보시스템은 2019년 상세설계를 시작으로 2020년부터 구축에 돌입, 2021년 시험운영을 개시할 예정
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(01.25)



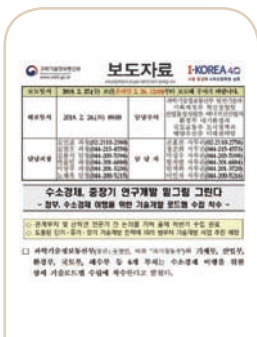
- 과학기술정보통신부(평가심사과)
 - 2019년 제1차 예타 대상선정(기술성평가) 설명회 개최
 - 이번 제도개선은 일몰사업 등으로 예타 신청 사업수가 급증함에 따라 기술성 평가를 간소화하고 부처의 부담 완화
 - 실무자들을 대상으로 한 교육 및 설명회를 지속적으로 추진하여 예타 준비 과정에서 궁금증이 즉시 해소될 수 있도록 부처와의 소통을 강화해 나갈 계획
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(01.29)



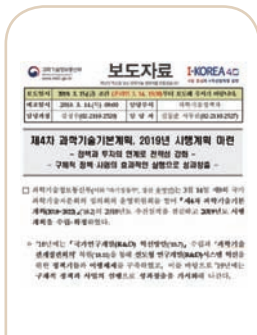
- 과학기술정보통신부(연구개발투자기획과)
 - 「정부R&D 중장기 투자 전략」 확정
 - 2019~2023년까지 5년으로 과학기술기본계획의 이행을 거시적 투자 관점에서 지원하기 위한 목적으로 수립
 - 과학기술은 경제발전뿐만 아니라 국민의 일상생활에 스며들며 국민이 체감할 수 있도록 삶의 질을 향상하는 사회적 역할도 강화할 계획
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(02.15)



- 과학기술정보통신부(예산총괄과)
 - 2020년도 정부연구개발 투자 방향 및 기준(안) 공청회
 - 내년도 정부연구개발(R&D) 투자 목표로 과학기술 혁신역량을 확충하고 경제 활력 제고와 행복한 삶 구현을 목표로 제시
 - 투자 방향은 각 부처의 다음 해 연구개발(R&D) 예산 요구의 기준이 되며, 정부 연구개발(R&D) 예산 배분·조정에 중요 지침으로 활용
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(02.25)



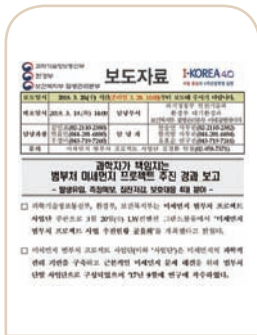
- 과학기술정보통신부(원천기술과), 기획재정부(혁신창업팀), 산업통상자원부(에너지 신사업과), 환경부(대기환경과), 국토교통부(도시정책과), 해양수산부(미래전략팀)
 - 수소경제 이행을 위한 기술개발 로드맵 수립 착수
 - 관계부처와 산학연 전문가가 약 100여 명이 참여할 예정이며, 향후 심도 있는 논의를 거쳐 올해 하반기 수립 완료할 계획
 - 기술로드맵 수립이 완료되면, 이를 토대로 기술개발이 필요한 중점 투자 분야를 도출, 부처 간 연계 및 역할분담을 통해 기술개발 사업을 추진할 계획
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(02.27)



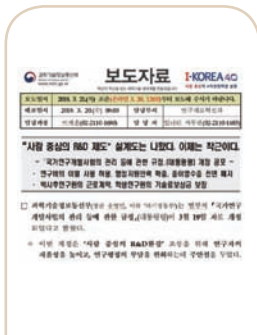
- 과학기술정보통신부(과학기술정책과)
- 제4차 과학기술기본계획, 2019년 시행계획 수립
 - 2019년도에는 구체적 정책과 사업의 실행으로 성과 창출을 가시화
 - 정책 환경 변화와 분야별 중장기계획을 시행계획에 반영, 부처별 정책·사업을 구체화하는 등 기본계획의 효과성을 지속적으로 제고해 나갈 계획
 - ※ 과학기술정보통신부 보도자료(03.15)



- 과학기술정보통신부(연구개발정책과)
- 연구자 중심 현장 점검 추진
 - 연구자 7인으로 구성된 '연구자 현장점검단'은 제도개선이 현장에서 실제로 이행되고 있는지를 직접 점검, 현장에서 이행되고 있지 않은 제도 개선 사항에 대해서는 원인을 분석
 - 점검 결과에 따라 불필요한 규정 폐지, 적극적인 규정 해석, 관계부처 협의 등을 통해 제도개선사항의 현장 적용을 위한 후속 조치를 진행할 예정
 - ※ 과학기술정보통신부 보도자료(03.19)



- 과학기술정보통신부(원천기술과), 환경부(대기환경과), 보건복지부(질병관리본부 미래질병대비과)
- 미세먼지 범부처 프로젝트 사업 추진현황 공유회 개최
 - 4대 부문별로 사업단에서 진행한 중간 연구 경과와 과학기술 분야 출연연구기관이 수행한 미세먼지 관련 대표 연구개발 성과 공유
 - 초미세먼지 농도 구간별 중국 배출량의 영향 등을 산정하고 전국 주요 배출원별 영향과 지자체별 상하영양 연구 등의 중간 경과와 향후 계획 논의
 - ※ 과학기술정보통신부 보도자료(03.20)



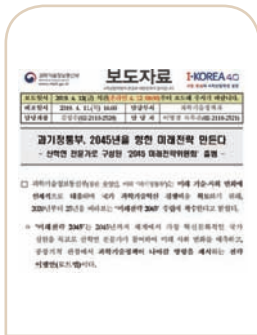
- 과학기술정보통신부(연구제도혁신과)
- 「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」 개정
 - '사람 중심의 R&D 환경' 조성을 위해 연구자의 자율성을 높이고, 연구행정의 부담을 완화하는데 주안점을 둠
 - 관행이라는 이름으로 현장에 숨어있는 불필요한 규제까지 발굴해 혁파해 나갈 계획
 - ※ 과학기술정보통신부 보도자료(03.21)



- 과학기술정보통신부(기획재정담당관), 산업통상자원부(산업기술개발과)
 - 2019년 제1차 과학기술정보통신부-산업통상자원부 정책협의회 개최
 - 양부처가 공동 추진하는 주요 정책현안을 허심탄화하게 논의하여 시너지 효과를 극대화하고, 이를 통해 국민이 체감하는 성과를 조기에 도출
 - 해당 협의체를 분기별로 개최하여 주요 정책 분야의 협력과제를 지속 발굴할 예정이며 논의된 안건에 대하여 실적 점검 및 합동 현장 점검 등을 병행하여 추진할 계획
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(04.10)



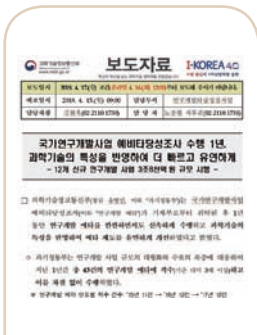
- 과학기술정보통신부(과학기술안전기반팀)
 - 「대한민국 과학기술유공자 공훈록」 발간
 - 유공자들의 생애와 연구성과, 언론 기고와 인터뷰, 저술활동 등 일목요연하게 정리하였으며 과학기술 후학 전문가들이 헌정기고 및 과학사 전문가들의 특별 기고 등을 수록
 - 매년 선정된 유공자들의 공훈록을 지속적으로 발간할 계획으로 인쇄 제작된 서적은 국회도서관 등 공공기관에 배포하고 한국과학기술한림원, 대한민국 과학기술유공자 홈페이지를 통해 전자파일을 무료로 제공할 예정
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(04.11)



- 과학기술정보통신부(과학기술정책과)
 - '2045 미래전략위원회' 출범
 - 미래전략 2045의 전체적인 방향성을 검토하며, 주요 과학기술 확보전략 및 혁신 생태계 조성전략을 최종 확정하는 역할을 수행
 - 두 개의 실무 분과위원회를 구성하고 다양한 현장 전문가들의 의견을 꾸준히 수렴하여 세부 전략과 과제 등을 논의하고 집필할 계획
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(04.12)



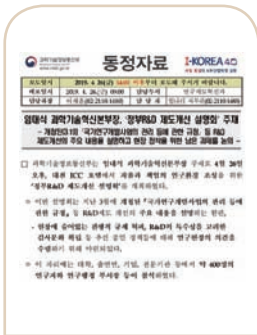
- 과학기술정보통신부(과학기술문화과)
 - 「2019 대한민국 과학축제」 개최
 - 국내 최대 과학문화 행사로서, 매년 8월에 실내에서 개최되던 '대한민국 과학 창의축전'을 올해는 4월 과학의 달에 도심형 과학문화축제로 새롭게 개편
 - 우리나라의 최고 과학기술 성과를 소개하고 일상생활 속에서 과학을 즐기고 체험할 수 있는 다양한 과학문화 프로그램으로 구성
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(04.17)



- 과학기술정보통신부(연구개발타당성심사팀)
- 국가개발연구사업 예비타당성조사 수행
 - 타당성을 인정받은 총 사업비 3조 8,398억 원 규모의 12개 신규 대형 연구개발 사업이 시행(통과)되었으며, 현재 진행 중인 32개 사업도 차질없이 완료되도록 관리할 계획
 - 연구개발 예타 소요기간이 평균 6개월 내외로 절반 이상 단축되고 경제적 타당성보다는 과학기술적 타당성이 중점적으로 평가되는 등 실질적 개선 효과
 - ※ 과학기술정보통신부 보도자료(04.17)



- 과학기술정보통신부(정책총괄과, 미래인재정책과)
- 「2019 과학·정보통신의 날」 기념식 개최
 - 이번 행사는 5G+(5세대 이동통신 플러스) 전략을 통한 혁신 성장 실현, 과학 기술 성과 향유 및 국민 생활 문제 해결이라는 주제로 진행
 - 과학기술 및 정보통신 진흥 유공자 121명에게 훈·포장, 대통령 표창, 국무총리 표창을 시상
 - ※ 과학기술정보통신부 보도자료(04.23)



- 과학기술정보통신부(연구제도혁신과)
- '정부R&D 제도개선 설명회' 개최
 - 연구 현장을 대상으로 정부의 '공동관리규정' 개정(3.19) 등 R&D 제도개선의 주요 내용을 설명하고 향후 과제를 논의
 - 연구자가 연구에 전념할 수 있는 환경을 조성하는 것이 R&D 혁신의 핵심이라고 강조하는 한편, R&D의 자율성과 다양성을 존중하는 R&D 감사 방식도 확립할 계획
 - ※ 과학기술정보통신부 동정자료(04.26)

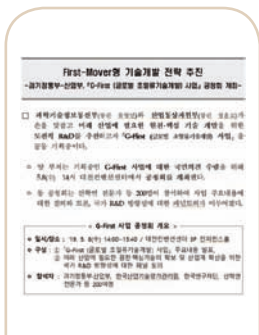


- 과학기술정보통신부(과학기술정책과, 생명기술과, 국민생활연구팀, 보건복지부(의료정보정책과), 농림축산식품부(과학기술정책과), 농촌진흥청(연구운영과))
- 제4회 과학기술관계장관회의 개최
 - 바이오와 농업 분야에서의 국가 연구개발(R&D) 혁신을 통해 미래에 닥칠 변화에 선제적으로 대응하기 위한 방안 논의
 - 현장 전문가와 국민의 목소리를 적극적으로 청취하고 광범위한 의견을 정책에 반영하여, 정책의 의사결정에 있어 전문성과 대표성이 강화
 - ※ 과학기술정보통신부 보도자료(04.26)



- 과학기술정보통신부(과학기술문화과)
- 「2019 페임랩 코리아」 개최
 - 과학·기술 분야 주제에 대한 생각, 의견, 경험 등을 대중과 소통하는 커뮤니케이터 발굴 및 소통을 통한 대중의 창의력 증진
 - 과학을 주제로 3분 동안 발표, 대중이 과학기술을 지식이 아닌 문화로 즐길 수 있도록 쉽고 재미있게 발표하는 것이 특징

※ 과학기술정보통신부 보도자료(04.29)



- 과학기술정보통신부(연구개발정책과, 산업통상자원부(산업기술개발과)
- 「G-First (글로벌 초일류기술개발) 사업」 공청회 개최
 - 과학기술정보통신부와 산업통상자원부가 미래 산업에 필요한 원천·핵심 기술 개발을 위한 도전적 R&D를 추진
 - 정부의 도전적 R&D 수행 당위성, 연구 성과 제고를 위한 부처 간 연계 강화 필요성 등에 대해 산학연 전문가들의 다양한 의견 수렴

※ 과학기술정보통신부 보도자료(05.09)



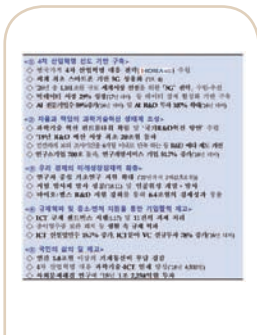
- 과학기술정보통신부(과학기술안전기반팀)
- 2019 세종과학기술인대회 개최
 - 과학기술유공자의 신규 지정을 축하하고 업적을 재조명하는 헌정 강연과 정부 출범 2주년을 맞아 과학기술의 성과와 과제를 논의하는 정책 포럼으로 구성되어 현장 연구자들과의 소통을 활성화하는 시간을 마련
 - 과학기술정책과 과학기술인의 역할에 대해 다양한 의견 제시

※ 과학기술정보통신부 보도자료(05.10)



- 과학기술정보통신부(융합기술과)
- 미래 원천기술 개발과 융합 전문인력 양성
 - 종합 반도체 강국으로 도약할 수 있도록 사람과 기술에 대한 중장기적 관점의 투자에 특히 집중할 계획
 - 지속적인 현장 의견 수렴 등을 통해 ‘시스템 반도체 비전과 전략’의 원활한 이행과 구체적 실행 방안의 현장 착근을 위해 지속적으로 노력

※ 과학기술정보통신부 보도자료(05.10)

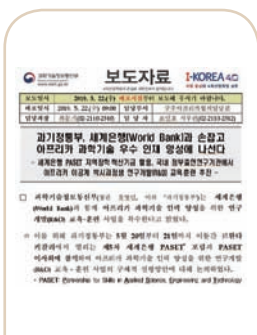


● 과학기술정보통신부(기획재정담당관)

● 「과학기술·ICT 성과」 발표

- 사람 중심의 4차 산업혁명 실현을 비전으로 4차 산업혁명 대응 핵심인프라 구축, 국가 R&D 혁신, 국민의 삶의 질 제고를 정책 방향으로 하는 'I-KOREA 4.0 전략'을 수립, 추진
- 이에 따른 5대 성과로 4차 산업혁명을 선도할 기반을 구축, 자율과 책임의 과학기술 혁신 생태계를 조성, 우리 경제의 미래성장 잠재력 확충을 위해 노력, 규제를 혁파하고 중소벤처 지원을 강화하여 기업의 활력을 제고, 과학기술·ICT를 통해 국민의 삶의 질을 제고하기 위해 노력

※ 과학기술정보통신부 보도자료(05.14)



● 과학기술정보통신부(주구아프리카협력담당관)

● 과학기술정보통신부-세계은행 아프리카 과학기술 우수 인재 양성

- 지역장학·혁신기금의 아프리카 과학기술 인력양성 사업을 국내에서 전담하여 운영, 아프리카 대학에서 박사학위 과정을 수료한 박사과정 학생을 대상으로 국내 정부출연 연구기관 및 대학에서 2년 동안 연구개발(R&D) 교육·훈련을 실시
- 국제기구·다자개발은행과 협력하여 우리나라 국익과 위상 제고를 위한 과학 기술외교 활동을 전개

※ 과학기술정보통신부 보도자료(05.22)



● 과학기술정보통신부(공공기관혁신팀, 연구개발정책과, 연구기관지원팀, 정책총괄과)

● 공공기관 R&R(Role and Responsibility) 성과공유 회의 개최

- 주요 분야별 성과사례를 공유하고, R&D 혁신 및 과학문화, 정부출연연구기관 R&R, DNA(Data-Network-AI) 기반 신산업 육성 등 주제로 논의
- 공공기관 간 우수사례를 공유함으로써 국가 R&D 혁신, 투자 효율성 제고, 연구 자율성 강화, 4차 산업 시대의 융합인재 양성, DNA 신산업 육성 등에 기여할 수 있는 계기

※ 과학기술정보통신부 보도자료(05.24)

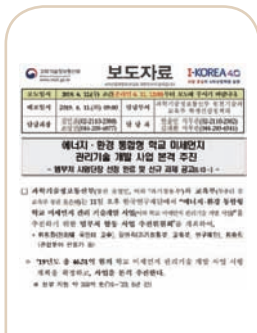


● 과학기술정보통신부(과학기술정책과, 연구개발타당성심사팀, 국민생활연구팀) 국토교통부(국민생활연구팀)

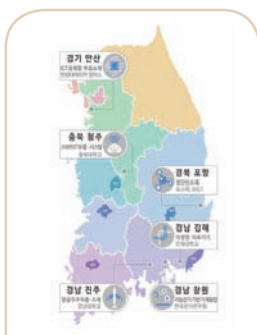
● 제5회 과학기술관계장관회의 개최

- 국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 1년 성과 분석 및 개선 방안에 대해 보고하고, 국가R&D 혁신·도전성 강화 방안, 과학기술 리빙랩·도시재생 연계 추진 방안 2건의 토론을 진행
- 연구자가 실패를 두려워하지 않고 파괴적·혁신적 목표에 도전할 수 있도록 제도적으로 뒷받침해주고, 현장의 의견을 적극 수렴하여 연구개발 예타 등 R&D 지원체계를 수요자 중심으로 개선해 나갈 계획

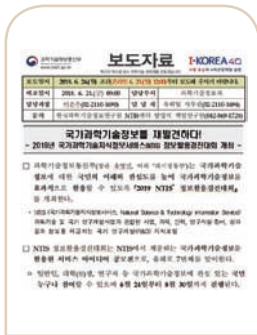
※ 과학기술정보통신부 보도자료(06.01)



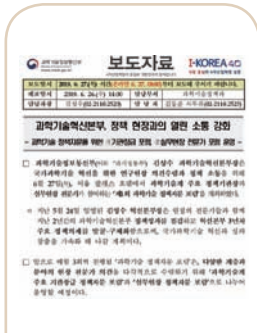
- 과학기술정보통신부(원천기술과), 교육부(학생건강정책과)
 - 에너지·환경 통합형 학교 미세먼지 관리 기술개발 사업 추진
 - 과학기술적 근거 기반으로 학교 미세먼지의 해결책을 마련하기 위해 과학기술정보통신부와 교육부가 함께 올해부터 신규로 추진하는 사업
 - 기획·관리·평가 등 전 주기적인 사업관리와 함께 국민 소통을 통해 학교 미세먼지에 대한 국민들의 이해도를 제고하고, 학교 현장의 개선 요구 사항을 지속 반영할 계획
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(06.12)



- 과학기술정보통신부(지역과학기술진흥과)
 - 새로운 연구개발특구 모델로 6개 강소특구 지정
 - 강소특구는 새로운 연구개발특구 모델로서 2017년 12월 계획 발표, 17개 광역시·도 대상 정책설명회 개최 등의 의견수렴 과정을 거쳐 2018년 7월 법령 정비로 도입 완료
 - 공공연구성과의 기술사업화 활성화를 위한 지역의 혁신 거점으로 육성할 계획
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(06.19)



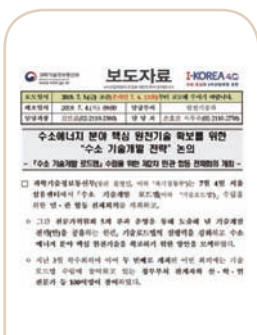
- 과학기술정보통신부(과학기술정보과)
 - 2019 NTIS 정보활용경진대회 개최
 - NTIS(국가과학기술지식정보서비스)에서 제공하는 국가과학기술정보를 활용한 서비스 아이디어 공모전
 - 우수 제안의 경우, NTIS 서비스 개발에도 반영되며, 작년 수상작인 '머신러닝 기반 과학기술 브레인 생성과 이를 활용한 스마트 분석·검색 서비스'는 이용자 맞춤형 서비스에 반영
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(06.24)



- 과학기술정보통신부(과학기술정책과)
 - 제1회 과학기술 정책 자문 포럼 개최
 - 과학기술계 주요 정책 기관장이 참여하는 회의체를 구성하여, 기관별 대표영역 중심으로 순차적으로 과학기술 정책의제 발굴·토론
 - 과학기술 정책 및 기술 분야 실무전문가들이 참여하는 회의체를 구성하여, 과학기술 주요 이슈별 현안 토의 및 정책 자문을 추진
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(06.27)



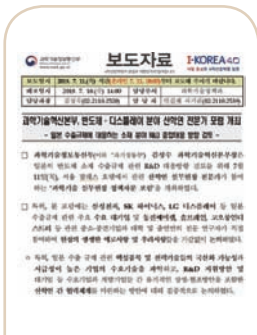
- 과학기술정보통신부(연구예산총괄과)
 - 2020년도 국가연구개발사업 예산 배분·조정안 마련
 - R&D 20조 원 시대에 따라 예산을 효율적으로 배분하고, 예측가능성을 높이기 위해 지난 2월 「정부 R&D 중장기 투자 전략」을 수립
 - 국정과제를 충실히 이행하고, 과학기술을 통한 혁신성장 가속화, 경제활력 제고, 국민이 체감하는 사회문제 해결에 중점 투자
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(06.29)



- 과학기술정보통신부(원천기술과)
 - 「수소 기술개발 로드맵」 수립을 위한 제2차 민·관 합동 전체회의 개최
 - 기술로드맵 수립의 진행 상황을 요약 발표하고, 세부기술별 개발 목표와 이를 달성하기 위한 중·장기 기술개발 전략(안)을 발표 및 타 분과와 의견을 교환
 - 수소 기술개발 로드맵은 9월 수립을 완료할 계획
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(07.05)



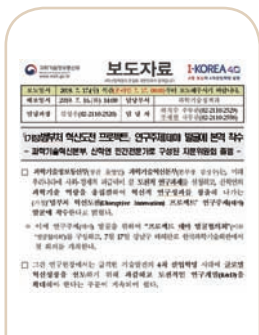
- 과학기술정보통신부(연구개발정책과)
 - 「과학기술정책 대토론회」 개최
 - 정부 과학기술정책의 성과와 향후 계획을 발표하고 한국 과학기술의 미래 발전 방향에 대한 전문가, 청중들의 의견을 들어보며 상호 소통하는 방식으로 진행
 - 연구 현장이 체감할 수 있는 기초연구비 확대 및 제도개선 지속 추진으로 연구에만 전념할 수 있는 환경을 조성하여 혁신적 연구성과 창출 지원
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(07.06)



- 과학기술정보통신부(과학기술정책과)
 - 반도체·디스플레이 분야 산학연 전문가 포럼 개최
 - 일본 수출규제 관련 주요 수요 대기업, 관련 중소·중견기업과 대학 및 출연연의 전문 연구자가 직접 참여
 - 정책 현안 이슈에 맞춰 정책 및 기술 분야 실무 전문 자문위원들을 신축적으로 구성하고, 연구 현장과 직접 소통해 나가기 위해 지역을 순회하며 과학기술 주요 현안 이슈를 논의해 나갈 예정
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(07.11)



- 과학기술정보통신부(성과평가정책과)
 - 연구장비 공동활용 전문시설 조성 추진
 - 공공기관 보유 장비를 연구 분야별 및 특정 기능에 따라 공동 활용하고, 전문적으로 운영하여 R&D자원 활용 효율화 및 해당 분야 R&D 역량 향상에 기여
 - ZEUS장비 예약서비스를 통해 기관 외부 연구자들도 공동 활용할 수 있도록 실시간 예약시스템을 운영할 예정
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(07.16)



- 과학기술정보통신부(과학기술정책과)
 - 혁신도전프로젝트 테마 발굴협의회 개최
 - SF작가 및 미디어 아티스트 등의 기발한 상상력, 학계·연구계의 과학기술 전문성, 일반국민·산업계의 수요 및 집단지성을 종합하여 도전적 연구주제(테마)를 발굴 할 계획
 - 공공·사회문제 해결 수요 및 주력산업 분야 기업의 시장 수요를 각각 반영하여 기존 과제와는 차원이 다른 도전적 목표를 전략적으로 설정
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(07.17)



- 과학기술정보통신부(과학기술문화과)
 - 찾아가는 과학관 개최
 - 두드림 프로젝트의 일환으로 권역별 과학문화시설 취약지역을 대상으로 찾아가는 과학관 개최·운영(총 10회)
 - 생체모방과학(관람체험), 과학놀이터(작동체험), 과학교실(지역특색에 맞는 교육실습) 등 다양한 과학 전시·체험 및 교육프로그램 운영
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(08.06)



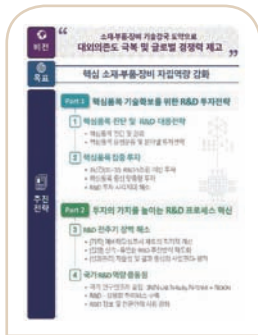
- 과학기술정보통신부(국립중앙과학관 과학유산보존과)
 - 국가중요과학기술자료 등록제 시행
 - 원리, 구조 등 과학기술에 관한 역사적·교육적 가치가 높고 후대에 계승할 필요가 있는 자료를 등록하여 보존, 관리를 지원하고, 이를 통해 활용 가치를 높이는 제도
 - 보존을 위한 소모품, 보존 처리·관리 등이 지원되고 소책자, 콘텐츠 제작, 교양 강좌, 전시 등으로 홍보·활용될 예정
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(08.06)



- 산업통상자원부(산업기술정책과, 산업기술개발과), 과학기술정보통신부(과학기술정책과, 연구제도혁신과)
 - 소재·부품 분야 11개 주요 공공연구기관 간담회 개최
 - 소재·부품 연구 현황을 청취하고 향후 대응 방안 논의
 - 연구개발 단계부터 양산 단계까지 전 과정에 연구원 역량을 총 결집하여 산업 현장에서 소재·부품기업이 겪고 있는 애로를 최우선적으로 해소함으로써, 소재·부품 해외 의존을 극복할 계획
- ※ 산업통상자원부 보도자료(08.08)



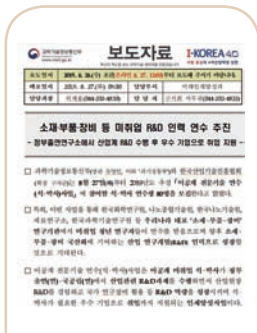
- 과학기술정보통신부(연구기관지원팀)
 - 「출연(연) R&D 플랫폼 정책토론회」 개최
 - ‘국가, 지역, 국제 연구수요에 대응하는 출연(연) 공동역할’을 주제로 과학기술정보통신부 제1차관, 연구회 이사장, 출연(연) 기관장 등 약 100여 명이 참석
 - 출연(연)의 공동역할 추진전략 및 운영사례를 발표하고, 이에 대한 전문가 지정 토론회를 진행한 뒤 청중 의견을 들어보며 상호 소통하는 방식으로 진행
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(08.22)



- 과학기술정보통신부(연구개발투자기획과, R&D투자혁신팀, 기계정보통신조정과) 산업통상자원부(산업기술정책과), 중소벤처기업부(기술개발과), 특허청(산업재산창출전략팀)
 - 「소재·부품·장비 연구개발 투자 전략 및 혁신 대책」 발표
 - 핵심품목(100+α)에 대해 긴급 진단을 실시하고, 국내 기술 수준과 수입다변화 가능성을 기준으로 핵심품목별 R&D 대응 전략을 마련
 - 소재·부품·장비 연구개발에 대한 전략적 투자와 프로세스 혁신을 통해 소재·부품·장비의 대외의존도를 극복하고 국가 성장의 기반을 확충해 나갈 계획
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(08.28)



- 국무조정실(산업과학정책관실), 산업통상자원부(산업정책과)
 - 일본 수출규제 대응 확대관계장관회의(제7회 과학기술관계장관회의)
 - 백색국가 제외조치 영향 점검 및 대응계획을 논의하고 소재·부품·장비 연구개발 투자 전략 및 혁신 대책을 확정
 - 일본의 백색국가 제외가 우리산업에 미치는 영향을 면밀히 점검하고 피해 최소화를 위해 최선을 다하며, 소재·부품·장비 연구개발 투자 전략 및 혁신 대책의 차질없는 추진을 통해 우리 산업의 근본적 경쟁력을 강화
- ※ 국무조정실 국무총리비서실(08.28)



- 과학기술정보통신부(미래인재양성과)
- 소재·부품·장비 등 미취업 R&D 인력 연수 추진
 - 우리나라 대표 소재·부품·장비 연구기관에서 미취업 청년 연구자들이 연수를 받음으로써 향후 소재·부품·장비 국산화에 기여하는 산업 연구개발(R&D) 인력으로 성장할 것으로 기대
 - 연수 참가 희망자는 홈페이지(SNEJOB.koita.or.kr)에서 12개 연구기관별 R&D 과제 등을 확인 후, 온라인으로 신청, 면접 등 연수기관의 선발 절차를 거쳐 최종 선발
 - ※ 과학기술정보통신부 보도자료(08.28)



- 과학기술정보통신부(정보화기획과, 국토교통부(도시정책과))
- 「2019 월드 스마트시티 엑스포」 개최
 - 국내외 도시 전문가, 기업, 정부, 국제기구, 시민들이 함께 컨퍼런스, 전시, G2B, B2B 네트워킹 등을 통해 스마트시티에 관한 정책과 기술을 공유하고 미래 도시의 비전과 가치를 논의할 예정
 - 해외 17개국 39개 업체(2018년 5개국 13개 업체)를 포함하여 국내외 총 250개 업체가 참여, 스마트시티에 대한 정책과 기술, 서비스를 전시하는 전시장도 마련
 - ※ 과학기술정보통신부 보도자료(09.03)



- 과학기술정보통신부(융합기술과)
- 소재·부품·장비 기초·원천 R&D 2020년 예산 3,000억 원 편성
 - 일본 수출규제 등 글로벌 소재전략무기화에 대응하여 중·장기적 관점의 소재·부품·장비 기초·원천 연구개발(R&D) 예산이 대폭 확대
 - 소재·부품·장비 기초·원천 R&D 사업의 현장 이해도를 제고, 매주 “찾아가는 현장 설명회”를 개최하고, 연구관리 전문기관의 소재·부품·장비 분야 연구관리 전문인력(PM)을 대폭 확대, 내실 있는 사업관리 체계 보강도 병행 추진할 계획
 - ※ 과학기술정보통신부 보도자료(09.10)



- 과학기술정보통신부(미래인재양성과)
- 「2019 청년 과학기술인 일자리 박람회」 개최
 - 우리나라 과학기술 대표 기관인 4대 과기원(KAIST, GIST, DGIST, UNIST) 및 한양대의 동문 창업 기업 20곳이 참여, 전문적인 기술 창업 상담 창구를 마련하여 이공계 인재들이 기술 창업에 대해 환기할 수 있는 기회를 제공
 - 하반기 515명 채용을 목표로 온라인 사전 신청 757건 및 당일 현장 면접 희망자에 대해 1:1 채용 면접을 진행
 - ※ 과학기술정보통신부 보도자료(09.19)



- 과학기술정보통신부(과학기술전략과)
 - 「국가연구개발 혁신을 위한 특별법」 대토론회 개최
 - 과학기술계 주요 단체가 한자리에 모여 그간의 논의 내용을 종합하고, 입법의 시급성과 필요성에 대한 의견을 모으는 자리로 마련
 - 법안 발의 이후 과학기술정보통신부를 중심으로 한 총 22회의 지역별, 주요 단체별 현장 간담회를 통해 특별법 제정에 대한 연구 현장의 공감대가 확산
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(09.24)



- 과학기술정보통신부(성과평가정책과)
 - 2019 국가연구개발 우수성과 100선 선정
 - 국가 발전을 견인해 과학기술의 역할에 대해 국민들의 이해와 관심을 제고하고 과학기술인들의 자긍심을 고취하고자 매년 선정
 - 올해 선정된 100선에는 최근 일본의 수출규제와 관련한 연구성과가 다수 포함 되어 있어 관련 품목의 기술자립과 국산화가 가속화될 것으로 기대
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(10.08)



- 과학기술정보통신부(연구개발정책과)
 - 연구부정 방지 대토론회 개최
 - 한국연구재단과 국가과학기술연구회가 공동 주관, 과학기술계 뿐만 아니라 언론인, 법률전문가, 학생 등 100여 명의 다양한 분야의 연구윤리 관계자 참석
 - 새로운 형태의 연구부정에 대응하고 변해가는 사회적 인식을 반영하기 위해 연구윤리 개념과 유형을 재정립하여 범부처 연구윤리 규범을 마련하고, 연구 부정방지위원회를 신설하여 관리체계를 강화
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(10.15)



- 과학기술정보통신부(연구예산총괄과, 과학기술정책과)
 - 2020년도 정부 R&D 예산안 현장 공감 종합설명회 개최
 - 연구 현장의 공감대를 확산하고 산·학·연 연구역량을 결집하여 내실 있는 연구를 이끌어내기 위함
 - 혁신성장을 위한 3대 중점산업 및 핵심 인프라 구축 등 내년도 R&D 예산(안)의 중점 투자 방향, 주요 신규사업 등을 연구자들에게 설명하고 현장 의견을 수렴
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(10.17)

우리나라
나노기술 정책

국외 나노기술
정책 동향

나노기술 연구개발
투자 및 성과

나노
산업 현황

나노
인프라 현황

인력양성 및
교육 정책

나노안전성
및 표준화

나노관련
행사·활동

국제협력
활동

국민 이해 및
지식 확산

부록



- 과학기술정보통신부(공공기술기반팀), 농림축산식품부(과학기술정책과), 농촌진흥청(연구운영과)
 - 스마트팜 다부처 패키지 혁신기술개발 사업 예비타당성조사 통과
 - 데이터 기반의 지능형 의사결정을 통해 저투입·고효율의 안정적 농축산물 생산이 가능한 스마트팜을 구현
 - 현행 스마트팜 기술 고도화 및 현장 실증, 자동화된 지능형 농장을 구현하기 위한 차세대 원천기술 개발 등 2개 내역 사업을 구성하여 연구할 계획
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(10.29)



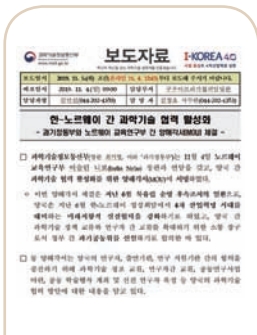
- 과학기술정보통신부(구주아프리카협력담당관)
 - 2019년도 한-EU 연구혁신의 날(R&I Day) 개최
 - 제5회를 맞이하는 행사는 EU Horizon2020를 포함한 EU 연구개발(R&D) 협력사업 정보 및 연구비 수혜 기회를 소개하고, 분야별 유럽 현지 전문가(NCP)와의 컨설팅 지원을 통해 국내 연구자의 EU와의 연구개발 협력 기회를 확대하기 위해 개최
 - EU Horizon2020 및 한-EU 협력사업 관련 정보 제공을 통해 국내 연구자의 EU 프로그램에의 접근 용이성 제고 및 참여 기회 확대
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(10.30)



- 과학기술정보통신부(성과평가정책과, 평가심사과)
 - 「2020년 국가연구개발 성과평가 실시계획」 확정
 - 국가연구개발사업 평가는 사업의 기획부터 활용까지 기획단계(성과목표·지표 점검), 수행단계(중간평가, 특정평가), 종료단계(종료평가), 활용단계(추적평가) 4종류의 평가를 실시
 - 연구기관 평가는 제도개편을 통해 기관운영부문과 연구사업부문으로 평가를 분리하였으며, 연구기관의 설립목적과 사업특성에 따라 연구사업 평가주기를 3년에서 6년까지 차별화
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(10.31)



- 과학기술정보통신부(과학기술정책조정과, 성장동력기획과, 연구제도혁신과)
 - 제1회 소재·부품·장비 기술특별위원회 개최
 - 소재·부품·장비 관련 연구개발(R&D) 주요 정책, 투자 전략, 성과관리 방안 등을 심의·의결하기 위해 국가과학기술자문회의의 심의회의 산하에 구성된 위원회
 - 소재·부품·장비 R&D 투자 전략 및 혁신 대책 실행계획(안), 소재·부품·장비 기술특별위원회 운영방안 및 운영세칙(안), 소재·부품·장비 연구개발 혁신 지원을 위한 「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」 개정 추진계획(안) 등 총 5건의 안건 논의
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(11.05)



● 과학기술정보통신부(구주아프리카협력담당관)

● 한-노르웨이 과학기술 협력 활성화 MOU 체결

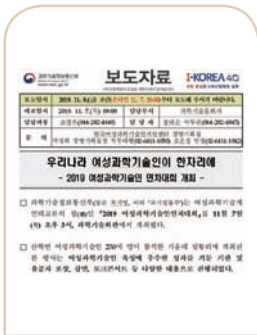
- 양국의 과학기술 강점에 대해 소개하고, 협력 유망 분야에 대해 논의
- 2020년 과기공동위를 개최하기로 하고, 양국의 과학기술 정책을 공유하는 한편, 세부적인 논의를 통해 극지 연구를 비롯한 신재생에너지, 기후·환경 등 다양한 분야로의 협력을 확대해나갈 예정
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(11.05)



● 과학기술정보통신부(국립중앙과학관 연구과)

● 제9회 국제과학관심포지엄 개최

- ‘과학문화의 플랫폼(Science Museums as a Platform of Culture)’을 주제로 학술 대회와 워크숍 진행
- 전 세대가 보편적으로 누리는 복지로서 과학 문화와 그 중심에 있는 과학관의 역할에 대하여 세계적 전문가들과 함께 논의
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(11.06)



● 과학기술정보통신부(과학기술문화과)

● 2019 여성과학기술인연차대회 개최

- 여성과학기술인 250여 명이 참석하여 성황리에 개최
- 여성과학기술인 육성에 우수한 성과를 거둔 기관 및 유공자 포상, 강연, 토크 콘서트 등 다양한 내용으로 진행
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(11.08)



● 과학기술정보통신부(연구개발타당성심사팀)

● 국가연구개발사업 예비타당성조사 제도 개선 공청회 개최

- 현장에서 느끼는 어려움을 해소하고 연구개발사업 외에 재정사업에 대한 예타 제도개선(19.04) 사항을 연구개발에 적합하게 조정·반영하기 위해 추진
- 관계부처, 사업을 기획한 연구자 등 다양한 관계자의 의견을 수렴, 업무위탁 이후 운영 성과를 분석하여 제도 개선(안) 마련, 연구자와 관련 전문기관, 기업, 일반 시민과 그 방향을 논의
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(11.13)

우리나라
나노기술 정책

국외 나노기술
정책 동향

나노기술 연구개발
투자 및 성과

나노
산업 현황

나노
인프라 현황

인력양성 및
교육·훈련

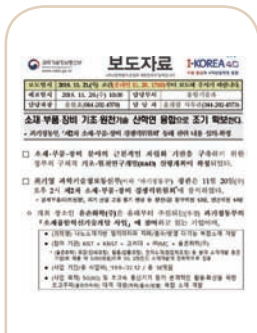
나노안전성
및 표준화

나노관련
행사·활동

국제협력
활동

국민 이해 및
지식 확산

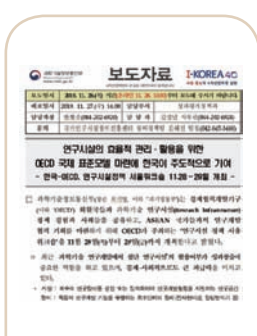
부록



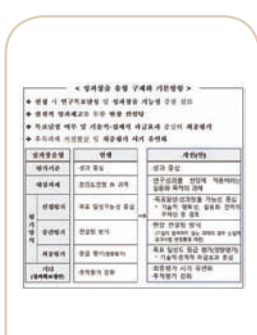
- 과학기술정보통신부(융합기술과)
 - 제2차 소재·부품·장비 경쟁력위원회 개최
 - 산학연 융합을 통한 소재·부품·장비 기초·원천기술 조기 확보방안 (과학기술정보통신부), 소재부품장비 기술 조기 자립화 촉진을 위한 IP R&D 강화방안(특허청) 등이 심의·확정
 - 산학연 융합을 바탕으로 연구개발 투자 분야(Portfolio) 및 사업간 연계(Pipeline), 연구개발 수행방식(Process) 및 지원체계(Platform) 혁신을 주요 내용으로 제시
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(11.21)



- 과학기술정보통신부(연구산업진흥과)
 - 연구산업 컨퍼런스 2020 개최
 - 대학, 출연(연) 등의 연구자와 민간기업 관계자 등 약 500여 명이 참석한 이번 행사는 올해 3회째를 맞이해 연구자와 기업들 간 만남과 네트워크 구축의 기회를 제공
 - 연구산업의 주제와 대표성과 발표, 유공자 표창 수여, '2019년 과학기술인 협동조합 공모전' 시상식 등 진행되었고, 연구산업 협업라운드를 통해 산업분야별 이슈와 비전 논의
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(11.23)



- 과학기술정보통신부(성과평가정책과)
 - 한국-OECD, 연구시설정책 서울워크숍 개최
 - OECD 회원국의 연구인프라 정책 책임자 및 관련 전문가 등이 참여하여, 1박 2일의 일정으로 현황발표 및 핵심 주제에 대해 토론
 - 연구시설 관리·활용 정책과 사례를 집중 소개하여 다른 나라 전문가의 의견을 수렴하고 OECD가 준비 중인 연구보고서에 한국의 정책사례를 반영하는 기회를 마련
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(11.28)



- 과학기술정보통신부(성과평가정책과)
 - '국가연구개발 과제평가 표준지침' 개정
 - 각 부처가 연구개발(R&D) 과제를 평가할 때 활용할 수 있도록 공통적인 추진 방향을 제시하는 지침
 - 소재·부품·장비 분야와 같이 핵심기술 확보, 공정개선, 사업화 등을 목적으로 하는 성과창출형 R&D 과제의 평가체계를 보완
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(11.28)

제안 과제	주요 내용
1. 제1차 융합연구 과제 및 융합연구 과제지원 계획	· 제1차 융합연구 및 지원(2013.1) · 2013. 8월 사업단기 개편
2. 융합연구 과제 지원방안 설계 체계 및 운영 계획	· 제1차 융합연구 및 지원(2013.1) · 2013. 8월 사업단기 개편
3. 융합연구(제1차) 과제 개편	· 제1차 융합연구(2013.1) 및 지원(2013.1) · 2013. 8월 사업단기 개편
4. 제2차 융합연구 과제 지원	· 제1차 융합연구(2013.1) · 제2차 융합연구 과제지원 계획(2013.1)
5. 융합연구 운영지원 제도 개편	· 제1차 융합연구 및 지원(2013.1) · 2013. 8월 사업단기 개편

● 과학기술정보통신부(연구개발타당성심사팀)

● 현장 중심의 연구개발 예타 제도 전면 개선

- 국가연구개발의 도전혁신성을 높이고 현장전문가들이 예타에 활발히 참여하도록 하여 과학기술 전문성을 더욱 강화
- 수행성과 분석을 통해 제도 개선 필요성을 객관적으로 확인하고, 비(非)연구개발 분야 예타 제도개선('19.04) 주요내용을 연구개발 분야 특성에 맞게 조정·반영하여 정부혁신 정책방향의 일관성을 확보하고자 추진

※ 과학기술정보통신부 보도자료(11.28)

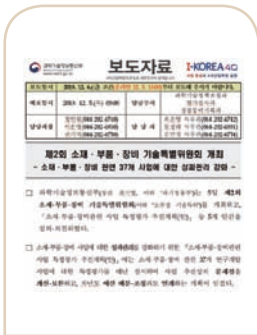


● 과학기술정보통신부(융합기술과)

● 2019 미래융합포럼 개최

- 과학난제에 대한 보다 근본적인 해결책 모색과 기존 한계를 뛰어넘는 혁신적 기술개발의 기반이 될 새로운 융합연구 방향을 모색하고 구체적 실천방안을 논의하기 위한 산·학·연 교류의 장 마련
- 올해로 11회째를 맞는 이번 행사는 기초강연, 미래융합이슈 8선 발표와 공개강연, 과학난제 도전 전문가 토론회, 융합연구 성과 발표회로 진행

※ 과학기술정보통신부 보도자료(12.02)

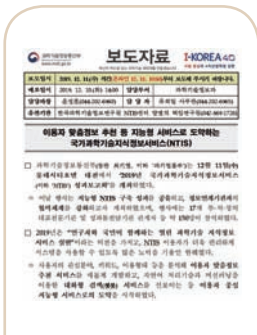


● 과학기술정보통신부(과학기술정책조정과, 평가심사과, 성장동력기획과)

● 제2회 소재·부품·장비 기술특별위원회 개최

- 「소재·부품·장비 관련 사업 특정평가 추진계획(안)」 등 5개 안건을 심의·의결
- 소재·부품·장비 관련 37개 연구개발 사업에 대한 특정평가를 매년 실시하여 사업 추진상의 문제점을 개선·보완하고, 차년도 예산 배분·조정과도 연계하는 계획

※ 과학기술정보통신부 보도자료(12.06)

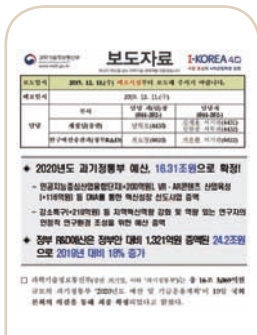


● 과학기술정보통신부(과학기술정보과)

● 2019 국가과학기술지식정보서비스 성과보고회 개최

- 17개 부·처·청의 대표전문기관 및 성과물전담기관 관계자 등 약 150명이 참석하여 지능형 NTIS 구축 성과를 공유하고, 정보연계기관과의 협력체계를 강화
- 데이터 품질평가, NTIS 정보활용 경진대회, 동영상 콘텐츠 공모전 시상 등을 통해 NTIS 시스템이 성공적으로 운영될 수 있도록 적극 협조해 준 기관과 공모전 수상자들에 대한 축하의 자리도 마련

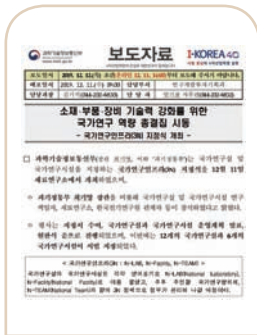
※ 과학기술정보통신부 보도자료(12.11)



- 과학기술정보통신부(재정팀, 연구예산총괄과)
 - 2020년도 과학기술정보통신부 예산, 16.31조 원 확정
 - 2019년의 14조 8,496억 원 보다 1조 4,573억 원(9.8%) 증액된 규모이며, 당초 정부안인 16조 2,147억 원 보다도 922억 원 증액
 - 과학기술과 ICT를 기반으로 한 혁신성장 성과창출을 더욱 가속화하고, 신규사업과 대규모 증액사업들에 대해서는 사업계획을 보다 구체화하고 내실을 다져 당초 목적한 성과를 창출하는데 차질이 없도록 할 계획
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(12.11)



- 과학기술정보통신부(연구성과일자리정책과, 과학기술일자리진흥원(일자리정책팀), 국가과학기술연구회(기술사업화팀), 한국산업기술진흥협회(기술인력지원팀), 연구개발특구진흥재단(사업총괄팀))
 - 공공연구기관 기술이전 성과확산대전 2019 개최
 - 과학기술정보통신부가 주최하고 국가과학기술연구회, 연구개발특구진흥재단, 과학기술일자리진흥원, 한국산업기술진흥협회가 주관한 이 행사는 과학기술정보통신부 장관을 비롯한 산학연의 주요인사 등 1,000여 명이 참석
 - 대학·출연연 인재가 한자리에 모여 소재·부품·장비 분야를 중심으로 공공연구기관의 우수한 연구성과를 수요기업에 이전하고 성과를 공유·확산하는 한편 미취업 이공계 졸업생들에게 일자리 기회도 연계
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(12.12)



- 과학기술정보통신부(연구개발투자기획과)
 - 국가연구인프라(3N) 지정식 개최
 - 12개의 국가연구실과 6개의 국가연구시설이 시범 지정되었으며, 지정서 수여, 국가연구실과 국가연구시설 운영계획 발표, 현판식 순으로 진행
 - 국가연구실과 국가연구시설은 각각 영어표기로 N-LAB(National Laboratory), N-Facility(National Facility)로 이름 붙였고, 추후 추진할 국가연구협의체, N-TEAM(National Team)과 함께 3N 정책으로 정부가 관리해 나갈 예정
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(12.12)



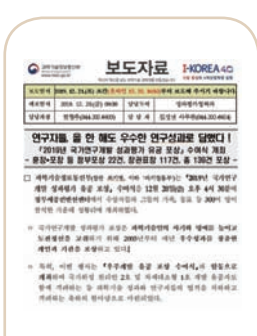
- 과학기술정보통신부(융합기술과)
 - 2020년도 융합기술개발 시행계획 확정
 - 과학난제 도전 융합연구개발, 인간증강 융합기술 개발, 현안 해결을 위한 융합 기술개발 등에 총 321억 원을 투자하여 본격적으로 사업을 추진
 - 분야별 최고 석학과 역량 있는 젊은 연구자들의 집단지성을 활용하여 과학난제를 발굴, 정의하고 개방적 공개세미나 등을 통해 기초과학과 공학이 융합된 연구팀을 구성, 난제 해결의 가능성을 제시
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(12.17)



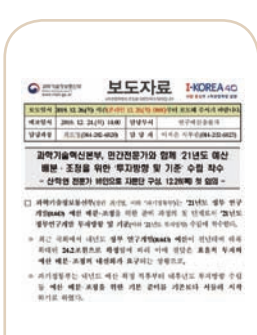
- 과학기술정보통신부(과학기술정보과)
- 2018년 연구개발활동조사 결과 발표
 - 국내에서 수행한 정부·공공, 민간 분야의 연구개발 활동을 조사
 - 보고서를 발간하여 연구기관 및 연구자는 물론 일반 국민들도 손쉽게 이용할 수 있도록 국가과학기술지식정보서비스(NTIS), 국가통계포털(KOSIS) 등을 통해 공개할 예정이며, OECD에도 송부하여 국가 간 비교자료로 활용되도록 할 계획
 - ※ 과학기술정보통신부 보도자료(12.19)



- 과학기술정보통신부(과학기술정책과)
- 「국민과 함께하는 과학기술 대토론회」 개최
 - 우리나라 주요 과학기술 유관기관·단체들이 처음으로 함께 개최하는 대규모 토론회
 - 과학기술혁신 정책에 대한 그간의 노력과 성과를 공유·소통하는 행사를 통해 현장의 체감도를 제고하고, 향후 과제에 대한 현장 의견 수렴
 - ※ 과학기술정보통신부 보도자료(12.20)



- 과학기술정보통신부(성과평가정책과)
- 「2019년 국가연구개발 성과평가 유공 포상」 수여식 개최
 - 이번 행사는 우주개발 유공 포상 수여식과 합동으로 개최되어 약 300여 명이 참석
 - 과학기술인의 사기와 명예를 높이고 도전정신을 고취하기 위해 매년 우수성과를 창출한 개인과 기관을 포상
 - ※ 과학기술정보통신부 보도자료(12.21)



- 과학기술정보통신부(연구예산총괄과)
- 2021년도 정부연구개발 투자 방향 및 기준 수립 착수
 - 과학기술정보통신부는 내년도 예산 확정 직후부터 내후년도 투자 방향 수립 등 예산 배분·조정을 위한 기본 준비를 기존보다 서둘러 시작
 - 2021년도 투자 방향 수립을 위해 기존과 달리 민간 전문가 중심의 자문단을 구성하고, 수립 과정 초기부터 연구 현장의 의견 수렴을 강화할 예정
 - ※ 과학기술정보통신부 보도자료(12.26)

우리나라
나노기술 정책

국외 나노기술
정책 동향

나노기술 연구개발
투자 및 성과

나노
산업 현황

나노
인프라 현황

인력양성 및
교육·훈련

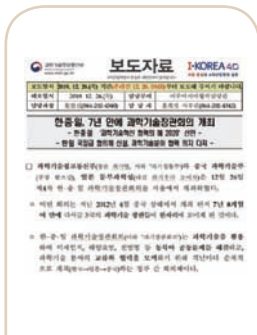
나노안전성
및 표준화

나노관련
행사·활동

국제협력
활동

국민 이해 및
지식 확산

부록





- 과학기술정보통신부(융합기술과)
 - 2019년도 나노·소재 분야 기술개발 계획 확정 및 본격 추진
 - 전년(844억 원) 대비 104억 원(12%)이 증가한 948억원 규모로 나노·소재 분야 연구개발을 체계적으로 지원
 - 대학·연구소를 중심으로 혁신성과 파급력을 갖추 원천기술 개발을 더욱 적극적으로 지원하고 이를 중소기업 등의 기술적 난제 해결 등에 연계, 경제성 성과로 이어지도록 할 계획
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(01.17)



- 과학기술정보통신부(융합기술과)
 - 2019년도 나노기술발전시행계획 수립
 - 제4기 나노기술종합발전계획에 따라 2018년도 실적을 점검하고, 2019년도 나노 기술발전을 위한 범부처 차원의 세부 추진계획 수립
 - 10개 부처청 및 18개 출연연에서 수행 중인 나노 분야 투자액 5,862억 원을 대상으로 연구개발(4,932억 원), 인력양성(477억 원), 인프라(453억 원) 등을 포함
- ※ 과학기술정보통신부 주요정책정보(05.27)



- 과학기술정보통신부(융합기술과), 산업통상자원부(탄소나노팀)
 - 나노융합2020사업 성과보고회 및 산학연 감담회 개최
 - 나노융합 2020 지원 제품의 매출액(누적) 5,000억 원 돌파 성과를 산학연 관계자들과 공유하고, 향후 정책의 추진 방향 등 소개
 - 과학기술정보통신부와 산업통상자원부는 2020사업의 성공적 추진을 통해 확인된 우리 나노기술의 역량과 사업화 가능성을 바탕으로, 우수한 나노 원천기술 개발과 사업화 지원을 위해 더욱 적극적으로 노력할 계획
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(06.28)



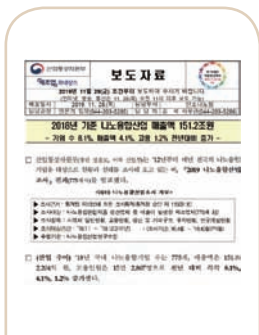
- 과학기술정보통신부(융합기술과), 산업통상자원부(탄소나노팀)
 - 역대최대 규모 「나노코리아 2019」 개최
 - 올해로 17회를 맞이하는 나노코리아는 최신 나노 분야 연구성과와 다양한 첨단 응용제품을 선보이는 국제행사로 세계 3대 나노행사로 자리매김
 - 국가 나노비전 공유 및 이를 실현하기 위한 유기적인 프로그램으로 공동행사, 심포지엄(과학기술정보통신부), 전시회(산업통상자원부)로 구성
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(07.04)



- 산업통상자원부(탄소나노팀)
 - 「나노융합 혁신제품 기술개발 사업」 예비타당성조사 통과
 - 나노기술을 활용하여 미래차, 디스플레이, 에너지, 바이오 등 유망 분야 첨단 신소재를 개발하여 미래 산업에 선제적으로 대응하기 위해 9개 전략과제를 선정하여 추진
 - 수요맞춤형 나노융합 부품·모듈을 개발하고, 이를 완제품 분야에 적용하여 산업 전반으로 확산시킬 예정
- ※ 산업통상자원부 보도자료(10.07)



- 과학기술정보통신부(융합기술과), 산업통상자원부(탄소나노팀)
 - 2019년 나노융합성과전 개최
 - 과학기술정보통신부와 산업통상자원부는 올해로 8회째인 나노융합성과전을 공동으로 개최
 - 유공자 포상, 2019년도 10대 나노기술과 나노영챌린지 우수성과 발표, 기조 강연 순으로 진행되며, '유기나노소재 기반 생체모방형 인공신경 기술', 'full-color 홀로그램 제조 플랫폼 기술' 등 2019년도 10대 나노융합 신기술 선정
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(11.21)



- 산업통상자원부(탄소나노팀)
 - 「2019 나노융합산업조사」 결과 발표
 - 2018년 국내 나노융합기업 수는 775개, 매출액은 151조 2,204억 원, 고용인원은 15만 2,807명으로 전년 대비 각각 8.1%, 4.1%, 1.2% 증가
 - 나노융합산업은 제조업 성장에 직결된 분야로, 다양한 나노융합제품이 제조업 성장을 주도하고 있고, 미래 소재·부품의 핵심산업이 될 것으로 예측
- ※ 산업통상자원부 보도자료(11.29)



- 과학기술정보통신부(융합기술과)
 - 2020년 나노·소재 기술개발사업 시행계획 확정
 - 소재·부품·장비 지원 예산은 총 3,359억 원으로 이번에 확정된 나노·소재 기술개발사업은 이중 약 70%에 해당하고, 전년 대비 136%가 증가한 규모
 - 대폭 확대된 예산을 체계적·효과적으로 관리하기 위해 연구재단에 소재·부품 분야 PM을 신설하는 한편, IP-R&D와 연구데이터 공유를 위한 데이터 관리계획 수립 등도 전면 확대할 계획
- ※ 과학기술정보통신부 보도자료(12.23)

제4절

2019년도 나노기술 연표

날짜	행사명	주최
1.17	2019년도 나노융합2020사업 사업설명회 및 제9회 산학연 기술교류회	나노융합2020사업단
1.17~18	Nano Convergence Conference2019	과학기술정보통신부
3.14	2019년 나노기술발전시행계획 수립	과학기술정보통신부 외 관계부처
3.28~29	제6회 한국 그래핀/2차원소재 심포지엄	한국그래핀연구회
4.9	기업과 함께하는 나노 플러스(1차)	과학기술정보통신부
4.22	연구개발 예타 1년 성과와 발전 토론회	과학기술정보통신부, KISTEP
5.1~31	나노영챌린지2019 공모	과학기술정보통신부
5.8	첨단신소재 그래핀 국제 심포지엄	울산광역시, 울산과학기술원
5.29	기업과 함께하는 나노 플러스(2차)	과학기술정보통신부
6.4	2019 나노가 여는 미래(세바시 공학특집 강연회)	과학기술정보통신부
6.20	2019 미래에너지포럼	조선비즈
6.27	나노융합2020사업 성과보고회	(재)나노융합2020사업단
7.3~5	나노코리아 2019(제17회 국제 나노기술 심포지엄 및 융합전시회)	과학기술정보통신부
8.28~29	2019 NanoScientific Symposium Korea	한국현미경학회
9.19	기업과 함께하는 나노 플러스(3차)	과학기술정보통신부
9.23~24	제16차 한·미 나노포럼	과학기술정보통신부
10.15	과학기술혁신 미래전략2045(안) 토론회(대전)	과학기술정보통신부
10.16	나노융합2030사업 기획의견수렴 공청회	(재)나노융합2020사업단
11.7	기업과 함께하는 나노 플러스(4차)	과학기술정보통신부
11.7~8	제6회 나노피아 산업전	경상남도, 밀양시
11.21	2019 나노융합성과전	과학기술정보통신부
11.25	제8회 한-EU 나노워크숍	과학기술정보통신부
12.19	국민과 함께하는 과학기술 대토론회	과학기술정보통신부

제5절

2019년도 나노기술 홍보

주제	주요 내용
과학향기 나노칼럼	대중 인지도가 높은 KISTI 과학향기 사이트를 활용하여, 나노기술 6대 분야의 기술 소개 및 연구개발 현황, 국가 과제 성과를 칼럼을 통해 확산 (매월 셋째주 월요일 게재, 2019년 12월 연재 완료) 1월 '나노기술, 신약 개발의 어려움을 해결할 구원 타자' 2월 '나노기술로 만드는 친환경 바이오 재생에너지의 미래' 3월 '나노기술로 바이오 유해물질을 예방하고 치료하자' 4월 '생산부터 저장, 활용까지, 수소경제 이길 나노기술' 5월 '미래 사회 뒷받침할 나노 소재 기술' 6월 '한국에서 열리는 세계의 나노기술 축제, 나노코리아 (1)' 7월 '한국에서 열리는 세계의 나노기술 축제, 나노코리아 (2)' 8월 '미국 최대의 나노기술 축제, 테크넥트 월드(1)' 9월 '최신 나노기술부터 AI와의 융합까지, 테크넥트 월드(2)' 10월 '나노기술의 상용화 글로벌 나노 축제, 나노테크 재팬(1)' 11월 '나노기술의 상용화 글로벌 나노 축제, 나노테크 재팬(2)' 12월 '한국의 나노기술 연구가 걸어온 길'

주제	주요 내용	
웹진 NOW	 	일상생활 속의 나노기술을 발굴하고, 기술이 우리 생활에 미치는 영향을 시민에게 확산하기 위한 목적으로 창간되었으며 쉽고 흥미로운 주제 선정, 기사 작성 및 발행 (매월 10일 발행) • 1월(제4호) '배달의 기수, 나노 캐리어' • 2월(제5호) 'Always Nano Energy - 언제나, 어디서나' • 3월(제6호) '스파이더맨도 탐내는 나노섬유' • 4월(제7호) '그린카를 넘어 블루카로' • 5월(제8호) '연금술사 나노, 핫메이커 3D 프린팅' • 6월(제9호) '생존을 위한 나노 필살기' • 7월(제10호) '나노로 포착하다, Zoom in the Body' • 8월(제11호) '무게로부터의 자유' • 9월(제12호) '양자와 나노기술이 그리는 초(超)시대' • 10월(제13호) '바이러스 킬러, 나노기술' • 11월(제14호) '나노기술의 위업, Strong&Long Power' • 12월(제15호) '나노팜, 미래 먹거리 해법'
나노코리아 2019 행사 홍보		일간지 지면을 활용하여, 나노코리아 2019의 행사 개최 및 행사 개요를 소개하여 다양한 시민들이 나노기술의 현재와 미래를 확인할 수 있도록 홍보 (전자신문, 2019년 7월 1일 게재)

나노기술연감 2019 편찬 위원

분야	이름	소속 및 직위
총괄(공통 위원장)	송완호	과학기술정보통신부 융합기술과 과장
	임창동	국가나노기술정책센터 센터장
총괄	홍석범	과학기술정보통신부 융합기술과 사무관
	이영국	한국연구재단 소재·부품단 단장
	김주선	융합연구정책센터 소장
	최영진	세종대학교 나노신소재공학과 교수
	최영철	한국산업기술평가관리원 탄소나노PD
안전성	이태걸	한국표준과학연구원 부원장
표준화	공순덕	한국표준협회 수석연구원
산업(기업, 인력 등)	정종일	나노융합산업연구조합 본부장
인프라	이경엽	국가나노인프라협의체 사무국장
교육 및 행사	박혜선	나노기술연구협의회 차장
국내 정책	문희성	국가나노기술정책센터 정책기획팀장
국외 정책	이학성(일본)	재료연구소 선임연구원
	송영란(중국)	한중과학기술협력센터(KOSTEC) 팀장
	김면중(EU)	한-EU 연구협력센터(KERC) 센터장
	김지강(독일)	한-EU 연구협력센터(KERC) 연구원
성과(연구개발, 인력 등)	나종주	국가나노기술정책센터 정보분석팀장
국제 협력	박성국	국가나노기술정책센터 대외협력팀장
편집진 : 국가나노기술정책센터		
임창동	박성국	나종주
정연진	김준현	김아람
		문희성
		이윤희
		김도근
		박정란
		김동호
		이세린
		김태연

2019
나노기술연감
KOREA NANOTECHNOLOGY ANNUAL 2019