ISSUE PAPER
2023-15

연구재료 정책 ·산업 동향 분석 및 시사점

연구산업진흥본부 연구장비재료팀
최문영 연구원/송명원 팀장

2023.11.



COMPA 과학기술사업화진흥원

CONTENTS

Ⅰ. 연구재료산업 현황 및 이슈

Ⅱ. 연구재료 관련 정책 동향

Ⅲ. 연구재료의 산업 적용 사례

Ⅳ. 결과 종합 및 시사점

Ⅴ. 참고문헌

Ⅵ. 발간목록

발간사

새로운 재료는 연구현장에서 개발 · 상용화되어 과학기술의 끊임없는 혁신의 원천이 되고 있으며, 산업현장에서 다양한 응용으로 이어지고 있습니다. 우리가 잘 알고 있는 그래핀의 사례는 이러한 현상을 잘 보여줍니다. 2004년, 영국의 안드레 게임(Andre Geim)과 코스타스 노보세로프(Konstantin Novoselov)에 의해 처음 발견된 그래핀은 학술지에 그 연구 결과가 발표되면서 국제 학계의 큰 주목을 받았습니다. 이후 다양한 기업들이 그래핀의 연구개발에 참여하게 되었으며, 이러한 협력은 그래핀의 다양한 산업 분야에서의 적용과 사업화를 가속화 하는 데 중요한 역할을 하였습니다. 이러한 그래핀은 투명 박막, 고성능 배터리, 센서, 의료 분야 등 다양한 분야에서 연구되고 있으며, 현대 기술과 산업에서 혁신적인 변화를 주도하고 있습니다.

이처럼 기초연구를 통해 창출된 신재료와 물질이 다양한 연구활동에서 다시 활용될 경우 우리는 연구재료로 정의하고 있습니다. 아쉽게도 국내 연구재료 산업은 아직 시장형성이 미흡하고, 전문적인 연구재료 기업 출현이 지연되는 현실 등 여러 가지 도전과제에 직면해 있는 것이 현실입니다. 이를 극복하기 위해서는 연구재료 기술개발부터 인프라 조성, 상용화 지원 및 성과·확산에 이르기까지 전 주기적인 지원을 통한 연구재료 산업의 생태계 강화 및 체질개선이 무엇보다 중요할 것입니다. 과학기술정보통신부와 과학기술사업화진흥원은 연구재료 산업의 생태계 진흥과 발전을 위해 '연구재료 개발·확산지원사업'을 지원하고 있으며, 연구재료 기술개발, 상용화 연계를 강화하고 나아가 연구재료 산업의 성장과 혁신을 지원하고자 다양한 노력을 기울이고 있습니다.

우리는 연구재료 산업의 발전을 위해서 이러한 도전과제에 대해 명확히 인식하고 적절한 대책과 전략을 수립해 나가야 할 것입니다. 본 이슈페이퍼를 통해 연구재료의 정책 및 산업 동향을 분석하고, 산업 현장에 적용되는 다양한 가능성을 보여주고자 합니다. 연구재료가 단순히 연구실험실의 산물이 아니라 실제 산업 현장에서 혁신을 이끌고 지속 가능한 발전을 선도하는 중요한 역할을 할 수 있도록 연구재료 산업의 생태계 조성에 대한 지속적인 관심과 지원을 부탁드립니다.

2023년 12월

과학기술사업화진흥원 원장 김봉수

I

연구재료산업 현황 및 이슈

연구재료산업의 정의

■ **(정의)** 연구개발 과정에 필요한 실험용 유/무기 재료 및 바이오 자원 등의 개발 및 제조, 보급 등과 관련된 산업으로, 공공 및 민간의 연구개발 응용 및 상용되는 각종 재료 개발 및 지원하는 산업임

* 실험 시약, 실험용 동/식물 및 미생물 등 실험용 바이오 자원, 유/무기 실험 재료 등을 포함



〈그림1〉 **연구재료산업 정의**

연구재료산업 현황 및 이슈

■ **(연구재료 관련 정책 편향)** 기술개발 중심의 편향적 R&D 정책 포트폴리오에 따라 연구재료는 다양한 산업에서 상용화로의 확산 메커니즘이 미흡함

- 글로벌 재료(소재) 분야의 기초·원천 연구성과는 공공·민간의 연구개발 현장에서 연구재료(소재)로의 폭넓은 활용을 통해 다양한 산업 분야에서 확산되는 중임
- 그러나, 국내 연구재료 관련 정책·사업은 기술개발 및 사업화 단계에 치중되어 확산형 활용체계 구축, 전문기업 육성, 수요-공급 생태계 조성 등에 투자 비율이 적어 연구자 간 협업 기반의 다양한 분야로의 확산이 어려움
- 과학기술정보통신부의 경우 연구재료 개발은 기초·원천기술 확보에 치중되어 있으며, 산업통상자원부는 특정 산업 분야의 핵심소재 개발 및 이의 사업화에 치중되는 등 기술개발 위주의 R&D 사업을 추진함

〈표1〉 연구재료 관련 주요 R&D 사업

사업명	미래소재 디스커버리 지원사업	나노·소재기술 개발 지원사업	산업소재 핵심기술개발 지원사업	소재부품 기술개발 지원사업	상용표준물질 개발 · 보급사업	소재부품 산업미래성장 동력 지원사업
사업주체	과학기술정보통신부		산업통상자원부			
지원내용	원천특허 확보	광특성·첨단복합물질 연구	화학, 금속, 섬유, 세라믹 분야 핵심원천기술	융복합 소재부품	대일 의존도 및 미래 시장 선점 전략 품목	가변 신축성 디스플레이 및 헬스케어 등 소재·소자
특징	기술개발	기술개발	기술개발/기술이전·사업화	기술개발/기술이전·사업화	기술개발	기술개발

■ **(연구재료 산업화 미흡)** 연구재료는 연구 과정의 소모품이라는 인식으로 인해 제조 및 유통 등 산업화 관련 환경 조성에서 미흡한 모습을 보임

- **(수입 의존)** 국내 R&D 투자의 지속적 증대에 따라 실험 시약, 실험동물 등 연구재료에 대한 현장 수요는 지속적으로 증가하는 중이지만, 연구재료는 연구용 소모품이라는 인식으로 인해 수입 의존도가 높아 국산화 비중 작음
  * 실험동물 : 국내 기관에서 개발한 200종 이상의 동물모델이 존재하지만, 산업화 체계 부재로 개별 연구에만 사용되는 중임
  ** 원천소재 : 공공 보유 미래 원천소재 기술이 다수 존재하지만, 시장 미성숙 등으로 소재 기업이 기술사업화를 기피하여 수요기업의 외산 의존도가 증가함

- **(확산 한계)** 新 연구재료·물질은 다양한 기술·산업 분야에 다품종·소량 특성에 따라 기존 '기술이전 → 사업화' 방식은 산업화에 부적합함
  * 페로브스카이트 물질의 경우 태양전지, 압전소자, Photocromatic, 차세대 전자소자 등에 폭넓게 활용되는 특성이 있으나, 국내 R&D 특성상 다양한 분야로의 확산에 한계가 있음

- **(유통체계 취약)** 범용 시약 등을 제외한 기초 연구재료 등은 다품종 소량 생산의 특성에 따라 유통체계가 부재하며, 수요처의 특정이 어렵고 관련 기업은 판로개척 등이 어려움
  * 국내에서는 '95년부터 연구재료의 관리와 공급 목적의 연구소재중앙센터와 같은 공공주도 연구재료 공급기관 운영 등을 추진하였지만, '18년을 기점으로 사업의 축소로 일부 기관을 폐쇄하는 등 공급을 위한 유통체계가 미흡함

Ⅱ 연구재료 관련 정책 동향

■ **(미국)** 첨단소재 경쟁력을 확보하여 제조업 경쟁력을 높이기 위해 '**소재 게놈 이니셔티브**'(MGI, '11)* 수립을 통해 R&D 효율성 증대, 기술개발주기 단축, 데이터 접근 개선 목적의 연구재료 관련 지원정책을 확대함

* 미래소개 개발·활용도 제고를 위해 다학제적 융합을 기반으로 소재개발부터 상용화까지 기술개발주기를 단축시켜 첨단 소재의 상업화를 촉진하고 이외에, 국가안보·보건복지·에너지·기반시설 분야의 국가경쟁력 향상을 위한 전략임

– 실험도구, 디지털 데이터, 협력적 네트워크를 기반으로 산학연 주체가 공동으로 활용할 수 있는 M&S 소프트웨어·실험 및 연구재료(소재)·소재별 디지털 데이터 저장소 개발 등 소재 혁신 인프라(Materials Innovation Infrastructure) 개발을 지원함

〈표2〉 **미국 소재 게놈 이니셔티브(MGI, '11) 소재 혁신 인프라 지원 분야**

구분	지원내용
실험도구	– 합성 및 제조법, 분석 장비, 빠른 Prototyping 도구, 물성 검증 및 보급용 기술개발 등 지원
디지털 데이터	– 소재 특성별 데이터·정보은행, 연구자 정보처리 상호운용기준, 첨단 데이터 마이닝, 독점적 데이터 저장소 개발 등 지원
협력적 네트워크	– Computation, 소재 R&D 데이터 정보처리·실험 분야의 통합 센터, 공식/비공식적 네트워크 기반 주체 간 정보공유·협업 플랫폼 구축 등 지원

〈출처〉 산업연구원(2018) 4차 산업혁명 시대의 유망 소재와 발전 전략

– 청정에너지, 국가안보, 인류 복지 등의 다양한 산업 분야의 도전과제를 해결하기 위해 첨단소재를 핵심적으로 활용하고, 합리적인 비용으로 첨단소재의 발견부터 개발, 제조 및 보급을 촉진함

〈표3〉 **미국 소재 게놈 이니셔티브(MGI, '11) 소재 전략 과제**

구분	주요 과제
바이오 소재	– 다양한 길이 및 시간 척도를 아우를 수 있는 이론 및 모델링 툴 개발 – 소재의 자기조립성을 개발하고 생물학을 이용 소재 합성 및 제작을 도모 – Watson-Crick 염기쌍을 닮은 3D 자기조립성을 가진 소재 설계 – 재생의학 분야에 바이오소재 활용 – 생물 시스템의 기능을 조절하는 소재 개발 – 합성 폴리머 개발 전략 수립 – 소재의 새로운 물성 개발을 위한 전략 수립 – 바이오소재의 비파괴적 구조적 물성 파악을 위한 툴 개발 및 기능과의 연관성 파악

촉매제	– 기본적인 이론을 넘어서는 모델링 툴 개발 (예: 길이와 시간 척도 확대 및 정확도 개선, 복잡한 환경 및 반응 네트워크 포괄) – 활성 부위와 기능에 대한 실험적, 컴퓨테이션적 정의를 바탕으로 촉매제 과학을 발전 – 실제 운영 환경에서 촉매제 구조와 물성을 평가할 수 있는 첨단 분광법 및 현미경을 이용한 기법 개발 – 촉매제, 촉매율, 열화학 데이터에 대한 오픈 접근 데이터베이스 구축 및 실행 – 연구실에서부터 전면적인 상업화에 이르는 전 주기에 걸쳐 적용 가능한 새로운 합성 전략을 개발해, 촉매제 설계 지원 및 분자 단위의 다양한 기능을 수용 – 열역학 및 상태도 정보 혹은 데이터마이닝 정보를 효과적으로 활용할 수 있는 툴을 개발하여 적절한 합성 기법, 조건 및 전구체 물질을 제안 – 촉매 성능 및 물성 평가를 위한 소재 실험 표준을 확립
폴리머 복합소재	– 3,500 ㎠ 크기의 복합소재 구성물을 3D 이미지로 구현 – 치료 과정에서 일어나는 비평형 변화, 폴리머분자 덩어리 변화 및 화학적 기능성의 변화 등을 평가하는 지수 및 모델개발 – 합성시험 및 시뮬레이션 데이터로 이루어진 개방형 데이터베이스 구축 – 최종 물성 예측 필요성에 따라 화학결합을 파괴 또는 생성할 수 있는 '반응형 분자역학 시뮬레이션'시행 – 화학량론, 결함 형태 및 분포, 구성 변화도 등의 변수를 포함하여 미세구조를 정량적이고 현실적으로 묘사 – 정확한 모델링을 통해 피해 생성 및 증식을 예측 – 물리/화학/속도(kinetic) 다중 모델 내에 모든 프로세싱 관련 현상을 포착 – 신속한 실험 기법을 활용, 모든 시간 및 길이에서 물성 및 물성 변화를 측정 – 탄성계수가 높은 탄소섬유의 열변형 모델링
상관소재	– 상관효과를 관찰할 수 있는 툴을 이용해 소재를 신속히 파악 – 다중변수 최적화 기법을 새로운 종류의 신소재 합성의 지침으로 활용 – 상관소재 구조 및 생장을 모델링 – 장기적으로 나노3D 프린터를 염두에 두고, 10nm 이하 소재 제작(fabrication) 역량을 개발 – 작게는 나노단위에서부터 시작하는 척도와 방법을 통합하는 시스템 모델을 활용해 복잡한 기기를 모델링 – 시뮬레이션과 실험을 통합 – 산화물의 인터페이스 엔지니어링, 전자화학 나노단위 통제, 비선형 메모리기기의 결함공학 등을 활용해 상관 현상을 통제한 새로운 기기 개발
전자소재 및 광소재	– 전자소재의 여기상태, 수송 및 비평형 구조물 예측 – 10 nm 미만의 구조물에 있어 소재의 전자적 혹은 광학적 물성을 모델링하는 정확한 이론 및 방법 시연 – 소재의 물성, 통합 모드, 프로세싱 이력, 구조적 혹은 결함적 특성, 공간적/기하학적 특징 등의 인풋을 활용, 시스템 특징에 대한 예측 모델 구축 – 벤치식 설계에서 기존 설비에 대한 실제 부품 설계에 이르기까지 모델을 개발하고 데이터 검증 – 투명하고 소재 중심의 데이터베이스를 전향적으로 검증할 수 있는 툴 실행 – 연구 단위에서 얻은 정보만으로도 생산 단위의 기기, 회로, 전자시스템의 물성을 모델링하고 예측함 – 생산 기기의 부품별 편차를 모델링하고 예측함
에너지 저장 시스템	– 에너지 밀도가 높은 새로운 전지시스템 구축 – 신소재의 실행을 가속화하고 새로운 전지시스템 설계를 가능하게 해주는 저감 메커니즘을 파악하고 정량화함 – 예측 툴의 범위와 성능을 발전시켜 신소재 합성 및 전지시스템 적용을 가속화함

경량 구조물	- 금속합금의 부식 정도를 정량적으로 예측하고 부식이 물성에 미치는 영향을 예측함 - 1주일 내에 1㎤ 크기의 합금의 물성과 마이크로 구조를 완전히 파악할 수 있는 능력 시연 - 길이 척도가 더 긴 실험, 모델링, 설계에 대표적으로 사용되는 부피 정의 - 데이터 접근이 용이한 연합 데이터베이스 및 데이터베이스 툴을 개발하고 운영함 - 프로세스-구조-물성간의 연계를 효율적으로 파악할 수 있는 분석 툴 개발
유기전자 소재	- 분자결정 구조와 다형체 예측 - 각기 다른 규모와 다양한 길이/시간/크기 척도 조합별로 소재 물성 및 행동 특징을 파악하고 모델링 - 분자 단위에서 기기 물성 변화를 예측 - 액체 상태의 제조 패러다임 구축 - 유기전자-생물 인터페이스를 위한 종합 모델 구축 - 성능 변화를 체크할 수 있는 표시물 개발
폴리머	- 평형 및 비평형 폴리머 구조와 형태, 물성을 예측하고 폴리머 프로세싱 전략을 설계할 수 있는 중간규모 모델 구축 - 기능성 확보를 위해 폴리머소재의 계층적 구조 설계 - 3D 구조 및 동역학을 실시간으로 파악, 해석하는 전략 수립 - 장기간에 걸친 폴리머소재의 물성을 파악, 모델링, 예측, 통제할 수 있는 전략 개발 - 극한 환경에 대응 가능한 폴리머를 개발할 수 있는 컴퓨터 기반 접근방법 설계

〈출처〉 NNPC(2015) 소재 게놈 전략계획 정책자료

■ **(일본)** 자원고갈·유해성 물질 대체를 목표로 '新 원소 전략 프로젝트'('12~'21)수립을 통해 정부 주도의 대학 및 공공연구기관 기반의 신규 연구재료 개발사업을 확대하여 장기간 지원함

* 국립물질재료연구소(NIMS) 등이 R&D 주로 수행함

- '12년 7월 일본의 문부과학성에서 신규 연구재료의 확보를 위해 10년 700억엔 규모의 투자계획을 수립 및 발표하여, 연구재료 분야 경쟁력 확보 기반을 마련함
- 재료 분야에서 세계 최고수준의 소형 연구거점 프로그램 확립·희토류를 사용하지 않는 신재료 개발을 목표로, 자석재료, 촉매·전지재료, 전자재료, 구조재료 등 4대 분야와 관련된 연구개발 비용을 지원함

〈표4〉 일본의 新 원소 전략 프로젝트 4대 분야

분야	추진 내용	거점 기관
자석 재료	- 희토류 영구자석과 성능은 동등하지만, 희소원소를 이용하지 않는 새로운 자석 개발	물질재료연구기구
촉매 · 전지 재료	- 관련 부자재에 고체, 기체, 액체 상태에서의 원소 상호반응을 해석하고 귀금속·희소원소를 사용하지 않는 재료 개발	교토대
전자재료	- 전자부품 재료 개발에 효율적인 새로운 대체재료 개발	도쿄공업대
구조재료	- 재료의 강도나 인성과 같은 상반된 성질을 해석해 희소원소를 대폭 줄인 구조재료의 대체재료 개발	교토대

〈출처〉 KICET(2016) 세라믹기술백서

■ **(독일)** 지속가능한 산업 발전을 목표로 '**소재에서 혁신으로 프로그램**'(Von Material zur Innovation, '15)을 수립하여 나노소재 및 응용기술의 연계를 강화, 연구개발에서 산업까지 전 과정을 아우르는 체계를 구축하여 연구재료의 지원 범위를 확대함

- 실용적인 미래 소재개발을 위해 10년 10억 유로 규모의 예산을 배정하여 독일의 혁신 선도력 제고를 위한 기반을 마련하였고 제품 및 공정혁신 기반 산업경쟁력 증대, 사회적 수요 고려, 기업 R&D 증대를 위한 인센티브 조성, 연구재료 제조 능력 제고 및 인력양성 등 4대 목표를 수립함
- 이후, 독일의 혁신 선도력 제고를 통한 삶의 질 개선을 목표로 하는 'New Hig-Tech Strategy'와 유기적으로 연계하여 신소재 개발, 에너지 효율성 확보 등의 성과 창출을 위한 3대 기반연구와 5대 응용연구를 지원함

〈표5〉 3대 기반연구 및 5대 응용기술연구 분야

구분	주요 소재	
기반 연구	소재플랫폼 기술	적응형/지능형, 하이브리드, 탄소,촉매, 자기, 바이오
	프로세스 및 생산기술	유연성 높은 생산 프로세스, 고효율 지능형 제품
	횡단면(Cross-Cutting) 영역	시뮬레이션/모델링, 표준화
응용기술 연구	에너지 분야 응용기술	에너지 사용 효율증가 기술, 에너지 운송 및 저장
	지속가능한 자원 활용	자원 사용 효율증가 기술, 환경 보전 관련 기술
	모빌리티 및 운송	미래 모빌리티 신소재
	보건/의료 및 삶의 질 향상	-
	미래 건축기술	-

〈출처〉 산업연구원(2018) 4차 산업혁명 시대의 유망 소재와 발전 전략

■ **(중국)** 부품 소재의 국산화율 제고를 목표로 제조 2025 내 '**신소재 발전계획**'('15)을 수립하여 소재·부품 관련 역량을 향상시킨 후, 원천기술의 혁신능력 향상을 위한 '**국가 13차 5개년 혁신계획**'('16)을 추진하여 산업기술 체계 중점 구축 분야로서 신소재기술을 포함하여 과학기술 경쟁력 제고를 위한 지원정책을 확대함

- **(신소재 발전계획, '15)** 핵심 기초부품, 선진 기초공법, 핵심 기초소재 및 기초 산업기술 등 4대 기초 역량을 향상시키기 위하여 수립된 계획으로, 산업 전 분야로의 기초소재 및 부품의 확산을 위한 응용 환경을 조성함
  * '15~'45년도까지 총 30년, 3단계에 걸친 산업구조 고도화 계획으로 현재는 1단계인 '중국제조 2025'로 소재강국으로의 도약이 주목표임
- 제조업 혁신역량을 강화하기 위해 핵심기술 R&D 지원 확대하고 신소재 분야에서 첨단 신소재 및 핵심기술 개발을 통한 기반 재료 개선 및 대체 가속화를 추진하여, 산업의 핵심인 기업이 주도적 역할을 하고, 대학과 과학연구소의 기초연구를 추진하는 등 산업혁신 협의체의 구축 등을 지원함
  * 특수 금속 기능성 소재, 고성능 구조재료, 특수 무기질 비금속재료, 첨단복합재료를 중점적으로 발전시켜, 고효율 합성 등 신소재 생산을 위한 기술 및 장비 연구개발 가속화와 기초연구 및 시스템 구축을 강화함

〈표6〉 신소재 분야 핵심기술 정의 및 목표

구분	지원내용
선진 기초재료 (Advanced Fundamental Materials)	- (정의) 우수한 성능을 가지며 수가 많으며 활용범위가 넓고 1가지 재료가 다양한 용도가 있는 신소재를 의미 - (목표) 2025년까지 기초재료 제품구조의 업그레이드를 실현하여 중국 내 시장점유율 90% 달성
핵심 전략재료 (Core Strategic Materials)	- (정의) 고급 장비용 특수합금, 고성능 분리막 재료, 고성능 섬유 및 복합재료, 신형 에너지 재료, 전자 세라믹 및 인공 결정체, 바이 오 의약재료, 희토기능재료, 선진 반도체 재료, 신형 디스플레이 재료 등 고성능 신재료 - (목표) 2025년까지 핵심 전략재료의 국내 시장점유율 85% 달성
선행신재료 (Frontier New Materials)	- (정의)3D 프린팅 재료, 초전도 재료, 스마트 생체 공학 및 슈퍼 재료, 그래핀 등이 선행 신재료 - (목표) 2020년까지 일련의 선행 신재료 핵심기술 특허를 축적하고, 2025년까지 선행 신재료 기술, 규격, 특허 등 지식재산권 등록을 실현

〈출처〉 이용태(2017), 중국의 신소재 발전계획

- **(국가 13차 5개년 혁신계획, '16)** 과학기술의 질적 성장 도약을 위한 글로벌 가치사슬의 중·저단계 발전을 위해 수립된 계획으로, 과학기술의 원천 혁신능력을 제고하기 위한 중대과학기술프로젝트 및 공정 지원정책을 확대함
- 2020년까지 목표달성을 위한 6대 전략에는 선두주자 우위 확보, 원천기술 개발능력 향상, 혁신 발전공간 마련, 대중창업 만중혁신 추진, 과학기술 체제개혁 심화, 과학문화 확산이 있으며 이를 위한 연구개발 및 응용 지원 목적의 신규 중대과학 기술프로젝트를 추진함

〈표7〉 신규 중대과학 기술프로젝트(2030)

구분	주요 소재	
중대과학기술프로젝트(6)	- 항공엔진·가스터빈	- 뇌연구
	- 심해 연구기지 건설	- 국가 사이버공간 안전
	- 양자통신·양자컴퓨터	- 심우주 탐사·우주선 유지보수 시스템
중대공정(9)	- 종자개발	- 빅데이터 및 지능형 로봇
	- 석탄 청정 고효율 이용	- 중점신소재 연구개발·응용
	- 스마트그리드	- 북경-천진-허페이 지역환경 정비
	- 우주·지구 일체화 정보망	- 질병예방

〈출처〉 KISTEP(2016), 중국 13차 5개년 국가과학기술혁신계획 특징과 시사점

- 과학기술의 선두주자 우위 확보를 위해 소재의 고도화를 추진하고 현대 산업기술의 체계를 중점 구축 분야에 포함하여, 신소재기술 개발과 중국 산업의 구조조정 및 신흥산업 육성 기술발전 등을 지원함

* 신소재기술 중점 개발 분야 : 중점기초소재, 선진 전자·구조·기능 소재, 소재 유전공학, 나노소재·부품

국내 R&D 정책 동향

■ **(소재·부품 발전 기본계획, '01~'21)** 국내 소재·부품산업의 글로벌 경쟁력 제고를 목표로 연구재료 등의 국산화, 기술개발, 상용화를 위한 국내 소재·부품의 양적 성장 지원정책을 확대함

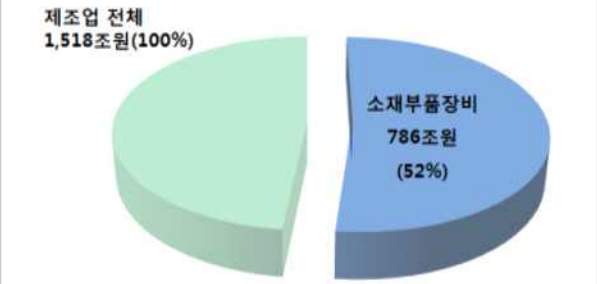
– '16년도까지 소재·부품 R&D에 총 4.6조 원을 투자하여 기술선진국 진입을 위한 범용소재 및 핵심품목 상용화를 중점으로 성장기반을 조성 및 마련하였고, 이를 통해 소재 중심의 부품 및 신소재 개발 등을 지원함

〈표8〉 제1차 ~ 제4차 소재 · 부품 발전 기본계획 추이

1차('01~'08년)	2차('09~'12년)	3차('13~'16년)	4차('17~'21년)
• 국산화, 수입대체 기술개발, 신뢰성 센터 등 지원하여 관련 기업 육성 기반 조성 • 범용소재·부품 국산화	• 소재·부품 핵심기술, 소재 기술개발 지원, 소재·부품 전문펀드 결성, 소재정보 은행을 통한 지원 기반마련 • 핵심품목 상용화	• 세계 일류소재(WPM) 본격 시행, 소재 종합솔루션센터 구축 등 지원정책 본격화, • 핵심소재 중점지원	• 4차 산업혁명 新 산업 육성, 주력산업 고도화 등 지원 • 100대 세계 최고기술 확보

〈출처〉 산업통상자원부, 제4차 소재부품발전 기본계획

< 소재·부품·장비 생산현황>



< 소재·부품·장비 교역 추이 >



〈출처〉 광공업조사(통계청), 제조업 현황조사(한국기계산업진흥회 '19)

〈그림2〉 국내 소재 · 부품 · 장비 산업 현황

– 이에 따라, 소재·부품·장비산업 관련 생산이 3배 증가하는 등 외형이 크게 성장하였으며, 특히 무역수지는 대규모 흑자 전환되어 소재 자립국 및 수출 국가로서 위상을 확보함

* 무역수지는 '01년 9억 불 → '18년 1,375억 불로 증가함

– 반면, 핵심소재는 여전히 외산에 의존하고 있는 등 저부가가치 범용소재 중심의 산업구조가 지속되어 최근 일본발 소재 대란 등 구조적 취약성이 여전해 질적 고도화가 필요함

* 對日 수입 핵심품목('15) : TAC 필름 99.4%, LCD 유리원판 97.4%, 액정 96%

■ **(미래소재 원천기술 확보전략, '18)** 미래소재의 경쟁력 확보와 미래사회 대비를 목표로 수립된 전략으로, 연구재료 등의 원천기술 경쟁력 제고 기반의 성과 창출을 위한 연구개발 지원정책 범위를 확대함

– '미래소재'를 신산업 창출·혁신기술 개발 기반을 제공하는 핵심 요소로 인식, 원천기술 확보를 위한 중장기 비전·전략을 제시하여 고령화, 환경오염, 자원고갈 및 재난·재해 등에 대한 선제적 대응을 위해 미래소재 원천기술을 확보를 목표로 장기적인 국가전략 수립 및 역량 강화를 목표로 수립된 정책임

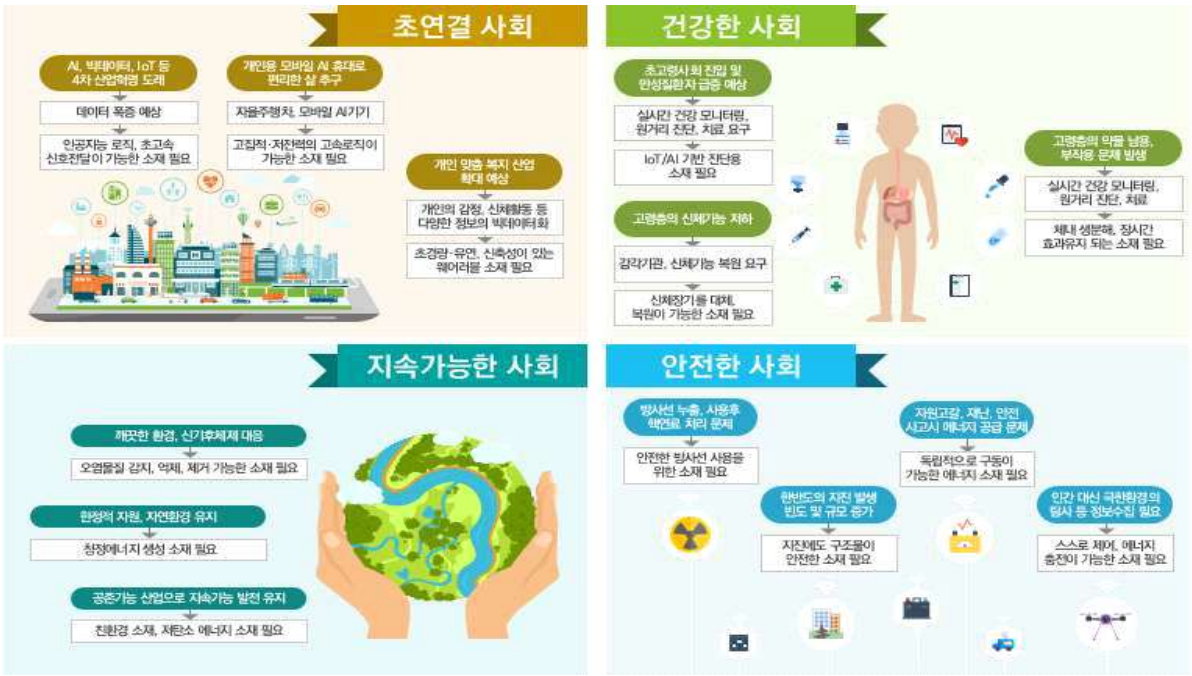
- 이에 따른 소재 경쟁력 제고 목적의 원천기술 확보전략으로 '18년 국가과학기술자문회의 운영위원회 의결을 통해 추진하였으며, 4대 이슈별 30대 미래소재를 발굴하고, 이의 확보를 위한 도전형 · 경쟁형 R&D, 크라우드형 R&D 등 미래소재 원천기술 R&D 고도화와 더불어 미래소재 연구혁신 인프라 구축을 추진 및 지원함

  * 4대 메가트랜드 : 스마트 소재, 웰니스 바이오 소재, 환경변화 대응소재, 안전소재 등

〈표9〉 **원천기술 확보전략 주요 내용**

구분	지원내용
미래소재 포트폴리오 및 로드맵 구축	- 기술수요조사 및 전문분과별 TF 운영 등을 4대 이슈별 30대 미래소재 원천기술을 발굴 및 중장기 로드맵 제시
미래소재 원천기술 R&D 경쟁력 제고	- 미래 소재의 글로벌 경쟁력 강화 및 성과지향형 R&D 추진을 위해 도전형/경쟁형/클라우드형 R&D 등을 통한 R&D 경쟁력 제고를 추진
미래소재 연구혁신 인프라 구축	- 소재 연구데이터·측정분석 플랫폼* 구축 등 미래소재 R&D지원 및 분석과학 등 공통 인프라 지원과 더불어 전문인력 양성 등을 추진

〈출처〉 산업연구원(2018) 4차 산업혁명 시대의 유망 소재와 발전 전략



〈그림3〉 **4대 메가트렌드 및 미래소재 수요 전망**

■ **(소재·부품·장비 경쟁력 강화 대책, '19)** 국내 연구산업의 경쟁력 제고를 위해 수립하여, 수요·공급 기업 간 협력모델 구축과 강력한 추진체제 기반의 연구재료 관련 전방위적 성장을 위한 지원정책을 확대함

- 일본발 소재 대란을 계기로 국내 소재·부품·장비 산업의 경쟁력 제고 및 핵심소재 국산화 등 경쟁력 강화의 정책·경제·사회적 수요 증대하기 위한 범부처 종합 대책임
- 100대 핵심 전략품목 선정을 통해 품목별 현황을 고려한 공급 안정화를 조기에 구현하고, 글로벌 전문기업 육성 등을 통한 소재·부품·장비 산업 기업 대상의 전반의 경쟁력 강화를 지원함

  * 세부적으로는 100대 전략품목을 대상으로 국산화와 기술획득의 다양성이나, 산업 전반의 경쟁력 강화를 위한 협력모델 구축, 테스트베드 확충, 글로벌 전문기업 육성 등을 지원함

〈표10〉 소재 · 부품 · 장비 경쟁력 강화 대책 주요 내용

구분		주요 내용
100대 전략품목 선정 및 조기 공급 안정화	20대 품목	- 수입국 다변화 기반 단기간 내 공급 안정성을 확보하고, 신뢰성 평가·양산평가 지원 등 조기 기술 확보를 통한 수입대체 등에 주력
	80대 품목	- 핵심품목에 대규모 R&D 재원을 집중투자하고, 과감하고 혁신적인 R&D방식을 도입하는 동시에 기술획득의 다양화 지원
산업 전반의 경쟁력 강화	협력모델 구축	- 수직·수평적 협력을 위한 4가지 협력모델 중심으로, 세제, 금융, 입지, 규제완화 등 패키지 지원 기반 협력 생태계 구축
	실증 · 양산 Test-bed 확충	- 공급기업의 기술개발과 수요기업의 생산단계 연계로 실증 · 양산 Test-bed를 확충, 신뢰성 보증 등 위험분산 시스템 도입
	글로벌 전문기업 육성	- 시장이 작아도 특화된 경쟁·기술력을 가진 글로벌 전문기업(GTS)이 나올 수 있도록, 부처 간 협력을 통해 성장 지원체계 구축

〈출처〉 관계부처합동(2019) 소재·부품·장비 경쟁력 강화 대책

■ **(소재혁신 선도 프로젝트, '20)** 소부장 관련 원천기술의 사업화를 목표로 수립하여, 연구성과와 기술개발 등으로 연계될 수 있도록 효율성을 제고하기 위한 정책적인 지원정책을 확대함

- 소재·부품·장비 관련 원천기술을 사업화로 연계하기 위한 소재혁신 플랫폼을 추진하는 프로젝트로 일본발 소재 대란에 따른 관련 기초·원천연구의 R&D 예산이 대폭 증가함으로, 지원정책의 기반이 마련됨
- 사업화 연계 시스템 강화를 주요 내용으로 추진하여 핵심소재 기술자립, 연구단 신규 선정, 소재 혁신 플랫폼 조성 등을 위한 기술자립, 원천특허확보, 원천기술 및 기업의 수요매칭 등을 지원함

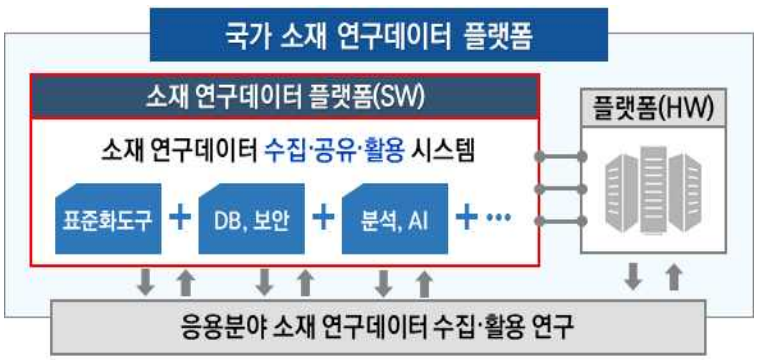
  * 소재·부품 특화 기초연구실 60여개 지정, 4,004억 원 규모 원천기술 개발사업 추진, 326억 원 규모 소재혁신, 1,700억 원 규모 소재연구 데이터 플랫폼 구축 등 지원기반을 마련함

■ **(소재 연구데이터 플랫폼 구축방안, '20~'27)** 소재 데이터의 공유를 위한 플랫폼 등 인프라 구축을 목표로 수립하여, 소재 연구데이터의 수집·활용을 활성화시키기 위한 지원체계를 확립함

- 소재 관련 연구자 간 데이터 공유 촉진을 통해 데이터 기반의 소재연구 효율화와 소재 연구개발 혁신 가속화를 위한 전략 등을 수립하여 플랫폼 구축체계 기반을 마련하기 위한 정책임

  * 소재 데이터의 체계적 수집·관리 기반으로 전 소재 R&D영역으로 보급·확산·활용되는 소재 연구데이터 플랫폼 구축을 지향함

- 데이터 중심 미래소재 경쟁력 강화를 위한 체계적·전문적·지속 가능한 플랫폼 구축 및 운영을 통해 플랫폼 기반의 소재 설계 기술개발, 연구혁신 생태계 조성 등을 지원함



〈그림4〉 국가 소재 연구데이터 플랫폼 개념도

연구재료 산업 육성 관련 법/제도 현황

화학물질 등록 및 평가

- **(화평법)** '화학물질의 등록 및 평가에 관한 법률'의 제정 및 시행에 따라 화학물질의 심의 및 정보의 생산과 활용을 기반으로 화학물질에 대한 등록제도임
- 전문연구사업자로 신고 대상자는 제 10조, 제29조, 제42조에 따라 화학물질 등록 및 평가에 대한 법률적 근거가 마련됨

* 일정량 이상의 신규 화학물질 재료의 제조·수입 업자에 대한 등록 및 신고, 화학물질의 정보제공 의무를 고시, 중소기업이 화학물질 등록을 위해 소요하는 위해성 평가 등에 대한 기술적·재정적 지원

〈표11〉 화학물질의 등록 및 평가에 관한 법 제 10조

제10조(화학물질의 등록 등) ① 연간 100킬로그램 이상 신규화학물질 또는 연간 1톤 이상 기존화학물질을 제조 · 수입하려는 자(제4항제2호에 해당하는 자는 제외한다)는 제조 또는 수입 전에 환경부장관에게 등록하여야 한다. 〈개정 2018. 3. 20.〉 ④ 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 해당 각 호의 신규화학물질을 제조 또는 수입하기 전에 환경부장관에게 신고하여야 한다. 〈신설 2018. 3. 20.〉 1. 연간 100킬로그램 미만의 신규화학물질을 제조 · 수입하려는 자 2. 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 신규화학물질에 대하여 종전의 「유해화학물질 관리법」(법률 제11862호로 개정되기 전의 것을 말한다) 제10조제1항제3호에 따라 유해성심사 면제확인을 받은 자로서 그 면제확인을 받은 바에 따라 해당 신규화학물질을 제조 · 수입하려는 자 가. 연간 100킬로그램 이하로 제조되거나 수입되는 신규화학물질 나. 신규화학물질이 아닌 화학물질로만 구성된 고분자화합물질로서 환경부장관이 정하여 고시하는 신규화학물질

〈표12〉 화학물질의 등록 및 평가에 관한 법 제 29조

제29조(화학물질의 정보제공) ① 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 화학물질 또는 이를 함유한 혼합물을 양도하는 자는 해당 화학물질의 함량이 대통령령으로 정하는 기준에 해당하는 경우에는 양수하는 자에게 해당 화학물질의 등록번호, 명칭, 유해성 및 위해성에 관한 정보, 안전사용정보 등 환경부령으로 정하는 정보를 작성하여 제공하여야 한다. 다만, 「산업안전보건법」 제110조제1항 · 제3항 또는 제111조에 따라 물질안전보건자료를 작성 · 제공하여야 하는 경우에는 해당 정보를 물질안전보건자료에 기록하여 제공하여야 한다. 〈개정 2018. 3. 20., 2019. 1. 15.〉 1. 제10조제1항 · 제4항 또는 제5항에 따라 등록 또는 신고된 화학물질 2. 제10조제2항에 따라 등록유예기간 동안 등록되지 아니한 기존화학물질 중 유해화학물질

〈표13〉 화학물질의 등록 및 평가에 관한 법 제 42조

제42조의2(중소기업의 화학물질 등록 · 평가 등에 관한 지원) 환경부장관은 관계 중앙행정기관의 장과 협의를 거쳐 중소기업의 화학물질 등록 · 평가 등과 관련한 다음 각 호의 사항에 대한 행정적 · 기술적 · 재정적 지원을 할 수 있다. 〈개정 2018. 3. 20., 2018. 4. 17.〉 1. 화학물질 정보의 생산 및 관리 기반 구축 2. 화학물질 등록 · 신고의 이행 기반 구축 3. 기존 척추동물시험자료의 확보 및 활용 4. 척추동물대체시험의 개발 및 보급 5. 화학물질 관리인력 양성 6. 중점관리물질이 함유된 제품의 관리 7. 중소기업 간 상호협력 8. 제39조에 따른 화학물질 정보처리시스템의 활용방안 9. 그 밖에 대통령령으로 정하는 사항

■ 화학물질관리법

- **(화관법)** '화학물질관리법'의 제정 및 시행에 따라 화학물질 관리 기반의 국민건강과 환경을 보호하고, 관련 사고의 신속한 대응을 위한 법률적 근거
- 전문연구사업자로 신고 대상자는 제 9조, 제19조, 제28·29조에 따라 화학물질에 관리에 대한 법률적 근거가 마련됨

  * 화학물질의 제조·수입 사업자에 대한 물질·성분 확인 및 제출 의무를 부과, 허가물질의 제조·수입·사용과 관련하여 사전 허가제도를 운영, 유해화학물질의 영업허가 제도를 운영, 연구개발 용도의 유해 화학물질에 대해서는 영업허가 제도 적용을 면제함

〈표14〉 화학물질관리법 제 9조

제9조(화학물질확인) ① 화학물질을 제조하거나 수입하려는 자(수입을 수입 대행자에게 위탁한 경우에는 그 위탁한 자를 말한다. 이하 같다)는 환경부령으로 정하는 바에 따라 해당 화학물질이나 그 성분이 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는지를 확인(이하 "화학물질확인"이라 한다)하고, 그 내용을 환경부장관에게 제출하여야 한다. 1. 「화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률」 제2조제3호에 따른 기존화학물질 2. 「화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률」 제2조제4호에 따른 신규화학물질 3. 유독물질 4. 허가물질 5. 제한물질 6. 금지물질 7. 사고대비물질 ② 제1항에도 불구하고 특정한 고체 형태로 일정한 기능을 발휘하는 제품에 함유되어 그 사용 과정에서 유출되지 아니하는 등 환경부장관이 정하여 고시하는 기준에 해당하는 경우에는 그러하지 아니하다. ③ 제1항에 따라 화학물질을 제조하거나 수입하려는 자는 화학물질확인을 위하여 필요하다고 인정하면 환경부령으로 정하는 자료를 첨부하여 환경부장관에게 해당 화학물질이나 그 성분이 제1항 각 호의 어느 하나에 해당하는지에 관한 증명을 신청할 수 있다.

〈표15〉 화학물질관리법 제 19조

① 허가물질을 제조 · 수입 · 사용하려는 자는 다음 각 호의 자료를 제출하여 미리 환경부장관의 허가를 받아야 한다. 다만, 「화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률」 제25조에 따른 허가유예기간에는 그러하지 아니한다. 1. 제조 · 수입 · 사용을 하려는 자의 명칭, 소재지 및 대표자 2. 화학물질의 명칭, 분자식 · 구조식 등 화학물질의 식별정보 3. 화학물질의 용도 4. 화학물질의 위해성 5. 허가물질의 대안 분석 및 실행가능성 6. 허가물질의 대체 계획 ② 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 화학물질에 대하여는 제1항을 적용하지 아니한다. 1. 기계에 내장(內藏)되어 수입되는 화학물질 2. 시험운전용으로 기계 또는 장치류와 함께 수입되는 화학물질 3. 특정한 고체 형태로 일정한 기능을 발휘하는 제품에 함유되어 그 사용 과정에서 유출되지 아니하는 화학물질 4. 조사용 · 연구용으로 제조 · 수입되는 화학물질, 그 밖에 대통령령으로 정하는 화학물질

〈표16〉 화학물질관리법 제 28, 29조

28조의2(유해화학물질 통신판매) ① 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자가 「전자상거래 등에서의 소비자보호에 관한 법률」에 따른 통신판매를 하는 경우 구매자에 대한 실명 · 연령 확인 및 본인 인증을 거쳐야 한다.
1. 제27조제2호에 따른 유해화학물질 판매업을 하는 자
2. 제29조제2호에 따른 유해화학물질에 해당하는 시험용 · 연구용 · 검사용 시약을 그 목적으로 판매하는 자
② 제1항에 따른 구매자에 대한 실명 · 연령 확인 및 본인 인증에 필요한 사항은 환경부령으로 정한다.

제29조(유해화학물질 영업허가의 면제) 제28조에도 불구하고 다음 각 호 어느 하나에 해당하는 자에 대하여는 제28조를 적용하지 아니한다.
1. 기계나 장치에 내장되어 있는 유해화학물질을 판매, 보관 · 저장, 운반 또는 사용하는 영업을 하는 자
2. 유해화학물질에 해당하는 시험용 · 연구용 · 검사용 시약을 그 목적으로 판매, 보관 · 저장, 운반 또는 사용하는 영업을 하는 자
3. 항만, 역구내(驛區內) 등 일정한 구역에서 유해화학물질을 하역하거나 운반하는 자
4. 제1호부터 제3호까지의 규정에 준하여 유해화학물질 영업허가가 필요 없다고 인정하여 환경부령으로 정한 자
제29조의3(시약 판매업 신고) ① 제29조에도 불구하고 유해화학물질에 해당하는 시험용 · 연구용 · 검사용 시약을 그 목적으로 판매하는 영업을 하려는 자는 환경부장관에게 신고하여야 한다.
② 제1항에 따라 신고를 한 자가 신고한 사항 중 환경부령으로 정하는 중요 사항을 변경하려는 경우에는 변경신고를 하여야 한다.
③ 환경부장관은 제1항 및 제2항에 따라 신고를 받으면 그 신고 내용을 확인한 후 지체 없이 신고확인증을 신고인에게 발급하여야 한다.
④ 제1항부터 제3항까지의 규정에 따른 신고, 변경신고의 방법 및 절차, 신고확인증에 관하여 필요한 사항은 환경부령으로 정한다.

■ 생명연구자원 확보 및 활용

- **(생명연구자원법)** '생명연구자원의 확보·관리 및 활용에 관한 법률'의 제정 및 시행에 따라 지속 가능한 생명자원 확보의 효율성 제고 등 기반을 조성하여 국가경제 발전에 기여하기 위한 법률적 근거를 마련함
- 전문연구사업자로 신고 대상자는 제 9조 3항, 제13조에 생명연구자원에 대한 전문기관 육성 및 지원 관련 근거를 명시함

  * 국외 반출시 승인제도를 운영, 연구재료기업의 생명연구자원 수출에 관련한 검토가 필요하며, 관련 전문기관의 육성 및 지원에 관련한 정부의 정책적/재정적 지원을 명시함

〈표17〉 생명연구자원의 확보권리 및 활용에 관한 법률 제 9조의 3

제9조의3(국외반출승인 등) ① 과학기술정보통신부장관은 국외반출을 제한할 필요가 있는 생명연구자원의 목록(이하 "국외반출승인대상목록"이라 한다)을 관계 중앙행정기관과 협의하여 작성하고 이를 고시하여야 한다.
② 국외반출승인대상목록에 포함된 생명연구자원을 국외로 반출하려는 자는 그 용도를 지정하여 과학기술정보통신부장관의 국외반출승인을 받아야 한다. 다만, 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 그러하지 아니하다.
1. 「농업생명자원의 보존 · 관리 및 이용에 관한 법률」 제18조제1항에 따른 국외반출승인을 받은 경우
2. 「병원체자원의 수집 · 관리 및 활용 촉진에 관한 법률」 제16조제1항에 따른 국외반출승인을 받은 경우
3. 「생물다양성 보전 및 이용에 관한 법률」 제11조제2항에 따른 국외반출승인을 받은 경우
4. 「해양수산생명자원의 확보 · 관리 및 이용 등에 관한 법률」 제22조제1항에 따른 국외반출승인을 받은 경우
③ 제2항에 따라 과학기술정보통신부장관의 국외반출승인을 받은 자가 용도 등 승인을 받은 사항을 변경하려는 경우에는 과학기술정보통신부장관의 국외반출변경승인을 받아야 한다. 다만, 국외반출기간 등 대통령령으로 정하는 경미한 사항을 변경하려는 경우에는 과학기술정보통신부장관에게 신고하여야 한다.
④ 국외반출승인의 기준 · 절차 등에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

〈표18〉 생명연구자원의 확보권리 및 활용에 관한 법률 제 13조

제13조(관련 기관의 육성 · 지원) 정부는 생명연구자원의 확보 · 관리 및 활용을 촉진하기 위하여 생명연구자원의 연구, 기탁, 등록 또는 보존 등의 업무를 수행하는 기관 또는 단체 등을 육성 · 지원하여야 한다.

■ 실험동물 관리

- **(실험동물법)** '실험동물에 관한 법률'의 제정 및 시행에 따라 실험동물의 적절한 관리 기반의 윤리성과 신뢰성을 제고하여, 생명과학을 발전시키기 위한 법률적 근거를 마련함
- 전문연구사업자로 신고 대상자는 제 12조, 제13조에 따라 실험동물 공급 및 등록 등 관리 관련 근거를 마련함
  * 실험동물 관련 기업 등에 대해 등록제도를 운영하고, 연구과정 중 생산된 실험동물 공급은 등록제도를 면제, 실험동물 공급자에 대한 준수사항을 규정하여 실험동물의 안전성 및 건강 확보를 규정함

〈표19〉 실험동물에 관한 법률 제 12조

제12조(실험동물공급자의 등록) ① 대통령령으로 정하는 실험동물의 생산 · 수입 또는 판매를 업으로 하고자 하는 자(이하 "실험동물공급자"라 한다)는 총리령으로 정하는 바에 따라 식품의약품안전처장에게 등록하여야 한다. 다만, 제8조의 동물실험시설에서 유지 또는 연구 과정 중 생산된 실험동물을 공급하는 경우에는 그러하지 아니하다. 〈개정 2010. 1. 18., 2013. 3. 23.〉 ② 제1항에 따른 등록사항을 변경하고자 할 때에는 총리령으로 정하는 바에 따라 변경등록을 하여야 한다.

〈표20〉 실험동물에 관한 법률 제 13조

제13조(실험동물공급자의 준수사항) 실험동물공급자는 실험동물의 안전성 및 건강을 확보하기 위하여 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다. 〈개정 2010. 1. 18., 2013. 3. 23.〉 1. 실험동물생산시설과 실험동물을 보건위생상 위해(危害)가 없고 안전성이 확보되도록 관리할 것 2. 실험동물을 운반하는 경우 그 실험동물의 생태에 적합한 방법으로 운송할 것 3. 그 밖에 제1호 및 제2호에 준하는 사항으로서 실험동물의 안전성 확보 및 건강관리를 위하여 필요하다고 인정하여 총리령으로 정하는 사항

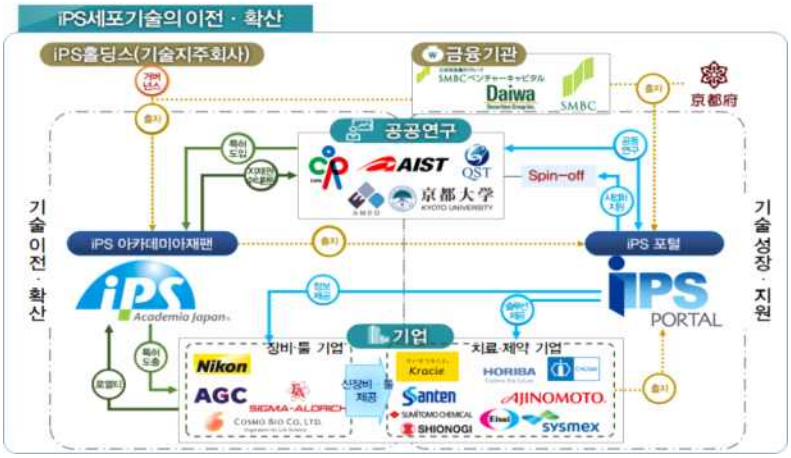
Ⅲ

연구재료의 산업 적용 사례

글로벌 연구재료 활용 우수사례

■ **(일본, iPS Cell 기술사업화)** 세계적 연구성과를 기반으로 정부 주도하에 연구성과의 지속적 연구개발 및 확산형 기술이전·사업화를 추진함

– 유도만능줄기세포인 iPS Cell기술의 응용연구 기반 확산형 사업화를 위해 기술지주회사 등을 설립하고, 다양한 기관 · 기업과 협력을 통해 의약품 개발의 확산을 도모함



〈그림5〉 **일본 iPS세포 원천기술의 성과확산 모델**

– **(현황)** iPS Cell 기술의 사업화를 위해 '06년 iPS 홀딩스 설립, '08년 'iPS 아카데미아 재팬' 설립, '10년 약 1,000억원 규모의 전용펀드 조성을 통해 지재권 확보, 산학연 공동연구·사업화 등을 추진함

* 약 200여건의 국내/국제 특허권을 확보하였으며, 자국은 물론 해외의 다양한 기업과 약 140여건 이상의 라이센스 계약을 통해 기술이전 및 사업화를 추진함

– 또한, 비독점적 라이센스 원칙의 기술이전을 바탕으로 의약품뿐만 아니라 시험·서비스, 장비제조, 식품, 화학·바이오 등 다양한 분야 기업과의 협력을 통해 기술이전·사업화를 추진함

■ **(미국, NanoSteel 사례)** 기초원천 연구를 통해 창출된 나노금속재료 기술을 토대로 다양한 산업분야로의 응용 R&D를 통한 확산형 기술사업화를 추진함

– INL(Idaho National Lab.)이 에너지부 지원을 통해 개발한 표면처리용 나노소재* 기술을 바탕으로 NanoSteel사로 Spin-off하여 플랜트산업, 자동차산업, 3D프린터 재료 산업 등으로 확산형 기술사업화를 추진함

* 원자력발전소, 항공기·위성, 해양플랜트 등 극한 환경에 부합하는 내구성을 갖춘 표면코팅처리용 나노금속소재 기술

- **(현황)** 원 기술은 DoE의 지원으로 원전/화력발전소용 고강도금속 재료로 개발되었지만, NanoSteel 설립 이후 DARPA 및 민간 투자 유치를 통해 항공기/자동차용 고강도 소재, 자동차 내장용 금속 소재, 3D 프린터용 금속재료 등으로 활용·확산함



〈그림6〉 INL의 NanoSteel 성과확산 모델

■ **(미국, SpinDX 사례)** 기존 화학테러를 방어하기 위한 기술의 응용연구를 토대로 성과를 확산하여, 의학 및 식품 등 다양한 분야로 활용처가 확산됨

- 미국 보건복지부(DoH) 산하연구소가 개발한 생화학테러 방어기술(Bio-Defense)기반응용연구를 통해 신생아 패혈증 진단 기술인 SpinDx*을 개발, 이후 Sandstone Diagnostic社를 Spin-off하여 식품위해물질 진단, 약물남용 진단, 남성질환 진단 등 다양한 분야의 혁신 제품으로 확산됨

  * 미 국립보건원 및 농무부 등과 공동 응용연구를 진행함

- **(현황)** 응용연구 이후, 연구원창업프로그램인 ESTT를 통해 SpinDx 연구자가 Sandstone Diagnostic社를 설립하여 남성질환, 약물남용 등 의료용 진단 Kit과 식품독소/면역 진단 기술 등으로 확산형 라이센스 및 사업화를 추진함



〈그림7〉 SNL, SpinDx기술의 성과확산 모델

연구재료개발·확산지원사업 지원기업 사례

■ 과학기술정보통신부는 「제1차 연구산업 진흥 기본계획」을 통해 연구재료산업 기반 형성을 위한 정책을 본격화 하였고, **'연구재료 개발·확산 지원사업'**을 통해 연구재료 산업 육성을 지원

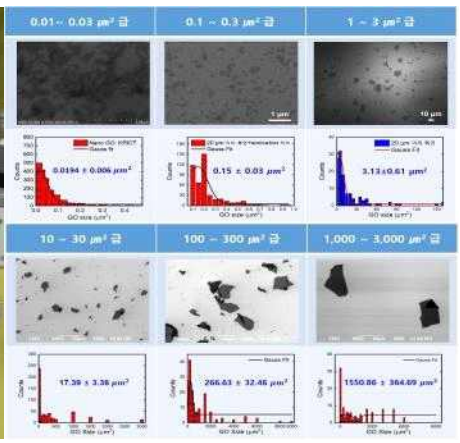
- 연구재료 기업 사례를 통해 지원기업의 재료 개발 보유 기술 수준, 생산 가능성, 사업화 역량을 알아보고자 함

■ ㈜그래핀올) 양산성 있는 저가격·고품질 산화, 환원 그래핀 제조 기술개발

1. 과 제 명 : 면 크기별 고순도 고신뢰성 산화그래핀 연구재료 상용화
2. 지원기간 : 2021.04.01.~2022.12.31.
3. 주관기업 : ㈜그래핀올
4. 주요 서비스 분야 : 산화그래핀, 환원그래핀
5. 기술개요 : 고신뢰성 연구개발용 시약급 품질 제어 산화그래핀 공급 기반 확보 및 시제품 개발
6. 기술경쟁력 : 타 기업 제품 대비 가격이 저렴하면서도 고순도, 고품질의 산화그래핀
7. 응용분야 : 복합소재, 환경소재, 향균섬유, 바이오센서 분야, 전자제품 및 그래핀 배터리 등 광범위함
8. 지원성과 : 2021년 연구재료 개발·확산 지원사업을 통해 불순물 함유량 1% 이하, 단일층 비율 90% 이상 고품질 산화그래핀을 면 크기별로 구분된 5종 이상의 시제품을 개발하였고, 이를 통해 양산 제조 및 품질 관리 기술 최적화, 사업화 추진을 위한 BM 수립, 시제품 판매 플랫폼 구축까지 그래핀 연구개발 시장에 안정적으로 공급하기 위한 기반을 확보함

- 또한 온라인 마케팅 플랫폼을 활용한 제품 판매 및 전시회 홍보 등을 통해 보다 쉽게 연구재료 소비자들이 접근할 수 있는 환경을 조성하여 그래핀을 응용하고자 하는 유관 기업들과 협력하여 개발 시제품의 검증 및 품질 고도화 작업을 지속 추진

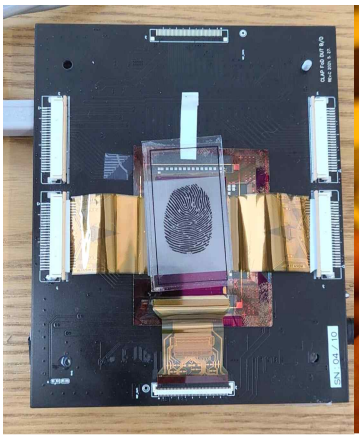




■ (㈜클랩) 이미지센서 연구 활용을 위한 고 광검출 원천 고분자 연구재료 개발

1. 과 제 명 : 이미지 센서 연구활용을 위한 고 광검출원천 고분자 연구재료 개발 및 상용화
2. 지원기간 : 2021.04.01.~2022.12.31.
3. 주관기업 : ㈜클랩
4. 주요 서비스 분야 : (재료) 유기물 반도체 재료, 광배향액정 재료, 금속배선 직접형성 재료, (센서) OLED용 지문인식 센서, 연구용 Flexible OTFT Backplane, (필름) OLED용 위상차필름, OLED용 코팅편광필름
5. 기술개요 : 고 광검출이미지 센서용 수광층도너고분자 소재 개발 및 연구재료 상용화
6. 기술경쟁력 : ①유기물 합성 반도체 및 ②광배향 액정 관련 특허와 설계, ③ 금속배선 직접형성 재료 및 특허, ④ 블루라이트/ 자외선 차단재료 관련 원천 및 응용특허 역량 보유
7. 응용분야 : 유기물반도체 분야 OTFT (Organic Thin Film Transistor) FoD (Fingerprint on Display) Sensor, OTFT Micro LED Display
8. 지원성과 : 제품개발 과정에서 주식회사 클랩은 과학기술사업화진흥원의 연구재료 개발·확산 지원 사업 지원을 받아 총14종의 bisoxazole기반 PBB 고분자를 개발하였으며, 그 중 PBB 고분자를 0.1g 스케일에서 100 g 스케일로 대량합성에 성공하여 유기물반도체 재료 기반의 응용제품 개발 핵심기술을 확보

– 또한, 시장성 확대를 위해 BM 진행, 합성 연구를 위한 실험실 구축을 완료하였으며 화학물질 판매업자 인증 등 사업 모델 추진전략 및 기술 사업화를 위한 계획을 추진중임





국내 연구재료 유통 현황 및 이슈

■ 국내 연구재료 유통은 공공주도의 연구재료 분양 형태와 민간기업 주도의 연구재료 판매 형태로 양분됨

- 국가소재은행 및 대형R&D사업단 등이 중심이 된 공공주도의 연구재료 분양을 통한 유통과 더불어 대한과학, Merck 등 국내/외 민간 주도의 연구재료 판매를 통한 유통체계가 공존하는 형태임

■ **공공주도 연구재료 유통체계**

- **(단결정은행)** 국가소재은행 지원사업으로 구축되어 현재까지 운영 중인 소재은행으로써 단결정 관련 제조 및 분양 등을 지원하며, 연구재료 분양을 희망하는 연구자가 분양신청서 또는 구매신청서를 작성하면 이를 제작 및 공급하는 방식의 유통 과정을 보임



〈그림8〉 **단결정은행연구소 개요**

- **(바이오나노헬스가드연구단)** 바이오 유해물질 검출을 위한 나노구조체·바이오컨텐츠·바이오센서 등 관련 분야의 연구기술을 확보하고 제조하여 다양한 분야에 활용할 수 있도록 물질분양 등 연구서비스를 제공함

  * 이에 각 분야별로 전문인력들이 자문역할과 공동연구, 상용화에 필요한 유효성 평가, 교육과정 등을 통해 산학연 연구자들에게 양질의 연구서비스를 지원함

- 연구단 보유 물질자원 분양, 연구장비 활용 서비스, 기존 의료진단 장비를 활용한 개발 장비 및 기술 비교평가 서비스 제공, 성능시험 및 평가 등 서비스 제공 범위가 다양함



〈그림9〉 물질자원 분양 서비스 지원체계

■ 민간주도 연구재료 거래시장

- **(시그마알드리치코리아)** 연구개발, 임상 등의 서비스부터 실험실 장비 및 연구재료 등 생명과학 분야에서 필요한 전 범위를 지원하는 중으로, 연구재료의 경우 소량 및 맞춤형 제작을 기반으로 인센티브 등의 혜택을 함께 제공하여 연구재료의 공급 및 거래를 활성화함
  * 유기 전자 재료, 화학 시약, 촉매 및 리간드, 빌딩 블록, 화학 표준/솔루션, Lead-like &Drug-like Compounds, 폴리머 &모노머 합성, 화학서비스(반응 스크리닝 등) 등 다양한 서비스를 제공함
- 구매자의 경우 시그마알드리치 제품을 이용한 실험결과임을 논문에 명시할 경우 소모품 구매 시 추가 증정 혜택이 있고, 판매자의 경우, 인센티브 카드를 제공하여, 개인 판매 및 대량 구매도 진행하여 2개 트랙 기반의 유통망을 추진하고 있음
  * 판매자 대상의 각종 특별 인센티브가 지속적으로 충전되는 기프트카드를 제공함



〈그림10〉 시그마알드리치 코리아의 제공 연구재료 분야

- **(대한과학 계열 싸이랩코리아)** 2012년 설립되어 실험기구 등 정형화되어 있는 물품 위주로 판매 중으로, 연구용 실험용품 및 초자 가공기술 기반 기업인 대한과학(주)의 계열사이며, 반응조 및 각종 초가가공품 생산 등과 더불어 국내외 150여 제조사로부터 글로벌 소싱하여 경쟁력있는 1만 5천여 실험 용품을 종합적으로 유통 중임
  * 기초실험장비, 분석·여과·측정, 유리기구, 플라스틱기구, 실험소모품·비품. 기구, 생명과학, 안전보호·실험기구, 사무·일반·생활, 교육기자재, 공구·포장, 헬스케어·의료 등 다양한 제품군을 제공함



〈그림11〉 **싸이랩코리아 제공 제품 카테고리**

- **(알앤디메이트)** 연구원 구매자와 공급자를 연결해 주는 플랫폼 서비스를 제공하는 R&D 구매대행 서비스 전문업체로 연구물품 관련 수요자-공급자를 연결해 주는 시스템 기반 온라인 플랫폼 형태로써 대행구매 및 탐색·발굴 등 거래 지원 서비스도 수행함
  * 퀵 오더 : 알앤디메이트 내 연구재료 입점 기업을 자동으로 신속하게 비교하여 견적 및 주문을 지원하는 서비스
- 거래 수수료는 일정 매출을 상회할 경우에만 수수료를 청구하는 것을 볼 때 공급자에게 수수료를 청구하거나, 연구자 홈페이지 제작 등 별도의 수익모델이 존재하는 것으로 추정됨



〈그림12〉 **알앤디메이트 퀵 오더 특징**

Ⅳ

결과 종합 및 시사점

연구재료산업 현황 종합

■ **(연구재료산업 정책 현황)** 세계적으로 연구재료의 공공·민간의 연구개발 현장에 확신시켜 활용도를 높이기 위해 기술개발부터 인프라 조성, 소재와 기술의 연계, 역량 향상 등 다양한 분야를 지원 중으로 국내는 특정 분야에 편향적이지 않은 지원의 다양성 확보가 필요함

- **(해외)** 국가별로 소재의 발견부터 연구재료 개발 및 제조, 보급 등 전 과정을 지원하거나 원천기술의 연구개발뿐만이 아닌 산업화를 위한 응용연구 등 지원의 범위가 비교적 넓음

  * 미국(소재 게놈 이니셔티브) : 첨단소재의 발견, 개발, 제조, 보급을 촉진하기 위한 실험도구, 연구 데이터, 네트워크 등 지원함

  ** 독일(소재에서 혁신으로 프로그램) : 소재 기반 제품·공정혁신을 위한 3대 기반연구 및 5대 응용연구를 지원함

- **(국내)** 연구재료 산업의 경쟁력 제고와 규모적 성장을 위한 기술개발 및 확보 위주의 지원을 진행 중임

  * 소재·부품 발전 기본계획 : 수입대체 기술개발(1차), 소재·부품 핵심기술(2차) 등을 지원함

  ** 미래소재원천기술 확보전략 : 미래소재 발굴 목적의 도전·경쟁·크라우드형 미래소재원천기술 R&D 고도화를 지원함

■ **(연구재료 산업화 현황)** 연구재료의 경우 소모품이라는 특성과 다품종 소량 생산·맞춤형 생산 등으로 인해 산업화가 어려운 분야이지만, 응용연구 기반의 활용처 확대 등 성과확산을 추진하여 산업화 체계를 마련하는 추세임

- **(해외)** 응용연구를 통한 기술사업화를 기반으로 다양한 활용 분야로의 제품 확산 등으로 산업화를 추진함

  * NanoSteel 기반 원전·화력발전소용 고강도재료 기술은 항공기·자동차·3D 프린터의 금속재료 등 활용범위 확대됨

  ** 생화학테러 방어기술은 질환 진단, 약물남용방지, 식품독성진단 등 다양한 분야로 확산됨

- **(국내)** 특허 출원 등 지식재산권 확보 위주의 운영을 통해 자체 제품의 고도화 등을 주로 진행하며, 분야 확산에는 미흡한 모습을 보임

  * ㈜스몰머신즈의 경우, 질환 진단을 위한 바이오칩 관련 국내외 특허출원을 통해 의료 분야의 PCR 분석 장비를 고도화 하였지만, 다른 분야로 활용처가 확산되지는 않음

■ **(연구재료산업 유통 현황)** 공공의 연구재료 분양과 민간의 연구재료 판매 등 크게 2가지 형태 기반의 유통을 진행 중으로, 수요자의 특정과 수요자와 공급자 간의 매칭을 통한 유통체계 확립이 필요한 상황임

- **(공공주도 연구재료 유통)** 연구 분야별 전문인력을 기반으로 수요자의 조건에 맞는 특정 연구재료를 제작하여 분양하는 형태로 연구재료의 유통이 이루어지며, 이외에도 수요 연구자들을 대상으로 관련 자문, 공동연구, 성능시험, 유효성 평가, 교육, 연구장비 공동 활용 등 다양한 연구서비스를 지원하기도 함

  * 수요자의 특화분야 파악과 목표 시장·기술분야 선정을 기반으로 각종 연구서비스·기술이전 등을 통해 최종적으로 제

품·산업화까지 지원함

- **(민간주도 연구재료 거래)** 공급 연구재료의 종류·분야 등 다양성 확보와 수요자와 공급자 대상의 추가 증정 및 인센티브와 같은 혜택, 연구재료의 견적·주문·거래 등 과정의 자동화를 통한 매칭 등 편의성을 지원하여 연구재료의 유통 활성화를 유도하는 추세를 보임

시사점

■ **(연구재료 비즈니스 생태계 조성 필요)** 기초연구를 통해 창출된 연구재료 및 기술 등을 공공·민간의 응용·상용화 R&D 현장으로 연계할 수 있는 생태계 조성이 필요함

- 일반적으로 연구재료는 실험실 또는 Pilot 설비 등에서 생산 가능한 경우가 많고, 아직까지 제조기업 등이 없어 공공·민간의 응용 R&D 연구자가 이에 대한 정보 파악·구입이 용이하지 않음
  * 수요기관/기업을 특정하기 어렵고, 수요 – 공급기업간 정보의 비대칭성 등으로 판로개척에 어려움 존재함
- 따라서, 미래 잠재가치가 높은 연구재료 등이 다양한 응용 R&D에 활용되어 경쟁력있는 소재·부품으로 전환되기 위해서는 해당 기초·원천기술을 보유한 연구자와 공공·민간 응용 R&D연구자의 원활한 정보공유 및 재료 보급 체계 등이 필요함

■ **(활용 활성화 위주 연구재료 육성사업 필요)** 미래 잠재가치가 높은 연구재료 및 기술 등을 선제적으로 발굴, 신기술 창업 등을 통해 기업화하고, 이를 통해 연구현장에서 활성화 등을 위한 연구재료산업 육성사업 마련이 필요함

- 기초연구 등을 통해 창출된 혁신적 연구재료 기술의 경우 대학, 출연(연) 등에 존재하는 경우가 많아 제조기업 및 유통 채널 부재 등으로 R&D현장에 응용·상용화되지 못하고 사장될 우려가 다분함
  * 대학, 출연(연)의 경우 연구비 확보를 통한 자체적 응용 R&D 등에 관심이 많아 공공·민간의 응용분야 발굴에는 소극적임
- 기초연구를 통해 창출된 연구재료 및 기술 등을 활용한 공공·민간 응용 R&D 촉진을 위해 이를 제조·공급할 수 있는 연구재료 전문기업의 창업·사업화 지원을 강화하고, 수요조사 등을 기반으로 미래 활용가능성·중요성, 잠재가치가 높은 연구재료를 선제적으로 발굴하여 전략품목으로 선정할 필요가 있음
- 이들 연구재료기업이 보유한 연구재료를 유통할 수 있는 '전문연구재료 Market 플랫폼' 구현을 통해 응용·상용화 R&D 현장 연구자 대상의 구매 편의성 등을 지원할 수 있는 시장 인프라 구축이 필요함

■ **(연구재료 기업 육성·시장 생태계 조성 지원사업 설계 필요)** 다품종 소량 생산, 일회성 계약을 통한 소량 거래 등 육성 여건이 어려운 연구재료 산업의 특성을 고려하여 전문기업 육성 및 연구재료 시장 생태계 조성을 지향하는 맞춤형 지원사업으로의 설계가 필요함

- 연구재료산업은 고도의 기술력과 전문성을 요구함에도 불구하고 다품종 소량 생산, 일회성 소량 거래 등 성장이 어려운 시장 특성을 보유함
  * 소량 거래 등 매출기반 미 형성시 초기 성장에 제약이 존재할 수 있으며, 기술을 지닌 연구자 등의 창업 기피 사유인 동시에 국내 연구재료산업 성장 및 자립도를 저해하는 핵심 원인으로 작용함
- 이러한 연구재료산업 특성을 고려할 때 정부 지원을 통해 연구재료 전문기업을 육성하고, 국내 시장 검증을 통해 글로벌 전문재료기업으로 성장할 수 있도록 지원하는 맞춤형 지원사업이 필요함

V

참고문헌

1. 문헌자료

- 미국, 소재 게놈 이니셔티브(MGI, ‘11)
- 일본, 新원소전략 프로젝트(’12~’21)
- 독일, 소재에서 혁신으로 프로그램(Von Material zur Innovation, ’15)
- 중국, 국가 13차 5개년 혁신계획(‘16)
- 중국, 제조 2025 내 ‘신소재 발전계획’(‘15)
- 광공업조사(통계청), 제조업 현황조사(한국기계산업진흥회 ‘19)
- 미래소재원천기술확보전략(’18.4)
- 소재 · 부품 · 장비 경쟁력 강화 대책(’19. 8)
- 소재혁신 선도 프로젝트(과기정통부)
- 소재 연구데이터 플랫폼 구축방안(과기정통부)
- 과기정통부, 미래소재디스커버리 지원사업
- 과기정통부, 나노·소재기술개발 지원사업
- 과기정통부, 웨어러블 스마트 디바이스 부품소재 지원사업
- 산업부, 산업소재핵심기술개발 지원사업
- 산업부, 소재부품기술개발 지원사업
- 산업부, 상용표준물질개발 · 보급사업(2020년 신규)

2. 웹사이트

- 단결정은행(https://crystalbank.pusan.ac.kr/crystalbank/index.do)
- 바이오나노헬스가드연구단(http://www.h-guard.re.kr/content.php?db=m6)
- 시그마알드리치 코리아(https://www.sigmaaldrich.com/korea.html)
- 대한과학 계열 싸이랩코리아 (http://mall.scilab.kr/)
- 알앤디메이트(https://rndmate.com/rndmate/info)

VI

발간목록

발간 월	분야	이슈페이퍼 제목
2023년 1월	연구장비	· 일본 연구장비 관련 동향 및 정책시사점(연구장비 기업 현장방문 중심)
2023년 2월	주문연구	· 국내 시작품·시제품 제작 산업 실태 및 시사점
2023년 3월	연구장비	· 연구신뢰성 향상을 위한 연구장비 성능평가제도
2023년 4월	연구관리	· 국내 IP 서비스 산업 현황 및 시사점
2023년 5월	연구장비	· 국산 연구장비 지속 성장을 위한 연구성과의 산업화 전환 사례 분석
2023년 6월	주문연구	· 의약·바이오 분야 연구개발서비스 동향 및 시사점
2023년 7월	연구장비	· 국산 연구장비 활용 우수 연구사례 분석 및 시사점
2023년 8월	연구관리	· 국내 R&D 기획·관리(PM) 서비스 동향 및 시사점
2023년 9월	연구재료	· 연구재료 우수사례 소개
2023년 10월	주문연구	· 글로벌 시험, 검사, 인증(TIC) 아웃소싱 서비스 현황 및 시사점

필자소개 최문영

과학기술사업화진흥원 연구장비재료팀 연구원

송명원

과학기술사업화진흥원 연구장비재료팀 팀장

연구산업 이슈·동향 페이퍼 2023-11

연구재료 정책 ·산업 동향 분석 및 시사점

발행일 2023년 12월 15일

발행처 과학기술사업화진흥원 연구산업진흥본부
서울 강서구 양천로 570 17층, 20층
T. 02-736-0047 F. 02-736-9799

■ 본 이슈페이퍼의 내용은 필자의 개인적 의견이며, 진흥원의 공식적인 의견이 아님을 밝힙니다.