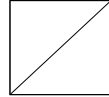


공개



의안번호	제 4 호	심 의 사 항
심 의 연 월 일	2018. 4. 25. (제 1 회)	

4차 산업혁명의 원동력인 미래소재 원천기술 확보전략(안)

국가과학기술자문회의
심의회 운영위원회

제 출 자	과학기술정보통신부장관 유영민
제출 연월일	2018. 4. 25.

1. 보고주문

- 「미래소재 원천기술 확보전략(안)」을 별지와 같이 보고함

2. 제안이유

- 「국가경쟁력 강화를 위한 소재기술 혁신방안」(15.10), 「제4차 소재·부품발전 기본계획」(16.12), 「4차 산업혁명 대응계획」(17.11) 등에 따라 미래소재 경쟁력 확보를 위해 「미래소재 원천기술 확보전략」을 수립·추진하고자 함

3. 주요내용

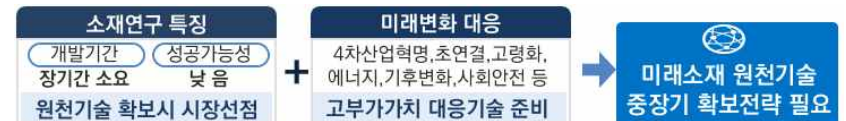
가. 추진 배경

□ 4차 산업혁명과 미래사회

- (미래소재 개념) 인공지능, 빅데이터, IoT, IoH, 헬스케어, 환경·에너지, 안전분야 등 4차 산업혁명의 핵심영역을 뒷받침 할 하드웨어 결정 요소
 - 미래소재 기반의 하드웨어 요소없이 인공지능, IoT, 로봇 등의 고도화에 한계, 4차 산업혁명 실현에 필요한 필수기능 제공







- 미래소재를 선점하는 국가가 4차 산업혁명의 진정한 승자
 - 소재 원천기술 개발은 상용화까지 20년 이상 소요되고 성공가능성이 낮으나, 개발 성공시 신시장 창출 및 장기간 시장선점 가능
- 미래사회 변화에 선제적 대비를 위해 '미래소재 원천기술 확보전략' 필요



나. 국내외 정책분석

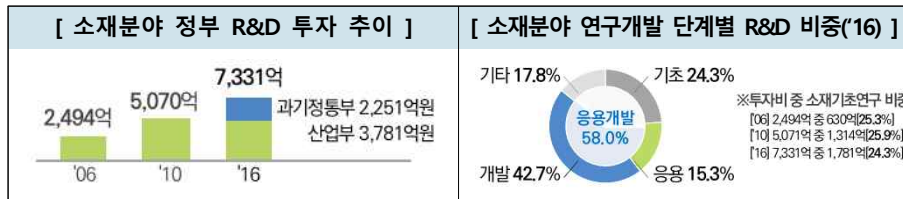
□ 해외 동향

- 미래사회 변화를 선도할 소재개발 및 시장선점에 국가역량 집중

 미국	· 미래 신소재 개발을 위한 인프라 구축 및 연구개발방법론에 집중 (개발기간 단축 및 비용 축소)(Materials Innovation Platform, '14)
 독일	· 미래 지속가능한 산업(에너지, 교통, 건강, 환경, 사회인프라 등)을 위한 실용적 소재개발(Von Material zur Innovation, '15)
 일본	· 사회·경제 수요 및 환경 변화에 대비한 수요대응형 소재개발 (제5차 과학기술기본계획('15), 新원소전략 프로젝트('12~'21))
 중국	· 부품소재(중간재) 국산화를 위한 막대한 예산 투입, 핵심기초소재 자급률 급격히 향상, '25년까지 70%를 목표로 추진 (중국제조 2025('15.3), 국가 13차 5개년 계획('16.3))

□ 국내 동향

- '01년 소재·부품특별법 제정 이후, 제 1~3차에 걸친 「소재·부품발전
기본계획」 수립·추진으로 국내 소재산업 기술경쟁력 강화
- '01~'16 소재·부품 R&D에 총 4.6조원 투자, 기술선진국 진입을 위한
범용소재 국산화, 핵심품목 상용화 등 소재 응용·개발 연구에 집중



- 그간의 기술 및 산업역량 축적으로 소재·부품 부문이 수출에 큰
기여를 하고 있으나, 핵심소재는 여전히 외국기술에 의존

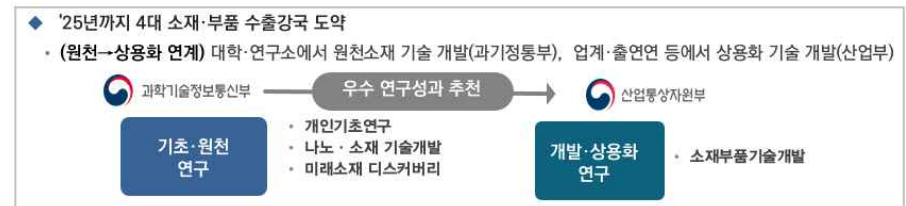
* 對日 수입 핵심품목('15) : TAC 필름 99.4%, LCD 유리원판 97.4%, 액정 96%

다. 그간의 노력

- '국가경쟁력 강화를 위한 소재기술 혁신방안' 마련('15.10, 과학기술자문위)



- '제4차 소재·부품발전 기본계획' 수립('16.12, 관계부처 합동)



- '4차 산업혁명 대응계획' 수립('17.11, 4차산업혁명위원회)

* 소자, 센서·IoT, 디스플레이 등 4차 산업혁명 기반 하드웨어의 초고속화·대용량화·저전력화를 위한 나노·소재 선도연구 강화 및 원천기술 확보

- '혁신성장동력 추진계획' 수립('17.12, 국가심 미래성장동력특별위원회)

* 미래성장동력의 '융복합 소재'와 국가전략프로젝트의 '경량소재'를 13대 혁신성장 동력의 '첨단소재'로 통합하여 혁신성장동력으로 원천기술 확보 추진

라. 미래소재 포트폴리오 및 로드맵

□ 4대 메가트렌드별 30대 미래소재 발굴

* (미래소재 선정기준) ① 미래요구 중요도, ② 미래요구 해결 기여도, ③ 미래원천성, ④ 국내R&D 역량, ⑤ 글로벌 리딩가능성

- (초연결 사회를 위한 스마트 소재) 데이터 폭증, 모바일화에 대응
하여 초고속·초저전력·대용량화 구현을 위한 지능형 소재

☞ Exa스케일 인지연산 소재(exa=10¹⁸), 모바일 인공지능용 소재, 개인 맞춤형 (IoH) 소재 등 3대 분야 8개 미래소재

○ **(초고령 건강사회를 위한 웰니스 바이오 소재)** 초고령 및 생활습관 변화에 따른 만성질환자 급증에 대응할 수 있는 생체적합 소재

☞ 토달라이프케어 소재, 인체장치 대체·복원 소재, 스마트 약물전달 소재 등 3대 분야 9개 미래소재

○ **(환경변화 대응소재)** 다양한 대기오염으로 발생하는 환경오염을 최소화하고 자연에서 에너지를 생성할 수 있는 소재

☞ 오염물질 Zero화 환경소재, Green Engineering 기반 지구환경소재 등 2대 분야 5개 미래소재

○ **(안전소재)** 지진, 원전가동·폐기시 안전확보, 급작스런 정전 및 사회재난 발생시 효율적 대응을 위한 소재

☞ 블랙아웃 대응 에너지 소재, 자가전원 초소형 자율이동체 소재, 방사선 대응 안전소재, 재난대비 자가복원 치유소재 등 4대 분야 8개 미래소재

□ 중장기 R&D 투자전략 마련

○ 미래소재 원천기술 R&D 경쟁력 제고

- **(도전형 R&D)** 미래소재 글로벌 경쟁력 강화를 위해 '미래가치 사전공유제'를 신규로 도입하고, 연구자의 도전·창의연구 촉진을 위해 연구방법에 제한없는 자유공모 확대



- **(경쟁형 R&D)** 미래소재 원천기술 개발 가능성 확대를 위해 경쟁·중간진입형 R&D 도입, 기업관점의 사업화 우수기술을 발굴하여 후속 R&BD 지원



- **(지식 클라우드형 R&D)** 중소·중견기업이 요청하는 미래소재 원천 기술난제 지원을 위해 '미래소재R&D 난제은행 플랫폼' 구축·운영

* 경쟁기획형 R&D 방식을 도입하고 경쟁기획비는 정부 지원, 본연구는 정부-난제 수요기업 간 1:1 매칭펀드 구성



* '18년 2개 내외 기술 난제 시범 운영 → '19년 이후 운영성과에 따라 확대

* **(지식 클라우드형 R&D란?)** 기관 자체적으로 해결하지 못하는 R&D 문제에 대해 해결할 수 있는 전문가들을 모집하고, 검토 후 적절한 솔루션을 채택하여 지원하는 방식

○ 미래소재 연구혁신 인프라 구축

연구데이터 플랫폼 구축	측정분석 플랫폼(MAP) 구축
<ul style="list-style-type: none"> 소재 연구데이터의 체계적 수집·관리를 위한 계층별 플랫폼 구축·활용 방법론 개발 * '17~'18년 시범추진, '19년 연구데이터 허브 및 응용분야별 본격 추진 산업용 소재 물성데이터 중심인 '소재정보 은행'과 연계, 공공데이터의 산학연 활용 제고 	<ul style="list-style-type: none"> 복합물성의 특성 분석 및 신뢰성 검증을 위한 측정분석 기술·장비 고도화 및 MAP 개발 (MAP: Measurement & Analysis Platform) * 에너지·환경 소재 시범 추진('17~'21) → 확대 측정분석 등 연구 인프라를 활용한 미래소재 연구 활성화를 위해 전문인력 양성 추진

○ 미래전망, 산업체 수요 등 의견 수렴을 통한 미래소재 선점 및 신산업 창출을 위해 **민관 협력체계 구축**

- 미래사회 변화에 대응을 위한 R&D 로드맵의 주기적 보완(2년 단위)

□ 기대효과

○ 선진국과의 기술격차 해소, 신산업 창출로 국민의 삶의 질 향상 및 미래 경제발전 견인



4. 참고사항

□ 관계부처 협의 완료('18. 4월)

4차 산업혁명의 원동력인 「미래소재 원천기술 확보전략(안)」

2018. 4.

과학기술정보통신부

순 서

I. 추진배경 및 경과	1
II. 국내외 동향 및 시사점	5
III. 추진전략	8
1. 미래소재 원천기술 도출	9
2. 중장기 R&D 투자 전략	20
IV. 기대효과 및 향후 추진 계획	25
<붙임> 미래소재 원천기술 R&D 로드맵	26

I. 추진배경 및 경과

1 추진배경

□ 미래소재 개념 및 특징

- (개념) 미래 신산업 창출과 혁신기술 개발의 기반이 되는 미래원천소재
 - 인공지능, 빅데이터, IoT, IoH, 헬스케어, 환경·에너지, 안전분야 등 4차 산업혁명과 미래사회의 핵심영역을 뒷받침 할 원천소재
- (특징) 물리·화학·재료공학 등 다학제간 기초연구를 기반*으로 창의적 아이디어 접목을 통해 신물질 발견 가능
 - * [사례] '위상수학' 개념을 물질에 적용하여 양자 컴퓨터 절연체, 초전도체 등 신소재 연구의 기반 마련('16년 노벨물리학상 수상)
 - 새로운 구조·조성·복합화 등 다양한 조합을 통해 신물질 발견 및 물성*의 복합화를 통해 미래소재 원천기술 개발 가능
 - * (물성) 전기전도성, 자성, 강도, 내열성, 내화학성, 광특성 등

□ 4차 산업혁명 등 미래사회의 변화

- 4차 산업혁명의 도래로 모든 것이 연결되고 지능사회로 빠르게 진화함에 따라 미래 핵심기술 선점을 위해 전략적 R&D 투자 필요
- ICT·에너지·바이오 등 첨단 산업 성장에 소재기술의 기여도가 증가하고 있으며, 고부가가치 첨단소재 시장규모도 확대되는 추세



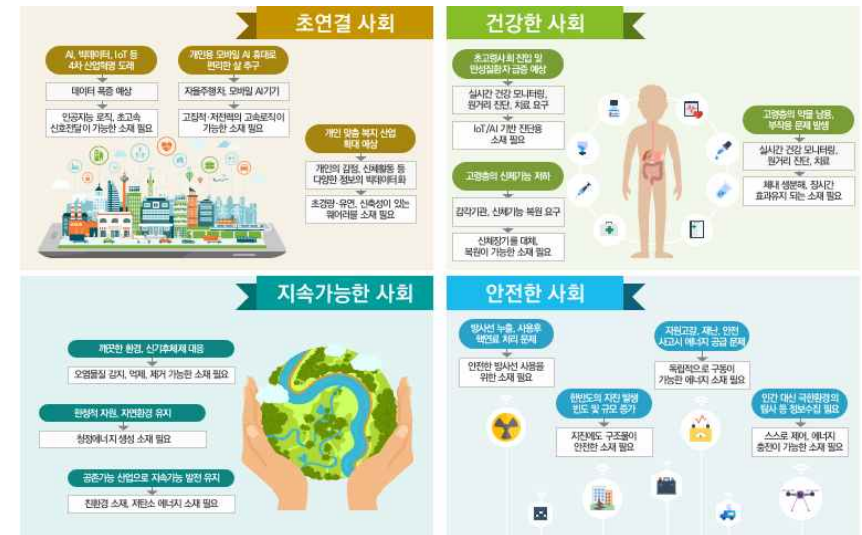
- 4차 산업혁명을 선도하고, 신산업을 창출할 수 있는 미래소재 원천기술 개발 필요
 - * IoT(스마트센서)에 필요한 지능형 감지소재, 차세대 메모리 소재 원천기술 등

□ 미래사회 변화에 대비한 선제적 대응 필요

- IoT, 3D 프린팅, 빅데이터, AI, 자율주행, 드론 등 4차 산업혁명 실현을 위해서는 센서, 지능형 반도체 등을 구성하는 스마트소재 선점 필수



- 고령화·환경·사회안전 문제 등 미래 메가트렌드에 대응할 원천 소재 기술의 개발 필요성 증가



□ 혁신의 기반이 되는 소재 원천기술 확보를 위한 글로벌 경쟁 심화

- 신소재의 원천기술 개발에서 상용화까지 20년 이상 소요되고 성공가능성이 낮으나, 개발 성공시 신시장 창출 및 장기간 시장선점 가능

<신시장 창출 사례>

- ▶ '90년대 중반 질화갈륨 기반의 청자색 LED와 LED제조기술 개발, LED조명 산업 창출 (조성배(日))
- LED 세계시장(41조원)의 14% 점유('15)
- '14년 노벨상(물리분야) 수상



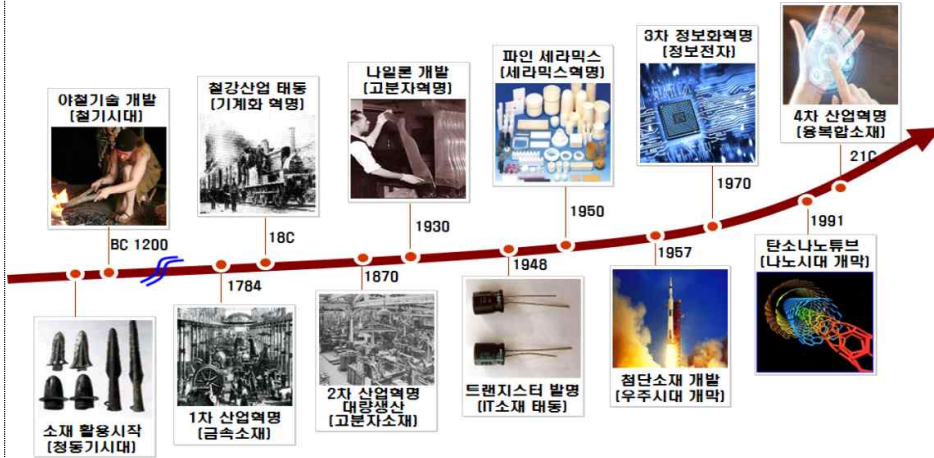
<장기간 탄소섬유 시장선점 사례>

- ▶ '70년대 도레이社(日)에서 탄소섬유 개발
- 2000년 중반부터 2년마다 2배씩 성장
- '06년 보잉사와 '24년까지 17조원대 장기독점계약 체결, 최근 세계시장의 40% 점유

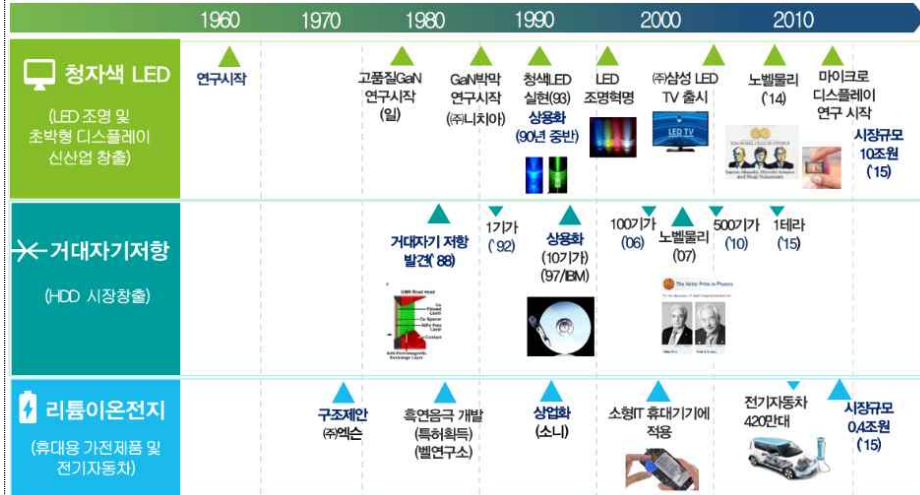


[참고] 소재 원천기술개발을 통한 신산업 창출 사례

▶ 청동기시대부터 소재 변화에 따라 문명·역사 변화 → 혁신적 소재가 혁명적 변화를 촉발



▶ (개발당시) 혁신적 물성의 소재 → (현재) 관련 산업 핵심소재로 신산업 창출에 기여

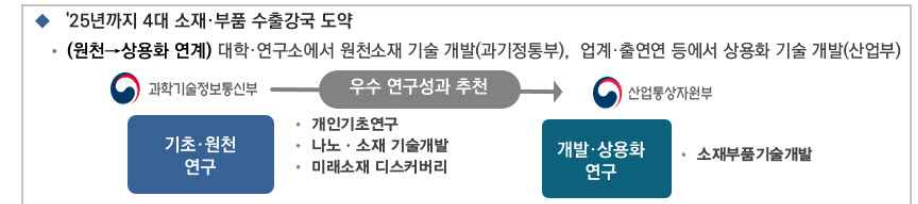


2 추진 경과

○ '국가경쟁력 강화를 위한 소재기술 혁신방안' 마련('15.10, 과학기술자문위)



○ '제4차 소재·부품 발전 기본계획' 수립('16.12, 관계부처 합동)



○ 미래소재 원천기술 확보전략 수립을 위한 기획연구 추진('17.2~9월)

* (6개 분야 전문가 TF): 미래사회 변화 및 국가R&D 분석→공백기술 탐색→전략기술 도출

- '미래소재 원천기술 확보전략 포럼' 개최('17.5.12.)

* 미래 원천소재 포트폴리오(안)에 대해 관련 분야 연구자, 학회 등 의견수렴 실시

- 국내 대형학술단체 자문 및 전문가 의견수렴을 통한 보완('17.6~9)

○ '4차 산업혁명 대응계획' 수립('17.11, 4차산업혁명위원회)

* 소자, 센서·IoT, 디스플레이 등 4차 산업혁명 기반 하드웨어의 초고속화·대용량화·저전력화를 위한 나노·소재 선도연구 강화 및 원천기술 확보

○ '혁신성장동력 추진계획' 수립('17.12, 국가심 미래성장동력특별위원회)

* 미래성장동력의 '융복합 소재'와 국가전략프로젝트의 '경량소재'를 13대 혁신성장 동력의 '첨단소재'로 통합하여 혁신성장동력으로 원천기술 확보 추진

II. 국내외 동향 및 시사점

1 해외 R&D 현황

□ (미국) 미래 신소재 개발을 위한 인프라 구축에 집중

- 첨단소재개발에서 상용화까지 개발기간·비용을 줄이기 위해 ‘MGI’ 전략* 수립 추진(Materials Genome Initiative, '11)

* 계산과학 활용, 실험-이론-계산의 통합연구 인프라 구축 등 소재연구 개발 가속화 전략

□ (독일) 미래 지속가능한 산업을 위한 실용적 소재 개발

- (정책) 사회·경제적 수요와 미래사회의 대변화에 대응을 위한 ‘소재에서 혁신으로’(Von Material zur Innovation, '15-) 전략 수립 추진

- 환경, 에너지, 교통, 의료 등 주요 응용분야에서 소재혁신 지원

- (기업) 바스프(BASF), 바이엘(Bayer) 등 화학산업 기업 중심으로 에너지, 원재료, 자동차 등 친환경 첨단 화학소재 개발에 중점

□ (일본) 미래 산업·사회·경제 수요 대응형 소재 연구

- (정책) 자원, 환경에 유해성 등 소재 대체를 위한 신물질, 신재료 개발의 ‘신원소재 전략 프로젝트’(12~21) 수립 추진

- 정부 주도로 대학 및 공공연구기관(국립물질재료연구소(NIMS) 등)이 위험도가 높은 첨단소재 분야 주도적 수행

- (기업) OLED 시장 증가에 따라 스미토모 화학, 일본제철주금화학(NSCC) 등 소재 공급능력 확대 및 기술개발 체제 구축

□ (중국) 부품소재 국산화를 위한 대규모 예산 투자

- (정책) ‘25년까지 부품소재 국산화율 70% 달성을 통한 ‘소재강국’을 목표로 ‘국가 13차 5개년 계획’(16.3) 수립

* 첨단 소재부품 육성프로그램 지원으로 '13년 중국은 세계1위 소재수출국으로 부상

2 국내 R&D 현황

- (R&D 투자) '01년 소재·부품특별법 제정 이후, 1~4차에 걸쳐 기본계획을 수립·추진함에 따라 국내 소재·부품 산업의 기술경쟁력 향상

- '01~16년간 소재·부품 R&D에 총 4.6조원을 투자, 기술선진국 진입을 위한 범용소재 및 핵심품목 상용화에 집중하여 소재·부품산업의 성장기반을 마련

* R&D 정부투자 추이 : ('06) 2,494억원 → ('10) 5,071억원 → ('16) 7,331억원

* 소재·부품산업 세계 수출순위 : 5위('14)

<소재·부품발전 기본계획 수립 추진경과>

1차('01~'08년)	2차('09~'12년)	3차('13~'16년)	4차('17~'21년)
대일역조 개선을 위한 소재·부품 국산화	단기간 선진국 추격을 위한 핵심품목 상용화	기술 선진국 진입을 위한 핵심소재 중점지원	'25년까지 100대 세계 최고기술 확보를 통한 4대 소재·부품 수출강국 도약

- 그러나 응용·개발연구에 치중, 기초·원천연구 투자가 부족하여 첨단소재 원천기술 확보에는 한계

* 연구개발 단계별('16년) : (기초) 24.3%, (응용) 15.3%, (개발) 42.7%, (기타) 17.8%

- 그동안 기초연구는 소액·개인연구 지원에도 불구하고, SCI급 논문 발표 가능한 수준의 연구에 집중하여 연구역량은 우수

* SCI 논문게재는 세계 3위, 미국 등록특허건수 4위, 질적지표인 영향력지수 4위 등('16)

* 소재 기술수준은 최고기술보유국(미국) 대비 78.6%('16), 기술격차는 -3.8년 수준

- 미국(100%), 일본(96.4%), EU(94.2%), 한국(78.6%), 중국(73.5%) 순('16년 기술수준조사)

- (R&D 체계) 고부가 핵심 원천소재 확보를 위한 소재분야 중장기 R&D 투자전략 부재로 미래사회 수요 대응에는 미흡

- 최근 혁신적 물성의 소재개발에 기간 단축을 위한 계산과학 등 新연구 방법론 활용 사업*을 추진 중이나, 급격한 사회변화 대응에는 역부족

* '15년부터 미래소재디스커버리 사업 추진

- 부처별 칸막이식 사업체계*로 우수 기초원천 연구성과에 대한 사업화 연계 미비 및 조기 상용화에 한계

* 과기정통부는 기초·원천연구, 산업부는 응용·개발연구 중심으로 지원

- (산업경쟁력) 그간 중국의 제조업이 급성장함에 따라 국내 소재분야 수출이 '03년 311억달러에서 '16년 753억달러로 크게 증가(142%)

- 그러나, 수출입단가비(수출/수입)는 프리미엄급용 국산화 지연으로 하락 추세(0.85('05)→0.78('15)), 일부 고부가 핵심소재는 일본에 의존 심화

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

3 분석 및 시사점

- ◆ 국내 우수한 기초 연구역량을 바탕으로 4차 산업혁명의 원동력인 미래 소재 확보를 위한 '중장기 R&D 전략'을 수립하여 체계적 지원 필요

구분	AS-IS	TO-BE
R&D 투자	산발적 소규모 기초 R&D	⇒ ▶ 미래사회 수요대응을 위한 핵심 미래소재 도출 및 전략적 투자 ▶ 기초·원천부터 상용화까지 전주기 R&D지원 ▶ 부처 협업체계 구축으로 칸막이 제거
R&D 체계	연구단계별, 부처별 칸막이식 R&D 추진	

- 미래사회 수요에 선제적 대응을 위한 First Mover형 전략적 투자
 - 4차 산업혁명 도래 등 빠르게 변화하는 미래사회에 대응을 위한 미래소재 기술을 발굴하고 원천기술 확보에 집중

- 창의적 아이디어 창출 및 조기 상용화 지원을 위한 연구환경 체계 구축

- 연구성과 제고를 위한 연구개발 패러다임으로 전환하고, 연구자의 창의·도전적 연구 지원으로 미래소재 연구 활성화 기반 마련

- 범부처 협업을 통한 연구개발부터 상용화까지 전략적 지원체계 구축

III. 추진전략

비전	4차 산업혁명 경쟁의 원동력 확보 및 미래사회 대비
----	------------------------------

목표	<div> <div> 선진국과 기술격차 해소 <div> </div> </div> <div> 신소재 산업 창출 <div> </div> </div> <div> 응용산업 창출 <div> <div> 초소형 칩 모자이크 사업 '25년 4조원 </div> <div> 민공장기/ 맞춤형 약물 '25년 25조원 민공장기 40년 17조원 </div> <div> 연료전지차/ 저에너지 산업 검토인자 '22년 10만대 생산 </div> </div> </div> </div>
----	--

추진 전략	1. 미래소재 원천기술 도출 [4대 이슈별 30대 미래소재]	2. 중장기 R&D 투자전략
-------	--------------------------------------	-----------------

주요 내용	<div> <div> [4대 이슈] [대응소재] </div> <div> <div>① 초연결 사회 ⇨ 8개 스마트 소재</div> <div>② 초고령 사회 ⇨ 9개 웰니스 바이오 소재</div> <div>③ 지속가능 사회 ⇨ 5개 환경변화 대응소재</div> <div>④ 안전한 사회 ⇨ 8개 안전소재</div> </div> </div>	<div> <div>추진전략 및 체계</div> <div> <div>① 도전·경쟁형 R&D 확대</div> <div>② 미래소재 연구혁신 인프라 구축</div> <div>③ R&D 전주기 지원체계 구축</div> </div> </div>
-------	---	--

기반	미래소재 R&D 경쟁력 제고를 위한 정책기반 강화 (민관 협업체계 구축 + 미래소재 R&D로드맵 주기적 보완)
----	--

부문1 미래소재 원천기술 도출

1 메가트렌드별 이슈분석

4대 메가트렌드 도출 경과

- 전문가 대상 미래사회 기술수요조사 실시('17.1월)
 - 기술수요조사 내용을 분석하여 메가트렌드 도출(Bottom-up)
 - '45회 다보스포럼 ('16)' 및 「The Future of Jobs (WEF, 2016)」등의 자료를 토대로 미래사회의 사회·경제 변화와 소재기술의 상관관계 분석
- 대학, 연구소 등 전문가 회의를 거쳐 4대 메가트렌드 선정('17.2월)
 - 4대 메가트렌드에 따른 미래사회의 이슈 분석을 통한 대응소재 도출

① (초연결 사회) 사물인터넷(IoT) 기반의 사람-사물, 정보-디바이스가 네트워크를 통해 연결되는 **스마트한 사회로 변화**

- 이동형 인공지능 및 개인 맞춤형 서비스에 따른 데이터 폭증에 대응할 수 있는 빅데이터 고속 분산처리가 가능한 **지능형 스마트 소재** 필요

미래 이슈	미래요구 대응소재
▶ 초연결사회의 데이터 폭증에 대비	인공지능, 빅데이터, 사물인터넷, 센서 등 초연결 사회 실현을 위한 지능형 스마트소재 필요
▶ 빅데이터 고속 분산 처리	모바일 인공지능기기 구현을 위해 고집적/고용량 정보저장 소재 필수
▶ 개인 맞춤형(IoH) 복지 서비스 산업 확대	초연결 사회에서 IoH 기반의 복지서비스 창출을 위한 소재 기술 필요 (개인 맞춤 건강증진 및 관리 등)

② (초고령 사회) 초고령 사회로 진입, 만성질환자 증가에 따른 노동력 인구 감소 등 산업구조 변화에 대비한 **건강한 사회** 요구

- 고령인구의 **삶의 질**, 만성질환자의 **토털 라이프케어** 수요 증가, **약물 남용 및 장기투여** 등의 문제 해결을 위한 **웰니스 바이오 소재** 필요

미래 이슈	미래요구 대응소재
▶ 초고령화 및 5대 만성질환자 급증	IoT/AI 기술 연계로 실시간 국민의 건강을 모니터링, 원거리 진단·치료를 가능하게 하는 고감도 인체 삽입형 바이오센서 소재 및 전원생성 소재 필요
▶ 고령인구의 신체기능 저하·결손 문제	인체에 무해하고 개인의 신체에 최적화된 인공장기 및 신체 보조 소재 필요
▶ 약물남용/부작용/장기 투여에 따른 문제	환자에게 적용 후 체내에서 생분해·흡수되는 소재 및 장시간 효과가 지속되는 기능성 약물전달 소재 필요

③ (지속가능한 사회) 신기후 체제('15.12, 파리협정) 타결로 한층 강화된 온실가스 감축 의무 및 국가·산업의 **지속가능한 미래**를 준비할 필요

- 미래의 지속가능한 환경과 경제성장의 상생을 위해 **쾌적한 환경과 저탄소에너지**에 필요한 **환경변화 대응소재** 개발 요구

미래 이슈	미래요구 대응소재
▶ 유해물질 저감·차단 및 신기후변화체제 대응	대기 중 존재하는 오염물질 감지, 억제 및 제거 등을 통한 신기후 체제에 대응 및 국민건강 보호를 위한 소재 필요
▶ 지구의 지속가능한 자연환경 유지	지구의 한정적인 자원 및 자연환경 유지를 위한 청정 에너지 변환 및 저장 소재 필요

④ (안전한 사회) 자연재해 및 인공재난에 대한 감시, 대응을 통해 재난재해로부터 **안전한 사회** 구현

- 지진에 대한 사회인프라 안전보장, **원전 가동/폐기시 안전** 확보 등 재난 발생시 시의적절하고 효율적 대응을 위한 **안전소재** 필요

미래 이슈	미래요구 대응소재
▶ 블랙아웃 시 에너지 공급	재난 및 안전사고 시 에너지 공급 및 독립 구동이 가능한 블랙아웃 대응 안전소재 필요
▶ 극한환경에서 제어, 충전 없이 자율이동 수행	자율이동에 필요한 센서네트워크, 자가전원, 극한환경 내구성, 자가치유 등이 가능한 소재 필요
▶ 방사선 누출 사용후 핵연료 처리 등 안전성 확보	안전한 의료용 방사선 사용, 우주개발·탐사 및 원자력 발전의 안전한 가동과 폐기물 처리를 위한 안전소재 필요
▶ 지진 대비 사회 인프라 안전성 확보	미래사회의 거대 인프라 안전성을 보장할 수 있는 사고 저항성 향상소재 필요

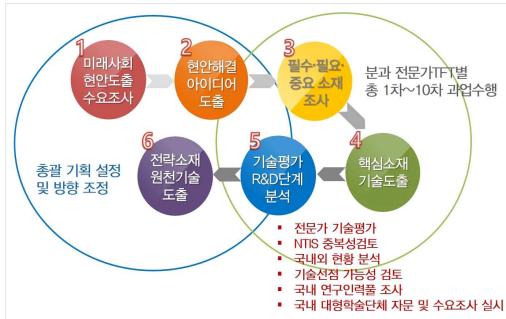
2 미래사회 수요 대응 30대 미래소재 도출

도출 과정 및 기준

○ 미래사회 4대 메가트렌드 및 이슈 분석을 통해 미래사회 대응을 위한 30대 미래소재 원천기술 도출

▶ (도출경과) 6대 전문분야별 TF 구성·운영

* 재료, 금속, 화학, 물리, 환경, 에너지, 전기전자 분야 학연 전문가 121인 활동



▶ (기술분석 과정)

- (핵심소재 선정) 기술수요조사 및 전문가 의견을 중심으로 70개 핵심소재 선정
- (전문가 평가) 70개 핵심소재 대상, 5개 지표별 종합적 평가를 거쳐 30대 미래소재 도출

▶ (평가지표) ① 미래요구 중요도, ② 미래요구 해결 기여도, ③ 미래원천성, ④ 국내 R&D 역량, ⑤ 글로벌 리딩가능성

▶ (평가방법) 6대 분야별 학·연 전문가의 평가의견을 종합적으로 분석

* 유연지능, 건강바이오, 지속환경, 탄소저감 및 에너지, 무인수송, 거대인프라

★ (전략기술) 미래 선점 가능성이 높은 기술 30개(43%)

☆ (중요기술) 미래 선점 가능성이 높지 않으나 필요한 기술 33개(47%)

△ (제외기술) 타 사업에서 개발 중이거나, 글로벌 선도 한계 기술 7개(10%)

- (의견수렴) 국내 주요학술단체 자문 및 포럼을 통해 전문가 의견 수렴

- (중복성) 주력산업 고도화 등을 위한 100대 소재부품기술(제4차 소재·부품발전 기본계획, '16.12), NTIS 과제 분석 등을 통해 검증

1 초연결 사회를 위한 스마트 소재

□ 데이터 폭증, 모바일화에 대응하여 초고속·초저전력·대용량화 구현을 위한 지능형 소재

미래 수요	대응 소재
▶ 데이터 폭증에 대비	[1] Exa스케일 인지연산 소재(exa=10 ¹⁸) * 초병렬 연산인지소재, 인지가소성 전자소재, 극저손실 신호전달 소재
▶ 빅데이터 고속 분산 처리	⇒ [2] 모바일 인공지능용 소재 * AI용 스케일링 돌파형 초저전력 정보저장 소재, AI용 로직 소재
▶ 개인 맞춤형(IoH) 복지 서비스 산업 확대	[3] IoH기반 복지서비스 소재 * 자극감응형 유연성 조절 소재, 감각저장·구현 전자소재, 초경량 유연·신축성 전자소재

▶ (주요현황) 뉴로모픽 시스템 연구 진행 중, 폰노이만 구조기반의 실리콘 반도체 산업의 한계로 Si기반 반도체 및 전자부품의 급격한 성장 예상

* 시냅스 모방 컴퓨팅 시장은 ('16) 660만달러 → ('22) 2억7천만달러로 성장 예측 (2022 전 세계 뉴로모픽 컴퓨팅 시장 예측 보고서, '16)

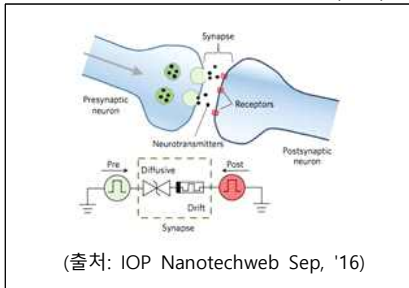
▶ (국내수준) 최고 기술 보유국 대비 기술격차는 최대 3년 내외

* 'AI 초저전력 메모리' 소재기술 수준은 동일, '초병렬 연산지능' 소재기술은 3년

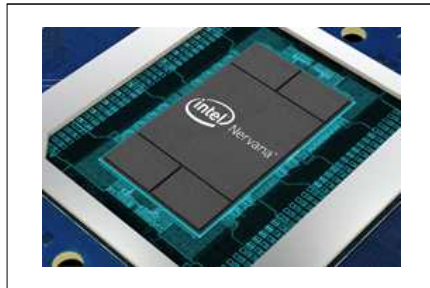


- (Exa 연산소재) 연산 및 인지 속도와 효율성을 높이고 취득 정보를 손실없이 전달하는 인지연산 소재 개발 (exa=10¹⁸)
 - * 인간의 시냅스를 모방하여 인지의 효율성과 집적도를 높이는 '시냅스모방형 전자소재' 등
 - Si CMOS 기반의 뉴로모픽 한계를 극복하고, IoT 기기 등에서 생성된 빅데이터의 신속처리, 데이터센터·CPU 및 메모리간 통신속도 향상
- (모바일 인공지능용 소재) 막대한 양의 정보를 집적할 수 있는 고용량 및 초저전력 정보저장 소재, 저전력·고응답속도 연산이 가능한 로직소재 개발
 - * 고집적·고응답속도의 저항변화기반 '시용 스케일링 돌파형 초저전력 정보저장소재' 등
 - 고신뢰·고용량·고성능의 모바일 인공지능 반도체 메모리 개발을 통한 초연결 기술 확보

<인간 신경을 모방한 시냅스 회로(예시)>



<AI 지향형 '너바나' 신경망 프로세서>



- (개인 맞춤(IoH) 소재) 간접 경험한 감각을 저장·구현할 수 있는 소재, 체내 삽입이 가능하도록 유연·신축성 있는 초경량 전자소재 개발
 - 인간의 감각 및 뇌 모방 기술, 초경량 웨어러블 기술 구현으로 IoT·IoH 융복합시스템 고도화
 - * IoH(Internet of Humans) 기술 : 인체에 부착 또는 삽입된 센서, 네트워크 액티브 에이터로 이뤄지며, 다양한 인체정보를 획득, 처리 및 전송하는 기술

② 초고령 건강사회를 위한 웰니스 바이오 소재

□ 초고령 사회 및 생활습관 변화에 따른 만성질환자 급증에 대응할 수 있는 생체적합 소재

미래 수요	대응 소재
▶ 초고령화 및 5대 만성질환자 급증	[4] 토탈라이프케어 소재 * IoT/AI 기반 바이오센서소재, 인체이식형 바이오소재, 바이오배터리 기술
▶ 고령자의 신체기능 저하결손 해결	⇒ [5] 인체장기 대체·복원 소재 * 감각보조용 바이오닉 소재, 골대사 조절소재, 결손 감응형 4D프린팅 소재, 장기기능 맞춤 매트릭스,
▶ 약물남용/부작용/장기 투여	[6] 스마트 약물전달 소재 * 부작용 억제소재, 고감도 약물전달 매트릭스

- ▶ (주요현황) 초고령 시대 도래로 만성질환 스마트약물, IoH 스마트진단 및 장기/피부/골 결손 대체소재 수요 급증 예상
 - * 글로벌 바이오센서 시장은 ('14) 115억달러 → ('21) 287억달러 성장 전망(Frost & Sullivan, 2015)
- ▶ (국내수준) 최고 기술 보유국 대비 기술격차는 0~5년 내외
 - * 스마트약물소재는 0~20년, IoT-AI기반 바이오센서는 1.5년, 장기결손 4D프린팅 소재기술은 5년

기술분석



- (토탈 라이프케어) 원격 생체정보 감지가 가능한 인체이식형 바이오 소재와 이를 체내 에너지로 자가구동 할 수 있는 바이오배터리 소재 개발

* 기존의 검출 한계를 뛰어넘는 IoT·AI 기반의 바이오센서 소재 등

- IoT·빅데이터 기반의 초소형 바이오센서 이식환자의 생체신호 모니터링·원격치료 등 스마트 헬스케어 신산업 분야 선도

- (인체장기 대체·복원) 생체 부작용이 없는 노화된 감각기관 재생 소재, 골조직 결손 공간에 따라 재생 가능한 4D 프린팅소재 등 개발

* 체내삽입기반의 감각보조용 바이오닉 소재, 골절사고 예방을 위한 골 대사 조절소재 등

- 골밀도 저하에 따른 생체적합 소재, 복합세포 프린팅 기술을 통한 장기 맞춤형 매트릭스 소재 등 개발

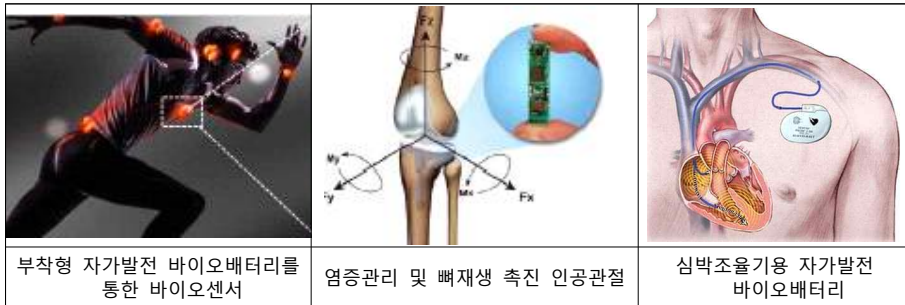
- 질병·사고에 의한 감각 및 장기 손상에 대한 환자 맞춤형 치료 등을 통한 고령층의 삶의 질 향상

- (스마트 약물전달) 환자상태에 따라 필요한 시기에 정량의 약물을 투여하는 맞춤형 투약이 가능한 소재

* 약물납용 및 장기투여 등에 따른 불편을 해소하는 '고감도 약물전달 매트릭스 소재'

- 체내에서 생분해·흡수되고 장시간 효과가 지속되는 천연 인체유래 약물전달 소재 개발로 바이오 분야 기술 선도

< 웰니스 바이오소재 활용 예시>



③ 환경변화 대응소재

- 다양한 대기오염으로 발생하는 환경오염 최소화, 한정적 자원에 대응하여 자연에서 에너지를 생성할 수 있는 소재 개발

미래 수요	대응 소재
▶ 유해물질 저감차단 및 신기후 변화체제 대응	⇒ [7] 오염물질 Zero화 환경소재 * 다중오염물 맞춤형 스마트 다공성 소재, 생물오염 억제용 능동정화소재, 자가처리 오염저감 분리막
▶ 지구의 한정적 자원 대비 및 깨끗한 자연환경 유지	[8] Green Engineering 기반 지구환경소재 * 에너지 변환소재, 상온 고용량 수소저장 소재

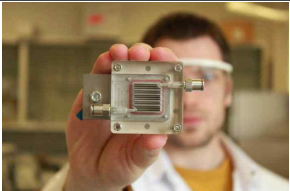
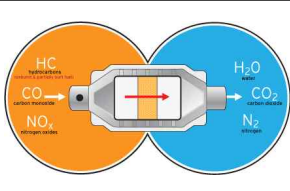
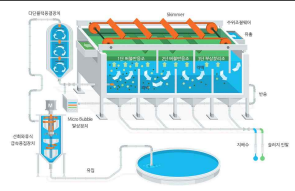
- ▶ (주요현황) 중국 등 신흥국의 산업화로 오염물 제거 및 오염정화소재에 대한 관심이 증가되고 있어, 아직 미형성된 세계 친환경 수소시장의 급격한 성장 예상
* 산업용 공기정화 시장규모는 '25년까지 6조원 전망(Grand view research, 2016)
- ▶ (국내수준) 최고 기술 보유국 대비 기술격차는 최대 1년 내외
* 수소에너지 변환 소재기술은 유사, 다중 오염물 흡착·정화 관련 소재기술은 1년



- (오염물질 Zero) 다종의 오염물질을 빠르게 감지하고 능동적으로 흡착·정화 또는 자가처리가 가능한 스마트 오염 정화소재를 개발



- 토양, 공기, 수질 등 환경오염 정화소재 개발, 오염정화기술과 기능 소재의 융합연구를 통해 오염물질을 효율적으로 제거
- 광활성화 및 전기화학적 방법으로 생물학적 감염·오염을 차단하고 분해하는 기술 개발
- 기존 시스템 위주의 환경정화 기술 한계를 극복할 수 있는 소재기반 환경 신기술 개발

< 스마트 오염 정화 소재 활용 예시 >

		
태양광 기반 도시 공기 정화 및 스모그 제거	공장, 배기가스 유래 질소산화물, 일산화탄소 등 공기 속 유해물질 변환용 필터	정수장용 스마트 수질 오염 정화

- (지구환경 소재) 자연의 태양광·진동 등을 이용하여 수소 에너지로 변환이 가능한 소재, 대용량의 수소를 상온에서 저장할 수 있는 소재를 개발
- 대용량 수소에너지 급속충전 기술개발을 통한 수소자동차의 조기 상용화 지원과 차세대 에너지저장시스템(ESS)에 활용

< 지구환경 소재 활용 예시 >

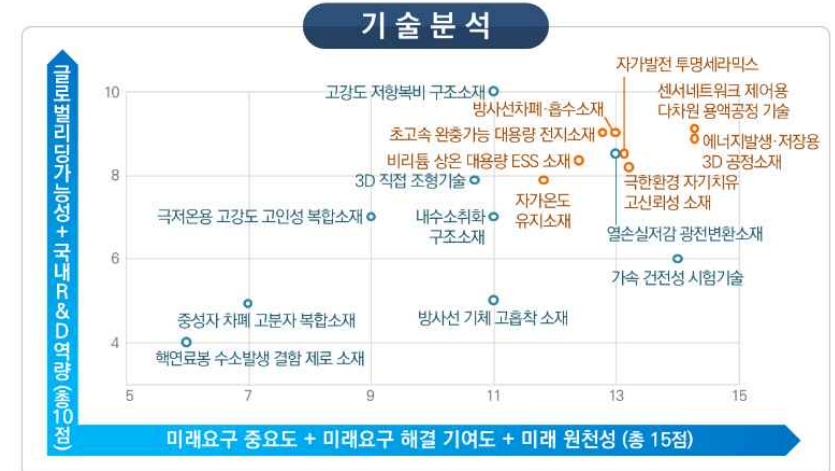
	
수소자동차	수소에너지저장시스템

4 안전소재

- 지진, 원전 가동·폐기시 안전확보, 급작스런 정전 및 사회재난 발생시 효율적 대응을 위한 소재

미래 수요	대응 소재
▶ 블랙아웃시 에너지 공급	[9] 블랙아웃 대응 에너지 소재 * 자가발전 투명세라믹스, 초고속 대용량 전지소재, 자가온도유지소재, 비리튬 상온대용량 ESS소재
▶ 극한환경에서 외부의 충전없이 자율이동탐사 수행	[10] 자가전원 초소형 자율이동체 소재 ⇒ * 센서네트워크 제어용 다차원 용액공정 소재, 에너지 발생·저장용 3D 공정소재
▶ 안전한 우주·의료·방사선 기술 개발	[11] 방사선 대응 안전소재 * 방사선 차폐·흡수소재
▶ 지진 대비 사회인프라 안전성 확보	[12] 재난대비 자가복원 치유소재 * 극한환경 자가치유 고신뢰성 소재

- ▶ (주요현황) 세계적 태동기 수준인 특수목적 소형 자율이동체 소재기술은 '13년 66달러에서 '22년 114억달러, 사용후 핵연료 건식 저장고 시장규모는 '20년 80억달러로 성장 예상
- ▶ (국내수준) 최고 기술 보유국 대비 기술격차는 유사~최대 10년
* 방사선 차폐·흡수 소재 기술은 10년, 탐사·구조용 소형이동체 소재 기술은 0~2.0년, 자가전원 및 구조물성 자가 복원 관련 소재기술은 세계적으로 태동기 수준



- (블랙아웃 대응 소재) 초고속 전기 에너지 충전 및 저장이 가능한 비리튬 계열의 소재, 유리 및 투명 디스플레이 터치로 전기공급이 가능하고, 자가 발전으로 온도유지가 가능한 소재 개발

- 전기차 대중화의 걸림돌인 긴 충전시간을 해결하고, 디스플레이 터치로 자가발전하는 원천소재 활용하여 **햅틱, 센싱 등 다양한 기능을 구현**

< 블랙아웃 대응 에너지 소재 활용 예시 >

		
미래형 에너지저장시스템(ESS)용 이차전지	투명디스플레이용 자가발전 투명세라믹스	의료기기용 이차전지

- (자가전원 소재) 재난·극한환경에서 소형자율이동체가 제어나 충전없이 이동·탐사할 수 있도록 **센서 네트워크 및 자가전원 공급이 가능한 소재** 개발
 - * 별도의 외부 충전없이 에너지원 확보를 위한 '에너지발생·저장용 3D 공정소재' 등

- (재난·방사선 대비) 지각변동에 유연하게 대응 가능한 **자가치유 소재**, 방사선의 위험을 저감하고 우주방사선에 대응하는 **방사선 차폐·흡수 소재** 개발
 - * 외력 작용시 수축과 팽창이 가능한 특성을 가진 '자가치유형 고신뢰성 소재' 등
 - 자가 복원·치유형 구조소재 개발을 통해 **거대 인프라의 구조 안전성 향상**, 방사선 차폐·흡수 원천 소재기술의 **의료·우주분야로 활용 확대**

< 자가전원 소재 및 방사선 대응 소재 활용 예시 >

		
비상 전등 (3D 자가 전원 공급 소재)	의료 진단·치료기기 (방사선 대응 소재)	차세대 우주 정거장 구조물·가볍고 유연한 섬유형 구조체 (방사선 대응 소재)

부문2 중장기 R&D 투자 전략

1 미래소재 원천기술 확보를 위한 도전·경쟁형 R&D 확대

현황 및 문제점

- 그동안 산발적 기초R&D 지원으로 **첨단소재 원천기술 확보에 한계**
 - * 소재 개인기초 연구는 664억원('17년/과기·교육부)으로 원천연구('17년 306억원)의 2.2배 수준
- 연구자 중심의 개별 소재연구에서 미래수요에 기반한 **경쟁우위 가능성**이 높은 미래소재 원천기술로 연구역량 결집 필요

추진방안

- 미래소재 원천기술 확보를 위한 **도전적 연구 확대**
 - 고위험·장기 R&D로 '공공투자'를 원칙으로 하되, 글로벌경쟁력 제고를 위해 '**미래가치 사전공유**' 방식을 새롭게 도입
 - 투자방식에 따라 연구기간 및 연구비를 차등 지원하되, 선기획을 통해 연구목표를 명확히 하고 효과적인 방식을 **연구자가 자율적으로 선택**



* 기존 나노·소재기술개발사업의 '19년 일몰 확정에 따라, 미래소재 원천기술 확보를 위한 예타 사업기획시 반영 추진

- **미래도전 공공지원제(파블릭형)의 경우, 경쟁형·중간진입형 R&D* 방식 도입으로 미래소재 원천기술 확보 가능성 제고**
 - * 타 과제에서 수행한 우수기술에 대해 미래소재 개발 원천성이 우수한 경우 중복주제 및 2·3단계 진입을 허용 하여 원천기술 확보 강화



2 미래소재 연구혁신 인프라 구축

현황 및 문제점

- 연구 환경 및 패러다임 변화에 따른 데이터 수집·활용의 중요성 증대
 - 소재 개발기간을 혁신적으로 단축하는 데이터 기반의 소재기술 개발 방법론을 새로운 연구 패러다임으로 인식
 - 해외 선진국을 중심으로 R&D 전주기에 생성되는 연구데이터의 체계적 수집·공유·활용을 위한 데이터 기반의 인프라 구축 추진
 - * 미국 MGI('11~, 계산과학 데이터 약 290만건), 일본 MatNavi('03~, 약 51만건) 등 데이터 수집·공유·활용 기반 마련

추진방안

- 계층별(Tier) 연구데이터 플랫폼 구축으로 연구자 접근성 향상



* Tier-0은 전분야 연구데이터 플랫폼으로 데이터·컴퓨팅 인프라 등 포괄적 지원(KISTI)

- (Tier 1) 소재 전 분야의 연구데이터 허브 구축
 - 소재 응용분야 도출 및 연구데이터 수집 기획, 데이터 표준화 및 큐레이션시스템 구축('18~)
- (Tier 2) 다양한 구조 및 소량의 데이터 특성을 고려한 응용분야별 미래소재 연구데이터 수집 및 활용기술 개발
 - 연구데이터 수집과 동시에 소재-데이터 전문가 협업을 통한 머신러닝, 인공지능 기술개발 등 융합연구 병행으로 새로운 소재연구 활용도 향상
 - * 열전 소재 빅데이터 플랫폼 시범 구축('17~), '18년 이후 확대 추진

응용분야별 플랫폼 구축 예시

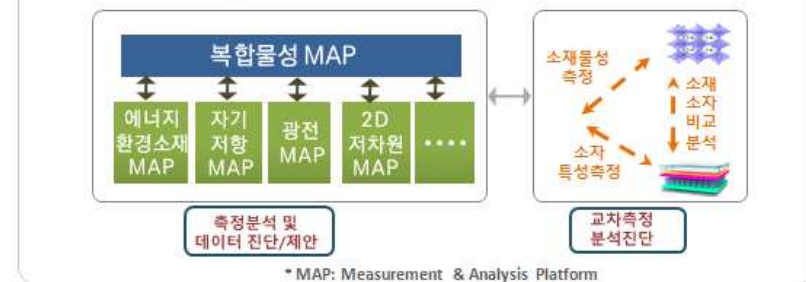


- 기존 소재 관련사업(과제)* 및 향후 추진사업(과제)은 ICT 기반의 연구데이터 활용을 활성화하여 Tier 2 영역을 순차적으로 확대
 - * 미래소재디스커버리지원, 도전형 소재탐색 프로젝트, 글로벌 프런티어 등
- '소재정보은행(산업부)'과 연계하여 공공데이터의 산학연 활용도 제고

- 미래소재 측정분석 평가기술·장비 고도화 및 연구데이터 플랫폼 연계 활성화

- 복합물성 특성 분석 및 신뢰성 검증을 통한 미래소재 개발 및 성능 향상을 위해 측정분석 기술개발 및 '측정분석플랫폼' 구축·운영
 - * 에너지·환경 소재 측정분석 플랫폼 개발 시범지원('17~'21) → 성과에 따라 확대

측정분석 플랫폼 구축(예시)



- 측정분석을 통한 미래소재 개발 활성화를 위해 전문인력 양성* 및 연구 데이터 수집·활용, 연구개발 전문 서비스 등 연구산업과 연계 추진
 - * 국가과학기술인력개발원과 연계하여 교육과정 개발('18) 및 시범운영 추진('19~)

3 R&D 전주기 지원체계 구축·추진

현황 및 문제점

□ 부처별*·단계별** 칸막이식 지원으로, 우수 원천기술의 상용화 연계 미흡

○ R&D와 상용화를 One-Stop지원하는 체계로 전환 필요

* (부처별) 과기정통부: 기초·원천 → 산업부: 응용·개발

** (단계별) 부처별 연구성과 → R&BD → 기술이전·창업 → 성장지원 → 기술금융 연계

추진방안

□ 우수기술에 대한 후속연구 지원

○ VC, 엑셀러레이터, 기업가 등으로 '전략 기획단'을 구성하여 기업
관점의 사업화 우수기술 발굴 및 후속 R&BD 지원

□ 미래소재 기술 난제해결을 위한 '지식 크라우드 R&D' 추진

○ 중소·중견기업이 요청하는 미래소재 원천기술의 난제지원을 위해
'미래소재 R&D 난제은행 플랫폼' 구축·운영



○ 난제해결 성공가능성 제고를 위해 경쟁기획형 R&D 방식 도입

* '18년 2개 내외 기술 난제 시범 운영 → '19년 이후 운영성과에 따라 확대
(경쟁기획비는 정부 지원, 본연구는 정부-난제 수요기업 간 1:1 매칭펀드 구성)

□ 우수 미래소재 원천연구 핵심IP 창출 지원

○ 우수 연구과제(종료 2년전)를 대상으로 수요기업을 발굴하고, 기업
맞춤형 제품 및 서비스를 위한 특허창출전략 컨설팅 지원

* 매칭기업의 경쟁사 및 소송분쟁 대응 분석, 사업화 시나리오 분석, IP 포트폴리오 수립
등 사업화 관점의 특허전략 지원(과학기술일자리진흥원 협업)

□ 부처간 소재기술 이어달리기 추진

○ 과기정통부-산업부간 우수기술 연계를 통해 상용화 가능성 확보

4 미래소재 R&D 활성화를 위한 정책기반 강화

□ 민관 협업체계 구축

○ 미래전망, 산업체 수요 등 의견 수렴을 통한 미래소재 선점 및 신산업
창출을 위해 산학연관(정부)이 협력할 수 있는 체계 구축

* 산학연관 전문가로 「미래소재 연구협의회」 구성·운영

○ 미래사회 변화에 대응 및 R&D 중장기 투자방향 설정을 위한 '미래
소재 원천기술 R&D 로드맵'의 주기적 보완(2년 단위)

□ 미래소재 기술영향평가 실시

○ 미래소재의 사회·경제적 효과 등 긍정적 영향과 안정성·윤리문제
등 예기치 못한 부작용을 고려한 '미래소재 기술영향평가' 실시

- 기술의 부작용에 대해서는 대응방안을 마련하여 국민의 더욱 편리
하고 안전한 삶의 질 개선에 기여

* '18년 세부시행계획 수립 → '19년 3개 과제 내외 시범 추진 → '20년 이후 확대 추진

IV. 기대효과 및 향후 추진계획

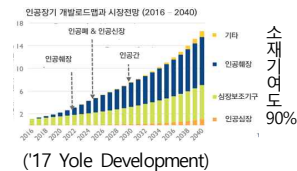
□ 기대효과

- 기술격차 해소, 신산업 창출로 국민의 삶의 질 향상 및 미래 경제발전 견인

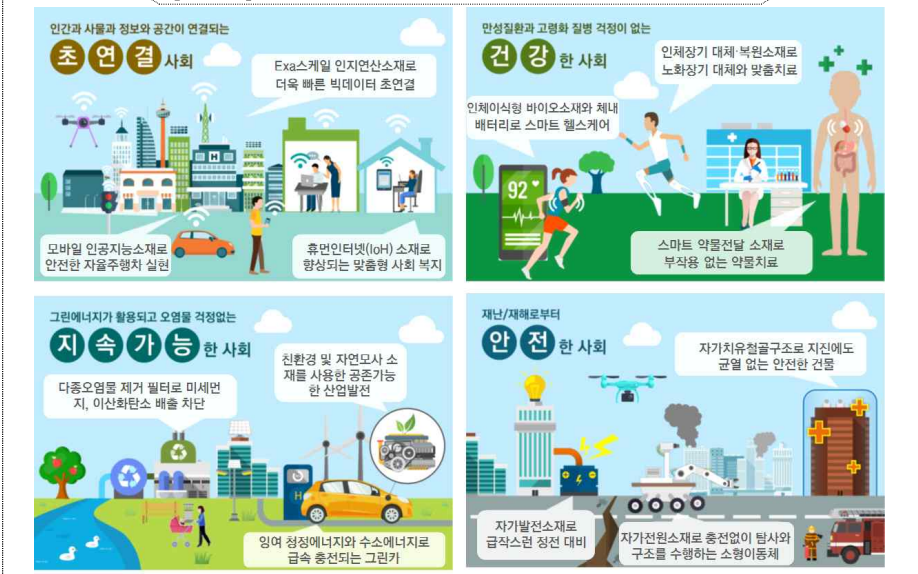


[참고1] 미래 시장규모 예측

- (모바일 AI 칩 관련시장) ('18) 4조 → ('25) 66조
- (인공장기 관련시장) ('20) 2조 → ('30) 8조 → ('40) 16조
- (약물전달 관련시장) ('14) 24조 → ('19) 37조
- (연료전지차 시장 예측) ('16) 7천대 → ('22) 11만대



[참고2] 미래소재로 구현하는 우리의 미래 모습



□ 향후 추진계획

- 미래소재 확보전략 발표('18.상반기) 및 시범사업 · 예타 기획('18년~)

붙임

미래소재 원천기술 R&D 로드맵

[1] 초연결 사회를 위한 스마트소재

과제명	연도									
	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27
[1] Exa스케일 인지연산 소재(exa=10¹⁸)										
① 초병렬 연산지능소재	초병렬 지능 연산 구현 요소소재 개발		초병렬 지능 연산 요소 융합기술 개발				초병렬 지능연산 응용기술 개발			
② 인지가소성 전자소재	인지가소성 전자 소자 구현 요소소재 개발		인지가소성 전자 소자 구현 요소 융합기술 개발				인지가소 전자 소자 구현 및 소재응용기술 개발			
③ 극저손실 신호전달소재	극저손실 신호전달 구현 요소소재 개발		극저손실 신호전달 구현 요소 융합기술 개발				극저손실 신호전달 응용기술 개발			
[2] 모바일 인공지능용 소재										
④ AI용 스케일링 돌파형 초저전력 정보저장소재	저장소재 데이터베이스 구축 및 동작원리 규명		최적소재기반 소자 디자인 및 제작				저장소자 어레이화 연구			저장소자/연산소자 on-chip 집적화 연구
⑤ AI용 로직소재	행렬곱셈 연산 및 의사결정용 반도체 재료 데이터베이스 구축		연산소자 디자인 및 제작				연산소자 어레이화 연구			
[3] IoT기반 복지서비스 소재										
⑥ 자극감응형 유연성 조절 소재	소재합성, 원천P획득		자극에 따른 물리적특성 조절, 공정기술 확보				외부자극에 의한 유연성조절 시스템화립			
⑦ 감각저장·구현 전자소재	감각저장 및 구현 요소소재 개발		감각저장·구현 요소 융합기술 개발				감각저장·구현 소자 및 응용기술 개발			
⑧ 초경량 유연·신축성 전자소재	초경량 유연/신축성 전도체, 기판 소재 발굴						부도체/반도체 소재 개발			

[2] 초고령 건강사회를 위한 웰니스 바이오 소재

과제명	연도					
	'18	'19	'20	'21	'22	'23
[4] 토털라이프케어 소재						
① IoT/AI기반 바이오센서 소재	IoT/AI 기반 바이오센서용 소재 기술 개발 바이오마커의 인터페이스 기술개발		신호전달모듈의 IoT연계		맞춤형 스마트 바이오센서 응용기술 개발	
② 인체이식형 바이오소자/소재	면역 거부반응이 제어된 바이오 기초소재 개발		바이오소재를 도입한 인체이식형 소자 모듈개발		인체이식형 바이오소자 in-vivo 연구	
③ 바이오배터리기술	생체에너지전환을 위한 생체적합성을 갖는 기초소재 개발		부착 부위별 자가발전이 가능한 바이오배터리 소자개발		장기간 배터리 구동성능 시험 및 올인원소재와의 연동 테스트 연구	
[5] 인체장기 대체·복원기술						
④ 감각보조용 바이오닉소재	생체 적합성 바이오닉 소재 개발/외부 자극 - 생체 신호 변환 및 증폭 기술 개발		감각 기관별 소재 기능 및 신호 효율 최적화		임상시험을 위한 IND 승인 및 응용기술 개발	
⑤ 골 대사 조절소재	골대사의 임의 제어가 가능한		신소재 개발	환자 상태	반응형 골이식재 개발	
⑥ 결손공간감응 4D 프린팅 소재	4D프린팅 소재 디자인 및 프린팅 기술 개발		전임상시험을 통한 안전성 유효성 최적화		임상시험을 위한 IND 승인 및 기능확대 연구	
⑦ 장기기능 맞춤 매트릭스	장기기능 맞춤 매트릭스 소재 디자인 및 프린팅 기술 개발		전임상시험을 통한 안전성 유효성 최적화		임상시험을 위한 IND 승인 및 기능확대 연구	
[6] 스마트 약물전달소재						
⑧ 부작용 억제소재	생체조직-바이오 소재의 표면 제어 기술 개발		전임상시험을 통한 안전성 유효성 최적화		임상시험을 위한 IND 승인	
⑨ 고감도 약물전달 매트릭스	인체유래 약물전달 소재 발굴 및 약물별 적합재료의 데이터베이스화		약물 방출의 능동적 제어가 가능한 약물 전달 소재 개발		임상시험을 위한 경피 약물전달 제형 포물레이션 개발	

[3] 환경변화 대응소재

과제명	연도									
	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27
[7] 오염물질 Zero화 소재										
① 다중오염물 맞춤형 스마트 다공성소재	환경정화 시스템 효율 극대화 스마트 다공성 소재연구			환경정화 시스템 적용을 위한 다공성 스마트 소재 다바이스 개발		대면적 디바이스 기술개발				
② 생물오염 억제용 능동정화소재	광촉매, 광활성 기반의 바이러스 무독화기술 연구			생물학적 세균 감지 및 정화 기술개발			감지-정화 올인원 시스템 기술개발			
③ 자가처리 오염저감 분리막	평판형막 세라믹 분리막 소재의 자가처리기술 연구			고효율 수처리 분리막소재 개발		실증화 및 파급 응용기술 개발				
[8] Green Engineering 기반 지구환경소재										
④ 에너지 변환소재	Long Bag Filter 기술 실증			에너지 하베스팅 소재 및 소자 설계			고효율 에너지 변환 소재 복합화 연구			
	수소 발생 기초 소재 연구			수소 발생 소재 integration			수소 발생 복합 소재 연구			
⑤ 상온 고용량 수소저장 소재	준안정 수소저장재 전산설계 및 저장재 제어기술 개발					수소 저장/방출 제어기술 개발		검증 테스트		

[4] 안전소재

과제명	연도									
	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27
[9] 블랙아웃 대응 에너지소재										
① 자가발전 투명세라믹스	투명세라믹스 원천소재 공정기술 개발	조성 및			모듈 설계 및 시스템 제어기술 개발			자가발전 응용기술 개발		
② 초고속 완충가능 대용량 전지소재		급속 충전 소재 전산설계 전극/전해질/분리막 소재 개발				소재 상용화 연구 단전지 구조 설계		패키지 설계 및 검증		
③ 자가온도유지소재	상전이, 자기냉각 및 가열소재의 기초소재 설계 및 연구				고효율 자기냉각/가열 소재 개발			검증 테스트		
④ 비리튬 상온대용량ESS소재	전극/전해질/분리막 기초소재 연구				전지 구조 설계 및 개발			패키지 단계의 기술 개발		
[10] 자가전원 초소형 자율이동체 소재										
⑤ 센서네트워크 제어용 다차원 용액공정 소재	센서용 탐지소재 합성기술		탐지소재를 3D로 실장하는 기술							
⑥ 에너지 발생·저장용 3D 공정소재	에너지발생·저장용 소재 합성기술		3D 에너지소자 프린팅 기술			소형자율이동체 제조 및 평가 기술		소형자율이동체 테스트 및 응용		
[11] 방사선 대응 안전소재										
⑦ 방사선 차폐·흡수 소재	방사선 차폐·흡수 원천소재		융합 하이브리드화 기술			near net shape implementation 기술				
[12] 재난대비 자가복원치유소재										
⑧ 극한환경 자가치유 고신뢰성 소재	자기 복원/치유 소재 (Auxetic구조 3D printing)				인프라 구조물 위상최적화 기술			인프라 적용 테스트		

과학기술정보통신부 기초원천연구정책관 융합기술과	
담당자	이 선 미
연락처	전 화 : 2110-2413 E-mail : leesmi@korea.kr