

요 약

1 추진배경 및 필요성

연구개발의 효율성을 높이고 개발기간을 최대한 단축할 수 있는 창조혁신형 소재 R&D 사업을 추진할 시점이 도래

- 30년후의 미래는 불확실한 사회로 5대 거시적 환경변화가 있을 것으로 예측
 - 우리나라는 구매력평가(PPP) 기준 1인당 GDP는 일본을 추월하여 2020년 4만4천불, 2040년 세계 4위권인 8만6천불에 달할 것으로 예측 (Citi Group, 2011)
 - 반면, ‘에너지와 자원의 해외의존 지속’, ‘지식기반경제의 강화’, ‘초고령 사회로 진입’, ‘기술무역수지 적자 지속’, ‘안보이슈’ 등이 예상 (과학기술 미래비전, 교육과학기술부-KISTEP, 2010)
- 창조혁신시대의 국가경쟁력은 인적자본과 첨단 과학기술에 의해 선도될 것이며, 그 기저에는 소재기술이 바탕이 될 것임
 - 현대의 산업 분야는 소재기술의 혁신을 통해 지속성장이 가능함
 - 소재기술은 가치사슬 상 생산되는 부품 및 완제품의 성능, 품질 및 가격을 결정짓는 중요 요소로 제품의 시장경쟁력에 결정적 영향을 미침 (제품원가의 약 70% 차지)
 - 그러나 우리나라는 미국의 첨단기술력, 일본의 부품·소재 산업기반, 중국의 글로벌 중간재 시장석권(‘China Inside’) 가속화로 소위 ‘Nut Cracked’ 상태임
 - 부품·소재 대일 수입의존도는 축소되었으나, 대일 무역적자의 절대규모는 계속 확대되어 ‘10년 243억불을 기록 (지식경제부 보도자료, 2011.9.5.)
 - 특히, 핵심 IT 소재들은 일본기업이 세계시장을 독식하고 있어 대일역조의 주범으로 작용하고 있음
 - 즉, 아무리 전자제품을 많이 수출해도 제품에 들어가는 소재 국산화율이 떨어지면 실속없는 장사가 될 수밖에 없음 !

□ 선진국들의 발빠른 대응

- 기술 변화의 트렌드를 예측한 선진국의 국가전략은 기초과학 및 첨단기술의 성과를 반영하여 연구개발의 효율성 증대(개발비용의 획기적 감축), 기술개발 주기단축(속도전), 고부가가치 추구(선택과 집중)를 강조하는 신 패러다임으로 전환
- 미국 : 「소재지놈 발전방안 (Materials Genome Initiative, MGI), 2011)」
 - 재료설계 소프트웨어와 데이터베이스 등 전산모사도구를 기반으로 한 소재 연구의 혁신 개념을 제시
 - 첨단소재를 보다 신속하고 경제적으로 발견, 개발, 제조 및 조합할 수 있는 인프라 구축과 교육을 통해 '소재의 개발 기간을 1/2로 단축'하자는 비전
 - 미국은 제조업 기반이 위축되어 기존의 연구방식으로는 경쟁력유지 불가능
- EU : 「소재 연구로드맵 도출 (Research Road Mapping in Materials, 2010)」
 - 미래 첨단소재 발굴 및 개발을 위한 지원을 강화하기 위하여 EU내 소재 관련 이해관계자들의 의견을 수렴하여 소재 관련 총괄 로드맵을 작성하여 운영
 - 독일의 경우 산업과 사회의 요구에 대응할 수 있는 혁신적인 소재를 설계하고 개발하기 위해서, WING framework programme을 가동하고 있으며, 이 프로그램은 나노과학, 계산과학, 자연모사, 재료, 물리, 화학 등의 융복합 연구를 독려하고 있음
- 일본 : 「新 원소전략 프로젝트 2012)」 등
 - 기존의 '원소전략 프로젝트'의 성과를 토대로 향후 고기능재료의 특성·기능 발현의 열쇠를 쥐는 희소원소의 대체를 가능하게 하는 혁신적 기술의 창출을 위한 다분야 융합연구로 확대
 - World Premier Institute 프로그램내에 NIMS 내 MANA (International Center for Materials Nanoarchitectonics) 및 Tohoku 대학내 AIMR (Advanced Institute for Materials Research) 등 소재분야의 글로벌화를 지향하는 연구센터를 설립하여 지원.
- 첨단소재기술에 대한 정부차원의 적극적인 원천연구개발 의지는 민간의 관심과 투자를 확산시켜 국가차원의 국부창출에 지대한 영향을 미치는 이른바 지렛대(Leverage) 효과를 유발

□ 대한민국 소재기술의 현황

- 소재분야의 R&D 투자증가와 경쟁력 강화노력이 소재연구 분야의 질적 성장과 소재산업의 글로벌 경쟁력 증진으로 이어지지 못하고 있음

[원인분석1] 고위험도 도전을 두려워하지 않는 혁신·도약형 연구 부족

- 국내 소재분야 연구개발은 단순 개량과 성능개선을 통한 실용화 연구가 주류(2010년 기준 전체 소재분야 투자의 약 85%)를 이루고 있으며, 도전적이고 기초적인 연구에 대한 투자가 상대적으로 저조

[원인분석2] 소재 개발부터 응용까지의 연계성 부족

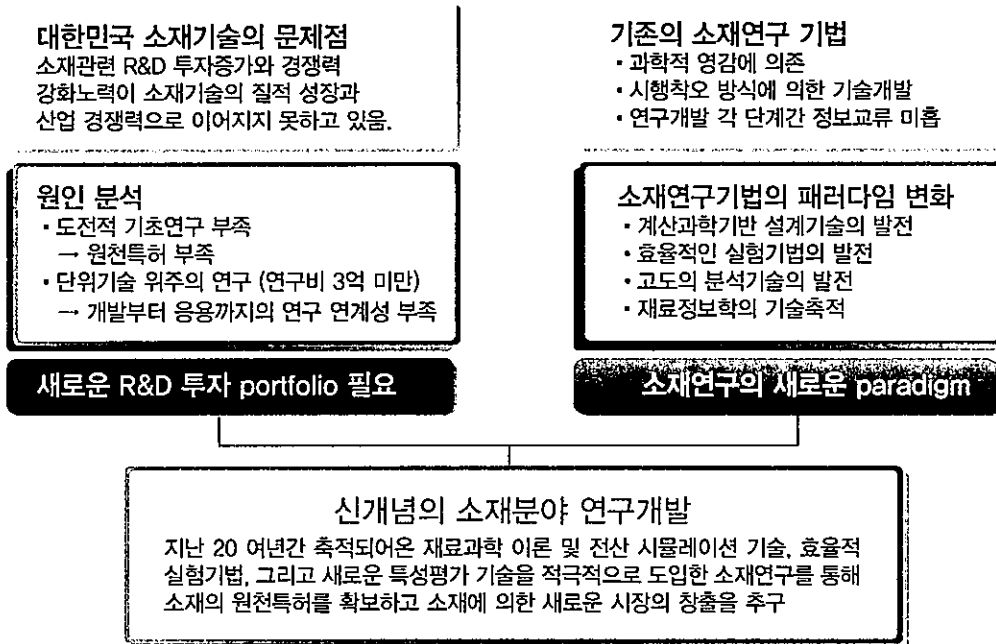
- 국내 소재 분야 R&D 과제의 절반 이상이 평균 2억원 미만의 3년 이하 소규모 단기 과제여서, 소재의 개발에서 응용에 이르기까지 R&D 단계의 통합적인 연계를 반영하는 연구개발을 수행하기가 어려운 실정

- 지난 10년간 약 2조원을 국가 소재 R&D에 투자했으나 전방(Upstream) 원천기술보다는 당장 기업이 필요한 후방(Downstream) 기술에 치중하여 기술무역적자 지속
- 원천기술(특허) 부재로 특허소송 등 분쟁에 휘말리며 막대한 피해 가속
- 소재분야는 단기 개발연구에 편중된 R&D 투자로 핵심 소재의 원천기술 확보에 한계가 있어 대외 무역역조 현상이 오히려 심화되었음 (2013년도 정부연구개발 투자방향, 국가과학기술위원회 2012.4.12.)

□ 소재기술의 원천·기반성을 감안한 R&D 투자 포트폴리오의 질적 변화가 필요

- 세계 각국의 소재기술 전략의 무게중심이 시장선점을 위한 제품화 소재기술 획득에서 원천기술(특허) 획득으로 옮겨감에 따라 우리나라도 새로운 소재기술 R&D 시스템 구축을 통한 적극적인 대응이 필요
- 지금까지 국내 중대형 연구개발은 대부분 정부가 주도하는 Top-down 형태의 R&D 사업으로 공공분야의 연구주체들이 창의적으로 스스로 연구개발 사업을 기획·운영하는 역량이 취약
 - 이론연구-실험연구, 기초과학-공학 전 분야 연구자들이 하나의 연구목표에 대해 자발적인 학제간 융합연구를 수행하여 혁신역량을 강화하는 것이 필요

- 따라서, 소재산업의 경쟁력 부족을 극복하고 혁신적인 연구 방법론을 통해 빠른 속도로 소재분야 원천기술(특허)을 확보하기 위한 중장기 원천연구가 시급함



○ 소재분야 연구개발의 새로운 패러다임을 선도할 수 있는 체계구축이 요구됨

As-Is		To-Be
개발 기간	[장기간] 발명부터 제조까지 10~20년 • 예) Teflon, Li-전지, GaAs, 비정질 자성체 등	[고속개발] Lab에서 제조 현장까지 5~7년 내 달성 (2배 가속)
연구 방식	[경험] 기술적 경험과 시행착오에 기반 • 과다한 인적, 물적 투자가 소요	[창의연구] 새롭게 부각한 혁신적인 방법론들의 적극적 활용 • 조합실험론, 계산재료과학, 다중분석법 활용으로 연구효율성 제고
연구 주체	[단독기술] 금속, 세라믹, 고분자 기술자 • 반복 실험위주	[융합기술] 기초과학과 공학의 모든 학제를 동원 • 이론과 실험의 양수겸장
국가 정책	[선단식] 정부주도 Top-Down 결정 & 민간기업 참여	[학익진] 공공분야 연구주체들의 혁신역량 강화 • 자발적인 학제간 Bottom-Up 융합연구
정책 목표	[가치사슬 상 Downstream] 제품성능 향상을 위한 소재기술 개발	[가치사슬 상 Upstream] 원천 소재기술(특허) 확보 • 실속있는 강한 특허기술 • 대일 무역역조 해소에 기여
효과	산업화시대를 견인	30년후 GDP 8만불 시대를 여는 소재강국 구현



2 사업의 개요

□ 사업의 목적

- 국내 소재연구의 질적 수준을 향상하고 소재산업의 글로벌 경쟁력을 강화하기 위해 새로운 연구방법론과 소재 연구개발 단계의 유기적 상하연계를 구현함으로써 창의적 신기능 원천소재(창의소재)의 개발을 촉진하는 사업

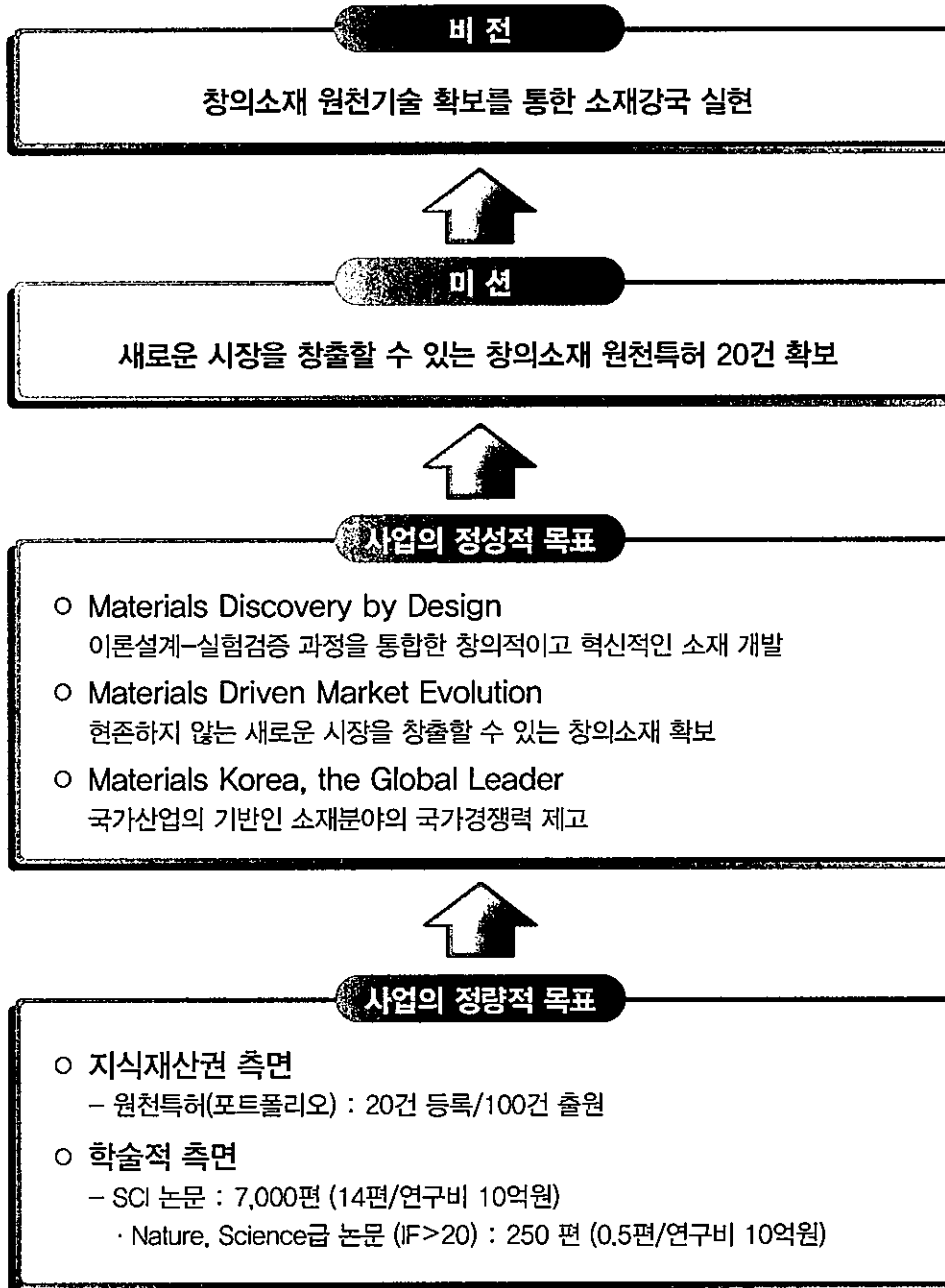
※ 창의소재의 정의 : 기존에 존재하지 않거나 상충되는 물성들을 동시에 가져 구현만 된다면 새로운 시장을 창출할 수 있는 소재 또는 소재의 제약에 의해 구현이 불가능했던 부품 혹은 시스템의 시장 전개를 가능하게 하는 소재

□ 사업의 성격

- 국가산업의 미래경쟁력을 제고하고 궁극적으로 국민의 삶의 질을 향상시킬 수 있는 창조혁신형 기초원천 연구개발사업
 - 원천특허를 확보하여 사업 후 응용개발, 실용화 개발까지 연계가 가능한 사업
 - 공공부문의 창의적인 아이디어로 도출되는 도전적 상향식(Bottom-Up) 연구사업

□ 사업의 비전 및 목표

- 미래형 소재개발 패러다임을 구현함으로써 새로운 시장을 창출할 수 있는 창의소재의 원천특허 포트폴리오 (원천특허 및 파생특허 군)를 확보하고 소재강국으로 도약함



□ 사업의 핵심적 특징

○ 이론과 실험분야의 실질적인 학제간 융합연구 촉진

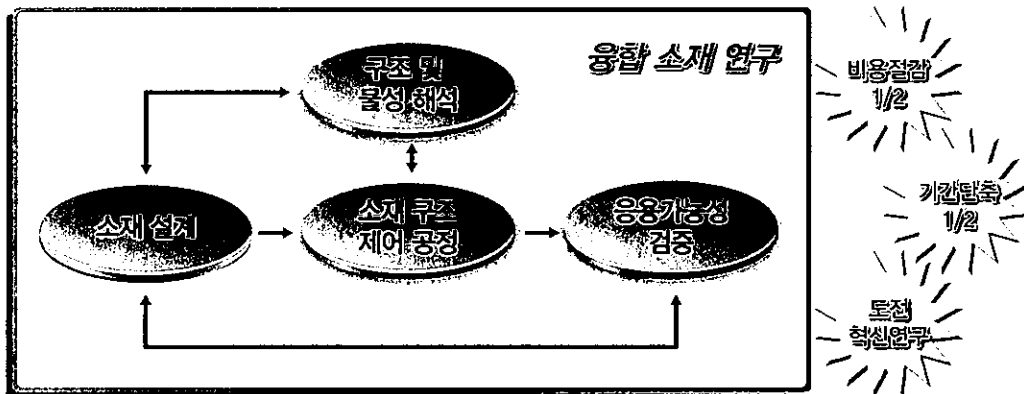
- 기초 원천기술 개발, 그리고 상용화 연구 전단계의 기술개발까지를 관통하는 기술의 상하연계를 구현하는 학제간 융합 연구조직 (창의소재연구단)을 주체로 한 소재연구개발

○ 신속하고 경제적인 소재연구개발 추구

- 조합실험기법, 다중분석기법, 계산재료과학 등 첨단 연구방법론을 동원하여 연구기간과 연구비용을 1/2 이하로 감축

○ 특허확보로 산업화 연계가 가능한 창의적 원천소재 기술개발

- 존재하지 않는 신 시장을 창출할 수 있는 원천소재 기술을 개발하고 그 산업화 가능성을 검증함으로써 기술이전 및 산업화 연구로 연계하여 산업적 가치를 증대



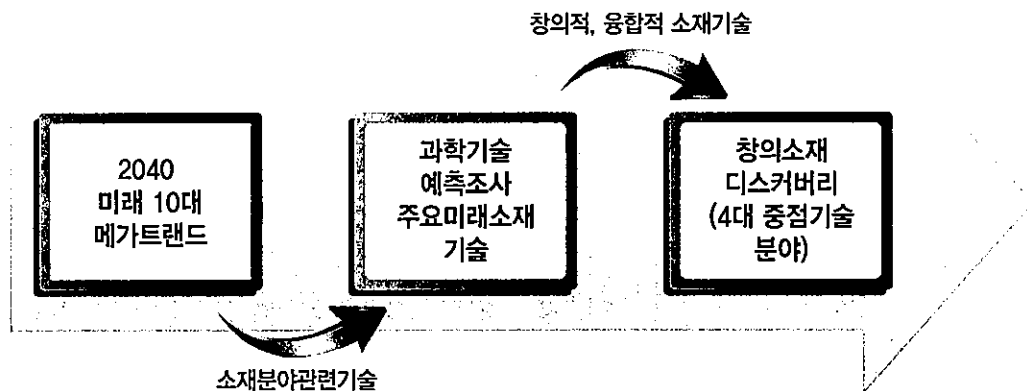
3 중점 연구개발 분야의 도출

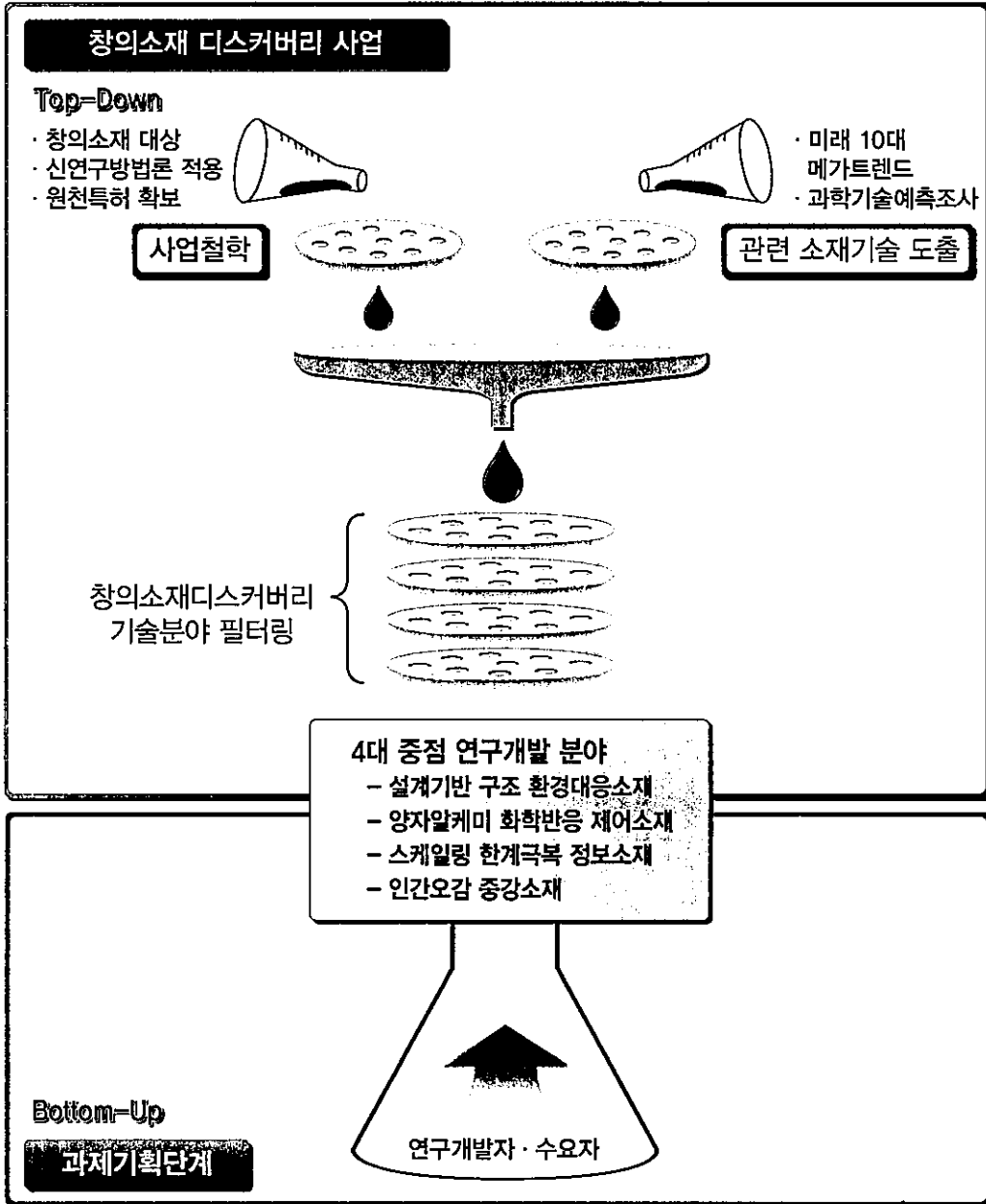
□ 도출 기준

- 2040년 미래 한국사회의 사회적, 경제적 발전에 기여할 수 있는 창의적인 소재기술 개발
 - 2011년, 국과위 발표 미래사회 10대 메가트렌드 중 소재 분야 관련 부분 도출
 - 2012년, 국과위의 '제4회 과학기술예측조사'를 통해 소재 분야 91개 주요 미래기술과 10대 메가트렌드와의 연계 부분 조사
- 창의적, 융합적 패러다임 전환기술 분야 집중 지원
- 조기에 원천기술을 확보하기 위해, 혁신적인 연구기법 적용이 가능한 분야를 중심으로 4대 중점 연구개발 분야를 도출

□ 중점 분야 선정 및 과제 의 도출

- 하향식(Top-down) 방식을 통해 국가 R&D전략 및 사회적 수요에 부합하는 4대 중점 연구개발 분야를 도출하되, 先 기획 과정을 통해 공공연구주체들의 창의적 아이디어에 바탕을 둔 창의소재 기술의 발굴을 위해 상향식(Bottom-up) 방식으로 연구개발 과제를 도출





□ 기획단계에서 도출된 창의소재 4대 중점 연구개발 분야

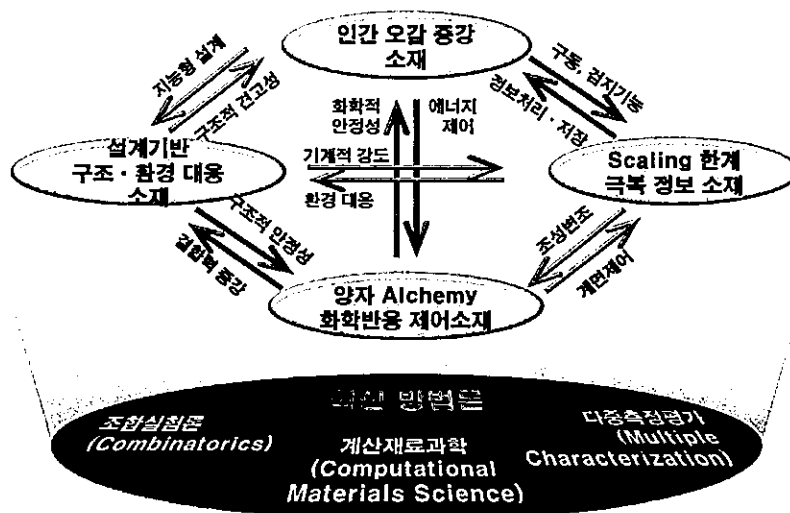
4대 중점 연구개발 분야	연구분야의 정의
설계기반 구조·환경 대응 소재	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 소재내의 미세구조 설계 및 제어를 통해 발현되는 전혀 새로운 물성의 구조용 소재 혹은 환경대응 소재 분야 ▪ 구체적 소재 예시 : 메조복합 구조소재, 고효율 다중 전달재 (전하 및 물질), 초격자기반 신기능 소재, 극한환경 대응 소재, 신기능 메타 물질 등
양자 알케미 화학반응 제어 소재	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 주기율표 상의 원소 조합에 의해 발현되는 물성을 이론적으로 예측하는 양자 알케미 방법을 통해 개발된 새로운 구조와 조성의 소재 ▪ 구체적 소재 예시 : 높은 Clark 수의 원소로 이루어진 자성재료/축매, 전지재료/전자재료, 수퍼 캐패시터 등
스케일링 한계극복 정보소재	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 소모전력 대비 빠르고 용이한 스위칭 속도를 가지면서 긴 정보유지 시간을 갖는 소재, 기계적 강도가 뛰어나며 저유전율을 갖는 소재처럼 차세대 반도체에 적용될 수 있는 페러독스한 특성을 갖는 정보저장 및 처리 소재 ▪ 구체적 소재 예시 : 멀티레벨 로직, 회로배선, 뉴메모리 소재 등
인간오감 증강소재	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 인간이 갖는 시각, 청각, 촉각, 미각, 후각 등의 감각기능을 증강하거나 손상된 감각을 복구할 수 있는 소재 ▪ 파동 인지형 광-음향학적 소재, 스마트 압전소재, 셀프힐링형 바이오메디컬 소재, 자연을 모방한 자기인지형 소재 등

- 본 사업은 혁신적인 개념의 창의소재 개발을 목표로 하고 있는 사업으로서, 소재분야 연구진의 창의적 아이디어를 bottom-up 방식으로 사업에 반영할 예정임
- 본 기획단계에서는 사업의 1차년도 수행을 전제로 Top-down에 의해 선정된 4대 중점 연구개발 분야에서 수요조사를 통해 접수된 제안들 중 9개의 후보예시 과제를 사용하여 투자계획, 인력투입계획 그리고 기존사업과의 중복성을 분석

□ 4대 중점 연구개발 분야별 단위과제의 연구개발 로드맵


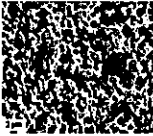
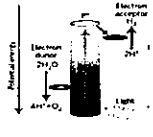
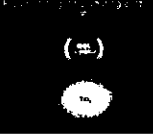


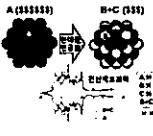
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도
설계기반 구조·환경 대응 소재	차원제어 소재 제조 기술		소재 제조 공정 최적화		시스템 적용기술	
	차원제어소재 설계기술 기반구축			모델링을 통한 구조설계 적용		
	평가 기술 기반 구축	차원제어 소재 평가	구조·환경 성능평가			
양자 알케미 화학반응 제어 소재	소재설계 기반 구축		고출력 화학소재설계 기술		소재설계 플랫폼	
	조합실험법 기반 구축		고출력 조합실험법 기술		소재정보기술확보	
	복합환경 실시간 측정기술	고효율 소재합성 기술		화학반응 복합물성 측정		
스케일링 한계극복 정보소재	정보저장 정보처리 소재 단위기술		집적 소재공정 검증		시스템 적용기술	
	소재모델링 기술기반 구축		소재모델링 기술		평면집적도 추월기술	
	평가 기술 기반 구축	다중분석평가 기술		3차원 집적기술		
인간오감 증강소재	자기치유 자기조절 자기정화 단위소재 기술				최적화 표면제어 기술	
	소재모델링 기술		소재/인체 계면 모델링		동물 실험 평가	
	평가 기술 기반 구축		In vitro 시험 기술		In vivo 시험기술	

□ 4대 중점 연구개발 분야간 연계성

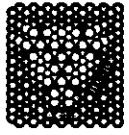



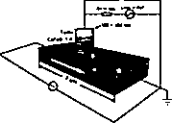
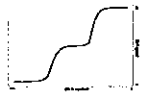







4 국내외 기술개발 동향

□ 국내외 기술개발 동향 및 선도기관 대비 기술 수준

분야	기술	주요 연구 기관 및 연구 내용		기술 격차 (선도 기관)
구조 환경 소재	에너지, 환경 분야 응용을 위한 다공성 계층 구조 탄소 소재	환경 필터 및 촉매 담지체를 위한 다공성 탄소 물질을 개발을 위해서 물질 설계를 기반한 고효율 소재 개발 기술		80% 수준 (Max-Planck연구소)
		Silica template 활용 다공성 탄소 물질을 제작함. 이를 이용해 리튬 배터리의 물질 전달 속도를 크게 향상 시킴 (Max-Planck-Institut)		
	고 에너지 효율/친환경 기반의 다중반응 소재	설계 디자인 및 개별적인 시스템의 개발에 치중해 왔으므로 고 에너지 변환 효율을 달성하지 못하는 근본적인 문제		75% 수준 (Oxford 대)
		Core-shell 구조의 금속-절연체를 Ti 입자들과 함께 사용하여, 광흡수, 광전류 및 효율이 향상되는 것을 관찰 (Oxford대)		
	스케일 브리징 메조구조체	메조스케일링 영역에서의 복합 미세구조 및 조성의 최적화를 통해 외부 환경 (응력, 온도 습도 등)에 대응하는 소재 설계 기술 보유		80% 수준 (NIST)
		구조용 고강도 소재의 경우 개발될 경우 파급효과가 매우 크기 때문에 대부분의 선진국에서도 정부차원의 지원을 통해 과제를 진행 중 (NIST)		
화학 소재	현대판 연금술 기반 가스분리막 및 촉매소재	계산재료과학을 기반으로 촉매 및 수소저장 특성이 없고, 가격이 저렴한 두 원소의 합금화에 의해 Pt 및 Pd과 동일한 특성을 갖는 신소재 설계 및 개발 기술		75% 수준 (Stanford 대)

항의소재 디스커버리 사업 기획보고서

분야	기술	주요 연구 기관 및 연구 내용		기술 격차 (선도 기관)
		제일원리계산 기반으로 Pt 및 Au 기반 촉매 설계, 합성 및 분석. 촉매 화학반응 웹기반 Catalysis Informatics 구축 중 (Stanford대)		
	휴리스틱스 최적화기술기반 LED용 형광체	<p>휴리스틱스 최적화기반 데이터 마이닝과 고속처리 조합화학 기술을 포함하는 고효율 탐색 시스템을 도입하여 차세대 LED용 형광체 원천소재 개발기술</p> <p>일본 미츠비시화학: 물리화학적으로 매우 안정하며, 효율이 높은 질화물계 (CaAlSiN₃: Eu³⁺) 형광소재 개발</p>	 	80% 수준 (미츠비시화학)
정보소재	스핀궤도결합에 의한 스위칭 용이 소재	계면의 전자밴드로부터 기인하는 라쉬바 효과를 이용하여 소재의 자성특성, 전자/스핀전송 특성을 획기적으로 개선하여 기존 한계를 극복한 고밀도, 고성능 스핀메모리 구현		75% 수준 (Cornell 대)
		미국 Cornell 대: 2012년 계면스핀특성을 이용하여 기존 소재에 비해 10배 이상 큰 스핀토크를 확보		
	멀티레벨 컴퓨팅 구현을 위한 스마트소재	<p>이진법에서 삼진법 혹은 다진법 컴퓨팅기술을 구현할 수 있는 새로운 소재를 개발하여 소자 성능향상 및 전력소모 절감</p> <p>일본 동북대: MTJ소자, 상변화소자 등을 이용한 MVL 등 새로운 로직 및 아키텍처에 대한 기초연구를 수행</p>	 	70% 수준 (동북대)
바이오소재	자기동기화 바이오소재	대표적 인체 동기화 소재인 생분해성 Mg 소재 연구를 통해 세계 최초 인체 구성원소의 고강도 Mg 합금을 개발		80% 수준 (Hannover Medical School)
		생분해성 생체 재료는 주로 상용합금을 활용하여 심혈관용 임플란트, 고관절용 소재 등에 적용시도중임 (Hannover Medical school)		

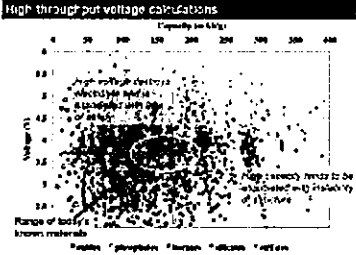
분야	기술	주요 연구 기관 및 연구 내용	기술 격차 (선도 기관)
	오감증진용 자기 조절 자기조립 소재 기술	<p>굴절률 및 자기정화가 가능한 소재 및 후·축각 증진용 자기조립 화학센서 및 압전소재에 대한 연구중</p>  <p>마이크로파 플라즈마 CVD 기술을 응용해, 고압의 공정에서 탄소 다공성 박막을 성장시켜 초소수 표면에 응용함 (General Motors)</p> 	80% 수준 (General Motors)

□ 혁신적 연구방법론이 적용된 소재개발 성공 사례

사례 1

배터리 양극소재 개발

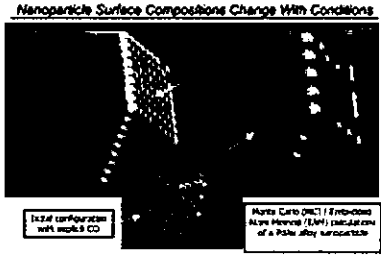
- Ceder 교수팀 (MIT)
- 리튬이온전지에 사용되는 다양한 양극재료에 대해 계산 과학을 이용하여 생산에 필요한 최적의 소재를 설계에 제공함
- Data mining을 제공하여 양극소재에 사용됨 (www.materialsproject.org)



사례 2

백금대체 촉매 개발

- 조경재 교수팀 (UT Dallas)
- CO 및 NOx 제거용 백금촉매를 대체할 소재를 찾기 위해 멀티스케일 계산(양자계산, 원자레벨 및 거시계 연속체 계산)으로 물라이트(SmMn₂O₅)를 개발함
- Nanostellar 설립(2003) 후 현재 Noxical™ 상용화 (www.nanostellar.com)



사례 3

HPC를 사용한 소재 및 공정기술 개발

- HPC (High Productivity Combinatorial) 기술을 소재공정 기업과 협력하여 신소재를 개발하거나 공정설계를 획기적으로 발전시켜 상업화함
- 일본의 First Solar사의 경우 HPC 기술을 접목시켜 CdTe 태양전지의 효율 17.3% 달성 (세계 1위 기록, 2012년 7월)
- 미국의 Gardian Industries 의 경우 5년여에 걸쳐 개발된 기존 열효율 코팅공정을 HPC 실험법을 통해 3개월 만에 개선하여 은을 사용하지 않는 공정을 개발하여 혁신적 원가절감을 달성
- (www.intermolecular.com 2012년 6월)



5 소재부문 국가 R&D 역량

□ 소재부문 국가 연구개발 투자 현황

국가 과학기술 정책	소재 관련 추진 사업	중점 추진 소재연구분야
과학기술진흥 5개년 계획 (2, 3차) (1967 ~ 1976년)	전자공업, 화학공업분야 등 기간산업기술 등 전략기술	- 금속재료: 제철 및 제강기술, 특수강기술
제 4차 경제개발 5개년 계획 :과학기술부문 (1977 ~ 1981)	금속공업기술 및 전자공업기술	- 기계소재국산화 및 품질향상 - 직접제철법에 의한 원철제조 기술 개발 - 반도체 재료개발 - 전자요업재료
제 5차 경제개발 5개년 계획 :과학기술부문계획 (1982 ~ 1986)	반도체분야, 고분자 화학공업분야 및 기타공업기술 개발 분야로 구분하여 추진	- 반도체 기초소재기술 - 각종플라스틱, 산업용섬유, 접착제 및 특수 고분자 기술 - 특수강 및 특수금속소재 기술 - 특수비철합금 기술
제 6차 경제개발 5개년 계획: 과학기술부문계획 (1987 ~ 1991)	신소재·정밀화학·생명공학 기술	- 신소재분야는 신소재기술의 기반 조성과 기존소재의 고도화
제 7차 경제개발 5개년 계획: 과학기술부문계획 (1992 ~ 1996)	원천기반기술개발사업	- 정보·전자·에너지 첨단소재기술 - 신기능 생물소재기술 - 신에너지기술
과학기술혁신 5개년 계획 (1997 ~ 2002)	국가 산업경쟁력 강화를 위한 전략적 핵심산업기술 개발	- 소재·물질·공정
과학기술기본계획 (2002 ~ 2006)	6대 미래유망 분야 추진 (IT, BT, NT, ST, ET, CT)	- NT: ·소재·공정 기술에 대한 핵심원천기술 - ET: 에너지 핵심기술 (에너지 소재기술)
참여정부 과학기술기본계획 (2003 ~ 2007)	NTRM을 반영한 국가전략과학기술개발 5대부문 16개 중점추진 과제와 115개 중점개발기술	- 고부가가치 창출 산업구조 실현을 위한 기술개발: 신소재/부품산업 기술
이명박정부 과학기술기본 계획 (2008 ~ 2012)	중점과학기술 7대 중점투자분야 중 90개 국가중점과학기술 선정추진	- 나노물질 시뮬레이션 기술, 나노기반 구조재료, 나노바이오소재, 나노측정평가기술, 광전자 융합소재, 나노급 소재·공정기술, 차세대 전지 및 에너지저장 변환재료기술

※자료: 우리나라의 과학기술 중장기계획 분석, KISTEP, 2011-2030 내 소재분야를 재구성함

□ 국내 소재분야 인력 현황

- 2010년도 공학분야 연구인력의 전공별 분포에서 금속·재료·섬유 전공자는 17,705명으로 공학분야 전체의 7.6%임
- 현재, 소재분야 전문 인력은 과학기술분야에서 비교적 자원이 풍부한 편임
 - 특히 공학계열 전체에서 재료분야 대학원 재적 학생수 비중은 9.02%로 학부보다 3.56% 높은 것은 타 전공자가 소재분야 대학원에 진학을 많이 한다는 것으로 재료분야에서 학제간 전문인력이 배출되고 있음을 시사함
- 하지만 국가 미래 유망산업으로 분류되는 신소재 분야에서 융합연구를 주도할 수 있는 융합형 핵심인재는 부족할 수 있음
 - 2013~2020년까지 신소재·나노분야에서 약 1,200명의 융합형 핵심인재가 부족할 것으로 예측 (삼성경제연구소, CEO information 제842호, 2012)

□ 소재 R&D 개발 성과

- 1990년대 해외 의존도가 높은 핵심소재의 국산화를 위한 연구 중심에서 2000년 이후 시장주도의 국내 소재산업 기반육성 연구로 전환되면서, 우리나라의 소재분야 과학기술 경쟁력 수준은 기초분야보다는 응용분야에서 크게 향상되었음
- 피인용 상위 1% 논문은 과학기술 전체 분야에서 1668편으로 세계 16위인데 반해 재료과학분야는 세계 7위 (218편)으로 국내 타 과학기술분야에서 중 가장 우수함 (“주요국의 피인용 상위 1% SCI 논문현황 분석”, KISTEP, 2011.12)
- 2009년을 기준으로 우리나라의 소재분야 미국특허등록 점유는 세계 4위를 보이고 있고, 인용도지수 5위, 영향력지수 5위, 기술력지수 5위, 패밀리특허 국가수 10위, 특허등록권자 수는 4위 등 중상위권 수준을 나타내고 있지만 질적 수준을 나타내는 인용도지수, 영향력지수, 기술력지수는 정체되거나 다소 감소하고 있음 (재료연구소, 소재백서 2010)

□ 타 사업과의 차별성

- 기존 소재 개발 관련 사업들은 소규모 단위기술 위주의 연구개발이거나 (교육과학기술부), 기업체 중심의 실용화 공정 기술개발 혹은 기존 소재의 물성개선을 목표로 하는 사업(지식경제부)이 대부분임
- 교육과학기술부 사업과의 차별성

사업명	창의소재 디스커버리 사업	나노·소재 기술개발사업 (차세대나노원천기술분야)	글로벌 프론티어사업 (나노기반 소프트 일렉트로닉스 연구단)	글로벌 프론티어 사업 (멀티스케일기반 미래에너지 시스템 연구단)
사업목적	창의적 소재개발과정(개발 능력 2개 증강, 기간/비용 2배단축)을 통한 20건의 창의소재 원천 특허 확보	7~10년 후 기술의 패러다임을 전환할 수 있는 나노기반 기초·원천 기술 개발	나노기반 고성능 소프트 일렉트로닉스 시스템 구현을 위한 소재/공정/소자 기술 개발	화석연료 대체 가능한 혁신적인 청정 고효율 멀티스케일 미래 에너지 시스템 기술 개발
사업기간/연구비	'14~'23 (10년, 과제당 6년)/ 약 500억원/년 (과제당 15~25억원/년)	'04~(계속)/ 약 100억원/년 (과제당 3~5억원)	'11~'20 (9년)/약 100~150억/년 (과제당 3~10억원)	'11~'20 (9년)/ 약 150억/년 (과제당 2~10억원)
추진방법	중규모 단위연구단 중심	소규모, 개인 연구실 중심	중·소규모, 단위 연구조직 중심	중·소규모, 단위 연구조직 중심
대상 소재분야	발견즉시 새로운 시장을 열수 있는 완전히 새로운 소재	차세대나노(기초) 및 선도형 나노(실용화) 소재 분야	소프트 일렉트로닉스 관련 소재 분야	미래에너지 시스템 관련 소재분야
지원분야 성격	기초/원천	기초/원천	기초/원천	기초/원천
지원대상	학·연	학·연	학·연	학·연
특징	창의적 방법으로 발견한 원천소재/창조형	제한적인 대상(나노소재)/ 도전형, 개선형	제한적인 대상(유연소자용 소재)/ 도전형, 개선형	제한적인 대상/ 도전형, 개선형
세부 지원분야	<ul style="list-style-type: none"> • 설계기반 구조·환경 대응 소재 • 양자 알케미 화학반응 제어 소재 • 스케일링 한계극복 정보 소재 • 인간 오감 증강 소재 	<ul style="list-style-type: none"> • 나노기반소자 • 나노바이오 • 나노에너지·환경 • 나노소재 • 나노공정, 측정, 장비 • 안전성 평가 	<ul style="list-style-type: none"> • 소프트 나노소재 및 물성제어 • 소프트 나노소재기반 나노소자 • 소프트 나노 소자 집적화 및 플랫폼 	<ul style="list-style-type: none"> • 멀티스케일 아키텍처링 • 광에너지 융합시스템 • 분자에너지 융합시스템 • 지능형 에너지 소자

- 또한 교육과학기술부의 타 소재사업들이 특정목적의 소재(예 나노소재, 에너지소재 등) 문제해결을 위해 Top-Down 방식으로 추진하는 데 비해, 본 사업은 중점추진 전략분야만 제시하고 상세 기획 및 연구개발은 연구자가 자발적으로 수행할 수 있도록 설계된 '창조형' 소재사업임

○ 지식경제부 사업과의 차별성

사업명	창의소재 디스커버리 사업	혁신소재안전 기술개발사업	중소기업 사업	산업융합원천 기술개발사업 산업소재 원천기술사업	슈퍼소재 융합 제품산업화 사업
사업목적	창의적 소재개발과정(개발 능력 2개 중강, 기간/비용 2배단축)을 통한 20건의 창의소재 원천 특허 확보	현 시장주도 산업관련 소재(철강, 알루미늄, 마그네슘, 구조 세라믹 등) 개발	세계 최초 상용화 또는 지속적 시장지배력을 갖는 10대 소재 개발	국가 성장전략에 기반한 산업소재의 핵심기술 개발	첨유산업의 지속성장과 선진국형 전환을 위한 슈퍼소재신기술 및 융합제품 기술 개발
사업기간/연구비	'14 ~ '23 (10년, 과제당 6년) / 약 500억원/년 (과제당 15~25억원/년)	'10 ~ (계속)/ 150억원/년 (과제당 9억원)	'10 ~ '18/ 약 1000억원/년 (사업단당 100억원)	'09 ~ (계속)/ 733억원/년 (과제당 20~30억원)	'10 ~ '14(5년)/ 약 177억원/년 (과제당 5억원)
추진방법	중규모 단위연구단 중심	중규모, 단위 연구조직 중심	대규모 총괄, 사업단장 체제	중규모, 단위 연구조직 중심	중규모, 단위 연구조직 중심
대상 소재분야	발견즉시 새로운 시장을 열수 있는 완전히 새로운 소재	14대 지식경제 산업분야 중 산업소재분야 (금속, 세라믹, 화학분야의 주력산업의 고부가가치화)	세계시장 1조원 이상 및 30% 시장점유 가능 소재 (단기 상용화가 가능한 전략산업내 핵심소재)	금속, 섬유, 화학소재	슈퍼섬유분야 및 섬유기반 융합제품화학기술 분야(자동차, 조선, 건축, 토목 등 다분야 적용가능 제품)
지원분야 성격	기초/원천	응용/개발	산업화	산업화	산업화
지원대상	학·연	산·학·연 (학·연 주도)	산·학·연 (산업체주도, 소재기업 중심)	산·학·연	산·학·연 (산업체주도, 중소기업 중심)
특징	창의적 방법으로 발견한 원천소재/창조형	기존 시장이 있는 소재/도전형, 개선형	기존 시장이 있는 소재/도전형	기존시장이 있는 소재/개선형, 후격형	기존시장이 있는 소재/후격형
세부지원 분야	<ul style="list-style-type: none"> 설계기반 구조·환경 대응 소재 양자 알케미 화학반응 제어 소재 스케일링 한계극복 정보 소재 인간 오감 증강 소재 	<ul style="list-style-type: none"> 고비강도 철강소재 고경량 금속소재 고연성 세라믹 소재 자성용 분말 소재 접합용 금속소재 	<ul style="list-style-type: none"> 플렉서블 기판소재 경량 마그네슘 소재 전자부품 SIC 소재 나노복합소재 친환경 표면처리 철강 소재 고에너지 전극 소재 바이오 메디컬 소재 전자부품 단결정 소재 탄소저감형 섬유 소재 다기능성 멤브레인 소재 	<ul style="list-style-type: none"> 섬유의류소재 화학공정소재 금속소재 	<ul style="list-style-type: none"> 섬유의류소재 섬유기반 복합소재

5 사업 추진전략

[전략 1] 新연구방법론에 의한 개발기간 단축

- 조합실험론, 계산재료과학, 다중분석기법 등 新연구방법론을 적극 활용
- 소재 연구개발 효율성을 제고하고 성과창출 주기를 단축

[전략 2] 창조적 학제간 융합연구 촉진

- 동일한 연구목표에 대해 이론연구자가 설계한 소재를 실험연구자가 구현 및 검증하는 융합연구 수행
- 창의소재연구단을 구축하고 단일 단위과제로 구성하여 실질적 융합연구 유도

[전략 3] 원천특허 확보를 위한 체계 구축

- 기술경쟁상황 및 시장기술수요 평가를 통한 특허포트폴리오 전략 수립
- 단계별 특허조사분석을 통한 특허포트폴리오 구축
- 국제 특허 출원·등록을 위해 주관기관은 간접비의 25%를 지원

□ 학제간 기능적 융합 연구

- 소재의 발명에서 산업화 가능성 검증단계에 이르는 일련의 연구개발 과정을 학제간 기능적 융합연구 조직('창의소재연구단')의 구성을 통해 추진
- 'Materials Discovery by Design(이론설계-실험검증 융합연구)'에 의한 효율적 창의소재 연구개발이라는 본 사업의 목표에 합치할 수 있도록 서로 다른 전문분야의 연구자들로 구성된 실질적 융합연구 체계 구축

□ 혁신적 연구방법론의 적용

- 계산재료과학, 재료정보학, 조합실험법 그리고 신개념 공정 및 측정 술 개발 등 3단계 (설계-실험-평가) 소재개발의 혁신적 방법론을 적용하여 소재 연구의 효율성을 증진하고 성공 확률을 증대함

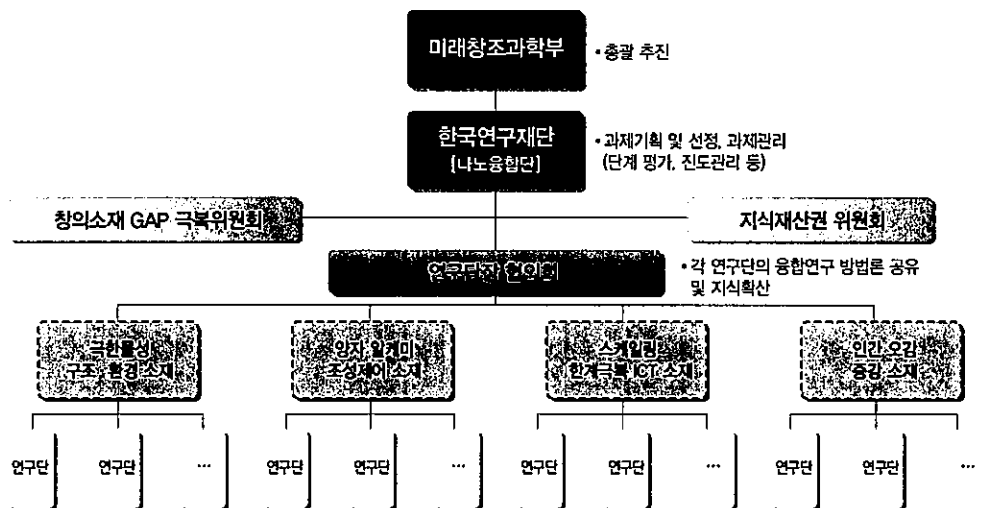
□ 수요자 중심의 연구개발

- 개발 기술의 중요 수요처인 산업의 연구진이 본 사업의 자문역으로 참여하여 연구개발 동향을 상시 파악하고 창의소재 사업의 성과를 산업화하기 위한 방향을 제시하는 등 소재개발 초기부터 공급자와 수요자가 협력하여 연구를 진행

6 사업 추진체계 및 운영방안

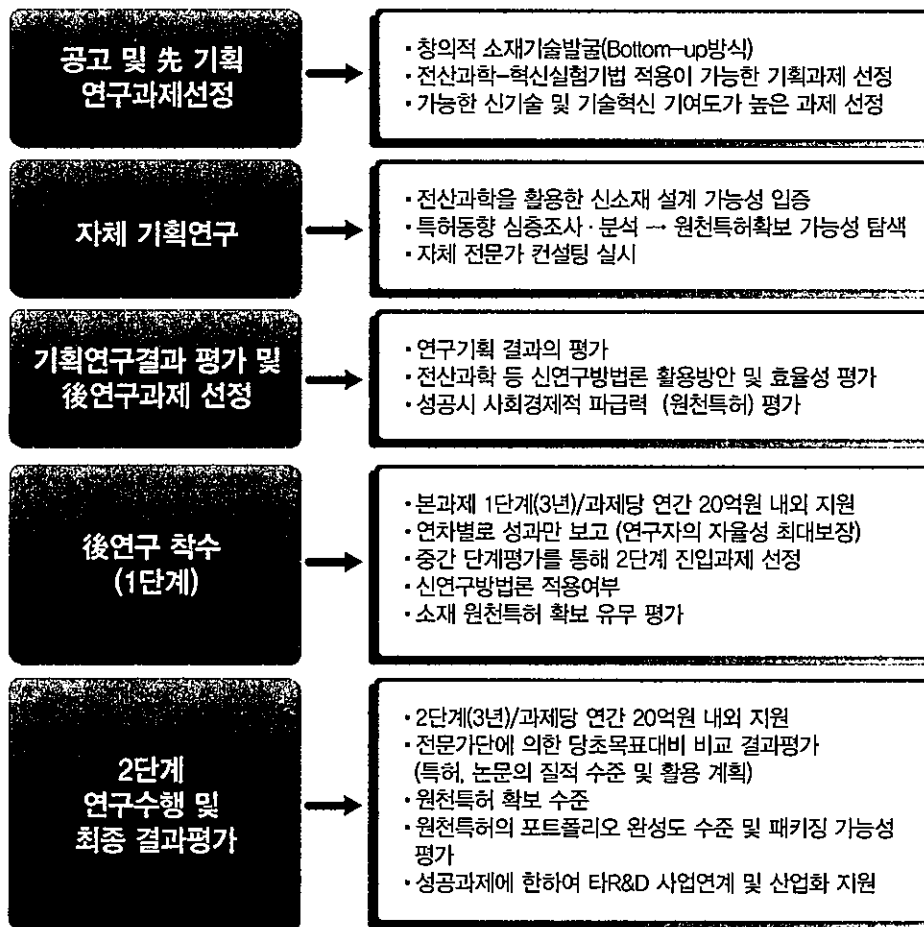
□ 사업 추진체계

- 「창의소재 디스커버리」 사업은 하향식 (Top-down) 으로 도출된 4대 중점 연구개발 분야 내에서 사업철학에 부합하는 상향식 (Bottom-up) 제안기술 공모와 先 기획을 거쳐 연구단으로 구성
 - 각 연구단은 실험 및 이론·계산 분야의 효율적 융합연구를 위해 연구단장과 함께 부단장 제도를 두도록 함
- 교육과학기술부의 총괄 하에 한국연구재단 (나노융합단) 에서 과제 기획, 연구단 도출, 사업 운영 및 평가관리 등 전반적인 사업의 운영을 담당
- 연구단장으로 구성된 '연구단장 협의회'를 설치하여 각 연구단의 융합연구 방법론을 공유하고 관련 지식을 확산토록 함
- 연구단의 新연구방법론 전문가, 개별목표 소재와 관련된 산학연 전문가들을 포함한 '산학연 자문위원회'를 설치하여 각 연구단의 융합연구 수행과정 평가 및 자문을 수행
- 연구재단 국책정보분석팀과 지식재산전문가와 함께 '지식재산 자문위원회'를 설치하여 연구단의 원천소재특허의 효율적 확보를 위한 자문 및 관련정보 제공



□ 추진절차

- 본 사업의 단위 연구과제(연구단)는 先기획(6개월) - 1단계 연구(3년) - 2단계 연구(3년)로 구성
- 연구자의 창의적인 아이디어를 반영할 수 있도록 상향식 제안기술을 공모 선정하여 先기획·後연구 수행



□ 先기획연구 단계 (6개월)

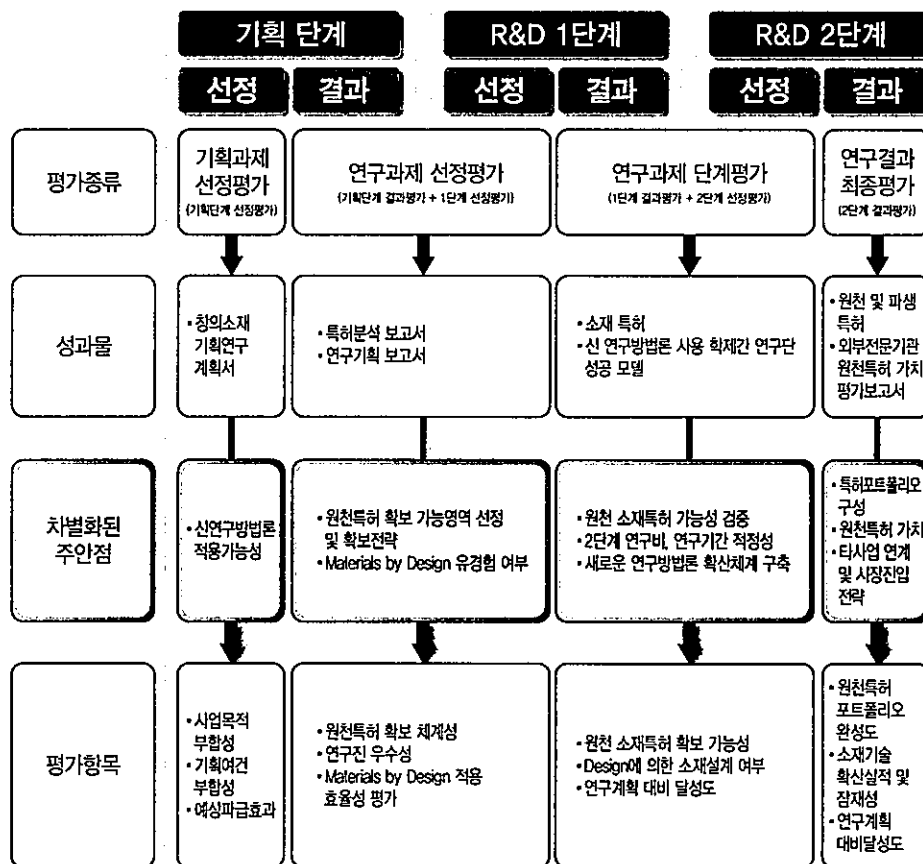
- 연구제안자에 의한 자율적인 창의 소재기술 제시
 - 창의적인 아이디어 도출 및 특허동향 심층 조사·분석
- 서면·패널 평가를 통한 창의소재기술 선정
 - 매년 본 연구과제수의 3배수의 先기획 연구과제 선정

□ 본격 연구개발 단계 (1단계 3년 + 2단계 3년)

- 소재설계-합성-물성최적화-응용가능성 검증의 기술적 연계를 위한 융합형 창의소재연구단 (Creative Materials Discovery Center) 구성
 - 각 분야의 참여연구자 수를 기준으로 실험분야와 이론분야 중 어느 한 분야가 전체의 80% 이상이 되지 않도록 유도
 - 이론-실험 융합연구 유경험 우수연구자에 참여기회 확대
 - 연구몰입을 위한 연구단장의 권한과 책임 강화
- 실질적 이론-실험간 융합연구를 위한 제도적 지원
 - 타 집단 연구개발사업과는 달리 총괄과제(또는 연구단) 하에 수 개의 세부과제를 두지 않고, 단일 단위과제로 구성함
 - 연구단의 주관 기관외의 참여자의 경우 주관기관에 겸임직으로 파견하여 연구 수행하며 선기획 단계에서 이를 위한 기관간 양해각서 제출
- 각 단계별 특허 조사·분석 및 지식재산 컨설팅 실시
 - 지속적 특허동향 분석 및 특허 청구항 강화 지원
 - 국제특허 출원·등록 비용을 주관연구기관 연구 간접비 내의 25% 범위에서 충원하는 방안을 제도적으로 마련
- 신 연구방법론 교육 및 Best Practice 경험 공유
 - 각 연구단은 '이론설계-실험검증 (Materials Discovery by Design)'에 대한 미경험 연구진들이 혁신적 연구방법론을 습득할 수 있도록 다양한 기회를 부여해야 함

□ 단계별 평가 방안 및 항목

- 선기획 후 본 연구과제 선정평가는 개발 대상의 도출 타당성, 원천특허 확보의 가능성, 소재 개발시 이론-실험 융합연구에 입각한 수행능력 우수성 등을 중심으로 기획의 체계성을 집중적으로 평가
- 1 단계 평가는 개발하고자 하는 신소재의 원천특허 확보 가능성, 신소재 개발체계 구축 수준 등을 중심으로 소재기술 개발 여건과 토대 구축 수준을 집중적으로 평가
- 2 단계 종료평가는 연구기간 중에 개발한 기술의 원천성을 증명하는 단계로 원천특허 포트폴리오의 완성도, 원천특허 가치 수준, 기술의 확산 실적 및 잠재성 등을 중심으로 평가



7 투자계획

□ (사업기간) 10년 (2014~2023년)

□ (사업비 규모) 국비 5,103억원 (국가연구개발사업비 회계)

- 근거: 원천특허 포트폴리오 1건의 경제적 가치를 최소한 1조원으로 추산하고, 최소한 20조원의 소재시장 창출능력을 확보하기 위해서는 약 20 건의 소재 원천특허 확보가 필요. 소재연구는 고위험도 연구이므로 단위과제 성공률을 약 50%로 추산하면 약 40개의 단위과제 연구개발 추진이 필요. 이론-실험 연구자 임계단위와 개발주기를 감안하면 과제당 약 10명 x 2억원/년 x 6년 = 120억원 필요

※ 다우케미컬 등 다국적 소재기업의 경우 소재개발 성공률을 30% 정도로 추정하고 있으나, 본 사업에서 추구하는 신 연구방법론을 적용하면 성공률이 50% 대로 증가할 것으로 기대

세부 사업	사업 내용	총사업비	국고	지방비	민자
	합 계(5,103억원)	5,103	5,103	-	-
기술 개발	4대 중점 연구개발 분야				
	▪ 설계기반 구조·환경 대응 소재	1,531	1,531		
	▪ 양자 알케미 화학반응 제어 소재	1,531	1,531		
	▪ 스케일링 한계극복 정보 소재	1,021	1,021		
	▪ 인간오감 증강 소재	1,020	1,020		
	⇒ 총 42개 정도의 연구개발 과제 추진				

연도	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	계	연 평균
기획과제 수	27	48	30	12	9	0	0	0	0	0	126	
연구단(신규)	9	16	10	4	3	0	0	0	0	0	42	
연구단(누적)	9	25	35	39	42	42	33	17	7	3		
소요예산(억원)	193.5	514	704.5	777	841	826	654	354	164	75	5,103	510

□ 사업비 산출근거

- 기획과제 (6개월) : 5천만원, 연구과제수의 3배수
- 연구과제 (2단계, 3년 + 3년) : 15 ~ 25억원/년
 - 기획과제수 산출근거
 - 20건의 소재 원천특허 및 특허포트폴리오를 확보하기 위해, 42 개의 연구단 발족 지원 (성공률 약 50% 감산)
 - 과제수의 3배수를 bottom-up 방식 기술수요 공모를 통해 선 기획
 - 先 기획과제의 평가를 통해 연구내용, 전략 및 연구비 규모 확정
 - 연구단별 사업비 산출 근거 (15 ~ 25억원/년)
 - 인적구성 : 책임급 약 10명(실험·측정 6-8명+이론·계산 2-4명)
 - 연구그룹별 예산 구성 : 15.5 ~ 26.6억원 (평균 약 21억원)
(실험·측정 5-8명)x(2.5억원)+(이론·계산 2-4명)x(1.5억원)
- ※ 교육과학기술부 평균예산 :
실험·측정 그룹 = 2.5억원/년, 이론·계산 그룹 = 1억원/년

□ 인력 투입계획

	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	합계
박사급(명)	27	75	105	117	126	126	99	51	21	9	756
석사급(명)	108	300	420	468	504	504	396	204	84	36	3,024
학사급(명)	225	625	875	975	1050	1050	825	425	175	75	6,300
합계(명)	360	1,000	1,400	1,560	1,680	1,680	1,320	680	280	120	10,080

□ 소요인력 산출근거

- 인건비: 사업단 수 x 20억 x 30% = 6억원 내외
- 각 연구단별로 책임자급 10명 상정 (실험 7명, 이론 3명)
- 박사후 연구원: 연구단별로 3명 x 참여율 100%
 - * 박사후 연구원 3명 x 400만원(월급여) x 12 = 1.44억원
- 박사과정 (연구단 수 x 12명/년), 석사과정 (연구단 수 x 25명/년) x 참여율 50%
 - * 박사과정 12명 x 250만원 x 12 x 0.5 = 1.8억원
 - * 석사과정 25명 x 180만원 x 12 x 0.5 = 2.7억원

□ 4대 중점 연구개발 분야별 투자 계획

- 본 사업의 1차년도 수행을 전제로 하향식(Top-down)에 의해 선정된 4대 중점 연구개발 분야에서 제안된 수요조사 중 9 개의 후보예시 과제를 선별하여 투자계획, 인력투입계획 그리고 기존사업과의 중복성을 분석
- 설계기반 구조환경 대응소재 분야

(단위 : 억원)

		구분											
지원 분야	개최년도	예시과제	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	기
설계기반 구조환경 대응소재	2014	스케일 브릿징 메조구조재 기술개발 (예시과제 1)	20	20	20	20	20	20	-	-	-	-	120
		고 에너지 효율/친환경 기반의 다중반응 재료 및 소자 개발 (예시과제 2)	20	20	20	20	20	20	-	-	-	-	120
		에너지, 환경 및 바이오 분야 응 용을 위한 다공성 계층구조 탄소 소재 개발 (예시과제 3)	20	20	20	20	20	20	-	-	-	-	120
	2015	창의소재 과제발굴 (5-6개)	-	100	100	100	100	100	100	-	-	-	600
2016	창의소재 과제발굴 (2~3개)	-	-	50	50	50	50	50	50	-	-	300	
2017	창의소재 과제발굴 (1~2개)	-	-	-	24	24	24	24	24	24	-	144	
2018	창의소재 과제발굴 (1개)	-	-	-	-	18	18	18	18	18	18	108	
연도별 합계			60	160	210	234	252	252	192	92	42	18	1,512

○ 양자알케미 화학반응 제어소재 분야

(단위 : 억원)

		구분											
지원 분야	개시 년도	예시과제	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	기
			양자 알케미 화학반응 제어소재	2014	양자 알케미 화학반응 제어소재 (예시과제 1)	20	20	20	20	20	20	-	-
휴리스틱스 최적화기술기반 LED용 형광체 개발 (예시과제 2)	20	20			20	20	20	20	-	-	-	-	120
2015	창의소재 과제발굴 (5~6개)	-		100	100	100	100	100	100	-	-	-	600
2016	창의소재 과제발굴 (3~4개)	-		-	70	70	70	70	70	70	-	-	420
2017	창의소재 과제발굴 (1~2개)	-		-	-	24	24	24	24	24	24	-	144
2018	창의소재 과제발굴 (1개)	-		-	-	-	18	18	18	18	18	18	108
연도별 합계			40	140	210	234	252	252	212	112	42	18	1,512

○ 스케일링 한계극복 정보소재 분야

(단위 : 억원)

지원 분야	기성년도	구분 예시과제	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	계	
스케일링 한계극복 정보 소재	2014	스핀궤도결합에 의한 스위칭 용이 소재 개발 (예시과제 1)	20	20	20	18	18	18	-	-	-	-	114	
		멀티레벨 컴퓨팅 구현을 위한 스마트소재 (예시과제 2)	20	20	20	18	18	18	-	-	-	-	114	
	2015	창의소재 과제발굴 (3개)	-	55	55	55	50	50	50	-	-	-	315	
	2016	창의소재 과제발굴 (2개)	-	-	40	40	40	35	35	35	-	-	225	
	2017	창의소재 과제발굴 (1개)	-	-	-	20	20	20	20	20	20	-	120	
	2018	창의소재 과제발굴 (1개)	-	-	-	-	20	20	20	20	20	20	120	
	연도별 합계			40	95	135	151	166	161	125	75	40	20	1,008

○ 인간오감 증강소재 분야

(단위 : 억원)

시행분야	개시년도	구분 예시과제	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	계
인간오감증강소재	2014	인체 동기형 (self-synchronizable) 바이오 금속소재 (예시과제 1)	20	20	20	18	18	18	-	-	-	-	114
		오감증진용 자기조절 자기조립소재 (예시과제 2)	20	20	20	18	18	18	-	-	-	-	114
	2015	창의소재 과제발굴 (3개)	-	55	55	55	50	50	50	-	-	-	315
	2016	창의소재 과제발굴 (2개)	-	-	40	40	40	35	35	35	-	-	225
	2017	창의소재 과제발굴 (1개)	-	-	-	20	20	20	20	20	20	-	120
	2018	창의소재 과제발굴 (1개)	-	-	-	-	20	20	20	20	20	19	119
연도별 합계			40	95	135	151	166	161	125	75	40	19	1,007

8 타당성 분석

가. 정책적 타당성

- 소재 분야는 현 정부의 과학기술 전략의 7대 R&D중점분야를 거의 대부분 뒷받침해주는 핵심 구동기술(Enabling Tech) 분야임
 - 미래유망 신소재 (환경친화형, 에너지절감형, 웰빙메디컬 신소재 등) 원천기술 개발에 투자 비중의 지속적 확대를 통해 신시장 창출이 가능 소재 발굴이 요구됨
- 「국가융합기술 발전 기본계획 (‘08)」의 6대 추진전략과 연계
 - 추진전략 1. 원천융합기술의 조기 확보
 - 추진전략 2. 창조적 융합기술 전문 인력양성
 - 추진전략 5. 개방형 공동연구 강화
- 「과학기술 미래비전 (‘10)」에서 선정한 25개 핵심기술에 『첨단기능소재』가 포함
 - “신소재 기술은 에너지·환경·정보전자·생명의료 등 산업기술 발전의 근간을 이루는 기반기술이다” 라고 명시하고 있음
 - ‘첨단기능소재’ 분야는 기술의 특성상 장단기 구분 없이 지속적인 투자가 필요한 분야로 언급되고 있음
- 핵심기술 확보시 독과점화 되는 첨단 소재개발에 국가역량 집중 필요 (‘제2차 부품·소재발전 기본계획 추진현황’, 정부 관계부처 합동 2012.9)
 - 미래기술 발굴을 위한 창의탐색형 핵심원천기술 개발 및 기초원천기술 연구성과의 산업화 연계 지원 (교육과학기술부의 미션)
 - 창조적 신기술 선점과 기반적 원천기술 확보, 미래지향적 융합소재의 원천기술 확보
- 부품분야는 핵심융합부품 중심으로 선택과 집중하고, 소재분야는 선진국 추격형(catch-up) 연구보다는 시장 선점형 연구에 투자를 강화함 (2013년도 정부연구개발 투자방향, 국가과학기술위원회 2012.4.12.)
 - 최근 5년간 소재분야 정부연구비의 연평균 증가율은 11.6%이며, 이는 국가연구개발사업 총 투자액의 연평균 증가율과 유사함

나. 비용대비 효과분석

□ DEA(Data Envelop Analysis) 효율성 분석

- 투입과 산출에 대한 가격정보가 알려져 있지 않을 때 상대적 효율을 측정하기 위해 개발된 방법
- 아래 표에 제시된 과학적, 기술적, 탁월성 산출성과를 바탕으로 한 다측면의 12개 양적, 질적 산출성과 지표를 바탕으로 DEA 효율성 분석을 실시함

성과 측면	지표특성	지표	단위
투입지표	양적	연구비	백만원
과학적 산출 성과	양적	1. SCI 논문건수	건수
	질적	2. IF 5이상 논문건수	건수
	질적	3. IF 10이상 논문건수	건수
	질적	4. JCR 상위 10%이상 논문건수	건수
기술적 산출 성과	양적	5. 국내특허등록건수	건수
	양적	6. 국외특허등록건수	건수
경제적 산출 성과	양적	7. 기술료 계약건수	건수
	질적	8. 기술실시계약금액	백만원
탁월성 산출 성과	질적	9. 3대 TOP 저널(Science, Nature, PNAS) 논문수	건수
	질적	10. 피인용 1% 논문건수	건수
	질적	11. IF 20이상 논문건수	건수
	질적	12. JCR 상위 5%이상 논문건수	건수

□ 12개 산출성과지표에 따른 DEA 효율성 분석

- 교과부 중분류 7대 유사사업과 과학적 성과, 기술적 성과, 사업화 성과, 탁월성 성과로 구분된 12개 지표를 바탕으로 효율성분석을 수행함
- 아래 분석표에서처럼 창의소재사업이 위 4개의 사업성과 측면에서 가장 효율성이 높으므로 과학, 기술, 경제, 학술적 부분에서 파급효과가 교과부의 어떤 사업보다도 클 것으로 판단됨

	전체	과학성과	기술성과	사업화성과	탁월성성과
중견연구자지원 (도약연구)	0.8654	0.6749	0.7694	0.2289	0.6818
리더연구자지원 (창의연구)	1.0000	0.9954	0.4017	0.1678	0.8368
선도연구센터 (이공학분야)	1.0000	1.0000	0.5910	0.2445	1.0000
기초연구실지원 (학제간 융합분야)	1.0000	1.0000	0.9524	0.0000	0.8684
21세기 프론티어	1.0000	0.2638	0.6325	1.0000	0.1988
미래기반기술 (나노분야)	1.0000	1.0000	0.6818	0.0000	0.8680
미래기반기술 (첨단융복합분야)	0.2715	0.2694	0.0541	0.0000	0.2190
미래유망 파이오니아	0.7118	0.5124	0.4167	0.5600	0.2649
창의소재 디스커버리	1.0000	0.8977	1.0000	1.0000	1.0000

다. 파급효과

- 본 사업의 4대 중점 연구개발 분야는 ‘2040년 대한민국 미래비전’에서 제시되는 4대 미래세상의 실현에 기여할 것으로 판단됨
- 에너지가 풍족하고 쾌적한 생활환경이 조성된 자연과 함께하는 세상: 설계기반 구조환경 대응소재, 양자 알케미 화학반응 제어 소재
- 새로운 산업발전으로 경제적으로 넉넉한 풍요로운 세상: 설계기반 구조·환경 대응 소재, 양자 알케미 화학반응 제어 소재, 스케일링 한계극복 정보 소재
- 생활의 편의성이 획기적으로 개선된 편리한 세상: 양자 알케미 화학반응 제어 소재, 스케일링 한계극복 정보 소재, 인간 오감증강 소재
- 최첨단 의료복지 서비스를 제공받고 생활 안전안보 걱정없는 건강한 세상: 설계기반 구조환경 대응 소재, 스케일링 한계극복 정보 소재, 인간 오감증강 소재

