

지능정보사회를 위한 신규 R&D 프로그램 기획방안 연구

(A Study on the new R&D Program for Intelligence
Information Society)

연구기관 : 서울시립대학교

2018. 2. 14.

과 학 기 술 정 보 통 신 부

안 내 문

본 연구보고서에 기재된 내용들은 연구책임자의
개인적 견해이며 과학기술정보통신부의 공식견해
가 아님을 알려드립니다.

과학기술정보통신부 장관 유 영 민

제 출 문

과 학 기 술 정 보 통 신 부 장 관 귀 하

본 보고서를 “지능정보사회를 위한 신규 R&D 프로그램 기획방안 연구”의
최종보고서로 제출합니다.

2018 . 2 . 14 .

요 약 문 (SUMMARY)

양식A201

연구과제명	국 문 : 지능정보사회를 위한 신규 R&D 프로그램 기획방안 연구 영 문 : A Study on the new R & D Program for Intelligence Information Society
<p>□ 본 과제는 주요 대형 연구개발 프로그램들의 종료에 대비하여 새로운 유형의 사업방식을 도입하는데 목적을 둔 것임</p> <p>○ 당초에 장기의 대형연구개발과제사업으로 기획될 예정이었으나, 사회와 기술의 급격한 변화에 대응하기 위해 중기(4~5년)의 중형연구개발과제로 변경된 미래선도기술개발(IMPACT)사업이 기획됨</p> <p>- IMPACT는 신시장 창출형과 현안 해결형의 두 가지 유형의 사업으로 이루어져있으며 2017년 말 현재 확정된 사업내용은 다음의 표에 제시함</p> <p>○ 본 연구과제의 기획 중 작성된 자료와 아이디어를 토대로 2018년도 신규 사업 예산이 확보되었으며 제안된 주요 사업의 특성과 개요는 다음과 같음</p> <p>- 다만 예시에 포함된 과제들은 일반인 및 예산담당자의 이해를 돕기 위해 기획 준비과정에서 참고로 제시되었던 것으로 실제 사업 추진 단계에서는 zero base에서 새롭게 과제 제안을 받게 될 것임</p>	

<미래선도기술개발사업의 사업유형(안)별 특성 및 예산>

유형	제1유형 (신시장 창출형)	제2유형 (현안 해결형)
기술 분야	신시장 창출 융복합 기술 (민간영역의 제품·서비스 Target) - (예시) 신체증강, 웰니스, 차세대 로봇 등	현안 해결 원천기술 (공공영역의 제품·서비스 Target) - (예시) 재난감지, 에너지 저장 등
수행 주체	PPP(Private Public Partnership) 기반 민관 협업 연구단	(가칭) 공공 서비스화 추진 연구단 * 연구자, 사회부처, 지자체 등이 참여하는 협의체 운영(총괄, 과제별)
주요 특징	(발굴) 기업 수요조사 및 빅데이터 분석(주요국 투자 동향 등)등을 통해 미래 선도기술 도출	(기획) 현안 문제 정의 및 과제화 * 일반국민 및 사회부처 등 수요조사
	(수행) 기획연구 ⇨ 탐색연구 ⇨ 본연구의 단계별 토너먼트방식 경쟁형 R&D * (기획) 집단 지성을 통한 “Crowd 기획”, 기획연구자의 연구 지속 참여 * (연구) 기술 및 연구주체간 융복합 촉진	(수행) 동일 주제 복수 지원 방식의 병렬형 경쟁 R&D - 선행연구 ⇨ 본연구 ⇨ 실증(부처, 지자체 등 참여 Living Lab 운영) * IP, 표준화, 인증 등 Total Solution 제시
	(성과활용) 민간 기술 이전 및 후속 투자 유치를 통한 사업화 * 상시 기술예고제 등 활용	(성과활용) 공공서비스 기반 수요 창출 * 공공 조달, 구매조건부 사업화 등 활용
	(평가) 상호 질의·토론 등 혁신적인 평가방식 도입(해외 평가자 등도 활용) (관리) 목표 수정(Moving Target), 조기 종료(Early Exit) 등 유연한 관리	
기간	(사업기간) 2018~2021년(4년)	
예산 규모	'18(기획): 10개×1억원=10억원 (한도외)10개×1억원=10억원 '18(탐색): 8개×10억원×6/12=40억원 '19(탐색): 8개×10억원=80억원 '20(본연구): 4개×20억원=80억원 '21(본연구): 4개×20억원=80억원	'18(선행): 4개×8억원×9/12=24억원 (한도외)4개×8억원×9/12=24억원 '19(본연구): 4개×10억원=40억원 '20(본연구): 4개×10억원=40억원 '21(실증): 2개×20억원=40억원

자료: 과학기술정보통신부 보고자료 및 예산설명 자료(2017)를 토대로 저자 작성

요약문 <영문>

- This project aims at introducing a new type of program in preparation for termination of existing major R&D programs.

- Initially, it was planned to be a large-scale R&D program, however, in order to cope with the rapid changes in society and technology, it has been changed to medium-sized research and development program of mid-term(4~5 years), and it is planned as Innovative First-Mover Program for Accelerating Disruptive Technology Development(IMPACT) program.
 - IMPACT program consists of two types of projects: new market-creating projects and current problem-solving projects. The program details determined at the end of 2017 are shown in the following table.

- Based on the data and ideas created during the planning of this program, the budget for the new project was secured in 2018. The characteristics and outline of the proposed project are as follows.
 - The projects included in the example were presented as a reference in planning program to help the general public and the budget officers understand. When the program is actually carried out, we will receive new project proposals at zero base.

<Characteristics and budget of IMPAcT program by type>

Type	Type 1 (new market-creating)	Type 2 (current problem-solving)
Fields of technology	Fusion technology for new market creation (Targeting products·services in the private sector) - (ex) Body enhancement, wellness, next-generation robot, etc.	Fundamental technology for current problem-solving (Targeting products·services in the public sector) - (ex) Disaster detection, energy storage, etc.
Subject	Private-public research collaborations based on PPP(Private Public Partnership)	(Tentative) Research Center for Public Service Promotion * running consultative group with researchers, social departments, local governments(overall, by assignment)
Key Features	(search) Deriving leading technologies for the future through business demand survey and big data analysis (investment trends of major countries)	(plan) Define issues and assign tasks * Demand survey including general public and social department
	(perform) planning research ⇔ exploratory research ⇔ competitive R&D with step-by-step tournaments * (plan) "Crowd planning" through collective intelligence, and continuous research participation by researchers * (research) Facilitation of fusion between technology and research subjects	(perform) parallel competition R&D with multiple support on the same subject - preceding research ⇔ main research ⇔ Demonstration (Living Lab operated by ministries, municipalities, etc.) * suggesting total solution including IP, standardization, certification
	(applications) Commercialization through private technology transfer and subsequent investment attraction * use of leading technology notification system	(applications) Creating Demand for Public Services * Utilizing public procurement, conditional commercialization, etc.
	(evaluation) Introduction of innovative evaluation methods such as mutual inquiry and discussion (utilizing overseas evaluators etc.)	
	(management) Flexible management including Moving Target, Early Exit, etc.	
period	(program period) 2018-2021(4years)	
budget	'18(plan): 10 projects×W100m=W1b (exception)10 projects×W100m=W1b '18(search): 8 projects×W100m×6/12=W400m '19(search): 8 projects×W100m=W800m '20(main research): 4 projects×W200m=W800m '21(main research): 4 projects×W200m=W800m	'18(preceding research): 4 projects×W800m×9/12=W2.4b (exception)4 projects×W800m×9/12=W2.4b '19(main research): 4 projects×W1b=W4b '20(main research): 4 projects×W1b=W4b '21(Demonstration): 2 projects×W2b=W4b

Source: Rewritten by author based on the report and budget description of the Ministry of ICT(2017)

목차

1. 서론	1
1.1. 연구배경	1
1.2. 연구의 필요성	2
1.3. 연구목표	3
1.4. 연구내용 및 범위	5
1.5. 연구추진전략 및 방법	13
1.6. 기대성과 및 활용방안	15
2. 새로운 R&D 프로그램에 대한 대내·외 요구분석	16
2.1. 4차 산업혁명	16
2.1.2. 우리나라의 4차 산업혁명 대응현황	20
2.1.3. 주요국의 4차 산업혁명 대응 정책 현황	23
2.2. 국내 주요 R&D 프로그램 평가	36
2.2.1. 주요 R&D 프로그램의 성과와 한계	36
2.2.2. 정부 R&D 시스템 점검결과	54
2.3. 해외의 혁신적인 R&D 프로그램	63
2.3.1. 마리 슬로도브스키 쿼리 프로그램	63
2.3.2. Horizon 2020	73
2.4. 지능정보사회의 R&D 프로세스 변화상	77
2.4.1. 기존 R&D 프로세스의 문제점	77
2.4.2. R&D 프로세스 혁신	77
3. 혁신적인 R&D 프로그램 유형 분석	81
3.1. 개요	81
3.2. 민관협력형(R&D PPPs) 방식	82
3.2.1. R&D PPPs의 개념	82
3.2.2. R&D PPPs의 주요 유형 분석	82
3.3. 사회문제 해결형 R&D사업	86
3.3.1. 사회문제 해결형 R&D 사업의 필요성	86
3.3.2. 사회문제 해결형 R&D의 개념 및 유형	87
3.3.3. 일반 R&D와 구별되는 사회문제 해결형 R&D사업의 특성	88
3.3.4. 국내의 사회문제 해결형 연구개발사업 사례	91
3.4. 사용자 참여형 혁신모델 리빙랩(Living Lab)	106
3.4.1. 리빙랩의 등장배경	106
3.4.2. 리빙랩의 사례 및 운영 과정	108
3.4.3. 리빙랩의 의의	110

3.4.4. 리빙랩 과제 진행시 고려사항	111
3.5. 종합	113
4. 미래선도기술개발사업 (Innovative First-Mover Program for Accelerating Disruptive Technology Development, IMPAcT)	114
4.1. 지원의 필요성	114
4.2. 사업내용의 타당성	115
4.3. 사업의 유형	116
4.4. 사업 기간 및 소요예산	118
4.5. 사업 주요특징 및 차별성	120
4.6. 사업의 추진체계	123
4.7. 사업평가	134
4.8. IMPAcT 사업의 성과지표 (안)	149
4.8.1. 신시장 창출형	149
4.8.2. 현안 해결형	151
4.9. 거버넌스	154
4.10. 연구성과 활용방안	155
5. 미래선도기술개발사업(IMPACT)에 부합하는 과제 도출방향	156
5.1. 유망아이템 선정을 위한 주요 기준	156
5.2. 한국의 미래유망기술(2017 미래유망기술): 예시 유형1	158
5.3. IMPAcT 과제 제안(예시) : 예시 유형2 (bottom-up)	160
5.3.1. 대상분야	160
5.3.2. 후보과제 (예시)	161
6. 미래선도기술개발사업 추진의 타당성	195
6.1. 신규 R&D 프로그램 기획 및 추진을 위한 정부의 역할	195
6.1.1. 사업추진의 근거	195
6.1.2. 정부의 역할	197
6.2. 미래선도기술개발사업(IMPACT)의 기대효과	199
6.2.1. R&D투자의 거시경제적 파급효과	199
6.2.2. R&D투자에 대한 경제적 타당성 분석	207
6.2.3. 신규R&D 사업 예비타당성 평가시 주요사항	216
7. 맺는말	218
참고문헌	220
부록	223

<표목차>

<표 1-1> 대형·중장기 국가 연구개발사업 비교: 예시	6
<표 1-2> 대형연구개발사업 감사 주요 결과 요약	7
<표 1-3> 4차 산업혁명의 경쟁력 기반: 예시	8
<표 1-4> 기존 R&D와 사회문제 해결형 R&D 비교:예시	9
<표 2-1> 4차 산업혁명의 태동	16
<표 2-2> 4차 산업혁명의 전개	17
<표 2-3> 4차 산업혁명의 경쟁력 기반	18
<표 2-4> 4차 산업혁명시대의 예상되는 변혁(예시)	19
<표 2-5> Industry 4.0 구현을 위한 과제	25
<표 2-6> Industry 4.0 이 가져오는 진화 방향	26
<표 2-7> 기존의 Industry 4.0과 Plattform Industries 4.0 비교	27
<표 2-8> 한국과 싱가포르의 경제성장률 및 서비스산업 비중 비교	29
<표 2-9> G7 사업의 세부사업별 생산유발액 및 부가가치 유발액	37
<표 2-10> G7 사업 참여에 따른 순편익	38
<표 2-11> 개별 사업단 평가 점수	39
<표 2-12> 21세기 프론티어 사업의 학술적·기술적 성과	41
<표 2-13> 21세기 프론티어 사업의 경제적·사회적 성과	41
<표 2-14> 공공연구기관 누적기술이전 현황	42
<표 2-15> 부처별 연구개발 사업 기술료 징수액 현황	43
<표 2-16> 글로벌프론티어 사업 참여 성과 현황	45
<표 2-17> 글로벌프론티어 사업의 운영 철학(4G)	46
<표 2-18> 「글로벌프론티어 운영관리지침」 상의 연구 성과 관련 사항	46
<표 2-19> 미래유망원천기술개발 사업비교	51
<표 2-20> 1, 2차 혁신방안 분야별·추진유형별 과제현황(총 38개)	58
<표 2-21> 마리 슬로도브스키 쿨리 프로그램의 세부 프로그램	64
<표 3-1> 기존 R&D와 사회문제 해결형 R&D 비교	87
<표 3-2> 사회문제 해결형 R&D사업 유형 분류	88
<표 3-3> 일반 R&D와 사회문제 해결형 R&D사업 비교	89
<표 3-4> 사회문제 해결형 R&D사업의 핵심 요소	90
<표 3-5> 연도별 서울형 R&D 지원사업 및 사회문제 해결형 예산 및 비중	92
<표 3-6> 도시문제 해결형 기술개발 세부사업 내용(2012~2015년)	93
<표 3-7> 사회문제 해결을 위한 시민연구사업 내용	97
<표 3-8> 시민연구사업 선정 평가 기준	99
<표 3-9> 추진방식 개선사항	100
<표 3-10> 부처협업을 통한 제도 개선 및 실용화 연계	102
<표 3-11> 리빙랩 구분	109
<표 3-12> 리빙랩의 운영 과정	110
<표 4-1> 미래선도기술개발사업 사업유형(안)별 특성	117

<표 4-2> IMPAcT 사업 지원	119
<표 4-3> 과기부 주요 사업과의 특성 비교	121
<표 4-4> 사업목적 비교	129
<표 4-5> 평가절차(예시)	135
<표 4-6> 평가주안점(예시)	136
<표 4-7> 사업 성공 판단기준(예시)	136
<표 4-8> 사업 관리 방식(예시)	137
<표 4-9> (제안) 평가 항목	138
<표 4-10> 기준과 행동유형에 따른 고려사항	144
<표 4-11> 신시장 창출형 과제의 성과지표 예시	151
<표 4-12> 현안 해결형 과제의 성과지표 예시	153
<표 5-1> 아이템 선정 시 고려해야 할 신규프로그램 주요 특징 (예시)	157
<표 5-2> 2017 미래유망기술 도출(안)	158
<표 6-1> 주요국의 GDP 대비 R&D투자 비중	200
<표 6-2> 주요국의 전체 R&D투자 대비 정부 R&D투자 비중	201
<표 6-3> 우리나라의 산업별 연구개발비 비중	204
<표 6-4> 우리나라의 산업별 R&D투자 및 부가가치유발계수	205
<표 6-5> 연구개발단계별 국가연구개발사업 투자 비중 추이(2011~2015년)	208
<표 6-6> 투자부문별 R&D 연차별 투자금액	209
<표 6-7> 기초 R&D 편익	211
<표 6-8> 전체산업 기준 시 연구개발 투자(정부출연금) 대비 매출액	212
<표 6-9> 최초 매출 발생 시기 분포	213
<표 6-10> 2003년도 종료과제의 사업화 매출 지속연수	214
<표 6-11> 제조업 부가가치율	214
<표 6-12> 응용개발 R&D의 편익	215
<표 6-13> R&D에 따른 총 편익	215
<표 6-14> R&D 비용 및 편익 흐름과 현재가치화 금액	216
<표 7-1> 미래선도기술개발사업의 사업유형(안)별 특성 및 예산	218

<그림목차>

[그림 2-1] 4차 산업혁명의 진원지	18
[그림 2-2] 기술의 티핑포인트가 발생할 것으로 예상하는 연도	19
[그림 2-3] 독일의 인더스트리 4.0	24
[그림 2-4] 일본의 제4차 산업혁명 대응전략	28
[그림 2-5] 향후 경제·사회 시스템 설계 관점	28
[그림 2-6] 4차 산업혁명에 대비하기 위한 새로운 경제시스템(예시)	32
[그림 2-7] 정책의 컨버전스 : 경계의 와해, 확장, 통합	33
[그림 2-8] 공공 R&D부분의 전통적 역할	34
[그림 2-9] 공공연구부분의 역할 변화와 전통적 분업구조의 와해	34
[그림 3-1] PPP 유형 1: 재단법인형 PPPs	83
[그림 3-2] PPP 유형 2: 사단법인형 PPPs	84
[그림 3-3] 도시문제 해결형 기술개발 지원사업 사전기획	94
[그림 3-4] 기술활용 멘토링의 기대효과	102
[그림 3-5] 리빙랩(Living Lab) 개념도	107
[그림 4-1] 기술별 사업화시기	124
[그림 4-2] 신시장 창출 연구단 (예시)	126
[그림 4-3] 현안 해결 연구단 (예시)	128
[그림 4-4] 상용화 전(준)주기 프로세스	129
[그림 4-5] 대형연구개발 사업 포지셔닝(프로그램별)	130
[그림 4-6] 대형연구개발 사업 포지셔닝(부처별)	131
[그림 5-1] 초연결 지능증강화 개념도	167
[그림 5-2] 4D Digital Clone 개념도	169
[그림 5-3] IoT 센싱 인프라	174
[그림 5-4] 에너지·저가형 상온 나트륨/유황(Na/S) 전지 사업	176
[그림 5-5] 초고성능컴퓨팅 기반 지능형 통합시뮬레이션 기술 개발	178
[그림 5-6] Real-Time, High-Fidelity Digital Twin Simulation의 미래	179
[그림 5-7] 초연결 IoT 무선통신 한계 극복을 위한 Li-Fi 원천 기술 개발	184
[그림 6-1] 우리나라 연구개발비 추이(1976~2015)	202
[그림 6-2] R&D투자 증가율과 기술 진보율(솔로우 잔차)	207

△ 본문 작성요령

- ① 페이지 번호는 하단 중앙에 표시함
- ② 필요한 사진 또는 도표를 첨부할 수 있음
- ③ 해독이 어려운 전문용어등은 ()내에 한문 또는 영문을 명기할 것

※ 인용문헌은 본문다음에 수록

1. 서론

1.1. 연구배경

- 글로벌프론티어 사업의 종료와 신규예산 확보를 위해 신규 장기 프로그램을 도입하기 위해 본 과제가 수행되었으나,
 - 정부의 수요 및 사회 여건의 변화에 맞추어 장기프로그램이 아닌 중기-중형 사업 프로그램으로 조정되었음
 - 사업의 유형도 당초 대형 PPP사업 하나로 기획될 예정이었으나, 사회 현안 해결을 위한 핵심 원천기술을 개발할 필요가 있다는 수요에 맞추어 현안 해결형 사업이 추가되었음
 - 이로 인해 본 과제에서 도출한 신규 R&D프로그램인 미래선도기술개발사업 (Innovative First-Mover Program for Accelerating Disruptive Technology Development, IMPAcT)은 신시장 창출형과 현안 해결형이라는 두 가지 유형의 사업으로 기획되었음
 - IMPAcT사업은 2017년 말 현재 본 기획사업 추진과정에서 신규사업의 예산이 확보되었고 내년 사업 시행을 목표로 과기부 및 연구재단에서 준비단계에 있음
 - 본 보고서에서 제시된 예시 과제들의 경우 예산 당국자나 일반 국민의 이해를 돕기 위해 외부전문가들이 참고로 마련한 것으로 기 예산이 투입된 사업이거나 민간에서 추진하는 사업들과 유사한 내용 등이 포함될 수 있음
 - 실제 사업 추진 단계에서는 해당 내용과는 전혀 무관하게 zero base에서 과제의 제안을 받고 수요 조사를 추진하게 될 것임

1.2. 연구의 필요성

- 이른바 ‘와해성 기술(disruptive technology)’이 세계 시장을 리드하는 새로운 유형의 4차 산업혁명이 거세게 도래하고 있음
 - 산업계, 연구계 등 사회 전반에 걸쳐 새로운 혁신이 나타나고 있는 상황
- 세계 각국은 기초·원천 연구 투자 확대와 민간부문과 새로운 유형의 R&D 프로그램을 개발하는 등 산업 환경 변화에 대응한 국가경쟁력 확보를 위한 경쟁이 가속화 되고 있으나 국내의 경우 기존 R&D 사업 방식을 관행적으로 지속하고 있음
 - 기존의 산업과 관련된 R&D 사업들은 대부분 단기적 R&D 성과에 초점을 맞추고 있어 원천기술 확보 성과는 미흡한 실정임
 - High Risk High Returns 기술을 찾기 보다는 성공 가능성이 높고 예측 가능한 안정적인 연구에 안주하는 경향이 강화되고 있음 (R&D 성공률 99%)
 - 대형 사업단 방식으로 핵심 사업들이 운영되면서 경쟁을 통한 개방적 혁신 보다는 폐쇄적이고 관리 위주의 경직적인 사업운영이 심화되고 있는 상황임
- 4차 산업혁명으로 대표되는 최근 산업환경 변화에 대응할 수 있는 적극적이고 유연한 R&D 프로그램을 기획할 필요성이 대두됨
 - 파괴적 기술을 개발하고 운영할 수 있는 새로운 방식의 연구수행 시스템을 개발하여 민간 산업계와 파트너십을 구축해야 함
 - 관리 중심의 폐쇄적 사업단 운영 방식을 개선 또는 대체할 수 있는 R&D 프로그램 운영 시스템을 조속히 발굴해야 함

1.3. 연구목표

- 4차 산업혁명으로 거론되는 시장의 주요 트렌드와 이에 따른 영향 등에 대해 체계적으로 제시하여 신규 연구사업 기획의 기초 자료로 제시함
 - 변화의 키워드를 제시하여 신규 연구사업의 철학에 반영할 수 있도록 아이디어를 제공
- 산업 환경 변화에 따른 정책수립 및 개선을 위한 벤치마킹의 일환으로 4차 산업혁명에 대응하기 위한 주요 선진국들의 중장기 R&D 사업 추진 사례를 조사
 - 기존 사업과 차별화 되는 해외 신규 R&D 사업에서의 정부의 역할 및 사업 운영방식에 대해 살펴보고 향후 진행되는 국내 신규 R&D 사업에서의 정부의 역할을 정립하는데 참고하고자 함
 - 고위험 고부가가치 연구 수행을 위해 활발하게 도입되고 있는 다양한 유형의 R&D PPPs(Public-Private Partnerships) 운영 제도를 심층적으로 제시
- 과학기술정보통신부 등 주요 부처 핵심사업의 운영방식의 장·단점을 분석하여 신규 연구사업 운영 방식 도출에 기여
 - 사업단 등 기존 대표 사업들의 운영 방식을 비교 분석
 - 사업 기획, 평가, 성과관리, 지표 등 전주기적인 문제점을 검토
- 새로운 R&D를 선도할 수 있는 프론티어적 신규 사업 운영 방식 제안
 - 신규 프로그램의 철학, 성격에 대한 개념 정리
 - 사업명, 사업규모/기간, 지원 분야 등을 제안
 - 산업계와의 파트너십 구축을 위해 개선해야 할 제도적 사항 제시
 - 기획, 선정, 평가, 성과 관리 및 확산 방식 제시

□ 유망 지원 분야에 대한 검토 및 제안

- 새로운 사업 철학에 부합하는 유망 사업군 검토 (미래유망기술 등 최근 정부가 준비해온 다양한 제안 내용들을 중심으로 검토)
- 산·학·연 전문가의 검토 의견을 종합하여 선정 기준이나 원칙 등 마련
- 정부가 우선적으로 해결해야할 경제·사회적 문제, 기술개발 방향 제시

□ 신규 R&D 프로그램 타당성 분석

- 대표 분야 선정 시 개괄적인 수요 분석, 비용 편익 분석 등 추진
- 대형 사업으로 향후 추진될 경우 타당성 평가 수행을 위해 검토해야할 주요 사항 및 제도 개선 사항을 제시

1.4. 연구내용 및 범위

□ 새로운 R&D 프로그램에 대한 대내·외 요구 분석 및 검토

○ 기존 국내 연구사업 분석 (운영시스템 및 특성 분석 등)

- 세계 일류 원천기술 확보를 위한 R&D프로그램을 기획하기 위해서는 과거 실시된 대형 R&D 사업에 대한 심층평가를 수행하여 문제점 및 개선사항을 파악할 필요가 있음
- 과거에 수행되었던 G7, 21C프린티어, 글로벌프린티어와 같은 대형연구단의 성과에 대해 심층평가를 수행하여 차기 기획을 위한 기초자료로 활용
- 연구 성과 가운데 확보한 원천기술의 사업화 여부와 파급효과에 대한 추정방법 등 사회경제에 궁극적으로 기여하는 부분에 대한 연구방법 제시

<표 1-1> 대형·중장기 국가 연구개발사업 비교: 예시

구분	G7사업	21세기프런티어사업	글로벌프런티어사업
연구기간	3+3+4(10년)	3+3+4(10년)	2+3+4(9년)
목표	첨단기술 분야의 G7국가 기술수준 도달	전략기술분야 세계정상급 기술력 확보	미래 선도 기술분야 세계수준의 원천기술개발
추진전략	선진국 추격형	전략기술 추격형	기술 선도형
참여기관	- 과학기술부 총괄 하에 범부처 참여 - 산·학·연 협동연구 (기업매칭투자)	- 산·학·연 협동연구 (기업매칭투자)	- 산·학·연 협동연구 (연구개발단체에 따라 기업 참여수준 차등)
연구범위	응용연구/사업화	목적기초~사업화	목적기초~원천기술
연구비	기반기술개발사업 : 10~280억원 제품기술개발사업 : 30~260억원	사업단별 80~100억원	연구단별 100~150억원
사업 책임자	사업총괄책임자	사업단장 (해당분야전문가)	연구단장 (해당분야전문가)
관리조직	개별사업 총괄주관기관	사업단형 (사업종료 후 해체)	연구단형 (법인으로 설립하여 종료 후 존속 가능)
프로젝트 구조	기반기술, 제품기술 (대과제-중과제-세부과제)	30여개 과제가 병렬형으로 구성 (집단형 과제)	3~5개의 총괄과제 (총괄과제는 3~5개의 세부과제로 구성)
특징	- 전략분야 선정 (15대 전 략분야 + 산·학·연 협력연 구) - 제품개발 프로젝트 + 기 반구축 프로젝트	- 사업단장(전문가)에 의한 기획 및 평가관리 - 목적기초연구에서 사업화까 지	- 연구단장의 연구 활동 - 기초·원천연구 추진
성과관리 체계	-	연구개발성과지원센터 (연구 성과의 기술이전· 사업화 지원)	전담조직 구성 중

자료: 글로벌프런티어사업 현황(과학기술정보통신부, 2015)

<표 1-2> 대형연구개발사업 감사 주요 결과 요약

- 기업이나 시장 수요에 대한 충분한 점검이나 파악 없이 대형 과제가 기획되어 연구성과가 민간부문에서 활용되지 못하거나 연구로만 끝나고 있어 투자 대비 성과가 부족하다는 비판이 지속됨
- 대형 사업단별 성과 목표 및 지표의 구체화가 이루어지지 않아 성과 및 목표 관리가 충분히 이루어지지 못하고 있음
- 사업단장에 세부과제 기획 선정을 결정하도록 하는 등 권한은 크게 강화하였으나 이에 대한 적절성을 감독하는데 한계가 나타남
- 사업단별 독립적인 과제 평가, 관리, 정산을 실시하는 제도를 운영하고 있으나 전문성, 객관성 부족으로 지속적인 문제 발생
- 단계평가를 실시하여 하위 과제를 과감하게 퇴출하는 제도를 운영하고 있으나 객관적 평가가 이루어지지 못해 제도가 유명무실화 되는 등 평가제도의 내실화가 이루어지지 못하고 있음

자료: 대형연구개발사업 추진실태 (감사원, 2016)

○ 해외 주요 R&D 프로그램 심층 분석

- 기존사업의 평가와 함께 차기 사업기획을 위한 필수적인 연구로는 선진국을 중심으로 유사한 R&D프로그램에 관한 해외사례 조사가 있음
- 미국과 유럽, 일본 등 선진국은 기초 및 원천연구에 대해 투자를 확대하고 있으며 특히 산업계와 파트너십을 구성하여 위험을 공유하고 레버리지 효과를 통해 연구개발 투자 절대규모를 늘리는 전략을 채택
- 해외사례는 신규 기획을 위한 유용한 벤치마킹 자료이며, 유망분야를 발굴하기 위한 기초자료로 활용
- 기존 해외사례뿐만 아니라 추진 중이거나 앞으로 선진국에서 계획 중인 사례의 조사를 통해 신규 R&D 프로그램에 벤치마킹할 수 있도록 제시
- 최고 수준의 원천기술 확보를 위해서는 선진국과의 경쟁이 불가피한 만큼 전략적 선택과 집중을 위해서도 해외사례에 대해 주목할 필요 있음

- 민관 협력 R&D 사례 등 주요 경쟁국의 대표 프로그램에 대한 심층 분석
 - contractual PPPs, Joint Technology Initiatives
 - UK research partnerships fund 등 매칭형 파트너십 프로그램
 - NIH가 지분을 제공하여 참여하는 AMP 프로그램 등을 벤치마킹
 - 계약 주요 내용, 근거 법령이나 운영 평가 등을 비교하여 한국 사정에 적용할 수 있는지 여부 등을 점검

- 4차 산업혁명 시대 도래에 따라 변화된 산업 환경 파악
 - 관련 보고서와 연구 자료를 활용하여 4차 산업혁명으로 유발되는 산업 환경 변화에 대해 분석함으로써 신규 중장기 R&D 프로그램 기획 시 지원 대상 분야 선정과정에 시사점 제시

<표 1-3> 4차 산업혁명의 경쟁력 기반: 예시

기반	내용
SW (소프트웨어)	- 데이터 분석 역량: 수학, 통계학 등 기초학문
창의력	- 주어진 여건에서 최적의 솔루션을 찾아내는 논리적 구성력
개방적 구조	- 창업 및 벤처의 배태기반: 이들 간의 신속한 수평적 결합 및 해체
유연성	- 창조적 파괴의 수용: 이해관계 변화에 대한 정치적, 사회적 조율 역량

자료: 제4차 산업혁명과 한국경제의 구조개혁 발표자료, 한국개발연구원(2016), 재구성

- 새로운 산업 환경 변화에 대한 인식과 각국의 대응은 유사하면서도 차별성을 갖고 있음

- 일본, 독일(제조업 4.0)은 제조업 중심의 경쟁력 확보 차원에서 대응 준비

- 미국은 제약 등 신산업 및 서비스업 경쟁력 제고를 위한 프로그램 운영 중

- 새로운 R&D 패러다임 분석

- 과학기술의 패러다임 확장으로 인해 원천기술 개발뿐만 아니라 국민 행복 수준 및 삶의 질 향상에 기여할 수 있는 R&D방식을 분석할 필요가 있음

- 사회문제 해결형 R&D는 삶의 질과 관련된 사회문제의 주요한 원인 및 현상을 해결하거나 개선·감소시키는데 기여하는 모든 기술개발 활동을 의미
- 국민 행복 수준과 삶의 질과 관련된 사회문제를 해결하기 위해서는 직접적인 기술개발뿐만 아니라 법·제도 등의 연구기반 개선도 수반되어야 함
- 융합, 초연결성, 불확실성 등 사회경제적 변화를 고려한 R&D 추진 및 성과 활용 방식에 대한 검토 (예시: 기존 선형 R&D와 차별화된 문제해결지향형 R&D에 대한 연구수행 방식을 제안할 것임)

<표 1-4> 기존 R&D와 사회문제 해결형 R&D 비교:예시

구분	기존 R&D	사회문제 해결형 R&D
목적	국가전략 또는 경제성장	삶의 질 향상
	R&D·R&BD → R&SD*	
목표	과학·기술경쟁력 확보	사회문제 해결
특징	공급자 위주 연구개발	수요자 참여형 연구개발 기술+인문사회+법·제도 융합
주체	연구개발부서 중심	연구개발부서와 정책부서 협업
결과	논문·특허 등 연구 산출물 기술개발	새로운 사회적 제품·서비스 (구체적 사회문제 해결)

주: * Research & Solution Development : 연구·기술공급 중심이 아닌 솔루션 제공형 연구개발

- 이외에도 경쟁형 R&D, 개방형 기획 등 혁신적인 R&D 기획 및 수행에 대한 해외사례를 조사하고, 우리나라에 적용할 수 있는 방안을 제안할 것임

□ 신규 사업의 특성 및 운영시스템 제시

- 기존 R&D 사업과의 차별성 제시(철학 등)
 - 글로벌프론티어사업 등 과기부 주요 원천기술연구사업들과 신규사업들과의 차별성 부분을 제시하여 신규 사업의 필요성을 설득할 수 있는 논리 개발
 - 주요 기술 분야, 기술개발 단계(기초-응용-개발-사업화), 추진체계, 수행 방식 등 사업 추진을 위한 주요 요소별로 신규 사업의 특성을 적시하고 기존 사업들과의 차별성을 제시하고자 함

□ 연구개발의 유형 구분 방안 마련

- 기술 분야나 시장 접근성, 운영주체 등을 기준으로 다양한 유형의 연구단 구성 방식을 제안하고 주요 특징을 명시화

□ 새로운 프로그램 운영 제안

- 기존 운영방식을 개선하고 보다 원활한 연구가 수행될 수 있도록 새로운 운영체계 제시
- R&D 프로그램은 각 정부부처와 개별 연구단, 연구단과 협력하는 국책연구원과 대학 및 민간 연구소 등 다양한 연구주체가 관여하는 만큼 원활한 소통과 협력이 이루어질 수 있는 진일보한 운영체계 제시 필요
- 체계적인 운영 및 효율적인 예산 활용을 위한 거버넌스 구성, 민간참여 유도 등 기존 사업의 강점을 강화하고 추가적인 개선사항 제시
- 새로운 R&D 프로그램에서의 정부의 역할과 행정시스템에 대한 제안 추진
- 효율적인 예산활용, 유망분야의 발굴, 확보한 원천기술의 사업화 및 시장개척 등 파급효과를 강화하기 위한 연구개발의 민간참여 유도 제시
- 현행 사업단 방식의 지속 가능성 및 개선, 대안 발굴에 주력
- 새로운 운영체계는 개방형 혁신전략에 맞추어 기존 사업 참여자를 포함한 전문가들에 대해 포괄적인 의견 청취를 바탕으로 제시

<참고> 미래지향적 프론티어 R&D 프로그램의 특성 (예시)

- mission based model: 사회문제해결, 시장·제품 창출형
 - * 다품종-대량생산을 지원할 수 있는 기술개발
- 개발목표와 시장성 등을 고려한 맞춤형 프로그램 기획
- 기초·응용·개발의 구분화 된 R&D 개념 탈피
- Middle-up, Middle-down 형 기획
- flexible하고 creative한 아이디어를 구현하는 프로그램
 - * 목표나 운영방식을 시장 수요나 기술 동향에 따라 필요시 조정이 가능한 프로그램
 - * 실패할 경우 contingent plan을 만들어서 대처가 가능한 프로그램 운영 방식
- 기업이 주도하고 정부와 위험을 공유하는 특성
 - * 기술 및 시장 특성에 따라 정부 위험부담 수준을 다르게 하는 다수의 사업 참여 모델을 포함하는 방식
- 다수의 집단지성이 지속적으로 기획, 연구, 평가, 관리에 참여하는 개방형 프로그램
- 글로벌 프로그램의 운영 (기획, 평가, 관리, 성과이전 등)
- 다부처, 정부-민간 협업 및 공동 투자: 민간매칭 의무
- 연 30억 단위(예시) 규모의 신축적인 중형사업 책임운영제

□ 신규 R&D 프로그램에 부합하는 지원분야 탐색

○ 실질적인 성과를 창출할 수 있는 전략 아이템 발굴

- 새로운 R&D 프로그램은 세계 최고수준의 원천기술 확보를 목표로 하고 있는 만큼 미래사회 기술을 반영하는 전략 아이템 발굴이 중요
- 이러한 전략아이템 발굴에 있어 성과를 극대화하기 위해서는 미래사회 기술을 전망하고 경제·사회적 문제를 파악하여 적절한 기술 분야에 선택과 집중이 필요

□ 기술 및 시장전문가들을 활용, 발굴되거나 제안된 기술 중 가능성 있는 아이템을 제안할 수 있도록 추진함

- 미래유망기술 등 과기부가 최근 준비해온 기술개발 아이템 (예시)
 - 관련 전문가들이 제안하거나 산업계 수요가 있을 것으로 예상되는 잠재 후보군에서 복수의 유망 분야를 제안
 - 과기부 및 연구재단과 협의, 자문단 구성 및 선정 기준 등을 마련할 예정
- 신규 R&D 프로그램 추진을 위한 타당성 확보
- 유망 분야 등이 선정될 경우 대표 사업 등을 중심으로 타당성 분석을 위한 기초작업 실시
 - 개괄적인 시장전망, 동향, 수요 부분 등에 대한 정보 제공
 - 비용 편익 분석이나 효과 분석 등 사업 타당성을 예산 당국이나 국민들에게 설득할 수 있는 분석 또는 정량 평가 실시를 위한 점검사항이나 방법론 등을 제시함

1.5. 연구추진전략 및 방법

- 다양한 분야의 전문가로 작업반을 구성, 운영
 - 실험적, 혁신적 성격의 프로그램 기획을 위해 다양한 분야의 시장 및 산업계 전문가를 구성하여 의견을 청취하여 제도개선에 반영할 수 있도록 전문가들이 참여하는 작업 방식 채택
 - 기술기획, 경영 전문가들로 작업반을 구성하여 정기적인 모임과 전문가 의견 수렴 절차를 거쳐 구체적인 사업 기획 방안을 도출함
 - 기획초안을 조기에 마련하고 해당 내용에 대해 포럼을 개최하는 등 다양한 분야 전문가 의견을 반영함
- 기존 R&D사업의 내용과 성과를 분석하기 위해 국내외 공공·민간 보고서, 사례 조사 실시
 - 21세기 프론티어 사업, 글로벌프론티어 사업 등 과기부 대표 원천기술개발 사업들의 기획, 사업단 운영, 성과 관리 등 사업 전 단계별 관련 내부 및 외부 문헌을 토대로 해당 사업들의 장단점을 발굴하여 기획 내용에 반영
- 해외 우수사례의 벤치마킹을 위해 기존 연구를 최신화하고 더불어 법률과 조직 등에 대해 조사
 - 산업계와의 파트너십을 통해 전략적인 선택과 시장 활용 가능성을 향상시키고 있는 Public-Private Partnerships 방식의 R&D 프로그램을 집중 분석
 - 문헌 조사, 현지 관련자 인터뷰 등을 통한 내부 운영 프로세스 등 파악
 - 해외 출장은 최소화하고 현지 주재관이나 파견 연구자를 최대한 활용
 - 유럽 cPPPs, 미국 AMP, 영국 UK partnerships investment fund 등의 운영 방식 등을 중점적으로 조사 분석

- 미래사회의 기술과 부합하고 경제·사회적 문제해결을 위한 전략아이템을 선정하기 위해 간담회와 세미나 등 다양한 방법을 통해 산·학·연 전문가의 의견을 수렴
 - 최근 정부차원에서 도출된 미래유망기술 등을 중심으로 산업계 및 연구계 시각에서 파트너십 필요성이 인정되는 프로젝트 발굴에 주력
 - 민간 및 공공부문 기술전문가는 물론 시장 전망 등 분야의 외부전문가를 활용하여 파일럿 프로젝트 수행을 위한 다양한 제언이나 제도 개선 사항 등을 발굴할 예정 (과기부 및 연구재단과 협의하여 자문그룹 구성)
 - 심층 인터뷰 방식(Focus Group Interviews) 추진도 고려

1.6. 기대성과 및 활용방안

- 4차 산업혁명(지능정보사회)의 도래에 따른 환경적 변화에 대한 대응하기 위한 새로운 방식의 연구사업 방식을 제안
 - 산업계와의 파트너십 구축을 구축하여 High Risk, High Impact를 지향하는 도전적인 국가 R&D 프로그램 운영 방식을 마련할 수 있을 것임
- 기술 자체를 새로 도출하는 것 보다는 다양하게 제시되고 있는 유망기술들 중 우선적으로 추진 가능한 잠재력 있는 과제들을 발굴하고 목표를 분명하게 조정할 수 있도록 전문가 의견을 결집
 - 선정 시 고려 할 사항이나 실행과정 등을 제안하는 등 본 연구를 토대로 정부와 재단이 시범사업을 단기간 내 추진할 수 있을 것으로 기대
 - 시범사업의 성공적인 운영과 성과 확보로 프론티어적 성격의 파트너십 사업이 과기부는 물론 관련 부처에 새로운 사업유형으로서 활발하게 활용될 수 있을 것으로 예상함
- First-mover가 될 수 있는 고위험 고부가가치 원천기술을 개발하고 새로운 방식의 연구 영역을 개척함으로써 산업계 및 과학기술계에 혁신을 확산시킬 수 있을 것임
 - 정체된 국내 산업계가 새로운 돌파구를 마련할 수 있는 동력을 확보하고 재도약 할 수 있도록 정부와 연구자들이 뒷받침 할 수 있는 결집의 장으로서 새로운 유형의 플랫폼 구축 및 확산이 가능할 것임

2. 새로운 R&D 프로그램에 대한 대내·외 요구분석

2.1. 4차 산업혁명¹⁾

가. 개요

- 4차산업혁명 : 디지털 혁명인 3차 산업혁명에 기반을 두고 있으며, 디지털, 물리학, 생물학 등 기존 영역의 경계가 사라지고 융합되는 기술혁명을 의미 (Cyber + Physical)
- 인공지능, IoT, 빅데이터 등을 기반으로 생명과학 등 다양한 분야의 신기술 및 새로운 비즈니스 모델들과 이들과의 융복합을 의미함

<표 2-1> 4차 산업혁명의 태동

구분	특징
1차 산업혁명	- 증기기관 → 에너지 해방
2차 산업혁명	- 전기 + 대량생산(Fordism) → 대기업의 출현
3차 산업혁명	- 컴퓨터 및 인터넷 → 컴퓨터간 on-line네트워크 형성 - 미국의 벤처기업 출현+글로벌화(해외생산 및 판매망)
4차 산업혁명	- 인공지능(Big Data) → on-line+off-line 결합 - 인터넷을 통해 대량의 정보가 축적 - AI 기술혁신(대용량 정보처리) → 산업발신 대량정보 분석 → 산업진출 기반

자료 : 제4차 산업혁명과 한국경제의 구조개혁, (한국개발연구원, 2016.10)

- 4차 산업혁명은 인공지능(AI), 자율주행차, 로봇, 드론, 디지털헬스, 스마트그리드 등 첨단산업을 중심으로 전개될 것으로 전망됨
- 인공지능 기술의 발전으로 다양한 분야에서의 정보획득이 강조되고 있음
 - 드론, 로봇, 휴대용 의료기기 등을 통해 수집된 대량정보를 가공·활용함으로써

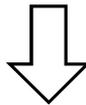
1) 미래 유망 원천기술 확보를 위한 신규 대형 중장기 R&D 프로그램 기획연구(과학기술정보통신부, 2017)의 내용을 바탕으로 보완 작성함

써 미래에 대한 예측이 가능

- 구축된 데이터베이스는 각 산업분야에서 수요를 추정하는데 활용될 수 있을 뿐만 아니라 더 나아가 산업 간 융합을 가능하게 할 것으로 추측됨

<표 2-2> 4차 산업혁명의 전개

요소	내용
인공지능(AI)	- 모든 산업 및 활동에 활용 가능한 범용성 추구 - 글로벌 플랫폼 선점을 위한 막대한 투자(승자독식의 구조) · 과학기술 수준 및 투자 여건으로 미국이 유일할 전망
자율주행차	- 구글카 개발 : 자동차 산업의 장악 → 자동차 발신 소비패턴 정보의 획득 - 자동차업체 : 하청생산업체로 전략
로봇	- IoT로 공장내 생산라인 연결 : 원자재-부품-생산-판매 등 기업간 연결 · 생산공정의 동기화 → 실시간 자동제어 → 생산성 혁신(Industrie 4.0) - 개도국의 생산기지 역할 감소 → reshoring
드론	- 무인항공 : 군사, 재난, 운송 등 = 데이터 송출 · (농사용) 토양수분, 병충해 정보 → 곡물수확 예측
디지털헬스	- 진료기록, 유전자정보, 휴대용 의료기기 → 질병 진행 및 발생 예측 정보
스마트그리드	- 신재생에너지의 생산 + 전력소비의 측정 → 에너지 소비패턴 정보



데이터의 장악 (글로벌 플랫폼)	- 산업간 융합, 그러나 최고의 가치를 갖는 수요정보를 분리추출 - (네트워크 효과) 정보 산출의 한계비용 감소 → 승자독식
----------------------	--

자료 : 제4차 산업혁명과 한국경제의 구조개혁, (한국개발연구원, 2016.10)

- 4차 산업혁명의 핵심 요소는 센서/임베디드 SW, 사물인터넷(IoT), 인공지능/빅데이터로 요약할 수 있음

○ 궁극적으로 4차 산업혁명의 핵심요소들은 소프트웨어(SW)로 구성되어 소프트웨어 및 소프트웨어 개발 인력의 중요성이 강조됨

- 센서를 통해 실생활의 수요패턴 파악하고 이를 디지털 정보로 전환하여 전송하면 사물인터넷 기기들이 디지털 정보를 포착하여 무선통신으로 전달하게 됨
- 전달된 대량의 디지털정보는 인공지능을 거쳐 활용 가능한 정보로 가공됨

[그림 2-1] 4차 산업혁명의 진원지

자료 : 제4차 산업혁명과 한국경제의 구조개혁, (한국개발연구원, 2016.10)

□ 4차 산업혁명 시대의 경쟁력 기반은 <표 2-3>과 같이 요약할 수 있음

- 한국의 기존 경제구조 하에서는 4차 산업혁명 시대의 경쟁력 기반이라고 할 수 있는 소프트웨어, 창의력, 개방형 구조, 유연성 등이 부족한 것으로 평가할 수 있음

<표 2-3> 4차 산업혁명의 경쟁력 기반

기반	내용
SW (소프트웨어)	- 데이터 분석 역량: 수학, 통계학 등 기초학문
창의력	- 주어진 여건에서 최적의 솔루션을 찾아내는 논리적 구성력
개방적 구조	- 창업 및 벤처의 배태기반: 이들 간의 신속한 수평적 결합 및 해체
유연성	- 창조적 파괴의 수용: 이해관계 변화에 대한 정치적, 사회적 조율 역량

자료 : 제4차 산업혁명과 한국경제의 구조개혁, (한국개발연구원, 2016.10)

나. 4차 산업혁명에 따른 산업변화

□ 4차 산업혁명 보고서는 2025년까지 일어날 기술적 변화를 기반으로 주장을 하고 있으며, 이를 통해 어떤 기술적 진보가 일어날 것인지 점검할 필요가 있음

[그림 2-2] 기술의 티핑포인트가 발생될 것으로 예상하는 연도

자료 : World Economic Forum (2016)

- 4차 산업혁명시대에는 ① 플랫폼 중심의 산업 구조 재편, ② 생산방식의 변화, ③ 제조업의 서비스화와 비즈니스모델 혁신, ④ 기술/자본의 노동 대체와 리쇼어링, ⑤ 제품 및 자본재 수요 감소 등의 기술적, 산업적 변화가 예상됨

<표 2-4> 4차 산업혁명시대의 예상되는 변혁(예시)

구분	내용
플랫폼 중심의 산업구조 재편	<ul style="list-style-type: none"> · 4차 산업혁명의 플랫폼은 실제 세상과 연결된 글로벌 플랫폼이 출현 · 새로운 플랫폼에는 소비재 뿐 아니라 산업체들이 활용하는 자동차, 기계설비 등의 자본재들까지도 결합 · 점차 제조업 등 산업 전반에 플랫폼 산업이 미치는 영향력이 가속화
생산방식의 변화	<ul style="list-style-type: none"> · 원거리-대량 생산방식에서 근거리-개별 생산방식으로의 변화 · 기존 제조방식으로 만들 수 없는 형태로 제조가 가능(새로운 제품의 제작을 위한 시간과 비용을 절약, 고객별 맞춤 생산) · 기존 제조기술과 융합한 하이브리드 제조방식의 적극적으로 도입
제조업의 서비스화와 비즈니스모델 혁신	<ul style="list-style-type: none"> · 서비스기능(연구개발, 디자인, 마케팅, 애프터 서비스)을 통해 많은 가치를 창출 · 제품의 제공보다 서비스의 제공을 통해 수익을 창출하는 방향으로 비즈니스 모델이 변화 · 제품혁신과 공정혁신으로 대표되어온 혁신활동에서 비즈니스모델의 혁신이 핵심 역량으로 부상
기술/자본의 노동대체와 리쇼어링	<ul style="list-style-type: none"> · 세계 여러 기관들은 인공지능이 미래에 고용을 감소시킬 것으로 예견 · 노동 집약적 산업구조에서 자본 및 기술집약적 구조로 변화 · 스마트팩토리에 의한 리쇼어링* 현상이 강화 <p>* 리쇼어링(reshoring) : 생산기지 해외이전을 뜻하는 오프쇼어링(off-shoring)의 반대 개념</p>

제품 및 자본재 수요 감소	<ul style="list-style-type: none"> · 사이버물리시스템은 제품에 대한 정보 뿐 아니라 제조공정에게 필요한 자원에 대한 정보를 모두 하나로 연결하여 관리, 분석, 활용 가능 · 공유경제가 소비자와 생산자를 막론하고 일반적인 경제양식으로 부각 · 경제 전반적으로 유형자본에 비해 무형자본의 비중이 높아짐
----------------	---

자료 : 제4차 산업혁명과 한국경제의 구조개혁, (한국개발연구원, 2016.10)

2.1.2. 우리나라의 4차 산업혁명 대응현황

가. 개요

- 우리나라의 경우 산업별 4차 산업혁명 대응수준을 검토하면 IT산업의 대응수준은 높은 반면 신산업과 소재산업은 선진기업 대비 75% 수준으로 미흡한 모습을 보임
 - 스마트 공장은 제조업 분야의 대표적인 4차 산업혁명 대응사업이나 우리나라의 정부지원을 통한 스마트 공장 구축은 기초 및 중간단계 수준인 것으로 나타남
 - 스마트 공장 구축이 단순설비 교체나 효율향상을 넘어 실질적인 제조 설비 시스템의 혁신 및 산업기술 전반에 대한 변화를 야기할 수 있도록 효율성 제고가 필요함
 - 정부는 시장의 성장성을 고려해 미래 성장동력 산업 선정 시 산업의 범위를 포괄적으로 설정하여 정부의 기반조성과 민간의 창의성이 융합될 수 있도록 하는 정책방향을 마련해야함

나. 주요 쟁점²⁾

- 우리나라의 GDP에서 제조업 부가가치가 차지하는 비중은 2000년 22.7%에서 2015년 29.0%로 중국(32.8%)을 제외한 미국, 일본, 독일보다는 높고 2016년 GMCI에서 예측된 제조업의 경쟁력은 5위로 높으나 주요국에 비해 저숙련 분야의 수출액 비중이 높고 중간단계의 기술수준 비중이 낮은 특성을 지님
- 노동자의 생산성을 높여 제조업의 부가가치를 확대할 필요가 있음
 - 제조업의 일자리 비중 감소는 전세계적인 흐름이나 독일의 경우 제조업 경쟁력 강화 및 부가가치 창출, 일자리 확대에 의해 2010년 이후 다소 증가했음
- 소재 및 장비, 주요 부품의 해외의존도를 낮추고 4차 산업혁명의 도입으로 제조 혁신을 가속화하는 것이 필요
 - 제조업의 투자 중 설비투자는 2016년 기준 43.8%로 높은 비중을 차지하고 있으나 연구개발 및 신제품 개발 등 혁신적 투자는 28.3%로 상대적으로 부진한 측면이 존재
- 단기적으로는 나노융합산업의 시장 확대를 검토하고 국내 기술발전 속도가 빠른 바이오산업의 시장 확대를 고려할 필요가 있음
- 나노융합산업이 속한 창의산업은 현재 수출 규모가 330억불 수준으로 높지 않으나 개선될 것으로 기대되며 나노융합산업의 경우 시장 성장의 진입기라는 점과 기술개발 정체로 인해 성과가 높지 않으나 세계시장 확대와 더불어 성장세가 빠를 것으로 전망됨
 - 나노융합산업에 대한 심층평가를 통해 나노산업의 신산업 진흥 필요성 및 기술격차 감소방안, 시장확대 다방면에 걸친 검토가 필요
- 우리나라의 바이오 및 디자인 산업의 기술수준은 2018년까지 크게 상승할 것으로 기대되나 세계시장 규모가 급격히 커지는 일은 없을 것으로 전망됨

2) 국회예산정책처(2017), 4차 산업혁명 대비 미래산업 정책 분석

- 4차 산업혁명이 주요 제조업 가치사슬에 미치는 영향은 확대될 것으로 전망되나 우리나라 제조업의 경우 대응에 미흡한 부분이 있음
 - 제조업의 경우 AI, IoT, 빅데이터, 모바일, 클라우드, 3D 프린팅 등 다양한 분야의 영향을 받으며 빅데이터와 모바일, IoT, 클라우드의 경우 기술적용이 활발하게 이루어지고 있으나 AI와 같은 분야의 경우 조사검토단계에 불과
- 스마트공장의 적용이 양적측면에 머물러 있는 한계를 지님
 - 2005년부터 2017년 9월까지 스마트공장 4,485개를 구축했으며 2018년에는 7,000개의 스마트 공장을 보급할 수 있도록 목표를 설정함
 - 정부는 스마트공장을 ICT 기술의 활용정도 및 역량에 따라 4단계로 구분하고 있으나 기초단계의 보급률이 76.4%로 높은 수준의 스마트공장 보급률은 낮은 수준임
 - 스마트공장의 고도화는 단계별, 국가별로 상이하나 제조공정의 일부를 개선하는 설비투자가 스마트 공장으로 이어지지 않는 점이 존재
- 스마트 공장의 도입이 제조혁신으로 연계되기 위해서는 기업별 산업별 맞춤형 컨설팅 제공 등의 수단이 필요
 - 기업의 미래 성장방향에 대한 고민과 병행되어야 하며 기업 경영 및 산업공정 전반에 대한 정보에 기초할 필요성이 있음
 - 다양한 기관에서 스마트공장을 진행하고 있으므로 지역혁신기관 간의 유기적인 정보교환 방안을 마련해 장기적 사업으로 이어질 수 있도록 하는 것이 필요
- 스마트공장을 구성하는 요소기술인 산업용 로봇 및 센서기술과 연계하여 보급할 필요가 있으며 관련 산업을 육성할 필요가 있음
- 4차 산업혁명의 파급력을 고려하여 미래 성장동력산업의 범위를 확대하는 것이 필요

- 우리나라는 미래성장동력산업의 범위를 구체적으로 설정하고 해당 범위 내에서 특정 기술분야를 선정하고 있으나 주요 국가의 경우 항공우주산업, 스마트시티, 첨단제조업, 고령화대응과 같이 4차 산업혁명의 파급력을 고려하여 보다 넓은 범위의 산업을 지정하고 있음
 - 중점 추천방향을 설정하고 지원성과를 계량화 할 수 있으며 조직적이고 체계적이라는 장점을 지니고 있으나 민간 시장에서 산업의 성장 및 확대가 이루어져야 한다는 측면에서 한계를 지니고 있음
 - 정부의 입장에서 성장동력 산업의 방향성을 제시하고 세부 분야는 시장을 통해 설정될 수 있도록 유도하는 것이 보다 효율적일 것으로 판단됨

2.1.3. 주요국의 4차 산업혁명 대응 정책 현황³⁾

가. 독일

- 독일의 경우 하이테크 전략 2020과 함께 국가차원의 전략인 인더스트리 4.0을 발표하면서 정부 중심으로 제4차 산업혁명에 적극적으로 대응하고 있음
- ‘Industry 4.0’은 2011년 독일공학협회(VDI)에서 처음 언급되었고, 2012년 독일인공지능 연구소(DFKI) 등에서 사이버 물리시스템 기반의 새로운 미래 제조업 패러다임으로 제시
- Industry 4.0은 제조업과 같은 전통산업 분야에 IT 기술 접목을 통해 공장이 스스로 생산, 공정통제 및 수리, 작업장 안전 등을 관리하는 스마트 공장(Smart Factory)을 만드는 것을 목적
- 이러한 스마트 공장을 통해 전체 생산 공정의 효율성을 높일 수 있을 것으로 기대

3) 과학기술정보통신부 (2016), 미래 유망 원천기술 확보를 위한 신규 대형 중장기 R&D 프로그램 기획 연구를 참고하여 작성

[그림 2-3] 독일의 인더스트리 4.0

자료 : Industry4.0, (Think act, 2014)

- Industry 4.0은 사물, 서비스 간 인터넷 확산을 이용하여 지능형 생산 시스템 구축을 통해 기존 제조업에 스마트 생산 방식을 도입
 - 이러한 스마트 생산 방식을 통해 기존의 대량생산 방식에서 벗어나 고객 맞춤형·소량 생산이 가능해졌으며, 거주지와 가까운 곳에 생산 공장이 위치하는 도심형 생산으로 변모
- 전략 추진과정에서 최적화된 상품 제조 플랫폼인 사이버 물리 시스템(CPS, Cyber Physical system)⁴⁾의 구축이 필수 요소
- Industry 4.0 구현을 위한 정책적 과제에는 CPS 적용 가능 산업, 표준화 증진, 사이버 보안 강화, 인력 교육 방식 변화의 분야가 해당하며, 자세한 내용은 다음과 같음

4) 사이버 물리 시스템(CPS)은 상품 제조 등이 일어나는 물리 세계와 인터넷, 서비스 중심의 사이버 세계의 중간 지점에 위치하며 소프트웨어, 센서, 정보처리장치 등을 기반으로 스마트 생산을 지원하는 시스템을 말함

<표 2-5> Industry 4.0 구현을 위한 과제

보완 정책 분야	내 용
CPS 적용 가능 산업	- 제조업, 통신, 에너지 인프라, 교통, 헬스케어, 로봇틱스 외
표준화 증진	- 네트워크와 사이버 물리 시스템의 이용 편의성 증대 - 표준화 된 관리체계 도입
사이버 보안 강화	- 프라이버시 보호, 시스템 회복력 증대 - IT 시스템의 침입 탐지 및 디도스 등 악의적 공격 대응 능력 강화
인력 교육 방식 변화	- 컴퓨터 과학, 네트워크 전문가 등에 대한 수요 급증 - 기존 공학 전공자에 대한 재교육 프로그램 신설

자료 : Securing the future of German Manufacturing Industry: Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0, (BMBF, 2013), (독일의 창조경제: Industry 4.0의 내용과 시사점, (현대경제연구원, 2013) 재인용)

- 임베디드 시스템(embedded system)⁵⁾을 통해 제품, 생산 과정, 서비스 등에 대한 다양한 빅데이터가 형성됨으로써 이를 활용한 새로운 사업 기회 및 가치 창출이 가능할 것으로 보이며, 스마트·도심형 생산이 활성화 되면서 업무 유연성이 확대될 것으로 예상

5) 기계 또는 전자 장치를 효과적으로 제어할 수 있도록 두뇌 역할을 하는 마이크로프로세서를 칩에 담아 기기에 내장시킨 장치로 대부분의 디지털 기기, 전자기기에 사용됨

<표 2-6> Industry 4.0 이 가져오는 진화 방향

구분	진화 방향	내 용
생산 체계	미래형 생산체계로 변화	- IT 시스템에 기반을 둔 정보로 정확한 수요 예측 - 맞춤형·소량의 미래 생산 방식으로 전환
	유연한 생산체계 자연 효율성 제고	- 다른 곳에 위치한 공급자의 신속한 참여 유도 - 생산 과정의 질적·가격·자원 효율성을 제고
가치 창출	신사업 기회 창출 고용 형태 다변화 중소기업 경쟁력 제고	- 제품, 서비스 등 다양한 빅 데이터를 활용한 새로운 가치 창출, 고용 형태 다변화 - B2B서비스의 촉진으로 중소기업의 경쟁력이 강화되고 창업도 활성화
업무 환경	일-가정 양립	- IT와 생산체계의 결합으로 업무 유연성이 확대 - 도심형 생산으로 일-가정 양립에 긍정적 영향

자료 : Securing the future of German Manufacturing Industry: Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0, (BMBF, 2013), (독일의 창조경제: Industry 4.0의 내용과 시사점, (현대경제연구원, 2013) 재인용)

- 'Industry 4.0'의 진행이 너무 늦어지면서 초기 접근방법의 실패로 평가되었고, 특히 표준화에 대한 합의가 지연되면서 독일은 2015년 4월 정부 주도의 실용화를 목적으로 하는 '플랫폼 인더스트리 (Plattform Industries) 4.0'으로 전환함
- 경제통상부와 교육과학부 주도 하에 관련 협회뿐만 아니라 더 많은 기업들이 참여하여 추진되었으며 그 결과 표준화를 포함한 다양한 문제에 대해 보다 빠르게 대처할 수 있게 되었음

<표 2-7> 기존의 Industry 4.0과 Plattform Industries 4.0 비교

	Industry 4.0	Plattform Industries 4.0
주체	산업협회 (BITKOM, VDMA, ZVEI)	경제통상부와 교육과학부
형태	‘연구 어젠다’ 중심. 독일의 국가 차원의 미래첨단기술전략 10개 핵심 주제에 포함	정부기관 책임 하에 산업, 노조, 연구 기관이 함께 참여하는 현 정부 핵심 추진 과제
핵심 추진 과제	인더스트리 4.0 개발/발전 및 적용 전략 도출	구 인더스트리 4.0의 적용전략 제안을 바탕으로 5개 핵심 분야로 세분화, 각 분야별 실제 적용 가능한 결과물 도출 - Reference architecture 및 표준 - 연구 및 혁신 - 연결된 시스템에서의 보안 - 법적, 정책적 조건 - 인력 육성, 교육
목표 결과물	인더스트리 4.0 실행 기획안 2015년 4월 적용전략 제안문서 발표	각 핵심 분야에서 손에 잡히는 결과물 도출 2015년 11월 19일 정부 주최의 IT 최고정책회의(IT Gipfel)에서 1차 결과물 발표

자료 : BMWi (경제통상부), (다시 시작하는 인더스트리 4.0,(포스코경영연구원, 2015), 재인용)

나. 일본

- 일본은 경제를 다시 한 번 부흥시키기 위한 「일본재흥전략2015」에서 처음으로 제4차 산업혁명에 대한 직접적인 언급이 이루어졌으며, 이를 담당하는 전문 조직을 설치
- 세계 최첨단 IT 국가 창조선언 등 정부 차원의 ICT 전략을 수립, 추진 중에 있으며 일본이 강점으로 하는 로봇기술을 적극 활용하는 제4차 산업혁명 대응전략을 발표

[그림 2-4] 일본의 제4차 산업혁명 대응전략

자료 : 제4차 산업혁명 선도를 위한 과학기술 ICT기반 국가정책방안연구(과학기술정보통신부, 2016)

[그림 2-5] 향후 경제·사회 시스템 설계 관점

자료 : 제4차 산업혁명 선도를 위한 과학기술 ICT기반 국가정책방안연구(과학기술정보통신부, 2016)

- 일본의 경우 단순히 한 부처나 특정산업에 대한 육성 차원에서 4차 산업혁명을 대응하지는 않고 있으며, 메카트렌드로서 변화를 인식하고 경제 사회 전반의 시스템에 미칠 영향을 면밀히 검토하도록 하고 있음
- 또한 고용, 지역경제, 교육, 사회보장, 재정 등 다양한 부문에서의 파급효과를 점검
- 경제 사회 문화적 측면에서 활로를 찾기 위해 정부와 민간부문이 협력할 수 있도록 대처

다. 한국의 대응과 한계점⁶⁾

1) 주요 대응 현황

- KDI (2016)의 분석에 따르면 현재 한국의 산업구조는 하드웨어 기반형 산업구조에서 소프트웨어 기반형 산업구조로 변화되는 변곡점에 위치하고 있음
- 선진공업국의 경우 산업구조의 전면적 전환을 성공적으로 극복한 바 있지만 한국의 경우 하드웨어 기반형 산업화에 성공함에 따라 기존 산업구조를 청산하고 신(新)산업구조로 진입하는 과정이 늦어지면서 흐름의 변화에 적극적으로 대응하지 못하고 있다고 봄
- 서비스업 중심의 신속한 산업구조 전환으로 기존의 경제성장 추세를 유지하고 있는 싱가포르와 한국의 상황을 비교하면 다음의 표와 같음

<표 2-8> 한국과 싱가포르의 경제성장률 및 서비스산업 비중 비교

	성장률		서비스산업 비중	
	1992~2002	2003~2013	2003	2013
한국	6.5%	3.8%	58.5%	59.1%
싱가포르	6.2%	6.3%	66.7%	74.9%

자료 : 제4차 산업혁명과 한국경제의 구조개혁. (한국개발연구원, 2016.10)

6) 4차산업혁명과 한국의 구조개혁 (KDI, 2016)의 내용을 바탕으로 보완 작성함

- 세계경제포럼(WEF)의 국가경쟁력 자료에 따르면 한국은 노동, 금융 등 자원의 효율적 배치에서 매우 낮은 평가를 받아 비교가능 국가 중 최하위인 25위로 4차 산업혁명 시대에 진입하기 위한 준비가 미흡한 것으로 평가됨

2) 한계점

○ SW산업의 취약

- 4차 산업혁명에 대비하기 위한 모바일 통신, 반도체, 연료전지 등 하드웨어적인 요소는 세계적인 수준을 달성하였으나 소프트웨어산업의 경우 기업경영, 산업구조, 교육체계 등 조직적 결합의 장애로 인해 매우 취약한 상황
- 특히 소프트웨어 등 무형 지적자산 거래규범이 정립되지 않은 상황은 우수인력의 소프트웨어 분야 기피 현상을 유발
- 우수인력을 양성하기 위한 교육기관의 경우에도 교과목 편성의 경직성으로 인해 소프트웨어분야 과목 증설이 어려워 인력부족 문제가 가중

○ 폐쇄적 수직계열화

- 조립·가공 산업 위주의 경제구조에서 피라미드형의 수직적 기업간 분업구조는 경제성장의 원동력으로 작용하였으나, 4차 산업혁명의 특성인 유연한 수평적 결합과 해체에는 장애요인으로 작용
- 또한 폐쇄적인 분업구조는 중소기업체의 기술혁신 노력에 부정적인 영향을 끼치는 것으로 판단

○ 과도한 규제

- 산업에 활용할 수 있는 수요와 관련된 데이터를 확보하기 위해서는 개인정보 접근이 불가피 하나, 개인정보 보호를 이유로 개인정보에 대한 접근이 차단
 - * 이와 관련하여 선진국에서는 개인정보 접근을 허용하되 유출사고 발생 시 기업에 무한책임을 부과하는 등의 대비책을 마련
 - * 만약 이러한 방식으로 규제가 완화된다면 개인정보 활용 기업은 보안 소프트웨어 개발에 투자를 강화할 것이고, 보안산업 분야 기술혁신에 긍정적인 영향을 끼칠 수 있을 것으로 추측

○ 주입식 교육

- 4차 산업혁명 시대에 접어들면서 대량생산방식이 쇠퇴함에 따라 창의적 교육의 중요성이 강조
- 한국의 경우 창의적 교육체계가 발전하지 못하고 있는 실정이며, 고등교육 부문에서의 새로운 혁신이나 창의력 향상을 위한 획기적인 대책은 찾아보기 어려움

○ 사회적 합의 도출

- 규제와 정책지원은 정부주도의 성장을 가능하게 하는 요인이지만 민주화로 인해 다양한 사회구성원이 정책결정과정에 참여함으로 인해 이해관계자들 간의 대립으로 정책도입이 지연되고 있는 상황
- 사회적 합의의 공론화 과정을 통해 공감대를 조성하고 반대세력과 이해관계를 절충하는 등의 노력이 필요

3) 대응전략

□ 제조업 경쟁력의 SW화

- 한국이 강점을 보였던 제조업 기반의 병행전략(HW+SW)을 구사하면서 SW 비중을 점진적 확대 전략
- 한국의 경우 제조업에서의 숙련된 인력이 존재한다는 것이 여타 선진국에 비해 강점으로 평가되고 있기 때문에 제조업 분야에서 체득한 경험들을 디지털화하여 SW 프로그램을 구성할 필요가 있음

□ 초기 수요의 확보

- 한국의 경우 벤처캐피탈(VC)이 취약하기 때문에 미국식의 투자에 의한 스타트업 성장보육만으로는 한계가 존재
- 정부 주도로 의료, 재난, 교육, 국방 등 부문별 재정에 의한 초기제품 구매를 확대할 필요가 있음

□ SW인력의 양성

- SW인력의 양성은 국가적 총력을 기울여야 할 가장 시급한 과제로 평가
- 단기적으로는 기업 현장인력의 SW 재교육을 강화하고, 중·장기적으로는 학교 현장에서 SW관련 교육을 강화할 필요가 있음

□ 구조개혁 추진 및 새로운 경제시스템 확립

- 4차 산업혁명의 핵심요소로 평가되는 유연성 제고를 목표로 노동, 금융, 교육 등의 개혁을 강력히 추진할 필요가 있음
- 글로벌화로 인한 시장 확대와 디지털화로 다수의 신산업 창출기회를 활용하기 위해 새로운 경제시스템을 확립하는 것이 중요

[그림 2-6] 4차 산업혁명에 대비하기 위한 새로운 경제시스템(예시)

자료 : 제4차 산업혁명과 한국경제의 구조개혁. (한국개발연구원,2016.10)

- 추후 추진될 R&D프로그램의 수행에 있어 필요한 특성 중 중요한 부분은 개발 목표와 시장성 등을 고려한 맞춤형 프로그램을 기획하고 기존에 진행되어 오던 ‘기초·응용·개발’등의 구분되어있던 R&D 개념에서 탈피해야 한다는 것임

- 변화하는 환경에 대응하기 위해 시장수요나 기술 동향에 따라 유연하고 신속적으로 사업을 운영할 수 있도록 해야 함
- 또한 운영 중인 프로그램이 실패할 경우에도 대처가 가능하도록 임시 계획을 만들어 수행할 필요가 있음

라. 시사점

- 한국은 한 세대 안에 선진국으로 진입한 유일한 국가로 한국의 문제점을 다른 나라의 선례에서 찾을 수 없음
- 정부와 시장(산업) 간의 관계는 바뀔 시점이 되었으며, 정부 정책과도 기존의 협력 관계가 아닌 더 밀접한 관계인 초연결성이 필요
- 인접 정책분야 간 통합이 필요하며, 과학기술 자원배분은 학문 분야별 안분 방식이 아닌 문제에 대한 해법에 따라서 정책 네트워크의 개방과 민관 파트너십 구축이 필요

[그림 2-7] 정책의 컨버전스 : 경계의 와해, 확장, 통합

자료 : 혁신생태계 조성을 위한 정부조직 개혁-통합형 정부조직, (2016 행정학회 동계 학술대회 발표자료, 최창용·박상욱)

- 기존의 전통적인 공공 R&D는 부문별 역할은 다음의 그림에서 나타내는 것과 같이 부문별 역할이 뚜렷하게 나타났지만 최근에는 이러한 분업구조가 와해되고, 각각의 역할이 혼재 되고 있음

[그림 2-8] 공공 R&D부분의 전통적 역할

자료 : 혁신생태계 조성을 위한 정부조직 개혁-통합형 정부조직, (2016 행정학회 동계 학술대회 발표자료, 최창용·박상욱)

[그림 2-9] 공공연구부분의 역할 변화와 전통적 분업구조의 와해

자료 : 혁신생태계 조성을 위한 정부조직 개혁-통합형 정부조직, (2016 행정학회 동계 학술대회 발표자료, 최창용·박상욱)

□ 통합적 과학기술혁신·산업정책이 필요한 이유는 과학기술혁신기반의 신산업을 육성할 필요가 있기 때문

○ 신산업 육성을 위해서는 사회 기술 시스템적 접근이 필수적

- 시스템 전환을 위한 기술들은 여전히 지속적인 연구개발투자가 필요하며, 연구개발, 인력양성, 산업진흥 및 기업지원, 표준 및 규제를 포괄하는 접근이 필요

- 기존의 R&D 투자나 관리방식으로는 새로운 변화에 주도적으로 대응하기 어려우므로 통합시스템을 민간과 정부가 협업 시스템하에서 집중적으로 개발하는 등 새로운 혁신을 연구프로그램 운영에 적용하여야 함

2.2. 국내 주요 R&D 프로그램 평가

2.2.1. 주요 R&D 프로그램의 성과와 한계

가. G7 사업의 성과

□ G7 사업의 경제적 효과에 대한 대표적인 연구인 STEPI(2013)에 따라 G7 사업을 중심으로 대형연구개발 사업이 우리나라 경제에 미친 영향을 살펴봄

○ 투입-산출 모형(IO Model)을 이용하여 산업연관 효과를 분석한 결과, 10년 동안 약 3조 6천억 원의 연구개발투자가 이루어졌으며 약 9조 3천억 원의 생산유발 효과가 발생하였고, 약 2조 6천억 원의 부가가치가 창출⁷⁾

□ 김승현(2013)은 G7 사업이 국가 경제 전체의 생산성에 영향을 미쳤다고 보긴 어려웠으나 개별 사업의 연구개발투자가 관련 산업의 생산성은 적게나마 향상시켰으며, 이를 통해 G7 사업의 개별 사업별 연구개발투자가 해당 산업의 생산성을 향상시켰다는 실증적 근거를 파악할 수 있다고 말함

7) 1995년 기준 금액임.

<표 2-9> G7 사업의 세부사업별 생산유발액 및 부가가치 유발액

사업명	연구개발 투자액 (억원)	생산유발 계수	부가가치 유발계수	생산유발액 (억원)	부가가치 유발액 (억원)
광대역종합정보통신망	7,334	1,566	0.910	11,486	6,676
HDTV	954	3,459	0.532	2,055	316
주문형 반도체	1,152	3,659	0.424	4,216	488
차세대 자동차	3,231	3,135	0.707	10,129	2,283
신의약및 신농약	1,521	2,618	0.712	3,982	1,082
차세대 평판표시장치	1,821	3,459	0.532	6,300	970
의료공학	1,231	2,582	0.752	3,178	926
초소형 정밀기계	725	2,582	0.752	1,872	545
고속전철	2,071	3,373	0.520	6,985	1,077
정보전자에너지첨단 소재	1,743	2,483	0.758	4,328	1,321
신기능 생물소재	2,098	2,584	0.692	5,422	1,453
첨단생산시스템	2,427	2,820	0.699	6,844	1,697
차세대반도체	2,316	3,459	0.532	8,012	1,233
환경공학	2,059	2,584	0.692	7,905	2,118
신에너지	704	2,156	0.730	1,518	514
차세대원자로	2,411	2,156	0.730	5,197	1,760
감성공학	488	2,115	0.867	1,032	423
차세대초진도 핵융합장치	1,064	2,156	0.730	2,294	777
합계	35,350	-	-	92,755	25,659

자료: STEPI(2013), 대형연구개발사업(G7) 종료 후 10년, 성과와 시사점

- 또한 STEPI(2013)은 G7 사업 참여 기업들의 수익률을 통해 순편익을 추정
 - G7 사업 참여 이전의 기술수준을 토대로 살펴본 G7 사업의 편익은 사업초기인 1992년에 3,400억 원이었으며 10년 동안 총 6조 정도의 편익을 발생
 - 그러나 사업 참여 이후 선진국대비 기술수준으로 평가한 편익은 1992년에 약 9천억 원에서 10년 동안 총 16조 정도의 편익을 발생시킨 것으로 분석

- 편익의 차는 사업을 통해 기술수준이 발전하면서 발생한 순편익으로 생각할 수 있으며 G7 사업이 산업 발전에 긍정적인 역할을 하였다는 근거가 될 수 있다고 보고 있음

<표 2-10> G7 사업 참여에 따른 순편익

(단위: 억 원)

연도	투입연구비	원천연구편익 (수준향상)	원천연구편익 (당초수준)	순편익 (기술수준향상에 따른 편익)
1992	2,007	9,048	3,412	5,636
1993	2,450	11,045	4,165	6,879
1994	3,184	14,353	5,413	8,941
1995	4,376	19,727	7,439	12,288
1996	5,399	24,339	9,178	15,160
1997	5,187	23,383	8,818	14,565
1998	4,662	21,016	7,925	13,091
1999	3,536	15,940	6,011	9,929
2000	3,205	14,448	5,449	8,999
2001	2,048	9,232	3,482	5,751
총계	36,054	162,531	61,292	101,239

자료: STEPI(2013), 대형연구개발사업(G7) 종료 후 10년, 성과와 시사점

나. 21세기 프론티어 사업성과 분석⁸⁾

1) 사업목표 달성도 부문

- 과학기술정보통신부는 2010년부터 2013년까지 총 16개 사업단을 평가(이하 '개별 사업단 평가')하였으며, 사업단 별 평가 점수는 최저 84점에서 최고 98.75점으로 평균은 92.9점임

- 자세한 점수는 아래의 표에 제시함

8) 감사보고서 -대형 국가연구개발사업 추진실태 - (감사원, 2016.3.), p.24-p.30를 참고하여 작성

<표 2-11> 개별 사업단 평가 점수

종료연도	사업단명	평가점수	사업단명	평가점수
2010	●●	85.6	◇◇	94
	◎◎	95	◆◆	88.6
2011	■■	84	▲▲	93.88
	△△	95.35	○○	91.63
2012	▽▽	97.14	☆☆	95.88
	▼▼	98.75	★★	93.96
	□□	95.71	※※	94.14
2013	◀◀	87.21	◁▷	95.95
평균	92.9			

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

- 개별 사업단 평가의 경우, 논문·특허 건수 등의 기술성 평가지표의 가중치가 기술이전 등 사업화 평가지표의 가중치에 비해 1.8~1.9배에 달하는 등 기초 연구의 성과를 중심으로 평가
 - 21세기 프론티어 사업은 기초·응용 연구뿐만 아니라, 실용화가 가능한 기술을 개발하는 것을 목표로 추진된 점을 고려하면 사업화 성과의 비율이 상대적으로 낮게 반영된 측면이 있음
 - 또한 21세기 프론티어 사업은 구체적인 기술개발목표를 설정하고, 이 목표를 달성하기 위해 추진된 사업이기 때문에 개별사업단이 당초 설정한 기술개발의 목표를 달성했는지 여부를 명확하게 평가하는 것이 중요
 - 하지만 측정가능한 성과목표가 설정되어 있지 않아 각 사업단의 연구목표 달성도를 평가 위원의 정성적 평가에 의존하는 등 평가에서 객관성 확보가 미흡했다는 지적도 있음
 - 2014년 실시된 ‘국가연구개발사업 종료평가’에서도 연구목표 달성도를 주요 평가항목⁹⁾으로 설정하였으나, 사업단별 세부 목표가 제시되지 않아 최종 목표 달성도를 확인하지 못한 한계도 지적된바 있음

9) 기획 당시 설정한 성과목표 달성도와 성과활용·확산계획에 대해 평가

2) 정량적 성과

가) 특허·논문

- 21세기 프론티어 사업과 유사한 성격과 규모의 대형연구개발사업은 1992년부터 2003년까지 진행된 ‘선도기술개발사업’(사업기간 10년, 투자액은 3조 6,000억 원)이 있음
 - 하지만 이 사업은 종료된 지 10년 이상이 되어 자료가 거의 없고, 이를 제외한 다른 사업은 목적·성격·규모 등이 각각 달라 비교대상으로 할 장기대형 연구개발 사업이 없음
- 특허 건수를 기준으로 할 경우 바이오신약장기사업 보다는 우수한 편이나 미래유망 파이오니아 사업(과기부 원천기술개발사업)에 비해서는 성과가 부진
 - 논문을 기준으로 평가할 경우에도 바이오 신약장기 사업 보다는 논문 건수가 많으나 미래유망 파이오니아 사업에 비해서는 부진한 것으로 평가할 수 있음
- 결론적으로 본 사업이 당초 목표로 했던 성과 목표가 분명할 경우 목표 달성도 또는 대표 논문이나 특허의 질적 평가를 통해 성과 평가가 가능할 것이나 본 사업의 경우 초기 기획부터 목표를 충분히 제시하지 않았고 사업 특성을 반영한 성과 지표 등도 제시되지 않았음

<표 2-12> 21세기 프론티어 사업의 학술적·기술적 성과

(단위: 건)

구분		특허등록			논문(SCI)		
		국내	해외	계	국내	해외	계
21세기 프론티어 사업	건수	3,143	644	3,787	1,180	9,789	10,969
	1억 원당 건수	0.22	0.04	0.26	0.08	0.68	0.76
바이오 신약장기사업	건수	-	-	147	-	-	662
	1억 원당 건수	-	-	0.16	-	-	0.72
미래유망 파이오니아사업	건수	-	-	506	-	-	1,750
	1억 원당 건수	-	-	0.35	-	-	1.20

주 : 1. 2012년 12월 31일 기준 자료

2. 1억 원당 건수: 투입된 정부출연금(21세기 프론티어 사업: 14,348억 원, 바이오신약장기사업: 913억 원, 미래유망 파이오니아사업: 1,457억 원) 1억 원당 성과 수

자료 : 감사대상기관 자료 재구성

나) 사업화 성과 분석

□ 과학기술정보통신부는 21세기 프론티어 사업의 경제적·사회적 성과로 34조 1,907억 원의 직접경제효과와 95조 8,182억 원의 생산유발효과, 560,224명의 고용유발효과가 있는 것으로 발표한 바 있음

○ 그러나 위의 과급효과산출방법의 타당성이 검증되지 않았고¹⁰⁾, 다른 연구개발 사업의 경우 이러한 방법으로 조사하지 않아 해당 양적 성과가 적절한 것인가에 대한 판단이 어려운 실정

<표 2-13> 21세기 프론티어 사업의 경제적·사회적 성과

(단위: 억 원, 명)

구분	직접경제효과				간접경제효과	
	이전기술의 경제효과	이전예상기술의 경제효과	기술인프라의 경제효과	소계	생산유발 효과	고용유발 효과
21세기 프론티어 사업	268,924	66,150	6,833	341,907	958,182	560,224

자료 : 감사대상기관 자료 재구성

10) 이전기술의 경제적 효과가 26조여 원에 달하는 것으로 되어있으나 구체적인 산출근거가 제시되어 있지 않아 타당성을 신뢰하기 어렵다.

① 기술이전율

□ 공공연구기관의 기술이전·사업화 조사 분석에 사용하는 기술이전율이란 기술이전 건수를 기술보유건수로 나눈 비율을 의미하며, 1년간의 기술이전율을 조사한 당해 연도 기술이전율과 다년간의 성과를 누적 조사한 누적기술이전율이 있음

$$\text{기술이전율} = \text{기술이전건수} / \text{기술보유건수} \times 100$$

□ 21세기 프론티어 사업이 10년간 계속된 장기대형국가연구개발 사업임을 고려하여 누적기술이전율을 사용하여 성과를 측정

○ 21세기 프론티어 사업기간 동안 생산된 기술의 수는 7,977건이며, 기술이전 건수는 545건¹¹⁾으로 누적기술이전율은 6.8%임

○ 이에 비해 2014년 기술이전·사업화 조사 분석 자료집에서 분석한 공공연구기관 (공공연구소 및 대학)의 누적 기술이전율은 17.2%로 21세기 프론티어 사업은 공공연구기관의 누적기술이전율보다 10.4%p 낮은 것으로 나타남¹²⁾

<표 2-14> 공공연구기관 누적기술이전 현황

(단위: 건, %)

구분		공공연구소(139)	대학(133)	합계(272)
누적기술 이전 현황	기술보유	153,836	94,411	248,247
	기술이전	28,292	14,502	42,794
	기술이전율	18.3	15.3	17.2

주 : () 안은 각 기관의 수

자료 : 감사대상기관 제출자료 재구성

11) 기술이전 건수(545건)에는 특허, 실용신안, 디자인 등 「기술의 이전 및 사업화 촉진에 관한 법률」 제2조 제1호의 “기술”이 모두 포함되어 있으나, 전체 기술 수(7,977건)는 특허를 출원한 기술만을 대상으로 하고 있어 실제 기술이전율은 6.8%보다 낮을 수 있음

12) 21세기 프론티어 사업의 누적기술이전율이 공공연구소의 누적기술이전율보다 낮은 사유는 첫째, 21세기 프론티어 사업이 불확실성이 큰 대형연구사업인 반면, 공공연구소의 사업은 비교적 불확실성이 낮고, 규모가 작은 사업이 포함되어 있어 해당 기술의 가치와 별개로 기술이전건수가 높게 나타날 수 있는 점, 둘째, 21세기 프론티어 사업이 종료된 지 2~5년 정도에 불과해 기술이전을 위한 충분한 시간이 확보되지 않은 점 등으로 추정됨

② 기술료

- 기업이 국가연구개발사업에서 발생한 기술을 정부지원기관 등의 연구기관에서 이전하거나 국가연구개발사업비의 지원을 받아 직접 개발 한 기술을 사용하는 경우 해당 기술을 보유하고 있는 연구기관 및 당해 연구개발 사업을 관리하는 연구 관리전문기관에 기술료를 납부하게 됨

- 한편 사업규모가 다른 연구개발사업과 비교하려면 기술료의 절대량이 아니라 투입된 정부 출연금 대비 기술료를 비교하는 것이 타당함

- 정부 출연금 1억 원 당 기술료 (이하 ‘1억 원 당 기술료’)를 비교지표로 설정하고 다음의 표 같이 과학기술정보통신부(구 미래창조과학부), 산업통상자원부 연구개발사업의 기술료를 비교하였음

<표 2-15> 부처별 연구개발 사업 기술료 징수액 현황

부처	연구개발 사업*	연구관리 전문기관	정부출연금 (억 원)	기술료** (백만 원)	1억 원당 기술료 (천원)
과학기술 정보통신부	미래유망 파이오니아 사업	한국연구재단	1,457	660	453
과학기술 정보통신부	바이오신약장기사업	한국연구재단	913	1,632	1,787
과학기술 정보통신부	21세기 프론티어 연구개발사업	한국연구재단	14,348	65,976	4,598
산업통상 자원부	항공우주부품기술개발사업 등 26개 사업	한국산업기술 평가관리원	5,849	40,682	6,955

주 : * 미래유망파이오니아 사업 등 3개 사업은 전체 사업기간 성과, 항공우주부품기술개발사업 등 26개 사업은 2012년~2014년 3개년 기준

** ① 정부출연연구기관·대학 등에서 기술을 개발한 뒤 기업에 이전하면서 받는 금액과, ② 기업이 직접 연구개발에 참여하여 기술을 개발하고 개발된 기술을 자가 실시하면서 연구관리전문기관에 납부하는 금액으로 구성되어 있으나, 산업통상자원부 사업은 ① 금액을 별도로 집계하지 않고 있어, ② 금액만 산정함

자료 : 감사대상기관 자료 재구성

- 21세기 프론티어 사업의 경우 1999년부터 2013년까지 과학기술정보통신부 등 정부기관에서 투입한 총 출연금액은 1조 4,348억 원이며, 기술이전 계약 등을 통하여 납부 된 기술료는 2014년 6월 현재 659억 원으로 1억 원 당 기술료는 약 459만원임
- 과학기술정보통신부에서 추진한 바이오·신약장기 사업에 비해서는 높은 수준이나 한국산업기술평가관리원에서 관리하는 항공우주부품개발사업 등의 26개 사업의 평균인 659만원¹³⁾에 비하면 낮은 수준¹⁴⁾에 그치고 있음

다. 글로벌프론티어사업 성과 평가

1) 주요 연구성과

- 2016년 11월 현재까지 사업단별 홈페이지 등을 통해 공개된 주요 성과¹⁵⁾는 다음 <표 2-16> 과 같음
- 단계평가는 총 9년의 연구기간 중 3회 실시하는 것을 원칙으로 하며, 평가 항목에는 논문, 지적재산권, 기술 이전 실적 등이 있음
- 글로벌프론티어 사업의 경우 대부분이 사업단이 현재 진행 중에 있으며 최종성과가 정리되는 마무리단계인 2020년 내외가 되면 대략적인 정량 연구 성과가 정리될 수 있을 것으로 보임

13) 위 26개 사업은 기업이 직접 연구개발비를 지원받아 개발한 기술을 자가 실시하는 경우 연구관리전문기관에 납부하는 기술료만 집계되어 있고, 기업이 출연연구기관 등에서 개발한 기술을 이전받는 경우 납부하는 기술료는 포함되어 있지 않음

14) 21세기 프론티어 사업의 기술료 수입이 산업통상자원부의 사업에 비해 상대적으로 낮은 사유는 산업통상자원부의 사업이 대부분 개발단계 연구로 기술이전이 용이하기 때문인 것으로 추정됨

15) 성과 평가 등을 위해 제출된 자료는 공개되지 않아 공식홈페이지 등을 활용하여 사업단별 성과 자료를 수집함

<표 2-16> 글로벌프론티어 사업 참여 성과 현황

과제명	논문	지적 재산권	학술대회 논문	기술이전	홈페이지
의약바이오 컨버전스	189				http://biocon.re.kr/ 2016년 11월 18일 현재
실감교류 인체 감응 솔루션	88	56	106	18	http://www.chic.re.kr/
차세대 바이오매스	53	33		12	https://www.biomass.re.kr:4446
멀티스케일 에너지시스템	411 국내(3) 국외 (408)	특허출원(177) 특허등록(29)			http://multienergy.re.kr/
나노기반 소프트일렉트로닉스	1042 SCI (1009) 비SCI (33)	특허출원(294) 특허등록(79)			http://www.case.re.kr/
스마트IT 융합 시스템	539 SCI(491) 비SCI (48)	특허출원(601) 특허등록(186)		12	http://kor.ciss.re.kr/
지능형바이오 시스템 설계 및 합성					http://www.syntheticbiology.or.kr/
하이브리드 인터페이스 기반 미래소재	206	특허출원(56) 특허등록(7)		6	http://www.gfhim.re.kr/
바이오나노 헬스가드	187	92			http://www.h-guard.re.kr/
파동에너지 극한제어	166	특허출원 91		3	http://www.camm.re.kr/

자료 : 각 사업단 홈페이지(2016년 11월 18일 조회)

2) 글로벌프론티어 사업성과 관리 시스템 평가

가) 성과관리 현황

- 글로벌프론티어 사업은 선도형 R&D를 통한 경제·사회적 성과 창출을 위해 연구단 운영의 자율성을 부여하고 연구 성과의 활용·확산을 지원하기 위해 연구단을 별도법인으로 설립하였으며 '4G' 철학에 입각하여 자율적으로 운영
 - 또한 정부지원 종료 이후에도 기술사업화 등을 효율적으로 추진하고 있음
 - 연구단에서 개발한 우수 연구성과(우수기술)에 대해 전문가(변리사 등)를 활용하여 수요기업 발굴, 기술이전 협상·계약 등을 지원하고 있음

<표 2-17> 글로벌프론티어 사업의 운영 철학(4G)

‘무엇을’	Ground-breaking	10-20년 뒤 미래를 위한 한계돌파형 혁신 원천기술개발
	Growth	경제성장, 신시장 창출에 기여할 수 있는 기술개발
‘어떻게’	Group	공통 목표 달성과 시너지를 위한 대규모/다학제 집단연구
	Global	해외과학자와의 연구협력, 글로벌 스탠더드 평가

자료 : 보도자료(과학기술정보통신부, 2015.7.8.)

- 현재 적용되고 있는 「글로벌프론티어 운영관리지침」 제6조의 2항(성과의 활용 등), 제19조(연구개발정보 등록·관리), 제21조(후속지원)에 연구성과의 등록과 활용에 대한 조항이 명시되어 있음

<표 2-18> 「글로벌프론티어 운영관리지침」 상의 연구 성과 관련 사항

제6조의 2(성과의 활용 등) 장관은 글로벌프론티어사업 연구성과의 효율적인 활용 및 확산을 위해 연구성과실용화진흥원에 다음 각 호의 업무 일부 또는 전부를 위탁할 수 있다.

1. 연구단 연구성과의 이전·활용 지원
2. 연구단 성과의 추적조사
3. 사업 성과분석 및 홍보
4. 기타 장관이 정하는 사항

제19조(연구개발정보 등록·관리) ①연구단 및 협동연구기관은 최초 과제 협약 후 30일 내에 연구개발정보를 전산시스템에 입력하여야 한다.

②연구단 및 협동연구기관은 과학기술기본법 제12조제3항에 의한 국가연구개발사업 조사·분석·평가 자료를 다음해 1월 31일까지 제1항의 전산시스템에 입력하여야 한다.

③연구성과의 추적조사 및 이전·활용 촉진을 위해 연구단은 협동연구기관으로 하여금 참여인력, 연구성과, 연구보고서 등 연구성과 정보를 제1항의 전산시스템에 주기적으로 입력하도록 할 수 있다.

제21조(후속지원) 장관은 종료되는 연구단의 성과 활용·확산을 촉진하기 위해 다음 각호의 사항을 포함하는 후속지원방안을 마련하여 지원할 수 있다.

1. 우수·유망기술의 후속연구
2. 연구관리전문인력 및 국제연구개발네트워크 활용방안
3. 인프라 활용 방안
4. 그밖에 장관이 후속지원방안에 포함할 필요가 있다고 인정하는 사항

자료 : 글로벌프론티어사업 운영관리지침(개정 2016. 1. 29)

나) 평가

□ 전반적으로 성과관리 사후관리 근거나 후속사업 등에 대한 일반적인 지원 근거만을 규정하고 있을 뿐, 구체적인 성과 사후관리 지침이나 세부 내용에 대한 충분한 규정이 미비함

○ 또한 글로벌프론티어 사업을 통해 얻은 연구 성과의 귀속에 대한 사항이 명시되어 있지 않고 기술이전이나 사업화 관련 지원 내용도 미흡한 실정임

① 초기기획의 준비 부족

□ 글로벌프론티어 사업은 기획단계부터 ‘기초 원천연구 투자 확대’라는 목표 하에 진행된 것으로 종료 단계 이후의 성과관리나 사업화 등에 대한 충분한 고민이나 연계 방안 없이 사업 계획이 수립

○ 기업이나 시장 수요에 대한 충분한 점검이나 파악 없이 대형 과제가 기획되어 연구성과가 민간부분에서 활용되지 못하거나 연구로만 끝나고 있어 투자 대비 성과가 부족하다는 비판이 지속되고 있음

○ 특히 사업화 단계까지 포함한 전(全)주기 사업 기획을 했던 21세기 프론티어 사업의 경우에도 사업성과의 이전이나 사후관리 부실로 감사원 평가에서 상당한 비판을 받은 등 한계가 도출된 바 있음

□ 대형 사업단별 성과 목표 및 지표의 구체화가 이루어지지 않아 성과 및 목표 관리가 충분히 이루어지지 못하고 있음

○ 사업단장에게 세부과제 기획 선정을 결정하도록 하는 등 권한을 크게 강화 하였음에도 이에 대한 적절성을 감독하는데 한계가 존재

○ 사업단별 독립적인 과제 평가, 관리, 정산을 실시하는 제도를 운영하고 있으나 전문성, 객관성 부족으로 지속적인 문제가 발생하고 있음

② 글로벌화의 부진

- 글로벌 수준의 최고 과제를 선정하고 해외 전문가들이 중심이 되어 사업을 선정, 준비한다는 당초의 기획 의도가 충분히 반영되지 못하고 있음
- 세계적인 수준의 연구주제나 기술개발 등이 이루어지지 않고 시장을 고려한 사업기획이나 국제적 협력 연구 개발이 진행되지 않고 있음
- 단계평가를 실시하여 하위 과제를 과감하게 퇴출하는 제도를 운영하고 있으나 객관적인 평가가 이루어지지 못해 제도가 유명무실화 되는 등 온정적인 평가가 지속되어 우수한 연구 성과 확보에 한계가 있음

③ 연구주체별 성과 관리 시스템 미도입

- 글로벌프론티어 사업의 경우 10개 사업단 중 7개가 대학에서 연구를 수행하는 등의 연구자 중심의 대형 과제로서의 한계가 있음
- 대학의 경우 논문이나 양적 특허 중심의 평가가 보편화 되고 있고 기술사업화에 대한 인식이나 체계적인 준비가 부족한 상황
- 사용자인 산업계의 참여 없이 연구자 중심으로 개발을 완료한 후 수요자를 찾는 방식의 성과 이전 방식으로는 연구 성과의 충분한 활용이 어려우나 이를 보완하기 위한 제도적인 개선이 이루어지지 않고 있음

라. 미래유망원천기술사업

- 현재 진행되고 있는 미래유망원천기술개발사업은 크게 8가지 세부사업으로 구분할 수 있고, 이 세부사업의 사업목적, 지원분야, 지원대상, 지원유형, 지원기간, 지원규모를 다음의 표에 제시하였음
- 미래유망원천기술개발사업은 길게는 2004년부터 짧게는 2016년부터 지원이 시작되어 중장기적인 시각으로 투자가 이루어지고 있는 사업으로 아직 평가가 이루어지기에는 한계가 있음

- 미래유망원천기술개발사업은 크게 사회이슈와 관련된 사업과 새로운 기술을 개발하기 위한 사업으로 나누어 볼 수 있음
 - 사회이슈와 관련된 사업에는 에너지·환경기술개발, 공공복지안전연구개발, 사회이슈해결형연구, 재난재해대응기술개발 사업이 있고
 - 새로운 기술을 개발하기 위한 사업에는 바이오·의료기술개발, 나노·소재기술 개발, 첨단융합기술개발, 차세대정보·컴퓨팅기술개발 사업이 있음
- 사업의 지원대상이나, 지원유형, 지원기간이 사업별로 다양하게 구성되어있고, 또 같은 사업내에서도 지원기간을 다양하게 설정하게 함으로써,
 - 원천기술개발이라는 특성을 고려하여 충분히 연구·개발이 이루어질 수 있는 환경을 제공하기 위해 노력하였음을 볼 수 있음

<표 2-19> 미래유망원천기술개발 사업비교

	바이오·의료기술개발1)	나노·소재기술개발2)	첨단융합기술개발3)	에너지·환경기술개발4)	차세대정보·컴퓨팅기술개발	공공복지안전연구개발	사회이슈해결형연구	재난재해대응기술개발
사업목적	차세대 바이오·의료 기술개발 및 전통천연물 기반 융복합원천기술개발	나노기술의 선도적발굴을 위한 기초원천기술 개발	융합형 신제품·서비스 개발	차세대 에너지개발 및 기후변화 대응 원천기술 개발	기존 IT분야 R&D와 차별되는 SW 기초·원천기술 개발 및 인력양성	고령친화, 장애극복, 사회·재해안전 분야의 핵심 원천기술 개발	국민 생활과 밀접한 사회문제 해결	재난안전분야 기술 및 서비스 개발
지원분야	바이오기반기술 및 인프라구축	나노·미래소재기술개발 및 인프라구축	전체분야	신재생에너지, 핵융합기술, C1가스 등 에너지 분야	시스템 SW, 정보보호, SW공학 등 5대 SW 분야	이공분야	과학기술 분야(사회문제 해결형기술, 격차해소기술)	재난감지·예측·대응기술 분야
지원대상	대학, 출연연, 기업, 연구자, 연구소, 병원	산·학·연 연구자,	출연연, 대학, 기업, 연구단, 산·학·연 연구자	대학, 정부출연연, 이공분야연구자, 기업, 사업단	대학, 정부출연 및 민간연구소 연구원	이공분야 산·학·연 연구자	사업단(산·학·연 연구자)	사업단(산·학·연 연구자)
지원유형	공동/개인(단독)연구소/	연구팀/연구소/연구단/개인	연구단/전문가단/센터	개인(단독)/공동/사업단	연구팀	연구단	사업단	사업단
지원기간	사업에 따라 다양함(5~10년/연구소재 지원사업,	사업에 따라 다양함(5~6년/인프라구축	사업에 따라 다양함(4~6년/글로벌프론티	사업 및 지원대상에 따라 다양함(개인	5년(3+2)	5년(3+2)	3년(1+2), 2년	2년

	한국파스퇴르 연구사업은 계속사업)	사업의 경우 계속사업	어사업 9년(2+3+4))	의 경우 1~3년, ITER5)사업 의 경우 16년)				
지원규모	사업/과제별 로 다양함(과제 당1~60억, 사업단별 70~100억, 연 1~9억)	사업/과제별 로 다양함	대부분의 사업이 연간 10억원 이내/ 글로벌프론티 어 사업은 연구단별 50~150억원	사업 및 지원대상에 따라 다양함 (개인의 경우 연간 100만원 이내, C1가스리파이 너리사업 1,415억 원)	10억원 내외 /과제	연구단별 5~15억원 내외 /연	(생활환경 분야) 20~30억 내외, (격차해소 분야) 5억 내외	20~30억 내외
비고								2016년부터 사회문제 해결형 기술개발사업 에서 분리하여 추진

주: 1) 14개의 세부사업이 속함
2) 5개의 세부사업이 속함
3) 글로벌프론티어사업을 포함하여 11개의 세부사업이 속함
4) 6개의 세부사업이 속함
5) 국제핵융합실험로 공동개발사업(International Thermonuclear Experimental Reactor)

자료: 과학기술정보통신부(2016), 2016 사업현황보고서

마. 국내 주요 R&D 프로그램의 한계 및 시사점

- 최초의 대형 R&D 사업이었던 G7 사업 추진과정에서 주로 문제제기가 되었던 것은 기관 내에서 많은 인적 물적 자원을 사용하고 있으나 독립성이 보장되지 않아 원활한 사업 운영이 어렵고 사업결과의 지속적인 이전 등을 보장 받기가 어렵다는 점이었음

- 반영하여 후속사업인 21세기 프론티어사업에서는 기관에서 독립적인 형태의 사업단을 구성하고 단장의 경우 연구 보다는 사업 총괄이나 조정 등에 전념할 수 있도록 하였음

- 글로벌프론티어 사업에서는 연구전문가인 단장들이 실질적으로 연구활동을 하지 못하도록 하는 문제점에 대한 보완 요구가 있었으며 이를 개선한 연구단 방식의 사업 운영제도가 도입

- 그러나 연구단 또는 사업단 방식의 경우 폐쇄적인 사업 운영에 대한 문제점이 지속적으로 지적
 - 사업 운영과정에서 객관적인 평가 등을 거쳐 과제의 퇴출이나 신규 과제가 도입되는 등 신속적인 운영이 이루어져야 하나 온정적 평가가 이루어지고 단장의 지나친 권한 사용 문제 등이 드러남

- 새롭게 도입되는 신규 R&D 프로그램에서는 무조건적으로 연구단 또는 사업 방식 적용을 의무화하는 것은 지양

- 민간부문과의 협력을 추진하면서 시장의 여건이나 새로운 기술 및 경제사회적 변화를 반영하는 등 새로운 환경에 유기적으로 반응할 수 있는 독자적인 사업운영 시스템을 새롭게 마련하여 도입하는 방안을 검토
 - 민간기업 및 대학, 연구소 등이 모두 참여하고 재원을 출연하는 대형 R&D 사업의 경우 일률적인 관리 규정이 아니라 사업특성 등에 맞게 계약 내용을 협의하고 이에 근거하여 사업 운영이나 관리 방식을 정하는 방식도 고려할 수 있을 것
 - 세부과제들의 경우 단기 과제 방식으로 진행된다면 별도의 관리 기구를 두지 않고 연구재단 등에서 일반 과제 관리 차원에서 평가 및 사후관리를 대행하는

대안도 검토할 수 있음

- 기업이 참여하는 단기과제들의 경우 중소기업 혁신개발사업과 유사하게 단기 사업 관리 방식 적용도 필요

2.2.2. 정부 R&D 시스템 점검결과¹⁶⁾

가. 혁신전략 추진개요

- 정부 R&D를 선도적으로 전환하기 위해 R&D 시스템 뿐 아니라 교육, 인력양성, 성과확산 등 전 분야에서 혁신전략 수립
 - (R&D시스템 혁신) 산업화 시대의 추격형 R&D 시스템을 전면적으로 혁신하기 위해 범부처 합동으로 정부 R&D 혁신방안 수립·추진
 - 창조경제 실현을 위한 정부 연구개발시스템 혁신방안('14.7), 제1차 정부 R&D 혁신방안('15.5), 제2차 정부 R&D 혁신방안('16.5) 등
 - (대학교육 혁신) 현장맞춤형 공학인재 육성 및 우수 해외인재 확보 등을 위해 공대혁신방안 및 해외우수인재 유치·활용방안 수립·추진
 - 해외 우수인재 유치활용방안('14.1), 공과대학 혁신방안('14.4, '16.7) 등
 - (성과혁신) R&D 성과의 확산을 촉진하고 정부 R&D 사업·과제 등의 평가를 질 중심으로 전환하기 위해 성과평가 개선방안 등 수립·추진
 - 국가연구개발 성과평가 개선 종합대책('13.10), 정부 R&D 특허성과 관리 강화방안('14.11), 기초·원천 연구성과 확산 촉진방안('16.6), 국가연구개발 과제 평가 표준지침 개선방안('16.12) 등
- 이와 함께 혁신과제의 조속한 이행 및 현장착근 강화를 위해 민간점검단 구성·운영, 장·차관 현장방문, 현미경 점검¹⁷⁾등을 실시
 - 정부의 예산·행정조치 이후에도 전문관리기관 운영지침 개정, 사업계획 반영 등이 필요한 과제에 대해 이행현황 점검 및 홍보
 - 정부 R&D혁신 점검 민간자문위원회 구성·운영('16.8~9), 관계부처 장차관

16) '정부 R&D혁신 점검결과 및 향후추진계획(안) (관계부처 합동,2017)'을 참고하여 작성

17) 정책 현장(現場)을 찾아가서 작은 문제(微)까지 끝까지 찾아서 바꿈(更): 과학기술적 발견의 기초방법론을 정책 추진에 적용하여 근본 원인을 살펴 봄

현장방문(예시: 미래부 장관 7회, 차관 9회('16)), 현미경 점검(미래부, '16.11~)

- 이를 통해 그동안 정부 R&D 혁신 추진에 따른 연구현장과 R&D 시스템의 변화를 종합적으로 점검하여 정부 R&D 혁신을 지속시킬 수 있는 방안 모색

나. 시사점

- 연구주체별로 차별화된 혁신정책의 효과에 대한 기대 고조
 - 산·학·연 역할분담에 따른 맞춤형 R&D 체제를 구축하여 과제수주경쟁을 방지하고 연구몰입도 향상
- 특히 연구자 행정부담 완화에 대한 연구현장의 선호가 매우 높은 편
 - R&D 표준서식 간소화 등 연구자의 행정부담을 완화하여 연구몰입을 높이기 위한 정책추진의 효과를 연구자들이 체감하기 시작
 - 정부 R&D 혁신방안 설문조사 결과(미래부, '17.1) '표준서식 간소화'과제가 연구에 도움이 되는 정도 1위, 추진과제 우수성 4위로 조사됨
- 전문가들은 정부 R&D 투자의 전략성 강화에 대해서 긍정적으로 평가
 - 중장기 투자전략 수립, 국가전략프로젝트 선정·추진 등을 통해 R&D 투자의 선택과 집중을 강화하였다는 평가
- R&D 혁신 필요성에 대한 공감대를 확산하여 출연(연)의 자기주도적 혁신을 유도했다는 점도 고무적
 - 제4차 산업혁명 등 대내외적 여건 변화와 출연(연) 성과에 대한 요구 등을 고려하여 출연(연) '자기주도 혁신' 추진 중('16.8월~)
 - 출연(연) 스스로의 반성과 토의를 통해 출연(연) 성과제고를 위한 연구분야, 기관운영, 조직 등 혁신방안 제안

○ 출연(연) 자기주도 혁신 방향 :

- (운영혁신) 연구그룹 중심, 개방형으로 기관운영 개선
 - * 임무형·그룹형 대형원천과제 중심 전환으로 연구자당 과제수 축소, 연구그룹 성과와 기여도 중심으로 개인평가 개선 및 연구수당 차등화
 - * 결재라인 단축 등 연구행정 간소화 및 연구비 부정사용 ZERO화 추진
 - * 세계적 석학 등 최고 수준의 글로벌 인재를 개방형으로 채용·활용(개방형 임용직으로 공개 채용, 무정년 석좌제도 등의 인센티브를 제공)
- (연구혁신) 10년후 준비 프론티어 연구, 국가·사회적 문제 해결에 집중
 - * 전문 FFD¹⁸⁾ 중심으로 미래지향적·도전적 주제, 출연(연) 기획위원회, 산학연 공동연구협의회 등을 통한 사회이슈, 리스크 등을 발굴
 - * 출연(연) 간 융합연구 방식으로 대학, 기업, 글로벌 인재 등 관련분야 최고 수준의 전문가를 포함한 개방형 연구단을 구성·운영
- (산업혁신) 산학연 협력 활성화, 중소기업 지원 등 개방형 협력 강화
 - * 기술분야별 산학연 공동연구협의회, 특화플랫폼센터 운영, 중소기업연구소 유치 등 출연(연) 역량을 결집하여 산업혁신 지원

□ 그러나 R&D 시스템 효율화 관련 과제추진이 미진하다는 지적

- R&D 예비 타당성조사 제도개선, 과학기술씽크탱크 기능강화 등 법률개정과 이해관계자 조정이 필요한 과제들의 가시적 성과가 미흡
 - 1, 2차 혁신방안 추진과제로 관계부처 합의, 국과심 특위 구성 등을 통한 의 견수렴 등 추진 중

□ 또한 제4차 산업혁명 도래와 같은 환경변화에 따라 개방형 혁신 촉진 등을 위한 노력이 필요한 것으로 판단

- 제4차 산업혁명 등으로 인해 ‘개방형 혁신’의 중요성이 높아지고 있으나 우리나라 R&D 활동은 여전히 폐쇄적인 측면
 - 우리나라 기업들의 외부협력 활동, 개방형혁신에 대한 인식 등 개방형 혁신역량이 OECD 국가들 중 하위권(OECD STI Scoreboard 2015 등)

18) 프론티어 연구기획 책임자(Frontier Planning Director) 중심으로 전문 연구 기획단 구성

□ 최근 민간 R&D투자가 축소되고 있어 이에 대한 대응도 필요

- 최근 지속된 경기둔화로 인해 민간의 R&D 투자가 급격히 위축
 - 민간 R&D 투자 활성화와 함께 정부 R&D 투자의 성과제고를 위한 노력도 필요
 - 민간 R&D 투자 증가율 : ('11) 16.4% → ('15) 2.6%

다. 추가 보완사항

□ 기본방향

- 1, 2차 정부 R&D 혁신방안의 기존 과제들은 주기적 현장점검 등을 통해 현장에서 변화를 체감할 때까지 이행과 현장착근을 강화
- 민간 R&D 투자 활성화 등 추진현황 점검 시 지적된 사항에 대한 추가 보완 과제 발굴 추진

1) 기존 정부R&D혁신과제 이행 강화

□ 기존 혁신과제들의 현장착근 강화를 위한 전방위적 노력 지속

- 정부의 예산·행정조치 이후에도 전문관리기관 운영지침 개정, 사업계획 반영 등이 필요한 과제에 대해 이행점검, 홍보 등 추진
- 특히 연구현장의 관심이 높은 과제를 중심으로 '현장착근 강화 점검과제'를 선정하여 집중 점검

□ 정부 R&D 혁신방안 과제 추진현황

- 5대 분야¹⁹⁾의 38개 과제 중 예산반영, 계획수립, 지침개정 등 정부차원에서 이행이 가능한 예산·행정조치 30개 과제와 서식간소화 등 입법조치 4개 완료

19) ①대학, ②출연(연), ③기업, ④산학연 공통 제도개선, ⑤R&D 시스템 효율화

<표 2-20> 1, 2차 혁신방안 분야별·추진유형별 과제현황(총 38개)

추진유형 분야	예산조치	행정조치	입법조치	합계
대학	3/3	5/5	1/1	9/9
출연(연)	5/5	3/3	0/1	8/9
기업	3/3	5/5	-/-	8/8
산학연 공동 제도개선	-/-	2/2	3/3	5/5
R&D 시스템 효율화	2/2	2/2	0/3	4/7
합계	13/13	17/17	4/8	34/38

주: 1. 과제 추진현황, 과제내용 등을 고려하여 1, 2차 추진과제(총 58개)를 산·학·연 주체 등에 따라 총 5대 분야의 38개 과제로 정비

2. (조치완료 과제 수) / (총 과제 수)

자료: 정부 R&D 혁신 점검결과 및 향후 추진계획(관계부처 합동, 2017)

□ R&D 기획·관리 시스템 개선과제의 성과 고도화 추진

- 정부 R&D 예비타당성조사 개선 등 R&D 시스템 효율화를 위해 추진 중인 혁신방안 과제들을 제도화하여 성과창출 기반 확립
 - R&D 예비타당성조사 제도개선, 연구관리전문기관 운영 효율화, 연구비 관리 시스템 통합 등의 과제를 제도화

□ 대상과제별 추진방안

- (예비타당성조사 제도개선) 글로벌 기술경쟁 심화에 대응하여 R&D사업의 신속한 추진을 위한 예비타당성조사 개선방안 검토
 - 예비타당성조사 기간 단축, 대상기준 상향(현생 총사업비 500억원, 국고 300억원 이상), 경제적지표(B/C분석) 비중축소 등 종합 검토
 - 관계부처 공동 정책연구 추진(기재부, 미래부, 산업부 등)
- (연구관리전문기관) 운영 효율화를 위한 기능조정방안 마련
 - 각 전문기관의 설립 배경과 특성, 법률 개정, 지역별 입지 문제, 해외사례 등을 종합적으로 고려하여 단계적으로 접근
 - * 전문기관 효율화 방안 수립을 위한 기능재편 기준(안) 논의('16.12.26, 전문기관 효율화 특위)
 - 기능조정방안(안)의 실천 가능성 제고를 위해 관계부처, 과학기술계, 대상기관 등 이해관계자의 충분한 의견수렴 실시

- (연구비 통합관리시스템) 금년 내 집행 모니터링시스템 구축(1단계)과 연구비관리시스템 통합계획(2단계) 마련 완료
 - 4개 기관 연구비 집행 통합모니터링 시스템 시범서비스 오픈('17.12)
 - 분산된 연구비관리시스템 통합 구축계획 마련
 - * (1단계) 4개 기관 연구비 집행 통합 모니터링시스템 구축 → (2단계) 범부처 연구비관리시스템 통합

2) 민간 R&D투자 활성화

□ 배경 및 필요성

- 최근 주요국은 산업빅뱅시대의 글로벌 경쟁력 확보를 위해 R&D 투자를 대폭 확대하고 개방형혁신 촉진 시책을 강화
 - '16년도 주요국의 정부 R&D 예산 증가율(%) : 한국 1.1, 미국 8.1, 일본 14.5
- 반면, 우리의 경우 정부와 민간의 R&D 투자는 급속히 감소하고 있으며 폐쇄적 혁신을 고수하여 R&D 효율성도 저하
 - 정부 R&D 예산증가율 : ('12년) 7.6% → ('14년) 5.1% → ('16년) 1.1%
 - 기업 R&D 투자증가율 : ('11년) 16.4% → ('13년) 7.7% → ('15년) 2.6%
 - R&D 기업 중 외부 협력 기업 비율 : 한국 31%, 영국 77%, 일본 57%

□ 추진방안

- 정부 R&D투자는 기초·원천기술 등 민간 투자가 어려운 분야²⁰⁾에 집중하고 R&D 조세지원 등을 통해 민간 R&D 투자 확대 유도
 - 최근 조세지원제도 변화에 따른 현장의 영향을 분석하고 R&D 투자 유인 효과가 높은 제도를 중심으로 개선방안 검토
 - * 대기업 R&D세액공제율 축소(2~3% → 1~3% '17), 11대 신산업 세제지원 확대('16) 등
 - * 최근 미국, 일본 등은 R&D 조세지원 항구화, 세액공제율 상향 등 R&D 조세지원을 대폭 확대

20) 신산업 창출 관련 기초·원천기술 개발, 창업 및 일자리 창출분야, 사회적 현안 해결 등

- 산·학·연 협력, 인력·기술의 유동성 제고, 민간주도의 기술혁신투자 확대 등 기술혁신 생태계 전반의 개방화 촉진시책 강구
 - 공동 R&D, 개방형 R&D 세제지원(기술이전 등), 연구시설·정보의 개방, 연구 산업 육성 등의 세부시책을 마련하고 추진

3) 개방형혁신 촉진을 위한 융합 가속화

□ 배경 및 필요성

- 제4차 산업혁명 시대를 맞아 개방형 혁신이 급속도로 확산되고 있으나 우리나라는 주체 간 협력을 통한 혁신이 미흡하다는 지적
 - R&D 기획, 예산배분, 사업수행 전 과정에서 주체 간, 사업 간 융합 촉진 필요

□ 추진방안

- (부처 간 융합) 새로운 협업모델로서 ‘부처매칭형 사업’ 현장 착근
 - 다부처 협업이 필요한 R&D사업 수행 시 단일 사업과 운영체계를 구축하여 부처별 업무영역 구분없이 공동으로 추진('17~)
 - * (기존 협업모델) 부처 간 협의체를 중심으로 부처별 사업 및 관리기관 운영 → (부처매칭형 사업) 단일사업, 단일 관리기관을 중심으로 관계부처가 참여하여 사업비 분담
- (산업 간 융합) 서비스 R&D 투자를 확대하고 서비스 기업의 투자환경을 개선하여 융합 신(新)서비스 발굴 및 제조업+서비스 융합 촉진
 - 정부 R&D 중 서비스 R&D 비중을 '21년까지 '16년(3%) 대비 2배 확대
 - * 서비스 R&D:융합 신서비스 창출, 기존 서비스 혁신, 제조업-서비스업 융합 촉진 등을 위한 R&D
 - 서비스분야 기업부설연구소의 세제지원 차별을 해소하고 연구개발 서비스업을 활용해 중소·벤처기업의 비즈니스모델(BM) 개발 지원
 - * 기업부설연구소 연구·인력개발 비용 인정요건을 비이공계 및 지식기반서비스로 확대 하는 방안을 통해 서비스 분야 기업부설연구소의 세제지원 차별을 해소

- (기술-시장 연계) 공공기술과 시장 간 연계를 촉진하고 개방형 혁신을 통한 연구사업 활성화
 - 공공기술을 시장으로 전달하는 바톤존서비스 사업 추진('17년 신규)
 - 연구개발서비스업, 연구장비산업 등 개방형혁신을 촉진하는 연구산업 육성을 위한 생태계 조성전략 마련
 - * R&D와 연관되어 고부가가치를 창출하는 연구장비, 연구관리·용역 등 제반 사업을 통한 활성화

4) 선진형 R&D 관리기법 본격 적용

□ 배경 및 필요성

- 기존의 R&D 기획단계에서의 특허동향조사 만으로는 시장에서 권리성이 강한 IP확보와 급변하는 환경변화에 대한 신속한 대응에 한계가 있음
- 대형 프로젝트는 복잡한 활동들에 대한 과학적 이해와 활동별 다양한 자원(전문가, 예산 등)에 대한 종합사업관리²¹⁾가 성공의 필수 요건

□ 추진방안

- (IP-R&D 연계 강화) 대형 R&D사업 전(全)과정에 IP전략을 적용하고, 대형 R&D사업단에 IP활동을 총괄하는 CPO(Chief Patent Officer) 운영
 - 대형 R&D사업 전(全)과정: (기획) 연구개발 타겟 발굴 → (수행) 개념특허 출원, 무빙타겟, IP 포트폴리오, 최적 관리설계 → (활용) 특허 개량·패키징, 사업화 전략
 - 대형 R&D사업단: 4차 산업혁명 신기술 분야 대형연구단(50억원 이상)부터 우선 적용

21) 종합사업관리: WBS(Work Breakdown Structure)에 기반하여 시간, 비용, 인적자원, 의사소통, 위험요인, 조달, 이해관계자 등에 대한 종합적·체계적 관리

- (대형 R&D사업 관리체계 개선) 대형 연구시설·장비사업²²⁾에 종합사업관리 제도 적용 활성화
 - (사전계획 수립 의무화) 사업사전기획 시에 사업 특성에 맞는 종합사업관리 계획을 제시하도록 의무화
 - (실적 점검·평가) 예산편성 시에 종합사업관리 추진현황을 점검·보완하고 사업평가에서도 사업관리의 적절성을 주요 지표로 반영
 - (제도운영 기반마련) 단계별(기획-설계-건설-운영-종료) 효율적 관리를 위한 종합지침²³⁾과 연구비에서 관리비용을 조달할 수 있는 근거규정 마련

22) 총 사업지 200억원 이상 사업(단순구매·설치사업 제외), 200억원 이하 사업은 종합지침을 활용하여 사업담당부처 자율관리

23) (가칭)종합사업관리지침(안) 마련('17.12)

2.3. 해외의 혁신적인 R&D 프로그램

2.3.1. 마리 슬로도브스키 쿼리 프로그램²⁴⁾

가. 개요

- 마리 슬로도브스키 쿼리 프로그램(이하 MSCA)은 전세계 연구자나 기관을 대상으로 하며, 연구자들은 연구 분야나 인력교류 형태에 관계없이 혁신기술의 발전을 도모할 수 있음
- MSCA는 학술 및 비학술 기관을 통해 높은 수준의 혁신적인 연구 교육 프로그램과 지식 공유의 기회를 제공함
 - 본 사업은 연구자들에게 채용의 기회를 제공하고, 기술 이전, 기업가 정신 고취, 연구활동/프로그램 관리 및 지원, 지적재산권 관리, 윤리적 문제, 소통 등 다양한 부문에서 발전의 기회를 제공하고 있음
- MSCA는 연구자를 위한 우수한 채용 및 연구환경을 제공함
 - 예를 들어, 연구지원 선정 사업은 연구자의 성별에 관계없이 동등한 기회를 제공하는 방식으로 이루어져야 하는데, 이는 해당 연구 분야에서 과거에 존재했던 장벽들을 해소하기 위한 노력의 일환임
- 예산을 지원받은 연구자는 과학과 사회의 간극을 좁히기 위해 다양한 대외 활동을 수행할 의무를 가짐
 - 이는 연구자의 업적이 시민들의 일상생활에 미치는 영향에 대한 인식을 고취시키기 위함임

24) EC(2016), 유럽의 과학 기술 혁신

<표 2-21> 마리 슬로도브스키 쿼리 프로그램의 세부 프로그램

	개인연구자 지원	주관기관 지원	주관기관 지원	연구지원기관 지원
	IF (Individual Fellowships)	ITN (Innovative Training Networks)	RISE (Research and Innovation Staff Exchange)	COFUND (Co-funding of regional, national and international programmes)
목적	EU역내 및 해외에서 연구활동을 수행할 수 있는 우수 연구자	유럽 내 혁신연구 및 박사과정 지원 연구자 혁신기술 개발	다양한 국적 및 부분의 학술/비학술 기관간 교류 촉진 연구혁신의 국제활동 도모	연구혁신 분야의 우수인력 개발을 장려하기 위해 지역, 국가 혹은 국제프로그램 지원
지원가능 연구자	경력연구자 (국적무관)	신진연구자 (국적무관)	참여기관의 연구혁신 부분 관련 직원	박사학위 과정의 신진연구자 및 펠로우쉽 프로그램에 참여하는 경력연구자
지원가능 기관	대학, 연구소, 중소기업을 포함한 기업체 및 비학술기관	최소 3개 이상의 참여기관: 대학, 연구소, 중소기업을 포함한 기업체 및 비학술기관	최소 3개 이상의 참여기관: 대학, 연구소, 중소기업을 포함한 기업체 및 비학술기관	대학, 연구소, 중소기업을 포함한 기업체 및 비학술기관
지원방법	개발연구자가 주관기관을 통해 제출 선정된 연구자는 최대 2년까지 지원 (Global Fellowship의 경우, 복귀 후 1년간 추가 지원)	선정된 그룹은 연구자 생활비, 연구비, 교육 및 네트워크 관련 비용 등을 최대 4년간 지원	1~12개월 동안 개별연구자 교류를 통한 공동연구혁신 과제수행 과건 후 복귀한 직원은 학습결과를 보고해야 함	과제가 선정되면, 박사학위 및 펠로우쉽 프로그램을 운영하는 기관에 연구자 지원비용에 해당하는 일정한 예산 지원

자료: EC(2016), 유럽의 과학 기술 혁신

□ MSCA(MARIE SKŁODOWSKA-CURIE ACTIONS) 주요 내용

○ 참여연구자 혜택²⁵⁾

- MSCA 사업은 참여 연구자에게 새로운 혜택을 제공함
- 연구자들은 최소한의 수당을 받을 수 있음
- 유럽연합은 연구 분야에서의 활동이 매력적인 경력일 수 있도록 다양한 정책을 펴고 있음

○ 성공사례

- 뛰어난 MSCA 참여 연구자들은 세계 각지에 있는 최고의 연구그룹에 소속되어 과학과 사회에 지대한 영향을 미치는 성공적인 과제 수행에 크게 기여하고 있음

○ 국가연락관

- 국가별/지역별 연락관(National Contact Point : NCP)은 MSCA에 대한 다양한 정보를 제공하고 관련 활동을 지원함

○ 연구 책임 운영기관(Research Executive Agency : REA)

- REA는 유럽집행위원회내에 있는 총괄기관으로서, MSCA 관련 사업을 총괄 집행하는 역할을 함
- REA는 연구자의 프로젝트 수행 기간 동안 주요 연락 및 관리 기관이 됨

○ 주요 정의

- 교육기관(Academic Sector) : 학위과정을 제공하는 고등 공립 혹은 사립 학교, 연구 중심의 공립 혹은 사립 연구기관, 또는 유럽 관련 국제기관
- 비교육기관(Non-academic Sector) : 교육기관에 포함되지 않지만 Horizon2020 참여 규정에 부합하는 사회·경제적 주체. 사업체, 중소기업, 다국적기업 등 이익을 추구하는 기관일지라도, 연구활동에 관계되는 경우 참여가 가능하며, NGO, 공공단체, 정부단체, 자선단체 등도 참여할 수 있음
- 신진연구자(Early-stage researchers) : 연구경력이 4년(FTE²⁶⁾기준) 이하로, 주관 기관에서 채용(ITN, COFUND) 혹은 파견(RISE)될 당시, 박사학위를 수여 받지 못한 신진연구자

25) 관련된 사항은 다음의 보고서에서 보다 자세히 확인할 수 있음. the European Charter for Researchers 및 the Code of Conduct for Recruitment

26) FTE : Full Time Equivalent

- 경력연구자(Experienced researchers) : 연구계획서 제출(IF) 시, 혹은 주관 기관에 의한 채용(COFUND)이나 파견(RISE) 시, 박사학위를 소지하였거나 연구경력이 4년(FTE 기준) 이상인 연구자
- 인력교류 원칙(Mobility Rules) : 참여연구자는 과제계획서 제출(IF) 혹은 주관기관 채용(ITN, COFUND)을 기준으로 3년 이내에 12개월 이상 주관기관의 국가에서 활동(취업, 학업 등)을 수행했거나 거주하지 않아야 함. (단, 의무 병역 이행 혹은 휴가 등으로 인한 단기체류는 제외) 유럽 관련 국제기관 혹은 국제기구가 주관기관인 경우, 연구자들은 동일 기관에서 채용을 기준으로 3년 이내에 12개월 이상을 근무하지 않는 한 본 원칙은 적용되지 않음. 경력을 재시작(Career Restart Panel, IF)하거나 재통합(Reintegration Panel, IF)하는 경우, 연구자들은 과제계획서 제출 마감일을 기준으로 최근 5년 이내에 3년 이상을 주관기관이 속한 국가에서 활동을 수행하거나 거주하지 않아야 함
- 직원(Staff members, RISE) : 직원이란 신진 및 경력 연구자 또는 관련 프로젝트의 연구 혁신 활동을 지원하는 행정, 관리 혹은 기술직 직원을 의미함

□ [SECTION01] 차세대 연구자 교육(Training Future Generation of Researchers) : ITN(Innovative Training Networks)

○ ITN은 세 가지 세부 프로그램으로 이루어져 있음

① 유럽 학습 네트워크(European Training Networks, ETN)

- 교육기관을 포함하여 최소 세 명 이상의 파트너가 참여해야 하는 공동연구 교육 프로그램
- 연구자가 공동연구 프로젝트에 참여함으로써 다른 기관을 경험하고, 이전 가능한 기술을 개발하는 데 목적이 있음
- 참여기관은 적어도 세 개 이상의 유럽연합 회원국 혹은 준회원국에 설립되어 있어야 하며, 추가적인 참여는 전세계 모든 기관에게 열려있음

② 유럽 산업박사학위 과정(European Industrial Doctorates, EID)

- 박사 학위과정을 제공하는 한 개 이상의 교육기관과 한 개 이상의 비교육기관(기업 위주)이 참여하는 공동학위과정
- 각 참여 연구자는 박사학위 프로그램에 등록하고, 교육기관과 비교육기관에서 각각 선정된 지도교수에 의해 관리되며, 최소 50%이상의 시간을 이 과정에 할애해야 함
- 본 사업의 목적은 박사과정 지원자가 학위과정을 통해 공공 및 민간 부문에

서 필요로하는 기술을 개발하도록 하는데 있음

- 유럽연합 회원국 및 준회원국에 설립되어 있는 최소 두 개 이상의 기관이 참여해야 하고, 이외에도 국적에 상관없이 다양한 파트너 기관의 참여를 통해 교육 프로그램을 보완할 수 있음

③ 유럽 공동박사학위 과정(European Joint Doctorates, EJD)

- 세 개 이상의 교육기관이 네트워크를 구성하여 공동, 이중 혹은 다중학위를 제공
- 연구원의 공동지도 및 공동 관리 정책을 위한 의무사항
- 이 프로그램의 주요 목적은 유럽 박사학위 과정의 국제화, 분야별 교류활성화, 학제간 협력 활성화에 있음
- 유럽이 다양한 회원국 및 준회원국 참여를 도모하고 있으며, 비교육기관을 비롯하여 전세계 다양한 기관의 참여 또한 도모하고 있음

○ 비교육기관의 참여를 통해 연구자들이 학술 부문 이외의 교육을 받을 수 있도록 함

- 이를 통해 교육계와 비교육계간 상호 협력을 창출하고 지식이전을 활성화 시켜 연구 혁신의 우수성을 고양시키고자 함

○ 본 프로그램을 통해 모든 영역에 공통적으로 이전될 수 있는 핵심 기술에 대한 교육 모듈을 상당수 제공하도록 함

- 이를 통해 연구자들로 하여금 현재와 미래에 당면할 사회적 문제들을 다루기 위한 준비를 할 수 있게 해줌
- 이는 기업가 정신, 연구활동 및 프로그램의 운용 및 자금 지원, 지적재산권 관리, 윤리적 측면과 소통 등의 부분에 해당됨

○ 지원자격

- 공고 일정에 따라, 주관 연구기관이 과제계획서를 제출하도록 함
- 개인연구자는 EURACESS를 통해 그룹별로 게시하는 공고에 지원할 수 있음

○ 지원가능 분야

- EURATOM 협정²⁷⁾에 의해 지원되는 연구분야를 제외한 나머지 전 분야에 대한 지원이 가능함

27) 핵융합에너지 관련 연구분야는 Euratom협정(Euratom Treaty)의 article4 및 Annex I 을 참고

○ 예산활용 범위

- 연구자별 최대 3년간 채용 및 인력교류 관련 비용 100% 지원 가능(연구자들은 채용 계약에 의해 고용되며, 사회보장제도에 따른 혜택을 제공받을 수 있음)
- 연구비용, 교육비용 및 네트워킹 비용(국제회의와 같은 협력활동 개최비용 포함)
- 관리 및 간접비

○ 평가

- 모든 ITN과제는 공개경쟁을 원칙으로 하고, 사전에 기확정된 평가항목을 활용하여 투명하고 독립적인 제3자 평가(peer review)를 거쳐 선정됨

□ [SECTION 02] 연구경력 확대(Going Further in Your Research Career) : IF(Individual Fellowships)

○ IF 프로그램은 European Fellowship(EF)과 Global Fellowship(GF)을 통해 우수 연구자 교류를 지원함

- EF 및 GF 프로그램은 파급효과가 큰 유럽 역내 타 기관으로의 단기(최대 3개월~6개월) 파견도 포함

① 유럽 펠로우십(European Fellowships, EF)

- EU 회원국 혹은 준회원국 연구자 참여가능
- EU 역내 연구 지원(연구자 국적무관)
- 1~2년간 연구자 활동비 지원
- 육아휴직 등, 휴직 이후 연구를 다시 시작할 수 있도록 지원
- 유럽에서 연구경력이 있는 연구자들이 유럽에서 연구를 다시 시작할 수 있도록 지원

② 글로벌 펠로우십(Global Fellowships, GF)

- 유럽연합 혹은 준회원국을 기반으로 하는 연구자의 유럽 역외 파견 지원
- 2~3년간 연구비 지원
- 파견 복귀 후 1년간 의무 재직

- 지원자격²⁸⁾
 - 펠로우쉽 프로그램은 전세계 최고 수준의 '경력연구자'를 대상으로 함
 - 참여를 희망하는 연구자는 공고 기간에 CV를 포함한 연구계획서를 제출해야 함
- 지원가능 분야
 - EURATOM 조약에 따른 분야를 제외한 나머지 모든 연구분야
- 연구비 지원범위
 - 연구비는 유럽 역내 주관연구기관에게 제공되며, 연구비는 참여연구자의 생활비, 출장경비 및 가족수당 등을 포함함
 - 주관연구기관의 연구비 및 간접경비 또한 지원 가능함
 - 선정 과제는 보통 1~2년간 지원이 가능함(글로벌 펠로우쉽(GF)의 경우, 복귀 후 12개월간 추가지원이 가능함)
- 평가
 - 모든 IF과제는 공개경쟁을 원칙으로 하고, 사전에 확정된 평가항목을 활용하여 투명하고 독립적인 제3자 평가(peer review)를 거쳐 선정됨
 - 과제계획서는 연구의 우수성, 추후 연구경력에 대한 전망 및 주관 연구기관에서 제공하는 지원내역 등에 의해 평가됨
- [SETION 03] 분야와 경계를 넘나드는 지식의 공유(Knowledge Sharing Across Sectors and Borders) : RISE(Research and Innovation Staff Exchange)
- 본 사업은 교육부문과 비교육부문간의 인력교류를 통해 상호활동을 가능하게 하며, 부문에 상관없이 전세계를 대상으로 한 인력교류 활동을 지원함
 - 이러한 교류는 연구자들로 하여금 과학적 우수성과 국가간 및/혹은 부문간에 일어나는 상황에의 경험을 연계시켜줄 수 있는 경력을 발전시켜서, 궁극적으로는 유럽의 지식 경제에 이바지하게 함

28) 계획서는 참여 연구기관(대학, 연구센터 혹은 기업)과 공동으로 작성해야 하며, 모든 관련 공고는 연구자 포털 사이트(<http://ec.europa.eu/research/participants/portal>)에서 찾을 수 있음

○ 지원자격

- 교육계 및 비교육계 기관 모두 지원할 수 있으며, 특히 중소기업의 참여를 권장함
- RISE 파트너십은 적어도 세 개 국가와 세 개 이상의 개별 참가자로 구성되어야 하며, 다음 두 가지 조건 중 하나를 반드시 충족시켜야 함
 - i) 둘 이상의 유럽연합 회원국 혹은 준회원국에 설립된 두 개 이상의 기관 및 제3국에 설립된 한 개 이상의 기관일 것 (단, 참여 기관의 성격은 상관없음)
 - ii) 세 개 기관이 모두 유럽연합 회원국 혹은 준회원국에 소속된 경우, 기관의 성격은 상이해야함. 적어도 한 기관은 교육계 기관이어야 하며, 다른 한 기관은 비교육계 기관으로 구성되어야 함.
- 상기 최소 조건을 충족할 경우, 추가 참여기관은 국가에 관계없이 참여할 수 있음
- 파트너기관은 공동으로 컨소시엄을 구성하여 과제계획서를 제출해야 하며, 계획서는 네트워크 기회, 지식공유 및 교류대상 직원의 기술개발 등에 초점을 맞추어 작성토록 함
- 소속 직원은 소속 국가나 경력 수준에 상관없이 파견될 수 있으며, 대상자들은 파견 전 최소 6개월 동안 연구혁신 활동에 참여하거나 연계되어 있어야 함

○ 지원가능 분야

- EURATOM 조약에 의한 분야를 제외한 나머지 전 분야

○ 연구비 지원범위

- RISE 프로젝트는 최대 4년간 지원 가능하며, 파견직원은 1~2개월 간의 연구 지원 경비, 교육 및 네트워크 활동비 등에 상응하는 비용을 제공받음

○ 평가

- 모든 RISE 과제는 공개경쟁을 원칙으로 하고, 사전에 기확정된 평가항목을 활용하여 투명하고 독립적인 제3자 평가(peer review)를 거쳐 선정됨

□ [SECTION 04] 지평확대(Broadening Horizons) : COFUND(Co-funding of regional, national, and international programmes)

- 본 사업은 신규, 혹은 기존의 지역간, 국가간, 범국가간 연구관련 교육 및 경력개발 관련 사업을 추가적으로 지원함

- 이러한 추가 예산지원은 연구자들의 지역간, 연구 부문간 이동이 용이하도록 도와줌

○ 지원자격

- COFUND 지원대상은 박사과정 혹은 연구자 펠로우쉽 프로그램을 지원 혹은 관리하는 기관임
- 각 COFUND 과제계획서는 개별 참여자(정부 부처, 지방정부, 연구지원기관, 대학, 연구기관, 연구관련 아카데미나 기업 등)이 참여해야 함
- 개별 참가자는 EURACCESS 웹사이트에 공지되는 CO-FUND 프로그램의 공고나 채용공고 등을 통해 참여할 수 있음

○ 지원가능 분야

- EURATOM 조약에 따른 내용을 제외한 모든 연구분야
- COFUND 프로그램은 일부 혹은 전 연구분야를 대상으로 하거나, 혹은 특정 분야로 제한될 수 있음
- 지역투자를 위한 스마트 활성화 전략(Smart Specialisation Strategy)을 바탕으로 특별 연구 분야 중심 프로그램도 지원받을 수 있음

○ 연구비 지원범위

- 개별참가자 : 박사학위 과정에 있는 학생이나 경력이 있는 연구 펠로우 모두 co-fund를 통해 연구교육 및 경력개발 관련 예산을 지원받을 수 있음
- 참여기관은 개별연구자 급여, 프로그램 관리 등 기여분에 대한 일정 금액을 보전 받음
- 지역간 교류는 필수이며, 부문 간의 교류도 장려됨
- 선정된 프로그램은 3~5년간 지원 가능함

○ 평가

- 모든 RISE 과제는 공개경쟁을 원칙으로 하고, 사전에 확정된 평가항목을 활용하여 투명하고 독립적인 제3자 평가(peer review)를 거쳐 선정됨
- 채용 혹은 파견 기회를 제공하거나 연구 및 기술이전 관련 교육을 실시하는 비연구계 기관들을 포함하는 다양한 연구 수행 파트너들간의 조합이나 제안 프로그램이 혁신적인 요소를 제시하는 경우는 긍정적인 평가 요소로 작용할 수 있음

□ [SECTION 05] 사람중심의 과학기술(Science Close To People) : NIGHT(European Researchers' Night)

○ 연구자들이 과학의 다양성과 우리 일상생활에 미치는 영향을 일반 대중들에게 보여주고, 젊은 세대들이 과학관련 분야에 종사할 수 있도록 도모하기 위해 열리는 공개 행사

- NIGHT 프로그램은 2005년 15개 국가 20개 도시에서 처음 개최된 이후, 규모나 중요성 면에서 매우 크게 성장해 옴
- 2013년에 이 연례 대외행사는 33개 국가 300개가 넘는 도시에서 개최되었으며, 지금까지 약 130만 명의 사람들이 참여함
- NIGHT 프로그램은 매년 9월의 마지막 금요일에 개최됨

○ 지원자격

- 유럽연구자의 밤은 유럽 회원국이나 준회원국에 설립된 어떤 형태의 법인이 라도 개최할 수 있음
- 이 행사는 보통 지방, 지역, 국가 혹은 전세계의 파트너들과 함께 운영하고 있음
- 민간 연구기관, 회사, 공공기관, 학교, 과학박물관, 학부모교사회, 유럽연합 연구자 교류센터, 재단, 미디어 등이 지원가능 대상에 포함됨

○ 지원대상

- 연구의 긍정적인 사회적 기능에 관해 대중, 특히 젊은 세대들의 인식을 고취시킬 수 있는 일련의 활동이나 행사

○ 연구비 지원범위

- 연구 확대 행사 운영에 관련된 모든 제반 비용
- 예산은 최대 2년까지 지원 가능하며, 제안된 행사의 규모에 따라 예산 범위는 달라짐
- 지원받을 수 있는 활동은 다음과 같음

: 연구자들과 함께 직접 수행하는 활동 / 대중이 참여할 수 있는 과학행사 (Science Show) / 토론회(Debate) / 경합(과학퀴즈, 게임, 퍼즐, 사진 및 예술 콘테스트 등) / 어린이를 위한 워크숍 / 연구자와의 만남(연구자를 직접 만나서 궁금증 해소) / 과학비평 / 대중들에게 일반적으로 친숙한 연구실, 연구소, 연관된 장소 등의 방문 안내

- 위 목록은 포괄적으로 제시된 것이며, 이외에도 다른 특별한 활동을 고려하거나 제시할 수 있음

○ 평가

- 모든 NIGHT 과제는 공개경쟁을 원칙으로 하고, 사전에 확정된 평가항목을 활용하여 투명하고 독립적인 제3자 평가(peer review)를 거쳐 선정됨

2.3.2. Horizon 2020²⁹⁾

가. 개요

- Horizon2020은 ‘과학적 우수성’, ‘산업계의 리더십’, ‘사회적 도전과제’를 중점 분야로 하고 있음

- 과학적 우수성: 우수한 과학인재를 유치하고 유럽 전역의 연구자들이 서로 협업하고 아이디어를 공유할 수 있도록 지원

- 과학 인재와 혁신 기업이 유럽의 경쟁력을 제고할 수 있도록 지원하여 일자리를 창출하고 삶의 질을 향상시키고자 함

- 산업계의 리더십: 기업이 연구개발에 대한 투자를 확대하고 공공부문과의 협력을 통해 혁신 개발을 할 수 있도록 장려

- 사회적 도전과제: 연구 및 혁신에 대한 선별적 투자를 통해 시민들에게 실질적인 혜택을 제공하기 위해 7개의 우선순위 도전과제를 선정함

- 보건, 인구구조 변화, 웰빙
- 식량안보, 지속가능한 농업, 해양 및 내륙 수자원 연구, 바이오 경제
- 에너지 안보, 청정 에너지, 에너지 효율성
- 스마트하고 친환경적이며 통합된 수송 시스템
- 기후변화 대응, 환경, 자원 효율성, 원자재
- 변화하는 세계 속의 유럽-포용, 혁신, 성찰을 추구하는 사회
- 안전한 사회-시민의 자유와 안보

29) EC(2016), 유럽의 과학 기술 혁신을 참고하여 작성

- 지원대상을 엄선하여 최고의 아이디어가 상품화되고 활용될 수 있도록 지원함

나. 운영방식

□ 지원자격

- 기본 연구 프로젝트: 최소 3개 법인으로 구성된 컨소시엄이어야 하며, 각 법인은 EU회원국 또는 준회원국가에 설립되어 있어야 함
- 기타 프로그램: 유럽연구위원회, 중소기업지원 프로그램, 국가 및 공공 부문 프로그램의 공동 지원, 운영 및 지원, 훈련 및 연구 파견 프로그램에 해당하며, 회원국 또는 준회원국에 설립된 법인만이 참여할 수 있음

□ 프로그램의 종류

- 연구·혁신 프로그램
 - 신지식과 신기술의 개발로 이어질 가능성이 있으며, 명확하게 정의된 도전과제를 다루는 연구 프로젝트를 지원
- 혁신 프로그램
 - 신규 제품 또는 서비스, 기존 제품 또는 서비스의 개선을 목표로 한 시제품 개발, 테스트, 시연, 시범 프로그램, 확대 생산 등 보다 시장지향적인 프로그램을 지원
- 운영 및 지원 프로그램
 - 연구·혁신 프로젝트, 프로그램, 정책 등의 운영 및 네트워킹을 지원
- 프론티어 연구 지원금-유럽연구위원회(ERC)
 - 연구분야에 관계없이 과학적 우수성이라는 유일한 기준으로 평가되며, 연구자 리더 1인이 이끄는 단일 국적 또는 다국적 연구팀이 수행하는 프로젝트를 지원
- 연수 및 경력개발 지원-마리 슬로도브스카 쿨리 파견 프로그램
 - 공공 또는 민간 부문 국제 연구 펠로우십, 연구 연수, 직원 교류 등을 지원

○ 중소기업 지원 프로그램

- 성장 잠재력을 가진 혁신적 중소기업을 대상으로 하는 프로그램으로 타당성 조사를 지원 및 혁신 프로젝트의 주요 단계별 지원을 제공하고, 상업화 단계에서는 간접적 금융 지원을 제공

○ 혁신 패스트 트랙

- 특별한 공고 기간없이 상시 운영되며 기술 또는 사회적 도전과제를 다루는 혁신 프로젝트를 대상으로 함

□ 예산 지원 비율

○ Horizon2020은 모든 수혜자와 프로그램에 대해서 단일한 기금 비율을 적용함

- 모든 연구 혁신 프로그램에 대해 직접비의 100%를 제공하며, 혁신 프로그램의 경우 일반적으로 직접비의 70%를 부담함
- 비영리 기구의 경우 지원비율은 100%까지 확대될 수 있음

□ 평가 및 감사

○ 50만 유로 이상의 기금을 요구하는 프로젝트의 코디네이터는 프로젝트 이행에 필요한 자원이 마련되어 있음을 입증하는 재정 지원 가능 평가(financial viability check)를 받게 됨

- 유럽집행위원회는 잔액 지불 후 최대 2년까지 프로젝트 참여자를 대상으로 감사를 실시 할 수 있음

□ 평가 및 감사

○ 접근 권한은 프로젝트 내에서 타 참여자의 연구 결과 또는 관련자료를 이용할 수 있는 권한을 의미

- 프로젝트 참여자들은 프로젝트를 이행하고 결과를 활용하기 위한 목적으로, EU는 비상업적 정책 목적을 위해, 회원국은 '사회 안전(secure societies)'분야에 국한된 비상업적 정책 목적에 한해서 접근 권한을 행사할 수 있음

□ 지적재산권(IPR)보호 및 성과 공유

- 각 참여자는 자신이 생산하고 소유하게 된 연구 성과를 가능한 빠른 시일 내에 배포 해야 하나 지적권 보호, 보안, 정당한 이해관계가 성립될 경우에만 예외가 허용
 - 과학 출판물에 연구 결과를 발표할 경우, 출판물에 대한 접근 권한이 보장되어야 함
 - * 이는 EU세금을 통해 성취한 연구 결과가 모든 사람들에게 무료로 제공되어야 한다는 원칙에 근거한 것임
 - 결과를 도출한 팀이 지적재산권을 소유하게 되며, 특수한 상황에서는 공동 소유권이 적용될 수 있음
 - * 결과가 도출된 후, 공동 소유자들은 다른 형태의 소유 방식에 대해 합의할 수 있음

2.4. 지능정보사회의 R&D 프로세스 변화상³⁰⁾

2.4.1. 기존 R&D 프로세스의 문제점

- 분명한 목표와 성공전략이 존재하는 기존의 Fast-Follower형 R&D 투자의 확대는 혁신을 불러일으키는 데에 한계가 있음
 - 국가과학기술심의회 미흡한 리더십으로 인해 적절한 R&D 전략을 설정하지 못하고 투자우선순위를 결정하지 못하였음
 - 정부와 민간 사이에, 산·학·연 간에, 부처 간에, 출연연 간에 영역이 충돌하고 협업이 부족함
 - 출연연과 대학이 시장을 충분히 고려하지 않고 연구를 진행한 결과 상당수의 R&D 성과물이 사장되는 상황임
 - 평가와 관리 체계가 공급자를 중심으로 하여 복잡하게 구성되어 있어 연구보다 행정절차가 부담되는 상황임
- 지능정보사회의 R&D 혁신을 창출할 수 있도록 시스템의 개편이 필요할 것으로 보임

2.4.2. R&D 프로세스 혁신

가. 정부 및 민간 / 산·학·연간 중복 해소

- (정부와 민간의 중복투자 방지) 정부의 R&D 상용화 연구비중과 대기업에 대한 직접 지원을 단계적으로 축소하여 정부와 민간의 중복투자를 방지함
 - 기술수준이 높고 민간투자가 많은 분야를 축소하고 시장실패를 보완하며 글로벌 경쟁력을 강화시키는 분야에 투자를 지속

³⁰⁾ 국가과학기술심의회 운영위원회(2015), 정부 R&D 혁신방안 추진 현황 및 향후계획(안)을 참고하여 작성

□ (산·학·연 역할의 차별화) 연구의 종류에 따라(기초, 원천, 상용화) 지원대상을 명확히 설정함

○ 기초연구사업은 대학을 중심으로 지원하고 사업화를 목적으로 하는 사업은 기획단계부터 기업의 참여를 의무화함

- 특히 상용화 연구과제의 경우 중소기업이 수행기관이 될 수 있도록 하고 대학 및 출연연은 참여를 축소함

나. 출연연 및 대학의 혁신

□ 기업, 대학, 출연연의 관계가 경쟁구도에서 협력구도로 변화할 수 있도록 융합 클러스터를 확대하고 다양한 형태의 융합연구단의 운영을 활성화

○ 융합연구과제를 발굴하고 기획하기 위한 융합클러스터를 확대하고, 미션수행 완료시에 해체하고 재구성하는 일몰형 융합연구단을 확대함

□ 출연연이 미래선도형 기초 원천연구개발에 집중할 수 있도록 연구과제 중심인 영체제의 비중을 축소하고 민간수탁을 활성화하는 등 예산구조를 개편함

□ 중소기업은 고급 연구인력, 연구장비 등 R&D 역량이 상대적으로 부족하나, 대학과 출연연의 협력과 지원은 미흡한 편임

○ 산업부와 중소기업청이 중소기업에 대한 R&D 역할을 적절히 분담할 수 있는 방안을 마련하여 사업을 재편

- 산업부의 경우 3년 이상의 중장기 사업을 담당하고 중소기업청은 2년 이하의 단기 및 저변확대사업을 담당하는 방안을 고려

□ 기업이 주도하여 R&D를 진행할 수 있도록 기업과 출연연이 공동으로 진행하는 사업에서 중소기업이 주관기관이 되고 컨소시엄을 구성할 수 있도록 우선 기업을 선정하고 후에 공공연을 매칭할 수 있도록 함

- 또한 부실기업이 참여하는 것을 방지하고 민간 R&D 투자를 확대하기 위해 정부 R&D에 참여시에 기업의 부담금 또는 현금부담 비율을 상향조정함
- 출연연별로 집중육성하는 패밀리기업을 선정하여 맞춤형 기술이전, 인력·장비 지원, 수출지원 등을 통해 글로벌 강소기업으로 육성할 수 있도록 함
- 또한 중소기업의 만성적인 연구인력 부족을 해결하기 위해 출연연의 정규직을 파견하고 석·박사 연구인력이 중소기업에서 일할 수 있도록 지원을 확대함
- 대학 또는 출연연과 중소기업의 공동연구실을 대폭 확대하여 중소기업의 기술혁신과 사업화 역량을 증진시킴

다. R&D 기획관리체계 혁신

- 기존의 단위기술 중심의 기술로드맵과 달리 주요 기술분야별로 투자 우선순위와 투자전략을 마련하여 R&D의 전략성과 적시성을 강화함
- 신속한 추진이 필요한 R&D 사업의 경우에는 예타제도를 면제하여 국가적으로 필요한 시급한 기술들이 적기에 착수될 수 있도록 함
- 연구단계별로 지원체계를 특화하여 과제 특성에 따라 모집방법, 지원방법을 다양화함으로써 적절한 과제가 선정되고 진행될 수 있도록 지원함
- 기초연구의 경우 과제의 특성에 따라 연구기간과 연구비를 자유롭게 신청하는 방식을 사용
 - 순수 기초연구과제의 경우 연도별 연구비 규모는 적게 책정되더라도 장기간 연구를 지원할 수 있도록 함
- 중소기업 개발연구는 정부 주도에서 기업 스스로 과제를 제시하는 자유공모형 과제로 전환함

- 부처별로 연구양식을 표준화하고 제출하는 서류를 축소하고, 지출절차를 간소화하여 실시간 연구비관리제도를 단계적으로 확대함으로써 평가·관리체계를 합리적으로 개선

3. 혁신적인 R&D 프로그램 유형 분석

3.1. 개요

- 본 장에서는 새로운 4차 산업혁명 등 여건의 변화와 향후 국내 산업경쟁력 제고를 위해서 정부가 추진해야 할 대형 R&D 프로그램의 유형이나 추진 방식 등을 제시하고자 함
- 최근의 해외 사례나 재정여건 악화 등을 고려할 때 민관 협력방식 (R&D PPPs)이 가장 유망한 사업 추진 방식으로 평가됨
- 이와 함께 사회적 문제해결이나 지역 문제 해결을 위해 새롭게 대두되고 있는 사회문제 해결형 R&D 및 리빙랩 방식의 사업 방식도 검토하기로 함

3.2. 민관협력형(R&D PPPs) 방식

3.2.1. R&D PPPs의 개념

- Public Private Partnerships(PPPs)는 민간부문과 정부 간의 협력관계를 의미하며, PPPs의 범위나 정의는 매우 다양하게 존재할 수 있음
- 단순한 협력관계에서부터 위탁이나 아웃소싱, 좁게는 재원을 공동으로 마련해서 정부의 역할에 해당되는 사업에 전주기적으로 관리하는 것 까지도 포함
- 주로 교통 등 인프라 분야나 클러스터 조성 등을 위해 민간의 재원을 활용하고 운영단계에 까지 민간 참여를 허용하는 협력관계가 발전해 왔으며 적용 범위가 점차 넓어지는 추세

3.2.2. R&D PPPs의 주요 유형 분석

- R&D PPPs의 주요유형에는 재단법인형 PPPs와 사단법인형 PPPs, 인센티브형 PPPs가 있음
- 이외에도 기업이 참여하거나 기업 R&D 지원 사업 등도 광의의 PPPs에 해당될 수 있으나 본 연구에서는 정부와 민간이 재원을 공동으로 조달하고 계약에 의해 연구 활동을 수행하는 대표적인 사업들을 유형별로 구분하여 기술하였음

가. 재단법인형 PPPs

- 재단법인형은 민간·정부가 공동으로 출자한 특수목적 재단법인 구성으로 이사회(Board)³¹⁾를 중심으로 의사결정이 이루어짐
- 이는 유럽의 Joint Technology Initiative(JTIs) 방식이며, 법률에 근거한 독립법인 형식이 많고 해당 사업을 위한 별도의 법령을 가지고 추진하는 형태도 가능함

31) 민간 및 정부가 공동이사회를 운영함

- 유사사례로는 우리나라의 산업기술연구조합, 신공항고속도로주식회사와 같은 민간투자사업 SPC가 해당함

[그림 3-1] PPP 유형 1: 재단법인형 PPPs

자료: 과학기술정보통신부(2016), 미래 유망 원천기술 확보를 위한 신규 대형 중장기 R&D 프로그램 기획 연구

나. 사단법인형 PPPs

- 사단법인형 PPPs는 관련 민간기업, 연구자 집단이 참여하는 대표 사단법인과 MOU 체결 등을 통해 사업 투자가 이루어지며, 총회에서 주요 연구방안이나 의사결정을 실시함
 - 법적 안정성은 부족하나 신속적인 운영이 가능하다는 장점이 있음
 - 유사사례로는 유럽의 Contractual PPPs가 있으며, 유럽의 경우 로드맵 구성 시 민간업계는 물론 다양한 내·외부 전문가 그룹이 리뷰에 참여하여 사회적 합의를 도출하는 형태로 운영됨
 - 보통은 Horizon 2020을 통해 연구 과제를 공개하며 회원이 아닌 국가나 단체도 참여가 가능하다는 특징이 있음

[그림 3-2] PPP 유형 2: 사단법인형 PPPs

자료 : EGVI 홈페이지 (<http://www.egvi.eu>)

다. 매칭형 PPPs

- 매칭형 PPPs는 대학·출연(연)과 민간부문과의 협력 연구 및 민간투자 확대 유인을 위한 PPPs지원 방식을 말하며, 주로 연구기관 사업에 수요 지향적 성격을 강화하는 방안으로 사용됨
- 이 유형은 사회적 문제를 해결할 수 있으나 투자 위험이 높은 중대형 프로젝트 중 민간투자를 유치할 수 있는 사업을 선정하고 지원함
- 그리고 민간부문에서 제공하는 부지, 건물, 장비 등의 현물 기부도 공동투자자로 인정하고 현재가치로 평가하는 방식임
- 또한 정부 지원금 대비 민간투자 비중이 높은 사업에만 지원하는 등 철저히 매칭 방식에 의해 사업을 추진하는 방식으로 민간 투자가 아닌 대출의 경우 자격을 부여하지 않으며 정부펀딩 보다 민간펀딩 규모가 큰 경우에만 산정하는 방식임
- 연구재단에 별도의 PPPs 펀드를 설치, 대학 및 출연연구기관의 민간 공동투자 R&D 사업을 산정하고 지원하며 프로젝트기간은 2~3년을 기본으로 하며 정기적인 평가를 통해 지속 여부를 결정하는 방식을 사용하는 등 유연한 운영 방식을 활용함
 - 유사한 사례는 영국의 민자유치펀드(Research Partnership Investment Fund)가 있으며, 해당 펀드는 Higher Education Funding Council for England(HEFCE)가 우수 연구역량을 갖춘 고등교육기관의 민간투자 유치와 경제성장에 기여하는 연구 활동 촉진을 위해 도입한 자원 지원을 하는 형태임

3.3. 사회문제 해결형 R&D사업

3.3.1. 사회문제³²⁾ 해결형 R&D 사업의 필요성

- 과학기술의 패러다임 확장으로 인해 국민 행복 수준, 삶의 질을 향상시킬 수 있는 R&D 추진의 필요성이 증대되었음
 - 최종 사용자의 문제를 인지하고 이를 해결하기 위한 기술·법·제도·문화 혁신을 수행
 - 그 결과 사회가 직면한 각종 사회문제 해결에 직접적으로 기여할 수 있는 성과를 내는 R&D 사업을 추구하려는 노력이 등장하고 있음
 - 미국의 ‘Quality of Life Technology Center’, EU의 ‘Horizon 2020(2014~2020년)’, 일본의 ‘사회기술연구개발센터’ 설립 등을 대표적인 해외 사례로 들 수 있음
- 우리나라의 경우 사회문제를 해결하기 위해 과학기술정보통신부 주도로 범부처 실천계획을 수립·실천중임
 - 과학기술정보통신부에서는 소프트웨어를 통해서 서비스를 어떻게 구현할 것인가에 대한 문제와 관련된 SOS Lab (Software-Oriented-Service) 개념을 도입하였음
 - 또한 ICT 국가연구개발사업의 경우에도 리빙랩(Living-Lab)이라는 새로운 개념을 통해 ICT R&D 기획, 추진체계, 평가방법 등을 바꾸려는 시도가 나타나고 있음
- 이러한 사회문제 해결형 R&D 사업에 대한 시도는 과학기술정보통신부 뿐만 아니라 보건복지부, 산업통상자원부 등 정부부처에서도 실시되고 있음
 - 다만 사회문제 해결형 R&D사업에 대한 개념 규정이 미흡하여 국가과학기술위원회가 2012년 12월 「新과학기술 프로그램 추진전략(안)」을 마련하는

32) 개인 또는 공동체의 만족(삶의 질)을 저해하여 개선이나 해결이 요구되는 현안 및 미래 이슈

것을 시작으로 2013년 「과학기술 기반 사회문제 해결 종합실천계획」을 마련하는 등 사회문제 해결형 R&D 사업에 대한 구체화가 진행되고 있음

3.3.2. 사회문제 해결형 R&D의 개념 및 유형

- 사회문제 해결형 R&D란 삶의 질과 관련된 사회문제의 주요한 원인 및 현상을 해결하거나 개선·감소시키는 데 기여하는 모든 기술개발 활동을 의미하며, 특히 삶의 질과 연관된 건강·안전·편의 등을 증진시키는 R&D를 의미함
- 문제 해결에 초점을 맞춘 연구개발사업의 기획·관리 체계 지향
 - 사회적, 기술적 측면을 종합적으로 고려하여 접근하는 사회·기술 통합 기획 수행
 - 최종수요자인 시민이 참여하는 추진체제를 구축 하여 기술을 개발하는 연구개발부서와 사회문제 해결을 담당하는 사회정책부서 간의 협업이 강조됨
- 사회문제 해결형 R&D에는 직접적인 연구개발 활동뿐만 아니라 관련 기초연구 및 기반구축 등도 포함되고, R&D 과정에 수요자가 직접 참여하는 것을 특징으로 함
 - 기존 R&D와 사회문제 해결형 R&D의 차이점은 다음의 표로 요약할 수 있음

<표 3-1> 기존 R&D와 사회문제 해결형 R&D 비교

구분	기존 R&D	사회문제 해결형 R&D
목적	국가전략 또는 경제성장	삶의 질 향상
	R&D·R&BD → R&SD*	
목표	과학·기술경쟁력 확보	사회문제 해결
특징	공급자 위주 연구개발	수요자 참여형 연구개발 기술+인문사회+법·제도 융합
주체	연구개발부서 중심	연구개발부서와 정책부서 협업
결과	논문·특허 등 연구 산출물 기술개발	새로운 사회적 제품·서비스 (구체적 사회문제 해결)

주 : * Research & Solution Development : 연구·기술공급 중심이 아닌 솔루션 제공형 연구개발
 자료 : 사회문제 해결형 R&D사업 개요, (STEPI, 성지은)

- 사회문제 해결형 R&D사업은 삶의 질을 저해하는 사회문제의 주요한 원인을 밝히고 문제를 해결하거나 악영향을 개선·감소시키는 것을 목적으로 하는 사업

으로 그 성과물이 제품 및 서비스 등을 통해 최종수요자에게 도달하는 사업을 의미함

- 사회문제 해결형 R&D사업은 사업 참여범위에 따라 다부처 사업, 개별부처 사업으로 구분할 수 있고 사업의 추진특성에 따라 2~3가지 유형으로 분류하여 최종적으로 5가지 유형으로 분류할 수 있음

<표 3-2> 사회문제 해결형 R&D사업 유형 분류

구분	참여범위	추진 특성
유형1	다부처	종합실천계획에 따라 추진 중인 15개 사회문제 해결형 다부처공동기획사업
유형2	다부처	종합실천계획과 관계없이 선정된 사회문제 해결형 다부처공동기획사업
유형3	개별부처 (지자체)	사업명과 사업내용이 모두 사회문제 해결형 R&D사업
유형4	개별부처 (지자체)	사업명은 사회문제 해결형 R&D사업이 아니지만, 실제 사업내용은 사회문제 해결형 R&D사업
유형5	개별부처 (지자체)	사업명은 사회문제 해결형 R&D사업이지만, 실제 사업내용은 일반 R&D사업

자료 : 사회문제 해결형 R&D사업 개요, (STEPI, 성지은)

3.3.3. 일반 R&D와 구별되는 사회문제 해결형 R&D사업의 특성

가. 사회문제 해결형 R&D사업의 특성

□ 일반 R&D사업의 최종목표가 기술고도화 및 경제적 성과를 창출하는 것과 달리 사회문제 해결형 R&D사업의 최종목표는 사회문제를 해결하는 것임

- 일반 R&D와 사회문제 해결형 R&D사업은 사업 추진 단계마다 서로 다른 특징을 가짐

<표 3-3> 일반 R&D와 사회문제 해결형 R&D사업 비교

구분	일반 R&D	사회문제 해결형 R&D
최종목표	기술고도화 / 경제적 성과 창출	사회문제 해결
발굴	해당분야의 기술과 사업화에 대한 전문가 중심(연구자, 기업 등) 참여	사회문제의 당사자인 사용자(국민), 해결방법을 연구·개발하는 연구자·기업, 해결의 책임을 갖고 있는 정부가 공히 참여
기획	전문가 중심의 ‘기술고도화 기획’ 경제적 성과 창출을 위한 사업화 과정 고려	최종 사용자, 연구자·기업 등이 동참하여 해결해야 할 문제를 고려한 ‘사회문제·기술개발 통합 기획’ 법·제도개선, 전달체계까지 고려
운영관리	기술고도화, 경제적 성과 창출을 위한 R&D 전문가 위주의 협업시스템 구축·운영 ※ 산·학·연 삼중나선 구조	연구 성과물(기술, 제도, 전달체계)이 실질적인 문제해결로 연결될 수 있도록 최종 사용자와의 상시 피드백 시스템(리빙랩 방식) 필수 운영 ※ 민·산·학·연 사중나선 구조
평가	기술적·경제적 성과(논문, 특허, 매출 등)를 중점적으로 평가	사회적 영향(문제 해결정도, 사용자 평가, 파급력 등)을 중점적으로 평가
성과활용 확산	우수기술 확보·향상 사업화를 통한 경제적 성과 창출 ※ 영리기업 주도	정부주도 제도개선, 공공구매 R&D성과물 사업화를 통한 문제해결 ※ 사회혁신기업* 주도 우수 해결사례의 보급·확산

주 : * 사회문제 해결활동을 수행하는 기업으로 소셜벤처, 사회적 기업, 사회적 경제조직, 공유가치 창출형 기업 등을 지칭

자료 : 사회문제 해결형 R&D사업 개요, (STEPI, 성지은)

○ 사회문제 해결형 R&D사업을 추진하는 과정에서 수반되어야할 핵심요소는 다음과 같음

- 타 사업과 차별화된 ‘사회문제 해결 지향성’ 목표 명확화
- ‘사용자 참여’를 통한 리빙랩 방식의 연구개발 및 성과 확산
- ‘법·제도 및 인증·표준 문제 대응’을 통한 시장 창출 및 수요 활성화
- ‘제품·서비스 전달체계’구축을 통한 실질적인 사회문제 해결

○ 각 핵심 요소별 주요 내용은 <표3-4>와 같이 정리할 수 있음

<표 3-4> 사회문제 해결형 R&D사업의 핵심 요소

핵심 요소	주요 내용
사회문제 해결 지향	<ul style="list-style-type: none"> · 사회문제 해결에 실질적인 효과(social impact) 구현 명료화 · 제품·서비스 구현과정에서 환경보호, 자원절감(자원순환·공유경제 등), 사회통합 등의 지속가능성 원칙 구현 · 부처 간 협업체계 구축을 통한 사회문제 해결 기반 구축
사용자 참여 및 리빙랩 방식 활용	<ul style="list-style-type: none"> · 최종 사용자, 비영리 조직, 사회혁신조직(사회적 경제조직, 소셜벤처 등)의 참여와 네트워크 형성을 통한 <ul style="list-style-type: none"> - 사회문제 현장의 실제 니즈를 파악 - 현장 조직이 축적한 지식을 활용하는 공동사업을 추진 - 사업의 사회적 정당성 제고와 성과 확산 추진
법·제도 및 인증·표준 문제 대응	<ul style="list-style-type: none"> · 개발된 제품·서비스의 사용 촉진을 위한 <ul style="list-style-type: none"> - 법·제도 제정·개선 - 인증·표준 기준 제정 및 획득
제품·서비스 전달체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> · 개발된 제품·서비스가 실제적으로 해결책(solution)으로 구현되어 사회적 효과를 낼 수 있는 전달체계 구축 · 시장, 공공구매, 사회공헌 프로그램, ODA 등을 통해 영리기업, 사회혁신 기업, 지자체, 비영리 조직 등이 제품·서비스를 구현

자료 : 사회문제 해결형 R&D사업 개요, (STEPI, 성지은)

나. 사회적 영향(Social impact)의 평가³³⁾

□ 사회적 영향을 평가하는데에는 이해관계자 참여의 중요성을 강조하고 있음

○ 많은 경우 사회영향은 지역과 공동체에 따라 차이가 있기 때문에 사례별로 접근하는 것이 바람직

○ 부정적인 영향을 효과적으로 저감하기 위해서는 계획 전 과정에서 보다 능동적인 공공참여가 요구됨

□ 사회영향평가는 인간 삶을 총체적으로 평가하는 과정이기 때문에 건강, 교육, 일자리, 수입, 여가, 정치적 참여, 사회적 관계, 개인의 안전, 취약 계층의 불평 등과 같은 매우 다양한 지표를 포괄함

33) 한국환경정책평가연구원(2011)을 참고하여 작성

- 또한 실제 측정할 사회영향 지표의 선정, 즉 쟁점 도출은 사회영향평가 과정의 핵심적 요소인 이해관계자 참여를 바탕으로 공공 토론을 통해서 이루어져야 함
- 각 사례별로 어떤 사회영향이 주요 쟁점인지 논의하는 과정에 참여한 사람들은 다양한 지표 자료를 보면서 사고의 폭을 넓힐 수 있을 것으로 기대함

3.3.4. 국내의 사회문제 해결형 연구개발사업 사례³⁴⁾

가. 서울시의 ‘도시문제 해결형 기술개발 지원사업’

- 지역문제를 발굴 및 해결하기 위해 ‘서울형 R&D 지원사업’의 일환으로 2015년부터 ‘도시문제 해결형 기술개발 지원사업’ 추진
- ‘서울형 R&D 지원사업’은 서울시 예산으로 추진하는 사업으로서, 중앙정부의 연구개발사업과 차별화된 ‘시민과 기업이 행복한 사회기술’ 지향하는 지역문제 해결형 연구개발사업임
 - 중소기업·지역사회·대학의 협업을 통한 연구개발 추구
 - 서울시의 경제적·사회적 문제 해결을 통해 지역에 실질적인 기여를 하는 것을 목표로 함

34) STEPI(2016), STEPI insight 185호 사회문제해결형 연구개발사업의 현황과 과제

- ‘기업성장 생태계 지원사업’, ‘공동 R&D 지원사업’으로 구분하여 실시됨
 - 공동 R&D 지원사업에 속한 ‘도시문제 해결형 기술개발 지원사업’은 서울의 다양한 도시문제 해결 및 시민 삶의 질 향상을 핵심 목표로 설정

<표 3-5> 연도별 서울형 R&D 지원사업 및 사회문제 해결형 예산 및 비중
(단위: 백만원, %)

	2015	2016	2017
서울형 R&D 지원사업	14,100 (100.0%)	19,000 (100.0%)	19,480 (100.0%)
사회문제 해결형 기술개발 지원사업	4,300 (30.5%)	6,450 (34.0%)	7,490 (38.4%)

주 : 2017년의 경우 기존의 사회문제 해결형 기술개발 지원사업과 신설된 서울혁신챌린지 사업(참가자 간 교류 및 협력을 기반으로 한 아이디어 융합 및 팀 빌딩을 통해 4차 산업혁명 선도기술을 발굴해 기술 사업화 및 도시문제 해결을 지원)의 예산을 함께 포함함
출처 : 서울산업진흥원

□ 사업 추진 경과

- 서울시 R&D 사업은 산·학·연 주체 육성 사업에서 지역문제 해결과 시민중심의 사업으로 진화
 - 1기(2005-2007년) : 대학을 주체로 하여 기초·원천기술을 개발하는 기술공급자 중심의 사업
 - 2기(2008-2011년) : 대학뿐 아니라 연구소를 포함한 체제를 구축해 응용기술 개발과 중소기업 육성을 지향하는 사업
 - 3기(2012-현재) : 산·학·연 체제를 구축하여 제품화, 사업화기술 개발을 통해 미래 성장동력 창출, 지역사회 혁신, 서울형 문제해결을 지향하는 기술 수요자 중심의 사업
- ‘도시문제 해결형 기술개발 지원사업’의 등장
 - 2012년부터 추진된 지역사회 사회기술 지원사업을 도시문제 해결형 기술개발 지원사업으로 개편하여, 시민·시정 수요형 공모방식 강화
 - 2015년의 경우 서울형 R&D 지원사업 총 예산 141억 원 중 43억 원을 도시문제 해결형 사업에 투입(약 30% 비중)
 - 2017년의 경우 도시문제 해결형 사업과 더불어 서울혁신챌린지 사업을 신설해 4차 산업혁명 대응 및 도시문제를 해결하고자 공공분야 R&D 지원사업에 약 75억 원 투입(약 38% 비중)

<표 3-6> 도시문제 해결형 기술개발 세부사업 내용(2012~2015년)

연도	사업명	선정 과제명
2012	지역사회 사회기술 지원사업	-음식물류 폐기물 수거함 및 차량의 3단계 악취저감기술 -가로수 전정지를 이용한 바이오 플라스틱 및 친환경 제품 -청각장애인을 위한 대중교통 안내 방송의 디지털 신호화 데이터베이스 구축
2013		-시스템조명과 면상발열체를 이용한 자동 난방 및 모니터링 시스템 -정수 슬러지를 활용한 아트월 -정수 슬러지를 재활용한 다공성 조습보드용 조성물 및 이를 이용한 다공성 조습보드의 제조 -이용자 편의 제고를 위한 자전거 도난 방지 장치 및 보관 시스템 개발
2014	지역사회 사회기술 지원사업	-고령보행자를 위한 체험형 교통안전 교육시스템 개발 -노인, 장애인의 생활 모니터링시스템 개발 -전기/전자(자유) -정보/통신(자유)
2015	도시문제 해결형 기술개발 지원사업	-정수장 전력비 절감을 위한 운영 시뮬레이션 및 적용 시스템 개발 -전기차 셰어링용 통합 IoT 플랫폼 개발 및 서비스체계 구축 -음식물류 폐기물 종량기기(RFID) 개별개량 및 처리장비 개발 -기존 주택 바닥충격음 저감을 위한 기술개발 -도시 에너지 취약계층의 주거환경 개선을 위한 패시브 건축기술 개발 -고령자의 근력 증진을 위한 체감형 운동 솔루션 개발
2016	도시문제 해결형 기술개발 지원사업	-고소음 도로변 주택 밀집지역의 교통소음 저감 기술 개발 -빅데이터 및 융·복합 기술 기반의 보행취약자 맞춤형 보행안전 지원시스템 개발 -지하상가 공기질 향상을 위한 통합 환기 제어기술 개발

출처 : 서울산업진흥원; STEPI(2016)재인용 p.18

□ 수요자 중심 연구개발을 위한 R&D 기획방식 도입

○ 지역수요 발굴을 위한 사전기획 수행

- 도시문제 발굴을 위해 다양한 과제 발굴 방식 도입
- 서울 내 이해관계자 및 서울시 유관부서가 공동으로 사회문제를 조사·발굴하여 과제 기획에 활용
- 시민사회로부터 상향식으로 올라오는 수요조사와 함께 공공서비스 제공자인 시의 각 부서로부터 올라오는 시정수요를 취합

[그림 3-3] 도시문제 해결형 기술개발 지원사업 사전기획

출처 : 서울산업진흥원(2015)

□ 수요부서와의 협업 및 문제 해결을 위한 실증 플랫폼 구축

○ 시정수요 과제의 경우 수요부서의 참여가 적극적으로 이루어짐

- 시정수요 과제의 경우 과제 기획 및 선정 단계에서 서울시 유관부서가 의견을 제시하며 연구개발 과정에서 협업을 수행함
 - * 전기차 셰어링 플랫폼 개발사업은 서울시 대기관리과, IoT 기반 정수장 전력최적화사업은 서울시 물 연구원과 기획 단계부터 협업

○ 개발된 시스템을 실증분석하기 위한 테스트베드 구축

- 서울시의 대기관리과와 물 연구원은 개발된 시스템을 실증분석할 수 있는 플랫폼을 제공하여 시스템을 테스트하고 사용자 요구사항을 검증하는 기회를 제공
- 기업, 최종 사용자(테스트베드가 구축되는 G밸리의 입주사, 물 연구원), 서울시 등이 공동 작업을 수행하여 플랫폼을 구축
- 기술 공급부문과 수요부문이 협업을 수행하고 시스템 개발이 성공적으로 진행된다면 공공구매로 연계

□ 과학기술정보통신부의 시민연구사업과 유사한 과제를 지니고 있음

- 새로운 유형의 연구개발사업으로 기존과는 다른 방식을 취하고자 노력했으나 기존 틀에 따라 사업이 진행되는 모습도 보임
 - 도시문제 해결형 사업의 중요성과 비중이 높아지고 있으나 기업의 산업혁신 중심 측면이 여전히 강조됨
 - 관련 위원회 운영이나 선정평가 과정에서 도시문제 해결 그 자체보다는 상용화 촉진을 더욱 강조하는 측면이 존재
- 사회문제 해결 능력 향상을 위해 사회문제 발굴 및 기획의 체계화, 사용자 참여형 추진체제 구축을 위한 다양한 시도가 진행되고 있음

□ 시민수요 발굴 및 과제화 과정의 체계화

- 시정수요형 연구는 서울시 수요부서가 기획 및 사업 추진과정에 참여해 수요부서와 연구 개발사업의 연계가 용이하게 이루어지고 있음
 - 지자체의 경우 연구개발과 정책수요의 연계가 중앙정부보다 상대적으로 용이한 측면이 존재
- 시민수요형 연구는 중앙정부와 유사하게 설문 등을 통한 수요조사가 이루어지나 여전히 수동적인 접근이 이루어지고 있음

□ 사업기획 및 수행 시 사회혁신조직과 협업을 활성화할 필요가 존재

- 사회문제 해결 활동을 수행하는 사회혁신조직이 연구개발사업에 참여할 수 있도록 촉진할 필요가 있음
 - 서울시 차원에서 다양한 사회혁신 사업이 전개되고 사회적 경제조직이 활성화되어 있으나 도시문제 해결형 연구개발사업과의 연계는 약한 측면이 존재함
 - 이를 통해 도시문제 해결형 사업의 사회문제 해결 지향성을 강화시킬 필요가 있음

나. 과학기술정보통신부의 '사회문제 해결을 위한 시민연구사업'

□ 사업목표 및 내용

- 과학기술을 통해 국민생활과 밀접한 사회문제를 해결하고자 2013년부터 「사회문제 해결형 기술개발사업」 기획·추진
 - 국민제안을 통해 국민생활과 밀접한 사회문제를 발굴하고 수요자 체감형 R&D 수행
 - 기존 기술의 재조합 및 활용하고 추가 개발을 통해 실용화 수준의 제품·서비스를 구현하고자 함

- 기술개발뿐만 아니라 제도 개선, 서비스 전달시스템 구축과 연계하여 신속하게 성과로 이어질 수 있는 신제품·서비스 창출을 도모
 - 사회문제 해결형 기술개발사업의 추진체계를 정비하여 2015년 1월 '사회문제 해결을 위한 「시민연구사업」'으로 확대하고 생활환경기술개발사업, 재난안전기술개발사업, 격차해소기술개발사업으로 체계를 개편함
 - 기획-사업추진-실용화에 이르기까지 수요자인 시민과 지역사회의 관점을 반영해 연구개발 성과의 활용성을 강화함

□ 사업 추진 경과

- 사업 초 기술개발에 주력하는 측면이 두드러짐
 - 2013년에는 암 동반진단, 청소년 비만, 유해화학물질 유출 대응의 3개 과제, 2014년에는 녹조대응, 초미세먼지 피해 저감 연구 등 2개 과제가 선정되었으며 각 사업은 3년 기한으로 매년 30억 원 규모로 구성

- 기술의 사회적 활용 측면을 점차 강조
 - 2013년 사업은 기존 기술개발에서 사회문제 해결과 관련된 요소를 강조하는 수준으로 설계
 - 2014년부터는 실증과 시민사회와의 소통을 주요 요소로 규정³⁵⁾

- 안전, 사회적 격차 해소 등으로 연구영역 확대

35) 송위진, 성지은, 김왕동(2012), 기술집약형 사회적기업 활성화 방안, 과학기술정책연구원

- 기존 사회문제 해결형 기술개발 사업은 시민연구사업의 생활환경 부문으로 개편되며 재난안전과 사회적 격차해소 부문을 신설함
- 2015년 총액 245억 원 규모로 사업별로 최대 3년 간 지원하며 이 중 신규과제에 125억 원이 배당됨

<표 3-7> 사회문제 해결을 위한 시민연구사업 내용

연도	과제명	연구목표
2013	암 치료 효율성 제고를 위한 동반진단기술 개발	암 치료의 효율성을 극대화하거나 부작용을 최소화하고 의료제정 건전성 회복에 기여할 수 있는 표적항암제 동반진단기술 개발
	아동·청소년 비만 예방·관리를 위한 BT-IT융합 기반 통합 플랫폼기술 개발	아동·청소년 대상 비만 예방·관리체계 구축을 위한 통합 플랫폼기술 개발 및 실증
	유해 화학물질 유출하고 조기대응을 위한 보급형 스마트키트 개발	국민적 불안감을 해소하고 유해화학물질 유출사고 시 신속한 대응이 가능한 수요자 중심의 보급형 스마트키트 개발
2014	녹조로부터 안전하고 깨끗한 먹는 물 공급체계 구축	식수원의 녹조 발생 시 국민들에게 안전하고 믿을 수 있는 식수를 제공하기 위한 실증지역 중심의 정수처리 선진화 방안 연구
	국민건강 보호를 위한 초미세먼지 피해 저감 연구	초미세먼지(PM 2.5) 예보모델 개선, 저감장치 개발 및 위해성 연구를 통해 국민을 미세먼지로부터 보호할 수 있는 초미세먼지 피해 저감 및 통합관리체계 구축 및 실증
2015	환경호르몬으로부터 국민 건강을 보호하기 위한 기술개발	환경호르몬인 프탈레이트, 비스페놀-A, 노닐페놀 등이 없는 대물질 개발 및 안전성 평가, 신속 검출을 위한 감지센서 개발·적용, 제조공정 저감 공법 및 평가모델 개발 등을 통해 환경호르몬으로부터 국민의 건강을 보호
	인체공학적인 디자인과 신소재기술을 적용한 보급형 소방/방호장비 및 응급구난장비 기술개발 및 리빙랩 운영	개인용 소방/방호장비 및 응급구난장비에 대한 성능을 향상하여 현장요원의 작업효율성을 증진하고, 기능성 디자인을 도입하여 사용자 편의성을 제고할 수 있는 보급형 기술개발 및 '17년도 현장 보급화
	현장요원 안전확보를 위한 이동형 재난정보통신망 구축	재난현장 긴급 구조 통신망 기술개발 및 운영 및 매뉴얼 개발

기술개발	
주거환경 개선을 위한 저가보급형 습도조절용 세라믹 패널 및 도료개발	저가보급형 습도조절용 세라믹 패널 및 도료를 개발하여 고습으로 인한 세균, 곰팡이 등 취약계층의 주거환경 문제를 해결
야간 작업자의 사고예방용 발광안전키트 개발	야간 작업자 및 보행자의 안전사고를 예방하기 위해 시인성과 편의성 높은 착용형 안전키트 개발 및 보급
지방부 횡단보도 보행자 자동감지 통합시스템 개발	어린이, 고령자, 장애인 등 보행자의 사고가 빈번한 지방부 횡단보도의 안전성을 향상시킬 수 있는 자동감지 통합시스템 개발
건강불평등 해소를 위한 안질환 선별 검사용 휴대형 안저 카메라 개발	의료서비스 취약계층의 안저 병변 조기 진단을 위한 휴대 가능 안저카메라 개발 및 보급
보급형 저통증 인슐린 주입 기술개발	취약계층의 당뇨환자를 위한 보급형 저통증 정량주입 인슐린 주입 기술개발 및 보급
알코올/마약류 중독 진단 평가시스템 개발	알코올/마약류 중독성 진단평가시스템 개발 및 보급을 통한 중독률 감소
양방향 소통의 치매 돌봄 서비스 플랫폼 개발	치매환자의 보호자들이 의료진과 소통하며 치매환자의 치료 및 대응에 적극적으로 참여할 수 있는 치매환자 돌봄 어플리케이션 개발 및 보급
시각장애인을 위한 보급형 점자기기 개발	시각장애인에게 저가에 보급할 수 있는 인식률 높은 점자기기 개발
공동주택 층간소음 방지용 건축 내장재 개발	주거환경이 취약한 저소득 계층의 공동주택 층간소음 문제를 해결하기 위한 공동주택 층간소음 방지용 흡음 건축자재 개발 및 보급
소독 수준 맞춤형/보급형 all-in-one 표면 소독 기술 및 기기 개발	병원이나 요양시설의 침상 등 위생관리를 위한 보급형 다용도·다기능 소독기기 개발 및 보급

자료 : STEPI(2016), STEPI insight 185호 사회문제해결형 연구개발사업의 현황과 과제 p.8

□ 사회문제 해결형 시민연구사업 선정 및 평가 기준

○ 사회문제 해결에 중점을 둔 평가 기준

- ‘사회문제 해결’을 위한 기술개발, 정책, 제도개선 등 총괄적인 방안을 구체적으로 제시하고 추진전략이 우수한 사업단 선정

- 창의성, 실용화 가능성 등 사업화 성공 가능성 중심의 평가지표 구성 및 적용

<표 3-8> 시민연구사업 선정 평가 기준

평가항목	평가요소
목표 및 추진체계	-과제제안서와 부합성 -계획과 목표의 구체성·타당성·명확성 -기술개발 추진전략 및 체계의 적절성 -예산 분배의 적절성 등
요소기술 확보 및 역량	-사업단장 및 참여인력의 개발능력 및 적절성 -필요기술 확보 여부 및 수준의 적절성 -참여기관의 적절성 및 우수성 -관계기관(지자체, 공사 등)과 협업체계 우수성 등
성과 실용화	-실용화 계획의 구체성 및 적절성 -성과 적용 및 활용 방법의 타당성 -해당 기술 및 제품·서비스의 실용화 가능성 -사용자 참여 및 검증계획의 적절성
기대효과	-대국민 소통체계 구축의 타당성 -사회문제 해결 달성 가능성 -국민 삶의 질 향상 가능성 -기술적·경제적·사회적 파급효과 등

자료: 한국연구재단(2015); STEPI(2016), STEPI insight 185호 사회문제해결형 연구개발사업의 현황과 과제 p.9

○ 성과목표의 세분화 및 사회적 성과 강조

- 기존 R&D 사업과는 달리 시민연구사업은 성과목표를 기술적 측면과 사회적 측면으로 분리하여 양쪽의 목표를 모두 충족하도록 과제제안요구서(RFP)에 명시하고 있음
- 기술적 성과로 제출된 시제품은 빠른 상용화를 위해 일정 수준 이상의 기술 성숙도(TRL)에 도달해야 하며, 인증기관의 요구 기준을 충족해야 함
- 사회적 성과는 수요자 체감 만족도, 성능, 안전성, 보급 용이성 등이 해당

○ RFP의 성과목표 예시(에너지 취약계층의 주거환경 개선을 위한 실내용 난방텐트 개발³⁶⁾)

- 성과목표: 노후주택에도 간편하게 설치할 수 있고, 겨울철 최소의 난방으로 실내 적정 온도(18-20℃)를 유지할 수 있는 실내용 난방텐트 개발 및 보급

36) 한국연구재단(2015), 2015년 사회문제 해결을 위한 시민연구사업 신규과제(격차해소 분야) 공고

- 시제품 제작 및 실증 최종목표: 기술성숙도(TRL) 8단계
- 요구 성능 항목 : 보온성, 통기성, 방염성, 방오성, 보조기구 성능, 간편성, 내구성
- 정책/법/제도 및 리빙랩 운영 보고서 : 노후주택 200가구 이상의 공간에서 3일 이상 실증한 결과 포함
- 사회적 성과 : 취약계층 실내주거 환경 향상 정도, 난방비 절감효과, 보급 가능성, 사용자 만족도 등

□ 사업 기획 및 관리

- 사회문제 해결과 시민 참여형 연구개발을 지향하며 사업 전주기에 걸친 추진체계를 개선함

<표 3-9> 추진방식 개선사항

구분	AS-IS	TO-BE
사업분야	·건강·안전·환경 분야	·안전 R&D 강화 ·복지 R&D 확대
과제기획	·기술 중심기획	·현장수요 반영 ·사회·기술 통합기획
선정	·서면 및 발표평가	·현장평가 반영
연구개발·실증	·2-3년차 실증연구	·리빙랩 도입 ·시민연구사업 멘토단 운영
성과관리	·기술적 성과평가 중심	·사회적 성과평가 중심 ·열린평가단 운영

출처 : STEPI insight 185호 사회문제해결형 연구개발사업의 현황과 과제(STEPI, 2016)

□ 사회문제 도출, 기술개발·실증 과정에서 여러 이해관계자와 시민이 참여하는 열린 연구개발 지향

- 사회-기술 통합기획 실시해 일반국민, 기업, 기술공급자 등 다양한 이해관계자가 참여하는 수요조사를 실시
 - 안전 분야의 경우 현장상황과 수요를 반영할 수 있도록 재난관리기관(국민안전처, 일선 소방서 등)과 현장요원 의견 반영
 - 기술혁신 분야의 경우 창조경제타운을 통해 문제 해결을 위해 창의적 아이디어 공모전 추진
 - 사회복지, 재난현장, 관련 시민단체 등 다양한 분야의 전문가가 기획에 참여해 제품·서비스 개발 및 전달 체계 개선 등을 목표로 실용화 기획 추진

- 리빙랩(Living Lab)을 도입해 R&D 분야의 사용자 참여를 확대
 - 사용자 중심 연구개발을 위해 민간·산·학·연이 공동으로 참여하는 플랫폼인 리빙랩 방식도입
 - 연구 초기 단계(수요 구체화)부터 보급 단계(실증/효과검증)까지 다양한 이해관계자가 참여해 시제품을 제안-점검-체험-적용-개선-검증하는 리빙랩 방식을 시도
 - 리빙랩을 포함한 ‘사용자 참여 및 검증계획’을 반드시 명시하도록 하여 기업과 시민의 요구를 반영한 실증연구 추진

□ 실용화 및 문제 해결을 위한 관리 체계 도입

- 사용자 중심의 연구개발 및 성과 확산을 위해 다양한 주체가 참여하는 융·복합 연구 진행
 - 생활환경과 재난안전 분야의 경우 관련분야 기업을 포함하는 민간·산·학·연 컨소시엄 구성을 필수요소로 제시
 - 격차해소분야의 기술개발사업인 경우 상용화 및 보급이 가능하도록 사회적 혁신조직³⁷⁾을 포함한 컨소시엄을 필수적으로 구성해야함
- 법·제도 개선 및 서비스 전달과 연계하여 실질적인 문제 해결에 기여
 - 사업성과의 효율성 증진을 위해 기술수요·활용부처와의 연계협력 지향
 - 과제기획 단계부터 관계부처와의 협의를 통해 관계기관 간 협력사항을 검토할 수 있도록 함
 - 실용화 제품의 인허가 신청과 인증 및 관련 법·제도의 개선 방안을 도출
 - 후속과제에 대한 지원 가능성, 수요부처의 제품 및 서비스 보급 가능성 등을 고려해 실용화 중심의 과제 관리를 지향함

37) 사회적 혁신조직: 사회적 경제조직(사회적기업, 협동조합, 마을기업 등)+기술기반 창업기업(소셜벤처 등)

<표 3-10> 부처협업을 통한 제도 개선 및 실용화 연계

과제	사회문제/성과물	부처협력 실용화 연계
녹조, 미세먼지, 환경호르몬	녹조(정수처리장), 미세먼지(건강·안전 피해저감), 환경호르몬(대체물질개발)	사회문제 10대 실천과제 중 3개 과제 부처 간 성과 공유·연계(환경부, 미래부, 식약처)
아동청소년 비만예방/치료	비만예방관리(소변진단 키트) 관리치료관리(치료 시범서비스 제공)	시제품 인허가 신청: 복지부, 식약처 시범서비스: 서울시/강원시 교육청, 충주시
암치료	⇒ 항암제 동반진단 키트 개발	⇒ 시제품 인허가 신청: 식약처
유해화학물질	유해물질검출용 키트 개발	진단 키트 신뢰성평가: KTL(한국산업기술시험원)
소방/응급장비 (현장요원)	소방/방호장비: 소방/갑, 장화, 벨트, 공기호흡기 응급/구난장비: 비디오후두경, 경추보호대	시제품 인허가 신청: 소방산업기술원 응급/구난장비(식약처)
지방부 횡단보도	횡단보도 자동감지시스템	신호기 법제도 개선: 경찰청, 전북도청, 도로교통공단, 전주시청

출처 : STEPI insight 185호 사회문제해결형 연구개발사업의 현황과 과제(STEPI, 2016)

- 사업기간(2-3년) 내에 실제적인 성과를 창출할 수 있도록 ‘기술활용 멘토링’을 도입하여 지속적인 모니터링 및 실용화 촉진
 - 사회정책 및 기술 전문가, 가치 평가, 경영·마케팅, 벤처 등 실무 전문가로 구성된 ‘기술활용 멘토단’ 운영
 - 과제책임자와 멘토단 간 현장컨설팅에서 사업화 진행상황을 공유하고 문제에 대한 공동해결책을 마련함
 - 개발제품의 인증·표준 및 서비스 제공을 위해 혁신주체 간 협력을 통해 실용화 지원을 강화

[그림 3-4] 기술활용 멘토링의 기대효과

출처 : STEPI insight 185호 사회문제해결형 연구개발사업의 현황과 과제(STEPI, 2016)

□ 문제 발굴 단계

- 사전기획 단계 중 수요 발굴단계에서 시민의 참여를 활성화할 필요가 있음
 - 동 사업에 대한 시민사회와 이해관계자의 관심을 높이고 수요 발굴 참여 활성화를 위한 새로운 접근이 필요함
 - 현재는 수요조사서를 시민사회, 산학연에 배포하여 의견을 받는 수동적 방식으로 진행되며 조사기간이 1개월 정도로 한계를 지님
 - 정부·민간 분야에서 다양한 형태로 이루어지고 있는 과학기술관련 시민사회 활동(과학문화, 지역문제 해결활동 등)과 수요 발굴을 연계할 필요가 있음
 - 한국과학창의재단의 과학문화사업과 시민연구사업의 연계, 지역재생 및 공동체 활성화 사업과 시민연구사업의 연계 등을 예로 들 수 있음
 - 지역사회에서 시민사회·산·학·연을 대상으로 사업설명회 개최 및 네트워크를 형성함

- 수요 발굴 과정에서 제시된 아이디어를 연구개발사업으로 구체화시킬 수 있는 능력 향상이 필요
 - 최종 사용자, 시민사회 조직 등 사회혁신 주체의 기술관련 지식 부족한 측면으로 인해 해결해야 할 문제를 파악하고는 있으나 기술을 활용한 사회문제 해결 가능성에 대한 지식이 부족함
 - 과학기술전문가들의 경우 산업혁신 중심의 사고방식으로 인해 사회문제 해결에 대한 인식 및 관심이 부족할 뿐만 아니라 현실과 괴리된 접근 방식을 취하기도 함
 - 시민사회·사용자와 과학기술전문가가 상호이해를 높이고 공동으로 사회문제를 발굴·형성하는 플랫폼이 필요

- 체계화된 문제를 발굴 및 해결하기 위한 시스템 구축이 필요함
 - 일회적인 문제 발굴 활동이 아니라 문제 발굴·조사·네트워크 구축을 체계적으로 수행하는 시스템을 구축할 필요가 있음
 - 과학기술 분야는 사회를 이해하고, 사회는 과학기술을 이해하는 융합적 지식 기반과 네트워크를 구축할 필요가 있음
 - 과학기술과 사회문제를 통합적으로 접근해 문제를 발굴 및 해결하는 사회·기술적 방법론과 관련 지식을 교육하는 프로그램을 운영할 필요가 있음
 - 한국과학창의재단 혹은 국가과학기술인력개발원 등에서 개발 운영 중인 교육 프로그램을 예로 들 수 있음

- ‘사회문제 은행’을 구축하여 과학기술기반 사회문제 해결 이슈에 대한 정리하고 관련 정보와 지식을 축적할 필요가 있음

□ 과제기획 및 선정 단계

- 산·학·연·시민사회 전문가가 참여하는 기획위원회·평가위원회를 구성해 기존 사업과 차별화된 기획을 하려고 노력하고 있으나 여전히 기술개발 중심의 기획이 이루어지고 있음
 - 사용자의 관점에서 문제를 정의하고 기술개발-서비스구현-문제해결의 전주 기적 접근방식이 필요
 - 사회적 기업, 비영리조직 등 사회분야 주체가 기획과정에 참여하지만 영향력 및 전문성 측면에서 한계가 존재
 - 개발 목적, 필요성을 명확히 인지하고 어떠한 전달체계로 서비스를 구현해 문제를 해결할 것인지 수요자 중심의 로드맵이 필요함
- 리빙랩 운영 기획의 전문성을 강화할 필요가 있음
 - 기획위원과 자문위원의 사용자 참여형 개발·실증 모델인 리빙랩에 대한 이해도를 제고시킬 필요가 있음
 - RFP 작성 시에도 참여형 개발 및 실증 과정에 대한 논의가 충분히 이루어지지 않는 경우가 존재함
- 기존 사업과 다른 가치관과 지향점을 반영한 과제선정 체제를 구축할 필요가 있음
 - 과학기술 분야의 기획 및 평가위원들은 동 사업을 기존 연구개발사업의 하나로 인식하는 경향이 존재해 본 사업의 취지 및 방법론에 대한 이해를 제고시킬 필요가 있음
 - 격차해소 사업의 경우 서비스 구현을 위한 사회혁신기업의 참여가 매우 중요함
 - 사업화를 위한 기술이전, 제품생산 등에 있어 참여기업의 활동만을 고려할 것이 아니라 수요자인 공공기관과 지자체의 구매활동과 연결시키는 것이 중요함

□ 수행 단계

- 효과적인 범부처 간 협업이 이루어 질 수 있는 모델을 개발할 필요가 있음
 - 사회문제 해결형 사업은 법·제도 개선 및 인프라 연계를 위한 부처 간 협업이 필수적임
 - 효과적인 연구 성과 공유 및 실증·실용화 연계방안을 마련하지 못할 경우 부처 칸막이로 인해 타부처 사업을 심도있게 검토·활용하지 않을 수 있음

- 시민연구사업을 추진하는 사업단 간, 관리기관과 사업단 간 원활한 의사소통을 할 수 있도록 하는 채널을 개발할 필요가 있음
 - 시민연구사업은 새로운 유형의 사업이기 때문에 정보 및 성공과 실패 사례를 공유하는 것이 필요함
 - 한국연구재단과 사업단 간 주기적인 의사소통을 통해 애로사항을 해결하는 창구가 필요함
 - 이를 위해 시민연구사업 협의체를 구성해 상호학습을 활성화하는 것이 필요함

- 연구자의 경우 기술 중심의 사업운영 및 관리에 치중하기 때문에 사회적 측면의 지식과 활동을 보완하는 하부구조를 구축하는 것이 필요
 - 관련분야 산업체, 시장, 규제, 시민사회의 수용 등이 문제 해결에 중요한 역할을 하지만 이에 대한 관심과 지식이 부족한 측면이 존재함
 - 리빙랩을 통한 시민사회의 기술 수용·활용을 촉진하기 위한 방법론 개발과 학습이 필요
 - 서비스 구현을 위해 지자체, 비영리 조직, 사회적 경제조직 등 공공·사회 서비스 관련 조직과의 협업을 활성화할 필요가 있음
 - 새로운 유형의 연구 활동에 대한 필요성과 정당성을 높이기 위해 시민연구사업의 성과를 알릴 수 있는 대국민 홍보 시스템을 구축할 필요가 있음

□ 평가 및 실용화 단계

- 사회적 성과 평가지표 개발 필요
 - 사회적 파급효과가 높은 연구보다 과제 수주, 커리어 개발에서 기존 성과지표가 중요하기 때문에 기술적 성공가능성이 높은 연구를 실시하는 경향이 존재

- 기존 성과지표(SCI 논문, 특허 등)가 아닌 사회문제 해결 정도, 사회적 파급 효과 등 사회적 성과 측정 도구와 같이 본 사업 취지에 맞는 별도의 평가기준과 지표를 개발할 필요가 있음
- 연구개발사업 및 전문가 커뮤니티에서 사회적 기여의 중요성에 대한 인식을 제고시킬 필요가 있음

3.4. 사용자 참여형 혁신모델 리빙랩(Living Lab)

3.4.1. 리빙랩의 등장배경

- 과거 우리나라의 혁신시스템은 ‘추격’위주로 이루어졌지만 최근 기술과학분야에서 우위를 점하게 되면서 ‘창조형’ 혹은 ‘탈추격형 혁신체제(post catch-up regime)로 혁신시스템이 전환되고 있음
- 탈추격 상황이 진행되면서 과학과 사회의 interaction, 과학과 사회의 동시구성이라는 개념 하에 기술과 관련된 안전문제, 제도문제 등을 동시에 개발할 필요성이 등장하였음
- 최근 사회문제 해결형 R&D사업의 방식으로 사용자 참여형 혁신모델인 리빙랩(Living Lab) 개념이 부각되고 있음
- 리빙랩은 최종 사용자(end user) 및 시민이 연구개발 기획·개발·실증과정에 참여하는 사용자 주도형, 개방형 혁신 모델을 의미함
- 리빙랩 추진과정은 민·산·학·연이 협력하여 혁신활동을 수행하며 4P (Public-Private -People-Partnership)의 플랫폼이라고 볼 수 있음
- 리빙랩은 도시, 학교, 공장, 아파트 등 생활세계(Real-life setting)에서 이루어짐

[그림 3-5] 리빙랩(Living Lab) 개념도

자료 : EU (사용자 참여형 리빙랩(Living Lab), (STEPI. 2016) 재인용)

- 리빙랩 개념은 어떤 사업에 대한 가능성을 타진해보는 실험 장소를 의미하기도 하고, 생활현장, 거버넌스 개념, 지속가능성을 반영하기도 하는 등 다양한 의미로 해석되고 있음
- 리빙랩의 대표적인 사례로 덴마크의 Egmont Living Lab을 들 수 있음
- Egmont Living Lab은 우리나라의 연구개발사업과 비슷한 개념으로서, 보조 기술(assistive technology)개발 사업을 추진하는 과정에서 장애인 기숙학교인 Egmont 고등학교를 리빙랩으로 선정하여 학생들과 공동으로 기술개발을 진행하였음
 - 구체적으로는 혁신적 사용자 과정 교육프로그램을 통해 학생들에게 참여적 설계와 전문가와의 소통방법을 교육하였고 그러한 결과로 조이스틱이 부착된 휠체어를 개발하는데 성공하였음
- 우리나라의 경우 산업부의 ‘에너지기술 수용성 제고 및 사업화 촉진사업³⁸⁾(2016)’이 리빙랩 방식을 통해 진행되고 있음
 - 이 사업은 에너지기술의 문제점을 경험한 실제 사용자 및 다양한 이해관계자를 포함한 공동연구팀을 구성해 문제 해결방안을 모색하는 방식을 적용

38) 이미 개발되었으나 제대로 보급되지 못한 에너지기술 중 10개 과제를 선정하여 사용자의 참여로 보급 성공률을 높이는 사업임

- 리빙랩을 실시함으로써 최종 사용자의 구체적인 니즈를 파악하여 수용성과 문제해결 능력이 높은 제품 및 서비스를 개발할 수 있고, 최종 사용자의 경험, 지식 등을 활용하여 새로운 아이디어를 발굴하는 등의 효과를 낼 수 있음
- 또한 연구개발 과정을 통해 기술개발뿐만 아니라 최종사용자의 참여적 문제 해결을 통해 최종사용자의 행동변화를 유도할 것으로 기대할 수 있음

3.4.2. 리빙랩의 사례 및 운영 과정

- 리빙랩은 국내·외에서 다양하게 활용되고 있으며, 해외의 경우 EU와 대만에서 실시되고 있는 리빙랩이 대표적임
- 유럽의 경우 미국의 미디어랩에서 시작된 리빙랩을 최종 사용자의 참여를 강조하는 유럽식 모델로 변화시켜 다양한 리빙랩을 운영하고 있음
 - 특히 2006년 핀란드의 주도하에 설립된 유럽 리빙랩 네트워크(ENoLL: European Network of living Labs)를 중심으로 2016년 현재 약 400여개의 리빙랩이 운영되고 있음
 - 최근에는 도시의 지속가능한 전환(Urban Sustainability Transition)을 위한 핵심 수단으로 리빙랩이 적용되고 있음
- 대만의 경우 2000년대 말부터 ICT를 활용하여 노인 돌봄, 교육, 관광 분야 등 다양한 분야에서 리빙랩을 운영하고 있음
 - III(Institute for Information Industry)와 같은 연구기관을 중심으로 사용자 중심의 혁신 서비스 및 제품을 개발하는 리빙랩을 운영

- 국내에서 리빙랩이 적용되는 사례는 주도 조직에 따라 중앙정부 주도, 지자체 주도, 중간지원기관 주도, 시민사회 주도 등 4가지 경우로 구분할 수 있음
 - 중앙정부가 주도하는 리빙랩 사업은 과기부가 진행하고 있는 ‘사회문제 해결형 기술개발사업 리빙랩(2015)’, 농촌진흥청의 ‘도시농업 리빙랩(2016)’의 사례를 들 수 있다. 지자체가 주도하는 리빙랩은 서울시 주도로 진행되는 ‘북촌 한옥마을 IoT리빙랩(2016)’이 진행 중임
 - 중간 지원기관이 주도하는 경우는 ‘서울혁신파크 리빙랩(2016)’, 성남 고령친화종합체험관의 ‘한국시니어리빙랩(2016)’이 있고, 시민사회가 주도하는 경우는 서울 ‘성대골 에너지 전환 리빙랩(2015)’, 대전 ‘리빙랩 프로젝트 건너유(2014)’가 진행 중임
- 리빙랩은 주도조직, 범위, 위치에 따라 구분할 수 있으며 개략적으로 나타나면 다음과 같음

<표 3-11> 리빙랩 구분

주도 조직	연구기관, 정부 및 지자체, 시민사회, 기업
범위	마을단위, 시·군 단위, 광역단위, 건물단위
위치	주거단지, 공장, 보건복지시설, 학교, 군, 도시, 농촌

자료 : 사용자 참여형 리빙랩(Living Lab), (STEPI, 2016)

- 리빙랩의 운영과정은 ① 사용자 행태 분석 및 ‘개념설계’ ② ‘프로토타입 설계’ 및 구현 ③ ‘제품·서비스 개발’ 및 실증 단계로 구분할 수 있음
 - 리빙랩을 실시함으로써 최종 사용자의 구체적인 니즈를 파악하여 수용성과 문제해결 능력이 높은 제품 및 서비스를 개발
 - 최종 사용자의 경험, 지식 등을 활용, 새로운 아이디어를 발굴하는 효과
 - 연구개발 과정을 통해 기술개발뿐만 아니라 최종사용자의 참여적 문제해결을 통해 최종사용자의 행동변화를 유도

<표 3-12> 리빙랩의 운영 과정

구분	A : 사용자 행태분석 및 '개념설계'	B : '프로토타입 설계' 및 구현	C : '제품·서비스 개발' 및 실증
내용	· 문제와 관련된 사용자의 행태 분석 · 사용자와 관련된 문제해결을 위한 제품의 개념·서비스 설계	· 문제해결을 위한 프로토타입 개발 및 사용자의 피드백	· 제품·서비스 개발 및 실증을 통한 사용자의 피드백
고려사항	- 동기 부여된 조직화된 사용자 참여 - 다양한 참여자들의 의사소통 - 거버넌스 형성과 갈등관리 - 신속한 성과 활용과 확산 - 이해당사자 참여 촉진		

자료 : 사용자 참여형 리빙랩(Living Lab), (STEPI, 2016)

3.4.3. 리빙랩의 의의

- 리빙랩의 의의는 크게 다섯 가지로 나타낼 수 있으며, 해당 항목은 ① 사회문제 해결형 기술혁신 모델, ② 선도형 기술개발의 실용화 모델, ③중소기업 실증 인프라 지원, ④ 현장기반 지역혁신, 도시혁신 모델, ⑤ 참여형 과학기술 교육 및 과학문화 모델 등임

① 사회문제 해결형 기술혁신 모델

- 리빙랩 운영을 통해 최종 사용자의 니즈와 지식에 기반한 사회문제를 파악하고 해결할 수 있음
 - 특히 최종 사용자가 참여함으로써 기업과 연구자가 파악하기 어려운 사회문제를 인식하고 해결할 수 있음

② 선도형 기술개발의 실용화 모델

- 기존에 존재하지 않는 기술 및 시장을 대상으로 하는 선도형 기술개발의 경우, 기업도 최종 사용자의 수요를 잘 모르기 때문에 사용자와의 상호작용을 통해 수요를 구체화하고 개발된 기술을 실증·평가·개선 할 수 있는 모델임

③ 중소기업 실증 인프라 지원

- 리빙랩은 특히 자원이 부족한 중소기업을 위한 실증의 공간이 될 뿐만 아니라 사용자와의 상호작용을 촉진시키는 공간으로 활용될 수 있음

④ 현장기반 지역혁신, 도시혁신 모델

- 리빙랩은 지역의 수요와 문제에서 시작하기 때문에 지역사회가 당면한 지역 문제를 해결할 수 있는 혁신 모델이 될 수 있음
 - 특히 스마트시티 사업, 도시재생 사업, 농촌 활성화 사업에 활용할 수 있으며 지역사회를 테스트베드로 이용할 수 있다는 장점이 있음

⑤ 참여형 과학기술교육 및 과학문화 모델

- 대학 자체를 리빙랩으로 설정하여 기술개발, 교육, 학교문제 해결 등을 수행할 수 있으며 시민이 과학기술활동에 참여하는 참여형 과학문화 모델로 기능할 수 있음

3.4.4. 리빙랩 과제 진행시 고려사항³⁹⁾

□ 리빙랩 지향과 목적에 맞는 방법론 개발

- 진행되고 있는 리빙랩 활동에 대한 체계적인 모니터링 및 평가를 통해 한국 사회에 적합한 방법론 및 모델을 탐색하고 적용해 나가는 것이 필요
 - 현재 한국에서 리빙랩은 새로운 개념으로 다양한 실험이 이루어지는 시행 초기단계로, 아직 최종 사용자와의 상호작용 경험이 부족하고 협업 방법론도 발전되어 있지 않은 상황이기 때문에 최근 시도되고 있는 리빙랩 실험에 대한 성찰적 분석이 중요
- 리빙랩의 지향과 목적에 맞는 방법론 개발이 필요
 - 방법론은 지속적으로 검토와 개선되어야 하며, 리빙랩 자체도 최종적 목표가 아니라 수단이라는 점을 인식하고 리빙랩을 통해 무엇을 얻고자 하는 것인지에 대한 지속적 검토가 필요함

39) 과학기술정책연구원(2017)을 참고하여 작성

□ 리빙랩 교육 프로그램과 도구 개발

- 리빙랩을 효과적으로 추진하기 위한 교육 프로그램 개발 및 운영
 - 과학기술전문가들은 최종 사용자와 협업을 수행한 경험이 많지 않기 때문에 리빙랩을 효과적으로 수행하기 위한 노하우와 방법론 학습 기회 제공이 필요
- 리빙랩 운영시 요구되는 활동을 지원해주는 도구 개발 및 확산
 - 사용자 행태 조사 및 분석, 사용자와의 공동디자인 작업 수행 등에 요구되는 다양한 도구 개발 및 확산

□ 최종 사용자 기반 강화 및 참여 동기 부여 및 유지 관리

- 리빙랩이 성공하기 위해서는 최종 사용자의 기반 강화 및 조직적인 활동 중요
 - 공익성을 지향하는 최종 사용자 집단을 발굴하여 리빙랩 사업의 협력 파트너로 활용하고 이들의 역량을 강화
- 최종 사용자의 참여를 이끌어낼 동기 부여 및 유지 관리 필요
 - 사용자의 동기를 유발할 수 있는 환경 조성 및 참여 메커니즘 개발 필요

□ 리빙랩 활동 관련 평가 지표 개발 및 방법론 메타 평가

- 리빙랩 활동은 기존의 연구개발 활동과는 주안점이 다르므로 이에 맞는 평가 체계 변화가 반드시 필요
 - 최종 사용자와의 상호작용, 연구결과의 시범 및 실증 등 리빙랩의 속성을 반영한 새로운 평가 지표 개발이 필요
- 리빙랩 방법론의 적절성 평가를 위한 기준 제시가 필요
 - 리빙랩 방법론이 모든 리빙랩에 적용될 수 있는 것은 아니지만 리빙랩 방법론에 포함되어야 할 공통적 요소는 존재
 - 특정 활동을 반드시 포함할 것이 아니라 공동창조와 같은 리빙랩의 핵심요소를 실현하기 위해서는 어떤 활동이나 관리가 필요한지를 고려해 방법론 설계 필요

3.5. 종합

- 민간부문과 정부 간의 협력관계 구축을 통해 시장 수요를 반영하고 한정된 R&D resources를 효율적으로 활용하기 위한 R&D PPPs 방식의 도입 필요성은 한국의 현실을 고려할 때 크다고 볼 수 있음
 - 특히 성과의 이전이나 성과확산이 부진하여 연구개발 생산성 향상을 위해 돌파구를 마련해야 한다는 점을 고려하면 향후 정부 중대형 신규 프로그램 운영에서 민관협력 방식의 수요는 더욱 커질 것으로 예상됨
- 사회문제 해결형 R&D는 프로그램 운영 방식이라기보다는 연구개발 투자를 통해 국민 삶의 질 향상을 도모한다는 아이템 특성화와 이를 효과적으로 수행하기 위한 다양한 제도적 개선방안을 포함
 - R&D PPPs 방식과 전혀 별개의 것이 아니라 R&D PPPs 프로그램 운영시 사회문제 해결을 위한 연구아이템을 선정하고 사회문제 해결형 프로그램 특성을 반영할 수 있도록 시장형 연구사업과 제도를 차별화함으로써 융합이 가능할 것으로 봄
 - 리빙랩 개념 역시 사회문제 해결형 사업 추진의 방식으로서 일반국민이나 지역사회 참여를 촉진하는 연구사업 유형이라 할 수 있음
 - 모든 R&D PPPs 사업이나 사회문제형 사업을 리빙랩 방식으로 추진하기는 어렵겠지만 시행 가능한 1~2개 사업을 선정하여 시범사업을 통해 시행착오를 줄여가며 사업을 추진할 수 있을 것으로 판단됨

4. 미래선도기술개발사업

(Innovative First-Mover Program for Accelerating Disruptive Technology Development, IMPAcT)

4.1. 지원의 필요성

- 4차 산업혁명으로 인해 와해성 기술(Disruptive Technology)을 기반으로 한 융합 신산업·서비스 창출이 필요함
 - 또한 기술주기가 단축되고 기술과 산업의 융합이 활성화되면서 기초·응용·개발로 나누어지는 기존의 단계별 R&D로는 기술개발의 불확실성에 대한 대응이 쉽지 않음
 - 정부 부처 간, 연구개발과 상용화 간의 구분은 R&D성과가 확산되는데 있어 비효율적임
 - 선도부처의 원천기술 개발 이후, 민간 및 공공서비스 수요 부처의 후속 R&D가 이루어지거나 상용화가 되어야 하는데, 현재의 R&D프로그램은 ‘전주기적인 관리’시스템이 구축되어 있지 않아 어려움
- 국민생활과 밀접한 사회문제가 다양해지고 그 구조가 복잡해짐에 따라 과학기술을 통한 근원적 해결 또는 과학기술의 기여 확대에 대한 요구가 높아짐
 - 공공서비스 수요 기관과 연계하여 사회 현안을 해결하는 R&D를 추진하고 공공시스템 고도화를 통해 신시장 창출
- 선도적이고 도전적인 연구개발 추진을 위해서 유사·중복 개념을 재정립하고 복수 연구자의 경쟁적 연구수행을 통해 결과물의 수준을 향상시킬 필요가 있음
 - 목표 수준이 높은 고위험-고부가가치 연구에 대한 경쟁R&D를 통해 성과를 제고하고 연구자 중심의 과제 수행을 적극적으로 지원

4.2. 사업내용의 타당성

□ 사업의 목적

- 4차 산업혁명 대응 역량 강화와 당면 문제 해결을 위한 고위험·고부가가치 원천기술 개발 및 상용화
 - 도전적이고 명확한 목표를 설정하고, 원천기술 개발뿐만 아니라 초기 상용화 까지 지원

□ 사업 수행주체 및 방식

- 원천기술 확보를 위한 도전적 연구로서 정부, 특히 R&D 선도 부처의 예산 확보·집행이 타당하고, 경쟁형 R&D를 통해 탁월성을 갖춘 우수 연구자(기관)가 R&D 수행 가능
- “개방·협력·경쟁”의 R&D 혁신 ‘테스트 베드’로서, R&D 지원 전(준)단계에 걸쳐 혁신적 방식 도입
 - (기획) 집단지성을 활용한 개방형 클라우드 기획
 - (R&D 수행) 경쟁형(토너먼트형, 병렬형) R&D, 정부(과기부 & 수요부처)-민간 협업의 플랫폼형 R&D 등
 - (성과 활용) 상시기술예고제, 구매조건부 사업화 등
 - (평가 및 관리) 토론방식 심층평가, 유연한 관리(Moving Target, Early Exit)

4.3. 사업의 유형

- 기술개발 목적 및 방식 등을 기준으로 신시장 창출형 사업, 현안 해결형 사업으로 구분되는 미래선도기술개발사업은 원천(源泉)기술⁴⁰⁾ 및 신제품·서비스 개발과 상용화를 포함하는 포괄적인 사업으로 통합된 시스템 확보라는 점에서 특성화가 가능
- 신시장 창출형 사업은 토너먼트 경쟁형 R&D, Open·Crowd 기획, 융·복합(연구자, 기술) 연구를 바탕으로 융합 신산업 창출을 위한 통합 시스템을 확보하는 것을 목적으로 함
 - 민간영역의 제품과 서비스를 개발하여 새로운 시장을 창출할 수 있도록 지원하는 유형을 말함
 - 민간과 정부가 협업하여 연구를 진행할 수 있도록 PPP기반의 연구단을 구성하여 수행
 - 사업으로 인해 개발되는 기술은 민간에 이전하고 후속 투자를 유치하여 해당 기술의 사업화를 진행함
 - 예시로 유전체 분석 시장 창출을 위한 “대규모 임상 유전체 정보관리기술” 등을 들 수 있음
- 현안 해결형 사업은 병렬형 경쟁 R&D, 부처협업 및 Living Lab 도입, 공공조달 연계 등을 바탕으로 고령화, 재난·재해 등의 문제를 해결할 수 있는 기술을 개발하고 상용화 하는 것을 목적으로 함
 - 공공영역의 제품과 서비스를 대상으로 사회 현안을 해결할 수 있는 원천기술을 개발할 수 있도록 지원하는 유형을 말함
 - 사회 현안을 해결하는 사업인 만큼 연구자, 사회부처, 지자체 등이 참여하는 협의체를 구성하여 수행
 - 현안 해결형 사업으로 인해 개발되는 기술은 공공서비스를 고도화하는데 일조하며 공공서비스 제공과 관련된 민간기업의 후속투자를 유치하여 기술발전 추구
 - 예시로 초고령사회문제 해결을 위한 “신체 증강 기술(감각 기능을 갖춘 근골격 장기 등)” 개발 등을 들 수 있음

40) 원천(源泉)기술의 사전적 의미는 ‘샘물이 나오는 근원과 같은 기술’이라는 뜻으로 신개념 기술로 그로부터 많은 기술들이 샘물처럼 지속적으로 파생하여 나올 수 있는 기술을 의미함(김용정 외 2인, 정부 R&D 원천연구의 전략성 제고 방안 (KISTEP, 2011))

<표 4-1> 미래선도기술개발사업 사업유형(안)별 특성

유형	제1유형 (신시장 창출형)	제2유형 (현안 해결형)
기술 분야	신시장 창출 융복합 기술 (민간영역의 제품·서비스 Target) - (예시) 신체증강, 웰니스, 차세대 로봇 등	현안 해결 원천기술 (공공영역의 제품·서비스 Target) - (예시) 재난감지, 에너지 저장 등
수행 주체	PPP(Private Public Partnership) 기반 민관 협업 연구단	(가칭) 공공 서비스화 추진 연구단 * 연구자, 사회부처, 지자체 등이 참여하는 협의체 운영(총괄, 과제별)
주요 특징	(발굴) 기업 수요조사 및 빅데이터 분석(주요국 투자 동향 등)등을 통해 미래 선도기술 도출	(기획) 현안 문제 정의 및 과제화 * 일반국민 및 사회부처 등 수요조사
	(수행) 기획연구 ⇨ 탐색연구 ⇨ 본연구의 단계별 토너먼트방식 경쟁형 R&D * (기획) 집단 지성을 통한 “Crowd 기획”, 기획연구자의 연구 지속 참여 * (연구) 기술 및 연구주체간 융복합 촉진	(수행) 동일 주제 복수 지원 방식의 병렬형 경쟁 R&D - 선행연구 ⇨ 본연구 ⇨ 실증(부처, 지자체 등 참여 Living Lab 운영) * IP, 표준화, 인증 등 Total Solution 제시
	(성과활용) 민간 기술 이전 및 후속 투자 유치를 통한 사업화 * 상시 기술예고제 등 활용	(성과활용) 공공서비스 기반 수요 창출(공공혁신 조달 등) * 공공 조달, 구매조건부 사업화 등 활용
	(평가) 상호 질의·토론 등 혁신적인 평가방식 도입(해외 평가자 등도 활용)	
	(관리) 목표 수정(Moving Target), 조기 종료(Early Exit) 등 유연한 관리	

자료: 과학기술정보통신부 보고자료

4.4. 사업 기간 및 소요예산

- IMPAcT 사업은 연간 120억원 이내로 4년(1년+2년+1년) 간 시행하는 것을 기본으로 하고 연구유형에 따라 신축적으로 적용함
 - 신시장 창출형의 경우 기획연구 단계에서 10개의 연구단에 대해 1억원을 지원
 - 탐색연구단계에서 8개의 연구단에 대해 15억원('18년 하반기 5억원(=연간 10원×6/12) + '19년 10억원)을 지원하며, 본연구단계에서는 4개의 연구단에 대해 2년간 40억원을 지원함
 - 현안 해결형의 경우 선행연구 단계에서 4개의 연구단에 대해 6억원(=연간 8억원×9/12)을 지원
 - 본연구단계에서 4개의 연구단에 대해 2년간 20억원을 지원하며, 실증단계에서는 2개의 연구단에 대해 20억원을 지원함
- 시장 및 기술여건이 급변하고 있고 사회문제 해결에 대한 수요 내용도 지속적으로 변화하고 있어 초기단계부터 경직적 운영으로 문제가 될 수 있는 사업단 성격의 10년 이상 장기 사업 보다는 중단기형 사업으로 신축적인 대응이 필요
 - 민간기업의 참여가 이루어지는 신시장 창출형의 경우 참여기업들의 수요나 시장 여건에 따라 연구단계나 사업 내용을 신축적으로 조정하는 등 경직적인 사업 운영 요인을 최소화하는데 본 사업의 특성이 있음
 - 초기 정부지원은 4년이나 실제 민간기업이 참여하고 시장창출 및 신상품이 출시되는 기간을 고려할 경우 매우 다양한 기간을 가진 연구 사업으로 성격이 전환될 가능성이 높음
 - 대형 사업으로 초기부터 추진할 경우 예비타당성 조사 및 예산 심의 과정에서 장기간 시간이 소요되거나 사업 자체의 출범이 지연될 가능성에 대비하여 파일럿 프로젝트 성격의 사업으로 추진 후 성과에 따라 중장기 대표 연구개발사업으로 성격 변환을 추진하는 목적도 갖고 있음

<표 4-2> IMPAcT 사업 지원

구분		신시장 창출형		현안 해결형		합계
2018년 도	상	10개×1억원=10억원 (한도외)10개×1억원=10억원	기획	4개×8억원×9/12=24억원 (한도외)4개×8억원×9/12 =24억원	선행	108억원
	하	8개×10억원×6/12=40억원	탐색			
2019년도		8개×10억원=80억원	탐색	4개×10억원=40억원	본연구	120억원
2020년도		4개×20억원=80억원	본연구	4개×10억원=40억원		120억원
2021년도		4개×20억원=80억원	본연구 (상용화포함)	2개×20억원=40억원	실증 (상용화포함)	120억원
합 계		300억원		168억원		468억원

자료: 과학기술정보통신부 보고자료

4.5. 사업 주요특징 및 차별성

- IMPAcT 사업의 경우 기술분야, 기술단계, 사업규모 및 기간, 수행주체, 수행 방식 등에서 여타 사업이나 과제와 차별성을 지님
- 기술분야의 경우 여타 사업이나 과제는 바이오·나노 등 세부 기술 분야를 중심으로 하지만 IMPAcT 사업의 경우 4차 산업혁명에 따른 변화 대응에 필수적인 신체증강휴먼(소재+바이오), 차세대 로봇(나노+바이오) 등 융·복합 기술분야를 지원한다는 점에서 다른 사업과 차별화 됨
- 기술단계의 경우 여타 사업·과제는 TRL 5 내외의 기초·원천 기술개발을 목적으로 하지만 본 사업은 ‘기초-응용-개발’ 구분을 탈피하고, 목표(제품, 서비스) 중심의 R&D를 지향
- 여타 사업·과제는 바이오·나노·기후 등 과제형 소규모 R&D(평균 6.4억원, 3년 이내), 글로벌 프론티어 등 대규모 R&D(연도별 100~150억원, 9년) 방식으로 진행되지만 본 사업의 경우 연도별 20억원 내외, 사업기간 4년 내외의 중규모 사업으로 진행됨
- 사업 수행주체와 관련해서는 연구개발 수행에 초점을 둔 과기부 중심의 사업 추진, 과제 수행을 위한 산·학·연의 물리적 협업을 중심으로 “과정”에 초점을 둔 기존의 사업과 달리 과제 기획 등 R&D 전(全) 단계에서 산·학·연의 화학적 융합·협업에 초점을 둔 “목표” 지향적 융합으로 진행
- 연구성과의 사업화(상용화)를 위한 민간(신시장 창출형 연구단) 및 수요부처(국가 현안해결형 연구단)의 협업이 강조됨
- 수행방식과 관련해서 여타 사업·과제는 일부 process를 대상으로 혁신적 R&D 수행방식을 적용한 반면, 본 사업의 경우 ‘기술분야 선정 → Open 기획 → 융·복합 및 협업 연구그룹 선정 → 경쟁형 연구 수행(연구자 주도) → 성과 점검 및 활용’으로 이어지는 전(全)과정에서 혁신적 R&D 수행방식을 적용

<표 4-3> 과기부 주요 사업과의 특성 비교

	IMPACT	나노 2020	ICT융합산업원천기술
사업목표	High Risk, High Impact 시스템 개발을 통한 신산업 신시장 창출/ 경제사회 문제 해결 breakthrough 마련	나노기술의 선도적 발굴을 위한 나노융합기술 R&BD를 통해 신산업, 신시장 창출	IT SW 기반의 융합원천기술개발로 신산업 육성
대상 기술 분야	전체분야(기술·제품·서비스 통합 시스템) - 4차 산업혁명 대응에 필수적인 융·복합 분야	NT-IT, NT-ET, NT-BT 기술 개발 및 사업화	융합서비스, 지능형반도체 등 미래성장동력, 무인이동체, 3D 프린팅 등
투자위험 정도/신시장(5년)	고위험 / 신시장 창출 가능성 높음 (정부-민간 위험공유형) * 유망하나 위험이 높아 민간 초기 투자가 어려운 영역 * 사회부처 수요는 있으나 초기 투자가 어려운 주제	중저위험/신시장 창출 가능성 낮음 (초기부터 기업 주도 과제, 기술 중심 개발)	중저위험/신시장 창출 가능성 낮음 (초기부터 기업 주도 과제 존재, 관행적 산업계 지원형 R&D 성격)
사업수행 주체	PPPs(public private partnerships) 방식 (공동법인, 추진체 구성)/ 과기부→ 민간 과기부→ 산업부, 복지부, 기타	산학연 연구자	기업, 대학, 연구기관, 연구조합, 사업자 단체
수행방식	전 과정 혁신적 R&D 수행방식 적용 - 개방형 클라우드 기획 및 수요자 중심 Roadmap 마련 - 경쟁형 연구 - 플랫폼형 R&D 및 Living Lab 개념	연구재단 국책사업 동일방식 적용(단순 공모형)	정보통신산업진흥원 연구과제 일반관리 방식(단순 공모형)

	<p>도입</p> <ul style="list-style-type: none"> - 목표조정, 참여연구진 진출입 장벽 해소 등 신축적 R&D - 민간이관, 사회부처 참여 및 이관 기준 성공 여부 판단 등 		
사업기간	4년 원칙(사업유형 등에 따라 신축 적용)	2~3년	3~5년
지원규모	연간 20억원 내외 (중형 사업단 규모)	사업/과제별로 다양함	15억원
혁신성	<p>R&D</p> <p>기획-수행-성과 관리 전주기에 걸쳐 혁신적 방식 제시</p> <p>*개방형 Crowd 기획, 경쟁형 R&D, 플랫폼 R&D</p>	기존 사업·과제에 일부 혁신적 수행방식 적용	

자료: 과학기술정보통신부 보고자료

4.6. 사업의 추진체계

가. 추진 방식

1) 특징

□ 정부와 민간, 부처 간 역할을 분담하는 플랫폼 R&D 시스템

- 리빙랩(Living-Lab) 등 사용자 중심의 개방형 기획 및 연구 참여를 확대하는 사업 방식 채택을 통해서 개발된 기술이나 시스템을 활용하는 사용자가 사업의 초기 기획은 물론 연구 과정에서도 적극적인 역할을 수행
- 사업 성격이나 위험 부담 정도에 따라 중앙정부, 민간기업, 개인연구자, 집단연구자 등 다양한 주체가 주도하는 신속적인 사업 운영 체계를 적용할 수 있을 것으로 기대됨
- 기존의 연구 및 비즈니스 인프라(예: 창조경제센터, 창업센터, TP 등)를 활용하여, 다수의 수요자와 기술 공급자가 공동으로 연구에 참여하여 성과 활용을 극대화하는 방법도 적용 가능

□ First-Mover 전략 및 Hype Cycle을 고려한 신속적인 사업추진

- 연구 수행 4~5년 후 사업화가 가능하도록 하는 등의 기술 주기 상 전략목표 설정은 필요하지만 사업화시기를 2~5년 후, 5~10년 후 등으로 설정하는 등 신속적으로 고려하여 다양한 방식이 적용 가능

[그림 4-1] 기술별 사업화시기

자료: Gartner August 2016 Report

□ 기존 사회문제 해결 목적 사업과의 차별성 확보

- 사회문제 해결형의 경우 본 과제 수행만으로 최종적인 문제해결을 할 수 없더라도 타 부처에서 투자를 하지 못하는 이슈에 대해 과기부가 선제적으로 대응하고 관련 부처 공동투자 및 민간 참여를 유도하는 방식을 우선적으로 고려함
- 사회문제 발굴을 위해 기존에 발굴된 각종 이슈 외에 필요에 따라 각 부처는 물론 국민들에게 직접 필요한 사항을 묻는 방식으로도 수요 발굴을 추진할 수 있음

2) 사업유형별 추진 방식

가) 신시장 창출형 사업

□ 신시장 창출형 사업은 정부-민간 협업·운영⁴¹⁾(Public Private Partnership)을 통한 R&D 방식으로 진행

- 정부 지원 종료 후 또는 사업 중간단계에서도 민간으로 기술 이전을 실시하여 후속 기술을 개발하거나 추가 투자를 유치하는 방안이 사용될 수 있음

41) 정부 지원 종료 후에도 민간 주도로 성과 활용·확산의 지속 가능성 제고 체계 구축

- 연구 최종단계에서 민관 공동출자 특수법인을 구성하거나 기존법인에 계약 방식으로 Funding이 진행되어 위험 분담 및 신속적인 연구 활동을 촉진
- 개방형으로 기획한 후 경쟁과정을 통해 성과 확보 및 목표 달성 가능성이 높은 주력 과제를 중심으로 중점 지원하는 경쟁형 R&D를 지향
 - 사업 평가는 각 단계별로 철저한 경쟁과 시장성 등 다양한 시각에서 진행
 - 사업제안에 소요되는 행정 비용과 문서는 최소화
- 아이디어 발굴 - 기획 지원 - 탐색연구 - 본연구 과정을 거치는 각 단계별로 철저하게 경쟁 탈락 방식을 적용
 - 아이디어 발굴 단계부터 공개형 제안을 받되 정책적 판단에 따라 기술분야 등을 제한적으로 시행할 수 있을 것임
 - * 단 창의적 제안을 촉진하기 위해 2-3 장 정도의 아이디어를 받아서 새로운 영역 (High Risk, High Impact) 발굴 효과가 있을 것으로 예상되는 제안을 가려낸 후 실질적인 기획을 할 수 있도록 지원
 - 기획 연구 시에도 원칙적으로 개방형 기획을 지향하도록 하되 연구자가 관리기관과 협의하여 필요할 경우에는 폐쇄형 기획도 가능하도록 신속적으로 운영함
 - 탐색 연구 단계부터는 구체적인 성과나 가능성을 평가하되 탈락 과제 의 아이디어나 연구 성과, 인력 등을 흡수 또는 연계하여 진행할 수 있도록 제도적인 준비 필요
 - 본 연구 단계부터는 민간의 구체적인 연구 참여 및 투자를 전제로 사업이 진행되는 것을 원칙으로 하는 것이 바람직함
 - PPP 법인 구성을 의무화 할 필요는 없으며 종료 이후부터 민간기업들이 주도적으로 take over 할 수 있는 가능성을 입증할 수 있도록 유도할 필요

[그림 4-2] 신시장 창출 연구단 (예시)

자료: 과학기술정보통신부 보고자료

나) 현안 해결형 사업

- 관련 부처의 추가적인 투자 및 민간의 참여(현금/현물)를 통해 사업화를 촉진할 수 있도록 하는 연구단(PPP: Private Public Partnership)을 구성⁴²⁾하는 방식으로 진행

- 관련 부처의 추가 투자, 민간 참여 방식이나 시점은 사업유형 또는 시장 여건 변화에 따라 신축적으로 적용될 수 있음⁴³⁾
 - 대형 장기사업의 경우 PPP 법인형 또는 계약형 PPP 방식을 통한 사회문제 해결형 사업 추진이 가능하나 본 사업의 경우 중형 사업 규모로 실질적으로는 관련 부처의 추가 투자 확보를 통해 대형 사업으로 발전시키는 것으로 사업 내용을 운영하는 것이 현실적일 수 있음

42) PPP를 위한 별도의 연구 조합 등의 추진체(법인) 구성 가능

43) 이에 대한 예시로 중기청의 TIPS 등 모델이 있음. 사업 유형에 따라 민간 펀드 도입 시점을 달리할 수 있음(1단계부터 or 2단계부터, 혹은 종료 후 도입 등)

- 사회부처 협업을 기반으로 현안(고령화, 재난·재해 대응 등) 해결을 위한 R&D 방식으로 진행
 - 단 사업 기간 내 근본적인 문제 해결을 하는 과제로 대상을 줄여서는 안되며 추가적인 투자와 협업을 통해서 중장기적으로 문제해결을 해야 하는 성격으로 전환시켜야 함

- 연구단 구성 시에는 연구자 및 공공서비스화를 추진하기 위한 민간 기구(NGO 등)를 협의체에 포함하는 방식을 도입하는 것도 고려할 수 있음

- 사업 초기에는 과기부 주도로 funding을 진행하고, 사업의 성숙 정도에 따라 주무부처로 이관하거나 공동 투자하는 부처 간 협업형 R&D 방식을 지향하고, 이어달리기 형 R&D로 부처 간 파트너십 구축 및 역할 보완을 촉진할 수 있음

- 사업기간 종료 이후에는 해당 기술을 필요로 하는 수요 부처로 이전하거나, 공공조달 등을 활용하는 방식으로 진행

- 현안 해결형 사업은 추진단계별로 사업간 경쟁을 통해 과감하게 탈락시켜 사업 투자의 효율성을 극대화 하는 방식으로 진행됨

[그림 4-3] 현안 해결 연구단 (예시)

자료: 과학기술정보통신부 보고자료

나. 분야 발굴

- 전문 분야별 집단 지성 활용과 각종 데이터 분석⁴⁴⁾을 통해 5년 후 신시장·신산업 창출이 예상되는 분야를 발굴하는 1유형과 경제·사회의 당면 현안⁴⁵⁾ 해결을 위한 분야를 발굴하는 2유형으로 구분하여 발굴(Top-Down)
- 일부 세부과제는 우수 연구역량을 갖춘 연구그룹을 먼저 선정하여 사업목적에 부합하는 기술 분야를 발굴하고 연구를 지원하는 방안도 고려할 수 있음
- 부처별 역할 분담과 프로그램 차별화를 위한 IMPAcT 사업의 포지셔닝을 위해 통상적으로 R&D 상용화 전(全)주기 상 본 사업이 지원하는 영역은 다음과 같으며 본 사업은 핵심기술개발과 더불어 실용화 단계까지 지원 대상을 확대함

44) 주요 기관의 유망기술 발표, 주요국 R&D 투자현황 및 학술논문 현황 등 빅데이터 분석

45) (예시) 기후변화 → 에너지 저장 / 고령화 → 인공 감각기 / 재난·안전 → 협지 작업 로봇

<표 4-4> 사업목적 비교

당초	제안 의견
<p>○ (사업 목적) 4차 산업혁명 대응 기초역량 강화, 당면한 경제·사회 문제 해결을 뒷받침하기 위한,</p> <p>- 핵심 기반 및 응용기술 분야 고위험 (High Risk)·고부가가치(High Impact) 원천기술개발</p>	<p>○ (사업 목적) 4차 산업혁명을 대응하고, 당면한 경제·사회문제를 해결하기 위한 R&D역량 강화</p> <p>- 핵심 기반 및 응용기술 분야 고위험 (High Risk)·고부가가치(High Impact) 원천기술개발</p> <p>- 연구개발 성과의 활용 및 실용화를 위한 Business Model 개발</p>

[그림 4-4] 상용화 전(준)주기 프로세스

- 4차 산업혁명의 특성상 단계별 R&D로서는 변화 대응이 어렵고 기술개발, 상용화나 시스템화 및 시장창출 기간이나 단계가 다양한 유형으로 나타나기 때문에 기술 개발 범위의 확대는 불가피함

- 신규 R&D프로그램의 사업은 기존의 과기부 대표 프로그램과 비교하여 민간 투자 참여 가능성이 높고 시장단계 진입까지 포함하는 융합형 사업으로 진행될 것임

- 또한 중기청, 산업부 등 타 부처에서 진행하는 사업 대비 고위험 사업에 대한 집중적인 투자를 실시하는 방식으로 진행됨

[그림 4-5] 대형연구개발 사업 포지셔닝(프로그램별)

자료: 저자작성

[그림 4-6] 대형연구개발 사업 포지셔닝(부처별)

자료: 저자작성

다. 아이디어 발굴 및 사업기획

- 신시장 창출형의 경우 개방형 방식으로 아이디어를 발굴함을 원칙으로 함
 - 2~3장의 제안서를 내도록 하고 사업 성격에 가장 부합하고 민간기업의 참여 가능성이 높은 과제를 발굴할 수 있도록 추진
- 사회문제 해결형의 경우 지원 대상 주제나 분야 선정 시 top-down 및 bottom-up 방식을 모두 고려 가능
 - 기존에 과기부 및 산업부 등 관련 부처에서 기 발굴한 주제 중 정부가 재정여건 등을 이유로 투자를 포기하거나 과소 투자된 내용 중 발굴
 - 개방형으로 전 국민을 대상으로 추가적으로 정부가 해결해야 할 이슈 등을 발굴하고 부처 및 민간과의 협의를 통해 업무 조정 후 신규로 지정하는 방식도 추진 할 수 있음 (과제 발굴 시간 소요로 실질적인 연구기간 단축 위험)

- 사업기획 방식은 최종 목표(기술/제품 또는 서비스)는 제시하되, 문제 해결과 관련된 아이디어는 연구자 커뮤니티 등을 활용, 구체화하는 혼합형·개방형 기획으로 진행됨
 - 특히 경쟁 기획 방식을 도입하고 단계별로 기획단을 재구성 하는 등의 방법을 통해 탈락된 기획의 아이디어를 반영하여 사업을 기획함
 - Top-Down 방식: 현안 도출 및 과제 발굴 프로세스 체계를 통하여 주제 발굴
 - Bottom-Up 방식: 우수 연구자 선정 및 연구단 구성을 통하여 주제 발굴 및 기획, 연구자 자율성 보장(연구단, 연구비, 연구기간, 연구목표)
- 다수의 전문가가 과제를 집단지성을 통해 공동으로 기획하는 크라우드(Crowd) 기획과 과제 기획 과정에 산업계와 일반 국민 등 수요자의 참여 및 검증 과정 등을 도입하는 방식으로 진행됨
 - 사업기획의 최종 목표로 기술이나 제품으로 하되 IP, 표준화, 인증 등 Total Solution을 제시
 - Total Solution에는 공공서비스화를 위해 필요한 법·제도·규정 제시 등이 포함됨

<참고> DARPA 프로그램

□ DARPA 프로그램 특징

- 혁신적인 융·복합 연구 주도/ 첨단 기술 실용화의 침범/ 민간 분야의 기술 개발, 경쟁력 향상에도 크게 기여/ 첨단 제품의 사업화, 혁신 연구의 확산에 크게 기여

□ DARPA 연구영역 = DARPA-hard Niche

※ DARPA-hard Niche란 : 국가 전략 또는 산업 경쟁력 차원에서 아주 중요하지만 개발 실패의 위험성도 커서 대학, 기업 등 민간 연구 조직에서 다루기 힘든 연구 분야이며 다음 3개 영역의 공통 영역에 해당.

- ① High Risk and High Pay-off

- ② 과제 해결을 위한 아이디어가 혁신적 일 것. 공정 혁신이 아니라 근본적인 개념의 변화를 불러올 수 있는 발상일 것
- ③ 가교적 성격. 장기성 연구인 기초 연구와 근시일 내에 발생할 수 있는 수요 간의 간극을 좁힐 수 있는 기술

□ 기타 특기 사항

- DARPA는 연구 시설을 직접 보유하거나 운영하지 않음
- 프로그램 매니저(PM)의 역할이 핵심적임
 - ※ PM의 역할 : 민간 부문에서 우수한 인재를 영입해서 연구 진행을 주도하고 연구 결과를 현실로 구현하는 데에 활동의 초점. 특히 독립적이고 막강하면서도 폭넓은 재량권과 막중한 책임
 - ① 미래의 주요 이슈를 발굴하고
 - ② 문제 해결을 위해 연구 과제를 선정하며
 - ③ 산학연에 흠어진 아이디어와 인적, 물적 자원을 활용해서 연구를 진행
 - ④ 최종적으로 연구 결과를 실증, 구현하는 역할

4.7. 사업평가

가. 기본방향

- 평가의 기본방향은 심층평가, 절대평가, 합의평가, 공개검증으로 구성됨
 - 심층평가는 평가의 모든 단계를 심층적으로 실시하여 우수한 과제를 엄선함
 - 절대평가는 평가항목 없이 전문성 기반의 사업목적에 부합하는 과제를 추천
 - 합의평가는 평가위원 개개인이 과제별 평가점수를 부여하는 기존방식을 탈피하고 평가위원회에서 토론과 합의에 의한 평가임
 - 공개검증은 신청자 간 또는 신청자-청중 간 토론을 통해 연구에 대한 검증을 추진

나. 평가 방안 (예시)

- 평가위원을 선정하는 방법의 예시로는 두 가지 방식을 들 수 있음
 - 빅데이터 기반의 평가후보자 추천시스템으로서 신청자와 평가자 간 인적·성과정보(연구성과, 키워드 등) 등 빅데이터⁴⁶⁾를 수집·학습·분석하여 유사도⁴⁷⁾ 및 상관도⁴⁸⁾ 지수를 통한 후보자를 추천하는 방식<1>
 - 최근 융합연구의 증가 추세로 여러 연구 분야가 집합된 과제가 등장하고 있는 상황에서 평가위원을 위촉하기에 적합한 방식
 - 신청서(요약) 공개를 통한 평가후보자를 모집하는 방법으로써 신청과제에 대해 선정평가에 기여하려는 전문가가 자기 전문분야에 대한 간단한 설명이 담긴 이력서를 사업담당자에게 제출하는 방식<2>
 - 미국 NIH가 'Enhancing Peer Review Mailbox'를 통해 적용하고 있음

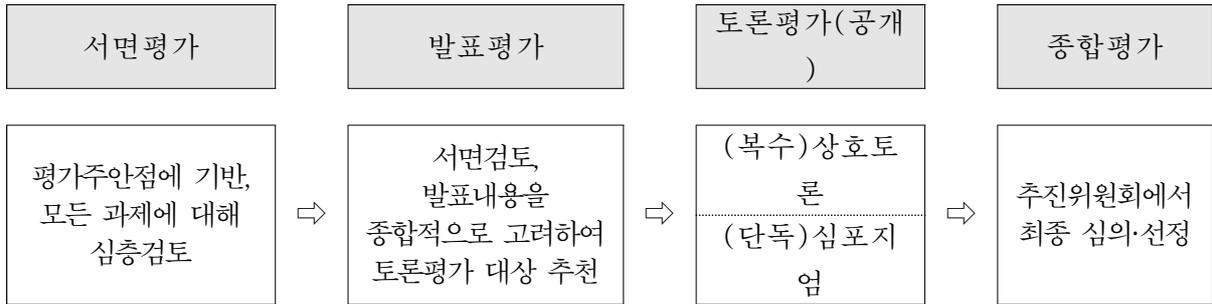
46) e-R&D, KRI, KCI, KRM, 정보센터 등의 과제/성과정보, 인력정보, 논문정보 등

47) 논문/특허 등 성과정보와 키워드를 활용하여 평가자-신청자간 과제관계 분석

48) 과제정보, 논문/특허 등 성과정보를 활용하여 평가자-신청자간 상관관계 분석

- 방식<1>과 방식<2>를 병행하여 평가후보자 풀(pool)을 구성한 후 한국연구재단의 PM이 평가후보자들을 검토한 뒤 최종 평가위원으로 위촉하는 방법을 적용할 수 있으며 필요시, 네거티브 평가자(연구 신청자가 2~3인 적시) 배제방식을 도입할 수 있음

<표 4-5> 평가절차(예시)



※ 토론평가는 제안한 연구에 대한 검증 단계로 공개형식으로 추진
(단, 별도의 예비선정 단계를 통한 공개검증 생략)

자료: 저자작성

- 토론평가 과정에서 평가대상자가 복수인 경우 신청자 간 상호토론을 통한 공개검증 방식을 적용할 수 있음
- 대선후보자 TV토론 방식을 적용하여 신청자A가 연구내용을 발표한 후 신청자B, 신청자C 순으로 1:1 질의·응답을 하는 과정으로 진행할 수 있음
- 평가위원은 배석하여 상호토론 내용을 모니터링한 후 최종 후보자를 추천하게 되며, 선의적·악의적 질의를 배제하기 위해 청중 질의는 불허함
- 단독평가대상자의 경우, 신청자가 1인이므로 상호토론의 대체 성격으로 학회발표 형식을 적용한 심포지엄을 통한 공개 검증(모객을 위해 관련학회와 연계 개최 필요)을 실시함
- 신청자가 연구내용을 발표하고 청중과 질의·응답 과정을 거침
- 평가위원은 배석하여 질의·응답 내용을 모니터링한 후 최종 후보자를 추천하게 됨

- 연구단의 유형이나 특성에 따라 평가 주안점은 다음과 같이 다르게 적용할 수 있음

<표 4-6> 평가주안점(예시)

구분(예시)	평가주안점
제1유형	<ul style="list-style-type: none"> · 연구목표 달성을 위한 융합·협업 연구내용은 적합한가? · 연구자의 융합·협업 연구실적은 우수한가? · 연구진 구성(산·학·연 또는 해외 공동연구 등)은 적절한가?
제2유형	<ul style="list-style-type: none"> · 연구책임자와 핵심연구자의 연구역량은 우수한가? · 연구개발 결과의 활용(당면한 경제·사회문제 해결) 가치는 충분한가? · 일반국민과 산업계에 미칠 파급효과는 높을 것으로 예상되는가?
공통	<ul style="list-style-type: none"> · 신청한 연구주제는 사업목적에 부합하는가? · 연구책임자와 핵심연구자의 연구역량은 우수한가? · 연구진 구성(산·학·연 또는 해외 공동연구 등)은 적절한가?

자료: 저자작성

- 최종적인 수요자가 활용 가능한 기술, 제품 및 서비스를 중심으로 연구과제를 선정하고, 제1유형의 경우 연구기간 종료 후 민간기업 주도로 투자를 할 수 있을 정도로 불확실성을 감소시키고 시장 창출 가능성이 높은 과제인지를 평가함

- 제2유형의 경우 연구기간 종료 후 현안을 다루는 주무부처에서 주도적으로 추가 투자를 실시하고 성과확산이 가능한 과제인지를 중점적으로 평가함

<표 4-7> 사업 성공 판단기준(예시)

구분(예시)	사업 성공 판단기준
제1유형	<ul style="list-style-type: none"> · 사업 추진 단계 및 최종 단계에서 민간기업 인수 및 후속 투자 여부 등
제2유형	<ul style="list-style-type: none"> · 최종 단계에서 관련 부처의 참여 및 후속 투자 여부 등

자료: 저자작성

- 기획 과제 선정 평가에 참여한 평가위원 중 일부는 과제 종료시점까지 평가에 참여할 수 있도록 하여 과제 선정 및 진행 상황에 대한 전반적인 이해를 가지고 평가에 참여할 수 있도록 해야 함
- 원칙적으로 기획 과제 선정 평가 시부터 단계 및 종료 평가까지의 다수의 평가위원은 동일하게 유지함
- 공급자 위주의 연구과제는 실용화 성공 사례가 거의 없고, 실용화에 성공하기 위해서는 수요자(민간)의 과제 참여가 필수적임
- 또한 Bottom-up 방식인 크라우드(Crowd) 기획의 경우 편협한 세부 기술 기획에 치우쳐 전체 그림을 잘못 그리는 우를 범할 수 있으므로, 수요처 참여를 통해 Top-down의 방법 설정에 대한 가이드가 필요함

<표 4-8> 사업 관리 방식(예시)

구 분	현 행	IMPACT	비고
RFP	- 메뉴얼화 제공	필수항목 제시 : 자유제안	
모집	- 공모/복수이상 경쟁, 정시	공모/단수 자유제안, 수시	
제안서	분량 무제한(최대 작성)	분량 제한(최소 작성)	
선정평가	유형별 복수이상 비교평가	제안 단위과제별 절대평가	
평가위원	Pool에서 무작위 상피제도 적용	평가위원 추천제 상피제도 제외	
평가방식	Peer Review(위원회평가) 행정절차 중심 정량평가 + 정성의견 평가소요시간 : 1시간 내 평가서 : 3~5쪽	PM Review(책임평가) 의사결정과정 중심 정성평가 + 정량의견 평가소요시간 : PM일임 평가서 : 제안서보다 많게 ※ 학회, 전문가 등 다섯 곳 이상 의견수렴	1~3개 월
과제관리	연차별 관리	총연구기간 관리	

	진도→중간→단계→최종	P-D-S-Check	
연구비 지원	년차별 균등 지원	계획별 차등 지원	
연구비 사용	비목별 세목 관리 이월사용 불가	비목별 총액관리 승인조건 이월사용 가	
결과평가	연차-단계-최종평가 필수 논문, 특허, 기술료 등 중간종료 문제시만 가능 ※ 성과와 관계없이 주어진 시간 소요	최종평가만 실시 최소요구성과+최대기대효과 조기종료, 중간포기 인정	무빙 관리
사후관리	종료 기술이전, 성과확산 또는 기타 기관보유 또는 사장	- 지속가능성 유지 기업참여, 부처연계, 브릿지사업 연결 등	

자료: 저자작성

- 사업유형과 관계없이 공통적으로 연구책임자의 연구역량과 우수성을 평가하지
만 연구단 유형에 따라 평가 항목을 다르게 적용하는 방안을 도입할 필요가
있음
- 예를 들어 제1유형은 융합·협업연구의 우수성을 중점적으로 평가하고, 제2유형
은 연구개발 결과의 활용 가치를 중점적으로 평가하는 등의 방안을 도입할 필
요가 있음

<표 4-9> (제안) 평가 항목

구분	(제안) 평가 항목
제1유형	· RFP 연구목표 달성을 위한 융합·협업 연구내용의 적합성 · 연구자의 융합·협업 연구실적과 연구진 구성(해외 공동연구 등)의 적절성
제2유형	· 연구개발 결과의 활용(당면한 경제·사회문제 해결) 가치 · 과학계·일반국민·산업계에 미치는 파급효과
공통	· 연구책임자와 핵심연구자의 연구역량 · 연구진 구성(산·학·연 또는 해외 공동연구 등) 적절성

자료: 저자작성

<참고> 평가 및 연구그룹 선정

- 기획 과제를 평가하고 연구그룹을 선정하는 과정에서는 High Risk & High Impact, 혁신적 아이디어, 가교(기초-시장) 여부 등을 고려하여 상호 질의·토론 등의 토론식 평가 방식으로 진행됨
- 평가 과정에서 해외 평가자 등을 활용하는 방안도 고려될 수 있으며 산·학·연 협업은 물론 해외 연구자 등과의 연계를 통해 연구 그룹을 구성하고 그룹 내 구성원의 역할을 명확화(프로젝트 관리, 연구, 기술사업화 등) 하였는지도 연구그룹 선정과정에서 고려 대상이 됨

□ 단계평가 탈락과제 관리 방안

- 탈락되는 아이템의 경우 좋은 아이템인 경우에도 불구하고 2년간의 기획 및 연구 투자가 중단 및 사장되는 문제점이 있음
- 경쟁 R&D를 허용(제1유형, 제2유형)하고 있으므로 단계평가에서 탈락하는 과제에 대해서 불이익이 발생하지 않도록 장치 필요
 - 탈락한 과제의 연구결과(실패지식)를 사장시키기 보다는 유의미한 결과 도출을 위해 일부 과제에 대해 1년간의 정리연구비 지원
 - 탈락과제에 대한 후속평가를 통해 ①성실수행 과제의 제재 면제, ②재도전 기회 부여, ③실패 대한 보상체계를 마련 등 (혁신도약형 R&D사업 추진 가이드라인)
- 탈락한 과제 및 연구참여자, 성과의 경우 IMPAcT 사업 내 생존사업에서 활용할 수 있도록 유도하거나 추가 투자 가능성을 점검할 수 있도록 기회 부여

다. 민간기업의 선정평가 사례 (예시, 하이닉스, 삼성전자 등 참고로 작성)

- ※ 본 내용은 현재 대표 민간기업들에서 신규 사업 투자를 위한 창의적 아이디어 발굴과 탐색 연구를 추진하는 과정에서 실제 평가 하는 방법론을 정리한 것임
- 당초 기획 시에는 기존 평가방법에서 탈피하여 이들 민간기업에서 운영하고 있는 평가 방식을 직접 적용하는 것도 추진하고자 하였으나 정부 R&D라는 특성과 연구재단에서 직접 관리할 경우 동 평가 방식 적용을 위해 상당한 인력과 예산을 투입해야 하는 한계가 있어 참고할 수 있도록 사례로만 제시함
- 다만 사업규모는 적어도 IMPACT 사업이 프론티어 성격의 대표 사업임을 감안했을 때 과감한 평가 방법 등을 시범적으로 적용하는 것도 고려 가능할 것으로 봄

1) 선정단계

- 창의적이고 도전적인 연구 과제를 선정하기 위해 1차 암맹평가와 2차 심화 발표평가를 제시함

가) 1차 암맹평가(Blind review)⁴⁹⁾

- 과제 지원자가 제출하는 서류를 간소화하여 창의적이며 도전적인 연구 주제를 발굴함
- 연구책임자: 2 페이지 이하의 간략한 과제 제안서 제출
 - 2페이지 과제 제안서 양식은 삼성전자미래기술육성센터의 양식을 참고함
- 전문심사위원단 구성 및 역할
 - 구성: 최종 선정과제 수 10~15개 기준으로 약 6명 내외 구성
 - 역할: 1차 암맹평가 수행
- 심사방법

49) 1차 암맹평가의 제안서 양식은 부록에 수록함

<오전9시~정오>

① 제 1라운드 심사 (6명 전문위원단 기준임)

- a. 접수된 과제 제안서를 그룹으로 분류 (예컨대, 6인 전문위원단의 경우, 6개의 그룹으로 분류함: 그룹#1 ~ #6)
- b. 전문위원#1에게 그룹#1 제안서 묶음을 배부. 전문위원#2에게는 그룹#2 제안서 묶음을 배부 ... 전문위원#6에게 그룹#6 제안서 묶음을 배부
- c. 각 전문위원이 판단컨대, 충분한 연구 수행 가치가 있다고 판단되는 제안서를 정오 이후의 평가에 포함될 수 있도록 분류

② 제 2라운드 심사

- a. 제 1라운드에서 추천된 과제 제안서는 제 2라운드 심사에서 배제시킴
- b. 전문위원#1에게 그룹#2 제안서를 배부 (그룹#2 제안서의 경우, 전문위원 #2가 기 추천한 과제는 심사를 하지 않음), 전문위원#2에게 그룹#3 제안서를 배부, ... 전문위원#5에게 그룹#6 제안서를 배부, 전문위원#6에게 그룹 #1 제안서를 배부
- c. 각 전문위원의 판단 하에, 추천과제를 정오 이후의 평가에 포함될 수 있도록 분류

③ 제 3라운드 , 제 4라운드 ... 제 6라운드 심사 실시 방안

- a. ①과 ②에서 언급한 방안대로 실시하되, 그룹#N제안서를 전문위원#N+2에게 계속해서 배정하여, 모든 위원이 모든 그룹 제안서를 검토하도록 함
- b. 제 1라운드에서는 모든 과제가 제안서 묶음에 있으나, 라운드가 진행됨에 따라, 각 전문위원이 심사할 과제의 개수는 서서히 감소하게 됨

<정오 이후>

- ① 오전 심사시간 동안 추천된 과제만을 대상으로, 오전과 동일한 방식의 암맹 평가를 실시함
 - 오전에 추천된 과제 제안서만을 다시 그룹 6개로 묶고, 이를 오전 심사방식과 동일하게 암맹평가를 실시함
 - 전문위원#1이 추천한 과제는 전문위원#2 ~ #6이 회람할 수 있도록 하고, 동일한 과제가 반복하여 다른 전문위원에 의해 추천 된다면, 그 과제는 최종 암맹평가로 추천함

② 최종 암맹평가 실시

- 최종 암맹평가로 추천된 과제들을 정리한 뒤, 각 과제별로 주심사자 2인을 할당함
- 주심사자 2인은 할당받은 과제 제안서의 내용을 심도있게 이해하기 위해, 인터넷 등을 활용해서 과제의 장·단점을 분석하고 이를 서면으로 기술함
 - * 위 작업이 완료되면, 최종 토론 평가를 모든 위원들이 모든 과제에 대해서 실시함
 - * 2차 심화 발표평가는 1시간당 1과제 발표 및 토론을 원칙으로 하기 때문에, 실질적인 행정적 노력을 감안하여, 하루 최대 7개로 설정해서, 최대 3일까지 심사하도록 함. 즉, 총 20개 과제 이내로 2차 심화 발표평가가 이루어지는 것이 바람직함

나) 2차 심화 발표평가

□ 1차 암맹평가를 통과한 과제를 대상으로 심화 평가를 진행하며 다음과 같은 순서로 이루어짐

- ① 연구책임자: 20페이지 이내로, 확장된 과제 제안서 작성 후 발표평가 2주일 전 제출
- ② 전문위원단: 제출된 20페이지 과제 제안서를 검토함
 - 1인당 3~6개 내외의 과제를 서면으로 심사하며, 충분한 내용 검토가 이루어지도록 1주일 내외의 시간을 줄 것
 - 2차 심화 발표평가의 주심사자에게 1차 암맹평가 시에 주심사자를 담당할 과제가 다시 배정되지 않도록 감안
- ③ 연구책임자: 전문위원단의 서면심사 의견을 반영한 수정사업계획서를 제출
 - 발표평가 5일 전에는 제출하도록 함
- ④ 전문위원단: 수정사업계획서를 검토하고, 발표평가 시 주요 토론 쟁점사안을 3~5개 내외로 정함

⑤ 발표평가 당일(1일차)

- 15분간 연구책임자가 발표하고 전문위원은 이를 경청한 후, 40분간 쟁점사안에 대해서 연구책임자와 전문위원이 함께 테이블에 앉아서 토론을 실시함
- 전문위원만으로 과제 평가가 부족하다고 판단되는 경우, 과제별로 외부 전문위원 1~2인을 초빙함
- 연구책임자 퇴장 이후, 외부 전문위원의 과제 추천여부 및 장·단점을 전문위원들이 경청하고 최종 과제 선정 토론 시 참고자료로 활용

⑥ 1일차 발표평가 종료 후, 당일 발표 과제에 대한 전반적인 리뷰를 전문위원단이 실시함

⑦ 2일차 발표평가도 1일차와 동일하게 진행하고, 2일차 발표평가 종료 후, daily review를 실시함

⑧ 3일차인 최종 발표평가 시, 마지막 발표심사가 있는 이후에 전문위원단이 최종 과제 선정 토론을 실시함

다) 2차 심화 발표평가 이후 평가방안

- ① 2차 심화 발표평가를 통해 쟁점사안이 해소된 최종 수정사업계획서를 연구책임자가 제출
- ② 전문위원은 최종 수정사업계획서를 검토하고, 추가적인 피드백을 연구책임자에게 전달
- ③ 서면 평가과정을 통해, 최종 수정사업계획서를, 전문위원단의 위원장이 최종 검토하여 승인

라. 선진국형 평가제도 (예시, Horizon 2020 평가제도)

- R&D 프로그램의 운영방식도 중요하지만 사업의 지원을 받을 사업단을 선정하고 평가하는 과정도 중요함

- 하지만 이미 살펴본 것처럼 우리나라의 R&D프로그램을 평가하는 시스템은 아직 미흡한 실정임
- 따라서 유럽의 대표적 R&D프로그램인 Horizon 2020에서 과제를 선정하고 평가하는 과정을 살펴봄으로써 우리가 보완해야 할 항목을 구체화하고자 함

1) 선정기준

□ 재정기준

- No 966/2012 재정규정과 No 1290/2013 Horizon2020 참여규정을 따르며, 보조금(grants)의 경우 제안단계에서 코디네이터가 온라인상에서 자체평가를 할 수 있도록 함

□ 운영기준

- ‘이행 능력과 효율성(Quality and efficiency of the implementation)’을 평가하는 동안 별개의 작업으로 전문가는 신청자가 제안된 작업을 수행할 운영상의 능력을 충분히 갖추었는지 여부를 표시

2) 수여 기준 및 점수, 가중치

- 보조금 수여여부는 ‘우수성’, ‘영향’, ‘이행 능력과 효율성’이라는 수여 기준을 토대로 전문가가 평가(Horizon2020 참여규정 No 1290/2013의 제 15조를 참고)

- 각 기준에 따른 고려사항은 행동유형에 따라 다르며 다음의 표에 제시

<표 4-10> 기준과 행동유형에 따른 고려사항

	수여 기준		
	우수성	영향	이행 능력과 효율성
모든 활동유형 (FPA(Framework partnership agreement 제외))	목적의 명확성 및 타당성: 컨셉의 건전성과 제안된 방법론의 신뢰성	프로젝트의 산출물이 work programme에서 언급된 예상 영향에 기여한 정도	자원이 목적과 산출물에 따라 잘 할당되었는지를 포함한 작업 계획에서의 능력과 효율성

			<p>위험 및 혁신경영을 포함한 경영구조와 절차의 적절성 참여자들의 상보성과 필요한 전문가들이 컨소시엄에 모두 포함되었는지 여부</p> <p>모든 참가자들이 프로젝트를 수행함에 있어 유효한 역할과 적절한 자원을 가지도록 보장하고 업무를 적절히 배분함</p>
<p>연구 및 개발 활동 (RIA: Research and innovation action); 혁신활동(IA: Innovation actions; 중소기업 활동 (SME instrument actions)</p>	<p>제안된 작업이 최신 기술수준을 넘어서고 혁신잠재력을 입증할 수 있는 정도(예: 혁신적인 목표, 새로운 개념과 접근방식, 새로운 제품 및 서비스/비즈니스, 조직모델) 학제간 접근방식과 이해관계자들의 지식을 사용함에 있어서의 적절한 고려</p>	<p>혁신 역량을 강화하고, 새로운 시장 기회를 창출하며, 기업의 경쟁력과 성장을 강화하고, 기후 변화 또는 환경과 관련된 문제를 해결하거나, 사회에 다른 중요한 이익을 가져다 주는 작업 프로그램에서 언급되지 않은 실질적인 영향</p> <p>제안된 조치에 대한 평가</p> <ul style="list-style-type: none"> - 프로젝트의 결과 (IPR관리를 포함)를 활용하고 보급하며 관련된 데이터를 관리 - 프로젝트 활동에 대한 홍보(중소기업활동 1단계에는 해당되지 않음) 	<p>(중소기업활동 2단계) 하도급계약금액의 최고금액이 평가됨</p>
<p>조직 및 지원 활동</p>	<p>제안된 조직 및 지원 방법에 대한 평가</p>	<p>제안된 조치에 대한 평가</p> <ul style="list-style-type: none"> - 프로젝트의 결과 (IPR관리를 포함)를 활용하고 보급하며 관련된 데이터를 관리 - 프로젝트 활동에 대한 홍보 	
<p>ERA_NET 공동출자 활동</p>	<p>국가자원을 모으고 국가와 지역 연구 프로그램을 조정하기 위해 제안된 ERA-NET 조치에 참여자들의 협조와 참여에 대한 열정의 수준</p>	<p>국가/지역 자원을 모으고 국가 간 파트너십과 국가/지역 연구 프로그램 간의 내구성 있는 협력을 확립하고 강화하는데 기여함으로써 국가 간 프로젝트 자금조달에 대한</p>	

		<p>최소금액을 달성</p> <p>제안된 조치에 대한 평가</p> <ul style="list-style-type: none"> - 프로젝트의 결과 (IPR관리를 포함)를 활용하고 보급하며 관련된 데이터를 관리 - 프로젝트 활동에 대한 홍보 	
<p>상업화전(前)단계에서의 조달 (Pre-commercial procurement(PCP))/ 혁신솔루션의 공공조달 활동</p>	<p>조달수요를 충족시키는데 필요한 혁신의 정도 측면에서 최첨단을 뛰어넘는 진보</p>	<p>유럽 및 글로벌 조달 시장의 요구를 충족시키는 혁신을 개발하여 기업의 경쟁력과 성장을 강화</p> <p>제안된 조치에 대한 평가</p> <ul style="list-style-type: none"> - 프로젝트의 결과 (IPR관리를 포함)를 활용하고 보급하며 관련된 데이터를 관리 - 프로젝트 활동에 대한 홍보 <p>혁신적인 솔루션에 대한 수요의 단편화를 줄여주는 보다 적극적인 조달 방식</p>	
<p>EJP 공동출자 활동</p>	<p>국가자원을 모으고 국가와 지역 연구 프로그램을 조정하기 위해 제안된 조치에 참여자들의 협조와 참여에 대한 열정의 수준</p>	<p>제안된 연구영역에서 전체예산, 성숙도, 통합정도와 European Joint Programme 개발 활동과의 일관성</p> <p>프로그램의 결과를 활용 및 보급하고 프로그램을 홍보하는 조치의 효과성</p>	
<p>Framework Partnership Agreements (FPA)</p>	<p>목적의 명확성 및 타당성</p>	<p>FPA의 실행계획이 관련 주제 하에서 work programme에서 언급된 예상 영향에 기여한 정도</p>	<p>파트너의 상호보완성과 전문성의 균형 파트너들과의 장기적 협조에 대한 가능성</p>

자료: Horizon 2020 evaluation manual

□ 점수 및 가중치 부여

○ 요구조건에 달리 명시되지 않았다면 다음을 따름

- 평가점수는 위의 표에 제시되어 있는 ‘우수성’, ‘영향’, ‘이행 능력과 효율성’이

라는 수여 기준을 토대로 부여

* 전체 제안의 경우, 각 기준은 5점을 기준으로 채점되며 최소 3점은 되어야 하고, 전체적으로 세 개의 개별 점수를 합하여 10점이 되어야 함

- 혁신활동과 중소기업활동(1,2단계)에서 순위를 결정할 때 '영향'기준에서 주어지는 점수에는 1.5의 가중치를 줌
- 2단계의 제출 절차 중 1단계인 제안서 평가에서는 '우수성'과 '영향'기준만을 평가하고 <표4-11>에서 굵은 글씨로 표시된 부분만을 고려함
- * 두 개별 기준은 4점이 되어야 함

□ 동점일 경우에 우선순위를 주는 방법

- 요구조건이 별도로 제시되어 있지 않으면 다음의 방법을 적용(1단계에서는 적용되지 않는 것을 원칙으로 하며, 만약 1단계에서 동점일 경우 함께 선정됨)
- 평가자는 순위가 매겨진 목록 내에서 동일한 점수를 받은 제안의 우선순위를 정하며, 우선순위는 사용 가능한 예산이나 다른 조건에 의해 결정됨
- 다음에 제시한 방법은 우선순위를 정할 필요가 있는 모든 그룹의 제안에 대해 가장 높은 점수를 받은 그룹부터 내림차순으로 적용함
 - a) 더 높은 순위의 제안서에서 다룰 수 없는 주제 또는 하위 주제를 다루는 제안은 최우선 순위로 함
 - b) a)의 기준을 적용하고 나서도 점수가 같다면 우선순위는 '영향'점수에 의해 결정되며, 혁신활동과 중소기업활동의 경우에는 '영향'점수에 의해서 우선순위가 먼저 결정되고 그 다음으로 '우수성'점수에 의해 결정됨
 - c) 필요하다면 우선순위를 결정하는 다음요소는 중소기업에 할당된 EU예산 규모가 크거나 연구 및 혁신활동을 수행할 책임이 있는 제안에 포함되어 있는 직원들의 성별 균형이 잘 맞추어진 경우를 선정
 - d) 여전히 우선순위가 결정되지 않았다면, 평가자는 프로젝트간의 시너지효과를 통해 프로젝트 포트폴리오의 품질을 향상시킬 수 있거나 목표와 관련된 다른 요소를 고려하여 결정하고, 관련된 요소에 대해서는 평가보고서에 기록해야 함
 - e) 위의 과정을 나머지 그룹의 사례에 적용

3) 평가 절차

- 요구사항은 1단계나 2단계 제출과 평가 절차의 대상이 될 수 있음

- 제안들은 독립적인 전문가에 의해 평가(예외적인 경우에 대해서는 Horizon 2020 참가규정 No 1290/2013 규칙 제 15조 참조)
 - 독립적인 전문가의 평가의 한 방법으로 패널검토에서는 위에서 제시한 점수 체계에 따라 평가중인 제안에 대해 하나 이상의 순위 목록을 작성할 것을 추천하며, 순위표는 요구조건에 표시된 모든 예산에 대해 작성

- 코디네이터는 ESR(Evaluation Summary Report)을 받으면 제안에 대한 평가 결과를 보여줌
 - 1단계를 성공적으로 통과하는 제안의 경우 공통의 피드백이 모든 코디네이터에게 제공되지만 피드백은 2단계 평가 후에 전송됨

- 특별 절차가 적용된다면 요구조건에 명시됨

4.8. IMPAcT 사업의 성과지표 (안)

- 사업의 종료단계에서 성과를 판단할 수 있는 지표를 신시장 창출형과제와 현안해결형과제로 나누어 예시를 제시함

4.8.1. 신시장 창출형

- 신시장 창출형 과제는 우선 사업 종료 단계에서 연구성과의 이전(현금 기술료 등) 또는 민간업계의 추가 투자 등 산업계 중심 참여과제로 전환되는 것을 중심으로 최종 과제의 성공여부를 판단할 수 있음
 - ※ 해당 과제는 새로운 시장을 창출하는 융·복합 기술 분야를 발굴하는 것을 말하며 웰니스 맞춤형 관리 기술, 차세대 로봇 기술 등을 예로 들 수 있음
- (양적지표) 제안서를 제출할 때, 그 과제가 목표하고 있는 바를 구체적으로 제시하도록 유도하고 그 구체적 목표에 따라 과제 평가지표를 구성할 수 있도록 함
 - 이를 위해 선정 평가 시에 연구 활동에 대한 계획과 목표의 구체성을 평가항목에 포함하도록 할 필요가 있음

▶ 새로운 기술이나 시장을 확보하는 성격의 R&D프로그램에서 제시하는 구체적 목표의 예시 (EU의 Horizon 2020의 시장창출, 사회문제 해결형 사업)

·Innovative Medicines Initiative2(IMI)

- ⇒ WHO가 인정한 우선순위의 의약품 임상실험에서 30% 이상의 성공률
- ⇒ 5년 안에 면역, 호흡기관, 신경, 신경변성 질환에서 임상적 효력
- ⇒ 4가지 질병에 대한 진단과 치료에 활용할 수 있는 바이오마커(bio-marker)
- ⇒ 치매와 항생제 내성(anti-microbial resistance)을 위한 최소한 2가지의 치료법

·Sustainable Process Industry PPP

- ⇒ 장치산업에서 에너지 소비 30% 절감
- ⇒ 재생 불가능한 주요 원자재 사용 20% 감소

·Robotics PPP

⇒ 유럽 로봇 제조업체의 세계 시장점유율을 35%까지 증가

·Shift2Rail

⇒ 철도운송의 총생애주기비용(life cycle costs)을 50%까지 감소

⇒ 철로용량을 2배로 증가

⇒ 신뢰도와 정확성을 50% 증가

·Data PPP

⇒ 세계 데이터 시장의 최대 30%를 유럽공급업체가 점유

⇒ 2020년까지 유럽에서 데이터와 관련한 새로운 일자리 창출

⇒ 에너지 소비 10% 절감

·European Green Vehicles Initiative PPP

⇒ 2010년에서 2030년까지 도시 교통수단의 에너지 효율을 80%, 장거리 화물 운송의 에너지 효율을 40% 높여 에너지 수송시스템의 효율성을 50% 향상

⇒ 2020년까지 유럽에 전기 및 하이브리드식 교통수단을 5백만대까지 증가(2016년까지 50만대)

⇒ 2009년의 리튬 이온 기술과 비교하여 2020년에 배터리 수명과 에너지 밀도를 2배로 향상시키고 비용을 30% 절감

○ (질적지표) 설문조사를 통해 새로운 기술이 사회와 경제에 미치는 영향을 조사할 수 있음

- 연구활동을 통해 개발되는 기술이 사회전반에 영향을 미치는 경우 일반시민 및 전문가 등을 대상으로 설문을 통해 해당 기술이 상용화되었을 때 국민들의 만족도, 삶의 질 개선 정도, 경제·사회적 효과 등을 조사하여 평가할 수 있음

- 사업 투자 내용과 결과 등을 심층적으로 이해시키고 투자 비용 대비 성과 등에 대해 가치를 조사하여 지표로 활용

- 삶의 질 개선 정도, 만족도를 5점 리커트 척도 등으로 표시하도록 하고 사업 시행 이전과 이후를 비교하는 방식도 고려 가능(with-without comparison)

○ 연구활동을 수행하는데 있어 인적자원활용이 적절하였는가에 대한 평가

- 인적자원활용에 있어 과학연구분야, 산업, 정책영역의 협력적 연구의 수행 및 해외연구진과의 협업 여부 등을 평가

<표 4-11> 신시장 창출형 과제 of 성과지표 예시

성과지표	실적 및 목표치						측정산식	자료수집 방법/출처
	구분	'18	'19	'20	'21	'22		
개발시작품 제작 (건)	목표	신규	-	2	4	4	연구성과 결과 시작품 건수	한국연구재단 성과관리시스템
	달성							
시작품 성공 개발률(%)	목표	신규	-	65	80	100	$(\sum \text{시작품별 기술목표 달성도} / \text{총 시작품 건수}) * 100$	시작품별 기술목표 달성 관련 증빙문서를 기준으로 판단
	달성							
시작품의 사업화 비율(%)	목표	신규	-	6	12	12	$(\text{당해연도 기술이전 총액} / \text{당해연도 총 출연금액}) * 100$	한국연구재단 성과관리시스템
	달성							
기술완성도 (단위: TRL)	목표	신규	4	5	7	8	평균 TRL지수 = $(\sum \text{과제당 원천기술 TRL지수}) / \text{과제수}$	전문가 회의 등을 통해 과제의 TRL 지수를 도출하여 평균값을 산출
	달성							
특허평가 지수	목표	신규	5	5	5	5	$(\sum \text{SMART평가 값}) / (\text{당해연도 SMART평가대상 특허수})$	NTIS데이터
	실적							

자료: 저자작성

4.8.2. 현안 해결형

□ 현안 해결형 과제에서는 사업과정 중 또는 종료 단계에서 사회문제와 관련한 정부부처의 예산 투입 및 사업 참여 등을 기준으로 사업 성공여부를 판단할 수 있음

※ 사회적 문제 해결 필요성이 있으나 주무부처의 예산 제한 및 사업 우선순위 등의 이유로 적기 투자가 이루어지지 않는 경우 과기부가 우선적으로 사업기획 및 투자

※ 해당 과제는 경제사회와 관련된 현안을 해결하는 기술 분야를 말하며 재난감지 및 대응기술, 에너지 저장기술 등을 예로 들 수 있음

- (양적 지표) 제안서를 제출할 때, 그 과제가 목표하고 있는 바를 구체적으로 제시하도록 유도하고 그 구체적 목표에 따라 과제 평가지표를 구성할 수 있도록 함
 - 이를 위해 현안해결형 과제도 신시장 창출형과 동일하게 선정평가 시에 연구 활동에 대한 계획과 목표의 구체성을 평가항목에 포함하도록 할 필요가 있음

▶ 사회문제해결과 관련된 Horizon2020의 R&D 프로그램에서 제시하는 구체적 목표의 예시

·Fuel Cells & Hydrogen 2

- ⇒ 운송장비 연료전지 시스템의 비용을 10% 절감
- ⇒ 전력 생산에서 연료전지의 전기효율성을 10% 증가
- ⇒ 재생 가능한 에너지원으로부터 생산한 전기로 대규모의 수소를 생산할 수 있는 가능성 실현

·Clean Sky 2

- ⇒ 항공기의 연료 효율성을 높임으로써 이산화탄소 발생을 20~30% 감소
- ⇒ 2014년부터 새로이 운행하는 최첨단 항공기와 비교하여 NOx 및 소음 배출을 20~30% 감소

·Energy-efficient Buildings PPP

- ⇒ 연구·혁신에 대한 민간투자를 총매출액의 3%까지 증가/
- ⇒ 지식이전과 훈련을 통해 10가지의 새로운 유형의 고속연직업을 창출
- ⇒ 2010년 수준과 비교하여 에너지소비를 50%, 이산화탄소를 80% 감소
- ⇒ ICT기반의 솔루션을 적용하고 에너지소비를 75%까지 줄이기 위해 모니터링 되는 100개 이상의 건물과 지구를 시연

- (질적 지표) 사회문제가 심각한 사안에 대해서는 그 프로그램이 사회에 미친 영향을 설문조사 또는 공론화를 개최하여 평가
 - 공론화: 일반시민으로 구성된 공론조사단을 구성하여 밀도 높은 회의를 통해 사안에 대한 최종결정을 이끌어내는 방법
 - * 신고리5·6호기 건설을 되물릴지에 대한 논의에 처음으로 적용함.
 - * 지역·성별·연령대를 종합적으로 고려한 시민참여단을 선정, 일정기간 학습, 의견청취, 질의·응답, 토의를 통하여 사안에 대한 조사를 하여 삶의 질 개선 여부, 투자 대비 성과 등을 측정

○ 연구 활동을 수행하는데 있어 인적자원활용이 적절하였는가에 대한 평가

- 인적자원활용에 있어 과학연구분야, 산업, 정책영역의 협력적 연구의 수행/ 해외연구진과의 협업 여부등도 성과 지표로 활용 가능

※ 연구자들이 적정 성과지표를 제시하지 못할 경우 아래의 양적 지표 등을 원용하여 평가하는 것도 가능하나 사회문제 해결 정도를 직접적으로 측정할 수 없는 제한 적인 경우에만 적용하는 것이 바람직함

<표 4-12> 현안 해결형 과제의 성과지표 예시

성과지표	실적 및 목표치						측정산식	자료수집 방법/출처
	구분	'18	'19	'20	'21	'22		
현안 해결을 위한 기술개발결과의 living lab성과(건)	목표	신규	-	2	2	2	사업 내 living lab 수	한국연구재단 성과관리시스템
	달성							
시작품이나 시범 서비스 등을 체험한 수요자를 중심으로 만족도 조사(%)	목표	신규	-	65	75	85	living lab을 통한 수요자의 설문조사 점수의 만족도 백분율	한국연구재단 성과관리시스템
	달성							
기술완성도 (단위: TRL)	목표	신규	4	5	7	8	평균 TRL지수 = $(\sum \text{과제당 원천기술 TRL지수}) / \text{과제수}$	전문가 회의 등을 통해 과제의 TRL 지수를 도출하여 평균값을 산출
	달성							
최종 사용자 및 시민의 실증 참여 인원수(명)	목표	신규	10	25	100	500	최종 사용자 및 시민의 실증 참여 인원수	한국연구재단 성과관리시스템
	달성							
특허평가 지수	목표	신규	5	5	5	5	$(\sum \text{SMART평가 값}) / \text{당해연도 SMART평가대상 특허수}$	NTIS데이터
	실적							

자료: 저자작성

4.9. 거버넌스

- 마케팅 전문가, 경영, 법률 회계 등 시장 전문가, 주요 산업의 CTO 등 산업계 기술전문가, 주요 연구중심 대학 및 대표 출연(연)의 스타급 연구자 등 다양한 분야의 전문가가 주도하는 개방형 의사결정 기구를 구성
 - EU Horizon 2020 사례에서 볼 수 있듯이 PPPs형 사업의 경우 민간부문의 대표자들과 정부에서 추천하는 인사들로 구성되는 이사회 또는 의사결정 기구에서 주요 지원 사업(기술개발로드맵 포함) 및 펀딩 계획 등을 결정하는 것이 원칙

- 투자 위험이 큰 사업 초기에는 과기부 주도로 예산을 확보하여 진행
 - 유형 1의 경우 과제 기획 및 실행 단계에서 민간 투자를 받고, 유형 2의 경우 관련 부처의 수요를 반영하여 공동으로 추진하거나 이관하는 방식으로 진행
 - 이러한 방식의 사업 추진 거버넌스의 경우 국과심 안전으로 사업추진계획을 상정하고 추진 근거를 마련할 필요가 있음

4.10. 연구성과 활용방안

- 기존 사업과 달리 연구 수행 단계부터 참여 기업 중심으로 시장 창출 및 개척을 동시에 추진(R&D & 사업화의 선형적 R&D → 비선형적 R&D)하고, PPPs 방식을 적용하여 민간 주도로 후속 연구가 진행될 수 있도록 제도화함
- 문제해결형의 경우 해당 이슈를 주관하는 주무부처에서 후속 투자 후 실질적인 문제해결에 기여할 수 있도록 구체화함
- 공개 세미나 형식의 성과 점검, 각종 연구정보 무상 공개를 검토하고, 노약자 돌봄과 같은 공공서비스 기반 수요 창출형 공공구매와의 연계도 추진 가능하도록 초기 기획부터 성과 활용 부분을 강조하여 추진함

5. 미래선도기술개발사업(IMPAcT)에 부합하는 과제 도출방향

5.1. 유망아이템 선정을 위한 주요 기준

- 새로 도입되는 신규 R&D 사업에서는 4차 산업혁명에 대응하고 사회적 문제 해결을 통해 국민의 삶을 개선하는데 기여할 수 있는 사업아이템이 주력이 될 것으로 예상
 - 따라서 기업이 초기부터 투자하고 참여할 수 있는 산업계형 과제와 사회적 이슈를 해결하여 삶의 질을 향상하고 시장성도 확보할 수 있는 사회문제 해결형 과제군으로 이원화하여 아이템을 발굴하고 선정하는 것이 필요
- 사회문제 해결형 과제의 경우 선정 과정에서 국민의 참여를 최대한 보장하고 다양한 의견을 듣는 과정이 필요할 것임
 - 다만 최종 선정단계에서는 기술 구현을 통해 문제 해결이 상당부분 가능하고 산업계에 미치는 영향이 큰 사업 중심으로 아이템을 선정하는 것이 필요
 - 또한 PPPs형 방식으로 운영될 경우 적어도 과제 중반단계부터는 기업 주도로 진행될 수 있는 사업을 시범사업으로 추진하는 것도 고려할 필요가 있음
 - 아래의 표는 산업계 중심의 사업 아이템을 발굴할 경우 고려해야 하는 연구의 특성(예시)임
 - * 연구사업의 목표나 특성이 결정될 경우 해당 특성을 잘 반영할 수 있는 기술 아이템을 발굴할 수 있도록 하는 것이 중요하게 됨
 - 다만 PPPs형 사업으로 운영될 경우 시범사업으로 선정되는 최종적인 기준을 기업의 구체적인 참여 의사 확인 및 재원의 출연 등으로 하는 것이 중요할 것임

<표 5-1> 아이템 선정 시 고려해야 할 신규프로그램 주요 특징 (예시)

(목적지향) 시장 수요 기반 End-Game 방식(최종 목표인 제품·생산과정 先제시)

* 미래유망 기술 발굴 프로세스를 통해 최종 목표 및 기술 지속 발굴·보완

(개방성) 집단지성, Buy R&D 허용, R&D(기초·응용·개발)-사업화 경계 허파 분야

(글로벌) 기획-평가-관리 순과정에서 글로벌 연구자·기업 협력 유망 분야

(다양성) 기술 특성에 따라 체계·방식 다양화(경쟁형 R&D, 챌린지 프로그램 등)

(유연성) 시장·기술 변화, 실패 대비 contingency plan 확보 가능사업

자료 : 과학기술정보통신부(2017), 미래 유망 원천기술 확보를 위한 신규 대형 중장기 R&D 프로그램 기획 연구

5.2. 한국의 미래유망기술(2017 미래유망기술): 예시 유형1

- 미래유망기술(현재 약 30여개 후보)을 어떤 형태로 담아서 사업을 진행해야 하는 것인가에 대한 고민이 진행 중임
- 이러한 사업들은 최근 대두되고 있는 4차 산업혁명의 관점에서 R&D 관련 투자에 대한 새로운 접근 방법이 필요하다는 차원에서 진행되었으며 가능할 경우 최종 제품화 단계에서는 4차 산업혁명 시대가 유발하는 불확실성에 대한 고민까지 포함되어야 한다는 원칙하에 기술이 도출되었음
- 도출된 기술들의 수준이나 규모가 매우 다양하기 때문에 선정되는 과제 추진을 위한 사업단의 규모나 예산 등이 일관성을 확보하는데 어려움이 있을 것임
- 또한 해당 기술 구현을 통해 확보될 수 있는 시장규모나 파급영향 등에 대한 추가적인 정보의 제공 등이 필요할 것임
- PPPs 형의 사업 아이템으로 해당 기술군이 이용될 경우 가능하다면 기술을 통해 확보되거나 활용 가능한 분야를 중심으로 중대형 과제를 구성하고 기술로드맵을 작성하는 방식으로 활용하는 것이 바람직함

<표 5-2> 2017 미래유망기술 도출(안)

프로그램명	세부기술	프로그램명	세부기술
신체증강 휴먼	생체조직(피부, 장기) 및 인공뼈의 대체물질로 사용가능한 나노세라믹 재료	미래 초연결 지능통신	신뢰내재 정보중심 네트워크 기술
	인공장기용 바이오 연료전지		차량사고 사전 방지 지능형 자동차
	의료용 인체삽입형 광원 기술		AI기반 자율네트워크 기술
	감각기능을 갖춘 인공 근골격		포그 기반 산업용 사물인터넷
인공 시각, 인공 청각, 인공 와우 등 인공감각기 개발 기술	실리콘포토닉스		
웰니스 (개인) 맞춤형 관리	오믹스 정보기반 질환 예방 및 관리 기술		초고속 광통신기술
	영양유전체학을 활용한 개인맞춤형 식품		초고속 가시광 통신 기술(Li-Fi)
	건강 모니터링을 위한		테라헤르츠(100G~1Tbps)

	인체이식 나노칩 자기진단 및 약물투여용 웨어러블 칩		무선통신 기술
인공 장기 바이오	유사장기(오가노이드)	미래교통 시스템	완전자율주행자동차 인공지능 기술
	바이오 프린팅(Bio Printing) 동물 실험 대체를 위한 인공 실험체 개발 기술		지능형 교통 시스템 V2X 기술 차량사고 사전 방지 지능형 자동차
	생착 및 생체내 동화를 통한 재생기능 향상 기술		스마트 하이웨이
	면역거부 반응이 없는 인공 피부		밀리미터파를 이용한 위험물 탐지기
뇌기능 향상	원격 뇌파 검사기	재난감지 및 대응기술	화학물질관리서비스(CMS) 원격탐사 장비를 활용한 실시간 지각변동 감시 및 지진발생 예측 기술
	뇌 인지기능 규명 기술		응급구난 양방향 자동 송수신 기술
	뉴로피드백/BMI		화재시 인명수요 등 건물 내 재실탐지기술 지진층 건물붕괴 시 매몰자 탐지 기술
극한환경 적응형 4D소재	환경감응 색상, 온도 등이 변하는 가변형 소재		해양 조난자 등 위치 탐지 기술
	스텔스 기술		그린 에너지 하베스팅 기술 및 지능형 저장 소재
	가변형 도전성 전자파 차폐소재		극초임계압 발전시스템
차세대 자동차용 초비강도 소재	자동차 차체 경량화용 소재기술	에너지 저장 기술	플라이휠(Flywheel) 에너지 저장 기술
차세대 로봇	인지아키텍처 기반 인간로봇상호작용기술		상변화 물질에 의한 열에너지 저장기술
	인간형(휴머노이드/안드로이드) 로봇		열, 진동, 소음등의 전기에너지전환 에너지 하베스팅 기술
	작업자 안전 보장 협동 로봇		비리튬계 에너지저장장치 이용 및 운용 기술
	극한/험지 환경 작업 로봇		급속 충전 ESS 용 All-Liquid-State Metal Battery
	CPS 기반 고신뢰 정밀제어 로봇		지능형 모바일 하우징 기술
	협업 다개체 로봇 지능 공유 컴퓨팅기술		인공지능기반 웰빙 하우스 기술
텔레이그지스턴스 로봇 휴먼증강 스마트 웨어러블 로봇	스마트 하우스		

자료 : 과학기술정보통신부 내부자료

5.3. IMPAcT 과제 제안(예시) : 예시 유형2 (bottom-up)

- 전문가 그룹을 통해 본 사업 유형에 추진할 수 있는 과제안들을 확보하였으며 예산 설명과정에서 이해를 돕기 위한 사업 추진 예시 사례로서 작성된 것임

5.3.1. 대상분야

- 신시장·신산업 창출이 예상되는 분야를 발굴하는 1유형과 경제·사회의 당면 현안 해결을 위한 분야를 발굴하는 2유형으로 구분하여 대상분야를 살펴볼 수 있음
 - 1유형 : 신시장 창출 융복합 기술 분야(민간영역의 제품 및 서비스)
(예시 : 신체증강 휴먼 관련 기술, 웰니스 맞춤형 관리 기술, 차세대 로봇 기술 등)
 - 2유형 : 경제사회 현안 해결 기술 분야(공공영역의 제품 및 서비스)
(예시 : 고령화 사회 대응 기술, 재난감지 및 대응기술, 에너지 저장기술 등)
- ICT, 바이오기술, 연결성(connectivity)과 관련 기술 등을 기반으로 연결되고, 소프트웨어가 통합된 제품·서비스 개발 분야를 대상으로 과제를 수행함

<참고> 대상분야 예시

- 바이오 융합 분야 (예시)
 - 대규모 임상 유전체 정보관리기술
 - 역학정보분석기술
 - 웨어러블 건강관리기술(영문명)
 - 연속식 혈당측정기술 등
- ICT 융합 분야 (예시)
 - 초연결에 따른 무선 통신의 한계(전파 자원 포화, 주파수 간섭 및 해킹 등) 해결하기 위한 가시광 통신(Li-Fi)과 같은 새로운 통신 원천
 - 사물 인터넷으로 인한 임팩트 효과가 가장 크다고 예측되는 제조 분야 (온디맨드형 다품종 소량 맞춤형 제조 수요를 산업 IoT 기반 분산 자율 생산 기반기술)

- ※ 2025년까지 사물인터넷으로 발생할 전 세계적 경제적 변화 중에서 제조 분야가 가장 임팩트가 클 것으로 예측되고 있으며, 최대 3조 7천억 달러의 경제 가치를 창출할 것으로 전망 (맥킨지 컨설팅, 2015)
- 향후 5년 내 도래한 컴퓨팅 환경의 선점할 수 있는 AI와 융합된 지능형 엣지 컴퓨팅 및 사물 지능 증강 기술 분야
- 3D 공간정보와 IoT를 융합하여 실세계와 동일한 수준의 가상 도시를 구축하고, 도시 문제(교통, 환경, 재난 등)를 사전에 예측 지원하는 4D

□ 기술이 아닌 이슈 기준 과제 도출 (예시)

- (산업적 이슈) 초집적화 문제, Post 스마트폰, 소자의 유연화 미흡, 배터리 사용시간, 절전친환경 공정 등의 문제에 대한 와해성 솔루션 개발
- (사회적 이슈) 초고령화 사회, 미세먼지 등의 환경문제, 재난재해 문제, 전염성 질병 발생 등의 문제에 대한 대응형 솔루션 개발

(예시)

“고령화 사회문제 해결”을 위해 제안자는 아래와 같이 다양한 과제 도출

- a. 신체증강기술을 이용한 초고령화사회문제해결 솔루션
- b. 개인맞춤형관리기술을 이용한 초고령화사회문제해결 솔루션
- c. 초저가 인공장기제작 기술을 이용한 초고령화사회문제해결 솔루션
- d. 인간보조로봇을 이용한 초고령화사회문제해결 솔루션
- e. 스마트하우스 구현을 통한 초고령화사회문제해결 솔루션
- f. 기타 기술을 이용한 초고령화사회문제해결 솔루션 등

- 전문기관은 사업 시행 공고시 문제에 대한 정의만 명확하게 제시하고 제안하는 사업단이 다양한 솔루션을 제안 단계에서 제시

5.3.2. 후보과제 (예시)

1) 슈퍼컴퓨팅 M&S 기반의 Digital Twin 기술 개발

- 현실세계 제품의 형상, 기능, 운전조건(센서와 연계) 등을 실제와 완전히 동일한 디지털(사이버) 모델로 구현하여 제품 거동, 수명, 생산조건 등의 복잡한

작동 특성에 대한 통합시뮬레이션(Multi-Physics Simulation)을 수행하여 초정밀·최적의 제품 설계 및 생산을 가능케 하는 최첨단/스마트 제조기술 및 SW 개발을 의미

□ 과제의 주요 내용

- In-situ Modeling 기술: 실제 제품과 완전히 동일한 모양과 운전조건, 물리적 현상을 사이버상에서 실시간으로 모델링하기 위한 기술
- Simulation-driven MOM⁵⁰⁾ 기술: 사이버 제품 모델에 대한 복잡한 작동원리, 물리적현상 등을 통합시뮬레이션하여 제품의 실제 특성에 대한 정확한 정보 추출 및 미래 현상 예측을 위한 기술
- Bigdata 및 HPC 기술: 실제와 동일한 수준의 대규모/실시간 데이터 처리, 디지털 모델 생성·관리 및 다분야-통합시뮬레이션을 수행하는데 필요한 빅데이터 및 초고성능 컴퓨팅 기술
- AR/VR 기술: 디지털 모델링 및 시뮬레이션을 통해 얻어진 다양한 정보를 현실 및 가상공간에 표현하고 관리·제어하기 위한 기술

□ 기대효과

- 실험과 동일한 수준의 제품 특성 파악에 따른 제품 설계 및 제조·운영 전과정 생산성의 획기적 향상
 - ※ GE는 모든 제품 및 설비에 디지털트윈 기술 적용으로 생산/제조 혁신 도모
- 최첨단 제조 혁신기술 확보에 따른 4차 산업혁명 주도권 확보

50) Manufacturing Operation Managemnet / 딥러닝 등과 연계

<참고> 디지털 트윈(Digital twin)

□ 개념

제너럴 일렉트릭(GE : General Electric)에서 만든 개념으로 현실세계의 물리적 사물이나 시스템을 다양한 센서를 통해 수집한 정보들로 동적 소프트웨어 모델로 구성하여 실제 시스템 대신 소프트웨어로 가상화한 디지털 트윈에 대한 분석을 통해 실제 특성에 대한 정확한 정보 확보

- 디지털 트윈은 이전에 정립된 개념인 가상물리시스템(CPS : Cyber Physical System)에서 발전된 개념
 - 디지털 트윈을 이용하면 현실 세계의 물리적 시스템을 가상 세계에 완전히 동일하게 구현하여 정밀 분석 및 미래 예측 가능

<Digital twin 기반의 Manufacturing Operation Management>

□ 디지털 트윈 활용 사례 및 향후 가능성

- 에너지, 항공, 헬스케어, 자동차, 국방 등 여러 산업 분야에서 디지털 트윈을 이용하여 자산 최적화, 돌발사고 최소화, 생산성 증가 등 설계부터 제조, 서비스에 이르는 모든 과정의 효율성 향상 가능
 - GE는 디지털 트윈 모델에서 얻은 운항 데이터를 GE90 엔진에 실제 적용하여 불필요한 수백만 달러의 서비스 정비 비용 절감
 - 사우스웨스트항공은 디지털트윈을 통해 온도·습도, 풍향·풍속, 비행기 무게 등 다양한 변수를 고려한 최적의 비행 시간표 산출
- 초고성능컴퓨팅, 데이터 처리·분석 기술의 발전으로 기술의 획기적 성장과 산업적 활용 확산 전망

□ 디지털 트윈(Digital Twin) 구현 기반 기술

- (다중-물리 시뮬레이션, Multi-Physics Simulation) 현실세계의 다양한 물리적 현상을 가상의 세계에 실제와 가깝게 모델링하여 통합 시뮬레이션을 수행하는 4세대 제품설계/제조 기술
- (빅데이터 및 인공지능) 산업인터넷 등 센서를 통해 실시간으로 생성되는 빅데이터의 처리·분석 및 인공지능 기반의 대규모, 실시간 학습에 기반한 제품의 미래 특성 예측 기술
예) 바다위를 운항하는 보트의 거동 (다중-물리 시뮬레이션)

2) 줄기세포 표면 생체재료 약물고정화를 통한 난치성 종양 및 염증 질환 치료

□ 필요성

- 세계적인 시장 확보 가능성은 있으나 국내 제약회사의 경쟁력이 부족한 차세대 줄기세포 분야에서의 기술혁신과 원천 특허를 확보 할 수 있는 분야이나 투자 위험성이 높아 정부 개입 필요
- 공동 투자 및 시장 개척을 선도할 제약회사(예시: 대웅제약, 코오롱생명과학, SK바이오팜 등)가 존재하고 있어 PPPs형 사업 추진 필요성이 높음

□ 연구목표

- 나노약물과 줄기세포 결합을 이용한 줄기세포 치료기능의 극대화
- 3대 난치성 종양(췌장암, 폐암, 뇌암) 및 자가면역 질환(류마티스 및 골관절염)의 치료기능이 극대화된 나노생체재료-약물-줄기세포 복합체의 치료 제어기술 개발

□ 1단계(3년): 나노 생체재료를 이용한 줄기세포 치료 능력의 극대화

- 표적기능이 극대화된 줄기세포의 선별
 - 난치성 종양 및 염증성 질환 부위에 특이적으로 표적하는 줄기세포의 선별
- 무독성 나노생체재료(금나노 포함)를 선별 및 줄기세포 표지결합 최적화
 - 선별된 줄기세포의 표지단백질을 이용한 약물고정 기술 최적화(원천기술)
 - 나노생체재료 및 약물고정 후 기능성 유지검증(표적기능 및 MSC 독성분석)
- 세포 및 질환 동물모델을 통한 항암 및 염증억제 유효성 검증(약물 효능 분석)
 - 선별된 줄기세포의 표지단백질을 이용한 약물고정 기술 최적화(원천기술), 나노생체재료 및 약물고정 후 기능성 유지검증(표적기능 및 MSC 독성분석) 과정을 거쳐 세포 및 질환 동물모델을 통한 항암 및 염증억제 유효성 검증을 통해 약물의 효능을 분석

□ 2단계(1년): 실용화 연구(GLP 수준)

- 줄기세포 염색체의 유전적 안정성 연구
 - 줄기세포의 핵형분석 및 노화 유전학적 성질 규명
- 줄기세포의 발암성 및 분화 능력 검증
 - 질환 치료 후 줄기세포의 분리를 통한 암화 가능성 및 분화능력을 검증
- 질환 치료 후 줄기세포의 장기분포도 조사
- 질환 치료후 줄기세포 복합체의 전임상 수준의 독성평가 진행 (GLP 수준)

□ 기대효과

- 표지결합 기술을 바탕으로 난치성 종양 치료제 및 난치성 자가면역 질환의 혁신적인 치료 방안 제시(부작용이 없고 일상적 활동이 가능한 수준의 치료제 제시)

- 비유전적 조작방식을 통한 우수한 안전성 줄기세포 복합체 개발
- 기존의 줄기세포 치료방식과 차별화된 줄기세포 치료제 개발을 통한 국제적 경쟁력 확보 및 고부가가치의 의료 시장 창출
- 관련 전문인력 배출을 통한 국내 바이오·신약 산업의 신 성장동력 마련 등

3) 지능사물 유기체 및 유기체간 연결을 통한 사물지능 증강화 기술

□ 필요성

- IoT 기술은 4차산업혁명의 기반으로 경제·사회 전반의 변화를 이끌어내는 촉매제 역할을 할 것으로 예측
 - 글로벌 기업들은 이러한 IoT시장의 생태계 선점을 위해 클라우드, 빅데이터, 딥러닝 기술을 기반으로 한 IoT 플랫폼 개발을 진행 중
 - 현재 대부분의 현재 지능형 IoT플랫폼*은 클라우드 기반 빅데이터 분석 및 서비스의 구조를 갖고 있음
 - * IBM Watson/Blumix, GE Predix, Amazon AWS, Microsoft Azure, EU FI-WARE 등
- 다양한 IoT기기가 기하급수적으로 증가하면서 사물 자체의 지능화와 사물 간 연결에 의한 공간 지능화가 매우 중요한 문제로 제기됨
 - 특히 수많은 사물이 연결된 복잡계 문제⁵¹⁾ 또는 비결정적 동적 문제⁵²⁾ 등의 해결을 위해서는 기존 클라우드 기반 중앙집중 구조의 플랫폼은 한계를 가지며 사물 자체의 자율성 및 이에 기반으로 한 분산 협업 구조의 플랫폼이 필요

□ 연구목표

- 다양한 사물을 인터넷에 연결하여 지능사물 유기체⁵³⁾를 구성하고, 공간 내 다른 지능사물 유기체와의 자율적 협업을 통한 산업간 융합을 지원할 수 있

51) (예) 스마트시티에서의 교통, 환경, 재난안전 등 공공IoT에서의 문제

52) (예) 스마트팩토리에서의 동적유연생산계획 등 산업IoT에서의 문제

53) 지능사물 유기체: 물리계 사물에 장착되어 지능을 갖고 성장하는 유기체 특성을 갖는 사물

는 지능사물 유기체 플랫폼을 개발하고, 점진적 학습을 통해 초연결 공간의 지능을 확장하는 신서비스 창출을 유도

- 다음 3가지의 개념적 문제 설정 후 이를 해결하고자 하는 기술을 개발
 - 사물(단말, 기계, 장치 등)이 인터넷에 연결되면 갑자기 똑똑해짐
 - 다른 사물들과 연결되면서 더 똑똑해짐
 - 연결되는 사물들이 많아지고 시간이 흐르면서 훨씬 더 똑똑해짐

[그림 5-1] 초연결 지능증강화 개념도

자료 : IMPAcT작업반(2017), 혁신형 미래 선도기술 개발사업(IMPAcT) 기획보고서(안)

□ 기대효과

- IoT와 AI의 융합을 통한 지능형 IoT 핵심 돌파기술 확보
 - 지능형 IoT 관련 핵심 IPR확보 및 표준 선점을 통해 IoT에서의 기술 선도 발판 마련
 - 분산협업 구조의 지능형 IoT 플랫폼을 통한 생태계 재구축 가능
- 성공적으로 개발되고 산업화될 경우, 세계시장의 연간 158억불 규모의 경제적 효과 기대

- IoT 플랫폼 시장 전망으로 예측할 때 2020년 세계 시장의 5% 점유로 연간 158억불 시장 확보 및 선점 가능

- 또한 개발된 원천·공통 기술을 타 산업 분야의 IDX(Intelligent Digital Transformation)로 확대하여 산업 전반에 걸쳐 기술 파급 예상

- 스마트홈, 스마트시티, 스마트팩토리, 스마트그리드, 스마트팜 등 타 IoT융합 성장동력 분야에 적용하여 핵심기술을 파급함으로써 산업의 동반성장을 확대를 기대

□ 4차산업혁명과의 연관성

- IoT와 인공지능 기술은 4차산업혁명의 핵심 기반 기술로써, IoT와 인공지능이 결합된 지능사물유기체는 경제·사회·기술 전반에서 4차산업혁명을 선도할 수 있는 촉매제 역할을 할 것으로 예측

4) 4D Digital Clone 기반의 예측 및 자율대응을 위한 지능형 Massive Geo-IoT 기술

□ 필요성

- 인구 감소, 고령화, 거대 도시화 등 미래 도시 문제는 점차 복잡해지며, 이에 따라 도시 및 실세계 환경을 보다 효율적으로 통찰하며 운영 관리할 수 있는 플랫폼 필요

- 전세계 도시화율은 2014년 54%에서 2050년 66%로 증가(UN, 세계 도시화 전망 2014)

- 에너지, 재난안전, 환경관리, 교통 등 복잡한 도시문제를 해결하기 위해서는 현실 세계를 모사한 가상환경에서 미리 시뮬레이션하고 분석하여 최적의 해법을 피드백하는 의사결정 지원 플랫폼이 필요

- 싱가포르를 도시전체를 3차원 공간정보로 구축하고, 다양한 정보를 융합하여 국가개발 협력플랫폼으로 활용하기 위한 Virtual Singapore Project를 추진 (2014~2018)

- IoT 기술과 고정밀 공간정보(GeoSpatial Information)가 연계되어 거시적인 실세계 뿐 아니라, 미시적인 실세계 분석이 가능한 현실 모사 기술의 등장이 예상되며, 이를 기반으로 복잡한 사회 문제에 대한 대응 및 의사결정을 지원하는 플랫폼 필요

□ 연구목표

- 4D Digital Clone⁵⁴⁾을 기반으로 대규모 초연결 공간에서의 미래 상황을 미시적 분석 및 예측하고, 이를 기반으로 현실공간으로 자율적 대응을 지원하는 지능형 Massive Geo-IoT 플랫폼 기술 개발

[그림 5-2] 4D Digital Clone 개념도

자료 : IMPAcT작업반(2017), 혁신형 미래 선도기술 개발사업(IMPAcT) 기획보고서(안)

□ 기대효과

- 실세계를 모니터링, 분석 및 제어하기 위한 참조 모델 제공으로 교통, 재난, 환경 등 다양한 분야의 정책 결정 및 IoT 제어를 통한 도시 문제 해결
- 4차산업혁명에 대응한 4D Digital Clone 기술 확보 및 미래 지능형 IoT 기술 경쟁력 강화
- 인구감소, 도시 집중화에 따른 안전하고 지속가능한 도시 구축에 필수적인 다양한 도시문제 해결 기반 마련
- 전세계 도시화율은 2014년 54%에서 2050년 66%로 증가하며(UN, 세계 도

54) 4D Digital Clone: 물리공간과 공간정보와 IoT로 이루어지는 사이버공간이 실시간 매핑되어 실세계를 모사할 수 있는 디지털 가상공간

시화전망 2014), 스마트시티 시장은 2020년까지 1조5000억 달러로 성장이 예상 (프로스트앤설리반, 2013)

□ 4차산업혁명과의 연관성

- 4D Digital Clone은 사람, 사물 및 공간을 연결하는 4차산업혁명의 기반 기술로 다양한 ICT 융합의 기반플랫폼 기술로 활용가능

<참고> ICBM 기술 통합 도시재난 관리 스마트 플랫폼 개발
(ICBM: IoT, Cloud, Big Data, Mobile)

□ 필요성

- 최근 몇년간 싱크홀 발생, 경주 지진, 도심 화재, 건물 붕괴 사고 등 도시지역 재난 사고에 따른 불안감과 도시 재난의 예측, 대응발생시 대응 방안 등에 대한 체계적 관리의 필요성 커지는 추세임
- 지금까지의 재난관리는 건축, 토목, 소방, 방재를 중심으로 연구가 이루어져 왔으며, ICT 융합기술 적용 분야도 재난 발생시 대응 및 진압 단계에 국한됨
- EU, 미국 등의 경우 도시 안전에 선제적으로 대응하기 위한 관련 투자를 늘리는 추세임

□ 과제 목표

- ICBM (IoT, Cloud, Big Data, Mobile) 으로 대표되는 최신 ICT 융복합 기술을 결합하여 재난 예측, 재난 시뮬레이션 등을 통한 대응 훈련, 재난발생시 신속한 대응 조치를 위한 통신기술, 도시재해 모니터링 등 재난 관리의 전 분야에 해당하는 내용을 표준화
- 빅데이터/클라우드 인프라를 바탕으로 도시안전 데이터 수집을 통한 도시 재난 예측/대응 모델 개발
- 긴급 재난 상황에서 IoT 기반 스마트 디바이스를 활용한 실시간 재난지역 맵핑을 위한 재난안전 통신 기술 개발
- 모델 기반 시각화 시뮬레이션을 통한 도시 재난 대응 시뮬레이션 시스템 및 의사결정 시스템 개발
- Mobile 기술과 소셜 미디어를 이용한 도시재난 발생시 신속 재난 대응 지원 시스템 개발
- 재난관리 선진국 사례 연구를 통해 도시재난관리 표준 프로세스 개발

5) 극소형 웨어러블기기를 위한 차세대 무전력급 극소형 센서 개발

□ 필요성

- 최근 각광을 받고 있는 스마트기기 및 웨어러블기기에는 다양한 주변 환경과 물리량을 측정할 수 있는 센서들이 탑재되어 있음
- 탑재된 센서들은 마이크로/MEMS 기술을 활용하여 카메라(정지 및 동영상 이미지), 마이크로폰(소리), 지문, 근접, 가속도계(진동, 속도), 자이로스코프(상대 회전각), GPS, 심박, 온도, 기압, 고도, 지자기(나침반) 센서 등이며 이를 통해 스마트기기의 기능과 활용성을 극대화 함
- 기기의 소형화 및 웨어러블 탑재, 그리고 저전력 최적화를 위해서는 극한의 초소형화 및 초박화가 필수적이나 측정 대상 물리량과 센서 원리 및 제조 기술의 한계로 모든 센서를 웨어러블 기기 이내로 탑재하는 것은 현재로는 어려움
 - (예시) 이미지센서의 경우 고해상도 이미지를 위해 단위 픽셀이 다수 배열된 큰 센서가 더 좋은 화질을 얻을 수 있어 화소 경쟁에서는 좀 더 큰 센서를 이용하는 것이 일반적이나, 가능하면 광학적인 제한을 깰 수 있는 나노픽셀의 개발 등 차세대 센서 기술의 도입이 시급함
 - (예시) 스피커나 마이크로폰의 경우도 일반적으로는 음성(소리) 신호 주파수 대역에 대응하는 크기를 갖는 센서를 설계하는 것이 일반적이는데, 이를 초소형으로 설계하여 초음파 레벨로 작동하되 이로부터 일반 음파(소리)를 유도하는 방식의 개발이 필요함

□ 과제목표

- 마이크로/나노 기술을 고도화하여 스마트 웨어러블 기기에 내장이 가능한 다양한 물리량 측정 마이크로/나노 센서 개발
- 초소형 기기 측정에 따른 물리적인 한계를 극복할 수 있는 기술 개발

- 저전력, 무전력 대응 스마트 센서 기술 개발

□ 기대 효과

- 현재 스마트폰 급에 탑재된 모든 센서를 Watch형 보다 작은 저전력/무전력 웨어러블기기(반지, 안경테, 귀걸이 등)에 통합 운영할 수 있는 기술 개발
- 특히 물리적 측정 한계와 제조 기술의 한계로 더 이상 소형화가 어려운 센서들을 극한 초소형/초박화를 이룩할 수 있는 브레이크-스루(break-through)형 기술개발 가능

<참고> 웨어러블 건강관리기술

□ 기술정의

- (정의) 생체신호(맥박, 체온, 혈압, 심전도 등)의 실시간 수집을 위한 웨어러블 기기의 제조기술 및 데이터 분석을 통한 건강 관리기술
- (장점) 생체신호의 지속적인 수집을 통해 여러 가진 급/만성 질환의 조기 진단 및 예방에 기여하는 기술

□ 실현시기

- 2018년까지 건강 관련 센서들의 단일칩 개발을 통한 착용형 센싱 디바이스 상용화
- 2023년까지 지속적인 모니터링을 위한 신체 이식형 칩 개발

□ 요소기술

- 생체신호의 신속한 수집능력
 - 생체 신호 및 환경 오염 등을 센싱 하는 스마트 센서 기술
- 의류 소재와 모바일 기기의 집적기술
 - 인체의 곡선이나 의류에 쉽게 부착 될 수 있는 플렉서블, 종이 형태화 기술

- 광대역 통신 기술
 - 블루투스 등과 같이 단거리의 한계를 극복하는 광대역 통신 기술
- 소형화, 저전력화 기술
 - 장시간 착용을 위한 소형 전자기기에 탑재 되는 고용량 고효율 소형 배터리 기술 및 부품의 저발열, 저전력 소형화를 이룰수 있는 부품 소형화, 저전력화 기술

6) 실리콘반도체 기반 스마트더스트 및 지능형 시스템 기술 개발

□ 필요성

- 저전력·장거리 전송이 가능한 IoT 전용망 구축으로 사물 간 연결 범위가 확대됨에 따라 초소형 IoT 센서를 통해 첨단 IoT 서비스의 일상화 촉진
 - ‘2016 신기술 하이프 사이클 보고서(가트너)’에서 주목해야 할 기술 중 하나로 ‘스마트 더스트’ 제시

□ 연구목표

- 수 밀리미터 크기의 초경량·초저전력 스마트더스트 센서 원천·응용기술 개발 및 재난안전, 농업시설 등에서 실증 지원
 - 스마트 더스트(Smart dust) : 먼지만한 센서들을 대기 중에 뿌려 온도, 습도, 압력 등 물리 정보를 무선네트워크로 전송하여 국방, 농업, 의료 산업에 활용할 수 있는 기술
 - * 실리콘반도체 공정을 이용한 수 밀리미터 크기의 스마트더스트(5년 이내 상용화)
 - * 탄소나노튜브 공정을 이용한 나노 크기의 스마트더스트(10년 이상 소요)

[그림 5-3] IoT 센싱 인프라

자료 : IMPAcT작업반(2017), 혁신형 미래 선도기술 개발사업(IMPAcT) 기획보고서(안)

□ 기대효과

- 기존에 설치하여 운영하는 IoT 센서의 한계를 극복하여 초소형 IoT 센싱 기반의 대규모 센싱 데이터 획득을 지원하는 Fog Computing의 기반 인프라로 설치 시간 및 비용 절감 효과
- 4차산업혁명을 선도할 수 있는 초연결 IoT 센싱 인프라로 국방, 농업, 의료 등의 분야에서 센서 설치 및 유지 관리하기 어려운 환경에서 IoT 서비스를 위한 인프라로 활용 효과 기대

7) 에너지·저가형 상온 나트륨/유황(Na/S) 전지

□ 필요성

- 전기차 시장 급속 확대로 스마트 전기차(Smart Electric Vehicle(EV))를 비롯한 에너지저장장치(Energy Storage System(ESS))용 중대형 에너지저장장치의 수요가 급격히 증가하고 있으며, 이에 대응하기 위한 차세대 2차 전지의 과감한 투자 확대가 필요
- 현재 EV 및 ESS에 적용되고 있는 리튬이온전지는 높은 단가(260달러/kWh)의 전극소재와 가연성(유기) 전해질을 채용하고 있어 전지의 대형화에 따른 경제적인 문제점과 안전성의 문제점이 지적되고 있음.
 - 이러한 문제점을 혁신적으로 해결할 수 있는 초저가의 혁신적인 전극소재 및 2차전지의 개발이 필요.

- 최근 상용 리튬이온전지의 에너지밀도(~230 Wh/kg)는 이론에너지밀도(250 Wh/kg)에 근접한 상황이며, 고가(~22 \$/kg, 2016년 4월)의 소재(리튬금속 산화물)와 더불어 지속적인 에너지밀도를 증대시키기에는 한계
 - 차세대 전지인 리튬/유황(Li/S)전지와 리튬/공기(Li/Air)전지의 이론에너지밀도는 400 Wh/kg이상이나, 고가의 리튬금속을 직접 적용하기 때문에 경제성에 대한 문제점이 지적되고 있음.

- 고온(300도)에서 사용가능한 나트륨/유황 전지는 이미 상용화를 이루었으나 (2003년, 일본 NGK Insulator社), 안전성문제가 부가되어 시장확대가 지연되고 있는 실정임.

- 상온형 나트륨/유황 전지는 고안전성을 비롯하여, 타 이차전지에 비해 높은 에너지밀도를 구현할 수 있으며, 구성하는 주요 물질들은 소재단가가 기존 전지물질들에 비해 매우 저렴하여 경제성 측면에서 유망함

□ 연구개발목표

- 기술목표
 - 전지단가: 리튬이온전지 대비 1/4가격 (65달러/kWh)
 - 에너지밀도: 리튬이온전지 대비 1.7배 (400 Wh/kg)

[그림 5-4] 에너지·저가형 상온 나트륨/유황(Na/S) 전지 사업

자료 : IMPAcT작업반(2017), 혁신형 미래 선도기술 개발사업(IMPAcT) 기획보고서(안)

- 국내연구진이 상온형 나트륨/유황 전지를 세계최초로 소개한 이후, 미국, 독일, 중국 등 다양한 국가에서 활발한 연구가 이루어지고 있으며, 관련연구 수행기관이 지속적으로 증가하고 있음.

- 2005년부터 나노핵심기반사업(미래부)을 시작으로 2008년 미래유망파이오니어사업(미래부)를 통하여 지속적으로 상온형 나트륨/유황전지 연구를 수행하여 왔으며, 현재 159 Wh/kg의 에너지밀도 및 100 회 이상의 사이클 성능을 확보하고 있음

- 기대효과
 - 전 세계에 출하된 리튬 2차전지는 전기차와 ESS등 중대형전지의 성장세에 힘입어 향후 중대형 리튬 2차 전지의 수요확대로 인하여 2020년에는 559억 불에 이를 것으로 예상됨(출처: 리튬2차전지 시장전망 (2013-2020)(SNE 리서치, 2015)).
 - 혁신적인 고에너지·저가형 2차전지의 개발을 통하여 지속적으로 부상하고 있는 2차전지 시장을 점유할 수 있음.

 - 상온형 나트륨/유황전지는 한국(본 연구팀)이 원천기술을 확보하고 있으며, 성공시 한국에서 개발한 세계 최초의 독창적인 전지시스템을 구현할 수 있음.

8) 초고성능컴퓨팅 기반 지능형 통합시뮬레이션 기술 개발

□ 필요성

- 산업인터넷, 인공지능 등 4차 산업혁명 기반기술을 활용한 제조업혁신은 국가제조경쟁력 향상의 필수 요소
- 4차 산업혁명 견인과 제조혁신을 가속하기 위한 기반기술로서 초고성능컴퓨팅(HPC), 모델링&시뮬레이션(M&S) 기술의 중요성 증대
 - Deloitte는 빅데이터 기반 미래예측(Predictive Analysis), IoT 등과 함께 초고성능컴퓨팅, M&S 기술을 미래 제조혁신의 핵심기술로 제시(2016 Global Manufacturing Competitiveness Index)
- 4차 산업혁명 제품 개발 프로세스의 혁신 수단으로 HPC M&S 기반의 실시간-고성능 디지털 시뮬레이션(Real-Time, High-Fidelity Digital Twin Simulation) 기술의 개발과 활용·확산 필요

□ 목표

- 현실세계 제품의 형상, 기능, 운전조건(센서와 연계) 등을 실제와 완전히 동일한 디지털(사이버) 모델로 구현하고 지능형 통합시뮬레이션(Intelligent Multi-Physics Simulation)을 통해 제품 거동, 결함, 수명 등의 복잡한 미래 특성을 정밀 예측·분석하기 위한 차세대 제품개발 기술 및 SW 개발

[그림 5-5] 초고성능컴퓨팅 기반 지능형 통합시뮬레이션 기술 개발

자료 : IMPAcT작업반(2017), 혁신형 미래 선도기술 개발사업(IMPAcT) 기획보고서(안)

□ 주요 기술개발 내용

- (In-situ Modeling 기술) 실제 제품과 완전히 동일한 모양과 운전조건, 물리적 현상을 사이버상에서 실시간으로 모델링하기 위한 기술
- (Intelligent-MOM* 기술) 사이버 제품 모델에 대한 복잡한 작동원리, 물리적현상 등을 통합 시뮬레이션하여 제품의 실제 특성에 대한 정확한 정보 추출 및 미래 현상을 예측하기 위한 기술
 - MOM : Manufacturing Operation Management / 딥러닝 등 인공지능과 연계
- (Bigdata 및 HPC 기술) 실제와 동일한 수준의 대규모/실시간 데이터 처리, 디지털 모델 생성·관리 및 다분야-통합시뮬레이션을 수행하는데 필요한 빅데이터 및 초고성능컴퓨팅 기술
- (AR/VR 기술) 디지털 모델링 및 시뮬레이션을 통해 얻어진 다양한 정보를 현실 및 가상공간에 표현하고 관리·제어하기 위한 기술

[그림 5-6] Real-Time, High-Fidelity Digital Twin Simulation의 미래

자료 : IMPAcT작업반(2017), 혁신형 미래 선도기술 개발사업(IMPAcT) 기획보고서(안)

□ 기대효과

- 실험과 동일한 수준의 제품 특성 파악, 통찰력 확보에 따른 제품 설계 및 제조·운영, 유지보수 전과정 생산성의 획기적 향상
 - GE는 모든 제품 및 설비에 디지털트윈 기술 적용으로 생산/제조 혁신 도모

- 최첨단 제조 혁신기술 확보에 따른 4차 산업혁명 주도권 확보

- 중소·중견기업에 보급·활용 확산을 통한 국가 산업전반의 스마트화, 체질개선 및 국가 제조경쟁력 강화에 기여

- 최근 고도로 발전하고 있는 ICBM 기술과 기존 도시재난 기술을 유기적으로 결합하여 재난 예측에서 재난 발생시 대응까지 전 과정에 대한 효과적 대응 가능

- 실시간 재난지역 매핑과 신속 재난 대응 지원 시스템 개발을 통해 개인별 상황에 맞는 대피 정보 제공 등 재난 상황에 관한 정보를 즉시적으로 제공함으로써, 추가적인 인명 피해 방지 및 국민 안전 불안감을 감소시켜 국민의 '삶의 질'향상 효과

9) 휴먼 감성 교감 인생동반자로봇 기술 개발

□ 필요성

- 일반사회에 잘 노출되어 있지 않지만 현대사회 사람들은 삶을 살아가며 겪는 스트레스 심화에 대한 스스로의 심리제어 능력에 큰 차이를 보임
- 세계 각국은 고령화 및 독신자 증가에 대한 사회적/국가적 대응을 모색 중
- 시대적, 사회적, 문화적 패러다임의 변화는 가족 구성에서 크게 나타나고 있으며 이에 따른 가족의 개념에 대한 변화를 요구
- 감성을 교감하며 삶을 질을 높이는 가족 구성에 반려동물은 물론이고 감성 교감 동반자로서의 로봇의 진화가 필요

□ 연구 목표

- 인간과 교감하면서 상대방의 감성을 추론, 인지하여 감성적 교감을 통해 정서적인 공감대를 형성할 수 있는 감성교감 동반자로봇 기술 개발

□ 기대 효과

- 국내외적으로 미비한 인공지능 기반의 휴먼감성 인지 및 교감 기술을 선도 확보하여 발 빠른 국제표준화를 통해 국제 경쟁력을 높일 수 있음
- 유치원, 학원, 학교, 여성(여성가족부) 대상으로 안전보호 서비스 사업화 가능
- 지방자치단체와 공동으로 독거노인 보호 관리 서비스에 적용 가능
- 감성을 자동 인지하여 교감할 수 있는 창조적 감성교감 동반자로봇 기술로 새로운 세계 시장 창출 및 국가 경쟁력 제고

10) 모바일 인공지능 진단기술(Mobile AI diagnostics)

□ 필요성

- 의료 데이터의 복잡성 증가에 따른 진단 및 치료의 어려움으로 방대한 데이터를 신속하게 취합하고 분석하는 기술의 필요성 대두
- 고령화 시대 진입 및 유병기간 증가로 의료비 부담이 가중됨에 따라 질병진단 및 치료와 함께 사전관리와 모니터링을 통한 사후 관리를 포괄하는 진단 기술이 요구됨

□ 과제 목표

- 모바일기기 정보의 집적화와 빅데이터 분석을 통한 질병 예방 및 진단 기술 확립

□ 기대효과

- 축적된 의료 데이터를 기반으로 치료 가능한 질환의 정밀 진단 및 조기 발견으로 의료의 질 향상과 의료비 절감 효과 동시 추구
- 글로벌 헬스케어 인지컴퓨팅 및 인공지능 시스템 활용시장 규모는 '21년 67억달러(연평균 42% 성장), 모바일 헬스케어 시장 규모는 '18년 215억 달러(연평균 55% 성장)로 전망되며 이에 따라 경제적 효과 창출 가능⁵⁵⁾

□ 4차 산업혁명과의 연관성

- 4차 산업혁명의 키워드인 빅데이터 분석 및 딥러닝을 이용한 새로운 데이터 분석도구로써 질병의 정밀 진단 및 조기 진단 가능

55) Frost&Sullivan, 2015; BBC Research, 2014를 참고하여 작성

- 모바일 센서기술로써 혈당 센서와 같은 화학 센서의 소형화 및 사용 편리성 강화

11) 역학정보분석기술(Infoepidemiology)

□ 필요성

- 2015년 국내 메르스 사태 이후, 기존 기술의 한계를 극복하고 고감도·고속 분석, 감염패턴 예측 등 학제 간의 연계 및 분석에 필요한 기술 요구
- 신종 및 변종 감염병을 조기에 진단하여 확산을 방지함으로써 사회적 비용 부담 완화

□ 과제 목표

- 바이러스 감시 모니터링을 통한 진단 및 예방 그리고 현장 진단을 위한 데이터 전송과 중앙 집적 처리 플랫폼 제작

□ 기대효과

- 축적된 의료신종 감염성 바이러스성 질병의 발생으로 인한 발병 시 초동 대처 가능
- 감시 모니터링을 통해 감염병 발생 및 확산에 영향을 미칠 수 있는 다양한 빅데이터에 대한 분석을 진행, 대국민 불안요소를 최소화하여 감염병 확산에 의한 비극 방지
- 글로벌 감염병 진단시장 규모는 '24년 15억달러로 연평균 6.9% 성장이 전망되며, 이에 따라 관련 제품 개발로 인해 경제적·산업적 효과 창출 가능

□ 4차 산업혁명과의 연관성

- 인공지능 및 빅데이터 분석기술을 활용한 감염병 발생 및 바이러스 확산을 예측하는 기술로서, 4차 산업혁명의 속성인 기술의 혁신에 포함

- 감염병대응이라는 현안해결을 위한 기존산업에 지능정보기술을 융합한 4차 산업혁명 선도를 위한 원천기술 확보를 통한 신산업창출

12) 초연결 IoT 무선통신 한계 극복을 위한 Li-Fi 원천 기술 개발

□ 필요성

- 4차 산업혁명을 견인하는 초연결 IoT 기술의 원천 핵심 요소로서 전파 자원의 포화에 따른 주파수 고갈 위기에 선제적으로 대처하기 위하여 차세대 IoT 무선통신 자원(가시광)을 활용할 수 있는 기초원천 기술 개발이 시급히 필요
- 초연결 IoT 기술이 보편화된 미래 사회에서는 초연결성 특성 때문에 개인 정보 보호와 정보 보안 문제가 더욱 중요한 가치로 대두되었으며, 이에 물리적 통신 보안을 강화할 수 있는 IoT 무선통신 기술 개발이 필요
- 세계의 우수 ICT 기술 선진국(유럽의 다수 국가, 미국, 일본, 중국 등)들은 라이팅 기반의 IoT 기술 개발과 초연결성 지원을 위한 Li-Fi 기술 개발에 많은 투자(연구인력과 연구비)

□ 연구 목표

- 가시광을 이용한 Li-Fi 통신 속도 향상을 위한 대역폭 확장 원천 기술 개발
- 초연결 Li-Fi 전송 효율 향상을 위한 송수신 변복조 기초 원천 기술 개발
- IoT 초연결성 지원을 위한 Li-Fi 네트워크 구성 기술 개발 등

□ 기대 효과

- 전파 자원의 포화와 주파수 간섭 및 물리적 보안 취약성 문제를 해결할 수

있는 초연결 IoT 무선통신 자원 확충 및 초연결 융합 서비스 창출 효과

- 통신과 디스플레이 및 라이팅 기술 융합을 통한 초연결 IoT 인프라 및 4차 산업혁명 선도
- 초연결 Li-Fi 기초 원천 기술 개발을 통한 국제 표준 IPR 확보 기대 효과

[그림 5-7] 초연결 IoT 무선통신 한계 극복을 위한 Li-Fi 원천 기술 개발

자료 : IEEE the institute alert (2017.02.21.)

13) 클라우드 소싱 기반의 장애인용 내비게이션 맵 구축 및 활용 생태계 기술 개발

□ 필요성

- 지체장애인, 시각장애인 등 다양한 유형의 장애인이 존재하고 있으나, 장애인의 특성을 고려한 장애인전용 보행지원 내비게이션은 제대로 서비스 되고 있지 않음
 - 블라드, 연석 등 장애인 보행을 방해하는 장애물이 산재되어 있는 반면 관련 정보가 지도로 구축, 공유되고 있지 않음
- 맵 정보를 구축하는 데는 많은 비용이 소요가 되지만, 지속적으로 변화하는 보행 환경에 대한 정보를 유지 보수에도 많은 비용이 소요되어 장애인용 보행지원을 위한 내비게이션 제품 출시에 장애가 되고 있음

- 따라서, 비용 효율적인 장애인 전용의 내비게이션 맵 구축과 활용을 위해서는 장애인들이 이동한 경로 정보를 모아서 맵 데이터를 구축하여 공유하고, 이것을 다시 장애인들이 활용하는 클라우드 소싱 방식의 맵 구축 및 활용 기술이 필요

□ 연구목표

- 다양한 장애인들이 이동한 보행경로 정보를 클라우드로 수집하고, 수집된 정보를 이용하여 최신의 맵 데이터로 가공하여 장애인들이 내비게이션에 활용하는 기술 개발
- 보행 경로 정보 트래킹 및 장애물 정보 수집 기술
- 클라우드 소싱 기반 보행 경로 수집 및 관리 기술
- 점진적 수집된 보행 경로를 이용한 점진적 맵 데이터 가공 기술
- 최신의 보행 경로 정보를 기반으로 장애인 전용 보행 안내 제공 기술

□ 기대 효과

- 많은 비용이 소요되는 장애인용 내비게이션 맵 데이터를 장애인들이 이동하면서 수집한 보행 환경 정보를 이용하여 구축, 공유 및 활용하는 생태계 구축으로 저비용의 장애인 내비게이션으로 활용 가능
- 보행 환경이 열악한 장애인의 보편적 보행 이동권 확보를 통한 복지교통 사회 실현

14) BoT 기반의 E-프로슈머 Transactive Energy 플랫폼 개발

□ 필요성

- 재생에너지 (태양/풍력/바이오 등) 및 분산자원 (에너지저장장치, EV 등) 보급 확대에 따라 E-프로슈머 등장, 마이크로그리드 확산 등과 맞물려 에너지 재화는 공공재(public goods)에서 사유재(private goods)로 변화
- 한전의 중앙집중식 공급 거래와 함께 종극에는 프로슈머 간 에너지 사유재의 유통, 거래가 필연적으로 발생할 것임

□ 연구목표

- E-프로슈머 간 에너지 유통을 위한 BOT (Blockchain of Thing) 및 Transactive Energy 플랫폼 기술 개발

□ 기대 효과

- 블록체인 플랫폼 확보와 상대적으로 초기단계인 에너지 분야 specific enabler 프레임워크 구현을 통한 혁신 선도기술 확보

15) 대규모 임상 유전체 정보관리기술

□ 기술정의

- (정의) 질병 예방·치료를 위한 임상 및 유전체정보를 통합 관리 기술
- (장점) 기존의 임상 기반의 치료에서 개인 유전체 정보의 통합 활용을 기반으로 하여 질병 예방 및 환자치료에 이용하여 정밀의료를 구현할 수 있음

□ 실현시기

- 2020년까지 다양한 질병의 임상정보와 유전체정보가 통합된 다중 데이터베이스 통합 관리 기술이 실현
- 2022년까지 임상정보와 유전체정보를 통합하여 맞춤치료를 위한 의사결정지원이 가능

□ 요소기술

- 임상-유전체 정보 데이터 웨어하우스 구축
 - 임상 및 유전체 정보의 표준화 및 관련 정보의 DB화
 - 임상정보와 유전체정보의 통합을 위한 프로토콜을 개발 및 환자의 임상정보와 유전체정보를 통합한 ‘임상-유전체 DB’ 구축
- 바이오 빅데이터 기반의 임상-유전체정보 분석기술 개발
 - 대용량의 암 임상-유전체 정보 기반 진단, 치료 및 예후 바이오마커 분석 등을 위한 알고리즘 및 시스템 개발
 - 시료로부터 유전체 데이터를 보다 더 정확하고, 보다 더 짧은 시간에 분석할 수 있는 새로운 알고리즘 및 파이프라인 개발
- IT 기반의 클라우드 기반의 DB 활용기술
 - 임상-유전체 DB를 기본적인 분석을 할 수 있는 IT 기반의 클라우드 컴퓨팅 분석 파이프라인 및 서비스 시스템 개발
- 인공지능 기반의 임상 의사결정지원시스템(CDSS) 개발
 - 임상정보 및 암 오믹스 데이터 기반 암 진단 및 치료 예측기법 개발
 - 임상정보 및 EMR 정보 기반의 인공지능 패턴학습을 통한 지식기반 및 비지식기반 CDSS 기술 개발
 - 암 환자 진단마커 발굴용 및 예후 항암 치료 예측용 유전체 분석 알고리즘 개발

□ 주요이슈

- (기술적 니즈) 2007년부터 본격적으로 도입된 NGS 기술을 이용한 유전체 정보를 얻는 비용과 시간의 획기적인 절감에 따라 대용량 유전체 빅데이터 생산 기술이 급속히 진행
- (경제적 니즈) 경제적으로는 질병의 정확한 진단과 개인에 맞는 효과적 치료 및 치료제 선택 및 질병 발병을 예측·예방함으로써 건강한 삶 추구하고 의료비 절감에 기여에 기여
- (사회적 니즈) 우리사회가 급속히 고령화 사회로 접어들고 있으며 그에 따른 질병치료에 대한 비용 및 치료기간의 지속적 증가에 따라 유전체 기반의 개인맞춤의료가 요구됨

□ 기술개발 동향

- (해외동향) 미국 오바마 행정부가 정밀의학을 2016년 우선 정책 중 하나로 선정하고 ‘정밀의학 이니셔티브 프로그램(Precision Medicine Initiative Program)’에 총 2억1500만 달러의 투자
- (해외동향) 미국 국립보건원(NIH)은 백만명 단위의 자발적 국가 연구 그룹을 세우고, 암의 종류 및 새로운 치료 타겟을 밝히기 위한 연구 확대
- (해외동향) 외국의 경우 National Cancer Institute와 영국의 Wellcome Trust, Sanger Institute 등 대형 병원 중심으로 국제 암 컨소시엄을 구성한 공동연구가 수행 (e.g. TCGA, ACRG, ICGC etc) 중이며, 서구 선진국들은 유전체의학 및 진단 분야의 선도적인 입지 구축을 위하여 맞춤 의학 기술에 집중적으로 투자
- (국내동향) 국내에서도 정밀의학에 대한 정부투자가 정부는 2016년 9대 국가전략 프로젝트로 ‘정밀의료’를 선정하여 집중 투자할 예정 및 국내 병원들도 정밀의학에 대한 연구시작

- (국내동향) 정부는 2014년부터 ‘포스트게놈 다부처유전체 사업’을 수행으로 대규모 인간 유전체정보의 생산 및 활용 기반 구축

□ 기대효과

- (사회적 효과) 전체정보 기반의 바이오 빅데이터의 활용은 의학, 신약개발, 보건의료 등의 다방면에 영향을 미칠 것으로 예상되며 그 중점은 개인 유전체 기반의 맞춤형료 구현
- (사회적 효과) 개인 유전체는 개인의 유전적 특성, 질병 감수성, 약물 반응 등을 포함한 한 개인의 모든 유전적 특성이 담겨져 있으므로 이를 이용한 질병 예방 및 맞춤 치료 가능

□ 필요사항

- 임상-유전체 정보를 통합 및 관리를 위한 국가적인 차원의 정밀의료를 구현 할 가칭 ‘국가 정밀의료연구 DB’ 구축이 시급함
- 환자의 임상 및 유전체 정보는 궁극적으로 보호되어야 될 중요한 개인정보 임과 동시에 치료에 이용되어야 할 필수정보임. 따라서 이러한 개인정보들을 맞춤형료에 적용할 수 있는 법제도 정비가 시급함

16) 역학정보분석기술

□ 기술정의

- (정의) 지속적인 감염병 감시를 통해 질병과 관련된 인간, 동물, 환경의 연관관계를 총체적으로 이해하고, 빅데이터를 기반으로 질병의 발생을 예상하여 효율적인 예방과 통제를 가능하게 하는 통합적 건강 관리기술
- (장점) 다양한 전문가(의사, 수의사, 약사 등)들의 학제간 협력과 정부의 효율적인 질병 예방 관리 시스템의 구축을 바탕으로 미래 예측형 감염병대응 실현 가능

□ 실현시기

- 2019년까지 바이러스 감시 모니터링을 통한 진단 및 예방 그리고 현장 진단을 위한 데이터 전송과 중앙 집적 처리 플랫폼 제작
- 2022년까지 바이러스 감염병 진단과 예방을 위한 현장적용 시스템과 전방위적 중앙감시체제 구축 및 적용

□ 요소기술

- 야생동물에서의 바이러스 감시 기술
 - 바이러스의 자연 숙주 및 매개동물의 정기적인 감시 모니터링 구동
 - 간편 유전자진단 및 마이크로어레이 기술을 활용한 바이러스 예찰
- 현장적용 바이러스진단 및 데이터 전송 기술
 - 공항, 항만, 병원 등에서 바로 진단할 수 있는 스마트폰을 활용한 간이진단키트기술개발
 - 전국 각 지역에서 발생하는 바이러스 진단 등 데이터를 실시간으로 모바일을 통해 중앙 집적으로 처리
- 인수공통바이러스 감염병 예방기술
 - 인수공통바이러스의 숙주 감염경로를 파악하여 맞춤형 백신 개발
 - 나노기술을 접목한 백신제제와 새로운 백신접종 방법(마이크로니들패취 등) 활용

□ 주요이슈

- (기술적 니즈) 감염성 질환들에 대한 유효성 있는 검지기술이 부족한 상황에서 기존 기술의 한계를 극복하고, 고감도/고속 분석, 감염패턴 예측 등의 학제간의 연계와 분석에 필요한 기술이 요구되고 있음
- (경제적 니즈) 신종 및 변종 감염병을 조기에 진단하여 확산을 방지함으로써 사회적 비용부담 완화

- (사회적 니즈) 고령화 시대 진입에 따라 초기 대응과 예방을 위하여 감염병 진단시장의 개척이 요구되고 있음

□ 기술개발 동향

- (해외동향) 2009년 신종 인플루엔자 대유행 이후, 미국의 TACC(Texas Advanced Computing Center)는 텍사스 주립대학의 연구자들과 융합연구팀을 이루어 웹 기반의 독감 시뮬레이션 시스템인 ‘The Texas Pandemic Flu Toolkit’을 개발하여 발표
- (해외동향) 2013년도 미국 MIT 대학에서는 미국 뉴욕시 동쪽 해안에서 시작된 감염병이 고속도로망을 통해 확산되는 과정을 시뮬레이션을 통해 구현하여, 감염병 대유행 대응 의사결정시 시뮬레이션 결과가 유용하게 활용될 수 있는 가능성을 시사함
- (국내동향) 2015년 국내 메르스 사태 이후, 감염병의 확산 방지를 위한 역학조사의 중요성 대두되었으나, 아직도 관련 법안개정이 효과적으로 이루어지지 않음
- (국내동향) 현재 감염병 예측과 관련된 대부분의 소프트웨어는 감염병의 확산경로 예측에 초점이 맞추어져 있으며, 감염병의 원인균 자체의 변이에 대한 시뮬레이션 도구 개발은 매우 미미한 실정

□ 기대효과

- (경제·산업적 효과) 글로벌 감염병 진단 시장 규모는 2015년 8.3억달러
- 2024년 15억달러로 연평균 6.9% 성장 전망⁵⁶⁾
- (경제·산업적 효과) 글로벌 바이러스 감염시장은 2014년 740억달러
- 2021년 1,176억달러로 연평균 6.8% 성장 전망⁵⁷⁾

56) 출처 : Life Sciences & Transformational Health, ‘Global Market Study on Infectious Diseases Diagnostics’, 2016

57) 출처: GBI research, ‘Global Viral Infections Market to 2021’

- (사회적 효과) 신종 감염성 바이러스성 질병의 발생으로 인한 발병 시, 초동 대처가 가능하며, 예측의학, 맞춤의료, 조기진단을 통한 질병 예방 및 질병 완치율 극대화 도모
- (사회적 효과) 인구이동, 기상기후, 지리정보, 소셜미디어 등 감염병 발생 및 확산에 영향을 미칠 수 있는 다양한 빅데이터를 활용하여 과학적 증거 기반의 확산 시뮬레이션 기술을 개발하고 이를 토대로 신속하고 정확한 대응방안을 제시하여 감염병으로 인한 국민 불안감 해소
- (사회적 효과) 감염병과 관련한 대국민 불안요소를 최소화할 수 있는 감염병 정책 결정과 가이드라인 수립을 위한 과학적 근거 마련과 실시간 상황을 파악하여 감염병 확산에 의한 비극 방지

□ 필요사항

- 감염병의 신속확산을 방지하기 위한 정부기관(식약처, 질병관리본부등)의 신속허가기준 완화 및 관련 대응이 신속하게 이루어지기 위한 역학조사 관련 법령 검토 및 수정필요

17) 연속식 혈당측정기술

□ 기술정의

- (정의) 비침습적인 방법을 통한 혈당의 연속 측정 기술
- (장점) 당뇨병환자의 삶의 질 향상에 기여

□ 실현시기

- 2019년까지 연속 혈당측정기 상용화
- 2022년까지 진단과 치료가 통합된 당뇨관리 시스템 개발

□ 요소기술

- 피부투과형 광학식 혈당측정
 - 소형화된 광학 모듈의 정확성 향상 기술
- 마이크로 니들을 이용한 체액 탐지형 혈당센서
 - 피하에 삽입되는 센서 침습 깊이 최소화 및 삽입과정 간편화 기술
 - 저혈당 측정을 위한 고감도 센서 기술
- 혈당 자가 측정 및 약물 전달을 통한 통합된 당뇨 관리
 - 자동으로 인슐린을 주입하거나 멈추는 인슐린 펌프 기술

□ 주요이슈

- (기술적 니즈) 기존의 혈당 측정기들은 채혈 및 여러 단계를 거치는 번거롭고 불편한 과정을 수반하기에 사용자들의 지속성이 낮아 이를 해결하기 위한 비침습적(non-invasive)이고 연속적(continuous)인 혈당 측정 기술이 필요
- (경제적 니즈) 연속 혈당 측정을 통한 당뇨관리를 통해 당뇨환자 합병증 감소 및 의료비 절감에 도움, 더불어 환자 삶의 질 향상을 통한 사회경제적 비용절감 효과
- (사회적 니즈) 유병율 및 환자의 증가로 인해 자가 혈당 측정기의 수요가 증가 및 사용빈도가 점차 증가 하는 실정

□ 기술개발 동향

- (해외동향) Abbott사의 연속혈당계 FreeStyle Libre는 팔뚝에 동전 크기의 작은 패치를 부착하면, 이를 통해 피를 내지 않고서도 혈당을 2주 동안 운동이나 식사를 하면서 거의 실시간으로 혈당 수치를 체크 가능
- (해외동향) 메드트로닉에서 연속 혈당 측정기 'iPro2' 출시. 연속 혈당 측정기와 연동돼 측정기에서 실시간 측정된 환자 혈당 정보에 따라 자동으로 인슐린을 주입하거나 멈추는 인공지능 인슐린 펌프 '미니메드'(MiniMed) 개발

- (국내동향) 기초과학연구원(IBS) 나노입자연구단 연구팀은 그래핀 복합체를 활용한 전기화학센서와 미세 약물칩(마이크로칩)을 결합해 `당뇨 전자 패치`를 개발
- (국내동향) 국내 교수 연구진은 눈물에 있는 글루코스를 분석할 수 있는 센서를 개발하여 콘택트렌즈에 넣는데 성공, 이를 통해 혈당 측정 기능을 갖춘 렌즈는 3년, 약물 방출 기능까지 추가한 제품은 5년 이내 상용화 가능
- (국내동향) 국내 기업 아이센스에서 연속 혈당 측정기 제품 개발을 진행 중

□ 기대효과

- (경제·산업적 효과) 글로벌 체외진단 시장 규모는 2013년 473억달러 - 2017년 626억달러로 연평균 7% 성장 전망⁵⁸⁾
- (경제·산업적 효과) 글로벌 당뇨 치료제 시장 규모는 2015년 291억달러 - 2024년 470억달러로 연평균 6% 성장 전망⁵⁹⁾
- (사회적 효과) 세계적으로 당뇨환자가 기하급수적으로 늘어나는 상황에서 장기간 혈당 수치 변화를 감지 할 수 있어 저혈당 쇼크 위험이나 지속적인 고혈당 노출로 인한 합병증을 최소화해 환자의 삶의 질을 높이고 수명을 연장하는데 중요한 역할을 할 것

□ 필요사항

- 장기적인 의료비용의 감소를 위해서는 당뇨병 소모품, 당뇨병 약물과 당뇨병 관리에 관계된 제도의 개선이 우선시 되어야함
- 기존의 일반적 혈당기기를 대체할 수 있는 수단이 될 수 있도록 향후 관련 기술의 지속적인 향상과 다양한 연구를 통한 유연성 검증이 필요

58) Frost&Sullivan, Analysis of the Global In Vitro Diagnostics Market, 2014

59) Datamonitor Healthcare, 2016

6. 미래선도기술개발사업 추진의 타당성

6.1. 신규 R&D 프로그램 기획 및 추진을 위한 정부의 역할

6.1.1. 사업추진의 근거

□ 미래선도기술개발사업에 대한 주요 사업추진 근거는 크게 법적근거와 현 정부의 주요 공약 등을 들 수 있음

○ 법적근거

- 과학기술기본법 제11조 (국가연구개발사업의 추진), 기초연구진흥 및 기술개발지원에 관한 법률 제5조, 제6조, 제7조

<참고> 과학기술기본법 제11조

① 중앙행정기관의 장은 기본계획에 따라 맡은 분야의 국가연구개발사업과 그 시책을 세워 추진하여야 한다. <개정 2014.5.28.>

② 정부는 국가연구개발사업을 추진할 때에는 다음 각 호에 따라 수행하여야 한다. <개정 2014.5.28.>

1. 정부는 민간부문과의 역할분담 등 국가연구개발사업의 효율성을 제고할 수 있는 방안을 지속적으로 강구하여야 한다.

1의 2. 정부는 기업, 교육기관, 연구기관 및 과학기술 관련 기관단체 간의 협력, 기술학문산업 간의 융합 및 창의적도전적 연구개발이 활성화될 수 있는 방안을 강구하여야 한다.

2. 정부는 연구기관과 연구자에게 최상의 연구환경을 조성하는 등 연구개발 역량을 높이기 위한 지원을 강화하여야 한다.

3. 정부가 국가연구개발사업 관련 제도나 규정을 마련할 경우 연구기관과 연구자의 자율성을 최우선으로 고려하여야 한다.

4. 정부는 소요경비의 전부 또는 일부를 지원하여 얻은 지식과 기술 등을 공개하고 성과를 확산하며 실용화를 촉진하여야 한다.

③ 정부는 국가연구개발사업을 투명하고 공정하게 추진하고 효율적으로 관리하며 각 부처가 추진하는 국가연구개발사업을 긴밀히 연계하기 위하여 다음 각 호에 관한 사항을 정하여야 한다.

1. 국가연구개발사업의 기획, 공고 등에 관한 사항

2. 국가연구개발사업의 과제의 선정, 협약 등에 관한 사항

3. 연구개발 결과의 평가 및 활용 등에 관한 사항

4. 국가연구개발사업의 보안, 정보관리, 성과관리, 연구윤리의 확보 등 연구수행의 기반에 관한 사항

5. 그밖에 국가연구개발사업의 기획관리평가 및 활용 등(이하 "기획 등"이라 한다)에 관하여 필요한 사항

④ 중앙행정기관의 장은 소관 국가연구개발사업의 효율적 추진을 위하여 필요하다고 인정하는

경우에는 소관 법령으로 정하는 기관 또는 단체에 국가연구개발사업의 과제기획 등에 관한 업무를 대행하게 할 수 있다. 이 경우 중앙행정기관의 장은 기획 등을 대행하는 자(이하 "전문기관"이라 한다)에 대하여 기획 등의 수행에 사용되는 비용의 전부 또는 일부를 지원할 수 있다.

⑤ 국가연구개발사업의 원활한 추진을 위하여 제3항에 따른 국가연구개발사업의 기획 등에 관한 사항과 제4항에 따른 전문기관의 업무에 관한 사항은 대통령령으로 정한다. [전문개정 2010.2.4.]

<참고> 기초연구진흥 및 기술개발지원에 관한 법률

- 제5조

① 과학기술정보통신부장관은 이 법의 목적을 효율적으로 달성하기 위하여 기초연구의 진흥에 관한 중장기 정책목표 및 방향을 설정하고, 관계 중앙행정기관의 장과 협의를 거쳐 이에 따른 기초연구진흥종합계획(이하 "종합계획"이라 한다)을 수립하여 추진하여야 한다. <개정 2013.3.23., 2017.7.26.>

② 종합계획에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.

1. 기초연구의 진흥에 관한 기본목표와 방향
2. 기초연구의 기반구축 및 환경조성과 그 밖의 지원제도
3. 기초연구 관련 분야의 전문 인력의 양성과 그 활용방안
4. 기초연구의 진흥에 관한 투자계획과 재원확보방안
5. 그밖에 기초연구의 진흥에 필요한 사항

③ 관계 중앙행정기관의 장은 종합계획에 따라 매년 기초연구의 진흥을 위한 시행계획(이하 "시행계획"이라 한다)을 수립·시행하여야 한다.

④ 제1항부터 제3항까지에서 규정한 사항 외에 종합계획 및 시행계획의 수립에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

- 제6조

① 관계 중앙행정기관의 장은 종합계획과 시행계획에 따른 기초연구사업을 추진하여야 하며, 기초연구사업을 효율적으로 추진하기 위하여 해당 기초연구사업의 전부 또는 일부를 대통령령으로 정하는 바에 따라 다음 각 호의 기관에 위탁할 수 있다.

1. 「정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률」 또는 「과학기술분야 정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률」에 따라 설립된 정부출연연구기관
2. 「특정연구기관 육성법」의 적용을 받는 연구기관
3. 「고등교육법」에 따른 대학·산업대학·전문대학 및 기술대학(이하 "대학"이라 한다)
4. 국공립연구기관
5. 「산업기술혁신 촉진법」 제42조에 따른 전문생산기술연구소

② 제1항에 따른 기초연구사업 추진에 필요한 비용은 정부 또는 정부 외의 자의 출연금(出捐金), 「과학기술기본법」 제22조에 따른 과학기술진흥기금(이하 "진흥기금"이라 한다)의 운용수익금과 제13조에 따른 공공기관의 연구개발비로 충당한다.

③ 관계 중앙행정기관의 장 또는 제1항에 따라 기초연구사업을 위탁받은 기관의 장은 기초연구사업 추진을 위하여 필요하면 연구과제를 선정하여 제14조 제1항 각 호의 기관 또는 단체의 장과 협약을 맺어 그 기관이나 단체로 하여금 연구하게 할 수 있다.

④ 제1항에 따른 기초연구사업의 추진과 제3항에 따른 연구과제의 선정 등 기초연구사업의 추진에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

- 제7조

정부는 기초연구의 진흥을 위한 여건을 조성하기 위하여 기초연구에 관한 다음 각 호의 정책을 마련하여야 한다. <개정 2016.3.22.>

1. 대학교수, 연구원 등 관계 전문가의 연수 및 연구비 지원
2. 석사 및 박사 과정 학생의 연구장학금 지원
3. 연구교수(연구조교를 포함한다)제도, 교수의 연구휴가제도, 객원교수제도 및 객원연구원제도의 활용
4. 대학의 연구시설 및 기자재 지원
5. 대학부설연구소 및 우수연구집단 형성 지원
6. 대학, 국공립연구기관, 제6조제1항제1호에 따른 정부출연연구기관 및 제14조의 2 제1항에 따라 인정받은 기업부설연구소와의 공동연구, 인력교류, 연구 시설·장비 공동활용 등 산업계·학계 및 연구소 간의 교류 촉진
7. 기업 등의 대학 기초연구 지원 촉진
8. 그밖에 기초연구환경 조성 및 기초연구기반 구축에 필요한 사항

○ 정부의 공약

- 융복합 신산업 기반의 고부가가치 첨단 기술 산업을 육성하고 고위험을 수반하는 기초원천 분야의 도전적 연구개발을 통합적으로 기획 수행하는 과학기술 총괄부처의 설치 등을 공약하고 있음

6.1.2. 정부의 역할

- 정부는 미래선도기술개발사업의 연구 수행에 대한 지원으로 2018년부터 2021년까지 4년간 신성장 창출형, 현안 해결형 사업에 총 468억원의 재정을 투입함
 - 초기 탐색 및 선행 연구는 과학기술정보통신부를 중심으로 투자가 이루어지나, 후기 실증 및 상용화 연구는 민간 또는 수요부처가 재원을 분담할 계획
- 또한 미래선도기술개발사업(IMPACT)은 정부와 민간, 부처 간 개방 및 협업 플랫폼을 구축하여 운영하는 계획으로 추진하기 때문에 R&D 사업이 수월하게 진행될 수 있도록 관리 및 지원자의 역할을 수행할 것임
- 신시장 창출형에서는 정부와 민간이 협업하여 운영(PPP방식)하는 방식으로 사업이 이루어지기 때문에 사업이 진행되는 동안 정부가 과제에 있어서 지원자의 역할을 수행하며, 사업종료 후에는 기술이 민간에 이전되고 민간에서 추가투자가 유치되도록 할 것임

- 현안 해결형에서는 사회부처 협업을 기반으로 운영되므로 정부가 관리자 및 지원자의 역할을 수행할 것이나, 사업종료 후에는 수요 부처 및 민간기업들에게 확보된 핵심 기술을 이전하게 될 것임

6.2. 미래선도기술개발사업(IMPACT)의 기대효과⁶⁰⁾

6.2.1. R&D투자의 거시경제적 파급효과

가. 정부 연구개발투자(R&D 투자) 확대의 타당성

- 기술수준 향상을 위한 정부 및 민간의 투자지출로 정의되는 연구개발투자(이하 R&D투자)는 ‘지식스톡의 증대→기술의 진보와 혁신→모방과 확산’이라는 일련의 과정을 통해 국가 경제의 지속적인 성장과 발전에 기여
 - 특히 연구개발투자에서 비롯되는 기술의 진보와 혁신은 솔로우(Solow) 성장 모형, 내생적(Endogenous) 성장모형 등 경제성장과 관련된 이론에서 1인당 산출량의 증가를 유발하는 필수 요소로 작용
 - 다만 R&D투자의 경우 공공성(Public Good), 전유가능성(Appropriability), 외부성(Externality) 등의 시장실패를 유발할 가능성이 존재하므로 대부분의 국가에서 정부 주도로 R&D투자와 관련된 지원을 실시하고 있음
 - 특히 사업 실패에 대한 위험(risk)이 큰 기초연구분야에서 정부가 직접 R&D 투자 지출을 하는 경우가 대부분이고, 응용연구분야의 경우에도 보조금 지급, 세제혜택 제공 등 민간의 R&D투자를 촉진하기 위한 정책적 지원이 확대되고 있음
- 지속적인 경제성장과 관련된 정책적 결정에 중요한 정보를 제공한다는 점에서 R&D투자가 경제에 미치는 영향을 살펴보는 것은 의의가 있음
 - 단, R&D투자의 경제적 영향을 살펴본 기존의 연구에서는 주로 R&D투자가 장기 경제성장에 미치는 영향에 대해 논의하고 있음
 - 따라서 R&D투자가 거시경제에 미치는 영향을 단기적 측면(총수요를 통해 단기 균형산출량에 미치는 영향)과 장기적 측면(기술수준 향상을 통해 장기 경제성장에 미치는 영향)으로 구분하는 등 경제전반적인 파급효과를 살펴보고자 함

60) 과학기술정보통신부(2016). 미래 유망 원천기술 확보를 위한 신규 대형 중장기 R&D 프로그램 기획 연구를 참고하여 작성

나. 우리나라 R&D투자의 현황

- 2015년 현재 우리나라 R&D투자 현황을 살펴보면, 국내총생산(GDP) 대비 R&D투자 비중이 4.23% 수준으로 OECD 평균인 2.40%(2015년 현재) 수준을 상회하고 있음

<표 6-1> 주요국의 GDP 대비 R&D투자 비중

(단위: %)

국가	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
한국	2.63	3.47	3.74	4.03	4.15	4.29	4.23
OECD 평균	2.15	2.30	2.33	2.34	2.37	2.39	2.40
미국	2.51	2.74	2.77	2.71	2.74	2.76	2.79
일본	3.31	3.25	3.38	3.34	3.48	3.59	3.49
독일	2.42	2.71	2.80	2.87	2.82	2.89	2.87
프랑스	2.04	2.18	2.19	2.23	2.24	2.24	2.23
영국	1.57	1.68	1.68	1.61	1.66	1.68	1.70
중국	1.31	1.71	1.78	1.91	1.99	2.02	2.07

자료: OECD, Main Science & Technology Indicators 2015

- GDP 대비 R&D투자 비중은 OECD 평균을 상회함에도 불구하고 전체 R&D투자에서 정부부문이 차지하는 비중은 23.66%(2015년)로 2014년 OECD 평균인 27.37%보다 다소 낮은 수준임

<표 6-2> 주요국의 전체 R&D투자 대비 정부 R&D투자 비중

(단위: %)

국가	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
한국	23.02	26.75	24.90	23.85	22.83	22.96	23.66
OECD 평균	29.63	31.18	29.89	29.27	28.27	27.37	
미국	30.79	32.61	31.27	29.93	27.82	26.23	24.04
일본	16.76	17.17	16.41	16.84	17.30	16.02	15.41
독일	28.38	30.37	29.89	29.21	29.10	28.85	
프랑스	38.63	37.14	35.15	35.35	35.30	34.59	
영국	32.73	32.28	30.45	28.67	29.12	28.36	27.98
중국	26.34	24.02	21.68	21.57	21.11	20.25	21.26

자료: OECD, Main Science & Technology Indicators 2015

□ 경제성장모형에서 생산성 향상의 핵심 요소로 작용하는 기술수준을 결정하는 요인은 R&D투자가 아니라 저량변수인 R&D스톡이므로 R&D투자의 경제성장에 대한 영향을 추정함에 있어 R&D투자 변화 추이에도 관심을 갖는 것이 바람직함⁶¹⁾

- 최근 GDP 대비 R&D투자 비중이 OECD 평균보다 높은 수준이지만 우리나라 연구개발비 추이를 살펴보면 1980년대에 연구개발비가 급격하게 증가하는 것으로 나타남
 - 따라서 경제성장에 있어 핵심 요소로 작용하는 R&D스톡수준은 여타 국가보다 크게 높지 않을 것으로 판단됨

61) 하정훈·이동욱(한국과학기술기획평가원, 2009) “우리나라 연구개발투자와 경제성장의 관계 분석”에서는 R&D스톡을 자본의 축적과정을 나타내는 과정과 유사한 아래의 모형을 이용하여 추정하고 있음

단, 여기서 $RNDS_t$ 는 t기의 R&D스톡을, $RNDI_t$ 는 t기의 R&D투자를, 그리고 δ 는 R&D스톡의 감가상각률을 의미함

[그림 6-1] 우리나라 연구개발비 추이(1976~2015)

자료 : 과학기술정보통신부 「연구개발활동조사」 (각 년도)

다. R&D투자가 경제에 미치는 영향

□ R&D투자의 주체는 정부와 민간부문으로 구분할 수 있음

○ R&D투자지출은 기술수준 향상을 통해 경제성장에 영향을 미치는 장기적인 효과를 가져 올 뿐만 아니라 총수요 확대를 통해 단기 균형산출량에도 영향을 미칠 수 있음

- 특히 투자지출은 아래와 같은 총생산함수에서 기술수준을 나타내는 A를 증가시키는 방향으로 작용하여 장기 경제성장을 유발하는 효과를 나타내는 것으로 표현 할 수 있음

○ 반면 총수요를 통해 단기 균형산출량에 미치는 영향은 다음과 같은 간단한 케인지안(keynesian) 총수요 모형에서 R&D투자를 통해 정부지출(G) 및 민간 투자지출(I)을 증가시키고 정부지출 및 민간 투자지출의 증분은 소비-소득 승수효과를 통해 균형산출량을 증가시키는 것으로 이해할 수 있음

1) 총수요를 통해 단기 균형산출량에 미치는 영향

□ R&D투자가 총수요를 통해 단기 균형산출량에 미치는 영향을 앞에서 언급한 케인지안 총수요 모형을 이용하여 살펴보면 R&D투자가 1단위 증가하면 균형산출량은 승수 만큼 증가함을 알 수 있음

- 단, 승수의 크기가 한계소비성향에만 의존하고 R&D투자를 다른 형태의 정부지출 및 민간 투자지출의 효과와 구별하기 어려운 점을 고려할 때 의미 있는 정책적 시사점을 제공하기에는 무리가 있음

- 이러한 점을 보완하기 위해, 산업연관표를 이용하여 경제의 특정 부문에서 일어난 최종수요의 변화나 정부 정책의 변화가 산업간 연관관계를 통해 경제의 다른 부문에 미치는 파급효과를 평가할 수 있는 모형인 투입-산출 (Input-Output) 모형을 이용
 - R&D투자가 단기 균형산출량에 미치는 영향을 일반적인 정부지출 및 민간투자지출의 효과와 구분하여 비교

- <표 6-3>에서 제시한 산업별 R&D투자 규모를 살펴보면 2010년 이후 전체 R&D투자의 85% 이상이 제조업에서 지출되었음을 볼 수 있음
 - 특히 제조업 중에서도 전기 및 전자장비(영상·음향·통신) 및 운송장비(자동차) 등 첨단기술 산업에 집중

<표 6-3> 우리나라의 산업별 연구개발비 비중

(단위: %)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
농림수산물	0.08	0.09	0.06	0.06	0.06	0.06
제조업	87.61	87.54	87.82	88.60	88.91	89.61
음식료품	0.93	1.06	1.09	0.99	0.98	1.93
섬유 및 가죽제품	0.51	0.75	0.74	0.78	0.74	0.79
화학제품	7.53	8.37	7.70	8.03	7.02	9.99
비금속광물제품	0.63	0.62	0.75	0.68	0.48	0.44
금속제품	0.79	1.40	1.15	1.18	1.02	1.27
전기 및 전자기기 (영상·음향·통신)	48.26	47.07	48.08	50.29	51.85	51.57
정밀기기	2.44	2.36	2.26	1.77	1.75	1.72
운송장비(자동차)	12.19	11.88	11.32	11.33	11.79	12.66
전력, 가스 및 증기	0.90	0.99	0.94	0.69	0.67	0.66
건설	2.27	2.38	2.29	2.06	1.99	1.47
도소매서비스	9.03	8.85	8.74	8.46	8.26	8.05
기업 전체	100	100	100	100	100	100

자료: 과학기술정보통신부(2016), 2015년도 연구개발활동조사보고서; 과학기술정보통신부(2017), 2015년 (대상년도) 연구개발활동조사보고서

- 산업마다 지출되는 R&D투자 규모가 다르고 부가가치유발계수 등이 다르기 때문에 R&D투자가 경제 전체에 미치는 영향은 일반적인 정부지출 및 민간 투자지출이 경제에 미치는 영향과 다를 수 있음
 - 특히 전자장비(영상·음향·통신), 자동차 산업의 경우 부가가치유발계수가 각각 0.637, 0.394로 전체 산업 평균인 0.697 보다 낮게 나타남

<표 6-4> 우리나라의 산업별 R&D투자 및 부가가치유발계수

(단위: 억원)

	R&D투자규모	부가가치유발계수	부가가치유발규모
농림수산물	313	0.995	311
제조업	458,224	0.483	221,322
음식료품	10,029	0.326	3,272
섬유 및 가죽제품	4,042	0.383	1,546
화학제품	40,400	0.727	29,385
비금속광물제품	2,272	0.394	895
금속제품	6,120	0.615	3,765
전기 및 전자기기 (영상·음향·통신)	249,786	0.637	159,113
정밀기기	8,805	0.348	3,060
운송장비(자동차)	64,729	0.394	25,476
전력, 가스 및 증기	3,388	0.682	2,310
건설	9,506	0.392	3,726
도소매서비스	41,174	1.566	64,464
기업 전체	511,364	0.697	356,196

자료: 과학기술정보통신부, 2015년도 연구개발활동조사보고서

□ R&D투자가 창출하는 부가가치의 크기는 산업별 R&D투자 및 부가가치유발계수를 이용하여 계산할 수 있고, 동일한 규모의 일반적인 정부지출 또는 민간투자지출이 창출하는 부가가치의 크기와 비교하는 것이 가능

○ 산업별 R&D투자가 창출하는 부가가치의 총합은 29.2조원이나 일반적인 정부지출 또는 민간 투자지출이 창출하는 부가가치는 35.6조원으로 계산되었음⁶²⁾

- R&D투자를 통한 부가가치 유발규모가 동일한 규모의 일반적인 정부지출 및 민간투자가 유발하는 부가가치 규모보다 작게 나타남

- 이는 R&D투자와 관련된 정책 결정과정에서 고려할 필요가 있음

62) 총 R&D투자 51.1조원에 전 산업 평균 부가가치유발계수인 0.697을 곱하여 계산하였고 이는 동일한 금액이 전 산업에 고르게 지출되는 가정 하에 35.6조원으로 계산

2) 기술진보를 통한 장기 경제성장에 미치는 영향

- 기존의 연구에서는 대체로 연구개발투자가 경제성장에 긍정적인 영향을 미친다는 결과를 보이고 있음

- R&D투자가 장기 경제성장에 미치는 영향은 R&D투자가 아래와 같은 총생산함수에서 기술수준을 나타내는 A 를 증가시키는 방향으로 작용하여 장기 경제성장을 유발하는 효과를 나타내는 것으로 표현 할 수 있음

- R&D투자와 기술진보와의 관계를 살펴보기 위해서는 기술수준을 나타내는 A_t 를 추정해야 함
 - 이를 위해 성장회계법(Growth Accounting)을 이용하여 솔로우 잔차(Solow Residual)를 구해서 이를 기술수준의 증가율을 나타내는 변수로 이용하고자 함
 - 이러한 과정을 통해 추정된 솔로우 잔차와 R&D투자 증가율의 변화 추이를 살펴보면 1981년 이후 두 그래프가 밀접한 관계를 보이며 움직이고 있음
 - 솔로우 잔차와 R&D투자 증가율간의 상관계수는 0.63으로 상관계수가 0이라는 귀무가설에 대한 p-값이 0.07로 유의수준 10%에서 통계적으로 유의한 것으로 나타남

[그림 6-2] R&D투자 증가율과 기술 진보율(솔로우 잔차)

자료 : 과학기술정보통신부(2016), 미래 유망 원천기술 확보를 위한 신규 대형 중장기 R&D 프로그램 기획 연구 p.175

6.2.2. R&D투자에 대한 경제적 타당성 분석

가. 분석의 전제조건

- R&D투자 대비 경제적 타당성 분석을 위해 비용-편익 분석을 중심으로 경제성 분석을 시행함
 - 일반적으로 연구개발 활동을 특성을 기준으로 기초 R&D와 응용·개발 R&D로 구분하기 때문에 본 분석의 편익도 각각 다른 방식으로 산출
 - 기초 R&D에 대한 편익은 Mansfield 연구방법을 사용하여 산출하며, 응용·개발 R&D에 대한 편익은 R&D 투자 대비 매출액 비율법을 적용하여 산출
- 본 분석의 대상인 미래선도기술개발사업(IMPAcT)의 세부사업 내용이 구체적으로 정해지지 않았기 때문에 국가연구개발 사업에 투입된 투자 비중을 기반으로 기초 R&D와 응용·개발 R&D를 구분함
 - IMPAcT 사업이 국가연구개발사업임을 고려하여 연구개발단계별 국가연구개발사업 투자액을 기준으로 투자 비중을 계산

- R&D 비용-편익 분석을 위해 사용한 할인율은 KDI 예비타당성조사 일반지침의 기준을 준용하여 5.5%로 적용

<표 6-5> 연구개발단계별 국가연구개발사업 투자 비중 추이(2011~2015년)

(단위:%)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	평균
기초연구	29	30	30	31	32	31
응용연구	21	20	20	20	19	20
개발연구	50	50	49	49	49	49

자료 : 과학기술정보통신부(각 년도), 연구개발활동조사 통계자료

- 국가연구개발사업의 기초 R&D투자비 비중은 2011~2015년 기간 동안 연평균 약 31%로 나타났으며, 응용·개발 R&D 투자비 비중은 69%로 나타남
- 본 분석에서는 신규 중기 국가연구개발사업인 미래선도기술개발사업(IMPACT)의 경제적 효과를 살펴보는 것이므로 계획된 사업기간인 4년 동안(2018~2021년)의 각 연도별 투자계획에 따라 예산이 투입되었을 때의 R&D 투자 경제성 분석을 실시
- R&D 투자가 각 연도별 계획에 따라 투입되었을 때의 투자부문별 R&D 투자금액은 다음의 <표 6-6>과 같음

<표 6-6> 투자부문별 R&D 연차별 투자금액

(단위: 백만 원)

구분	기초 R&D	응용·개발 R&D	계
2018년	3,348	7,452	10,800
2019년	3,720	8,280	12,000
2020년	3,720	8,280	12,000
2021년	3,720	8,280	12,000

자료: 과학기술정보통신부 통계자료의 예산을 바탕으로 기초 R&D와 응용·개발R&D의 비중을 적용하여 계산

나. 기초 R&D에 대한 편익

1) Mansfield 방법론

□ 기초 R&D에 대한 편익을 산출하기 위해 기초연구투자의 사회적 수익률 추정 방식으로 널리 이용되고 있는 Mansfield 연구⁶³⁾의 방법론을 적용함

○ Mansfield 방법론에서는 연구개발 활동의 편익이 당해 연도보다는 회임기간 이후 오랜 기간을 걸쳐 장기적으로 이루어지는 연구개발활동의 기본적인 특성을 감안하여 연구비 투입 7년 후부터 8년간 동일한 크기로 발생한다고 가정

- 또한 Mansfield가 미국의 주요기업 데이터를 사용하여 추정한 사회적 수익률인 28%에 국내의 기술수준을 고려하여 사회적 수익률을 보정

- 여기서 사용하는 보정수치는 한국과학기술기획평가원에서 발행한 「2015년 기술수준 평가」이며, 이 보고서에 의하면 2014년을 기준으로 우리나라의 과학기술 수준은 미국에 비해 78.4%인 것으로 나타남

* 보정된 사회적 수익률은 22%(=28%×78.4%)

63) 자세한 내용은 '첨단치료개발센터 설립사업 예비타당성조사'(2007)를 참고하기 바람

□ Mansfield 연구의 방법론에서는 기초연구 투자에 대한 사회적 편익을 이자율의 개념으로 환원하였음

○ 가정된 활용기간 동안 발생한 사회적 편익을 현재가치화 하여 합산할 수 있는데, 이때 투자와 매 연도 편익의 합계를 동일하게 해주는 이자율을 사회적 수익률로 정의(i 가 기초연구투자에 대한 사회적 수익률에 대응, c 는 특정연도의 기초연구투자, X 는 이 투자로부터 발생하는 연간 사회적 편익)

○ Mansfield 연구 방법론에 따른 편익유발계수는 4.170 이며 구하는 방식은 다음과 같음

8년간 X 씩 발생하는 편익을 현재가치화한 값
기초연구에 따른 수익률(0.220)
0.055(사회적 할인율)

2) 기초 R&D에 대한 편익

□ Mansfield 연구 방법론을 이용하여 R&D 투자 편익을 계산하면 R&D에 투자하는 금액에 편익유발계수를 곱한 금액이 R&D투자 편익이 됨

○ 기초 R&D에 대한 편익은 다음의 <표 6-7>에 제시

<표 6-7> 기초 R&D 편익

(단위: 백만 원)

구분	기초 R&D 편익	기초 R&D 편익현가
2018년	13,961	13,233
2019년	15,512	13,937
2020년	15,512	13,210
2021년	15,512	12,522
합계	60,497	52,902

자료: 저자 작성

다. 응용·개발 R&D 투자 편익

- 응용·개발 투자로 인해 발생하는 사업화 성공 즉, 매출액 발생으로 인한 부가가치의 창출을 동 사업에서 직접적으로 발생하는 편익으로 고려하는 방법론을 사용하여 편익을 계산

산정방식 : ① 기술료의 응용·개발연구 재투자
 × ② 사업화성공률
 × ③ R&D 투자대비 매출액 비율
 × ④ 부가가치율

- 한국산업기술평가원에서 발행하는 ‘산업기술개발사업 성과활용현황조사 결과보고서’를 활용하여 편익을 계산⁶⁴⁾

64) 해당 보고서를 사용하면 다음과 같은 장점과 단점이 있음.

장점: ①기술개발 종료 후 5년 내 발생하는 성과를 포괄하며, ②성과의 정량적 파악이 가능하다는 것과 ③연구개발에 따른 매출(부가가치)을 산정하는데 있어 편리하며, ④전수조사이므로 기본적인 객관성 및 신뢰성이 확보된다는 것. ⑤정부와 민간 연구개발 투자비와 사업화성공률, 매출액 등 편익산정에 필요한 모든 항목을 제시하고 있어 연구자의 자의적인 가정이 필요하지 않고 세부 산업별 투자효과 추정이 가능하다는 것.

단점: ①기업들에 대한 설문조사를 바탕으로 작성되어 기업들이 정부가 지원한 R&D 투자로 인하여 발생한 매출액에 대해 정확하게 산출하기 어려우며 ②최종 신제품에서 개발한 기술의 기여도가 어느 정도인지 알 수 없음. ③다양한 기여요소 가운데 정부 연구개발 자금의 기여도만을 산출하여 매출액을 산정하는 것이 현실적으로 쉽지 않으며, ④기업의 보고 과정에서 매출액 실적이 과장될 가능성이 있음

1) 사업화 성공률

- 일반적으로 기술개발의 결과를 활용하여 매출액 등의 경제적 성과가 발생한 경우를 ‘사업화 성공’이라 하며, 이러한 ‘사업화 성공’을 달성한 비율을 사업화 성공률이라 함
- 한국산업기술평가원(2008)에 따르면 사업화 성공률은 45.1%로 나타났으며. 본 분석에서는 이를 준용함

2) R&D 투자 대비 매출액

- 전체 산업을 고려할 때 정부출연금 1억 원 투자 대비 매출액 비율은 5.3배이나, 과제종료 후 5년간 매출이 발생할 것을 감안하면 정부출연금당 매출액은 약 9배로 나타남

<표 6-8> 전체산업 기준 시 연구개발 투자(정부출연금) 대비 매출액

종료년도	2003	2004	2005	2006	2007	합계
과제수	282	370	424	457	352	1,885
정부출연금	1,145	1,305	1,720	2,184	1,836	8,189
총매출액	11,608	13,461	10,881	5,120	2,643	43,723
1억원당 매출액	10.1	10.3	6.3	2.3	1.4	5.3
연평균 1억원당 매출액	2.0	2.6	2.1	1.2	1.4	1.8
연도보정 매출액	11,608	16,965	18,060	13,104	12,852	72,589

자료: 한국산업기술평가원(2008), 2008년도 산업기술개발사업 성과활용현황조사 결과보고서

- 비용을 제외한 순 매출액을 구하기 위해 매출액에서 비용이 차지하는 비율⁶⁵⁾을 제외하여 연구개발 총 투자비 1억원 당 순 매출액을 산정하면 약 4.43억(=9억×(100-50.77%))이며, 사업화 성공률을 감안하지 않을 경우 R&D 투자 대비 매출액 비율은 9.82배(=4.43/45.1%)로 산출

65) 한국산업기술평가원(2008)에 따르면 매출액에서 비용이 차지하는 비율은 50.77%

□ R&D 투자 후 최초 매출 발생시기와 매출 지속연도에 대한 고려도 필요

○ 한국산업기술평가원(2008)에 따르면 매출발생이 이루어진 과제는 과제 종료
 년도 후 2년 이하에 최초 매출이 이루어진 비율이 98%, 1년 이하의 비율은
 90%를 상회하여 R&D 투자 이후 단기간에 사업화가 이루어지는 경우가 대
 부분

- 따라서 본 분석에서도 일반적인 연구개발 사업과 동일하게 과제 완료 후 3년
 째부터 매출이 발생하기 시작하는 것으로 가정

<표 6-9> 최초 매출 발생 시기 분포

과제 종료 후 매출 발생까지 기간	비율		
	~ 과제 완료년도	60.7%	90.5%
과제 완료년도 +1	29.8%		
과제 완료년도 +2	7.6%		
과제 완료년도 +3	1.3%		
과제 완료년도 +4	0.4%		
합계	100.0%		

자료: 한국산업기술평가원(2008), 2008년도 산업기술개발사업 성과활용현황조사 결과보고서

□ R&D 투자에 의한 매출액 발생의 효과는 1년에 모두 나타나는 것이 아니라 여
 러 해에 걸쳐 나타나기 때문에 매출액 지속연도에 대한 가정도 필요

○ 2005년 이전에 최초 매출이 발생한 과제 113건 중 매출 지속 연수가 3년에
 서 5년까지 발생하는 과제가 대부분이고, 한국산업기술평가원(2008)에서는
 과제종료 후 매출액이 5년간 발생하는 것으로 제시

- R&D 투자의 매출은 5년간 발생하는 것으로 가정

<표 6-10> 2003년도 종료과제의 사업화 매출 지속연수

구분	1년	2년	3년	4년	5년	6년	합계
2001	1					2	3
2002		1		1	2	9	13
2003	1	4	5	5	27		42
2004	2	1	8	25			36
2005	1	3	15				19
2006		5					5
2007	4						4
합계	9	14	28	31	29	11	122

자료: 한국산업기술평가원(2008), 2008년도 산업기술개발사업 성과활용현황조사 결과보고서

3) 부가가치율

- 부가가치율의 경우 한국은행에서 발표한 기업경영분석의 부가가치율 자료를 사용하며 향후 진행될 사업의 내용을 특정할 수 없기 때문에 2014년부터 2016년까지의 제조업 부가가치율의 평균인 23.54%를 적용

<표 6-11> 제조업 부가가치율

(단위: %)

	2014	2015	2016	평균
부가가치율	21.09	23.93	25.60	23.54

자료: 한국은행(각 년도), 기업경영분석

4) 응용·개발 R&D 편익 산정 결과

- 편익산정방식을 따라 계산한 응용·개발 R&D 편익의 총합은 33,666백만 원으로 산출

산정방식 : ① 기술료의 응용·개발연구 재투자
 × ② 사업화성공률(45.10%)
 × ③ R&D 투자대비 매출액 비율(9.82배)
 × ④ 부가가치율(23.54%)

<표 6-12> 응용·개발 R&D의 편익

(단위: 백만 원)

연차	연도	응용·개발연구 편익	응용·개발연구 편익현가
1	2018		
2	2019		
3	2020	1,554	1,323
4	2021	3,280	2,648
5	2022	5,007	3,831
6	2023	6,733	4,883
7	2024	6,733	4,629
8	2025	5,179	3,375
9	2026	3,453	2,133
10	2027	1,726	1,011
합계		33,666	23,832

자료: 저자 작성

라. 경제적 편익 종합

- 기초 R&D 편익과 응용·개발 R&D 편익을 합한 R&D 편익의 총합은 94,163백만 원으로 산출

<표 6-13> R&D에 따른 총 편익

(단위: 백만 원)

연차	연도	기초 R&D 편익	응용·개발 R&D 편익	R&D 총 편익	총 편익현가
1	2018	13,961		13,961	13,233
2	2019	15,512		15,512	13,937
3	2020	15,512	1,554	17,066	14,533
4	2021	15,512	3,280	18,792	15,169
5	2022		5,007	5,007	3,831
6	2023		6,733	6,733	4,883
7	2024		6,733	6,733	4,629
8	2025		5,179	5,179	3,375
9	2026		3,453	3,453	2,133
10	2027		1,726	1,726	1,011
합계		60,497	33,666	94,163	76,734

자료: 저자 작성

마. 비용-편익 분석 결과

- 2017년 기준 비용현가와 편익현가를 바탕으로 산출한 미래선도기술개발사업 (IMPACT)의 B/C 비율은 1.88(=76,734백만원/40,924백만원)로 투자의 경제적 타당성이 있는 것으로 분석됨

<표 6-14> R&D 비용 및 편익 흐름과 현재가치화 금액

(단위: 백만원)

구분	연도	비용	비용현가	편익	편익현가
1	2018	10,800	10,237	13,961	13,233
2	2019	12,000	10,781	15,512	13,937
3	2020	12,000	10,219	17,066	14,533
4	2021	12,000	9,687	18,792	15,169
5	2022			5,007	3,831
6	2023			6,733	4,883
7	2024			6,733	4,629
8	2025			5,179	3,375
9	2026			3,453	2,133
10	2027			1,726	1,011
합계		46,800	40,924	94,163	76,734

자료: 저자 작성

6.2.3. 신규R&D 사업 예비타당성 평가시 주요사항⁶⁶⁾

- 대형 연구개발사업 기획 시 예비타당성조사 방법에 대한 숙지와 이해가 선행되어야 함
 - 예비타당성조사 사업의 경우 기획단계부터 예산이 확보되기까지 최소 3년 이상이 소요되므로 빠른 예산 확보가 필요한 연구개발사업의 경우에는 단계별로 나누어서 총 사업비를 500억 이하로 추진할 필요가 있음
 - 예비타당성조사 방법에 대해 정확한 숙지 없이 연구개발사업이 기획된 경우 기술성평가에서 탈락할 가능성이 높음
- 초기 기획단계에서부터 기술성, 정책성, 경제성 분석을 고려하여 기획보고서에

66) 부산과학기술기획평가원(2016)을 참고하여 작성

해당 내용을 충실히 반영해야 함

- 기획과정의 적절성, 목표설정의 적절성, 구성 및 내용의 적절성 등이 예비타당성조사 결과에 큰 영향을 미치는 것으로 나타남
 - 즉, 정책성, 경제성 측면보다는 기술성 측면의 평가요소가 예비타당성조사 결과에 큰 영향을 미침
 - 따라서, 기술성 분석의 평가요소를 기획단계에서부터 잘 파악할 필요가 있으며, 기획과정에서 해당분야의 최고전문가들을 참여시켜 기술성 타당성을 확보해야 함
 - 경제성 분석도 중요한 평가요소이기 때문에 비용편익 비율이 1 이상이 되도록 기획해야 하며, 정책성 타당성에 대한 논리도 마련해야 함
- 성공적인 예비타당성조사 사업을 추진하기 위해서는 다음과 같은 요소들이 중요함
- 정부 R&D 중장기 투자전략과 투자방향에 해당하는 사업이나 최근 이슈가 되고 있는 분야의 사업을 기획
 - 기획능력을 갖춘 최고의 기술전문가와 예비타당성조사 프로세스를 이해하고 있는 정책전문가를 기획위원으로 섭외
 - 기술적, 정책적, 경제적 타당성 확보
 - 지자체가 참여하는 사업의 경우 해당 지자체의 담당 공무원의 관심과 적극적인 지원
 - 전문관리기관과 기획위원들의 적극적인 협조
- 정부로부터의 예산확보도 중요하지만 해당 연구개발사업이 성공적으로 수행되어 국가와 지역의 경제발전에 도움이 될 수 있도록 충실한 기획이 선행되어야 함

7. 맺는말

- 본 과제는 주요 대형 연구개발 프로그램들의 종료에 대비하여 새로운 유형의 사업방식을 도입하는데 목적을 둔 것임
- 당초에 장기의 대형연구개발과제사업으로 기획될 예정이었으나, 사회와 기술의 급격한 변화에 대응하기 위해 중기(4~5년)의 중형연구개발과제로 변경된 미래선도기술개발(IMPACT)사업이 기획됨
 - IMPACT는 파일럿 프로그램형식으로 참신한 아이디어를 반영하는데 중점을 두고 있음
 - 새로운 시장을 창출할 수 있는 융복합 기술을 개발하는 것과 함께 고령화, 재난재해 등 복잡한 사회문제 해결을 위한 핵심 원천기술을 개발할 필요가 있다는 수요에 맞추어 현안 해결형을 추가하여 기획하게 됨
 - * 따라서 IMPACT는 신시장 창출형과 현안 해결형의 두 가지 유형의 사업으로 이루어져있음
- 본 연구과제의 기획 중 작성된 자료와 아이디어를 토대로 2018년도 신규사업 예산이 확보되었으며 제안된 주요 사업의 특성과 개요는 다음과 같음
 - 다만 예시에 포함된 과제들은 일반인 및 예산담당자의 이해를 돕기 위해 기획 준비과정에서 참고로 제시되었던 것으로 실제 사업 추진 단계에서는 zero base에서 새롭게 과제 제안을 받게 될 것임

<표 7-1> 미래선도기술개발사업의 사업유형(안)별 특성 및 예산

유형	제1유형 (신시장 창출형)	제2유형 (현안 해결형)
기술 분야	신시장 창출 융·복합 기술 (민간영역의 제품·서비스 Target) - (예시) 신체증강, 웰니스, 차세대 로봇 등	현안 해결 원천기술 (공공영역의 제품·서비스 Target) - (예시) 재난감지, 에너지 저장 등
수행 주체	PPP(Private Public Partnership) 기반 민관 협업 연구단	(가칭) 공공 서비스화 추진 연구단 * 연구자, 사회부처, 지자체 등이 참여하는 협의체 운영(총괄, 과제별)
주요	(발굴) 기업 수요조사 및 빅데이터 분	(기획) 현안 문제 정의 및 과제화

특징	석(주요국 투자 동향 등)등을 통해 미래 선도기술 도출	* 일반국민 및 사회부처 등 수요조사
	(수행) 기획연구 ⇨ 탐색연구 ⇨ 본연구의 단계별 토너먼트방식 경쟁형 R&D * (기획) 집단 지성을 통한 “Crowd 기획”, 기획연구자의 연구 지속 참여 * (연구) 기술 및 연구주체 간 융·복합 촉진	(수행) 동일 주제 복수 지원 방식의 병렬형 경쟁 R&D - 선행연구 ⇨ 본연구 ⇨ 실증(부처, 지자체 등 참여 Living Lab 운영) * IP, 표준화, 인증 등 Total Solution 제시
	(성과활용) 민간 기술 이전 및 후속 투자 유치를 통한 사업화 * 상시 기술예고제 등 활용	(성과활용) 공공서비스 기반 수요 창출 * 공공 조달, 구매조건부 사업화 등 활용
	(평가) 상호 질의·토론 등 혁신적인 평가방식 도입(해외 평가자 등도 활용)	
	(관리) 목표 수정(Moving Target), 조기 종료(Early Exit) 등 유연한 관리	
기간	(사업기간) 2018~2021년(4년)	
예산 규모	'18(기획): 10개×1억원=10억원 (한도외)10개×1억원=10억원 '18(탐색): 8개×10억원×6/12=40억원 '19(탐색): 8개×10억원=80억원 '20(본연구): 4개×20억원=80억원 '21(본연구): 4개×20억원=80억원	'18(선행): 4개×8억원×9/12=24억원 (한도외)4개×8억원×9/12=24억원 '19(본연구): 4개×10억원=40억원 '20(본연구): 4개×10억원=40억원 '21(실증): 2개×20억원=40억원

자료: 과학기술정보통신부 보고자료 및 예산설명 자료(2017)를 토대로 저자 작성

참고문헌

문헌

- R&D 분야 예비타당성조사 보고서 결과분석(부산과학기술기획평가원, 2016)
- 2008년도 산업기술개발사업 성과활용현황조사 결과보고서(한국산업기술평가원, 2008)
- 2015년도 연구개발활동조사보고서(과학기술정보통신부, 2016)
- 2015년도 연구개발활동조사보고서(과학기술정보통신부, 2017)
- 2016 사업현황보고서(과학기술정보통신부, 2016)
- 4차 산업혁명 대비 미래산업 정책 분석(국회예산정책처, 2017)
- 감사보고서 -대형 국가연구개발사업 추진실태 - (감사원, 2016.3.)
- 과학기술정보통신부 보고자료 및 예산설명 자료(과학기술정보통신부, 2017)
- 글로벌프런티어사업 현황(과학기술정보통신부, 2015)
- 글로벌프런티어사업 운영관리지침(개정 2016. 1. 29)
- 다시 시작하는 인더스트리 4.0,(포스코경영연구원, 2015)
- 대형연구개발사업 추진실태 (감사원, 2016)
- 대형연구개발사업(G7) 종료 후 10년, 성과와 시사점(STEPI, 2013)
- 독일의 창조경제: Industry 4.0의 내용과 시사점(현대경제연구원, 2013)
- 리빙랩 방법론: 현황과 과제(과학기술정책연구원, 2017)
- 리튬2차전지 시장전망 (2013-2020)(SNE리서치, 2015)
- 미래 유망 원천기술 확보를 위한 신규 대형 중장기 R&D 프로그램 기획 연구(과학기술정보통신부, 2016)
- 보도자료(과학기술정보통신부, 2015.7.8.)
- 사용자 참여형 리빙랩(Living Lab)(STEPI, 2016)
- 사회문제 해결형 R&D사업 개요(STEPI, 성지은)
- 사회영향평가 지표 개발 및 운영 가이드라인 마련 연구(한국환경정책평가연구원, 2011)
- 「서울특별시 도시문제 해결형 기술개발지원」, 발표자료(서울산업진흥원, 2015)
- 연구개발활동조사 통계자료(과학기술정보통신부, 2011-2015)
- 연구개발활동조사(과학기술정보통신부)
- 우리나라 연구개발투자와 경제성장의 관계 분석(한국과학기술기획평가원, 하정훈·이동욱, 2009)
- 유럽의 과학 기술 혁신(EC, 2016)
- 정부 R&D 혁신방안 추진 현황 및 향후계획(안)(국가과학기술심의회 운영위원회, 2015)

정부 R&D혁신 점검결과 및 향후추진계획(안) (관계부처 합동,2017)
 제4차 산업혁명 선도를 위한 과학기술 ICT기반 국가정책방안연구(과학기술정보통신부, 2016)
 제4차 산업혁명과 한국경제의 구조개혁 발표자료, 한국개발연구원(2016)
 제4차 산업혁명과 한국경제의 구조개혁(한국개발연구원, 2016.10)
 혁신생태계 조성을 위한 정부조직 개혁-통합형 정부조직(2016 행정학회 동계 학술대회 발표자료, 최창용·박상욱)
 혁신형 미래 선도기술 개발사업(IMPACT) 기획보고서(안)(IMPACT작업반,2017)
 Analysis of the Global In Vitro Diagnostics Market(Frost&Sullivan,2014)
 Gartner August 2016 Report
 Global Market Study on Infectious Diseases Diagnostics(Life Sciences & Transformational Health,2016)
 Horizon 2020 evaluation manual
 Industry4.0(Think act, 2014)
 Main Science & Technology Indicators(OECD,2015)
 Securing the future of German Manufacturing Industry: Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0(BMBF, 2013)
 STEPI insight 185호 사회문제해결형 연구개발사업의 현황과 과제(STEPI,2016)
 World Economic Forum 2016: Mastering the Fourth Industrial Revolution (World Economic Forum, 2016)

홈페이지

서울산업진흥원(<http://www.sba.seoul.kr>)
 (재)멀티스케일에너지시스템연구단(<http://multienergy.re.kr/>)
 (재)차세대바이오매스연구단(<https://www.biomass.re.kr:4446>)
 (재)하이브리드인터페이스기반미래소재연구단(<http://www.gfhim.re.kr/>)
 지능형바이오시스템설계및합성연구단(<http://www.syntheticbiology.or.kr/>)
 파동에너지극한제어연구단(<http://www.camm.re.kr/>)
 biocon(<http://biocon.re.kr/>)
 CASE 나노기반소프트일렉트로닉스연구단(<http://www.case.re.kr/>)
 chic 실감교류인체감응솔루션연구단(<http://www.chic.re.kr/>)
 CISS (재)스마트IT융합시스템연구단(<http://kor.ciss.re.kr/>)
 Clean Sky 2 (CS2) factsheet(<http://www.cleansky.eu/>)
 EGVI factsheet(<http://www.egvi.eu>)

Fuel Cells and Hydrogen 2 factsheet(<http://www.fch.europa.eu/>)

H-GUARD(재)바이오나노헬스가드연구단(<http://www.h-guard.re.kr/>)

Innovative Medicines 2 factsheet(<http://www.imi.europa.eu/>)

Shift2Rail factsheet(<https://shift2rail.org/>)

부록 1. 미래유망원천기술개발 사업 현황

1. 바이오·의료기술개발

□ 세부 사업명 : 바이오·의료기술개발-신약개발

- 사업목적 : 신약개발의 초기단계에서 신개념 질병기전해석, 신약타겟검증연구 등을 통해 국내 제약 산업의 신 성장동력 제공 및 글로벌 혁신신약 개발을 지원
- 사업기간 : 2004~계속
- 지원분야 : 신약타겟발굴·검증, 차세대신약기반기술개발 등
- 지원대상 : 대학, 출연(연) 및 기업
- 지원유형 : 공동
- 지원내용 : 제약사 연계 및 신약개발지원센터를 통해 상업용 타겟 확보, 후보물질 최적화 등 신약개발 초기 병목구간에 지원 확대
- 지원기간 : 3~10년
- 지원규모 : 1억 원~30억 원/과제

□ 세부 사업명 : 바이오·의료기술개발-차세대의료기술개발

- 사업목적 ; 임상의(MD)-의과학자(Ph.D) 공동연구 등 의료현장의 수요를 반영한 차세대의료 기술 개발
- 사업기간 : 2004~계속
- 지원분야 : 바이오기반법과학원천기술개발, 의학-첨단과학융합 등
- 지원대상 : 대학, 출연(연) 및 기업
- 지원유형 : 공동
- 지원내용
 - 비침습성질병 자가진단기기 및 바이오임플란트 등 새로운 의료기술을 개발 (MD연계)
 - 범죄예방 등 사회이슈 해결을 위해 법과학 기술 개발
- 지원기간 : 3~5년
- 지원규모 : 1억 원~35억 원/과제

□ 세부 사업명 : 바이오·의료기술개발-줄기세포/조직재생

- 사업목적 : 난치성 질환치료제 개발에 응용 가능한 줄기세포 요소기술(세포 재생, 장기조직재생 기술 등) 개발
- 사업기간 : 2004~계속
- 지원분야 : 줄기세포 원천기술 확보 및 세포재생 기술 개발 등
- 지원대상 : 대학, 출연(연) 및 기업
- 지원유형 : 공동
- 지원내용 : 줄기세포 국가경쟁력 강화를 위한 핵심 기반기술개발을 지원하고, 이를 활용한 세포치료제 개발 및 신약개발 효율화 등 실용화 지원
- 지원기간 : 5~10년
- 지원규모 : 1억 원~25억 원/과제

□ 세부 사업명 : 바이오·의료기술개발-차세대바이오

- 사업목적 : 오믹스(Omics)*등 차세대 미래 유망분야에 적용 가능한 바이오 기술 개발
- * 오믹스 : 세포 또는 개체 내에서 게놈에 의해서 발현되는 RNA, 단백질 등 (-ome) 생명현상과 관련된 중요한 물질에 대한 대량의 정보를 획득하여 이를 전산학적 기법으로 분석
- 사업기간 : 2004~계속
- 지원분야 : 차세대응용오믹스, 질환관련화학적신호전달연구 등
- 지원대상 : 대학, 출연(연) 및 기업
- 지원유형 : 공동
- 지원내용
 - 원인 규명이 어려워 간편한 진단기술이나 효과적인 치료기술이 없는 난치질환(대사질환, 심혈관, 만성난치질환/감염병) 및 섬모 세포소기관의 기능조절 등에 대한 기전, 진단치료 기반기술 개발
 - 의료결정을 보조할 바이오의료 이미지인포매틱스기술 기반 정밀진단·치료 SW 및 사상의학 기반 체질 맞춤형 대사질환 양방 진단 치료기술 개발
- 지원기간 : 5~10년
- 지원규모 : 2억 원~30억 원/과제

□ 세부 사업명 : 바이오·의료기술개발-바이오인프라

- 사업목적 : 생명연구자원(동물, 식물, 미생물 등)을 효율적으로 확보·등록·활용하기 위한 국가생명연구자원정보센터(KOBIC) DB 인프라 구축 등
- 사업기간 : 2004~계속
- 지원분야 : 유전체 연구 통합 관리체제 구축, 생명공학정책정보지원사업 등
- 지원대상 : 대학, 출연(연) 및 기업
- 지원유형 : 공동
- 지원내용 : BT연구의 기반이 되는 양질의 생명자원을 지속적으로 확보·관리하고, 확보된 자원의 활용을 강화
- 지원기간 : 5~10년
- 지원규모 : 2억 원~30억 원/과제

□ 세부 사업명 : 바이오·의료기술개발-신약후보물질발굴 및 최적화 사업

- 사업목적 : 종양, 관절염 등 한국인에게 빈번하게 발생하는 주요 질환 치료제 개발을 위해 비임상 단계 진입이 가능한 후보물질 도출('08년 예타 통과)
- 사업기간 : 2008~2017
- 지원분야 : 신약후보물질 발굴 등
- 지원대상 : 대학, 출연(연) 및 기업
- 지원유형 : 공동
- 지원내용 : 종양, 관절염 등 주요 질환(9개)*에 대한 최종 신약 후보물질 도출을 위해 지속 지원 추진(계속)
* ①종양 ②혈관질환 ③감염증 ④정신질환 ⑤골다공증 ⑥당뇨·비만 ⑦관절염 ⑧천식 ⑨퇴행성뇌질환
- 지원기간 : 9년
- 지원규모 : 5억 원~10억 원/과제

□ 세부 사업명 : 바이오·의료기술개발-국가마우스표현형 분석기반 구축사업

- 사업목적 : 국내 바이오 연구 및 신약개발 분야 실험에 필수적인 유전자변형 마우스(GEM) 자원의 생산·보존('11년 예타 통과)

- 사업기간 : 2013~2023
- 지원분야 : 마우스인프라구축 등
- 지원대상 : 대학, 출연(연) 및 기업
- 지원유형 : 공동
- 지원내용 : 마우스인프라 구축을 통해 BT분야 마우스 연구서비스 제공, 국제기구(IMPC) 활동 및 BT연구 성과 확대
- 지원기간 : 10년
- 지원규모 : 70억 원 내외/사업단

□ 세부 사업명 : 바이오·의료기술개발-전통천연물 기반 유전자 동의보감 사업

- 사업목적 : 전통천연물 기반으로 천연물 신약, 기능성 소재 등 개발을 위한 융복합원천기술개발('11년 예타 통과)
- 사업기간 : 2012~2022
- 지원분야 : 전통천연물 기반 기능성 식품 및 신약개발
- 지원대상 : 대학, 출연(연)
- 지원유형 : 공동
- 지원내용 : 전통천연물 기반으로 천연물 신약, 기능성 소재 등 개발을 위한 융복합원천기술개발
- 지원기간 : 10년
- 지원규모 : 100억 원 내외/사업단

□ 세부 사업명 : 바이오·의료기술개발-연구소재지원사업

- 사업목적 : 연구소재(36개 소재은행) 및 관련 정보의 확보·관리를 통하여 양질의 연구소재를 산학연 연구자에게 제공
- 사업기간 : 1995~계속
- 지원분야 : 이공분야
- 지원대상 : 국내 소속 대학(교) 교수(전임·비전임) 및 공공·민간연구소 연구원
- 지원유형 : 개인(단독)
- 지원내용 : 신뢰성 있는 연구소재를 산학연에 제공하기 위해 연구소재은행 국제표준 인증기반 구축 지원

○ 지원기간 및 규모

구분	중앙센터	거점센터	개별 소재은행
지원기간	계속(매 3년마다 평가)	계속(매 3년마다 평가)	5년(2+3)
지원규모	연 9억 원 내외	연 1억 원 내외	연 1.2억 원 내외

※ 거점센터는 2년간의 시범 운영성과 분석·평가 후 다년도(3년) 단위 지원 여부 결정

※ 개별 소재은행은 종료 후 신규과제 재신청 가능

※ 연구소재지원사업은 기초연구기반구축사업으로 간접비는 지원액의 5%로 함 (단, 중앙센터는 간접비를 10%로 계상하되, 이 중 50% 이상을 연구책임자가 발의하여 집행하도록 함)

□ 세부 사업명 : 바이오·의료기술개발-한국파스퇴르연구소사업

○ 사업목적 : 2~3년 내 기술이전이 가능한 유망 신약후보물질* 개발 및 기술이전을 통한 기관 자립 기반 마련

* 결핵, C형 간염, 인플루엔자, B형 감염, 병원성감염균, 소외질병균 또는 간암

○ 사업기간 : 2014~2017

○ 지원분야 : 신약개발 분야

○ 지원대상 : (재)한국파스퇴르연구소

○ 지원유형 : 연구소

○ 지원내용 : 2~3년 내 기술이전이 가능한 프로젝트 선별 지원

○ 지원기간 : '04년~계속

○ 지원규모 : 50억 원('16년)

□ 세부 사업명 : 뇌과학원천기술개발사업

○ 사업목적 : 태동기 뇌과학에 대한 지원을 통해 뇌질환 치료, 장애 극복 등 미래 고령화 사회에 대비한 기술 선점

- 뇌인지, 뇌신경생물, 뇌신경제질환, 뇌공학 등 4대 뇌과학 분야별 뇌연구 및 융합기술 기반 조성을 위한 요소기술 개발

○ 사업기간 : 2006~계속

○ 지원분야 : 뇌인지, 뇌신경생물, 뇌신경제질환, 뇌공학 등 뇌과학 4개 분야

○ 지원대상 : 대학, 정부출연 및 민간연구소 연구원

- 지원유형 : 공동
- 지원내용 : 뇌과학 4대 분야 원천기술개발, 치매조기진단, 인터넷·게임디톡스 등
- 지원기간 : 총 5년(3년+2년)
- 지원규모 : 2~60억 원 내외/과제

□ 세부 사업명 : 포스트게놈 신산업 육성을 위한 다부처 유전체 사업

- 사업목적 : 맞춤형의료, 생물자원 산업화 등 미래수요에 대비한 유전체 유망분야 기초·원천기술 확보 및 인프라 구축(미래부, 복지부, 산업부, 농림부, 해수부 공동 추진)
- 사업기간 : 2014~2021
- 지원분야 : 유전체, 오믹스 및 시스템 생명정보 등
- 지원대상 : 대학, 출연(연)
- 지원유형 : 공동
- 지원내용 : 다부처 유전체 사업의 부처간 연계 협력 연구과제 중 미래부가 주관하는 3개 공동연구 분야(장내 미생물, 국제협력, 인력양성)의 협력연구 강화
- 지원기간 : 5~10년
- 지원규모 : 4~40억 원 내외/과제

□ 세부 사업명 : 신시장 창조 차세대의료기기개발사업

- 사업목적 : 기존에 확보된 바이오 원천기술에 ICT를 융합, 단기간 내 세계 최초/최고 수준의 신개념 의료기기 기술 개발
- 사업기간 : 2015~2018
- 지원분야 : BT-ICT 융합을 통해 의료현장 파급력이 큰 의료기기 기술 개발
- 지원대상 : 기업 및 대학, 출연(연), 병원
- 지원유형 : 공동
- 지원내용
 - 추가 R&D를 통해 산학연이 보유한 핵심기술의 경쟁력을 증대, 사업기간 내 민간으로 기술이전이 가능하도록 기업-병원-연구소 컨소시엄 구성

○ 지원기간 : 3년

□ 세부 사업명 : 글로벌첨단바이오의약품기술개발사업

○ 사업목적 : 미래부와 복지부가 공동으로 바이오의약품(유전자 치료제, 줄기세포 치료제 등)의 글로벌 진출을 위해 R&D, 규제개선, 해외진출 지원 등 토털패키지 지원

○ 사업기간 : 2015~2018

○ 지원분야 : 유전자/세포치료제의 신속한 생산·시장화를 위해 제품화기술 개발 및 애로사항 해소 지원

○ 지원대상 : 기업 및 대학, 출연(연), 병원

○ 지원유형 : 공동

○ 지원내용

- 대량생산, 공정개발, 품질관리기술 등 제품화 기술 개발지원

- 단계별 맞춤형 상용화 임상지원

- 규제 발굴 및 개선, 해외진출 컨설팅 등 애로사항 해소 지원

○ 지원기간 : 3년

2. 나노·소재기술개발

□ 세부 사업명 : 나노·소재기술개발-나노·소재원천기술개발사업

○ 사업목적 : 나노기술의 선도적 발굴을 위한 탐색적·발아형 기초원천기술 개발 및 신산업 핵심·원천기술수요에 대처

※ 10년 후 기술의 패러다임을 전환할 수 있는 창조적 신기술 선점 및 미래 신물질·신소재 원천기술 확보를 통해 기존 기술의 한계를 극복

○ 사업기간 : 2004~계속

○ 지원분야 : 나노·소재기술 핵심 원천기술개발 분야

○ 지원대상 : 산·학·연 관련 연구자

○ 지원유형 : 연구팀

○ 지원내용 : 연구개발비

○ 지원기간 : 5년(3+2)

○ 지원규모 : 과제별 5~10억 원 내외/연

□ 세부 사업명 : 나노·소재기술개발-나노인프라 구축/활용

○ 사업목적

(인력양성) 현장실무형 교육을 통해 나노산업구조변화에 창의적·능동적으로 대응하고 산업체 현장에 필요한 나노기술 고급인력양성

(웹활용지원) 연구자의 나노연구장비 이용부담을 완화하고, 기 구축된 나노웹의 시설·장비 활용도 제고 필요성 증대

(선행공정플랫폼) 기 구축된 나노인프라를 활용한 나노분야 핵심선행공정기술 및 플랫폼 기술개발 확립을 통해 공정서비스 고도화 및 첨단 장비의 활용성 제고

(정책지원) 국가나노기술정책센터 설립·운영으로 나노기술 세계 일류 나노강국 진입을 위한 정책 및 전략 수립 지원

(나노안전성기술지원센터) 나노기술정책센터 설립·운영으로 나노안전성 표준 및 측정개발에 관한 컨트롤 타워 및 정책지원

○ 사업기간 : 2010~계속

○ 지원분야 : 나노·인프라 분야

○ 지원대상 : 인프라 구축·지원 및 인력양성 등

○ 지원유형 : 연구소/연구팀

○ 지원내용 : 기반구축(인프라)

○ 지원기간 : 2010~계속

○ 지원규모 : 매년 진도관리 및 협의를 통해 지원

□ 세부 사업명 : 나노·소재기술개발-막스플랑크한국연구소설치

○ 사업목적

- 세계적 수준의 연구능력과 명성을 보유한 ‘막스플랑크재단’ 연구소를 유치하여 ‘글로벌 과학인재 유치·양성’에 기여

- 신 성장동력 분야인 소재분야의 기초·원천기술을 확보하여 국가경쟁력에 이바지

○ 사업기간 : 2011~계속

○ 지원분야 : 아토초과학 및 복합물질 분야

○ 지원대상 : (재)막스플랑크 한국/포스텍연구소

- 지원유형 : 연구소
- 지원내용 : 아토초 광학 장비 및 방사광 가속기 빔라인 구축, 아토초 과학과 복합물질의 세계 선도적인 연구
- 지원기간 : 5년
- 지원규모 : 16억 원('16년)

□ 세부 사업명 : 나노·소재기술개발-나노융합2020

- 사업목적 : 나노원천기술의 기술적 역량을 활용하여 상용화를 지향하는 나노 융합기술 R&D사업을 추진함으로써, 미래 신산업·신시장을 조기 창출하고 지속적인 나노융합 기술의 발전을 위한 혁신적 시스템을 구축
- 사업기간 : 2012~2020
- 지원분야 : NT-IT, NT-ET 등
- 지원대상 : 산·학·연 관련 연구자
- 지원유형 : 개인 또는 연구팀
- 지원내용 : 연구개발비
- 지원기간 : 2년 또는 3년
- 지원규모 : 과제별 상이

□ 세부 사업명 : 미래소재디스커버리사업

- 사업목적 : 소재분야 대일무역역조 지속 등 산업경쟁력 약화에 대응하고 소재산업의 국가 경쟁력을 위한 창의적·도전적 R&D 필요성 대두에 따라 혁신적인 연구방법론을 통해 신시장 창출형 미래소재 확보
 - ※ 미래소재는 실험분야 창의적 아이디어와 新연구방법론에 의해 설계되어 기존 소재에서 볼 수 없었던 새로운 물성과 기능을 구현하는 소재
- 사업기간 : 2015~2024
- 지원분야 : 극한물성 구조·환경 소재, 양자 알케미 조성제어 소재, 스케일링 한계극복 ICT 소재, 인간오감 증강소재 등
- 지원대상 : 산·학·연 관련 연구자
- 지원유형 : 연구단
- 지원내용 : 연구개발비

- 지원기간 : 6년(3+3)
- 지원규모 : 연구단별 15억 원 내외/연

3. STEAM연구사업

□ 세부 사업명 : STEAM연구사업-신산업창조프로젝트

- 사업목적 : 미래시장을 선도할 융합기술을 발굴하여 단기간 내에 新산업을 견인할 수 있는 융합형 新제품·서비스 창출
- 사업기간 : 2013~2017
- 지원분야 : 이공분야
- 지원대상 : 이공분야 산·학·연 연구자
- 지원유형 : 연구단/전문가단
- 지원내용 : 연구개발비
- 지원기간 : 2년 내
- 지원규모 : 연구단별 12억 원 내외/연

□ 세부 사업명 : STEAM연구사업-미래유망융합기술파이오니어사업

- 사업목적 : NT, BT, IT 등 이종 기술간 융합을 통해 고위험-고수익 (High-risk, High-return)형 융합원천기술 개발
- 2020년까지 40개 이상 융합연구단을 선정·지원하여 글로벌 기술 시장 선점이 가능한 국제원천특허 40개 이상 확보
- 사업기간 : 2008~2020
- 지원분야 : 이공분야
- 지원대상 : 이공분야 연구자
- 지원유형 : 연구단
- 지원내용 : 연구개발비 등
- 지원기간 : 6년(3+3)
- 지원규모 : 연구단별 10억 원 내외/연

□ 세부 사업명 : STEAM연구사업-첨단사이언스교육허브개발

- 사업목적 : 최신 연구성과를 활용하여 온라인상에 이공계분야 교육·연구용 시뮬레이션 프로그램* 활용환경을 구축, 이공계 대학(원)생의 최신기술 적응력 제고

* 이공계 시뮬레이션 프로그램 : 유체이동, 화학 등의 기본 알고리즘을 전산적으로 해석하여 시뮬레이션으로 가시화하는 프로그램

- 사업기간 : 2011~계속
- 지원분야 : 이공분야
- 지원대상 : 출연연, 대학, 기업 등의 이공분야 연구자
- 지원유형 : 센터
- 지원내용 : 연구개발비 등
- 지원기간 : 중앙센터 10년(3+2+계속), 전문센터 5년(2+2+1)
- 지원규모 : 중앙센터 12억 원 내외/연, 전문분야센터 6억 원 내외/연

□ 세부 사업명 : STEAM연구사업-민군기술협력

- 사업목적 : 미래전쟁을 대비하기 위한 기초원천기술*을 개발하여 과학기술력 바탕의 자주적 억지전력 구축을 위한 기반 마련

* 국방부의 목적성 응용 연구에서 벗어나 기술개발이 부진한 미래 신특수기술분야에 집중하는 기초원천기술 개발

- 사업기간 : 2013~계속
- 지원분야 : 이공분야
- 지원대상 : 출연연, 대학, 기업 등의 이공분야 연구자
- 지원유형 : 연구단
- 지원내용 : 연구개발비
- 지원기간 : 5년(3+2)
- 지원규모 : 연구단별 5억 원 내외/연

□ 세부 사업명 : STEAM연구사업-생체모사형 메카트로닉스 융합기술개발

- 사업목적 : 기존메카트로닉스 기술의 한계를 극복하고, 산업적·사회적 파급

효과가 큰 생체모사형 메카트로닉스 기초·원천기술 확보

- 인체 대체 바이오닉스 3개, 척추/무척추 동물 메카트로닉스 2개 등 총 5개 과제 추진

- 사업기간 : 2014~2021
- 지원분야 : 이공분야
- 지원대상 : 이공분야 산·학·연 연구자
- 지원유형 : 연구단
- 지원내용 : 연구개발비
- 지원기간 : 5년(3+2)
- 지원규모 : 연구단별 11억 원 내외/연

□ 세부 사업명 : STEAM연구사업-스포츠과학융합연구

○ 사업목적

- 스포츠현장에서 요구하는 원천 기술을 개발, 스포츠 장비 및 선수, 경기환경에 적용하여 경기력 향상 유도
- 스포츠과학 핵심원천기술의 산업화 및 확산을 통해 엘리트스포츠와 생활체육 활성화에 기여

- 지원분야 : 이공분야
- 지원대상 : 출연연, 대학의 이공분야 연구자
- 지원유형 : 연구단
- 지원내용 : 연구개발비 등
- 지원기간 : 5년(3+2)
- 지원규모 : 과제별 2~8억 원 내외/연

□ 세부 사업명 : STEAM연구사업-맞춤형치료기술 및 케어플랫폼개발

○ 사업목적 : 번역질환 제어에 활용되는 miRNomics 통합시스템 약동학적 제어전략 수립을 위한 계량적 모델링 기술을 개발하고, 상호작용 네트워크 모델을 기반으로 치료후보타겟 발굴 융합기술을 개발하고자 함

- 사업기간 : 2014~2017
- 지원분야 : 이공분야
- 지원대상 : 이공분야 연구자

- 지원유형 : 연구단
- 지원내용 : (RFP명) miRNoimics 모델 기반 면역질환 치료 융합기술 개발
- 지원기간 : 3년(2+1)
- 지원규모 : 3억 원 내외/연

□ 세부 사업명 : STEAM연구사업-과학문화융합콘텐츠연구개발

- 사업목적
 - 대학, 과학관, 산업체 등과 공동연구로 새로운 전시기법 분석 및 개발을 통해 독창적인 과학문화융합 기반의 콘텐츠 개발
 - 기존 나열식·고정형·작동형 전시물, 주입식 이해위주의 콘텐츠에서 이동형·움직이는 체험전시물로서 어린이 및 청소년의 눈높이에 맞춘 만지고 느끼며 (Heart-on) 즐기는 과학문화예술 융합 기반의 체험 콘텐츠 개발
- 사업기간 : 2015~계속
- 지원분야 : 이공분야
- 지원대상 : 출연연, 대학의 이공분야 연구자
- 지원유형 : 연구단
- 지원내용 : 연구개발비 등
- 지원기간 : 5년(3+2)
- 지원규모 : 과제별 2~3억 원 내외/연

□ 세부 사업명 : STEAM연구사업-전통문화연구개발

- 사업목적 : 전통문화·첨단과학기술 융·복합을 통한 전통문화산업 고도화 및 전통기법·소재 기반 신제품·신시장 창출을 통해 전통문화 대중화·산업화 촉진
- 사업기간 : 2016~계속
- 지원분야 : 전체분야
- 지원대상 : 학·연·산 연구자
- 지원유형 : 연구단
- 지원내용 : 연구개발비 등
- 지원기간 : 6년 이내 자율적
- 지원규모 : 연구단별 10억 원 내외/연

□ 세부 사업명 : STEAM연구사업-과학기술인문개방형융합연구

- 사업목적 : 과학기술·인문사회·예술의 융합에 기반한 인간중심형 사회문제 종합솔루션 개발
- 사업기간 : 2016~계속
- 지원분야 : 전체분야
- 지원대상 : 학·연·산 연구자
- 지원유형 : 연구단
- 지원내용 : 연구개발비 등
- 지원기간 : 5년(1+2+2) 및 4년(1+3)
- 지원규모 : 연 3억 원 내외

□ 세부 사업명 : 글로벌프런티어사업

- 사업목적
 - 미래를 선도하는 핵심 융합기술 분야에서 창조 경제를 견인할 수 있는 세계 최고 수준의 원천기술력 확보
 - 과거기술의 한계를 뛰어넘는 혁신적 R&D를 통해 새로운 시장과 원천기술을 개척하고 미래 성장 동력 창출
- 사업기간 : 2010~2022
- 지원분야 : 과학기술 분야
- 지원대상 : 연구단 (산·학·연 연구자)
- 지원유형 : 연구단
- 지원내용 : '10년~'22년 10개 연구단 선정·운영
- 지원기간 : 9년(2+3+4)
- 지원규모 : 연구단별 50억 원~150억 원/연

4. 에너지·환경기술개발

□ 세부 사업명 : 기후변화대응기술개발사업

- 사업목적 : 기후변화 위기에 대응하기 위해 온실가스 감축효과가 큰 기술분야에 집중 투자, 세계 선도적 원천기술 확보 및 미래 성장 동력 창출
- 사업기간 : 2009~계속
- 지원분야 : 태양전지, 연료전지, 바이오에너지, 이차전지, CCS(carbon capture & storage), 기반연구
- 지원대상 : 대학, 정부출연연 등
- 지원유형 : 공통/사업단
- 지원내용 : 연구개발비
- 지원기간 : 2~9년
- 지원규모 : 3억 원~230억 원(CCS사업단 230억 원)

□ 세부 사업명 : 해양극지기초원천기술개발사업

- 사업목적 : 새로운 기능의 해양생명체 발굴·해양유래 유용생물자원 확보 등 해양 분야 기초원천 기술을 확보해 이의 활용을 촉진하고 극지 관측거점을 확보 및 극지 환경진단 및 자원연구 기초·원천기술 개발 촉진
- 사업기간 : 2010~2016
- 지원분야 : 이공분야
- 지원대상 : 이공분야 연구자
- 지원유형 : 개인(단독)/사업단
- 지원내용 : 연구개발비 등
- 분야별 지원기간 및 규모

□ 세부 사업명 : 핵융합기초연구사업

- 사업목적 : 미래 청정에너지인 핵융합 상용화에 대비하여 핵융합 분야 연구 기반을 확대하고 연구역량 향상을 위한 핵융합 기초연구 및 전문인력 양성
- 사업기간 : 2009~계속

- 지원분야 : 핵융합에너지 개발
- 지원대상 : 대학, 국 공립/출연(연) 및 산업체
- 지원유형 : 개인(단독)/공동
- 지원내용 :

유형	구분	주요 내용
공동연구	거점센터	핵융합에너지 개발을 위하여 전략적으로 추진이 필요한 핵심 분야의 연구역량 강화 및 우수성과 달성을 위한 연구거점으로 집단 연구
	공동연구	다양한 학문분야의 통합이 필요한 핵융합기술 개발을 위하여 산·학·연 공동·융합연구 활성화로 연구역량 제고
단독	개인기초	핵융합 이론부터 핵융합에너지 개발까지의 핵융합 전 분야의 창의적이고 혁신적인 개인연구 지원으로 핵융합연구 기반 강화

- 지원기간 :

구분	거점센터	공동연구	개인기초
지원기간	5년(3+2)	3년	1~3년

- 지원규모 :

구분	거점센터	공동연구	개인기초
과제당 지원규모	500~2,000백만원/연	500백만원 이내/연	100백만원 이내/연

- 세부 사업명 : 국제핵융합실험로(ITER)공동개발사업

- 사업목적 : 한국, EU, 미국, 일본, 중국, 인도, 러시아 등 7개국이 공동으로 ITER⁶⁷⁾ 건설·운영에 참여하여 2040년대 핵융합에너지 상용화를 위한 원천 기술 확보 및 전문핵심 인력양성 지원
- 사업기간 : 2004~계속
- 지원분야 : 핵융합실험로 개발

67) ITER(International Thermonuclear Experimental Reactor)

- 지원대상 : ITER 한국사업단
- 지원유형 : 공동
- 지원내용 : 핵융합 핵심기술의 전략적 확보를 위해 국내산업체를 통해 우리나라 10대 주요장치를 제작·조달
- 지원기간 : 총 16년(2004.2.1.~2020.1.31.⁶⁸⁾)
- 지원규모 : 세부 과제당 200백만원~30,000백만원 이내

□ 세부 사업명 : C1가스리파이너리사업

- 사업목적 : 석유화학기술 대비 기술경제성이 우수한 C1 가스전환 원천기술 개발
- 사업기간 : 2015~2023
- 지원분야 : C1 바이오 촉매, C1 화학촉매, C1 리파이너리 분야 등
- 지원대상 : 사업단 (산·학·연 연구자)
- 지원유형 : 사업단
- 지원내용 : C1 가스리파이너리 사업단 선정·운영
- 지원기간 : 9년(3+3+3)
- 지원규모 : 1,415억원

□ 세부 사업명 : 친환경에너지타운사업

- 사업목적 : 여러 신재생에너지원 간의 융·복합을 통해 일정규모의 타운에서 필요로 하는 에너지를 자체생산 및 거래할 수 있는 실증단지 구축
- 사업기간 : 2015~2018
- 지원분야 : 과학기술 연구개발
- 지원대상 : 이·공계 대학 교수, 정부출연연구소 연구원 등
- 지원유형 : 사업단
- 지원내용 : 신재생에너지간 융·복합기술을 활용한 친환경에너지 타운 성공모델 창출 및 관련기술 이전을 통해 국내 관련 산업 활성화 및 국외 수출 기반 제공
- 지원기간 및 규모:

68) 2단계 지원기간은 2012.2.1.~2020.1.31

분야	신재생 열원통합 및 블록히팅 제어	계간축열 시스템 개발 및 실증	제로E타운 구축기술 개발 및 모니터링	신재생 융·복합 최적화 및 시스템 설치
지원기간	4년(2+2)			
지원규모	총 105억원			
	13~16억원/분야별			61억원

9. 차세대정보·컴퓨팅기술개발-차세대정보·컴퓨팅기술개발사업

□ 세부 사업명 : 차세대정보·컴퓨팅기술개발-차세대정보·컴퓨팅기술개발사업

- 사업목적 : 장기적인 국가경쟁력 확보를 위해 기존 IT분야 R&D와 차별되는 SW 기초·원천기술 개발 및 인력양성
 - 시스템 SW, 정보보호, SW공학, 정보 및 지능시스템, HCI 등 총 5개 분야에 대한 SW기초·원천연구 및 인력양성 지원
- 사업기간 : 2011~2020
- 지원분야 : 시스템 SW, 정보보호, SW공학 등 5대 SW 분야
- 지원대상 : 대학, 정부출연 및 민간연구소 연구원
- 지원유형 : 연구팀
- 지원내용 : 시스템 SW, 정보보호, SW공학, 정보 및 지능시스템, HCI 등
- 지원기간 : 5년(3+2)
- 지원규모 : 10억원 내외 /과제

10. 공공복지안전연구개발-공공복지안전연구사업

□ 세부 사업명 : 공공복지안전연구개발-공공복지안전연구사업

- 사업목적 : ‘국민의 삶의 질 향상’을 위한 정부 R&D투자 확대 필요성에 따라 고령친화, 장애극복, 사회·재해안전 분야의 핵심 원천기술 개발
- 사업기간 : 2010~2018
- 지원분야 : 이공분야

- 지원대상 : 이공분야 산·학·연 연구자
- 지원유형 : 연구단
- 지원내용 : 연구개발비
- 지원기간 : 5년(3+2)
- 지원규모 : 연구단별 5~15억원 내외 /연

11. 사회이슈해결형연구-사회문제해결형기술개발사업

□ 세부 사업명 : 사회이슈해결형연구-사회문제해결형기술개발사업

- 사업목적 : 과학기술을 중심으로 제도 개선, 서비스 전달의 통합적 접근을 통한 국민 생활과 밀접한 사회문제 해결
- 사업기간 : 2014~2017
- 지원분야 : 과학기술 분야(사회문제해결형 기술, 격차해소기술)
- 지원대상 : 사업단(산·학·연 연구자)
- 지원유형 : 사업단
- 지원기간 : 3년(1+2), 2년
- 지원규모 : (생활환경 분야) 20~30억 내외, (격차해소 분야) 5억 내외

12. 재난재해대응기술개발-재난안전플랫폼기술개발사업

□ 세부 사업명 : 재난재해대응기술개발-재난안전플랫폼기술개발사업

- 사업목적 : 현장 수요에 신속하고 효과적으로 대응하기 위해 각종 재난안전 분야 기술개발에 공통적으로 필요하거나 개별부처·재난상황에 맞게 쉽게 응용이 가능한 기술 및 서비스 개발
- 사업기간 : 2016~2019
- 지원분야 : 재난감지·예측·대응기술 분야
- 지원대상 : 사업단(산·학·연 연구자)
- 지원유형 : 사업단
- 지원기간 : 2년
- 지원규모 : 20~30억 내외

부록 2. 과학기술혁신 연구 포럼 구성·운영(안)

가. 추진배경

- 新정부 출범 등에 대비, 바람직한 과학기술혁신 행정체계 개편 방향과 향후 과학기술 분야 주요 아젠다 발굴을 위해,
 - 산학연 전문가를 대상으로 이를 위한 포럼 구성·운영
 - 기존 “지능정보사회를 위한 신규 R&D 프로그램 기획방안 연구” 과제(연구책임자 : 최석준, 연구비 : 7천만원, 연구기간 : '17.3~10월)를 활용하여 운영

나. 포럼 구성·운영방안(안)

- (일시 / 장소) 격주 조찬 형태 추진(2월中 ~, 3개월 이내) / 달개비
- (참석자) 산학연 전문가 및 정부 관계자 등
 - (전문가) 서울시립대 최석준 교수, STEPI 성지은 박사 등 10여명
 - 논의에 대한 아이디어 제공 및 대외 messenger 역할 동시 수행
 - (미래부) 기초원천연구정책관, 연구개발정책과장, 담당 서기관 등
- (논의 내용) ① 기존 행정체계 개편 功課와 4차 산업혁명 등 환경 변화를 고려한 바람직한 新과학기술혁신 행정체계 개편 방향, ② 국민의 관심과 지지를 받을 수 있는 과학기술혁신 정책 주요 아젠다 발굴 등
 - 미래부 또는 정책연구진 중심으로 관련 내용에 대해 발제 및 토의 하되, 사안에 따라 포럼 참석자의 발제 등도 추진

부록 3. EU R&D PPPs 대표사업의 사업목적 및 관련 사회문제

<부표 3-1> EU의 R&D PPPs 대표사업

프로젝트명	관련(사회)문제/ 사업목적
Joint Technology Initiatives (JTIs)	
Innovative Medicines (IMI)	고령화로 인한 의료비 지출증대
Clean Sky	항공 산업의 에너지효율성 개선 등을 통하여 환경친화적으로 변화
Single European Sky ATM Research (SESAR)	유럽의 국가들이 항공시스템을 운영함에 있어 더 효율적일 수 있도록 ATM(Air Traffic Management)시스템을 개선/에너지효율성 개선
Fuel Cells and Hydrogen (FCH)	저탄소경제시스템으로의 전환
Electronic Components and Systems (ECSEL - old ARTEMIS + ENIAC)	유럽의 전자부품 시스템산업 경쟁력 강화
Bio-based Industries (BBI)	화석연료를 대체할 수 있는 에너지원 개발
Contractual PPPs (cPPPs)	
Factory of the Future (FoF)	제조업의 기반이 되는 공장의 작업환경을 환경친화적으로 개선하여 사회적으로 지속가능할 수 있도록 하며, 성과개선을 위해 노력
Energy-efficient Buildings(EeB)	스마트시티로 나아갈 수 있도록 도로와 빌딩 건설에 있어 에너지 효율적이고 이산화탄소 발생을 줄일 수 있는 기술을 개발
Green Vehicles (EGVI)	에너지효율적인 교통시스템구축 및 대안구동장치 개발
Future internet (5G)	유럽에 높은 수준의 인터넷 기술을 도입하고, 스마트 인프라를 위한 유럽 시장을 선진화시키고 인터넷을 통한 사업의 효과를 높임
Sustainable Process Industry (SPIRE)	자원 및 에너지효율성 증가, 재생에너지사용, 이산화탄소 줄이기를 통해 지속가능한 산업환경 조성

Robotics	유럽로봇 산업의 경쟁력 강화 및 관련 과학기반 구축
Photonics	광기술 분야의 발전을 통해 레이저기반제조업, 에너지효율적인 조명, 보건, 안전, 보안등의 여러 분야에서 혁신을 주도
High Performance Computing	차세대 HPC 기술·응용프로그램·시스템을 개발하고, 우수한 HPC 응용프로그램 확산 및 사용

부록 4. 1차 암맹평가를 위한 2페이지 제안서 양식

국문 연구 과제명
(영문 연구 과제명)

▶ 연구의 필요성

▶ 연구내용

★ 작성 가이드 (연구제안서 제출시 삭제하시기 바랍니다)

- 연구 과제명은 제안하는 연구주제/내용을 잘 나타낼 수 있도록 표현 구체화
 - 국문과제명 및 영문과제명 모두 작성
- 제안서 본문은 국문 2장 이내이어야 하며, 포맷 준수
 - 상하여백 25mm, 좌우여백 20mm, 줄간격 배수 1.15
 - 폰트종류 돋움 또는 바탕, 폰트크기 11
- 연구의 필요성은 기존 연구의 한계나 문제점에 대해 정의하고, 연구결과를 통한 과학·기술 또는 사회·경제에 미치는 광범위한 영향(Broader Impact)을 15줄 이내로 작성
- 연구내용에는 목표를 제시하고, 이를 달성하기 위한 독창적/혁신적인 접근방법, 기존 기술/연구와의 비교를 통한 차별성을 포함하여 구체적으로 작성
- 주요 영문용어는 한글과 병기하여 작성
- 본문 마지막 장 하단에 아래 표를 작성

연구인력	연구기간	총 연구비
총 0명 (교수 0명/연구원 0명)	'00년 00월 ~ '00년 00월(00개월)	00백만원

- ※ 연구인력은 연구책임자 포함하고 대학의 경우 "(교수 0명/연구원 0명)"으로 표기, 공공연구기관과 기업부설연구소는 총 인원만 표기
- ※ 연구기간은 60개월 이하, 연구비는 백만원 단위로 작성
- 필요시 그림, 사진, 표 등 보조 설명을 위한 별첨 1장 추가 작성 가능
- 연구제안서에 제안자 및 소속기관 등을 표기할 경우 심사에서 제외되오니 주의 요망

부록 5. 과학기술정보통신부(현 과학기술정보통신부) 조직 관련 토론

가. 과기행정 주요 변천 과정

□ 주요 정부조직 개편에서 과기 행정 조직은 지속적으로 변화

- '98년 과기처 폐지 위기에서 '과기부'로 존속
- 종합조정기능과 R&D 집행 기능을 동일 조직에 포함시키는 문제로 지속적인 비판 대상이 됨(혁신본부, 국가과학기술위원회)
- 기초과학 지원 및 대학 육성 기능 관련, 교육부와의 기능 중복 문제가 대두되면서 교육과학기술부로 통합
- 과학 정책 매몰 등을 이유로 교육과 과학정책 분리

<부표 5-1> 역대 과학기술행정조직 변화 과정

□ 미래부 출범 당시의 주요 목표

- 과학기술과 ICT를 활용한 성장동력 및 고용창출
- 기초원천과 산업기술 단절을 극복하는 전주기적인 연구개발 지원
- 산학협력과 지식재산 생태계 구축을 활성화하여 대학과 출연(연)의 지식과 기술을 중소기업과 지역사회에 확산
- ICT 생태계 강화 및 융합을 통한 성장메카니즘 구축

나. 미래부 조직·기능 비판

1) 조정기구의 위상 격하(과기 콘트롤타워 기능 부진)

- 부처별 R&D 조정, 효율성 개선 등 부처 이해관계가 노출되는 주요 사안에 대해 역할을 하지 못하는 상황
- 정책조정 실패를 산하기관⁶⁹⁾에 전가하고 있고 연구현장이 정책결정 과정에서 배제
 - 조정과 집행이 한 기관에서 이루어진다는 근본적인 문제
 - 국과심 민간 구성 비율은 상향되었으나 집행기구와의 관계, 예산 결정 과정, 지원 기구의 위상 등은 미제로 남아있음

2) 과학기술 부문의 축소

- ICT 기능을 제외할 경우 과학기술부의 기능은 실질적으로 축소
- 교육부의 기초과학 및 대학육성 기능과의 중복 가능성
- 산업기술 R&D 범주에서 산업기술연구회에 해당되는 출연연구기관, 연구

69) 국가과학기술연구회, 과학기술정책원 등

개발특구에 한정

- 기술사업화, 이전촉진, 산업기술혁신촉진법 등 산업기술R&D, 성과사업화에 필요한 관련법은 이관에서 제외되어 실효성 저하
- 구조면에서 통합된 ICT와 과학기술부분의 통합과 조정 한계
 - 예산, 기금, 법률 등 모든 분야에서 이원화
- 연구개발 부문 예산 증가율 감소와 개인연구 위축
 - 사업예산의 실질적 감소로 연구현장에서 연구비 갈증 심화
 - 불공정 과제 선정이나 연구비 편중 현상으로 정부 특히 미래부에 대한 불만 고조
 - 출연연구기관에 대한 비판적 평가 확대도 미래부에게 부정적으로 작용
 - 과학기술계 자체가 미래부에게 우호적인 구조가 아닌 상황

3) 신성장동력 발굴 기능의 부진

- 미래부로 이관된 것은 미래성장동력 발굴 '기획'에 한정
 - 기능, 인력, 권한이 크지 않음
- 창조경제센터 등 H/W 중심의 정책 수행으로 당초 조직 개편상에서 기대했던 미래성장동력의 발굴이나 새로운 차원의 차세대 산업 육성 전략은 보여주지 못함
- 규모면에서 비대하여 비효율적임
 - 본부 792명, 소속기관 32,677명
 - 부설 13개, 산하 공공기관 38개

4) 관료 중심의 정책 형성 및 집행

□ 과학기술 관료제의 정책역량이 민간부문 대비 저하

- 반면, 여전히 정부부처 영향력막강
- 글로벌화와 통신기술 발전으로 변화속도가 빨라지고 민간부문 성숙화로 민간 부문이 정부 관료를 압도하는 경우가 많음
- 민간의 참여 확대와 개방성은 과거 정부보다 후퇴
- 출연연 거버넌스 개편, 예산 정책 등 주요 이슈에 있어 민간의 참여와 의견수렴 부족

다. 개선방향

□ 과학기술 control tower 기능 강화

- (As-Is) R&D 예산 배분·조정 위주의 기능 수행으로, 과학기술혁신 agenda 제시 기능이 미흡하고, 각 부처의 분산된 제도 관리에 역점
- (To-Be) 4차 산업혁명, 사회문제 해결 등 이슈 선점 및 대응 강화, R&D-Digitalization-HRD-Innovation 기능을 통합 수행 (혁신정책 전담)
 - 과기법,국과심 ⇨ 과기혁신법, 과기혁신委(국과심+ICT전략委+산업융합촉진委)

□ R&D 기획 및 관리

- (As-Is) 기초-응용-개발 단계별 부처 역할 구분 ⇨ 부처간 중복, 정부 R&D 정체성 미흡, 연구관리전문기관 남설 및 비효율
- (To-Be) R&D 통합 수행(기초·원천, 기업 R&D 제외), 기초연구·高위험-高부가 가치 지향 정부 R&D, 정부-민간 협업 강화(PPP)

□ R&D 생태계 조성(산학연 협력, 지식재산 창출-보호-활용 등)

- (As-Is) 주체별(대학, 기업 등) 산학연 협력 정책 구분으로 중복 및 실질적 연계 부족, R&D와 HRD 정책의 연계 부족(예시 : 공대혁신 등)
- (To-Be) 산학연 협력(인력 교류, 기술 이전) 정책 일원화, 기초·원천 R&D와 사업화(기술 창업 포함)의 전주기적 지원(선형적 R&D ⇨ 병행적 R&D)
- 지식재산 창출·보호·활용(R&D-IP 연계), 기술 금융 등 기능 집적

□ ICT 산업 진흥 및 융합 활성화

- (As-Is) ICT 기술 ·산업의 플랫폼化(별도 산업 의미 퇴색), ICT 융합 촉진 등 진흥 정책과 시장 규제 기능 혼재
- (To-Be) 플랫폼형 기술 R&D와 실증, ICT 융합 활성화 등은 혁신 전담 부처에서 수행

□ 바이오(보건·의료) 산업 진흥

- (As-Is) 부처 간 영역 구분으로 대학-병원-산업계 연계 등 개방형 혁신 미흡(control tower 不在 지적), 규제 중심의 보건·의료 정책 치중
- (To-Be) R&D(바이오 클러스터 등 인프라 포함) 및 시장 연계, 新시장 창출 등 진흥기능 일원화 ⇨ 바이오 산업 진흥 局단위 조직 신설(혁신전담 부처內)

[부그림 5-1] ICT 기능 강화를 위한 정부조직 개편 논의('17.2)

부록 6. 주요 회의록

2017년 3월 2일 목요일

<A>

- 조직 측면에서만 접근하기 보다는 이론적 개념을 명확히 하고 설득하는 방향으로 작업을 진전시켜야 함
- 조직개편으로 문제를 해결하려는 방식에서 탈피해서 실제 문제를 해결할 수 있는 소프트웨어적인 차별점을 찾는 것이 바람직함
- 미션
 - * 이론적 큰 틀이나 비전, 부처명이나 주요 부서명(Naming), 해외사례, 산업부 등 관련 부처의 동향 등

- 과학기술분야나 과학기술인을 위한 부처의 형성이나 조직 개편 논리는 한계에 봉착함
- challenge에 대응하고 사회적 문제를 해결하는 방향으로 대처하는 것이 유리함
- 공급과 수요를 연계하는 통합형 접근을 할 수 있는 부처로서 역할을 정의할 필요

<C>

- 기초투자가 결국 중요하며 새로운 변화나 시장을 이끌 수 있는 저력을 확보할 수 있음
- 일본이 로봇을 먼저 개발했으나 후발주자인 미국이 시장을 선도하는 것은 결국 기초분야에 대한 투자와 전문 연구 인력을 확보했기 때문임
- 우리의 경우 투자 자체보다도 필요한 문제에 대처하기 위한 적절한 전문가를 제때 찾는 시스템이 구축안된 것이 더 문제임
- NTIS의 DB의 질 개선이 필요하며 진짜 전문가를 찾아서 팀을 구성해서 문제 해결을 할 수 있도록 해도 R&D 투자 성과에 대한 비판을 줄일 수 있음
- R&D 신규 과제의 경우 좀 더 개방적으로 해야 실제 필요한 연구를 할 수 있을 것임

<D>

- 삶의 질이나 복지 등을 강조해도 될 시기가 온 것으로 보임
- 시스템적인 approach가 중요하다는 것은 공감하는 것으로 보이며 적어도 미래에 대한 고민과 정책을 제시하는 부처가 필요하다는 논리는 설득력이 있을 것으로 생각함
- 정부가 leader가 되기보다는 helper가 되어야 하는데 혼재되어 있음
- 주요한 이슈에 대해 근본적인 원인을 발견하고 이를 해결하는 역할을 할 수 있는 부처가 되어야 함. 예를 들어 수십 년간 산학협력이 안 되는 문제가 있는데 아직도 원인을 모르고 해결도 안 되고 있음
- 금융 관련 벤처캐피탈의 역할도 문제가 많지만 정부가 개입하지 못하고 있는 상황
- 결과적으로 HW 보다는 시스템이나 SW가 중요하다는 점을 인식해야 함

<E>

- 정부가 기업이나 산업을 책임질 수 없다는 김인호 전 수석의 고언을 잘 생각해 봐야 함
- 과학기술로 모든 문제를 해결한다는 방식은 이제 더 이상 통하지 않음
- 문제해결형 접근이 현재 우리나라 상황에서 더 맞는 방식임
- 과학기술을 수단으로 인식하기보다는 과학기술 그 자체가 가치를 갖는 다는 논리로 접근을 하는 것이 바람직함
- 단순히 이합집산하는 차원의 접근 보다는 접근하는 틀이 필요함
- 창조경제의 수준을 넘어서는 뭔가가 있어야 함
- 기술전주기를 담당하고 위험한 연구를 수행하는 부처가 되어야 함

<F>

- 조직이나 기능이 너무 커지면 감당이 안 되고 성과가 없을 때 조직이 깨지는 위험이 있음
- R&D 종합조정과 투자를 모두 늘리는 것은 이상적인 접근이나 현실적으로는 종합조정 기능은 분리될 가능성이 많음
- 초기 과학기술부의 철학과 기능에 대해 연구해서 개선하는 방식의 접근도 필요
- 습관적 R&D를 하는 현재의 투자 방식에 대해서는 근본적인 고민이 필요함
- 중요한 사회경제적 문제를 해결하는 역할을 하는 정부부처로서 철학이나 조직

을 재편하는 방식이 타당함

<G>

- 전주기적 R&D를 할 수 있는 분야가 구체화되어야 함
- 이슈별 접근, 바이오와 ICT 등 과기부가 주도할 분야가 명시되어야 작업이 가능
- control 타워의 역할이나 기능에 대한 구체적인 복안이 준비되어야 함
 - * 단순한 R &D 투자뿐만 아니라 규제완화, 제도 개선 등 시스템 전반을 바꾸어야 하는 부분에 대한 기능 강화도 중요함
- 신규조직에서 컨트롤 타워 기능을 분리하거나 약화, 제외시키는 것은 곤란함
- 종합조정을 통해 사업간 연계, 신규 사업 도출, 전문가 활용 등 분명히 성과가 있으나 잘 알려지지 않고 있음

2017년 4월 6일 목요일

- 실질적인 사업목표는 원천기술개발이지만 주요 내용에는 실증 및 개발 실행안까지 포함되어 있음
 - 사업의 목적을 원천기술개발을 포함한 실용화 단계까지 확대할 필요성에 대한 고민이 필요함
 - 원천기술개발을 넘어서는 범위에 대해서는 산업부 등 타 부처와의 사업목표 중복 문제 발생 가능
 - 미래부 mission은 과급력 있는 미래원천기술 개발이기 때문에 1유형을 기본으로 하고, 2유형의 경우 사업화가 수반되어야 하기 때문에 1유형을 기본으로 하고, 사업화는 부수적으로 고민해 보아야 할 것임
- 대상 기술 분야를 선정하는 방법에 대한 논의가 필요함
 - (1유형) 개방형 기획(Crowd 기획)을 통한 신시장 창출 융·복합 기술 개발
 - 바이오 분야, ICT분야, 차세대 로봇 기술 등
 - (2유형) 문제 해결을 위한 원천기술 개발(현안 해결 원천기술)
 - 고령화 사회 대응 기술, 재난감지 및 대응기술, 에너지 저장기술 등
 - (3유형) 우수 연구역량을 갖춘 연구자를 먼저 선정하여 사업 목적에 부합하는 기술 분야 발굴 및 연구 지원
- 기술이 아닌 이슈로서 사업 대상을 정의하는 경우 본 사업의 규모가 작기 때

문에 적용하기 어려운 점이 존재함

- 또한 중규모라는 점에서 연구개발서비스업의 참여가 제한될 수 있음
- 사업의 규모, 주체, 수행방식 등에 있어 기존사업, 여타 사업과 차별성을 강조할 필요가 있음
 - 본 사업의 경우 여타 사업에서 시행하지 않는 중규모 사업이라는 특징이 있음
- 1유형과 2유형 모두 초기 투자단계(4년 간)에서는 미래부의 투자로 진행되는 공통점이 있음
 - 1유형의 경우 민간으로 이관하여 사업화 추진
 - 2유형의 경우 관련부처로 이관하여 투자진행
- 수행방식은 융합, 협업을 통한 경쟁기획을 적용하는 것이 적합함
 - 사업 기획단계에서 크라우드(crowd) 기획을 통해 제시된 다양한 아이디어를 바탕으로 사업을 기획하고, 수요자의 니즈(needs)를 포함할 필요가 있음
- 최근 PM(Program Manager)의 역할을 강조한 미국의 DARPA 방식에 대한 관심이 높아지고 있음
 - DARPA 방식을 적용하는 것은 과격적인 시도가 될 수 있으나, PM을 선정하는 기준이 없어 실제 적용에는 문제 발생 가능
 - DARPA 방식 적용 시에는 미래부에서 PM 선정에 대한 명확한 가이드라인을 제시할 필요가 있음
- 경쟁형 기획의 경우 사업 단계 진행에 따라 단계평가 탈락과제가 발생할 수 있음
 - 탈락한 과제의 연구결과를 사장시키기 보다는 유의미한 결과 도출을 위해 지원을 해야 하는 가에 대한 고민이 필요함
- 「혁신도약형 R&D사업」을 사업 추진 근거로 제시 가능
 - 각 부처가 지정한 혁신도약형 R&D사업에 대해서는 재원이 허용하는 범위 내에서 예산 우선 배정 가능
- 사업 대상기술/해결해야할 문제(이슈)
 - 사업 목표의 지향점이 '신기술+신시장'인지 '기존기술+신시장'인지에 대한 고민이 필요하지만 두 방향 모두 괜찮을 것으로 판단됨
 - 본 사업의 지향점이 패러다임의 변환이라는 관점에서 다양한 고민이 필요함

- 생산성에 집중 → 삶의 질에 집중
 - 수직적 단위 산업 → 수평적 융합시스템 산업
 - 규모의 경제 → platform화에 따른 규모의 경제 등
 - 4차 산업혁명을 리드할 원천 기술은 IT, Automation and Mfg. Technologies, Health Technology, Resource Technology 등으로 요약할 수 있음
 - 자원관리, 인구구조 변화, 기후변화, 도시화, 삶의 질 관리 등과 같은 문제 해결에 초점을 맞추어야 함
- 사업 운영방식과 관련하여 R&D 혁신 방안을 담을 구조가 필요함
- 기술이 공급자 중심에서 수요자 중심으로 전환된다는 점을 고려하여 ‘시장’을 우선 정의할 필요가 있음
 - 경쟁 기획을 통한 R&D 기획 후에 수요자가 선정하는 방식으로 진행할 필요가 있음
 - 이러한 방식을 적용하게 되면 단계평가 탈락과제도 shuffling을 통해 연구에 참여할 수 있을 것이라고 판단됨(선정된 기획과제를 보완하는 역할)
- platform R&D 라는 점을 고려하여 정부의 역할을 설정할 필요가 있음
- 직접적인 공급자, 수요자 역할을 넘어서서 시장의 공급자와 수요자를 연결해주는 역할을 하는 platform으로서 기능
- 신규 사업의 경우 목표 지향적으로 신속하게 처리할 필요가 있음
- 기존에 있는 기술은 merge하고 없는 기술은 새로 개발하는 과정을 통해 사업 속도를 높일 수 있음
 - 수요자의 요구에 맞춰 신속하게 진행할 필요가 있음
- 사업 목표에 대한 논의
- 민간 자본을 들여오는 창구를 열어놓아야 실용화까지 연결될 수 있다는 점을 고려하여 사업목표를 설정할 필요가 있다는 의견 제시
 - ‘민간주도형 R&D’라는 캐치프레이즈 등을 설정할 필요가 있음
 - 본 사업의 경우 기술개발 단계에서만 그치는 것이 아니라 사업화까지 고려하는 것을 기존 사업과의 차별성으로 생각함(원천기술개발+a)
 - 새로운 협업 모델을 만들 필요가 있음
- 대상 분야에 대한 논의
- (1유형) : 민간에서 관심을 가질만한 기술 기반으로 진행
 - (2유형) : 사회부처에서 관심을 갖는 이슈, 문제를 기반으로 진행

- 다만, 2유형의 사회문제 해결이라는 점은 ‘국민생활연구팀’과 중복될 수 있기 때문에, 기존의 사회문제 해결형 사업과 차별성이 무엇인지에 대한 고민이 필요함
- ‘국민생활연구팀’은 기존에 제시된 기술을 활용하여 사회문제 해결에 적용하는 것이기 때문에 본 사업은 사회부처에서 관심을 갖는 특정 문제를 해결하기 위한 기술개발에 초점을 두는 것으로 차별성 제시 가능할 것임
- 2유형을 제안하는 경우 문제, 이슈에 대한 적절한 예시를 제시하는 것이 중요한 부분임

□ ‘원천기술’의 정의, 새로운 용어에 대한 논의

- 원천특허의 개념적인 부분을 ‘원천기술’로 표현을 한 것으로 판단됨
 - 대부분, ‘과급력이 큰 기술’이라는 의미로 이해하고 있음
 - 연구자 입장에서는 ‘상용화 되지 않은 기술’로 이해할 수 있음
- 용어의 정의가 불명확한 만큼, 원천기술이라는 용어를 대체할만한 용어를 제시할 필요가 있을 것으로 판단됨

□ RFP를 제시할 때 manual 식이 아니라 story telling 방식으로 제시하면 다양한 아이디어가 나올 것임

□ 기술이전에 관한 논의

- 공공부문-민간부문 간 기술이전의 경우 기술료 징수 등을 통해 기술이전이 가능하지만, 정부부처 간 기술이전의 경우 명확하지 않은 상황임
- 이전된 기술에서 파생된 추가 연구 성과의 경우 기술개발 시점에 따라 소유권이 정해지는 경우가 있음
- 기술예고제 도입에 대한 필요성
 - 수요자 중심으로 과제, 기술분야 선정이 되고 있는 상황에서 연구개발 로드맵 등을 확인 할 수 있는 기술예고제 도입에 대한 고려가 필요함
 - 다만, 해외 기술유출 등 부작용 등이 발생할 수 있음

□ 기술단계에 대한 논의

- 1유형에 해당하는 5년 이내에 제품이나 서비스화가 가능한 수준의 기술 중심으로 지원하는 경우 5년 이내라는 기간 적용이 불가능한 경우가 발생할 수 있음
 - 특히 기술개발 분야의 경우 단기적 성과가 발생하기 어렵고, 사업 기획과 실행 간 시차가 발생함
 - 구체적인 기한을 정하는 것 보다 기간으로 접근할 필요가 있음(boundary)

- moving target은 중도포기라는 개념이 없기 때문에 시행하기 어려운 사업을 지원하는 경우가 있음
 - 조기졸업, 중도포기 등의 개념이 도입될 필요가 있음
- 특정 기간을 기본으로 하고 사업진행에 따라 유연하게 대처할 필요가 있음

□ DARPA 방식 도입에 관한 논의

- project manager 도입은 예산상의 문제가 있음
- 글로벌프론티어의 경우에도 각 분야의 PM들이 사업관리를 제대로 못하고 있는 실정임
- 연구책임자에게 책임과 권한을 부여하는 방안이 대안이 될 수 있지만 연구자가 프로젝트 관리를 해본 경험이 많지 않은 것이 현실임
- PM의 역할은 사업 전주기적 관리할 수 있도록 명확하게 정의할 필요가 있음
- 1유형에서 사업단장 급여는 incentive 개념을 도입

□ 선정평가 방식에 대한 논의

- 누가/어떤 방식으로 선정평가를 할 것인가에 대한 고민이 필요함
- 피평가자들을 포함하여 상호토론을 하는 방식도 고려 가능
- 경제사회적 파급력 등을 고려한 질적평가 도입 고려
- 선정평가의 경우 open형 평가를 하게 되면 공정성에 문제가 있을 수 있음

부록 7. 여러 문헌에서 제시한 한국 사회의 이슈

- 미래부에서 제시한 한국 사회의 10년 후 10대 이슈
 - 저출산 초고령화 사회
 - 불평등 문제
 - 미래세대 삶의 불안정성
 - 고용불안
 - 국가간 환경영향 증대
 - 사이버 범죄
 - 에너지 및 자원고갈
 - 북한과 안보/통일 문제
 - 기후변화 및 자연재해
 - 저상장과 성장전략 전환

[부 그림 7-1] 미래부의 한국 사회의 10년후 10대 이슈

자료: 미래이슈 분석보고서 (과학기술정보통신부 미래준비위원회, 2016)

□ 박태준 미래전략연구소가 조사한 ‘10년 내 한국사회가 당면할 가장 중요한 문제’ 설문조사 결과⁷⁰⁾

- 저출산, 인구감소, 노령화 (12.2%)
- 경기침체, 저성장, 성장동력부재, 내수침체 (11.7%)
- 일자리 부족, 청년실업 (10.1%)
- 정치개혁, 부정부패 (7.3%)

70) ‘10년 내에 한국사회가 당면할 가장 중요한 이슈는 무엇일까?’의 항목에 대한 응답임. 설문기간은 2015년 4월 13일부터 5월 10일까지이며, 총응답자는 1,002명임. ()안의 숫자는 응답비율임.

- 안보 (6.1%)
- 양극화, 소득불균형 (5.6%)
- 노인빈곤, 노후대책 (4.0%)
- 국론분열(이념, 세대, 계층갈등) (3.3%)
- 교육, 입시 (1.1%)
- 시민의식, 인성, 도덕성 회복 (0.4%)

□ 한국정보화진흥원의‘빅데이터로 본 2016년 경제·사회·기술 분야의 이머징 이슈’

○ 경제분야

- 차세대 글로벌 경제성장 엔진의 주역- 차별화 전략 필요
- 낙수효과의 모순 - 대기업 의존형 성장의 한계
- 높은 가치창출의 원동력 - 기업가정신 함양 강조
- 노동인구 이동, 새로운 형태의 사회적 갈등 초래

○ 사회분야

- 고령화 사회의 그늘, 노인범죄 비상
- 현실로 다가오는 인구절벽
- 갈수록 심각해지는 양극화, 수저계급론의 현실
- 신종 전염병의 확산 - 예측의 중요성 부각
- 에너지 전쟁 시대 - 에너지 효율성 부각
- 로봇, 일자리 위협 vs. 사회문제 해결의 주인공으로 부상

○ 기술분야

- 미디어 서비스도 빠르고 똑똑하게
- 어디든 존재하고 언제든 활용되는 플랫폼
- 내 삶의 드론
- 3D 프린팅의 한계는 어디까지인가?
- 자율주행차는 달릴 수 있을까?
- 세상을 알게 하는 똑똑한 데이터
- 사람과 교감하는 로봇
- 스마트 디바이스(웨어러블)의 진화는 계속된다
- 정보보호도 이제는 지능화 시대
- 우리 생활 속 가상현실