

국가 기초원천 R&D 성과확산을 위한 연구체계 발전방안

(4차 산업혁명시대의 정부와 출연(연) 역할)

Problems of major company centered industry in digital innovation era
& Gov. supported research institution centered strategy
to alleviate R&DB hassel for sound economic structure

연구기관 : 한국과학기술정보연구원
연구책임자 : 홍정우

2019. 1. 13

과 학 기 술 정 보 통 신 부

국
가

기
초
원
천
R
&
D

성
과
확
산
을

위
한

연
구
체
계
발
전
방
안

과
학
기
술
정
보
통
신
부

본 연구보고서에 기재된 내용들은 연구책임자의
개인적 견해이며 과학기술정보통신부의 공식견
해가 아님을 알려드립니다.

과학기술정보통신부 장관 ○ ○ ○

국가 기초원천 R&D 성과확산을 위한 연구체계 발전방안

(4차 산업혁명시대의 정부와 출연(연) 역할)

연구기관 : 한국과학기술정보연구원

연구책임자: 홍정우

2019.01.13

과 학 기 술 정 보 통 신 부

제출문

과학기술정보통신부장관 귀하

“ 국가 기초 원천 R&D 성과 확산을 위한 연구체계 발전방안 ”에 관한
연구의 최종보고서(초안)를 별첨과 같이 제출합니다.

2019. 1. 13.

연구책임자 홍 정 우 (인)

연 구 원 이 형 진 (인)

목 차

제 1 장 연구개요	1
1. 연구 배경	1
2. 연구 방향	3
제 2 장 4차 산업혁명	4
1. 산업혁명의 역사	4
2. 4차 산업혁명	6
3. 4차 산업혁명 대응에 대한 해외 동향	8
4. 4차 산업혁명에 대한 정부의 대응	9
제 3 장 국내 R&D 현황	13
1. 연구개발투자 개요	13
2. 정부의 R&D 정책 추진방향	16
3. 민간의 R&D 현황 및 애로사항	19
4. 해외 중소기업 사업화를 위한 R&D 지원사례 분석	22
제 4 장 정부출연연구기관(출연(연))의 역할	31
1. 출연(연) 현황	31
2. 출연(연) 예산 및 인력 세부사항	33
3. 출연(연)에 대한 정부정책 변화	38
4. 출연(연)의 성과확산 현황	41
제 5 장 선진국 공공연구기관 성과 확산 현황 사례	49
1. 미국 사례	49
2. 독일 사례	51
3. 일본 사례	53
4. 영국 사례	55
5. 시사점	56

제 6 장 성과 확산을 위한 정책제언	58
부록	69
기술 선진국의 연구 디지털화 패러다임	69
[참고문헌]	77

||| 표 목 차 |||

【표 1】	해외 각국의 4차 산업혁명 대응 동향	9
【표 2】	혁신성장을 위한 사람 중심의 4차 산업혁명 대응계획 주요 내용	12
【표 3】	연구개발단계별 분류	13
【표 4】	중소기업의 기술수준 및 기술개발/제품화 성공률	15
【표 5】	정부출연연구기관 연구성과 비중	33
【표 6】	연구개발활동조사 기준 출연(연)의 인력구성	35
【표 7】	정부출연(연) 기술·기능직의 종사 업무	37
【표 8】	공공연구기관의 기술료 수입 추이	41
【표 9】	한국과 미국의 공공연구소 기술이전을 및 기술이전 효율성 현황	42
【표 10】	R&R에 따른 출연연 연구 중점분야	62

||| 그림 목 차 |||

【그림 1】 혁신성장을 위한 사람 중심의 4차 산업혁명 대응 계획	11
【그림 2】 국내 GDP 대비 총 연구개발비 규모	14
【그림 3】 2019년 정부연구개발 투자방향 및 기준(안) 3대 분야 9대 중점투자방향	16
【그림 4】 2020년 정부연구개발 투자방향 및 기준(안) 3대 분야 9대 중점투자방향	17
【그림 5】 2019년-2020년 정부연구개발 투자방향 연계	18
【그림 6】 정부출연연구기관의 발전과정	31
【그림 7】 정부출연연구기관 국가 R&D에서의 비중	32
【그림 8】 연구회 및 정부출연연구기관 예산 구조	34
【그림 9】 정부출연연구기관 예산 변동 추이	35
【그림 10】 정부출연(연) 인력의 직군별 인력구성	36
【그림 11】 공공연구소 연구개발 자원 중 기업부담금액 비중 ...	43
【그림 12】 출연(연)의 주요 성과	44
【그림 13】 주요국별 제조업 수출과 수출변화	45
【그림 14】 프라운호퍼 연구협회 조직구조	52
【그림 15】 이화학연구소 인력변화 추이	53
【그림 16】 이화학연구소 Baton zone Program	55

제 1 장. 연구개요

1. 연구 배경

- 우리나라가 취해온 중후장대(重厚長大) 산업 위주의 대기업 중심 벨류체인과 디지털화로 대표되는 4차 산업혁명 시대의 트렌트 간 부정합 상황
 - 우리나라는 2018년 1월 현재 세계 6위의 수출 대국에 올라섰지만 반도체, LCD, 휴대폰 등의 HW중심 IT산업과 철강, 조선, 석유화학 등의 전통 상위 10%에 속하는 주력 수출 상품에 편중
 - 해당 분야들은 기술과 장치산업들의 낮은 직접고용 창출효과와 자본 의존적인 특성으로 당면한 국정 현안과제를 해소하기 어려움
- 설정한 목표를 이뤄내는 상명하달 형태의 조직 거버넌스의 한계로 정부 출연 연구소의 역할도 Fast-Follower 형태의 R&D 구조를 취하고 있음
 - 중후장대 산업 중심의 구조와 산업화 시대를 이끌었던 중앙 주도형 Fast-Follower 전략과 분배방식은 그 기간에 거쳐 과학·기술·산업주도 인력들과 교육체계, 세부 관리 체계 등을 Fast-Follower 방식으로 고착화 시키는 상황을 만들어 냄
- First-Mover 사이에 벌어지고 있는 기초연구, 원천 기술 개발, 제품개발, 사업화의 순환구조를 통한 글로벌 시장선점 경쟁 과정에 융합현상 부각
 - 독일과 미국, 한국, 중국등 제조업 국가에서는 공정혁신과 생산자동화와 관련한 로봇도입 등을 통해 대량 생산 체계 구축
 - 이러한 움직임은 당장에 기업 채산성 유지를 위해 기존 대기업 벨류체인과 대량생산 체계 효율화를 통한 비용최적화를 목표로 함
 - 국내 기업들이라도 글로벌 시장에서 First-Mover들은 그 위치를 지켜 나갈 수 있는 주요 연구주제에 대해서는 독자적 연구개발 투자를 해 오고 있음
- 벨류체인 하부의 혁신 역량의 부족은 국가의 지속가능한 성장의 한계 요소로 파악됨

- 우리 대기업의 경쟁역량 부문이 고품질 대량생산 뿐만 아니라 고품질 소량생산 또한 손쉽게 이루어낼 수 있기 때문에, 생산 역량이라는 경쟁력 자체가 소멸하게 됨
- 다수의 중소기업과 벤처기업들도 글로벌 혁신 수준의 상품 개발 연구와 사업화 행위를 하지 않으면 고용기회의 축소로 국가 단위의 어려움에 직면할 수밖에 없다는 것을 의미함
- 대기업 밸류체인 하부의 기업이 급속한 패러다임 수준의 변화에 지속적으로 대응하기 위해 연구와 개발에 소요되는 인력과 비용구조를 구축하고 유지하며 성과를 낸다는 것은 현실적으로 매우 어려운 목표임
- 4차 산업혁명으로 대표되는 산업계 전반적인 변화에 맞춰 연구·개발과 정에서 소요되는 비용과 시간을 대폭 단축하는 방법론이 제시되어야함
 - First-Mover로써 원천 기술 개발과 사업화를 주력 사업모델로 시장을 선점해오던 국가들이 새로운 트렌드에 맞춘 비즈니스모델과 상품들을 구상하고 연구와 개발을 통해 구현
 - 우리나라와 같은 글로벌 제조부문을 맡고 있던 국가들이 정책과 산업 및 인력양성, 교육과 사회분위기, 문화 전반에 걸쳐 Fast-Follower 방식론에서 First-Mover로 체질 개선을 이뤄내기 전에 선도국들은 더 빠른 속도로 Copy-Cat (Fast-Follower)들을 따돌리고 있는 상황
 - 대량생산과 대량소비의 개념이 소멸하고 개인맞춤형 소량생산 상품 시대로 진행되어 Fast-Follow와 양산 비용 축소 경쟁력으로 운영되는 일반적인 대기업의 사업모델 자체가 와해될 수 있는 시대가 다가오고 있음
- 산업화를 성공적으로 이끌어 왔던 정부 출연연 체제의 4차 산업혁명형 패러다임으로의 재편 추진
 - 대기업들이 자체적으로 선진국 기술을 추격 구현할 수 있는 역량을 갖추면서, 그간 그 역할을 해 온 정부출연연구소의 역할론 변화가 대두
 - 정부 출연연은 민간영역에서 수행하지 않는 기초연구 및 성과 연계를 통한 원천기술 연구의 기술 사업화로서의 역할을 대내외에서 요구받고 있음

- 특히 중소기업들이 원천기술 사업화과정에 겪게 되는 문제들을 주도적으로 해결할 수 있도록 도와주는 역할로서의 출연연 역할 대두
- 중소기업 지원체계 구축이라는 새로운 미션 정립을 통해 중소기업의 기술 획득 기회의 불평등으로 인해 심화 될 수 있는 분배구조를 개선하고 전체적인 산업생태계를 변화시킬 방안 필요
- 특히 출연연이 혁신적인 글로벌 원천기술의 개발과 사업화를 창출하는 주체로써 자리매김할 수 있는 방안이 필요

2. 연구 방향

- 본 연구는 4차 산업혁명시대의 “국가 기초원천R&D 성과확산을 위한 연구”에서 4차 산업혁명으로 대표되는 최근 환경변화에 대응하기 위하여 우리나라 정부의 대응계획에 대해서도 조사
- 4차 산업혁명시대의 핵심인 ‘지능화’, ‘초연결성’, ‘개인화’, ‘융합’을 실현하기 위해서는 R&D가 가장 중요한 키워드가 되고 있고 이를 실현하기 위한 우리나라 R&D의 현황과 정부의 정책을 조사
 - 요소기술을 활성화 시키고 국가경제를 발전시키기 위해서는 지금보다 더 중소기업의 R&D 활성화가 중요한 팩터로 등장할 것이므로 우리나라 중소기업의 R&D 실태와 문제점 및 해외 주요국의 중소기업 R&D 정책에 대해서 고찰함
- 또한, R&D의 원천기술개발에 있어서 정부출연(연)의 역할이 매우 강조되므로, 출연(연)의 예산, 인력구성 및 정부의 정책과 출연(연)의 연구성과 확산의 문제점을 살펴보고 해외 주요국의 기술사업화 정책에 대비하여 개선점을 발굴

제 2 장. 4차 산업 혁명

- 본 연구의 주된 목적인 “국가 기초원천R&D 성과확산을 위한 연구”를 위해서 최근 연구환경 대외적인 변화에 있어 도드라지는 ‘4차 산업혁명’에 대하여 고찰함으로써 이에 대한 대응방안을 모색하고자 함
- 먼저, 최근에 등장한 4차 산업혁명을 이해하기 위해서는 그동안 진행되었던 산업혁명이라는 키워드에 대해 살펴 봄

1. 산업혁명의 역사

- ‘산업혁명’이란 용어는 1884년에 발간된 토인비의 「18세기 영국 산업혁명 강의」에서 비롯되었으며 1906년에 망뚜의 「18세기의 산업혁명」이 출간됨으로써 산업혁명은 학술적 용어로 정착함

□ 제1차 산업 혁명

- 최초의 산업 혁명(제1차 산업 혁명)은 유럽과 미국에서 18세기에서 19세기에 걸쳐 일어났으며 1차 산업혁명을 통해 농업 중심의 경제에서 공업 중심의 경제로 전환
- 이 과정에서 면공업은 영국 산업의 변형과정에서 주도적 역할을 담당했으며, 와트의 증기기관은 분리응축기의 발명(1769년), 증기기관의 상업화(1776년), 회전식 증기기관의 완성(1783년) 등으로 이어지고, 코크스 제철법에 의해 선철의 대량생산이 시작됨
- 철강 산업은 증기 엔진의 개발과 함께 산업 혁명에서 핵심적인 역할을 수행

□ 제2차 산업 혁명

- ‘2차 산업혁명’은 게데스가 1910년 발간한 「도시의 진화」에서 처음 사용되었으며 . 산업 혁명의 두 번째 단계를 표현하기 위해 사학자에 의해 사용되는 단어임
 - 일반적인 년대는 1865년부터 1900년까지로 정의되며 이 기간에는 영국 외에도 독일, 미국의 공업 생산력이 올라 왔기 때문에 영국과의 상대적인 개념으로 이들 국가의 기술 혁신을 강조할 때 사용됨.
- 1856년에 베세머의 전로법(제강기술)이 등장하고 에디슨이 1879년에 백열등을 개발하는 것을 계기로 전기의 시대가 시작됨
 - 전신이 확산되는 가운데 전화(1876년), 무선전신(1896년), 라디오(1918년) 등의 통신기술이 개화되어 송 수단의 혁신이 이루어졌으며, 오락 분야에서도 영화, 라디오와 축음기가 개발되어 대중의 요구에 부응함과 동시에 고용의 측면에서도 크게 기여
- 대량 생산 시스템을 통한 기존 산업의 성장과 함께 철강, 석유 및 전기 분야와 같은 신규 산업 도입
 - 이 기간 동안 주요 기술 진보는 모터, 전화, 전구, 축음기 및 내연 기관 등을 포함함

□ 제3차 산업 혁명

- 제3차 산업 혁명 또는 디지털 혁명은 아날로그 전자 및 기계 장치에서 현재 이용 가능한 디지털 기술에 이르는 기술의 발전을 가리킴
 - 다니엘 벨은 1973년에 ‘탈산업사회’를, 엘빈 토플러는 1980년에 ‘제3물결’을 주창(탈산업사회와 제3물결이란 용어는 이후 ‘정보혁명’이란 용어로 재해석됨)
- 컴퓨터 및 인터넷의 대중화, 반도체기술 발전 등 다양한 분야에서 혁신 및 성과의 대중화 진행
 - 1946년에 ENIAC이 개발된 후 애플 컴퓨터(1976~1977년)과 IBM 호

- 환용 PC(1981년)를 매개로 컴퓨터의 대중화가 진전
- 인터넷은 1969년에 아르파넷에서 시작된 후 1994년에 대중화의 국면에 진입
- 트랜지스터(1947년)와 집적회로(1958년)를 비롯한 반도체기술의 발전과 수치제어 공작기계(1950년대 후반), 산업용 로봇(1962년), Modicon 084(1969년) 등을 매개로 자동화 진전
- 1973년 DNA 재조합 실험의 성공을 계기로 생명공학기술이 출현

2. 4차 산업혁명

- 방대한 산업 영역에서 벌어지고 있는 급격한 디지털화를 의미 하는 4차 산업혁명의 핵심 키워드는 융합과 연결
 - 정보통신기술의 발달로 개별적으로 발달한 각종 기술의 원활한 융합을 가능케 함
 - 정보통신기술은 제조업, 바이오산업 등 다양한 산업 분야에서 연결과 융합을 통해 새로운 부가가치를 창출함
- 4차 산업혁명의 특징으로 ①초연결성, ②초지능성, ③예측 가능성 ④즉시성을 제시할 수 있음
 - (초연결성) 사람과 사물, 사물과 사물이 인터넷 통신망으로 연결
 - (초지능성) 초연결성으로 비롯된 막대한 데이터를 분석하여 일정한 패턴 파악
 - (예측가능성) 분석 결과를 토대로 인간의 행동(트렌드)을 예측
 - (즉시성) 생산기술과 접목된 디지털 기술이 즉각적인 물리적 결과를 만들어내는 단계를 이뤄가게 됨
- 이와 같은 일련의 단계를 통해 새로운 가치를 창출해 내는 것이 바로 디지털 산업화 혁명의 특징임

- 디지털 산업화 혁명은 연결, 탈중앙화/분권, 공유/개방을 통한 맞춤형 시대의 지능화 세계를 지향
 - 이 지능화 세계를 구축하기 위해 빅데이터, 인공지능 등의 여러가지 기술들이 동원됨

< 디지털 산업화 혁명의 주요 요소기술 >

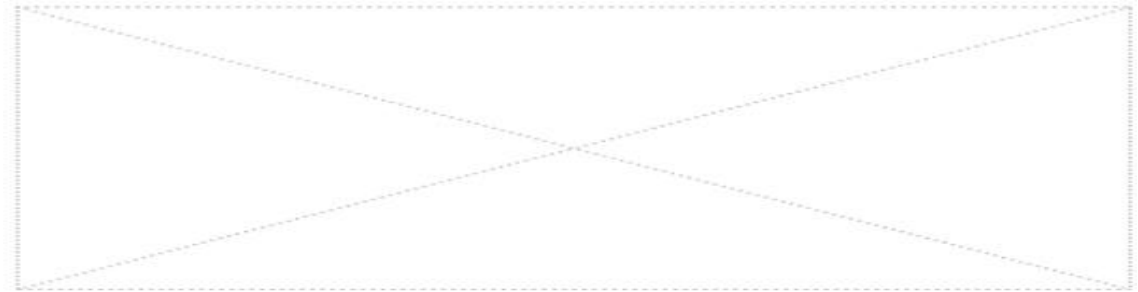
4차 산업혁명이라 불리는 디지털 산업화 혁명은 한마디로 컴퓨터를 기반으로 하는 생산 방식의 혁신을 말하며 다음과 같은 요소기술이 활용됨

- 빅 데이터(Big Data Statistical Analysis) : 기존 데이터베이스 관리도구의 능력을 넘어서는 대량(수십 테라바이트)의 정형 또는 심지어 데이터베이스 형태가 아닌 비정형의 데이터 집합조차 포함한 데이터로부터 가치를 추출하고 결과를 분석하는 기술임
- 인공지능(Artificial Intelligence, AI) : 기계로부터 만들어진 지능을 말하며 그와 같은 지능을 만들 수 있는 방법론이나 실현 가능성 등을 연구하는 과학 분야를 지칭
- 로봇공학(Robot Engineering) : 로봇을 설계, 제조를 하거나 응용 분야를 다루는 일을 하며 전자공학, 역학, 소프트웨어 기계공학 등 관련 학문의 지식을 필요로 함
- 양자암호(Quantum Cryptography) : 안전한 통신을 위한 암호체계로서 기존에 있던 대부분의 암호체계가 수학적 복잡성에 기반 하는데 비해, 양자암호는 자연현상에 기반하고 있는 특징을 띠며, 암호에 사용되는 원타임 패드를 생성하는 이상적인 방법 중 하나임
- 사물 인터넷 (Internet of Thing, IoT) : 각종 사물에 센서와 통신 기능을 내장하여 인터넷에 연결하는 기술
- 3D 프린팅(3D printing) : 연속적인 계층의 물질을 뿌리면서 3차원 물체를 만들어내는 제조 기술
- 나노 기술(Nano Technology, NT) : 10억분의 1미터인 나노미터 단위에 근접한 원자, 분자 및 초분자 정도의 작은 크기 단위에서 물질을 합성하고, 조립, 제어하며 혹은 그 성질을 측정, 규명하는 기술

3. 4차 산업혁명 대응에 대한 해외 동향

- OECD, 세계경제포럼 등 국제기구에서는 디지털 기술이 디지털 전환, 데이터 기반 혁신, 사이버물리시스템 등을 통해 산업과 사회에 혁명적인 변화를 가져올 것이라고 전망
 - OECD는 디지털화(digitization)를 넘어 디지털 기술이 사회 전체에 활용되는 ‘디지털전환(digitalization, digital transformation)’에 주목(OECD, 2017)
 - 데이터분석(analytics)을 제품, 프로세스, 조직 등에 활용하는 ‘데이터 기반 혁신(datadriven innovation)’을 통하여 효율성, 생산성, 경쟁력, 사회복지 강화(OECD, 2015)
 - ‘사이버물리시스템(cyber-physical system)’의 도래가 4차 산업혁명(디지털산업화혁명)을 촉발
- 디지털 전환, 데이터 기반 혁신, 사이버물리시스템 등의 움직임에 주목하면서 그로 인한 기회와 자국의 상황 및 강점을 고려하여 국가전략을 추진 중에 있음
 - 미국 정부는 제조업 부활을 위해 ‘첨단제조파트너십(AMP)’을 추진하고, GE 등은 산업인터넷 모델을 확산시키기 위해 ‘산업인터넷컨소시엄(IIC)’을 설립
 - 독일은 제조와 디지털 기술의 통합을 지향하는 ‘인더스트리 4.0(Industrie 4.0)’을 추진하고 있고, 최근 ‘플랫폼 인더스트리 4.0(Plattform Industrie 4.0)’이라는 체제를 구축
 - 일본은 ‘일본재흥전략’, ‘신산업구조비전’, ‘로봇신전략’ 등에서 로봇, 센서 등 강점분야를 활용해 일본사회가 직면한 고령화, 재해 등 사회문제를 해결 하는 전략을 수립
 - 중국은 디지털 기술로 제조 및 사회 각 분야를 고도화하려는 ‘중국 제조 2025’, ‘인터넷플러스’ 전략을 수립했고, 유라시아 지역경제를 주도하려는 ‘일대일로(一帶一路)’를 추진

<표1. 해외 각국의 4차 산업혁명 대응 동향>



4. 4차 산업혁명에 대한 정부의 대응

- 정부는 세계적인 추세인 디지털 산업화 혁명에 대응하기 위하여 대통령 직속 ‘4차 산업혁명위원회’를 신설하여 활동
 - 우리나라 정부는 4차 산업혁명을 초연결, 빅데이터, 인공지능 등 디지털로 촉발되는 지능화 혁명으로 방향을 잡고 있음
- 정부는 최근 우리나라는 「저성장 고착화」의 위기상황에 직면해 있어 과거 성공적 산업화를 이끈 추격형 성장방식은 더 이상 유효하지 않다고 판단
- 4차 산업혁명이라고 불리우는 경제 산업 구조 전반의 디지털화 변화를 국가 성장 패러다임 전환의 새로운 기회로 적극 활용
 - 산업·사회 전반의 지능화 혁신을 통해 ‘경제·사회의 구조적 과제’를 동시 해결하여 생산성 제고의 산업체질 개선과 국민 삶의 질 향상을 실현하는 ‘사람 중심의 경제’로의 도약을 앞당기기 위해 기본방향을 수립
- 연구와 개발 영역의 추진 방향을 그간의 선진 산업국 추격형 연구 개발에서 원천기술 개발과 국내에서 산업화가 이루어 지는 방향으로 전환
 - 2017년 3월부터 정부출연연 기관성과 평가 기준에서 SCI급 논문 등재 숫자를 성과 기준에서 배제하였으며, 2018년~2019년 현재 각 출연연의 역할과 의무를 재정립하기 위한 노력 등을 강화

○ 혁신성장을 위한 사람 중심의 4차산업혁명 대응계획을 통하여 다음의 4대 분야 전략과제별 중점 추진계획 수립

① 지능화 혁신 프로젝트 추진

- 지능화 혁신 기반 산업 혁신 : 지능화 융합을 통한 생산성 제고로 자본과 노동의 투입한계를 극복, 성장원천을 창출하고, 의료·금융 등 서비스업의 경쟁력을 제고
- 사회문제 해결 기반 삶의 질 개선과 新성장 촉진 : 지금까지 해결하지 못했던 사회문제 해결을 목표로 사회·공공분야의 지능화혁신으로 국민 삶을 책임지는 국가를 구현하고 혁신성장으로 연결

② 성장동력 기술력 확보

- 4차 산업혁명의 핵심동인인 지능화 기술역량을 강화하는 동시에, 성장동력과 연계하여 맞춤형 집중 지원하고 연구자 중심의 R&D체계 혁신 등을 통해 국가 미래 기술경쟁력을 확보
- 세계적 수준의 지능화 기술 경쟁력 확보를 위해, '18년 4천여억원, '22년까지 총 2.2조원 규모 R&D 예산을 투자하여, 산업수학·뇌과학 등 기초기술을 활용, 인공지능·컴퓨팅·로봇 등 지능화 기술을 고도화하고, 융합이 확산되는 선순환 체계를 구축

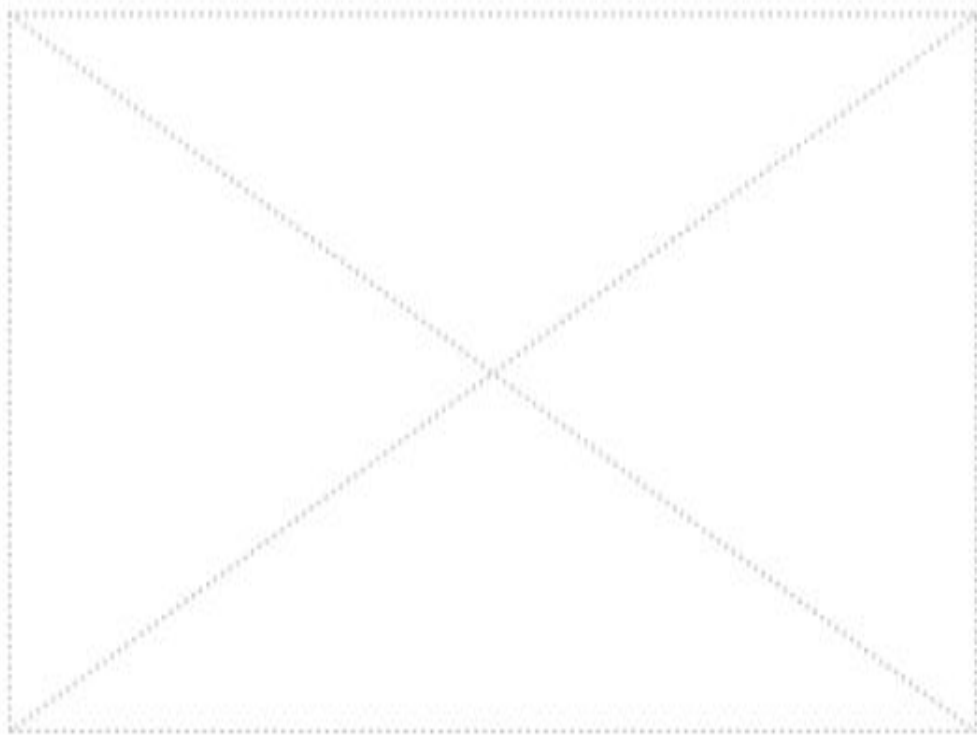
③ 산업 인프라·생태계 조성

- 4차 산업혁명의 핵심 인프라인 네트워크·데이터 기반을 강화하고, 지능화 新산업 생태계를 조성
- 4차 산업혁명의 근간인 핵심 네트워크 인프라 확보를 위해, '19.3월 세계 최초로 5G를 조기 상용화하고, IoT 전용망 확충('17~)과 10기가 인터넷망 상용화('18)를 추진

④ 미래사회 변화 대응

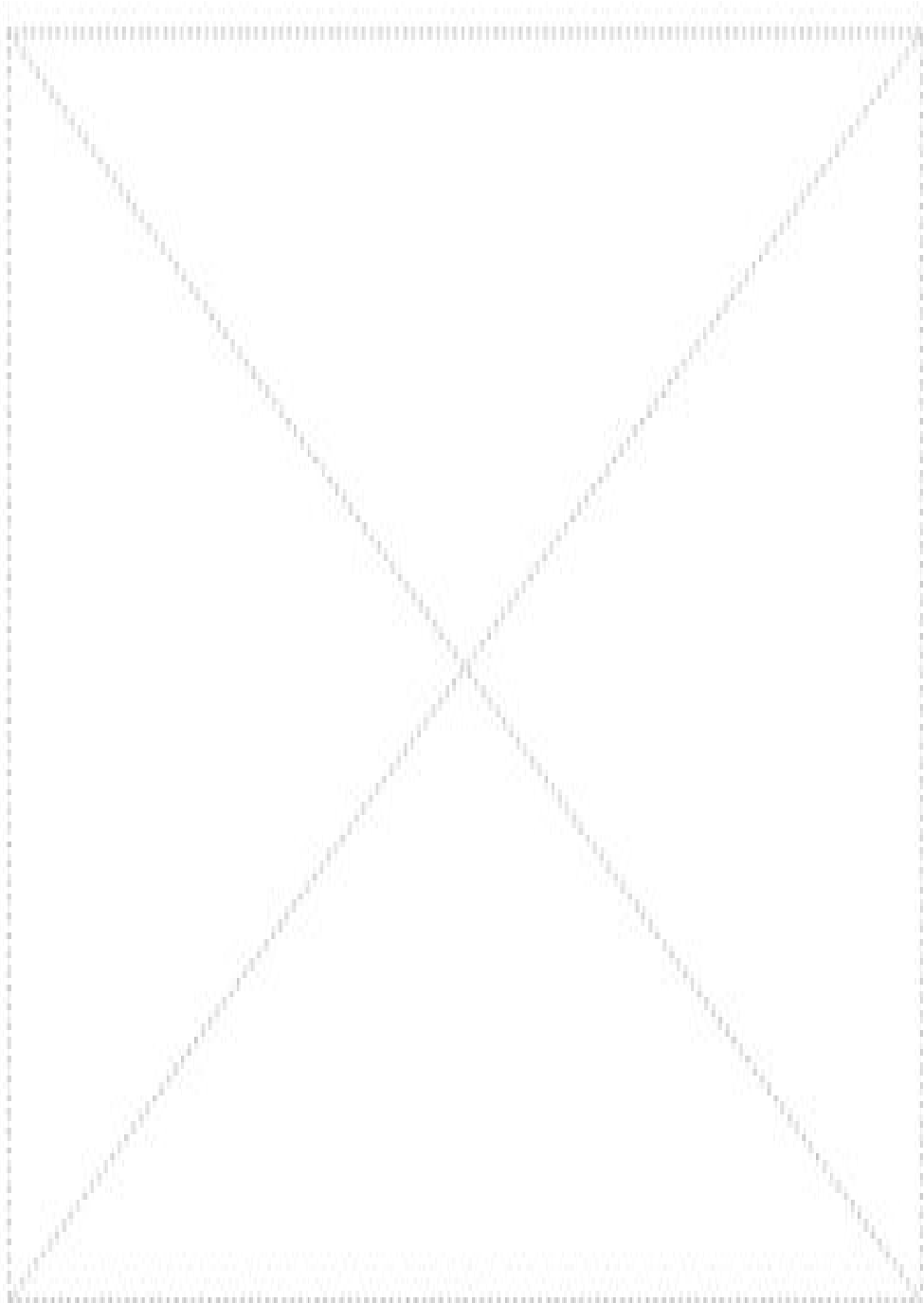
- 4차 산업혁명으로 인한 고용변화에 선제 대응하여 새로운 일자리를 창출하는 기회로 활용하고, 사이버 안전망과 인간 중심의 윤리체계를 확립
- 핵심인재 성장 지원을 위해 '22년까지 SW·인공지능·빅데이터 등 지능

화 기술 핵심인재 4만6천명, 스마트공장·드론 등 신산업 주력산업의 전문인력 1.5만 명을 양성하는 한편, AI 등 부족한 분야의 해외 우수신진 연구자·고급과학자를 전략적으로 유치



<그림 1. 혁신성장을 위한 사람 중심의 4차 산업혁명 대응 계획>

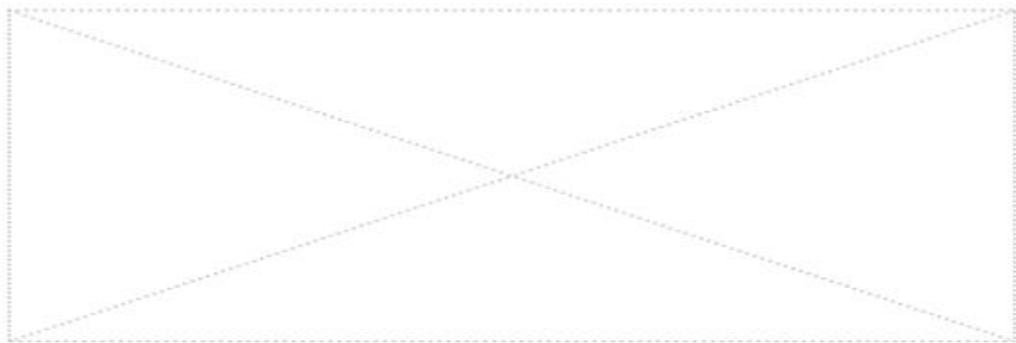
<표2. 혁신성장을 위한 사람 중심의 4차 산업혁명 대응계획 주요 내용>



제 3 장 국내 R&D(연구개발) 현황

- 연구개발로서 Research는 기초연구와 그 응용화연구, Development는 이러한 연구 성과를 기초로 제품화까지 진행하는 개발업무를 가리키는 정도로 분류되고 있음

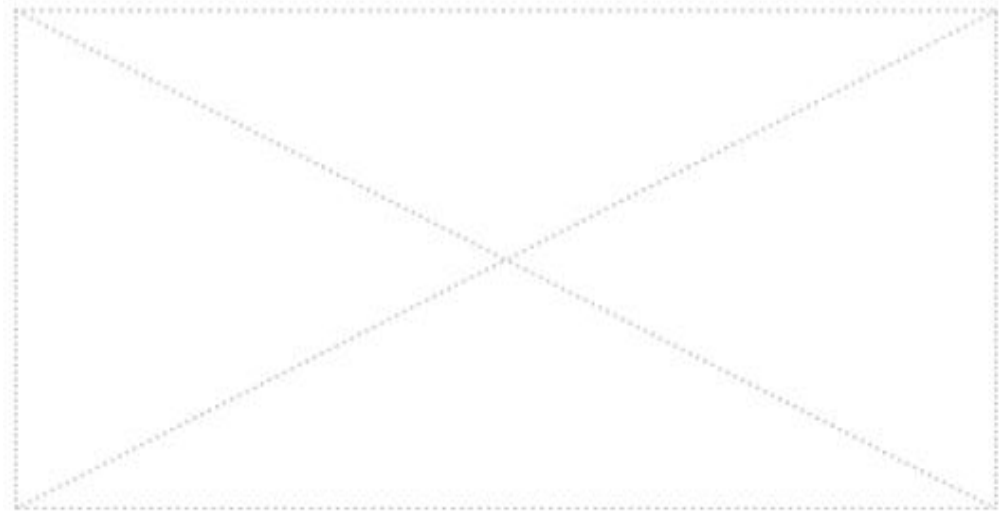
<표3. 연구개발단계별 분류>



- 연구개발 활동은 정부와 민간영역에서 추진되며, 그 성과를 활용하여 기업에서는 신제품에 반영하여 시장에 제품을 출시하는 활동을 수행
 - 기업은 보다 뛰어난 성능의 신제품, 새로운 서비스를 경쟁적으로 출시하고 있기에, 새로운 R&D에 대한 수요는 계속하여 발생하고 있음

1. 연구개발투자 개요

- 우리나라는 총 연구개발비 규모는 세계 5위 규모이고, GDP(국내총생산) 대비 총 연구개발비(연구개발 집약도: R&D intensity)는 세계 2위로, 이스라엘과 최상위를 다투고 있음



<그림 2. 국내 GDP 대비 총 연구개발비 규모>

- 2016년도 우리나라 총 연구개발비는 69조4,055억원이고, 국내 총생산(GDP) 대비 연구개발비 비중은 4.24% 수준임
 - 연구개발비 자원별로는 정부·공공이 16조2,935억원(24.7%), 민간 49조1,700억원(74.5%), 외국 4,959억원(0.8%)으로 민간비중이 높으며 정부·공공 대비 민간·외국 자원 비중은 1대 3 수준
- 연구개발비 사용주체별로는 기업 51조1,364억원(77.5%), 공공연구기관 8조8,241억원(13.4%), 대학이 5조9,989억원(9.1%)
 - 대기업의 연구개발비는 38조 9,303억원(전년대비 0.8% ↑), 중소기업 연구 개발비는 6조3,753억원(7.2% ↑), 벤처기업은 5조8,308억원(10.2% ↑)으로 조사
 - 중소기업이 사용한 연구개발비 비중은 2009년 이후 지속적으로 하락(2009년 15.9% → 2011년 13.7% → 2013년 12.6% → 2014년 11.9%)
 - 중소기업의 기술수준은 75% 선에서 정체되어 있고, 기술개발 성공률과 제품화 성공률은 지속적으로 하락하고 있으나 여전히 자체(단독) 개발에 집중

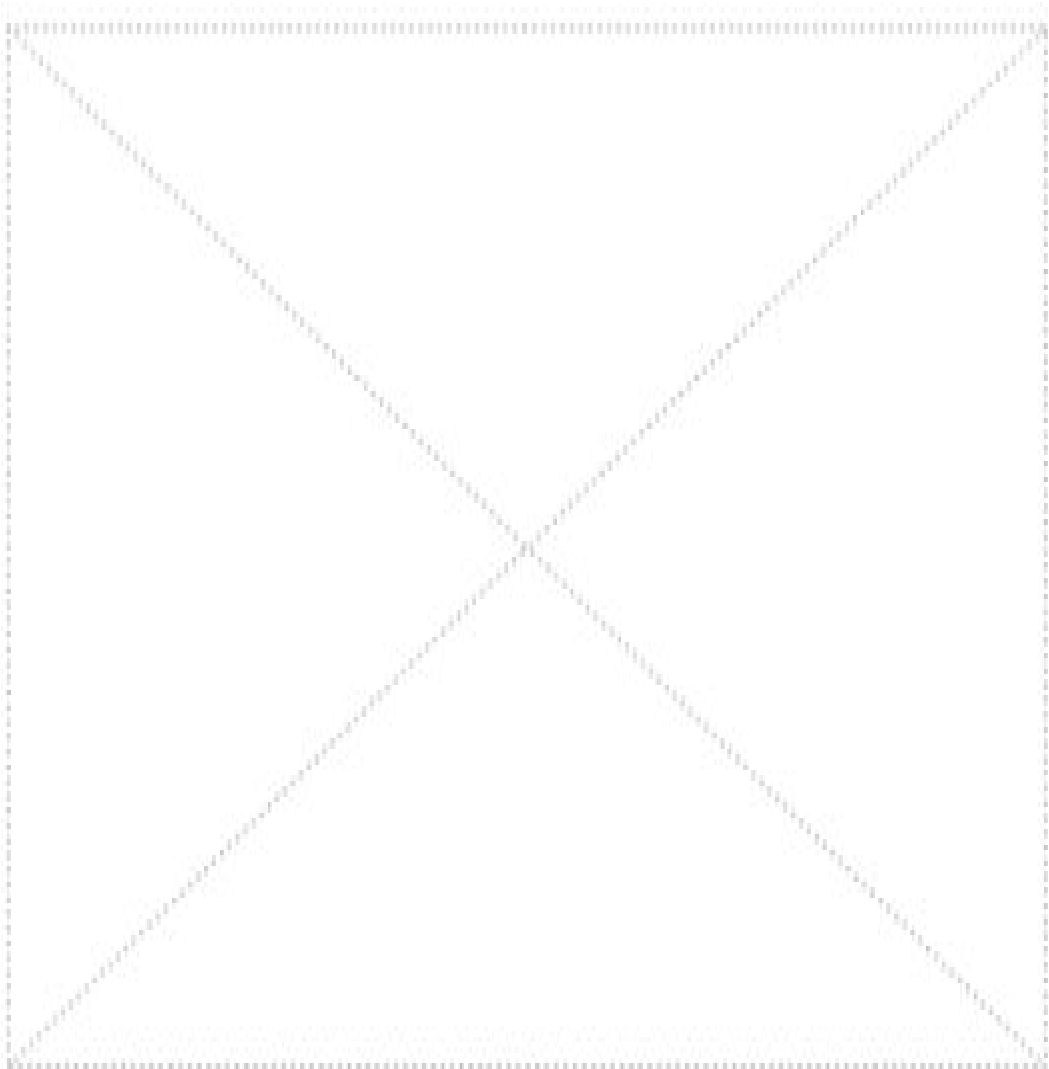
<표4. 중소기업의 기술수준 및 기술개발/제품화 성공률>

구분	2013	2014	2015
기술수준	77.5%	75.3%	76.6%
기술개발 성공률	56.1%	51.3%	48.8%
제품화 성공률	38.7%	33.3%	31.7%

- 연구개발단계별로 살펴보면 기초 연구개발비는 11조3,617억원(17.2%), 응용 연구개발비에 13조7,450억원(20.8%), 개발 연구개발비에 40조 8,528억원 (61.9%)이 집행
- 우리나라의 연구개발집약도(GDP 대비 총 연구개발비 규모)는 4.24%로 이스라엘(4.25%)에 이어 2위를 차지하고 있으며, 3~5위는 각각 스위스 (3.37%), 스웨덴(3.25%), 대만(3.16%) 순임
 - GDP 대비 총 연구개발비 규모는 2014년 이후 정체되어 있으며 특히 정부연구개발비를 보면 증가율의 감소세가 뚜렷하게 나타남
 - * 2010년까지 10% 이상이던 증가율은 2018년 1.1%까지 떨어졌으며, 이러한 정부 연구 개발비 정체 추세는 당분간 지속될 것으로 전망
- 과학기술혁신역량지수의 최초 발표(2006년)이후 우리나라의 과학기술혁신 역량 순위는 계속해서 상승세였으나(12위→5위), 2017년에 최초로 순위가 하락함(7위)
 - 정부 연구개발비 증액을 통한 적극적인 대응도 어려운 상황에서 과학기술혁신역량 순위의 최초 하락이라는 적신호가 켜진 상황이라고 할 수 있음

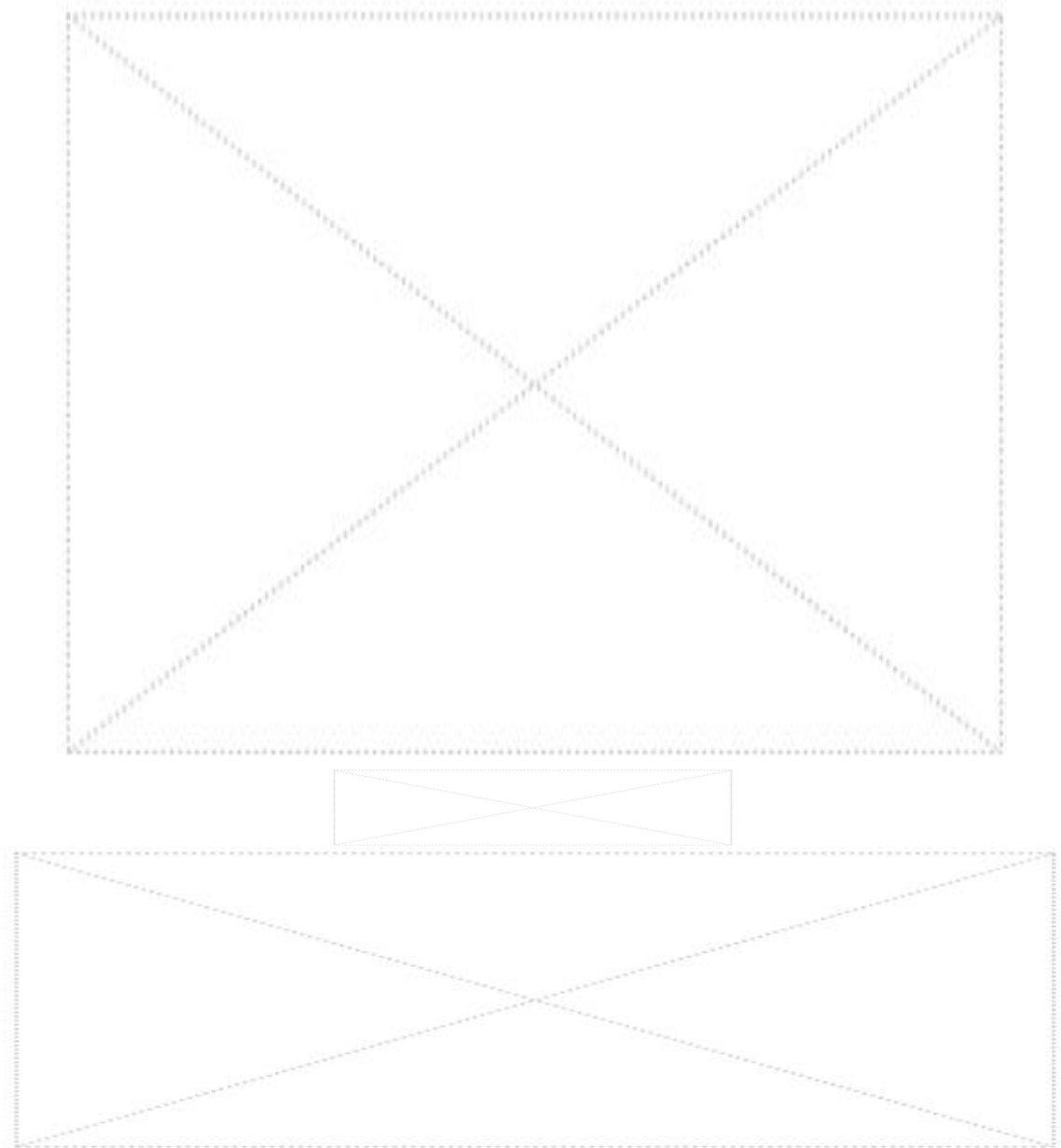
2. 정부의 R&D 정책 추진방향

- 정부의 R&D 정책 추진방향은 2019년에서 2020년으로 오면서 4대 분야 12대 중점투자방향을 3대 분야 9대 중점 투자방향으로 변경
- 2019년 정부 투자방향 및 기준 : 사람 중심의 국가 R&D 투자 강화를 목표로 4대 분야 12대 중점 투자방향 제시



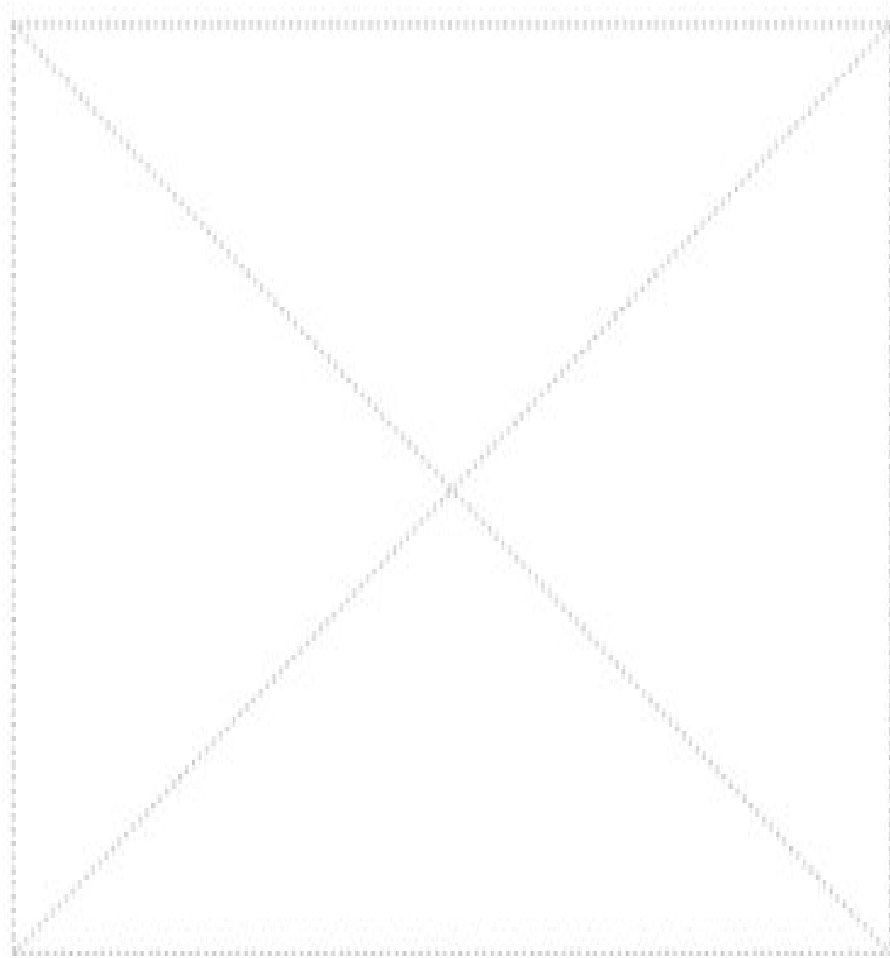
<그림3. 2019년 정부연구개발 투자방향 및 기준(안) 3대 분야 9대 중점투자방향>

- 2020년 정부 투자방향 및 기준 : 미래를 대비한 과학기술 혁신역량 확충 및 경제 활력 제고와 행복한 삶 구현을 위한 연구개발(R&D)투자시스템 고도화를 비전으로 두고 3대 분야 9대 중점 투자방향 제시



<그림4. 2020년 정부연구개발 투자방향 및 기준(안) 3대 분야 9대 중점투자방향>

- 2020년을 바라보면서 투자방향의 일부 키워드가 변경되긴 했지만 실질적인 내용에 있어서는 지속성을 갖고 있음



<그림5. 2019년-2020년 정부연구개발 투자방향 연계>

- 2019년 도입된 패키지형 R&D 투자플랫폼(R&D PIE 시스템*)도 8대 분야에서 10대 분야로 확대하면서 기존의 투자방향을 공고히 하는데 역점을 두었음

* R&D PIE(R&D Platform for Investment & Evaluation) 시스템 : 사업별 예산 배분 방식에서 탈피하여 분야별로 ‘기술-인력양성-제도-정책’을 패키지 형태로 종합 지원

- 하지만 2020년 투자방향 수립에 있어 ‘성과’라는 키워드가 새롭게 활용되기 시작하였으며 내용에 있어서도 직접적인 Output과 Outcome을 요구함
- 예를 들면 2019년에는 기초연구, 연구생태계 환경 등 투입에 관한 투자방향에 관한 사항이 ‘산학연 연구역량강화’로 변경되면서 직접적인 성과를 요구하는 경향성을 보임

3. 민간의 R&D 현황 및 애로사항(중소기업 중심)

□ 민간의 R&D 현황

- 중소기업은 단독개발을 지향하고 있음 : 단독개발 비중 88%
 - 이에 대한 원인으로서는 자체개발 대비 개발비용이 높다는 의견이 가장 많으며(1위), 적합한 협력 파트너의 부족(2위), 협력파트너와 소통 어려움 (3위) 등이 나타남
- 최근 기술발전 가속, 제품수명주기 단축, 지식원천의 다양화 등을 원인으로 기업은 불안정한 경영환경에 직면하면서 전통적 혁신방식 즉, 기업의 내부 자원을 통한 혁신만으로 경쟁에 대처하기 어려워지고 있음
 - 특히 중소기업은 대기업에 비해 R&D 투입(시간, 인력, 자금 등)이 부족하며, 특정 분야에 한정된 제한적 기술지식을 보유
 - 여전히 연구 설비 및 기자재, 기술정보의 부족으로 겪는 어려움이 큰바, 지식의 유통채널로서 기술협력의 재검토 필요성 제기되고 있음
- 이에 기업은 제품과 시장에서 지위를 강화할 목적으로 공동연구개발, 기술이전 등을 통해 혁신 방식을 확장하고 있음
 - 협력을 통해 제품개발에 소요되는 시간을 단축하고, 신속한 시장 기회의 탐색과 진입을 도모하는 등 R&D 과정에서 발생하는 불확실성을 감

소하는 것이 최근의 동향임

- 지식생태계 내에서 협력 R&D를 통해 자원 제약을 극복하고, 경쟁에 필요한 기업 규모와 효율성을 획득이 필요.
- 협력 R&D는 상호학습을 촉진하고, 단기간에 더 많은 지식과 정보를 축적하여 기술변화에 빠르게 대처하며 연구개발에서 비롯되는 위험을 분산하는 효과를 거둘 수 있음

<지식생태계 내 협력 R&D 네트워크>

- 다양한 개체가 지식을 교류하며 새로운 지식을 생산하는 시스템으로 협력 R&D 네트워크를 구축해야 함
 - 여러 개체들이 공동으로 과제를 수행함으로써 제시된 과업의 목표만을 달성하는 것이 아니라, 각자가 보유한 기술, 지식, 자원 등을 공동으로 활용하며 공진화 함
 - 협력을 통해 개체 간에 정보 및 지식 교환 채널이 형성되고, 타 주체가 보유한 정보에 접근성이 향상
- 지식생태계에서 개체들은 상호의존적이며, 전체적 관점에서 협력의 네트워크를 구성
 - 복잡하게 얽힌 개체 간에 상호의존적 관계가 원활하게 작동한다면 시스템은 새로운 지식을 효과적으로 산출할 것임
 - 시스템 산출물인 지식은 국가 경제의 내생적 성장을 촉진하는 주요 수단이며, 이 지식은 혁신의 원천이 됨
- 지식생태계 내에서도 중소기업의 위치가 중요 (정보유통이 빠른 위치에 자리하는가)
 - 중소기업은 협력 파트너인 대기업, 대학 등과 비교하여 보유한 지식이 적으며, 정보 격차를 보완하기 위해 정보 교환을 촉진할 수 있는 자리에 위치하게 하는 정부 역할이 중요

□ 현장에서의 애로사항

- 중소기업의 기술개발 애로요인으로는 자체 개발 시 자금 요인보다 연구기자재, 정보, 경험 등의 부족이 공동 및 위탁개발 시 높은 개발비용으로 나타남
- 2011~2014년 조사에서 중소기업 자체 기술개발의 애로사항은 ‘기술개발 자금 부족’, ‘기술개발 인력확보 곤란 및 잦은 이직’ 순으로 높았고,

그 뒤를 ‘기술정보 부족 및 획득의 어려움’, ‘연구설비 기자재 부족’ 등이 따르는 것으로 나타났음

- 그러나 2015년 최신 조사에서는 ‘연구설비 기자재 부족’ 사항이 18.7%로 2순위로 나타났으며, 기존까지 높은 응답률을 보였던 ‘기술개발 인력확보 곤란 및 잦은 이직’ 사항은 16.8%로 줄어들어 지금까지와는 다른 양상을 보였음

○ 외부와 공동·위탁 기술개발의 애로사항으로는 ‘자체개발 대비 높은 개발 비용’이 가장 큼

- 이외 ‘기술개발 기간 장기화’, ‘기술협력 파트너와의 의사소통 어려움’, ‘적합한 기술협력 파트너 부족’, ‘관련정보 부족’ 등의 요인도 고르게 높게 나타남

○ 기술혁신을 위한 정보원천 활용에서 규모가 큰 기업일수록 더 많은 정보원천을 두루 활용

- 대학 등 교육기관, 정부 및 연구소, 박람회 등의 행사, 저널 및 서적, 협회 등 외부모임 등의 활용 정도에서 모두 대기업으로 갈수록 활용정도가 높은 것으로 나타나 외부 정보 원천에 대한 접근성에도 규모별 차이가 있는 것으로 확인됨

- 특히 정부, 공공, 민간 연구소와 고등교육기관의 정보 활용에서 차이가 극명하였기 때문에 이러한 정보원천을 중소기업들도 충분히 활용할 수 있는 정책 고려 필요

○ 기술혁신을 위한 가장 좋은 파트너로 대기업은 민간수요기업 및 고객, 계열사 등을 뽑은 반면, 중소기업은 정부 및 연구소, 고등교육기관 등을 상대적으로 높이 평가함

- 특히, 정보원천 활용에서 정부 및 고등교육기관에 대한 활용이 대기업이 크고 중소기업이 낮았던 반면, 유용성을 정확히 반대로 중소기업 측에서 높이 평가하고 있기 때문에, 중소기업의 산학관 협력 네트워크 활성화를 위한 정부의 가교 역할이 중요할 것으로 평가됨

□ 정부의 중소기업 R&D 지원현황

- 우리나라 정부의 중소기업 R&D 지원 규모는 증가하고 있으나 사업구성, 운영방식, 평가체계, 사후관리 등에서 한계점이 나타남
 - 사업구성에 있어서는 이슈나 상황에 따라 R&D 사업이 신설 및 조정되어 전체 사업체계의 일관성과 세부 사업 기획의 전략적 접근 부족
 - 운영방식에 있어서는 정부 정책 간 연계성 부족과 개별기업에 대한 직접 지원으로 예산의 효율적 활용에 한계로 작용
 - 평가 부문에서는 접수 및 선발 체계가 다양화되어 있지 못하고 평가위원의 전문성에 대한 문제제기가 지속됨
 - 사후관리에 있어서도 매출 발생 등 단순한 판별 방식으로 R&D의 질적 성과 관리 미흡
- 이를 개선하기 위해 미국, 독일, 핀란드의 중소기업 R&D 지원 정책을 살펴보는 것이 필요함

4. 해외의 중소기업 사업화를 위한 R&D 지원사례 분석

□ 개요

- 국가별로 정부 주도의 지원(직접지원)(한국, 핀란드 등) vs 민간 생태계 활성화를 위한 보조 역할(간접지원)(미국, 영국 등)의 차이가 존재하나 기본적으로 혁신 자원과 역량이 부족한 중소기업의 혁신활동의 자립과 경쟁력 확보를 위한 지원에 집중하고 있음
- 국가별로 중소기업 전담지원 부처를 두는 경우(미국, 한국 등) vs 일반기업 혁신 프로그램에 중소기업을 포함시키는 경우(독일, 영국 등) 양쪽이 존재하나, 추진체계와는 별개로 공통적으로 중소기업 관점에서 밀착형 지원을 지향하고 있음
- 국가별 경제·산업 환경과 발전 전략에 따라 특정 산업의 중소기업 R&D

활동을 집중 지원하거나(핀란드 등) vs 이에 대한 제한 없이 자유공모 형태로 지원(독일 등)

□ 미국의 중소기업 R&D 지원 정책 방향

- 미국은 직접적 보호나 육성보다는 시장경제 원칙을 강조하면서 간접 지원 정책에 초점
 - 중소기업 R&D 정책 운영을 위하여 중소기업청(SBA: Small Business Administration)의 투자혁신국(OII: Office of Investment and Innovation)에서 관리
 - 하지만 SBA는 관리·감독 역할만 수행하고, 각 연방기관에서 자체적 지원 프로그램 기획·운영
 - 연방기관 대외예산 중 중소기업 혁신연구(SBIR: Small Business Innovation Research)와 중소기업 기술이전(STTR: Small Business Technology Transfer) 프로그램에 대한 최소 지원 비율이 2017년 기준 각각 3.2%와 0.45%에 이름
- 중소기업 혁신연구(SBIR: Small Business Innovation Research) 프로그램
 - 기술기반 중소기업 R&D 수행 및 기술사업화를 위한 자금 지원 제도
 - 11개 연방기관이 참여하며 SBA가 주관으로서 관리·감독을 수행하고, 각 연방기관은 SBA가 제시한 정책 지침(Policy Directive) 하에서 개별 프로그램 기획 및 운영
 - 대외연구개발예산(Extramural R&D Budget)이 1억 달러를 초과하는 연방기관은 R&D 예산 중 3.2%(2017년 기준)를 혁신 중소기업 R&D에 지원하도록 법률로 의무화
 - ※ 법적 근거: 1982년 제정된 “The Small Business Innovation Development Act”
 - 선정 방식: 지원 분야의 다양성과 전문성 때문에 각 부처가 직접 신청을 받고, 단계별 선발과정을 거쳐 지원대상자를 선정(단, 동일 아이디어에 대해 이중 지원은 하지 않음)

- 신청 자격: 미국 내 소재의 상시 종업원 500명 이하의 중소기업으로 지분 51% 이상을 미국 시민권자 또는 영주권자가 보유하고 있는 영리 목적 기업
- 지원 자금 수혜 기준: 회사 주요활동이 미국에서 이루어져야 하며, 연구책임자(PI: Principal Investigator)가 연구개발 기간 중 해당기업에 고용되어 있어야 함
- 단계별 지원: 1단계(아이디어 발굴 및 가능성 점검)는 6개월 이내 지원, 2단계 (제품화 및 생산화)는 24개월 이내 최대 \$100만, 3단계(사업화)는 정부자금 지원 대신 민간분야 투자 또는 시중 금융기관 용자 알선
- 중소기업 기술이전(STTR: Small Business Technology Transfer) 프로그램
 - 기술혁신형 소기업과 비영리 연구기관의 협력연구과제에 한해 기술이전 자금 지원
 - 5개 연방기관이 참여하며, SBIR과 마찬가지로 SBA에서 전체 관리 및 감독 수행
 - 공공연구조직 연구 성과의 민간부문 이전 촉진과 더불어 충분한 기술 인력을 보유하지 못한 중소기업들도 정부지원 R&D 사업에 참여할 수 있도록 지원
 - ※ 법적 근거: “The Small Business Research and Development Enhancement Act”
 - 협력 R&D 참여율 기준: 중소기업은 최소 40% 이상, 연구기관은 최소 30% 이상
 - 단계별 지원: 1단계 최대 1년간 지원, 2단계 최대 2년간 지원, 3단계 민간 투자
- (시사점) 규제 완화·철폐, 불합리한 관행 개선, 인·허가/용자 절차 간소화, 구조조정·고도화, 경영 능력 향상 등을 정책 목표로 설정하여 공정경쟁이 가능한 기업 환경 조성에 주력
 - 관리기능과 기획운영기능에 있어 역할 구분을 명확히 하고 아이디어 발굴 및 제품화 단계의 지원 이후 민간 투자 및 금융과 연계한 지원을 통하여 사업화 활동 지원

□ 독일의 중소기업 R&D 지원 정책 방향

- 독일의 산업에서 중소기업의 역할과 비중은 매우 높으며, 독일 정부에서도 적극적으로 투자하고 있음
 - 독일은 국제적인 경쟁력을 갖춘 히든챔피언들이 전 세계에서 가장 많이 분포하고 있으며, 혁신적 중소기업들의 산실로 여겨짐(헤르만지몬, 2014)
 - ※ 전 세계 2,700여 개 히든챔피언 중 1,300여 개가 독일에 위치하며, 100만명 당 히든챔피언의 숫자는 독일어권 국가들에서 압도적으로 높게 나타남
 - 기업수를 기준으로 종업원 수 100인 이하의 기업이 독일 전체 기업 숫자의 98.1%를 차지하며, 100인 이하의 기업에 종사하는 노동자는 전체 노동자의 55.4% 수준(KfW, 2015)
 - 이와 같은 배경에는 독일연방정부의 투자가 있으며, 2007년에서 2015년 사이 중소기업에 대한 독일연방정부의 직접 R&D 지원 예산은 2배가량 증가함
 - 독일의 경우 종업원 수 500인 이상의 대기업은 R&D 비용 중 공적자금의 비율이 2% 미만이나, 250인 이하의 중소기업은 내부 R&D 지출의 16%가 공적자금(BMBF, 2016)
- 독일 정부는 크게 4가지 방식으로 중소기업 기술혁신을 지원하고 있음

지원방식	대표사례
연구개발 보조금 지원	ZIM-SOLO, ZIM-KOOP, KMU-Innovative 사업
연구 인프라, 네트워크 조성	IGF, INNO-KOM-Ost, ZIM-NEMO 사업
중소 벤처 창업 지원	ERP 사업
기술이전 등 기술관련 컨설팅 지원	ZIM-DL, go-inno 바우처 사업

- 이 중 ZIM과 KMU-Innovative이 대표적인 중소기업 기술혁신 보조금 지원 프로그램

○ ZIM 프로그램(Central Innovation Programme)

- ZIM 사업은 독일 연방정부의 중소기업 지원의 예산의 절반가량을 차지하는 대표적이고 포괄적인 중소기업 지원 프로그램
- BMWi(경제기술부)가 수행하는 기술혁신 역량이 있는 기업의 시장출시 직전 제품, 공정 개발 및 공동개발 지원 사업으로서 완전 자유공모형(Bottom-up) 사업임
- 연간 약 4,800개 과제를 지원하고 2010년 기준 약 5억 유로의 예산이 투자됨(Eickelpasch, 2012; Belitz et al., 2013)
- 직원 수 500명 미만, 연매출 5,000만 유로 또는 연수익 4,300만 유로 이하인 기업의 연구·개발 프로젝트를 대상으로 함
- 개별 중소기업 R&D 프로젝트를 지원하는 ZIM-SOLO와 협력 프로젝트·네트워크를 지원하는 ZIM-KOOP, 연구개발서비스를 지원하는 ZIM-DL로 구분되며 세부 사업의 유형별로 관리 기관이 다름

○ KMU-Innovative(SME-Innovative)

- KMU-Innovative는 BMBF(교육과학부)가 수행하며, 과학기술 분야에서 앞서나가기 위한 연구개발 계획을 가졌으나 자금조달에 애로를 겪는 벤처중소기업에게 연구개발 보조금을 지급하는 사업
- BMBF가 선정한 분야(바이오, 나노, 정보통신, 광학, 공정, 에너지, 의료)에 한정하여 자유공모
- 선도적인 제품과 공정, 서비스의 개발을 추진하는 벤처기업 및 중소기업이 지원 대상 이므로, 기술적 및 사업적 실패 위험이 높은 대상에 대한 지원 사업
- 각 기술 분야별로 전문 관리기관이 존재하며, 관리 외에 전문적인 기술자문 및 경영자문 서비스를 제공함

○ 그밖에도 우리나라에 잘 알려진 Fraunhofer 연구소는 연구주제와 수행 내용들이 현장과 연계 될 수 있도록 엔지니어링 실무 부분에서 협력 가능성을 높이는 구조를 갖도록 운영되고 있음

- 산업화를 전제로 응용연구를 주로 수행하고 있으며 1998년 현재 프라운호퍼연구회는 43개의 수탁연구기관과 4개의 국방관련 연구기관을 가지고 있음
- 수탁연구기관은 60%는 수탁연구를 통한 자체수입을 통해 벌어들이고 약 40%는 수탁연구에 따른 성과에 준한 정부로부터의 제도적 지원에 의해 충당(정부의 제도적 지원금은 연방정부(연방교육연구부)가 90%를 담당하며 나머지 10%는 지방정부들이 담당)
- 국가적으로 필수적인 구현과 확보가 필요한 다양한 주제들을 연구하고 고급 엔지니어링 지원을 기반으로 연구 개발이 진행될 수 있는 내외부 인력구조와 협력체계를 보유하고 있음
- 매년 400명 가량의 연구자들이 단순 기술이전과 지도가 아니라 직접 기업으로 이동하며 직접 기술사업화에 동참하는 형태로 운영됨
- 프라운호퍼는 독일의 국가적 혁신 시스템에 필요한 유능한 현장 인재를 키우는 것을 목표로 하여 연간 수천명의 학생들이 연구소 주도의 산업화 현장 연구 보조인력으로 참여하며 연구개발부터 사업화의 참여한 현장의 실제 전문적인 경력을 쌓을 수 있도록 하고 있음
- (시사점) 독일의 경우 과학자 중심의 연구 환경을 구성하고 중복연구를 허용하는 형태를 취함으로써, 사람중심이며 다수의 실패와 개선과정일 수 밖에 없는 원천 기술 연구와 개발 및 사업화 특성이 발현될 수 있도록 하고 있음

□ 핀란드의 중소기업 R&D 지원 정책 방향

- 핀란드 중소기업 지원은 크게 Tekes(기술혁신지원청)와 FINNERA(수출신용보증기관)에 의해 이루어지며, 특히 Tekes는 중소기업의 기술 혁신을 위한 R&D 자금을 지원함
- Tekes는 한국의 연구재단과 유사하게 기업, 대학, 연구기관의 R&D 과제에 자금을 지원하며, 중소기업 전담 조직이 없는 핀란드에서 중소기업

혁신 지원 업무를 담당

- Tekes는 정부 전체 R&D 지원 예산 중 20.7%인 3억 8천만 유로를 집행하며(2016년 기준), 전체 지원액 중 78%가 500명 이하의 중소기업을 대상으로 함(2014년 기준)
- 그러나 최근 핀란드의 정부 및 민간의 R&D 규모나 기업 R&D에 대한 정부 지원 규모는 지속적으로 감소하고 있는 추세로 중소기업의 혁신 동력이 약화되고 있음
- Tekes는 지원 대상의 관점에서 창업기업과 중소기업을 구분하여 ‘젊은 혁신기업’, ‘젊은 성장기업’에 해당하는 기업들을 선별, 그들의 혁신 및 성장에 집중적으로 투자함
 - 창업기업은 초기 성장 지원 및 사업모델을 심화하는 액셀러레이팅 프로그램을 특화
 - 중소기업은 혁신 역량 증진 및 수출 등을 통한 시장 확대, 글로벌화에 집중하여 지원
- 기업 R&D 자금 지원 프로그램은 계속사업 형태로, 성장 동력 산업 및 기술에 대한 R&D 지원 프로그램은 일몰사업 형태로 동시에 진행
 - 자금 지원 프로그램은 개별 기업 단위의 혁신 역량의 증대 및 혁신의 가시화, 즉 기술 개발 및 제품 구현의 목적에 집중하고 글로벌화를 통한 시장 개척 및 성장에 초점

대상	프로그램명	내용
창업 기업	TEMPO	· 초기 스타트업의 성장 가속(Accelerating) · 창업 5년 내 스타트업을 대상으로 사업모델의 기능성 시험, 잠재적 고객으로부터의 피드백, 글로벌 시장 수요 탐색, 데모/프로토타입에 대한 구현을 지원
	YIC(Young Innovative Companies)	· 젊은 혁신기업 지원 프로그램 · 창업 5년 내 스타트업 중 사업모델의 가치가 시장에서 입증된 고객을 이미 보유한 기업을 대상으로 글로벌 성장을 위한 사업모델 및 성장 전략 수립, 사업 활동 개발, 팀 정비, 신규 시장 개척 등에 대한 자금 지원
중소 기업	KITTO	· 창업 5년 이상 중소기업을 대상으로 글로벌 성장을 위한 비전 및 전략 개발, 성장 역량 강화, 수출 시장의 수요 매핑을 지원
	INTO	· 중소기업의 공업소유권 획득 및 컨설팅 서비스 구매, 연구기관·대기업의 임시직 형태 전문가 파견 지원
창업· 중소 기업	Research, Development and Piloting	· 제품 및 서비스, 생산 방식 및 비즈니스 모델의 개발을 위한 투자와 동시에 새롭고 혁신적인 솔루션 운용을 시험·실증할 수 있도록 자금 지원

- 기술 지원 프로그램은 천연 자원 및 자원 효율성, 사업 및 산업의 디지털화, 웰빙과 건강 등과 같이 국가 차원의 새로운 성장 동력이 될 산업 및 기술 분야 R&D에 집중 지원

프로그램명	내용
5thGear	· 차세대 무선 데이터통신에 관한 문제 해결, 새로운 사업 개발, 국제 투자 유치 목적 · 중소기업, 대학, 연구기관과 스타트업이 협력하여 5G 무선통신 관련 기술 분야 혁신을 위한 연구개발에 참여할 수 있도록 지원
Bits of Health	· 핀란드를 디지털 헬스케어 분야의 전문지식과 사업의 허브로 만들기 위한 프로그램 · 건강 증진을 위한 제품 및 서비스 개발, 질병의 조기 진단, 건강 모니터링 맞춤형 치료 등을 위해 디지털화 및 글로벌 성장에 집중하는 기업에 지원
Industrial Internet	· 산업 인터넷을 통해 기업의 사업 운영을 혁신하거나 기업으로 하여금 새로운 형태의 협력에 참여하도록 유도 · 사업 지원을 위한 빅데이터 정제, 기계 간 통신 및 실시간 서비스를 기반으로 하는 비즈니스, 생산 프로세스 등의 영역을 지원하며, 디지털 비즈니스 또는 관련 연구에 필요한 새로운 기술 솔루션 개발 포함

- (시사점) 중소기업에 대한 지원 자금의 관리·감독보다는 혁신 창출을 위한 기업 컨설팅 기능 강조
 - 기업의 사업화활동을 지원하는 자금지원프로그램과 향후 성장동력이 될 수 있는 기술분야 지원을 위한 기술지원프로그램과의 메트릭스 운영
 - 기업 서비스 관점에서 R&D 지원 조직의 체계를 정비하고 전담 지원 시스템을 구축하여 공동의 목표를 설정·관리하며 사업 운영에 있어서 의사소통이 활발함

□ 해외사례 분석을 통한 시사점(종합)

- 모든 경우의 체제는 가치창출과 분배균형을 목적으로 하고 있음
 - 국내의 경우 GDP 75%이상을 대기업 체제가 차지하고 있으므로 중소·벤처기업 등이 나머지 GDP 안에서 기술우위의 경쟁력을 갖고 공생하기 위해서는 가치창출 분배를 위한 공공체제 구축이 중요
- 국내의 경우, 상품개발 완료까지 투자할 여력이 있는 기술개발자와 중소기업들이 많지 않으며, 기술상품화 개발 완료 후에 진행되어야 할 마케팅과 생산 안정화 부문에 대한 여력을 가진 곳도 찾기 쉽지 않음.
- 이에 현장 성과를 위해서는 현장 전문가들의 참여와 협력관계 구축과 성공할 때까지 뒷받침이 필수적인데 이를 수용할 수 있는 체제를 시험/시작하여 Branch-Off 할 수 있는 곳은 독일 프라운 호프, 영국의 캐터필트 센터의 사례 등에서도와 같이 정부 출연연이 가장 이상적임
 - 또한 연구개발 지원뿐 아니라 정부주도의 투자펀드가 Limited partner로 참여할 수 있는 제도가 필요함.

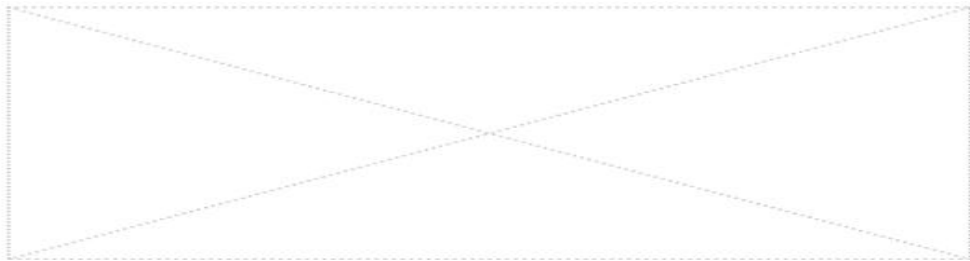
제 4 장 정부출연연구기관(출연(연))의 역할

1. 출연(연) 현황

- 정부에서는 "정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률"과 "과학기술 분야 정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률"을 법적 근거로 하여 정부출연연구기관을 설립하여 운영하고 있음

<정부출연연구기관 설립 및 발전과정>

- 1960년대 초반 제1차 경제개발계획과 함께 과학기술진흥계획(1962~1966)을 수립하고 1966년 2월 우리나라 최초의 정부출연연구기관인 한국과학기술연구소(KIST)를 설립.
- 1960년대 출연연구기관 탄생을 거쳐 1970년대 출연연의 분화기에는 KIST의 운영 경험과 성과, 그리고 국가경제발전 전략의 본격적인 추진에 따른 산업기술개발 수요의 급격한 확대로 전문분야별 출연연구기관의 발전적 분화가 이루어지기 시작
- 1980년대 이르러 출연연의 통폐합과 기업연구소의 확대기를 거쳐 1990년대에는 효율화를 위한 출연연 운영 관리체계의 개편기를 맞음
- 1999년에는 정부가 ‘정부출연연구기관 등의 설립 및 육성에 관한 법률’을 제정하여 연구회 관리체제를 도입하고 42개 출연연 감독관청을 국무총리실로 일원화.



<그림6. 정부출연연구기관의 발전과정>

※ 출처 : 과학기술 출연(연) 발전방안(2018, 과기정통부/국가과학기술연구회)

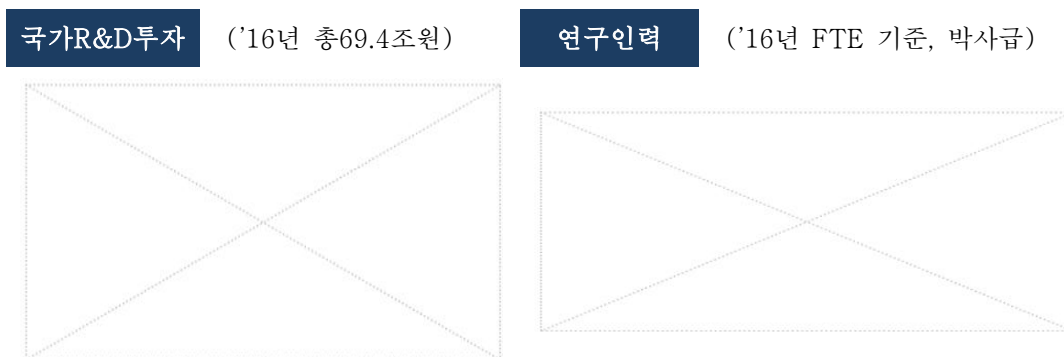
- 현재 정부출연연구기관은 ‘경제·인문사회연구회’, ‘국가과학기술연구회’ 지방자치단체 출연연구기관이 있으며, 국가과학기술연구회에 속한 정부

출연연구기관을 약칭으로 출연(연)이라 함

<국가과학기술연구회 : 25개 출연연 및 1개 연구회>	
한국과학기술연구원	한국건설기술연구원
국가핵융합연구소	한국철도기술연구원
한국한의학연구원	한국식품연구원
한국원자력연구원	한국지질자원연구원
한국생명공학연구원	한국기계연구원
한국과학기술정보연구원	한국에너지기술연구원
한국항공우주연구원	한국전기연구원 (KERI)
한국기초과학지원연구원	한국화학연구원
한국천문연구원	세계김치연구소
한국표준과학연구원	재료연구소
한국생산기술연구원	안전성평가연구소
한국전자통신연구원	녹색기술센터
국가보안기술연구소	국가과학기술연구회

○ 국가 R&D에서의 출연(연) 비중

– 예산 약 5조, 박사급 연구인력 7천여명



<그림7. 정부출연연구기관 국가 R&D에서의 비중>

※ 출처 : 과학기술 출연(연) 발전방안(2018, 과기정통부/국가과학기술연구회)

- 연구성과 : 논문 6천여건, 특허등록 및 기술료 수입 30~40% 비중

<표5. 정부출연연구기관 연구성과 비중>

연구성과 ('15년)	SCI(E) 논문	국내특허 등록	해외특허 등록	기술료 수입
국가R&D 전체	35,849	14,975	1,891	3,169억
출연(연)	5,897 16.4%	3,623 24.2%	819 43.3%	1,057억 33.4%

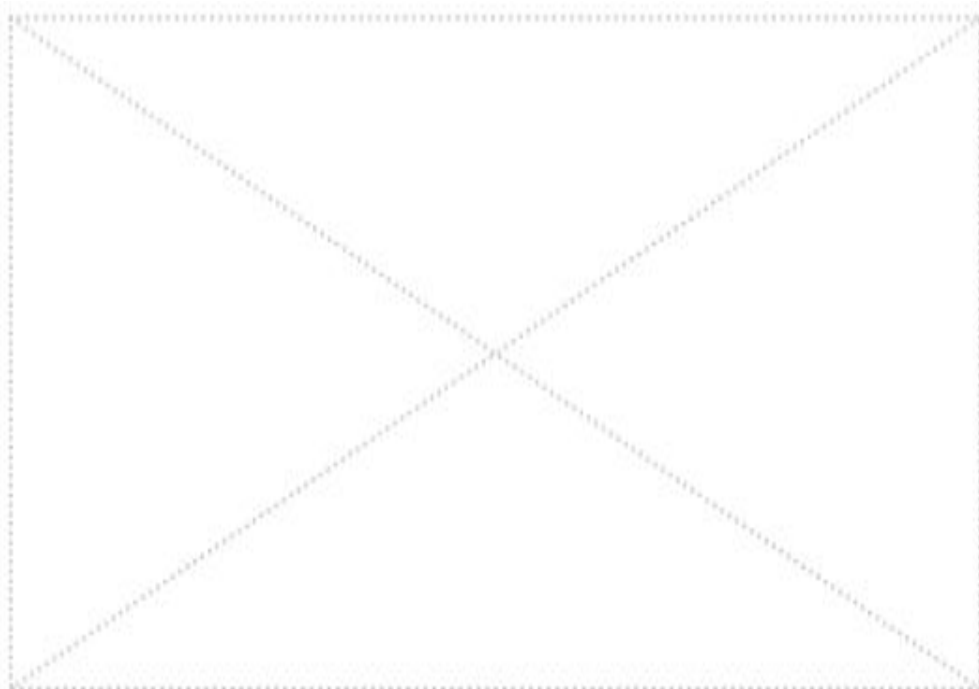
※ [출처] 2016년도 연구개발활동조사보고서, 2015년도 국가연구개발사업 성과분석보고서(미래부, KISTEP)

2. 출연(연)예산 및 인력 세부사항

□ 출연(연) 예산 현황

- 출연연 예산은 크게 정부출연금과 기관 자체수입으로 구성
 - 2018년도 총 예산은 4조 9천억원 규모로 정부출연금 42%, 자체수입 등 58%로 구성
- 정부출연금은 정부로부터 직접 지원받는 예산으로서 기관의 설립목적 달성을 위한 사업비 및 운영비를 정부가 국회의 승인을 얻어 직접 출연
 - 사업비는 해당 출연연이 수행하는 사업예산으로 기관 임무에 따라 기초미래선도형, 공공인프라형, 산업화형, 연구교육형, 정책연구지원형, 장비구입비로 구분
 - 기관운영비는 인건비와 경상운영비로 구성
- 기관 자체수입은 정부수탁과제 수주, 민간수탁과제 수주, 용역수입, 기술료, 이자수입 등으로 구성
 - 정부수탁과제 수주는 국가의 정책 목표 달성을 위해 각 부처가 수행하는 연구개발과제를 산학연 경쟁적 수주를 통해 확보하는 수입
- ※ 정부업무의 위탁 성격으로 법률 등에 근거가 있는 사업 또는 수탁연구계약 형태로 수주하고 정부수탁 비목으로 구분
 - 민간수탁은 민간 영역으로부터 수주하여 조달하는 연구사업

- 이외 특정 목적에 따라 연구기관에 의뢰한 사업에 따른 용역 수입과 기
술료, 이자수입 등으로 출연연예산수입을 조달
- 출연연은 산·학 등 다른 연구주체와 비교할 때 집단연구, 대형연구, 인프
라 기능, 공공성이 강한 연구, 기초와 응용을 연계할 수 있는 역할 등에
서 장점이 강한 연구조직
- 출연(연)에 대한 예산지원정책은 안정적인 연구 환경을 조성하여 기관 고
유 임무에 매진할 수 있도록 하고 자율성을 부여하여 도전적이고 모험적인
연구에 집중함으로써 수월성 있는 연구 성과를 창출하는 데 목적이 있음
- 그간 정부의 출연연 재정지원과 관련된 정책은 크게 PBS 도입과정
(~1996년), PBS 제도개선 논의과정(2001~2007), 그리고 출연금 비율
확대논의가 본격화되면서(2008~) 추진된 최근까지의 혁신방안 등으로
구분해볼 수 있음



<그림8. 연구회 및 정부출연연구기관 예산 구조>

※ [출처] “연구회 및 출연(연)예산” 국가과학기술연구회 웹페이지, 2019.1 접근 성공

https://www.nst.re.kr/nst/work/01_04.jsp



<그림9. 정부출연연구기관 예산 변동 추이>

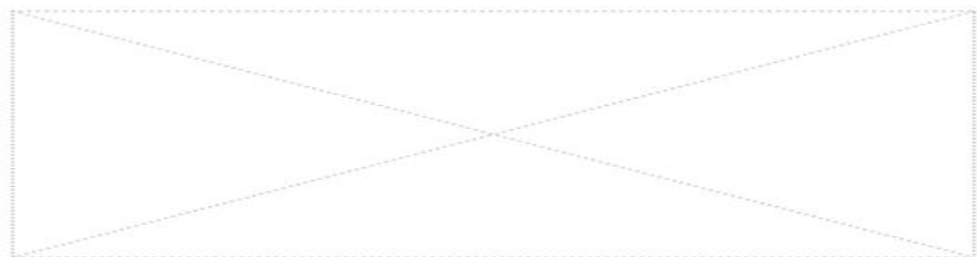
※ [출처] “연구회 및 출연(연)예산” 국가과학기술연구회 홈페이지, 2019.1 접근 성공

https://www.nst.re.kr/nst/work/01_04.jsp

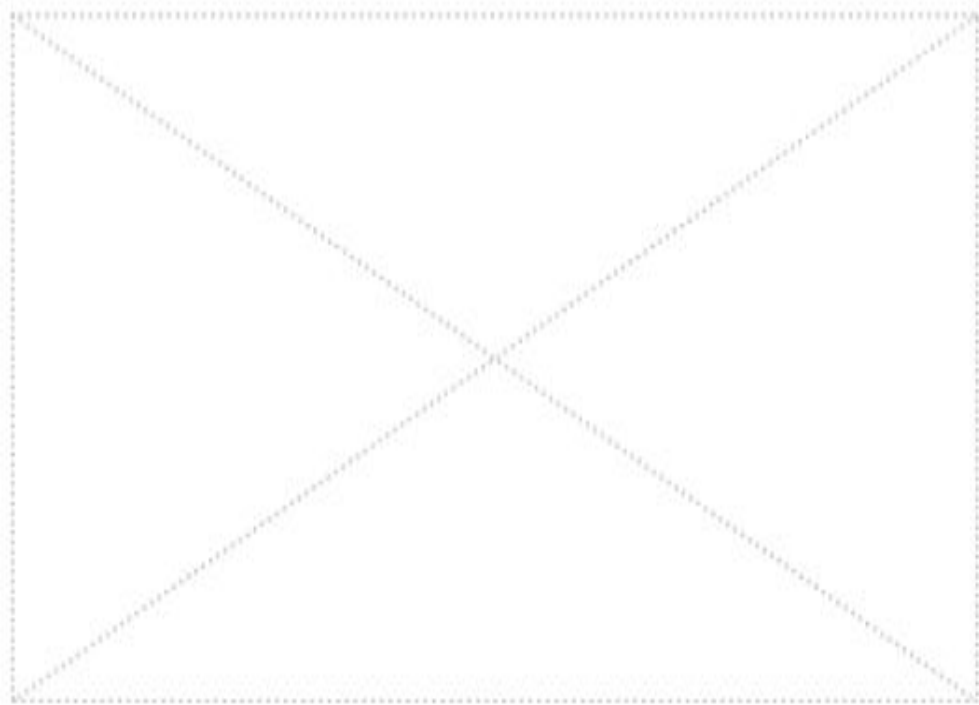
□ 출연(연) 연구인력 현황

- 우리나라 출연(연)의 인력은 연구직, 기술직, 기능직 및 행정직 등 4개 직군으로 나누어 관리되고 있음

<표6. 연구개발활동조사 기준 출연(연)의 인력구성>



- 직군별 출연(연) 인력 구성을 살펴보면 연구직이 약 70% 수준으로 가장 큰 비중을 차지하고 다음으로 기능직, 행정직, 기술직 순서임



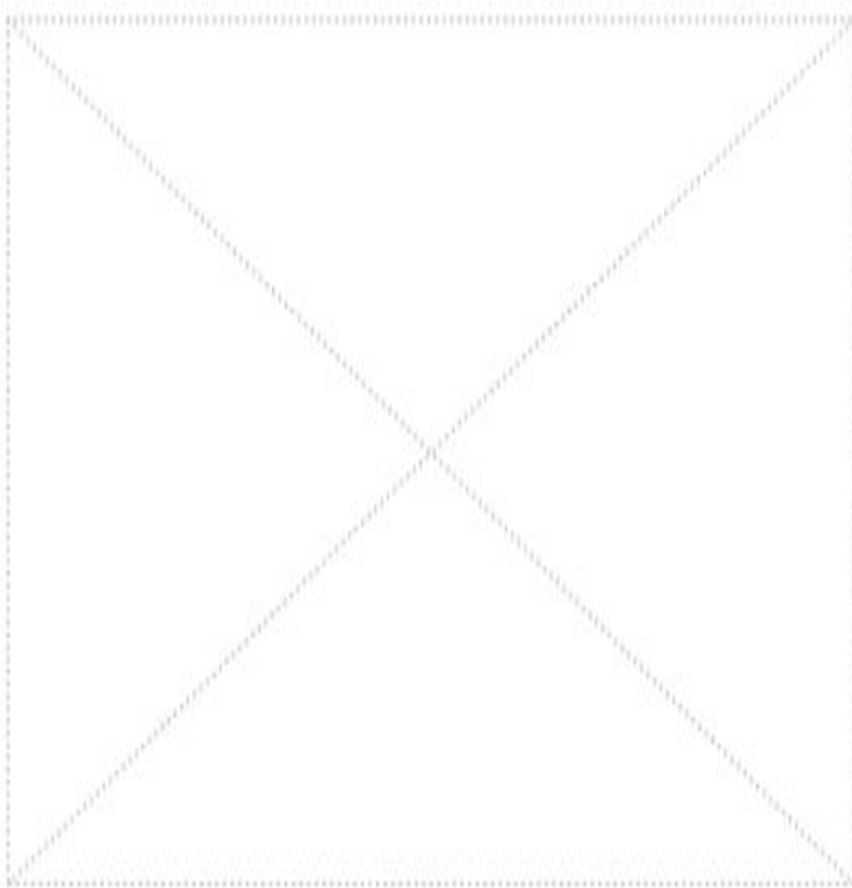
<그림10. 정부출연(연) 인력의 직군별 인력구성(2009~2013)>

- 하지만 출연(연) 내에서 직군별 업무 영역 설정이 명확히 구분·관리되고 있지 않으며 다양한 속성의 인력이 하나의 기술직 또는 기능직으로 편성되어 있음
 - 출연(연)에서는 현재 기술직군의 인력비중이 크지 않고, 연구기관의 운영에 큰 영향을 미치지 않으므로 기술직과 기능직의 업무 전문성에 대해서는 이슈가 되지 못하고 있는 상황
 - 대부분 기관에서 전문적인 기술인력에 대한 수요는 존재하고 있으나 현재는 기술직과 기능직 업무의 영역이 확립되지 못하는 상태임
- 기술직, 기능직 직무는 연구개발 관련 직무, 기관 고유 업무 관련 직무, 시설물관리 직무, 행정 관련 직무 등으로 구분
 - 연구개발 관련 업무는 출연(연) 본연의 연구개발활동과 직접 관련되는 업무이며, 기관 고유 업무 관련 직무는 연구 개발 활동으로 간주하기는

어렵지만 각 기관의 특정 연구 분야와 관련된 업무로 고도의 전문성과 기술 숙련이 필요

- 시설물 관리 직무는 연구와 관련된 특수한 장비가 아니라 건물 또는 일상적 장비나 전기, 통신 시설의 관리 직무로 최근 기능직의 감소 추세에 따라 협력업체나 비정규직을 활용하는 사례가 점점 늘고 있음
- 별도의 행정직이 있음에도 불구하고 행정관련 직무에 종사하는 기술직과 기능직의 비중도 매우 높음

<표7. 정부출연(연) 기술·기능직의 종사 업무>



- 인사관리도 기본적으로는 연구직, 기술직, 기능직, 행정직 등 4개 직군에 따라 이루어지고 있음

- 인사평가는 직군별이 아니라 인사평가를 위한 별도의 평가군을 설정하는 경우가 많은데, 이는 기술직과 기능직 업무의 전문성과 정체성이 명확하지 않아 직군에 따른 평가가 불가능한 현실을 반영한 것으로 보임

3. 출연(연)에 대한 정부정책 변화

□ 정부 정책의 변화

- 출연(연)의 연구방향과 기능의 재정립, 산학연 협력 등 시대가 요구하는 새로운 기능 부여와 기관운영의 효율화 및 선진화 등이 주요내용
- 2004년 이후 출연연과 관련한 대표정책은 다음과 같음

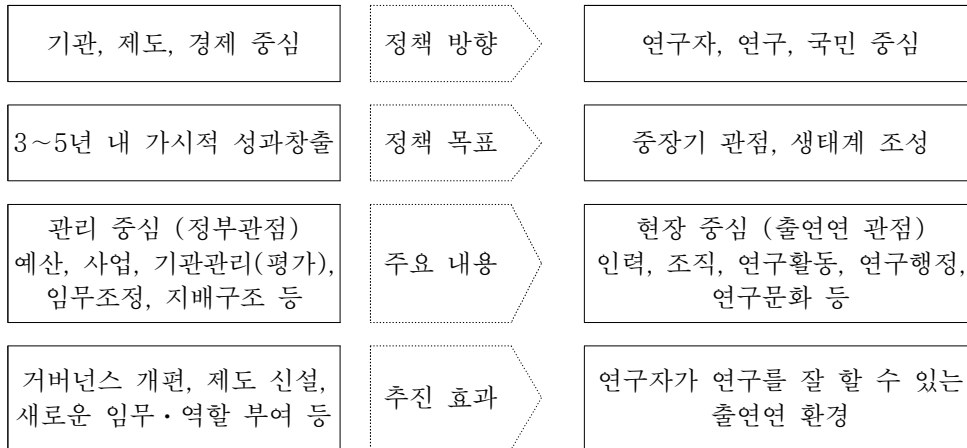
참여정부('04~'07)	이명박정부('08~'12)	박근혜정부('13~'16)
<ul style="list-style-type: none"> · 과기출연기관법 제정('04) · 출연(연) 연구활성화 방안('05, 과기부) 	<ul style="list-style-type: none"> · 과학기술분야 정부출연연 운영효율화 추진방안('09, 교과부 등) · 과학기술분야 출연(연) 선진화 추진방안('11, 국과위 등) 	<ul style="list-style-type: none"> · 출연(연) 개방형 협력 생태계 조성방안, 고유임무 재정립('13~'14, 미래부) · 중소·중견기업 R&D전진 기지화 방안('14, 미래부/산업부/중기청), · 정부R&D혁신방안('15, '16)
법령 제정 (거버넌스)	HW 효율화 (운영, 조직)	새로운 임무부여 (기업협력 등)

- 근래에는 창조경제, 일자리 창출 등 정책기조에 따라 출연(연) 정책은 중장기 대형연구 집중, 기술사업화 및 산연협력 활성화 등에 초점을 맞추고 있음
- 현 정부의 출연(연)정책은 정부 관점, 예산, 평가, 관리 중심에서 '연구자'와 연구자가 수행하는 '연구', '현장' 중심으로 방향 전환

[과거 정책]

— 《문재인정부》 →

【 출연(연) 발전방안 】



□ 문재인정부의 출연(연) 주요 정책방향

① 자기주도 역할과 책임(R&R) 확장

과학기술(R&D), 연구자 관점
R&R
(창의적 연구, 자율성 등)

+

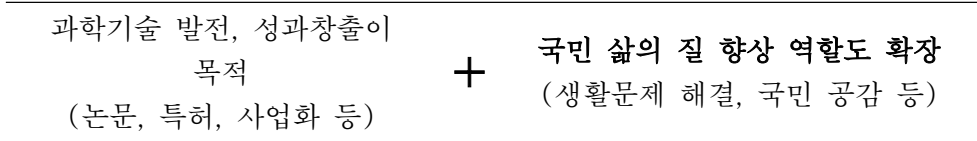
국민이 공감하는 출연(연) R&R
(삶의 질 향상, 국가임무 등)

○ 국가핵심 연구기관으로서, 현재 수행하고 있는 과학기술 R&R을 바탕으로 국민이 공감하는 R&R로 확장 (연구분야, 주제 등)

①국민 삶의 질 향상 국민생활문제, 건강, 안전, 환경 등	②국가임무와 사회기반 에너지, 국방, 재난재해, 보안, 표준, 국제협약 등	③미래선도 기초·원천연구 세계 최초·최고 과학기술, 장기·특화 연구, 기초과학 등
--	---	---

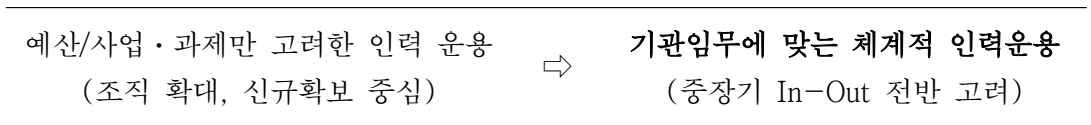
⇒ 연구자 주도, 기관별 자율적으로 ‘해야 하는’ 연구를 정립

② 국민생활연구 참여 및 사회적 역할 확대



- 범부처 국민생활연구 추진체계에 국가대표 연구기관으로서 참여
 - 반복되고 파급효과가 큰 국민생활 문제의 상시 이슈 탐지·분석
 - * 각 기관별로 R&R과 연계하여 중점 모니터링 분야를 선정
 (예: 생활화학-화학연/안정성연, 식품안전-식품연 등)
 - 발생한 문제의 신속한 해결을 위한 긴급연구 수행
 - 출연(연) 보유기술을 활용, 국민생활문제 해결분야 기업경쟁력 강화 지원
- ‘국민생활과학자문단’ 핵심 주체로서 과학기술 기반 국민 이해도 제고
- 기후변화, 물 문제, 고령화 등의 글로벌 리스크에 대응하는 출연(연)으로 역할을 확대 (공동 아젠다 R&D 참여, 국제협력 강화 등)

③ 연구자 중심 인력 운영



- (기본방향) 개별기관 단위, 단기수요 기반으로 진행되었던 출연연 인력정책을 중장기 관점에서 출연연 전체를 아우르는 정책으로 전환

기존 인력정책 (단기)		연구자 중심 인력정책 (중장기)
<ul style="list-style-type: none"> ■ 연구직 정원(TO) 확대 ■ 단기수요 기반 전공자 <ul style="list-style-type: none"> * 진행중인 연구과제 필요인력 ■ 우수인력 확보 및 유지 	⇒	<ul style="list-style-type: none"> ■ 젊은 + 좋은 과학기술 일자리 창출 ■ 연구자 생애주기 고려한 전문가 발굴 <ul style="list-style-type: none"> * 연구과제(현재, 미래), 기관임무 등 종합고려 ■ 신진인력 육성 및 인력운영 유동성 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 다양한 진출을 고려한 연구자 성장경로 구축

- (종합계획) 정부와 연구회는 출연연 전체 인력운영에 대한 로드맵으로서, 10년 주기의 “과학기술 출연연 중장기 인력운영 종합계획”을 매5년마다 수립 (1차 종합계획 : 2018~2027년 → 2차 종합계획 : 2023~2032년)
- (기관별 계획) 종합계획을 토대로 각 기관별로 고유임무와 미션, 발전계획 등을 고려하여 맞춤형 중장기 인력운영계획을 수립 (5년 이상 기간)

4. 출연(연) 성과확산 현황

□ 출연(연)의 기술이전 성과

- 정부 출연(연)등 공공 연구기관의 연간 기술 이전율은 '07 ~ '15년간 기술료 수입은 2배 가량 증가하였음.

<표8. 공공연구기관의 기술료 수입 추이(2007 ~ 2015)>

(금액단위: 억 원)

구분	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
대학	150	265	277	327	426	482	369	505	618
공공연구소	893	1,023	740	918	832	1,170	985	898	1,424
전체	1,044	1,288	1,017	1,245	1,258	1,651	1,352	1,403	2,042

※ 출처 : 공공부문의 기술사업화 현황(2016, 한국산업기술진흥원)

- 그러나, 공공연구기관의 기술이전 효율성을 기술료 수입 대비 연구 개발 비라는 조건으로 분석할 경우, 미국 대비 많은 차이가 남.
- 이는 기술 이전을 통해 취할 수 있는 시장크기의 차이로 인한 문제로 해석할 수도 있으나, 신기술을 적용한 제품들을 출시할 수 있는 역량을 가진 성공 기업들의 비율로도 해석될 수 있음.

<표9. 한국과 미국의 공공연구소 기술이전율 및 기술이전 효율성 현황>

공공연구소		신규기술 보유건 (A)	기술이전 건수 (B)	기술 이전율 (B/A)	기술료 수입 (C)	연구 개발비 (D)	기술이전 효율성 (C/D)
2008	한국	6,466	1,919	29.7	81	4,372	1.86
	미국	2,110	595	28.2	1,015	5,204	19.5
2009	한국	6,424	2,004	31.2	64	3,351	1.91
	미국	1,956	656	33.5	519	5,077	10.22
2010	한국	7,036	2,683	38.1	111	5,491	2.02
	미국	1,839	580	31.5	576	5,366	10.73
2011	한국	8,262	3,268	39.6	101.3	5,993	1.69
	미국	1,839	580	31.5	576	5,366	10.73
2012	한국	12,179	4,245	34.9	142	7,861	1.80
	미국	2,065	549	26.6	620	6,179	10.03

국내 자료는 각 연도별 “기술이전 사업화 조사분석 자료집” 자료로 저자(손가녕) 환산.
미국 자료는 각 연도별 AUTM의 “highlights of the AUTM’s U.S. Licensing Activity Survey” 자료로 저자 환산.

주1: 원 달러 환율은 OCED Purchasing power parities(PPP), <https://data.oecd.org/conversion/purchasing-power-parities-ppp.htm> 사용.

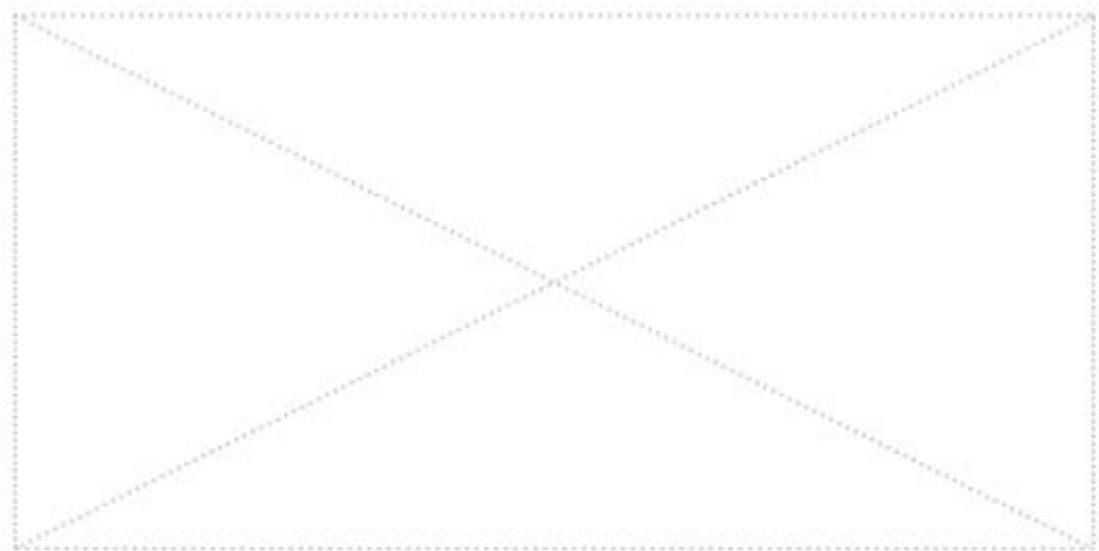
※ 출처 : 공공부문의 기술사업화 현황(2018, 정보통신정책연구원(손가녕))

- 또한 양국가(한국, 미국)간 기술이전율(B/A)은 유사하나 기술이전효율성(C/D)은 큰 차이가 나는 것은 단위 기술의 가치와 실효성 및 기술을 이전해간 기업의 기술사업화 성공률 또는 수준정도가 훨씬 확연하게 차이가 나고 있음을 나타냄

※ 동기간 중 정출연(연)의 기관의 운영 성과 기준은 3P이었으며, 3P를 기준으로 한 성과 활성화를 위한 재정운영 측면의 독려장치로써 PBS가 적용되어 왔음.

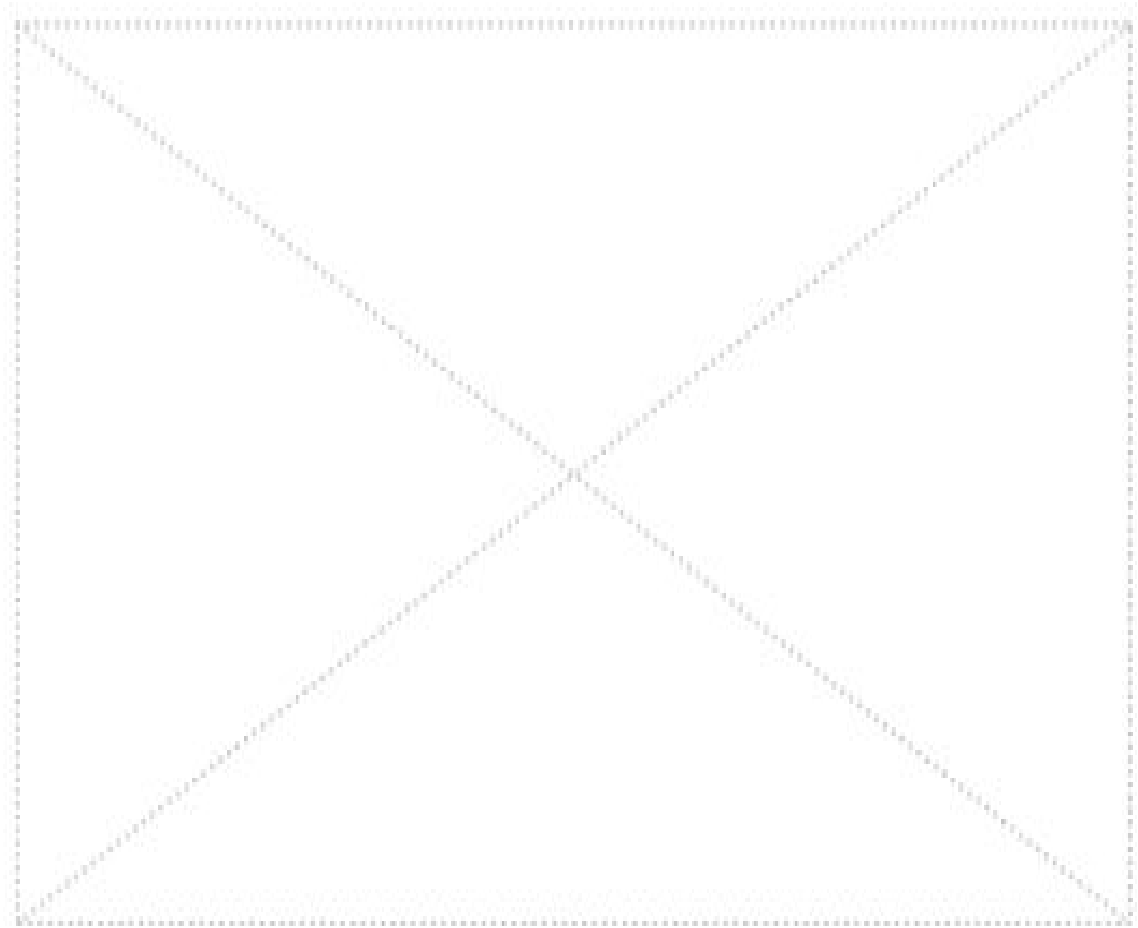
○ 다음 그림 12에 있는 논문, 특허, 기술이전 수입액을 통한 출연(연)의 주요성과 변이를 살펴보면 꾸준히 성과를 쌓아 가는 것으로 보여짐. 그러나, 그림 11의 공공연구소 연구개발 채원에서 기업부담금액의 비율변화를 살펴보면 점차적으로 줄어드는 것을 살펴 볼 수 있음

- 공공연구소의 개발에 공동 참여하는 기업의 부담금이 줄어든다는 것은 공공연구소와의 협력으로부터 얻을 수 있는 실효성이 줄어들고 있기 때문이라는 해석이 가능함
- 이는 공공연구소에 투입되는 예산 증가 대비 적절한 성과를 창출하고 있다 평가하기에는 피리가 존재하고 있다고 할 수 있음
- 그림 13을 통해 동기간 중 제조업 수출관련 수치들을 살펴볼 경우, 논문과 특히 건수 증가율과 연관성을 주장하기에는 쉽지 않음을 살펴 볼 수 있음

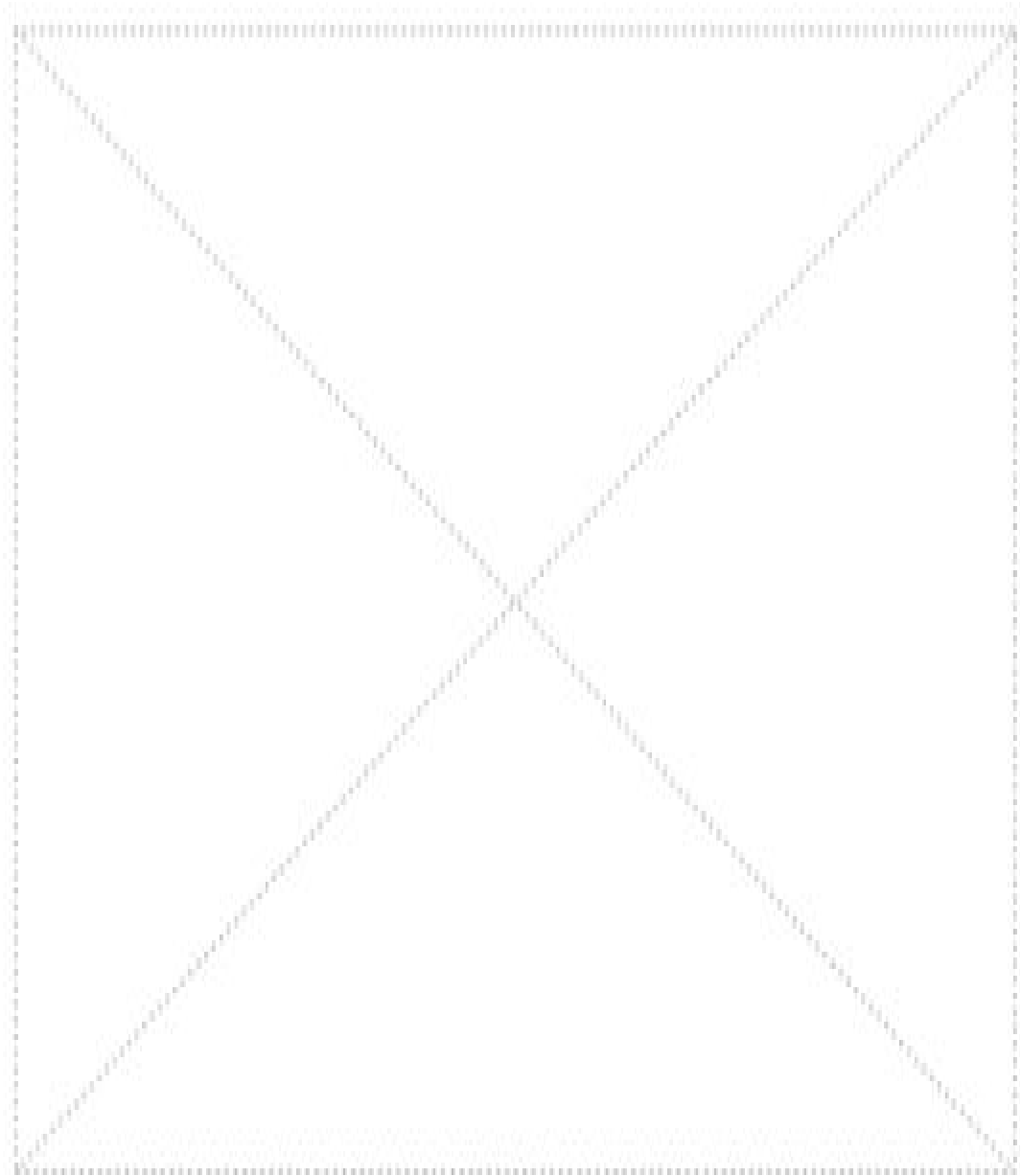


<그림 11. 공공연구소 연구개발 자원 중 기업부담금액 비중>

※ 출처 : 공공부문의 기술사업화 현황(2018, 정보통신정책연구원(손가녕))



<그림 12 출연(연)의 주요 성과(논문, 특허, 기술이전 수입액, 단위: 백만원)>
출처 : KISTEP ISSUEPAPER 2012-15 과학기술분야 정부출연연구기관 투자 및 성과 분석과 시사점



<그림 13. 주요국별 제조업 수출과 수출변화>

※ 출처 : 한국 산업의 경쟁력 구조변화와 정책적 시사점. 2017.3 산업연구원

□ 성과확산활동의 한계점

① 시장수요와의 괴리

- 기획단계에서의 수요연계 및 사업화 전략 부족으로 기술수요자인 기업의 입장이 반영된 기술의 공급이 부족한 실정임
 - 기획 및 과제 발굴 시 기업의 수요 반영이 미흡한 이유로 기업들은 “출연(연) 기관평가기준인 정부 R&D정책과 기업수요불일치(49.2%)” 등을 꼽고 있음
 - 한편, 출연(연)과 협력 경험이 없는 기업은 “수요반영 채널이 마련되어 있지 않음(48.7%)”이라는 애로사항을 제시한 것으로 조사되었음(한국산업기술진흥협회, 2013).
- 출연(연)은 기존 연구개발결과를 사업화하기보다는 새로운 과제를 추진하는 것에 치중하는 경향을 보임
 - 연구자들은 인건비 확보를 위한 수탁(PBS) 및 개인평가(O/H 기여도) 때문에 사업화 R&D보다는 새로운 기초·원천 연구를 선호하는 경향(과학기술출연기관장협의회, 2013)

② 공급자 중심의 기술 창출 및 이전

- 개발된 기술 완성도가 실험실 수준으로 사업화에 바로 활용하기에는 다소 어려운 수준임
 - 출연(연)의 기술완성도(TRL)는 3~4단계(실험단계)로 기술수요자가 요구하는 5~6단계(시작품단계)와는 차이가 있음.
- 출연(연)의 기술이전 대상을 살펴보면 중소·중견기업이 82.8%로 대부분을 차지하고 있으나(2014), 해당 기업들 중에는 R&D 결과의 사업화를 수행하기에 기술역량(기술력, 전문인력 등)이 부족한 경우가 많음
 - 기술이전 시 기술전수가 미흡하여 중소기업들이 이전 기술을 충분히 체화하지 못하고 사업화에 걸림돌이 됨
 - 반면, 출연(연) 연구자는 연구비 규모가 작은 중소기업과의 공동연구나 기술전수 노력이 필요한 기술이전보다 대기업과의 대형과제를 선호하는

경향이 있음.

- 기술공급자의 위험회피형 기술이전 계약 관행이 보편화되어 있음.
 - 대부분의 출연(연)은 기술이전 계약 시 ‘공급기술에 대한 기술의 보증은 원칙적으로 불가’하다고 함으로 품질보증을 회피하고 있음.
 - 출연(연)의 기술실시 가능성 등에 대한 비보증으로 기술이전 및 사업화에 책임성 부족
- 기술료 방식의 시장과의 격차가 여전히 줄어들지 않고 있음.
 - 기술료 산정 시, 기업은 초기자금 부담이 적은 경상기술료 방식을 선호하는 반면, 출연(연)은 관리가 용이한 정액기술료를 선호함.
 - 기술료 수입에서 정액방식 기술료가 차지하는 비중이 증가하는 추세
 - 경상기술료의 구성에서도 착수기본료의 비중이 2014년 77.8%로 매우 높음

③ 기관내 TLO 전문역량 부족

- 기술이전 중개자 측면에서는 민간부문의 기술중개가 활성화되지 않고 공공부문에서는 특허관리 등의 행정에 치중하고 있음
- 기술이전을 담당하는 TLO의 전담인력, 전문역량이 부족
 - 출연(연)별로 TLO를 운영하고 있으나 조직의 규모 및 보유하고 있는 전문인력 수 등에서 기관별로 편차가 큼
 - ※ 출연(연)의 평균 전담인력은 2014년 현재 9.5명(그러나 가장 큰 규모의 출연(연)은 51명인데 이는 출연(연) 전체 전담인력의 22.3%를 차지하는 수치이며 가장 작은 규모는 2명)
 - 단, 이러한 격차는 출연(연)의 역량의 차이를 나타내는 것은 아니고 기관의 규모와 특성에 따른 것으로 볼 수 있음
- 출연(연)의 기술료 사용액 중 기술이전 기여자에 대한 보상 비중이 1%에 미치지 못하다가 2014년에 약 2%로 증가하였지만 여전히 기술이전 기여자에 대한 인센티브가 미흡한 수준

④ 외부 주체와 실질적 연대 부족

○ 기업과 협력 미흡

- 국내 공공연구소(출연(연), 국공립연구소 등)에서 사용하는 연구개발비 중 기업이 부담하는 비중은 독일, EU, 프랑스등 주요국에 비해 낮아 기업과의 실질적 협력이 활발하지 않음을 알 수 있음.
- 2000년대 초반에는 이들 국가들보다 높았으나 점차 감소하는 추세임.

○ 민간 TLO와 폐쇄적·제한적 협력

- 출연(연)별로 민간 사업화 전문기관 등과의 네트워크를 운영하고 있으나, 폐쇄성으로 인해 성과는 미흡
- 기술거래기관에 기술이전을 위탁한 기술 협상 등 기술이전 관련 활동에 비협조적임(교육과학기술부·지식경제부, 2010).

○ 출연(연)의 창업을 위한 종합적 지원체계 미흡

- 대부분의 창업 관련 법령 등이 분산되어 있어 이들 법령을 기반으로 하는 지원제도 역시 분산되어 있음.
- 또한 출연(연)의 특성에 적합한 기업가정신 교육, 연구개발자금지원 등 부족

⑤ 기술이전 및 사업화 예산 부족

○ 기술이전 및 사업화에도 많은 예산이 필요하나, 출연(연) 예산 중 기술사업화 예산의 비중은 2014년 평균 2.6%에 불과

- 출연(연) 성과확산 총예산은 2014년 1,062억여원이고 총예산 대비 비율은 2.6%임(단, 2011년(1.6%) 이후 증가 추세)
- 성과확산 예산규모가 가장 큰 출연(연)(ETRI)은 385억 규모(전체 성과확산 예산의 36.3%)인데 반해, 가장 작은 출연(연)은 6,800만원에 불과

제 5 장. 선진국 공공연구기관 성과 확산 현황 사례

1. 미국 사례

□ MIT Media Lab

- 공공연구기관이라기 보다는 공공성 부분에서 많은 성과를 낸 것으로 알려진 선진 연구 개발조직이라 할 수 있음
- 해당 조직의 리더급들은 보수적인 대학이나 연구조직의 입장에서 볼 때에는 지나치게 독특하게 시작하였다고 평가되었었음.
 - 니콜라스 네그로폰테(건축학 교수)와 제롬 비스너(MIT 총장)를 제외하고는 영화감독, 그래픽 디자이너, 작곡가, 물리학자, 수학자, 멀티미디어 연구원과 같이 일반적으로 볼 때 MIT 교수의 자격으로 생각할 수 없는 집단으로 구성되었었음.
 - MIT 미디어랩은 학문이 아니라 컴퓨터라는 것의 능력으로 과학이나 기술만이 아닌 우리가 살아가는 삶의 여러 측면을 변화시킨다는 것에 대한 믿음으로 시작되었음.
- 추구한 연구목표와 결과는 인류 혹은 인간의 삶이라는 큰시각에서 전체적으로 복합적인 혹은 전문가의 시각에서 판단할때는 통용합된 목표를 세우게 됨.
 - 연구결과로 제시된 이론과 예시 결과들은 해당의 내용이 해결하고자 하는 것을 사업화 할 수 있는 역량을 갖춘 주체들에게는 전세계에 통용될 수 있는 상품화 가치가 될 수 있으며, 시장 선점을 위한 목표 방향성으로 동작함.
- 다양한 형태의 발표와 시연 등이 우선하며, 비밀유지 서약 후 토론과 컨설팅 행위, 공동연구들이 미디어 랩에 매년 큰 연구비를 제공한 대기업들이 얻어가는 강력한 성과 확산 방식임
 - 공개 발표되는 논문이나 특허 등은 모든 사람들이 접근할 수 있기 때문에 관련 분야에서 최첨단 선두 경쟁을 하고 있는 First-Mover들 사이에서는

차별적인 부가가치가 되어주지 못한다고 판단

- 2011년부터 Director로써 미디어랩의 주제들 중 하나를 이끌어온 Joi Ito 박사는 2018년도에 박사 학위를 마침(학위 소지 여부와 상관없이 연구책임자의 권한으로 연구조직의 수장이 됨)
 - Joi Ito 박사는 일본 인터넷의 초기 선구자이자 최초의 블로거였고 몇개의 기업을 창업한 연쇄창업자였으며 이름을 대면 알만한 킥스타터, 트위터, 플리커 등에 투자한 엔젤투자자였음.
 - 또한 오픈소스 커뮤니티 OSI와 초기 공유경제모델의 선구자였으며 자유문화운동, 인터넷의 개방문화를 이끈 사회혁신가·액티비스트이자 소니, CCC, 모질라재단, 나이트재단 등의 보드멤버로 활동하며 영향력을 행사하는 한 사람이었음.

□ NASA

- NASA와 같은 조직은 외부와 공개적으로 연구를 수행하는 부서와 공개되지 않은 일들을 하는 부서가 나뉨
 - 연구내용을 공개하지 않는 조직은 우리나라의 국방연구소와 같은 형태로 기밀을 유지하며, 이론이 아니라 실제 실험 결과로 구현되는 목표를 성취할때까지 실패와 반복을 계속할 수 있도록 비용조달과 평가 형태를 제공
 - 논문 발표, 특허의 출원 또한 검토와 심의를 거쳐 외부와의 공유나 교류가 국가이익에 부합하다 판단될 경우 허가하에 이루어짐
- NASA는 1960년대 동서 냉전 기간 중에 국가가 전략적으로 확보하여야 할 기술과 목표를 성취하고 확산하기 위하여 조직·부서를 운영하였음.
 - 해당 부서들이 주로 연구와 개발 부터 실제 적용까지 전 부분을 다루었음.
 - 목표조직의 특성상 매트릭스 조직 형태(중간규모의 조직단위)를 띠고 있으며, 제조·설계·영업 등의 영역에서 고도의 전문인력 풀을 유지하고 실무 과정을 통해 최첨단 기술에 익숙한 인력을 육성

- 프로젝트 단위로 여러 목표에 동시 참가하도록 유지
- 목표 지향적인 최첨단 기술 연구와 개발 프로젝트에 참여하던 최고 등급의 연구 역량을 갖춘 엔지니어가 기초 분야의 공개연구 주제에도 참여할 수 있음
- 대외적으로 세계 최고 수준의 엔지니어링과 연구 역량이 구체적으로 실질 구현 역량 형태로 확산될 수 있는 구조를 구현
- 기술적 역량뿐 아니라 연구자의 인성과 도덕성, 리더쉽 등이 중요한 기준임
- NASA의 정규직 연구원 선발시 수일에 거친 다중 인터뷰, 그간의 업적과 역량평가 등을 통하여 판단
- 평가과정이 동 분야에 공개됨으로 피평가자에 대한 평가 자체가 평가자의 평판을 결정하는 구조가 형성되어 있어 신중한 평가가 이뤄짐

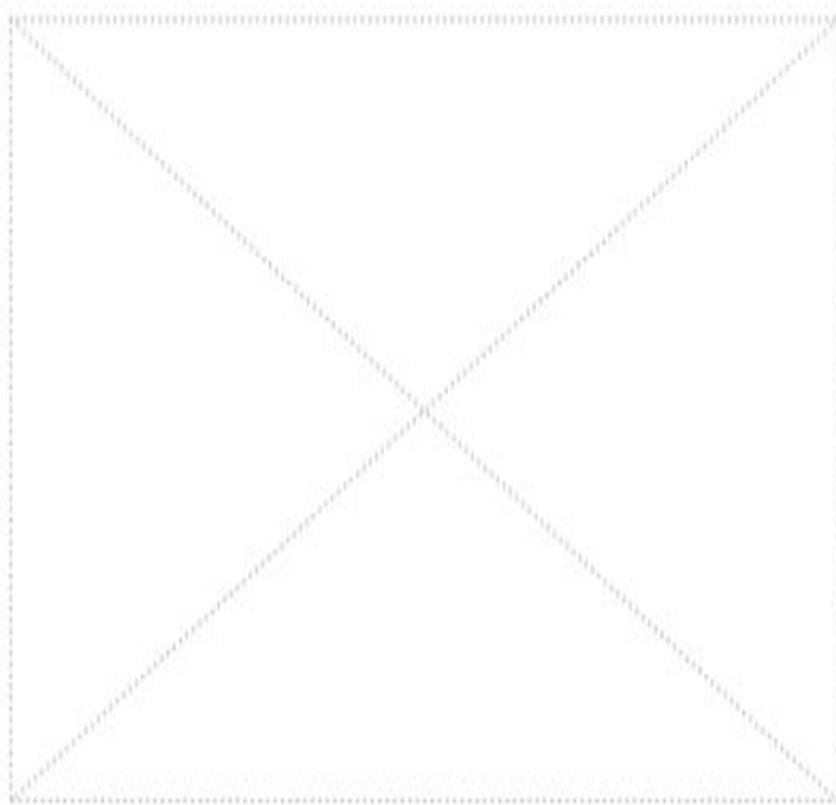
2. 독일 사례

□ 프라운 호퍼

- 독일의 광학자이자 물리학자인 조셉 폰 프라운호퍼의 이름을 딴 연구소 집단으로, 소속연구소와 연구자들 모두 응용연구를 목표로 연구결과가 기업이나 사회의 이익으로 연계되는 것을 목표로 삼고 있는 연구 조직
- 독일전역의 독립예산과 경영구조로 운영되는 67개 연구소를 아우르는 분산 연구조직(2013년 기준)으로 방대한 포트폴리오를 다루며 산업섹터 보다 연구 그룹 중심의 기술 영역으로 특화
 - 프라운 호퍼 연합회는 기능별로 집행위원회(Executive Board), 7개 그룹 67개 연구소, 의장회의, 대의원회, 총회, 과학기술회의, 이사회 등으로 구성
- 본부 차원에서 기술 수요자와 연구조직을 매칭시키는 중재자 역할을 하며, 연구협회와 연구개발 이해 당사자들이 민주적으로 의사결정을 함.
- 프라운 호퍼 연합회는 인문계와 이공계를 구분하지 않은 통합교육과 실험과 실제에 기반을 둔 인사로 구성됨으로, 이사회에 참여하고 있는 모든 이

들이 특정 수준 이상의 과학기술적 지식뿐만 아니라, 인문사회, 경제, 역사 등 다양한 주제들에 대해 토론과 협의가 가능

- 식민지배와 오랜기간의 침탈과 피침탈, 1~2차 세계대전의 경험을 겪음으로 다양한 깊이의 인문 철학, 경제·경영 상식을 보유하고 있고 이를 정책 결정과 협력·분배 등의 과정에 반영시킴
- 독일의 사회구조가 상대적으로 사회주의적인 분배 체계를 갖추고 있고, 실패를 해도 다시 도전할 수 있도록 하는 다양한 사회 안전장치와, 직업과 직위, 인문계냐 실업계인가 등에 따라 큰 차별이 가해지지 않는 분위기에 기인하기도 함



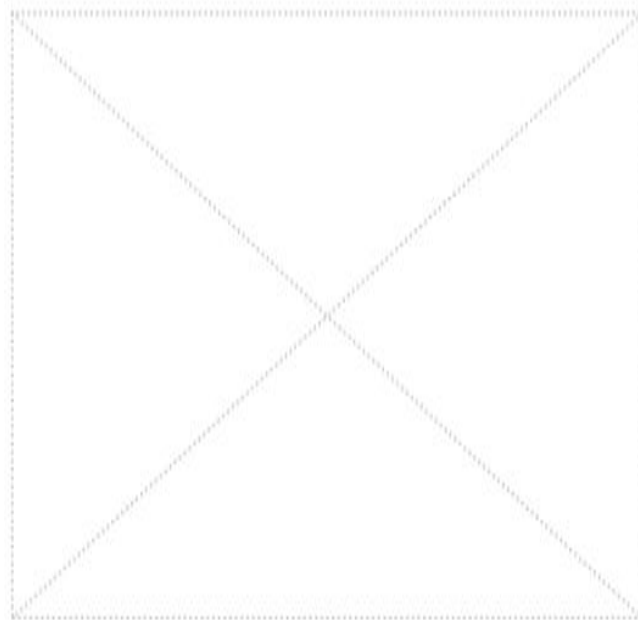
<그림14. 프라운호퍼 연구협회 조직구조>

※ 출처 : Fraunhofer-Gesellschaft(2014)

3. 일본 사례

□ 이화학연구소

- 민간 연구소로 출발했으나, 2차대전 이후 일본정부와 산업체 공동출연으로 재 출발한 일본과기청 산하의 비영리특수법인
 - 현재 50개 연구실에서 물리학, 화학, 공학 및 생물과학분야를 중심으로 기초연구를 수행하고 있음
- 2017년 기준 이화학연구소(RIKEN)의 정직원인원은 3천6백여명 정도이며 이중 연구직의 비중은 71.4% 수준임
 - 연구원의 직급으로는 선임연구원(한국의 책임연구원에해당), 연구원(한국의 선임연구원), 보조연구원(한국의 연구원)으로 이루어져 있으며 직위로는 주임연구원(연구실장)과 부주임연구원이 있음
 - 이밖에 기초과학특별연구원, 수탁연구생, 연수학생 등 외부연구원이 있음

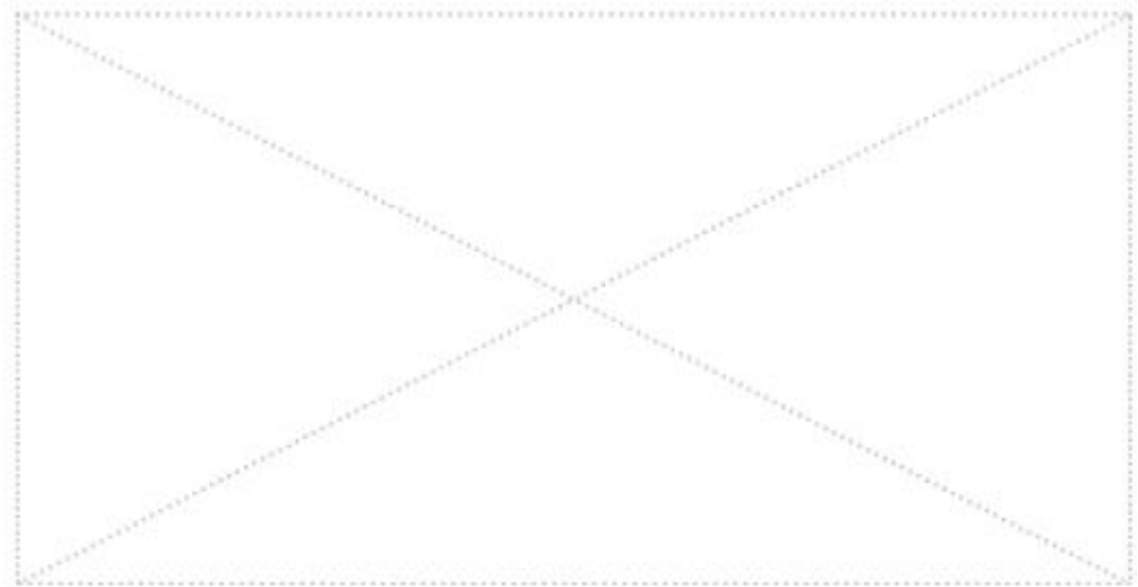


<그림15. 이화학연구소 인력변화 추이>

※출처 RIKEN(2019), Annual Report 2015~2017,
<http://www.riken.jp/en/about/facts/>

- 철저히 실단위로 운영되며 우수 연구 실적이 있는 이로 선발되는 연구실장은 종신제(퇴직정년 60세)로 실장에게 인사 및 연구에 관한 모든 실권이 부여되어 있음.
 - 연구실장은 7년마다 분야별 전문가로 이뤄진 4~5인의 평가위원회에 의해 연구실 운영에 관한 절대평가를 받고, 평가 위원은 평가 보고서를 2개월에 걸쳐 제출하게 되어 있음.
 - 학문적 성과 이외에 연구개발 과정에 발생할 수 있는 인간 관계, 사회 관계, 도덕성 등에 대해 절대적인 신뢰와 권위를 인정하며, 평가위원들도 그에 준하는 기준으로 임하도록 하는 평판사회 구조임.
 - 경제적으로 일본 사회 동급의 계층에 비교하여 부족하지 않는 수준의 안정적 보상을 제공함으로써 이면에서 상식선 이상의 부조리가 발생했을 경우에 엄정한 징벌 부여(인간적인 측면을 감안한 경감조치 등이 필요하다는 여론이 생겨나지 않게 함)
- 연구비 지원은 기초과학 연구, 원자력관계 연구, 일반 연구로 분류되며 일반연구는 각 연구실의 연구활동에 기본이 되는 연구로 연구실에서 자유로이 미래 지향적인 과학기술의 테마를 선정하여 연구하고 원천기술 사업화를 추구하고 있음.
- 2011년부터 원천 기술 사업화를 독려하기 위해 기업들의 수요 등을 고려하여 연구성과 조기 실용화가 가능한 과제를 선정 3~5년간 팀당 5,000만 엔/년 지원함으로 실용화에 소요되는 요소들이 이화학연구소 체계로부터 동원되고, 연구원간 협력을 통해 결과가 탄생할 수 있도록 하는 'Baton Zone' 사업을 운영해오고 있으며, 장기 과제 형태로 진행하고 있는 것이 특징임

※ 출처 “RIKEN Baton Zone Program (BZP)” <http://www.riken.jp/en/research/labs/bzp/> 2019.7



<그림16. 이화학연구소 Baton zone Program>

※ 출처 : KISTEP ISSUE PAPER 2011-19

4. 영국 사례

□ 캐터펄트 센터

- 영국은 기초연구와 산업계 수요사이의 간극을 좁히고, 원천기술을 근간으로 혁신역량을 강화하고자 산학연 협력 프로그램으로 10개의 캐터펄트 센터를 운영해 옴
 - 신기술과 혁신을 추구하는 연구센터간 네트워크로 탁월한 연구성과를 시장으로 신속히 연계시키고 이를 통해 경제성장을 가속화하는 산·학·연 공동연구 프로젝트를 수행
 - ※ 2011년 영국 기술전략위원회(Technology Strategy Board, TSB)는 기존의 기술혁신 센터를 대체할 차세대 기술혁신센터인 캐터펄트 센터(Catapult center)를 설립
- 캐터펄트 센터의 운영은 기업의 첨단기술 개발과 사업화 역량 부족 부분을 해결하기 위한 전략을 구현하고 새로운 아이디어에 대한 사업화 활동을 지원하기 위함임

- 기업의 초기단계 혁신에 대한 리스크를 감당
- 시장·혁신 분야 클러스터 네트워크 등을 구축하기 위한 촉매 역할을 담당
- 영국을 포함한 유럽 기업들은 원천기술의 중요성에 대한 이해 및 수용도가 높으며, 연구와 개발과정에서 적절한 보상과 기회 분배에 대해 높은 윤리 적용이 이뤄지고 있음
 - ※ 영국과 구주 유럽은 1,2차 산업혁명과 식민 제국시대 등을 주도하며 원천기술개발과 사업화 역량을 바탕으로 발전해 온 경험이 있으며, 높은 수준의 복지로 신기술로 인해 시장에서 내몰리는 이들을 위한 안전장치가 있기에 자국내 기술이 사업화 될 경우, 이에 대한 수용도가 높고 정치적인 영향력을 동원하여 규제를 만드는 등의 활동이 상대적으로 덜 적극적임

5. 시사점

- MIT 미디어 랩, 이화학연구소, 프라운호퍼 연구소, 캐터필트 센터 등의 체제는 공통적으로 추격형 연구와 성과를 목표로 하는 조직 구성이 아니고, 시장 선도형 모델로 자체 연구부터 실제 구현까지 모두를 염두에 둔 기능 구조를 구현하려고 하고 있음.
 - 이는 전세계의 분업구조를 염두에 둘 때, 해당 국가가 차지하고 있는 위치에서 당연한 대응형태임
- 각각의 연구조직들은 차별적인 기술을 바탕으로 시장선도와 시장선점 가능성을 창출할 수 있을 정도로 다양한 협력과 융합이 가능하도록 환경을 제공하려 하고 있음
- 일본 이화학연구소의 평가 운영규정에서 살펴 볼 수 있듯이 연구를 이끄는 집단은 스스로가 높은 윤리규정을 지킬 수 있도록 물질적인 환경과 보상 및 문화적인 환경을 제공
 - 심도 깊은 평가를 통해 리더를 찾고, 상대적으로 긴 시간(약 7년)을 주기로 연구 성과뿐 아니라 도덕성을 포함한 전체적인 평가를 통해 리더쉽을 유지할 것인지에 대해 평가하는 형태를 취함.

- 기초연구 활동과 원천기술 개발 및 글로벌 시장 선도 사업화 활동이 기존의 사회시스템 내에서 파악되지 않거나 존재감이 없던 것을 찾아내고 가치화하는 행위이기에 때문에 사람 중심일 수밖에 없는 본질에 대해 대응하도록 구조화 한 것임
- 원천기술 사업화 과정에서도 성과가 달성될 수 있을 때까지 안정적인 협력과 공동연구 활동이 이뤄질 수 있도록 리더 선정과 안정적인 자금이 제공되도록 하며, 그 과정에서 계약과 조율 전문가가 개입하여 공정성과 법적 문제를 책임지도록 하고 있음.
- 관련 원천기술 사업화 체제의 배경에는 해당 국가들이 지적권법 등을 통해서 불공정 행위가 발생할 경우에 대비한 강력한 체제를 갖추고 있다는 점과 연구 리더 선발체계에서 살펴 볼 수 있듯이 협력이 이뤄질 수 밖에 없는 전문 출연연 바깥의 대학사회 등에서의 공정경쟁과 연구 윤리 준수 분위기가 정착되어 있다는 점도 큰 역할을 함

제 6 장. 성과 확산을 위한 정책 제언

□ 국가와 정부의 연구개발 투자를 통해 특정 비율 이상 원천기술 개발과 사업화를 추구하여야 하며 그 목표는 국가 사회 경쟁력과 국민 삶의 품질 향상이라고 할 수 있음.

- 4차산업혁명 즉 디지털화로 인해 심화되는 First-Mover 시장 전쟁에서 원천기술 이전(형식의 변화가 많이 발생하게 됨. DevOps(Development + Operation) 형태의 비중이 많이 높아짐)과 원천기술 사업화 역량이 가장 중요한 역할을 함.
 - 자주국방 여부가 국가 존립을 보장하듯이, 국토가 좁고 자원이 없는 우리나라에게 제조업 원천 기술 확보·개발 및 사업화 능력이 글로벌 시장에서 경제·사회·문화 등 전방위의 존립에 영향을 미치게 됨
 - 국가세금을 투입하여 이뤄지는 연구개발에서 인류차원의 순수 대승적 가치를 추구하는 가치중립적인 연구의 비중을 크게 하기 어려우며, 대규모 예산이 투입되는 기초 연구들은 첨단 기초 연구에 필수적인 첨단 엔지니어링 역량확보와 그 엔지니어링 역량이 산업화 수준까지 도달할 수 있게 가다듬고 축적·확산 될 수 있는 환경을 제공하는 장치로 활용됨
 - 디지털 기술과 환경 및 활용역량이 기초연구~원천기술~산업화 등에서 유통을 넘어 제조업등 모든 R&D → Business(개념연구부터 사업화까지, 중간에 화살표 표시를 한 것은 과거 산업화 시대 경영모델의 기술사업화와는 차이가 많이 발생하기 때문임) 과정의 생산성에 영향을 끼쳐 기존 추격형 모델의 경쟁력을 와해시키고 글로벌 시장선점과 수성까지 모든 영역에서 결정적인 역할을 하게 됨. 정부주도의 디지털 기술과 환경 및 활용역량의 전략적인 확보와 확산 모델의 개발과 적용을 통해 주효한 역할을 할 수 있음
- 미래 국가경제 생존이 달린 원천 기술 개발과 산업화는 산업화 성공까지 기약 없이 소요되는 개선비용 혹은 실패 비용을 어떻게 부담할 것인가

가의 문제로 정의 할 수 있음

- 원천 기술 개발과 확보과정에서 인력 유치 경쟁 등으로 인건비는 지속 상승하며 거대자본으로도 쉽게 확보가 어려운 혁신 역량이 인적 역량부문이기 때문에, PBS 등에서와 같이 목표 관리위주의 산업화 시대에 운영했던 마이너스형 인적 보상과 관리정책에 집중하는 것은 현명하지 않으며 타부문 효율화에 중점을 두어야함
- 효율화 비즈니스 모델로는 정부가 안정적인 재무구조와 연구개발이라는 명분으로 뒷받침 할 수 있는 출연연 등에 4차산업혁명 기술들과 엔지니어링 역량들이 지속 축적될 수 있도록 하는 것이 있음
- 국내 탁월한 네트워크 환경에 참여하고 있는 정부 출연연을 중심으로 클라우드 서비스 방식으로 기술이 빠르게 확산되며 사업화 될 수 있는 체제를 구축·운영함으로써, 요소 전략 부문의 기술 혁신 역량 확보·확산을 위한 보루로 삼아 엔지니어링 역량 기반이 될 수 있도록 운영하는 방안이 있음
 - ※ 시장 크기로 인해 전문 기술 중소기업화 될 수밖에 없는 요소기술 영역의 민간 주도는 시장 변동성으로 인해 현장이 필수적인 전략기술들이 지속보호 발전될 수 있는 안전장치가 되기 어려움. 이는 대학의 경우에도 첨단기술 엔지니어 급여와 시설운영 비용을 안전하게 유지하는 것이 불가하기 때문에 대체안이 될 수 없음
 - ※ IMF구제 금융, 2008년 경제상황등을 겪을 때 대부분의 기업들이 연구소 인력을 우선 축소하였고, 해당 인력들이 중국 등으로 넘어가 산업기반시스템 구축과 훈련, 품질 관리 등을 가르치는 원동력이 되었음
 - ※ 클라우드 서비스 대상가능 자원은 3D프린터, 전자현미경 등을 포함한 컴퓨터 제어 가능한 모든 자원으로 확대되어 가고 있고 VR/AR등의 영역에서 기술이 융합되고 있어 우리나라 IT환경의 강점을 기반으로한 혁신인프라 역할을 할수 있음
- 산업화 시대의 경영정책(시장) 위주일 수밖에 없는 대기업 중심의 기술 생태계는 분야와 주제에 따라서 자생적 원천기술을 말살하는 역할을 할 수 있음
 - 따라서, 주제와 분야에 따라 세밀한 연관관계 검토를 통해 기초연구부

터 산업화까지 일관체계를 대상으로 전주기에 거쳐 지원이 이뤄질 수 있도록 하는 기술 제공방식이 필요

- 대기업과 경쟁하거나 대기업이 정당한 보상을 통해 M&A할 수 있도록, 과학기술이 대기업 중심의 빈익빈 부익부 지배구조에서 벗어나 국가·사회적 문제를 해소하는 방법론이 될 수 있도록 기술 혁신 시대의 주요 기본 기조가 되어야 함

□ PBS제도의 완화가 필요하며, 사업화 가능성 발견에 따른 추가 기회제공이 이뤄질 수 있고 연구자가 정부를 높게 신뢰할 수 있게 하는 제도가 필요함

- 예산관리 중심의 시각에서 SCI논문과 기술이전 건수와 같은 객관성을 지니고 성과지향적 PBS 제도는 행정관료화를 촉진하고 해당 집단이 과학과 기술에 대한 낮은 이해수준에도 불구하고 큰 발언권을 가지게 만들
- 정량화와 규제화는 참여하는 이들의 시각에 명명백백하여야 가능하지만, 이 기준을 통과한 과학기술은 이미 많은 사람들에게 공개되어 산업적 가치를 상실하게 되거나, 이를 응용한 부가가치 창출 엔지니어링 역량과 이를 뒷받침할 자본을 보유한 대규모 조직들이 쉽게 추격할 수 있게 만들
- 이는 대자본을 보유한 측에 전적으로 유리한 상황을 강화하여 전세계적인 빈익빈 부익부 속도를 가속화하고 공공 사안인 환경과 에너지, 고용과 노령화 문제 등의 자본이 우선하지 않은 문제들을 시의 적절하게 해결할 기반을 소실하게 만들
- 각 출연연은 세금에 기반한 운영 조직으로 인류를 위한 가치중립적인 결과 보다는 국내 담세자를 위한 실질 가치 창출이 우선됨. 그러나, SCI논문과 명목 특허 등의 객관성 중심의 평가기준이 단기 목표 중심인 PBS 제도와 결합함으로써 국가간 원천기술 확보와 사업화 경쟁의 필수요소인 엔지니어링 역량의 축적기지와 확산을 위한 보루 기능의 상실을 초래해 왔음
- 단기목표 위주의 PBS제도는 실제 산업화 역량과 거리가 있을 수 있는 SCI 논문 등 양적 성과를 기준으로 함으로, 대학교수 및 선진국 기술도입을 통

한 양산체계 구축 전문가가 중심이 되어 장기적인 국가 과학기술의 방향을 좌우하게 만듦. 따라서, 주요 필수 엔지니어링 역량을 허물거나 전략 기술들의 외국 의존도 극대화를 초래함

- PBS 제도는 장기간 보완 엔지니어링 비용을 인정하지 않기 때문에 국가의 기초분야 연구개발에서도 엔지니어링 역량 축적이 불가능한 개념 시연 수준에서 그침으로 기반 산업영역으로 엔지니어링 역량이 흘러들어가지 못하도록 하며 최종적으로 산업화효과를 상실하는 구조적 문제를 지님

<추진방안>

- PBS 비율을 대폭 줄이며, 정출연 내에 도전적인 시도와 실패가 축적되어 엔지니어링 역량이 쌓이고 외부까지 확산될 수 있는 제도를 마련해야 함.
 - 이 과정에서 정출연에서 실험되고 발전된 기술과 외부협력을 통해 축적된 역량들 중에서 원천기술 사업화 가능 주제들을 다면평가를 통해 사업화를 전제로 한 별도 형태의 접근이 유효함

- 출연연의 평가 과정에 연구개발 실무를 이해하며 산업과 정책 부분까지 경험한 전문가의 육성 발굴이 중요하며, 연구성과 촉진 및 연구자 주도의 사업화 유도를 위해 연구자에 대한 직접적인 인센티브 뿐 아니라 사업화 지원 및 참여 독려를 위한 대체 보상체계가 유효함
- SCI논문 성과의 사업화 측면에서 국가별로 평가할 경우, 출연연에 대한 평가는 성과 측면에서는 First-Mover 역량을 지니고도 사업화에 있어서는 시장을 주도하고 있는 경쟁상대국에 주로 도움을 주고 있음
 - 따라서, 출연연의 연구와 개발 결과가 국내에 우선 발표되고 확산될 수 있도록 하는 제도 마련 및 해당 활동을 하는 연구자에 대한 인센티브 연계 방안이 필요
- 또한 해당 기술에 대한 이해를 지니고 산업·정책부분의 Insight를 지닌 전

- 문가 발굴을 통해 First-Mover형 R&D를 후원할 수 있는 그룹 확보가 중요
- 사업화 성공 성과를 창출하는데 기여한 이들이 합법적으로 상식적인 수준의 보상이 이뤄질 수 있도록 국민적 이해와 분위기 조성도 수반되어야 함
 - 연구성과의 창출 뿐 아니라 성과에 대한 국민 공감대 형성을 위한 홍보활동 연계 필요

<추진방안>

- PBS 대체 연구개발 사업의 한 형태로 정부가 연구개발자금을 투자형태로 제공하고 연구 책임자와 참여 연구원이 사업화를 전제로 출연연 외부에 참여기업, 대학 등의 주체들과 함께 별도 법인을 설립하여 연구개발을 수행하도록 하는 형태가 가능함.
- 사업화 결과물을 VC와 대기업 등에 제시하도록 하고 기업 회계 감사 형태로 감리를 수행하며, 사업화에 성공할 경우 정부는 회사지분을 회수하는 방식을 취하도록 함
- 이런 방식은 SW부문에서 빠른 변화를 사업화 하기위한 DevOps방식의 한 형태로 디지털화로 모든 영역에서 벌어지고 있는 빠른 기술 발전에 신속히 대응할 수 있으며, 글로벌 수준의 보상을 제공하기 위한 보완 장치 역할이 가능함
- 대기업 중심의 과점 시장 구조에서 기술이전료 부담이 가능하며, 이 전받은 기술의 사업화 역량을 지닌 기업들의 비율이 높아 평가가 어려운 점을 정부가 보완하며, 정출연연과 관련 협력구조의 직간접적인 지원을 유도하고, 고학력 인력 고용효과의 창출할 수 있는 등의 다양한 효과가 있음

□ 각각 출연연이 경쟁력 있고 고유하되 다른 부분까지 융합한 자랑할만한 사업화 성공 결과를 보유·유지하고 있어야 타 출연연들이 서로를 실질적

파트너로써 인정하고 자신의 분야를 제대로 돌보고 이끌며 협력함. 따라서 출연연별로 각기 전문 영역이 부각되어질 수 있되 타 영역을 융합한 사업화 성과 창출 부분을 R&R로써 명시하여 활성화하여야 함

- 4차 산업혁명 등 전 세계적인 변화의 흐름에 대응하고 국가 혁신성장과 국민 삶의 질 향상에 기여할 수 있도록 하는 출연연의 역할 중요
 - 출연연은 국가 사회 문제를 해결하거나 국가와 국민 먹거리가 사회적으로 창출될 수 있도록 국가사회적 역량을 현장에서 이끌고 융합하여 음양으로 만들어내는 실무 조직임
- 연구기관이 주도적으로 수립한 R&R을 기관운영의 큰 방향으로 잡고, 각 기관들은 예산과 인력 등 보유자원 전반을 R&R의 이행에 집중하며 상호간 연계함으로 목표를 달성하도록 노력
 - 세분화되어가는 전문분야 연구 특성으로 인해 각 출연연은 분야 독점력과 타 분야 배타성을 보유하게 되었으나 이는 내부혁신이 어려운 특성과 결합하며 성과 지속적인 혁신 결과 창출을 저해하게 됨
 - 출연연의 연구조직이 분야를 넘나드는 경쟁과 상호간 연계가 동시에 일어날 수 있도록 하여야 기술 사업화 성과 창출을 기대할 수 있음

<표10. R&R에 따른 출연연 연구 중점분야>

핵심분야	주력 연구기관	연구 중점분야
국민생활 및 안전	한국생명공학연구원, 한국과학기술연구원, 한국건설기술연구원, 재료연구소	사이버안전·안보, 안전·국방소재, 미세먼지, 생활공해, 화학물질 안전, 먹거리 안전, 독성평가, 암·감염병·뇌질환, 화재·홍수·지진·재난·재해
D.N.A 원천기술	한국과학기술연구원, 한국전자통신연구원, 한국과학기술정보연구원, 한국항공우주연구원	초실감 리얼리티, 데이터분석·활용 플랫폼, 다분야 빅데이터 생성·활용, 초연결, 국가연구망 구축, 복합 인공지능, 네트워크 인텔리전스
과학기술 인프라 서비스	한국과학기술정보연구원, 한국전자통신연구원, 녹색기술센터, 국가핵융합연구소, 한국원자력연구원, 한국생명공학연구원	첨단 대형 연구시설, 천문 인프라, KSTAR, 지질정보 서비스, 측정표준/기술 서비스, 원자력 인프라, 슈퍼컴퓨팅 시스템, ITER
지속가능사회 구현	한국화학연구원, 한국전자통신연구원, 한국전기연구원, 한국에너지기술연구원	청정연료, 지하수 보전·이용, 친환경 폐기물, 탄소 순환·자원화, 태양전지, 청정소재, 수소에너지, 신재생에너지
거대과학 사회기반기술	한국천문연구원, 한국건설기술연구원, 한국원자력연구원, 한국전자통신연구원, 한국지질자원연구원	스마트시티, 우주 건설 인프라, 위성항법 시스템, 우주발사체, 미래 교통수단, 천문·우주 원천기술, 스마트 전력망, 원자력 공공기술
지역발전 특화기술	한국생산기술연구원, 한국건설기술연구원, 한국기계연구원, 한국전자통신연구원	분산발전 시스템, 지역 기계산업 핵심기술, 낙동강 수질개선, 지역특화 데이터 활용 인프라, 지역미래산업 생산기술 실용화, 지역중심 스마트 시티 리빙랩
남북 과학기술	한국생명공학연구원, 한국전자통신연구원, 한국건설기술연구원, 한국철도기술연구원	남북 대륙철도, 북한 SOC 설계기준 개발, 한반도 천연물 자원 연구, 한반도 비핵화 기술지원, 한반도 연대측정, 북방자원개발
미래산업 핵심기술	한국과학기술연구원, 한국전자통신연구원, 한국한의학연구원, 한국과학기술정보연구원	분석과학, 자율주행시스템, 생산기술 표준화, 스마트 모빌리티, 첨단소재, 차세대 반도체, 미래형 컴퓨팅, 방사선, 지능형 로봇, 스마트 기계

<추진방안>

- 디지털 혁신 기술과 기존 기술들을 융합한 사업모델을 개발하고 대표적인 기술사업화 사례를 추진하는 역할을 담당하는 출연연을 지정하여 운영하거나 각 출연연이 분야를 넘어서 융합 사업화 결과를 놓고 경쟁하도록 하는 것이 유효할 수 있음
 - 첨단 혁신 기술은 상업적인 성공사례가 나타난 이후에 확산이 이루어지는데, Fast-Follower 방식으로 해외사례를 참고할 경우 이미 시장이 선점되고 자동화 생산 기술이 적용됨에 신규·대체 고용 창출이 어려움
 - 중소·벤처 기업도 글로벌 시장을 상대할 수 있어야 생존 가능하나, 대기업 제외시, 독자적으로 원천기술의 글로벌 사업화까지 원활한 수행 가능하다 평가 되는 주체는 정부지원을 받은 경우가 일반적임
 - 전문 출연연은 국민세금을 바탕으로 장기적이고 안정적인 연구개발자금 확보가 가능한 유일한 주체임. 따라서, 전문 출연연의 방향성 통제력을 확보한 측은 해당 분야의 연구개발 시장에서 독과점적인 권위를 얻으며, 국내 해당 분야의 체계모니를 장악하고 분야 밖에서 일어나는 혁신을 용납하지 않는 주체가 될 수 있음. 이를 견제할 수 있는 방안이 됨.
 - 전문 출연연이 자신의 전문분야에서 결과를 책임져야하기 때문에, 신규 등장 혁신 기술을 시험·검증하는 위험과 비용 부담을 꺼려하며, 선진국등의 원천기술 사업화 현장의 성공 사례 확인후에 후발주자로서 참여하는 경향을 보이게 되는데, 이를 자극하고 독려하는 효과를 만들

□ MIT 미디어 랩(美), 이화학연구소(日) 등 해외 사례에서 기술의 사업화 성공사례를 적용 : 수요자 중심의 R&D, 연구성과의 상용화 활동 강화

- 기술분야 전문가(공급자)의 시각에서 벗어나 인류 또는 인간의 삶 측면에

서 기술의 적용점을 판단할 수 있도록 전문가를 확보하고 시장 선점을 위한 방향성을 유도하는 조직으로 활용하는 체계(MIT 미디어 랩) 구축 : 리빙랩* 등 문제해결 지향의 R&D 수행기법 도입

- 연구개발 활동은 모든 영역에서 빈틈의 기회를 찾고 구체화하는 행위이므로 절대적으로 인간 중심일 수 밖에 없으며, 그 과정에는 해당 집단의 사회문화적인 행동지침들이 크게 영향을 미칠 수 밖에 없음
- 이는 과학기술분야의 리더와 중견그룹, 청년 그룹 등이 시대적으로 다른 가치관과 행동기준을 가지고 행위하고 있음을 이해하고 이를 원천기술의 사업화 등 기술의 적용 시점에 고려하여야 함
- 기술선진국 출연연에서 적용하고 있는 기회 포착에 따른 추가 기회 제공 체제는 GP(General Partner)형태로 판단가능하며, 이는 일본 이화학 연구소의 Boton Zone 프로그램 등에서 살펴볼 수 있음
 - 프라운호퍼, 캐터필트처럼 연구성과의 상용화를 이끌어 갈수 있는 기존 기관의 기능 강화도 중요 : 과학기술일자리진흥원, NST 등 과학기술성과의 BM(Business Model) 개발활동 강화를 위한 인력·예산 확보 필요
- NIS(National Innovation System)의 바탕이 되는 문화(연구윤리, 공정경쟁 분위기) 정착을 위해 자율과 책임이 강조되는 연구 관리 및 상대방을 인정하는 분위기 조성을 위한 학제간 연계 채널 강화

<추진방안>

- 과학기술일자리 진흥원, 출연연 기본 사업 등에서 GP(General Partner) 형태의 활동이 가능한 사업을 마련하고, 해당 조직과 관련자들이 자발적으로 지원할 수 있도록 유도할 수 있는 개인투자조합 참여 활성화와 같은 제도의 운영을 유도하는 것도 강력한 효과를 발휘할 수 있음

- 현 대통령이 소재부품펀드 가입을 통해 시범상황을 보임

문 대통령, 소재·부품기업 투자펀드 가입..."힘 보탬 것"

<https://www.yna.co.kr/view/MYH20190826014200038>

- 전체를 깨는 전문가 집단인 NRF등에서 정부 리더십에 부응하며 원천기술 사업화 성공수익을 작게 나누어 가지는 사례 창출을 보이는 것도 유효함

□ TLO 기능 활성화 및 CPO와의 역할 분담을 통한 사업화 가능한 연구 창출 및 단순 기술계약 이전을 넘어선 다양한 형태의 기술이전활동 강화

- 현재 출연연 내 TLO를 통해 기술사업화 활동이 수행되고 있지만 다수의 연구소에서는 현재 기술 이전활동과 관련된 행정활동을 지원하고 있을 뿐 적극적인 역할을 수행하는데 있어 한계를 지니고 있음

- 이는 TLO의 인력·예산·조직이 충분히 뒷받침되고 있지 않음에 있으며 R&D 수행활동의 성과 창출을 위해 연구개발과 사업화에 직접 참여까지 할 수 있는 인력이 필요

- 고품질 지식재산 창출을 위한 IP R&D 실행방안(2018, 국가지식재산위원회) 내에서 IP 전문성 제고를 위해 마련한 특허전담관(CPO) 및 국제 기술 협력 계약전문가 등과의 적극적인 사업화 실무 연계가 소비처 특히 현지 사업화를 지향하여야 할 미래 상황에 대비하기 위해 필수적임

- TLO는 보유기술의 수요처를 발굴하고 기술이전활동을 지원함으로써 CPO에게 시장정보를 공유할 수 있음

- CPO는 연구성과를 기반으로한 특허 창출 및 패키징 전략을 마련함으로써 고품질의 특허를 제공할 수 있음

<추진방안>

- TLO조직에서 전문 분야 담당자를 지정하여 연구기획단계부터 연구 진척 과정에 참여하며 기술사업화와 지재권 확보가능한 사안들에 대해 진단하고 추진할 수 있도록 하는 방식으로 기술의 깊이 있는 이해와 관련 수요 기업들과 사전 조율을 추진할 수 있도록 하는 것이 유효함

□ 대학과 출연연의 협력·협동 연구를 통한 산업화 성과 창출과 성과 분배 구조를 형성할 수 있는 장치 마련이 필요

- 기초연구부터 실질 상품화와 생산 모든 단계에서 첨단 정밀 장비와 장비를 최고수준으로 다룰 수 있는 엔지니어의 영향력은 모든 것을 결정할 정도로 중요
 - 대학의 재무 구조와 업무 특성상 고급 엔지니어를 대학에서 장기간 고용하며 활용하는 것은 한계가 있음
 - 하지만 출연연은 연구성과 창출을 위하여 대학내 우수 연구인력과의 협력이 필수적인 상황(박사인력의 약 60%는 대학에서 연구를 수행)에서 그 존재 가능성이 높은 대학과의 협력으로 대학의 인적 인프라와 출연연의 연구장비 인프라를 연계하고 더 나아가 기술벤처 등과의 협력을 통해 성과 창출을 극대화할 수 있음

<추진방안>

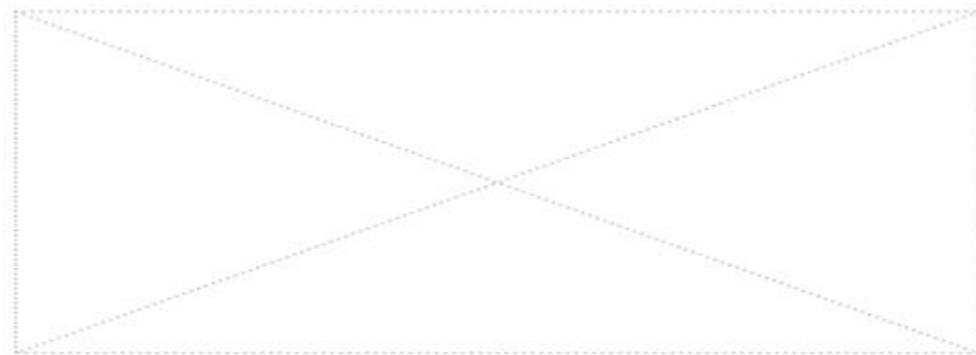
- 정출연연 중심의 기술개발과 직접사업화까지를 목표로 외부에 법인을 설립하는 방식으로 추진하는 과제에 기술 파트너 형태로 대학과 기술 벤처들이 참여하고, 지분구조로 성공에 따른 보상을 나눌 수 있게 하는 것이 유효할 수 있음.
- 사업화 실패로 각각의 조직에 귀환하고 해체될 경우에도 기존의 체제에서는 불가능했던 시장기준의 경험치를 나뉘가지며 축적하게 되고, 참여 파트너들은 긴밀한 협력관계를 계속 이어갈 수 있는 강력한 인적 관계가 형성됨.
- 참여기업측 인사들은 생업을 담보로 참여하는 형태가 되며, 기술분야가 좁기 때문에 부실한 노력을 기울일 경우 출연연 실무자의 평판문제로 귀결되어 적극적으로 임하게 됨
- 해당 경험들은 대체 확보 불가능한 경험으로 출연연 조직내에 확산되고 축적되게 됨
- 원천기술 연구개발과 사업화 성공은 성공할때까지 수도 없는 실패를 통해 부족한 점을 개선함으로써 이뤄내는 결과임

부록

기술 선진국의 연구 디지털화 패러다임

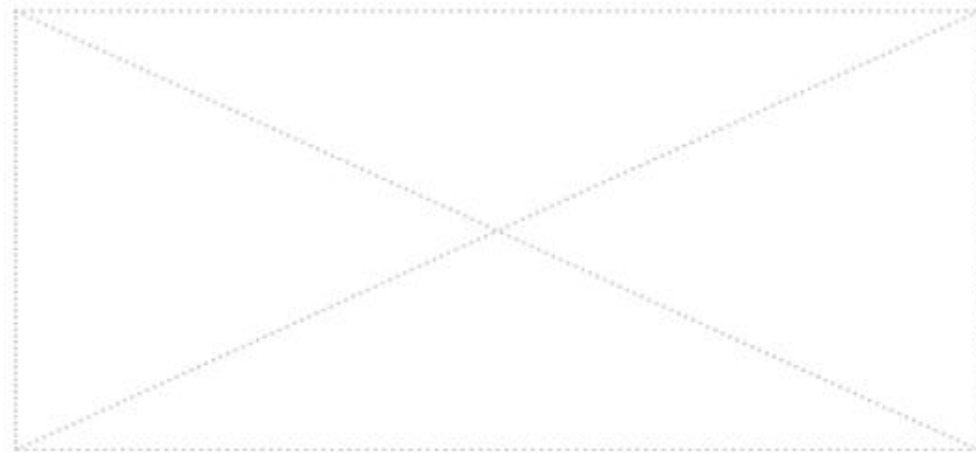
□ 연구 패러다임의 디지털화

- 과학수행 방식이 기존의 이론, 실험 중심에서 데이터 및 사이버인프라를 활용하는 3세대, 4세대 방식으로 진화



※ 출처: The Forth Paradigm - Data Intensive Scientific Discovery

- 대형 시설장비와 데이터를 활용한 연구방법 확산 및 디지털 기술과 새로운 협업 도구를 활용한 연구개방과 협력연구 수요 증가
 - * 초대형 입자가속기, 천체 망원경, 초고전압 전자현미경 등 연구를 위한 데이터의 관리 규모 확대, 분석 시간의 단축 요구, 과학의 새로운 발전 도구로 활용 필요 증대
- 데이터 기반 과학은 가상화를 통해 빅사이언스의 수행과 과학기술 패러다임 변화를 촉진

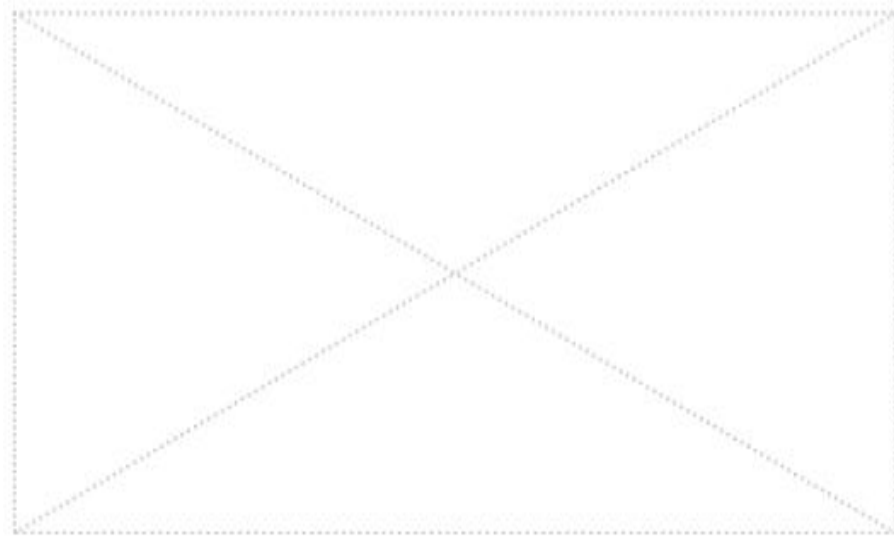


* 중력과 검출 연구(LIGO) : 공저자 1000명 이상, 참여기관 78개

□ 데이터 기반 과학과 계산과학

- 인간 오감에 의존한 웬만한 발견은 이미 완료(Science 1.0, 이론, 실험, 관찰), 고성능의 실험장비와 시설을 통해 새로운 발견(Science 2.0) 탐구
 - 이는 R&D의 대형화와 데이터 및 컴퓨팅 기반이라는 필연적인 결과에 다다름
 - 연구개발 자체가 빅데이터의 생성과 처리·분석 활동이 된 것으로 ‘연구 개발 효율화와 빅데이터’라는 주제는 Science 1.0 시대의 관점 임.

- 이처럼 데이터의 생산·처리·분석 기반의 과학을 계산과학 혹은 데이터 기반 과학이라고 칭하나 기존 체제와 다른 개념을 구분하기 위한 것임.
 - * 국가 석학 및 신진 연구자일수록 R&D 활동이 Data 기반형으로 전환되고 있음
 - ‘계산과학’은 컴퓨팅성능이 ‘데이터 기반 과학’은 데이터의 생성과 처리·관리가 연구결과의 주요 결정요인으로 작용했을 때로 구분
 - 현재는 데이터 기반 과학으로 급속도로 전이되고 있는 과정으로 보여지며 그 속성은 대동소이
 - 데이터 생성을 위한 대형연구시설과 처리를 위한 사이버인프라의 구축을 바탕으로 해석·분석 할 수 있는 응용SW의 정밀성과 처리 규모가 과학기술역량 임



□ 패러다임 전환

- 실험·관찰에 의존한 기초 발견(Science 1.0, 이론, 실험, 관찰)을 뛰어넘어 새로운 발견(Science 2.0, 데이터, 컴퓨팅)의 시대가 대두
 - 이는 R&D의 대형화와 데이터 및 컴퓨팅 기반이라는 필연적인 결과에 다다름
 - '빅데이터를 통해 연구개발을 효율화' 시키고자 하는 관점 보다는 '기술 선도국의 연구개발 자체가 빅데이터의 생성과 처리·분석' 활동이 된 것으로 봐야함

- 데이터 생산·처리·분석 기반 계산과학 혹은 데이터 기반 과학의 부상을 단순히 새로운 분야가 생겨난 것이 아니라 과학의 패러다임의 변화로 인식
 - 데이터 생성을 위한 대형연구시설과 처리를 위한 사이버인프라의 구축을 바탕으로 해석·분석 할 수 있는 응용SW의 정밀성과 처리 규모가 곧 과학기술역량인 시대

- 컴퓨팅과 데이터 역량을 기반으로 한 계산과학의 등장으로 R&D 프로세스 변화
 - 연구개발의 방법인 관찰, 이론, 실험, 모사의 활동에 IT기술과 인프라 활용
 - 실험 없이 데이터로만, 혹은 데이터 융합과 분석만으로 연구수행 가능
 - 연구의 주요 활동이 데이터 생산·수집, 처리, 분석 활동(Data 3P)으로 전환

※ 새로운 연구프로세스 : 배경 연구/지식 → 아이디어 도출 → 연구기획
 → 가상실험설계 → 시뮬레이션 → 데이터 생산/처리 → 데이터 분석 → 연구결과 도출

- (R&D 생산성 증대) “데이터 중심형”으로 연구개발 패러다임이 전환됨에 따라 “저비용 고효율”로의 연구생산성 극대화
 - R&D 활동은 ICT를 통한 융합으로 연구현장의 가상화, 초대형화를 구현
 - (가상화) 연구의 디지털화를 통한 연구생산성의 폭발적 증가(시간, 비용)
 - (초대형화) 인간 오감의 한계를 초월한 고위험, 초고(저)속, 극한 연구 가능
 - 대형연구시설 기반 데이터 생산 및 데이터 기반의 계산과학 연구방법론 적용으로 불가능한 연구의 도전 및 연구생산성 증대
 - (힉스입자의 발견) CERN 강입자가속기(LHC)에서 나오는 막대한 양의 데이터를 슈퍼컴퓨터로 분석해 힉스입자를 발견
 - * 강입자가속기는 연간 25PB에 이르는 막대한 양의 데이터를 생성
 - * 많은 양의 데이터를 분석할 기술이 없었기 때문에 50년 동안 힉스입자는 이론으로만 존재
 - (Open NASA) 연구용으로만 쓰이던 위성영상 데이터를 대중에 공개·개방함으로써 산업·경제적 부가가치 창출

- * 대용량 과학데이터 클라우드를 구축하여 총 32,589 데이터 셋을 개방
- * 데이터 개방 경제적 효과 2008년 120억 원에서 2009년 이후 1.1조원

- (보잉사) 데이터 시뮬레이션을 통해 신형 항공기 시험기 제작 대수를 90% 감축

- * 기존 보잉 777 항공기를 위해서는 77가지의 날개 디자인들을 직접 제작하여 실험했었음

- (KISTI↔해양(연)) 해색(Ocean Color) 위성 빅데이터의 실시간·고속 분석으로 기존보다 70배 빠른 대용량 과학데이터 분석 기술(TuPiX)로 연구 생산성 증대

- * TuPiX : 실시간으로 대용량 과학데이터를 처리·분석할 수 있는 플랫폼

- (중소기업 가상설계 지원) 데이터기반 가상설계 개발체제 도입을 통해, 개발시간 61.6% 단축, 개발비용 75.6% 절감

- * KISTI 중소기업 계산과학 활용 경제효과분석, 2010

□ 출연연을 새로운 R&D패러다임 전환의 선도역할 수행

- 연구 단위들의 e-Transformation을 통한 데이터 중심 4세대 R&D 및 4차 산업혁명 시대에 대응

- 국가 과학기술 데이터의 개방·관리·활용(治 DATA) 체제 구축 및 확산

- 데이터 기반 과학자 양성을 위한 교육프로그램 추진

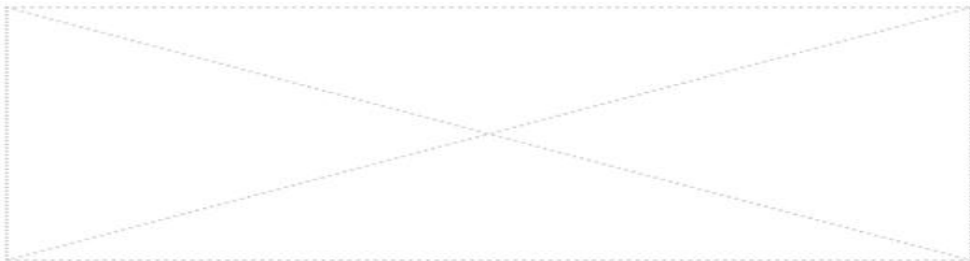
- 출연연 대상 ICT 융합형 협동연구사업 발주

- 대형시설장비 기반의 빅사이언스 추진

□ 국가연구개발사업에의 ‘계산과학’ 적용

▶ 국가 연구개발 효율성을 강화하여, 과학기술 경쟁력을 제고하고, 공공 R&D가 역량을 발휘할 수 있는 공공연구개발 시스템 전환 필요

- 국가연구개발사업의 기획, 수행 단계에 ‘계산과학’을 제도적으로 도입, 적용하여 국가 차원의 R&D예산 효율화 및 연구사업 생산성 제고
 - R&D 프로세스의 변화에 대처하여 대용량 데이터와 가상화 및 초고성능 컴퓨팅 역량을 R&D 활동에 접목하여 그동안 불가능했던 영역에의 도전
 - IT 기술과 함께 급격히 발전하여 과학의 패러다임이 Science 1.0에서 Science 2.0으로 IT융합형 연구개발로 급격히 이동
- 선도형 연구를 수행하기 위해서는 선도자들의 방법이 적용되어야함에도 과거의 방법에 연연(연연할 수 밖에 없음, 새로운 방법론을 적용할 역량 부족)
 - 전통적인 방식의 연구개발 관행에서 벗어나 보다 효과적이고 효율적인 연구개발 체제 혁신이 요구



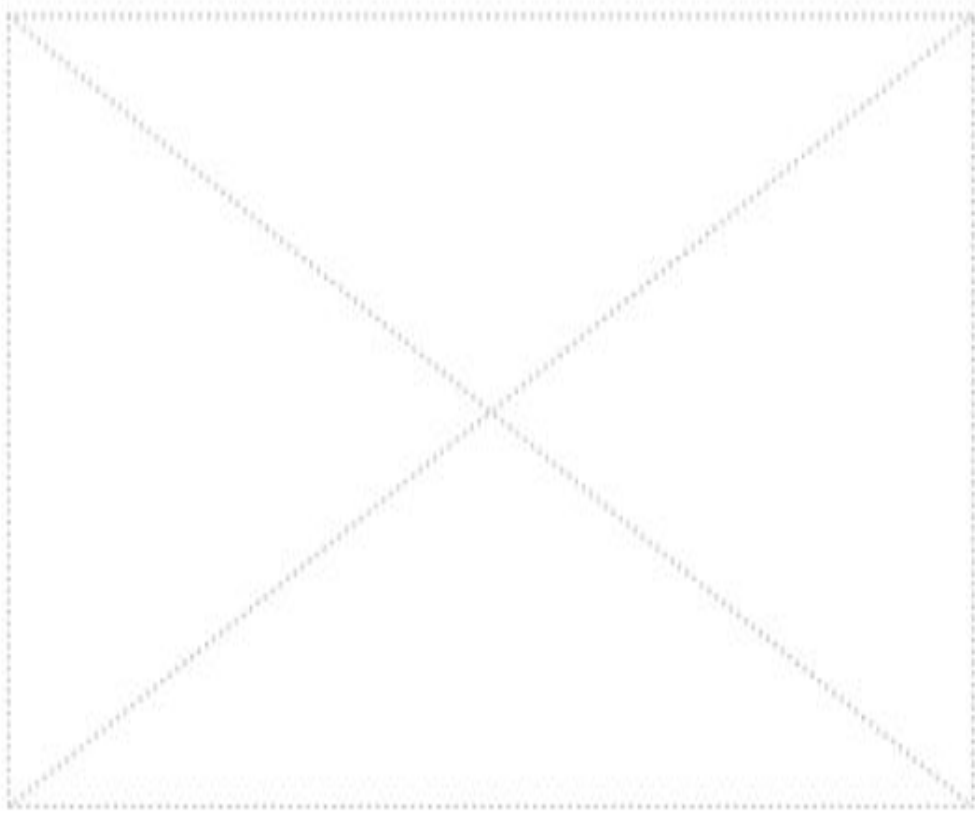
<그림 4> 전통 Research Process

- 계산과학 적용 가능성 관점의 대규모 국가 연구개발 사업에 대한 추진 체제 점검 및 계산과학 적용 강화 등을 위한 대책 강구 필요



<그림 5> 계산과학 Research Process

- 컴퓨팅과 데이터 역량을 기반으로 한 계산과학의 등장으로 R&D 프로세스 변화
 - 연구개발의 방법인 관찰, 이론, 실험, 모사의 활동에 IT기술과 인프라 활용
 - 대규모 고부가가치 실험들을 계산과학 연구개발 체계를 적용 하며, 기초연구 부문 뿐 아니라 연관·파생 엔지니어링 영역에서 데이터화와 디지털 제어 원천기술 개발과 확산을 도모함
 - 매몰비용으로 간주되기 쉬운 “산업화 연구/개발 비용”을 보조하는 방안임
 - 방대한 산업 영역에 걸쳐서 이뤄져야 하는 데이터기반 엔지니어링 기술 역량의 축적, 원천기술화개발과 확산비용을 민간기업차원에서 부담하기 쉽지 않기 때문에 산업 경쟁력 개발을 위한 주요 보조 행위이기도 함



[참고문헌]

2017년도 사업계획 및 예산(안), ETRI

2017년도 정부연구개발 투자방향과 주요특징, 이경재

2020년도 정부연구개발 투자방향 및 기준(안), 국가과학심의회 운영위원회

4차 산업혁명과 노동의 대응(2017), 김성혁

4차 산업혁명 대응계획(2017.11), 4차산업혁명위원회

과학기술출연연 발전방안(안)(2018.1), 국가과학기술연구회,과학기술정보통신부

국가연구개발사업 조사·분석보고서-통계표(2017), 과학기술정보통신부, 한국과학기술평가원

기초연구지원 확대의 쟁점과 과제(2017), 박기범.신은정.양현채.정효숙.오진숙

가트너가 발표한 10대 전략기술 트렌드 및 미래전망(2017), 양희태

대기업 연구개발비 중고 중소벤처는 증가(2016.12), 디지털데일리

역사에서 배우는 산업혁명론: 제4차 산업혁명과 관련하여(2017), 송성수

우리나라의 연구개발투자현황과 시사점(2018), 국회입법조사처, 권성훈

정부출연 연구기관의 연구지원인력 현황 및 개선방안(2013), 민철구.박기범.조현대.박은진

정부출연연 재정지원제도의 변화와 영향에 관한 연구(2017), 박소희

정부출연연구기관의 성과확산 플랫폼 구축을 위한 제언(2015), 박종복

제4차 산업혁명의 도전과 국가전략의 주요 의제(2017), 최병삼.양희태.이제영

제6차 기술이전 및 사업화 촉진계획(2017), 관계부처합동

중소기업의협력 R&D 수행현황과 네트워크 효과(2017), 김선우.양현채

출연(연) 기술기능 인력의 현황과 과제(2012), 박기범

출연(연)의 기술이전 및 사업화 촉진을 위한 플랫폼 구축방안(2015), 박종복,
조운애,류태규

해외 주요국의 중소기업 R&D지원 정책과 시사점(2017), 김영환.이정우.장필성

R&D 통계핸드북(2018), 한국연구재단