

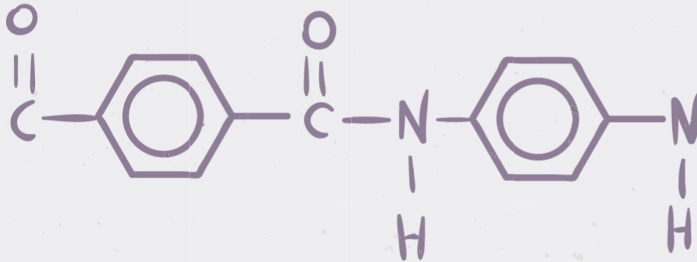
발간등록번호

11-1721000-000025-11



# 2017 생명공학백서

KOREA BIOTECHNOLOGY  
WHITE PAPER 2017



과학기술정보통신부



**2017**

생명공학백서

Korea

**Biotechnology**

White paper

designed by N

## 제2장 국가 생명공학 육성 정책

151

### 제1절 | 생명공학 육성 정책

154

1. 생명공학 연구개발 지원

154

2. 생명공학산업 육성

163

3. 생명공학 기초과학진흥

171

4. 생명공학 인력양성

180

5. 농림축산식품분야 생명공학 육성

188

6. 보건의료분야 생명공학 육성

199

7. 환경분야 생명공학 육성

211

8. 해양수산분야 생명공학 육성

224

9. 생명자원분야의 육성 및 관리

232

10. 국제협력 R&D 및 국가 간 협력

248

### 제2절 | 생명공학 경쟁력 지표 현황

281

1. 투자

281

2. 인력

292

3. 특허

301

4. 논문(질적지표)

317

5. 산업

327


2017

생명공학백서

Korea  
Biotechnology  
White paper



designed by



## 제2장 국가 생명공학 육성 정책

제1절 생명공학 육성 정책

제2절 생명공학 경쟁력 지표 현황



## 주요내용 요약

구분	연구개발 지원	산업육성	기초과학진흥	인력양성
개요	바이오경제를 주도하는 글로벌 바이오강국 실현을 위해 바이오 분야 본격 육성	생명공학기술은 의약, 화학 등 다양한 분야에 적용, 유망 산업으로의 전략적 지원 필요	생명공학의 성과는 기초생명과학의 다양한 실험에서 기인한 성과로 연구개발사업도 기초과학의 선행이 전제되어야 함	교육부는 생명공학 분야의 경쟁력 확보를 위해 우수 연구인력의 양성 및 대학의 연구역량을 강화하기 위해 노력하고 있음
추진 경과	1982년 특정연구개발 사업을 시작으로 바이오분야 육성 지원, 생명공학육성법에 근거한 1~2차 생명공학육성 기본계획 수립 추진 (1999~2016)	2016년 바이오 R&D 체계 효율화, 생태계 활성화를 위한 신규 사업 및 초기 기업 정책펀드 조성	2004년 부처간 역할분담에 따라 교육인적자원부(現 교육부)는 순수 기초연구와 기초과학기반구축사업을 주관, 대학연구의 제도 및 기반을 구축하고 대학의 우수 연구 인력양성을 지원하는 역할도 담당	1982년 학문후속세대 지원을 시작으로 2008년 의과학자 육성지원 사업을 추진하여 연구인력양성 및 대학의 연구역량 강화
주요 정책	제3차 생명공학육성기본계획 (2017~2026) 제2차 뇌연구촉진기본계획 (2008~2017)	생명공학산업 분야별 R&D지원, 초기 바이오 기업 자금조달 지원, 지속성장 생태계 조성 등	기초연구진흥 및 기술개발지원에 관한 법률 제7조에 따라 기초연구진흥종합계획 및 시행계획을 수립하여 국가의 기초연구진흥을 위한 정책적 노력	초·중등부터 대학에 걸쳐 전주기적 인재 양성을 지원하고 있으며, 개인 및 대학 연구소 단위의 균형 잡힌 기초연구 지원
주요 사업	바이오의료기술개발사업, 뇌과학원천기술개발사업, 포스트게놈신산업육성을 위한 다부처유전체 사업, 범부처전주기신약개발사업	4차 산업혁명에 대응한 바이오 빅데이터 기반 신산업 창출 등	기초연구를 중점 지원, '개인연구', '집단연구', '기반구축'으로 구분하여 연구자 역량단계 및 참여연구원 규모에 따른 세부 프로그램을 통해 추진 생명공학분야 기초연구는 한국연구재단에서 지원	기초연구지원사업 및 고급인력양성 등을 통해 생명공학 인력양성 시행
향후 계획	경제성장과 복지를 동시에 달성 할 수 있는 유망분야를 집중 육성하여 가시적 효과 창출	데이터 활용체계 구축, 빅데이터를 활용한 다양한 유망 서비스 발굴, 빅데이터 및 유전체 정보를 활용한 맞춤형 신약개발 적극지원, 신약개발 역량강화를 위한 전문 서비스 기업도 육성할 계획	생명과학의 메커니즘(mechanism) 연구를 집중 수행하는 생명 과학자를 양성, 노벨상 수상 수준으로 연구역량을 제고, 관련 연구기반을 확충하여 미래 첨단 기초생명과학 연구를 선점	기초연구와 인력양성 간 긴밀한 연계를 통한 시너지 창출을 위해 대학에 대한 지원 강화 지속

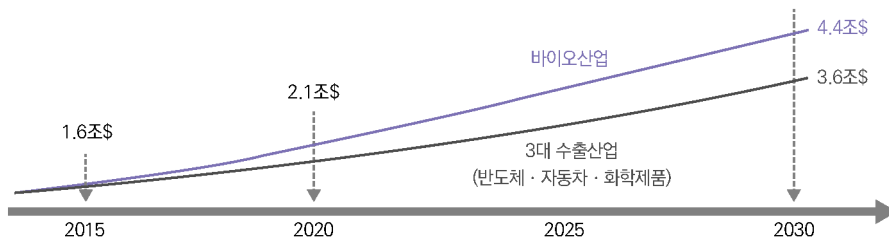
농림축산식품	보건의료	환경	해양수산
농식품부는 안전한 먹거리의 안정적 공급과 농생명 소재의 고부가가치화 방향으로 농생명공학을 육성	오래도록 건강하게 살고자하는 건강수명 니즈 증가와 4차 산업혁명에 따른 기술변화·의료패러다임 전환 등으로 보건의료기술 방향 전환 및 지원 필요성 증대	환경생명공학기술은 환경과학, 생태학, 분자생물학간의 유기적인 협조가 필요한 기술 분야로 그 범위가 크게 확대되고 있음	해양수산생명자원은 이용 잠재력이 큰 차세대 신물질 개발의 보루이며, 해양생물체의 시스템, 구성성분, 과정 및 기능을 활용한 제품생산 및 서비스를 제공하는 산업
2009년 농림식품과학기술 육성법 제정 이후 부·청 공동 R&D종합계획(2차, 2015~2019)에 따라 농생명공학 육성 추진 중	제1차 보건의료기술육성기본계획(2013~2017) 종료에 따라 제2차 보건의료기술육성기본계획(2018~2022) 수립 중	1992년 '선도기술개발사업(G-7프로젝트)'의 환경공학기술개발사업으로 시작	2004년 '마린바이오21사업(2004~2013)'을 시작으로 꾸준히 육성, '국립해양생물자원관의 설립 및 운영에 관한 법률'을 제정(2015)하고 국립해양생물자원관을 설립(2015)
국가 식량안보 기반구축, 고부가가치 신소재 발굴과 관련산업 육성 및 제반 법·제도와 인프라 강화	보건의료기술(HT)을 활용한 건강사회 구축을 위해 '국민건강 G7 선진국 도약, 2020 건강수명 75세 시대 달성'을 비전으로 설정하고 5개 기본방향과 5대 추진전략에 따른 R&D 지원	2001~2010 차세대 핵심 환경기술개발사업 추진 2011~2020 차세대 에코 이노베이션기술개발사업 추진 2012~2021 생활공감 환경보건기술개발사업 추진 2017~2023 생물다양성 위협 외래생물 관리기술 개발사업 추진	해양수산생명자원의 보존·관리 및 이용 등에 관한 법률 마련(2017), 고부가가치 신소재 개발 등 해양생명공학 유망분야 핵심기술 개발, 해양바이오산업 분류체계 마련 등 해양바이오산업 육성
농생명산업기술개발, 골든씨드프로젝트, 가족질병대응기술개발, 차세대바이오그린21, 산림과학연구 등	보건의료기술연구개발사업, 한의약선도기술사업, 암정복추진사업 및 국립암센터 기관고유사업, 질병관리연구사업 등	융합기반 청정기술, 환경오염제어 및 관리 기술, 폐자원 에너지화 및 고부가가치 자원화 기술, 생물자원을 활용한 환경복원·정화기술개발	해양수산생명자원 확보 및 활용기반구축, 해양수산바이오 신소재개발, 해양바이오 에너지 개발, 해양생명현상 활용연구, 포스트 게놈다부처유전체사업 등
농림축산식품 분야에 BT와 ICT를 접목하여 고부가가치 농생명산업의 전략적 육성	제2차 보건의료기술육성기본계획 수립, R&D 투자확대를 위한 투자재원 다양화, R&D 평가관리의 전문성 및 효율성 제고, 실용화 성과창출 생태계 조성	국내 환경기술 수준을 선도권인 최고기술보유국 대비 80%까지 제고 및 제4차 산업혁명 핵심기술 접목 환경기술 개발	해양수산생명공학에 대한 체계적인 정책운영을 추진 예정, 상용화에 중점을 둔 해양수산생물유래 유망소재 개발 사업, 산·학·연의 연구체계를 강화하는 등 추진 예정

## 제1절 생명공학 육성 정책

### 1. 생명공학 연구개발 지원

#### 가. 개요

바이오기술이 질병극복 등 인류의 복지와 일자리 창출, 새로운 성장동력 육성 등 경제성장을 동시에 달성하는 새로운 경제 패러다임인 바이오경제시대로 진입할 것으로 전망하고 있으며, 바이오는 건강(Red), 식량(Green), 환경·에너지(White) 문제를 해결할 수 있는 대안으로 떠오르고 있다. 글로벌 바이오 시장은 2030년 4.4조 달러로 반도체, 자동차, 화학제품 등 3대 산업 합계 3.6조 달러 규모를 뛰어넘어 급성장할 것으로 예상하고 있다.



[그림 2-1] 글로벌 바이오 시장 전망

이 중 레드바이오는 대표적으로 의약품으로, 세계 의약품 시장은 500대 제약회사



및 바이오 회사 기준 7,430억 달러 규모로 추정되고 있으며, 연평균 4.8%로 성장하여 향후 2020년 9,870억 원 규모에 이를 것으로 전망된다.

우리나라도 제3차 과학기술기본계획(2013.7.), 경제혁신 3개년 계획(2014.1.), 성장과 복지를 위한 바이오 미래전략(2014.7.), 바이오 창업·사업화 10대 활성화 프로젝트(2016.5.) 등을 통해 BT 관련 육성 및 지원 정책을 다수 포함하여 추진하고 있으며, ICT와 같이 다른 분야와의 융복합 등을 통한 신산업 및 일자리 창출에 기여할 것으로 전망하고 있다.

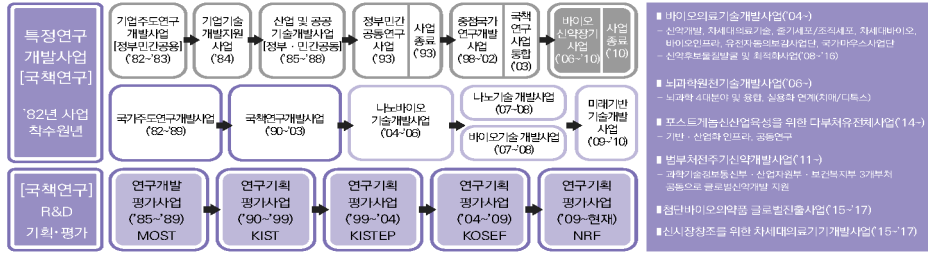
## 나. 추진경과

정부 차원의 생명공학육성은 1982년 과학기술부에서 생명공학을 핵심전략기술로 선정하여 특정연구개발사업으로 지원하면서부터이다. 이후 1983년 ‘유전공학육성법(現 생명공학육성법)’을 제정하여 정부의 생명공학육성·지원을 위한 법적 기반을 마련하였고, 1985년 동법을 기반으로 한국과학기술연구원(KIST) 부설로 ‘유전공학센터(現 한국생명공학연구원)’를 설립하여 생명공학을 본격 육성·지원하였다.

1994년 제1차 생명공학육성기본계획을 통하여 창의적 연구개발의 저변을 확대하고 제도적 뒷받침을 마련하는 등 연구기반을 조성하였고, 지난 2007년에는 제2차 생명공학육성기본계획(2007~2016)을 수립하여 2012년까지 원천기술 확보 및 산업화로 가기 위한 인프라 구축을 추진하였다. 올해에는 제3차 생명공학육성기본계획(바이오 경제 혁신전략 2025, 2017~2026)을 수립하고, 바이오경제시대 도래에 따라 대한민국을 바이오 글로벌 강국으로 도약시키기 위한 국가 차원의 바이오 육성 전략을 추진할 예정이다.

또한 뇌연구촉진기본계획(2008~2017), 줄기세포연구활성화방안(2010~2015), 생명연구자원관리기본계획(2011~2020) 등 세부 연구 분야별 기본계획 등을 수립하여 육성·지원하고 있다.

제2장  
국가 생명공학 육성 정책



[그림 2-2] 특정연구개발사업 국책연구사업 변천과정

다. 주요정책

(1) 법적, 제도적 기반

법적 성과로는 2009년 생명연구자원에 대한 국가차원의 관리 및 지원체계를 구축하고자 ‘생명연구자원의 확보·관리 및 활용에 관한 법률’을 제정하였다. 그리고 2009년 국가과학기술위원회 안건 상정을 통한 원천연구 개념 및 비중 산정(안)을 마련하고 줄기세포연구 활성화 방안을 마련하였다.

또한 생명공학육성시행계획, 줄기세포연구시행계획, 생명연구자원관리시행계획, 나노기술발전시행계획, 국가융합기술발전시행계획 수립 등 범부처 시행계획을 통한 제도적 지원 체계를 갖추고 있다. 2017년에는 범부처 공동으로 제3차 생명공학육성 기본계획(바이오경제 혁신전략 2025, 2017~2026)을 수립하였다.

(가) 생명공학육성법

생명공학육성법은 생명공학연구의 기반을 조성하여 생명공학을 보다 효율적으로 육성·발전시키고 그 개발기술의 산업화를 촉진하여 국민경제의 건전한 발전에 기여하게 함을 목적으로 한다. 이 법은 1983년 ‘유전공학육성법’으로 제정되었으며 1995년

유전공학에서 생명공학으로 확대하는 내용의 제3차 개정을 통하여 ‘생명공학육성법’으로 개명하였다.

### (나) 뇌연구촉진법

뇌연구촉진의 기반을 조성하여 뇌연구를 보다 효율적으로 육성·발전시키고 그 개발기술의 산업화를 촉진하여 국민복지의 향상 및 국민경제의 건전한 발전에 기여하기 위하여 1998년 6월 ‘뇌연구촉진법’을 제정·운영하고 있다.

### (다) 생명공학종합정책심의회

생명공학육성법 제6조에 근거하여 생명공학육성기본계획의 수립과 그 집행 및 조정에 관한 업무 등을 관장하기 위하여 과학기술정보통신부장관 소속하에 생명공학종합정책심의회를 두고 있다.

## (2) 한국생명공학연구원

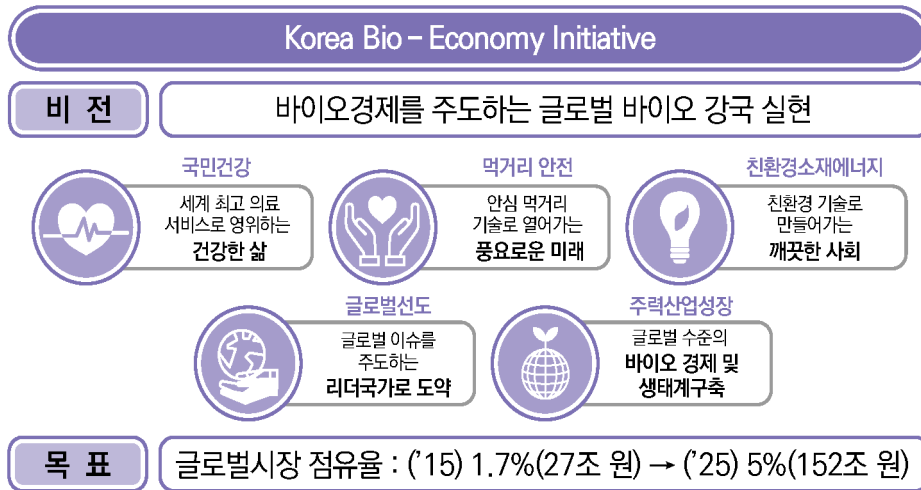
과학기술정보통신부는 ‘과학기술분야 정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률’ 제8조에 근거하여 1985년 2월 30명의 연구원으로 KIST 부설 유전공학센터를 설립하여 유전공학연구를 본격적으로 지원 육성하였다. 이후 1990년 12월 KIST 부설 유전공학연구소로 명칭을 변경하였고, 유전공학육성법이 생명공학육성법으로 개정되어 1995년 3월 KIST 부설 생명공학연구소로 명칭을 변경하였다. 1999년 5월 기초기술연구회 산하 생명공학연구소로 독립하여 2001년 1월 생명공학전문연구원으로 승격하였으며 현재는 정부출연연구기관으로 과기정통신부에 소속되어 있다.

### (3) 생명공학육성기본계획 및 시행계획 수립

#### (가) 생명공학육성기본계획

과학기술정보통신부는 ‘생명공학육성법’ 제4조에 근거하여 생명공학 분야의 효율적인 연구개발을 촉진하기 위하여 1994년부터 범국가적인 ‘생명공학육성기본계획(Biotech 2000, 1994~2006)’을 수립하여 시행하고 있다. 특히 올해에는 바이오경제를 주도하는 글로벌 바이오강국 실현을 위해 국민 생활에 직결되는 4대 세부 목표를 제시한 제3차 생명공학육성기본계획(바이오경제 혁신전략 2025, 2017~2026)을 수립·추진 중이다.

동 계획은 과학기술정보통신부 주관으로 교육부, 산업부, 복지부, 농림부, 환경부, 해수부, 식약처 등 8개 부처가 공동 추진하고 있다.



[그림 2-3] 제3차 생명공학육성기본계획 비전과 목표

#### (나) 생명공학육성 연도별 시행계획

과학기술정보통신부는 ‘생명공학육성법’ 제5조에 근거하여 관계부처와 합동으로

생명공학육성기본계획에 따른 연도별 '생명공학육성 연도별 시행계획'을 매년 수립하여 시행하고 있다. 2017년도 생명공학분야 정부 투자계획은 총 3조 1,139억 원으로 전년 투자(3조 930억 원) 대비 약 0.7% 증가하였다. 생명과학, 보건의료, 농수축산식품, 산업공정/환경·해양, 바이오융합의 연구개발과 공공 R&D 인프라 구축을 위한 예산 확대 등 시설 및 기반구축, 인력양성에 대한 지원을 추진하고 있다.

[표 2-1] 2017년도 생명공학분야 정부투자계획

(단위: 억 원, %)

구분	과학기술 정보통신부	교육부	농림부	산업부	복지부	환경부	해수부	식약처	합계
R&D	1조 1,933	1,117	6,405	2,262	4,379	299	1,380	392	1조 6,235
인프라	827	-	48	490	217	10	224	9	1,825
인력양성	-	1,123	-	25	-	-	-	-	1,148
합 계	1조 2,760 (41%)	2,240 (7%)	6,453 (21%)	2,777 (9%)	4,596 (15%)	309 (1%)	1,604 (5%)	401 (1%)	3조 1,139 (100%)
(증감율)	8.9	△18.2	△3	△4.4	△2.1	△0.2	3.8	8.2	0.7

## 라. 주요사업

과학기술정보통신부는 미래유망 바이오 원천기술개발을 목표로 관련 바이오 분야 연구개발사업을 폭넓게 추진 중이다. 주요 사업으로는 바이오·의료기술개발사업, 뇌 과학원천기술개발사업, 포스트게놈신산업육성을 위한 다부처유전체사업, 범부처전주기 신약개발사업, 뇌연구원 주요사업지원 등이 있으며, 2017년 예산은 3,540억 원으로 2016년 대비(2,950억 원) 20% 증가하였다.

### (1) 바이오의료기술개발사업

신약, 줄기세포, 첨단의료기반기술 등 미래유망 바이오 분야에 대한 연구개발을 통하여 고부가가치 창출이 가능한 핵심원천기술 확보 및 선진화 기반 확충을 목표로 2017년 2,643억 원을 투자하였다.

내역사업	사업개요
신약개발	산업계 연계·활용이 가능한 신약타겟검증 및 신약 기초물질 개발에서부터 신약 R&D 생산성을 향상시키는 기반기술개발에 이르기까지 국내 제약산업의 신성장동력 제공 및 글로벌 신약 개발을 지원
차세대의료 기술개발	국민건강 이슈에 선제적으로 대응하고 의료현장의 수요를 반영, 헬스케어·의료기기 등 차세대의료기술을 개발
줄기세포 /조직재생	난치성 질환치료제 개발에 응용 가능한 줄기세포 요소기술(세포재생, 장기조직재생 기술 등) 개발
차세대바이오	생명현상 발현 관련 질환 제어 및 시스템생물학적 생체정보 해석 등 국민 삶의 질 향상을 위한 미래유망 차세대 바이오기술 개발
바이오인프라	생명연구자원(동물, 식물, 미생물 등)을 효율적으로 확보·등록·활용하고 활용분야 확대 등 생명연구자원 가치를 제고
국가마우스표현형 분석기반구축사업	국내 바이오 연구 및 신약개발 분야 실험에 필수적인 유전자변형마우스(GEM) 자원의 생산 및 이를 활용한 질환 분석
전통천연물기반 유전자동의보감사업	전통천연물 기반으로 천연물 신약, 기능성 소재 등 개발을 위한 융복합원천기술개발
연구소재지원사업	구소재(36개 소재은행) 및 관련 정보의 확보·관리를 통하여 양질의 연구소재를 산학연 연구자에게 제공
신시장창조차세대 의료기기개발사업	국내의 앞선 ICT 기술을 활용한 융합제품분야 중심의 글로벌 성공모델 창출·확산 및 바이오산업 저변 확대
첨단바이오의약품 글로벌진출	국내외 임상연구단계에 진입한 바이오 첨단 의약품 개발 기업의 투자 희망분야를 발굴, R&D에서 수출지원까지 토털 패키지로 지원

## (2) 뇌과학원천기술개발사업

태동기 유망분야인 뇌연구를 통해 뇌질환 예방·치료 기술, 신체장애 극복기술, 뇌기능 강화 기술 등의 뇌과학 핵심 4대 분야 원천기술 확보 및 BT, IT, CS(인지과학) 융합을 통한 신시장 선점을 사업 목표로 하며, 2017년 4,150억 원의 예산을 투입하였다. 뇌융합기술개발(뇌지도 구축)에 대한 연구개발을 지원하는 뇌연구 4대 분야 및 융합 분야와 치매 예측 뇌지도 구축 등 치매 조기진단사업 등을 지원하는 실용화 연계 연구 분야로 나누어져 있다.

## (3) 포스트게놈신산업육성을위한 다부처유전체사업

미래수요(맞춤의료 등)에 대비한 유전체 유망분야 기초·원천기술 확보 및 인프라 구축(과기정통부, 복지부, 산업부, 농림부, 산림청, 해수부, 농진청 공동 추진)을 사업 목표로 하며, 2017년 1,130억 원을 지원하였다. 생명현상 발굴 등 기초·원천 연구와 유전체 분석 기술 등 연구기반 확보 및 유전체 정보센터 등 인프라 구축을 지원하는 기반·산업화 인프라와 질병기전 규명 유전체 연구, Host-Microbe Interaction, 인간 표준게놈지도 작성, 국제협력 공동연구, 유전체 전문인력 양성을 하는 공동연구 부분으로 나누어져 있다.

## (4) 범부처전주기신약개발사업

부처 간 단절 없는 전주기적 신약개발 지원을 위해 3개 부처(과기정통부, 복지부, 산업부) 합동으로 출연한 '범부처신약개발사업단'을 통해 향후 시장성이 유망한 신약 개발 프로젝트를 발굴하여 지원 및 관리하는 사업으로, 신약개발 특정영역에 국한된 지원이 아닌 신약개발 연구 전 단계(선도물질발굴-후보물질발굴-전임상-임상1,2상)에 걸쳐 우수한 연구 프로젝트를 발굴하여 지원하는 전주기 사업이다. 2017년 3개 부처(과기정통부, 산업부, 복지부) 공동 330억 원을 투자하여 글로벌 신약 개발을 위한 연구개발에 적극 지원하고 있다.

## 마. 향후 계획

최근 고령화·전염병 등 인류 공통의 난제를 극복하기 위한 해결책 및 경제성장의 핵심 열쇠로써 BT 분야의 중요성이 대두되고 있다. 이러한 가운데 바이오는 기아 및 질병, 에너지 문제 등 인류 생존과 더불어 글로벌 경제위기의 출구로 핵심적인 역할 수행이 기대되는 분야이다. 또한 4차 산업혁명 촉발에 따라 타 기술과의 융합이 활발해 지면서 IT, 에너지·환경, 화학 등과의 융합이 가능한 응용분야로 확대되는 추세이다. 제3차 과학기술기본계획 등에 BT 관련 정책이 다수 포함되면서 그 중요성이 더욱 강조되고 있다.

이러한 흐름에 맞추어 국가 생명공학 분야의 주무부처인 과학기술정보통신부에서는 생명공학분야의 미래 메가트렌드를 반영한 핵심 원천기술 확보 및 선진화 기반 확충에 적극적인 투자와 지원을 강화하여 곧 다가올 바이오 경제시대를 준비하고 있다. 범부처 종합계획인 제3차 생명공학육성기본계획(바이오경제 혁신전략 2025, 2017~2026)에 맞추어 신약·의료기기 등 바이오 신산업 육성을 위한 원천기술개발, 뇌과학·유전체·줄기세포 등 세계 선도형·혁신형 바이오 R&D 지원을 확대할 예정이다. 더불어 4차 산업혁명 대응 역량 제고를 위한 융복합기술 분야에 대한 투자도 강화할 예정이다.

나아가 BT분야 산업화 성과 창출을 위한 기술사업화 전략 마련에도 힘쓰고 있다. 국내 바이오 시장은 글로벌 시장보다 높은 성장률을 보이나 그 규모는 세계 시장 대비 매우 협소한 실정이다. 이러한 상황에서 의료기기 분야, 신약분야 등과 같은 정부 R&D 투자로, 가장 활발한 분야의 사업화를 활성화하는 전략과 지원 정책을 강구하는 것이 중요할 것이다.

이러한 생명공학 육성 지원 정책들이 국가 생명공학의 기틀을 확고히 하여 글로벌 경쟁력을 갖추어 풍요로운 바이오 경제 구현을 이루는 결실이 되기를 전망한다.



## 2. 생명공학산업 육성

### 가. 개요

#### (1) 생명공학산업

생명공학산업(바이오 산업)은 생명공학기술(Biotechnology)을 기반으로 생물체의 기능과 정보를 활용하여 제품 및 서비스 등 다양한 고부가가치를 생산하는 산업을 의미한다. 생물체의 기능을 이용하여 제품을 만들거나 유전적 구조를 변형시켜 새로운 특성을 나타내게 하는 생명공학기술은 제약 산업, 농업, 화학 산업 등에 직접 응용될 뿐만 아니라 IT·NT 등의 기술과 융합하면서 그 적용 범위가 확대되고 있다. 특히, 최근 유전자분석기술, 생체신호 측정기술 등 다양한 생물체 분석 및 진단기술 발전과 함께 빅데이터 저장분석기술, 인공지능(AI) 등 이른바 4차 산업혁명 기술의 급격한 발전으로 개인 맞춤형 치료·건강관리 등 새로운 제품과 서비스를 제공하는 신산업이 빠르게 등장하고 있다.

생명공학산업은 일반적으로 분야에 따라 의약바이오(의약품 등), 산업바이오(바이오 화학제품 등), 그린바이오(유전자변형생물체 등), 융합바이오(디지털 헬스케어 등)로 분류하고 있다.

#### (2) 생명공학산업 육성 필요성

생명공학산업은 의약, 환경, 식품, 에너지, 농업, 해양 등 산업 전반에 걸쳐 성장을 주도함과 동시에, 건강·식량·환경 문제 등 인류 난제를 해결함으로써 삶의 질을 향상시킬 수 있는 유망 산업으로 주목받고 있다. 그러나 다른 산업과 달리 생명공학산업은 연구개발 중심의 기술집약적 산업으로 생명공학기술에 대한 기초연구에서부터 신제품

출시라는 산업화에 성공하기까지는 소요 기간이 길고 개발비용도 큰 반면, 성공 확률은 낮아 정부의 전략적 지원이 필요하다. 이러한 이유로 미국, 유럽, 일본, 중국 등 주요국들은 생명공학산업을 핵심투자분야로 선정하여 산업화를 위한 중장기 계획을 수립하고 집중 지원하고 있다.

## 나. 추진경과

산업통상자원부는 과거 중기거점기술개발사업, 성장동력기술개발사업, 차세대신기술 개발사업, 전략기술개발사업 등으로 분산되어 있던 R&D 사업구조를 2008년부터 통합하였고, 생명공학산업 분야의 R&D도 바이오의료기기 산업핵심기술개발사업으로 일원화하여 운영하였다. 바이오의료기기 산업핵심기술개발사업은 산업통상자원부의 산업기술혁신계획(5개년), 핵심투자대상 및 테마, R&BD전략보고서 등에 기반 한 하향식(Top-Down) 방식과 함께 정기·상시 기술수요조사에 기반 한 상향식(Bottom-Up) 방식을 동시에 고려하여 추진하는 것이 큰 특징이다. 2016년부터는 바이오 분야와 의료기기 분야의 특성과 전문성을 고려하여 바이오의료기기 산업핵심기술개발사업을 바이오산업핵심기술개발사업과 전자시스템산업핵심기술개발사업으로 분리하여 운영 중에 있다.

또한, 산업통상자원부는 생명공학산업에 대한 R&D 지원뿐만 아니라 생명공학기술의 산업화를 촉진하고 지속적인 산업 성장의 생태계를 구축하기 위해 2016년 바이오 사업화 촉진사업을 신설하여 바이오벤처 비즈니스 활성화에 필수요소인 창업 활성화, 투자 유치, 기술사업화, 글로벌 파트너십을 지원하기 시작하였다.

이 밖에도 기존 벤처캐피탈(VC)과 정책 펀드가 창업 초기 바이오벤처에 대한 투자가 상대적으로 미미했다는 한계를 극복하고, 우수 생명공학기술이 사업화로 이어지도록 지원하기 위한 초기 바이오기업 전문펀드를 2016년 말 조성하고 2017년부터 본격적인 투자에 착수했다.

## 다. 주요정책 및 사업

### (1) 생명공학산업 분야별 사업화 촉진 R&D 지원

#### (가) 바이오 핵심기술 개발

산업통상자원부는 세계 최고 수준의 산업화 핵심기술을 개발하고 이를 기반으로 한 글로벌 사업화 제품 출시 등 국내 바이오산업 활성화를 위하여 산업바이오, 융합바이오, 의약바이오 등 분야별 사업화 촉진 기술 개발하는 것을 선택과 집중하여 지원하고 있다. 구체적으로 바이오의약품 개발에 필수적인 평가기반기술 개발, 플랫폼 기술 개발 등과 생물체 관련 검출분석 기술과 IT·NT 등이 융합되어 다양한 분야로 확대되는 응용 연구 및 사업화 연구를 지원하고 있다. 또한 식물 등 바이오매스를 원료로 하는 화학제품 또는 바이오 기능성 신소재 생산기술 및 공정개발을 지원한다. 2016년부터는 고기능 생체정보 측정기기, AI 활용 바이오 빅데이터 분석, 개인 맞춤형 진단·치료법 등 4차 산업혁명 시대에 대응하기 위한 산업 핵심기술 개발에 집중해 지원 중이다.

#### (나) 유망 바이오 IP 사업화 촉진

정부의 지원과 민간의 자발적 투자를 통해 대학, 출연연 및 중소/벤처기업이 개발한 기술 중 유망한 우수 기술임에도 사업화로 이어지지 못하고 잠재된 IP(Intellectual Property)가 다수 존재한다. 산업통상자원부는 이러한 잠재 유망 IP가 사업화 수요 기업에 이전되는 것을 촉진하여 우수한 제품이 개발되는 개방형 혁신(Open Innovation) 생태계를 구축하기 위해 유망바이오IP사업화촉진사업을 2015년부터 운영하고 있다. 2016년에는 유망한 IP를 보유했음에도 불구하고 재정 여건 등으로 인해 사업화에 어려움을 겪고 있는 창업 초기 벤처기업들의 R&D를 지원하기 위한 전담 프로그램을 신설하여 운영 중에 있다. 특히 동 사업은 개방형 과제 유형(품목지정형)의 지원을 통해 연구자의 도전성 및 창의성 제고, 가치사슬(Value Chain) 극대화를 유도하여

기초응용 연구기관과 바이오 기업의 자유로운 공동연구 문화 기반을 구축하는 것에 기여할 것으로 예상된다.

#### (다) 바이오화학 산업화 촉진

온실가스 감축과 환경 친화적 제품에 대한 기업의 책임이 커지고 인체에 무해한 친환경 소재에 대한 국민들의 관심이 급격히 커지면서 친환경 바이오화학제품에 대한 중요성이 더욱 커지고 있다. 바이오화학산업은 기존 석유화학 산업을 보완할 수 있어 높은 기술적 수요가 있으나, 바이오소재 개발, 공정 개발 등에 대한 투자 부담으로 인해 민간의 자발적인 투자는 아직 미흡한 상황이다.

이에 산업통상자원부는 바이오화학산업화촉진사업을 추진하여 바이오화학제품의 조기 산업화를 위한 생산기술 개발, 소재개발, 산업융합기술 개발을 지원하고 있다. 동 사업을 통해 수입에 전적으로 의존하고 있는 바이오화학 연료(바이오슈가)의 대량 생산기술 개발을 지원하고, 자동차 내외장재 등에 사용할 수 있는 친환경 바이오 폴리우레탄을 개발하고 있다. 또한 범용 바이오 플라스틱 소재를 중심으로 다양한 원료로부터 다양한 생산물을 만들어 낼 수 있는 데모급 콤비나트 플랜트 구축도 지원한다.

### (2) 초기 바이오기업 전담 자금 지원

생명공학산업 분야 벤처캐피탈 신규 투자규모는 2011년 933억 원에서 2015년 3,137억 원으로 연평균 35.4%로 급성장하였으나, 창업 3년 미만 초기 바이오 벤처기업에 대한 투자는 385억 원으로 생명공학산업 분야 전체의 12.3%에 불과하였다. 이는 산업 전체 평균인 31.1%에 비해 저조한 수치로 민간 벤처캐피탈은 투자수익 실현이 용이한 상장 직전 단계 기업(후기기업) 또는 기술개발 성과가 알려진 기업(중기기업) 위주로 투자하고 있었던 것을 보여준다. 바이오 정책펀드도 그간 업력 구분 없이 바이오기업 전체에 대한 투자비율만을 규정하고 있어, 민간 펀드 실적과 유사하게 초기 기업에 대한 투자 실적이 미흡했다.

산업통상자원부는 이러한 초기 바이오기업들의 자금조달 애로를 해소하기 위해 초기 바이오기업 투자 전문 펀드 조성을 추진하였다. 그 결과 2016년 말 산업통상자원부가 100억 원을 출자하고 17개 민간 투자자들이 285억 원을 출자하여 총 385억 원 규모의 초기 바이오기업 육성펀드가 조성되었다. 당초 조성 목적을 달성하기 위해 조성 총액의 45% 이상을 창업 5년 미만 바이오 기업에 투자하도록 의무화하였고, 2017년부터 본격적인 투자에 착수하였다.

### (3) 바이오산업의 지속성장 생태계 구축

최근 국내 바이오기업은 대규모 기술이전 등 가시적 성과를 나타내고 있으나 우수한 기술을 산업화하기 위한 비즈니스 기반 및 성공경험은 여전히 부족한 기업들이 많아 기술력을 보유한 기업의 사업화를 촉진하고 지속적인 성장의 기반이 되는 산업 생태계 조성이 필요하다. 이에 산업통상자원부는 2016년 바이오 사업화 촉진사업을 신설하고 바이오벤처 창업 활성화 지원, 국내외 파트너십 구축을 통한 바이오벤처의 기술이전 활성화 및 투자유치 등 비즈니스 여건 조성, 바이오산업 생태계 혁신을 위한 정책 콘텐츠 개발 등을 지원하고 있다.

또한, 생명공학기술의 산업화 가속에 따른 생물공정 관련 기술인력 수요와 BT-IT·NT 융합 추세에 따른 전문 인력의 수요 증가에 대응한 인력양성도 지속 확대해 나가고 있다.

### (4) 산업용 유전자변형생물체(LMO) 안전관리

산업용 LMO란 시험·연구용, 농림축산업용, 보건의료용, 환경정화용, 해양·수산용, 식품·의료기기용 LMO를 제외한 섬유·기계·화학·전자·에너지·자원 등의 산업분야에 이용되는 LMO를 말한다. LMO의 용도가 무엇인지 확정하기 어려운 경우, 산업통상자원부는 7개의 LMO 소관 관계부처와 협의를 통하여 해당 LMO의 소관부처를 확정할 수 있다.

산업통상자원부는 산업용 LMO의 안전관리업무를 유전자변형생물체의 국가간 이동 등에 관한 법률 제37조의2 및 통합고시 제1~4조에 따라 한국생명공학연구원 내 한국 바이오안전성정보센터에 위탁하고 있다. 이에 따라 한국바이오안전성정보센터는 산업용 LMO 위해성심사의 접수 및 심사위원회 운영 등의 업무를 담당하고 있으며, 산업용 LMO의 수입승인신청, 생산승인신청, 이용승인신청 접수 및 산업용 LMO 관련 시설의 신고 허가 업무를 맡고 있다. 특히 2017년부터는 산업용 LMO 위해성심사 신청 전에 사전 상담신청을 민원인으로 받아 위해성심사에 필요한 서류 및 행정절차를 안내하고 있다.

#### (5) 지역바이오 활성화 기반 구축

산업통상자원부는 생명공학산업의 저변 확대 및 경쟁력 강화 등을 목적으로 1998년 ~2010년까지 지역특성을 바탕으로 지역바이오산업 지원 클러스터(특화센터)를 구축하였으며, 지역 센터별 차별화, 특성화를 통한 지역경제 활성화를 선도해 오고 있다. 현재 전국에 위치한 총 22개의 바이오특화센터가 기 구축된 인프라 시설을 활용하여 기업의 성장을 위한 기술사업화·인력양성·네트워킹·마케팅 지원에 집중하고 있다.

최근 바이오산업이 국가 핵심 산업으로 급속히 성장하면서 지역에 특화된 바이오산업 경쟁력 강화를 위한 지역 신규 사업에 대한 수요가 급격히 증가하고 있으며, 이러한 지역의 바이오산업의 지속성장과 진흥을 위해 산업통상자원부와 지역의 바이오특화센터가 유기적이고도 선도적으로 행정적·재정적 지원을 통해 지역바이오 산업 활성화에 기여하고 있다.

지역바이오 기업의 규모를 고려해 볼 때 국내외 바이오산업 시장의 수요에 대응한 자생적인 활성화의 어려움이 내재하고 있으므로, 지역의 기술혁신역량 강화와 사업화 촉진을 지원 해 온 지역 바이오 기반구축사업을 지속적으로 지원해 나갈 예정이다.

## 라. 향후 계획

4차 산업혁명 시대를 맞아 생명공학산업도 빠르게 변화하고 있다. 개인의 의료정보, 유전체정보, 라이프로그(생체정보) 등 바이오 빅데이터와 인공지능이 결합해 경험 기반의 범용 제품과 서비스에서 데이터 기반의 개인 맞춤형 제품과 서비스로 진화하고 있다. 이러한 급격한 산업 환경 변화에 대응하여 국내 생명공학산업이 글로벌 경쟁력을 확보할 수 있도록 산업통상자원부는 선제적인 지원을 해 나갈 예정이다.

병원 등이 보유한 바이오 빅데이터를 기반으로 새로운 비즈니스가 조기에 창출될 수 있도록 데이터 활용 체계를 구축해 나가고, 빅데이터를 활용한 다양한 유망 서비스를 발굴해 시범사업 등을 지원해 나갈 예정이다. 또한 빅데이터 및 유전체 정보를 활용한 맞춤형 신약개발을 적극 지원하고, 신약개발 역량 강화를 위한 전문 서비스기업도 육성할 계획이다.

[표 2-2] 지역별 바이오 인프라 시설

권역별	연번	센터명(소재지)	중점분야	특화분야
충청권	1	대전TP 바이오센터(대전)	바이오의약	생물의약, 바이오소재, 분자진단
	2	충북TP 바이오센터(충북오창)	의약, 화장품	의약소재, 기능성화장품
	3	충북TP 한방천연물센터(충북제천)	한방, 식품	한방제품, 한약제제
	4	충남TP 바이오센터(충남논산)	동물식의약	동물약품, 사료 첨가제
호남권	5	천연자원연구센터(전남장흥) * 전남생물산업진흥원	전통, 소재	천연물소재, 기능성 규명
	6	식품산업연구센터(전남나주) * 전남생물산업진흥원	전통, 식품	건강기능성식품
	7	생물의약연구센터(전남화순) * 전남생물산업진흥원	의약	백신, 세포·유전자
	8	나노바이오연구센터(전남장성) * 전남생물산업진흥원	융합, 소재	천연물 소재, 나노 소재 생물영감기술, 생물모방기술

제2장  
국가 생명공학 육성 정책

권역별	연번	센터명(소재지)	중점분야	특화분야
	9	전라북도생물산업진흥원(전북전주)	전통, 식품	건강기능성식품
	10	발효미생물산업진흥원(전북순창)	전통, 식품	발효, 미생물
	11	진주바이오산업진흥원(경남진주)	식품, 화장품	바이오식품, 생물화학, 향노화바이오
동남권	12	부산TP 해양생물산업센터(부산)	해양, 식품	해양생태독성, 해양기능성식품
	13	김해산업진흥의생명융합재단(경남김해)	의료기기	비전자의료기기, 융합부품소재
	14	대구TP 바이오헬스융합센터(대구)	식품, 의료기기	전통생물소재, 액상식품, 의료기기
	15	대구TP 한방산업지원센터(대구)	한방, 식품	한방임상평가, 한방식품제조
대경권	16	경북바이오산업연구원(경북안동)	전통, 식품	일반식품, 건강기능식품
	17	경북해양바이오산업연구원(경북울진)	해양, 식품	해양·소재부티, 식품, 바이오소재
	18	포항TP 첨단바이오융합센터(경북포항)	바이오소재	화장품 효능검증
강원권	19	춘천바이오산업진흥원(강원춘천)	의약소재, 진단	체외진단, 생물의약소재, 건강기능식품
	20	강릉과학산업진흥원 해양바이오융합사업단(강원강릉)	해양, 식품	기능성식품, 바이오화장품
제주권	21	제주TP 바이오융합센터(제주)	산업, 화장품	천연소재향장
경기권	22	경기도경제과학진흥원 바이오센터(경기수원)	의약, 의료기기	신약개발 지원, 의료기기, 천연물의약품



### 3. 생명공학 기초과학진흥

#### 가. 개요

최근 유전체학/단백체학 및 세포체학/대사체학 연구 등에서 급속한 진전을 보이고 있는 생명공학은 우리의 미래 생활에 큰 변화를 주도하고 있으며, 우리 삶의 질 향상에 크게 기여하고 있다. 의약품 개발, 진단·세포/유전자 치료법 기술 개발, 유전체 대량 분석과 정보를 활용한 난치병 예방·진단·치료법 기술 개발, 세포 치료제 개발 등으로 인해 많은 질병을 치료하고 수명을 연장하는 길이 열리고 있다. 생명공학의 성과는 생물학, 생화학, 생리학, 생물물리학 등 관련 기초생명과학의 다양한 실험에서 기인한 성과로 관련 분야의 기초과학 발전이 있었기에 가능한 것이었다. 최근의 한미약품의 당뇨병 치료제의 성공적인 개발 사례에서 보듯이 기초과학을 통해 개발한 항암제 후보물질, 항비만 신약 후보물질 등이 기업으로 기술이전 되어 상용화가 추진되고 있다. 이를 통해 볼 때, 미래유망 분야에 대한 핵심원천기술개발 확보 및 선진화 기반 확충을 위해 추진되고 있는 바이오·의료기술개발사업 및 첨단의료기반기술개발 등과 같은 연구개발사업도 기초과학의 선행이 전제되어야 한다고 할 수 있다.

#### 나. 정부의 기초연구진흥 추진 과정

OECD에서 발간된 프라스카티 매뉴얼(Frascati Manual, 2015)에 따르면 기초 연구는 ‘어떤 특정한 응용이나 사용 계획 없이 현상들이나 관찰 가능한 사실들의 근본 원리에 대한 새로운 지식을 얻기 위해 행해진 실험적 또는 이론적 작업’으로 정의된다. 기초연구는 세부적으로 순수 기초연구와 목적 기초연구로 나뉘는데, 순수 기초연구는 ‘경제사회적 편익을 추구하거나, 연구결과를 실제 문제에 적용하거나, 또는 연구 결과의

응용을 위한 관련 부문으로의 이전 없이 지식의 진보를 위해서만 수행되는 연구'로 정의되며, 목적 기초연구는 '이미 알려졌거나 예상되는 현재 또는 미래의 문제와 가능성에 있어, 그 해결책의 기초가 되는 광범위한 지식기반의 마련을 위해 수행되는 연구'로 정의된다.

기초연구는 특정 목표나 목적에 초점을 두는 응용연구나 새로운 제품·공정의 생산, 기존 제품과 공정의 개선 등을 목적으로 하는 개발연구와 대비된다. 기초연구-응용연구-개발연구 간에는 상호 많은 정보와 지식의 흐름으로 인해 개발연구가 기초연구에 지식을 제공하기도 하며, 기초연구가 새로운 상품이나 공정으로 이어지기도 한다.

2004년 과학기술부(現 과학기술정보통신부)에 '과학기술혁신본부'를 설치하고 부총리급으로 격상하여 과학기술 컨트론타워를 강화하였다. 과학기술부의 기초연구 사업은 정부 간 합의를 거쳐 3개 유형으로 나누고 부처 간 역할분담을 하였다. 교육인적자원부(現 교육부)는 순수 기초연구와 기초과학기술기반구축사업을 주관하였고, 과학기술부는 목적기초연구를 주관하였다. 응용연구 사업의 경우 산업자원부(現 산업통상자원부)와 정보통신부(現 과학기술정보통신부)에서 주관하도록 조정하였다. 이와 더불어 교육인적자원부는 대학연구의 제도 및 기반을 구축하고 대학의 우수 연구 인력 양성을 지원하는 역할도 담당하였다.

정부는 기초연구의 진흥을 위한 여건 조성을 위하여 기초연구에 관하여 ① 대학교수, 연구원 등 관계 전문가의 연수 및 연구비 지원, ② 석사 및 박사 과정 학생의 연구·장학금 지원, ③ 연구교수(연구조교 포함)제도, 교수의 연구휴가제도, 객원교수제도 및 객원연구원제도의 활용, ④ 대학의 연구시설 및 기자재 지원, ⑤ 대학부설연구소 및 우수연구집단 형성 지원, ⑥ 대학, 국공립 연구기관, 정부출연연구기관, 기업부설 연구소와의 공동연구, 인력교류, 연구 시설·장비 공동 활용 등 산업계·학계 및 연구소 간의 교류 촉진, ⑦ 기업 등의 대학 기초연구 지원 촉진, ⑧ 그 밖에 기초연구환경 조성 및 기초연구기반 구축에 필요한 사항 등을 의무적으로 마련하도록 기초연구진흥 및 기술개발지원에 관한 법률 제7조에 명시하고 있다. 또한 동 법에 따라, 기초연구진흥

종합계획 및 시행계획을 수립하여 국가의 기초연구진흥을 위한 정책적 노력을 계속해 나가고 있다.

2008년 2월 교육인적자원부와 과학기술부의 통합으로 교육과학기술부가 출범하였다. 두 기관의 통합은 2009년 관련 연구지원 통합기관인 한국연구재단의 출범과 더불어 기초연구에 관한 다양한 정책이 일관성 있게 추진될 수 있는 기회를 제공하였다. 2013년 미래창조과학부(現과학기술정보통신부)의 출범으로 창조적 기초연구 추진 전략이 마련되었으며, 상상력·창의력을 기반으로 한 과학기술과 ICT의 융합을 바탕으로 그 어느 때 보다도 기초연구에 대한 기대가 높아지고 있다고 할 수 있다.

2017년 문재인정부 출범으로 연구자 주도 기초연구지원 예산 2배 확대, 연구 자율성 보장 등을 국정과제로 추진할 예정이며, 이를 통해 기초연구 과제 수행율이 확대되고 창의적 아이디어 기반의 창의적·도전적 연구에 매진할 수 있는 연구자 친화적 연구 환경이 조성될 것으로 기대된다.

## 다. 과학기술정보통신부의 기초연구지원 현황

과학기술정보통신부와 한국연구재단은 우리나라 연구력의 근본이라 할 수 있는 기초연구를 중점 지원하고 있다. 기초연구 지원은 개인 및 소규모 공동연구를 지원하는 ‘개인연구’, 우수 연구 인력을 조직화하여 지원하는 ‘집단연구’, 전문연구정보 및 연구 인프라를 지원하는 ‘기반구축’으로 구분하여 연구자 역량단계 및 참여연구원 규모에 따른 세부 프로그램을 통해 추진되고 있다.

생명공학분야 기초연구는 한국연구재단 기초연구본부의 생명과학단, 의약학단, ICT·융합연구단에서 지원하고 있으며, 대단위 국책연구사업의 경우 한국연구재단 국책연구본부 생명공학팀에서 지원하고 있다. 이 중에서도 생명공학 분야는 기초연구본부 생명과학단과 관련성이 높으며, 1) 분자생물학, 신경생물학, 발생생물학, 유전자발현,

면역학 등의 분자생명분야, 2) 세포생물학, 유전학, 생화학, 생리학, 식물학, 미생물학 등의 기초생명분야, 3) 생물공학, 식량작물 및 원예작물, 동물자원학, 수의학, 식품학 등의 기반생명 분야를 지원하고 있다. 이를 통해 생명과학의 메커니즘 연구를 집중 수행하는 생명 과학자를 양성하고, 노벨상 수상 수준으로 연구역량을 제고하며, 관련 연구기반을 확충하여 미래 첨단 기초생명과학 연구를 선점하고자 한다.

### (1) 기초연구지원 사업 현황

과학기술정보통신부는 신진연구 → 중견연구 → 리더연구 등 역량단계별로 개인연구를 지원하고 있다. 2016년 연구자 맞춤형 지원제도를 도입하여 연구자가 필요한 연구비, 연구기간을 신청할 수 있도록 유연하게 개선하였다. 기초연구실/글로벌연구실 → 선도 연구센터 등 규모별로 집단연구를 지원하고 있으며, 기초연구기반구축 사업을 통해 생물학연구정보센터(BRIC) 등 연구 인프라를 지원하고 있다.

[표 2-3] 과학기술정보통신부 기초연구지원 사업내용(2016~2017)

(단위 : 백만 원)

사 업	2016년 예산(A)	2017년 예산(B)	증감액 (B - A)	증감률
합 계	772,709	886,576	113,867	14.7%
【개인연구】	607,495	709,610	102,115	16.8%
자유 공모				
○ 리더연구	57,936	52,299	△5,637	△9.7%
○ 중견연구	369,556	459,966	90,410	24.5%
○ 신진연구	118,073	148,166	30,093	25.5%
전략공모	61,930	49,179	△12,751	△20.6%
【집단연구】	155,174	168,282	13,108	8.4%

사 업	2016년 예산(A)	2017년 예산(B)	증감액 (B - A)	증감률
○ 선도연구센터	108,749	115,405	6,656	6.1%
- 이학분야(SRC)	27,414	31,215	3,801	13.9%
- 공학분야(ERC)	36,195	43,823	7,628	21.1%
- 기초의과학분야(MRC)	32,940	30,967	△1,973	△6.0%
- 융합분야(CRC)	12,200	9,400	△2,800	△23.0%
○ 기초연구실	23,675	32,501	8,826	37.3%
○ 글로벌연구실	22,750	20,376	△2,374	△10.4%
【기초연구기반구축】	10,040	8,684	△1,356	△13.5%
○ 전문연구정보활용	2,800	1,917	△883	△31.5%
○ 기초연구실험데이터 글로벌허브구축	2,565	2,138	△427	△16.6%
○ 유럽핵입자물리연구소 (CERN) 협력	3,882	3,236	△646	△16.6%
○ 해외대형연구시설 활용연구지원	793	1,393	600	75.7%

출처: 교육부 및 미래창조과학부, 2017년도 기초연구사업 시행계획  
미래창조과학부, 2017년도 기초연구기반구축사업 시행계획

## (2) 생명공학분야 사업 지원 현황

2015년 정부에서 이공분야에 지원하는 총 R&D 투자액 중 생명공학 분야 범주에 속하는 생명과학, 농림수산, 보건의료 부문에 지원되는 총투자 금액은 3조 5,247억 원으로 정부R&D 투자액의 20.1%를 차지하고 있다.

[표 2-4] 과학기술표준분류별 투자 추이(2015)

(단위: 억 원, %)

구분	금액	비중
수학	835	0.5
물리학	5,955	3.4
화학	3,343	1.9
지구과학	6,710	3.8
생명과학	7,895	4.5
농림수산식품	12,091	6.9
보건의료	15,261	8.7
기계	28,817	16.4
재료	6,865	3.9
항공	3,974	2.3
전기 / 전자	17,055	9.7
정보 / 통신	18,118	10.3
에너지 / 자원	8,564	4.9
원자력	6,853	3.9
환경	4,844	2.8
건설 / 교통	7,781	4.4
과학기술과 인문사회	4,799	2.7
기타	15,439	8.8
합계	175,199	100.0

2017년 신진연구를 통해 신청 및 선정된 생명과학 분야별 과제 현황은 다음 표와 같다. 신진연구는 이공학 분야 교원 및 연구원 중 박사학위 취득 7년 이내 또는

만 39세 이하의 신진연구자를 대상으로 최장 5년간 연평균 0.5~1억 원을 지원하는 사업이다. 초기 연구실 구축 등이 필요한 신진연구자 특성을 감안하여 별도 심사를 통해 1년간 0.5~1억 원을 연구환경 구축비로 추가 지원한다.

[표 2-5] 신진연구 중 생명과학분야 중분야별 선정 현황(2017)

(단위 : 건)

구분	신진연구		
	신청 과제 수	선정 과제 수	
분자생명	분자생물학	13	3
	신경생물학	24	5
	발생생물학	15	3
	구조생물 및 생물물리학	11	2
	유전자발현	16	3
	감염생물학	7	2
	노화/암생물학	23	4
	면역학	16	3
	소계	125	25
기초생명	세포생물학	6	1
	유전학	9	2
	생화학	8	2
	생리학	8	3
	식물학	8	2
	미생물학	13	4
	분류/생태/환경생물학	15	3
	소계	67	17

표 2-5  
신진연구 중 생명과학분야 중분야별 선정 현황(2017)

표 2-5  
신진연구 중 생명과학분야 중분야별 선정 현황(2017)

표 2-5  
신진연구 중 생명과학분야 중분야별 선정 현황(2017)

표 2-5  
신진연구 중 생명과학분야 중분야별 선정 현황(2017)

표 2-5  
신진연구 중 생명과학분야 중분야별 선정 현황(2017)

표 2-5  
신진연구 중 생명과학분야 중분야별 선정 현황(2017)

구분	신진연구		
	신청 과제 수	선정 과제 수	
기반생명	생물공학	20	4
	식량작물 및 원예작물	14	3
	응용생물화학	19	4
	농림생태환경	12	3
	동물자원학	10	3
	수의학	18	3
	수산학	11	3
	식품학	29	7
	영양학	13	3
	소계	146	33
총합계	338	75	

중견연구는 이공학 분야 교원(전임·비전임) 및 공공·민간연구소 연구원을 대상으로 최장 5년간 0.5~3억 원을 지원하는 사업으로 2017년 신청 및 선정된 생명과학 분야별 과제 현황은 다음 표와 같다.

[표 2-6] 중견연구 중 생명과학분야 중분야별 선정 현황(2017)

(단위 : 건)

구분	중견연구		
	신청 과제 수	선정 과제 수	
분자생명	분자생물학	31	14
	신경생물학	28	16
	발생생물학	26	13
	구조생물 및 생물물리학	22	13



구분	중견연구		
	신청 과제 수	선정 과제 수	
분자생명	유전자발현	23	12
	감염생물학	11	5
	노화/암생물학	47	22
	면역학	17	8
	소계	205	103
기초생명	세포생물학	11	7
	유전학	31	18
	생화학	13	7
	생리학	12	7
	식물학	28	18
	미생물학	23	14
	분류/생태/환경생물학	25	12
소계	143	83	
기반생명	생물공학	28	17
	식량작물 및 원예작물	26	15
	응용생물화학	27	15
	농림생태환경	17	11
	동물자원학	22	12
	수의학	24	16
	수산학	17	11
	식품학	51	27
	영양학	15	10
	소계	227	134
총합계	575	320	

표준  
표준연구비/연구비/연구비/연구비

표준  
표준연구비/연구비/연구비/연구비

표준  
표준연구비/연구비/연구비/연구비

표준  
표준연구비/연구비/연구비/연구비

표준  
표준연구비/연구비/연구비/연구비

표준  
표준연구비/연구비/연구비/연구비

## 4. 생명공학 인력양성

### 가. 개요

정부는 ‘기초연구진흥 및 기술개발지원에 관한 법률’에 따라, 5년 주기로 기초연구 진흥에 관한 중장기 정책목표와 방향 설정을 위한 ‘기초연구진흥종합계획’을 수립하여 시행하고 있으며, 2017년까지 정부 R&D 중 기초연구 투자 비중을 40%까지 확대를 목표로 매년 투자를 확대하고 있다.

[표 2-7] 정부 R&D 중 기초연구 투자 비중

(단위 : 조 원, %)

구 분	2012	2013	2014	2015	2016
정부 R&D예산	16.0	16.9	17.7	18.9	19.1
기초연구비 산정대상 예산*(A)	11.0	11.5	12.6	13.1	13.3
기초연구비(B) (비중 : B/A×100)	3.9 (35.2%)	4.1 (35.4%)	4.7 (37.1%)	5.0 (38.1%)	5.2 (39.0%)

\* 정부 R&D 중 시설장비구축사업 등 연구단계(기초, 응용, 개발) 구분이 곤란한 사업 제외  
※ 출처 : '16년도 정부 기초연구비 비중(16.2, 기초연구진흥협의회)

정부의 기초연구 확대 기조 속에 교육부는 생명공학 분야의 경쟁력 확보를 위해서는 장기적 관점에서 연구의 지속가능성이 중요하다고 판단하고, 기초연구 분야에 대한 저변 확대와 우수 연구인력의 양성에 보다 정책 역량을 집중하고자 하였다.

특히 이러한 장기적 관점의 연구역량 제고에서는 무엇보다 생명공학 분야의 선진국과 같이 대학이 연구와 인력 양성에 핵심적인 역할을 담당할 필요가 있기 때문에 대학의 연구역량을 강화하기 위해 노력하고 있다.

## 나. 추진경과

교육부는 대학의 연구역량 강화를 위해 1982년부터 박사후연구자의 연구경험을 축적하고자 학문후속세대를 지원하고 있으며, 국가 연구역량 제고를 위한 연구저변 확대를 위해 1989년부터 풀뿌리 기초연구를 지원해오고 있다.

1999년부터는 미래 인재 양성을 위한 대학원의 교육·연구역량 강화 기반 조성을 위한 BK21사업을 시작하여 현재 BK21플러스 사업까지 지속하고 있으며, 대학연구소의 특성화·전문화 유도 및 전임 연구인력 확충을 위해 대학중점연구소를 지원해오고 있다.

아울러 2008년부터는 의과학자 육성지원 사업을 시작하여 미래 성장 동력인 바이오 산업 분야 경쟁력 확보를 위한 중개연구를 활성화하고, 이를 수행할 의과학자를 적극 양성해 오고 있다.

## 다. 주요정책

교육부는 인력양성 총괄 부처로서 다양한 초·중등에서 대학에 걸쳐 전주기적 인재 양성을 지원하고 있다. 특히 최근에는 생명공학 등 과학기술 분야에 대한 중요성이 높아짐에 따라 초·중등교육에서 융합인재교육(STEAM: Science, technology, engineering, arts and mathematics)을 통해 실생활 문제를 창의적으로 해결하는 방법으로 과학에 대한 흥미도를 제고하고 있으며, 이는 과학기술 선도 인재 양성의 초석이 되고 있으며, 이와 함께 고등교육 단계에서도 고급인력을 양성하기 위한 노력을 기울이고 있다.

교육부는 다양한 생명공학 분야에 대한 개인 및 대학 연구소 단위의 균형 잡힌 기초 연구를 지원하여 연구 저변을 지속적으로 넓혀 나감과 동시에 석·박사 연구 인력에 대한 연수기회 부여, 연구경험 제공 및 장학금 지원을 통해 미래 한국을 책임질 학문 후속세대를 육성해 나가고 있다.

## 라. 주요사업

### (1) 기초연구지원사업

교육부는 2016년 이공학개인기초연구 지원사업에 2,680.5억 원, 학문후속세대 및 대학중점연구소 지원사업에 734.19억 원으로 총 3,414.69억 원을 투자하여 이공학 분야의 기초연구가 보다 활성화 될 수 있도록 노력하였다.

[표 2-8] 교육부 기초연구지원사업

(단위 : 백만 원, %)

사업명	2015년 예산 (A)	2016년 예산 (B)	증감	
			차액 (B-A)	증감률 (%)
이공학개인기초연구	294,250	268,050	△26,200	△8.9
기본연구	237,050	237,050	0	0.0
리서치펠로우*	31,200	-	△31,200	△100.0
보호연구	1,250	1,250	0	0.0
지역대학우수과학자	24,750	29,750	5,000	20.2
이공학학술연구기반구축	42,250	73,419	31,169	73.8
대학중점연구소	25,400	25,238	△162	△0.6
학문후속세대	16,850	48,181	31,331	185.9
합계	336,500	341,469	4,969	1.5

\* 2016년부터 리서치펠로우는 학문후속세대 내역으로 편입되어 학문후속세대 예산에 포함

#### (가) 이공학개인기초연구지원

교육부는 이공학개인기초연구지원을 통해 이공학분야 개인연구자에게 5천만 원 내외의 연구비를 폭넓게 지원하여 생명공학 분야 연구자가 창의적이고 혁신적인 연구에 전념할 수 있는 환경을 제공하고 있다. 세부사업인 기본연구 지원을 통해 풀뿌리 개인 기초연구를 폭넓게 지원하고 있으며, 보호연구 지원을 통해 국가차원의 보호육성이

필요한 분야를, 지역대학우수과학자 지원을 통해 지역의 연구역량제고 및 우수인력 양성을 지원하고 있다.

[표 2-9] 이공학개인지초연구사업 생명공학분야 지원 현황

(단위 : 개, 백만 원)

분야	2015년		2016년	
	지원과제 수	사업비	지원과제 수	사업비
분자세포생물학	248	12,311	203	10,287
유전학·유전공학	86	4,174	69	3,522
발생·신경생물학	119	5,927	89	4,565
면역학·생리학	70	3,456	66	3,348
분류·생태·환경생물학	57	2,835	54	2,716
생화학·구조생물학	69	3,413	43	2,186
융합바이오	58	2,977	59	3,055
생물공학	33	1,644	24	1,190
산업바이오	36	1,736	32	1,586
바이오공정·기기	3	136	3	151
생물유해성	5	234	4	200
기타생명과학	18	870	22	1,072
계	802	39,713	668	33,878

※ 2017년 8월말 기준

(나) 이공학학술연구기반구축

교육부는 이공학학술연구기반구축사업을 통해 생명공학분야를 포함한 이공학분야의 연구 기반 확충을 지원하고 있다. 세부사업인 대학중점연구소지원사업을 통해서도 대학부설연구소의 인프라 지원을 통해 대학의 연구거점을 구축하고, 대학연구소의

표 2-9 이공학개인지초연구사업 생명공학분야 지원 현황 (단위: 개, 백만 원)

특성화·전문화를 유도하며 중점연구소를 통해 우수 신진연구인력이 육성될 수 있도록 지원하고 있다. 학문후속세대 지원을 통해 이공학분야 박사 후 연구자에게 국내외 대학 및 연구소에서의 연수 기회를 제공하여 학술연구의 지속성 유지 및 연구 능력의 질적 향상을 유도하고 있다.

[표 2-10] 이공학학술연구기반구축사업 생명공학분야 지원 현황

(단위 : 개, 백만 원)

분야	2015년		2016년	
	지원과제 수	사업비	지원과제 수	사업비
분자세포생물학	18	1,706	77	4,531
유전학·유전공학	3	760	17	870
발생·신경생물학	9	1,115	34	2,264
면역학·생리학	8	1,015	24	1,770
분류·생태·환경생물학	6	454	15	1,202
생화학·구조생물학	5	983	28	2,017
융합바이오	7	607	19	1,631
생물공학	2	583	10	969
산업바이오	-	-	7	847
바이오공정·기기	1	150	1	100
기타생명과학	1	33	7	722
계	60	7,406	239	16,923

※ 2017년 8월말 기준

### 3) 주요성과

2016년도 교육부 학술연구지원사업 성과분석보고서에 따르면, 2015년 생명공학 분야에서 발표한 SCI 논문은 1,021건, 상위 10% 논문은 122건이고, 특히 출원은 177건, 등록은 49건이었다.

[표 2-11] 생명공학 분야 SCI 논문 발표 현황

(단위 : 개, 백만 원)

분야	2014년		2015년	
	전체	상위10%	전체	상위10%
이공학개인지초연구	828	85	871	101
이공학학술기반구축사업	168	20	150	21

※ 출처: 각 연도별 주요 연구개발사업 성과분석보고서

[표 2-12] 생명공학 분야 특허 출원·등록 현황

(단위 : 개, 백만 원)

분야	2014년		2015년	
	출원	등록	출원	등록
이공학개인지초연구	117	70	148	40
이공학학술기반구축사업	34	14	29	9

※ 출처: 각 연도별 주요 연구개발사업 성과분석보고서

## (2) 고급인력 양성사업

2013년 9월부터 추진하고 있는 BK21 플러스 사업에서는 농생명 및 생명공학 분야 사업단(팀)에 약 581억 원을 투자하여, 약 7,000여 명의 대학원생에게 연구장학금, 국제화경비 등을 지원하였다. 또한 2015년 중간평가 추진시 의약학, 농·생명 등 분야 평가지표를 별도로 적용하여 각 분야의 특성을 반영한 질적 성과를 제고하였다. 이를 통해 생명공학분야 연구성과의 사회적 기여를 증진하고, 산학협력을 활성화할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

[표 2-13] BK21 및 BK21플러스 사업 지원 현황

(단위 : 개, 백만 원)

분야	BK21		BK21 플러스	
	지원 과제수	사업비	지원 과제수	사업비
농생명 분야	30	3,232	40	16,415
생물학 분야	15	12,317	23	13,238
약학 등 분야	22	2,862	15	9,298
응용생명 분야	17	14,972	17	3,847
의학/치의/한의학 분야	18	2,645	23	15,315
계	102	36,028	118	58,113

※ BK21사업은 2012년, BK21플러스는 2017년 지원액 기준임

[표 2-14] BK21 플러스 중간평가 지표(의약학, 농·생명·수산·해양 분야) 특징

분야	평가지표 특징
의약학	기초 의약학 연구 활성화를 위한 연구지표 강화, 사회적 기여 지표 신설
농·생명·수산·해양	연구진(참여교수 등) 구성의 우수성 강조, 산학협력 지표 강화

의약학 및 생명과학 분야에 특화된 의과학자 육성지원 사업도 추진 중이다. 의과학자 과정(의사면허증(M.D/DDS)과 박사학위(Ph.D)를 동시에 또는 연계하여 취득하는 과정)을 이수하는 153명의 우수 전문대학원생에 등록금 전액과 연간 5백만 원의 교육연구비를 최대 7년간 장기 지원하여 전문 임상경험과 기초의학 연구력을 겸비한 신진 의과학자로 양성하고 있다.



## 마. 향후 계획

교육부는 기초연구 진흥과 인력양성을 담당하는 부처로서 생명공학 분야의 연구와 인력양성을 위한 지원을 확충하는 것이 무엇보다 필요하다. 기초연구와 인력양성 간 긴밀한 연계를 통해 시너지를 창출하기 위한 노력을 강구해야 하며, 특히 이러한 시너지가 가장 효과적으로 나타날 수 있는 현장이 대학이므로 대학에 대한 지원을 확대할 필요가 있다.

아울러 교육부는 생명공학 분야 중에서 장래에 성장가능성이 있으나 현재 투자가 미흡한 분야나 다른 분야의 성장을 위해서는 반드시 필요한 기반 분야 등 민간에서 투자가 소홀할 수 있는 부분을 적극적으로 발굴하고 정책적인 배려를 해 나갈 예정이다.

## 5. 농림축산식품분야 생명공학 육성

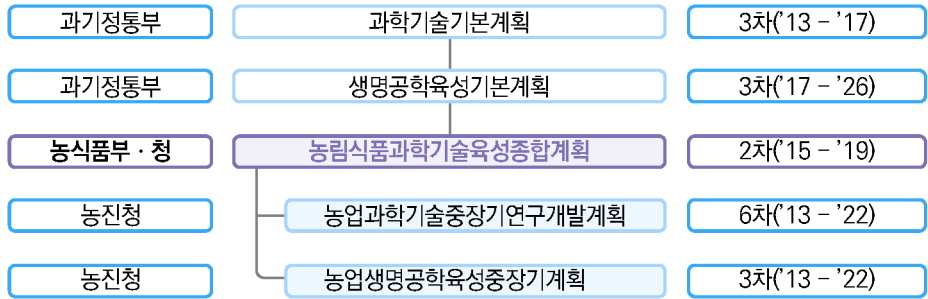
### 가. 개요

농림축산식품 분야의 생명공학 육성 정책은 국민들에게 안전한 먹거리를 안정적으로 공급하고, 농생명 소재를 고부가가치화 하는 방향으로 산업을 육성한다는 측면에서 의의를 지닌다. 식량안보 외 국토·환경 보존과 수자원 함양, 전통문화의 계승과 휴양 등 농업의 다원적 기능과 농촌인구 고령화, 기후변화, 시장개방 등 환경변화를 고려할 때 지속가능한 농업·농촌을 위한 생명공학의 역할은 더 없이 중요하다.

농림축산식품부는 생명자원의 안정적 공급과 국민 건강·웰빙 실현, 고부가가치 신소재 발굴과 첨단 융복합 신산업 창출 및 관련 법·제도 정비 등 농생명 산업육성 프로세스를 전반적으로 혁신해 나갈 계획이다.

### 나. 추진경과

농림축산식품 분야의 과학기술 육성정책은 농촌진흥청의 1991년 ‘제1차 농업과학기술 중장기 연구개발 계획’을 시작으로 2009년 ‘농림식품 과학기술육성법’ 제정에 따라 부·청 공동계획인 ‘농림식품과학기술 육성 종합계획’ 수립과 함께 현 체계가 마련되었다. ‘농림식품과학기술 육성 종합계획’은 과기정통부의 ‘생명공학육성기본계획’을 기초로, 현재 제2차 종합계획(2015~2019)에 따라 매년 시행계획을 수립하고 R&D 육성정책을 추진하고 있다. 농촌진흥청의 ‘농업과학기술 중장기 연구개발 계획’과 ‘농업 생명공학육성 중장기 기본계획’은 각각 제6차 및 제3차 계획이 수립되어 시행되고 있다.



[그림 2-4] 농림축산식품분야 생명공학육성정책 체계

## 다. 주요정책

첫째, 지속가능하고 환경 친화적인 식량자원 및 농림축산 생명자원의 안정적 생산을 통해 국가 식량안보 기반을 구축한다. 수요·공급 맞춤형 최적 생산시스템을 구축하고, 사업화 가능한 생명자원의 수집·발굴 강화, 글로벌 기술 주도권 및 시장 경쟁력 확보를 위한 R&D를 지원한다.

둘째, 고부가가치 농생명 신소재 발굴 및 관련 식품산업 육성을 통해 첨단 융복합 신산업을 창출한다. 농생명자원에서 유래한 고부가가치 신소재의 발굴과 고기능성·고부가가치 식품산업 및 첨단기술과의 융복합을 통한 신산업을 육성한다.

셋째, 고령화·도시화에 대응한 건강하고 안전한 먹거리 공급으로 국민 건강·웰빙을 실현한다. 고령화에 대응한 개인 맞춤형 기능식품 개발과 생산에서 소비까지의 전 과정의 관리기술 고도화 및 웰빙농업·서비스를 확대한다.

넷째, 농생명산업 육성을 위한 법·제도와 인프라를 강화한다. 세계적 수준의 인허가 기준을 확립하여 식품안전에 대한 신뢰도를 확보하고, 농림식품과학분야 관련 정보·기술의 활용기반 고도화, 민간투자 유치 및 인력양성 프로그램 등을 확대한다.

## 라. 주요사업

농림축산식품부는 연구개발 정책목표 달성을 위해 골든씨드프로젝트, ICT 융합 한국형 스마트팜핵심기술개발, 농생명산업기술개발 등 2016년 기준 29개 사업에 총 339,239백만 원을 투자하였다. 이는 농림축산식품 R&D 전체 예산(953,145백만 원) 중 산하기관 인건비·기본경비 등을 제외한 예산(773,365백만 원)의 약 43.9%에 달하는 규모로, 농림축산식품분야 생명공학 육성을 위해 부·청은 적극적인 투자를 추진 중에 있다. 주요 연구개발 성과로는 약 300건에 달하는 품종개발과 201건의 특허출원, 종자수출 3,057만 달러를 달성(골든씨드프로젝트 1단계), 22종의 기자재와 4종의 스마트팜 모델 표준 및 수입의존도가 높은 기자재의 국산화 기술개발(한국형 스마트팜 사업) 등 과학기술·경제사회 전반에 걸쳐 우수한 성과가 창출되고 있다.

농림축산식품부의 주요 생명공학 육성사업은 다음과 같으며, 각 사업의 사업기간과 농식품부·농진청간의 연계협력 시너지 등을 고려하여 지속적인 사업구조 조정 및 협업을 추진하고 있다.

### (1) 농생명산업기술개발

기존 농림기술개발사업에서 농생명자원의 부가가치 제고와 산업육성을 집중적으로 지원하기 위해 2011년 농생명산업기술개발로 분리하여 추진 중에 있다. 농생명자원의 부가가치를 제고하기 위한 핵심기술 개발과 농생명자원의 생산·관리 고도화에 필요한 기술개발을 중점적으로 지원하고 있다.

앞으로는 기술수요 대비 투자가 미흡했던 농생명 소재산업 부문과 동식물 질병대응 기술 등에 대한 지원을 확대할 계획이다.

[표 2-15] 농림축산식품분야 생명공학사업 투자계획

(단위 : 백만 원)

기관명	사업명	사업기간	2016년 실적	2017년 예산
농림축산 식품부	농생명산업기술개발	'94~'20	45,799	37,239
	고부가가치식품기술개발	'10~'19	35,051	34,400
	기술사업화지원	'08~'18	9,795	10,284
	첨단생산기술개발	'11~'21	27,342	29,909
	수출전략기술개발	'11~'19	18,394	17,501
	농림축산식품연구센터지원	'10~'20	7,900	7,347
	가축질병대응기술개발	'12~'21	7,598	7,724
	포스트게놈 다부처 유전체사업	'14~'21	4,732	4,732
	골든씨드 프로젝트	'12~'21	30,927	29,264
소계			187,538	178,400
농진청	작물 및 미생물 유전체 연구	'90~계속	1,163	1,203
	기능성물질 생산 유전자 소재 발굴 및 개량	'90~계속	1,995	887
	BT 이용 농업형질 개선 기반기술 및 활용	'90~계속	2,285	1,142
	GM작물 안전성 평가기술 및 평가시스템 확립	'90~계속	2,190	842
	식물유전자원 관리 및 활용성 제고기술 개발	'90~계속	8,570	5,994
	BT 이용 고부가 가축 생산기술 개발	'90~계속	2,203	2,309
	동물유전정보 활용 실용화 기술 개발	'90~계속	1,420	1,587
	농생물게놈활용연구사업	'11~'20	7,821	7,585
	GM작물개발사업	'11~'20	8,021	7,702
	동물분자유전육종사업	'11~'20	6,705	6,504
	식물분자유전육종사업	'11~'20	8,505	8,249
	농생명바이오식의약품소재개발사업	'11~'20	8,189	7,942
	시스템합성 농생명공학사업	'11~'20	8,017	7,774
동물바이오신약·장기개발사업	'11~'17	6,238	5,480	

표 2-15 농림축산식품분야 생명공학사업 투자계획 (단위: 백만 원)  
 표 2-16 농림축산식품분야 생명공학사업 투자계획 (단위: 백만 원)  
 표 2-17 농림축산식품분야 생명공학사업 투자계획 (단위: 백만 원)  
 표 2-18 농림축산식품분야 생명공학사업 투자계획 (단위: 백만 원)  
 표 2-19 농림축산식품분야 생명공학사업 투자계획 (단위: 백만 원)  
 표 2-20 농림축산식품분야 생명공학사업 투자계획 (단위: 백만 원)  
 표 2-21 농림축산식품분야 생명공학사업 투자계획 (단위: 백만 원)  
 표 2-22 농림축산식품분야 생명공학사업 투자계획 (단위: 백만 원)  
 표 2-23 농림축산식품분야 생명공학사업 투자계획 (단위: 백만 원)

기관명	사업명	사업기간	2016년 실적	2017년 예산
농진청	포스트게놈다부처유전체사업	'14~'21	8,027	7,609
	우장춘프로젝트	'10~'19	5,000	3,010
	소계		86,349	75,819
산림청	융복합 기반 임산업의 신산업화 기술개발	'16~'20	3,000	5,629
	산림과학연구	'49~계속	42,803	42,786
	산림생물종연구	'08~계속	19,549	14,998
	산림생명자원 소재발굴 연구	'17~'21	-	3,900
	소계		65,352	67,503
합계			339,239	321,532

출처: 농림축산식품부

## (2) 고부가가치식품기술개발

‘식품산업 R&D 중장기계획’ 수립(2009)에 따라 기존 농림기술개발사업에서 식품 부문을 분리·확대하여 2010년부터 추진하였다. 농축산업과 식품산업의 동반성장과 우리 식품산업의 국제경쟁력 제고를 위한 핵심응용기술 분야(기능성 전통식품, 식품 품질관리기술, 식품 핵심소재 및 식품기자재 개발 등)을 집중 지원하고 있다.

## (3) 기술사업화지원

2008년 농림바이오기술산업화지원사업에서 2011년 현행 기술사업화지원사업으로 변경된 이래 각 연구개발사업을 통해 확보한 기술이 사업화 단계로 진입할 수 있도록 후속 R&D를 지원하고 있다. 사업화 성과를 제고하기 위해 산업현장과 연계된 제품 사업화를 집중 지원하고, 민간의 전문 위탁연구(CRO) 및 위탁생산(CMO)기관 육성도 포함하고 있다.

#### (4) 첨단생산기술개발

시장개방에 대응하여 우리 농산업의 첨단화, 자동화를 촉진시키기 위해 농기계·농자재·농업시스템 등의 기술개발을 지원하기 위해 2011년 시작되었다. 농업용 무인헬기 등 첨단 농기계, 발열필름 등 첨단 농자재 등은 물론, ICT 기술을 접목한 첨단 농업 시스템과 관련된 기술개발을 지원하고 있다. 앞으로는 4차 산업혁명 시대의 혁신기술로 주목받는 인공지능, 사물인터넷, 빅데이터, 3D 프린팅, 로봇틱스 등을 접목하여 농업 분야의 난제를 해결하기 위한 기술개발 영역을 발굴·지원할 예정이다.

#### (5) 골든씨드프로젝트

농생명 산업의 근간이 되는 종자(seed)에 대한 주권을 확보하고 나아가 종자산업을 수출전략산업으로 육성하기 위해 예비타당성조사를 거쳐 2012년 부·청 공동사업으로 착수하였다. 금(Gold)값 보다 비싼 종자를 개발한다는 목표 하에 식량·원예·채소·종축·수산종자 등 5개의 사업단 체제로 운영하여 2016년 사업 1단계(2012~2016)가 종료 되고 2017년 사업 2단계(2017~2021)에 착수하였다.

#### (6) 작물 및 미생물 유전체 연구

주요작물 및 미생물 등을 대상으로 유전체 해독 및 정보분석과 이를 통한 유용유전자 및 분자마커 발굴 연구를 수행하고 있다. 국제공동연구를 통하여 벼, 배추, 무 유전체 완전해독에 참여하였으며, 현재는 들깨, 배, 국화 등 국내 주요작물에 대한 신규 및 비교유전체 연구를 추진하고 있다. 유전체분석으로 생산된 빅데이터는 생물정보 통합 분석 시스템이 구축된 농업생명공학정보센터(NABIC)을 통해 대학, 연구소, 산업체 등에 대국민 서비스를 제공하고 있다.

### (7) 기능성 물질 생산 유전자 소재 발굴 및 개량

농생명자원으로부터 대사체 분석통합기술을 구축하고, 유용물질 발굴, 유용 대사산물 생산 증대기술 및 실용화소재 개발로 고부가 신기능성 소재 창출을 위한 연구를 수행하고 있다. 토마토에 대한 대사체 데이터베이스를 구축하였으며, 플라보노이드 및 건강 기능성 지방산 증진기술 및 알레르기 저감 및 소재 등을 개발하였다.

### (8) BT 이용 농업형질 개선 기반기술 및 활용

기후변화 등 미래농업환경변화에 대응하기 위하여 내재해, 내병성, 생장발달유전자 등을 연구하고, 작물 농업형질을 비파괴 대량 검정하기 위한 ICT-BT융복합 표현체 연구를 수행하고 있다. 내한발 유전자 OsPYL/RCAR6, 내병성 유전자 OsWRKY, 수발아저항성 유전자 OsDOR 등을 개발하였으며, 국가표현체연구 인프라를 구축하기 위하여 3년간(2014~2017) 약 80억 원을 투자하여 1,000화분 자동 생육 및 가시광, 근적외선, 형광 자동 촬영 표현체 온실을 건설 완료하였다.

### (9) GM작물 안전성 평가기술 및 평가시스템 확립

GM작물의 식품 및 환경위해성 평가기술, GMO판별 모니터링기술, GMO 격리시설 안전관리 등을 수행하고 있다. 또한, 일반인과 전문가를 대상으로 GMO에 대한 올바른 정보제공을 위한 교육과 GMO 안전성관련 국내외 쟁점대응 및 정책지원 등의 업무를 수행하고 있다. 전 세계 GM작물 26작물 237품목에 대한 유전정보를 조사·분석하여 GM작물에 대한 효율적인 환경모니터링을 위한 기반을 구축하였다. GMO식품안전성 평가를 위하여 국내 상업화작물에 대한 성분분석 및 함량 빅데이터 DB를 구축하였다. 2000년부터 40여종의 GMO관련서적을 발간하고, 2008년부터 직접 느끼면서 배우는 현장체험학습을 통해 쉽고 재미있게 GMO를 알 수 있는 교육을 진행하고 있다.



### (10) 식물유전자원관리 및 활용성 제고기술 개발

식물유전자원의 활용체계 구축을 위해 국내외 유용자원의 전략적 확보를 통해 24만 6천 자원에 대한 국가등록번호를 부여하였고, 특히 우즈베크, 러시아, 조지아 등과의 국가 협력사업을 통해 다양성을 확보하였다. 보존자원의 지속적 활용을 위해 저활력, 소량자원에 대한 증식과 영양체(감귤류, 국화, 마늘 등) 및 단명종자(인삼, 양파 종자 등)에 대한 초저온동결보존을 통해 장기보존 체계를 구축하였다. 또한 유전자원의 유용자원 발굴을 위해 농업적 형질, 성분 및 기능성, 내병성 및 재해저항성 등의 특성평가를 수행하였다. 수요자에게 유용정보 제공을 위해 누리집 및 농업유전자원 정보 시스템의 고도화를 추진하여 년 1만여 자원 이상의 분양을 실시하고 있다. 앞으로 나고야의정서 비준(2017년 8월)에 따른 종자산업 및 농생명바이오산업의 지원을 강화하기 위해 산학연 공동사업을 통해 농업생명자원의 유용형질 특성평가를 확대할 계획이다.

### (11) BT 이용 고부가 가치 생산기술 개발

유전공학 및 체세포복제와 같은 첨단 생명공학기술과 기술융합을 통해 고부가가치 신성장동력산업으로 육성하기 위해 1990년부터 추진 중인 사업이다. 사람에게 이식 가능한 장기 및 각종 조직을 공급하기 위한 바이오이종장기용 형질전환돼지 개발, 고가의 치료용 단백질 생산을 위한 신약용 형질전환가축개발, 사람질병 기초연구 및 신약검증을 위한 사람질환 모델가축 개발 등의 성과를 달성하였다. 또한 정부 운영 우수 특수목적견을 복제 생산하여 정부기관에 보급하였다. 향후 초급성 및 급성면역 반응 유전자가 제어된 형질전환돼지 개발을 통한 돼지-원숭이 이종장기 이식기술, 이종간 면역거부반응 억제기술, 바이오신약 및 사람질환모델 형질전환가축 생산 기술, 항바이러스 단백질 기능검증, 유용단백질 생산성 향상을 위한 벡터기술 등의 분야를 지원할 계획이다. 이와 함께 병원균 제어 바이오이종장기용 형질전환 돼지 생산시스템 구축해 나갈 것이다.

## (12) 동물유전정보 활용 실용화 기술 개발

재래가축의 유전체 해독 및 표준유전체 지도 작성, 가축의 바이오마커 개발 및 실용화, 유용 유전자 발굴 및 생물신소재 개발을 위하여 농업과학기술연구개발사업으로 추진하고 있다. 그동안 한우고기 판별 기술을 개발하여 기술이전 하고, 한우, 재래돼지, 오골계, 제주마 등 재래가축에 대한 표준유전체 지도 작성, 한우 및 돼지의 경제형질 관련 바이오마커의 개발 및 산업재산권 확보, 미래 대비 축산분야 신규 수요 가치 창출을 위하여 반추위 미생물 유래 섬유소 분해효소 유전자 발굴하는 등의 성과를 거두었으며, 최근에는 4차 산업혁명에 대비하기 위한 동물유전체 빅데이터 구축 및 분석기술을 개발하고 있다. 향후 농업분야에서 이러한 가축의 동물유전체 빅데이터가 축산 현장에서 실질적으로 활용 될 수 있도록 실용화 하는 연구를 지속적으로 추진해 나갈 것이다.

## (13) 산림과학연구

산림자원의 지속가능한 조성·이용 및 선순환적 가치 확산을 위해 1949년부터 시작된 산림 분야 대표 연구개발 사업이다. 건강하고 안전한 산림생태계의 유지·증진, 산림 생명자원의 보존·육성 및 이용 활성화를 위한 기술개발과 산림산업을 육성하기 위한 기반기술, 산림복지 증진을 위한 연구개발을 지원하고 있다.

## (14) 산림생물종연구

산림생물자원의 수집, 보전 및 관리체계 확립을 위해 2008년부터 시작된 산림생물종 다양성 증진 및 미래자원 활용기반 사업이다. 산림생물자원 조사·분류 연구 및 정보 DB 구축, 희귀·특산식물의 안정적 보전 및 복원기술 개발, 기후변화 취약 산림식물종 모니터링 및 보전기술 개발, 산림식물자원의 증식 및 현지 외 보전시설 확충을 위한 연구개발을 지원하고 있다.

### (15) 산림생명자원 소재발굴 연구

산림 내 미활용 되고 있거나, 잠재가치가 큰 산림생명자원 소재를 발굴·고부가가치화 하기 위해 2017년부터 새롭게 착수한 사업이다. 자생 산림생명자원(산채류, 목본, 버섯류 등)으로부터 새로운 기능성 소재 탐색, 효능 구명 및 유효성분 함량 증대 기술 개발 등을 지원한다.

### (16) 융복합 기반 임산업의 신산업화 기술개발

임업과 산림의 안정적인 자원공급 기지화 및 미래 신산업·시장 창출을 위해 2016년부터 새롭게 착수한 사업이다. ICT 등 융복합 첨단기술개발과 임산업 기반의 6차 산업 모델 및 고부가가치화 기술 분야를 2020년까지 중점 지원한다.

## 마. 향후 계획

향후 농림축산식품부는 BT, ICT 기술과 농·수·축산업 접목을 통한 고부가가치 농생명산업으로 풍요로운 삶 구현을 목표로 전략적인 투자를 추진할 계획이다.

첫째, 수출·수입 대체품종 개발을 위해 차세대 육종 첨단기술(분자 육종 등) R&D 지원을 확대하여 종자 주권 확보를 위한 기반을 구축하고자 한다.

둘째, 바이오와 ICT 첨단기술 접목 및 활용을 통한 스마트팜 구축 등 차세대 농업생명공학(그린백신, 합성농생물, 신육종기술 등) 역량을 강화해 나갈 계획이다. 특히 4차 산업혁명시대가 도래함에 따라 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT) 등 첨단기술을 접목한 스마트 농업시스템 구축 등 고기능·고효율 농업 기반 마련 및 생산·질병관리 기술 고도화 분야에 집중 투자해 나갈 계획이다.

## 제2장

### 국가 생명공학 육성 정책

셋째, 유용 농림축산자원의 발굴 및 유망 신소재 개발 확대를 통한 국산 농수산물생명 소재 산업화를 촉진할 계획이다. 이를 위해 동식물, 미생물, 등 농림축산자원의 고부가 가치화 및 유망 신소재개발 등 농생명자원 유래 소재개발 R&D 지원을 강화할 것이다.

넷째, 기후변화 등으로 발생하는 식물병해충 및 동물질병에 대응하기 위한 농축산물 생산·질병관리 기술 고도화 R&D지원을 중점 추진할 계획이다. 투자 분야로는 주요 동 식물 질병에 대한 효과적 대응을 위한 예방, 검역, 진단, 방역, 확산 방지 및 사후관리 등 핵심기술의 산업화 연구 등이 될 것이다.

## 6. 보건의료분야 생명공학 육성

### 가. 개요

#### (1) 필요성

보건의료기술(Health Technology, HT)이란 궁극적으로 질병극복 및 국민건강 증진을 목표로 BT, IT, NT와 같은 요소기술을 융합하여 인체적용을 목적으로 활용하는 기술을 총칭하는 기술이다. BT는 요소 기술 자체에 중점을 둔 반면, 보건의료기술(HT)은 목적(기술의 활용)에 중점을 두고 있어 HT와 BT는 개념상 큰 차이점을 보인다. HT와 BT는 일부 중첩관계로, BT의 응용 범위 중 인체와 건강 관련된 제반 영역을 HT 관련 분야로 정의내릴 수 있으며 대표적인 분야로는 제약, 의료기기, 의료서비스 등이 해당되고 최근에는 의료 전달체계와 같은 보건의료 시스템 및 서비스와 관련된 분야를 포괄하는 개념으로 발전하고 있다.

최근 고령화로 만성·노인성 질환 증가함에 따라 오래도록 건강하게 살고자 하는 건강수명에 대한 니즈가 증가하고 있다. 또한 보건의료체계의 지속가능성을 담보 할 수 있도록 의료비 절감<sup>54)</sup> 및 만성질환, 감염병, 항생제 내성 등과 같이 국민건강과 경제·사회적 손실을 유발하는 미해결 질병에 대한 국가적 대응체계에 대한 강화가 요구되고 있다.

4차 산업혁명에 따른 기술변화와 의료패러다임의 전환에 따라 의료현장에서의 인공지능 도입 및 활용 확대<sup>55)</sup>, 공공기관 - 병원 - 기업간 빅데이터 공유·확산 및 3D

54) 국민이 인식하는 보건복지정책 성과 : 의료비 부담 경감(40.5%), 보건산업 육성(14.0%), 감염병 등으로 안전한 보건의료 체계(11.1%) 순 (2015년 보건복지정책 수요조사 및 분석, 한국보건사회연구원)

55) 의료현장에서 인공지능 활용 세계시장은 US\$ 8.1억(약 9,453억 원)('15) → US\$ 66억(약 7조 7,022억 원)('21)로 연평균 42% ↑ 전망(Frost&Sullivan, '15.12)

프린팅, 가상·증강현실 등에 대한 의료현장 수용도의 가속화가 전망되고 있다. 또한 유전체 분석, 생체·생활습관 정보 측정, 코호트 구축 등 글로벌 표준에 맞는 정밀의료 연구자원·수집·분석·활용 기술이 부각되고 있는 추세이다. 그리고 특정질환 근본 원인(유전자) 제거를 위한 유전자 가위기술과 세포·유전자 치료제 연계 외에, 신체 조직·장기세포로의 분화능력을 인공적으로 유도하는 유도만능줄기세포 및 기전연구가 활발히 진행되고 있다<sup>56)</sup>.

## (2) 보건복지부 R&D 사업 추진체계

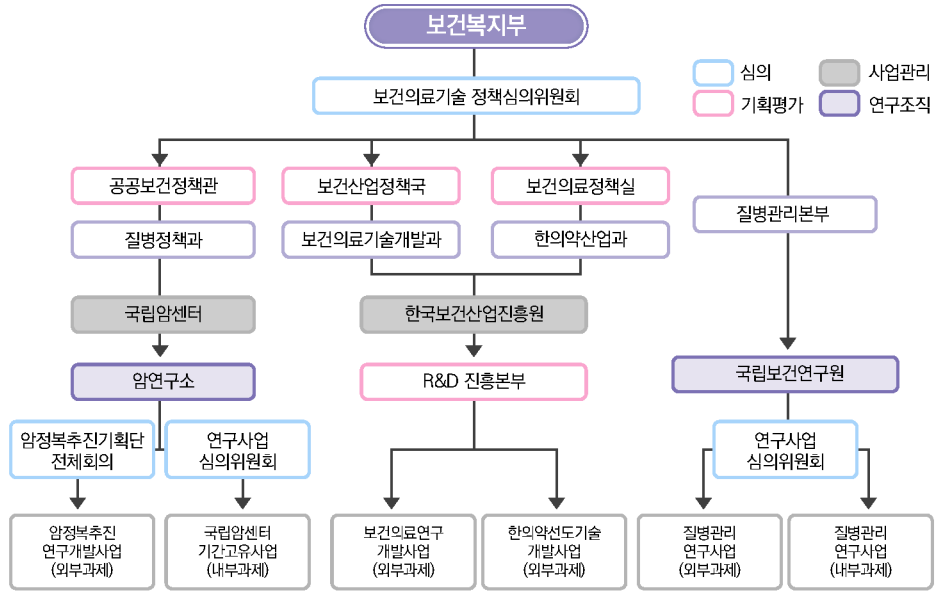
보건복지부에서는 매년 보건의료 R&D 통합시행계획을 수립하여 보건의료기술 정책심의위원회 심의를 받아 시행하고 있으며, 이후 3개 전문기관(한국보건산업진흥원, 국립보건연구원, 국립암센터)이 R&D 사업을 관리·수행하고 있다.

### 나. 추진경과

부처별로 시행되고 있던 보건의료 R&D를 총망라하여 2013년 ‘보건의료 R&D’ 분야의 첫 중장기계획인 ‘국민건강을 위한 범부처 R&D 중장기 추진계획(제1차 보건의료기술육성기본계획(2013~2017))’이 수립되었고, 이에 따라 2014년부터 매년 세부 시행계획을 수립·추진해 오고 있다. 2017년 현재 제1차 계획의 성과와 현시대 이슈를 반영한 제2차 보건의료기술육성기본계획(2018~2022)을 수립 중이다.

56) 세계시장규모는 US\$ 290억(약 33.8조 원)<sup>(15)</sup> → US\$ 1,126억(약 131.4조 원)<sup>(25)</sup>까지 연평균 11.2%씩 증가할 것으로 전망(LG경제연구원, '16.12)

57) 세계시장규모는 US\$ 138억(약 16.1조 원)<sup>(15)</sup> → US\$ 494억(약 57.6조 원)<sup>(21)</sup>으로 연평균 23.7%씩 성장할 전망(Markets and Markets, '12.6)



[그림 2-5] 보건복지부 R&D 사업 추진체계

[표 2-16] 보건복지부 R&D 사업 예산

(단위: 백만 원)

사업명		2017년 예산
한국보건산업진흥원	질환극복기술개발사업 등 20개 사업	355,155
질병관리본부	감염병 관리기술개발연구 등 8개 사업	55,577
국립암센터	암연구소 및 국가암관리사업본부 주요사업비	31,166
첨단의료복합단지	첨단의료복합단지 기반기술구축	7,394
국립재활원	국립재활원 재활연구개발융역사업	3,866
기타	-	74,706
총 계		527,864

## 다. 주요정책

보건복지부는 보건의료기술(HT)을 활용한 건강사회 구축을 위해 ‘국민건강 G7 선진국 도약, 2020 건강수명 75세 시대 달성’을 비전으로 설정하고 5개 기본방향(건강수명 연장, 신성장 동력 창출, 국민 행복 실현, 연구자 친화적 생태계 조성)과 5대 추진전략(보건의료 R&D의 투자확대, 기술사업화 촉진, 성과관리 혁신, 관리프로세스 투명성과 전문성 제고, 보건의료 빅데이터 연계를 통한 개방형 플랫폼 구축)을 주요 골자로 하여 연구개발 투자, 인프라 구축 등을 지원하고 있다.

‘국민건강 G7 선진국 도약’ 비전과 목표 달성을 위한 HEALTH 5개 기본방향 중 ‘Healing 주요 질환 극복을 위한 R&D’로 난치형(암/심뇌혈관질환), 다빈도형(근골격/안질환/신장), 생활습관형(비만/정신/대사) 질환 및 희귀질환 등 주요 질병 극복을 위해 예방·진단·치료기술의 완성 단계를 높이기 위한 연구개발을 지원하고 있다. 중개·임상연구 지원을 통한 기초연구 성과의 임상적용 연계 및 주요 질환 극복을 위한 효율적 연구 지원의 체계를 마련하기 위해 중개연구, 임상연구, 만성병, 한의약, 암분야의 사업으로 약 1,282억 원(2017년 기준)을 지원하였다.

‘Economy, 첨단의료 조기실현 및 신산업창출을 위한 연구개발 확대’를 위하여 보건 의료 新산업을 견인하는 줄기세포·재생의료, 유전체 등 미래 유망기술 투자 확대 및 4차 산업혁명 대응 BT-ICT-NT 기술 융·복합을 통한 첨단의료 조기실현 촉진을 추진하고 있다. 신약개발, 의료기기, 포스트게놈 다부처유전체사업, 줄기세포와 재생의료분야, 국가전략프로젝트(정밀의료) 등에 약 1,636억 원(2017년 기준)을 지원하였다.

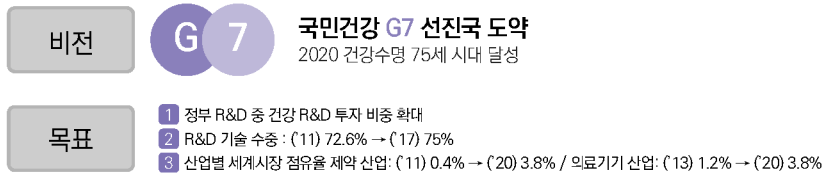
‘Alert 보건복지 위기대응 R&D투자 강화’의 경우 사회·환경변화에 따라 새롭게 부각되는 위험요인 등에 대하여 정부차원의 기술을 개발하기 위한 지원을 추진하였다. 감염병 대응/관리, 국가전략프로젝트(초미세먼지)에 약 526억 원(2017년 기준)을 지원하였다.



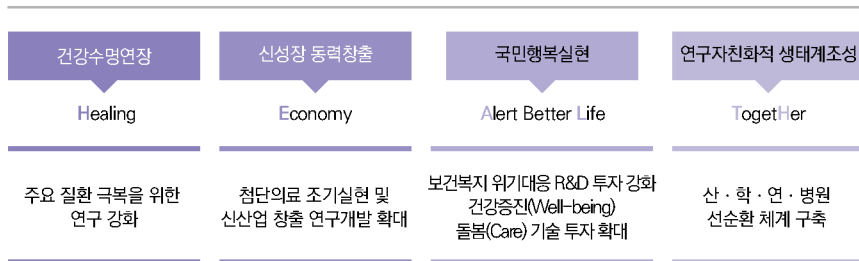
‘better Life 건강증진 및 돌봄 기술 투자 확대’에서는 일상생활자와 건강한 삶을 지속시키는 건강증진 기술과 복지서비스 대상자의 돌봄 기술과 같이 생애 전주기에 걸친 다양한 기술 개발을 지원하고 있다. 구체적으로 고령화대응, 희귀질환, 정신건강, 서비스R&D, 공공보건(질병예방, 저출산 대응 등) 재활연구 등 사업에 약 256억 원(2017년 기준)을 지원하였다.

‘TogetHer 연구자 친화적 생태계 조성’은 보건의료기술의 고도화 및 산업화를 촉진하기 위한 국가차원의 R&D 인프라 구축에 지원하였다. 연구중심병원 등 병원연구 역량강화, 글로벌 연구전문인력 양성을 위한 사업, 의약품과 의료가 연구 성과의 상용화 촉진을 위한 첨단의료복합단지 기반기술구축 등의 사업을 추진하기 위하여 약 794억 원(2017년 기준)을 투자하였다.

### 비전 및 목표



### 복지부 중장기 기본방향



[그림 2-6] 보건의료 R&D 중장기 추진전략(2013~2017)

지원 프로그램으로는 근거 법률에 따라 보건의료기술연구개발사업을 비롯하여 한의약연구개발사업, 암정복추진사업, 질병관리연구사업 등으로 구분할 수 있으며 2017년 기준으로 5,278억 원을 지원하였다.

## 라. 주요사업

### (1) 보건의료기술연구개발사업

#### (가) 개요

보건복지부는 21세기 지식기반경제의 핵심 산업으로 등장하는 보건의료분야를 국민건강 증진과 국가경제 발전에 이바지하는 고부가가치 국가전략산업으로 육성·발전시키기 위하여 ‘보건의료기술진흥법’(1995)을 제정하여 ‘보건의료기술연구개발사업’을 추진해 오고 있으며, 지난 22년간(1995~2017) 약 3조 9천억 원의 정부연구개발자금을 지원했다. 보건복지부는 연도별 연구개발사업 시행계획을 수립하고, 전문기관인 한국보건산업진흥원에서 보건의료기술연구개발사업을 시행하며 단위사업은 아래 표와 같다.

#### (나) 지원내용

2017년도 ‘보건의료기술연구개발사업’은 국민의 삶을 향상시키고 보건산업을 미래 성장동력으로 육성함을 목표로 총 18개 세부사업으로 구성되어 있다.

[표 2-17] 보건의료기술연구개발사업 단위사업

단위사업명	지원분야
질환극복기술개발	창의적 중개연구, 문제해결형 중개연구, 임상외과학자연구역량 강화, 공공보건기술개발
첨단의료기술개발사업	줄기세포·재생의료 실용화, 맞춤의료 실용화, 융복합 보건의료기술, 신약개발 지원, 제약산업 특화지원
임상연구인프라조성사업	국가임상시험사업, 의로기기인프라, 국민건강임상연구사업, 질환유효성평가기반구축, 나노의학인프라연구, 환자안전연구, 보건의료 빅데이터 R&D, 희귀난치성질환 유전자치료기반기술개발, R&D조사분석
감염병위기대응기술개발사업	면역백신개발, 국가감염병위기대응
의료기기기술개발사업	미래융합의료기기개발, 의료기기임상시험지원, 신의료기술수반의료기기시장진출지원
선도형특성화연구사업	선도형특성화연구사업단(II단계)
글로벌화장품신소재·신기술 연구개발지원사업	글로벌코스메틱연구개발사업단
포스트게놈다부처유전체사업	인간 유전체 이행연구, 유전체 이행연구 지원, 한국인 유전체 연구자원 정보생산 및 활용
범부처전주기신약개발사업	범부처전주기신약개발사업단
연구중심병원육성	연구중심병원육성사업
국가항암신약개발사업	국가항암신약개발사업
보건의료서비스 R&D사업	보건의료서비스 R&D
사회서비스 R&D사업	사회서비스 R&D
정신건강기술개발사업	정신건강기술개발사업단
100세 사회대응 고령친화제품 연구개발사업	100세 사회대응 고령친화제품 연구개발
첨단바이오의약품 글로벌진출사업	첨단바이오의약품글로벌진출사업
국가전략프로젝트(정밀의료기술개발)	국가전략프로젝트(정밀의료)
심혈관계첨단의료기술가상훈련시스템 기술개발	심혈관계 첨단의료기술 가상훈련시스템 기술개발

표준  
표준기술개발사업

표준  
표준기술개발사업

표준  
표준기술개발사업

표준  
표준기술개발사업

표준  
표준기술개발사업

표준  
표준기술개발사업

## (2) 한의약연구개발사업

### (가) 개요

인구의 고령화에 따라 만성·난치성 질환이 증가하고 세계적으로는 웰빙에 대한 관심과 친환경주의의 선호로 전통의학과 보완대체의학에 대한 수요가 급증하고 있다. 현대의학의 한계점을 인식하고 의료비의 증가를 억제하기 위하여 전통의학과 보완대체의학에 대한 관심이 커짐에 따라 세계 전통의학 시장은 계속 성장하고 있다(2008년 2,100억 달러 규모). 이러한 세계적인 관심 속에서 우리의 전통의학인 한의학적 접근 방법을 통한 치료기술개발은 높은 경쟁력을 가질 수 있으므로 정부는 오랜 전통을 지닌 한의약의 경험과 지식정보를 이용하여 핵심 원천기술과 응용기술을 개발하고, 한의약의 안전성·유효성을 입증하여 국민보건향상과 한방산업에 기여하고자 1998년부터 ‘한방치료기술연구개발사업(2010 프로젝트)’을 추진하였다.

2008년 제1차 한의약육성발전종합계획(2008~2017)을 수립한 이후 한의약선도 기술개발사업으로 명칭을 변경하고 2011년 제2차 한의약육성발전종합계획(2011~2015)을 수립하여 한의약 산업 발전을 위한 R&D 사업과 인프라 구축을 지원하였다. 현재는 2016년 수립된 제3차 한의약육성발전종합계획(2016~2020)의 세부계획을 반영하여 사업을 추진하고 있다.

### (나) 지원내용

보건복지부는 한의약의 과학화·표준화·제품화 연구개발을 바탕으로 한의약산업의 신성장 동력 육성 및 국민건강증진을 목표로 비임상·임상 근거 구축을 통한 한의약 의료서비스(한약제제, 치료기술)의 질적 제고와 보장성 강화를 지향하고 있다.

2017년에는 한의약선도기술개발사업을 통해 한약제제, 한방의료기기, 한의약 임상 인프라, 한의씨앗연구, 한의약근거창출임상연구, 질환중심맞춤한의학중개연구 등에 163억 원을 지원하였으며, 특히, 한의약에 대한 근거강화 및 신뢰도 제고를 목표로

한의학근거창출임상연구분야 중 ‘한의학표준임상진료지침개발’을 중점 지원한다. 한의학과 현대의학을 융합하여 새로운 치료기술 개발을 위한 양·한방 융합기반 기술 개발사업에 61억 원을 지원하였다

### (3) 암정복추진사업

#### (가) 개요

보건복지부는 국민보건 향상을 목적으로 암에 관한 전문적인 연구와 암환자의 진료 등을 위해 2000년에 ‘국립암센터법’을 제정하여 국립암센터를 설립·운영하고 있으며, 암의 발생·예방·진단·치료 및 관리 등에 관한 연구로 기관고유연구사업을 추진하고 있다. 아울러 1996년도에 제1차 암정복 10개년 계획(1996~2006)을 수립하고 암정복 추진단을 발족하여 암정복추진연구개발사업을 추진했으며, 현재는 제3차(2016~2020) 국가암관리종합계획을 바탕으로 국내 산·학·연·의료계 우수 암 연구자의 연구 활동을 지원, 연구성과의 적극적인 활용·확산을 통해 암 연구혜택을 확대해 나가고 있다. 2001년부터 2017년까지 국립암센터 기관고유연구사업과 암정복추진연구개발 사업으로 총 3,747억 원의 정부연구개발자금이 지원되었다.

#### (나) 지원내용

국립암센터는 기관고유연구개발사업(intramural)과 암정복추진연구개발사업(extramural)을 상호·보완적으로 추진하여 연구개발 성과를 극대화하고자 노력하고 있다. 2017년 기관고유연구개발사업은 공익적 핵심 암 융합연구, 정밀의학 실현 암 기반연구, 근거기반 전주기적 암관리 연구, 공공개방형 암 연구 인프라 운용 등에 158억 원을 지원 하였으며, 암정복추진연구개발사업을 통해 암 중개융합연구, 공익적 다기관 암 임상연구, 암 예방·관리·서비스 연구, 지역암센터 연구사업 지원 등에 153억 원을 지원하였다.

#### (4) 질병관리연구사업

##### (가) 개요

질병관리본부는 질병극복 및 미래 맞춤형 의료 대비를 위한 R&D를 추진하겠다는 목표 아래 신하 국립보건연구원을 주축으로 질병관리연구를 지원하고 있다. 국내 질병관리의 실무를 담당하는 질병관리본부의 연구사업 수행은 국내 발생 질병에 대한 현안 대응의 측면을 강조하고 있다. 주요 연구 분야는 국내 발생 감염병 및 만성질환에 대한 예방, 진단 및 치료 기술 개발연구와 질환 관련 유전체를 분석해 질병을 예측하려는 유전체 연구이다.

##### (나) 지원내용

질병관리본부는 질병의 조사·감시·예방·진단·치료 등에 필요한 기술개발에 중점 투자하고 있으며, 보건복지부 소관 사업 중 인프라 구축 사업 또한 활발히 지원하고 있다. 특히 한국인 코호트, 질병코호트 및 유전형질 연구, 연구 자원을 수집·관리하는 국립중앙인체자원은행을 비롯하여 국립의과학지식센터, 국립줄기세포재생센터, 생물 안전특수복합시설, 공공백신개발지원센터 등 국내 연구자들에게 필요한 보건 의료 연구 인프라를 구축·발전시키고자 노력하고 있다.

2017년 주요 연구개발 사업으로는 ‘감염병 예방 및 관리에 관한 법률’에 따라 국가 관리 대상 감염병 관리를 위한 공익적 기반기술 개발과 국내외 공동대응, 주요 법정 감염병을 대상으로 방역현장에서 직접 활용 가능한 진단법 개발 및 개선연구, 관련 실험 인프라 조성을 위한 ‘감염병 관리기술개발’에 약 89억 원을 투자하였다.

또한 초고령사회 진입에 따른 대응으로 주요 만성질환인 당뇨, 심뇌혈관질환, 치매, 비만 등에 대한 조사연구 및 예방, 관리지표를 개발하고자 ‘만성병 관리기술개발’에 약 81억 원, 한국인의 유전체 지도 작성과 분석, 유전변이 마커발굴을 위한 ‘형질분석 연구’에 약 20억 원을 투자하였다.

특히, 2016년 예산사업구조개편에 따라 국가 보건의로 활성화를 위한 연구 인프라 구축을 통합하여, 여성건강 및 질병 예방과 관리기술 개발을 위해 ‘여성건강기반기술 개발’에 약 17억 원, 국내 줄기세포와 재생의료 연구 활성화를 위한 인프라로서 ‘줄기세포은행 운영 및 표준화 기반구축’에 64억 원, 기후변화에 따른 질환과 매개체 감시, 발생예측, 피해저감을 위한 ‘기후변화 급·만성질환연구’에 25억 원, 희귀질환 임상 및 유전체 정보를 수집·분석함으로써 희귀질환의 특성 및 진단, 치료 관리기술 개발을 위한 ‘희귀질환연구인프라구축’에 약 6억 원, 임상연구 수행 및 연구데이터의 통합관리 지원을 통하여 국내 임상연구데이터의 질적 향상 및 연구자료의 신뢰성 제고를 위한 ‘질병극복임상연구 데이터자원화’에 4억 원 등 ‘국가보건의료연구인프라구축사업’에 총 116억 원을 투자하였다.

마지막으로 인체자원(인체유래물, 임상정보)의 수집·관리·분양, 인체자원연구지원센터 운영을 통한 분양지원 서비스 제공, 질환중심형 바이오뱅크 컨소시엄 운영을, 특정질환 고부가가치 인체자원 수집 및 관리 등 ‘보건의료생물자원종합관리’에 약 54억 원, 공공백신 연구·개발 및 지원을 위한 공공백신개발지원센터 건립을 통해 감염병 위기 대응 및 백신자급 향상을 위한 ‘공공백신개발·지원센터 건립’에 17억 원 등 질병 관리연구에 총 512억 원 규모를 지원하였다.

## 마. 향후 계획

### (1) 보건의료 R&D 중장기 종합계획 수립

제1차 보건의료기술육성기본계획(2013~2017)이 2017년 종료로 ‘보건의료기술진흥법’에 근거한 제2차 보건의료기술육성기본계획(2018~2022) 수립을 추진하고 있다. 1차 계획의 미비점을 보완하고 보건의료 R&D의 공익적 역할을 증시하며 새 정부 공약·국정과제를 이행<sup>58)</sup>하는 제2차 중장기 종합계획을 마련 중이다.

## (2) R&D 투자확대를 위한 투자재원 다양화

주요 사업의 일몰 및 회계연도 일치 등 정부 R&D의 투자 효율화 기조에 따른 보건 의료 R&D 정부투자 성장 정체로 국내 보건의료 R&D의 투자재원 다원화가 필요하게 되었다. 이에 백신 및 신약개발 투자와 글로벌 시장진출 가속화를 위한 ‘한국형 글로벌 민관협력펀드’를 조성하고 선행연구지원형 투자모델을 개발·검토하여 시범사업(2018년 분자진단기술개발 분야)을 추진하고 주요 R&D사업과 정책펀드<sup>59)</sup>간 연계<sup>60)</sup>를 통해 R&D 재원규모 확대 및 민간투자를 확대 유인할 계획이다.

## (3) R&D 평가관리의 전문성 및 효율성 제고

R&D 평가의 전문성 강화로 평가결과에 대한 신뢰성과 수용성을 높이기 위해 평가위원의 기존 평가 관련정보를 DB화하고 전공분야, 연구업적 우수성 등을 고려하여 평가위원 풀을 확대할 계획이다(2016년 12월 7,000여 명 확보 → 2017년 12월까지 10,000명 달성 목표). 그리고 가산점 제도의 합리성 제고를 위해 ‘가산점 상한제’ 도입과 적용범위를 조정할 예정이다. 또한 연구몰입 환경 조성으로 성과창출 및 연구자 만족도를 높이기 위해 공고를 정례화하고 연차평가를 개선할 예정이다.

## (4) 실용화 성과창출 생태계 조성

기술이전·사업화 등 실용화 성과를 창출하기 위해 부처별 우수성과를 연계하는 다부처 연계사업 기획 및 추진을 할 계획이며, 실용화지원사업간 노하우 및 정보 교류 활성화를 위한 성과정보 교류 협의체 운영 및 성과교류회를 추진할 예정이다.

58) 새 정부 공약·국정과제 중 ‘과학기술(R&D) 진흥: 자율과 책임성이 강화된 연구개발 생태계, 제약·바이오·의료기기 산업육성, 공익적 가치 중심의 의료 연구기반 확대(안) 등 해당

59) 제1호 글로벌제약펀드(785억 원 투자/1,000억 원 조성), 제2호(502억 원 투자/ 1,350억 원 조성), 한국의료 글로벌진출펀드(-/500억 원 조성), 글로벌헬스케어펀드(200억 원 투자/1,500억 원 조성)

60) 진흥원 - 펀드운용사(인터베스트, 한국투자파트너스, KB인베스트먼트/솔리더스인베스트먼트 등)간 R&D 투자 및 기술동향, 우수 연구과제, R&D 수요동향 등 정보 공유



## 7. 환경분야 생명공학 육성

### 가. 개요

#### (1) 기술개발 필요성

##### (가) 환경생명공학기술

환경생명공학기술(EBT: environmental biotechnology)이란 생명공학기술(BT: biotechnology)을 환경기술(ET: environmental technology)에 접목하거나 융합하는 기술이다. 즉, 생물학적·분자생물학적 기법이나 생물학적 처리공정을 이용하여 환경오염을 예방(prevention)하거나 감시(monitors)하는 기술, 오염된 환경을 복원(restoration)하고 정화(remediation)하는 기술을 의미한다. 환경생명공학기술은 환경과학, 생태학, 분자생물학간의 유기적인 협조가 필요한 기술 분야다. 생명공학기술의 핵심기술<sup>61)</sup> 가운데 생물공정기술(발효공정제어, 분리정제, 배양기 설계·제작)과 미생물이용기술(미생물분리·배양, 항암물질 탐색기술)을 주로 활용하고 있다.

환경생명공학기술은 청정기술, 환경오염제어 및 관리기술, 바이오에너지기술을 포함한다. 그 밖에도 생물학적 방법을 이용한 환경오염물질의 검출(detection), 친환경 소재·제품 개발, 생태계건전성 및 생물다양성 유지, 토양·지하수 복원, 온실가스 감축, 기후변화 적응 등에 필요한 기술까지로 그 범위가 확대되고 있다. 환경생명공학기술은 근래 각 분야에서 개발되고 있는 첨단기술과 융합하며 기존의 환경기술로는 극복하기 어려운 한계를 해결할 수 있다는 점에서 그 중요성이 부각되고 있으며, 전 세계적으로 추구하고 있는 지속가능한 발전(sustainable development)의 핵심기술이라 할 수 있다.

61) 유전자 변형기술(유전자공학), 세포 융합기술(세포공학), 세포 대량 배양기술(세포배양공학), 생물공정기술(효소공학), 미생물 이용기술(미생물공학)

### (나) 환경산업 및 환경기술의 변화

환경기술<sup>62)</sup>을 개발하는 목적은 기본적으로는 현안 환경문제를 해결하기 위함이지만, 환경문제를 안정적으로 해결하기 위하여 추진하는 환경산업<sup>63)</sup> 육성정책과도 밀접하게 연관되어 있다.

1960년대부터 형성되기 시작한 환경산업은 초기에는 배출된 환경오염물질을 처리하는 '사후처리' 중심의 산업이 대부분이었다. 그러나 1990년대부터는 환경오염물질의 발생을 사전에 예방하는 사전예방 중심의 산업으로 범위가 확대되었다. 최근에는 환경오염에 따른 인체·생태계 영향을 줄이기 위한 환경오염 적응산업, 훼손된 환경을 복원하는 생태계 복원·재생산업, 소모성자원·에너지 사용을 억제하는 자원순환 및 재생에너지 산업으로 환경산업의 성장축이 이동하고 있다.

이에 따라 환경기술 개발도 사후처리기술 중심에서 사전예방기술·청정기술을 거쳐, 수용체(인체 및 생태계) 중심의 환경영향저감기술, 친환경소재·제품기술, 환경복원기술, 자원순환기술, 재생에너지기술 쪽으로 방향을 틀어가고 있다.

세계 각국이 환경관련 국제협약<sup>64)</sup>을 체결해 공동으로 이행하며, 지구환경 문제가 국제사회에서 중요한 의제로 대두되는 것도 환경기술 변화의 한 요인이다. 기후변화 대응기술, 재생에너지 확보기술, 자연환경보전·복원기술, 자원순환기술, 황사·미세먼지 대응기술 등은 특히 지구환경문제 해결 요구가 해를 거듭하며 강화되고 있어 기존의 환경기술 개발 방식만으로는 적절히 대응하기 어려운 실정이다. 이를 극복하기 위해 환경기술(ET)과 생명공학기술(BT), 정보기술(IT: information technology) 및 나노기술(NT: nanotechnology) 등을 접목 또는 융합하는 환경융합기술 개발의 중요성이

62) 환경의 자정능력(自淨能力)을 향상시키고 사람과 자연에 대한 환경피해 유발 요인을 억제·제거하는 기술로서 환경오염을 사전에 예방 또는 감소시키거나 오염 및 훼손된 환경을 복원하는 등 환경의 보전과 관리에 필요한 기술(「환경기술 및 환경산업 지원법」)

63) 대기, 수질, 상·하수도, 폐기물, 소음·진동 등과 같은 환경적 유해요인을 측정·예방·제어·복구하거나 환경피해를 최소화하기 위한 제품 생산 또는 서비스를 제공하는 산업 활동

64) 생물다양성협약, 기후변화협약, 사막화방지협약 등

더욱 증가하고 있다. 특히 수용체(인체 및 생태계)에 미치는 환경영향을 평가하기 위한 위해성평가(risk assessment)기술을 개발하거나 4차 산업혁명 시대에 대응하기 위하여 현재의 환경기술 및 환경생명공학기술도 ICT, IoT 등을 접목한 플랫폼, 스마트 환경 관리기술 등 융·복합 첨단기술로 전환할 필요성이 요구되고 있다.

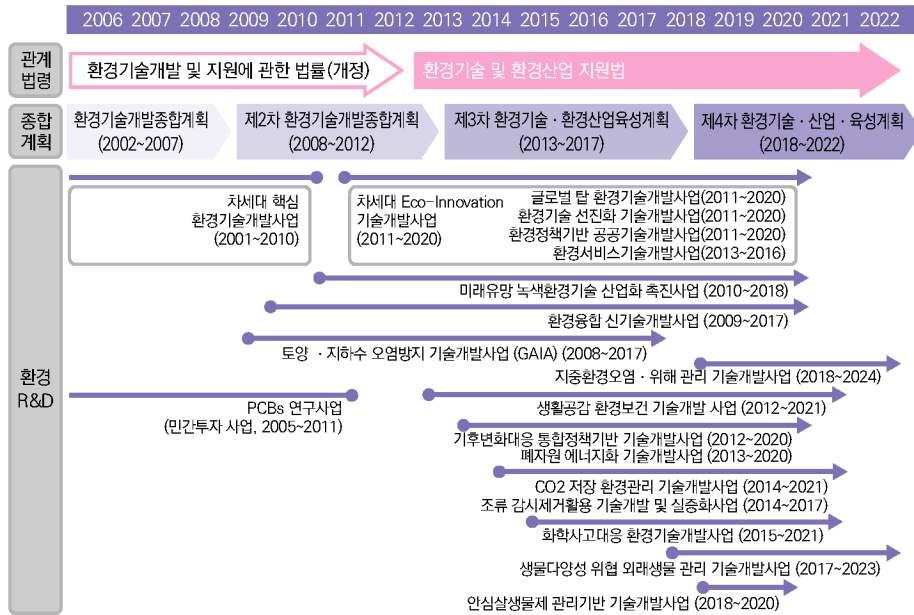
## (2) 기술개발 연구동향

1990년대 이후, 기후변화 및 환경오염으로 인한 생태계 훼손으로 인해 자연보전 및 복원의 중요성이 부각되었고, 토양과 지하수의 환경적 순기능에 대한 중요성이 강조되었다. 또한 생태계 및 토양·지하수는 한번 오염되면 개선이 어려울 뿐만 아니라, 복원하는데 많은 시간과 비용을 필요로 한다. 이러한 문제들이 중요하게 부각되면서 이에 대응하기 위하여 생태계 복원기술 개발, 토양·지하수 보전·복원을 위한 자연친화적 정화기술도 집중 개발되고 있다. 생명과학 발전에 따른 유전자변형생물체(LMO: Living Modified Organism), 내분비계 장애물질의 환경(인체, 생태계) 위해성이 부각됨에 따라 새로운 화학물질에 대한 위해성 평가 연구도 중요성이 커지고 있다.

유럽의 청정에너지 기술정책 이슈와 아울러 미국, 일본, 독일 등은 폐자원 및 바이오매스 에너지화 정책을 강화하고 있다. 유럽연합은 2020년의 최종에너지 소비에서 차지하는 재생에너지 도입 목표(전력·열·수송의 3부분) 의무를 달성하기 위하여 바이오매스 자원을 적극 활용하도록 지원하고 있다. 미국 에너지부(DOE)는 2022년까지 선도바이오연료(advanced biofuel)를 연간 210억 갤런(약 137만 BPD)씩 제조·공급하겠다는 바이오리파이너리 프로젝트(Bio-refinery Project)를 진행하고 있다. 중국은 2020년까지 신재생에너지를 전체 에너지 소비량의 15%까지 확대하겠다는 목표를 세우고 2008년에 생물연료(biomass)에 대한 연구개발과 실증을 위하여 2억 9,000만 달러를 투자하였다. 이처럼 세계 주요 국가들은 미래 국가경쟁력 확보를 위하여 국가 주도의 융합기술에 대한 투자를 가속화하고 있으며, 자국의 산업경쟁력 확보 차원에서 국제규모의 환경문제 대응기술 개발을 적극적으로 추진하고 있다.

또한 생물자원을 활용하여 환경을 복원하고 정화하기 위한 기술개발도 활발하게 진행되고 있다. 환경오염물질을 분해할 수 있는 세균 등 미생물에 대한 기능 연구를 통해 친환경 환경산업이 성장하고 있으며, 천적 생물종 연구를 통해 환경생태계 보전 기반도 강화되고 있다. 생물-생물간, 생물-무생물 환경간 상호작용 연구를 통해 훼손 환경·생태계 복원 사업의 시장규모도 점차 커지고 있다.

## 나. 추진경과



## 다. 주요정책

### (1) 주요정책 현황 및 성과

우리나라의 환경기술 관련 연구개발은 1992년 6월에 수립된 '선도기술개발사업(G7프로젝트)'의 환경공학기술개발사업으로 시작되었다. 이 사업을 통해 1994년부터 유해화합물 생물정화 기술, 침출수의 생물학적 처리기술, 환경오염물질의 생물학적 검출기법 등 환경생명공학분야의 기술개발을 추진하였다. 이어 환경부는 2001년부터 2011년까지 '차세대핵심환경기술개발사업(이하 차세대사업)'을 통해 환경생명공학 관련 기술개발을 지원하였다. 차세대사업 예산은 총 1조 2,367억 원(정부 출연금 8,791억 원, 민간부담금 3,576억 원)이었으며, 이 가운데 환경생명공학기술 분야에는 총예산의 약 22%인 1,940억 원이 투입되었다.

2001년부터 2011년까지 환경생명공학 관련 주요 기술개발 과제는 생물정화기술 개발, 생태독성시험법 개발, 식물추출물을 이용한 살충제 및 항균제 개발, 나노-효소 복합체 기반의 휴대용 잔류농약 검출용 바이오센서 개발 등을 들 수 있다. 차세대사업 중 환경생명공학 관련 과제 수행에 따른 2017년 7월 현재까지의 성과는 지식재산권 출원·등록 6,450건, 국내외 학술지 게재 5,778건 등의 과학적 성과를 나타냈다.

또한 기술실시계약을 통해 3,409억 원, 국내외 공사 수주 및 제품판매 5조 2,562억 원 등의 산업·경제적 성과도 내고 있다. 환경부는 차세대사업의 후속으로 2011년부터 2020년까지 총 1조 3,444억 원을 투자하는 '차세대 에코이노베이션 기술개발사업(이하 '차세대E사업')'을 시행하고 있는데, 환경생명공학 기술개발 과제는 총 예산의 20% 이상을 지원할 예정이다. 2017년 7월 현재까지 차세대E사업은 지식재산권 출원·등록 578건, 국내외 학술지 게재 581건의 성과를 나타냈다. 차세대E사업 외에 '환경융합신기술', '생활공감 환경보건기술', '폐자원 에너지화 기술', '생물 다양성 위협 외래생물관리기술' 및 '토양·지하수오염방지' 등의 기술개발사업에서도 다양한 환경생명공학 기술개발 과제를 지원하고 있다.

이처럼 여러 기술개발사업을 통해 환경생명공학기술은 단순히 연구개발에 그치는 것이 아니라 고부가가치를 창출하고 있어 환경기술 전반의 경제성, 지속가능성 및 경쟁력을 견인하고 있다.

[표 2-18] 2017년 7월 기준 환경기술개발사업 중 환경생명공학 관련 투자

사업명	사업 기간	전체 과제		전체 과제 중 EBT 관련 과제			
		과제 수	국고지원 (억 원)	과제 수	국고지원금 (억 원)	%	
차세대핵심환경기술개발	'01~'10	1,238	8,791	378	1,940	22	
차세대 티 사업	환경산업선진화 기술개발	'11~'20	218	2,112	51	597	28
	환경정책기반 공공기술개발	'11~'20	95	1,578	25	481	30
환경융합신기술개발	'09~'16	39	606	13	126	20.8	
생활공감환경보건기술개발	'12~'21	50	602.74	8	89.5	14.8	
폐자원 에너지화기술개발	'13~'20	5	631	3	304	48	
생물다양성 위협 외래생물관리 기술개발	'17~'23	4	19	4	19	100	
토양·지하수오염방지기술개발	'08~'17	179	1,385	1	193	14	

\* 집계기준으로 완료 또는 진행 중인 사업과제의 총 지원금

## 라. 주요사업

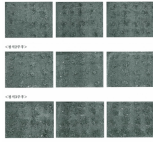



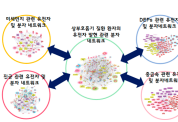
### (1) 융합기반 청정기술

환경오염물질을 처리하는 사후처리 방식만으로는 해결이 불가능할 정도로 환경오염 문제가 심각한 사회문제로 대두되면서 환경오염물질의 발생을 사전에 예방하는 사전

오염 예방 기술이나 사업장 등 생산단계 또는 제품 소비단계에서 오염물질 배출을 억제하는 청정기술의 중요성이 부각되고 있다. 특히 청정기술은 순수한 환경기술(ET)만이 아닌 생명공학기술(BT) 등 여러 분야의 기술이 접목되거나 융합된 기술이 대부분이다.

청정기술에는 공정관련 청정기술, 생물농약 제조기술, 생분해성 소재 제조기술, 청정 유기용제 개발 및 생산기술, 미세먼지 등 유해물질 위해관리기술 등이 포함된다. 현재 수행하고 있는 기술개발 과제에 예는 아래 표와 같다.

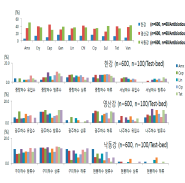
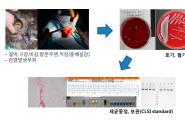
[표 2-19] 융합기반 청정기술의 주요 연구과제

	<p>◆ 폐자동차 해체설비 및 공정기술 고효율화('13.5~'16.12)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>고분자폴리머, 이온치환 폴리머, 미생물을 혼합한 식생복원용 토양개량제를 개발하고 나이지리아 현지 사막화에 적용하여 기후변화에 따른 건조지역을 안정적으로 녹화시키는 기술</li> </ul>
	<p>◆ Crude glycerol 기반 친환경 가소제 원료 물질의 예코공정기술개발('13.5~'16.3)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Crude 글리세롤 기반 고성능 글리시돌 (GD) 생산을 위한 촉매 및 생산 기술 확립</li> </ul>
	<p>◆ 토양미생물의 biomineralization과 산업폐기물을 이용한 국내외 중금속 오염부지의 hybrid형 불용화 기술 개발('15.7~'18.3)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>토양미생물, 불용화제를 활용하여 오염토양(광물찌꺼기)을 고결하는 오염정화 기술 개발</li> </ul>
	<p>◆ 미세먼지(PM10, PM2.5) 및 VOC 노출에 의한 환경성 눈질환 발생 메커니즘 규명 동물모델 기술개발('16.5~'18.12)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>환경성 눈질환 모델 구축 및 발 임상, 세포 및 동물실험결과 기반 다차원 예측모델 평가, 미세먼지 등에 의한 환경성 눈질환 발생 기전 및 바이오마커 개발</li> </ul>
	<p>◆ 환경유해인자(미세먼지, 중금속 등)에 의한 상부호흡기 유발·악화 메커니즘 규명 및 환자 중심 관리기술 개발('16.5~'18.12)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>미세먼지 등에 의한 상부 호흡기 과민성 염증성 질환 유발 악화 기전 규명, 유발악화 메커니즘규명, 환자군별 상부 호흡기 질환 유발악화 예방관리 가이드라인개발</li> </ul>

## (2) 환경오염제어 및 관리기술

기존에 잘 알려진 환경오염물질 외에도 미량 함유 유해물질을 포함한 신(新)환경오염 물질에 대한 새로운 환경모니터링 기술<sup>65)</sup>이 요구되고 있다. 이에 따라 세포 칩 개발 등 세포 내 유해성 관리 모니터링까지 필요한 환경오염 제어 및 관리 기술의 범위가 확대되고 있다. 나노기술(NT), 정보기술(IT)가 융합한 환경 바이오모니터링 기술을 개발함에 따라 나노수준의 환경문제 발현 메커니즘도 규명할 수 있게 되었다. 환경오염 제어 및 관리기술에는 식·생물 정화기술, 환경오염측정 기술, 생태계복원 기술, 녹조 제어 및 관리 기술 등이 포함된다. 현재 수행하고 있는 기술개발 과제에 예는 아래 표와 같다.

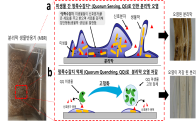

[표 2-20] 환경오염제어 및 관리기술의 주요 연구과제

	<p>◆ 환경 내 항생물질 내성 발생 파악 및 국가 감시체계 구축 기술 개발('16.5~'20.12)</p> <p>○ 항생제 내성의 발생 및 전파의 주요 원인이 되는 점오염원 등을 파악함으로써 향후 환경에서 잠재적 위험요소가 되는 지역에 대한 중점적인 관리 방안 마련 및 항생제 내성 추적 시스템 (AR-tracking system) 기반 구축</p>
	<p>◆ 야생동물 매개 인수공통감염병 대응을 위한 신속 현장적용 진단 기술 개발('16.11~'19.6)</p> <p>○ 실시간 중합효소연쇄반응 기법 개발을 통한 야생동물 매개 24개 질병의 어레이카드 기반 패널화 및 진단 기법 개발, 등 온증폭기법을 활용한 간이 진단키트 시제품 개발</p>

65) 물리적, 화학적, 생물학적, 광학적 정보를 센서에서 인식하여 전기적 신호나 소리, 광 등을 이용하여 대상 오염물질을 감지하는 기술




<p>중요사항 기술 구조 설명</p>	<p>◆ EDCs 통합위해관리를 위한 한국형 환경 및 생태 유해성 평가 기술 개발('16.10~'19.12)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 환경 및 생태 내 내분비계장애물질(EDCs) 맞춤형 생태 및 인체 위해관리 시스템 구축으로 생태계 민감 수용체 파악과 위해관리 대책 및 EDCs의 노출저감 정책 기반 마련</li> </ul>
<p>나노-마이크로 기포장치 최적화 - CFD 기법을 이용한 장치 최적화</p> <p>나노-마이크로 기포장치 제작 - 3D printing 기술 적용 - 시제품 제작</p>	<p>◆ 호수의 자정기능 복원 및 지속가능한 관리를 위한 나노-마이크로 연계 시스템 개발('16.11~'19.6)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 지속가능한 호수 생태계 복원 및 유지관리 기술개발</li> </ul>
	<p>◆ 생물학적 공정개선을 통한 하·폐수 미량 유해물질 처리효율 향상 기술('16.11~'19.6)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기존 생물학적 처리공정에서 미량유해물질 생물분해 메커니즘을 파악하고 유용미생물을 활성화하여 처리대상 미량유해물질 처리효율을 향상할 수 있도록 기존 생물학적 처리공정 개선을 위한 최적 설계 및 운영 시스템 확립</li> </ul>
	<p>◆ 바이오 고분자 기반 광학 센서 개발을 통한 중금속 및 유기오염물질 검출 현장적용용 kit 및 중금속 정화공정 개발('15.4~'18.3)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 오염물질과 선택적 결합·분리 특성이 높은 바이오 고분자를 활용하여 현장내의 중금속 및 잔류성 유기오염물질의 측정센서 개발</li> </ul>
	<p>◆ SOURCE(Slow, Optimized and Uniformized Release Control for Environment) 기술을 이용한 고강도 질산성질소 오염원 통합 관리기술 개발('15.4~'18.3)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 정화용 복합소재 개발 및 생산 공정기술 최적화</li> </ul>
<p>(위) 전이양자도 아광수용 (LP lamp, 25 L/min, 43 mW/cm<sup>2</sup>·sec) (우) 가축분뇨 처리수용 (LPHO lamp, 59 L/min, 48 mW/cm<sup>2</sup>·sec) [ARR: 4 kg 이상, ARG: 2 kg 이하]</p>	<p>◆ 항생제 내성 미생물의 불활성화와 전이 억제를 위한 소독 시스템 개발('14.5~'17.3)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 소독 실험 방법 셋업 및 항생제 내성 전이 표준미생물 선정, 항생제 내성 미생물의 전이 제어를 위한 정량적 소독기법 개발, 항생제 내성 미생물의 불활성화와 전이 억제를 위한 최적 소독기법 개발 및 사업화 가능성 검토</li> </ul>

	<p>◆ 하폐수 처리용 분리막-생물 반응 시스템의 에너지 저감을 위한 정족수 감지 억제제 개발('12.5~'17.12)</p> <p>○ 환경분야 생물막 오염 문제에 정족수 감지 억제 기술을 적용하여 기존기술 대비 40% 이상의 에너지 절약 효과의 원천기술 개발</p>
	<p>◆ 실제 환경에서 인간에 대한 VOCs 노출 사전예측 생체 지표 개발 및 활용 연구('10.6~'16.3)</p> <p>○ 유전체 분석기법과 단백질 지표를 활용하여 환경위해물질에 대한 인체 위해성 예측 시스템 개발</p>

### (3) 폐자원 에너지화 및 고부가가치 자원화 기술

폐자원 에너지화 기술은 가연성 폐기물, 유기성 폐기물, 매립가스, 산업 폐가스 등을 열화학적 또는 생물학적 방법으로 열, 전력, 수송연료 등으로 에너지화 하거나 폐화학 제품의 화학전환에 의해 화학원료로 전환하는 기술이다. 혐기성 폐수 처리과정에서 발생하는 바이오가스를 대체에너지로 사용하고자 하는 연구와 친환경적인 바이오 소재를 이용하여 금속을 제거 회수하는 연구가 증가하고 있는데, 이는 촉매 사용량을 최소화하고 오염물질은 효과적으로 제어할 수 있는 기술이다. 뿐만 아니라 회수된 자원을 다시 환경기술(ET), 정보기술(IT), 나노기술(NT) 분야에 활용하여 고부가가치 소재를 만들어 낼 수도 있다. 현재 수행하고 있는 기술개발 과제의 예는 아래 표와 같다.

[표 2-21] 폐자원 에너지화 및 고부가가치 자원화 기술의 주요 연구과제

	<p>◆ 한국형 유기성 폐자원 바이오가스 에너지화 기술 및 복합악취 제어기술 개발('13.12~'19.5)</p> <p>○ 유기성폐자원(음식물 폐자원, 가축분뇨 등)을 혐기소화, 가스정제, 악취제어 등을 통하여 바이오가스를 생산할 수 있는 한국형 기술개발</p>
---	--

	<p>◆ 유기성폐자원을 이용한 바이오부탄올 연료화 기술 개발('13.12~'19.5)</p> <p>○ 혼합당 발효균주를 통해 폐목재 등 유기성폐자원으로부터 자동차 연료 등으로 활용 가능한 바이오부탄올을 생산할 수 있는 기술 개발</p>
	<p>◆ 산화탈수와 일체형 건조 및 ORC 발전을 이용한 저에너지형 슬러지 건조 연료화 장치 기술 개발('15.5~'19.5)</p> <p>○ 산업폐수처리장으로부터 발생하는 폐수슬러지를 일체형 건조시설을 통해 화력발전소 연료로 사용할 수 있는 건조슬러지 생산 기술 개발</p>
	<p>◆ 미세조류를 이용한 가축분뇨 고도처리 및 Bio-fuel 생성 기술 개발('11.11~'15.9)</p> <p>○ 가축분뇨 공공처리장에서 발생하는 이산화탄소를 고정하는 미세조류를 배양하여 질소, 인의 고도처리, 바이오디젤 생산용 lipid 생산, 잔류조류 바이오매스를 활용한 혐기성 바이오가스 생산을 동시에 구현하는 폐수처리 공정 기술 개발</p>

#### (4) 생물자원을 활용한 환경복원·정화기술

환경부는 2004년부터 최근까지 '국가 장기생태 연구사업' 및 '생물자원 보존 종합 대책 사업'을 통해 생태계 변화를 모니터링하고, 생태계 변화 예측모델을 개발하며 생태계 변화에 따른 영향평가를 수행해 왔다. 기후변화에 따른 과학적이고 장기적인 한반도 생태계 변화 관리 체계와 생물다양성 보전대책을 수립하기 위함이었다.

최근 들어서는 생태계 위해 외래생물종의 피해를 줄이고 외래생물종 관리를 강화해 국내 고유생태계를 보호하기 위하여 '생물자원 발굴·분류 연구사업', '생물다양성 위협 외래생물 관리 기술개발사업'을 실시하고 있다. 이들 사업을 통해 자생생물과 고유종, 그리고 해외 생물자원의 발굴·확보 관리 인프라를 구축하고, 외래생물 모니터링 및

변화예측·위해성 평가 기술, 생태계교란 생물 제거기술 개발 추진계획을 수립하였다. 또한 앞으로는 한반도 생물종/생물자원 다양성을 관리하고 생물자원 산업화 육성기반을 마련하기 위하여 유용생물자원 기능별 실용화 기술개발에 투자를 집중할 계획이다. 현재 수행하고 있는 대표적인 기술개발 과제는 아래와 같다.

[표 2-22] 생물자원을 활용한 환경복원·정화기술의 주요 연구과제

	<p>◆ 인공지능 및 기계학습 기반 동물 울음소리를 통한 동물 종 구별 원천 기술('17.4~'20.12)</p>
	<p>○ 세부종 구별 기술 심화 및 animal log 기술을 활용하여 전문가 분석 보조를 위한 audio summarization 요약기술 연구, 종구별 기술 연구를 통해 양서류, 조류, 포유류, 곤충류 종구별 정확도 95% 달성 목표</p>
	<p>◆ 생태계교란 식물 물리적 제거기술 개발('17.11~'20.12)</p> <p>○ 제거된 생태계교란 식물의 추가번식 방지를 위한 현장 사멸장치 개발</p>
	<p>◆ 생태계교란 어류 퇴치기술 개발('17.11~'20.12)</p> <p>○ 큰입배스와 블루길을 선택적으로 제거할 수 있는 유인기술에 기반한 제거장치 개발</p>
	<p>◆ 드론을 이용한 식생입체 정보 분석 및 정책활용 기술('16.11~'17.3)</p> <p>○ 드론 및 기존 영상을 이용한 식생 분석 체계 구축 및 정책적 활용가능성 분석 기존 영상을 이용한 식생판별, 입체구조분석 기술 개발 및 정책 방안 시범 적용, 기존 영상을 이용한 식생입체구조 정보 기술 고도화, 플랫폼 개발</p>



◆ DMZ 일원 훼손지역의 자생종 활용 생태복원기술 개발('14.5~'17.3)

- DMZ 일원을 포함한 생태적 중요도가 높은 지역의 현지 식물자원 확보 및 종자를 이용하여 생태복원용 소재 및 특수묘목 생산시스템 구축



◆ 센서네트워크 기반 기후변화에 따른 한국 아고산 생태계 모니터링 플랫폼 기술 개발('13.5~'16.3)

- 생태계 분석 및 예측을 위한 생태 정보의 기술의 표준화 및 공동활용 기반구축을 통해 한국 아고산 생태변화 및 환경오염을 실시간 모니터링할 수 있는 센서네트워크 시스템 개발

마. 향후 계획

환경기술은 현안인 환경오염문제를 해결하기 위하여 기술을 개발할 필요가 있다. 뿐만 아니라 점차 강화되고 있는 국가간 무역과 연계한 환경규제, 즉 국제무역환경 규제에 효과적으로 대응하기 위하여서도 그 중요성이 점차 커져가고 있다. 개발과 보전이 조화를 이루는 '지속가능한 사회' 구현을 위하여 환경기술 개발은 국가경쟁력 확보의 필수요소가 되고 있는 것이다. 특히 다변화되고 복잡한 국제관계가 지속되는 현 시점에서 국제무역환경규제는 물론, 환경산업이 국제경쟁력을 확보하기 위해서는 국내 환경 기술 수준을 선도권인 최고기술보유국 대비 80%까지 제고하는 한편, 제4차 산업혁명의 핵심기술을 접목한 새로운 융합형 환경기술 개발에 적극적으로 투자할 필요가 있다.

이에 환경부는 차세대EIS사업 내에서 ET-BT 융합기술이 개발될 수 있도록 생명 공학과 관련된 신규 RFP 도출 및 투자규모를 확대할 예정이다. 또한 생명공학 원천 기술 후속으로 사업화를 위한 실용연구과제도 지원할 계획이다. 그 밖에도 기존 ET-BT 융합 원천기술 분야 신규과제 지원을 확대하고, 향후 지중 환경오염·위해 진단·예방 기술개발을 새로 추진할 예정이다.

## 8. 해양수산분야 생명공학 육성

### 가. 개요

해양수산생명공학기술(Marine Biotechnology, MBT)란 ‘해양 생물체 내에서 일어나는 현상, 구조 및 기능을 이해하고, 그로부터 얻어진 지식을 활용하여 제품을 생산하거나 서비스를 제공함으로써 산업 및 인류복지 증진에 응용하는 과학기술’을 총칭한다.

#### (1) 해양수산생명자원의 가치

해양수산생명공학기술의 원천이라 할 수 있는 해양수산생명자원은 이용 잠재력이 큰 차세대 신물질 개발의 보루이다. 해양은 지구 표면적의 70% 정도를 차지하고 있으며, 지구 생물종의 80% 정도가 서식하고 있다. 한편 매년 지구상에서 생산되는 2,000억 톤의 광합성량 중 90%가 해양에서 이루어지고 있다. 갯벌 및 연안에서부터 심해, 열대, 한대에 이르기까지 다양한 해양공간에 광범위하게 분포하는 해양생물들의 가치는 기후조절, 오염물질 자정능력만 계산되어도 육상의 2배인 연간 26조 달러에 이르는 경제적 가치를 지니는 것으로 추정된다.

해양수산생명자원은 해양생물자원, 해양생물다양성 및 해양생명정보를 포함하며, 생명공학연구 또는 산업을 위하여 실제적이거나 잠재적인 가치가 있는 자원을 포함한다. 해양에 서식하는 생물은 육지에서와는 달리 높은 수압과 염도, 저온에 적응하고 진화하며 살아 왔기 때문에 육상생물에서 발견할 수 없는 특이한 대사물질 및 생리활성물질 등을 생산한다. 이러한 해양생물에서 유래한 유용물질은 식품, 의약 및 화학 등의 분야에서 관심을 받으며, 해양생명공학의 주요 자원으로 급부상하고 있다. 특히 육상 생명자원의 경우 이미 기작이 밝혀져 있는 경우가 대부분이고, 대다수 선진국들이

특허를 보유하고 있는 경우가 많다. 그러나 해양수산생명자원의 경우 아직 국제적으로 연구와 산업화가 미진한 분야이므로 우리의 노력 여하에 따라 원천기술 확보의 가능성이 높은 분야이다. 산업화 측면에서도 해양수산생명자원은 가능성이 매우 높은 분야이다. 일반적으로 육상생명자원의 산업소재화 성공률은 1/13,000 정도이나, 해양수산생명자원의 산업소재화 성공률은 1/6,000 정도로 육상생명자원에 비해 성공률이 두 배 정도 높게 나타나고 있다.

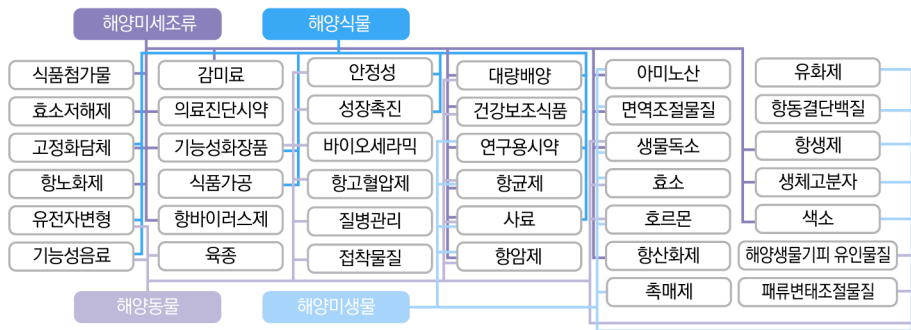
해양수산생명자원의 가치가 높아짐에 따라 해양수산생명자원을 확보하려는 국가간 경쟁이 치열해지고 있다. 더욱이 나고야의정서 발효(2014년 10월)로 세계적인 생명자원 주권화 추세 등 유용 해양수산생명자원을 확보하려는 경쟁이 국제적으로 심화되고 있는 추세이다.

## (2) 해양수산생명공학 분야

해양수산생명공학 산업은 해양생물체의 시스템, 구성성분, 과정 및 기능을 활용한 제품생산 및 서비스를 제공하는 산업을 의미하며, 정보통신산업 이후 국가 경제성장의 핵심 산업이 될 분야이다. 또한 고도성장의 잠재력을 가지고 향후 경제발전을 이끌 부가가치산업으로 기술·정보·지식 집약형 첨단산업이다.

해양수산생명공학 분야는 해양천연물 또는 해양생물에서 기원한 의약재와 고분자 물질, 화학소재 등을 생산하며, 원천기술 확보가 용이하여 독점적 물질특허권 확보가 가능하다는 특징이 있다. 또한 유용 신물질 발견과 제품화 가능성이 높으며, 고압, 저온, 수중이라는 극한환경에 서식하는 미생물의 생체기능을 이용하기 위해서 특수 기술을 필요로 한다. 그리고 대량배양 등의 고유한 영역을 지닌다. 이러한 특징들은 해양생물자원을 활용하여 창출할 수 있는 분야의 다양성이 매우 높다는 것을 의미하며, 해양생명공학 기술은 자원, 식품, 의약, 화학, 에너지, 환경, 기기장비, 연구개발서비스에 이르기까지 매우 다양한 산업에 활용이 가능하다.

2006년 OECD는 다가오는 미래를 ‘바이오경제(Bio - Economy)시대’로 선언했으며, ‘생명과학에 의한 새로운 발견들이 관련 제품의 보급이나 서비스의 향상을 통하여 인류에 편익을 제공하는 다양한 경제활동을 포괄하는 새로운 개념’으로 IT발전에 버금가는 효과를 갖게 될 것으로 전망했다. 또한 OECD 생명공학분과에서는 해양 수산생명공학의 중요성이 증가함에 따라 2011년부터 주요 논의 주제로 ‘해양생명공학’을 다루고 있다.



[그림 2-7] 해양수산생물자원의 적용분야

[표 2-23] 해양생명공학 응용산업 분야

대분류 분야	정의
해양바이오 자원	해양 생물체 또는 해양바이오 기술을 이용하여 새로운 기능을 위한 생물체를 발굴, 제작하여 재배 또는 사육하는 산업 활동
해양바이오 식품	해양 생물체로부터 분리 정제기술 혹은 해양바이오 기술을 연구·개발 또는 생산과정에 이용하여 각종 음식료품 및 동물사료, 동식물성 유지 등을 제조 및 수입, 연구·개발하는 산업 활동



대분류 분야	정의
해양바이오 의학	해양 생물체를 대상으로 해양바이오 기술을 연구·개발 또는 생산 과정에 이용하여 인간 또는 동물의 각종 질병을 진단, 예방, 치료하는데 사용되는 의약품 및 의료 용품을 제조 및 수입, 연구·개발하는 산업 활동 (의료기기 및 진단기기 제외)
해양바이오 화학	해양바이오 기술 혹은 분리정제기술을 연구·개발 또는 생산과정에 이용하여 해양 생물체로부터 화합물을 제조 및 수입, 연구·개발하는 산업 활동
해양바이오 에너지	해양 생물체 혹은 해양바이오 기술을 연구·개발 또는 생산과정에 이용하여 에너지를 획득하는 산업 활동, 해양바이오에너지는 해양바이오매스로부터 화학적, 생물학적 전환공정을 거쳐 생산되는 대체 연료물질을 뜻함 (예 : 해양 미세조류를 활용한 바이오 연료와 해양 세균을 활용한 바이오 수소 등)
해양바이오 환경	해양 생물체 또는 해양 생물체에서 유래된 물질, 혹은 해양바이오 기술을 연구·개발 또는 생산과정에 이용하여 환경정화, 환경복원, 환경오염 저감 및 방지 목적의 물질, 시스템을 제조 및 수입, 연구·개발하거나 이를 이용한 오염진단 및 측정서비스, 시설을 건설하는 활동
해양바이오 기기장비	해양 생물체에서 유래된 물질이나 해양바이오 기술이 포함된 연구·개발 및 산업적 응용을 목적으로 활용되는 장비 및 기기, 공정용 부품을 제조 및 수입, 연구·개발하는 산업 활동
해양바이오 연구·개발 및 서비스	해양바이오 기술을 이용하여 연구·개발을 대행하거나 분석평가 관련 컨설팅 및 생물정보를 제공하는 산업 활동 (타 기업으로부터 수탁 받아 해양바이오 제품을 제조하는 활동 제외)

출처: 한국해양수산개발원, 국내 해양바이오 산업화 동향과 정책방향, 2016. p6.

## 나. 추진경과

해양수산부는 2004년 ‘마린바이오21 사업(2004~2013)’을 시작으로 해양생명공학분야를 꾸준히 육성하고 있다. 2008년 ‘해양생명공학육성기본계획(2008~2016)’, 2009년에는 ‘해양바이오 연구개발 활성화 대책(2010~2014)’을 수립하였을 뿐만 아니라 해양생명자원의 보존·관리 및 이용 등에 관한 법률을 제정(2012년 7월)

하여 해양생명자원의 확보와 체계적이고 효율적인 관리 및 이용을 위한 제도를 마련하였다. 특히, ‘국립해양생물자원관의 설립 및 운영에 관한 법률’을 제정(2015년 4월)하고, 해양생물자원의 수집·보존·전시 및 연구 등을 체계적으로 수행하기 위한 국립해양생물자원관을 설립(2015년 4월)하여 해양생명자원을 통한 해양생명공학의 체계적 육성을 추진하였다.

## 다. 주요정책

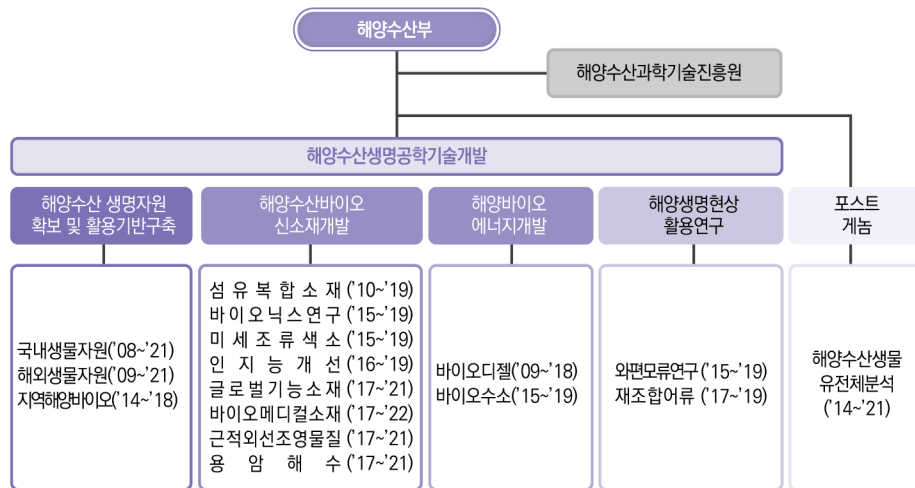
### (1) 해양수산생명자원의 보존·관리 및 이용을 위한 통합 법령체계 마련

해양수산부는 해양생명자원과 수산생명자원으로 이원화된 법령을 정비해 해양수산생명자원의 보존·관리 및 이용 등에 관한 법률(2017년 6월)을 마련하였다. 이에 따라, 유사한 내용의 두 개의 법률을 운용함에 따른 업무중복 및 혼선을 방지하게 되었다. 동 법에는 나고야의정서 발효(2014년 10월)에 따른 해양수산생명자원의 이용에 대한 이익공유의 근거규정과 국내 해양생명자원의 해외반출 등에 대한 보호 강화 규정이 추가되었다.

### (2) 해양생명공학 유망분야 핵심기술 개발

해양수산부는 해양생명공학 유망분야 핵심기술 개발에 집중 투자하고 있다. 해양생명자원을 활용한 건강기능성 식품, 화장품 및 의료용 신소재 등 고부가가치 신소재 개발을 추진하고, 심해 열수구에 발견된 해양 고세균을 활용한 해양바이오 수소 생산 기술 상용화를 위해 실증플랜트 규모를 확대하고, 기업을 주관연구기관으로 선정하는 등 기술 고도화 및 상용화를 목표로 추진하고 있다. 또한 성장기간이 짧고 번식률이 높은 어류의 유전자조작을 통해 고부가 바이오 원료의 대량생산이 가능한 바이오파이 리액터 기술개발도 추진하고 있다.





[그림 2-8] 해양생명공학사업 추진체계

## 라. 향후 추진계획

해양수산부는 해양생물에 관한 수집·연구 및 활용기반 구축 등의 업무를 전담할 국립해양생물자원관이 개관(2015년 4월)됨에 따라 해양수산생명공학에 대한 체계적인 정책운영을 추진해나갈 계획이다. 아울러 해양수산생명공학기술개발 사업이 2018년에 일몰됨에 따라, 상용화에 중점을 둔 해양수산생물유래 유망소재 개발 사업, 국내외 해양수산생명자원의 국가자산화와 기반기술 개발 등 해양바이오산업 육성을 위한 R&D사업을 지속 지원 할 예정이다. 또한 산·학·연의 연구체계를 강화하는 등 민간이 할 수 없는 다양한 공공분야의 투자와 인프라 구축을 적극적으로 주도하여 해양생명자원을 보존 및 활용하고, 해양수산생명공학산업이 활성화 될 수 있도록 지속적으로 지원하고 육성해 나갈 것이다.

해양바이오 산업은 전 세계적으로 신산업 분야이며 대표적인 하이 리스크 하이 리턴(High Risk, High Return) 분야이다. 따라서 이윤추구를 근본 목적으로 하는

기업에 R&D 투자를 맡겨둘 경우 필연적으로 과소공급에 따른 시장실패가 예상된다  
는 한계점이 존재한다. 그러나 해양바이오 산업은 미래 성장동력 산업으로 미래 우리나라의  
경쟁력 제고를 위해 반드시 필요한 산업이다. 그리고 현재 해양바이오 산업은 초기  
단계에 있기 때문에 기초원천기술 분야에 대한 투자가 무엇보다 필요한 시점이므로  
국가 차원의 집중적인 육성 및 지원이 절실하다. 또한 UN해양법, 나고야의정서 등  
국제적으로 생명자원 이용제한 추세에 따라 국내외 해양생물자원 확보와 보존을 위한  
국가 주도의 체계적인 사업 추진이 필요할 것으로 전망된다.

## 9. 생명자원분야의 육성 및 관리

### 가. 개요

생명자원<sup>66)</sup>은 기후변화, 환경오염, 에너지 위기, 식량부족 등 인류가 직면하고 있는 난제를 해결하는 생명공학의 핵심 소재로 식품, 의약품, 농업, 환경 등 고부가가치 창출이 가능하다. 이러한 잠재적 가치로 인해 전 세계적으로 생명자원의 확보를 강화하고 있다.

미국은 국가바이오경제 청사진 실현을 위하여 국가생명공학정보센터(National Center for Biotechnology Information, NCBI), 국가생물정보인프라(National Biological Information Infrastructure, NBII), 미국세포수집은행(American Type Culture Collection, ATCC), 국가암센터(National Cancer Institute, NCI), 국가유전자원보존센터(National Center for Genetic Resources Preservation, NCGRP) 등 다양한 거점기관을 운영하며 분야별 연구개발을 강화하고 있다.

유럽은 'Horizon 2020'의 재조정을 통해 생명자원 인프라 구축 및 나고야의정서 대응 방안을 마련하고 있으며, 식량안보, 지속가능한 농업, 어업 및 해양연구를 위하여 유럽 전체 생명자원의 정보화 및 관리 기능을 강화하고 있으며 유럽생물정보연구소(European Bioinformatics Institute, EBI), 미생물자원연구인프라(Microbial Resource Research Infrastructure, MIRRI) 등을 통한 생물자원 및 관련 정보에 대한 네트워크를 구축하였다.

일본은 이화학연구소(RIKEN) 생물자원센터를 2001년 설립하고, 국가생물자원

66) 지구상에 존재하는 생물(동식물, 미생물, 인간세포 등), 생물의 구성물(DNA, 유전체 등) 및 이들의 정보를 포함하며, 그 구체적인 대상은 생물자원, 생물다양성, 생명정보이다(국가 생명자원 확보·관리 및 활용 마스터플랜, 2007.12., 국과위)

프로젝트(National Biological Resource Project, NBRP)를 2002년부터 시작하여 국가 중점자원 선정, 거점 육성 및 통합 DB 사업 수행을 통하여 세계 최고 수준의 생물자원 인프라를 구축하기 위해 국가적인 노력을 기울이고 있다.

우리나라는 2011년 수립된 ‘생명연구자원관리 기본계획’을 바탕으로 2011년부터 매년 ‘생명연구자원관리 시행계획’을 수립하고, 관계부처별로 자원의 발굴·확보, 보존·관리, 활용을 위한 연구개발과 관련 인프라 구축을 활발하게 진행하고 있다. 2016년 총 투자액은 1,445.2억 원이며, 표에서 보는 바와 같이 과기정통부, 해수부, 농식품부, 환경부, 복지부, 식약처, 산업부 순으로 투자하고 있다.

[표 2-24] 부처별/분야별 투자실적(2016년 성과 기준)

(단위 : 백만 원)

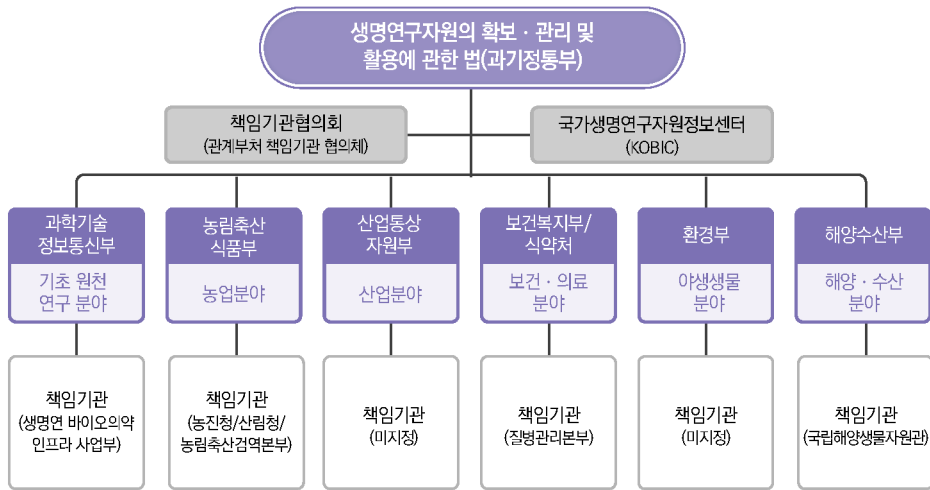
부처명	생물자원	생물다양성	생명정보	소계
과학기술정보통신부	35,065	655	9,527	45,247
농림축산식품부	20,797	-	661	21,458
산업통상자원부	-	2,279	600	2,879
보건복지부	12,682	-	-	12,682
환경부	14,418	6,235	-	20,653
해양수산부	6,550	-	23,890	30,440
식품의약품안전처	11,169	-	-	11,169
합계	100,681	9,169	34,678	144,528

※ 농식품부는 농진청, 산림청 포함

출처 : 2017년도 생명공학육성시행계획(2017.3.)

관계부처의 역할은 ‘생명연구자원의 확보·관리 및 활용에 관한 법률’ 제6조에 따라 과기정통부가 통합정보시스템 구축 및 기초·원천 연구분야를 담당하고 있다. 교육부는 전문인력양성 분야, 농식품부는 농업 분야, 산업부는 산업 분야, 복지부·식약처는

보건·의료분야, 환경부는 야생생물 분야, 해수부는 해양·수산 분야 생명연구자원을 담당하고 있다.



출처 : 제2생명연구자원관리 기본계획(2016)

[그림 2-9] 관계 부처별 역할

## 나. 생명연구자원 및 통합정보시스템 관리(과기정통부)

### (1) 국가전략생명연구자원의 안정적 확보

기후변화, 감염병, 생물다양성 감소 등의 글로벌 이슈에 대응하고, 기술발전에 따른 미래수요, 산업적 잠재력, 한국적 희소성 등을 고려하여 국가전략생명연구자원을 선정할 예정이다. 부처별 소관분야 및 전문성에 따라 자원별 간사부처를 지정하고, 학문적·산업적 파급영향을 고려한 확보·운영방안을 수립할 예정이다.



## (2) 생명연구자원의 발굴·확보 및 활용 확대

국가연구개발사업을 통해 확보·생산된 생명자원 기탁·등록 활성화로 고품질자원의 공동활용 촉진 및 R&D 생산성 제고를 추진할 예정이다. 또한, 자원별 특성분석을 통해 자원 가치를 제고하고 특성정보 기반 유용자원 개발·공급으로 자원의 활용성 증대, 관련 기술 개발을 추진할 예정이다. 마지막으로 자원관리기관의 기업 지원을 위한 개방형 연구지원 시스템 운영, 벤처·중소기업 연구개발 인큐베이팅 및 컨설팅 지원을 추진할 예정이다.

## (3) 생명연구자원 관리체계 고도화

국가생명연구자원통합정보시스템 고도화를 통한 자원정보 통합검색, 다차원 통계 분석 제공 등 사용자 중심 시스템 구축에 힘쓸 예정이다. 나고야의정서 국내 이행 관련 법령 정비 및 생명연구자원의 연구·산업적 활용 촉진을 위해 글로벌 수준에 부합하는 제도·규제 개선을 추진할 예정이다. 종다양성이 풍부한 중남미, 신종 감염병 문제가 대두되고 있는 중동·아프리카 등 미개척지역의 해외거점 확대 및 효혜적 이익 공유모델 개발을 추진할 예정이다.

## (4) 국제협력 강화

국제협력에 있어서는 기 구축된 4대 해외거점(베트남, 중국, 인도네시아, 코스타리카) 및 전략적 지역에 신규센터 1곳(중양아시아 또는 남미 지역)을 구축 운영하여 전략적 해외 생명연구자원 확보를 강화하고 해외거점의 범부처적 공동 활용을 통한 이익 공유 모델을 개발하는 한편 주요 선진국과의 협력 네트워크 강화를 통한 국제 컨소시엄 및 관련 프로젝트에 참여하는 등 해외 생명자원 확보 및 국제적 이슈 대응을 위한 국제협력을 강화할 방침이다.

## (5) 향후 추진 계획

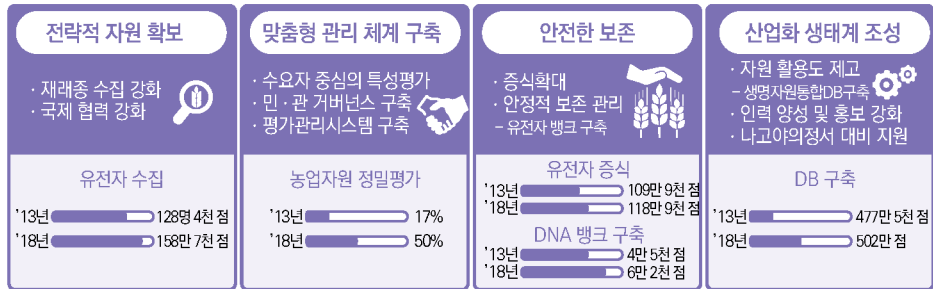
국내외 환경변화를 반영한 ‘제2차 생명연구자원관리 기본계획(2016~2020)<sup>67)</sup>’을 바탕으로 선택과 집중을 통한 전략적 생명연구자원 확보, 고부가가치 생명연구자원의 확보·활용 및 산업기반 조성, 생명연구자원 통합관리체계 고도화 등을 추진하고자 하며 생명자원의 공유 및 정보 네트워크 통해 수요자 기반의 자원 가치제고 및 유용 생명연구자원의 활용을 강화하고, 고부가가치 생명연구자원의 전략적 확보 및 국가 차원의 연구자원 관리의 체계화 등을 위한 범부처 협력을 강화할 예정이다.

### 다. 농업분야의 육성 및 관리(농림축산식품부)

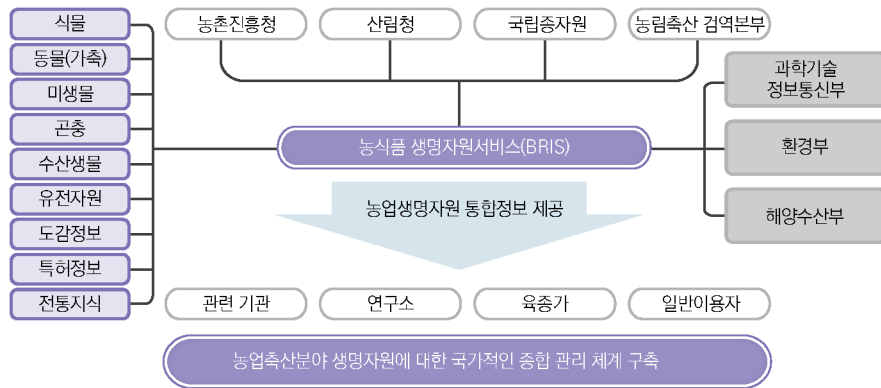
농림축산식품 분야의 생명자원 육성 및 관리정책은 2007년 제정된 ‘농업유전자원의 보존·관리 및 이용에 관한 법률’을 2011년 ‘농수산생명자원의 보존·관리 및 이용에 관한 법률’로 개정하면서 농림축산 분야 전반에 걸친 생명자원의 종합적인 보존·관리 및 이용의 근거를 마련하였다. 현재는 ‘농업생명자원의 보존·관리 및 이용에 관한 법률’과 ‘해양수산생명자원의 확보·관리 및 이용 등에 관한 법률’로 이원화(2017년 6월)되었다.

상기 법령에 근거하여 ‘농업생명자원 보존·관리 및 이용활성화를 위한 기본계획’ 제1차(2009~2013) 및 제2차(2014~2018) 기본계획을 수립하고, 매년 시행계획을 수립·시행하고 있다. 현행 2차 계획은 ‘자원 주권 강화’와 ‘세계 5대 농생명자원 강국 실현’이라는 목표달성을 위해 전략적 자원 확보, 맞춤형 관리체계 구축, 안전한 보존 및 산업화 생태계 조성이라는 4대 추진전략을 제시하고 있다.

67) 「생명연구자원의 확보·관리 및 활용에 관한 법률」에 근거, 5년마다 범부처 기본계획 수립



[그림 2-10] 제2차 농생명자원 보존·관리 및 이용활성화를 위한 기본계획의 4대 추진전략



[그림 2-11] 농생명자원서비스 운영체계

농림축산식품부는 기관별 분산 관리·운영되고 있는 농업생명자원에 대한 서비스 일원화 및 통합 관리를 위해 생명자원통합정보서비스(BRIS)를 구축·운영하고 있다.

또한, 농업생명자원법에 따라 농촌진흥청(국립농업과학원, 국립축산과학원), 산림청(국립수목원, 국립산림품종관리센터, 국립산림과학원), 농림축산검역본부를 책임기관으로 하여 유전자원에 대한 수집·보존·특성평가 및 분양 등의 역할을 수행하고 있다. 농업생명자원에 대한 이용활성화를 위해 전국의 대학, 연구소 및 지자체 중 특정 기관을 관리기관으로 지정하여 기관의 특성에 맞게 자원의 수집, 단기보존 및 특성평가 수행과 다양성 확보와 이용에 관한 연구를 담당하도록 하고 있다. 농업생명자원 관리기관으로

지정된 곳은 지자체 61곳, 대학 46곳, 민간 19곳으로 총 126개소가 운영 중이며, 보존·관리중인 농업생명자원은 총 32,036종 1,595,971점으로, 각 기관 및 분야별 자원보존 현황을 아래 표와 같다.

[표 2-25] 농업생명자원 관리기관 지정 현황

구분	계	종자	영양체	미생물	가축	곤충
합계	126	39	62	11	12	2
지자체	61	9	43	-	9	1
대학·민간	65	30	19	11	3	1

[표 2-26] 농업생명자원 보존 현황

기관	분야	종수	보존점수
농진청	종자	1,553	217,909
	영양체	996	28,027
	미생물	6,890	23,692
	가축	7	9937
	곤충	19	374
	계	9,465	279,939
산림청	종자	4,625	46,805
	영양체	4,128	408,523
	미생물	851	4,627
	DNA	84	139,270
산림청	현지내보존집단	64	2,938 ha
	표본	10,773	710,419
	계	20,525	1,309,644(2,938 ha)

기관	분야	종수	보존점수
검역본부	병원균	124	5,838
	세포주	47	62
	기타	128	964
	계	299	6,864
합계		32,036	1,595,971(2,938 ha)

## 라. 보건의료분야의 육성 및 관리(보건복지부)

미래 보건의료연구의 핵심 인프라인 인체자원의 국가적 종합관리를 위해 한국인체 자원은행사업(KBP, Korea Biobank Project)을 추진하고 있으며, KBP 1, 2기(2008~2015)의 성과를 바탕으로, 미래 보건의료 연구 및 관련 기술개발에 있어 산·학·연 전반에 걸친 적극적인 지원을 목표로 KBP 3기(2016~2020)를 추진하고 있다.

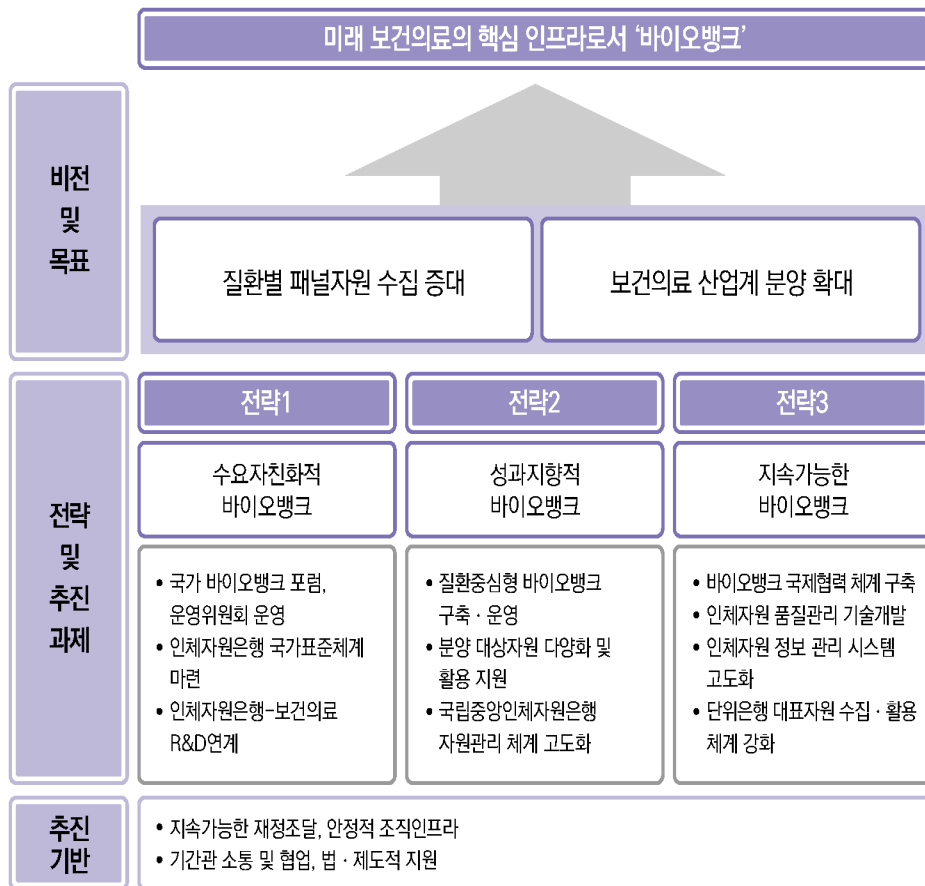
### (1) 추진배경

- (가) 개인별 유전체 연구의 급속한 발전에 따라 보건의료연구 및 산업계의 대량 인체 자원 수요 증가
- (나) 그간 성과를 바탕으로 보다 강화된 고품질 특화자원의 수집체계 마련, 분양 확대 등을 통해 구체적 성과창출 필요

### (2) 추진전략

- (가) 바이오뱅크 포럼 운영, 인체자원은행-보건의료 R&D 연계 등 수요자 친화적 바이오뱅크 운영

- (나) 질환중심형 바이오뱅크 구축·운영, 산업계 분양 확대 등 바이오뱅크의 보건의료 R&D 전주기 지원 성공모델 제시
- (다) 바이오뱅크 국제협력 체계 구축, 인체자원 관리 기술 및 시스템 강화, 단위은행별 자원 수집·활용체계 강화 등 바이오뱅크 운영 고도화



[그림 2-12] 3기 한국인체자원은행사업(KBP) 추진전략 및 과제

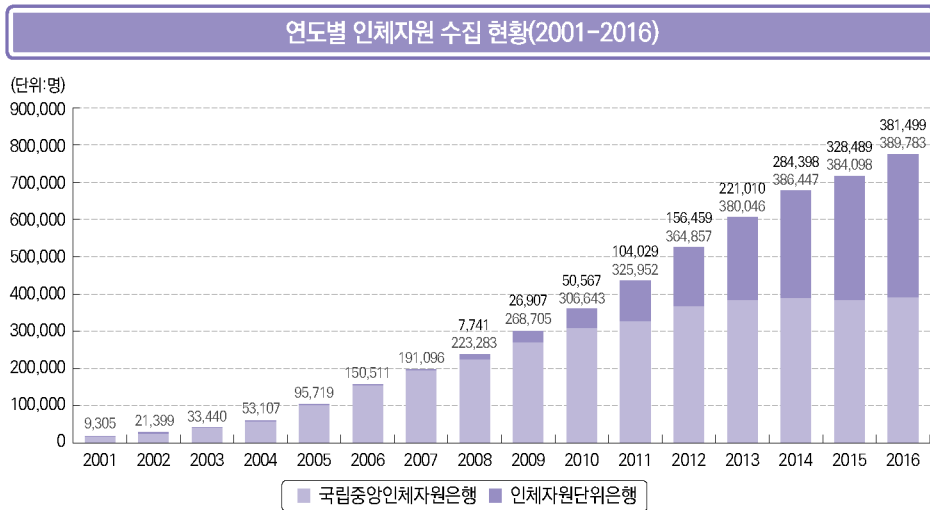
### (3) 추진 현황 및 성과

- (가) 중앙은행과 17개 인체자원단위는행 및 2개 협력병원이 네트워크를 구성하여 다양한 코호트 및 질환군 인체자원 수집
- (나) 2016년 12월 기준, 77만여 명분 인체자원 확보, 1,900여 개 과제에 분양, 논문(750여 편) 및 특허(46건) 성과 창출
- (다) 인체자원 분양데스크, 인체자원연구지원센터 운영 등 연구자 중심의 분양지원 체계 구축 및 실무자 교육, 인체자원은행 운영지원 등 인체자원 관리 표준화를 통해 인체자원 국가 종합관리체계 마련
- (라) 특정질환 극복을 목적으로 보건의료 R&D 연구를 위한 고부가가치 자원을 계획적으로 확보하기 위한 ‘질환중심형 바이오뱅크’ 구축

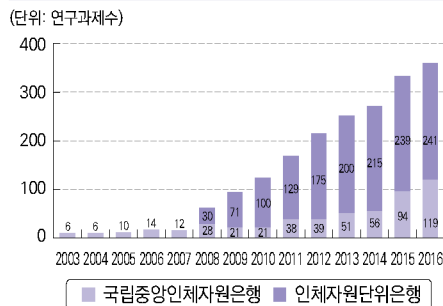


[그림 2-13] 한국인체자원은행네트워크 운영 현황

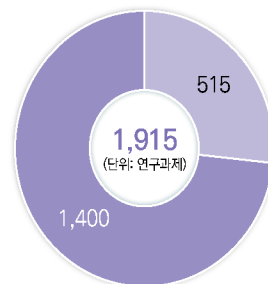
표 1-11 바이오뱅크 구축사업의 추진현황  
 표 1-12 인체자원의 확보와 관리  
 표 1-13 인체자원은행 운영 현황  
 표 1-14 인체자원은행을 통한 연구자 중심의 연구개발  
 표 1-15 인체자원의 관리·유통·제공 현황  
 표 1-16 인체자원은행을 통한 연구개발 사업 현황



※국립중앙인체자원은행 인체자원 수집 현황은 국립보건연구원 중앙저장실에서 보유중인 인체자원 및 중복 참여자 수를 제외한 자료임



※연구과제수는 과제명 기준으로 산출하였으며, 다년도 연구과제인



■ 국립중앙인체자원은행 ■ 인체자원단위은행

[그림 2-14] 중앙은행 및 인체자원단위은행 수집·활용성과

#### (4) 향후 추진계획

(가) 바이오뱅크 포럼 운영 등 수요자 중심의 소통채널 마련 및 바이오뱅크 인지도 향상을 위한 홍보사업 지속 전개



- (나) 인체자원 품질관리기술 개발, 자원 및 정보 품질 관리 확대 등 지속적인 자원 신뢰도 제고
- (다) 체액자원, 질환패널자원 등 분양다상자원 지속 확대
- (라) 산업체 분양 확대 등 다양한 연구·개발 분야의 효율적 지원
- (마) 질환중심형 바이오뱅크 지속 운영

## 마. 야생생물자원분야의 관리(환경부)

### (1) 자생 생물자원 관리 정책

환경부는 생물다양성의 종합적·체계적 보전과 지속가능한 이용을 위한 ‘생물다양성 협약<sup>68)</sup>’의 이행에 관한 사항을 정함으로써 국민생활을 향상시키고, 국제협력을 증진하기 위한 목적으로 ‘생물다양성 보전 및 이용에 관한 법률’을 제정(2012년 2월 1일)하였다.

또한 생물자원 조사·발굴, 보전·관리, 해외협력 강화 등을 골자로 하는 ‘생물자원 보전관리 및 이용 마스터플랜(2011~2020)’과 , 자연생태계 서식지 보호, 야생생물 보호·복원 등에 ‘자연환경보전 기본계획(2016~2025)’ 등을 통해 법적 기반을 근간으로 한 실행력을 확보하고 있다.

### (2) 자생 생물자원의 확보·관리·활용 연구 현황

환경부는 국가생물자원의 조사·보전·관리 및 현명한 이용을 위한 정책을 추진하고 있다. 현재까지 지속적인 투자와 연구를 통해 47,003종의 국가생물종목록(2016년

68) 생물다양성협약(‘94.10 가입) : 각국의 생물자원에 대한 주권적 권리 인정, 생물 서식처의 파괴행위에 대한 규제, 생물다양성의 보전과 지속가능한 이용을 위한 국가전략의 수립, 유전자원 제공국과 이용국과의 공정한 이익 공유 등 규정

12월)을 구축하고 283만점의 표본을 확보·관리하고 있으며, 생물종 정보, 유전자원 정보, 유용성 정보 등 각 부처에서 따로 관리되는 정보를 통합하여 표준화한 1,158만여 건(2016년 12월)의 정보를 국가생물자원 종합관리시스템을 통해 필요한 부처에 제공하고 있다.

유전자원의 접근·이용 및 이익 공유에 관한 법률 제정(2017년 1월 17일) 및 나고야 의정서 비준(2017년 5월 19일) 이후 생물자원의 경제적 가치 급등이 현실화되고 각종 생물종 정보에 대한 과학적 요구가 증가함에 따라 이에 적절하게 대응하는 정책과 이를 지원하는 연구가 절실히 필요한 시점이다. 국립생물자원관에서는 내부적으로 생물자원의 보전과 지속가능한 이용을 위해 전통지식 대상종, 해외활용사례 생물종 근연종 대상 등의 효능·성분분석 및 유전체 분석을 수행하여 환경생물산업을 지원하고 있다. 2016년까지 국내·외 638종에 대한 향산화, 항염 등을 연구하여 유용성 정보를 확보하였으며, 최근에는 자생 말벌의 독에서 항균물질을 분리하여 친환경 동물용 백신으로 개발하는 연구가 진행 중에 있다. 또한 외부적으로 다양한 자생생물 소재를 국내 산업체에 제공하기 위해 야생생물 소재은행을 운영하고 있다. 4개 생물소재은행(유전자원, 종자, 천연물, 배양체)을 통해 144,411점의 고품질 생물소재를 확보·관리하여 국내 산학연 기관의 요구에 따라 분양하고 있는데 해마다 분양건수가 크게 늘어나고 있다(2014년 553건 → 2016년 1,533건). 잠재적 활용가치가 높은 해외 생물자원 소재 접근을 위해 캄보디아, 베트남, 미얀마 등 동남아 14개국 25개 기관과 MOU 및 MOU체결로 해외 네트워크를 확장하고 있다. 특히, 지금까지 이들 국가와 공동 연구를 통해 자국 생물다양성 도감 10권을 발간하여 기증하고 9건의 특허도 공동 출원하여 국가간 신뢰도를 높이고 있다. 캄보디아와 공동연구로 현지식물의 미백효능을 확인하고 국내 기업에 기술이전하여 화장품을 개발한 것은 해외생물자원 활용의 좋은 방향성을 제시해 주고 있다.

### (3) 향후 계획

앞으로 미발굴 자생종의 발굴 난이도는 점차 증가할 것으로 예상되고 이를 뒷받침

해줄 국내 전문인력 또한 부족한 상황이다. 이를 위해 환경부는 생물자원 전문인력 양성사업을 운영하여 국내 연구자 인프라이 부족한 생물분류군 전문가를 양성해 나가고 있으며, 2016년 한해 9명이 학위를 취득하였다. 최근에는 곤충, 무척추동물, 균류, 지의류 등 대량발굴 가능성이 높은 분류군을 중심으로 자생종 발굴에 집중하고 있다. 이를 기반으로 한 지금까지 알려지지 않은 생물종에 대한 유용성 연구는 식품, 의약품, 향장품 등 다양한 분야에 새로운 가능성을 열어줄 수 있을 것으로 기대된다. 동시에 부족한 국내 생물자원을 대체할 해외생물자원 확보를 강화하기 위해 협력국을 동남아시아에서 남미, 아프리카까지 확대하여 국내 생물산업 지원을 위한 영역을 넓혀가고자 한다. 또한 지속적으로 늘어나는 생물산업 소재 요청을 지원하고 체계적인 생물소재의 관리를 위해 야생생물소재연구동을 건립하여 국가차원의 안정된 생물소재의 수급을 추진하고자 한다.

## 바. 해양수산생명자원 분야의 육성 및 관리정책(해양수산부)

### (1) 해양수산생명자원의 확보 현황

생명자원의 주권화 및 이익공유를 인정하는 나고야의정서(ABS)의 발효(2014년 10월) 및 국내 발효로 해양수산생명자원의 이용에 관한 국제지침 마련의 움직임 등 세계적으로 해양수산생명자원의 중요성이 날로 증가하는 추세이다. 세계 각국은 더 많은 해양수산생명자원을 확보하기 위해 치열한 경쟁을 벌이고 있다. 해양수산부는 국제적인 환경변화와 미래의 수요를 반영할 수 있는 국가차원의 해양수산생명자원의 확보·관리 및 이용하기 위한 다양한 정책을 추진하고 있다.

해양수산부는 2008년부터 해양수산생명자원 기탁등록보존기관 사업으로 해양수산 생명자원에 대한 관리 사업을 시작하였으며 2008년부터 2017년까지 해양생명자원 확보 및 활용기반 구축에 595억 원을 투자하였다. 국내 대학 및 연구기관 등에 주요

해양수산생명자원 분류군별 자원의 채집·기탁 및 활용기반 구축이 이루어지도록 하였으며, 현재 18개 해양생명자원 기탁등록보존기관을 지정·운영하고 있다.

한편 해외 해양수산생명자원의 발굴과 확보의 우선순위를 설정하고, 기존에 확보된 해양수산생명자원을 활용한 연구의 거점사업을 육성해 나가고 있다. 2009년부터 2016년까지 해외 해양생물자원 개발 및 활용기반 구축 1, 2단계 사업으로 마이크로네시아, 베트남, 필리핀, 인도양, 통가 해역, 동중국해 등지에서 해양수산생명자원을 채집하고 있으며, 인도네시아(LIPI), 러시아(PIBOC), 베트남(IMBC), 필리핀(UPV), 콜롬비아 등의 해외연구기관과 양해각서(MOU)를 체결하였다. 해양생명자원관은 1, 2단계 해외 해양생물자원 확보사업을 통해 해양생물자원 2,116종, 15,890점과 해양 미생물 1,207종, 12,209점을 확보한 바 있다. 또한 해외 생물자원활용연구를 통해 8,680종의 추출물을 분석하여 추출물 라이브러리를 구축하고 있다. 해양수산부는 해양수산생명자원의 확보에 그치지 않고, 확보한 해양생명자원의 표준화 및 통합 DB 구축을 통해 분산된 실물정보 연계 및 통합검색에 의한 국가 해양생명자원 관리기반 구축을 2011년부터 추진해오고 있다. 이 사업을 통해 해양생명자원 통합정보시스템(MBRIS)을 구축하였으며, 6,446종 263,910점(2017년 12월 기준)의 자원을 정보화하였다.

## (2) 해양수산생명자원 육성 및 관리정책

해양수산부는 해양수산생명자원의 중요성을 인식하고 이에 대한 체계적인 육성 및 관리를 더욱 강화해나갈 계획이다. 2015년에는 해양수산생명자원의 체계적인 관리를 위해 2012년 제정된 ‘해양생명자원의 확보·관리 및 이용 등에 관한 법률’과 ‘농수산생명자원의 보존·관리 및 이용 등에 관한 법률’ 통합에 착수하여 2016년 12월 28일 ‘해양수산생명자원의 확보·관리 및 이용 등에 관한 법률’을 전부 개정하였다.

해양수산생명자원에 대한 육성 및 관리정책에 대한 총괄 기관인 국립해양생물자원관이 2015년 4월에 개관하였으며, 해양수산생명자원조사, 해외해양생물자원개발 및 활용기반연구(2단계) 사업 등 국가해양수산생명자원의 실물 및 관련정보의

지속가능한 보존관리를 위한 인프라 체계를 구축 중에 있다. 또한 국립해양생물자원관과 함께 국립수산과학원을 책임기관으로 지정하여 해양수산생명자원의 확보·관리 및 연구, 통합정보시스템 운영, 기탁등록기관 간의 정보교류 등의 업무를 수행하고 있다.

한편 해양수산생명자원 기탁등록보존기관을 18개 기관에서 2020년 20개 기관으로 확대해 나갈 계획이다. 해외 해양생명자원의 확보에 관한 부분에 있어서도 현재의 남태평양 중심의 자원 확보에서 벗어나 극지 등 그 영역을 확대시켜 나갈 것이다. 위와 같은 일련의 정책들을 통하여 우리나라가 세계적으로 경쟁이 가속화되고 있는 해양수산생명자원 확보에서 우위를 선점할 수 있도록 할 계획이다.

## 10. 국제협력 R&D 및 국가 간 협력

### 가. 과학기술 국제협력 개요

기후변화, 에너지, 식량, 감염병 등 전 세계적인 영향력을 갖는 문제들이 늘어가고 있으며, 개방형 기술혁신이 가속화됨에 따라 과학기술, 특히 생명공학분야의 국제협력의 중요성이 한층 부각되고 있다. 국제 연구개발 환경의 변화에 대응하여 새로운 창조적 지식가치를 창출하고 생명공학 연구개발을 통해 글로벌 공동 이슈 해결에 앞장서기 위해서는 정부 연구개발사업의 목표와 성과가치를 재설계하는 노력이 필요한 시점이다.

과학기술 국제협력사업에 대해서는 국제과학기술협력규정(대통령령 제24423호) 및 산업기술혁신촉진법(법률 제11713호)에 각각 일부 정의되어 있고, 과학기술정보통신부가 매년 추진하는 정부 연구개발사업에 대한 조사·분석의 정의를 따르면 국제협력은 과학기술 외국연구기관(외국인)의 참여가 있는 위탁연구와 외국연구자 유치, 연구자 해외파견, 정보교환, 기술연수, 국제협약의 참여 형태로 추진되는 공동 연구개발 활동으로 정의할 수 있다.

정부 주도의 과학기술 국제협력은 내용에 따라 협력협정체결, 국제기구·지역기구 등 다자간 협력체 참여 등과 같은 기술외교형과 인력교류, 해외연수 및 파견, 해외연구소 유치 등과 같은 자원교류형, 그리고 해외공동연구센터 설립, 대형 국제프로젝트 참여 등과 같은 거점구축형, 다음으로 국제공동연구, 해외위탁연구 등과 같은 공동연구형, 마지막으로 기술조사단, 인프라조사 사업 등과 같은 기반조사형으로 구분할 수 있다 (홍성범 외 4, 2000).

[표 2-27] 내용별 국제협력 유형

협력 내용	기술외교형	협력협정체결, 정상 및 각료급 회담, 실무회담, 국제기구·지역기구 등 다자간 협력체 참여, 국제회의의 주관 및 참여
	자원교류형	인력교류, 해외연수 및 파견, 정보교류, 해외연구소 유치, 국제 세미나 개최, 단기기술자문 활용
	거점확보형	해외공동연구센터 설립, 해외사무소 설립, 대형 국제프로젝트 참여, 국제기구 참여
	공동연구형	국제공동연구, 해외위탁연구, 단기실용화 사업, 전략적 제휴
	기반조사형	기술조사단, 인프라조사 사업, 해외전시회 참관

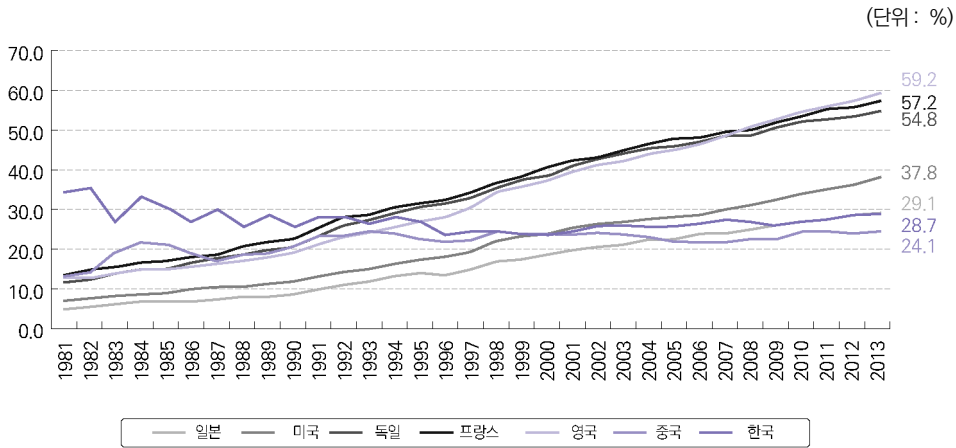
\* 자료: 홍성범 외 4. (2000). 국별·기술별 과학기술 국제협력 현황점검 및 추진전략: 공공부문을 중심으로. 과학기술정책연구원.

공동연구, 특히 국제공동연구는 다른 국가에 속한 경제 주체 간에 공동연구개발이 일어나는 활동이라고 할 수 있으며(윤종민, 2008), 높은 연구개발비용과 위험을 분담하면서 동시에 한 국가가 개별적으로 R&D를 수행할 때보다 더 큰 성과를 창출할 수 있다(김정홍, 2000).

하지만 우리나라의 국제협력은 특히, 생명공학을 비롯한 기초연구에서 다른 국가들에 비해서 미흡한 실정이다. 다음 그림에 나타난 바와 같이, 주요국의 논문 성과에서 해외와 협력을 바탕으로 한 논문비중은 영국(59.2%), 프랑스(57.2%), 독일(54.8%) 등 유럽 국가들이 높으며, 미국은 37.8%에 이른다. 우리나라는 28.7%로 일본(29.1%)과 비슷한 수준으로 다른 국가들은 그동안 국제공동 논문을 늘려왔지만 한국은 지난 30년 동안 크게 개선되지 않는 상황이다.

연도별 피인용 상위 1% 논문의 국제협력연구 비율에서 확인할 수 있는 것처럼 국제협력의 성과이거나 저명 학술지에 게재된 논문일수록 피인용 논문이 될 가능성이 높다. 또한 최근 국제 논문활동에 대한 실증적 연구결과에 따르면, 국제공동연구 활동이 활발할수록 과학 활동이 활발하다는 것을 알 수 있다.

제2장  
국가 생명공학 육성 정책



\* 출처: 톰슨 로이터 Web of Science XML(SCIE 2014년말 버전)

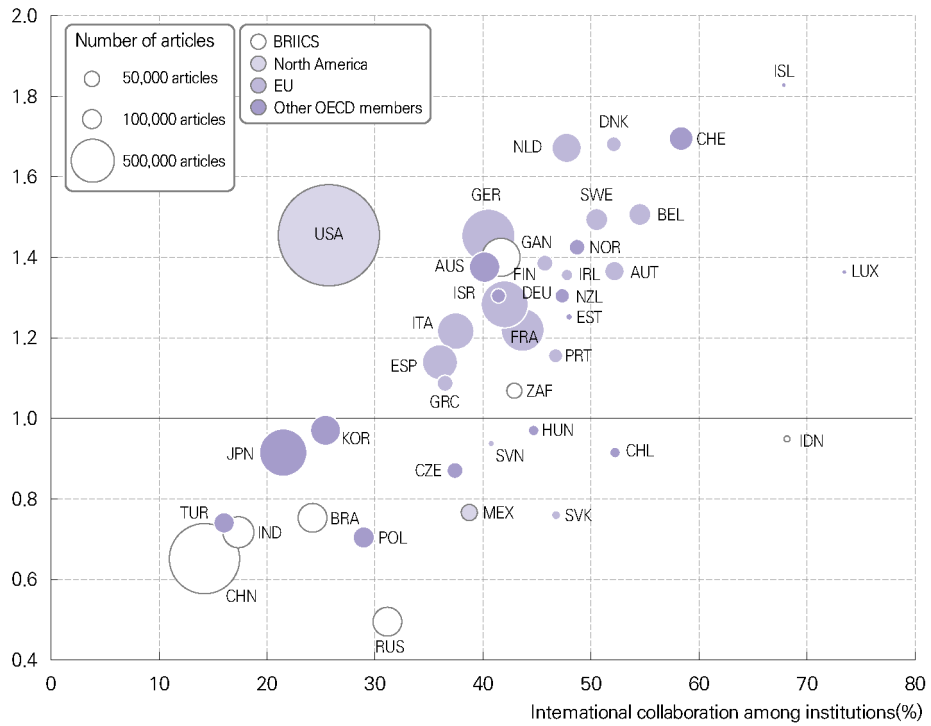
[그림 2-15] 주요국의 국제공동 논문 비중 추이



\* 출처: 2014년도 주요국의 피인용 상위 1% 논문실적 비교분석 보고서, 2015.11., 한국연구재단

[그림 2-16] 연도별 피인용 상위 1% 논문 국제협력연구 비율





출처 : Geuna, A.(2015), Global Mobility of Research Scientists, Elsevier

[그림 2-17] 국제과학협력의 정도가 과학 활동에 미친 영향

2017년 5월 출범한 문재인 정부의 국정운영 5개년 계획에 따르면 정부는 더불어 잘 사는 경제를 이룩하기 위해 과학기술의 발전과 미래 성장산업을 적극적으로 지원할 계획이다. 2017년도 정부연구개발 투자방향에서도 ‘국제협력 연구 강화를 통한 국제적 위상 제고’를 핵심 추진방향으로 설정하고 선진국과의 기술협력, 개발도상국과의 기술 지원, EU 및 아시아 신흥기술 강국과의 글로벌 R&D 협력 네트워크 구축 등이 제시되었다.

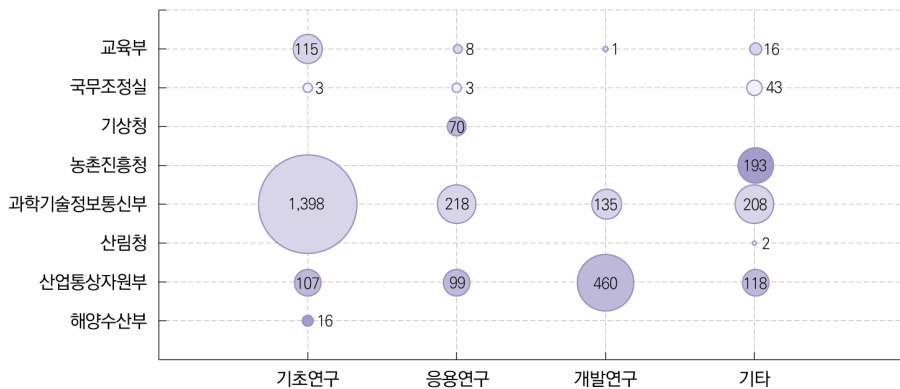
하지만 2016년도 국제협력 분야 정부 R&D 예산은 3,019억 원으로 2014년 3,649억 원 대비 630억 원이 감소했다. 정부 부처별 예산 현황은 2016년에 국제협력 R&D사업에 과학기술정보통신부(1,709억 원), 산업통상자원부(828억 원), 농촌진흥청(203억 원) 순으로 투자했다. 부처별 투자 현황을 기준으로 2014년 국제협력분야 R&D과제에 연구개발단계별 미래부(현 과기부)의 기초연구 투자가 1,398억 원으로 가장 많았으며, 산업부의 개발연구(640억 원), 과기정통부의 응용연구(218억 원) 순이다.

[표 2-28] 국제협력분야 정부 R&D 예산 현황(2012~2016)

(단위: 억 원, %)

구분	2012	2013	2014	2015	2016	연평균 증가율
정부연구개발예산	160,244	169,090	177,793	188,931	<b>190,942</b>	4.5
국제협력분야	3,354 (2.1%)	3,855 (2.3%)	3,469 (2.0%)	3,534 (1.9%)	<b>3,019</b> <b>(1.6%)</b>	△2.6
ODA사업예산	190	216	237	244	<b>257</b>	7.8
비ODA사업예산	3,164	3,639	3,232	3,290	<b>2,762</b>	△3.3

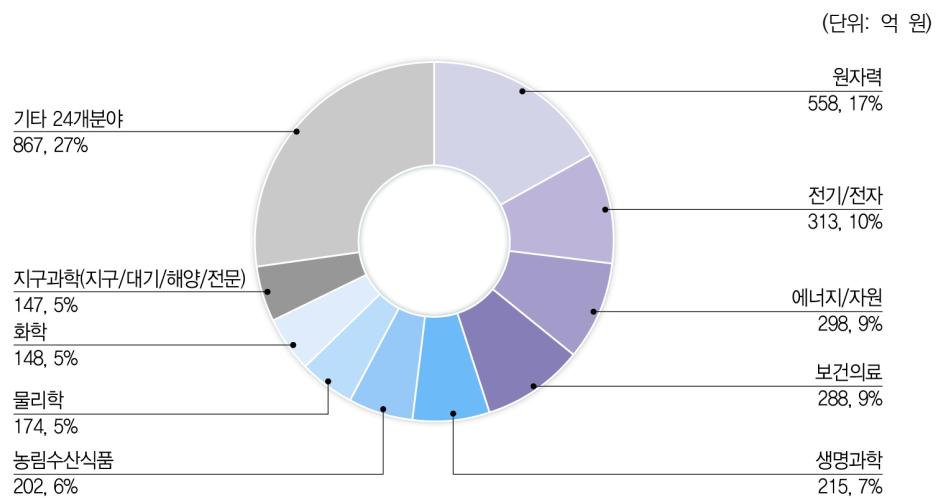
(단위: 억 원)



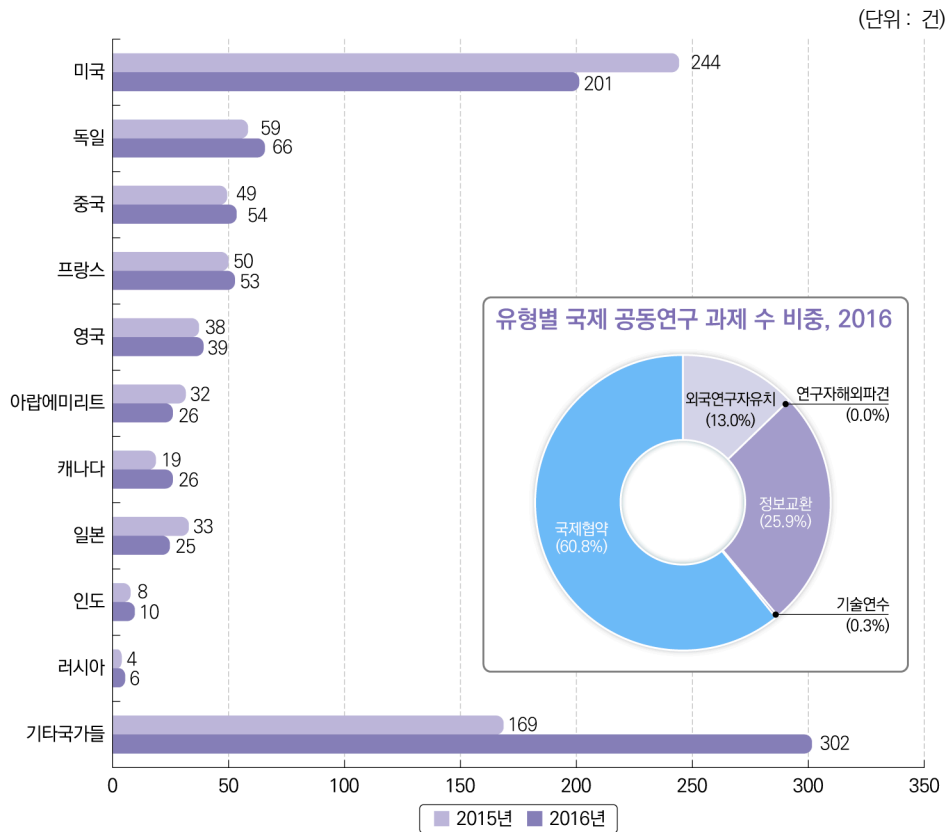
[그림 2-18] 부처별/연구단계별 국제협력 R&D과제 투자 현황(2014)

과학기술표준분류별 투자현황을 기준으로 원자력(558억 원, 17%), 전기/전자(313억 원, 10%), 에너지/자원(298억 원, 9%), 보건의료(288억 원, 9%), 생명과학(215억 원, 7%) 순으로 투자되었다.

2016년도 국가연구개발사업으로 지원한 총 47,789건의 과제 중 540건(1.3%)의 과제가 총 808건의 국제 공동·위탁연구를 수행했으며, 2015년도 대비 국제 공동연구는 20.3%(105건) 증가한 622건, 국제 위탁연구는 전년대비 1.1%(2건) 감소한 186건에 이른다. 국제 공동·위탁연구의 국가별 수행건수를 살펴보면 미국(201건)이 가장 많으며 그 다음으로 독일(66건), 중국(54건) 등의 순이다.



[그림 2-19] 과학기술표준분류별 국제협력 R&D과제 투자 현황(2014)



\* 출처: 2016년도 국가연구개발사업 조사·분석 결과(안)

[그림 2-20] 국가별 국제 공동·위탁연구 추이(2015~2016)

## 나. 해외 동향

미국, 독일, 일본 등 선진국들은 자국의 과학기술 경쟁력을 유지·강화하기 위해 국제화를 과학기술발전의 중요한 전략으로 추진하고 있다. 2014년 노벨 물리학상 수상자인 일본 나고야대학교 아마노 히로시(Amano Hiroshi) 교수가 언급한 바와 같이

정부차원의 장기적인 국제교류 지원과 국제공동연구에 대한 참여는 세계 최고수준의 연구 성과 도출의 필수조건이라고 할 수 있다. 또한, 주지하듯이 과학기술 분야에서 추격형 모델의 한계를 극복하고 선도적인 위상을 확립하기 위해서는 창조적 지식가치를 창출하는 것이 필수적이며, 이를 위해서는 선진국의 국가별 과학기술 경쟁력에 대한 치밀한 분석을 통해 전략적인 국제협력 연구개발을 추진할 필요가 있다. 이를 위해 우리나라 정부는 과학기술기본법 및 동법 시행령에 근거하여 매 2년마다 '기술수준 평가'를 실시하고 있으며, 국가적 주요 핵심기술에 대한 기술수준을 평가하여 R&D 투자전략, 기술향상 대책 등 R&D 정책 수립의 기초자료로 활용하고 있다.

2017년 6월에 국가과학기술심의회위원회에서 심의한 '2016년도 기술수준평가 결과(안)' 보고서에 따르면, 우리나라의 전체 기술수준 및 기술격차는 최고국가 대비 78.6%, 4.2년으로 2014년도(78.4%, 4.4년)에 비해 기술수준은 0.2% 향상되었고, 기술격차는 0.2년 단축되었다. 국가별로는 미국이 최고의 기술수준 국가로 평가되었으며, EU(94.4%), 일본(92.7%), 중국(71.1%) 순으로 평가되었다. 주요국가의 기술수준 및 기술격차는 아래 표와 같이 기술수준이 선도그룹인 분야는 전자·정보·통신(84.2%)과 기계·제조·공정(81.8%)이며, 바이오, 의료를 비롯한 8개 분야는 추격그룹인 것으로 평가되었다.

[표 2-29] 국가별 전체 기술수준 및 변동 추이

(단위 : %, 년)

구분	한국		중국		일본		EU		미국	
	'14	'16	'14	'16	'14	'16	'14	'16	'14	'16
기술수준	78.4	78.6	69.7	71.1	93.1	92.7	95.5	94.4	100	100
기술격차	4.4	4.2	5.8	5.2	1.6	1.5	1.1	1.1	0.0	0.0

[표 2-30] 10대 분야별 우리나라 기술 및 기술격차 변동

(단위 : %, 년)

10대 분야	기술수준 그룹		기술수준			기술격차		
	'14	'16	'14	'16	증감	'14	'16	증감
전자·정보·통신	선도	선도	83.2	84.2	1.0	2.7	2.2	△0.5
의료	추격	추격	77.9	77.5	△0.4	4.0	3.8	△0.2
바이오	추격	추격	77.9	77.4	△0.5	4.5	4.3	△0.2
기계·제조·공정	선도	선도	83.4	81.8	△1.6	3.3	3.4	0.1
에너지·자원·극한기술	추격	추격	77.9	78.3	0.4	4.6	4.5	△0.1
항공·우주	추격	추격	68.8	67.5	△1.3	9.3	9.7	0.4
환경·지구·해양	추격	추격	77.9	78.6	0.7	5.0	4.5	△0.5
나노·소재	추격	추격	75.8	78.6	2.8	4.1	3.8	△0.3
건설·교통	추격	추격	79.6	79.6	0.0	4.3	4.2	△0.1
재난·재해·안전	추격	추격	73.0	73.5	0.5	6.0	5.4	△0.6

주요 선진국의 과학기술 정책을 살펴보면, 먼저 미국은 국가 차원에서 장기적이며 경제성장에 중요한 역할을 할 수 있는 목표지향적인 전략과제를 중점적으로 지원하고 있다. 2009년 발표된 과학기술외교전략에 따르면, 더욱 지속적인 천연자원 활용, 생물 다양성의 보존과 기후변화영향의 탄력성을 촉진하기 위한 기술적 진보의 촉진을 포함한 연구에 초점을 맞추고 있다. 특히, 미국 정부는 외교 전략에 신기술이 필요한 생명공학 분야를 포함하여 과학적·기술적 적용의 지원을 통해 농업생산성을 향상시켜 더욱 안정적이고, 영양이 풍부하며 구매 가능한 식품을 공급하겠다는 계획을 포함하고 있다.

또한 새로운 제품과 서비스 개발을 위해 기초연구에 투자하고 있으며, 기초연구 지원을 전담하고 있는 미국 국립과학재단(National Science Foundation, NSF)은 2018년 회계연도에 경쟁적 탁월성 평가를 통해 약 11,000건(신규과제 8천여 건

포함)을 지원할 예정이다. 2012년부터 과학과 교육을 연계하여 다학제적으로 국제적 이슈를 해결하기 위한 국제협력사업 SAVI(Science Across Virtual Institutes)를 추진하고 있다.

[표 2-31] 2018년도 미국 NSF 바이오 분야 투자 계획(안)

(단위: 백만 달러)

투자 분야	2016 회계연도 집행	2017 회계연도 (미정)	2018 회계연도 요청안	FY 2016 회계연도 비교 변화	
				차액	(백분율)
분자세포생물학 (MCB)	135.46	-	123.21	△12.25	△9.0%
통합유기체계 (Intergrative Organismal Systems (IOS))	214.21	-	111.20	△103.01	△48.1%
환경생물 (DEB)	143.96	-	130.78	△13.18	△9.2%
생물 인프라구조 (DBI)	144.61	-	169.61	25.00	17.3%
신흥 프론티어 (EF)	85.53	-	137.31	51.78	60.5%
총합	723.78	-	672.11	△51.67	△7.1%

미국의 과학기술 부문 예산은 트럼프 행정부의 예산 삭감 제안에도 불구하고 여전히 우리나라의 10대 국가전략기술 분야를 기준으로 모든 분야에서 세계 최고의 기술 수준을 확보하고 있기 때문에 과학기술 발전을 위해서는 필수적인 협력 대상국이라고 할 수 있다. 한국으로서는 미국과 장기적이고 견고한 협력관계를 확대해야 하며, 신진 인력교류 활성화, 대규모 공동연구 확대, 우수 연구기관 유치 등 장기적인 관점에서 성과를 도출할 수 있도록 지속적인 지원이 필요하다. 특히, 미국이 주도하고 있는 대형 연구에 적극적으로 참여하는 것은 세계적인 과학기술 의제를 선점할 수 있고 이에 따른 경제적·산업적 파급효과가 클 것으로 기대된다.

표 2-31 2018년도 미국 NSF 바이오 분야 투자 계획(안) (단위: 백만 달러)

유럽연합(EU)의 경우는 환경, 에너지 등 회원국의 공동 문제 해결을 위해 1984년부터 Framework Programme을 추진하고 있으며, 2014년부터 시작된 제8차 Framework Programme은 Horizon 2020으로 이름을 바꾸어 전 지구적 문제 해결을 위한 국제협력을 확대하고 있다. 특히, Horizon 2020에서는 EU 내에서의 협력뿐만 아니라 EU에 속하지 않은 국가들과의 협력을 통해 EU의 과학기술 경쟁력을 높이는 프로그램에 예산 투입을 늘렸다.

유럽연합의 2016년도 기술수준은 94.4%로 평가되었으며, 비교우위 강점 기술 분야는 환경/지구/해양 분야와 기계/제조/공정 분야 등을 들 수 있다. 지난 10년간(2006~2015) 논문 점유율 평균은 EU가 26.2%로(우리나라 평균은 4.1%, 중국 21.3%, 미국 18.6%, 일본 4.7%) 1위를 차지했다. Horizon 2020은 비회원국과의 활발한 협력을 통한 시너지 창출을 목표로 삼고 있으므로 우리나라 정부 차원의 적극적이고 전략적인 참여가 필요한 상황이다. 그 중에서도 에너지, 환경, 기계 등 다양한 분야의 국제협력을 적극적으로 추진한다면 경제적·산업적 파급효과가 클 것으로 기대된다.

일본의 경우는 과학기술을 경제사회적 활력의 핵심 요소이며 사회의 요구와 미래에 대한 선행 투자로 인식하고 인재육성과 연구성과의 산업화를 위한 시스템 개혁을 적극적으로 추진하고 있다. 일본의 2016년도 전체 기술수준은 92.7%로 평가되었으며 비교우위 강점 기술 분야는 건설·교통과 나노·소재 등을 들 수 있다. 또한, 초정밀 디스플레이 공정 및 장비기술, 환경 친화 자동차기술, 맞춤형 신재배기술 등은 세계 최고의 기술력을 확보하고 있다. 특히 일본은 2016년도 노벨생리의학상(동경공업대 오스미 요시노리 명예교수)을 수상했고, 과학 분야에서 노벨상을 총 20회 수상했을 정도로 기초과학이 발달해 있으므로 일본과 인접해있다는 지리적 장점을 살려 인력 교류를 확대하고, 심화 공동연구를 강화하고, 첨단산업 분야의 국제 협력이 필요한 상황이다.

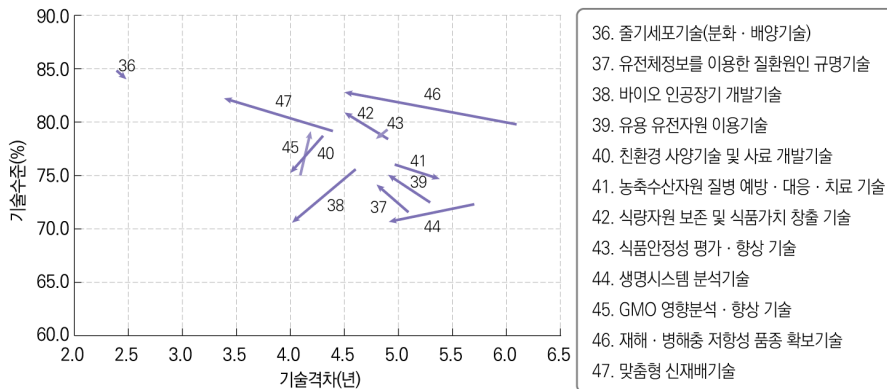


유럽연합 회원국 중 독일은 가장 안정적으로 경제 성장세를 보이고 있으며, 과학기술 분야에 매우 적극적으로 투자하고 있다. 독일 정부는 우수한 연구결과를 신속히 제품화 하는데 적극적으로 지원한다는 목표로 17개 핵심기술을 도출, 분야별로 구체적인 전략을 제시하고 있으며, 산학연계, 혁신적 중소기업을 위한 여건을 개선하고 있다. 특히 독일의 ‘첨단기술전략 2020(High - tech Strategy 2020 for Germany)’은 정부, 연구원, 산업계 전문가의 참여 아래 범정부 차원에서 수립한 국가 과학기술육성 전략이다. 이 전략의 골자는 전 지구적으로 대응할 필요가 있는 기후보호 및 에너지, 보건 및 영양, 이동성, 커뮤니케이션, 보안 등 5개 영역에서 총 11개의 과학기술 개발 우선추진 과제(Forward - looking Projects)를 목표로 하는 국제과학기술 협력이다. 이러한 시점에 한국 정부도 첨단과학기술연구와 관련된 장기적인 협력전략을 수립할 필요가 있으며, 독일과 함께 견고한 협력관계를 통해 전 지구적 대응에 동참할 필요가 있다. 특히 독일은 유럽통합의 가장 큰 공로국가로서 유럽 내에서 첨단 과학기술 이외에도 그 어느 나라보다 적극적인 자세를 취하고 있다는 점에서 협력의 기회가 높아지고 있다고 할 수 있다.

마지막으로 중국의 경우 1980년대 이후 정부 주도의 과학기술 연구발전 계획이 본격적으로 시행되어 상대적으로 기초과학 분야가 취약한 것으로 평가되고 있지만, 최근 들어 기초연구의 국제적 선진화 달성을 위해 중점적으로 투자를 확대하고 있다. 중국의 2016년도 전체 기술 수준은 71.1%(2014년 69.7%)이며, 우리나라와의 기술 격차가 2014년 1.4년에서 2016년 1.0년으로 축소될 정도로 추격 속도가 빠르다. 특히 건설/교통, 바이오 분야의 성장 속도가 빠르며, 2014년도 항공우주 분야는 우리나라가 4.3년이나 뒤쳐진 것으로 평가되었다. 양국 간 과학기술 경쟁력의 차이가 빠르게 축소되고 있으므로 기술수준 차이를 고려한 분야별 세부 협력 프로그램을 마련하여야 하며, 중국이 미래 자원 및 에너지 확보 등을 공세적으로 추진하고 있으므로 해당 분야의 한-중 협력을 증진할 특화 프로그램이 필요하다.

## 다. 국내 현황

과학기술정보통신부가 2017년 2월 발표한 ‘2015년도 과학기술·ICT 국제화사업 시행계획’에 따르면, 과학기술정보통신부는 과학기술·ICT 국제협력 및 해외진출 지원을 통해 글로벌 혁신 리더십을 강화하는 것을 목표로 삼고 있다. 이를 위해 창업·벤처기업의 해외진출 성과를 확대하고, 과학기술·ICT 협력 강화로 우리나라의 글로벌 위상을 제고하며, 성과창출에 기여하는 글로벌 협력체제와 인프라를 확충해 나갈 계획이다. 특히 생명공학 분야에서는 전략적 해외 생명자원 및 연구소재 확보를 위한 정보 분석 및 기획기능을 강화하고 지역별 거점구축 및 범부처적 활용강화 등 이익공유 모델을 개발하는 한편 국제 컨소시엄 활동을 활성화 하는 등 해외 생명자원 확보를 위한 국제협력을 강화할 방침이다. 또한 주요 선진국과의 협력을 통한 핵심 고부가가치 자원을 확보하는데 주력할 방침이다.

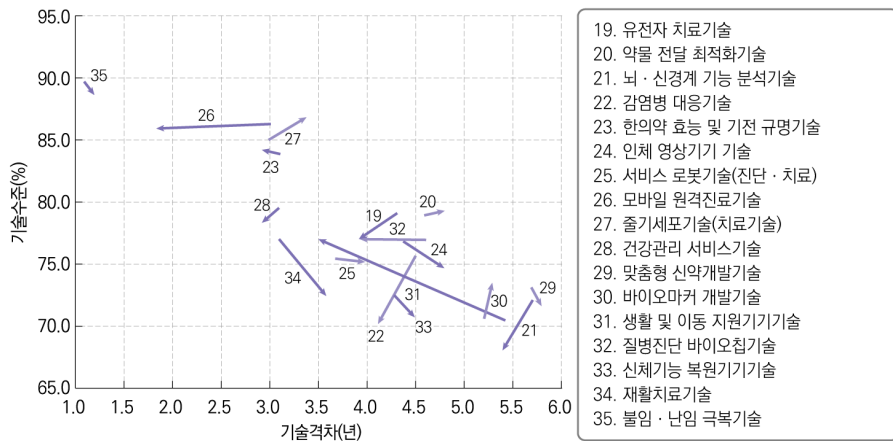


[그림 2-21] 바이오 분야 기술수준 및 격차 변화(2016년도 기술수준평가 결과)

2017년 6월 국가과학기술심의회에서 심의한 기술수준 평가 결과에 따르면, 2016년도 한국의 바이오 분야 기술수준은 선진국에 비해 77.4%로 2014년도에 비해

0.5%p 감소했고, 중국의 추적이 빨라짐에 따라 대중국 기술격차는 1.5년에 불과하여 위기감이 고조되고 있는 상황이다. 세부기술을 살펴보면, ‘줄기세포기술(분화·배양 기술)’(84.0%)의 기술수준이 상대적으로 높은 편이며, ‘바이오 인공장기 개발 기술’(70.4%)이 가장 낮은 수준으로 평가되었다. 기술격차는 ‘농축수산자원 질병 예방·대응·치료기술’(5.4년)이 가장 큰 것으로 평가되었다.

한국의 의료분야 기술수준은 선진국에 비해 77.9%로 2012년도에 비해서는 0.3% 향상되었으나, 중국의 추적이 매우 빨라짐에 따라 대중국 기술격차는 -1.5년에 불과한 상황이다. 세부기술을 살펴보면, ‘불임·난임 극복기술’(88.6%)의 기술수준이 상대적으로 높으며, ‘뇌·신경계 기능 분석기술’(68.1%)은 가장 낮은 것으로 평가되었다. 기술격차는 ‘맞춤형 신약개발기술’(5.8년)이 가장 큰 것으로 평가되었다.



[그림 2-22] 의료 분야 기술수준 및 격차 변화(2016년도 기술수준평가 결과)

정부가 국제협력 활성화를 위해 추진하고 있는 사업은 부처별로 매우 다양하지만, 본 백서에서는 부처별로 다양한 국제협력 사업 중에서 과학기술정보통신부와 교육부의 주요 사업들에 대한 지원 현황과 우수성과를 분석할 계획이다. 연구개발을 중심으로는

과학기술정보통신부와 산업통상자원부가 주도하고 있으며, 교육부에서는 연구의 네트워크를 확대하는 사업을 시행하고 있다.

과학기술정보통신부는 2017년도에 글로벌공동R&D 및 인력양성사업 660억 원, 글로벌 협력기반조성사업 370억 원 등 약 1,654억 원(2016년 대비 약 15억 원 증가)을 배정했으며, 산업통상자원부는 산업기술국제협력사업에 2016년도 대비 약 62억 원이 감소한 557억 원을 배정하였다. 교육부는 2015년 글로벌연구네트워크지원사업(Global Research Network)에 2016년보다 약 22억 원 감소한 약 53억 원을 배정했다. 2016년도까지 교육부가 지원하던 국제백신연구소<sup>69)</sup>에 대한 지원 업무는 2017년부터 보건복지부가 맡고 있으며, 2017년도 지원예산으로는 2016년보다 약 4억 원이 증가한 61억 원을 배정했다.

과학기술정보통신부의 국제협력사업 중 한국연구재단을 전문기관으로 지정하여 추진하고 있는 국제협력연구개발사업은 크게 글로벌연구실지원사업(Global Research Laboratory), 국제화기반조성, 글로벌협력기반조성(ODA), 해외우수연구기관 유치(Global Research and Development Center), 과학기술네트워크지원사업 등의 내역사업으로 구분할 수 있다. 이외에도 한국연구재단은 교육부가 시행하고 있는 글로벌연구네트워크지원사업, 한-EU 교육협력사업, 국제협력선도대학사업 등을 추진하고 있다. 또한 한국연구재단은 약 89억 원의 출연금으로 한중일교류협력사업, 한독공동기금지원, 한스웨덴 공동기금지원, 연구교류지원사업, 개도국지원사업, 국제응용시스템분석연구원(IIASA)협력사업 등도 추진하고 있다.

69) 국제백신연구소는 국제개발도상국을 위한 안전하고 효과적이며 저렴한 백신의 발굴, 개발 및 보급을 위해 UN개발 계획이 설립을 제안하여 1996년도에 국내에 설립된 국제기구이다.

[표 2-32] 국제협력 분야 정부연구개발예산 편성 현황(2012~2016)

(단위 : 억 원, %)

부처	사업명
교육부(4)	국제백신연구소지원, 글로벌연구네트워크지원, 대학연구인력국제교류지원, 세계수준의연구중심대학육성
국무조정실(7)	개발도상국가와의교육과학기술협력에관한연구, 국제개발협력역량강화사업(ODA), 국제학생석사학위과정(ODA), 국제환경평가교류협력사업(ODA), 대개도국과학기술정책협력사업(ODA), 세계은행과의공동연구사업(ODA), 아태지역양성평등정책인프라강화연수사업(ODA)
기상청(1)	아태기후정보서비스및연구개발
농촌진흥청(2)	국제농업기술협력, 해외농업기술개발지원(ODA)
과학기술정보통신부(19)	IAEA기술협력부담금(ODA), 개도국과학기술부담금(ODA), 개도국과학기술지원(ODA), 과학기술국제부담금, 과학기술국제협력네트워크지원사업, 국가간협력기반조성, 국제교류협력연구기획평가, 국제연구인력교류, 국제핵융합실험로공동개발(일반, 기금), 글로벌연구실사업, 기후변화대응기술개발, 막스플랑크한국연구소설치, 아태이론물리센터지원, 원자력국제협력기반조성, 프라운호퍼IME한국연구소설립, 한국파스퇴르연구소운영, 해외과학기술자원활용, 해외우수연구기관유치
산림청(1)	산림과학연구공적개발원조(ODA)
산업통상자원부(3)	산업기술국제협력, 에너지국제공동연구(에너지특별, 기금)
해양수산부(1)	해양과학국제연구사업

표 2-32 국제협력 분야 정부연구개발예산 편성 현황(2012~2016)

2010년 이후로 과학기술정보통신부가 주관한 국제협력연구개발사업 과제들에 대한 미래유망신기술(6T) 분류 현황을 살펴보면 2016년에 가장 많이 지원한 분야는 생명공학(BT) 분야로 약 297억 원(전체 사업비의 40.7%)을 지원하였다.

[표 2-33] 과학기술국제화사업 미래유망신기술(6T)별 지원 현황(2010~2016)

(단위: 백만 원)

구분	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
IT	3,742	4,256	3,917	5,209	4,120	5,170	5,267
BT	27,911	31,948	37,804	34,128	29,546	33,968	29,689
NT	10,568	9,179	10,764	12,813	11,873	9,932	9,844
ST	896	903	1,823	318	155	509	-
ET	7,185	7,812	8,972	7,204	7,881	4,519	4,500
CT	-	17	190	87	15	15	-
기타	20,547	18,465	17,651	25,875	23,590	25,757	23,526
합계	70,850	72,581	81,119	85,633	77,181	79,870	72,826

과학기술정보통신부의 국제협력연구개발사업 중 대표적인 사업으로는 글로벌연구실 지원사업, 해외우수기관유치지원사업을 들 수 있다. 글로벌연구실지원사업은 핵심 기초·원천기술분야에서 해외 우수 연구주체와의 심화된 국제 공동연구를 통해 글로벌 협력 네트워크를 강화하고 국내 연구역량을 세계적 수준으로 제고하는 것을 목적으로 하고 있다. 지원 규모는 연간 5억 원 이내이며, 총 6년(3년+3년)까지 지원한다. 2016년 약 227억 원의 예산으로 총 53과제(신규 10, 계속 43)를 지원하였고, 2017년도는 약 220억 원의 예산으로 같은 예산으로 총 53과제(신규 8, 계속 45)를 지원하였다.

2016년과 2017년에 글로벌연구실지원사업에서 선정한 생명공학분야의 신규과제 목록과 2016년도에 도출된 대표적인 우수성과는 다음과 같다.

[표 2-34] 글로벌연구실지원사업 생명공학 분야 신규 선정과제 목록(2016~2017)

연도	책임자	기관명	과제명
2016	윤주현	연세대	난치성 알레르기 호흡기질환의 바이오마커 개발
2016	이상규	연세대	전사인자 기능제어를 통하여 염증성 자기면역 미세환경을 조절할 수 있는 맞춤형 신약개발
2016	류성호	포항공대	당뇨병 치료를 위한 인슐린 수용체 이성질체의 특이적 조절 연구
2016	송지준	KAIST	퇴행성 뇌질환 발병기작 규명 및 진단/치료제 개발
2017	송민호	충남대	미토콘드리아 단백질 항상성 조절
2017	김상건	서울대	간세포 분비 ITIH1제어에 의한 근육장애 조절 및 대사질환 개선

[표 2-35] 글로벌연구실지원사업 생명공학 분야 우수성과(2016)

<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연구책임자 : 연세대/ 권호정 교수 (2015년 선정)</li> <li>○ 천연 화합물 표적 단백질 결정방법 제시               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 신약개발의 효율성 강화 및 난치병원리 규명에 기여. 식 화합물의 표적 단백질 결정 방법 제시를 통해 천연물 유래생리활성 화합물 및 약물의 표적 단백질 결정 및 검증기술을 강화할 수 있다.</li> </ul> </li> <li>※ 「Natural Product Reports」誌 게재 (2016. 5.)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연구책임자 : 서울대/ 김규원 교수 (2011년 선정)</li> <li>○ 스트레스 상황 암세포의 자기 방어 시스템 해제 방법 규명               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 암세포가 항암제나 방사선 치료 등의 스트레스 상황에서 살아남을 있도록 돕는 특정 단백질의 세포방어 역할 방법을 규명하였다.</li> </ul> </li> <li>※ 「Nature Commiunications」誌 게재 (2016. 10.)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연구책임자 : 연세대/ 권호정 교수 (2015년 선정)</li> <li>○ 새로운 오토파지 유도 약물 발견               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 오토파지 현상을 유도하는 새로운 약물 발견을 통해 오토파지 관련 질환치료제와 혈관 재협착증 방지제 개발 가능성을 제시하였다.</li> <li>* 오토파지: 자가포식 작용으로서 세포 내 오래된 단백질 혹은 제 기능을 못하는 소기관들을 분해하여 다시 세포의 에너지원으로 사용하는 현상</li> </ul> </li> <li>※ 「Scientific Reports」誌 게재 (2016. 10.)</li> </ul>

해외우수기관유치지원사업은 해외로부터 연구인력, 기술, 연구비 등이 유입되는 공동 연구센터의 국내 설립 및 운영을 지원하여 원천기술을 확보하고 글로벌 연구개발 허브기반을 구축하는 것을 목적으로 하고 있다. 지원 규모는 연간 6억 원 내외이며 총 6년(2년+2년+2년)을 지원한다. 2016년도에는 약 104억 원의 예산으로 19개의 계속과제를 지원했으며, 2017도에는 125억 원의 예산으로 총 19과제(신규 6, 계속 13)를 지원하였다.

위 사업은 2005년 시범사업을 시작한 이후, 미국 Betelle, NIH, CASE, 일본 RIKEN 및 독일 프라운호퍼-IFAM 등 세계의 최고 수준의 연구기관과 함께 설치한 공동연구센터를 지원함으로써 국내 연구개발 역량을 크게 향상시키는 성과를 거두었다. 2017년 현재 생명공학(BT) 분야에서 12개의 공동연구센터를 지원하고 있으며, 대표적인 우수성과는 다음 표와 같다.

[표 2-36] BT분야 해외우수연구기관유치사업 공동연구센터 현황

선정	센터명	주관기관 (연구책임자)	해외 연구기관	기술분야
2011	화순전남대학교병원 프라운호퍼 공동연구소	화순전남대 병원 (김형준)	독일, 프라운호퍼-IZI	면역백신
	아산-다나파버 암 유전체 연구 센터	울산대 (장세진)	미국, DFCI	종양학 진단
	가톨릭-하버드 Wellman 광의학 핵심기술 개발센터	가톨릭대 (최명규)	미국, 하버드 웰만 광의학 센터	의료기기
2012	연세 - Cedars - Sinai 심장융합영상연구센터	연세대 (정남식)	미국, 씨다-사이나 메디컬 센터	심혈관질환 영상 및 진단
	한국벙크만 광의료기기 연구센터	단국대 (정필상)	미국, 벙크만레이저 연구소	의료기기
2013	서강-하버드 질병 바이오 물리 연구센터	서강대 (최정우)	미국, 하버드 Wyss 질병 바이오물리 연구소	바이오칩



선정	센터명	주관기관 (연구책임자)	해외 연구기관	기술분야
2015	아산-미네소타 이식 이노베이션 센터	서울아산병원 (김종재)	미국, 미네소타대학교	장기이식
	SNU-SciLifeLab차세대 유전체기술 센터	서울대 (권성훈)	스웨덴, 싸이라이프 연구소	바이오소자
	이화-잭슨랩 암면역치료법 연구센터	이화여대 (이상혁)	미국 잭슨랩	암치료
2016	와이즈만-순천향 조직재생 연구센터	순천향대 (윤정교)	이스라엘, 와이즈만 연구소	줄기세포
	독일 INP-광운대 PBRC 플라즈마 의과학 센터	광운대 (최은하)	독일, 라이프니츠 INP	플라즈마응용 피부질환치료
2017	반려동물 중개의학 암센터	충북대 (강지훈)	미국, 존스홉킨스 의과대학	난치성질환 치료기술

\*2011년도 선정 과정은 2017년 상반기 지원종료

[표 2-37] 해외우수기관유치지원사업 생명공학 분야 우수 연구성과(2016)

- 서강대/ 최정우 교수
- 서강-하버드 질병 바이오물리 연구 센터
  - 빛과 전기를 통하여 외부동력 없이 이동이 가능한 가오리 인공 바이오로봇을 개발
  - 합성고분자와 금속 지지대를 이용하여 구조체를 제작하고, 빛에 반응하는 재조합 심근세포의 접합 및 배양을 통한 조직 제작 기술은 인공생명체 개발에 있어서 혁신적인 결과
  - 위의 연구개발 성과를 Science誌에 게재 Phototactic guidance of a issue-engineered soft-robotic ray, Science, 353(6295), 158-162, 2016.7.)
- 울산대/ 장세진 교수
- 아산-다나파버 암 유전체 연구센터
  - 110명의 대규모 소세포폐암환자 검체를 대상으로 WGS (whole genome sequencing)을 이용한 유전체 변이 분석을 수행한 결과, 유전체 재조합 현상에 의해 생성되는 특정 TP73 유전자의 체세포 유전변이가, 소세포폐암을 유발시키는 주요 유전변이임을 확인하였음

- 
- 대량의 소세포폐암 환자 검체를 이용한 포괄적 유전변이 분석을 통해, 소세포폐암을 유발하는 원인이 되는 유전변이를 확인할 수 있었으며, 이는 곧, 해당 유전 변이를 표적으로 하는 맞춤형 치료로의 접근이 가능함을 의미
- 

교육부가 시행하는 글로벌연구네트워크지원사업은 해외우수 연구자들과의 공동연구 및 네트워크 확대를 통해 국내 연구역량 제고와 세계 수준의 연구성과 창출을 목표로 삼고 있다. 지원규모는 연간 1억 원 이내이며, 최대 3년까지 지원한다. 2016년에는 65억 9천만 원의 예산으로 총 71과제(신규 31, 계속 40)를 지원했으며, 2017년에는 53억 2천만 원의 예산으로 총 69과제(신규 37, 계속 32)를 지원하였다. 2016년도에 도출된 글로벌연구네트워크지원사업의 대표적인 우수성과는 아래와 같다.

[표 2-38] 글로벌연구네트워크지원사업 생명공학 분야 우수 연구성과

- 
- 연구책임자 : 한양대 / 최재훈 교수
  - 협력기관 및 연구자 : McGill University(Cheolho Cheong)
  - 과제명: 동맥경화증 발병과정에서 각 수지상세포군의 역할에 대한 분석
    - 동맥경화를 억제하는 면역세포 작동원리를 최초로 규명
      - 골수의 수지상세포(pDC)가 동맥경화를 억제함을 입증
    - 심혈관 질환 및 대사성질환(당뇨, 비만 등)에 새로운 치료법 기대
  - ※「Cell Metabolism(IF=17.565)」誌 게재(2016.5.)
- 
- 연구책임자 : 숙명여대 / 김종민 교수
  - 협력기관 및 연구자 : Univeristy of Guelph(Leonid Brown)
  - 과제명: 전단응력, G 단백질 연결 수용체 신호 및 microRNA의 통합적 이해를 통한 혈관 발생과정 기전 규명
    - 심장질환과 암 치료에 핵심적인 혈관신생 기전을 최초로 규명
      - microRNA-139-5p와 CXCR4, APJ 단백질의 상호작용 규명
    - 심장질환과 암 치료 후보물질로 활용 기대
      - 혈관신생 억제로 암 치료, 혈관신생촉진으로 심장질환 치료 기대
  - ※「Nature Communications (IF=11.47)」誌 게재(2016.4.)
-

## 라. 발전 과제

앞으로 생명공학분야 국제협력을 위해서는 미국, 유럽 등과 같은 전통적인 협력국가 외에 신흥강국과의 다양한 협력 기회를 모색하여 글로벌 리더십을 강화할 필요가 있다. 국가별 특성을 반영한 R&D 국제협력을 다변화하기 위한 대표적인 사업으로는 미국과 바이오, 뇌연구, 나노·소재 등 첨단기술 분야에 대해 공동연구가 추진될 수 있도록 미국 정부 및 연구기관과 협력이 필요하다. 중국과는 바이오(감염병, 뇌연구 포함), ICT(첨단제조 포함), 신재생에너지 등과 같은 분야에서 2건의 산·학·연 실용화 대형 연구과제를 선정하는 등 공동연구를 심화시킬 필요성이 높다. 특히, 선진국 중에서는 캐나다와는 과학기술협력의 전망이 밝다. 2016년 12월 한국-캐나다 과학기술공동협정을 체결한 이후, 2017년 8월 캐나다 몬트리올에서 한국-캐나다 혁신포럼을 개최하여 과학기술공동협정에서 정했던 의료생명, 의료기기, 나노소재 등의 분야에 대한 협력 방안을 모색함으로써 앞으로 좋은 성과가 기대된다. 더불어 다자협력활동과 관련하여 과학기술정보통신부는 2005년부터 생명과학(뇌과학, 인체기능)분야의 기초연구 지원을 목적으로 다학제·다대륙 간 연구 및 펠로우십 프로그램을 운영하는 국제기구인 Human Frontier Science Program에 가입하여 부담금을 납부하면서 우리나라 생명과학 분야 과학자의 참여를 확대해왔다. 2017년부터는 한국연구재단이 주도적으로 HFSP에 참여하여 한국 과학자의 수혜를 늘리고 한국의 위상을 높여나갈 계획이다.

과학기술 국제협력분야에 속한 연구개발사업의 경우 과학기술정책연구원(STEPI)의 보고서(김기국, 최효민, 2013)도 지적하고 있는 바와 같이, 평가체계를 글로벌 표준에 맞추어 분야별 전문성과 유연한 제도 운영, 그리고 각 단계별로 부합하는 성과를 달성할 수 있도록 평가구조의 효율성을 높여야하는 당면과제를 해결해야 한다. 국제협력사업의 고유한 특성을 반영한 평가체계와 평가지표를 통해 사업을 관리해야 하며, 사업 수행을 통한 명백한 실적(outputs)과 잠재된 실적(outcomes)에 대하여 차별화된 성과측정 방식이 도입되어야 할 것이다.

## 마. 국가 간 협력 현황

한국연구재단은 2017년 10월 현재 51개국 80개 기관과 협력관계를 유지하고 있으며, 한-미, 한-독일, 한-중 등과 같은 양자 간 과학기술협력사업 뿐만 아니라 한-ASEAN, 한중일, 한국-EU, 한-V4(헝가리, 체코, 폴란드, 슬로바키아) 등과 같은 다자간 과학기술협력사업을 추진하고 있다. 본 백서에서는 한국연구재단이 지원하고 있는 양자 및 다자 간 과학기술 협력사업의 현황과 주요성과, 특히 생명공학분야의 우수성과를 소개하고자 한다.

### (1) 한국-미국

한국과 미국 사이의 과학기술 협력을 활성화하기 위한 사업은 크게 5가지를 들 수 있다. 과학기술 교육·교류 사업으로는 미국 대학원생하계연수사업, 미국 우수대학원 생방문연구사업, 연구관리·국제협력 전문가 교육과정을 운영하고 있다. 또한 미국과의 국제협력 네트워크를 강화하고 효율적으로 미래핵심기술을 확보하기 위해 미공군 협력사업을 추진하고 있으며, 2017년 지원예산은 4억 9천만 원이다. 한국연구재단은 한국과 미주국가 간 공동연구 수행을 통해 과학기술 R&D협력기반을 강화하기 위해 미주국가와의 과학기술협력확충사업을 추진하고 있으며, 2015년 예산은 3억 6천만 원이다.

### (2) 한국-독일

한국과 독일 사이의 과학기술협력을 활성화하기 위해 한-독 협력기반조성사업을 운영하고 있다. 과제당 연간 지원예산은 1천5백만 원이며 2년 동안 지원한다. 2016년에는 한-독 협력기반조성사업을 통해 대학중심의 산학연 공동연구 프로그램을 추진하여 다양한 분야에서 장기적으로 국제협력을 추진할 수 있는 기반을 마련하였으며, 과제당 연간 1억 5천만 원씩 총 3과제를 선정·지원하였다.

한-독 협력기반조성사업을 수행한 연구자 중에서 동국대학교 남기창 교수는 인공 심장 기능 모니터링 시스템 관련 국제 워크숍을 3차례 개최함으로써 독일의 인공심장 시뮬레이터와 한국의 혈관시뮬레이터를 접목하는 공동연구 방향을 수립하였으며, 독일 아헨병원에서 국내 맥박측정기기의 임상실험을 추진하였다. 한국화학연구원 부설 안정성평가연구소의 윤석주 박사는 독일 연구자와의 교류·협력을 통해 ‘비알콜성 지방간 암 치료 및 진단용 암줄기세포 바이오마커’에 대한 특허를 출원하는 성과를 거두었다.

### (3) 한국-프랑스

한국과 프랑스 사이의 과학기술협력을 활성화하기 위해 한-프랑스 협력기반조성 사업을 운영하고 있다. 과제당 연간 지원 예산은 1천 5백만 원이며 2년 동안 지원한다. 2002년 제1차 한-프랑스 과학기술공동위원회에서 사업개시에 합의하여 2003년 신규과제를 선정하였고 매년 15과제 내외를 선정하고 있다. 또한 2016년에 제6차 한-프랑스 과학기술공동위원회를 프랑스에서 개최하여 생명과학·공학, 보건·고령화 경제학 등 6개 분야를 우선협력 과학기술분야로 새롭게 지정하였으며, 2018년 서울에서 제7차 한-프랑스 과학기술공동위원회를 개최하기로 합의하였다.

한편 2015~2016년 한-프랑스 협력기반조성사업을 수행한 연구자 중 성균관대학교 엄승호 교수 연구팀은 유전자(DNA) 이상으로 발생하는 유전 질환을 치료할 수 있는 ‘인공 세포핵’을 세계 최초로 개발하는 성과를 거두었다.

### (4) 한국-영국

한국과 영국 사이의 과학기술협력을 활성화하기 위해 한-영 협력창구(Focal Point)사업을 운영하고 있다. 과제당 연간 지원예산은 6천만 원이며 2년 동안 지원한다. 2017년 3월에는 한-영 과학기술공동위원회(국장급)를 영국에서 개최하였으며, 3과제를 선정·지원하였다.

한-영 협력창구사업을 수행한 연구자 중에서 경북대 윤병욱 교수는 한-영 국제 심포지움을 4차례 개최하여 식물의 방어 유도물질을 활용한 암예방 기능성 식품신소재 개발 연구의 수준을 높여 가고 있다. 한국생명공학연구원의 이승구 박사는 총 4회에 걸친 한국·영국 합성생물학 포럼 개최를 통해 양국 전문가들의 기술정보 교류의 장을 마련하였으며, 합성생물학 연구 전략 수립의 기초를 다졌다.

### (5) 한국-스위스

한국과 스위스 사이의 과학기술 협력을 활성화하기 위해 한-스위스 협력기반조성 사업을 운영하고 있다. 과제당 연간 지원예산은 9천만 원이며 3년 동안 지원한다. 2014년도에는 신규 4과제를 지원하였으며, 2015년에는 신규 12과제를 지원하였다. 뿐만 아니라, 2016년에는 양국 간 신진과학도(박사, 박사후과정생)의 상호 방문연구를 지원하기 위해 한-스위스 박사과정생 연수사업을 추진하여 15인의 한국 연구자와 4인의 스위스 연구자를 선정하여 상호 간 방문을 지원하였다. 2017년에는 10인의 한국 연구자와 20인의 스위스 연구자를 모집·지원할 계획이다.

한-스위스 협력기반조성사업을 수행한 연구자 중에서 서울대학교 전누리 교수는 스위스 연구팀과의 공동연구를 통해 다양한 프로파일의 성장인자 자극이 가능한 미세 유체소자 및 장기간 라이브 이미징 기술을 개발하였으며, 이를 통해 줄기세포의 분화 또는 분열을 유도하는 최적의 자극 프로파일 데이터베이스를 구축할 예정이다.

### (6) 한국-스웨덴

한국과 스웨덴 사이의 과학기술 협력을 활성화하기 위해 한-스웨덴 과학기술 공동 연구사업을 운영하고 있다. 과제당 5천만 원씩 2년 동안 지원한다. 2017년에는 5과제를 선정·지원하였다.

한-스웨덴 과학기술 공동연구사업에 참여하고 있는 연구자 중에서 연세대학교

김석준 교수는 스웨덴 연구그룹과의 공동연구를 통해 다양한 암종에서 높은 발현율을 보이는 특정 단백질(galectin - 3)의 저해제 구축 및 적용을 통해 신규항암제 개발을 목표로 현재 연구를 수행중이다.

### (7) 한국 - 러시아

과학기술정보통신부와 한국연구재단은 한국과 러시아 간의 과학기술협력을 위해 2007년 3월에 한 - 러시아 과학기술협력센터를 설립하여 현재까지 운영하고 있다. 한 - 러 센터는 현지 과학기술정보의 수집·제공, 과학기술자 국내유치, 상호 방문 알선, 기술사업화 등의 업무를 추진하고 있다.

한 - 러 센터는 제12차 한 - 러 과학기술공동위원회(2016. 8월, 서울) 후속조치의 일환으로 개최한 ‘제1차 한 - 러 과학기술의 날’(2017. 6월, 모스크바)에서 두뇌·인공지능, 항공우주, 원자력분야 관련 양국 간 협력 활성화방안을 논의했다. 특히 인공지능 분야에서는 인지기능(cognitive function) 모델링, Bio and Brain Signal Analysis, AI application for Big Data Analysis, 신경망, Deep Learning 등을 협력가능 세부분야로 도출하는 성과가 있었다.

### (8) 한국 - 중국

한국과 중국 사이의 과학기술 협력을 활성화하기 위해 한 - 중 핵심공동연구지원 사업을 운영하고 있다. 본 사업은 한 - 중 간 대형 공동연구 추진을 통해 양국의 공통 문제 해결에 기여할 수 있는 실질적인 연구 성과를 도출하기 위해 양국에서 전략분야를 지정·지원함으로써 연구성과를 제고하고 있다. 한국연구재단과 중국 국가자연과학 기금위원회(NSFC) 간에 체결한 양해각서에 의거, 양 기관이 공동으로 승인한 과제를 지원하고 있으며, 2016년도에는 IoT(Internet of Things), Big Data 분야에 대한 모두 3과제를 선정하였으며, 2017년도에는 ‘Mechanistic Approach on Photocatalysis’

분야에 대한 2과제를 선정할 예정이며, 해당 과제는 연간 6천만 원 이내로 3년간 지원할 예정이다.

이외에도 한-중 협력사업으로 2016년도에는 신규 34과제, 2017년도에는 신규 31과제를 각각 선정·지원하였다. 한-중 신진과학자교류사업으로는 2016년도에 7명의 중국인 과학자를 초청하고, 5명의 국내 연구자를 파견하였으며 2017년도에는 10명을 초청, 8명을 파견하여 연구교류를 확대해 나갈 예정이다.

한국연구재단은 한국, 중국, 일본 3국이 참여하는 공동연구지원사업으로 A3 Foresight 프로그램을 운영하고 있다. 2016년도에는 Chemical Biology 분야에 대한 2과제를 선정하였다. 2017년도에는 ‘Molecular Imaging-based Precision Medicine’ 분야에 대한 2과제를 선정하여, 연간 5천만 원 내외로 총 5년 동안 지원할 예정이다.

### (9) 한국-일본

한국과 일본은 한-일 협력사업을 운영하고 있으며, 협력연구와 공동 세미나를 지원한다. 2016년도에는 신규 30과제를 선정하였고, 2017년 12월에 신규 30과제를 선정·지원할 예정이다.

한-일협력사업을 수행한 연구자 중에서 충북대 지운식 교수는 ‘비 가환 확률 해석학: 양자 백색잡음과 양자 워크의 새로운 전망’에 대해 연구하였다. 이 연구를 통해 비가환 랜덤현상의 특성적 성질에 따라 관심의 대상이 되는 문제들을 분류하고 공간화하고 그 공간의 대수적, 해석적 및 기하학적 구조와 성질들을 규명함으로써 관심의 대상인 문제들을 총체적으로 해결함은 물론 새로운 연구방법과 연구 분야를 개발하였다. 연구결과는 ‘Analytic Characterizations of Infinite Dimensional Distributions’라는 제목의 논문으로 학술지에 게재되었고, ‘Characterization of S-Transform for General Construction of Infinite Dimensional Distributions(교신저자)’



라는 제목으로 SCI급 학술지에 제출될 예정이다. 이 연구의 결과는 양자장론, 시스템 생물학, 네트워크과학, 정보과학, 금융공학 등 불확실성을 내포하고 있는 연구 분야에 큰 공헌을 할 것으로 기대되며, 젊은 연구자들에게 창의적인 연구 분위기를 조성하는데 크게 이바지 할 수 있을 것으로 생각된다.

이외에도 한국과 일본 사이의 협력 증진을 위해 일본학술진흥회(JSPS) HOPE Meeting 참가지원사업이 있다. HOPE Meeting은 한국연구재단과 일본학술진흥회(JSPS) 간 협력사업의 일환으로 추진되는 사업으로, 국내 신진과학도들에게 일본의 노벨상 수상자 및 저명 과학자와의 만남의 장을 제공하고, 아시아-태평양 지역의 우수한 신진과학도들 간의 협력 네트워크를 구축하는데 기여하고 있으며, 재단은 매년 6명의 우수한 신진과학도를 선발하여 이 프로그램에 참여시키고 있다.

### (10) 한국-유럽연합(EU)

한국과 유럽연합(EU) 간의 협력 활성화를 위해 2017년 9월 개최 예정인 제6차 한-EU 과기공동위원회에서는 한-EU 간 전략 분야인 나노, 바이오, 에너지, ICT 및 위성항법 분야에 대한 연구협력 현황을 점검하고 향후 협력방향에 대해 논의할 계획이다. 특히 바이오 분야에서는 2014년부터 감염병 연구기관 간 컨소시엄(GloPID-R, Global Research Collaboration for Infectious Disease Preparedness)에 참여하여 공동연구 진행 중이며 2017년 3월에는 GloPID-R 총회를 서울에서 개최하여 전 세계 감염병 발생정보를 공유하고 신종/재발생 감염병 연구 협력방안을 논의하였다.

한국연구재단은 유럽연합과의 협력을 강화하고 핵심 원천기술을 확보하며 다자간 국제협력 네트워크를 구축하기 위해 Horizon2020에 선정·확정된 연구자들의 공동 연구를 지원하고 있다. 한-EU 공동연구지원사업은 '인력교류' 분야에 연간 5천만 원 이내, '공동연구' 분야에 연간 1억 5천만 원 이내의 연구비를 2~4년간 지원하여 유럽 연합 내 선도적인 연구 집단 사이의 지속적인 연구교류와 협력을 촉진하고 있다. 2017년도 신규과제 지원예산은 약 8억 원이며, 10월 초 공모를 통해 12월에 7과제

내외를 선정·지원할 계획이다.

한-EU 공동연구지원사업 수혜 연구자 중 연세대학교의 신성재 교수는 2014년에 ‘마우스를 이용한 다양한 결핵백신 평가용 모델 개발과 새로운 백신의 효능평가’ 과제에 선정되어 2017년까지 지원받을 예정이다. 네덜란드의 Stichting TuBerculosis Vaccine Initiative 등 14개국 40개 기관의 우수 연구자들과 연구협력 네트워크를 구축하여 국제적으로 선두에 있는 새로운 백신후보들을 효능평가하고 국내 결핵백신 개발의 경쟁력을 확보하고자 한다. 협력 대상인 14개국 연구기관은 아래와 같다.

[표 2-39] EU Horizon2020 공동연구(연세대 신성재) 컨소시엄 참여국가 및 연구기관 현황

국가명	연구기관
Australia	THE UNIVERSITY OF SYDNEY
Belgium	INSTITUT SCIENTIFIQUE DE SANTE PUBLIQUE
Belgium	UNIVERSITEIT GENT
Belgium	UNIVERSITE LIBRE DE BRUXELLES
Denmark	STATENS SERUM INSTITUT
France	INSTITUT PASTEUR
France	CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
France	INSTITUT PASTEUR DE LILLE FONDATION
Germany	MAX PLANCK GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER WISSENSCHAFTEN E.V.
Germany	UNIVERSITAET ULM
Germany	BUNDESINSTITUT FUR IMPFSTOFFE UND BIOMEDIZINISCHE ARZNEIMITTEL
Ireland	UNIVERSITY COLLEGE DUBLIN, NATIONAL UNIVERSITY OF IRELAND, DUBLIN
Italy	AZIENDA OSPEDALIERA UNIVERSITARIA POLICLINICO PAOLO GIACCONE DI PALERMO
Italy	ISTITUTO NAZIONALE MALATTIE INFETTIVE L.SPALLANZANI -

국가명	연구기관
	IRCCS
Italy	ISTITUTO SUPERIORE DI SANITA
Netherlands	STICHTING TUBERCULOSIS VACCINE INITIATIVE
Netherlands	STICHTING BIOMEDICAL PRIMATE RESEARCH CENTER
Netherlands	ACADEMISCH ZIEKENHUIS LEIDEN - LEIDS UNIVERSITAIR MEDISCH CENTRUM
Republic of Korea	Yonsei University
Republic of Korea	INTERNATIONAL TUBERCULOSIS RESEARCH CENTER
South Africa	STELLENBOSCH UNIVERSITY
South Africa	UNIVERSITY OF CAPE TOWN
South Africa	KWAZULU NATAL RESEARCH INSTITUTE FOR TB - HIV (K - RITH) NPC
Spain	UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
Spain	INSTITUT DE INVESTIGACIO EN CIENCIES DE LA SALUT GERMANS TRIAS I PUJOL
Switzerland	UNIVERSITE DE GENEVE
Switzerland	EIDGENOESSISCHE TECHNISCHE HOCHSCHULE ZUERICH
Switzerland	UNIVERSITAET ZUERICH
Switzerland	HOSPICES CANTONAUUX CHUV
Switzerland	UNIVERSITE DE LAUSANNE
Switzerland	UNIVERSITAT BASEL
United Kingdom	ASTON UNIVERSITY
United Kingdom	BANGOR UNIVERSITY
United Kingdom	DEPARTMENT OF HEALTH
United Kingdom	MEDICAL RESEARCH COUNCIL
United Kingdom	LONDON SCHOOL OF HYGIENE AND TROPICAL MEDICINE
United Kingdom	IMPERIAL COLLEGE OF SCIENCE, TECHNOLOGY AND MEDICINE

국가명	연구기관
United Kingdom	THE CHANCELLOR, MASTERS AND SCHOLARS OF THE UNIVERSITY OF OXFORD
United Kingdom	THE SECRETARY OF STATE FOR ENVIRONMENT, FOOD AND RURAL AFFAIRS
United States	AERAS GLOBAL TB VACCINE FOUNDATION

한편, 한국연구재단은 2014년도부터 추진되고 있는 Horizon 2020 프로그램에 참여 기회를 늘리기 위한 노력을 경주하고 있다. 2008년 금융위기 이후 촉발된 유럽의 경기침체 해소와 경제 시스템의 안정화, 미래를 위한 경제적 기회 창출의 필요성이 대두됨에 따라 유럽연합은 유럽의 글로벌 경쟁력 확보와 현재 직면하고 있는 사회문제 해결을 위해 연구 및 혁신 분야에 대한 지속적인 투자의 필요성을 인식하게 되었다. 이에 Horizon 2020 프로그램은 유럽연합에 부가가치를 창출하는 사항에 자원을 집중하는 원칙에 따라 과학적 탁월성, 산업 리더십, 사회적 과제 해결을 3대 중점 추진 과제로 삼고 있다. 총 예산은 약 786억 유로(한화 약 98조 6천억 원)인데, 이는 7차 Framework Program에서 투입된 약 253억 유로보다 약 47.6% 증가한 규모이다. 특히 녹색에너지, 보건, 건강 등을 사회적 과제 부분에 전체 투입 금액의 39%(약 296억 유로)라는 최대 예산을 배정하였다.

또한 한국연구재단은 한-EU 과기협력을 심화·확대하기 위한 협력 인프라를 구축하고 미래 협력분야를 발굴함으로써 국내 연구자의 참여 기회를 늘리기 위한 ‘한-EU 과학기술혁신 협력사업(KONNECT)’을 2013년부터 2017년 3월까지 성공적으로 수행했다. 한국(NRF, KIAT, KISTEP), 독일(DLR, KIST\_Europe), 네덜란드(RVO), 스페인(CDTi), 터키(TUBITAK) 등 5개국 8개 기관 간 컨소시엄 형태로 진행된 이 프로젝트는 한국연구재단이 연구책임자로 활동하여 EU측으로부터 3년간 사업비 20억 원을 수주하고 한-EU 과기혁신 정책분석, 수요 맞춤형 네트워킹 구축, 신규 프로그램 런칭, 국제공동연구 평가모형 개발 등 많은 성과를 이루었다. 이 프로젝트의 결과를 기반으로 네트워크 확장 및 지속가능성을 확보하기 위하여 Post-KONNECT를 추진 중이다.

## (11) 한국 정부의 개발협력

과학기술정보통신부는 한국의 국제적 위상에 부합하는 개발협력(ODA)을 위해서 개도국의 과학기술을 발전시키는 일에도 앞장서고 있다. 과학기술정보통신부와 한국연구재단이 시행하는 ‘개도국과학기술지원사업’은 개도국의 대학·연구기관의 과학기술 역량증진을 통해 과학기술 발전과 이공계 전문인력의 양성을 지원하는 것을 목적으로 삼고 있다. 특히 본 사업은 물, 에너지 등 생존·생계 문제의 근본적 해결과 삶의 질 제고를 위하여 지역실정에 적합한 적정과학기술을 지원하고, 개도국들이 스스로 빈곤 극복과 경제성장을 해결할 수 있는 역량을 강화할 수 있도록 돕고 있다. 과학기술정보통신부는 2017년도에는 개도국과학기술지원사업의 예산을 2016년도에 비해 5억 원 증가한 33억 6천만 원을 배정하고 총 15과제를 지원했다.

지원과제 중 한발대 오용준 교수의 경우는 2014년부터 라오스의 전통 음식인 카이펜(민물 김)의 위생 상태와 품질을 적정기술을 활용하여 획기적으로 개선하고, 생산시설 구축과 상품화를 통해 라오스 여성들에게 일자리를 제공하고 지속적인 소득 증대에 기여하고 있다. 기술적으로는 카이펜의 생산에 적합한 조류 세척장치 및 각종 살균처리장치, 자연 건조기술을 개발하였고, 2개의 농촌마을에 특화된 생산공장을 운영 중이다. 현지 지방정부에서 카이펜 시범 생산 공장을 위해 공장 부지를 제공하고 과학기술정보통신부가 설립한 적정기술센터가 보유·개발한 기술력을 통해 설비를 구축하고 현지 주민들이 마을조합을 설립하여 생산 관리를 책임지는 모범적인 ODA 협업 체계를 완성했다는 의미를 갖고 있다. 현재 카이펜 시범 생산 공장은 연간 6만 달러 이상의 지속적인 매출을 올리고 있으며, 53명의 고용을 창출하여 사업성을 확인하는 성과를 거두었다.

교육부와 한국연구재단은 정부와 국내대학 공동으로 대학의 자원 및 학문적·교육적 역량을 활용하여 개도국 개발을 지원하는 ‘국제협력선도대학육성지원사업’을 2012년부터 시행하고 있다. 개도국 대학에 학과나 단과대학을 설치하거나 리모델링하는 프로그램을 지원한다. 2017년 현재 약 40억 원의 예산으로 총 11과제(계속 5, 신규 4,

후속 2)를 지원하고 있다. 사업단별로 연간 약 4억 원의 예산으로 최대 4년까지 지원 받는다. 사업이 종료된 이후에는 출구전략의 일환으로 1~2년 간 후속지원을 받을 수 있다.

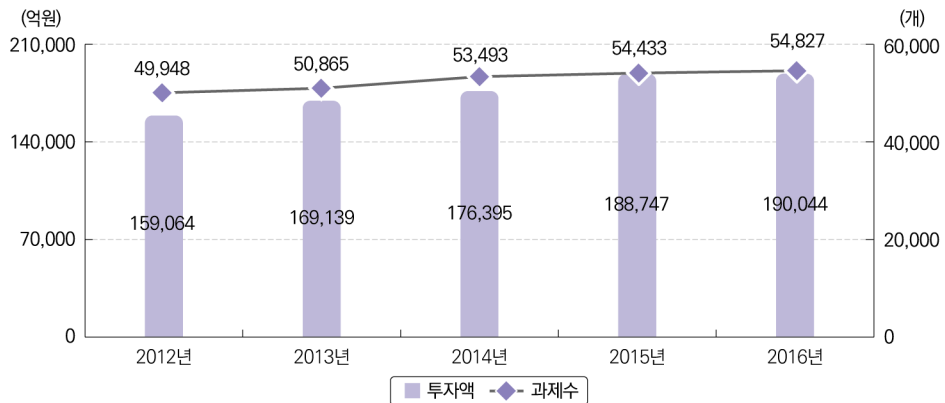
국제협력선도대학사업단 중 인제대학교는 2013년부터 '스리랑카 보건의료 수준 향상을 위한 간호학과 학위과정 구축 및 지역 보건의료 역량강화프로그램' 과제를 수행하고 있다. 인제대학교 사업단이 개발한 간호학과 학사학위 교육과정은 18개 국립간호대학 최초로 스리랑카 고등교육부의 인가를 받았으며, 스리랑카 정부의 간호분야 교육 개발 및 인력양성에 대한 관심과 지원을 이끌어내 200억 원의 스리랑카 정부 예산이 간호교육 분야에 추가 배정되었다. 이후 현지 협력대학인 국립간호대학을 4년제 학사학위 교육과정으로 전환하기 위하여 다각도로 노력하여 스리랑카에서 가장 명성 있는 콜롬보대학 내 간호대학을 설치하는 것으로 교육부 및 보건부와 협의하였으며 2017년 콜롬보대학 내 4년제 학사학위 간호교육과정으로 설치되었다(2017년 11월, 신입생 100명 선발). 이와 함께 현지 협력대학을 포함한 스리랑카 전체 18개 국립 간호대학에 우리나라의 선진 간호교육 학사과정을 점진적으로 적용·개편하는 성과를 거두었다. 또한 우수한 현지 교수진들을 선발하여 인제대학교 간호대학 석사학위과정을 이수할 수 있도록 지원하여 현재까지 6명의 석사를 배출하였으며, 3명이 석사학위과정 중에 있다. 이밖에도 전문간호사 양성의 일환으로 스리랑카 보건부와 함께 응급간호사 연수 과정을 개설하였으며, 연 1회 총 3회 보건부 정식 자격 인정(Post Basic Certification) 연수과정을 시행하며 120명의 수료생 배출과 응급전문 강사진을 육성하는 등 스리랑카 내 간호인력 수준 향상을 위한 개발협력사업에 총력을 기울이고 있다.

## 제2절 생명공학 경쟁력 지표 현황

### 1. 투자

#### 가. 정부 연구개발예산 중 미래유망신기술(6T) 분야별 투자

2016년도 정부 연구개발 총투자는 일반회계, 특별회계 및 기금을 포함해서 19조 44억 원으로 2012년 15조 9,064억 원에서 3조 980억 원이 증가하여 1.19배 확대된 것으로 확인되었다. 이는 당초 편성된 2016년도 예산 19조 942억 원 대비 99.5%의 집행실적을 나타내고 있으며, 전체 사업 수는 562개, 과제수는 5만 4,827개로 조사되었다.

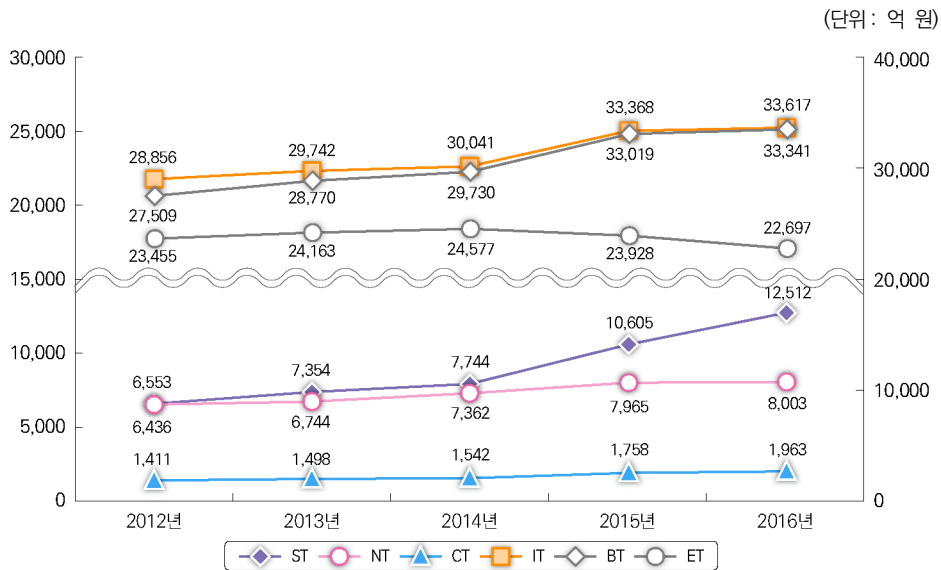


출처: 2016년도 국가연구개발사업 조사분석 보고서 재가공(미래창조과학부(현 과학기술정보통신부)/KISTEP)

[그림 2-23] 국가연구개발사업 투자 추이(2012~2016)

최근 5년간(2012년~2014년) 정부 연구개발예산의 연평균증가율은 4.5%이며, 중소·중견기업지원, 기초연구, 지방 R&D, 과제당 평균 연구비 비중이 지속적으로 증가 추세인 것으로 나타났다. 최근 5년간 국가연구개발사업 규모의 변화 추이는 그림과 같다.

2016년도 미래유망신기술(6T) 분야 투자액은 전년대비 1.3%(1,491억 원) 증가하여 총 11조 2,134억 원으로 정부연구개발 투자 중 59.0%를 차지하였다.<sup>70)</sup> 6T 분야별 투자 중에서 BT 분야는 최근 5년간 연평균 4.9% 증가율을 보이고 있는 것으로 나타났다. 2016년도 BT분야 투자액은 3조 3,341억 원으로 전년대비 1.0%(323억 원) 증가하였으며, 정부 연구개발 투자에서 IT 분야 19.0%(3조 3,617억 원) 다음으로 높은 18.8%의 비중을 차지하는 것으로 나타났다.



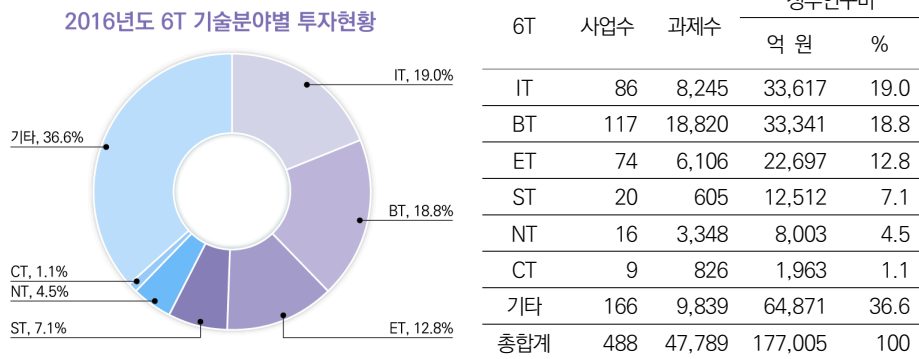
출처: 2016년도 국가연구개발사업 조사분석 보고서 제가공(미래창조과학부(현 과학기술정보통신부)/KISTEP)

[그림 2-24] 6T 분야별 투자 추이(2012~2016)

70) 기술분야별 투자 현황은 인문사회 분야를 제외한 과학기술 분야와 국방(비공개 세부과제 포함)분야 세부과제 47,789개, 정부연구비 17조 7,005억 원을 분석대상으로 함



BT 분야의 전체 사업 수는 2015년 138개에서 2016년 117개로 하락한 반면, 과제 수는 2015년 18,243개에서 2016년 18,820개로 증가하였다.



출처: 2016년도 국가연구개발사업 조사분석 보고서 재가공(미래창조과학부(현 과학기술정보통신부)/KISTEP)

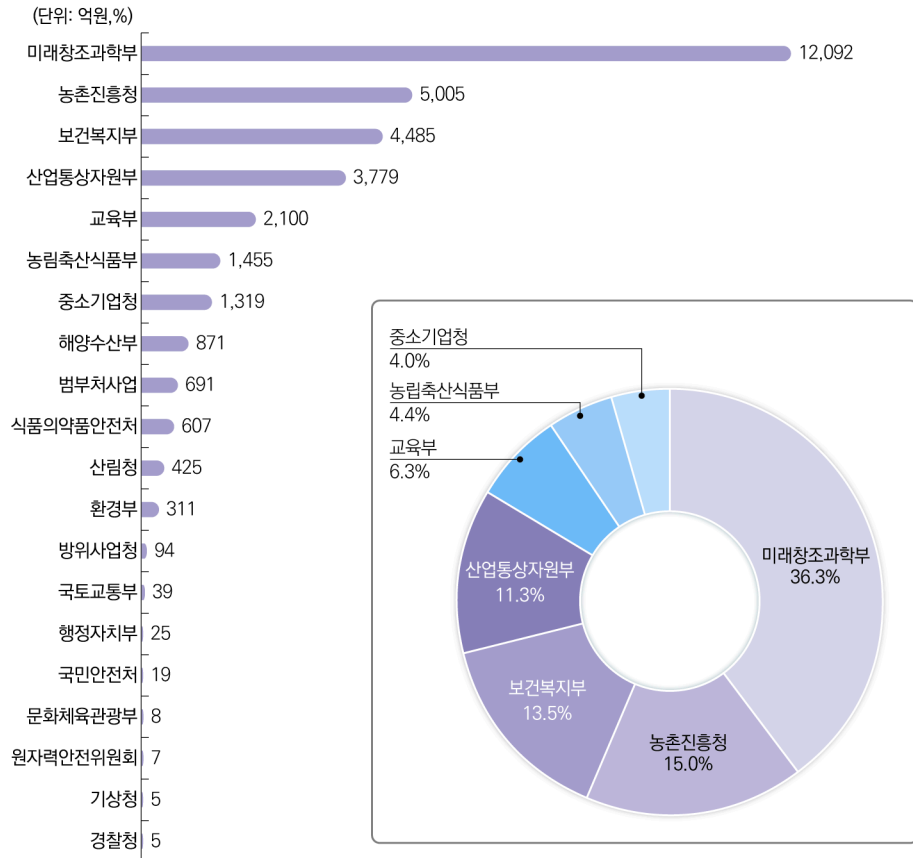
[그림 2-25] 6T 분야별 투자 현황

## 나. BT 분야 상세 투자 현황 및 주요특징

### (1) 투자 현황

2016년도 BT분야에 대한 부처별 투자 현황을 살펴보면, 미래창조과학부(현 과학기술정보통신부)가 1조 2,092억 원으로 전체 BT분야 투자의 가장 큰 비중(36.3%)을 차지하고 있으며, 다음으로 농촌진흥청 5,005억 원(15.0%), 보건복지부 4,485억 원(13.5%), 산업통상자원부 3,779억 원(11.3%), 교육부 2,100억 원(6.3%)순으로 투자가 이루어졌다.

제2장  
국가 생명공학 육성 정책



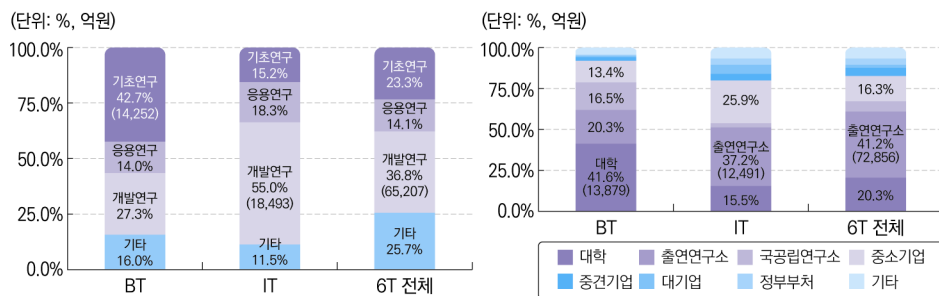
출처: 2016년도 국가연구개발사업 조사분석 보고서 제가공(미래창조과학부(현 과학기술정보통신부)/KISTEP)

[그림 2-26] BT분야 부처별 투자 현황

(2) 연구개발단계/연구수행 주체별 투자 현황

연구개발단계별로 살펴보면 BT분야는 기초연구(42.7%), 개발연구(27.3%), 응용연구(14.0%) 순으로 투자가 이루어진 것으로 확인되었다. IT 분야를 비롯한 6T 전체에서는 개발연구에 가장 많은 투자가 이루어진 반면에, BT 분야는 기초연구에 집중하고 있는 모습을 보이고 있다.

연구수행 주체별로는 대학 1조 3,879억 원(41.6%), 출연연구소 6,767억 원(20.3%), 국공립연구소 5,517억 원(16.5%), 중소기업 4,471억 원(13.4%), 중견기업 770억 원(2.3%)의 순으로 많은 투자가 이루어졌다.



출처: 2016년도 국가연구개발사업 조사분석 보고서 재가공(미래창조과학부(현 과학기술정보통신부)/KISTEP)

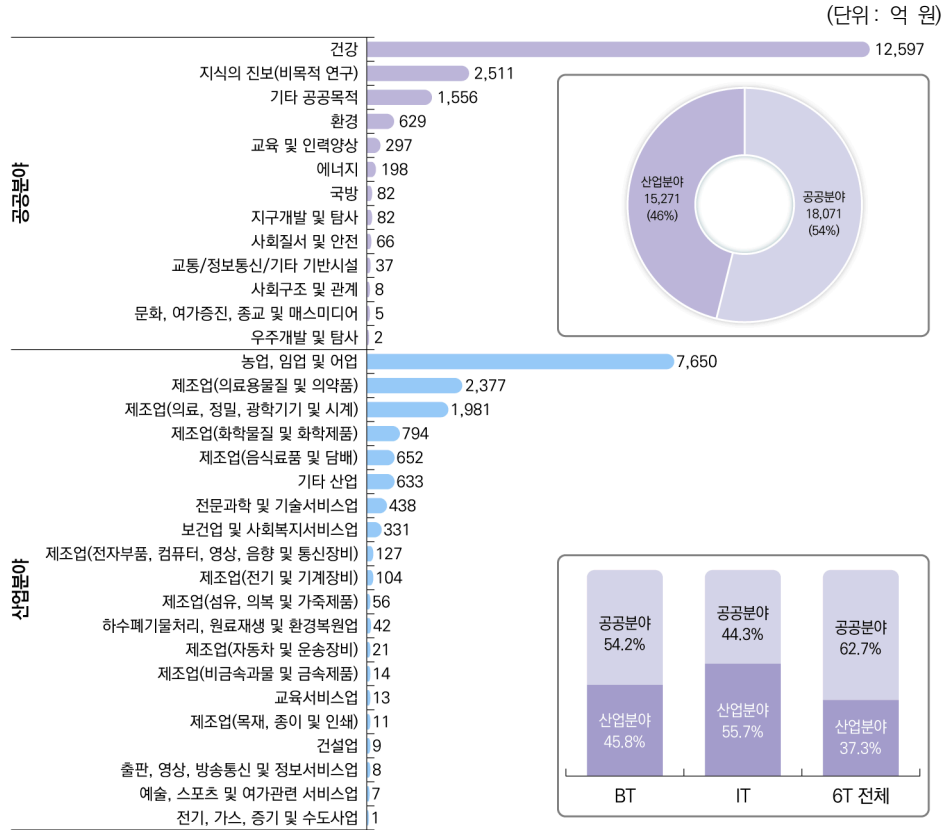
[그림 2-27] BT분야 연구개발단계별(좌)/연구수행주체별(우) 투자 현황

### (3) 적용분야별 투자 현황

BT분야 투자액 3조 3,341억 원에서 공공분야가 54.2%(1조 8,071억 원) 비중을 차지하고 있으며, 산업분야는 45.8%(1조 5,271억 원)를 차지하고 있는 것으로 나타났다.

세부분야별 투자 현황을 살펴보면, 공공분야에서는 건강 1조 2,597억 원(37.8%), 지식의 진보(비목적 연구) 2,511억 원(7.5%), 기타 공공목적 1,556억 원(4.7%), 환경 629억 원(1.9%) 순으로 투자되고 있으며, 산업분야에서는 농업, 임업 및 어업 7,650억 원(22.9%), 제조업(의료용물질 및 의약품) 2,377억 원(7.1%), 제조업(의료, 정밀, 광학 기기 및 시계) 1,981억 원(5.9%), 제조업(화학물질 및 화학제품) 794억 원(2.4%) 순으로 투자되고 있는 것으로 나타났다.

제2장  
국가 생명공학 육성 정책



출처: 2016년도 국가연구개발사업 조사분석 보고서 재가공(미래창조과학부(현 과학기술정보통신부)/KISTEP)

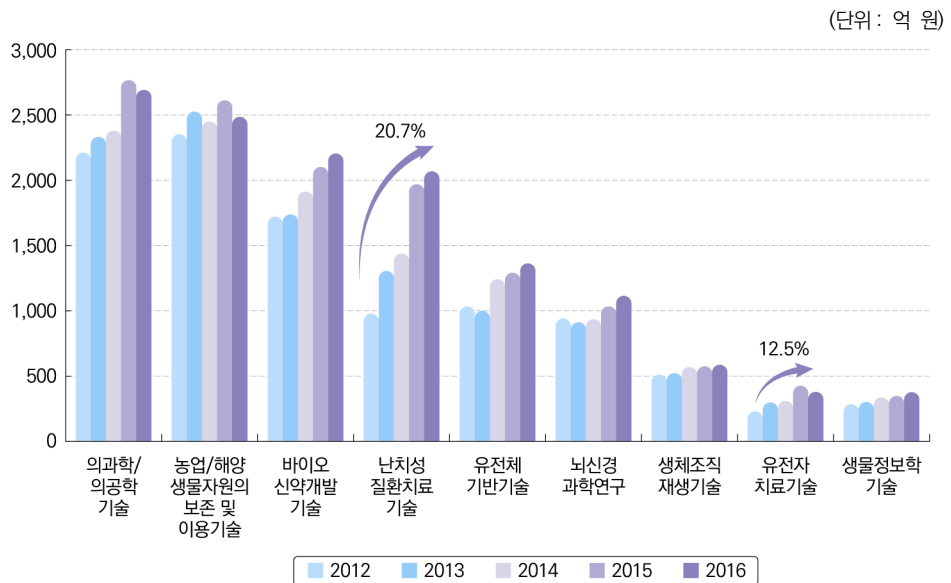
[그림 2-28] BT분야 적용분야별 투자 현황

(4) 기술분류별(유망기술/과학기술표준분류) 투자 현황

2016년 BT분야 투자액(3조 3,341억 원)에서 유망기술 9개 분야<sup>71)</sup>의 예산은 1조 3,291억 원으로 39.9%의 비중을 차지하고 있으며, 2012년부터 2016년까지 연평균 6.7% 증가율을 보이고 있어, BT분야 투자액 증가율 4.5%를 상회하는 것으로 확인되었다.

71) 6T 기술분류 소분류를 기준으로 BT분야에서 중점 기술 분야 9개를 선별함.

투자규모는 의과학/의공학기술(2,691억 원), 농업/해양 생물자원의 보존 및 이용기술(2,482억 원), 바이오신약개발기술(2,202억 원) 순이며, 투자 추이에서는 난치성 질환치료기술(20.7%)과 유전자 치료기술(12.5%) 분야의 연평균 증가율이 높은 것으로 나타났다.

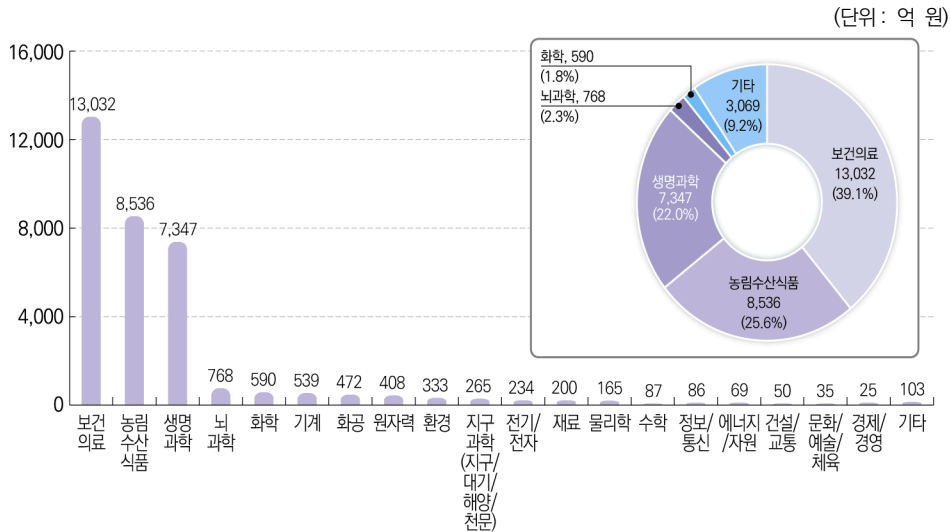


출처: 2016년도 국가연구개발사업 조사분석 보고서 재가공(미래창조과학부(현 과학기술정보통신부)/KISTEP)

[그림 2-29] BT분야 유망기술 투자 추이

국가과학기술표준분류 대분류 기준으로 보건의료 1조 3,032억 원(39.1%), 농림 수산식품 8,536억 원(25.6%), 생명과학 7,347억 원(22.0%), 뇌과학 768억 원(2.3%) 순으로 투자가 이루어졌다.

제2장  
국가 생명공학 육성 정책



출처: 2016년도 국가연구개발사업 조사분석 보고서 재가공(미래창조과학부(현 과학기술정보통신부)/KISTEP)

[그림 2-30] BT분야 국가과학기술표준분류별 투자 현황

BT분야에서 중점적으로 투자되고 있는 보건의료, 농림수산, 생명과학 분야를 국가 표준과학기술분류 중분류를 기준으로 분석하였다. 보건의료 분야에서는 의약품/의약품개발(8.2%), 의생명과학(7.5%), 치료/진단기기(5.8%) 순으로 투자되고 있으며, 농림수산 분야는 식량작물과학(4.5%), 원예작물과학(3.4%), 기타 농림수산식품(3.3%) 순으로 집중 투자되고 있는 것으로 나타났다. 생명과학 분야에서는 분자세포생물학(3.3%), 산업바이오(3.1%), 융합바이오(3.1%) 순으로 많은 투자가 이루어졌다.

[표 2-40] BT분야 표준과학기술분류별(중분류) 중점투자 현황

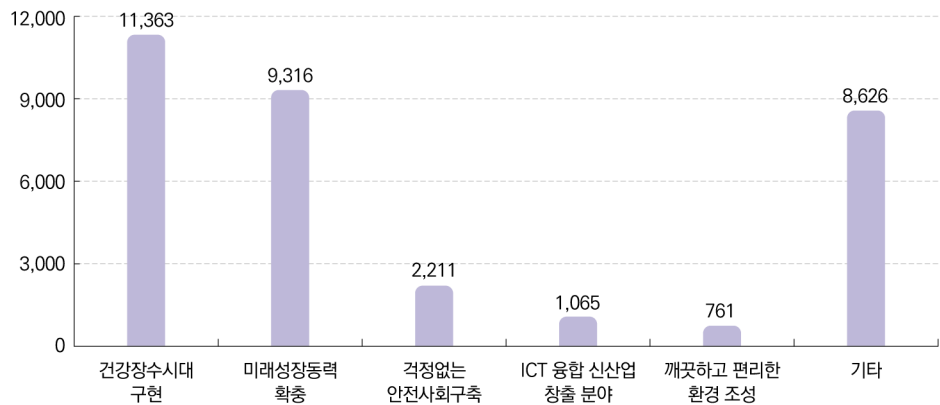
(단위: 억 원, %)

	보건의료 분야		농림수산 분야		생명과학 분야			
	정부 연구비	비중	정부 연구비	비중	정부 연구비	비중		
의약품/의약품 개발	2,738	8.2	식량작물과학	1,496	4.5	분자세포생물학	1,085	3.3
의생명과학	2,499	7.5	원예작물과학	1,121	3.4	산업바이오	1,040	3.1
치료/진단기기	1,931	5.8	기타농림수산 식품	1,089	3.3	융합바이오	1,027	3.1
임상의학	1,636	4.9	동물자원과학	916	2.7	유전학/유전공학	846	2.5
보건의료전체	13,032	39.1	농림수산전체	8,536	25.6	생명과학전체	7,347	22.0

출처: 2016년도 국가연구개발사업 조사분석 보고서 재가공(미래창조과학부(현 과학기술정보통신부)/KISTEP)  
 주: 비중은 BT분야 정부연구비 33,341억 원 중 해당 기술분야가 차지하는 비중을 나타냄

(5) 국가전략기술별 투자 현황

(단위: 억 원)



출처: 2016년도 국가연구개발사업 조사분석 보고서 재가공(미래창조과학부(현 과학기술정보통신부)/KISTEP)

[그림 2-31] BT분야 국가전략기술별 투자 현황

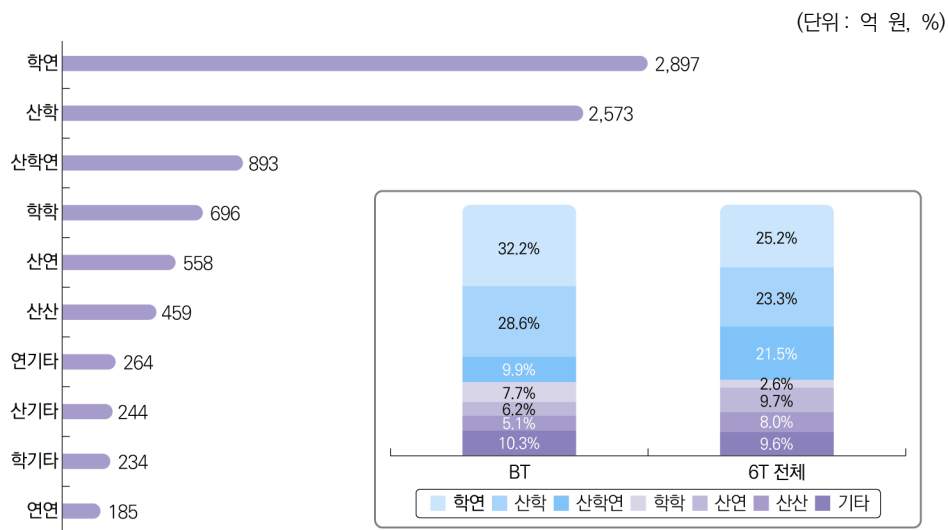
표준과학기술분류별(중분류) 중점투자 현황

BT분야에 대한 투자를 국가전략기술별로 살펴보면, 건강장수시대구현 1조 1,363억 원 (34.1%), 미래성장동력확충 9,316억 원(27.9%), 걱정 없는 안전사회구축 2,211억 원 (6.6%) 순으로 투자가 이루어지고 있다.

### (6) 기타 BT 분야 투자의 주요 특징

#### (가) 학연 공동연구 비중이 높음

2016년 BT분야 투자액에서 협력유형이 있는 경우가 27.0%(9,002억 원), 협력 유형이 없는 경우가 73.0%(2조 4,339억 원)로 나타났다. 협력유형별 투자를 세부적으로 살펴보면, 학연 공동연구(2,897억 원, 32.2%), 산학 공동연구(2,573억 원, 28.6%), 산학연 공동연구(893억 원, 9.9%) 순으로 투자되고 있는 것으로 나타나 대학과 연구소의 협력에 대한 지원이 가장 많은 것으로 확인되었다.



출처: 2016년도 국가연구개발사업 조사분석 보고서 재가공(미래창조과학부(현 과학기술정보통신부)/KISTEP)

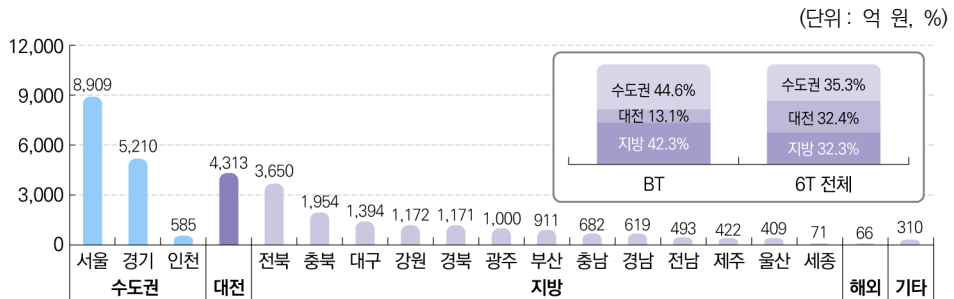
[그림 2-32] BT분야 협력유형별 공동연구 투자 현황



(나) 수도권 투자비중이 높음

BT분야의 지역별 투자는 서울 8,909억 원(26.7%), 경기 5,210억 원(15.6%), 대전 4,313억 원(12.9%), 전북 3,650억 원(10.9%) 순으로 많은 투자가 이루고 있다. 전년 대비 증가율을 살펴보면 전북 55.9%(1,309억 원 증), 인천 30.9%(138억 원 증) 증가하여 가장 높은 증가율을 보이고 있는 반면, 경기도의 경우 22.9%(1,549억 원 감) 감소하여 큰 폭으로 감소된 것으로 나타났다.

6T 전체의 경우 수도권 35.3%, 대전 32.4%, 지방 32.3% 비중으로 지역별로 분산되어 투자가 이루어진데 비해, BT분야의 경우 수도권에 집중되어 있는 모습을 보이고 있다.



출처: 2016년도 국가연구개발사업 조사분석 보고서 재가공(미래창조과학부(현 과학기술정보통신부)/KISTEP)

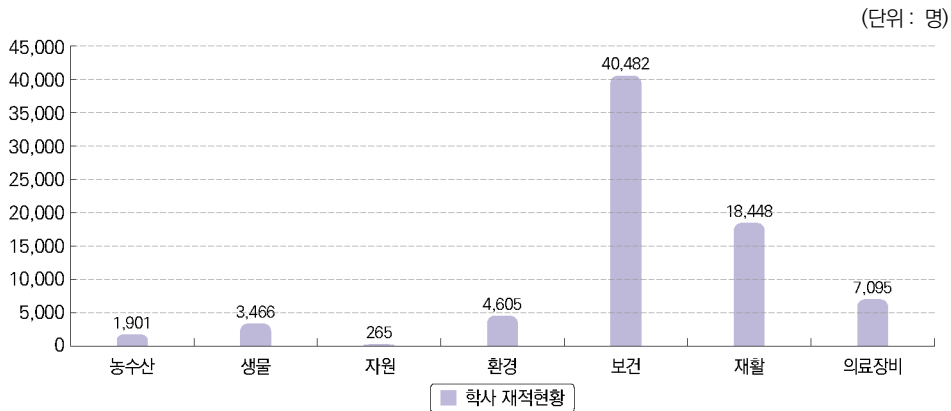
[그림 2-33] BT분야 지역별 투자 현황

## 2. 인력

### 가. 학과별 배출인력

교육통계연구센터의 교육통계서비스에 따르면 2016년 기준 전문대학의 바이오 분야 학사 재적 현황에서 보건 분야의 학사 재적생수(40,482명)가 가장 많은 것으로 조사되었다.

학과별 학사 재적생수의 성별 현황을 살펴보면 보건 및 재활학과를 제외한 나머지 분야에서 남성 비중이 높게 나타났으며 특히 환경학과에서 남성 비중이 가장 높았다. 보건학과는 약 4,000여 명이 여성학생 수가 더 많았고 재활학과는 약 1,000명 정도의 여학생이 더 많은 것으로 조사되었다.



주) 전문대학의 바이오 분야 학사 재적 현황

출처: 교육통계서비스(<http://kess.kedi.re.kr/index>)

[그림 2-34] 2016년 기준 바이오분야 학과별 학사 재적 현황

[표 2-41] 2016년 기준 바이오분야 학과별 학사 재적생수의 성별 현황

(단위: 명)

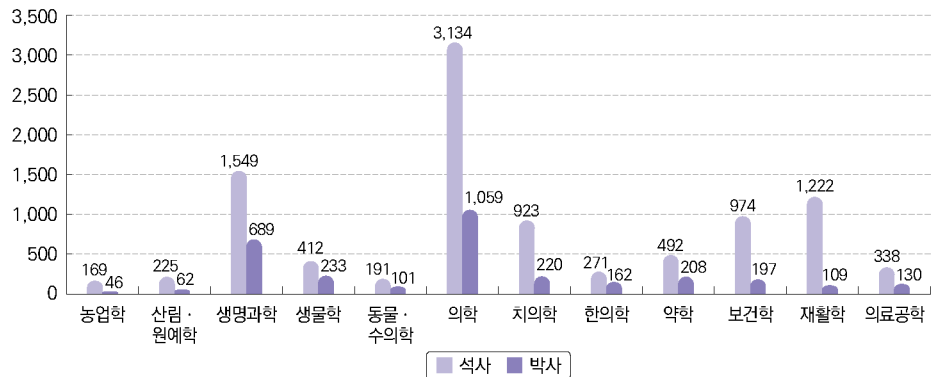
학과	학사 재적생		
	남자	여자	소계
농수산	1,559	342	1,901
생물	2,095	1,371	3,466
자원	136	129	265
환경	3,757	848	4,605
보건	18,103	22,379	40,482
재활	8,623	9,825	18,448
의료장비	5,050	2,045	7,095

주) 전문대학의 바이오 분야 학사 재적 현황

출처: 교육통계서비스(<http://kess.kedi.re.kr/index>)

교육통계연구센터의 교육통계서비스에 따르면 2016년 기준 바이오분야 학과 중 의학분야의 석사(3,134명) 및 박사(1,059명) 졸업자가 가장 많은 것으로 조사되었다.

(단위: 명)



출처: 교육통계서비스(<http://kess.kedi.re.kr/index>)

[그림 2-35] 2016년 기준 바이오 분야 학과별 석·박사 졸업자 현황

학과별 석·박사 졸업자의 성별 현황을 살펴보면 석사 졸업자에서는 보건학과 재활학에서 여성 비중이 월등히 높았고 박사 졸업자에서는 보건학분야를 제외한 모든 학과에서 남성 비중이 높은 것으로 나타났다.

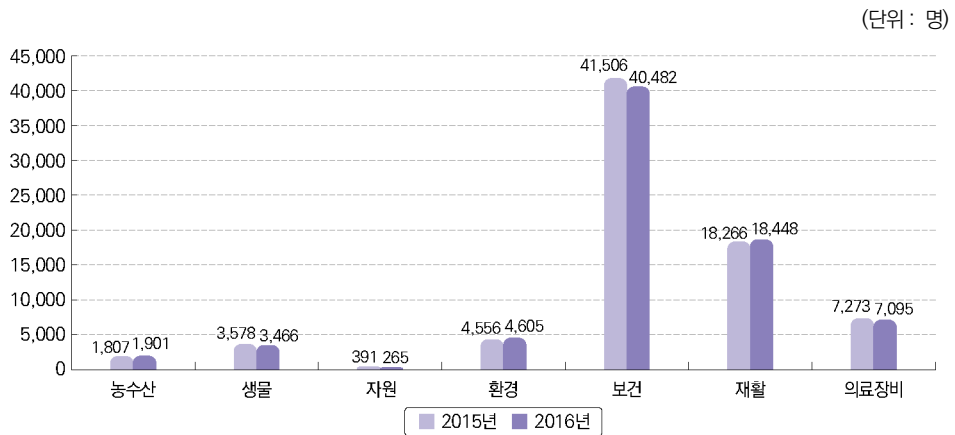
[표 2-42] 2016년 기준 바이오 분야 학과별 석·박사 졸업자의 성별 현황

(단위: 명)

학과	석사 졸업자			박사 졸업자		
	남자	여자	소계	남자	여자	소계
농업학	111	58	169	36	10	46
동물·수의학	106	85	191	66	35	101
보건학	231	743	974	70	127	197
산림·원예학	111	114	225	37	25	62
생명과학	748	801	1,549	449	240	689
생물학	232	180	412	141	92	233
약학	178	314	492	111	97	208
의료공학	155	183	338	72	58	130
의학	1,784	1,350	3,134	635	424	1,059
재활학	269	953	1,222	55	54	109
치의학	554	369	923	118	102	220
한의학	150	121	271	110	52	162

출처: 교육통계서비스(<http://kess.kedi.re.kr/index>)

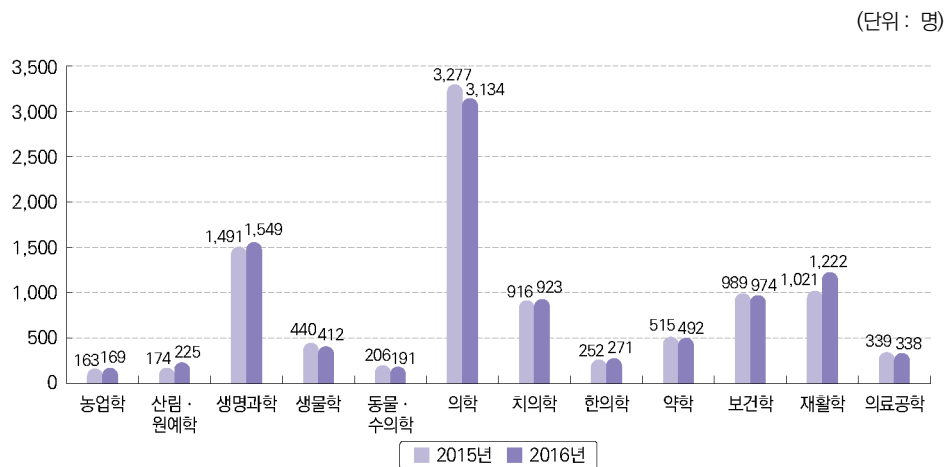
2015년과 2016년의 바이오 분야 학과별 학사 재적생수 변화를 살펴보면 생물, 자원, 보건, 의료장비 분야에서 재적생수 감소를 보였고 이 중 보건 분야의 재적생이 가장 많이 감소(1,024명)하였다. 농수산, 환경, 재활 분야에서는 재적생수가 증가하였으며 특히 재활 분야의 재적생수가 가장 많이 증가(182명)하였다.



출처: 교육통계서비스(<http://kess.kedi.re.kr/index>)

[그림 2-36] 바이오분야 학과별 학사 재적생수 비교(2015~2016)

2015년과 2016년의 바이오분야 학과별 석사 졸업자 변화를 살펴보면 생물학, 동물·수의학, 의학, 약학, 보건학, 의료공학에서 졸업생 수가 감소를 보였고 이 중 의학

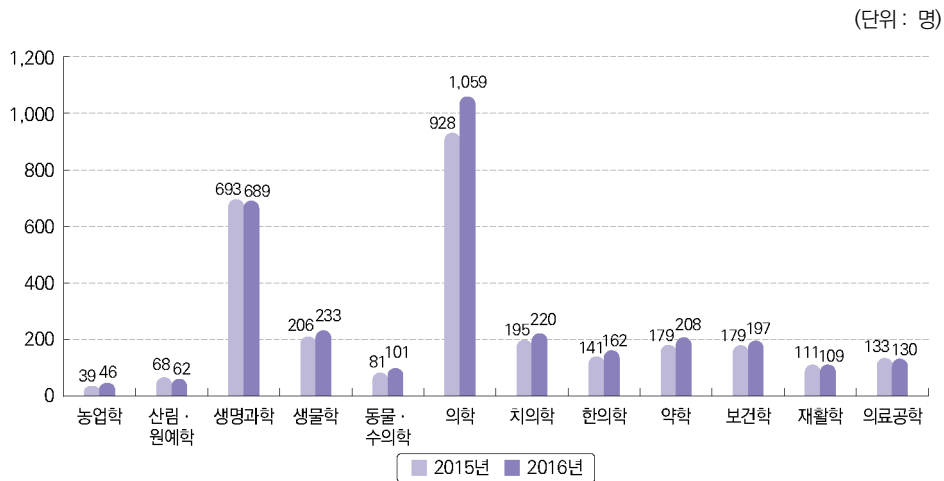


출처: 교육통계서비스(<http://kess.kedi.re.kr/index>)

[그림 2-37] 바이오분야 학과별 석사 졸업자 비교(2015~2016)

분야의 졸업생이 가장 많이 감소(143명 감소)하였다. 나머지 학과에서는 졸업생이 증가하였으며 특히 재활학에서 가장 많은 증가(201명 증가)를 보였다.

2015년과 2016년의 바이오분야 학과별 박사 졸업자 변화를 살펴보면 산림·원예학, 생명과학, 재활학, 의료공학에서 졸업생 수가 감소하였고 대부분 6명 이하로 감소하였다. 이들 학과를 제외한 나머지 학과에서는 졸업생이 증가하였으며 특히 의학 분야가 131명으로 가장 많이 증가하였다.



출처: 교육통계서비스(<http://kess.kedi.re.kr/index>)

[그림 2-38] 바이오분야 학과별 박사 졸업자 비교(2015~2016)

## 나. 바이오산업 인력 현황

산업통상자원부와 한국바이오협회가 조사하여 발표한 ‘2015년 기준 국내 바이오산업 실태조사’에 따르면, 국내 978개 바이오기업에 종사하는 인력 수는 39,686명으로 2014년 대비 1,885명 증가하였고 1개 업체당 평균 40.6명이 근무하고 있는 것으로

조사되었으며, 2011년 이후 2013년 2.4%의 감소를 제외하고 연평균 2.7%씩 지속적으로 증가한 것으로 나타났다.

[표 2-43] 바이오산업 분야별 연도별 종사자 수

(단위 : 명, %)

구 분	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	연평균 증감률
종사자 수	35,718	37,570	36,684	37,801	39,686	2.7
증감률	11.1	5.2	-2.4	3.0	5.0	

### (1) 분야 및 직종별 인력 현황

국내 바이오산업 인력을 직종별로 보면 연구인력이 12,782명(32.2%), 생산인력 13,564명(34.2%), 영업/관리 13,340명(33.6%)으로 구성되어 있다.

[표 2-44] 바이오산업 분야별 종사자 인력 분포

(단위 : 명, %)

구 분	업체수	연구 인력	생산 인력	영업/ 관리	계	산업별 구성비	
전 체	인력	978	12,782	13,564	13,340	39,686	100.0
	비율	100.0	32.2	34.2	33.6	100.0	
바이오의약산업	330	6,157	7,147	7,514	20,818	52.5	
바이오화학산업	206	2,168	1,453	1,394	5,015	12.6	
바이오식품산업	197	1,659	3,029	1,831	6,519	16.4	
바이오환경산업	76	357	369	488	1,214	3.1	
바이오전자산업	22	303	576	306	1,185	3.0	
바이오공정 및 기기산업	71	428	510	576	1,514	3.8	
바이오에너지 및 자원산업	26	371	409	369	1,149	2.9	
바이오검정, 정보서비스 및 연구개발산업	50	1,339	71	862	2,272	5.7	

출처 : 2015년 기준 국내 바이오산업 실태조사(산업통상자원부, 한국바이오협회)

## (2) 연구·생산직 학위별 인력 현황

2015년 기준 산업체 종사자 중 학사 졸업자는 16,718명(42.1%)으로 가장 많았으며, 석사 8,140명(20.5%), 박사 2,342명(5.9%) 순으로 나타났다.

[표 2-45] 2015년 바이오산업 종사자 분야별 학위별 분포

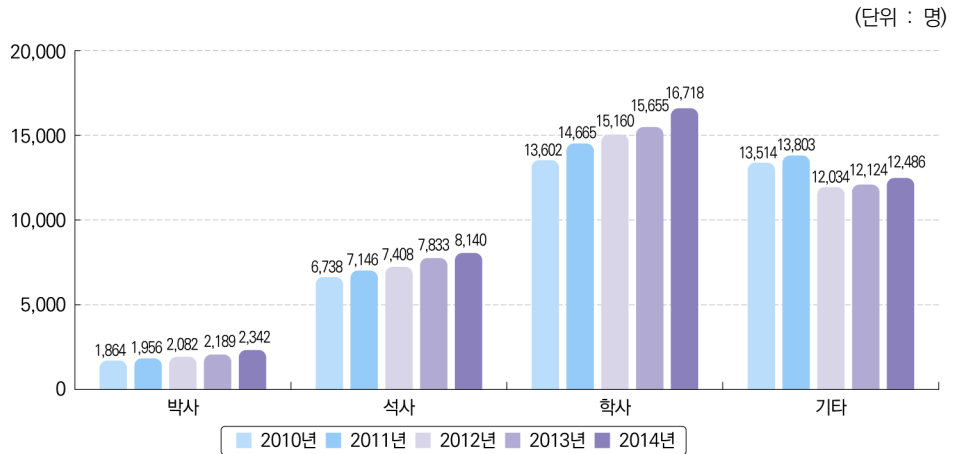
(단위 : 명, %)

구분		박사	석사	학사	기타	계	산업별 구성비
전 체	인력	2,342	8,140	16,718	12,486	39,686	100.0
	비율	5.9	20.5	42.1	31.5	100.0	
바이오의약산업		1,252	4,336	8,658	6,572	20,818	52.5
바이오화학산업		345	1,321	2,126	1,223	5,015	12.6
바이오식품산업		341	1,131	2,461	2,586	6,519	16.4
바이오환경산업		43	181	708	282	1,214	3.1
바이오전자산업		47	185	413	540	1,185	3.0
바이오공정 및 기기산업		78	238	656	542	1,514	3.8
바이오에너지 및 자원산업		61	157	438	493	1,149	2.9
바이오검정, 정보서비스 및 연구개발산업		175	591	1,258	248	2,272	5.7

출처 : 2015년 기준 국내 바이오산업 실태조사(산업통상자원부, 한국바이오협회)

2011년부터 2015년까지 바이오산업분야 종사자의 학위 변화를 살펴보면 박사, 석사, 학사 인력은 점진적으로 증가하고 있으며, 기타 인력의 경우 2012년 감소하였으나 이후부터 다시 증가 추세를 보이고 있다.



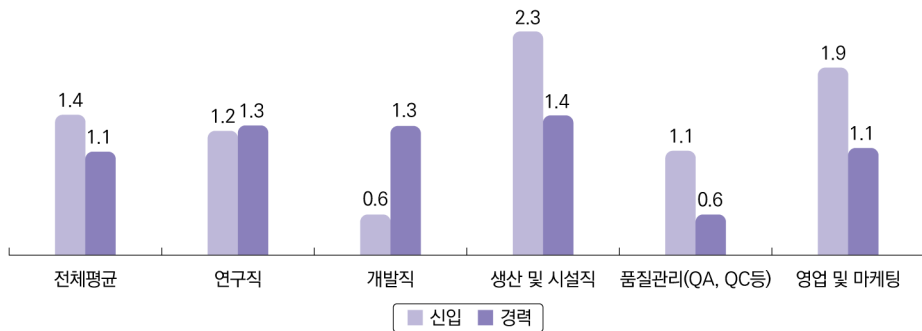


[그림 2-39] 2011~2015년 바이오산업 종사자 학위별 인력 변화 추이

### (3) 인력수급 현황

바이오산업 인적자원개발협의체 운영기관인 한국바이오협회에서 산업통상자원부의 지원으로 조사한 ‘바이오산업 인력수급 실태조사’에 따르면 2016년 기준 1개 업체당 직종별 평균 구인 인력은 신입 1.4명, 경력 1.1명 수준으로 나타났으며, 신입 구인 인원은 생산 및 시설직이 2.3명으로 가장 많고 경력 구인인원 또한 생산 및 시설직이 1.4명으로 가장 많았다.

(업체 수 : 1,017개, 단위 : %)

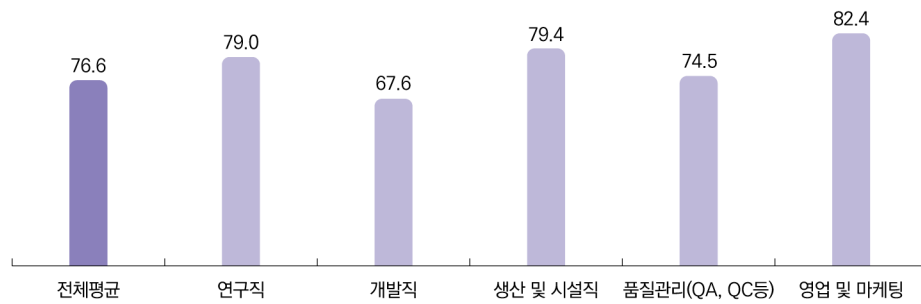


[그림 2-40] 2016년 기준 바이오기업 1개 업체당 직종별 평균 구인인원

제2장  
국가 생명공학 육성 정책

2016년 기준 필요인원(채용계획 인원)에 대한 구인 충족률은 개발직, 품질관리직을 제외한 모든 직종에서 80% 대로 나타났으며, 전체 평균은 76.6%로 조사되었다.

(업체 수 : 662개, 단위 : %)



[그림 2-41] 2016년 기준 바이오기업 1개 업체당 직종별 평균 구인인원

### 3. 특허

#### 가. 생명공학 특허 개요

생명공학분야에 있어 특허는 원천기술 확보 이상의 의미를 갖는다. 타 분야에 비해 연구개발기간과 개발비용이 막대하고, 상용화 준비단계에 승인 및 허가 제도가 도입되어 있어 투자회수 뿐만 아니라 단계별 자금 확보를 위한 법적 장치로서 특허권 획득은 매우 중요하기 때문이다.

생명공학분야는 미래성장동력 및 사회문제 해결을 위한 수단으로 주목받으면서 정부의 R&D 투자는 연평균 18.3%의 높은 증가율을 보이고 있으며, 연구개발의 성과인 특허 역시 큰 폭으로 늘어나고 있다.

따라서 특허분석을 통해 연구개발의 성과를 측정해 보고 세부기술의 변화 추이를 살펴볼 필요가 있다. 이러한 정보는 국가의 과학기술 정책 수립 및 기업의 연구개발 방향결정에 중요한 기초자료가 된다.

#### 나. 분석기준

생명공학 분야의 기술분류는 OECD에서 분류한 기준을 토대로 한국특허청의 전문가 집단에서 세분류한 6개 산업, 13개 기술분류, 27개 세분류로 구분하였다.<sup>72)</sup>

분석대상 국가로는 한국과 세계적 동향을 파악하기 위해 특허를 가장 강하게 보호하고 시장규모도 큰 미국특허를 대상으로 하였으며, 시간적 기준으로 한국은 출원

72) 생명공학 특허동향 p14 특허청, 2003

시점으로 2001~2015년까지를, 미국특허는 등록기준으로 2002~2016년까지의 특허를 가지고 동향을 파악하였다.

또한, 기술분류는 IPC 8판 기준으로 그간의 누락데이터를 보완하고 수정하여 최종적으로 데이터셀을 완성하였다. 그러나 기술분류체계가 IPC에서 CPC(cooperative patent classification)를 전환되고 있는 과정에 있어 향후에는 CPC 중심의 분류 체계로의 변화가 필요할 것으로 보인다.

[표 2-46] 생명공학의 기술분류

산업	기술분류	세분류
공정	생물공정	동식물 세포배양장치, 분리정제, 생물학적합성, 효소 미생물관련 장치
	측정진단	조사·분석, 측정·시험
	생물자원탐색	미생물, 바이러스
기초	동식물세포배양	동식물세포
	효소공학	효소
농업	유전체	당유기함유핵산, 유전공학
	단백질체	고정화펩티드, 펩티드, 하이브리드펩티드
식품	항체이용	면역글로블린
	생물농약	생물농약
의약	형질전환동식물	신규한 동물, 신규한 식물
	발효식품	알코올발효 및 장치
환경	생물의약	단백질치료제, 방사선의약, 신약후보물질, 유전자치료, 치료용 항체
	환경생물공학	생물학적 수처리, 슬러지처리



제2장  
국가 생명공학 육성 정책

기술분류		2001 ~2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
단백 질체	펩티드	1227	348	403	468	322	435	273	301	348	446	393	
	고정화펩티드	4	3	9	7	8	10	2	6	2	3	1	
	하이브리드펩티드	124	29	46	62	68	71	54	86	84	52	31	
항체 이용	면역글로불린	364	141	188	386	220	374	203	263	256	286	312	
효소 공학	효소	399	107	109	138	144	176	131	135	167	183	143	
생물자 원탐색	미생물	1024	288	247	291	311	412	338	398	445	384	329	
	바이러스	98	15	25	36	24	45	46	44	52	61	45	
동식물 세포 배양	동식물세포	442	184	199	267	196	281	193	165	210	277	243	
	생물 농약 개발	생물농약	255	84	93	70	105	90	76	61	52	42	42
농업	형질 전환	신규한동물	133	33	41	33	43	60	45	53	66	76	100
	동식물 개발	신규한식물	259	44	51	74	57	176	139	160	120	71	56
발효 식품 개발	알코올발효 및 장치	498	149	166	169	186	261	181	169	155	175	173	
	생물 의약 개발	방사선의약	52	11	17	14	6	19	8	16	14	13	14
유전자치료		109	20	35	38	36	29	17	62	80	76	96	
치료용항체		525	134	244	332	198	346	214	173	192	192	157	
단백질치료제		734	204	282	448	230	510	232	262	217	245	219	
신약후보물질		1767	104	101	163	127	193	146	145	133	170	143	
환경 생물 공학	슬러지처리	54	17	25	62	58	74	61	68	36	60	28	
	생물학적수처리	1088	230	259	273	245	269	189	169	174	161	161	
계		14,191	3,415	4,273	5,332	4,304	6,023	4,281	4,759	4,776	5,014	4,654	



국가	2001~2005	2006~2010	2011~2015	합계
프랑스	171	425	370	966
영국	267	349	266	882
네덜란드	148	262	185	595
덴마크	151	184	158	493
중국	44	104	197	345

#### 마. 한국특허로 본 생명공학분야의 상위 다출원인 현황

한국에 출원하는 생명공학 특허분야의 상위 15개 다출원인을 살펴보면, 대학의 약진이 두드러지게 나타났다. 2001~2005년에는 상위 15위 안에 포함된 대학이 5곳에서 2006~2010년에는 8곳, 2011~2016년에는 10곳으로 늘어나 대한민국에서 생명공학분야의 연구개발과 특허를 창출하는 중심이 대학이 되고 있음을 보여주고 있다.

최근 5년간의 특허출원건수를 보면, 농촌진흥청이 746건으로 가장 많은 출원을 하였고, 전 구간에서 계속 1위를 하던 생명공학연구원이 531건으로 다출원 순위 3위를 차지하였다. 대학에서는 서울대학교가 552건으로 가장 많고, 고려대학교가 406건, 건국대학교가 354건 순으로 나타났다. 전자 기업으로 인식되는 삼성전자도 313건의 생명공학분야 특허를 출원하고 있는 것으로 나타났다. 국내 출원기관들의 특허출원이 늘어남에 따라 외국기업인 제넨테크와 에프호프만라로슈 등의 순위가 뒤로 밀리고 있는 현상이 나타났다.



[표 2-49] 국내 상위15대 다출원인 현황

(단위 : 건)

2001~2005		2006~2010		2011~2015	
출원기관명	특허건수	출원기관명	특허건수	출원기관명	특허건수
한국생명공학연구원	286	한국생명공학연구원	572	농촌진흥청	746
삼성전자	201	서울대 산학협력단	428	서울대 산학협력단	552
제넨텍, Co	169	농촌진흥청	427	한국생명공학연구원	531
CJ	155	제넨텍, Inc	305	고려대 산학협력단	406
서울대학교	145	고려대 산학협력단	243	건국대 산학협력단	354
농촌진흥청	114	삼성전자주식회사	238	연세대 산학협력단	341
고려대학교	104	한국과학기술원	205	삼성전자주식회사	313
한국과학기술연구원	98	에프. 호프만 - 라로슈 아게	187	경북대 산학협력단	269
한국과학기술원	78	전남대 산학협력단	184	한국과학기술원	260
바스프(AG)	75	건국대 산학협력단	183	한국과학기술연구원	246
포항공과대학교	73	노파르티스 아게	175	기톨릭대 산학협력단	242
메르크파텐트(GMBH)	70	연세대 산학협력단	175	에프. 호프만 - 라로슈 아게	233
(주)메디제네스	68	한국과학기술연구원	162	전남대 산학협력단	205
아지노모토(가)	67	경북대 산학협력단	147	경희대 산학협력단	195
건국대학교	61	고려대 산학협력단	146	이화여대 산학협력단	193

#### 바. 미국에 등록된 생명공학특허건수 동향

미국의 생명공학특허도 특허등록건수가 매년 지속적으로 증가하고 있는 것으로 나타났다. 2012년 이후에는 매년 10,000건 이상의 특허가 등록되고 있고, 2002~

2016년까지의 특허등록 연평균 증가율은 2.98%를 나타내고 있다. 그러나 미국전체 등록특허의 연평균 증가율 4.55%보다는 낮은 것으로 조사되었다.

세부기술분야별로 살펴보면, 전체 특허등록건수에서는 형질전환동식물개발의 신규한 식물이 25,457건으로 가장 많고 그 다음으로 측정진단 기술의 측정·시험분야가 14,975건, 생물약개발기술의 단백질치료제가 12,457건, 치료용항체가 11,149건 순으로 나타났다.

미국은 특허법상 식물특허(plant patent)제도가 체계화 되어 있어 신규한 식물에 대한 특허가 많은 것으로 보인다. 식물특허란 무성생식(Asexual reproduction)<sup>73)</sup>을 통한 개량식물에 대한 보호권이다.

신규한 식물특허를 제외하고 최근 5년간의 특허출원건수의 변화의 흐름을 살펴보면, 한국과는 조금은 다른 결과를 보여주고 있다. 측정 진단의 측정·시험분야는 조금씩 꾸준히 늘어나고 있어 이 분야의 특허활동은 한국과 마찬가지로 매우 높다고 할 수 있다. 그러나 미국특허에서는 생물약기술의 치료용 항체와 단백질 치료제 기술 분야가 높은 특허등록건수를 보여 한국과는 차별화되어 있음을 알 수 있다. 2012년 이후 매년 특허등록건수가 1,000건 이상으로 나타나, 이 분야의 연구개발이 매우 활발히 진행되고 있음을 보여주고 있다.

그 밖에도 유전체기술의 유전공학분야, 측정진단의 조사·분석분야, 생물공정의 생물학적합성분야, 단백질체의 펩티드 분야는 특허등록건수가 500건 이상으로 나타났다.

발효식품 개발의 알코올 발효 및 장치 분야와 환경생물공학기술의 생물학적 수처리 분야는 한국과 달리 연구개발이 많지 않은 분야로 다른 기술분야에 비해 특허 등록 건수가 현저히 적음을 알 수 있다.

73) 무성생식이란 씨(seeds)를 통한 번식(production)을 제외한 접목생식(grafting), 절단생식(rooting of cuttings) 등의 방식을 이용한 개량식물의 번식을 의미한다.

[표 2-50] 미국에 등록된 생명공학분야의 기술분류별 -연도별 특허등록건수 현황

(단위 : 건)

기술분류		2002	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
		~ 2006											
공정	생물 공정												
	분리정제	43	4	2	0	4	1	1	3	1	0	1	
	생물학적합성	2,319	481	417	483	568	668	704	711	772	741	693	
	동식물 세포배양장치	69	16	21	15	32	33	24	14	30	47	31	
	효소, 미생물관련장치	537	94	136	142	261	270	230	222	264	266	225	
측정 진단	조사, 분석	2,370	535	529	546	876	800	764	755	738	784	789	
	측정, 시험	4,593	894	827	834	1,099	1,109	1,083	1,135	1,126	1,129	1,146	
유전체	유전공학	2,375	581	392	458	601	589	591	605	702	827	827	
	당류기함유핵산	1,976	407	433	483	589	619	541	512	445	413	391	
단백 질체	펩티드	1,867	544	555	454	452	423	378	405	472	626	729	
	고정화펩티드	86	10	12	16	8	12	11	10	15	11	18	
	하이브리드펩티드	16	3	2	5	5	7	4	10	9	19	16	
기초 이용	항체 이용	면역글로불린	603	211	213	183	240	236	224	289	265	422	529
	효소 공학	효소	1,772	325	258	235	274	285	282	340	397	401	460
생물 자원 탐색	미생물	603	125	120	104	151	142	183	230	269	196	192	
	바이러스	171	33	39	47	27	31	41	48	42	41	70	
동식물 세포 배양	동식물 세포 배양	1,089	202	186	206	268	290	327	365	447	418	405	
생물 농약 개발	생물농약	585	130	113	105	130	180	257	271	276	232	227	
형질	신규한동물	217	46	54	42	50	31	43	48	45	56	68	

제2장  
국가 생명공학 육성 정책

기술분류	2002 ~ 2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
전환												
농업 등식물 개발	신규한식물	6,537	1,534	1,720	1,591	1,643	1,587	1,907	2,040	2,343	2,211	2,344
식품 식품 개발	알코올발효 및 장치	91	18	11	8	10	13	16	17	17	18	39
	방사선의약	245	44	47	44	61	55	99	127	128	114	104
	유전자치료	356	72	38	55	99	117	131	132	177	192	171
의약 의약 개발	치료용항체	2,178	495	560	679	856	847	995	1,137	1,217	1,114	1,071
	단백질치료제	2,843	653	659	723	994	910	1,006	1,221	1,257	1,151	1,040
	신약후보물질	1,077	56	44	52	85	79	110	141	153	224	241
환경 환경 공학	슬러지처리	5	1	2	5	4	2	1	3	1	5	3
	생물학적수처리	546	152	150	140	142	108	122	93	108	85	74
계		35,169	7,666	7,540	7,655	9,529	9,444	10,075	10,884	11,716	11,743	11,904

### 사. 미국에 등록된 생명공학 특허의 국가별 특허등록건수 현황

미국에 등록된 특허등록건수를 국가별로 구분하여 5년 단위로 묶어 조사를 수행하였다. 미국이 77,423건으로 가장 많고, 일본이 9,507건, 독일이 6,040건 순으로 나타났다. 한국은 1,991건으로 다등록 순위 10위를 차지하고 있는 것으로 나타났고, 최근 5년으로 한정하면 8위를 나타내고 있다. 미국 특허청에서 발표하는 전체 특허 통계데이터를 기준으로 살펴보면 동기간 미국 전체 특허에서 미국이 차지하는 비율은 49.4%(2,874,818건 중 1,419,626건) 반해 생명공학 특허는 58.1%(133,325건 중 77,428건)로 미국은 생명공학 분야에 많은 연구개발과 특허보유를 하고 있는 것으로

나타났다. 해당 국가의 전체특허와 비교했을 때 생명공학 분야의 점유율이 높은 국가는 네덜란드(전체 0.79%, 생명공학 3.45%), 스위스(전체 0.76%, 생명공학 2.26%), 호주(전체 0.66%, 생명공학 1.20%)로 나타났다. 대한민국은 전체 특허는 4.56%인데 반해 생명공학특허는 1.49%로 여전히 타 산업에 비해 낮은 집중도를 가지고 있는 것으로 조사되었다.

[표 2-51] 미국에 등록된 생명공학특허의 국가별 특허등록건수 현황

(단위 : 건)

국가	2002~2006	2007~2011	2012~2016	합계
미국	20,898	24,111	32,419	77,428
일본	2,271	3,259	3,977	9,507
독일	1,662	1,932	2,446	6,040
네덜란드	1,203	1,379	2,024	4,606
프랑스	897	907	1,535	3,339
영국	879	875	1,362	3,116
스위스	514	879	1,622	3,015
캐나다	903	942	1,006	2,851
덴마크	558	600	1,076	2,234
대한민국	274	558	1,159	1,991
호주	391	520	694	1,605
이스라엘	323	453	802	1,578
벨기에	335	447	593	1,375
대만	164	350	584	1,098
스웨덴	259	281	369	909

## 아. 미국에 등록된 생명공학특허의 국가별 기술력수준 분석 현황

최근 5년(2012년~2016년)간 미국에 등록된 특허를 대상으로 국가별로 구분하여 기술력 수준을 양적·질적 지표를 사용하여 분석해보았다.

양적지표는 특허등록건수를, 질적지표는 인용횟수를 가지고 분석하였고, 상대적 기술수준을 평가하기 위해 인용지표는 CII<sup>74)</sup>(Current Impact Index)를 사용하였다. CII지수는 1을 기준으로 1보다 높으면 높을수록 특허의 질적 수준의 높음을 의미하고, 1보다 낮으면 낮을수록 질적 수준이 떨어짐을 의미한다.

미국이 양적·질적으로 모두 높은 수준으로 기술력 수준은 압도적으로 높게 나타났다. 일본은 양적으로는 미국 다음으로 2위를 계속 차지하고 있으나, 질적 수준이 상대적으로 낮은 것으로 나타나 4~5위 수준을 유지하고 있는 것으로 조사되었다.

특허의 질적 수준에서는 호주가 가장 우수한 것으로 나타났다. CII지수가 미국보다도 높은 것으로 나타났고, 양적으로는 12위 정도이나 질적으로 1위를 차지함으로써 기술력 수준은 2~3위를 차지하고 있는 것으로 나타났다. 또한 스위스 역시 생명공학분야 특허의 질적 수준이 우수한 것으로 나타났다. 스위스의 CII 역시 1에 근접하고 있어, 양적·질적 수준을 포함한 기술력 수준도 매우 높게 나타났다.

한국은 양적으로는 2012년 166건으로 10위에서 2015년에는 270건으로 8위 수준 까지 올라갔다. 그러나 질적으로는 2012년 0.79에서 2015년에는 0.19로 떨어져 특허의 양적 성장에 비해 질적으로는 떨어지는 것으로 나타났다. 특히 특허의 질적 수준이 2012년에는 7위였으나 2015년에는 17위로 떨어져 질적 수준 향상을 위한 노력이 필요할 것으로 보인다.

74) CII(Current Impact Index)란 현재시점을 기준으로 과거 5년간의 특허가 당해 연도에 얼마나 인용되었는지를 조사하여 상대적으로 비교한 값

[표 2-52] 2012~2016년 미국에 등록된 생명공학분야의 국가별 기술력 수준 현황

(단위 : 건, 점)

	2012년				2013년				2014년			
	특허 건수	CII	기술력 지수	순위	특허 건수	CII	기술력 지수	순위	특허 건수	CII	기술력 지수	순위
미국	5,761	1.20	6,918.30	1	6,267	1.31	8,206.51	1	6,813	1.24	8,449.60	1
일본	731	0.36	261.63	6	781	0.49	384.22	2	852	0.35	294.85	5
독일	446	0.19	86.94	10	417	0.29	120.24	7	498	0.67	331.29	3
네덜란드	275	0.16	43.82	11	271	0.51	137.52	6	459	0.47	216.04	8
스위스	271	1.12	302.31	5	337	0.82	277.33	3	325	0.84	273.63	7
프랑스	244	0.18	43.49	14	305	0.11	33.38	14	280	0.63	177.42	9
영국	230	1.50	344.82	3	250	0.86	214.36	4	300	0.94	283.07	6
대한민국	166	0.79	131.00	8	218	0.17	36.81	12	245	0.19	45.85	14
캐나다	212	1.44	304.22	4	186	0.63	116.27	8	196	0.45	87.23	11
덴마크	176	0.77	134.83	7	203	0.93	187.81	5	256	1.17	300.37	4
이스라엘	131	1.00	131.00	8	145	0.71	103.23	9	161	0.62	99.32	10
호주	134	3.26	436.65	2	121	0.77	93.23	10	154	2.38	366.09	2
중국	67	0.00	-	16	95	0.03	2.72	19	125	0.05	5.76	19
벨기에	94	0.46	43.67	12	99	0.12	11.88	17	106	0.58	61.53	12
대만	105	0.39	41.30	15	125	0.57	70.79	11	134	0.26	35.49	16
이탈리아	60	0.00	-	16	74	0.17	12.69	15	81	0.73	58.98	13
스웨덴	68	0.00	-	16	52	0.23	12.04	16	88	0.41	36.33	15
스페인	30	0.00	-	16	34	-	-	20	61	0.17	10.28	18
인도	37	0.00	-	16	54	0.10	5.50	18	54	0.09	4.75	20
뉴질랜드	19	2.30	43.67	12	23	1.48	34.06	13	44	0.24	10.54	17

제2장

국가 생명공학 육성 정책

	2015년		기술력 지수	순위	2016년		기술력 지수	순위
	특허 건수	CII			특허 건수	CII		
미국	6753	1.28	8,634.91	1	6825	1.31	8,910.18	1
일본	807	0.31	248.50	5	806	0.35	282.44	4
독일	557	0.62	342.78	2	528	0.42	221.01	6
네덜란드	510	0.46	232.06	6	509	0.26	132.53	9
스위스	349	0.98	342.43	3	340	0.95	322.54	2
프랑스	343	0.29	97.78	12	362	0.29	105.51	11
영국	306	0.59	180.01	8	276	0.91	250.38	5
대한민국	260	0.23	60.69	13	270	0.19	50.99	14
캐나다	228	1.21	275.91	4	184	0.73	133.90	8
덴마크	209	0.72	151.46	9	232	0.56	129.93	10
이스라엘	188	0.73	137.52	10	177	0.48	84.71	12
호주	141	1.53	215.77	7	144	1.96	282.91	3
중국	140	0.24	33.79	16	175	0.18	32.26	15
벨기에	129	0.94	121.65	11	165	1.28	211.02	7
대만	119	0.27	32.23	17	101	0.18	18.62	17
이탈리아	85	0.40	33.80	15	92	0.34	31.03	16
스웨덴	79	0.57	44.71	14	82	0.78	64.11	13
스페인	57	0.16	9.26	19	54	0.16	8.40	20
인도	49	0.06	3.13	20	70	0.21	14.85	19
뉴질랜드	42	0.27	11.53	18	41	0.37	15.24	18



## 자. 미국특허의 생명공학분야 다등록 상위 10개 특허권자 현황

최근 5년(2012년~2016년)의 다특허등록건수 보유 10개사를 미국전체 특허권자와 미국에 등록된 특허 중 한국인 특허권자로 구분하여 정리해 보았다.

미국전체 특허권자에서는 Monsanto Technology가 1,978, Pioneer Hi - Bred Int'l이 1,775건으로 다른 특허권자들에 비해 압도적으로 많은 특허를 보유하고 있는 것으로 나타났다. 대학으로는 유일하게 University of California가 583건 순으로 다등록 3위 특허권자로 조사되었다.

한국 특허권자 중에서는 삼성전자가 131건으로 가장 많은 특허권을 보유하고 있는 것으로 조사되어, 반도체, 이동통신분야 뿐만 아니라 생명공학분야에서도 우수한 지적권 활동을 하고 있는 것으로 나타났다. 그 다음으로는 한국생명공학연구원이 66건, CJ 제일제당이 65건 등의 순으로 나타났다.

미국전체에서는 대부분 기업들이 다특허권자로 나타난 반면, 한국특허권자 중에서는 출연(연)과 대학의 특허성고가 많음을 알 수 있다.

[표 2-53] 2012~2016년 미국에 등록된 생명공학분야의 다등록기관 현황

(단위 : 건)

다등록기관명(미국전체)	건수	다등록기관명(한국)	건수
Monsanto Technology LLC	1,978	SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.	131
Pioneer Hi - Bred Int'l, Inc.	1,775	KRIBB	66
The Regents of the University of California	583	CJ Cheiljedang Corp.	65
Syngenta Participations AG	563	POSTECH ACADEMY - INDUSTRY FOUNDATION	38
Genentech Inc	293	SNU R&DB Foundation	37

제2장

국가 생명공학 육성 정책

다등록기관명(미국전체)	건수	다등록기관명(한국)	건수
Seminis Vegetable Seeds, Inc.	276	KAIST	34
NOVARTIS AG	273	KIST	29
Novozymes A/S	229	Korea University	22
Terra Nova Nurseries, Inc.	201	HANMI SCIENCE CO., LTD	14
Danisco US Inc.	196	National Cancer Center	8
		Sungkyunkwan University	8

## 4. 논문(질적지표)

### 가. 개요

연구개발 결과는 논문을 통해 전파되고 이를 통해 학문이 발전하며 응용연구로 연결된다. 연구자는 논문발표를 통해 연구결과에 대한 객관적인 비판과 평가를 받으며, 자신의 축적된 연구역량을 확인해주는 주요 수단이 되기도 한다. 이러한 논문의 현황 분석은 우리나라 생명공학의 수준과 역량을 보다 객관적으로 진단하는데 유용하다. 특히, 질적 성과 중심의 선도형 R&D체계로 전환<sup>75)</sup>하기 위해서는 논문의 양적 수준 뿐 아니라 질적 수준에 대한 객관적인 분석이 필요하다.

논문분석을 수행하기 위해서는 논문 데이터베이스(DB)가 필요하다. Clarivate Analytics에서 발간하는 SCI(Science Citation Index) DB는 학계에 널리 알려진 DB로써 SCI등재 학술지 논문수는 한 나라의 국제적인 연구개발 활동의 지표로서 널리 인식되고 있다. SCI DB는 30년 이상 엄정한 심사를 통과한 학술지에 대한 DB를 구축하여 제공함으로써 세계적인 권위를 인정받고 있다. 논문 현황 분석은 SCI DB의 일종인 InCites B&A(Benchmarking & Analysis, 1981~2015)와 WoS(Web of Science), ESI(Essential Science Indicators, 2005~2015)를 기반으로 하였다. 전체 과학기술분야 중 생명공학분야를 분석하기 위해 SCI 과학기술 18개 분야 중 관련 6개 분야를 대상으로 하였다.

75) 국가과학기술심의회(2013), 제3차 과학기술기본계획(2013~2017)

## 나. 한국의 SCI논문 현황

2015년 우리나라 SCI논문수는 57,626편으로 세계 12위 수준이다. 세계 점유율도 2006년 대비 0.89% 증가하는 등 매년 양적으로 점진적인 증가 추세를 나타내고 있다.

[표 2-54] 최근 10년간 한국의 SCI논문 발표 현황

구분	2006	2007	2008	2009	2010
논문발표수(편)	28,830	29,601	34,355	37,764	41,518
세계 총 논문수(편)	999,080	1,049,965	1,129,244	1,183,591	1,226,822
세계 점유율(%)	2.89	2.82	3.04	3.19	3.38
세계 순위	11위	12위	12위	12위	11위

구분	2011	2012	2013	2014	2015
논문발표수(편)	45,726	49,884	52,322	55,126	57,626
세계 총 논문수(편)	1,308,072	1,375,340	1,451,689	1,492,142	1,524,487
세계 점유율(%)	3.50	3.63	3.60	3.69	3.78
세계 순위	11위	10위	12위	12위	12위

우리나라 SCI논문의 최근 5년간(2011~2015) 평균 피인용 횟수는 5.13회로, 세계 평균(5.53회)과 비교했을 때 질적 수준에서 약간 낮은 수준을 보이고 있다. 하지만 우리나라의 평균 피인용 횟수가 세계대비 76.2% 수준에서 92.8% 수준으로 증가하는 등 향후 질적 수준이 점진적으로 개선될 것으로 기대된다.

[표 2-55] 5년 주기별 한국의 SCI논문 1편당 평균 피인용 현황

구분	'06~'10	'07~'11	'08~'12	'09~'13	'10~'14	'11~'15
한국	3.88	4.1	4.33	4.63	4.93	5.13
세계평균	5.09	5.18	5.3	5.4	5.49	5.53
세계대비	76.23%	79.15%	81.70%	85.74%	89.80%	92.77%

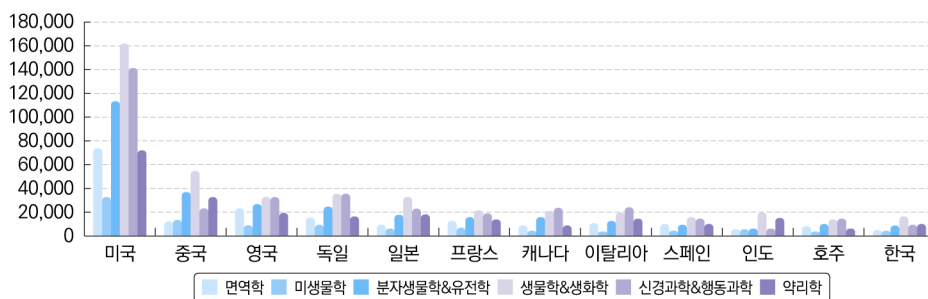
#### 다. 바이오분야 SCI논문 현황

우리나라 바이오 6개 분야의 최근 5년간(2011~2015) SCI논문수는 아래 표와 같다. 미생물학과 약리학 분야가 논문수로 세계 9위 수준이며, 점유율도 우리나라 평균(2.94%) 보다 높은 것으로 나타났다. 국가별로는 미국이 6개 분야 모두 월등히 앞서 있으며, 중국, 영국, 독일, 일본, 프랑스 순으로 나타났다.

[표 2-56] 최근 5년간(2011~2015) 한국의 바이오분야 SCI논문 현황

분야명	분야 논문수	세계순위	한국 대비		세계 대비	
			총논문수	점유율	세계분야 총 논문수	점유율
면역학	4,482	15위	260,684	1.72%	206,210	2.17%
미생물학	4,338	9위	260,684	1.66%	109,951	3.95%
분자생물학 & 유전학	8,219	12위	260,684	3.15%	282,086	2.91%
생물학&생화학	15,880	10위	260,684	6.09%	481,734	3.30%
신경과학&행동 과학	8,751	13위	260,684	3.36%	393,267	2.23%

분야명	분야 논문수	세계순위	한국 대비		세계 대비	
			총논문수	점유율	세계분야 총 논문수	점유율
약리학	9,667	9위	260,684	3.71%	275,412	3.51%
생명공학 합계	51,337	12위	260,684	19.69%	1,748,660	2.94%



[그림 2-42] 최근 5년간(2011~2015) 국가별 바이오분야 SCI논문수

한국의 바이오분야 SCI논문을 연도별 살펴보면 분자생물학 및 유전학 분야의 SCI 논문수가 최근 10년간 11.3%의 연평균 증가율을 보이며 대략 2.6배정도 증가하였고, 면역학(8.8%), 신경과학 및 행동학(8.1%), 약리학(7.9%), 생물학 및 생화학(6.2%), 미생물학(4.6%) 순으로 SCI논문이 증가하고 있는 것으로 나타났다.

[표 2-57] 최근 10년간 한국의 생명공학분야 SCI논문 현황

분야명	구분	2006	2007	2008	2009	2010
면역학	논문수	419	486	514	599	705
	피인용수	7,551	9,862	11,831	9,745	10,392
	평균피인용	18.02	20.29	23.02	16.27	14.74

제2절  
생명공학 경쟁력 지표 현황

분야명	구분	2006	2007	2008	2009	2010
미생물학	논문수	629	718	754	692	679
	피인용수	10,345	13,831	12,628	10,384	10,694
	평균피인용	16.45	19.26	16.75	15.01	15.75
분자생물학 & 유전학	논문수	769	781	1,014	1,131	1,058
	피인용수	23,742	28,172	25,494	27,598	29,062
	평균피인용	30.87	36.07	25.14	24.40	27.47
생물학 & 생화학	논문수	1,974	2,157	2,831	2,487	2,994
	피인용수	45,327	45,501	46,923	39,706	42,302
	평균피인용	22.96	21.09	16.57	15.97	14.13
신경과학 & 행동과학	논문수	966	1,135	1,241	1,837	1,499
	피인용수	18,183	19,535	20,911	19,680	19,321
	평균피인용	18.82	17.21	16.85	10.71	12.89
약리학	논문수	1,140	1,326	1,488	1,680	1,750
	피인용수	21,632	23,415	27,448	26,521	23,909
	평균피인용	18.98	17.66	18.45	15.79	13.66
분야명	구분	2011	2012	2013	2014	2015
면역학	논문수	809	921	936	920	896
	피인용수	9,344	8,855	6,870	5,410	2,845
	평균피인용	11.55	9.61	7.34	5.88	3.18
미생물학	논문수	765	933	827	868	945
	피인용수	8,728	10,595	5,539	4,680	2,727
	평균피인용	11.41	11.36	6.70	5.39	2.89

표준  
표인용수 논문인용량

표준  
논문수 논문인용량

표준  
논문수 논문인용량

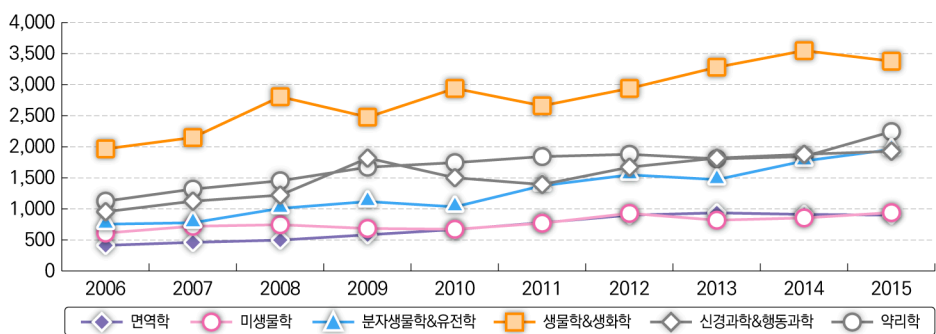
표준  
논문수 논문인용량

표준  
논문수 논문인용량

표준  
논문수 논문인용량

제2장  
국가 생명공학 육성 정책

분야명	구분	2011	2012	2013	2014	2015
분자생물학 & 유전학	논문수	1,392	1,571	1,456	1,787	2,013
	피인용수	23,572	30,878	19,698	18,144	10,880
	평균피인용	16.93	19.65	13.53	10.15	5.40
생물학 & 생화학	논문수	2,651	2,989	3,276	3,579	3,385
	피인용수	39,988	37,236	31,359	22,618	13,275
	평균피인용	15.08	12.46	9.57	6.32	3.92
신경과학 & 행동과학	논문수	1,405	1,703	1,828	1,865	1,950
	피인용수	17,595	16,544	14,569	10,140	5,852
	평균피인용	12.52	9.71	7.97	5.44	3.00
약리학	논문수	1,845	1,915	1,789	1,866	2,252
	피인용수	20,766	18,539	15,437	10,530	6,797
	평균피인용	11.26	9.68	8.63	5.64	3.02



[그림 2-43] 한국의 연도별 바이오분야 SCI논문수 추이



최근 5년간 우리나라에서 발표한 바이오 6개 분야 SCI논문 51,337편 중 1회 이상 피인용된 논문은 39,228편으로 논문의 피인용율은 76.4% 수준으로 나타났다. 대부분 분야에서 세계 평균과 비슷하게 나타났으나, 생물학 & 생화학 분야에서는 세계 평균 피인용율보다 1.1배정도 높은 것으로 나타났다.

[표 2-58] 최근 5년(2011~2015) 한국의 바이오분야 SCI논문 피인용율

구분	한국 바이오분야 논문			세계대비	
	논문수	피인용된 논문수	피인용율 (a)	세계 피인용율(b)	세계대비 (a/b)
면역학	4,482	2,995	66.8%	63.4%	1.05
미생물학	4,338	3,858	88.9%	87.4%	1.02
분자생물학 & 유전학	8,219	6,530	79.5%	78.5%	1.01
생물학 & 생화학	15,880	12,415	78.2%	70.7%	1.11
신경과학 & 행동과학	8,751	5,924	67.7%	64.2%	1.06
약리학	9,667	7,505	77.6%	65.9%	1.18
생명공학 합계	51,337	39,228	76.4%	69.9%	1.09

최근 5년간 우리나라 SCI논문의 바이오 6개 분야 평균 피인용수는 8.77회로 세계 평균(9.95) 대비 88% 수준으로 나타났다. 10년 전(2001~2005년) 73% 수준과 비교했을 때 질적으로 빠르게 성장하고 있는 것으로 나타났다. 최근 5년간 6개 분야 중 약리학 분야의 평균 피인용수가 세계 평균 대비 105% 수준으로 가장 높았다.

[표 2-59] 최근 10년간 한국의 바이오분야 SCI논문 피인용율

분야명	2001~2005			2006~2010			2011~2015		
	한국 평균(a)	세계 평균(b)	비율 (a/b)	한국 평균(a)	세계 평균(b)	비율 (a/b)	한국 평균(a)	세계 평균(b)	비율 (a/b)
면역학	26.18	37.29	0.70	18.13	22.44	0.81	7.44	9.10	0.82
미생물학	18.94	39.46	0.48	16.67	26.56	0.63	7.44	11.01	0.68
분자생물학 & 유전학	37.06	52.32	0.71	28.21	38.35	0.74	12.55	14.92	0.84
생물학 & 생화학	25.33	31.60	0.80	17.66	21.93	0.81	9.10	9.67	0.94
신경과학 & 행동과학	23.22	31.66	0.73	14.62	20.72	0.71	7.39	8.91	0.83
약리학	24.11	23.23	1.04	16.65	16.25	1.02	7.46	7.08	1.05
생명공학 합계	25.53	34.91	0.73	18.20	23.60	0.77	8.77	9.95	0.88

※ InCites DB 특성상 과거시점 5년주기 평균피인용율을 구할 수 없어 현재시점 피인용율을 나타냄

## 라. 바이오분야 SCI 고피인용(상위 1%) 논문 현황

최근 11년간 우리나라의 바이오 6개 분야 피인용 상위 1% SCI논문수는 394편으로 세계 17위 수준이며, 피인용 상위 1% SCI논문 비율은 0.53%로 세계평균(1%)에 미치지 못하는 것으로 나타났다. 하지만 연도별 현황을 분석하면 피인용 상위 1% 논문비율은 2005~2009년 0.35%에서 2010~2014년 0.58%로 점진적으로 증가하고 있는 것으로 나타났다. 최근 5년간 분야별로는 분자생물학 및 유전학분야가 피인용 상위 1% SCI 논문 비율이 0.92%로 세계 평균(1%)에 가장 근접한 것으로 나타났다.

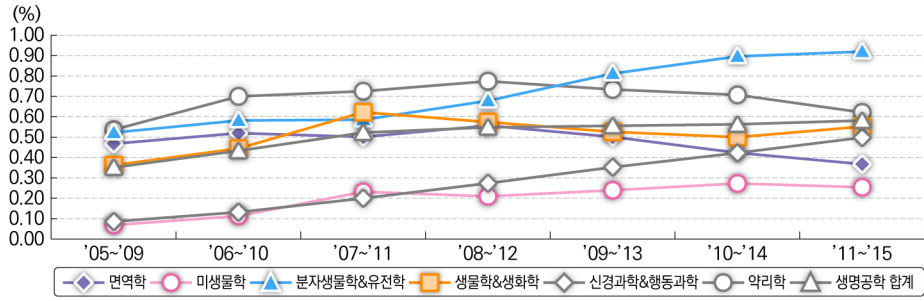
[표 2-60] 최근 11년간(2005~2015) 바이오 분야 피인용 상위 1% 논문

구분	한국 바이오분야 논문				1% 세계 논문수
	1% 논문수	전체 논문수	1%논문 비중	1%논문 세계순위	
면역학	22	4,949	0.44%	27위	2,379
미생물학	17	8,212	0.21%	25위	1,874
분자생물학 & 유전학	95	11,753	0.81%	19위	4,214
생물학 & 생화학	125	24,024	0.52%	16위	6,956
신경과학 & 행동과학	42	10,891	0.39%	23위	4,879
약리학	93	14,662	0.63%	16위	3,527
생명공학 합계	394	74,491	0.53%	17위	23,829

[표 2-61] 세계 전체 대비 5년 주기별 한국의 피인용 상위 1% 논문 비중

구분	'05~'09	'06~'10	'07~'11	'08~'12	'09~'13	'10~'14	'11~'15
면역학	0.47%	0.52%	0.51%	0.56%	0.50%	0.42%	0.37%
미생물학	0.06%	0.12%	0.22%	0.21%	0.24%	0.27%	0.26%
분자생물학 & 유전학	0.52%	0.58%	0.59%	0.68%	0.82%	0.91%	0.92%
생물학 & 생화학	0.36%	0.44%	0.63%	0.57%	0.53%	0.50%	0.56%
신경과학 & 행동과학	0.08%	0.13%	0.20%	0.26%	0.35%	0.43%	0.50%
약리학	0.53%	0.70%	0.73%	0.78%	0.74%	0.71%	0.63%
생명공학 합계	0.35%	0.44%	0.53%	0.55%	0.56%	0.57%	0.58%

제2장  
국가 생명공학 육성 정책



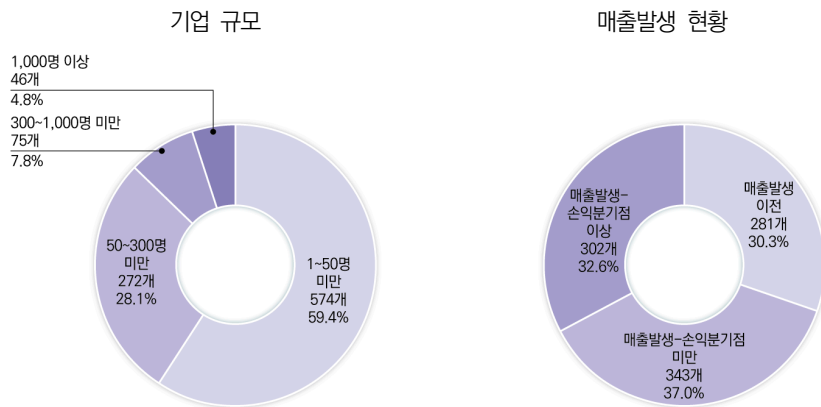
[그림 2-44] 연도별 한국의 피인용 상위 1%논문 비율 추이

## 5. 산업

산업통상자원부와 한국바이오협회가 국가표준 KS J 1009(바이오산업 분류체계)에 따라 국내 바이오기업 978개사를 대상으로 조사한 '2015년 기준 국내 바이오산업 실태조사' 결과(2017년 1월), 국내 바이오산업 생산 및 수출입이 지속적인 증가세를 보이고 있는 것으로 나타났다.

### 가. 바이오기업 규모 및 매출발생 현황

2015년 기준 국내 바이오기업은 총 978개사로 기업 전체 종사자 규모를 기준으로 보면, '1~50명 미만' 기업이 574개(59.4%)로 가장 많고, 1,000명 이상의 기업은 46개(4.8%)인 것으로 나타났다.



[그림 2-45] 2015년 기준 국내 바이오기업 규모 및 매출발생 현황

매출발생 현황을 살펴보면, 전체 978개 기업에서 미응답기업 52개를 제외한 926개 기업 중 281개 기업(30.3%)이 2015년 현재 ‘매출 발생 이전’ 단계인 것으로 조사되었으며, 매출 발생이 있는 645개 기업 중 343개 기업(37.0%)은 ‘손익분기점 미만’인 것으로 조사되었다. 2015년 매출 발생이 있는 644개 기업 중 2015년 처음 매출이 발생한 기업은 11개(1.7%), 매출 발생이 10년 이상인 기업은 283개(43.9%)로 조사되었다.

## 나. 외부 협력 현황

전체 978개 기업 중 2015년 기준 타 기관과의 협력관계가 있었던 기업은 282개로 28.9%의 비율을 보였다. 282개 협력실적이 있는 업체는 주로 국내 기관과의 협력을 하고 있으며(89.6%), 10건 중 1건 정도는 해외와 협력을 하고 있었다.

바이오의약, 바이오식품, 바이오화학 등 3개 분야의 기업이 협력기업 수의 78.6%, 협력 건수의 80.9%를 차지하고 있었다. 바이오의약과 바이오식품은 기업체와의 협력이 많은 반면 바이오화학은 상대적으로 연구기관과의 협력건수가 많은 특징을 보이고 있다.

협력관계 형태는 공동연구 개발계약이 81.9%로 가장 많았으며, 다음으로 기술제휴-라이선싱(23.8%), 국내외 기술인력 교류(11.3%), 합작 투자(4.6%) 순으로 나타났다. 단계별로는 기초연구단계가 총 1,119건 중 376건으로 33.6%의 가장 큰 비중을 보이며, 다음으로 기초연구단계가 354건으로 31.6%로 높았으며, 전체 단계 중 마지막 단계인 사업화단계는 79건으로 7.1%의 낮은 비율을 보였다.

분야별 및 단계별 협력 건수는 바이오의약산업, 바이오식품산업, 바이오공정 및 기기산업은 실험단계의 비중이 높은 반면, 나머지 산업분야는 기초연구단계 비중이 더 높았다.

[표 2-62] 2015년 기준 바이오산업 분야별 협력 단계별 협력 건수

(단위 : 건)

구분	전체 업체수	협력 관계 보유 업체	협력관계 단계					합계	
			기초연구 단계	실험 단계	시제품 단계	제품화 단계	사업화 단계		
전 체	978	282	354	376	172	138	79	1,119	(100.0%)
바이오의약산업	330	100	122	155	96	51	19	443	(39.6%)
바이오화학산업	206	65	46	44	21	33	38	182	(16.3%)
바이오식품산업	197	63	68	117	23	38	8	254	(22.7%)
바이오환경산업	76	14	10	5	4	1	5	25	(2.2%)
바이오전자산업	22	6	43	3	7	3	2	58	(5.2%)
바이오공정 및 기기산업	71	14	8	10	7	9	4	38	(3.4%)
바이오에너지 및 자원산업	26	8	10	9	10	1	3	33	(2.9%)
바이오검정, 정보서비스 및 연구개발산업	50	12	47	33	4	2	-	86	(7.7%)

#### 다. 바이오산업 수급 현황

2015년 국내 바이오산업의 생산 규모는 8조 4,607억 원으로 국내판매 4조 2,094억 원 (49.8%), 수출 4조 2,513억 원(50.2%)으로 나타났다. 국내판매와 수입에 따른 내수 시장 규모는 5조 6,181억 원으로 조사되었다.

바이오산업의 생산규모에서 바이오의약산업이 3조 4,251억 원으로 전체 산업의 40.5%를 차지하였고, 바이오식품산업이 3조 2,174억 원으로 38.0%의 비중을 보였다.

내수시장에서 가장 큰 비중을 차지하고 있는 산업은 바이오의약산업이며, 전체 시장의 49.0%인 2조 7,514억 원 규모로 조사되었다.

2013년~2015년 바이오산업의 수급변화 추이를 보면 생산은 지속적인 성장을 보이지만 내수는 감소하였으며, 2013년 이후 연평균 증감률은 수급 5.3%, 생산 6.1%, 내수 -1.0%로 나타났다.

2015년의 생산 부문은 전년 대비하여 11.2%가 증가하였으며, 바이오공정 및 기기산업의 성장률이 29.5%로 가장 높게 나타났다. 2015년의 내수 부문은 전년 대비하여 0.3% 증가하는데 그쳤으며, 바이오공정 및 기기산업과 바이오검정, 정보서비스 및 연구개발산업이 각각 18.7%와 14.6% 증가하여 증가폭이 컸다.

## 라. 바이오산업 국내판매 현황

2015년 바이오제품의 국내판매 규모는 4조 2,094억 원으로 바이오의약산업이 1조 5,307억 원(36.4%)으로 국내판매 부분에서 가장 큰 비중을 차지하고 있었다. 다음으로는 바이오식품산업이 1조 2,914억 원(30.7%), 바이오에너지 및 자원산업 6,001억 원(14.3%)으로 이들 세 개 분야는 전체 국내 판매액의 77.4%(2014년 78.9%)를 차지하는 것으로 조사되었다.



[표 2-63] 2013~2015년 바이오산업 생산 및 내수 변화 추이

(단위 : 억 원, %)

구분	생산				
	2013년	2014년	2015년	전년대비 증감률	연평균 증감률
전 체	75,108	76,070	84,607	11.2	6.1
바이오의약산업	27,635	28,709	34,251	19.3	11.3
바이오화학산업	5,622	5,484	5,714	4.2	0.8
바이오식품산업	30,211	30,392	32,174	5.9	3.2
바이오환경산업	301	306	306	0.0	0.9
바이오전자산업	1,517	1,543	1,602	3.8	2.8
바이오공정 및 기기산업	1,216	1,255	1,626	29.5	15.6
바이오에너지 및 자원산업	6,659	6,217	6,468	4.0	△1.4
바이오검정, 정보서비스 및 연구개발산업	1,947	2,161	2,466	14.1	12.5
구분	내수				
	2013년	2014년	2015년	전년대비 증감률	연평균 증감률
전 체	57,337	56,024	56,181	0.3	△1.0
바이오의약산업	28,490	27,514	27,514	0.0	△1.7
바이오화학산업	5,147	4,972	5,239	5.4	0.9
바이오식품산업	13,666	14,032	13,275	△5.4	△1.4
바이오환경산업	303	306	304	△0.7	0.2
바이오전자산업	373	363	315	△13.1	△0.8
바이오공정 및 기기산업	1,294	1,203	1,428	18.7	5.1
바이오에너지 및 자원산업	6,504	5,870	6,083	3.6	△3.3
바이오검정, 정보서비스 및 연구개발산업	1,560	1,764	2,022	14.6	13.8

국내판매 추이를 보면, 2015년은 전년 대비 76억 원(0.2%)이 증가하였다. 분야별로는 바이오공정 및 기기산업이 전년 대비 35.8%, 바이오검정, 정보서비스 및 연구개발산업도 14.8% 성장한 것으로 조사되었다. 반면에, 바이오식품산업은 전년 대비 5.9%, 바이오전자산업은 13.4% 감소하였다. 바이오의약산업은 전년대비 0.1% 증가하는데 그쳤으나 전체 바이오산업에서 36.4%로 가장 큰 비중을 차지하고 있다.

2015 기준 주요 바이오제품의 국내판매 현황을 보면, 사료첨가제의 국내판매 규모가 6,942억 원으로 전체 바이오제품 판매액 중 16.5%의 비중을 차지하였다. 다음으로는 기타바이오의약품(12.3%), 바이오연료(9.8%), 건강기능식품(8.8%) 순으로 조사되었다.

[표 2-64] 2013~2015년 바이오산업 분야별 국내판매 추이

(단위 : 백만 원, %)

구 분	2013년		2014년		2015년		전년 대비 증감		연평균 증감률
	국내 판매	비중	국내 판매	비중	국내 판매	비중	국내 판매	증감률	
전 체	4,346,527	100	4,201,792	100	4,209,360	100	7,568	0.2	3.7
바이오의약산업	1,627,163	37.4	1,528,742	36.4	1,530,701	36.4	1,959	0.1	0.4
바이오화학산업	451,091	10.4	416,107	9.9	436,206	10.4	20,099	4.8	5.2
바이오식품산업	1,338,933	30.8	1,372,073	32.7	1,291,411	30.7	△180,662	△15.9	4.9
바이오환경산업	30,093	0.7	30,412	0.7	30,311	0.7	△101	△0.3	△26.9
바이오전자산업	35,814	0.8	35,550	0.8	30,774	0.7	△4,776	△13.4	6.7
바이오공정 및 기기산업	72,391	1.7	65,549	1.6	89,044	2.1	23,495	35.8	19.3
바이오에너지 및 자원산업	637,245	14.7	578,470	13.8	600,073	14.3	21,603	3.7	9.8
바이오검정, 정보서비스 및 연구개발산업	153,797	3.5	174,888	4.2	200,840	4.8	25,952	14.8	11.1

## 마. 바이오산업 수출입 현황

2015년 기준 바이오산업의 수출규모는 4조 2,513억 원으로 조사되었다. 분야별로 보면, 바이오식품산업이 1조 9,260억 원(45.3%)으로 가장 컸으며, 다음으로 바이오의약품산업이 1조 8,944억 원(44.6%)을 수출하였다.

수출 제품별로 보면 사료첨가제가 1조 4,537억 원 수출되어 전체 수출액의 34.2%를 차지하였으며, 다음으로 기타바이오의약품(13.4%), 면역제제(12.1%), 식품첨가물(8.9%), 백신(5.5%) 순이었다. 수출상위 10개 제품 중 7개는 바이오의약품, 2개는 바이오식품, 1개는 바이오전자제품 이었으며, 이들 10개 제품이 전체 수출액의 87.9%를 차지하였다.

2015년 기준 바이오산업의 수입규모는 1조 4,087억 원으로 조사되었다. 분야별로 보면 바이오의약품산업이 1조 2,207억 원으로 전체 수입액의 대부분(86.7%)을 차지하였다.

수입을 보면 백신은 2,707억 원이 수입되어 전체 수입의 19.2%를 차지하였으며, 다음으로 호르몬제 2,318억 원(16.1%), 기타바이오의약품 2,157억 원(15.3%), 혈액제제 1,996억 원(14.2%) 순이었다. 수입상위 10개 제품 중 7개가 바이오의약품, 2개는 바이오화학제품, 1개는 바이오공정 및 기기였으며, 이들 10개 제품이 전체 수입액의 92.1%를 차지하고 있다.

[표 2-65] 2015년 기준 주요 바이오제품 수출입 현황

주요 수출제품			
순위	제품명	수출액	구성비
1	사료첨가제	1,453,657	34.2
2	기타바이오의약품	568,214	13.4
3	면역제제	514,228	12.1
4	식품첨가물	377,648	8.9

(단위 : 백만 원, %)

순위	제품명	수출액	구성비
5	백신	235,257	5.5
6	진단키트	203,730	4.8
7	바이오센서	128,121	3.0
8	혈액제제	95,309	2.2
9	항생제	81,907	1.9
10	호르몬제	80,065	1.9

**주요 수입제품**

순위	제품명	수입액	구성비
1	백신	270,708	19.2
2	호르몬제	231,750	16.5
3	기타바이오의약품	215,701	15.3
4	혈액제제	199,641	14.2
5	항암제	170,144	12.1
6	면역제제	62,733	4.5
7	바이오공정 및 분석기기	50,519	3.6
8	효소시약류	44,189	3.1
9	진단키트	30,714	2.2
10	기타바이오화학	21,927	1.6

**바. 바이오헬스케어기업 기술특례상장 현황**

코스닥시장에서는 2005년부터 기술성과 성장성을 보유한 벤처기업의 상장예비심사 시 일반기업과 차별화된 예비심사요건을 적용하는 기술성장기업 상장예비심사

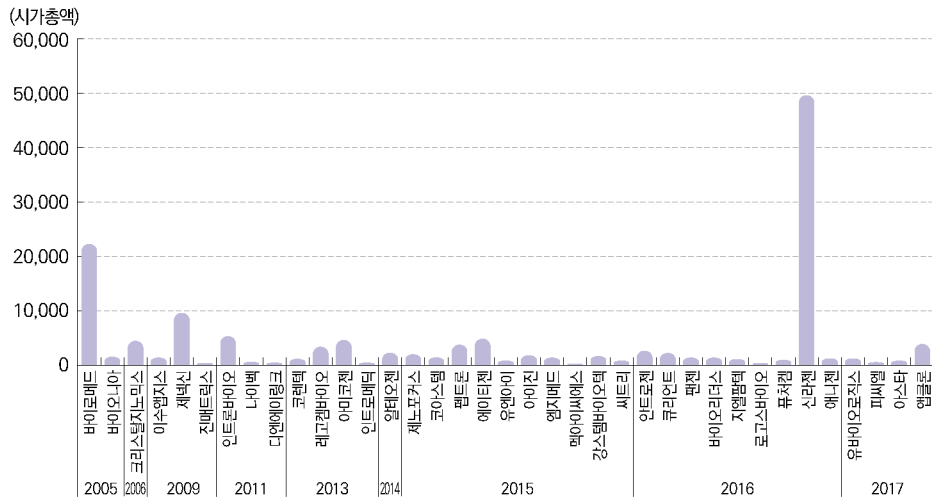
특례를 시행하고 있다. 2017년 10월 현재까지 바이오분야에서는 기술특례를 통해 총 37개 기업이 상장되었다.

2005년 제도 도입 이후로 바이오기업 위주로 상장되고, 2014년 최초로 非바이오 기업이 상장에 성공한 이후 영화, 원자현미경, IT, 철강 등으로 업종이 다변화 되고 있으나 여전히 바이오기업 중심으로 상장되고 있다.

바이오분야 기술특례상장기업의 시가총액 비중도 2016년 말 4.41%로 코스닥 시장에서 의미 있는 비중을 차지하고 있으며, 2017년 11월 현재 코스닥 시가총액 상위 10위 안에 2개의 기업이 포함되어 있다.

[표 2-66] 연도별 코스닥 기술특례기업 상장 현황

구 분	2005~2013	2014	2015	2016	2017.10.
기업 수(개)	13	2	12	10	6
바이오	13	1	10	9	4
非바이오	-	1	2	1	2



[그림 2-46] 바이오분야 기술특례기업 상장년도 및 시총 현황(2017년 11월 기준)