

유럽연합 집행위원회의 혁신 관련 프로그램 분석

- 나노기술을 포함하는 첨단기술 개발과
안전한 사용을 통한 지속가능한 혁신

신광민, 배성훈, 윤진선, 김준현

머릿말

한국은 '나노기술개발촉진법'과 범부처 '나노기술 종합발전계획'을 통해 중장기적으로 체계적인 나노기술 개발을 10여년 이상 추진하여왔습니다. 2016년은 제4기 나노기술종합발전계획(2016-2025)이 시작하는 해로, 세계 나노기술 주요국의 정책 동향과 국내 동향의 파악은 현재 우리의 위치(현황과 성과)를 파악하고 향후 나아가야 할 방향을 설정하는데 매우 중요한 정보입니다.

유럽연합은 전 세계에서 가장 큰 시장 중 하나이고 가장 많은 연구개발 예산을 투자하는 곳입니다. 특히 유럽연합은 나노기술을 '미래혁신을 위한 기술(Key Enabling Technology, KET)' 중 하나로 선정하고 집중적으로 투자하여 연구개발을 추진 중입니다. 나노기술은 다학제적 기술이기 때문에 유럽연합 전체 연구개발 프로그램(Framework Program, FP)에서 나노기술의 위치는 더욱 더 중요해지고 있습니다. 게다가 2014년부터 FP7프로그램의 후속으로 Horizon 2020을 시작하였으며 나노기술은 유럽연합의 새로운 연구혁신 프로그램에서 핵심적인 역할을 수행하고 있습니다.

본 보고서는 유럽연합의 중장기 첨단기술 혁신 정책, 관련 법제도와 그에 따른 연구개발, 인프라, 인력양성 및 기술개발 상용화를 포함하는 혁신 프로그램에 대해서 자세히 알아보고 분석하였으며, 제4기 종합발전계획 수립을 위한 기초자료로 활용할 수 있을 것입니다. 본 보고서가 나노관련 정책당국자, 연구자들에게 조금이나마 도움이 되기를 기대합니다.

국가나노기술정책센터

소장



요 약 문

- 유럽연합은 새로운 제품, 공정 및 서비스를 고안하고 생산하여 적용해 나가는 방식을 향상시키기 위한 일련의 변화, 혁신을 추진하기 위해 체계적인 시스템(하드웨어)을 구축하고 이를 효과적으로 구동하기 위한 지원(소프트웨어)에 막대한 예산을 투자
 - 인력양성, 연구개발, 기술혁신에 투자하여 지속가능한 유럽의 성장 추진
 - 나노기술을 포함하는 ‘미래혁신을 위한 기술(KET)’ 을 선정하고 이를 통해 유럽의 발전과 경쟁력 확대 모색
 - 첨단기술(KET)의 연구&개발을 통해 만들어진 기술을 제품/시장으로 전달하여 지식기반(고부가가치) 경제 구축

- 나노기술 연구개발의 촉진과 그 성과의 상용화를 통한 사회전반의 혁신을 효과적으로 추진하기 위한 정책 및 법제도 수립
 - 사회적 문제 해결을 위한 혁신을 지원하는 법제도 마련 및 효율적 추진
 - 안전하고 온전하고 책임있는 전략을 제시하여 나노기술을 이용한 혁신 추진 및 지속가능성을 위한 규제 전략 마련

- 국가단위 연구개발, 인력양성, 인프라 시설 관련 프로그램을 통해 혁신 촉진
 - Horizon 2020을 통해 첨단기술 연구개발 및 혁신 촉진 및 나노기술 관련 프로그램 운영
 - 이해당사자로 구성된 포럼을 통해 연구시설을 관리하고 로드맵을 수립하여 효율적 운영 및 관리 추진
 - 국가단위 연구자 지원 프로그램을 통해 높은 수준의 혁신 연구 교육 프로그램과 지식공유의 기회 제공

- 개발된 기술의 상용화 등 혁신을 도모하기 위해 다양한 혁신 주체로 구성된 프로그램을 운영하여 경제 발전, 일자리 창출, 사회적 문제 해결등 추진
 - 국제협력을 통한 상호호혜적인 연구개발 및 혁신 추진

- 결론적으로 유럽연합은 나노기술을 포함하는 첨단기술 개발을 통한 혁신을 촉진하기 위해 국가단위의 프로그램(하드웨어)을 설정하였으며 이를 효율적으로 운영하기 위한 소프트웨어(예산 투자, 관련 법제도, 연구혁신 인력 및 인프라 등) 또한 체계적으로 구성 하여 운영 중
 - 유럽연합의 혁신 시스템은 제4기 나노기술 종합발전계획 수립의 기초자료로 활용 가능

목 차

I. 서론	1
II. 유럽의 첨단기술 혁신/규제 정책	2
가. 첨단기술 혁신전략 및 나노안전(EHS)	2
나. 나노기술 관련 정책 및 법제현황(촉진 및 규제)	6
III. 연구개발, 인프라 시설, 인력양성 프로그램	12
가. 연구개발 프로그램	12
나. 인프라(연구시설)프로그램	14
다. 인력양성 프로그램	16
IV. 나노기술 기반 혁신(상용화 등) 관련 주요 프로그램	18
가. 유럽혁신협력(EIP)	19
나. 유럽기술플랫폼(ETP)	20
다. 유럽혁신기술대학(EIT)	21
라. 공공민간협력(PPP)	23
마. 공동기술전략(JTI)	24
바. 공공-공공협력(P2P)	25
V. 나노기술 주요국과의 국제협력	27
VI. 결론 및 시사점	29
참고문헌	31

표 차례

<표 1> 미래혁신을 위한 기술(KET)의 글로벌 마켓 잠재력	4
<표 2> ESFRI 로드맵 2010에 의한 유럽내 연구시설 및 네트워크	14
<표 3> MSCA의 인력양성지원을 위한 세부 프로그램	17
<표 4> 유럽 2020 연구혁신 중점계획의 세부내용	18

그림차례

〈그림 1〉 Europe 2020의 3대 성장(스마트, 지속가능한, 포용적)과 관련된 5개 목표와 7개의 전략	2
〈그림 2〉 미래혁신을 위한 기술(KET) 선정 메커니즘	3
〈그림 3〉 사회적 도전과제 해결을 위한 미래혁신을 위한 기술(KET)	4
〈그림 4〉 유럽연합 나노안전클러스터(NSC) 연도별 투자	5
〈그림 5〉 유럽연합 나노안전 클러스터(NSC) 세부 작업반 및 구조	5
〈그림 6〉 REACH 적용 흐름도	9
〈그림 7〉 유럽연합의 Horizon 2020의 구성과 배분 예산	12
〈그림 8〉 Horizon 2020에서 나노기술 관련 5대 중점 추진 분야	13
〈그림 9〉 유럽혁신협력(EIP)의 AHA 구성 및 세부사항	19
〈그림 10〉 5가지 EIP의 세부 추진 계획	20
〈그림 11〉 유럽기술플랫폼(ETP)의 중점추진분야 및 구성 포럼	21
〈그림 12〉 유럽혁신기술대학(EIT)의 구성과 역할	22
〈그림 13〉 유럽혁신기술대학(EIT)의 유럽내 현황	22
〈그림 14〉 Horizon 2020의 계약 공공민간협력 배분예산	24
〈그림 15〉 Horizon 2020의 공동기술전략 배분예산	25
〈그림 16〉 Horizon 2020의 공공공공협력 배분예산	26
〈그림 17〉 유럽연합의 Horizon 2020과 혁신프로그램의 구성	29

I. 서론

세계 주요국은 기술혁신의 기반인 나노기술을 포함하는 첨단기술의 중요성을 인식하고, 경제 성장, 일자리 창출 등 사회문제 해결을 위한 정책을 추진하고 있다. 미국은 관련법을 수립하고 국가나노기술전략(National Nanotechnology Initiative, NNI)을 통해 전략적으로 나노기술을 개발하고 있으며, 유럽연합도 나노기술을 '미래혁신을 위한 기술(Key Enabling Technology, KET)'중 하나로 설정하고 사회적 및 지속가능성의 측면까지 고려한 나노기술의 개발과 상용화를 추진하고 있다. 이러한 주요국의 효과적인 기술획득과 상용화를 통한 경제성장 및 일자리 창출 등의 사회적 문제해결 노력을 위한 정책 및 중장기 프로그램은 2016년부터 범부처 제4기 나노기술종합발전계획을 앞두고 있는 한국에 시사하는 바가 크다고 할 수 있다.

본 보고서에서는 전 세계적으로 많은 연구개발 예산을 투자하고 있으며 또한 가장 큰 시장을 보유하고 있는 유럽연합 집행위원회(EC)의 첨단기술 연구혁신 정책과 관련 프로그램 및 나노기술 혁신(상용화 포함) 지원 시스템의 세부사항에 대해서 알아보려고 한다. 보다 자세하게는 II장 유럽의 첨단기술 혁신/규제 정책, III장 연구개발, 인프라 시설, 인력 양성 프로그램, IV장 나노기술 기반 혁신(상용화 등) 관련 주요 프로그램에 대해 알아보고 분석, 시사점을 도출하여 제4기 범부처 나노기술 종합발전계획의 방향성 설정에 활용코자 한다.

II. 유럽의 첨단기술 혁신/규제 정책

가. 첨단기술 혁신 전략 및 나노안전(EHS)

유럽연합(EU)은 유럽 내 과학기술 연구개발 및 혁신을 위한 제도적 환경을 개선하여, 창의적인 아이디어를 바로 상품과 서비스로 연계함으로써 궁극적으로 유럽연합의 대외 경쟁력을 제고하고 성장과 고용을 창출하기 위해 노력하고 있다. 유럽연합의 혁신(Innovation)에 대한 정의는 새로운 제품-공정-서비스를 고안하고 생산하여 적용해 나가는 방식을 향상시키는 일련의 변화를 의미한다.¹ 혁신은 유럽 경제회복과 글로벌 경제의 주요 이슈인 사회적 문제해결을 위한 최선의 수단으로 여겨지고 있으며 이를 위해 유럽연합 집행위원회(EC, European Commission)는 연구개발, 혁신 및 교육 분야에 막대한 예산을 투자하였고, 향후에도 관련 예산을 지속적으로 증가시킬 예정이다. 유럽연합의 전체적인 연구개발은 유럽연합 회원국 간 협의 결과인 리스본 조약, 고테베르그 조약 및 유럽연구지역(ERA, European Research Area)을 기반으로 추진되고 있으며 각각의 목적은 다음과 같다.

- 1) 리스본 조약² : 가장 역동적이고 경쟁력 있는 지식기반경제 구축
- 2) 고테베르그 조약³ : 지속가능한 개발(환경, 보건, 경제 및 고용 등)
- 3) ERA : 연구개발에 통합, 보강, 구조화 및 투자 촉진(GDP의 3% 투자 목표)

‘유럽 2020 전략(Europe 2020 Strategy)⁴을 기반으로, 교육(인력양성), 연구개발 및 기술혁신에 투자하여 지속가능한 유럽의 성장을 추진하고 있다. 3가지 분야에서 유럽의 성장을 추진하기 위해 5개의 목표를 설정하고, 이를 달성하기 위한 7개 전략 플래그십⁵을 구성하였다.



그림 1. Europe 2020의 3대 성장(스마트, 지속가능한, 포용적)과 관련된 5개 목표와 7개의 전략 (그림 출처. Research Italy)

5대 목표 세부사항

- 1) 20-64세 인구 중 75% 이상의 고용, 2) 연구혁신을 위해 GDP의 3% 예산을 투자,
- 3) 이산화탄소 배출 20% 절감, 재생에너지 사용 20% 증가, 에너지 효율 20% 증대,
- 4) 정규교육 참여율 확대, 젊은 층 교육 확대, 5) 기근에서 해방

특히 스마트 성장 중 “혁신적 유럽연합 플래그십(Innovation Union Flagship)”은 지속적이고 포괄적인 경제를 위해 아래 3개의 목표를 설정하고 공공, 민간 및 기타부분의 통합과 혁신을 통해 아이디어로 새로운 제품과 서비스를 창출하여 유럽의 경제성장과 일자리 창출을 목표로 한다.

- 가) 유럽이 보유하고 있는 세계적 수준의 과학 수행 능력제고
- 나) 혁신적 아이디어가 시장에 빠르게 정착할 수 있도록 특허비용 및 시장분산 요소 관리
- 다) 유럽 연구소, 개별 국가 및 주(지역)정부 지원을 통한 공공민간분야의 강력한 파트너십 형성

게다가 나노기술을 포함하는 6개의 ‘미래혁신을 위한 기술(Key Enabling Technology, KET)⁶’을 선정하여 유럽의 발전과 경쟁력 확대를 모색하고 있다. 이러한 미래혁신을 위한 기술(KET) 개발을 통해 경제 전반에 영향을 끼쳐 다학제적이고 융합적인 기술발전으로 경제 발전을 기대하고 있다. R&D를 통해 개발된 기술을 제품/시장으로 전달하여 지식기반(고부가가치) 경제를 구축하는 것이 주요 목표이다. 6개의 KET는 경제적 파급효과, 부가가치, 기술 집약도, 자금집약도 등을 기준으로 선정⁷되었다.

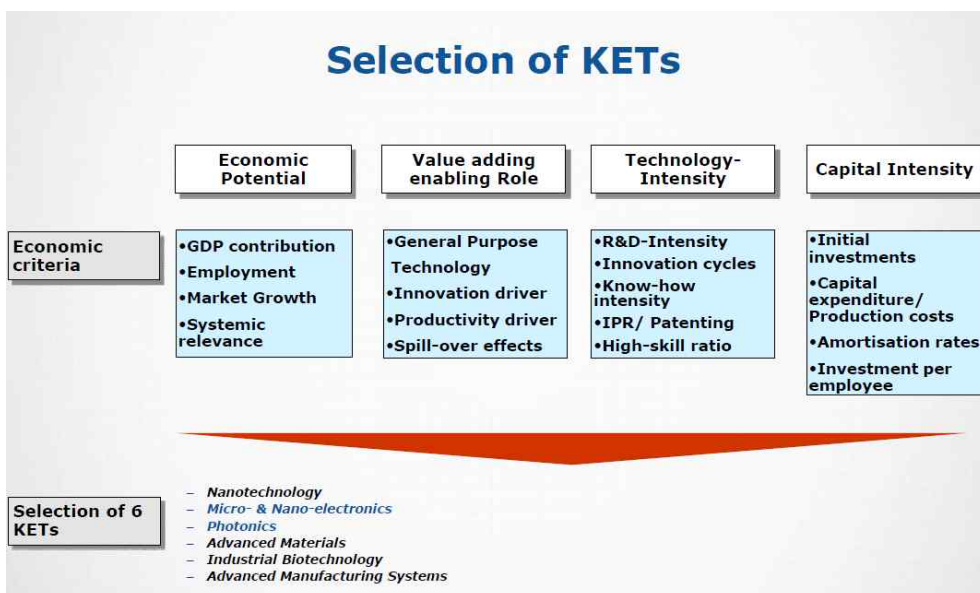


그림 2 . 미래혁신을 위한 기술(KET) 선정 메커니즘

6개의 KET는 나노기술(NT), 바이오기술(BT), 첨단 재료(Advanced Materials), 마이크로/나노 소자(Micro/Nano-Electronics), 제조(Manufacturing), 광학(Optics) 기술로 주요 사회적 도전과제(Societal Challenges)에 대한 해결책을 제시하는데 중요한 역할을 할 것으로 예상된다.



그림 3. 사회적 도전과제 해결을 위한 미래혁신을 위한 기술(KET)
(출처 제2회 한-EU 나노워크숍 EU 발표자료)

특히 KET의 개발은 글로벌 시장에서 영향력이 매우 클 것으로 예상되며, 나노기술은 KET 전 분야에 해당되는 기반기술로 나노기술 관련 시장은 연평균 16%의 성장을 보일 것으로 예상되고 있다.

표 1. 미래혁신을 위한 기술(KET)의 글로벌 마켓 잠재력

	Current market size (~2006/08) USD	Expected size in 2015 (~2012/15) USD	Expected compound annual growth rate
Nanotechnology	12 bn	27 bn	16%
Micro and nanoelectronics	250 bn	300 bn	13%
Industrial biotechnology	90 bn	125 bn	6%
Photonics	230 bn	480 bn	8%
Advanced Materials	100 bn	150 bn	6%
Advanced Manufacturing systems	150 bn	200 bn	5%
TOTAL	832 bn	1282 bn	

Table 1: Estimated global market potentials of Key Enabling Technologies

출처: High-level expert group on KET final Report(2011.6월)

첨단기술 개발, 특히 나노기술의 개발과 관련하여 유럽연합이 관심을 두고 있는 주요 핵심분야는 안전하고 지속가능한 기술개발을 위한 나노안전(EHS : Environment, Health and Safety)이다. 유럽연합은 나노안전 클러스터(NSC, Nano Safety Cluster)⁸를 형성하여 FP6(2004년)부터 나노안전관련 연구개발 프로젝트를 진행하고 있으며 FP6에서 약 13개의 연구개발 프로젝트(약 3천 1백만 유로의 예산 투자), FP7에서 약 50여개의 프로젝트(약 1억 7천 1백만 유로의 예산 투자)를 수행하였다. 나노안전 클러스터는 6개의 세부 작업반으로 구성된다.

EU RTD investment in nanosafety research

FP6:

About 31 M (13 projects completed)

FP7:

2007: € 25 M

2008: € 14 M

2009: € 14 M

2010: € 29 M

2011: € 21 M

2012: € 35 M

2013: € 30 M (estimated)

**Total FP7: 171M€ EU funding
~50 projects**

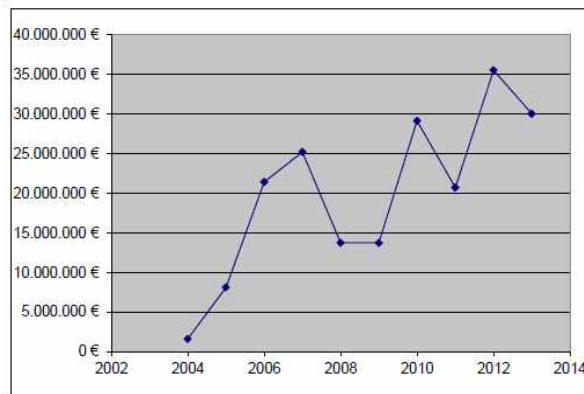


그림 4. 유럽연합 나노안전클러스터(NSC) 연도별 투자

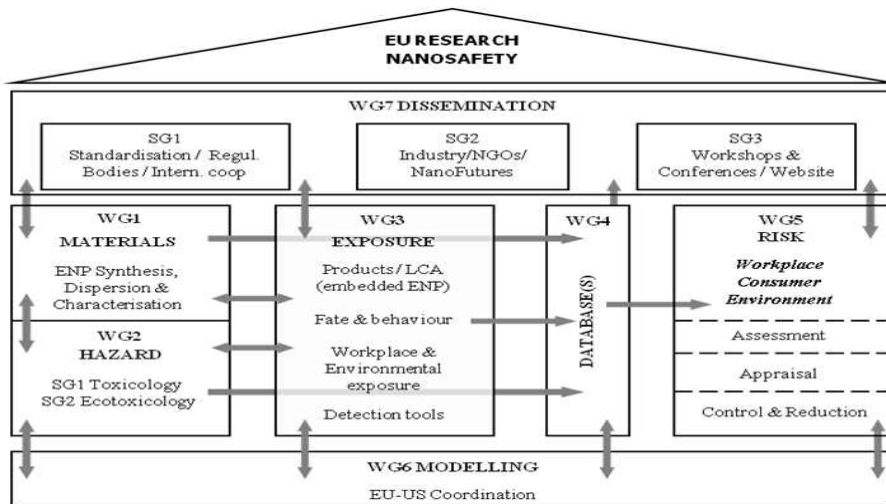


그림 5 . 유럽연합 나노안전 클러스터(NSC) 세부 작업반 및 구조

또한 유럽연합 나노안전은 FP7 NMP의 New production부분에서 관리하였으며, 이는 나노안전이 단순한 독성평가 등의 단편적 연구가 아닌 구체적이고 체계화 되어 있는 종합 연구의 측면으로 규제가 아닌 산업화를 촉진하는 측면에서 관리되고 있음을 나타낸다.

나. 나노기술 관련 정책 및 법제 현황(촉진 및 규제)

나노기술의 촉진 및 상용화, 혁신과 관련된 유럽연합의 최근까지의 정책 및 입법 동향은 ①나노기술에 관한 유럽연합의 전략에 관한 의견서⁹(COMMUNICATION FROM THE COMMISSION - Towards a European strategy for nanotechnology), ②나노과학과 나노기술에 관한 유럽연합의 2005-2009 행동계획에 관한 의견서(COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE COUNCIL, THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE - Nanosciences and nanotechnologies : An action plan for Europe 2005-2009), ③유럽연합의 경제회복 계획에 관한 의견서(COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN COUNCIL : A European Economic Recovery Plan) 등에 잘 나타나 있다.

또한 이와는 반대로 2008년 2월 EC에서 책임 있는 나노과학 및 나노기술 연구를 위한 윤리강령(Code of Conduct)을 채택하였으며, 2008년 6월에는 유럽화학청(European Chemicals Agency, ECHA)에서 화학적 규제를 위하여 REACH¹²사전등록을 시작하였고, 유럽식품안전청(European Food Safety Authority, EFSA)은 식품에 대한 나노기술안전성 검토를 착수하여 2009년 2월 과학위원회 전체회의에서 식품 및 사료에 나노기술을 적용하는 문제에 대한 의견서¹³를 채택하였다. 2008년 7월 유럽의회는 나노기술을 사용하여 분자의 크기가 변화하는 경우에는 제품이 시장에 유통되기 이전에 새로 사용 승인을 받도록 규정안을 채택하기도 하였다. 유럽연합의 대표적인 규제기관으로는 유럽화학청(ECHA)과 유럽의약품평가청(European Medicines Evaluation Agency, EMEA), 유럽식품안전청이 있다. 이러한 촉진/규제 관련 내용을 간략히 살펴보면 다음과 같다.

1) 나노기술에 관한 유럽연합의 전략에 관한 의견서

2004. 5. 12. 채택된 의견서로 유럽의 나노기술 전략에 관하여, ‘안전하고, 온전하고, 책임 있는 전략(Safe, Integrated and Responsible Strategy)’을 제안한 것이다. 이는 나노과학 및 기술의 연구개발(R&D) 및 혁신(innovation) 영역에서 유럽연합이 그 동안 지켜왔던 주도적인 지위를 계속 유지하는 한편, 앞으로 있을 수 있는 환경, 건강, 안전 등 제기될 수 있는 사회적 우려에 대한 대안을 제시하기 위한 것이라고 할 수 있다.

- 나노과학 및 기술과 인접 산업 영역에서 학제 간 협력 및 경쟁력 증진, 과학적 우수성을 계속 증진하기 위해 투자와 연구개발에 관한 조율
- 산업 및 연구개발조직의 요구를 반영할 수 있는 세계적 수준의 경쟁력이 있는 연구개발 인프라(R&D infrastructure)를 개발
- 연구개발 인력에 대하여 학제 간 교육 및 훈련을 강화하고 보다 강한 기업가 정신(Entrepreneurial mindset)을 갖추도록 함

- 산업적 혁신(Industrial innovation)에 우호적인 조건을 제공함으로써, 연구개발이 안전하고 상용화 가능한 제품/공정으로 이어져 부(wealth)를 창출
- 연구개발의 초기부터 윤리적 원칙과 사회적 고려사항을 존중하고, 시민들과 대화/교류
- 나노제품에 관한 공공의 건강, 작업장에서의 건강과 안전, 환경 및 소비자위험 문제에 관하여 가능한 한 초기에 방안 제시
- 이상과 같은 노력에 관한 국제적 교류와 협력 필요

2) 나노과학과 나노기술에 관한 유럽연합의 2005-2009 행동계획에 관한 의견서

유럽연합의 경쟁력위원회(Competitiveness Council)는 2004년 9월 24일 나노기술 전략에 의견을 제안하면서, 이에 관하여 각 단체와 이해관계자들에게 나노기술 행동계획(Action Plan for Nanotechnology)에 대한 의견을 제시해 줄 것을 요청하였고, 이어서 경제사회위원회(European Economic and Social Committee)는 2004년 11월 10일 이에 대한 의견서를 채택하였다. 그 밖의 많은 이해관계자들이 참여하여 750개 이상의 의견을 수합하여 논의한 후, 위원회는 나노기술 행동계획(안)을 준비하였다. 다음과 같은 8개 영역에 관하여, 위원회가 앞으로 중점적으로 관심을 가지고 시행하고자 하는 세부 내용들을 설명하고, 이에 대하여 각 회원국에게 협력하고 집행하도록 요구하는 내용들을 설명하는 방식으로 구성되어 있다.

- 연구개발 및 혁신(Research, Development and Innovation)
- 인프라 구축(Infrastructure)
- 학제 간 인력자원의 개발(Interdisciplinary Human Resources)
- 산업 혁신(Industrial Innovation)
- 사회적 차원의 통합(Integrating the Societal Dimension)
- 공공건강 및 안전, 환경 및 소비자보호(Public Health, Safety, Environmental and Consumer Protection)
- 국제협력(International Cooperation)
- 유럽차원의 통일적/가시적 전략 집행(Implementing a Coherent and Visible Strategy at European-Level)

특히 산업혁신(Industrial Innovation)과 관련하여, 나노과학 및 기술은 성격상 모든 산업기술영역에서 혁신과 발전을 이루어낼 수 있다. 유럽의 산업계, 연구개발기구, 대학과 금융기관 등은 나노과학 및 기술의 연구개발 우수성이 가시적으로 상용화되어 안전한 제품 내지 공정으로 전환될 수 있도록 모두 상호 협력하여 노력하여야 한다. 이와 관련하여 위원회의 역할은 다음과 같다.

- 나노과학 및 기술 R&D 성과의 산업적 이용(Industrial exploitation)을 후원
- 연구개발 프로젝트에 산업계 참여 확대
- 웹 기반 '디지털 나노기술 및 나노산업 도서관(Digital N&N Library)' 설립 지원
- 나노과학 및 기술의 표준화 이전단계의 연구개발(Pre-normative R&D) 지원
- 나노과학 및 기술 관련 특허 모니터링 시스템(N&N Patent Monitoring System) 구축

한편, 유럽연합 각 회원국의 역할은 다음과 같이 정의하고 있다.

- 나노과학 및 기술 혁신을 위한 제반 수단과 인센티브 제도를 시행
- 나노과학 및 기술 표준화를 위한 활동 촉진 및 조율 작업
- 유럽의 특허 등록 문제에 관한 해결책 마련
- '범유럽 혁신 릴레이 센터(IRC)'를 이용하여 나노과학 및 기술의 기술이전 지원

3) 유럽연합의 경제회복 계획에 관한 의견서

2008년 추진된 의견서는 성장과 고용의 급격한 하락에 올바르게 대응하기 위한 방안을 찾는 것이 유럽연합 내의 모든 공동체와 가족들의 공통된 요구임을 인식하고 함께 노력해 나가야 한다고 지적하고 있다. 주로 유럽연합 전역에 걸쳐 효과를 가질 수 있는 분야에 초점을 맞추고 있으며, 그 효과가 뿌리내릴 때까지 노력을 계속 지속해야 한다고 강조하고 있다. 현재의 경제위기는 유럽연합이 시민들을 위해 봉사하는 또 하나의 기회를 부여해 주는 것으로 보고 있으며, 유럽은 반드시 이를 극복할 것이며, 그럴만한 힘이 있다고 강조한다. 유럽연합의 경제회복 계획은 두 개의 주축으로 이루어져 있고, 하나의 기본원칙에 서 있다. 특히 미래 산업에의 투자를 계속적으로 촉진하기 위하여, 공적 영역과 사적 영역간의 파트너십, PPP(Partnerships between the Public and Private sector)에 관한 법제를 분명히 하기로 하였다. PPP는 주요 인프라와 연구 혁신에 관한 투자업무에 있어서 중요한 역할을 수행하게 되며, 이를 통하여 다양한 방식의 자금조달이 가능하게 될 것을 기대하고 있다. 특히 아래와 같은 3개 영역에서 우선적으로 PPP를 설립할 것을 제안하였다.

- 자동차산업 영역의 '유럽 청정 자동차 계획'(European Green Cars Initiative)
- 건설산업 영역의 '유럽 에너지 효율 건축물 계획
(European Energy-Efficient Buildings Initiative)
- 제조업 기술혁신 영역의 '미래공장 계획(Factories of the Future Initiative)

이러한 공공민간협력에서 유럽이 제시하는 미래핵심기술 KET의 역할은 매우 중요하며, 그 중에서도 나노기술은 현재까지는 어려웠던 여러 가지 문제점들을 해결하고 혁신을 하기 위한 주요한 첨단기술로써 인식되고 있다. 유럽연합은 이용 가능한 모든 미래산업의 다양한 기술들을 개발하고 통합하여, 유럽연합의 제조업의 기술적 기초를 한 단계 높여서 유럽의 경쟁력을 회복하고 지식기반(고부가가치) 산업의 주도권을 유지하려고 하고 있다.

4) 유럽연합 화학물질 등록 평가 인허가 규제(REACH)

REACH는 화학물질 등록 평가 인허가에 대한 유럽연합의 규제(Regulation)로 2008년 6월 1일 시행하였다. 인간건강과 환경에 대한 높은 수준의 보호를 보장하는 것을 목적으로 하며 물질의 위해성 평가를 위한 대안 기법과 경쟁성 및 혁신성을 강화하면서 내부 시장에 대한 화학물질의 자유로운 순환을 보장하려는 것이다. REACH는 물질·화학물질에 대한 안전 대책을 규정하고 있다. 이는 제조업자에게 적용되는 규제·규정으로 화학물질을 시장에 내어놓거나 화학물질을 사용하려고 하는 사업자에게 해당되는 규제·규정이다. REACH는 화학물질 제조업자와 수입업자, 제조·수입 이후의 사용자에게 건강과 환경에 해를 끼치지 않는 물질을 제조하고 사용하도록 하는 원리를 기본으로 하고 있다. 이 규제는 사전예방·사전 대비적 원리에 의하여 뒷받침되고 있다.

EU ECHA의 REACH는 2006년 12월 발효되어 2007년 6월부터 단계적으로 시행에 들어간 화학물질의 등록·평가·허가 및 제한을 목적으로 하는 제도로, 기존물질 또는 신규물질의 구분 없이 제조·수입되는 모든 화학물질에 대하여 위해성 자료 생산과 등록을 의무화하였다. 나노물질에 대해 2008년 6월부터 2013년 3월까지 사전신고제(물리화학적 특성자료 이외에 환경, 보건 관련 독성 자료 포함) 실시, 등록된 화학물질안전성 보고서(CSR)서류 검토 후 문제없으면 해당 용도에 한하여 나노물질을 등록한다.

한편, 나노물질의 REACH 적용에 있어 나노물질의 정의, 물질 정보 및 위해성 평가 방법의 구체적인 마련의 필요성이 지속적으로 제기되어 2010년 1월에 EC는 다음의 세 가지 부분에 대해 나노물질 REACH 적용계획(REACH Implementation Project on Nanomaterial, RIP-oN)을 착수하였다

- RIP-oN1: Substance Identification(나노물질의 정의 확립)
- RIP-oN2: Information Requirement(나노물질 고유물성 관련 정보요건 확립)
- RIP-oN3: Chemical Safety Assessment(나노물질 위해성·독성·노출평가 방법 확립)

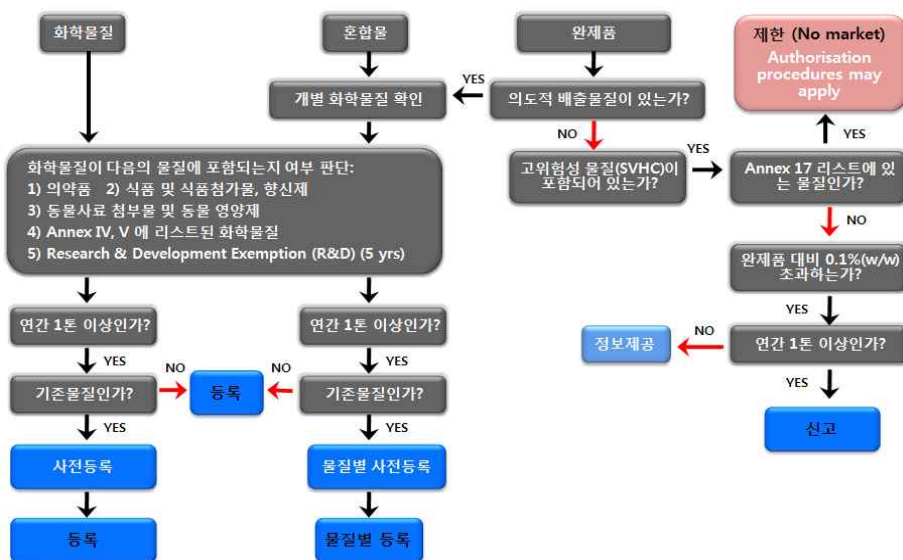


그림 6. REACH 적용 흐름도

5) 유럽연합 첨단 선단식품 규제

1997년 1월 27일 유럽연합 의회(EP : European Parliament)와 유럽연합 위원회(EC : European Council)는 유럽연합 규제(Regulation)의 EC 258/97을 통과시켰다. 이는 새로운 첨단·선단 식품(novel food)과 그 첨단·선단 식품의 성분, 즉 '1997년 5월 15일 이전 유럽연합에서 인간에 의해 사용되지 않은 성분'을 허가하기 위하여 자세한 규정을 설정했던 것이다. 2010년 7월, 이러한 규정에 대한 초안 개정안이 유럽연합 의회(EP)에 의하여 통과되었다. 이 규제의 개정은 제기된 위해성이 충분히 이해될 때까지 나노크기 식품 재료의 사용을 금지해야 하는 것이고, 모든 나노크기의 재료는 결과적으로 명백히 표시·표지(labeling) 되어야 한다는 것이다. 그러나 유럽연합의회와 유럽연합위원회는 식품에 존재하는 나노크기의 재료 등 여러 가지 과제를 처리하기 위한 새로운 첨단·선단 식품 규정 갱신에는 합의점에 이르지 못했다.

6) 유럽연합 화장품 규제

2009년 11월 유럽연합 위원회는 화장품에 관한 55개의 디렉티브(지령)를 그보다 한 단계 높은 화장품 생산제품에 대한 단일한 규제로 재구성하는 것에 동의하였다 : 2009년 11월 30일 화장품 생산제품에 대한 유럽연합의회와 유럽연합위원회의 규제[Regulation (EC) No 1223/2009.]¹⁴, 특히 모든 생산제품에 사용되는 나노물질에 대한 규제를 설립하기 위한 유럽연합 내의 국가적이며 초국가적(supranational)인 시금석으로서 중요성을 가진다. 이 규제에서는 나노물질을 1nm 에서 100nm 크기의 하나 혹은 그 이상의 외부 치수나 내부적 구조를 갖는 불용해성이거나 생물학적으로 잔류성이고 의도적으로 제조되는 물질이라고 정의하고 있다. 나노물질을 함유하는 새로운 화장품 제품을 만드는 제조업자는 그 제품을 유럽 시장에 내놓기 6개월 이전에 그 특정 정보를 유럽연합위원회에 반드시 제공하여야 한다. 이러한 정보로서는 화학명(IUPAC name)과 여타 기술어(descriptor) 등을 포함하여 입자크기, 물리적·화학적 특성 등과 같은 나노물질의 특성치, 유럽시장에 연간 시판할 수량의 산정치, 나노물질에 대한 독성 프로필, 나노물질이 사용되는 화장품 제품의 카테고리(범주)에 대한 안전성 자료, 합리적으로 예측할 수 있는 노출 상태 등이다. 또한 이 규제는 유럽연합내에서 나노물질을 함유하는 화장품 제품에 대해 2014년 1월 11일까지 표시(labeling)할 것을 요구하고 있다.

7) 유럽연합 유해물질 제한지침(RoHS)

유해물질 제한지침(RoHS)은 유해한 물질은 사용한 전자제품이나 전기기기를 제한하는 지침¹⁵으로 2006년 7월에 시행되었다. 나노물질에 대해서는 2010년 6월 2일 유럽의회 환경위원회(Committee on Environment, Public Health and Food Safety)에서 전기전자제품 내 은나노와 카본나노튜브를 특정유해물질로 지정하여 사용을 제한하는 개정안이 채택되

었다. 당시 이 개정안의 채택에 있어 개정안 발효 2년 후부터 나노물질 사용제품에 라벨링이 의무화 되고 3년 후부터 EC에 신고 및 안전성 관련 자료 제공이 의무화된다고 하여 주목을 받았으나. 같은 해 11월 24일 유럽의회 투표를 위해 제출된 최종 개정안에서 나노물질 관련 부분이 모두 삭제된 상태에서 가결되었다. 은나노나 카본나노튜브 등의 특정 나노물질에 관한 언급은 개정안으로부터 삭제되었지만 부속서 II의 제한 물질 리스트의 재검토에서 '사건예방의 원칙으로 크기나 구조에 의한 특성에 의해서 유해한 가능성이 있는 사이즈나 내부·표면 구조가 지극히 작은 물질의 사용을 제한하는 과학적 증거를 만들거나 또는 최소한 소비자 보호를 확보할 수 있는 환경친화적인 대체물질의 검토가 필요하다'라고 기록하고 있어 향후 나노물질이 제한 물질의 리스트에 추가될 가능성을 열어 두었다.

III. 연구개발, 인프라 시설, 인력양성 프로그램

가. 연구개발 프로그램

유럽연합은 1984년부터 국가단위 연구개발 프로그램(Framework Program, FP)을 구성하여 과학기술 연구, 개발 및 혁신에 투자하였으며, 현재는 제8차 FP, Horizon 2020 (2014-2020)¹⁶ 프로그램을 추진하고 있다. Horizon 2020은 유럽의 새로운 성장동력 마련 및 일자리 창출을 목표로 하고 있으며 세부적으로는 1) 유럽 경제위기 극복을 위한 해결책으로 연구개발 분야에 투자(2020년 까지 GDP 3% 목표), 2) 유럽 내 연구혁신을 효율적으로 추진하기 위해 프로그램 통합 및 간결화, 3) 글로벌 도전과제들을 해결하기 위해 국제협력 적극추진 등이 주요내용이다. Horizon 2020은 그림과 같이 ‘뛰어난 과학(Excellent Science)’, ‘산업경쟁력 강화(Industrial Leadership)’, 그리고 ‘사회적 도전과제 해결(Societal Challenges)’의 3개 축(Pillar)로 구성되어 있다. 기초/원천 연구(TRL 1-3)는 Horizon 2020 뛰어난 과학의 유럽연구위원회(European Research Council, ERC)에서 추진하고 있으며, 기초원천 연구를 단일 창구에서 관리하여 효율성을 높이고 산업경쟁력을 높이는 바탕으로 삼고 있다. ERC는 과학자문위(Scientific Council)과 집행위원회(Executive Agency), 대

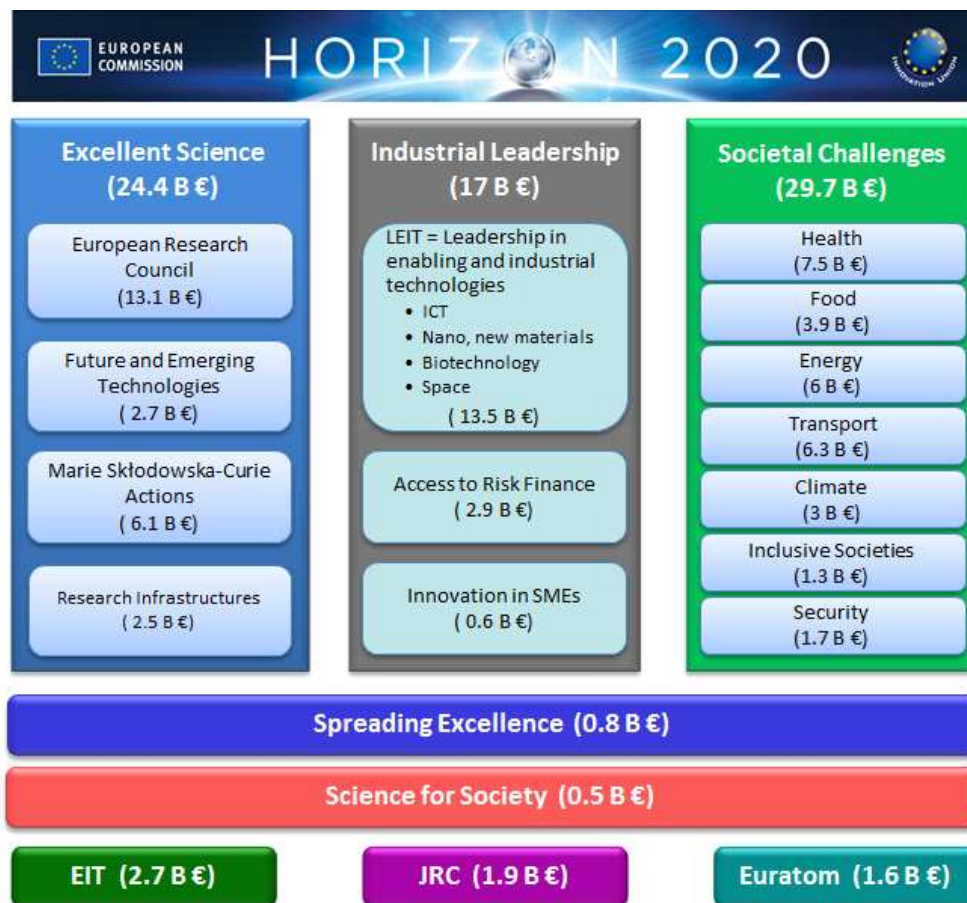


그림 7. 유럽연합의 Horizon 2020의 구성과 배분 예산

표위원회(Standing Committee), 실무그룹(working Group)로 구성되어 있다. 과학자문위(Scientific Council)는 노벨상 수상자를 포함한 연구자/학자로 구성되어 있으며 과학 예산 정책과 지원 방법론을 결정하여 창의적이고 혁신적인 연구를 지원한다. 집행위원회는 행정조직으로 매년 ERC 워크 프로그램을 수립하고 기초연구를 지원한다. 대표위원회와 6개의 실무그룹[1.양성평등(Gender Balance), 2.개방접근(Open Access), 3.혁신과 산업관련(Innovation and Relation with Industry), 4.유럽참여확대(Widening European Participation), 5. 국제참여확대(Strengthening International Participation), 6.핵심성능지표(Key Performance Indicators)]은 22명으로 구성된 과학자문위원회를 지원하여 과학예산정책 수립 및 세부적인 업무에 대한 지원 방향을 설정한다.

앞에서 언급한 나노기술 등 주요 첨단기술은 대부분 ‘산업 리더십’에 포함되어 있다. 특히 미래혁신과 산업경쟁력 강화를 위한 나노기술 연구개발을 추진하고 있으며, 나노기술과 같은 첨단기술 개발을 통해 지식집약 산업 및 지식기반 경제 구축을 도모한다. Horizon 2020에서는 나노기술과 관련하여 다음과 같은 세부 5개 분야를 중점 추진할 계획이다.

- 차세대 나노소재, 나노기기 및 시스템(Advanced Nanomaterials, -Device and -System)
- 나노기술의 안전한 개발 및 응용
- 나노기술의 사회적 차원(사회경제적 파급효과 등)
- 나노소재, 요소 및 시스템에 대한 효율적 합성과 생산
- 첨단 기술, 측정 및 장비

NANOTECHNOLOGY in H2020 – Five main building blocks

Next generation nanomaterials, -devices and -systems: Development and integration of knowledge at the cross-roads of different scientific disciplines, aiming at fundamentally new products enabling sustainable solutions in a wide range of sectors.

Safe development and application: Advancing scientific knowledge of their potential impact on health or on the environment for pro-active, science-based governance of nanotechnologies, and providing validated scientific tools and platforms for hazard, exposure and risk assessment and management along the entire life cycle of nanomaterials and nanosystems.

Societal dimension: Addressing the human and physical infrastructure needs of nanotechnology deployment and focussing on governance of nanotechnology for societal benefit.

Synthesis and manufacturing: Focusing on new flexible, scalable and repeatable unit operations, smart integration of new and existing processes, as well as up-scaling to achieve mass production of products and multi-purpose plants that ensures the efficient transfer of knowledge into industrial innovation.

Capacity enhancing techniques: Focusing on the underpinning technologies, supporting the development and market introduction of complex nanomaterials and nanosystems, including characterising and manipulating matter at the nano-scale, modelling, computational design and advanced engineering at the atomic level.

그림 8. Horizon 2020에서 나노기술 관련 5대 중점 추진 분야

나노기술 관련 워크프로그램은 나노기술(Nanotechnology), 첨단재료(Advanced Materials), 첨단제조업(Advanced Manufacturing and Processing), 및 바이오기술(Biotechnology)의 NMP-B¹⁷로 구성되어 있으며 2014-2015 과제 예산은 각각 2억 3천만, 2억 1천만 유로이다. 과제 공고(Call)¹⁸는 아래와 같이 6개 분류 39개의 세부 과제로 구성되어 있다.

- NMP 1-7 : 죽음의 계곡을 극복하고 나노기술 연구와 상용화 시장의 격차 연결
- NMP 8-12: 효과적인 건강관리를 위한 나노 신소재
- NMP 13-17: 저탄소 에너지 기술과 에너지 효율을 위한 나노 신소재
- NMP 18-25: 유럽 경쟁력/지속가능성을 위한 나노기술과 첨단재료의 다양한 활용
- NMP 26-30: 안전한 나노기술의 응용과 규제 개발 지원
- NMP 31-39: 나노기술의 지배구조, 표준, 모델 등의 지원을 위한 일반적인 요구사항 해결

나. 인프라(연구 시설) 프로그램

앞에서 언급한 것처럼 유럽연합은 첨단과학기술의 연구개발 및 혁신을 추구하고 있으며, ‘유럽 연구 인프라기관 정책포럼(European Strategy Forum on Research Infrastructure, ESFRI)’¹⁹등을 통해서 유럽 내 연구시설을 관리하고 있다. 연구시설 로드맵을 수립하여 유럽전체 연구지원 시설에 대한 계획을 수립하고 있으며 대표인 연구 인프라 시설로는 CERN, EMMA, GEANT등이 있다.

표 2. ESFRI 로드맵 2010에 의한 유럽내 연구시설 및 네트워크

분야	이름	설명
Energy	ECCSEL	European Carbon Dioxide Capture and Storage Laboratory Infrastructure
	EU - SOLARIS	European Solar Research Infrastructure for Concentrating Solar Power
	HIPER	High Power Laser Energy research Facility
	IFMIF	International Fusion Materials Irradiation Facility
	JHR	Jules Horowitz Reactor
	MYRRHA	European Fast Spectrum Irradiation Facility
	WINDSCANNER	The European Windscanner Facility
Environmental sciences	COPAL	Heavy Payload Long Endurance Tropospheric Aircraft
	EISCAT_3D	The next Generation European Incoherent Scatter Radar System
	EMSO	European Multidisciplinary Seafloor Observatory
	EPOS	European Plate Observing System
	EURO-ARGO ERIC	Global Ocean Observing Infrastructure
	IAGOS	In Service Aircraft for a Global Observing System
	ICOS	Integrated Carbon Observation System
	LIFEWATCH	Science and Technology Infrastructure for Biodiversity and Ecosystem Research
	SIOS	The Svalbard Integrated Arctic Earth Observing System

분야	이름	설명
Health and Food	ANAEE	Infrastructure for Analysis and Experimentation on Ecosystems
	BBMRI-ERIC	Biobanking and BioMolecular resources Research Infrastructure - European Research Infrastructure Consortium
	EATRIS-ERIC	European Advanced Translational Research Infrastructure in Medicine
	ECRIN-ERIC	European Clinical research Infrastructures Network
	ELIXIR	European Life-science Infrastructure for Biological Information
	EMBRC	European Marine Biological Resource Centre
	ERINHA	European research Infrastructure on Highly Pathogenic Agents
	EU-OPEN SCREEN	European Infrastructure of Open Screening Platforms for Chemical Biology
	EURO-BIO IMAGING	European Research Infrastructure for Biomedical Imaging
	Infrafrontier	European Infrastructure for Phenotyping and Archiving of Model Mammalian Genomes
	INSTRUCT	Integrated Structural Biology Infrastructure
	ISBE	Infrastructure for Systems Biology-Europe
MIRRI	Microbial Resource Research Infrastructure	
Materials and analytical facilities	CERIC-ERIC	Central European Research Infrastructure Consortium
	EMFL	European Magnetic Field Laboratory
	E S R F upgrade	Upgrade of the European Synchrotron Radiation Facility
	ESS	The European Spallation Source
	EUROFEL	Free Electron Lasers of Europe
	European XFEL	European X-Ray Free-Electron Laser Facility GmbH
	ILL 20/20 Upgrade	Upgrade of the European Neutron Spectroscopy facility based at the Institut Laue Langevin
Physical sciences and engineering	CTA	Cherenkov Telescope Array
	E-ELT	European Extremely Large Telescope
	ELI	Extreme Light Infrastructure
	FAIR	Facility for Antiproton and Ion Research
	KM3NeT	Kilometre Cube Neutrino Telescope
	SKA	Square Kilometre Array
	SPIRAL2	Facility for the production and study of rare isotope radioactive beams
Social sciences and humanities	CESSDA	Consortium of European Social Science Data Archives
	CLARIN ERIC	Common Language Resources and Technology Infrastructure
	DARIAH-ERIC	Digital Research Infrastructure for the Arts and Humanities
	ESS ERIC	European Social Survey
	SHARE-ERIC	Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe
e-infrastructure	PRACE	Partnership for Advanced Computing in Europe

ESFRI 2010년 로드맵에 따르면 유럽 전역에 표2와 같이 7개 분야에 연구 시설 및 네트워크가 구축되어 있다. 이외에도 유럽연합 집행위원회 회원국 단위의 연구 인프라 시설이 있으며 이러한 시설들을 네트워크하여 정보 공유 및 효율적 운영을 추진하고 있다.

나노기술과 관련하여 FP에서 추진하는 연구시설(인프라) 관련 프로그램은 나노안전클러스터(Nano Safety Cluster, NSC)에서 관리하는 Q-NANO²⁰ 등이 있다. Q-NANO는 나노물질의 안전성 확보를 위한 인프라 사업으로 FP7에서 7백만 유로를 투자하고 유럽내 27개 기관이 참여하여 연구개발 및 평가 관련 결과를 공유하고 과학적 평가방법과 분석을 위한 기술 제공하는 것을 목표로 한다.

※ Q-Nano 프로그램 개요

1. 공동연구(JRA, Joint Research Activities)를 통해
 - 사용자들에게 나노물질의 특성분석 제공
 - 세포사멸과 같은 일반적인 과학방법에 의한 안전성 평가법 개발과 구현
 - EU 및 기타 연구실을 협력을 통한 국제적 안전성 평가법 구축
2. 연구결과 공유(NA, Networking Activities)
 - 나노재료 제어, 나노재료의 생물학적 시험을 위한 최상의 방법 제공, 인프라의 지속가능성과 개발을 위한 작업반 구성, 과학적 문제들에 대한 전문가 그룹의 지원 등
3. 범국가적 협력(TA, Transnational Access)
 - 유럽내 15개 나노물질 연구기관 협력, 고급 전문인력의 공유 지원을 통한 질적향상 도모

다. 인력양성 프로그램

유럽연합은 신진 또는 경력 연구자들의 연수 기회를 제공하여 연구기술 역량 개발 및 증진을 지원하고 있다. Horizon 2020에서는 ‘뛰어난 과학(Excellent Science)’ 부문의 마리 스클로도브스카-퀴리 프로그램(Marie Sklodowska-Curie Action, MSCA)을 통해서 연구자들의 새로운 지식과 기술 습득을 지원하여 잠재력을 높이고 연구결과 증진을 추진하고 있다. 나노기술 뿐만 아니라 기초적 과학 연구에서 첨단과학 기술의 연구까지 포함하는 MSCA는 학술/비학술 기관을 통해 높은 수준의 혁신적인 연구 교육 프로그램과 지식공유 기회를 제공한다. 이 사업을 통해 연구자들을 채용하고 기술 이전, 연구활동/프로그램 관리 및 지원, 지적재산권 관리, 윤리적 문제, 대중 소통 등 다양한 부문에서 발전의 기회를 제공하고 있다. 또한 참여연구자들에게 최소한의 수당을 제공하고, 세계 최고의 연구 그룹들과 공동연구를 할 수 있는 기회를 부여하며 국가별/지역별 연락관(National Contact Point, NCP)를 구성하여 MSCA프로그램에 대한 세부 정보를 제공하고 관련 활동을 지원하고 있다. 이를 위해 연구책임기관(Research Executive Agency, REA)를 구성하여 MSCA 프로그램을 총괄 집행하고 있다. MSCA의 세부 프로그램은 다음과 같다.

표 3. MSCA의 인력양성지원을 위한 세부 프로그램

명칭	Individual Fellowship(IF)	Innovative Training Networks(ITN)	Research and Innovation Staff Exchange(RISE)	Co-funding of Regional, National and Interantional Programmes(COFUND)
특성	개인 연구자 지원	주관기관 지원	주관기관 지원	연구지원 기관 지원
목적	EU 및 해외에서 연구활동을 수행할 수 있는 우수 연구자 지원	유럽 내 혁신연구 및 박사과정 지원 연구자, 혁신기술 개발 지원	학술/비학술 기관 교류 촉진, 연구 혁신의 국제활동 도모	연구혁신분야 우수인력 개발 지원(지역 또는 국가 단위)
지원가능 연구자	경력연구자 (국적무관)	신진연구자 (국적무관)	참여기관 연구혁신 관련 직원	박사과정 신진연구자 및 경력연구자
지원가능 기관	산학연등 (학술/비학술)	산학연 최소 3개 이상 참여기관 (학술/비학술)	산학연 최소 3개 이상 참여기관 (학술/비학술)	산학연등 (학술/비학술)

MSCA 프로그램을 통해 나노기술과 관련된 인력양성도 지원하고 있으며, 이러한 통합 프로그램으로 연구자들의 연구경력확대, 분야와 지역을 넘어선 지식 교류, 기관의 역량 강화, 사람중심의 과학기술 개발을 지원하고 있다.

IV. 나노기술 기반 혁신(상용화 등) 관련 주요 프로그램

2010년 유럽연합은 ‘유럽 2020 연구혁신 중점계획(Europe 2020 Flagship Initiative on Innovation Union)’을 확정하고 2020년까지, 현재 선두를 달리고 있는 미국을 추격하여 앞지르겠다는 목표의 중점계획을 확정하였다. 네가지 분야에서 10개의 세부과제를 제시하였으며, 이를 달성하기 위해 2020년까지 EU 회원국의 연구개발 투자를 국내총생산(GDP) 대비 3%까지 확대하여 370만개의 일자리를 창출하고 GDP를 연간 7, 950억 유로까지 확대하겠다는 계획이다.

표 4. 유럽 2020 연구혁신 중점계획의 세부내용

4개 분야	10개 세부 과제	내용(요약)
지식기반 강화 및 결속	1. 과학기술 인력양성 및 대학 연구역량 강화 2. 유럽연구지역(ERA) 달성 및 완성 3. 연구개발 투자 우선순위 결정 4. 유럽기술대학(EIT) 본격 추진	1. 2020년까지 GDP 3%의 목표 달성을 위해 1백만명 이상의 연구개발인력 증가 필요 2. 회원국 간 효율적인 역할분배, 연구개발 추진을 위한 ERA 세부사항 및 정책 마련 3. 기초연구는 ERC 주관, 개발 및 상용화는 FP 프로그램을 통해 추진 4. 연구개발 주체(산학연)을 결집하여 EIT를 설립, 효율적 추진
창의적 아이디어의 상업화	5. 연구개발 기업을 위한 금융지원 강화 6. 유럽단일 연구 혁신 시장 조성 7. 공공정보 공개 및 창의적 역량 활용	5. 연구개발비를 확대하기 위해 민간 투자 유인 및 EU내 투자 확대 6. 단일특허제도 도입을 통한 지재권 획득, 공공구매를 통한 내수경기 활성화 7. 공공재원 연구성과의 공유를 추진하여 활용 촉진
사회-지역적 연계 강화	8. 연구개발혁신 성과의 공유와 확산	8. 회원국간 혁신격차 해소를 위해 정책 수단 마련
정책 강화 및 관리	9. 유럽혁신 파트너십(EIP)도입 10. 추진성과 모니터링	9. 사회/경제적 과급효과를 감안한 과제 설정 및 해결을 위한 EIP 도입 10. 회원국의 정책/성과 모니터링을 위한 지표 개발

또한 2008년 금융위기 이후 유럽연합은 단기적/장기적 관점의 문제 해결을 위해 ‘유럽 경제회복 프로그램(European Economy Recovery Plan, EERP)’를 시작하였으며, 이를 효과적으로 추진하기 위해 공공민간협력(Public-Private-Partnership, PPP) 사업을 출범하였다. 공공과 민간이 협력, 연구개발과 혁신에 투자하여 유럽의 글로벌 경쟁력 확보, 일자리 창출 및 지속가능한 경제구축을 추진하였으며 PPP에 대한 이행방안으로 공동기술전략(Joint Technology Initiative, JTI)프로그램을 시작하였다. 또한 FP8, Horizon 2020에서는 ERA의 효과적인 추진을 위해 ERA-NET과 공동프로그램전략(Joint Programming Initiative, JPI)를 시작하였다.

이러한 유럽연합 단위의 중장기 계획에 따라 유럽혁신협력(European Innovation

Partnership, EIP)²², 유럽기술플랫폼 (European Technology Platform, ETP)²³, 유럽혁신기술대학(European Institute of Innovation and Technology, EIT)²⁴, 공공민간협력(Public Private Partnership, PPP)²⁵, 공동기술전략(Joint Technology Initiative, JTI)²⁶, 공공-공공협력(Public Public Partnership, P2P)²⁷ 등의 다양한 혁신 프로그램들이 출범, 추진되었으며 이러한 프로그램들에 대해 보다 자세히 알아보하고자 한다.

가. 유럽혁신협력(EIP)

유럽혁신협력(EIP)은 기초원천 연구의 연구자부터 최종 사용자까지 다양한 이해당사자들이 참여하는 모임으로 포럼을 통해 현황 파악, 개발과 테스트를 통해 아이디어를 실행하는 전주기적인 과정에서 가능한 방법들을 모색한다. 특히 다음과 같은 활동들을 촉진코자 한다.

1. 이해당사자 모두가 공감하고, 혁신을 촉진할 수 있는 가능한 재료들의 취합
2. 연구개발과 혁신에 필요한 시간의 단축
3. 복잡성 감소를 통한 다양한 노력들의 혁신적이고 계량 가능한 결과 도출



그림 9. 유럽혁신협력(EIP)의 AHA 구성 및 세부사항

이를 위해 가) 능동적이고 건강한 노화(Active & Healthy Ageing), 나) 농업 생산성 및 지속가능성(Agricultural Productivity & Sustainability), 3) 원재료(Raw-material), 4) 스마트 시티 및 사회(Smart cities and Communities), 5)물(Water)의 5가지 분야를 구성하였다.

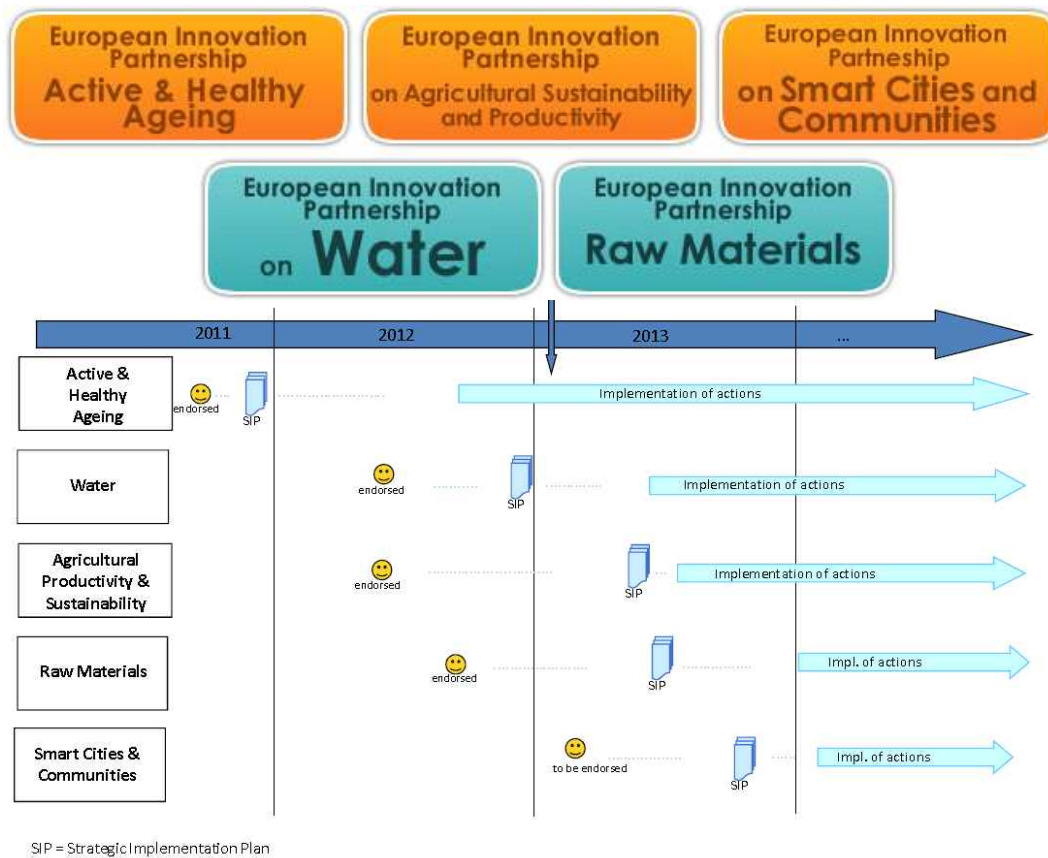


그림 10. 5가지 EIP의 세부 추진 계획

이러한 5가지 분야는 2011년부터 현황 파악 및 문제점 발굴, 그리고 이를 해결하기 위한 정책적 이행계획(Strategic Implementation Plan)을 설정하여왔다. 각 분야별로 운영위원회(Steering Group)와 전문가 그룹(Task force) 및 실행그룹(Action Group)을 설정하여 해당분야 이해당사자의 의견을 수렴하고 우선순위를 설정하여 이행방안을 도출하고 있다.

나. 유럽기술플랫폼(ETP)

유럽기술플랫폼(ETP)은 산업계 주도의 이해당사자들 모임(포럼)으로 단기/중장기 연구 혁신 아젠다를 도출하고 민간 및 공공분야의 예산 지원을 통해 유럽연합 및 국가단위 로드맵을 수립하는 것을 지향한다. 6개의 중점분야[바이오 기반 경제(Bio-based Economy) 7개 포럼, 에너지(Energy) 7개 포럼, 환경(Environment) 1개 포럼, 정보통신(ICT) 10개 포럼, 생산 및 공정(Production and processes) 8개 포럼, 운송(Transport) 5개 포럼]을 구성하고 산업안전(Industrial Safety), 나노퓨처(Nanofuture), 그리고 ETP간 교차 전략을 통해 이를 이행코자 한다.

Bio-based economy	Energy	Environment	ICT	Production and processes	Transport
EATIP	Biofuels	WssTP	ARTEMIS	ECTP	ACARE
ETPGAH	EU PV TP		EUROP	ESTEP	ERRAC
Food for Life	TPWind		ETP4HPC	EuMaT	ERTRAC
Forest-based	RHC		ENIAC	FTC	Logistics
Plants	SmartGrids		EPoSS	SusChem	Waterborne
FABRE TP	SNETP		ISI	Nanomedicine	
TP Organics	ZEP		Net!Works	ETP-SMR	
			NEM	Manufuture	
			NESSI		
			Photonics 21		
Cross ETP Initiatives					
Nanofutures					
Industrial Safety					

그림 11. 유럽기술플랫폼(ETP)의 중점추진분야 및 구성 포럼

ETP는 다양한 산업기술에 대해 다루고 있으며, 유럽연합 프레임워크 프로그램(국가단 위 연구혁신 프로그램)의 연구 우선 주제들을 도출하고 정책적 연구혁신 의제를 도출함으로써 Horizon 2020의 목표 달성을 위한 외부 자문(External Advice) 기구로의 역할을 수행하고 있다.

- 사회적 도전과제 해결과 산업경쟁력 재고를 위해 해결해야 할 문제들과 기회들을 파악하고 사업화에 중점을 둔 계획을 수립
- 산업계를 포함하는 이해당사자의 협력과 합의에 의한 우선순위 도출
- 유럽전역에서 정보의 공유와 지식의 전달 추진

다. 유럽혁신기술대학(EIT)

유럽연합은 미국 MIT를 벤치마킹하여 유럽혁신기술대학(EIT)을 설립코자 하였으나 2008년 설립법 제정시 사무국을 둔채 기존의 대학-연구기관-산업계를 연계하는 네트워크 화 하는 역할로 축소된 EIT를 설립하였다. EIT는 연구개발 3대 주체인 산학연을 하나의 기관을 중심으로 결집한다는 개념을 기반으로 설립되었으며, 일반적인 대학과 연구기관의 중간적 형태를 유지하고 있다. EIT는 유럽의 지속가능한 성장과 경쟁력 재고, 유럽연합 회원국의 혁신 역량 증대, 미래를 위한 기업을 설립하고 차기 혁신적 돌파구를 준비 하는 것을 목표로 한다. EIT 본부는 헝가리에 위치하고 있으며 2010년 산학연 협력을 통해 세가지 분야에 대한 지식혁신커뮤니티(Knowledge and Innovation Communities, KICs) 를 구성하였다.

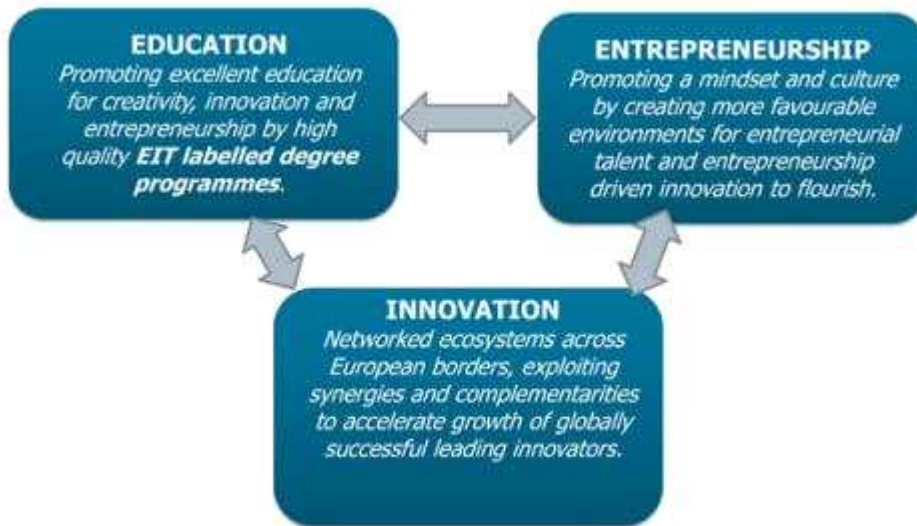


그림 12. 유럽혁신기술대학(EIT)의 구성과 역할



그림 13. 유럽혁신기술대학(EIT)의 유럽 내부 현황

※Climate-KIC(기후변화 경감과 적응), EIT ICT Lab(정보 및 통신기술), KIC InnoEnergy(지속가능한 에너지)

2010년부터 2013년 까지 EIT를 통해 14, 155개의 교육 프로그램이 실행되었고 318명의 졸업생을 배출하였다. 약 404개의 사업화 아이디어가 도출되었고 108개의 스타트업 회사가 설립되었다. 약 146개의 연구 지식이 이전되었고 약 89개의 제품(서비스 및 공정 포함)의 성능개선이 추진되었다.

라. 공공민간협력(PPP)

2008년 금융위기 이후 유럽연합은 단기적(개인, 기업 및 투자의 관점)과 장기적(사회문제 해결, 환경보호 및 온실가스 배출량 감소 등)관점의 문제 해결을 위해 '유럽 경제회복 프로그램(EERP)'를 시작하였으며, 이를 효과적으로 추진하기 위해 공공민간협력(PPP) 사업을 출범하였다. 주요 3대 사회적 이슈를 해결하기 위해 공공과 민간이 협력, 연구개발과 혁신에 투자하여 유럽의 글로벌 경쟁력 확보, 일자리 창출 및 지속가능한 경제구축을 추진하였다. 세부적으로 FP7에서 추진한 공공민간협력의 주요 3대 분야는 다음과 같다.

- 유럽 제조업의 경쟁력 확보와 지속가능한 제조업 부흥을 위한 미래의 공장 (Factories of the Future, FoF)
- 온실가스 저감을 위한 녹색기술개발, 에너지 효율 증가를 위한 에너지 절감형 건물 (Energy Efficient Building, EeB)
- 온실가스 절감 및 운송사업의 지속성장과 전기운송수단 촉진을 위한 그린카 (Green Car, GC)

제8차 프레임워크프로그램, Horizon 2020에서 공공민간협력은 ETP를 넘어서서 유럽연합 집행위원회(EC)와 산업 파트너간의 계약합의에 따라 목표설정, 이행사항 확인, 주요 성능지표 및 예상 도출 결과물 등에 대해 합의할 예정이다. FP7에서 확장하여 Horizon 2020에서는 유럽 연합 집행위와 주요 산업 대표간 계약을 통한 계약 공공민간협력(Contractual Public Private Partnership, cPPP)의 형태로 진행될 것이다. 이러한 cPPP는 기존 PPP에서 다루던 융합분야의 주제 이외에 “자원과 에너지 효율성을 증대를 위해 지속가능한 공정 산업(Sustainable Process Industry)”을 추가하였으며, ICT를 기반으로 하는 4개의 주제로 확대되어 추진되고 있다.

- 미래 인터넷을 위한 첨단 5G 네트워크(Advanced 5G Network infrastructure for the Future Internet)
- 유럽의 경제회복과 과학발전을 위한 고성능 컴퓨팅(High Performance Computing)
- 다양한 사회적 도전과제 해결과 산업경쟁력 강화를 위한 로봇틱스(Robotics)
- 다양한 분야에 응용이 가능하고 미래사회혁신을 위한 기술 중 하나인 포토닉스(Photonics)

유럽연합 집행위원회는 FP7에서 공공민간협력을 지속적으로 추진하기 위해 16억 유로의 예산을 투자하였으며 이를 통해 산업연계를 확대하여 연구혁신프로그램에 대한 산업계의 참여가 50% 이상 증가(중소기업 참여 23% 이상 증가)하였다. 또한 Horizon 2020에서는 7년동안 약 60억 유로 이상의 예산을 투자하여 공공민간협력을 통해 모든 이해당사자가 참여하여 정책적으로 중요한 연구혁신을 추진하고 산업계가 참여하는 문제해결, 유럽 산업경쟁력 확보, '유럽2020' 전략과 산업계 수요를 반영한 연구혁신 우선과제 도출, 연구혁신 촉진, 산업계 협력 참여 촉진이 가능할 것으로 예상된다.

Contractual PPPs – indicative budgets (2014-20) (in € millions)

cPPP	EU (Horizon 2020) indicative budget (mio. €)
Factories of the Future	1,150
Energy-efficient Buildings	600
Sustainable Process Industry	900
European Green Vehicles Initiative	750
5G networks for the Future Internet	700
High Performance Computing	700
Robotics	700
Photonics	700
<i>Total</i>	<i>6,200</i>

그림 14. Horizon 2020의 계약 공공민간협력 배분예산(출처:Science on the NET)

마. 공동기술전략(JTI)

2007년 유럽연합 단위에서는 최초로 산학연관이 모여서 공통의 관심분야에 대해 유럽 산업경쟁력을 제고하고 위해 추진한 중장기 공공민간협력이 공동기술전략(JTI)이다. JTI는 유럽연합 협동조약 187[Joint Undertakings set up under Article 187 TFEU (ex Article 171 TEC)]을 법적근거로 하여 유럽기술플랫폼(ETP)의 주요 결과들에 대한 공공민간협력(PPP)의 이행방안으로 추진되었으며 FP7에서는 아래와 같은 5개 분야에서 추진되었다.

- 공공 보건(the Innovative Medicines Initiative, IMI)
- 항공학 및 항공운송(the Clean Sky Initiative, Clean Sky)
- 임베디드 컴퓨터 시스템(the ARTEMIS Initiative, Artemis)
- 나노전자소자(the ENIAC Initiative, ENIAC)
- 연료전지 및 수소(the FCH Initiative, FCH)

Horizon 2020에서는 분야를 더욱 확대하여 다음과 같은 7개 분야로 재편집 확장되었다.

- 공공 보건(the Innovative Medicines Initiative, IMI)
- 항공학 및 항공운송(the Clean Sky Initiative, Clean Sky)
- 연료전지 및 수소(the FCH Initiative, FCH)
- 경제적이고 안전한 지속가능성의 철도(Shift2Rail)
- 바이오기술 기반 산업(Bio-Based Industry, BBI)
- 전자 부품 및 시스템(ECSEL)
- 항공운송 효율 제고와 관리를 위한 단일 유럽 SKY ATM Research(SESAR)

Innovation Investment Package - total investments (2014-20) (in € millions)

Joint Technology Initiatives			
JTI	EU (Horizon 2020) + EU Member States (for Electronics only)	Industry	Total
Innovative Medicines Initiative 2	€1725	€1725	€3450
Fuel Cells and Hydrogen 2	€700	€700	€1400
Clean Sky 2	€1800	€2250	€4050
Bio-based Industries	€1000	€2800	€3800
Electronic Components and Systems	€1215 (+ €1200 from EU Member States)	€2400	€4815
<i>Total JTIs</i>	<i>€7640 (€6440 from Horizon 2020 + €1200 from EU Member States)</i>	<i>€9 875</i>	<i>€17 515</i>
SESAR Joint Undertaking			
JU	EU (Horizon 2020)	Eurocontrol and other members	total
European Air Traffic Management System (SESAR)	€600	€1000	€1600

그림 15. Horizon 2020의 공동기술전략 배분예산(출처:Science on the NET)

공동기술전략을 통해 유럽연합집행위원회 및 산업체에서 예산을 투자(7년 동안 190억 유로 이상)하여 주요 사회적 문제해결과 유럽 산업경쟁력 제고를 위해 노력할 예정이다.

바. 공공-공공협력(P2P)

공공-공공협력은 유럽연합 회원국들과 주변국의 협력(지역, 국가 및 국제 협력포함)을 증대하고 연구혁신 프로그램 및 활동 등을 공동으로 지원하기 위해 설립되었다. 유럽연합 집행위 또는 회원국 등의 공공 연구혁신 활동의 정합성과 효율성을 높이는 것을 목적으로 한다. 이와 관련하여 ERA-NET Cofund 또는 ‘공동프로그램전략(Joint Programming Initiative, JPI)’ 등을 추진하였다. 또한 유럽연합의 기능과 관련된 조약의 법 185[Art. 185 of the Treaty on the Functioning of the European Union, TEFU]에 따라서 공통의 관심사와 요구에 대한 국가단위 연구개발 프로그램의 조정을 실시하여 다음의 등의 활동을 추진하였다.

- European Developing Countries Clinical Trial Partnership(EDCTP2)
- Active and Assisted Living JP(AAL)
- European Metrology Innovation Research Programme(EMPIR)

Joint Programmes with Member States			
Public-public Partnership	EU (Horizon 2020)	Member States	total
European and Developing Countries Clinical Trials Partnership 2 (EDCTP 2)	€683	€683	€1366
European Metrology Research Programme (EMPIR)	€300	€300	€600
Eurostars 2 (for SMEs)	€287	€861	€1148
Active and Assisted Living Research and Development Programme	€175	€175	€350
<i>Total joint programmes</i>	<i>€1445</i>	<i>€2019</i>	<i>€3464</i>

그림 16. Horizon 2020의 공공공공협력 배분예산(출처:Science on the NET)

1) ERA-NET

ERA-NET 프로젝트의 목적은 유럽연구지역(ERA)에 따라서 상호 개방과 개발을 위해 EU 회원국 간의 연구개발 프로그램에 대해 네트워킹, 조정, 협력을 지원하는 것이다. FP7에서는 120여개의 프로그램을 통해 약 14억 유로의 예산과 관련된 프로그램을 네트워킹, 조정, 협력하였다. Horizon 2020에서는 기존 ERA-NET 및 ERA-NET Plus등 유사한 프로그램을 ERA-NET Cofund로 통합하여 유럽전체의 연구혁신 프로그램에 대해 네트워킹 조정, 협력을 지원하고자 한다.

2) Joint Programming Initiative

공동프로그램전략(JPI)는 유럽연구지역(ERA)의 이행방안 중 하나로 유럽연합 회원국의 자발적/협동에 의해 연구의 효율성을 증대하는 전략이다. 현재 약 10여개의 공동프로그램을 추진 중에 있다.

- JPI Neurodegenerative Disease Research
- JPI Cultural Heritage and Global Change: A New Challenge for Europe
- JPI Agriculture, Food security and Climate change
- JPI Urban Europe
- JPI Climate
- JPI Ocean-Healthy and Productive Seas and Oceans
- JPI More years, Better Lives
- JPI Microbial Challenges
- JPI Water-Water Challenges for a Changing World

V. 나노기술 주요국과의 국제협력

유럽연합은 유럽연구지역(ERA) 프로그램을 통해 국제협력을 추진하였으며, 나노기술 주요국인 미국과의 협력도 추진되었다. FP6(1999-2006) 에서는 나노기술과 관련하여 7개의 미국 연구기관이 참여하여 5개의 공동 연구과제를 진행하였으며, 나노기술 관련 연구의 대부분은 미국측에서 예산을 지원하였다. FP7에서 미국과의 협력은 460여개의 연구개발 프로젝트가 수행되었으며, 나노기술과 관련하여 22개의 미국 기관이 참여하는 16개의 프로젝트가 진행되었다. 16개의 프로젝트는 12개의 공동연구 과제와 4개의 조정지원 과제로 구성되었다.

ERA와는 별도로 제7차 FP에서는 BILAT(Bilateral Coordination for the Enhancement and Development of S&T Partnership between EU and USA)²⁸를 통해서 유럽연합과 미국은 글로벌 이슈에 대한 공동대응, 과학기술 공동연구, 네트워킹 증진 등을 추진하였다. 미국의 AAAS와 4개의 유럽연합 연구혁신 증진 기관 등 5개 양측 기관으로 구성되었으며, 첨단기술 연구개발을 통한 경제사회지원, 협력의 시너지를 극대화 하는 것을 목표로 하였다. 특히 2013년 3월 유럽연합(EU) / 미국 과학기술공동위원회 회의에서 양측 협력을 위한 우선순위로 4개의 첨단기술 연구 분야를 결정(해양 및 북극 연구, NMP, 건강 및 운송)하였으며 아래 3개의 주요목표를 설정하였다.

- 1) EU-US 과학기술혁신(STI) 협력 협정의 틀 안에서 정치적 대화를 지원
- 2) 양측 과학자와 혁신 주체 간의 협력을 강화하고 다수의 워크숍 및 행사를 통해 예산 가능성에 대한 정보 확산
- 3) 나노기술 주요국 간 첨단과학 및 기술의 협력을 위한 최신개발 현황 및 동향 분석

이러한 유럽연합-미국 협력 프로그램은 공공투자에 따른 수익을 증식할 수 있는 잠재력을 가지고 있으며, 미국과 유럽연구지역(ERA) 사이의 협력을 촉진시키고 협력의 결과로 발생하는 결과물의 가치를 증대시킬 예정이다. 프로젝트는 아래 6개의 워크패키지로 구성된다.

- 1) 유럽연합과 미국 사이의 과학기술혁신 정책대화 지원, 2) 연구와 혁신의 기회에 대한 인식제고(Tubitak), 3) 혁신 파트너십 육성(inno TSD), 4) 유럽과 미국의 연구파트너십 강화(FFG), 5) 의사 소통 및 정보 전파(IISA), 6) 프로젝트 관리(DLR) 관리

이와는 별도로 미국과 유럽연합은 나노안전(EHS) 분야 협력을 위해 유럽연합 집행위원회(EC)와 미국 나노기술위원회(NND)의 주관으로 '11년 3월 워싱턴에서 제1회 EU-US 나노안전 워크숍을 개최하였으며, 1) 나노기술의 환경-보건-안전과 관련된 문제들에 대한 토의, 2) 양측에서 연구개발한 결과를 이용한 공동연구(Joint program)의 활성화, 3) 향후

협력을 위한 유럽과 미국의 주요 공동관심사 및 예산을 확정하기 위한 실무진 모임을 추진하였다. 제1회 워크숍의 결과로 3개의 CoR(Communities of Research)이 미국 NNI의 지원으로 시작('12.3월)하였으며, 이후 추가로 3개의 CoR이 유럽연합의 지원(' 12.5월)으로 시작하였다. 나노 안전과 관련된 사항은 연구개발 초기부터 지속적으로 관리하여 실제 응용 제품을 만들어 사용하고 폐기할 때까지 전주기적으로 측정 관리되어야 하는 것으로, 유럽연합과 미국은 환경-보건-안전(EHS) 관련 공동연구로 나노물질의 측정, 다양한 조건에서 위해성 평가 및 모델링 등 연구개발 결과의 공유를 통해 상호 보완적인 협력을 진행하고 있다.

또한 FP7 프로그램에서 ‘나노물질의 규제시험을 위한 유럽 공통 시험법 연구개발(A common European approach to the regulatory testing of Nanomaterials)’ 프로그램인 NANoREG²⁹를 2013년 3월부터 42개월 동안 추진하였다. NANoREG는 약 5천만 유로(한화 약 7백 5십억 원)의 예산이 투입될 예정(유럽연합 집행위 및 각 참여국)으로 유럽연합 14개 회원국을 포함하는 60개 관련기관(파트너)의 규제(입법안자), 독성학자, 연구자 및 산업계 종사자가 모여, 과학적 평가방법 및 시험법을 연계하여 EHS 관련 법적 규제가 필요한 곳에 ‘필요한 해답(기준)’을 제공하는 것을 목표로 한다. 특히 제조나노물질의 특성 분석, 위험평가, 독성평가, 및 노출평가 방법 등을 제안하여 OECD WPMN 및 ISO와 같은 글로벌 협력 및 표준방법 개발 등에 활용할 수 있도록 하였다. 해당 프로젝트에는 유럽 내 연구기관뿐만 아니라 산업계(BASF, CEFIC, Nestle, Bayer 등 대기업 및 중소기업 포함)에서도 적극적으로 참여하였으며, 유럽 이외에 전 세계(미국, 호주, 일본, 중국, 캐나다, 러시아 등)주요국들이 참여할 예정이다.

IV. 결론 및 시사점

유럽연합은 새로운 제품-공정-서비스를 고안하고 생산하여 적용해 나가는 방식을 향상시키는 일련의 변화(혁신)를 통해 유럽 경제회복과 글로벌 경제의 주요 이슈인 사회적 문제해결 추진하고 있으며, 이를 위해 나노기술을 포함한 첨단기술의 연구개발과 상용화에 막대한 예산을 투자하고 있다.

나노기술을 포함한 6개의 ‘미래혁신을 위한 기술(Key enabling Technology, KET)⁵을 선정하고, 연구개발을 추진하여 다학제적이고 융합적인 기술발전으로 경제 전반에 영향을 끼쳐 유럽의 발전과 경쟁력 확대를 모색하고 있다. 이를 위해 나노기술과 같은 첨단기술의 개발은 산업경쟁력(Industrial Leadership) 부문의 “미래혁신 및 산업기술의 경쟁력(LEIT, Leadership in Enabling and Industrial Technologies)에 포함이 되어있다. 특히 R&D를 통해 개발된 기술을 제품/시장으로 전달하여 지식기반(고부가가치) 경제를 구축하는 것이 주요 목표이다. 그리고 이러한 목표를 달성하기 위해 하드웨어(국가단위 프로그램 등) 및 소프트웨어(법과 제도, 인력, 인프라 등)에 대한 체계와 거버넌스 및 세부 방향등을 설정하여 효율적으로 성과를 도출하고자 한다.

본 보고서에서는 유럽연합의 전체 연구혁신 정책, 및 관련 프로그램과 이를 효율적으로 추진하기 위한 세부 프로그램(연구개발, 인프라, 인력 양성, 및 상용화 등)들에 대해서 알아보았다. 세부적으로는 국가단위 연구혁신, 인프라, 인력양성 및 개발된 기술을 상용화 하려는 다양한 혁신 주체에 의한 프로그램[1] 주요한 사회적 도전과제들 관련 다양한



그림 17. 유럽연합의 Horizon 2020과 혁신프로그램의 구성

이해당사자들의 의견을 수렴하여 연구혁신 촉진, 2) 산업계 주도의 연구혁신 우선순위 설정 및 세부 방안 도출, 3) 산학연 연계를 통한 아이디어 사업화 및 인력양성, 4) 사회적 문제 해결을 위한 공공과 민간의 협력, 5) 산업경쟁력 확보를 위한 공공민간 협력, 5) 유럽연합 회원국 및 주변국의 연구혁신 방향의 정책적 정합성 확보 등에 대해 알아보았다.

국가단위의 프로그램(하드웨어)을 효율적으로 운영하기 위해서는 전체 프로그램과 세부 프로그램의 정합성과 거버넌스, 그리고 이를 뒷받침하는 소프트웨어(예산 투자, 관련 법제도, 연구혁신 인력 및 인프라 등)가 필수불가결한 상황이다.

경쟁자이지만 동료로써, 유럽연합의 혁신관련 시스템과 세부 프로그램의 구성과 거버넌스 등의 시사점은 제4기 범부처 나노기술종합발전계획 수립을 앞두고 있는 한국에 시사 하는 바가 크다고 할 수 있겠다.

참고문헌

1. 유럽연합의 혁신 정의, 유럽연합 집행위원회 메모/10/473 ('10.10.6):
http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-10-473_en.htm?locale=en
2. 리스본 조약 : <http://www.eapn.eu/en/what-we-do/issues-we-focus-on/the-lisbon-strategy-a-general-overview>
3. 고테베르그 조약 :
<http://www.pofesr.basilicata.it/eng/cohesion-policy/lisbon-and-goteborg>
4. 유럽 2020 전략: http://ec.europa.eu/europe2020/index_en.htm
5. 유럽 2020 전략 플래그십 : http://ec.europa.eu/europe2020/europe-2020-in-a-nutshell/flagship-initiatives/index_en.htm
6. 미래혁신을 위한 기술(KET) : http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/ict/key_technologies/index_en.htm
7. 미래혁신을 위한 기술(KET) 도출 과정 및 관련 자료 :
http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/ict/key_technologies/kets_high_level_group_en.htm
8. 유럽연합 나노안전클러스터(NSC): <http://www.nanosafetycluster.eu/>
9. 나노기술에 관한 유럽연합의 전략에 관한 의견서
http://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/pdf/nanotechnology_communication_en.pdf
10. 나노과학과 나노기술에 관한 유럽연합의 2005-2009 행동계획에 관한 의견서
http://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/pdf/nano_action_plan_en.pdf
11. 유럽연합의 경제회복 계획에 관한 의견서
http://ec.europa.eu/economy_finance/publications/publication13504_en.pdf
12. 유럽연합 REACH
<http://echa.europa.eu/regulations/reach>
13. 첨단선단식품 규제
http://ec.europa.eu/food/safety/novel_food/legislation/index_en.htm
14. 유럽연합 화장품 규제
http://ec.europa.eu/growth/sectors/cosmetics/legislation/index_en.htm
15. 유럽연합 유해물질 제한지침(RoHS)
http://ec.europa.eu/environment/waste/rohs_eee/index_en.htm
16. Horizon 2020 : <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/>
17. Horizon 2020에서 나노기술관련 프로그램(NMP-B) : <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/nanotechnologies-advanced-materials-advanced-manufacturing-and-processing-and>

18. 유럽연합 NMP-B 과제 공고(Horizon 2020) : http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2014_2015/main/h2020-wp1415-leit-nmp_en.pdf
19. 유럽연구 인프라기관 정책포럼:
https://ec.europa.eu/research/infrastructures/index_en.cfm?pg=esfri
20. 유럽연합 Quality NANO(Q-NANO) 프로그램: <http://www.qualitynano.eu/>
21. 유럽연합 인력양성 마리 스클로도브스카-퀴리 프로그램(Marie Sklodowska-Curie Action, MSCA) :
<http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/marie-sklodowska-curie-actions>
22. 유럽혁신협력: http://ec.europa.eu/research/innovation-union/index_en.cfm?pg=eip
23. 유럽기술협력: http://ec.europa.eu/research/innovation-union/index_en.cfm?pg=etp
24. 유럽혁신기술대학: <http://eit.europa.eu/>
25. 공공민간협력:
http://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/ppp-in-research_en.html
26. 공동기술전략: http://ec.europa.eu/research/jti/index_en.cfm?pg=home
27. 공공-공공협력:
http://ec.europa.eu/growth/single-market/public-procurement/partnerships/cooperation/index_en.htm
28. 유럽연합과 미국의 과학기술 협력 증진 및 개발을 위한 협력(BILAT)
http://cordis.europa.eu/project/rcn/91984_en.html
29. 나노물질의 규제시험을 위한 유럽공동 시험법 연구개발 NANoREG
<http://nanoreg.eu/>

유럽연합 집행위원회의 혁신 관련 프로그램 분석
- 나노기술을 포함하는 첨단기술 개발과 안전한 사용을 통한
지속가능한 혁신

인 쇄 2015년 7월

발 행 2015년 7월

펴낸곳  **KISTI** 한국과학기술정보연구원
www.kisti.re.kr Korea Institute of Science and Technology Information

주 소 대전시 유성구 과학로 245
전화 042-869-1234, 팩스 042-869-1091
서울시 동대문구 회기로 66
전화 02-3299-6114

등 록 1991. 2. 12, 제5-258호

ISBN 000-00-000-0000-0-00000

인쇄처 승림디엔씨

