

미국의 융합기술 개발정책 추진동향

안승구* · 정유진 **

차세대 기술혁명은 어느 한 분야에 국한되지 않고 신기술간 또는 이들과 타 분야와의 상승적 결합을 통한 융합기술(Converging Technology)이 주도할 것으로 예측되고 있다. 융합기술은 단일 기술의 한계를 극복하고, 이종 기술의 효용성을 융합하는 기술들이 다양한 형태로 발전하면서 새로운 제품 및 서비스 시장의 창출영역(Blue Ocean)으로 인식되고 있다. 신산업 및 신성장 분야의 글로벌 경쟁력을 확보하기 위해서는 신기술을 바탕으로 한 융합기술의 조기 선점이 필수적이다. 그러나 우리나라는 국가 차원에서의 융합기술 육성에 관한 종합적인 전략이 없이 부처별로 개별적으로 추진하고 있으며, 융합기술 수준은 아직 초보 단계에 있는 실정이다. 이러한 현실을 극복하기 위하여 새로 출범한 이명박정부에서는 새로운 원천기술 확보 및 신산업창출에 기여할 수 있는 융합기술 육성을 국정 과제¹⁾로 제시하고 있으며, 이와 병행하여 향후 5개년('09~'13년) 동안 범부처적으로 실행할 새로운 중장기 융합기술 추진전략인 「국가융합기술 발전 기본계획」을 수립 중에 있다. 본 고에서는 융합기술개발 정책을 선도적으로 추진하고 있는 미국의 추진체계와 전략, 관련 프로그램 및 지원체계 등에 대한 현황을 조사 및 분석하고, 이를 바탕으로 우리나라의 융합기술 개발 정책 및 전략을 수립함에 있어 정책적 시사점을 제시하고자 한다.

I. 융합기술의 개념

융합기술의 중요성은 미국의 과학재단(NSF)이 주도하고 상무부(DOC)가 후원하여 2002년 작성된 전략보고서 「Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science (이하 NBIT 보고서)」를 통해 처음 주목받게 되었다고 할 수 있다 (하태정 외, 2007). 이 보고서에 따르면 융합기술이라 함은 주요 4개 기술 분야(나노기술, 바이오기술, 정보기술, 인지과학: NBIC)의 기술간 혹은 기술 내 결합을 의미하며, 구체적으로 ① 나노과학 및 나노기술, ② 유전공학을 포함하는 바이오기술 및 바이오의료, ③ advanced computing과 통신기술을 포함하는 정보기술, ④ 인지신경과학을 포함하는 인지과학 관련 기술의 결합이나 수렴 현상으로 시너지 효과를 내는 경우를 지칭한다(NSF, 2002).

* 한국과학기술기획평가원 연구제도팀장(e-mail: ask@kistep.re.kr)

** George Mason University 박사과정

1) 국정과제로 교육과학기술부는 신기술 융합형 성장동력 원천기술 및 융합형 녹색기술 개발에 중점을 두고, 지식경제부는 신성장동력 중장기 비전 제시, 융합 신기술 및 신산업 창출에 중점을 두고 있다.

그러나 최근 전 학문 분야에서 광범위하게 일어나고 있는 다학제적 연구 경향에 힘입어 앞서의 4개 분야 이외에도 에너지, 환경 등의 분야에서도 타 분야 기술과의 접목을 시도하는 경우를 흔히 볼 수 있으며, 이에 따라 현재 미국에서 융합기술이라 함은 거의 모든 과학기술분야 내 기술 결합을 모두 포함하는 광의의 개념으로 해석될 수 있다.

II. 미국의 융합기술 관련 과학기술 정책 추진체계

융합기술의 개발 및 상용화와 관련, 미국 연방정부는 크게 두 가지 형태의 정책 추진 체계를 상호 보완적으로 활용하고 있는 것을 볼 수 있다. 그 첫째는 주요 국책사업 및 프로그램을 통한 융합기술 개발 추진으로, 이 경우 다양한 연방 기관이 참여하기 때문에 기관별 역할 및 예산 조정에 어려움이 있으나 융합기술의 개발 단계 혹은 상용화 단계에서 시너지 효과를 기대할 수 있다는 장점이 있다. 이러한 형태의 예로는 「미경쟁력강화사업 (ACI: American Competitiveness Initiative)」이나 「국가나노사업(NNI: National Nanotechnology Initiative)」, NITRD (Networking and Information Technology Research Development) 프로그램 등을 들 수 있다. 둘째는 연방 기관별, 혹은 국책사업보다 소규모의 기관간 협동(cross-cutting 혹은 interagency) 프로그램의 운영을 통한 융합기술 개발로, NSF나 DOE(에너지부) 과학국, 국립보건원(NIH) 등에서 가장 흔히 볼 수 있다. 그러나 양쪽 모두의 경우에서 연방 기관 자체가 R&D 활동을 수행하는 것은 아니며, 주로 정부 연구소나 대학에 대한 연구보조금 지원을 통한 융합기술 개발을 도모한다는 것 또한 특징이다. 과거 정책의 집행 과정에서 연방 기관간 협력을 중시하던 것에서 탈피, 기술 파급효과의 극대화 및 상용화 촉진을 위하여 R&D 단계에서 뿐만 아니라 상업화 단계에서도 민간과 교육부문을 적극 활용하는 것도 최근 달라지고 있는 점이다.

먼저 국책사업과 관련, 1990년대 초 NITRD를 통하여 최초로 시작되었던 연방 차원의 IT기반 융합기술 개발 노력은 2000년대 초 이후 주로 나노기술(NT) 및 국가나노사업(NNI)을 중심으로 변화하는 양상을 보이고 있다. 특히 NNI는 현재까지도 연방 정부 전반의 나노기술 관련 다양한 활동을 조정하고 투자 우선순위를 확정하는 일종의 조정 역할을 담당하는 한편, 2008년 현재 25개 연방기관이 참여하고 이 중 13개 기관이 NNI 관련 R&D 예산을 편성하여 집행하는 총예산 15억불(FY2009 기준)의 초대형 국책사업이기도 하다. 현재 NNI의 총괄 운영 및 기관간 조정은 국가과학기술위원회(NSTC (National Science and Technology Council)의 기술위원회 내 나노과학 하부위원회(NSET: Subcommittee on Nanoscale Science, Engineering, and Technology)에서 담당하고 있으며, NSET은 NNI에 참여하는 모든 연방 기관의 대표로 구성된다(PCAST, 2008). 이에 비해 주로 기초연구 진흥 및 관련 인재양성을 목적으로 하는 ACI의 경우 2006년 출범하였음에도 불구하고 예산 확보와 관련해서 뚜렷한 성과를 보이지 못하고 있다.

그러나 이후 다른 학문분야 간 협력이 일상화됨에 따라 최근에는 나노기술 뿐 아니라 타 기술 분야에서도 기술의 융합화 현상이 보편화되고 있는 추세이며, 연방 기관 자체가 관련 분야 기술을 기반으로 한 융합기술 개발 노력에 초점을 두는 경우가 늘어나고 있다. 특히 미 연방 정부 내에서 R&D 관련 기관 중 가장 핵심적이라 할 수 있는 NSF의 경우 FT2006~2011의 전략계획에서 ① '변형적 연구(transformative research),' 즉 현존하는 과학 및 공학 관련 지식을 급격히 변화시키거나 새로운 패러다임 혹은 학문 분야를 창출할 수 있는 아이디어를 바탕으로 하는 연구 및 다학제적 연구, ② 인간 및 사회적 차원의 신지식 및 기술 관련 연구, ③ 미 국가 경쟁력 강화를 위한 연구, ④ 지구의 지속 가능성 증진에 기여하는 연구, ⑤ 응용/학제간 수학 및 응용통계, 기타 계산과학(computational science) 분야 기초연구 등 총 다섯 가지 분야 R&D 활동에 지원 우선순위를 두겠다고 공언하였고(NSF, 2006), 기관 내 자체 프로그램을 통해서도 최근 융합기술 개발 활동에 적극적으로 나서고 있다. 이밖에 바이오기술과 관련해서는 NIH가 활발한 활동을 보이고 있으며, 에너지 및 환경 관련 분야에서는 에너지부(DOE)의 R&D 관련 활동이 두각을 나타내고 있다.

III. 융합기술 개발관련 주요 정책 보고서 및 전략계획

1. Converging Technologies for Improving Human Performance(2002)

2002년 NSF가 상무부(DOC)의 후원을 받아 작성한 이 보고서는 융합기술의 개발과 상용화의 중요성을 최초로 역설한 정책연구 보고서라 할 수 있으며, 연방 차원에서 융합기술의 개발과 상용화가 어떠한 방향으로 이루어져야 하는지에 대하여 제시하고 있다는 점에서 그 의의가 있다. 이 보고서에서는 주로 인간 삶의 질 향상을 위하여 4가지 주요 분야 기술(NBIC : 나노, 바이오, 정보, 인지과학)이 어떻게 새로운 용도로 결합·활용될 수 있는지를 중점적으로 고찰하고 있다. 특히 나노기술(NT)을 기반으로 타 기술 분야와의 결합 가능성을 집중적으로 고찰하고 있다는 점에서 다음 장에서 보다 구체적으로 언급될 국가나노사업(NNI)과도 긴밀한 연관이 있다.

이 보고서의 바탕이 되었다고 볼 수 있는 2001년 워크숍에서 과학자들과 정책 입안자들은 향후 NBIC 관련 기술이 주요 여섯 가지 주제와 관련하여 구체적으로 어떠한 방식으로 인류 복지 증진에 공헌할 수 있는지 논의하였는데, 이 여섯 가지 분야는 ① 기술융합이 인간 활동의 성과 및 경제, 사회에 미치는 전반적인 영향, ② 인간의 인지 및 커뮤니케이션 관련 지식 기반 확충, ③ 인류 보건 증진 및 물리적 역량 향상, ④ 인간 집단 및 사회적 성과의 증진, ⑤ 국토 안보, ⑥ 과학과 교육의 결합 등이다(NSF, 2002).

한편, 이와 같은 각 연구테마별 고찰을 바탕으로 이 보고서에서는 인류 복지와 존엄성을 궁극적인 목표로 과학과 공학, 기술 부문의 통합 및 변형적 연구(transformative research)의 촉진을 강력히

권고하고 있으며, 아울러 ① 개별 과학자와 공학자들의 NBIC 관련 다양한 기술 분야에서의 역량 강화와 타 분야 과학자들과의 협력 증진, ② 학계와 교육계의 과학기술 연구 및 교육방법 개혁을 통한 다학제적 연구 수행이 가능한 기술인력의 양성, ③ 제조업과 바이오기술, 정보 및 의료서비스 분야 민간 기업들의 다양한 분야에서의 파트너십 증진, ④ 연방 정부의 인간 성과 증진을 목표로 하는 융합기술 관련 국가 연구개발 우선순위 마련 등을 권고하고 있다(NSF, 2002).

2. 2020: A New Vision – A Future for Regenerative Medicine(2004)

미 보건복지부(HHS)에서 주도하여 작성한 이 전략계획은 주로 재생의학(regenerative medicine)에 초점을 두고 이와 관련된 HHS의 각종 비전을 담고 있으며, 특히 재생의학 관련 연방의 각종 자원과 역량을 결집하여 HHS에서 주도하는 국책사업을 창설할 것을 권고하고 있다.

재생의학이란 세포공학 및 세포과학, 생물학, 생화학, 물리학, 화학, 응용공학 및 기타 다양한 학문으로부터 새롭게 파생된 학제간(interdisciplinary) 분야로, 생체의 손상된 조직 및 세포의 재생과 회복, 실험실에서 배양한 조직과 세포의 이식 등을 이용해 향후 비만이나 심장병, 골다공증, 척수손상 등에 획기적 전기를 마련할 것으로 평가되는 분야이다. 가장 대표적인 재생의학 관련 연구로는 줄기 세포 연구를 들 수 있다. 특히 이 보고서에서는 반도체 분야의 SEMATECH (Semiconductor Manufacturing Technology Consortium)을 벤치마킹하여 가칭 Federal Initiative for Regenerative Medicine(FIRM)이라는 대규모 정부 사업을 제안하고, 재생의학과 관련된 모든 연방기관들, 예를 들면 HHS(FDA, NIH 포함), DOD(DARPA 포함), DOC(NIST 포함), OSTP, NASA, 대통령 과학기술보좌관, NSF 등이 모두 참여한 위원회(council)가 이 사업(FIRM)을 감독할 것을 권고하고 있다. 이 보고서의 권고안은 이후 실제 사업으로 연결되지는 못하였으나, 이후 보건복지부(HHS) 및 NIH 등 산하기관의 융합기술개발 노력에 많은 영향을 끼쳤다.

3. American Competitiveness Initiative: Leading the World in Innovation(2006)

2006년 부시 대통령의 새로운 국책사업으로 공표된 미경쟁력강화사업(ACI) 기본계획서로, 과학기술정책국(OSTP: Office of Science and Technology Policy)에서 2006년 2월 작성한 보고서이다.

최첨단 기초연구에 대한 연방 투자를 통한 시장성 있는 기술과 프로세스의 개발, 다양한 지식과 기술개발을 가능하게 할 수 있는 학문 도구(tools)에 대한 연방 투자 증진, 차세대 과학기술인력을 양성할 수 있는 교육시스템 구축, 21세기 경쟁력 있는 산업인력 양성 및 제반 제도 정비 등을 목적으로 하고 있는 ACI 사업은 특히 융합기술 개발과 관련해서는 다학제적 인재의 양성, 즉 교육 및 훈련을 통하여 궁극적으로 융합기술 개발과 상용화에 필요한 인재를 확보한다는 측면에서 연관성이 있다. 그러나 이와 같은 ACI 사업 계획서가 2006년 부시 대통령의 연두 교서에서 발표된 이후 현재 사업

추진은 예산 확보가 안 되서 차질을 빚고 있는 상태이다.

4. The National Nanotechnology Initiative: Strategic Plan(2007)

NSTC 산하 나노기술하부위원회(NSET)에서 작성하여 발표한 NNI 사업 전략계획서로, NNI사업의 비전과 목표, 우선순위를 제시하고 있다. 이 NNI 사업 전략계획서는 2004년판 NNI 전략 계획의 개정판으로, 특히 PCAST와 국가연구위원회(NRC: National Research Council)의 NNI 사업 검토 이후 그 결과를 반영한 수정 전략 계획서로서 의미가 있다(NSTC, 2007).

이 전략계획서에 따르면, NNI 사업의 비전은 '사회 변영의 근간이 되는 기술 및 산업의 혁신적 변화를 야기할 수 있는 나노물질에 대한 이해와 통제력 배양'으로, 이와 같은 비전을 실현하기 위하여 ① 세계적 수준의 나노기술 R&D 프로그램 수립, ② 나노 관련 신기술 이전 촉진을 통한 상업적·공적 편익 증대, ③ 나노기술 발전에 이바지할 수 있는 인프라와 설비, 숙련 인력의 개발 및 지원, ④ 사회적·윤리적 책임성 있는 나노기술 개발 등 총 네 가지 목표가 수립되었다. 이 보고서에서는 또한 각 목표별 실현 전략을 구체적으로 다루고 있다(NSTC, 2007).

IV. 융합기술 관련 프로그램 및 예산 현황

융합기술 개발과 관련, 미국은 앞서 언급된 바와 같이 대통령이 추진하는 국책사업 및 2개 이상의 연방 기관 협동 프로그램(interagency/cross-cutting program)의 운영이 일반화되어 있어, 구체적으로 어떤 사업이 융합기술 개발 및 상용화를 목적으로 한다고 단정하기가 매우 어려운 상황이다. 이에 따라 여기에서는 주로 IT를 기반으로 하는 NITRD, NT를 기반으로 하는 NNI 등의 대형 국가사업과, 주로 NSF를 주축으로 운영되고 있는 연방 협동 프로그램 몇 가지를 고찰하여 봄으로써 전반적인 미국의 융합기술 프로그램의 운영 현황을 살펴보려 한다.

1. NITRD 프로그램

1991년 제정된 'High-Performance Computing Act'와 1998년의 'Next Generation Internet Research Act'를 기반으로 하고 있는 NITRD 프로그램은 네트워킹 및 컴퓨팅 시스템, 소프트웨어, 기타 관련 IT 분야 미국의 기술적 리더십 확보 및 해당 부문 연방 정부수요에 부응 할 수 있는 R&D 기반 제공, 또한 이들의 개발과 활용 촉진을 통한 과학기술과 국방, 생산성 및 국가경쟁력 유지와 향상을 전략적 목표로 하고 있으며, NSF와 에너지부(DOE) 과학국, 환경청(EPA) 등을 비롯, 총 12개 연방 기관이 참여하고 있다(NITRD 홈페이지).

FY2009 예산안에 따르면 8개 주요 프로그램 분야에 총 35억 달러의 예산이 요청되었으며, 해당 분야는 ① 하이엔드 컴퓨팅 인프라 및 어플리케이션(HEC I&A), ② 하이엔드 컴퓨팅 관련 R&D(HEC R&D), ③ 사이버 보안 및 정보보호(CSIA), ④ 인간-컴퓨터간 상호작용 및 정보관리(HCI&IM), ⑤ 대규모 네트워킹(LSN), ⑥ 고신뢰성 소프트웨어 및 시스템(HCSS), ⑦ IT의 사회·경제적 응용 및 IT인력 개발(SEW), ⑧ 소프트웨어 설계 및 생산성(SDP)이다.

FY2009 예산안에서 분야별로는 하이엔드 컴퓨팅(HEC) 분야가 여전히 높은 우선순위를 차지하는 가운데 고성능 네트워킹 연구(advanced networking research)와 사이버 보안 및 정보보호의 중요성이 점차 증가하는 추세로 나타났다. 기관별로는 주요 ACI사업 참여기관이라 할 수 있는 NSF와 에너지부(DOE) 과학국, 상무성 산하 기술표준원(NIST) 등 세 기관의 NITRD 프로그램에 대한 예산이 증가한 것을 볼 수 있다(NSTC, 2008b).

〈표 1〉 주요 NITRD 프로그램 분야에 대한 부처별 예산 현황(FY2009계획)

(단위: 백만달러)

기관	HEC I&A	HEC R&D	CSIA	HCI&IM	LSN	HCSS	SEW	SDP	NITRD 합계
NSF	298.4	91.5	87.6	266.5	95.8	67.6	112.0	70.8	1,090.3
DARPA		142.6	106.8	184.9	135.9				570.2
DOD(OSD)	249.6	15.6	40.7	92.9	114.1	26.9		7.8	547.5
NIH	159.4	76.3	1.1	181.7	68.0	7.7	10.8	4.6	509.6
DOD(SC/ NE/FE)	334.6	73.1			52.2		5.0		465.0
NSA		72.6	17.8		1.8	27.2			119.3
NASA	60.1		0.2	5.5	0.7	4.3			70.7
NIST	10.7	2.4	25.8	11.8	5.8	4.9		5.6	67.0
AHRQ				39.8	5.0				44.8
DOE/NNSA	8.2	15.7			0.9		4.7		29.5
NOAA	18.0	1.9		0.5	2.9				23.3
EPA	3.3			3.0					6.3
NARA				4.5					4.5
합 계	1,142.4	491.8	279.8	791.2	483.0	138.5	132.6	88.7	3,548

출처: NSTC(2008b)

2. 국가나노사업(NNI)

NNI는 2001년 시작된 나노기술 관련 대형 국책사업으로, 전체 연방정부 내 나노기술 R&D와 관

런, 세계적 수준의 나노기술 R&D 프로그램의 운영, 기술이전 촉진, 우수인력 육성 및 연구 인프라 지원, 인류 공영에 이바지하는 나노기술개발 지원을 목적으로 한다. 현재 국방부(DOD), NASA, NSF 등 총 25개 연방 기관이 참여하고 있으며, 전체 25개 연방 기관 중 13개 기관이 NNI와 관련, R&D 예산을 배정, 지출하고 있다. FY2009의 경우 부시 대통령은 NNI 사업과 관련, 총 15억 불의 예산을 요청한 상태이다(PCAST, 2008).

융합기술과 관련하여 NNI 사업이 갖는 중요성은 사업 프로그램의 범위가 나노기술을 기반으로 거의 전 분야를 아우른다는 점에 있다. 아래 <표 2>에서 볼 수 있는 바와 같이 NNI 사업은 기초연구부터 응용연구까지, 제조업에서부터 교육부문에 이르기까지 주요 산업분야에 있어서 나노기술의 파급효과와 가능성 모색을 목적으로 하며, 다양한 연방기관들이 관심 분야에 예산을 지원하고 관련활동 결과를 공유하도록 함으로써 융합기술의 개발과 상용화를 효율적으로 실현한다.

FY2009의 NNI사업 R&D 지원 우선분야를 부처별로 보면 먼저 NIH의 나노의학 분야, NSF와

<표 2> 주요 NNI 프로그램 분야에 대한 부처별 예산 현황(FY2009계획)

(단위: 백만달러)

기관	기초 나노연구	나노 소재	나노설비/시스템	측정/계측	나노 제조업	연구 설비	환경/보건/안전	교육/사회	NNI 합계
DOD	227,8	55,2	107,7	3,6	12,8	22,1	1,8		431,0
NSF	141,7	62,5	51,6	16,0	26,9	32,1	30,6	35,5	396,9
DOE	96,9	63,5	8,1	32,0	6,0	101,2	3,0	0,5	311,2
DHHS (NIH)	55,5	25,4	125,8	5,9	0,8	0	7,7	4,6	225,7
DOC (NIST)	24,5	8,5	22,7	20,9	15,3	5,7	12,8		110,4
NASA	1,2	9,8	7,7			0,2	0,1		19,0
EPA	0,2	0,2	0,2				14,3		14,9
DHHS (NIOSH)							6,0		6,0
USDA (FS)	1,7	1,3	0,7	1,1	0,2				5,0
USDA (CREES)	0,4	0,8	1,5		0,1		0,1		3,0
DOJ				2,0					2,0
DHS			1,0						1,0
DOT (FHWA)	0,9								0,9
합 계	550,8	227,2	327,0	81,5	62,1	161,3	76,4	40,6	1,527,0

출처: PCAST(2008:41)

NIST의 나노시스템 및 제조업 분야, DOE와 NSF의 에너지 전환(conversion) 분야, 농무부(USDA)의 농업 및 임업제품 분야, 기타 환경청(EPA), 국립산업안전연구소(NIOSH), NIH, 에너지부(DOE), NSF의 EHS 분야 관련 연구 등에 대한 예산 지원 증가가 눈에 띄어(AAAS, 2008), 이들 분야에 대한 국가적 관심과 지원의 필요성이 높음을 알 수 있다.

R&D 분야별로는 ① 나노수준 지식 습득, 특히 quantum 현상 및 자가결합(self-assembling) 프로세스, ② 수소기반경제의 등장과 관련된 나노소재, ③ 활성 나노구조(active nanostructures) 및 complex nanosystems, ④ 분자수준에서의 효율적인 나노제조설계, ⑤ 나노-바이오시스템 및 나노의학, ⑥ 실리콘 나노일렉트로닉스, ⑦ 측정 및 표준 관련 분야(development of instrumentation, metrology and standards), ⑧ 환경 및 보건, 안전(EHS) 연구 등의 사업우선순위가 높았으며, 이밖에 미래 산업 관련 차세대 인력 양성, 나노기술 관련 윤리적·사회적 이슈, 나노혁명 관련 산업부문의 파트너십 모색 등도 우선순위가 높았다(AAAS, 2008).

〈표 3〉 NFS cross-cutting 세부 프로그램 및 예산(FY2009계획)

(단위: 백만달러)

프로그램명	목 적	FY09요청	FY08 대비 변동
ADVANCE	• 이공계 여성인력 확충	\$20.79	-\$0.56
CAREER1)	• 우수신진교수 통합 연구 및 교육활동 지원	\$181.91	+\$14.15
GFT2)	• GRF (Graduate Research Fellowship)과 IGERT(Integrative Graduate Education & Research Traineeship), GK-12 등 세 가지 프로그램으로 구성	\$245.86	+\$31.57 (+770명)
LTER3)	• 장기·대규모 기초생태연구 지원	\$25.09	+\$0.23
RET4)	• 초중고교 교사의 발견기반(discovery-based) 학습 경험 지원 및 각종 교육제반서비스 제공	\$9.69	+\$0.85
REU5)	• 학부생 STEM분야 체험학습/연구경험축적 지원	\$61.55	+\$3.82
RUI6)	• 학부중심 대학 교직원 연구지원 • 개별/협동연구 과제, 공동 연구설비 구매 등	\$35.23	+\$3.7
STCs7)	• 국가적 우선순위가 높은 혁신적 연구/교육/지식이전 과제를 위한 통합파트너십 프로그램 • 연구센터 설립을 통한 학제간/분야 내 지적·물리적 인프라 구축	\$76.02	+\$11.07

- 1) 신진연구자 지원(Faculty Early Career Development)
 - 2) 대학원생 훈련(Graduate Fellowships and Traineeships)
 - 3) 장기생태연구(Long-Term Ecological Research)
 - 4) 교사학습지원(Research Experiences for Teachers)
 - 5) 학부생학습지원(Research Experiences for Undergraduates)
 - 6) Research in Undergraduate Institutions
 - 7) Science and Technology Centers
- ※ 출처: NSF 홈페이지

3. NSF의 cross-cutting 프로그램²⁾

융합기술 개발 및 인재의 양성과 관련하여 2008년 현재 운영 중이거나 운영을 계획 중인 가장 대표적인 cross-cutting 프로그램의 예로는 ADVANCE, CAREER, GRF 프로그램, LTER, RET, REU, RUI, STCs 등이 있다. 특히 우리나라에서 융합기술 관련 융합형 인재 육성 프로그램으로 널리 알려진 IGERT의 경우 앞의 <표 3>에서 보는 바와 같이 GFT 프로그램에 포함되어 있으며, IGERT 프로그램 자체만을 위해서는 63.79백만 달러가 예산으로 편성, 2008 예산 추정액 대비 97만 불 증액된 예산으로 특별히 다학제적 연구 및 교육을 목적으로 하는 혁신적 박사학위과정 프로그램에 중점적인 지원이 이루어질 예정이다.

V. 융합기술 지원제도 및 관리체계

1. NITRD: NCO(National Coordination Office for NITRD) 및 NITRD 하부위원회

NITRD 프로그램의 관리는 국가조정사무국(NCO)과 NITRD 하부위원회(subcommittee)가 주요 역할을 담당한다. NCO는 특히 전략계획의 수립과 예산 지원, NITRD 프로그램 관련 활동 평가 등을 담당하며, NITRD 하부위원회는 실제 운영의 측면에서 NITRD 프로그램 전반을 조정하는 한편, NITRD 프로그램에 참여하는 12개 연방 기관으로부터 보고서를 제출받아 기술위원회를 통하여 최종적으로 NSTC에 제출하는 역할을 수행한다.

NITRD 하부위원회의 경우 2개의 기관간 실무그룹(IWG: Interagency Working Groups)과 5개의 조정그룹(CG: Coordinating Groups)으로 구성되어 있으며, IWG의 경우 사이버보안 및 정보보호(CSIA)와 하이엔드컴퓨팅(HEC) 분야에서, CG의 경우 인간-컴퓨터간 상호작용 및 정보관리(HCI&IM), 고신뢰성 소프트웨어 및 시스템(HCSS), 대규모 네트워킹(LSN), 소프트웨어 설계 및 생산성(SDP), IT의 사회경제적 응용 및 인력개발(SEW) 등 5개의 분야에서 운영되고 있다(NITRD 홈페이지).

2. 국가나노사업(NNI): 나노기술하부위원회(NSET)

나노기술하부위원회(NSET)는 국가나노사업(NNI)에 참여하는 다양한 연방기관의 역할을 조정하고 운영을 관리하며, 한편으로 국가과학기술위원회(NSTC) 내 기술위원회(CT: Committee on

²⁾ <http://www.nsf.gov/od/oia/> 및 http://www.nsf.gov/news/priority_areas/ 참고

Technology)의 하부위원회로 NNI 관련 전략 기획, NNI 관련 대통령 예산안 작성, 정부의 나노기술 관련 의사결정 프로세스에 관한 워크숍 개최 후원 등을 담당한다(NNI 홈페이지).

NSET 내부에는 또한 크게 4개의 실무그룹(working group)이 있어서, 관련 분야별 역할을 수행한다. 첫째, GIN(Global Issues in Nanotechnology Working Group)은 주로 NNI의 국제적 분야와 관련한 실무그룹으로, 외국의 나노기술 관련 프로그램을 모니터링하고 나노기술 R&D 관련 국제 협력 증진을 모색하는 역할을 수행한다. GIN은 NNI 사업에 참여하는 전체 연방 기관의 대표들 뿐 아니라 국제 관련 업무를 수행하는 미국 내 연방 기관들도 참여하여 구성된다. 이밖에 NEHI(Nanotechnology Environmental & Health Implications Working Group)는 나노기술의 환경 및 보건, 안전성 관련 연구 의제를 수립하는 한편, 해당 분야 데이터 및 정보의 수집과 공표를 담당하며, NILI(Nanomanufacturing, Industry Liaison, & Innovation Working Group)은 나노기술을 활용한 제품의 생산과 제조공정 관련 활동에 있어서의 조정 기능을 수행한다. 마지막으로 NPEC(Nanotechnology Public Engagement & Communications Working Group)은 주로 일반 대중이나 이해관계 집단과 관련된 역할을 수행하는 실무그룹으로, NNI 사업 참여 기관들이 일반 대중이나 정책 입안자, 나노기술 관련 이해관계자 등을 위한 각종 교육 및 홍보 활동을 장려하고 지원하며, 우수사례 발굴 등도 담당한다(NNI 홈페이지).

3. NSF 내 Office of Integrative Activities (OIA)

NSF의 OIA는 1999 회계연도에 R&RA(Research and Related Activities) 분과 내에 창설되었으며, 주로 학제간 연구 및 주요 연구 설비(major research instrumentation)를 담당하는 사무국이다. 이 밖에도 OIA는 국가과학기술위원회(NSTC)나 National Academies 내 NSF 관련 부문에 대한 지원을 담당한다(NSF 홈페이지). FY2009의 경우 OIA 관련 예산으로 FY2008 대비 18.8%, 4천 4백만불 증가된 2억 7,600만불의 예산이 요청되었으며, 이는 전체 NSF 예산 증가율인 13.6%에 비해 훨씬 높은 것이다(AAAS, 2008).

앞서 언급된 NSF의 cross-cutting 프로그램 중 OIA가 직접 관장하고 있는 것은 과학기술센터사업(STC: Science and Technology Centers)으로, 이밖에 주요 연구설비프로그램(Major Research Instrumentation Program), EPSCoR 프로그램(Experimental Program to Stimulate Competitive Research) 등의 운영에도 직·간접적으로 참여한다.

VI. 결론 및 정책적 시사점

미국의 경우 융합기술 개발 및 상용화 노력과 관련하여 몇 가지 흥미로운 사실을 발견할 수 있다.

가장 눈에 띄는 것은 다학제적 R&D 활동 및 교육 프로그램에 대한 연방정부의 적극적인 지원이다. 주요 R&D 주체 또한 대학 및 부설 연구센터와 정부출연연구기관(national laboratory)으로 제한적이던 것이 최근에는 다양한 파트너십 구축을 통하여 민간 산업부문과 중소기업으로까지 확장되는 추세임을 볼 수 있다. 역사적으로는 1990년대 초반 주로 IT와 네트워킹 관련 NITRD 프로그램을 중심으로 이루어지던 융합기술 개발 노력이 2000년대 들어서는 국가나노사업(NNI)으로 그 중심이 이동하고 있는 것을 볼 수 있다.

개별 국책사업 내에서 보면, 사업별로 10여개 이상의 많은 연방 기관이 참여하고 있음에도 불구하고, 전체 운영의 관할 책임이 국가과학기술위(NSTC)에 있어, 그 책임성이 명확하다는 장점이 있다. NSTC는 또한 각각의 사업을 위하여 관련 하부위원회(NITRD의 경우 NITRD 하부위원회, NNI의 경우 NSET)를 두어 보다 전문적인 부분까지 감독 및 운영 책임을 질 수 있도록 하고 있으며, 각각의 하부위원회는 또한 그 구성에 있어 참여 연방 기관의 대표자들을 골고루 참여시키는 방법으로 기관별로 상이할 수 있는 이해관계나 R&D 우선순위 등을 효과적으로 조정하는 것을 볼 수 있다. 두 국책사업 모두 주요 프로그램 분야별 실무그룹(working group)의 운영을 통하여 하나의 하부위원회로 다룰 수 없는 부분을 보완하고 있었으며, 특히 실무그룹과 하부위원회는 최소 2년(NNI), 혹은 3~5년에 한 번씩 근거 법령에 기준, 해당 국책사업에 대한 정기 평가를 수행하여 변화하는 분야별 R&D 수요와 주요 이슈를 반영하고 있었다.

NITRD나 NNI 등 대형 국가사업 이외에도 미국의 경우 또한 각 연방 R&D 관련 기관이 융합기술 개발 및 융합형 인재 양성을 위하여 다각도로 노력하는 모습이 발견된다. 특히 NSF의 경우 국책사업에 가장 활발하게 참여하는 동시에, 각 분야 기술인력들이 인접 학문 분야에 대한 지식을 습득하고 이를 바탕으로 융복합형 기술 개발을 수행할 수 있는 능력을 배양할 수 있도록 관련 교육훈련 프로그램을 다양하게 운영, 국책사업에서 소홀할 수 있는 부분을 보완한다.

이와 같은 미국의 융복합형 기술 개발 프로그램이나 추진체계는 우리나라에 있어 다양한 정책적 시사점을 제공해준다. 첫째, 국책사업을 통한 융합기술 개발과 동시에 각 부처별로 고유의 프로그램을 수행하는 정책 추진체계의 이원화를 통하여 분산과 집중 양쪽 모두의 장점만을 취하는 효율성을 담보한다는 점이다. 둘째, 각각의 대형 국책사업의 경우 국회의 동의를 받아 근거 법령을 수립하여 역할과 책임 소재를 명확히 하는 한편, 사업별로 정기 재평가를 의무화함으로써 계속적으로 변화하는 기술수요와 동향을 적극 반영한다는 점이다. 셋째, 국책 사업 외에도 개별 부처별로 조직 목표나 조직 전문성에 맞는 분야를 중심으로 다양한 융복합 기술 개발 및 융복합형 인재 양성 프로그램을 운영함으로써 국책 사업 추진이나 개별 부처 사업 추진 각각에서 나타날 수 있는 한계나 문제점을 상호 보완한다는 점이다. 그러므로 향후 우리나라 융합기술 개발 및 상용화 추진 계획의 수립과 집행에 있어 미국식 추진 체계의 장점만을 수용한다면 보다 좋은 결과를 기대할 수 있을 것으로 예상된다.

【참고문헌】

- 박수동 외(2007), 「주요국의 R&D 정책 및 투자 동향 분석에 관한 연구」, 연구보고 2007-17, 한국과학기술기획평가원.
- 서동혁·주대영·이경숙·김종기(2007), 「융합시대의 IT산업 발전비전과 전략」, 산업연구원.
- 양창훈(2006), “지식집약적 조직의 혁신수용에 대한 이론적 논의: 산업혁신체제론(Sectoral Innovation System)의 기술융합 사례를 중심으로”, 「한국조직학회보」 3권 2호.
- 이공래·황정태(2005), 「다분야 기술융합의 혁신시스템 특성 분석」, 정책연구 2005-17, 과학기술정책연구원.
- 하태정·이광호·김석현·민정원(2007), 「NBIT 컨버전스 연구개발조직의 발전방안 연구」, 정책연구 2007-04, 과학기술정책연구원.
- AAAS(American Association for the Advancement of Science) (2008), *AAAS Report XXXIII: Research & Development FY2009*, from <http://www.aaas.org/spp/rd/rd09main.htm>
- HHS(Department of Health and Human Services) (2004), *2020: A New Vision-A Future for Regenerative Medicine*, U.S. Government Printing Office.
- HHS(2007), *Strategic Plan: Fiscal years 2007-2012*, from <http://aspe.hhs.gov/hhsplan/2007/hhsplanpdf/hhsplan2007.pdf>
- NRC(National Research Council) (2006), *A Matter of Size: Triennial Review of the National Nanotechnology Initiative*, National Academies.
- NSF(National Science Foundation) (2002), *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*, NSF/DOC-sponsored report, edited by Mihail C. Roco and William Sims Bainbridge.
- NSF (2006), *Investing in America's Future: Strategic Plan(FY 2006-2011)*, from <http://www.nsf.gov/pubs/2006/nsf0648/NSF-06-48.pdf>
- NSTC(National Science and Technology Council) (2007), *The National Nanotechnology Initiative: Strategic Plan*, from http://www.nano.gov/NNI_Strategic_Plan_2007.pdf
- NSTC (2008a), *National Nanotechnology Initiative: Strategy for Nanotechnology-Related Environmental, Health, and Safety Research*, from http://www.nano.gov/NNI_EHS_Research_Strategy.pdf
- NSTC(NITRD 하부위원회) (Feb. 2008b), *Networking and Information Technology Research and Development: Supplement to the President's Budget*, from http://www.nitrd.gov/pubs/2009supplement/NITRD-09Supp_FINAL-Web.pdf

- Nystrom, Anna-Greta, and Fredrik Hacklin (2005), "Operator Value-Creation through Technological Convergence: The Case of VoIP", in *16th European Regional Conference, International Telecommunications Society (ITIS)*, Porto, Portugal, September 4-6.
- OSTP(Office of Science and Technology Policy) (2006), *American Competitiveness Initiative: Leading the World in Innovation*, from <http://ostp.gov/pdf/acibooklet.pdf>
- PCAST(President's Council of Advisors on Science and Technology) (2008), *The National Nanotechnology Initiative: Second Assessment and Recommendations of the National Nanotechnology Advisory Panel*, U.S. Government Printing Office.
- Pennings, Johannes and Phanish Puranam (2001), "Market Convergence and Firm Strategy: New Directions for Theory and Research", ECIS Conference, *The Future of Innovation Studies*, Eindhoven, Netherlands
- Roco, M.C. (2008), "National Nanotechnology Investment in the FY 2009 Budget Request," from Intersociety Working Group (eds.) *AAAS Report XXXIII: Research & Development FY 2009*, from <http://www.aaas.org/spp/rd/09pch23full.pdf>
- Rosenberg, N. (1963), "Technological Change in the Machine Tool Industry, 1840-1910," *Journal of Economic History*, 23(4)
- Corrocher, Nocoletta, Franco Malerba, and Fabio Montobbio (2003), "The Emergence of New Technologies in the ICT Field: Main Actors, Geographical Distribution and Knowledge Sources", Working Paper prepared for the TENIA project, University of Insubria.

웹사이트

- 미 과학재단(NSF): <http://www.nsf.gov/index.jsp>
- 국가나노사업(NNI) 홈페이지: <http://www.nano.gov/>
- NITRD 프로그램 홈페이지: <http://www.nitrd.gov/>
- OSTP FY2009 R&D 관련 예산현황: http://ostp.gov/cs/rd_budgets/fy_2009_budget