

미국의 이공계 대학 교육 혁신정책 추이와 시사점

김 기 완

kistep

■ 머리말 / 1

■ 미국의 이공계 대학교육 혁신을 위한 정책 기초 / 3

■ NSF의 이공계 대학교육 혁신을 위한 주요 정책 / 9

■ 결론 및 정책적 시사점 / 27

■ 참고문헌 / 30

발 간 사

그간 이공계 대학교육의 양적인 팽창과 더불어 SCI 논문이나 특허출원 등에서 우수한 성과들이 도출되고 있다. 하지만 OECD에서 최상위를 차지하고 있는 대학 진학률에도 불구하고 여전히 미래 성장 동력 분야의 핵심인재는 부족하며, 이공계를 졸업하고 배출되는 인력들이 연구현장과 산업계에서 필요로 하는 질적인 수준을 충족시키지 못하고 있다는 점이 지적되고 있다.

이와 같은 이공계 인력의 양·질 측면에서의 불일치(Mismatch) 현상은 향후 기술 혁신이 경제·산업성장에서 차지하는 역할이 꾸준히 증가할 것으로 예상됨에 따라 시급히 개선되어야 할 중요한 이슈의 하나라 할 수 있다. 이 문제를 해결하기 위해서는 기존의 이공계 대학교육이 가지는 문제점을 점검하고, 인력의 공급-수요 간의 적절한 균형을 모색하기 위해 하드웨어적인 측면뿐만 아니라 소프트웨어적인 측면에서도 다양한 정책적 노력이 이루어져야 할 것이다.

이러한 배경에서 한국과학기술기획평가원(kistep)은 이공계 인력의 효과적인 육성·활용에 기여하기 위해 외국의 사례를 검토·분석하는 연구를 수행하였다. 본 이슈 페이퍼는 이공계 대학교육의 혁신이라는 화두 아래 과학기술분야 최선진국인 미국에서 추진되고 있는 다양한 정책들의 내용을 살펴보고 우리나라에 대한 시사점을 도출하고 있다. 아무쪼록 본 연구의 결과가 향후 이공계 인력의 수급 불일치를 해소하고 국가 차원에서 인력을 효율적으로 활용하기 위한 정책 기획·추진 과정에 조금이나마 기여할 수 있기를 기대한다.

마지막으로 본 이슈페이퍼의 내용은 필자의 견해이며, kistep의 공식적인 의견이 아님을 밝힌다.

2006년 7월
한국과학기술기획평가원
원장 유 희 열

1 머리말

■ 지식기반사회로의 전환과 경제사회의 글로벌화의 진전에 따라 과학기술 인력의 효과적인 육성과 활용의 중요성은 더욱 커지고 있음.

- 새로운 제품의 생산과 부가가치 창출에서 과학지식 및 기술혁신이 차지하는 비중이 증대하고 있으며, 우리나라와 같이 그간 추격형(catch-up) 경제로부터 선도형 경제로의 전환을 모색하고 있는 상황에서는 기술혁신을 주도할 핵심 인재의 발굴과 활용의 중요성이 더욱 커지고 있음.
- 그간 정보통신기술의 발전과 인터넷 등으로 대표되는 전 세계의 네트워크화로 인해 사회 전 분야에서 과학기술지식이 차지하는 중요성이 커지고 있음.
- 새로운 지식과 제품의 창출은 핵심 기술에 대한 지식과 이를 현실에 적용하기 위한 내재화된 지식(tacit knowledge)을 가진 이들에 의해서만 가능
 - 따라서 기존 지식의 발전이나 제품의 개선이 아니라 새로운 분야를 창출할 수 있는 소수 핵심인재의 중요성에 대한 논의가 확산

■ 하지만 최근 들어 우리나라 과학기술인력의 양성 및 활용 상에 있어서 여러 문제점이 존재한다는 주장이 제기되고 있음.

- 1990년대 말부터 이공계 대학 진학자의 양적 감소와 질적인 저하 등으로 인해 소위 '이공계 기피현상'에 대한 논란이 촉발
- 또한 이공계 인력의 공급과 수요 간에 양·질적인 측면에서의 불일치가 나타나고 있다는 주장이 제기되고 있음.
 - 여기서 양적인 불일치는 산업별, 학문분야별 및 요구하는 직무수준별로 고등교육기관을 통해 배출되는 인력의 공급과 이들에 대한 수요 간에 불균형이 존재함을 의미

- 반면 질적인 불일치는 현재 배출되고 있는 이공계 인력들이 이들의 수요처가 요구하는 충분한 직무능력을 갖추고 있지 못하다는 인식에 근거
- 이에 따라 최근 들어 이공계 대학교육의 전반적인 질을 높임과 동시에 보다 수요지향적인 교육을 강화해야 한다는 정책적 요구가 증가 (삼성경제연구소, 2006)

■ 이러한 배경에서 본고에서는 이공계 교육혁신을 중점적으로 추진하고 있는 미국의 사례를 분석함으로써 우리나라에 대한 시사점을 도출해 보고자 함.

- 우선 미국의 과학기술정책의 흐름을 살펴본 후 이공계 대학교육 혁신에 대해 제기되고 있는 문제제기들을 검토
 - 여기서는 특히 미국에서 왜 이공계 교육혁신이라는 이슈가 중요하게 대두되고 있는지를 집중적으로 살펴보고자 함.
- 다음으로는 미국 국립과학재단(NSF: National Science Foundation)에서 이공계 대학교육 혁신을 위해 추진하고 있는 다양한 사업들을 분석
 - NSF의 임무와 역할, 조직 등을 개괄적으로 소개한 후 NSF의 공학국 및 교육·인적자원국이 주도적으로 시행하고 있는 다양한 프로그램들을 구체적으로 제시
- 본고의 결론은 지금까지의 논의를 종합하면서 미국의 이공계 대학교육 혁신을 위한 다양한 프로그램들이 우리나라에 대해 가지는 시사점을 정리

가. 미국 과학기술정책의 변화

■ 미국 과학기술정책의 특징

- 전통적으로 미국의 R&D 체계는 중앙 집중적으로 관리되지 않고 개별 부처나 연구 관련 기관의 자율적인 활동에 의해 이루어지는 다원주의적인 특성을 지님 (이재호/조용현 2002; 김기완 2005).
 - R&D 활동에 참여하는 행위자는 상당히 다양한데, 여기에는 연방정부의 주요 부처 및 산하기관, 주정부 산하의 연구관련 조직, 국공립 대학교 및 과학기술학회나 이익단체 등이 포함
- 다원주의적인 R&D 체계 구축의 배경
 - 정치·행정체계 내에서 다양한 이해관계들의 자유로운 경쟁을 지향하는 미국의 전통적인 정치행위의 특성에 근거
 - 2차대전 이후 미국 R&D 정책의 기초를 형성했던 연구 성과의 제고를 위한 자율성과 개별 연구기관의 독립성에 대한 확고한 믿음(Bush, 2000)¹⁾

■ 1990년대 이후 성과 및 혁신 지향적 R&D 정책으로의 전환

- 대내외적 환경의 변화에 대한 대응의 필요성이 제기
 - 일부 과학 분야에서의 일본, EU 국가 등의 추격
 - 산업경쟁력 측면에서 1980년대 이후 지속적으로 제기되고 있는 외부로부터의 ‘위협’에 대한 미국의 각성
 - 또한 인구구조의 변화에 따른 향후 R&D 인력 충원에서의 어려움 등에 대한 문제제기

1) 2차대전 직후 국립과학재단 형성에 결정적 기여를 했던 바네바 부시가 작성한 이 보고서는 전후 미국 R&D 정책 및 기초과학에 대한 지원에 있어 중요한 이론적 기초로 작용 (Stokes, 1997 참조)

- 이에 따라 전통적으로 대학을 중심으로 한 연구의 자율성에 대한 강조는 1990년대 들어 국가의 전략적 수요에 대한 대응을 강조하는 방향으로 전환
 - 이러한 R&D 정책의 기초 변화를 잘 대변하는 문서의 하나는 클린턴/고어 행정부가 1994년 요약, 발표한 문서 (Clinton/Gore, 1994)²⁾
 - 또 다른 문서는 미 하원의 주관 하에 진행된 1990년대 후반 현재 미국 과학 기술의 상태와 앞으로의 전망에 대한 회의와 광범위한 전문가의 의견 수렴을 거쳐 작성된 보고서 “Unlocking Our Future: Toward a New National Science Policy”(1998)임.
 - 이들 보고서는 공통적으로 과학기술의 사회에 대한 기여, 연구개발에 대한 투자의 필요성, 미 R&D 시스템 하에서 연방정부 및 관련기구 투자의 중요성, 과학기술 인적자원 양성, 협력관계 제고, 공공책무(accountability) 강화, 과학기술의 국제적 차원 증진 등을 과학기술정책의 주요 쟁점으로 부각 (NSB 2001: 1-21~27)

■ 미국의 새로운 R&D 정책들

- 미국산업의 경쟁력 제고를 위한 R&D 정책의 적극적인 추진
 - 1990년대 초에는 기존의 효율적인 자원배분을 위한 연구자들 간의 경쟁을 유지하면서, 산업 전반에 적용 가능한 경쟁전단계(pre-competitive) 원천기술 R&D에 대한 투자를 증가하고 기업 역시 이들 연구의 성과를 흡수·활용할 수 있는 능력을 제고하는데 중점을 두는 과학기술정책을 추진
 - 1990년대 말의 클린턴 행정부는 연구개발 투자를 미국의 미래를 위한 투자로 규정하고, 경제성장, 신규고용 및 신규산업의 창출 그리고 삶의 질 향상을 그 목적으로 강조

2) 본 보고서는 미 과학기술정책국(OSTP)이 주요 연방과학기술관련 기구들과 함께 개최했으며 200명 가량의 학계, 산업계, 전문학회, 정부 관계자들이 참여하여 미 국립과학원(National Academy of Science)에서 개최된 “국익을 위한 과학에 대한 포럼”의 결과물임

- 이에 따라 기존 국방 및 우주항공 연구를 중심으로 진행되던 정부연구개발 투자를 보다 사회경제적 효과를 가시적으로 기대할 수 있는 부문으로 전환하는 정책기조 상의 변화가 나타남.

○ 연구부문 간의 협력증진과 네트워크 강화를 위한 프로그램 추진

- “선도기술프로그램”(Advanced Technology Program: ATP)이나 “중소제조업 기술협력 프로그램”(Manufacturing Extension Partnership: MEP) 등과 같이 민간과 정부부문이 동시에 참여하는 연구개발사업에 대한 지원이 확대
- ATP는 경쟁전단계 기반기술을 연구·개발하는 기업을 집중 지원하며, 특히 미 산업에 폭넓게 기여할 것으로 예상되지만 투자위험이 높은 기술들을 대상으로 함.³⁾
- 반면 MEP는 미국 제조업의 경쟁력을 강화시키고 중소기업이 새로운 제조 기술에 접근하는 것을 돕기 위해 센터 등의 협력망을 구축하고 이를 지원·조정하는 역할을 담당

○ 부시 행정부 하의 변화

- 현재의 부시 행정부 역시 9.11 테러로 인해 야기된 국가안보 강화를 위한 전략적 R&D 활동의 강조와 더불어, 국가경쟁력을 제고하기 위한 전반적인 과학기술혁신의 중요성을 강조
- 특히 “Innovate America”(Council on Competitiveness, 2004) 보고서는 현재 미국이 모든 산업부문에서 대내외적인 도전에 직면해 있음을 진단하고, 경제 최강국으로서의 현 지위를 유지하기 위해서는 사회 전 분야에 걸쳐 부단한 혁신을 창출하고 R&D 자원 및 인력 등 가용한 자원을 효과적으로 활용하기 위한 노력이 필요함을 역설
- “Innovate America”의 주요 정책제언
 - ‘미래에 대한 투자’와 차세대 혁신주체 육성을 통한 **인적자원 확보**

3) ATP는 미국의 경제성장 촉진과 하이테크 산업의 경쟁력 강화를 위해 기획되었다는 점에서 미국 과학기술정책에서 하나의 전기를 마련한 것으로 평가됨 (이재호/조용현 2002: 29-30)

- 첨단·학제간 연구와 민간기업·경제 활성화, 리스크가 큰 분야의 장기 투자를 통한 **R&D 투자 확대**
- 혁신성장전략에 대한 국가적 합의 형성과 21세기 지적재산체제의 구축, 미 제조업의 능력 강화 등을 포함하는 **인프라의 정비**

나. 이공계 대학교육 혁신의 쟁점

■ 이공계 대학교육 혁신을 위한 정책수요 증가의 배경

- 미국에서 이공계교육 혁신이 주요한 이슈로 부각된 것은 1990년대 초반
 - 그 배경으로는 1980년대 이후 세계경제에서 일본의 급부상과 유럽의 대두로 인해 미국의 과학기술분야에서의 독보적인 위치가 일부 흔들리고 있다는 인식의 확산과 더불어 당시 미국의 이공계 교육이 우수인재의 육성 측면에서는 미흡하다는 인식이 작용
 - 또한 과학기술분야의 급속한 발전과 학문분야간의 융합화 경향에 따라 기존의 학문분야에 근거한 이공계 교육으로는 미래 미국의 성장을 담보하기 위한 우수인재 육성이 어렵다는 일종의 위기의식도 존재
- 이와 더불어 주로 공학계열 졸업생을 활용하는 산업체의 입장에서도 졸업생들의 질적 수준에 대한 의문을 제기
 - 기존의 학문분야별 교육만으로는 산업체 현장에서 요구하는 전공분야 이외의 분야에 대한 통찰력을 지니고, 커뮤니케이션 및 팀워크 능력 등 소프트 스킬(Soft Skill)을 갖춘 인재의 양성이 어렵다는 지적
- 또한 다인종사회라는 미국의 특성에 맞추어, 과학 및 공학분야에 과소대변되어 있는 여성 및 소수인종의 참여 확대를 통해 인력의 다양성을 제고해야 할 필요성이 제기

- 특히 이 점은 최근 들어 미국을 비롯한 주요 선진국에서 제기되고 있는 미래 연구인력 부족의 우려에 대한 대응 측면에서 중요한 의미를 지님 (OECD GSF, 2006).

■ 이공계 대학교육 혁신을 위한 다양한 노력들

- 이러한 배경 하에 미국에서는 다양한 전문학술단체와 정부, 산하 기관 등을 통해 이공계 대학교육 혁신의 필요성을 주장하는 의견의 제시와 정책 추진이 이루어지고 있음.

○ 미 공학한림원의 정책연구 및 보고

- 미 공학한림원(National Academy of Engineering)은 2020년 미래의 공학인의 상(像)과 이러한 변화에 대한 대응전략에 대한 광범위한 연구와 자문 결과를 제시 (National Academy of Engineering, 2004; Committee on the Engineer of 2020 et al., 2005)
- 이 보고서는 차기 과학혁명, 생명기술의 혁명적 발전, 환경변화 등에 대한 기술발전의 대응, 글로벌화에 따른 갈등의 증가 등의 4개 시나리오 별로 미래의 발전방향을 예측하고 미국 공학교육이 이에 어떻게 대응해야 하는지를 정리
- 결론적으로 미래 미국의 경쟁력 유지를 위해서는 우수한 공학교육이 필수 전제이며, 글로벌한 환경에 대응할 수 있고 자신의 전문분야 뿐만 아니라 경제사회의 다양한 이슈에 대응할 수 있는 유연하고 능동적인 인재의 육성과 급변하는 환경 변화에 대응할 수 있도록 현재의 공학교육을 혁신하는 것이 매우 중요함을 지적

○ 공공부문 과학기술 연구지원기관의 노력

- NSF 등 미국의 공공부문 과학기술지원을 담당하고 있는 기관들 또한 이공계 교육 혁신의 중요성을 인식하고 이에 적극적으로 대처

- 대표적인 예로는 NSF를 중심으로 대학 이공계 교육의 혁신을 위한 다양한 프로그램의 시행과 정부의 지원 하에 2000년부터 실시되고 있는 대학공학교육 인증 (ABET EC 2000: Accreditation Board for Engineering Technology and Education Curriculum)이 있음 (박칠림, 2004).

〈 참고: ABET EC 2000 〉

- ABET EC 2000은 과거처럼 과학, 수학, 전공과목 등 전통적인 교과 과정만을 강조하는 것에서 벗어나 커뮤니케이션, 인성, 팀워크 능력 등 소위 ‘연성 지식’(Soft skill)을 광범위하게 교육하는 것을 목적으로 함.
- 일반적으로 ABET EC 2000은 교육과 연구, 공학교육에 참여하고 있는 다양한 이해당사자(Stakeholder) 간의 통합을 목표로 하고 있음.
- 다시 말해 대학 교육이 이론적인 지식의 습득에 그치는 것이 아니라 현장에서 사용될 수 있는 전문지식과 스킬의 습득을 위해 추진되며, 이 과정에서 산-학-연의 다양한 주체들이 공동으로 참여하는 기회를 확대하는 방식으로 추진

- 또한 NSF는 1990년 이후 공학교육 혁신을 위해 다양한 대학 및 민간연구소와 연합(Coalition)을 형성하고 공학 교과과정의 개발과 혁신을 위한 노력을 전개 (조벽, 2006)⁴⁾
- 이러한 이공계 공학교육 혁신을 위한 노력에서 정부의 역할은 매우 중요하다고 평가받고 있는데, 그 이유로는 인력양성이 근본적으로 시장이 담당할 수 없는 공공적 성격을 가지고 있으며 정부는 가능한 재원을 활용하여 사회 내의 다양한 주체들의 협력을 촉진해야 할 의무를 지니고 있기 때문

4) 여기에는 위스콘신, 앨라바마, 아리조나, 텍사스, 매사추세츠-다트머스 대학 등이 실시하고 있는 혁신적 공학교육 프로그램을 지원하는 것이 포함

3 NSF의 이공계 대학교육 혁신을 위한 주요 정책

가. NSF 개요

■ NSF의 연혁

- 미국 국립과학재단(NSF)은 “국립과학재단 법안”(1950)에 근거하여 과학의 발전과 국가 차원의 건강성과 번영, 복지의 증진, 그리고 국가안보의 보장을 목적으로 의회에 의해 창설된 독립 연방기구
- 연간 약 55억 달러의 예산(2005 회계연도 기준)으로 NSF는 모든 미국 대학에 의해 수행되는 연방정부 지원 기초연구의 20% 가량을 지원
 - 수학이나 컴퓨터 과학, 사회과학과 같은 다수의 분야에서는 가장 큰 연방정부 차원의 지원기관
 - NSF는 엄격하고 객관적인 업적평가(Merit Review) 시스템을 거쳐 가장 전도유망하다고 판정된 구체적인 연구 계획에 대한 연구비를 지원하며, 매년 약 1만개의 새로운 연구과제가 지원되고 평균 지원기간은 3년에 달하는 것으로 집계되고 있음.
- NSF의 목적은 새로운 발견을 실현하기 위해 사람과 아이디어, 그리고 도구(Tools)를 지원하는 것이라고 압축적으로 표현될 수 있음.

〈표 1〉 NSF의 전략적 목표에 따른 예산액

(단위: 백만 달러)

예산 항목	FY 2004	FY 2005	FY 2006	FY 2006의 예산 증감	
	집행	현계획	요청	금액	비중
사람(People)	1,147	1,029	979	△50.4	△4.9%
아이디어(Ideas)	2,823	2,750	2,757	7.3	0.3%
도구(Tools)	1,403	1,404	1,533	129.3	9.2%
행정 및 관리	279	290	336	46.0	15.9%
NSF 전체	5,652	5,473	5,605	453.0	9.0%

출처 : NSF FY 2006 Budget Request to Congress (NSF 홈페이지)

- <표 1>과 같이 최근 들어 NSF의 예산은 정체하고 있는데, 이는 9.11 테러 이후 국가안보를 위한 R&D 활동에 초점이 맞추어지고 있으며 반면 기초과학 분야 등에 대한 지원은 상대적으로 감소하고 있는 추세를 반영

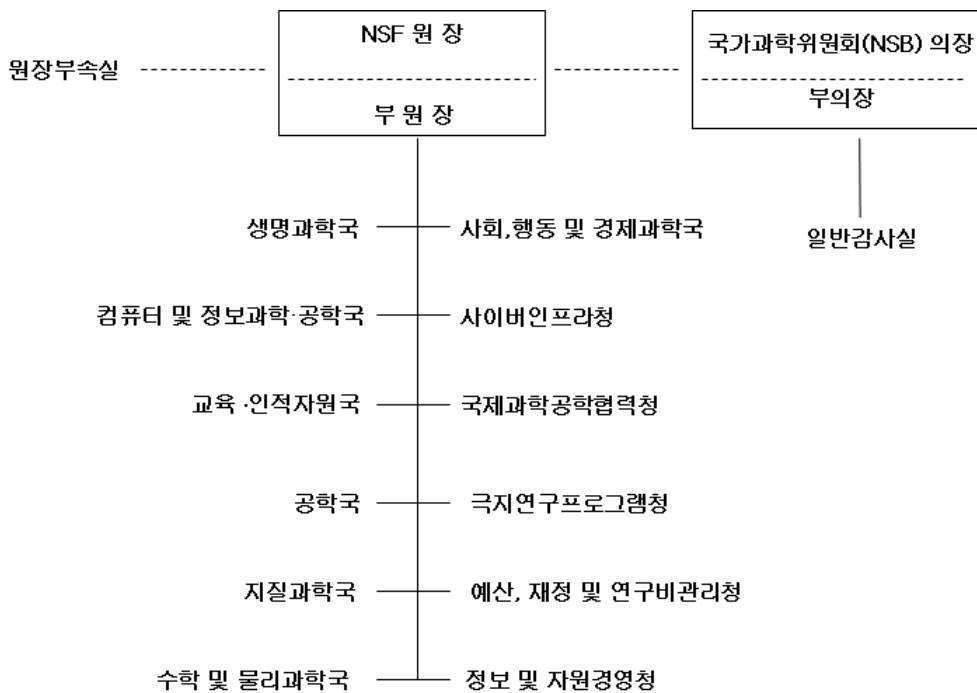
■ NSF의 임무

- 과학기술 연구역량 강화를 위해 과학기술 분야 연구사업과 모든 단계의 교육 프로그램에 대한 연구비 지급이나 계약을 통한 지원, 연구결과의 산업 진흥 및 공공복지에 대한 효과 제고
- 이공계 분야 석박사과정생에 대한 장학금 수여
- 미국 내외의 과학기술자들 간의 정보교환 촉진
- 주로 과학연구 및 교육을 위한 컴퓨터 및 여타 과학적 방법과 기술의 활용 육성 및 지원
- 다양한 과학기술분야의 상태 및 수요에 대한 평가의 실시 및 이 평가결과의 연방정부 및 기타 연구개발 프로그램과의 연계
- 미국 내 과학기술자원 관련 데이터를 수집·해석·분석할 수 있는 중앙 정보 센터의 구축 및 여타 연방기구의 정책수립을 위한 정보 제공
- 대학 및 연구개발 수행기관이 수령할 연방연구비의 결정(기초/응용연구와 연구시설 건설 등을 포함, 하지만 개발연구는 제외) 및 이 결과의 대통령 및 의회에 대한 연례보고
- 국제협력, 국가안보, 과학기술의 사회적 영향에 관련된 특정 과학기술활동의 선도 및 지원
- 대학 및 기타 비영리기관에 의해 수행되는 과학기술 연구(응용연구 포함)의 선도와 지원, 그리고 대통령의 지도하에 여타 기관의 응용연구 지원
- 과학기술 기초연구 및 교육 진흥을 위한 국가정책의 권고와 추진, 미국 전체의 과학기술 분야 기초연구/교육(개인의 독자연구 포함)의 강화
- 여성, 소수인종 및 소외집단의 과학기술에 대한 참여 제고를 위한 활동 지원

■ NSF의 조직

- NSF는 미 연방정부 차원에서 연구에 대한 지원을 담당하는 최대의 독립기관
 - NSF 원장은 미 의회와 대통령에게 자신의 활동 계획과 실적에 대해 직접적으로 보고해야 할 책임을 지님.
 - 24명의 비상임위원으로 구성된 국가과학위원회(National Science Board)가 NSF 운영과 관련된 주요 안건에 대해 심의·감독
 - NSF 원장은 국가과학위원회의 비임명 위원을 겸임하며, 국가과학위원회 위원과 NSF 원장은 미국 상원의 자문·동의하에 대통령이 임명

〈그림 1〉 NSF의 기구편성도



출처 : 국립과학재단 홈페이지 (<http://www.nsf.gov/staff/orgchart.jsp>)

- NSF는 원장 아래 지원을 담당하는 학문분야에 따라 구분된 단위 국들과 일부 이슈 및 특별 프로그램을 전담하고 있는 청으로 조직

- 이처럼 학부분야별 또는 주요 임무별 조직 구성에도 불구하고 NSF는 조직 내 하위 단위 간의 긴밀한 협력에 의해 사업을 추진

※ 예를 들어 NSF가 지원하는 프로그램에는 단위 국 차원의 프로그램뿐만 아니라, 복수의 국이 참여하는 프로그램('Crosscutting Program')과 범 NSF 차원에서 추진하는 프로그램('NSF-wide Program')들도 상당수 포함

나. NSF 공학국(Directorate for Engineering)의 주요 프로그램

■ 공학교육프로그램 (EEP: Engineering Education Program)

○ 프로그램의 배경

- 질 높은 공학교육은 경제성장 달성과 국민의 보건 및 안전의 개선, 그리고 국가안보 확보를 위한 원천이며, 21세기 글로벌 경쟁 환경 하에서 국가 경쟁력에 직접적인 영향을 끼침.
- 공학 분야 인력의 국제화 경향은 미국의 공학교육에 새로운 도전을 제기. 특히 개발도상국의 공학 분야 인력의 등장에 따라 미국 공학교육은 개발도상국에 비해 세 배 이상 높은 임금을 정당화할 수 있는 공학자들을 육성해야 한다는 필요성에 직면
- 또한 미래의 엔지니어들은 빠른 기술변화 속도와 상호 연결된 세계, 그리고 다학제적인 접근을 필요로 하는 복잡한 문제에 대응해야 함.

○ 프로그램의 목적

- 지난 15년간 공학교육 상의 발전이 이루어졌으나, 공학교육의 근본적 혁신이나 패러다임 전환은 일어나지 않았으며, 미국 공학교육은 여전히 지난 50여년간 지속되어 온 구조와 제약 하에 놓여 있음.
- 본 프로그램은 미 공학교육 혁신을 가속화하고 변화하는 경제사회적 수요에 부응하기 위한 공학 분야 대학(원)교육의 변화를 촉진하는데 주안점을 두고 있음.

○ 프로그램의 내용

- EEP 프로그램은 학생들이 어떻게 공학을 배우는지를 이해하는데 기여할 수 있는 연구를 지원
- 지원 대상 과제는 공학교육의 비전과 목표, 교과과정의 내용과 조직, 학생들의 문제해결, 창의성 및 설계능력 방식에 대한 연구, 학생들의 공학 학습의 측정·평가를 위한 새로운 방법, 우수하고 다양한 학생 집단을 공학교육으로 유인하기 위한 방안 등에 관한 연구를 수행
- 동 프로그램을 통해 지원되는 과제는 거의 대부분 공학 및 인접 분야의 다학제적인 연구자 팀으로 구성

■ 교사 연구 프로그램 (RET: Research Experiences for Teachers)

○ 프로그램의 목적

- RET 프로그램은 중·고등학교 교사들의 공학연구 참여를 촉진하기 위해 2001 회계연도부터 시행
- 이 프로그램은 공학 및 기술혁신 내용을 교육현장에 반영하기 위해 초중고교 교사들과 지방대학(Community College)⁵⁾ 교수들의 공학 분야 연구에의 참여를 지원을 주 목적으로 함.
- RET 프로그램은 초중고교의 현직/미래 교사와 지방대학 교수, 그리고 공학 연구공동체 간의 장기적인 협력관계를 형성하는 것을 목적으로 함.

○ 프로그램의 내용

- RET 프로그램은 교육기관 지원(Site Awards)과 개별 연구·교육 프로젝트 지원(Supplement Awards)을 통해 중등교육과정의 교사들과 공학연구에 종사하고 있는 연구자들 간의 협력관계 형성을 추진

5) 지방대학은 주로 2년제 과정 프로그램을 제공하며 4년제 일반대학에 진학하기 위한 학문적 배경이나 언어능력 또는 재정지원이 충분치 못한 이들이나 추가적인 직업능력을 습득하려는 이들에게 고등교육을 제공하는 역할을 수행하며, 대부분의 지방대학 학생들은 정규 학위를 취득하지 않으며 파트타임 학생으로 등록. 최근 들어 미국 내에서는 새롭게 부상하고 있는 분야 - 예를 들어 IT 기술 및 나노기술 등 - 교육 프로그램을 제공하는 지방대학이 증가하는 추세(NSF, 2005: 2-8)

- 또한 이 프로그램은 중등학교 교사들이 NSF 공학국에 의해 지원되는 연구·교육 프로젝트에 참여하는 것을 지원하고 있으며, 지역 단위의 교육 참여 주체들 간의 협력관계 형성을 촉진
- 매 회계연도 당 교육기관 지원 프로그램의 예산은 25백만 달러이며 매년 약 5-10개의 기관에 대해 지원

■ 학부과정 나노기술 교육 (NUE: Nanotechnology Undergraduate Education)

○ 프로그램의 배경

- 나노기술은 원자 수준, 분자 수준 또는 매크로 분자 수준에서의 물질의 통제를 통해 획득되는 새로운 속성이나 기능을 가진 재료, 장치 및 시스템의 창출 및 활용으로 정의
- 나노 스케일에서 물질을 체계적으로 조직, 형성, 조작하는 능력의 증가에 따라 현재 과학·공학 및 기술 연구에서는 혁명적인 발전이 이루어지고 있으며, 나노과학 및 공학(NSE)은 또한 우리가 살고 있는 세계에 대해 중요한 기술적, 경제적, 환경적, 사회적 및 윤리적 측면의 이슈를 제기

○ 프로그램의 목적

- NSF 공학국과 교육·인적자원국이 공동으로 2005 회계연도부터 실시하고 있는 NUE 프로그램은 나노 스케일의 과학, 공학 및 기술을 대학 학부 교육 과정에 통합시키는 것을 주 목적으로 함.
- 교육과정의 통합은 새로운 교과과정(군)의 신설이나 기존 교육내용의 개정·확충을 통해 이루어질 수 있으며, 이와 더불어 NUE 프로그램은 새롭게 야기되고 있는 나노과학·공학의 사회, 경제, 윤리적 이슈들에 대한 학부 과정 교육을 강화시키는 것에도 주안점을 둠.

○ 프로그램의 내용

- 회계연도 당 NUE 프로그램의 총 예산액은 2백만 달러 가량이며, 8-10개 가량의 표준 프로젝트에 대해 최대 2년간 최대 2십만 달러 가량씩 지원

- NUE는 학제간 협력을 통한 대학 학부과정 교육에 대한 새로운 접근법을 강조하고 있으며, 이러한 협력에는 다음의 내용이 포함될 수 있음.
 - 교재, 소프트웨어, 실험·실습자료, 인터넷 자료 등의 개발을 통한 학부과정 STEM⁶⁾ 교과과정의 새로운 모델 제시
 - 기존의 학부 STEM 교육과정에 활용될 수 있는 나노 수준 과학·공학에 대한 새로운 교육모듈의 개발 및 확산
 - 나노 수준 과학·공학 분야에 대한 학부학생의 연구 및 교육의 통합
 - 나노 수준 과학·공학·기술 자체와 이들로 인한 경제사회적 변화를 반영한 교육과정 및 교과과정의 개발
- 일반적으로 NSF가 지원하는 학문분야의 대학 학부과정 프로그램을 보유하고 있는 모든 미국의 대학기관이 NUE 프로그램에 신청할 수 있으며, 연구자들 간의 협력이나 산업체, 정부연구소 및 외국 교육기관과의 협력이 적극 권장되지만 미국 교육기관이 프로젝트를 주도해야 함.

다. NSF 교육·인적자원국(Directorate for Education and Human Resources)의 주요 프로그램

■ 고급기술교육 (ATE: Advanced Technological Education)

○ 프로그램의 목적

- ATE 프로그램은 1990년대 초 이후 대학 학부과정 및 중등교육기관 수준에서의 과학 및 공학 분야 기술인력(Technician)의 교육을 개선하는 것을 주목표로 시행
- ATE를 통해 지원되는 프로젝트는 전문적인 기술과정이나 이의 전제가 되는 핵심과학, 수학 및 기술 과정을 대상으로 함.

6) NSF는 이공계 교육혁신에 있어 과학, 기술, 공학 및 수학의 4개 분야에 초점을 맞추고 있으며, 이들을 STEM(Science, Technology, Engineering, Mathematics)으로 약칭

- ATE 프로그램은 교과과정 개선과 산업체 수요에 부응하는 과학·공학 기술 인력의 양성, 그리고 전반적인 STEM 분야의 교육역량을 제고하는 것을 핵심 목적으로 하고 있음.

○ 프로그램의 내용

- ATE 프로그램은 2년제 단과대학(Colleges)에 초점을 맞추고 있으며 이들이 프로젝트 수행에서 주도적인 역할을 할 것을 기대
- 효과적인 기술교육을 위해 2년제 단과대학은 4년제 단과대학 및 일반대학, 중등교육기관, 기업, 산업, 정부와의 협력을 통해 과제를 수행해야 하며 우수한 기술 인력을 요구하는 산업체의 수요에 부응해야 함.

- ATE 프로젝트의 주요 수행 활동

- 다른 곳에서 개발된 모범적인 교재, 강의 및 교과과정의 적용
- 2년제 대학교수 및 중등교육기관 교사의 전문성 개발
- 새로운 교재, 강의, 실험 및 교과과정의 설계와 실행
- 학생, 교수 및 교사를 대상으로 한 인턴십 및 현장경험 제공
- 모범적인 교재와 교수법의 평가와 광범위한 확산
- 기술교육에 초점을 맞추어 미래 초중고 교사를 양성하기 위한 2년제 단과대학과 4년제 교육기관 간의 연계 프로그램 추진
- 2년제 단과대학 프로그램으로부터 4년제 교육기관으로의 경력발전경로 제공
- 기술인력 교육에 대한 접근방법과 구체적인 실천의 효과성에 대한 연구
- 이러한 활동들은 순수하게 국지적(local) 차원보다는 국가적 또는 지역적 차원의 초점에 맞추어 진행되어야 함.
- 모든 ATE 프로젝트는 기술교육에 대한 일관된 비전, 즉 학생을 평생교육자(Life-long Learner)로 인식하고 현대 직업의 다양한 수요 및 이해관계와 상이한 수준의 교육 프로그램을 결합시킨다는 비전하에 수행
- 특히 NSF 측은 ATE 프로젝트가 다음의 내용들을 다룰 것을 권장
 - 미래의 기술인들에게 실제 업무환경에 대한 인식 제공

- 신규학생들 뿐만 아니라 다시 교육기관으로 들어오는 이들과 새로운 기술을 습득하기를 희망하는 현장 기술인의 수요 충족
- 교육과정에 국가 차원의 과학, 수학, 기술 및 산업 표준을 실행
- 학습과 교수법 향상을 위한 정보기술 및 여타 교육적 기술의 활용
- 2년제 단과대학, 4년제 단과대학 및 대학교, 중고등학교, 기업, 산업 및 정부의 교육자들과 교육 프로그램들 간의 연계
- ATE 프로그램은 크게 개별 프로젝트에 대한 지원('ATE Project')과 기술 교육 담당 센터에 대한 지원('ATE Center')의 두 가지 방식으로 추진
 - ATE 프로젝트는 기술인력 교육 프로그램의 개선이나 교사/교수의 전문성 제고, 교재개발, 기술인력교육 혁신 등에 대한 연구나 활동을 수행
 - ATE 센터는 기능과 규모에 따라 국가우수센터(National Centers of Excellence), 지역우수센터(Regional Centers of Excellence) 및 자원센터(Resoure Centers)로 구분되며 각각 기술인력교육에 대한 연방 차원의 거점센터, 지역 단위의 교육·연구센터 및 기술인력교육 관련 정보 및 자원의 집결지로서의 역할을 수행
- NSF는 ATE 프로그램을 위해 2006 및 2007 회계연도에 약 39백만 달러를 집행할 계획이며 매년 대략 60개의 신규과제를 선정할 예정

■ 수학분야 대학생을 위한 컴퓨터과학 훈련(CSUMS: Computational Science Training for Undergraduate in the Mathematical Science)

○ 프로그램의 목적

- CSUMS 프로그램은 NSF의 교육·인적자원국과 수학·물리 과학국이 공동으로 추진
- 이 프로그램은 수학 분야 - 수학 및 통계학 - 학부과정 학생의 교육·훈련 과정에서 컴퓨터 활용을 강화하고 이를 통해 해당 학생들로 하여금 컴퓨터·수학에 대한 통합적인 지식을 요구하는 대학원 과정이나 향후 직업에 보다

잘 대응할 수 있도록 하기 위한 것임.

- 이 프로그램은 또한 수학분야 학부학생의 연구경험 참여를 확대하고 컴퓨터 연산과 수학 양 분야 모두에서 능력을 갖춘 학생을 길러내고, 학부과정 교육의 역량과 인프라 및 수월성 추구를 촉진하는 것을 목표로 함.

○ 프로그램의 내용

- CSUMS 프로젝트의 핵심은 최소 6명 이상의 학생으로 구성되는 동료집단에게 장기적인 연구경험을 제공하는 것임.
- 개별 프로젝트는 계산 및 수학/통계학 간의 상호관계를 요구하는 연구주제에 초점을 맞추어야 하며, 학생들로 하여금 현대적인 연구도구와 방법을 통해 최신의 수학, 통계 및 컴퓨터 연산을 다루도록 함.
- 또한 NSF 측은 프로젝트가 참여하는 기관의 연구·교육역량과 인프라 및 문화를 강화시킬 것을 기대
- CSUMS 프로젝트는 주로 다음과 같은 활동으로 구성
 - 학생들의 수학 내 첨단 분야의 혁신적 연구에의 참여
 - 6명 이상의 학생으로 구성된 코호트(cohort)를 통한 공동연구와 학습
 - 연구에의 몰입과 집중적인 참여, 교육·연구 간의 상호 강화를 위해 개별 학생의 장기적(한 학기 또는 한 여름방학 이상)인 연구 활동 참여
 - 연구 활동의 수학/통계학, 컴퓨터 연산 측면뿐만 아니라 연구와 관련된 다학제적인 관점에서의 포괄적인 지도와 멘토링
 - 학생 구성에 있어서 성별, 인종적 다양성의 고려
 - 프로젝트에 직접적으로 참여한 학생 이외의 광범위한 학생에 대한 파급효과
- CSUMS 프로그램은 수학 분야의 교육·훈련에 대한 새로운 접근모델을 창출하는 것을 목표로 하고 있음. 개별 프로젝트는 참여 교육기관의 교육역량과 인프라 및 ‘교육문화’(Education Culture)를 강화시키는데 기여하여야 함.⁷⁾

7) 여기서 ‘교육문화’라 함은 대학 차원에서의 자원 배분과 교수진(멘토)의 학부과정 학생의 연구에 대한 참여를 바라보는 대학의 입장과 연관. 교육문화는 또한 학생들의 학습과 전문성 함양을 촉진하고 연구와 교육의 통합에 높은 가치를 부여하는 것을 포함

■ **대학수업, 교과과정 및 실험실 개선 (CCLI: Course, Curriculum, and Laboratory Improvement)**

○ **프로그램의 배경**

- 최근 들어 이공계 대학교육은 학생들이 사회 내의 과학, 기술, 공학 및 수학 (STEM) 및 비 STEM 분야 직업에서 보다 생산적인 역할을 수행할 수 있는 권한과 정보를 지닌 책임 있는 학습자로 발전해야 하며 학습 성과의 측정 개선과 교육대상 학생의 범위 및 양적 확대, 적극적인 실험 및 현장 경험의 제공, 효과적인 교육 방법에 대한 교수진의 지식 증진 등이 필요하다는 지적이 이루어짐.
- 국립연구위원회(National Research Council)가 발간한 “How People Learn”⁸⁾ 보고서는 교사들이 학생이 기존에 가지고 있는 지식을 끌어내고 학습주제를 심도있게 가르치고 적절한 예를 제시하며, 학생들의 자기 모니터링 및 성찰 기술을 발전시킬 수 있도록 도와야 하고, 이러한 내용을 다양한 주제를 다루는 교과과정에 통합해야 한다고 주장
- 또 다른 NRC의 보고서인 “Scientific Research in Education”⁹⁾는 교육 과정에서 연구 프로젝트가 경험적 방법을 이용하여 질문에 대답하려 노력해야 하고 교육 환경의 차이를 극복한 반복과 일반화가 가능하도록 하며 전문적인 비판 촉진을 위해 연구결과를 제시할 것을 권장

○ **프로그램의 목적**

- CCLI 프로그램은 모든 대학 학부과정 학생을 대상으로 하는 STEM 분야 교육의 질적인 제고를 추구
- 이 프로그램의 장기적인 목표는 모든 학부과정 학생을 대상으로 STEM 분야의 탁월한 교육을 제공하는 것임.

8) <http://books.nap.edu/html/howpeople1/> 참조

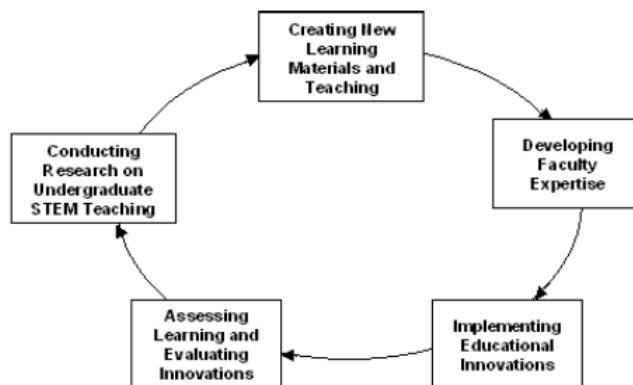
9) <http://nap.edu//books/0309082919/html/> 참조

- 또한 CCLI 프로그램의 목적은 지식의 생산과 실천의 개선을 통해 학부과정 STEM 교육의 혁신적 발전을 촉진, 확산 및 제도화하고, 이를 통해 현재 미국 이공계 대학교육에 제기되고 있는 도전에 대응하는 것임.
- 이 프로그램은 개별 프로젝트의 연구결과들이 독자적으로 존재하는 것이 아니라 상호 연결되어 아이디어와 자료를 공유하는 방식으로 ‘조직적인 학습’을 이루기 위해 노력

○ 프로그램의 내용

- 2006 회계연도에 상당한 프로그램의 변화를 겪은 CCLI 프로그램은 대학 학부과정 STEM 교육의 지식기반 형성을 목적으로 하는 프로젝트를 강조하고 있으며, 이와 더불어 프로젝트 지원을 통해 유관분야에 종사하는 학자들 간의 네트워크 형성을 중요시함.
- CCLI 프로그램은 아래와 같이 <그림 2>에 표시된 STEM 교육 과정의 순환 모델을 구성하는 5가지 구성요소 각각의 강화와 이들 간의 연계 촉진을 위해 추진¹⁰⁾
 - 대학 학부과정 STEM 교육 및 학습에 대한 연구 수행
 - 교재 및 교수전략의 개발
 - 대학 교수진의 전문성 개발
 - 교육혁신의 실행
 - 학습도 측정 및 혁신에 대한 평가

<그림 2> 지식생산 및 실천개선을 위한 순환모델



출처 : NSF Program Solicitation (CCLI) (NSF 05-559)

10) <그림 1>에서 제시된 모델은 “Mathematical Proficiency for All”(http://www.rand.org1643/)에 근거

- 이 모델에서 학습과 교육에 대한 연구결과는 기존 접근법에 대해 의문을 던지고, 새로운 교재와 교수전략의 개발로 이끔. 유망한 새로운 교재와 교수 전략은 이들 교재를 활용한 교수진 개발 프로그램 및 방법으로 이어짐. 이들 중에서 가장 성공적인 것은 우선 제한된 환경에서 테스트된 후 다양한 교과 과정과 교육현장에서 실행·적용됨. 이러한 혁신은 교수 및 학습에 대한 효과를 면밀하게 측정함으로써 평가되며, 반대로 이러한 실행 및 측정은 새로운 통찰 및 연구문제를 낳게 되며 새로운 혁신 사이클을 개시하게 됨.

■ 생명과학 및 수학 학부과정 학생을 위한 학제간 훈련

(UBM: Interdisciplinary Training for Undergraduates in Biological and Mathematical Sciences)

○ 프로그램의 배경

- 지난 20여 년간 분자로부터 생태시스템에까지 생명의 모든 수준에 있어 생명과학의 비약적인 발전이 이루어졌으며, 최근의 연구는 통합적이고 다학제적인 접근이 특징. 이러한 지식의 폭발적인 증가의 배경으로는 도구화, 계산능력, 정보시스템 및 수학적 도구에 있어서의 혁명적인 발전이 작용
- 이와 더불어 수학적 이해에 있어서도 복잡성(Complexity), 동적 시스템(Dynamic Systems), 불확실성 등과 같이 이론적 발전과 계산방법에 있어서의 급속한 발전이 이루어짐.
- 이에 따라 수학이나 통계학은 물리학이나 공학 등 전통적인 응용분야를 넘어 다양한 분야에서 활용되고 있으며, 생명과학 및 여타 분야들과의 결합 가능성도 매우 높아지고 있음.
- 생명과학과 수학의 상호교차 분야는 양 학문분야 모두에 대해 매우 생산적인 분야이지만 아직까지 교차분야에서 종사할 수 있는 인력은 매우 제한된 실정임.

○ 프로그램의 목적

- NSF의 교육·인적자원국, 생명 과학국 및 수학·물리 과학국이 공동으로 추진하는 UBM 프로그램은 생명과학 및 수학 분야 간의 교차분야에 대해 보다 집중적으로 교육하고 이를 통해 생명과학 및 수학이 모두 관련되는 분야에서 능력을 발휘할 수 있는 학생들을 육성하는 것을 목표로 함.
- 이 프로그램의 목적은 생명과학 및 수학의 교차분야에 대한 대학 학부과정 교육·훈련을 강화하고 생명과학 및 수학 졸업생들로 하여금 이 두 분야를 통합적으로 다루는 대학원과정이나 직업에 보다 잘 대비하게 하기 위한 것임.

○ 프로그램의 내용

- UBM 프로그램은 기관 프로젝트 및 연구자 그룹 프로젝트에 대한 지원을 실시
- 기관 프로젝트는 5년간 지원되며, 다수의 정교수로 구성된 팀을 포함해야 하고 생명과학 및 수학 분야에 있어서의 대학의 교과과정 개혁을 포함해야 함. 기관 프로젝트는 3차년도에 중간점검을 받으며 4차 및 5차년도의 지원 계속 여부는 평가 결과에 의해 결정
- 그룹 프로젝트는 3년간 지원되며 생명과학 및 수학의 교차분야의 대학 학생들에 대한 공동 지도와 연구경험을 강조
- 모든 UBM 프로젝트는 다음의 활동을 포함해야 함.
 - 생명과학 및 수학의 교차분야의 독창적인 연구에 대한 학생 참여
 - 복수의 팀으로 구성된 학생들의 매년 총원 (각 팀은 수학 및 생명과학 분야 간에 균형을 맞추어 4명 이상의 학생으로 구성)
 - 개별 학생의 장기적인(최소한 한 학기 또는 한 여름방학 이상) 프로젝트 활동 참여
 - 양 학문분야로 구성된 교수진이 공동으로 수행하는 포괄적이고 다학제적인 지도
 - 학생 구성에 있어 성별 및 인종적 다양성의 고려

- 이와 더불어 기관 프로젝트는 다음의 내용을 포함해야 함.
 - 교과과정 혁신과 교수진 개발을 촉진하기 위한 프로그램 모델의 사용
 - 직접적으로 프로젝트에 참여하는 이들 이외의 교수·학생에 대한 영향
- 또한 UBM 프로젝트는 참여 기관의 교육역량과 인프라, 그리고 교육문화를 강화하는데 기여할 수 있어야 하며, 생명과학 전공학생에 대한 수학적 훈련·교육을 강화하고 수학 전공학생에 대한 다학제적인 훈련을 강화하여 대학 학부과정 교육의 질적 수준 제고에 기여해야 함.
- 2006 회계연도에 NSF는 2-3개의 기관 지원과 4-6개의 그룹 지원을 포함하여 총 6-9개의 표준 연구비를 지원할 계획이며, 예상되는 총 지원 규모는 3.2백만 달러에 달할 것으로 전망

■ 대학원 교육·연구 통합 훈련 프로그램 (IGERT: Integrative Graduate Education and Research Traineeship)

○ 프로그램의 목적

- NSF가 2006년 현재 9년째 운영 중인 IGERT 프로그램은 다학제적인 분야를 연구하는 과학·공학 분야의 박사를 양성하기 위한 프로그램¹¹⁾
- 이 프로그램은 궁극적으로 과학 및 공학 분야 대학원 교육의 '문화'를 혁신하는 것을 목표로 하며, 해당 전문분야의 탁월한 능력을 보유하고 있으면서 인접 분야와의 접점에서 연구 활동에 종사하는 과학·공학 분야 대학원생에 대한 지원을 주 목적으로 함.
- IGERT 프로그램은 학문분야간 경계를 뛰어넘는 혁신적이고 새로운 모델을 정립함으로써 학생, 교수진 및 교육기관에 대한 대학원 교육의 문화적 변화를 촉진하기 위해 시행
- 또한 대학원생들의 참여와 향후 자신의 경력에 대한 준비를 강화하고 다양하고 글로벌 환경에 대응할 수 있는 과학·공학 분야 인재 양성에 기여

11) IGERT 프로그램은 생명과학국, 컴퓨터·정보과학/공학국, 교육·인적자원국, 공학국, 지구과학국, 수학·물리과학국, 사회·행동·경제과학국, 극지연구프로그램청 및 국제과학공학청 등이 참여하는 범 NSF 차원의 프로그램이며, 프로그램의 관리는 교육·인적자원국 산하의 대학원교육분과가 담당

○ 프로그램의 내용

- IGERT 프로그램은 미국의 과학·공학계열 박사과정생 중 다학제적인 학문적 배경과 전문지식을 가지고 있으며 향후 지도적인 역할을 수행할 핵심인재들의 기술적, 직업적, 개인적 능력 교육을 위한 프로젝트를 지원
- 이 프로그램을 통해 지원되는 과제는 과학 및 공학 분야의 통합적이고 연구에 기초한 대학원 교육·훈련 활동에 대한 것이어야 하며, 개별 프로젝트는 다양한 집단의 교수진과 교육 및 훈련 분야에서 적절한 전문성을 지닌 여타 연구자들을 중심으로 조직
- 대학원생들은 자신이 주 전공으로 삼는 분야에서 전문지식을 가지고 있으면서 동시에 다학제적인 환경에서 이루어지는 활동에 대한 폭넓은 직무능력과 이해를 가질 수 있도록 교육
- IGERT 프로젝트는 대학원생들에게 학문적 및 비학문적 경력에 관련된 경험을 제공 (산업체, 국립연구소, 대학 또는 기타 환경에서의 인턴십이나 멘토링 등)
- 지원 대학원생들의 국제적인 역량 제고를 위해 교육기관 내부의 프로그램이나 통합된 협동연구, 외국 기관에서의 현장연구 등을 실시
- 전공지식 뿐만 아니라 학생들의 장래 전문적, 개인적 경력발전을 위한 교육과 해야 하며 미래에 제기될 과학, 기술, 경영, 사회, 윤리 및 정책 이슈들에 대한 통합된 이해를 제공할 수 있는 프로그램 제공
- **성공적인 IGERT 프로젝트의 주요 특성**
 - 박사학위 연구에 적합한 다학제적인 연구 주제
 - 참여 학생과 교수진 간의 상호작용 촉진을 위한 다학제적인 연구와 혁신적인 대학원 교육훈련 메커니즘, 교과과정 개선 등과의 결합
 - 학생들이 광범위한 최신 연구 장치와 교육적 도구 및 방법론에 접할 수 있기 위한 환경
 - 경력발전의 기회, 전문적이고 개인적인 직무능력 개발, 국제적 시각의 함양, 연구윤리 및 연구수행의 책임성 제고를 위한 교육

- 과학·공학 분야에서 과소대변된 집단을 충원하기 위한 노력과 미국 대학원생의 충원, 지도, 유지 및 졸업을 위한 프로그램 차원의 전략과 계획
 - 프로젝트의 효과성에 대한 지원기관 내·외부 인사에 의한 공식적인 측정과 이러한 측정에 기초한 프로그램 개선을 위한 전략과 방법론
 - 프로젝트 재원의 효과적인 관리를 보장할 수 있는 행정계획과 조직구조
 - 혁신적인 대학원 교육활동의 기관 내·외부 확산을 위한 계획
 - IGERT 프로젝트의 계획 및 목표 달성과 촉진, 통합적인 교육 및 연구에 친화적인 환경 조성, 지원 종료 이후에도 성공요소들을 제도화하기 위한 교육기관 차원의 노력
- NSF는 제안과제의 질적 수준과 재원의 규모에 따라 대략 20개의 신규 및 갱신 IGERT 프로젝트를 선정·지원할 계획으로 있으며, 2007 회계연도의 예상되는 지원 규모는 총 12백만불 가량임.

■ NSF 대학원생 초중고교 교사 지원 (GK-12: NSF Graduate Teaching Fellows in K-12 Education)¹²⁾

○ 프로그램의 목적

- GK-12 프로그램은 NSF가 지원하는 STEM 분야의 대학원생이 21세기의 직업 및 과학자로서의 경력에 준비할 수 있도록 추가적인 기술을 습득하는 것을 지원
- 초중고교 교사들과의 접촉을 통해 대학원생들은 초중고교의 STEM 수업을 풍부하게 할 수 있는 의사소통 및 교수기법을 개선할 수 있으며 자신의 과학적 연구에 대한 보다 깊은 이해를 얻게 됨.
- 이와 더불어 GK-12 프로그램은 고등교육기관으로 하여금 STEM 대학원생 교육 프로그램을 지속적으로 변화시킬 수 있는 기회를 제공

12) GK-12 프로그램은 교육·인적자원국, 생명과학국, 컴퓨터 및 정보과학·공학국, 공학국, 지구과학국, 수학 및 물리과학국, 사회·행동·경제과학국 및 극연구프로그램청에 의해 지원되는 범 NSF 차원의 활동. 관련된 자세한 내용은 홈페이지 http://www.nsf.gov/funding/pgm_summ.jsp?pims_id=5472&org=DGE&from=home을 참조

- 이 프로그램은 대학원생들의 의사소통, 강의 및 팀워크 능력 향상과 초중고교 교사의 전문성 개발 기회 제공, 초중고교 학생 교육의 내실화 및 고등교육기관과 지역 교육단위 간의 협력 강화 등에 기여

○ 프로그램의 내용

- 개별 대학에 의해 선정된 GK-12 지원자는 직접 초중고교 교사와 교실 내외에서 공동으로 다음과 같은 활동을 수행
 - 과학적 방법의 STEM 학문분야의 교수 및 학습에의 통합
 - 장래 STEM 분야 전문가를 위한 역할모델의 제공
 - 초중고교 교사의 내용 지식 및 수학·과학 원리의 이해도 제고
 - 초중고교 과학·수학 수업의 공동 설계와 진행 등
- GK-12 대학원생은 자신의 연구경험을 학교 현장에 제공함으로써 초중고교 교사와 학생들에게 과학이란 어떤 것이며 어떻게 연구되고 새로운 발견이 어떻게 일어나며 과학자들이 무엇을 하는 것인지에 대한 이해를 제공
- 이 프로그램은 과학 연구의 흥미와 성과를 학교에 제시하고 초중고교 및 대학 모두의 변화를 창출하기 위한 기회를 제공
- 이 프로그램은 또한 지원자들로 하여금 보다 전통적인 STEM 대학원 과정에서 보통 훈련되지 않는 직무능력을 획득하고 전문 과학자·공학자로서 향후 경력발전 가능성을 넓힐 수 있는 기회를 제공
- GK-12 프로그램은 고등교육기관 캠퍼스 내의 훈련보다는 초중고교의 교사 및 학생들과의 활동에 주안점을 놓고 있음.
- GK-12 프로그램은 현재 매년 60만불까지 5년간 지원(연장 불가)하는 체제로 전환 중에 있음. GK-12 프로그램은 대학 등의 교육기관에 대해 과제 연구비를 지급하고 이들의 관리 하에 개별 대학원생을 지원 (12개월 동안 총 3만불 지급)

4 결론 및 정책적 시사점

■ 연구 결과 종합

- 미국은 경제뿐만 아니라 과학기술분야에서도 세계 최강국으로 군림하고 있으며, 이러한 자신의 지위를 미래에도 유지하기 위해 환경변화에 따라 끊임없이 제기되는 이슈를 분석하고 이에 대응하기 위한 정책개발에 힘을 기울이고 있음.
- 물론 미국과 우리나라의 R&D 체계 및 인력양성 시스템이 일부 상이한 점이 있기 때문에 미국의 사례를 우리나라에 기계적으로 적용하기는 힘들지만, 전세계 공통 언어인 과학 및 공학 분야의 교육혁신을 위한 미국의 최근 노력은 우리에게 많은 시사점을 줌.

■ 미국의 이공계 대학교육 혁신을 위한 노력이 주는 시사점

① 수요지향적인 이공계 교육의 강화

- 미국은 지금까지의 학문분야별 경계에 따른 이공계 교육의 틀에서 벗어나 현재와 미래에 이공계 교육에 대해 제기될 것으로 판단되는 다양한 경제 사회적 요구에 대응할 수 있는 교육체계의 혁신을 강조
- 여기서 이공계 교육에 대한 수요는 단지 현재의 시점에서 이들을 채용·활용하고 있는 산업체에서 요구하고 있는 수요뿐만 아니라 중장기적인 관점에서 미래사회의 발전에 따라 이공계 출신자들에게 요구되고 있는 ‘미래수요’도 포함한 개념
- 이러한 미래수요에 효과적으로 대응하기 위해서는 전공분야별 전문지식(‘Hard Skill’) 뿐만 아니라 의사소통능력이나 팀워크능력, 상황에 따라 유연하게 대처할 수 있는 능력 등 소위 과학기술외적인 지식(‘Soft Skill’)에 대한 교육도 매우 중요

- 궁극적으로 미국의 이공계 교육 혁신을 위한 노력들은 미래의 급변하는 사회에 대해 효과적으로 대응할 뿐만 아니라 이러한 변화를 주도해 나갈 수 있는 인재의 양성에 초점을 맞추고 있음.

② 학문분야간 융합화 경향에 부응할 수 있는 인재 양성

- 미국이 실시하고 있는 여러 프로그램에서 공통적으로 나타나고 있는 특징의 하나는 정보기술, 생명기술, 나노기술 등 새로운 유망기술 분야를 중심으로 진행되고 있는 학문분야 간의 급속한 융합화 경향에 대처할 수 있는 인재를 양성하기 위한 노력
- 이러한 노력은 특히 ‘수학 학부과정 학생을 위한 컴퓨터과학 훈련’(CSUMS) 프로그램이나 ‘생명공학 및 수학 분야 학부과정 학생을 위한 학제간 훈련’(UBM)에서 명시적으로 나타나고 있으며 ‘학부과정 나노기술 교육’(NUE)에서도 일부 나타남.
- 또한 모든 프로그램에서 학제 간 공동 교육과 연구에 대한 강조가 분명히 나타나고 있음.
- 이러한 추세는 소위 T자형 또는 파이(π)형 인재육성의 필요성에 대한 논의에서와 같이¹³⁾, 학문분야간의 접근과 새로운 분야의 창출로 인해 더 이상 하나의 전문분야에 대한 지식만으로는 급변하는 과학기술 내외의 환경에 대한 대응이 어렵다는 인식에 기초
- 특히 미래 경제사회 발전에서 주도적인 역할을 수행할 것으로 기대되고 있는 IT, BT, NT 등의 분야는 상호작용에 의해 지속적으로 해당 분야의 발전을 위한 추동력을 얻고 있으며 새로운 연구 분야를 지속적으로 창출하고 있기 때문에, 이들 분야에 대한 포괄적인 통찰력을 지닌 인재의 양성은 매우 중요한 전략적 의미를 지님.

13) T자형 인재는 한 분야의 전문지식을 가지고 있으면서 동시에 인접분야에 대한 광범위한 지식을 가지고 있는 이들을, 파이형 인재는 관련 분야에 대한 통찰력을 지니면서 최소 두 개 분야에 있어 전문지식을 갖추고 있는 이들을 지칭하는 개념

- 미국의 사례에서 또 하나 주목해야 할 점은 이러한 융합분야의 인재양성이 박사 과정생 등 고급인력에 대해서만이 아니라 보다 광범위한 이공계 분야 학생들을 대상으로 이루어지고 있다는 사실임.

③ 교육문화의 혁신을 위한 노력

- 미국의 이공계 교육혁신을 위한 프로그램들은 공통적으로 대학(원) 교육문화(Education Culture)의 혁신을 강조
- 여기서 교육문화라 함은 대학(원)생들을 위한 효과적이고 체계적인 강의와 교과과정의 제공이라는 하드웨어적인 측면뿐만 아니라, 교육과정에 참여하는 대학생과 대학원생, 교수 모두의 교육혁신의 필요성과 방향에 대한 인식과 공동의 노력, 대학 측의 교육혁신을 위한 제도적, 재정적 차원의 헌신, 그리고 대학교육과 지역의 여타 교육기관, 산업체, 공공연구소, 정부기관 등과의 긴밀한 네트워크 형성, 이공계 교육에 관여하는 이해당사자(Stakeholder) 간의 공동체 형성 등 이공계 교육과 관련된 제반 소프트웨어적인 측면에서의 변화를 지칭하는 개념
- 이처럼 혁신적인 교육문화의 형성은 현재의 시점에서 요구되는 이공계 교육에 대한 요구에 보다 잘 부응함과 동시에, 전략적인 관점에서 향후 미국의 경제 사회 변화에 대응할 수 있는 인력양성 체계를 갖추는데 기여할 것으로 전망됨.
- 이러한 점에서 볼 때 이공계 교육 혁신은 단지 공급자인 대학의 노력만으로는 달성될 수 없으며, 초중고교 교육에서부터 배출되는 인력을 실제 활용하는 산업체와 연구현장 및 기타 분야의 이해당사자가 공동으로 참여할 때만 비로소 그 성과를 기대할 수 있음.
- 미국에서 추진하고 있는 프로그램들이 STEM 분야 교육에 참여하는 이들의 공동체 형성과 유지를 적극 권장하고 있으며, 또한 대학(원) 교육 프로그램과 초·중등단계의 과학·수학교육 간의 연계를 강화하려 노력하고 있다는 점은 이러한 인식을 반영

참 고 문 헌

- 김기완 (2005), 미국의 성과평가제도 도입이 정부 부처·기관의 R&D 관리·평가 활동에 끼친 영향 분석, 한국과학기술기획평가원.
- 박칠림 (2004), 미국 이공계 기피현상 ‘이력서 혁명’으로 해결, 사이언스 타임즈 (2004. 3. 3).
- 조벽 (2006), 미국 공학교육 혁신 사례, 한국공학교육인증원 발표자료.
- 삼성경제연구소 (2006), 대학교육과 경쟁력, 삼성경제연구소.
- 이재호/조용현 (2002). 미국의 연구개발사업 평가에 관한 고찰. 한국개발연구원.
- Bush, Vannevar (2000), Science: The Endless Frontier (reprint from 1950's edition), National Science Board.
- Clinton, W.J./Gore, A. Jr. (1994). Science in the National Interest. Washington, DC: Office of Science and Technology Policy.
- Committee on the Engineer of 2020, Committee on the Engineering Education and Natinoal Academy of Engineering (2005), Educating the Engineers of 2020: Adapting Engineering Education to the New Century, National Academy of Engineering.
- Council on Competitiveness (2004), Innovate America, Council on Competitiveness.
- National Science Board (2001). The National Science Board: A History in Hlghlights, 1950-2000. Washington, DC: NSB.

National Science Foundation (1999), The Action Agenda for Engineering Curriculum Innovation ("Action Agenda") Program: Program Announcement (NSF 99-169), National Science Foundation.

National Science Foundation (2005), The Engineering Workforce: Current State, Issues, and Recommendations (Final Report to the Assistant Director of Engineering), National Science Foundation.

National Academy of Engineering (2004), The Engineers of 2020: Visions of Engineering in the New Century, National Academy of Engineering.

National Academy of Engineering (2005), Assessing the Capacity of the U.S. Engineering Research Enterprise to Meet the Future Needs of the Nation, National Academy of Engineering.

OECD GSF (Global Science Forum) (2006), Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies: Policy Report, Paris: OECD.

Stokes, Donald E. (1997). Pasteur's Quadrant: Basic Science and Technological Innovation. Washington, DC: Brookings Institution Press.

U.S. House of Representative Science Committee (1998). Unlocking Our Future: Toward a New National Science Policy. A Report to the Congress by the House Committee on Science. Washington, DC: U.S. House of Representative.

■ 저 자 프 로 필

■ 김 기 완

- (現) kistep 혁신기반팀 부연구위원
- 서울대 물리학과 졸('92)
- 독일 Bielefeld대 과학기술사회학 박사('03)
- 주요 연구분야 : 과학기술인력 정책, 과학기술과 사회
- 연락처 : 02) 589-2817

kwkim@kistep.re.kr

kistep Issue Paper 2006-02

2006년 7월 인쇄

2006년 7월 발행

발행인 유 희 열

발행처 한국과학기술기획평가원

서울시 서초구 양재동 275 동원산업빌딩 8~12층

전화 : 02) 589-2200, 팩스 : 02) 589-2222

<http://www.kistep.re.kr>

組版 및 미래미디어

印刷 TEL : 02)572-4047 / FAX : 02)2057-8445
