

이공계위기, 산학협력, 직무능력표준 및 대학수학교육학

정 치 봉 (순천향대학교)¹⁾

1. 서 론: 이공계위기-세계적 확산

세계적으로 '이공계기피' 현상은 20세기 말엽에 선진국에서 먼저 시작된 학교 및 대학교육에서 학생들이 이공계 진로를 기피함으로써 발생하는 여러 복합적 현상들을 지칭하여 사용한 용어였다. 우리나라에서도 최근 중등 및 대학교육에서 수학 및 과학교육에서 '이공계기피' 현상이 국가, 대학 그리고 교육계가 적절한 대책을 가지고 다룰 수 있는 수준을 벗어나는 정도까지 심화된 측면이 있다. 최근에는 대학의 이공계 교수들 사이에서는 '이공계위기'라는 말을 더 많이 사용할 정도가 되었다.

나라마다 이공계기피와 관련된 현상은 교육 문화 및 환경, 그리고 교육에 영향을 주는 사회, 정치, 경제 등의 요인에 의하여 제각기 다른 모습으로 나타나고 진행되며 사회 및 교육 문제로 발전한다.

한국의 경우는 제조업 중심의 산업정책으로 과거 30-40년간 중등 및 대학교육에서 제조업을 지원하기 위하여, 교육정책은 이공계 인력양성을 목적으로 하는 양적인 팽창을 하여왔다. 한국의 산업구조는 최근 10여년 사이에 급속히 IT분야를 중심으로 새로운 미래형 산업분야가 성장 발전하게 되었으나 대학교육은 교육서비스의 공급 측면에서 이러한 변화에 효과적으로 대응하지 못하였다. 따라서 대학교육은 변화된 산업구조에 맞는 다양한 그리고 질적인 성장을 갖추지 못한 구조적인 문제점을 가지고 있다. 최근 몇 년 사이에 고교교육 및 대학교육의 이러한 이공계 교육의 구조적인 문제와 의사, 변호사, 공무원, 교사 등 고소득, 안정된 고급 직종에 대한 선호도 등이 학생들이 이공계를 기피하도록 심화시키고 있다.

최근 대학에 입학한 이공계 학생들의 수학 및 기초과학 실력에 대한 뉴스 매체의 보도는 과거의 학생들보다 실력이 낮다고 문제시하는 보도들로 과학적 객관성 및 타당성을 충분히 확보하지 못한 채 발표됨으로서 이공계기피를 심화시키는 요인으로 작용하고 있다. 열심히 공부를 해도 실력을 갖추지 못했다는 평가를 받는다면 어느 학생이 열정을 가지고 (수학, 과학)실력을 갖추기 위한 노력을 하겠는가? 현재의 수학능력시험으로 학생들이 가진 수학/과학 실력을 이들 영역의 시험 점수로는 객관적이고 타당하게 그리고 균일하게 관별할 수 없기 때문에 같은 등급의 학생 안에서도 실제로 다양

1) 본 연구과제는 2005학년도 순천향대학교 자연대학 기초과학연구소 학술연구조성비 일반과제로 지원을 받아 수행하였음

* ZDM분류 : A40, B10, C10

* MSC2000분류 : 00-02, 91D20, 91D35, 91D99, 97A40

* 주제어 : 대학수학교육, 산학협력, 공학인증제, 직무능력표준, 이공계기피

한 내용의 수학실력(또는 능력)의 차이가 있다.

이공계 대학을 진학하려는 학생들이 치르는 수리탐구-가형, 과학탐구 영역 시험은 비이공계에 진학하려는 학생들이 치르는 사회탐구 및 수리탐구-나형 시험 보다 상대적으로 공부(학습)양이 많고 인지적 관점에서도 이해의 깊이를 더 요구한다. 대학에서는 이공계전공의 학생선발 방법에서 수리탐구-가형 및 과학탐구에 대한 적절한 가산점 부여와 같은 인센티브 제공을, 대학입시 공정관리의 측면에서 매년 시험의 난이도, 변별력 등 확률통계적인 변이를 다룰 수 있는 기술을 갖추고 있지 못하여, 현실적으로 다루기 쉽지 않다.

대학수학능력시험의 구조 및 운영 방식은 이공계 진로를 선택하고자 하는 학생에게는 게임이론의 용어를 사용한다면 일종의 '역차별'의 문제이고 이는 고등학교에서는 이공계로 진학하기 위하여 수학/과학 중심 교육과정을 이수하지만, 이공계대학 입학정원은 많으므로 지원율은 낮다는 대학진학이 비교적 쉬운 점을 이용하는 편익을 취하기 위하여 수리탐구-나형을 전략적으로 선택하는 '역선택' 게임을 하는 것이다. 이는 대학수학능력시험이 고교교육과 대학교육 사이의 좋은 교육적 통로 또는 필터의 역할을 하는 것이 아니라 도덕적 해이를 조장하는 '실제능력과는 다른 역차별' 및 '수능시험 점수를 위한 편법적인 역선택' 과 같은 게임의 근본적이고 본질적인 문제를 갖고 있음을 의미한다. 따라서 고교 및 대학 교육은 교육적 일관성 및 통제력을 잃을 수밖에 없다. 그리고 이러한 교육 문제는 진정한 교육효과와는 무관하고, 교육으로 인한 사회적 비용을 과도하게 지출하게 하고, 교육에서 지나친 점수 경쟁만을 조장하게 함으로서 교육환경이 점점 악화되는 결과를 가져온다.

대학입시, 고교교육 및 대학교육을 논의할 때, 형평성, 공정성, 평등성이 논란의 대상이다. 논의의 본질은 실제로 획일성 및 다양성에 대한 사회의 관용의 수준에 있다. 현대에 살고 있는 개개인의 삶은 매우 독특하며 개별적이다. 예로서 서울대학교에 입학한 수능영어 만점자들을 대상으로 TEPS 시험을 치룬 결과 점수의 변이가 최고 945점에서 최저 495점이라고 한다. 교육으로 형성된 개인의 능력과 어떤 정해진 시험의 결과인 점수는 구별되어야 한다는 점을 분명하게 보여주는 예라고 할 수 있다. 따라서 국가는 현재의 수학능력시험을 중심으로 하는 대학입학시험전형제도를 공정성의 명목으로 국내의 모든 대학에 강제하는 것은, 실제로는 대학학생선발전형이 다양한 학생의 잠재 가치를 찾는 것과는 반대로 학생의 잠재된 재능과 능력에 대한 판단 기준을 획일화시키는 방향으로 운영되고 있다. 이는 현행 대학수학능력시험제도가 고교 및 대학 교육문제를 더욱 심화시킬 수 있는 요인이라는 우려를 갖게 한다.

고등학교교육과정에서는 과거의 문과-인문사회계, 이과-이공계라는 이분법이 사라졌지만 대학의 이공계 교육을 받기위해서는 엄연히 수학/과학 지식과 기술은 필수 요소이다. 그럼에도 대학에 입학하는 학생들은 대학수학능력시험제도에 의하여 편의적이고 자의적인 교과목 선택에 의한 학습을 한다. 앞에서 논의한 대학수학능력시험제도 운영의 '역선택' 및 '역차별'의 문제점들은 현행 학생의 학습 선택권 배려 및 수준별 교육을 강조한 7차 교육과정의 취약한 부분을 더욱 극명하게 드러내는 효과가 있다.

한편 학습선택권 및 수준별 교육은 앞으로도 더욱 보완되고 개선되고 발전하여 21세기에 한국이 다른 나라와 비교하여 학교교육이 경쟁력을 갖추고 모범적인 교육제도를 갖춘 나라가 되기 위하여 버릴 수 없는 실천전략적인 개념임에는 틀림이 없다. 선진복지국가로의 이행과정에서 교육의 equity (균등성)-excellence(수월성) 원리가 빚어내는 이율배반적인 교육현상 및 요인들이 이공계위기의 본질적인 문제에 내재하고 있다.

학생의 학업 및 직업 진로를 선택을 위하여 대학 교육과정과 고등학교 교육과정이 21세기의 변화하는 산업구조, 학문의 변화 등에 맞추어 재조정되고, 필요한 교과목의 내용 및 컨텍스 등을 재정의 할 필요가 있다. 대학 이공계교육도 교육과정 지식내용, 기술 및 컨텍스트 등에서 전공별로 많은 차이를 드러내고 있다. 컴퓨터과학, 화학환경공학, 산업공학 등 공학의 유형범주에 따라 필요한 기초수학 및 과학의 교육과정 내용구성으로서 지식, 기술 및 컨텍스트 요구 사항들은 20세기와 달리 서로 인정할 수 있는 공통요소가 매우 적어, 같은 기초수학/과학 교과목으로 이공계 학생을 일괄적으로 교육시키기에는 부적절한 교육적 상황까지 분화되고 발전해왔다. 이공계 전공의 이러한 전문화 및 지식 및 기술의 분화 및 발전에 비하여 현재 한국 및 대학의 기초수학 및 과학교육은 다양한 교육소비자인 학생의 요구를 전문화된 분화의 방식으로 교육서비스를 제공하여 주지 못하고 있다. 실제로 이공계 대학교육 경쟁력도 매우 취약하다. 국내 이공계 대학의 SCI 논문 게재수에 있어서 세계100위 안에 1개 200위 안에 1개 그리고 500위 안에 10개 대학이 위치하고 있을 뿐이다. 이러한 이공계대학 교육의 취약점은 실질적으로 이공계 전문 연구인력 양성으로 이어지는 대학원교육의 질 및 경쟁력으로 이어짐으로서 이공계기피의 또 다른 중요한 원인을 제공하고 있다. 뿐만 아니라 대학의 열악한 재정 상황은 이공계학생지원의 감소와 함께 이공계교육에 대한 투자 및 시설 지원을 방해하고 있다. 대학경영의 관점에서 볼 때, 인문·사회·경상계보다도 이공계에 대한 시설 및 재정 투자는 실패 Risk 가 매우 높고 재정 규모 또한 매우 크고 이들 자원을 효율적으로 사용하는 (교육, 연구)서비스의 질이 미국과 같은 과학기술 강국에 비하여 상대적으로 매우 낮다.

이공계기피의 또 하나의 원인은 21세기 과학지식 및 기술의 발전 양과 속도이다. 빠르게 변화하는 이공계 지식 및 기술 환경과 함께, 이들 기술에 의하여 개발·생산된 상품시장의 경쟁 구조는 이공계 직업 종사자에게는 지속적으로 자기계발을 요구하는 힘겨운 생존(평생학습)의 문제이다. 이럼에도 이공계 직업 종사자는 적절한 금전적 보상이나 직업보장 등 삶을 위한 보상 및 여가에서 상대적으로 취약하다. 이러한 복합적인 요인들은 고려한다면, 이공계를 지원하는 것이 현명한 선택이 될 수 없도록 한다.

한편 세계적으로 확산되고 있는 이공계교육의 문제들을 대처하기 위하여 유네스코는 2002~2007년 기간 동안 ‘발전을 위한 과학기술 역량 형성’을 주요 사업 전략으로 선정하고 추진하기로 하였다. 특히, 제32차 유네스코 총회(2003년 10월)에서는 ‘국제기초과학프로그램’ (IBSP: International Basic Sciences Programme)을 설립하여 각국의 기초과학과 과학교육 역량을 강화하기 위한 정부간 협력을 추진하고 있다.

2004년 6월 7~9일 유네스코는 프랑스 파리에서 개최된 'AAAS-UNESCO 전문가 회의'에서 '과학·기술 교육 - 개혁을 위한 체계적 접근'이라는 의제를 택하여 과학, 공학, 기술 관련 대중 인식과 수준을 높이기 위한 교육 및 과학기술 교육 커리큘럼 개선에 대한 필요성을 강조하였다. 또한, 개혁 필요성과 방안을 더욱 폭넓게 논의하기 위해 더 큰 규모의 과학 기술 교육 개혁에 관한 국제 포럼을 개최하는 것이 필요하다는데 동의하였다.

(AAAS: 미국과학진흥협회, American Association for the Advancement of Science)

2005년 3월 방콕에서 개최된 '기초과학과 기술 분야 인적자원 개발을 위한 지역 협력 유네스코 아태포럼'에서도 청소년들의 과학에 대한 관심과 이공계 진출이 줄어들고 있다는 점이 주요 이슈로 부각되었다.

대학 및 대학원 등 고등교육기관에서 이루어지는 이공계 및 전공 대학수학 교육에 대한 관심이 국가적으로, 대학교육계에서도 그리고 수학자 및 수학교수들 사이에서도 커지고 있다. 관심의 배경에는 대학교육의 질(수월성) 향상, 이공계 전공에 대한 학생들의 지원기피로 인한 인적자원의 감소, 이공계 학생들의 기초수학·과학 학습 능력 저하, 이공계 졸업자의 진로(실업)과 같은 사회·경제적 보상(인센티브 또는 프리미엄)의 미흡 등이 원인인 속칭 '이공계위기'가 자리하고 있고, 그 중심부에는 이공계교육(연구)의 도구중의 도구인 수학이 한자리를 차지하고 있다.

'이공계위기'를 많은 이공계 대학교수들이 우려를 표명하고 있고 공통적으로 대학 신입생의 수학·과학 소양(지식) 및 이를 다루는 기술(skills)이 이공계 전공 분야에서 공부하기에는 매우 부족한 수준에 있다고 말한다. 그러나 역설적으로 대부분의 중소규모의 대학에서는 이공계교육의 기초가 되는 대학의 수학 및 기초과학 영역의 교과목에 대하여 필수과목 지정 등 구체적인 대응방안에 대하여는 무관심하다. 무관심의 바탕에는 대학수학교과과정을 편성하고, 운영하는 모든 문제가 주관하는 stakeholder인 학과, 위원회, 학생, 대학행정부서 등 모두가 머리 아픈 복잡성 및 대학내 정치적 영향 등의 갈등적인 변인들을 갖고 있기 때문이다.

대학수학교육에 대한 대학의 무관심 속에서, 수학교수 앞에 놓인 구체적 대학수학교육의 문제는 항상 수학과 또는 수학교수 홀로 대적하고 있는 문제로 남겨지는 안타까운 문제이다.

본 논고에서는 이공계 및 대학수학교육의 문제 현상들을 짚어보고 관련된 논점들을 살펴본다. 그리고 이들 문제들과 연관이 깊은 교육인적자원부를 비롯한 정부부처, 산하연구원 등에서 진행 중인 산학협력, 직무능력표준 및 인정제, 이공계지원 사업 내용을 알아본다. 대학수학교육 문제 및 문제를 다루는 차원 및 관점은 개별대학과 소속 수학과와 local 문제 수준에서, 학회, 대학전체 또는 국가와 산업계 등 규모가 크고 복잡한 global 문제 수준까지 다양하고 해결책 및 논의 또한 다양할 것이다. 본 논고에서 이와 관련한 다양한 논점들을 보이려고 하였다.

2. 본 론:

대학교육과정은 대학을 구성하고 있는 구성원의 복잡한 대학교육에 대한 가치 및 정치·사회적 성향에 의하여 좌우된다. 뿐만 아니라 대학교육정책을 주도하는 교육인적자원부의 정책에 의하여 크게 영향을 받아 교육과정 및 대학의 구조가 변화되기도 한다. 때문에 기초수학·과학을 대학교육에 반영한다는 것은 복잡한 대학내외의 대학교육에 대한 정치·사회적 요구, 갈등 및 의견수렴을 거쳐야 하는 문제이기 때문에 진행이 매우 느리다.

이공계 대학교육의 위기를 들은 지 5년이 넘었지만 우리 수학교수는 이공계 대학수학교육을 개선하기 위하여 어떤 지원 및 노력이 있었고 그 결과 어떤 좋은 성과가 있었다는 가시적인 소식을 현재까지 듣지 못하고 있다. 어떤 이들은 공학인증제와 같은 시스템에 의한 접근 방법은 시간이 걸린다고 변명할 수 있다. 어떤 대학수학교수는 이공계 대학수학교육은 수학과가 타 전공에 대하여 교육서비스를 제공하는 제공자의 입장에 있기 때문에 결국 이공계학과 또는 교육수요자로부터 명시적인 요구와 비용에 대한 구체적인 지원이 없다면 이공계 대학수학을 개선시키려는 모든 노력이 무의미하다고 말한다.

한편 이공계교육을 개선할 모든 권한, 여건 및 지원을 갖추었다고 하더라도 이공계교육을 사회, 학생, 대학 등의 요구를 만족시키는 이공계교육 혁신을 구현하고 성공적인 성과를 이루어내는 것은 우리 대학수학교수들의 몫이지만, 미국의 20여년에 걸쳐 대학수학교육개혁 활동의 여정을 볼 때 쉽지 않은 일임은 분명하다. 그러나 그러한 지원과 관심을 받는다는 것 자체로 대학의 수학과와 수학교수는 대학수학교육에서 활기를 찾게 될 것이고 이는 한국 전체 대학으로 전파될 것임을 믿음을 갖도록 한다. 최근 정부 및 산하기관(연구원) 등에서 이공계위기 및 교육 관련한 정책사업들을 펼치고 있다. 이들 사업내용을 중심으로 대학수학교육과 관련된 맥락들을 살펴봄으로서 대학수학교육을 개선할 수 있는지를 알아본다.

[정부-경제계의 이공계지원 사업]

2004년 9월 교육인적자원부(MOE)와 전국경제인연합회(FKI)는 대학의 산업인력양성을 위한 대학교육개선사업을 공동으로 추진하기로 하고 다음과 같은 주요 agenda(의제)를 선정하였다.

- 인턴십을 통한 대졸자 취업확대
- 기업이 바라는 이공계 대학교육과정 구현
- 대학-산업체 인적 교류 사업 추진
- 국내대학에 수학중인 외국인학생 DB 구축 및 공유 그리고 글로벌인재 채용 촉진
- 대학/기업 직무능력표준개발/인적자원개발 체제 강화 및 인증제 도입

이어서 2005년1월에 교육인적자원부는 대학 이공계교육과정 개선 5개년 프로젝트를 발표하였고, 2005년6월에는 교육인적자원부는 이공계교육과정개발 연구지원 사업 신청요강을 배포함으로써 이공

계 대학교육개선을 위한 구체적인 실천에 들어갔다. 교육인적자원부는 향후 5년간 지속될 '이공계 교육과정개발연구지원사업'에서 대학수학교육과 관련하여 이공계 기초수학 교수/학습자료 개발을 지원한다고 발표하였다. 즉 이공계열의 전공교육에 기초가 되는 수학을 학습단위별로 모듈식으로 개발하여 '이공계 대학수학' 교과목을 구성하는 것을 지원 사업을 시행한다.

교육인적자원부가 추진하고 있는 대학 이공계 교육과정 개선 5개년 프로젝트가 합의하고 있는 향후 대학수학교육에 대한 요구는 무엇인가? 향후 대학수학교육은 이러한 의제에 대응하여 어떤 대책을 가지고 어떤 교육적 시도를 하여야 하는가?

[이공계위기 극복 대책으로서 산학협력]

이러한 의제 선정의 배경으로는 대학과 산업체 간의 인적교류, 공동연구, 기술이전 및 자본투자 등을 촉진하고 활성화하기 위하여 정부는 2003년9월 '산학협력활성화대책'을 수립하였고 이어서 산학협력 관련법 개정으로 산학협력은 대학의 혁신, 변화 및 발전을 주도하는 제도로서 그리고 대학의 중요한 연구개발, HRD 활동 및 투자 영역으로 자리하게 되었다. 정부의 여러 관련 부처들 또한 대학과 산업체간의 산학협력을 촉진하도록 NURI, RIC, RIS 등 대학 지원 사업을 하고 있다. 이들 지원사업이 대학교육에 요구하고 있고 지원하려는 핵심 사항은 2가지로 요약된다.

- 현장적합성 제고를 위한 대학교육과정 개편
- 현장실습 학점제 또는 학기제 확대

즉 산업체 현장관련 교육 강화로 현재의 취업률(청년(대졸)실업율)이 개선되는 효과를 기대한다는 것이다.

정부부처 또는 전경련과 같은 산업계를 대표하는 여러 단체들은 기업의 경영 성과를 알 수 있는 의미를 가진 지표들을, 예로서 생산성, 취업율 등, 개선할 수 있는 실질적으로 기업의 가치를 높일 수 있는, 기업의 실적을 향상시킬 수 있는데 유용한 인적자원개발 교육을 대학이 실천하여 주기를 요구하고 있다. 즉 FKI-MOE 협약 보도자료를 보면 기업은 대학에 생산성이 향상될 수 있는 교육(또는 HRD, 인적자원개발, 인력양성)과 (기술을) 연구개발을 할 것을 요구하고 있다.

생산성은 기업의 종합적인 활동의 성과지표이다. 노동생산성, 자산수익률 등 기업의 유형에 따라 다양한 의미의 생산성이 사용된다. 생산성 향상은 생산에 관여하는 모든 요소들이 상호 작용하는 복잡한 생산과정 또는 기업 문화와 직간접적으로 관련되는 문제이다.

그럼에도 정책수단으로서 산업에 적합한 인적자원개발을 대학교육에 요구하는 이유는 무엇인가? 과연 대학수학전공교육 또는 이공계기초수학교육으로 인적자원개발에서 요구하는 일반적인 능력 또는 직무능력을 개발하여 줄 수 있는 것인가?

산업계가 대학교육에 대하여 불만족하여 흔히 지적하는 것은 대학에서 교육을 받고서 양성된 인력의 직무능력이 기업에서 필요한 수준에 미흡하여 사원의 직무 관련 교육/훈련에 의한 비용이 증가한다는 것이다.

이러한 이유는 HRD와 관련된 사회적 (교육)비용을 누가 감수해야하는가 그리고 수혜는 누가 가져가는가라는 매우 미묘한 문제를 제기한다. 기업의 생산성 향상은 기업의 이윤, 기업의 자산 가치 증가로 직접적으로 나타나는데 사원교육 비용을 대학 등 교육기관에 전가함으로써 기업은 free-lunch 수혜를 받는 것이 아닌가?

대학졸업자가 산업현장에 필요한 직무능력이 부족하다는 사실에서 인턴십을 대학의 정규교육과정의 한 부분으로 갖추도록 하고 있다. 인턴십이 제도화되어 일반적으로 활성화되기 위하여 대학과 기업의 연결, 학생과 기업의 연결, 인턴십운영 비용과 인센티브제공 등 해결해야할 세부 과제가 많이 있다. 2005년 현시점에서 우리나라의 모든 대학은 학생들에게 기업에서 필요한 소양·능력개발프로그램을 교과목·교육과정으로 제공하여 현장직무능력을 갖추게 하고, 재학 중 산업 현장 체험 기회를 만들어 주려고 노력하고 있다. 현재는 소수의 공학계 졸업학년 학생들 위주로 인턴십이 운영되고 있다.

대학과 같은 교육기관에서 학습을 한 후 산업체 현장에서 배운 지식과 기술을 주어진 직무에 얼마나 적절히 활용하는가?라는 문제는 ‘학습전이’라는 교수학습 분야의 중요한 연구 주제이다. ‘학습전이’를 촉진하는 방법으로 교육인적자원부는 인턴십과 기업이 바라는 교육과정 개발을 정책 수단으로 설정하고 있다.

왜 KFI-MOE는 생산성 향상에 이공계교육과정개발 및 산학협동을 정책 수단으로 사용하는가?

KFI-MOE 보도자료에는 “지식기반사회에서는 지식과 기술을 갖춘 인적자원(HR)이 생산성 향상을 주도”한다고 밝히고 있다. 즉 인적자본을 개발함으로써 public capital stock을 증가시켜 간접적으로 기업의 생산성을 향상시키고 국가의지속적인 경제성장을 이루어 가겠다는 선언적 의미를 담고 있다.

그렇다면 대학수학교육은 인적자원의 public capital stock을 증가시키는데 얼마나 기여하는 효과를 가지는 것인가? 뒷부분에서 언급하고 있지만 대학교육을 통하여 얻으려는 인적자원의 public capital stock 요소는 국가직무능력표준으로 정하고 관리하고자 하는 것으로 교육인적자원부와 산업계의 정책이다. 따라서 대학수학교육을 개선시키거나 변화시키려면, 국가직무능력표준의 내용 및 배경에 대한 성찰을 바탕으로 수학교육프로그램을 설계-구현하는 계획적인 접근이 필요하다.

[노동생산성, 인적자원개발, 그리고 수학교육의 효용성]

기업 또한 인적자원에 대한 투자가 시설투자보다 생산성 향상에 보다 효율적이라는 미국의 21st century skills for 21st century jobs 보고서와 노벨경제학 수상자 R.Solow의 20세기 미국 경제의 1인당 국민소득 성장의 80%가 기술진보에 의한 것이며 20%만이 자본투자 증가에 의한 것이라는 인용하여 인적자원개발이 생산성 향상에 미치는 영향력을 강조하고 있다.

한편 대학교육과 임금, 임금상승율, 노동시장의 유연성 등과의 경제적 상관관계 및 효과와 관련된 많은 연구 및 분석이 교육공학이라는 새로운 학문분야 안에서 이루어지고 있다. Jacobson et al.(2001)은 기술 지향적인 직업교육 과목들과 수학이나 과학 과목 같은 양적 소양기술 개발이 핵심

을 이루고 있는 학문분야 또는 관련 교과목들에 의한 교육은 경제적 효과가 매우 크며, 반대로 그 외에 과목들에 대한 경제적 효과는 미미하다고 주장하고 있다.

Jang and Lalonde(2000)는 보다 기술 지향적이고 수리적 성향의 과목들의 경제적 효과가 2년제 대학과 4년제 대학 모두에서 나타난다는 연구를 하였다. 전공에 따른 임금격차에 초점을 맞추고 있는 연구들도 과학과 공학 전공자의 임금프리미엄이 다른 분야 전공자들보다 매우 뚜렷하게 나타나고 있다고 주장한다.

Rumberger and Thomas(1993)의 연구는 수리적 소양 및 능력이 매우 중요하게 작용하는 과학, 공학 및 경영학 전공자들이 높은 임금프리미엄을 누리고 있는 것으로 보여주고 있는데, 공학 및 의학 전공자들의 임금은 인문계 전공자에 비해 약 30% 높은 임금을, 경영계열과 자연과학계열은 약 20% 높은 임금을 받는다는 것을 보여주고 있다.

한편 Grogger and Eide(1995)의 연구에서는 일반적으로 경영학, 자연과학 및 공학 전공자들은(특히 공학 전공자들은) 졸업 당시 경력이 없음으로 인해 전반적인 대학교육의 임금프리미엄이 거의 없을 때 고등학교 졸업자에 비해 약 15%의 높은 임금을 받을 뿐 아니라 경력이 쌓이고 시간이 경과함에 따라 임금 성장률 높게 유지하지만, 반면에 인문학이나 교육학 전공은 임금프리미엄이 매우 낮거나 임금성장률이 이공계보다 낮다는 것을 보여 주었다.

이러한 연구결과는 생산성을 높이기 위한 대학교육, 평생교육 및 산업체의 직업훈련교육에서 직업 기초능력으로서 수리적 소양능력과 관련된 HRD 교육훈련이 중요함을 시사한다.

인적자원개발 및 국가직무능력표준 제정과 관련하여 몇 가지 정책연구 결과 보고서들이 최근 몇 년 동안 활발히 발간되고 있다. 인적자원개발의 직접적인 stakeholder는 어디까지나 정부, 교육수요자 및 기업이기 때문에 정부부처의 정책 조성 또는 지원은 한계가 있다. HRD관련 연구 단체의 보고서도 외국의 제도를 소개하는데 치우치고 있을 뿐이다. 대학은 산업체가 필요로 하는 지식(소양), 기술(기능), 능력(competence)에 대하여 아직은 이해가 부족한 편이고, 교육과정 구현에는 대학 구성원의 협력이 있어야 가능한데 교수 등 구성원의 대학교육에 대한 가치관의 차이 등이 있어서 의견 수렴은 쉽지 않다.

[이공계 교육과정 개선(FUCO) 전략]

2005년 1월에 발표된 교육인적자원부의 '대학이공계교육과정개선5개년프로젝트(FUCO전략)'의 지원 사업은 다음과 같다.

1) 수요자 중심 교육체제 구축 지원: 매년 22억 지원

- 이공계 전공 교육과정이 산업체의 수요에 부응하는 체제로 개선하도록 지원

2) 이공계 기초 직업능력 제고: 매년 8억 지원

- 이공계 관련 경제/경영/법률/회계 분야의 기본 소양 양성 교육과정 개발

- 직무 수행 시 필요한 직업기초능력을(문제해결/IT활용/전략적사고/창의성/팀워킹/의사소통/리더

십/기업마인드/자기개발관리 등을 향상시키기 위한 교육과정 개발

3) 수학 및 기초과학 소양 및 능력 개발을 위한 교육과정 개발: 매년 4억 지원

4) 이공계 핵심기술 전공 교육과정 개선: 매년 6억원 지원

5) 20개 이공계 전공분야의 200여개 업종에 대한 직무분석을 통해 전공별 지식 및 기술 맵과 및 직무능력개발 로드 맵을 도출하여, 이를 대학교육과정으로 구현함.

2005년 전자공학전공의 10대 주요 업종에 대한 직무능력분석 연구를 하여 관련 직종에 대한 직무 능력표준을 제정하고, 대학교육과정으로 구현하는 시범 사업 실시

‘대학이공계교육과정개선5개년프로젝트’는 1) 이공계 전공 및 기초 소양 2) 이공계 20개 전공별 직무능력에 기초한 대학교육에 구현할 교육과정개발, 교수학습자료개발, 교재개발을 지원하고, 이를 선도대학에서 구현하는 시범 사례를 거쳐 많은 대학에 이를 확산시키려는 사업 전략이다. 대학수학교육의 관점에서 보면 대학미적분, 통계학 (미국의 경우 Pre-Calculus, College Algebra 등) 이공계 전공 학생들이 꼭 이수하도록 할 필요가 있는 필수과목 성격을 가진 대학기초수학 교과목은 일종의 ‘표준’ 교육과정의 의미를 갖는다. 대학기초수학의 성격을 갖는 몇 개의 교과목에 대하여 대한수학회, 수학교육관련학회 그리고 교육인적자원부가 협의하여 ‘표준 교육과정’을 제정하여 교육의 질을 관리하는 것도 한국의 대학교육 상황을 고려할 때 의미 있는 일이라 생각된다. 대학기초수학 교과에 대한 교육과정 표준을 정함으로써 고등학교수학교육이 수능시험제도로 드러나는 문제점들을 어느 정도 보완하는 기능을 가질 수 있다고 보여 진다.

이공계 교육과정개선지원사업의 수혜 측면에서 볼 때, 이공계 기초수학교과목을 개발하고 가르치는 관점에서 수학과와 수학교수는 연구과제에 관심을 갖게 될 것이다. 수학을 전공하는 학생의 관점에서, 수학전공자는 우리나라의 산업구조의 관점에서, 특정 직업(기술) 분야로의 진로가 정해질 수 있는 성격의 전공이 아니다. 즉 수학은 20개 이공계전공분야에 속하지 않는다. 이 점은 향후 대학의 역할이 산업계에 직업(기술) 인력을 제공하여야 하는 것을 강조하고, 대학의 취업률 관리를 강화하는 정부의 정책 추진과 맞물려, 전국의 수학과는 학생자원 확보의 어려움을 계속의 겪을 것으로 예상된다. 대학의 대중화는 대학을 직업교육기관으로 변화할 것을 요구함으로써, 대학의 수학과는 전통적인 대학수학 내용 및 주제에서, 산업(직업, 직무) 관련 내용 및 주제를 다루어야 하는 교육서비스 제공자 측의 변화를 요구받고 있다.

[대학교육, HRD, 고등교육시장 및 노동시장]

대학은 교육서비스를 제공하고 새로운 지식과 기술을 연구개발(R&D)하는 곳이다. 대학이 제공하는 교육서비스는 사회와 기업에서 필요로 사람의 인적자원을 개발하는 프로그램으로서 교육의 경제적 효용 측면만을 강조하면 HRD이다. 교육서비스 내용에 HRD 요소가 부족하다면, 현재의 대학을 포함한 고등교육시장의 상황에서 판단할 때, 학생(학습자, 교육수요자)으로부터 외면당할 수밖에 없다는 것이 시장게임의 논리임은 분명하다. 한편 대학에서 이루어진 지식 및 기술 관련 R&D결과물

(생산물)은 이것들을 필요로 하는 그리고 상업적 가치를 발견하고 사용하려는 산업체로 이전되고 상품으로 개발되어야 한다. 국가전략에 따라 산학협력이 제도적으로 도입되어 운영되고 있다. 대학의 산학협력 활동을 촉진하기 위하여 대학의 회계와 분리 독립된 산학협력사업단 법인이 구성되고, 대학과 산업체와의 산학협력 사업이 제도적으로 빠르게 정착하고 있고 그리고 관련된 R&D 및 HRD 투자 규모도 매우 커지고 있다.

최근의 대학(교육)의 산학협력과 관련한 획기적인 변화는 '산학협력'에 의한 금융, 상품, 기술 및 HRD교육 서비스 시장과 연계된 경제적 효용논리 구조 안에서 세칭 '대학자본주의(university capitalism)'가 대학의 시장 경쟁 논리를 부추기고 있다. 이러한 맥락에서 21세기의 대학은 교육이든 R&D이건 경제적 및 상업적 효용(가치)의 논리에 자유롭지 못하고 종속되어 있다. 20세기만하더라도 이러한 시장경제 논리로부터 대학이 거리를 두고, 자본주의 또는 정치사회적 이념으로부터 비교적 자유로운 위치에서 진리를 탐구하는 지성인의 아카데미즘이 유지될 수 있어서, 대학수학 교육 및 연구도 비교적 자유롭게 이루어질 수 있었다.

대학수학과와 역할은 이공계를 포함하여 필요한 수학교육서비스를 제공하며, 산업에 활용하여 효용가치를 부가할 수 있는 수학연구를 통한 산학협력을 수행하는 역할이 최근에 대학교육계에서 강조되고, 교육인적자원부의 모든 대학교육혁신 정책들이 이것에 초점을 맞추고 있다. 수학자가 독립적으로 산학협력 활동을 수행할 수도 있지만 그 수는 소수에 불과할 것이고, 일반적으로 물질과학 · 공학 등 타학문 분야의 산학협력 사업에 참여함으로써 산업체와 관련된 수학연구를 수행하는 것이 대부분일 것이다. 대학의 수학과는 '산학협력'의 관점에서 볼 때, 중심적인 역할을 수행하는 주체라기보다는 보조적인 참여자의 성격이 짙다. 하지만 산학협력에 의한 HRD 교육분야는 대학수학교육의 능동적 참여와 변화에 따라서는 다른 학문분야 보다도 매우 중요한 역할이 기대되기도 한다. 특히 금융, 경영컨설팅, 게임 및 산업(애니메이션, 시뮬레이션)건축 및 장식 등 수학적 아이디어가 필요한 고부가 서비스산업 분야의 고급 HRD 교육은 기회와 가능성을 갖는 영역이라고 보인다.

문제는 수학과가 독립하여 전공 단위로 존재하기 보다는 그러한 전공분야에서 필요한 수학 교과목을 교양수준보다 수준이 높고 관련 직업 전문성이 강화된 수학내용이 포함된 대학수학 교육서비스를 제공하는 종속적인 위치에 놓인다는 점이다. 21세기가 진행되면서 대부분의 수학과와 수학자의 역할은 속칭 '잘나가는 이공계 전공 학과'에 기초수학 교육서비스를 제공하는 관계로 종속되어 운영될 것이다. 현재 이공계 단과대학을 가진 대다수의 대학이 입학정원 중에서 수학과와 정원이 1%는 점유하고 있지만, 점차로 수학과와 규모 및 성장은 정체되거나 축소될 것이다.

[국가직무능력표준(KSS)과 대학수학]

대학교육을 산업과 연계하려는 또 하나의 중요한 정부의 정책 추진 사업은 국가직무능력표준을 제정하고, 직무능력표준(Skills Standards)을 기반으로 능력을 인증하는 제도를 운영하여 국가기술자격증 및 면허증을 관리 및 운영하려는 계획이다.

2005년 6월 국회교육위원회에 2004년 8월 국회가 제안한 국가직무능력표준(KSS) 및 국가자격인정체계(KQF) 도입안에 대한 정부의 검토보고서가 제출되었다. 앞으로 진행될 21세기에는 대학교육이 노동시장과 연계되어 고등교육서비스 및 전공학문들의 시장 경쟁이 치열하게 전개될 것이다. 이러한 상황을 고려하면, 20세기 대학의 전통에서 볼 때, 대학의 학문(전공) 분야 중에서 중심적인 위치에 있었던 수학은, 20세기에 누려왔던 모습의 전통적인 정체성에서 벗어나 수학에 대한 새로운 요구 및 가치를 능동적으로 찾아서 혁신적인 변신을 하지 않고 현재의 상황을 답습한다면, 10-15%의 대학원 중심 연구대학을 제외하고는 대부분의 대학수학과는 학생자원의 유치가 어려워지는 문제로 자생력을 갖는 생존이 쉽지 않을 전망이다.

국가직무능력표준(KSS)은 산업부문의 직업 또는 직무가 요구하는 지식, 기술, 소양 등의 내용 및 수준별 기준(표준)을 의미한다.

21세기 직업과 직무에서 활용되고 있는 수학의 특징은 컴퓨터 등 정보기술기기의 사용으로 정보 기술도구 안에서 '수학이 수행되는 과정'이 컴퓨터와 같은 정보처리기술 기기에 encapsulation(은닉) 되게 되었다는 점이다. 20세기에 흔했던 은행이나 상점의 계산대에서 손으로 숫자를 기록하고, 계산을 수행하는 직업 또는 직무들은 정보기술도구를 두드리고 확인하는 수준으로 수학소양능력을 요구하지 않는 단순한 직무들로 전환되어 버렸다. 계속되는 정보기술시대(information age)의 발전은 수학의 활용에서 연구개발 분야에서 높은 수준의 고급수학의 사용과 수학적 이해와 사고를 깊이 있게 요구하지 않는 그리고 정보기술도구를 신속하고 빠르게 사용하는 도구적 사용으로 양분된다.

2005년에 대학의 수학교수로 재직하고 있는 수학자들은 향후 전개될 21세기와 함께 '대학수학'이 대학에서 건강하게 생존하기 위한 조건 또는 환경을 미래의 수학자들을 위하여 구축하여야 할 의무와 소명이 있다. 현재 빠르게 진행되고 있는 사회(생활), 직업(직무), 산업구조의 변화에 대학교수인 수학자가 대학수학교육을 혁신하려는 적극적인 변화를 찾아 추진하지 않으면 대학수학교육은 빠르게 사회 및 직무와 관련된 수학의 효용 가치가 크게 줄어들거나 심지어 대학에서 수학이라는 학문의 존립 기반을 잃게 될지 모른다는 우려가 든다.

한 국가의 '수학, 수학교육 및 수학자'에 대한 위상은 수학기계를 구성하는 구성원의 활동 노력에 달려있다. 본 논문의 다음 장에 나타나 있지만, 현시점에서 세계에서 한국의 수학적 위상은, SCI 논문 발표수 순위에 의하면, 경제적 위상과 비슷한 16위에 위치하고 있다. 현재 우리 수학자의 적극적 노력여하에 따라서 세계 10위안에 진입할 수도 있고 후퇴할 수도 있다. PISA가 측정한 중학생의 수학 학력수준은 최상위(5등 이내)이다. 대학수학교수들이 노력한다면 대학생의 수학학력을 세계에서 최상위 순위에 위치하도록 할 수 있는 가능성은 매우 높다고 볼 수 있다.

우리나라에서는 초중고등학교 교육이 산업계가 필요로 하는 직무능력과 거리가 있는 편중된 인문계교육 환경으로 인하여, 대학에 들어와서 직업 적성을 고민하고, 취업을 준비하기 시작함으로써, 학생들은 자신이 선택한 전공공부와 유리된, 취업 또는 고시 공부 등에 많은 시간과 노력을 바침으로서, 대다수의 대학전공교육이 상당부분 파행적 상황에 처해 있다. 최근에는 취업을 공개하는 등 몇

가지 경제 및 산업과 관련된 대학교육의 주요 현황 실적지표를 공개하는 대학공시제도의 운영으로, 거의 모든 대학과 (전공)학과는 교육의 목표를 취업률에 두는 상황까지 오게 되었다.

직무능력표준을 도입하는 것은 노동시장의 기능을 활성화하고 구인구직의 효율성을 높이고 노동력의 질을 어느 정도 관리할 수 있다는, 산업계의 요구에 부합하는 긍정적인 장점도 갖고 있다. 그러나 수학과 같이 관련 직업 분야가 명확하게 대응하지 못하는 대학의 기초학문은 지금보다 더 어려운 상황으로 빠져들 수 있다.

[직무능력과 학교-일터 학습전이]

직무능력표준을 제정하고 인증제도를 운영하는 것은 (대학)교육에 대한 정부 및 산업계 의 정책적 개입을 의미한다. 산업계의 관점에서 필요한 인적자원의 질과 양이 불만족스럽다는 의미가 담겨있다. 교육의 결과인 인적자원의 양과 질이 문제가 되는 것은 학교 및 대학과 같은 교육기관에서 이루어진 학습으로 습득된 지식, 기술 및 소양 등이 일터 및 일의 문제 상황에서 성공적으로 활용되지 못하는 '학습전이' 문제가 심각한 국면에 있다는 것이다. 즉 직무능력표준을 도입하는 배경에는 대학졸업자가 산업현장의 일(직무)를 제대로 수행하지 못하여, 산업체가 재교육을 비싼 비용과 시간을 들여가면서 시켜야한다는 현실적인 문제와 교육기관의 교육의 품질에 대한 불만족과 불신에서 비롯한다.

21세기 사회에서 산업현장의 일은 교육기관의 교육으로는 부족한 많은 숨겨진(tacit) 지식 및 기술이 존재한다. 그리고 기술, 사회 및 산업은 매우 빠르게 변화하고 있다. 이러한 변화에 교육 훈련 및 교육과정이 미처 따라가지 못하는 점이 있다. 일, 일터와 같은 현장상황과 학교교육상황의 차이 또는 격차에서 발생하는 구조적인 '학습전이' 문제는 산학협동이라는 교류협력을 통하여 상당부분은 해결될 수 있다. 그러나 인간의 학습에 내재된 인지적 차원의 '학습전이' 문제는 중요한 교육학적 연구 주제이다. 이러한 교육학적 연구 주제는 '학습'이 갖는 재사용(reusability)의 경제적 효율성 문제와 관련된다. 인간은 환경에 적응하고, 문제 상황을 창조적으로 해결하는 학습을 통하여 진화하여 왔다. '학습전이'는 학교교육이 학교를 벗어나 일(일터) 또는 생활에서 실제적으로 어떻게 창조적으로 적응하고 문제해결이 이루어지도록 할 수 있는가의 문제이다.

학습의 창조적 재사용이라는 '학습전이' 관점에서 일반적인 수학교육과 학습은 매우 중요한 의미를 가지고 있다. 한국의 경우 대학입시용 수학학습, 즉 관습화된 수학학습 심하게 표현하면 주입식 수학 학습으로, 수학에 대한 사회일반인의 의식(상식)에는 수학에 대한 "appreciation"을 매우 낮게 가지고 있다. 특히 고교 졸업 후 대학생을 포함하여 일반인의 수학에 대한 기억은 실제 생활 또는 직무에서 수학이 유용하게 사용될 수 있다는 가능성에 대한 믿음이(Efficacy) 부족하다. 학습전이에 필요한 수학의 효용에 대한 믿음 또는 태도에 문제를 가지고 있다. OECD 중심의 40개 국가의 만 15세 학생에 대한 2003 PISA 수학생취도 평가에서 한국 학생들은 수학 교과 흥미도(31위)·학습 동기(38위), 문제 해결에 대한 자신감, 협동학습 선호도, 평생학습에 필요한 자기주도 학습 능력 부분 등에서 하위 수준에 위치하였다. 수학에 대한 15세 학생들의 부정적인 태도는 대학에서 뿐만 아니라 사회생활 전반

에 수학에 대한 부정적인 문화로 자라게 된다. 수학에 대한 학생들의 부정적인 태도(정서)가 고교를 거치면서 심화되어 가는 진행이 이공계 기피를 더욱 혼란스럽게 하고 대학수학교육을 어려운 상황에 처해있도록 하고 있다.

[SCANS 직무능력과 수학]

미국은 1990년에 노동부 산하에 SCANS

(Secretary's Commission on Achieving Necessary Skills)를 설치하여 일터에서 일을 수행하기 위한 직무수행능력에 대한 지식, 기술 및 수준에 대한 기준을 제시하고 있다.

한국의 국가직무능력표준은 미국(SCANS), 영국(NCC&GNVQ), 캐나다NOC, 호주 등의 표준 및 활용제도를 모방하고 있다. 직무능력표준에 근거한 관련 학교교육 또는 대학교육을 강화하려는 국가 정책은 교육을 노동시장에 연계하고, 교육의 최우선 목표를 (산업의 노동생산성 향상 및 청년층 실업율을 해결하기 위한) 인적자원개발 교육서비스 혁신에 두고 있다. 그리고 향후 국제적으로 피할 수 없는 고등교육시장 및 노동시장 개방에 대처함으로서, 대학 및 학교 교육의 국제적 경쟁력을 갖추려는 목적을 갖고 있다.

SCANS에 기초한 대학교육과정 설계 및 구현은 대학의 특성 및 여건을 반영하여야 함은 당연하다. 대학의 학생 및 교수자원의 특성에 따라 직업 및 직종에 따르는 전문 수준을 고려하여, 직무 skills 수준이 정해지고, 교육내용 및 컨텍스트 범위와 전문성(수월성) 수준이 관련 교과목 및 track-프로그램에서 구성할 수 있다.

SCANS skills :

1) Three-part foundation (일반기본능력)

구분	내용
basic skills	읽기, 쓰기, 산술/수학, 듣기, 말하기
Thinking skills	creative thinking(generates ideas), Decision Making, Problem solving, Knowing how to learn , Reasoning Organize things or information
Personal Qualities	Responsibility, self-esteem, sociability, self-management, intergraty/honesty(ethics)

2) 5-Workplace Competencies(일터, 직무능력)

구분	내용
Resource competence	Time, Money, material, Facilities, human-resources 등을 선택, 관리, 기획, 운영 및 평가하는 기술
Inter-personal competence	타인과 함께 일하는 기술: 팀-워크, 기술지도, 고객/의뢰인에게 서비스 제공, leadership, 의사소통, 협상, 다양한 문화 및 계층사람들과 함께 일하기
Information competence	정보를 획득하고 사용하기: 정보를 찾고, 획득하고, 평가하기 정보를 조직하고 관리하기, 정보를 해석하고 교환/소통 하기 정보를 처리 HW/SW를 사용하기
Systems competence	시스템에 내재된 상호-관계 이해: 사회, 조직 및 기술 시스템이 작동하고 운영되는 방식을 이해하기. 시스템의 활동(수행, 진행) 상황(현상) 또는 사건들을 모니터링하고 정상 상태로 정정하기, 시스템을 개선하고 설계하기
Technology competence	work with a variety of technologies: 일에 적절한 기술(도구)를 선택, 과제에 적절한 기술을 적용, 장비(설비)에 발생하는 문제를 찾고 해결하기.

한국의 경우 학교수학교육을 포함하여 대학수학교육에서 SCANS가 제시한 skills 중 어떤 skills이 수학교육과 어떻게 관련되어 수학교육을 설계하고 구현하는 실제적인 대책으로 융합되어 수학교육이 현실에서 활용을 높일 수 있는 가치와 자생력을 갖게 할 수 있는가?

Basic Skills 중에서 산술/수학 skills의 내용은 중학교까지의 9년간의 의무교육 기간동안의 수학교육과 고등학교에서의 수학교육에서 다루는 지식 및 기술 내용에 해당한다. Thinking skills는 수학 지식 및 기술을 기본적으로 갖추고 있어야 개발이 가능한 능력이다. Krivet(한국직업능력개발원)에서 개발한 특정 직종의 직무분석 보고서에 의하면 Basic+Thinking skills을 의사소통능력, 수리능력, 문제해결능력으로 명명하고 있다. 이들 능력은 모든 직무에 공통적으로 요구되는 필수 능력으로 보고 있다. 다만 개별 직종에 따라 세분화된 능력 유형 및 능력 수준에 대한 요구에서 차이를 두고 있을 뿐이다. 따라서 초중고등 학교수학에서 수학내용(Contents)과 함께 적절한 직종 또는 직무와 연관된 수학 학습 및 활용 상황 또는 Contexts를 연계하여 차별화된 관련 Basic+Thinking skills 계발 교육이 이루어질 수 있다. 현재 7차 학교수학교육과정에서 생활수학 또는 실세계와 연계된 수학학습(활동)을 강조하고 있다. 학교수학교육과정에서 명시적으로 수학적 문제해결, 의사소통, 타영역 및 생활과의 연계된 컨텍스트 이해, 수학적 추론 등으로 학교수학 학습 활동의 방향과 성격을 제시하고 있고, 이는 SCANS의 Basic+Thinking skills 거의 그대로 일치하는 학교수학교육과정에 포함된 구성 요소이다.

[HRD관점의 대학수학교육의 변화]

대학의 수학과 또는 이공계의 대학수학교육은 대학수준에서 SCANS가 제시한 일반기본능력 및

직무능력을 개발할 수 있는 교육으로 가능한가, 가능하다면 SCANS skills 개발과 관련하여 설명될 수 있는 대학수학교육은 무엇이며, 어떻게 하는 것이며, 과연 대학교육으로서 인정받을 가치를 가진 타당성을 갖는 것인가, 그리고 노동시장에서 그러한 대학수학교육이 노동생산성과 관련하여 효용 가치를 갖는다고 인정받을 수 있는가? 라는 문제이다.

대학수학교육과 일터, 노동시장, 직무능력과 연계된 교육학적 연구는 OECD 국가들을 중심으로 활발하게 이루어지고 있다. 수학연구자를 양성하는 목적을 가진 대학원 중심대학의 4-5개 수학과를 제외하고는 한국의 모든 대학의 수학과는 직무능력 또는 HRD 관점에서 새롭게 수학교육 및 수학교육 과정을 생각할 필요가 있다. 특히 이공계 지원 수학교과목 교육서비스는 수학적 내용과 함께 SCANS가 제시한 skills을 개발하여 줄 수 있는 대학수학교과목의 교수-학습 방식의 개선에 대한 노력이 이루어질 필요가 있다.

HRD(인적자원개발)의 관점에서 보면, 수학교육은 양(수)과 패턴(공간, 형태)를 다루는 지식 및 기술 소양을 습득하고 활용하는 것을 목적으로 하고 있다. 뿐만 아니라, 수학 내용 및 수학학습 상황에서 포함된 다양한 생활 및 타 분야의 컨텍스트를 매개로 하여 수학교육에서는 일반적인 학습능력(competence)을 개발하여 주는 것을 목적으로 한다. 수학 mathematics의 어원인 그리스어 'mathema'의 의미는 'to learn(학습)'의 의미를 가지므로, 수학은 어원적으로 '학습기술학'의 의미를 갖는다.

서양 사람들은 수학을 'the roof of a head(brain)' 즉 머리(뇌)의 지붕이라는 비유를 통하여 머리를 사용하도록 하는 한 차원 높은 대상으로 보아왔다. 현대적인 의미의 비유는 컴퓨터 H/W가 머리라면 수학은 운영체제 및 고급 S/W에 해당하는 셈이다.

이러한 중요성 때문에, HRD를 접근하는 교육인적자원부, 산업생산성 및 경쟁력을 연구하는 경제사회 연구소등은 교육에 대하여 수많은 사회경제적 비용 및 편익 분석과 교육을 통한 발전 전략 및 시나리오 등을 제시하고 있다. 특히 수학교육은 수, 양, 패턴, 시각 및 조형적 형상, 공간 등을 계산적으로 다루는 타 교과와 구별되는 고유한 특징을 가지고 있다. 이에 편승하여 초중등 학교 및 대학의 수학교육에 대한 제도 및 정책을 다루는 정부/비정부/기업체 등에서 많은 연구 보고서들을 내놓고 있다.

21세기로 넘어오면서 대학에서 교육서비스로서 제공하는 전문 지식과 기술에 대한 가치들이 사회/경제/산업 등 사회과학의 관점에서 다양하게 조망되고 그 결과 전공을 중심으로 학문분야 사이의 경쟁이 개별 대학 안에서 그리고 국가의 대학(고등교육) 시장 운영 방식에 따라 움직이는 고등교육산업 체계 안에서 존재하게 되었다.

학문의 전당으로서 대학, 학문 중의 학문인 수학 그리고 대학교육이 사회 및 산업에 기여하는 HRD를 수행하는 역할로서 교육이 시스템으로서 잘 구성되고 고유의 목적 및 기능을 제대로 수행하여야함은 당연한 명제이다. 대학, 수학, 수학교육, 수학연구, 수학자의 사회적 위치 및 학문적, 경제적 안정성, 교육 및 연구 생산성, 정년, 교수업적(Scholarship) 평가 등 수학교수직의 직업 안정성 등의

문제들은 사회, 문화 및 교육적 맥락뿐만 아니라 다양한 컨텍스트에서 수학자 및 수학기계가 관심을 가져야 할 문제들이다.

[대학수학 교육과정에 대한 CUPM 가이드]

미국수학협회(MAA) 산하 학부수학프로그램위원회 CUPM(committee on the Undergraduate Program in Mathematics)는 T. Berger and H.Pollatsek 주도로 대학수학교육과정에 대한 권고 가이드 내용을 담은 보고서를 2001년 8월 발표하였다. www.maa.org/news/cupm_dec.html

보고서의 내용을 소개하는 이유는, 수학전공교육과정 및 이공계지원 수학교육프로그램을 설계하고 운영하려 한다면, 매우 훌륭한 논점 및 교육과정의 틀을 함의하고 있다는 점이다. 그리고 CUPM의 권고내용은 SCANS의 직무능력 요구를 대학수학교육의 특성을 고려하여 적절한 맥락을 갖추고 있다. 한국에서도 대학수학교육 및 교육과정을 대한수학회 차원에서 Task Force 팀을 구성하여 유사한 활동을 한다면 CUPM 활동 내역은 참고할 가치가 있다.

A. 대학수학교육과정에 대한 전제

1. 각 학부 프로그램은 소속 대학과 수학과와 여건에 맞게 개발되어야 한다.
 - 각 수학과는 학생, 학과, 대학의 자원, 제한 사항, 타 학과와의 협력 기회 등 자체 여건에 대한 정보를 수집할 필요가 있다.
2. 하나의 교육과정으로 전국의 모든 수학전공을 적절히 맞출 수는 없다.
 - 학생의 목표, 부족한점, 요구 그리고 기대는 변이(variation) 폭이 매우 크며 수강학생의 다양한 수준의 수학적 소양(배경, 실력)은 수학과가 보다 넓은 보다 유연한 수학전공 교육과정을 설계하고 개발하도록 요구한다.
3. 수학 프로그램은 수학 심화(집중) 전공자의 폭넓은 다양성을 맞추어 주어야 하고, 타 전공자의 요구를 존중하고 조사하여 맞추어 주어야 한다.
 - 수학프로그램은 등록 학생 대다수의 QL(Quantitative literacy)요구를 맞추어 주어야 한다.
4. 수학과는 다양한 여러 수준의 수학교육 개선 노력에 응답하는 프로그램을 개발하여야 한다.

B. 교육과정(Curriculum) 설계에 관한 일반 원칙

1. 수학과와 수학교수들은 학생들의 요구(부족한 능력)에 초점을 맞추어야 한다.
 - 학생의 배경, 목표 그리고 졸업 후 진로를 알아야 한다.
 - 타전공의 교수들에게 그 전공에서 필요한 수학에 관하여 상의하여야 한다.
 - 직업 현장에 있는 근로자 및 졸업생이 수학교육을 평가하고, 이를 위하여 그들과 상의한다.
2. 교육과정은 수리 과학(Mathematical sciences)을 폭넓게 반영하여야 한다.
 - (수학의 주제): 연속 및 이산, 선형 및 비선형, 수렴근사 원리 및 기술, 연역 및 귀납,

deterministic and stochastic, 대수/해석 및 기하/시각화/조형화

3. 상호 연관된 그리고 폭넓은 주제는 수학전공과 부전공(교양) 프로그램에 일관성을 주어야한다.

4. 응용은 이론 및 응용 강좌에서 동기를 유발하고 설명력이 풍부한 사례로 제시되어야 한다.

학습주제(모듈) 개발은 응용, 문제해결 그리고 이론의 상호 작용을 수반하도록 한다.

5. 수학강좌는 현대적 주제를 포함해야 한다.

- dynamical systems, coding theory, wavelets, image processing, algebraic combinatorics , computational algebra, computational number theory, computer graphics, Markov chain , Monte Carlo methods, resampling methods in statistics, knot polynomials, quantum computing .

6. 수학과와 수학교수진은 교육과정에 포함될 수 있는 수학적 주제와 응용에 대한 관점을 넓혀야 한다. 상호 협력 관계에 있는 전공과 함께 다음 사항을 연구하여야 한다.

- 강좌의 세부 단위 또는 전 강좌에서 교차 협력하는 교육 기회
- 연계 또는 협동 전공 설치
- 학부생의 연구 프로젝트 개발

C. 학생에 대한 기대

1. 학생은 문제를 주의 깊게 진술하고 (필요한 경우 문제를 다루기 쉽도록 만들고), 분석적으로 사고하여 해를 구하고, 그 결과를 해석할 수 있는 쓰기(의사소통표현) 능력을 보여야 한다.

2. 학생은 분석적이고 비판적인 사고 기술을 갖고 닦으며(연마하고), 수학적 아이디어를 명확하고 일관되게 표현하는 능력을 발전시켜야 한다.

3. 학생은 수학의 한 영역에서 다른 영역으로 그리고 수학에서 다른 학문영역으로 지식을 응용할 수 있어야 한다.

4. 학생은 수학을 적용할 문제(질문) 만들기과 다양한 현상의 패턴 찾기를 배워야 한다.

5. 학생은 주의 깊은 사고, 정확한 정의 그리고 엄밀한 논증의 가치 및 논증 기술을 이해(수용)하고 습득하여야 한다.

6. 학생은 수학을 읽고, 말하고 그리고 글로 써서 의사소통 할 수 있어야 한다.

D. 수학전공자에 대한 기대

1. 수학전공자는 calculus, 이산수학, 선형대수, 통계학 그리고 미분방정식에 관련된 아이디어와 기술을 잘 사용할 수 있어야 한다.

2. 수학전공자는 수학의 폭넓은 관점을 경험하여야 한다. 특히 기하와 시각적 영상화(조형화)에 관심을 가져야 한다.

3. 수학전공자는 타당한 논증을 사용하여 수학적 명제의 참 또는 거짓을 결정하는 방법을 배워야 한다. 그리고 여러 경우에서 말과 글로 알고 있는 진위를 결정하는 지식을 발표할 수 있어야 한다.

4. 수학전공자는 이전 강좌로부터 아이디어와 도구를 끌어내고 연결하고 강도 높은 노력을 하여 한 영역을 프로젝트 또는 연구 활동으로서 깊이 있게 다룰 필요가 있다.

5. 수학전공자는 수학적 논증을 분석하고 만들어내고 그리고 말과 글로 된 실제적인 내용이 있는 실질적인 보고서를 작성하기 위하여 집중적인 프로젝트를 수행하는 경험을 가져야 한다.

6. 수학과 대학원을 진학하려는 수학전공자는 추상대수, 실해석을 공부하여야 하고 엄밀한 논증을 정교하게 읽고 쓰도록 숙달하여야 한다.

[공학인증제와 공학자의 능력 요소]

한국에서 공학인증제의 도입은 2005년 현재 초기단계에 있다. 전국적으로 공학인증을 받은 대학 및 이공계 전공은 10개가 못된다. 그리고 미국의 공학인증제도, 프로그램 및 내용을 빌려, 아직 시행 초기의 제도라서, 미국은 다양한 이공계 전공 및 분야에 대한 인증 모형이 있음에도, 한국의 전통적인 공학전공에 대한 인증프로그램을 도입하고 있다. 많은 수학교수들이 공학인증제도에서 이공계 수학교과목을 필수이수교과목으로 지정하고 있는 점에 관심을 가지고 주목하고 있고, 이로 인하여 대학에서 수학과 위상을 확보한다는 점을 매우 기대하고 있다고 본다. 수학교수들이 갖는 기대의 반대편에는 항상 현실적인 도전 문제가 자리하고 있다. 공학인증제에서 요구하는 기초수학교과목에 대한 교육서비스는 과거에 이공계 교양필수 교과목에 대한 수학과 교육서비스 제공과는 다른 관점에서 다루고 많은 교수-학습 개선 노력을 기울여야하고 관련 이공계 전공(학과) 교수 및 학생과의 협의를 필요로 한다. 이공계의 기술 및 지식의 진보는 매우 빠르고 양적으로도 팽창하고 다양한 분야로 분화되고 있다. 이러한 점을 고려하여 지원하는 이공계 기초수학은 매년 새로운 교육/학습지도 전략을 세우고 관계하는 강사, TA, RA 등의 교수학습 능력개발 프로그램을 운영하고 학사관리를 개선하는 등 전문적인 교육공학적 접근을 요구하고 있다.

이공계대학교육을 지원하는 교육서비스 교과목으로서 대학수학교과의 성격, 내용 등 요구 사항은 무엇인가?

한국공학교육인증원(ABEEK)에서 제시하고 있는, 2005년 인증기준에서 공학교육을 통하여 양성하려는 공학자가 갖추어야 할 능력을 다음과 같이 정의하고 있다.

- (1)수학, 기초과학, 공학의 지식과 정보기술을 응용할 수 있는 능력
- (2)자료를 이해·분석할 수 있는 능력 및 실험을 계획·수행할 수 있는 능력: 문제를 해결하기 위하여 문제를 분석하고 수식화(수리모델링) 할 수 있으며 관련된 실험을 수행할 수 있어야 한다.
- (3)공학문제를 인식, 문제 상황과 주어진 조건에 맞는 시스템, 요소, 공정을 설계할 수 있는 능력
- (4)공학 해결이 끼치는 영향을 이해할 수 있는 능력
- (5)공학 실무에 필요한 기술, 방법 및 도구 사용 능력
- (6)팀워크 능력
- (7)의사소통 능력

(8)직업에 대한 도덕적 책임에 대한 인식

특히 교육요소에 대한 공학교육인증제의 기준은 수학, 기초과학 전산학 분야 교과목을 27학점 이상 이수하도록 규정하고 있다. 뿐만 아니라 수학 관련 교과목으로 미분방정식이 포함되도록 규정하고 있다. 따라서 공학교육을 지원하는 수학 관련 이수학점은 최소 9학점 이상이 될 수밖에 없다.

전기, 전자, 컴퓨터, 기계, 자원, 재료, 환경, 섬유, 토목, 항공생물, 산업 등 17전공 분야를 대상으로 하고 있다.

교육과정 설계의 4 요소는 학생/학습자(Learners), 수학 내용(contents), 학습컨텍스트(Contexts) 그리고 교수학습방법(Methods)이다. 이공계대학교육을 지원하는 대학수학교육서비스가 교육적 성공을 하려면 다양한 수학학습배경과 수학실력 수준을 갖고 있는 학생과 다양한 이공계 전공 분야에 적절한 학습컨텍스트에 맞출 수 있는 교육과정이어야 한다. 다양한 이공계 수학교육의 요구를 맞추어, 수학전공 단위에서 이공계 대학수학교육서비스를 제공하려면, 특히 학습컨텍스트와 교수학습 방법에 대한 깊이 있는 교육적 연구가 선행되어야하고 연구 결과에 따른 교육과정 설계와 구현이 이루어질 필요가 있다

III. 결 론:

L.A.Steen 은 Singapore에서 개최한 ICMI-1998 총회에서 21세기의 시작과 함께 변화, 성장 그리고 책무(Accountability)가 대학교육을 지배하는 주제임을 역설하였다. 20세기말기에 급속히 진행된 정보/컴퓨터/통신/네트워크 기술 혁명은 특히 대학/대학교육/R&D의 조직, 역할 및 활동에 커다란 영향을 지속적으로 주고 있다. 이에 각 대학 및 학문분야는 연구/교육/대외협력에 관계된 경쟁력을 갖추기 위하여 역사상 유례가 없는 노력과 투자에 힘을 쏟고 있음은 주지의 사실이다.

한국의 경우에는 고교생의 대학진학률(전문대 포함) 1990년 33%, 2004년 81% 다. 2004년 고교진학률 및 졸업율은 99%를 넘고 있다. 2004년에 4년제 대학 입학정원은 36만명이고 2년제 전문대는 27만명 수준이다.

대학의 양적인 팽창보다도 20세기 후반부에 진행된 사회/경제/문화/기술의 변화의 영향으로 다양한 유형의 연구/교육/기타서비스를 생산하는 고등교육기관으로의 변환이 진행될 것이다. 대학 수준 이상의 고등 교육 기관들은 시장경제의 논리에 따라 자본, 경영, 지식, 인적자원의 격차가 더욱 심화될 것이다. 앞으로 진행되는 국제적 고등교육 시장경쟁 게임 상황 안에서 대학은 제조업/서비스업 기업체의 시장에서의 생존만큼이나 힘든 도전에 직면하고 있다.

한국의 관점에서 지금부터 진행될 21세기 대학교육의 문제는 대학교육의 질 향상과 (국제적인) 경쟁력을 갖추는데 있다. 출산율 저하로 인한 고교졸업생수의 감소 그리고 학생자원에 비하여 과도한 대학입학 정원은 대학마다 학생 유치 문제를 가장 중요한 agenda로 설정하고 노력과 투자를 하고 있다.

현재 한국의 많은 대학은 과포화 상태의 대학 (입학)정원 조정 문제, 사회/산업체에 필요한 인적자원개발에 대한 책무와 질적인 요구, 대학교육을 의뢰하는 학생의 대학교육에 대한 요구, 국제적인 교육 개방 및 노동시장 개방 등을 다루고, 여러 대안 중에서 의사결정을 하여야 하고, 이에 따라 선택한 진로에 대한 전략 및 계획을 결행함으로써 현안 대학교육 과제를 해결하여야 하는 복잡한 상황에서 처해있다. 즉 대학은 재구조화(restructuring) 재조정(realignment) 혁신(innovation) 등을 통하여 대학을 변환시키는데 노력하고 있다.

대학을 변환하는 목적과 노력은 궁극적으로는 대학의 교육과 연구의 질 향상이 이루어지는 것이다. 이러한 대학교육을 질적으로 향상시키려는 추진 과정으로 양적소양에 관한 HRD 및 이공계 R&D 경쟁력 강화에 역점을 두고 있는 계획에는 '대학수학교육'은 이들 목표를 성공(완성)으로 이끌기 위한 핵심 요소일 것이다. 대학을 혁신시키려고 개별대학이 선택하는 전략과 대안은 국가, 지역 그리고 대학의 여건을 고려하여 대학마다 다를 것이다.

본 논고에서 이러한 대학교육의 변화에 대한 맥락을 읽고 최근 및 향후에 대학, 이공계수학교육, 대학수학교육 등에서 큰 변화를 가져올 수 있는 산학협력, 직무능력표준, 공학인증, 이공계교육과정 개발 정부 지원 사업과 대학수학교육과 관련하여 다양한 교육, 사회 및 이공계 교육정책 컨텍스트를 제시하였다. 향후 대학수학교육을 건강하게 할 구체적인 대안을 제시하는 연구가 관심있는 대학수학 교육 전문가에 의하여 이루어지기를 기대한다.

참 고 문 헌

- 강성원 외 (2000). 기업의 대학교육만족도조사 연구, 한국직업능력개발원.
- 강순희·김주섭·이병희·백형찬·고인아·오학수·고혜원 (2001). 지식기반경제하의 직업교육과 직업훈련의 운영 및 발전방안, 노동부.
- 강순희·이병희·전병유·정진호·최강식·최경수 (2000). 지식경제와 인력수요 전망, 한국노동연구원.
- 김강태 (2000) 대학기초수학 과목에 관하여, 대한수학회소식, 71호, pp.2-10.
- 김도한 외 7인 (2000). 학부전공 교육과정 좌담회, 대한수학회소식, 70호, pp.23-34.
- 김도한 (2000). 서울대 의예과 미적분학 강의 내용, 대한수학회소식, 69호, pp.36-38.
- 계승혁 외 8인 (2000). 한국수학교육의 현황과 대책, 대한수학회소식, 74호, pp.24-42.
- 명효철 (2001). 우리나라 과학기술계에서 수학의 위치, 무엇이 문제인가?, 대한수학회소식, 78호, pp.2-7.
- 박용문 (1999). 한국 수학의 위기:어떻게 대처할 것인가? 대한수학회소식, 66호, pp.2-6.
- 박종률 (1999). 초중고등 및 대학교의 수학교육에 있어서 지향할 정책의 방향과 개선점, 대한수학회소식, 67호, pp.2-6.

- 이춘호 (2002). 교육중심대학에서의 수학교육에 관하여, 대학수학회소식, 81호, pp.38-43
- 이현청 외 (1998). 대학정원자율화에 따른 고등교육분야별 교육수요 추정, 한국대학교육협의회, pp.146-48
- AMS Task Force on Excellence (1999). *Towards Excellence: Leading Mathematics Department in the 21 Century*, <http://www.ams.org/towardsexcellence/>.
- H. Bass, *Mathematicians as Educators* (1997). *Notices Amer. Math. Soc.* 44, pp.18-21.
- Grogger, J., & E. Eide. (1994). "Changes in College Skills and the Rise in the College Premium". *Journal of Human Resources* 30(2), pp.280-310.
- Jacobson, L. S.; R. J. Lalonde & D. G. Sullivan. (2001). "The Returns to Community College Schooling for Displaced Workers". *Working Paper, Irving B. Harris Graduate School Public Policy Studies*.
- Jang, S. & R. Lalonde. (2000) "Measuring Returns to Post-secondary Schooling". *Unpublished paper*.
- MAA (2000). *Quantitative Reasoning for College Graduates: A Complement to the Standards* http://www.maa.org/past/q1/q1_toc.html
- MAA (2001). *Mathematics and Mathematical Sciences in 2010: What Should Students Know?*, <http://www.maa.org/news/students2010.html>
- Rumberger, R. W. & S. L. Thomas. (1993). "The Economic Returns to College Major, Quality and Performance: A Multilevel Analysis of Recent Graduates". *Economics of Education Review* 12, pp.1-19.

Science-Engineering Education Crisis, Industry-University Co-op, Job-Skill-Standard and College Mathematics Education

Chy-Bong Chung

Dept. of Mathematics, College of Natural Science, SoonChunHyang University, Asan, Chungnam 336-745, Korea

E-mail: cbchung@sch.ac.kr

The university mathematics education has been in a crisis during the last 10 years. In recent years, the crisis is rapidly amplified with a science-engineering student resource downsizing. In Korea, government and industry have intervened several supporting policies to treat the mathematics-science-engineering crisis in university education. In this article, policies and its contents about human resource development, industry-university co-ops, national skills standards are presented in context of university mathematics education.

* ZDM classification : A40, B10, C10

* 2000 Mathematics Classification : 00-02, 91D20, 91D35, 91D99, 97A40

* key word : Industry-University Co-op, ABEET, Science-Engineering Crisis, Job skills standard, university education