

공과대학 교육·연구의 수월성 향상과 학·연·산 협동 활성화 방안

본 내용은 1994년도 학술연구조성이 교육정책연구과제 보고서의 요약문으로서 서울대학교 공과대학의 이현규교수(연구책임자), 심우갑교수, 성광모교수, 박종근교수, 김도연교수, 김태유교수, 정석호교수가 연구원으로 참가하였다.

1. 서론

UR협정의 타결과 WTO체제의 출범으로 이제 세계는 이데올로기에 의한 냉전체제의 영원한 종식과 함께 약육강식의 냉엄한 생존법칙만이 존재하는 무한경쟁시대에 접어들고 있다. 그리고 이러한 세계질서의 급속한 재편에 효과적으로 대응하기 위해 정부는 거국적인 세계화 작업에 박차를 가하고 있는 중이다. 저임금 및 제품 모방에 주로 의존해온 과거 우리의 경제개발은, 선진국의 기술 경쟁력과 후발개도국의 가격 경쟁력에 밀려 이제는 그 한계점에 도달하였다. 석유 한 방울 나지 않는 좁은 국토이지만 우수한 인적자원 만큼은 세계 수준에 조금도 손색없다고 자부하는 우리에게 이러한 난국 타개를 위한 유일한 방법이자 최선의 방법은 과학기술의 개발이다. 세계 최고수준의 기술개발만이 세계화를 성공시키고 생

존과 번영의 찬란한 미래를 약속할 것이다.

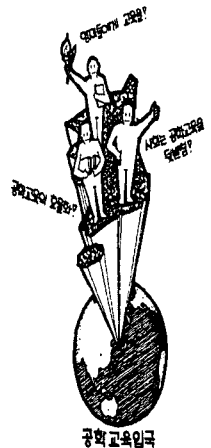
대학이 엔지니어를 잘 교육해 배출하지 않는 한 산업기술의 발전은 기대할 수 없고, 대학이 우수한 연구개발 인력을 양성하지 않는 한 연구계의 활성화는 사실상 불가능하다. 또 대학의 연구개발 능력이 탁월하면 산업계나 연구계에서 자연히 관심을 갖게 되어 학·연·산 협동체제가 활성화될 것이다. 따라서 공과대학에 있어서 교육과 연구의 수월성은 일차적으로는 학·연·산의 협조체제를 유도할 것이며, 궁극적으로는 국가적 차원의 기술 경쟁력과 산업 경쟁력의 초석이 된다고 하겠다.

이에, 우리 나라가 국제 경쟁력을 갖춘 선진국이 되기 위해서는 첫째, 자라나는 영재들로 하여금 공학분야를 지망하도록 해야 한다. 국가 경쟁력은 곧 산업 경쟁력이요 기술 경쟁력이기에 우수한 인재가 공학 기술분야로 진출한 국가와 그렇지 않은 국가 사이에는 경쟁력의 차이가 생길 수밖에 없기 때문이다. 한때 세계 자동차 생산량의 80%를 점하고 있던 자동차 왕국 미국이 일본 자동차 산업에 뒤지게 된 가장 근본적인 원인 중의 하나는 미국의 우수한 영재들이 공학 기술분야를 회피하게 된 풍조 때문이다. 그러나, 영재들이 공학분야로 진출하

여 기술과 산업이 발전한다 해서 여타 학문 분야의 발전이 방해받거나 퇴보하는 것은 결코 아니다. 이 지구상에 문학과 예술이 발전하고 인문, 사회과학이 발전한 국가들치고 기술과 산업이 발전 못한 후진국인 경우가 있는가? 왜냐하면 공학기술에 대한 투자는 확대 재생산을 통하여 여타 분야에 대한 투자 재원의 절대량을 증가시키게 되어 결국 학문 분야의 균형 잡힌 발전을 위한 밑거름이 되기 때문이다. 둘째, 우리 사회 현실에 알맞는 효율적인 공학교육이 이루어져야 한다. 현재 우리 나라 공학교육 여건이 열악함은 너무나도 잘 알려져 있으며 따라서 공학교육 개선을 위해서는 재원 확보가 필수적이다. 그러나 확보된 재원의 효율적 활용 즉 공학교육의 효율화가 선행되지 않는 상황에서의 투자는, 자칫 및 빠진 독에 물 붓는 격이되고 말 수도 있다. 많이 투자하면 세계 최고 수준의 교육·연구를 해낼 수 있을 것이라는 생각은 제3세계의 석유 부국들의 경험에 비추어 타당하지 않음이 이미 입증되었다. 현재 우리 나라는 사회기반 시설의 부족과 환경오염, 통일문제 등 대규모 예산 확보가 시급한 현안 문제들이 산적해 있는 현실이다. 뿐만 아니라 미국이나 일본과 같이 국민 총생산이 우리의 13-20배에 달하는 선진국들에 비해 동원 가능한 재원이 절대적으로 부족한 우리 현실을 감안할 때, 효율적 사용에 대한 확신 없이 어떻게 재원의 확보만을 주장할 수 있겠는가? 공학교육의 성과 및 효율성에 대한 객관적 평가가 선행되고, 이에 근거한 올바른 공학교육 정책이 수행됨으로써만이 우리 실정에 알맞는 효율적인 공학교육이 가능할 것이다.

마지막으로, 사회제도가 공학교육을 뒷받침하여야 한다. 사농공상의 잘못된 사회

제도 하에서는 실사구시의 학문인 공학교육이 결코 잘 이루어질 수 없다. 산업현장에서 땀흘려 일하고 기술개발에 일생을 바친 사람에게 적당한 보상이 주어지지 않는다면 단순히 사명감이나 애국심 때문에 공학기술 분야에 투신할 사람은 결코 없을 것이다. 기술을 개발하고 기업을 일으켜 이 사회에서 실제 부가가치를 창출한 사람은 불경기를 만나면 도산하여 범법자가 되고, 이에 기생하는 부동산이나 사채업자는 항상 잘 살 수 있는 사회, 그리고 기술도 산업도 모른 행정관료가 인.허가와 같은 막강한 권한을 휘두르며 군림하는 사회에서 그 누가 공학기술을 익히고 발전시켜 이 사회에 기여하려 하겠는가? 현재 문민정부가 추진해 온 사회개혁도 과학기술로 뒷받침되지 않는 한 zero sum game에 지나지 않으며, 과학기술의 발전없는 세계화는 국제경쟁 사회에서 하루살이 세계화로 끝나게 되고 말 것이다. 따라서 공학기술 분야를 선택한 영재들이 오직 학업에만 전념할 수 있도록 물질적, 제도적 보장과 함께 장래 기업이나 연구소뿐만 아니라 공직 사회로 진출할 수 있는 문호 또한 널리 개방되어야 할 것이다. 본 연구에서는 상기한 공학교육 향상을 위한 근본적인 주제들 중에서 우선 우리 나라의 공학교육과 직접 관련된 사항들로 연구 범위를 한정하였다. 현재 우리 나라 공학교육의 현황을 살펴보고 선진국 유명 공과대학의 사례를 분석함으로써, 우리 나라가 2000년대 선진국 대열에 진입하는데 요구되는 공학교육의 기능 및 여건 그리고 투자재원에 대해 개략적 예측을 하였다. 그리고 공학교육에 대한 올바른 평가를 통해 공학교육의 효율을 극대화할 수 있는 새로운 방안을 제시하였다.



2. 공학교육의 현황 및 문제점

2.1 거시적(巨視的) 현황과 문제점

(1) 공급자 위주의 교육

인력의 공급자인 대학은 무한대의 교육 수요에 안주하고 있으며, 이에 따라 과학기술 인력의 공급과 수요는 시장기능(市場機能)을 따르지 못해 전공분야별로 심한 불균형을 빚고 있다. 수학, 화학, 생물학 분야에서는 일본보다도 더 많은 수의 졸업생을 배출하고 있으며, 공학계에서도 재료금속공학, 자원공학 등은 인력이 과잉공급되고 있다. 현실적인 산업계의 수요를 반영하여 기초과학 분야와 여타 공학분야의 학생정원을 대폭 삭감하고 전기·전자 그리고 기계공학 분야의 정원을 늘려야 한다.

(2) 싸구려 교육

우리나라 공과대학의 경우 교수 1인당 학생수는 무려 50여명에 이르고 있으며 또한 학생 1인당 실험실습비는 연간 10만원이 안되는 한심한 상황이다. 따라서 공과대학들이 배출하는 엔지니어의 현장적응력(現場適應力)이나 질적수준은 언급할 수도 없는 형편이다. 공학교육은 다른 분야에 비해 본래 많은 투자가 요구되며, 바로 이런 이유 때문에 구미제국(歐美諸國)에서도 공과대학은 주립(州立)이나 국립(國立)기관으로서 주로 운영되고 있다.

(3) 획일적인 교육

전국 모든 공과대학의 교육목표, 교과과정이 거의 유사하여 나름대로의 특징을 지닌 다양한 특성의 엔지니어가 배출되지 못하고 있다. 모든 공과대학이 학문연구를 추구하고 있으나 이러한 연구는 사실 극소수 대학만의 역할이며 대부분의 공과대학은 내실있는 교육을 통한 능력있는 엔지니어

의 양성에 주력해야 한다. 대학별 연구성과의 척도라 할 수 있는 공학박사 학위 배출수를 살펴보면 지난 4년간(1990-93)의 누계가 80명이 넘는 대학은 7개 대학뿐이며, 앞으로 연구를 지향할 수 있는 대학도 결국 이 정도의 숫자면 충분할 것으로 판단된다. 정책지원을 통하여 학사과정의 교육을 가장 중시하는 대학이 뿌리를 내릴 수 있도록 하여야 하며, 아울러 학과 위주의 교육체제로 인한 경직성(硬直性)을 탈피하여 변화하는 산업사회에 부응할 수 있게끔 해야 한다.

2.2 미시적(微視的) 현황과 문제점

(1) 재정과 경영의 측면

국립대학의 경우 대학재정의 약 50%를, 그리고 사립대학은 약 80%를 학생등록금으로 충당하고 있는 바, 특히 사학에서 운영되고 있는 대부분의 공학교육이 부실한 것은 당연한 결과이다. 국고지원의 대폭확대와 더불어 수익자 부담원칙에 따른 등록금 책정이 요구된다. 공과대학의 경영은 학문의 응용을 지향하는 실용주의에 초점을 두어야 한다. 엔지니어의 교육에 특히 요구되는 실습교육 전담부서등을 설치하여 산업체와의 협력업무를 다루어 원활한 산학협동체제를 구축할 수 있어야 한다.

(2) 인적구성의 측면

공과대학 교수의 절대수 부족은 가장 시급하고도 심각한 문제점이다. 또한 학술적인 평가에만 치우친 교수임용으로 인하여 대부분의 공과대학 교수들이 현장경험을 갖고 있지 못한 것도 주요 문제점이다. 신규교수의 대폭 증원과 더불어 기존교수들을 위한 현장연구 프로그램도 확대 시행해야 한다. 전체 이공계 대학의 재학생을 고

려할 때 그 숫자는 이미 넘쳐나고 있으므로, 분야별 수급균형을 이룰 수 있는 교육 체제를 구축해야 한다. 또한 앞으로 예견되는 공과대학 지방생들의 질적(質的) 저하를 방지할 수 있는 장기적 방안이 수립되어야 할 것이다. 공과대학의 두 주체(主體)인 교수와 학생의 교육과 연구를 보조하는 전문기능인력의 결핍도 간과할 수 없는 중요한 문제이다. 수많은 교육 및 연구 시설의 고장과 유희(遊休)화를 방지할 수 있어야 한다.

(3) 교육과 연구의 측면

학교나 전공의 구별없이 140학점을 졸업이수의 요건으로 삼는 획일성과, 학과간의 높은 장벽에 기인한 전공별 폐쇄성이 우리나라 대학교육의 주요 문제점이다. 이러한 획일성과 폐쇄성을 불식시킬 수 있는 정책이 마련되어야 한다. 대학의 연구활동은 학부 중심의 현장 기술인력 양성에 중점을 두는 대학과 박사수준의 연구인력 양성에 중점을 두는 대학으로 구분하여 생각해야 한다. 논문에 의한 교수 평가는 후자의 대학에 국한시키는 것이 타당할 것이며, 이 경우 학술지 자체에 대한 평가도 함께 이루어지는 것이 바람직하다.

(4) 시설과 설비의 측면

학생과 교수의 수를 기준으로 한 <대학설치기준령> 그리고 기자재에 대한 정량적 표준만을 제시하고 있는 <실험실습설비기준> 등은 모두 구시대 규제 위주 행정의 표본이다. 이를 과감히 철폐하여 시설과 설비에 관한 모든 사항을 대학의 자율에 맡기는 것을 신중히 고려해 볼 때가 된 것으로 믿어진다. 정보화시대에 대비하여 각 대학의 통신망 구축이 시급히 이루어져야 한다.

3. 선진국의 공학교육 현황

3.1 선진국 공학교육의 전반적 고찰

(1) 시장경제체제를 이용한 수요와 공급
대부분의 선진국에서는 공학교육에 있어서 각 전공분야별 입학정원을 국가에서 직접 통제하지 않고 시장경제 체제를 이용하여 탄력성있게 운영하고 있으며, 각 대학에 자율권을 주고 있다.

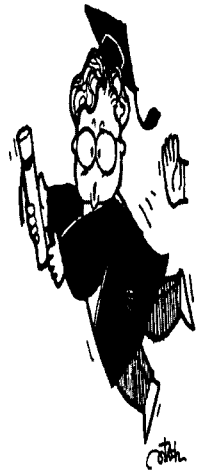
미국의 경우 연구 중심의 명문 사립대, 주립대, 기타 수많은 사립대가 각자의 특색에 맞게 자유경쟁 체제하에 다양하게 공학교육을 시키고 있으며, 불란서나 독일 등의 서유럽국가들은 교육의 공개념을 도입하여 국가가 대학교육을 전적으로 책임지고 있으나 전공분야는 학생 개인이 자유로이 선택할 수 있다. 일본의 경우에는 우리나라에서와 같이 학과별 정원이 있기는 하나 신축성 있게 운영하고 있다.

(2) 교육여건

공업 선진국의 명문대학들에 대한 공학교육 여건을 지표로 보면 교수 1인당 학생 6-16명, 학생 1인당 연간 예산 \$20,000-\$80,000, 학생 1인당 장서수 200-700권 등이 보통이며, 불란서의 Ecole Polytechnique 등 grandes Ecoles은 소수의 엘리트 엔지니어를 양성하는 교육기관으로 교수 1인당 학생수 3명, 학생 1인당 연간 예산 \$120,000정도의 높은 수준을 유지하고 있다.

(3) 실험실습교육

선진국의 실험실습교육은 철저히 이루어지고 있으며 대학내에서의 실험실습 뿐만 아니라 산업현장에서의 실습을 중요시하고 있다. 독일의 경우 공과대학 수학기간 중 26주의 현장실습이 필수적이며, 이중 8주의 기본실습은 공과대학 입학 이전에 마쳐야 한다. 따라서 공대생들은 학업시작 이



전에 산업현장의 실상을 파악할 수 있으며, 전공과 무관하게 공장에서 기능공이 담당하는 여러가지 업무를 경험하여 공학에 대한 감(感)을 얻을 수 있다. 불란서의 Grandes Ecoles에서도 재학기간 중 4개월의 현장실습이 필수로 부과된다.

(4) 공학교육의 다양성

미국은 최근 전통적 공학영역 외에도 여러 학문이 접하는 학제간 영역(interdisciplinary area)의 전문가를 배출하도록 다양화를 추구하고 있으며, 심지어 사회과학과 과학기술의 접촉영역인 사회과학기술자(socio-technologist)의 필요성까지 강조하고 있다. 한편, 2원화된 불란서의 공학교육체제는 엔지니어의 배출을 일반대학을 통해 하기도 하나 그랑제꼴(Grandes Ecoles)이라는 특유의 교육기관을 통해 엘리트 엔지니어를 배출한다. 독일은 중세기 때로부터의 전통적인 일반대학(Universitat)과 산업혁명 이후 정책적으로 설립된 공과대학(Technische Universitat, Technische Hochschule)으로 분리되어 있다.

(5) 자연스러운 학·연·산 협동

독일이나 불란서 등에서는 공대생들이 일정기간 동안 산업체에서 현장실습을 수행하므로 산업체도 공학교육의 일익을 담당하고 있으며, 독일에서는 대학 부근에 있는 Max Planck연구소나 Fraunhofer 연구소 및 원자력 연구소 등 정부출연 연구소에서 많은 학생들이 석·박사학위 졸업논문 연구를 수행하여 자연스러운 학·연·산협동이 이루어지고 있다.

미국의 많은 공과대학들은 산업체에서 근무하는 엔지니어를 위한 갖가지 계속교육 과정 및 학위과정을 제공하고, 이를 원격강의나 지역내 TV방송으로 송출하고 있어서

대학이 일방적으로 산업체의 도움을 받기보다는 서로가 도움을 줄 수 있는 학·연·산협동이 이루어지고 있다.

3.2 선진국의 공학교육개혁 추진현황

(1) 일본의 공학교육개혁

일본은 최근의 산업구조와 사회구조의 변혁에 따라 1990년대초부터 공학교육 및 연구의 개혁을 추진하고 있다. 일본의 공학교육개혁은 8대 국립대학 공학부를 중심으로 이루어지고 있으며 그 내용은 학사과정의 대망화(大綱化)와 대학원의 중점화로 요약될 수 있다. 즉, 학사과정에서는 세분화되어 있는 학과의 개념을 정리하여 크게 묶고, 교육·연구의 주체를 대학원으로 중점화한다는 것이다. 또한 대학원은 박사과정교육을 위주로 하여 석사과정은 박사 전과정, 박사과정은 박사 후과정으로 변경하였다. 일본의 공학교육개혁에는 상기의 제도적 개혁 뿐만 아니라 교육·연구환경의 개선, 대학원 학생에 대한 경제적 지원, 교직원의 증원, 교수의 업적평가 및 처우개선, 연구비 및 장학금의 개선 등도 포함되고 있다.

(2) 미국의 공학교육개혁

현대의 공학교육은 학문적인 측면뿐만 아니라 창조적 능력과 전체적 시각을 가질 수 있는 엔지니어의 배출을 확대해야 한다는 각계의 요구에 따라 1990년부터 과학재단(NSF)의 지원하에 구성된 몇개의 공학교육연합 프로그램에 의해 공학교육의 개혁이 이루어지고 있다. ECSEL, SYNTHESIS, GATEWAY, SUCCEED 등의 이들 공학 교육연합은 각기 다른 특정목표가 있으나, 다음과 같은 공통의 목표를 추구하고 있다.

- ① 공학교육의 체계적이고 광범위한 개혁
- ② 공학교육의 질을 향상시키기 위한 새로운 교과과정과 교육체계의 제시
- ③ 공과대학 내에서의 자원 연계 및 지적 교환 증진
- ④ 여성, 소수계층 및 장애인의 교육기회 확대

매우 열악한 현실이다. 학생 1인당 교육비는 서울대학교의 경우 미국 주립대학의 절반 정도, 명문대학의 3분의 1 수준이며 전국 평균은 이보다 낮을 것으로 예상된다. 서울대학교와 유사한 규모를 갖는 동경대, Illinois 대학, Minnesota대학은 약 10배의 예산을 운용하고 있다.

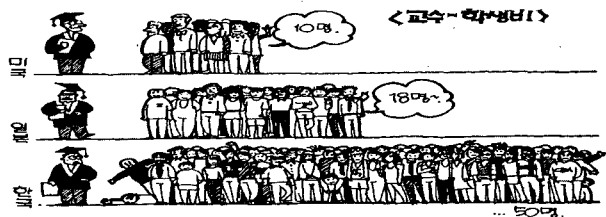
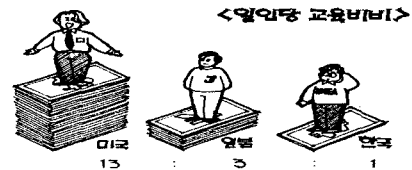
4. 공학교육의 단계적 발전목표

2000년대의 선진국 진입을 위해서는 현재 열악한 환경에 있는 공학교육의 개선이 시급한 실정이다. 공학교육의 발전을 위해 국내 여건과 선진국 및 개발도상국과의 통계 자료를 비교 검토하고 국내의 공학교육 인력의 수급전망을 토대로 단계적 발전목표 및 이에 필요한 소요예산을 제시한다.

4.1 대학교육의 일반현황 및 수급전망

학생 대 교수비를 보면 국내에서는 상대적으로 양호하다 인정되는 서울대학교 공과대학의 경우도 선진제국은 물론 동남아 대학에 비해서도 현저히 열악하며, 이러한 상황이 시급히 개선되지 않고서는 공학교육의 질을 향상시킬 수 없다. 대학원 대학사과정의 학생수의 비는 서울대학교의 경우 미국의 주립대학 및 동경대학의 수준에 근접해 있으나, 대학원 중심의 미국 명문대학 수준에는 크게 못 미치고 있다. 국내 전체 평균은 대학원 대학사과정의 학생 수 비가 1:10이상이 되어 전반적으로 대학원 교육이 부진한 상태에 있다.

학생대 교수비는 선진국 및 중진국의 경우 대부분이 10:1정도임에 비추어 국내의 서울대학교 공과대학이 1994년 현재 33.6:1이며 국내 전체는 약 50:1 정도로



4.2 인력수급 전망

최근의 공과대학 확충 계획을 통해 증원을 한 결과, 학사인력은 이미 수적으로 충분한 공급이 이루어지고 있다. 석사는 현재의 증원추세로 볼때 2002-2010년 사이에 역시 충분한 공급이 예상되나, 박사의 경우 공급부족현상이 지속될 것으로 예상되어 정원을 계속 확대해 나가야 하리라 생각된다. 다만, 전공분야에 따라 인력수요의 과부족이 상이하므로 분야별 정원 재조정이 필요하다.

4.3 발전목표의 설정

대학교육의 일반현황과 인력 수급전망을 토대로 연구중심대학과 교육중심대학의 표

준화된 발전목표를 설정했다.

- 1) 국외 학술지 기준
- 2) 교육부 지원액

연구중심대학은 중기목표로 3-5개 대학, 장기목표로는 5-8개 대학을 설정하였으며, 이에 따라 연간 박사 수요의 50%, 학사 수요의 20%정도가 이러한 연구중심대학으로부터 공급될 것이다. 교육중심대학은 장기적으로 모든 공과대학이 이러한 수준까지 와야 하나 중기 목표표로 6-10개 대학을 선정하는 것이 바람직하다.

4.4 소요예산

세계적으로 경쟁력있는 공과대학을 육성하기 위해서는 정규예산에 추가하여 향후 5년간 다음과 같은 예산이 소요될 것으로 예측된다.

4.5 결어

공학교육의 수월성 향상을 위해 시급히 개선되어야 할 사항은 첫째, 학생 대 교수비의 개선을 통한 교육의 질적향상 및 이를 통한 우수한 연구인력의 확보, 둘째, 연구 및 실험실습 기자재 구입비와 실험실습비의 지원을 들 수 있다. 학생 대 교수비는 현재 약 50대 1에서 2005년을 중기목표로 할 때, 연구중심대학의 경우 15대 1, 교육중심대학의 경우 25대1까지 개선되어야 한다. 연구 및 실험실습기자재 구입비의 신설은 연구인력 양성 측면과 기자재 확보 측면에서 가장 중요한 요소로 판단된다. 이에 필요한 예산은 정규예산에 부가하여 연간 약 1,800억원 정도가 향후 5년간 소요될 것으로 전망된다.

5. 공학교육 평가모형

5.1 평가의 기본원칙과 방법

- 우수한 교육이란 최소한의 비용으로

〈표 1〉 발전목표의 설정

	전국 공학계	서울 공대	연구중심대학		교육중심대학	
	1992	1994	중기목표 (2005)	장기목표 (2020)	중기목표 (2005)	장기목표 (2020)
배출박사수/교수/년	0.1	0.96	1	1	0.2	0.2
학사 : 대학원	25 : 1	2.5 : 1	1 : 1	1 : 15	5 : 1	5 : 1
학생/교수	50	33.6	15	10	25	20
석사/교수	2.57	6.5	6	5	3	3
논문/교수/년 1)		1.13	2	3		
교육비/학생/년		\$7,180	\$20,000	\$30,000	\$15,000	\$20,000
연구비/교수/년		\$132,200	\$200,000	\$250,000	\$50,000	\$80,000
연구 및 실험실습 기자재구입비/ 교수/년 2)	0		\$20,000	\$30,000	\$10,000	\$15,000

〈표 2〉 발전목표 달성을 위한 필요예산

공과대학 신규 교수 충원사업 공과대학 실험실습 설비 확충사업 공학교육센터 설립	700억원/5개년 9,000억원/5개년 90억원/5개년
소요예산 총계	9,790억원/5개년

최대한의 교육성과를 올리는 것이며, 이러한 효율성이 바로 교육평가의 기준이 되어야 한다.

- 투자비용: 교육을 위해 투입된 모든 요소를 돈으로 환산하여 산정한다.
- 교육성과: 기업(연구소)에 근무하는 대학별 졸업생 수 또는 학위/자격증 취득자 수(평가기관/목적에 따라 자울성 부여)

(1) 투자비용과 교육성과의 상관관계 추정

- 교육투자 성과의 체감원칙과 교육수준이 높을수록 성과향상을 위해 더 많은 비용이 소요되는 교육 특성을 동시 반영
- 대학별 교육성과 체감곡선에 "α"에서 값이 클수록 우수한 교육
- 투자항목별 교육성과 체감곡선에서 "γ" 값이 클수록 효율적.

(2) 평가기준에 따른 교육성과의 유형 분류

- 1) 교육성과 18개 유형:
교육성과의 절대평가(3) 및 상대평가(2)와 투입비용(3)에 따라 18개 유형

5.2 평가결과 분석

- (1) 유형별 교육평가 및 교육성과

- 공과대학별 교육성과 체감곡선
 $E(X_i) = \alpha X_i^\alpha \ (\beta < 1)$
- 투자항목별 교육성과 체감곡선
 $E_i(x) = \gamma x_i^\sigma \ (\sigma < 1)$

X_i, x : 대학별, 투자항목별 투자비용
 α, γ : 투자 효율성계수

1) 평가기준

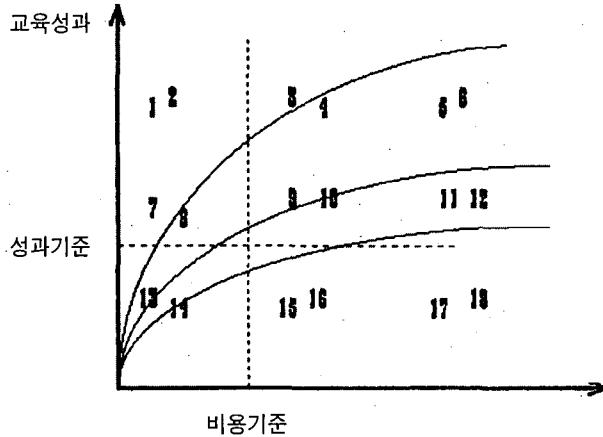
- 기준 1(교육성과 절대평가): A(높음) B(보통) C(낮음)
- 기준 2(교육에 투입한 비용): A(적음) B(보통) C(많음)
- 기준 3(교육성과 상대평가): A(발전) C(퇴보)
- 기준 1, 2, 3에 따라 총 18개 유형으로 교육성과 분류

5. 3 기대효과

(1) 구체적 방향의 제시

각각의 대학은 현재 자신이 처해 있는 위치를 확인하고 어떤 형태의 교육을 목표로 삼아 추구해 나가야 할 것인지 구체적인 방향을 제시받을 수 있게 된다. 보다 구체적인 예를 제시하면 다음과 같다.

- 제11(BCA)형으로 평가된 대학의 경우,
- 대학원에 교육투자를 늘리기를 원할 경우



- 제9(BBA)형으로 학사과정 수준을 유지하고 교육경비를 절감하도록 한다.

- 학생정원을 늘려 공학교육 기회를 확대하고자 할 경우

=제9(BBA)형으로 증원에 대한 추가적 교육투자를 최소화한다.

- 우수한 학생을 배출하는 우수대학으로 발전하기를 원할 경우

=제3(ABA)형으로 기존의 교육투자를 고도화한다.

(2) 교육수준별 교육투자모형의 제시

각 유형별로 분류된 대학들의 투자항목별 비용배분을 비교검토하여 보면 교육수준별로 효율적인 교육투자모형을 발견하여 제시할 수 있을 것이며 이러한 정보가 각 대학의 발전을 위한 실무적인 추진방향을 제시하게 될 것이다.

(3) 교육성과의 극대화

국가적으로 제한된 재원을 가장 효율적으로 활용하여 교육성과를 극대화 하기 위해 제1(AAA)형과 제7(BAA)형 제 1순위, 제3(ABA)형, 제9(BBA)형, 및 제 13(CAA)형 제 2순위, 제15(CBA)형 제 3순위로 지원한다.

(4) 장기적 기술인력의 수급안정

국가적 차원에서 공학기술인력의 수요에 측에 따라 각 대학별로 교육발전의 방향을 유도하고 구체적인 추진방안을 제시함으로써 장기적인 기술인력의 수급안정을 꾀할 수 있다. 과학기술을 발전시키기 위한 최고 수준의 대학교육을 위해서는

-제3(ABA)형의 대학을 지원하여 제 5(ACA)형으로 교육을 개선, 또는, 제 5(ACA)형 대학을 더욱 지원한다.

우수한 수준의 공학사가 부족할 것으로 예상되는 경우에는

-제8(BAC)형, 제10(BBC)형 및 제 12(BCC)형 대학의 교육을 개선하거나, 제 3(ABA)형 또는 제5(ACA)형으로 유도한다.

보통수준의 공학사가 부족할 경우에는

-제11(BCA)형 대학의 정원을 늘려서 제9(BBA)형으로 교육을 개선하거나, 또는 제13(CAA)형과 제15(CBA)형에 투자하여, 제9(BBA)형으로 개선한다.

6. 결론 및 정책건의

우리는 현재 21세기의 문턱에서 선진국

대열에 무난히 진입하느냐, 아니면 남미형 경제파탄을 자초하느냐 하는 선택의 갈림길에 처해 있다. 기술도 자본도 또한 천연자원도 없는 우리 나라가 오늘날과 같은 신흥공업국(NIES)으로 급속히 발전하기 위해 창의적인 고부가가치의 신제품 개발보다는 저가 유사상품의 대량생산에 의존해 왔던 것이 사실이다. 이러한 "질"보다 "양" 위주의 경제성장은 정신적, 물질적 차원에서 우리사회 전반의 의식구조 및 사회구조에 지대한 영향을 미쳐왔다. 적당주의의 만연은 안으로부터 우리의 성장을 저해하고 있다며, WTO 체제하의 무한경쟁시

대의 도래와 선진국들의 기술패권주의(Technology Round)는 밖으로부터 우리 성장에 제약을 가하여, 이제 우리경제는 새로운 돌파구를 찾지 않으면 안될 한계점에 도달했다.

국가경쟁력의 근간을 이루는 것은 산업 경쟁력이요, 이는 고급기술인력의 우월성에 의하여 좌우된다. 올바른 가치관을 지닌 우수한 기술인력의 양성이야말로 우리 경제가 작금의 난국을 타개하고 다시 한번 도약할 수 있는 기틀을 마련할 수 있는 유일한 방법이다. 현재 우리나라 공학교육은 인구 1,000명당 대학생수가 세계 3-4위에

〈표 3〉 교육성과의 18개 유형(몇 가지 예)

유형	교육평가/교육성과
제1(AAA)형	비현실적. 적은 투자로 우수한 학생을 발전시켜 배출하는 교육. (공학분야에서는 불가능함)
제5(ACA)형	좋은 교육. (우수학생의 최선적 교육형태) 많은 투자로 우수한 학생을 발전시켜 배출하는 교육. 우수한 학생을 위한 가장 바람직한 교육.
제9(BBA)형	좋은 교육. (보통수준 학생의 최선적 교육형태) 보통 투자로 보통수준의 학생을 발전시켜 배출하는 중위권 학생을 위한 가장 바람직한 교육.
제11(BCA)형	좋은 교육. (보통수준 학생의 차선적 교육형태) 많은 투자로 보통수준의 학생을 발전시켜 배출하는 교육으로 낭비성 교육일 가능성이 있음. 외국의 경우 일부 부유층을 위한 사립대학이 있으며 우리의 경우도 교육이 개방되면 이런 대학의 출현이 가능할 것임.
제15(CBA)형	좋은 교육. (하위권 학생의 최선적 교육형태) 보통 투자로 낮은 수준의 학생을 발전시켜 배출하는 교육

〈표 4〉 학생 수준별 효율적 교육투자 항목별 비용배분 예

비용항목 학생수준	비용항목					
	교수	실험 시설	실습비	건 물	기 타	합 계
우수한 대학	30%	25%	15%	20%	10%	100%
보통수준 대학	25%	30%	15%	15%	15%	100%
하위권 대학	20%	20%	30%	10%	20%	100%

이르며, 공학석사학위 및 공학박사학위의 배출실적(1994)이 각각 연간 4,500명과 1,000명을 넘어, 인구대비 선진국 수준을 이미 앞서는 엄청난 양적 팽창을 보이고 있다.

그러나 학문분야별 기술수준별 학위배출의 불균형과 공학교육의 경직성은 필요한 분야의 기술인력은 공급이 모자라는 한편, 또 다른 분야는 유휴 기술인력이 오히려 남아도는 기현상을 초래하였다. 게다가 공급이 부족한 분야의 기술인력조차도 산업계로부터 그 우수성을 인정받지 못하고 있는 것이다.

물론 공학 교육 성과가 객관적으로 평가되거나 검증된 적은 없었지만, 우리대학의 연구논문 발표실적은 선진국의 대학은 물론이거니와 개도국의 대학수준에도 못 미치는 실정이다.

이는 국립 공과대학 중에서 여건이 비교적 좋다는 서울대학교 공과대학의 경우에도 학생 일인당 예산 규모가 선진국 유명대학의 십분의 일 내지는 이십분의 일 수준밖에 못미치는 열악한 교육여건이 주요 원인이다.

결국 우리나라 공학교육은 양적으로는 충분히 성장하였으나 질적으로는 매우 낙후되어 있다. 이러한 공학교육의 질적 개선을 위해 우선 정부의 공학교육 예산확충이 시급하며, 이와 동시에 공학교육 성과에 대한 객관적 평가와 올바른 지원정책이 병행되어야 할 것이다. 이와 같은 연구결과를 근거로 우리 나라 공학교육의 획기적 개선을 위해 몇 가지 의견을 건의하고자 한다.

첫째, 공과대학의 기능이 연구중심대학과 교육 중심대학으로 전문화되고 각 대학이 개성에 맞는 발전목표를 정하여 실천할 수 있도록 선의의 경쟁을 유도하여야 한다. 현재 획일적인 교육목표 하에 현실에 안주하고 있는 60여개의 공과대학들로 하여금 시장원리에 의한 경쟁의 장(場)에 모두 나서도록 하는 것이 가장 급선무이다. 대학간에 경쟁 메커니즘이 가능하도록 하기 위해서는 정부의 대학에 대한 규제를 대폭 완화하고, 제각기 교육수준이나 능력 또는 특성에 맞는 발전목표를 정하여 이를 실천하는 대학을 집중 지원해야 한다. 이러한 과정을 통하여 현장적응 능력을 갖춘 견실한 엔지니어의 교육에 치중하는 교육

중심대학과, 새로운 공학이론을 개발하고 창의력 있는 연구자를 양성하는 연구중심대학으로 대학의 기능이 전문화되어야 한다. 우리 경제의 발전추세로 미루어 볼 때 2005년까지는 최소한 3-5개의 우수한 연구중심대학과, 6-10개의 우수한 교육중심대학이 육성되어야 하며 장기적으로 2015년까지 5-8개의 연구중심대학과 10-15개의 교육중심대학이 육성되어야 할 것이다.

둘째, 공학은 실제로 사회에 기여함을 목표로 하는 실사구시의 학문인 바 공과대학의 교육, 행정, 평가 및 교수업적평가도 이러한 목표에 맞도록 다양화되어야 한다. 공학교육은 연구개발 및 산업현장에서 실제 필요로 하는 우수한 인력을 배출함으로써 학.연.산이 혼연일체가 되어 국가발전에 기여하는 것을 목표로 한다.

따라서 공과대학의 교육과 행정은 모두 이러한 목표에 초점이 맞추어져야 하며 공과대학에 대한 평가도 각 대학이 배출한 기술 인력이 실제 얼마나 활약하고 있는가를 기준으로 평가되어야 한다. 교수의 임용, 승진 및 업적평가도 교수의 역할이 이러한 공학교육목표에 얼마나 충실했는가 하는 점이 충분히 반영될 수 있어야 한다. 현재 연구 논문에 의한 획일적 교수평가 방식은 지양되어야 하며, 소속대학의 특성이나 본인의 능력 및 역할에 따라 교육, 연구, 사회봉사 등 다양한 기준에 맞추어 평가되어야 할 것이다.

셋째, 2000년대 선진국 대열 진입을 위한 공학교육 여건의 획기적 개선을 위하여는 향후 5년간 약 1조원의 재원이 투입되어야 한다. 교수 대 학생비가 1대 51 그리고 공과대학 학생 1인당 연간 실험실습비가 10만원도 채 안되는 현실에서 국제경쟁력을 갖춘 엔지니어가 배출되기를 기대하

는 것은 절대적으로 불가능하다. 현재 우리나라 공과대학의 교육현황과 그로 말미암은 우리나라 국가경제력의 약화를 직시하여, 낙후된 교육환경을 획기적으로 개선하기 위한 방안이 모색되어야 할 것이다. 만일 공학교육이 하루 빨리 개선되지 않는다면 우리 산업은 세계시장에서 경쟁력을 상실하고 우리 경제는 선진국 진입의 문턱에서 몰락하고 말 것이다. 공학교육의 3대 요소인 교수의 충원과 실험실습 및 연구기자재 그리고 실험실습비의 확충을 위하여 향후 5년간에 걸쳐 약 1조원의 재원확보가 요구된다.

마지막으로, 공학교육의 올바른 평가를 통한 장기적이고 종합적인 공학교육정책이 세계화 전략의 일환으로 수립, 시행되어야 한다. 공학교육에 대한 올바른 평가와, 평가 결과에 의한 정부의 과감한 지원이 공학교육정책의 기본골격이 되어 우수한 과학기술인력의 양성 및 수급균형에 기여하여야 할 것이다.

기존의 공학교육에 대한 평가는 대부분 교육여건에 대한 평가로서 낭비적 교육을 우수한 교육인 것으로 착각하게 하는 경우가 많다. 공학교육의 성과는 기술인력의 실수요자인 산업계에서 객관적인 기준을 가지고 측정하여야 하며 교육에 투입된 비용대비 교육성과가 가장 높은 효율적인 교육이 가장 우수한 교육으로 평가되어야 할 것이다. 이러한 평가는 각 대학들에게 올바른 발전 방향 및 그 실무적인 추진방법을 제시하고 또 국가적으로 제한된 공학교육재원의 효용을 극대화할 수 있을 것이다. 나아가 국가적인 차원에서 장기적인 기술인력의 수급안정을 도모하여 사회 전체적인 효율 즉 국제경쟁력 강화의 초석이 될 수 있을 것이다.