

Education the Engineer of 2020

〈Executive Summary〉

본 보고서는 미국 공학한림원(National Academy of Engineering; 이하 NAE)이 “현재 공학 교육의 모습은 어떠하며, 2020년에 공학 전문가로 활동할 수 있도록 다음 세대 학생들을 준비시키려면 앞으로 공학 교육은 어떠한 모습이 되어야 하는가?”라는 질문에 대한 대담으로 미래 공학교육을 준비하고자 제시하였던 제안 결과에 관한 것이다. NAE는 무엇보다 공학 교육을 통해 기술적으로 뛰어나며 혁신적인 학생들을 배출해낼 수 있어야 한다는 점은 인정하지만 주요 교과과정을 규정하려는 시도는 하지 않았다. 이는 개별 교육기관이 자신들의 교과과정을 스스로 계획하는 것이 필요하다는 점을 인정하기 때문이다. 따라서 NAE는 오히려 학생들을 끊임 없이 변화하고 있는 세계 경제에 발 맞추어 일할 수 있도록 충분한 기술력을 가진 엔지니어로 준비시키기 위해 공학 교육의 폭을 넓히는 방법을 모색하고, 고용 증대 및 학생 유치 확대와 함께 공학을 배우는 것이 학생들에게 보다 의미를 가지도록 하는 것이 중요하다는 점을 지적하고 있다. 또한 공학 전문가의 지위 향상 및 공학에 대한 일반인의 이해 증진과 관련해서도 공학 교육의 변화가 중요함을 이야기하고 있다.

본 보고서는 학사 학위 이후의 교육 과정에 대해 이야기하고 있기는 하지만 근본적으로는 공학 연구소가 아닌, 학부 교육에 초점이 맞추어져 있다. 공학 연구소(academic engineering research enterprise)의 성공은 누구도 부정할 수 없는 것으로, 이들 연구소는 국가의 산업 역량 형성에 도움을 주었을 뿐 아니라 첨단 기술에 기반한 복잡한 제품과 시스템이 등장을 촉진시키고 있기도

하다. 대부분의 첨단 기술 기업은 대학의 연구소를 통해 파생되었는데, 이는 냉전 시대가 끝나며 기업이 대학 연구소에게 국방 산업을 대신해 제품 중심 혹은 프로세스 중심의 보다 단기적인 연구를 수행할 것을 요청하고 이를 지원하였기 때문이다. 이와 동시에 기업은 내부적으로 실시하던 기초 공학 연구의 비중을 줄여가기 시작했고 결국 이로 인해 대학의 기초 연구 수행이 갖는 중요성은 더욱 증대되었다. 대학의 연구 강화는 공학 교육에 있어 반드시 지속되어야 하는 부분이지만 학부에서 이루어지는 공학 교육의 중요성 역시 간과해서는 안 된다. 공학을 전공하는 국내 학생들이 학부 과정에서 받은 공학 교육에 바탕하여 보다 활발히 활동하게 된다면, 학생들이 계속해 공학 관련 분야에서 종사하거나 보다 상위의 교육을 받고 공학 연구소로 가게 될 가능성 또한 높아지기 때문이다.

학부의 공학 교육 관련 문제들에 대해 NAE는 보고서를 통해 다음과 같은 제안을 하고 있다.

- 학사 학위는 “Preengineering Degree” 내지 “훈련 중인 엔지니어”임을 나타내는 학위로 보아야 함
- 학사 과정 및 석사 과정의 공학 프로그램은 모두 인증을 받아야 하며, 석사 학위는 공학 “전문가” 학위로 인정할 수 있음
- 각 기관은 교과과정 개발에 있어 미국 공학 인증원(ABET)이 요구하는 엔지니어 상(EC 2000)의 기준에 들어있는 융통성을 반영하여야 하며 학생들에게 학부 졸업 후 초기 경력 개발을 위해 필요한 공

학 분야의 주요 과정을 소개해 주어야 함

- 대학은 공대 교수들의 공학 교육 연구를 중요하고 유익한 연구로 인정해주어야 하며 교수의 자격 요건 평가에 있어서도 새로운 기준을 마련하여야 함
- 각 기관은 공학 분야의 핵심 지식을 가지고 있으며 단기적으로 문제를 정의하고 해결할 수 있는 능력을 갖춘 학생들을 배출함과 동시에 이들 학생들에게 평생 학습할 수 있는 방법을 가르쳐야 함
- 공학 교육자들은 학부 교육 단계에서 학생들에게 다양한 분야의 복합 학문을 소개해주어야 하며 공학 분야의 성공 사례 및 실패 사례를 학습의 도구로 활용할 수 있도록 하여야 함
- 4년제 학교는 지역 전문 대학과의 협력을 통해 2년제 공학 프로그램이 실행 가능성을 높이는 책임을 담당해야 함 (특정 전공 과목에 대해 2년제 대학에서 취득한 학점이 4년제 대학에서도 인정받을 수 있도록 협정을 맺는 것을 의미함)
- 각 기관은 국내 학생들의 석사 학위 및 박사 학위 취득을 장려해야 함
- 공학 교육 관계자들은 공학에 대한 대중의 이해 증진 및 기술 관련 교양 수준 향상을 위해 노력해야 하며 유치원부터 고등학교 과정(K-12 level)에 있어 수학, 과학, 공학 교육을 강화하는데 힘써야 함
- 미국 과학재단(NSF)은 각 학과 및 학교의 공학 프로그램과 학생들의 성과와 관련한 데이터를 수집하여 대학 진학 예정자들이 공학 학사 과정을 마쳤을 경우 진출할 수 있는 “시장”에 대해 제대로 이해할 수 있도록 하여야 함

본 보고서는 관찰 및 질문, 그리고 1단계 보고서(The Engineer of 2020: Visions of Engineering in the New Century)에서 제시되었던 결론에 기반하고 있다. 본 보고서는 세계 공학 전문가들에게 영향을 미치게 될 기술의 변화 및 이에 따른 과제를 살펴보는 것을 시작으로, 지식의 급속한 팽창은 사회가 직면하는 문제를 해소할 신기술 개발과 관련하여 공학 분야에 커다란 기회 요인을 제공할 것임을 지적하고, 공학과 신기술에 대해 사회적, 지적학적, 그리고 직업적 맥락에서 설명한다. 특히 앞으로 급속한 인구 증가가 예상되는데 이는 엔지니어

들이 직면하게 될 문제의 유형뿐 아니라 사회 안정성에도 영향을 미치게 될 원동력을 가지고 있다. 인구 성장은 대부분 저개발 국가에서 집중적으로 일어나 젊은 층 인구가 급증하게 될 것이나 이와 반대로 선진국에서는 인구의 고령화가 진행될 것이다. 따라서 일부 국가에서는 과학 기술의 발전을 통한 삶의 질 향상과 관련한 문제들이 제기되는데 반해 일부에서는 식수 확보 및 주거 문제 등 기초 생활과 관련한 문제가 제기될 것이다. 미국을 포함해 전통적으로 인구의 중심을 이루던 계층의 성장이 둔화되고 소수 민족이 급속하게 성장하고 있는 국가들에서는 인구 통계학적 변화 또한 일어날 것이다. 이러한 문제들은 현재 소수 민족 및 여성의 참여가 상대적으로 저조한 분야인 공학의 미래에 중요한 영향을 미치게 된다.

물론 공학의 일부 기초 분야는 변화하지 않을 것이다. 그러나 폭발적으로 늘고 있는 지식, 세계 경제, 엔지니어들의 작업 방법 등은 십여 년 전 시작된 진화의 여세를 몰아 지속적으로 변화해갈 것이다. 엔지니어 인력의 아웃소싱, 융합 학문 및 시스템적 접근에 대한 수요 증대, 주문 생산에 관한 새로운 패러다임의 요구, 국제적인 인력 풀의 증대 등을 통해 이미 드러났듯이 우리 경제에 있어 공학관련 서비스 부문은 세계 시장의 영향을 강하게 받게 될 것이다. 공공 기반 시설 및 일반 생활에 있어 점진적으로 일어나고 있는 기술의 통합으로 인해 공공 정책 결정 및 도시 문제 해결에 있어 엔지니어들의 참여가 요구되고 있다. 사회의 여러 외부 영향 요인, 경제적 요인, 직업 환경 등은 엔지니어 인력의 안정성을 자극할 것이며 보다 뛰어난 인재들이 공학 분야의 직업을 갖도록 유인하는데도 영향을 미치게 될 것이다. 그러나 이러한 난제들 속에서도 공학계가 주도권을 가지고 미래를 준비해간다면 기회 요인은 얼마든지 있다.

만약 미국이 경제 분야의 주도권을 유지하고자 한다면, 그리고 첨단 과학 관련 직업에서 현재의 역할을 지속하고자 한다면 변화의 흐름에 따라 준비하는 것이 필요하다. 현 시점에서 전반적인 합의점이 도출된 것은 아니지만 그럼에도 혁신이 핵심 요소이며 공학이 중요한 역할을 감당한다는 데에는 모두가 의견을 같이한다. 그

러나 공학이 성공적으로 그 역할을 수행하기 위해서는 변화의 흐름을 인정하고 지금과는 다른 방법으로 다음 세대 학생들을 교육하여 앞으로의 시대가 요구하는 능력을 갖출 수 있도록 이들을 준비시키는 것이 필요하다. 따라서 2단계 보고서는 이러한 맥락에서 공학 교육의 변화에 관한 조언을 제공하고자 하였다.

공학 교육 개혁은 산업과 학계의 상호작용을 필요로 한다. 이는 모든 공학 관련 주체가 고려되어야만 교육의 개혁의 결과가 효과적으로 나타날 수 있기 때문이다. 대부분의 엔지니어들이 산업계에 종사하고 있으며 변호사, 교사 등과 달리 엔지니어들은 그들의 서비스를 제공하는 사람들과 일대일로 접촉하지 않기 때문에 일반인들은 대부분의 엔지니어가 하는 일이 무엇인지 잘 알지 못하며 중등교육을 받고 있는 학생들(부모 및 조언자들까지도) 역시 공학 교육이 제공하는 것이 무엇인지, 공학이 사회에서 담당하는 역할이 무엇인지 제대로 알지 못한다. 따라서 공학과 관련한 상징적 이미지를 만들어 내어 대중이 이를 직접적으로 인지하고 긍정적으로 반응할 수 있도록 하는 것이 필요하다. 여기서 “상징”은 공학 교육 선택, 그 결과 얻게 될 향후 진로, 지속적으로 학습하는 사람들의 모습 등을 간단하게 이미지화하여 포함하는 것이어야 한다.

본 보고서는 공학교육개혁과 관련한 대화의 시작을 유도하고자 시작되었으나 1단계 보고서에서 제기된 교과 과정에 대한 과제를 포함, 보다 폭 넓은 문제에 대해 제언을 담고 있다. 또한 공학교육을 하나의 시스템이자 전체 시스템의 한 부분으로 보고, 공학 전반과 관련해서는 중요한 요인이지만 공학 분야로의 진출을 고려하는 중등 교육 단계의 학생 및 그들이 공학 교육을 선택하도록 준비시키는 일의 관점에서는 직접적 영향 요인이 아닌, 공학에 대한 대중의 이해 증진, 기술 관련 교양 수준의 향상, 유치원부터 고등학교까지 교육 과정(K-12 education) 등과 같은 관련 요인들까지도 보고서에 포함하도록 하였다.

<Part 5, Recommendations>

공학교육시스템 개혁 관련 제언

1. 이수과목에 따라서 그리고 학생 본인의 직업 희망을 반영하여, 학사 학위는 “Preengineering Degree” 혹은 공학 분야의 문학사(Bachelor of Art in Engineering)가 되어야 함
 - 공학을 전공한 학생은 뛰어난 기술 능력은 물론, 팀워크, 의사소통, 도덕적 추론, 분석능력 등을 모두 가지고 있어야 함. 인문학, 경제학, 정치학, 언어 및 기타 융합 학문에 대한 이해 없이는 대중과 의사소통 할 수 없고 세계 시장에서 경쟁할 수도 없으며 평생토록 학습할 수 있는 훈련 또한 되지 못함
2. ABET는 한 학과 내에서 동일한 이름으로 개설되어 있는 학사 과정 및 대학원 과정 공학 프로그램에 대해 인증해 줌으로 “전문” 석사 학위 교육을 통해 공인된 엔지니어 “석사”를 배출할 수 있도록 해주어야 함
 - 기업 및 사회는 엔트리 레벨(entry-level)의 엔지니어와 보다 상위 단계의 정규 교육을 통해 공학 분야에 대한 전문 지식을 가진 엔지니어의 차이를 인정하고 이를 보상해 주어야 함. 학부 과정만으로는 특정 전문 분야에 대한 적절한 지식을 갖출 수 없기 때문. 전문가로서 엔지니어의 지위를 향상시키기 위해서는 교육 기관에서 인증된 “전문” 석사 학위 프로그램을 개설하여 이들이 실무 능력을 갖출 수 있도록 하는 것이 필요함
3. 공과대학은 학사 과정에 있어 새로운 교육 모델을 시도할 수 있도록 성과에 기반한 평가시스템이 보다 융통성을 가지도록 해야 함. ABET 역시 해당 교육 기관이 주어진 지침을 얼마나 엄격하게 준수했느냐가 아니라 교과 과정에 있어 얼마나 혁신적이고 실험적인 시도를 했느냐를 고려하여 평가해야 함
 - 정보기술의 발전 및 공과대학에서 개발 중인 다양한 교육 모델의 확산 등을 통해 A 기관의 공학 프로그램이 B, C 기관의 온라인 과정 및 D 산업

체에서의 인턴십 등과 통합을 통해 이루어지는 경우 등도 생겨날 수 있음. 이러한 가상 모델은 전통적인 접근법이 아닌 새로운 접근에 대한 시도로, 연구단의 제안으로부터 아이디어를 얻을 수 있음

4. 4년제 공학 교육 교과과정에 있어 어떠한 접근 방법을 취하든지 관계 없이 공학의 핵심 부문인 설계, 성능 예측, 제조, 실험 등의 반복 과정은 대학 1학년 과정을 포함, 교과과정의 가장 초기 단계에서부터 가르쳐야 함

➡ NSF 공학교육연구단의 실험에 따르면, 학부 초기 단계에서부터 공학 설계, 문제 해결 및 공학을 통한 사회 봉사 등에 관해 배운 학생들의 경우 공학 전공을 끝까지 마치려는 경향이 더 많은 것으로 나타남. 이는 여성 및 소수민족의 경우도 마찬가지임. 따라서 대학 1학년을 “성패를 결정하는” 시기로 보고 공학 기회를 당연한 현상으로 수용하는 것은 학생과 교수 모두에게 바람직하지 못함

5. 공대 학장 협의회(Engineering Deans Council) 등의 공학 교육 기구는 교수들이 학부 학생들과의 관계를 향상시키고 그들의 학습 방법을 이해하고 교육적으로 그들의 흥미를 이끌어 낼 수 있는 방법을 알아내고자 공학 교육과 관련한 연구를 수행하는 것에 대해 이를 가치 있는 것이며 바람직한 것으로 인정해 주어야 함

➡ 교과 과정, 교수법, 지원 서비스 등을 포함한 공학 교육의 변화는 이에 대한 연구 및 학습에 기초하여 이루어져야 함

6. 각 대학은 산업체 경력의 요구 등 교수의 자격 요건, 임명 기준, 장래성 등과 관련한 새로운 평가 기준을 마련해야 함. 또한 공대 교수들의 전문성 향상을 도울 수 있는 개발 프로그램 또한 마련해야 함

➡ 공학교육과 실제 현장에서의 공학 간의 차이를 배우는 것이 필요함. 모든 교수가 “n”년의 산업체 경력을 가져야 한다는 것은 아니지만 학생들

에게 실제적으로 공학을 가장 잘 전달하기 위해 교수진을 구성할 때 어떠한 조합을 만들 것인가는 각 학교에서 보다 철저히 검토해야 하는 문제임. 교과 과정 혹은 정규과정과의 병행뿐 아니라 공대 교수들이 산업 연구, 제품 설계, 생산 등에 참여하여 경험을 쌓도록 장려하는 것도 필요함

7. 공과대학은 학생들에게 교과 내용을 전달함과 동시에 학습 방법을 가르쳐야 함. 또한 이들의 평생 학습을 위해 전문 기관과 협력하여 경영대학의 최고 경영자 과정(Executive MBA) 등과 같은 기술 관련 집중 과정을 개설하는 등 지속적인 지원 역할을 담당해야 함

➡ 오늘날 첨단 기술의 수명은 몇 년밖에 되지 않는 반면 세계 경제는 급속히 발전하고 있으며 공학 관련 서비스 시장 역시 역동적으로 움직이고 있음. 따라서 세계 경제의 흐름을 읽어 낼 수 있는 능력 및 지속적으로 학습을 할 수 있는 능력이 부족한 경우 도태될 수 있음

8. 공과대학은 여러 분야의 학제간 융합 과정을 대학원 과정에서만 개설하는 것이 아니라 학부 과정에서부터 제공해 주어야 함

➡ 실제 현실에서 일어나는 문제는 어느 한 학문 분야에만 국한되어 일어나는 것이 아님. 따라서 학부 과정의 학생일지라도 실제 문제와 관련하여 여러 학문이 어떻게 관련되어 있는지에 관하여 피상적인 수준에서라도 알고 있어야 함

9. 공학 교육을 담당하는 사람들은 공학 분야의 성공 및 실패 사례에 대한 사례 연구 자료를 개발하여 학부 및 대학원 과정에서 수업자료로 활용하여야 함

➡ 일반적으로 실패 사례에 대한 지식은 축적되지 않는데 이는 엔지니어들로 하여금 같은 실수를 반복하게 할 수 있음. 성공한 경우라도 성공을 이룰 수 있었던 실질적인 요인이 무엇인지를 정확히 구분해 내는 것은 쉽지 않으므로 무조건 기존의 성공 사례를 같은 방법으로 반복하는 것은 잘못된 것임. 따라서 성공을 유도하고 실패를 피

하기 위해서는 기존의 사례를 제대로 분석하는 것이 필요함

10. 4년제 공과대학은 지역의 전문대학(communitry college)과의 협력을 통해 전문학교에서 이루어지는 2년제 프로그램이 가능한 잘 조직되어 효과적으로 운영되도록 그 책임을 담당해야 함

➡ 약 40%의 공학 학사 학위자는 지역 전문대학 재학 경험을 가지고 있음. 소득 수준이 낮은 학생들에게는 이들 대학이 공학 교육을 받는 중요한 수단이 됨. 따라서 이들 학교와 4년제 대학 간의 연계를 위한 기준을 마련하는 것은 보다 많은 잠재적 공학 전공 학생을 확보하는 수단이 됨

11. 미국의 공과대학은 국내 공학 전공 학생들이 관련 석사 및 박사 학위를 계속하도록 장려하고 이를 보상할 수 있는 프로그램을 개발해야 함

➡ 미국의 우수한 대학원 교육을 받고자 각국에서 학생들이 몰려오고 있으며 이들의 경쟁도 치열해지고 있음. 그러나 자국 학생들을 방치해서는 안됨. 학부 과정에서의 경험을 활성화할 수 있도록 공학 교육을 개선한다면 보다 많은 자국 학생들의 공학 관련 석박사 학위 취득을 유도할 수 있을 것

12. 공과대학은 고등학교까지의 과정(K-12 level)에 있어 수학, 과학, 공학 교육을 개선하려는 국가의 노력에 동참하여야 함

➡ 중고등학교의 우수한 학생들을 유치하기 위해 각 대학은 학생들이 공학 전공을 선택한다면 교육을 위한 기회가 많다는 사실을 알리는 역할을 해야 함. 지역 단위로는 학생들의 공학 교육 특징에 대한 이해를 돕고자 Project Lead the Way, the Infinity Project 등과 같은 활동을 하고 있음. 따라서 이들 프로그램 등으로부터 성공 사례를 공유하고 이를 확산하는 것이 필요함

13. 공학교육기관은 공학에 대한 대중의 이해 증진 및 공학 관련 기초 교양 수준의 향상을 위한 국가의 노력에 동참하여야 함

➡ 일반인에게 엔지니어가 하는 일이 무엇인지, 그리고 삶의 질 향상과 관련해 엔지니어가 담당하는 역할이 무엇인지를 알리는 것은 공과대학에게도 유익한 일임. 일반인의 공학관련 기초 상식이 부족한 국가는 21세기 기술 주도형 세계 경제 속에서 경쟁할 수 없음

14. 미 과학재단은 공학 관련 학과 및 공과 대학의 프로그램 운영 철학, 학생들의 성과, 성별 및 인종에 따른 학생들의 학업 유지 비율, 학생들의 학업 중단 혹은 전공 변경 이유 및 전환하려는 전공, 입학생 중 졸업생 비율, 학위 취득에 소요되는 시간, 취업 정보, 대학원 진학 등과 관련한 데이터를 직접 수집하거나, ASEE 혹은 EWC(Engineering Workforce Commission) 등의 관련 데이터 수집을 지원 하여야 함

➡ 해당 분야의 전문가인 교수들과 달리 학생, 학부모, 지도 교사 등은 각 학교의 교과 과정의 차이 및 교육 방법의 차이 등에 대해 잘 알지 못하여 따라서 어떤 학교가 학생에게 가장 적합한 특성을 가지고 있는지 알기 어려움. 공학 교육의 가치를 알리는 시도에서라도 공학에 관심을 가지고 있는 학생들에게 선택을 위한 정보를 제공해 주는 것이 필요함

기획: 배영찬 편집위원장 ycbae@hanyang.ac.kr