

공학교육 혁신을 위한 논의, 세계 대학의 혁신 사례를 중심으로



이영태
한국교육과정평가원 부연구위원
leeyt@kice.re.kr

한양대학교 공학교육혁신센터 전담연구원
경희대학교 융합교육센터 & 교수학습지원센터 연구교수

관심분야: 공학설계교육, 창의융합교육, MOOC

최근 들어 세계의 많은 대학들은 ‘대학교육의 혁신’을 위해 많은 노력을 기울이고 있으며, 빠르게 변화될 사회 환경에 대비하기 위한 전환기를 맞이하고 있다. 특히 한국의 대학은 급격한 노령화와 인구절벽(Demographic Cliff), 이에 따른 학령인구의 급감, 그리고 치열한 대학 경쟁 등으로 혁신의 기로에 직면해 있으며, 대학의 목표와 특성을 살릴 수 있는 수월성 교육으로 혁신을 도모하기 위해 많은 투자와 실험을 하고 있다.

공과대학도 이공계의 위기에 직면하게 되면서 전환기를 맞이한 적이 있다. 2001년 ‘이공계의 위기’라는 용어가 처음 등장하기 시작하면서, 신문과 방송 등 언론매체에서 집중적으로 이공계의 위기를 사회적 이슈로 다룬 적이 있다. 최근에 들어서도 ‘서울대 공대 대학원 첫 미달’, ‘이공계 기초학력 능력의 저하’, ‘공과대학, 여전히 전통적인 교수학습 방법 고수’ 등 우리는 또 한 번의 공학교육 위기에 직면하고 있다는 생각이 든다.

지금까지 대학들은 패러다임의 전환 속에서도 사회에서 요구하는 인재를 양성하고 미래 산업을 창출함으로써 국가경쟁력 향상에 기여해 왔다. 특히 공학교육은 4차 산업혁명시대를 대변하고 있는 지능정보사회에 대비하기 위한 창의·융합적 인재 양성에 앞장서 왔으며, 국가경쟁력 제고에 많은 성과를 이루어왔다. 그러나 이러한 대학

들의 노력에도 불구하고 대학들은 또 한 번 대학교육의 혁신을 도모해야 할 기로에 서 있다.

대학교육의 혁신 방안을 논하기 위한 방법으로 세계 우수한 대학들의 혁신 사례를 소개하고자 한다. 특히 대학교육 혁신 사례의 시사점으로부터 새로운 교수학습방법과 교육과정 등 공학교육의 혁신 방안에 대해 구체적으로 논하고자 한다.

학제 간 융합 연구와 지역 인프라 연계를 통한 시너지대학, 독일 드레스덴 공대

드레스덴 공대(TU Dresden)는 2012년 독일 정부가 뽑은 우수대학 중 하나로 선정된 바가 있다. 드레스덴 공대는 독일의 드레스덴 시에 위치한 대학으로 공과대학의 정체성에 기반을 두고 공학, 자연과학, 의학, 인문 사회 과학 등 4개 주요 과학 분야를 융합하며 연구중심 대학으로 도약하기 위한 혁신을 도모하고 있다.

드레스덴 공대는 지역사회 연계를 강조한 시너지(synergy)전략과 학제 간 융합 연구와 교육특성화로 세계적인 주목을 받고 있다.

먼저 드레스덴 공대는 대학기관 전략 목표를 시너지대학(The Synergetic University)으로 선정하여 지역 사회 연계를 위한 조직의 협력을 강조하고 있다. 드레스

덴 공대는 드레스덴 시에 위치한 국립 연구소, 기업 산하 연구기관, 문화 단체 등과 연구와 교육의 협력을 강조하기 위해 연구, 교육, 인프라, 행정 등 대학 구조를 개선하고, 이를 대학기관의 발전 전략으로 삼고 있다. 이를 실천하기 위해 대학은 드레스덴 시와 기업체가 운영하는 산업 연구소와 과학기술 연구소를 적극적으로 유치하여 드레스덴 시와 협력을 이뤄냄으로써 집중적인 지원을 받고 있다. 이는 대학-지역사회 연계협력의 대표적인 시너지 효과로서 드레스덴 공대 졸업생의 취업 문제의 해결뿐만 아니라 지역경제 성장의 대표적인 사례로 알려져 있다.

또한, 드레스덴 공대는 독일의 우수 대학 육성 정책에 따라 학제간 융합 연구 환경을 구축하기 위한 우선 연구 분야(Research Priority Areas)를 선정하고 우수 클러스터 분야의 센터와 대학원을 설립하여 운영하고 있다. 특히 학제간 융합 연구를 장려하기 위한 드레스덴 공대의 대표적인 혁신사례는 Wissensarchitektur 지식 설계 연구소(Laboratory of Knowledge Architecture)의 설립이다. 이 연구소는 드레스덴 공대의 수월성 교육을 기획하고 운영 및 관리하는 조직으로써 학제간 융합 연구에 대한 설계와 컨설팅을 담당하는 학제간 융합 씽크 탱크이다. Wissensarchitektur 지식 설계 연구소는 우리사회가 직면한 문제를 학제간 융합 연구 방식으로 해결하기 위한 학술대회, 세미나 등을 적극적으로 홍보하고, 학제간의 연결점을 탐구하기 위한 전문적인 트레이닝 과정과 학과 교육을 전담하고 있다.

개별 맞춤형 교육의 실현, 미국 애리조나 주립대학교

최근 3년간 US News & World Report는 ‘가장 혁신적인 대학(The most innovative schools)’의 1위로 애리조나 주립대학교를 선정하였다. 애리조나 주립대학교는 4개의 캠퍼스와 1개의 온라인 캠퍼스를 가진 대규모 주립대학교이다.

애리조나 주립대학교는 교수학습 방법의 혁신을 주도하고 있어 교육계의 주목받고 있다. 대표적인 예로,

개별 맞춤형 학습을 지원하는 eAdvisor 시스템이다. eAdvisor 시스템은 재학생의 학습수준과 특성을 분석하여 적응적으로 지도하는 시스템으로 재학생의 중도탈락률을 줄이고 전공을 이수하기 위한 기초학력 강화와 수강과목 관리 등의 개별 맞춤형 학습정보를 제공하고 있다. 특히 eAdvisor 시스템은 학습관리시스템(Learning Management System)으로서 신입생의 입학정보를 바탕으로 교육과정 로드맵 작성을 지원하고, 로드맵에 따른 학생들의 출석과 학습 진행상황, 과제 제출 등을 종합적으로 관리하고 판단하여 학습이 뒤처지는 경우 경고를 주는 등 지속적인 피드백을 제공하도록 설계되어 있다. 또한 주 전공과 함께 학습이력을 분석하여 개인 학습자에 맞는 5개의 추가 전공에 대한 정보를 제공하여 학생이 관련 강의를 수강할 수 있도록 과목을 추천하기도 한다. 이러한 시스템을 통해 학생들은 자신의 상황과 특성에 최적화된 다양한 과목을 폭넓게 경험할 수 있는 기회를 제공하고 있다. 참고로 조지아 주립대학교는 800개에 이르는 학업중단 위험 지표를 개발하여 학업중단 가능성이 높은 학생을 대상으로 예방 프로그램을 운영하고 있다.

대학 간의 연계를 위한 11개 대학 컨소시엄, University Innovation Alliance

미국 내 11개 대학의 컨소시엄인 University Innovation Alliance는 대학교육 혁신 모델을 공동고민하고 성공적인 사례를 공유하기 위한 목적으로 구성되었다. University Innovation Alliance는 Arizona State University, Oregon State University, UC Riverside, University of Texas at Austin, University of Kansas, Iowa State University, Purdue University, Michigan State University, Ohio State University, Georgia State University, University of Central Florida 등의 대학들로 구성되어 있으며, 성공사례나 대학교육의 효율성을 높이기 위한 방안을 평가하고, 이를 통해 입증된 대학 혁신 모델을 개발하고 공동으로 운영

하고 있다. 특히 신입생을 위한 MOOC(Massive Open Online Course) 강좌의 공동운영 및 학점인정 제도, 대학교육 혁신을 주도할 전담 조직구성, 새로운 교육과정 중심의 학과 조직 개편 등에 대해서 시범적으로 적용 및 논의하고 있다.

주제탐구 기반의 학생 중심 교육과정 개발, 미국 포트랜드 주립대학교

포트랜드 주립대학교는 2017년 US News & World Report가 선정한 혁신 대학으로 다른 대학들과 다르게 교육과정을 학년별로 특성화하여 교육의 본질적인 측면에서의 혁신을 도모하고 있다는 평가를 받고 있다.

포트랜드 주립대학교의 교육과정은 일반 대학들의 기초-입문-요소-심화과정인 1학년 Freshman Inquiry, 2학년 Sophomore Inquiry, Upper Division Cluster, Senior Capstone 과정으로 구성되어 있다. 1학년 Freshman Inquiry 과정은 학생들이 다양한 학문영역을 경험할 수 탐구 주제를 선정하고 다양한 학문영역에 대해 연구하고 토의하고 작문할 수 있는 능력을 향상시킬 수 있도록 학습활동이 구성되어 있다. 2학년 Sophomore Inquiry 과정에서 학생들은 3개의 강좌를 선택하고 선택된 강좌의 주제를 중심으로 학제간 융합 능력을 학습할 수 있도록 구성되어 있다. 이러한 2년간의 연구 교육과정을 통해 학생들은 작문, 연구, 토론, 컴퓨터 활용, 탐구 능력 등 전공에서 요구하는 필수적인 기본적인 능력을 습득해야만 한다. Upper Division Cluster 과정은 학생이 선택한 주제에 대해 개별적으로 연구를 수행할 수 있도록 구성되어 있다. 마지막 Senior Capstone 과정은 지역사회의 문제를 해결하기 위해 서로 전공이 다른 학생들이 팀을 구성하여 프로젝트를 수행할 수 있도록 구성되어 있다. 이러한 교육과정은 주제 탐구 중심의 학제간 융합적 접근방법에 기반을 둔 학생 중심의 교육과정 설계의 대표적인 혁신 사례로 대두되고 있다.

Co-op, Service Learning, Student Research 프로그램의 연계를 통한 체험학습 혁신, 노스이스턴대학교와 유타 밸리 대학교

노스이스턴대학교와 유타 밸리 대학교는 참여형 학습 프로그램으로 혁신을 한 대표적인 사례이다. 노스이스턴대학교와 유타 밸리 대학교는 체험을 통한 참여형 학습 프로그램으로 기업과 학생 협력 인턴십인 Co-op 프로그램, 수업에서 배운 지식이나 기술을 지역사회 봉사활동으로 연계하여 실제적으로 적용하고 응용하는 Service Learning 프로그램, 학부생들의 관심 분야를 해당 교수들과 연구할 기회를 제공하는 Student Research 프로그램 같은 연계 교육과정을 개발하여 운영하고 있다는 공통점을 가지고 있다. 이러한 체험을 통한 참여형 학습 프로그램은 우리나라에서도 운영하고 있는 대학이 일부 있으나, 일회성에 그친 교과목 단위에서 운영되고 있다는 점에서 한계를 지니고 있는데 반해, 노스이스턴대학교와 유타 밸리 대학교의 참여형 학습 프로그램은 체험활동을 학습과 연계시켜 운영하고 있다는 점에서 혁신사례로 선정하고 있다. 특히 학생의 전공과 관련 없는 봉사활동 프로그램과 달리 봉사-학습 연계 프로그램인 Service Learning 프로그램은 수업시간에 배운 지식이나 기술을 적용하고 평가하는 심화학습의 목적이 있다는 점이 교육 혁신의 차별적 전략으로 평가받고 있다.

혁신 대학들이 주는 공학교육 발전을 위한 시사점

독일의 드레스덴 공대의 사례에서와 같이, 공과대학의 수월성은 실험과 실습을 통해 실무 및 연구역량을 높이는 것이다. 이를 위해 공과대학은 지역에 위치한 국가기관 연구소나 민간 연구소와의 협력을 강조하고, 집중적인 클러스터 분야를 우선 선정하여 공과대학생의 실무역량을 강화할 수 있는 교육과정을 개설하고, 지역사회로부터 예산의 지원과 졸업생 취업 등을 통한 지역사회의 성장에도 이바지할 수 있는 모델을 구축해야 한다. 또한 Wissensarchitektur 지식 설계 연구소와 같이 학제간

융합 연구와 교육을 전담하는 교육기관을 조직하는 것도 하나의 방안이다. 최근 몇 년간 산학협력단이나 공학교육 혁신센터를 중심으로 학제간 융합 연구와 교육을 일부 진행하고 있으나, 가교적인 위치에서 학제간 연구와 교육을 기획하고 운영을 전담하는 전문적인 조직을 설립하여 학제적 융합연구와 교육의 수월성을 높일 수 있을 것이다.

애리조나 주립대학교는 지능정보기술을 고등교육에 적용한 대표적인 사례이다. 지능정보기술이 우리 사회의 변화를 유도할 것이라는 점에서 대학교육의 혁신방향을 제안해주고 있다. 학생의 데이터를 기반으로 개별 맞춤형 학습을 제공한다는 측면에서 학업 중단 위기 학생들의 중도탈락률을 감소시킬 수 있는 대안적인 방안뿐만 아니라 전공이나 학습에 대한 즉각적인 피드백을 통해서 학습에 대한 흥미와 관심을 지속시킬 수 있는 방안으로 제시될 수 있다. 이러한 개별 맞춤형 학습시스템은 공학교육인증제도에서 요구하는 학생상담이나 관찰, 이수체제 관리, 학습자료 관리 등 교수들의 업무 절감에도 활용될 수 있을 것이며, 대학기관의 교수학습센터와의 협력을 통하여 효과적·효율적으로 구축할 수 있을 것이다.

University Innovation Alliance는 최근 지역사회의 연계만을 바라보는 관점에서 벗어나 대학 간의 연계를 강화할 수 있는 방안을 제시하고 있다. 최근 우리나라에서도 일부 대학 간MOOC를 중심으로 학점 인정제도를 공동으로 운영하거나 신입생을 대상으로 온라인 강좌를 공동으로 개발하는 사례가 증가하고 있다. 또한 공학교육의 특징은 체계적인 교육과정에 있듯이, 학생이 공학교육의 체계적인 교육과정을 이수하기 할 수 있도록 다양한 교육의 기회를 제공해야 한다. 이를 위한 하나의 방법으로 공학교육 신입생에게 온라인 강좌를 제공하여 전공이나 학습에 대한 장기적인 로드맵을 작성할 수 있는 기회를 제공하거나 예비대학생이나 재학생들의 기초학력을 증진시키기 위한 보조적인 수업을 제공하거나 졸업 예정자를 위한 교육서비스를 제공하는 측면에서 대학 간의 온라인 강좌의 공동운영은 대학의 재정을 효율적으로 운영하고 공학교육의 서비스를 향상시킬 수 있는 하나의 방

법으로 제시될 수 있을 것이다.

교육은 교육목표의 달성을 위한 교육과정, 교수진, 학생, 학습환경 등 여러 구성 요소의 체제성에 기반을 두고 있다. 포트랜드 주립대학교는 대학기관의 교육목표를 달성하기 위한 기본적인 전략을 교육과정 혁신의 차원에서 접근하고 있어 전통적인 교육과정의 틀에서 벗어나 학생이 스스로 교육과정을 설계한다는 점에서 대학교육 혁신방안에 많은 시사점을 제공하고 있다. 공학교육에서 교육과정 상의 특징은 교과목 간의 체계성에 있다. 이는 공과대학의 교육목표를 달성하기 위해서는 교육과정이 체계적으로 구성되어야 함을 의미한다. 이와 같이 교육과정은 학생의 수준이나 체제에 근거하여 각 단계별 목표에 맞게 개발되어야 하며, 학생이 스스로 주제를 탐구하고 선정하는 연구할 수 있는 학생 중심의 교육과정도 하나의 대안으로 논의되어야 한다.

노스이스턴대학교와 유타 밸리 대학교처럼, 우리나라의 많은 공과대학에서도 실무역량을 습득하고 적용하기 위한 참여형 체험학습 프로그램을 운영하고 있다. 그러나 대부분의 공과대학에서 운영되고 있는 참여형 현장학습 프로그램은 교과목 단위에서 다루고 있기 때문에 학부과정에서의 교육과정으로서 학습의 연계를 강조하기에는 한계가 있다. 공학교육에서 실무역량을 향상시키기 위해서는 장기 인턴십과 같은 물리적인 시간만을 확대하기 보다는 관련 프로그램을 연계하는 교육과정으로 재설계하여 공학교육의 참여형 체험학습 모델로 개발되어야 할 것이다.

지금까지 살펴본 대학의 혁신 사례들을 통해서 지역사회 연계의 강화, 학제간 융합연구와 교육을 전담하는 조직구성, 지능정보기술을 통한 학습관리시스템 도입, 온라인 강좌의 공동 운영, 학생 중심의 교육과정 설계 등 현재 공학교육이 직면하고 있는 문제들을 해결하기 위한 대안적 방안에 대해 논하였다. 이러한 대학의 혁신 사례의 시사점을 통해 우리나라 공학교육의 혁신모델을 개발하고 공학교육의 수준을 한층 더 높일 수 있기를 기대해 본다. 