

# STEAM과 공학교육



**백윤수**

연세대학교 기계공학부 교수  
ysbaek@yonsei.ac.kr

전 학교법인 연세대학교 법인본부장  
전 연세대학교 미래전략실 위원  
전 연세대학교 입학처장  
전 삼성중공업 메카트로연구센터 수석연구원

관심분야: Robotics, STEAM, Wearable Devices

우리나라는 후손들을 위해 현세대가 무엇을  
하여야 하는가에 대한 답을 구해본 적이 있는가?

## 들어가면서

대학교 2학년 때 공작실습이라는 교육과정이 있었다. 그 수업에서는 수기가공, 선반가공, 용접 및 드릴링 등 기본적인 공작기계 및 활용법에 대해 배울 수 있는 기회가 주어졌다. 지금은 왜 안 가르치는지는 모르겠으나. 이 수업에서 열가공을 통해 연탄집게를 만드는 수업이 있었다. 이 과정을 통해 학생들은 연탄집게를 만드는데, 성공한 경험을 느꼈다. 왜냐하면, 비록 대단한 물건은 아니었으나, 후에 우리가 만든 연탄집게가 시장을 통해 팔렸다는 사실을 접하고 나서는 우리가 만든 물건을 실제로 팔 수 있다는, 즉 가치를 창조할 수 있다는 경험이었기에, 학생들이 서로 서로가 격려하는 분위기가 형성되고 보다 나은 수업 분위기를 느끼게 되었다. 이때에 느낀 감정을 우리 학생들에게 느끼게 할 수는 없을까? 그에 대한 답을 STEAM에서 찾고자 노력하였다.

## STEM/STEAM 교육의 시작

1990년대 중반에서 말에 미국 NSF에서 STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) 분야를 통틀어 이야기할 때 사용되던 용어였는데, 2005년에 부시 대통령이 법령을 선포(AMERICA COMPETES ACT)하여 STEM 분야에 대한 인력양성을 위해 10만 명의 교사를 양성하는 프로그램이 추진되었다. 이 법령이 선포되기까지 있어 미국의 국가경쟁력 위원회에서는 차세대에도 미국이라는 국가가 세계에서 1 등의 국가이기 위해서는 현세대에서는 무엇을 하여야 하

는가에 대한 질문을, 미국 각 계의 설문과 연구 및 토론을 거쳐 이루어진 결과물이다. 이 위원회에서 언급한 내용 중 주요 내용은 미국이 추구하는 국가는 과학기술강국으로서 경제대국과 군사대국을 지향한다는 개념을 밑에 깔고 있다. 더불어, 공학(Engineering)은 이제는 더 이상 고등교육기관인 대학만의 교육내용이 아니라, 초·중등 교육으로도 확산하는 계기를 만들어 주었음은 매우 의미가 있다고 판단된다.

는 교육부에서 STEM에다가 Arts를 더한 STEAM으로 방향을 설정하였으며, 초기에는 Yakman의 STEAM 모델을 많이 거론하였다. Yakman의 모델은 Arts를 포함하였으나, 그 이전에도 미국에서는 STEAM 모델이 존재하였다. 이 모델에서는 Arts를 Fine Arts로 국한하였지만, Yakman의 Arts는 Fine Arts에서 Liberal Arts로 확대한 점에서 Yakman 모델의 의의가 있으나, 공학에 대해서는 매우 미흡한 수준이었다. 즉, 공학을 단순히 학

### 우리나라에서의 STEAM 교육이란?

우리나라에서의 STEAM 교육은 미국이나 여러 유럽 국가에서 진행되는 STEM 교육 또는 STEAM 교육과 같은 맥락에서 이해를 할 수 있는 교육전략이다. 우리나라

다행히도 2011년도부터 연구된 우리나라의 STEAM 교육의 철학과 교육전략은 현재도 진행되고 있으며, 앞으로도 더욱 진화되어 가고 있다.

표 1. STEAM 수업교육의 구성 및 진행 과정

수업 단계	소요 시간	교수 학습 내용		수업 자료	
		수업 활동	감성적 체험		
상황 제시	5분	<ul style="list-style-type: none"> <li>○동기유발</li> <li>-교내 하이브리드 자동차 경주대회 공고문을 보고 대회에 참가하기로 결정됨</li> <li>○학습목표 제시</li> <li>-주어진 미션을 수행할 수 있는 하이브리드 자동차를 창의적으로 제작할 수 있다.</li> </ul>	몰입, minds-on	교재	
창의적 설계	필요 발견	5분	<ul style="list-style-type: none"> <li>○하이브리드 자동차 대회에 참가하기 위해 자동차를 제작해야 할 필요를 느낌</li> </ul>	몰입	교재
	문제 정의	10분	<ul style="list-style-type: none"> <li>○하이브리드 자동차 대회의 미션 및 우승 조건</li> <li>-정해진 코스는 직선 주로이며, 태양광 차단 구간과 풍력제공 구간이 존재</li> <li>-차량은 반드시 하이브리드(에너지원 2개 이상)자동차로 제작되어야 하며, 배터리는 사용할 수 없다.</li> <li>-자동차의 규격을 만족하며 정해진 코스를 통과하는 대로 순위를 산정한다.</li> </ul>	몰입	교재
	제품 설계	20분	<ul style="list-style-type: none"> <li>○활동1(자동차 설계를 위한 아이디어 회의)</li> <li>-자동차 경주대회의 조건을 인식하고 자동차의 재료, 외관, 성능 조건 등을 구체적으로 논의</li> <li>○활동2(외관 설계)</li> <li>-외관설계를 할 때 특히 에너지원을 어떻게 이용할 것인지에 대한 배치를 잘 나타낼 수 있도록 주의</li> <li>○활동3(동력전달계 설계)</li> <li>-동력 전달계를 설계할 때 최대한 동력의 손실을 막을 수 있도록 주의 시키며, 특히 다양한 동력 전달 방법을 모색할 수 있도록 유도</li> <li>○활동4(제품 개발계획서 작성)</li> <li>-차량 제작을 하기위한 마지막 단계이므로 최대한 자세하고 명료하게 작성할 것을 지도</li> </ul>	몰입, hands-on 성취의 경험, 배려	교재 차량제작 준비물 스마트폰
	제품 산출	20분	<ul style="list-style-type: none"> <li>○활동5(제작과정 작성)</li> <li>-제작과정을 기록과 사진으로 남겨 피드백 자료로 활용할 수 있도록 한다.</li> <li>○활동6(시운전)</li> <li>-시운전을 통하여 차량의 장점과 문제점을 파악하고 보완할 수 있는 기회를 준다.</li> </ul>	몰입, hands-on 성취의 경험, 배려, 자기평가	교재
평가/보상	5분	<ul style="list-style-type: none"> <li>○평가방법</li> <li>-자동차 제작 평가와 경주대회 순위의 합산으로 평가</li> <li>○보상</li> <li>-자동차 제작 평가와 경주대회 합산 점수가 높은 순서대로 시상</li> </ul>	평가/보상 반성, 재도전		

과분류나 연구대상의 개념에 따라 분류하는 수준이었다. 따라서 공학에 대한 관통개념이 전혀 반영되지 않았다.

우리나라는 후손들을 위해 현세대가 무엇을 하여야 하는가에 대한 답을 구해본 적이 있는가? 이에 대한 답이, 아마도 교육과정의 변화와 그에 따른 많은 교육에 대한 활동을 그 노력의 일부라고 할 수는 있겠으나, 교육에 대한 이슈가 정치화됨으로 인해서, 정권의 변화와 밀접한 관련이 있다고 보여진다. 따라서 100년 앞을 내다보는 교육정책은 참으로 제시하기가 어렵다고 판단된다. 그러나 다행히도 2011년도부터 연구된 우리나라의 STEAM 교육의 철학과 교육전략은 현재도 진행되고 있으며, 앞으로도 더욱 진화되어 가고 있다. STEAM 교육은 초기에 융합인재교육이라고 명명되었으며, 이제는 융합교육이라고도 불리지며, 모든 교과목들에서 융합교육을 할 수 있도록 안내가 되고 있다.

2012년에 보고된 STEAM에 대한 기초연구보고서에, 우리나라의 STEAM 교육은 기본적으로 수업시간의 진행에 따라 상황제시와 감성적 체험(Emotional Touch)이 진행되며, 이후에 창의적 설계(Creative Design)와 평가/보상이 진행되게끔 설계가 되어 있다(표 1.). 여기에서 상황제시는 왜 이 문제를 학생들이 해결하여야 하는가에 대한 동기와 관련된 부분으로서, 이 부분을 거쳐 이 문제가 나의 문제로 인식되어야 하며, 이 문제를 내가 풀어야겠다는 의지가 생기게끔 디자인되어야 한다.

**세로축으로 표시된 감성적 체험은 여러 가지 감정들 중에서도 긍정적 감정을 학생들에게 유도해주어야 하는 과정으로, 학생들이 각 단계를 거칠 때 느낄 수 있는 감정을 진단하고 그 감정을 어루만져서 긍정적 감성으로 유도하는 과정이다.**

그리고 세로축에 표현된 창의적 설계는 공과대학에서 진행되는 Capstone Design과 유사하다. 다만 여기서 창의적 설계의 산물로는 지식, 작품, 또는 제품이라는 3개

의 카테고리에 들어가도록 유도하고 있다. 표 1.에서는 제품을 산물로 하는 경우를 보여주고 있다. 따라서 창의적 설계의 개념은 공학 교육에 있어서의 관통개념이기에, 이 과정은 자연스럽게 공학의 기본 틀에 따라 사고를 하게 된다. 또한, 세로축으로 표시된 감성적 체험은 여러 가지 감정들 중에서도 긍정적 감정을 학생들에게 유도해주어야 하는 과정으로, 학생들이 각 단계를 거칠 때 느낄 수 있는 감정을 진단하고 그 감정을 어루만져서 긍정적 감성으로 유도하는 과정이다. 이는 곧 Arts의 관통개념이어서, 결국 그 어떤 주제라 하더라도 창의적 설계와 감성적 체험의 과정을 거친다는 것은 Engineering과 Arts의 관통개념으로 자연스럽게 융합이 되도록 설계가 되었다.

이러한 융합개념이 우리나라의 STEAM 교육이 갖고

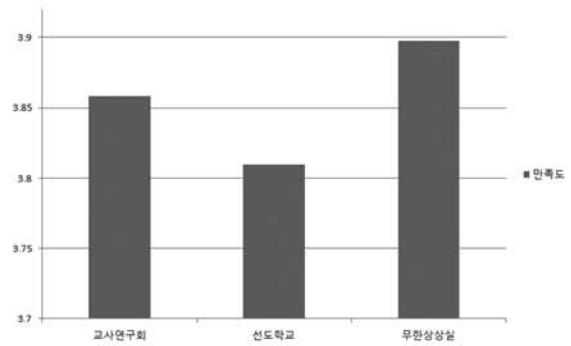


그림 1. 2019년 STEAM 사업주체별 만족도

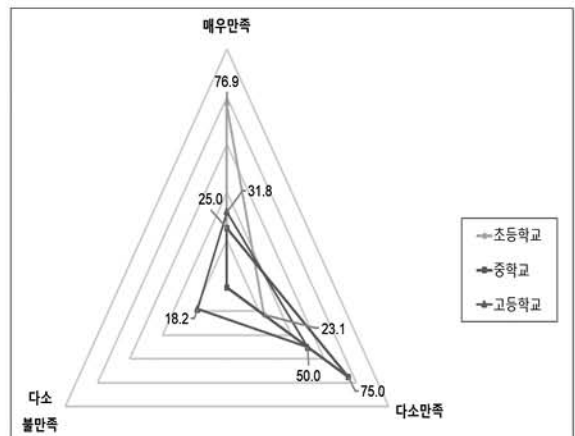


그림 2. 2019년 학교급별 STEAM 수업 만족도

있는 특징으로, 많은 세계의 교육학자들이 관심을 갖는 이유이기도 하다.

### 우리나라 STEAM 교육의 효과

2012년부터 현재까지 STEAM 교육 프로그램 개발, 교사연구회 지원, STEAM 선도학교, 무한상상실, STEAM R&E, 등의 프로그램을 진행하여, 현재 2019년의 STEAM 교육 성과분석의 연구과제에서 진행되고 있는 연구의 일부인 STEAM 교육에 대한 만족도를 표현한 그림 1과 그림 2를 보면 STEAM 교육에 대한 사업별, 학교급별 모두 높은 수준임을 알 수 있다.

물론 앞으로는 양적인 평가와 질적인 평가, 그리고 인지적, 정의적 평가가 이루어 질수 있도록 지속적인 연구가 필요하다. 특히 문제해결력에 대한 인지적, 정의적 평가 기준도 필요하다. 또 다른 큰 문제는, 2012년부터 부분적인 STEAM 교육을 받은 초·중등 학생들이 벌써 대학에 진학하거나 사회로 진출하였다는 것이다. 이후 단계의 교육에서 STEAM 교육의 역동적이고 감성이 함께하는 교육을 대학의 모든 전공에서 이들 학생들에게 일부라도 제공하고, 그 경험을 바탕으로 더욱 도전적인 문제로 나아가는 기회를 제공하여야 한다고 판단된다. 그간 K12에서 열심히 하고 보람을 느낀 그런 STEAM 교육 체험이었기에 더욱 상급기관에서는, 이들에 대한 준비를 하여야 한다고 판단된다.

### 공과대학에서의 STEAM 교육

STEAM 수업을 공과대학에서는 어떻게 진행을 하여야 하는가에 대해, 2018년 연세대학교 기계공학과 동역학에서의 자유낙하에 대한 교육을 STEAM 방식으로 진행하여 가능성을 판단하였다. 총 수강인원은 57명으로 8

개조로 구성하고 상황제시는 영화의 도입부를 활용하여 진행하였으며, 창의적 설계는 자유낙하에 의한 충격량을 줄이는 방법과 등산에서 사용되는 CAM의 기계적, 물리적 원리에 대한 이해와 이들 과정에서의 감성적 체험을 느끼도록 설계되어 있었다. 학생들에 대한 평가는 팀별로 자체 평가와 상호 조간 평가 그리고 교수평가, 그리고 같은 조원 간에 평가를 두어 무임승차하는 학생을 최소화 하도록 노력하였다.

**K12의 과정에서 STEAM 수업은 사고방법론을 발전시키며, 이에 대한 긍정적 사고로 이어지는 선순환고리를 만든다고 하면, 대학에서는 보다 실용적인 지식, 작품, 또는 제품을 통한 지적재산권의 확보가 가능하다 판단되며, 이는 학생들에게 잊을 수 없는 교육으로 남을 것이다.**

학생들은 이런 방식의 수업방식에 관심을 표명하였으며, 조별로 보다 단결된 그리고 구조화된 형태로 프로젝트를 진행하는 것이 확인되었다. 더욱이 누가 중요한 아이디어를 어느 시점에 제안하였는가가 그 조의 점수에 상당한 영향을 미치는 것을 볼 수 있었다. 전체적으로 자유낙하와 충격량 그리고 충격감소 장치 및 보다 실용적인 각 표면에 따른 마찰력을 증진시킬 수 있는 CAM에 대한 제안이 여러 가지가 나왔다. 따라서 K12의 과정에서 STEAM 수업은 사고방법론을 발전시키며, 이에 대한 긍정적 사고로 이어지는 선순환고리를 만든다고 하면, 대학에서는 보다 실용적인 지식, 작품, 또는 제품을 통한 지적재산권의 확보가 가능하다 판단되며, 이는 학생들에게 잊을 수 없는 교육으로 남을 것이다. 마치 연탄집게를 만들었던 44년 전의 대학생들처럼, 이게 STEAM 교육의 강점이라고 판단된다.♻️