

미래인재 육성을 위한 융합인재교육(STEAM)

신 영 준

(경인교육대학교 교수)

I. 들어가는 말

융합이 오늘날 우리 시대의 화두라는 것은 분명하다. 여기저기서 융합을 입에 오르내리고 있지만 이에 대한 비판적 시각도 적지 않다. 소위 STEAM이라는 용어로 인구에 회자되는 융합인재교육의 불편한 진실을 이야기하는 하는 사람들의 다음과 같은 이야기를 먼저 끄집어 내고 이야기를 전개해 나가보도록 하겠다. 분명히 10년전에 비해 “한 우물을 파라”는 이야기에 비해 융합에 대한 담론이 더 거세게 몰아치고 있다(홍성욱, 2012). 융합의 중요성에 대해 이야기할 때 동시에 따라 붙는 다음과 같은 비판적 담론들에 대해 먼저 생각해 보자.

[표 1] 융합에 대한 비판적 담론(홍성욱, 2012)

| | |
|---|---|
| • 하나의 분야를 제대로 잘 하는 것도 너무 힘들기 때문에, 2개 이상의 분야를 다 잘해서 경계를 넘나든다는 것은 환상이다. | • 융합 - 2개 이상의 전공을 (모두 잘) 해서 넘나드는 것(불가능) |
| • 기업과 같은 현장의 경험에서 보면 하나를 제대로 깊이있게 아는 전문가들이 모였을 때 협동 연구에서도 더 뛰어난 결과를 낸다. | • 융합 - 전문가가 하는 것과는 다른 것(나쁜) |
| • 예술이나 기술에서 한 분야의 대가나 명장은 보통 20년 이상 그 분야만을 깊게 파는 사람에게서 나온다. | • 융합 - 한 분야를 오래, 깊게 파지 않는 것(나쁜) |
| • 두루두루 잘 하는 르네상스 맨은 레오나르도 다 빈치 시절에나 가능한 인재상이다. | • 융합 - 르네상스 맨(불가능) |

과연 위의 비판처럼 융합은 전문성과 대척점에 있는 것일까?. 홍성욱(2012)은 이러한 비판은 지식 융합에 대한 오해에 근거한 것이라고 주장한다. 왜 그런 주장이 가능한지 끊임없이 우리는 생각해보아야 할 것이다. 융합은 2-3개 이상의 다양한 학문이 각각의 지적 자산으로 해결하지 힘든 경우가 있을 때 다른 분야의 아이디어가 힘을 발휘할 수 있다는 점을 출발선상에 놓고 있다.

또한, 결코 르네상스 맨을 출발선에 놓고 있는 것은 아니다. 우리가 당면하고 있는 기후 변화 문제, 신소재 개발의 문제, 에너지의 문제, 뇌의 문제, 노

화의 문제 등 여러 가지 해결해야 할 과제들을 해결하기 위해 필요한 융합을 통한 창의성과 융합을 통한 전문성을 출발선에 놓고 있는 것이다. 정리하면 융합의 목적은 우리에게 중요한 문제를 해결하는 것이다. 그것이 개인에 달렸건, 학문의 경계에 달렸건, 인문학이나 예술의 영역이건, 과학기술의 영역이건 말이다.

우리가 인정하건 인정하지 않건 간에 세상에 존재하는 모든 것은 이미 융합적 존재이다. 자연의 산물이든, 과학 기술의 발전에 의한 산물이든, 종교적 문제이든, 문화적 문제이든 모든 것은 융합적 존재인 것이다. 단지 사람들의 지적 한계에 따라 어떤 이는 물리학의 세계로 세상을 들여다보고, 어떤 이는 사회 문화적 관점에서 세상을 들여다보고, 어떤 이는 생활의 편리성 추구에서 세상을 들여다보고 있을 따름이다.

그러다보니 세상에 존재하는 사안이 마치 곤충의 모자이크 눈처럼 조각조각난 것인 양 들여다보고 있는 것이 현실이다. 똑 같은 사안을 반대로 이야기해보면 조각난 세상을 전체적으로 보고 판단하면 곤충의 모자이크 눈이 모자이크에 비친 세상을 모아 전체를 형상화하듯이 전체의 모습을 들여다 볼 수도 있다는 말이 된다.

사람들은 원래의 융합적 존재인 자연을 쳐다보듯이 여러 가지 물질문명의 산물들을 자연의 조화로운 체계처럼 들여다보려고 노력해야 할 것이며, 이러한 노력은 이미 시작되었다. 그것은 바로 융합 기술인 것이다. 하루가 다르게 변하는 오늘날의 과학기술, 우리가 불가능하다고 한 많은 제품이 모두 현실로 되었다. 마치 100년 전 당시 사람들은 지금의 인터넷을 상상 못한 것처럼 미래 100년 내에 어떤 과학기술 제품이 나타날지 모른다.

<표 2>는 구체적으로 2100년 이내 미국 과학자들이 예측한 10대 과학, 만일 이 예측이 현실로 변화되면 이는 전 세계를 완전히 바꿀 수 있는 변화가 나타날 것이다(과학기술정책연구원, 2011).

미국 검색 엔진 점유율이 60%를 넘고 있는 google의 suggestion 검색 엔진의 개발에 과학기술자들만의 노력이 있었다면 지금처럼 높은 점유율을 가지지 못했을 것이다. 비 과학기술자인 이스라엘의 성경 색인학자의 know how가 들어가지 못했다면 불가능했을 것이다. 우리는 우리도 모르는 사이에 많은 부분들이 융합적으로 진행되고 있음을 알 수 있다.

스티브 잡스의 아이폰을 흔히 융합의 아이콘이라고 한다. 융합적 과학기술과 예술적 감성이 어우러져 시대의 트렌드를 바꾸어 놓았다고들 한다. 과학기술만으로, 혹은 예술만으로 사회를 바꿀 수 없다. 다양한 분야에 대한 보다 폭넓은 사고와 감성적 인격을 지닌 인재가 세상을 변화시킬 수 있는 시대가 되었고, 이러한 인재를 만드는 출발선상에 우리의 교육을 가져다 놓아야 한다.

[표 2] 2100년 이내의 10대 미래 예측 융합 제품

| 출현 예측 상품 | 출현 시간 | 예측 기관 | 예측 융합 제품의 기능 |
|-----------|-------|---------------------|--|
| 인터넷 하는 안경 | 2030년 | 미국 시애틀 워싱턴 대학 | -LED조합이 눈앞에서 각종 영상을 만들어 냄 -반투명 재질로 만들어 착용 시 자유롭게 활동할 수 있음 -사람의 얼굴 특징을 식별하여 그 일생을 표현시킴 -한 가지 언어를 다른 언어로 번역할 수 있음 |
| 인체 기관 쇼팽점 | 2030년 | 미국 Winston Salem 대학 | -이미 인공연골, 코, 귀, 골격, 피부, 심장막을 제작함 -4년 전 이미 인공 방광을 제작 -작년 이미 인공 기관을 제작 -미래 5년 내 간, 장을 제작 -가공 제작된 기관을 제공하여 손실된 기관 대신 새롭게 인체 몸에 이식/재생 |
| 독심술 | 2030년 | 버클리 대학 | -현재의 기술은 환자의 머리에 칩을 이식하여 컴퓨터와 연결 인식하는 것 -뇌전파 신호를 분석할 수 있는 프로그램 연구완료 -일본에서 생각으로 로봇 활동을 통제할 수 있는 로봇 제작 |
| 멸종동물 부활 | 2070년 | 미국 선진 세포기술 회사 | -미래에 멸종된 동물을 기르는 동물원이 생길 것임 -멸종된 동물의 DNA를 채취하여 이식의 방법으로 복제 동물을 만들 |
| 노쇠연장 | 2070년 | MIT | -과학자는 이미 “열량제어”를 통해 곤충, 쥐, 토끼, 개, 고양이 및 원숭이의 생명을 연기 -SIR2유전자로 “열량제어”의 신비를 해석할 것 |
| 변형 | 2100년 | 미국 인텔 회사 | -칩에 프로그래밍하여 다양한 조합의 변화를 나타냄 -프로그램만 다운하면 어떤 물건이든 자기가 갖고 싶은 크기로 변형시킴 -인텔 회사 : “미래 40년내 이러한 기술은 보편적인 기술로 될 것임.”라고 함 |
| 우주선 건설 | 2100년 | 코넬 대학 | -첫 스타 우주선은 컴퓨터 칩이므로 손톱만한 크기 정도 |
| 암의 완치 | 2100년 | 시애틀 시스템 생물학 연구소 | -미래에 DNA칩으로 암을 식별하므로 암의 발생시간을 10년 앞당겨 금후 “종양”이라는 단어가 세계에서 없어짐 -2018년엔 한 방울의 피로 2,000가지지를 검사함 -나노 입자로 암세포 소멸하여 암 치료에 혁신적인 변화를 이룸 |
| 인류와 로봇 융합 | 2100년 | MIT | -미래의 로봇은 쥐, 고양이, 개와 같은 지력을 가짐. -미래의 50년내 인류의 유전자는 근본적으로 변화가 생길 것이며 다윈주의의 제한을 받지 않을 것임 -미래의 인류는 로봇과 구분할 수 없이 되며 인류도 로봇으로 되며 상호 연락을 한다. |
| 우주 엘리베이터 | 2100년 | 카본 디자인 회사 | -보통 사람들이 공중에서 여행할 수 있는 엘리베이터 -나노 기술로 우주 엘리베이터를 지탱할 수 있는 케이블을 연구완료 -200톤의 공중엘리베이터는 상업용 비행기처럼 제작가능 -우주 엘리베이터의 크기는 다른 물리적 측면의 제한이 없이 제작자의 의지대로 제작 가능 |

세상을 들여다보는 융합적인 눈, 그리고 미래에 등장할 융합 기술. 우리는 무엇을 준비하고, 무엇을 노력해야 할까? 이에 대한 준비 과정 중의 하나가 융합인재교육(STEAM)이 아닐까 생각해본다. 과학교육의 입장에서 융합인재교육(STEAM)의 의미를 생각해보도록 하자.

II. STEAM 교육의 이해

1. STEAM 교육 탄생의 흐름

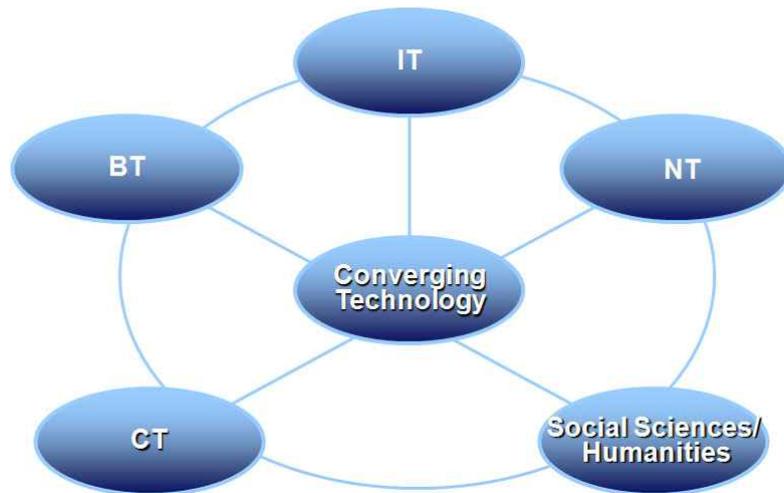
우리나라에서의 STEAM 교육은 2011년 교육과학기술부 16대 주요 과제 중의 하나로 실시되고 있다. 우리나라에서는 교육과학기술부의 새해 업무 보고에서 초중등교육에서 STEAM 교육을 강화하기로 하였으며(2010년 12월 17일) 지금 현재 교육과학기술부 및 한국과학창의재단 16개 시도 교육청에서 이의 확산을 위해 노력하고 있는 실정이다.

이러한 STEAM 교육의 흐름은 갑자기, 왜 나타난 것인가? 사실 본인의 견해로는 융합인재교육의 흐름이 어느날 갑자기 나타난 것이 아니라 변화의 큰 흐름에서 일정 정도는 이미 시행되어 왔던 다시 말해 전혀 새로운 것이 아니라고 생각한다. 체계적으로 정리 정돈이 되지는 않았지만 부분적으로 어느 정도는 학교 현장에서 진행되어 온 것이 사실이다. 예를 들어 초등학교 3학년 과학에서 물고기를 모방한 로봇 개발이라든가, 신기술, 과학자로의 진로 탐색, 생활과학 과의 연관성 등이 다루어지고 있다. 물론 병렬적으로 나열된 측면이 없지 않으나 그렇다고 전혀 새로운 것이 아니므로 현장 교사들이 과도한 두려움이나 불안감이 없었으면 하는 마음이다. STEAM 교육의 흐름은 왜 탄생되게 되었는가에 대해 정리해볼 필요가 있다.

지식 기반 사회에 접어들면서 흔히 21세기는 창의적 융합 시대라고 일컫고 있다. 미국 과학재단(NSF)의 보고에 의하면 인간의 수행 능력을 향상시킬 수 있는 미래 융합 과학 기술로 나노 기술(nanotechnology), 생명공학기술(biotechnology), 인지과학(cognitive science), 정보 과학(information science)을 꼽고 있다(Roco & Bainbridge, 2002). 이에 대한 인식은 미국뿐만 아니라 유럽 연합의 경우에도 마찬가지이다.

유럽연합의 경우 지식 사회를 위한 융합 과학 기술로 미국의 4가지 융합과학기술에 인문사회과학(social sciences/humanities)를 첨가시키기도 하였다(Nordmann, 2004). 융합 과학 기술 시대에 과학 교육의 방향도 변해야 한다는 목소리도 높다. 현재 우리나라의 초·중·고등학교에서는 과학, 기술(실과), 공학, 수학 교과가 분리되어 있어 실제 세계에서 분리되어 있지 않은 여러 가지 자연 현상 및 생활 과학 기술 및 공학적 상황과 연결된 교육을 실시하기 어려운 것이 사실이다. 점점 과학 교과의 흥미도나 가치 인식의 부족은 결과적으

로 교과외 인지적 영역의 하락으로 이어질 것이며(이미경과 정은영, 2004), 이러한 흥미와 가치 하락은 일정 정도 현실 세계와 동떨어진 교과 구성에도 책임이 있다는 지적을 벗어나기 어렵다.



[그림 1] 유럽연합의 융합과학기술

미국을 비롯한 서구 선진국에서는 STEM(Science, Technology, Engineering, Mathematics)라는 이름으로 등장하게 되었다. 여러 가지 이유가 있겠지만 성장 동력의 고갈과 새로운 성장 동력에 대한 갈망이 어우러진 것이 STEM 등장 배경이라고 할 수 있다. STEM이라는 용어는 1990년 대에 미국 NSF에서 사용되기 시작했으며(Bybee, 2010)¹⁾, 2001~2004년까지 NSF에서 연구하던 Judith Ramaley가 정책 용어로 만든 것으로 알려지고 있다(Maes, 2010). 스티브 잡스는 “지구 상에 새로운 물질은 없고 오직 새로운 융합(convergence)만이 있을 뿐이다”라고 갈파하였다. 어떻게 보면 STEM의 도달점 목표는 새로운 융합이라고 할 수 있으며, 이에 대한 갈망이 STEM을 탄생시킨 것이라고 할 수 있다.

결국 교육에서의 귀결점은 “왜 STEM 교육이어야 하는가?”에 대한 당위성을 찾아보아야 할 것이다. 그 근거로 사회 일각에서 제기되는 문제들을 점검해볼 필요가 있다. 첫째, 과학기술의 대단한 변화 발전 속도를 따라잡을 필요성의 문제이다. 그림 1에서 보는 바와 같이 과학 기술의 변화 속도는 너무나 빠르다. 이 변화를 교육이 따라가야 한다는 의미이다.

둘째, 전 세계적으로(우리나라도 예외는 아니지만) 과학 선택자가 급감하고 있다. 작년 통계만 보더라도 수능시험에서 이과계 지망생은 전체의 약 35% 정도 밖에 되지 않는다.

1) 처음에는 SMET(science, mathematics, engineering, and technology)라고 조어했으나 SMET가 SMUT(외설물, 검댕이)로 들려 이것의 조어가 SMET로 바뀌었다고 한다(Sanders, 2009)

셋째, 과학교과서 내용이 오랜 세월 동안 부분적으로 바뀌기는 했지만 거의 그대로라서 최신의 담론을 담아 내는 데에는 한계가 있다는 지적이다. 물론 세월이 바뀌더라도 지속적으로 공유되어야 할 가치가 있지만 여기에 최신의 내용을 덧붙인다면 많은 부분에서 효과가 있을 것이다.

넷째, 실제 생활을 살아가는데 이미 많은 부분에서 첨단 과학 기술이 반영된 환경 속에서 살아가고 있다. 실제 세계를 담아 내지 못하는 상황은 학습자의 과학에 대한 흥미가 떨어지도록 하는데 일조할 가능성이 매우 높다. 그런 맥락에서 실제 세계를 담아내는 과학교육이 필요하다.

다섯째, 지금은 글로벌 융합 과학 기술 세계로 치닫고 있다. 융합 과학 기술 환경에 걸맞는 인재 양성이 절실히 필요한 것이 사실이다. 미국이나 영국 등에서 STEM 전공은 그 가치가 높게 평가되어 임금 수준도 일반 전공자들보다 높다는 현실을 직시할 필요가 있다. 특히 기업가들은 융합 인재를 절실히 원하고 있다.

2. STEAM 교육을 위한 각국의 노력

가. 미국의 경우

미국의 경우 이공계 대학에 대한 학생들의 선호도는 계속 내리막길을 걷고 있고, 이공계 학생의 절반 이상이 중국이나, 한국, 인도 등에서 온 학생들이며, 9.11 사태 이후 이들은 공부를 마치고 귀국하는 경향이 전에 보다 높아졌다. 결국 미래의 과학기술 경쟁력 제고를 위해 STEM 교육 정책을 집중할 수밖에 없었다. 사실 미국에서의 STEM의 출발은 공학 및 기술 교육에서 진행되어 온 것이 사실이다. 그러나 최근의 과정을 보면 미국에서의 과학교육에 STEM을 확장하려는 일련의 움직임들이 활발하게 일어나고 있다.

STEM 교육은 기존의 기술교육에서 MST(Mathematics, Science, Technology) 교육에 공학(Engineering) 내용까지도 통합하여 교육을 하기 위한 것으로 청소년들이 공부하기 싫어하는 과학, 수학, 기술 분야의 과목을 잘 가르쳐보기 위한 것이라고 할 수 있다.

미국의 STEM 교육은 원래 2003년 OECD에서 주관하는 성취도 평가인 PISA(Programme for International Student Assessment)에서 과학수학 분야에서의 성적이 낮은 데서 비롯되었다. 미국 국가과학위원회에서는 PISA에서의 결과에 대해 우려를 나타내며 과학기술관련 전문가 24명으로 구성된 태스크포스팀을 결성하였다. 이후 국가경쟁력 강화를 위한 교육의 일환으로 2007년 미국 경쟁법(America COMPETES Act)을 제정하면서 STEM 교육을 주요 아젠다(Agenda)로 제시하였다. 원래 STEM 교육은 미국 조지아 공과 대학의 Porter 등(2006)이 발표한 논문에서 알 수 있듯이 과학, 기술, 공학, 수학을 통합하여 효과적인 공학교육을 하기 위한 모델에 기원한다고 할 수 있다. 미국에서

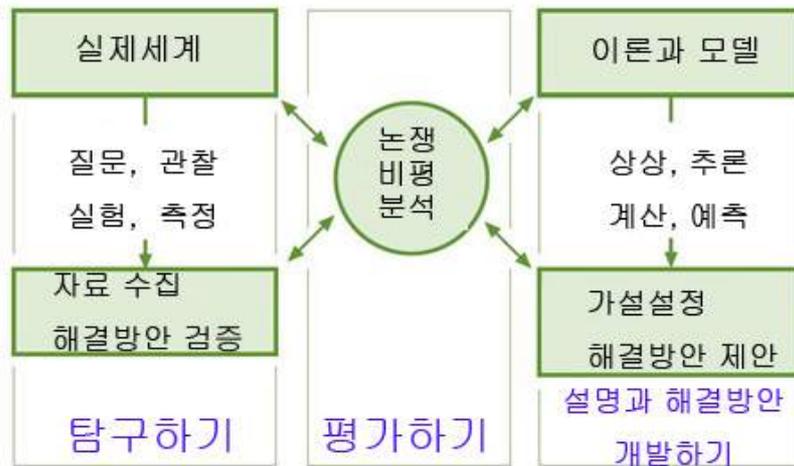
의 STEM 교육은 기술 및 공학 교육 전문가들이 중심이 되어 진행되고 있다고 할 수 있다(Sanders, 2009; Brown *et, al.*, 2011).

그러나 오늘날 이러한 흐름은 전체 미국의 전체 과학교육에도 영향을 끼치고 있음을 알 수 있다. NRC(2011)는 과학과 공학의 통합교육의 차원에서 성공적인 STEM 교육 방안에 내놓았다. 이후 여기에 덧붙여 최근 NRC(2012)에서는 'Framework for K-12 Science Education' 을 통해 과학교육의 주요 의 교과 분야(Disciplinary Core Ideas)로 물상과학(Physical Sciences), 생명과학(Life Science), 지구와 우주과학(Earth and Space Science), 그리고 공학, 기술과 과학의 적용(Engineering, Technology, and the Applications of Science)를 제시하였다. 미국에서는 현재 주로 방과후 활동으로 STEM교육이 이루어지고 있지만 점차적으로 그 범위를 확대해가고 있다.

[표 3] The Three Dimensions of rhe Framework(NRC, 2012)

| | |
|--|--|
| <p>Dimension 1 과학·공학적 실천 (Scientific and Engineering Practices)</p> | <ul style="list-style-type: none"> △ 질문하기·문제 정의하기 △ 모델 사용과 개발 △ 탐구 설계 및 수행 △ 자료 분석 및 해석 △ 수학의 이용 및 수리적 사고 △ 현상 설명 및 해결책 설계 △ 근거 기반 논쟁에 참여 △ 정보의 획득, 평가, 교류 |
| <p>Dimension 2 개념의 사용 (Cross Cutting Concepts)</p> | <ul style="list-style-type: none"> △ 패턴 △ 원인과 효과 △ 척도, 비율, 정량 △ 시스템과 시스템 모델 △ 에너지와 물질 : 흐름, 순환, 보존 △ 구조와 기능 △ 안정성과 변화 |
| <p>Dimension 3 핵심 내용 (Disciplinary Core Ideas)</p> | <ul style="list-style-type: none"> △ 물상과학 △ 생명과학 △ 지구와 우주과학 △ 공학, 기술과 과학의 적용 |

과학과 공학에서의 접점을 찾기 위해 미국 NRC(2012)에서는 과학자와 공학자 사이의 연구 및 개발 활동을 그림 2와 같이 도식적으로 제시하고 있다.



[그림 2] 과학자와 공학자의 활동 비교

나. 영국의 경우

영국의 경우도 STEM 교육에 대한 개념을 확립하면서 왕립학회(The Royal Society)를 중심으로 STEM 교육에 대한 관심을 각지 시작하여 STEM 교육을 위한 정착에 노력하고 있다(Reiss & Holman). 또한 영국과학위원회(The Science Council, 2010)에서는 모든 분야의 STEM(과학, 기술, 공학, 수학) 교육과 기술에 대한 투자를 통해 고부가가치 경제와 경쟁력 강화에 필수적인 고급인력 양성을 목적으로 과학혁신정책 우선과제(2010-2015)를 발표하고 당면한 과학 교육 문제 해결에 대한 실마리와 미래에의 대비를 위해 노력하고 있다.

전통적으로 과학과 발명에 대한 관심이 높았던 영국에서는 다른 나라들과 마찬가지로 수학, 과학에 대한 학생들의 관심이 떨어지고 대학입학시험(A-level)에서 과학과목을 선택하는 학생들의 수가 크게 감소하였다(<http://www.ucas.com/>). 이러한 배경에서 2008년 영국 정부는 과학기술교육에 대한 흥미를 증진하기 위해 잉글랜드 지방의 STEM 교육을 위해 2008년부터 2011년까지 3년간의 예산으로 1억4천만 파운드(약 한화 2,520억 원)를 책정하였는데 이는 이전 3년간 예산의 두 배 규모이다. 이러한 다양한 노력으로 이러한 노력에 따라, 잉글랜드와 웨일즈 지방에서는 한동안 감소추세에 있던 대학입학시험(A-level)에서 과학 과목을 선택하는 학생들의 수가 최근 다시 증가하기 시작했으며 특히 수학, 화학, 물리 과목의 증가율이 두드러졌다. STEM 교육의 잠재성에 대한 연구도 활발하게 진행되고 있다(Halsey, *et, al.*, (2007).

다. 우리나라의 경우

우리나라의 경우도 융합과학기술에 대한 관심이 높아졌으며, 2011년 교육과학기술부의 주요 16대 과제 중 하나로 창의적 과학기술 인재 양성을 위한 융

합인재교육으로 STEAM 교육을 선정하고 있으며(교육과학기술부, 2010), 2011 대한민국과학기술연차대회의 심포지엄 중 하나로 ‘미래융합과학기술인재 양성을 위한 STEAM 교육’을 실시하였다(한국과학기술단체총연합회, 2011). 우리나라에서 말하고 있는 STEAM 교육은 미국이나 영국의 STEM 교육에 예술(광범위하게는 인문학까지 포함)활동을 덧붙여 Arts를 추가한 것이다. 이후 우리나라에서는 STEAM을 ‘융합인재교육’으로 명명하였으며(한국과학창의재단, 2011), STEAM은 융합인재교육을 일컫는 용어로 자리잡았다.

이것은 기존의 STS(Science, Technology, Society)의 확장된 개념으로서 과학기술공학의 사회시스템과의 연계성을 중요시한 것이다(최정훈, 2011). STEAM 교육에 대한 용어는 2007년에 Yakman 등이 일찍이 사용하였으나(Yakman & Kim), 우리나라에서의 STEAM 용어 사용은 이들과는 관계없이 사용한 우연의 일치라고 알려지고 있다. Platz(2007)는 STEM에 예술(Arts)를 가미하여 STEAM으로 전환해야 한다고 주장하기도 했다. 물론 Maes(2010)는 STEAM이라는 용어 대신에 STEM에 예술(Arts)을 가미한 용어로 TEAMS 교육의 필요성과 중요성을 역설하면서 STEM이 개인의 창의성으로 발현되기 위해서는 예술 분야가 포함되어야 한다고 주장하기도 했다(Maes, 2010).

STEAM 교육은 현재 과학교육을 포함한 융합인재교육의 일환으로 추진되고 있으나, 과학교육계에서는 아직 이렇다할만한 접근이나 성과가 없다고 할 수 있다. 우리나라에서의 STEAM 교육은 과학교육에서 접근하기 보다는 기술교육이나 공학교육에서 2007년 이후에 접근하고 있었다. 김진수(2007)는 ‘기술교육의 새로운 통합교육 방법인 STEM 교육의 탐색’라는 주제로 STEM 교육에 대한 문헌 연구를 통해 기술 교과에 STEM 교육을 소개하였다. 문대영(2008)은 ‘STEM 통합 접근의 사전 공학 교육 프로그램 모형 개발’이라는 논문을 통해 초·중등 교육 수준별, 활동 유형별로 다양한 교육 프로그램의 개발 방향에 대한 기초를 제시하였다.

그러나 과학교육에서 STEAM 교육에 대한 인식은 그리 높은 편은 아니며(신영준과 한선관, 2011), 연구도 이제 막 시작하고 있다(박혜원과 신영준, 2012). 아직 STEAM 교육에 대한 인식과 의미 부여가 자리잡히기 전에 2009 개정 교육과정에 따른 과학과 교육과정의 성격에 STEAM 정신이 반영되어 있고(교육인적자원부, 2011), 융합인재교육(STEAM) 연구시범학교(리더스쿨)로 2012년 현재 전국적으로는 80개교(초:42개, 중:25개, 고:13개)가 지정되었으며, 교사연구회의 경우도 2012년에 170여개를 지정하였다. 무엇보다도 융합인재교육이 학교 현장에 성공적으로 뿌리 내리기 위해서는 교사 집단의 아래로부터의 동의와 준비라는 ‘bottom-up’ 방식이 절실하다.

Ⅲ. 한국형 STEAM 교육 정립 가능한가?

우리나라에 적합한 융합인재교육을 정립하는 것은 과연 가능할까? 분명 서구와 교육 시스템도 동일하지 않고, 교사 수준과 교육 환경이 동일하지도 않은데 서구의 STEM 교육을 우리 시스템 안에 넣는 것이 온당한 일일까? 이를 위해서는 우리나라의 STEAM 교육은 어떠해야 하며, 서구의 STEM 교육과는 어떤 공통 분모가 있으며, 또 어떤 차별성이 있는 모습을 띄어야 할까? 등에 대해 고민해보아야 한다.

STEAM 교육은 융합을 통하여 창의적인 가치 창조를 추구하는 교육이라고 할 수 있다. 단절화되고 파편화된 지식의 전수가 아닌 여러 분야가 융합되어 새로운 가치를 창조한다는 것을 결코 쉬운 일은 아니다. 흔히 융합인재교육의 산출물의 대표적인 예로 스마트폰을 들고 있다. 스마트폰은 정보 통신 기술에 국한된 것이 아니고 고도의 인간 심리와 예술적 디자인, 심지어는 판매 전략까지도 아우러진 것의 결정판으로 이야기하고 있다.

융합인재교육(STEAM)이 뿌리내리려면 그 출발점은 학교이어야 하는 것은 당연한 것이다. 융합인재교육의 당위성과 필요성에 대한 공감대가 아무리 형성되어 있다고 하더라도 교육의 최일선에서 움직이지 않는다면 그 효과는 결코 긍정적이지 않다.

현실을 보면, 우리나라에서 창의적 융합인재 양성에 초점을 두고 있는 융합인재교육(STEAM)에 대한 근본적인 이해와 구체적인 청사진은 미흡하며, 우리나라 교육문화 사회에 적합한 융합인재교육(STEAM)에 대한 연구는 찾아볼 수 없으며, 정부가 추진하고자 하는 융합인재교육(STEAM), 즉, 과학기술과 예술의 융합은 왜 중요한지, 더 나아가 과학기술과 예술의 융합교육을 위해 개념 정립 혹은 그 목표의 설정에 대한 구체적인 답변이 미흡한 실정이다(백윤수 등, 2012).

백윤수 등(2012)은 현재 진행형이기는 하지만 한국과학창의재단의 ‘융합인재교육(STEAM) 실행방향 정립을 위한 기초연구’에서 한국형 융합인재교육(STEAM)의 철학과 방향에 대해 의견을 제시하고 있다. 그들은 우리나라의 과학기술교육의 문제점을 최소화 하고 학생들의 과학기술공학에 대한 흥미와 동기 유발의 극대화 및 창의 인성 교육을 포함한 한국형 융합인재교육의 유형으로 4C-STEAM 유형을 제안하고 있다. 4C-STEAM 교육은 융합적 지식 및 개념 형성(Convergence)과 창의성(Creativity)을 가지고 다른 사람과의 소통(Communication)과 배려(Caring)를 추구하는 것을 목표로 삼고 있다. 4C-STEAM 교육은 창의적 설계(Creative Design)와 감성적 체험(Emotional Touch)을 통해 과학기술과 관련된 다양한 분야의 융합적 지식, 과정, 본성에 대한 흥미와 이해를 높여 창의적이고 종합적으로 문제를 해결할 수 있는 융합적 소양(STEAM Literacy)을 갖춘 인재를 양성하는 교육으로 나아가야 한다고 주장하였다.

창의적 설계란 학생이 어떤 상황에서 창의성, 효율성, 경제성, 심미성을 발현하여 최적의 방안을 찾아 문제를 해결하는 종합적인 과정을 의미한다. 감성적 체험은 학습에 대한 긍정적 감정을 느끼고 성공의 경험을 하는 것이다. 학습에 대한 흥미, 자신감, 지적 만족감, 성취감 등을 느껴 학습에 대한 동기유발, 욕구, 열정, 몰입의 의지가 생기고 개인적 의미를 발견하여 선순환적인 자기주도적 학습이 가능하게 하는 모든 활동과 경험을 의미한다(백윤수 등, 2012).

IV. 융합인재교육(STEAM) 프로그램 개발 방안

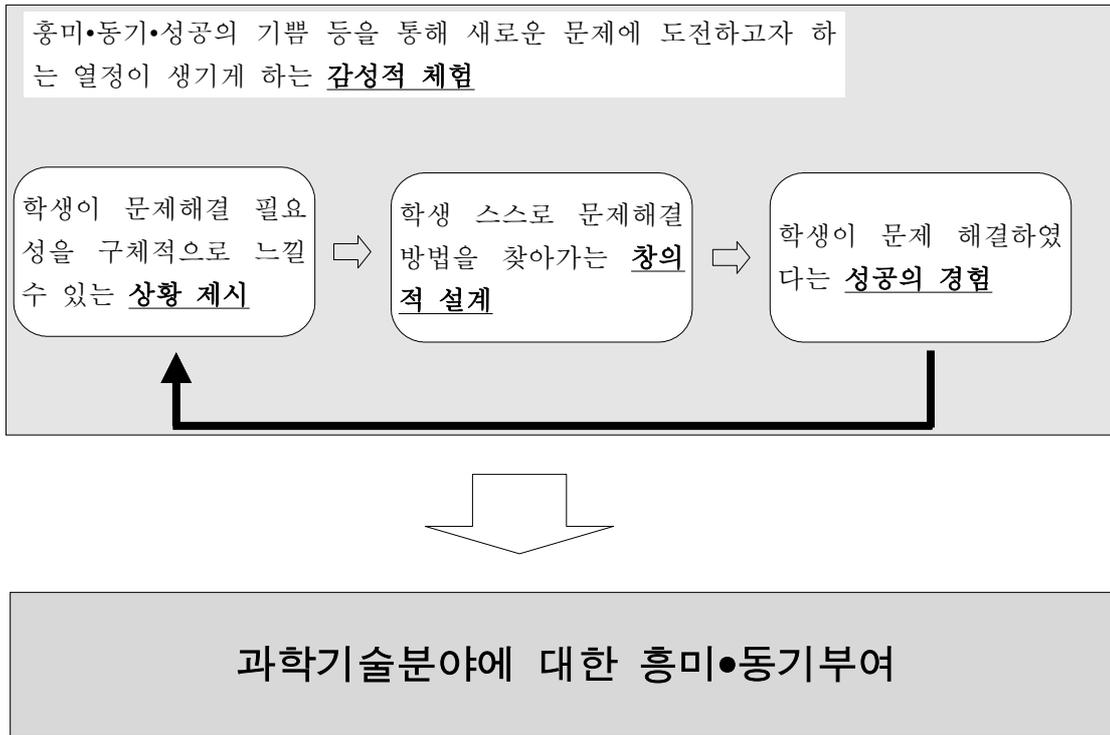
학교 현장에서 실효성을 거두기 위한 융합인재교육(STEAM)의 적용 방안에 대해 깊이 있게 논의하는 것은 매우 의미 있는 것이라고 할 수 있다. 따라서 본고에서는 융합인재교육에 사용할 교수 학습 자료의 개발 방향과 융합인재교육을 위한 교수 학습 자료 개발 및 수업 실시 방안에 대해서 논의해보고자 한다.

현재 과학교육의 비판은 일정 정도 실생활과의 연계를 지니고 있지만 아직도 많은 부분에서 실생활과의 연계가 부족함을 지적하고 있다. 또한, 수업이 이론 위주의 설명식으로 진행되고 있어 학생들이 과학을 왜 배워야 하는지에 대한 의심을 갖게 하는 원인을 제공하고 있다는 비판을 받기도 한다. 현실 세계에서 과학교육에 의미와 가치를 부여할 수 있는 교육 환경의 변화와 아울러 사회 시스템과 체계적이고 전략적으로 연계된 과학교육의 필요성이 대두되고 있다. 이러한 과학교육의 새로운 패러다임의 전환은 궁극적으로 융합을 통한 창의적인 가치를 창조할 수 있는 인재 양성을 도달점 목표로 하고 있다.

1. 교수 학습 자료 개발시 고려 사항

교수학습 자료 개발시 S, T, E, A, M을 어떻게 융합할 것인가도 생각해보아야 할 점이다. 미국의 STEM 교육에서는 Science, Technology, Engineering, Mathematics 중 두 개 이상이 결합되어 접근하는 수업이면 STEM 수업에 적합한 것으로 보고 있다. 우리나라 STEAM교육의 경우 창의적 과학기술 인력 양성이라는 대전제를 생각해보면 궁극적으로 과학, 기술, 공학이 포함이 된 융합 내용을 염두에 두어야 할 것이다.

융합인재교육의 교수-학습 전략의 방향은 어떠해야 할까? 아직 한국형 융합인재교육(STEAM)의 정확한 자리매김이 등장한 것은 아니지만, 백윤수 등(2012)이 제시하고 있는 창의적 설계와 감성적 체험을 바탕으로 한 문제를 해결해 나가는 교수-학습 전략이 되어야 할 것이다. 한국과학창의재단에서는 융합인재교육 활동의 준거틀로 [그림 3]과 같이 제시하고 있다.



[그림 3] 융합인재교육(STEAM) 활동의 준거의 틀

일반적으로 학문이란 지식과 지식 체계를 말하며, 여기에 학자 커뮤니티와 관련 제도를 더한 것이 학제이다. 우리가 ‘나는 생물학자’ 다라고 말할 때에는 생물학이라고 하는 학제에 속해있다는 것을 말한다. 다시 말해 지식의 기반으로 생물학을, 그리고 생물학 관련 구성원과 그들 사이의 네트워킹이 되고 있으며, 연구소 등의 학술적 제도가 바탕을 두고 있는 것이다. 그런 맥락에서 연계형이란 지식 기반이 기존 학제에 바탕을 두고 있는 다학제적 학문의 의미를 반영한 것으로, 그리고 통합형은 지식 기반이 집합적으로 표현된 학제 간 학문을 반영한 것이고, 융합형은 새로운 지식 기반의 완성에 기초한 신융합학제를 반영한 것이라고 할 수 있다.

그러나 무엇보다도 교수 학습 자료 개발시 고려해야할 구성 요소를 생각해야 한다. 최정훈(2012)²⁾은 융합인재교육 교수학습 자료 개발시 고려해야 할 점으로 6가지 요소를 꼽고 있기도 한다. 첫째, 창의성에 기반한 STEAM에 대한 통합적이고 융합적 사고를 위한 교육내용이어야 한다(F1). 이를 위해 다음의 내용이 포함되는 것이 좋다.

2) 최정훈(2012)은 이를 6Factor로 주장하며, F1 부터 F6로 구분하였다.

- Story-telling에 기반한 체계적인 개념이해와 연계를 위한 STEAM 교육 및 교재 개발
- STEAM 교육의 핵심인 과학기술공학의 체계적 연계, 통합 및 융합 개념 반영
- 과학기술을 통합적이며 전체적인 시각에서 볼 수 있는 능력
- 융합인재양성을 위한 다양한 분야의 지식을 아우를 수 있는 능력 배양
- 타 분야와의 소통 능력 배양
- 탐구기반교육개념에 창의적인 공학설계기반 및 융합기반 학습 개념의 추가적인 도입
- 발산적 사고를 위한 과학기술공학에 대한 다양성 교육

둘째, 융합시대에서 필요한 시대정신 반영을 반영하여야 한다(F2).

- 융합시대에서 사회가 과학기술공학인에게 요구하는 시대정신 반영
- 글로벌에서 활동하고 기여하는 과학기술 글로벌 리더를 위한 교육
- 과학기술공학과 사회시스템과의 체계적으로 전략적인 연계 교육

셋째, 빠른 과학기술의 변화와 발전을 빠르게 과학교육 현장에 도입하고 적용하는 적시교육(Just In Time Education)이어야 한다(F3).

넷째, 미래를 예측하고 이에 대비한 과학기술공학인재 양성과 미래직업탐색을 위한 교육 내용을 담아야 한다(F4).

다섯째, STEAM교육의 효율성과 창의성 및 흥미를 유발하기 위한 다양한 창의적 수업 방법론 도입하여야 한다(F5). 이를 위해 다양한 창의기법 도입과 창의적인 학습도구 활용하여야 한다.

여섯째, 과학기술공학적 행위에 대한 의미와 가치 및 도덕적 기준과 규범을 터득하도록 교육이어야 한다(F6).

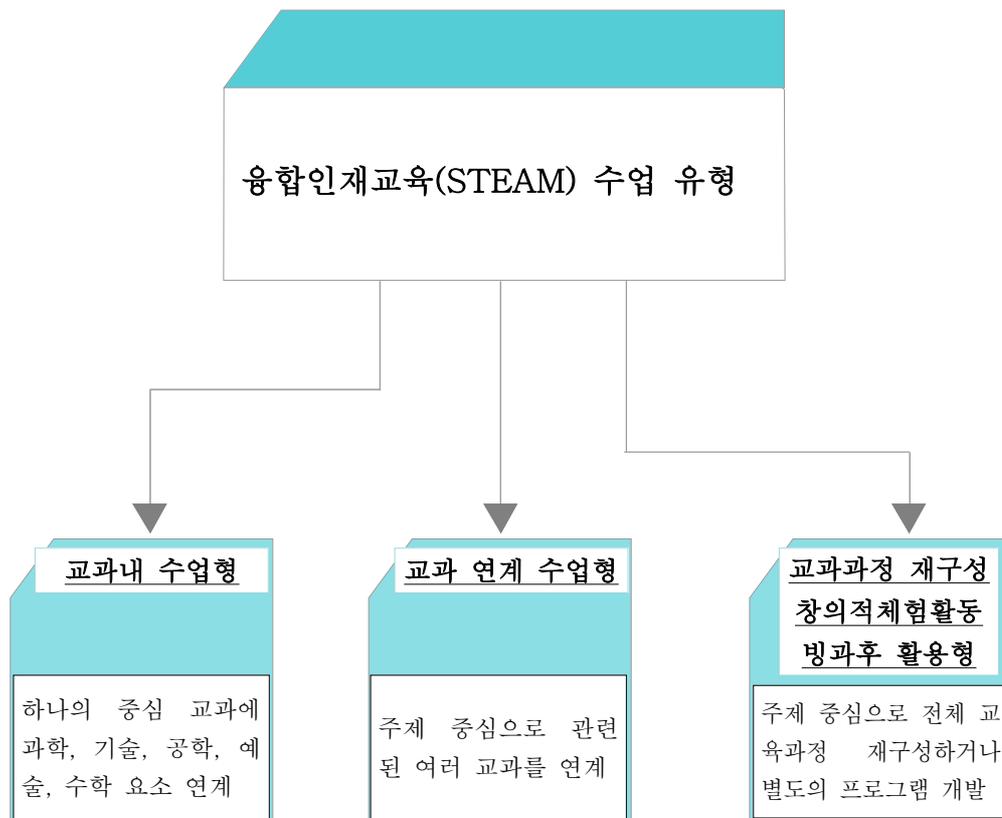
융합인재교육(STEAM) 수업시 과연 관련 교과를 어떻게 융합할 것인가에 대한 방향 설정도 중요하다. 융합에 대한 방향은 중심 내용을 어떻게 융합시킬 것인가와 융합의 수준을 어느 정도로 결정할 것인가라고 할 수 있다. 백운수 등(2012)은 중심내용 분야별(Core Disciplinary Idea) 유형으로 [표 2]와 같은 안을 제시하고 있다.

[표 4] 중심내용 분야별(Core Disciplinary Idea) 유형(자료 출처 : 백운수 등, 2012)

| 유형 | 내용 |
|------|--|
| 유형 A | 교과 내용 중 과학(S)과 기술(T)를 제외한 모든 분야의 내용 융합 |
| 유형 B | 과학(S)과 기술(T) 포함하는 모든 분야 또는 내용 |
| 유형 C | 과학(S)과 기술(T)을 동시에 모두 포함하는 분야 또는 내용 |
| 유형 D | 과학(S), 기술(T), 공학(E), 예술(A), 수학(M)의 모든 내용이 서로 연관되어 제시된 STEAM 분야 또는 내용 |

2. 융합인재교육(STEAM) 수업 유형-어느 것이 가능할까?

융합인재교육이 아무리 이론적으로 타당하다고 하더라도 학교 현장에서 접근하기 어려우면 그것은 공염불에 지나지 않을 것이다. STEAM 교육의 접근은 크게 국가교육과정, 즉 교과 내 접근과 교과 연계 접근이라는 교과과정과 연계된 활동과 학교밖 교육, 즉 비형식 교육(informal education)의 일환으로 또는 방과후 활동의 일환으로, 혹은 창의적 체험활동의 일환으로 접근해보는 교육과정 재구성 수업형을 들 수 있다.



[그림 4] 융합인재교육(STEAM) 수업 유형

국가교육과정의 틀 속에서 이루어지는 접근은 교과내 수업 활동과 교과 연계 수업 활동을 생각해볼 수 있다. 교과내 수업형은 하나의 중심 교과를 거점으로 과학, 기술, 공학, 예술, 수학 요소를 연계하여 접근할 수 있다. 예를 들어 과학 시간에 빛이라는 단원을 배울 때 빛과 관련된 다른 영역의 요소를 연계하는 방식이 가능할 것이다. 교과연계 수업형은 주제 중심으로 관련된 여러 교과를 연계하는 것을 의미한다. 예를 들어 자동차 바퀴라는 소재를 중심으로 실과에서 다룬다고 하면 자동차 바퀴로부터 관련 교과 즉, 과학교과, 미

술교과, 실과 교과, 수학 교과와 연계하여 가르치는 것이 가능할 것이다.

교육과정 중심, 즉 교과의 범위 안에서 접근하는 방식과는 달리 교육과정을 완전 재구성하여 접근 하는 방식의 수업 유형도 고려해볼 수 있다. 이 수업은 보통의 교과 시간에 접근하기보다는 창의적 체험 활동이나 방과 후 활동에 접목시키는 것이 가능하다. 그렇다고 완전 교육과정을 무시하는 것은 아니고 교육과정을 전면 재구성하는 방식이 가능하다. 교육과정을 일정 주제를 중심으로 전체적으로 재구성하는 것이기에 일반 교과 시간에 접근하기는 어렵다.

현장 교육이 각 교과 중심으로 진행되는 것 이외에도 창의적 체험활동이나 방과 후 활동 등이 있으므로 이들 활동들에 융합인재교육의 수업 모델을 반영하는 것도 생각해볼 수 있다. 주제 중심이라 함은 미래를 예측한 최신 흐름들(예를 들어 최신 논문이나, 2040 미래보고서 등)과 연계하여 주제를 선정한 후 각 학교급별로 도달 목표(attainment target)을 세우고 이의 교육적 실행을 하는 것을 말한다. 예를 들어 교통(transportation)이라는 대 주제를 세우고 이 대주제에 대한 STEAM적 접근을 K-2, 3-4, 5-6, 7~9, 10~12 학년군의 각 학교급별 단계에서 성취할 수 있는 기준을 만들어 접근하는 방식이다.

경우에 따라서는 학교 교육과정을 약간 벗어난 것도 가능하고 주제 중심으로 접근하기에 창의적 체험 활동 등에 적합한 것이라고 할 수 있다. 그러나 이들 대 주제를 구성하는 각 차시 수준에서는 각 교과 활동과 겹치는 부분이 있을 경우 그 부분만 교과 차시에 적용할 수 있도록 구성하는 방안도 가능하다. 교과 중심 수업 모델을 개발하려면 몇 가지 선행 조건이 완료되어야 한다.

첫째, 동학년 교육과정 분석이 이루어져야 한다. 교육과정을 따라 수업이 진행된다는 관점에서 초등학교의 경우 동일 교사가 전 교과를 지도하는 형태로 되어 있기에 그의 가능성은 높다고 할 수 있다. 그러나 중학교, 특히 고등학교의 경우에는 분과적 속성이 강하기 때문에 어려운 점이 있다.

둘째, 1시간 형태의 수업을 극복해야 한다. 교육과정 분석에 기초하여 융합을 이끌어 낼 수 있는 과목간 조정을 완료하고 블록 타임 수업과 같은 수업을 이끌어내는 것도 좋은 방안이며, 현실적으로도 이것은 활용 가능성이 높다고 할 수 있다.

셋째, 동학년 교사들의 협동적 접근이 매우 필요하다. 몇 사람의 지사적 교사가 선도하기 보다는 끊임없이 역할 분담을 하고 자료 개발을 하여 동학년 교사와 학생이 공유할 수 있어야 한다. 이를 위해 행, 재정적 지원은 필수 요소라고 할 수 있다.

이에 덧붙여 일부 혁신학교나 대안학교에서 수행하는 접근 방법도 괜찮을 것이다. 발도르프 교육이나 서양 학교 시스템에서 흔히 사용하는 에포크 수업의 조심스런 접근도 타진해볼 필요가 있다. 일종의 주제 중심이자 문제중심이

자, 프로젝트일 수도 있는 특정한 주제나 해결책을 매일 수업을 하면서(이러한 수업은 2009 개정 교육과정을 벗어나는 것은 아님-주기집중 수업) 해결해 나가는 방법도 고려해볼 만하다.

그래도 우리는 계속 고민하고 해결해야 할 문제들이 속출하고 있다. STEAM 리더 스쿨의 경우 주제 중심 접근이 주로 창의적 체험 활동 등을 중심으로 구성되어 있다거나 재량 활동 등을 충분히(?) 이용하면서 진행되는 소위 일반학교에서 일상적으로 진행되는 학교교육과정 운영에 맞지 않는 경향을 볼 수 있다. 예를 들어 어떤 단원의 차시가 10차시가 있을 때 이의 약 20% 정도인 2차시 정도만 STEAM 수업으로 진행하여 처음 의도는 80(기존) + 20(STEAM)으로 하려고 했으나 대부분의 학교는 100+20으로 업무의 가중이 일어나고 있는 실정이다. 이에 대한 고민과 해결 방안 모색은 계속되어야 한다.

또 다른 고민으로는 평가와의 관련성이다. 학교 성취도 평가라는 것에 배치되는 현상이 일어난다는 점이다. 실제 평가에 반영되지 않기 때문에 접목시키기 어렵다는 의견이 들린다. 이에 대한 해결책도 모색되어야 한다. 왜냐하면 학교 평가의 중요한 잣대이기 때문에 이를 비껴 나갈 수 없기 때문이다³⁾.

V. 결론에 대신하여



교수와 학습의 간극(?)

현재 국가적 차원으로 융합인재교육(STEAM)은 교육 흐름의 한 중심에서 있다고 해도 과언이 아니다. 학생들을 위한 다양한 접근이 가능하겠지만 무엇보다도 가장 중요한 것은 현장 교육 일선에 있는 교사들의 열정이라고 할 수 있다. 그 열정을 모아 접근 가능한 융합인재교육을 위한 프로그램을 개발하고, 이를 실현하기 위한 교육과정을 재구성하고, 실시해야 할 것이다. 그러나 항

3) 서울시교육청에서는 이의 해결을 위해 STEAM 학교교육과정과 표준시수 모형 개발 연구와 STEAM 교육 평가에 관한 방안을 연구하여 자료집을 발간하였다.

상 명심해야하는 것은 학습자를 고려한 상황이 만들어졌으면 한다.

만화 같은 상황이지만 위의 상황은 종종 전(全)세계적으로 공통된 교육 현상의 모습일 수도 있다. 무릇 모든 교육에는 교수자의 교수만 존재하는 것이 아니고 학습자의 학습도 동시에 진행된다. 그러나 많은 부분에서 현실적인 조건으로 인하여 교수자의 교수 행위와 학습자의 학습 행위가 따로 진행되는 병리적 현상을 종종 보게 된다. 그 이유와 원인은 여러 가지가 있겠지만 중요한 원인 중의 하나는 학습자의 특성과 학습자를 고려한 상황 전개가 제대로 되지 않기 때문일 것이다.

[참고문헌]

- 과학기술정책연구원(2011). 과학기술정책정보. <http://www.stepi.re.kr/science/snt/tendency.asp>
- 교육과학기술부(2010). 2011년 업무보고. 창의인재와 선진과학기술로 여는 미래 대한민국.
- 교육과학기술부(2011). 2009 개정 교육과정에 따른 과학과 교육과정. 교육과학기술부 고시 제2011-361호
- 김진수(2007). 기술교육의 새로운 통합교육 방법인 STEM 교육의 탐색. 한국기술교육학회지, 7(3), 1-29.
- 김진수(2012). STEAM교육론. 양서원.
- 문대영(2008). STEM 통합 접근의 사전 공학 교육 프로그램 모형 개발. 공학교육연구, 11(2), 90-101.
- 박혜원, 신영준(2012). 융합인재교육(STEAM)을 적용한 과학수업이 자기효능감, 흥미 및 과학 태도에 미치는 영향. 한국생물교육학회지, 40(1), 132-146.
- 배선아, 금영충(2010). 공업계열 전문계 고등학교 화공 분야의 STEM 교육에 대한 화공 교사의 인식과 요구. 대한공업교육학회, 35(1), 44-67.
- 백윤수, 박현주, 노석구, 이주연, 정진수, 한혜숙, 김영민, 박종윤 (2012). 융합인재교육(STEAM) 실행방향 정립을 위한 기초연구, 한국과학창의재단 최종보고서
- 송정범(2010). STEM 통합교육을 위한 교실친화적 로봇교육 모형 및 프로그램 개발에 관한 연구. 한국교원대학교 박사학위 논문.
- 신영준(2012). 주부생활 2012년 5월호
- 신영준, 한선관(2011). 초등학교 교사들의 융합인재교육(STEAM)에 대한 인식 연구. 초등과학교육, 30(4), 514-523.
- 이동윤(2011). STEM교육의 필요성에 대한 기술교사의 인식과 요구. 충남대학교 석사학위 논문.
- 이미경, 정은영(2004). 학교 과학교육에서 과학에 대한 태도에 영향을 미치는 요인 조사, 한국과학교육학회지, 24(5), 946-958.

- 최정훈(2012). 2012년도 융합인재교육 파이오니아 연수 교재.
- 홍성욱 엮음(2012). 융합이란 무엇인가. 사이언스북스.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Brown, R., Brown J., Reardon, K. & Merrill C. (2011). Understanding STEM: current perceptions,. *Technology and Engineering Teacher*, 70(6), 5-9.
- Halsey, K., Harland, J. and Springate, I. (2007). Increasing Capacity in STEM Education Research: a Study Exploring the Potential for a Fellowship Programme. Slough: NFER.
- Maes, B.(2010). Stop talking about “STEM” education! “TEAMS” is way cooler!.(<http://bertmaes.wordpress.com/2010/10/21/teams/>, 2011년 7월 27일 접속)
- National Research Council (2011). Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics. National Academy of Science.
- National Research Council (2012). A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. National Academy of Science.
- Nordmann, A(2004). Converging Technologies - Shaping the Future of European Societies. European Commission Report.
- Platz, J. (2007). How do you turn STEM into STEAM? Add the Arts! Columbus: Ohio Alliance for Arts Education.(http://www.oaae.net/index.php?option=com_content&view=article&id=58&Itemid=114, 2011년 7월 27일 접속)
- Porter, A. L., Roessner, J. D., Oliver, S., & Johnson, D (2006). A system model of innovation process in university STEM education. *Journal of Engineering Education*, 95(1), 13-24.
- Reiss, M. & Holman (2007). S-T-E-M working together for schools and colleges, 1-8, The Royal Society.
- Roco, M. C. and W. S. Bainbridge (2002), "Converging Technology for Improving Human Performance," NSF/DOC-sponsored report, Arlington, Virginia.
- Sanders, M (2009). A rationale for new approaches to STEM education and STEM education graduate programs. 93rd Mississippi valler technology teacher education conference Nashville, TN.

The Science Council(2010). Priorities for Science and Innovation Policy 2010-2015.

Yakman, G. & Kim. (2007). Using BADUK to teach purposefully integrated STEM/STEAM education. 37th Annual Conference International Society for Exploring Teaching and Learning, Atlanta, Georgia, (Oct. 11-13, 2007).

(참고) STEM 관련 웹페이지

- <http://www.scienceeducation.gov>
- <http://clicconference.org/>
- <http://www.iteea.org/EbD/ebd.htm>
- http://www.pte.idaho.gov/Engineering/Program_of_Study_Curriculum/Engineering_TechEd/ITEEA_Engineering_by_Design.html
- <http://www.pltw.org/>
- <http://www.tech.purdue.edu/pltw/index.html>
- <http://www.nasa.gov/>
- <http://www.osln.org/>
- <http://notjustrocketscience.ning.com/>
- <http://www.stemchallenge.org/>
- <http://www.education.rec.ri.cmu.edu/>
- <http://robotics.usc.edu/interaction/k-12/index.php>
- <http://robotics.nasa.gov/>
- <http://www.nationalstemcentre.org.uk>

(참고) 필자가 참여한 STEAM 관련 최근 자료

- 한국교육개발원(2012. 12). 영재를 위한 융합인재교육(STEAM) 프로그램 초등기초/초등심화, 중등기초/중등심화.
- 인천광역시교육청(2012. 12). 융합인재교육(STEAM) 프로그램 개발. 초등용/중학생용.
- 서울시교육청(2012. 12). STEAM 학교교육과정 및 수업시수 모형 개발. 초등 4, 5, 6학년용, 중학생용, 고등학생용.
- 서울시교육청(2012. 12). STEAM 교육성과 교수·학습 평가 모형 개발.