Journal of Engineering Education Research
Vol. 18, No. 6, pp. 38~45, November 2015

융합인재교육(STEAM)의 아웃리치 프로그램 개발 및 운영 사례

서원석* · 이창훈**,†
*충남대학교 대학원 공업기술교육학과
**충남대학교 사범대학 기계·금속공학교육과

A Case Study of the STEAM Educational Outreach Program Development and their Application

Won-seok, Seo* · Chang-hoon, Lee**,†
*Department of Industrial Education, Graduate School, Chungnam National University
**Department of Mechanical and Metallurgical Engineering Education, Chungnam National University

ABSTRACT

This study aims to conduct a case study of the Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM) outreach program development and their application. This program was operated by 184 middle and high school students at C University on October 2014. The major results of these studies were as follows: First, The theme of the outreach program consisted of four engineering areas, aerospace engineering, chemical engineering, architectural engineering, and mechatronics (robot) engineering; moreover, the materials for the students' workbook, the guidebook for teachers, and the program operation manual for staffs in a university were developed by working with four authors and ten subject matter experts. Second, the satisfaction level with the contents and activities was ranged from 4.24–4.31 out of 5 points. Third, the vitalizing activation plan was discussed for the sustainable development and operation of the STEAM outreach program.

Keywords: STEAM, Outreach educational program, Engineering outreach, Program development, Case study

I. 서 론

1. 연구의 필요성

정부는 초・중등 학생들을 대상으로 과학기술에 대한 흥미와 이해를 높이고, 융합적 사고력과 실생활 문제해결능력을 배양할 수 있도록 학습내용과 방식을 재구조화하는 융합인재교육(STEAM)의 개념을 제시하였다(교육과학기술부, 2010). 융합인재교육(STEAM)은 과학(Science), 기술(Technology), 공학(Engineering), 예술(Arts) 및 수학(Mathematics)의 두음문자(acronym)로 미국의 STEM 교육에 예술(arts)을 추가한 것이다(교육과학기술부・한국과학창의재단, 2012: 12-13).

국내에서는 STEAM 교육의 현장 정착 및 활성화를 위하여 학교 수업에 직접적으로 활용할 수 있는 STEAM 프로그램의 개발 및 현장 보급의 중요성이 강조되었다. 이에 2012년에는 25개 주제, 총 768차시의 STEAM 프로그램이 개발되었고, 2013년도에는 28개 주제의 총 896개의 프로그램이 개발되었다(한혜숙・박현주, 2015: 42). 또한 첨단 과학기술에 대한 체험・탐구・실험 위주의 STEAM 교육을 실천하기 위한 노력의 일환으로 '첨단 과학기술 분야의 주제별 수업모델', '첨단과학 교사연수센터' 등이 운영되고 있으나, 학교 현장에서의 교사들은 첨단과학 분야의 학습지도에 어려움을 느끼고 있는 실정이다(교육과학기술부・한국과학창의재단, 2012).

실제 학교 현장에서 이루어지는 첨단 과학기술 분야에 대한 수업은 단순히 첨단 과학기술에 대한 원리와 존재 여부만 확인하는 경향이 있었다. 즉, 관련 분야의 지식과 소양을 형성하는 '활동 중심(activity base)' 학습은 활발하게 전개되었으나, 실험・실습 장비의 제약으로 첨단 과학기술을 체험하고 이를 활용하는 '성과 중심(performance base)' 학습을 제공하기는 어려움이 있었다. 이러한 상황들은 과학 및 기술 관련 직업에 대한 인식을 형성하는 중・고등학생(김경순 외, 2008, 서원석 외, 2015: 94; 재인용)들로 하여금 이공계 분야에 대한 친밀도와 흥미를 불러일으키는데 있어 한계 요인으로 작용한다.

그렇다면 첨단 과학기술 분야를 이끌어 가고 있는 유관 연구

Received October 19, 2015; Revised November 16, 2015
Accepted November 17, 2015
† Corresponding Author: harmony@cnu.ac.kr

기관, 대학 등의 모습은 어떠한가? 상기 기관에서는 첨단 과학기술에 대한 지식 전달형의 전문가 특강과 시찰성 견학 프로그램만을 제공하고 있는 실정이다.

이처럼 학교 현장에서는 첨단 과학기술에 관한 교육에 어려움을 겪고 있고, 첨단 과학기술을 보유한 유관 연구기관은 국가가 추진하는 인재 양성 정책에 참여하지 못하는 상호 대립적인 모습을 보여주고 있다. 특히 유관 연구기관들은 STEAM의 학습준거(상황 제시, 창의적 설계, 감성적 체험)에 기초하여 융합적인 사고를 가진 인재를 육성하기 위한 교수·학습 방법과 범국가적인 과학기술인재 육성 전략을 확보하지 못하고 있다. 또한 과학기술의 사회적 역할과 영향력이 커지고 있음에도 불구하고(한국과학창의재단, 2012), 첨단 과학기술을 보유한 상기 기관들은 첨단 과학기술에 대하여 대중들이 자연스럽게 이에 적응해야 한다는 '대중의 이해'의 관점을 견지하다보니, 첨단 과학기술에 대한 '대중의 참여' 기회를 충분히 제공하지 않는 경향이 있다.

상기에 열거된 문제점을 극복하기 위하여 미국의 항공우주국(NASA), 국립보건원(NIH), 국립표준기술연구소(NIST) 등과 더불어 연방 과학기관들은 그들이 보유하고 있는 교육센터와 박물관을 통하여 아웃리치(outreach) 프로그램을 운영하고 있다. STEAM의 모태라 할 수 있는 STEM 교육을 기반으로 하는 아웃리치 활동을 통해 기관이 보유하고 있는 다양한 시설과 지적 재산을 공유하여 학교 교육에서 실제로 제공되기 어렵거나 많은 투자를 필요로 하는 어려운 체험 활동 및 수많은 교육 기회를 제공하여 기관의 공유가치창출과 사회적 책임을 이행하고 있다.

특히 2000년대 들어 미국의 수많은 대학(존스홉킨스대, 노던일리노이대, 오하이오주립대, 메사추세츠공대, 벤더빌트대 등)들은 STEM Outreach Center 혹은 Science Outreach Center 등을 설립하여 그들이 보유한 물적・인적자원을 지역사회에 충분히 환원하려는 노력을 하고 있다. 이춘식(2012: 106)에 따르면, 미국의 이러한 움직임은 초등학교에서부터 학생들을 보다 더 많이 공학교육에 입문시키고 우수한 STEM 분야 인력을 양성하려는 계획과 맞물려있다.

우리나라의 경우, 과학기술자라는 직업의 이미지가 국가 발전과 경제 성장의 원동력이라는 사회적 인식과 애국주의가 결합되어 있어(박희제, 2007: 152), 이공계 직업 및 진로 활동은 지속적인 관심을 받고 있다(서원석 외, 2015: 94). 이러한 맥락에 터하여 중・고등학교 단계에서부터 첨단 과학기술을 보유한 대학 혹은 기관에서 STEAM 프로그램의 참여 기회를 제공하는 것은 미래 과학기술인재 육성을 위한 중요한 전략이라 볼 수 있다.

2. 연구의 목적 및 내용

이 연구는 지역 내 공과대학이 보유한 물적・인적자원을 활용한 중・고등학생용 STEAM 아웃리치 프로그램 개발 및 운영에 관한 사례이다. 궁극적으로 중・고등학생들이 지역 내 공과대학이 보유하고 있는 첨단 과학 기술을 경험하고, 관련 분야 진로를 설계할 수 있는 기회를 제공하는데 연구의 목적이 있다. 구체적인 연구 내용은 다음과 같다.

첫째, 항공우주공학, 건축공학, 화학공학, 메카트로닉스 공학 기반의 중・고등학생용 STEAM 아웃리치 프로그램 4종을 개발한다.

둘째, 개발된 STEAM 아웃리치 프로그램을 중・고등학생을 대상으로 시범 적용(pilot test) 한다.

셋째, 대학에서 STEAM 아웃리치 프로그램 운영 활성화 방안을 제안한다.

Ⅱ. 연구의 절차 및 방법

이 연구에 활용된 절차와 방법은 다음과 같다.

첫째, STEAM 아웃리치 프로그램은 항공우주공학, 화학공학, 건축공학, 메카트로닉스(로봇)공학 분야로 선정하였다. 이들은 기존에 유사 프로그램 운영 경험이 있고, STEAM 프로그램 개발에 대한 역량과 향후 지속적인 운영에 대한 의지를 가지고 있었기 때문이다. 프로그램의 개발은 전공별로 4인(석사 이상)이 참여하였다. 또한 공학 내용 및 공학 교육 교수(5인) 및 박사수료 이상의 연구원(4인)과 함께 각 전공별 교육 요소를 도출하고 자문을 받았다.

둘째, STEAM 아웃리치 프로그램은 학생용 교재, 교사용 지도서, 기관용 운영 지침서로 구성하였다.

셋째, 이 연구에서 개발한 STEAM 아웃리치 프로그램의 내용 타당도는 교육과학기술부, 한국과학창의재단(2012: 69)의 'STEAM 교육 체크리스트'을 활용하여 집필진, 전문가 집단이 두 차례 교차 점검을 실시하였다. ① 집필진들이 자기평가를 실시하고, ② 현장 교사로 구성된 전문가 집단(10인)을 통해 안면 및 내용 타당도 최종 검증을 받았다. 전문가 집단은 STEAM 교육 관련 연구 경험이 있는 STEAM 과목별 교사로 고르게 선정하였으며, 각 문항은 5점 척도(5=매우 그렇다, 4=그렇다, 3=보통이다, 2=그렇지 않다, 1=전혀 그렇지 않다)를 활용하여 응답할 수 있도록 구성하였다.

넷째, 개발된 프로그램을 학생들에게 시범 적용하고 교육 프로그램의 적용 결과를 분석하기 위하여 만족도 설문지(5점 척도)를 수집하였다.

다섯째, 선행연구 고찰(장신호, 2011; 조동성 · 문휘창, 2014), 연구진, 프로그램 강사 간담회 및 전문가 협의회를 통하여 STEAM 아웃리치 프로그램의 지속적인 운영을 위한 활성화 방안을 도출하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 프로그램 개발 결과

이 연구에서 개발한 STEAM 아웃리치 프로그램은 학생용 교재, 교사용 지도서, 기관용 운영 지침서로 분류된다. 세부 프로그램의 영역은 중학생용(항공우주공학, 화학공학), 고등학생용(건축공학, 메카트로닉스공학)으로 구분하였다.

상기 프로그램은 연구진이 고안한 5단계 모형(① 각 분야별 전공 소개, ② 연구실 탐방, ③ STEAM 아웃리치 프로그램 체험 및 실습, ④ 분야별 진로설계 및 멘토링, ⑤ 자유 토론)에 터하여 개발되었고, 프로그램은 모두 6차시로 구성하였다. 각 프로그램은 기관의 운영 환경 및 참여 학교의 상황에 따라 다양한 유형(1일, 3일, 5일 등)으로 변형할 수 있도록 설계하였다.

Fig. 1 The front covers of the program books

학생용 교재는 아웃리치 프로그램에 참여하는 학생들의 관심과 흥미를 극대화하고, 아웃리치 제공기관(대학)에서의 교육적 효과와 적용성을 극대화하기 위해 개발되었다. 교사용 지도서는 아웃리치 프로그램의 주제 및 제작 의도, 학습 목표(내용 목표, 과정 목표), STEAM 과목 요소, STEAM 단계 요소, 차시별 계획 총괄표, 교육과정 연계성, 차시별 교수 · 학습과정 등에 대한 정보를 유기적으로 구성하였다. 기관용 운영 지침서는 실질적으로 아웃리치 프로그램 참여를 희망하는 일선 학교 교사들에게 배포되는 안내 자료로서 프로그램의 내용, 수준의 적절성, 참가비용 및 참여 방법 등에 대한 유용한 정보를 제공하고, 대학 내 업무담당자가 아웃리치 프로그램을 운영(coordinating)하는데 있어서 필요한 절차와 제반 사항에 대한 정보를 제공하도록 구성하였다.

이 연구에서 개발한 STEAM 아웃리치 프로그램에 대한 내용 타당도 결과는 Table 1와 같다. 17개 평가 항목으로 구성되어 있는 내용 타당도 범위는 4.06-4.23(5점 만점)에 분포되어 있어 프로그램의 전반적인 내용은 타당한 것으로 나타났다.

안면 타당도 검증 의견을 수집한 결과 ① 학생용 교재의 부분적인 흐름 및 내용 수정, ② 학생용 교재에 사용된 용어를 중 · 고등학생에게 적합한 것으로 수정, ③ 체험 활동의 일관성 및 정합성 확보, ④ 학생이 자유롭게 메모할 수 있는 공간 확보, ⑤ 활동지 곳곳에 학생들이 이해할 수 있는 흥미롭고 쉬운 정보를 제공하는 것 등으로 나타나 프로그램을 수정 · 보완하였다.

각 프로그램의 내용은 아래 '가~라'와 같다.

Table 1 Result of the STEAM content validities

구분		요소	항공우주공학	화학공학	건축공학	메카트로닉스공학
STEAM 교육 목적		융합인재 양성	3.83	3.97	4.21	4.02
STEAM 교육 개념		학생 흥미 증진	4.30	4.23	4.32	4.32
		실생활 연계	3.99	3.89	4.12	4.09
		융합적 사고력 배양	4.02	3.98	4.32	3.98
STEAM 교육 활동준거	상황 제시	상황 제시	4.32	4.23	4.39	4.54
		자연스러운 융합	4.02	4.41	4.23	4.23
	창의적 설계	학생 중심	4.23	4.09	4.21	4.11
		아이디어 발현	3.43	3.98	4.32	3.87
		자기 문제화	3.58	3.79	4.02	3.98
		학습 방법	3.92	3.87	4.01	3.76
		과정, 활동 중심	4.02	4.01	4.21	4.43
		다양한 산출물	4.32	4.23	4.38	4.03
		협력 학습	4.13	4.32	4.02	4.34
	감성적 체험	Hands-on	4.43	4.52	4.44	4.54
		성공의 경험	4.02	4.35	4.23	4.11
		새로운 도전 요소	3.95	3.79	4.32	3.90
		자기 평가	4.32	4.38	4.21	4.02
평균			4.05	4.12	4.23	4.13

가. 항공우주공학(부제: 날아올라 Sky High)

항공우주공학 기술의 기초적 원리와 활용 방법을 탐구하고 비행기, 로켓의 역사와 기초적 원리를 바탕으로 나만의 비행기와 로켓을 창의적으로 설계할 수 있도록 한다. 또한 항공우주공학 전문가의 만남을 통해 관련된 직업 세계를 탐구하고 진로 경로(career path)를 작성하여 실질적인 진로 설계에 도움을 주도록 하였다.

나. 화학공학(부제: CNU 케미스토리)

단위조작 실험실, 화학공학 연구실과 연계하여 화학공학 장비를 이용한 다양한 실험을 수행한다. 이를 통하여 화학공학 분야인 석유화학, 정밀화학, 제약사업 등을 고르게 탐색할 수 있으며, 화학공학자의 역할에 대하여 바르게 인식할 수 있다. 또한 특정 물질을 추출하고 검증하는 실험을 통해 문제해결능력과 통합적인 사고능력을 기르고, 실험보고서를 작성함으로써 실용적 글쓰기를 체험 하도록 한다.

Table 2 The profile of aerospace engineering outreach program

프로그램 목표	내용목표	• 비행기, 로켓의 원리에 관해 설명할 수 있다. • 프로젝트 실습을 통해 나만의 비행기, 로켓을 설계하고 제작할 수 있다. • 항공우주공학자와의 만남을 통해 항공우주공학 전문가가 되기 위한 진로를 스스로 설계할 수 있다.
	과정목표	• 창의적 문제 해결 과정을 통하여 나만의 비행기, 로켓을 제작해봄으로써 문제 해결력을 기르고, 흥미를 느낄 수 있다. • 시험과 평가, 피드백을 통하여 만족감을 느끼고, 문제에 대한 도전의식을 기를 수 있다. • 자신의 적성에 맞는 항공우주공학자와 관련된 진로 과정을 탐색하고, 장래에 대한 희망을 가질 수 있다.
STEAM 연계성	S	• 비행기의 원리, 로켓의 원리
	T	• 항공우주공학 기술의 적용 사례
	E	• 비타민 로켓 및 비행기 설계
	A	• 디자인(표현하기), 비율
	M	• 문자와 식, 기하, 비타민과 물의 비율 계산
STEAM 학습준거	상황제시	• 항공우주공학 전문가를 만나고 항공우주공학이 무엇 인지 알아보기 • 비행기, 로켓의 원리 알아보기 • 항공우주공학과 연구실을 견학하고 항공우주공학 미리 체험하기
	창의적 설계	• 문제 상황과 제한 조건 파악하기 • 제한 조건에 의거하여 나만의 비행기, 로켓 설계도 그리기 • 항공우주공학 전문가와 함께 나만의 비행기, 로켓 제작하기
	감성적 체험	• 학생들이 항공우주공학 전문가에게 작품을 평가 받고, 어떤 점을 보완해야 하는지 피드백 받아 수정, 보완하기 • 재시험을 통한 성공의 경험 및 도전의식 가지기 • 항공우주공학자 진로를 탐색하고, 나만의 항공우주 공학 커리어패스 완성하기

Table 3 The profile of chemical engineering outreach program

프로그램 목표	내용목표	• 화학공학의 기초학문과 응용학문에 관한 지식을 습득할 수 있다. • 화학적 합성과 분리에 대하여 실제로 관찰할 수 있다. • 화학공학 분야에서 쓰이는 다양한 장비를 직접 사용할 수 있다.
	과정목표	• 이론적 실험 결과와 실제 실험 결과간의 차이의 원인을 알 수 있다. • 실제 산업체의 산업 분야에서 사용하는 실험을 직접 해볼 수 있다. • 화학공학자의 역할과 화학공학의 분야에 대하여 설명할 수 있다.
STEAM 연계성	S	• 비타민 C 분자구조, 해열진통제 합성 구조
	T/E	• 시험관 설계 및 제작, 증류장치 조정
	A	• 보고서 쓰기
	M	• 수득률 계산하기
STEAM 학습준거	상황제시	• 자기주변에 있는 사물 중 화학공학의 영향이 미친 물질 찾아보기 • 공학자들은 어떠한 장비를 다룰지 생각해보기 • 화학공학 기술이 발달하기 전에는 어떠했을까? • 화학공학자들의 직업은 무엇이 있을까?
	창의적 설계	• 정류에 의한 액-액 분리 실험 • 실험관 설계하기 • 음료수에 들어있는 비타민C 정량 분석 • 해열 및 진통제 합성 및 정제 실습
	감성적 체험	• 고분자 합성물질 생각해보기 • 실험보고서 작성하기 • 수득률 계산하기 • 커리어패스 작성하기

다. 건축공학(부제: 꿈을 담은 건축학교)

우리 주변의 건축물에 숨겨진 건축 공학의 원리를 이해하고 생활 속에서의 건축 공학의 개념, 특성, 시스템을 이해하도록 구성하였다. 특히 건축물에 사용된 재료나 디자인의 의미를 바르게 인식하도록 한다. 위에 제시된 학습 내용을 바탕으로 나만의 집을 설계 · 제작해보면서 문제해결능력을 기르고, 건축 공학자의 활동을 간접적으로 체험하도록 하였다. 또한 나의 적성과 관련된 건축 공학자를 찾아보고 진로 경로(career path)를 탐구하도록 하여 실질적인 진로 설계에 도움을 주도록 구성하였다.

라. 메카트로닉스공학(내 손으로 만드는 로봇세상)

시대별로 제시된 다양한 로봇의 종류를 통해 당시 이러한 로봇이 나오게 된 배경을 이해하고, 자연스럽게 미래의 로봇에 대해 상상해볼 수 있도록 구성하였다. 특히 학생 스스로 미로

Table 4 The profile of architectural engineering outreach program

프로그램 목표	내용목표	• 문제 해결책과 관련된 과학, 기술, 미술, 수학적 원리를 이해하고 이것을 융합하여 해결책을 도출할 수 있다. • 건축 프로젝트 실습을 통해 나만의 집을 제작하고 설계할 수 있다. • 건축 공학자와의 만남을 통해 건축 전문가가 되기 위한 진로를 스스로 설계 할 수 있다.
	과정목표	• 창의적 문제 해결 과정을 통하여 나만의 건축물을 제작해봄으로써 문제 해결력을 기르고, 흥미를 느낄 수 있다. • 시험과 평가, 피드백을 통하여 만족감을 느끼고, 문제에 대한 도전의식을 기를 수 있다. • 자신의 적성에 맞는 건축공학자와 관련된 진로과정을 탐색해봄으로써 장래에 대한 희망을 가질 수 있다.
STEAM 연계성	S	• 서양과학사, 열과 우리생활
	T/E	• 미래기술과 사회, 기술 혁신과 설계, 건설기술과 환경
	A	• 미술사, 표현방법
STEAM 학습준거	상황제시	• 건축공학 전문가를 만나고 건축공학이 무엇인지 알아보기 • 건축공학의 원리와 필요성 알아보기 • 건축공학과 전공 강의실을 견학하고 건축 공학 미리 체험하기
	창의적 설계	• 문제 상황과 제한 조건 파악하기 • 제한 조건에 의거하여 나만의 집 설계도 그리기 • 건축공학 전문가와 함께 나만의 집 제작하기
	감성적 체험	• 학생들이 건축 공학 전문가에게 주거 공간을 평가받고, 실제주거 공간으로 발전하기 위해서는 어떤 점을 보완해야 하는지 피드백 받아 수정, 보완하기 • 재시험을 통한 성공의 경험 및 도전의식 가지기 • 건축 공학자 진로를 탐색하고, 나만의 건축 공학 커리어패스 완성하기

Table 5 The profile of aerospace engineering outreach program

프로그램 목표	내용목표	• 메카트로닉스 공학이 무엇이고 로봇이 실생활과 관련된 것이 무엇인지 설명 할 수 있다. • 로봇의 구성요소를 활용하여 나만의 로봇을 제작할 수 있다. • 로봇 전문가가 되기 위해 진로를 설계할 수 있다.
	과정목표	• 다양한 로봇을 체험하고 현대 사회에서의 로봇이 적용된 분야에 대해서 배움으로서 로봇에 대한 흥미를 느낄 수 있다. • 창의적으로 나만의 로봇을 제작하는 과정을 통해서 문제해결력을 기르고 도전 의식을 기를 수 있다. • 로봇공학자와 관련된 진로를 탐색해봄으로써 장래 진로 탐색에 도움을 받을 수 있다.
STEAM 연계성	S	• 정보와 통신, 정보통신과 신소재, 프로그래밍, 문제해결력, 인류의 건강과 과학기술
	T/E	• 공학기술의 이해, 공학기술의 세계, 공학기술의 실제
	A	• 진로와 지도, 창의적 체험활동
STEAM 학습준거	상황제시	• 로봇이 이용되는 예 • 영화나 만화속의 로봇은 무엇이 있을까? • 현대 사회의 로봇은 어떤 기능을 가지고 있을까? • 로봇의 어원과 역사는 무엇일까? • 현대 사회에서 로봇이 적용되는 분야는 무엇일까? • 지능시스템 및 감성공학 연구실에서 개발한 로봇은 무엇이 있을까? • 미로를 탈출하는 미로탈출로봇이란 무엇일까? • 로봇을 구성하는 3대 요소는 무엇일까? • 로봇이 사용하는 언어는 무엇일까? • 로봇 공학자 직업은 무엇이 있을까?
	창의적 설계	• 2100년에는 로봇이 어떤 기능을 상상을 통해 표현하기 • 체험한 로봇의 원리 이해하기 • 미로탈출로봇을 조립해 보기 • 습득한 프로그램 언어를 사용하여 미로탈출로봇 작동시키기 • 나만의 로봇 공학자 커리어 패스 작성하기
	감성적 체험	• 복싱로봇, 무선조종자동차, 쿼드콥터 체험하기 • 내가 만든 미로탈출로봇의 기능 소개하기 • 나와 로봇 공학자의 관계 탐색하기

Table 6 Survey of participant satisfactions

문항	항공우주공학 (N=54)	화학 공학 (N=53)	건축 공학 (N=34)	메카트로닉스공학 (N=33)
1. 나는 오늘 수업 활동에 대해 만족한다.	4.44	4.49	4.41	4.64
2. 선생님께서 수업에 대해 알기 쉽게 지도해주셨다.	4.44	4.49	4.44	4.55
3. 수업내용은 흥미 있었다.	4.37	4.25	4.44	4.67
4. 수업내용은 이해하기 쉬웠다.	4.33	4.17	4.26	4.06
5. 수업을 받는 동안 강의실과 주변 시설 사용이 편리하였다.	4.26	4.25	4.21	4.39
6. 수업에 참여하는 동안 다양한 과목에 대한 내용이 필요했다.	3.94	4.08	4.18	3.94
7. 이번 수업을 통해 학교에서 경험 하지 못했던 활동을 하였다.	4.35	4.36	4.65	4.85
8. 이번 수업은 학교 수업에 도움이 될 것이라 생각한다.	4.31	4.13	4.18	4.12
9. 이번 수업은 활동 (토론, 실습, 체험) 중심의 수업 이었다.	3.85	4.23	4.41	4.48
10. 이번 수업을 통해서 해당 분야의 진로에 대해 관심이 생겼다.	4.15	4.15	3.88	4.21
평균	4.24	4.26	4.31	4.27

탈출로봇을 조립하고, 프로그램 언어를 사용하여 상기 로봇을 작동시켜봄으로서 로봇에 흥미를 가질 수 있도록 하였다.

2. 시범 적용

연구진은 프로그램의 타당도(안면/내용)를 검증 받고 수정・보완된 STEAM 아웃리치 프로그램의 현장 적용 가능성을 평가하고자 대전 지역의 C대학에서 중・고등학생 184명을 대상으로 시범 적용을 실시하였다. 1차 시범 적용 기간인 2014년 11월 8일에는 H중학교 3학년 학생(115명)이 항공우주공학(58명), 화학공학(57명)에 참여하였다. 2차 시범 적용 기간인 2014년 11월 20일에는 D고등학교 1학년 학생(69명)이 건축공학(34명), 메카트로닉스공학(35명)에 참여하였다. 교육 참여자를 대상으로 교육 종료 직후 만족도 설문조사(5점 척도, 10개 문항)를 실시하였고, 데이터클리닝을 통해 응답의 신뢰성이 부족하거나 한 문항이라도 응답하지 않은 설문지를 제외한 174부(94.6%)를 결과 분석에 사용하였다.

Table 6에 따른 만족도 조사 결과를 보면, 전체 문항의 프로그램별 만족도 평균(5점 만점)은 항공우주공학 4.24, 화학공학 4.26, 건축공학 4.31, 메카트로닉스공학 4.27로 나타났다. 각 프로그램별 만족도는 4.24-4.31로 나타나, 교육 참여한 중・고등학생들은 프로그램의 내용과 내용 적절성, 흥미도 등에 대체로 만족하고 있음을 알 수 있다.

3. 아웃리치 프로그램 활성화 방안

이 연구를 통해 도출된 아웃리치 프로그램 활성화 방안은 다음과 같다.

첫째, 대학에서 수요자(참여 학생)의 직・간접적인 교육적 요구를 수용한 전공별 아웃리치 프로그램을 개발해야 한다. 현재와 미래를 살아갈 아이들에게 실질적인 교육을 제공하는 것이 오늘날 대학에게 요구되는 사회적인 책임이기 때문이다. 이를 위해 학교 교육과정과의 연계성을 고려하는 것이 바람직하고, 만족도 평가 수준에서 벗어나 엄격한 프로그램 평가를 수행할 필요가 있다.

둘째, 아웃리치 프로그램을 운영하는 별도의 조직이 신설되어야 한다. 아웃리치는 기부나 홍보의 측면으로 운영되는 경향이 있기 때문에 지속성을 확보하기 위해서는 기관의 의지가 매우 중요하다. 구체적으로 관리자와 실무 담당자(행정원, 내용 전문가로서 대학 교수, 연구원)의 의지와 자발성 확대를 위해서 전담 조직을 설치하고, 전문 아웃리치 프로그램 코디네이터를 양성・배치하는 방안도 고려할 필요가 있다. 코디네이터는 전일제 대학원생, 경력단절여성, 퇴직과학기술인 등을 활용할 수 있다. 덧붙여, 국·공립 대학은 기관의 특성상 부서별 관련 담당자가 수시로 변경되기 때문에 전담 조직을 보유할 경우 학교의 책임의식과 지속성을 공고히 다질 수 있으며, 프로그램 수혜를 희망하는 교사나 학생들이 대학의 어느 부서에 어떻게 연락해야 하는지 등에 대한 구체성을 확보하여 접근 장벽을 낮출 수 있다.

셋째, 대학은 시·도 단위의 교육청 혹은 학교와 업무협약을 추진하거나 협의체를 구성하여 상호간 물적・인적자원을 체계적으로 지원하고, 관리하는 방향을 모색해야 한다. 구체적으로 ① 각급 학교 및 시・도교육청에서 가용할 수 있는 자유학기제 관련 예산 연계 활용 검토, ② 단과대학별 재원 혹은 학내 입학 관련 부서의 홍보 예산의 일정 비율을 고정적인 활용, ③ 대학 내 정부지원 사업단(Brain Korea 21, 대학 특성화 사업 등) 혹은 부속기관(센터급) 등과 연계하여 지속적

운영을 위한 재원 확보, ④ 관공서, 도서관 및 비영리기관의 지원을 이끌어내 프로그램 추진을 위한 예산 확보 등의 방법이 있다.

넷째, 정부 혹은 지자체는 대학의 운영 상황별 실효성 있는 제도를 마련하여 지원하는 것이 중요하다. ① 아웃리치 프로그램 운영에 대한 의지가 부족한 대학의 경우, 아웃리치 프로그램의 정착은 지역 사회의 분위기 전환에 바람직한 기제로 작용함을 주지시키고, 기관 이미지 제고에 유의미한 전략으로 활용할 수 있음을 강조한다. ② 아웃리치 프로그램 운영에 대한 의지는 있으나, 기반(infrastructure)이 미약한 대학의 경우, 정부 차원에서 실제 행 · 재정적 지원 방안을 지원하는 것이 바람직하다. 아웃리치 프로그램은 개인의 헌신으로만 운영되기에 여러 한계점이 존재하므로 프로그램 운영에 따른 보조강사 비용 지원, 사범계열 재학생의 교육실습 수업과의 연계, 봉사활동(행정자치부 자원봉사 포털 등)과 연계한 홍보활동 및 보조인력 지원, 교재 인쇄비 등과 같은 운영 실비를 지원하는 것이 중요하다. ③ 아웃리치 프로그램 운영에 대한 강력한 의지와 기반이 구축되어 있으나, 아웃리치 교육 프로그램이 없을 경우, 각 대학의 특성과 노하우를 잘 살린 프로그램을 개발할 수 있도록 STEAM 전문가 등을 파견하거나 자문 및 연수를 받을 수 있도록 STEAM 교육 전문가 인력 풀(pool)을 제공한다.

다섯째, 각 대학 교원평가에서 아웃리치 프로그램의 참여 실적을 성과로 인정하는 방안을 검토한다.

IV. 결론 및 제언

이 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 항공우주공학, 건축공학, 화학공학, 메카트로닉스 공학 기반의 중 · 고등학생용 STEAM 아웃리치 프로그램을 개발하였으며 그 결과 학생용 교재, 교사용 지도서, 기관용 운영 지침서가 도출되었다.

둘째, STEAM 아웃리치 프로그램을 시범 적용한 결과 각 프로그램별 만족도는 4.24-4.31로 나타나 학생들은 전반적으로 만족하고 있었다. 향후 지속적인 실행, 과정, 성과의 측면에서 프로그램의 효과성을 검증하는 노력을 하는 것이 바람직할 것이다.

셋째, 지역 공과대학 차원에서의 STEAM 아웃리치 프로그램 운영 활성화 방안을 제안하였다. 상기 방안이 향후 STEAM 아웃리치 프로그램 운영과 더불어 공학교육 관련 정책 수립의 기초자료로 활용되기를 기대한다.

이 연구 결론에 덧붙여 제언하면 다음과 같다.

첫째, 이 연구에서는 항공우주공학, 화학공학, 건축공학 및 메카트로닉스공학에만 한하여 STEAM 아웃리치 프로그램을 개발하였다. 타 대학에서도 각 전공별 특성을 반영한 STEAM 아웃리치 프로그램을 개발하여 지역내 청소년들에게 제공해야 한다. 이는 조동성, 문휘창(2014: 39)의 주장처럼 대학의 사회적 책임의 차원에서 지역사회에 대한 봉사는 대학의 존재 근거 중 하나이며, 물적 · 인적자원을 잘 활용하면 일반인의 사회봉사보다 더 큰 파급효과와 긍정적인 영향을 줄 수도 있기 때문이다.

둘째, 현재 국내의 STEAM은 단순히 과학 · 기술 · 공학 · 예술 · 수학 교육의 통합을 지칭하는 것으로 인식하는 경향이 있다. 이춘식(2012: 103)의 주장처럼 단순히 학문 간의 통합이 아닌 공학·기술적인 맥락의 문제를 연구 계획 · 설계 · 제작 및 평가하여 해결하는 과정에 과학과 수학적인 원리 및 과정을 적용하는 교육으로 나아가야 한다.

셋째, 궁극적으로 공과대학에서는 아웃리치 프로그램이 그들이 가진 물적 자원(대학의 시설 및 장비 등)과 인적 자원(교수, 연구원 등)을 지역 사회에 일방적으로 베푸는 것이 아니라는 가치관으로 전환하는 자세가 매우 중요하다. 지역 내 다양한 학습자들과의 교감을 통해 생각지도 못한 아이디어를 얻을 수 있고, 이는 곧 사회적 소통의 산물로서 첨단 과학기술이 더욱 발전하게 되는 계기가 될 수 있기 때문이다.

참고문헌

1. 교육과학기술부(2010). 창의인재와 선진과학기술로 여는 미래 대한민국. 2011년 업무 보고서.
2. 교육과학기술부 · 한국과학창의재단(2012). STEAM 가이드북: 손에 잡히는 STEAM 교육. 한국과학창의재단.
3. 김경순 외(2008). 중 · 고등학생들의 과학 및 기술 관련 일하는 장소와 직업에 대한 인식. 한국과학교육학회지, 28(8), 890-900.
4. 박희제(2007). 일반시민들의 과학기술자 직업 선호도 결정요인을 통해 본 이공계 기피현상의 재조명. 한국사회학, 41(6), 142-170.
5. 서원석 · 이창훈 · 김기수(2015). 중 · 고등학생의 이공계 진로 포트폴리오 작성 경험에 관한 질적 연구. 한국기술교육학회지, 15(2), 92-112.
6. 이춘식(2012). 미국 STEM 교육의 최신 동향과 딜레마. 한국실과교육학회지, 25(4), 101-122.
7. 장신호(2011). 교육기부의 개념, 운영 사례, 해결과제 탐색(현안보고 OR 2011-02-8). 한국교육개발원.
8. 조동성 · 문휘창(2014). 대학의 사회적 책임: 나눔의 이론과 실천. 서울: 서울경제경영출판사.

9. 한국과학창의재단(2012). 제3차 과학기술문화창달 5개년(2013-2017)계획(안). 저자.
10. 한혜숙・박현주(2015). STEAM 프로그램 분석틀 개발 및 프로그램 분석. 학습자중심교과교육연구, 15(6), 41-64.

서원석 (Seo, Won-seok)
2008년~2011년: ㈜에이팩 연구원
2014년: 충남대학교 공업교육학부 기계·금속공학교육전공 학사
2015년~현재: 동 대학원 공업기술교육학과 석사과정
2012년~2015년: ㈜에스씨티 대표이사
관심분야: 직업교육, K-12 공학기술교육, 지식재산(발명)교육, 진로교육
Phone: 042-821-7993
E-mail: my-sws@hanmail.net

이창훈 (Lee, Chang-hoon)
1999년: 충남대학교 금속공학교육과 학사
2002년: 동 대학원 공업교육학과 석사
2007년: 동 대학원 공업교육학과 박사
2010년~현재: 충남대학교 사범대학 기계·금속공학교육과 교수
2011년~현재: 충남대학교 청소년창의기술인재센터 부센터장
관심분야: 직업교육, 진로교육, K-12 공학기술교육, STEAM 교육, 창의공학설계, 산업기술문화
Phone: 042-821-8579
E-mail: harmony@cnu.ac.kr