

공학적 소양 함양을 위한 비형식 공학교육 프로그램 개발 및 적용 - 국립과학관을 중심으로

허혜연*, 김기수**

<국문초록>

이 연구의 목적은 형식교육의 틀 밖에서 실현되는 공학교육을 위한 비형식 공학교육 프로그램을 개발하고 적용하는데 있다. 이를 위하여 비형식 공학교육 프로그램을 개발하고 타당화하여, 참여자의 프로그램 참여 경험을 논의하였다. 개발된 비형식 공학교육 프로그램은 공학에 관심 있는 고등학생 학습자 90명에게 1박 2일 캠프 형식으로 적용하였고, 개방형 설문 및 심층 인터뷰로 목표 달성 여부를 확인하였다. 비형식 공학교육 프로그램의 목표는 실제 생활에서 공학, 공학 설계의 중요성 및 공학 설계 과정의 원리를 이해할 수 있으며, 다양한 지식과 도구를 활용하여 공학문제를 창의적으로 해결할 수 있도록 하는데 있다. 또한, 실제 사례를 통해 공학자가 하는 일을 이해하고, 자신의 진로를 설계할 수 있으며, 문제를 해결하는 과정에서 동료와의 협업을 통해 공학과 관련된 다양한 이슈를 공유하고 공학 주제에 대한 의사소통 능력을 기를 수 있어야 하는 것을 목표로 교육 프로그램을 개발하였다.

주제어 : 비형식 공학교육, 공학교육, 공학적 소양

이 연구는 충남대학교 학술연구비 지원에 의하여 수행되었음.

* 허혜연(hyhuh@sciport.or.kr), 국립부산과학관 연구원, 051-750-2414

** 교신저자 : 김기수(kksoo@cnu.ac.kr), 충남대학교 교수, 042-821-5699

I. 서론

1. 문제 제기

2016년 세계경제포럼의 보고서에 따르면 미래 사회 개인이 갖추어야 하는 지식은 ‘복합문제 해결능력’, ‘인지능력’, ‘컴퓨터/IT 및 STEM(Science, Technology, Engineering, Mathematics)’ 분야의 지식이 될 것으로 예측하고 있다. 결국 개인에게는 새로운 지식을 받아들이고, 문제를 해결하는 역량이 더 중요해졌다고 할 수 있다.

또한 어느 시대나 급격한 기술의 진보는 개인의 공학에 대한 이해와 소양이 생존을 위해 중요한 요인으로 간주되어 왔다. 특히, 현대에 들어서서 공학은 더 이상 한정된 특정 집단의 전유물이 아니며 공학의 소비라는 측면에서 일반 대중의 관련 담론에 대한 지속적인 관심과 참여하는 태도가 필요하게 되었다. 이와 같은 관점에서 공학적 소양의 중요성은 고등교육 수준뿐 아니라 초·중등 교육수준에서도 강조되고 있고, 학습자의 이해와 관심을 높이기 위한 다양한 교육적 시도가 이루어지고 있다(김영민, 강정하, 허남영, 2015; 이은상, 2015). 실제로 공학은 이미 국가교육과정에서 ‘과학과’, ‘기술과’, ‘정보과’ 등 다양한 교과목을 통해 언급되고 있다(교육부, 2015).

이러한 교과목들의 교육 목표는 청소년들에게 여러 과학기술 분야에 대한 소양을 길러주어 급변하는 기술 환경에 능동적으로 적응하고 이를 바탕으로 보다 행복한 삶을 영위할 수 있게 하는 것이다. 2015 개정 교육과정에서는 고등학교 진로선택 과목으로 ‘공학 일반’ 교과가 신설되었다. 이 교과에선 공학에 대한 지식과 소양을 바탕으로 공학적 태도를 함양하여 개인과 사회의 문제를 이해하고 창의적으로 해결할 수 있는 능력을 기른다는 일차적 목표와 공학적 지식, 기능, 태도를 함양하여 주도적으로 삶을 영위할 수 있도록 한다는 일반적 목표를 설정하고 있다.

공학기술이 빠르게 발전하고, 급변하는 시대에서 일상생활에서 공학을 접하고, 공학 산출물의 소비자로서 비판적 판단으로 공학을 활용하기 위해서는 남녀노소 누구에게나 필요한 교육이라 할 수 있다. 다가올 4차 산업 시대에 삶을 영위하기 위하여 공학 관련 교육 방향은 정해진 답을 암기하거나 이해하는 수준에서 벗어나 탐구 능력, 문제 해결력, 능동적 태도를 가지고 창의적으로 문제를 해결할 수 있는 소양을 길러야 한다(문대영, 2009).

특히 공학 관련 비형식 교육 기관은 다양한 관련 이론과 현상을 직접 체험할 기회를 제공한다는 측면에서 더욱 가치가 있다. 같은 맥락에서 공학교육을 위한 시청각 자료가 완비되어 있을 뿐만 아니라 학습 몰입감을 높여주고 직접 체험할 수 있는 전시물이 있고, 이를 운영하고 관리하는 전문 인력이 상주하는 교육 장소인 과학관 등과 같은 비형식 교육 기관의 적극적인 활용에 대한 논의가 필요하다. 또한 비형식 교육 기관이 갖추고 있는 공학교육 실천 여건을 활용하여 비형식 교육의 장점을 충분히 살려내는 소프트웨어 측면의 운영 아이디어가 반드시 필요하다(허혜연 외, 2015). 그러나 비형식 교육인 경우 교육과정이 존재하지 않으므로 사전 교육설계 없이 단순한 1회성 체험이 많은 현실이다(허혜연 외, 2015). 교수학습 과정에 대한 관심도가 낮아 비형식 교육 기관마다 진행되는 공학교육 프로그램에 대한 관리가 어렵고(임나영, 이창훈, 2017), 비형식 교육 기관 특성을 바탕으로 한 교육 프로그램을 개발하고 적용하는 연구는 매우 제한적이다(권이영, 2015; 이소현, 2017).

2. 연구 목적

이 연구의 목적은 공학적 소양 함양을 위하여 비형식 교육기관에서 체계적으로 활용할 공학교육 프로그램 개발하고, 이를 적용하여 그 효과성을 확인하는 것에 있다.

3. 연구 내용

이 연구의 목적을 달성하기 위한 연구 내용은 다음과 같다.

첫째, 비형식 공학교육 프로그램은 무엇인가?

둘째, 비형식 공학교육 프로그램은 타당한가?

셋째, 비형식 공학교육 프로그램의 개발 과정 및 결과는 어떠한가?

4. 용어의 정의

가. 공학교육

공학교육이란 과학, 기술, 수학 등의 지식의 융합 및 응용을 바탕으로 창의적 문제해결 및 설계 과정을 경험하는 교육으로(김기수 외, 2013), 이 연구에서는 공학자를 양성하기 위한 교육이 아닌 평생교육 관점에서 학습자의 공학적 소양을 함양하는 교육을 의미한다. 여기서 공학적 소양이란 일상 생활에서 공학적 문제에 직면하였을 때 과학, 기술, 수학 등 다양한 지식의 융합 및 응용을 바탕으로 이를 비판적으로 사고하여 이해하고, 이러한 문제를 해결하는 소양(literacy)을 의미한다(허혜연, 2020).

나. 비형식 공학교육

이 연구에서 비형식 공학교육이란 공학적 소양 함양을 위하여 초·중등 학생 및 일반 성인을 대상으로 수준별 공학 관련 학습을 제공하기 위한 정규교육과정의 틀 밖에서 수행되는 체계적인 교육 활동을 의미한다. 평생교육 관점에서 학습자의 공학적 소양을 함양하는 교육 목적을 가지고 있어 초·중등 학생 및 일반 성인을 대상으로 한다. 특히 일반 성인 수준에 고등 수준을 포함한 대상으로 구분하여 수준별로 학습을 제공하는 교육을 의미한다.

다. 비형식 공학교육 프로그램

이 연구에서 비형식 공학교육 프로그램은 정규교육과정의 틀 밖에서 교육을 수행하고 있는 비형식 교육 기관에서 교육목표를 달성하기 위하여 개발되는 교육 프로그램을 의미한다.

II. 이론적 배경

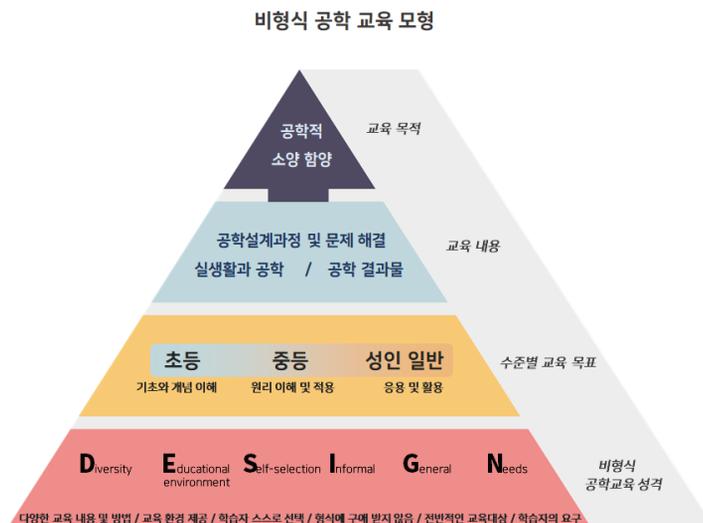
1. 비형식 공학교육

공학교육은 정규 교과에 없기 때문에 보통 비형식 교육 기관에서 이루어진다. 현재 국내에서 진행되고 있는 비형식 공학교육의 특성과 현황에 대하여 고찰하였다.

가. 비형식 교육 기관에서의 공학교육

비형식 공학교육은 보통 공학에 대한 전시물이 있는 교육 기관, 연구소 등에서 이루어진다. 기관의 계획에 의해 개발 및 운영되는 학습에 참여하는 것은 우연한 경험이기 보다는 계획을 갖고 학습에 참여하는 경우이다(노진아, 2019). 비형식 교육 기관에서 제공하는 교육은 각각 교육 기관의 특성에 따라 다양하게 제공하고 있다. 대부분 박물관, 동물원, 수목원, 수족관 등의 장소에서 이루어지는 교육을 비형식 학습(informal learning)이라고 하며(Diamond, Horn & Uttal, 2016), 이와 관련하여 학자들은 다양한 정의 및 특성을 논의하고 있다. 공통적인 특성은 공식적인 교육과정이 없고 체계적이지 않지만, 비형식 교육 기관에서 진행되는 교육적인 활동으로 대부분 정의하고 있다 (김이슬 외, 2010; 이은경, 양은아, 2017; Conffield, 2000).

허혜연(2020)은 [그림 1]과 같이 비형식 공학교육 기관에서 효과적인 공학교육을 위하여 모형을 제시하였다. 이 모형은 피라미드 형태로 비형식 공학 교육 성격을 바탕으로 수준별 교육 목표를 정하여 교육 내용을 가지고 최종 목적인 공학적 소양을 함양할 수 있도록 제시하였다.



[그림 1] 비형식 공학교육 모형

먼저 비형식 공학교육 성격은 총 6가지 단어로 제시되어 있다. 첫 번째 단어는 Diversity(다양성)로 다양한 교육 내용과 교육 방법을 나타낸다. 비형식 교육은 시대의 흐름, 학습자의 흥미 등을 고려하여 다양한 교육 내용을 제시하고, 교육 방법을 활용할 수 있다. 두 번째 단어는 Educational environment(교육 환경)로 교육 효과를 높일 수 있는 교육 환경을 제공해야 함을 나타낸다. 세 번째 단어는 Self-selection(스스로 선택함)으로 학습자가 본인이 원하는 교육을 스스로 선택하는 성격을 의미한다. 네 번째 단어는 Informal(비형식)로 형식에 구애받지 않음을 뜻한다. 다섯 번째 단어는 General(전반적인)로 비형식 공학 교육은 전반적인 교육 대상을 대상으로 한다. 마지막 단어는 Needs(학습자의 요구)로 학습자의 요구를 중요시하여 교육이 이루어지는 것을 나타내었다. 이러한 성격을 바탕으로 수준별 교육 목표를 제시하였다. 초등 수준에서는 기초 및 개념을 이해하는 것을 목표로 학습이 이루어져야 하고, 중등 수준에서는 원리를 이해하고 실제로 적용하는 것을 목표로 한다. 또한 일반 성인 수준에서는 응용하고 활용하는 것을 목표로 하는 것을 제시하였다. 이러한 대상별 목표를 달성하기 위하여 공학 설계 과정, 문제해결, 실생활과 공학, 공학 결과물에 대한 다양한 교육 내용을 학습할 수 있다. 이러한 교육의 궁극적인 목적은 공학적 소양을 함양하는 것이다.

공학 관련 비형식 교육을 하고 있는 기관은 대학교, 정부 출연 연구원 등 다양하지만 교육적 목적을 가지고 있고, 공학 관련 전시물과 관련하여 공학 설계 체험 가능한 교육이 이루어지는 대표적인 곳은 과학관이다(허혜연, 2020).

과학관은 과학기술 자료를 수집, 조사, 연구하여 이를 보존, 전시하며 각종 과학기술 교육 프로그램을 개설하여 과학기술 지식을 보급하는 시설로 학교 밖 교육 기관으로 대표적인 비형식 교육 기관이라 할 수 있다. 이에 대한 이론적 배경으로 과학관의 교육적 기능과 역할은 다음과 같이 정리할 수 있다.

첫째, 과학관을 방문하는 관람객의 경우 관람을 주목적으로 하는 미술관, 박물관과는 달리 체험을 중요시하여, 단순 전시를 떠나 체험형 전시와 교육 체험 교육 프로그램을 다양하게 진행하여 공학기술을 이해하고 대중화하는데 도움을 주고 있다(허혜연 외, 2015).

둘째, 과학관의 체험 요소가 많기 때문에 의도적인 교육이 이루어지지 않더라도 전시 영역의 구성, 전시물, 전시 패널 등의 교육 환경이 비형식 교육 기능을 충분히 하는 것으로 보고되고 있기에(김민환 외, 2016; 문현주, 신명경, 2014; 이소현, 2017), 학습자 스스로 자발적인 학습이 가능하다.

셋째, 과학관 교육은 학습자 관점에서 학교 교육을 중심으로 하는 형식교육과정 참여에 도움이 된다(윤리나, 김경화, 2014). 특히, 과학관에서의 교육은 교과 내용보다는 탐구 능력, 과학적 태도, 창의적 문제해결력 등의 소양을 증진시킨다(김이슬, 손정주, 정종철, 2011). 이는 주로 정해진 내용 전달에 집중하는 형식교육에서 간과하기 쉬운 교육의 정의적 측면을 학습자에게 제공한다는 관점에서 더욱 관심을 가질 필요가 있다.

넷째, 과학관에서는 최신 공학 기술에 대한 주제로 다양한 교수법의 교육 운영이 가능하다. 급진적인 기술발달에 따라 공학 기술은 변화하고, 과학적 이슈가 빠르게 변화하고 있다. 이러한 기술 환경 변화에 맞추어 학교 교육에서는 최신 공학 기술에 대한 교육을 비형식 교육 기

관에서 하길 원하고 있고(김영민, 김현정, 이창훈, 2012), 이는 비형식 교육 기관에서의 체계적인 공학 기술 교육이 필요하다는 것을 뒷받침해주고 있다

다섯째, 다양한 교수학습 방법으로 교육이 가능하다. 실제로, 과학관은 프로젝트 교수법을 활용할 수 있는 교육환경이므로(조미현 외, 2013), 이를 활용하여 학생들에게 공학설계 과정을 경험하게 해준다(윤리나, 김경화, 2014).

여섯째, 가족단위, 학교 단위, 동아리 별 소규모 과학 체험활동의 기회가 늘어나고 있어 비형식의 다양한 교육 및 체험들이 그 수요를 충족시켜 주고 있다(권효순, 최완식, 2005; 윤리나, 김경화, 2014). 이러한 경험은 학습자에게 과학교육과 학습에 대한 맥락적 경험을 제공함으로써 교육적 효과를 높이는 데도 기여하고 있다(김미영, 권효순, 2007).

일곱째, 평생교육 관점에서의 제도가 마련되어 있다. 과학관은 다양한 전시 주제의 전시관을 가지고 '도슨트 제도'로 공학에 대한 전시 내용을 해설해주고 있다. 도슨트란 박물관, 미술관, 비형식 등의 전시물 관련 기관에서 관람객들에게 전시물을 설명하고 체험을 안내하는 도움을 주는 등의 일을 통하여 관람객과 전문적인 커뮤니케이션을 하는 사람을 말하고, 이러한 제도는 평생교육 관점에서 의미가 있다. 도슨트의 해설 활동은 관람객 뿐 아니라 도슨트에게도 교육 효과가 있기 때문에 이러한 제도의 확대 방안을 논의하고 있다. 학생들의 해설 경험은 여러 상호작용을 통하여 비형식적 학습을 끊임없이 하게 해주고, 이 학습 내용은 학교 학습에 중요한 영향을 미친다(이선경 외, 2005).

과학관과 같은 비형식 교육 기관에서의 교육은 학년 구분이 없는 현장에서 수준에 맞는 수업을 선택할 수 있도록 하기 어렵고 체계적인 교육이 이루어지기 힘들다(김이슬 외, 2010). 또한 자발적 학습이 가능한 환경이지만 안내요원이 부족한 경우 도움을 받기 어렵고 전시물에 대한 일방적 제시에 의한 학습이 될 가능성이 있고, 체계적이지 않은 단체 투어형 관람 학습이 이루어 질 수 있는 환경이라는 점이다(권효순, 최완식, 2005).

나. 비형식 공학교육 현황

비형식 공학교육은 과학관, 연구기관, 대학 기관 등과 같은 기관에서 이루어진다. 대학 기관에서 이공계 진로를 위한 청소년을 위한 공학교육을 진행하기도 하고, 공학 관련 연구기관에서 사회공헌 활동의 일환으로 다양한 공학교육을 운영하고 있다. 또한 과학관과 같은 비형식 교육 기관에서도 비형식 공학교육이 많이 이루어지고 있다. 비형식 공학교육 현황은 <표 1>과 같다.

<표 1> 비형식 공학교육 운영 기관

구분	운영 기관	교육 프로그램
국립과학관	국립과천과학관	창작카페, 창작공방, 패밀리창작놀이터 교육
	국립중앙과학관	무한상상실 교육
	국립대구과학관	무한상상실 교육

구 분	운영 기관	교육 프로그램
	국립광주과학관	무한상상실 교육
	국립부산과학관	무한상상실 교육
특수법인단체	한국공학한림원	주니어공학기술교실
한국과학 창의재단	지역 무한상상실	기관 특성에 따라 다양
	메이커 스페이스	
한국산업 기술진흥원	청소년창의기술 인재센터	청소년창의기술아카데미 미래상상기술 경진대회
한국여성과학 기술인지원센터	지역 센터	여학생 이공계 전공 체험
기업체	포스코	학교로 찾아가는 주니어공학교실
과학기술 정보통신부 산하 연구기관	과학기술정책연구원(STEPI) 한국해양과학기술원(KOIST) 한국과학기술연구원(KIST) 한국지질자원연구원(KIGAM) 한국기초과학지원연구원(KBSI) 한국기계연구원(KIMM)	홍보전시관 견학 교육 프로그램 / 연구 결과 관련 코딩 교육 프로그램
	한국천문연구원(KASI) 한국항공우주연구원(KARI) 한국생명공학연구원(KRIBB) 한국에너지기술연구원(KIER) 한국과학기술정보연구원(KISTI) 한국전기연구원(KERI) 한국전자통신연구원(ETRI) 한국화학연구원(KRICT) 한국표준과학연구원(KRISS)	홍보전시관 견학 교육 프로그램 / 연구 결과 관련 코딩 교육 프로그램
공과대학	서울대, KAIST, POSTECH, 한양대 등	대학교별 다양

이 중 국립과학관은 국가가 설립·운영하는 과학관 또는 국가가 법인으로 설립한 과학관으로 “과학기술자료”를 수집·조사·연구하여 이를 보존·전시하며, 각종 과학기술교육 프로그램을 개설하여 과학기술지식을 보급하는 시설이다. 여기서 말하는 “과학기술자료”는 기초과학 뿐만 아니라 응용과학, 산업기술 영역도 포함되기 때문에 다양한 공학 관련 자료를 다룬다. <표 2>는 국립과학관의 공학 주제 상설전시관을 나타내었다.

<표 2> 2020 국립과학관의 공학 주제 상설전시관

과학관	상설전시관
국립과천과학관	첨단기술관 / 미래상상SF관
국립중앙과학관	창의나래관 / 과학기술관 (첨단과학기술) / 미래기술관
국립대구과학관	과학기술과 산업 (에너지누리, 산업 속 과학기술, 생활 속 과학기술)
국립광주과학관	빛의 세계관 (립모션) / 생활 속의 과학관 (3D프린팅, 지속가능한 에너지, 드론, 로봇과 인공지능 등)
국립부산과학관	자동차·항공우주관 / 선박관 / 에너지·의과학관

상설전시관에서 뿐만 아니라 사회 이슈가 되는 공학에 대한 특강, 기획 전시, 그에 맞춘 교육 프로그램 개설 등을 통하여 국민들의 공학적 소양 함양에 기여하고 있다. 과학관은 전시와 별개로 여러 주제의 교육 프로그램이 운영되는데, 무한상상실이란 공간에서 공학교육 프로그램이 보통 운영되고 있다. 학교에서 단체로 오는 학생들을 위한 공학 관련 진로탐색 또는 진로체험교육 프로그램이나 창의체험 교육 프로그램과 개인 또는 가족단위를 위한 공학교육 프로그램으로 구분 짓는다.

하지만 국내 과학관에서의 공학교육은 공학보다는 전반적인 과학기술 내용인 경우가 많이 있고, 주로 1회성 체험 교육 프로그램들이나 견학이 대부분 이루고 있다(김영민, 2017). 공학의 특성이 반영된, 특히 공학 설계 과정을 경험할 수 있는 비형식 교육 기관에서의 공학교육 프로그램 개발의 중요성을 확인하였다.

2. 비형식 공학교육 프로그램

가. 비형식 공학교육 프로그램

국내외 비형식 공학교육 기관에서는 다양한 공학교육 프로그램을 운영하고 있다. 이 중 <표 3>은 국립과학관의 공학 관련 교육 프로그램 현황이다.

<표 3> 국립과학관의 공학교육 프로그램

과학관	주요 교육 프로그램	대상	교육 시간	교육 프로그램 개요
국립 과학관 과천 과학관	창작카페 교육 프로그램	개인	1일 과정 연속과정	<ul style="list-style-type: none"> • 유아, 초, 중, 고, 성인, 가족 단위 • 디지털제작실, 미디어제작실 • 수공작·코딩 체험의 러닝스튜디오 • 창작공방, 패밀리창작교실
	진로체험 창작체험	학교 단체	1일 과정	<ul style="list-style-type: none"> • 로봇, 항공우주, 자동차공학, 화학공학 등 다양한 공학 관련 진로 체험 • 아이디어창작교실, 피지컬컴퓨팅교실, IoT 코딩창작교실, 디지털창작교실, 자동차·드론교실, 디지털영상·음악교실, 미디어아트교실
국립 중앙 과학관	내 집짓기 프로젝트	성인	연속과정	<ul style="list-style-type: none"> • 목조 건축, 건축 구조 모형 제작, 건축 실습
	무한상상실	개인	1일 과정	<ul style="list-style-type: none"> • 초, 중, 고, 성인 • 아이디어 개발·구체화 할 수 있는 생활밀착형 공방 교육 프로그램 • 로봇·드론·아두이노·3D프린터 등
	캠프	가족 단위	1일 과정	<ul style="list-style-type: none"> • 로봇코딩캠프, SW메이커 가족캠프 • 대덕과학기술진로멘토링캠프
	진로특강	중고생	1일 과정	<ul style="list-style-type: none"> • 미래 기술 소개 및 진로설정 멘토링 • 인공지능, 사물인터넷, 자율주행차 등

과학관	주요 교육 프로그램	대상	교육 시간	교육 프로그램 개요
국립 대구 과학관	무한상상실	개인	1일 과정 연속과정	<ul style="list-style-type: none"> • 유아, 초, 중, 고, 성인 • 3D프린터, 라즈베리파이, 코딩드론, 아두이노 등 • 영상 제작, 발명 관련 교육
		단체	1일 과정	<ul style="list-style-type: none"> • 업사이클링, 드론, 자동차, 드론, 발명 등 • 영상 제작, 3D프린터, 아두이노 등
국립 광주 과학관	창의공작소 ICT랩 무한상상실	개인 단체	1일 과정	<ul style="list-style-type: none"> • 대상: 유아, 초, 중, 고 개인 및 단체 • 창의공작소: 작품 제작 • ICT랩: 프로그래밍, 코딩 • 무한상상실: 스마트 아이디어실, 3D 구현실, 호기심놀이마당
	진로멘토링	단체	1일 과정	<ul style="list-style-type: none"> • 탐색형: 전시물 탐구, 진로 멘토링 강연 후 진로 미션 탐구 • 견학형: 진로강연, 대학교 견학 후 전시물 탐구 미션
국립 부산 과학관	창작메이커 교실 SW코딩교실	개인	1일 과정 연속과정	<ul style="list-style-type: none"> • 유아, 초, 중, 고, 성인, 가족 단위 • 마이크로비트, 코딩, 오토마타 등 • 3D프린터, 아두이노, 스크래치 활용 프로젝트 수업
	진로탐색·체험 SW탐구교실 전시물 연계탐구	학교 단체	1일 과정	<ul style="list-style-type: none"> • 진로강의, 체험실습 • 폴드버그, 로봇, 전자회로, 코딩, 아두이노, 앱인벤터, 마이크로비트 등

과학관마다 이공계 진로를 위한 진로체험, 최신 공학기술에 관한 특강 등이 꾸준히 이루어지고 있고 유아부터 성인 대상의 공학교육 프로그램을 다양하게 개설하고 있다. 또한 특정한 과학관에서는 가족 단위의 공학교육캠프가 이루어지거나 프로젝트 교수법을 활용하여 공학설계를 경험할 수 있는 교육도 개설하였지만(허혜연, 권수진, 2017), 대다수의 교육이 1회성 체험에 그치고 있다(허혜연, 김영민, 김기수, 2015). 과학관은 이러한 교육적 기능뿐 아니라 공학기술과 관련된 사회적·윤리적 시사점을 논의하고 사회문화 확산의 구심점 역할을 하고 국민이 과학기술 발전에 대한 자긍심을 가져 관련 국가 정책을 지지할 수 있도록 하는 기능 또한 갖는다(이준호, 2016). 또한 구글, 마이크로소프트 등에서 교육 사업에 참여하는 등 여러 기업에서도 다양한 목적으로 공학교육이 진행되고 있다.

또한 <표 4>와 같이 외국 비형식 공학교육 프로그램을 살펴보면, 비형식 공학교육 프로그램은 보통 중고등학생들을 대상으로 STEM 교수법과 관련지어 연구되고 있다. 또한 공학 설계 과정을 경험하고 공학 흥미를 제고하고, 진로에 대한 동기 부여 등 비슷한 방향성을 가지고 교육 프로그램을 개발하고, 적용함을 알 수 있었다.

<표 4> 외국 비형식 공학교육 프로그램 선행 연구

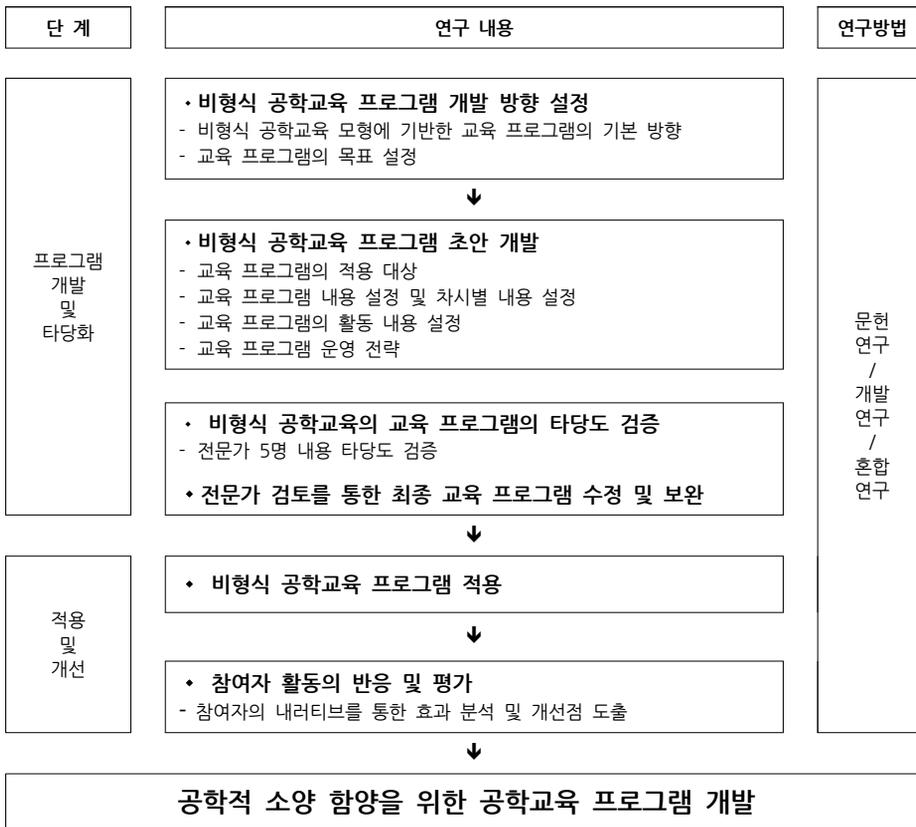
연구자 (연도)	연구 주제	대상	교육 프로그램
Andrea Burrows 외 (2018)	통합된 STEM : 공학을 통한 비형식 교육 및 공동체 협력을 중심으로	걸스카우트 (9-15세)	수질 개선 프로젝트
Mehmet C. Ayar (2015)	공학 디자인에 대한 직접 경험과 공학 관련 직업의 관심 분야: 비형식 STEM 교육 사례 연구	고등학생	로봇 공학 캠프 (12주)
Christine G 외 (2012)	방과 후 비형식 공학교육: STEM 영역에서의 동기와 인지를 위한 Studio 모델 적용	중학생	협업 기반 대학생 멘토 공학교육과정
Schnittka 외 (2016)	공학 디자인 기반 방과후 교육 프로그램에서의 성과 협동적인 집단 역학	중학생	팀 기반 공학설계 기반 교육 프로그램
Denson 외 (2015)	공학 설계에 관여하는 학생들을 위한 비형식 학습 환경의 가치	중학생	친환경 지붕 디자인 캠프
Yilmaz et al., 2010	K-12 학생들을 공학 분야로 이끌기 위한 체험형 여름 캠프	중·고등학생	이공계 진로 공학 캠프
Salamon et al. (2008)	미래의 젊은 엔지니어들에게 로봇 공학에 대한 영감주기	중학생	마인드스톡을 활용한 로봇 공학교육

국내의 비형식 공학교육 프로그램은 해외의 청소년 대상 공학교육 프로그램과 유사하지만 공학 보다는 전반적인 과학기술에 대해 다루는 경우가 많고(김영민, 2017), 일회성 체험 교육 프로그램들이 많은 것이 현실이다(허혜연 외, 2015). 또한 과학 교육 프로그램과의 차별성이 없는 교육 프로그램을 공학교육 프로그램이라고 혼용하여 사용하는 경우도 많았다(김영민, 김현정, 이창훈, 2012).

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구 절차 및 방법

연구의 목적은 비형식 공학교육 프로그램을 개발하여 적용하는 것이다. 비형식 공학교육 프로그램의 구체적인 개발 절차는 [그림 2]와 같다.



[그림 2] 연구 절차

이 연구에서는 교육 프로그램을 개발하기 위하여 관련 이론을 고찰하고, 비형식 교육 기관에서의 공학교육 현황을 분석을 실시하였다. 이를 통해 비형식 공학교육 프로그램의 기본 방향과 목표, 내용영역, 교수학습 방법에 대해 탐색하고, 교육 프로그램에 포함되어야 할 목표와 내용 영역을 추출하였다.

문헌연구를 통해 교육 프로그램의 방향과 목표를 설정하고, 이를 토대로 교육 프로그램을 개발하였다. 교육 프로그램의 적용 대상, 내용 영역, 활동 내용 등을 구체적으로 개발하고, 운

영 전략을 도출한 후 초안을 개발하였다. 이후 예비적용 결과 및 전문가 타당도를 바탕으로 교육 프로그램을 적용하여 수정 및 보완한 후 적용하였다.

프로그램 효과를 알아보기 위하여 혼합 연구를 실시하였다. 비형식 교육 특성상 교육 처치 기간이 짧기 때문에 양적 연구로 효과를 분석하기엔 어려운 점이 있어 개방형 설문과 심층 인터뷰 방법으로 자료를 수집하고 분석하여 프로그램 효과를 알아보았다.

이러한 연구는 설문 조사에 동의한 83명의 학생들을 대상으로 하였고, 개방형 설문지와 심층 인터뷰 조사지는 같은 내용으로 <표 5>와 같은 문항으로 제시하였다. 총 68명의 학생에게 개방형 설문을 진행하였고, 심층 인터뷰는 15명의 학생들을 대상으로 인터뷰하였는데, 10명의 학생들은 개별적으로 진행하였고 5명의 학생들은 그룹지어 인터뷰하였다. 각 인터뷰는 개방형 설문지를 바탕으로 대답과 관련한 추가 질문을 하였으며 1시간 이내의 시간으로 진행되었고, 모든 인터뷰는 녹음 후 전사하였다. 전사한 내용과 개방형 설문지 결과를 검토하는 과정에서 각 내용을 대표하는 주제어(key word)를 찾고, 빈도가 많은 답변을 함축적으로 정리하여 결과를 제시하였다. 자료 분석과정에서 지도교수 및 연구자와 전문가 그룹을 형성하여 전문가 회의를 하며, 이 과정에서 자료 수집과 분석의 타당성을 확보하였다.

<표 5> 개방형 설문지 및 심층인터뷰 문항

구분	영역	문항
1	교육 목표	캡프의 어떤 활동에서 공학이 중요하다는 것을 알았나요?
2		도시 설계의 실제 사례를 보고, 도시 설계를 할 때 고려해야 할 요소가 무엇이었나요?
3		기존 지식 및 기술적 도구를 설계 활동에서 어떻게 활용하였나요?
4		공학자가 하는 일이 무엇이라고 생각하나요?
5		동료들과 협업할 때 어떤 역할을 맡았는지, 동료와 의견이 다를 경우 어떻게 조율하였나요?
6		공학 멘토와 어떻게 의견을 나누고, 어떤 도움을 받았나요?
7	교육 환경 활용	과학관 교육환경에서 어떤 정보를 얻었고, 어떻게 활용하였나요?
8		각 관심사별 교육에서 가장 의미 있던 내용은 무엇인가요?
9	차시별 활동	차시별 가장 어려웠던 문제를 어떻게 극복하였나요?
10	기본 정보	학년 / 성별 / 장래희망

IV. 연구결과

이론적 배경에서 비형식 공학교육 프로그램을 분석하며 대상자의 연령, 적용 기간, 교육 프로그램 적용 내용 및 방법에 대하여 구체적으로 살펴보았다. 선행연구 고찰 및 전문가 협의로 비형식 공학교육 프로그램은 공학에 대한 관심이 있고, 공학 진로 설계 기간인 고등학생을 적용 대상으로 선정하고, 그에 맞춰 교육 프로그램을 설계하였다. 비형식 공학교육 전문가 3명으로 구성된 교육 프로그램 개발팀의 1,2차 전문가 협의를 통하여 기본 방향, 적용 대상, 목표 설정, 세부 내용 도출 등에 관하여 협의하였다. 이 내용은 비형식 공학교육 전문가 5명에게 교육 프로그램의 초안에 대한 안면 타당도 검증을 받았고, 고등학교 1학년 8명을 대상으로 예비 연구를 수행하였다, 이후 수정 및 보완하여 최종 교육 프로그램으로 완성하였다. 각 단계별 내용을 정리하여 제시하면 다음과 같다.

1. 비형식 공학교육 프로그램 개발 방향 설정

가. 교육 프로그램의 기본 방향

선행 연구 고찰 및 전문가와 협의하여 비형식 공학교육 프로그램의 기본 방향을 다음과 같이 설정하였다.

첫째, 학생들이 자발적인 흥미를 갖게 하고, 아이디어 기반의 조작적 활동 기회를 제공하는 교육 프로그램이다.

둘째, 비형식 교육 기관의 전시물, 학습환경 등 구성주의적 교수학습 환경을 활용하여 학습자가 체험할 수 있는 교육 프로그램이다.

셋째, 학생들이 다양한 지식을 융합하고 응용하여 팀 기반 공학 설계 과정을 경험하여 문제를 해결할 수 있도록 하는 교육 프로그램이다.

넷째, 학생들이 공학에 대한 흥미를 가질 수 있도록, 공학 기반의 세상을 이해하고, 공학적 소양을 기를 수 있는 교육 프로그램이다.

나. 교육 프로그램의 세부 목표 설정

이 교육 프로그램이 교육 목표는 학생이 공학에 대한 흥미를 가지고, 공학자의 역할을 이해하여 공학 및 공학 진로에 관심을 갖게 하는 것이다. 또한 공학 설계 과정을 경험하여 공학적 소양을 함양하는 것이다. 이러한 목표를 달성하기 위하여 다음과 같은 세부 목표를 제시하였다.

첫째, 실제 생활에서 공학, 공학 설계의 중요성 및 공학 설계 과정의 원리를 이해할 수 있다.
둘째, 다양한 지식과 도구를 활용하고, 공학 설계 과정을 적용하여 공학문제를 창의적으로 해결할 수 있다.

셋째, 실제 사례를 통해 공학자가 하는 일을 이해하고, 자신의 진로를 설계할 수 있다.

넷째, 문제를 해결하는 과정에서 동료와의 협업을 통해 공학과 관련된 다양한 이슈를 공유하고 공학 주제에 대한 의사소통 능력을 기를 수 있다.

2. 비형식 공학교육 프로그램 초안 개발

가. 교육 프로그램 적용 대상

이 교육 프로그램은 부산광역시에 위치한 비형식 교육 기관인 B과학관에서 적용하였고, 이 교육 프로그램의 참여자는 참여 의사를 밝힌 공학에 관심이 있는 고등학생 90명이다. 이 학습자는 공학에 관심이 있고, 학교에서 공학 관련 동아리 소속으로 참여하고 있으며, 이와 관련된 구체적인 내용은 <표 6>과 같다. 학습자 모두 교육 프로그램에 참여하였으나 설문 참여를 원한 학생은 총 68명으로 결과 및 심층 인터뷰에서는 이 학습자들의 데이터만을 활용하였다.

<표 6> 참가 학습자 기초 정보

구 분	관심 주제	학년별 인원		성별 인원		총 합
		고1	고2	남	여	
A 동아리	환경 오염	6(6)	5(5)	3(3)	8(8)	11 (11)
B 동아리	신재생에너지	5(4)	5(4)	6(5)	4(3)	10 (8)
C 동아리	아두이노	10(4)	4(2)	14(6)	0	14 (6)
D 동아리	인체공학 3D디자인	8(6)	7(6)	15(12)	0	15 (12)
E 동아리	스마트 제품	11(7)	0	11(7)	0	11 (7)
F 동아리	스마트 교구	0	14(14)	14(14)	0	14 (14)
G 동아리	아두이노	8(5)	7(5)	15(10)	0	15 (10)
합 계		48(32)	42(36)	78(57)	12(11)	90 (68)

※ 설문 참여를 희망한 학생 수는 괄호 안에 표시

나. 교육 프로그램 내용 설정 및 차시별 내용 설정

비형식 공학교육을 위한 교육 프로그램의 내용 선정의 기본 원리로 다음과 같은 원칙을 고려하고자 한다. 교육 내용은 공학적 소양 함양이라는 교육 목표 달성에 도움을 주는 타당한 것이어야 하고, 학습자가 자발적으로 흥미를 느낄 수 있는 주제여야 한다. 또한 비형식 교육 기관의 환경을 최대한 활용할 수 있도록 관련 내용으로 선정하는 것 또한 중요하다. 내용 선정 기준은 <표 7>과 같고, 선정 기준에 따른 분석 결과는 <표 8>과 같다.

<표 7> 내용 선정 기준

구분	내용 선정 기준
1	학습자의 흥미를 고려하였는가?
2	교육 목표 달성에 도움을 줄 수 있는가?
3	비형식 교육 기관의 교육환경을 활용할 수 있는가?

<표 8> 선정 기준에 따른 분석 결과

구분	선정 기준	선정 결과
1	학습자의 흥미 고려	실생활과 연계된 교육 내용 - 3D프린팅 및 아두이노를 활용할 수 있는 교육 내용 - 신재생에너지 관련 실험 데이터를 도출할 수 있는 교육 내용 - 스마트한 도시 설계를 할 수 있는 교육 내용
2	교육 목표 달성 여부	- 실생활과 관련된 교육 주제와 공학설계과정을 활용하여 문제를 해결하고, 공학 결과물을 내어 공학적 소양을 함양하는 목표를 달성하도록 함 - 공학자와의 만남을 통한 실제 사례를 제시하는 교육 내용 - 기존의 지식과 기술적 도구를 활용하여 문제를 협업하여 해결하는 교육 내용
3	비형식 교육 기관의 교육환경 활용	- B 과학관의 교육환경을 최대한 활용할 수 있는 전시물 연계 교육 내용 - 실험실을 활용하여 신재생에너지 교육 내용 - 실습실 활용하여 3D프린터, 아두이노 교육 내용

이 연구에서 제시하는 교육 프로그램의 내용은 이 세 가지 원칙을 고려하여 ‘지속가능한 도시 설계’라는 주제로 설정하였다. 학습자들은 총 7개 학교의 동아리 학생들로 환경 문제, 에너지 문제 및 3D모델링, 아두이노 등에 관심이 많은 동아리 소속이기 때문에 학습자의 흥미를 고려하였다. 또한 비형식 교육 기관인 B과학관은 에너지 전시관이 있어 스마트 시티에 대한 개념, 종류 등을 체험해 볼 수 있고, 실험실에서 데이터 기반 물리 실험을 통해 데이터를 도출해 낼 수 있는 환경이다. 또한 3D프린터, 아두이노를 적극적으로 활용할 수 있는 실습실이 있기 때문에 이를 고려하여 최종적으로 선정하였고, 차시별 학습 단계를 <표 9>와 같이 설정하였다.

<표 9> 차시별 학습 내용

주 제	학습 단계	학습 내용
지속 가능 도시 설계 프로 젝트	문제 상황 제시	- 전시물을 활용한 동기 유발 - 도시설계를 위한 문제상황 제시 실생활에서의 도시설계 사례 및 공학자 진로에 대한 전문가 만남
	제한 조건 확인	- 실제 도시 설계 조건 확인 프로토타입 제작을 위한 시간 조건, 공간 조건, 활용 가능한 장비, 재료 등 제한조건 확인
	학습자원 활용 정보 검색 및 아이디어 발현	- 전시물 등의 체험 등 여러 자원을 활용하여 정보 검색하기 제한 조건에 맞춰 아이디어 내기

주 제	학습 단계	학습 내용
	설계를 위한 기초 교육	- 과학적 데이터 기반 첨단 교구 활용 실험 탐구하기 - 프로토타입 제작을 위한 기술적 도구 활용 방법 익히기
	아이디어 구체화 및 구현	- 프로토타입 제작
	공유	- 소규모 전시실을 활용하여 작품 전시하고 대중들과 공유하기 - 공개발표회 '지속가능한 우리 도시'
	피드백 후 개선하기	피드백에 따른 재설계

다. 교육 프로그램의 활동 내용 설정

'지속가능 도시설계'를 주제로 차시별 교육 프로그램의 구체적인 운영은 다음과 같이 실시하였다. 전체 교육 프로그램 운영 차시는 교육 프로그램 참여자의 요구와 여건, 교육 프로그램 제공 장소의 환경과 일정을 고려하여 전체 7차시로 구성하였다. 구체적인 차시별 교육 프로그램의 내용과 활동은 <표 10>과 같다.

<표 10> 차시별 교육 프로그램 내용 및 활동

차시 (시간)	내 용	세부 활동	장소
1 (50분)	문제 상황 제시	· 프로젝트 소개 · 모둠 구성 및 역할 분담 · 활용 가능한 인프라 등 교육환경 제시	대회의실 전시관
2~3 (100분)	제한 조건 확인	· 주제 관련 공학의 실제와 사례 제시 · 문제 파악 및 설계조건 제시	대회의실 실습실
4~6 (150분)	학습자원 활용 정보 검색하며 아이디어 발현	· 전시물 및 노트북을 활용하여 정보 검색 · 기존 지식 활용 주제 탐구 · 제한 조건에 맞춰 아이디어 내기	전시관 실습실
7~10 (200분)	설계를 위한 기초 교육	동아리별 관심사에 따라 기초교육 · 데이터 기반 신재생에너지 실험 · 스마트시티 구현을 위한 아두이노 기초 교육 · 기술적 도구 활용 교육 (3D 모델링 / 아두이노)	실험실 실습실
11~16 (300분)	아이디어 구체화 및 구현	· 정보 및 기초 교육 내용을 바탕으로 실현 가능한 아이디어로 구체화	실습실
17~19 (150분)	공유	· 소기획전 작품 전시 · 발표를 통한 과정 공유	전시관 대회의실
20 (50분)	피드백 후 개선	· 피드백을 바탕으로 재설계 하여 반영	실습실
총계		총 7차시(20시간)	

라. 교육 프로그램 운영 전략

효과적인 교육 프로그램을 운영하기 위해서 비형식 교육기관의 특성에 따라 운영 전략을 다음과 같이 설정하였다.

첫째, 학습자의 흥미, 호기심, 탐구에 따라 학습자에게 동기 부여하고 자기 주도적인 학습이 되게 하기 위하여 동아리별 관심사에 맞춰 주제별 기초 교육 중 선택하여 교육 받을 수 있도록 한다. 이후 각 주제별 전문가들이 한 팀이 되어 프로젝트를 진행한다.

둘째, 비형식 교육 기관의 특성상 학교와 달리 유대 관계없는 다양한 학년의 학생 및 교육 강사 등 낯선 사람들과 학습이 이루어지기 때문에 라포를 형성하기 위한 아이스 브레이킹 시간을 가진다. 또한 자연스레 다양한 대상과의 의사소통 활용하여 협업이 되기 위하여 공과대학에 재학 중인 대학생이 멘토로서 도움을 주고, 지도교사는 수평적인 관계로 팀원이 되어 같이 협업할 수 있도록 한다.

셋째, 학교에서 그 동안 습득하였던 수학, 과학, 예술, 기술 등의 지식을 활용할 수 있도록 기초 교육시 정보를 제공하여 연관성을 파악할 수 있도록 한다.

넷째, 여러 팀이 한 개의 도시의 여러 문제점을 같이 논의하고 설계하도록 하여 팀 내 뿐 아니라 팀 간의 의사소통이 원활히 이루어질 수 있도록 운영한다.

다섯째, 설계 후 제작한 작품을 발표하는 기회 뿐 아니라 일반인들에게도 공유하고 피드백을 받을 수 있는 소기획전 전시 시간을 가진다. 아이디어를 내는 과정 및 제작 과정을 정리한 패널과 함께 작품을 전시하여, 다양한 나이대의 일반인들에게 소개하여 다양한 피드백을 받도록 한다.

3. 비형식 공학교육 프로그램 타당화

이 연구에서 개발한 비형식 공학교육 프로그램의 기본 방향, 목표, 교육 프로그램 주제 및 내용, 활동 과정 등에 대하여 타당성을 평가하고 이를 통해 제기된 문제점을 보완하여 최종 교육 프로그램을 제시하는 단계이다.

가. 교육 프로그램의 전문가 타당도 검증

이 연구에서 제시한 비형식 공학교육 프로그램의 기본방향, 내용 및 운영 등에 대하여 공학교육, 비형식 교육 전문가 5명에게 내용 타당도를 5점 척도로 검증 받았다. 전문가 집단은 지도교수를 포함하여 공학교육 전문가 2명, 비형식 교육 기관 교육 경력 20년의 박사학위를 소지하고 있는 현장 전문가 1명, 교육학을 전공하고 공학교육 프로그램을 개발하고 운영해 본 경험이 있는 석사 학위 이상 교사 2명을 전문가 패널로 선정하여 해당 내용에 대한 평가를 요

청하였다. 전문가 패널에게 의뢰한 구체적인 내용은 <표 11>과 같다.

<표 11> 교육 프로그램 내용 타당도 전문가 및 방법

전문가	방법	비고
전문가A	대면	공학교육 전문가
전문가B	E-mail	공학교육 전문가
전문가C	E-mail	비형식 교육 전문가
전문가D	E-mail	현장 전문가
전문가E	대면	현장 전문가

나. 전문가 검토를 통한 최종 교육 프로그램 수정 및 보완

전문가 내용 타당도 검증 결과 <표 12>와 같은 의견들이 있었으며, 이에 따라 개선하여 최종 교육 프로그램을 개발하였다.

<표 12> 평가 내용에 따른 전문가 의견

평가 내용	평균	표준 편차	전문가 의견
비형식 공학 모형 적용의 타당성	4.32	0.55	비형식 공학교육의 성격, 교육 목표, 방향성들이 고려되어 교육 프로그램이 설계됨
교육 프로그램 기본방향의 적절성	4.41	0.55	비형식 공학교육 프로그램으로서 기본방향이 적합함
차시의 적절성	4.24	0.45	고등학생의 수준을 고려한 차시가 적절함
차시별 목표의 적합성	4.24	0.45	실생활과 연관될 수 있도록 세계적인 이슈와 연관된 문제를 설정하여, 목표에 적합할 수 있도록 구체적으로 제시
차시별 활동 내용 적합성	4.43	0.55	교육 시간이 짧으므로 문제 상황 범위를 최대한 구체적으로 주는 것이 적합함
교육 프로그램 차시 횟수의 적합성	4.42	0.55	학교 현장에서 우드락을 사용하여 많은 실습을 하고 있으므로, 이와 다르게 더 다양한 재료를 쓸 수 있도록 제한조건을 조절할 것

4. 비형식 공학교육 프로그램 적용 결과

개발한 교육 프로그램을 실시하고 참여자의 내러티브를 통해 교육 프로그램에 대한 효과를 평가하는 단계이다. 교육 프로그램을 적용하고 효과를 분석하였다.

가. 교육 프로그램 적용 개요

교육 프로그램을 적용한 교육 프로그램 운영 개요는 <표 13>과 같고, 이에 따른 교수-학습 과정안은 [그림 3]과 같다. .

<표 13> 교육 프로그램 운영 개요

구분	내용	세부 내용
기간	1박 2일 (총 20시간)	· 1일차: 12시간 · 2일차: 8시간
대상	고등학생	· 공학에 관심있는 고등학교 동아리 7개
교육 방식	캠프	· 캠프관을 활용하여 캠프 형식으로 집중도 있게 진행
장소	B 과학관	· 전시관 · 1층 로비 (전시 장소) · 실험실 및 실습실 · 캠프관

활동명	2. 세션 요인 확인하기	차시	2-3 / 20	소요 시간	100분
학습 목표	· 도시 설계의 실제 사례를 이해할 수 있다. · 도시 문제를 해결할 때 커넥티비티를 고려해보고 이해할 수 있다. · 공학자가 하는 일에 대해 설명할 수 있다.				
교수-학습 방법	강의식, 토의식	장 소	대회의실, 전시관		
학습 준비사항	강의 자료, 토론 안내 자료				
학습 단계	교수-학습 활동	시간 (분)	학습자료 유형명		
도입	□ 부산 지역 도시 설계 소개하기 * 동영상으로 사례 보여주기 □ 공학자의 역할 간략히 소개하기 * 질문기 소개하기	10	강의PPT 동영상		
활동	□ 실제 도시 설계 과정 설명하기 * 공학자가 실제 사례 제시하기 □ 가장 중요하게 여기는 것의 토론하기 * 소그룹 도시 설계에서 가장 중요한 것지에 대해 토론하고 발표하기 □ 공학자가 하는 일에 대한 논의 중심	40	전학 토론 사전 준비		
마무리	□ 개인포스트 정리해서 강조하기 □ 다음 차시 예고하기	10	학습목표 도달 여부 확인		

활동명	3. 학습자별 활동 경험하기 '아이디어' 발표하기	차시	4-8 / 20	소요 시간	150분
학습 목표	· 전시관을 활용하여 스마트 그리드, 신재생 에너지 자원을 이해할 수 있다. · 노트를 활용하여 문제를 해결할 때 필요한 지식을 검색할 수 있다. · 도시 문제를 해결하는 아이디어를 3가지 이상 발표할 수 있다.				
교수-학습 방법	강의식, 팀동 학습	장 소	전시관, 실습실		
학습 준비사항	강의 자료, 전시를 활용 활동지, 아이디어 발산 기법 안내지				
학습 단계	교수-학습 활동	시간 (분)	학습자료 유형명		
도입	□ 문제 및 제한조건 정독하여 안내하기 □ 전시를 및 노트를 활용 방법 안내하기	20			
활동	□ 전시관에서 관련 개념 알아보기 * 스마트그리드 전시를 설명하기 * 전기를 찍어서 전기를 확인하기 □ 노트를 활용하여 지식 검색하기 * 차량 조전에 따른 신재생 에너지 지식 찾기 * 도시 조건에 따른 지식 찾기 □ 팀에서 아이디어 발표하기 * 도시 문제를 해결하고 제안 조건에 맞는 다양한 아이디어 발표하기	100			
마무리	□ 조별 아이디어 발표하기 □ 다음 차시 예고하기	30			

활동명	4. 공유하기	차시	17-19 / 20	소요 시간	100분
학습 목표	· 제안한 도시 결과물을 전시할 수 있다. · 일반인들에게 도시 결과를 제작 과정을 설명하고, 피드백 받을 수 있다. · 도시 결과물에 대한 특정한 제작 과정을 발표할 수 있다. · 다른 도시 결과물에 대한 자신의 의견을 적극적으로 제시할 수 있다.				
교수-학습 방법	강의식, 토의식	장 소	대회의실, 전시관		
학습 준비사항	강의 자료, 교육 환경 자료 (교육 장소 및 교육 기자재 등)				
학습 단계	교수-학습 활동	시간 (분)	학습자료 유형명		
도입	□ 전시 순서 결과물과 작업 세팅하기 □ 발표 준비하기	20			
활동	□ <직속>기능 도시설계관을 순례로 소개할 내용을 알고, 피드백 받기 * 일반인과도 공유하여 피드백 받기 □ <직속>기능관 교육 도시 자청)을 순례로 소개할 발표자료 공유하기 * 제작과정 및 결과, 피드백 내용 공유하기	120			
마무리	□ 피드백 내용을 정리하여 개인제책 세우기	10			

[그림 3] 교수-학습과정안

다. 교육 프로그램 실시 결과

이 연구에서는 비형식 공학교육 프로그램 참여자에게 프로그램 참여 소감에 대한 개방형 질문을 실시하여 결과를 수집 및 분석하였다. 개방형 질문은 비교적 많은 대상에게 질적 자료

를 수집할 수 있다는 장점이 있다. 68명의 프로그램 참여자에게 동시에 개방형 질문을 주었고, 이를 토대로 15명의 학습자에게 심층인터뷰를 실시하여 더 자세한 내용을 수집하였다. 설문에 참여한 학습자들의 기본 정보는 <표 14>와 같다.

<표 14> 학습자 기본 정보

구분	내용	빈도수(명)	비고	
학년	고1	32	68	
	고2	36		
성별	남	57		
	여	11		
장래희망	공학자	28		컴퓨터 프로그래머, 시스템 소프트웨어 공학자, 로봇공학자, 건축설계공학자, 식품공학자
	과학자	14		데이터 사이언티스트, 가상현실 전문가, 법화학자, 인공지능 전문가
	그 외	10		파일럿, 정비사, 기자, 디자이너, 정보보안기사
	미정	16		구체적인 장래희망 없음

먼저 [문항 1]에서는 공학이 중요하다는 것을 어떻게 인식하게 되었는지, 왜 중요하다고 생각하는지에 대하여 질문하였다. 교육 프로그램 참여자들의 개방형 설문 결과 및 인터뷰 내용을 분석한 결과 가장 높은 빈도로 수렴된 내용은 실생활과 관련이 되어 있고, 문제를 해결하고, 아이디어를 구현하는데 필요하다는 인식으로 확인되었다. 세부 내용은 <표 15>와 같다.

<표 15> 공학의 중요성 인식에 대한 설문 결과

문항1	내용	
질문	캠프 활동을 통해서 공학이 중요하다는 것을 알 수 있었나요?	
결과	실생활과 밀접한 공학	대부분의 학생들은 우리 생활에서 아주 밀접한 관계가 있고, 또한 환경을 고려한다면 우리의 생활을 편리하게 해주고 삶의 질을 높여준다.
	문제를 해결하는데 쓰이는 공학	실생활에서 불편한 점들을 공학으로 해결할 수 있고, 사람이 부족하고 귀찮은 일을 쉽게 하도록 문제를 해결하거나 환경 문제도 공학이 해결해 줄 수 있다.
	아이디어를 구현하는데 쓰이는 공학	아이디어는 많으나 실제로 구현해내는 방법을 잘 모르니까 굉장히 답답하였고, 내가 생각해 낸 아이디어를 구현하고자 하는 과정에서 공학의 중요성을 새삼 알게 되었다.

[문항 2]에서는 도시 설계의 실제 사례를 보고 도시 설계를 할 때 고려해야 할 요소가 무엇이었는지 질문하였다. 참여자들의 개방형 설문 결과 및 인터뷰 내용을 분석한 결과 도시를 설계할 때 도시는 유기체와 같아서 고려해야 할 것이 많아 합리적인 의사소통이 꼭 필요하고,

인간의 생활에 도움이 될 수 있도록 최적화하여 환경, 공공시설 등을 고려하여 설계해야 한다는 답변을 하였고, 그 답변은 <표 16>과 같다.

<표 16> 도시 설계시 고려해야 할 요소 관련 설문 결과

문항2	내 용	
질 문	도시 설계의 실제 사례를 보고, 도시 설계를 할 때 고려해야 할 요소가 무엇이었나요?	
결과	합리적인 의사소통	도시는 쾌적한 도시환경을 조성할 수 있도록, 고려해야 할 요소가 정말 많아서, 합리적으로 의사소통하는 것이 중요하다는 것을 알았다.
	지속가능한 도시설계	미국 허드슨 야드의 사례를 보고 도시를 설계하는 것은 공학자가 도시 문화 공간까지 고려하여 설계해야 하는 것을 알게 되었다. 환경, 지역의 특성, 공공시설 등을 고려하여 인간이 살기에 최적화된 도시를 만드는 것이 공학자의 역할이라고 알게 되었다.

[문항 3]에서는 기존 지식 및 기술적 도구를 설계 활동에서 어떻게 활용하였는지 질문하였다. 참여자들의 개방형 설문 결과 및 인터뷰 내용을 분석한 결과 다양한 지식과 기술적 도구를 활용하였고, 답변 내용은 <표 17>과 같다.

<표 17> 기존 지식 및 기술적 도구 활용 여부 관련 설문 결과

문항3	내 용	
질 문	기존 지식 및 기술적 도구를 설계 활동에서 어떻게 활용하였나요?	
결과	기존 지식 활용	<ul style="list-style-type: none"> · 지속 가능 도시 설계를 할 때 발전소에 대한 과학 지식과 다양한 지형과 도시, 생태계에 관한 지식을 활용하였다. · 서브 모터의 각도를 수학적으로 계산하여 설정하고, 과학의 (-), (+) 극의 개념과 전류, 전압, 저항의 관계를 이용해 아두이노를 제어했다. · 문제 분해를 하여 문제를 파악하고 바이오에너지, 리사이클 등의 기존 지식을 이용해 문제 해결법을 고민했다. · 사회는 사회 문제 해결, 과학은 그 해결 방안에 활용하였고, 아두이노 주석을 평소에 알던 영어로 해석해 도움이 되었다.
	기술적 도구 활용	<ul style="list-style-type: none"> · 아두이노를 딱딱하고 불편하다고 느낄 수도 있는 공학을 편안하게 여기게 하기 위해 친숙한 느낌을 주는 용도로 활용하였다. · 표현하고자 하는 것을 확연하게 나타나게 하기 위해 사용하였다. · 아두이노를 이용하여 서브 모터 등을 만들고, 그것의 보조 건축물을 3D 프린터를 이용해 만들었다.

[문항 4]에서는 공학자가 하는 일이 무엇인지 질문하였다. 참여자들의 개방형 설문 결과 및 인터뷰 내용을 분석한 결과 인간의 삶을 편리하게 무엇인가를 만들어내고, 다른 분야의 전문가들과 협력하여 문제를 해결하는 직업이라고 대단하였고, 세부 답변은 <표 18>과 같다.

<표 18> 공학자가 하는 일 관련 설문 결과

문항4	내 용	
질 문	공학자가 하는 일이 무엇이라고 생각하나요?	
결과	무언가를 만들어내는 직업	직접 설계(디자인)하고 그것을 실용적으로 만드는 일. 사람들의 삶에 도움이 되는 물체들을 만들어내는 직업
	인간의 삶을 편리하게 하는 직업	공학자는 사람들의 삶을 더 낫게 하는 사람이라고 생각한다. 기초적인 과학 지식을 바탕으로 그것을 실생활에 적용할 방법을 찾기 위해 끊임없이 탐구하며 더 나은 세상을 만들어 가는데 기여하는 사람이다.
	다른 분야의 전문가들과 협력하는 직업	공학자는 한 분야를 잘 해야 하는 것보다 여러 분야 전문가와 함께 잘 해야 한다는 사실을 알게 되었다. 삶의 질을 향상시키기 위해 다른 분야의 전문가들과 함께 협력하여 도시를 설계하는 사람
	문제를 해결하는 직업	과학적 지식을 활용하여 과학적으로 문제를 해결하는 사람. 하나의 문제에 대해 문제를 탐구하여 제한된 조건 속에서도 최선의 해결책을 탐구하는 직업.

[문항 5]에서는 동료들과 협업할 때 어땠는지, 동료와 의견이 다를 경우 어떻게 조율하였는지 질문하였다. 참여자들의 개방형 설문 결과 및 인터뷰 내용을 분석한 결과 토의를 통하여 합리적으로 의사결정하고, 역할을 나누어 설계 활동을 진행하며, 팀 내뿐만 아니라 팀 간에서도 서로 도울 수 있도록 활동하였고, 답변은 <표 19>와 같다. 또한 [문항 6]에서는 공과대학 학생인 공학 멘토와 어떻게 의견을 나누고, 어떤 도움을 받았는지 질문하였다. 참여자들의 개방형 설문 결과 및 인터뷰 내용을 분석한 결과 공학 설계 과정 속에서 아이디어를 구현하면서 실질적인 공학 지식을 도움 받았고, 프로젝트 매니저로서 시간을 알려주는 역할과 더불어 공학 관련 진로를 상담할 수 있었다고 답변하였고, 이 결과는 <표 20>과 같다.

<표 19> 동료와의 협업 경험에 대한 설문 결과

문항5	내 용	
질 문	동료들과 협업할 때 어땠는지, 동료와 의견이 다를 경우 어떻게 조율하였나요?	
결과	토의를 통한 의사결정	동료들과 의견이 달랐을 때에는 토의를 통해 어떤 방안이 가장 최적의 루트인지 토의를 통해서 알아내었고 최적으로 구현할 방법도 토의를 통해 결정했다. 의견이 달랐을 경우에는 서로 의견에서 좋은 점만 뽑아 합쳐 좋은 방안을 내고자 노력하였다.
	팀 내, 팀 간 의사소통	내가 낸 의견을 말해보고 실현 가능성이나 부족한 부분을 같이 찾아보고 어떻게 개선해 나갈지 같이 고민해 보았던 것 같다. 팀 간 서로 도울 수 있는 부분이 있는지 찾아보고, 같이 문제해결을 할 수 있도록 활동하였다.
	역할을 나눔	역할을 나누어 모두의 장점을 부각시켜 단점을 최소화 하여 프로젝트를 진행하였다.

<표 20> 공학 멘토와의 협업 관련 설문 결과

문항6	내 용	
질 문	공학 멘토(공과대학 학생)와 어떻게 의견을 나누고, 어떤 도움을 받았나요?	
결과	공학 지식 전문가	수업시간이 90분 밖에 되지 않아 기초만 배운 채로 3D 프린터와 아두이노를 썼어야 했는데, 멘토님들이공학 전공자로서 잘 알려 주어 무사히 프로젝트를 끝낼 수 있었다.
	프로젝트 매니저로서의 공학 멘토	공학 멘토님들은 나에게 도움을 많이 주셨는데 내가 낸 아이디어를 듣고 부족한 점이나 추가할 점, 어떤 방향으로 발전시켜야 하고 그것을 어떻게 발표해야 하는지까지 가르쳐 주셔서 큰 도움이 되었다. 그리고 프로그램 진행 순서나 앞으로의 해야할 활동들을 미리 알려주어 준비할 수 있었다.
	공학 진로 상담자	공학에 관심이 있었지만, 공학자를 만나기도 어렵고, 만나도 개인적인 질문을 하기 어려웠는데, 공과대학 대학생분들이 공학자에 대한 진로 등에 대한 사적인 질문도 친절히 답변해 주어 고마웠다.

[문항 7]에서는 과학관 교육환경에서 어떤 정보를 얻었고, 어떻게 활용하였는지 질문하였다. 참여자들의 개방형 설문 결과 및 인터뷰 내용을 분석한 결과 전시물, 실험기자재, 실습 기자재 등을 적극적으로 활용하였던 것으로 분석되었고, 답변은 <표 21>과 같다.

<표 21> 과학관 교육환경 활용 여부 설문 결과

문항 7	내 용	
질 문	과학관 교육환경에서 어떤 정보를 얻었고, 어떻게 활용하였나요?	
결과	전시물 활용	3관이 에너지 전시물이 많아서 그중 스마트 그리드와 친환경 에너지에 대해서 지식을 얻을 수 있었다. 노트북으로 검색하는 것보다 영상을 활용하고, 체험할 수 있어서 훨씬 재미있고, 몰입이 되는 느낌이었다.
	신재생에너지 실험기자재 활용	풍력 에너지와 수소 에너지를 직접 실험해보고 데이터를 측정해서 에너지 효율도 구해보니 좋았다. 내가 관심 있는 내용의 실험을 학교보다 전문적인 장비를 활용해서 수치를 직접 알 수 있어서 좋았다.
	실습 기자재 활용	3D 프린트를 이용해서 수직형 풍력 발전기 모형을 만들었고 아두이노 서브모터를 이용해서 유력발전기를 만들었다. 이런 과정들은 기초 수업을 통해 알게되었고 활용할 수 있는 좋은 기회였다. 학교보다 3D 프린터가 많아 조별로 1대씩 사용할 수 있어서 시간 내 각종 구조물을 제작할 수 있었고, 아두이노 관련 재료들도 풍부하여 아두이노와 초음파 센서로 도시의 유동인구 측정, 디스플레이 보드로 시민들에게 도시 상황 제공하였다.

[문항 8]에서는 각 관심사별 기초교육에서 가장 의미 있던 내용은 무엇이었는지 질문하였다. 참여자들의 개방형 설문 결과 및 인터뷰 내용을 분석한 결과 제한조건과 팀원들간의 의사소통을 어려워하였으나 극복하며 진행하였다는 답변이 많았고, 답변은 <표 22>와 같다.

<표 22> 기초교육에서 의미 있던 내용 관련 설문 결과

문항 8	내 용	
질 문	각 관심사별 기초교육에서 가장 의미 있던 내용은 무엇인가요?	
결과	신재생 에너지 에너지 효율 실험	우리 동아리는 환경과 신재생 에너지에 관심이 많았는데, 이 실험을 직접 할 수 있어서 좋았고, 이 데이터를 기반으로 도시 설계를 할 때 써먹을 수 있어서 좋았다.
	아두이노 기초교육	아두이노를 학교에서 배웠지만, 활용해본 적은 없어서 걱정을 많이 했는데 교육을 듣고, 프로젝트에서 아이디어를 구현하니 잘 이해하게 되었다.
	3D모델링 기초교육	학교에서 3D프린터가 많이 없고, 만들고 싶은 것을 전부 만들 수 없었는데 기초교육을 받고 프로젝트에 활용하면서 마음껏 원하는대로 모델링하여 뽑아볼 수 있어서 좋았다.

[문항 9]에서는 각 관심사별 교육에서 가장 의미있던 내용은 무엇이었는지 질문하였다. 참여자들의 개방형 설문 결과 및 인터뷰 내용을 분석한 결과 제한 조건에 맞춘 도시 설계하는 부분과 팀원들간의 의사소통을 통해 의사를 결정하는 점이 가장 힘들었다고 답하였고, 이에 대한 해결 방안의 답변은 <표 23>과 같다.

<표 23> 어려웠던 점 극복 방법 관련 설문 결과

문항 9	내 용	
질 문	차시별 가장 어려웠던 문제를 어떻게 극복하였나요?	
결과	팀원간의 의사소통	<ul style="list-style-type: none"> - 모두 모르는 사람들과 함께 조가 되어 처음엔 매우 어색했지만 내가 먼저 말도 걸고 어색한 분위기를 깨려 노력했다. - 각 조마다 지정된 도시의 문제 제한 조건을 파악하고 모둠원의 역할을 나누었다. 본인이 선호하는 역할을 우선 배분하고 합리적인 방법에 따라 배분했다. 각자 역할은 나름 순조롭게 분배되었다. - 6개의 구가 한 도시이기 때문에 의사소통이 처음엔 어려웠지만, 결국 팀 간에 협력하여 상호 보완적인 해결책을 내놓을 수 있어 좋았다. - 처음엔 완전 처음 본 사이라 어색해서 역할 구분의 시작도 하기 어려웠지만, 역할 구분을 해 작업 속도와 퀄리티도 오르고 각자의 장점을 모두 살릴 수 있어 더 좋은 팀 작품이 나왔다.
	아이디어 구체화 및 구현	<ul style="list-style-type: none"> - 문제에 대해 파악하는게 조금 어렵긴 했지만 멘토형들이 도와줘서 잘 해결했다. - 많은 아이디어들이 생각이 났지만 현실적인 측면에서 고려했을 때 실현 가능성이 없는 아이디어를 배제하고 가능한 아이디어를 추려서 해결책의 후보로 두어서 조금 더 수월하게 실현 가능한 방법을 찾았다.

참여자들의 개방형 설문 및 인터뷰 내용을 분석한 결과 참여자들은 학교에서 하지 못 하는 공학 주제 중심으로 비형식 교육 환경을 최대한 활용하는 교육에 대하여 만족하였다. 특히 학습자의 관심사에 맞는 교육 주제를 설정하여 실제 사례를 접하고, 전시물을 통해 원리를 이해함으로써 비형식 교육기관에서의 공학교육이 효과가 있음을 알 수 있었다. 또한 문제를 해결하는 과정에서 동료와의 협업을 통해 공학과 관련된 다양한 이슈를 공유하고 공학 주제에 대한 의사소통 능력을 기를 수 있음을 알 수 있었다.

V. 결론 및 제언

1. 요약

이 연구의 목적은 형식교육의 틀 밖에서 실현되는 공학교육을 위한 비형식 공학교육 프로그램을 개발하고 적용하는 데 있다. 이를 위하여 비형식 공학교육 프로그램을 개발하고 타당화하여, 참여자의 프로그램 참여 경험을 논의하였다. 개발된 비형식 공학교육 프로그램은 공학에 관심 있는 고등학생 학습자에게 1박 2일 캠프 형식으로 적용하였고, 개방형 설문 및 심층인터뷰로 목표 달성 여부를 확인하였다. 비형식 공학교육 프로그램의 목표는 제 생활에서 공학, 공학 설계의 중요성 및 공학 설계 과정의 원리를 이해할 수 있으며, 다양한 지식과 도구를 활용하여 공학문제를 창의적으로 해결할 수 있도록 하는데 있다. 또한, 실제 사례를 통해 공학자가 하는 일을 이해하고, 자신의 진로를 설계할 수 있으며, 문제를 해결하는 과정에서 동료와의 협업을 통해 공학과 관련된 다양한 이슈를 공유하고 공학 주제에 대한 의사소통 능력을 기를 수 있어야 하는 것을 바탕으로 교육 프로그램을 개발하였다.

2. 결론 및 제언

이 연구에서 개발한 공학교육 프로그램은 학습자들의 개방형 설문 및 심층 인터뷰를 통해 효과성을 확인하였다. 학습자들은 학습자들의 흥미에 따라 교육내용을 선택하고, 비형식 공학교육환경을 최대한 활용하여 개발된 공학교육 프로그램에 참여하였다. 학습자들은 학교에서 하지 못 하는 공학 주제 중심으로 비형식 교육 환경을 최대한 활용하는 교육에 대하여 만족하였다. 특히 학습자의 관심사에 맞는 교육 주제를 설정하여 실제 사례를 접하고, 전시물을 통해 원리를 이해함으로써 비형식 교육기관에서의 공학교육이 효과가 있음을 알 수 있었다. 또한 문제를 해결하는 과정에서 동료와의 협업을 통해 공학과 관련된 다양한 이슈를 공유하고 공학 주제에 대한 의사소통 능력을 기를 수 있음을 알 수 있었다.

이러한 예시를 기초로 하여 비형식 교육 기관에서는 비형식 공학교육 모형을 기반으로 다양한 주제의 공학교육 프로그램을 개발하고 운영하는데 활용할 수 있음을 알 수 있었다.

이상의 연구 결과를 토대로 현장 적용 및 후속 연구를 위하여 비형식 교육 환경에서 공학교육 프로그램을 운영하기 위해선 시설 및 기자재 등이 구비되어야 함을 제언하고자 한다. 이를 위한 행정적, 재정적 지원이 요구되고, 교육 프로그램을 운영함에 있어 융통성이 주어져 학습자의 흥미를 불러일으키고, 사회적 흐름을 반영하여 학습자에게 필요한 교육 환경이 조성되어야 한다.

참 고 문 헌

- 교육부(2015). **초·중등학교 교육과정 총론**. 교육부 고시 제2015-74호 [별책1].
- 권이영(2015). **과학관 놀이-학습 모형 개발 및 적용**. 전남대학교 박사학위논문.
- 권효순, 최완식(2005). 비형식적 교육장소에서 개별적 과학기술학습을 위한 모바일 가이드 시스템의 설계 및 구현. **대한공업교육학회지**, 30(1), 120-132.
- 김기수 외(2013). **초중등 공학교육 강화방안 정책연구**. 한국과학창의재단 2013-1.
- 김미영, 권효순(2007). 비형식적 교육장소에서의 혼합형 학습 시스템 설계 및 구현. **한국실과교육학회지**, 13(2), 167-184.
- 김민환 외(2016). 국내 원자력 홍보관의 전시물 탐색 및 교육 활용 방안 모색. **한국지구과학학회지**, 37(6), 373-386.
- 김영민, 강정하, 허남영(2015). 과학 영재 학생들의 공학에 대한 이미지와 인식 분석. **영재교육연구**, 25(1), 95-117.
- 김영민, 김현정, 이창훈(2012a). 비형식 기술교육 프로그램에 대한 기술교사의 인식과 교육요구도 분석. **실과교육연구**, 18(4), 185-206.
- 김이슬 외(2010). 교육 프로그램 참가자 만족도 조사로 본 국립과천과학관의 비형식 과학교육 프로그램 운영 방향 연구. **과학교육연구지**, 34(2), 279-29.
- 김이슬, 손정주, 정종철(2011). 교육 프로그램 분석을 통한 비형식 과학교육 기관의 교육적 역할 제고: 세대문자연사박물관을 중심으로. **과학교육학회지**, 35(2), 149-158.
- 노진아(2019). **초·중등학생의 비형식 과학기술학습 참여행동 예측을 위한 구조모형**. 충남대학교 대학원 박사학위논문.
- 문대영(2009). 초등학생의 공학에 대한 태도 및 공학 문제 해결에 대한 사례 연구. **한국실과교육학회지**, 22(4), 51-66.
- 문현주, 신명경(2014). 비형식 과학교육의 장으로서의 비형식 전시 패널에 나타난 인식론적 특징 탐색. **교사교육연구**, 53(4), 789-802.
- 윤리나, 김경화(2014). 비형식 과학교육 활성화를 위한 '주니어 도슨트' 제도 활용에 대한 연구. **현장과학교육**, 8(3), 247-256.
- 이선경, 이선경, 김찬중, 김희백(2005). 비형식적 과학 학습 자료의 시나리오 및 논증 구조: 영국 자연사박물관의 공룡관의 사례 연구. **한국과학교육학회지**, 25(7), 849-866.
- 이소현(2017). **디지털 시대의 참여적 박물관 구현을 위한 박물관 모바일 러닝 모형 개발**. 경희대학교 대학원 박사학위논문.
- 이은경, 양은아(2017). 원격대학 성인학습자의 비형식교육 참여 특성 분석. **평생학습사회**, 13(4), 51-73.
- 이은상(2015). **기술 교사의 공학 교수역량 모델 개발**. 충남대학교 대학원 박사학위논문.
- 임나영, 이창훈(2017). 공학캠프를 통한 공학과 기술에 대한 이미지 변화 연구. **공학교육연구**, 20(6), 68-75.
- 조미현 외(2013). 형식 교육과 비형식 학습 경험을 통합한 스마트 프로젝트학습 활동 개발 및 적용. **정보교육학회논문지**, 17(3), 291-304.
- 허혜연, 권수진(2017). 과학관에서의 메이커 교육 프로그램 운영 사례-국립부산과학관의 메이커 프로젝트 교육과정을 중심으로. **2017 공학교육학술대회 발표집**, 142-146.

- 허혜연 외(2015). 비형식 공학 기술 교육 프로그램 분석. **2015 공학교육학술대회 발표집**.
- 허혜연(2020). **공학적 소양 함양을 위한 비형식 공학교육 모형 개발**. 충남대학교 박사학위논문.
- Andrea Burrows, Meghan Lockwood, Mike Borowczak, Edward Janak, Brian Barber. (2018). Integrated STEM: Focus on Informal Education and Community Collaboration through Engineering. *Education Sciences* 8(1), p.4-18.
- Confield, Frank. (2000). *The necessity of informal learning*. Bristol: Policy Press.
- Christine G. Schnittka, Carol B. Brandt, Brett D. Jones, Michael A. Evans. (2012). Informal Engineering Education After School: Employing the Studio Model for Motivation and Identification in STEM Domains. *Advances in Engineering Education*, 3(2), 1-31.
- Denson, Cameron, Lammi, Matthew, White, Tracy Foote, Bottomley, Laura. (2015). Value of Informal Learning Environments for Students Engaged in Engineering Design, *Journal of Technology Studies*, 41(1), 40-46.
- Mehmet C. Ayar. (2015). First-hand Experience with Engineering Design and Career Interest in Engineering: An Informal STEM Education Case Study, *Educational Science: Theory& Practice* 15(6), 1655-1675.
- J. Diamond, M. Horn & D.H. Uttal. (2016). *Practical Evaluation Guide: Tools for Museums and Other Informal Educational Settings*. Rowman Altamira.
- Salamon, A., Kupersmith, S., Houston, D. (2008). *Inspiring future young engineers through Robotics outreach*. Retrieved from <http://www.atl.lmco.com/papers/1559.pdf>
- Schnittka, Jessica, Schnittka, Christine. (2016). "Can I drop it this time?" Gender and Collaborative Group Dynamics in an Engineering Design-Based Afterschool Program, *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 6(2), 1-24.
- Yilmaz, M., Ren, J., Custer, S., & Coleman, J. (2010). Hands-on summer camp to attract K-12 students to engineering fields. *IEEE Transactions on Education*, 53(1), p144-15.

<Abstract>

The Development and Application of an Informal Engineering Education Program to Achieve Engineering Literacy

Hye-Yeon Huh*, Ki-Soo Kim**

The purpose of this study is to develop and apply an informal engineering education program for engineering education that is realized outside the framework of formal education. To this end, a non-format engineering education program was developed and rationalized, discussing participants' experience in participating in the program. The developed non-format engineering education program was applied to 90 high school learners interested in engineering in a one-night, two-day camp format, and the goal was confirmed through open surveys and in-depth interviews. The goal of the non-format engineering education program is to understand the importance of engineering and engineering design in real life and the principles of engineering design processes, and to use a variety of knowledge and tools to creatively solve engineering problems creatively. In addition, education programs were developed based on the fact that real-life examples allow engineers to understand what they do, design their own careers, and collaborate with colleagues to share various engineering issues and develop communication skills on engineering topics.

Key words: Informal Engineering Education, Engineering Literacy

This work was supported by research fund of Chungnam National University.

* Researcher, Busan National Science Museum, hyhuh@sciport.or.kr

** Correspondence: Professor, Chungnam National University, kksoo@cnu.ac.kr