

메이커 교육(Maker education)을 통한 메이커 정신 (Maker mindset)의 가치 탐색

Exploring the Value of the Maker Mind Set at Maker Education

강인애, 김홍순

경희대학교 교육대학원(교육방법 및 교육공학과)

Inae Kang(iakang@khu.ac.kr), Hongsoon Kim(superioraj@khu.ac.kr)

요약

주로 비형식교육활동으로서 이루어졌던 ‘메이커 활동’은 그것이 지닌 여러 교육적 가치와 효과로 인해 ‘메이커 교육(Maker education)’의 형태로 확장되어 새로운 교육방법의 하나로 실천되고 있다. 하지만 학교교육에서의 메이커 교육을 실천하는데 있어서 어려움의 중의 하나는 메이커스페이스라는 메이커 활동을 위한 공간이 부재하다는 점이다. 이에 본 연구에서는 ‘메이커스페이스’를 학교 공간 안에 만들어가는 과정을 통해 메이커교육의 사례를 제시하고 그것의 교육적 효과를 알아보고자 하였다. 이를 위해 방과 후 학교 수업을 활용하여 고등학교 1학년 남학생 22명을 대상으로 8주에 걸쳐 ‘메이커스페이스 만들기’라는 메이커 활동을 진행하였다. 이후 성찰저널, 교사 관찰일지, 인터뷰 자료의 질적 자료들을 수집·분석하여, 메이커스페이스를 만들어가는 과정을 통해 메이커 활동에서 강조하는 메이커 정신을 경험할 수 있었는지 알아보고자 하였다. 결론적으로 본 연구를 통해, ‘학교 내 메이커스페이스 만들기’라는 메이커 활동은 학교 내에 그 공간을 만들 수 있는 실질적 방안이 될 수 있으며, 동시에 메이커 활동을 하나의 새로운 교육방식, 곧 ‘메이커 교육’으로서 확장될 수 있는 교육적 가치와 의미를 지니면서, 21세기 4차 산업혁명시대에 다시 만나는 구성주의 학습 환경이 될 수 있음을 확인하였다.

■ 중심어 : | 메이커 운동 | 메이커 교육 | 메이커 스페이스 | 메이커 정신 | 구성주의 학습 환경 |

Abstract

Maker activity, mainly practiced in informal or non-formal education environments activities, was expanded to the form of maker education' due to its various educational values and effects. Yet, one of the difficulties in practicing the maker education in school education is the lack of makerspace as a space for the maker activities. In this context, this study aimed to examine the process of how the students make the makerspace in their school and to define its educational effects defined as 'maker spirits.' For this purpose, this study developed a maker education program for 22 10th graders in an high school for 8 weeks who had participated in the project of 'Making Makerspace'. The results of the program were analyzed through data collected from reflective journals, interview, and observation journals. In conclusion, this study presented a practical and helpful way to make 'Makerspace' in school and at the same time, confirmed Maker education as constructivist learning environments re-encountered in the 21st and as an alternative learning approach suitable for the 4th Industrial Revolution Age.

■ keyword : | Maker Movement | Maker Education | Makerspace | Maker Spirits | Constructionism |

I. 서론

4차 산업혁명의 물결이 일어나고 있는 21세기는 과거 산업경제 시대의 발전에 필수 요소인 자본, 노동과 같은 자원의 중요성이 감소하고 창의력, 아이디어, 과학기술적 소양, 문제해결력 등의 지적자원이 보다 중요해지는 시대이다[1]. 이는 사회, 경제, 정치의 분야는 물론이고 교육 분야에서도 기존과는 다른 접근과 그에 따른 교육역량이 필요하다는 요구가 일고 있다[2]. 가장 최근 등장하는 IT들을 소개하면서 그것의 교육 분야에서의 활용 예측상황을 정리한 보고서인 NMC 호라이즌 리포트(NMC Horizon Report)의 2015년, 2016년 보고서를 보면, 초·중등교육 분야에서의 향후 5년간의 전망을 예측하면서 협력 학습 접근법 증가, 융합적 접근의 교과 학습 활용, STEAM 학습의 부상 등과 더불어 메이커 교육(Maker Education)을 중요한 변화 요인으로 제시하고 있다[3][4]. 다시 말해, 21세기 지식과 정보를 처리하기 위해서는 학문의 영역에서 융합적인 접근이 필수적이며 기존과는 다른 교육방법과 환경 변화가 요구됨을 확인할 수 있다. 그리고 이러한 현상의 중심에 ‘메이커 교육(Maker Education)’을 언급하고 있다.

‘메이커 교육(Maker Education)’은 ‘메이커 문화(Maker Culture)’의 한 범주에 속한다. 이에 메이커 문화는 발명 및 창작자의 자율성이 존중된 환경에서 창조성, 창의성을 바탕으로 다양한 도구를 활용하여 만들고, 개조하고 그런 활동 과정에서 발생한 경험과 결과를 공유하여 개인과 사회의 발전에 이바지하는 문화를 야기한다[5]. 그리고 이러한 메이커 문화에는 21세기가 요구하는 교육적 역량을 함양할 수 있는 가능성을 많이 포함하고 있음을 알 수 있다. 이에 메이커 문화는 하나의 교육환경으로 정리되어, 메이커 교육(Maker Education)이라는 형태로 재정립, 활용되기 시작하고 있다[6][7]. 메이커 문화를 공교육 안으로 갖고 들어와 적용하고자 하는 메이커 교육은 학습자의 책임과 자율성이 존중된 환경에서 다양한 도구(3D 프린터, 응용 소프트웨어, 공구, 전자 센서 등)를 활용하여 개조하고, 만들고, 개선하고, 그리고 그것을 동료 혹은 외부 사람들과도 가까이 개방, 공유, 나누는 활동으로 이루어진다.

이러한 과정은 자율적이고 협력적인 학습자로서의 역량을 함양시킬 수 있음은 물론이고, 메이커 활동이 실생활과 연결된 맥락성을 전제로 하기 때문에 자연스럽게 범교과적이며 간학문적 교육활동이 될 수 있다[8].

하지만 이러한 메이커 교육을 학교 교육에서 실천하는데 가장 큰 어려움 중 하나가 ‘메이커스페이스(Makerspace)’라는 학습 공간의 부재이다. 그러나 메이커 활동을 위해서 전제되는 공간이 메이커스페이스이다[8][9]. 그 안에는 다양한 도구와 재료가 마련되어 있으며, 학생들이 자유롭게 만드는 활동을 진행하고, 학생들 간에 서로 지식과 기술을 공유하고 나누는 곳이 되기도 한다. 따라서 메이커스페이스는 공교육 안에서 메이커 교육을 실천하는데 있어서 반드시 필요한 공간이 아닐 수 없다.

이에 본 연구에서는 학교 내 교실을 활용해 ‘메이커스페이스를 만들기’라는 프로젝트를 하나의 메이커교육의 주제로 삼고, 그것을 방과 후 수업에서 진행하였다. 본 메이커 교육 수업에 참여한 학생들은 고등학교 1학년 남학생 22명이며, 수업은 2016년 9월부터 11월까지 8주에 걸쳐 진행하였다. 본 연구의 목적은 메이커스페이스를 직접 제작하는 메이커 교육과정 안에서 발생하는 교육 효과로서 개인적 차원 및 사회적 차원의 메이커 정신(자발성, 주인의식, 책임감, 공유, 나눔, 개방, 실패에 대한 생산적 경험 등)을 경험할 수 있었는지 알아보고자 하였다. 또한 그 경험을 통하여 확장된 메이커스페이스의 역할은 무엇인지를 알아보고자 하였다.

이를 위해 수업 중 작성한 성찰지널, 인터뷰 자료, 수업 관찰일지의 다양한 질적 자료들을 수집 및 분석하였다.

II. 이론적 배경

1. 메이커 운동과 구성주의 환경

메이커 운동(Maker Movement)은 Dale Dougherty에 의해, 21세기 오픈소스 제조업 운동을 일컫기 위해 메이커(Maker)라는 용어를 처음 사용 하게 되면서 시작하였다[5]. 이후 메이커 활동은 하나의 사회문화적 현상으로 널리 확장되면서 메이커 운동이란 이름으로 자리

잡게 되었다[10].

이러한 메이커 운동을 이해하기 위해서는 먼저 메이킹이라는 단어의 의미를 생각해볼 수 있다. 본래 메이킹(Making)의 사전적 정의는 ‘만들다’ 혹은 ‘만들고 있다’라는 의미를 지닌다. 하지만 메이커 운동(Maker movement)에서의 ‘메이킹(Making)’의 의미는 더 깊이 있는 의미와 가치를 담고 있다. ‘메이킹’ 안에는 메이커가 다양한 도구를 활용하여 창의적 산출물을 만들어 내고, 이를 다른 사람과 공유하고 소통하는 활동이 이루어진다고 말한다[11][12]. 다시 말해, 메이킹(Making)은 자신에게 혹은 사회에 필요한 무엇을 주도적으로 만들며 관련 지식과 정보, 도구를 다른 메이커들과 공유하며 자연스럽게 협력이 이루어지는 활동을 의미한다[9][13].

이러한 메이커 활동이 군집되어 만들어진 사회문화 현상으로서의 메이커 운동에 내포된 교육적인 가치는 Papert의 구성주의(Constructionism)를 통해 설명할 수 있다[6]. 기존의 Piaget를 중심으로 한 구성주의(Constructivism)와 Papert의 구성주의(Constructionism)는 한글 번역은 동일하나 영어에서 차이가 있듯이, 비록 이 두 구성주의는 인식론에 있어서는 동일하지만, 전자는 개별적 지식구성에 초점을 둔다면, 후자는 개별적으로 구성된 지식을 분명한 유형의 결과물로 나타내는 것으로 확장되고 있다. 다시 말해, 학습자가 학습에 대한 주인의식을 갖고 자기 주도적 학습활동을 통해 개별적인 이해와 의미구성을 해야 하며, 그와 동시에 다른 사람들과의 협력적 관계를 통하여 다른 견해와 생각을 조율하여 좀 더 견고하고 유용한 지식을 구성해야한다는 점에서는 두 구성주의의 입장이 동일하다.

다만 Papert의 구성주의는 문제해결의 결과물이 무형의 아이디어에 그치지 않고 유형의 결과물로 나와야 할 것을 주장하고 있다. 바로 이런 점으로 인해 Papert의 구성주의는 실제적 구성물을 형성을 강조하는 메이커 운동(Makermovement)의 이론적 배경으로 언급된다[9]. 결국 Papert의 구성주의 이론에 입각하여, 메이커 운동에서 이루어지는 활동은 메이커(Maker) 스스로가 문제형성부터 시작하여 그것의 탐색, 도구 활용, 제

작 등에 이르기까지 주도적 역할을 하게 된다. 이때 다른 동료 메이커들과의 상호작용을 하면서 토론과 토의를 통해 서로간의 아이디어를 모으고, 메이커스페이스 안에 있는 다양한 도구를 활용하여 제작하는 활동을 이루어가게 된다. 이때 주목할 것은 Piaget의 구성주의에서와 마찬가지로, 메이커들의 활동을 도와주는 전문 강사, 혹은 교사는 메이커들의 활동을 도와주는 조력자로서의 역할을 한다는 점이다[10][11].

이런 점에서 볼 때, 다시 한 번 메이커 운동의 환경은 구성주의 교육환경과 맥을 같이 함을 알 수 있다. 그리고 이러한 점에 초점을 두었을 때, 메이커 운동은 단지 운동이라는 사회적 현상으로 그치는 것이 아니라, 교육분야에서도 활용될 수 있는 하나의 새로운 교육환경으로서 메이커 교육(Maker Education)이 된다[11][10][14].

이러한 구성주의 교육 환경과 메이커 운동 간의 관련성을 정리하면 [표 1]과 같다[10][15].

표 1. 구성주의 환경으로서의 메이커 운동

구성주의 환경	메이커 환경
실제적 성격의 과제 학습	사회적 이슈나 문제, 혹은 개인적 문제로 부터 메이커 활동 시작
학습의 주인의식	메이커 활동 전 과정에 걸친 개별 학습자에 의한 주도적 활동
조력자, 동료학습자로서의 교수자	조력자, 동료학습자로서의 교수자
협동 학습 환경	전 과정을 문서화(기록)하여 온/오프라인 공유, 나눔, 개방
개방적 학습활동과 사회적 학습활동을 통한 지식구성, 재구성의 지속적 활동	개조하기, 만들기, 공유하기, 개선하기 등의 연속적이고 지속적인 메이킹 학습 전개
자유롭게 자신의 의견과 생각을 표현할 수 있는 비압박적이며 자유롭고 편안한 학습 환경	메이커스페이스 안에서 다양한 도구와 재료들을 활용하며 전적인 자기 주도적 학습 활동을 전개하는 비 압박적, 자유롭고 편안한 학습 환경

[표 1]을 통해 알 수 있듯이 메이커 운동은 구성주의와의 많은 연관성을 보여준다. 다만 구체적이고 실제적인 구성물을 결과물로 만들어내는 것이 최종 결과인 메이커 운동에서는 구성주의에서는 간과하였던 부분, 곧 ‘실패를 두려워하지 않고 지속적으로 도전해보는 정신’ 다시 말해, ‘실패 자체를 기꺼이 즐기고 인내할 수 있는 지속성(persistence)을 강조한다는 점에서 구분된다

[16]. 이것은 분명 대부분의 교육환경에서 기회는 한번만 주어지고 그것에서의 실패는 곧 마지막으로 여겼던 상황과는 매우 다르다는 것을 알 수 있다. 실패를 '생산적인 실패(productive failure)'[4] 라고 하면서 지속적으로 개선할 수 있는 기회로 보고 그를 격려하는 그 환경은 분명 구성주의 학습 환경에서도 거의 언급되지 않았던 메이커 운동만의 독특함이라고 할 수 있다.

따라서 메이커 운동의 이러한 특성을 고려해 볼 때, 메이커 운동이 지닌 환경은 학교교육현장에 접목하여 새롭게 혁신적인 교육환경을 이루어 가야하는 이때에 대안적 접근으로 분명 가치를 지니고 있다고 본다[17][18].

2. 메이커 교육(Maker education)과 메이커 정신

메이커 교육은 기본적으로 구성주의적 학습 환경을 기반으로 한다. 특히 Papert의 구성주의와 접목하여 Piaget의 구성주의에 비해 '핸즈 온(hands-on)' 활동을 더욱 강조한다[8]. 또한 실제적 구성물을 만들어 내는 과정 중에 '실패를 두려워하지 않고 지속적으로 도전할 수 있는 지속성'을 자연스럽게 경험하게 된다. 따라서 메이커 교육은 분명 교육적으로 의미 있는 여러 가치를 지니고 있을 것이다[19].

이러한 메이커 교육을 진행하기 위해 필요한 모형으로서 몇 가지가 소개되고 있다. 메이커 교육의 체계적 접근을 위하여 제시된 다양한 연구들 중 교육공학적 접근으로 개발된 모형으로 uTEC모형[20], TMI모형[8]을 확인할 수 있다.

표 2. uTEC모형과 TMI모형 분석

uTEC모형	TMI모형
Using(사용하기)	Thinking(생각하기)
Tinkering(개조하기)	
Experimenting(실험하기)	Making(제작하기)
Creating(창작하기)	Improving(개선하기)

각 모형의 분석 결과 유사성과 차이점을 발견할 수 있었다. uTEC모형에서 제시하는 사용하기(Using)는 TMI모형에서 제시하는 생각하기(Thinking)단계에 포함됨을 확인할 수 있었다. 또한 uTEC모형의 실험하기

(Experimenting)와 창작하기(Creating)는 TMI에서 제작하기(Making)단계와 그 맥락을 같이함을 확인할 수 있었다. 나아가 TMI모형에서는 개선하기(Improving) 단계를 제시함으로 메이커 교육에서의 학습에 대한 끊임없는 순환과 반복과 학습 지속성을 강조함을 확인하였다.

하지만 메이커 교육을 위한 위 두 가지 교수학습 방법에서는 메이커 교육과 정신에서 강조하고 있는 공유와 개방 정신을 포함하지 않는다는 한계점을 지닌다. 따라서 위와 같은 한계점을 개선하기 위하여 공유(Sharing)가 포함된 TMSI모형을 제시하였으며[11], 본 연구에서는 메이커 정신에 근거하여 설계된 TMSI모형을 활용하여 프로그램을 개발·적용하였다. 이와 관련한 자세한 내용은 [그림 1]과 같다.

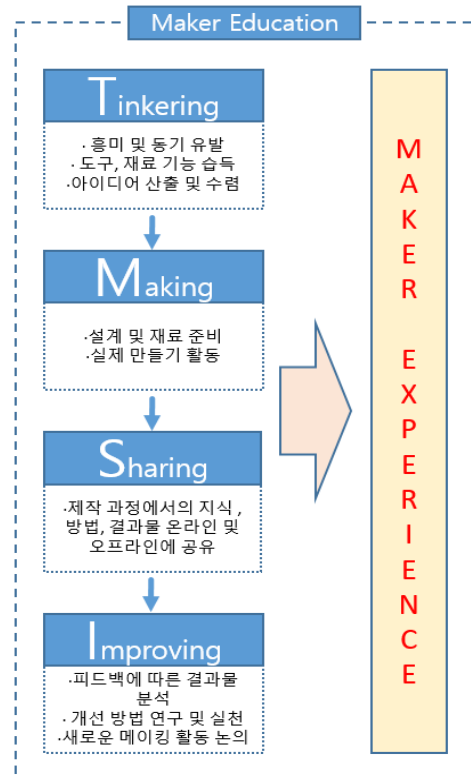


그림 1. 메이커 교육과 TMSI모형

TMSI모형은 개조하기(Tinkering), 제작하기(Making), 공유하기(Sharing), 개선하기(Improving)의 단계로 이루어지며[11], 전체의 교수학습 과정이 마무리 되었을 때는 메이커 경험으로 확장될 수 있다. TMSI 과정 안에서 학습한 경험과 학습자가 스스로 느끼고 인지한 메이커 경험을 통해 또 다른 프로젝트를 지속적으로 도전하게 만든다[21].

이러한 메이커 교육 모형에 따라 수업을 진행한 사례들을 살펴보면[6][11], 공통적인 몇 가지 교육적 효과를 제시하고 있다. 이러한 교육적 효과는 메이커 교육의 결과로서 나온 것이기 때문에, 본 연구에서는 이를 ‘메이커 정신(Maker mindset)’이란 이름으로 사용하겠으며[6][10][28], 이들은 크게 개인적 차원과 사회적 차원으로 구분하였다[표 3].

표 3. 개인적·사회적 차원의 메이커 정신

개인적 차원	사회적 차원
<ul style="list-style-type: none"> · 학습에 대한 자발성 · 학습에 대한 책임감과 주인의식 · 창의적 문제 해결력 · 생산적 실패 · 학습에 대한 지속성과 인내력 · 다양한 자료, 도구 활용 능력 	<ul style="list-style-type: none"> · 개인과 사회와의 상호작용 · 지식의 공유와 개방으로 민주 사회 구현 · 협력, 공감, 소통

우선, 개인적 차원에서의 메이커 정신은 자기 주도 학습, 창의적 문제 해결력, 생산적 실패를 통한 학습 지속성 및 인내력, 다양한 도구와 자료를 활용할 수 있는 능력 함양 등의 교육 가치를 내포한다. 메이커 정신에 기반 한 메이커 활동은 학습에 대한 주인정신을 바탕으로 학습동기가 유발되기 때문에 학습 과정에 있어서 끊임없는 호기심을 바탕으로 능동적으로 참여하게 된다[22][23].

나아가 실생활과 연관된 비구조적인 문제를 해결하는 과정을 통하여 창의적인 문제 해결 능력을 바탕으로 하며[24], 지속적인 실패 극복에 따른 인내심과 실패에 대한 긍정적인 인식을 가지고 있다.

마지막으로 다양한 도구(전통적 노작 도구, 레이저 커터기 및 3D프린터와 같은 제작 장비, 코딩 관련 각종 소프트웨어 등), 재료(자연재료, 건축재료, 재활용품, 사무용품, 전기전자 부품 등)를 활용하는 능력을 포함 한

다[10][21].

사회적 차원에서의 메이커 정신은 학습자와 지역사회와의 협력 및 상호작용을 통해 민주사회의 발전을 위한 실천적 참여를 바탕으로 하며[11][25][26], 스스로 만들어낸 지식 및 결과물을 자발적으로 개방하고 공유하게 된다. 또한, 학습 과정 안에서의 협력, 소통, 공감 등과 관련한 교육적 가치를 내포하고 있다[11][12].

3. 메이커 스페이스(Makerspace)

메이커 운동(Maker movement)의 세 가지 주요 사건 중 첫 번째는 2001년 MIT에서 Neil Gershenfeld에 의하여 최초의 팸랩(FabLabs)¹의 탄생이다[16]. 이는 메이커 운동에서 가장 중요한 역사적 사건이 메이커스페이스(Makerspace)가 발현된 것임을 뜻한다. 이렇게 만들어진 메이커스페이스는 전 세계에 있는 창조자들에게 커다란 영감을 주며 ‘지식과 제작과정의 공유’와 ‘협력을 통한 메이킹(Making)’, ‘민주적 도구의 활용’이라는 문화를 탄생시켰다[5][27][28].

다음은 메이커 운동에서 시작하여 메이커 활동, 메이커 교육, 그리고 메이커스페이스에 이르는 다양한 용어들의 관계를 살펴보고 그 안에서 메이커스페이스의 위치를 파악해보고자 한다[그림 2].

우선 가장 포괄적인 개념으로 메이커 운동이 자리 잡는다. 이것은 학교 밖에서 자율적인 형태로, 비형식 혹은 무형식 교육환경에서 자발적으로 이루어진 사회·문화적 현상이기 때문이다. 이런 메이커 운동에서 이루어지는 모든 메이킹(Making)의 활동을 메이커 활동(Maker Activity)이라고 할 수 있다. 그리고 메이커 활동은 메이커스페이스라는 공간을 통하여 유기적으로 발생하는 것으로서 모든 메이커 활동의 필수적 요소가 된다. 여기서 앞서 살펴본 바와 같이 메이커 운동이 지닌 교육적 가치, 메이커 정신, 구성주의와의 관련성 등으로 인하여 메이커 교육이라는 개념으로 인식할 수 있다. 나아가 메이커 교육을 공교육체제에 순조롭게 정착시키기 위해서는 교육과 활동을 연결하는 메이커스페

1 제작하다(fabrication), 또는 유쾌한(fabulous)의 접두사에 해당하는 fab에서 따온 팸(fab)과 연구소를 뜻하는 랩(lab)의 합성어. 매사추세츠공과대학(MIT)에서 아웃리치 프로그램의 일환으로 만들어진 Makerspace의 하나이다.

이스가 존재해야하며 그 안에서 이루어지는 학습이야말로 구성주의적 학습 환경에서 펼쳐지는 메이커 정신의 산실이 될 수 있을 것이다[8][16].

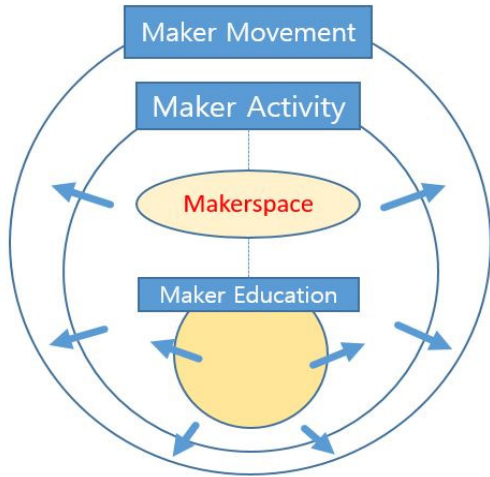


그림 2. 메이커스페이스의 위치

메이커스페이스 안에서의 교육과 활동은 ‘만들기를 통한 학습’과 ‘창의적이며 활동적인 학습’을 지향한다 [27][28]. 따라서 기존 초·중등학교의 제조 실습실(과학실 및 기술가정실)에서 볼 수 있는 모습과 크게 다르지 않다고 인식될 수 있다[8]. 하지만, 메이커스페이스(Makerspace)는 앞서 설명한 구성주의적 학습이 이루어지는 환경과 그 의미를 같이하기 때문에 교수학습에 대한 인식부터 기존의 실습실과 차이점이 있다고 이해할 수 있다.

기존의 실습실에서는 교수자가 직접 학습 재료를 선택하고, 학습자 모두가 하나의 산출물을 만들며 기능을 중심으로 학습이 발생하는 특징을 갖는다[8]. 그러나 메이커스페이스에서는 다양한 도구들이 항상 구비되어 있으며 학습자는 이 재료와 도구를 활용하여 각자 다른 창의적 산출물을 제작하는 모습을 보이게 된다. 메이커스페이스는 학습자들이 스스로의 필요에 의해 느낀 프로젝트를 진행하기 위해, 자발적으로 참여하면서 학습 활동을 펼쳐가는 공간의 의미로서 받아들여야 할 것이다.

결론적으로 구성주의와 맥락을 같이하는 메이커 활동이 학교 교육에서 이루어지기 위하여 메이커 활동의 실천을 위한 학습 환경인 메이커스페이스는 반드시 요구되는 바이다.

III. 연구 방법

1. 연구 대상 및 기간

본 연구는 서울시에 위치한 인문계 J고등학교 1학년 남학생 22명을 대상으로 학교 내 교실을 이용하여 ‘메이커스페이스(Makerspace)를 만들기’라는 프로젝트를 메이커 교육 프로그램으로 설계, 적용한 사례연구이다. 메이커 교육 프로그램에 참여한 학생들은 메이커 운동에 대한 기본적인 이해를 하고 있는 학생들로서, 방과 후 수업을 활용하여, 2016년 9월부터 11월까지 총 20차시(20시간) 동안 이루어졌다.

연구대상자의 실명은 영문 알파벳 ‘A’에 고유번호를 부여하는 방식으로 표기하였다.

2. 자료 수집 및 분석

본 연구는 메이커 교육 프로그램으로서 학교 내에 ‘메이커스페이스(Makerspace)를 만들기’라는 프로젝트를 실시하고 그것의 결과로서 학생들에게서 메이커 정신을 확인할 수 있는지를 알아보고자 하였다. 이를 위해 성찰저널, 인터뷰 자료, 교사 관찰일지의 질적 자료를 수집, 분석하였다[표 4].

표 4. 자료 수집 방법

자료 유형	시기	내용	수량
성찰저널	단계별 수업 과정 중 (총6회)	학습 과정에서 배우고 느낀 점을 자유롭게 기술	132
학생면담	프로그램 종료 후	메이커 정신 요소와 관련된 질문을 바탕으로 내용 확인	22
관찰일지	해당 차시 수업 후	학습과정의 상황을 객관적 시각에서 작성	20

이상의 질적 자료들은 앞서 이론적 배경에서 제시했

던 메이커 교육의 개인적, 사회적 차원에 대한 요소들을 중심으로 코딩 분석을 했으며, 자료 분석의 신뢰도를 높이기 위해, 연구자간 코딩항목에 대한 불일치가 있을 경우, 최종 합의에 이를 때까지 토론하였다. 그 결과 연구자간 신뢰도는 91.07%로 높게 나타났다. 또한 삼각측정법(triangulation)[29] 중 구성원 검토 작업(member checks)을 사용하여 연구자들이 해석한 내용을 해당 학생에게 보여줌으로서 분석내용에 대한 타당도를 확보하였다.

3. 프로그램 개발 및 적용

본 프로그램은 앞서 언급한 메이커 교육의 모형의 하나인 TMSI 모형에 따라서 프로그램을 개발하였다. 곧, 개조하기(Tinkering), 만들기(Making), 공유하기(Sharing), 개선하기(Improving)의 과정에 따라, '메이커스페이스 설계 및 제작'이라는 주제로, 고등학교 1학년 대상 20차시 수업을 개발 및 적용하였다. 다음은 20차시 수업 전체를 요약한 지도안이다[표 5].

표 5. 메이커교육 프로그램 전체 지도안

방과 후 학교명	Maker PBL	학교 급	고등학교 1학년	차시	20차시
프로그램명		창조를 위한 공간 메이커스페이스(MakerSpace)			
전체 단계		차시별 교수 학습 내용			
		차시	활동	세부 활동	
도입		1	주제논의	'우리는 무엇을 함께 만들 것인가?	
M a k e r A c t i v i t y	Tinkering (개조하기)	2	아이디어 도출	공간 창출을 위한 아이디어 회의(브레인스토밍)	
		3	분해하기	- 메이커 스페이스 공간 구분하여 생각하기 - 메이커 스페이스에 있는 물건 위치 바꾸기	
		4	조립하기	- 메이커 스페이스 개별 설계 (평면도, 1소점 투상도) - 메이커 스페이스 설계 팀별 회의, 최종안 도출하기	
		개별과제	모델링	- 3D Max, Autodesk 123D 프로그램 이해하기 - 1소점 투상도를 활용한 3D 설계(개별 과제)	
Making (만들기)		5	설계하기 및 재료 준비	- 설계 기준 필요한 재료 생각하기 - 개별, 팀별 재료 준비하기	
		6-12	만들기	- 메이커 스페이스(Makerspace) 제작하기	

Sharing (공유하기)	13	발표 & 공유	- 메이커 노트 및 성찰 일지 작성 - 메이커 스페이스(Makerspace)에서 자신만의 개념이 담긴 공간 발표하기 - 온라인 커뮤니티(Facebook)에 메이커 스페이스 홍보하기
	Improving (개선하기)	14	개선하기
Maker Experience	15-17	3D Print	- 메이커 스페이스에서 할 수 있는 활동 소개 - 3D 프린터 원리 및 출력 방법 실습
	18-19	Reverse Engineering	- 리버스 엔지니어링 실습
Maker documentation	20	발표	- 성찰저널 소감 발표 - 학습자 인터뷰 실시

총 20차시로 구성된 본 메이커 교육 프로그램 중 14차시까지의 TMSI 모형에 따라 메이커스페이스 만들기가 진행되었다. 아래는 수업 전 학교로부터 부여 받은 낡은 교실의 모습이다.



그림 3. 낡은 교실의 모습

첫 번째 단계인 개조하기(Tinkering) 활동(1-4차시)에서는 공간을 구조를 분석하였으며 아이디어 도출 및 공간 설계 활동 등을 하였다. 이후 설계된 아이디어를 바탕으로 Autodesk123D, 3D Max를 활용하여 메이커스페이스의 모습을 모델링 하는 과정을 거쳤다. [그림 4]과 [그림 5]는 4차시 이루어진 설계도 작업의 결과물 중 일부와 이를 바탕으로 합의된 아이디어를 모델링한 사례이다.

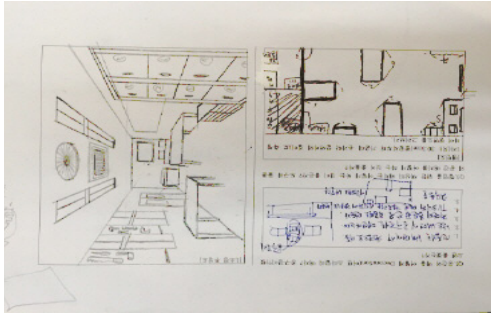


그림 4. 메이커스페이스 설계도(4차시)



그림 6. 메이킹 과정의 모습

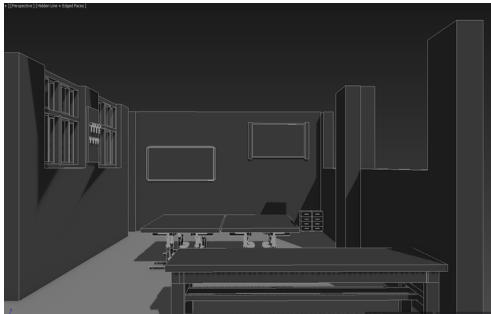


그림 5. 3D Max로 만든 공간 설계(개별과제)



그림 7. 메이킹 과정에서의 결과

이후 5차시부터 12차시까지의 ‘만들기(Making)’ 단계에 해당하는 활동시간들이었다. 학습자들의 합의된 설계도를 바탕으로 서로 협력하며 공간 창작 활동을 하고 있다. 재료를 준비하고 아이디어를 모으며 제작에 필요한 생각부터 도구(페인트, 장갑, 붓, 페인트 통, 재활용 책상, 의자, 재활용 서랍, 공구판, 육각렌치 및 드라이버, 니퍼, 펜치 등 이외의 공구들)까지 공유하는 모습을 보였다. [그림 6]과 [그림 7]은 합의된 의견을 반영하며 아이들 스스로 제작하는 과정의 모습과 변화되어 가는 넓은 교실의 모습이다. 학습자의 개인적인 모습은 개인 사생활을 존중하여 모자이크로 처리 하였다.

13차시와 14차시에는 합의된 의견에서 부족한 부분을 논의하고 개선하는 활동을 하였다. 이후 최선의 대안으로 메이커 스페이스의 제작을 마무리 하였다. 다음 그림 8은 넓은 교실에서 메이커 스페이스 공간의 모습으로 변화되어진 모습이다.



그림 8. 메이커 스페이스로 변화되어지는 교실

이후 15~19차시에서는 학생들이 완성한 메이커스페이스에서 어떤 다양한 활동을 할 수 있는지 경험해보았다. 예를 들어, 3D print 원리 및 출력 체험하기, 리버스 엔지니어링(Reverse Engineering)활동 등을 진행하였다. 다음 [그림 9]는 리버스 엔지니어링 결과로 재활용 휴대폰을 분해하여 만든 조립설계도의 한 사례이다.



그림 9. 리버스 엔지니어링 실습 결과(19차시)

마지막 20차시에서는 성찰저널을 발표 후 수업 과정과 관련한 학습자 인터뷰를 실시하고 프로그램을 마무리 하였다.

IV. 연구 결과

메이커 교육 프로그램으로서 ‘메이커스페이스 만들기’라는 프로젝트를 참여한 결과로서 학생들이 과연 메이커 정신을 경험하였는지를 알아보고자 하였다. 이를 위해 교사의 성찰저널, 인터뷰 자료, 교사관찰일지를 수집하고 이를 개인적 차원과 사회적 차원으로 나누어 분석하였다

초기 코딩 과정 이후 자료에 반복적으로 나타나는 의미 있는 키워드에 주목하고, 간략하게 요약하여 주제별로 묶어 이를 이해할 수 있는 구체적인 코딩 작업을 수행하였다. 다음에서는 자료 분석에 따른 결과를 제시하였다.

1. 개인적 차원에서의 메이커 정신

첫 번째 연구문제에 대한 분석 결과로서, 대부분이

개인적 차원에서의 메이커 정신이 두드러졌다. 곧, 학습에 대한 자발성, 책임감과 주인의식, 실패에 대한 긍정적인 인식(생산적 실패), 다양한 자료, 도구 활용능력 함양으로 정리할 수 있었다. 분석한 질적 자료에서 개인적 차원의 메이커 정신이 나타나는 요소별 키워드를 도출하면 [표 6]와 같다.

표 6. 개인적 차원에서 의미 있는 키워드

개인적 차원	키워드
· 학습에 대한 자발성	· 학습 주도권 이양 · 자기주도성 · 능동적이며 존중받는 환경 · 학습자 의견 반영 · 스스로 참여하는 활동 · 학습 두려움 제거 · “~을 할 것이다” 라는 계획성이 반영되는 언어
· 책임감과 주인의식	· 소중함 · 주도적 · 최선을 다함 · 지속적으로 확인 및 참여
· 생산적 실패	· 실패 인식 · 지속적인 질문 · 극복 및 문제해결 · 보완 및 수정
· 도구 활용능력 함양	· 활동 시 사용도구의 종류 (각종 공구 및 재료, IT 기기 등 수업 안에서 활용 가능한 모든 도구)

수집한 질적 자료를 제시한 키워드 바탕으로 그 의미를 발견하기 위해 노력하였다. 다음은 개인적 차원과 관련된 메이커 정신 경험에 대한 연구 결과이다.

1.1 학습에 대한 자발성

메이커스페이스에서 진행되는 수업에서에서 교사는 조력자 혹은 촉진자의 역할로 접근한다. 모든 활동 안에서 지식을 일 방향적으로 전달하지 않고 스스로 찾을 수 있는 환경을 제공한다. 예를 들어 디지털 디바이스(Digital device)를 통해 원하는 정보를 발견하고 가공할 수 있는 방법을 지도하게 되며 정답에 가까운 지식 자체를 전달하는 것을 지양한다. 즉, 학습자 스스로 학습할 수 있는 환경과 도구 방법을 제시하게 된다. 다음은 메이커스페이스 안에서 2016.09.21에 진행되었던 수업을 통해 작성한 교사 관찰일지 내용이다.

“나는 아이들을 유심히 관찰하며 무엇을 도울 수 있을지 고민하였다. 일단 이러한 활동을 처음 접하는 학생들이 많았기 때문에 두려움을 줄여주기 위한 노력을 하였다. “망쳐도 좋으니 마음대로 칠해도 되요. 나중에 너희가 넣고 싶은 도안을 그려 넣어도 되요. (중략)... 잘못되면 다시 칠하면 되 걱정 말고 자신 있게 해요.”(중략)... 교사의 이런 발언이 아이들의 긴장을 완화 시켰는지 이후 아이들은 더 활발하고 즐겁게 떠들며 활동에 임했다.(2016.09.21. 관찰일지)’

교사가 지속적으로 학생을 도울 수 있을지 끊임없이 고민하였다. 즉, 메이커스페이스 안에서 조력자로서의 교수자의 모습이 요구됨을 확인할 수 있다. 이는 학습자에게 메이커 활동을 자발적으로 할 수 있도록 영향을 미쳤다. 메이커 교육은 학습자의 ‘자기주도성’을 지속적으로 존중하며 학습자 스스로 배움을 이끌어 가는 모습으로 활동이 진행된다. 다음은 학습자 면담을 통해 확인한 학습자의 자발성과 관련된 내용이다.

“아이들에게 자유롭고 제약 없는 활동을 유도하며 자 만들고 싶은 것을 만들도록 도와 주셨다. 아마 교실에서는 이런 다양한 활동이 불가능 했을 것 같다. (중략).. 이러한 메이커스페이스 같은 환경이 나 스스로를 움직이게 만들었다.’(A-12, 인터뷰 자료)

‘교실의 구성과 수업방식에서와 다르게 내가 주도권을 가지고 진행되는 가가 가장 큰 차이점이다. 일단 흡수하고 마냥 받아 드리는 공간이 아닌 책상의 위치나 의자의 배치가 달랐다. 우리의 의견이 반영되었기에 쉬는 시간에 작업 공간에 더 예쁘게 꾸미기 위해 노력하였다. 신기한 것은 평소 교실에서는 잠만 자던 친구가 메이커스페이스 설계에 참여하고, 페인트칠을 하는 모습을 보았다.’(A-6, 인터뷰 자료)

“선생님의 역할이 무엇이었으며? 아이들에게 어떤 영향을 미쳤는가?”라는 인터뷰 질문에 ‘그러한 환경이 나 스스로를 움직이게 만들었다.’라고 대답하며 학습자 자발성과 관련된 메이커 정신이 나타남을 확인할 수 있

다. A-6 학생은 일반 교실과 메이커스페이스의 차이점에 대한 면담질문에서 능동적이고 자발적으로 참여하는 친구의 모습을 언급하고 있다.

다음은 전체 수업 후 작성했던 성찰 저널의 일부를 발췌한 내용이다.

‘다른 공구 사용법을 익히고 부족한 재료를 준비하여 선반을 제작할 것이다. 직접 나무를 갈고, 톱질을 해서 선반을 만들고 자전거 손잡이와 안장을 가지고와서 액자처럼 ‘피카소의 황소’를 제작할 것이다.(A-2, 성찰저널)’

‘버려진 소파를 리폼 할 것이다. 메이커스페이스에 휴식할 수 있는 공간이 반드시 필요할 것 같다. 다음 주에 몇몇 친구들을 모아서 동네에 버려진 소파를 찾아봐야겠다.’(A-5, 성찰저널)

‘메이커스페이스로서 아직 부족한 것이 많은 것 같다. 앞으로 나무판을 이용해 공구 판을 제작할 것이다. 그것을 다양한 공구를 걸어서 공방 같은 느낌을 내고 제작에 필요한 도구를 정리하는 용도로 사용되었으면 다음 때문이다.’(A-9, 성찰저널)

학습이 마무리 된 후에 자신의 학습 과정에 대하여 반성하면서도 제작 한 산출물을 개선하기 위하여 자발적으로 학습을 이어 가려는 생각을 확인할 수 있었다. “부족한 재료를 준비하여 선반을 제작”, “버려진 소파를 찾고 리폼 하겠다”, “나무판을 이용해 공구 판을 제작할 것이다”와 같이 스스로 학습의 목표를 선택하고 자기 주도적으로 학습을 유지시키려는 노력을 볼 수 있었다.

결과적으로 학습의 주도권이 학습자에게 이양되고, 학습자가 존중받는 환경 안에서 학습자가 스스로 교육에 참여하며 ‘자발성’이라는 메이커 정신을 경험함을 확인할 수 있었다.

1.2 책임감과 주인 의식

일반 교실에 대한 학습자의 인식은 교실의 주인이자

절대적인 지식을 소유한 사람은 교사이며, 그 지식을 배우기 위해 학습이 일어난다고 생각한다. 또한, 정해진 학습 목표, 통제되는 시간 그리고 풍부하지 않은 교육 자료로 수업에서의 한계가 있다고 인식한다. 즉, 학습의 통제권이 학생에게 거의 없으며 매우 제한적인 모습으로 학습이 이루어진다. 하지만, 메이커스페이스와 같은 구성주의적 환경 구성을 통하여 학습의 접근을 교사나 매체에 의해 전달된 지식을 무조건 받아들이는 것이 아니라고 느낀다. 학습자가 직접 참여하는 경험적 활동을 통해 학생이 스스로 참여하고 생각하고 탐구하고 제작하여 자신에게 필요하고 적합한 지식을 구성할 수 있도록 학습자의 참여를 강화시킨다. 학습에 대한 참여가 강화되는 과정에서 학습에 대한 책임감과 주인의식을 경험할 수 있게 된다. 이에 대한 구체적인 내용을 학생들의 성찰일지에서 일부를 발췌하여 제시하면 다음과 같다.

‘메이커스페이스의 설계 및 제작 수업참여에서 내가 가장 좋게 느낀 가치는 내가 만들고 내 생각이 들어간 학교안의 교실이다. 아무래도 배움의 공간이라고 생각되는 교실은 항상 틀에 박혀있고 수동적이라는 이미지가 있다. 이와는 상반되게 내 생각이 들어간 메이커스페이스의 공간은 능동적이며 소중하다. 주도적으로 활동할 수 있는 공간이며 앞으로 종종 와서 다양한 것을 만들어 보고 싶다.’ (A-11, 성찰지널)

스스로의 생각이 들어간 산출물은 본인이 주인이라는 인식을 강하게 인지할 수 있도록 도와준다. 메이커스페이스는 공동의 목표로 만들어진 공간이지만 학습자 각자 느끼는 ‘가치’는 모두 달랐다. “내가 만들고 내 생각이 들어간”이란 부분과 “능동적이며 소중”한 공간이라고 말하는 부분에서 책임감과 주인의식을 확인할 수 있었다. 또한, “주도적으로 활동할 수 있는” 이후 능동적 경험을 위해 탐구를 하겠다는 생각에서 학습자의 책임감과 주인의식이 행동으로 발현되는 것을 확인할 수 있다. 다음은 설문 문항 2번 ‘메이커스페이스가 본인에게 어떤 가치와 의미가 있는가?’라는 질문의 답변을 통해 확인한 학습자의 책임감과 주인의식과 관련된 내

용이다.

‘다음 후배들이 메이커스페이스를 편하게 사용했으면 하는 마음으로 공간 활용에 대한 의견을 적극적으로 제시하였으며, 책상과 걸상 재활용 페인트 작업에 최선을 다했다. 쉬는 시간 마다 방문하여 내가 했던 작업의 상태를 확인하였다.’(A-13, 인터뷰 자료)

질적 자료 분석 중 ‘소중하다’, ‘주도적이다’, ‘최선을 다하다’, ‘지속적으로 확인하고 참여 한다’ 와 같은 책임감과 주인의식을 확인할 수 있는 의미의 어휘를 다수 사용함을 발견 할 수 있었다. 결과적으로 ‘책임감및 주인공정신’과 같은 메이커 교육의 가치를 경험함을 확인할 수 있었으며, 이는 메이커 스페이스라는 공간 안에서 더 극대화 될 수 있었다.

1.3 실패에 대한 긍정적인 인식(생산적 실패)

메이커 활동은 학습자가 스스로 설정한 단기적인 목표가 모여 공동의 목표에 도달하게 된다. 예를 들어 메이커스페이스를 제작하는 활동 안에서 메이커 스페이스의 설계라는 공동의 단기 목표가 있으며 이후 설계 아이디어를 반영한 공간 제작을 하게 된다. 실제 제작(Making) 활동 안에서 학습자는 활동 안에서의 목표를 개별적으로 설정할 수 있다. ‘페인트칠’을 하는 활동을 예를 들면 물과 페인트를 희석하는 부분, 어떤 방향으로 칠할지 고민하는 부분, 페인트를 칠한 후 관리하는 부분, 몇 분을 건조시키고 언제 다시 칠할지 선택하는 부분 등 제작 과정 안에서 학습자가 스스로 선택해야 하며 설정해야 할 무궁무진한 단기목표들이 존재한다. 이런 단기 목표 안에서 다양한 실패가 존재하게 되며 학습자는 스스로 이를 극복하는 방법을 배우는 환경에 놓이게 된다. 동료 학습자들은 다른 학습자의 부족한 부분을 자신이 할 수 있는 능력으로 도움을 주게 된다. 또한, IT 기기로 검색하여 최적의 해결책을 탐색할 수 있는 환경이 구축되어 있기 때문에 스스로 정보를 탐색할 수 있는 활동을 하며 실패를 능동적으로 극복하게 된다. 다음은 A-12, A-20학생의 성찰지널을 통해 확인한 학습자의 실패에 긍정적 인식과 관련된 내용이다

‘3D모델링을 할 때 공간지각에 대한 이해가 부족해서 시간이 오래 걸렸다. 3D프린터로 출력을 할 때 노즐과 베드의 거리가 1mm이상인 줄 모르고 출력을 누르고 있었는데, 몇 시간 뒤에 뭉개져 있는 인쇄물을 보았다. (중략)..친구와 함께 도안을 제작하며 부족한 부분을 보완하였다. (중략)..3D프린터의 문제점을 선생님께 여쭙어 보며 다시 인쇄를 하였다. 깊이 알고 싶은 부분은 3D프린터 관련 인터넷 카페 사람들에게 물어보고 해결하였다. 이후 제작과정에서 발생하는 문제를 이와 같은 방법으로 해결하였다.(A-12, 성찰저널)’

A-12학생은 3D 프린터 메이커 경험 활동에서 모델링 프로그램 활용 시 사물에 대한 공간 지각력의 한계와, 3D프린팅 시에 발생된 기계적 문제를 생각하며 실패의 경험으로 인식하고 있다. 하지만 자신의 방식으로 실패를 극복한 사례를 이야기하며 해결방법의 과정을 제시한다. 동료학습자의 도움, 교수자의 도움, 온라인에 존재하는 전문가들의 도움을 받아 지식을 구성하고 문제 해결의 방법을 발견함을 보여주고 있다.

‘우리가 직접 만드는 메이커스페이스에서 표현하고 싶은 부분이 있었는데 재료가 부족해서 만들지 못했던 부분이 실패라고 느껴진다. (중략)..우리 주변에서 찾을 수 있는 재활용품을 이용해 극복할 수 있었다. 앞으로 필요한 것이 있다면 어떤 물건을 재활용하는 것도 나쁘지 않다는 생각을 하였다.’(A-20, 성찰일지)

A-20학생은 메이커스페이스 제작 활동에서 발생된 도구와 재료가 부족했던 경험을 회상하며 실패로 인식하고 있다. 실패 경험의 극복을 위하여 다른 재료와 물품을 재활용하여 재료로 활용할 수 있다는 사실을 발견하며 생산적 실패로 메이커 정신이 발현됨을 확인할 수 있다.

활동 안에서 ‘3D 프린터의 출력 문제’, ‘재료의 부족’, ‘리버스 엔지니어링에서 전선과 기판 분해 문제’, ‘설계도 제작의 어려움’ 등 느끼는 실패의 요인은 학습자마다 다르며 다양하였다. 각자 다른 실패의 요인이라도 학습자는 지속적으로 실패를 인식하고 있었으며 본인

만의 방법을 발견하여 극복하려는 의지를 보였다. 나아가 이러한 문제 해결 과정을 점차적으로 두려워하지 않는 모습을 확인할 수 있었다. 결과적으로 학습자가 개인적 차원의 메이커 가치를 경험함을 확인할 수 있었다.

1.4 다양한 자료, 도구 활용 능력 함양

학습자의 개별적인 학습 요구를 충족할 수 있도록 메이커스페이스 안에 다양한 도구를 구비하여야 한다. 혁신적인 공간 안에 구비되어있는 다양하고 풍부한 도구(기본 공구, 3D 프린터, 노트북, 데이터를 수집 가능하게 하는 무선인터넷 환경, 스마트 태블릿, 각종 공구, LED 및 전선 등의 각종 전자 부품, 아두이노 & 라즈베리파이 같은 오픈소스 하드웨어 등)들 덕분에 학생들로 하여금 도구와 자료 활용과 관련된 메이커 정신을 깊이 함양할 수 있었다. 또한, 주변 사물을 분해하고 조립하고 개선하고 나아가 혁신적 제품으로 새로운 물품을 제작하는 일련의 과정에서 기본 공구의 사용방법을 익힐 수 있었다. 다음은 메이커스페이스 제작 활동에서 나타난 도구 활용과 관련된 내용의 성찰일지 일부이다.

‘학교 목공실에 가서 수성페인트를 받아왔다. 한 번도 페인트를 칠해본 적이 없었다. 페인트 붓을 받고, 물과 희석하기 위한 막대기, PET병을 반으로 잘라서 페인트 통을 만들었다. 선생님께서 물과 페인트를 4:6으로 희석하라고 말씀 하셨다.(중략)..페인트칠은 나뭇결 방향으로 얇게 바르는 것이 깔끔하였다.’(A-15, 성찰저널)

‘사포를 이용하여 나무의 거친 부분을 벗겼다. 이렇게 해야 더 페인트가 잘 칠해지기 때문에 열심히 하였다. 나중에 알게 되었는데 내가 힘들었던 이유가 부드러운 사포로 했기 때문이었다. 거친 사포를 활용했다면 더 수월했을 것 같다.’(A-17, 성찰저널)

‘재활용할 의자를 분해하기 위하여 육간 렌치를 사용하였다. 손이 너무 아파서 선생님께 전동 드라이버를 빌려서 사용하니 편했다. 전동 드라이버에 들어가는 다양한 모양의 드라이버 부품이 있는지 처음 알게 되었

다.(A-19, 성찰저널)

메이킹 활동 안에서 학습자는 생소한 도구로 기존에 경험하지 못한 활동을 할 수 있다. "페인트를 칠해 본적이 없었다."는 메이킹 과정에서 한 번도 사용해 보지 않았던 도구를 활용해야 한다는 것을 의미한다. 이를 위해 희석하기 위한 페인트 통을 제작하고 페인트 붓을 활용하여 칠을 하는 과정에서 "페인트칠은 나뭇결 방향으로 얇게 바르는 것이 깔끔하다"와 같이 도구의 특성을 파악하고 도구 활용능력이 향상됨을 볼 수 있다. 또한 "거친 사포를 활용했으면 더 수월했을 것 같다", "전동 드라이버를 빌려서 사용하니 편했다", "다양한 모양을 드라이버 부품이 있는지 처음 알게 되었다"의 부분에서 경험을 성찰하며 더 나은 도구의 활용방법을 이야기하며 도구 활용능력 학습이 일어남을 확인 할 수 있다. 다음은 메이커 경험에서 도구 활용과 관련된 인터뷰 내용의 일부이다.

'리버스 엔지니어링 실습을 하며 분해한 RC카에서 나온 모터로 선풍기를 만들 수 있다는 것을 알게 되었다. 저항과 전선을 사용하여 AA전지에 모터에 맞는 전압으로 연결해 보았다. 선생님께서 회로 시험기를 주셔서 모터의 전압, 전류, 저항을 측정해 보았던 것이 가장 기억에 남는 도구 사용이었다.'(A-8, 인터뷰 자료)

'3D프린터 실습을 할 때 집에서 모델링을 해오면 선생님께서 출력해주신다고 하셨다. Autodesk123D프로그램을 활용하여 액자 받침대를 모델링 하여 선생님께 파일을 드려 3D프린팅을 하였다. 그리고 집에 있는 액자 밑에 설치해 두었던 것이 가장 기억에 남는다.'(A-20, 인터뷰 자료)

리버스 엔지니어링 실습에서는 RC카에서 분해한 모터를 가지고 선풍기를 만들겠다는 사고의 확장이 발생된다. 모터라는 부품을 다른 상황에서 작동시키기 위하여 AA전지, 저항, 전선을 이용하여 연결하며 상황에 맞는 전기전자 도구 선택하고 스스로 활용함을 볼 수 있다. 나아가 교사의 도움으로 전압, 저항, 전류를 측정하

기 위해 회로시험기를 사용한다. A-8학생의 전기전자와 관련된 도구의 활용이 점진적으로 확장됨을 볼 수 있다. 또한, A-20학생은 Autodesk123D라는 소프트웨어를 활용하여 액자 받침대를 모델링하였다. 창의적으로 모델링한 액자 받침을 메이커스페이스에 와서 출력하며 3D프린터 사용방법에 대해 자연스럽게 숙지하게 되었다. 나아가 이를 실생활에 사용하면서 도구 활용능력이 실생활과 연계됨을 보여주고 있다.

결론적으로 수업 과정에서 제공된 다양한 도구의 활용으로 '도구 활용 능력'이 함양됨을 확인할 수 있었다.

2. 사회적 차원에서의 메이커 정신

학생들의 메이커 활동에 참여한 결과는 앞서 제시한 개인적 차원 외에 사회적 차원에서의 효과도 확인할 수 있었다. 사회적 차원은 학습 과정 중 이루어진 협력과 소통의 모습, 그 후 결과물에 대한 공유와 개방 활동 모습으로 정리할 수 있었다. 사회적 차원 또한 요소의 의미를 반영할 수 있는 키워드를 발췌하고 이를 기준삼아 분석하였다. 사회적 차원의 메이커 정신이 나타나는 요소별 키워드를 도출하면 [표 7]과 같다.

표 7. 사회적 차원에서 의미 있는 키워드

사회적 차원	키워드
· 학습 과정에서의 협력과 소통	· 도움 · 서로 및 함께 · 공동의 목표를 위하여 · 화합을 통한 만족 · 의견 나눔 · 민주적
· 공유와 개방	· 타인을 위한 · 우리 모두의 것 · 나눔과 배려

도출된 키워드 중심으로 사회적 차원과 관련된 질적 자료를 분석하였다. 다음은 사회적 차원을 볼 수 있는 메이커 정신의 경험에 대한 연구 결과이다.

2.1 학습 과정에서의 협력과 소통

메이커 교육은 학습자의 개별화 학습에 관심을 두고 개개인이 가장 잘 할 수 있는 문제 해결 영역을 서로 협

동하여 접근할 수 있도록 환경을 유지하게 된다. 메이커 교육은 개별 프로젝트나 팀 프로젝트로 진행되지만 학습 과정 안에서 자연스러운 동료 학습자의 협력이 발생된다. 다음은 학습자 인터뷰를 통해 확인한 학습자의 협력과 소통과 관련된 내용이다.

‘우리에게 맡겨진 역할은 우리 모두가 ‘협력’하여 메이커스페이스를 제작하는 것이었다.(중략).. 페인트를 칠하기 전에 바닥이 더러워지지 않도록 신문지를 준비했다. 모든 아이들이 서로 도와가며 의자를 옮기고 테이블을 옮기며 신문지를 깔았다.(중략)..메이커 활동의 가장 큰 목표가 아니었나 싶다. (A-13, 인터뷰 자료)’

전체 학습자에게 있어서 메이커스페이스를 설계 및 제작하는 활동은 모두를 위한 목표였다. 공동의 목표에 도달할 수 있는 환경 안에서 그 안의 환경을 창조하는 활동은 학습자 개인 스스로 경험하고 학습할 수 있도록 활동하였다. 학습자들의 대부분이 “공동의 목표에 도달하기 위해 협동을 하였고 이는 자신을 스스로 움직이게끔 하는 원동력이 되었다.”라고 이야기 하였다. 또한, 그것을 메이커 활동의 가장 중요한 목표로 인식하고 있었다. 만드는 활동 안에서 협력은 자연스럽게 발생하게 되며 이는 메이커 정신의 중요한 요소 중 하나임을 확인할 수 있다.

‘나의 역할을 메이커 액자를 생각하고 제작하는 것이었다. 선생님께서 시켜서 역할을 맡은 것이 아닌 공동의 목표를 위해 협력을 하다 스스로 선택한 역할이었다. 모든 친구들이 의견을 나누며 화합하고 함께 자발적으로 함께 참여하는 의미 (중략).. 모두가 만족하였다. (A-16, 성찰지널)’

또한, 누군가 권고하여 참여하는 것이 아닌 “협력을 위해 스스로 역할을 선택하였다.”라고 이야기 하였다. 이를 통하여 메이커스페이스 공간 안에서의 만들기 활동이 학습자의 협력과 소통을 강화함을 확인할 수 있다. 다음은 학습 경험 구성원이 되므로 발생하게 되는 학습 협력과 소통과 관련된 내용의 일부이다.

‘이 활동의 구성원이 되었다는 느낌이 들었다. 페인트 칠하기, 내가 생각하는 메이커스페이스 도면 그리기, 내가 만들고 싶은 물건들 생각하고 설계하기, 동료 친구들을 지치지 않도록 이끌어 나가는 역할을 하였다. (중략).. (A-1, 인터뷰 자료)’

결과적으로 메이커스페이스(Makerspace)라는 안에서 학습은 공동체 형태의 수업을 가능하게 한다. 또한, 메이커 교육은 학습자의 책임과 역할을 확장하며 나아가 자연스러운 협력과 공동체 안에서의 소통을 이끌어 낸다. 따라서 학습자는 사회적 차원의 메이커 정신인 ‘협력과 소통’ 경험함을 확인할 수 있다.

2.2 결과물(메이커스페이스 구축)에 대한 공유와 개방

메이커스페이스 안에서의 메이커 교육은 학습자가 학습과정에서 습득한 지식과 방법, 활동 결과물을 개인만 소유하는 것이 아닌 사회에 공유하고 개방하는 특징을 가지고 있다. 본연 구에서는 메이커스페이스의 교내 개방을 메이커 정신의 공유와 개방으로 연결 시켰다. 프로그램 종료 후 “학교에서 메이커스페이스가 다른 친구와 선생님들에게 개방되는 것에 어떻게 생각하는가?”라는 인터뷰 질문을 통해 공유와 개방에 관련한 메이커 정신이 어떻게 발현되었는지를 확인할 수 있었다.

“비록 우리가 만들면서 고생했지만 무엇인가 만들고 생각할 공간이 필요한 학생들에게 언제든지 개방되어야 한다. 만약 수업시간 외에 개방되지 않는다면 그것은 단지 기존의 수업 공간과 같다고 할 수 있다. 학교 안 메이커(Maker)학생들에게 필요한 자유로운 장소라고 생각되기 때문이다.”(A-4, 인터뷰 자료)

“친구들에게 자신이 원하는 것을 언제든지 와서 만들 수 있는 공간으로 개방되어야 한다.(중략).. 우리가 만들었지만 아직 부족한 것이 많기 때문에 점점 더 정돈된 메이커스페이스다운 모습으로 변해가야 한다. 그래야 많은 사람들이 방문하여 편하게 만들 수 있을 것 같다.”(A-11, 인터뷰 자료)

“메이커스페이스는 개방되어야 한다. 개방되면 선생님과 학생들 사이에서도 좋은 소문이 날 것 같다. 누구나 자유롭게 만들며 여러 가지 좋은 작품들이 탄생될 것이다.”(A-19, 인터뷰 자료)

“우리가 만든 공간을 공유한다는 것은 의미 있는 일이다.(중략).. 메이커스페이스가 개방되어야 학생들이 기계에 대해 친근해 질 수 있고 사고력이 늘 것이다. 많은 생각들이 공유되며 좋은 것들이 만들어 질 것이다.”(A-22, 인터뷰 자료)

“우리가 만들면서 고생했지만 무엇인가 만들고 생각할 공간이 필요한 학생들에게 언제든지 개방”에서 확인할 수 있듯이 자신이 노력했던 부분의 가치보다 더 중요하게 생각하는 가치는 ‘공유’라는 정신이었다. 학습자들은 자신들의 노력과 고생에 대한 보상을 주장하기보다 “학생들에게 필요한 자유로운 장소”, “자신이 원하는 것을 언제든지 와서 만들 수 있는 장소”, “누구나 자유롭게 만들며 좋은 작품이 탄생되는 장소”, “기계와 친근해 질 수 있고 생각들이 공유되는 장소”, 라는 메이커스페이스의 가치를 더 중요하게 생각하였다. 이는 메이커 정신에서 이야기하는 공유와 개방과 관련된 사회적 실천이 학습의 결과로 나타남을 확인할 수 있다.

결과적으로 메이커 교육의 교육 효과로 학습자가 경험하는 개인적, 사회적 차원의 메이커 정신이 함양된다고 볼 수 있다. 또한, 메이커 정신은 메이커 교육이 메이커 스페이스와 연결이 되는 상황에서 더 확장된다. 메이커 교육과 그 과정에서 경험되어지는 메이커 정신 그리고 메이커 스페이스와의 관계를 정리하면 아래 [그림 10]과 같다.

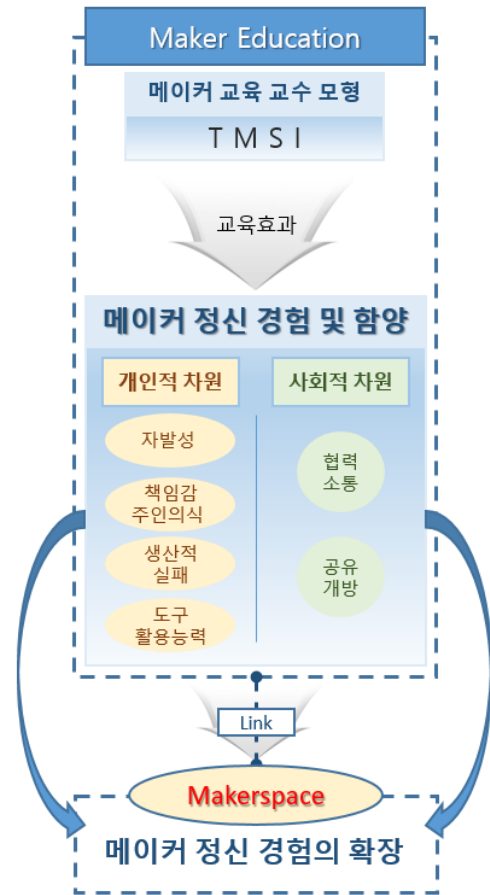


그림 10. 메이커 교육과 메이커 정신, 메이커 스페이스 관계

V. 결론

21세기 4차 산업혁명이 진행되면서 창의력, 아이디어, 과학 기술적 소양, 지식의 융합 및 통합적 접근, 문제해결력 등의 능력에 대한 필요성이 점점 강조되고 있다. 이러한 시대적 변화에 따라서 기존과는 다른 다양한 교육방법이 연구 및 적용되고 있다. 하지만 혁신적인 교육방법의 적용에도 불구하고 교육현장의 학습 환경에 대한 변화에 대한 논의는 거의 이루어지지 않고 있다. 그렇기 때문에 교수자를 단방향으로 바라보아야 하는 학습 환경에서 혁신적인 학습 방법을 적용할 때 어려움이 발생된다. 또한, 학습자 중심의 교육과정을 강조

하고 있지만 불안정한 교육환경으로 인하여 기대하는 만큼의 학습효과를 얻지 못하고 있다.

이러한 맥락에서 융합 및 통합교과 영역의 교육활동, 학생 중심 교육활동의 대안으로 메이커 교육(Maker Education)이 논의되고 있는데, 공교육 안에서의 실천을 위해서 메이커스페이스(Makerspace)라는 학습공간이 반드시 요구된다. 메이커스페이스는 구성주의 학습 환경과 그 맥락을 같이 하여 실제적인 맥락적 학습, 학생들의 자기 주도적 학습, 협동학습을 통한 소통, 나눔, 공유를 경험하게 되는 환경, 지식의 융합적 접근을 통하여 창조적 활동이 이루어지는 모습을 확인할 수 공간이 되기 때문이다.

본 연구는 이러한 구성주의적 학습활동과 환경을 경험할 수 있는 메이커스페이스에 착안하여, 학생들이 메이커(Maker)가 되어 그들이 중심이 되어 주도적인 활동을 통해, 학교 내 공간에 메이커스페이스(Makerspace)를 직접 설계 하고 제작해보는 메이커 활동을 통해 과연 그들이 메이커 정신을 경험할 수 있는지 알아보고자 하였다.

결과적으로 메이커 교육의 교육 효과로 개인적, 사회적 차원의 메이커 정신이 학습자에게 경험되어 지고 함양된다고 볼 수 있다. 또한, 메이커 정신은 메이커 교육이 메이커 스페이스와 연결이 되는 상황에서 더 확장됨을 확인할 수 있었다.

이처럼 학생들이 메이커스페이스 설계 및 제작이라는 메이커 활동을 통해 메이커 정신을 경험할 수 있었던 이유는 결국 만들기(Making)활동의 가치와 메이커 스페이스라는 공간이 지니는 특징에 기인한 것이라 볼 수 있다. 메이커스페이스는 구성주의적 학습 환경처럼 자유롭고 편안하고 비 위협적인 환경이자 장소이다. 이런 환경에서는 학습자의 아이디어를 적극 반영, 수용되며, 그 결과를 실제적 산물로 확인하는 경험을 하게 된다. 또한 일반 학습 환경과 달리, 학습자들은 제작한 산출물을 지속적으로 보관하거나, 언제든지 새롭게 개선 및 발전시킬 수 있는 환경이다. 따라서 다양한 실패가 허용되는 공간 안에서 학습자는 맞고 틀리는 결과중심적인 사고가 아닌 과정 안에서 끊임없는 실패를 극복함으로 생산적 실패의 가치를 느낄 수 있게 된다. 이러한

특징으로 인해 메이커스페이스 안에서의 메이킹 활동은 스스로 배움의 과정을 계획하고 이끌어 가는 환경이며, 학습자 스스로 설정한 목표에 도달할 수 있도록 자기주도적인 학습을 경험하도록 한다.

현재 국내에서의 메이커 교육은 주로 사설교육기관에서 이루어지고 있으며, 상대적으로 학교교육에서 그 실천사례를 확인하기 어려운 실정이다. 이는 첫째는 환경적 이유, 곧, 학교 안에 다양한 도구와 재료를 갖춘 메이커스페이스를 만드는 데 따른 어려움 때문일 것이다. 둘째는 교사들의 인식적 측면, 곧, 메이커 교육의 교육적 가치를 인식하고 있는 교사가 드물거나 혹은 기존 교육과정에 적용하여 활용하는데 필요한 교과과정 재구성의 어려움, 나아가 다양한 IT와의 접목을 통한 통합교과적 접근에 대한 부담감 때문일 것이다.

그러나 본 사례연구가 제시한 바는 메이커스페이스 또는 메이커 교육은 오래전부터 강조되어왔던 구성주의적 학습 환경, 곧, 학습자 중심교육 및 경험 중심 교육을 21세기 버전으로 실천하기에 꼭 필요한 교육접근이자 환경이 아닐 수 없으며, 그 효과로 나타나는 메이커 정신은 미래사회를 준비하는 학습자에게 반드시 필요한 인식이라는 가치를 지닌다.

본 연구는 22명이라는 소수의 남자 고등학생 단일집단을 대상으로 이루어진 수업이기 때문에 앞서 제시한 결과들을 모두 일반화하기에는 다소 어려움이 있을 수 있다. 하지만 메이커 교육의 도입과 그에 필요한 환경의 구비는 4차 산업혁명을 대비해야하는 학습자들을 위한 유의미한 교육적 시도가 아닐 수 없다.

참 고 문 헌

- [1] 함진호, 이승윤, 김형준, "ICT DIY 정책과 메이커 생태계 구축을 위한 표준화," 정보와 통신, 제33권, 제1호, pp.5-10, 2015.
- [2] 교육부, 초·중등 개정교육과정 총론, 2015.
- [3] M. Sharples, A. Adams, N. Alozie, R. Ferguson, E. FitzGerald, M. Gaved, P. McAndrew, B. Means, J. Remold, B. Rienties, J. Roschelle, K.

- Vogt, D. Whitelock, and L. Yarnall, *Innovating Pedagogy 2015: Open University Innovation Report 4*, The Open University, 2015.
- [4] M. Sharples, R. de Roock, R. Ferguson, M. Gaved, C. Herodotou, E. Koh, A. Kukulska Hulme, C. K. Looi, P. McAndrew, B. Rienties, M. Weller, and L. H. Wong, *Innovating Pedagogy 2016: Open University Innovation Report 5*, The Open University, 2016.
- [5] D. Dougherty, "The maker movement, Innovations," Vol.7, No.3, pp.11-14, 2012.
- [6] 강인애, 김양수, 윤혜진, "메이커 교육(Maker Education)을 통한 기업가정신 함양: 대학교 사례 연구," 한국융합학회, 제8권, 제7호, pp.23-35, 2017.
- [7] T. Mingjie, Y. Yongqu, and Y. Ping, "The influence of the maker movement on engineering and technology education," World Transactions on Engineering and Technology Education, Vol.14, No.1, pp.89-94, 2016.
- [8] Sylvia Libow Martinez, Gary S. Stager & Ph.D, *메이커 혁명, 교육을 통합하다*(송기봉, 김상균 옮김), 홍릉과학(원서출판 2013), 2015.
- [9] E. R. Halverson and K. Sheridan, "The Maker Movement in Education," Harvard Educational Review, Vol.84, No.4, pp.495-504, 2014.
- [10] M. Hatch, *The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers*, McGraw-Hill Education on Brilliance Audio, 2013.
- [11] 강인애, 황중원, 김홍순, "메이커 페다고지 (Maker Pedagogy)로서 TMSI 모형의 가능성 탐색: 고등학교 사례를 중심으로," 정보미디어학회 2016년 추계학술대회 논문집, pp.166-176, 2016.
- [12] K. Peppler, E. Halverson, and Y. B. Kafai, *Makeology: Makerspaces as learning environments*, Routledge, 2016.
- [13] C. Dixon and L. Martin, "Make to relate: Narratives of, and as, community practice," International Conference of the Learning Sciences, pp.1591-1592, 2014.
- [14] 박영숙, *메이커의 시대: 유엔미래보고서 미래 일 자리*, 한국경제신문, 2015.
- [15] 강인애, 정준환, 정득년, *PBL의 실천적 이해, 문음사*, 2007.
- [16] P. Blikstein, S. L. Martinez, and H. A. Pang, "Meaningful Making: Projects and Inspirations for Fab Labs and Makerspaces," Heather Allen Pang Constructing Modern Knowledge Press, 2016.
- [17] C. Anderson, *Makers: the new industrial revolution*, Random House Company, 2012.
- [18] D. Lang, *Zero to Makers: Learn to make anything*, Maker Media, 2013.
- [19] T. Mingjie, Y. Yongqu, and Y. Ping, "The influence of the maker movement on engineering and technology education," World Transactions on Engineering and Technology Education, Vol.14, No.1, pp.89-94, 2016.
- [20] D. V. Loertscher, P. Leslie, and D. Bill, "Makerspaces in the school library learning commons and the uTEC maker model," Teacher Librarian, Vol.41, No.2, pp.48-51, 2013.
- [21] M. Andrea and P. Aliverti, *The Maker's Manual: A Practical Guide to the New Industrial Revolution*, Maker Media, 2015.
- [22] Y. B. Kafai, D. H. Fields, and K. A. Searle, "Electronic textiles as disruptive designs: Supporting and challenging maker activities in schools," Harvard Educational Review, Vol.84, No.4, pp.532-556, 2014.
- [23] H. M. Moorefield-Lang, "Makers in the library: Case studies of 3D printers and maker spaces in library settings," Library Hi Tech, Vol.32, No.4, pp.583-593, 2014.
- [24] 이지선, "컴퓨터적 사고를 기반으로 한 컴퓨터

교육에 디자인적 사고 적용에 관한 연구-초등학교 컴퓨터 교육을 중심으로," 한국디자인문화학회지, 제21권, 제1호, pp.455-467, 2015.

- [25] S. L. Eddy and K. A. Hogan, "Getting under the hood: How and for whom does increasing course structure work?," *Sciences Education*, Vol.13, No.3, pp.453-468, 2014.
- [26] J. Walter-Herrmann and C. Büching, *FabLab: Of machines, makers, and inventors*, Transcript-Verlag, 2014.
- [27] L. Johnson, S. Adams Becker, V. Estrada, and A. Freeman, *NMC Horizon Report: 2015 K-12 Higher Education Edition*, The New Media Consortium, 2015.
- [28] L. Johnson, S. Adams Becker, M. Cummins, V. Estrada, A. Freeman, and C. Hall, *NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition*, The New Media Consortium, 2016.
- [29] 박성희, *생애사에 기초한 질적 연구방법*, 원미사, 2011.

김 홍 순(Hongsoon Kim)

준회원



- 2009년 2월 : 충남대학교 건축공학교육과(건축교육 및 기술교육 학사)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 서울재현고등학교 기술과 교사
- 2016년 3월 ~ 현재 : 경희대학교

교 교육공학 석사과정

<관심분야> : 구성주의, PBL, 메이커 교육, 기술교육, 융합교육

저 자 소 개

강 인 애(Inae Kang)

정회원



- 1983년 2월 : 연세대학교 영문학과(영문학 학사)
- 1985년 2월 : 연세대학교 영문학과(영문학 석사)
- 1988년 2월 : Indiana University 영문학(영문학 석사)

- 1995년 2월 : Indiana University, 교육공학과(교육공학 박사)
- 1995년 9월 ~ 현재 : 경희대학교 교육대학원 교육공학 및 박물관, 미술관 교육 전공주임교수

<관심분야> : 구성주의, PBL, 메이커 교육, 박물관 교육, 모바일 러닝