

해외 메이커교육 우수 사례 분석을 통한 국내 초·중등 메이커교육 활성화를 위한 방안 도출

차현진¹, 박태정^{2*}

¹단국대학교 교양교육대학 초빙교수, ²한국의외국어대학교 교육선진화센터 연구교수

A Development of Recommendations to Promote Maker Education at the Korean Primary & Secondary School Level in Korea through Analysis of Global Maker Education Best Practices

Hyun-jin Cha¹, Taejung Park^{2*}

¹Invited Professor, School of General Education, Dankook University

²Research Professor, Education Advancement Center, Hankuk University of Foreign Studies

요 약 해외 선도 국가에서는 21세기 미래학교 교실로 평가되고 있는 메이커 스페이스를 활용하여 초·중등 정규 교육과정
에 메이커 교육을 연계하고자 다양한 노력들이 진행되고 있다. 하지만, 국내에서는 초·중등 교육과정과 연계한 메이커 교육
을 시행하기에 아직 물리·환경적으로, 교수·학습 관점에서의 지원 방안이 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 선진 해외
메이커 교육 사례를 살펴봄으로써 국내 K-12 교육 현장에서 메이커 교육을 어떻게 하면 활성화 시킬 수 있는지에 대한
시사점을 모색하고자 하였다. 해외 우수 사례는 정부주도의 메이커 교육 사례 3개, 거점 대학 중심의 메이커 교육 사례 2개,
국제학교 중심의 메이커 교육 사례 2개로 총 7개의 사례가 분석되었다. 연구 결과로는 정부 차원에서는 고려해야 할 활성화
정책, 교육 기관 차원에서 실행해야 하는 노력들, 교사들이 교육 현장에서 메이커 교육을 위해 수행해야 하는 역할 등에
대한 시사점을 도출하였다.

주제어 : 21세기 역량, 메이커 스페이스, 메이커 교육, 메이커 교육 정책, 사례분석

Abstract In global advanced countries, various efforts about maker education with maker-space into the formal
education has been made. However, in Korea, the physical infrastructure and instructional supports for the maker
education in connection with K-12 curriculum are insufficient. Therefore, this study aims to suggest how to promote
maker education in domestic K-12 education field by examining best practices of maker education in the globe. To
achieve the objective, 7 best practices, which consist of 3 cases led by a government-driven policy, 2 cases initiated
by world-class universities, and 2 cases made by international schools, are examined and analyzed. As a result, the
recommendations to integrate and promote maker education into the K-12 school level in Korea in terms of 3
different perspectives, the policies which government should consider, the efforts and considerations the institutions
should be made, and the roles teachers and instructors play were drawn.

Key Words : 21st Century Competence, MakerSpace, Maker Education, Policy of Maker Education, Case Analysis

*This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea (NRF-2017S1A5A8022787).

*Corresponding Author : Taejung Park(edutech@hufs.ar.kr)

Received August 31, 2018

Accepted November 20, 2018

Revised October 15, 2018

Published November 28, 2018

1. 서론

최근 각국 정부의 다양한 지원을 통해 민간 주도의 자생적 메이커 운동(Maker Movement)이 자리를 잡아감에 따라, 메이커 페어 등 다양한 메이커 문화에 대한 각계각층의 관심이 크게 증가하고 있다[1,2]. 또한 메이커 스페이스 및 FabLab 등의 구축이 확산되어 다양한 사용자들이 메이커 활동을 경험할 수 있는 기회가 확대되고 있다[3]. 2016년 세계 경제포럼에서 메이커운동을 디지털 제조업의 성공 사례 중 하나로 제시함에 따라 최근 메이커 운동은 경제 분야 뿐 아니라 다양한 분야에서 주목받고 있다[4]. 4차 산업혁명시대를 맞이하고 있는 지금 교육 현장에서는 창의 융·복합적인 사고를 바탕으로, 개인적·사회적 의미를 지니는 인공물을 직접 설계하고 개발하는 메이커 활동을 체험함으로써 21세기 미래사회에서 요구하는 인재가 갖추어야 하는 역량을 길러줄 수 있다는 점[5]에서 메이커 교육에 대한 관심이 증가하고 있다. 상당수의 국내·외 연구들은 메이커 교육을 4차 산업혁명시대에 적합한 교수·학습 방법으로 논의하고 있다[6,7].

국내에서도 최근 이러한 글로벌 흐름에 따라 다양한 분야에서 메이커 교육을 주도하고 있는데, 아직까지는 주로 민간 협력에 의해 개별적으로 메이커 교육에 관심을 가진 사람들이 메이커 스페이스를 찾아 이용하는 형태로 이루어지고 있다[8,9]. 고등교육 분야에서는 일부 대학이 21세기 인재 양성을 위한 메이커 교육의 중요성을 바탕으로 무한상상실, 아이디어 팩토리, 목공제작소 등을 비롯하여 메이커 스페이스를 구축하고 비교과 수업의 일환으로 활성화되고 있다[8]. 초·중등 교육 현장에서는 2018년부터 본격적으로 소프트웨어 교육이 시행되었지만, 아직 메이커 교육을 연계하기 위한 교수·학습 자료가 부족한 편인데다가 개발된 교수·학습 자료조차도 대부분 기존 STEAM 교수·학습 자료를 활용한 수준에서 개발되고 있는 실정이다[10]. 대부분 블록 기반의 키트를 조립하는 수준과 약간의 코딩을 통해 움직이는 로봇을 메이킹하는 수준으로 창의적인 아이디어를 메이킹으로 연결하는 메이커 중심 교육이나 프로토타이핑을 포함한 창의적 문제해결, 협업, 공유 등의 메이커 운동의 기저 가치와 교육적 효과를 이끄는 교수·학습은 거의 이루어지기 힘든 상황이다[11]. 특히, 초·중등 교육 환경에서 교사가 교과와 연계한 메이커 수업을 설계하고 운영하고자 할지라도 아직 물리적 환경뿐만 아니라 교수·학습 정보나 자원이 턱없이 부족하기에 상당한 어려움이 존재한다. 실

질적으로 일부 관심이 있는 교사들의 자발적인 모임으로 수행되거나 스마트 교육의 일환으로 메이커 교육을 연계하려는 움직임이 있으나, 아직까지 정책적으로 초·중등의 정규 교육과정에 메이커 교육을 시행할 수 있는 기반을 제대로 마련하지 못하고 있다.

이를 위해 본 연구에서는 국내 K-12 교육 현장에서 초기 단계에 있거나 개별적이고 산발적으로 수행되고 있는 메이커 교육을 활성화하고, 21세기 핵심 인재를 양성하기 위한 교육 전략과 목표로 어떻게 메이커 교육이 연계되고 있는지를 분석하기 위해 선진 해외의 메이커 교육 사례를 살펴보고자 한다. 이를 통해 향후 국가적 차원에서 메이커 중심의 교육을 지원하기 위한 정책 방향과 계획을 수립하기 위한 방안을 제시하고, 메이커 교육의 직접적인 실행 기관인 학교와 실행 주체인 교사들이 어떠한 역할을 수행할 때 메이커 교육이 긍정적인 방향으로 활성화 될 수 있는지에 대한 시사점을 도출하고자 한다. 요약하여, 본 연구에서는 해외의 메이커 교육 사례 분석을 통해 국내 초·중등 메이커 교육 활성화를 위해 정부, 교육기관(학교), 교사 측면에서 각각 어떠한 역할을 수행해야 하는지 제안하는 것을 목적으로 한다.

2. 이론적 배경

2.1 메이커 스페이스의 교육적 개념

여러 학자들의 공통된 정의에 따르면, 메이커 교육은 학생들이 온·오프라인 공간에서 모여 자신들의 아이디어, 지식, 기술 등을 개방·공유하며 다양한 기기나 재료를 활용하여 개인적·사회적으로 의미 있는 무언가를 스스로 만들어내는 학습의 과정이다[6,12]. 메이커 교육은 메이커 운동에서 그 출발점을 찾을 수 있다. 목공, 가죽 공예와 같은 핸드메이드 제품부터 오픈소스 하드웨어, 소프트웨어, 3D 프린팅 등의 테크놀로지를 통해 다양한 방법으로 무언가를 만들어내는 문화를 보편적으로 DIY(Do-It-Yourself) 문화라고 칭하였으나, 최근 이를 메이커 문화(Maker Culture)라는 이름으로도 불리게 되었다[4,13,14]. 미국 O'reilly사는 2000년 이후부터 지금에 이르기까지 'MAKE'라는 잡지를 발간하고 있으며, 2006년 제1회 메이커 페어(Maker Faire)를 시작으로 올해 5월에 미국 캘리포니아에서 2018 메이커 페어가 성공적으로 개최되었다. 메이커 페어란 메이커들의 작품 전시 및 노하우 공유를 위한 축제로, 미국·유럽·중국·일본 등 전

세계 100여 곳 이상에서 개최되는 행사이다. 메이커 페어는 나라 단위, 도시 단위, 미니 학교 단위 메이커 페어로 분류할 수 있으며 그 수와 범위가 증가하고 있는 추세이다. 국내에서는 2012년 제 1회 메이커페어가 개최되면서 국내 메이커문화가 자리잡아가고 있다[1].

메이커 운동은 다양한 재료 및 도구·기기를 활용하여 개인적·사회적으로 의미 있는 산출물을 설계·개발하고 그 산출물을 설계 및 개발 과정을 온·오프라인으로 공개하고 공유하는 사회·문화 운동을 의미한다[15]. 즉, 메이커 운동이란 메이커들이 일상생활에서 창의적으로 무언가를 만들기(Making)를 실천하고 그 과정 및 결과 속에서 자신의 경험과 지식을 나누려고 하는 현상을 말한다. 이러한 메이커 운동의 중심에는 메이커 스페이스라는 공간이 자리 잡고 있다[16]. 일반적인 환경에서의 메이커 스페이스는 비전문가로서 오픈소스의 하드웨어·소프트웨어, 3D프린터 등의 기술을 활용하여 실제 제품을 제작하기 위해 어떠한 형태로든 존재할 수 있는 환경을 의미한다[17].

Table 1. Classification of activities in Maker Space according to technology level[18]

Low-level technology	Mid-level technology	High-level technology
all kinds of craft	legos, blocks	3D design & printing
making use of recyclables	green screen, producing photos & videos	coding
gardening	creating softwares	robotics
sewing	cooking	electronics
folding papers		arduino, LED

1995년 독일에서 최초로 비영리 민간주도의 메이커 스페이스인 c-base가 설립되었고 2005년 이후 산업자본의 영향으로 프랜차이즈형 메이커 스페이스가 등장하였다. 2012년 미국 전 오바마 대통령은 학교 천여 곳과 각 주 주립도서관에 3D 프린터, 레이저 커터 등과 같은 디지털 제작 도구를 갖춘 메이커 스페이스를 구축할 것을 발표한 이후 최근 10여 년 간 메이커 스페이스는 전 세계적으로 급증하였다[1]. 교수·학습 환경에서의 메이커 스페이스는 학생들로 하여금 자신이 구성하고 설계하는 프로젝트에 대해 주인의식을 가지게 하여, 공동 프로젝트를 위한 협력을 활성화하고 문화와 자원을 제공하는 자기주도적 학습 공간을 의미한다[19]. 또한, 학습자의 자기주도적인 내적 경험뿐만 아니라 동료와의 협력이나 외부

세계와의 직·간접적인 교류를 포함하는 생산적인 환경이다[20]. 이러한 메이커 스페이스는 학생들이 스스로 창의적으로 생각하며 해결책을 모색할 수 있도록 가르치는 공간이자 그들이 세상을 다르게 볼 수 있게 하고 직접 창조한 미래에 대한 새로운 가능성을 탐구하고 상상할 수 있는 기회를 부여하는 공간이므로[21], 21세기 요구되는 핵심 역량(창의·융합 역량)을 바탕으로 용이한 제조 및 ICT를 활용하여 자신의 상상 속의 아이디어를 실제로 구현해 볼 수 있는 학습 환경이라고 볼 수 있다.

아직까지 국내에서는 대부분 전공 분야가 뚜렷한 대학생이나 창업을 준비 중인 사람들 위주로 메이커 스페이스가 활용되고 있으며[8], 최근 (시)제품 제작에 따른 창업이 용이해지면서 소규모 개인 제조 창업이 확산되는 추세이다[9]. 그러나 초·중등학생들이 쉽게 접근할 수 메이커 교육 환경이 제공되지 못하고 있다[22].

2.2 메이커 교수·학습 모델 및 교육적 효과

Clapp, Ross, Ryan과 Tishman[23]은 메이커 교육의 이론적 근원으로 Dewey와 Piaget가 제시하고 있는 구인들, 구성주의, 해석주의, Vygotsky의 개념, 동료 협력 학습, 프로젝트 기반 학습 등을 제시하며 다음과 같은 메이커 교육을 위한 교수·학습 프레임워크를 제안하였다.

Table 2. Framework for Maker teaching and learning[23]

Components	Sub-components
looking closely	carefully observing objects and systems to notice their intricacies, nuances, and details
exploring complexity	investigating the interactions between the various parts and people associated with objects and systems
finding opportunity	seeing the potential for building, tinkering, re/designing, or hacking objects and systems

메이커 교육에 대한 선행연구의 한 흐름으로 메이커 중심 교육을 위한 여러 교수·학습 모델이 개발되어 제시되고 있는데 이중 대표적인 모델을 비교해보면 다음과 같다.

Table 3. Comparative analysis of Maker teaching and learning models

TMI[8]	TMSI[6]	uTEC[24]	Design Thinking [25]
tinkering	tinkering	using tinkering	inspiration ideation
making	making	experimenting creating	implementation
improving	sharing improving		

또한, 메이커 교육의 효과성에 관한 선행연구에서는 메이커 활동이 학교를 재구조화하고 창의성 향상에 기여할 수 있다는 연구가 최근 많이 등장하고 있다. 설명하면, 최근 수행된 연구 결과에 따르면, 메이커 교육은 학생들의 창의성뿐 아니라 창의적 문제해결력, 창의적 사고력 향상에 도움이 되는 것으로 나타났다. Sheridan, Halverson, Litts와 동료들[7]은 관찰, 인터뷰, 산출물, 비디오, 기타 문서 분석 방법으로 세 곳의 메이커 스페이스에 대한 질적 연구를 수행한 결과, 참여자들이 창의적 사고를 기반으로 산출물을 창조하는 작업을 수행하며 다른 사람들과 새로운 지식을 공유하는 것으로 나타났다. 노영희, 강정아와 정은지[26]는 초등 3-6학년 학생 대상 메이커 창작 활동을 통해 학생 개인별 창의력이 향상되었음을 보고하였다. 우영진과 이재호[27]는 초등 6학년 학생들을 대상으로 디자인 씽킹 기반 메이커 교육 프로그램 수업을 진행한 결과, 학생들은 협업을 통한 창의적 문제해결력을 높이는 것으로 나타났다. 이와 같이 메이커 교육은 학생들의 창의성 뿐 아니라 창의적 문제해결력, 창의적 사고력 향상에 도움이 되는 것으로 나타났다.

메이커 활동의 또 다른 교육적 효과로는 융·복합적 주제 인식[7], 스토리텔링 능력, 자존감[26] 등이 향상된 것으로 드러났다. Curry[28]는 전문가 포럼 조사를 통해 메이커 스페이스의 학습 효과로 경험적 학습, 협업을 통한 커뮤니티 형성, 사회적 학습을 통한 자기 효능감 향상 등을 도출하였다. Clapp, Ross, Ryan과 Tishman[23]은 학생 에이전시-커뮤니티 생성, 인성 함양, 통합 교과 및 메이커 도구·기술을 활용하는 지식과 기술 함양 등을 주된 학습 효과로 제시하였다. Zaugg와 Warr[29]의 연구 결과, 메이커 교육을 통한 정보원 및 기기 활용을 통한 지식의 확장이라는 교육적 효과를 증명하였다.

이처럼 메이커 교육은 청소년들에게 인성적으로 협력 활동과 소통 능력 뿐 아니라 자기 효능감을 향상시켜 줌으로써 긍정적인 태도로 미래 사회에 대응할 수 있는 역량과 함께 창의성을 기반으로 문제해결능력을 기를 수 있으며 메이커 도구 및 정보 기기 활용 능력에도 기여할 수 있는 교육 혁신의 방법이라 될 수 있다는 것을 다양한 선행연구로부터 확인할 수 있었다. 하지만 메이커 교육을 시행하는데 체계화된 교육과 훈련의 부재로 인한 전문 인력(강사 등)의 부족과 이에 관심을 가진 교사들의 훈련 및 전문 프로그램 개발·운영에 한계점이 논의되고 있다[30,31]. 해외에서 메이커 교육을 수행하는데 단계적

이고 체계적인 전문 인력 역량 강화 또는 훈련[30,32], 디지털 리터러시 역량에 대한 전문적 지원[28] 및 효과적인 교수·학습 방안, 교육 프로그램 개발이 시급한 것으로 드러났다. 이러한 결과로부터 국내에서도 초·중등 교육에서 메이커 교육의 체계적인 도입과 활성화를 통해 교육 혁신을 위한 이니셔티브로 4차 산업혁명 시대를 맞이하여 미래 국가 경쟁력을 갖춘 인재 양성을 위한 교수·학습 프로그램을 고안할 필요가 있다. 특히, 2018년 중등교육부터 소프트웨어 교육이 정교 교육 프로그램으로 필수화되고 있는 시점에서 메이커 교육을 어떻게 연계하여 수행할 수 있을지에 대한 논의가 필요한 시점이다. 다음 장에서는 해외에서 K-12 교육 현장에서 수행되고 있는 메이커 교육에 대한 사례를 살펴봄으로써, 국내 초·중·고 교육 현장에서 메이커 교육을 활성화 시킬 수 있는 방안 에 대한 시사점을 분석하고자 하였다.

3. 해외 K-12 교육현장에서의 메이커 교육사례 분석

3.1 정부 주도의 K-12 대상 메이커 교육 사례

3.1.1 영국 정부 주도의 K-12 대상 메이커 교육

영국은 2013년 새로운 교육과정 공시를 통해 전 세계에서 첫 번째로 2014년 코딩 교과를 초·중등 학교에 위임하였다[33,34]. 영국 정부의 소프트웨어 및 디지털 리터러시 교육은 디지털 활용에 있어서의 교육 기회 격차를 줄이고 미래 사회 구성원으로서 필요한 필수 역량을 갖춘 인재 양성을 통해 국가 경쟁력을 확보하고자 하는 국가적 차원의 노력으로 시작되었다.

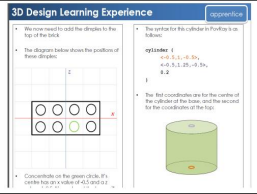
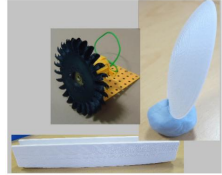
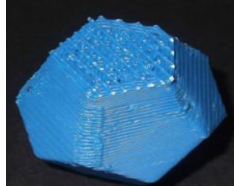

영국 정부는 2014년에 정보통신기술 과목을 컴퓨터 과목으로 개정하고 핵심교과 1~4로 운영하고 있다. 핵심교과 1~4는 코딩교육 뿐 아니라 이러한 21세기 디지털 역량 함양과 통합(Inclusion) 교육 성취 목표를 달성하기 위한 방법으로 디자인과 기술과목으로 형태로 메이커 교육을 국가적 차원에서 실행하고 있다[34,35]. 우선, 이를 위해 초·중등 정규 교육과정에서는 2012-13년에 STEM(Science, Technology, Engineering and Mathematics) 교육을 강화하고 혁신적인 접근 및 기술을 활용하여 학생들의 창의적인 아이디어 Making을 위한 3D 프린팅 디자인을 접목한 CREAT Education 프로젝트(Fig. 1 참고)를 개시(Initiate)하였으며[36], 체험학습과 연계한 교육을 위해서

도서관과 연계한 메이커 스페이스 및 FabLab 프로그램을 운영하고 있다.

우선, 정규교육과정과 연계해서 수행되고 있는 3D 프린팅 프로젝트를 심층적으로 분석해 보면 다음과 같다. 3D 프린팅 프로젝트의 목적은 STEM과 디자인 과목을 접목하여 과학기술이 복잡한 과학과 수학적 아이디어를 가르치는데 도움을 줄 수 있고 창의적인 영감을 도와줄 수 있는 교수·학습 방법을 탐색하는 것이다. 이를 위해 21개 중등학교 연구학교를 시작으로 3D 프린터 시설 뿐 아니라 교사 연수를 비롯하여 다양한 교수·학습 자원을 제공하고 관련 학교 전문가 및 구성원들 간 네트워크를 통해 교육적으로 협력할 수 있는 채널을 격려하고 있다. 이 프로젝트의 가장 큰 장점으로는 교수·학습 자원을 살펴볼 수 있다(www.createeducation.com). 즉, 학생들이 단순히 체험학습을 위한 메이커 교육을 수행하는 측면에서의 자원이 아니라 실제 STEM 교육의 목적에 따라 수학과 과학의 원리를 기술과 접목하여 단계별로 프로젝트를 수행해 나갈 수 있도록 교수·학습 계획안부터 실제 과정에 대한 자원을 제공함으로써 교사들이 쉽게 적용해서 활용해 볼 수 있는 채널을 제공하고 있다는 점이다.

이러한 자원은 관련 3D 기업 파트너가 제작하여 제공하고 있을 뿐 아니라, 직접 사용자들이 참여하여 올린 자원까지 공유함으로써 다양한 교과, 적용 영역, 연령에 따라 검색할 수 있도록 구조화되어 있다. 영국 정부는 다양한 학교의 참여를 독려하기 위해 연구학교의 우수사례를 배포하고 있는데, 다음 Table 4가 그 대표적인 사례를 보여주고 있다.

Table 4. Case studies about 3D-printing maker education projects in the U.K.

Schools - Educational Objective	Samples
Honywood Community Science School - To create 3D objects to practice coding with the concept of algebra and 3D space	
The Kings School - To design and produce 3D objects for use in scientific experiments	
Watford Grammar School - To demonstrate 3D graphs by applying algebra equations	
Cramlington Learning Village - To create innovative chairs for engineering lessons	

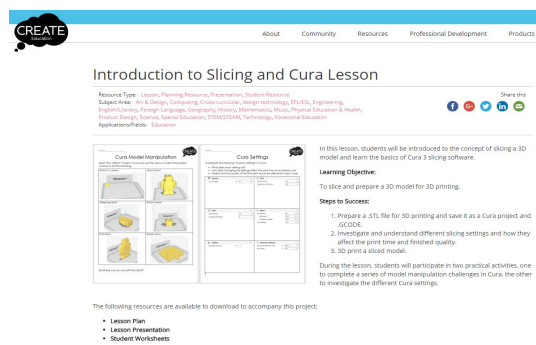


Fig. 1. A teaching and learning example on maker education with 3D printing (https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/251439/3D_printers_in_schools.pdf)

영국 정부의 보고서에 따르면 이 프로젝트의 효과로 학생들은 수학과 과학에 좀 더 흥미를 느끼게 되었고 성취 수준도 향상되었다. 특히, 집중력이 약한 학생들은 실제 만들어지는 산출물을 통해 좀 더 집중하여 수업에 참여할 수 있게 되었다. UK의 CREATE 교육 프로젝트는 EU 메이커 프로젝트인 eCraft2Learn 프로젝트와 연계되어 협력적 시너지 모델을 만들어가고 있다.

또한, 영국 정부는 영국의 도서관 공간을 활용하여 인근지역의 초·중등 학생들이 체험학습을 통해 메이커 교육을 시행할 수 있도록 체계적인 정책을 마련하여 수행하고 있다. 도서관 사례를 자세히 살펴보면, 영국 정부는 2016년부터 TaskForce(TF)팀을 만들어 2021년까지 국공립 도서관의 활성화 및 사회 구성원들에게 기여할 수 있는 장소로 재구조화하기 위해 구체적인 실행안을 수립하면서 그 일환으로 메이커 스페이스를 활용한 창의적인 교육의 공간으로 모습을 갖추기 위한 노력을 수행하고 있다.

Table 5. Library with Makerspace
(<https://www.gov.uk/government/publications/libraries-and-makerspace-s/libraries-and-makerspaces>)

Makerspace	Library, Location
1 Fab Lab Devon	in Exeter library, Devon
2 The Fareham Makery	Hampshire
3 The Fleet Makery	Hampshire
4 CreatorSpace	Hemel Hempstead library, Hertfordshire
5 CreatorSpace	Watford library, Hertfordshire
6 Guildford Makerspace	Guildford library
7 Jersey Eagle Lab	Jersey Public librar
8 Lab Central	Redbridge central library, Redbridge
9 Makerspace	Forum library, Manchester
10 Makerspace	Manchester central library, Manchester
11 Makerspace	Oxfordshire county library
12 Solihull Fab Lab	EU funded, only open to people aged 15-29 who are not in employment
13 The Glass Box	Taunton library, Somerset
14 Fab Lab @ The Word,	South Shields
15 Makerspace	Ipswich library

이는 각 지역에 위치한 도서관을 활용하여 지역 주민, 인근 학교, 취업 준비를 위한 학습자들을 위한 디지털 리터러시 및 Making을 통한 창의적 프로젝트 지원 체계를 마련하고 숨겨진 재능과 개인의 목표를 성취할 수 있도록 도와주는 역할을 수행하려는 목적을 가진다[34].

영국의 도서관 메이커 교육 프로그램의 우수 사례를 살펴보면, 우선 시설적 측면에서 Hertfordshire County, Hemel Hempstead library의 Creator Space의 경우 iMac PC 등 컴퓨팅 기기, 3D 프린터 및 소프트웨어, 디지털 Cutter, 디지털 바느질, Raspberry Pis, Adobe Creative Cloud suite, 컬러 프린터, 복사기 등과 같은 도구 및 Making을 위한 공간을 갖추고 있다. 다른 도서관도 프로젝트 및 예산 등 재원의 범위에 따라 다르지만 유사한 범주에서 메이커 스페이스시설을 구비하여 운영하고 있다.

프로그램 운영적 측면에서는 Devon의 Fab Lab의 경우에는 메이커 스페이스를 갖추고 프로그램 및 워크숍은 산업과 연계된 파트너십과 위임된 프로젝트를 통해 운영되고 있다. 프로그램은 크게 4가지로 나뉘는데 맛보기 코스, 활동 참여 코스, 교과연계 코스, 요청에 따른 그룹 프로그램으로 나뉜다. 많은 프로그램들이 자원봉사자들의 의해서 이루어지고 있는데, Devon의 Fab Lab의 이용객 수는 2015년에 4,500명이 2016년에 7,600명으로 약 160% 증가율을 보여주면서 성공적인 메이커 교육의 사례를 보여주고 있다[34].

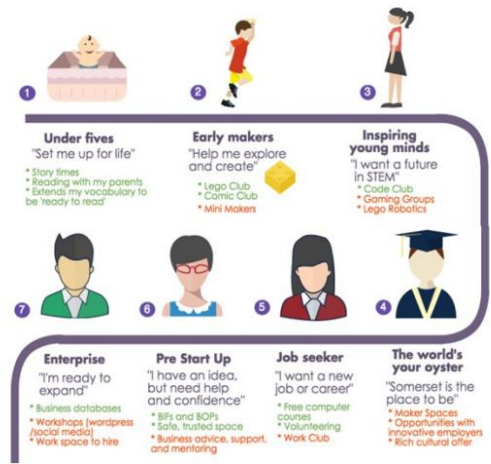


Fig 2. Somerset Library program
(<https://librarytaskforce.blog.gov.uk/2016/11/25/glassbox-enterprise-and-innovation-in-somerset-libraries>)

Somerset 도서관의 사례에서는 프로그램이 연령별로 운영되고 있다. 연령별 눈높이에 맞는 프로그램의 운영이 Somerset 도서관에서 제공하고 있는 인포그래픽(Fig. 2)에 잘 시각화되어 있다. Somerset 도서관의 메이커 스페이스는 개인의 장소이면서 협력적 장소로 활용되면서 기업의 후원과 파트너십, 자원봉사자 등을 활용하여 다양한 프로그램이 운영되고 있다.

3.1.2 스웨덴 정부주도 K-12 대상 메이커 교육 사례
스웨덴 정부는 2015년부터 2018년까지 Makerspace in School이라는 프로젝트를 통해 전국의 학교를 대상으로 메이커 문화를 확산하고 미래 인적자원 개발을 위한 사업을 시행하고 있다 (makerskola.se/about-our-project). 본 프로젝트는 스웨덴 정부의 기업에너지통신부 산하 기관인 Vinnova에 의해서 지원되는 사업으로 다양한 협력 파트너를 구성하여 시행되고 있다. 본 사업에서 가장 중요한 지원으로는 학교 간 소통을 위한 채널 역할, 공동행사 추진, 자원에 대한 지원, 교수·학습 활동 및 지식 교환, 영감을 위한 활동과 기술 전문지식 제공 등이다[37].

Makerspace in Schools 프로젝트는 디지털 교육과 연계하여 수행하면서 다음의 4가지 목표를 중심에 두고 수행되고 있다.

- 학교의 기술 활용 공간을 메이커 스페이스로 개조하기 위한 실험
- 프로그래밍, 코딩, 컴퓨팅적 사고 도입

- IoT(Internet of Thing)과 전자기술을 가지고 창의적인 산출물 만들기
- 신기술이 학교, 일, 사회, 놀이에 어떻게 영향을 주고 민주사회를 이끄는 매체의 역할을 수행하는지 탐색

본 프로젝트의 목표를 수행하기 위해서 정규교육과정과 비형식 교육에서 메이커 교육이 시행되고 있으며, 대규모 테스트베드(Large-scale National Testbed)로써 다양한 질적/양적 연구도 함께 수행되고 있다. 본 프로젝트의 영향과 목표 성취 효과를 측정하기 위해 학교에서 수행되는 많은 활동이 모두 디지털화되어 공유되고 있으며, 페이스북 그룹을 통해 600명이 넘는 관련자들이 참여하면서 소통하고, 공식적으로 120개의 파트너 멤버들이 Trello를 통해 교수활동을 녹화하여 공유하며 다양한 교수·학습 자료들을 업로드하고 화상채팅 등을 통해 활발한 논의가 이루어지도록 유도하고 있다.

또한 메이커 데이라는 행사를 통해 전년도에 수행했던 다양한 우수사례를 공유하도록 추진하고 공식적인 교사 연수 과정에 메이커 교육에 대한 훈련을 포함할 수 있도록 법안을 추진 중에 있다. 특히, 자발적인 Maker 문화를 만들어가기 위해 13개의 시·도가 정규적인 활동으로 메이커 문화와 프로그래밍에 대한 워크숍을 개최하고 있으며, 대부분 시도에서 유치원과 초등학교를 시작으로 조금씩 고등학교까지 제한된 범위에서 메이커 교육을 추진하고 있다.

프로젝트를 시행하면서 새롭게 고려한 사항으로 학교의 리더들의 참여와 메이커 활동 관리 정책을 추진하기 위해 별도의 화상 회의를 주관하기도 하였다. 이처럼 대규모의 테스트베드로 정부주도의 메이커 교육을 시행하기 위해 고려해야 할 또 다른 사항으로 메이커 자원 및 자료 조달에 대한 명확한 가이드라인을 마련하고 교수·학습 활동에 따라 필요한 자원들에 대한 세부적으로 조달이 필요하다는 것을 강조한다. 이를 해결할 수 있는 방안으로 국공립 초등학교 현장에서는 다양한 수준의 메이커 키트(Kit)의 제공을 추천하고 있다[37].

3.1.3 싱가포르 정부 주도의 K-12 대상 메이커 교육
싱가폴 정부는 21세기 국가 경쟁력을 높이기 위한 핵심 키워드로 혁신과 창의성을 지속적으로 제기해 오면서 2016년 Smart Nation Initiative를 중심으로 교육을 통해

혁신적이고 창의적인 인재 양성을 위한 노력을 시행해오고 있다[38]. 싱가포르에서의 Maker 교육과 메이커 스페이스는 디자인 기술과 혁신을 강화하기 위한 움직임과 밀접하게 관련되어 있다[38]. 싱가폴은 아직 영국과 스웨덴 처럼 국가차원에서 정규교육과정에 도입한 메이커 교육 정책이 마련된 것은 아니며, 2016년 이후로 다양한 연구·개발 기관과의 협업을 통해 메이커 중심의 교육(Maker-centered learning)을 교육에 접목하기 위해 다양한 측면에서 21세기 역량 함양을 목표로 학생들의 디자인 기술과 혁신을 유도하기 위한 시범적인 정책들을 수행하고 있다.

싱가폴 정부에서 우선 교육 분야에서 연구·개발을 담당하고 있는 조직인 OER(Office of Education Research)의 Learning Science Lab 프로젝트의 일환으로 10개 학교를 대상으로 디자인과 기술 프로그램(Design and Technology Programmes)를 운영함으로써 메이커 교육을 정규교육과정에 통합하기 위한 연구를 시행하고 있다[39]. 이 프로그램은 아직까지 정규교육과정에 도입되지 않았지만, “Maker Thursday”처럼 특정 요일의 방과후 프로그램 등으로 운영하면서 3D 프린터, 마이크로컨트롤러, 레이저 커터 등을 활용할 수 있는 디자인 스페이스를 활용하는 다양한 프로그램을 마련하고 있다[40].

또한, 싱가포르의 DesignSingapore Council은 6개의 중등학교를 대상으로 디자인 씽킹 프로젝트를 수행하면서 메이커 교육을 연계한 워크숍을 운영하고 있다[40]. 교육부가 주도하고 있는 STEM ALP(Science, Technology, Engineering, Mathematics Applied Learning Programmes)의 융합 교육 프로그램도 메이커 교육과 연계되어 수행되고 있는데, 학생들이 과학과 수학 지식을 현실 세계의 문제와 연계하여 적용할 수 있도록 지원하고 있다. 싱가포르 교육부는 2023년까지 전국의 모든 초등학교에 STEM ALP 프로그램을 적용하여 메이커 교육과 연계한 창의적이고 혁신적인 교육 환경을 마련할 계획을 제시하였다[41].

3.2 거점대학 연계 K-12 대상 메이커 교육 사례

3.2.1. 미국 Stanford 대학 FabLearn

Stanford 대학 FabLearn(fablearn.org)은 2008년에 Transformative Learning Technologies Lab (TLTL)의 연구를 기반으로 교육대학원에 구축되었다. Stanford의 FabLearn은 3개 주요 활동인 FabLearn Labs(전 세계의

유치부/청소년을 대상으로 지원하는 메이커 교육 실험실), FabLearn Conferences(메이커 교육 학술대회), FabLearn Fellows(메이커 교육 실천가/연구자 모임)를 통해 메이커 교육 연구를 진행하고 관련 자원과 정보를 제공한다.

FabLearn Labs은 K-12 학교 및 전 세계 대학교 파트너와 협력하여 개발된 것으로 디지털 제작, 기타 첨단 설계 및 건축 기술을 K-12 학생이 경험할 수 있도록 하는 실험실이다. FabLearn Labs에 참여하고 있는 전 세계 대학 파트너는 현재까지 총 11개로, 미국에서 3개 대학을 포함하여, 러시아, 태국, 스페인, 호주, 멕시코, 덴마크, 폴란드, 핀란드이다. FabLearn Conference는 이렇게 Fablab을 통해 산출된 교육 활동과 연구 산출물들을 공유·확산할 수 있는 학술대회 등의 행사를 주관한다. FabLearn은 메이커 교육을 통한 학습 경험을 K-12의 형식교육에 통합시키고 포용성과 다양성을 기반으로 한 긍정적인 산출물을 학술연구 결과로 전 세계에 공유하고자 노력한다.

마지막으로, FabLearn에서는 FabLab의 형식/비형식 교육에서의 적용한 경험을 공유하고 공개교육자원을 개발·공유하고자 전 세계 지원자로부터 20명의 FabLearn Fellows을 연단위로 선발하여 운영하고 있다. 2016-2017년 FabLearn Fellows는 30개국 200명이 넘는 지원자 중 선발되었는데, 르완다, 세네갈, 브라질, 독일, 이탈리아 등 다양한 국가의 Fellow들이 참여하고 있다.

전 세계 교육용 디지털 제작 공간 및 연구 협력 네트워크인 FabLearn Fellows 운영을 통한 산출물은 21세기 학습 비전으로 메이커 스페이스 기반 교육, 구성주의 학습 원리를 K-12의 형식 및 비형식 교육에 통합하기 위하여 전 세계 교육자, 연구자, 정책입안자 커뮤니티에 관련 아이디어, 모범사례 및 자원들을 포함한다. 이는 매년 운영되는 산출물들을 블로그로 만들어 제공하거나 e-book 형태로 교수·학습 자원을 제공하는데, 메이커 교육을 접목하려고 하는 교사들을 비롯하여 연구자들이 좀 더 효과적인 교육을 수행할 수 있도록 도움을 주는 공개교육자원으로 활용되고 있다. 2014년 FabLab Fellows들이 산출한 공개교육자원은 3D 프린팅, 예술과 공예, 피지컬 프로그래밍, E-Textile 등의 분야에서 전자의 기본을 배우는 자료, 메이커 교육의 평가와 피드백, 메이킹 교육을 활용한 비형식 교육, 메이커 공간 구축하기 등 다양한 측면에서의 노하우를 공유하고 있다.

3.2.2 미국 Northwestern 대학 연계 프로젝트: FUSE 프로그램

Northwestern 대학의 Learning science 학과와 연계하여 MacArthur foundation의 펀드를 기반으로 FUSE 프로그램(<https://www.fusestudio.net>)은 2011년 초기에 시카고 주변의 도서관, 여름캠프, 방과 후 클럽 등을 지원하는 파일럿 프로그램으로 시작하였다. 초기의 비정규 교육과정을 목표로 하던 FUSE 프로그램은 인류학적인 연구를 기반으로 전통적 수업의 혁신을 이끌 대안적인 교수·학습 방법으로 정규교육과정의 적용으로 확대되어 왔다. 2013년에는 Schaumburg District 54와 일리노이주 K-8 학교에 적용되어 Springfield, Palo Alto 및 로스앤젤레스에서 핀란드 및 이스라엘까지 초·중등 정규교육과정에서 FUSE 프로그램을 도입하였고 현재 170개의 스튜디오에서 80개의 학교가 활용하고 있는 프로그램이다.

FUSE 프로그램은 Non-for-Profit 기관에서 운영하지만, 기본 Startup 비용과 Annual Renewal 비용을 받아 기본적인 시설 및 프로그램 운영비용을 받고 있다. 프로그램의, 설치 및 운영비용은 학교의 사정과 재원 규모에 따라 다르게 접목할 수 있도록 다음 그림처럼 프로그램 설치 및 운영 패키지를 만들어 상세한 가이드라인을 제공하고 있다.

PACKAGE DETAILS	Discover	Create	Innovate
# of Challenges	8	20	26
All Kits and Hardware for included Challenges	✓	✓	✓
Facilitator Training	✓	✓	✓
Facilitator Support	✓	✓	✓
3D Printers		✓	✓
Startup Cost	\$7,000	\$17,500	\$20,000
Annual Renewal	\$2,500	\$5,000	\$6,000

Fig. 3. FUSE Program Pricing Package policy (<https://www.fusestudio.net/get-started-fuse>)

FUSE 프로그램에 가입하게 되면 FUSE 스튜디오를 설치하고 운영하는 동안 다양한 교수·학습 활동을 지원해 준다. FUSE 프로그램의 특이한 점은 학생들의 수준과 단계별로 여러 가지 Challenge를 만들어 제공하고 있고 학생들이 자신의 수준과 흥미에 따라 Challenge를 선택해서 미션을 수행할 수 있도록 되어 있다는 점이다. 또

한, 학생들 스스로가 활동을 웹에서 선택하고 단계별로 학생들에게 적용할 수 있도록 상세한 모델링과 스캐폴딩을 제공하면서 도움이 필요한 경우 화상채팅 및 질의응답 등을 활용하여 지원을 해 준다. 학생들이 각 단계를 완수하면 산출물을 웹에 올려 포트폴리오화하면서 다음 단계로 이동할 수 있도록 가이드 해 준다. FUSE 프로그램은 개인적으로 맞춤형 수준에 따라 진행하면서도 그룹으로 학생들이 원하는 방향으로 진행할 수 있도록 도와준다.

3.3 국제 학교에서 K-12 대상 메이커 교육 사례

3.3.1 글로벌 국제학교 Marymount International School의 메이커 교육과 Fablab 운영 사례

Marymount 국제학교는 파리, 런던, 로마, 뉴욕 등에 네트워크를 가진 글로벌 국제학교로 2016년 9월 파리 국제학교에 Fablab을 구축하여 STEAM 교육을 연계하여 메이커 교육을 실시하고 있다. 특히, 파리에 있는 Marymount 국제학교의 경우 프랑스에서 K-12 현장에 첫 번째로 Fablab을 구축한 학교로 메이커 교육을 선도적인 교수·학습 모형 및 우수 사례를 산출하고 있다 (<https://www.marymount.fr/learning/fablab>). Marymount 국제학교는 STEAM 교육을 목표로 문제기반학습 및 프로젝트 학습법을 활용하여 메이커 교육을 정규교육과정에 연계하고 있다.

이러한 교수·학습 방법은 거창한 문제나 메이커 목표보다는 주변에서 활용할 수 있는 간단한 소재를 활용하여, 수학, 과학, 예술 등의 교과목에 주제를 중심으로 프로젝트를 수행하도록 하는 교수·학습 방법을 주로 활용한다.

우수사례의 예로 보여주고 있는 8학년 활동(Table 6참고)을 살펴보면, 프랑스 역사에서 주요한 인물로 등장하는 나폴레옹에 대한 평가를 주제로 역사에 대하여 리서치하고 나폴레옹 기념비를 새롭게 메이킹하는 프로젝트를 통해 학생들이 역사를 이해하고 에세이로 성찰하며 창의적인 아이디어를 통해 산출물을 만든다. 이 기념비 산출물을 만들기 위해 학생들은 주어진 예산과 차원의 수 등 수학적 제한점 등을 고려하여 자신들만의 기념비를 만들어 내는 것이다. 여기서 메이커 교육은 3D 프린팅의 피지컬 컴퓨팅 뿐 아니라 카드보드지 및 재활용품 등을 활용하여 자신의 생각을 래피드 프로토타이핑하고 이를 테스트 하는 과정에서 분석적 사고와 창의적 사고를

결합하게 된다.

Marymount 국제학교에서는 학생들이 교육과정을 통해 산출하는 작품들을 전자 포트폴리오화하여 향후 진학이나 취업에 활용할 수 있도록 하고 있다[42]. 또한 다른 도시에 있는 Marymount 국제학교들과 함께 Network MakerFaire를 가지면서 학생들간 창의적 산출물을 통해 교류하거나, 외부 발표를 통해 학생들의 작품을 공유하도록 유도하고 있다. 또한 Cardboard Challenge와 같이 학생들이 카드보드지를 활용하여 창의적으로 메이킹을 하고 대회에서 발표함으로써 학생들이 메이커 교육을 통해 다양한 활동에 참여할 수 있도록 행사를 연계하고 있다.

Table 6. An example of maker education teaching scenario in Marymount International school

Subjects	STEAM
Title	2018 Social studies Napoleon Design Project
Grade	K-8
Teaching & Learning strategies	1) Reading a historical event 2) Searching for the information about the historical figure 3) Discussing about him in a group 4) Writing an essay about him 5) Conducting a group project about how to redesign the monument with some limitations 6) Making a monument 7) Presenting and reflecting their product
Links	https://www.marymount.fr/learning/fablab

3.3.2 덴마크의 International School of Billund(ISB) 메이커 교육과 Creator Space 운영 사례

덴마크에서는 2013년에 레고 재단(LEGO Foundation)의 지원을 받아 놀이와 창의성을 강조한 교수·학습을 교육철학으로 가진 Billund 국제학교(International School of Billund, ISB)가 설립되었다. ISB는 유치원부터 중학 때까지 IB(International Baccalaureate) 교육과정을 기반으로 즐겁고 실질적인 교수·학습을 위한 메이커공간으로 Creator Space를 만들었다[43].

ISB의 Creator Space는 다양한 공간으로 구성되어 있는데, 초기의 공간 활용의 문제를 해결하고 학생들에게 좀 더 효과적으로 활용될 수 있도록, 보스톤의 Tufts대학과 함께 협업하여 발달 단계의 아이들에게 필요한 메이커의 공간으로 재구성하였다. 또한, ISB의 교사들은 하버드대학원 및 MIT의 연구팀과 함께 자발적으로 운영하는 스터디 그룹을 통해 Creator Space에서 ISB의 교육철학에 따라 즐겁고 매력적이면서 IB 교육과정에 적합한 교

수·학습 활동을 개발하기 위한 노력도 수행하고 있다.

ISB의 Creator Space의 다양한 공간은 나무활용 공간, 바느질 공간, 예술 공간, 레고 공간, 로봇 메이킹 공간 등으로 구분되어 있다. ISB가 강조하고 있는 것은 메이커 스페이스의 공간 구성과 정규 교육과정에 재미있는 놀이를 통한 학습이다. ISB는 초기에 도서관 같은 분위기, 교사 주도의 교육공간과 학생들의 눈높이에 맞지 않는 책상과 의자가 아이들이 메이커 스페이스에서 자유롭게 창의적인 활동을 방해하는 요인임을 알고, 연구를 통해 메이커 스페이스 구성이 학생들의 활동에 영향을 미친다는 연구를 통해 공간 구성이 자연스러운 학습 활동을 유도할 수 있도록 강조하고 있다. 이론적 틀로는 메이커 스페이스 공간 구성을 위해 6가지 긍정적인 기술 개발(PTD, Positive technological development) 행위 요소들을 고려할 필요가 있음을 논의하고 있다. 6가지 요소는 내용 창조(Content Creation), 창의성(Creativity), 소통(Communication), 협력(Collaboration), 수행선택(Choices of conduct), 커뮤니티(Community building)를 말한다. 이러한 공간 구성은 학생들이 메이커 교육을 통해 자발적으로 소통하고 협력하며 창의적으로 자기주도적 활동을 수행하게 되며 커뮤니티를 만들고 콘텐츠를 창출해갈 수 있음을 연구를 통해 입증하고 있다.

또한 ISB는 IB 교육과정과 연계하여 메이커 스페이스를 통해 놀이기반 학습(Play-based learning) 전략을 만들어 가고 있는데, 하나의 사례는 다음과 같다. ISB는 Makerspace를 통해 정규교육과정에서 목표로 하고 있는 교육역량을 성취할 수 있는 PoP(Pedagogy of Play)를 만들어가고 있는데, PoP Playbook과 같은 교사 가이드북과 툴킷(Toolkits)를 만들어 제공하고 있다. 이는 교사들이 메이커공간에서 놀이를 활용한 교수·학습을 수행하는데 이론적 틀을 제공하고 있다. Toolkits의 한 예로 Playful Learning Idea Generator가 있는데 메이커공간에서 즐거운 학습 아이디어를 생성하기 위해 어떻게 교수적으로 지원할 수 있는지 5가지 구체적인 가이드라인을 제공하고 있다. 툴킷은 교사들이 쉽게 활용할 수 있도록 계획단계 키트, 평가와 성찰 키트, 생각과 토론 프로토콜 등으로 나누어서 제공되고 있다. ISB의 이러한 노력으로 산출된 효과적인 교수·학습 방법 및 툴킷을 공유하고자 ISB의 교사들은 우수대학과 연계하여 해외 학술대회에 발표하고, 이를 확산할 수 있는 선도적인 행사에 적극적으로 참여하고 있다.

Table 7. PoP Toolkit: Playful Learning Idea Generator (<https://www.isbillund.com/en-gb/pedagogy-of-play/invisible-pages-toolbox/1playfulideagen>)

No.	Teaching & Learning Guidelines
1	Introduce play in different ways
2	Provide different level of choice
3	Keep your learning goals visible and in the foreground
4	Invite connections between the classroom and the world
5	Create, or work with children to create, reflection prompts and routines.

4. K-12 메이커 교육 활성화 방안

4.1 국가적 측면

메이커 교육은 기본적으로 메이커 스페이스를 구축하거나 메이커를 위해 다양한 도구들이 필요하다. 이런 측면에서 여러 해외 선진국 사례를 살펴보면, 메이커 교육이 활성화되기 위해서는 국가적 차원의 지원이 선행되거나 대학 기관이 주축이 되었거나, 재정적 지원인 펀딩을 받을 수 있는 주체가 항상 동반되어 수행되었다는 점을 알 수 있다. 특히, 지금까지 국내에서 시행된 교육정보화 정책을 비롯하여 소프트웨어 교육 등이 모두 정부가 주도적인 역할을 수행해 왔다는 점에서 메이커 교육의 활성화를 위해 국내 정부 또한 중요한 역할을 수행할 수 있음은 분명하다. 이런 관점에서 국가적 차원에서 메이커 교육이 시행될 경우 고려해야 할 사항들과 과제들을 해외 사례로부터 다음과 같이 시사점을 도출할 수 있다.

첫째, 메이커 교육을 시행하기 위해서는 메이커 교육을 시행하기 위한 국가적 차원에서의 비전과 목표가 수립되어야 한다. 영국의 경우[36,44] 메이커 교육을 시행하기 위해 별도의 정책을 가져가기보다 21세기 디지털 역량 함양과 통합 교육 성취 목표 안에서 소프트웨어 교육과 메이커 교육이 함께 활성화될 수 있도록 교육법과 교육과정을 개정하여 이끌어 가고 있다. 스웨덴의 경우[22]도 메이커 교육은 디지털 교육의 일환으로 목표를 수립하여 수행하고 있다는 점에서 국내 소프트웨어 교육과정 아래 메이커 교육을 연계하는 방향을 고려해 볼 수 있다. 국내에서도 2018년부터 시행되고 있는 소프트웨어 교육 뿐 아니라 스마트 교육을 위한 미래학교 구축 또는 융합 인재교육(STEAM)을 위한 미래형 과학 교실 사업[45] 등을 통해 학교에 미래형 교실 설립 및 기존 교실 리모델링 등이 이루어지고 있다. 본 연구로부터 해외 사례 분석

에서 대부분의 메이커 교육이 이러한 융합인재교육(STEAM/STEM) 또는 미래형 디지털 교육 공간과 연계한 메이커 교수·학습 모형이 주를 이룬다는 점에서 국가적 차원의 큰 비전과 목표 아래 메이커 교육을 연계하여 수행하는 방법도 고려해 볼 수 있다. 실제로 싱가포르의 경우 우리나라와 비슷한 아시아 환경에서 국가 단위에 프로젝트는 STEM ALP라는 프로그램과 연계하여 메이커 교육의 환경을 구축하고 이를 활용한 창의적이고 혁신적인 인재 양성을 위한 노력을 준비하고 있다. 이는 기술적 트렌드가 생길 때마다 별도의 정책이나 프로그램을 마련하기 보다는 국가 비전이라는 큰 목표아래 기존에 연계될 수 있는 프로그램을 시행함으로써 시너지 효과를 거둘 수 있음을 보여준다. 그러므로 우리나라도 스마트 교육이라는 이니셔티브 아래 메이커 교육을 함께 수행함으로써 정책적 시너지를 창출할 수 있는 방안 마련이 필요하다.

둘째, 메이커 교육을 위한 물리적 공간 구축 및 도구 제공을 위한 가이드라인을 개발하여 이를 시행하고자 하는 기관과 교사들이 명확하고 분명한 가이드라인을 바탕으로 메이커 중심의 교육을 도입할 수 있도록 준비되어야 한다. 메이커 스페이스의 형태는 학교의 여건과 펀딩 등 기관의 재정적, 물리적 상황에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 국가에서 정책적으로 초·중등 학교에 메이커 스페이스를 구축 및 운영을 위한 지원은 현실적으로 어려운 상황이다. 그러므로 국가적 측면에서는 Northwestern 대학의 FUSE 프로그램처럼 메이커 스페이스 구축 및 활용을 위해 구체적인 계획과 가이드라인을 개발하는 것이 필요하다. 재정적 측면에서는 정부의 지원을 받지 못하더라도 이에 관심을 가지고 교육과정에 접목하고자 하는 학교에서 어떻게 메이커 스페이스를 구축하거나 또는 인근 메이커 스페이스를 활용할 수 있는지에 대한 정보가 확대될 수 있는 기반을 마련해 줄 필요가 있기 때문이다. 실질적으로 해외에서도 국가가 중심이 되어 메이커에 필요한 도구나 공간을 제공하지 못할 경우 인근 대학이 중심이 되거나 비영리단체 등과 협력하는 사례가 많았다.

또한, 영국의 경우[36]에는 시·도를 중심으로 도서관에 일괄적으로 메이커 스페이스를 구축해 줌으로써 인근 학교에서 체험학습의 형태로 신청하거나 활용할 수 있는 정책을 함께 수행하고 있다는 점에서 인근 지역의 메이커 스페이스의 위치와 시설을 전체 학교에 공유하고 이를 활용할 수 있는 가이드를 제공하는 것도 하나의 방안

이 될 수 있다. 특히, FUSE 프로그램의 사례에서는 초기 구축 비용과 연간 비용 등 메이커 공간 구축 및 컨설팅 프레임워크를 제시하고 재원을 받을 수 있는 학교들이 참여할 수 있는 구체적인 지원과 가이드를 수행하고 있다는 점은 정부는 국내 관련 기업들이 이러한 프레임워크를 경제적이면서 효과적으로 이끌어 낼 수 있도록 격려하는 것이 필요하다.

셋째, 메이커 교육의 효과와 장점을 극대화하기 위해 교사 및 관련 교육자들이 함께 활용할 수 있는 다양한 메이커 툴킷 및 교수·학습 자원들을 공유할 수 있는 온·오프라인 장이 마련될 필요가 있다. 최근 이동식 메이커 버스 및 이동식 메이커 툴킷 카트 등 고정된 형태가 아닌 이동형으로 활용 가능한 메이커 스페이스가 고안되고 있어[8], 값비싼 툴킷이나 펀딩 지원이 불가능한 학교를 위해 이동식의 메이커 툴킷 등을 공유할 수 있는 매개적인 역할을 수행할 필요하다. 또한, 교수·학습 측면에서는 영국의 3D 프린팅 프로젝트의 사례[43]에서도 국가적 측면에서 교사가 활용할 수 있는 다양한 교수·학습 자료 및 자원들을 공유하는 온라인의 장을 운영하고 있고, 스웨덴에서도 Trello를 통해 교수·학습 자료가 공유되고 있다[37]. 단순히 물리적 환경에 대한 지원을 넘어서서 교수·학습 측면에서 실행 가능한 환경을 우선적으로 구축하는 것이 필수적이다.

마지막으로 이러한 메이커 중심의 교육 우수 사례들이 확산되고 공유될 수 있도록 국가 차원에서의 메이커 페스티벌과 메이커 데이, 경진대회 등이 마련되어야 한다. 메이커 교육을 개별적으로 시행하는 수준을 넘어 국가 차원에서의 공유와 확산은 해외 선진 국가에서 모두 시행하고 있는 것처럼 메이커 페스티벌/데이 및 경진대회, 학술대회 등과 연계할 때 가장 큰 시너지를 낼 수 있다. 국가적 차원에서 초·중등 메이커 교육의 중요성을 알리고 학부모들과 국민들에게 메이커 교육이 가지는 효과와 장점을 확산시키기 위한 가장 좋은 방법은 이러한 우수사례를 도출하는 것이다. 미국 스탠포드 대학이 주최가 되어 시행된 FabLearn Initiative에 많은 유럽 국가들이 참여하고 있고 FabLearn Conference 등을 열어 매년 K-12 영역에서의 메이커 교육의 우수사례를 공유하고 있다. 최근 FabLearn 네트워크 구축을 위해 태국, 타이완, 일본, 러시아 등도 적극 동참하고 있다. 이러한 글로벌 행사에 관심을 가지고 있는 국내 초·중등 학생들에게 글로벌 교육의 기회를 제공하기 위해서라도 국내에서부

터 K-12 교육에서의 다양한 모범사례를 확산할 수 있는 메이커 행사들을 활성화하기 위한 정책이 고안될 필요가 있다.

단순히 국가에서 메이커 교육 정책을 획일화하여 정책적으로 학교 공간을 설립하고 시설을 지원하는 고비용의 재정적 수준의 정책 추진이 아니라, 메이커 문화를 만들어 감으로써 자연스럽게 취업과 진학에 메이커를 통해 산출된 산출물들이 높이 평가되고 활용되는 문화가 형성된다면, 이를 교육적으로 활용하고자 하는 학교와 교사, 그리고 이에 관심을 보이는 학부모들이 늘어나게 될 것이다. 이를 통해 단순히 지식을 암기하고 시험을 잘 보는 인재가 아니라 창의적인 접근을 통해 문제를 해결하기 위해 구현되는 다양한 산출물들이 21세기 국제사회에서 경쟁력을 갖춘 인재 양성을 이끌 수 있는 국가정책으로 이어질 수 있다.

4.2 교육 기관 측면

다음은 교육 기관 즉, 학교 측면에서 메이커 교육의 활성화를 위해 고려해야 할 사항을 도출한 것이다. 첫째, 국내 교육기관은 학교의 교육 비전 및 목표 아래 메이커 교육을 연계할 수 있는 방안을 모색하고 관련 재원이나 기회를 마련하고자 노력할 필요가 있다. 메이커 교육은 메이커 스페이스와 메이커 툴킷 등을 기본적으로 갖추어야 한다는 점에서 많은 학교에서 재정적인 부담을 느낄 수 있다. 이를 위해 해외에서는 이러한 메이커 교육을 지원하는 많은 기관들의 재원을 찾도록 권유하고 있다. 메이커 교육에 관심이 있는 학교 관리자와 교사 또는 4차 산업혁명 시대에 학교의 차별화를 모색하는 학교장들은 메이커 교육을 위한 다양한 펀딩 주체를 활용해 보고자 노력할 수 있다. 하지만 가장 중요한 것은 학교만의 메이커 문화를 어떻게 만들어 갈 것인지에 대한 비전이다. 이는 메이커 교육에 대한 펀딩의 규모에 따라 메이커 스페이스의 규모가 달라질 수 있지만, 첨단 기술과 기기를 갖추지 않고도 공간의 구성과 활용을 통해 저비용의 도구를 활용한 메이커 교육이 충분히 가능하다는 점에서 학교에서 추구하고자 하는 또는 이미 구축된 비전과 목표를 연계하여 메이커 교육의 비전과 방향을 수립하고 그에 따라 재원 주체를 모색하는 것이 필수적이다. 재원 주체를 찾기 어려운 경우라면, 도서관이나 오래된 과학실 등을 활용하여 아이디어 공간과 소통의 공간을 통해 재사용품이나 카드보드를 활용한 메이커 교육부터 시행

하고, 학교의 메이커 문화를 형성하는 것도 중요하다. 앞서 Marymount 국제학교에서 STEAM과 연계된 메이커 교육을 시행하는데 첨단 기기는 3D 프린팅 정도였고 대체적으로 카드보드지와 재활용품을 활용한 우수사례가 많다는 점에서 고도의 첨단 기술이 메이커 문화를 이끄는 것이 아니라는 시사점을 얻을 수 있다. 또한 싱가포르의 사례는 메이커 교육이라는 별도의 정책이 아니라 STEM이나 창의성 프로그램과 연계하여 메이커 프로그램이 운영되는 사례를 살펴볼 수 있었다. 이는 국내에서도 기존 자유학기제 프로그램이나 창의체험학습 프로그램 등을 연계한 수준에서부터 메이커 교육을 시행할 수 있음을 보여준다. 학교의 비전과 목표 아래 단계적으로 시행 가능한 메이커 교육의 목표와 계획을 수립하는 것이 메이커 중심의 교육을 시작할 수 있는 키가 될 수 있다.

둘째, 메이커 교육을 시행하기 위해 교사들의 자발적인 스터디 모임 등을 통해 그 교육 기관(학교)에서 지향하는 교육 방법을 고안하기 위한 연구 모임 지원을 촉진하고, 학교만의 메이커 문화를 만들어 갈 필요가 있다. 국제 학교에서 정규 교과와 연계하여 선도적으로 시행하는 메이커 교육은 단순히 교사 개인의 노력이나 관심으로 수행되기 어렵다. 특히, 국내에서도 STEAM 교육의 중요성이 오랫동안 논의되고 있음[45,46]에도 불구하고 일반 학교에서 STEAM 교육을 활성화시키기 위해서는 교사의 개인적 노력만이 아니라 이러한 변화에 적절히 대응할 수 있는 학교 차원의 조직적 지원(교육과정 마련, 교사 연수, 지원인력 배치 등)이 요구된다.

마지막으로 학교 차원에서의 메이커 행사를 기획하여 메이커 문화를 이끌고 산출물을 공유하기 위한 노력을 수행할 필요가 있다. 국제 학교의 사례에서 살펴보면, 메이커 교육은 학급 내에서 이루어지는 단순한 교육 산출물을 넘어 학교의 교육적 효과와 교육 방법의 우수 산출물을 외부에 소개하는 중요한 증빙이 될 수 있다. 최근 학생들의 메이커 작품을 전 세계적으로 공개하고 공유할 수 있는 Maker Faire/Day 등과 같은 행사들이 많이 이루어지고 있기 때문에 학생들에게 진로 교육을 연계할 수 있는 다양한 기회를 제공할 수 있다는 측면에서도 학교에서 이러한 행사에 적극적인 참여를 독려할 필요가 있다.

4.3 교사 및 교육진행자 측면

메이커 교육에서 가장 중요한 역할은 담당하고 있는 교사는 학생들의 메이커 활동을 촉진해 줄 수 있는 촉진

자이다. 해외 우수 사례를 통해 교사들이 메이커 교육에 적극적으로 참여하고 효과적으로 교수·학습에 적용할 수 있도록 하는 것이 매우 중요하다는 것을 알 수 있다.

첫째, 메이커 교육에 관심이 있는 교사들의 모임을 적극적으로 활성화하고 관련 자원들을 공유할 필요가 있다. 다시 말해, 교사들 간의 적극적인 상호교류와 연구 모임에 참여를 통해 메이커 문화를 주도할 필요가 있다. 덴마크의 ISB 국제학교의 사례에서도 ISB의 놀이 중심 교육의 방법론을 만들어가고 툴킷과 가이드라인을 개발해 나가는 대상은 바로 교사들이다. Stanford 대학에서 주관하고 있는 FabLab Fellows 프로그램을 보더라도 전 세계의 관심 있는 교사들이 자발적이면서 적극적으로 글로벌 메이커 교육의 확산에 참여하고 있는 모습을 볼 수 있다. FabLab Fellows를 통해 산출되는 공개교육자원은 특정 메이커 분야에서의 교수·학습 방법 및 사례 뿐 아니라 메이커 교육을 시행하면서 체험한 노하우를 통해 메이커 공간 구축, 메이커를 비형식 교육에 활용하기, 메이커 교육에서의 평가와 피드백 등 교수 설계 전반에 관한 경험이다. 이러한 경험이 국내 교육 정책과 문화에 맞춤형되어 국내 교육 환경에 정착화 되기 위해서는 교사들의 적극적인 참여가 필요하다. 아직까지 이러한 글로벌 행사에 참여하는 국내 교사들이 없다는 점에서도 글로벌 사례를 적극적으로 벤치마킹하고 국내 상황에 맞춤형하여 적용할 수 있는 다양한 교사 모임/커뮤니티들이 형성되어 활성화 될 필요가 있다. 교사들을 위해 초기에 국가나 기관 차원에서 제공된다 하더라도 실질적으로 교육 현장에 필요한 교수·학습 자료나 자원들은 교사들에 의해 자원들이 공유·확산되고 재생산 되어질 때 활성화 될 수 있다. 수요자가 아닌 공급자 입장에서 제공할 수 있는 교수·학습 자료의 한계점으로 교사들이 참여하는 교수·학습 자원 공유 사이트가 교사들이 가장 많이 활용하면서 효과를 가지는 것은 이미 다른 교육 방법에서도 증명된 바 있다[47]. 메이커 교육의 경우 테크놀로지 수준에 따른 물리적 환경과 교수·학습 방법의 다양성으로 인하여 [18] 교수·학습 설계 방법과 자원 또한 다양할 수밖에 없다. 이러한 점에서 수요자의 입장에서 가장 적은 재정과 물리적 환경을 활용해서 학생들이 메이커 정신을 가지고 산출물들을 만들어 갈 수 있는 다양한 교수 설계와 전략이 공유될 필요가 있다. 영국과 스웨덴 모두 실제 메이커 수업을 화상으로 찍은 동영상 자료나 교사와 학생이 질문이 있을 경우 화상채팅이나 회의를 활용하는 것처럼

국내에서도 화상 네트워크를 활용하는 것도 하나의 방법이 될 수 있을 것이다.

둘째, 21세기 학습자 역량을 목표로 한 메이커 교육을 통해 융합적인 사고 또는 문제해결을 위한 논리적 사고 과정을 이끌 수 있는 메이커 중심의 교수·학습 방법을 지속적으로 연구·개발하고 학생들이 이러한 목표를 수행할 수 있도록 안내하고 촉진하는 역할을 수행해야 한다. 학생들이 메이커 활동을 단순히 획일적으로 메이커 패키지를 만들고 조립하는 교육보다는 창의적인 접근을 통해 메이커 중심의 교육이 지향하는 교수·학습 활동을 지속적으로 고안해 내는 역할을 수행하는 것은 메이커 교육이 성공하는데 가장 중요한 요소이다. 사실, 국내에서 교육의 변화와 수업의 혁신을 이끄는 데 중요한 원동력은 진학과 취업이 되고 있는 것이 현실이다. 이러한 상황에서 놀이 중심의 메이커 교육이 자연스럽게 진학과 취업에 긍정적인 역할을 수행하게 된다면, 입시 위주의 교육이 아니라 좀 더 체험적이면서 학습자 중심의 수업으로 변화할 수 있는 혁신의 도구로 활용될 수 있다. 이를 위해서는 학생들이 메이커 수업에서 과정을 즐기고 이를 통해 협력적으로 자신들만의 창의적인 메이커 산출물이 생산될 수 있도록 이끄는 것이 중요하다. 이는 글로벌 사례에서 대부분의 우수사례가 고도의/고가의 ICT나 메이커 툴킷을 사용하지 않더라도 쉽게 구할 수 있는 재활용품이나 카드보드만을 활용하여서도 사회에 공헌할 수 있는 획기적인 산출물들이 나오고 있다는 점에서도 교사들의 교수·학습의 방향과 설계가 중요한 역할을 할 수 있음을 보여준다. Marymount 국제학교에서는 이러한 좋은 산출물을 포트폴리오화 하여 실질적으로 학생들의 진학과 취업에 연계한 우수 사례를 보여준다는 점에서 교사들이 메이커 수업을 하기 위해 계획, 설계, 실행, 평가에 이르기까지 학생 중심의 수업을 이끌기 위한 요소들에 대한 고려가 메이커 교육의 성공적인 문화를 창출할 수 있을 것으로 분석할 수 있다.

5. 결론 및 논의

미래학자들은 미래 사회는 자기 주도적으로 일자리를 창출하는 ‘메이커의 시대’를 예측하고 있다[19]. 본 연구에서는 국내에서도 최근 산업적 측면에서 다양한 기관과 연계하여 활성화되고 있는 메이커 문화가 초·중등 교육

혁신을 주도하고 미래사회에서 요구하는 인재 육성을 위한 교육 방법으로 자리 잡기 위해, 해외의 우수사례를 분석함으로써 활성화 방안을 모색하고자 하였다.

메이커 교육이 K-12 교육 현장에 적용된 다양한 연구 결과를 살펴보면, 청소년들이 메이커 교육을 수행함으로써 인성적으로 자기 스스로 해낼 수 있는 자기 효능감이 향상될 뿐 아니라 다른 사람과 함께 협력하고 소통하는 방법을 배우며, 창의적으로 문제를 접근하여 해결할 수 있는 문제해결 역량으로도 연계될 수 있다는 것을 증명하였다[48,49,50]. 이러한 메이커 교육의 효과를 긍정적으로 이끌기 위해 미국과 유럽을 비롯한 선진 국가들은 K-12 정규 교육 또는 체험활동에 메이커 교육을 접목함으로써 다양한 형태로 21세기 미래 학습자 역량을 갖춘 인재를 육성하고 교육현장의 혁신을 유도하고자 노력해 오고 있다는 것을 본 연구를 통해 분석할 수 있었다. 본 연구에서는 이러한 K-12 현장에서의 우수사례를 살펴보기 위해, 정부가 주도적으로 메이커 교육의 역할을 수행하고 있는 영국, 스웨덴, 싱가포르의 정책을 살펴보고, 우수 대학이 주축이 되어 K-12 교육 혁신을 주도하고 있는 미국의 2개 대학의 사례와 정규교육과정에서 메이커 교육을 선도적으로 시행하고 있는 국제학교 사례 2개를 살펴 보았다.

본 연구에서 살펴본 총 7개의 사례를 통하여 도출된 시사점을 국내에서 메이커 교육이 K-12 교육 현장에 효과적인 교육방법으로 자리 잡기 위한 방안으로 국가, 기관, 교사의 세 개의 주요 대상을 중심으로 논의하였다. 메이커 교육은 단순히 획일화된 형태로 정부에서 많은 예산과 노력을 통해 정책적으로 시행될 수 있는 교육 방법이 아니라, 어떠한 비전과 목표에 따라 어떤 방향으로 시행되느냐에 따라 그 범위와 전략은 매우 다양할 수 있다. 학교 기관 측면에서도 즐거운 학습 경험과 체험을 통해 교육 현장에서의 실질적인 산출물을 만들어 가는 메이커 문화를 학교에 정착시키고, 그 학교만의 문화를 만들어 가면서 자연스럽게 교육 혁신과 진로 교육으로 연계하기 위한 노력이 필요하다. 마지막으로 교사는 교육의 주체로 교육 방법의 혁신을 유도하는 촉진자가 될 수 있다. 메이커 교육은 관심 있는 교사들의 적극적인 참여와 연구를 통해 다양한 교수·학습 자원이 만들어지고 이를 공유하고 확산하는 선도 교사들의 역할이 수행 될 때 K-12 교육현장에서 진정 필요로 하는 메이커 중심의 교육을 유도할 수 있다.

우리나라의 교육정책이 입시위주의 교육으로 교육에 대한 만족도와 행복감이 OECD 국가 중 최하위에 머무르고 있다. 국제학교 IBS의 사례에서 놀이중심의 교육을 통해서도 21세기 학습자가 갖춰야 하는 역량을 이끌 수 있는 교육 방법을 만들어갈 수 있다는 것을 보여주고 있듯이, 국내에서도 좀 더 적극적으로 학생들이 즐기고 체험하면서 인성적으로 협력하고 소통할 수 있으면서 창의적으로 문제를 해결할 수 있는 역량을 키워가는 메이커 교육을 고려되어야 할 시점이다. 앞서 선행연구 분석에서도 메이커 교육의 효과성이 논의된 것처럼, 메이커 교육의 도입이 학생들의 창의성 역량 뿐 아니라[26,27] 문제해결 및 협력 역량 등 21세기 학습자가 갖춰야 하는 다양한 역량[7]에 긍정적인 효과를 미친 것으로 드러났으며, 자기효능감과 융·복합적 주제 인식 및 스토리텔링 능력 등 정서적 지원[23,26,28]에도 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

하지만, 이러한 연구의 대부분은 일부 학교급 및 학년을 대상으로 수행된 소규모 차원에서의 교수·학습 활동과 효과에 대한 논의로, 실질적으로 메이커 교육을 정규 교육과정에서 시행하고 활성화하고자 국가 차원에서의 어떠한 정책과 지원이 필요한지, 학교 차원에서는 어떠한 노력이 수행되어야 하는지에 대한 논의는 거의 없었다. 최근 메이커에 대한 관심이 증대하면서 관련 부처와 기관, 산업 현장에서 산발적으로 수행되고 있는 메이커 교육과 메이커 환경 구축은 관심이 있는 대상에게만 수행되어질 수 있는 우려가 있다. 특히, 메이커 교육이 관련 인프라와 자원들이 소요된다는 측면에서 일부 대상만이 혜택을 받거나 예산이 증폭되어 활용되고 낭비될 수 있다. 결국, 현 소프트웨어 교육 정책 시행[51] 아래 연계된 메이커 교육 정책을 마련함으로써 국가적 차원에서 21세기 학습자 역량을 지원하는 교육 방향으로 계획된다면 좀 더 체계적인 교육 프로그램으로 자리 잡을 수 있다. 본 연구는 이러한 측면에서 K-12 교육에서 정규교육과정과 연계된 해외의 다양한 정책과 사례를 살펴봄으로써 교육 과정과 연계한 메이커 교육 방법의 혁신과 활성화 방안을 모색하였는데 의의가 있다. 하지만, 메이커 교육의 정의와 방향이 매우 다양하다는 측면에서 본 연구에서 살펴본 사례는 일부 국가와 대학, 국제학교에 종속적인 사례가 될 수 있으며, 각 나라의 사회와 문화에 따라 정책을 수행하는데 가지는 여러 가지 한계점이 다를 수 있다. 또한, 국내 환경에서 메이커 교육을 정규 교육과

정으로 도입하기 위해 실질적인 기관과 교사들에 대한 수요 조사가 명확히 이루어지지 않은 상태에서 해외 사례 분석을 통한 국가 차원에서의 메이커 교육 정책의 시행은 학교와 교사들의 실질적인 참여를 이끄는데 어려움을 겪을 수 있다. 그러므로 실제 국내 기관 및 교사들의 인식 조사 및 수요 조사 등을 통해 요구사항에 대한 의견 수렴 및 경험적 데이터 기반 연구를 통해 국내 교육 현장에서 형성할 수 있는 메이커 교육의 실질적이고 구체적인 교수·학습 방법과 환경이 도출될 필요가 있음을 마지막으로 제안하고자 한다.

REFERENCES

- [1] A. R. Jung & D. H. Kim. (2016). A Study on the Children's Library Interior Spaces Using Maker Space - Focusing on the case of Imagine Infinite Room -. *2016 KIID Conference Proceedings*, 170-174.
- [2] I. A. Kang & S. K. Choi. (2017). Maker Mindsets Experienced Through the Maker Activity in Library: Focusing on Social Relationships among Makers. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 17(19), 407-430.
- [3] H. J. Soh, J. H. Lee & B. K. Kye. (2017). An Exploratory Study about the Activity Framework for 3D Printing in Education and Implementation. *Journal of The Korean Association of information Education*, 22(2), 263-274.
- [4] H. K. Choi. (2017). The Discursive Topography in Maker Culture A Critical Discourse Analysis of 'Maker Movement'. *Korean Journal of Communication & Information*, 82, 73-103.
- [5] D. G. Oblinger. (2005). Learners, learning, and technology: *The EDUCAUSE learning initiative. EDUCAUSE review*, 40(5), 66-75.
- [6] I. A. Kang & M. K. Kim. (2017). Exploring Educational Effects of Maker Activity in an Elementary School Class. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 17(14), 487-515.
- [7] K. Sheridan, E. R. Halverson, B. Litts, L. Brahms, L. Jacobs-Priebe & T. Owens. (2014). Learning in the making: A comparative case study of three makerspaces. *Harvard Educational Review*, 84(4), 505-531.
- [8] S. Y. Kim, Y. J. Jung & Y. S. Hwang. (2016) A Study on the Composition and Characteristic of Maker Space. *2016 KIID Conference Proceedings*, 203-206.
- [9] I. Y. Yoon. (2018). Movement for Future, Maker Movement. *Convergence Weekly TIP(Technology, Industry Policy)*, 125, 1-8.
- [10] M. Y. Jung, S. I. Kim & J. Kim. (2018). Development of Bicycle Lighting Device Maker Educational Materials based on Design Thinking for Secondary School Students. *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, 8(7), 235-244.
- [11] R. H. Erica & M. S, Kimberly. (2014). The Maker Movement in Education. *Harvard Educational Review*, 84(4), 495-504.
- [12] Y. C. Hsu, S. Baldwin & Y. H. Ching (2017). Learning through making and maker education. *TechTrends*, 61(6), 589-594. DOI: [10.1007/s11528-017-0172-6](https://doi.org/10.1007/s11528-017-0172-6)
- [13] S. L. Martine & G. S. Stager. (2013, June). Papert's prison fab lab: implications for the maker movement and education design. *In Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children (pp. 487-490)*. ACM.
- [14] S. L. Martinez & G. S. Stager. (2013). *Invent to learn: Making, tinkering, and engineering in the classroom (pp. 31-41)*. Torrance, CA: Constructing Modern Knowledge Press.
- [15] D. Dougherty. (2012). The maker movement. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, 7(3), 11-14.
- [16] L. Bowler. (2014). Creativity through" maker" experiences and design thinking in the education of librarians. *Knowledge Quest*, 42(5), 58.
- [17] S. A. Becker, M. Cummins, A. Davis, A. Freeman, C. G. Hall & V. Ananthanarayanan. (2017). *NMC horizon report: 2017 higher education edition (pp. 1-60)*. The New Media Consortium.
- [18] J. Lofton. (2017). Students are makers! Building information literacy skills through makerspace programs. *CLSA Journal*, 16, 18-20.
- [19] EDUCAUSE Learning Initiative. (2013). 7 Things you should know about, from <http://adel.al/wp-content/uploads/2017/04/Makerspace-for-Student.pdf>
- [20] W. J. Song & H. J. Ahn. (2012). Fab Lab: Innovative space for users and civil society. *Issues & Policy*, 62, 1-12.
- [21] I. J. Ahn & Y. H. Noh. (2017). A Study on the Concepts and Programs of 'Makerspaces' at Public Libraries. *Journal of the Korean Library and Information Science Society*, 28(4), 415-436.
- [22] S. C. Lee, Y. J. Jeon & T. Y. Kim. (2017). Analysis of The Oversea's Cases of Maker Movement and

- Suggestion of The Introduction of Domestic Maker. *Conference Proceedings of The Korean Association of Computer Education*.
- [23] E. P. Clapp, J. Ross, J. O. Ryan & S. Tishman. (2016). *Maker-centered learning: Empowering young people to shape their worlds*. John Wiley & Sons.
- [24] D. V. Loertscher, L. Preddy & B. Derry. (2013). Makerspaces in the school library learning commons and the uTEC maker model. *Teacher Librarian*, 41(2), 48.
- [25] P. Blikstein, S. L. Martinez & H. A. Pang(Eds.). (2016). *Meaningful Making: Projects and Inspirations for Fab Labs+ Makerspaces*. Constructing Modern Knowledge Press.
- [26] Y. H. Noh, J. A. Kang & E. J. Jung. (2015). A Qualitative Evaluation Research on the Relationship Between Creative Thinking and an Infinite Creative Space Program. *Journal of Korean Library and Information Science Society*, 46(2), 71-111.
- [27] Y. J. Woo & J. H. Lee. (2018). Development and Application of Design Thinking-Based Maker Education Program. *Journal of Creative Information Culture*, 4(1), 35-43.
- [28] R. Curry. (2017). Makerspaces: a beneficial new service for academic libraries?. *Library review*, 66(4/5), 201-212.
- [29] H. Zaugg & M. C. Warr. (2018). Integrating a creativity, innovation, and design studio within an academic library. *Library Management*, 39(3/4), 172-187.
- [30] H. Moorefield-Lang. (2014). 3-D printing in your libraries and classrooms. *Knowledge Quest*, 43(1), 70-72.
- [31] Y. K. Chang. (2018). Aligning Academic Library Makerspaces with Digital Literacy Education Spaces. *Journal of the Korean Library and Information Science Society*, 52(1), 425-446.
- [32] K. Koh & J. Abbas. (2015). Competencies for information professionals in learning labs and makerspaces. *Journal of Education for Library and Information Science*, 56(2), 114-129.
- [33] Y. K. Bae & S. K. Shin. (2017). The study on analysis of the implications for the software education through case studies of applications in the world of computational thinking. *Journal of the Korean Association of information education*, 8(2), 143-155.
- [34] Department for Culture Media and Sport(DCMS), UK. (2017). Guidance: Libraries and makerspaces. <https://www.gov.uk/government/publications/libraries-and-makerspaces/libraries-and-makerspaces>
- [35] J. W. Jung. (2017). *Domestic and Foreign Status and Application Methods of Maker Education and Maker Space*. KERIS Issue Report PM 2017-7.
- [36] Department for Education (DfE), UK. (2013). *3D Printers in schools: uses in the Curriculum: Enriching the teaching of STEM and design subjects*, Reference No. DFE_002190-2013, Crown Copyright.
- [37] E. Eriksson, C. Heath, W. Barendregt, O. Torgersson, P. Ljungstrand, N. Swinkels & E. Einebrant. (2016). Makerspace in school: experiences from a large-scale national testbed, *A proceeding of FabLearn Europe, 19-20th June*, UK: Preston.
- [38] NIE/NTU. (2016). *OER Knowledge bites: OER Symposium: Education for Innovation*, National Institute of Education, Nanyang Technology University.
- [39] NIE News. (2016). Featured in Today - Makerspaces allow students to get messy and creative. <https://www.nie.edu.sg/news-detail/featured-intoday-makerspaces-allow-students-to-get-messy-and-creative>
- [40] K. Ng. (2018). Makerspaces allow students to get messy and creative, TODAY. <https://www.todayonline.com/singapore/makerspaces-allow-students-get-messy-and-creative>
- [41] L. Chia. (2018). All primary schools to set up applied learning programmes by 2023 Ng Chee Meng, Channel NewsAsia. <https://www.channelnewsasia.com/news/singapore/all-primary-schools-to-set-up-applied-learning-programme-s-by-10014282>
- [42] S. Chang, A. Keune, K. Pepler & L. Regalla. (2015). *Open portfolios maker education initiative*. Research Brief Series.
- [43] A. Strawhacker, L. Tontsch & M. Baker. (2017). *A kindergarten creator space: building a space for 3- to 7-year-old makers*, International School of Billund.
- [44] Department for Culture Media and Sport. (2017). Digital skills and inclusion : giving everyone access to the digital skills they need. <https://www.gov.uk/government/publications/uk-digital-strategy/2-digital-skills-and-inclusion-giving-everyone-access-to-the-digital-skills-they-need#contents>
- [45] S. Y. Choen, S. H. Jung, J. H. Jung, K. M. Lee, & Y. C. Lim. (2012). Development study of smart class models for STEAM, *Korea foundations for the advancement of science and creativity*, 012-13.
- [46] C. H. Ryu & G. S. Cho. (2017). The effect of 3D Printing and physical education central STEAM program on the subject interest and creative attitude of middle school students, *Journal of Digital Convergence*, 15(1), 547-557.

http://www.earticle.net.libproxy.snu.ac.kr/article.aspx?sn=292900

- [47] H. K. Kim & S. H. Jun. (2011). An Analysis of the Structural Relationship among Teacher's Professional Development, Commitment, Knowledge Sharing and Teaching Effectiveness. *The Korean Journal of Human Resource Development*, 13(2), 67-86.
DOI: 10.18211/kjhrdq.2011.13.2.004
- [48] M. M. Chan & P. Blikstein. (2018). Exploring Problem-Based Learning for Middle School Design and Engineering Education in Digital Fabrication Laboratories. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 12(2), 7.
DOI: 10.7771/1541-5015.1746
- [49] R. Huang & X. Liu. (2018). Cultivating Creativity by Scaling up Maker Education in K-12 Schools. In T. Chang, R. Huang & Kinshuk (Eds.), *Authentic Learning Through Advances in Technologies* (pp. 29-41). Springer, Singapore.
- [50] R. K. Sanders, T. J. Kopcha, K. L. Neumann, K. Brynteson & C. Bishop. (2018). Maker's Workshop: a Framework to Support Learning through Making. *TechTrends*, 1-11.
- [51] Y. S. Lee. (2018). Analyzing the effect of software education applying problem-solving learning. *Journal of Digital Convergence*, 16(3), 95-100.
DOI: 10.14400/JDC.2018.16.3.095

차 현 진(Cha, Hyun-jin)

[정회원]



- 2012년 8월 : 한양대학교 교육공학
과(교육학 박사)
- 2007년 6월 ~ 2015년 2월 : 한국교
육학술정보원 연구원
- 2015년 9월 ~ 2017년 8월 : 순천향
대학교 교수학습혁신센터 교수
- 2017년 4월 ~ : 단국대학교 교양교육대학 초빙교수
- 관심분야 : 학습자 경험, UDL, 사용자중심디자인, 메이
커 교육, 글로벌 교육개발협력
- E-Mail : lois6934@hanmail.net

박 태 정(Park, Taejung)

[정회원]



- 2015년 2월 : 서울대학교 교육학
과 교육공학 전공(교육학박사)
- 2008년 9월 ~ 2009년 12월 : 한국
교육학술정보원 디지털교과서팀
연구원
- 2015년 3월 ~ 2016년 3월 : 국가
평생교육진흥원 MOOC기획연구실 초빙원
- 2016년 4월 ~ 현재 : 한국외국어대학교 교육선진화센
터 연구교수
- 관심분야 : 정서적 교수설계, 창의적 문제해결, 테크놀
로지 기반 자기조절학습
- E-Mail : edutech@hufs.ac.kr