Journal of The Korean Association
of Information Education Vol. 23, No. 1,
February 2019, pp. 73-84

http://dx.doi.org/10.14352/jkaie.2019.23.1.73
© 2019 KAIE

디자인 사고 기반 메이커 교육 프로그램이 초등학생의 창의적 문제해결력에 미치는 영향

이승철* · 김태영* · 김진수** · 강성주*** · 윤지현****

한국교원대학교 컴퓨터교육과* · 한국교원대학교 기술교육과** ·
한국교원대학교 화학교육과*** · 단국대학교 교육대학원****

요약

최근 4차 산업혁명의 핵심 영역 중 하나로 메이커 운동(maker movement)이 떠오르고 있다. 메이커 운동은 오픈소스 소프트웨어 및 하드웨어, 3D 프린터, 레이저 커팅기 등 다양하고 저렴한 제작 도구를 이용하여 사용자가 필요한 물건을 직접 제작하고 공유하는 것이다. 메이커 교육을 초·중등(K-12) 수업에 적용할 때 디자인 사고를 기반으로 한다면 그 효과가 증진될 것으로 생각한다. 본 연구의 목적은 디자인 사고 기반 메이커 교육 프로그램을 개발하고 수업에 적용하여 초등학생의 창의적 문제해결력에 미치는 영향을 밝히는 것이다. 연구 내용을 검증하기 위해 초등학교 5~6학년 학생을 통제집단과 실험집단으로 나누고 통제집단에는 일반적인 강의식 메이커 수업을 적용하였고, 실험집단에는 개발된 디자인 사고 기반의 메이커 수업을 적용하였다. 창의적 문제해결력 검사를 사전, 사후 실시하였고, 통계적 t-검정을 이용하여 그 효과성을 검증하였다. 결론적으로 본 연구를 통해 디자인 사고 기반 메이커 교육 프로그램은 초등학생의 창의적 문제해결력에 긍정적인 영향이 있음을 밝혔다.

키워드 : 디자인 사고, 메이커 교육, 창의적 문제해결력, 초등 소프트웨어 교육, 아두이노, 피지컬컴퓨팅

The Effect of a Design Thinking-based Maker Education Program on the Creative Problem Solving Ability of Elementary School Students

Seungchul Lee* · Taeyoung Kim* · Jinsoo Kim** · Seongjoo Kang*** · Jihyun Yoon****

Dept. of Computer Education, Korea National University of Education* ·
Dept. of Technology Education, Korea National University of Education** ·
Dept. of Chemistry Education, Korea National University of Education*** ·
Graduate School of Education, Dankook University****

ABSTRACT

Maker movement is emerging as one of the key areas of the fourth industrial revolution in recent years. The maker movement is to create and share what users need using a variety of inexpensive production tools such as

이 논문은 2016년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원(NRF-2016S1A5A2A03927691)을 받아 수행된 연구이며 이승철(2018)의 석사학위 논문을 발전시켜 재작성한 것임.
교신저자 : 김태영 (한국교원대학교 컴퓨터교육과)
논문투고 : 2019-02-14
논문심사 : 2019-02-24
심사완료 : 2019-02-26

open source software and hardware, 3D printers and laser cutters. We think that the effect would be enhanced if design thinking is applied to elementary and middle school (K-12) class. The purpose of this study is to develop a design thinking-based maker education program and to apply it to classroom for clarify the effect on the creative problem solving ability of elementary school students. In order to verify the purpose of the research, students in the 5th-6th grades of elementary school were divided into a controlled group and an experimental group. The general lecture maker class was applied in the controlled group, and our developed design thinking-based maker class was simultaneously applied in the experimental group. The creative problem solving ability test was conducted before and after the test, and its effectiveness was verified using statistical t-test. In conclusion, this study suggests that design thinking-based maker education program has a positive effect on elementary school students' creative problem solving ability.

Keywords : Design Thinking, Maker Education, Creative Problem Solving Ability, Elementary Software Education, Arduino, Physical Computing

1. 서론

시대의 흐름에 맞추어 계속해서 국가교육과정이 개정되어 왔다. 최근의 '창의·융합형 인재' 양성에 대한 국가·사회적 요구에 따라 2015 개정 교육과정이 고시되어 단계적으로 적용되는 중이다. 초등학교에 적용되는 2015 개정 교육과정의 주요 변화 중 하나는 '소프트웨어 교육'이며 이는 시대가 요구하는 창의·융합형 인재 양성과 밀접하게 연관되어 있다. 따라서 5~6학년 실과 교과의 정보 관련 단원이 ICT활용 중심에서 소프트웨어 기초 소양 내용 중심으로 개편되었다[18][19][20].

세계적으로는 소프트웨어를 기반으로 한 융합 사회인 4차 산업혁명의 시대가 시작됐다. 4차 산업혁명에서는 빅데이터, 인공지능 등 다양한 기술이 결합되며 그 중심에는 소프트웨어가 있다. 4차 산업혁명의 주요 특징은 생산과 소비의 결합이다. 소비자는 예전처럼 획일적인 제품과 서비스만 이용하는 수동적인 소비자로 남지 않는다. 앞으로 소비자는 직접 자신이 구매할 제품 생산과 판매에 관여하고, 필요한 물건을 직접 만들게 될 것으로 예상된다.

이에 4차 산업혁명의 핵심 운동으로 메이커 운동(maker movement)이 떠오르고 있다. 메이커 운동은 오픈소스 소프트웨어 및 하드웨어, 3D 프린터, 레이저 커팅기 등 다양하고 저렴한 제작 도구를 이용하여 사용자가 필요한 물건을 직접 제작하고 공유하는 것이다. Chris Anderson은 메이커 문화는 새로운 DIY (Do It Yourself) 제조시대를 만들어 낼 것이고 새로운 산업혁명으로 이어질 것으로 예견한 바 있다[1]. 또한 메이커 운동이 다양하고 널리 펼쳐져 그 장점이 강조됨에 따라 메이커 운동에서 '메이커 교육(maker education)'으로의 움직임이 나타났다. 2014년에 열린 백악관 메이커 페어에서 당시 오바마 대통령은 '오늘의 DIY가 내일의 메이드 인 아메리카가 된다.'고 말하며 학교에 3D 프린터 등 디지털 저작 도구를 갖춘 메이커 스페이스를 지원하겠다고 하였다[7].

이러한 세계적인 동향과 시대의 흐름에 따라 우리나라에서도 '메이커 운동 활성화 추진계획'을 발표했다. 추진계획의 세부 내용을 살펴보면 전문 메이커 양성을 위한 교육 프로그램 운영에 관한 내용이 있다[21]. 소프트웨어 교육, STEAM 교육과 메이커 활동을 융합한 교육 프로그램을 확대한다는 계획이지만 학생들을 위한 정규 교과에는 포함시키지 않았다. 100만 메이커를 양성하려는 미래창조과학부의 계획은 공교육 분야에서 활성화되면 효과적일 것이며, 이에 본 연구에서는 메이커 교육을 공교육 현장에서 실시하고자 한다.

메이커 교육을 실시하기 위한 학습법의 사례를 살펴보면, 대표적으로 질문 기반 학습법, 프로젝트 기반 학습법, 팅커링(tinkering), 디자인 사고(design thinking)의 네 가지가 주로 사용된다[16]. 이지선(2017)은 팅커링

의 원칙 위에 디자인 사고를 결합하는 방법을 적용하는 메이커 교육방법론을 제시하였다[13][14].

본 연구에서는 디자인 사고에 기반한 메이커 교육 프로그램을 개발하여 일반 초등학교 학생에게 적용하고, 그 결과로 초등학생의 창의적 문제해결력에 미치는 영향을 검증하는 것을 목적으로 한다.

2. 이론적 배경

2.1 2015 개정 초등 교육과정과 메이커 교육

2015 개정 초등 교육과정 중 메이커 교육과 관련된 부분을 살펴보면 5·6학년 실과 과목의 '기술 활용' 영역에 아래와 같이 제시되어 있으며, 중등 교육과정 정보 과목에는 네 번째 대단원 '컴퓨팅 시스템'에 제시되어 있다.

> "[6실05-06] 생활 속에서 로봇 활용 사례를 통해 작동 원리와 활용 분야를 이해한다.
> [6실05-06] 여러 가지 센서를 장착한 로봇을 제작한다."

위에서 제시된 내용요소의 교수·학습 방법 및 유의사항을 살펴보면 "소프트웨어를 활용하여 로봇을 작동시켜 소프트웨어와 로봇을 연계하여 지도하도록 한다."로 설명하고 있다[19].

2.2 메이커 교육(Maker Education)

2.2.1 메이커 운동

현재 세계 주요국에서는 4차 산업혁명의 흐름에서 새로운 경제 혁신의 원동력으로 메이커 운동을 주목하고 있다. 미국은 민간 주도의 테크숍, 해커 스페이스, 팹랩 등의 메이커 운동이 활성화되어 있다. 또 메이커들의 축제인 메이커 페어를 통해 다양한 계층에 메이커 문화가 널리 퍼지고 있다. '메이커진'의 조사에 따르면 미국에서는 18세 이상 성인의 57%에 해당하는 1억 3500만 명이 스스로 자신을 메이커로 인식하고 있다고 한다. 미국뿐만 아니라 유럽에서도 메이커 운동이 활발히 진행되고 있다. 리빙랩 중심의 다양한 메이커 네트워크가 유럽연합 회원국을 중심으로 활발히 진행되고 있다. 영국은 공교육 시스템에 메이커 관련 내용을 이미 반영하고 있다. 중국은 제조업과 결합된 메이커 운동을 펼치고 있으며, 또 일본에서는 전통적인 오타쿠 문화와 제조업의 강점을 바탕으로 다양한 메이커 운동을 펼치고 있고 특히, 로봇 및 전자 분야에 특화된 메이커 운동이 진행되고 있다[16].

국내의 경우 다양한 온라인 커뮤니티 등에 민간 주도의 메이커 스페이스 등이 만들어지고 있으나, 해외에 비해 낮은 수준이다. 주입식 교육에 익숙한 학생들은 자발적인 창작 활동 경험이 적고, 메이커에 관한 정보를 얻을 수 있는 기회가 적다. 국내에서는 메이킹 공간인 메이커 스페이스가 전국 274 곳에서 운영되고 있다. 메이커 스페이스는 다양한 교육 프로그램을 운영하고 다양한 디지털 제작 도구를 지원하며, 메이커들이 서로 만나 아이디어를 교환하고 서로의 결과물을 공유할 수 있는 공간이다. 학생들은 메이커 운동을 통해 아이디어를 현실에서 만들고 사람들과의 공유를 통해 자신감을 얻을 수 있고, 메이커에 대한 동기가 부여된다.

2016년 미래창조과학부에서는 '메이커 운동 활성화 추진계획'을 발표했다. 추진계획에는 전문 메이커 양성을 위해 'SW, STEAM 교육과 메이커 활동'을 융합한 교육 프로그램을 확대한다는 계획이 포함되어 있다[21].

도허티(Doughetty)는 메이커 운동에서 교육의 중요성을 강조하면서 단지 메이킹을 하는 것이 아니라 그 가치를 아는 것이 중요하다는 것을 강조했다. 메이킹과 조작이 '행함에 의한 학습(learning by doing)'의 한 형태로 대두되고 있는 시점에서 메이커 운동은 메이커 교육으로의 변화를 시작했다[16].

2.2.2 메이커 교육

메이커 교육은 Piaget의 구성주의를 기반으로 하는 구성주의 교육 철학과 Papert의 구성주의 교육 접근법을 기반으로 한다. Piaget의 인지구성주의는 각 인지 발달 단계에 따른 관심사와 성취 과업을 밝혀준다. 이 이론은 학생들의 행동, 사고력 발달 과정에 대해 기술하고, 어떠한 환경에서 학생이 기존에 가지고 있는 생각을 조절 및 동화하는지에 대해 설명하고 있으며 능동적인 학습을 통

한 자발적 탐구 활동의 중요성을 역설했으며, 모든 새로운 진실들은 학습자에 의해 학습되어야 하고, 재발견되어야 하며, 최소한 재해석되어야 한다고 하였다[22].

Papert는 구성주의 교육 접근법을 통해 '행함에 의한 학습'을 강조하며 학습은 체험적 학습과정이 포함되어야 하며 직접 경험을 촉진함으로써 의미 있는 생산물이나 사회 물품을 결과물로 산출할 때 가장 효과적이라는 내용을 추가하여 현대 메이커 교육의 이론적 토대가 된 인물이다. 즉, Papert는 구체적인 조작을 통한 학습을 통해 다른 학습에 대한 호기심과 열정에 대한 전이가 발생할 수 있다고 주장하였다. 이러한 구성주의 이론은 메이커 운동 및 메이커 교육을 뒷받침하는 학습이론으로 규정되었으며, 이 이유로 Papert를 '메이커 운동의 아버지'라 칭한다[2][17].

2014년도에 열린 백악관 메이커 페어에서 오바마 대통령은 '오늘의 DIY가 내일의 메이드 인 아메리카가 된다.'고 언급하였으며, 이러한 메이커 페어에서 영메이커(young maker)를 위한 분야와 메이커 교육 컨퍼런스(maker education conference)의 규모가 확대되는 추세이다. 메이커 페어에 참여하는 사람들 중 영메이커 분야에 참여한 학생을 살펴보면 지역 단위의 메이커스페이스 출전 뿐 아니라 지역 공공도서관 및 박물관의 메이커 교육 프로그램 참가 후 메이커 페어에 참여하는 학생의 수가 늘어나고 있다. 특히나 눈에 띄게 메이커스페이스에서 학생을 대상으로 한 방과 후 프로그램이 늘어나는 경향을 보이고 있다. 다양한 전공 및 기술을 가진 메이커 교육자들이 학교 및 공공도서관등에서 비형식적 배움의 장소인 메이커스페이스를 만들고 운영하고 있다[14].

2011년 도허티 등은 '메이커 교육 계획'(Maker Education Initiative)을 론칭하여, 단지 사라진 기술 과목을 부활시키고자 하는 것이 아니라 다양한 디지털 제작 기술과 메이커 설계 기술을 교육에 도입하고자 했다[16]. 학교마다 만들기 공간인 메이커 스페이스가 만들어지면서 학생들은 스스로 만들고 싶은 것을 만들면서 배우고 서로의 산출물을 공유하는 활동이 빈번해지고 있다. 메이커 교육은 제작 도구들이 완벽하게 갖추어진 곳에서만 이루어지는 것이 아니다. 최소한의 재료와 도구만으로도 충분하며, 만들기 과정을 기록하는 것과 다른 사람들과 작품을 공유하는 것이 더 중요하다.

2.3 디자인 사고(design thinking)

2.3.1 디자인 사고의 개념

디자인 사고는 창의적인 혁신을 위한 실행도구로 활용되고 있다. 디자인 사고는 최근 다양한 분야에서 창조적 혁신을 위한 창의적 사고의 형태로 부각되고 있으며 개념 정립의 논의가 증가하고 있다. 디자인 사고는 특수한 디자인 영역에 국한되어 있는 개념이 아닌 더 넓은 개념으로 설명된다. '모든 사람은 디자이너다'라는 대전제 아래 현재의 상황에서 더 나은 상황으로 바꾸려는 개인의 문제 해결 방식으로 정의된다[10].

Brown(2008)은 디자인적 사고를 실행하는 주체인 디자인 사고자의 특성을 <Table 1>과 같이 공감, 통합적 사고, 낙관주의, 실험주의, 협업으로 제시하였다[3].

<Table 1> Characteristics of the Design Thinker

Character-istic	Contents
Empathy	A person who is capable of designing a superior solution looks at the world from the perspective of a variety of people including his colleagues, clients, users, and customers. Through the 'people-centered' approach, he can find solutions that are desirable as well as satisfying both exposed and hidden needs.
Integrated thinking	A person with a good design vision not only exploits the analysis, but also has the ability to understand all aspects of complex problems, even conflicting aspects, and creates new solutions that are far superior to existing alternatives.
Optimism	He thinks there will be at least one better solution than any existing solution, no matter what the constraints are on the given problem.
Experim-entalism	Instead of creating breakthrough innovations through incremental changes, he asks questions in a creative way that can go in a new direction and sees what the problems are.
Collabora-tion	As products, services, and customer experiences become more and more complex, the lonely creative genius that has been working alone has disappeared and a passionate collaborator has emerged that is knowledgeable in many areas. The best thinkers often have important experiences in more than one field.

디자인 사고는 미국 디자인기업 IDEO가 David M. Kelly와 동료들과 함께 스탠포드 대학에서 D.School의 교과과정을 기반으로 디자인 사고 프로세스를 강조함으로써 본격적인 논의가 시작되었다. 현재 디자인 사고의 개념은 다양한 논의를 거치고 있으며 이를 통해 명제화되고 있다[9].

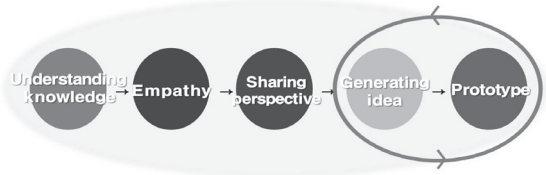
2.3.2 디자인 사고 프로세스

디자인 사고는 인간의 전반적인 삶의 문제들을 통합적이고 종합적으로 해결하는 창의적 사고방식의 과정으로서 디자인 사고 프로세스를 부각시킴으로 논의되기 시작하였다. 따라서 디자인 사고 프로세스를 살펴보는 것은 디자인 사고를 이해하고 실행하는 측면으로 중요한 가치가 있다.

조성주 외(2012)는 디자이너가 사고하며 작업하는 방식을 영감(inspiration), 개념화(ideation), 실행(implementation)의 3단계로 구성된다고 하였다[6]. 첫째, 영감의 단계에서 사람들의 행동이나 생각 욕구를 관찰하며 혁신의 해결책을 찾기 위한 과정을 갖는다. 이때 시간이나 자원의 부족, 시장의 상황 같은 제약조건도 충분히 파악하여 다양한 해결책을 찾아 나서도록 동기를 부여한다. 둘째, 개념화 단계는 아이디어를 제안하고 발전시키며 그 아이디어를 테스트하는 과정이다. 브레인스토밍, 스케치, 시나리오 제작 및 프로토타이핑을 하여 아이디어를 검증한다. 이 개념화 단계에서는 아이디어에 대한 낙관적인 태도가 중요하다. 셋째, 실행 단계는 앞의 단계를 거쳐 최종 시장에 나가는 단계를 의미한다.

이런 디자인 사고 프로세스를 교육에 반영한 프로세스에는 Carroll, D.School, IDEO의 디자인 사고 프로세스와 한국의 이도현 외(2015)가 개발한 디자인적 사고 프로세스가 있다. Carroll(2010)은 디자인 사고를 understand, observe, point of view, ideate, test의 6단계 과정을 통해 상황에 따라 순환되는 것으로 제안하고 있다[4]. 스탠포드 대학의 D.School(2010)의 프로세스는 공감하기(empathize), 정의하기(define), 아이디어 내기(ideate), 프로토타이핑(prototype), 테스트하기(test)의 다섯 단계로 설명하고 있다[23].

디자인 사고 프로세스를 한국의 교육에 적합하게 수정한 이도현 외(2015)의 프로세스는 (Fig. 1)과 같다[11].



(Fig. 1) Design Thinking Process[12]

'관련지식의 이해' 단계에서는 전문가와의 대화, 멀티미디어 자료 등을 통해 문제 해결에 필요한 관련 지식을 학습하는 단계이다. '공감' 단계는 타인의 요구나 필요를 파악하고, 공감하는 단계이다. '관점 공유' 단계는 문제의 명확한 관점을 찾아내고, 이를 집단 내 개인들이 서로 공유하는 단계이다. '아이디어 생성' 단계는 브레인스토밍과 같은 창의적 사고 기법에 기반하여 문제 해결에 필요한 아이디어를 생성해내는 단계이며, '프로토타입' 단계는 아이디어를 시각화하는 단계로서, 문제를 해결해 나가는 과정에서 양자 간에 발생할 수 있는 서로 다른 이해를 효과적으로 해결하기 위한 의사소통의 방법으로서 활용될 수 있다[11][12].

3. 디자인 사고 기반 메이커 교육프로그램 개발

3.1 개발 방향

본 연구의 목적은 디자인 사고를 적용한 메이커 교육 프로그램을 개발하고, 일반 초등학교 학생에게 적용해 프로그램의 효과를 검증하는 것이다. 소프트웨어 교육이 강화된 2015 개정 교육과정은 초등학교에서는 5·6학년 학생을 대상으로 2019년부터 시작된다. 본 연구에서 적용한 디자인 사고 기반 메이커 교육프로그램은 디자인 사고와 메이커 수업과 관련된 문헌 연구를 분석해서 나온 결과와 선행 연구를 바탕으로 프로그램을 개발하였고, 프로그램의 개발 방향은 다음과 같다.

첫째, 프로그램의 내용은 2015 개정 교육과정 실과를 중심으로 하고 다른 교과와 융합하여 개발하였다.

둘째, 프로그램의 프로세스는 디자인 사고 프로세스 중 이도현 외(2015)가 개발한 디자인 사고 프로세스의 학습 단계를 따라 설계하였다.

셋째, 학생들의 창의성이 발현될 수 있도록 다양한 전략을 사용하며, 집단창의성을 고려하여 모둠별 활동과 토론을 포함하여 수업을 설계하고, 컴퓨터를 사용할 때 어려움이 없도록 학습 환경을 조성한다.

넷째, 메이커 교육에 활용한 교구로는 아두이노를 사용한다. 아두이노는 확장성이 크고, 다양한 센서들을 연결해서 실생활에 필요한 제품을 만들 수 있는 장점이 있는 교구이다.

3.2 메이커 교육프로그램 개발

디자인 사고 기반 메이커 프로그램은 <Table 2>와 같이 총 12차시의 분량으로 개발하였다. 한 주당 2차시의 수업을 진행하며 예외적으로 마지막 프로토타입 단계는 제작과 평가, 발전의 단계로 시간이 많이 소요될 것으로 예상하여 4차시 연속 차시로 개발하였다.

<Table 2> Design Thinking-based Maker Education Program

time	stage	Contents
1	Understanding knowledge	Checking the problem
2		Data collect, analysis, share
3		Sequential, selection, repetitive structure
4		Arduino-LED connection Arduino-sensor connection
5	Empathy	Identify consumers needs
6		Creating product features
7	Sharing perspective	Sharing perspective of product
8	Generating idea	Design of idea Generating algorithm
9	Prototype	Make prototype
10		Product sharing
11		Product evaluation
12		Product development

수업 주제는 5학년 실과와 과학의 융합적인 주제로 '디지털 온습도계 만들기'이고, 6학년은 실과와 과학, 도덕을 융합한 '스마트 화분 만들기'이다[19]. 학습 단계는 <Table 2>와 같이 이도현 외(2015)가 개발한 디자인 사고 프로세스에 따라서 차시별 활동을 구성하였다.

1~4차시는 '관련지식 이해 단계'로 설계하였다. 디자인적 사고 기반 메이커 교육은 관련지식의 이해 단계로 시작한다. 첫 활동은 학생들이 찾은 실생활의 문제를 해결하기 위한 자료 수집이다. 컴퓨터 등을 활용하여 문제해결에 필요한 자료를 수집, 분석하고 모둠에서 지식을 공유하여 모둠 전체가 문제에 대한 지식을 가진다. 메이커 교육에 필요한 소프트웨어 지식, 기술적 지식도 포함된다. 수업 내용으로는 1주차에 문제해결에 필요한 지식, 소프트웨어 관련 지식을, 2주차에는 소프트웨어 및 기술적인 지식을 학습하도록 내용을 구성하였다. 초등학생들이 메이커 수업을 해본 경험이 거의 없기 때문에 관련지식 이해 단계에 많은 시간을 할애하였다.

그리고 다음의 '공감 단계', '관점공유 및 아이디어 생성 단계', '프로토타입 단계'는 학생들의 집단 창의성을 발현시키는 단계이므로 SCAMPER, 브레인스토밍, 브레인 라이팅 등의 다양한 전략을 사용하여 창의적인 의견을 모으도록 하였다.

5~6차시는 '공감 단계'로 설계하였다. 학생들의 창의성을 발산할 수 있는 단계이며, 제품의 사용자와 공감하는 단계이다. 사용자와 문제를 공유하고, 사용자의 요구사항 등을 이해하며 공감하는 단계이다. 내가 아닌 타인의 요구나 필요 사항을 파악하여 문제 해결에 반영하게 된다. 사용자 뿐 아니라 모둠원과 공감을 통해 문제 해결의 아이디어를 발산하는 단계이다. 수업 내용으로는 학생들이 제품을 사용할 소비자를 정해서 소비자의 요구를 파악하고 소비자의 요구와 모둠의 요구를 바탕으로 제품을 구상하도록 내용을 구성하였다.

7~8차시는 '관점공유 및 아이디어 생성 단계'로 설계하였다. 공감에서 나온 다양하고 창의적인 아이디어들을 실제 제작에 반영할 아이디어를 모둠에서 공유한다. 아이디어 수렴과정에서 문제의 명확한 관점을 찾아낸다. 또한, 실제 제작에 필요한 아이디어를 생성해내는 단계이다. 시각적인 설계 아이디어를 생성하고 소프트웨어와 기술적 설계인 논리적인 설계 아이디어를 생성해 내는 단계이다. 수업 내용으로는 실제 제작할 제품의 관점을 명확하게 하고 시각적인 설계와 논리적인 설계 아이디어를 구체적으로 정리하도록 한다.

마지막 9~12차시는 '프로토타입 단계'로 설계하였다. 아이디어를 실제 제작해보는 단계이다. 프로토타입을 제작할 때 어려움이 없도록 텍스트언어인 스케치보다는 블록언어인 엔트리를 사용하였다. 프로토타입 단계는

아이디어를 실험하는 단계인 만큼 완벽한 제품으로 만들 필요는 없다. 제작과 검증, 평가를 계속해서 반복하고 보완·수정함으로써 아이디어를 구체화해보는 단계이다. 수업 내용으로는 실제 아두이노를 사용하여 제품을 제작하고 자기평가, 상호평가를 통해 보완할 점을 찾고 계속해서 발전시켜나가는 내용으로 구성하였다.

4. 적용 연구

4.1 연구 대상

본 연구에서는 디자인 사고 기반 메이커 교육프로그램을 개발한 후에 B시에 있는 초등학교 5~6학년 일반 학생 79명을 대상으로 적용 연구가 실시되었다. 연구 집단은 실험집단 3개 학급 46명, 통제집단 2개 학급 33명으로 구성하였다. 처치에 앞서 사전 검사를 실시하여 동질집단임을 검증하였다. 연구 대상은 <Table 3>와 같다.

<Table 3> The Number of Students for Study

Group	Grade	Classes	Total
Experimental group	5~6	3	46
Controlled group	5~6	2	33

4.2 연구 설계

본 연구는 디자인 사고 기반 메이커 교육프로그램을 개발하고 적용하여 그 효과성을 검증하는 데 목적이 있다. 이를 위하여 실험 처치 전 실험집단과 통제집단을 대상으로 창의적 문제해결력을 측정하기 위한 사전 검사를 실시하여 두 집단 간 동질성을 확인하였다. 그 다음, 실험집단에서는 본 연구에서 개발된 디자인 사고 기반 메이커 교육 프로그램을 실시하였고, 통제집단에서는 강의식 메이커 교육을 같은 기간 동안 실시하였다.

실험처치가 끝나고 난 뒤 창의적 문제해결력을 측정하기 위한 사후 검사를 실시하였다. 본 연구의 실험설계는 <Table 4>와 같다.

<Table 4> Design of the Experiment

G1	O1	X1	O3
G2	O2	X2	O4

G1 : Experimental group
G2 : Controlled group
O1, O2 : Pre-test (Creative problem solving)
X1 : Design thinking-based maker education program
X2 : Traditional lecture maker education program
O3, O4 : Post-test (Creative problem solving)

4.3 검사 및 분석 도구

창의적 문제해결력을 측정하기 위한 사전, 사후 검사지로는 한국교육개발원(2001)의 '간편 창의적 문제해결력 검사 개발 연구(2001)'를 기반으로 서울대 심리 연구실 MI연구팀(2004)에서 개발한 검사지를 사용하였다[5][8]. 이 검사지는 20문항으로 구성되어 있고 네 가지의 하위요인으로 창의적 문제해결력을 구분하고 있다. 하위요인으로는 '특정 영역의 지식 및 사고 기능과 기술의 이해 및 숙달', '확산적 사고', '비판적·논리적 사고', '동기적 요소'의 네 가지이다. 각 하위요인 당 4문항씩으로 구성되어 있으며 Likert 5점 평정척도를 사용하였다. 본 연구에서의 창의적 문제해결력의 신뢰도 계수(Cronbach's α)는 .935로 높은 신뢰도를 가진 것으로 확인되었다.

사전, 사후 검사 자료의 분석은 Windows용 IBM SPSS Statistics 21 버전을 사용하였다. 실험 처치 전 창의적 문제해결력을 측정하기 위한 사전 검사를 실시하고 실험집단과 통제집단의 동질성을 확인하기 위해 독립표본 t-검정을 실시하였다. 이 후, 실험 처치를 한 뒤 사전 검사와 동일하게 사후 검사를 실시하고 효과성을 검증하기 위해 실험집단과 통제집단을 대상으로 독립표본 t-검정을 실시하였다. 또한 각 집단 내의 변화를 확인하기 위해 집단 별로 대응표본 t-검정을 실시하였다.

5. 연구 결과

5.1 사전 검사

실험 처치 전에 실험집단과 통제집단의 동질성을 확

인하기 위해 창의적 문제해결력 측정 사전 검사를 실시하였다. 두 집단의 창의적 문제해결력의 사전 검사결과는 <Table 5>와 같다.

<Table 5> Results of the Pre-Test

Element	Group	M	SD	t	p
Knowledge & thinking skills·Understanding & mastery of technology in specific area	Experimental	16.457	3.557	.579	.564
	Controlled	15.968	3.853		
Diffusion thinking	Experimental	16.891	4.001	.115	.908
	Controlled	16.788	3.830		
Critical & logical thinking	Experimental	19.435	3.277	1.793	.077
	Controlled	17.970	3.972		
Motivational component	Experimental	18.652	4.116	1.467	.146
	Controlled	17.303	3.909		

*p<.05, **p<.01

창의적 문제해결력을 측정하는 사전 검사 후, 두 집단 간의 동질성 여부를 확인하기 위해 독립 t-검정을 실시한 결과, 각 하위 요인 별 유의 수준이 .05보다 높게 측정되었다. 따라서 실험집단과 통제집단은 창의적 문제해결력에 통계적으로 유의미한 차이가 없는 동질 집단임이 확인되었다.

5.2 사후 검사

5.2.1 집단 간 사후 검사 결과

실험 처치 후 두 집단 간 유의미한 차이가 있는지 확인하기 위하여 사후 검사를 바탕으로 독립 t-검정을 실시하였다. 검사결과는 <Table 6>과 같다.

창의적 문제해결력 사후 검사 결과, 실험집단의 하위 요인 전체의 평균이 통제집단보다 높게 측정되었다. 또한 하위 요인 전체의 유의 수준이 .05이하로 나타나 두 집단 간 유의한 차이를 보였다. 따라서 디자인 사고 기반 메이커 교육 프로그램을 실시한 초등학생들의 창의적 문제해결력이 강의식 메이커 교육을 실시한 초등학생들의 창의적 문제해결력과 비교하여 유의한 변화를 보였음이 확인되었다.

<Table 6> Results of the Post-Test

Element	Group	M	SD	t	p
Knowledge & thinking skills·Understanding & mastery of technology in specific area	Experimental	19.870	3.474	2.587	.012*
	Controlled	17.576	4.402		
Diffusion thinking	Experimental	20.022	4.145	2.643	.010*
	Controlled	17.394	4.643		
Critical & logical thinking	Experimental	22.087	3.061	3.629	.001**
	Controlled	19.303	3.746		
Motivational component	Experimental	21.848	3.360	2.455	.016*
	Controlled	19.909	3.600		

*p<.05, **p<.01

5.2.2 집단 내 사전-사후 검사 결과

각 집단 내에서 창의적 문제해결력의 변화를 확인하기 위하여 집단 별 사전, 사후 검사 점수를 대응표본 t-검정으로 비교하였다. 통제집단의 사전-사후 검사별 결과는 <Table 7>과 같다.

통제 집단의 사전, 사후 검사 결과를 비교해보니, 각 검사별 하위요인의 평균은 다소 향상된 걸로 확인되었다. 그러나 창의적 문제해결력의 하위 요인 대부분의 유의 수준이 .05이상으로 강의식 수업 결과 사전, 사후 유의미한 차이가 없었다. 다만, 하위요인 중 동기적 요소는 유의 수준이 .002로 사전, 사후 결과 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

강의식 메이커 수업의 경우에는 학생들의 지식전달에 중점을 두는 수업이므로, 지식 및 사고 기능과 기술의 이해 및 숙달, 확산적 사고, 비판적·논리적 사고에 유의미한 차이가 없는 것으로 해석된다. 동기적 요소에 차이가 있었던 요인으로는 메이커 교육 자체가 학생의 동기적 요소에 유의미한 영향을 미쳤다고 해석되며, 연구 대상이었던 학생들이 메이커 교육을 처음 받는 학생들이

<Table 7> Results of the Pre-/Post- Test of the Controlled Group

	Element	M		SD		t	p
		pre	post	pre	post		
Creative problem solving ability	Knowledge & thinking skills· Understanding & mastery of technology in specific area	15.970	17.576	3.853	4.402	-1.659	.107
	Diffusion thinking	16.788	17.394	3.830	4.643	-.562	.578
	Critical & logical thinking	17.970	19.303	3.972	3.746	-1.523	.138
	Motivational component	17.303	19.909	3.909	3.600	-3.297	.002**

*p<.05, **p<.01

고 피지컬 교구를 처음 다뤄보기 때문에 학습동기에 영향을 미쳤을 것으로 해석된다.

실험집단의 사전 - 사후 검사별 결과는 <Table 8>과 같다.

실험집단의 사전, 사후 검사 결과를 비교해보니 각 검사별 하위요인의 평균이 향상된 걸로 확인되었다. 또한 창의적 문제해결력의 하위 요인의 전체 영역에서 유의 수준이 .05이하로 통계적으로 유의한 차이가 있음을 확인하였다.

<Table 8> Results of the Pre-/Post- Test of the Experimental Group

	Element	M		SD		t	p
		pre	post	pre	post		
Creative problem solving ability	Knowledge & thinking skills· Understanding & mastery of technology in specific area	16.457	19.870	3.557	3.474	-4.200	.000***
	Diffusion thinking	16.891	20.022	4.001	4.145	-3.550	.001**
	Critical & logical thinking	19.435	22.087	3.277	3.061	-3.977	.000***
	Motivational component	18.652	21.848	4.116	3.360	-4.059	.000***

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

5.3 검사 결과의 해석

연구 결과를 종합해보면, 실험집단과 통제집단을 비교했을 때 창의적 문제해결력의 하위요인인 특정 영역 지식 및 사고 기능과 기술의 이해 및 숙달, 확산적 사고, 비판적·논리적 사고, 동기적 요소 모두 통계적으로 유의미함을 보여 디자인 사고 기반 메이커 교육은 강의식 메이커 교육에 비해 창의적 문제해결력 향상에 효과가 있음을 확인하였다.

또한, 실험집단 내에서 사전-사후 검사 결과를 비교해봤을 때에도 창의적 문제해결력 하위요소 전체에서 유의미한 차이를 보였다. 이는 디자인 사고 기반 메이커 교육을 이수한 학생은 창의적 문제해결력이 향상된다는 결론을 뒷받침하는 증거이다.

이는 전통적인 교사 주도의 강의식 수업에 비해 디자인 사고를 적용한 수업 방법이 학생들의 창의성 발현에 효과가 있다는 것을 뒷받침한다. 학생들은 공감하기, 관점공유, 아이디어 생성 단계에서 사용자의 요구를 인터뷰하고 모둠원들과 토의를 거치면서 창의적인 아이디어를 많이 생산하였다. 또한 관련지식의 이해와 프로토타입 단계를 자기 주도적으로 수행함으로써 창의성을 더욱 발현시켰다고 해석된다.

사용자에게 공감하기 활동이 어땠냐는 교사의 물음에 학생들은 '아이디어를 더 쉽게 낼 수 있었다', '사용자의 의견을 반영해서 더 좋은 제품을 만들 수 있었다', '사용자가 불편한 점을 쉽게 확인할 수 있었다', '사용자의 마음을 이해할 수 있었다', '다양한 의견을 들어서 기능을 설계할 때 놀라운 아이디어가 나왔다' 등의 대답을 하였다. 특히 공감하기는 디자인 사고의 적용에서 핵심적인 활동이며, 학생의 창의성을 쉽게 발현하도록 도와주는 활동임이 확인되었다.

6. 결론 및 제언

소프트웨어를 기반으로 하는 융합 사회인 4차 산업혁명의 시대가 시작되었다. 4차 산업혁명의 특징 중 하나는 생산과 소비가 결합되어 소비자가 필요한 물건을 직접 만들어서 사용하는 것이다. 이에 4차 산업혁명의 핵심 운동으로 메이커 운동이 떠오르고 메이커 운동을 넘

어서 메이커 교육으로 향하고 있다. 그리고 문제해결 프로세스와 사고 방법으로 디자인 사고가 주목받고 있다. 디자인 사고의 핵심은 사용자와의 공감을 통해 창의적으로 문제를 해결하는 것이다.

이에 본 연구에서는 디자인 사고 기반 메이커 교육을 개발하고, 초등학교 5, 6학년 학생 79명을 대상으로 실험집단과 통제집단으로 나누어 각각 디자인 사고 기반 메이커 교육과 강의식 메이커 교육을 실시하고 초등학생의 창의적 문제해결력에 미치는 영향을 연구하였다. 본 연구를 통해 얻은 결론은 다음과 같다. 개발된 디자인 사고 기반 메이커 교육을 적용한 초등학생들의 창의적 문제해결력이 강의식 메이커 교육과 비교하여 통계적으로 유의미하게 향상되었다.

새롭게 개정된 2015 개정 교육과정의 총론에서는 이 교육과정이 추구하고자 하는 핵심역량 중의 하나가 다음과 같이 제시되어 있다.

> "폭넓은 기초 지식을 바탕으로 다양한 전문 분야의 지식, 기술, 경험을 융합적으로 활용하여 새로운 것을 창출하는 창의적 사고 역량"

본 연구에서 수행한 디자인 사고 기반의 메이커 교육이 초등학생들의 창의적 사고 역량 증진에 도움이 될 것으로 생각한다. 또한, 본 연구를 진행하면서 나온 결과 및 시사점들을 바탕으로 후속 연구를 위한 제언은 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서 개발된 디자인 사고 기반 메이커 교육은 총 12차시로 구성되었다. 2015 개정 교육과정에 따르면 실과 교과에서 소프트웨어 관련 차시가 17시간 이상으로 제한되어있다. 17차시 중 메이커 교육으로 12차시를 구성하기는 어렵다고 생각된다. 따라서 디자인 사고 기반 메이커 교육은 다른 교과와 융합하여 수업이 이루어져야 하며, 이를 위해 디자인 사고 기반 메이커 교육을 위한 다양한 교과 융합적인 주제에 대한 후속 연구가 필요하다.

둘째, 디자인 사고 기반 메이커 교육이 초등학교 현장에서 제대로 실시되기 위해서는 교사 연수 프로그램이 개발되어야 한다. 초등학교 교사는 학년 구분, 교과 구분이 없다. 따라서 전체 교사가 쉽게 배울 수 있도록 온라인 또는 오프라인 연수 프로그램 개발을 위한 연구가 필요하다.

셋째, 본 연구 실험의 참여자는 실험집단 46명, 통제집단 33명으로 제한되어 있다. 이는 2019년부터 초등학교 5~6학년 학생을 대상으로 소프트웨어 교육이 시작되기 때문에 앞으로 학교 현장에서 실험 참여자를 더욱 확대해 실시하고 결과를 분석할 필요가 있다.

참고문헌

[1] Anderson, C. (2012). Makers: The New Industrial Revolution. Crown Business.

[2] Blikstein, P. (2013). Digital Fabrication and 'Making'in Education: The Democratization of Invention. *FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors, 4*.

[3] Brown, T. (2008). Design thinking. *Harvard Business Review, June. 2008*. Harvard Business School Publishing Corporation.

[4] Carroll, M., Goldman, S., Britos, L., Koh, J., Royalty, A. & Hornstein, M.(2010). Destination, Imagination, and the Fires Within: Design Thinking in a Middle School Classroom. *International Journal of Art & Design Education, 29*(1), 37-53.

[5] Cho. S., Jang. Y., Jung. T. & Lim. H. (2000). A Study on the Development of Simple and Creative Problem-Solving Test (1). Seoul: Korea Educational Development Institute.

[6] Cho. S. & Nah. K. (2012). A Study on the Social Role of Creativity and Innovation in Design. *Journal of the Korean Society of Design Culture, 8*(1), 433-447.

[7] Fried, B. & Wetstone, K. (2014). President Obama at the White House Maker Fair: "Today's DIY is tomorrow's 'made in America'" [White House blog post].

[8] Hwang. S. (2015). Effect of Programming Education using App Inventor on Informatics Gifted Elementary Students' Creative Problem Solving Ability and Learning Flow. A Study on the Master's

Degree in Graduate School of Korea National University of Education.

[9] IDEO (2012). Design Thinking for Educators.

[10] Kim. Y. (2015). A Study on Effect of the Characteristics of Design Thinking on the Performance of Entrepreneurial Firm. A Study on the Master's Degree in Graduate School of Industry & Entrepreneurial Management, Chung-Ang University.

[11] Lee. D. (2015). Exploration of Core Competence and Development of Process for the Introduction of Design Thinking to Science Education as a Method for Group Creativity Education. A Study on the Doctor's Degree in Graduate School of Korea National University of Education.

[12] Lee. D., Yoon. J. & Kang. S. (2015). The Suggestion of Design Thinking Process and its Feasibility Study for Fostering Group Creativity of Elementary-Secondary School Students in Science Education. *Journal of the Korean Association for Science Education, 35*(3), 443~453.

[13] Lee. J. (2015). A Study of Design Thinking Adaptation to Computer Education Based on Computational Thinking-Focused on Computer Education for Elementary School, *Journal of the Korean Society of Design Culture, 21*(1), 455-467.

[14] Lee. J. (2017). A Study of Design Thinking Adaptation for Maker Education Process, J*ournal of Korea Design Forum, 54*, 225-234.

[15] Lee. S. (2018). The Effect of a Design Thinking-based Maker Education Program on Elementary School Students' Creative Problem Solving Ability and Learning Motivation. A Study on the Master's Degree in Graduate School of Korea National University of Education.

[16] Maker Education Initiative. (2014). The Maker Education Initiative's Mission. [2014-06-30]. https://makered.org/about/.

[17] Martinez, S. L. & Stager, G. (2013). Invent to Learn: Making, Tinkering, and Engineering in the Classroom. Constructing Modern Knowledge Press.

[18] Ministry of Education, Korea (2015). The National Guidelines for the Elementary and Secondary Curriculum. #2015-74 [Annex 1].

[19] Ministry of Education, Korea (2015). The Practical Arts (Technology/Home Economics) and Informatics Curriculum. #2015-74 [Annex 10].

[20] Ministry of Education, Korea (2015). The Creative Experiential Activities (including Safe Life) Curriculum. #2015-74 [Annex 42].

[21] Ministry of Science, ICT and Future Planning. (2016). Makers Revitalization Plan.

[22] Song. K. & Kim. S. (2015) Integrate the Education of the Maker Revolution, Seoul: Hongrung publishing company.

[23] Stanford D.School (2010). Bootcamp Bootleg. https://dschool.stanford.edu/resources/the-bootcamp-bootleg

저자소개

이 승 철

2018 한국교원대학교 컴퓨터교육과(교육학 석사)

2018~현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 박사과정

관심분야 : 메이커교육, 데이터 리터러시, 소프트웨어 교육

E-Mail : smartysc@gmail.com

김 태 영

1994 Texas A&M University 컴퓨터과학과(박사)

1994~현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수

관심분야 : 컴퓨터교육, 데이터베이스, 프로그래밍

E-Mail : tykim@knue.ac.kr

김 진 수

1992 인하대학교 전기공학과(박사)

1992~현재 한국교원대학교 기술교육과 교수

관심분야 : STEAM 융합교육, 공업교육, 기술교육

E-Mail : jskim@knue.ac.kr

강 성 주

1992 Texas A&M University(박사)

1995~현재 한국교원대학교 화학교육과 교수

관심분야 : 화학교육, 메이커교육, 리빙랩

E-Mail : sjkang@knue.ac.kr

윤 지 현

2011 서울대학교 화학교육과(박사)

2011~현재 단국대학교 교육대학원 교수

관심분야 : 화학교육, 메이커교육, 교사교육

E-Mail : yoonji@dankook.ac.kr