

초·중등학생을 위한 디자인적 사고기반의 STEAM교육 프로그램의 효과

김세미*·김정겸**·김성호***·맹준희***†

*카이스트 융합교육연구센터

**충남대학교 교육학과

***카이스트 융합교육연구센터

Effect of Design Thinking-based STEAM Program for Primary and Secondary Students

Kim, Se Mi*·Kim, Jeong Kyoum**·Kim, Sung Ho***·Maeng, Joon Hee***†

*Convergence Research Center for Education&Technology, KAIST

**Department of Education, Chungnam National University

***Convergence Research Center for Education&Technology, KAIST

ABSTRACT

This study aims to investigate the effect of design thinking-based STEAM program for primary and secondary students. The design thinking-based STEAM program dealt with advanced scientific technology issues and it consisted of 8 topics. A questionnaire was developed to explore the change of Science concept awareness, Interest, Self-efficacy, Career consciousness of students through the program. The questionnaire consisted of following 4 areas, such as 'Science concept awareness', 'Interest', 'Career consciousness' and 'Self efficacy'. Pre-post test was conducted to 75 primary and secondary students. As a result of analyzing post-test compared to pre-test, 'Science concept awareness', 'Career consciousness' and 'Self efficacy' of students were improved. And the 'Interest' wasn't changed significantly. Through this research, it can be suggested that the design thinking-based STEAM program can be useful at school education to improve the Science concept awareness, Career consciousness and Self-efficacy of primary and secondary students. It is also proposed that further research of the various areas of interest and other affective variables will be needed.

Keywords: STEAM, Design thinking, Science concept awareness, Interest, Career consciousness, Self-efficacy

1. 서 론

현대 과학 기술은 여러 분야에서 폭발적으로 발전하고 있으며, 발전 속도도 매우 빠르다. 과학기술의 빠른 발전을 통해 우리사회는 시간과 공간에 제약없이 많은 지식과 정보를 공유할 수 있는 정보화 사회에 살게 되었다. 따라서 미래 사회에 필요한 인재는 수많은 양의 정보 중에서 필요한 정보를 수집 및 선별하고, 이를 활용하여 새로운 차원의 지식을 창출할 수 있는 역량이 필요하다. 새로운 정보와 지식을 창출하기 위해서는 개인이 특정영역의 지식을 활용하여 문제를 해결하는 것을 넘어

다양한 분야의 여러 사람들이 서로 다른 배경지식을 공유하고 협력하여 집단지성을 발현할 수 있어야 한다. 이에 미래사회에 필요한 인재양성을 위해 집단지성을 통한 융합적 사고가 강조되고 있다(최상덕, 2011; 최정훈, 2013).

이러한 흐름에 맞추어 우리나라 교육과정에서는 STEAM교육을 통해 융합형 인재를 양성하는 것을 교육 목표로 제시하고 있다(교육과학기술부, 2010). 즉, 실생활의 문제를 해결하기 위해 과학, 기술, 공학, 예술, 수학 영역에서의 지식과 정보를 융합적으로 활용하고 사고하는 창의적이고 융합적인 문제해결력 향상에 목표를 두고 있다(백운수 외, 2012). 이러한 목적으로 개발된 STEAM프로그램들은 상황제시, 창의적 설계, 감성적 체험이라는 준거 및 과정을 바탕으로 개발되어 적용되고 있다(조향숙 외, 2012). 이 중 '창의적 설계'는 문제를 해결하기

Received February 14, 2018; Revised March 22, 2018

Accepted March 23, 2018

† Corresponding Author: talent@kaist.ac.kr

위하여 창의적으로 대안을 탐색하고 문제에 대한 해결방안을 설계하도록 하는 과정으로(강갑원, 2015), STEAM교육이 기존의 교육과 다르게 차별성을 띄는 과정이기도 하다. 그러나 실제 학교 현장에서는 ‘창의적 설계’ 과정이 단순히 교과 간 융합된 수업으로 구성되어 있어 창의적 문제해결능력 및 융합적 사고함양을 위한 과정으로서의 역할을 하고 있지 않다(김성원, 2013).

따라서 본 연구에서는 창의적 문제해결을 위한 사고 과정을 명시적으로 단계화 한 디자인적 사고를 도입하고자 한다. 디자인적 사고(design thinking)는 세계적 컨설팅 회사인 IDEO에서 시작된 문제 해결 프로세스 및 사고 방법으로 여러 사람이 문제에 대해 ‘공감’과 ‘협력’을 모토로 하여 문제 해결의 시각화를 통해 해결책을 찾아내는 창의적 사고 방법이다(Brown, 2014; Martin, 2009). 디자인적 사고는 문제 해결의 ‘결과’보다는 ‘과정’을 강조하기 때문에 목적이나 강조점에 따라 사고의 단계가 달라진다(김강용, 2015; 전경민, 2013). 이에 다양한 디자인적 사고 과정에 대한 문헌조사(Brown, 2014; Carroll et al., 2010; Konno, 2010; Martin, 2009)를 통해 디자인적 사고과정의 여러 단계들을 탐색하고 이중, 교육분야에서 많이 활용되고 있는 D.school(2010)의 사고 과정을 토대로 프로그램을 개발하고자 하였다.

D.school(2010)의 디자인적 사고 과정은 공감(Empathize) - 정의(Define) - 아이디어 창출(Ideate) - 프로토타입(Prototype) - 검증(Test)으로 구성되어 있다(Fig. 1 참조).

첫 단계인 ‘공감(Empathize)’ 단계는 팀 구성원끼리 문제점을 제안한 사람의 내면으로 들어가 문제 제기자의 입장에서 문제를 바라보는 단계이다. ‘공감’ 단계는 디자인적 사고가 다른 창의적 발상모델과 가장 두드러진 차이점으로 볼 수 있는 인간중심적 특성을 가진 절차인데, 이 단계에서 도출해낸 문제점을 ‘정의(Define)’ 단계에서 정의한다. 다음으로 ‘아이디어 창출(Ideate)’ 단계에서는 팀 구성원이 가능한 많은 수의 아이디어를 발산해내는 브레인스토밍 단계로서 가능한 동등한 분배로 발언하고 의견의 적극적 경청과 수용이 이루어질 수 있게 해야 하며, 이 과정에서 수많은 아이디어 교류로 인한 집단창의성이 발현될 수 있다. ‘프로토타입(Prototype)’에서는 아이디어 창출 단계에서 다수결로 수용된 획기적인 아이디어를 가장 간단한 결과물(모형, 글, 그림, 역할극, 스토리보드 등)로 실행해보는 단계로 아이디어의 실행과 수정의 순환적 과정을 거치도록 하는 단계이다(우영진, 2017). 마지막으로 ‘검증(Test)’ 단계는 수많은 프로토타입 과정 후 최종적인 결과물을 생산해 정의 단계에서 정의된 문제가 잘 해결했는지 여부를 확인해보는 프로세스의 마지막 단계이다.

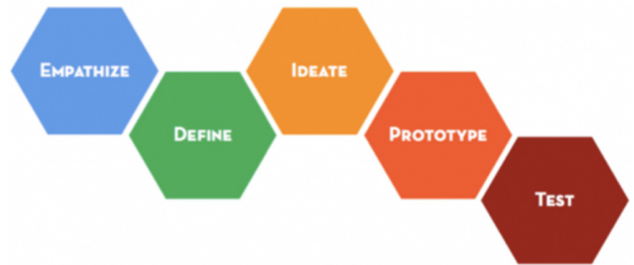


Fig. 1 D.school Design thinking process(Bootcamp Bootleg D.School, 2010)

디자인적 사고를 교육 분야에 도입한 연구들을 보면, 주로 창의성과 관련된 연구가 대부분이다(고운, 2013; 이도현 외, 2014; 우영진, 윤지현, 강성주, 2016). STEAM교육의 경우, STEAM교육을 적용한 수업이 학생들의 인지적 영역(지식습득, 학습)에 영향을 미친다는 연구(조보람, 이정민, 2014; 김효정 외, 2015)와 자기효능감, 흥미, 태도 등과 같은 정의적 영역에 영향을 미친다는 연구(강인에 외, 2012; 박혜원, 신영준, 2012; 고현, 유영길, 2015; 김효정 외, 2015)가 있으나 디자인적 사고가 적용된 STEAM수업의 효과에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 디자인적 사고 기반의 STEAM교육을 통한 학생의 과학개념인식, 흥미, 진로인식, 자기효능감의 변화에 대해 알아보고, 디자인적 사고 기반의 STEAM 프로그램의 실용성과 향후 방안에 대한 함의점을 제안하고자 한다.

II. 연구방법

1. 디자인적 사고 기반의 STEAM 프로그램 개발

가. 디자인적 사고 기반의 STEAM교육 설계모형

STEAM교육의 설계 모형은 매우 다양하나 대표적으로 상황제시, 창의적 설계, 감성적 체험의 3단계로 구성되어 있다(백운수 외, 2011). 상황제시 단계는 실생활 융합문제를 제시하여 학생들이 자신의 문제로 인식할 수 있도록 하는 단계이다. 창의적 설계 단계는 공학적인 문제해결방식을 강조하여 문제를 해결하도록 하며, 협력적으로 최적의 방안을 찾는 종합적인 과정이다. 마지막으로, 감성적 체험단계는 성공을 경험하게 하고 자기평가를 하도록 하며, 새로운 도전 요소를 제시해 주는 단계이다.

본 연구에서는 STEAM교육 설계 모형의 3단계 중 창의적 문제 해결과정에 디자인적 사고 원리를 도입한 ‘디자인 씽킹 기반 STEAM 교육 설계 모형(태진미, 2001)’을 바탕으로 이를 일부 수정하여 프로그램을 개발하였다. ‘디자인 씽킹 기반 STEAM 설계 모형’은 ‘상황제시’, ‘창의적 설계’ 단계로 이루어져 있으며,



Fig. 2 Model of Design Thinking-based STEAM Education

‘창의적 설계’단계는 공감-문제정의-아이디어-시제품 제작-시연의 5과정을 거치도록 구성되었다. 마지막으로 ‘감성적 체험’은 전 단계에서 경험할 수 있도록 구성되었다(태진미, 2016).

그러나 STEAM 모형의 마지막 단계인 ‘감성적 체험’이 성공을 경험하고 체험하는 단계(조향숙 외, 2012)라는 관점에서 볼 때, 이는 디자인적 사고의 마지막 과정인 ‘시연’과 중복되는 영역으로 판단된다. 즉, 디자인적 사고에서 ‘시연’과정은 모든 과정에서의 고민과 피드백을 반영한 산출물을 실제 작동해 보고 시연하는 과정으로서 성공적 체험이 중점적으로 일어나는 과정이다(김강용, 2015). 이에 본 연구진들을 ‘감성적 체험’과 ‘시연’과정의 중복성을 인지하고 수차례 회의를 통해 태진미(2016)의 모형을 일부 수정하였다. 즉, 창의적 설계의 마지막 과정인 ‘시연’을 ‘실행 및 시연’으로 수정하였으며, 해당 과정을 창의적 설계 단계의 하위 과정이 아닌 창의적 설계 다음에 수행하는 마지막 단계로 설정하였다. 또한 감성적 체험의 경우, 프로그램의 전 과정에서 공유와 피드백이 이루어질 수 있도록 구성하여 프로그램의 모든 과정에서 가능하도록 하였다.

최종적으로 디자인적 사고 기반의 STEAM 교육 설계모형은 상황제시-창의적 설계-실행 및 시연의 3단계로 설정되었고, 창의적 설계단계에 공감-문제정의-아이디어-시제품 제작으로 구성되는 4개의 디자인 사고 단계를 하위단계로 설정하였다. 그리고 마지막으로 실행 및 시연 단계를 설정하여 모형을 완성하였다(Fig. 2 참조).

나. 디자인적 사고 기반의 STEAM프로그램 개발

상황제시-창의적 설계-실행 및 시연의 단계로 구성된 디자인적 사고기반의 STEAM교육 설계 모형(Fig. 2 참조)을 바탕

으로 8가지의 프로그램을 개발하였다.


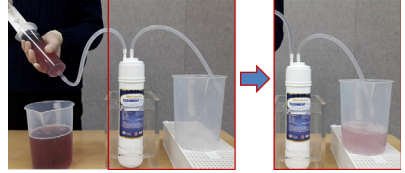
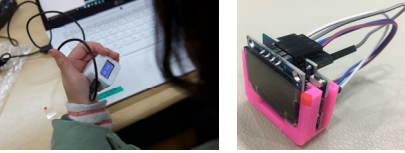

‘상황제시’단계는 학생들이 문제를 인식할 수 있도록 문제 상황을 제시하고, 문제에 대한 흥미와 동기를 유발시키는 단계이다. 따라서 학생들이 호기심을 갖고 흥미를 유발하기 위해 우리 생활에서 실제 발현되는 기술 중 첨단 과학기술 중심으로 주제를 선정하였다. 또한, 디자인적 사고과정은 문제를 해결하는 ‘과정’이 강조되는 전락이며, 새로운 형태의 활동이 포함된 과정이기 때문에 학생들의 인지적 부담감을 최소화할 필요가 있다(남주영, 김향미, 2012). 따라서 프로그램 주제 선정 시 새롭고 흥미로운 주제들을 중심으로 프로그램을 개발하는 것이 매우 중요하다.

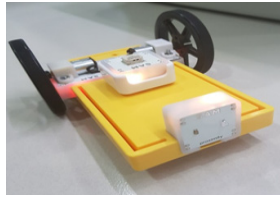
이에 본 연구에서 선정한 첨단과학 주제들은 실제 우리 생활에서 사용되고 있는 최신공학기술이 융합된 주제들로 프로그램을 구성하였고, 해당 공학기술이 어떻게 사용되고 있는지, 관련한 진로에는 어떠한 분야들이 있는지를 중심으로 상황을 제시하였다. 선정된 주제들은 총 8가지이며, 프로그램에 대한 구체적인 내용은 Table 1과 같다.

각 주제들은 ‘창의적 설계’ 단계에 도입된 디자인적 사고 과정인 공감-문제정의-아이디어-시제품 제작 활동을 통해 문제를 해결하도록 하였고, 마지막으로 ‘실행 및 시연’단계를 통해 시제품을 발표하고 피드백을 반영하여 수정하는 활동으로 구성되었다.

디자인적 사고 기반의 STEAM프로그램을 적용한 프로그램의 운영은 각 주제별 2차시로 운영되었으며, 한 차시는 50분으로 구성되었다. 그러나 제작시간이 많이 소요되는 4개의 주제들(식물 DNA에디터, 홈 ESS 컨설팅터, 워터 퓨리파이어, VR 커뮤니케이터)의 경우, 시제품 제작에 소요되는 시간이 추가적으로 필요할 것으로 판단되어 2차시를 110분으로 구성하였다.

Table 1 Design thinking based STEAM Program

No	학습주제	주요활동
1	사이언스 커뮤니케이터	<ul style="list-style-type: none"> 사이언스 커뮤니케이터 진로 소개 직접 사이언스 커뮤니케이터가 되어 과학 전시물 설명 체험 체험과정을 촬영, 촬영영상 제작 및 편집(360°카메라, VR고글, 편집 툴 사용)
2	식물 DNA 에디터	<ul style="list-style-type: none"> 가뭇에 잘 견디는 식물(건조내성식물)의 특성 소개 및 DNA기술과 관련진로 소개 식물조직배양 체험(무 DNA 추출, 판독, 비교 및 편집) DNA기술에 의한 바이오 혁명(ex. 유전자 가위) 소개 
3	홈 ESS 컨설턴트	<ul style="list-style-type: none"> 에너지, 대체에너지, 홈 ESS시스템, 에너지 관련진로 소개 홈 ESS시스템 제작 (충전모듈, 배터리, 태양광 패널 사용) 홈 ESS로 조명과 스피커(부저, LED전구) 켜보기
4	워터 퓨리파이어	<ul style="list-style-type: none"> 물자원 불균형상태 및 수자원의 중요성 소개, 물 부족을 해결하기 위한 방안 모색, 수자원 관련 진로 소개  <ul style="list-style-type: none"> 수처리 공정(흡착, 응집, 여과, 소독)구현 수질측정 키트를 사용한 수질측정 및 정수
5	OLED 갤러리	<ul style="list-style-type: none"> 디스플레이기술과 활용분야 및 진로소개 날씨를 알려주는 초소형 위젯제작을 위한 코딩 위젯을 실행할 OLED 디스플레이 디바이스 제작 미래의 디스플레이 전망 및 관련진로 탐색 
6	드로잉 E시티	<ul style="list-style-type: none"> 전기에너지, 친환경에너지, 도시운영에너지 생태계 구성과 진로 소개 친환경 에너지를 생산 및 소비하는 에너지 시티 설계 및 제작(태양광 모듈, 구리테이프, LED전구, DC모터사용) 미래의 스마트 에너지 시티 전망 및 관련 진로 탐색 
7	팻케어 솔루션	<ul style="list-style-type: none"> IoT기술 원리 및 IoT기술 적용사례 및 진로 소개 팻케어 IoT시스템 설계(자동먹이공급 시스템, 조명관리 시스템 등) 팻케어 IoT시스템 제작(코딩을 통한 시스템 조작 및 제어, SW 코딩전용 키트 사용) IOT 기술의 활용 및 미래 및 관련 진로 탐색

No	학습주제	주요활동
8	퍼스널 전기차	<ul style="list-style-type: none"> 전기자동차와 환경, 전기자동차 부품 및 원리, 전기자동차 관련진로 소개 전기자동차 설계, 조립 및 구현(코딩을 통한 시스템 조작 및 제어, SW 코딩전용 키트 사용) 전기자동차의 미래 및 관련진로 탐색 

차시별 프로그램 운영과정을 살펴보면, 1차시에는 ‘상황제시’와 ‘창의적 설계’ 중 공감-문제정의-아이디어 과정을 활동하도록 구성하였으며, 2차시에는 전 차시에서 설계한 아이디어를 중심으로 ‘시제품을 제작’하고, ‘실행 및 시연’을 하는 과정으로 구성되었다.

Fig. 3은 디자인적 사고기반의 STEAM교육설계모형(Fig. 2 참조)을 토대로 2차시로 구성된 프로그램의 운영절차이다. 이는 8가지 프로그램 중 하나인 ‘사이언스 커뮤니케이터’의 운영 절차를 예시로 제시한 것이다.

운영절차를 살펴보면, 1차시에는 ‘상황제시’단계와 ‘창의적 설계’단계의 4과정 중 3과정인 공감-문제정의-아이디어까지의 활동으로 구성되었다.

‘상황제시’단계에서는 사이언스 커뮤니케이터라는 새로운 진로를 소개하여 흥미를 자극하고, 문제 상황에 대한 기본적인 이해를 위해 사이언스 커뮤니케이터에 대해 조사한 후, 조사결과를 집단구성원들과 공유하도록 하였다. 또한 직접 사이언스 커뮤니케이터가 되어 과학지식을 전달하고 의사소통을 경험하도록 하기 위한 문제상황을 제시하였다.

이어, ‘창의적 설계’에서의 공감-문제정의-아이디어 활동이 진행되었다. 이 중 첫 번째인 ‘공감’에서는 효과적인 사이언스 커뮤니케이터가 되기 위해 기존에 지루하거나 흥미를 느끼지 못했던 과학수업과 교수자의 특징이 무엇인지에 대해 집단 구성원들과 공유하고 주요 사안(문제점)을 도출하도록 하는 과정으로 구성되었다. 다음으로 ‘문제 정의’에서는 공감 단계에서 도출해낸 문제점을 중심으로 해결하고자 하는 분야에 대해 초점화하도록 하였다. 이에 학생들로 하여금 과학학습을 재미있게 하기 위한 요소와 이를 전달하는 사이언스커뮤니케이터에게 필요한 역할에 대해 정의(Define)하도록 하였다. 세 번째 과정인 ‘아이디어’에서는 사이언스 커뮤니케이터가 과학에 대해 설명하는 과학학습 영상물을 제작하기 전에 효과적인 과학 학습 영상물이 되기 위해 아이디어를 공유하는 활동으로 설계

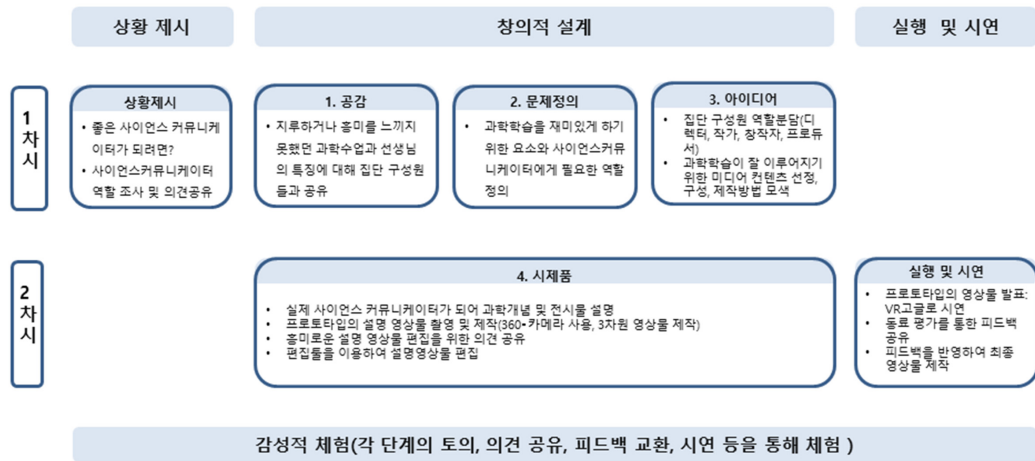


Fig. 3 Example of Procedure of Science Communicator Program

되었다. 즉, 집단 구성원 간에 역할을 분담(디렉터-director, 작가-writer, 창작자-creator, 프로듀서-producer 등)하여 아이디어를 공유하고 문제해결을 위한 다양한 대안을 탐색(ideate)하도록 하였다. 또한, 과학학습이 잘 이루어지기 위한 미디어 콘텐츠를 선정, 구성, 제작하기 위한 방법을 모색하는 과정으로 구성하였다.

2차시는 ‘시제품’과 ‘실행 및 시연’으로 구성되었다. ‘시제품’ 과정은 ‘아이디어’ 과정에서 논의된 결과를 반영하여 프로토타입의 영상물을 제작하도록 하였는데, 이 때 360°카메라와 편집툴을 사용하여 촬영 및 제작하도록 하였다.

시제품 제작을 완료한 후에는 제작한 프로토타입의 영상물을 VR고글을 사용해 감상할 수 있도록 하여 산출물을 시행 및 발표하도록 하였고, 이에 대한 동료 평가를 통해 피드백을 들은 후, 이를 반영하여 완성된 영상물을 완성하도록 하였다.

감성적 체험은 학습자들의 능동적 참여와 소통, 협력을 통해 창의적으로 문제를 해결하는 과정에서 경험가능하기 때문에 토의와 같은 활발한 의견공유를 통해 자기 성취감 등을 얻을 수 있도록 구성하는 것이 중요하다(태진미, 2016). 따라서 본 연구에서는 ‘상황제시’ 단계에서 문제상황에 대한 파악을 위하여 집단 구성원들이 자료를 조사하고 조사결과에 대한 의견을 공유하는 과정을 포함하였다. ‘창의적 설계’ 단계는 문제해결전략을 설계하고 이를 시도해 보는 단계이기 때문에 대안을 탐색하기 위한 가장 많은 토의와 의견공유가 이루어지도록 하였다. 마지막으로 ‘실행 및 시연’ 단계에는 최종산출물에 대한 발표와 이에 대한 피드백을 공유함으로써 감성적 체험을 경험할 수 있도록 구성하였다.

본 연구에서 개발된 8가지의 프로그램은 집단을 구성하여 협력적 사고를 할 수 있도록 설계되었으며, 프로그램의 전 과정

을 통해 문제에 대한 답을 집단 구성원들이 스스로 탐색할 수 있도록 절차 중심으로 제시하여 디자인적 사고에서 강조되는 과정중심의 협동적 활동(Kelly & Littman, 2001)을 수행하도록 개발되었다.

2. 연구대상 및 자료수집

본 연구는 부산광역시에 위치한 L과학관에서 시행된 과학교육프로그램에 참여한 75명을 대상으로 연구를 시행하였으며, 이 때, 초등 4-6학년 59명, 중학생 1-2학년 16명으로 구성되었다. 초등학생의 경우, 여학생 22명, 남학생 37명이었으며, 중학생은 여학생 6명, 남학생 10명으로 구성되었다. 프로그램에 참여한 학생들은 과학관 홈페이지에 공지된 프로그램 참여 신청을 통해 직접 참여를 신청한 학생들이었다.

수업주제가 첨단과학기술과 관련한 새로운 개념 및 활동을 중심으로 설계되었고, 초등 4학년이상의 교과내용에서 다루고 있는 수준을 바탕으로 내용을 구성하였기 때문에 초·중등학생의 구분 없이 함께 프로그램을 진행하였다. 또한, 디자인적 사고는 다양한 배경이나 재능을 가진 집단 구성원들의 아이디어가 강조되는 사고과정이므로(Martin, 2009), 학년의 구분보다는 다양한 연령이 함께 집단을 구성하여 수업에 참여하도록 하는 것이 적합하다고 판단되었다.

개발된 프로그램은 2017년 12월부터 2018년 1월까지 2달 동안 진행되었으며, 총 8가지의 프로그램을 각 2차시로 구성하였고, 수업특성에 따른 제작시간이 다를 수 있음을 고려하여 한 차시당 50-110분의 수업으로 진행되었다. 수업 첫 시간에는 학생들에게 디자인적 사고 프로세스에 관한 오리엔테이션을 제공하였다.

프로그램의 효과를 탐색하기 위하여 프로그램에 참여한 학생

들을 대상으로 수업실행 사전과 사후에 각각 설문을 실시하여 과학개념인식, 흥미, 진로의식, 자기효능감의 변화를 탐색하고자 하였다.

3. 연구도구

디자인적 사고 기반의 STEAM프로그램의 효과를 탐색하기 위하여 과학개념인식, 흥미, 진로의식, 자기효능감 등 총 4개 영역에 대한 사전-사후 설문조사를 실시하였다. 본 연구의 검사도구 구성은 다음과 같다.

첫째, 프로그램을 통한 첨단과학기술 관련 과학개념인식에 대해 알아보기 위하여 김영민 외(2010)가 개발한 첨단과학에 대한 기초인식과 관련지식에 대한 이해도 문항 중 일부분을 연구의 맥락에 맞게 수정하여 총 6개 문항으로 구성하였다. 둘째, 자기효능감을 검사하기 위해 Pintrich와 De Groot(1990)가 개발한 MSLQ(Motivated Strategies for Learning Questionnaire)의 자기효능감 항목에 해당하는 문항을 초·중등학교 학생에 적합하게 수정하였으며 총 5문항 중 신뢰도를 떨어뜨리는 문항 1개를 제외한 4문항으로 구성하였다. 셋째, 프로그램의 흥미를 검사하기 위해 Schiefele(1991)의 흥미이론에 기초한 질문지를 윤미선, 김성일(2003)이 재구성한 총 16 문항 중 프로그램의 흥미를 조사하기에 적합한 8문항을 추출하였으며, 그 중 신뢰도를 떨어뜨리는 1개 문항을 제외한 7문항으로 구성하였다. 넷째, 프로그램의 진로의식에 대한 효과를 조사하기 위해 윤진 외(2006)가 개발한 질문지에서 과학진로와 일반진로에 관련된 9문항 중 일반진로에 관련된 3문항을 제외하고 추출한 6문항 중 신뢰도를 떨어뜨리는 1개 문항을 추가적으로 제거하여 5문항을 사용하였다.

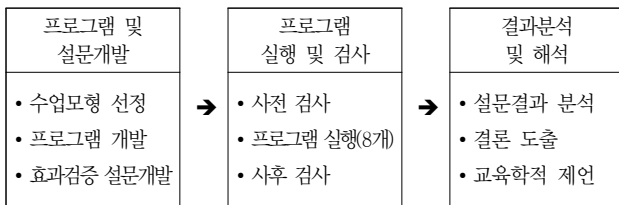


Fig. 4 Research Procedure

Table 2 Reliability(Cronbach alpha, N=75)

영역 (문항수)	주요내용(세부내용)	Cronbach`s α
과학개념인식(6)	1, 2, 3, 4, 5, 6	0.873
자기효능감(4)	7, 9, 10, 11	0.846
흥미(7)	12, 13, 14, 15, 16, 17, 19	0.879
진로의식(5)	20, 21, 22, 24, 25	0.858
전체(22)		0.945

모든 영역은 Likert 5점 척도(1=매우 그렇지 않다, 2=그렇지 않다, 3=보통이다, 4=그렇다, 5=매우 그렇다)로 구성되었다. 4개 영역은 과학교과 전문가 1인과 교육학 전문가 2인의 검토를 받아 수정하였으며, 영역별 신뢰도는 Table 2와 같다.

4. 연구절차 및 분석 방법

본 연구를 위해 프로그램에 참여한 학생들을 대상으로 2017 12월부터 2018년 1월까지 2달 동안 프로그램을 진행하였다. 개발된 프로그램은 총 8개이며, 각 2차시로 구성되었다. 수업시행 전과 후의 과학개념인식, 흥미, 진로의식, 자기효능감의 차이를 탐색하기 위하여 설문을 개발하여 사전-사후 검사를 실행하였고, 수집된 설문정보를 분석하여 결과를 도출하는 순으로 연구를 진행하였다. 구체적인 연구절차는 Fig. 4와 같다.

수집된 자료의 분석을 위하여 SPSS 22.0을 활용하여 각 설문 영역별로 대응표본 t검정을 실시하였다. 또한 프로그램을 통한 학생들의 변화를 탐색하기 위하여 시행 사전-사후 검사의 응답내용을 바탕으로 대응표본 t검정을 실시하였다.

III. 연구결과 및 분석

1. 디자인적 사고 기반의 STEAM프로그램의 효과분석

디자인적 사고 기반의 STEAM프로그램을 통한 학생들의 변화를 탐색하기 위하여 과학개념인식, 흥미, 진로의식, 자기효능감 등 총 4개 영역에 대한 사전-사후 설문을 분석하였다. 분석 결과, 과학개념인식의 평균차이는 0.73, $t=6.876$ 으로 $p<.001$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며 진로의식과 자기효능감의 평균차이는 각각 0.27($t=3.034$), 0.26($t=3.130$)로 $p<.01$ 수준에서 통계적으로 유의한 것으로

Table 3 T-test of change through design thinking-based STEAM program

영역	사전-사후	M	SD	t
과학개념인식	사전	3.84	0.8371	6.876***
	사후	4.57	0.6013	
자기효능감	사전	4.22	0.7611	3.130**
	사후	4.48	0.7089	
흥미	사전	4.38	0.6837	1.996
	사후	4.56	0.6109	
진로의식	사전	4.30	0.6768	3.034**
	사후	4.57	0.6052	

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

나타났다. 따라서 디자인적 사고 기반의 STEAM프로그램은 ‘과학개념인식’, ‘진로의식’, ‘자기효능감’ 영역에서 프로그램을 수강하기 이전에 비해 수강 후에 유의한 차이가 있었다. ‘흥미’ 영역의 문항의 경우, 평균차이는 0.18($t=1.996$)로 $p>.05$ 수준에서 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 그러나 흥미영역의 사전검사 평균은 4.38로 학생들이 프로그램 수행 이전부터 프로그램에 대해 높은 흥미를 가지고 있어 사전과 사후의 변화가 유의미한 수준으로 나타나지 않은 것으로 해석할 수 있다.

가. 과학개념인식

첨단과학기술에 관련한 과학개념인식문항의 전체 사전검사 평균은 3.84점이고, 사후검사 평균은 4.57점으로 통계적으로 유의미한 차이를 보였다($t=6.876$, $p<.001$). 문항별로 살펴보면, 1번, 3번, 4번의 경우, 개념에 대한 이해와 관련한 문항들로 구성되어있다. 1번의 사전 평균은 3.46, 3번은 3.31, 4번은 3.79로 나타났으며, 3개의 문항 모두 사전에 비해 사후평균값이 4.52($t=6.944$), 4.38($t=5.914$), 4.73($t=7.339$)로 유의미하게 상승하여($p<.001$) 프로그램이 학생들의 개념에 대한 이해에 긍정적인 영향을 미친 것으로 나타났다.

Table 4 The differences in Science concept awareness by program

문항	내용	사전-사후	M	SD	t
1	(수업 전/수업 후) 수업주제와 관련한 과학 개념들을 모두 (알고 있다/이해했다.)	사전	3.46	1.110	6.944***
		사후	4.52	0.743	
2	(수업 전/수업 후) 코딩, 만들기 등을 (앞으로도) 잘 할 수 있다.	사전	4.29	1.148	2.052*
		사후	4.60	0.707	
3	(수업 전/수업 후) 수업주제와 개념들에 대해 친구들에게 설명해 줄 수 있다.	사전	3.31	1.240	5.914***
		사후	4.38	0.841	
4	(수업 전/수업 후) 나는 최신 과학 기술이 어떻게 활용되는지 (알고 있다/알게 되었다.)	사전	3.79	0.988	7.339***
		사후	4.73	0.536	
5	(수업 전/수업 후) 최신과학 기술을 (이용할 수 있다/이용할 수 있게 되었다.)	사전	3.68	1.045	5.736***
		사후	4.57	0.715	
6	과학수업을 할 때 (지난 수업에서/이번 수업에서) 배웠던 경험이 (도움이 될 것이다./도움이 되었다.)	사전	4.62	0.610	0.467
		사후	4.66	0.600	

* $p<.05$, *** $p<.001$

2번과 5번의 경우, 실제 배운 내용에 대한 사용 및 활용에 대한 문항으로 구성되었는데, 사전-사후평균값이 2번은 4.29, 4.60($t=2.052$), 5번은 3.68, 4.57($t=5.736$)로 나타나 사전에 비해 사후 평균 점수가 유의미하게 상승되었다($p<.05$, $p<.001$). 즉, 학생들이 프로그램 수강 후 첨단과학기술 교육에 실제 필요한 기술을 사용하고 이를 활용할 수 있는 것으로 해석이 가능하다.

6번 문항은 이번 수업에서 배웠던 경험이 도움이 될 것이라는 인식에 대한 묻는 질문이다. 해당 문항의 경우, 사전 평균이 4.62점, 사후평균이 4.66점으로 사전-사후 평균값 모두 높고, 프로그램이 인식의 변화에 영향을 미치지 않았다. 이는 학생 대부분이 일반적으로 학습이 향후 학습에 도움이 될 것이라는 사고를 하고 있는 것으로 추론되며, 프로그램 수행 이후에도 이러한 생각에는 변함이 없는 것으로 해석할 수 있다.

나. 흥미

흥미영역의 전체 사전검사 평균은 4.38점이고, 사후검사 평균은 4.56점으로 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다($t=1.996$, $p>.05$). 문항별로 살펴보면, 1번과 3번은 수업에 집중도와 과학관련 자료에 대한 관심정도를 묻는 문항으로 구성되었다.

Table 5 The differences in Interest by program

문항	내용	사전-사후	M	SD	t
1	나는 과학 공부를 할 때 주의 집중이 잘 된다.	사전	4.54	0.657	2.070*
		사후	4.72	0.584	
2	나는 과학에 대해 궁금한 것이 많아서 더 많이 공부할 것이다.	사전	4.57	0.655	0.362
		사후	4.61	0.745	
3	나는 교과서나 참고서가 아닌 서적, 인터넷 등에서도 과학에 관한 자료를 많이 찾아본다.	사전	4.09	1.151	2.107*
		사후	4.43	0.860	
4	나는 과학 공부에 시간을 많이 투자한다.	사전	4.35	0.822	1.875
		사후	4.57	0.688	
5	나는 과학을 공부하는 것이 재미있다.	사전	4.40	0.780	1.744
		사후	4.58	0.657	
6	나는 일상생활에 있어 과학이 꼭 필요하다고 생각한다.	사전	4.43	0.910	1.646
		사후	4.63	0.645	
8	나는 이번 수업에 배우는 내용 외에도 과학 분야에 대해 더 공부할 것이다.	사전	4.33	0.845	0.868
		사후	4.43	0.834	

* $p<.05$

1번의 사전-사후 평균은 4.54, 4.72($t=2.070$, $p<.05$)이고, 3번의 4.09, 4.43($t=2.107$, $p<.05$)으로 유의미하게 상승하였다. 즉, 프로그램을 통해 학생들의 수업에 대한 집중과 과학관련 자료에 대한 관심이 높아진 것으로 해석할 수 있다.

2번, 4번, 5번, 6번, 8번 문항의 경우, 과학에 대한 호기심, 공부 시간, 재미, 필요성, 지속성에 대해 묻는 문항들로 구성되어 있으며, 사전-사후 분석 결과 모두 통계적으로 유의미한 차이는 보이지 않는 것으로 나타났다($p>.05$). 그러나 사전검사 평균값이 2번 문항은 4.57, 4번은 문항 4.35, 5번은 4.40, 6번은 문항 4.43, 8번 문항은 4.33점으로 프로그램에 참여하기 이전에 이미 높은 호기심과 재미, 필요성, 지속성을 가지고 있으며, 학습을 위해 투자하는 시간이 많은 것으로 추측된다.

다. 진로 의식

진로 의식 문항의 전체 사전검사 평균은 4.30점이고, 사후검사 평균은 4.57점으로 통계적으로 유의미한 차이를 보였다($t=3.034$, $p<.01$). 문항별로 살펴보면 1번 문항은 새로운 직업에 대한 인식을 묻는 문항으로 사전 평균은 3.89, 사후 평균은 4.61로 통계적으로 유의미한 차이를 보였다($t=4.647$, $p<.001$). 따라서 프로그램이 학생들의 새로운 직업에 대한 인식에 긍정적인 영향을 미친 것으로 해석할 수 있다.

Table 6 The differences in Career consciousness by program

문항	내용	사전-사후	M	SD	t
1	최신 과학기술과 관련하여 다양한 직업들이 있음을 (안다./알게 되었다.)	사전	3.89	1.038	4.647***
		사후	4.61	0.649	
2	(수업 전/수업 후)최신 과학기술의 발달로 미래에는 어떠한 직업들이 새롭게 생겨나게 될지 (궁금하다./더욱 궁금해졌다.)	사전	4.52	0.691	1.232
		사후	4.65	0.526	
3	최신 과학기술과 관련한 직업에 대해 더 알아보고 싶다.	사전	4.41	0.805	0.518
		사후	4.48	0.752	
5	수업이 나의 미래 진로를 결정하는데 어느 정도 영향을 미칠 수 있을 것이라고 생각된다.	사전	4.39	0.802	1.664
		사후	4.57	0.720	
6	(수업 전/수업 후) (수업주제들과/수업에서 제시되었던 주제들과/관련해서 나의 미래 직업에 대해 생각해 보았다.	사전	4.41	0.777	0.000
		사후	4.41	0.805	

*** $p<.001$

2번, 3번, 5번, 6번문항의 경우 미래 직업에 대한 호기심, 프로그램이 자신의 진로에 미치는 영향 등에 관련된 질문들로 구성되어 있으며 사전-사후 분석 결과 통계적으로 유의미한 차이는 확인할 수 없었다($p>.05$). 그러나 사전검사 평균값이 2번 문항 4.52, 3번 문항 4.41, 5번 문항 4.39, 6번 문항 4.41로 나타나 프로그램에 참여하기 이전에 이미 미래 직업에 대한 높은 호기심을 가지고 있는 동시에 프로그램의 자신의 진로에 큰 영향을 미칠 것으로 생각하고 있다고 판단할 수 있다. 또한 본 개발 프로그램의 경우 정규 교육과정에 편성된 수업이 아닌, 학습자가 프로그램에 대한 개요를 확인하고 자발적으로 참여하는 프로그램이었기 때문에, 사전에 진로 의식이 어느정도 형성되어 있을 것이라 판단할 수 있다.

라. 자기효능감

프로그램을 통한 자기효능감의 변화를 살펴보면 전체 사전검사 평균은 4.22점이고, 사후검사 평균은 4.48점으로 통계적으로 유의미한 차이를 보였다($t=3.130$, $p<.01$). 문항별로 살펴보면 1번, 3번, 5번의 경우, 수업 내용의 이해와 활용에 대한 자신감과 관련된 문항들로 구성되어 있다. 1번의 사전-사후평균값은 4.31, 4.56($t=2.591$, $p<.05$), 3번은 4.00, 4.35($t=3.125$, $p<.01$), 5번은 4.15, 4.46($t=2.398$, $p<.05$)로 나타났으며, 3개의 문항 모두 사전에 비해 사후 평균값이 유의미하게 상승하여 프로그램이 수업 내용의 이해와 활용에 대한 자신감에 긍정적인 영향을 미친 것으로 나타났다.

4번 문항 ‘나는 수업 내용 중 중요한 개념들을 잘 떠올릴 수 있다.’의 경우, 사전검사 평균이 4.15점, 사후검사 평균이 4.46점으로 사후검사 평균값이 사전검사에 비해 높지만 통계적으로

Table 7 The differences in Self-efficacy consciousness by program

문항	내용	사전-사후	M	SD	t
1	나는 수업에서 배우는 내용을 잘 기억할 자신이 있다.	사전	4.31	0.776	2.591*
		사후	4.56	0.769	
3	나는 수업시간에 배운 내용에 관한 문제를 잘 풀 자신이 있다.	사전	4.00	0.899	3.125**
		사후	4.35	0.911	
4	나는 수업에서 (다들/다루었던) 내용 중 중요한 개념들을 잘 떠올릴 수 있다.	사전	4.46	0.824	1.030
		사후	4.58	0.794	
5	나는 수업시간에 배우는 내용을 쉽게 이해할 수 있다.	사전	4.15	1.072	2.398*
		사후	4.46	0.798	

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

유의미한 차이를 보이지는 않았다. 이는 학생들이 프로그램 관련 중심 주제를 사전에 이미 잘 파악할 수 있을 것이라는 자신감을 가지고 있었고, 프로그램이 이러한 자기효능감을 지속할 수 있도록 한 것으로 판단된다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 디자인적 사고기반의 STEAM프로그램 8가지를 각 2차시 분량으로 개발하여 초·중등학생들에게 적용하였다. 프로그램은 디자인적 사고를 통해 문제 해결전략을 설계하도록 하는 STEAM프로그램으로 개발되었으며, 첨단기술과 관련한 주제들로 구성하였다. 디자인적 사고기반의 STEAM프로그램을 통한 학생들의 과학개념인식, 흥미, 진로인식, 자기효능감의 변화를 탐색하기 위하여 프로그램 시행 사전-사후 설문문을 통해 검사를 실시하였다.

초·중등 학생의 프로그램을 통한 변화에 대한 설문은 과학개념인식, 흥미, 진로인식, 자기효능감의 총 4개 영역으로 구성하였다.

설문결과, 본 프로그램을 통해 학생들의 과학개념인식에 대한 변화가 있는 것으로 나타났다. 프로그램은 첨단과학기술 관련 개념(코딩, 알고리즘 포함)에 대한 인식의 함양에 영향을 미쳤다. 박문형(2014)은 디자인적 사고가 학생들이 학습한 개념들을 활용할 기회를 제공한다고 언급하였다. 이는 본 프로그램이 수업 초반에 첨단과학기술 개념을 제시하여 학생들을 학습시키고, 해당 학습내용을 디자인적 사고 프로세스 과정에서 활용하고 문제를 해결하도록 설계하였기 때문인 것으로 판단된다.

학생들은 디자인적 사고 기반의 STEAM프로그램을 수강하기 전에 비해 자기효능감이 상승한 것으로 나타났다. 자기효능감은 학습을 성공적으로 수행하는데 매우 중요한 요인으로 프로그램을 수행한 경험이 향후 경험하게 될 과학 수업이나 활동, 프로젝트 등에도 긍정적인 영향을 미칠 수 있기 때문에 프로그램을 통해 자기효능감이 향상되었는지를 탐색하는 것은 매우 중요하다(김아영, 박인영, 2001) 본 프로그램에서 투입된 디자인적 사고과정은 학생들이 모둠을 구성하여 스스로 문제 해결전략을 탐색하고, 전략에 따라 실제 문제를 해결하여 산출물을 도출하는 과정이 강조되고 있기 때문에 스스로 문제 해결을 하고 그에 대한 산출물까지 제작하는 활동이 학생들의 자아 효능감에 영향을 미친 것으로 추측된다. 이는 스스로 문제를 해결하고 산출물을 도출하는 학습활동이 자기효능감에 영향을 미친다는 이정희(2013)의 연구와 맥락을 같이한다.

프로그램을 통한 변화 영역 중 흥미 영역에서는 수강 전에 비해 학생들의 흥미가 높아지지 않았다. 흥미영역의 경우, 사

전검사에서 이미 프로그램에 대해 높은 점수를 보여 사전과 사후의 변화가 유의미하게 나타나지 않은 것으로 해석할 수 있다. 그 이유는 과학관에서 실시된 해당 프로그램의 운영특성 때문인 것으로 추론된다. 즉, 과학관에서의 프로그램은 수강을 원하는 학생이 자발적으로 신청하여 참여하는 형태로 운영되기 때문에 프로그램에 참여한 학생들은 프로그램을 수강하기 이전에도 과학에 대한 관심과 흥미가 다소 높았을 것으로 생각된다.

마지막으로, 프로그램을 통해 학생들의 진로인식이 더욱 높아진 것으로 나타났다. 이는 해당 프로그램이 첨단 과학공학기술을 주제로 하고 있고, 이러한 기술이 사회에 어떻게 활용되며, 해당 기술과 관련한 직업 및 진로에는 어떠한 것들이 있는지에 대한 내용도 강조하고 있기 때문인 것으로 생각된다. 이 역시 과학개념과 관련한 진로소개가 학생들의 진로인식에 대해 영향을 미친다는 김가연(2013)의 연구와 같은 결과를 나타내었다.

위와 같이 본 연구에서 디자인적 사고기반의 STEAM프로그램 실행 후에 초·중등학생들의 과학개념인식, 흥미, 진로인식, 자기효능감이 향상되었으며, 흥미영역에서는 변화를 나타내지 않았다.

본 연구는 과학관 수업에 스스로 참여신청을 한 학생들이었기 때문에 프로그램 이수 전에 이미 과학에 대한 흥미와 관심이 높은 학생들이 많았다. 따라서 연구결과를 일반화시키기보다는 새로운 교육프로그램의 탐색과 그 적용에 대한 해석을 제공한다는 점에서 의의를 지닌다.

프로그램의 활용적 측면에서 볼 때, 디자인적 사고기반의 STEAM프로그램은 협동을 통해 문제해결을 위한 산출물을 도출하는 일련의 과정으로 구성되었다는 특성을 활용하는 것을 제안할 수 있다. 단계적으로 문제를 해결해 나가는 과정을 통해 결과물을 산출하는 본 프로그램의 수업모형은 학생들이 다양한 분야의 정보와 지식을 탐색·활용하여 문제를 해결하도록 유도한다. 따라서 초·중등학교 교사들이 STEAM수업을 계획·설계 시 당면하는 융합에 대한 어려움을 자연스럽게 해결할 수 있는 교육방법으로 사용될 수 있다.

또한, 문제해결과정에서 코딩, 알고리즘에 대한 학습이 이루어지도록 프로그램을 구성하여 교육부(2015)의 ‘소프트웨어(SW) 교육 운영지침’에서 제시한 프로그래밍 학습을 위한 교육으로도 활용가능하다.

추가적으로, 검사도구개발 측면에서는 연구에서 사용된 검사도구의 흥미문항인 과학에 대한 주의집중, 과학에 대한 호기심, 학습지속을 위한 노력, 필요성에 대한 인지 이외에도 흥미에 대한 다양한 탐색이 필요할 것으로 보인다. 이를 위해서는 학

습에 대한 흥미를 보다 구체적이고 다면적으로 탐색할 수 있는 요인들에 대한 연구가 선행되어야 할 것이다.

뿐만 아니라 흥미 이외에도 학습에 영향을 미치는 다양한 변인들을 탐색하는 것이 중요할 것으로 생각된다. 따라서 프로그램의 성과를 탐색할 수 있는 다양한 변인들에 대한 후속 연구와 더불어 학생들의 인지적·정의적 측면의 함양을 위한 다양한 주제의 디자인 사고기반 STEAM교육 개발이 필요할 것이다.

본 연구는 일부 LG사이언스홀의 연구비 지원에 의하여 이루어진 것임.

참고문헌

1. 강갑원(2015). 융합인재교육의 원류, 변천 및 그 정체성의 탐색. *영재와 영재교육*, 14(2), 5-29.
2. 강인애 · 김희주 · 김다미(2012). 오픈소스 소프트웨어를 활용한 고등학교 STEAM프로그램이 학생들의 과학에 대한 흥미도 및 태도에 미치는 영향 수업 사례연구. *중등교육연구*, 60(4), 1105-1134.
3. 고운(2013). 디자인적 사고 기반 활동을 통한 대학생의 사고 과정 연구. 석사학위논문, 한국교원대학교.
4. 고현 · 유영길(2015). STEAM을 적용한 초등발명영재교육 프로그램 개발. *한국실과교육학회지*, 28(4), 173-190.
5. 교육과학기술부(2009). 2009년 개정 고등학교 과학과 교육과정. 교육과학기술부 고시 2009.
6. 교육과학기술부(2010). 2011년 업무보고 창의인재와 선진과학기술로 여는 미래 대한민국.
7. 교육부(2015). *소프트웨어 교육 운영 지침*.
8. 김가연(2013). 과학자와 과학관련직업에 대한 읽기자료가 학생들의 과학관련 진로인식에 미치는 효과. 석사학위논문, 한국교원대학교.
9. 김강용(2015). 디자인적 사고를 적용한 STEAM 프로그램 개발. 석사학위논문, 경인교육대학교.
10. 김성원(2013). 창의융합인재교육(STEAM)의 방향과 과학교육. *물리학과 첨단기술*, 22(5), 35-38.
11. 김영민 · 박수경 · 이승우(2010). 과학영재학생과 일반학생의 첨단과학기술에 대한 인식 및 관련지식 조사 연구. *영재교육연구*, 20(3), 901-919.
12. 김효정 · 조성화 · 심효영(2015). 중학생을 위한 디자인 창업 융합인재교육(STEAM) 프로그램 개발 및 효과 - 미술과 과학 교과의 통합수업을 중심으로. *일러스트레이션 포럼*, 44, 101-112.
13. 남주영 · 김향미(2012). 창의적 문제해결능력 향상을 위한 중등학교 미술교육에서의 디자인 프로세스 적용의 필요성. *한국과학예술포럼*, 10, 65-76.
14. 박문형(2014). 디자인적 사고의 전 분야 스펠오버 효과(Spillover effect)를 위한 융합디자인 활성화 제안. *디지털디자인학연구*, 14(1), 161-170.
15. 박혜원 · 신영준(2012). 융합인재교육(STEAM)을 적용한 과학 수업이 자기효능감, 흥미 및 과학 태도에 미치는 영향. *생물교육*, 40(1), 132-146.
16. 백운수 외(2011). 우리나라 STEAM 교육의 방향. *학습자중심교과교육연구*, 11(4), 149-171.
17. 백운수 외(2012). 융합인재교육(STEAM) 실행방향 정립을 위한 기초연구. 한국과학창의재단 연구보고서.
18. 우영진 · 윤지현 · 강성주(2016). 초등 과학영재의 집단 창의성 발현을 돕는 전략으로써 디자인적 사고의 가능성 탐색. *학습자중심교과교육연구*, 16(7), 433-460.
19. 우영진(2017). 초등 과학영재학생들의 집단 창의성 교육을 위한 공감 중심 디자인적 사고 프로그램의 개발과 적용. 박사학위논문, 한국교원대학교.
20. 윤미선 · 김성일(2003). 중, 고생의 교과흥미 구성요인 및 학업성취와의 관계. *교육심리학회지*, 17(3), 271-290.
21. 윤진 · 박승재 · 명전옥(2006). 과학 진로와 관련된 초중등 학생들의 인식 조사. *한국과학교육학회지*, 26(6), 675-690.
22. 이도현 · 윤지현 · 강성주(2014). 집단 창의성 교육을 위한 방안으로서 과학 교육에 디자인적 사고의 도입과 속성 탐색. *한국과학교육학회지*, 34(2), 93-105.
23. 이정희(2013). 창의적 체험활동을 활용한 자기주도 학습 프로그램이 학업적 자기효능감과 학교생활만족도에 미치는 효과. 석사학위논문, 한세대학교.
24. 임정훈(2001). 가상교육 · 사이버교육에 관한 개념적 고찰. *교육공학연구*, 17(3), 165-194.
25. 전경민(2013). 디자인 사고과정을 적용한 초등영재 융합프로그램 개발과 효과분석. 석사학위논문, 이화여자대학교.
26. 조보람 · 이정민(2014). 융합인재교육(STEAM)이 초등학생의 창의성과 학습몰입에 미치는 효과. *학습자중심교과교육연구*, 14(9), 87-105.
27. 조향숙 · 김훈 · 허준영(2012). 현장 적용 사례를 통한 융합인재교육(STEAM)의 이해. 한국교육개발원, 현안보고, OR 2012-02-02.
28. 최상덕(2011). 21세기 창의적 인재 양성을 위한 교육의 미래전략 연구. 한국교육개발원.
29. 최정훈(2013). 공학교육의 현장 : Part 2 K-12와 공학교육; 미래의 과학기술공학사회를 대비하는 STEAM교육. *공학교육동향*, 20(2), 51-57.
30. 태진미(2016). 초등학생을 위한 소프트웨어 교구 활용 STEAM 교육 프로그램 개발. *영재와 영재교육*, 15(2), 121-147.
31. Bootcamp Bootleg D.School(2010). Available at <http://dschool.typepad.com/files/bootcampbootleg2010v2slim-1.pdf>. Hassno Platner & Institute of Design at Standford University.
32. Brown, T.(2014). *Change by Design: How Design Thinking*

- Transforms Organizations and Inspires Innovation*. Harper Business. 고성연 역(2014). 디자인에 집중하라. 파주: 김영사.
33. Boyd, D.(2007). Why youth (heart) social network sites: The role of networked publics in teenage social life. In D. Buckingham (Ed.). *Youth, Identity, and Digital media* (pp. 119-142). Cambridge, MA:MIT Press.
34. Carroll, M. et al.(2010). Destination, imagination, and the fires within: Design thinking in a middle school classroom. *International Journal of Art & Design Education*, 29(1), 37-53.
35. IDEO(2011). Available at http://www.designthinkingforeducators.com/DTtoolkit_v1_062711.pdf. Design thinking for educators toolkit.
36. Kelly, T. & Littman, J.(2001). *The art of innovation.: Lessons in Creativity from IDEO, America's Leading Design Firm*. Broadway Business. 이종인 역(2002). 유쾌한 이노베이션. 서울: 세종서적.
37. Konno, N.(2010). *Bijinesu no tameno dezain shiko!*, = *Innovate by Design-based Management*. ToI "kyo!" : ToI "yo!" keizaishinpoi" sha. 노경아 역(2012). 디자인 사고. 서울: 스펙트럼 북스.
38. Martin, R. L.(2009). *The Design of Business: Why Design Thinking is the Next Competitive Advantage*. Harvard Business Press. 이진식 역(2010). 디자인 썬킹: 아이디어를 아이콘으로 바꾸는 생각의 최고 지점. 서울: 웅진윈스.
39. Pintrich, P. R. & De Groot, E. V.(1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of educational psychology*, 82(1), 33-40.
40. Schiefele, U.(1991). Interest, Learning, and Motivation. *Educational psychologist*, 26(3-4), 299-323.



김세미 (Kim, Se Mi)

2003년: 한양대학교 물리학과 졸업
 2006년: 이화여자대학교 교육대학원 과학교육학과 석사
 2014년: 동 대학원 과학교육학과 박사
 현재: 카이스트 융합교육연구센터 선임연구원
 관심분야: 공학 및 융합교육프로그램, 이공계글쓰기
 E-mail: minisem@gmail.com



김정겸 (Kim, Jeong Kyoum)

1988년: 충남대학교 교육학과 졸업
 1990년: 동 대학원 교육학과 석사
 1997년: 동 대학원 교육학과 석사
 현재: 충남대학교 교육학과 교수
 관심분야: 공학교육프로그램
 E-mail: jgkim426@cnu.ac.kr



김성호 (Kim, Sung Ho)

1980년: 서울대학교 수학과 졸업
 1982년: 동 대학원 통계학과 석사
 1989년: Carnegie Mellon University, Statistics 박사
 현재: 카이스트 융합교육연구센터장, 카이스트 수리과학과 교수
 관심분야: 이공계 교육프로그램
 E-mail: sung-ho.kim@kaist.edu



맹준희 (Maeng, Joon Hee)

1998년: 선문대학교 수학과 졸업
 2009년: 충남대학교 교육학과 석사
 2009년~현재: 동 대학원 교육학과 박사과정 수료
 관심분야: 소셜네트워크, 빅데이터
 E-mail: talent@kaist.ac.kr