

STEAM 수업에서 나타난 초등학생의 창의적 설계 과정 질적 분석

전정희¹ · 신영준^{2*}

¹(화성장안초등학교) · ²(경인교육대학교)

Qualitative Analysis of the Creative Design Process of Elementary School Students in STEAM Class

Jeon, Jeong-Hee¹ · Shin, Young-Joon^{2*}

¹(Hwaseong Jangan Elementary School) · ²(Gyeongin National University of Education)

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the character of the creative design processes that appear at the creative design stage of the design thinking based on STEAM class and what factors affect the creative design process. Students who served as the subjects of this study were 4 elementary school students. We developed the design thinking based on STEAM program to look more specific the creative design process. The project was conducted with a total of 12 sheets of paper materials. The conclusions of this study are as follows. First, the problem solving process of the design thinking based on STEAM classes is not anticipatory and is cyclical and complex. So, teachers should provide sufficient time for students to create and simulate ideas and accept the solving problems through trial and error. Second, Having presented the STEAM class as a practical problem in the real world, there was less fear of students' failure and heightened motivation and enthusiasm. Providing with the real topic and open questions in classrooms can lead to students' voluntary participation in the classroom. Third, In the design thinking based on STEAM class, students develop concrete ideas through visualization courses. The group of students made the best solutions through communication.

Key words: design thinking, STEAM, creative design process, qualitative analysis

I. 서 론

정보화의 흐름이 빨라지면서 우리 사회는 급속하게 변화하고 있다. 그에 따라 이전에는 볼 수 없었던 복잡하고 해결하기 어려운 다양한 문제들이 발생하고 있다. 이러한 미래사회는 문제를 능동적으로 대처하고 해결할 수 있는 인재를 요구하고 있다. 2015년 9월에 고시한 2015 개정 교육과정(교육부, 2015)에서 ‘창의융합형 인재’를 추구하는 인간상으로 내세운 것도 바로 이러한 시대상을 반영한 것이라 할 수 있다. 학문의 경계를 뛰어넘어 새로운 환경과 상황 속에서 선택, 조정, 통합하여 문제

를 해결하고, 새로운 가치를 생성할 수 있는 창의적이고 융합적인 인재가 필요한 것이다. 이는 과학 기술 분야의 인재양성에 있어서도 핵심적으로 추구해야 하는 가치이다. 복잡한 미래사회의 문제는 단편적인 지식과 정보를 통해서 해결하는데 한계가 있기 때문이다. 우리 정부도 이러한 시대적 변화와 요구에 맞춰 창조적이고 융합적인 미래 인재 양성을 위한 STEAM 교육을 도입하여 추진하고 있다. 융합인재교육(STEAM)이란 해외 선진국에서 STEM 교육에 인문 사회적 지식과 예술 분야(arts)를 추가한 것으로, 2010년부터 교육과학기술부가 창조적이고 융합적인 미래 인재 양성을 위해

이 논문은 전정희의 2017년도 석사학위논문에서 발췌 정리하였음.

2017.12.15(접수), 2017.12.26(1심통과), 2018.3.14(최종통과)

E-mail: yjshin@ginue.ac.kr(신영준)

강조하고 있다. 이러한 융합인재교육은 보다 창의적이고 감성적인 체험으로 문제를 해결할 뿐 아니라, 다른 학문과의 유연한 연계성을 통해 학습의 욕을 높이는데 도움이 된다.

백운수 등(2011)은 STEAM이 창의적 설계(creative design)와 감성적 체험(emotional touch)을 통해 초·중등학교 수준에서부터 현대 과학기술사회의 다양한 분야의 융합적 지식, 과정, 본성에 대한 흥미와 이해를 높여 창의적이고 종합적으로 문제를 해결할 수 있는 융합적 소양(STEAM literacy)을 갖춘 인재를 양성하는 교육이라고 하였다. 즉, STEAM은 ‘스스로 깨우치는 교육’과 ‘과학기술의 흥미와 이해 증진’을 위한 토대 교육과 동기 교육의 접목을 의미하며, 학습내용과 학습경험, 교수방법의 융합을 추구한다고 할 수 있다(박현주 등, 2012). STEAM 교육은 상황제시, 창의적 설계, 감성적 체험의 세 가지 학습 준거를 포함하고 있는데 특히, ‘창의적 설계’를 기반으로 하는 학습은 융합인재교육에서 중요한 역할을 담당하고 있다.

창의적 설계(Creative Design)는 학습자들이 주어진 상황에서 지식, 제품, 작품 등과 같은 산출물을 구성하기 위하여 창의성, 효율성, 경제성, 심미성 등을 발현하여 최적의 방안을 찾아 문제를 해결하는 종합적인 과정이다(백운수 등, 2011). 이 과정에는 인간의 가치 추구를 위한 문제 해결 또는 기술적 설계활동이라는 ‘공학’의 개념이 포함된다.

과학(science), 기술(technology), 공학(engineering)은 각 학문영역에서 다루는 대상에 따라 구분되어져 왔다. 그러나 현재 인류가 마주하는 많은 문제는 단순하지 않고 복잡적이며, 다양한 학문이 직·간접적으로 연관되어서 어느 한 학문영역의 문제라고 단정적으로 말하기에는 어려움이 따르는 경우들이 종종 있다. 따라서 최근에는 학문 간의 융합과 통섭적인 접근방법, 그리고 창의적인 문제 해결 방법론에 대한 노력이 요구되고 있다(백운수 등, 2011). 창의적 설계라는 개념은 이러한 시대적 요구에 부합하는 종합적인 문제 해결 과정이라고 볼 수 있다.

창의적 설계 과정은 학습자가 개인의 삶에서 필요와 가치를 찾고, 학습자 스스로의 문제로 받아들여 ‘설계 작업’을 수락하는 것으로부터 출발하며, 학습활동과 구체적이며 실질적인 관계 설정을 통한 자기주도적 학습을 의미한다. 창의적 설계에서

지식, 제품, 작품의 산출은 서로 배타적이거나 개별적인 과정이 아니라, 서로 상호보완적이며 융합적인 과정이라 하였다. 또한 산출의 과정이 직선적이지 않고 순환적이며, 절차적이지 않으며, 이러한 과정이 여러 번 반복되어 최종적인 산출물이 나올 수도 있다고 하였다(백운수 등, 2011).

창의적 설계는 학생 스스로가 창의적으로 생각해 낸 아이디어를 수업과 활동에 반영하는 것으로 문제를 스스로 정의하여 해결하는 경험을 도와주고 창의적으로 사고하는 습관을 길러주며, 창의적 설계를 통해 여러 학문의 지식들이 자연스럽게 융합된다고 하였다. 인간의 가치 추구를 위한 문제 해결 또는 기술적 설계활동, 문제를 해결하는 종합적인 과정인 창의적 설계가 교육의 핵심이다(백운수 등, 2012). 과학사를 이용한다거나, 과학 도서를 이용하는 것이 창의성이나 과학 학습 동기에 효과적이기는 하지만(강유미와 신영준, 2011; 장혜진과 신영준, 2009), 이들은 인지적이고 과학과목에만 한정되는 차원에만 머무는 경우가 많다. 그러나 창의적 설계를 기반으로 한 학습은 기존의 전통적인 수업과 비교할 때 학습자들이 설계 과정을 통해 자기만족감을 누리고, 자아 효능감을 높이며, 학습동기를 유발하고 지속할 수 있게 해주며, 고차원적 인지기술이나 모둠 협동 활동의 기술뿐만 아니라, 과학과 기술의 개념 형성, 창의적인 문제 해결 능력 향상, 탐구력 신장에 효과적이다(Fortus *et al.*, 2005; Mehalik *et al.*, 2008).

창의적 설계는 설계의 개방적 본성(the open-ended nature of design)과 협력적 본성(the collaborative nature of design)을 바탕으로 학생들의 창의적 활동과 협동 활동을 강조한다(Mehalik *et al.*, 2008; Sanders, 2009). 설계 과정은 학습자가 개인의 삶에서 필요와 가치를 찾고, 학습자 스스로의 문제로 받아들여 ‘설계 작업’을 수락하는 것으로부터 출발하며, 학습 활동과 구체적이며 실질적인 관계 설정을 통하여 학습이 이루어진다(Apedoc *et al.*, 2008).

창의적 설계와 유사한 맥락을 지니는 ‘문제 해결’에 대해 살펴보면, 우선 기존의 습관이나 지식으로는 해결할 수 없는 장애나 곤란함을 문제로 설정하고, 이러한 문제를 새롭게 적절하게 해결하는 것을 문제 해결이라 하며, 이렇게 문제를 해결할 수 있는 능력을 문제 해결력이라 한다. 즉, 당면한 문제에 대하여 창의적 사고를 활용하여 새로운 해결

책들을 고안해 내고, 비판적 사고를 활용하여 적절한 행동 방법을 선택하는 것이 문제 해결력이다. 문제 해결은 문제를 명확히 인식하여 정의하고, 문제 해결에 필요한 적절한 정보를 선택, 가설을 확인하고 평가하여 결론을 도출하고 추론하는 일련의 과정이다(Davis et al., 2011).

창의적 문제 해결은 일반적 문제 해결과 구분되는 특징이 있다(Mumford et al., 1991). 첫째, 창의적 문제 해결은 비구조화된 문제를 해결할 때 발생한다. 즉, 문제 발견부터 시작하며, 해결책이 다양하게 존재해야 한다. 둘째, 창의적 문제 해결은 새로워야 한다. 이는 해결책 자체의 새로움을 의미하는 부분이라고 할 수 있다. 셋째, 창의적 문제 해결은 발산적 사고와 비판적 사고를 조화롭게 사용할 수 있어야 한다. 마지막으로 창의적 문제 해결은 현재의 지식을 적용시킬 수 있어야 한다.

또한 최근 IDEO(2011)사와 같은 실리콘밸리의 기업 사례를 보면 미래사회의 문제를 해결할 수 있는 창의적 산출물은 다양한 분야의 전문가들 간의 협력에 기초하고 있다는 것을 알 수 있다. 즉, 개별적 특징을 지닌 개인들이 하나의 목표를 달성하기 위해 서로 소통하고 협력하여야만 개인의 창의성을 증폭시켜 예기치 못한 새로운 아이디어를 만들어 낼 수 있는 것이다. 이를 실현하기 위해 디자인 사고를 교육에 도입하려는 시도가 국내외에서 지속적으로 시도되고 있다. 디자인 사고(Design thinking)는 협업을 통한 창의적 문제 해결 과정과 사고 방법으로 창의성과 협업 모두를 강조하고 있다(Brown, 2009; Martin, 2010). 이도현 등(2014)은 디자인 사고의 속성을 심층적으로 이해하기 위해 디자인 사고자의 역량을 탐색하였으며, 디자인 사고가 효과적인 문제 해결을 위해 다양한 사람들과 협업하게 되고, 협업의 과정 중 다른 사람의 의견에 대한 긍정적인 반응과 배려 등의 인간중심적인 태도로 함께 고려하고 있다고 밝혔다. 이와 같이 구성된 개개인의 잠재력을 끌어내어 새로운 시너지를 창출할 수 있는 디자인 사고는 창의융합형 인재를 육성함에 있어 필수적인 요소인 것이다.

하지만 이러한 디자인 사고의 필요성과 특성에 대한 연구는 진행되고 있지만, 디자인 사고 기반 교수학습 프로그램은 아직 충분히 마련되지 못한 실정이다. 디자인 사고를 기반으로 한 STEAM 프로그램 개발도 최근 들어 시도되고 있으며, 디자인

사고를 과학 교육 현장에 소개하고, 디자인 사고 전문가들로부터 핵심 역량을 추출한 연구가 이루어졌다(이도현 등, 2014). 또한 한국의 과학 교육 상황에 적합한 디자인 사고 기반 프로세스를 개발하고, 이를 초·중등 과학 수업에 적용하여 효과를 살펴본 연구가 진행되기도 했다(이도현 등, 2015, 2016; 우영진 등, 2016). 이러한 점은 창의적 문제 해결을 위한 디자인 사고의 특성을 반영하고, 다양한 영역과 분야를 융·복합한 STEAM 수업은 미래 사회의 창의적 문제 해결 능력을 기르기 위해 필요한 교육이라 생각한다. 또한 STEAM 학습에서 창의적 문제 해결의 핵심적인 창의적 설계의 중요성은 알려져 있으나, 실제 학생들의 창의적 설계 과정에서는 어떤 일들이 일어나며, 어떻게 해결해 가는지에 관한 연구는 구체적으로 다루어진 사례가 드물다. 그러므로 본 연구는 디자인 사고 기반 STEAM 수업에서 일어나는 학생들은 어떻게 사고하고 어떻게 아이디어를 실현해 나가는지를 창의적 설계 과정의 전개되는 모습과 특징을 구체적으로 살펴보고자 한다.

II. 연구 방법 및 절차

1. 연구 대상

연구 참여자 선정을 위해 6학년에 재학 중인 29명의 학생을 과학(기술·공학)분야에 대한 흥미도 조사와 진로 희망 조사를 실시하고, 수학·과학과 학업성취도에 따라 상·중·하로 분류하였다. Table 1과 같이 과학 분야에 대한 흥미와 관심 정도를 5점 척도로 ‘매우 흥미 있다(5점)와 흥미 있다(4점)’로 응답한 학생은 17명이었다. 학업성취도를 바탕으로 분류해 본 결과, 학업성취도 상은 9명, 중은

Table 1. Survey results for selecting participants (N=29)

과학 (기술·공학 포함) 흥미도	학업성취도에 따른 분류	과학 (기술·공학) 관련 분야 희망
과학흥미도 상 (17명)	학업성취도 상 (9명)	과학 분야 진로 희망(7명)
과학흥미도 중 (9명)	학업성취도 중 (12명)	
과학흥미도 하 (3명)	학업성취도 하 (8명)	비과학 분야 진로 희망(22명)

12명, 하는 8명으로 나타났다. 진로 희망에 대한 설문에서 로봇공학자, 자동차 디자이너, 생태학자, 건축가, 생명과학자, 항공엔지니어 등 과학관련 분야 직업을 희망하는 학생은 7명으로 나타났다.

본 연구는 디자인 기반 STEAM 수업에서 나타난 창의적 설계 과정을 살펴보는 것인데, 본 수업은 프로젝트학습으로 개인 활동이 아닌 모둠 활동으로 진행되므로 과학에 대한 관심과 흥미가 있고, 과학 분야 진로를 희망하는 학생 중 학업성취도와 진로탐색코드가 다른 이질적인 모둠으로 구성하고자 하였다. 과학에 흥미가 있으면서 학업성취도가 ‘상’인 학생은 6명, 과학에 흥미가 있으면서 학업성취도가 ‘중’인 학생은 7명, 과학에 흥미가 있으면서 학업성취도가 ‘하’인 학생은 4명으로 나타났다. 그 중 과학 관련 진로를 희망하는 학생을 우선 배정하고자 하였다. 따라서 이 학생들 중에 연구 참여 동의를 얻어 Table 2와 같이 연구에 참여할 학생 4명을 최종 연구 참여자로 선정하였다. 성균, 승현, 민준, 재규는 연구에 참여한 학생들의 가명이다.

성균은 평소 호기심이 많고 아이디어 제시 빈도가 높은 편이며, 리더십이 있고, 교우관계가 원만한 학생으로 매사에 자신감이 있는 편이다. 학업성취도가 골고루 높은 편이며, 특히 과학, 수학, 언어에 관심이 많다. 장래희망은 도시 설계나 국제 교류 등과 관련된 일을 희망하고 있다. 심리적성검사를 통한 진로탐색코드는 R(현실성), I(탐구형), A(예술형), S(사회형), E(진취형), C(관습형) 중 E(진취형)와 S(사회형)가 높은 것으로 나타났다.

승현은 수업참여도가 좋고 학업성취도가 ‘중’으로 과학과 수학 성적이 우수하고, 미술을 좋아하며, 디자인과 공학에 관심이 많아 자동차 디자이너가 되고자 한다. 평소 바르고 성실한 태도로 생활하며, 작품 제작 및 표현 활동에서 섬세한 관찰과 표현이 돋보이는 학생이다. 심리적성검사 결과는 A(예술형)와 I(탐구형)가 비교적 높게 나타났다.

민준은 조용하고 침착하며 과학 과목을 제일 좋아하고, 특히 모형 제작 및 과학 실험에 매우 흥미와 관심이 높아, 학교 밖 과학 탐구 및 과학 행사 참여 경험이 있는 편이다. 과학 관련 분야로 진학을 원하며, 생태학자가 되기를 희망하고 있다. 민준의 심리적성검사 결과는 I(탐구형)가 가장 높게 나타났다.

재규는 학업성취도는 높지 않지만, 과학·공학에 관심이 많고 특정 관심 분야를 깊게 연구하려는 특성이 있어 특히 항공 분야와 정치 분야에 흥미가 높아 폭넓은 지식을 가지고 있다. 항공 엔지니어를 진로 희망으로 선택하였으며, 맥락적인 이해력이 좋고, 예리한 분석력이 돋보이는 학생이다. 재규의 심리적성검사 결과는 R(현실형)이 높게 나타났다.

2. 연구 과정 및 디자인 기반 STEAM 프로그램 개발

본 연구는 디자인 사고 기반 STEAM 수업의 창의적 설계 과정에서 나타나는 학생들의 사고 과정과 문제 해결을 위한 상호작용의 특징을 종합적으로 분석하고자 하는 것이다. 본 연구 목적에 부합하는 주제를 선정하여 디자인 사고 기반 STEAM 프로그램을 개발하고 수업에 적용하였다. 수업 중에 일어나는 다양한 사례를 수집하기 위해 영상 촬영 및 녹음을 실시하였고, 수업 후 추가 심층 면담을 실시하여 필요한 내용을 수집하였다.

본 연구에서의 디자인 사고 기반 STEAM 프로그램은 좁게는 창의성, 효율성, 경제성, 심미성을 고려한 디자인을 만들어 나가는 과정으로, 넓게는 정답이 없는 문제를 창의적으로 해결해 나가는 문제 해결 과정 자체를 디자인으로 보았다. 이러한 점을 고려하여 본 프로그램을 개발하였다. 본 프로그램은 학생들의 수준과 흥미를 고려해 관련 교과와 연결하여 개발·실시하고자 하였다. 본 수업의 내용을 구성하기 위하여 분석한 5~6학년 2009개정 교

Table 2. Final participant of this study

참여자(가명)	과학흥미도	학업성취도	진로희망	진로탐색코드
성균	상	상	도시 설계	E(진취형)
승현	상	중	자동차 디자이너	A(예술형)
민준	상	중	생태학자	I(탐구형)
재규	상	하	항공 엔지니어	R(현실형)

육과정의 관련 교과와 단원은 Table 3과 같다.

본 수업은 주제별 4차시로 총 12차시 프로그램으로 구성하였다. 첫 번째 프로그램은 ‘과자를 부탁해’ 수업으로 포장의 목적과 필요성, 충격 흡수, 포장 디자인 등과 연계하여 학생들이 좋아하는 과자를 최소한의 재료로 부서지지 않게 포장할 수 있는 디자인을 고안하는 수업이다. 두 번째 프로그램은 ‘캔디 백’ 디자인 수업으로 막대 사탕을 종이만을 이용하여 사탕을 가장 많이 담을 수 있는 가방을 디자인하는 수업이다. 세 번째 프로그램은 ‘종이 의자’ 디자인 수업으로 친환경적인 재료인 종이만을 사용하여 앉을 수 있는 의자를 디자인하는 수업이다. 3가지 수업 모두 종이라는 제한적 재료를 활용하여 문제를 해결하도록 하였고, 산출물의 창의성, 효율성, 경제성, 심미성을 고려하여 제작하도록 제시하였다. 개발한 디자인 사고 기반 STEAM 교수·학습 과정안(예시)은 Table 4와 같다.

3. 자료 수집 및 분석

본 연구의 목적을 달성하기 위해 수업 진행과 자료 수집 및 분석을 병행하였다. 2016년 3월 연구 참여자 선정을 시작으로 디자인 사고 기반 STEAM 수

업의 투입이 완료된 2016년 8월까지 자료 수집 및 분석이 이루어졌다. 학생들의 창의적 설계 과정을 탐색하는데 필요한 다양한 자료를 수집하기 위해 창의적 설계 전 과정을 촬영하였고, 소집단 내 대화 내용은 녹음하여 창의적 설계 과정이 일어나는 유의미한 상황들을 근접 관찰하였다. 수업 중, 수업 후 반구조적 면담을 실시하였고, 주로 자료를 분석하면서 추가적으로 수집해야 할 내용에 대해서는 방과 후 심층면담을 통해 답을 얻을 수 있었다. 심층 면담에서는 참여자가 어떻게 자신의 활동을 인지하고 조절하였는지를 확인하는데 중점이 있었다.

본 연구는 소수의 참여자를 대상으로 한 사례 연구로서 질적 접근 방법을 취하며, 연구자료 분석에 있어 신뢰성을 확보하기 위해 질적 연구의 방법과 관련된 선행 연구(Glesne, 2006)에서 제시되었던 방법 중 다양한 자료를 확보하여 삼각측정(triangulation)이 이루어지도록 하였으며, 10개월이라는 장시간의 참여(prolonged engagement)로, 그리고 학급 담임으로 지속적인 관찰(persistent observation)을 통해 이루어졌다.

창의적 설계 과정 분석들은 창의적 설계 과정은 일련의 문제를 해결해 나가는 과정과 유사하다는

Table 3. Unit analysis for developing program

프로그램명	관련교과	관련 단원 및 내용
과자를 부탁해	국어	5-1-2. 토의의 절차와 방법 토의의 절차에 따라 토의하는 방법
	수학	6-1-4. 비와 비율 비와 비율 알기
	실과	5-1-4. 생활과 기술 기술과 발명의 기술
	미술	5-1-1. 생활 속 미술의 발견 대상의 특징 지각하기 5-1-3. 주제를 살려서 관찰과 상상 표현
캔디 백 디자인	국어	5-1-5. 대상의 특성을 살려 대상의 특성에 따라 적절히 설명하기
	수학	6-1-6. 직육면체의 길넓이와 부피 직육면체의 길넓이와 부피
	과학	5-2-3. 물체의 빠르기 물체의 위치와 운동
	실과	5-1-4. 생활과 기술 창의적인 제품 만들기
종이 의자 디자인	미술	5-1-2. 소통과 디자인 시각 문화와 소통
	국어	5-1-4. 작품에 대한 생각 작품에 대한 생각이나 느낌이 서로 다른 까닭 알기
	수학	5-1-2. 직육면체 직육면체의 겨냥도와 전개도
	사회	5-1-2. 환경과 조화를 이루는 국토 인간과 환경의 조화로운 삶
	실과	6-2-1. 쾌적한 주거와 생활 자원 관리 주거공간과 생활 자원관리
미술	5-1-2. 소통과 디자인 디자인과 건축	

Table 4. Teaching and learning course based on design thinking (sample)

주제명		Save of Snacks(과자를 부탁해)	
대상	초등학교 5·6학년	차시	4차시(160분)
학습 목표	과자를 안전하게 보호할 수 있는 포장을 디자인할 수 있다.		
STEAM 요소	<ul style="list-style-type: none"> • S : 포장 구조에 숨겨진 과학적 원리 이해하기, 충격 흡수 • E/T : 주어진 재료와 도구로 과자를 보호할 수 있는 설계 및 제작 • A : 아름다운 과자 포장 디자인 • M : 포장재 크기, 입체 도형의 제작을 위한 전개도, 재료의 경제성 		
디자인 사고 특성	공감, 통합적 사고, 낙관주의, 실험주의, 협업		
학습자료	프리젠테이션 자료, 영상자료, 미션안내차트, 마분지, 색지, A4용지, 빨대, 칼, 자, 풀, 가위, 테이프, 전자저울, 과자, 접시, 결과 기록지, 실물화상기 등		
학습준거	교수-학습활동		유의점
상황제시	<ul style="list-style-type: none"> • 다양한 포장재와 포장 방법 • 포장의 이유와 목적 • 학습 목표 확인 	<ul style="list-style-type: none"> • 해결해야 할 과제를 제시하고 제한점 및 유의 사항 안내한다. 	
창의적 설계	[문제 이해]		
	<ul style="list-style-type: none"> • 포장할 과자의 특성 탐색 및 목표 확인 • 과자 포장 만들기의 제한된 조건 및 재료 확인 	<ul style="list-style-type: none"> • 주어진 재료 중 필요한 재료는 모둠에서 협의하여 선택하도록 한다. 	
창의적 설계	[설계]		
	<ul style="list-style-type: none"> • 과자를 안전하게 보호할 수 있는 디자인 탐색 • 최적의 디자인 선정 및 설계 	<ul style="list-style-type: none"> • 제작 중에 미션을 달성하기 위한 방법을 모둠원끼리 상의하여 해결할 수 있도록 한다. 	
	[제작]		
	<ul style="list-style-type: none"> • 실험 계획 및 실험 • 문제 해결을 위한 산출물 제작 	<ul style="list-style-type: none"> • 작품에 사용된 재료, 디자인, 내구성, 독창성, 수용 가능한 무게 등을 토대로 제품의 창의성, 효율성, 경제성, 심미성을 평가한다. 	
창의적 설계	[평가]		
	<ul style="list-style-type: none"> • 완성된 산출물의 목표 달성 비교 평가 • 테스트 결과를 바탕으로 보완하기 • 향상된 산출물 테스트하고 결과 발표하기 		
감성적 체험	<ul style="list-style-type: none"> • 학습 결과 발표 및 환류 • 자기 평가, 상호 평가 	<ul style="list-style-type: none"> • 친구들의 작품과 비교 분석하면서 장단점을 찾아본다. 	

관점에서 임재근(2009)의 ‘공학자의 문제 해결과정 분석틀’을 참고하여 문제 이해, 설계, 제작, 평가 단계로 구분하여 심층 면담으로 분석하였으며, Table 5는 심층 면담의 개요이다.

창의적 설계 과정을 4단계로 나누고, 각 단계별 하위요소를 코딩하여 창의적 설계 과정의 장면을 분석하였다. 최종 수정된 분석 틀은 융합교육전문가와 동료연구자 6인이 참여한 정기적인 세미나를 통해 내용 타당도를 확보하였다.

III. 결과 및 논의

본 연구는 디자인 기반 STEAM 수업에서 초등학생의 창의적 설계 과정을 관찰하고, 그 특성과 전략을 질적으로 분석하기 위한 것으로 창의적 설계

과정에서 나타나는 두드러진 특성을 중심으로 분석하였다.

1. 문제 이해 단계의 특징

1) 반복을 통한 문제 되새기기

학생들은 제한된 상황에서 해결해야 할 과제를 부여받았다. 처음에는 잠시 머뭇거리며 당황해 하였으나, 곧 주어진 과제에 관심을 가지고 문제가 무엇인지, 제한된 조건을 하나씩 확인해 나가는 모습이 나타났다. 또한 <사례 1>과 같이 문제 이해 단계에서는 교사의 안내를 듣고 교사의 말을 되풀이하며 문제를 되새기는 경우가 나타났다. 사탕의 무게와 종이가 버틸 수 있는 무게가 얼마일지를 가늠해 보면서 문제 해결을 위한 실마리를 찾고자 고

Table 5. Outline of in-depth interviews

범주	심층 면담 문항
문제 이해	<ul style="list-style-type: none"> • 문제 이해 단계에서 처음 해결 과제를 들었을 때의 생각은 어떠했습니까? • 재료를 제한적으로 사용하는 것에 대한 어려움은 없었나요?
설계와 아이디어	<ul style="list-style-type: none"> • 나는 아이디어가 많은 편인가요? 문제 해결의 아이디어는 어디에서 얻나요? • 문제 해결의 최종 아이디어는 어떻게 결정하게 되었나요? • 문제를 해결과 아이디어 생성은 어떤 연관이 있는 것 같나요?
문제 해결과 제작	<ul style="list-style-type: none"> • 문제를 해결하는 과정 중 가장 힘든 점은 무엇이었나요? • 처음에 계획했던 대로 결과물 제작 과정이 순조로웠나요? 계획대로 되지 않았을 때는 어떻게 하였습니다? • 문제 해결과정이 계획적 순차적이지 않고 우연하게 해결되는 경우가 있는데, 이에 대한 자신의 생각은 어떠한가요?
평가와 소감	<ul style="list-style-type: none"> • 문제 해결에 있어 가장 중요한 것은 무엇이라 생각하나요? • 최종 산출물에 대한 자기 스스로의 평가는 어떠한가요? • 수업을 마친 후 소감(가장 기억에 남는 것, 새로 알게 된 점 등)은 무엇인가요?

민하는 모습이 보였다. 또한 제한된 재료와 조건을 한 번씩 더 확인하면서 문제를 보다 더 명료화 하려고 노력하였다.

<사례 1> ‘문제 이해’ 단계에서의 담화
[캔디 백 디자인 수업]

교사: 자, 그렇다면 이 많은 사탕을 어디에 담아 가야 좋을까? **종이(A4)만을 가지고** 튼튼하고 아름다운 가방을 제작해 봅시다. 단, 경제성, 창의성, 심미성, 견고성을 고려하여 디자인해 보세요. 재료는 A4용지, 풀, 가위입니다.

성규: 형~ **종이만 가지고 만들어야 한데.**

재규: 종이로 이 무게를 버틸 수 있나?

성규: 사탕이 얼마나 무겁지?(막대사탕 20개 봉지를 들어보며) 엄청 무거운데.

민준: 그럼 사탕이 몇 개나 들어가야 하는 거냐? 엄청 크게 만들까?

교사: 재료(종이)는 **최대한 적은 양으로 최대한 많은 사탕을 담을 수 있는** 가방을 만드는 것입니다.

승현: **적은 양으로 최대한 많이 들어가게...**

2) 과제에 대한 이해와 명료화

정해진 답이 없는 비구조화된 과제일수록 해결해야 할 문제와 조건을 얼마나 잘 이해하고 있느냐가 아이디어 생성 및 문제 해결에 영향을 줄 수 있다. ‘캔디 백 디자인’ 수업에서는 문제에 대한 확인 및 조건 명료화에 소요된 시간이 다른 수업에 비해 가장 길었으며, 모둠원간의 의사소통도 매우 활발

한 편이었다. 반면, <사례 2>의 ‘과자를 부탁해’ 수업에서 재규는 빨대가 충격 흡수의 기능이 있다고 확신하며, 재료에 대한 아이디어를 제시하자, 목표 도달에 얼마나 적합할지 충분한 고민을 거치지 않고서 바로 재료를 결정하고 선택해 오는 모습을 보였다. 즉, ‘과자를 부탁해’ 수업의 문제 인식 단계에서는 다른 수업에 비해 문제에 대한 이해와 고민의 시간이 짧았으며, 해결 과제에 대한 명료화 과정을 제대로 거치지 않았다.

<사례 2> ‘문제 이해’ 단계에서의 담화
[과자를 부탁해 수업]

재규: 야, **빨대 자체가 속이 비어있으니까 빨대만 가지고도 충격흡수는 충분해.** 고소미 위에 빨대, 빨대, 그리고 아래도 빨대, 빨대 하던 되잖아.

승현: 고소미가 앞잖아?

재규: 그러니까, **(그림을 그리며) 고소미가 있지. 고소미(과자) 위에 (과자 크기대로 잘라 나란히 1층) 빨대, (십자로 교차해서), 빨대, 아래 빨대, (십자로 교차해서) 빨대 하던 되잖아. 아래위로, 그래도 안 되면 2층으로 쌓으면 되지.**

승현: (재료는 주름있는 5mm, 주름없는 7mm 빨대, 색도화지, A4 중 선택이나) **종이 안 쓰고 빨대만 써도 돼요?**

위의 사례와 같이 목표 도달에 대한 충분한 변인 고려와 다면적이고 종합적인 탐색 없이, 그리고 문제 해결에 대한 충분한 탐색 없이 즉흥적이고 단편

적으로 문제를 이해하고, 바로 제작 과정으로 넘어가려는 경우에는 추후 최선의 해결책을 찾아가는 과정에서 계속된 시행착오를 겪었다. 이는 창의적 설계 과정에서 제작에 들어가기 전 ‘문제 이해’ 과정에서 일어나는 일련의 사고 요소들이 다음 단계의 사고 과정 및 해결에 많은 영향을 미치는 것으로 보인다.

2. 설계 단계의 특징

1) 경험과 회상적 지식에 의한 아이디어 생성

문제 파악이 끝나면, 학생들은 문제 해결을 위한 다양한 아이디어를 제시하였다. 학생들의 문제에 대한 탐색은 주로 실생활에서 체험한 경험적인 지식수준에서 이루어졌다.

<사례 3>의 ‘수박 끈’과 같이 최소한의 양으로 많은 무게를 버틸 수 있는 방법을 우리 주변에서 찾아냈고, 모둠원이 같은 경험이 있으므로 목표 도달에 효과적일 것이라는 합의가 쉽게 이루어졌다. 이처럼 문제 해결 아이디어의 발상은 개인의 경험과 회상적 지식에 의존하는 경우가 대부분이었으며, 비슷한 경험이 있는 경우, 아이디어의 합의가 보다 쉽게 일어났다. 즉, 문제 해결에 주로 사용되는 지식은 일반적으로 수업 시간에 학습된 선언적 지식보다는 경험 등과 같은 구체적인 상황을 통해서 학습된 지식인 절차적 지식을 많이 사용한다는 것을 확인할 수 있었다.

<사례 3> ‘설계’ 단계에서의 담화

[캔디 백 디자인 수업]

민준: 무거운 걸 잘 버티는 게 뭐가 있지?
 성균: 가방, 근데 창의적인 거를 만들어야 하잖아.
 승현: 뭐 없나? 무거운 거 잘 버티는 거.
 성균: 아, 수박끈~ 수박끈처럼!!!!
 승현: 그림, 끈을 만들자, 질기게.

하지만, 개인의 경험과 회상적 지식이 발산적 사고를 제한하는 경우도 나타났다. <사례 4>의 ‘종이 의자 디자인’ 수업에서 성균이는 계속 “세모, 세모...”를 반복하며 반드시 세모 구조가 디자인에 포함되어야 한다고 강조하였다. 그 이유가 무엇인지에 물음에 대한 답은 다음과 같다.

<사례 4> 성균의 면담 사례

[종이 의자 디자인 수업]

“세모, 세모... 진짜 많이 들었어요. 힘의 분산은 삼각형 구조가 가장 유리하다라는 이야기를 많이 들어서요. 무거운 것을 버티는 힘의 분산하면 무조건 삼각형이 떠올라요. 그래서 친구들에게 삼각형 구조가 들어가야 한다고 말했어요.”

이처럼 반복해서 학습했거나 인상 깊은 기억은 반성적 검토 없이 마치 정답이 정해진 해결책처럼 유사한 문제에 모두 적용하려는 경향을 보인다. 앞서 살펴본 사례와 같이 ‘수박 끈’이라는 경험이 문제 해결에 좋은 단서를 제공할 수도 있지만, 힘의 분산에 효과적인 다른 구조에는 어떤 것들이 있는지를 다양하게 탐색하고 새로운 아이디어를 창안해 내는 데는 제한점으로 작용할 수 있다. 이러한 경우 정답이 없는 개방적 수업이라고 하더라도, 학생 내재적으로는 이미 정답이 정해져 있는 수업이 되어버리는 것이다.

2) 그림으로 완성해가는 아이디어

학생들은 자신의 아이디어를 표현하기 위해서는 말로만 설명하지 않고, 동시에 그림을 그리면서 의견을 제안하는 경우가 많았다. 본 수업이 디자인을 하고 실제 산출물을 제작하는 수업이기 때문에 구상도나 설계도가 포함되어야 하는 이유도 있겠지만, 자신이 머릿속으로만 상상되는 아이디어를 <사례 2>, <사례 5>와 같이 직접 그려서 제시함으로써 모둠원들에게 자신의 아이디어를 구체적으로 표현하였다.

<사례 5> ‘설계’ 단계에서의 담화

[캔디 백 디자인 수업]

민준: 종이를 잘라서 끈처럼 만들어서 (거미줄 구조의 모양을 그리며) 이렇게 만들면 어때?
 성균: 띠처럼 잘라가지고? 그래 좋은 생각이야. 그걸 크게 장바구니처럼 만드는 거야.
 승현: 계속 좀 더 그려봐. 이게 바닥인거야?
 민준: 응.
 성균: (거미줄 구조 그림을 가르키며)여기에 계속 연결해서 만들면 되겠네.

최초에 제시된 아이디어에 모둠원들의 추가적인 아이디어를 더해 가면서 보다 구체적인 설계도를 완성해 갔다. 그러한 과정에서 가능성이 높은 해결책은 모둠원들에게 받아들여지고, 개인의 아이디어

가 모듈의 아이디어로 발전해간다. 먼저 개인이 아이디어를 제시하면 나머지 모듈원들은 그에 따른 피드백을 제공하고, 그 후 모듈원들의 아이디어들에 수정·보완이 이루어지면서 더 정교화 되는 것이다(사례 6).

<사례 6> ‘설계’ 단계에서의 담화

[종이 의자 디자인 수업]

성균: 8cm의 폭으로 직각삼각기둥을 만들어 촘촘하게 세울까?

승현: 우리 너무 촘촘해서 문제인 것 같은데?

성균: 부채 만들기처럼 접어서 만들면 둥그랗게 되잖아? 그렇게 원을 만들어 계속 쌓는 건 어때?

재규: 그건 무거우면 다 찌그러질 것 같은데.

성균: 그럼 접어서 세워볼까?(부채처럼 접은 종이를 세워서 둥그랗게 만들어 봄)이렇게 계속 겹쳐주는 거야. 폭은 3cm 정도로 하고.

승현: 3cm는 너무 좁아.

성균: 그럼 5cm, ok?(모듈원의 합의가 이루어진 후) 민준아, 5cm 폭으로 그려줘.

(8정 도화지를 가로 폭 5cm로 부채접기를 함)

예를 들어 ‘종이 의자 디자인’ 수업에서는 삼각기둥을 직육면체로 엮갈려 배열하자는 성균이의 아이디어에 다른 모듈원의 아이디어들이 추가·보완되면서 더 구체적이고 자세한 구상도가 만들어졌다. 이러한 과정을 통해 의견이 수렴되고, 아이디어의 타당성을 검증하여 최적의 대안이 완성되게 된다.

아이디어 구상에서 합의가 되지 않는 부분이 발생할 경우 자신의 아이디어를 보여주기 위한 간단한 실물을 만들거나, 검증을 통해 주장의 타당성을 확인받고자 하는 경향도 나타났다. ‘종이 의자 디자인’ 수업에서 삼각구조를 강조하던 성균이는 부채접기를 해서 원모양으로 차곡차곡 쌓기를 주장하였으나, 재규가 가로로 쌓아 올린 것은 무게를 지탱하기 어려울 것이라 하자, 종이 의자의 무게 지탱은 부채접기 형태의 종이를 세로로 세워서 제작하는 것으로 결정되었다. 이에 성균은 자신의 아이디어에 미련을 버리지 못하고, 부채접기한 도화지를 가로로 계속 쌓아 올려보며 자신의 주장을 검증받고자 하였다.

또한 아이디어 스케치는 그림을 그리는 일에 대한 자신감과도 관련이 있었다. ‘과자를 부탁해’ 수업에서 재규는 빨대를 과자 세로 길이로 잘라 일렬

로 배열하는 방식으로 아래, 위 여러 층으로 쌓자는 의견을 제안하기 위해 그림 그리기를 시도하였다. 성균은 ‘종이 의자 디자인’ 수업에서 직육면체 형태로 원기둥을 세우고, 좌우에 삼각기둥을 가로로 쌓자는 아이디어를 그림으로 그리려 하였는데, 두 학생들은 “나는 그림 못 그려.”, “승현아, 네가 그려봐” 등의 반응을 보이며 아이디어 표현을 중단하거나 다른 친구에게 떠넘기는 행동을 보였다. 이 두 학생은 자신의 아이디어를 구상도나 설계도로 표현해 내는 데 어려움을 느꼈으며, 이는 평소 자신의 그림 실력에 대한 자신감이 부족한 것에 기인한 것으로 보인다. 아이디어를 구체적으로 표현하는 경험이 모듈학습의 의사소통이나 구상도, 설계도 제작에 영향을 미치므로 평소 자신의 아이디어를 그림으로 그리거나, 시각적 자료로 표현해 보는 경험도 필요한 것으로 보인다.

3) 아이디어 표현과 의사소통

‘종이 의자 디자인’ 수업에서 힘을 버티는 구조에 대한 아이디어를 토의하는 장면에서 직각삼각기둥을 직육면체 모양으로 엮갈리게 쌓고 삼각기둥 사이사이에 원기둥을 넣자는 민준이의 의견에 과거 실패의 기억을 떠올리며 시도 자체를 제한하려 하였다(사례 7). 이는 실패 경험의 원인과 이유는 찾지 않고, 실패한 아이디어는 재고의 여지없이 무조건 제외하려는 경향이 있는 것 같다. 이는 실패에 대한 두려움에 기인했으리라 생각된다. 해결책을 선정하고 제작하는 과정에서 그 결과가 목표 도달에 부합하지 못하였을 때, 그 원인을 상황과 변인 고려에 놓고 고민하지 않고, 목표 도달도에 따라 성공의 아이디어와 실패의 아이디어로 구분지어 버리는 것이다. 수업 관찰에서 학생들은 ‘평가’ 단계의 해결책 분석, 목표와 비교하기, 해결책 평가에서의 문제 발견 등의 과정이 충분히 이루어지지 않는 모습을 보였는데, 문제 해결의 목표 도달과 전체 과정에 대한 종합적·반성적 사고 과정이 중요함을 시사한다.

<사례 7> ‘설계’ 단계에서의 담화

[종이 의자 디자인 수업]

성균: 종이를 막아서 세우고, 그리고 여기다(직육면체 좌우로) 종이를 깔아.

재규: 굳이 옆에 종이를 왜 필요해(깔아야 해)?

성균: 이걸 여기에 합치자(원기둥과 삼각기둥을).

민준: 여기(삼각기둥) 사이사이에 원기둥을 넣자.

성균: 그러다가 지난번에 실패했었잖아. 이렇게 이걸 (원기둥을 세워 직육면체처럼 만들고) 옆에 (삼각기둥)을 깔자.

승현: 등받이는 만들지 말자.

성균: 그래, 등받이는 만들지 말고.

아이디어 고안과 문제 해결과의 관계를 살펴보면 설계 과정에서 아이디어는 고안의 건수가 많이 나온 것보다 모두의 합의를 이끌어 낼 수 있을 만한 강력한 아이디어인가가 더 의미 있었다. 또한 최선의 아이디어라고 여겨질 만한 해결책이 얼마나 빨리 제시되었느냐가 문제 해결 소요시간에 영향을 미쳤다. 설계 과정의 해결책 생성이 원활히 이루어지면 다음 단계의 진행도 빠르고, 목표 도달에 대한 자신감도 높게 나타났다.

아이디어 제공자는 주로 특정한 학생에게 편중되는 경향이 보였다. 연구 참여자 중 모든 수업에서 가장 많은 아이디어를 제시한 학생은 성균이로 가장 적극적인 의사표현을 하는 학생이다. 이는 문제 해결에 대한 적합성과 상관없이 자신의 의견을 자유롭게 표출하는 것을 말한다. 대부분 자신의 생각이나 의견을 주장하는 상황에서 머뭇거리거나 다른 학생의 아이디어에 그대로 순응하거나 덧붙여 첨가하는 방식으로 제안하는 정도에 그쳤으나, 성균이는 평균 수업마다 5~6가지의 아이디어를 제시하였다. 이는 평소 발표 경험이나 의사표현 능력과 연관이 있는 것으로 보여진다. STEAM 수업에서도 자신의 생각을 제시하고 상호작용이 원활히 일어나기 위해서는 학생들이 자신의 주장을 알맞은 근거로 자신 있게 표현할 수 있는 기술이 갖추어져야 보다 원활한 토론이 이루어질 수 있을 것이다.

3. 제작 단계의 특징

1) 실물 제작의 어려움

학생들의 심층 면담 결과, 대부분 실제 제작 단계에서 어려움을 많이 느끼는 것으로 나타났다. 아이디어를 구상도로 그려내는 정도까지는 수행하였으나, 그것을 실물로 제작하는 과정은 생각보다 고려해야 할 점들이 많으므로 구상도나 설계도를 그릴 때는 생각지 못한 어려움이 제작하는 과정에서 많이 발생하였다. <사례 8>과 같이 최초의 아이디

어대로 작품을 제작하다보니 제작에 걸리는 시간이 너무 오래 걸리고, 그렇게 제작된 결과물이 과연 문제 해결에 효과적이지 확신할 수 없기 때문이다. 문제 해결 과정 중에 가장 어려웠던 수업이나 상황에 대한 응답은 <사례 9>와 같다.

<사례 8> '제작' 단계에서의 담화

[종이 의자 디자인 수업]

(원기둥 맞기와 삼각기둥 접기만 15분 짜, 제작 시간이 너무 많이 소요됨을 느낌)

성균: 그냥 삼각기둥도 (양옆에 쌓지 말고) 다 세울까?

재규: 이런 식으로 하다가는 오늘 안에 다 못 끝내겠는데...

성균: 그럼, 어떡하지?

(5~6분 침묵이 흐르고 각자 고민의 시간을 가짐)

<사례 9> 문제 해결 과정의 어려움에 대한 면담 자료

성균: 과자를 부탁해 디자인 수업에서 되도록 테이프를 사용하지 않고 만들고 싶었으나, 제작 과정에서 테이프를 최소화하기 힘들었고, 재료가 한정적이라 제작하는 데 어려움이 있었어요.

승현: 캔디 백 디자인 수업에서 끈으로 가방을 만들려고 하는데 끈이 계속해서 끊어져서 가방을 완성하기까지가 힘들었어요. 아이디어가 아무리 좋아도 제대로 못 만들면 의미가 없으니깐 잘 만드는 것이 가장 중요한 것 같아요.

민준: 캔디 백 디자인 수업에서 종이끈을 하나씩 다 연결하고, 끊어지면 다시 연결해야 하는 것이 힘들었어요.

재규: 과자를 부탁해 디자인 수업에서 처음 빨대만 가지고 만들면 가능할 줄 알았는데, 계속 바뀌어서 만들고 시도해 봐도 제대로 안 될 때가 가장 힘들었어요.

이러한 제작 과정의 어려움을 극복하기 위한 방법을 묻는 질문에는 3명의 학생이 설계도를 구체적이고 자세하게 만들어야 한다고 응답하였다. 설계도가 꼼꼼하게 만들어지면 이후 제작 과정의 어려움이 적고, 제작 과정 중 발생하는 실수도 최소화할 수 있다고 응답하였다.

마찬가지로 '과자를 부탁해 디자인' 수업에서도 빨대가 충격흡수에 탁월할 것이라는 전제로 빨대를 과자 위아래만 감싸주면 될 것이라 생각하여 제작하였다가, 낙하 실험 후 과자 가장자리에 대한 충격 보호를 미처 생각하지 못했다는 것을 알게 되었다. 빨대의 반을 잘라 과자 가장자리에 끼워 해결해 보고자 하였으나, 과자를 보호하는 데는 역부

죽이었다. 실제 빨대가 속이 비어있어 어느 정도 충격 흡수를 할 수 있을 것이라 예상하였으나, 충격 흡수를 얼마까지 할 수 있는지는 충분히 고민하지 않았기 때문에 제작 단계에서 <사례 10>과 같은 문제 상황에 처하게 된다.

<사례 10> ‘제작’ 단계에서의 담화

[과자를 부탁해 수업]

(빨대를 과자 길이로 잘라 일렬로 배열하여 과자의 위아래로 붙여 낙하 실험을 함)

승헌: 야, (수평이 아니라) 이렇게 (가장자리 방향으로) 떨어질 때도 생각해야해.

재규: (아래의 사진처럼 반으로 쪼개진 빨대를 빨대 가장자리에 씌움)

성균: 그래, 빨대를 반으로 잘라서 보호막으로 가장자리에 모두 끼우자. 테이프도 안 쓰고 너무 완벽해.

민준: (빨대를 반 가라 과자 주변에 씌어줌)

승헌: (과자 위아래에 빨대를 두 겹으로 쌓아 붙이고 낙하 실험하였으나 과자가 반으로 깨짐)

성균: 야, 다 깨졌어. (과자 가장자리 보호는) 이제 어찌지?

2) 순환 반복 과정을 통한 문제 해결

<사례 10>과 같이 제작 단계에서는 만든 산출물의 결과가 목표에 도달하지 못할 경우, 전 단계인 설계 단계로 다시 돌아가 아이디어 고안 및 선정의 단계를 다시 거치는 것을 확인할 수 있었다.

캔디 백 제작 과정에서 학생들은 최초로 설정한 가방의 띠 형태에 문제가 있음을 확인하고, 이를 해결하고자 하였다. 무게를 버티는 것에 있어 띠가 가지는 장력의 정도는 띠의 두께와 폭과 관련이 있다. 학생들은 만든 종이 띠의 간단한 실험을 통해 종이의 두께와 폭을 보완하여 <사례 11>과 같이 띠의 장력을 높여 제작할 수 있었다. 이처럼 제작 과정에서는 수시로 테스트와 반성을 통한 문제점 발견과 해결할 아이디어 고안의 과정이 반복적으로 일어났다. 즉, 간단한 실험을 통해 문제점을 찾고, 이를 보완할 대안을 찾아보고, 모둠의 합의점을 얻어 수정·보완하고 다시 검증하는 것이다. 이는 결과물이 최종 완성될 때까지 계속 순환 반복되고 있었다. 즉, 결과물을 실험하고 분석하여 전 단계로 되돌아가는 환류는 절차에 상관없이 문제를 해결하기 위한 과정 내내 연속적으로 일어났으며, 이는 학생들이 자신들의 해결책이 문제 해결에 부합하고 있는지를 끊임없이 모니터링한다는 의미를 지

닌다.

<사례 11> ‘제작’ 단계에서의 담화

[캔디 백 디자인 수업]

재규: (거미줄 모양 바닥)이걸로는 저 무게 못 버텨.

성균: 왜 그리 부정적이야? 한번 해보자. 도전해 보자.

승헌: (종이 띠를 양쪽으로 당겨보며)바로 끊어질 것 같은데

성균: (종이 띠를) 좀 더 두껍게 하자.

재규: 종이 띠 2장을 겹쳐 붙이면 되잖아.

민준: 딱 풀 바르고 말리면 종이 띠가 약간 딱딱해지잖아.

재규 말처럼 종이를 두 겹을 하자.

성균: 그럼 종이 2장을 아예 풀로 붙이자. 그리고 자르면 되잖아.

재규: (종이 띠 2장을 풀로 붙여 양쪽으로 당겨봄)

승헌: (종이 띠 2장을 붙여 손가락 끝으로 힘을 부여) 오~ 훨씬 낫네~

<사례 11>과 같이 <사례 12>에서도 망으로 구성된 프로토타입(prototype) 제작물로 간단한 실험을 하고, 망 사이로 사탕이 쉽게 빠져나간다는 문제점을 발견한 뒤 이를 보완하기 위해 옆면을 추가 제작하였다. 이 과정에서도 옆면을 망구조 밖으로 덮을지, 망구조를 무늬로 살리고 옆면을 망구조 안으로 넣을지에 대한 아이디어 발상이 이루어졌다. 디자인적인 측면에서 망구조를 밖으로 드러내고 안쪽으로 옆면을 덧대는 방식으로 제작하기로 결정하였으나, 실제로 구현해내기가 어려워, 결국 망구조를 안으로 넣고 밖으로 감싸는 원통형 옆면으로 제작하였다.

<사례 12> ‘제작’ 단계에서의 담화

[캔디 백 디자인 수업]

(거미줄 바닥에 같은 구조 3개를 연결하여 바구니 형태의 그물 가방을 만들다가)

재규: 근데 이 망사이로 사탕이 다 빠져 나갈 것 같은데.

(망 바구니에 사탕봉지를 넣고 흔드니 끈이 몇 개 끊어짐)

성균: (끊어진 부분을 테이프로 연결하며)겉친 부분을 풀로 붙이고 테이프를 한 번 더 붙여야겠는데.

승헌: 사탕이 못 빠져 나가게 옆면에 종이를 붙일까?

성균: 그러자, 이걸(망구조를) 배대로 삼고 종이를 덧대는 거야.

승헌: 이게(망구조가) 디자인이니까 종이를 망 안쪽으로 붙일까?

민준: 그래, 마치 그물망이 무너처럼.

임재근(2009)은 방법적 문제를 해결하기 위한 학

생들의 순환적 해결과정은 공학자들이 방법적 문제를 해결할 때 나타나는 순환적 과정과 유사하다고 하였다. 본 수업에서도 과제에 따라 문제 해결에 걸리는 시간과 횟수의 차이는 있었지만, 문제를 해결하기 위해 해결책을 찾고 실험 계획과 실험하기, 다시 해결책 모색과 실험하기의 단계를 순환적으로 반복하는 모습을 확인할 수 있었다.

또한 Table 6과 같이 디자인 사고 기반 STEAM 프로그램은 학습 과정에서 수시로 재설계하여 다시 테스트를 받을 수 있도록 하였기 때문에 학생들은 자신이 원하는 결과에 도달하지 못하였어도, 실험 결과를 바탕으로 계속 보완하여 재도전하고자 하였다. 이는 제작물 평가 결과에 대한 두려움이나 실패에 대한 부담감을 느끼기 보다는 문제점을 극복하고 해결하고자 하는 의지를 북돋아주는 결과를 가져왔다.

3) 시행착오를 통한 우연한 문제 해결

‘과자를 부탁해’ 수업에서는 과자가 부서지지 않도록 하는 포장 방법에서 최초의 대안이 문제 해결에 적합하지 않자, 서로 각자의 아이디어를 제시하다 합의점을 찾지 못하게 되었다. 결국 모둠원들은 각자의 방식으로 제작하여 실험해 보고, 가장 유리한 방법을 찾기로 하였다. 이때 성균이는 우연히 빨대의 구부러진 부분을 서로 맞대어 연결하다가 삼각형의 골격이 만들어졌고, 피자 모양의 골격에 종이를 덧대어 과자를 넣어 떨어뜨렸는데, 과자가 전혀 부서지지 않는 결과를 찾아냈다(사례 13). 표면을 넓게 만들면 과자의 떨어지는 속력을 최대한 천천히 늦출 수 있다는 것을 시행착오 속에서

우연히 발견하게 된 것이다.

〈사례 13〉 ‘제작’ 단계에서의 담화

[과자를 부탁해 수업]

성균: (1자로 구부러진 빨대를 서로 연결하여 끼워보다 우연히 부채꼴 모양이 나옴. 과자를 넣기에 넉넉한 크기의 공간이라 아래·위로 색도화지를 잘라 덧붙이고 책상위에서 간단한 낙하 실험을 해본 뒤) 어, 천천히 떨어진다.

승헌: 도전해보자. (2m 지점에서 떨어뜨린 후 종이를 열어 과자가 전혀 부서지지 않음을 확인)

성균: 됐어, 하나도 안 깨졌어.

승헌: 대박! 대박! 됐어, 하하하. 됐어.

재규: 피자가 해냈어, 하하하.

‘과자를 부탁해’ 수업은 과자를 이용하는 수업이라 학생들이 흥미와 친숙함을 가지고 도전할 수 있었다. 하지만, 과자를 부서지지 않게 포장하는 디자인을 구상하여 만들어 내기에는 여러 가지 한계가 있었다. Champagne et al.(1982)은 배경지식이 풍부하지 않을 경우에는 시행착오를 통해 해결책 자체를 먼저 수행하고자 하는 특성이 나타난다고 하였다. 본 연구에서도 학생들은 문제 해결을 위한 다양한 해결책을 제시하고, 반복적 실험을 통한 시행착오적 해결 과정을 거쳐 문제를 해결하고자 하는 모습이 관찰되었다.

또한 ‘종이 의자 디자인’ 수업에서는 원기둥 채우기와 삼각기둥 쌓는 방법에 한계를 느끼다가 우연히 제시한 성균이의 의견대로 도화지를 부채 접기를 하여 여러 겹 세로 방향으로 세워놓고 간단한 무게 실험을 해보았더니, 생각보다 많은 무게를 버

Table 6. Cases of rechallange experiment in ‘candy bag design’ class

실험	사례
실험1	띠구조 사탕 가방에 막대사탕 20개를 넣고, 가방 손잡이를 잡고 앞뒤로 20회 흔들어 봄. 사탕이 빠져나가지 않고 안정적으로 무게를 버텨.
실험2	사탕 가방에 막대사탕 40개를 넣고, 가방 손잡이를 잡고 앞뒤로 20회 흔들기 실험함. 띠가 몇 가닥 끊어지긴 하였지만 옆면 안쪽이라 안정적으로 버텨.
실험3	막대사탕 60개를 넣고, 가방 손잡이를 잡고 앞뒤로 20회 흔들기 시도함. 띠의 연결 부위가 몇 개 끊어지고 버텨. 끊어진 부분을 보수하고 다시 도전하고자 함.
실험4	막대사탕 80개를 넣고, 가방 손잡이를 잡고 앞뒤로 20회 흔들어 봄. 손잡이의 연결 부위가 불안하지만, 막대사탕 80개의 무게를 버텨.
실험5	막대사탕 100개를 넣고 가방 손잡이를 잡고 앞뒤로 20회 흔들기 시도함. 손잡이의 연결 부위가 불안하고, 가방의 몸체 부분도 많이 끊어짐. 보수 후에 계속 재도전하고자 하였으나, 보수의 의미가 무의미한 것 같아 실험 중단함.

턴다는 사실을 확인하게 되었다. 결국 처음 구상했던 아이디어를 바꾸어 부채 접기로 접어 세운 별모양 기둥 형태로 종의의자를 완성하게 되었다.

전문가들은 문제의 목표 상태에 도달하기 위해 다양한 방법의 질적 분석을 통한 해결책을 제시하는 것으로 알려져 있는데, 이에 반해 학생들은 문제의 상황에 대하여 신중하게 탐색하지 않고 떠오르는 생각대로 문제 해결을 하는 모습을 보였다. 권재술과 이성왕(1988)은 학생들이 과제를 해결할 때 문제 해결에 필요한 지식들을 한 번에 찾지 못하고 활동을 통해 알게 된 지식을 바탕으로 문제를 해결한다고 하였다. 본 수업에서도 다양한 시행착오적 문제 해결을 통해서 찾게 된 일종의 절차적 지식을 활용하여 문제를 해결하는 경우가 많음을 확인할 수 있었다.

문제 해결과정이 계획적, 순차적이지 않고 우연히 해결되는 경우가 있는데, 이에 대한 학생들의 심층면담 결과는 다음과 같다(사례 14).

- 〈사례 14〉 시행착오를 통한 문제 해결에 대한 심층면담
 승현: 문제 해결 방법이 처음 계획대로 되지 않았지만, 의외의 방법이 좋은 결과를 가져왔고, 그래서 더 독창적이었던 것 같아요.
- 민준: 계획적인 진행보다 우연한 결과로 문제를 해결하는 경우는 당연하다고 생각해요. 제작하다 보면 중간 중간 문제가 발생하는데, 그때마다 조금씩 수정해야 하고, 그러다가 더 좋은 생각이 떠올라 수도 있잖아요.
- 재규: 배경 지식이 많으면 모든 것을 계획적으로 하는 것이 나올텐데, 잘 모르는 것을 만드는 과정은 우연한 과정에서 해결하는 경우가 더 많은 것 같아요.

학생들의 반응을 살펴보면 시행착오를 통한 문제 해결에 대해 긍정적으로 생각하고 있으며, 우연의 결과에 대해 허용적인 것으로 나타났다. 이처럼 학생들은 문제 해결에서 차선책이나 만약을 대비한 다양한 대책을 마련해 놓기보다는 최선의 해결책 한 가지만을 생성하고, 자신들이 목표한 바에 도달하기 위해 반복적인 실험을 진행하였다. 또한 실험 결과에 영향을 주는 변인을 파악할 수 있는 배경지식이 충분하지 않으므로 변인을 고려한 시도가 아닌 결과 값을 통한 변인으로 문제를 해결하고자 하는 경향이 나타났다. 그리고 반복 실험을 통한 절차적 지식의 활용에서도 배경 지식의 부족으로 인해 해결책의 결과를 목표 수준까지 올리는

데 한계가 있을 수 있으며, 이를 극복하기 위해 반복 실험을 하였다. 이는 해결책 수행 과정을 통해 알게 된 절차적 지식을 살펴보면 절차적 지식을 뒷받침해 줄 수 있는 선언적 지식이 부족하거나 잘못된 선언적 지식을 바탕으로 형성된 절차적 지식을 활용하기 때문에 정교성이 떨어진다고 할 수 있다 (Sormunen, 2008).

Glaser and Chi(1988)의 선행연구에 의하면 전문적 지식이 풍부한 전문가들은 문제의 질적인 부분에 많은 시간을 할애하기 때문에 문제가 주어졌을 때 문제에 대한 다양한 가능성과 지식을 활용하여 문제 상황과 장애물을 고려하지만, 전문적 지식이 적은 초보자의 경우 문제를 직접적으로 해결하려는 경향이 있기 때문에 대안적 해결책을 제시하는 것보다는 최선의 해결책을 선정하고 바로 해결책을 수행하는 단계로 이어지는 모습이 나타나는 것으로 보여진다.

4. 평가 단계의 특징

1) 목표 도달도에 대한 검토

학생들은 문제 해결을 위한 제작 단계에 가장 치중하고, 최종 해결책과 결과물에 대한 평가 단계는 소홀하게 다루는 것으로 나타났다. 즉, 평가 단계의 목표와 비교하기 요소에서 목표 달성의 정도보다는 단순히 문제 해결 자체에 만족하며 실험을 종료하는 모습도 나타났다. 해결책 평가에서의 문제 발견은 거의 관찰할 수 없었다.

‘과자를 부탁해’ 수업에서 시행착오적으로 만든 피자 모양 디자인 실험 결과가 과자를 부서지지 않게 보호한다는 것을 확인한 후 최종 해결책에 대한 반성 및 분석 없이 바로 활동을 마무리하는 모습이 나타났다. 학생들은 과자가 부서지지 않으면 성공, 부서졌으면 실패라고 여기는 경향이 있었다. 즉, 해결하고자 하는 목표에 일단 도달하였다면, 오로지 결과에만 의미를 두고 처음에 선정했던 해결책이 왜 목표에 부합하지 못하였는지에 대한 고민과 분석은 이루어지지 않았다.

‘캔디 백 디자인’ 수업에서는 실험 전 가방의 디자인과 구조만을 보고 사탕을 가장 많이 버티는 가방을 선택하도록 하였는데, 실제 무게 테스트 결과가 예상과 다르게 나오자 신기함과 궁금함을 느꼈으나, 그 원인과 차이점을 자세하게 파악하려는 모

습은 보이지 않았다.

‘종이 의자 디자인’ 수업에서는 자신들이 만든 의자 성능 테스트를 해 본 결과, 36kg 이상 버티는 것으로 나타났다. 기대 이상의 결과에 학생들은 매우 놀라고 만족하는 모습을 보였으며, 아이디어 수정이나 제작 과정에 대한 반성이나 문제 해결에 대한 목표에 얼마나 부합하는지에 대한 고민을 하는 모습은 보이지 않았다. 초기 목표 상태에 도달하였을 때 더 이상 새로운 해결책을 생성하지 않았다.

학생들은 문제 인식 단계에서는 문제의 도달 목표를 제시하지만, 최종적으로 문제 해결을 종료하는 시점에서는 목표 달성 정도를 비교하는 모습이 나타나지 않았다. 이는 문제 해결 과정에서 설정한 목표를 얼마나 달성하였는지를 비교하기보다는 단순히 문제를 해결하고자 하는 과정에만 집중하여 실험 결과가 좋은 것을 최종 결과물로 처리하는 경향을 보였다.

만족스러운 결과를 초래하지 않았더라도 수업 후반부로 가면서 과제 해결에 대한 몰입과 집중이 떨어지면서 목표했던 결과가 나오지 않아도 문제 해결 자체를 종료하기도 하였다. 실험을 한 후 반응을 통해 알아본 실험 결과에 대한 분석은 주로 실패에 대한 원인을 찾아내기보다는 실패에 대한 단순 의문에 그쳤다.

Glaser and Chi(1988)는 전문가가 문제를 해결하는 과정에서 실수를 이해하고 해결책을 자주 점검하지만, 초보자는 그렇지 않는 것으로 나타났으며, 전문가와 초보자의 문제 해결을 비교해 보았을 때 전문가는 자신의 영역에서 문제를 보다 깊게 이해하고 표상하는 반면, 초보자는 문제의 피상적인 부분만을 표상한다고 하였다. 본 수업에서도 학생들은 문제에 대한 깊은 이해와 결과 해석 면에서는 아직 서툰 모습이 관찰되었다.

2) 과정 및 최종 산출물에 대한 평가

학생 스스로 해결책에 대한 반성과 분석의 시간을 가지지 않아 문제 해결에 대한 분석 및 평가는 방과 후 심층 면담을 통해 추가적으로 실시하였다. 우선 창의적 문제 해결에 있어 가장 중요한 요인에 대한 질문에 다음과 같이 응답하였다(사례 15).

〈사례 15〉 문제 해결에서 가장 중요한 요인에 대한 심층면담

성균: 산출물을 제작하는 수업에는 아이디어 발상과 설계

도가 가장 중요하다고 생각해요. 아이디어가 많으면 제작 과정에 발생하는 문제에 대처할 수 있고, 또 설계도가 구체적이고 자세하게 나와 있으면 실수나 실패를 최소화 할 수 있다고 생각해요.

승헌: 낯설고 재료가 제한적인 수업이라 처음에는 불편했지만, 모둠이 힘을 합쳐 함께 해결하니 가능했던 것 같아요. 어려운 주제도 여럿이 힘을 합치면 해결할 수 있다고 생각해요. 또한 아이디어가 아무리 좋아도 실제 제대로 만들지 못하면 좋은 결과를 얻기 어려우므로 아이디어를 잘 만드는 것이 중요하다고 생각해요.

민준: 답을 찾기 어려운 수업은 아이디어가 많을수록 유리하다고 생각해요. 다양한 아이디어는 다양한 경험에서 나온다고 생각하구요. 이번 수업을 통해 다음에 이와 비슷한 문제는 같은 실수는 하지 않고 더 잘 만들 수 있을 것 같아요.

재규: 전에 배우지 않은 새로운 문제를 해결할 때에 가장 중요한 것은 다양한 경험인 것 같아요. 왜냐하면 경험을 통해 아이디어도 많이 경험을 많이 해보고 안 해보고의 차이가 크며, 경험을 바탕으로 응용도 가능하므로 평소 다양한 경험을 많이 쌓아두는 게 중요하고 생각해요.

학생들은 답이 정해져 있지 않는 창의적 문제 해결 수업에서 가장 중요한 요인을 대부분 아이디어라고 생각하였으며, 아이디어는 다양한 경험을 바탕으로 하므로 평소 다양한 경험이 필요하다고 응답하였다. 산출물에 대한 평가 및 소감에 관한 추가 면담 결과, 학생들의 응답은 다음과 같다(사례 16).

〈사례 16〉 최종 산출물에 대한 평가 및 소감에 관한 심층면담

성균: 실패하는 줄 알았는데, 다행히 의외의 방법으로 해결을 했어요. 혹시나 하고 삼각형으로 연결한 빨대에 종이만 붙였을 뿐인데... 도화지를 과자보다 크게 해서 표면적을 넓힌 것이 과자를 천천히 떨어지게 만들 것 같아요. 마치 낙하산 효과인거죠.

승헌: 사탕이 생각보다 많이 무거워서 종이로 어떻게 만드나 막막 했는데, 생각보다 종이끈이 튼튼했고, 어떤 구조가 무거운 것을 잘 버티는지 알게 되었어요.

재규: 우리가 쓰는 종이 가방 하나도 간단히 만든 게 아니라 생각에 들어있어요. 그리고 가방 손잡이가 엄청 중요하다는 것을 알았어요. 다음에 또 가방을 만들게 된다면 손잡이 부분에 신경을 많이 써야 할 것 같아요.

학생들은 자신들의 작품이 기대 이상의 결과를 보이는 것에 매우 만족하는 것으로 나타났고, 종이라는 제한적 재료에 대한 탐색과 재발견의 기회가 되었던 것으로 나타났다. 또한 제작 과정을 통해 전에는 몰랐던 새로운 개념이나 사실들을 새롭게 배워나가는 것으로 나타났다. 디자인 사고 기반 STEAM 수업을 모두 마친 후 가장 기억에 남는 점이나, 알게 된 점에 대한 서술 결과는 다음과 같다 (사례 17).

<사례 17> 가장 기억 남는 점과

새로 알게 된 점에 대한 서술

성규: 어떤 수업을 할지 궁금하고 뭔가 신기하고 재밌는 수업이었고, 우리들끼리 선택하고 자유롭게 만들 수 있어서 좋았다. 교과 내용을 배우거나 암기해야 하는 것이 아니지만, 과학이나 다양한 상식을 등을 새롭게 알게 되는 수업이었다. 그리고 계속 아이디어를 생각해내야 하므로 창의성과 문제 해결력에 도움이 될 것 같다.

성현: 혼자 해결하기에는 조금 어려운 과제였지만, 모둠 친구들과 다양한 아이디어를 공유할 수 있고, 함께 이야기하고 해결책을 찾아가기 가능했던 것 같다. 수업을 하다 보니 자연스럽게 각자 역할이 정해지는 것 같았고, 각자 자신있는 영역이 따로 있어서 서로 보완해주는 것 같았다. 여럿이 힘을 합치면 못할 게 없다는 생각이 들었다.

민준: 종이와 생각보다 꽤 많은 힘을 버틴다는 것과, 종이를 꼬거나 꺾치면 더 힘이 강해진다는 것을 알게 되었다. 그리고 우리 주변에 종이로 만들어진 것들에 대해 유심히 살펴본 적이 없었는데, 포장지나 가방이나 가구나 뭐든 그냥 만들어진 것이 아니라, 다양한 아이디어와 디자인이 바탕이 되었다는 것을 알게 되었다.

재규: 종이를 가지고 이렇게 다양한 것을 만들 수 있다는 것이 놀라웠다. 성공과 실패를 거듭했지만, 완성한 작품을 테스트하였을 때 기대 이상의 결과를 가져오는 것이 부뒀했다. 뭔가 성취감 같은 것이 느껴졌다. 다음에도 이런 수업을 또 했으면 좋겠다. 오늘의 경험을 바탕으로 다음 기회에는 더 잘 할 수 있으리라 생각한다.

본 디자인 사고 기반 STEAM 프로그램을 모두가 함께 프로젝트 형식으로 해결해 가도록 구성하였기 때문에 학생들은 수업 내내 개인이 아닌 모둠 형태로 문제를 해결해 나갔고, 그 속에서 학생들은 모둠 구성원으로써 자신의 역할을 확인하며 협업의 의미를 찾아가기도 하였다. 또한 종이를 가지고

제작하는 수업을 통해 ‘종이’라는 재료의 특성을 새로이 알게 된 학생도 있었으며, 주변 사물을 바라보는 시각과 태도도 달라지는 것을 확인할 수 있었다. 개방적 방식으로 문제 해결책을 찾아가는 수업은 수업에서 학생들이 진정한 주체가 되며, 학생 스스로 도전의식과 성취에 대한 만족감을 주는 것으로 나타났다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 디자인 사고 기반 STEAM 수업의 창의적 설계 과정에서 나타나는 학생들의 창의적 설계 과정의 양상을 알아보고, 창의적 설계 과정에 영향을 미치는 요인을 살펴보는 데 목적이 있다. 이를 위해 5·6학년 교육과정과 연계한 12차시 분량의 종이를 활용한 디자인 사고 기반 STEAM 프로그램을 개발하여 수업을 실시하였다. 학생들의 창의적 설계 과정을 이해하기 위해 수업을 관찰하고 질적 연구를 진행하였다.

디자인 사고 기반 STEAM 수업 장면을 전사하여 문제인식, 설계, 제작, 평가 단계별로 얻어진 프로토크 분석 결과, 창의적 설계 과정은 시작하는 지점이 있으며, 문제를 확인하고 이해하는 과정에서부터 산출물의 디자인을 설계하고 제작, 평가하는 단계까지 일련의 과정이 순차적이지 않고 복합적·반복적으로 일어난다는 것을 확인할 수 있었다.

단계별 특징을 살펴보면 우선, 문제 이해 단계에서는 과제에 대한 명료화와 이해 정도에 따라 다음 단계의 사고 및 해결 과정에 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 설계 단계에서는 학생들은 자신의 아이디어를 주로 그림으로 나타내며, 동료들의 합의를 거쳐 보다 나은 방안을 만들어 내며, 문제 해결에 사용되는 지식은 주로 경험이나 상황을 통해 학습된 지식이며, 비슷한 경험이 많을수록 합의점을 찾기가 용이한 것으로 나타났다. 제작 단계에서는 주로 간단한 실험으로 문제점을 찾아 보완해 나갔으며, 이는 최종 결과물이 나올 때까지 순환적으로 반복되어 나타났다. 또한 반복된 실험 속에서 일어난 시행착오를 통해 문제를 해결해 나가기도 하였다. 평가 단계에서는 최초로 설정한 목표 도달 정도에 상관없이 단순한 문제 해결로 실험을 종료해 버리는 경향이 있었다. 또한 창의적 설계 과정에서 파생된 질문에 대한 고민과 추가 탐색이 일

어나지 않아 해결책에 대한 반성 및 발전이 제대로 이루어지지 않는 것으로 나타났다.

이러한 연구 결과를 토대로 디자인 기반 STEAM 수업을 진행할 때 고려해야 할 시사점으로 다음과 같은 점을 얻을 수 있었다.

첫째, 디자인 사고 기반 STEAM 수업은 문제 이해, 설계, 제작, 평가의 과정을 거치고, 문제 해결의 과정은 순차적이거나 선형적이지 않고 순환·반복적일 수 있으므로, 교사는 학생들의 아이디어 고안 및 모의실험을 위한 충분한 시간을 제공하고, 시행착오를 통한 문제 해결에 대해 허용적인 태도를 가져야 한다.

둘째, 디자인 사고 기반 STEAM 수업에서 구조화된 문제가 아닌 실생활에서 쉽게 접할 수 있는 주제를 제시함으로써 교과 위주의 수업에 비해 실패에 대한 두려움은 적고, 문제 해결의 의욕과 몰입도는 높게 나타났으므로, 삶과 관련된 실제적인 주제로 수업을 구성한다면 학생들의 자발적이고 적극적인 수업 참여를 이끌어 낼 수 있다.

셋째, 디자인 사고 기반 STEAM 수업에서 학생들은 시각화 과정을 통해 구체적인 아이디어를 생성해 나가며, 동료들과의 의사소통을 통해 적합한 해결책을 만들어 가므로, 학생들의 창의적 아이디어의 발상을 돕는 다양한 경험 제공과 더불어 자신의 생각을 표현하고 의사소통하는 능력을 함께 길러주어야 한다.

디자인 사고 기반 STEAM 수업에서의 창의적 설계 과정 분석을 수행하면서 후속 연구를 위해 다음 사항을 제안하고자 한다.

첫째, 본 연구에서는 창의적 설계 과정을 자세하게 살펴보기 위해 STEAM 수업에 디자인 사고 과정의 특성을 함께 반영하였는데, 이는 디자인 사고 과정이 문제 해결과 관련이 깊고, 이를 활용하며 창의적 설계 과정이 보다 활발히 일어날 것이라 전제하였기 때문이다. 따라서 디자인 사고 과정을 STEAM 프로그램과 접목하였을 때의 효과성이나 디자인 사고 과정이 창의적 설계 과정에 미치는 영향을 구체적으로 밝혀낼 수 있다면 디자인 사고와 연계한 STEAM 교육이 보다 의미 있을 것이다.

둘째, 본 연구에서는 종이를 활용한 디자인 사고 기반 STEAM 수업의 창의적 설계 과정의 진행 과정과 특징을 분석하였는데, 보다 다양한 장면에서의 창의적 설계 과정을 비교 분석하여 학생들의 문

제 해결의 절차와 특징을 일반화 한다면 STEAM 수업을 위한 교육 환경 마련과 교사의 지도에 큰 도움이 되리라 생각된다.

셋째, 대체로 수업이 주어진 교육 과정을 따라가는 것이 학교 교실 현장에서 나타나는 일반적 상황이므로, 교육 과정 재구성을 통한 주제 중심의 수업 전개를 어떻게 이끌어 나갈 것인가에 대한 좀더 심도 있는 고민이 있어야 할 것이다. 비록 우리나라 교육이 국가 교육과정의 틀에서만 접근하고 있는 실정임을 감안해볼 때, 핀란드에서 시행하고자 하는 현상중심 학습(phenomenon based learning; PBL)을 생각하면서 교육과정 재구성 능력을 교사들이 왜 생각해야 하는지에 대해 시사하는 바가 있다고 할 수 있다.

참고문헌

- 강유미, 신영준 (2011). 과학사를 활용한 다양한 수업 활동이 초등학생의 과학 학습 동기에 미치는 효과. 초등과학교육, 30(3), 330-339.
- 교육부 (2015). 2015 개정교육과정 초·중등학교 교육과정 총론.
- 권재술, 이성왕 (1988). 물리문제 해결 실패자(초심자)와 성공자(전문가)의 문제 해결 사고과정에 관한 연구. 한국과학교육학회지, 8(1), 43-56.
- 박현주, 김영민, 노석구, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙, 백운수 (2012). STEAM 교육의 구성 요소와 수업설계를 위한 준거 틀의 개발. 학습자중심교과교육연구, 12(4), 533-557.
- 백운수, 박현주, 김영민, 노석구, 박종윤, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙 (2011). 우리나라 STEAM 교육의 방향. 학습자중심교과교육연구, 11(4), 149-171.
- 백운수, 박현주, 김영민, 노석구, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙, 최종연 (2012). 융합인재교육(STEAM) 실행 방향 정립을 위한 기초연구. 한국과학창의재단 연구보고 2012-12.
- 우영진, 윤지현, 강성주 (2016). 초등 과학영재의 집단 창의성 발현을 돕는 전략으로써 디자인적 사고의 가능성 탐색. 학습자중심교과교육학회지, 16(7), 433-460.
- 이도현, 윤지현, 강성주 (2014). 집단 창의성 교육을 위한 방안으로서 과학교육에 디자인적 사고의 도입과 속성 탐색. 한국과학교육학회지, 34(2), 93-105.
- 이도현, 윤지현, 강성주 (2015). 과학 교육에서 초·중등학생의 집단 창의성 함양을 위한 디자인적 사고 프로세스의 제안 및 타당성 검토 연구. 한국과학교육학회지, 35(3), 443-453.

- 이도현, 윤지현, 강성주 (2016). 중등 과학 영재들의 집단 창의성을 돕기 위한 전략으로서 디자인적 사고 프로그램의 가능성 탐색. *현장과학교육*, 10(2), 151-171.
- 임재근 (2009). 공학자의 연구과정에서 나타난 문제 유형과 문제 해결 과정 분석. 한국교원대학교 대학원 박사학위논문.
- 장혜진, 신영준 (2009). 과학 관련 도서 독후 활동이 초등학생의 창의성에 미치는 영향. *초등과학교육*, 28(1), 46-54.
- Apedoe, X. S., Reynolds, B., Ellefson, M. R. & Schunn, C. D. (2008). Bringing engineering design into high school science classrooms: The heating/cooling unit. *Journal of Science Education and Technology*, 17(5), 454-465.
- Brown, T. (2009). Change by design: How design thinking transforms organizations and inspires innovation. New York: HarperCollins Books.
- Champagne, A. B., Gunstone, R. F. & Klopfer, L. E. (1982). A perspective on the differences between expert and novice performance in solving physics problems. *Research in Science Education*, 12(1), 71-77.
- Davis, G. A., Rimm, S. B. & Siegle, D. (2011). Education of the gifted and talented(6th). New York, NY: Pearson.
- Fortus, D., Krajcik, J., Dershimer, R. C., Marx, R. W. & Mamlok-Naaman, R. (2005). Design-based science and real-world problem-solving. *International Journal of Science Education*, 27(7), 855-880.
- Glaser, R. & Chi, M. T. H. (1988). Overview. In Chi, Glaser & Farr, The nature of expertise (pp.15-28), Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Glesne, C. (2006). Becoming qualitative researchers: An introduction. Boston: PEARSON/Allyn & Bacon.
- IDEO (2011). Design thinking for educators. 서울: 연세대학교 인간중심통합 디자인 연구실 역.
- Martin, R. (2010). 디자인 씽킹. 이권식 역. 서울: 웅진씽크.
- Mehalik, M. M., Doppelt, Y. & Schunn, C. D. (2008). Middle-school science through design-based learning versus scripted inquiry: Better overall science concept learning and equity gap reduction. *Journal of Engineering Education - Washington*, 97(1), 71-86.
- Mumford, M. D., Mobley, M. I., Uhlman, C. E. & Reiter-Palmon, R. (1991). Process analytic models of creative capacities. *Creativity Research Journal*, 4(2), 91-122.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEM mania. *International Technology Education Association*, 68(4), 20-26.
- Sormunen, K. (2008). Fifth-graders' problem solving abilities in open-ended inquiry. *Problems of Education in the 21st Century*, 3, 48-55.