

과학중심 STEAM 수업을 통한 학습자가 인식하는 21세기 학습자 역량 변화

심수민¹ · 신영준^{2*}

¹(인천만석초등학교) · ²(경인교육대학교)

A Study on Changes in Learners' Recognition of 21st Century Learner Competencies through Science-centered STEAM Class

Shim, Su-min¹ · Shin, Youngjoon^{2*}

¹(Incheon Manseok Elementary School) · ²(Gyeongin National University of Education)

ABSTRACT

The purpose of this study is to examine the educational effects of STEAM class by focusing on 21st century learner competencies based on burning and extinguishing unit. Two 6th grade classes were divided into experimental group and comparison group to treat the experimental group with elementary science class using STEAM class. General class according to teacher manual was implemented for the comparison group. Elementary science class applying STEAM class was conducted for 9 lessons throughout the experimental period. The result of this study are as follows. Elementary science class with STEAM class had significant effect on 21st century learner competencies compared to traditional instructor-led classroom. Looking specifically, it was a significant difference in the three domains of the seven domains (problem solving, collaboration, flexibility). The study results indicated that STEAM class was effective in improving learners' recognition of 21st century learner competencies.

Key words : STEAM, elementary school, learner competencies

I. 서 론

전통 강의식 수업을 비판하면서 다양한 교육철학이나 방법들이 대두되고 있다. 전통 강의식 수업에서는 ‘교사가 무엇을 가르칠 것인가?’를 강조하고 있다. 그러나 제4차 산업혁명 시대를 맞이하여 더 이상 전통 강의식 수업으로는 창의융합형 인재를 길러내기가 어렵다. 이런 맥락에서 2015 개정 교육과정에서는 미래 사회를 살아갈 학습자는 자기관리, 지식정보처리, 창의융합사고, 심미적 감성, 의사소통, 공동체 의식 등의 역량을 함양하는 창의융합형 인재를 지향한다(Ohn *et al.*, 2015).

현대 사회는 지식 기반 사회이며, 지식과 정보가

넘쳐나는 사회에서 학습자는 단순히 지식을 받아들이며 암기하는 것을 뛰어 넘어, 다양한 분야의 지식들에 창의성, 감수성 등을 더해 융합하는 융합적 사고를 갖추어야 한다. 그리고 융합적 사고를 하는 학습자를 양성하기 위해 필요한 것이 바로 융합인재 교육(STEAM 교육)이다. STEAM 교육은 학습자 중심의 교육을 강조하고 있으며, 현재 교육을 비판하며 미래 사회를 대비하기 위한 교육적 대안으로 제시되고 있으며, 학생들의 창의성과 감성을 일깨우는 교육이라고 주장하기도 한다(Lee & Shin, 2014).

우리나라에서 STEAM 교육은 2009 개정 교육과정 시기부터 강조되고 있으며(MEST, 2009), 과학교육에서 과학 지식 학습뿐만 아니라, 공학·기술적, 예술

본 논문은 심수민의 2016학년도 석사학위 논문을 기초로 이루어진 것임.

2017.03.03(접수), 2017.04.03.(1심통과), 2017.05.07.(2심통과), 2017.05.17.(3심통과), 2017.05.21.(4심통과), 2017.05.23(최종통과)

E-mail: yjshin@ginue.ac.kr(신영준)

적, 수학적 접근 방법 등을 활용하여 문제 해결력을 높이고자 하였다(Kim, 2011; Sanders, 2009; Yakman, 2006; 2008). 또한, 융합인재교육에서 지향하는 역량은 미래 사회에 요구되는 인재가 갖추어야 하는 자질이나 행동, 능력을 의미한다. 창의적으로 사고하고 창조적이며, 다양한 분야의 학문들을 융합해 직면한 문제를 해결할 수 있어야 하며 다른 사람과 자신이 속해 있는 사회 현상과 문화를 이해할 수 있어야 한다. 이에 따라 융합인재교육에서는 ‘창의(Creativity)’, ‘소통(Communication)’, ‘내용융합(Convergence)’, ‘배려(Caring)’를 역량으로 제시하고 4C로 표현하였다(Baek et al., 2012). STEAM 교육에서 핵심 역량은 21세기에 우리가 갖추어야 할 학습자 역량과 자연스럽게 연결된다.

과거 소품종 대량생산의 산업화 시대에는 학습자들에게 많은 능력이 요구되지 않았으며, 기초적인 학습 능력 3R(Reading, wRiting, aRithmetic)을 갖추면 충분히 살아갈 수 있었다. 하지만 21세기 현대 사회나 미래 사회를 살아가기 위해서는 그 기능만으로 부족하다는 것이 지배적인 생각이다. National Information Society Agency(2009)에 따르면 과학기술 정보화가 가속화되는 미래 사회는 글로벌화로 인한 무한 확장과 무한 경쟁, 다각화된 사회구조와 인구구조로 인한 개인화, 다원화의 확산, 첨단기술의 발달과 보급으로 인한 가상공간의 중요성 증대, 하이테크(high tech)와 함께 하이터치(high touch)의 중요성이 강조되는 디지털 휴머니즘 기술의 발달, 그리고 사회적 자본으로서의 신뢰와 윤리의식 강화와 같은 특징을 지닌다.

최근 세계 각국은 미래 사회에 대비하기 위해 준비하고 있는 교육 정책의 주요 key word로 핵심 역량(key competencies)을 꼽고 있다. 나라마다 학자마다 역량에 대한 정의는 조금씩 다르고, 역량에 대한 표기도 미묘한 차이가 있다. OECD를 포함한 유럽에서는 competence로, 뉴질랜드나 싱가포르의 competency로, 스코틀랜드는 capacity로, 미국의 P21(The Partnership for 21st Century Skills, P21)에서는 skill로 표현하고 있다(Lee, 2015).

핵심역량은 OECD(2003)의 DeSeCo(Definition and Selection of Competencies)에서 그 출발을 찾을 수 있다. DeSeCo에서는 핵심 역량으로 3개의 범주, 즉 ‘도구를 상호작용적으로 활용하기’, ‘이질집단 속에서 상호 작용하기’, ‘자율적으로 행동하기’를 제시하

였다. DeCeCo 프로젝트를 기점으로 뉴질랜드, 캐나다, 영국, 독일, 호주 등 많은 국가에서 역량 기반 교육 과정에 대한 변화를 모색하였으며, 미국의 경우 P21의 21세기 학습을 위한 프레임워크를 제안하며, 핵심교과와 범교과적 주제를 통하여 21세기 역량을 독립적으로 가르치도록 제안하고 있다(Partnership for 21st century skills, 2009). 우리나라도 2015 개정교육과정을 역량 중심 교육과정으로 개정하였다(MOE, 2015).

21세기를 살아가는 데 필요한 역량은 관점에 따라 다양하게 분류될 수 있다. 이들 다양한 역량 중 우리나라 국가교육과정에 영향을 미친 연구들이 있다(Cho et al., 2008; Lee et al., 2009; Lee et al., 2016). Lee et al.(2016)은 급변하는 사회를 대비하는 미래 교육에서 강조되는 역량을 ‘문제해결력’, ‘의사소통 능력’, ‘정보처리능력’, ‘대인관계능력’, ‘자기관리능력’ 등을 제안하고 있다.

바른 인성을 갖춘 창의융합형 인재를 지향하는 2015 개정교육과정에서는 실생활과 교육의 연계, 사회의 적합성, 교육을 통해 목적을 달성하기 위해 얼마나 유용하게 적용할 수 있는가 등을 반영하였다. 또한 학생들이 스스로 배움을 찾아가며 자신의 꿈과 끼를 실현하는 데 초점을 두며, 교육과정에서는 미래 사회를 살아가는 데 필요한 6가지 핵심 역량(자기관리 역량, 지식정보처리 역량, 창의적 사고 역량, 심미적 감성 역량, 의사소통 역량, 공동체 역량)을 제시하고 있다(MOE, 2015). 핵심 역량이란 사회를 구성하는 한 사람으로서 사회에서 요구되는 다양한 문제들을 수행하기 위해 필요한 지식, 기능, 태도를 의미하는 것이다. 핵심역량은 학교 교육을 통해 학습자가 길러야 하는 기본적, 필수적, 보편적인 능력이다(Lee et al., 2016).

본 연구에서는 다양하게 정의되고 있는 역량에 기반하여 21세기에 적합한 학습자 역량에 관한 인식이 과연 과학중심 STEAM 수업을 통해 어느 정도 변화 가능한지에 대하여 알아보고자 하였다.

II. 연구방법 및 절차

1. 연구 대상

본 연구의 연구 대상은 과학 학업성취도가 비슷한 인천광역시 소재 초등학교 6학년 학생을 2개 집

단으로 구성하여, 한 집단은 실험반(STEAM 수업)으로, 다른 한 집단을 비교반(전통 강의식 수업)으로 선정하였다. 본 연구는 2015년 9월~2016년 5월까지 약 9개월에 걸쳐 진행되었으며, 실험반의 담임교사는 경력 4년차 교사이고, 비교반의 담임교사는 경력 11년이다. 연구 과정에서 발생할 수 있는 교사 변인을 통제하기 위해 수업 방식에는 차이를 가지지만, 정서적 측면 등 수업 이외의 사항에 대한 교사 변인을 줄이기 위해 수업 절차에 관한 두 교사 간 토의를 가졌다. 본 연구에 참여한 비교반과 실험반 학생은 Table 1과 같다.

2. STEAM 프로그램 내용

본 연구에서 실험 집단에 적용한 STEAM 프로그램은 6학년 2학기 과학 교과 4단원 ‘연소와 소화’ 단원을 융합인재 학습 준거 틀(Park et al., 2012)을 기본으로 STEAM 교육에 맞게 교육과정을 재구성한 것이다. 본 STEAM 수업은 ‘연소와 소화’ 단원에서 불조심 캠페인을 하기 위해 꼭 알아야 할 개념들을 추출하여 구성하였다. 캠페인을 계획하고, 제작 및 진행하는 단계에서 실과와 음악, 미술 교과를 융합하여 프로그램을 재구성하였다(Table 2). 실과교과에서는 윈도우 무비메이커(Window Movie Maker)나 비바 비디오(Viva Video)와 같은 동영상 제작 애플리케이션을 다루는 방법을 알아보고 제작하며, 음악교과에서는 영상 제작 시 필요한 배경음악을 선정한다.

STEAM 수업은 기본적으로 ‘문제상황 제시 → 창의적 설계 → 감성적 체험’의 단계별로 진행하였으며, 이 수업 과정은 전통적 방식의 수업이 주요 개념 중심의 일방향으로 정보가 흐르고 있는 점과는 달리, 매 차시마다 21세기 학습자 역량 강화를 위해서 문제해결력과 관련된 상황 제시와 문제를 해결해 나가는데 있어서 협력적 접근, 그리고 의사소통을 통한 협업 능력에 의한 접근 등을 포함시키고 있다. 또한 문제해결 과정에서 필요한 정보를 찾아내고 결과물을 알리는데 있어서 필요한 내용을 가공할 수 있는 정보 활용 능력과 모든 과정에서 자

기주도적으로 학습하도록 했으며, 그 과정에서 발생할 수 있는 다양한 상황에 유연하게 대처할 수 있도록 하는 과정도 마련하였다.

3. 검사도구

STEAM 수업의 적용 전 후 21세기 학습자 역량의 변화 결과를 검증하기 위한 검사 도구로 기존 연구에서 타당성이 검증된 한국교육학술정보원 ‘스마트교육·디지털교과서 효과성 검증도구 개발’ 연구(Kim et al., 2014)를 참고 및 수정하여 검사도구로 활용하였다. 본 검사 도구는 활용할 21세기 학습자 역량을 7가지로 추출하여 총 27문항으로 구성하였으며, Likert 5점 척도로 측정하였다.

본 검사는 창의력, 문제해결력, 의사소통능력, 협업능력, 정보활용능력, 자기주도학습능력, 유연성 등에 대한 학습자의 향상 정도를 측정한 것이 아니라, 학습자 본인이 생각하는 인식을 조사한 것으로, 학습자 스스로 자신의 역량에 대해서 어떻게 생각하는지에 대한 자기 평가 성격이라고 할 수 있다. 따라서 학습자 역량 그 자체라기보다는 학습자 본인이 생각하는 역량에 대한 인식에 미친 영향이라는 한계를 지니고 있다. 각 역량별 문항수를 보면, 창의력(정의: 새롭고 가치 있는 아이디어를 생성하는 능력) 4문항, 문제해결력(정의: 통상적인 방법과 혁신적인 방법 양자의 관점에서 다양한 종류의 문제를 해결하는 능력) 4문항, 의사소통능력(정의: 다양한 형식과 맥락에서 생각, 감정, 의견 등을 효과적으로 분명히 표현하는 능력) 3문항, 협업 능력(정의: 문제 해결, 새로운 산출물 창출, 학습 및 숙련을 위하여 다른 사람들과 효과적으로 상호작용하는 능력) 3문항, 정보활용능력(정의: 정보의 수집, 해석, 활용, 창조를 위하여 다양한 테크놀로지를 선택하여 활용할 수 있는 능력) 6문항, 자기주도 학습능력(정의: 개인이 자신의 목적을 달성하기 위하여 계획하고, 수행하고, 결정하여 진행하는 능력) 3문항, 유연성(정의: 다변하는 사회에서 다양성을 적극적으로 수용하고, 이를 공동의 이익을 위한 실현 가능성으로 만들어가는 능력) 4문항이다(Table 3). 검사 도구로 측정할 때 피검사자의 이해를 돕기 위해 검사 문항의 각각에 대하여 검사자가 충분한 설명을 하면서 검사를 진행하였다.

4. 자료 처리 방법

Table 1. The participants in this study (unit: person)

Grade	Group	Boy	Girl	Total
6	Comparative	12	13	25
	Experimental	12	14	26

Table 2. The overview of the ‘Combustion and Fire Extinguishment’ STEAM program

차시	단계	소주제	주요 내용	관련 교과
1	상황 제시	불조심 캠페인 만나기	도입 - 영상을 통한 문제 상황 제시⑤	과학
			학습활동 - 문제 해결표 만들기④	
			마무리 - 문제 해결표를 통한 학습 계획	
2		물질이 탈 때 일어나는 현상	도입 - ‘불’을 주제로 마인드맵 그리기	과학
			학습활동 - 초가 탈 때 볼 수 있는 현상 관찰하기⑤	
			마무리 - 물질이 탈 때 나타나는 공통적인 현상 정리하기⑤	
3~4		연소와 발화점	도입 - 각종 물질이 꺼지거나 불이 붙는 원인 예상해보기	과학
			학습활동 - 각각의 실험을 통하여 현상 관찰하기	
			마무리 - 실험에서 얻어진 개념 정리하기	
5	창의적 설계	소화의 조건	도입 - 타고 있는 초를 끌 수 있는 방법 생각해보기	과학
			학습활동 - 초를 다양한 방법으로 꺼보기⑤M	
			마무리 - 소화의 조건 개념 정리하기	
6		소화기 알고 다루기	도입 - 학교에서 화재가 발생한다면 어떻게 행동해야 할까?⑤	과학
			학습활동 - 화재 발생의 원인과 예방법 서로 이야기 해보기⑤ - 소화기의 구조 이해하고 사용법 알아보기①E	
			마무리 - 화재 발생 시 행동하는 요령 알아보기	
7~8		캠페인 계획하고 제작하기	도입 - 우리 주변에서 불이 쉽게 날만한 곳을 토의하며 찾아보기⑤	실과 음악
			학습활동 - 배운 내용 떠올리며 학습 내용 정리하기 - 전체 동영상 시나리오 만들기⑤ - 배경음악 선정하기④	
			마무리 - 윈도우 무비메이커로 영상 제작하기①E	
9	감성적 체험	캠페인 홍보물 발표하기	도입 - 알고자 했던 문제 다시 만나기⑤①E④	미술
			학습활동 - 불조심 캠페인 결과 발표하기	
			마무리 - 실생활에서 불이 쉽게 날 수 있는 곳에 대한 관심을 갖고, 미리 예방할 수 있는 생활이 되도록 한다.	

Table 3. Contents of questionnaire

하위 요소	문항 내용
창의력	<ol style="list-style-type: none"> 1. 나는 문제 해결을 위한 새롭고 다양한 아이디어를 생각해낼 수 있다. 2. 나는 내 아이디어가 다른 친구들의 아이디어에 비해 독창적이고 차별화된다고 생각한다. 3. 내 아이디어는 이상적이고 실현 불가능하기 보다는 실행 가능하고 쓸모가 있다. 4. 나는 새로운 아이디어를 만들어낼 때 실패에 대한 두려움이 적은 편이다.
문제해결력	<ol style="list-style-type: none"> 1. 나는 해결해야 할 문제가 주어졌을 때 주어진 문제를 정확히 파악하고, 이해하려고 노력한다. 2. 나는 문제를 해결할 때 필요한 정보를 찾아 분석하고 평가할 수 있다. 3. 나는 문제 해결을 위한 최선의 방안을 선택하고 적용할 수 있다. 4. 나는 문제 해결 후 나의 문제 해결 방법에 대해 반성 및 성찰을 하려고 노력한다.
의사소통능력	<ol style="list-style-type: none"> 1. 나는 말 또는 글을 통해 내 의견을 명확하게 전달할 수 있다. 2. 나는 다른 사람들의 의견을 신중하게 듣고, 상호작용하면서 의미를 파악하는 편이다. 3. 나는 나의 생각과 의견을 다양한 방법을 이용하여 효과적으로 표현할 수 있다.

Table 3. Continued

하위 요소	문항 내용
협업능력	1. 나는 우리 팀의 공동 목적을 달성하기 위하여 내가 맡은 임무에 책임감을 갖고 최선을 다한다. 2. 나는 팀원을 믿고 인정하며 상호 존중한다. 3. 나는 우리 팀의 공동 목적을 달성하기 위하여 필요한 지식, 기술 등을 다른 사람과 공유한다.
정보활용능력	1. 나는 학습에 필요한 정보를 수집한 후, 정보의 적절성과 정확성 등을 평가하여 활용한다. 2. 나는 수집한 정보를 활용하여 새로운 정보를 만들어내려고 노력한다. 3. 나는 여러 가지 미디어를 통해 전달되는 메시지를 비판적으로 사고하고 이해하는 편이다. 4. 나는 메시지 전달에 가장 효과적이고 적절한 미디어를 선택할 수 있다. 5. 나는 정보에 접근하고 이용할 때 저작권 보호에 대한 인식이 있다. 6. 나는 온라인에서 지켜야 할 예절에 대해 알고 있다.
자기주도 학습능력	1. 나는 학습 목표를 설정하고, 그 목표 달성을 위한 시간 및 자원을 효과적으로 활용하기 위한 계획을 수립한다. 2. 나는 학습할 때, 다른 사람의 도움 없이도 중요한 순서를 스스로 판단하고 결정할 수 있다. 3. 나는 내가 수행해 온 학습 과정과 결과를 되돌아보고 향후 학습을 위하여 활용한다.
유연성	1. 나는 다양한 역할, 상황, 일정의 변화를 이해하고 대응하는 편이다. 2. 나는 분명하지 않고 변하기 쉬운 환경에서도 효과적으로 임무를 수행할 수 있다. 3. 나는 다양한 문화, 관점, 신념을 이해하고 받아들이는 편이다. 4. 나는 성공한 결과뿐만 아니라, 실패한 결과도 수용한다.

STEAM 수업이 학업성취도와, 21세기 학습자 역량에 미치는 영향을 분석하기 위해 사전 검사, 사후 검사 결과, 실험반과 비교반 간의 *t*-검정을 실시하였다. 실험반과 비교반의 사전 검사에서 유의미한 차이가 있는 경우는 사후 검사의 통계적 차이를 알아보기 위해 사전 검사를 공변량으로 한 공변량 분석을 실시하였다. 자료의 모든 통계처리는 SPSS win 22.0을 사용하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 21세기 학습자 역량 검사 결과(전체)

21세기 학습자 역량 검사에 대한 비교반과 실험반 간의 차이를 통계적으로 분석한 결과는 Table 4와 같다. 본 검사 결과는 21세기 학습자 역량을 참여자적 관찰기법 등의 접근이 아닌 프로그램 투입

후 학습자가 생각하는 자신에 대한 역량 인식이라는 한계를 지니고 있음을 감안하여야 한다. 그런 의미에서 본 검사 결과에 대한 해석은 실질적으로 관찰 가능하게 나타난 역량이 아닌 역량에 대한 자기 평가 형식의 정의적 측면의 인식이라는 점에서 접근해야 한다.

21세기 학습자 역량에 대해 실험반은 사전-사후 검사결과, 평균이 0.69점 상승하였고($p<.001$), 비교반은 통계적으로 유의미하지는 않지만 평균이 0.06점 하락하였다($p>.05$). 21세기 학습자 역량 사전 검사 결과에 대한 두 집단 간 평균 차이를 분석 결과, 비교반의 평균 점수(3.74)가 실험반(3.34)에 비해 높았다($p<.05$). 따라서 사전 검사를 공변량으로 하여 사후 검사를 종속 변인으로 하는 공변량 분석을 실시하였다(Table 5).

사전 검사에서 비교반이 실험반에 비해 평균 점

Table 4. The result of *t*-test on 21st century learner competencies (total)

Group	Pre-test		Post-test		<i>t</i>	<i>p</i>
	M	S.D.	M	S.D.		
Comparative	3.74	.484	3.68	.404	.712	.483
Experimental	3.34	.665	4.03	.410	-4.983	.000***
<i>t</i>		2.448			-3.070	
<i>p</i>		.018*			.003**	

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

Table 5. Analysis of covariance on on 21st century learner competencies (total)

Source	SS	df	MS	F	p
Covariate	1.107	1	1.107	7.584	.008**
Group	2.330	1	2.330	15.960	.000***
Error	7.007	48	.146		

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

수가 높았고, 사후 검사의 경우 실험반(4.03)이 비교반(3.34)에 비해 높았다. 공변량 분석 결과, 실험반의 평균 점수가 비교반에 비해 높은 것은 통계적으로 의미 있는 차이임을 알 수 있다($p < .001$). 여기서 우리가 주목해야 하는 점은 비교 집단이 사전 검사에서는 실험반에 비해 검사 점수가 높았으나, 사후 검사에서는 오히려 실험반이 비교반에 비해 검사 점수가 높았다는 점이다. 이는 공변량 분석을 하여도 마찬가지이다. 이것은 전체적인 관점에서 STEAM 수업은 학습자들이 스스로 자신들의 21세기 학습자 역량이 향상되었다고 인식하는데 기여했다고 해석할 수 있다. 이러한 차이를 하위 영역별로 분석해볼 필요가 있다. 21세기 학습자 역량을 창의력, 문제해결력, 의사소통 능력, 협업 능력, 자기주도 학습능력, 정보활용 능력, 유연성의 하위 영역으로 나누어 분석하였다.

2. 창의력 검사 결과

사전 검사 결과, 비교반(3.28)이 실험반(3.00)보다 평균이 높았으나, 이는 통계적으로 유의한 차이는 아니었다($p > .05$). 사후 검사에서 실험반(3.53)이 비교반(3.26)보다 평균이 상승하였다(Table 6). 실험반에서 STEAM 수업 후 통계적으로 유의하게 창의력이 향상되었지만($p < .01$), 비교반의 경우는 오히려 감소하였다. 사후 검사에서 두 집단 간 차이는 통계

적으로 밝혀지지 않았지만($p > .05$), 실험반 내의 결과만 놓고 보았을 때 STEAM 프로그램이 학습자들로 하여금 창의성이 증가하였다고 생각하도록 하는데 영향을 끼쳤다고 할 수 있으며, 이는 STEAM 프로그램을 적용한 과학수업이 초등학생의 창의성에 미치는 영향을 연구한 Kim, D. *et al.*(2014)의 연구 결과를 보았을 때 그 의미성을 되새겨볼 만하다.

국가교육과정에서 제시하는 교수학습방법에서도 창의력 향상을 위한 교수 방법을 제시하고는 있지만, 실제 학교 교실 현장에서는 스스로 생각하는 창의력 교육보다는 관련 주요 개념에 대한 설명 중심으로 수업이 진행되고 있는 경우가 많다. 비교반의 경우도 이러한 교수 방법으로 접근하는 소위 전통식 수업이었음을 감안해야 한다. 반면에, 실험반에서의 의미성은 교사가 개념을 설명하고 실험 과정을 안내하는 기존의 수업과는 달리 문제를 해결하기 위해 다양한 방법을 모색하고, 창의적으로 생각하는 과정이 영향을 미친 것으로 보인다. 학생들의 활동 내용을 구체적으로 살펴보면 초를 끌 수 있는 다양한 방법 생각해내기, UCC 제작을 위해 다양한 방법으로 스토리보드 작성하기, OK 마인드맵을 활용하여 브레인스토밍하기 등의 활동이 학생들의 창의력에 대한 자신들의 인식을 자극했다고 할 수 있다.

3. 문제해결력 검사 결과

Table 6. The result of *t*-test on creativity

Group	Pre-test		Post-test		<i>t</i>	<i>p</i>
	M	S.D.	M	S.D.		
Comparative	3.28	.532	3.26	.459	.212	.834
Experimental	3.00	.728	3.53	.531	-3.090	.005**
<i>t</i>		1.563			-1.931	
<i>p</i>		.124			.059	

** $p < .01$.

문제해결력 사전 검사 결과, 비교반(3.55)이 실험반(3.03)보다 평균이 0.42점 높았으나, 사후 검사에서 실험반(3.82)이 비교반(3.03)보다 평균이 높아졌다(Table 7). 실험반에서 STEAM 수업 후 문제해결력이 향상되었으며, 이 차이는 통계적으로 유의하다($p<.001$). 문제해결력에 대해 실험반은 사전-사후 검사결과 평균이 0.79점 상승하였고($p<.000$), 비교반은 통계적으로 유의미하지는 않지만 평균이 0.08점 하락하였다($p>.05$).

문제해결력 검사 결과에 대한 두 집단 간 평균 차이를 분석한 결과, 비교반의 평균 점수(3.55)가 실험반(3.03)에 비해 높았다($p<.05$). STEAM 수업의 효과를 알아보기 위해 사전 검사를 공변량으로 하여 공변량 분석을 실시하였다(Table 8). 사전 검사에서 비교반이 실험반에 비해 평균 점수가 0.52점 높았고, 사후 검사의 경우 실험반(3.82)이 비교반(3.63)에 비해 높았다. 공변량 분석 결과, 실험반의 평균 점수가 비교반에 비해 높은 것은 통계적으로 의미 있는 차이임을 알 수 있다($p<.000$). STEAM 수업이 학습자들로 하여금 문제해결력이 향상되었다고 생각하도록 하는데 기여하고 있음을 알 수 있다.

이는 초등과학에서 STEAM 프로젝트 학습이 학생의 문제해결력과 학업성취도에 미치는 효과에 대해 연구한 Kim & Choi(2013)의 연구 결과와 유사하

다. 그리고 과학을 기반으로 하여 STEAM 프로그램을 초등학교 과학 영재에게 적용하였을 때 창의적 문제해결력에 긍정적인 효과를 보였다는 Kim & Choi(2012)의 연구 결과와 같다. 전통 강의식 수업에서는 실험 방법과 내용이 모두 제시되어 있고, 해결해야 될 문제들도 교과서에 있는 것들을 차레대로 해 나가는 형식으로 진행된다. 하지만 STEAM 수업에서는 불조심 캠페인을 어떤 방식으로 만들어 나갈지에 대해서 학습자들이 끊임없이 방법을 생각하고, 문제를 설계해 해결하도록 수업이 구성되었기 때문에 학생들의 문제해결력 향상에 더 기여한 것이다.

4. 의사소통능력 검사 결과

비교반의 평균은 사전 검사 결과(3.83)와 사후 검사의 결과(3.83)의 차이가 거의 없었기 때문에, 비교반과 실험반을 동질집단으로 가정할 수 있었다(Table 9). 사전 검사 평균이 3.41, 사후 검사 평균이 4.09로 사후 검사가 사전 검사보다 0.42점 상승하였으며, 이는 통계적으로 유의미하다($p<.01$). STEAM 수업을 한 실험반의 학생들의 의사소통능력이 비교반에 비해 더 상승하기는 하였지만, 사후 검사에서 실험반(4.09)과 비교반(3.83)의 평균 차이(0.26)는 통계적으로 차이가 없었다($p>.05$).

Table 7. The result of *t*-test on problem solving capability

Group	Pre-test		Post-test		<i>t</i>	<i>p</i>
	M	S.D.	M	S.D.		
Comparative	3.55	.629	3.63	.604	-.902	.376
Experimental	3.03	.776	3.82	.477	-4.647	.000***
<i>t</i>	2.629		-1.231			
<i>p</i>	0.110*		.224			

* $p<.05$, *** $p<.000$.

Table 8. Analysis of covariance on problem solving capability

Source	SS	<i>df</i>	MS	<i>F</i>	<i>p</i>
Covariate	2.471	1	2.471	9.893	.003**
Group	2.330	1	2.330	15.960	.000***
Error	11.989	48	.250		

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

Table 9. The result of *t*-test on communicative competence

Group	Pre-test		Post-test		<i>t</i>	<i>p</i>
	M	S.D.	M	S.D.		
Comparative	3.83	.734	3.83	.570	.000	1.000
Experimental	3.41	.881	4.09	.615	-3.123	.004**
<i>t</i>	1.831		-1.582			
<i>p</i>	.073		.120			

** $p < .01$.

이 점을 문자 그대로 해석하면 STEAM 수업 9차시 적용이 기존 강의식 수업에 비해 의사소통능력 향상에 두 집단 간 차이가 없는 것으로 볼 수 있다. 그러나 결과를 자세히 들여다보면 사전 검사에서 비교반에 비해 검사 점수가 낮았던 실험반 학생들이 사후 검사에서는 오히려 비교반보다 검사 점수가 높아졌는데, 이를 주목할 필요가 있다. 비록 두 집단 간 통계적으로 의미 있는 차이는 말할 수 없지만, 일정 정도 STEAM 프로그램이 실험반 학생들로 하여금 자신들의 의사소통 능력이 향상되었다고 생각하는 데 긍정적인 영향을 끼칠 수 있음을 시사하고 있다고 할 수 있다.

이는 Lee *et al.*(2013)의 주제기반 STEAM 교육 프로그램이 융합인재소양에 미치는 효과를 알아본 연구에서 융합인재소양의 하위 요소로 융합, 창의성, 소통, 배려를 검증하고, 소통 부분에서 긍정적으로 유의한 차이를 보이고 있음을 생각해 봐야 한다. 이들의 연구는 주제기반 STEAM 프로그램으로 대주제와 그와 관련된 소주제가 스토리텔링 형식으로 수업 전반에 걸쳐 유기적으로 연결되어 있다. 또, 한 학년에 18차시를 진행하게 되어 있어 본 연구와는 달리 비교적 장기적인 프로그램이었다. 본 연구의 프로그램은 내용상 불조심 캠페인을 계획하고, 어떻게 결과물로 표현해 낼지를 함께 구상하면서 팀원들이 의견을 나눈다. 하지만 캠페인 홍보물을 제작하는 부분에서 의사소통이 강조되기는 했지만, 전반적인 향상은 이루지 못했기 때문에 통계적인 의미로 긍정적인 효과가 없는 결과로 표출되었다고 생각된다.

5. 협업 능력 검사 결과

협업 능력 검사 결과, 사전 검사에서 비교반(3.83)이 실험반(3.60)보다 평균이 높았으나, 이는 통계적

으로 유의한 차이는 아니므로 두 집단이 동질집단임을 가정할 수 있다($p > .05$). 사후 검사에서 실험반(4.15)이 비교반(3.67)보다 평균이 높아졌다(Table 10). 집단 간 차이를 보면 사전 검사에서의 평균 차이는 통계적으로 유의하지 않았다($p > .05$). 사후 검사에서 실험반(4.15)이 비교반(3.67)의 평균 차이(0.48)는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다($p < .01$).

STEAM 수업은 기존 수업에 비해 개인 활동보다 모둠 활동이 많다. 문제해결을 위한 모둠 활동에서 학생들이 자신에게 부족한 부분을 다른 학생들로부터 보완하는 과정이 협업 능력에 대한 본인들의 인식을 향상시키는 것으로 보인다. 불조심 캠페인 홍보물을 만들기 위해 사실이나 현상을 어떤 방법으로 표현할 것인지 학생들이 문제를 해결하기 위한 방안을 서로 나누고, 부족한 부분을 서로 보완하고 조정하는 과정이 긍정적으로 영향을 미쳤다고 할 수 있다.

6. 정보활용능력 검사 결과

비교반은 수업 전(3.92)과 후(3.94)의 평균의 차이가 거의 나지 않았으며(Table 11), 실험반은 STEAM 수업 전(3.42)과 후(4.04)의 평균 차이가 0.60으로 이 차이는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다($p < .01$).

두 집단 간의 사전 검사결과, 정보활용능력에 대해 유의미한 차이를 보이고 있다($p < .05$). 따라서 사전 검사를 공변량으로 하여 분석을 실시하였다(Table 12). 분석 결과, 실험반이 비교반보다 사전-사후 검사의 평균 향상 폭이 더 컸으나, 이 차이는 통계적으로 유의미한 차이는 아니었다($p > .05$). 그러나 관점을 조금 달리 하면 사전 검사에서 통계적으로 유의미한 수준에서 비교반에 비해 검사 점수가 낮았던 실험반 학생들이 사후 검사에서는 오히려 비교반보다 점수가 높아져 두 집단 간에 차이가 없어질 정

Table 10. The result of *t*-test on collaboration

Group	Pre-test		Post-test		<i>t</i>	<i>p</i>
	M	S.D.	M	S.D.		
Comparative	3.83	.752	3.67	.701	1.403	.173
Experimental	3.60	.817	4.15	.518	-3.161	.004**
<i>t</i>	1.018		-2.831			
<i>p</i>	.314		.007**			

** $p < .01$.

Table 11. The result of *t*-test on ability to use information

Group	Pre-test		Post-test		<i>t</i>	<i>p</i>
	M	S.D.	M	S.D.		
Comparative	3.92	.687	3.94	.568	-.250	.805
Experimental	3.42	.883	4.04	.502	-3.010	.006**
<i>t</i>	2.236		-0.568			
<i>p</i>	.030**		.573			

** $p < .01$.

Table 12. Analysis of covariance on ability to use information

Source	SS	<i>df</i>	MS	<i>F</i>	<i>p</i>
Covariate	.400	1	.400	1.406	.242
Group	.232	1	.232	.817	.371
Error	13.646	48	.284		

도로 어느 정도 정보 활용 능력에 대한 본인들의 자신감에 STEAM 프로그램이 긍정적 영향을 미치고 있음을 말하고 있다고도 할 수 있다.

STEAM 수업이든, 전통적 방식의 수업이든 정보 활용능력에 대한 인식은 교육이 진행되는 과정에 모두 포함되어 있기 때문에, 별반 차이가 없는 것으로 볼 수 있다. 다만 차이가 있었다면 정보의 수집과 정보의 가공과 전달 과정이 STEAM 수업에서는 학생에게 ‘상황 제시’에서 문제 해결표를 만들어 문제 해결을 단계적으로 접근하도록 한 것에 반하여 비교반에서는 교사가 학생들에게 수집해야 할 정보 등을 제시해주는 교수가 중심의 수업 방식을 따르고 있다. 그런데 두 경우 모두 학생들이 스스로 문제를 세웠건, 주어진 정보를 따라 가도록 하였건 간에 정보를 활용하고 있다는 인식을 공통적으로 하고

있기 때문에 이러한 결과가 나온 것으로 여겨진다.

7. 자기주도 학습능력 검사 결과

비교반은 사전 검사 결과 3.85점, 사후 검사 결과 3.26점으로 평균 점수가 소폭 하락하였고, 실험반은 사전 검사 결과 3.62점, 사후 검사 결과 4.10점으로 평균 점수가 0.48점 상승하였다(Table 13).

사전 검사 결과, 비교반이 실험반보다 평균이 높았으나, 사후 검사에서 실험반이 비교반보다 평균이 높아졌으며, 실험반에서 STEAM 수업 후 자기주도 학습능력이 향상되었으나, 이 차이는 통계적으로 유의하지 않다. 이는 기후변화 STEAM 프로그램을 적용하여 초등학교들의 자기주도학습능력에 미치는 영향을 조사한 Kim(2015)의 연구와 다른 결과이다. 본 연구의 STEAM 프로그램은 활동의 단계

Table 13. The result of *t*-test on ability to self-directed learning

Group	Pre-test		Post-test		<i>t</i>	<i>p</i>
	M	S.D.	M	S.D.		
Comparative	3.85	.746	3.75	.851	.694	.494
Experimental	3.62	.941	4.10	.741	-2.008	.056
<i>t</i>	.998		-1.594			
<i>p</i>	.323		.117			

마다 반복적으로 다양한 표현활동을 할 수 있도록 하였기 때문에 학생들이 더 적극적으로 수업에 참여하였고, 이것이 비교반에 비해 자기주도 학습능력에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 예상했었다.

그러나 본 연구에서의 실험반과 비교반의 두 집단 간에서 두드러진 차이는 발견되지 않았다. 자기주도 능력 검사 문항은 ‘나는 학습 목표를 설정하고, 그 목표 달성을 위한 시간 및 자원을 효과적으로 활용하기 위한 계획을 수립한다.’, ‘나는 학습할 때, 다른 사람의 도움 없이도 중요한 순서를 스스로 판단하고 결정할 수 있다.’, 그리고 ‘나는 내가 수행해 온 학습 과정과 결과를 되돌아보고, 향후 학습을 위하여 활용한다.’와 같이 3문항을 질문하였다. 이 중 앞의 두 문항에서는 비교반과 실험반 사이에서 비교반의 사전 검사에서 비교반이 통계적으로 높았으나($p < .05$), 사후 검사에서는 유의미한 차이는 없었다. 이에 비해 세 번째 문항은 사전 사후 모두 통계적인 차이가 없었다. 비록 공변량 분석은 이들 세 문항을 합한 그룹 간 차이는 없었음을 말하고 있지만 부분적으로는 사전 검사에서 뒤쳐졌던 일부 문항이 사후 검사에서는 차이가 나지 않았다는 것은 부분적이거나 STEAM 프로그램이 자기주도 학습능력에 대한 학생들의 인식에 긍정적인 영향

을 미치고 있음을 어느 정도 시사한다고 할 수 있다.

8. 유연성 검사 결과

비교반의 사전 검사 결과는 3.95점, 사후 검사는 3.82점으로 소폭 하락하였으며, 실험반은 사전검사 결과(3.55)와 비교해 사후 검사 결과(4.22)의 점수가 0.67점 상승하였다(Table 14). 이는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다($p < .01$) 사전 검사 결과, 비교반이 실험반보다 평균이 높았으나, 사후 검사에서 실험반이 비교반보다 평균이 높아졌으며, 실험반에서 STEAM 수업 후 유연성이 향상되었으며, 이 차이는 통계적으로 유의하다($p < .05$).

이는 STEAM 수업 자료 개발 및 적용을 통한 중등 수학 영재의 창의성 변화 분석을 연구한 Kim(2014)의 연구에서 STEAM 수업 후 유연성이 향상되었다는 결과와 맥을 함께 한다. 그의 연구에서도 다른 활동에 비해 UCC를 만드는 활동에서 유연성이 크게 향상되었다. 비교반에서 교육과정 상에 제시된 활동을 한 것에 비하여 본 연구의 실험반의 UCC 제작 활동을 포함해서 마인드맵 그리기 등과 같은 다양한 활동을 하였기 때문에, 이것이 유연성이 향상되었다고 인식하는데 영향을 미친 것으로 판단된다. 이러한 효과는 아마도 이전에 접해보지 못했던

Table 14. The result of *t*-test on flexibility

Group	Pre-test		Post-test		<i>t</i>	<i>p</i>
	M	S.D.	M	S.D.		
Comparative	3.95	.901	3.82	.653	.725	.475
Experimental	3.55	.990	4.22	.614	-3.449	.002**
<i>t</i>	1.529		-2.251			
<i>p</i>	.133		.029*			

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

새로운 활동이 STEAM 교육 프로그램에 삽입되었기 때문에 나타난 신기성(novelty) 때문에 나타난 것이라고도 할 수 있다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 STEAM 수업이 학생들 스스로 인식하는 21세기 학습자 역량의 변화에 미치는 영향에 대해 알아보고자 비교반과 실험반을 각각 1개 학급씩 선정하여 실험반에는 STEAM 수업을 진행하고, 비교반은 실험을 병행한 전통 강의식 수업을 진행하였다. 21세기 학습자 역량에 대해 사전-사후 검사 결과를 통계 처리하였으며, 연구를 통해 얻은 결론은 다음과 같다.

본 연구를 통해 STEAM 수업은 21세기 학습자 역량에 대한 인식을 강화시켰음을 알 수 있었다. 전체적인 효과를 보면 21세기 학습자 역량 7개 하위 영역 중 3개에서 유의미한 차이를 보였다. 집단 간 차이를 보인 3개 하위 영역은 문제해결력, 협업 능력, 유연성이다. 본 연구의 STEAM 수업은 기존 실험위주나 개념 전달 위주의 교사 중심의 전통적 수업과 달리 수업 설계 및 진행 과정이 모듈별 활동을 중심으로 ‘문제상황 제시 → 창의적 설계 → 감성적 체험’의 단계별로 진행되며, 다양한 분야의 지식을 활용하여 창의적으로 문제를 해결하도록 설계되어 있다. 이러한 수업 접근 방식은 수업이 진행되는 과정에서 이미 상황 제시를 통해 무엇을 해결해야 하는지에 대한 문제해결의 출발점이 설정되어 있고, 이를 어떻게 창의적으로 설계하여 모듈 활동 중심으로 풀어나갈 지에서 협업 능력이, 그리고 그 과정과 결과에서 얻을 수 있는 감성적 체험을 느끼도록 되어 있기 때문에, 문제해결력, 협업 능력, 유연성 영역에서 집단 간 긍정적인 영향을 미친 것으로 분석된다.

21세기 학습자 역량에 대한 인식 중 하위 영역 중 비록 집단 간 차이를 보인 영역은 3개에 불과하지만, 나머지 4개의 영역에서도 비교반의 평균보다 실험반의 평균 상승폭이 높았다는 점에서 그 의미를 판단해볼 가치가 있다. 전통 강의식 수업에 비해 STEAM 수업이 창의력, 의사소통 능력, 정보활용 능력, 자기주도적 학습능력이 향상되었다고 인식하는 데 일정 정도 긍정적인 역할을 할 수 있는 가능성을 엿볼 수 있다. 그것은 STEAM 수업의 접

근이 문제 상황 제시 단계부터 협업적 접근을 요구하도록 수업 프로그램을 구성할 때 가능하리라 생각된다. 협업적 접근은 자연스럽게 의사소통을 강화하고, 학습 공동체의 집단적 사고와 집단적 정보 활용 능력을 향상시킬 수 있는 가능성이 높다. 그런 의미에서 이들 역량에 대한 인식도 자연스럽게 변화해갈 것으로 예상된다. 또한 자기주도성의 경우도 협업적 접근의 전제하에 모듈 내에서 각자의 역할에 따른 자기 주도성을 강화하면 그 능력에 대한 인식도 향상시킬 수 있을 것으로 여겨지며, 향후 STEAM 수업의 구성도 이를 실현하기 위한 전략으로 구성되어야 함을 시사하고 있다.

이상의 STEAM 수업이 학업성취도와 21세기 학습자 역량에 미치는 효과에 대한 연구 결과를 바탕으로 하여 다음과 같이 제언하고자 한다.

첫째, 본 연구는 21세기 학습자 역량에 대한 초등학교 학생의 인식 변화를 도출하였기 때문에, 향후 연구에서 실제 역량 변화에 영향을 끼칠 수 있는 연구 주제로 연구할 필요가 있다. 둘째, 본 연구에서는 과학교과의 연소와 소화 단원을 중심으로 한 STEAM 수업에 대해서 분석하여 결과를 도출하였기 때문에 내용 영역에 있어 본 연구와 다른 영역의 21세기 학습자 역량에 영향을 미치는지에 대한 추가 연구를 하여 내용 특이성은 없는지 확인할 필요가 있다. 셋째, 본 연구에서는 21세기 학습자 역량에 있어 학년별, 남녀별, 학업성취도별로 분석하지 못하였다. 전통 강의식 수업과 STEAM 수업 사이에 21세기 학습자 역량에 있어 깊이 있게 도출해 내지 못했기 때문에 후속 연구가 필요하다. 본 연구의 STEAM 수업이 아닌 다른 프로그램을 통해 STEAM과 21세기 학습자 역량의 관계에 대해 깊은 연구가 필요하고, 관련된 다양한 연구를 바탕으로 21세기 학습자 역량을 강화시킬 수 있는 모델이나 프로그램 개발이 필요하다.

참고문헌

Back, Y., Park, H., Kim, Y., Noh, S., Park, J., Lee, J., Jung, J., Choi, Y. & Han, H. (2011). STEAM education in Korea. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 11(4), 149-171.
Cho, D., Kim, H. & Kim, H. (2008). Core competencies toward the learning society in the future(RRC 2008-

- 7-3). Korea Institute of Curriculum and Evaluation.
- Kim, D., Go, D., Han, M. & Hong, S. (2014). The effects of science lessons applying STEAM education program on the creativity and interest levels of elementary students. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 34(1), 43-54.
- Kim, G. & Choi, S. (2012). The effects of the creative problem solving ability and scientific attitude through the science-based STEAM program in the elementary gifted students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 31(2), 216-226.
- Kim, H. (2015). *Development and application of STEAM program for elementary students focused on self-directed learning and problem solving ability* (Unpublished master's thesis). Ewha Womans University.
- Kim, J. (2011). A cubic model for STEAM education. *The Korean Journal of Technology Education*, 11(2), 124-139.
- Kim, J., Kim, Y., Han, S., Kim, S. & Gye, B. (2014). Development of tools to evaluate the effectiveness of smart education and digital textbooks. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 18(2), 357-370.
- Kim, M. & Choi, S. (2013). The effects of the STEAM project-based learning on students' creative problem solving and science achievement in the elementary science class. *Journal of Science Education*, 37(3), 562-572.
- Kim, T. (2014). *Analysis on the creative change by maths gifted personina middle school through STEAM class material development and its application* (Unpublished master's thesis). Ewha Womans University.
- Lee, C. (2015). *Competency-based curriculum of 2015 revised national curriculum - There are serious problem!* Education Journal(The people that change the education). Retrieved December 10, 2015, from http://21erick.org/bbs/board.php?bo_table=15_1&wr_id=100012.
- Lee, D., Choi, Y., Park, S. & Jung, J. (2013). To the effect of topic-based STEAM education program for STEAM literacy of elementary school students. *Journal of Korean Practical Arts Education*, 26(1), 195-212.
- Lee, J. & Shin, Y. (2014). An analysis of elementary school teachers' difficulties in the STEAM class. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 33(3), 588-596.
- Lee, K., Jeon, J., Huh, K., Hong, W. & Kim, M. (2009). Redesigning elementary and secondary school curriculum for developing future Koreans' core competences(RRC 2009-10-1). Korea Institute of Curriculum and Evaluation.
- Lee, M., Joo, H., Lee, K., Lee, Y., Lee, J., Kim, Y. & Kim, J. (2016). A study on the development of competence-based curriculum for the 21st century-OECD education 2030-(RRC 2016-5). Korea Institute of Curriculum and Evaluation.
- Ministry of Education (2015). 2015 revised national curriculum.
- Ministry of Education, Science and Technology (2009). 2009 revised national curriculum.
- National Information Society Agency (2009). Future society and five characteristics of a task.
- OECD (2003). Definition and selection of competencies: Theoretical and conceptual foundation. OECD Press.
- Ohn, J., Kim, G., Park, H., Hong, E. & Hwang, G. (2015). Research and development of a handbook on the general instruction of the 2015 revised national curriculum at the primary school levels. Ministry of Education.
- Park, H., Kim, Y., Noh, S., Lee, J., Jeong, J., Choi, Y., Han, H. & Baek, Y. (2012). Components of 4C-STEAM education and a checklist for the instructional design. *Journal of Learner-Cenetred Curriculum and Instruction*, 12(4), 533-567.
- Partnership for 21st Century Skills (2007). *Framework for 21st century learning*. Retrieved June 10, 2015, from http://www.p21.org/storage/documents/docs/P21_framework_0816.pdf
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Yakman, G. (2006). *STEAM pedagogical commons for contextual learning*. Unpublished class paper for EDCI 5774, Virginia Tech.
- Yakman, G. (2008). *STEAM education. An overview of creation a model of integrative education*. PATT.