

The Effects of Science-focused STEAM Program and Liberal art-focused STEAM Program on the Affective Properties of High School Students

Jung-Ho Byeon^{*1)}

¹⁾Samcheok High School

과학 중심 STEAM 프로그램과 인문학 중심 STEAM 프로그램이 고등학생의 정의적 특성에 미치는 영향

변정호¹⁾

¹⁾삼척고등학교

<ABSTRACT>

The purpose of this study is to develop a science-focused STEAM program and a liberal art-focused STEAM program, and to compare the effects of the experiences of other STEAM programs on the defining characteristics of high school students. A total of 72 students, 36 students in the science-focused STEAM program and the liberal art-focused STEAM program, participated in 12 classes each.

The researcher checked the effect on affective properties of the experience of the science-focused STEAM program or the liberal art-focused STEAM program by using the learning motivation test, the motivation of the STEAM activity test, and the scientific task commitment test.

First, the experience of the STEAM program has a partially positive effect on the level of motivation for learning in high school students. Second, the experiences of the science-focused STEAM program and the liberal art-focused STEAM program have a very positive effect on the level of motivation for high school students' STEAM activities. Third, the experiences of the science-focused STEAM program and the liberal art-focused STEAM program have a positive effect on the improvement of scientific task commitment. Therefore, in terms of science education, rather than the view that STEAM education should be centered on science subject, it will be more effective in terms of spreading and motivating science through STEAM education.

Key words : STEAM education, STEAM program, science, liberal art, affective property

* 1st Author : Jung-Ho Byeon, jhbyeon77@gmail.com.

Received September 1, 2020; Reviewed September 3, 2020 Corrected September 16, 2020; Accepted September 18, 2020
© 2020. Institute of Brain based Education, Korea National University of Education

I. Introduction

4차 산업혁명의 도래로 인해 빠르게 변화하는 사회에서 개인의 역량을 펼칠 수 있는 미래인재를 기르기 위한 노력의 일환으로 코딩교육, AI교육 등 미래형 교육방법들이 속속 제시되고 있으나, 장기적 관점에서 미래교육의 패러다임으로 자리잡고 있는 것은 STEAM 교육이라 볼 수 있다. 일반적으로 STEAM 교육은 2007년 미국에서 개최된 예술분야 국가정책 토론회에서 공식적으로 제안된 이래 세계 각국은 오랫동안 미래사회를 선도하는 인재육성을 위한 교육패러다임으로써 융합교육을 실행해 왔다 (Allina, 2017; Root-Bernstein, 2015). 우리나라 역시 2009 개정 교육과정 이후 융합교육의 현장 적용을 위해 꾸준히 노력해왔다. 교육부에서는 STEAM 교육 중장기계획을 통해 미래 인재에게 요구되는 과학적 사고력, 창의적 사고 및 인문학적 상상력을 개발할 수 있는 수업혁신을 위해 STEAM 교육방법의 확대를 제시하였다. 국내에서 진행된 STEAM 교육 관련 연구와 현장적용 활동의 성과들에서는 인지적 영역과 정의적 영역에 긍정적인 효과를 나타내고 있는 반면, 학교 현장에서는 어렵고 복잡하며, 실제로 수업에서 실행하는 비율 역시 상대적으로 낮은 문제점을 여전히 지니고 있다(Kwon & Ahn, 2012; Lee & Kim, 2019; MOE, 2017).

새로운 교육방법에 대한 정책적 요구와 맞물려 많은 연구자들은 과학, 기술 영역에 예술이 통합된 다양한 STEAM 수업 모델과 교수법 등을 제안하였다. 그러나 명확한 이론적 정의가 부족한 상태에서 포괄적으로 통합된 STEAM 교육에 대한 다양한 해석과 개념들로 인해 사용하는 용어, 교수법 등에서 개념적 근거 부족과 불일치가 다수 발견되는 문제가 나타났다(Colucci-Gray et al., 2017). 이러한 문제의 원인은 다양한 측면에서 분석되어야 하나, 일부 연구들에서는 예술 분야의 범주가 인문학 전반으로 확대됨으로써 STEAM 교육의 경계가 모호해지는 원인이라고 지적하였다(Lee & Kwon, 2017; Perignat & Katz-Buonincontro, 2019). 그러나 예술 범위의 확대에 따른 경계의 모호함보다는 STEAM 프로그램이 인문학을 위주로 구성되었다 하더라도 과학 내용을 포함하기만 한다면 STEAM

교육으로 보는 정책적 허용이 모호함을 유발하였다고 보는 것이 더 타당할 것이다(Son & Jeong, 2019). 즉, STEAM 교육에서 나타나는 경계의 모호함은 이론적 고찰이나 관점의 문제를 해결하지 못한 채 다양한 교수법의 생산과 확대로 인해 초래되었다고 보는 것이 문제를 해결할 수 있는 접근법일 것이다.

최근 발표된 융합교육 종합계획(2020년~2024년)에서는 융합교육을 통한 미래형 교육 혁신의 도약 기반을 마련하기 위해 융합형 프로젝트 기반의 학생 중심 교육활동을 강조하고 있으며, 배움에 대한 중요성과 흥미의 신장을 통한 미래핵심 역량의 향상을 중요시하고 있다. 그러나 무엇보다도 과학·수학·정보교육 중심의 교과간 융합교육의 현장 안착을 주요한 목표로 설정하고 있다(MOE, 2020). 즉 과학 교육 측면에서 STEAM교육의 바탕이 되는 교과로써 과학을 강조하고 있다. 이러한 변화는 기존의 STEAM 교육 준거를 바탕으로 교육현장에 보급하기 위한 다양한 교수학습 프로그램을 개발을 목적으로 과학 외 교과들이 중심이 되는 것을 암묵적으로 허용하는 이전의 양상과 달라져야 함을 의미한다. 그러나 이러한 정책적 기초가 기존의 예술 영역 범위에 대한 축소나 제외가 아닌 과학중심 STEAM 교육이 더욱 강조하는 것으로 해석되어야 한다.

STEAM 교육에 대한 연구 동향 분석 결과를 살펴보면, 국내에서 STEAM 교육이 확산된 초기 연구들은 주로 초등학교에 적용할 수 있는 프로그램 개발, 정의적 영역과 창의성 영역에 대한 연구가 주를 이루었다(Kim & Kim, 2014). 또한 실과교과를 중심으로 한 연구가 전체적으로 가장 많았으며, 과학교과 중심 연구는 고등학교에서 가장 많이 이루어졌다. 또한 실과교과, 과학교과, 수학교과 중심 연구들을 제외한 나머지 33%는 인문학 중심 STEAM 연구에 해당하였다(Kwak & Ryu, 2016). 과학기술 중심 STEAM 프로그램에서 인문학의 융합 방법을 규범적 차원과 기술적 차원으로 구분하여 분석한 연구(Han & Kwon, 2017)에서는 Fine art영역에서는 미술교과와의 융합이 가장 많았으며, Liberal art 영역에서는 국어교과의 융합이 가장 높은 빈도로 나타나는 원인을 내용적 융합이 아닌 다학문간 융합에 목적을 두었기 때문으로 제시하고 있다. 또한

인문학 관련 교과와의 융합에 초점을 맞추어 교수학습 프로그램의 일부 자료로 활용하기보다 개별적 인문학 교육의 성격에 부합하는 교수학습 프로그램이 개발되어야 한다고 주장함으로써 내용적 융합의 필요성을 제시하고 있다.

인문학을 포함하는 예술영역은 공간적 추론, 추상적 사고, 발산적 사고, 창의적 자기효능감, 개방형 경험과 호기심을 신장시키는 순기능을 하며, 미래교육에서 추구하는 융합적 인재 양성을 위해 필수적인 요소에 해당한다(Swaminathan & Schellenberg, 2015; Torrance, 1972). 그러므로 미래교육의 패러다임을 지향하는 STEAM 교육은 기존의 교수법과 달리 학생의 창의적 사고, 실생활 중심의 문제해결 역량을 신장하며, 배움에 대한 흥미와 동기 유발을 교육학적 목표로 설정하고 있으므로 예술의 통합은 논의의 대상에서 제외되어야 한다(Kant et al., 2018). 즉 STEAM 교육이 이루고자 하는 주목표인 미래의 과학인재양성이라는 것에 초점을 맞추고 새로운 패러다임에 맞는 이론적 틀을 구성해야 한다.

STEAM교육은 일반적으로 STEM교수법에서 예술영역까지 확장 및 포괄하는 교육방법으로 인식되고 있으며, 전통적 교육에 비해 학생주도, 창의성, 혁신, 문제해결 기술, 인지적 향상 등의 개선을 목적으로 하고 있다(Quigley et al, 2017; Perignat & Katz-Buonincontro, 2019). 최근 STEAM 핵심역량 조사 도구 개발연구에서는 STEAM 교육의 역량을 창의, 소통, 융합, 배려로 구분하여, 22가지 하위역량 요소를 제시하였으며, 하위역량 요소는 특정 교과에 편중된 능력이나 소양을 요구하는 것이 아닌 포괄적인 역량을 측정하는 질문으로 이루어져 있다(Park et al., 2019). 즉, STEAM 교육을 통해 달성하려는 목표는 과학이나 기술역량을 개발하는 것보다 융합 역량이라는 새로운 포괄적인 역량을 개발하고 신장시키는 것을 의미한다.

이와 같은 관점에서 과학중심 또는 인문학 중심 STEAM 프로그램의 구분은 매우 교과중심적인 해석에 해당한다고 볼 수 있다. 그러므로 기존의 교과중심 구분이 타당한지에 대한 검토를 위해서는 과학중심 STEAM 프로그램과 인문학 중심 STEAM 프로그램의 효과를 상호비교할 필요가 있다. 그러나 현재까지의 연구들에서 제시한 STEAM 프로그램

대부분은 과학 중심 STEAM 프로그램에 인문학이 일부 융합된 형태이며, 과학중심 프로그램과 인문학 중심 프로그램의 효과를 비교한 연구는 전무한 실정이다.

따라서 이 연구에서는 과학중심 STEAM 프로그램과 인문학 중심 STEAM 프로그램을 개발하고 서로 다른 STEAM 프로그램의 경험이 학생들에게 미치는 영향을 확인하고자 한다. 일반적으로 STEAM 프로그램 효과는 학생의 정의적 영역에서 다른 영역에 비해 유의미하게 나타나므로(Kang et al., 2018), 과학중심 프로그램과 인문학 중심 프로그램의 교과 특성과 성취기준 및 교과별 역량요소에 따른 차이를 최소화하기 위해 이 연구에서는 고등학교의 정의적 영역에 초점을 맞추어 효과를 비교하고자 한다.

II. Research Method

1. Participants

과학 중심 STEAM 프로그램과 인문학 중심 STEAM 프로그램은 고등학교에서 특히 많이 존재하는 유형에 해당한다(Kwak & Ryu, 2016). 고등학교의 경우 교과의 분과적 성격이 강하며, 프로그램 개발 교사의 역량과 관심사에 따라 특정 교과중심 STEAM 프로그램이 개발되는 경향성이 강하기 때문이다. 이러한 특성에 따라 과학 중심 프로그램과 인문학 중심 프로그램을 개발하고 적용하기 위해 강원 소재 일반계 A고등학교 재학생을 연구대상으로 선정하였다. A고등학교는 STEAM 교사연구회와 교원학습공동체 운영을 통해 교사들 간 융합교육에 대한 필요성을 공감하고 있으며, STEAM 교수학습 프로그램 개발 및 적용 경험, STEAM 연수 이수 경력이 있는 교사들로 구성되어 있다. 해당 고등학교 1, 2학년 재학생 중 희망 학생들에 한하여 자발적인 수업 참여 신청서를 제출 받았으며, 정규교육과정 이수 수업 이후 STEAM 수업에 참여할 수 있도록 하였다. 각 수업 프로그램의 개발이 완료된 이후 재학생들을 대상으로 강좌 신청을 받았으며, 참가 신청서를 제출한 93명의 학생 중 과학중심

STEAM 프로그램과 인문학 중심 STEAM 프로그램에 각각 36명 총 72명의 수업 참가 학생을 최종 선정하였다. 강좌 참여 학생 선정은 실제 수업을 운영하는 모든 교사 12명이 참여한 정기 세미나에서 학생들이 제출한 신청서를 검토하여 전체 강좌에 지속적으로 참여 가능한 학생을 선정하였다<Table 1>. 두 집단의 STEAM 프로그램 수업에 참여하기 전 과학에 대한 흥미 수준은 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았으므로, 유사한 수준의 과학 흥미도를 지니고 있다고 볼 수 있다.

<Table 1> Characteristics of participants

Group	N	Interest Level of Science(SD)
Science-focused STEAM Program	36	4.29(0.75)
Liberal art-focused STEAM Program	36	3.96(1.33)

2. Development of STEAM Program

과학중심 STEAM 프로그램과 인문학 중심 STEAM 프로그램은 연구대상 학교에서 운영하는 STEAM 교사연구회를 주관하는 한국과학창의재단에서 제시하는 3단계 STEAM 준거(KOFAC, 2018)에 따라 개발되었다. 상황 제시에서는 학생들에게 실생활 문제를 통해 학생들의 흥미를 유발하고 동기를 부여하기 위해 구체적인 문제 상황을 제시하였다. 창의적 설계에서는 앞서 제시된 상황에 대한 문제를 인식하고 해결하기 위해 창의적인 아이디어를 생성하고 해결방안 또는 산출물을 설계할 수 있도록 구성하였다. 마지막으로 감성적 체험에서는 참여 학생들이 정의적 측면에서 긍정적 경험을 할 수 있도록 구성하였다. 전체적인 수업의 진행은 상황제시-창의적 설계-감성적 체험이 가능하도록 조직하였으며, 수업 내용을 구성하였다.

STEAM 수업 참여 교사 12명이 참여하는 정기 세미나에서 수업 내용의 선정과 조직을 위해 과학 중심 프로그램과 인문학 중심 프로그램 개발 팀으로 구분하였으며, 각각의 팀은 6명의 교사로 구성하였다. 과학중심 프로그램은 과학교사 3명과 인문

교과 교사 3명에 의해 개발되었으며, 인문학 중심 프로그램은 인문교과 교사 6명에 의해 개발되었다. 특히 인문학 중심 프로그램의 경우 과학관련 내용에 대해서는 STEAM 수업 교사 정기 세미나에서 과학교사의 자문과 검토를 받아 내용을 선정 및 조직하였다.

STEAM 수업 프로그램의 수업 주제는 정기 세미나에서 브레인스토밍 과정을 거쳐 12개의 콘텐츠에 대한 아이디어를 제시한 후, STEAM 수업으로써 자연스러운 내용연계 측면과 교과 융합 측면에서 타당한 것에 대한 합의에 도달할 때 까지 수정 보완하는 과정을 거쳐 최종 4가지 콘텐츠를 선정하였다. 최종 선정된 수업 주제와 수업 내용에 대한 타당도는 과학교육 및 STEAM 교육 전문가 2인과 STEAM 수업 운영 경험이 있는 4명의 교사에게 의뢰하여 산출한 내용타당도 지수(CVI)는 93%로 나타났다.

최종 선정된 수업 내용과 관련된 2015개정 교육과정의 중심교과와 보조교과 성취기준을 분석한 후 수업내용에 대한 학습목표를 설정하였다. 이후 학습목표에 따른 STEAM 요소를 추출하여 STEAM 학습준거에 따라 주요 활동을 구성하였다. 상황제시-창의적 설계-감성적 체험으로 구성된 학습준거가 종료되는 것을 하나의 학습단위로 구성하였으며, 각 학습단위는 6차시로 구성하여 활동 중심 수업이 이루어지도록 하였다. STEAM 수업 프로그램을 운영하는 강좌는 2개의 학습단위 총 12차시로 구성되며, 2015 개정교육과정 통합과학의 생태계와 환경과 관련성 있는 주제의 프로젝트 수업으로 구성하였다. 각 차시별 수업지도안은 한국과학창의재단에서 제공하는 STEAM 교사연구회용 수업지도안 양식을 활용하여 작성하였으며, 실제 수업을 진행하는 교사들이 직접 작성하였다. 작성된 각 수업지도안은 함께 수업을 진행하는 팀 티칭 교사와 상호논의를 거친 후, 전체 수업 교사가 참여하는 정기 세미나에서 수정·보완을 거쳐 최종 확정하였다. 확정된 수업지도안에 따라 학생용 활동지를 제작하였으며, 학생용 활동지는 인쇄물 형태로 학생들에게 배부되어 수업시간에 활용하도록 하였다.

3. Application and Analysis of STEAM Program

STEAM 수업 참여 교사 12명이 참여하는 정기 세미나에서 수업 내용의 선정과 조직을 위해 과학 중심 프로그램과 인문학 중심 프로그램 개발 팀으로 구분하였으며, 각각의 팀은 6명의 교사로 구성하였다. 과학중심 프로그램은 과학교사 3명과 인문교과 교사 3명에 의해 개발되었으며, 인문학 중심 프로그램은 인문교과 교사 6명에 의해 개발되었다. 모든 STEAM 프로그램의 적용 수업은 직접 수업지도안을 작성한 교사 2인이 팀 티칭을 통해 진행하였으며, 과학중심 프로그램의 경우 과학교과 교사 1명과 인문교과 교사 1명이 차시를 달리하여 수업을 진행하였다. 인문학 중심 프로그램의 경우 교과 특성 상 인문 교과 교사 2명이 수업을 차시별로 진행하였으며, 과학관련 내용의 타당성 및 객관성은 STEAM 수업 교사 정기 세미나에서 과학교사 3인의 자문과 검토를 받아 수업에 적용하였다.

STEAM 수업 프로그램을 경험하는 학생은 과학 중심 프로그램을 경험하는 집단과 인문학 중심 프로그램을 경험하는 집단으로 구분하였으며, 각 집단에 대한 수업은 프로그램 지도안을 작성한 교사들이 직접 수행하였다. 일반계 고등학교에서 무학년제 수업형태로 수업을 운영하기 위해, 정규교육과정 이후 시간에 두 가지 수업을 동시에 다른 장소에서 진행하였다. 각각의 수업은 총 12차시로 구성되어 제시되었으며, 학생들은 집단별로 1일 2차시 씩 총 6회에 걸쳐 STEAM 프로그램을 경험하였다.

과학중심 프로그램과 인문학 중심 프로그램의 경험에 따른 학생들의 정의적 측면 중 학습동기 수준에 미치는 효과를 확인하기 위해 Keller의 학습동기 검사지를 사용하였다(Keller, 2009). 학습동기 검사지는 주의집중(Attention), 관련성(Relavance), 자신감(Confidence), 만족도(Satisfaction)의 하위요소로 범주화된 34문항으로 구성되어 Liker 5점 척도로 응답하도록 제작되었다. 또한 STEAM 수업활동 과제에 대한 동기수준에 미치는 영향을 알아보기 위해 Keller의 과제동기 검사지를 수정하여 프로그램 경험 전후의 융합(STEAM)활동동기 수준 변화를 측정하였다. STEAM 활동 동기 검사지 역시 주의집중, 관

련성, 자신감, 만족도의 4가지 하위요소로 이루어진 36문항으로 구성되었으며, Likert 5점 척도로 학생들이 자신의 반응을 기재하도록 하였다. 마지막으로 과학중심 프로그램과 인문학 중심 프로그램의 경험에 따라 학생들이 과학적 활동을 지속하고 몰입하고자 하는 경향성에 미치는 효과를 확인하기 위해 김원정 등(2013)에 의해 5점 척도로 개발된 과학적 과제집착력 검사지를 활용하여 프로그램 경험에 따른 사전·사후 차이를 비교하였다. 각각의 검사지를 독립된 24명의 학생에게 투입한 결과에 대해 내적신뢰도를 산출한 결과 학습동기 검사지의 Cronbach α 는 0.924, 융합활동 검사지는 0.909, 과학적 과제집착 검사지는 0.862로 매우 높은 신뢰도를 나타내었다.

수업에 참여한 모든 학생들은 STEAM 프로그램을 시작하기 전과 수업활동이 종료된 후 각각 세 가지 검사지를 작성하였으며, 검사 결과는 SPSS 20 프로그램을 활용하여 일원배치분산분석(One way ANOVA)을 통해 각 집단에서 나타나는 평균 차이를 확인하였다. 또한 집단 효과를 확인하기 위해 일원배치분산분석 결과 통계적으로 유의한 수준에서 나타난 결과에 대해 공분산분석(ANCOVA)을 실시하였다.

III. Results

1. STEAM Program

과학중심 STEAM 수업 프로그램과 인문학 중심 STEAM 수업 프로그램을 개발하기 위해 수업 교사 12명이 참여하는 정기 세미나에서 최종 선정된 4가지 주제는 환경이라는 내용 영역으로 수렴되었다. 이에 따라 교육과정 상의 관련된 성취기준을 추출한 후, 수업 주제에 적합한 세부 수업내용을 상호토의와 협의과정을 통해 구성한 결과는 <Table 2>와 같았다. 세부적인 수업 내용에 따라 2차시에 걸쳐 STEAM 준거에 따라 이루어지는 수업을 하나의 학습단위로 정의하고 한 주제에 대해 3가지 학습단위를 순차적으로 경험하도록 수업의 흐름을 구성하였다. 또한 과학중심 프로그램의 중심교과와 함께 수업활동에서 함께 적용될 보조교과의 내용적인 부분

은 인문 교과 교사들의 검토를 거쳐 제시하였다. 이와 동일한 과정으로 인문학 중심 프로그램의 경우 인문 교과 교사가 중심이 되어 세부적인 수업내용을 학습단위별로 구성하였으며, 보조적인 과학 내용에 대해서는 과학 교과 교사들의 검토를 거쳐 최종적인 수업 내용을 확정하였다.

<Table 2> The topic and contents for STEAM learning between two groups

Program	Topic	Learning Contents	Main Subject (sub.)
Science-focused STEAM Program		Inquiry & Analysis on Microplastics	
	Plastic Out	Creation of Solution for Problem of Plastic Use Design of Replacement Product for Plastic	Chemistry (Ethics)
		Inquiry of Environmental Contamination	
		Investigation of Disease by Environmental Contamination	Biology (Language)
	Silence Body	Creation of Card News for Environmental Protection	
		Writing an Editorial of Affect & Problem for Environmental Destroy	
Liberal art-focused STEAM Program	Signal from The Earth	Writing of Disaster Scenario for Global Warming	Language (Earth Science)
		Creation of Marketing Brochure for The Campaign of Earth Regeneration	
		Writing Essay for Environmental Protection	
	Nature & Poem	Creation of Illustrated Plant Book around School	Language (Biology)
	Creation of Poem & Picture on Nature Beauty		

수업지도안은 상황제시-창의적 설계-감성적 체험으로 이루어지도록 제시된 STEAM 교사연구회 양식에 따라 수업 교사가 직접 운영하는 수업 차시에 대해 작성하였으며, 작성된 수업지도안은 수업 정기 세미나에서 발표 및 토의 과정을 거쳐 수정 보완하여 최종 지도안을 마련하였다. 수업지도안 확정 후 학생용 활동내용, 평가기준을 구성하였으며, 활동내용과 평가기준을 바탕으로 학생용 활동지를 교재형태로 제작하였다. 마지막으로 전체 수업 종료 후 각각의 수업 활동에 대한 발표회를 마련하여 학생들이 직접 프로젝트 활동에 대한 결과물을 전시 및 발표하고 상호 의견 교환할 수 있는 기회를 제공하였다.

2. Effect of STEAM Program for Learning Motivation

과학 중심 STEAM 프로그램과 인문학 중심 STEAM 프로그램 경험에 따라 나타나는 고등학생의 정의적 특성에 대한 영향을 확인하기 위해 학습동기검사지, 융합활동검사지, 과학적 과제집착력 검사지를 사용하여 효과를 분석하였다. 학생들이 각각의 수업 프로그램을 경험하기 전에 모든 학생에 대해 사전검사를 실시하였으며, 수업 프로그램 경험 후 동일 검사지를 사용하여 사후검사를 실시하였다. 학습동기에 대한 사전 검사 결과 과학중심 프로그램 집단의 평균과 표준편차는 130.17(11.26), 인문학 중심 프로그램 집단의 평균은 131.71(10.21)로 나타났다. 또한 사후검사 결과 과학중심 프로그램의 집단 평균은 135.54(13.47), 인문학 중심 프로그램의 집단 평균은 135.88(13.41)로 확인되었다. 따라서 두 프로그램 모두 사전 검사 결과에 비해 사후 결과에서 집단의 평균 값이 높게 나타났으며, 개인별 편차는 사후검사에 대해 다소 높아지는 현상이 나타났다. 또한 집단 차이의 통계적 유의성을 확인하기 위해 학습동기 수준과 함께 하위 요소에 대한 일원배치 분산분석을 실시한 결과는 <Table 3.>과 같이 나타났다. 이러한 결과는 고등학생들에게 문제중심 STEAM 프로그램의 적용이 STEAM 수업 인식과 태도에 긍정적인 영향을 준다는 연구와도 일치하는 것이다(Lee & Shim, 2019).

<Table 3> The result of one way ANOVA for motivation level of learning

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	sig.
Learning Motivation	Between Group	576.11	3	192.04	1.30	.28
	Within Group	13624.88	92	148.10		
	Sum	14200.99	95			
Attention	Between Group	9.46	3	3.15	.37	.78
	Within Group	794.17	92	8.63		
	Sum	803.62	95			
Relevance	Between Group	55.12	3	18.37	1.36	.26
	Within Group	1240.62	92	13.49		
	Sum	1295.74	95			
Confidence	Between Group	29.13	3	9.71	1.09	.36
	Within Group	823.50	92	8.95		
	Sum	852.63	95			
Satisfaction	Between Group	180.46	3	60.15	3.52	.02*
	Within Group	1572.17	92	17.09		
	Sum	1752.63	95			

*: $p < 0.05$

과학중심 프로그램과 인문학 중심 프로그램의 경험에 따른 학습동기 수준에 대한 일원배치분산분석을 실시한 결과 전체 수준에서 집단에 따른 차이는 나타나지 않았으나, 하위요소인 만족도에 있어서는 집단의 차이가 확인되었다. 앞서 살펴본 바와 같이 학습동기 수준은 사전결과에 비해 두 집단 모두 증가하였으나, 분산분석결과 통계적 수준에서의 유의성은 확인되지 않았다. 그러므로 학습동기 수준 변화에 대한 집단의 차이는 작용하지 않는다는 것을 알 수 있다. 반면, 만족도 수준에서는 집단의 차이가 나타났으며, 이에 대한 사후검정 결과에서는 과학중심 프로그램 경험 집단과 인문학 중심 프로그램 경험 집단의 측정결과가 동일한 부집단으로 수렴하였다. 그러므로 사전측정 결과와 사후 측정 결과에 과학중심 또는 인문학 중심이라는 집단효과 보다 STEAM프로그램이라는 주효과가 더 크게 영향을 미치고 있음을 의미한다. 즉, 과학중심 STEAM 프로그램과 인문학 중심 STEAM 프로그램이 일반적인 학습동기 수준 중에서는 수업에 대한 만족도에 제한적으로 긍정적인 영향을 주고 있다. 결국, STEAM 활동은 기존의 일반적이고 전통적 관점의 학습과 다른 측면이 존재할 수 있음을 시사한다(Perignat & Katz-Buonincontro, 2019). 학습동기 검사지에서 측정하고자 하는 일반적인 수업활동의 효과는 STEAM 활동의 영향을 효과적으로 측정하기 어렵다는 것을

의미하기도 한다(Quigley et al, 2017). 즉, 과학 중심 혹은 인문학 중심이냐의 집단효과에 비해 STEAM 프로그램을 경험 유무와 관련된 주효과가 더 크게 작용할 수 있음을 나타내고 있다.

3. Effect of STEAM Program for Motivation on STEAM Activity

과학중심 STEAM 프로그램과 인문학 중심 STEAM 프로그램의 경험에 따른 일반적 수준의 학습동기에는 STEAM 프로그램의 경험이라는 주효과가 집단효과에 비해 크게 나타났다. 그렇다면, STEAM 활동에 대한 동기 수준에 대한 주효과와 집단효과를 확인할 필요가 있으며, 이를 위해 STEAM 활동 동기 검사결과를 실시하였다. STEAM 활동 동기 수준에 대한 사전 검사 결과 과학중심 프로그램 집단의 평균과 표준편차는 141.38(10.90), 인문학 중심 프로그램 집단의 평균은 137.92(16.35)로 나타났다. 또한 사후 검사 결과에서 과학중심 프로그램 집단의 평균은 151.21(16.53), 인문학 중심 프로그램 집단의 평균은 150.58(13.42)로 확인되었다. 두 집단 모두 사전 측정 결과에 비해 STEAM 프로그램을 경험한 후의 결과가 상대적으로 높게 나타났다. 집단의 값을 살펴보면 과학중심 프로그램 집단의 사후측정 결과가 상대적으로 높게

나타났지만, 사전측정결과 대비 변화량은 인문학 중심 프로그램 집단에서 더 크게 나타났다. 또한 개인별 차이는 두 집단에서 다소 다르게 나타났으며, 두 집단의 사전-사후 검사 결과 차이에 대한 통계적 유의성을 확인하기 위해 STEAM 활동 동기 수준과 하위 요소에 대한 일원배치 분산분석과 사후검정을 실시하였다<Table 4, Table 5>.

과학중심 프로그램과 인문학 중심 프로그램 집단의 STEAM 활동 동기 수준에 대한 사전-사후 측정 결과의 분산분석 결과 STEAM 활동 동기 수준은 통계적으로 매우 유의한 차이가 존재하였으며, 하위 요소인 주의집중, 관련성, 자신감, 만족도에서도 유의한 차이가 확인되었다.

<Table 4> The result of one way ANOVA for motivation level of STEAM activity

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	sig.
Motivation of STEAM Activity	Between Group		3185.71	3	1061.90	5.06	.00**
	Within Group		19307.25	92	209.86		
	Sum		22492.96	95			
sub-factor	Attention	Between Group	448.71	3	149.57	4.79	.00**
		Within Group	2872.25	92	31.22		
		Sum	3320.96	95			
	Relevance	Between Group	159.12	3	53.04	3.33	.02*
		Within Group	1466.13	92	15.94		
		Sum	1625.24	95			
	Confidence	Between Group	239.25	3	79.75	5.54	.00**
		Within Group	1325.25	92	14.41		
		Sum	1564.50	95			
	Satisfaction	Between Group	85.53	3	28.51	3.66	.02*
		Within Group	715.88	92	7.78		
		Sum	801.41	95			

*, $p < 0.05$, **, $p < 0.01$

<Table 5> The result of post hoc for motivation level of STEAM task

Attention					Relevance					
Group		N	Subset for Alpha = .05		Group		N	Subset for Alpha = .05		
			1	2				1	2	
LP	Pre	24	47.42		LP	Pre	24	35.38		
SP	Pre	24	47.75		SP	Pre	24	36.83	36.83	
LP	Post	24		51.54	LP	Post	24	37.67	37.67	
SP	Post	24		52.21	SP	Post	24		38.92	
Confidence					Satisfaction					
Group		N	Subset for Alpha = .05			Group		N	Subset for Alpha = .05	
			1	2	3				1	2
LP	Pre	24	30.58			LP	Pre	24	24.54	
SP	Pre	24	31.75	31.75		SP	Pre	24	25.04	25.04
LP	Post	24		33.46	33.46	LP	Post	24		26.63
SP	Post	24			34.71	SP	Post	24		26.67
Motivation of STEAM Activity										
Group		N	Subset for Alpha = .05							
			1	2						
LP	Pre	24	137.92							
SP	Pre	24	141.38							
LP	Post	24		150.58						
SP	Post	24		151.21						

SP: Science-focused Program, LP: Liberal Art-focused Program

이러한 결과는 STEAM 활동 동기 수준은 집단 내 차이와 집단 간 차이가 존재하며, STEAM 프로그램의 경험이라는 주효과와 함께 과학중심 또는 인문학 중심이라는 집단효과가 함께 영향을 주고 있음을 의미한다. 주효과와 집단효과의 영향을 확인하기 위해 사후검정을 실시한 결과를 살펴보면, 과학중심 또는 인문학 중심 프로그램에 따른 집단효과보다 사전-사후 효과의 차이가 크게 나타나고 있으므로 STEAM 프로그램이 경험이라는 주효과가 집단효과에 비해 더 큰 영향을 미치고 있다는 것을 알 수 있다. 반면, 하위요소인 자신감에서는 주효과와 함께 집단효과가 영향을 미치고 있었다. 이러한 결과는 STEAM 프로그램의 경험이 STEAM 활동에 대한 동기 수준에 긍정적 영향을 주고 있음을 의미한다(Perignat & Katz-Buonincontro, 2019; Swaminathan & Schellenberg, 2015). 그러므로 STEAM 프로그램은 일반적 수준의 학습동기에 비해 STEAM 동기 수준 변화에 상대적으로 긍정적인 영향을 미치고 있는 것이다. 결국 STEAM 활동의 효과를 전통적인 관점에서 분석하거나 일반 학습의 관점에서 분석하는 것은 적절성의 문제를 야기할 수 있다(Park et al., 2019). 그러므로 STEAM 활동에 대한 효과를 확인할 수 있는 새로운 검사 도구와 측정방법의 도입이 필요하다는 것을 의미한다.

4. Effect of STEAM Program for Scientific Task Commitment

STEAM 교육은 인문학을 포함하는 예술 영역을 포함하더라도 과학교과를 중심으로 하는 혹은 과학 교과 활동을 포함하는 교육활동을 의미한다. 최근 정책적으로 STEAM 교수법과 프로그램 개발의 진입장벽을 낮추고 양적 확대와 함께 현장에 STEAM 활동을 확산시키기 위한 목적으로 반드시 과학을 포함하지 않더라도 두 가지 이상의 교과가 융합되는 STEAM 교육으로 인정하고 있다. 그러나 STEAM 교육은 실생활 문제에서 출발하며, 현대인의 실생활 문제에서 과학, 수학, 기술과 명확하게 분리하는 것이 더욱 어렵다. 그러므로 과학중심

STEAM 프로그램이 아닌 인문학 중심 STEAM 프로그램 역시 과학적 활동이나 내용이 포함되어야만 진정한 의미의 STEAM 활동이라고 볼 수 있을 것이다. 따라서 STEAM 교육의 도입 목적 중 하나인 과학과 관련된 활동을 지속하고 흥미와 동기 유발에 미치는 영향을 확인하기 위해, 과학중심 프로그램과 인문학 중심 프로그램의 경험에 따른 과학적 과제집착력 검사를 실시하였다. 과학적 과제집착력에 대한 사전 검사 결과 과학중심 프로그램 집단의 평균과 표준편차는 92.21(10.07), 인문학 중심 프로그램 집단의 평균은 91.58(9.21)로 나타났다. 또한 사후검사 결과에서는 과학중심 프로그램 집단은 99.29(11.90), 인문학 중심 프로그램 집단의 평균은 96.67(11.45)로 나타났으므로 두 집단 모두 과학적 과제집착력 수준이 큰 폭으로 증가하였다. 과학적 과제집착력 수준의 변화에 영향을 미치는 주효과와 집단효과를 확인하기 위해 일원배치분산분석을 실시한 결과 통계적으로 유의한 수준에서 차이가 확인되었다(Table 6). 이러한 결과는 STEAM 프로그램의 창의적 설계 및 검증활동이 과학 탐구 태도에 긍정적인 영향을 미친다는 연구결과와 맥락을 같이하는 것이다(Kang & Seo, 2013). 즉, 학생중심, 활동중심 STEAM 프로그램이 과학에 대한 흥미와 동기를 부여하는데 있어 긍정적인 역할을 수행하기 때문으로 볼 수 있다(Cho, 2017; Lee & Shim, 2019).

과학적 과제집착력의 차이가 주효과에 기인한 것인지 집단효과에 기인한 것인지 확인하기 위해 사후검정을 실시한 결과를 살펴보면, 과학중심 프로그램 집단과 인문학 중심 프로그램 집단의 사후 결과가 유의수준 0.05에서 동일한 부집단으로 수렴하고 있으므로 과학중심 또는 인문학 중심이라는 주효과가 가장 크게 영향을 주고 있음을 확인할 수 있었다(Table 7). 사전 결과와 함께 인문학 중심 프로그램 집단의 사후결과가 동일한 부집단으로 그룹화 됨으로 인해 일부 집단효과가 존재함을 추정할 수 있다. 그러나 집단효과의 존재를 확인하기 위해 사전 측정결과를 공변인으로 하고 집단을 모수요인으로 변량분석을 실시한 결과 과학적 과제집착력에서는 집단효과를 확인할 수 없었다.

<Table 6> The result of one way ANOVA for the quotient of scientific task commitment

		Sum of squares	df	Mean square	F	sig.
Science Task Commitment	Between Group	975.54	3	325.18	2.83	.04*
	Within Group	10556.08	92	114.74		
	Sum	11531.63	95			

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

<Table 7> The result of post hoc for the quotient of scientific task commitment

Group		N	Subset for Alpha = .05	
			1	2
LP	Pre	24	91.58	
SP	Post	24	92.21	
LP	Post	24	96.67	96.67
SP	Pre	24		99.29

SP: Science-focused Program, LP: Liberal Art-focused Program

과학적 과제집착력 검사 결과 집단효과보다 STEAM 활동의 경험이라는 주효과가 존재한다는 것은 시사하는 바가 크다. 인문학 중심의 STEAM 프로그램을 경험하더라도 과학교과와 관련된 STEAM 활동을 경험하면 과학 중심 STEAM 프로그램을 경험한 것과 유사한 수준의 긍정적 효과가 나타난다는 것을 의미하기 때문이다(Swaminathan & Schellenberg, 2015). 그러므로 STEAM 교육 프로그램을 구성하는데 있어 무엇보다도 과학교과 활동이나 내용이 반드시 포함된다면 STEAM 교육이 지향하는 과학에 대한 흥미와 동기유발과 함께 과학을 지속하고 몰입하려는 성향을 신장시킬 수 있을 것이다.

IV. Conclusions and Educational Implications

이 연구에서는 과학교과 중심 STEAM 수업 프로그램과 과학적 내용을 포함하는 인문학 교과 중심 STEAM 프로그램을 개발하고 교육현장에서 실질적 수업활동을 수행하는 교사의 팀 티칭을 통해 STEAM 수업을 진행하였다. 또한 과학교과 중심 또는 인문학 교과 중심 프로그램의 경험이 학생들의 정의적 영역에 미치는 주효과와 집단효과를 비교 분석한 다양한 결과를 바탕으로 다음과 같은 결

론을 내릴 수 있었다.

첫째, STEAM 프로그램의 경험은 고등학생의 학습동기 수준에 부분적으로 긍정적인 효과를 나타낸다. 과학중심 STEAM 프로그램과 인문학 중심 STEAM 프로그램을 각각 12차시 경험한 고등학생의 일반적인 학습동기 수준은 학습 만족도 측면에서 긍정적인 효과를 나타내었다. 그러나 과학중심 혹은 인문학 중심 프로그램 중 어느 것을 경험했는지의 여부에 따른 집단효과는 나타나지 않았다. 그러므로 STEAM 프로그램의 경험 여부라는 주효과가 학생들의 일반 학습동기 수준에 영향을 줌으로써 집단효과는 상쇄되는 결과가 나타난다. 즉, 과학을 중심교과로 설정하지 않더라도 일반적인 학습동기 수준에는 차이가 없는 것이다. 따라서 학습동기 향상 측면에서는 과학교과 중심의 프로그램 개발만을 강조하기 보다는 다양한 유형과 교과가 중심이 되는 STEAM 프로그램에 과학 활동과 내용이 녹아들어갈 수 있는 기회를 확대하는 것이 과학의 저변 확대와 과학기술 인재 양성을 위해 필요할 것이다.

둘째, 과학중심 STEAM 프로그램과 인문학 중심 STEAM 프로그램의 경험은 고등학생의 STEAM 활동 동기 수준에 매우 긍정적인 효과를 나타낸다. 과학중심 프로그램과 인문학 중심 프로그램의 경험이 고등학생의 STEAM 활동 동기 변화에 통계적으로 유의한 수준에서 긍정적 변화를 유발하였다. 반면 과학중심 프로그램이나 인문학 중심 프로그램의

경험 여부인 집단 효과는 자신감 요소에서 나타났다. 그러므로 STEAM 활동 자체에 대한 동기 수준 측면에서 과학교과나 인문학 교과 어느 쪽을 선택 하더라도 매우 높은 수준의 긍정적 효과를 이끌어 낼 수 있을 것이며, 자신감 요소는 과학교과 중심 프로그램이 상대적으로 높은 효과를 유발할 수 있다. 과학교과 중심의 STEAM 교육은 결국 과학교과가 중심이 되어야 하는 것을 의미하며, 과학 외 교과의 접근성을 제한하는 결과를 초래할 수 있다. 그러므로 과학교육 측면에서 STEAM 교육이 과학교과가 중심이 되어야 한다는 관점보다, STEAM 교육 프로그램에 과학관련 내용을 반드시 포함시키는 것이 STEAM 교육을 통한 과학의 확산과 동기 유발 측면에서 효과적일 것이다.

셋째, 과학중심 STEAM 프로그램과 인문학 중심 STEAM 프로그램의 경험은 과학적 과제집착력 향상에 긍정적인 영향을 미친다. 이 연구에서 개발한 STEAM 프로그램은 과학교과 중심 프로그램과 과학내용을 포함하는 인문학 중심 프로그램이었다. 각각의 STEAM 프로그램을 경험한 고등학생들에 대해 실시한 사전-사후 검사 결과 과학적 과제집착력이 두 집단 모두 통계적으로 유의한 수준으로 상승하였다. 특히 과학중심 또는 인문학 중심인지의 여부에 따른 집단 효과보다 과학내용을 포함하는 STEAM 프로그램의 경험이라는 주효과가 크게 나타났다. 따라서 STEAM 프로그램에서 과학교과가 중심이 되지 않더라도 과학내용을 포함하고 일정수준 과학 활동과 내용을 경험한다면 과학을 지속하고 과학에 몰입하려는 과제집착력을 향상시킬 수 있을 것이다.

과학을 포함하는 서로 다른 관점의 STEAM 프로그램이 고등학생의 정의적 특성에 미치는 영향을 분석한 결과들을 통해 STEAM 프로그램의 경험 유무가 학생들의 STEAM 활동 동기수준과 과학적 과제집착력 수준에 매우 긍정적이라는 사실을 확인함으로써 과학교육 측면에서 다음과 같은 시사점을 얻을 수 있었다.

STEAM 활동에 초점을 맞춘 검사를 통해 STEAM 교육 프로그램의 효과를 분석하여야 한다. 과학중심 STEAM 프로그램과 인문학 중심 STEAM 프로그램의 독립적으로 경험한 고등학생들에게 일반적이고 전통적인 학습동기 수준 검사를

실시할 경우 학생들이 경험한 융합적 활동의 효과를 명확하게 설명하지 못할 수 있다. 일반적이고 전통적인 교육과 STEAM 교육은 태생적인 차이를 지니고 있다. 전통적인 교육은 교과중심적 교육인 반면, STEAM 교육은 탈교과적 혹은 다교과적 관점을 지니고 있다. 전통적 교육은 교과역량에 초점을 맞추어 진행되지만, STEAM 교육은 미래인재에게 요구되는 융합적 역량에 초점을 맞추어야 한다. 이러한 맥락에서 STEAM 역량 검사도구와 문제해결력 도구가 개발됨으로써 지금까지 측정하기 어려웠던 STEAM 역량과 문제해결력을 효과적으로 측정할 수 있다(Park et al., 2019; Sim et al., 2017). 그러나 정의적 영역에 대한 검사도구는 미비한 실정이므로, STEAM 교육의 효과를 명확하게 설명하고 피드백을 제공하기 위해서는 기존의 검사도구 외에 STEAM 활동의 효과 분석에 적합한 정의적 영역 검사 도구의 개발이 필요하다.

References

- Allina, B. (2017). The development of STEAM educational policy to promote student creativity and social empowerment. *Arts Education Policy Review*, 1-11.
- Choi, Y. (2017). STEAM applicable to school. *Ingenium*, 24(4), 24-29.
- Colucci-Gray, L., Trowsdale, J., Cooke, C. F., Davies, R., Burnard, P., & Gray, D. S. (2017). Reviewing the potential and challenges of developing STEAM education through creative pedagogies for 21st learning: How can school curricula be broadened towards a more responsive, dynamic and inclusive form of education?. *British Educational Research Association*.
- Han, H. J., & Kwon, S. H. (2017). An Analysis of Content and Convergence Method of Scientific Technology and Humanities in Elementary School STEAM Programs. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 37(2), 313-322.

- Kang, H., & Seo, H. A. (2013). The development and application of a life science based STEAM program for middle school science gifted students. *Journal of Science Education for the Gifted*, 5(3), 162-173.
- Kang, N. H., Lee, N. R., Rho, M. J., & You, J. E. (2018). Meta analysis of STEAM(Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) program effect on student learning. *Journal of Korean Association for Science Education*, 38(6), 875-883.
- Kant, J. M., Burckhard, S. R., & Meyers, R. T. (2018). Engaging high school girls in native American culturally responsive STEAM activities. *Journal of STEM Education*, 18(5), 15-25.
- Keller, J. M. (2009). *Motivational design for learning and performance: The ARCS model approach*. NY : Springer.
- Kim, B. H., & Kim, J. S. (2014). Analysis of articles related STEAM education using network text analysis method. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 33(4), 674-682.
- Kwak, H. J., & Ryu, H. S. (2016). Analysis on the research trends in STEAM education, *Journal of Science Education*, 40(1), 72-89.
- Kwon, N. J., & Ahn, J. H. (2012). The analysis on domestic research trends for convergence and integrated science education. *Journal of Association Science Education*, 32(2), 265-278.
- Lee, J. S., & Kim, E. J. (2019). Elementary teachers' perception on the problems and improvement of STEAM implementation. *The Journal of Elementary Education*, 32(3), 327-355.
- Lee, J. Y., & Shim, K. C. (2019). The effect of problem-based STEAM program on the science-related attitude, and the perception about the STEAM instruction for high school students. *Biology Education*, 47(1), 59-71.
- Lee, M. J., & Kwon, S. J. (2017). Teacher's perception analysis of STEAM education policy: implications for convergence education. *EDUCATIONAL RESEARCH*, 69, 121-161.
- Ministry of Education (2017). *Long-term Plan of STEAM Education(2018-2022)*. Sejong: Korea.
- Ministry of Education (2020). *Total Plan of STEAM Education(2020-2024)*. Sejong: Korea.
- Park, H. J., Sim, J. H., Kim, E. J., Ham, H. I., Lee, Y. T., Lee, J. A., & Kwon, H. S. (2019). Developmental study of an instrument for STEAM education key competencies. *Journal of Science Education*, 43(2), 258-269.
- Perignat, E., & Katz-Bounincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 31-43.
- Quigley, C. F., & Herro, D. (2016). "Finding the joy in unknown": Implementation of STEAM teaching practices in middle school science and math classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(3), 410-426.
- Quigley, C. F., Herro, D., & Jamil, F. M. (2017). Developing a conceptual model of STEAM teaching practices. *Schol Science and Mathematics*, 117(1-2), 1-12.
- Root-Berstein, R. (2015). Arts and crafts as adjuncts to STEM education to foster creativity in gifted and talented students. *Asia Pacific Education Review*, 16(2), 203-212.
- Sim, J. H., Park, H. J., Baek, Y. S., & Byun, S. Y. (2017). The development of assessment tools to measure STEAM problem solving abilities for elementary and secondary school students. *Teacher Education Research*, 56(2), 190-210.
- Son, M. H., & Jeong, D. H. (2019). Limits of STEAM education and its improvement alternative: based on the viewpoints of STEAM teachers, *Journal of the Korean Association for Science Education*, 39(5), 573-584.
- Swaminathan, S., & Schellenberg, E. G. (2015). *Arts education, academic achievement and cognitive ability*. In P. P. Tinio, & J. K. Smith(Eds.). *The Cambridge handbook of the psychology of aesthetics and arts*. NY: Cambridge University Press.

Torrance, E. (1972). Teaching for creativity. The
Journal of Creative Behavior, 6, 114-143.

[저자의 소속과 직위]

변정호 : 삼척고등학교, 교사, 단독저자