

## 융합교육(STEAM) 연구 동향 분석: 수학 교과를 중심으로

Research Trends in STEAM Education: Focused on Mathematics

신 동 조<sup>1)</sup>

**ABSTRACT.** STEAM education, which was introduced to address many of the issues raised in science and technology education, has had a profound impact on the field of education over the past 13 years. This study aims to systematically analyze the research trends of STEAM education integrated with mathematics from 2010 to 2022 and to provide implications for future STEAM education. To this end, 89 articles published in domestic KCI journals were collected and analyzed. The results showed that more than half of the STEAM studies were related to the development and application of STEAM programs. The next most frequent studies were related to current state and improvement of STEAM education, followed by curriculum and textbook analysis, and by teacher education and teacher competencies. Students' and teachers' perceptions and attitudes toward STEAM education were addressed in only a few papers.

---

Received August 10, 2023; Revised August 20, 2023; Accepted August 20, 2023.

2010 Mathematics Subject Classification: 97M10

이 과제는 부산대학교 기본연구지원사업(2년)에 의하여 연구되었음

Key words: STEAM, convergence education, mathematics education, research trends

1) Corresponding author

## I. 서론

융합인재 육성이 국가경쟁력의 주요한 지표로 부각됨에 따라 우리나라는 2010년부터 융합인재교육(Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics, 이하 STEAM)에 관한 정부 정책을 발표하고 융합인재 양성을 위한 노력을 이어가고 있다(강남화 외, 2018). 특히, 2015 개정 교육과정 총론에서는 창의·융합형 인재 양성을 전면에 내세워(교육부, 2014) 전 교과에서 STEAM 교육이 구현될 수 있는 기틀을 마련해주었다. 이를 토대로 2015 개정 수학과 교육과정에서는 ‘창의·융합’ 역량을 교과 핵심역량 중 하나로 선정하여 수학 교과 내 융합뿐만 아니라 교과 간 융합을 강조하였다(교육부, 2015). 2022 개정 수학과 교육과정에서는 ‘창의·융합’ 역량이 삭제됨에 따라 수학 교과에서 STEAM 교육의 중요성이 약화되었다는 지적도 있지만, “수학과 실생활, 사회 및 자연 현상, 타 교과의 내용을 연계하는 과제를 활용”하는 ‘연결’ 역량이 추가되어(교육부, 2022, p. 44) 수학 교과에서 ‘융합’은 여전히 중요한 위치를 차지하고 있음을 시사한다.

이에 수학 교과를 중심으로 STEAM 교육에 관한 많은 연구가 이어지고 있다. 특히, STEAM 교육 프로그램에서 수학은 타 교과의 문제해결과 지식 탐구를 위한 단순 계산 차원의 도구적 역할을 한다는 것(Horak, 2006; 권오남 외, 2014; 주미경 외, 2012; 한혜숙, 2013)과 STEM 교육을 통한 학생의 수학적 기회와 사고의 향상을 기대하기 어렵다는 지적(Honey et al., 2014; Shaughnessy, 2013)이 이어짐에 따라 수학 중심 STEAM 프로그램 개발에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다(예: 김민경, 이지영, 2020; 박모라 외, 2015; 한혜숙, 2017). 또한, 교육과정과 교과서 분석을 통해 STEAM 요소를 추출하고 수학 중심 STEAM 교육을 위한 방안을 제시하거나(예: 류성림, 2015; 문종은, 주미경, 2018), STEAM 교육에 대한 예비 및 현직 수학교사의 역량을 강화하기 위한 연구(예: 김희경 외, 2018; 한혜숙, 2018)를 통해 STEAM 교육의 제반을 마련하고 의미 있는 STEAM 교육을 위한 노력이 계속되고 있다.

그러나 국내에 STEAM 교육이 도입된 2010년 이후로 수학 교과에서 STEAM 교육에 관한 연구의 동향이 어떠한지를 체계적이고 종합적으로 분석한 연구는 드물다. 한혜숙(2013)은 2011년부터 2013년까지 개발된 STEAM 교수·학습 프로그램의 동향을 분석하여 수학 교과에서 STEAM 프로그램 개발을 위한 시사점을 제공하였고, 이혜진, 박만구(2021)는 2011년부터 2020년까지 수학 영재교육에서 STEAM 교육 관련 국내 연구의 동향을 분석하였지만, 특정 주제를 넘어 수학 교과에서 STEAM 연구가 어떻게 진행되었는지에 대한 전체적인 그림을 제공하기에는 다소 한계가 있다. 반면, 선행연구에서는 교과와 무관하게 STEAM 연구

의 동향을 분석하였거나(예: 광혜정, 류희수, 2016; 김영홍, 2017; 함형인, 2020), 수학 외 특정 교과에 관한 STEAM 연구 동향 분석(예: 이경진, 이상수, 2017; 주희선, 2018)을 실시함으로써 교과별 STEAM 연구에 대한 동향과 미래 STEAM 교육을 위한 시사점을 제시하였다. 이에 본 연구에서는 초·중등학교 수학 교과 맥락에서 진행된 STEAM 교육에 대한 국내 연구 주제를 종합적으로 검토함으로써 미래 수학 교과에서 STEAM 교육에 대한 시사점을 도출하는 것을 목적으로 한다. 또한, STEM 교육을 통해 학생들의 수학적 발달을 기대하기 어렵다는 Honey et al. (2014)의 지적을 토대로 우리나라에서 개발된 STEAM 프로그램이 학생들의 수학적 성장에 어떠한 역할을 했는지 종합적으로 검토하고자 한다.

## II. 이론적 배경

우리나라 STEAM 교육 모델은 2000년대 초 미국의 STEM 교육에서 찾을 수 있지만 학문간 통합교육에 대한 노력은 그보다 훨씬 이전부터 있었다(Widya et al., 2019). 미국은 당시 국내외 성취도평가에서 드러난 수학과 과학 교과에서의 낮은 성취 그리고 이공계 진학을 감소와 과학기술의 핵심 분야에서 외국인이 중추적 역할을 하고 있다는 위기감에 STEM 교육에 대한 필요성을 제기하였다(백윤수 외, 2012). 우리나라 정부는 ‘창의인재와 선진과학기술로 여는 미래 대한민국’이란 주제로 진행된 2011년 업무보고에서 6대 중점과제 중 하나로 STEAM 교육을 언급하였다(교육과학기술부, 2010). 교육과학기술부(2010)는 세계적 수준의 과학기술인재를 육성하기 위해 초·중등교육에서 STEAM 교육이 강화되어야 하며 STEAM 교육을 통해 “과학기술에 대한 흥미와 이해를 높이고 융합적 사고와 문제해결 능력을 배양할 수 있도록 학습내용을 핵심역량 위주로 재구조화”할 것을 지시했다(p. 34). 이에 백윤수 외(2011)는 당시 우리나라 과학기술교육의 문제점으로 학생들의 낮은 행복지수, 수학·과학 학습에서의 낮은 창의성과 정의적 영역, 과학기술분야 진로 기피, 주입식 교육의 한계를 지적하였다. 백윤수 외(2012)는 STEAM 교육의 실행을 위한 연구에서 미래 인재를 ‘소통’과 ‘창의성’이라는 키워드를 통해 규정하고 이를 위한 전제로 타인에 대한 배려와 존중, 그리고 융합적 능력을 언급하였으며, 미래 교육의 방향을 “창의성, 의사소통, 내용의 융합, 배려심을 함양하는 것”으로 설정하였다(p. 15). 수학과 교육과정에서도 이러한 기초의 단면을 찾아볼 수 있다. 2009 개정 수학과 교육과정에서는 핵심역량을 교육과정의 전면에 내세우지 않았지만, 수학과 교육과정의 ‘목표’에서 창의적 사고, 문제해결, 정보처리, 의사소통을 핵심역량으로 언급하였으며 이를 토대로 창의·인성교육을 강조하였다(교육과학기술부, 2011). 나아가 2015 개정 수학과 교육과정에서는 ‘창의·융합’ 역량을 핵심역량으로 부각시키면서 수학 교과에서 창의

적이고 융합적 사고의 중요성을 다시금 강조하였다.

국내외에서 STEAM 교육에 관한 연구가 활발히 진행되면서 STEAM 연구에 대한 메타적 분석을 통해 연구 동향을 종합적으로 들여다보려는 노력이 이어졌다. 최근 연구를 살펴보면, 예를 들어, 권하정, 이기용(2022)은 2012년부터 2021년까지 국내 학위논문 176편을 분석하여 중등교육 맥락에서 수행된 STEAM 연구의 동향을 보고하였다. 국내에서 발표된 STEAM 관련 학위논문은 2013년에 30편으로 가장 많았고 이후 지속적으로 줄어드는 경향을 보이다 2020년과 2021년에 이르러 11편까지 감소한 것으로 확인되었다. 연구 주제별 동향을 살펴보면, STEAM 프로그램 개발과 적용에 관한 논문이 47.2%로 가장 많았으며, STEAM 수업의 영향과 효과에 관한 논문이 16.5%, STEAM 관련 이론적 고찰, 교과서 및 정책 분석 등 STEAM과 관련된 분석에 관한 연구가 14.8%, STEAM 교육 방안에 관한 연구는 10.2%로 나타났다. 이 외에도, STEAM 관련 교육이론, 연구 동향, 인식조사와 관련된 주제도 학위논문에서 일부 다루어졌다(권하정, 이기용, 2022). 함형인(2020)은 2010년부터 2019년 7월까지 발표된 STEAM 관련 국내 학위논문 836편의 연구 동향을 분석하였다. 분석에 포함된 논문은 초·중등교육을 모두 포함하였으며, 연구 주제는 STEAM 교육 프로그램 개발과 적용으로 제한하였다. 분석 결과, STEAM 관련 학위논문은 2013년과 2017년 사이에 매년 100편 이상 발표되었으며, 2015년 이후로 감소하는 추세를 보였다. STEAM 프로그램에서 중심이 되는 교과는 예술(44.4%), 과학(26.6%), 수학(13.5%), 기술·공학(6.2%) 순으로 나타났으며, 주로 교과를 중심으로 STEAM 프로그램을 개발하거나(56.9%) 하나의 주제를 탐구하는 방식(23%)으로 운영되었다. STEAM 프로그램의 적용 효과는 교과에 대한 흥미 및 태도 등 정의적 영역과 관련된 요소가 53.1%로 나타나, 학위논문에서 STEAM 관련 프로그램의 개발 목적이 주로 학생들의 정의적 영역과 관련되어 있음을 시사했다. 이 외에도, 국내 학위논문에서는 융합적 사고력(26.6%), 교과 인지능력(12.1%), 문제해결능력(8.1%)에서 STEAM 프로그램의 효과를 분석하였다. 국내 학술지를 대상으로 수행된 연구를 살펴보면, 김진솔, 이정민(2019)은 2011년부터 2019년 6월까지 중등학교 맥락에서 STEAM 수업을 실시한 54편의 논문의 연구 동향을 분석하였다. 분석 결과, 2017년과 2015년에 각각 11편과 10편의 논문이 게재되었는데, 2018년에서 그 수가 3편으로 줄어드는 양상을 보였다. 교과 융합 방식은 특정 교과를 중심으로 다른 교과를 배치하는 다학문적 통합이 57.9%로 가장 많았으며, 다학문적 통합에서 중심 교과는 과학(42%), 기술(18%), 수학(12%) 순으로 나타났다. STEAM 프로그램의 적용 효과는 함형인(2020)과 유사하게 교과에 대한 태도(42.2%)가 가장 높게 나타났으며, STEAM 교육을 통한 교과 성취(9.5%), 창의성(8.6%), 직업 이해(7.8%), 문제해결력(6.9%)의 변화를 보고한 연구가 이어졌다.

국외의 STEM 관련 연구 동향을 살펴보면, Li et al.(2020)은 2000년부터 2018년까지 798편의 학술지 논문을 종합적으로 검토한 결과 2000년부터 2009년까지 해외 학술지에 게재된 STEM 관련 연구는 상당히 적었지만(약 4%), 2010년부터 그 수가 매년 증가하는 양상을 확인하였다. 특히, 2016년에는 125편으로 2015년의 68편과 비교하여 큰 폭으로 증가하였고, 2017년과 2018년에서 각각 155편과 230편의 학술지 논문이 게재된 것으로 나타났다. 이러한 결과는 앞서 살펴본 연도별 국내 STEAM 연구 추세와 달리 해외에서는 STEM 연구에 관한 관심이 계속적으로 증가하고 있음을 보여준다. Li et al.은 STEM 관련 연구 주제를 7개의 범주로 구분하였는데, STEM 교육의 목적, 정책, 교육과정, 평가와 관련된 연구 주제가 전체의 47%로 가장 많았다. 이 주제의 대표적인 예로, DeCoito(2016)는 캐나다의 STEM 정책 및 프로그램에 관한 설명, 효과적인 STEM 프로그램 실행을 위한 방안, 그리고 현재 STEM 교육의 동향에 관한 내용을 담고 있다. 다음으로 K-12 맥락에서 STEM 수업, 교사, 교사교육과 관련된 주제가 12.9%, K-12 맥락에서 학습자, 학습, 학습 환경과 관련된 주제가 12.2%, 문화적, 사회적, 성별 이슈와 관련된 주제가 9.8%, 고등교육에서 STEM 학습에 관한 주제가 9.5%로 나타났다.

### Ⅲ. 연구방법

#### 1. 분석 대상

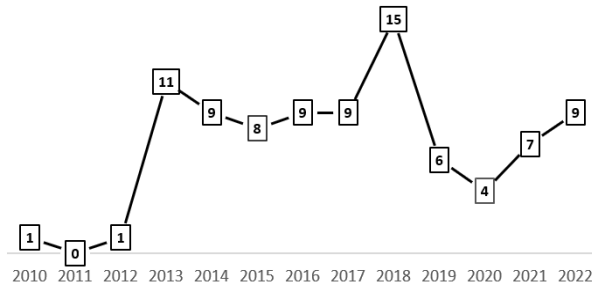
본 연구는 2010년부터 2022년까지 국내 수학교육 전문학술지와 기타 학술지에 게재된 수학 교과를 통합한 STEAM 교육 관련 논문들을 연구 대상으로 선정하였다. 여기서 국내 수학교육 전문학술지는 2022년을 기준으로 한국학술지인용색인(KCI)에 등재된 7종의 수학교육 학술지를 의미하며, 기타 학술지는 수학교육 전문학술지는 아니지만 수학교육과 관련된 논문들이 수록된 KCI 등재 학술지를 말한다. 먼저, 수학교육 전문학술지에 게재된 STEAM 관련 논문을 수집하기 위해 7종의 학술지를 대상으로 논문 제목에 “융합”, “융복합”, “STEAM”, 또는 “STEM”을 포함하는 논문들을 수집하였다. 이 과정에서 중복을 제외하고 51편의 논문이 수집되었다. 이후 기타 학술지에 게재된 논문을 수집하기 위해 학술연구정보서비스(RISS)에서 국내 학술논문 제목에 “수학”과 앞서 언급한 융합 관련 키워드 중 하나를 포함하는 논문들을 검색하였다. 이 과정에서 64편의 논문이 수집되었다. 기타 학술지에서 가장 많은 논문이 수집된 학술지는 <학습자중심교과교육연구>로 총 17편의 논문이 포함되었다. 결과적으로, 키워드 검색을 통한 1차

논문 수집 과정에서 총 115편의 논문이 수집되었다. 이어 초록 및 본문 검토를 통해 2차 논문 수집 과정이 진행되었다. 이때, STEAM 교육과 무관한 연구, 논문 게재 연도가 2010년 이전 또는 2022년 이후인 연구, 성인 또는 유아를 대상으로 진행된 연구를 배제하고 총 89편의 논문을 최종 분석 대상으로 선정하였다 (<표 III-1> 참고).

<표 III-1> 학술지별 분석된 논문 수

	학술지명	논문 수(편)
수학교육 전문학술지	수학교육학연구	2
	학교수학	10
	수학교육	3
	초등수학교육	8
	수학교육학논문집	13
	한국초등수학교육학회지	4
	한국학교수학회 논문집	6
	합계	46
기타 학술지		43
합계		89

2010년부터 2022년까지 수학 교과가 포함된 STEAM 교육에 관한 선행 연구의 빈도를 연도별로 나타내면 <그림 III-1>과 같다. <그림 III-1>에 따르면, 국내에 STEAM 교육이 소개된 초기에는 수학 교과를 포함한 STEAM 연구가 거의 수행되지 않았다. 국내에서 수학 관련 STEAM 연구가 본격적으로 시작된 시점은 2013년으로 볼 수 있으며, 2018년에 가장 많은 연구가 KCI 학술지에 게재된 이후 그 빈도가 큰 폭으로 떨어졌다. 이후 2020년부터 수학 교과를 포함한 STEAM 연구가 어느 정도 증가하는 경향을 확인할 수 있다.



<그림 III-1> 연도별 STEAM 연구 빈도

## 2. 분석 방법

본 연구는 수집된 89편의 논문의 연구 동향을 분석하기 위해 내용분석법(content analysis)을 사용하였다. 먼저, STEAM 교육 관련 연구 동향을 분석한 선행연구(이혜진, 박만구, 2021; 최은영, 2017; 함형인, 2020)의 분석틀을 참고하였다. 이들 연구에서는 다양한 기준에 따라 STEAM 관련 선행연구를 분류하였는데, 특히 연구 주제와 관련해서는 ‘프로그램 개발 및 적용’, ‘교육과정 및 교과서 분석’, ‘STEAM 실태 및 방안 탐구’, ‘학생/교사의 STEAM 인식 및 태도’로 분류하는 경향이 있었다. 그러나 본 연구의 예비분석 과정에서 STEAM과 관련된 (예비) 수학교사 교육 및 교사 역량에 관한 연구들이 일부 확인되었는데, 이러한 연구는 앞서 언급한 4개의 범주로 분류하는데 한계가 있었다. Li et al.(2020)은 국외 STEM 연구 주제를 분류하기 위해 교사 및 교사교육 관련 범주를 사용하였는데, 본 연구에서도 이를 ‘교사교육 및 교사역량’으로 수정하여 기존의 주제별 분석틀에 추가하였다. STEAM 연구를 주제별로 분류하기 위한 최종 범주는 다음과 같다: ‘프로그램 개발 및 적용’, ‘교육과정 및 교과서 분석’, ‘교사교육 및 교사역량’, ‘실태 및 방안’, ‘인식 및 태도’

연구 주제별 분석은 앞서 언급한 분석틀을 사용하여 해당하는 범주에 1회씩 빈도를 표시하였는데, 일부 논문에서 중복분류가 필요한 사례가 발생했다. 예를 들어, 한혜숙(2013)은 STEAM 프로그램 개발과 관련된 선행연구를 수집하여 프로그램 개발 동향을 분석하였고, 이를 토대로 중학교 2학년 학생들을 대상으로 STEAM 교육 프로그램을 개발 및 적용하였다. 해당 사례의 경우 연구 주제를 ‘프로그램 개발 및 적용’과 ‘실태 및 방안’ 범주에 각각 1회씩 빈도를 표시하였다. 또한, 문종은, 주미경(2018)은 교과서와 교육과정 내 융합적 요소뿐만 아니라 국내외 문헌에서 나타난 융합 수업 사례를 복합적으로 분석하여 융합 수학 수업의

실행 방안과 예시 자료를 제공했다는 점에서 ‘교육과정 및 교과서’와 ‘실태 및 방안’ 범주에 중복으로 분류하였다.

나아가 ‘프로그램 개발 및 적용’ 범주로 분류된 연구에 대해서는 추가 분석을 실시하였다. STEAM 교육에 관한 연구동향을 분석한 연구에 따르면, STEAM 프로그램 개발 효과를 분석하기 위해 인지적인 요소와 정의적인 요소 그리고 교과 관련 요소와 융합적인 요소로 분류하는 경향이 있었다(곽혜정, 류희수, 2016; 김진솔, 이정민, 2019; 함형인, 2020). 이를 토대로 본 연구는 프로그램을 개발하고 적용한 연구를 대상으로 ‘수학 교과 지식 및 사고’, ‘융합적 역량’, ‘수학 교과에 대한 정의적 영역’, ‘융합교육에 대한 정의적 영역’로 분류하여 분석하였다. 이때, ‘수학 교과 지식 및 사고’는 특정 수학 개념에 대한 학생들의 사고 및 역량뿐만 아니라 수학적 모델링 능력을 포함한 범주로 정의하였으며, ‘융합적 사고’는 창의적 사고, 비판적 사고, 융합적 사고(함형인, 2020)와 컴퓨팅 사고를 포함하도록 조작적으로 정의하였다.

#### IV. 연구결과

##### 1. STEAM 교육에 관한 연구의 주제별 분포

수학 교과를 포함한 STEAM 교육에 관한 선행연구들을 주제별로 분류한 결과는 <표 IV-1>과 같다. 이하에서는 주제별 어떠한 연구들이 수행되었는지 살펴본다.

<표 IV-1> 주제별 분류된 논문 수

주제	논문 수(편)*
프로그램 개발 및 적용	48
교육과정 및 교과서 분석	14
교사교육 및 교사역량	10
실태 및 방안	16
인식 및 태도	3

\* 복수 분류된 논문을 포함

##### 가. 프로그램 개발 및 적용에 관한 연구



분석된 논문의 절반 이상은 STEAM 교육을 위한 프로그램 개발에 초점을 둔 논문(9편) 또는 프로그램을 개발 및 적용을 통한 효과성을 검토한 논문(39편)으로 나타났다. 전자의 경우는 수학이 융합된 STEAM 프로그램 개발에 초점을 둔 개발연구로, 이론화된 수업 설계 모형을 따르거나 전문가 집단 자문을 통해 개발된 프로그램의 적절성과 타당성을 검토하는 경향이 있었다. 예를 들어, 이동근, 권혜주(2022)는 ‘플라톤’을 중심으로 수학과 윤리 교과가 융합된 STEAM 프로그램을 개발하였다. 프로그램 개발 절차는 계획 수립, 개발, 검증, 수정의 과정을 거쳤으며, 개발에 참여한 고등학교 교사들(수학 교사 2명, 윤리 교사 1명, 화학 교사 1명)이 개발 과정에서 겪은 시행착오와 고민을 함께 기술함으로써 개발연구를 위한 시사점을 제공하였다. 특히, 1차 개발된 프로그램의 현장 적용 가능성을 높이기 위해 10명의 현장 교사를 대상으로 내용 타당도(CVR) 검사를 실시하여 프로그램을 최종 수정·보완하였다. 다른 예로, 이종학, 윤마병(2014)은 준비(preparation), 개발(development), 실행(implementation), 평가(evaluation)로 구성된 PDIE 모형을 사용하여 건축과 수학이 융합된 초등학교 STEAM 프로그램을 개발하였다. 개발된 프로그램은 이동근, 권혜주와 유사하게 초등학교 교사 20명과 대학교 교수 3명을 대상으로 전문가 자문을 실시하여 내용의 타당도를 검토하였으며, 이를 반영하여 프로그램을 최종 수정하였다.

후자의 경우, STEAM 프로그램을 개발하고 이를 적용하여 교육적 효과를 분석한 연구로 총 39편이 있었으며 이를 세부적으로 분류하면 <표 IV-2>와 같다. <표 IV-2>의 빈도를 살펴보면, 한 편의 논문에서 복수 영역에 대한 효과를 검토한 연구가 다수 있음을 확인할 수 있다. 또한, 수학 교과에 대한 흥미 및 태도 등과 같은 정의적 영역에 대한 효과 분석 연구가 가장 많은 것으로 나타났고, 상대적으로 수학 교과 지식 및 사고와 관련된 연구는 적었다.

<표 IV-2> 프로그램 적용 교육적 효과

교육적 효과	논문 수(편)*
수학 교과 지식 및 사고	12
융합적 사고	17
수학 교과에 대한 정의적 영역	22
융합교육에 대한 정의적 영역	15

\* 복수 분류된 논문을 포함

먼저, ‘수학 교과 지식 및 사고’로 분류된 연구 중 3편은 초등학교와 중학교 수

학 영재학생들을 대상으로 STEAM 프로그램을 개발하여 적용하고 그들의 수학 교과 지식 및 사고 변화를 살펴보았다. 예를 들어, 김수금 외(2014)는 초등학교와 중학교 영재학생들을 대상으로 수학과 물리가 융합된 무게중심 관련 STEAM 프로그램을 개발하고 적용하였다. 연구 결과, 학생들은 교과서에 소개되지 않은 다양한 모형에서 무게중심을 직접 찾고 실험으로 확인하는 활동을 통해 무게중심 공식을 단순히 암기하고 문제 풀이에 적용하는 것이 아닌 무게중심의 물리적 개념과 원리에 대해 깊이 있는 학습의 가능성을 보여주었다. 임영빈, 홍진곤(2019)은 달력을 소재로 수학 중심 STEAM 프로그램을 설계하여 초등학교 영재학생들의 수학적 사고를 살펴보았다. 그 결과, 영재학생들은 문제해결 과정에서 공통의 수학적 사고가 관찰되었으며, 수학적 사고에 어려움이 있었던 학생들은 교사의 적절한 발문을 통해 수학적 사고가 발현되는 양상을 확인하였다. 이를 통해, 교사의 구조화된 발문이 STEAM 수업에서 영재학생들의 수학적 사고를 발현시키고 풍부하게 할 수 있음을 시사하였다.

일반 학생들을 대상으로 STEAM 프로그램을 적용하고 수학 교과 지식 및 사고를 탐구한 연구의 예로, 박모라 외(2015)는 수학 중심 STEAM 수업에서 나타나는 고등학교 학생들의 협력적 수업 참여구조를 분석하였다. 이를 위해 학생들의 소집단 활동을 분석한 결과, 수업 초반에 학생들은 소통을 기반으로 하는 참여가 의미 있는 방향으로 진행되지 않았으나 수업 후기로 갈수록 자신의 수학적 아이디어를 타인에게 표현하고 협의하면서 지식을 구성하는 능력이 보다 신장되고 있음을 확인하였다. 또한, 융합 수업 과제에서 사용되는 소재 및 과제에 대한 학생의 관심과 흥미, 학생의 학습 성향이 이러한 변화를 촉진하는 요소로 관찰되면서, 성공적인 융합 수업을 위해서 교사는 학생의 다양한 배경과 특성을 수업에 통합할 수 있어야 함을 지적하였다. 이 외에도, 김미경, 한혜숙(2021)은 수학 중심 STEAM 수업이 중학교 학생들의 수학적 모델링 능력을 신장할 수 있음을 보고하였고, 이가은, 최재호(2017)는 수학 중심 STEAM 프로그램에 초등학교 학생들의 수학적 문제해결에 긍정적인 역할을 할 수 있음을 확인하였다. 또한, 김영인, 서보억(2022)은 수학과 음악이 융합된 STEAM 프로그램이 고등학교 졸업 검정고시를 준비하는 학교 밖 학생들의 수학 문제풀이 전략에서 긍정적으로 작용할 수 있음을 관찰하였다. 이는 STEAM 교육이 보다 다양한 범위에 있는 학생들의 수학 학습에 효과적인 방법이 될 수 있음을 시사한다.

다음으로, ‘융합적 사고’로 분류된 17편의 논문 중 11편은 STEAM 수업이 학생의 창의적 사고에 미치는 영향을 살펴보았다. 예를 들어, 김민경, 이지영(2020)은 체화된 인지 이론의 관점에서 수학 중심 STEAM 수업을 설계하고 초등학교 수학 영재학생들을 대상으로 집단창의성 발현과정을 검토하였다. 협력적 문제해결에서 높은 점수를 받은 두 개의 모둠을 대상으로 집단창의성을 살펴본 결과,

집단창의성의 구성요소인 반성적 대화(집단의 문제해결 전체의 과정을 종합적으로 반성하는 능력), 발산적 생산(집단의 다양한 문제해결 방법을 생성하는 능력), 수렴적 생산(집단이 최상의 아이디어나 해결책으로 합의에 도달하고 이견을 좁힐 수 있는 능력), 친사회적 상호작용(상호작용적이고 생산적 의사소통에 참여하는 집단의 능력)에서 집단창의성 발현을 시사할 수 있는 유의미한 결과가 도출되었다. 이 외에도, STEAM 수업이 영재학생들의 창의성에 긍정적인 영향을 줄 수 있음을 보고한 논문들이 다수 있었는데, 강주영 외(2022)는 Python을 활용한 수학 프로그램 만들기 활동이 초등학교 영재학생들의 수학적 창의성 발현에 긍정적인 역할을, 이명숙 외(2013), 이승우 외(2013), 이은경, 유미현(2018)은 수학 중심 STEAM 수업이 초등학교 영재학생들의 창의적 문제해결에 긍정적인 영향을 줄 수 있음을 보고하였다. 영재학생들의 창의성 외에도 한혜숙 외(2016)는 수학 중심 STEAM 프로그램이 고등학교 여학생들의 창의적 사고에 긍정적인 영향을 줄 수 있음을 확인하였다.

‘융합적 사고’로 분류된 논문 중 창의적 사고 외에도 STEAM 수업이 융합적 문제해결력과 컴퓨팅 사고력 향상에 유의미한 영향을 미침을 보고한 논문도 있었다. 예를 들어, 강하람 외(2021)는 수학교과와 정보교과가 융합된 코딩 수학 프로그램을 설계하고 초등학교 6학년과 중학교 1학년 학생들에게 적용하여 컴퓨팅 사고력 신장 여부를 확인하였고, 반은섭(2018)은 스트링아트를 활용한 수학 중심 STEAM 프로그램이 고등학교 학생들의 융합적 사고력에 긍정적인 역할을 할 수 있음을 보여주었으며, 한혜숙(2017)은 수학 중심 STEAM 수업이 중학교 학생들의 융합적 문제해결력을 신장하는 데 효과가 있음을 보고하였다.

STEAM 프로그램의 효과성을 검토하는 논문에서 연구자들이 가장 주목했던 부분은 ‘수학 교과에 대한 정의적 영역’과 관련된 주제로 총 22편의 논문이 포함되었다. STEAM 프로그램을 적용하였을 때 가장 두드러진 결과는 학생들의 수학적 흥미, 가치, 태도, 자신감 향상과 관련되었다. 특히, 수학적 흥미와 관련되어 가장 많은 보고가 있는 것으로 확인되었다(예: 김영인, 서보역, 2022; 김예미 외, 2020; 윤경란 외, 2017; 이승우 외, 2013; 이영은, 이효녕, 2014; 한혜숙, 2013). 윤경란 외(2017)는 예컨대 드론을 활용한 수학 중심 STEAM 프로그램을 개발하고 적용하였는데, 초등학생들의 과학 교과에 대한 흥미는 유의미하게 향상되지 않았던 반면 수학 교과에 대한 흥미가 유의미하게 증가한 것을 확인하였다. 수학에 대한 가치(예: 김영인, 서보역, 2022; 김형원, 고희경, 2017; 박정인, 김성백, 2022; 윤경란 외, 2017), 태도(예: 반은섭, 2018; 이민희, 임해미, 2013; 임영빈, 홍진곤, 2019), 자신감(예: 김영빈, 서보역, 2022; 이승우 외, 2013; 이은경, 유미현, 2018; 이혜숙 외, 2013; 한혜숙, 2015) 역시 STEAM 교육을 통해 증진될 수 있는 영역들로 나타났다. 예를 들어, 박정인, 김성백(2022)은 특성화 고등학교 학생들을 대

상으로 인공지능과 수학이 융합된 STEAM 프로그램을 적용한 결과, 학생들이 생각하는 수학에 대한 가치가 유의미하게 향상된 것으로 나타났다. 이민희, 임해미(2013)는 수학, 과학, 기술, 공학, 예술 교과가 융합된 수학을 활용한 프로젝트 기반 STEAM 프로그램을 설계하고 효과성을 분석한 결과, 수학적 가치를 포함한 학생들의 수학적 태도에 긍정적인 변화를 확인하였다. 이는 이론 및 계산 위주로 생각되었던 수학이 실생활과 융합되었을 때 의미 있게 활용될 수 있다는 점에서 수학에 대한 학생들의 흥미와 가치 향상을 도모하는 것으로 보인다(김예미 외, 2020; 윤경란 외, 2017). 이 외에도, STEAM 수업은 학생들의 수학적 자기효능감(김형원, 고호경, 2017; 이가은, 최재호, 2017)과 수학 진로지향도(양윤정, 유미현, 2017)에도 유의미한 영향을 미친 것으로 나타났다.

마지막으로, ‘융합교육에 대한 정의적 영역’과 관련해서 가장 눈에 띄는 점은 STEAM 수업을 통해 학생들이 이공계 관련 진로에 관심을 가질 수 있다는 것이다. 예를 들어, 한혜숙(2017)은 수학 중심 STEAM 프로그램을 통해 중학교 1학년 학생들의 수학, 과학, 기술, 공학 관련 진로 흥미도가 유의미하게 상승하였음을 보고하였다. 이혜숙 외(2013)도 STEAM 프로그램을 통해 중학교 1학년 학생들이 자신의 진로를 수학 및 과학 관련 진로로 변경하거나 이공계 관련 본인의 진로를 더욱 구체화하는 모습을 포착하였다. 진로와 관련된 추가 면담을 통해 확인된 사실은, 학생들은 전통적인 학교 수업과 달리 STEAM 수업이 탐구와 실험을 통해 수학과 과학을 직접 체험하고 수학과 과학에 대한 유용성과 가치를 인식하게 함으로써 본인의 진로 변화에 긍정적으로 작용했다는 것이다. 이공계 진로 탐색과 관련한 유사한 연구 결과는 이영은, 이효녕(2014)과 윤경란 외(2017)에서도 보고되었다.

‘융합교육에 대한 정의적 영역’과 관련하여 또 하나의 주목해볼 주제는 배려 및 소통과 관련된다. STEAM 교육에서 배려와 소통은 ‘STEAM 소양’ 또는 ‘STEAM 태도’의 하위 요소로 중요하게 논의되어왔다. 예를 들어, 이지해, 신항균(2018)은 합동과 대칭 지도를 위한 STEAM 프로그램이 초등학교 5학년 학생들의 배려와 소통에 유의미한 효과가 있음을 확인하였고, 이종학(2017) 역시 수학 중심 STEAM 수업이 학년과 무관하게 배려와 소통을 포함한 초등학교 학생들의 ‘융합적 태도’에 긍정적 역할을 함을 보고하였다. 이종학의 연구에서 초등학교 2학년 학생들은 ‘융합적 태도’에서 유의미한 결과가 나타나지 않았는데, ‘융합적 태도’의 하위 요소인 ‘배려’와 ‘소통’ 영역에서는 유의미한 태도 변화가 관찰되었다. 양윤정, 유미현(2017)의 연구에서는 배려와 소통과 관련하여 앞서 언급한 선행연구와 다소 상반되는 결과가 보고되었다. 양윤정, 유미현은 빅데이터를 활용한 수학 중심 STEAM 프로그램의 효과를 분석했는데, 중학교 영재 학생들에게 소통 및 배려와 관련된 영역에서 유의미한 결과가 나타나지 않은 것으로 나

타났다. 이 외에도, 전미숙, 박문환(2015)은 수학 중심 STEAM 수업이 초등학교 1학년 학생의 창의적 인성(인내·집착, 자기 확신, 유머감, 호기심, 상상력, 개방성, 모험심, 독립성을 포함)에 긍정적인 영향을 줄 수 있음을 보고하였다.

#### 나. 교육과정 및 교과서 분석에 관한 연구

교육과정 및 교과서 분석을 통해 STEAM 교육에 대한 시사점을 제시한 논문은 14편이 있었고, 대부분 초등학교 또는 중학교 1학년 수학 교과서에서 나타난 융합적 요소를 분석하였다. 초등학교 교과서 분석의 경우, 2009 개정 수학과 교육과정에 따른 수학 교과서 분석에 관한 연구만 수행되었으며, 2015 개정 수학과 교육과정에 따라 기술된 수학 교과서 분석에 관한 연구는 없었다. 예를 들어, 류성림(2015)은 2009 개정 수학과 교육과정에 따른 초등학교 3-4학년군 수학 교과서에 포함된 STEAM 요소를 분석한 결과 과학(8.3%)과 기술·공학(24.1%)에 비해 예술(67.6%)과 관련된 소재가 높은 비율로 활용되고 있음을 확인하였다. 이러한 경향은 초등학교 5-6학년 수학 교과서에서도 유사하게 나타났다(류성림, 2016).

중학교 교과서 분석의 경우, 문종은 외(2015)는 2009 개정 수학과 교육과정에 기반한 중학교 1학년 수학 교과서의 과제를 실세계 맥락(개인적, 지역 사회적, 세계 사회적)과 융합 방식(다학문적, 간학문적, 초학문적)에 따라 분석하였다. 분석 결과, 중학교 1학년 수학 교과서 과제의 70% 이상은 학생 자신, 가족, 동료 등을 중심으로 형성되는 ‘개인적 맥락’과 관련되었으며, 융합 방식은 복수의 교과에서 유사한 또는 동일한 주제를 순차적으로 제시하는 ‘순차모형’이 90% 이상에 해당하는 것으로 나타났다. 중요한 것은 ‘순차모형’에 해당하는 과제에서 사용된 타 교과의 소재가 문제해결 과정에 활용하지 않더라도 문제가 해결되는 경우 또는 단순한 설명의 형태로만 제시되는 경우가 다수라는 점에서, 융합적 사고 및 역량을 신장하기 위한 교과서 과제 개발의 필요성을 지적하였다. 2015 개정 수학과 교육과정에 따른 중학교 수학 교과서 분석에 관한 연구에는 황혜정(2018)과 김민서(2019)의 연구가 있었다. 다만, 이들 연구는 STEAM 교육의 맥락에서 융합적인 측면에 초점을 맞추기보다 2015 개정 수학과 교육과정에서 새롭게 추가된 ‘창의·융합’ 역량에 주목하여 중학교 수학 교과서의 과제를 분석하였다. 융합의 관점에서 선행연구의 결과를 살펴보면, 예를 들어, 김민서(2019)는 중학교 1학년 수학 교과서에서 창의·융합 역량이 반영된 과제를 분석한 결과, 수학 교과 외부의 소재를 융합하고 나아가 이를 질적으로 변형 및 확장할 수 있도록 구성된 수학 과제는 약 20%에 불과한 것으로 나타났다.

STEAM 교육과 관련하여 교육과정을 분석한 연구는 정민석, 고호경(2018)의

연구가 있었다. 정민석, 고호경은 수학 교과를 중심으로 우리나라의 과학영재학교와 과학예술영재학교의 교육과정을 비교 분석하여 이들의 교육과정의 융합인재 양성에 적합한지 살펴보았다. 두 영재학교의 교육과정을 사례로 분석한 결과, 영재학교의 교육과정이 수학 교과를 중심으로 융합 교육이 이루어지기보다 타 교과 중심의 융합에서 수학이 도구적 지식으로 활용되고 있는 것으로 나타났다. 또한, 교사의 구성, 배치, 운영 등에서 두 학교가 유사한 점을 가지고 있었으나, 학생의 자율연구를 위해 배정된 시간과 연구지원 전담 교원의 유무에서 나타난 차이는 융합인재 양성의 측면에서 향후 영재학교 교육과정 편성과 운영에 시사하는 바가 크다고 할 수 있다.

이 외에도 박만구(2013)는 융합적 관점에서 우리나라와 미국의 초등학교 수학 교과서에서 사용되는 소재 및 내용을 비교 분석하였고, 신지원, 유정애(2019)는 우리나라 초·중·고등학교 체육 교과서에서 나타난 수학적 내용 영역을 분석하였다. 또한, 한진수(2015)는 우리나라 초등학교 수학 교과서를 분석하여 ‘경제’ 요소를 융합할 수 있는 방안을 탐색하였고, 서유진(2013)은 초등학교 수학 교과서와 익힘책에서 융합적 요소(융합 단위, 방식, 맥락)를 분석하고 이를 학습부진 또는 학습장애 학생들의 교수·학습의 관점에서 논의하였다.

#### 다. 교사교육 및 교사역량에 관한 연구

STEAM 교육을 위한 예비 및 현직 수학교사 교육 및 교사 역량에 관한 연구는 10편이 있었는데, 대부분이 중등 (예비) 수학교사에 관한 연구로 확인되었다. 해당 범주는 다시 STEAM 수업 설계에서 나타난 (예비) 수학교사의 특징과 (예비) 수학교사의 STEAM 역량 및 태도 변화로 분류할 수 있었다. 전자의 경우, 예를 들어, 김선희(2022)는 예비 수학교사들이 타 교과 예비교사와 함께 설계하고 시연한 융합 수업 사례의 특징을 분석하였다. 분석 결과, 수학과 융합되는 교과와 융합교과의 수에 따라 예비교사의 수업 설계 양상이 다르게 나타났다. 예를 들어, 수학과 국어가 융합되는 수업은 주로 통계를 활용하여 쓰거나 토론 수업이 진행되었으며, 간학문적 융합 절차가 사용된 학습자 주도형 수업으로 설계되는 경향이 있었다. 반면, 수학과 과학이 융합된 수업의 경우 다양한 수학 내용이 활용되었고, 다학문적 융합 절차를 통한 교사 주도형 수업이 설계되는 경향이 있었다. 이를 토대로 수학을 포함한 융합 수업을 설계할 때 수업의 목적, 교과의 역할, 맥락, 융합 절차, 학습자 주도성에 관한 다양한 변인을 고려해야 함을 시사하였다. 신동조(2021)는 중등 예비 수학교사들이 STEAM 관련 과제를 변형하는 양상과 그 과정에서 겪는 어려움을 분석하였다. 분석 결과, 예비교사들은 기존의 STEAM 과제에 새로운 수학적 내용을 추가하거나, 보완하거나, 대체하는 방식으

로 변형을 시도하는 것을 확인하였다. 또한, 예비교사들은 STEAM 과제를 변형하는 과정에서 맥락 구성, 수학 내용 및 과제 난도 설정, STEAM 준거 반영에서 어려움을 겪는 모습을 포착하여 예비 수학교사의 STEAM 교육 방안에 대한 시사점을 도출하였다. 권오남 외(2014)는 교사 공동체 연수에서 나타난 고등학교 수학교사들의 수학 중심 STEAM 수업 설계에 대한 특징과 과정을 살펴보았다. 그 결과, 교사 공동체 연수에서 개발한 STEAM 수업은 공학도구를 활용한 문제 만들기 수업, 수학 개념을 중심으로 다양한 교과의 소재를 융합한 팀 티칭 수업, 학생의 성취 수준에 맞는 수준별 융합 수업 등의 특징이 확인되었고, 교사 공동체 연수가 수학 중심 STEAM 수업을 구현하기 위해 미친 영향에 대해 논의하였다. 이 외에도 주미경, 김래영(2016)은 중학교 수학교사의 융합수업에서 나타나는 교육과정 지식, 교수방법 지식, 학습자에 대한 지식에 대한 특성을 질적으로 분석하였다.

후자의 경우는 (예비) 수학교사의 STEAM 역량 및 태도에 주목하였는데, 예를 들어, 한혜숙(2018)은 중등 예비 수학교사들이 중학교 STEAM 수업의 멘토교사로 참여했을 때 STEAM에 관한 교수역량 변화에 주목하였다. 연구 결과, STEAM 수업의 멘토 경험은 예비 수학교사들의 STEAM 교육에 대한 지식, STEAM 수업 관련 교과에 관한 내용 지식, 교수·학습 방법에 관한 능력, STEAM 수업 및 환경 준비에 관한 능력 신장에 유의미한 영향을 미친 것으로 나타나, 예비교사들에게 STEAM 수업 현장에 참여할 기회를 제공하는 것이 그들의 STEAM 역량에 중요함을 시사하였다. 김희경 외(2018)는 국어, 수학, 물리, 화학 교과의 중등 예비교사들이 융합 수업을 함께 설계하고 시연하는 융복합 교수역량 신장 프로그램의 가능성과 한계를 탐구하였다. 연구 결과, 예비교사들의 융합 수업 설계와 시연 경험이 융합 수업에 관한 인식을 넓히고 수업 실행에 대한 동기와 능력 향상에 긍정적으로 나타났다. 반면, 동료와의 협력 작업에서의 어려움, 기존의 융합수업 자료 적용의 한계, 교육과정의 압박으로 인한 주제 설정의 어려움, 융합 수업에 대한 전공지식과 타 교과 지식의 부족 등은 예비교사 교육을 위한 교과 간 협력적 수업 설계 및 시연 프로그램의 과제로 확인되었다. 이 외에도 한혜숙(2015)은 중등 예비교사 사이의 코티칭과 예비교사와 현직교사의 코티칭 전략을 적용한 STEAM 수업 경험이 예비 수학교사의 STEAM 역량에 미치는 영향을 분석하였고, 이유진(2022)은 STEAM 프로젝트 기반 교육이 예비교사의 정체성과 교수내용지식 발달에 미치는 영향을 탐구하였다.

#### 라. 실태 및 방안에 관한 연구

STEAM 교육의 실태 및 방안을 탐구한 연구는 16편으로, 수학과 STEAM 교

육의 방안을 거시적으로 논의하거나 특정 관점에서 수학과 STEAM 교육의 방안을 미시적으로 탐색하는 연구로 나누어졌다. 전자의 경우, 예를 들어, 주미경 외(2012)는 국내외 융복합교육 프로그램 사례를 살펴봄으로써 수학교육을 개선하기 위한 융복합교육 방안을 탐색하고자 하였다. 이를 위해, 1980년부터 2012년까지 수학과 타 교과와의 통합을 다루는 학위논문과 학술지를 분석한 결과, 수학 교과를 포함한 융합교육은 주로 과학 교과와의 통합을 중심으로 논의되었고 이러한 통합 속에서 수학은 도구적 기능을 하는 경향이 있었다. 또한, 수학 교과를 포함한 융합교육은 교과역량 및 핵심역량 함양을 목표로 하는 '이슈(issue) 중심'의 통합이기보다 수학 및 타 교과 능력 함양을 주된 목표로 하는 '주제 중심'의 융합교육으로 진행되는 경향이 있었다. 이 외에도, 수학 교과를 포함한 융합교육은 프로젝트 기반으로 진행되는 사례가 다수 있었으며, 국외의 경우 지역 사회 전문가 및 자원을 활용하는 사례도 눈에 띄었다. 후속 연구로 주미경 외(2013)는 융복합 수학 수업을 실시한 경험이 있는 초등학교와 고등학교 교사와의 면담 결과를 분석하여 수학 교과에서 적용할 수 있는 융합교육의 실행 방안을 탐색하였고, 문종은(2016)은 다양한 문헌분석을 통해 융복합 수학 수업의 교육목표, 평가, 방법, 내용적인 측면을 개념화하고 이를 위한 실천방안을 탐색하였다. 이 외에도, 서동엽(2014)은 STEAM 교육의 배경과 이론을 수학교육 이론 및 수학과 교육과정의 주장과 비교함으로써 수학교육학의 관점에서 STEAM 교육에 대한 우려와 향후 과제를 제안하였고, 김인경(2016)은 통합교육 차원으로 등장한 다양한 형태의 교육(예: MST, STS, STEM, STEAM 교육)의 흐름을 수학교육 측면에서 조망하고 우리나라 STEAM 교육의 방향에 대해 논의하였다.

후자의 경우, 다시 말해 특정 관점에서 수학과 STEAM 교육을 미시적으로 살펴본 연구는 수학 영재교육 관점(백희수, 2013; 이봉우, 2022; 이혜진, 박만구, 2021), 수학과 예술의 융합(서보역, 2017; 이상구 외, 2015), 수학과 SW의 융합(정웅열, 이영준, 2018), 분류하기 단원에서의 융합(김유경, 2018)의 관점에서 STEAM 교육의 방안을 구체적으로 살펴보았다. 예를 들어, 백희수(2013)는 수학 영재를 위한 STEAM 교육 방안을 탐색하기 위해 수학교육, STEAM 교육, 영재 교육 전문가들을 대상으로 델파이 조사를 실시하였다. 조사 결과, 수학 영재들에게 필요한 STEAM 교육을 “융합적 사고와 창의적 사고를 가지고 새로운 문제를 발견하고 해결하는 데 있어 자기주도적인 탐구를 통하여 다양한 사람들과 의사소통할 수 있는 전인적인 역량을 함양하는 교육”으로 개념화하였는데(p. 884), 이는 일반 학생들을 위한 STEAM 교육과는 다소 차별되는 교수·학습의 방향을 시사하였다. 또한, 서보역(2017)은 수학과 예술이 융합된 STEAM 교육을 위해 고대 이슬람 건축에 사용된 기리 타일에 대한 문헌분석을 통해 기리 타일 속에 있는 수학적 요소를 탐색하여 STEAM 교육의 방향에 대한 시사점을 제공하였다.



정웅열, 이영준(2018)은 교육부 등에서 보급한 SW·수학·과학 STEAM 프로그램을 분석하여 SW와 수학의 융합 교육을 통해 수학적 추론과 문제해결 역량을 함양하기 위한 방안을 논의하였다.

#### 마. 인식 및 태도에 관한 연구

분석된 89편의 논문 중 3편의 논문은 STEAM에 관한 인식 및 태도에 관한 연구로 분류되었다. 예를 들어, 최희선, 한혜숙(2021)은 수학 수업과 STEAM 수업에 대한 인식을 조사하기 위해 중학교 1학년 학생들을 대상으로 8차시 수학 중심 STEAM 수업을 진행한 뒤, 일반적인 수학 수업과 STEAM 수학 수업에 대해 떠오르는 장면을 그려보게 하는 활동을 하였다. 학생들이 그린 그림과 그림에 대한 설명을 토대로 분석한 결과, 약 90%의 학생들은 수학 수업을 교사 중심 수업으로 그린 것으로 확인되었고 학생 중심 수학 수업으로 그린 학생은 한 명도 없었다. 반면, 수학 중심 STEAM 수업에 대한 이미지는 약 60%의 학생들이 학생 중심 수업으로, 약 7%의 학생들이 교사 중심 수업으로 그린 것으로 분석되었다. 또한, STEAM 수업에 대한 추가 설문조사를 분석한 결과, 학생들은 STEAM 수업에서 경험한 활동과 체험이 STEAM 수업을 학생 중심 수업으로 인식하는 데 중요한 역할을 한 것으로 나타났다.

다른 예로 진주은(2018)은 초등학교 교사 169명을 대상으로 설문조사를 실시하여 STEAM 교육에 대한 초등학교 교사의 인식을 조사하였다. 주요한 연구 결과는 다음과 같다. 먼저, 초등학교 교사들은 STEAM 수업이 일반적인 수학 및 과학교육에 미치는 영향에 대해서는 긍정적으로 평가한 반면, 학습부진아를 위한 교육에는 회의적인 반응을 보였다. 또한, 초등학교 교사들은 STEAM 교육을 위해서 교과와 연계된 STEAM 수업 지도안의 개발 및 보급이 가장 시급한 사항이라고 응답했으며, 이 외에도 STEAM 수업을 준비 및 실행하기 위한 행정적 업무 경감, STEAM 관련 연수 활성화, STEAM 관련 교사의 학습 공동체 활용이 필요함을 인식하였다. 마지막으로, 김선희(2020)는 수학, 국어, 과학 교과 예비교사들이 STEAM 수업을 계획하고 시연하는 과정에서 수학 교과의 특성과 역할을 어떻게 인식하였는지 분석하였다. STEAM 수업 설계 및 시연 활동에 참여하기 전과 후에 실시된 설문조사를 분석한 결과, 활동에 참여하기 전 중등 수학 예비교사들은 수학의 특성을 ‘논리성’으로 인식하였지만 참여 후 ‘문제해결’로 바뀌는 경향이 나타났다. 또한, 활동에 참여하기 전 예비교사들은 STEAM 수업에서 수학의 역할에 대해 명확하지 않은 반응을 보였다. 반면, STEAM 활동에 참여 후 예비교사들은 수학의 역할을 주어진 상황에서 문제를 해결하고, 상황을 설명·정리·표현한다고 인식함으로써 STEAM 수업 설계 및 시연 활동이 수학 교과에 대

한 예비교사들의 인식 변화를 야기할 수 있음을 시사하였다.

## V. 결론 및 논의

국내 과학기술교육에서 제기된 많은 현안을 해결하고자 도입된 STEAM 교육은 지난 13년간 교육 분야에 지대한 영향을 끼쳤다. 한국과학창의재단을 중심으로 STEAM 프로그램 개발 및 교사연수 등의 사업이 추진되었고(강남화 외, 2018), STEAM 교육에 관한 수많은 연구 결과가 발표되었다. 이러한 흐름은 수학교육과 수학교육연구에도 ‘융합’이라는 새로운 키워드를 던져주었다. 본 연구는 2010년부터 2022년까지 수학 교과를 통합한 STEAM 교육의 연구 동향을 체계적으로 분석하고 미래 교육에 대한 시사점을 제공하고자 하였다. 선행연구 분석을 토대로 논의하고자 하는 논점은 다음과 같다.

첫째, 수학 교과를 통합한 STEAM 교육에서 학생들의 수학적 사고 및 성장과 관련된 추가적인 논의가 요구된다. 앞서 기술한 것과 같이, Honey et al.(2014)과 Shaughnessy(2013)는 STEM 교육을 통해서 학생들의 수학적 기회나 성장을 기대하기가 어렵다는 점을 지적한 바 있다. 관련하여 본 연구의 결과를 살펴보면, 학생들은 STEAM 관련 수업을 통해 수학 교과서에 절차적 지식 위주로 설명된 수학 개념에 대한 깊은 이해(김수금 외, 2014), 수학적 모델링 능력(김미경, 한혜숙, 2021), 통계적 문제해결 과정을 포함한 통계적 소양(정서진, 조민식, 2020), 수학적 문제해결(김영인, 서보역, 2022; 이가은, 최재호, 2017)에서 긍정적인 영향을 미친 것으로 나타났다. 그러나, <표 IV-1>을 통해 알 수 있듯이, ‘수학 교과 지식 및 사고’와 관련된 STEAM 연구가 상대적으로 부족하다는 점에서 이에 대한 지속적인 연구가 필요한 것으로 보인다. 또한, STEAM 수업을 통한 학생들의 수학적 성장은 임영빈, 홍진곤(2019)과 박모라 외(2015)에서 지적한 것과 같이 수업을 진행하는 교사의 발문 또는 학생의 배경과 특성에 맞는 교사의 수업 준비와 실행이 매우 중요하다. 따라서, STEAM 프로그램 자체 외 다양한 변인을 고려한 검토를 통해 학생의 수학적 성장을 위한 STEAM 프로그램 개발 및 연구가 필요하다.

둘째, STEAM 수업을 위한 교사교육 및 역량 강화가 요구된다. 국내 STEAM 관련 동향 분석 연구를 살펴보면(예: 권하정, 이기용, 2020; 김진솔, 이정민, 2019; 함형인, 2020), 교사교육 및 교사역량에 관한 주제가 주요한 범주로 나타나지 않았다. 반면, 해외 동향 분석 사례의 경우 STEM 교수법과 교사교육에 관한 주제는 매우 중요한 연구영역으로 다루어지고 있었다(Li et al., 2020). 본 연구에서 ‘교사교육 및 교사역량’으로 분류된 논문은 총 10편이 있었는데, 이들 대부분은 중등 예비 수학교사에 관한 연구로 한정되어 있었고 심지어 우리나라 초등학교 교

사들의 STEAM 관련 교육 및 역량에 관한 연구는 존재하지 않았다<sup>2)</sup>. 초등교육 맥락에서 수행된 STEAM 관련 연구가 중등교육과 비교하여 적지 않음에도 불구하고 초등학교 교사의 수업 역량 또는 교사교육에 관한 연구가 드물다는 것은 다소 모순적이다. 앞서 논의한 것과 같이, STEAM 교육에서 교사의 역할은 매우 중요하다. 예비교사 교육의 경우, 김희경 외(2018)와 한혜숙(2015)의 연구에서 나타난 것과 같이 STEAM 관련 수업 설계 및 현장 경험이 예비교사들의 STEAM 역량과 인식에 긍정적인 역할을 할 수 있다. 현직교사 교육의 경우, 권오남 외(2014)과 진주은(2018)의 연구에서와 같이 교사 공동체를 통한 연수 기회를 제공하고 이에 대한 결과가 체계적으로 분석되어야 할 것으로 보인다.

셋째, STEAM 관련 교과서 분석에 대한 새로운 관점이 요구된다. 본 연구에서 '교육과정 및 교과서 분석'으로 분류된 논문은 14편이 있었다. 한편으로 해당 논문의 대부분이 초등학교 또는 중학교 1학년 교과서를 대상으로 수행되었다는 점에서 상위 학년(군)에 관한 교과서 분석의 필요성이 제기될 수 있다. 또한, 대부분의 연구가 2009 개정 수학과 교육과정에 따른 교과서 분석 위주로 진행되었다는 점에서 새로운 개정 교과서에 대한 분석의 필요성도 요구될 수 있다. 그러나 다른 한편으로 고려해볼 문제는 STEAM 관련 교과서 분석의 주요한 결과는 수학 교과서의 과제가 STEAM 관련 소양 및 역량을 함양하기에 미흡하다는 것과 관련된다. 사실 수학 교과서의 과제의 경우 주로 단일 문항으로 구성된 과제가 많다. STEAM 교육에서 지향하는 창의, 융합, 배려, 소통과 관련된 부분은 이러한 단일 문항을 해결하는 과정에서 급진적으로 신장되기에 어려운 부분이 있다. 반면, 수학 중심 STEAM 프로그램은 보통 하나의 단일 문항으로 구성된 것이 아닌 상황 제시, 창의적 설계, 감성적 체험의 일련의 과정을 통해 수 차시에 걸쳐 설계된다. 그리고 이러한 수업 설계 및 실행을 통해 학생들의 창의적 사고와 융합적 사고에 유의미한 영향을 미칠 수 있다(예: 강주영 외, 2022; 김민경, 이지영, 2020; 한혜숙, 2017). 수학 교과서에 소개되는 단일 문항 또는 과제가 학생들의 융합적 소양 및 역량 함양을 도모할 수 있을지를 분석하는 것도 의미 있는 연구가 될 수 있지만, 우리나라 교과서 구성이 가지는 제한적인 상황을 고려하여 새로운 관점에서 STEAM 관련 교과서 분석 연구가 논의될 필요가 있어 보인다.

지난 수년간 국내외 STEAM 교육 관련 연구가 활발히 진행되었다. 앞서 살펴본 바와 같이, STEAM 관련 연구는 주제별 시기별 많은 차이가 있었다. 특히, 해외에서는 STEM 관련 연구의 관심이 지속적으로 증가하고 있는데 반해 국내의 선행연구를 종합하면 STEAM에 대신 관심이 오히려 줄어드는 경향을 찾아볼 수 있었다. STEAM 교육이 우리나라가 직면하고 있는 교육의 문제를 획기적으

2) 이유진(2022)의 연구가 유일했지만, 해당 연구에 참가한 대상은 미국의 초등학교 교사이다.

로 해결할 수 있는 방법이 아닐 수 있다. 그러나 지난 10년 이상의 교육 및 연구 경험을 토대로 STEAM 교육 또는 수학 중심 STEAM 교육에 관한 양질의 연구가 필요한 시점이다.

## 참고문헌

- [1] 강남화, 임성민, 변수용, 이준기, 이은경, 이나리, 서영석, 오기철. (2018). **2017년 융합 인재교육 (STEAM) 사업 성과분석 연구**(연구보고 2017-47). 서울: 한국과학창의재단.
- [2] 강주영, 서혜애, 김동화. (2022). 융합 수업 프로그램에서 나타나는 초등 수학 영재들의 수학적 창의성과 컴퓨팅 사고 분석. **East Asian Mathematical Journal**, 38(4), 463-496.
- [3] 강하람, 임채령, 조한혁. (2021). 수학교과와 정보교과를 융합하는 코딩수학 교육과정 및 교육방법 연구. **수학교육**, 60(4), 467-491.
- [4] 광혜정, 류희수. (2016). 융합인재교육 (STEAM) 연구 동향 분석. **과학교육연구지**, 40(1), 72-89.
- [5] 교육과학기술부. (2010). **창의인재와 선진과학기술로 여는 미래 대한민국. 2011년 업무 보고**. 교육과학기술부.
- [6] 교육과학기술부. (2011). **수학과 교육과정**. 교육과학기술부 고시 제 2011-361호.
- [7] 교육부. (2014). **2015 문·이과 통합형 교육과정 총론 주요사항(시안)**. 교육부.
- [8] 교육부. (2015). **2015 개정 수학과 교육과정**. 교육부 고시 제 2015-74호 [별책 8]. 교육부.
- [9] 교육부. (2022). **2022 개정 수학과 교육과정**. 교육부 고시 제 2022-33호 [별책 8]. 교육부.
- [10] 권오남, 박재희, 오국환, 배영근. (2014). 공동체단 위의 연수를 통해 나타난 고등학교수학 중심 융합수업의 개발 및 적용 사례. **수학교육**, 53(3), 357-381.
- [11] 권하정, 이기용. (2022). 중등 STEAM 연구 동향 분석. **학습자중심교과교육연구**, 22(14), 607-624.
- [12] 김미경, 한혜숙. (2021). 수학교과 중심의 STEAM 수업 경험이 중학교 1학년 학생들의 수학적 모델링 능력에 미치는 영향. **수학교육논문집**, 35(3), 295-322.
- [13] 김민경, 이지영. (2020). 체화된 인지 관점의 수학 중심 융합 수업에서 나타난 초등학생의 집단창의성 발현에 관한 연구. **학습자중심교과교육연구**, 20(11), 1257-1287.

- [14] 김민서. (2019). 2015 개정 중학교 1학년 수학 교과서의 창의·융합 역량 관련 수학 과제 분석. **학습자중심교과교육연구**, 19(9), 829-858.
- [15] 김선희. (2020). 융복합 수업 설계 및 시연에서 수학의 특성과 역할에 대한 예비교사들의 인식 변화. **열린교육연구**, 28(2), 21-45.
- [16] 김선희. (2022). 수학 예비교사가 국어, 과학, 윤리 예비교사와 함께 설계한 융복합 수업의 특징 탐색. **학교수학**, 24(4), 551-574.
- [17] 김수금, 유시규, 김선배. (2014). 무게중심 확인 융합 프로그램의 수준별 수업 적용 사례연구. **한국학교수학회논문집**, 17(4), 771-804.
- [18] 김영인, 서보억. (2022). 수학과 음악의 융합인재교육으로 변화된 학교 밖 청소년의 수학학습 특성 분석. **수학교육논문집**, 36(3), 313-334.
- [19] 김영흥, 김진수. (2017). 국내 STEAM 교육 연구 논문의 현황 분석. **대한공업교육학회지**, 42(1), 140-159.
- [20] 김예미, 고희경, 허난. (2020). 파이썬을 활용한 중학교 1학년 소인수분해의 수학과 코딩 융합 교수·학습 자료 개발 연구. **수학교육논문집**, 34(4), 563-585.
- [21] 김유경. (2018). 교과 융합의 관점에서 분류하기 지도방안 고찰. **초등수학교육**, 21(2), 193-208.
- [22] 김인경. (2016). 수학교육 관점에서 본 MST 교육에서 STEAM 교육까지 통합 교육의 흐름 분석. **한국수학사학회지**, 29(1), 45-69.
- [23] 김진솔, 이정민. (2019). 국내 중등 융합인재교육 (STEAM) 프로그램 연구 동향. **학습자중심교과교육연구**, 19(18), 159-179.
- [24] 김형원, 고희경. (2017). 고등학교 사회 수학 융합 프로그램이 수학 교과 태도에 미치는 효과성 분석. **한국학교수학회논문집**, 20(3), 239-254.
- [25] 김희경, 김영란, 김선희, 윤희숙. (2018). 융·복합 교수역량 신장을 위한 중등 예비교사 교육 프로그램의 가능성과 한계. **학습자중심교과교육연구**, 18, 929-955.
- [26] 류성림. (2015). 2009 개정 교육과정에 따른 초등 수학교과서의 STEAM 요소 분석: 3~4 학년군을 중심으로. **초등수학교육**, 18(3), 235-247.
- [27] 류성림. (2016). 2009 개정 교육과정에 따른 초등수학교과서의 STEAM 요소 분석: 5~6 학년군을 중심으로. **한국초등수학교육학회지**, 20(2), 333-351.
- [28] 문종은, 박미영, 주미경, 정수용. (2015). 중학교 1학년 수학교과서의 실세계 기반 과제 분석: 융복합교육의 맥락과 방식을 중심으로. **학교수학**, 17(3), 493-513.
- [29] 문종은. (2016). 융복합 수학수업의 실행 방향 탐색. **교육과정평가연구**, 19(4), 1-23.

- [30] 문종은, 주미경. (2018). 융복합 수학수업의 실행 방안 탐색: 미적분학의 기본 정리를 중심으로. **학습자중심교과교육연구**, 18(10), 857-879.
- [31] 박만구. (2013). 초등수학교육에서 창의성 신장을 위한 융합적 접근의 탐색-한국 초등수학교과서와 미국 Investigations를 중심으로. **수학교육**, 52(2), 247-270.
- [32] 박모라, 문종은, 주미경. (2015). 수학 중심 융복합 수업에 대한 효과 분석: 학생 소집단 활동 참여구조를 기반으로. **학교수학**, 17(2), 355-376.
- [33] 박정인, 김성백. (2022). 특성화고등학교 맞춤형 인공지능 수학 융합 프로그램 개발 및 효과 분석. **컴퓨터교육학회논문지**, 25(3), 39-47.
- [34] 반은섭. (2018). 실생활 맥락을 활용한 수학교과 중심의 STEAM 교육 모형 개발 및 적용. **수학교육논문집**, 32(3), 341-362.
- [35] 백운수, 박현주, 김영민, 노석구, 박종윤, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙. (2011). 우리나라 STEAM 교육의 방향. **학습자중심교과교육연구**, 11(4), 149-171.
- [36] 백운수, 박현주, 김영민, 노석구, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙, 최종현 (2012). **융합 인재교육(STEAM) 실행 방향 정립을 위한 기초연구**. 한국과학창의재단 연구보고서 2012-12.
- [37] 백희수. (2013). 수학영재를 위한 STEAM 교육 방안 마련을 위한 델파이 조사. **학교수학**, 15(4), 867-888.
- [38] 서동엽. (2014). 수학교육학적 관점에서 바라본 STEAM 교육. **수학교육학연구**, 24(3), 429-442.
- [39] 서보억. (2017). 수학과 디자인 융합 교육을 위한 기리 타일의 수학적 탐색. **초등수학교육**, 20(3), 237-252.
- [40] 서유진. (2013). 2009 개정 초등수학 교과서와 익힘책에 나타난 학습부진 또는 학습장애 학생의 수학학습을 고려한 융합인재교육의 특징과 교수-학습 원리 분석. **학습장애연구**, 10(2), 177-204.
- [41] 신동조. (2021). 중등 예비 수학교사의 STEAM 과제 변형 방식과 과제 변형에서 겪는 어려움. **학교수학**, 23(1), 211-234.
- [42] 신지원, 유정애. (2019). 창의융합교육 관점에서 바라본 체육 교과서의 수학적 내용 분석. **교육과정평가연구**, 22(2), 137-153.
- [43] 양윤정, 유미현. (2017). 빅데이터를 활용한 수학 기반 STEAM 프로그램이 중학생 영재의 창의적 문제해결력, 수학 진로지향도 및 STEAM 핵심역량에 미치는 영향. **영재교육연구**, 27(4), 607-629.
- [44] 윤경란, 김주후, 허난, 고호경. (2017). 드론을 활용한 초등학교 수학 융합 자료 개발 및 적용 결과. **초등수학교육**, 20(3), 225-235.

- [45] 이가은, 최재호. (2017). STEAM 기반 수학 수업이 문제해결력과 자기효능감에 미치는 영향. **한국초등수학교육학회지**, 21(4), 663-686.
- [46] 이경진, 이상수. (2017). 융합인재교육 (STEAM) 의 국내 연구 동향 분석-예술교육을 중심으로. **예술인문사회융합멀티미디어논문지**, 7(9), 825-832.
- [47] 이동근, 권혜주. (2022). 주제기반 설계 모형에 따른 수학-윤리 연계 융합 수업 자료 개발연구. **수학교육논문집**, 36(2), 253-286.
- [48] 이명숙, 김미숙, 문은식. (2013). STEAM 수업이 수학영재의 수학 창의적 문제해결력과 창의적 태도에 미치는 효과. **영재와영재교육**, 12(3), 75-94.
- [49] 이민희, 임해미. (2013). 수학사를 활용한 융합적 프로젝트기반학습 (STEAM PBL)의 설계 및 효과 분석. **학교수학**, 15(1), 159-177.
- [50] 이봉우. (2022). 뉴턴의 '반사에 대한 그림 발명'을 이용한 물리-수학 융합형 교수-학습 전략 탐색. **과학영재교육**, 14(3), 128-139.
- [51] 이상구, 이재윤, 박경은, 이재화, 안승철. (2015). 수학과 예술을 3D 프린팅으로 연결하는 융합인재교육. **수학교육논문집**, 29(1), 35-49.
- [52] 이승우, 백종일, 이정근. (2013). 융합인재교육 (STEAM) 을 적용한 초등 수학 영재 교육 프로그램의 개발과 적용 효과. **초등수학교육**, 16(1), 35-55.
- [53] 이영은, 이효녕. (2014). 공학적 설계와 과학 탐구 기반의 STEAM 교육 프로그램이 중학생의 과학, 수학, 기술에 대한 흥미, 자기효능감 및 진로 선택에 미치는 효과. **교과교육학연구**, 18(3), 513-540.
- [54] 이유진. (2022). 나는 STEAM 교사인가? STEAM PBL 연수를 통한 예비교사의 정체성 및 PCK 발달. **학교수학**, 24(1), 147-171.
- [55] 이은경, 유미현. (2018). 자연과 실생활 예를 활용한 수학기반 융합프로그램이 초등 영재의 수학적 성향과 창의적 문제해결력에 미치는 영향. **통합교육과정연구**, 12(4), 99-133.
- [56] 이종학. (2017). STEAM 기반 수학 수업이 초등학생의 융합적 태도에 미치는 효과. **한국학교수학회논문집**, 20(4), 345-368.
- [57] 이종학, 윤마병. (2014). 건축을 활용한 초등학교 수학 중심의 융합교육 수업 자료 개발. **한국콘텐츠학회논문지**, 14(6), 499-512.
- [58] 이지해, 신향균. (2018). 합동과 대칭의 지도를 위한 융합 프로그램 개발 및 적용. **한국초등수학교육학회지**, 22(3), 267-282.
- [59] 이혜숙, 민주영, 한혜숙. (2013). STEM 기반 수학 교수-학습 프로그램의 효과에 관한 연구. **한국학교수학회논문집**, 16(2), 337-362.
- [60] 이혜진, 박만구. (2021). 수학영재교육에서의 STEAM 교육 관련 국내 연구 동향 분석. **영재와영재교육**, 20(3), 5-29.
- [61] 임영빈, 홍진근. (2019). 수학 기반의 융합 문제해결 과정에 나타나는 초등영

- 재학생의 수학적 사고와 태도 분석. **학습자중심교과교육연구**, 19(8), 239-257.
- [62] 전미숙, 박문환. (2015). 수학 기반 융합인재교육 (STEAM) 프로그램 개발 및 적용-초등학교 1학년을 대상으로. **초등수학교육**, 18(2), 91-106.
- [63] 정민석, 고호경. (2018). 영재학교의 수학 중심 융합 교육과정 평가 사례 연구. **East Asian Mathematical Journal**, 34(4), 511-536.
- [64] 정서진, 조민식. (2020). 수학영재 학생들의 STEAM 수업 과정에서 통계적 소양의 발현 분석. **학습자중심교과교육연구**, 20(22), 1585-1605.
- [65] 정용열, 이영준. (2018). SW·수학·과학 융합형 교수·학습 자료에 나타난 교육과정 성취기준 내용 분석. **컴퓨터교육학회논문지**, 11-23.
- [66] 주미경, 문종은, 송륜진. (2012). 수학교과와 융복합교육: 담론과 과제. **학교수학**, 14(1), 165-190.
- [67] 주미경, 송륜진, 문종은. (2013). 수학교과에서의 융복합교육 실행 방안 탐색. **학습자중심교과교육연구**, 13(4).
- [68] 주미경, 김래영. (2016). 융복합적 수학수업에서 나타난 PCK 분석. **학습자중심교과교육연구**, 16(4), 1029-1063.
- [69] 주희선. (2018). 음악중심 융합인재교육 (STEAM) 에 관한 국내 연구 동향 분석. **학습자중심교과교육연구**, 18(2), 849-863.
- [70] 진주은. (2018). 학습부진아를 위한 수학 STEAM 프로그램에 대한 초등교사의 인식 및 요구 분석. **학습자중심교과교육연구**, 18(21), 597-623.
- [71] 최은영, 문병찬, 한광래. (2017). 국내 융합인재교육 (STEAM)의 연구 동향 분석-2011~2016을 중심으로. **대한지구과학교육학회지**, 10(2), 185-198.
- [72] 최희선, 한혜숙. (2021). 중학교 1학년 학생들의 학교수학 수업과 융합수학 수업에 대한 수업 장면 그리기를 통한 이미지 분석 사례 연구. **학교수학**, 23(2), 317-336.
- [73] 한진수. (2015). 넛지를 이용해 초등학교 수학 교과서에 경제 내용 융합하기. **시민교육연구**, 47(1), 247-271.
- [74] 한혜숙. (2013). STEAM 교수-학습 프로그램의 개발 동향 분석 및 수학교과 중심의 STEAM 교수-학습 프로그램의 개발. **수학교육논문집**, 27(4), 523-545.
- [75] 한혜숙. (2015). 코칭 전략을 활용한 STEAM 수업이 예비수학교사의 융합인재교육 핵심역량에 미치는 효과. **학습자중심교과교육연구**, 15(12), 283-317.
- [76] 한혜숙. (2017). 수학교과 중심의 STEAM 수업이 중학생들의 STEM 분야 진로 흥미도 및 융합적 문제해결력에 미치는 영향. **수학교육논문집**, 31(1), 125-147.
- [77] 한혜숙. (2018). STEAM 수업에서의 멘토교사 경험이 예비수학교사들의



- STEAM 교수 역량에 미치는 효과. *수학교육논문집*, 32(1), 1-22.
- [78] 함형인. (2020). STEAM 교육 (융합인재교육) 프로그램 연구 동향 분석. *학습자중심교과교육연구*, 20(5), 567-586.
- [79] 황혜정 (2018). 2015 개정 수학 교과서에 반영된 창의·융합 역량 요소 탐색-중학교 1학년 그래프 단원을 중심으로. *수학교육논문집*, 32(4), 477-493.
- [80] DeCoito, I. (2016). STEM education in Canada: A knowledge synthesis. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 16(2), 114-128.
- [81] Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, A. (2014). *STEM integration in K-12 education: status, prospects, and an agenda for research*. Washington: National Academies Press.
- [82] Horak, V. (2006). A science application of area and ration concept. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 11(8), 360-366.
- [83] Li, Y., Wang, K., Xiao, Y., & Froyd, J. E. (2020). Research and trends in STEM education: A systematic review of journal publications. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 1-16.
- [84] Shaughnessy, M. (2013). By way of introduction: mathematics in a STEM context. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 18(6), 324-326.
- [85] Widya, Rifandi, R., & Laila Rahmi, Y. (2019). STEM education to fulfil the 21st century demand: A literature review. *Journal of Physics: Conference Series*, 1317(1), 012208.

Shin, Dongjo  
Department of Mathematics Education  
Pusan National University  
Pusan, Korea  
E-mail : djshin@pusan.ac.kr