

ORIGINAL ARTICLE

# 초등학교 과학과 검정 교과용 도서에 제시된 창의·융합 활동의 STEAM 요소 분석(II): 5~6학년군을 중심으로

신애경

(제주대학교 교수)

## Analysis of STEAM Elements of Creative and Convergent Activities Presented in Elementary School Science Authorized Textbooks(Ⅱ) : Focusing on the 5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> Grade Group

Ae-Kyung Shin

(Jeju National University)

### ABSTRACT

In this study, the STEAM elements and convergence types which appeared in the creative and convergent activities in authorized elementary school science textbooks for 5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> graders were analyzed. For this study, creative and convergence activities presented in 9 different science textbooks for 5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> graders were selected and the STEAM elements and convergence types were analyzed by each publisher, grade-semester, and science field. The results of this study are as follows. First, there was a large variation by publisher in the total frequency of STEAM elements and the frequency of each element in creative and convergence activities. Second, the ratio of convergence type consisting of two elements was very high, and the higher the number of fused elements, the lower the ratio appeared in overall. Third, the art (A) element had the highest frequency in all grade-semesters, and the technology (T), engineering (E), mathematics (M) elements differed in the distribution of frequency by grade-semesters. Fourth, the engineering (E) element in the 'integration' field, and the art (A) element in the fields of 'movement and energy', 'material', 'earth and universe', and 'life' had the highest frequency.

**Key words** : authorized textbooks, elementary science textbook, STEAM, creative and convergent activity

### I. 서론

교육부(2019)는 초등학교 3~6학년 사회, 수학, 과학 교과서를 검정으로 전환하는 계획을 예고하였다. 그동안 초등 교과서의 경우 국가적 통일성이 필요하다는 인식으로 진행되었던 국정 발행체제가 이제 막을 내리

고 검정 발행체제로의 변혁이 시작된 것이다(김성룡 외, 2022). 교육부(2019)는 다양성 및 창의성을 높이는 수업을 위해 교과서 발행체제의 혁신이 필요하고, 교사 수업의 재구성 과 학생 활동중심의 수업을 지원하기 위한 다양한 교과서 개발을 위하여 검정 전환을 추진하게 되었다고 하였다. 이번 초등 교과서의 검정 발행

Received 31 July, 2023; Revised 24 August, 2023; Accepted 28 August, 2023

\*Corresponding author: Ae-Kyung Shin, Teachers College, Jeju Nat'l University, 61iljudong-ro, Jeju-si, Jeju Special Self-Governing Province, 63294, Korea  
E-mail : akshin@jeju.ac.kr

This work was supported by the research grant of Jeju National University in 2023.

© The Korean Society of Earth Sciences Education. All rights reserved.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

체제로의 전환은 교육과정은 변화 없이 2015 개정 교육과정을 그대로 수용하고 발행 체제만 국정에서 검정으로 변화가 이루어진다. 검정 발행 체제에서 개발된 교과서는 3~4학년의 경우 2022년부터 5~6학년의 경우 2023년부터 단계적으로 학교 현장에 보급되어 2023년 현재 초등학교 3~6학년 학생들은 모두 검정 발행 체제에서 개발된 교과서를 이용해 수업을 받고 있다.

검정 발행 체제로의 전환은 교과용 도서의 다양성과 자율성을 기반으로 교육과정을 다양하게 수업에 적용할 수 있는 기회를 현장 교사에게 제공한다. 그러나 교과서가 다양해지면서 교육 콘텐츠의 질과 다양성은 국가수준 교육과정에서 제시하는 기준을 충족해야 한다는 전제가 필요하게 되었다. 2015 개정 교육과정은 미래 사회가 요구하는 인문학적 상상력과 과학기술의 창조 능력을 두루 갖춘 창의융합형 인재를 육성하고자 하였다(교육부, 2016). 따라서 검정 발행 체제로 전환된 초등 과학 교과서에서도 2015 개정 교육과정에서 제시하고 있는 ‘창의융합형 인재’ 육성이란 기조를 유지해야 한다. 다행히 2015 개정 교육과정에 따라 검정 체제로 처음 개발된 초등 과학 3~4학년 교과서에는 ‘창의·융합’ 활동을 각 단원마다 제시하고 여기에 STEAM 요소를 포함시켜 융합교육이 이루어지게 하고 있을 뿐만 아니라(김성룡 외, 2022), 초등 과학 5~6학년 검정 교과서에서도 각 단원마다 ‘창의·융합’ 활동을 제시하고 있다. 이는 처음 발행된 초등 과학과 검정 교과용 도서가 2015 개정 교육과정의 ‘창의융합형 인재’ 육성이란 기조를 지속적으로 이어가고 있음을 보여 준다.

STEAM은 과학기술 분야인 STEM에 인문학적·예술적 소양 등을 고려하여 A(인문·예술)를 추가하여 만든 용어이다(한국과학창의재단, 2023). STEAM 교육의 목표는 학생들의 과학기술에 대한 흥미와 이해를 높이고 과학기술 기반의 융합적 소양 및 실생활의 문제해결력을 배양하는 것이다. STEAM 교육은 학생에게 ‘상황을 제시’하여 자기 문제로 인식하게 한 다음, ‘창의적 설계’로 문제해결력을 배양하고, ‘감성적 체험’으로 학생에게 새로운 도전을 권하는 단계로 구성된다. 따라서 STEAM 교육을 통해 학생들은 스스로 학습에 흥미를 갖고 융합적 소양을 갖춘 창의적 인재로 성장하게 된다(교육부, 2014).

STEAM 교육은 과학, 기술, 공학, 예술, 수학 등 다

른 학문 분야와 통합하여 지도함으로써 학생들의 과학 기술에 대한 흥미를 높이기 위하여 도입되었다(한국과학창의재단, 2023). 우리나라의 경우 STEAM 교육은 2009 개정 교육과정에서 처음 등장하였고 2015 개정 과학과 교육과정까지 지속되고 있다(홍해진, 2017). STEAM 교육은 과학 수업을 더 강화시키고 좀 더 매력적으로 만들며 학생들의 학습 동기와 창의성을 증진시킬뿐만 아니라(Conradty & Bogner, 2019), 학생들의 과학적 소양, 과학 개념, 과학에 대한 문제해결 능력 및 자기효능감 향상(이효녕 외, 2017; 임성만 외, 2014; 전제웅 외, 2020; Brophy *et al.*, 2008) 등 인지적, 정서적 측면에서 다양한 긍정적 효과가 있음을 여러 연구들이 보고하고 있다.

따라서 이 연구에서는 2023년 처음 검정으로 발행된 초등 5~6학년 과학과 교과용 도서의 창의·융합 활동에 나타난 STEAM 요소를 분석하고자 하였다. 이를 위해 심의를 통과한 9종의 초등 5~6학년 과학과 교과용 도서를 선정하고, 출판사별, 학년·학기별, 과학 영역별로 창의·융합 활동에 나타난 STEAM 요소의 빈도와 융합유형을 분석하였다. 물론 STEAM 교육을 바라보는 관점이 연구자들마다 상이하므로 이에 따라 STEAM 활동을 분석하는 관점도 다를 것이다. 이 연구에서는 검정 초등 과학 교과서에서 창의·융합 활동을 어떻게 구성하고 있는지 전체적인 측면에서 조망해 보고자 하였기에 창의·융합 활동에 나타난 STEAM 요소의 빈도와 융합유형을 분석하였다. 이 연구는 초등 3~4학년 과학과 검정 교과용 도서의 창의·융합 활동에 나타난 STEAM 요소 및 융합유형을 분석한 연구(김성룡 외, 2022)의 후속 연구로 초등 5~6학년의 창의·융합 활동을 분석함으로써 처음 발행된 검정 과학 교과서 창의·융합 활동의 전체적인 경향 및 3~4학년과 5~6학년의 차이를 이해할 수 있을 것이다. 이 연구들의 결과는 교사들이 ‘창의융합형 인재’ 육성이란 목표에 도달하기 위한 창의·융합 활동 수업을 수행하는 데 기초자료가 될 것이고, 또한 2022 개정 및 이후 교육과정 개정 또는 교과서 개발시 시사점을 제공할 수 있을 것이다.

Table 1. Framework for STEAM elements analysis

출판사	학습내용	학생활동	STEAM 요소					융합 유형
			과학 (S)	기술 (T)	공학 (E)	예술 (A)	수학 (M)	
A	나만의 운동 기구 만들기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 몸을 움직일 때 뼈와 근육의 변화, 무게 조절 이해하기</li> <li>• 운동 기구 설계하기</li> <li>• 재활용품 활용하여 운동 기구 만들기</li> </ul>	○		○			S+T+E
...	...	...						...

## II. 연구 방법 및 절차

### 1. 연구 대상

2015 개정 교육과정에 따른 초등학교 3~4학년 과학과 검정 교과용 도서 중 심의를 통과한 도서는 6종이었으나(김성룡 외, 2022), 5~6학년 과학과 검정 교과용 도서 중 심의를 통과한 도서는 9종이었다. 심의를 통과한 9종의 검정 교과용 도서는 2023년부터 초등학교 5~6학년을 대상으로 사용되고 있다. 이 연구를 위해 9종의 검정 교과용 도서 내용 중 각 단원별로 ‘창의·융합’ 활동으로 제시된 내용을 선정하고, 각 교과용 도서를 A~I로 기호화하여 표시한 후 분석하였다. ‘창의·융합’ 활동은 9종의 교과용 도서에 모두 제시되어 있었고, 탐구 단원을 제외한 각 단원의 마무리 부분에 제시되어 있었다. 그리고 ‘창의·융합’ 활동은 8종의 경우 ‘과학 교과서’에 제시되어 있어 교과서를 분석하였으나, 1종의 경우 교과서의 단원 정리 부분 하단에 코너 형태로 문제 상황만 제시되고 ‘실험관찰’ 책에 활동을 구체적으로 안내하고 있어 이 경우는 실험관찰을 분석하였다.1)

### 2. 분류 기준 및 분석틀 설정

교과서에 제시된 창의·융합 활동의 STEAM 요소를 분석하기 위하여 김성룡 외(2022)의 연구에서 사용된 분석틀을 이용하였다. 김성룡 외(2022)은 초등학교 3~4학년 과학과 검정 교과용 도서에 제시된 창의·융합 활동의 STEAM 요소를 분석하기 위해 양정임(2018)의 분류 기준을 수정하여 STEAM 요소 분류 기준과 분석

틀을 완성하였다. STEAM 요소별 활동을 살펴보면, 과학(S)에는 그 단원에서 학습한 과학 지식 활용하기, 기술(T)에는 기구 또는 도구 만들기, 공학(E)에는 설계하기, 예술(A)에는 만들기, 표현하기, 글쓰기 등, 수학(M)에는 측정하기, 연산하기 등의 활동이 포함된다. 그리고 분석 과정에서 ‘만들기’ 중심의 활동을 기술(T) 요소, ‘그리기’ 중심의 활동을 공학(E) 요소로 우선 구분하였고, 분석 과정에서 좀 더 상세하게 구분할 필요가 있어 ‘만들기’의 경우 예술(A) 요소 중심의 만들기와 기술(T) 요소 중심의 만들기로 세분하였고, ‘그리기’의 경우 예술(A) 요소 중심의 그리기와 공학(E) 요소 중심의 그리기로 세분하였다. 또한 창의·융합 활동에 포함된 STEAM 요소들을 조합하여 ‘융합유형’이라는 용어로 사용하였다(Table 1). 교과서를 분석할 때 각 단원별 ‘창의·융합’ 활동의 활동명을 살펴보고, 실제 활동과 관련하여 서술된 문장이나 그림 및 사진 등에서 STEAM 요소를 찾아 분석틀에 기록하였다.

### 3. 자료 분석 과정

이 연구의 자료 분석을 위해 초등교사 경력이 20년 이상이고 초등과학교육 전공으로 석사학위를 갖고 있는 초등교사 1인과 이 연구의 연구자가 참여하였다. 자료 분석 참여자들은 이미 2015 개정 교육과정에 따른 초등학교 3~4학년 과학과 검정 교과용 도서의 창의·융합 활동을 분석(김성룡 외, 2022)한 경험이 있다. 우선 교과서 분석을 위해 9종 교과서의 5학년 1학기 창의·융합 활동을 살펴본 후 다섯 가지 STEAM 요소의 개념을 함께 협의하여 정의하고 구분하였다. 그 후 자료 분석 참여자 2인이 개별로 각 교과서에 제시된 창의·융합 활동의 내용을 보면서 STEAM 요소를 분석틀에 맞추어 1차 분석을 하였다. 분석 결과의 신뢰성

1) 창의·융합 활동이 교과서 또는 실험관찰에 수록되어 있지만 이 두 도서를 구분하지 않고 ‘교과서’로 통칭하여 이하 사용함

확보를 위하여 자료 분석 참여자 2인이 각자 분석한 1차 결과를 서로 비교하고 논의과정을 거쳐 합의점을 찾아 1차 분석 결과를 수정하여 분석 결과를 확정하였다.

### Ⅲ. 연구 결과 및 논의

#### 1. 출판사별 STEAM 요소 분석

초등학교 5~6학년 과학 교과서 9종의 창의·융합 활동에 나타난 STEAM 요소를 분석한 결과는 Table 2와 같다. 각 출판사별로 5학년 1학기 4개, 5학년 2학기 4개, 6학년 1학기 4개, 6학년 2학기(통합 단원 포함) 5개, 총 17개의 창의·융합 활동에 나타난 STEAM 요소의 빈도를 분석하기 위해, 창의·융합 활동 전체 개수인 153개(100.0%)를 기준으로 하여 STEAM 각각의 요소를 비교해 보았다. 과학(S) 요소는 17개의 창의·융합 활동에 모두 기본적으로 포함되어 있으므로 이를 제외한 4가지 요소의 빈도에 대하여 살펴보면, 예술(A) 요소가 69.3%로 가장 많았고, 기술(T) 요소가 29.4%, 공

학(E) 요소가 26.1%로 비슷하였으며, 수학(M) 요소가 11.8%로 가장 적게 나타났다. 그리고 창의·융합 활동마다 과학(S)을 제외한 기술(T), 공학(E), 예술(A), 수학(M) 요소의 합계 빈도의 평균이 약 1.37개로 나타났다.

전체적인 경향은 3~4학년 과학 교과서의 창의·융합 활동을 분석한 결과(김성룡 외, 2022)와 비슷하나, 예술(A) 요소와 수학(M) 요소는 5~6학년에서 약 5% 정도 높게 나타났고, 기술(T) 요소와 공학(E) 요소는 약 10% 정도 낮게 나타났다. 그리고 창의·융합 활동마다 과학(S)을 제외한 4가지 요소의 합계 빈도의 평균은 5~6학년에서 약 8.0% 정도 적게 나타났다. 고등학교 통합과학 교과서의 창의·융합 활동에서 나타난 STEAM 요소의 융합 유형을 분석한 결과 수학(M) 요소가 포함된 융합 유형이 거의 없었고(김현섭과 정수, 2019), 중학교 과학 교과서에 포함된 STEAM 활동 내용을 분석한 결과 예술(A)과 기술(T)이 많이 포함되어 있었고, 공학(E)과 수학(M)은 적었다(홍민아와 박준원, 2014)는 연구 결과와 비교했을 때 5~6학년 창의·융합 활동에서 수학(M) 요소의 빈도가 3~4학년에 비해 늘었다는 것은 긍정적인 것으로 보인다. 또한 초등학교 수학교과서를 분석한 결과 예술(A) 요소가 75.2%로 가

Table 2. Analysis results of STEAM elements by textbook publishers

출판사	창의·융합 활동 수						Frequency(%)	
		과학(S)	기술(T)	공학(E)	예술(A)	수학(M)	STEAM 요소 합계	
A	17	17 (100.0)	1 (5.9)	6 (35.3)	6 (35.3)	0 (0.0)	13	
B	17	17 (100.0)	5 (29.4)	1 (5.9)	14 (82.4)	5 (29.4)	25	
C	17	17 (100.0)	3 (17.6)	2 (11.8)	10 (58.8)	0 (0.0)	15	
D	17	17 (100.0)	7 (41.2)	6 (35.3)	12 (70.6)	2 (11.8)	27	
E	17	17 (100.0)	4 (23.5)	4 (23.5)	11 (64.7)	1 (5.9)	20	
F	17	17 (100.0)	4 (23.5)	10 (58.8)	13 (76.5)	2 (11.8)	29	
G	17	17 (100.0)	7 (41.2)	1 (5.9)	17 (100.0)	3 (17.6)	28	
H	17	17 (100.0)	7 (41.2)	4 (23.5)	9 (52.9)	3 (17.6)	23	
I	17	17 (100.0)	7 (41.2)	6 (35.3)	14 (82.4)	2 (11.8)	29	
합계	153	153 (100.0)	45 (29.4)	40 (26.1)	106 (69.3)	18 (11.8)	209	

장 많았다(류성림, 2016)는 것과 관련지어 보면 초등학교에서의 STEAM 활동은 여러 교과에서 예술(A) 영역을 가장 많이 활용하는 것으로 보인다.

출판사별 STEAM 요소 중 과학(S) 요소를 제외한 4가지 요소의 합계를 살펴보면 F와 I 교과서가 29개, G 교과서가 28개, D 교과서가 27개 순으로 많은 빈도를 나타내었고, B 교과서가 25개, H 교과서가 23개, E 교과서가 20개로 중간 정도의 빈도를 나타내었으며, C 교과서가 15개, A 교과서가 13개로 적은 요소의 빈도를 나타냈다. 출판사별로 4가지 요소의 전체 빈도는 최대 16개 정도 차이로 비율로 비교하면 약 55.2% 정도 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 3~4학년용 교과서의 창의·융합 활동의 경우 약 30% 정도의 차이(김성룡 외, 2022)보다 2배 정도 큰 차이이다.

출판사별 교과서에 포함된 STEAM 요소별 빈도의 비율을 살펴보면 기술(T) 요소의 비율은 5.9~41.2%, 공학(E) 요소는 5.9~58.8%, 예술(A) 요소의 비율은 35.3~100.0%, 수학(M) 요소는 0.0~29.4%로 출판사마다 각 요소가 나타나는 비율은 차이가 큰 것으로 나타났다. 3~4학년용 교과서의 창의·융합 활동의 경우 예술(A) 요소와 수학(M) 요소는 출판사별로 나타나는 비율이 거의 비슷하나 기술(T) 요소와 공학(E) 요소는 차이가 있었다(김성룡 외, 2022)는 연구 결과와 비교했을 때, 5~6학년의 경우 각 교과서별 4가지 요소의 빈도의 편차가 더 큰 것으로 보인다.

## 2. 출판사별 STEAM 요소 융합유형 분석

STEAM 요소의 조합으로 융합유형을 구분한 후 교과서에 나타난 창의·융합 활동의 융합유형을 분석하였다(Table 3). 5~6학년 창의·융합 활동에 나타난 융합유형을 살펴보면, 1개 요소인 과학(S) 요소로만 구성된 유형, 2개 요소의 조합으로 구성된 유형 3가지, 3개 요소의 조합으로 구성된 유형 5가지, 4개 요소로 구성된 유형 3가지, 5개 요소로 모두 구성된 유형 1가지로 총 13가지 유형이 나타났다.

우선 9종 교과서 전체에 대해 살펴보면, 1개 요소로 구성된 융합유형은 4.6%, 2개 요소로 구성된 융합유형은 65.4%, 3개 요소로 구성된 융합유형은 20.3%, 4개 요소로 구성된 융합유형은 7.8%, 5개 요소 모두가 포함된 융합유형은 2.0%로 나타났다. 2개 유형으로 구성

된 융합유형이 가장 높은 비율로 나타났는데, 그 중에서 과학(S)과 예술(A) 요소로 구성된 융합유형이 전체의 50.3%로 절반을 차지했다.

출판사별로 살펴보면, 2개 요소 이하로 구성된 융합유형의 경우 A 교과서, C 교과서와 E 교과서에서는 80~100%로 거의 대부분을 차지하고 있으며, 나머지 6개 교과서에서는 약 50~65%를 차지하였다. 3개 요소로 구성된 융합유형의 경우 B 교과서, D 교과서, F 교과서와 H 교과서는 약 30% 내외를 차지하였고, E 교과서, G 교과서와 I 교과서는 10~20%를 차지하였으며 나머지 2개의 교과서는 없거나 극히 적게 나타났다. 그리고 4개 요소 이상으로 구성된 융합유형은 B 교과서와 D 교과서에서는 약 5~10%로 나타났고, F 교과서, G 교과서와 I 교과서에서 약 20~30%를 차지하였으며, 나머지 4종 교과서에서는 나타나지 않았다. 융합된 요소가 많은 유형의 경우 각 출판사별 교과서에서 나타나는 빈도의 편차가 매우 큰 것으로 나타났다.

3~4학년 창의·융합 활동을 분석한 결과(김성룡 외, 2022)와 비교해 보면, 과학(S) 요소로만 구성된 융합유형이 5~6학년에만 나타났고 2개 요소로 구성된 융합유형의 빈도가 5~6학년에서 다소 높았으나, STEAM 요소 수가 많은 융합유형일수록 점점 더 적게 나타나는 경향은 3~4학년과 비슷하였다. 이러한 결과는 5~6학년 과학 교과서에 제시된 과학 개념이 3~4학년 과학 교과서에 제시된 과학 개념에 비해 수준이 높고 다양하며 5~6학년에서 배우는 교과목의 수도 많으므로 다양한 STEAM 요소가 포함된 융합유형이 나타날 수 있다는 생각과는 다른 결과이다. 또한 박영석 외(2013)의 다양한 STEAM 요소가 융합될수록 융합수준도 높아지고 창의적 문제해결능력 및 융합적 사고를 함양시키는데 효과적이라는 연구 결과에 비추어 보았을 때, 학년이 높아질수록 교과서에 다양한 요소가 융합된 활동이 더 많이 제시될 필요가 있다고 여겨진다.

## 3. 학년-학기별 STEAM 요소 분석

9종의 과학 교과서에 제시된 창의·융합 활동에 나타난 STEAM 요소를 학년-학기별로 분석한 결과는 Table 4와 같다. 5학년 1학기, 5학년 2학기, 6학년 1학기는 각각 4개 단원으로 구성되어 있으나, 6학년 2학기에는 통합 단원이 포함되어 있으므로 5개 단원으로

Table 3. Analysis results of convergence types of STEAM elements by textbook publishers Frequency(%)

STEAM 요소 융합유형	출판사									합계	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I		
1개 요소	S	5 (29.4)	.	2 (11.8)	.	.	.	.	.	.	7 (4.6)
	<b>소계</b>	<b>5</b> <b>(29.4)</b>	.	<b>2</b> <b>(11.8)</b>	.	.	.	.	.	.	<b>7</b> <b>(4.6)</b>
2개 요소 융합	S+T	.	.	3 (17.6)	.	2 (11.8)	.	.	2 (11.8)	.	7 (4.6)
	S+E	5 (29.4)	.	2 (11.8)	2 (11.8)	3 (17.6)	3 (17.6)	.	1 (5.9)	.	16 (10.5)
	<b>소계</b>	<b>11</b> <b>(64.7)</b>	<b>10</b> <b>(58.8)</b>	<b>15</b> <b>(88.2)</b>	<b>10</b> <b>(58.8)</b>	<b>14</b> <b>(82.4)</b>	<b>9</b> <b>(52.9)</b>	<b>10</b> <b>(58.8)</b>	<b>11</b> <b>(64.7)</b>	<b>10</b> <b>(58.8)</b>	<b>100</b> <b>(65.4)</b>
3개 요소 융합	S+T+E	1 (5.9)	.	.	2 (11.8)	.	1 (5.9)	.	3 (17.6)	1 (5.9)	8 (5.2)
	S+T+A	.	1 (5.9)	.	2 (11.8)	1 (5.9)	.	3 (17.6)	.	.	7 (4.6)
	S+T+M	.	3 (17.6)	.	1 (5.9)	1 (5.9)	.	.	2 (11.8)	1 (5.9)	8 (5.2)
	S+E+A	.	.	.	.	1 (5.9)	3 (17.6)	.	.	.	4 (2.6)
	S+A+M	.	2 (11.8)	.	.	.	1 (5.9)	.	1 (5.9)	.	4 (2.6)
	<b>소계</b>	<b>1</b> <b>(5.9)</b>	<b>6</b> <b>(35.3)</b>	.	<b>5</b> <b>(29.4)</b>	<b>3</b> <b>(17.6)</b>	<b>5</b> <b>(29.4)</b>	<b>3</b> <b>(17.6)</b>	<b>6</b> <b>(35.3)</b>	<b>2</b> <b>(11.8)</b>	<b>31</b> <b>(20.3)</b>
4개 요소 융합	S+T+E+A	.	1 (5.9)	.	1 (5.9)	.	2 (11.8)	.	.	4 (23.5)	8 (5.2)
	S+T+E+M	.	.	.	.	.	.	.	.	1 (5.9)	1 (0.7)
	S+T+A+M	.	.	.	.	.	.	3 (17.6)	.	.	3 (2.0)
	<b>소계</b>	.	<b>1</b> <b>(5.9)</b>	.	<b>1</b> <b>(5.9)</b>	.	<b>2</b> <b>(11.8)</b>	<b>3</b> <b>(17.6)</b>	.	<b>5</b> <b>(29.4)</b>	<b>12</b> <b>(7.8)</b>
5개 요소 융합	S+T+E+A+M	.	.	.	1 (5.9)	.	1 (5.9)	1 (5.9)	.	.	3 (2.0)
	<b>소계</b>	.	.	.	<b>1</b> <b>(5.9)</b>	.	<b>1</b> <b>(5.9)</b>	<b>1</b> <b>(5.9)</b>	.	.	<b>3</b> <b>(2.0)</b>
<b>합계</b>	<b>17</b> <b>(100.0)</b>	<b>17</b> <b>(100.0)</b>	<b>17</b> <b>(100.0)</b>	<b>17</b> <b>(100.0)</b>	<b>17</b> <b>(100.0)</b>	<b>17</b> <b>(100.0)</b>	<b>17</b> <b>(100.0)</b>	<b>17</b> <b>(100.0)</b>	<b>17</b> <b>(100.0)</b>	<b>153</b> <b>(100.0)</b>	

구성되어 있다.

학년·학기별 각 요소의 빈도를 살펴보면 학년·학기 별로 각 요소별 빈도의 분포가 다소 다르게 나타났다. 5학년 2학기에 예술(A) 요소가 약 80%로 매우 높게 나타났고, 5학년 1학기에 수학(M) 요소가 다른 학년·학기에 비해 상대적으로 많이 나타났다. 6학년 1학기는 기술(T) 요소, 6학년 2학기는 공학(E) 요소가 다른 학

년·학기에 비해 상대적으로 높게 나타났다. 5학년 1학기 ‘용해와 용액’ 단원에서 ‘용액의 진하기를 비교하는 도구 만들기’ 활동을 많은 교과서에서 창의·융합 활동으로 제시하고 있는데, 이 활동 과정에서 눈금 표시 등의 수학적 요소가 이용되어 5학년 1학기에 수학(M) 요소의 빈도가 높게 나타난 것으로 보인다. 5학년 2학기는 다른 학년 학기에 비해 예술(A) 요소만 매우 높고

Table 4. Analysis results of STEAM elements by Grade-Semesters

학년-학기	창의·융합 활동 수	Frequency(%)				
		과학(S)	기술(T)	공학(E)	예술(A)	수학(M)
5학년 1학기	36	36 (100.0)	11 (30.6)	5 (13.9)	25 (69.4)	8 (22.2)
5학년 2학기	36	36 (100.0)	4 (11.1)	7 (19.4)	30 (83.3)	4 (11.1)
6학년 1학기	36	36 (100.0)	16 (44.4)	9 (25.0)	22 (61.1)	4 (11.1)
6학년 2학기	45	45 (100.0)	14 (31.1)	19 (42.2)	29 (64.4)	2 (4.4)
합계	153	<b>153</b> <b>(100.0)</b>	<b>45</b> <b>(29.4)</b>	<b>40</b> <b>(26.1)</b>	<b>106</b> <b>(69.3)</b>	<b>18</b> <b>(11.8)</b>

기술(T), 공학(E), 수학(M) 요소의 빈도는 10%대로 비교적 낮게 나타났다. 3~4학년 창의·융합 활동 분석에서는 기술(T), 공학(E), 예술(A) 요소가 학년-학기별로 비슷하게 나타났고, 수학(M) 요소는 특정 학년-학기에만 다소 높게 나타났다는 결과(김성룡 외, 2022)와 비교하면, 5~6학년 창의·융합 활동의 각 요소별 빈도 편차가 3~4학년에 비해 학년-학기별로 더 컸음을 알 수 있다.

#### 4. 과학 영역별 STEAM 요소 분석

9종의 과학 교과서에 제시된 창의·융합 활동에 나타난 STEAM 요소를 과학 영역별로 분석한 결과는 Table 5와 같다. ‘운동과 에너지’, ‘물질’, ‘지구와 우주’, 그리고 ‘생명’ 4 가지와 ‘통합’을 추가하여 과학 영역을 5가지로 나누어 분석하였다. ‘운동과 에너지’, ‘물질’, ‘지구와 우주’, 그리고 ‘생명’ 영역은 각각 창의·융합 활동의 수가 36개이고, ‘통합’ 영역은 9개로

구성되어 있다. 전체적으로 살펴보면, ‘통합’ 영역에서는 공학(E) 요소의 비율이 가장 높았으나, 나머지 4가지 영역에서는 공통적으로 예술(A) 요소가 가장 높게 나타났다.

과학 영역별 특징을 살펴보면 ‘운동과 에너지’ 영역에서는 기술(T)과 공학(E) 요소가 다른 영역에 비해 상대적으로 많이 나타났고, ‘물질’ 영역에서는 기술(T)과 수학(M) 요소, ‘생명’ 영역에서는 예술(A) 요소, ‘통합’ 영역에서는 공학(E) 요소가 상대적으로 많이 나타났다. 이를 통해 과학 영역별로 창의·융합 활동에 나타난 STEAM 요소의 빈도는 차이가 있음을 알 수 있다. ‘물질’ 영역의 경우 5학년 1학기 ‘용해와 용액’ 단원에서만 간이 비중계 제작 과정과 6학년 1학기 ‘여러 가지 기체’ 단원에서 기체의 성질을 이용한 도구 또는 장난감 만들기 과정에서 수학적 요소가 많이 이용되었다. 그리고 ‘통합’ 영역은 ‘에너지와 생활’ 단원으로 에너지를 효율적으로 사용하는 집 또는 장소 설계하기, 에너

Table 5. Analysis results of STEAM elements by science fields

과학 영역	창의·융합 활동 수	Frequency(%)				
		과학(S)	기술(T)	공학(E)	예술(A)	수학(M)
운동과 에너지	36	36 (100.0)	16 (44.4)	14 (38.9)	25 (69.4)	4 (11.1)
물질	36	36 (100.0)	16 (44.4)	3 (8.3)	21 (58.3)	11 (30.6)
지구와 우주	36	36 (100.0)	10 (27.8)	11 (30.6)	27 (75.0)	3 (8.3)
생명	36	36 (100.0)	1 (2.8)	7 (19.4)	29 (80.6)	·
통합	9	9 (100.0)	2 (22.2)	5 (55.6)	4 (44.4)	·
합계	153	<b>153</b> <b>(100.0)</b>	<b>45</b> <b>(29.4)</b>	<b>40</b> <b>(26.1)</b>	<b>106</b> <b>(69.3)</b>	<b>18</b> <b>(11.8)</b>

지 전환을 이용한 장치 설계하여 만들기 등 단원의 특성으로 인해 공학(E) 요소가 다른 영역에 비해 많이 나타난 것으로 보인다.

미국에서는 과학교육의 중요한 전략으로 공학적 설계를 채택하고, 이를 국가과학교육과정에 융합하여 차세대과학교육과정(Next Generation Science Standards)(NGSS, 2013)을 시행하고 있다. Guzey *et al.*(2014)은 미국 STEM 수업을 분석한 결과 공학설계를 기반으로 하는 수업이 69%에 이른다고 하였다. 이와 대조적으로 국내에서는 한국과학창의재단에서 개발된 과학 관련 STEAM 프로그램을 분석한 결과 공학 설계 요소를 반영한 프로그램은 28.5%에 불과했다(이동영과 남윤경, 2018). 하지만 이 연구의 결과에 따르면 5~6학년 과학 교과서에 제시된 창의·융합 활동에서 ‘운동과 에너지’ 영역과 ‘통합’ 영역에서 공학(E) 요소가 많이 나타났다는 것은 매우 긍정적으로 보인다.

3~4학년 창의·융합 활동을 분석한 결과(김성룡 외,

2022)에서는 3~4학년의 경우 ‘지구와 우주’, ‘생명’, ‘통합’ 영역에서만 예술(A) 요소가 매우 높게 나타났고, ‘운동과 에너지’와 ‘물질’ 영역에서는 기술(T)과 공학(E) 요소가 높게 나타났다. 이는 전체적으로 5~6학년이 3~4학년에 비해 예술(A) 요소로의 편중이 더 컸음을 나타낸다. 그리고 수학(M) 요소는 3~4학년에서 ‘지구와 우주’, ‘생명’, ‘통합’ 영역에서 나타나지 않았는데, 5~6학년에서는 ‘생명’과 ‘통합’ 영역에서만 나타나지 않았다. 수학(M) 요소가 5~6학년에서 조금 더 다양한 영역에 포함되고 있으나 여전히 포함되지 않는 영역이 있음을 알 수 있다.

과학 영역에 포함된 각 단원의 창의·융합 활동에 나타난 융합유형별 빈도와 유형의 수를 분석한 결과는 Table 6과 같다. ‘통합’ 영역의 경우 창의·융합 활동 수가 다른 영역에 비해 적다는 것을 고려한다면, ‘운동과 에너지’ 영역에서 융합유형의 수가 21개로 가장 많았으며, ‘생물’ 영역에서 9개로 가장 적게 나타났다. ‘생

Table 6. Analysis results of convergence types by science fields and chapters

과학 영역	단원명	창의·융합 활동 수	융합유형(개)	유형 수
운동과 에너지	5-1. 온도와 열	9	SA(3), SE(1), STE(1), STM(1), STA(1), SEA(1), STEAM(1)	7
	5-2. 물체의 운동	9	SE(2), SA(4), SAM(2), STEA(1)	4
	6-1. 빛과 렌즈	9	S(1), ST(2), SA(4), STE(1), STA(1)	5
	6-2. 전기의 이용	9	SE(1), SA(1), STE(1), STA(2), STEA(4)	5
	<b>소계</b>	<b>36</b>		<b>21</b>
물질	5-1. 용해와 용액	9	S(2), SA(1), STM(5), STAM(1)	4
	5-2. 산과 염기	9	S(1), ST(1), SA(6), SAM(1)	4
	6-1. 여러 가지 기체	9	ST(2), SA(1), STM(2), STEA(1), STAM(1), STEAM(1)	6
	6-2. 연소와 소화	9	S(1), ST(1), SA(6), SEA(1)	4
	<b>소계</b>	<b>36</b>		<b>18</b>
지구와 우주	5-1. 태양계와 별	9	SE(1), SA(7), STA(1)	3
	5-2. 날씨와 우리 생활	9	SE(1), SA(5), STE(1), SAM(1), STEAM(1)	5
	6-1. 지구와 달의 운동	9	ST(1), SA(5), STE(1), STA(1), STEA(1)	5
	6-2. 계절의 변화	9	SE(3), SA(3), STEM(1), STEA(1), STEAM(1)	5
	<b>소계</b>	<b>36</b>		<b>18</b>
생명	5-1. 다양한 생물과 우리 생활	9	SA(9)	1
	5-2. 생물과 환경	9	SA(8), SEA(1)	2
	6-1. 식물의 구조와 기능	9	SE(4), SA(5)	2
	6-2. 우리 몸의 구조와 기능	9	S(1), SE(1), SA(6), STE(1)	4
	<b>소계</b>	<b>36</b>		<b>9</b>
통합	6-2. 에너지와 생활	9	S(1), SE(2), SA(3), STE(2), SEA(1)	5
	<b>소계</b>	<b>9</b>		<b>5</b>



물' 영역의 융합유형을 살펴보면 융합의 수도 적었지만, 융합유형도 대부분 2개 요소의 융합으로 이루어져 있음을 알 수 있다. 이처럼 9종 교과서에서 거의 비슷한 모습을 보인다는 것은 '생물' 영역에서 창의·융합 활동 구성시 다양한 STEAM 요소를 포함한 내용을 구성하기가 어려운 것으로 보인다. 교과서 집필에 참여하는 집필진들이 많은 고민과 논의를 통해 내용을 구성하고 있다는 것을 고려한다면 영역의 내용 특성이 창의·융합 활동의 구성에 제한을 주고 있다는 것을 알 수 있다.

단원별 융합유형의 수를 살펴보면, 5학년 1학기 '온도와 열' 단원에서는 7개의 유형, 6학년 1학기 '여러 가지 기체' 단원에서는 6개의 유형으로 다양한 융합유형이 나타난 반면, 5학년 1학기 '다양한 생물과 우리 생활' 단원에서는 9종 교과서에서 모두 과학(S)과 예술(A)의 융합유형으로 나타났다. '온도와 열' 단원에서는 보온 배달 가방 디자인하기, 보온병 디자인하기, 단열 컵 만들기, 열 번색 붙임딱지로 온도 알람이 만들기, 친환경 단열 포장 용기 디자인하기, 아이스크림 운반 봉투 만들기, 열의 이동과 관련된 현상 찾아 글쓰기, 열의 이동을 만화로 표현하기 등 장치 디자인하기 또는 만들기, 글쓰기 또는 만화로 표현하기 등과 같은 다양한 활동으로 구성되어 있었다. 반면 '다양한 생물과 우리 생활' 단원에서는 세균에 대한 내 생각을 정리하여 글쓰기, 다양한 생물의 특징과 중요성 홍보하기, 우리나라 전통 발효 식품 홍보하기, 생물 도감 카드 만들기, 주제가 있는 생물 사진 전시회 열기, 다양한 생물 캐릭터 만들기, 생물 캐릭터를 활용한 소개 자료 만들기, 다양한 생물의 생김새를 이용한 창의적 그림 그리기, 첨단 생명 과학이 바꾼 미래의 모습 신문으로 만들기 등 미술이나 글쓰기와 연결된 활동으로 모두 구성되어 있었다. 이를 통해 각 단원의 내용 특성이 창의·융합 활동의 다양성에 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

#### IV. 결론 및 제언

이 연구는 2023년부터 초등학교 5~6학년 학생들에게 사용되고 있는 초등 과학과 검정 교과용 도서의 창

의·융합 활동에 나타난 STEAM 요소와 융합유형을 분석하여 교과서에 제시된 창의·융합 활동의 전체적인 경향 및 3~4학년과 5~6학년의 차이를 이해하고자 하였다. 이를 위해 2015 개정 교육과정에 따른 초등학교 5~6학년 과학과 검정 교과용 도서 9종을 선택하여 출판사별, 학년·학기별, 과학 영역별로 창의·융합 활동에 나타난 STEAM 요소 및 융합유형을 분석하였다. 이 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 9종 교과서 전체의 창의·융합 활동에 나타난 STEAM 요소를 분석한 결과 예술(A) 요소가 가장 많이 나타났고, 기술(T)과 공학(E) 요소가 비슷하게 나타났다. 수학(M) 요소가 가장 적게 나타났다. 3~4학년 창의·융합 활동을 분석한 결과(김성룡 외, 2022)와 비교해 보면 예술(A) 요소의 사용이 3~4학년에 비해 조금 심화되었고, 기술(T)과 공학(E) 요소는 덜 사용되었으며, 수학(M) 요소는 조금 더 사용되었다. 수학(M) 요소를 제외한 결과를 보면 5~6학년 창의·융합 활동이 3~4학년 창의·융합 활동에 비해 조금 더 예술(A) 중심의 활동으로 편중되었음을 알 수 있다. 또한 3~4학년에 비해 창의·융합 활동별 4가지 요소의 합계 빈도의 평균도 낮았고, 요소별 빈도의 편차도 크게 나타났다.

출판사별 교과서의 창의·융합 활동에 나타난 과학(S)을 제외한 4가지 요소의 합계 빈도를 분석한 결과 가장 많은 합계 빈도를 갖는 교과서의 빈도가 가장 적은 합계 빈도를 갖는 교과서의 빈도보다 2배 이상 이었고, 각 요소별 빈도도 출판사마다 편차가 컸다. 따라서 출판사별 창의·융합 활동에 포함된 STEAM 요소의 빈도의 편차가 큰 것으로 나타났다.

둘째, 5~6학년 창의·융합 활동의 STEAM 요소 융합유형에 대해 전체 교과서를 분석한 결과 2개 요소로 구성된 융합유형의 빈도는 약 65%로 매우 높게 나타났다. 3개, 4개, 5개 요소로 구성된 융합유형의 빈도는 점차적으로 낮아지는 경향을 보였다. 출판사별 분석 결과는 2개 요소 이하로 구성된 융합유형의 빈도가 약 80% 이상 나타난 교과서도 있었고, 3개 이상의 요소로 구성된 융합유형이 나타나지 않은 교과서도 있었다. 이처럼 출판사별 5~6학년 창의·융합 활동에 제시된 융합유형은 교과서마다 매우 다르다는 것을 알 수 있다.

3~4학년 창의·융합 활동을 분석한 결과(김성룡 외, 2022)와 비교해 보면, 2개 요소로 구성된 융합유형의 경우 5~6학년에서 더 많이 나타났고, 3~4학년에서는

나타나지 않았던 과학(S) 요소로만 구성된 융합유형이 5~6학년에서는 나타났다. 이는 3~4학년 창의·융합 활동과 비교했을 때, 5~6학년이 2개 이하의 요소로 구성된 융합유형의 비중이 더 커진 것임을 알 수 있다. 학년이 높아질수록 교과서에 제시되는 과학 개념의 수준이 높아지고 다양해지며 여러 교과를 배운다. 따라서 창의·융합 활동도 다양하고 여러 개의 STEAM 요소를 포함한 내용으로 구성이 가능할 것으로 보이므로 창의·융합 활동 개발시 이러한 부분을 고려할 필요가 있다고 여겨진다.

셋째, 학년·학기별로 STEAM 요소를 분석한 결과 모든 학년·학기에서 예술(A) 요소가 가장 높게 나타나는 공통점을 보였다. 그러나 기술(T), 공학(E), 수학(M) 요소의 경우 학년·학기별로 빈도의 분포에 차이가 있었다. 3~4학년 창의·융합 활동에서는 기술(T), 공학(E), 예술(A) 요소가 학년·학기별로 비슷하게 나타났고, 수학(M) 요소는 특정 학년·학기에만 다소 높게 나타났다. 이는 3~4학년 창의·융합 활동의 분석 결과와 비교해 보면 학년·학기별 STEAM 요소별 빈도의 편차가 더 커진 것으로 보인다. 그리고 수학(M) 요소의 경우 3~4학년과 5~6학년에서 모두 특정 학년·학기에만 많이 나타나는 경향이 있는데 이는 단원의 내용 특성과 밀접한 관련이 있음을 알 수 있다.

넷째, 과학 영역별로 STEAM 요소를 분석한 결과 ‘통합’ 영역은 공학(E) 요소의 빈도가 가장 높게 나타났고, 나머지 영역에서는 예술(A) 요소가 가장 높게 나타났다. 과학 영역별 특징은 ‘운동과 에너지’ 영역은 기술(T)과 공학(E) 요소가, ‘물질’ 영역은 수학(M) 요소가, ‘생명’ 영역은 예술(A) 요소가 다른 영역에 비해 상대적으로 높게 나타났고, 과학 영역별로 요소의 분포에 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 영역 특성이 반영된 것으로 특정 영역에서는 수학(M)을 포함하기 용이한 반면, 특정 영역에서는 기술(T) 요소를 포함하기 어려운 것으로 보인다. 3~4학년 분석 결과와 비교해 보면 5~6학년이 예술(A) 요소의 비중이 더 커졌고, 수학(M) 요소는 조금 더 다양한 영역에서 나타났으나 여전히 나타나지 않는 영역이 있어, 수학(M) 요소를 창의·융합 활동에 포함시키려는 노력이 필요한 것으로 보인다.

과학 영역에 포함된 각 단원별 창의·융합 활동의 융합유형을 살펴보면 단원마다 빈도의 편차가 매우 크게

나타났다. 일부 단원에서는 7개의 융합유형이 나타나지만 반면 일부 단원에서는 1개의 융합유형이 나타나는 경우도 있었다. 국정 교과서에서 검정 교과서로의 전환이 다양한 교과서를 학생들에게 제공하고자 하는 것이지만, 특정 단원에서 모든 검정 교과서에 제시된 창의·융합 활동의 융합유형이 동일하다는 것은 과학 영역 또는 단원의 내용 특성이 창의·융합 활동 구성에 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

## 국문요약

이 연구에서는 초등학교 과학과 5~6학년 검정 교과용 도서의 창의·융합 활동에 나타난 STEAM 요소와 융합유형을 분석하였다. 이 연구를 위해 5~6학년 과학 교과서 9종에 제시된 창의·융합 활동을 선정하여 출판사별, 학년·학기별, 과학 영역별로 STEAM 요소와 융합유형을 분석하였다. 이 연구의 결과는 다음과 같다. 첫째, 출판사별 창의·융합 활동에 나타난 STEAM 요소의 전체 빈도와 각 요소별 빈도의 편차가 크게 나타났다. 둘째, 전체적으로 2개 요소로 구성된 융합유형의 비율이 매우 높게 나타났고, 융합된 요소의 수가 많은 유형일수록 나타나는 비율이 점차 낮아졌다. 또한 출판사별 융합유형은 교과서마다 매우 다르게 나타났다. 셋째, 모든 학년·학기에서 예술(A) 요소의 빈도가 가장 높게 나타났고, 기술(T), 공학(E), 수학(M) 요소는 학년·학기별로 빈도의 분포에 차이가 있었다. 넷째, ‘통합’ 영역에서는 공학(E) 요소가, ‘운동과 에너지’, ‘물질’, ‘지구와 우주’, 그리고 ‘생명’ 영역에서는 예술(A) 요소의 빈도가 가장 높게 나타났다.

주제어: 검정 교과용도서, 초등 과학교과서, STEAM 요소, 창의·융합 활동

## References

- 교육부(2019). 초등 3~6학년 사회, 수학, 과학 교과서 검정 전환계획 예고. 교육부 보도자료(2019.7.30).  
교육부(2014). STEAM이 뭐까? <https://if-blog.tistory.com/>

- 3694에서 2023.7.28. 검색.
- 교육부(2016). 문이과 통합형 교육과정 개발(완료).
- 김성룡, 박정우, 신애경(2022). 초등학교 과학과 검정 교과용 도서에 제시된 창의·융합 활동의 STEAM 요소 분석: 3~4학년군을 중심으로. *대한지구과학교육학회지*, 15(2), 224-234.
- 김현섭, 정수(2019). 고등학교 통합과학 교과서에 제시된 창의융합 활동에 대한 STEAM 비교 분석. *현장과학교육*, 13(2), 133-146.
- 류성림(2016). 2009 개정 교육과정에 따른 초등수학교과서의 STEAM 요소 분석: 5~6학년군을 중심으로. *한국초등수학교육학회지*, 20(2), 333-351.
- 박영석, 구하라, 문종은, 안성호, 유병규, 이경운, 이삼형, 이선경, 주미경, 차윤경(2013). STEAM 교사 연구회 개발 자료 분석: 융복합교육적 접근. *교육과정연구*, 31(1), 159-186.
- 양정임(2018). 2015 개정교육과정 초등학교 통합교과서에 나타난 STEAM 요소 분석. 서울교육대학교 석사학위논문.
- 이동영, 남윤경(2018). 공학설계 측면에서 한국 STEAM 프로그램 분석틀 제안. *대한지구과학교육학회지*, 11(1), 63-77.
- 이효녕, 백소연, 이현동(2017). 초등학교 비형식 과학 교육을 위한 융합인재교육(STEAM) 프로그램의 개발 및 적용-‘빛’ 주제를 중심으로. *대한지구과학교육학회지*, 10(2), 122-139.
- 임성만, 채동현, 김은정, 현동걸, 김오범, 한제준(2014). 교과대체형 STEAM(융합인재교육) 프로그램 개발 및 적용 후 학생들의 인식 분석: 6학년 에너지 관련 단원을 중심으로. *대한지구과학교육학회지*, 7(1), 119-132.
- 전제웅, 이주섭, 고상훈, 고아라, 신애경(2020). ‘그림자 북 만들기’ 활동을 통한 초등 예비교사들의 융합 프로그램에 대한 인식. *대한지구과학교육학회지*, 13(3), 270-283.
- 한국과학창의재단(2023). STEAM 교육. [https://steam.kofac.re.kr/?page\\_id=11267#](https://steam.kofac.re.kr/?page_id=11267#)에서 2023.7.28. 검색.
- 홍민아, 박종윤(2014). 2009 개정 중학교 과학① 교과서에 포함된 STEAM 활동 분석. *교과교육학연구*, 18(4), 1033-1055.
- 홍해진(2017). 2015 개정 과학과 교육과정의 성취기준에 나타난 STEAM 요소 분석. 대구교육대학교 석사학위논문.
- Brophy, S., Klein, S., Portsmouth, M., & Rogers, C. (2008). Advancing engineering education in P-12 classrooms. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 369-387.
- Conradty, C., & Bogner, F. X. (2019). From STEM to STEAM: Cracking the code? How creativity & motivation interacts with inquiry-based learning. *Creativity Research Journal*, 31(3), 284-295.
- Guzey, S. S., Tank, K., Wang, H. H., Roehrig, G., & Moore, T. (2014). A high quality professional development for teachers of grades 3-6 for implementing engineering into classrooms. *School Science and Mathematics*, 114(3), 139-149.
- NGSS Lead States. (2013). Next generation science standards: For states, by states. Washington DC: The National Academies Press.