

초등학생을 위한 활동중심 STEAM 교육프로그램의 개발 및 적용 - ‘자외선’ 주제를 중심으로

Development and Application of Activity-Based STEAM Education Program for Elementary School Students – Focused on Theme of “Ultraviolet(UV)”

한신*, 김형범**
고려대학교*, 충북대학교**

Shin Han(geoscience@korea.ac.kr)*, Hyoungbum Kim(hyoungbum21@gmail.com)**

요약

이 연구의 목적은 활동중심 STEAM 교육프로그램을 개발하고 적용하여 초등학생의 논리적 사고력, STEAM에 대한 태도, 만족도 변화를 검증하는데 있다. 활동중심 STEAM 교육프로그램은 ‘자외선을 이겨내자’를 주제로 총 3차시 분량으로 개발하였다. 초등학생을 대상으로 예비 투입 과정을 거쳐 수정 및 보완하여 최종적으로 개발된 프로그램은 경기도 소재의 S 초등학교 6학년 학생 168명을 대상으로 통계적 방법을 통해 그 효과성을 검증하였다. 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 활동중심 STEAM 교육프로그램은 초등학교 과학 5~6학년군 ‘태양계와 별’ 단원을 기반으로 ‘자외선을 이겨내자’란 주제를 중심으로 개발하였다. 둘째, 개발된 활동중심 STEAM 교육프로그램을 초등학교 학생에게 적용한 후, 과학행동체계에 따른 인지발달 수준은 수업 후 향상되었고, 논리적 사고력 중 비례, 변인통제 논리가 유의미한 결과 값을 나타내었다($p < .05$). 셋째, 7개 하위 요인으로 구성된 STEAM 교육에 대한 태도 중 소통과 유용성 요인을 제외한 다른 요인들에 걸쳐 유의미한 결과 값을 나타내었다($p < .05$). 넷째, 만족도 검사에서는 하위 구인의 평균값이 3.59~3.85을 나타내어, 연구참여자들이 활동중심 STEAM 프로그램에 대해 긍정적인 의견을 주었음을 확인할 수 있다.

■ 중심어 : | 활동중심 STEAM 교육프로그램 | STEAM에 대한 태도 | 과학행동체계 | 인지발달 |

Abstract

The purpose of this study is to develop and apply activity-based STEAM education programs to verify elementary school students' logical thinking skills, attitudes to STEAM, and changes in satisfaction. The activity-based STEAM education program was developed in a total of 3 rounds under the theme of 'Let's get through Ultraviolet rays.' The finally developed program, which was revised and supplemented by process of preliminary commitment to elementary school students, proved its effectiveness through statistical methods in 168 sixth-grade in S elementary school students in Gyeonggi-do. The results of the study are as follows: First, the activity-based STEAM education program was developed around the topic of "Let's get through Ultraviolet rays" based on the "The solar system and Star" unit of the 5th and 6th grades of elementary school science. Second, by applying the developed activity-based STEAM education program to elementary school students, their cognitive development level by science behavioral system was improved after class, and proportion of the logical thinking skills and logic of variable control represented a significant value($p < .05$). Third, the attitudes toward STEAM education, consisting of seven sub-factors, presented significant statistical test results across other factors, except for communication and usability factors($p < .05$). Fourth, in the satisfaction test, the average value of the lower section was 3.59 to 3.85 points, and overall it was positive.

■ keyword : | Activity-based STEAM Education Programs | Attitudes to STEAM | Science Behavioral System | Cognitive Development |

* This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea (NRF-2017S1A5A8021812).

I. 서론

최근 4차 산업혁명과 더불어 나타난 교육의 변화 및 혁신은 미래사회에서 새로운 아이디어와 도전으로 창의성을 발휘하고, 감성적 이해와 문화적 소양 및 세계와 소통하는 시민으로서 공동체 발전에 기여할 수 있는 창의인재를 요구한다[1]. 이와 같은 사회의 요구를 반영하여 2015 개정 교육과정은 지식정보 사회가 요구하는 핵심역량을 갖춘 창의융합형 인재상을 제시하였으며, 폭넓은 기초 지식을 바탕으로 다양한 전문 분야의 지식, 기술, 경험을 융합적으로 활용하여 새로운 것을 창출하는 창의 융합 사고 역량 함양을 교육의 목표로 하고 있다[2].

융합 사고에 대한 함양을 위해 OECD 선진국에서는 일찍부터 과학기술과 예술 융합교육을 강조해 오고 있으며[3][4], 최근 우리나라 과학 교육에서는 학생들의 과학에 대한 흥미와 이해를 높이기 위해 다양한 교과 영역의 융합적 활동에 의한 주어진 문제를 해결할 수 있는 창의적 인재 양성의 융합인재교육(STEAM)을 제시하였다[2]. 이러한 인재 양성을 위한 정책 노력은 국가, 사회적으로 꾸준히 제기 되어온 현행 교육의 문제점에 대한 해결 요구에서 시작되었다[5].

우리나라 학생들의 경우 국제수준의 학업성취도 평가에서 과학 성취도는 최상위권이지만, 국제학업성취도 평가(Programme for International Student Assessment: PISA)에서 정의적 특성 즉 과학에 대한 자신감, 흥미, 가치인식 등에서 국제 평균보다 훨씬 낮은 최하위 수준을 나타내었다[6]. 이러한 결과가 의미하듯, 과학에 대한 높은 성취도와 낮은 정의적 특성은 초등학교 시기부터 나타난다는 점이며[7], 학습 흥미도가 낮다는 사실은 교육계에서도 심각한 문제로 받아들여지고 있다[5].

학생들의 과학에 대한 흥미도가 낮은 원인으로는 개념간 연계가 부족한 과학교과 학습, 현실성이 낮은 실생활과의 관련 및 첨단 과학기술 내용 등의 부족 등이 지적되고 있다[8]. 이러한 결과는 단편적인 개념 습득을 강조하는 기존의 과학 교육에서 벗어나 과학 학습에 대한 학습자 중심의 흥미와 자신감을 향상시킬 수 있는 방향으로 과학에 대한 교육이 변모해야 함을 강조하고 있으며[9], 학생들이 과학 교과에 대한 흥미를 가지고 과학적 소양을 갖추어 줄 수 있도록 하려면 통합된 지

식에 대한 경험을 갖게 하는 기회를 제공해야 한다[10].

미국에서는 과학교육에서 STEM 교육을 통해 과학적 소양 및 태도가 긍정적으로 변화하고 스스로 과학적 탐구 활동이 가능하며, 우리나라에서도 STEAM 교육이 학생들의 과학에 대한 흥미가 높아지고 생활 속에서 융합적 요소를 찾아 적용함으로써 문제해결 능력이 높아졌음을 쉽게 확인할 수 있다[2][11]. 이러한 효과성을 고려해 볼 때 실제 학교 현장에 투입을 고려해 볼 만한 것이 활동중심의 융합인재교육프로그램이다[12]. 배선아[13]와 강창의 등[9]의 연구 결과에서 활동중심의 융합인재교육프로그램이 학생들의 흥미, 호기심, 태도 및 문제해결능력에 긍정적인 효과를 나타내었음을 확인할 수 있었다. 이러한 활동중심의 STEAM 교육프로그램을 도입함으로써 실생활의 문제해결에 학습내용을 적용 및 해결할 수 있는 능력과 과학적 태도를 함양하고, 과학과 기술 및 공학 등을 연계해 학습자들의 학습 만족도를 높여 결과적으로 학습자들의 학습 효과를 제고할 필요가 있다[9].

그러나 연구의 부족, 교육 현장에 도입의 어려움, 해결책 논의의 부족 등으로 융합인재교육의 실행을 위한 현실적인 기반이 부족한 실정이다[14]. 과학과 다른 교과와의 통합된 교수-학습 프로그램은 수학·영어·미술 교과와 통합된 프로그램이 대부분이고[15], 과학과 기술, 공학 교과와 융합된 STEAM 프로그램은 매우 적은 것이 현실이다[16]. 특히 STEAM 자료의 개발에서 핵심 개념이나 통합적 내용 요소들의 연계성이 체계적으로 고려되지 못하고, 과학, 기술, 공학, 예술, 수학 교과 내용을 단순 적용 및 결합하는 등의 STEAM 개발의 취지에 맞지 않는 인식을 하고 있는 것으로 나타났다[17]. 따라서 일부 개발된 STEAM 프로그램들은 여러 영역의 지식이 융합되지 못하고 분절된 형태로 교수-학습이 이루어지는 경우도 있다[18]. 이러한 STEAM 프로그램의 부족 문제는 실제 학교 현장에서 융합인재교육이 이루어지는 데 걸림돌이 되고 있고[19], 현장 교사들은 STEAM 프로그램의 개발과 보급이 그 어느 때보다 필요하다라는 의견을 주고 있다[20]. 이러한 필요에 따라 다양한 STEAM교육프로그램의 개발 연구가 활발해지고는 있으나[21][22], 이러한 프로그램들은 학생들의 정의적 영역과 문제해결 능력 향상에 도움이 되는 활동중심의

융합인재교육프로그램 개발은 거의 다루고 있지 않다. 그리고 지구과학의 소재나 내용을 중심으로 한 프로그램 및 '빛'과 관련된 내용이 상대적으로 부족하여 지구과학에 대한 흥미와 이해를 높이는 데에는 한계가 있었다.

이러한 필요성에 따라 이 연구에서는 STEAM 프로그램 개발의 기초 자료로 활용할 수 있는 활동중심의 융합인재교육프로그램을 개발하였다. 융합인재교육을 위한 소재로는 다양한 영역의 지식과 실생활의 경험을 연결할 수 있는 '자외선'과 관련된 주제를 선정하였다. 자외선은 친숙한 주제이지만 대다수의 학생들은 자외선에 대한 오개념을 많이 갖고 있으며[23-25], 자외선의 부정적 영향만을 인지할 뿐[23] 그것을 방지할 수 있는 방법에는 관심이 적었다. 자외선 방지 기술이 여러 영역 즉 과학, 기술, 공학, 예술 및 수학 등의 지식이 융합되어 이루어진 것이고, 일상에서 쉽게 접할 수 있는 소재이기 때문에 다양한 영역의 지식을 활용하면서도 학생들의 흥미유발을 이끌 수 있는 STEAM의 주제임에도 이를 STEAM 교육에 적극적으로 활용한 연구는 거의 없었다.

이에 본 연구에서는 '자외선을 이겨내자'를 주제로 하는 활동중심의 융합인재교육프로그램을 개발하였고, 초등학교 5~6학년 학생들에게 적용하여 논리적 사고력, STEAM에 대한 태도 및 STEAM 만족도 변화를 통해 그 효과성을 알아보았다.

II. 연구 방법

1. 활동중심 STEAM 교육프로그램 개발

1) 프로그램 초안 개발

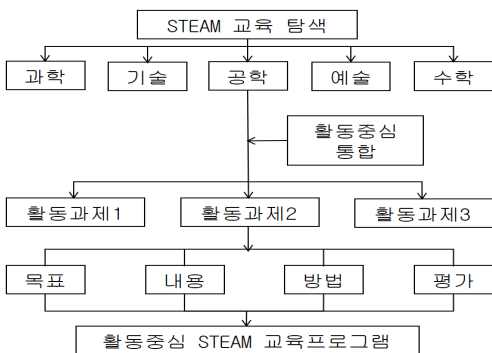


그림 1. 활동중심 융합인재교육(STEAM) 프로그램 개발 절차

이 연구에서는 활동중심 융합인재 교육프로그램을 개발하기 위해 배선아와 금영충[12]이 개발한 활동중심 STEAM 교육프로그램 모형을 적용하였다[그림 1]. 이 모형은 과학, 기술, 공학, 수학의 관계를 상호작용하는 것으로 보고 양방향 화살표로 나타내었다. 또한 STEAM 교육프로그램의 통합 방식으로 활동중심 통합 방식을 선정하였으며, 이에 따라 활동과제를 선정한다. 각 활동과제는 2015 개정 과학과 교육과정을 중심으로 교육목표, 학습내용, 활동방법, 평가로 이루어지는데, 이러한 관계를 활동과제 1의 예시로 하여 나타내었다. 각각의 활동과제가 모여 하나의 활동중심 STEAM 교육프로그램으로 이루어진다. 이러한 과정들을 개념 모형에서는 단방향 화살표와 양방향 화살표로 나타낸다. 이와 같이 개발된 개념 모형은 활동중심 STEAM 교육프로그램 개발의 구조와 흐름을 파악하는데 용이하며, 절차 모형 개발의 기초를 제공한다. 활동중심 융합인재 교육프로그램 개발을 위한 절차 모형은 [그림 2]와 같다.

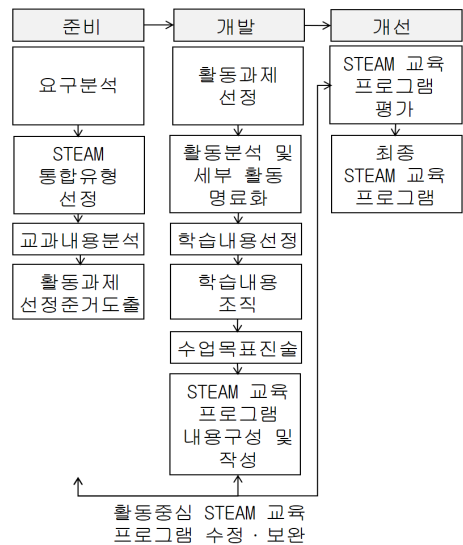


그림 2. 활동중심 융합인재 교육프로그램 개발을 위한 절차 모형

[그림 2]와 같이, 이 모형은 준비-개발-개선의 단계로 이루어지며, 각 단계에 따라 15단계의 세부 하위 단계로 구성된다. 또한 이 모형은 가장 먼저 요구분석을 실시하도록 되어 있는데, 이는 프로그램 개발의 가장 기초가 되는 단계로서 활동중심 융합인재 교육프로그램

램 개발에 대한 이론적 근거를 제공해 준다. 특히 이 모형은 수업 목표를 처음에 설정하는 것이 아니라 가운데에 위치하고 있다. 즉, 교과교육에서는 학습 목표가 먼저 설정되고 교육내용이 선정되지만 활동중심 교육은 학습내용이 먼저 설정되고 다음으로 그 내용과 관련된 목표가 정해지게 된다.

이 연구에서는 위와 같은 모형을 토대로 '자외선을 이겨내자'란 주제로 과학, 수학, 기술/공학, 예술 영역의 탐구 방법을 적절히 반영하도록 하였다. '자외선'과 관련된 개념을 최종적으로 선정한 이유는 여러 가지 학습 개념을 고려한 결과 초등학교 4학년부터 고등학교까지 여러 단원에 걸쳐 학습하는 개념적 연계성이 높은 것이 '빛' 개념이며[26], 자외선에 대해 학생들이 정확한 개념이 형성되어 있지 않다는 선행연구 결과에 의거하여 [23] 최종적으로 '자외선' 개념을 선정하였다. 단계별 연구방법은 [그림 3]과 같다.

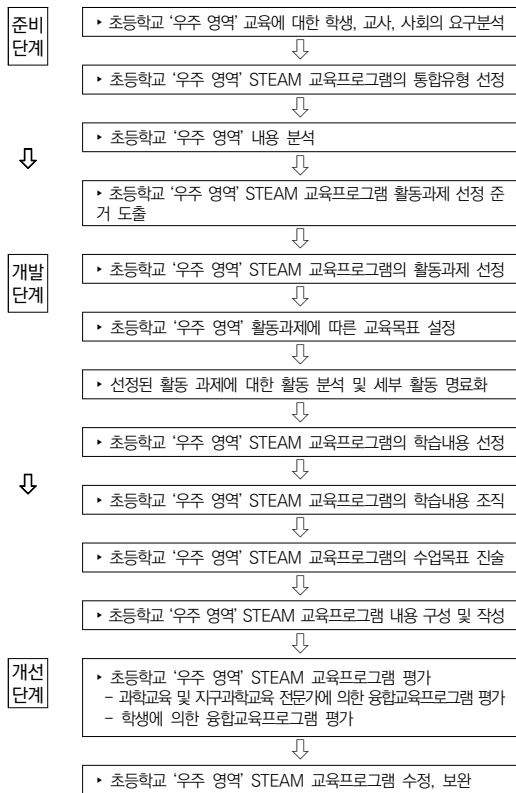


그림 3. 초등학교 자외선 영역의 활동중심 융합인재 교육프로그램 개발 절차

개발된 프로그램은 총 3차시로 구성하였으며, 개발과정 동안 프로그램 검증을 위하여 과학교육 분야의 교수 2명, 교사로 재직 중인 지구과학교육 박사 1명, 박사 과정 1명, 석사과정 1명 등의 전문가 집단을 구성하여 5차례의 세미나 및 워크숍을 걸쳐 내용 타당도를 확보하였다. 특히 전문가 과정에서 제시된 수정 사항은 프로그램 개발 과정에서 적극 반영하여 프로그램 초안을 개발하였다.

2) 예비 투입 및 수정 보완

프로그램을 투입하기 전에 프로그램의 완성도 향상을 위해 예비 투입을 하였다. 예비 투입 단계에서는 본 프로그램을 개발한 교사가 직접 수업을 실시하였다. 연구자는 수업을 참관하면서 학생들의 반응, 분위기, 의견 등을 종합하여 프로그램의 개선점을 모색한 후, 전문가 집단 세미나에서 논의하면서 내용 타당도를 검증하였다.

프로그램 초안에 자외선에 대한 기본적인 과학 개념을 이해하고, 자외선의 해로운 점 및 우리 생활에 미치는 영향에 대한 마인드 맵(Mind Map)을 어떻게 활용할 것인지에 대해 토의하였다. 그리고 '자외선을 이겨내자'란 주제로 개인별 산출을 제작할 때 활동중심 STEAM 교육프로그램의 절차에 맞춰 프로그램을 구성하였다. 개인별 산출물을 만드는 설계 단계에서 고려해야 할 탐구, 모둠원들과의 논의, 분석과정을 수행하도록 보완하였다. 보완하는 과정 중에 과학교육 분야의 교수 2인, 교사로 재직 중인 지구과학교육 박사 1인, 박사 과정 1인, 석사과정 1인의 자문과 세미나를 거쳐 최종 프로그램을 개발하였다.

2. 활동중심 융합인재교육프로그램의 적용

1) 연구 대상

이 연구에서 개발된 활동중심 융합인재교육프로그램은 경기도 소재 S 초등학교 6학년 학생 168명을 대상으로 창의적 재량활동 시간에 투입하였다. 개발된 프로그램을 연구자가 직접 3시간 동안 수업을 진행하였으며, 논리적 사고 검사지, STEAM에 대한 태도 검사지와 만족도 검사를 실시하였다. 논리적 사고와 태도는 단일 집단 사전사후 검사(t-검증)를 실시하였으며, 실험 설계

는 [표 1]과 같다.

표 1. 실험 설계

G	O _A , O _B	X	O _A , O _B , O _C
---	---------------------------------	---	--

G : 실험 집단
 O_A : 논리적 사고력 검사
 O_B : STEAM에 대한 태도 검사
 O_C : STEAM 만족도 검사
 X : 개발한 프로그램의 적용

2) 검사 도구

이 연구에서는 활동중심 STEAM 교육프로그램이 융합인재교육에서 추구하는 논리적 사고력과 정의적 측면을 측정하기 위하여 과학 논리적 사고력 검사지(Group Assessment of Logical Thinking; GALT)와 STEAM에 대한 태도 검사지를 사용하였다. 그리고 이 프로그램의 효과를 알아보기 위한 STEAM 만족도 조사 설문지도 투입하였다. 이 연구에서 선정한 검사 도구들은 융합인재교육의 최근 연구들에서 활용되고 있는 검사도구들이며, 그 특징은 아래와 같다[27].

가) 과학 논리적 사고력 검사 도구

논리적 사고력이란 문제해결에 있어 합리적이고 이성적인 의사결정을 할 수 있고, 비판적 사고의 협의의 개념인 추리 능력을 의미한다[28]. 논리적 사고력은 주어진 문제의 상황에서 이를 해결과정에서 사용되어지며[29], 문제의 해결과정을 통해 논리적 사고력이 향상되기 때문에 융합인재교육과도 관련성이 있다[28].

이 연구에서의 과학 논리적 사고력 검사도구는 1982년 미국 Georgia 대학의 Roadrangka가 개발한 논리적 사고력 검사지(Group Assessment of Logical Thinking; GALT)를 우리말로 번역하여 최영준 등[30]이 수정, 보완한 검사지를 활용하였다. 이 검사지의 Cronbach's alpha의 내적 신뢰도는 .85이다. 이 검사지는 21개 문항으로 보존, 비례, 변인통제, 확률, 상관, 조합 논리를 검사한다. 이 연구에서 검사하고 있는 GALT 검사지의 내용은 [표 2]와 같다.

표 2. GALT 검사지의 하위 요인

하위 요인	문항	만점	채점 방법 및 점수 배점
보존 논리	1, 2	2	· 각 문제 당 두 개의 소문항을 모두 맞추어야 정답으로 인정한다. · 두 개의 소문항을 모두 맞추었을 경우에만 1점, 나머지는 0점으로 채점한다.
비례 논리	3, 4	2	
변인 통제 논리	5, 6	2	
확률 논리	7, 8	2	
상관 논리	9, 10	2	
조합 논리	11, 12	2	· 가능한 조합을 모두 나열하는 것이 정답이다. · 11은 9개 답 중 1개, 12번은 24개 답 중 2개를 빠뜨린 경우까지 정답이다. · 정답을 쓸 경우 1점, 오답인 경우 0점으로 채점한다.

검사지는 1번부터 10번까지 객관식 문항으로 질문에 대한 답과 이유가 모두 맞는 경우만 정답 처리하였다. 11번과 12번은 조합 논리를 측정하는 주관식 문항으로 11번은 9개의 답 중 1개, 12번은 24개의 답 중 2개를 빠뜨린 경우까지 정답 처리하였다. 검사지의 각 문항은 정답인 경우 1점, 오답인 경우는 0점으로 처리하여 총 12점 만점으로 채점하였다. 채점 결과 점수에 따라 구체적 조작기, 과도기, 형식적 조작기의 인지 수준 단계로 구분하였는데, 4점 이하는 구체적 조작기, 5~7점까지는 과도기, 8점 이상은 형식적 조작기로 분류하였다[30].

나) STEAM에 대한 태도 검사 도구

융합인재교육프로그램을 실시하는데 있어 STEAM 영역에 관한 학생의 태도에서 교과에 대한 인식, 능력과 가치, 흥미의 지속에 대한 요소를 다루게 된다[31]. 이 연구에서는 박현주 등[32]이 개발한 'STEAM 교육 정의적 영역 조사 도구'를 한국과학창의재단[33]에서 수정, 보완한 검사 도구를 사용하였다. 이 도구는 흥미, 배려, 소통, 유용성 및 가치 인식, 자아개념, 자아 효능감, 이공계 진로선택을 하위구인으로 하여 4단계의 리커트 척도 40문항으로 구성되어 있다. 이 도구의 하위구인과 문항 구성은 [표 3]과 같다.

표 3. STEAM 태도 검사지의 하위 구인

하위 구인		문항
흥미	수학	3, 14, 16, 21, 34
	과학	1, 5, 7, 8, 10
배려	수학	15, 18, 39
	과학	11, 20, 26
소통	수학	22, 25, 32
	과학	12, 23, 37
유용성 / 가치 인식	수학	17, 33, 40
	과학	13, 29, 31
자아 개념	수학	28, 38
	과학	24, 30
자아 효능감	수학	2, 27
	과학	6, 35
이공계 진로선택	수학	9, 19
	과학	4, 36

다) STEAM 만족도 검사 도구

이 연구에서는 활동중심 STEAM 교육프로그램의 만족도를 알아보기 위한 한국과학창의재단[33]의 만족도 조사 설문지를 사용하였다. 이 도구는 5단계의 리커트 척도로 이루어진 9개의 하위 문항으로 구성되어 있으며, 하위 구인은 만족도의 3문항, 흥미의 2문항, 수업전반의 4문항이다. 검사 도구의 하위 구인과 주요 내용의 구성은 [표 4]와 같다.

표 4. 활동중심 STEAM 만족도 설문지의 하위 구인

하위 구인	주요 내용	문항	문항 수
만족도	이 수업에 만족하는가?	1	3
	앞으로도 이 수업을 지속적으로 받고 싶은가?	2	
	활동중심 STEAM 수업의 만족도?	3	
흥미	수업은 재미있었는가?	1	2
	수업 활동에 적극적으로 참여하였는가?	2	
수업 전반	수업의 내용 수준	1	4
	전에 받았던 수업과 오늘 참여한 수업의 가장 큰 차이점	2	
	수업에서 좋았던 점	3	
	수업 중 가장 어려웠던 점	4	
합계			9

III. 연구결과 및 논의

1. 활동중심 STEAM 교육프로그램의 개발 결과

‘빛’과 관련된 주제의 경우 교육과정 내에서 연계성이 높고, 학생의 이해 수준과 개인적 특성에 맞게 구성할 수 있는 장점이 있다[34]. 이 연구에서는 2015 개정 교육과정에 따른 과학과 교육과정 중 우주영역 태양계의 구성과 운동 초등학교 5~6학년 ‘(2) 태양계와 별’ 단원에 해당되며, 태양이 지구의 에너지원임을 이해하며 태양과 행성들 간의 관계를 탐구하는데 학습 요소를 두고 3차시로 구성하였다. 그리고 이 연구는 활동중심 융합 인재교육프로그램을 기반으로 각 내용 요소를 고려하여 제작되었고, 융합인재교육의 요소가 고르게 포함될 수 있도록 구성하였다[표 5].

표 5. 개발된 STEAM 프로그램의 주요 활동 내용

차시 (단계)	활동 내용	주요 수업 활동	요소
1 (Co)	태양 에너지와 자외선은 무엇인가?	[느끼기] 태양 에너지가 없다면? [이해하기] 빛의 성질 이해하기 [탐구하기] 자외선의 장점과 단점은? [탐구하기] 자외선 지수 및, 자외선을 차단하는 방법 알아보기	S, M
2 (ET)	자외선 차단하는 생활용품 구성하고 디자인하기	[느끼기] 자외선 피해 관련 동영상 제시 [활동하기] 자외선을 차단하는 생활용품 구성하고 디자인하기	S, T, E, A
3 (Cd) (ET) (E)	자외선 차단 생활용품 만들기 감상문 쓰기 학습 태도 평가	[활동하기] 자외선 차단 생활용품 만들기 [수행하기] 체험한 일에 대한 감상이 드러나도록 글쓰기 [평가하기] 개인 및 조별 평가	S, T, A
⑤Science, ①Technology, ③Engineering, ④Art, ⑧Math Co: Context 상황 제시, Cd: Creative Design 창의적 설계, ET: Emotional Touch 감성적 체험, E: Evaluation 평가			

1차시는 상황제시 단계로 태양이 지구의 에너지원이며, 태양에너지의 여러 부분 중 자외선이 우리의 일상 생활에 미치는 영향을 알아보고 자외선 지수의 변화 및 변동을 알아보며 자외선 차단의 필요성을 탐구한다. 특히 자외선이 우리의 일상생활에 미치는 영향을 알아볼 때 마인드맵(Mind Map)을 활용해 작성한 후, 그것을 토대로 조별로 토의하고 서로의 생각을 공유할 수 있도록 하였다.

2차시는 감성적 체험 단계로 자외선을 차단할 수 있는 생활 용품을 만들기 위한 구상 활동으로 용품을 만들기 위한 재료 및 방법을 생각해보고 생활용품을 디자인하였다. 일상생활에 밀접한 학생들의 등하교 시 사용할 수 있는 용품으로 계획하는 활동을 수행하였다.

3차시는 창의적 설계 및 평가 단계로 생활용품을 만들기 위해 구체적인 모양을 구성하고 크기를 정하는 등 만드는 과정과 계획에 따라 창의적인 용품을 제작하고 완성하는 단계이다. 그리고 학생들이 직접 손으로 만든 자외선 차단 생활용품으로 어려운 이웃을 도울 수 있음도 느끼고 정성과 사랑을 나누는 감상이 드러나는 글쓰기까지 수행하며, 피드백을 통해 만들어진 용품의 문제점을 수정 보완하는 평가를 하게 된다.

2. 활동중심 STEAM 교육프로그램의 적용 효과

1) 과학 논리적 사고력

교육에 참여한 168명의 학생들의 수업 전, 후 인지적 발달 단계를 구분하여 보면 [그림 4]와 같다. 활동중심 STEAM 교육프로그램을 적용하기 전에는 구체적 조작기 90.4%, 과도기 9.5%, 형식적 조작기는 0%였으나 수업 후에는 비율이 71.3%, 25%, 3.7%로 과도기와 형식적 조작기의 비율이 향상되었음을 확인할 수 있다. 이 결과를 볼 때 활동중심 STEAM 교육프로그램이 초등학생들의 인지발달에 영향을 주고 있음을 확인할 수 있고, 이는 STEAM 수업이 학생들의 인지수준이 발달한다는 김용기 등[27]의 연구 결과와 일치한다.

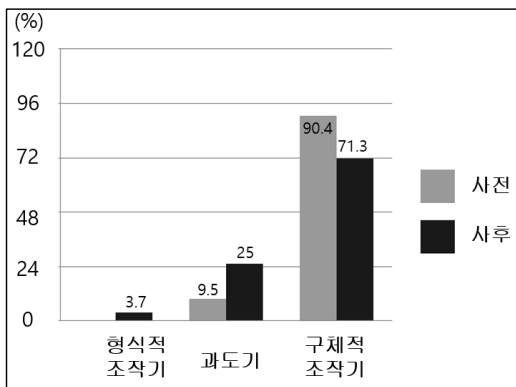


그림 4. 수업 후 학생들의 논리적 사고 수준 변화

교육에 참여한 학생들의 논리적 사고력에 대한 사전·사후 검사의 결과는 [표 6]과 같다. 과학 논리적 사고력 검사 점수에 대한 t-분석 결과, 논리적 사고력 전체의 사전검사와 사후검사의 평균이 2.5389, 3.6647이고, 표준편차는 1.38733, 1.78889이며, $t=-6.125$, $p=.000$ 으로 유의수준 .05에서 유의미한 차이나 나타났다 ($p<.05$). 이는 활동중심 STEAM 교육 프로그램을 적용한 '자외선' 수업이 논리적 사고력 향상에 효과가 있음을 의미한다. 과학 논리적 사고력의 하위 요소인 비례 논리, 변인통제 논리와 같은 두 요인의 수업 전·후의 응답결과를 바탕으로 t-검증을 실시한 결과 유의수준 95%에서 유의확률 .05 이하로 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉 두 요인에서 프로그램 투입 전과 후에 평균이 향상되었으며, 수업 전·후에 나타난 차이는 유의미한 차이임을 알 수 있다. 그러나 보존 논리, 확률 논리, 상관 논리, 조합 논리의 경우 유의수준 .05에서 유의미한 차이가 나타나지 않았다 ($p>.05$). 따라서 활동중심 STEAM 교육프로그램을 적용한 '자외선' 수업의 경우 보존 논리, 확률 논리, 상관 논리, 조합 논리에서는 향상 효과가 나타나지 않았음을 알 수 있다.

표 6. 논리적 사고력에 대한 단일집단 검사 결과 (n=168)

	Time	Mean	SD	t	p
논리적 사고력	Pre	2.5389	1.38733	-6.125	.000*
	Post	3.6647	1.78889		
보존 논리	Pre	1.0714	.69705	-1.532	.127
	Post	1.1845	.68026		
비례 논리	Pre	.1131	.33598	-16.151	.000*
	Post	1.1548	.77373		
변인통제 논리	Pre	.2619	.50433	-2.472	.014*
	Post	.4167	.58337		
확률 논리	Pre	.3274	.65201	.883	.378
	Post	.2679	.61394		
상관 논리	Pre	.1905	.42317	.515	.607
	Post	.1667	.40456		
조합 논리	Pre	.5749	.74775	1.010	.314
	Post	.4910	.71867		

* $p<.05$

이러한 결과는 STEAM 수업이 확률 논리와 상관 논리를 제외한 논리들이 모두 향상되었다고 하는 김용기 등[27]의 연구 결과와 차이가 있음을 알 수 있다. 그 이유는 프로그램의 김용기 등[27]의 연구는 8시간 동안 수업이 이루어져 충분히 학생들이 사고하고 탐구할 수 있는 시간이 주어졌던 반면, 이 연구는 3시간만 이루어졌기 때문에 하위 요인들의 향상이 적었던 것으로 판단된다. 따라서 학생들의 과학 논리적 사고력에 포함 된 하위 요인들을 향상시키기 위해서는 충분한 수업 시수가 확보되어야 함을 알 수 있다.

2) STEAM 교육에 대한 태도

교육에 참여한 학생들의 STEAM 교육에 대한 태도를 사전, 사후로 나누어 분석한 결과는 [표 7]과 같다. STEAM 교육에 대한 태도를 t 분석한 결과, 소통과 유용성 요인에서는 유의미한 차이가 없었으나, 흥미, 배려, 자아개념, 자아 효능감, 이공계 진로 선택 요인에서 유의미한 통계적 검정 결과를 나타내었다(p<.05). 이 결과를 볼 때 연구 참여자들은 여러 가지 창의적 문제 해결에서 융합적 사고를 기르고, 서로에 대한 배려심을 배울 수 있다는 연구 결과들[9][35]의 연구와 일치한다. 또한 학생들의 자아 개념과 자아 효능감도 통계적으로 효과가 있었는데, 이는 '흥미'와 연관지어 생각할 수 있다. 즉, 흥미를 느끼고 두려움이 없어지면서 학생들은 문제 상황을 해결하는데 자신감이 생겨 자아 효능감에도 영향을 준 것으로 판단된다. 이는 정현도와 이효녕 [36]의 연구 결과와도 맥락을 같이하고 있다.

그리고 활동중심 STEAM 교육프로그램이 학생들의 이공계 진로 선택에도 통계적으로 효과가 있는 것으로 나타났다. 이를 통해 학생들에게 진로 선택에 긍정적인 관심을 갖게 해 주었다고 해석할 수 있으며, 이러한 결과는 다른 연구 결과들[27][36]과 일치한다.

표 7. STEAM 교육에 대한 태도의 단일집단 검사 결과 (n=168)

	Time	Mean	SD	t	p
흥미	Pre	2.7431	.55780	-7.483	.000*
	Post	3.0667	.58261		
배려	Pre	3.0778	.51542	-5.725	.000*
	Post	3.3184	.52572		
소통	Pre	2.9232	.62112	-1.653	.100
	Post	3.0080	.65497		

유용성	Pre	3.2126	.55146	.637	.525
	Post	3.1876	.60597		
자아 개념	Pre	2.5958	.64340	-4.016	.000*
	Post	2.7934	.71714		
자아 효능감	Pre	2.8009	.65488	-2.368	.019*
	Post	2.8997	.71139		
이공계 진로 선택	Pre	2.6317	.60546	-3.531	.001*
	Post	2.8383	.69588		

*p<.05

3) 활동중심 STEAM 교육프로그램에 대한 만족도

프로그램을 적용한 이후에 학생들을 대상으로 활동중심 STEAM 교육프로그램에 대한 만족도를 조사하였다. 이 프로그램 만족도의 설문지를 투입하여 얻은 결과는 [그림 5]와 같다.

[그림 5]와 같이 활동중심 STEAM 교육프로그램의 '흥미' 요인 평균은 리커트 척도 5점 중 3.85점으로 나타났다. 학생들은 새로운 학습 방법에 적극적으로 참여하였으며, '만족도' 요인의 질문 중 지속적으로 계속 교육 받고 싶다는 응답을 많이 하였다. 이러한 결과를 미루어 볼 때 활동중심 STEAM 교육프로그램이 학생들의 흥미를 유발하였고, 이 수업에 깊은 관심을 이끌어 냈다고 판단된다. 만족도 설문지의 하위 구인 중 내용 수준과 다른 수업과의 차이점을 포함하는 수업전반 요인과 STEAM 수업에 대한 전반적인 만족도 요인의 리커트 척도 평균은 3.59점과 3.60점으로 나타났다. 상대적으로 흥미 요인에 비해 평균이 낮게 나타났는데, 이는 연구에 참여한 학생들에게 협력학습에 의한 수업 시간 및 모듈원들과의 상호작용에 의한 결과물을 산출하고 해석하는 시간이 부족했으며, 또한 초등학교생들이 이해하기 어려운 빛 개념을 짧은 3시간 안에 적용하는 데에는 어려움이 있다고 판단된다.

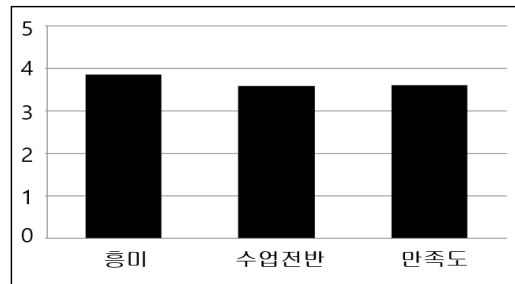


그림 5. 만족도 요인에 대한 리커트 척도 평균

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 '자외선'을 주제로 활동중심 STEAM 교육프로그램을 개발하고 이를 적용하여 초등학생들의 과학 논리적 사고력, STEAM 교육에 대한 태도 및 만족도에 대한 효과를 알아보고자 하였다. 연구 결과를 바탕으로 결론을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 초등학생을 대상으로 지구과학 영역에서 '자외선'을 이겨내자'란 주제로 한 활동중심 STEAM 교육프로그램을 개발하였다. 총 3차시로 구성된 프로그램은 학생들에게 자외선과 관련된 필요한 지식과 학습한 내용을 활용하여 문제 상황에 적용해 스스로 문제를 해결하는 Hands-on의 체험 활동을 경험할 수 있도록 구성하였다. 개발된 활동중심 STEAM 교육프로그램 교육 자료는 3차시의 수업 진행을 위한 자료로서 학교 교육 현장에서 활용할 수 있는 지도안, 학생 활동지, 자외선 관련 내용을 정리한 유인물, 수업에 도움을 줄 수 있는 멀티미디어 자료들로 구성하였다. 이 프로그램에서는 STEAM 프로그램 개발시 자신의 삶과 관련성이 높거나 미래에 관련이 높아질 것에 대한 흥미로운 소재로 구성하는 것이 수업만족도를 높일 수 있다는 이지원 등[22]의 선행 연구 결과를 반영하였다.

둘째, 개발된 활동중심 STEAM 교육프로그램을 초등 학교 학생에게 적용하여 인지발달과 논리적 사고력 수준 변화를 알아본 결과 수업 전과 비교했을 때 수업 후에 모두 향상되었다. 인지발달 수준을 살펴보면 수업 전에 구체적 조작기가 90.4%를 차지하고 형식적 조작기 학생은 한 명도 없었으나, 수업 후엔 과도기 25%, 형식적 조작기 3.7%로 향상되었다. 이러한 결과는 문제를 해결하는 과정에 추론적 활동이 활성화 되면서 논리적 사고가 발달했음을 의미한다. 그리고 논리적 사고력 요인 중 비례 논리와 변인통제 논리는 통계적으로 유의미한 차이가 있었으나, 보존, 확률, 상관, 조합 논리는 차이가 나타나지 않았다($p>.05$). 이러한 결과는 선행 연구[11]와 다른 결과인데, 3시간의 짧은 수업 시간으로는 하위 요인들이 향상되기 힘들다는 것을 보여준다.

셋째, 활동중심 STEAM 교육프로그램은 7개 하위 요인으로 구성된 STEAM 교육에 대한 태도 전반에 걸쳐 유의미한 향상 효과가 있었다. 이는 활동중심 STEAM

교육프로그램이 흥미, 배려, 자아개념, 자아 효능감, 이공계 진로 선택 등을 향상시키는데 유용할 수 있음을 보여준다. 그러나 소통과 유용성 요인은 유의미한 차이가 없었는데, 이러한 요인은 짧은 시간에 길러지는 것이 아닌 만큼 충분한 시간을 통해 모둠별 활동을 거쳐 길러지는 요인임을 보여준다.

넷째, 활동중심 STEAM 교육프로그램은 만족도 검사에서 하위 구인의 평균값이 3.59~3.85점을 나타내었으며, 전체적으로 긍정적으로 나타났다. 학생 스스로 문제 상황을 이해하고 과학 탐구 중심 활동으로 과학 원리를 적용하여 설계 및 제작과정을 거치면서 학습자들의 프로그램 만족도가 높아지는 것으로 판단된다.

이러한 결과를 바탕으로 다음과 같은 제언을 하고자 한다. 첫째, 활동중심 STEAM 교육프로그램이 보다 다양한 학년 및 영역에서 개발될 필요가 있다. 둘째, 이 연구에서는 과학 논리적 사고력, STEAM에 대한 태도의 하위 요인 중 일부 요인에서는 유의미한 효과를 얻지 못하였다. 이러한 결과는 3차시라는 짧은 시간이 한계점으로 나타났을 가능성이 있으므로 정량적·정성적 연구와 더불어 충분한 수업 시간을 확보한 STEAM 프로그램을 개발한다면 효과적일 것이다.

참고 문헌

- [1] 김성원, 정영란, 우애자, 이현주, “융합인재교육(STEAM)을 위한 이론적 모형의 제안,” 한국과학교육학회지, 제32권, 제2호, pp.388-403, 2012.
- [2] 교육부, *STEAM으로 꿈과 끼를 키우다: STEAM 교육 현황 및 정책방향*, 세종: 교육부, 2013.
- [3] 김민철, *미국의 STEM 교육 정책과 한국의 STEAM 교육 정책의 비교*, 전남대학교, 석사학위논문, 2013.
- [4] 백윤수, 김명민, 노석구, 박현주, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙, 최종현, *융합인재교육(STEAM) 실행방향 정립을 위한 기초연구*, 한국과학창의재단연구보고서, 2012.
- [5] C. K. Shin, E. Y. Kim, E. H. Hwang, K. O. Song, and M. J. Park, *A Study on the settlement plan of middle school free-learning semester* (RR 2014-17), Seoul: KEDI, 2014.
- [6] J. Ku, S. Kim, H. Lee, S. Cho, and H. Park,

- OECD Programme for International Students Assessment: An analysis of PISA 2015 Results, (Research Report RRE 2016-2-2)*, Seoul: KICE, 2016.
- [7] 박영순, "TIMSS 2015에서 과학 성취도와 흥미에 영향을 주는 교육맥락변인 분석," 한국과학교육학회지, 제38권, 제2호, pp.113-122, 2018.
- [8] 이해정, *STEAM형 자유탐구를 통한 창의 융합인재 육성*, 한국교육개발원, 2011.
- [9] 강창익, 강경희, 이상칠, "활동 중심 STEAM 프로그램이 중학생들의 과학 학습 흥미도에 미치는 효과," 과학교육연구지, 제37권, 제2호, pp.338-347, 2013.
- [10] National Research Council[NRC], *National science education standards: A guide for teaching and learning*, Washinton, DC: National Academy Press, 1996.
- [11] G. Pearson and A. T. Young, *Technically speaking: Why all Americans need to know more about technology*, Washington, DC: National Academies Press, 2002.
- [12] 배선아, 금영충, "공업계열 전문계 고등학교 활동 중심 STEM 교육프로그램 개발 모형," 실과교육연구, 제15권, 제4호, pp.345-368, 2009.
- [13] 배선아, "중학교 전기전자기술 영역의 활동 중심 STEM 교육프로그램 개발 및 적용," 대한공업교육학회지, 제36권, 제1호, pp.1-22, 2011.
- [14] 김성원, 박형용, 김영수, "중학교 과학영재 학생을 위한 융합인재 교육 프로그램의 개발과 적용: 3D 카메라 만들기," 한국생물교육학회지, 제44권, 제4호, pp.633-645, 2016.
- [15] 이효녕, 권영륜, 김성년, 손성호, 한옥신, 홍성구, 박병열, 전재돈, "과학교육과 연계된 통합교육의 국내 연구 동향 분석," 교과교육학연구, 제18권, 제2호, pp.295-319, 2014.
- [16] 권난주, 안재홍, "융합 및 통합 과학교육 관련 국내 연구 동향 분석," 한국과학교육학회지, 제32권, 제2호, pp.265-278, 2012.
- [17] 심재호, 이양락, 김현경, "STEM, STEAM 교육과 우리나라 융합인재교육의 이해와 해결 과제," 한국과학교육학회지, 제35권, 제4호, pp.709-723, 2015.
- [18] 양지혜, 홍승호, "생물사이의 에너지 흐름을 주제로 한 STEAM 프로그램 개발 및 적용 효과," 한국생물교육학회지, 제42권, 제3호, pp.249-264, 2014.
- [19] 금영충, 배선아, "STEAM 교육에 대한 초등교사의 인식과 요구," 대한공업교육학회지, 제37권, 제2호, pp.57-75, 2012.
- [20] 한혜숙, 이화정, "STEAM 교육을 실행한 교사들의 STEAM 교육에 관한 인식 및 요구 조사," 학습자중심교과교육연구, 제12권, 제3호, pp.573-603, 2012.
- [21] 김혜란, 최선영, "초등학교 환경과 에너지 교육을 위한 STEAM 프로그램의 개발과 적용: 3학년을 중심으로," 한국생물교육학회지, 제44권, 제3호, pp.514-522, 2016.
- [22] 양지혜, 최영미, 홍승호, "생물의 양분 생성과 수송을 주제로 한 STEAM 프로그램의 개발 및 적용 효과," 한국생물교육학회지, 제44권, 제3호, pp.523-537, 2016.
- [23] 김민영, 한신, 박태윤, "중학교 과학 교사와 학생들의 빛에 대한 인식과 이해 정도 분석," 대한지구과학교육학회지, 제8권, 제3호, pp.267-280, 2015.
- [24] 한신, 박태윤, Sohia Jeong, "가시광선, 자외선과 적외선에 대한 학생들의 개념," 대한지구과학교육학회지, 제8권, 제1호, pp.35-44, 2015.
- [25] J. C. Libarkin, A. Asghar, C. Crockett, and P. Sadler, "Invisible Misconceptions: Student Understanding of Ultraviolet and Infrared Radiation," *Astronomy Education Review*, Vol.10, No.1, pp.49-60, 2011.
- [26] 이효녕, 백소연, 이현동, "초등학교 비형식 과학 교육을 위한 융합인재교육(STEAM) 프로그램의 개발 및 적용: 빛 주제를 중심으로," 대한지구과학교육학회지, 제10권, 제2호, pp.122-139, 2017.
- [27] 김용기, 김형범, 조규동, 한신, "HTE-STEAM(융합인재교육) 프로그램 개발 및 효과: 자유학기제 수업 활용 사례를 중심으로," 대한지구과학교육학회지, 제11권, 제3호, pp.224-236, 2018.
- [28] 배성희, 김희수, "융합인재교육(STEAM) 프로그램이 중학생의 논리적 사고력에 미치는 효과," 대한지구과학교육학회지, 제10권, 제1호, pp.17-25, 2017.
- [29] 윤일규, *정보 교육의 문제해결과정에서 요구되는 논리적 사고력의 구성요소*, 고려대학교, 석사학위논문, 2010.
- [30] 최영준, 이원식, 최병순, "중·고등학생들의 논리적 사고력 형성에 관한 연구 I," 한국과학교육학회지, 제5권, 제1호, pp.1-9, 1985.
- [31] 박현주, 변수용, 심재호, 백운수, 정진수, "우리나라 초·중·고등학교의 STEAM 교육 운영 현황 실태조사,"

- 한국과학교육학회지, 제36권, 제4호, pp.669-679, 2016.
- [32] 이현동, 배태운, 이효녕, “지진에 대한 과학 탐구 기반의 STEAM 교육 프로그램 개발과 적용,” 한국지구과학회지, 제37권, 제7호, pp.476-488, 2016.
- [33] 한국과학창의재단, 2017년 융합인재교육(STEAM) 사업 성과 분석 연구[AD18030006], 2018.
- [34] 이지원, 박혜경, 김중복, “융합인재교육(STEAM) 연수를 통해 교수·학습 자료 개발 및 현장적용을 경험한 초등교사들의 인식조사,” 초등과학교육, 제32권, 제1호, pp.47-59, 2013.
- [35] 김영홍, 김진수, “국내 STEAM 교육 연구 논문의 현황 분석,” 대한공업교육학회지, 제42권, 제1호, pp.140-159, 2017.
- [36] 정현도, 이효녕, “중학교 자유학기제에 적합한 과학 탐구 중심의 융합인재교육 프로그램 개발 및 적용,” 과학교육연구지, 제41권, 제3호, pp.334-350, 2017.

저 자 소 개

한 신(Shin Han)



- 정회원
- 1999년 8월 : 춘천교육대학교 초등교육(교육학사)
 - 2009년 2월 : 고려대학교 지구과학교육과(교육학석사)
 - 2013년 2월 : 한국교원대학교 지구과학교육과(교육학박사)
 - 2013년 8월 ~ 현재 : 고려대학교

겸임교수

〈관심분야〉 : NOS, STEAM, 기후변화교육, 교실 담화

김 형 범(Hyoungbum Kim)



- 종신회원
- 2000년 2월 : 연세대 지구시스템과학과(이학사)
 - 2013년 12월 : 캐나다 오타와 대학교 협력연구원
 - 2014년 3월 : UQAM 과학교육연구소 박사후연구원
 - 2014년 9월 ~ 현재 : 충북대학교

지구과학교육과 교수

〈관심분야〉 : ESE, STE(A)M, 인공지능학습, 딥러닝