

ORIGINAL ARTICLE

# 자연재해 주제를 활용한 창의융합 HTE-STEAM(융합인재교육) 프로그램 개발 및 효과

한신<sup>1</sup> · 김용기<sup>2</sup> · 김형범<sup>2\*</sup>

(<sup>1</sup>고려대학교 겸임교수, <sup>2</sup>충북대학교 교수, <sup>2</sup>충북대학교 부교수)

## Development and Effect of Creative Convergence HTE-STEAM Program using Natural Disaster

Shin Han<sup>1</sup> · Yonggi Kim<sup>2</sup> · Hyoungbum Kim<sup>2\*</sup>

(<sup>1</sup>Korea University · <sup>2</sup>Chungbuk National University)

### ABSTRACT

The purpose of this study is to develop HTE-STEAM program using natural disasters for high school students and to verify their attitude and satisfaction with STEAM. We developed the HTE-STEAM program utilizing natural disasters and tested the effectiveness of 243 students from G High School and N High School. For data analysis, a single group pretest and post response t-test were conducted to verify the effects on attitudes and satisfaction with STEAM. The research results are as follows. First, we developed STEAM education programs for high school students by selecting the topic of “natural disasters” in the area of earth science and flying drones as lifesaving drones. The six-hour program was designed to give students the experience to solve problems by applying essential knowledge related to natural disasters and drones, and what they learned in other situations. Second, there was a significant statistical test result in the t-test of the corresponding sample by the difference between the pre and post score of the STEAM attitude test ( $p < .05$ ). The drone-based HTE-STEAM program had a significant improvement in the overall attitude toward STEAM education, which consists of seven subfactors. Third, in the HTE-STEAM satisfaction test, the average value of the lower job offer was 3.64 ~ 3.76, which showed a positive response overall. It is judged that the students' satisfaction is improved through the students' understanding of the problem situation and the design of creative convergence and production process.

**Key words** : creative convergence, earth science, hte-steam, natural disasters

## I. 서론

최근 지능정보화 기술이 급속히 발전함에 따라 학  
문간 융합화, 지식의 세계화, 기술의 복잡화가 이루어

지고 있으며, 향후 미래에 대한 예측가능성이 낮아지  
고 있다. 이처럼 우리 사회의 다양한 분야에서 활용되  
고 있는 지능정보화 기술은 최근 급속한 발전을 이루  
며 학교 현장 전반에 걸친 대변혁을 예고하고 있다(장

Received 30 November, 2019; Revised 16 December, 2019; Accepted 24 December, 2019

\*Corresponding author: Hyoungbum Kim, Chungbuk National University, 1  
Chungdae-ro, Seowon-Gu, Cheongju Chungbuk Chungcheongbuk-do, 28644, Korea  
E-mail: hyoungbum21@gmail.com

This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea  
and the National Research Foundation of Korea(NRF-2017S1A5A8021812) and  
Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity(KOFAC) funded  
by Korea government(MOE).

© 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.

덕호, 2017). 이에 '제4차 산업혁명에 대응한 지능정보 사회 중장기 종합대책'(미래창조과학부, 2016)에서는 '교원 양성 및 지능정보사회 교육 인프라 구축'에 관한 세부 정책을 제안하였으며, 지능정보사회에 걸맞은 창의교육을 수행하기 위한 교사 역량 개발의 필요성이 제기되고 있다. 즉 미래 교육은 창의적 아이디어와 과학 기술 경쟁력이 곧 국가경쟁력이므로 창의교육 패러다임에 맞는 교사 역량 개발의 필요성이 강조되고 있다(미래창조과학부, 2016). 향후 지능정보사회로 인한 학교 환경은 교사에게 새로운 역할을 요구할 것으로 전망되며, 나아가 지능정보화 기술이 다양한 교수·학습 방법과 융합되면서 발생하는 교수·학습 과정의 변화가 일어날 것이다(송진웅과 나지연, 2014). 따라서 창의교육을 통해 이러한 변화에 능동적으로 대처할 수 있는 교사의 역할이 그 어느 때보다 중요할 것으로 판단된다. 지능정보사회를 대비하고 창의교육의 실현을 위해 교사에게 필요한 역량은 미래 사회에 대한 이해, 미래 교수·학습 방향에 대한 이해와 실천, 다양한 학습 테크놀로지에 대한 이해와 개발 및 선정과 활용, 학습자원 및 학습활동의 탐색·연계·생성 등이 있다(교육부, 2016). 지능정보사회에서 지능정보화 기술은 그 자체로 의미가 있는 것이 아니라, 교육에 대한 방향성과 기술에 대한 이해를 바탕으로 학습자 요구와 수업 맥락이 학습 환경에 맞게 재구성하여 활용할 수 있는 창의적 교육이 실현될 때 의미가 있다(미래창조과학부, 2016). 그러므로 미래 지능정보사회를 대비한 창의교육의 실현을 위해 창의교육을 소재로 한 교육프로그램 개발이 필요하다.

이러한 필요성에 따라 이 연구에서는 여러 가지 지구과학 주제 중에서 '자연재해'를 선정하였다. 그 이유는 최근 빈번하게 발생하는 자연재해의 원인과 심각성을 지속적으로 홍보하고, 사전예방의 중요성을 강조할 필요가 있으며(Yamamura, 2012), 이러한 맥락에서 자연재해 교육은 정규 교육과정을 통해 교육할 필요가 있다. 왜냐하면 교육을 통해 습득된 자연재해에 대한 지식, 기능, 태도는 성인기까지 지속되며, 미국 위스콘신주의 교육과정에서 유치원 시절부터 자연재해에 대한 '지각적 인식'을 강조하는 것(Engelson & Yockers, 1994)은 이와 같은 맥락에서 이해할 수 있다.

최근의 자연재해와 관련된 연구를 살펴보면, 재해의 위험에 대비하기 위해 미국의 NACRRRA에서는 자연재해, 기술적 재해, 테러와 같은 재해에 대해 평상시

대비할 수 있도록 교사의 준비자세 및 학생 훈련에 대한 교육 프로그램 등을 제공하고 있다(NACRRRA, 2006a; 2006b). 또한 Shores et al.(2009)은 메타분석(meta-analysis)을 통해 유아들의 자연재해 능력 증진에 효과적인 안전교육 프로그램의 요소 추출 및 교육의 현황 등을 조사하여 자연재해관련 교육프로그램의 개발 및 지원에 관한 연구를 활발히 진행하고 있다. 또한 미국의 경우, 아동을 대상으로 자연재해 안전교육을 체계적으로 실시하고, 교육프로그램을 배포하는 70여개 이상의 국·공립기관, 연구기관, 대학연구기관 및 지역사회단체의 활동이 매우 활발히 이루어지고 있다(Gill et al., 2008). 국내에서는 과학교사 및 유아교사들을 대상으로 자연재해에 대한 인식(제갈금희, 2006; 한민경과 김수향, 2012), 초등학교 및 중학생들의 자연재해 인식(나정향, 2019; 한신과 이달희, 2019), 자연재해 교육방법(박은정, 2006), 자연재해 및 재난 관련 교수·학습 자료의 개발(권성기, 2001), 통합학습 학생들의 자연재해 교육(Oh & Kim, 2013)과 관련한 연구들이 이루어진바 있으나 대부분 분과적인 접근, 인식 연구 등에 한정하여 연구가 이루어졌다. 따라서 자연재해에 능동적으로 대처하는 효과적인 안전 교육을 위해서는 창의교육을 통한 수업프로그램의 개발이 절실히 필요하다. 특히 최근 우리나라에서 요구하고 있는 창의인재, 융합인재 및 지능정보사회에서 필요한 역량있는 인재를 길러내기 위해서는 세계 여러 나라들이 주력하고 있는 창의 교육 정책에 대해 알아보는 것이 중요하다.

미국의 New Classrooms 기관에서 개발한 'Teach to One: Math'은 현재 12개주 37개의 중·고등학교에서 활용되고 있는 맞춤형 학습 프로그램으로, 이 프로그램을 운영하는 학교에서는 교사들이 교육과정을 재구성하고, 교실 환경과 같은 물리적 환경을 재구조화하는 등의 창의교육을 통해 다수의 학생들에게 개인별 요구에 부응하는 개별화된 학습과정을 제공한다(Ready, 2014). 영국은 기술전략위원회(TSB: Technology Strategy Board)를 2007년 7월 설립하여 연구뿐만 아니라 창의교육의 일환으로 과학 기술과 새로운 사업 아이디어의 개발, 활용, 지원 및 교육 등을 장려하는 역할을 담당하게 하였으며, 과학혁신대학부(DIUS: Dept. for Innovation, Universities and Skills)를 2007년 10월에 신설 및 'The Race to the TOP' 보고서를 출판하게 하여 해외 우수인력 및 최고 과학자를 유치하기 위한 장학제도의 운영기금을 2008

년 3월에 조성하여 미래 창의교육을 실천하고 있다(한국과학창의재단, 2009). 핀란드에서는 「2016 국가 교육과정」을 마련하여 미래사회에 필요한 과학지식과 역량 개발을 위해 과학학습에 대한 참여를 향상시킬 수 있는 창의교육을 강조하고 있다(Finnish National Board of Education, 2016). 그리고 LUMA Joint National Action 프로그램을 마련하여, 기업과의 연계를 통한 투자를 통해 현장 교육의 강화와 학생들의 융합적 사고력을 키우기 위해 교육부 중심의 창의융합 교육을 실현하고 있다(Vihma & Aksela, 2014). 또한 싱가포르에서는 21세기 학생들이 신장시켜야 하는 중점 역량 즉 ‘프로젝트 과제(Project Work)’를 제시하여 융합 교육에 대한 필요성을 교육과정에 포함시켜 창의융합 교육을 실현하려 노력하고 있다(Tan et al., 2017).

한편, 창의교육에 관한 국내연구를 살펴보면, 교육부(2016)는 ‘지능정보사회에 대응한 중장기 교육정책의 방향과 전략’을 통해 초·중등 지능형 학습플랫폼 구축, 민관 합동 교육콘텐츠 오픈마켓 조성, 세계 수준의 첨단 미래 학교 육성 프로젝트 추진, 초·중·고 및 대학의 창의 교육 활성화 등의 세부 정책을 제안하였다. 한국과학창의재단(2009)은 2015 개정 교육과정에 따른 ‘수학·과학 교육과정 및 교과서 개발’의 지원사업을 통해 실험·탐구 중심의 과학교재를 연구·개발하여 학습자들이 수학·과학에 대한 흥미, 창의성, 탐구심을 기를 수 있도록 지원하고 있다. 특히 교재의 특징으로 생활 중심의 과학 교수-학습, 과학적 탐구에 기반을 둔 수업, 구성원 간의 상호작용 강조, 탐구 주제 및 읽기 자료에 미래 과학 및 과학기술 내용의 적극적 도입을 통해 미래사회에 적극적이고 능동적으로 대처할 수 있는 역량을 반영하였다(한국과학창의재단, 2009). 또한 교육부(2017)는 창의교육을 활성화하기 위해 초등·중등학교에 창의적 체험활동을 2011년에 도입하여 운영하고 있으며, 이후 자유학기제를 도입 및 확대 적용하여 학생들의 창의적 학습활동을 도모하고 있다. 특히 교육부(2015)는 2015 개정 교육과정을 통해 미래를 대비하는 인재를 길러내기 위한 중요한 핵심역량으로 창의성을 강조하였다. 지금까지의 국내·외 선행연구를 살펴보면, 지능정보사회에서 지능정보화 기술은 그 자체로 의미가 있는 것이 아니라, 교육에 대한 방향성과 기술에 대한 이해를 바탕으로 학습자 요구와 수업 맥락 등 학습 환경에 맞게 재구성하여 활용할 수 있는

창의교육이 실현될 때 의미가 있다. 따라서 이 연구에서는 그동안 지구과학교육에서 많이 다루지 않았던 ‘자연재해’ 주제를 선정하였으며, 창의교육을 위한 융합인재교육(STEAM) 프로그램을 개발 및 학교현장에 적용하여 그 효과성을 알아보았다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 참여자

이 연구에서 개발된 융합인재교육(STEAM) 프로그램은 경기도 소재 G 고등학교 2학년 학생 167명, 대전시 N 고등학교 76명, 총 243명을 대상으로 교육과정 운영 시간 내에서 교과를 통합하여 STEAM 프로그램을 투입하였다. 이 프로그램에 참여한 고등학생들은 학교장 및 학부모 동의 절차를 거쳤고, 고등학생들의 자발적인 참여 의사를 확인한 후 이 연구에 참여하였다.

### 2. 연구절차

이 연구의 절차는 Fig. 1과 같다.

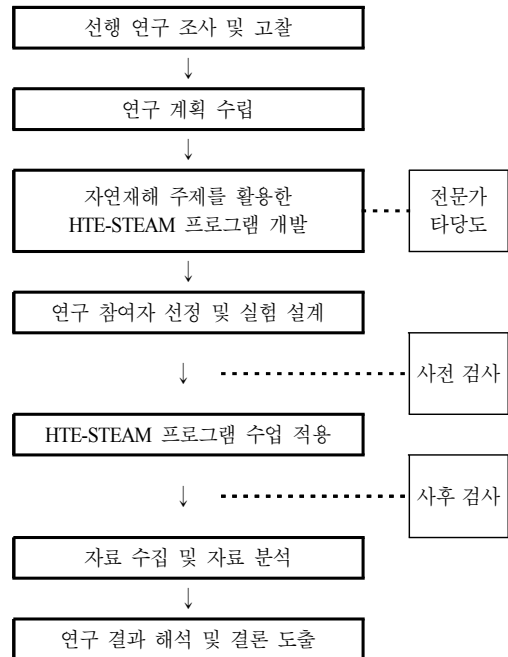


Fig. 1. Research process

우선, 선행 연구 조사를 통해 ‘자연재해’ 주제를 활용한 창의적 사고 기법의 HTE(Here, There, & Everywhere)의 이론적 고찰 및 STEAM 프로그램의 탐색에 의한 HTE-STEAM 프로그램을 최종 개발하였다. 개발된 프로그램의 현장 적합도를 높이기 위해 Rubinstein(1995)이 제시한 과학교육 전문가에 의한 타당도 및 학교현장에서의 불일치를 줄이면서 프로그램의 적합도를 높이기 위한 방안으로 Pilot test를 실시하였다.

최종 개발된 HTE-STEAM 프로그램의 현장 적용을 위하여 연구 참여자를 선정하였고, 개발된 HTE-STEAM 프로그램은 G 고등학교와 N 고등학교의 지구과학 교사 2인이 총 6차시의 수업을 진행하였다. 마지막으로 효과성을 검증하기 위해 STEAM에 대한 태도 검사지와 만족도 검사 실시하였다. STEAM에 대한 태도는 단일집단 사전사후 검사(t-검정)를 실시하였으며, 실험 설계는 Table 1과 같다.

Table 1. Research design

G	O <sub>A</sub>	X	O <sub>A</sub> , O <sub>B</sub>
---	----------------	---	---------------------------------

G : 실험 집단

O<sub>A</sub> : STEAM에 대한 태도 검사

O<sub>B</sub> : STEAM 만족도 검사

X : 개발한 프로그램의 적용

### 3. 자료 수집

이 연구에서는 HTE의 이론적 고찰과 STEAM 프로그램의 탐색을 토대로 초기 HTE-STEAM을 구안하였다. 우선, STEAM의 준거틀인 상황 제시, 창의적 설계, 감성적 체험에 창의적 사고 기법의 HTE의 이론적 원리(Arcand & Watzke, 2014)와 수업이론을 통해 HTE-STEAM 프로그램을 개발하였다. 따라서 HTE의 수업 이론은 다음과 같다. Here는 ‘현상에 대한 이해’로 주어진 문제 상황에 대해 비유를 활용하여 우리 주변 현상에 대한 소재를 확인하고 이에 대한 문제를 발견하는 단계이다. 다음으로 There는 ‘개념과 원리 발견’으로 소재에서 나타난 현상을 이해하고 이에 대한 아이디어를 발견하는 단계이며, 아이디어는 현상을 이해하는데 사용되는 개념과 원리를 의미한다. 마지막으로 Everywhere는 ‘다른 문제 상황에 적용’으로 제시된 아이디어를 활용하여 현 상황의 해결방법을 발견함과 동시에 다른 유사한 문제 상황에 적용하는 단계로 설명할 수 있다. 따라서 이 연구에서는 HTE를 적용한 STEAM

프로그램을 구안하였으며, 구안된 프로그램은 Pilot test를 통한 학생들의 인식과 전문가 검토과정의 타당도를 토대로 최종 HTE-STEAM 프로그램을 구안하였다. 또한 개발된 프로그램의 효과성을 검증하기 위해 STEAM에 대한 태도 검사지를 사전·사후에 실시하였으며, 만족도 검사지를 사후에 실시하여 자료를 수집하였다.

### 4. 검사 도구 및 자료 분석

이 연구에서는 HTE-STEAM 프로그램에서 추구하는 STEAM에 대한 태도 검사지와 만족도 검사지를 사용하였다. 이 연구에서 선정한 검사 도구들은 융합인재교육의 최근 연구들에서 활용되고 있는 검사도구들(김미정과 홍준의, 2019; 한신과 김형범, 2019), STEAM 교육프로그램에 참여한 학생들의 STEAM 관련 태도와 이에 대한 만족도를 이해할 수 있다.

#### 가. STEAM에 대한 태도 검사지

이 연구에서는 한국과학창의재단(2017)에서 개발한 검사 도구를 사용하였다. 이 도구는 정의적 영역 중심의 흥미, 배려, 소통, 유용성 및 가치 인식, 자아개념, 자아 효능감, 이공계 진로선택을 하위구인으로 하여 4단계의 리커트 척도 40문항으로 구성되어 있다. 이 도구의 하위 구인과 문항 구성은 Table 2와 같다.

Table 2. The sub-construct of STEAM attitudes test

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

Table 3. The sub-construct of STEAM satisfaction test

하위 구인	내용	문항	문항수
만족도	STEAM 수업에 만족하는가?	1	3
	앞으로도 STEAM 수업을 지속적으로 받고 싶은가?	8	
	STEAM 수업의 ‘만족도’에 대한 소문항 (18개)	9	
흥미	STEAM 수업은 재미있었는가?	2	2
	STEAM 수업 활동에 적극적으로 참여하였는가?	3	
수업 전반	STEAM 수업의 내용 수준	4	4
	전에 받았던 수업과 오늘 참여한 STEAM 수업의 가장 큰 차이점	5	
	STEAM 수업에서 좋았던 점	6	
	STEAM 수업 중 가장 어려웠던 점	7	
합계			9

나. STEAM 만족도 검사 도구

이 연구에서는 활동중심 STEAM 교육프로그램의 만족도를 알아보기 위해 한국과학창의재단(2017)의 만족도 조사 검사지를 활용하였다. 이 도구는 5단계의 리커트 척도 9개의 문항(소문항 18개)으로 구성되어 있다. STEAM 만족도의 하위 구인은 만족도(3문항), 흥미(2문항), 수업전반(4문항)이며, 검사 도구의 구성은 Table 4와 같다. 이 검사 도구의 Cronbach alpha 값은 .86이며, 이 검사 도구는 HTE-STEAM 프로그램의 만족도 뿐만 아니라 STEAM 수업의 수준 및 장점과 단점에 관련된 문항으로 구성되어 있다(Table 3).

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 자연재해 주제를 활용한 HTE-STEAM 프로그램의 개발 결과

‘자연재해’와 관련된 주제의 경우 교육과정 내에서 연계성이 높고, 학생의 수준과 특성에 맞게 구성할 수 있는 장점이 있다. 이 연구에서는 2015 개정 교육과정의 통합 주제 중 ‘자연재해와 안전’을 고등학생을 위한 수업 주제로 선정하였다. 이 주제는 창의적 사고역량, 지식정보처리역량 및 심미적 감성역량 향상을 교육과정 목표로 삼고 있다. 특히 ‘자연재해’와 관련된 주제는 심미적이고 감성적인 측면을 강화하기 위해 ‘공감과 공유’라는 활동도 포함하고 있다. 이에 HTE-STEAM 프로그램에서는 학생들이 스스로가 드론 인명 구

조사가 되어 자연재해 가상 시나리오를 작성하고, 시나리오에 맞는 드론 코딩을 실시하여 드론을 비행해 보는 Hands-on 활동으로 구성하였다. 이러한 활동을 통해 학생들은 스스로 자연 재해의 원인을 파악하고, 최신 과학기술을 활용해 자연 재해의 피해를 줄이기 위한 드론 코딩을 구성하고 드론 비행을 실시하는 과정을 포함시켰다. 각 차시별 주요 학습 내용은 Table 4와 같다.

1~2차시는 STEAM의 ‘상황 제시’ 단계로 이루어져 있다. 수업 시작단계로 이 수업에서 배워야 할 학습내용과 관련한 현상이나 개념에 대해 비유나 은유를 활용하여 학습자들이 이와 비슷한 경험이나 사례를 찾아 표현하게 하는 학습자 중심의 ‘Here’ 수업 단계이다. 따라서 과학기술의 발달과 드론의 활용 사례를 소개하며, 드론의 비행 원리에 대해 탐구한다. 특히, 드론의 비행 원리를 알아볼 때 비유에 의한 사례를 중심으로 마인드 맵(Mind map)을 활용해 아이디어를 작성한 후, 그것을 토대로 조별로 토의하고 서로의 생각을 공유할 수 있도록 하였다. 그리고 드론 코딩이 무엇인지를 학습하면서 코딩을 연습하는 시간으로 이루어져 있다.

3~4차시는 ‘창의적 설계’ 단계이며, 학습자 스스로 찾은 경험이나 사례 등의 현상에서 포함된 개념이나 원리를 발견하게 하는 ‘There’의 수업 단계로 수업의 상황에 따라 교수자가 개입하여 개념을 정리하도록 돕는다. 즉 모듈별로 우리나라에서 일어날 수 있는 자연재해 한 종류를 선택하고, 상황에 맞는 가상 시나리오를 작성하도록 한다. 그리고 자연 재해 상황에서 인명을 구조하기 위한 드론이 갖추어야 하는 기능이 무엇인지 구상하는 활동을 실시하였고, 그 상황에 맞는 드론을 디자인 하였다.

Table 4. The framework of HTE-STEAM program using natural disaster

차시	STEAM 준거틀	차시별 교수·학습 내용	중심 교과	STEAM 요소
1 ~ 2	상황 제시 (Co)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 우리나라에서 일어난 자연 재해 피해 사례를 조사해 보도록 한다.</li> <li>• 자연 재해가 발생했을 때 생길 수 있는 사례와 우리가 대처할 수 있는 방안에 대해 생각해 보도록 한다. ①</li> <li>• 인명구조사에 대해 소개한다.</li> <li>• 과학기술의 발달과 드론의 활용 사례에 대해 소개하고 드론의 비행 원리와 실제 적용에 관한 유사한 사례를 조사해 보도록 한다. ②</li> <li>• TELLO 어플을 이용하여 드론 코딩을 연습한다.</li> </ul>	과학 수학 사회 기술	③④⑤⑥
3 ~ 4	창의적 설계 (Cd)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 모둠별로 우리나라에 일어날 수 있는 자연 재해를 결정하고 상황에 맞는 가상 시나리오를 작성한다.</li> <li>• 자연 재해 상황에서 인명을 구조하기 위해 드론이 갖춰야 할 기능을 결정하고 설계도를 작성한다. ①</li> <li>• 가상 시나리오에서 드론이 비행할 경로를 드론의 작동원리를 고려하여 좌표(그래프)를 작성한다. ②</li> <li>• 가상 시나리오 맞게 TELLO 어플을 이용하여 코딩한다.</li> <li>• 드론을 모의 비행시키면서 코딩과 시나리오를 수정 보완한다.</li> </ul>	과학 수학 기술	③④⑤⑥
5 ~ 6	감성적 체험 (Et)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 모둠별로 설정한 자연 재해와 가상 시나리오 및 코딩에 대해 발표하고 공유한다.</li> <li>• 자연재해와 관련하여 드론이 사용될 수 상황과 드론의 원리가 이용 및 활용될 수 있는 사례에 대해 스토리보드를 작성해 본다. ③</li> <li>• 드론을 비행시키고 평가를 실시한다.</li> </ul>	과학 기술	③④

①Here, ②There, ③Everywhere; ④Science 과학, ⑤Technology 기술, ⑥Engineering 공학, ⑦Art 예술, ⑧Math 수학  
Co: Context 상황 제시, Cd: Creative Design 창의적 설계, Et: Emotional Touch 감성적 체험

마지막으로 5~6차시는 ‘감성적 체험’ 단계로 아이 디어 발견에서 얻은 개념 및 원리를 중심으로 주어진 문제 및 새로운 문제 상황에 적용하여 문제를 해결하는 학습자 중심의 ‘Everywhere’의 수업단계이다. 따라서 드론을 만들기 위해 구체적인 모양을 구성하고 크기를 정하는 등 만드는 과정과 계획에 따라 창의적인 용품을 제작하고 완성하는 단계이다. 그리고 학생들이 직접 손으로 만든 드론을 통해 인명을 구조할 수 있다는 자신감과 그 과정이 드러나는 글쓰기까지 수행하며, 피드백을 통해 만들어진 창의적 산출물의 문제점을 수정·보완하는 평가를 하게 된다. 수업에 활용한 활동지 일부를 제시하면 Fig. 2와 같다.

2. HTE-STEAM 프로그램의 STEAM 태도 분석

이 연구에서는 STEAM 프로그램을 고등학교에 적용한 후, 고등학생들의 STEAM 교육에 대한 태도에는 어떠한 차이가 나타나는지 알아보았다. 이를 위해 STEAM 프로그램 수업의 시작 전과 후에 실시한 STEAM 태도 검사의 점수 차에 의한 대응표본 t검정은 Table 5와 같다.

STEAM 태도 검사의 사전·사후 점수 차에 의한 대응표본 t검정에서 모두 유의미한 통계적 검정 결과를 나

2~3/4  
차시

**자연 재해 가상 시나리오 작성하기**

☐ 자연 재해의 종류 결정

1) 천 시간에 작성한 우리나라에서 발생한 자연 재해를 모둠별로 정리하고 가상 시나리오를 작성할 종류 한 가지를 결정해 봅시다.

구분	모둠원1	모둠원2	모둠원3	모둠원4
개인별 작성한 자연 재해 (1단원 관련)				
우리 모둠이 결정한 자연 재해 (모듬명 (이유 포함))				

2) 앞으로의 수업 과정을 살펴보고 모듬이 해결해야 할 과제들을 나열해 봅시다.

수업 과정	해결해야할 과제	담당자
자연 재해 가상 시나리오 작성		
시나리오에 맞는 드론 기능		
시나리오 속 드론 비행 경로 표현		
드론 코딩		
모의 주행		

Fig. 2. Students' activity worksheet

Table 5. Result of independent *t*-test about STEAM attitudes (n=243)

하위 구인	time	Mean	SD	<i>t</i>	<i>p</i>
흥미	Pre	2.6037	0.51123	-15.200	.000*
	Post	2.9806	0.51330		
배려	Pre	2.7704	0.58263	-12.529	.000*
	Post	3.0778	0.52992		
소통	Pre	2.7678	0.56717	-12.511	.000*
	Post	3.0852	0.53917		
유용성	Pre	2.7633	0.61719	-12.309	.000*
	Post	3.0940	0.54498		
자아 개념	Pre	2.5537	0.63541	-13.425	.000*
	Post	2.9587	0.63837		
자아 효능감	Pre	2.6255	0.65069	-10.935	.000*
	Post	2.9475	0.66045		
이공계 진로선택	Pre	2.6973	0.58292	-13.684	.000*
	Post	3.0640	0.57573		

\**p*<.05

타내었다(*p*<.05). 또한 흥미, 배려, 소통, 유용성, 자아 개념, 자아 효능감, 이공계 진로 선택에 대한 사전·사후의 평균값의 차이는 각각 .377, .307, .317, .331, .405, .322, .367점 향상된 것으로 나타났다. 이러한 결과로 미루어 볼 때 자연재해를 주제로 한 창의융합 HTE-STEAM 프로그램이 고등학생들의 STEAM 태도 변화에 효과가 있음을 보여준다. 또한 이러한 연구 결과는 STEAM 프로그램이 학생들의 STEAM 태도에 긍정적인 효과가 있다는 연구결과(김미정과 홍준의, 2019; 이상균, 2017; 이상균과 김순식, 2013; 이용섭과 김윤경, 2012; 한신과 김형범, 2019)와 유사한 결과를 보인다. 연구 참여자들은 학생들 스스로 HTE-STEAM 프로그램을 이수하는 동안 동기유발 및 흥미를 느끼면서 여러 가지 문제를 해결했던 것으로 판단된다. 특히 드론을 활용한 최신 기술을 활용하여 자연재해로 고립된 사람을 구출하기 위한 문제를 해결하는 과정 속에서 모듈원들과 지속적인 상호 과정을 통해 문제해결에 필요한 여러 가지 아이디어를 산출했을 것으로 파악된다. 이는 HTE-STEAM 교육 프로그램에 참여한 연구 참여자들이 문제를 해결하는데 필요한 창의융합적 사고를 기르고, 모듈에 의한 상호 작용 속에서 소통과 배려에 대한 융합인재소양을 배울 수 있다는 연구결과들(강창익 외, 2013; 김영홍과 김진수, 2017)의 선행연구와도 일치하는 결과이다.

하위 구인 중 ‘흥미’와 관련된 사전, 사후 평균값은

약 .38점 향상되어, 가장 많은 변화를 나타내었다. 이는 자연재해로 인해 위험에 처한 인명을 구조하기 위한 주제가 실생활과 연관이 되는 주제이고, 학습자들이 실생활의 문제를 해결하는데 자신의 지식을 활용하고, 탐구 및 실험하는 과정에서 나타난 결과라 사료된다. Table 5의 ‘이공계 진로 선택’ 경우 사전, 사후 평균값이 약 0.37 점 향상되었다. 이는 자연재해와 코딩을 융합하여 교육한 결과, 연구 참여자들이 과학과 수학 뿐만 아니라 정보 교과에 대한 흥미를 갖게 되었으며, 진로 선택에 있어 긍정적인 영향을 미쳤던 것으로 해석된다.

### 3. HTE - STEAM 프로그램의 STEAM 만족도 분석

HTE-STEAM 프로그램에 대한 만족도 조사의 결과는 Fig. 3과 같다.

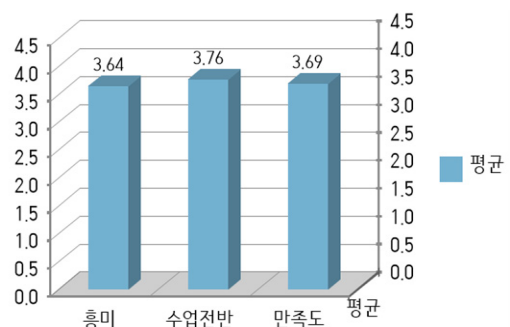


Fig. 3. Students' STEAM satisfaction test

Fig. 3에서 보는 바와 같이 STEAM 만족도의 하위 구인 ‘흥미’의 평균은 리커트 척도 5점 중 3.64점으로 나타났다. 이러한 결과는 다른 STEAM 프로그램의 연구 결과들(이상균, 2017; 이상균과 김순식, 2013; 이용섭과 김윤경, 2012)과 비교해 보았을 때, 다소 낮은 점수를 나타내었다. 이는 다른 선행연구들의 경우 대부분 초등학생 또는 중학생들을 대상으로 한 연구들이 대부분이어서 초등·중등 학생들에게 흥미를 불러일으키는 요인이 고등학생들보다 더 높았을 것으로 사료된다. 이 연구는 고등학생들을 대상으로 한 연구이기 때문에, 이 연구에 참여했던 학생들이 대입과 관련된 준비과정을 병행하였다는 점, 대입 과목과 별개의 교육을 받는 것에 대해 교육 초기에 거부감이 컸던 것으로 판단된다. 그러나 대부분의 학생들은 새로운 학습 방법에 적극 참여하였고, ‘만족도’의 질문 중 지속적으로 HTE-STEAM 교육을 받고 싶다는 응답을 많이 하였다. 이와 관련하여 학생들이 만족도 설문지에 응답했던 내용은 다음과 같다.

자연재해, 드론... 들어본 적만 있고, 깊이 생각 안 해 봤다. 또, 드론을 실제로 조작해 본 적이 없었는데, 이번 기회를 통해 확실하게 조작법을 알았다. 그리고 인명을 구조하는데도 사용할 수 있다는 새로운 사실도 알게 되어, 드론에 대해 관심을 갖게 되었다. (유○○)

드론이라는 것이 있다는 것은 알았지만 자세하게는 몰랐다. 특히 드론은 장난감이라고만 생각했다. 하지만 이번 활동을 통해서 드론을 위험한 상황에 처한 사람을 대상으로 활용할 수 있다는 것을 알게되었다. (김○○)

자연재해를 깊이 생각해 본적이 없는데 드론을 여기에 이용하는 것에 흥미를 갖게 되었다. (이○○)

이러한 응답으로 미루어 볼 때, 자연재해를 활용한 HTE-STEAM 프로그램을 통해 자연재해 및 드론에 대한 이해 및 관심도가 크게 증가하였음을 알 수 있었고, 자연재해의 심각성과 드론에 대한 인식이 긍정적으로 변화되었음을 알 수 있다.

또한 기존 과학 수업에서 다루지 않았던 실제적인 ‘자연재해’ 문제를 수업주제로 제시하여 이를 해결하기 위한 문제 및 해결방안에 대해 HTE-STEAM 프로그램에 참여한 학생들이 관심을 가질 수 있게 되었고, 이

에 HTE-STEAM 프로그램에 대해 학생들이 긍정적으로 생각하고 있음을 알 수 있었다. 이에 대한 학생들이 만족도 설문지에 응답했던 내용은 다음과 같다.

TV에서나 보았던 자연재해로 사람이 위험에 처할 수 있다는 점에 처음엔 당황했다. 그러나 이 교육을 통해 나도 그럴 수 있겠다 생각에 더 적극적으로 참여했다. (강○○)

자연재해로 인한 인명 구조사라고 해서 처음엔 조금 의아했지만, 드론과 같은 장비로 문제를 해결할 수 있다는 점이 흥미로웠다. 그래서 더 열심히 참여했던 것 같다. (김○○)

Fig. 3과 같이, 만족도 설문지의 하위 구인 중 내용 수준과 다른 수업과의 차이점을 포함하는 수업 전반 요인과 STEAM 프로그램 수업에 대한 전반적인 만족도 요인의 리커트 척도 평균은 3.76점과 3.69점이었다. 이러한 이유는 학생들이 새로운 개념을 알게 되고, 친구들과의 상호작용을 통해 새로운 개념을 알게 되어 지식을 확장시키는 것에 만족감을 느낀 것으로 판단된다. 이는 이 연구에 참여했던 연구 참여자들이 본 수업에 긍정적 반응을 보였을 것으로 판단된다.

#### IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 드론을 활용하여 ‘자연재해’를 주제로 한 HTE-STEAM 프로그램을 개발하고, 이를 고등학교 현장에 적용하여 이에 대한 효과성을 알아보고자 하였다. 이 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 고등학생을 대상으로 지구과학 영역의 ‘자연재해’ 주제를 선정하여 드론 인명 구조사가 되어 드론을 비행하는 HTE-STEAM 교육프로그램을 개발하였다. 총 6차시로 구성된 프로그램은 자연재해 및 드론과 관련된 필수 지식과 다른 상황에 학습한 내용을 적용하여 문제를 직접 해결할 수 있는 경험을 학생들이 직접 체험 및 해결 할 수 있도록 구성하였다. 이 연구에서 개발한 HTE-STEAM 교육프로그램의 자료는 6차시의 수업 진행을 위한 자료로서 학교 교육 현장에서 활용할 수 있도록 수업지도안, 학생 활동지, 드론과 관련된 자료를 정리한 유인물 및 수업에 도움을 줄 수 있



는 멀티미디어 자료들로 구성하였다.

둘째, STEAM 태도 검사의 사전·사후 점수 차에 의한 대응 표본  $t$ 검정에서 모두 유의미한 통계적 검정 결과를 나타내었다( $p < .05$ ). 드론을 활용한 HTE-STEAM 프로그램은 수업적용 전·후에 7개 하위 구인으로 구성된 STEAM 교육에 대한 태도 전반에 걸쳐 유의미한 향상 효과가 있었다. 연구 참여자들은 학생들 스스로 HTE-STEAM 프로그램을 이수하는 동안 동기유발 및 흥미를 느끼면서 여러 가지 문제를 해결했던 것으로 판단된다. 또한 드론을 활용한 최신 기술을 활용하여 자연재해로 고립된 사람을 구출하기 위한 문제를 해결하는 과정 속에서 모둠원들과 지속적인 상호작용을 통해 문제해결에 필요한 여러 가지 아이디어를 산출하였고, 학생이 문제 상황을 스스로 이해하고, 창의적인 설계 및 제작과정에서 STEAM 교육에 대한 태도가 높아진 것으로 판단된다.

셋째, HTE-STEAM 프로그램 적용 후에 실시한 만족도 검사에서는 자연재해 및 드론에 대한 학생들의 이해와 관심이 크게 증가하였다. 특히 하위 구인의 평균값이 3.64~3.76을 나타내었는데, 이는 전체적으로 긍정적인 반응을 보여주었음을 의미한다. 대부분의 학생들은 새로운 학습 방법에 적극 참여하였고, ‘만족도’ 요인의 질문 중 지속적으로 계속 교육 받고 싶다는 응답을 많이 하였다. 이는 자연재해를 활용한 HTE-STEAM 프로그램을 통해 학생들의 자연재해 및 드론에 대한 이해 및 관심도가 크게 증가하였음을 나타낸다. 따라서 이 연구에서 개발한 HTE-STEAM 프로그램은 학생들이 수업을 통해 자연재해의 심각성에 대해 이해하고, 드론에 대한 인식이 긍정적으로 변화되었음을 의미한다.

이러한 연구 결과를 바탕으로 이 연구의 제언은 다음과 같다.

첫째, 자연재해를 활용한 HTE-STEAM 프로그램이 다양한 영역과 대상을 중심으로 개발 및 적용될 필요가 있다. 둘째, 일반화를 위해 다양한 주제를 포함하는 HTE-STEAM 프로그램의 개발이 이루어져야 할 것이다.

## 국문요약

이 연구의 목적은 고등학생들을 대상으로 한 자연재해 활용 HTE-STEAM 프로그램을 개발하여, 그들의

STEAM에 대한 태도와 만족도 변화를 검증하는데 있다. 자연재해를 활용한 6차시의 HTE-STEAM 프로그램을 개발하였고, 경기도 G 고등학교와 세종시 N 고등학교에 재학 중인 243명을 대상으로 효과성을 검증하였다. 자료 분석은 단일집단 사전, 사후 대응표본  $t$ 검정을 실시하여 STEAM에 대한 태도 및 만족도에 대한 효과를 검증하였다. 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 고등학생을 대상으로 지구과학 영역의 ‘자연재해’ 주제를 선정하여 드론 인명 구조사가 되어 드론을 비행하는 STEAM 교육프로그램을 개발하였다. 총 6차시로 구성된 프로그램은 자연재해 및 드론과 관련된 필수 지식과 다른 상황에서 학습한 내용을 적용하여 학생들이 주어진 문제를 직접 해결하도록 하는 경험을 제공하는 프로그램으로 구성하였다. 둘째, STEAM 태도 검사의 사전·사후 점수 차에 의한 대응 표본  $t$ 검정에서 모두 유의미한 통계적 검정 결과를 나타내었다( $p < .05$ ). 드론을 활용한 HTE-STEAM 프로그램은 7개 하위 구인으로 구성된 STEAM 교육에 대한 태도 전반에 걸쳐 유의미한 향상 효과가 있었다. 셋째, HTE-STEAM 만족도 검사에서는 하위 구인의 평균값이 3.64~3.76을 나타내어 전체적으로 긍정적인 반응을 나타내었다. 학생이 주어진 문제 상황을 스스로 이해하고, 이를 해결하기 위한 창의융합적인 설계 및 제작과정을 통해 학생들의 만족도가 높아진 것으로 판단된다.

주제어: 창의융합, 지구과학, HTE-STEAM, 자연재해

## References

- 강창익, 강경희, 이상철(2013), 활동 중심 STEAM 프로그램이 중학생들의 과학 학습 흥미도에 미치는 효과. 과학교육연구지, 37(2), 338-347.
- 교육부(2015). 초·중등학교 교육과정 총론[교육부 고시 제2015-74]. 세종: 교육부.
- 교육부(2016). 지능정보사회 지능정보사회에 대응한 중장기 교육정책의 방향과 전략(試案)[교육부 보도자료(2016.12.23.)]. 세종: 교육부.
- 교육부(2017). 고교학점제 추진 방향 및 연구학교 운영계획 발표[교육부 보도 자료(2017.11.27.)]. 세종: 교육부.
- 권성기(2001). 우리나라의 대규모 재난 사고를 주제로 한

- 중등과학 교수-학습 자료의 개발에 관한 연구. 교과 교육공동연구소.
- 김미정, 홍준의(2019). 고등학생을 위한 항공기, 공항 관련 융합인재교육(STEAM) 프로그램 개발 및 적용 효과. 한국생물교육학회지, 47(3), 384-392.
- 김영홍, 김진수(2017). 국내 STEAM 교육 연구 논문의 현황 분석. 대한공업교육학회지, 42(1), 140-159.
- 나정향(2019). 초등학생들의 자연재해에 대한 인식의 사회과교육적 의미. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 미래창조과학부(2016). 제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책. 미래창조과학부 보도자료 (2016.12.29.). 세종: 교육부.
- 박은정(2006). 자연재해에 관한 영상자료가 초등학생들의 과학에 대한 태도에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 송진웅, 나지연(2014). 창의융합의 과학교육적 의미와 과학 교실문화의 방향. 교과교육학연구, 18(3), 827-845.
- 이상균(2017). 과학과 Eco-STEAM 수업이 초등학생들의 환경소양과 STEAM 태도에 미치는 효과. 대한지구과학교육학회지, 10(1), 62-75.
- 이상균, 김순식(2013). 지역체협자원을 활용한 STEAM수업이 과학적 태도와 융합인재소양에 미치는 효과. 대한지구과학교육학회지, 6(3), 261-270.
- 이용섭, 김윤경(2012). 과학 기반 STEAM의 '날씨와 우리 생활' 학습이 창의적 사고 및 창의적 인성에 미치는 효과. 대한지구과학교육학회지, 5(2), 204-212.
- 장덕호(2017). 지능정보사회에서 학교교육체제 혁신 방향과 과제 탐색을 위한 시론적 연구. 디지털융복합연구, 15(12), 127-136.
- 제갈금희(2006). 고등학교 지구과학 교과서의 자연재해 내용분석 및 과학교사의 인식조사. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 한국과학창의재단(2009). 국내외 수학·과학 및 창의교육 정책동향 및 교육사례 조사 분석. 서울: 한국과학창의재단.
- 한국과학창의재단(2017). 융합인재교육(STEAM) 사업 성과 분석 연구[AD18030006]. 서울: 한국과학창의재단.
- 한민경, 김수향(2012). 유아교육기관에서의 자연재해 안전교육 실태 및 교사의 인식 분석: 대구 및 경북을 중심으로. 유아교육학논집, 16(1), 135-162.
- 한신, 김형범(2019). 초등학생을 위한 활동중심 STEAM 교육프로그램의 개발 및 적용: '자외선' 주제를 중심으로. 한국콘텐츠학회논문집, 19(6), 513-523.
- 한신, 이달희(2019). 기후변화에 따른 자연재해에 대한 중학생들의 인식 연구. 에너지기후변화교육학회지, 9(2), 161-171.
- Arcand, K. K., & Watzke, M. (2014). Here, there & everywhere: Science through metaphor, near and far. *Science Communicating Astronomy with the Public Journal*, 15(1), 8-9.
- Engelson, D. C., & Yockers, H. (1994). *A guide to curriculum planning in environmental education*. Milwaukee, Wisconsin: Wisconsin Department of Public Instruction.
- Finnish National Board of Education. (2016). *A draft of the national core curriculum for basic education*. Helsinki: National Board of Education.
- Gill, S., Gulsvig, L., & Peek, L. (2008). Children and disasters annotated resource list. *Children, Youth and Environments*, 18(1), 485-510.
- NACCRRRA. (2006a). *Disaster Preparation*, Child Care Bureau, U.S. Department of Health and Human Services.
- NACCRRRA. (2006b). *Is Child Care Ready?*, Child Care Bureau, U.S. Department of Health and Human Services.
- Oh, S. H., & Kim, H. G. (2013). Effect of education of natural disaster on eco-friendly attitude of children in integrated class in the lower grades in elementary school. *The Korea Contents Association*, 13(11), 1004-1013.
- Ready, D. (2014). *Student mathematics performance in the first two years of teach to one: Math*. New York: Teachers College, Columbia University.
- Rubinstein, M. F. (1995). *Patterns of problem solving* (2nd ed). New York: Prentice-hall.
- Shores, E. F., Grace, C., Barbaro, M. C., & Flenner, M. (2009). Putting young children on disaster maps: The challenges of child care data integration. *Journal of Emergency Management*, 5, 47-56.
- Tan, L. T., Goh, B., Subramaniam, S., & Ramanathan, O. (2017). *Engaging secondary school students in authentic research projects based on environmental science theme*. Singapore: National Institute of Education.
- Vihma, L., & Aksela, M. (2014). *Inspiration, Joy, and*

Support of STEM for Children, Youth and Teachers through the Innovative LUMA Collaboration. Finnish Innovations and Technologies in Schools: A Guide towards New Ecosystems of Learning. Rotterdam, Sense Publishers.

Yamamura, E. (2012). Experience of technological and natural disasters and their impact on the perceived risk of nuclear accidents after the Fukushima nuclear disaster in Japan 2011: A cross-country analysis. The Journal of Socio-Economics, 41, 360-363.