Journal of Korean Society of Earth Science Education
16(2); 247~260; August 2023

pISSN: 2005-5668 eISSN: 2289-0386
https://doi.org/10.15523/JKSESE.2023.16.2.247

ORIGINAL ARTICLE

3차원 데이터 활용 웹기반 STEAM 프로그램의 효과 : 지구과학Ⅰ의 '지질 단원'을 중심으로

김호연[1] · 박기락[2] · 김형범[3*]
([1]충북대학교 석사과정, [2]송광중학교 교사, [3]충북대학교 교수)

Effects of Web-based STEAM Program Using 3D Data: Focused on the Geology Units in Earth Science I Textbook

Ho Yeon Kim[1] · Ki Rak Park[2] · Hyoungbum Kim[1*]
([1]Chungbuk National University, [2]Songgwang Middle School)

ABSTRACT

In this study, when applying the 'geological structure' content element of high school earth science I developed according to the 2015 curriculum to the STEAM program using a web-based expert system using 3D data of Google Earth and drones, the creative problem-solving ability of high school students, attitudes toward STEAM, and the results of this study are as follows. First, after applying the STEAM program, high school students' creative problem-solving ability showed meaningful results at the $p<.001$ level. Second, STEAM attitudes showed a significant value at the $p<.001$ level, confirming that they had a positive impact on high school students' attitudes towards STEAM. It was judged that web-based class activities using Google Earth and drones were useful for integrated thinking such as learners' sense of efficacy and value recognition for usefulness of knowledge. High school students' satisfaction with the STEAM program was 3.251, showing a slightly high average. It was confirmed that web-based class activities such as drones and Google Earth had a positive impact on learners' class satisfaction. However, it was interpreted that the lack of time for class activities limited the ability of the learners to increase their interest in class. The proposal of this research is as follows. First of all, in consideration of the production of presentation materials and practical training in the STEAM program, activities such as block time and advance instruction for class understanding before class are necessary. Secondly, in order to revitalize STEAM education in the high school curriculum, we judge that research on the development of various integrated education programs that can be applied to the high school grade system is necessary.

Key words : geological structure, drone, Google Earth, 3D data, STEAM

Received 31 July, 2023; **Revised** 28 August, 2023; **Accepted** 30 August, 2023

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

This research was supported by "Regional Innovation Strategy(RIS)" through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education (MOE)(2021RIS-001).

ⓒ 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.

Ⅰ. 서 론

OECD 선진국에서는 빅데이터, AI 등 웹을 기반으로 한 전문가시스템을 활용하여 기존 생산요소를 넘어 산업의 구조 변화를 개편하고 있으며, 사회 전반에서 혁신적인 개혁과 미래의 마스터 플랜(Master plan)을 추진하고 있다. 세계 각국은 이러한 변화에 주목하여 신성장 동력 확보와 미래 사회 문제 해결을 위해 적극적으로 지능정보기술을 활용한 전문가시스템을 활용하고 있다(한도윤 외, 2022). 이에 따라 지능정보기술의 핵심 콘텐츠인 가상현실(VR), 증강현실(AR), 인공지능(AI), 드론, 로봇 및 3차원 데이터 활용과 관련된 다양한 분야에서 국가 경쟁력의 확보가 그 어느 때 보다 중요해지고 있다. 이에 우리 정부도 미래 사회 핵심 인재 양성을 위한 교육에 지능정보기술을 활용한 정책 수립과 적극적 지원을 아끼지 않고 있다(교육부, 2016). 그러나 세계가 4차 산업혁명 시대로 진입하고 있음에도 우리나라의 교육은 지식 전달의 강의식 수업에 의한 일방향 교육에 주로 맞춰져 있으며(안종배, 2017), 매일 홍수처럼 늘어나는 정보를 여전히 교과 분절적인 학문의 형태로 학습하고 있다(한신 외, 2020). 이러한 교육 문제를 해결하고 미래 지능정보사회에 능동적으로 대처할 수 있는 교육 패러다임의 전환과 학문 간 통합 및 융·복합적 사고의 향상을 도모하기 위해 교육부에서는 OECD를 비롯한 선진국들이 추진하고 있는 STEM(Science, Technology, Engineering & Mathematics; STEM)에 인문·예술적 요소(Arts)를 추가하여 학교 현장에 적용 ·활용하고 있다(백윤수, 2011). 하지만 학교 현장에 적합하고 학습자들의 니즈(Needs)가 반영된 융합 교육프로그램의 개발은 부족한 실정이다.

현재 다양한 분야에서 STEAM 연구가 진행되고 있다. 일반적으로 학교 현장에서 적용할 수 있는 프로그램을 개발하고 이에 대한 효과성을 검증하는 연구가 주를 이루고 있다(이재준, 2021). 또한 지금까지의 STEAM 프로그램은 주로 한 교과를 중심으로 다른 교과를 연결하는 형태로 개발되었다. 이러한 간학문적 프로그램은 학생들이 지능정보기술을 접하고 활용하는 능력을 계발하기에는 어려움이 있다. 따라서 교육 현장에 보급되는 지능정보기술을 활용하여 다양한 학문과 융합하는 STEAM 프로그램의 개발과 이에 대한 효과성 연구가 필요하다.

이러한 현실을 반영하듯 최근 지구과학 교과의 내용 요소를 중심으로 지능정보기술을 활용한 STEAM 프로그램이 활발하게 개발되고 있다. 유상미 외(2021)는 중학교 과학 교과 중 '태양계의 행성', '천체 및 천문 현상'이라는 천문 개념을 학습하기 위하여 빅데이터 기반의 프로그램인 World Wide Telescope(이하 WWT)의 전문가시스템을 활용하여 모둠별 영상을 제작하여 발표 및 공유하는 내용의 STEAM 프로그램을 개발·적용하였다. 이 연구에서는 WWT 프로그램을 활용하여 천문 영상을 만드는 과정에서 모둠 학생 사이에 긍정적 상호 협력이 일어났고, 문제해결과정을 통해 STEAM에 대한 긍정적 태도가 형성되었다고 하였다. 김상걸 외(2022)는 중학교 2학년 과학 교과서의 '태양'이라는 내용 요소를 바탕으로 3D 프린팅 기술을 활용하여 청각장애인을 위한 태양촉각모형을 제작하는 STEAM 프로그램을 개발하여 적용한 연구를 진행하였다. 연구 결과 학생들은 STEAM 수업에 적극적으로 참여하여 자신에게 주어진 문제에 대한 해결을 위해 다양한 아이디어를 산출하였고, 창의·융합적 사고를 바탕으로 문제를 해결하는 수업활동에 적극적이었다는 연구 결과를 보고하였다. 이처럼 다양한 지능정보기술을 활용한 STEAM 프로그램의 개발과 효과성을 분석한 연구가 천문단원을 중심으로 이루어졌지만, 아직 지능정보기술을 활용한 STEAM 프로그램의 양은 충분하지 않은 실정이다. 특히 고등학교 지구과학 교과의 내용 요소를 바탕으로 개발된 융합교육 프로그램은 자연재해 주제를 활용한 STEAM 프로그램(한신 외, 2019)과 빅데이터와 AR/VR을 활용하여 별의 일주운동을 개발한 서영준 외(2022) 등 '대기와 해양', '우주' 영역 치우쳐 있다. 따라서 지구과학의 '고체 지구' 영역에서 활용할 수 있는 빅데이터, AI 등의 웹기반 전문가시스템을 적용한 STEAM 프로그램 개발의 범위를 확장할 필요성이 있다.

한편, '고체 지구'에 해당하는 지질 분야는 학습자가 다양한 지질 구조를 야외에서 직접 관찰 및 체험해보고 학습하는 야외지질학습의 과정이 매우 중요하다(Orion, 1993). 하지만 정규 교육과정 내에서는 야외 지질 학습에서 발생하는 비용, 시간, 거리, 안전 문제 등으로 학교 상황에 따라 매번 실시하기 어려운 상황이다(김희수, 2014). 특히 2015 개정 교육과정에서 제시된 '고체 지구' 영역에서 학습하는 지질학 개념들은 실험실에서 암석 표본, 지질 구조, 화석 모형 등을 이

용하여 관찰 및 실험을 하기 때문에 광범위한 시·공간에서 일어나는 지질학적 현상을 이해하기 어렵고, 학습자의 흥미와 관심을 유발하기 어려운 학문적 특징이 있다(Orion & Hofstein, 1994). 특히 지질 분야는 과거 지구에서 일어난 현상의 원인을 추론하고 지구가 현재의 모습을 갖추기까지 일어난 사건을 순차적으로 밝혀내는 학문으로, 수업에 활용하는 자료와 수업프로그램에 따라 학생들의 이해 정도에 상당한 차이를 미친다(Laudan, 1987). 따라서 이러한 문제를 해결하기 위하여 지질 단원을 학습할 때 AR/VR을 활용한 가상현실, 빅데이터, 인공지능 등 다양한 웹기반의 전문가시스템을 수업에 활용하려는 노력을 통해 학습자의 이해를 높이려는 접근이 이루어지고 있다(Leo Kumar, 2019). 웹기반 데이터 활용 프로그램에서 학습자는 장소와 시간에 구애받지 않고 과학 개념을 학습할 수 있는 장점이 있고 학생들의 과학적 탐구 능력과 흥미, 지식 활용도에서 긍정적 향상이 있다고 보고되었다(한도윤 외, 2022). 그러나 지금까지의 웹기반 데이터 활용의 교육적 접근은 주로 데이터를 시각화하는 측면에서 활용하는 상황이며, 교실에서 활용할 지질 단원의 VR, AR 자료의 양이 매우 적은 실정이다(한도윤 외, 2022). 또한 교실에서 VR, AR을 활용한 지질 자료의 제작 및 수집이 어렵다는 한계점이 있다.

이에 따라 이 연구에서는 '지질 구조'의 내용 요소를 바탕으로 학생들이 쉽게 활용할 수 있고 스스로 자료를 제작할 수 있는 드론과 구글어스의 3차원 데이터를 활용한 웹기반의 전문가시스템을 활용하여 STEAM 프로그램을 개발하였다. 이 프로그램을 고등학생에게 적용하여 창의적 문제해결력과 STEAM에 대한 태도의 변화 그리고 수업 만족도를 알아보았다.

Ⅱ. 연구 방법

1. 연구 대상

연구 대상은 Table 1과 같이 서울특별시 소재 D 고등학교 2학년 학생 62명과 충청북도 소재 S 고등학교 2학년 학생 43명을 무선 표집하여 연구를 진행하였다. 연구 대상은 모두 자발적 참여 의사를 밝혔고, 학교장과 담임교사, 학부모의 동의를 거쳐 최종 연구 대상을 선정하였다. 최종 연구 대상에게 이 연구의 내용을 자세하게 설명한 후 연구를 진행하였다.

Table 1. Research participant

지역	고등학교	연구 대상(명)
서울특별시	D 고등학교	62
충청북도	S 고등학교	43

2. 연구 절차

이 연구는 드론과 구글어스를 활용한 STEAM 프로그램을 고등학생에게 적용하였을 때 고등학생의 창의적 문제해결력과 STEAM 태도 및 수업 만족도를 알아보고자 하였다. 이를 위해 2015 개정 교육과정 지구과학 I 의 내용 요소인 '지질 구조' 내용을 바탕으로 드론과 구글어스를 활용한 4차시 분량의 STEAM 프로그램을 개발하였다. STEAM 프로그램에 대한 모둠활동을 중심으로 수업 적용 전에 창의적 문제해결력 및 STEAM 태도에 대한 사전 검사를 실시하였고, 수업 적용 후에 창의적 문제해결력, STEAM 태도 그리고 수업 만족도를 묻는 사후 검사를 하였다. 수집한 자료를 바탕으로 STEAM 프로그램이 연구 참여자의 창의적 문제해결력과 STEAM 태도에 영향을 미쳤는지를 알아보기 위하여 사전·사후 검사의 점수 차를 바탕으로 대응표본 *t*-검정을 실시하였고, 수업 만족도는 연구 참여자의 응답을 분석하여 파악하였다. 연구 절차는 Fig. 1과 같다.

3. STEAM 프로그램 개발 절차

이 연구에 적용한 STEAM 프로그램은 2015 개정교육과정 중 지구과학 I 의 '고체 지구' 영역에서 '지질구조'에 대한 내용을 중심으로 한국지리 교과의 '지형과 인간 생활', 기술가정 교과의 '기술 시스템'과 연계하여 개발하였다. 특히 이 프로그램에서는 학생들의 창의적 사고역량, 지식정보처리역량, 문제 해결 역량, 미디어 기획 역량을 목표로 구글어스를 이용하여 우리나라와 전세계의 다양한 지질학적 명소를 탐사하고 프로그램 내 프레젠테이션 기능을 이용하여 빅데이터의 3차원 데이터를 활용한 웹기반의 지질 투어 자료를 기획·제작하여 발표하는 Hands-On 활동에 중점을 두었다. 개발한 STEAM 프로그램은 '구글어스 프로그램의 활용', '드론을 이용한 항공촬영 자료의 교육적 활용'

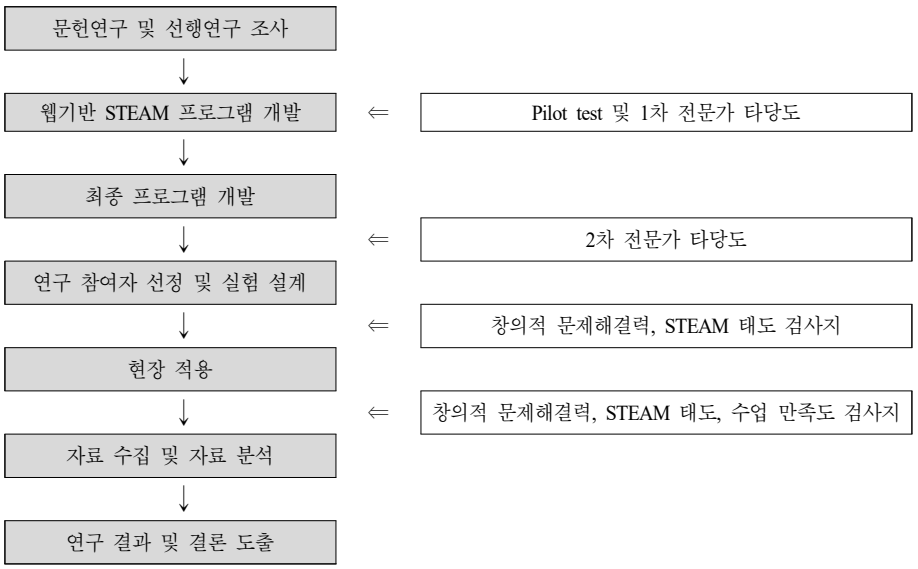


Fig. 1. Research procedures

이라는 교육과정외 활동도 포함하고 있다.

드론과 구글어스를 활용한 STEAM 프로그램의 구현 과정은 다음과 같다. 첫째, 문헌 및 선행연구를 분석하여 이론적 고찰을 하였다. 둘째, STEAM 프로그램의 준거 틀에 적합하게 드론과 구글어스를 활용한 지질 구조를 학습할 수 있는 STEAM 프로그램을 개발하였다. 이 프로그램에서는 상황 관련 문제 정의, 융합적 설계 및 문제 해결, 감성적 체험의 3가지 준거 틀(박현주 외, 2012)을 토대로 구안하였다. 셋째, 개발한 STEAM 프로그램의 타당도 확보를 위하여 Pilot test와 전문가 검토과정을 거쳤으며, 그 결과 현장 적합성과 타당도를 확보하였다. 전문가 타당화 과정에는 과학교육 전문가 5인이 참여하였다. 개발한 프로그램에 대한 설명력과 타당성, 보편성, 유용성 및 이해도 중심의 5점 척도로 구성된 설문지로 평가하게 하였고 내용 타당도 지수(CVI: Content Validity Index)는 .82로 확인하였다. 개발한 STEAM 프로그램의 준거틀, 차시별 교수·학습 내용, 중심교과, STEAM 요소는 Table 2와 같고, 수업지도안은 Table 3과 같다.

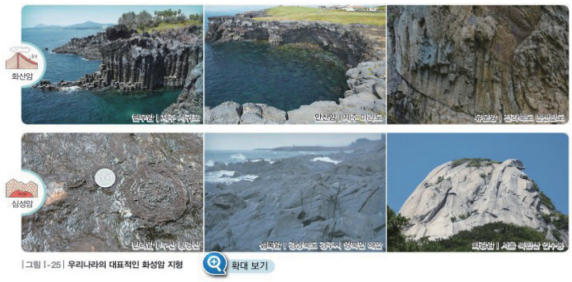
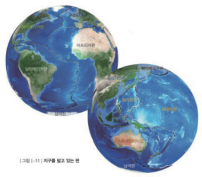
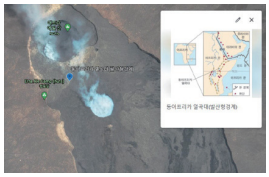
1차시 상황 관련 문제 정의 단계에서는 전세계에 존재하는 다양한 지질학적 지형(판구조론, 퇴적 지형, 화산 지형)을 탐색하는 활동이 제시된다. 다양한 지질 구조를 소개한 후 교과서에 우리나라 지형 사진 자료는 많지만, 세계의 다양한 지역에 사진은 거의 없는 편이어서 학습에 어려움을 겪는다는 문제를 제시한다. 문제를 해결하고 전세계의 다양한 지질학적 지형을 판구조론을 바탕으로 탐색하는 활동이 이루어진다. 2~3차시는 창의적 설계 단계이다. 2차시에서는 다양한 지질학적 지형을 볼 수 있는 지역을 구분하고 하나의 주제를 선정하여 지질 투어를 기획하는 활동이 이루어진다. 또한 구글어스를 이용하여 자신의 지질 투어 프로젝트를 구체화하는 활동이 이루어진다. 이 과정에서 빅데이터를 이용하여 전세계 사람들이 촬영한 사진 자료를 활용하여 프로젝트의 현장감을 높일 수 있다. 3차시에는 드론을 이용하여 우리 지역의 전경을 촬영하고 위성 사진과 비교하는 활동이 이루어진다. 수업 시작에서는 드론의 기초 교육과 항공 촬영 허가 신청 및 관련 법규를 학습한다. 수업 중반에는 학교를 포함한 우리 지역의 전경을 촬영하는 야외 실습 활동을 통해 학생들은 자기의 고장을 이해하고 드론을 이용하여 사진 자료 수집 방법을 이해할 수 있다. 4차시는 자기주도 및 성찰 단계로 학생들이 스스로 기획한 지질 투어 프로젝트를 공유하며, 피드백하는 활동이 이루어진다. 이를 통해 학생들은 자신의 장점과 개선점을 찾아낼 수 있고 피드백 과정에서 성장할 기회를 얻는다.

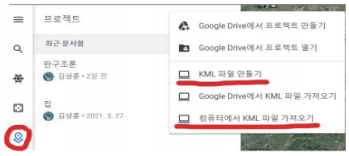
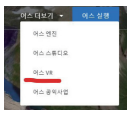
위의 내용과 같이 이 연구에서 적용한 STEAM 프로그램은 서로 다른 두 지역의 고등학생 총 105명을 대상으로 4차시 수업을 진행하였다. 프로그램의 효과성 검증을 위하여 사전·사후에 STEAM 태도 검사와 창의적 문제해결력 검사를 실시하였고 프로그램 종료 후

Table 2. Teaching-learning contents of STEAM Program

차시	STEAM 준거틀	차시별 교수·학습 내용	중심 교과	STEAM 요소
1	상황 관련 문제 정의	• 지구과학 및 지리 과목과 관련된 다양한 지형과 특징을 학습한다. • 교과서에서 제시된 특정 지역 이외에 지질학적 특징이 있는 지역을 살핀다. • 자기만의 다양한 주제(화산체, 침식, 퇴적 지형)를 선정하여 발표 자료를 기획한다.	과학	Science
2~3	융합적 설계 및 문제 해결	• 구글어스 프레젠테이션 기능을 활용하여 자기만의 지질 투어 아이디어를 엮어서 발표 자료로 제작한다. • 드론 항공 촬영을 통한 우리 학교 및 우리 고장 주변의 지질/지형적 특징 및 지역 항공사진 자료를 제작한다.	기술·가정	Technology
4	자기주도 및 성찰	• 자기 주제에 맞는 지질 투어 구글어스 프레젠테이션 자료를 발표한다. • 구글어스 위성 사진과 직접 촬영한 항공사진을 비교하여 자료로 활용한다. • 교과서 이외에도 전세계에 다양한 지질학적 특징을 가지고 있는 지형이 있다는 사실을 학생들의 발표 수업을 듣고 발견한다.	과학 지리	Arts

Table 3. Instruction plan of STEAM program

흐름	교수·학습 내용	학습자료 및 유의점
<상황 관련 문제 정의> 지구상에 다양한 특징을 가지고 있는 지질학적 지형과 우리나라에 존재하는 다양한 지형들을 살펴본다. (50분, 1/4차시)	**Ⓢ 다양한 지구과학 및 지질과목의 지형을 살펴본다.** - 지구과학 관구조론 변동대 지역과 우리나라의 지형과 지질에 대하여 살펴본다.  [우리나라의 퇴적 지형 등] Ⓢ 관구조론 및 지질학 지형의 특징을 정리해보고 지질 투어 자료를 직접 기획한다.	• 지구과학 교과서에 제시된 다양한 지형을 활용한다. 
<융합적 설계 및 문제 해결> 구글어스의 기본기능을 익히고 프레젠테이션 기능을 활용하여 자신의 주제에 맞는 발표자료를 제작한다. (50분, 2/4차시)	**Ⓣ 구글어스 기본 기능을 익히고 프로젝트를 구성한다.** ① 구글어스 기본 활용법 실습 ② 구글어스 프레젠테이션 기능을 활용하여 자신의 주제에 맞는 자료를 제작한다.	• 구글어스를 이용한 전세계 다양한 지형을 위성사진으로 살핀다. 
<융합적 설계 및 문제 해결> 드론 운영법을 익히고 드론을 이용하여 우리 학교 주변 지형 및 우리 고장을 항공촬영한다. (50분)	**Ⓣ 드론 운영법을 배우고 우리 학교 주변 지형을 항공촬영하여 자료를 직접 제작한다.** ① 드론 운영에 관한 기초 내용 숙지 	• 드론을 이용하기 전 관계 법규에 따라서 비행지역을 확인하고 항공 촬영 허가를 [드론원스톱] 사이트에서 신청한다. https://drone.onestop.go.kr

<table>
<tr><th>흐름</th><th>교수·학습 내용</th><th>학습자료 및 유의점</th></tr>
<tr><td>(3/4차시)
(온/오프라인)</td><td>② 드론을 이용하여 우리 학교 주변 지형 및 우리 고장 지형을 촬영한다.
 </td><td> </td></tr>
<tr><td><자기주도 및 성찰>
구글어스
위성사진자료를
이용하여 제작하고 직접
촬영한 드론 사진과
비교하며 지질투어
자료를 발표한다.
(50분)
(4/4차시)
(온/오프라인)</td><td>Ⓐ 구글어스 프레젠테이션을 이용하여 제작한 자료를 발표한다.
- 구글어스에서 제작한 발표 자료를 저장하고 공유할 수 있다.
 
- 자신이 만들어 완성한 프레젠테이션 자료를 하나의 파일(확장자 KML)로 저장하여 공유할 수 있으며, 기능이 더욱 다양한 구글어스프로에서도 사용이 가능하다.
- 구글어스에서 제작한 발표 자료를 저장하고 공유할 수 있다.</td><td>• 구글어스 빅데이터 이용: 구글어스에서 전세계 사람이 찍어놓은 다양한 현장 사진을 이용할 수 있다.
 
• 구글어스 VR 콘텐츠를 이용하면 3D 입체 영상으로 구글어스를 체험할 수 있다.</td></tr>
</table>

사후 수업 만족도 검사를 실시하였다.

4. 검사도구 및 분석

고등학생의 창의적 문제해결력, STEAM 태도의 변화, 수업 만족도를 알아보기 위하여 총 3가지 검사를 실시하였다. 창의적 문제해결력 검사(한신 외, 2020)와 STEAM 태도 검사(한국과학창의재단, 2018)는 사전 검사와 사후 검사의 점수 차를 이용하여 대응표본 *t*-검증을 실시하였다. 수업 만족도 검사(한국과학창의재단, 2018)는 사후 검사 점수를 이용하여 데이터를 처리 분석하였다. 창의적 문제해결력 검사지는 총 37개의 문항으로 5점의 리커트 척도로 구성되어 있으며 신뢰도 계수(Cronbach's α)는 .82로 확인하였다. 창의적 문제해결력 검사의 하위 구인은 '문제 발견 및 분석' 5문항, '아이디어 생성' 8문항, '실행계획' 8문항, '실행' 4문항, '설득 및 소통' 5문항, '혁신성향' 7문항으로 구성되어 있다. STEAM에 대한 태도는 한국과학창의재단(2018)에서 개발한 검사지를 활용하였다. 이 검사지는 수학과 과학 영역의 태도를 알아보기 위한 총 40개의 문항으로 정의적 영역의 '흥미', '배려', '소통', '유용성·가치인식', '자아개념', '자아 효능감', '이공계 진로선택' 의 7개 하위 구인으로 구성되어 있다. STEAM 프로그램의 수업 만족도 검사지는 5점의 리커트 척도로 구성되어 있으며, 하위 구인은 '만족도' 3문항, '흥미' 2문항, '수업 전반' 4문항으로 총 9개의 문항과 STEAM 수업의 '만족도'에 대한 18개의 소문항으로 구성되어 있다. 자료 처리 및 분석은 SPSS 25를 사용하였다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 창의적 문제해결력에 미치는 영향

창의적 문제해결력의 하위 구인 '문제의 발견 및 분석'에 대한 대응표본 *t*-검정 결과는 Table 4와 같다. '문제의 발견 및 분석' 구인을 측정하는 5개 문항의 사전 검사 평균은 3.18이며, 사후 검사 평균은 4.34이다. 수업 적용 후 '문제의 발견 및 분석' 영역의 평균이 1.16점 상승하였으며, 검정 결과 유의확률 $p<.001$을 기준으로 통계적으로 유의미한 결과가 도출되었다. 문제 해결에 필요한 아이디어를 발견 및 분석하고 이를 해결안으로 적용함으로써 나타나는 발산적 사고를 '문제 발견 및 분석'으로 정의한 선행연구(한신 외, 2020; Csikszentmihalyi & Wolfe, 2000; Lubart, 2001)처럼 학습자들은 지구과학 교과에서 학습한 판의 경계부와 변동대, 우리나라의 지질 개념을 바탕으로 전세계에 있는 다양한 곳의 지질 투어를 기획하는 문제 해결 과정에서 높은 집중도를 나타낸 것으로 해석된다.

Table 4. Paired sample *t*-test about 'Discovery and analysis of problems'

영역	사전/사후	N	Mean	SD	*t*	*p*
문제의 발견 및 분석	사전	105	3.18	0.6747	-12.862	.000***
	사후	105	4.34	0.7796		

***$p < .001$

Table 5. Paired sample *t*-test about 'Idea generation'

영역	사전/사후	N	Mean	SD	*t*	*p*
아이디어 생성	사전	105	3.03	0.7607	-13.094	.001**
	사후	105	4.32	0.8449		

**$p < .01$

Table 6. Paired sample *t*-test about 'Execution plan'

영역	사전/사후	N	Mean	SD	*t*	*p*
실행 계획	사전	105	3.16	0.5922	-13.195	.000***
	사후	105	4.30	0.7758		

***$p < .001$

'아이디어 생성' 영역의 대응표본 *t*-검정 결과는 Table 5와 같다. '아이디어 생성' 구인을 측정한 8개 문항의 사전 검사 평균은 3.03이고, 사후 검사 평균은 4.32이다. 수업 적용 후 '아이디어 생성' 영역의 평균값이 1.29점 상승하였으며, 검정 결과 유의확률 $p<.01$을 기준으로 통계적으로 유의미한 결과가 도출되었다. '아이디어 생성' 구인은 문제 해결을 위해 다양하고 독창적인 아이디어를 만드는 과정을 의미한다(이화선, 2014; Csikszentmihalyi *et al.,* 2001). 구글어스를 이용하여 다양한 지질 구조를 탐색하고 지질 투어를 기획하면서 새롭고 독창적인 아이디어를 생성 및 공유하여 '아이디어 생성' 구인의 유의미한 상승이 있던 것으로 해석된다.

'실행 계획' 영역의 대응표본 *t*-검정 결과는 Table 6과 같다. '실행 계획' 구인을 측정하는 8개 문항의 사전 검사 평균은 3.16점이고, 사후 검사 평균은 4.30점으로 수업 적용 후 평균이 1.14점 향상하였으며, 검정 결과 유의확률 $p<.001$을 기준으로 통계적으로 유의미한 값이 도출되었다. '실행 계획'은 결정된 아이디어에 대한 실행 계획을 구상하는 것이며 끊임없는 개선을 통하여 현실화하는 과정을 의미한다(이화선, 2014). 지질 투어 자료 제작 과정에서 단계별 계획 수립 과정, 지역 선정, 활용 매체 선정 및 드론 촬영 사전 준비 등의 활동에서 '실행 계획'의 중요성을 인지하여 해당 구인의 유의미한 상승이 있던 것으로 해석된다.

'실행' 영역의 대응표본 *t*-검정 결과는 Table 7과 같다. '실행' 구인을 측정하는 사전 검사 결과 4개 문항의 평균은 3.12점이고, 사후 검사 평균은 4.33점이다. 수업 적용 후 1.21점의 평균값 상승을 보였고, 검정 결과 유의확률 $p<.001$을 기준으로 통계적으로 유의미한 값이 도출되었다. '실행' 구인은 계획한 아이디어에 대한 결과물을 산출하기 위하여 자신감 있게 실행하는 것으로 정의된다(이화선, 2014). 지질 투어 자료 제작 과정에서 드론을 활용하여 우리 고장의 지형을 촬영하고 자료를 수집하는 과정에서 새로 접하는 교구 및 활동에 흥미를 보이며 자발적으로 참여하고 긍정적인 성과를 나타내었기 때문에 '실행' 구인에서 유의미한 영향이 있었다고 판단한다.

Table 7. Paired sample *t*-test about 'Execution'

영역	사전/사후	N	Mean	SD	*t*	*p*
실행	사전	106	3.12	0.6789	-12.977	.000***
	사후	106	4.33	0.8202		

***$p < .001$

Table 8. Paired sample *t*-test about 'Persuasion and communication'

영역	사전/사후	N	Mean	SD	*t*	*p*
설득 및 소통	사전	105	3.05	0.6213	-13.171	.001**
	사후	105	4.27	0.8191		

**$p < .01$

Table 9. Paired sample *t*-test about 'Innovation tendency'

영역	사전/사후	N	Mean	SD	*t*	*p*
혁신 성향	사전	105	3.01	0.7270	-14.221	.000***
	사후	105	4.47	0.9010		

***$p < .001$

'설득 및 소통' 영역의 대응표본 *t*-검정 결과는 Table 8과 같다. '설득 및 소통'을 측정하는 5개 문항의 평균값은 사전 검사 3.05점, 사후 검사 4.27점으로 평균값이 1.22점 상승하였다. 검정 결과를 보면 유의확률 $p<.01$을 기준으로 통계적으로 유의미하다. '설득 및 소통'은 실행한 결과물의 장점을 다른 사람에게 설득하고 공감을 끌어내는 과정을 의미한다(Csikszentmihalyi *et al*., 2001). 자신이 계획한 지질 투어의 특징 및 장점을 발표하며 자기 생각을 주장하고 공감을 끌어내었고, 상호 피드백 과정에서 자기 결과물의 장점과 개선점을 이해할 수 있었다. 이러한 과정을 통해 연구 대상자의 '설득 및 소통' 구인이 유의미하게 상승한 것으로 해석된다.

'혁신 성향' 영역에 대한 대응표본 *t*-검정 결과는 Table 9와 같다. '혁신 성향' 영역과 관련된 7개 문항의 평균값을 비교했을 때, 사전 검사 3.01점, 사후 검사 4.47점으로 수업 적용 후 평균값이 1.46점 상승한 것을 볼 수 있고, 유의확률 $p<.001$을 기준으로 통계적으로 유의미한 결과가 도출되었다. '혁신 성향'은 새로운 아이디어 등 최신 경향에 대한 지속적인 관심이나 문제해결을 위하여 새로운 기술, 도구, 방법을 활용하는 성향을 의미한다. '지질 구조'라는 내용 요소를 심화하고 적용하는 과정에서 드론과 구글어스라는 새로운 지능정보기술을 도입하여 효과적인 자료의 수집 및 처리가 가능하였다. 이러한 활동에서 연구 참여자는 지능정보기술의 긍정적 효과를 인지하였고 새로운 기술을 활용하여 문제를 효과적으로 해결하고자 하는 '혁신 성향' 구인의 유의미한 상승이 있었음을 알 수 있다.

2. STEAM 태도에 미치는 영향

연구 대상의 STEAM 태도 변화를 알아보기 위하여 사전·사후 검사를 하였다. STEAM 태도의 7개 하위 구인을 영역별로 나누어 대응표본 *t*-검정을 하였고 그 결과는 다음과 같다.

'흥미' 영역의 대응표본 *t*-검정 결과는 Table 10과 같다. '흥미' 영역은 수학, 과학 교과에 대한 흥미를 묻는 10개 문항의 평균값을 이용하여 *t*-검정을 하였고, 사전검사 2.86점, 사후 검사 3.41점의 평균값이 도출되었다. 수업 적용 후 평균값이 .55점 상승하였고, 검정 결과 유의확률 $p<.01$ 수준에서 통계적으로 유의미한 결과가 도출되었다. 이는 교과서에서 학습한 지질 구조를 드론, 구글어스와 같은 지능정보기술을 활용하여 탐색하고 우리 고장에 있는 다양한 지형으로 확장하는 활동이 연구 참여자의 '흥미' 영역에 긍정적 영향을 준 것으로 해석된다. 이는 지능정보기술을 활용한 선행연구인 WWT 빅데이터를 활용한 STEAM 프로그램을 적용하였을 때 학생들의 '흥미' 구인에서 유의미한 상승이 있었다는 유상미 외(2021)의 연구 결과 결과와

Table 10. Paired sample *t*-test about 'Interests'

영역	사전/사후	N	Mean	SD	*t*	*p*
흥미	사전	105	2.86	0.3288	-10.546	.005**
	사후	105	3.41	0.3747		

**$p < .01$

Table 11. Paired sample t-test about ‘Caring’

영역	사전/사후	N	Mean	SD	*t*	*p*
배려	사전	105	3.05	0.3595	-11.643	.000***
	사후	105	3.73	0.4421		

***$p < .001$

Table 12. Paired sample *t*-test about ‘Communication’

영역	사전/사후	N	Mean	SD	*t*	*p*
소통	사전	105	2.86	0.4035	-17.105	.000***
	사후	105	3.71	0.3675		

***$p < .001$

Table 13. Paired sample *t*-test about ‘Usefulness and value consciousness’

영역	사전/사후	N	Mean	SD	*t*	*p*
유용성·가치인식	사전	105	3.01	0.3486	-8.581	.000***
	사후	105	3.50	0.4467		

***$p < .001$

도 일치한다.

‘배려’ 영역의 대응표본 *t*-검정 결과는 Table 11과 같다. ‘배려’ 영역은 6개 문항의 평균값을 이용하여 사전·사후검사를 비교하였다. 사전 검사 3.05점, 사후 검사 3.73점으로 수업 적용 후 .68점의 평균값 상승을 보였다. 검정 결과는 유의확률 $p<.001$의 수준에서 통계적으로 유의미한 결과가 도출되었다. 이는 지질 투어 프로젝트를 제작하고 산출물을 발표 및 공유하는 활동에서 연구 참여자 사이에서 피드백을 받고 상호 협력하는 분위기가 ‘배려’ 영역에 긍정적 영향을 미친 것으로 해석된다. 고교학점제를 위한 융합교육(STEAM) 프로그램을 개발하여 고등학생에게 적용하였을 때 ‘배려’ 구인에서 유의미한 상승이 있었다는 권혁수 외(2022)의 연구 결과와 같은 결과를 보인다.

‘소통’ 영역의 대응표본 *t*-검정 결과는 Table 12와 같다. ‘소통’ 영역과 관련이 있는 6개 문항의 사전 점수 평균은 2.87점이다. 수업 적용 후에 실시한 사후 검사 평균은 3.71점으로 .85점 상승한 것으로 도출되었으며, 검정 결과는 유의확률 $p<.001$ 수준에서 통계적으로 유의미한 결과가 도출되었다. 학생 참여 중심 수업에서 학생-교사, 학생-학생 간 활발한 상호작용이 일어나 기존 수업보다 자유로운 상호작용이 가능해졌고, 발표 준비 과정에서 연구 참여자들이 ‘소통’의 중요성을 인식한 것으로 해석된다.

‘유용성·가치인식’ 영역의 대응표본 *t*-검정 결과는 Table 13과 같다. ‘유용성·가치인식’ 영역과 관련된 6개 문항의 사전 점수 평균은 3.01점이며, 수업 적용 후에 실시한 사후 검사 평균은 3.50점으로 .49점 상승한 것으로 나타났으며, 검정 결과는 유의확률 $p<.01$ 수준에서 통계적으로 유의미한 결과가 도출되었다. 교과서에서 배운 지식을 활용하여 주변에서 볼 수 있는 다양한 지질환경으로 적용·확장하는 과정에서 연구 참여자들이 유용성을 느꼈다고 해석된다. 이는 실생활의 문제를 해결하기 위하여 지식을 활용하고 탐구하는 과정이 STEAM 태도에 긍정적인 영향을 미친다는 선행연구(한신 외, 2019)의 결과와도 일치한다.

‘자아 개념’ 영역의 대응표본 *t*-검정 결과는 Table 14와 같다. ‘자아 개념’ 영역을 묻는 4개 문항의 사전 점수 평균은 2.55점, 사후 검사 평균은 3.67점으로 1.12점 상승하였다. 검정 결과는 유의확률 $p<.01$ 수준에서 통계적으로 유의미하다.

‘자아 효능감’ 영역의 대응표본 *t*-검정 결과는 Table 15와 같다. ‘자아 효능감’ 영역의 사전 점수 평균은 2.70점이며, 사후 검사 평균은 3.55점이다. 연구 참여자는 수업 적용 후 ‘자아 효능감’ 영역이 평균적으로 .85점 상승한 것으로 나타났으며, 검정 결과 유의확률 $p<.001$을 기준으로 통계적으로 유의미한 결과이다. STEAM 프로그램을 통하여 연구 참여자들이 주도적으로 학습한 지식을 실제에 적용하는 활동에서 흥미와 소통의 구인이 향상되었고, 이를 통해 자신감이 향상되어 ‘자

Table 14. Paired sample *t*-test about 'Self concept'

영역	사전/사후	N	Mean	SD	*t*	*p*
자아 개념	사전	105	2.55	0.5081	-17.431	.001**
	사후	105	3.67	0.4568		

**$p < .01$

Table 15. Paired sample *t*-test about 'Self efficacy'

영역	사전/사후	N	Mean	SD	*t*	*p*
자아 효능감	사전	105	2.70	0.4701	-12.371	.000***
	사후	105	3.55	0.4605		

***$p < .001$

Table 16. Paired sample *t*-test about 'Entering science and engineering fields'

영역	사전/사후	N	Mean	SD	*t*	*p*
이공계 진로선택	사전	105	2.91	0.3425	-10.551	.001**
	사후	105	3.55	0.5018		

**$p < .01$

아 개념'과 '자아 효능감'에 긍정적 영향을 미친 것으로 해석된다(유상미 외, 2021).

'이공계 진로선택' 영역의 대응표본 *t*-검정 결과는 Table 16과 같다. '이공계 진로 선택' 영역의 4개 문항 평균은 사전 점수 2.91점이며, 사후 검사 3.55점이다. 수업 적용 후 .64점 상승하였고, 검정 결과 유의확률 $p<.01$을 기준으로 통계적으로 유의미한 것으로 드러났다. 이는 연구 참여자들이 STEAM 프로그램의 참여를 통해 지질 관련 과학개념과 드론 및 구글어스의 지능정보기술을 학습하는 활동으로 이와 관련된 진로 선택에 긍정적 영향을 받을 것으로 해석되며, 이는 선행연구(김상걸 외, 2022; 김용기 외, 2018; 유상미 외, 2021; 정현도와 이효녕, 2017)의 결과와 일치한다.

3. 수업 만족도

드론과 구글어스를 이용한 STEAM 수업 만족도를 알아보기 위하여 한국과학창의재단(2018)에서 제작한 STEAM 수업 만족도 검사지를 활용하였다. 수업 만족도의 하위 구인 분석 결과는 Fig. 2와 같다.

'수업 전반'에서는 리커트 척도 5점 중 3.892의 점수가 도출되었다. 이는 교과 시간에 학습한 지질 구조 내용을 활용하여 구글어스를 통해 세계의 다양한 지질 구조로 확장하고, 드론을 이용하여 우리 지역을 촬영하는 과정을 통해 지역에 대한 이해도가 증가했기 때문에 만족감을 느낀 것으로 판단한다. 하지만 '만족도' 구인의 경우 연구 참여자가 응답한 총 3개의 문항(18개의 하위 문항)을 분석하였을 때 리커트 척도 5점 중

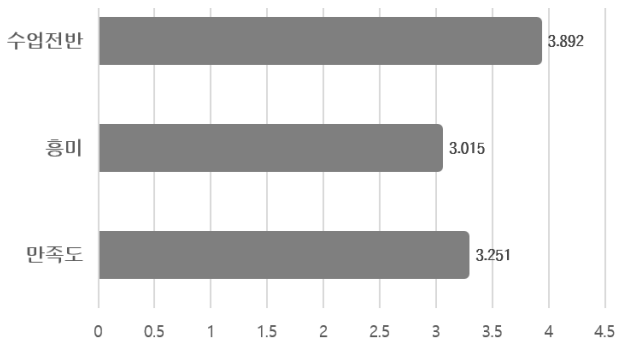


Fig. 2. Result of response about 'Satisfaction of STEAM lesson'

3.251점으로 나타났고, 또한 ‘흥미’ 구인의 경우 연구 참여자가 응답한 2개 문항의 평균을 도출하였으며 리커트 척도 5점 중 3.015점으로 나타났다. 이러한 결과는 앞서 진행된 STEAM 프로그램의 연구 결과들(김상걸 외, 2022; 유상미 외, 2021)과 비교했을 때, ‘흥미’와 ‘만족도’ 하위 구인에서 상대적으로 낮은 점수가 나온 것을 확인할 수 있다. 이는 연구 참여자의 대학수학능력시험과 입시 위주의 교육과정에서 4차시의 시간을 할애하여 교육을 받는다는 점에서 부담감이 작용한 것으로 해석되며 자연재해 주제를 활용한 창의융합교육 프로그램(한신 외, 2019)의 연구 결과와 맥을 같이한다.

Fig. 3은 기존 수업과 STEAM 수업의 차이점에 대한 연구 참여자의 응답 결과이다. 가장 많은 응답으로는 ‘친구들과 협력해서 수행하는 모둠별 활동이 많은 편이다.’라는 응답이 총 105명 중 29명(28%)이며, 다음으로 ‘수학, 과학, 실과 등 여러 과목을 연결시켜 배울 수 있다.’로 총 105명 중 25명(24%)이 응답하였다. 이는 드론과 구글어스를 활용한 STEAM 프로그램 활동 시 친구와 협력하여 우리 고장을 촬영하고 프레젠테이션을 준비 및 공유하는 과정에서 만족감을 느낀 것으로 판단한다. 또한 구글어스를 활용하여 전세계의 다양한 지질 구조를 탐색할 때 교과 시간에 배운 지질 구조 및 관련 개념과 유의미하게 연결되는 과정이 수업 만족도에 반영된 것으로 판단한다.

Fig. 4는 STEAM 수업 중 어려웠던 점이 무엇인지에 대한 연구 참여자의 응답이다. 105명 중 29명의 응답자가 ‘조사, 실습, 만들기 등 수업 시간에 할 것이 많아 시간이 부족하다.’, 35명의 학생이 ‘수업 시간 동안에 해결해야 하는 문제가 너무 어렵다.’, 17명의 학생이 ‘선생님께서 소개해 주시는 내용이 너무 어렵다.’라고 응답하였다. 교과서 내용 학습 및 구글어스를 이용한 프레젠테이션 제작, 드론을 활용한 우리 지역의 항

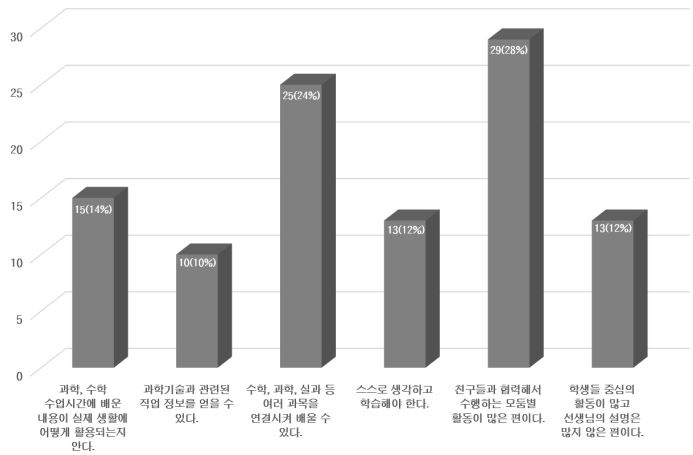


Fig. 3. Result of response about ‘Differentiation of STEAM lesson’

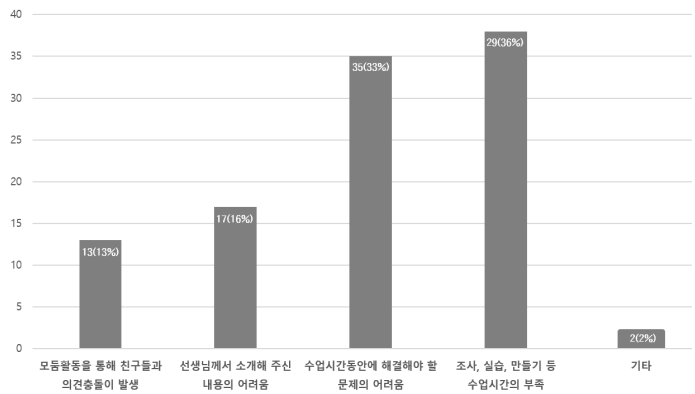


Fig. 4. Result of response about ‘Difficulty of STEAM lesson’

공사진 촬영 제작, 구글어스로 제작한 프레젠테이션 발표 활동 등 다양한 활동으로 구성된 STEAM 프로그램 수업에 참여하는 데 있어 4차시 시간이 다소 제한이었을 것으로 판단한다. 또한 응답자가 드론, 구글어스를 새롭게 접하는 상황에서 관련 내용을 학습하는데 어려움이 있던 것으로 보인다. 이 부분을 개선하기 위하여 향후 연구에서는 시간 확보를 위하여 차시를 확대하고 새롭게 다루는 교구 및 프로그램의 사용과 관련된 부분은 사전 자료 및 영상을 통하여 수업 전 학습을 할 수 있도록 보완이 필요할 것으로 사료된다.

Ⅳ. 결론 및 제언

이 연구에서는 STEAM 프로그램을 개발하고, 이를 고등학생에게 적용하여 이에 대한 효과성을 검증하고자 창의적 문제해결력과 STEAM 태도 및 수업 만족도를 분석하였다.

연구 결론은 다음과 같다. 첫째, STEAM 프로그램 적용 결과 연구 참여자의 창의적 문제해결력에 긍정적인 영향을 보였다. 창의적 문제해결력 검사의 사전·사후 검사 대응 표본 *t*-검정 결과 '문제의 발견 및 분석', '아이디어 생성', '실행 계획', '실행', '설득 및 소통', '혁신 성향'의 6개 하위 구인 모두 평균값이 상승하였으며, 통계적으로 유의미한 값이 도출되었다($p < .001$). 이는 지능정보기술을 활용한 STEAM 프로그램을 통하여 연구 참여자들이 주변에서 문제를 발견하고 이를 분석하여 문제해결에 적합한 아이디어를 제시하는 과정을 통해 연구 참여자 스스로 논리적 근거를 바탕으로 자기 생각을 설득력 있게 주장할 수 있는 능력이 수업 전보다 향상되었기 때문으로 판단한다. 둘째, STEAM 태도는 사전·사후 검사 대응 표본 *t*-검정에서 모두 유의미한 통계값($p < .001$)이 도출되었다. 지능정보기술을 활용한 STEAM 프로그램의 적용 후 연구 참여자들의 STEAM 태도를 나타내는 '흥미', '배려', '소통', '유용성, 가치인식', '자아 개념', '자아 효능감', '이공계 진로 선택'의 7개 하위 구인의 리커트 척도 평균값이 .49~1.12점 상승하였다. 이는 STEAM 프로그램 활동에서 구글어스와 드론 등 새롭게 접하는 지능정보기술에 흥미를 느낀 것으로 판단하며, 이를 활용하여 지식의 확장과 적용과정에서 유용성과 가치를 인식한 것으로 사료된다. 이러한 결과는 학습자의 긍정적 자아 개념이 형성되고 자아 효능감이 향상되었음을 알 수 있다. 또한 발표 및 공유 과정에서 배려와 소통의 중요성을 이해하고 창의적인 자료 제작 및 발표 과정에서 STEAM 태도가 높아진 것으로 판단한다. 셋째, STEAM 프로그램 적용 후 실시한 수업 만족도 검사 결과 '수업 전반'에서 리커트 척도 5점 중 3.892로 상대적으로 높은 점수를 기록하였으며 이는 기존에 진행되고 있던 수업과 다르게 구글어스를 이용한 탐색 활동, 드론을 이용한 우리 지역 촬영 실습 등 친구와 협력하여 모둠별 활동을 수행하고, 다양한 과목에서 학습한 내용을 연결하여 학습하고, 실생활에 적용하는 활동이 학생들의 수업 만족도에 긍정적 영향을 준 것으로 판단한다. 하지만 '만족도', '흥미' 구인에서는 기존의 선행연구와 비교하였을 때 상대적으로 낮은 값이 도출되었다. 이는 4차시라는 제한된 시간 동안 많은 양의 활동 과제가 주어짐에 따라 학생들의 어려움이 가중되었을 것으로 판단하며 대학 입시와 병행되는 교육과정에서 연구 참여자들이 4차시의 프로그램 활동에 부담을 느꼈을 것으로 사료된다.

이 연구의 제언은 다음과 같다. 첫째, 이 연구에서 개발한 지능정보기술을 활용한 STEAM 프로그램은 4차시의 짧은 기간 동안 이루어져 학생들의 발표 자료 제작 및 실습에 어려움을 겪은 것으로 파악된다. 따라서 후속 연구에서는 학교급 및 학생 수준에 맞추어 차시의 확대 및 내용의 개선을 통해 보완 및 발전을 해나아갈 필요가 있다고 판단된다. 둘째, 고등학교 교육과정 내에서 STEAM 교육이 활성화되기 위해서는 고교학점제에서 적용할 수 있는 다양한 융합 교육 프로그램 개발 연구가 필요하다. 고교학점제는 학생이 자신의 진로에 맞추어 교과목을 선택하고 이수하는 제도이다. 이에 맞추어 교육과정 내에서 진로와 연계된 다양한 활동이 점차 중요해지는 상황이다. 학생들이 정규 교육과정에서 자신의 진로를 디자인할 수 있고 학습한 지식을 확장, 심화할 수 있도록 다양한 프로그램의 개발이 필요하다. 이 연구에서는 지구과학Ⅰ의 지질 단원을 중심으로 프로그램을 개발하였지만 다양한 주제를 중심으로 다양한 교과를 융합할 수 있는 프로그램을 개발하는 연구를 통해 학교 현장에 보급할 필요가 있다고 판단한다. 셋째, STEAM 프로그램을 적용하였을 때 연구 참여자의 지역, 성취도의 차이에 따라

서 학생들의 창의적 문제해결력, STEAM 태도, 수업 만족도에 차이가 있을 수 있다. 따라서 후속 연구에서는 지능정보기술을 활용한 STEAM 프로그램을 개발 및 적용하였을 때 지역과 성취도에 따른 효과성의 차이를 연구하여 그 원인과 해결 방안을 도출할 필요가 있다.

국문요약

이 연구는 2015 교육과정에 따라 개발된 고등학교 지구과학 I의 '지질 구조' 내용 요소를 드론과 구글어스와 같은 3차원 데이터를 활용한 웹기반의 전문가시스템을 활용하여 융합인재교육(STEAM) 프로그램을 적용하였을 때 고등학생의 창의적 문제해결력, STEAM에 대한 태도 및 수업 만족도 향상에 효과가 있는지를 알아보는 데 그 목적이 있다. 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, STEAM 프로그램을 적용한 후 고등학생의 창의적 문제해결력이 p <.001 수준에서 의미 있는 결과를 나타내었는데, 이는 지질 투어 자료를 직접 제작하고 발표하는 웹기반의 자료를 활용하는 수업 활동이 고등학생의 창의적 문제해결력에 도움이 된 것으로 판단한다. 둘째, STEAM 태도에서는 p <.001 수준에서 유의미한 값을 나타내어 고등학생의 STEAM에 대한 태도에 긍정적 영향을 준 것으로 확인하였다. 드론과 구글어스를 통한 웹기반의 수업 활동이 학습자의 지식에 대한 자아 효능감과 유용성에 대한 가치인식 등의 융합적 사고에 도움을 준 것으로 판단한다. 셋째, STEAM 프로그램에 대한 고등학생의 수업 만족도는 3.251로 다소 높은 평균을 나타내었다. 이는 드론과 구글어스 등 웹기반의 수업 활동이 학습자의 수업 만족도에 긍정적 영향을 준 것으로 판단한다. 다만 수업 시간 부족이 학습자의 수업 흥미를 높이는 데 한계가 있었다. 이 연구의 제언은 다음과 같다. 첫째, STEAM 프로그램에서 이루어지는 발표 자료 제작 및 실습 등을 감안하여 블록 타임 또는 수업 전 수업 이해를 위한 사전지도 등의 활동이 필요하다. 둘째, 고등학교 교육과정에서 STEAM 교육이 활성화되기 위해서는 고교학점제에서 적용할 수 있는 다양한 융합교육 프로그램의 개발에 대한 정성적 연구 및 정량적 연구가 필요할 것으로 판단한다.

주제어: 지질구조, 드론, 구글어스, 3차원 데이터, STEAM

References

교육부(2016). 지능정보사회에 대응한 중장기 교육정책의 방향과 전략 (試案). 세종: 교육부.

권혁수, 김어진, 김재운, 민재식, 배상일, 손미현, 이효녕, 최진영, 한미영, 함형인(2022). 고교학점제를 위한 융합교육(STEAM) 프로그램 개발. 과학교육연구지, 46(1), 93-108.

김상걸, 김형범, 김용기(2022). 3D프린터 활용 체험형 STEAM 프로그램 개발 연구: '태양' 개념을 중심으로. 대한지구과학교육학회지, 15(1), 62-75.

김용기, 김형범, 조규동, 한신(2018). HTE-STEAM(융합인재교육) 프로그램 개발 및 효과: 자유학기제 수업 활용 사례를 중심으로. 대한지구과학교육학회지, 11(3), 224-236

김희수(2014). 적벽강 지역의 가상 야외지질답사 자료 개발 및 적용. 현장과학교육, 8(3), 205-215.

박현주, 김영민, 노석구, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙, 백윤수(2012). STEAM 교육의 구성 요소와 수업 설계를 위한 준거 틀의 개발. 학습자중심교과교육연구, 12(4), 533-557.

백윤수, 박현주, 김영민, 노석구, 박종윤, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙(2011). 우리나라 STEAM 교육의 방향. 학습자중심교과교육연구, 11(4), 149-171.

서영준, 한도윤, 손윤정, 허윤정, 김형범(2022). AR/VR을 활용한 창의교육 프로그램의 효과 분석 : 천문 영역을 중심으로. 대한지구과학교육학회지, 15(2), 310-321.

안종배(2017). 4차 산업혁명에서의 교육 패러다임의 변화. 미디어와 교육, 7(1), 21-34.

유상미, 김형범, 김용기, 김홍태(2021). WWT 빅데이터를 활용한 중학교 STEAM 프로그램 개발 및 적용. 대한지구과학교육학회지, 14(1), 33-47.

이재준(2021). 융합교육 연구동향 분석. 한국교원대학교 석사학위논문, 충청북도.

이화선, 표정민, 최인수(2014). 창의적 문제해결 프로파일 검사(CPSPI)의 개발 및 타당화. 영재교육연구, 24(5), 733-755.

정현도, 이효녕(2017). 중학교 자유학기제에 적합한 과학 탐구 중심의 융합인재교육 프로그램 개발 및 적용. 과학교육학회지, 41(3), 334-350.

한국과학창의재단(2018). 2017년 융합인재교육(STEAM) 사업 성과분석 연구. 서울: 한국과학창의재단.

한도윤, 김형범, 김홍태(2022). 가상현실(VR) 지질자료 개발을 통한 원격수업의 효과 분석: 지오빅데이터 오픈플랫폼 활용을 중심으로. 대한지구과학교육학회지, 15(1), 47-61.

한신, 김용기 김형범(2019). 자연재해 주제를 활용한 창의융합 HTE-STEAM(융합인재교육) 프로그램 개발 및 효과. 대한지구과학교육학회지, 12(3), 291-301.

한신, 김형범, 이창환(2020). 창의적 사고기법을 활용한 창의교육 수업프로그램 개발 및 적용. 대한지구과학교육학회지, 13(2), 162-174.

Csikszentmihalyi, M., & Wolfe, R. (2000). New conceptions and research approaches to creativity: Implications of a systems perspective for creativity in education. In K. Heller, F. Monks, R. Sternberg, & R. Subotnik (Eds.). International handbook for research on giftedness and talent (pp. 81-93). Oxford: Pergamon.

Laudan, R. (1987). From mineralogy to geology: The foundations of a science, 1650-1830. Chicago. Illinois: University of Chicago Press.

Leo Kumar, S. P. (2019). Knowledge-based expert system in manufacturing planning: State-of-the-art review. International Journal of Production Research, 57(15-16), 4766-4790.

Orion, N. (1993). A modelforthe development and im┐plementation of field trips as an integral part of the science curriculum. School Science and Mathematics, 93(6), 325-331.

Orion, N., & Hofstein, A. (1994). Factorsthat influence learning during a scientific field trip in a natural environment. Journal of Research in Science Teaching, 31(10), 1097-1119.