

ORIGINAL ARTICLE

지구과학 데이터 활용 프로젝트 학습이 중학생의 지식정보 처리 역량 및 의사소통과 협업 역량에 미치는 영향

주수진¹ · 노자현² · 김종희^{3*}

(¹광주 동명중학교 교사, ²삼도초등학교 교사, ³전남대학교 교수)

The Effect of Project Based Learning Using Earth Science Data on Middle School Students' Knowledge-information Processing Competency, Communication and Collaboration Competency

SuJin Ju¹ · JaHeon Noh² · JongHee Kim^{3*}

(¹Gwangju Dongmyeong Middle School, ²Samdo Elementary School, ³Chonnam National University)

ABSTRACT

The purpose of this study is to develop a project-based learning program utilizing Earth science data and to evaluate its effects on students' knowledge-information processing competency and communication and collaboration competency. To achieve this, the ADDIE instructional design model was employed to create the program, which was then implemented with 75 second-year middle school students. The program's effectiveness was assessed using paired sample t-tests on the results of tests measuring knowledge-information processing competency and communication and collaboration competency. Additionally, reflection journals were analyzed to identify students' interest in and difficulties with the program. The study's conclusions are as follows: first, the Earth science data-based project learning program comprises three themes: 'Journey through the Planets of the Solar System,' 'I am a Marine Expert,' and 'Planning a Tidal Flat Experience Program.' Second, following the program's implementation, there was a significant improvement in the overall students' knowledge-information processing competency. Third, the program also led to a significant enhancement in students' communication and collaboration competency. Based on these findings, the study suggests the need for specific and continuous teacher support to provide students with successful experiences through the program, overcoming challenges in program implementation through collaboration with the information subject, and conducting research that microscopically analyzes students' interactions.

Key words : earth science data, project-based learning, knowledge-information processing competency, communication and collaboration competency

Received 27 June, 2024; Revised 13 July, 2024; Accepted 14 August, 2024

*Corresponding author : JongHee Kim, Chonnam National University, 77 Yongbongro Buk-gu, 61186, Korea

E-mail : earthedu@jnu.ac.kr

본 논문은 주수진의 2023년도 석사 학위논문의 내용을 발췌 정리하였음.
이 논문은 2020년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2020S1A3A2A01095782)

© 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. 서론

4차 산업혁명 시대의 도래와 함께 정보통신기술과 스마트 기술의 보급으로 사회는 초연결사회로 빠르게 진입하고 있으며, 과학교육 환경에도 큰 변화가 일어나고 있다. 과거의 과학교육이 산업화 시대에 맞춘 인재 양성과 기초 지식 교육에 집중했다면, 현재의 과학교육은 현대 사회에서 필요한 과학적 소양과 역량을 기르는 데 중점을 두고 있다(송진웅 외, 2019). 특히, 교육부(2021)는 역량 중심 교육을 통해 ‘무엇을 아는가?’보다 ‘무엇을 할 수 있는가?’에 중점을 둔 학습경험을 강조하며, 핵심역량의 요소로 지식정보 처리 역량, 의사소통 역량, 협업 역량 등을 제시하였다. 과학 교과에서는 이러한 역량들을 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제해결력, 과학적 의사소통 능력 등으로 세분화하여 함양하고자 하였다(김래영과 김은형, 2020). 따라서, 과학교육은 학생들이 지식정보를 효과적으로 처리하여 문제를 해결하는 능력뿐만 아니라, 다양한 사람들과의 의사소통과 협업을 통해 복잡한 문제에 접근하고 해결하는 역량을 길러주도록 구체적인 방안을 제시해야 함을 알 수 있다.

지식정보 처리 역량은 학생들이 대량의 정보를 효과적으로 수집, 분석, 평가하고 이를 바탕으로 문제를 해결할 수 있는 능력을 의미한다. 이는 데이터를 활용한 학습에서 필수적인 능력으로, 학생들이 다양한 정보원에서 데이터를 수집하고 이를 분석하여 의미 있는 결론을 도출할 수 있도록 돕는다. 이러한 능력은 단순히 정보의 수집과 분석에 국한되지 않으며, 문제 인식, 해결책 탐색, 해결 및 평가의 전 과정을 포함한다. 의사소통과 협업 역량은 다양한 상황에서 본인의 생각과 감정을 효과적으로 표현하고 타인의 의견을 경청하며 존중하는 능력을 의미하며(교육부, 2015), 협업 역량은 학생들이 모둠을 구성하여 상호의존적으로 문제를 해결하고 책임을 공유하며 현실적인 결정을 내리는 능력을 의미한다(OECD, 2005). 이는 학생들이 협력하여 문제를 해결하는 과정에서 필수적인 역량들이다.

이러한 역량을 기르기 위해, 다양한 학습 방법과 그 효과를 확인하는 연구들이 진행되었다. 프로젝트 학습 방법도 그중 하나로, 박민정(2007)과 조용(2019)에 의하면 프로젝트 학습은 학습자가 협력하여 장기적 학습

활동을 통해 실제 문제를 해결하는 결과물을 만들어내는 학습 방법으로, 학습자가 문제를 찾고 정보를 수집·분석하여 결과물을 도출하는 과정에서 의사소통 능력과 협력적 문제해결력 등 다양한 역량을 향상시킬 수 있다. 프로젝트 학습은 과학개념 습득과 학습 동기에 긍정적인 영향을 미치며(이용섭, 2018), 과학적 창의성과 과학지식, 탐구 능력을 향상시킬 수 있다(신명렬과 서혜애, 2017). 특히, 과학 프로젝트 학습에 스마트 기기를 활용하면 과학 학습 동기와 창의적 문제해결력을 증진시킬 수 있다(김상욱과 소금현, 2016). 이러한 연구 결과를 종합하면, 프로젝트 학습 방법은 학생들의 역량을 길러주기에 적합한 방법임을 확인할 수 있다.

한편, 탐구 대상 측면에서 지구과학은 다른 학문의 탐구 대상과 구분되는 특징을 갖는다. 많은 선행연구(김찬중 외, 2005; 이규호와 권병도, 2010; 최윤성과 김종욱, 2022; 한제준, 2023; Chen *et al.*, 2023; Cheng *et al.*, 2020) 주제에서 보듯이, 지구과학의 주요 탐구 대상은 거대한 시공간적 규모, 통제 불가능성, 접근 불가능성, 복잡성을 지니고 있다. 따라서, 실험실에서 실제 조작을 통해 탐구하는 것보다 장시간 동안 자연 현상을 관찰하고 측정된 데이터를 해석하는 연구 방법이 주로 사용된다. 그러나 지구과학 교과서에 제시된 자료는 학생들이 능동적으로 찾아낸 자료라기보다는 실험 목적에 맞게 가공되어 제공된 자료이며, 이를 활용한 자료 해석 형태의 실험이 많다. 이로 인해 학생들의 직접 탐구 기회가 제한되며, 진정한 의미의 탐구보다는 과학자들의 연구 결과를 확인하는 데 그칠 때가 많다. 최근에는 학생들이 인터넷의 공유 데이터베이스를 활용하여 이러한 제한을 부분적으로 해결할 수 있게 되었다. 지구과학 데이터는 실시간으로 갱신되므로, 이를 실험 및 탐구 활동 등에 활용하면 학생들의 다양한 역량 향상에 도움을 줄 수 있다(구자욱, 2006). 정은주(2020)는 초등학생을 대상으로 데이터 기반 과학탐구 학습을 적용하여, 학생들의 지식정보처리 역량과 협력적 문제해결력에 긍정적인 영향을 확인하였고, 손미현(2020)은 과학 동아리 학생들을 대상으로 데이터 기반 과학탐구 모형을 적용하여 학생들의 지식정보처리 역량 향상에 효과가 있음을 확인하였다. 이처럼 학생들이 데이터를 수집하고 분석하여 다른 사람들과 협력하여 과제를 해결하고 그 결과를 공유하는 과정은 Gillies(2023)의 연구처럼 학생들에게 실제 과학자들의

활동과 유사한 경험을 제공하므로 과학이 작동하는 방식을 이해시키는 데 도움을 줄 수 있다.

하지만 과학 교과에서 프로젝트나 데이터 활용 학습을 주제로 한 선행연구(김문경과 최선영, 2013; 김상욱과 소금현, 2016; 손미현, 2020; 신명렬과 서혜애, 2017; 이용섭, 2018; 이지애, 2015; 정은주, 2020)들을 보면, 대부분의 연구는 과학영재나 초등학생을 대상으로 하였으며 프로젝트 주제는 교과 융합적이거나 실생활 중심이었다. 이는 주제 선정의 어려움(정은희와 손정우, 2019)이나 데이터 수집과 분석 과정의 어려움(손미현, 2020) 때문에 과학영재를 대상으로 하거나 수업 시수 편성과 교과 간 연계가 중학생에 비해 자유롭기에 초등학생을 대상으로 하였을 것으로 판단된다. 하지만, 형식적 조각기인 중학생들은 추상적 사고와 논리적 추론 능력이 발달하므로 (Inhelder & Piaget, 1958) 데이터를 활용한 수업이 가능하며, 동료 학습자와의 상호작용을 통한 학습을 선호하므로(Kellough & Kellough, 2008) 프로젝트 학습에서 강조하는 협업 활동에 적합하다고 할 수 있다. 특히, 중학생들은 주제와 방법이 개방된 자유탐구 활동이 가능하며, 또래 간 상호작용을 통해 과학개념을 형성할 수 있다는 사실(김민석, 2013; 안희정 외, 2013; 함동철, 2012)은 중학생을 대상으로 한 지구과학 데이터 활용 프로젝트 학습이 가능함을 시사하며, 이들에게 적합한 프로그램을 개발하고 적용하는 과정이 필요함을 보여준다.

이러한 배경을 바탕으로, 본 연구에서는 중학생을 대상으로 지구과학 데이터 활용 프로젝트 학습 프로그램을 개발하고, 이 프로그램이 학생들의 지식정보처리

역량, 의사소통과 협업 역량에 미치는 영향을 확인하고자 한다. 이를 위해 본 연구는 다음의 두 가지 연구 문제를 설정하였다.

첫째, 지구과학 데이터 활용 프로젝트 학습 프로그램의 개발 과정과 결과(프로젝트 주제, 학습 목표, 학습 내용, 교수전략)는 어떠한가?

둘째, 지구과학 데이터 활용 프로젝트 학습 프로그램이 중학생의 지식정보 처리 역량 및 의사소통과 협업 역량에 미치는 효과는 어떠한가?

II. 연구 방법

1. 지구과학 데이터 활용 프로젝트 학습 프로그램 개발

본 연구에서는 지구과학 데이터 활용 프로젝트 학습 프로그램을 개발하기 위해 분석(Analysis)-설계(Design)-개발(Development)-실행(Implementation)-평가(Evaluation) 5단계로 구성된 ADDIE 수업 설계 모형(Seels & Richey, 1994)을 적용하였다. 프로그램 개발 과정의 단계별 내용과 프로그램의 효과를 확인하기 위해 ADDIE 수업 설계 모형 절차에 따라 교육 프로그램을 개발하고 적용 효과를 탐색한 이재은과 조은진(2017)의 연구 절차와 방법을 참고하였다. 프로그램 개발 절차의 단계와 내용은 Fig. 1과 같다.

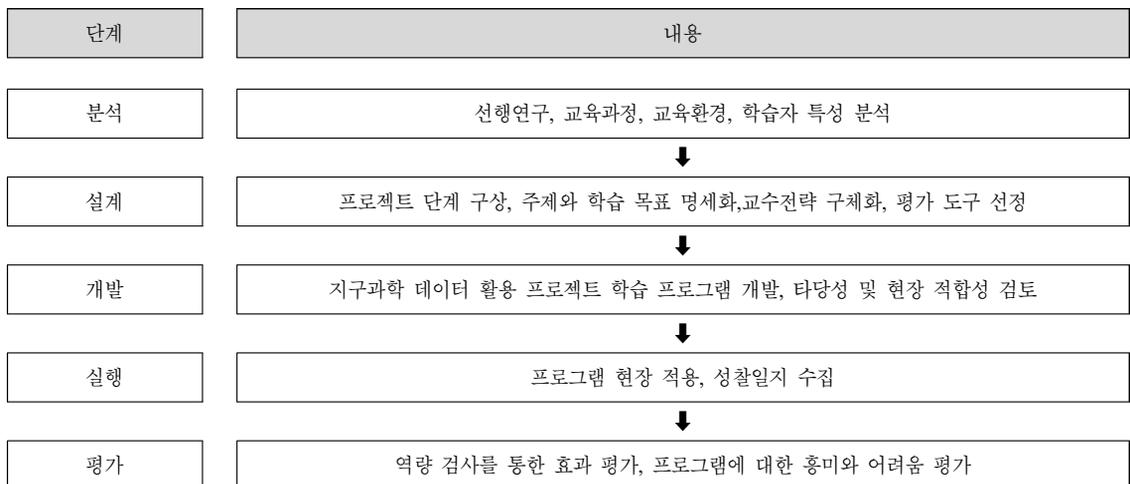


Fig. 1. Program development procedure

분석단계에서는 과학 교과에서 데이터 활용 학습, 프로젝트 학습, 역량 향상을 주제로 한 선행연구들에서 이론적 배경, 프로젝트 학습 사례와 효과 등을 정리하고, 과학과 교육과정과 과학 교과서 내용을 분석하여 프로그램에 적합한 학년과 단원을 선정하였다. 이후 연구 참여자인 학생들이 속한 학교의 수업 환경과 학생들의 선행 개념 이해 정도, 학습 스타일, 흥미와 동기와 같은 학생 특성을 분석하였다.

설계단계에서는 분석단계의 결과를 바탕으로 프로그램 단계를 구상하고, 프로젝트에 주제별 학습 목표를 명세화하였다. 학습 목표 달성을 위해 학습 활동별로 교수전략을 구체화하고 활용할 매체와 평가 도구를 선정하는 등 프로그램 개발을 위한 제반 작업을 진행하였다.

개발단계에서는 지구과학 데이터 활용 프로젝트 학습 프로그램을 개발하고 내용의 타당성과 현장 적합성을 검토하였다. 내용 타당성과 적합성 검토를 위해 전문가 집단을 구성하였다. 전문가 집단은 연구 주제와 관련된 연구 경험과 논문게재 실적(Grant & Kinney, 1992)이 있거나 10년 이상 경력을 가진 교사(Caspari-Sadeghi & König, 2018; Ropo, 2004)를 기준으로 선발하여, 지구과학교육 전공 교수 1인, 지구과학교육 전공 박사과정 교사 1인과 석사과정 교사 1인, 연구 참여자들이 속한 학교의 현장 교사 2인 총 5인으로 구성하였다. 프로그램의 타당성과 적합성은 Table 1과 같이 타당도 평가지를 전문가에게 개별적으로 배부하여 전문가 의견을 4점 척도로 수합하였으며, 평가지 하단에 자유 서술식 문항을 추가하여 전문가 의견을 추가로 수집하였다.

실행단계에서는 개발한 프로그램을 연구 참여자들에게 적용하면서 디지털 도구를 준비하고 수업 진행을 위한 설명자료를 제공하는 등 학습 환경을 최적화하였

다. 또한, 프로그램의 평가를 위해 프로그램에 대한 만족도, 흥미와 어려움을 묻는 성찰일지를 수집하였다.

평가 단계에서는 프로그램의 적용 결과를 확인하기 위해 연구 참여자들이 작성한 역량 검사지를 분석하여 역량 변화 정도를 파악하고, 이를 바탕으로 본 연구에서 개발한 프로그램의 효과와 적합성, 적용 가능성 등을 종합적으로 검토하였다.

2. 지구과학 데이터 활용 프로젝트 학습 프로그램 효과 검증

가. 실험 설계

프로그램의 효과 검증은 Fig. 2와 같이 단일집단 사전-사후 검사 설계(one-group pretest-posttest design) 방법으로 진행하였다. 실험 처치 전 지식정보처리 역량, 의사소통 역량과 협업 역량 사전 검사를 진행하고 지구과학 데이터 활용 프로젝트 학습을 13차시 실시한 후, 사전 검사와 같은 검사지를 사용하여 사후 검사를 진행하였다. 추가로 지구과학 데이터 활용 프로젝트 학습 프로그램에 대한 학생들의 인식을 확인하기 위해 성찰일지를 작성하도록 안내하였다.

사전검사	처치	사후검사
O _{1A}	X	O _{2A}

O_A: 지식정보처리 역량 검사, 의사소통과 협업 역량 검사

X: 지구과학 데이터 활용 프로젝트 학습

Fig. 2. Experimental design to verify effectiveness

나. 연구 시기 및 참여자

본 연구는 2022년 5월부터 7월까지 약 3개월간 G광역시에 존재하는 D 중학교 2학년 3개 학급 총 75명(남학생 37명, 여학생 38명)을 대상으로 하였다. 연구 참여자의 보호를 위해 연구자가 속한 생명윤리심의원

Table 1. Criteria for judging the validity and suitability of the program

검토 내용	매우 타당함	타당함	타당하지 않음	매우 타당하지 않음
프로그램이 학생들의 지식정보처리 역량 함양에 도움이 되는가?				
프로그램이 학생들의 의사소통과 협업 역량 함양에 도움이 되는가?				
프로그램이 중학교 2학년 학생에게 적용하기에 수준은 적합한가?				
프로그램의 차시 배분은 적합한가?				
기타 의견				

회(IRB)의 사전 심의를 받았으며, 22년 4월 최종 승인을 받았다. 수업 전 학습자 특성을 분석 결과를 바탕으로 모듈 구성과 수업 진행 방식을 결정하였다. 학생들은 프로젝트 수업이나 데이터를 활용한 과학 수업 경험이 없었으므로, 수업 참여도와 컴퓨터 활용능력 등을 고려하여 한 모듈에 3~5명씩, 학급당 6모듈을 구성하였다. 수업은 연구자와 현장에 근무하는 교과 전담 교사와 함께 진행하였다.

다. 검사 도구

1) 지식정보 처리 역량 검사지

지구과학 데이터 활용 프로젝트 학습 프로그램이 학생들의 지식정보 처리 역량에 효과가 있는지 확인하기 위해 지식정보 처리 역량 검사지를 제작하였다. 지식정보 처리 역량 검사지는 정은주(2020)가 데이터 기반 과학 탐구 학습의 효과를 확인하기 위해 사용한 지식정보 처리 역량 검사 도구의 15개 문항 중 본 프로그램의 주안점이 아닌 '나는 문제 해결 방법을 비슷한 상황에서 활용할 수 있다.'를 제외한 14개 문항을 사용하였다. 여기에, 본 프로그램에서 강조한 데이터 수집 및 분석 활동과 관련된 문항 3개(정보 수집을 위한 정보원 파악, 정보 검색 전략 선택, 데이터 분석을 통한 정보 확인)를 추가하여 총 17개의 문항으로 구성하였다. 하위 요소별로 살펴보면 문제 인식 5문항, 해결책 탐색 7문항, 해결 및 평가 5문항이며 모두 5점 척도에 따라 응답하게 되어있다. 검사지의 양호도는 내용 타당도와 내적 일관성 신뢰도인 Cronbach의 α 를 사용하여 확인하였다. 내용 타당도 확인을 위해 3회의 델파이 조사를 통해 전문가 평가와 피드백을 진행하였다. 델파이 조사는 전문가 집단에게 개발된 검사지를 개별적으로 제공하여 문항이 측정하고자 하는 개념과의 관련성 및 적절성(김아영 외, 2016), 문항 서술의 명확성을 검증받았다. 신뢰도 확인을 위해 Cronbach의 α 값을 도출하였으며, 기존 지식 정보 처리 역량 검사에 문항이 추가되었음을 고려하여 17개 문항 중 각 항목이 삭제된 경우의 Cronbach의 α 값을 각각 도출하였다. 그 결과 α 계수는 0.940~0.945의 값으로 훌륭한(Excellent) 수준(Streiner, 2003)으로 확인되어 지식정보 처리 역량 검사지는 본 연구에 활용하기에 적합하다고 판단하였다.

2) 의사소통과 협업 역량 검사지

지구과학 데이터 활용 프로젝트 학습 프로그램이 학생들의 의사소통과 협업 역량에 효과가 있는지 확인하기 위해 의사소통과 협업 역량 검사지를 제작하였다. 의사소통과 협업 역량 검사지는 미래세대 과학교육 표준(송진웅 외, 2019)에 제시된 의사소통과 협업 능력의 하위 영역과 그 해설에 제시된 내용을 토대로 총 6문항을 개발하였다. 하위 요소별로 살펴보면 아이디어 표현 2문항, 규칙 생성 1문항, 협업 수행 1문항, 모니터링 2문항이며 모두 5점 척도에 따라 응답하게 되어있다. 검사지의 양호도는 지식정보 처리 역량 검사지와 마찬가지로 델파이 조사를 통해 내용 타당도를 확인하고, 내적 일관성 신뢰도인 Cronbach의 α 계수를 도출하였다. 내용 타당도는 지식정보 처리 역량 검사지와 같은 방식으로 검증받았는데, 여기에 의사소통과 협업 역량의 개념과 하위요소를 충분히 대표하고 있는지를 확인하는 문항 내용의 포괄성을 추가로 검증받았다. 신뢰도 확인을 위해 Cronbach의 α 값을 도출하였으며, 의사소통과 협업 역량 검사지를 신규 제작한 점을 고려하여 개별 문항이 삭제된 경우의 Cronbach의 α 값을 각각 도출하였다. 그 결과 α 계수는 0.811~0.853의 값으로 좋음(Good) 수준(Streiner, 2003)이므로 본 연구에 활용하기에 적합하다고 판단하였다.

3) 성찰 일지

지구과학 데이터 활용 프로젝트 학습 프로그램 대한 학생들과 양적 검사로 파악하기 어려운 학생들의 주관적 경험을 보다 심층적으로 이해하기 위해 성찰 일지를 제작하였다. 성찰일지는 프로그램 참여 정도를 묻는 5점 척도로 구성된 5개 문항, 프로그램을 통해 향상되었다고 생각하는 부분을 묻는 선택형 1개 문항, 프로그램에 대한 만족도, 흥미, 그리고 어려움을 묻는 자유 서술식 3개 문항으로 구성되었다. 성찰일지의 양호도 확인을 위해 전문가 집단의 검토를 통한 안면 타당도(face validity)를 평가하였다. 이를 통해 성찰일지 문항이 학생들의 인식을 정확하게 반영할 수 있는지 확인하였다.

라. 자료 처리 및 분석

지식정보 처리 역량, 의사소통과 협업 역량 측면의

효과 확인을 위해 SPSS 23.0 프로그램을 이용하여 대응 표본 t -검정을 시행하였다. 전체 학생을 대상으로 검사의 사전-사후 검사 결과를 분석하여 프로그램의 효과를 확인하였다. 또한, 양적 검사로 파악하기 어려운 학생들의 경험을 심층적으로 이해하기 위해 학생들이 작성한 성찰일지를 동료 검토(peer review) 방법으로 분석하여 프로그램에 대한 만족도, 프로그램을 통해 향상되었다고 생각하는 역량, 흥미와 어려움을 측면을 확인하였다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 지구과학 데이터 활용 프로젝트 학습 프로그램 개발 결과

가. 분석단계

분석단계에서는 프로젝트 주제 선정을 위해 선행연구와 교육과정을 분석하고, 프로젝트 진행을 위해 교육환경과 학습자 특성을 분석하였다. 먼저, 선행연구에서 탐색한 이론적 배경을 바탕으로 프로젝트 학습 프로그램의 내용 구성과 지도 방안 등을 정리하였다. 이를 바탕으로 교육과정 성취기준, 학생들이 사용하는 교과서(노태희 외, 2018) 내용과 탐구 활동을 Table 2와 같이 분석하고, 중학교 2학년 지구과학 단원인 3. 태양계와 7. 수권과 해수의 순환을 주제로 선정하였다. 성취기준 [9과10-04]를 반영한 3. 태양계는 목성형 행성과 지구형 행성을 분류하는 활동이므로, 학생들이 행성 데이터를 탐색하여 물리적 특징에 기반한 기준을 바탕으로 행성들을 분류해 보는 활동으로 구성하면 적합하다고 판단하였다. 성취기준 [9과14-02], [9과14-03]을 반영한 7. 수권과 해수의 순환은 그래프로 해수의

연직 수온 분포를 이해하고 조석 현상 실시간 자료를 해석하여 조차와 같은 해수면의 높이 변화를 이해하는 활동이다. 따라서, 학생들이 수온 데이터와 조석예보 데이터를 수집하여 그래프를 그리고 해석하는 활동으로 구성하면 적합하다고 판단하였다.

프로젝트 주제를 선정한 후 교육환경과 학습자 특성을 분석하였다. 학생들이 다니는 D 중학교는 학생 1인당 태블릿 PC 1대, 노트북 1대가 제공 가능하였고 과학실은 무선환경 구축 사업을 통해 무선 인터넷을 자유롭게 사용할 수 있었으며 전자칠판도 보유하고 있어 데이터 활용 프로젝트 학습을 진행하기에 적합하다고 판단하였다. 연구 참여자인 학생들의 학업 수준은 인근 학교 중에서 높은 편에 속하였으며, 과학 교과에 대해 관심과 흥미가 높은 편이었다. 학생들을 대상으로 사전에 데이터 활용 학습 및 프로젝트 학습 경험을 조사한 결과 약 61명(81%)의 학생들이 다양한 수업 속에서 파워포인트를 사용해봤다고 응답하였다. 반면, 엑셀을 사용할 수 있다는 학생은 7명(9%)이었고, 이 학생들도 데이터를 표와 그래프로 나타내는 활동은 능숙하지 못하다고 응답하였다. 특히, 전체 학생들이 과학 교과의 프로젝트 학습을 경험해보지 않았다고 응답하였다.

나. 설계단계

설계단계에서는 프로젝트 단계를 구상하고 주제와 학습 목표를 명세화한 후, 학습 활동별로 교수전략을 구체화하였다. 이어서 프로젝트 효과를 평가하기 위한 평가 도구를 선정하였다. 프로젝트 단계는 선행연구(강인애 외, 2011; 김은정과 박관우, 2002; 여상환과 엄우용, 2014; 유승희, 2013; 정영란과 김동식, 2003; 허진, 2020; Hallermann *et al.*, 2011)를 참고하여 5단계(프로젝트 주제 및 데이터 탐색하기-활동 계획하기-탐구

Table 2. Analysis of textbook inquiry activities and achievement standards

단원	교과서 탐구 활동	성취기준
3. 태양계	- 특징이 비슷한 행성끼리 분류하기 - 망원경으로 달과 행성 관측하기	[9과10-04] 태양계를 구성하는 행성의 특징을 알고, 목성형 행성과 지구형 행성으로 구분할 수 있다.
7. 수권과 해수의 순환	- 수온의 연직 분포 - 전 세계 바다의 표층 염분 분포 - 동해의 해류 분포 조사해보기	[9과14-02] 해수의 연직 수온 분포와 염분비 일정 범칙을 통해 해수의 특성을 설명할 수 있다.
	- 조석 현상에 대한 실시간 자료 해석하기	[9과14-03] 우리나라 주변 해류의 종류와 특성을 알고 조석 현상에 대한 자료를 해석할 수 있다.

및 표현하기-발표 및 피드백하기-평가하기)로 구상하였다. 프로젝트 주제는 교육과정과 교과서 분석 결과를 토대로 지구과학 데이터를 활용할 수 있는 ‘3단원. 태양계’에서 1개 주제(태양계의 행성 여행), ‘7단원. 수권과 해수의 순환’에서 2개 주제(나는 해수 전문가, 갯벌 체험 프로그램 계획하기)를 선정하였다. 학습 목표는 교육과정 성취기준을 토대로 지식정보 처리 역량을

지식·이해 목표와 과정·기능 목표에 반영하고, 의사소통과 협업 역량을 과정·기능과 가치·태도 역량에 반영하여 Table 3와 같이 명세화하였다.

교수전략은 주제별로 지구과학 데이터를 활용할 수 있는 핵심 활동을 구성하고, 핵심 활동에 지식정보 처리 역량, 의사소통과 협업 역량의 향상을 도모할 수 있는 교수전략을 적용하는 형식으로 Table 4와 같이 계

Table 3. Performance goals by area according to project topic

프로젝트 주제	영역	학습목표
1차. 태양계의 행성 여행	지식·이해	<ul style="list-style-type: none"> 태양계 행성 데이터를 수집하는 방법을 설명할 수 있다. 행성의 다양한 물리적 특징을 이해하고 이를 기준으로 행성을 분류할 수 있다.
	과정·기능	<ul style="list-style-type: none"> 애플리케이션과 웹사이트를 사용하여 행성 데이터를 수집하고 정리할 수 있다. 수집된 데이터를 구글 시트를 이용해 그래프와 표로 표현할 수 있다.
	가치·태도	<ul style="list-style-type: none"> 협업과 피드백 과정을 통해 의사소통 능력과 협력적 문제해결력을 향상시킬 수 있다.
2차. 나는 해수 전문가	지식·이해	<ul style="list-style-type: none"> 수온의 연직 분포 실험을 통해 데이터를 수집하고 분석할 수 있다. 정선 수온 데이터를 해석하여 해수의 특성을 이해할 수 있다.
	과정·기능	<ul style="list-style-type: none"> 실험을 통해 직접 데이터를 얻고 이를 표와 그래프로 나타낼 수 있다. 구글 클라우드를 활용해 데이터를 공유하고 분석 결과를 발표할 수 있다.
	가치·태도	<ul style="list-style-type: none"> 협업을 통해 얻은 데이터를 바탕으로 논리적 결론을 도출하고 공유할 수 있다.
3차. 갯벌체험 활동 계획하기	지식·이해	<ul style="list-style-type: none"> 조석 현상에 대해 알아보고, 이를 통해 갯벌 체험 활동을 계획할 수 있다. 조석 현상에 대한 실시간 데이터를 활용하여 갯벌 체험 장소와 일정을 결정할 수 있다.
	과정·기능	<ul style="list-style-type: none"> 구글 스프레드시트를 이용해 필요한 데이터를 정리하고 그래프로 표현할 수 있다. 애플리케이션과 웹을 활용하여 갯벌체험 장소에 대한 자료를 검색하고 정리할 수 있다.
	가치·태도	<ul style="list-style-type: none"> 실시간 데이터를 활용한 체험 활동 계획을 통해 의사소통 능력과 협업 능력을 향상시킬 수 있다.

Table 4. Key activities and data utilization instructional strategies according to the project topic

프로젝트 주제	핵심 활동	교수전략
1차. 태양계의 행성 여행	<ul style="list-style-type: none"> 행성 데이터 탐색 후 정리하기, 분류기준을 정하고 분류하기 	<ul style="list-style-type: none"> 애플리케이션, 웹사이트 검색을 통해 데이터를 수집한다. 수집된 데이터는 구글 시트를 활용하여 그래프로 표현하고 분류한다.
	<ul style="list-style-type: none"> 행성 여행안내서(인포그래픽) 만들기 	<ul style="list-style-type: none"> 인포그래픽 제작툴(미리캔버스)을 활용해 정보를 표현한다.
	<ul style="list-style-type: none"> 행성 여행안내서를 게시하고, 다른 모듈과 피드백하기 	<ul style="list-style-type: none"> 패드렛에 자료를 공유하고 피드백한다.
2차. 나는 해수 전문가	<ul style="list-style-type: none"> 연직 수온 분포 실험을 통해 데이터 수집하고 분석 결과 공유하기 	<ul style="list-style-type: none"> 실험을 통해 데이터를 얻고 그 결과를 표와 그래프로 나타내어 분석한다.
	<ul style="list-style-type: none"> 실제 데이터를 이용하여 프로젝트 주제 정하고 계획하기 협업을 통한 발표자료 제작하기 	<ul style="list-style-type: none"> 실제 데이터를 이용해 표를 만들고, 엑셀을 활용하여 그래프를 작성한다. 실제 데이터를 활용하여 연구 주제를 정하고, 해결에 필요한 변인을 찾아본다.
	<ul style="list-style-type: none"> 주제별 프로젝트 발표하고, 다른 모듈과 피드백하기 	<ul style="list-style-type: none"> 구글 클래스룸에 자료를 공유하고, 다른 모듈과 피드백한다.
3차. 갯벌체험 활동 계획하기	<ul style="list-style-type: none"> 조석 현상에 대해 알아보고, 조석 현상에 대한 실시간 데이터를 찾고 해석하기 	<ul style="list-style-type: none"> 스마트 조석예보를 통해 실시간 조석 데이터를 확인한다. 구글 스프레드시트로 데이터를 표와 그래프로 나타내고 관계를 파악한다.
	<ul style="list-style-type: none"> 갯벌체험 계획하기 협업을 통한 발표자료 제작하기 	<ul style="list-style-type: none"> 애플리케이션과 웹으로 갯벌체험 장소에 대한 자료를 검색하고 정리한다. 인포그래픽, 프레젠테이션 등으로 데이터를 정리하고 표현한다.
	<ul style="list-style-type: none"> 갯벌체험 프로그램 게시하고, 다른 모듈과 피드백하기 	<ul style="list-style-type: none"> 구글 클래스룸에 자료를 공유하고, 다른 모듈과 피드백한다.

획하였다. 예를 들어 핵심 활동인 ‘행성 데이터 탐색 후 정리하기, 분류기준을 정하고 분류하기’는 교수전략인 ‘애플리케이션, 웹사이트 검색을 통해 데이터를 수집한다.’를 통해 지식정보 처리 역량의 향상 의도하였으며, ‘수집된 데이터는 구글 시트를 활용하여 그래프로 표현하고 분류한다.’를 통해 의사소통과 협업 역량의 향상을 의도하였다. 프로그램의 효과를 확인하기 위해 지식정보 처리 역량 검사, 의사소통과 협업 역량 검사를 평가 도구로 선정하였다. 이를 통해 학생들의 역량 향상 정도를 분석하여 프로그램의 효과를 확인하고자 하였다.

다. 개발단계

개발단계에서는 지구과학 데이터 활용 프로젝트 학습 프로그램을 개발하고, 전문가 집단에 의뢰하여 프

로그래ムの 타당성과 현장 적합성을 검토받았다. 설계단계에서 확인한 것처럼 핵심 활동에 교수전략을 적용하기 위해, ‘데이터 탐색하기’와 ‘탐구 및 표현하기’ 단계에 핵심 활동이 포함되도록 하였다. 예를 들어, ‘태양계의 행성 여행’의 핵심 활동은 ‘행성에 대한 데이터 탐색-행성 분류-행성 여행안내서 만들기’이다. 따라서, ‘데이터 탐색하기’ 단계에 행성에 대한 데이터를 탐색하여 분류해 보고, ‘탐구 및 표현하기’ 단계에서 행성 여행안내서를 만들어보도록 하였다. 또한, 교수전략을 다양하게 적용하기 위해 학습 활동별로 학생들이 향상되기를 기대하는 지식정보처리 역량과 의사소통과 협업 역량을 명시하였다. 그 결과 Table 5와 같이 프로젝트 단계, 학습 활동, 역량 세 요소가 선형적으로 연결되어 학습 활동을 통해 향상시키고자 하는 역량이 제시된 프로젝트 학습 프로그램을 개발할 수 있었다.

프로그램의 타당성과 현장 적합성 확인을 위해 전

Table 5. Contents of project based learning using earth science data

프로젝트 주제	프로젝트 단계	학습 활동	지식정보처리 역량			의사소통과 협업 역량			
			문제 인식	해결책 탐색	해결/평가	아이디어 표현	규칙 생성	협업 수행	모니터링
1차. 태양계의 행성 여행	소개	프로젝트 소개	●			●	●	●	
	1차. 태양계의 행성 여행	-주제 탐색	●				●	●	
		프로젝트 주제 및 데이터 탐색하기	-데이터 탐색 1. 행성 만다라트 제작하기	●	●				
		-데이터 탐색 2. 행성 분류하기	●	●	●	●		●	
		활동 계획하기	-‘행성 소개자료 만들기’ 계획하기	●			●	●	●
		탐구 및 표현하기	-행성 여행 소개자료(인포그래픽) 만들기		●	●	●		●
		발표 및 피드백하기	-발표 자료 공유 및 동료 평가			●	●		●
평가하기	-성찰일지 작성			●			●		
2차. 나는 해수 전문가	프로젝트 주제 및 데이터 탐색하기	-주제 탐색	●				●	●	
	2차. 나는 해수 전문가	-데이터 탐색 1. 수온 연직 분포 실험 및 데이터 수집하기	●	●	●			●	
		-데이터 탐색 2. 실제 자료 분석하기	●						
		활동 계획하기	-‘나는 해수 전문가’ 계획하기	●			●	●	●
		탐구 및 표현하기	-‘나는 해수 전문가’ 발표 자료 만들기		●	●	●		●
		발표 및 피드백하기	-발표 자료 공유 및 동료 평가			●	●		●
		평가하기	-성찰일지 작성			●			●
3차. 갯벌체험 프로그램 계획하기	프로젝트 주제 및 데이터 탐색하기	-주제 탐색	●				●	●	
	3차. 갯벌체험 프로그램 계획하기	-데이터 탐색 1. 조석 개념 알아보기	●						
		-데이터 탐색 2. 조석 데이터 분석	●	●				●	
		활동 계획하기	-‘갯벌체험 프로그램’ 계획하기	●	●	●	●	●	●
		탐구 및 표현하기	-‘갯벌체험 프로그램’ 소개자료 만들기		●	●	●	●	
		발표 및 피드백하기	-발표 자료 공유 및 동료 평가			●	●		●
		평가하기	-성찰일지 작성			●			●

Table 6. Expert opinions and program improvements

전문가 의견	개선 내용
<ul style="list-style-type: none"> 학생들의 디지털 소양을 고려했을 때 해결책 탐색을 위한 데이터 탐색 방법을 안내할 필요가 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 프로젝트 주제별로 데이터 탐색 방법(Solar walk, 한국천문연구원, 스마트 조석 예보)을 안내하고 실제 데이터를 제시 한다.
<ul style="list-style-type: none"> 수온은 학생들이 평소 접하지 않는 주제이므로 문제 인식, 해결책 탐색 과정에서 교사의 지원이 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 프로젝트 주제 단계에서 수온과 관련된 프로젝트 주제와 활동 결과물 예시 10가지를 읽을 자료로 제시한다.
<ul style="list-style-type: none"> 엑셀을 다뤄본 학생 수가 적으므로 데이터 변환과 해석을 위한 예비 활동 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 엑셀 사용법을 제작하여 배부하고 소개 단계에서 예시 데이터를 제공하여 데이터 분석 등 기본적인 엑셀 기능 연습 시간을 할당한다.
<ul style="list-style-type: none"> 학생들의 참여도를 높일 수 있는 방안 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 탐구 및 표현하기 단계에서 공유 도구를 이용하여 데이터를 공유하고 온라인 공간에서 협업한다. 공유 도구를 이용하여 발표 자료(결과물)을 공유하고 동료 평가(피드백) 한다. 교사는 온라인 공간에서 학생들의 활동을 지속적으로 확인하고 활동 참여를 장려한다.

문가 검토를 진행하였고, 그 결과는 ‘타당함’ 수준이었다. 그러나 전문가들은 지식정보처리 역량 측면에서 학생들의 디지털 소양을 고려하여 데이터 탐색 방법을 안내기 필요함, 수온 주제는 학생들이 평소에 접하지 않는 주제이므로 문제 인식과 해결책 탐색 과정에서 교사의 지원이 필요함, 엑셀을 다뤄본 학생 수가 적으므로 데이터 변환과 해석 활동을 위해 엑셀을 조작해 볼 수 있는 시간이 필요함을 언급하였다. 또한, 학생들의 참여도는 의사소통과 협업 역량과 직접적인 연관이 있으므로 탐구 및 표현하기, 발표 및 피드백 하기 단계에서 학생들의 참여도를 높일 수 있는 구체적인 방안이 필요함을 강조하였다. 이상의 전문가 의견을 토대로 Table 6와 같이 개선 내용을 정리하고 실행단계에 반영하여 프로젝트를 진행하는 교사가 개선 내용을 숙지하고 수업을 진행하도록 하였다.

라. 실행단계

실행단계에서는 개발한 프로그램을 적용하고 성찰 일지를 수집하였다. 개발한 프로그램은 총 13차시로 도입 1차시와 프로젝트 3개 주제가 각 4차시씩 구성되어 있다.

도입 차시에서는 학습자 분석 결과에 따라 수업 전 프로젝트 학습에 대해 안내하고 본 학습에서 사용되는 인포그래픽 도구, 엑셀과 같은 프로그램들을 연습하는 시간을 가졌다. 도입 차시 이후 본격적인 프로젝트를 Table 7과 같이 진행하였는데, 주제별로 다섯 단계로 구성된 프로젝트를 각각 진행하였다.

첫 번째 주제인 ‘태양계의 행성 여행’은 행성 데이터를 탐색하고 기준에 따라 행성을 분류한 다음 행성

을 소개하는 행성 여행안내서를 인포그래픽으로 만들고 발표하는 활동을 진행하였다. 데이터 탐색 방법을 안내해야 한다는 전문가 의견과 교사가 정보원을 제공하여 학생들의 정보 수집 과정을 지원해야 한다는 손미현(2020)의 연구를 참고하여, Solar Walk 애플리케이션과 한국천문연구원, 위키 백과와 같은 누리집을 안내하였다. 탐구 및 표현하기 단계에서 학생들이 서로 다른 탐구 결과에 대한 의견 차이를 극복하기 위해 데이터의 신뢰성을 확인하고, 교사의 조언을 얻거나 데이터 검증 방법을 모색하는 등 지속적인 논의와 피드백을 통해 문제를 해결하는 모습을 관찰할 수 있었다. 이는 의사소통과 협업 역량을 발휘하여 모니터링을 수행하고, 지식정보 처리 역량을 발휘하여 해결책을 탐색하고 문제를 해결 및 평가하는 과정으로 해석할 수 있다.

두 번째 주제인 ‘나는 해수 전문가’는 수온의 연직 분포 실험 데이터와 해양 관측 데이터를 활용하여 수온의 특징을 이해하고 모듈별로 수온과 관련된 주제를 정해서 탐구하고 발표하는 활동을 진행하였다. 수온의 특징을 이해하기 위해 수온의 연직 분포 실험으로 데이터를 수집하고(Fig 3의 A) 관할 해역 해양정보 공동 활용시스템(<https://joiss.kr/>)의 해양 관측 자료 데이터를 수집하였다. 학생들은 데이터를 분석하여 확인한 수온의 특징을 토대로 모듈별로 수온과 관련된 탐구 주제를 선정하였다. 데이터를 선별하여 표나 그래프로 변환하면서 탐구 주제의 해결 방안을 모색하였고(Fig 3의 B), 발표 및 피드백하기 단계에서 주제 해결 과정과 결과가 담긴 발표 자료를 만들어 학급에 공유하였다(Fig 3의 C).

Table 7. Learning activities based on project phase and topic

프로젝트 단계	학습 활동			시간 배당
	1차. 태양계의 행성 여행	2차. 나는 해수 전문가	3차. 갯벌체험 프로그램 계획하기	
프로젝트 주제 및 데이터 탐색하기	<ul style="list-style-type: none"> - 읽을거리(민간 우주여행) 제시 - 주제 탐색하기 	<ul style="list-style-type: none"> - 읽을거리(수온 관련 프로젝트 주제, 활동 결과물) 제시 - 주제 탐색하기 	<ul style="list-style-type: none"> - 읽을거리(하루 동안 해수면의 높이차, 갯벌 체험 프로그램 공모전) 제시 - 주제 탐색하기 	2
활동 계획하기	<ul style="list-style-type: none"> - Solar Walk, 웹 검색(천문연구원 등)을 통해 행성 데이터 수집 및 행성 만다라트 제작하기 - 행성 데이터를 이용하여 행성 분류하기 	<ul style="list-style-type: none"> - 수온의 연직 분포 실험으로 데이터 수집 - 해양 관측자료를 분석하여 수온의 특징 알아보기 	<ul style="list-style-type: none"> - 웹 검색으로 조석 개념 알아보기 - ‘스마트 조석예보’의 조석 데이터 분석하기 	2
탐구 및 표현하기	<ul style="list-style-type: none"> - 인포그래픽 툴(미리캔버스)을 이용하여 행성 여행 안내서 제작하기 	<ul style="list-style-type: none"> - 엑셀을 이용하여 데이터를 표와 그래프로 나타내기 - 데이터 해석하여 주제 정하기 	<ul style="list-style-type: none"> - 갯벌체험 장소와 체험 프로그램 계획하기 	2
발표 및 피드백하기	<ul style="list-style-type: none"> - 인포그래픽을 패들렛에 공유하고 다른 모듈의 활동 결과에 피드백하기 - 동료 평가 	<ul style="list-style-type: none"> - 발표 자료 공유 및 모듈별 발표하기 - 동료 평가 	<ul style="list-style-type: none"> - 발표 자료 공유 및 모듈별 발표하기 - 동료 평가 	2
평가하기	<ul style="list-style-type: none"> - 성찰일지 작성하기 	<ul style="list-style-type: none"> - 성찰일지 작성하기 	<ul style="list-style-type: none"> - 성찰일지 작성하기 	



Fig. 3. Students's activities on the second project

세 번째 주제인 ‘갯벌체험 활동 계획하기’는 조석 개념을 이해하고 조석 데이터를 분석하여 갯벌체험 프로그램을 계획하고 발표하는 활동을 진행하였다. 학생들이 개별 노트북으로 공유 플랫폼에서 데이터를 공유하고 공동으로 동시에 작업하는 과정에서 대부분의 학생들이 활동에 참여할 수 있으며, 교사도 공유 플랫폼에 접속하여 학생들의 활동 과정과 결과를 실시간으로 확인하여 피드백을 제공할 수 있었다. 이러한 결과는 디지털 도구를 활용한 학습이 학생들의 참여도를 높이고, 학생들에게 즉각적인 피드백을 제공할 수 있었다는 많은 연구(문효진, 2024; 윤정현 외, 2015; Gopinathan *et al.*, 2022; Ross *et al.*, 2018)와 일치하는 부분이다.

마. 평가단계

평가 단계에서는 지식정보 처리 역량 검사, 의사소통과 협업 역량 검사의 사전-사후 결과를 분석하여 프로그램의 효과를 확인하였다. 또한, 학생들이 작성한 성찰일지를 분석하여 프로그램에 대한 만족도, 프로그램을 통해 향상되었다고 생각하는 역량, 흥미나 어려움에 대해서도 확인하였다.

2. 지구과학 데이터 활용 프로젝트 학습 프로그램 효과

가. 지식정보 처리 역량

지구과학 데이터 활용 프로젝트 학습 프로그램이 지식정보 처리 역량에 효과가 있는지 확인하기 위해 프로

젝트 전·후에 실시한 지식정보 처리 역량 검사 점수를 대응 표본-*t* 검정 방법으로 확인하였으며, 그 결과는 Table 8와 같다. 사후 검사 평균은 71.51로 사전 검사 평균 64.53에 비해 6.98 높음을 확인할 수 있으며, 이러한 차이는 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다 ($t=5.466, p < .001$). 따라서 본 연구에서 개발한 지구과학 데이터 활용 프로젝트 학습 프로그램은 학생들의 지식정보 처리 역량 향상에 효과가 있다고 해석할 수 있다. 이러한 결과는 데이터를 수집하고 분석하여 결과물을 제작하는 활동으로 학생들의 지식정보 처리 역량을 함양시킬 수 있었다는 손미현(2020)과 정은주와 손정우(2019)의 연구 결과와 탐색한 정보를 바탕으로 논의 과정을 거쳐 과제를 해결하고 공유하는 학습 과정이 학생들의 지식정보처리 역량 함양에 도움을 주었다는 Kim & Lee(2015)의 연구 결과와 일치한다. 특히, “좋은 정보 처리(good information processing)”를 위해 학생들이 실제 데이터를 다루면서 다양한 분석 기법을 적용해 보는 과정이 필요하다는 Pressley *et al.*(1989)의 연구를 참고했을 때, 학생들이 실제 데이터를 수집하여 표나 그래프로 나타내고 그 결과를 토대로 다양한 유형의 자료를 제작했던 경험이 학생들의 정보처리 역량을 효과적으로 향상시키는 데 기여했음을 확인할 수 있다.

Table 8. Knowledge-information processing competency test results

검사 시기	M	SD	<i>t</i>	<i>p</i>
사전	64.53	11.07	5.466	.000*
사후	71.51	11.91		

* $p < 0.001$

지식 정보 처리 역량 측면에서 프로그램 효과를 심층적으로 분석하기 위해 성찰 일지에서 ‘프로그램을

통해 향상되었다고 생각하는 것을 선택하세요’ 문항의 응답을 분석한 결과 학생들은 Fig 4와 같이 지식정보 처리 역량 중 문제 인식 능력이 향상되었다고 생각하였다.

반면, 정은주와 손정우(2019)는 데이터 기반 과학탐구에서 학생들이 가장 어렵다고 인식하는 단계는 문제 선정임을 언급하여 본 연구의 결과와는 다른 양상을 보였다. 이는 선행연구에서는 학생들이 주도적으로 데이터를 수집하고 탐구 문제를 선정하도록 안내한 반면, 본 연구에서는 교사가 탐구 문제를 제시하고 학생들이 데이터를 수집한 차이에서 기인한 것으로 볼 수 있다. 특히, Table 5에서 보듯이 프로젝트 주제 및 데이터 탐색하기 단계에서 문제 인식 능력의 향상을 의도하였음을 고려하면, 학생들의 문제 인식 과정에서 교사의 역할이 중요함을 알 수 있다. 이러한 결과는 데이터 활용 과학 수업에서 학생들의 어려움을 감소시키고 성공적인 학습 경험을 제공하기 위해 교사의 적절한 역할과 이를 바탕으로한 교수전략이 필요함을 시사한다.

나. 의사소통과 협업 역량

지구과학 데이터 활용 프로젝트 학습 프로그램이 의사소통과 협업 역량에 효과가 있는지 확인하기 위해 프로젝트 전·후에 실시한 의사소통과 협업 역량 검사 점수를 대응 표본-*t* 검정 방법으로 확인하였으며, 그 결과는 Table 9과 같다. 사후 검사 평균은 25.16로 사전 검사 평균 22.85에 비해 2.31 높음을 확인할 수 있으며, 이러한 차이는 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다 ($t=4.385, p < .001$). 따라서 지구과학 데이터 활용 프로젝트 학습 프로그램은 학생들의 의사소통과 협업 역량 향상에 효과가 있다고 해석할 수 있다. 이러한 결과는 실제 데이터를 분석하고 이를 바탕으로 문제를 해결하는 과정이

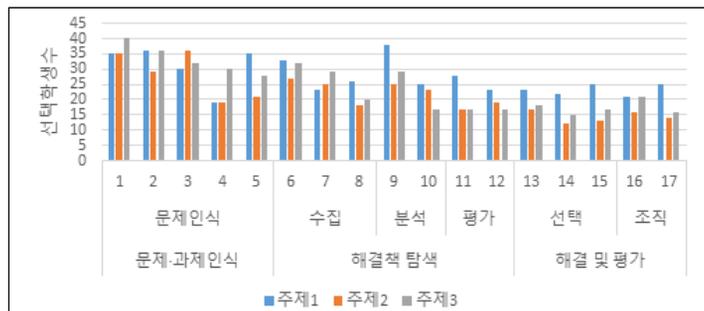


Fig. 4. Students' perceptions of improved knowledge information processing competency

학생들의 협업과 의사소통 능력을 향상시키는 데 효과적이라는 Stehle & Peters-Burton(2019)의 연구와 같은 결과이다.

Table 9. Communication and collaboration competency test results

검사 시기	M	SD	t	p
사전	22.85	4.27	4.385	.000*
사후	25.16	4.14		

*p<0.001

다. 프로그램에 대한 흥미와 어려움

지구과학 데이터 활용 프로젝트 학습 프로그램에 대한 학생들의 만족도, 흥미와 어려움을 확인하기 위해 성찰일지를 분석하였다. 흥미는 Fig. 5와 같이 약 73%의 학생들이 긍정적인 반응을 보였으며, 어려움 측면에서 수업이 어렵다고 생각하는 학생들(44%)이 많음을 확인하였다.

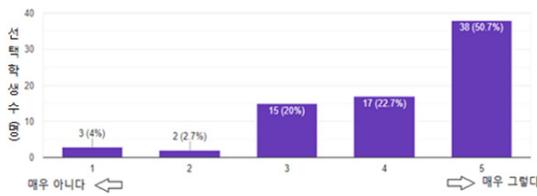
성찰 일지에 학생들이 작성한 프로그램의 흥미와 어려움은 Table 10과 같이 정리하였다. 학생들은 흥미와 관련하여 이용섭(2018)의 연구와 같이 프로젝트 주

제를 수행하며 경험한 협업에 대해 긍정적이었는데, 이러한 긍정 경험이 의사소통과 협업 역량 향상에 영향을 주었을 것으로 해석된다. 또한, Table 5의 프로그램 계획에서도 볼 수 있듯이 프로젝트 주제를 해결하면서 의사소통과 협업 역량의 하위 요소 중 협업을 특히 강조한 것이 학생들이 협업에 대해 긍정적인 응답을 한 것과 연관이 있다고 보여진다.

프로그램 진행 중 겪었던 어려움과 관련하여 학생들은 데이터 탐색과 분석 과정, 도구의 사용에 대해 응답하였다. 데이터 탐색과 분석 측면에서 손미현 외(2018)의 연구 또한 과학탐구 과정에서 지식정보 처리 역량과 관련하여 정보 수집의 불확실성, 정보 분석 프로그램 사용의 어려움을 언급하였다. 도구 사용 측면에서 학생들은 기기 사용의 어려움과 기기 작동 문제를 지적하였다. 이러한 문제를 해결하기 위해 노은희 외(2018)의 연구와 같이 디지털 자원 관리 및 지원 체계를 구축하고 학습자의 디지털 리터러시 함양을 위한 교과 수업 등이 필요함을 시사한다.

몇몇 학생들은 프로젝트 수업 방식이 기존 수업과 달라 어려웠다고 응답하였다. 이는 스스로 문제를 해결하고 협업하는 프로젝트 학습의 특성에서 비롯된 것

1. 참여하였던 3가지 주제의 데이터 활용 프로젝트 수업이 흥미있었다. 응답 75개



2. 데이터 활용 프로젝트 수업의 내용이 어려웠다. 응답 75개

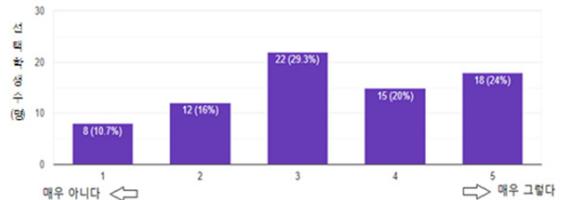


Fig. 5. Results of students' interest and difficulties in the program

Table 10. Results of students' responses regarding interest and difficulty in class

인식	응답 내용
흥미	<ul style="list-style-type: none"> 모둠원들과 협력해서 과제를 잘 마친 것이 기억에 남는다. 친구들과 함께 이야기하면서 하나의 결과물을 만들어 낸 일이 보람 있었다. 모둠원들과 행정 분류에 관한 그래프를 나누어 적을 때가 기억에 남는다. 컴퓨터로 친구들과 함께 발표 자료를 만드는 것이 좋았다. 자료를 찾아 표로 정리하고 결과물을 만드는 것이 재밌었다.
어려움	<ul style="list-style-type: none"> 자료를 찾는 과정에서 조금 어려움이 있었다. 자료 분석하는 것이 어려웠다. 패드로 내가 얻었던 정보를 정리하는데 힘들었다. 패드에 버벅거림이 심하고 처음 보는 앱에서 편집하는 것이 어려웠다. 기기 사용이 어려운 것 빼고 다 괜찮았다. 선생님의 설명을 듣고 학습지를 정리하고 교과서 내용을 읽고 밑줄 치는 수업을 했고, 정리했던 내용을 보면서 공부를 했는데 갑자기 방식이 바뀌어서 어려웠다.

으로, Zhao & Wang(2022)의 연구에서도 학생들은 초기에 어려움을 겪었으나 시간이 지나면서 모든 구성원이 적극적으로 참여하게 되었으며 이를 위해 교사의 지속적인 지원이 필요하다고 하다고 하였다. 이러한 결과는 프로젝트 학습의 초기 단계에서 학생들이 새로운 방식에 적응하는 데 시간이 필요하며, 교사의 지속적인 지원이 중요함을 의미한다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 지구과학 데이터 활용 프로젝트 학습 프로그램을 개발하고, 프로그램이 중학생들의 지식정보 처리 역량, 의사소통과 협업 역량 향상에 효과가 있는지 알아보는 데 있다. 연구 결과와 논의를 바탕으로 다음과 같은 결론을 내릴 수 있었다.

첫째, 본 연구를 통해 지구과학 데이터 활용 프로젝트 학습 프로그램을 개발하고 효과를 확인하였다. 본 프로그램은 ‘태양계의 행성 여행’, ‘나는 해수 전문가’, ‘갯벌 체험 프로그램 계획하기’라는 세 가지 주제로 구성되어 있으며, 각 주제는 주제 및 데이터 탐색, 활동 계획하기, 탐구 및 표현하기, 발표 및 피드백하기, 평가하기의 다섯 단계를 순차적으로 거친다. 특히, 지식정보 처리 역량, 의사소통과 협업 역량 향상을 위해 분석단계에서 성취기준과 교과서를 기반으로 지구과학 데이터 활용을 위한 학습 내용을 선정할 점, 설계단계에서 데이터 활용을 위한 학습 목표를 선정하고 역량 향상을 위한 교수전략을 구체화한 점, 개발단계에서 학습 활동 별로 향상시키고자 하는 역량을 개별적으로 제시하였다는 점을 특징으로 한다. 프로그램 적용 결과, 학생들의 지식정보 처리 역량, 의사소통과 협업 역량의 향상을 확인하였으므로, 본 프로그램은 현장에서 활용하기에 적합하다고 할 수 있다.

둘째, 지구과학 데이터 활용 프로젝트 학습 프로그램은 지식정보 처리 역량 향상에 효과적이었다. 지식정보 처리 역량 검사 결과, 사후 검사와 사전 검사 사이의 차이가 통계적으로 유의미함을 확인하였다. 이러한 효과는 학습 활동별로 향상시키고자 하는 역량을 제시하고 학생들이 탐색한 정보를 바탕으로 논의 과정을 거쳐 다양한 유형의 자료를 제작하도록 한 본 프로그램의 특징에서 비롯된 것으로 보인다. 특히 탐구 및

표현하기 단계에서 학생들이 지속적인 논의와 피드백을 통해 데이터를 검증하고 문제를 해결하는 과정이 관찰된 점, 성찰 일지 분석 결과 학생들이 본 프로그램을 통해 문제 인식 능력이 향상되었다고 응답한 점은 이러한 결과를 뒷받침한다.

셋째, 지구과학 데이터 활용 프로젝트 학습 프로그램은 의사소통과 협업 역량 향상에 효과적이었다. 의사소통과 협업 역량 검사 결과, 사후 검사와 사전 검사의 차이가 통계적으로 유의미함을 확인하였다. 이러한 효과는 교수전략이 반영된 학습 활동을 학생들이 수행하면서 데이터를 수집·분석하고 표나 그래프로 나타내어 협업 과정을 통해 문제를 해결한 경험에서 비롯된 것으로 보인다. 특히, 협업 과정에서 공유 플랫폼의 이용은 학생들을 협업 활동에 적극적으로 참여할 수 있도록 하였으며, 실시간으로 교사의 피드백을 받으며 탐구 활동을 진행할 수 있도록 하였다. 또한, 학생들이 프로그램에서 흥미로웠던 점으로 모둠원들과 협력하여 과제를 수행하고 친구들과 함께 발표 자료를 만든 것을 꼽았다는 점은 본 프로그램이 의사소통과 협업 역량 향상에 효과적임을 뒷받침한다.

본 연구의 결과를 바탕으로 한 제언은 다음과 같다.

첫째, 지구과학 데이터 활용 프로젝트 학습 프로그램으로 학생들에게 성공적인 경험을 제공하기 위해 교사는 구체적이고 지속적인 지원 방안을 모색해야 한다. 선행연구와 전문가 집단의 검토 결과를 토대로, 본 연구에서는 정보원 안내, 예시 주제 제시, 즉각적인 피드백 등 다양한 지원 방안을 모색하였다. 그럼에도 불구하고 학생들은 탐구 과정, 디지털 도구 사용, 학습 방법 등 여러 측면에서 어려움을 겪었다고 응답하였다. 따라서 이러한 어려움을 극복하기 위해 교사는 학생들의 요구를 파악하고 구체적인 지원을 지속적으로 제공해야 하며, 이를 통해 학생들에게 더욱 효과적인 학습 경험을 제공할 수 있을 것이다.

둘째, 정보 교과 등과의 협업을 통해 프로그램 활용의 어려움 극복하고 효과를 높이려는 노력이 필요하다. 프로그램에 대한 어려움을 분석한 결과 애플리케이션 사용법이나 도구 사용에 대한 어려움 등을 확인할 수 있었다. 과학 수업 중에 이와 같은 어려움을 해결하기에는 시간이 부족하므로, 정보 교과 등과 협업하여 연구를 진행한다면 프로그램의 효과를 높일 수 있을 것이다.

셋째, 학생들의 상호작용을 분석하는 연구가 필요하다. 프로그램 적용 결과, 학생들의 역량이 향상되었다는 것은 확인하였으나 어떤 요인에 의해 역량이 향상되었는지는 확인하기가 어려웠다. 따라서, 학생들의 상호작용을 미시적으로 분석하면 어떤 영향을 주고받았고, 어떤 과정에 의해 역량이 향상되었는지 심층적으로 이해할 수 있을 것이다.

국문요약

이 연구의 목적은 지구과학 데이터 활용 프로젝트 학습 프로그램을 개발하고, 프로그램이 학생들의 지식정보 처리 역량, 의사소통과 협업 역량에 미치는 효과를 확인하는 것이다. 이를 위해, ADDIE 수업 설계 모형을 적용하여 프로그램을 개발하고, 중학교 2학년 학생 75명을 대상으로 적용하였다. 프로그램의 효과를 확인하기 위해 지식정보 처리 역량 검사, 의사소통과 협업 역량 검사 결과를 대응 표본 t 검정으로 분석하였고, 프로그램의 흥미와 어려움을 확인하기 위해 성찰 일지를 분석하였다. 연구 결론은 다음과 같다. 첫째, 지구과학 데이터 활용 프로젝트 학습 프로그램은 ‘태양계의 행성 여행’, ‘나는 해수 전문가’, ‘갯벌 체험 프로그램 계획하기’라는 세 가지 주제로 구성되어 있다. 둘째, 프로그램 적용 후 전체 학생들의 지식정보 처리 역량이 유의미하게 향상되었다, 셋째, 프로그램 적용 후 전체 학생들의 의사소통 및 협업 역량이 유의미하게 향상되었다. 연구 결과를 바탕으로 프로그램을 통해 학생들에게 성공적인 경험을 제공하기 위한 교사의 구체적이고 지속적인 지원 방안, 정보 교과와의 협업을 통한 프로그램 활용의 어려움 극복, 미시적으로 학생들의 상호작용을 분석하는 연구가 필요함을 제안하였다.

주제어: 지구과학 데이터, 프로젝트 학습, 지식정보 처리 역량, 의사소통과 협업 역량

References

- 강인애, 정준환, 서봉현, 정득년(2011). 교실 속 즐거운 변화를 꿈꾸는 프로젝트 학습. 서울: 상상채널.
- 교육부(2015). 초·중등학교 교육과정 총론. 교육부 고시 제2015-74호[별책 1] 세종: 교육부.
- 교육부(2021년 4 20일). 국민과 함께하는 미래 교육과정 논의 본격 착수. 교육부 공식 블로그. <https://if-blog.tistory.com/11998>
- 구자옥(2006). 실시간 데이터를 활용한 지구과학탐구학습 자료 및 홈페이지 개발과 적용. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 김래영, 김은현(2020). 교육과정 핵심역량과 교과역량으로서의 지식정보처리 역량의 의미와 요소 분석. *교과교육학연구*, 24(5), 500-510.
- 김문경, 최선영(2013). 초등과학에서 융합인재교육 프로젝트 학습이 학생의 창의적 문제해결력 및 학업성취도에 미치는 효과. *과학교육연구지*, 37(3), 562-572.
- 김민석(2013). 중학생 소집단의 과학적 모형의 사회적 구성 과정 이해: 상황 정의와 상호주관성을 중심으로. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 김상욱, 소금현(2016). 스마트기기를 활용한 프로젝트 학습이 초등과학 영재아의 과학학습 동기, 창의적 인성 및 창의적 문제해결력에 미치는 영향. *생물교육(구 생물교육학회지)*, 44(3), 364-371.
- 김은정, 박판우 (2002). 웹 기반의 프로젝트 학습을 위한 시스템 설계 및 구현. *정보교육학회논문지*, 6(1), 53-63.
- 김찬중, 박인선, 안희수, 오필석, 김동영, 박영신(2005). 지구과학 탐구의 특징을 반영한 탐구 활동의 분석틀 개발 및 ‘지구의 역사와 지각 변동’ 단원의 탐구 활동 분석. *한국지구과학회지*, 26(8), 751-758.
- 노은희, 신호재, 이재진, 정현선(2018). 교과 교육에서의 디지털 리터러시 교육 실태 분석 및 개선 방안 연구. 진천: 한국교육과정평가원 RRC 2018-7.
- 노태희, 이봉우, 김선경, 장종목, 강석진, 양찬호, 박재근, 민진선, 배영혜, 오필석, 김연귀, 박창용(2018). *중학교 과학 2*. 서울: 천재교과서.
- 문효진(2024). 디지털 교과서 특성과 학습 몰입도, 디지털 교과서 만족도, 학습 성과와의 관계 연구. *사회과학연구*, 17(1), 261-287.
- 박민정(2007). 프로젝트 기반 수업을 통한 대학원 학생들의 학습경험에 관한 연구. *교육과정연구*, 25(3), 265-288.

- 손미현(2020). 지식정보처리역량 함양을 위한 데이터 기반 과학탐구 모형 개발. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 손미현, 정대홍, 손정우(2018). 지식정보처리역량 관점에서 중학생들의 과학탐구활동 어려움 분석. 한국과학교육학회지, 38(3), 441-449.
- 송진웅, 강석진, 곽영순, 김동건, 김수환, 나지연 외(2019). 미래세대과학교육표준. 서울: 한국과학창의재단.
- 신명렬, 서혜애(2017). 문제중심학습(PBL) 기반 과학영재 수업이 초등과학영재의 과학적 창의성 신장에 미치는 효과. 영재교육연구, 27(3), 367-386.
- 안희정, 이준호, 문두호(2013). 과학교사의 자유탐구 수업이 중학생들의 과학 학습 동기 및 과학의 정의적 특성에 미치는 영향. 교사교육연구, 52(3), 529-544.
- 여상한, 엄우용(2014). 초등 교육과정과 연계한 프로젝트중심학습 설계 모형 개발. 교육공학연구, 30(2), 259-283.
- 유승희(2013). 프로젝트 수업을 통한 초등학교 1학년 아동의 학교생활 적응과정 탐색. 열린유아교육연구, 18(2), 415-448.
- 윤정현, 안인영, 노태희(2015). 과학 수업에서 스마트 기기를 활용한 개념 적응적 개별화 학습의 효과. 한국과학교육학회지, 35(2), 325-331.
- 이규호, 권병두(2010). 지구과학적 현상의 특성을 고려한 추론 중심 탐구수업 모형 제안. 한국지구과학회지, 31(2), 185-202.
- 이용섭(2018). 프로젝트 기반 수업이 과학개념 및 과학학습 동기에 미치는 효과. 대한지구과학교육학회지, 11(3), 203-211.
- 이재은, 조은진(2017). 텍스트 중심 유아 미디어 리터러시 교육 프로그램 개발 및 적용 효과. 아동학회지, 38(1), 77-93.
- 이지애(2015). 중등 과학영재를 위한 안내된 프로젝트 학습 모형 개발 연구: 과학기반융합 프로그램 적용 사례를 중심으로. 부산대학교 대학원 박사학위논문.
- 정영란, 김동식(2003). 웹 기반 프로젝트 중심 학습에서 성찰적 실천 과정이 학습자의 태도 및 학습 결과에 미친 영향. 교육공학연구, 19(2), 87-115.
- 정은주(2020). 데이터 기반 과학탐구학습을 위해 개발한 SIDI 모형이 초등학생의 지식정보처리 역량과 협력적 문제 해결력에 미치는 영향. 경상대학교 대학원 박사학위논문.
- 정은주, 손정우(2019). 데이터 기반 과학탐구에 대한 초등학생의 인식 조사. 과학교육연구지, 43(2), 227-238.
- 조용(2020). 초·중등학교 핵심 프로젝트 교육과정 기준 개발 연구. 고려대학교 대학원 박사학위논문.
- 최윤성, 김종욱(2022). 가상 야외지질답사 모듈 개발에 참여한 초등학생들의 학습 효과 탐색. 대한지구과학교육학회지, 15(2), 171-191.
- 한제준(2023). 초등 예비교사의 천문 개념에 대한 오개념 분포 분석. 대한지구과학교육학회지, 16(3), 328-339.
- 함동철(2012). 천문 단원 모형 구성 수업에서 또래간 상호작용에 의한 중학생의 모형 변화 과정. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 허진(2020). 프로젝트 학습을 적용한 통합교과 수업이 의사소통능력과 협업능력에 미치는 영향. 서울교육대학교 교육전문대학원 석사학위논문.
- Caspari-Sadeghi, S., & König, J. (2018). On the Adequacy of Expert Teachers: From Practical Convenience to Psychological Reality. *International Journal of Higher Education*, 7(5), 1-19.
- Chen, G., Cheng, Q., & Puetz, S. (2023). Data-driven discovery in geosciences: Opportunities and challenges. *Mathematical Geosciences*, 55(3), 287-293.
- Cheng, Q., Oberhänsli, R., & Zhao, M. (2020). A new international initiative for facilitating data-driven Earth science transformation. *Geological Society, London, Special Publications*, 499(1), 225-240.
- Gillies, R. M. (2023). Using Cooperative Learning to Enhance Students' Learning and Engagement during Inquiry-Based Science. *Education Sciences*, 13(12), 1242. <https://doi.org/10.3390/educsci13121242>
- Gopinathan, S., Kaur, A. H., Veeraya, S., & Raman, M. (2022). The role of digital collaboration in student engagement towards enhancing student participation during COVID-19. *Sustainability*, 14(11), 6844. <https://doi.org/10.3390/su14116844>
- Grant, J. S., & Kinney, M. R. (1992). Using the Delphi technique to examine the content validity of nursing diagnoses. *International Journal of Nursing Terminologies and Classifications*, 3(1), 12-22.
- Hallermann, S., Larmer, J., & Mergendoller, J. R. (2011). *PBL in the elementary grades: Step-by-step guidance, tools and tips for standards-focused K-5 projects*. CA: Buck Institute for Education.
- Inhelder, B., & Piaget, J. (1958). *The Growth of Logical*

- Thinking from Childhood to Adolescence Basic. New York: Routledge & Kegan Paul Ltd. <https://doi.org/10.1037/10034-000>
- Kellough, R. D., & Kellough, N. G. (2008). *Teaching young adolescents: Methods and resources for middle grades teaching* (5th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Merrill Prentice Hall.
- Kim, D. G., & Lee, J. (2015). A study on improving information processing abilities based on PBL. *E-Learning Systems, Environments and Approaches: Theory and Implementation*, 199-210. Berlin: Springer https://doi.org/10.1007/978-3-319-05825-2_14
- OECD (2005). *The definition and selection of key competencies: Executive summary*. Paris: France. <http://www.oecd.org/dataoecd/47/61/35070367.pdf>
- Pressley, M., Borkowski, J. G., & Schneider, W. (1989). Good information processing: What it is and how education can promote it. *International Journal of Educational Research*, 13(8), 857-867.
- Ropo, E. (2004). Teaching expertise: Empirical findings on expert teachers and teacher development. In *Professional learning: Gaps and transitions on the way from novice to expert* (pp. 159-179). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Ross, B., Chase, A. M., Robbie, D., Oates, G., & Absalom, Y. (2018). Adaptive quizzes to increase motivation, engagement and learning outcomes in a first year accounting unit. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 15(1), 1-14.
- Seels, B. B., & Richey, R. C. (1994). *Instructional technology: The definition and domains of the field*. Washington: Association for Educational Communications and Technology.
- Stehle, S. M., & Peters-Burton, E. E. (2019). Developing student 21st Century skills in selected exemplary inclusive STEM high schools. *International Journal of STEM education*, 6, 1-15.
- Streiner, D. L. (2003). Starting at the beginning: an introduction to coefficient alpha and internal consistency. *Journal of Personality Assessment*, 80(1), 99-103.
- Zhao, Y., & Wang, L. (2022). A case study of student development across project-based learning units in middle school chemistry. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 4(1), 5. <https://doi.org/10.1186/s43031-021-00045-8>