

RESEARCH ARTICLE

The Analysis Actual Use and Perception of Class Using Coding of Chemistry Teacher

Sungki Kim¹, Hyunjung Kim^{2*}¹Korea Institute for Curriculum and Evaluation²Kongju National University

화학 교사의 코딩을 활용한 수업 실태 및 인식 분석

김성기¹, 김현정^{2*}¹한국교육과정평가원, ²공주대학교

*Corresponding Author: Hyunjung Kim, chem95@kongju.ac.kr

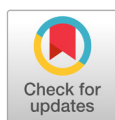
ABSTRACT

This study investigated the actual use and perceptions of class using coding for chemistry teachers. To this end, a questionnaire survey consisting of a total of 7 questions was conducted targeting 45 teachers. The research results were as follows. First, chemistry teachers had the most cases of using digital devices with 'Utilizing PPT', and the rate of experiencing coding-related education was not high during the teacher period as well as the pre-teacher period. As a result of examining the level of use, only two teachers were actually using coding in class. Second, chemistry teachers recognized that classes using coding would be effective for 'increasing interest of class' and 'offering a variety of learning experiences'. As a result of open-ended response analysis of classes using coding, the frequency of negative keywords was higher than that of positive keywords, and the instructor's low readiness for coding was the biggest barrier to implementing classes using coding. Through these results, teachers recognized the value of classes using coding as a new learning tool, but in terms of actual use, teachers' preparation or conditions have not yet been formed, so the practice of classes using coding is low. Based on this, we discussed ways to activate classes using coding.

Key words: Coding, actual use, perception, chemistry teacher

Introduction

2022년 11월 30일 OpenAI에서 개발한 인공지능 챗봇 ChatGPT가 2주 만에 200만 명의 사용자를 달성하면서 다양한 활용 가능성을 보여주고 있다(Kim, 2023). 사회에서 인공지능의 활용이 보편화될 정도로 최근 급속한 기술 발전이 이루어지면서, 교육 분야에서도 디지털 친화적인 학습자를 고려한 교육이 강조되고 있다(Ministry of Education, 2022a,



OPEN ACCESS

Brain, Digital, & Learning
2023, Vol. 13, No. 3, 295-307.

<https://doi.org/10.31216/BDL.20230018>

Received: August 11, 2023

Revised: August 28, 2023

Accepted: August 30, 2023

© 2023. Institute of Brain based Education,
Korea National University of Education



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

2022b). 교육부는 이러한 시대적 변화에 대응하기 위해 ‘디지털 인재 양성 종합 방안’을 발표하였다(Ministry of Education, 2022a). 여기에는 학교 현장에서 체험 중심의 디지털 관련 교육의 활성화를 위해 학생들이 AI, SW 관련 교육을 받도록 체험, 탐구 중심의 코딩 교육을 의무화하고 고등학교에서는 다양한 코딩 관련 과목을 신설하도록 하고 있다. 이와 더불어 이러한 교육이 학교 현장에서 온전히 진행되도록 모든 교원의 디지털 전문성 향상을 위한 지원 전략과 에듀테크를 활용한 교육 활동의 지원 계획이 담겨있다.

이러한 정부의 디지털 관련 강화 정책은 최근에 발표된 2022 개정 교육과정에서도 찾아볼 수 있다. 모든 학생에게 학습의 기초가 되는 소양으로 언어, 수리와 더불어 디지털 소양을 기초 소양으로 제시하였으며, 3개의 기초 소양이 모든 교과를 통해 함양될 수 있는 수업 설계가 강조되고 있다(Ministry of Education, 2022b). 이에 2022 개정 과학과 교육과정에서도 내용 체계표의 ‘과정·기능’에서 ‘디지털 탐구 도구 활용하기’ 등을 제시하고, 교수·학습의 방향에서 다양한 디지털 플랫폼과 기술 및 도구를 적극적으로 활용하도록 제시하는 등 과학 교과를 통해 디지털 소양을 함양하도록 하고 있다(Ministry of Education, 2022b).

코딩 교육은 전문적인 IT 분야의 인재를 양성하는 것뿐만 아니라 복잡한 문제 상황을 컴퓨팅 시스템을 이용하여 효과적·효율적으로 해결할 수 있어서 디지털 소양 교육과 관련하여 강조되고 있다(Lee & Lee, 2021). 제시된 문제를 분석하고, 순서도를 작성한 후 문제를 컴퓨터를 통해 처리할 수 있도록 표현 및 실행하여 오류를 검증하여 수정하는 일련의 과정을 프로그래밍이라고 한다. 이 과정 중 문제를 컴퓨터를 통해 처리하도록 표현한 것을 코딩이라고 하며, 이를 좁은 의미의 프로그래밍이라고 한다(McPake et al., 2013; Park & Choi, 2018). 코딩을 활용한 수업에서는 학생들이 작성한 코딩을 통해 교사는 학생들의 생각을 엿볼 수 있어, 학생들이 자신의 생각을 분명하게 표현하기 어려운 경우 학생과 교사 사이의 의사소통을 촉진할 수 있다(Choi & Lee, 2020). 더불어 학생들은 자기 생각이 실제로 어떻게 구현되는지 시뮬레이션을 통해 가시적으로 볼 수 있어, 자신의 생각이 적절한지를 스스로 판단할 기회를 받을 수 있다. 이러한 이유로 수업에서 코딩을 활용하였을 때의 효과를 분석하는 여러 연구가 진행되었다. 연구 결과, 초등학교에서 로봇을 활용한 코딩 교육을 실시한 결과 학생들의 컴퓨터 사고력, 창의성, 학업 흥미에 유의미한 변화가 있었으며(Lee et al., 2018), 파인션 을 중학교 수학 수업에 적용한 결과 자기효능감에 긍정적인 영향을 준 것으로 보고되었다(Lee & Koh, 2018). 고등학교 정보 수업에 아두이노 활용 수업을 진행한 결과 창의적 문제 해결력 증진에 도움을 주었다(Yoon & Kim, 2018). 특히 초등학교에서 엔트리 등의 블록 코딩 프로그램을 활용하는 경우가 많은데, 최근 교육 분야에서 인공지능의 활용이 강조됨에 따라 수업에서 인공지능 블록을 활용하여 수업을 진행하였을 때, 학생들의 과목에 대한 흥미가 향상되었다(Lee & Shin, 2022). 이처럼 코딩을 활용한 수업은 학생의 창의성, 흥미, 문제 해결력과 관련된 능력을 증진하는 전략으로 활용될 수 있다.

코딩을 활용한 수업의 장점은 과학 교과에서 보다 잘 발현될 수 있다. 2015 개정 과학과 교육과정에서 모델링과 관련된 교육이 강조되고 있다. 모델링이란 학생들이 자연 현상을 통해 과학 모델을 발견하는 과정을 경험하도록 하는 것을 의미한다(Kim et al., 2020). Giere et al. (2006)은 이러한 모델링의 과정을 3가지로 나누었다. 학생들이 자연 현상을 관찰하면서 가설적인 자신의 모델을 생성하고, 생성한 모델에 기반하여 새로운 조건에서의 결과를 예측한다. 학생들은 자신의 모델 기반 예측이 타당했는지를 실제 실험을 통해 얻은 결과와 비교하여 자신이 생성한 모델의 적절성을 평가한다. 이 과정 중에서 학생들이 가장 어려움을 갖는 것이 바로 자신의 모델 기반 예측이다. 모델 기반 예측이 어려운 이유는 자신이 생성한 모델의 규칙을 새로운 조건에 적용하는 것은 고차원적 사고에 해당하기 때문이다. Kim et al. (2019)은 코딩을 통한 수업을 통해 모델링 과정

에서 학생이 갖는 어려움을 해결할 수 있다고 하였다. 학생들은 자신이 발견한 규칙을 코딩을 통해 구현하며, 코딩을 통해 새로운 조건에 맞추어 구동하였을 때 실제 어떻게 발현되는지를 시뮬레이션을 통해 가시적으로 확인 가능하기 때문이다. 이러한 이유로 과학에서 과학 탐구의 도구로써 코딩이 수업에 활용될 수 있다고 주장하였다. 실제 과학 교과에서 모델링을 수행할 때 탐구 도구로써 코딩을 활용한 선행연구가 있었으며, 이러한 활동을 통해 학생들의 과학적 탐구 능력뿐만 아니라 과학 개념 학습에도 도움이 되었음을 보여주었다 (Kim et al., 2019; Lee et al., 2023). 이 선행연구 모두 코딩 자체에 초점을 두기보다는 학생들이 자신의 생각을 발현할 수 있는 도구로써 코딩의 사용에 초점을 두고 있어 다소 장벽이 낮은 블록 코딩을 활용하여 수업을 운영하였다. 이처럼 코딩과 같은 도구를 사용하여 교실 기반 과학 탐구의 장벽을 극복하기 위한 시도가 진행되고 있으며, 3차원 애니메이션과 모델링 도구의 사용은 학생들이 과학 개념을 역동적이고 분명하게 시각화하여, 효율적으로 증거를 찾고 변인을 조작할 수 있게 하는 장점이 있다(Barab et al., 2000; Jackson et al., 2000).

과학 교과 중 화학은 눈으로 관찰 가능한 거시적인 특성이 어떻게 발현되는지를 미시적인 특성을 이용하여 설명하는 학문이다. 하지만 학생들은 눈으로 관찰이 불가능한 미시적인 특성을 이해하기 어렵기 때문에 화학의 개념 학습에 어려움을 가진다(Yan & Talanquer, 2005). Chittleborough & Treagust (2007)는 이러한 어려움을 해결하기 위해 거시와 미시를 연결하는 준미시적 표상이란 개념을 도입하였으며, 입자 모형과 같은 준미시적 표상을 활용하여 학생들에게 미시적 수준을 상상할 수 있도록 지속적인 시각적 자극의 필요성을 강조하였다. 이에 Lee et al. (2023)은 코딩을 활용한 수업을 통해 학생들에게 지속적인 입자의 움직임을 가시적으로 보여줄 수 있어, 준미시적 표상의 전략으로 화학 학습에서 코딩을 활용한 수업을 제안하였다.

이처럼 코딩을 활용한 수업은 학생들의 디지털 소양을 함양할 뿐만 아니라 과학 교과의 목표를 달성하는데도 도움이 될 수 있다. 하지만 과학 교과에서 코딩을 활용한 수업과 관련한 연구가 아직 미비한 수준이므로, 이와 관련한 과학 교사의 실태나 인식을 알아볼 필요가 있다. 또한, 과학 교과도 전공 영역에 따라 보이는 특성이 다를 수 있기 때문에, 이 연구는 과학 교과 중 준미시적 표상의 전략으로 활용 가치가 높은 화학 교과를 중심으로 교사들의 실태와 인식을 탐색하고자 한다. 구체적인 이 연구의 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 코딩을 활용한 수업에 대한 화학 교사의 실제 운영 실태는 어떠한가?

둘째, 코딩을 활용한 수업에 대한 화학 교사의 인식은 어떠한가?

Research Method

Participants

이 연구의 대상은 2022년 8월 K 대학교에서 진행된 화학 1급 정교사 연수에 참여한 화학 교사이다. 먼저 교사들에게 연구에 대한 취지를 설명하였으며, 자발적으로 연구 참여에 동의한 화학 교사 45명을 대상으로 하였다. 연구에 참여한 교사 중 남성은 11명(24.4%), 여성은 34명(75.6%)이었으며, 교육 경력은 5년 이하가 35명(77.8%), 5~9년은 7명(15.6%), 10년 이상은 3명(6.7%)이었다. 전국 단위 연수로 운영되었기 때문에 학급 규모나 근무 지역은 다양하게 분포되었다.

Survey Tools

본 연구의 설문지는 교육정책과 관련한 실태나 인식을 알아본 선행연구(Kim, 2021; Kim & Kim, 2013; Park et al., 2016)를 참고하여 Table 1과 같이 크게 7개 문항으로 구성하였다. 7개 문항은 코딩을 활용한 수업과 관련된 실태를 알아보는 3개 문항과 코딩을 활용한 수업에 대한 인식과 관련된 4개 문항으로 구분된다.

코딩을 활용한 수업의 실태를 살펴보기 위해 먼저 교사들이 수업 중에 디지털 도구를 어떤 때 사용하는지 자유 응답으로 작성하도록 하여, 전반적인 교사들의 디지털 도구 활용 사례를 살펴보았다. 이후 코딩과 관련한 교육 경험의 여부를 예비교사 기간과 교사 기간으로 나누어 응답하도록 하였다. 실제 교사들의 코딩을 활용한 수업 실태는 Hall et al. (2006)이 제안한 실행 수준 도구를 활용하여 조사하였다. 이 도구는 교사의 실행 수준을 비활용, 오리엔테이션, 준비, 기계적, 일상화, 정교화, 통합화, 갱신으로 8개 수준으로 나누고 있다. 비활용, 오리엔테이션, 준비는 모두 비실행에 해당하지만, 실행을 위해 어느 정도 준비하느냐에 따라 3개 수준으로 나누어진다. 기계적 수준부터 실제 실행에 해당하며, 자신만의 실행 방안이 확립된 일상화, 자신의 실행을 학생의 변화에 관심을 두고 변화를 시도하는 정교화, 동료 교사와 협력을 시도하는 통합화로 실행의 수준이 점점 높아진다. 마지막 갱신은 학생들의 더 나은 성장을 위해 대안적인 실천을 탐색하는 경우에 해당한다. 교사들은 8개 수준별 진술된 문장 중 본인의 실제 실행과 가장 일치한 1개 문장을 택하도록 하였다.

코딩을 활용한 수업과 관련한 인식을 살펴보기 위해 먼저 코딩을 활용한 수업의 필요성을 5단계 리커트 척도로 응답하도록 한 후, 구체적으로 코딩을 수업 시간에 활용하였을 때 기대되는 효과를 7가지 측면(창의력 및 문제 해결력, 흥미 증진, 의사소통 기회 제공, 다양한 학습 경험 제공, 과학 개념 이해 증진, 과학적 탐구 능력 증진, 과학적 소양 함양)에 대해 각각 5단계 리커트 척도로 응답하도록 하였다. 이후 코딩을 활용한 수업의 인식을 자유 응답으로 작성하도록 하였다. 끝으로, 코딩을 활용한 수업의 실천을 방해하는 요인이 무엇인지를 자유 응답으로 작성하도록 하였다. 선행연구를 바탕으로 개발된 설문지는 2인의 과학교육 박사가 검토한 후 현장 교사 2인이 적합성을 검토하여 최종 설문지를 확정하였다.

Table 1. Survey items

Category	Content	Type of item
Actual use	Examples using digital devices in the classroom	Open-ended
	Training experience related to coding	Categorical
	Execution level of classes using coding	Optional
Perception	Recognition of the need for classes using coding	Scale
	Expectations on the effectiveness of classes using coding	Scale
	Recognition of classes using coding	Open-ended
	Barriers to implementing classes using coding	Open-ended

Data Collection and Analysis

설문지는 연수 시간에 안내되었으며, 구글 온라인 설문을 통해 45명의 교사 응답이 수합되었다. 설문 문항 중에서 범주형, 선택형, 척도형에 해당하는 문항은 해당 응답의 빈도와 비율을 계산하였다. 다만, 코딩을 활용한 수업의 효과를 알아본 문항의 경우 각 7가지 측면의 평균을 비교하기 위해 ANOVA로 7가지 측면의 기대되는 효과의 차이를 비교하였으며, 이후 Scheffé로 사후 검증을 진행하였다.

자유 응답에 해당하는 3개 설문 문항은 자유 응답을 분석한 선행연구(Kim & Kim, 2023; Kim & Paik, 2020)

의 분석 방법을 활용하였다. 먼저 교사들의 서술식 응답을 모두 나열하였다. 나열된 응답은 유사한 내용을 토대로 1차 키워드로 범주화하였으며, 1차 키워드로 범주화된 내용을 토대로 2차 키워드로 범주화를 시도하여 나열된 모든 내용이 범주화가 포화될 때까지 진행하였다. 범주화하여 의미 키워드를 추출하는 과정은 과학교육 2인의 박사가 공동으로 논의를 거쳐 최종 키워드를 확정하였다. 자유 응답에 해당하는 문항에서 일부 교사는 무응답 하기도 하였으며, 일부 교사는 하나의 문항에 대해 복수 응답하기도 하였다. 따라서 자유 응답에서 키워드 분석의 전체 합계는 설문에 참여한 교사의 전체 수와 일치하지 않을 수 있다.

Result and Discussion

Actual Use Related to Class Using Coding

화학 교사들의 수업 시간에 디지털 도구를 사용하는 사례를 조사한 결과는 Table 2와 같다. 45명의 교사 중 수업 시간에 디지털 도구를 사용한 교사는 41명이었다. 디지털 도구를 수업 시간에 활용한 교사들의 구체적인 사용 사례는 총 47개의 응답이 수집되었으며, 2차례의 키워드 분석을 통해 총 5가지 사례로 유형을 구분할 수 있었다. 화학 교사들이 가장 많이 디지털 도구를 사용한 사례는 ‘PPT 활용’으로 PPT를 이용하여 개념을 설명하거나 문제 풀이를 할 때 사용하였다. 또는 학생들의 생각을 PPT를 통해 발표하는 경우도 있었다. 이러한 연구 결과는 38명의 아일랜드 교사를 대상으로 디지털 도구의 사용을 조사한 연구에서도 ‘발표용 소프트웨어’ 활용이 가장 많이 보고된 것과 일치한다(Winter et al., 2021). 동기유발이나 수업 관련한 ‘영상 시청’의 수단으로 디지털 도구를 활용한 경우는 19.1%이었다. 이는 우리나라 학생들이 최근 국제 학업성취도 결과에서 교사와 학생의 ICT 활용 정도가 매우 저조하며, 교사의 경우 판서 대응으로 PPT를 활용하는 것과 수업 도입부에 동영상을 재생하는 정도가 대부분이라는 결과와 유사하다(Cho et al., 2018). ‘탐구 도구 활용’ 측면으로 디지털 도구를 사용한다는 응답은 23.4%이었다. 직접 실험할 수 없는 경우 가상 실험을 통해 보여주거나 실제 탐구를 수행하는 경우 엠비엘, 아두이노, 엔트리 등을 활용한 경우가 여기에 해당한다. 이외에도 주제 탐색이나 통계 자료 검색과 같은 ‘정보 탐색’을 위해 디지털 도구를 활용(14.9%)하거나, 구글 클래스나 패들렛 등과 같은 디지털 플랫폼을 이용하여 모둠 활동에서 ‘협력적 자료 제작’을 하는 방안으로 활용(6.4%)하였다.

Table 2. The analysis result of examples using digital tools in the classroom

Primary keyword	Secondary keyword	Frequency(%)
Concept explanation using PPT	Utilizing PPT	17(36.2)
Problem solving using PPT		
Student presentation using PPT		
Virtual experiment	Utilizing inquiry tools	11(23.4)
MBL		
Arduino		
Entry		
Watching YouTube for motivation	Watching video	9(19.1)
Watching class related videos		
Statistical data search	Searching information	7(14.9)
Topic exploration		
Google class	Collaborative material creation	3(6.4)
Padlet		

*PPT: PowerPoint Presentations software, MBL: Microcomputer Based Laboratory

화학 교사들의 코딩과 관련한 교육 또는 연수의 경험 여부를 알아본 결과는 Table 3과 같다. 이 연구가 1급 정교사 연수를 수강하는 교사를 대상으로 조사하였기 때문에 학부 과정을 최근에 경험한 교사들이 많았음에도 예비교사 기간에 코딩과 관련한 교육을 경험한 교사는 1명에 불과하였다. 2015 개정 교육과정에서 코딩 교육이 강조되었고 대학원에서 AI융합교육전공 등이 활성화되고 있으나 아직 교원양성기관의 교육과정을 통해 코딩 관련 수업을 경험하기는 어려운 것으로 보인다. 이는 비단 한국의 예비교사 맥락에서만 그러한 것이 아니며 외국의 예비교사들도 아직은 교원양성기관의 교육과정에서 코딩과 관련한 교육 경험을 거의 하지 않는 것으로 보고되었다(Zha et al., 2020). 교사 기간 중 코딩과 관련한 연수를 경험한 교사는 14명(31.1%)으로 교사 연수의 기회가 많이 제공되지 않거나 교사들이 관련 연수를 많이 경험하지 않는 것으로 나타났다.

Table 3. The analysis result of training experience related to coding

Category		Frequency(%)
Education experience during pre-service teacher period	Done	1(2.2)
	None	44(97.8)
Training experience during in-service teacher period	Done	14(31.1)
	None	31(68.9)

혁신적이며 성공적으로 평가받는 과학 교사의 탐구 수업은 전통적인 수업에 비해 많은 역할이 요구된다(Crawford, 2000). 그러나 정보통신기술이 빠르게 변화하고 다양해져 디지털 역량이 강조되는 현시점에도 디지털 기술과 도구를 수업에서 활용하기 위한 실행과 지원을 조사한 연구는 찾기 힘들다(Kim et al., 2007). 교사는 가르치기 전 관련 경험을 가지고 있을 때 성공적으로 탐구 활동을 실시할 수 있으나 이와 관련한 경험이 부족한 경우 탐구 활동의 빈도와 질이 현저히 낮은 것으로 알려져 있다(Windschitl, 2002). 따라서 코딩과 같이 추상적인 과학 개념의 이해를 돕기 위해 사용할 수 있는 도구들 역시 교사들이 이와 관련한 경험이 없으면 이를 수업에서 실행하는 것은 어려울 것이다. 따라서 예비교사 기간과 교사 기간 모두 이러한 도구의 활용을 경험할 수 있도록 사범대학이나 교원 연수의 교육과정에 반영될 필요가 있다.

화학 교사들의 코딩을 활용한 수업의 실행 수준을 알아본 결과는 Table 4와 같다. 45명의 교사 중 2명만이 코딩을 활용한 수업을 실행하고 있었으며, 나머지 43명은 비실행에 해당하였다. 21명의 교사는 현재 활용하고 있지 않으며, 앞으로도 활용할 계획이 없는 비활용 수준이었다. 19명의 교사는 현재 활용하고 있지는 않지만 활용을 위해 관련한 정보를 찾는 수준이었으며, 1명은 곧 실행할 계획을 수립하는 실행 수준을 보여 전체 20명의 교사는 활용을 위한 탐색을 시도하고 있는 긍정적인 측면을 엿볼 수 있었다. ‘기계적’ 수준에 해당하는 교사는 과학 탐구 중 아두이노를 활용하는 경우 코딩을 활용한다고 응답하였다. 아두이노는 코딩할 때 소

Table 4. The level of use relating to class using coding

Level of use		Frequency(%)
Non-user	Non-use	23(51.1)
	Orientation	19(42.2)
	Preparation	1(2.2)
User	Mechanical	1(2.2)
	Routine	0(0)
	Refinement	1(2.2)
	Integration	0(0)
	Renewal	0(0)

스 코드를 주로 활용하기 때문에 코딩을 학생들의 생각을 발현하기 위한 도구로 적극적으로 활용하기보다는 기존에 만들어진 코드를 찾아 활용한다는 응답을 하였다. ‘정교화’ 수준에 해당하는 교사는 엔트리를 활용한 수업을 진행하였다. 엔트리를 통해 수업 시간에 배운 내용을 확인하는 용도로 활용하는 기계적 실행을 보이기도 하였으나, 학생들이 스스로 배운 내용으로 게임을 만드는 등 학생들의 생각을 발현하는 도구로 코딩을 활용한 수업을 진행하고 있었다. 교육 프로그램과 관련하여 실행 수준을 알아본 선행연구 중 화학 교사의 역량 평가에 대한 실행 수준을 알아본 연구(Kim & Kim, 2023)에서 교사들은 기계적 수준이 가장 높게 나타나 최근에 강조되는 두 주제에 대해 대조적인 실행 수준을 보였다. 또한, 본 연구와 유사한 주제인 메이커 교육에 대한 실행 수준을 알아본 연구(Kwak & Lee, 2019)에서는 비실행에 해당하는 비율이 96.0%, 실행에 해당하는 비율이 4.0%로 보고되어, 본 연구에서 보인 실행 수준과 유사하였다. 이를 통해 교사들은 여러 교육 프로그램 중에서도 최신 디지털 도구를 수업에 활용하는 것과 관련한 프로그램의 실행 수준이 낮은 것으로 보인다. 이는 최근 시행된 PISA 2018의 결과에서 중등교사의 디지털 리터러시 교육과 ICT 활용 실태에서 한국이 모두 비교국들에 비해 저조한 것으로 나타났으며, 초임 교사의 경우 디지털 리터러시 교육을 소극적으로 행한다는 연구 결과와 유사하다(Kim & Shin, 2018).

Perception of Class Using Coding

코딩을 활용한 수업의 필요성에 대한 인식을 알아본 결과 Table 5와 같이 평균 3.91, 표준편차 0.75로 보통 이상의 필요성을 인식하고 있었다.

Table 5. The result of need awareness for class using coding

Content	M	SD
Recognition of the need for classes using coding	3.91	0.75

구체적으로 코딩을 활용한 수업이 어떠한 부분에서 효과가 있을지를 알아본 결과는 Table 6과 같다. 7가지 측면 중에서 다양한 학습 경험 제공이 평균 4.38로 가장 높게 나타났으며, 과학 개념 이해 증진이 평균 3.64로 가장 낮게 나타났다. 7가지 측면의 효과에 대한 기대 차이를 ANOVA로 분석한 결과 효과 기대에 유의미한 차이가 있었다($F=6.996, p<0.00$). 사후 검증 결과, 수업에 대한 흥미 증진과 다양한 학습 경험 제공이 다른 측면에 비해 통계적으로 유의미하게 높았으며($p<0.05$), 과학 개념 이해 증진은 다른 측면에 비해 통계적으로 유의미하게 낮았다($p<0.05$). 이는 Hillmayr et al. (2020)의 연구에서 디지털 도구가 개념 학습을 촉진하는 도구로서 활용될 수 있음을 보여준 결과와 대비된 것으로, 이 연구에 참여한 화학 교사는 코딩을 활용한 수업의 가치

Table 6. The result of expectations on the effectiveness for class using coding

Category	M	SD	F	Post-Hoc
a. Promoting creativity and problem-solving skills	4.11	0.57	6.996 ***	b,d> a,c,e,f,g a,b,c,d,f,g>e
b. Increasing interest of class	4.36	0.57		
c. Providing opportunities for cooperation and communication	4.00	0.77		
d. Offering a variety of learning experiences	4.38	0.58		
e. Increasing understanding of scientific concepts	3.64	0.65		
f. Improving scientific inquiry ability	4.02	0.62		
g. Cultivating scientific literacy	4.02	0.62		

*** $p<0.00$

를 과학 개념 학습을 촉진하는 도구로까지 확장하는 것에는 상대적으로 인식이 낮음을 알 수 있었다. 코딩과 관련한 교사 연수를 진행할 때는 코딩을 활용한 수업과 관련한 내용뿐만 아니라 코딩을 개념 학습의 도구로 인식을 확장할 수 있도록 고려가 필요하다.

코딩을 활용한 수업에 대한 자신의 인식을 자유롭게 작성한 응답을 정리한 결과는 Table 7과 같이 긍정적인 인식과 부정적인 인식으로 나누어졌다. 긍정적인 인식에 해당하는 키워드가 언급된 횟수는 15회(29.4%)이었으며, 부정적인 인식에 해당하는 키워드가 언급된 횟수는 36회(70.6%)로 교사들은 전반적으로 코딩을 활용한 수업에 대해 부정적인 인식의 비율이 높았다.

Table 7. The results of response analysis on classes using coding

Category	Primary keyword	Secondary keyword	Subtotal (%)	Total (%)
Positive	Helping concept learning	To help learning	6 (11.8)	15 (29.4)
	Promoting higher order thinking			
	Thinking process judgment			
	Helping convergent thinking			
	Tools to develop your inquiry skills			
	Attractive class	Tools for arousing interest	5 (9.8)	
	A new way to motivate			
	Student interest			
	Willingness to apply to class	Active intention to utilize	4 (7.8)	
	Desire to utilize			
Negative	Required teacher competencies for coding	Teacher expertise in coding	18 (35.3)	36 (70.6)
	Basic literacy required			
	Lack of qualities			
	Vague difficulty			
	Lack of competence for coding			
	Coding training required			
	Secure class time	Class usage conditions	8 (15.7)	
	How to use class			
	Questions about the connection between coding and classes			
	Burden of learning progress	Barriers to coding itself	10 (19.6)	
	Fundamental question of classes using coding			
	Fear of coding itself			

긍정 키워드는 학습 도움 6회, 흥미 유발 도구 5회, 적극적인 활용 의사 4회였다. Table 6에서 과학 개념 학습에 대한 기대 효과가 다른 부분에 비해 낮게 나타났으나, 자유 응답에서는 고차원적 사고, 융합적 사고, 과학적 탐구 능력을 키우는 도구 등 학습을 돕는 용도로 코딩을 활용한 수업을 언급하여, 일부 교사들은 개념 학습의 도구로써 코딩을 활용한 수업의 가치를 인식하고 있었다. 흥미 유발 도구에서는 기존과 다른 매력적인 수업으로 학생의 흥미를 유발하고, 학습 동기를 유발할 수 있다고 판단하였다. 이는 Carver(2016)의 연구에서 코딩을 활용하면 학생들이 수업에 더 적극적으로 참여할 것으로 기대한다는 인식이 가장 높게 보고된 것과 유사한 결과이다. 더불어 4명의 교사는 코딩을 활용한 수업을 적극적으로 실행할 의사를 표현하였다.

부정적인 키워드는 코딩에 대한 교사의 전문성에 대한 부정적인 인식이 18회(35.3%)로 가장 높게 나타났다. 여기서는 코딩 관련한 교사의 역량 요구 및 기본 소양 필요, 자질 부족, 적용의 막연한 어려움, 코딩에 대

한 이해 부족, 코딩 연수 필요가 언급되었다. 유사한 부정적 키워드로 코딩 자체에 대한 장벽이 10회(19.6%)였다. 이 키워드는 앞서 언급한 키워드와 달리 코딩 자체에 대한 두려움으로 이에 따라 수업에 코딩을 적용하는 것에 의문을 품고 있는 경우에 해당한다. 코딩을 활용하기 위한 조건과 관련한 부정적인 인식도 8회(15.7%) 언급되었다. 코딩을 활용한 수업을 하기 위해 충분한 수업 시간이 필요하며, 진도에 부담이 없어야 하고, 구체적인 활용 방안이 요구되며, 자신의 수업 시간에 코딩을 연결하는 방법에 의문을 품는 것이 여기에 포함된다. 이를 통해 Table 4에서 보인 코딩을 활용한 수업의 실행이 낮은 이유를 코딩과 관련된 전문성 부족, 코딩 자체에 대한 의문, 수업 여건 등으로 추론할 수 있었다.

끝으로, 코딩을 활용한 수업에서 교사들이 갖는 장벽을 조사한 결과는 Table 8과 같다. 교사들이 가장 큰 장벽 요인으로 꼽는 것은 코딩에 대한 교수자의 낮은 준비도였다(28.9%). 학생들의 코딩에 대한 낮은 준비도가 8.9%로 언급된 것에 비해 상당히 높은 비율을 보였다. 이는 Özmen & Altun(2014)의 연구에서 수업에 활용하기 위해 요구되는 코딩과 관련한 지식 부족으로 인한 어려움을 보고한 것과 일치한다. 두 번째로 높은 장벽은 코딩을 수업 시간에 수행하기 어려운 교육 환경을 언급하였다(23.7%). 최근 학교 현장에 첨단 장비를 활용할 수 있도록 교육 환경이 많이 변화하였지만, 교사들은 코딩을 활용한 교육을 하기에 아직 교육 환경이 미비하다고 인식하고 있었다. 수업 진도에 대한 압박도 18.5%로 다른 장벽에 비해 높은 비율을 보였다. 결국 수업에서 코딩을 활용하기 위해서는 학생들이 실제 활동할 시간이 요구되기 때문에 교사들은 진도의 압박이라는 현실적인 장벽을 인식한 것으로 보인다.

Table 8. The results of barriers analysis to implementing classes using coding

Category	Frequency(%)
Instructor's low readiness for coding	39(28.9)
A learning environment that is difficult to conduct coding classes	32(23.7)
Pressure to progress in class	25(18.5)
Decreased concentration of students in class due to computer use	15(11.1)
Learner's low readiness for coding	12(8.9)
Recognition that it is possible to substitute through other activities	12(8.9)

이는 도시 지역의 교사들이 인프라 부족, 대규모 학급, 수업 계획 시간의 제한으로 인하여, 과학 탐구에 디지털 도구를 사용하는 데 어려움을 겪는 것으로 알려진 결과와 유사하다(Settlage & Meadows, 2002; Songer et al., 2002). 이 연구의 화학 교사들도 새로운 디지털 도구를 활용하기 위해 필요한 여건의 부족과 초기 사용 기술의 장벽 등으로 실행 수준이 낮음을 예상할 수 있다. 이러한 장벽은 Table 7에서 수업 활용 조건이라는 키워드에 수업 시간 확보나 진도 부담과도 연결된 것이다.

Conclusion and Proposal

이 연구는 최근 학교 교육 현장에서 강조되고 있는 코딩을 활용한 수업에 대한 실태와 인식을 화학 교사를 대상으로 조사하였다. 이를 통해 교사들이 코딩을 활용한 수업의 어려움을 확인하여 적절한 지원을 할 수 있는 정보를 제공함으로써 과학 수업에서 코딩이 긍정적으로 활용될 수 있도록 시사점을 도출하고자 하였다. 이 연구 결과를 바탕으로 결론을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 화학 교사들의 디지털 도구를 활용한 수업 사례를 살펴본 결과, 개념 설명이나 문제 풀이, 학생 발표

용도의 ‘PPT 활용’ 유형이 가장 많았다. 그다음으로 실제 실험을 대체할 수 있는 수단으로 가상 실험과 같은 ‘탐구 도구 활용’, 동기유발이나 수업 관련 ‘영상 시청’ 순이었다. 코딩과 관련한 교육에서는 예비교사 기간 중 교육을 경험한 교사는 1명에 불과하였으며, 교사가 되어서도 코딩과 관련한 연수를 받은 교사는 31.1%로 절반 이상이 코딩과 관련한 교육을 받지 않은 상태였다. 실행 수준은 45명 중 43명이 비실행에 해당하는 수준에 해당하여, 아직 학교 현장에서 과학 교과 시간에 적극적인 탐구의 도구로 코딩이 활발하게 진행되고 있지 않음을 확인할 수 있었다.

둘째, 코딩을 활용한 수업의 인식 결과, 코딩을 활용한 수업의 필요성은 평균 3.91로 중간 이상으로 응답하였다. 7개 측면에 대해 코딩을 활용한 수업의 기대되는 효과를 알아본 결과, 수업에 대한 흥미 증진과 다양한 학습 경험 제공의 평균이 각각 4.36, 4.38로 통계적으로 유의미하게 높았으며, 반면에 과학 개념 이해 증진의 경우 평균 3.64로 가장 낮은 기대 효과를 보였다. 코딩을 활용한 수업 인식에 대한 키워드 분석 결과, 긍정적인 인식에 해당하는 키워드는 15회(29.4%), 부정적인 인식에 해당하는 키워드는 36회(70.6%)로 부정적인 인식의 비율이 상대적으로 높았다. 부정적인 인식에서 코딩에 대한 전문성에 대한 언급이 가장 많았으며, 그다음으로 코딩 자체에 대한 두려움, 수업에 활용하기 위한 조건 순이었다. 코딩을 활용한 수업을 방해하는 장벽에 대해서 28.9% 교사가 코딩에 대한 교수자의 낮은 준비도를, 23.7% 교사가 코딩을 활용한 수업을 하기 어려운 수업 환경을 언급하였다. 이처럼 화학 교사들은 코딩을 새로운 학습 도구로써 가치를 인정하지만, 실제 이를 사용하는 측면에서 아직 교사의 준비나 여건이 형성되지 않아 이로 인해 코딩을 활용한 수업에 대한 실천이 실태 분석에서 낮게 나타났다. 코딩을 활용한 수업을 활성화하기 위해서는 이 연구에서 장벽으로 언급한 과학 시수 확보 등 교사들이 수업 진도의 부담에서 벗어나서 학생 중심의 수업을 진정으로 실천할 수 있는 토대를 만들어 주는 등의 제반 여건 조성과 관련 경험 제공이 필요함을 도출할 수 있었다.

이 연구 결론에 기초하여 학습자의 과학 학습 이해를 촉진하는 방안으로 과학 수업에 코딩을 활용한 수업을 활용하기 위한 제언은 다음과 같다. 첫째, 예비교사 교육과정을 포함하여 코딩과 관련된 교사 교육이 요구된다. 이 연구 결과 코딩과 관련한 교육 또는 연수 경험이 매우 낮았다. 연구에 참여한 교사들이 초임 교사들로 ICT 활용 능력이 고경력 교사에 비해 빠르게 향상될 수 있으므로 최신 디지털 기술을 활용하는 것에 대한 장벽과 두려움을 없앨 수 있는 교육의 기회를 다양하게 제공하는 방안을 고민할 필요가 있다. 또한 과학 수업에서의 코딩의 활용이 추상적인 과학 개념을 시각화하는 모델링으로 이어져 학생들의 과학적 사고력을 향상시킬 수 있으므로, 과학 교사들이 수업에서 학생들의 개념 이해를 위한 도구로 활용할 수 있도록 연수 등에서 안내가 필요하다.

둘째, 코딩을 비롯한 최신 정보통신기술을 활용한 교육이 이루어지기 위한 교육 환경의 제반이 마련되어야 한다. 교사들은 코딩을 활용한 수업에 두 번째 장벽으로 이를 실천하기 어려운 교육 환경을 언급하였다. 교육부는 디지털 교육 기반 시설을 구축하는 방안을 마련하여 ‘그린+디지털’이 융합된 ‘그린 스마트 학교’ 사업으로 막대한 예산을 투입하고 있다(Ministry of Education, 2020a). 특히, 과학 교과에서는 최신 정보통신기술을 활용하여 학생들이 직접 체험하며 탐구하도록 지능형 과학실을 2024년까지 모든 학교에 구축할 계획을 발표하였다(Ministry of Education, 2020b). 학교별로 지능형 과학실이 보급되고 있으나 지능형 과학실 활용을 지원하는 ‘지능형 과학실 on’ 플랫폼의 오픈이 늦어져 올해 오픈되는 등 과학 수업에서 이를 적극적으로 활용할 수 있는 지원이 제때 시행되지 못하고 있다. 이에 교사들이 최신 정보통신기술의 활용에서 갖는 어려움을 없앨 수 있도록 ‘지능형 과학실 on’ 등과 같은 플랫폼을 적극적으로 활용하여 디지털 도구를 활용한 탐구를

과학 수업에 활용할 수 있도록 진입 장벽을 낮추는 것이 필요하다.

끝으로, 이 연구는 45명의 화학 교사를 대상으로 코딩을 활용한 수업의 실태와 인식을 알아보았다. 이 연구에서 보이는 실태와 인식은 설문조사 참여 집단이 갖는 집단의 특성일 수도 있다. 따라서 보다 대규모 집단을 대상으로 전반적인 실태와 인식 조사 연구가 수행될 필요가 있다. 더불어 이 연구는 화학 교과를 대상으로 조사하였으나, 과학의 다른 분야의 교사를 대상으로 진행하였다면 다른 결과를 얻을 수도 있다. 따라서 과학의 다른 분야의 교사를 대상으로도 연구가 수행될 필요가 있다. 이러한 다양한 전공의 연구 결과는 과학 교사들이 갖는 공통적인 어려움이나 인식을 도출하여 과학 교사 연수에 더 의미 있는 결과를 도출할 수 있을 것으로 보인다.

Conflicts of Interest

The author(s) declared no conflicts of interest.

References

- Barab, S. A., Hay, K. E., Squire, K., Barnett, M., Schmidt, R., Karrigan, K., Yamagata-Lynch, L., & Johnson, C. (2000). Virtual solar system project: Learning through a technology-rich, inquiry-based, participatory learning environment. *Journal of Science Education and Technology*, 9, 7–25.
- Carver, L. B. (2016). Teacher perception of barriers and benefits in K-12 technology usage. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 15, 110-116.
- Chittleborough, G., & Treagust, D. F. (2007). The modelling ability of non-major chemistry students and their understanding of the sub-microscopic level. *Chemistry Education Research and Practice*, 8, 274-292.
- Cho, S., Kim, H., Lee, S., Ku, N. W., & Lee, I. (2018). An In-depth analysis of educational characteristics in high-ranking countries of PISA 2015 results (RRE 2018-2). KICE.
- Choi, H., & Lee, J. (2020). The effects of educational robot-based SW convergence education on primary students' computational thinking, collaborative and communication skills. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 24, 131-138.
- Crawford, B. A. (2000). Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 916–937.
- Giere, R. N., Bickle, J., & Mauldin, R. (2006). *Understanding Scientific Reasoning*. Thomson/Wadsworth.
- Hall, G. E., Dirksen, D. J., & George, A. A. (2006). *Measuring Implementation in Schools: Levels of Use*. Austin, TX: Southwest Educational Development Laboratory.
- Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S. I., & Reiss, K. M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers & Education*, 153, 103897.
- Jackson, S., Krajcik, J., & Soloway, E. (2000). Model-IT: A design retrospective. In M. J. Jacobson & R. B. Kozma (Eds.), *Innovations in Science and Mathematics Education: Advanced Design for Technologies of Learning* (pp. 77–116). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Kim, H., & Kim, S. (2023). Perceptions and demands of pre-service chemistry teachers following the introduction of the teaching practicum semester system. *Korean Journal of Teacher Education*, 39, 23-42.

- Kim, J. E., Kim, S., & Paik, S. H. (2020). Exploring the progression of meta-modeling knowledge (MMK) and relationship between MMK progression level and actual practice for science gifted. *Journal of the Korean Chemical Society*, 64, 111-118.
- Kim, M. C., Hannafin, M. J., & Bryan, L. A. (2007). Technology - enhanced inquiry tools in science education: An emerging pedagogical framework for classroom practice. *Science Education*, 91, 1010-1030.
- Kim, N. Y., & Kim, M. J. (2013). An analysis on the early childhood education teacher's recognition and utilization of arts-science integrated program. *Early Childhood Education Research & Review*, 17, 107-130.
- Kim, S. (2021). Early childhood teachers' perceptions and implementation status of STEAM education. *Korean Educational Research Journal*, 42, 34-55.
- Kim, S., & Kim, H. (2023). An analysis of chemistry teachers' stages of concern and level of use on competency assessment based on CBAM. *Journal of Science Education*, 47, 24-36.
- Kim, S., & Paik, S. H. (2020). Teachers' perceptions of explanatory method based-on process viewpoint for floating and sinking phenomena. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 40, 583-594.
- Kim, S., & Shin, H. S. (2018). What makes a difference in digital literacy education in 7 OECD countries?: Comparative evidence from PISA 2018. *Cultural Exchange and Multicultural Education*, 9, 71-97.
- Kim, S., Choi, H., & Paik, S. H. (2019). Using a systems thinking approach and a scratch computer program to improve students' understanding of the Brønsted–Lowry acid–base model. *Journal of Chemical Education*, 96, 2926-2936.
- Kim, T. (2023). Can ChatGPT be an Innovative Tool?: The Use Cases and Prospects of ChatGPT(NIA_The AI Report 2023-1). NIA AI Future Strategy Center.
- Kwak, E. R., & Lee, S. Y. (2019). The stages of concerns about maker education of elementary school teacher according to the concerns-based adoption model. *The Journal of Elementary Education*, 32, 133-157.
- Lee, E. A., & Lee, S. H. (2021). The effects of coding education on creative problem solving of academic high school students in creative experience activities. *The Journal of the Korea Contents Association*, 21, 716-724.
- Lee, J., Park, H. K., & Choi, H. (2018). Effects of SW education using robots on computational thinking, creativity, academic interest and collaborative skill. *Journal of the Korean Association of information Education*, 22, 9-21.
- Lee, S., & Ko, S. S. (2018). The effects of the mathematical program, DM3 based on coding instruction using python. *The Journal of Educational Research in Mathematics*, 28, 479-499.
- Lee, S., & Shin, Y. (2022). The effects of education program using artificial intelligence classification model on the interest in science of elementary students. *Journal of The Korean Association of Artificial Intelligence Education*, 3, 35-45.
- Lee, S., Kim, S., & Paik, S. H. (2023). The effect of classes using the scratch for quasi-microscopic representation approaches in dynamic equilibrium learning. *Journal of the Korean Chemical Society*, 67, 241-252.
- McPake, J., Plowman, L., & Stephen, C. (2013). Pre school children creating and communicating with digital technologies in the home. *British Journal of Educational Technology*, 44, 421-431.
- Ministry of Education. (2020a, July 3). Completion of the 3rd supplementary budget for digital education infrastructure facilities under the jurisdiction of the ministry of education. Retrieved from <https://www.moe.go.kr/boardCnts/viewRenew.do?boardID=294&boardSeq=81128&lev=0&searchType=null&statusYN=W&page=2&s=moe&m=020402&opType=N>

- Ministry of Education. (2020b, July 10). School science lab begins to transform into a research center based on intelligence information technology. Retrieved from <https://www.moe.go.kr/boardCnts/viewRenew.do?boardID=294&boardSeq=81177&lev=0&searchType=null&statusYN=W&page=1&s=moe&m=020402&opType=N>
- Ministry of Education. (2022a, August 22). Comprehensive plan for fostering digital talent. Retrieved from <https://www.moe.go.kr/boardCnts/viewRenew.do?boardID=294&boardSeq=92346&lev=0&searchType=null&statusYN=W&page=3&s=moe&m=020402&opType=N>
- Ministry of Education. (2022b). 2022 Revised National Curriculum.
- Özmen, B., & Altun, A. (2014). Undergraduate students' experiences in programming: difficulties and obstacles. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, 5, 1-27.
- Park, G. J., & Choi, Y. J. (2018). Exploratory study on the direction of software education for the non-major undergraduate students. *Journal of Education & Culture*, 24, 273-292.
- Park, S., Chung, W. W., & Park, Y. (2016). Analysis on the utilization of history of science and STEAM and elementary school teachers' perceptions about design-based STEAM instruction applying the history of science in science class. *Journal of Science Education*, 40, 166-188.
- Settlage, J., & Meadows, L. (2002). Standards-based reform and its unintended consequences: Implications for science education within America's urban schools. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 114-127.
- Songer, N. B., Lee, H. S., & Kam, R. (2002). Technology-rich inquiry science in urban classrooms: What are the barriers to inquiry pedagogy?. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 128-150.
- Windschitl, M. (2002). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice?. *Science Education*, 87, 112-143.
- Winter, E., Costello, A., O'Brien, M., & Hickey, G. (2021). Teachers' use of technology and the impact of Covid-19. *Irish Educational Studies*, 40, 235-246.
- Yan, F., & Talanquer, V. (2015). Students' ideas about how and why chemical reactions happen: Mapping the conceptual landscape. *International Journal of Science Education*, 37, 3066-3092.
- Yoon, J. K., & Kim, Y. (2018). Influence of programming education utilizing arduino on creative problem solving ability of high school students. *The SNU Journal of Education Research*, 27, 53-73.
- Zha, S., Jin, Y., Moore, P., & Gaston, J. (2020). Hopscotch into coding: Introducing pre-service teachers computational thinking. *TechTrends*, 64, 17-28.

Authors Information

Sungki Kim, Korea Institute for Curriculum and Evaluation, Associate Research Fellow, 1st Author. <https://orcid.org/0000-0002-0393-4533>

Hyunjung Kim, Kongju National University, Associate Professor, Corresponding Author. <https://orcid.org/0000-0001-6223-9816>