



AI 활용 교육에 대한 화학 교사의 인식 분석 -1급 정교사 자격 연수 참여자를 중심으로-

김성기*
한국교육과정평가원

Analysis of Chemistry Teachers' Perceptions of AI Utilization in Education: Focusing on Participants in First-Grade Teacher Qualification Level Training

Sungki Kim*
Korea Institute for Curriculum and Evaluation

ARTICLE INFO

Article history:

Received 27 August 2024

Received in revised form

1 October 2024

Accepted 7 October 2024

Keywords:

AI, concern, effects,
factors impeding
implementation

ABSTRACT

This study investigated the perceptions of chemistry teachers regarding the use of AI in education, focusing on their stages of concern, expected effects, and factors impeding implementation. Data were collected through a survey of 79 chemistry teachers who participated in first-grade teacher qualification training in 2024. The stages of concern were analyzed both overall and individually, and differences in stages of concern based on background variables were examined using the Kruskal-Wallis H test. The expected effects were measured across seven aspects, with differences were analyzed using repeated measures ANOVA and the Bonferroni method. Factors impeding implementation were analyzed through keyword analysis, focusing on internal and external factors. The results showed that overall concern was relatively low, with informational concern (Stage 1) and unconcerned (Stage 0) being high at 35.4% and 34.2%, respectively. Among active teachers, significant differences in stages of concern were observed depending on whether they had training experience ($p < .05$). The expected effects of AI in education showed significant statistical differences across the seven aspects ($p < .05$). Teachers rated 'providing diverse learning experiences' as the highest effect, while 'enhancing understanding of scientific concepts', 'improving scientific inquiry skills', and 'cultivating scientific literacy' were rated relatively low ($p < .05$). Internal factors were found to impede implementation more than external factors, with key internal factors including 'resistance to change', 'lack of capability', and 'teachers' negative perceptions of AI in education'. Based on these findings, recommendations were made to enhance the implementation of AI in educational settings.

1. 서론

4차 산업 혁명을 맞아 사회가 급격하게 변화하면서 많은 부분에서 변화가 요구됨에 따라 교육 분야에서도 변화를 요구받고 있다(Kim & Kim, 2024). OECD(2005)는 사회의 이러한 급격한 변화 속에서 교육이 기존의 전통적인 지식 중심에서 벗어나 개인의 성공적인 삶과 사회의 발전에 요구되는 역량을 길러주는 교육으로 변화할 필요를 주장하면서, 이때 필요한 역량을 제시하기도 하였다. 이 보고서가 출판된 이후 전 세계적으로 교육에서 역량의 중요성이 대두되었으며, 많은 나라에서 역량을 교육과정에 포함하였다(Kim & Kim, 2023a). 우리나라도 역량의 중요성을 반영하여 2015 개정 교육과정에서 처음으로 역량을 교육과정 문서에 제시하였으며(MOE, 2015), 역량의 중요성은 2022 개정 교육과정에서도 여전히 강조되고 있다(MOE, 2022a).

교육의 지향점이 단순 지식 전달에서 역량 함양으로 전환됨에 따라, 변화된 환경인 디지털 세계에서 요구하는 변화에 맞춰 교수학습 방법도 변화할 필요가 있다(Choi, 2022). 이는 단순히 스마트 기기의

사용을 넘어서, 스마트 기기를 이용하여 필요한 정보를 탐색하고 재구성하는 능력까지 포함한다(Jones & Hafner, 2021). 이를 위해 교과 시간에 학생들이 디지털 환경에 적용할 수 있는 내용을 교과의 교수 학습에 포함시켜야 한다고 주장되고 있다(Lee *et al.*, 2019; OECD, 2016). MOE(2022a)는 미래 사회에 요구되는 역량을 기르는 교육을 위해 2022 개정 교육과정에서 언어, 수리, 디지털 소양을 기초 소양으로 제시하였다. 이 3가지 기초 소양은 모든 교과와 깊이 있는 학습의 기반이 되며, 교수학습 설계에 반영되도록 요구되고 있다. 이에 2022 개정 과학과 교육과정은 이러한 총론의 내용을 반영하여 교수학습 활동에 디지털이나 인공지능과 관련된 소양을 기르도록 과정·기능으로 '수학적 사고와 디지털 탐구 도구 활용하기'를 제시하였고, 성취 기준 적용 시 고려 사항이나 탐구 활동에 이와 관련한 내용을 구체적으로 제시하여 교실 수업에서 이를 수행하도록 요구하고 있다(MOE, 2022b). 과학 교과에서 디지털 탐구 도구를 활용한 활동은 어떠한 측정을 디지털 기기를 이용하여 수행하고, 측정한 값을 표나 그래프로 자동 변환하는 낮은 수준의 디지털 도구 활용과 학생들의 생각 생성이나 공유 및 평가를 코딩이나 인공지능을 통해 수행하는 높은

* 교신저자 : 김성기 (mcarey2000@kice.re.kr)

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2024.44.5.511>

수준의 활용으로 나누어 볼 수 있다(Kim & Kim, 2023b).

여러 연구에서 높은 수준의 디지털 도구 활용을 통해 학생들의 디지털 소양을 함양할 뿐만 아니라 과학 교과가 지향하는 여러 목표를 달성할 수 있음을 보여주고 있다. Lee *et al.*(2018)의 연구에서는 초등학교를 대상으로 로봇을 활용한 높은 수준의 수행을 진행한 결과 학생들이 컴퓨터 사고력뿐만 아니라 학업의 흥미, 창의성이 유의하게 상승하였다. Yoon & Kim(2018)도 초등학교를 대상으로 유사한 연구를 진행하였는데, 높은 수준의 수행 후 학생들의 문제 해결력이 증진되었음을 보고하였다. 이외에도 높은 수준의 수행을 통해 동적 평형(Lee *et al.*, 2023)이나, 산 염기(Kim *et al.*, 2019)와 같은 과학 개념 학습의 가능성이 보고되기도 하였다. 특히, 최근 디지털 기기의 높은 수준의 수행에 ChatGPT를 비롯하여 AI를 활용한 수업에 대한 관심이 높아지고 있으며, AI를 과학 수업 시간에 활용하였을 때 효과를 여러 연구에서 보고되었다(Jia *et al.*, 2024; Xu & Ouyang, 2022; Yang *et al.*, 2024).

높은 수준의 디지털 도구의 활용이 디지털 소양 강화와 다른 여러 측면에서 긍정적인 영향을 미치고 있음에도 불구하고, Lee(2020)의 연구에 따르면 초등학교 교사들은 AI의 수업 활용에 대해 제한적인 인식을 갖고 있었다. 이와 유사하게, Han *et al.*(2020)은 초등학교 교사들이 교육에서 AI의 활용 가치는 인식하고 있으나, 실제 활용 방안에는 어려움을 겪고 있다고 보고하였다. Kim *et al.*(2020)은 초·중·고교 교사를 대상으로 한 조사에서 AI 활용이 개별학습과 과정중심평가에 도움이 될 수 있다는 긍정적인 인식이 있음을 확인하였으나, 교사들이 AI를 적극적으로 활용하려면 전문적인 교수학습 플랫폼의 개발이 필요하다고 하였다. 또한, 최근 과학 교사를 대상으로 ChatGPT를 활용한 학생 평가에 대한 인식을 탐색한 연구(Lee *et al.*, 2024)가 수행되었으나 이 연구의 결과로 구체적인 교수학습을 위한 방안을 도출하는 데는 다소 한계가 있었다. 이처럼 현재까지의 AI 활용 관련 교사의 인식 연구는 주로 초등 교사에 초점을 두거나 비교 과적 측면에서 연구되어 과학 교사들의 구체적인 인식을 알아보는 데 한계가 있다. 또한, 기존의 연구가 단순히 AI 활용에 대한 인식을 알아보았다면, 이러한 인식을 좀 더 체계화하여 알아봄으로써 구체적인 진단을 통해 교사의 인식을 변화하는 방안을 도출할 연구가 필요하다.

이에 이 연구는 AI 활용 교육에 대한 인식을 AI 활용 교육에 대한 교사의 관심도, 효과 기대, 방해 요인을 중심으로 알아보았다. 또한, 이러한 인식은 교과별로 차이가 있을 수 있어 다양한 교과로 연구를 시작하기 보다는 하나의 교과에서 도출된 인식이 다른 교과에서도 적용되는지 알아보는 것이 유용하다(Kim & Kim, 2023b). 이에 이러한 점을 반영하여 이 연구는 화학 교사를 대상으로 인식을 조사하였다. AI 활용 교육에 대한 관심도는 Hall & Hord(2006)이 개발한 진단 도구를 활용하여 측정했으며, 효과 기대와 방해 요인에 대해서는 화학 교사들이 AI 활용 교육의 가치를 어떻게 인식하고 있는지를 구체적으로 조사하여, 효과 기대가 상대적으로 낮은 부분과 실행을 주저하는 요인들을 탐색하였다. 이 연구의 결과는 과학 교사들이 AI 활용 교육에 보다 높은 관심을 가질 수 있는 구체적인 방안을 제시하고 교육의 실행을 촉진하는 시사점을 도출하는 데 의미가 있다. 구체적인 이 연구의 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, AI 활용 교육에 대한 화학 교사의 관심도는 어떠한가?

둘째, AI 활용 교육에 대한 화학 교사의 효과 기대와 실행의 방해 요인은 어떠한가?

II. 연구 방법

1. 연구 대상

이 연구는 AI 활용 교육에 대한 인식을 조사하기 위해 2024년 하계 화학 1급 정교사 연수를 위탁받아 수행하고 있는 2개 대학의 연수에 참여한 화학 교사들을 대상으로 설문 조사를 진행하였다. 설문 조사는 연구 취지를 사전에 설명하고, 연구 참여에 동의한 교사들에 한해 진행되었으며, 총 79명의 교사가 설문에 응답하였다. 설문에 참여한 화학 교사들의 배경 특성은 Table 1에 제시하였다. 설문에 응답한 교사 중 남성은 48.1%, 여성은 51.9%로 성별 비율은 비슷하게 나타났다. 재직 학교는 고등학교가 58.2%로 중학교보다 다소 높았으며, 근무 지역은 중소도시가 50.6%로 가장 많았고, 그다음으로 대도시와 읍면 지역이 뒤를 이었다. AI 활용과 관련하여, 예비교사 시절 AI와 관련된 교육을 경험한 교사는 13.9%로 적었으나, 현직교사 기간에 AI와 관련된 연수를 경험한 교사는 64.6%로 높은 비율을 보였다.

Table 1. The subjects of study

배경 특성	구분	교사 수(%)
성별	남성	38(48.1)
	여성	41(51.9)
재직 학교급	중학교	33(41.8)
	고등학교	46(58.2)
근무 지역	대도시	20(25.3)
	중소도시	40(50.6)
	읍면지역	19(24.1)
	예비교사 기간 교육 경험	있다
없다		68(86.1)
현직교사 기간 연수 경험	있다	51(64.6)
	없다	28(35.4)

2. 자료 수집 및 분석

가. AI 활용 교육에 대한 화학 교사의 관심도

AI 활용 교육에 대한 화학 교사의 관심도는 Hall & Hord(2006)가 개발한 도구를 활용하여 측정하였다. 이 도구는 새로운 교육 프로그램이 학교 현장에 도입될 때 교사들의 관심도(Stages of concern, SOC)를 알아보기 위해 개발된 것으로, 관심도를 0~6단계로 구분하였다. 0단계는 AI 활용 교육에 전혀 관심이 없는 무관심 단계, 1단계는 정보를 알고 싶어 하는 정보적 관심 단계, 2단계는 AI 활용 교육의 실행이 자신에게 미치는 영향을 알고 싶어 하는 개인적 관심 단계로, 이 3개 단계는 교사의 개인적 영역 관심에 속한다. 3단계는 AI 활용 교육을 위해 연구하느라 시간을 보내는 운영적 관심으로, 업무 영역에 속하는 관심이다. 4단계는 AI 활용 교육이 학생들에게 미치는 영향을 중시하는 결과적 관심, 5단계는 동료와의 협업에 관심을 두는 협동

Table 2. The reliability of SOC test tool (N=79)

SOC	문항 번호	문항 수	Cronbach 의 α
0 단계	3, 12, 21, 23, 30	5	.740
1 단계	6, 14, 15, 26, 35	5	.807
2 단계	7, 13, 17, 28, 33	5	.836
3 단계	4, 8, 16, 25, 34	5	.881
4 단계	1, 11, 19, 24, 32	5	.835
5 단계	5, 10, 18, 27, 29	5	.869
6 단계	2, 9, 20, 22, 31	5	.825
전체		35	.916

적 관심, 6단계는 AI 활용 교육보다 더 나은 결과를 가져올 방법에 관심을 두는 대안적 관심으로, 이 3개 단계는 결과 영역 관심에 속한다.

관심도에 대한 응답은 자신의 현재 상태와의 일치 정도에 따라 0~7점까지의 척도로 표시하게 하였으며, 각 단계마다 5개 문항씩 총 35문항으로 검사 도구를 구성하였다. 설문지는 2명의 현직교사를 대상으로 예비 검사를 실시한 후 설문 문항에 대한 의견을 반영하여 최종 설문 문항을 확정하였다. 본 연구에서 Cronbach의 α 는 각 단계별로 .740에서 .881 사이였으며, 전체 문항에 대해서는 .916으로 전반적으로 양호한 수준이었다(Table 2).

AI 활용 교육에 대한 관심도는 설문에 참여한 교사들의 전반적인 관심도와 개별 교사의 관심도로 나누어 분석되었다. 수집된 자료는 관심도 채점 도구에 따라 교사별로 각 단계의 5개 문항의 원점수를 합산하여 총점을 계산하였다. 계산된 각 단계별 관심도 총점은 George *et al.*(2006)이 제시한 환산표를 참고하여 상대적 강도로 환산하였다. 이후 각 단계별로 개별 교사의 상대적 강도의 평균을 구하여 각 단계에 해당하는 상대적 강도인 전반적인 관심도를 산출하였다. 각 단계별로 구한 상대적 강도는 George *et al.*(2006)에서 제시된 비실행자의 단계별 상대적 강도와 비교하기 위해 프로파일을 작성하였다. 개별 교사의 관심도는 각 단계별 환산된 상대적 강도 중 가장 높은 단계를 해당 교사의 관심도 단계로 판정하였다. 만약 상대적 강도 가장 큰 값이 여러 단계에서 동일하게 나타나는 경우, 여러 단계 중 가장 높은 단계로 해당 교사의 개별적 관심도를 판정하였다(Kim & Kim, 2023a; Kwak & Lee, 2019). 이렇게 판정된 개별 교사의 관심도에 대해 단계별 빈도와 비율을 계산하였다. Table 1에 제시된 교사 특성 변인에 따른 관심도 차이를 분석하기 위해 먼저 변인별 집단의 수가 30 이하로 중심극한정리가 적용되지 않아 정규성 가정을 살펴본 결과 Kolmogorov-Smirnov 검정으로 정규성 가정을 살펴본 결과 정규성 가정이 충족되지 않아, Kruskal-Wallis H 검정으로 변인별 집단 간 차이를 분석하였다.

나. AI 활용 교육에 대한 효과 기대와 실행의 방해 요인

AI 활용 교육에 대한 효과 기대는 Kim & Kim(2023b)의 연구를

참고하여, 7가지 항목(‘학생의 창의력 및 문제 해결력 증진’, ‘수업에 대한 흥미 증진’, ‘협력 및 의사소통 기회 제공’, ‘다양한 학습 경험 제공’, ‘과학 개념 이해 증진’, ‘과학적 탐구 능력 증진’, ‘과학적 소양 함양’)에 대해 1~5점 척도의 설문 도구를 개발하였다. 응답된 설문지는 각 항목별로 평균과 표준편차를 계산하였고, 7가지 항목에 대한 교사의 효과 기대 차이를 반복측정 ANOVA로 분석하였으며, 사후 분석은 Bonferroni 방법을 사용하였다.

AI 활용 교육의 실행 방해 요인은 Kim & Kim(2023b)의 연구를 참고하여 자유 응답식으로 답변하도록 하였다. 수집된 응답은 자유 응답식 문항의 특성상 답변을 작성하지 않거나 여러 요인을 작성하기도 하였다. 작성된 응답은 선행 연구(Kim & Kim, 2023a; Kim & Paik, 2020)의 분석 방법을 참고하여 먼저 모든 응답을 나열한 후, 유사한 내용을 바탕으로 1차 키워드로 범주화하였다. 이후 1차 키워드로 범주화된 내용을 다시 범주화하여 2차 키워드를 도출하였고, 응답 내용이 포화 상태에 이를 때까지 진행하였다. 키워드 분석 결과는 설문에 참여한 일부 교사들에게 보여주어 범주화의 타당성을 검토하였다. 2차 키워드는 Kim & Kim(2023)의 연구를 참고하여 다시 내적 요인과 외적 요인으로 구분하여 정리하였다. 이후, 2차 키워드와 요인별로 빈도와 비율을 각각 계산하였다. 여러 요인을 언급한 교사의 응답은 별도로 구분하여 계산하였기 때문에, 전체 빈도는 설문 응답한 교사 수를 초과하였다.

III. 연구 결과

1. AI 활용 교육에 대한 관심도

가. 전반적인 관심도

화학 교사의 AI 활용 교육에 대한 전반적인 관심도는 Table 3과 같다. AI 활용 교육에 대한 관심도에서, 무관심에 해당하는 0단계의 상대적 강도가 95로 가장 높게 나타났다. 그다음으로 정보적 관심에 해당하는 1단계가 86, 개인적 관심에 해당하는 2단계가 82로 높은 강도를 보였다. 반면, 결과적 관심에 해당하는 4단계는 55로 가장 낮은 상대적 강도를 나타냈다. Table 3에 제시된 화학 교사들의 AI 활용 교육에 대한 단계별 관심도의 상대적 강도와 George *et al.*(2006)이 제시한 새로운 교육 프로그램 도입 시 전형적으로 나타나는 비실행자의 단계별 상대적 강도에 대한 프로파일을 비교한 것이 Figure 1이다.

전반적인 관심도에 대한 프로파일을 비실행자의 프로파일과 비교했을 때, 0~4단계에서 지속적으로 감소하는 경향은 유사했으나, 연구 대상자의 경우 5단계와 6단계에서 다시 증가하는 경향을 보여 차이를 나타냈다. CBAM 기반의 관심도를 분석한 여러 선행 연구에서도 무관심에 해당하는 0단계가 가장 높게 나타났으며, 이 연구에서도 AI 활용 교육에 대한 관심도가 무관심 단계에서 가장 높은 것으로

Table 3. The teachers' average of relative intensity by stage

단계	0단계	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계
원점수 평균	17.66	23.85	23.87	16.33	19.13	22.53	22.04
상대적 강도	95	86	82	74	55	57	73

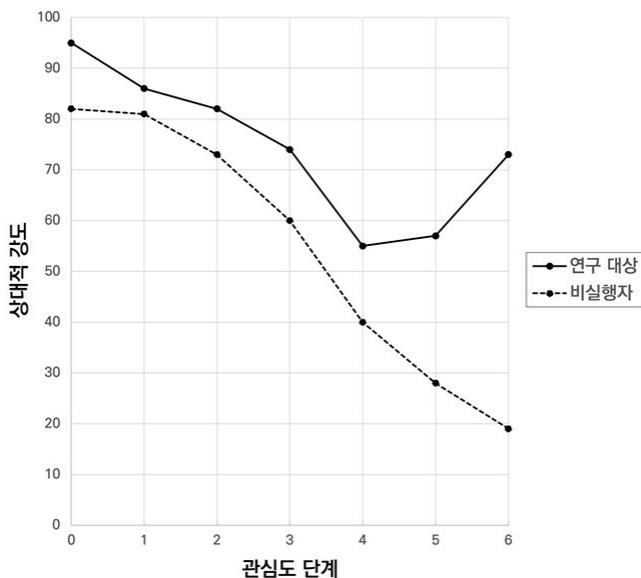


Figure 1. The profile of overall concern

나타났다. 최근 교육 환경이 급격히 변화하며 인공지능과 코딩 관련 교육이 강조되고, 과학실 또한 지능형 과학실로 정비되는 등 AI 활용 교육이 중요시되고 있음에도 불구하고, 다른 여러 교육 프로그램과 마찬가지로 AI 활용 교육에 대한 교사들의 관심도는 여전히 크지 않았다. 0단계 다음으로 정보적 관심인 1단계와 개인적 관심인 2단계의 상대적 강도가 다른 단계에 비해 높게 나타난 것으로 보아, 이 연구에 참여한 화학 교사들이 AI 활용 교육의 의미, 특징, 실행 등에 대한 기본적인 정보를 파악하는 데 관심이 있음을 알 수 있다.

개인적 관심인 2단계와 운영에 관한 관심인 3단계의 상대적 강도가, 결과적 관심인 4단계와 협력적 관심인 5단계에 비해 높게 나타난 것은, 프로그램이 도입되었을 때 개인적인 관심과 운영에 대한 관심이 커지는 초기 단계에서 나타나는 전형적인 패턴을 반영한 것이다 (Kim & Kim, 2023a, Sim et al., 2018; Yi & Shin, 2012). 그러나 이러한 패턴이 반드시 프로그램 도입 초기에서만 나타나는 것은 아니다. Kim & Paik(2016)의 연구에서 서술형 평가가 도입된 지 10년이 지난 시점에서도 과학 교사들의 서술형 평가에 대한 관심도는 여전히 초기 도입 단계에서 보이는 경향을 나타내어 교사들의 낮은 관심도를 보여주었다. 본 연구에서 나타난 AI 활용 교육에 대한 관심도의 경향은 프로그램이 도입된 초기 시점의 특성을 반영한다고 할 수 있다. 그러나 프로그램 도입 후 일정 시간이 지난 시점에서 AI 활용 교육에 대한 교사들의 관심도를 다시 조사하여, AI를 활용한 교육이 학교 현장에서 교사들에 의해 지속적으로 관심을 받고 실행되고 있는지 추적할 필요가 있다.

또한, 비실행자의 프로파일은 관심 단계가 증가함에 따라 상대적 강도가 지속적으로 감소하는 형태(tailing-off)를 보였으나, AI 활용 교육에 대한 화학 교사들의 관심도는 5단계부터 상대적 강도가 증가하여 끝이 올라가는 형태(tailing-up)로 나타났다. 이는 연구에 참여한 화학 교사들이 AI 활용 교육에 대한 개선안이나 대안에 관심을 보이

고 있음을 시사한다. 이 연구에서 보이는 것과 같이 0~3단계의 상대적 강도가 높으면서, 5~6단계의 상대적 강도도 높은 것은 전형적으로 새로운 프로그램이 도입될 때 교사들이 보이는 관심도의 유형에 속한다(Hall & Hord, 2006).

나. 개인별 관심도

화학 교사의 AI 활용 교육에 대한 개인별 관심도는 Table 4에 제시되어 있다. 전반적인 관심도에서 보인 상대적 강도와 유사하게, 0단계와 1단계에 해당하는 교사의 비율이 각각 34.2%, 35.4%로 다른 관심 단계에 비해 높았다. 최근 화학 교사를 대상으로 한 역량 평가의 관심도 조사한 연구에서는 운영적 관심인 3단계가 가장 높게 보고되어, 학교 현장에서의 역량 평가에 대한 긍정적인 가능성을 엿본 것과 비교하여 관심의 단계가 낮았다. 다만, 이러한 결과는 개정 교육과정 도입 초기에서 관심도를 알아본 연구와 유사한 관심 단계이다. 현재 AI 활용 교육에 대한 관심이 교육과정 도입과 유사한 초기 단계임을 고려해 볼 때, AI 활용에 대한 관심을 운영 단계까지로 높이기 위한 여러 전략이 필요함을 알 수 있었다.

AI 활용 교육에 대한 화학 교사의 성별, 학교급, 예비교사 교육 경험 유무, 현직교사 연수 경험 유무, 근무 지역 변인에 따른 개인별 관심도 차이를 Kruskal-Wallis H 검정한 결과는 Table 5와 같다. 분석 결과, 성별, 학교급, 예비교사 교육 경험 유무, 근무 지역에 따른 화학 교사의 관심도는 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다($p > .05$). 반면, 현직교사 기간 중 AI 활용과 관련된 연수 경험 유무에 따른 관심도는 통계적으로 유의미한 차이를 보였다($p < .05$). AI 활용 연수 경험이 있는 집단의 평균 관심도는 1.53단계였으나, 연수 경험이 없는 집단은 평균 0.71단계로, 연수 경험이 있는 교사들의 관심도가 훨씬 높았다. 이는 교사 연수가 AI 활용 교육에 대한 관심을 높이는 중요한 변인으로 작용함을 보여준다. 이러한 결과는 교사 연수가 새로운 교육 프로그램에 대한 관심도를 높이는 데 유의미한 변수임을 보고한 여러 선행 연구와 일치한다(Chang et al., 2015; Kim & Lee, 2020; Koo & Kim, 2018). 반면, 예비교사 시절의 교육 경험이 교사가 된 후 해당 프로그램에 대한 관심도에 영향을 미친다는 Kim & Kim(2023)의 연구와는 달리, 본 연구에서는 예비교사 시절의 교육 경험이 유의미한 변인으로 작용하지 않았다.

Table 6은 현직교사 기간 중 AI 활용과 관련된 연수 경험 유무에 따라 교사를 두 집단으로 나누어 단계별 빈도와 비율을 보여준다. 두 집단 모두 무관심에 해당하는 0단계와 정보적 관심에 해당하는 1단계에 속한 교사가 가장 많았다. 그러나 연수 경험이 없는 집단에서는 무관심 단계에 속한 교사 비율이 50%로, 연수 경험이 있는 집단에 비해 그 비율이 더 높았다. 또한, 연수 경험이 없는 집단에서는 높은 관심 단계인 4단계에서 7단계에 속한 교사가 전혀 없었던 반면, 연수 경험이 있는 집단에서는 비록 적은 빈도이긴 하나 높은 단계에 속한 교사도 존재했다. 이러한 연구 결과는 최근 강조되고 있는 새로운 교육 정책이나 프로그램이 학교 현장에 안정적으로 도입되기 위해서

Table 4. The teachers' SOC on the use of AI utilization in education

단계	0단계	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계
빈도(%)	27(34.2)	28(35.4)	9(11.4)	11(13.9)	2(2.5)	1(1.3)	1(1.3)

Table 5. Kruskal-Wallis H test results by variables

변인	특성	평균(표준편차)	$\chi^2(p)$
성별	남자	1.45(1.33)	2.440(.118)
	여자	1.05(1.28)	
학교급	중학교	1.39(1.39)	.677(.411)
	고등학교	1.13(1.26)	
예비교사 교육	경험 있음	1.36(1.63)	.004(.953)
	경험 없음	1.22(1.27)	
현직교사 연수	경험 있음	1.53(1.42)	7.145(.008)
	경험 없음	0.71(0.90)	
지역	대도시	1.20(0.95)	.584(.747)
	중소도시	1.35(1.53)	
	읍면지역	1.05(1.78)	

Table 6. The frequency by SOC according to training experience

SOC	빈도(%)	
	연수 경험 있음	연수 경험 없음
0 단계	13(25.5)	14(50.0)
1 단계	18(35.3)	10(35.7)
2 단계	7(13.7)	2(7.1)
3 단계	9(17.6)	2(7.1)
4 단계	2(3.9)	0(0)
5 단계	1(2.0)	0(0)
6 단계	1(2.0)	0(0)
합계	51(100.0)	28(100.0)

는 교사들의 관심이 필수적이며, 이를 높이기 위한 효과적인 전략으로 교사 연수가 활용될 수 있음을 시사한다.

2. AI 활용 교육에 대한 효과 기대와 실행 방해 요인 인식

가. 효과에 대한 기대

AI 활용 교육의 효과 기대를 분석한 결과는 Table 7에 제시하였다. 7개 항목에 대한 효과 기대의 평균은 3.84였으며, 그중 ‘다양한 학습 경험 제공’이 평균 4.24로 가장 높게 나타났고, ‘과학 개념 이해 증진’이 평균 3.63으로 가장 낮게 나타났다. 7개 항목에 대한 효과 기대의

Table 7. The repeated measures ANOVA results on expectations for education using AI

구분	평균 ^a	표준 편차	F(p)	Post-Hoc
(a) 학생의 창의력 및 문제 해결력 증진	3.94	0.56	17.099 (.000)	d>a,b,c,e,f,g a,b,c,d>e,f,g
(b) 수업에 대한 흥미 증진	3.84	0.60		
(c) 협력 및 의사소통 기회 제공	3.89	0.68		
(d) 다양한 학습 경험 제공	4.24	0.60		
(e) 과학 개념 이해 증진	3.63	0.60		
(f) 과학적 탐구 능력 증진	3.66	0.52		
(g) 과학적 소양 함양	3.66	0.48		
전체	3.84	0.62		

^a5점 만점

차이를 반복측정 ANOVA로 분석한 결과, 항목간의 유의미한 차이가 있었다($F=17.099$, $p=.000$). Bonferroni로 사후 분석한 결과, ‘다양한 학습 경험 제공’이 다른 항목에 비해 통계적으로 유의미하게 높았다 ($p<0.05$). 반면, ‘과학 개념 이해 증진’, ‘과학적 탐구능력 증진’, ‘과학적 소양 함양’에 대한 기대는 다른 항목에 비해 통계적으로 유의미하게 낮았다($p<0.05$).

AI를 활용한 교육에 대한 기대를 살펴보면, 화학 교사들은 학생들에게 다양한 학습 경험을 제공하는 데 가장 큰 의미를 부여했다. 그다음으로 학생들의 창의력 및 문제 해결력 향상, 수업에 대한 흥미 증진, 협력 및 의사소통 능력 향상을 중요하게 평가했다. 그러나 과학교육의 본연의 목적이라고 할 수 있는 과학 개념 이해 증진, 과학적 탐구능력 증진, 과학적 소양 함양에 대해서는 상대적으로 낮은 기대를 보였다. 이처럼 항목별 상반된 기대는 Kim & Kim(2023a)의 코딩을 활용한 교육 인식에서 나타난 결과와 유사하다. 교사들은 코딩이나 AI를 수업 시간에 활용하는 것을 과학교육의 핵심 목표를 달성하기 위한 도구로 평가하기보다는, 하나의 부수적인 보조 도구로 한정하고 있는 것으로 보인다. 그러나 코딩이나 AI를 활용한 수업이 학생들의 다양한 경험과 흥미를 높이는 것뿐만 아니라, 실제 과학적 탐구를 수행하고 이를 통해 과학 개념 이해와 과학적 소양을 증진시킬 수 있음을 보여주는 여러 연구가 있다(Lee et al., 2023; Kim et al., 2019; Yang et al., 2024). 이러한 연구들이 있음에도 불구하고, 교사들은 아직 AI를 활용한 수업의 가치를 단순히 흥미와 다양한 학습 경험 중심으로 평가하고 있어, AI 활용한 수업의 가치에 대한 인식을 개선하기 위한 방안이 필요하다.

나. 실행에 대한 방해 요인

화학 교사의 AI 활용 교육 실행을 방해하는 요인에 대한 분석 결과는 Table 8에 제시하였다. 방해 요인은 크게 내적 요인과 외적 요인으로 구분되었으며, 내적 요인에 해당하는 빈도($N=61$, 67.0%)가 외적 요인에 해당하는 빈도($N=30$, 33%)에 비해 훨씬 많았다. 이 결과는 새로운 교육 프로그램 실행을 방해하는 요인이 외적 요인보다는 내적 요인이 더 크다는 기존의 연구 결과와 일치한다(Park, 2024; Suh, 2017).

내적 요인은 크게 변화에 대한 부담, 역량 부족, AI 활용 교육에 대한 교사의 부정적 인식으로 구분되었다. 이 중 변화에 대한 부담이 31.9%로 가장 큰 비율을 차지하였다. 이 요인은 ‘기존 수업과 다르게

Table 8. The keyword analysis results on hindering factors

구분	1차 키워드	2차 키워드	키워드별 빈도(%)	요인별 빈도(%)
내적 요인	교수학습 변화에 대한 거부감	변화에 대한 부담	29(31.9)	61(67.0)
	수업에서의 다양한 변수			
	수업 준비에 대한 부담감			
	막연한 불안감	역량 부족	25(27.5)	
	전문성 부족			
	활용 역량 부족			
낮은 교과와의 연관성 인식	AI 활용 교육에 대한 교사의 부정적 인식	7(7.7)		
과학 교과 목표 달성과 연관성				
외적 요인	인프라 부족	지원 부족	12(15.4)	30(33.0)
	기자재 부족			
	사용의 용이성 부족			
	AI 활용 교육에 대한 학생 부정적 인식	AI 활용 교육에 대한 외부의 부정적 인식	10(11.0)	
	AI 활용 교육에 대한 학부모 부정적 인식			
	과중한 업무	업무 부담	6(6.6)	
시간 부족				

수업을 변화해야 하는 것에 대해 거부감이 듭니다'와 같이 교수학습에 대한 거부감, '디지털 기기를 활용한 수업을 할 때 수업 시간에 연결이 잘되지 않아 수업 시간이 지체되는 경우가 많습니다. AI를 활용한 수업은 이러한 변수가 더욱 빈번할 것 같습니다', 'ChatGPT를 사용하면 가끔 응답을 생성하는 중 오류가 발생하였습니다와 같은 오류가 떠서 사용이 안되는 경우가 발생하는데, 수업 시간에 활용할 때 이런 오류가 계속 뜬다면 준비한 수업을 진행하는 데 어려움이 있을 것 같아요'와 같이 수업에서 발생할 수 있는 다양한 변수에 대한 부담, '수업을 준비하는 기존의 시간 이외에도 추가적으로 AI 활용을 수업에 반영하기 위해 새롭게 더 준비해야 하는 부담감이 있습니다.'와 같은 수업 준비에 대한 부담감, 'AI를 활용한 수업을 제가 받은 적도 없어서, 막상 AI를 활용하라고 하면 불안감이 밀려와요'와 같은 막연한 불안감으로 나누어진다. 이 중에서도 AI를 수업에 활용하기 위한 수업 준비 부담이 가장 높은 빈도를 보였다. 역량 부족은 27.5%로, 변화에 대한 부담과 유사한 비율을 보였다. 이 요인은 '저는 AI를 수업에 활용하는 데 활용 능력이 매우 부족해요'와 같은 AI 자체에 대한 전문성 부족과 '교과 수업에 인공지능을 어떻게 활용하고, 다양한 인공지능 중 수업 주제별로 어떠한 인공지능을 활용해야 하는지 잘 모르겠어요'와 같은 교과와 관련한 AI 활용 역량 부족으로 나뉘었다. AI 활용 교육에 대한 교사 인식은 7.7%로 가장 낮았다. 이 인식은 'AI를 수업에 활용할 만한 교과 중 과학은 우선순위가 높지 않다고 생각합니다', '굳이 AI를 활용하지 않아도 과학 교육의 목표를 달성할 수 있다고 생각해서 꼭 활용하지 않아도 된다고 생각합니다'와 같이 낮은 교과와의 연관성 인식과 과학 교과 목표 달성과 연관성 인식으로 나누어졌다.

외적 요인은 지원 부족, AI 활용 교육에 대한 외부의 부정적 인식, 업무 부담으로 구분되었다. 이 중 지원 부족이 15.4%로 가장 높은 비율을 보였다. 이 요인은 '학교에 아직도 와이파이가 되지 않는 교실이 많습니다'와 같이 AI를 활용하기 위한 교실 현장의 인프라 부족, '한 학교에서 AI 활용 수업을 동시에 여러 교실에서 활용하려면 학생 개인별로 사용할 노트북과 같은 전자기기 확보가 매우 중요한데, 아

직 모든 교실이 동시에 수업하기에는 이런 기자재가 부족합니다'와 같은 기자재 부족, 'ChatGPT와 같은 AI는 대부분 해외 사이트 기반으로 월별 결재로 진행되는 것이 많은데, 학교 예산으로 해외 사이트 구독 결재를 하기 위해서는 미리 내부 결재를 받고 사용해야 합니다. 그래서 그냥 제가 개인적으로 구독해서 사용하고 있는데, AI를 활용한 수업을 촉진하기 위해서는 이러한 절차도 간소화되었으면 합니다'와 같이 행정적 사용의 용이성 부족으로 나누어진다. 두 번째로 높은 비율을 차지한 요인은 AI 활용 교육에 대한 외부의 부정적 인식(11.0%)으로, '학생들도 AI를 활용하는 데 능력의 편차가 커서 수업에 AI를 활용할 때 AI 활용 능력이 낮은 학생의 부정적인 시선도 고민입니다', '학부모님들도 수업에 변화를 주는 것을 크게 좋아하지 않아요. 그래서 굳이 사용하지 않아도 되는데 AI를 수업 시간에 활용했다가 학부모 민원이 들어올까봐 걱정되기도 합니다'와 같이 학생이나 학부모의 AI 활용한 교육에 대한 부정적 인식이 여기에 해당한다. 끝으로 업무 부담 요인은 '교사의 역할이 많아져 교사의 업무가 점점 많아지는 지금, AI를 수업에 시간에 활용하는 것 자체가 교사에게 또 다른 하나의 업무가 추가되는 것으로 보이기도 합니다'. '수업이 없는 공강시간에 교사가 처리해야 할 업무가 정말 많아요. 그런데 이 부족한 시간 중에 AI를 활용한 수업까지 준비하는 것은 힘들다고 생각합니다'와 같이 과중한 업무, 시간 부족으로 나누어졌다.

이 연구 결과는 AI 활용 교육을 촉진하기 위해서는 요구되는 방해 요인을 도출할 수 있었다. 특히 이 연구 결과에서 보듯이 외적 요인보다는 내적 요인, 즉 교사 자신에 대한 방해 요인이 더 높다는 점을 고려하여, 내적 방해 요인 제거에 초점을 맞출 필요가 있다.

IV. 결론 및 제언

이 연구는 최근 교육 환경의 변화에 따라 강조되고 있는 AI 활용 교육에 대한 화학 교사의 인식을 조사하였으며, 이를 위해 AI 활용 교육에 대한 관심도, 효과에 대한 기대, 그리고 실행을 방해하는 요인에 중점을 두었다. 2024년 화학 1급 정교사 자격 연수에 참여한 79명

의 화학 교사를 대상으로 설문 조사를 진행하였다. AI 활용 교육에 대한 관심도는 Hall & Hord(2006)가 개발한 도구를 수정 및 번안하여 사용하였으며, 전반적인 관심도와 개별 관심도를 분석하고, 연구 참여자 특성에 따른 관심도 차이를 Kruskal-Wallis H test로 분석하였다. AI 활용 교육의 효과에 대한 기대와 실행을 방해하는 요인은 Kim & Kim(2023b)의 연구를 참고하여 설문지를 개발하였고, 효과에 대한 기대는 반복측정 ANOVA로 분석하였으며, 실행 방해 요인은 키워드 분석을 통해 각 키워드별 빈도를 계산하였다.

연구 결과, AI 활용 교육에 대한 전반적인 관심도는 무관심에 해당하는 0단계의 상대적 강도가 가장 높았고, 그다음으로 1단계와 2단계가 뒤따랐다. 개별 교사의 관심도 분석에서도 정보적 관심인 1단계와 무관심인 0단계가 각각 35.4%와 34.2%로 높은 비율을 보였는데, 이는 프로그램 도입 초기 단계에서 흔히 나타나는 유형이다. 교사 특성 변인에 따른 관심도 차이 분석 결과, 현직 교사일 때 연수 경험에 따라 관심도에 유의미한 차이가 있었으며($p < .05$), 다른 변인에서는 유의미한 차이가 나타나지 않았다($p > .05$). AI와 관련된 연수 경험이 있는 집단은 그렇지 않은 집단에 비해 낮은 관심 단계의 비율이 상대적으로 낮았으며, 연수 경험이 없는 집단에서는 4단계 이상의 높은 관심도를 보이는 교사가 전혀 없었던 반면, 연수 경험이 있는 집단에서는 일부 교사가 높은 관심도를 보였다. 이 결과는 교사 연수가 AI 활용 교육에 대한 교사들의 관심을 높이는 데 중요한 역할을 한다는 점을 확인시켜 주었다.

둘째, AI 활용 교육에 대한 효과 기대에서 7가지 항목의 효과 기대가 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다($p < .05$). 교사들은 '다양한 학습 경험 제공'을 가장 높은 효과로 평가했으며, 반면에 '과학 개념 이해 증진', '과학적 탐구 능력 증진', '과학적 소양 함양'은 상대적으로 낮게 평가되었다($p < .05$). 이를 통해 연구에 참여한 화학 교사들이 AI 활용 교육을 과학교육의 목표를 달성하는 도구보다는 주로 흥미를 증진시키는 수단으로 인식하고 있음을 알 수 있었다. AI 활용 교육 실행을 방해하는 요인은 크게 내적 요인과 외적 요인으로 구분되었다. 내적 요인으로 '변화에 대한 부담', '역량 부족', 'AI 활용 교육에 대한 교사의 부정적 인식'으로 나뉘지며, 이 중 '변화에 대한 부담'이 가장 높은 비율(31.9%)을 차지했다. 외적 요인은 '지원 부족', 'AI 활용 교육에 대한 외부의 부정적 인식', '업무 부담'으로 나뉘지며, '지원 부족'이 가장 높은 비율(15.4%)을 보였다. 내적 요인이 외적 요인보다 더 큰 비율을 차지하는 것을 고려할 때, AI 활용 교육의 실행을 촉진하기 위해서는 교사의 내적 요인을 제거하는 방안이 우선적으로 강구되어야 한다.

이 연구에서 얻은 결과를 토대로 과학 수업에서 AI 활용 교육을 촉진하기 위한 제언은 다음과 같다. 첫째로, 화학 교사들의 AI 활용 교육에 대한 관심도는 프로그램 도입 초기 단계의 형태를 보였으며, 관심도에 유의미한 영향을 미치는 변수는 현직 교사로서의 연수 경험이었다. 여러 연구에서 프로그램의 실행 수준이 관심도에 따라 달라진다는 점이 보고된 바 있다. 따라서 연수 경험을 활용하여 교사들의 AI 활용 교육에 대한 관심을 높여 교사의 실행을 촉진하는 것이 필요하다. 또한, AI 활용 교육에 대한 교사들의 효과 기대가 과학교육의 본래 목적 달성보다는 단순히 흥미 증진에 머물고 있는 만큼, 연수 과정에서 AI 활용 교육이 과학교육의 목표를 달성하는 방법으로 활용될 수 있도록 초점을 맞출 필요가 있다. 또한, 연구에서 도출된 실행

방해 요인 중 내적 요인, 특히 '변화에 대한 부담'이 높게 나타난 점을 고려하여, 교사들이 부담감 없이 AI 활용 교육을 실행할 수 있도록 지원하는 다양한 연수 전략이 요구된다.

둘째로, AI 활용 교육에 대한 부정적인 인식이 교사 자신뿐만 아니라 학생 및 학부모에게도 존재한다는 점이 교사들의 실행을 주저하게 만드는 요인으로 작용하고 있음을 확인했다. 따라서 AI 활용 교육을 촉진하기 위해 교사 자신의 인식 개선도 중요하지만 학생, 학부모의 인식 개선도 함께 이루어질 필요가 있다. 다양한 학생 교육과 학부모 연수를 통해 AI 활용 교육에 대한 외부 인식도 함께 개선할 수 있는 방안을 강구할 필요가 있다.

셋째로, 정부 주도로 지능형 과학실 사업을 통해 과학실에서 AI를 활용할 수 있는 환경이 이전에 비해 많이 개선되었지만, 과학 수업이 반드시 과학실에서만 이루어지지 않는 만큼 학교 전체적으로 AI 활용 교육을 위한 인프라와 기자재를 구축하는 것이 필요하다. 또한, 많은 AI 플랫폼이 해외 기반이기 때문에, 법인 카드의 해외 결제나 정기 구독과 같은 행정 절차를 간소화하는 방안을 모색할 필요가 있다.

끝으로, 이 연구는 1급 정교사 자격 연수에 참여한 화학 교사들을 대상으로 AI 활용 교육에 대한 인식을 조사하였다. 따라서 연구 참여자는 주로 교육 경력 5년 이하인 저경력 교사들로 구성되었다. 저경력 교사의 교수학습에 대한 특성은 경력 교사와 다르게 나타난다. 여러 연구에서 저경력 교사들은 혁신에 대한 의지가 경력 교사에 비해 상대적으로 강하고 새로운 수업 방식을 도입하려는 경향이 있음을 보고하고 있다(Lukyanova et al., 2018; Sydnor et al., 2024). 이러한 저경력 교사의 특성은 해외뿐만 아니라 국내 연구에서도 확인되었다(Im & Woo, 2020; Kim, 2020). 이러한 이유로, 이 연구에 참여한 교사들이 보인 AI 활용 교육에 대한 관심도나 효과 기대는 전체 교사 특성에 비해 높을 것으로 예상할 수 있다. 또한, 이러한 이유로 교육 경력이 많은 경력 교사가 갖는 실행을 방해하는 요인은 이 연구에서 도출된 방해 요인과 또 다른 측면이 도출될 수 있기 때문에 이 연구 결과를 다양한 교육 경력 교사 집단에 일반화하는 데에 주의가 요구된다. 이에 향후 연구에서는 다양한 교육 경력을 가진 교사 집단을 대상으로 AI 활용 교육에 대한 인식을 체계적으로 조사하여, AI 활용 교육에 대한 관심도와 효과 기대를 보다 명확하게 도출할 필요가 있다. 다양한 교육 경력 집단의 실행 방해 요인 분석은 교육 경력별로 지원이 필요한 측면을 보다 면밀히 도출하여 AI 활용 교육을 지원할 수 있을 것으로 기대된다.

국문요약

연구는 화학 교사를 대상으로 AI 활용 교육에 대한 인식을 관심도, 효과 기대, 실행을 방해하는 요인을 중심으로 알아보았다. 2024년 화학 1급 정교사 자격 연수에 참여한 79명의 화학 교사를 대상으로 설문 조사를 통해 데이터를 수집하였다. 관심도는 전반적인 관심도와 개별적 관심도를 분석하고, 배경 변인에 따른 관심도 차이를 Kruskal-Wallis H 검정으로 분석하였다. 효과 기대는 7가지 항목에서 측정하고, 이에 따른 차이를 반복측정 ANOVA와 Bonferroni 방법으로 분석하였다. 실행을 방해하는 요인은 내적 요인과 외적 요인을 중심으로 키워드 분석하였다. 연구 결과, 전반적인 관심도는 상대적으로 낮았으며, 특히 정보적 관심(1단계)과 무관심(0단계)이 각각

35.4%와 34.2%로 높게 나타났다. 현직 교사일 때 관련 연수 경험 유무에 따라 관심도에서 유의미한 차이를 보였다($p<.05$). AI 활용 교육에 대한 효과 기대에서 7가지 항목의 효과 기대가 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다($p<.05$). 교사들은 ‘다양한 학습 경험 제공’을 가장 높은 효과로 평가했으며, 반면에 ‘과학 개념 이해 증진’, ‘과학적 탐구 능력 증진’, ‘과학적 소양 함양’은 상대적으로 낮게 평가하였다($p<.05$). 실행을 방해하는 요인으로는 내적 요인의 비율이 외적 요인에 비해 높았으며, 내적 요인에 해당하는 키워드로 ‘변화에 대한 부담’, ‘역량 부족’, ‘AI 활용 교육에 대한 교사의 부정적 인식’이 있었다. 이 결과를 바탕으로 AI 활용 교육의 실행을 위한 방안을 제안하였다.

주제어 : AI, 관심도, 효과, 실행 방해 요인

References

- Chang, J. H., Kim, S. W., & Lee, S. B. (2015). Analysis on stages of concern and levels of use for achievement standards-based assessment in specialized high schools. *The Journal of Curriculum and Evaluation*, 18(2), 105-129.
- Choi, W. (2022). A theoretical inquiry on the meaning of ‘digital literacy’ in the 2022 revised English curriculum. *Journal of the Korea English Education Society*, 21(4), 115-132.
- George, A. A., Hall, G. E., & Stiegelbauer, S. M. (2006). *Measuring implementation in schools: The stages of concern questionnaire*. Austin, TX: Southwest Educational Development Laboratory.
- Hall, G. E., & Hord, S. M. (2006). *Implementing change: Patterns, principles, and potholes*. New Jersey: Pearson Education.
- Han, H. J., Kim, K. J., & Kwon, H. (2020). The analysis of elementary school teachers’ perception of using artificial intelligence in education. *Journal of Digital Convergence*, 18(7), 47-56.
- Im, Y. J., & Woo, Y. S. (2020). Relationship between the practical practice of teachers for the innovation of elementary schools, the satisfaction of classes, and the implications of class innovation. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 20(23), 953-974.
- Jia, F., Sun, D., & Looi, C. K. (2024). Artificial intelligence in science education (2013-2023): Research trends in ten years. *Journal of Science Education and Technology*, 33(1), 94-117.
- Jones, R. H., & Hafner, C. A. (2021). *Understanding digital literacy: A practical introduction* (2nd ed.). Routledge.
- Kim, E. J. (2020). An analysis of self-reflection journals of pre-service teachers in PBL focusing on teaching innovation components for pre-service teachers’ creativity-convergence. *The Journal of the Korea Contents Association*, 20(3), 481-490.
- 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(2), 23-42.
- Kim, H., Hong, S., Park, Y., Kim, E. Y., Choi, J., & Kim, Y. (2020). Teachers’ perceptions of AI in school education. *Journal of Educational Technology*, 36(3), 905-930.
- Kim, J. S., & Lee, J. M. (2020). An investigation of teachers’ stages of concern and levels of use about SW education based on concerns-based adoption model. *The Journal of the Korea Contents Association*, 20(8), 75-87.
- Kim, S., & Kim, H. (2023a). An analysis of chemistry teachers’ stages of concern and level of use on competency assessment based on CBAM. *Journal of Science Education*, 47(1), 24-36.
- Kim, S., & Kim, H. (2023b). The analysis actual use and perception of class using coding of chemistry teacher. *Brain, Digital, & Learning*, 13(3), 295-307.
- Kim, S., & Kim, H. (2024). Exploring pre-service chemistry teachers’ beliefs related to traditionalist and constructivist approaches to teaching and learning. *Journal of Field-based Lesson Studies*, 5(2), 1-21.
- Kim, S., & Paik, S. H. (2016). An analysis of science teachers’ stages of concern and levels of use on descriptive assessment. *Journal of Korean Chemical Society*, 60(5), 353-361.
- 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(6), 583-594.
- 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(12), 2926-2936.
- Koo, K. H., & Kim, S. W. (2018). An analysis on the stages of teachers’ concern and levels of use for a free learning semester in middle schools. *Teacher Education Research*, 57(2), 169-181.
- 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(4), 133-157.
- Lee, D., Shim, H. P., & Baik, J. (2024). Exploration on the feasibility of utilization and teacher perceptions of using ChatGPT for student assessment in science. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 44(1), 119-130.
- Lee, J., Noh, E., & Shin, H. J. (2019). Analysis on perceptions of teachers in subject matter of technology and home economics (practical arts) about digital literacy education. *Journal of Korean Practical Arts Education Research*, 25(3), 107-127.
- 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(1), 9-21.
- Lee, S. Y. (2020). Elementary school teachers’ understanding and awareness of AI education. *Korean Journal of Elementary Education*, 31, 15-31.
- 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(4), 241-252.
- Lukyanova, M., Danilov, S., & Glebova, Z. (2018). Novice teachers’ readiness for innovative activities in education. *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences*, 45, 705-711.
- MOE. (2015). 2015 Revised National Curriculum.
- MOE. (2022a). 2022 Revised National Curriculum.
- MOE. (2022b). 2022 Revised National Science Curriculum.
- OECD. (2005). *The definition and selection of key competencies: Executive summary*. OECD Publishing.
- OECD. (2016). *Innovating education and educating for innovation: The power of digital technologies and skills*. OECD Publishing.
- Park, H. (2024). Study on the factors which inhibit the teaching practices as perceived by elementary school teachers. *Study on the Factors Which Inhibit the Teaching Practices as Perceived by Elementary School Teachers. The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 24(8), 529-549.
- Sim, J. H., Park, H. J., & Jeong, J. S. (2018). An investigation of teachers’ STEAM education implementation using the concerns based adoption model. *Teacher Education Research*, 57(3), 325-340.
- Suh, M. (2017). The meta-analysis of the relationships among burnout, personal factors, job factors and social factors in elementary and secondary teachers. *Korean Journal of Educational Psychology*, 31(4), 615-637.
- Sydnor, J., Davis, T. R., & Daley, S. (2024). Learning from the unexpected journeys of novice teachers’ professional identity development. *Education Sciences*, 14(8), 895.
- Xu, W., & Ouyang, F. (2022). The application of AI technologies in STEM education: A systematic review from 2011 to 2021. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 59.
- Yang, H., Ahn, S., Kim, S. H., & Kang, S. J. (2024). An Investigation Into the Effects of AI-Based Chemistry I Class Using Classification Models. *Journal of the Korean Chemical Society*, 68(3), 160-175.
- Yi, J. E., & Shin, J. H. (2012). An analysis of teachers’ stage of concerns and implementation on the 2007 revised curriculum based on CBAM. *Teacher Education Research*, 51(1), 137-151.
- 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(3), 53-73.

저자정보

김성기(한국교육과정평가원 부연구위원)