

## 예비교사를 위한 실감형 콘텐츠 활용 메타인지 학습전략 기반 화학 프로그램의 효과 및 관계성 분석

이다은 · 김현경\*

전북대학교 과학교육학부 화학교육전공 및 과학교육연구소  
(접수 2023. 5. 4; 게재확정 2023. 6. 15)

### Effectiveness and Relationship Analysis of Chemistry Programs Based on Metacognitive Learning Strategies Using Realistic Contents for Pre-service Teachers

Da Eun Lee and Hyun-Kyung Kim\*

Division of Science Education (Chemistry) and Institute of Science Education, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Korea.

\*E-mail: chemkimhk@jbnu.ac.kr

(Received May 4, 2023; Accepted June 15, 2023)

**요약.** 본 연구에서는 실감형 콘텐츠를 활용한 메타인지 학습전략 기반 화학 프로그램이 예비 교사의 창의적 사고역량 및 과학과 핵심 역량에 미치는 효과와 이에 대한 인식을 조사하는데 목적이 있다. 특히, 메타인지를 강화시키는 전략을 도입하여 프로그램의 효과를 더욱 향상시키고자 하였다. 참가자는 새로 개발한 화학 프로그램을 적용 받는 실험반과 실감형 콘텐츠와 메타인지 전략을 포함하지 않은 일반적인 수업을 적용 받는 전통반으로 분류하였다. 두 집단 모두에게 프로그램 적용 전과 적용 후 설문을 실시하여 메타인지 역량과 창의적 사고역량 및 과학과 핵심역량의 변화 정도를 측정하였다. 또한 메타인지 역량과 과학과 핵심역량이 창의력 사고역량에 미치는 영향에 대해 분석하였다. 연구 결과, 실험반의 메타인지 역량, 창의적 사고역량 하위요소 중 적절성과 합리성, 과학과 핵심 역량 중 과학적 참여 및 평생 학습 능력을 제외한 모든 하위요소가 유의하게 향상되었다. 또한 메타인지 역량 중 메타인지적 지식, 과학과 핵심역량 중 과학적 탐구능력과 과학적 사고력이 창의적 사고역량에 영향을 미친다는 결과가 도출되었다. 결과를 통해 창의력 사고역량의 향상을 위해 메타인지 학습전략을 접목시킨 실감형 콘텐츠 개발이 필요하며 이를 활용할 수 있는 학습모형 및 프로그램 개발이 필요하다는 시사점을 얻었다.

**주제어:** 실감형 콘텐츠, 메타인지 학습전략, 화학 프로그램, 창의적 사고역량, 과학과 핵심역량

**ABSTRACT.** The purpose of this study is to investigate the effect of chemistry program based on metacognitive learning strategies using realistic contents on prospective teachers' creative thinking skills and science core competencies, and their perception. In particular, it was intended to further improve the effectiveness of the program by introducing a strategy to strengthen metacognition. Participants were classified into the experimental group subject to the newly developed chemistry curriculum and traditional group subject to general programs that exclude realistic contents and metacognitive strategies. Both groups were surveyed before and after the application of the program to measure the degree of change in metacognitive competencies, creative thinking competencies, and science core competencies. It also analyzed the impact of metacognitive competencies and science core competencies on creativity thinking competencies. As a result of the study, relevance and rationality among sub-factors of metacognitive competencies and creative thinking competencies of the experimental group were improved, and all sub-factors except for scientific participation and lifelong learning ability among science core competencies were significantly improved. In addition, it was found that metacognitive knowledge among metacognitive competencies, scientific inquiry ability and scientific thinking ability among science core competencies affect creative thinking competencies. Through the results, it was suggested that realistic content that incorporates metacognitive learning strategies is needed to improve creative thinking competencies, and learning models and programs that can utilize them are needed.

**Key words:** Realistic content, Metacognitive learning strategy, Chemistry program, Creativity thinking competence, Science core competence

## 서 론

4차 산업혁명 시대를 맞아 기술의 발달이 빠르게 이루어지고 있으며 이러한 새로운 기술의 도입은 사회뿐만 아니라 교육에도 큰 영향을 준다.<sup>1,2</sup> 때문에 이러한 변화에 따라 기존의 교육에서 벗어나 증강현실(Augmented Reality; 이하 AR)/가상현실(Virtual Reality; 이하 VR)과 같은 첨단 기술을 활용한 실감형 콘텐츠 교육이 필요한 실정이다. 특히 2020년 COVID-19 감염병의 확산으로 실제 학교 현장에서 온라인 기반 과학 활동이 확대됨에 따라 실감형 콘텐츠에 대한 수요가 증대되었다.<sup>3</sup> 또한 최근 개정된 2022 개정 교육과정에서도 AR/VR과 같은 디지털 신기술을 이용한 실감형 콘텐츠가 포함된 미래형 교육 기반을 마련하고자 추진 중에 있으며, 이러한 흐름에 따라 국내의 통신 3사 또한 온라인 교육 시장 활성화를 위한 실감형 콘텐츠 개발에 적극적으로 나서고 있다.<sup>4</sup>

AR/VR은 가상 공간에서 안전하게 실험하고, 현상을 관찰하고 탐구할 수 있는 경험 학습의 기회를 제공할 수 있으며, 이러한 효용성은 학생의 과학에 대한 흥미를 향상시키며 창의적 탐구력 신장 및 자기주도적 학습 등을 가능하게 한다는 점에서 교육적 기여를 할 수 있다.<sup>5,6</sup> 선행 연구에서는 AR/VR 기술이 비판적 사고 및 문제해결과 같은 고차원적 인지 능력의 향상을 가져온다는 결과들이 보고되어 왔으며, 학습자의 호기심과 흥미 유발, 학습 동기와 학업성취도 증진, 학생 중심의 능동적 협력적 학습 참여 등의 긍정적인 결과를 가져온다고 보고되었다.<sup>7-9</sup> 또한 증강현실을 활용한 학습 콘텐츠 활용 교육이 성인 학습자의 학업 성취, 학습 흥미와 몰입에 효과적이라는 것도 확인되었다.<sup>2</sup>

디지털교과서 연구학교에 근무하는 교사들을 대상으로 조사한 결과, 영어와 사회 등 다른 교과에 비해 과학교과에서 AR/VR 활용 디지털 교과서에 대한 기대와 적용 시기의 시급성이 가장 높게 나타난 바 있다.<sup>10</sup> 특히 추상적 개념이나 재현하는데 현실적 어려움이 있는 현상을 지도해야 하는 과학 교육에서 AR/VR 기반 실감형 콘텐츠는 매우 유용할 수 있으며, 실제로 효과성이 확인된 바 있다.<sup>11-13</sup> 그렇기 때문에 과학 탐구와 실험 활동에 실감형 콘텐츠 기술을 접목시킴으로써 자연 현상에 대한 교과서 지식 특히 눈으로 확인하기 어려운 현상에 대한 이해를 높이기 위한 시도가 지속되어 왔다.<sup>6,14</sup> 그러나 아직까지 AR/VR 등의 실감형 콘텐츠를 활용한 과학 교과 프로그램을 교육 현장에 적용하는 실천 가능한 방안에 대한 개발 연구와 실질적인 논의는 여전히 부족한 실정이다.

현 교육과정인 2015 개정 교육과정에서는 창의 융합형 인재를 양성하는 데 중점을 두고, 미래 사회가 요구하는 6

가지 일반 핵심역량 중 하나로 ‘창의적 사고역량’을 제시하였다. ‘창의적 사고역량’은 “폭넓은 기초 지식을 바탕으로 다양한 전문 분야의 지식, 기술, 경험을 융합적으로 활용하여 새로운 것을 창출하는 능력”이라고 정의된다. 이를 위하여 다양한 학생 참여형 수업을 활성화하여 자기주도적 학습 능력을 기르고 학습의 즐거움을 경험하도록 하고, 학습의 과정을 중시하는 평가를 강화하여 학생이 자신의 학습을 성찰하도록 한다. 특히 과학 교과에서는 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제 해결력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생 학습 능력 등의 과학과 핵심역량 함양을 통해 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하기 위한 과학적 소양을 기르는 것을 목표로 하고 있으며<sup>15</sup>, 최근 개정된 2022 개정 교육과정에서는 ‘포용성과 창의성을 갖춘 주도적인 사람’으로 성장하는 것을 목표로 하고 있다(교육부, 2022). 과학수학 정보 융합교육 종합계획(‘20-’24)에서는 미래 지능정보사회의 소양을 갖춘 인재 양성을 목표로 하여 삶 속에서 창의융합적 사고를 바탕으로 문제를 발굴하고 해결할 수 있는 역량을 강조하였다. 또한 세계 경제 포럼(World Economic Forum, WEF)은 2020년 1월 4차 산업혁명 시대 양질의 교육을 위한 교육 모델인 <Education 4.0>을 수립하고 8가지의 핵심 특징을 발표하였다.<sup>16</sup> 8가지 핵심 특징으로는 글로벌 시민 의식 역량(Global citizenship skills), 혁신과 창의적 역량(Innovation and creativity skills), 기술역량(Technology skills), 대인관계 기술(Interpersonal skills), 맞춤형 자기주도학습(Self-paced learning), 교육기회 확대 및 포용적 학습(Accessible and inclusive learning), 문제기반 협력학습(Problem-based and collaborative learning), 평생학습 및 학생중심학습(Lifelong and student-driven learning)이 있으며, 이 중 혁신과 창의적 사고 역량은 복잡한 문제해결, 분석적 사고, 창의성과 체계적 분석 기술을 포함하고 있다.

창의적 사고역량은 다양한 영역에서의 폭넓은 기초 지식과 자신의 전문 영역에 대한 깊이 있는 지식을 바탕으로 능동적·독창적으로 아이디어를 생성하고 다양한 분야의 지식기술경험을 융합적으로 활용할 수 있는 능력이다(교육부, 2016). 창의적 사고의 하위요소로는 인지적 측면의 창의적 사고 기능, 정의적 측면의 창의적 사고 성향, 융합적 사고로 나뉘며(교육부, 2016) 이와 관련하여 창의적 사고 역량의 하위 영역 및 하위 요소를 참신성(독창성, 변형성, 다양성, 융합성, 상상력) 적절성(유용성, 실용성, 향상성, 일반화 가능성, 미래지향성) 합리성(신뢰성, 경제성, 객관성, 명확성, 논리성)으로 구체화된 연구가 있다.<sup>17</sup>

창의적인 사고는 이러한 복합적인 하위 요소들의 집합체로 볼 수 있으며, 일반적인 사고와 다른 일련의 인지적인 과정과 그 과정들 간의 복잡하고 역동적인 상호작용을

요구한다<sup>18</sup>. 창의적 사고 과정은 자신의 경험과 지식을 현재 상황과 접목하고, 무엇이 맞고 틀리는지, 효율적인지 아닌지 여부를 판단하며, 이러한 전반적 과정에 대하여 스스로 점검하는 활동이 지속적으로 일어나야 하고, 결과에 대하여 검증하고 이를 다시 자신의 지식이나 경험으로 만드는 과정이 필요하다. 즉 자신이 무엇을 알고 있는지를 알고 효율적으로 조합하고 연결해나가는 것을 의미한다.<sup>19-22</sup>

이러한 고차원적 사고력인 창의적 사고, 비판적 사고, 문제해결 등에 영향을 미치는 인지기능으로서 메타인지의 중요성이 지속적인 관심을 받아왔다.<sup>18</sup> 메타인지는 ‘무엇을 아는가를 아는 것’으로 자기 자신의 인지 과정을 인식, 조절, 점검하는 상위의 인지 과정을 의미한다.<sup>19,23,24</sup> 즉 자신이 알고 있는 지식이 적절하지 않다는 것을 인식하고, 문제해결을 위해 점검, 계획, 수정, 평가하는 전체 과정을 메타인지라고 정의할 수 있다.<sup>25</sup>

메타인지 전략은 계획, 점검, 조절, 평가가 하는 행위를 말하며, 학습자가 스스로 학습과정을 계획하고, 목표에 부합하는지 점검하며, 부적절한 경우 수정하여 문제해결 결과에 따라 평가하는 단계를 거친다.<sup>24</sup> 이러한 메타인지 학습전략으로서 자기-질문 방법을 사용하여 창의적 사고력과 비판적 사고력의 향상을 가져왔다는 결과가 보고되었으며,<sup>19,26</sup> 자기-질문 방법은 계획, 점검, 조절, 평가의 메타인지 단계마다 자신의 인지 상태나 활동 상황에 대해 스스로 질문하고 답함으로써 메타인지 활동을 유도할 수 있다.

여러 연구들에서 창의성 함양을 위한 중·고등학생 실감형 콘텐츠 활용 교육 프로그램을 개발 및 적용한 긍정적 결과들을 보고해왔으나,<sup>8,27-29</sup> 상대적으로 예비교사를 대상

으로 한 창의적 사고역량 및 과학과 핵심역량의 함양을 가져올 수 있는 실감형 콘텐츠 활용에 대한 인식조사는 부족하며,<sup>30</sup> 실감형 콘텐츠를 활용한 과학교과 프로그램을 적용하여 직접적으로 검토한 연구 또한 부족한 실정이다.

또한 창의적으로 문제해결을 도모하는 창의적 사고력과 메타인지의 관계에 대한 기존의 연구 결과들은<sup>26,31</sup> 창의적 사고역량 증진을 도모하는 실감형 콘텐츠 활용 과학 교수학습에 있어서 메타인지 전략의 효과를 기대할 수 있도록 한다. 따라서 실감형 콘텐츠 활용 화학 프로그램에 메타인지 학습 전략을 도입함으로써 프로그램의 효과를 극대화하고자 하였으며 개발한 프로그램의 효과성을 보고자 하였다.

이에 따라 본 연구에서는 과학교육에 AR/VR을 도입하여 실감형 콘텐츠를 활용한 메타인지 학습전략 화학 프로그램(Chemistry Program based on Metacognitive learning strategy using Realistic content; 이하 CPMR) 수업을 개발하고, 이를 예비교사들에게 적용하여 예비교사들의 메타인지 역량과 창의적 사고역량 그리고 과학과 핵심역량이 향상되는지 살펴보고자 한다.

### 연구 방법 및 절차

본 연구에서는 사범대학 과학교육학부에 재학 중인 예비교사들을 두 집단으로 구분한 뒤 실험반에는 CPMR 수업을 적용하며, 전통반에는 일반적인 화학 수업을 적용하였을 때 각 집단의 메타인지 역량, 창의적 사고역량, 과학과 핵심역량을 조사하였다. 또한 CPMR 수업 또는 일반적

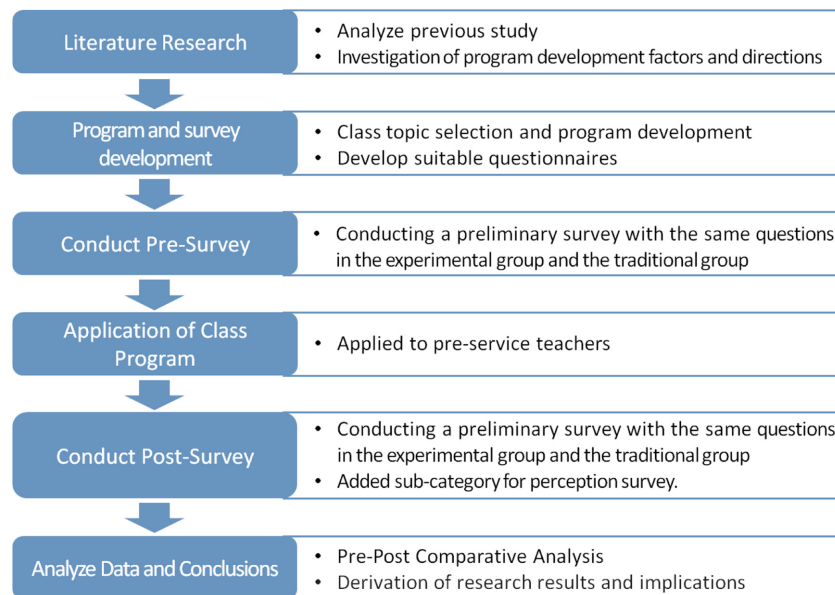


Figure 1. Research flow chart.

인 화학 수업에 대한 인식을 조사하였다. 연구의 흐름은 다음 Fig. 1과 같다. 실감형 콘텐츠와 메타인지 전략을 활용한 프로그램에 관련된 선행 연구를 분석한 후, 이를 토대로 중학교 과학교과과정 중 화학내용에 해당하는 주제로 CPMR 수업과 일반적인 화학 수업에 대한 설문문항을 개발한 뒤 사전 설문조사를 실시하였다. 프로그램을 각 집단에게 적용한 후 사후 설문조사를 실시하였으며 이를 분석하여 결론을 도출 하는 절차로 연구를 진행하였다.

### 연구 참여자

연구 참여자는 J 소재 J 대학교 사범대학 과학교육학부에 재학 중인 화학교육, 물리교육, 지구과학교육, 생물교육 전공 1,2학년 중등과학 예비교사 118명에게 프로그램을 적용하였고, 이중 중도탈락 및 데이터클리닝을 통해 최종 103명 대상으로 설문 분석 하였다.

참가자는 두 집단으로 무선할당하여 실험반과 전통반으로 구분하고 각각 개발한 프로그램과 일반적인 교과 수업을 실시하였다.

### 수업 프로그램

수업대상은 중등예비교사이지만 이 프로그램의 최종

적용대상은 중학생이므로 2015 개정 교육과정 내 중학교에 해당하는 화학내용으로 주제와 내용으로 구성하였으며 과학교육 전문가 1인, 과학교육 석·박사 과정 3인이 프로그램 및 설문지 개발에 참여하였으며, 여러 번 회의를 거쳐 안면타당도를 점검하였다.

AR/VR을 사용한 실감형 콘텐츠 활용 수업 프로그램과 이와 관련한 선행 연구를 분석하였으며 중학교 과학 수업에 활용 가능한 어플리케이션을 탐색하였다. 안드로이드와 IOS에서 모두 사용 가능하며, 2015개정 교육과정 중학교 1~3학년 과학의 각 단원에 대한 AR/VR 활용이 가능한 교육부와 한국교육학술정보원에서 개발한 ‘실감형 콘텐츠’ 어플리케이션을 선정하였다. 프로그램 주제 선정을 위해 중학교 과학 교과과정 중 실감형 콘텐츠를 효과적으로 적용할 수 있는 교과내용을 분석하였으며, 중학교 2학년 1단원 ‘물질의 구성’, 6단원 ‘물질의 특성’, 8단원 ‘열과 우리 생활’과 3학년 1단원 ‘화학 반응의 규칙과 에너지 변화’을 선정하여 CPMR 수업을 개발하였다. Table 1은 예비교사에게 적용한 CPMR 수업의 일부를 정리한 것이다.

메타인지전략으로는 자기-질문지를 활용하여 예비교사들이 스스로에게 질문하도록 유도함으로써 자신의 인지 상태와 개념을 완벽하게 이해했는지를 진단하도록 하

**Table 1.** Composition of CPMR class content (Composition of matter)

Step	CPMR Teaching-Learning Strategy
Introduction	- Motivation inducement
	- Presentation of learning goals
Development	- [Metacognitive strategy] Planning
	· Create concept mapping based on mind map
	· Metacognitive self-questionnaire before learning
	- Concept explanation
	· Composition of matter
	- [Realistic content] Size of an atom and investigate its structure
	· Comparing the size of an atom to the size of our body
	· Observe the structure of atoms
	- Concept explanation
	· How to write ion formulas
· Charged ion	
Closing	- [Metacognitive strategy] Monitoring
	· Metacognitive self-questionnaire during learning
	- Concept explanation
	· Ion identification method
	· Precipitation reactions
	- [Realistic content] Completing a work of art using precipitation reactions
	· Determining the composition of a solution using a precipitation reactions
	· Using precipitate create a given color
	- [Metacognitive strategy] Monitoring, regulation
	· Concept mapping regulation
· Metacognitive self-questionnaire during learning	
Closing	- [Group activity] Solving real-life problems creatively
	- Summary of learning or concept
	- [Metacognitive strategy] Evaluation
	· Concept mapping evaluation
	· Metacognitive self-questionnaire after learning

였으며, 자기-질문 문항은 학습 전, 학습 과정 중, 학습 완료 후 총 세 단계로 구성되었으며 각각 계획, 점검과 조절, 평가 단계를 가진다.

또한 학습에 들어가기 전 학습목표를 소개하고 마인드맵을 작성함으로써 자신이 가지고 있는 개념을 확인하도록 하고, 이 마인드맵을 기초로 개념도를 작성하게 함으로써 개념을 조직화하며 정교화하도록 하였다. 학습 후 학습을 통해 새롭게 알게 된 개념과 잘못 알고 있던 개념을 점검하며, 자신이 그렸던 개념도를 수정하고 조절하게 하였다. 마지막으로 표준 개념도를 통해 자신의 인지상태를 비교하며 평가하는 시간을 가지게 함으로써 메타인지를 촉진하도록 하였다.

마지막으로 각 단원의 내용과 관련된 실생활문제를 제시하여 조별 토론을 통해 해결책을 모색하고 아이디어를 공유하도록 하였고 조별로 모아진 의견은 간단한 발표를 통해 정리하도록 하였다.

**검사도구 및 분석방법**

예비교사의 사전 설문지는 연구 대상의 연구 대상 정보, 메타인지 역량, 창의적 사고역량, 과학과 핵심역량 총 4개의 영역으로 구성하였다.

메타인지 역량은 박인숙(2010)이 수정, 보완하여 제작한 검사지 36문항 중 본 연구에 적합한 18문항을 선정하였으며, 전문가 집단의 안면 타당도를 거쳐 본 연구에 맞도록 수정·보완하여 설문지를 구성하였다. 검사지는 메타인지의 구성요소를 메타인지적 지식과 메타인지적 조절로 보았으며, 메타인지적 지식 7문항과 메타인지적 조절 11

문항으로 총 18문항으로 구성되었다. 문항은 5점 리커트 척도로 응답하며 내적신뢰도(Cronbach's  $\alpha$ ) 값은 .77이다. 분석에는 SPSS 27을 사용하였으며 실험반과 전통반의 메타인지 역량 변화를 분석하기 위해 사전검사 점수를 공변인으로서의 공변량 분석(ANCOVA)을 통해 분석하였다.

창의적 사고역량은 백순근 등(2017)<sup>17</sup>이 개발한 검사지를 사용하였다. 검사지는 창의적 사고역량의 하위영역인 참신성, 적절성, 합리성으로 구성되어있다. 문항은 5점 리커트 척도로 응답하며 내적신뢰도(Cronbach's  $\alpha$ ) 값은 .89이다. 분석에는 SPSS 27을 사용하였으며, 실험반과 전통반의 창의적 사고역량 변화를 독립표본 t-검증을 통해 분석하였다.

과학과 핵심역량은 하민수 등(2018)<sup>32</sup>이 개발한 2015 개정 과학과 교육과정에 기초한 과학과 핵심역량 문항을 사용하였으며 과학적 사고력, 과학적 탐구능력, 과학적 문제해결력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생 학습 능력에 대한 문항으로 총 25문항으로 구성되었다. 문항은 5점 리커트 척도로 응답하며 내적신뢰도(Cronbach's  $\alpha$ ) 값은 .93이다. 분석에는 SPSS 27을 사용하였으며, 실험반과 전통반의 과학과 핵심역량 변화를 독립표본 t-검증을 통해 분석하였다.

창의력 사고역량에 메타인지 역량과 과학과 핵심역량이 영향을 미치는지를 알아보기 위해 다중선형회귀분석을 실시하였으며, 분석은 SPSS 27을 사용하였다. 중요 변인을 선택하고 의미가 없는 변인을 제외하는 단계선택 방법을 적용하여 분석하였다.

사전 설문지 문항은 총 62문항으로 개발하였으며 사후

**Table 2.** Composition of survey questions

Group	Subcategories	Form	Number of items	
			Pre-Survey	Post-Survey
Background	Age, department, sex, experience	Likert Scale	4	4
Metacognitive competencies	Metacognitive knowledge	Likert Scale	7	7
	Metacognitive regulation		11	11
Creative thinking competencies	Novelty	Likert Scale	5	5
	Appropriateness		5	5
	Rationality		5	5
Science core competencies	Scientific thinking ability	Likert Scale	5	5
	Scientific inquiry ability		5	5
	Scientific problem solving		5	5
	Scientific communication skills		5	5
	Scientific participation and lifelong learning ability		5	5
Perception	Self-awareness of pre-service teachers	Likert Scale	-	4
		Description	-	4
	Perceptions of applying the program to students	Likert Scale	-	4
		Description	-	4
Total			62	78

설문지는 사전 설문 문항을 동일하게 사용하였다. 사후 설문지에는 프로그램에 대한 예비교사 자신과 이 프로그램을 중학교 학생들에게 적용하였을 때 학생들의 메타인지 역량, 창의력 사고역량, 과학과 핵심역량에 미치는 영향을 묻는 추가 문항을 포함하여 구성하였다(Table 2). 문항은 ‘매우 아니다’ 1점부터 ‘매우 그렇다’ 5점까지 5점 만점의 5단계 리커트 척도(Likert Scale)로 하였으며, 자유응답을 통해 프로그램에 대한 예비교사의 인식을 조사하였다.

### 프로그램 적용

본 연구에서 실험반은 본 연구에서 개발한 CPMR 수업을 적용하였으며, 전통반은 실험반과 동일한 수업 내용에 대한 일반적인 교과 수업을 적용하였다. 총 12차시에 걸쳐 진행된 교과 프로그램은 중학교 2, 3학년 통합과학 중 화학에 관련된 주제를 선정하였다.

실험반은 실감형 콘텐츠를 활용한 프로그램 적용하기 전 사용할 어플리케이션 설치와 어플리케이션의 조작방법을 설명하였고, VR 사용을 위한 머리에 착용하는 디스플레이 장치(Head mounted display)에 대한 사용법과 주의사항을 숙지하도록 하였다. 수업 중 사용이 미숙한 참가자를 수시로 체크하며 문제를 해결하도록 하였으며 모든 참가자가 활동에 참여할 수 있도록 여분의 스마트 기기를 준비하였다. 프로그램의 적용 후 실험반과 전통반에 각각 사후 설문을 실시하여 분석하였으며, 이후 심층면담을 통해 시사점을 도출하였다.

## 연구 결과 및 논의

### CPMR 수업이 메타인지 역량에 미치는 효과

개발한 교과 프로그램이 메타인지 역량에 미치는 효과를 알아보기 위해서 사전과 사후 검사 중 메타인지 역량 부분의 결과를 분석하였다.

사전검사에서 실험반과 전통반 사이에 통계적으로 유의미한 차이가 있어( $p < .05$ ) 사전검사를 공변인으로 하여 공변량분석(ANCOVA)을 실시하였다. 메타인지 역량에 미치는 효과를 분석해본 결과(Table 3), 실험반의 메타인

지 역량의 전체 점수가 전통반보다 통계적으로 유의미하게 높았다( $p < .001$ ). 또한 메타인지 역량 하위요소인 메타인지적 지식과 메타인지적 조절 모두 통제집단에 비해 유의미하게 높았으며( $p < .001$ ), 이는 메타인지를 강화한 수업 프로그램을 통해 실험반의 메타인지적 역량이 향상되었음을 알 수 있다.

이는 메타인지 강화 전략을 통해 실험반의 메타인지적 역량이 향상되었음을 알 수 있으며, 자기-질문지 문항을 통한 메타인지 학습 전략이 메타인지 역량의 향상에 효과적이라는 연구결과<sup>19</sup>와 맥을 같이하였다.

본 연구에서는 기존의 연구로 효과가 입증된 자기-질문지 문항과 더불어 개념도를 작성하고 스스로 수정, 평가하도록 설계하였기 때문에 메타인지 역량을 더 효과적으로 향상시킬 수 있었던 것으로 보인다. 또한 실감형 콘텐츠 활용을 통해 활동에 대한 결과를 즉각적으로 알 수 있으며, 짧은 시간 동안 다양한 방법으로 실험을 수행하고 결과를 확인할 수 있다. 이와 같이 다양한 시도를 통해 결과를 확인하며 스스로를 점검하고 지식을 수정하는 과정이 메타인지 역량 향상에 긍정적인 영향을 준 것으로 보인다.

### CPMR 수업이 창의력 사고역량에 미치는 효과

창의력 사고역량에 미치는 효과를 알아보기 위한 검사 결과, 사전검사에서 실험반과 전통반이 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않아( $p > .05$ ) 동질 집단임을 알 수 있다(Table 4). 개발한 프로그램 적용 후 독립표본 t-검증 실시 결과를 분석해보면, 실험반의 창의적 사고역량 전체 점수가 전통반보다 유의미하게 높았다( $p < .05$ ). 이를 통해 실감형 콘텐츠를 활용한 메타인지 학습전략을 통해 창의력 사고역량에 긍정적인 효과가 있었음을 알 수 있으며, 특히 하위영역 중 ‘적절성’과 ‘합리성’ 영역에서 실험반의 점수가 전통반보다 유의미하게 높았다( $p < .05$ ).

이는 메타인지 학습 전략을 통해 자신의 사고 과정을 인식하고 파악하는 과정이 아이디어가 상황에 적합하고 유용한 것인가를 판단하고, 이를 토대로 적절하고 합리적인 방향으로 아이디어를 개선하고 발전시킬 수 있기 때문으로 판단된다. 이와 같은 결과는 창의적 문제 해결력 수

**Table 3.** The ANCOVA results of metacognition competencies between the experimental group and the traditional group

	Group	Pre-Survey		Post-Survey		ANCOVA	
		M	SD	M	SD	F	p
Metacognitive knowledge	Experimental group	4.12	0.45	4.23	0.40	10.752	.001**
	Traditional group	3.92	0.48	3.96	0.39		
Metacognitive control	Experimental group	3.85	0.40	4.02	0.43	11.022	.001**
	Traditional group	3.71	0.43	3.72	0.38		
Metacognition competence total	Experimental group	3.95	0.39	4.10	0.39	12.073	.001**
	Traditional group	3.79	0.41	3.82	0.35		

**Table 4.** The t-test results of creative thinking competencies between the experimental group and the traditional group

Item		Group	M	SD	df	t	p
Novelty	Pre-Survey	Experimental group	3.75	0.53	101	.233	.816
		Traditional group	3.73	0.54			
	Post-Survey	Experimental group	3.89	0.72			
		Traditional group	3.76	0.52			
Relevance	Pre-Survey	Experimental group	3.78	0.56	101	-.281	.779
		Traditional group	3.81	0.55			
	Post-Survey	Experimental group	3.97	0.61			
		Traditional group	3.72	0.61			
Rationality	Pre-Survey	Experimental group	4.02	0.51	101	.828	.410
		Traditional group	3.93	0.54			
	Post-Survey	Experimental group	4.26	0.53			
		Traditional group	4.02	0.67			
Creative thinking competence total	Pre-Survey	Experimental group	3.85	0.47	101	.289	.773
		Traditional group	3.82	0.46			
	Post-Survey	Experimental group	4.04	0.56			
		Traditional group	3.83	0.50			

**Table 5.** The t-test results of science core competencies between the experimental group and the traditional group

		Group	M	SD	df	t	p
Scientific thinking ability	Pre-Survey	Experimental group	3.95	0.56	101	0.078	.938
		Traditional group	3.95	0.58			
	Post-Survey	Experimental group	4.16	0.51			
		Traditional group	3.94	0.51			
Scientific inquiry ability	Pre-Survey	Experimental group	3.92	0.50	101	1.264	.209
		Traditional group	3.78	0.64			
	Post-Survey	Experimental group	4.19	0.53			
		Traditional group	3.84	0.59			
Scientific problem solving	Pre-Survey	Experimental group	4.07	0.52	101	-0.729	.468
		Traditional group	4.15	0.59			
	Post-Survey	Experimental group	4.24	0.51			
		Traditional group	3.99	0.47			
Scientific communication skills	Pre-Survey	Experimental group	4.00	0.61	101	1.543	.126
		Traditional group	3.80	0.72			
	Post-Survey	Experimental group	4.19	0.59			
		Traditional group	3.73	0.66			
Scientific participation and lifelong learning ability	Pre-Survey	Experimental group	4.03	0.58	101	-0.175	.861
		Traditional group	4.05	0.59			
	Post-Survey	Experimental group	4.22	0.63			
		Traditional group	4.00	0.54			
Science core competence total	Pre-Survey	Experimental group	4.00	0.48	101	0.511	.610
		Traditional group	3.95	0.53			
	Post-Survey	Experimental group	4.20	0.48			
		Traditional group	3.90	0.46			

업 모형을 바탕으로 자기-질문지 활용하여 개발한 메타인지 강화 수업 진행이 창의적 사고역량 신장에 효과적임을 밝힌 연구결과<sup>31</sup>와도 맥을 같이하였다.

본 연구에서는 추가적으로 실감형 콘텐츠를 활용하여

현실을 확장하거나 가상 세계에 몰입하여 다양한 상호작용하며 문제를 해결하는 과정을 통해 다양한 시점에서 문제를 바라보고 해결하는 창의력 사고력이 향상되었을 것으로 보인다. 또한 정리단계에서 진행한 실생활과 관련된

창의적 문제해결을 위한 그룹 토의와 발표는 다양한 관점과 아이디어를 모아 새로운 해결책을 찾는 과정에서 서로의 의견을 듣고 토론하며 문제를 다각도로 바라봄으로 창의력 사고역량 향상 도움을 주었을 것으로 보인다.

### CPMR 수업이 과학과 핵심역량에 미치는 효과

개발한 프로그램이 과학과 핵심역량에 미치는 효과를 알아보기 위한 검사 결과, 실험반과 전통반이 사전검사에서 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않아 동질 집단임을 알 수 있다(Table 5). 개발한 프로그램 적용 후 독립표본 t-검증 실시 결과를 분석해보면, 실험반의 과학과 핵심역량 전체 점수가 전통반보다 유의미하게 높았다( $p < .01$ ). 이는 실감형 콘텐츠를 활용한 메타인지 학습전략이 과학과 핵심역량에 긍정적인 효과를 준 것으로 보이며, 하위영역을 살펴보면 ‘과학적 참여와 평생 학습 능력’을 제외한 4개의 하위영역에서 실험반의 점수가 전통반보다 유의미하게 높았다.

### 메타인지 역량과 과학과 핵심역량이 창의력 사고역량에 미치는 영향

메타인지역량과 과학과 핵심역량이 창의력 사고역량에 영향을 미치는지 알아보기 위해 다중선형회귀분석을 실시하였으며, 분석방법은 단계선택으로 진행하였다.

다중선형회귀분석 결과(Table 6)에 따르면 과학과 핵심역량의 하위영역 중 과학적 탐구능력과 과학적 사고력, 메타인지 역량의 하위영역 중 메타인지적 지식이 창의력 사고역량과 유의한 관계에 있으며, 분석결과( $F=95.149$ ,  $p < .001$ ) 본 회귀모형이 적합하다고 할 수 있다.

각 경로에 유의성을 확인한 결과 과학적 탐구능력( $p < .001$ )과 과학적 사고력( $p < .01$ ), 메타인지 역량( $p < .05$ )로 메타인지 역량에 미치는 영향이 유효한 것으로 확인되었다. 유의한 변수에 대한 비표준화 계수를 확인한 결과 과학적 탐구능력( $B=.827$ ), 과학적 사고력( $B=.211$ ), 메타인지적 지식( $B=.230$ ) 모두 양수이기 때문에 과학적 탐구능력, 과학적 사고력, 메타인지적 지식이 향상될수록 창의력 사고역량이 높아진다는 것을 알 수 있다. 또한, 창의력 사고역량에 미치는

영향력은 과학적 탐구능력( $\beta=.536$ ), 과학적 사고력( $\beta=.221$ ), 메타인지적 지식( $\beta=.188$ ) 순으로 과학적 탐구능력이 가장 큰 설명력을 가지고 있음을 알 수 있다. 마지막으로 독립변수에 의해 종속변수가 설명되는 설명력은 74.1%임을 확인할 수 있다.

과학적 탐구능력은 다양한 탐구 방법을 사용할 수 있는 능력, 즉 데이터를 수집하고, 해석, 평가하며 새로운 과학 지식을 얻거나 의미를 구성하는 능력을 말한다. 이러한 능력은 문제 해결 능력과 분석 능력을 향상시켜 창의력 사고력을 향상시키는 데 큰 역할을 한다. 또한, 과학적 사고력은 과학적인 증거를 통해 논리적으로 추론하며, 검증하는 능력을 말한다. 이러한 능력은 창의력 사고력과 연결되어 문제 해결 능력을 개선하고 새로운 아이디어를 발견하는 데 도움을 준다.

마지막으로 메타인지적 지식은 개인이 자신의 사고 과정을 이해하는 능력이며, 문제 해결 과정에서 자기 효능감을 유지시키는 데 도움을 주기 때문에 창의력 사고력과 과학적 탐구능력을 향상시키는 데 중요한 역할을 하는 것으로 보인다.

## 결론 및 제언

본 연구에서는 CPMR 수업을 개발하고, 이를 예비교사들에게 적용한 후 예비교사들의 메타인지 역량과 창의적 사고역량 그리고 과학과 핵심 역량이 향상되는지 살펴보았으며, 창의력 사고역량에 각 요인들이 미치는 영향을 알아보려고 하였다. 본 연구의 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, CPMR 수업을 적용한 실험반은 일반적인 교과 수업을 적용한 전통반보다 메타인지 역량이 유의미하게 향상되었다. 이는 메타인지 학습 전략과 실감형 콘텐츠 활용을 통해 메타인지 역량이 향상될 수 있음을 의미한다. 교과 수업 진행에 있어 개념도와 메타인지 학습 전략을 사용하여 학생들에게 자기점검을 유도하며, 실감형 학습 활동을 통한 짧은 시간 동안 여러 번의 시도와 즉각적인 피드백을 통해 스스로를 수정하고 평가함으로써 메타인지 역량을 향상시킬 수 있을 것이다.

**Table 6.** The regression analysis results of effects of metacognitive competencies and science core competencies on creative thinking competencies

Dependent variable	Independent variable	Unstandardized regression coefficient		Standardized regression coefficient	t	p	Multicollinearity	
		B	SE	$\beta$			TOL	VIF
Creative thinking competencies	Scientific inquiry ability	.527	.081	.536	6.512	.000***	0.383	2.609
	Scientific thinking ability	.211	.079	.221	2.676	.009**	0.382	2.620
	Metacognitive knowledge	.230	.090	.188	2.551	.012*	0.479	2.088
R (.861), adj.R <sup>2</sup> (.741), F (95.149***), Durbin-Watson (1.891)								



둘째, CPMR 수업 후 실험반은 전통반에 비해 창의적 사고역량이 유의미하게 향상되었다. 특히 하위영역 중 '적절성과 합리성 영역에서 전통반보다 높은 향상을 보였다( $p < .05$ ). 이는 메타인지 학습전략을 통한 사고 과정 인식과 파악이 문제 해결에 있어 적합하고 유용한 아이디어 인지 판단하여 적절하고 합리적인 방향으로 개선하고 발전시킬 수 있기 때문으로 보인다. 또한 실감형 콘텐츠를 활용함으로써 가상 세계에서 다양한 상호작용을 통해 문제를 해결하는 과정에서 몰입도와 창의적 사고를 촉진시킬 수 있을 것으로 보인다. 따라서 메타인지 기능을 촉진하는 학습 전략 도입과 실감형 콘텐츠 활용이 창의적 사고역량의 증진 효과를 도울 수 있을 것이다.

셋째, CPMR 수업 후 실험반은 전통반에 비해 과학과 핵심역량이 유의미하게 향상되었다. 기존 수업을 적용한 전통반에 비해 실험반의 과학과 핵심역량이 큰 폭으로 향상되었다는 것을 알 수 있다. 이는 과학수업에 있어서 실감형 콘텐츠를 활용이 매우 흥미롭게 느껴지며, 여러 추상적인 현상을 이해하는데 큰 도움을 주는 것으로 보인다. 또한 실제로 실험하지 못하는 위험한 실험의 결과를 안전하게 확인할 수 있으며, 영상으로 보기만 하는 것이 아니라 스스로 조작을 통해 시뮬레이션 할 수 있기 때문에 실험 결과를 예측하고 분석할 수 있는 사고를 기를 수 있으며 이로 인해 과학적 핵심역량이 증진 되었음을 알 수 있다.

넷째, 본 연구에서는 현 시대가 요구하는 핵심역량인 창의력 사고 역량에 어떤 요소들이 영향을 미치는지 알아보고자 하였다. 이를 확인하기 위해 회귀분석을 진행하였으며, 회귀분석 결과 과학과 핵심역량의 하위영역 중 '과학적 탐구능력'과 '과학적 사고력', 메타인지 역량의 하위영역 중 '메타인지적 지식'이 창의력 사고역량과 유의한 관계에 있으며, 이들이 향상될수록 창의력 사고역량도 향상됨을 알 수 있다. 결과는 창의력 사고역량의 강화를 위해서는 메타인지적 접근과 함께 과학적 핵심역량을 함양하여야 함을 시사한다.

본 연구는 일부의 예비교사를 대상으로 진행했기 때문에 일반화하기에는 부족하다. 또한 개발한 프로그램에 있어 더 자세한 다양한 분석을 통해 관계성을 알아볼 필요가 있다. 특히 실감형 콘텐츠가 효과적임은 여러 연구 결과에서 증명되었지만, 효과를 극대화하고자 추가로 사용한 메타인지 전략이 실감형 콘텐츠와 어떤 상호작용을 가지는지, 어떤 전략이 더 효과적인지에 대한 면밀한 분석이 후속연구로 필요하다.

이와 같은 제한점에도 불구하고 연구 결과를 통해 다음과 같이 제안하고자 한다.

첫째, 메타인지 학습전략은 메타인지 역량뿐만 아니라 창의력 사고역량과 과학과 핵심역량에도 효과적이라는

결과를 확인할 수 있다. 따라서 실감형 콘텐츠에 다음과 같은 메타인지 학습전략을 포함하도록 개발한다면, 실감형 콘텐츠의 창의력 사고역량과 과학과 핵심역량 향상에 더불어 더 큰 효과를 나타낼 것이다.

둘째, 기술이 발전함에 따라 교육방법도 점차 변화하고 있으며, 새로운 교육 콘텐츠들이 개발되고 있다. 하지만 아직까지 예비교사는 이러한 콘텐츠를 사용한 수업 방법을 배울 기회가 없는 실정이다. 이러한 접근을 통해 실제 학교 교육 현장에서 적용 가능한 실감형 콘텐츠 활용 방법과 이에 따른 교과 자료를 마련하며, 예비교사들에게 그에 대한 교육이 진행되어야 한다.

**Acknowledgments.** 이 논문은 2022년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2022S1A5A8054468).

## REFERENCES

1. Bang, H. S.; Kwon, Y. J. *Korean Journal of Early Childhood Education*. **2018**, *20*, 93.
2. Lee, H. J.; Cha, S.-A.; Kwon, H.-N. *The Journal of Korea Contents Association*. **2016**, *16*, 424.
3. Bae, Y. I.; Sin, H. L. "COVID-19, Accelerate Untact Society." *Issue & Analysis*. **2020**, *416*, 1.
4. Lee, J. H. *Journal of the Korean Society of Design Culture*. **2020**, *26*, 369.
5. Shim, Y. S. *The Journal of the Convergence on Culture Technology*. **2019**, *5*, 315.
6. Lee, C. Y.; Park, C. K.; Hong, H. G. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*. **2019**, *19*, 265.
7. Kye, B. K.; Kim, Y. S. *Journal of Educational Technology*. **2008**, *24*, 193.
8. Park, H. R.; Son, E. N. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*. **2020**, *20*, 725.
9. Shin, S. J.; Kim, H. R.; Noh, T. H.; Lee, J. W. *Journal of the Korean Association for Science Education*. **2020**, *40*, 191.
10. Jong, Y. S.; Joo, H. M.; Kwon, S. J.; Han, J. H.; Lee, Y. J. *KERIS Research Reports*. 2016, CR 2016-5.
11. Yoo, M. H.; Kim, J. H.; Koo, Y. H.; Song, J. H. *The Journal of Educational Information and Media*. **2018**, *24*, 459.
12. Choi, S.; Kim, H. B. *Biology Education*. **2019**, *47*, 263.
13. Tark, J. S.; Yoo, M. H. *The Journal of Korean Practical Arts Education*. **2018**, *24*, 73.
14. Chang, J. A.; Park, J. H.; Song, J. W. *Journal of Korean Elementary Science Education*. **2019**, *38*, 275.
15. Ministry of Education (MOE). 2015; Overview of Elementary and Middle School Curriculum; Ministry of Education Notice 2015-74, No. 1.
16. WEF. *Catalysing Education 4.0 Investing in the Future of Learning for a Human-Centric Recovery*, BC: 2022.

17. Baek, S. G.; Yoon, S. H.; Shin, A. N.; Son, J. Y.; Kim, Y. K. *Journal of Educational Evaluation*. **2017**, *30*, 363.
  18. Jeon, K. N. *The Journal of Creativity Education*. **2015**, *15*, 21.
  19. Song, J. Y.; Park, J. E. *Journal of Digital Convergence*. **2017**, *15*, 1.
  20. Sin, S. Y.; Ryu, S. R. *Education of Primary School Mathematics*. **2014**, *17*, 95.
  21. Yoo, Y. H.; Kang, Y. J.; Kim, J. N. *Journal of Research in Curriculum & Instruction*. **2013**, *17*, 109.
  22. Bruch, C. B. *The Journal of Creative Behavior*. **1988**, *22*, 112.
  23. Kim, J. H.; Lee, K. H. *The Journal of the Korean Society for the Gifted and Talented*. **2019**, *17*, 123.
  24. Flavell, J. H. *American Psychologist*. **1979**, *34*, 906.
  25. Lee, K. M.; Lee, Y. J. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*. **2014**, *14*, 273.
  26. Lee, E. J. A Study of Direct Teaching Strategy of Inquiry Skills Applying Meta-cognition Ph.D. Thesis, Ewha Womans University, 2010.
  27. Park, I. S. Development and Implementation of Science Programs Enhancing Creative Problem Solving Skills Applying Meta-cognition. Ph.D. Thesis, Ewha Womans University, 2010.
  28. Sin, M. R.; Seo, H. A. *Journal of Gifted/Talented Education*. **2017**, *27*, 367.
  29. Kim, E. J.; Kim H. K. *Journal of the Korean Chemical Society*. **2022**, *66*, 323.
  30. Hwang, Y. H.; Park, J. S. *Journal of Gifted/Talented Education*. **2010**, *20*, 847.
  31. Suh, M. O. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*. **2021**, *21*, 109.
  32. Ha, M. S.; Park, H. J.; Kim, Y. J.; Kang, N. H.; Oh, P. S.; Kim, M. J.; Min, J. S.; Lee, Y. H.; Han, H. J.; Kim, M.G.; Ko, S. W.; Son, M. H. *Journal of the Korean Association for Science Education*. **2018**, *38*, 495.
-