

# 메타인지 강화 전략이 창의적 문제 해결력 신장에 미치는 효과

송주연\*, 박지은\*\*

경기대학교 교수학습개발센터\*, 대구대학교 기초교육대학\*\*

## The Effects of Strategy of enhanced Metacognition on the Improvement of Creative Problem Solving Skills

Ju-yeon Song\*, Ji-eun Park\*\*

Kyonggi-center for teaching & learning, Kyonggi University\*

DU College, Daegu University\*\*

요 약 본 연구는 메타인지 강화 수업 전략이 학생들의 창의적 사고력, 비판적 사고력, 메타인지 사고 활용능력에 미치는 효과를 알아보고자 하였다. 선행 연구 자료를 참고로 하여 메타인지 활성화를 위한 자기-질문지를 제작하고, 이를 활용하여 대학생용 메타인지 강화 창의적 문제 해결력 지향 수업 전략을 개발하였다. 그리고 대학교 1학년 학생을 대상으로 개발한 수업 전략을 9주간 실시하였다. 실험 집단과 통제 집단에 창의적 문제 해결력 검사지, 영역 독립 메타인지 검사지를 사용하였으며, 각 집단의 점수 차이가 통계적으로 유의미한지 알아보기 위하여 공변량 분석(ANCOVA)을 실시하였다. 그 결과 실험 집단 학생들의 창의적 사고력과 비판적 사고력이 유의미하게 신장되었다( $p < .05$ ). 창의적 사고력의 하위 문항 중에서는 문제 인식, 가설 설정, 변인 통제에 해당하는 문항에서 긍정적인 효과를 보였으며, 비판적 사고력의 하위 문항 중에서는 문제 인식, 가설 설정에 해당하는 문항에서 긍정적인 효과가 나타났다. 또한, 영역 독립 메타인지의 활용 능력에 있어서도 유의미한 신장을 보였었다( $p < .05$ ). 메타인지 강화 전략은 사고력 신장에 효과적이었으며, 융합적사고력 향상에 기여할 수 있을 것이다.

주제어 : 창의적 문제 해결력, 창의적 사고력, 비판적 사고력, 메타인지, 융합

**Abstract** The purpose of the study was to develop a teaching strategy using metacognition and to investigate its effects on enhancing students' creative problem solving skills (i.e. creative thinking skills and critical thinking skills), metacognitive skills. With reference to previous studies, the researcher developed self-questionnaire to enhance metacognition. To achieve this aim, a learning strategy enhancing metacognition was developed and applied to design a creative problem solving instruction program. The strategy was implemented to university students over 9 weeks. The same test was used in two groups. To analyze the data statistically, ANCOVA was used. Results indicated that the experimental group presented statistically meaningful improvement in creative thinking skills, especially identifying a problem, making hypothesis, and controlling of variables( $p < .05$ ). Also, the strategy contributed to improve critical thinking skills, especially in inquiry process of recognizing problems, making hypothesis( $p < .05$ ). In addition, this strategy also helped students' metacognitive skills( $p < .05$ ). It was effective to improve thinking skills. It will contribute to improve convergence thinking skills.

**Key Words** : Creative problem solving skills, Creative thinking skills, Critical thinking skills, Metacognition, Convergence

\* 본 논문은 제1저자의 석사학위 논문을 수정·보완하여 작성하였음

Received 1 August 2016, Revised 28 June 2017

Accepted 20 July 2017, Published 28 July 2017

Corresponding Author: Ji-eun Park(Daegu University)

Email: writer2yah@daegu.ac.kr

© The Society of Digital Policy & Management. 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.

## 1. 서론

최근 개정된 우리 나라 과학과 교육과정에서는 미래 사회가 요구하는 창의적인 인재 양성을 기본 방향으로 제시하면서 학생들이 문제를 창의적으로 해결할 수 있는 능력의 향상을 강조하고 있다. 또한, 융합 인재 교육(STEAM)에서도 창의적 문제 해결 능력의 신장과 융합적 사고의 함양이 필요함을 제시하고 있다[1,2]. 이것은 단편적인 지식의 습득보다는 실생활에서의 문제 상황에 대한 해결 방법을 여러 가지로 생각하여 문제를 합리적이고 창의적으로 해결하는 능력을 발달시켜야 한다는 의미를 가지고 있다.

창의적 문제 해결력이란 개인 또는 집단에서 주어진 문제를 해결하기 위하여 창의적으로 사고하는 활동을 의미한다[3]. 문제를 이해하고, 아이디어를 만들어 내며, 문제를 풀어 나갈 계획을 세우고 실행하는 3단계를 거치면서 확산적 사고와 수렴적 사고가 작용하여 창의적이고 생산적인 사고가 발휘되는 문제 해결의 과정으로도 정의된다[4]. 창의적 활동이란 새로운 생성물을 만들어 창의성을 평가받아야 하는데 이런 활동도 문제 해결로 정의할 수 있으며, 이러한 과정에서는 창의적인 사고 혹은 요소가 반드시 포함되어야 함을 지적하였다[5,6]. 일부 학자들은 창의적 문제 해결과 문제 해결을 구분하여 별개로 논의하기도 하지만[7], 최근의 연구들은 창의성을 문제 해결 정의에 포함시켜 일반적으로 문제에 대한 새로운 해결 방법을 마련하는 것이라고 제시하고 있다[8].

초기 창의성은 사고의 수가 얼마나 많은지, 다양한지, 독특한지의 확산적 사고 또는 발산적 사고의 의미를 가지고 있었다[9]. 그 후, 새로운 방식으로 아이디어나 기술, 접근 방식을 결합하는 능력으로 보았으며, 주어진 문제 상황에 대해 새롭고 적절한 산출물을 만들어 내는 능력이라고도 하였다[7,10,11]. 종합해 보면 일반적으로 창의성을 인지적 측면으로 본다면 넓은 의미로 새롭고(novelty, new) 유용한(usefulness) 어떤 것을 만들어 내는 행동 또는 정신과정이라고 할 수 있다[3,12]. 다음과 같이 문제 상황에 적절하고 유용한 해결 방법을 제시하는 부분에서 또는 문제 해결을 위해 새로운 아이디어를 만들고 적용할 때 창의성이 드러나는 점을 본다면 창의성과 문제해결은 불가분의 관계에 있다고 설명하고 있다[11]. 즉, 주어진 문제에 대한 새로운 해결 방법을 찾는 문

제 해결은 근본적으로 창의성을 포함하고 있으며, 창의적 문제 해결력은 다양한 사고력을 활용하여 주어진 문제에 대한 창의적인 해결 방법을 생성해 내는 것이라고 할 수 있다.

문제 해결을 하기 위해서는 다양한 해결 방법의 제시와 더불어 가장 적절하고 합리적인 방법을 선택하는 것도 또한 중요하다. 비판적 사고는 '더 나은 생각', '더 논리적인 생각', 그리고 한 번 더 깊게 생각해 보고 판단하는 사고로서 합리적인 사고 과정을 중요시한다[3]. 비판적 사고는 지식이나 행동을 선택하는 과정에서 반성적인 특징을 보이고 있고, 문제 해결을 위한 신중한 태도로서 증거가 타당한지 고민하고, 그렇지 않을 경우 결정을 유보하는 일련의 과정으로 이루어진다는 것을 의미한다[13,14,15,16]. 다양한 자료들을 수렴적으로 통합하여 하나의 전체적인 구조나 형태를 만들어내는 일도 중요함을 주장하며 비판적 사고를 강조하기도 한다[17]. 즉, 과학에서 창의적 문제 해결력을 위해서는 확산적 사고와 더불어 수렴적 통찰도 반드시 필요하다는 것을 의미한다. 이것은 확산적 사고와 비판적 사고가 서로 상호작용하며 맞물려 돌아갈 때 문제를 창의적으로 해결해 나갈 수 있음을 의미한다.

문제 해결의 성공 여부는 복합적인 사고 과정과 함께 이 과정이 얼마나 효과적이고 효율적으로 수행되느냐에 따라 결정된다. 고차원적 사고력인 창의적 사고력과 비판적 사고력, 사고력과 사고하는 방법을 기르기 위한 방안으로 교육에서 주목 받아온 메타인지는 일반적으로 인지에 관한 사고(thinking about thinking), 인지에 관한 인지(cognition about cognition), 또는 인지에 관한 반성(reflection about cognition)이라 불리며, 그것 자체가 고등사고력이면서, 창의적 사고, 비판적 사고와 같은 고차원적인 사고과정을 돕는 도구로, 지능과 독립적이면서 상호 보충적인 성격을 가지고 있으며, 자기 조정 학습의 중요한 요인으로 알려져 있다[18,19,20,21,22]. 즉, 메타인지란 인지에 대해 선택, 계획, 조절, 점검하는 행위를 의미한다.

메타인지에 대한 정의가 다양한 것처럼 학자들마다 메타인지를 분류하는 기준도 다양하게 제시한다. 메타인지를 구성하는 요소들을 Flavell(1979)은 메타인지적 지식과 메타인지적 경험으로 구분하여 설명하고[23], Scheonfeld(1987)는 자신의 사고 과정에 대한 지식, 자기 조절 또는 자기 통제, 신념과 직관이라는 세 영역으로 구

분하였다[24]. 또한, Brown(1987)은 메타인지를 두 개의 영역으로 세분화하였는데, 인지에 관한 지식과 인지에 관한 조절이다[25]. 이와 같이 여러 학자들의 메타인지 구성요소를 종합해보면, 메타인지적인 지식과 메타인지적인 경험, 메타인지적인 자기 조절로 구성된다고 볼 수 있다.

메타인지적 지식은 진술 가능한 정적인 지식이나 과제 수행 과정이나 결과에 영향을 미칠 수 있는 개인의 지식을 의미하며, 이것은 학습에서 메타인지 역할을 설명할 때 도움을 줄 수 있다[23,25]. 메타인지적 경험은 인지적 과제를 수행하는 과정에서 발생할 수 있는 인지적 또는 감정적 경험을 의미하며, 이것을 통해 설정한 목표에 도달했는지, 아직 미치지 못했는지 느낄 수 있고, 과제를 수행하는 전 과정에서 나타날 수 있다. 메타인지적 자기 조절은 문제 해결 과정에서 필요한 전략적인 행동이나 의사 결정을 포함하는 행동을 조절, 관리하는 능력을 나타낸다. 메타인지적 지식만으로는 과제를 수행하는 과정을 확인하기 어렵기 때문에 그 과정을 지속적으로 조절하고 통제하는 자기 조절 능력이 중요함을 강조하였다[25].

메타인지 학습 전략에 대한 선행 연구를 살펴보면, 메타인지 활동을 유도하기 위해 자기-질문 방법을 주로 사용한다. 혼잣말로 소리내는 자기-질문 방법은 자신의 인지 상태나 활동의 진행 상태에 대해서 스스로 자기 자신에게 물어보게 함으로써 학생들의 메타인지 활동을 유도할 수 있다[26,27]. 노태희 등(1998)은 초등학교 과학 수업에 적합한 세단계(계획, 모니터, 조절)로 구성된 메타인지 전략을 개발하면서 자기-질문 문항을 학습 단계마다 사용하였다[28]. 고광병(2005)이 제시한 인지적 모니터링 학습 전략에서는 인지적 모니터링을 메타인지와 상당히 유사한 개념으로 사용하였다. 수업은 예측 활동, 탐구 활동, 평가 활동으로 구성되며, 평가 활동의 결과에 따라 이전 단계의 예측 활동과 탐구 활동으로 피드백을 주는 연속적인 순환이 가능한 구조로 설계되었다[26]. 박종원(1992)의 메타인지를 활용한 물리 개념 변화 모형에서는 과학 개념 변화를 위해 메타인지 전략을 사용하였다. 이 모형의 사전 개념 단계는 학습자가 학습 목표를 인식하면서 정보를 찾거나 적절한 전략들을 사용하는 등의 인지적 활동을 할 수 있으므로 개념 변화를 위해서는 매우 중요하다. 즉, 메타인지 전략은 학습 초기 단계부터 전략적으로 접근해야 하는 필요성이 설명되는 부분이다

[27]. 이은주(2010)는 고등학교 과학 수업에 적용할 수 있는 네 단계로 구성된 메타인지 자기-질문 문항을 사용하여 메타인지 전략을 개발하였다. 일반적인 수업 단계에 맞추어 진행되므로 다양한 교과에서 적용 가능하다는 특징을 가진다[29].

메타인지 전략이 학습자의 학업성취도, 학습태도, 문제해결력 향상에 효과를 보인다는 선행연구들이 있으며 [30,31,32], 과학교육에서 강조하는 사고력인 창의적 사고력과 비판적 사고력의 신장에 메타인지를 활용한 수업 전략이 사고력을 향상시켰다는 연구 결과들도 보고되고 있다[29,33]. 메타인지가 문제해결 과정에서 중요한 역할을 할 수 있고, 창의적 문제 해결력을 신장시키는 전략으로 활용될 수 있음을 지적한다[24,34]. 그러나 많은 수의 메타인지 질문지들이 특정 사고력에 초점을 둔 문항들로 구성되어 있어서[26,27,28,29,33], 창의적 사고력과 비판적 사고력에 모두 활용할 수 있는 자기 질문지 개발이 필요하다. 또한, 수업 효과의 유지, 타영역으로의 전이를 가능하게 하는 메타인지 수업 전략은 더욱 효과적인 학습을 위해서도 메타인지 사고의 활용이 필요하다[35].

본 연구에서는 메타인지를 정신적 활동으로서 문제 해결 과정에서 나타나는 자신의 인지 활동을 계획, 점검 및 조절, 평가하는 것으로 정의하고, 문제 해결 과정에서 나타나는 인지 활동을 계획, 모니터, 조절, 평가하는 활동으로 구성되어 있다고 보았다. 따라서 메타인지를 강화한 창의적 문제 해결력 수업 전략을 개발하고 그에 따라 한 학기동안 시행한 후 그 효과를 검증하고자 하였다. 이를 위한 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 메타인지 강화 창의적 문제 해결력 수업을 통해 창의적 사고력이 향상되었는가?

둘째, 메타인지 강화 창의적 문제 해결력 수업을 통해 비판적 사고력이 향상되었는가?

셋째, 메타인지 강화 창의적 문제 해결력 수업을 통해 메타인지 사고 활용 능력이 향상되었는가?

## 2. 연구방법 및 내용

### 2.1 연구대상

본 연구는 서울시에 소재한 사범 대학 과학교육과 1학년 학생들을 대상으로 진행되었다. 연구 대상 학생은 총

49명이며 두 집단으로 나누어 실험을 진행하였다. 24명의 학생들이 실험 집단으로, 25명의 학생들이 통제 집단으로 구성되었다.

### 2.2 연구절차

수업 전략을 개발하기 전에 관련된 이론 및 선행 연구에 관한 문헌 조사를 실시하였다. 이를 토대로 메타인지의 활성화를 위한 자기-질문지를 제작하고 전문가 3인에게 감수를 받아 수정·보완하였다. 메타인지를 강화한 수업 모형은 방담이 등(2011)의 창의적 문제 해결력 수업 모형을 바탕으로 메타인지 활성화를 위한 자기-질문지를 활용하여 개발하였다[36]. 창의적 문제 해결력 수업은 탐색, 용어 도입, 개념 적용의 3단계로 구성되어 있다. 개발한 수업 모형에 따라 대학교 화학 실험 수업에 적용할 수 있는 총 9차시의 수업 전략을 제작하였으며 전문가 3인의 감수를 받아 수업 전략을 수정 및 보완하였다. 실험 집단과 통제 집단에 투입할 검사 도구로는 창의적 문제 해결력 검사지와 영역 독립 메타인지 검사지를 선정하여 첫 수업 시간에 사전 검사를 실시하였다. 한 학기 동안 통제 집단에 대해서는 방담이 등(2011)이 Lawson의 순환 학습을 수정·발전시켜 개발한 ‘창의적 문제 해결력 수업’을 시행하였으며[36,37], 실험 집단에 대해서는 통제 집단의 수업 모형인 ‘창의적 문제 해결력 수업’에 메타인지 자기-질문지를 활용한 ‘메타인지 강화 창의적 문제 해결력 수업’을 실시하였다. 9차시의 수업 처치가 모두 끝난 후 실험 집단과 통제 집단에 사후 검사지를 투입하였다. 검사 도구는 사전 검사에 사용된 검사지와 동일하다.

연구 결과는 SPSS 18.0 프로그램을 이용하여 분석하였다.

### 2.3 메타인지를 강화한 창의적 문제 해결력 수업 전략의 개발 및 적용

학생들의 메타인지 활동을 유도하기 위해 메타인지 학습 전략에서는 자기-질문 방법을 사용한다. 학생들이 스스로 자신의 인지 상태나 활동의 진행 상태에 대해 질문하여 메타인지 활동에 참여하도록 할 수 있다[26,27]. 본 연구에서는 메타인지 학습 전략에 대한 선행 연구의 메타인지 자기-질문 문항을 참고로 하여 <Table 1>과 같이 메타인지 활성화를 위한 자기-질문지를 개발하였다[26,27,28,29]. 자기-질문 문항은 과학 교육에서 강조하는 창의적 사고력과 비판적 사고력을 모두 고려하여 제작되었으며 각 질문에 따른 관련 사고력을 같이 제시하였다.

개발한 메타인지 자기-질문지는 학습 전, 학습 중, 학습 종료 후의 세 단계에 따라 제시되며 학습 전 자기-질문지를 meta1, 학습 중 자기-질문지를 meta2, 학습 종료 후의 자기-질문지를 meta3으로 명명하였다.

meta1 자기-질문지는 탐구 실험 수업의 탐색 단계 전에 주어진다. 학생들은 학습 목표를 읽고 수업에서 배우게 될 내용들을 파악하고 meta1 자기-질문지를 작성한다. 이것을 통해 학생들은 자신의 인지 상태를 확인하고 문제해결을 위한 접근 방법을 결정하기 위해 메타인지 사고를 활성화시키기 위함이다.

탐색 단계의 실험이 끝난 후 작성하는 meta2 자기-질문지를 통해 학생들은 탐색 단계에서 수행한 탐구 과정

<Table 1> Metacognitive self-questionnaire items & thinking skills

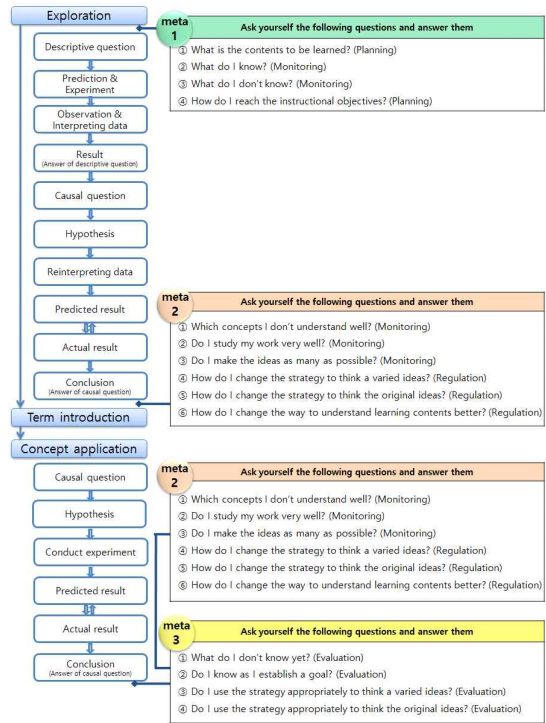
Stage	metacognitive self-questionnaire items	Thinking skills	
Before learning	meta1 self-questionnaire	① What is the contents to be learned?	Critical thinking skills
		② What do I know?	
		③ What do I don't know?	
		④ How do I reach the instructional objectives?	
Learning	meta2 self-questionnaire	① Which concepts I don't understand well?	Critical thinking skills
		② Do I study my work very well?	
		③ Do I make the ideas as many as possible?	Creative thinking skills
		④ How do I change the strategy to think a varied ideas?	
		⑤ How do I change the strategy to think the original ideas?	
		⑥ How do I change the way to understand learning contents better?	
After learning	meta3 self-questionnaire	① What do I don't know yet?	Critical thinking skills
		② Do I know as I establish a goal?	
		③ Do I use the strategy appropriately to think a varied ideas?	Creative thinking skills
		④ Do I use the strategy appropriately to think the original ideas?	

을 메타인지를 활용하여 반성하게 된다. 이 문항들은 학생들이 학습을 하는 중에 사용하고 있는 인지 전략의 진행 상태를 점검해보고 만약 적절하지 않다면 방법을 수정하거나 바르게 교체하는데 필요한 메타인지 내용을 포함하고 있다. 이러한 과정을 거쳐 수정되거나 교체된 인지 전략은 이어지는 다음 단계의 수업 과정이 보다 더 효과적으로 이루어지도록 도움을 줄 수 있다. 즉, meta2 자기-질문지는 탐색 단계의 실험에 대한 반성적 사고와 개념 적용 단계의 실험에 대한 예비적 사고의 의미를 갖는다.

개념 적용 단계의 실험이 끝난 후 학생들은 meta2 자기-질문지를 한 번 더 작성하게 된다. 이것은 메타인지 강화 수업 모형이 탐색 단계와 개념 적용 단계에서 실험이 두 번 진행되기 때문에, 자신의 인지 사고를 모니터, 조절하는 meta2 자기-질문지를 가지고 개념 적용 단계에서 수행한 탐구 실험 과정을 반성하는 기회를 갖는다.

meta3 자기-질문지는 모든 실험 수업이 끝난 후 작성하게 되는데, 이것은 진행된 전체 탐구 실험 과정에 대해서 학생들이 총체적으로 반성하는 기회를 가지기 위해서이다. 이 문항들은 학습을 완료한 후에 자신의 인지 상태의 변화 정도, 목표에 도달 정도, 사용한 전략의 적절성을 평가하는 내용을 담고 있다. 순환적으로 이루어지는 탐구 수업 모형은 meta3 자기-질문지를 통해 반성적 사고를 하게 되고, 다음 차시에 진행되는 탐구 실험에 대해서도 좀 더 효과적으로 인지 전략을 사용하고 모니터링하며 관리하도록 할 것이다.

최종적으로 본 연구에서 개발한 메타인지 강화 수업 모형은 meta1, meta2, meta2, meta3 자기-질문지를 순차적으로 활용한 것이다. 수업 모형은 총 세 가지로 meta-EA-EA, meta-EA-HD, meta-HD-HD라고 명명하였다. meta-EA-EA 수업 모형은 방답이 등(2011)의 경험귀추적-경험귀추적 창의적 문제 해결력 수업에 meta1-meta2-meta2-meta3 자기-질문지를 활용하였으며, meta-EA-HD 수업 모형은 경험귀추적-가설연역적 창의적 문제 해결력 수업에 meta1-meta2-meta2-meta3 자기-질문지를 활용, meta-HD-HD 수업 모형은 가설연역적-가설연역적 창의적 문제 해결력 수업에 meta1-meta2-meta2-meta3 자기-질문지를 활용하여 개발된 것이다. [Fig. 1]은 수업모형 중 가장 많이 활용한 meta-EA-HD 수업모형이다.



[Fig. 1] Meta-EA-HD instructional model

개발된 meta-EA-EA, meta-EA-HD, meta-HD-HD 수업 모형에 따라 한 학기용 ‘메타인지를 강화한 창의적 문제 해결력 수업 전략’을 개발하였다. 수업 전략의 탐구 실험 주제 및 내용, 전략의 종류는 <Table 2>에 구체적으로 제시하였다. 총 9차시의 수업 중 meta-EA-EA 모형을 활용한 수업 전략은 1개, meta-EA-HD 모형을 활용한 수업 전략은 7개, meta-HD-HD 모형을 활용한 수업 전략은 1개이다.

한 차시의 수업 전략에 활용되는 자기-질문지는 20개의 문항으로 구성되어 있다. 그 중에서 meta2 자기-질문지 문항 중 ③, ④, ⑤번과 meta3 자기-질문지 문항 중 ③, ④번 문항은 창의적 사고력인 발산적 사고력을 모니터하고 조절, 평가하는 메타인지 문항이다. 또한, 20개의 자기-질문지 문항 중 12개 문항은 비판적 사고력에 대해 메타인지를 활용하도록 하는 문항이다.

전반적인 수업의 진행은 13주에 걸쳐 이루어졌다. 첫째 주는 두 집단에 대해 동일한 사전 검사를 실시하였고, 둘째 주는 메타인지를 강화한 탐구 실험 수업에 대한 소개 및 조편성을 하였다. 셋째 주는 기본적인 실험 조작에

<Table 2> Subject, Contents of teaching model

Order	Subject	contents	Type of models
1	Understanding of the inquiry process skills	Understanding of the inquiry process skills through combustion of candles & relation between milk and detergent	meta-EA-HD*
2	Density	Measure and predict density of solid & liquid	meta-EA-HD*
3	Precipitation reaction	Understand the quantitative relation through Precipitation reaction	meta-EA-HD*
4	Measuring concentration of alcohol	Measure the concentration of alcohol & know the change of reaction velocity according to the concentration	meta-EA-HD*
5	Acid and Base	Titrate and Measure a pH of acid & base substance	meta-EA-HD*
6	Chromatography	Separate food coloring & ink using chromatography method	meta-EA-HD*
7	Heat of reaction	Measure the heat in chemical reaction	meta-EA-HD*
8	Chemical garden	Make chemical garden using coordination compound	meta-EA-EA**
9	Separation of cations	Separate of cations using Precipitation reaction	meta-HD-HD***

\* meta-EA-HD: Metacognition-Empirical Abductive-Hypothetical Deductive Model

\*\* meta-EA-EA: Metacognition-Empirical Abductive-Empirical Abductive Model

\*\*\* meta-HD-HD: Metacognition-Hypothetical Deductive-Hypothetical Deductive Model

대해 익히도록 하였다. 그 후, 총 9주에 걸쳐 통제 집단에는 창의적 문제 해결력 수업을 실시하고 실험 집단에는 자기-질문지를 활용한 메타인지 강화 창의적 문제 해결력 수업을 시행하였다. 모든 수업 처치가 끝난 후, 마지막 차시에 두 집단에 동일한 사후 검사를 실시하였다.

## 2.4 검사도구 및 분석방법

### 2.4.1 창의적 문제 해결력 검사지

메타인지를 강화한 수업 전략이 학생들의 창의적 문제 해결력에 미치는 영향을 알아보기 위해 대학생용 창의적 문제 해결력 검사지를 사용하였다[38]. 이 검사지는 창의적 사고력, 문제 해결 측면의 비판적 사고력, 논리 사고력 측면의 비판적 사고력을 측정하도록 설계되었다.

본 연구에서는 창의적 사고력은 발산적 사고로 정의하였으며 평가 준거로 유창성, 융통성, 독창성을 설정하였다. 유창성은 응답한 개수로 최대 10점, 융통성은 응답한 범주의 개수로 최대 5점, 독창성은 응답의 희소성(전체 응답 중 5% 미만의 응답인 경우 2점, 5-10% 응답인 경우 1점, 10% 이상의 응답인 경우 0점)으로 최대 2점을 얻게 된다[39].

비판적 사고력은 가능한 여러 아이디어들 중에서 가장 합리적인 아이디어를 선택하는 수렴적 사고로 정의하였다. 검사지는 문제 해결력 측면의 비판적 사고력, 논리 사고력 측면의 비판적 사고력을 모두 평가할 수 있으나 본 연구에서는 문제 해결력 측면의 비판적 사고력만을 채점하였다. 평가 준거는 검증가능성, 광범성, 일관성, 정밀성, 정확성, 중요성, 타당성인데, 각 문항 채점은 문항의 성격에 가장 적합한 준거를 선택하여 측정하도록 구

성되어 있다. 각 평가 준거당 최고 점수는 2점이고 전체 점수는 평균을 사용하였다.

검사지는 총 5개의 대문항으로 이루어져 있으며, 문항 1과 5를 제외한 나머지 문항은 2개의 소문항으로 구성되어 있다. 각각의 대문항은 통합적 탐구 능력인 문제 인식, 가설 설정, 변인 통제, 자료 해석 및 자료 변환, 결론 도출 및 일반화를 평가하도록 구성되어 있다. 문항 1, 2-1, 3-1, 4-1은 창의적 사고력과 비판적 사고력의 두 측면에서 평가되고, 문항 2-2, 3-2, 4-2, 5는 비판적 사고력의 측면에서 평가된다. 본 연구에 참여한 학생 49명을 대상으로 실시한 검사의 내적 신뢰도(Cronbach  $\alpha$ )는 0.85이었다.

### 2.4.2 영역 독립 메타인지 검사지

영역 독립 메타인지 검사지는 이은주(2010)가 수정, 보완하여 제작한 검사지를 사용하였다[29]. 검사지는 총 18문항이며 메타인지 기능의 하위 영역 네 개 요소인 계획, 모니터, 조절, 평가로 구성되어 있다. 평소 자신의 모습과 가장 가깝다고 생각하는 곳에 응답하도록 5단계 Likert 척도로 되어 있으며 만점을 5점으로 하여 채점하였다. 본 연구에 참여한 학생 49명을 대상으로 실시한 검사의 내적 신뢰도(Cronbach  $\alpha$ )는 0.86이었다.

### 2.4.3 분석 방법

본 연구에서 개발한 수업 전략이 학생들의 창의적 사고력과 비판적 사고력에 미치는 효과를 알아보기 위하여 사전과 사후에 실시한 창의적 문제 해결력 검사지를 분석하였다. 창의적 문제 해결력 검사에 대한 통계값을 구하고 공변량 분석(ANCOVA)을 실시하였다. 메타인지

활용능력에 미치는 영향을 알아보기 위해 영역 독립 메타인지 검사지를 분석하였다. 모든 통계 분석은 SPSS 18.0 프로그램을 사용하였다.

### 3. 연구결과 및 논의

#### 3.1 창의적 사고력 분석

창의적 문제 해결력 검사의 5개의 대문항 중 창의적 사고력을 평가할 수 있는 문항 1(문제 인식), 문항 2-1(가설 설정), 문항 3-1(변인통제), 문항 4-1(자료 해석 및 자료 변환)을 분석하였다. 수업 전후의 각 문항에 대한 평균점수와 어떤 변화가 있는지 알아보기 위해 공변량분석을 실시한 결과를 <Table 3>에 제시하였다.

분석 결과, 창의적 사고력의 총합 점수에서 통계 집단의 교정 평균은 39.62, 실험 집단의 교정 평균은 47.35로,

<Table 3> Means, Standard deviations, ANCOVA of the creative thinking skills

Classification	Category	Group	n	Pre-test	Post-test	Adj. M	F	p
				M(SD)	M(SD)			
P1. Recognition of problems	Fluency	Experiment	24	6.96(2.48)	8.46(1.64)	8.30	14.134	.000*
		Control	25	6.24(2.54)	6.72(2.75)	6.87		
	Flexibility	Experiment	24	4.21(1.18)	4.88(0.34)	4.83	12.611	.001*
		Control	25	3.88(1.05)	4.24(0.78)	4.29		
	Originality	Experiment	24	0.78(0.39)	1.14(0.45)	1.18	4.371	.042*
		Control	25	0.95(0.48)	0.96(0.50)	0.92		
	Total	Experiment	24	11.95(3.63)	14.47(1.70)	14.32	19.636	.000*
		Control	25	11.07(3.33)	11.92(2.44)	12.06		
P2-1. Making hypothesis	Fluency	Experiment	24	4.04(1.55)	6.29(1.94)	6.16	17.334	.000*
		Control	25	3.52(1.39)	4.20(1.35)	4.33		
	Flexibility	Experiment	24	2.96(0.95)	4.04(0.91)	3.96	13.595	.001*
		Control	25	2.60(0.76)	3.08(0.76)	3.17		
	Originality	Experiment	24	1.14(0.44)	1.32(0.60)	1.30	5.933	.019*
		Control	25	0.88(0.38)	0.92(0.34)	0.94		
	Total	Experiment	24	8.14(2.48)	11.65(3.20)	11.30	16.042	.000*
		Control	25	7.00(2.13)	8.20(2.11)	8.54		
P3-1. Control of Variables	Fluency	Experiment	24	4.33(1.81)	5.79(1.98)	5.39	5.532	.023*
		Control	25	3.32(1.68)	3.80(2.35)	4.18		
	Flexibility	Experiment	24	2.67(1.13)	3.50(1.06)	3.39	6.641	.013*
		Control	25	2.32(0.99)	2.52(1.33)	2.62		
	Originality	Experiment	24	1.01(0.55)	1.11(0.26)	1.11	1.092	.301
		Control	25	1.19(0.56)	1.03(0.29)	1.03		
	Total	Experiment	24	8.01(2.79)	10.40(2.90)	9.93	8.038	.007*
		Control	25	6.83(2.22)	7.35(3.46)	7.80		
P4-1. Transformation & Interpretation of data	Fluency	Experiment	24	5.58(1.82)	7.08(1.67)	7.00	3.124	.084
		Control	25	5.16(1.46)	6.16(1.55)	6.24		
	Flexibility	Experiment	24	3.54(0.83)	4.13(0.68)	4.11	.604	.441
		Control	25	3.40(0.82)	3.92(0.86)	3.94		
	Originality	Experiment	24	0.74(0.28)	1.01(0.26)	1.01	8.429	.006*
		Control	25	0.81(0.41)	0.75(0.38)	0.74		
	Total	Experiment	24	9.86(2.56)	12.21(2.17)	12.12	3.860	.055
		Control	25	9.37(2.11)	10.83(2.39)	10.91		
Total	Fluency	Experiment	24	20.92(5.75)	27.63(5.20)	26.59	23.185	.000*
		Control	25	18.24(4.26)	20.88(4.87)	21.88		
	Flexibility	Experiment	24	13.38(2.56)	16.54(2.04)	16.24	16.74	.000*
		Control	25	12.20(1.66)	13.76(2.13)	14.05		
	Originality	Experiment	24	3.68(1.05)	4.57(0.89)	4.58	15.794	.000*
		Control	25	3.83(0.70)	3.66(0.76)	3.64		
	Total	Experiment	24	37.96(8.33)	48.73(7.54)	47.35	25.939	.000*
		Control	25	34.27(5.48)	38.30(6.91)	39.62		

\*p < .05

그 차이는 통계적으로 유의미하였다( $p < .05$ ). 이를 통해 메타인지를 강화한 수업 전략이 창의적 사고력의 향상에 긍정적인 효과가 있음을 알 수 있었다.

창의적 사고력의 하위 범주인 유창성, 융통성, 독창성을 해석해 보면 다음과 같다. 유창성의 경우, 실험 집단의 교정 평균이 통제 집단의 교정 평균보다 더 높게 나타났으며 그 차이는 통계적으로 유의미하였다( $p < .05$ ). 문항별로는 문제 인식, 가설 설정, 변인 통제에 해당하는 문항에서 유의미한 차이를 나타내었다( $p < .05$ ). 융통성 점수는 실험 집단의 교정 평균이 통제 집단보다 높게 나타났으며, 그 차이도 통계적으로 유의미하였다( $p < .05$ ). 문항별로는 문제 인식, 가설 설정, 변인 통제에 해당하는 문항에서 유의미한 차이를 나타내었다( $p < .05$ ). 독창성의 경우에는 실험 집단의 교정 평균 점수가 더 높게 나타났으며 그 차이는 통계적으로 유의미하였다( $p < .05$ ). 문항별로 살펴 보면, 문제 인식, 가설 설정, 자료 해석 및 자료 변환에 해당하는 문항에서 유의미한 차이를 나타내었다( $p < .05$ ). 이것은 메타인지 자기-질문지에 인과적 질문을 제시하는 과정, 가설을 설정하는 과정, 실험을 설계하는 과정에서 다양하고 독특한 아이디어를 생성하는 데 초점을 두고 있기 때문으로 판단된다. 또한, 자기-질문지를 통하여 스스로 파악할 수 있는 기회를 제공 받음에 따라 적극적으로 자신의 사고를 활용하였을 것으로 생각된다. 이와 같

은 결과는 중학생을 대상으로 창의성을 강조한 탐구 수업에서 창의성의 신장보다 메타인지 기능을 강화하여 실시한 수업이 창의성의 신장에 더 효과적임을 밝힌 박인숙(2010)의 연구결과와도 일치하는 부분이다[33]. 또한, 창의적 사고력을 메타인지와 연결시켜 대학생들을 대상으로 적용한 결과 참여한 학생들의 유창성과 독창성이 유의미하게 신장되는 것을 보여준 Hargrove와 Nietfeld(2014)의 연구 결과와도 같은 맥락으로 해석할 수 있다[40]. 개인 또는 집단에서 자신들의 창의적 사고의 수준이나 과정을 정확하게 인지하는 것만으로도 창의적인 사고와 창의적인 수행에 긍정적인 영향을 줄 수 있음을 시사하고 있다.

### 3.2 비판적 사고력 분석

창의적 문제 해결력 검사 문항 중 비판적 사고력을 평가할 수 있는 문항 1(문제 인식), 문항 2-1과 문항 2-2(가설 설정), 문항 3-1과 문항 3-2(변인 통제), 문항 4-1과 4-2(자료 해석 및 자료 변환), 문항 5(결론 도출 및 일반화)를 분석하였다. 수업 전후의 각 문항에 대한 평균점수와 어떤 변화가 있는지 알아보기 위해 실시한 공변량 분석의 결과를 <Table 4>에 제시하였다.

분석 결과, 비판적 사고력의 총합 점수에서 통제 집단의 교정 평균은 10.61이고, 실험 집단의 교정 평균은

<Table 4> Means, Standard deviations, ANCOVA of the critical thinking skills

Classification	Group	n	Pre-test	Post-test	Adj. M	F	p
			M(SD)	M(SD)			
P1. Recognition of problems	Experiment	24	1.53(0.37)	1.78(0.11)	1.79	21.898	.000*
	Control	25	1.71(0.18)	1.58(0.20)	1.57		
P2-1. Making hypothesis	Experiment	24	1.62(0.14)	1.71(0.13)	1.72	13.314	.001*
	Control	25	1.66(0.16)	1.61(0.10)	1.61		
P2-2. Making hypothesis	Experiment	24	1.83(0.46)	1.94(0.22)	1.94	5.152	.028*
	Control	25	1.82(0.35)	1.68(0.52)	1.68		
P3-1. Control of Variables	Experiment	24	1.18(0.71)	1.46(0.58)	1.46	2.408	.128
	Control	25	1.19(0.60)	1.25(0.58)	1.25		
P3-2. Control of Variables	Experiment	24	1.75(0.53)	1.75(0.44)	1.76	.103	.750
	Control	25	1.80(0.41)	1.80(0.41)	1.79		
P4-1. Transformation & Interpretation of data	Experiment	24	1.18(0.29)	1.24(0.28)	1.27	2.561	.116
	Control	25	1.25(0.35)	1.18(0.39)	1.15		
P4-2. Transformation & Interpretation of data	Experiment	24	1.50(0.66)	1.67(0.48)	1.67	.517	.476
	Control	25	1.52(0.59)	1.56(0.58)	1.56		
P5. Making conclusion & Generalization	Experiment	24	0.58(0.72)	1.04(0.81)	1.12	2.451	.124
	Control	25	1.20(0.65)	0.84(0.62)	0.77		
Total	Experiment	24	10.59(2.01)	11.54(1.20)	11.61	10.956	.002*
	Control	25	10.97(0.82)	10.67(1.09)	10.61		

\* $p < .05$



<Table 5> Means, Standard deviations, ANCOVA of the metacognition

Category	Group	n	Pre-test M(SD)	Post-test M(SD)	Adj. M	F	p
Planning	Experiment	24	3.49(0.52)	3.63(0.67)	3.77	1.056	.310
	Control	25	3.88(0.57)	3.75(0.70)	3.60		
Monitoring	Experiment	24	3.65(0.28)	3.71(0.42)	3.71	.241	.626
	Control	25	3.65(0.59)	3.65(0.54)	3.65		
Regulation	Experiment	24	3.36(0.41)	3.47(0.52)	3.55	3.549	.066
	Control	25	3.59(0.64)	3.38(0.69)	3.29		
Evaluation	Experiment	24	3.76(0.50)	3.81(0.61)	3.91	2.834	.099
	Control	25	4.00(0.83)	3.78(0.79)	3.68		
Mean	Experiment	24	3.55(0.26)	3.63(0.34)	3.70	4.732	.035*
	Control	25	3.73(0.52)	3.60(0.46)	3.53		

\* $p < .05$

11.61로 나타났으며 그 차이는 통계적으로도 유의하였다( $p < .05$ ). 이를 통해 메타인지를 강화한 수업 전략이 비판적 사고력의 신장에 긍정적인 효과가 있음을 알 수 있었다.

그리고 검사 도구의 하위 항목을 살펴보면, 문제 인식에 해당하는 1문항, 가설 설정에 해당하는 2-1문항과 2-2에서 실험 집단의 교정 평균이 통제 집단의 교정 평균보다 더 높게 나타났으며 그 차이는 통계적으로 유의하였다( $p < .05$ ). 본 연구에서는 20개의 문항으로 구성된 자기-질문지를 사용하였고, 그 중에서 12개의 문항은 비판적 사고력에 대한 메타인지를 활용하도록 하는 문항으로, 9차시 수업에서 학생들은 총 108회의 비판적 사고력의 활용 기회를 가지게 되었다. Paul과 Elder(2006)는 생각을 더 잘 하기 위해 생각하는 동안에도 끊임없이 생각에 대해 생각하는 사고를 비판적 사고라고 하였으며, 이런 관점에서 본다면 메타인지 활동의 의미를 포함하고 있다고 할 수 있다[41]. 이것은 메타인지 강화 수업은 비판적 사고력이 신장된다는 것을 의미한다. 대학생을 대상으로 한 강승희(2013)의 연구에서도 메타인지와 비판적 사고력의 상관을 보여줌으로써 같은 맥락으로 연구 결과를 해석할 수 있다[42]. 문제를 해결하는 과정에서는 창의적 사고력과 비판적 사고력이 서로 상보적으로 작용한다. 따라서 창의적 사고력이 향상된 문항에서 비판적 사고력이 향상되었을 것으로 해석된다.

### 3.3 영역 독립 메타인지 분석

메타인지를 강화한 수업 전략이 학생들의 메타인지 사고 활용 능력에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여 영역 독립 메타인지 검사지를 사용하였다. 수업 전

후의 실험 집단과 통제 집단에 대한 평균점수와 어떤 변화가 있는지 알아보기 위해 실시한 공변량분석 결과를 <Table 5>에 제시하였다.

분석 결과, 실험 집단의 교정 평균 점수가 통제 집단보다 높게 나타났으며 그 차이는 통계적으로 유의하였다( $p < .05$ ). 따라서 본 연구 수업 전략에 활용된 자기-질문지의 문항이 학생들의 메타인지 사고의 활용 능력을 향상시키는데 긍정적인 영향을 미쳤음을 알 수 있었다. 이와 같은 결과는 노태희 등(1998)의 연구에서 메타인지 학습 전략의 효과를 살펴본 결과와 일치하는 것으로 나타났다[28]. 또한 초등학교 6학년을 대상으로 메타인지 전략을 사용하여 과학 수업을 40차시 진행한 고광병(2005)의 연구결과와도 일치하는 부분이다[26]. 메타인지 전략을 정교하게 구성한다면 짧은 기간 동안에도 메타인지능력이 향상될 수 있음을 보여준다. 그러나 메타인지 하위 범주에 속하는 능력들을 향상시키기 위해서는 각각의 능력을 신장시키기 위한 추가적인 전략이 필요할 것으로 생각된다. 따라서 사고력 신장을 위한 수업을 통해 메타인지의 활용 능력 또한 향상될 수 있으며, 메타인지 사고 능력은 학습과 훈련을 통해서 가능하다는 것을 보여주었다.

## 4. 결론 및 제언

본 연구에서는 메타인지를 강화한 창의적 문제 해결력 수업 모형을 개발한 후, 적용하여 그 효과를 알아보고자 하였다. 메타인지 강화 수업 전략에서는 메타 인지를 활성화하기 위한 자기-질문지를 활용하였다. 이에 따라 대학생들을 대상으로 총 9차시의 수업 전략을 개발하고 한

학기동안 적용하여 수업 전략이 학생들의 창의적 사고력, 비판적 사고력, 메타인지 활용 능력에 미치는 효과를 알아보았다. 본 연구에 대한 결론과 제언은 다음과 같다.

첫째, 창의적 사고력이 유의미하게 신장되었으며, 그 하위 범주인 유창성, 융통성, 독창성에서도 유의미하게 신장되었다. 또한, 검사도구의 하위 항목 중 문제 인식, 가설 설정, 변인 통제에서 창의적 사고력이 유의미하게 신장된 것으로 나타났다. 이 결과로부터 본 연구에서 개발한 자기-질문지가 수업 중 인과적 질문을 만들어내는 과정에서, 가설을 설정하는 과정에서, 실험을 설계하는 과정에서 다양하고 독특한 아이디어를 생성하도록 하는 메타인지 질문 문항을 반복적으로 포함하고 있기 때문에 판정된다. 창의적 사고를 자극할 수 있는 메타인지 문항을 통해 학생들은 더 다양하고 더 독특한 전략인지 평가하는 과정을 통해 창의적 사고력이 향상되었다고 볼 수 있다.

둘째, 비판적 사고력 점수를 분석한 결과 실험 집단의 비판적 사고력이 신장된 것으로 나타났다. 검사 도구의 하위 항목 중 문제 인식과 가설 설정에서 실험 집단의 비판적 사고력이 유의미하게 향상된 것으로 나타났다. 이 결과로부터 메타인지를 강화한 창의적 문제 해결력 수업 전략은 학생들의 비판적 사고력을 신장시키는 것으로 나타났다. 비판적 사고력은 반성적인 성격을 가지고 있기 때문에 메타인지 자기-질문지를 통해 자신의 사고 과정이나 전략을 다시 돌아보고 수정, 보완할 수 있는 정교화된 사고를 하게 되었기 때문으로 생각된다.

셋째, 메타인지를 강화한 수업 전략은 학생들의 메타인지 사고의 활용 능력에도 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이를 통해 자기-질문지의 문항이 학생들의 메타인지 사고를 자극하여 메타인지 활용 능력을 향상시키는데 적합하였음을 알 수 있었다. 메타인지 강화 수업 전략은 인지 사고력의 신장을 위한 수업 전략으로 시행하였음에도 불구하고 메타인지 활용 능력이 향상되었다. 이것을 통해서 메타인지 활용 능력은 직접적인 교수 학습 방법을 통해서 의미 있게 신장될 수 있음을 시사해 준다.

넷째, 본 연구는 메타인지 전략을 활용하여 창의적 문제 해결력이 신장되었음을 보여주었다. 그러나 메타인지가 창의적 문제 해결력의 신장에 어떤 과정을 통해서 구체적으로 작용하였는가에 대한 분석이 필요하다고 생각

한다. 또한 이것은 교수 학습을 통해 학생들에게 실질적인 메타인지 활용 능력이 향상되는 데 도움을 줄 것이다.

다섯째, 메타인지 강화 전략은 창의적 문제 해결력의 신장 효과를 극대화할 수 있고, 그 효과를 일반화하거나 다른 분야로도 전이시킬 수 있다는 점을 근거로 할 때, 다양한 종류의 수업에서 메타인지를 필수적으로 활용해야 할 것이다. 특히 저학년 학생들에게는 역할모델이 될 수 있는 메타인지를 활용할 줄 아는 교사의 안내가 필요하며, 학생들은 스스로 메타인지 활용 능력을 내면화할 수 있는 능력을 신장시켜야 할 것이다. 이것을 통해 특정 영역에서의 문제 해결력뿐만 아니라 서로 다른 분야에 걸쳐있는 문제들을 통합하여 해결할 수 있는 융합적 사고력을 함양하는 데에도 긍정적인 효과를 기대할 수 있을 것이다.

## ACKNOWLEDGMENTS

This study was revised and recomposed of the first author's Master thesis.

## REFERENCES

- [1] Ministry of Education, Science and Technology, "2009 Revised National Curriculum of Science. Seoul, Daehan Textbook Publishing", 2009.
- [2] Ministry of Education, Science and Technology, "The future of Korea with creative talent and advanced science and technology. 2011 Business Report", 2010.
- [3] Y. C. Kim, "Creative Problem Solving: A Coach Guide for Teaching of Creativity. Seoul, kyoyookwahaksa", 2006.
- [4] S. G. Isaksen, D. J. Treffinger, "Creative problem solving: The basic course. Buffalo, NY: Brearly Limited", 1985.
- [5] M. Csikszentmihalyi, J. W. Getzels, Creativity and problem finding in art. In T. E. Scott. The role of domain-specific knowledge in divergent thinking, Doctoral dissertation, University of California

- riverside, 1988.
- [6] H. H. Kim, Y. H. Choi, "Effect of creativity instruction activities on academic motivation and career maturity of university students: Based on NFTM-TRIZ creativity education model." *Journal of Digital Convergence*, Vol. 13, No. 9, pp. 277-286, 2015.
- [7] T. I. Lubart, *Creativity*. In R. J. Sternberg (Eds.), *Thinking and problem solving*, NY: Academic Press, 1994.
- [8] A. E. Woolfolk, *Educational psychology (7th ed.)*. MA: Allyn & Bacon, 1998.
- [9] J. P. Guilford, "Creativity." *American Psychologist*, Vol. 5, pp. 444-454, 1950.
- [10] J. Getzels, P. Jackson, *"Creativity and intelligence"*. NY: Wiley, 1962.
- [11] K. K. Urban, "Recent trends in creativity: Research and theory Western Europe." *European Journal of High Ability*, Vol. 1, pp. 99-113, 1995.
- [12] J. W. Park, "A suggestion of cognitive model of scientific creativity." *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, Vol. 24, No. 2, pp. 375-386, 2004.
- [13] R. H. Ennis, "A logical basis for measuring critical thinking skills." *Educational Leadership*, Vol. 43, No. 2, pp. 44-48, 1985.
- [14] S. M. Choi, "The analysis of the interrelationship between critical thinking and reflective problem-solving: Deweyan's approach." *Philosophy of Education*, Vol. 25, pp. 163-178, 2004.
- [15] S. H. Park, "The effectiveness of learning community for the development of convergence of university students." *Journal of Digital Convergence*, Vol. 13, No. 9, pp. 29-37, 2015.
- [16] N. S. Ha, S. Y. Pak, M. J. Lee, "A literature review (1996-2014) on critical thinking in korean nursing education for the era of convergence." *Journal of Digital Convergence*, Vol. 13, No. 9, pp. 341-349, 2015.
- [17] M. A. Runco, *Divergent thinking*. In M. A. Runco & S. R. Pritzker (Eds.), *Encyclopedia of creativity*, San Diego, CA: Academic Press, 1999.
- [18] J. E. Jacobs, S. G. Paris, "Children's metacognition about reading: Issues in Definition, Measurement, and Instruction." *Educational Psychologist*, Vol. 22, pp. 255-278, 1987.
- [19] H. L. Swanson, "Influence of metacognitive knowledge and aptitude on problem solving." *Journal of Educational Psychology*, Vol. 82, pp. 306-314, 1990.
- [20] B. J. Zimmerman, "Becoming a self-regulated learner: An overview." *Theory and Practice*, Vol. 41, No. 2, pp. 64-72, 2002.
- [21] Y. E. Kim, H. J. Lee, "A study on undergraduate students' self-growth experiences in a counseling skills training course." *Journal of the Korea Convergence Society*, Vol. 6, No. 5, pp. 315-328, 2015.
- [22] H. L. Roh, M. N. Choi, "A study about the convergent effects of team interaction and team metacognition affecting a continuous participation in learning community of university." *Journal of Digital Convergence*, Vol. 14, No. 4, pp. 69-78, 2016.
- [23] J. H. Flavell, "Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry." *American Psychologist*, Vol. 34, No. 10, pp. 906-911, 1979.
- [24] A. H. Schoenfeld, *What's all the fuss about metacognition?*. In A. H. Schoenfeld(Ed), *Cognitive science and mathematics education*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1987.
- [25] A. Brown, *Metacognition, executive control, self-regulation, and mechanisms*. In F. E. Weinert & R. H. Kluwe (Eds.), *Metacognition, motivation, and understanding*, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc, 1987.
- [26] K. B. Ko, "The effects of cognitive monitoring learning strategy on students' academic achievement and metacognition in elementary science classes." *Korea National University of Education, Doctoral Dissertation*, 2005.
- [27] J. W. Park, "The role of metacognition in the changes of basic concepts about relativity." *Korea National University, Doctoral Dissertation*, 1992.
- [28] T. H. Noh, S. H. Jang, H. J. Lim, "The instructional influences of metacognitive learning strategies in

- elementary school science course.” Journal of the Korean Association for Research in Science Education, Vol. 18, No. 2, pp. 172-182, 1998.
- [29] E. J. Lee, “A study of direct teaching strategy of inquiry skills applying meta-cognition.” Doctoral Dissertation, Ewha womans university, 2010.
- [30] S. J. Kang, E. J. Kim, H. J. Shin, “Convergence study about problem-based learning and self-directed learning ability, problem solving skills, academic self-efficacy, motivation toward learning of nursing students.” Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 7, No. 2, pp. 33-41, 2016.
- [31] H. S. Jeong, “The effects of metacognitive learning strategies on achievement of elementary school students.” Master thesis, Busan National University of Education, 2003.
- [32] H. J. Lee, “The impact of the class meta-cognitive strategies applied science achievement and learning attitude.” Master thesis, Busan National University of Education, 2013.
- [33] I. S. Park, “Development and implementation of science programs enhancing creative problem solving applying meta-cognition.” Doctoral Dissertation, Ewha womans university, 2010.
- [34] H. D. Song, “Instructional design principles for enhancing creative problem solving skills.” The Journal of Yeolin Education, Vol. 15, No. 3, pp. 55-73, 2007.
- [35] M. Pressley, J. G. Borkowski, J. T. O’ Sullivan, “Memory strategy instruction is made of this: Metamemory and durable strategy use.” Educational Psychologist, Vol. 19, No. 2, pp. 94-107, 1984.
- [36] D. I. Bang, J. E. Park, J. Y. Song, S. H. Kang, “The development of teaching strategy for the enhancement of the creative problem solving thinking skills through general chemistry laboratory and the effects of it’s applications(I).” Journal of the Korean Chemical Society, Vol. 55, No. 2, pp. 290-303, 2011.
- [37] A. E. Lawson, “Science teaching and the development of thinking. Belmont. CA: Wadworth Publishing Company”, 1995.
- [38] S. H. Kang, “Assessment instruments and criteria of creative problem solving thinking skills in science education.” Ewha womans university, seoul, 2010.
- [39] W. Hu, P. Adey, “A scientific creativity test for secondary school student.” International Journal of Science Education, Vol. 24, No. 4, pp. 389-403, 2002.
- [40] R. A. Hargrove, J. L. Nietfeld, “The impact of metacognitive instruction on creative problem solving.” The Journal of Experimental Education, Vol. 83, No. 3, pp. 291-318, 2015.
- [41] R. Paul, L. Elder, “Critical thinking: Learn the tools the best thinkers use. Concise Ed, NJ: Pearson Prentice Hall”, 2006.
- [42] S. H. Kang, “The relations of college students’ critical thinking and metacognition to problem solving ability.” Journal of The Korean Data Analysis Society, Vol. 15, No. 3, pp. 1693-1708, 2013.

송 주 연(Song, Juyeon)



- 2005년 8월 : 이화여자대학교 과학 교육과(화학전공) (학사)
- 2011년 8월 : 이화여자대학교 교육 대학원 교육학과 화학전공(석사)
- 2017년 1월 ~ 현재 : 경기대학교 교 수학습개발센터 연구원
- 관심분야 : 과학교육, 메타인지, 문제해결력

· E-Mail : jysong@kgu.ac.kr

박 지 은(Park, Jieun)



- 1998년 2월 : 이화여자대학교 과학 교육과(화학전공) (학사)
- 2013년 2월 : 이화여자대학교 과학 교육학과 (박사)
- 2015년 3월 ~ 현재 : 대구대학교 기초교육대학 조교수
- 관심분야 : 문제해결력, 메타인지, 융합교육

· E-Mail : writer2yah@daegu.ac.kr