

변인 탐색 활동을 강화한 탐구 수업 전략이 창의적 문제 해결력 신장에 미치는 효과

박지은 · 강순희*

이화여자대학교 과학교육과
(접수 2014. 3. 3; 게재확정 2014. 7. 26)

The Effect of Inquiry Instruction Strategy Enhancing the Activity of Making Variables to Improve on Students' Creative Problem Solving Skills

Jieun Park and Soonhee Kang*

Department of Science Education, Ewha Womans University, Seoul 120-750, Korea.

*E-mail: shkang@ewha.ac.kr

(Received March 3, 2014; Accepted July 26, 2014)

요 약. 이 연구의 목적은 변인 탐색 활동을 강화한 탐구 수업 전략을 개발하고 이 전략이 학생들의 창의적 사고력, 비판적 사고력 신장에 미치는 효과를 알아보기 위한 것이다. 이를 위하여 변인 탐색 활동을 강화한 탐구 수업 DPAS 네 단계 모형인 ‘변인 찾기, 변인 배제, 변인 통제를 활용한 창의적 문제 해결력 탐구 수업 모형’을 개발하고 이 모형에 따라 구체적인 대학교 화학 실험 수업 전략을 개발하였다. 그리고 예비 과학 교사를 대상으로 개발한 수업 전략을 한 학기 동안 실시하였다. 그 결과, 창의적 사고력이 통계적으로 유의미하게 신장되었다($p < .05$). 검사 도구의 하위 항목 중 문제 인식, 가설 설정, 변인 통제, 자료 해석 및 자료 변환에서 창의적 사고력이 유의미하게 신장된 것으로 나타났다. 또한, 비판적 사고력도 통계적으로 유의미하게 신장되었다($p < .05$). 검사 도구의 하위 항목 중 가설 설정, 결론 도출 및 일반화에서 비판적 사고력이 유의미하게 신장된 것으로 나타났다.

주제어: 변인 탐색 활동, 창의적 문제 해결력, 창의적 사고력, 비판적 사고력

ABSTRACT. The purposes of this study were to develop teaching strategy enhancing the activity to explore variables and to examine the instructional influences on students' creative thinking skills and critical thinking skills. In this study, a model using listing-excluding-controlling variables (DPAS model) was designed and applied to the existing 'Teaching model for the enhancement of the creative problem solving skills'. And it was implemented to preservice science teachers for the one semester. Results indicated that the experimental group presented statistically meaningful improvement in creative thinking skills, especially in recognizing problems, making hypothesis, controlling of variables and interpreting & transforming of data ($p < .05$). In addition, the strategy contributed to improve critical thinking skills, especially in making hypothesis and making conclusion & generalization ($p < .05$).

Key words: The activity of explore variables, Creative problem solving skills, Creative thinking skill, Critical thinking skill

서 론

우리 나라 2007 개정 과학과 교육과정과 2009 개정 과학과 교육과정에서는 공통적으로 학생들의 창의적 문제 해결력의 신장을 강조하고 있다.^{1,2} 또한, 창의적 융합 인재 양성을 위한 Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics(STEAM)교육에서도 융합적 사고와 문제 해결 능력의 신장이 필요함을 제시하고 있다.³

먼저 창의적 문제 해결력이란 무엇인가를 분명히 할 필요가 있다. 창의적 문제 해결력이란 어떤 문제를 해결하

기 위하여 개인이나 집단이 창의적으로 사고하는 것을 말한다. 창의적 사고란 협의로 정의하면 발산적 사고 또는 확산적 사고를 말하며,⁴⁻⁷ 과학과에서의 문제 해결력이란 탐구 능력을 의미한다.⁸ 과학 탐구 과정에서 발산적 사고를 활용할 수 있는 활동은 가설들을 설정할 때, 변인들을 찾을 때, 변인들을 조작하고 통제할 때, 다양한 실험들을 설계할 때, 그리고 그에 따른 결론을 도출하는 활동들에서이다.

창의적 문제 해결력의 신장에 관한 연구들은 Osborn⁹의 연구로부터 시작된 창의적 문제 해결 모형(Creative Problem

Solving Model, CPS 모형)을 활용하여 각 교과 영역에 적합하게 반영된 것들이다. 최병연과 박민희¹⁰는 초등학교 영재 학생과 일반 학생을 대상으로 CPS를 활용한 창의성 교육프로그램이 학생들의 창의적 문제 해결력이 신장되었음을 보였으며, 강정하와 최인수¹¹는 대학생들을 대상으로 CPS 구조위에 다양한 경험적 자원과 발견의 기회들을 제공하는 내용으로 구성하여 학생들의 창의적 문제 해결 수행 능력이 향상됨을 보였다. 정은이¹²도 대학생들에게 창의성 이론과 함께 다양한 문제 해결력 기법 훈련으로 구성된 프로그램을 실시하여 그 효과를 보고하고 있다. Schack¹³의 연구에서는 중학생을 대상으로 영재아, 우등생, 일반 학생으로 나누어 가설 설정 관련 수업에서 CPS를 실시하였는데 모든 그룹의 학생들이 창의적 문제 해결에 유의한 결과를 나타냈다고 보고하고 있다. 또한 많은 연구들이 교과에 기반을 두고 문제 해결 프로그램을 개발하여 창의적 문제 해결력의 신장 효과를 알아보았다.¹⁴⁻¹⁶ 이상의 연구 결과를 보면 창의적 문제 해결 모형으로 대표되는 CPS 모형을 가지고 각 교과에서 창의적 문제 해결력의 신장을 알아보고 있다. 따라서 각 교과의 특징을 잘 나타낼 수 있는 구체적인 창의적 문제 해결력 신장 수업 전략들이 필요하다.

과학에서 가설을 생성하는 과정은 알지 못하는 원인에 대해서 새로운 설명을 제시하는 과정¹⁷이고, 자연 현상에서 발생하는 의문에서 과학적인 설명으로 들어가는 문의 역할을 하기 때문에¹⁸⁻²⁰ 가설 설정은 과학 탐구 기능 중 다양한 생각들이 제시될 수 있는 활동이다. 또한 가설 설정 능력은 여러 가지 과학 탐구 기능 중에서 발산적 사고의 요소가 많이 요구되는 기능이다.²¹⁻²⁴ 과학과에서는 가설 설정 활동에 발산적 사고를 활용하여 학생들의 창의적 문제 해결력 신장을 알아본 많은 연구들이 있다.²⁵⁻²⁸ 가설 설정과 함께 통합 탐구 요소 중에서 가장 창의력을 필요로 하는 탐구 과정은 변인 통제이다.^{29,30} 학생들이 탐구 과정 요소들을 경험하는 대표적인 경우는 학교에서의 실험 활동이다. 학교 과학 교육 현장에서 주어지는 문제들은 명확한 답이 있으며 답을 찾아가는 과정 또한 잘 제시되어 있다. 과거에 문제를 해결했던 유사한 경험들이 새로운 문제 해결에 단초를 제공한다. 또한 실험실 문제는 잘 정의된 문제로 문제의 본질이 분명하고 문제 해결에 활용 가능한 정보와 기술이 풍부하기 때문에 해결 방안의 수립과 실천이 비교적 쉽다.³¹ 현재 학교 현장에서 진행되고 있는 과학 실험은 학생들이 해야 할 활동들을 자세히 기록하여 순서대로 제공하는 요리책 식의 수업 방법 즉, 실험에 관련된 모든 변인들이 잘 통제되고 구조화되어 제공된다.³²⁻³⁵ 또한, 대학 과학 실험 수업에서도 학생들의 토론이 이루어지지 않으며, 주로 확인 실험이 진행되며, 예상, 가설설정,

실험 설계와 결과 해석 과정이 없이 교사의 일방적인 지시에 의해 실험이 이루어지고 있다.³⁶ 그러나 학습자가 일상적으로 겪는 문제는 학교 실험에서 제시되는 문제와 같이 잘 정의되어 구조화되어 있지 못하고, 문제가 무엇인지 쉽게 파악할 수 없을 뿐만 아니라, 문제 해결에 필요한 정보가 많지 않아서 문제 해결 방안을 찾아내고 해결해 나가기 어렵다.³¹ 문제 뿐만이 아니라 일상생활에서는 수많은 변인들이 존재한다. 따라서 변인을 통제, 배제하는 활동들은 일상생활의 문제를 해결하는데 매우 필요하며 이를 위하여 변인을 학생 스스로 찾고, 통제하는 활동이 포함된 실험을 경험하는 것은 학생들의 문제 해결력 향상에 매우 중요한 일이다. 많은 학자들이 문제 해결 과정에서 변인의 중요성에 대해 강조하고 있다.

문제 해결의 시작인 문제 인식은 해결할 문제를 확인하여 조작적으로 진술하는 과정을 말하는데 이 과정에서는 조작적으로 진술하는 과정이 중요하다.³⁷ 문제를 진술하는 과정에서는 변인이 가능한 포함되어야 하며 구체적이고 명확하게 진술되어야 한다.³⁸ 문제 상황에 대하여 조절이 가능한 변인들을 찾아보고 변인들 중 문제 상황에 영향을 줄 것으로 생각되는 변인과 예상 결과를 연결시키면 인과적 질문에 대한 잠정적 설명인 가설을 설정하는데 도움을 준다. 가설에는 결과나 현상에 관련된 변인들이 들어있어야 하며, 독립 변인과 종속 변인들 사이의 관계가 나타나 있어야 한다. 원인이 되는 독립 변인들과 결과로 나타나는 종속 변인들로 검증하고자 하는 가설을 만들어 실험을 설계해야 한다. 독립 변인과 종속 변인을 구별하고, 조작 변인을 조작하고 통제 변인을 통제하는 것이 중요하다.³⁸ 즉, 변인 통제 활동이 핵심이라고 할 수 있다. 그러나 많은 연구에서 실험을 설계할 때 불필요 변인을 잘 배제하지 못하며, 원인이 되는 조작 변인과 결과로 나타나는 종속 변인들을 실험에서 일정하게 유지시켜 주는데 어려움을 겪는다는 것이 보고되고 있다.³⁹⁻⁴¹

자료 변환이란 실험을 통해 얻은 자료를 실험의 목적에 따라 또는 문제 해결을 위해 유용하며 쉽게 해석할 수 있는 표, 그래프, 그림 등의 형태로 변환하는 것을 말하며,^{38,42,45} 조작 변인의 변화에 따른 종속 변인의 변화 양상을 한 눈에 알아볼 수 있도록 작성하는 것이 효과적이다.³⁸ 자료 해석은 자료를 이해하고 전체적인 변화를 살펴 변인들 사이의 관계를 잘 파악하여 다른 형태와 자신의 말로 표현하는 과정이다.³⁷ 김유정 등⁴³은 자료 변환에서 학생들의 오류 유형을 분석한 후 학생들에게 실험의 목적뿐만 아니라 독립 변인과 종속 변인의 의미를 명확히 설명하여 두 변인간의 인과 관계를 파악하도록 지도하여야 함을 제안하였다.

문제 해결의 시작은 문제의 인식으로 문제와 관련된 주요

변인을 찾아내고 문제와 관련이 희박한 변인을 배제하는 과정을 거치는 과정이 요구된다. 이러한 과정을 거치면서 가설의 설정, 변인의 설정, 변인의 통제가 이루어져야 문제에 대한 근거 있는 증거를 얻을 수 있으며 결과적으로 문제의 해결이 가능하다.⁴⁰ 따라서 변인을 통제, 배제하는 활동들은 일상생활의 문제를 해결하는데 매우 필요하며 이를 위하여 변인을 학생 스스로 찾고, 통제하는 활동이 포함된 실험을 경험하는 것은 학생들의 문제 해결력 향상에 매우 중요한 일이다. 교과서의 과학 탐구 과정을 분석한 연구^{37,44,45}에 따르면 전체 탐구 과정 기능 중 변인 통제 과정 기능과 관련된 활동은 거의 없다. 왜냐하면 일정 시간 내에 실험이 진행되기 위해서는 실험을 만드는 사람이 통제해서 실험을 구성되게 만들었기 때문이다. 실제로 변인 찾기, 변인 배제, 변인 통제 활동은 발산적 활동과 수렴적 활동을 많이 사용하게 되어 이 점을 염두에 두고 활용하기에 매우 적합하다.⁴⁵ 그럼에도 불구하고 변인 통제 기능을 창의적 사고력에 활용한 예는 찾아보기 힘들다. 이를 바탕으로 이 연구에서는 학생들의 창의적 사고력을 신장시킬 수 있는 방법으로 문제 해결 과정에서 중요한 요소로 작용하고 있는 변인을 고려하여 변인 탐색 활동에 변인 찾기, 변인 배제, 변인 통제 기능을 포함시킨 실험 수업 전략을 개발하고 이를 적용하여 효과를 알아보고자 하였다.

연구 방법 및 내용

연구 대상 및 기간

이 연구는 서울시 소재한 사범 대학 과학교육과 1학년 학생들을 대상으로 진행되었다. 연구 대상 학생은 총 59명이며 두 집단으로 나누어 실험을 진행하였다. 31명의 학생이 실험 집단이었으며, 29명의 학생은 통제 집단으로 구성되었다. 실험 집단의 학생들에게는 변인 탐색 활동을 강화한 창의적 문제 해결력 수업 모형(DPAS)을 활용한 ‘변인 찾기, 변인 배제, 변인 통제 활동(LEC-V) 창의적 문제 해결력 탐구 실험 수업’을 시행하였으며, 통제 집단의 학생들에게는 ‘창의적 문제 해결력 신장 탐구 실험 수업’을 시행하였다. 연구 적용 기간은 학 학기이며 중간 고사와 기말 고사, 기타 휴일을 제외한 실제 수업 차시는 총 12차시이다. 변인 탐색 활동에 관련된 이론 수업과 기초적인 실험 기능 수업을 2차시동안 실시하였으므로 실질적인 변인 탐색 활동을 강화한 실험 수업 적용은 10차시이다. 한 차시의 실험 수업 시간은 150분이다.

연구절차

이 연구에 앞서 변인 찾기, 변인 배제, 변인 통제 활동

(LEC-V)에 창의적 문제 해결력을 강화한 탐구 실험 수업 전략은 학생들의 창의적 사고력과 비판적 사고력을 신장시킬 것이라는 가설을 설정하였다. 선행 연구 및 문헌 조사를 통하여 변인 찾기, 변인 배제, 변인 통제 활동에 창의적 문제 해결력을 강화한 탐구 실험 수업의 필요성 및 목적, 방법 면에서의 효율성을 위하여 창의적 문제 해결력과 변인 찾기, 변인 배제, 변인 통제 활동과의 관계에 대하여 탐색하였다. 창의적 문제 해결력 신장 탐구 수업 모형⁴⁶을 바탕으로 LEC-V 창의적 문제 해결력 수업 모형인 DPAS모형, 즉 “LEC-V 창의적 문제 해결력 탐구 실험 수업 모형”을 최종 확정하였다. 서울 소재 사범대학 과학교육과 1학년 학생들을 대상으로 하는 탐구 화학 실험 수업에서 그 실험에 포함되어야 할 변인 찾기, 변인 배제하기, 변인 통제하기에 적합한 탐구 실험 주제를 선정하였다. 그 후, 개발한 LEC-V 창의적 문제 해결력 탐구 수업 모형에 따라 한 학기 동안 수업에 활용될 수 있는 대학교 화학 실험 수업 전략을 개발하였다.

이 연구는 사전-사후 검사 통제 집단 설계(pretest-posttest control group design)에 의해서 진행되었으며 2011년 1학기에 실험 집단과 통제 집단을 선정한 후에, 두 집단에 대하여 사전 검사를 실시하였다. 두 집단에 대해 동일하게 투입한 검사지는 창의적 문제 해결력 검사지⁸이며, 검사에 소요된 시간은 50분이다. 3월부터 6월까지 한 학기에 걸쳐서 1학년을 대상으로 한 탐구 화학 실험 수업시간에 실험 집단 학생들에게는 이 연구에서 개발한 LEC-V 창의적 문제 해결력 탐구 실험 수업을 실시하였고, 통제 집단 학생들에게는 창의적 문제 해결력 신장 탐구 실험 수업⁴⁶을 실시하였다. 수업 처치가 끝난 후, 두 집단 대하여 사후 검사를 실시하였다. 검사 항목은 창의적 문제 해결력 검사이며, 사전 검사와 마찬가지로 두 집단 모두에게 동일하게 시행하였다. 검사 소요시간 또한 동일하게 실시하였다. 이렇게 얻어진 검사지를 SPSS 12.0 프로그램을 이용하여 통계 처리하고 분석하여 결과를 해석하였다.

수업 모형 및 수업 전략

이 연구에서는 LEC-V 창의적 문제 해결력 신장 탐구 수업 모형을 개발하기 위해 탐구 수업의 기본이 되는 Lawson의 탐구 수업 모형²⁰의 세 가지 유형 중에서 가설 연역적 탐구 수업 모형을 기본 모형으로 선정하였다. 서술적 순환학습과 경험 귀추적 순환학습과는 다르게 가설 연역적 순환학습은 학생들이 직접 실험을 설계해보는 단계가 포함되어 있다. 성공적인 실험 설계에 필수적으로 요구되는 사고력은 변인통제 사고력이다. 따라서 가설 연역적 순환학습이 변인 찾기, 변인 배제하기, 변인 통제하기가 강조된 본 수업 모형의 특성에 적합하다고 판단하였다. 또한, 경험 귀추적 순환학습과 가설 연역적 순환학습 모두에 가설설정

의 단계가 포함되어 있으나 경험 귀추적 순환학습의 경우 주어진 실험의 과정을 다시 한번 되돌아보고 가설을 설정하게 하므로 가설에 포함될 수 있는 변인이 제한적이다. 그러나 가설 연역적 순환학습의 경우에는 인과적 질문 제시 이후에 바로 가설을 설정하는 단계가 포함되어 있으므로 다양한 변인들을 제한 없이 찾아보도록 하는 본 수업 모형의 특성에 더 적합하다. 따라서 이 연구에서는 가설 연역적 순환학습 모형을 기본으로 하였으며 이 모형에 변인 찾기, 변인 배제하기, 변인 통제하기 사고력을 강화하기 위하여 발산적 변인 찾기, 수렴적 변인 배제하기, 변인 통제하기, 통제변인과 조작변인 구체화하기 활동을 추가하여 DPAS 모형으로 수정, 확장하였다. 그리고 이 네 단계로 수정된 가설 연역적 순환학습모형을 LEC-V 창의적 문제해결력 수업 모형으로 명명하였다. 이 연구에서 개발한 LEC-V 창의적 문제해결력 수업 모형의 DPAS 네 단계를 아래의 Fig. 1에 나타내었다.

이 연구에서 개발한 LEC-V 창의적 문제 해결력 수업 모형은 DPAS의 네 단계로 구성되어 있다.

첫 번째 단계인 발견 단계(D; Discovery stage)에서는 시범 실험 또는 조별 실험을 통해서 먼저 현상을 제시한다. 오감을 사용하여 가능한 다양한 현상을 관찰하고 핵심이 되는 관찰 이외에도 다양한 현상을 관찰하도록 한다. 주어진 상황과 관련된 변인을 다양하게 찾아보고 변인을 기술할 때 구체적이고 명확한 용어를 사용하여 기술한다.

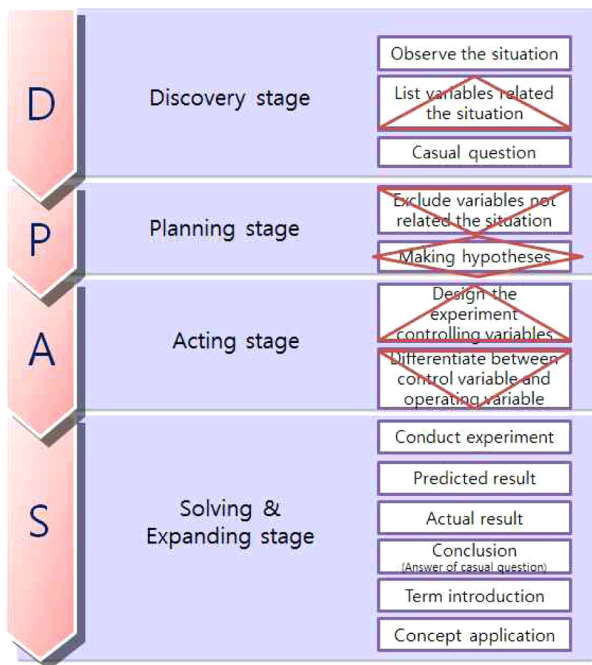


Figure 1. DPAS model (△, Divergent thinking model; ▽, Convergent thinking model; ◇, Divergent & convergent thinking model).

해결해야 하는 문제인 인과적 질문을 제시한다. 현상을 보고 다양하게 관찰한 결과와 실험 상황과 관련된 다양한 변인들을 찾아보는 과정에서 발산적 사고를 필요로 하므로 창의적 사고력이 신장될 것이라고 기대하였다. 즉 시적 현상의 제시와 인과적 질문 사이에서 주어진 상황과 관련된 변인을 찾는 활동은 앞으로 제시될 인과적 질문이 무엇인지 예상할 수 있는 기회 또한 제공받게 된다.

두 번째 단계인 계획 단계(P; Planning stage)에서는 인과적 질문에 대해 직접적으로 관련되어 있지 않은 변인들을 제거하는 수렴적 변인 배제하기 단계를 경험함으로써 가설 설정에서 필요한 변인과 변인들 간의 관계 기술에 꼭 필요한 변인만을 선택하게 된다. 조별 토론을 통해서 충분히 의견을 수렴하여 관련이 없는 변인을 제거하고 꼭 필요한 변인만을 선택하게 된다. 이 과정을 통해서 수렴적 사고인 비판적 사고력이 신장될 것이라고 기대하였다. 이어지는 가설 설정 단계에서는 전체 토론을 통해서 다양한 가설을 발표하고 그 가설들을 공유하게 된다. 공유한 가설들 중에서 조별 토론을 통해서 가장 그럴듯한 가설을 선택한다. 가설을 기술할 때는 변인과 변인과의 관계가 구체적으로 기술하여야 하고 가설의 검증가능성을 높일 수 있도록 하나의 가설에는 하나의 변인만을 기술해야 한다. 이러한 과정을 통해서 발산적 사고와 수렴적 사고가 함께 필요하므로 창의적 사고력과 비판적 사고력이 신장될 것이라고 기대하였다.

세 번째 단계인 실행 단계(A; Acting stage)에서는 선택한 가설을 가지고 실험을 설계해 보는 단계이다. 실험을 설계할 때에는 변인 통제가 구체적으로 이루어질 수 있도록 통제 변인과 조작 변인이 무엇인지 명시하고 변인 통제를 고려하여 실험을 설계하도록 한다. 다양한 실험 방안을 고안해보더라도 하나의 실험에는 하나의 조작 변인만을 조작하고 나머지는 통제하도록 한다. 조작 변인과 통제 변인이 무엇인지 구체적으로 적어봄으로써 실험 설계에서 미흡한 부분이 있으면 수정하게 된다. 조작 또는 통제가 불가능한 변인에 대해서는 자료 조사나 표본 선별 같은 대안이 될 수 있는 방법을 제시해준다. 선택한 가설을 검증해보는 방법은 한 가지로만 결정되는 것이 아니고 여러 가지 방법으로 실험을 설계해 봄으로써 발산적 사고를 통한 창의적 사고력이 신장될 것으로 기대하였다. 또한 독특한 방법으로 실험을 설계해 봄으로써 독창성이 신장되기를 기대하였다.

네 번째 단계인 해결 및 확장 단계(S; Solving & expanding stage)에서는 설계한 실험 방법대로 직접 실험을 수행하게 된다. 실험을 수행해 가는 과정에서 설정한 가설에 대한 예상 결과와 실제 결과를 비교하여 옳은 경우에는 가설을 수용하여 결론을 도출하고 옳지 않은 경우에는 가

Table 1. The lecture subject, lecture contents of teaching model

Order	Lecture subject	Lecture contents	Divergent thinking skills (n)
1	Combustion of candles	Change of the volume & pressure according to the temperature	4
2	Milk and detergent	The role of the surfactants	4
3	Oxidation of alcohol	Oxidation of alcohol using oxidizing agent	4
4	Chromatography	Separate food coloring using chromatography method	4
5	Solubility	Separate the solid mixture using differences in solubility	4
6	Chemical reaction	Use & measure the heat in chemical reaction	5
7	Chemical equilibrium	Understanding of the dynamic equilibrium	4
8	Chemical cell	Make the galvanic cell and measure the voltage	4
9	Chemical garden	Make chemical garden using coordination compound	3
10	Separation of cations	Separate of cations using Precipitation reaction	1
Total			37

설을 기각하게 된다. 가설이 기각된 경우라도 탐구의 과정이 타당한지를 한 번 더 살펴보고 탐구 과정으로서의 의미가 있음을 알게 한다. 문제를 해결해 내는 수렴적 결론 도출하기를 경험함으로써 수렴적 사고인 비판적 사고력이 신장되기를 기대하였다. 결론 도출 단계 후에는 관련된 과학적인 용어를 사용하여 올바른 개념이 형성되도록 교사가 도와주는 단계이다. 그리고 학습한 개념을 여러가지 상황에 적용하여 개념을 내면화하게 된다. 이 연구에서 개발한 가설 연역적 탐구 수업을 바탕으로 한 ‘LEC-V 창의적 문제 해결력 탐구 수업 모형’을 이용하여 한 학기 동안 활용할 수 있는 대학교 화학 실험 수업 전략을 개발하였다. 선정된 내용은 가능하면 다양한 변인들을 포함하고 있는 실험을 주제로 선택하여 변인 찾기, 변인 배제하기, 변인 통제하기를 경험하도록 하였다. 개발한 수업 전략의 구체적인 내용과 각 수업에서 사용된 발산적 사고의 경험 횟수를 Table 1에 나타내었다.

수업 전략의 예시를 Fig. 2에 나타내었다.

검사 도구 및 분석 방법

창의적 문제 해결력 검사지

이 연구에서는 수업 적용 전후에 학생들의 창의적 문제 해결력 변화를 알아보기 위하여 대학생용 창의적 문제 해결력 검사지⁸를 사용하였다. 이 검사지는 창의적 사고력, 문제 해결 측면의 비판적 사고력, 논리 사고력 측면의 비판적 사고력을 알아볼 수 있도록 구성되어 있다.

창의적 사고력은 협의의 정의인 발산적 사고라고 정의하였으며 유창성(Fluency), 융통성(Flexibility), 독창성(Originality)을 평가 준거로 설정하였다. 유창성 점수는 응답한 항목의 개수로 최대 10점, 융통성 점수는 응답한 항목의 범주의 수로 최대 5점, 독창성 점수는 응답한 항목의 희소성(전체 응답한 항목 중 5%미만 2점, 5~10% 1점, 10%이상 0점)


으로 최대 2점으로 하였다.⁴⁷

비판적 사고력은 가장 나은, 가장 합리적인 아이디어를 선택하는 수렴적 사고로 문제 해결력 측면의 비판적 사고력과 논리 사고력 측면의 비판적 사고력으로 평가할 수 있는데, 이 연구에서는 문제 해결력 측면의 비판적 사고력만을 평가하였다. 비판적 사고력의 평가 준거로는 검증 가능성, 광범성, 일관성, 정밀성, 정확성, 중요성, 타당성이 있는데, 이는 문항에 따라 평가 준거 중 일부를 사용하여 채점하였으며, 각각의 준거에 따라 2점 만점으로 채점하고 전체 점수는 평균 점수를 사용하였다. 검사지는 총 5개의 대문항으로 구성되어 있으며, 문항 1과 5를 제외한 나머지 문항은 2개의 소문항으로 이루어져 총 문항 수는 8개이다. 문제 인식(Recognition of problems), 가설 설정(Making hypothesis), 변인 통제(Control of variables), 자료 해석 및 자료 변환(Transformation & Interpretation of data), 결론 도출 및 일반화(Making conclusion & Generalization)의 통합적 탐구 능력을 평가하도록 대문항이 구성되어 있다. 문항의 내용은 2007개정 과학과 교육과정에 제시된 운동과 에너지, 물질, 생명, 지구와 우주영역으로 구성되었다. 문항 1, 2-1, 3-1, 4-1의 네 문항은 창의적 사고력을 평가하기 위한 문항이고, 문항 2-2, 3-2, 4-2, 5의 네 문항은 문제 해결 측면의 비판적 사고력을 평가하기 위한 문항이다. 이 검사지의 Cronbach α 는 0.830이다.

분석 방법

이 연구에서 개발한 수업 전략이 학생들의 창의적 사고력과 비판적 사고력에 미치는 효과를 알아보기 위하여 사전과 사후에 실시한 창의적 문제 해결력 검사지를 분석하였다. 사전과 사후에 검사를 실시한 후 창의적 문제 해결력 검사에 대한 기술 통계값을 구하고 사전 점수를 공변인으로 하여 공변량 분석(ANCOVA)을 실시하였다. 모든 통계 처리는 SPSS 12.0 프로그램을 사용하였다.

Put 5mL of the 95%, 50%, 20%, 5% Ethanol solution to the test tube. Add 2mL of 0.1M $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7\text{-H}_2\text{SO}_4$ solution. Observe.

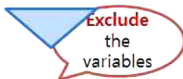
(1) List the variables including the experimental situations as many as possible.  List the variables

① _____
 ② _____
 ③ _____
 ④ _____
 ⑤ _____

(2) What changed in the test tube?(Observation)

① _____
 ② _____
 ③ _____
 ④ _____
 ⑤ _____


Causal question: Why did the color change?

(3) Select the variables directly effected the phenomenon, why did the color changed in solution.  Exclude the variables

① _____
 ② _____
 ③ _____

(4) Make hypotheses as many as possible in discussing with members of the class.

① _____
 ② _____
 ③ _____
 ④ _____
 ⑤ _____

(5) Design the experiment to verify the hypothesis considering listed the variables.  Design the experiment

① _____
 ② _____
 ③ _____
 ④ _____
 ⑤ _____

(6) Write the operating variables and controlling variables in designing the experiment.
 Operating variable : _____
 Control variables

(7) Design the other experiment to verify the hypothesis considering listed the variables.

① _____
 ② _____
 ③ _____
 ④ _____
 ⑤ _____

(8) Write the operating variables and controlling variables in designing the experiment.
 Operating variable : _____
 Control variables

(9) Predict the result if the hypothesis is correct?
 Experiment ① _____
 Experiment ② _____

(10) Write down the actual result in conducting experiment.
 Experiment ① _____
 Experiment ② _____

(11) Compare the expected result and the actual result. Then make a conclusion.

Figure 2. An example of the teaching materials ( , Divergent thinking model;  , Convergent thinking model).

연구 결과 및 논의

창의적 사고력 분석

학생들의 창의적 사고력의 변화를 알아보기 위하여 창의적 문제 해결력 검사 문항 중 문항 1(문제 인식), 문항 2-1(가설 설정), 문항 3-1(변인 통제), 문항 4-1(자료 해석 및 자료 변환)을 분석하였다. 수업 전후에 각 문항에 대한

점수는 Table 2와 같다.

창의적 사고력 점수는 실험 집단과 통제 집단 모두 사후 평균 점수가 사전 평균 점수보다 향상되었다. 또한, 실험 집단이 통제 집단에 비해 높은 교정 평균을 나타냈다. 두 집단 간의 창의적 사고력 점수의 차이가 통계적으로 유의미한지 알아보기 위하여 사전 검사 점수를 공변인으로 하여 공변량 분석을 실시한 결과는 Table 3과 같다.

Table 2. Means, standard deviations, and adjusted means for the score of creative thinking skills

	Category	Group	n	Pre-test	Post-test	Adj. M	
				M(SD)	M(SD)		
P1. Recognition of problems	Fluency	Experiment	31	6.8(2.40)	9.0(1.55)	9.0	
		Control	28	7.1(2.29)	7.3(1.96)	7.3	
	Flexibility	Experiment	31	4.1(1.20)	4.8(0.37)	4.8	
		Control	28	4.2(0.98)	4.6(0.63)	4.6	
	Originality	Experiment	31	1.3(0.41)	1.3(0.26)	1.3	
		Control	28	1.4(0.30)	1.2(0.34)	1.2	
	Total	Experiment	31	12.2(3.44)	15.1(1.93)	15.1	
		Control	28	12.6(2.98)	13.1(2.45)	13.0	
	P2-1. Making hypothesis	Fluency	Experiment	31	4.2(2.23)	6.7(2.24)	6.8
			Control	28	5.2(2.00)	5.3(1.80)	5.1
Flexibility		Experiment	31	3.0(0.87)	4.1(0.73)	4.1	
		Control	28	3.4(0.99)	3.5(1.07)	3.5	
Originality		Experiment	31	1.1(0.50)	1.6(0.22)	1.6	
		Control	28	1.3(0.44)	1.5(0.24)	1.5	
Total		Experiment	31	8.3(3.27)	12.4(2.85)	12.5	
		Control	28	9.8(2.99)	10.3(2.66)	10.1	
P3-1. Control of Variables		Fluency	Experiment	31	3.6(1.96)	6.6(2.32)	6.9
			Control	28	5.0(2.32)	5.3(2.44)	4.9
	Flexibility	Experiment	31	2.1(1.25)	3.7(1.11)	3.8	
		Control	28	2.8(1.20)	3.2(1.10)	3.1	
	Originality	Experiment	31	1.3(0.64)	1.3(0.34)	1.3	
		Control	28	1.3(0.30)	1.3(0.41)	1.3	
	Total	Experiment	31	7.0(3.23)	11.5(3.16)	12.0	
		Control	28	9.1(3.38)	9.8(3.39)	9.2	
	P4-1. Transformation & Interpretation of data	Fluency	Experiment	31	6.2(2.33)	8.0(1.54)	8.1
			Control	28	7.2(1.85)	6.3(1.85)	6.2
Flexibility		Experiment	31	3.9(1.30)	4.5(0.63)	4.5	
		Control	28	4.5(0.79)	4.0(0.84)	4.0	
Originality		Experiment	31	1.3(0.40)	1.3(0.21)	1.3	
		Control	28	1.2(0.24)	1.1(0.22)	1.1	
Total		Experiment	31	11.3(3.70)	13.8(1.92)	13.8	
		Control	28	12.9(2.45)	11.5(2.56)	11.4	
Total		Fluency	Experiment	31	20.8(6.75)	30.3(5.84)	30.8
			Control	28	24.4(6.33)	24.2(6.33)	23.7
	Flexibility	Experiment	31	13.1(3.12)	17.0(2.06)	17.2	
		Control	28	14.9(2.59)	15.4(2.44)	15.2	
	Originality	Experiment	31	4.9(1.10)	5.4(0.54)	5.4	
		Control	28	5.1(0.74)	5.0(0.75)	5.0	
	Total	Experiment	31	38.7(10.31)	52.8(7.63)	53.4	
		Control	28	44.4(8.73)	44.6(8.72)	43.9	

Table 3. ANCOVA results for the creative thinking skills

	Category	SS	df	MS	F	p
P1. Recognition of problems	Fluency	43.270	1	43.270	14.219	.000*
	Flexibility	1.072	1	1.072	4.043	.049*
	Originality	.238	1	.238	2.997	.089
	Total	63.773	1	63.773	13.377	.001*
P2-1. Making hypothesis	Fluency	40.653	1	40.653	10.149	.002*
	Flexibility	4.139	1	4.139	4.955	.030*
	Originality	.254	1	.254	4.836	.032*
	Total	78.536	1	78.536	10.404	.002*
P3-1. Control of Variables	Fluency	53.894	1	53.894	12.881	.001*
	Flexibility	5.916	1	5.916	5.484	.023*
	Originality	.026	1	.026	.189	.665
	Total	102.376	1	102.376	12.866	.001*
P4-1. Transformation & Interpretation of data	Fluency	48.424	1	48.424	17.270	.000*
	Flexibility	2.597	1	2.597	4.739	.034*
	Originality	.315	1	.315	6.717	.012*
	Total	82.336	1	82.336	16.312	.000*
Total	Fluency	689.069	1	689.069	20.090	.000*
	Flexibility	49.166	1	49.166	9.880	.003*
	Originality	2.685	1	2.685	6.465	.014*
	Total	1205.511	1	1205.511	19.096	.000*

* $p < .05$

분석 결과 실험 집단의 교정 평균은 53.4이고, 통제 집단의 교정 평균은 43.9이며 두 집단 간에 창의적 사고력이 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다($p < .05$). 그리고 검사 도구의 하위 항목에서도 실험 집단이 통계적으로 유의미하게 신장되었음을 알 수 있었다($p < .05$).

창의적 사고력의 하위 범주를 살펴보면, 유창성 점수는 실험 집단의 교정 평균이 통제 집단의 교정 평균보다 높게 나타났으며, 두 집단 사이에 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다($p < .05$). 다양한 아이디어를 많이 내는 활동은 수업이나 실험에서는 초기 단계에서 나타나는 활동이다. 그러나 실험의 초기 단계에서 만이 아니라 실험 설계 후 주어진 정보로 자료를 해석하는 단계에서도 유창성이 신장되는 것으로 나타났다. 실험 상황과 관련된 변인들을 다양하게 찾는 과정을 여러 번 반복하게 되는데 이러한 활동이 학생들의 다양한 아이디어를 만들어 내는 것에 긍정적인 영향을 미쳤음을 알 수 있다. 즉, 발산적 사고를 강조한 이 수업 전략은 학생들의 창의적 사고력 중 유창성을 신장시키는 것으로 나타났다. 대학생들을 대상으로 창의성 수행과 유창성 및 개념 숙달 검사와의 관계 분석에 따르면 유창성은 창의적 수행과 유의한 상관 관계가 있음을 밝힌 Hocevar⁴⁸의 연구와도 같은 맥락을 나타낸다. 융통성 점수는 실험 집단의 교정 평균이 통제 집단보다 높게 나타났으며, 두 집단 사이에

통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다($p < .05$). 즉, 융통성이 문제 해결의 전 과정에서 향상되었음을 알 수 있다. 실험 상황이 주어지면 관련된 변인들을 찾는 과정이 먼저 행해진다. 우선적으로 생각할 수 있는 모든 변인들을 찾으려 현상을 관찰한 다음에는 관련이 없다고 생각되는 변인들을 제거하게 된다. 변인을 배제하는 과정에서는 주어진 질문과 관련이 없다고 생각되면 제거한다. 이 과정동안 중복해서 쓰여진 변인들을 알아내고 같은 범주로 분류할 수 있는 능력이 신장된 것으로 생각된다. 이러한 과정을 변인 탐색 활동에서 경험하게 되는 학생들은 융통성이 향상될 수 있을 것이라고 생각된다. 이 과정을 여러 번 반복하면서 서로 다른 범주로 분류할 수 있는 능력이 신장되었을 것으로 생각된다. Runco & Okuda⁴⁹는 교육을 통해서 융통성을 가르칠 수 있는 부분이라고 주장한 것처럼 한 가지 변인만을 찾지 않고 다양하게 찾으려 또 다른 범주를 찾아가는 과정을 통해서 향상되었음을 알 수 있다. 융통성 있는 사고는 영역 내 혹은 영역 간의 지식들을 마음껏 검증해 보는 것이기 때문에⁵⁰ 융통성 있는 사고는 영역 특수적 유능감을 발달시키는 데 도움을 준다는 말과도 맥락을 같이 한다. 주어진 실험 상황과 관련 있는 변인을 찾는 과정과 관련 없는 변인을 배제하는 과정은 하나의 현상에 대해 접근하는 방법의 다양성을 나타내는 융통성 향상에 긍정적인 영향을 미치

고 있음을 의미한다. 독창성 점수의 경우 실험 집단의 교정 평균이 통제 집단보다 높은 점수를 나타냈으며, 가설 설정, 자료 해석 및 자료 변환 항목에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다($p < .05$). 가설 설정 단계에서 조별로 가설을 만든 후 실험 집단 전체 토론 시간으로 가설들을 발표하게 하는 과정을 통해서 다양성 속에 존재하는 독특한 것을 선택하는 능력이 향상된 것으로 생각된다. 대학생을 대상으로 창의적 문제 해결력 지향 수업 적용 결과 학생들의 독창성이 신장됨을 보여준 방답이, 강순희⁵¹의 연구 결과와도 일치하는 부분이다. 독창성은 기존의 생각에서 벗어나서 희귀하고 참신하며 독특한 생각이나 해결책을 만들어내는 능력으로 창의적 사고의 궁극적인 목표라고 할 수 있다.⁵² 이미 존재하는 아이디어나 문제 해결은 큰 의미가 없다는 점을 고려한다면 창의적 사고에서 독창성은 매우 중요한 부분을 차지한다고 할 수 있다. 즉, 이 연구에서의 수업 전략은 탐구 과정 중 일부 과정에서만 발산적 사고와 수렴적 사고를 활용한 것이 아니라 탐구의 전 과정에서 활용되었다. 이것은 발산적 사고와 수렴적 사고가 탐구 수행 중 특정 과정에서만 활용된 수업 전략^{27,28}보다 학생들의 창의적 사고력 신장에 더 효과적인 것으로 나타났다. 탐구 과정은 현상에 대해 다양하게 살펴보고, 서로 의견 교환을 하여 관련 없는 것들을 배제해보며, 가장 적절하다고 생각되는 가설을 선택하며, 다양한 방법으로 실험을 수행하여 가장 합리적인 결

론에 이르는 과정에서 학생들은 발산적 사고와 수렴적 사고를 반복적으로 사용하면서 이러한 활동들이 학생들의 창의적 사고력의 향상에 기여한 것으로 생각된다. 즉, 변인 탐색 활동을 통해 탐구의 전 과정에서 발산적 사고의 기회를 가지게 되므로 창의적 사고력 신장에 효과가 있다고 할 수 있다.

문제 해결력 측면의 비판적 사고력 분석

창의적 문제 해결력 검사 문항 중 비판적 사고력을 평가할 수 있는 2-2(가설 설정), 3-2(변인 통제), 4-2(자료 해석 및 자료 변환), 5(결론 도출 및 일반화) 네 가지 문항의 점수를 분석하여 아래의 Table 4에 나타내었다.

실험 집단의 경우 모든 문항에서 비판적 사고력 점수가 향상되었다. 통제 집단은 사후 평균 점수가 사전 평균 점수와 동일한 변인 통제에 해당하는 문항을 제외하고는 모든 문항에서 비판적 사고력 점수가 향상되었다. 두 집단 간에 비판적 사고력 점수의 차이가 통계적으로 유의미한지 알아보기 위하여 사전 검사 점수를 공변인으로서 하여 공변량 분석을 실시한 결과는 Table 5와 같다.

분석 결과 실험 집단의 교정 평균은 6.5이고, 통제 집단의 교정 평균은 5.7이며 두 집단 간에 비판적 사고력이 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다($p < .05$). 그리고 검사 도구의 하위 항목을 살펴보면, 가설 설정에 해당하는 2-2 문항, 변인 통제에 해당하는 3-2 문항, 결론 도출 및 일반

Table 4. Means, standard deviations, and adjusted means for the score of critical thinking skills by problem solving skills.

	Group	n	Pre-test	Post-test	Adj. M
			M(SD)	M(SD)	
P2-2. Making hypothesis	Experiment	31	1.4(0.73)	1.8(0.30)	1.8
	Control	28	1.5(0.68)	1.6(0.47)	1.6
P3-2. Control of Variables	Experiment	31	1.6(0.62)	1.7(0.54)	1.7
	Control	28	1.6(0.50)	1.6(0.50)	1.6
P4-2. Transformation & Interpretation of data	Experiment	31	1.3(0.68)	1.7(0.46)	1.7
	Control	28	1.5(0.64)	1.8(0.52)	1.7
P5. Making conclusion & Generalization	Experiment	31	0.8(0.70)	1.2(0.72)	1.3
	Control	28	1.1(0.77)	0.8(0.63)	0.8
Total	Experiment	31	5.1(1.64)	6.4(1.01)	6.5
	Control	28	5.6(1.51)	5.8(1.13)	5.7

Table 5. ANCOVA results on the critical thinking skills by problem solving skills

	SS	df	MS	F	p
P2-2. Making hypothesis	.596	1	.596	4.676	.035*
P3-2. Control of Variables	.066	1	.066	.367	.547
P4-2. Transformation & Interpretation of data	.000	1	.000	.002	.963
P5. Making conclusion & Generalization	3.663	1	3.663	8.489	.005*
Total	9.732	1	9.732	10.714	.002*

* $p < .05$

화에 해당하는 5번 문항에서 실험 집단의 교정 평균이 통제 집단의 교정 평균보다 높게 나타났다. 그러나 공변량 분석 결과 통계적으로 유의미한 차이를 나타낸 문항은 가설 설정에 해당하는 2-2문항과 결론 도출 및 일반화에 해당되는 5번 문항이었다($p < .05$). 변인 통제 문항은 실험 집단의 교정 평균이 통제 집단의 교정 평균보다 높게 나타났으나, 통계적으로 유의미한 신장을 보이지는 않았다. 이것은 변인 탐색 활동이 변인 찾기, 변인 배제하기, 변인 통제를 모두 포함하는 활동이고, 문제를 해결해 나가는 전 과정에서 필요한 활동으로 변인 통제 능력만을 평가하는 문항에서는 사후 평균이 향상되었음에도 불구하고 유의미한 신장을 가져오지 않은 것으로 보인다. 가설 설정 단계에서는 발산적으로 여러 개의 가설들을 만들어 보는 활동이 포함되어 있고, 또한 만들어진 가설들 중에서 가장 논리적이고 합당하다고 생각되는 가설을 하나 선택하여 검증하는 단계를 거친다. 실험반에서는 조별 토론과 함께 전체 토론을 거쳐 가설들을 다양하게 만들고 각 조별로 검증하고자 하는 가설을 선택할 때 이 과정에서 필요한 사고인 비판적 사고를 여러 번 반복적으로 활용하게 된다. 이 활동이 가설 설정 능력의 향상에 긍정적인 영향을 미쳤음을 알 수 있다. 또한 변인을 상세히 기술하고 실제로 조작, 통제하며 조작 변인과 통제 변인을 구체적으로 적어 보는 활동이 좋은 가설을 설정하는데 있어서 매우 중요한 과정이었음을 보여준다. 본 수업의 전략이 결론 도출하는 과정에 직접적인 활동을 포함한 것은 없으나 결론은 반드시 가설과 관련된 진술임을 생각할 때 좋은 가설을 만들기 위해 변인을 찾고, 변인을 배제하며, 변인을 통제 활동이 긍정적인 영향을 미쳤음을 알 수 있듯이 결론 도출에도 긍정적인 영향을 끼쳤음을 알 수 있다. 변인의 설정, 변인의 통제가 이루어져야 문제에 관한 근거 있는 증거를 얻을 수 있으며 결과적으로 문제의 해결이 가능하다는 결과를 보여주는 김재우 등⁴⁰의 연구와도 일치하는 부분이다. 결과적으로 본 연구에서의 수업 전략은 가설 설정과 결론 도출 및 일반화에서 비판적 사고력 신장에 효과적인 전략인 것으로 분석되었다. 비판적 사고력은 발산적으로 다양한 아이디어를 만들어 낸 후에 그 중에서 가장 적절하고 합당한 것을 선택하기 위해서 반드시 필요한 사고력이다. 탐구를 수행해 가는 과정에서 다양한 아이디어들을 만들고 그 중에서 관련되지 않은 것들을 제외시키는 과정의 반복적인 수행을 통해서 비판적 사고력의 향상에 긍정적인 영향을 미쳤음을 알 수 있었다. 또한 선택한 가설을 검증하기 위한 실험 설계를 다양하게 해 봄으로써 다양한 결론에 도달하게 되고 결론의 수용과 기각을 결정하는 과정을 반복적으로 수행하는 것이 비판적 사고력의 향상에 도움이 되었을 것으

로 생각된다.

결론 및 제언

일상생활과 관련된 문제들은 과학 실험실에서 다루는 문제들과 달리 다양하고 복잡한 변인들을 포함한다. 따라서 실생활의 문제를 창의적으로 해결하기 위해서는 복잡한 사고 과정이 요구되는데 이 과정을 얼마나 효과적으로 수행하느냐에 따라 문제 해결의 성공 여부가 결정된다. 문제 상황에서 의문점을 가지고 임시적인 대안을 생각하며, 가장 합리적인 해결 방법을 찾는 과정에서는 고등 사고력인 창의적 사고력과 비판적 사고력이 요구된다. 따라서 창의적 문제 해결력을 신장시키기 위한 수업 전략을 개발하기 위해서는 문제 상황에 포함된 변인들을 찾고, 관련 없는 변인을 배제하며 효과적으로 조작 통제하는 과정을 고려하여야 한다. 따라서 이 연구에서는 ‘변인 탐색 활동을 강화한 창의적 문제 해결력 탐구 실험 수업 모형’을 개발한 후, 한 학기 동안 대학교 탐구 화학 실험에 적용할 수 있는 실험 수업을 개발하여 대학생들을 대상으로 시행한 후 사전, 사후 검사로 창의적 문제 해결력 검사를 실시하여 학생들의 창의적 사고력과 비판적 사고력에 미치는 효과를 알아보았다.

그 결과 창의적 사고력이 유의미하게 신장되었으며, 그 하위 범주인 유창성, 융통성, 독창성에서도 유의미하게 향상되었다. 또한, 검사 도구의 하위 항목 중 문제 인식, 가설 설정, 변인 통제, 자료 해석 및 자료 변환에서 창의적 사고력이 유의미하게 신장된 것으로 나타났다. 이 결과로부터 본 연구에서 사용된 수업 전략과 같이 탐구 과정 중에 발산적인 활동을 한 학기 동안 활용하면 학생들은 발산적 사고력이 신장된다는 결론을 얻을 수 있었다. 발산적 사고를 자극시킬 수 있는 전략을 반복적으로 사용하는 것은 학생들의 창의적 사고력을 신장시킬 수 있을 것이라고 생각된다.

비판적 사고력 점수를 분석한 결과 실험 집단의 비판적 사고력이 향상된 것으로 나타났다. 검사 도구의 하위 항목 중 가설 설정과 자료 해석 및 자료 변환에서 실험 집단의 비판적 사고력이 유의미하게 신장된 것으로 나타났다. 이 결과로부터 이 연구에서 개발하여 적용한 수업 전략인 변인 탐색 활동을 강화한 창의적 문제 해결력 탐구 실험 수업은 학생들의 비판적 사고력을 신장시키는 것으로 나타났다.

결론적으로 본 연구를 통하여 창의적 사고력과 비판적 사고력을 신장시키기 위한 수업 전략은 탐구 과정 요소 중 특정 요소를 강화한 수업 전략^{27,28}보다는 탐구의 전 과정에 관여할 수 있는 요소를 선택하여 수업 전략을 구성

해야 함을 알 수 있었다. 주어진 현상에서 다양한 변인을 찾고, 불필요한 변인들을 배제하고, 필요한 변인들을 조작하고 통제하는 활동은 탐구 과정의 일부에서만 적용되는 것이 아니라 탐구의 전 과정에서 적용됨을 알 수 있었다. 또한 문제 인식, 가설 설정, 실험 설계와 결과 해석에 모두 영향을 미치는 중요한 요인이라는 것도 알 수 있었다. 즉, 변인 탐색 활동을 강화한 창의적 문제 해결력 탐구 실험 수업 전략은 학생들의 창의적 문제 해결력 향상에 보다 더 효과적인 수업 전략이라는 결론을 얻었다.

이 연구의 결론을 바탕으로 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

첫째, ‘변인 탐색 활동을 강화한 창의적 문제 해결력 탐구 실험 수업’은 창의적 사고력과 비판적 사고력이 유의미하게 신장되는 것을 보였다. 특히 창의적 사고력은 문제 인식, 가설 설정, 변인 통제, 자료 해석 및 자료 변환 즉 탐구의 전 과정에서 유의미하게 신장되는 것을 보였다. 변인을 찾고, 불필요한 변인을 배제하고, 필요한 변인을 조작하고 통제하는 활동을 강조한 수업 전략임에도 불구하고 탐구의 전 과정에서 창의성이 신장되었다는 결과를 얻을 수 있었다. 이것은 과학에서 창의적 문제 해결에서 변인과 관련된 활동들을 구체적으로 제시하여 활동해 보도록 하는 것이 얼마나 중요한가를 알 수 있었다. 따라서 변인과 관련되는 활동들의 목록을 상세히 세분화하여 수업 전략을 구성하고 초·중·고등학교의 수업에서 추가로 시행해보고 그 효과를 알아보는 연구가 필요하다고 생각한다.

둘째, 변인 탐색 활동을 강화한 탐구 실험 수업을 미래의 과학 교사가 될 사범대학 학생들을 대상으로 수업을 진행하였는데, 이러한 수업을 통해서 학생들의 창의적 사고력과 비판적 사고력이 신장될 수 있다고 한다면 이 수업을 수강한 학생들은 미래의 학교 현장에서 변인과 관련된 활동들을 강화한 수업을 직접 할 수 있는 능력이 신장될 것이라고 기대된다. 따라서 현장 교사들을 대상으로 하는 연수에서도 이런 프로그램을 활용한다면 학교 교육 현장에서 변인과 관련된 활동을 강화한 수업이 시행되는 데에 많은 도움을 줄 것이라고 생각된다.

셋째, 이 연구에서는 창의성의 인지적 영역에만 초점을 두고 수업을 진행하였다. 창의성에는 인지적 영역뿐만이 아니라 정의적 영역 또한 포함된다. 특히 창의성의 정의적인 측면은 창의적 사고력의 신장 효과가 지속적으로 유지되고 향상되기 위해서 매우 중요한 부분이다. 또한 다른 영역으로의 전이와 일반화의 효과까지 나타낼 수 있다. 그러나 정의적 영역은 단기간의 교수와 처치로 쉽게 신장되지 못하기 때문에 장기간의 교수 또는 처치가 필요하다. 따라서 이 연구에서 시행한 연구 기간보다 기

간을 늘려서 시행해 보거나, 정의적 영역을 신장시킬 수 있는 별도의 수업 전략을 개발하여 적용해 보는 것이 필요하다고 생각한다.

넷째, 이 연구에서 개발한 수업 전략이 학생들의 창의적 사고력과 비판적 사고력에 긍정적인 효과를 미치는 것을 알 수 있었으나 일부 지역의 특정 학생들만을 대상으로 하였을 뿐만 아니라 인원수가 적으므로 그 결과를 일반화하는 것에는 한계가 있다. 따라서 다양한 지역과 학년, 많은 수의 인원을 대상으로 하는 추가 연구가 필요하다. 특히 저학년일 때부터 학생들이 다양하게 변인을 찾아보고, 불필요한 변인을 배제하고, 필요한 변인을 조작하는 활동을 활발하게 한다면 과학에서의 창의적 문제 해결력뿐만 아니라 다른 영역에서 나아가 실생활에서도 창의적 문제 해결력에 긍정적인 효과를 기대할 수 있을 것이다.

Acknowledgments. 이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(2012R1A1B3000454).

REFERENCES

1. Ministry of Education, Science and Technology. 2009 *Revised National Curriculum of Science*; Daehan Textbook Publishing: Seoul, Korea, 2009.
2. Ministry of Education and Human Resources Development. *National Curriculum of Science*; Daehan Textbook Publishing: Seoul, Korea, 2007.
3. Ministry of Education, Science and Technology. *The Future of Korea with Creative Talent and Advanced Science and Technology, 2011 Business Report*; Ministry of Education, Science and Technology, 2010.
4. Kim, Y. C. *Creative Problem Solving: A Coach Guide for Teaching of Creativity*; Kyoyookkwahaksa: Seoul, Korea, 2006.
5. Guilford, J. P. *The Nature of Human Intelligence*; McGraw-Hill: New York, 1967; p 138.
6. Lubart, T. I. *Creativity*; Sternberg, R. J. Eds.; Academic Press: New York, 1994; p 89.
7. Sternberg, R. J.; Davidson, J. E. *The nature of insight* Ed.; A Bradford Book The MIT Press Cambridge: Massachusetts, London, U.K., 1995.
8. Kang, S. H. *Assessment Instruments and Criteria of Creative Problem Solving Thinking Skills in Science Education*; Ewha Womans University: Seoul, Korea, 2010.
9. Osborn, A. F. *Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Problem-solving*; Charles Scribner's: New York, 1963.
10. Choi, B.; Park, M. *The Korea Journal of Education Methodology Studies* **2004**, 16(2), 1.
11. Kang, J.; Choi, I. *The Korean Journal of Educational*

- Psychology* **2006**, 20(3), 679.
12. Jeong, E. *The Korean Journal of Educational Psychology* **2003**, 17(1), 281.
 13. Schack, G. D. *Gifted Child Quarterly* **1993**, 37(1), 32.
 14. Lee, J.; Koo, Y.; Seo, J. *The Journal of Elementary Education* **2009**, 22(1), 271.
 15. Basadur, M.; Pringle, P.; Kirkland, D. *Creativity Research Journal* **2002**, 14, 395.
 16. Wang, C. W.; Horng, R. Y.; Horng, S. C.; Huang, Y. C. *Problem and Perspectives in Management* **2004**, 1, 101.
 17. Yang, I.; Jeong, J.; Kim, Y.; Kim, M.; Cho, H. *Journal Korean Earth Science Society* **2006**, 27(5), 509.
 18. Klahr, D.; Dunbar, K. *Cognitive Science* **1988**, 12, 1.
 19. Wenham, M. *Int. J. Sci. Educ.* **1993**, 15(3), 231.
 20. Lawson, A. E. *Science Teaching and the Development of Thinking*; Wadsworth Publishing Company: Belmont, CA, U.S.A., 1995.
 21. Kang, S.; Kim, D.; Kim, H.; Park, I.; Yun, Y.; Lee, S.; Lee, Y.; Lee, E.; Hong, H. *Regularity of in the Material Change-Teaching Materials of Scientific Inquiry Lesson*; Ministry of Education and Human Resources Development-Seoul National University Science Education Center: Seoul, Korea, 2006.
 22. Kang, S.; Kim, D.; Park, H.; Yun, H.; Lee, Y.; Lee, E.; Lim, J. *Acid-Base Reaction-Teaching Materials of Scientific Inquiry Lesson*; Ministry of Education and Human Resources Development-Seoul National University Science Education Center: Seoul, Korea, 2007.
 23. Kwon, Y.; Jeong, J.; Kang, M.; Kim, Y. *J. Korean Assoc. Sci. Edu.* **2003**, 23(5), 458.
 24. Park, J. *J. Korean Assoc. Sci. Edu.* **2000**, 20(4), 667.
 25. Kang, S. *J. Korean Assoc. Sci. Edu.* **2008**, 28(5), 482.
 26. Park, I. S. *Development and Implementation of Science Programs Enhancing Creative Problem Solving Skills Applying Meta-Cognition*. Doctoral Thesis, Ewha Womans University, Seoul, Korea, 2010.
 27. Bang, D.; Park, J.; Song, J.; Kang, S. *J. Korean Chem. Soc.* **2011**, 55(2), 290.
 28. Yun, H.; Hong, H.; Bang, D.; Park, J.; Kang, S. *J. Korean Chem. Soc.* **2011**, 55(6), 1056.
 29. Nam, C. *Integrated Science Education*; Hakmunsa: Seoul, Korea, 1998.
 30. Kim, I. *Physical Education General Theory II*; Bookshill: Seoul, Korea, 2002.
 31. Kim, S.; Kim, P.; Moon, D.; Park, S.; So, K.; Son, J.; Yang, J.; Lee, M.; Lee, Y.; Lee, Y.; Jeong, J.; Jeong, H. *The Theory and Practice of Creativity in Curriculum Education*; hakjisa: Seoul, Korea, 2010.
 32. Hofstein, A.; Lunetta, V. N. *Science Education* **2004**, 88(1), 28.
 33. Yang, I.; Jeong, J.; Kim, Y.; Kim, M.; Cho, H. *Journal Korean Earth Science Society* **2006**, 27(5), 509.
 34. Yang, I.; Kim, S.; Cho, H. *J. Korean Assoc. Sci. Edu.* **2007**, 27(3), 235.
 35. Clough, M. P.; Clark, R. *The Science Teacher* **1994**, 61(2), 34.
 36. Kim, Y.; Yang, I.; Park, K. *Secondary Education Research* **2006**, 54(1), 79.
 37. Park, H.; Cho, H. *J. Korean Assoc. Sci. Edu.* **2003**, 23(3), 239.
 38. Lee, G.; Lee, S.; Kang, E.; Kwon, G.; Kim, M.; Nam, K.; Byun, T.; Lee, I.; Lee, J.; Cho, Y. *Teaching Materials of Scientific Inquiry Lesson*; Seoul National University Science Education Research Center: Seoul, Korea, 2005.
 39. Kim, S.; Choi, B. *J. Korean Assoc. Sci. Edu.* **2005**, 25(2), 111.
 40. Kim, J.; Oh, W.; Park, S. *J. Korean Assoc. Sci. Edu.* **1999**, 19(4), 674.
 41. Nam, J.; Kim, S.; Kang, S.; Park, J.; Choi, B. *J. Korean Assoc. Sci. Edu.* **2002**, 22(1), 110.
 42. Woo, J.; Lee, H.; Lee, K. *J. Korean Assoc. Sci. Edu.* **1992**, 12(2), 81.
 43. Kim, Y.; Moon, S.; Kang, H.; Noh, T. *J. Korean Assoc. Sci. Edu.* **2009**, 29(2), 168.
 44. Shim, K.; Kim, H.; Park, Y. *J. Korean Assoc. Sci. Edu.* **2002**, 22(3), 550.
 45. Yoo, M.; Cho, H. *J. Korean Assoc. Sci. Edu.* **2003**, 23(5), 494.
 46. Kang, S. *The Development and Application of Teaching Instruction for the Enhancement of the Creative Problem Solving through the Science Teaching on Common Education* 2009, General Research Annual report.
 47. Hu, W.; Adey, P. *Int. J. Sci. Educ.* **2002**, 24(4), 389.
 48. Hocevar, D. *Intelligence* **1980**, 4, 25.
 49. Runco, M. A.; Okuda, S. M. *Applied Cognitive Psychology* **1991**, 5, 435.
 50. Plucker, J. A.; Beghetto, R. A. In *Creativity from Potential to Realization*; Sternberg, R. J., Grigorenko, E. L., Singer, J. L., Eds.; Hakjisa: Seoul, Korea, 2009 (Original work published 2004).
 51. Bang, D.; Kang, S. *J. Korean Chem. Soc.* **2011**, 55(5), 857.
 52. Choi, I. *The Journal of Korea open Association for Early Childhood Education* **2001**, 6(3), 1.