

문제 해결력과 창의성 신장을 위한 메타인지 문제 개발 및 적용에 관한 연구

윤 주 한 (충북대학교)

김 응 회 (미호중학교)

I. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

오늘날의 교육은 무엇보다도 급변하고 있는 사회적 요구에 부응하며, 우수하고 전인적인 현대인을 키워 내는 역할을 담당해야 할 뿐 만 아니라 미래 정보화 사회와 산업화 사회에 잘 적응할 수 있도록 창의력을 신장시키고, 문제 해결력을 향상시키도록 교육하여야 한다. 현재 중등학교 수학 교육이 당면하고 있는 문제는 교사의 획일적인 주입식 수업으로 학생들이 단순히 기계적으로 암기하고 모방하는데 그치고 있어 학생들에게 창의적이고 논리적인 사고력 신장시키고, 문제 해결력을 향상시킬 수 있는 기회와 환경을 제공하지 못하는데 있다. 이러한 과정에서 수학에 대한 잘못된 신념이 형성되고, 이 잘못된 신념에 따라 학생들은 수학을 학습하는데 부정적인 사고가 형성되고 오류를 범하기도 한다. Schoenfeld(1985, 1987)는 학생들이 문제 해결에 실패하는 것은 그들이 가지고 있는 정보 자원의 부족이라기보다는 문제 해결 과정을 효과적으로 관리할 수 있는 능력의 결여라고 지적하였다. 또한 메타인지는 지적 행동을 변화시키는데 있어서 필수적인 요소로서 사고 과정을 정확히 이해하고, 문제 풀이 과정 전반을 적절히 통제하고, 바른 신념과 믿음을 지니고 의식적으로 노력하는 일로서 그 성격상 다면적인 특성을 지니고 있는, 수학 교육의 중요 목표의 하나인 창의력 신장과 문제 해결력 향상의 핵심 전략이라고 했다. 백석윤(1994)은 난이도가 높은 수학 문제나 수학적 문제 상황을 해결하는데 관련된 일련의 수학 문제 해결은 분리될 수 있는 여러 종류의 부분적인 문제 해결력들로 구성된다는 전제하에 문제 해결

의 기능을 훈련시킬 메타 문제 유형 개발의 필요성을 주장하였다. 현종익(1997)은 근래의 상황은 이론에 치우친 경향이 두드러져 현장 연구의 실적이 매우 미흡한 실정므로, 문제 해결력으로 충족되지 않는 인지에 대한 반성과 자기 조절 기능의 강화 방안으로 메타인지의 육성을 강조하고 있다.

1980년대에 들어와서 문제 해결 교육이 수학 교육의 중심 주제로 부각되었다. 메타인지 학습이 수학의 문제 해결력, 수학적 개념 학습 지도, 비판적 사고력과 창의력을 신장 시키는데 적절한 학습 방법이라고 많은 학자들은 생각한다.

위와 같은 취지에서 본 연구의 목적은 문제 해결력과 창의성 신장을 위한 메타인지 문제를 개발하고, 이를 적용하기 위한 교수·학습 방법을 구안하여 수업을 진행함으로써 문제 해결력의 향상과 창의력 신장에 대한 바람직한 변화를 추구하고, 수학에 대한 잘못된 신념이나 확신을 교정하여, 수학 학습에 있어서 교과에 대한 긍정적 태도와 더불어 수학에 대한 흥미와 관심을 가질 수 있도록 하는데 있다.

2. 연구 문제

본 연구의 목적에 따라 다음과 같은 연구 문제를 설정하였다.

- (1) 메타인지 문제의 개발·적용이 비판적 사고력 및 창의력 신장에 효과적인가?
- (2) 메타인지 문제의 개발·적용이 학업 성적 향상에 효과적인가?
- (3) 메타인지 문제의 개발·적용이 문제 해결 과정을 통해 자기조절능력을 함양시키는데 효과적인가?
- (4) 메타인지 문제의 개발·적용함으로써 문제 해결 과정에서 실행적 제어 기능을 함양시키는데 효과적인가?
- (5) 메타인지 문제의 개발·적용이 학습자의 신념과 학습 태도에 어떠한 변화를 가져오는가?

* 2000년 3월 투고, 2000년 11월 심사 완료.

3. 용어의 정의

(1) 실행적 제어¹⁾: 정보처리과정에서의 여러 가지 의사 결정과 더 나아가 그러한 의사 결정에 의한 후속 행동까지 포함하는 포괄적인 의미, 즉 한 문제를 해결하기 위해 무엇을 할 것인가를 결정하는 기능.

(2) 자기조절: 알고자 하는 행위로 의식적인 자각이나 사고의 감독 활동 또는 무의식적으로 진행되는 자기수정이나 조절.

(3) 모니터링: 메타인지에 관련된 제반 현상에 대해 의문을 가지고 신중히 탐색해 보는 사고 활동.

4. 연구의 제한점

(1) 본 연구는 중학교 3학년 수학의 함수, 통계, 피타고라스의 정리, 원의 성질, 삼각비를 연구의 범위로 한정하였다.

(2) 본 연구의 대상을 충북 C군 관내의 M중학교 3학년 2개 반을 대상으로 하였기 때문에 표본의 크기와 기간이 제한적이며, 연구 결과가 모든 지역의 학습자들에게 동일하게 나타나지 않을 수도 있다.

(3) 본 연구의 자료 분석은 연구자의 주관에 따른 것으로 신뢰도에 의문을 제기할 수도 있다.

II. 이론적 배경

1. 메타인지의 개념과 용어의 기원

메타인지의 개념은 용어의 출현 이전에 이미 여러 철학자들에 의해 그 핵심적 특성이 인지되었다. Spearman(1923)의 자료에 의하면, 그리스의 Plato에 의해 메타인지에 대한 인식 자체가 천명되었으며, Aristoteles 역시 행동적으로 보고 듣는 행위에 대한 자각을 하게 하는 독립적인 힘으로 기술하고 있다. 그 후 여러 학자들이 그러한 원리를 확장하였는데, 대표적인 학자인 Locke(1924)는 자신의 정신 상태에 대한 자각(perception) 혹은 정신이 택한 조작(operation)을 '반성(reflection)'으로 명명하였다. 또한 Dewey(1933)는 마음으로 대상을 둘러보고 그것에 대해 세심하게 그리고 연

속적으로 고려해 보는 탐구 활동을 강조하는 사고 유형을 '반성적 사고(reflection thinking)'로 정의하였으며, Piaget(1976)는 지식의 추출, 인식, 통합을 의미하는 개념으로 '반영적 추상화(reflection abstraction)'란 용어를 사용하였다. 최근에는 메타인지 개념이 다면적인 개념으로 인식되면서 Brown(1987)의 정보처리적 관점에서의 실행적 제어(executive control) 개념과 Vygotsky(1978)에 의해 제시된 사회적 상호작용을 통한 자기조절적 행위의 내면화 과정까지도 메타인지 개념에 관련짓고 있다. 즉, 반성, 자기제어, 자기조절, 타조절 개념을 현재의 메타인지 개념의 기원으로 간주하고 있다. Tomas(1984)가 지적한 기억, 이해, 집중, 의사 교환, 언어 등을 포괄적으로 의미하는 메타인지 개념의 기원은 Flavell(1979)에 의해 암기 활동에 대한 지식을 의미하는 언어로 처음 사용된 메타 기억에서 찾을 수 있다. 그 후 메타기억은 1975년을 전후해서 암기 혹은 회상 활동에 영향을 줄 수 있는 변인들의 작용에 대한 연구가 계기가 되어 암기 활동을 포함한 인지 현상 전반에 대한 지식을 말하는 포괄적인 의미의 메타인지라는 용어가 만들어졌다.

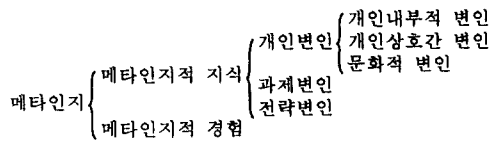
2. 메타인지의 개념의 분류

메타인지 개념은 학자에 따라 그 관점의 차이가 존재하나, 메타인지에 대한 정의와 분류에서 비교적 보편적으로 사용되고 있다고 판단되는 Flavell, Schoenfeld의 관점을 각각 소개해 보면 다음과 같다.

(1) Flavell의 관점

메타인지는 '인지적인 대상, 즉 인지적인 어떤 것에 대한 지식(knowledge) 과 인식(cognition)이다. 그러나 그 개념은 단지 인지적인 것만이 아닌 심리적인 것까지 포함하도록 확장될 수 있다. 일종의 모니터링(monitors)도 메타인지의 한 유형인데, 자신의 운동 행위를 의식적으로 감독하는 것이 그 예이다. 한편 어떤 메타인지적 지식과 인지적 자동조절행위는 무의식적으로 발생하기도 하기 때문에 의식적이지 않은 과정까지도 메타인지에 포함시켜야 한다. 메타인지는 메타인지적 지식과 메타인지적 경험의 두 핵심 개념으로 구분되며, 다음과 같이 분류된다.

1) 김수미 (1996). 메타인지 개념의 수학교육적 고찰, 서울대학교 박사학위논문.



<그림 2-1> Flavell의 메타인지 개념의 분류

가. 메타인지적 지식

메타인지적 지식은 인지적, 더 나아가서 심리적 문제와 관련되어 개인이 획득한 주변 세계에 대한 지식이다. 사람은 성장할수록 학습하거나 믿게 되는 내용이 정신적 혹은 심리적인 것과 관련되는데, 메타인지적 지식은 내용 영역에 포함되는 지식의 일부로 단순히 간주될 수 있다. 메타인지적 지식은 개인변인, 과제변인, 전략변인의 세 가지 범주로 나눌 수 있으며 그 내용은 다음과 같다.

① 개인변인 - 인간이 인지적 유기체로서 획득하게 되는 일종의 지식이나 신념과 관련된다. ㉠ 개인 내부적 변인 - 과제에 대한 자신의 능력을 판단하는 개인적인 신념이다. ㉡ 개인 상호간 변인 - 자신이 부모보다 영리하거나 더 사려 깊다는 식의 개인과 개인간의 비교에 대한 신념이다. ㉢ 문화적 변인 - 당대의 문화적 배경에 의해 성장하면서 갖게 되는 보편적 신념이다. 사람이 성장하면서 어떠한 초보적 심리학도 획득하지 못하는 문화는 있을 수 없다. 다시 말해 성인은 그러한 보편적 현상에 대한 지식을 획득하며 그 지식을 이용해 삶을 영위해 간다.

② 과제 변인 - 사람은 만나는 여러 가지 종류의 과제에 따라 어떤 과제는 엄밀성과 정확성을 좀 더 요구한다는 것과 과제 목표가 성취되려면 이러한 요구를 고려하고 이에 따라 행동해야 한다는 것과 과제 목표가 성취되려면 이러한 요구를 고려하고 이에 따라 행동해야 한다는 것 등 그것을 처리하는 방법이 달리 요구된다는 것을 학습하게 된다.

③ 전략 변인 - 다양한 목표를 성취하기 위해서는 여기 저기서 인지적 전략이나 절차에 대한 많은 것을 학습해야 한다. Flavell은 인지 전략과 메타인지 전략을 구별할 것을 제안한다. 인지 전략은 단지 어떤 인지 목표 혹은 하위 목표에 도달하기 위해 계획되며, 메타인지 전략은 이미 도달한 것에 대한 확신을 얻기 위해 계획된다. 예를 들어 어떤 내용을 학습하기 위해 천천히 읽는 것은 인지 전략이며, 그 내용이 이해하기가 얼마나 쉬운지 혹은 어려운지를 알기 위해서 교재를 재빨리 훑어보는 것은 메타인지 전략이

다. 인간은 성장 과정에서 인지 발달을 위한 인지 전략과 그 인지 발달을 감시하기 위한 메타인지 전략을 학습하게 된다.

마지막으로 개인, 과제, 전략 변인은 항상 상호 작용한다는 것과 이 상호작용에 대한 직관이 또한 획득되어야 한다는 것이 강조되어야 한다. 다시 말해 사람은 자신의 특별한 인지구조 또는 특정한 과제에 대해 어떤 전략이 가장 적절한지에 관한 직관을 개발해야 한다.

나. 메타인지적 경험

메타인지적 경험은 지적 삶을 영위하기 위한 인지적이고 정의적인 경험 중 의식적인 것이다. 따라서 메타인지적 경험은 일상의 인지적 삶에 매우 중요한 역할을 한다. 예를 들어 갑자기 어떤 것을 이해하지 못하고 있다는 걱정을 하게 되고 그 이해에 대한 필요와 욕구를 느낄 때, 그 느낌은 메타인지적 경험이 될 수 있다. 사람은 나이를 먹게 됨에 따라 이러한 경험에 적절히 반응하고 해석하는 방법을 학습하게 된다. 따라서 어린 아동들은 이러한 의식적 경험을 가질 수 있어도 이것을 어떻게 해석해야 하는지 그것이 무엇을 의미하는지는 잘 알지 못한다. 어린 아동들이 자신들의 메타 인지적 경험의 함의와 중요성을 평가하는데 어려움을 겪는다는 것은 많은 연구에 의해 뒷받침되고 있다.

(2) Schoenfeld의 관점

Schoenfeld는 기존의 메타인지 연구를 분석하여 메타인지를 자신의 사고 과정에 대한 지식, 제어와 자기조절, 신념과 직관이란 세 범주로 정리하고 있다. 자신의 사고 과정에 대한 지식이란 자신의 사고 과정을 얼마나 정확하게 기술할 수 있는가와 관련되며, 자신의 사고 과정에 대한 평가 행위 그 자체에 초점이 주어진 과정으로서의 지식일 수도 있고, 평가되어진 결과에 초점이 주어진 산물로서의 지식일 수도 있다. 제어와 자기조절이란 문제 해결 과정의 관리적 능력을 의미하는 것으로, 관리의 대상으로는 자신이 소유한 자원, 풀이 과정, 그리고 자신의 정신 상태 등을 들 수 있다. Schoenfeld에 의하면 학생들이 문제 해결에 실패하는 것은 그들이 소유한 자원의 부족보다는 문제 해결 과정을 효과적으로 관리할 수 있는 능력이 결여되어 있기 때문이다. 신념과 직관은 인지적 삶을 살면서 획득된 세계에 대한 주관적 지식이며 세계관을 의미한다.

가. 자신의 사고 과정에 대한 지식

이것은 '자신의 사고 과정을 묘사할 수 있는 능력', '메타기억'(자신의 기억에 대해 서술할 수 있는 능력)과 관련된 것이다. 어릴 때는 자신의 정신 능력을 묘사하는데 그

다지 익숙하지 못하지만 나이가 들수록 향상된다는 것이 연구를 통해 밝혀졌다. 이 분야에 대한 연구의 중요한 점은 학생들이 훌륭한 학습 기술을 개발하도록 돕는 데 있다. 그러한 기술은 학습에 대한 학생 자신의 평가 능력에 달려 있다. 훌륭한 문제풀이자는 자신이 알고 있는 것을 효과적으로 사용한다. 따라서 학생들이 자신의 사고를 반성하고 그런 반성이 얼마나 정확한지를 아는 것은 중요하다.

나. 제어와 자기조절

문제를 푸는 처리 과정에서 성공과 실패의 차이는 문제 풀이자가 알고 있는 수학적 내용이라기보다는 알고 있는 지식을 어떻게 이용했는가 하는 관리에 관한 능력이다. 관리의 측면은 다음을 포함한다: ① 해답에 대해 성급히 시도하기 전에 문제가 무엇에 관한 것인지 자기 자신이 바르게 이해하고 있는지 확인하는 것. ② 계획하는 것. ③ 감독(monitoring), 혹은 풀이를 하는 동안 사물이 어떻게 잘 진행되었는지를 기억하는 것. ④ 문제를 풀 때 자료를 할당하고, 무엇을 할지를 결정하고, 그에 따른 시간을 결정하는 것. 여러 실험을 통해 아동들은 수학을 이해하지 못한다기보다 문제 해결 과정을 정리하고 조종하는 능력이 결여되어 있다.

다. 신념과 직관

사람들은 그들 주변 세계에 대한 번역자로서 스스로 경험한 것을 객관적인 시각으로 파악하기보다는 자신의 번역적 틀에서 인식하려는 경향이 있다. 이는 교수에 중요한 의미를 준다. 새로운 내용을 가르칠 때 학생들이 그 내용을 전혀 모른다고 간주해서는 안 된다. 더욱이 학생들은 교실에서 배운 절차를 계속해서 잘못 해석할 수도 있다. 학생이 수학에 대해 가지고 있는 명백히 그릇된 신념은 그 학생의 수학적 행동에 대해 매우 나쁜 영향을 준다. 이것은 신념과 직관이 자각, 자동 조절 등과 마찬가지로 학생의 수학적 행동의 중요한 결정자임을 뜻한다. 따라서 수학에 대해 많이 안다는 것은, 그릇된 신념으로 인하여 유익하지 않을 수도 있다.

신념에 대한 변인으로는 사람, 과제, 전략, 환경에 대한 변인이 있다.

① Schoenfeld(1985)의 수학에 대한 학생들의 신념 분류

- ㉔ 형식 수학은 실제적인 사고 활동이나 문제 해결과 거의 관계가 없다.
- ㉕ 수학 문제는 풀릴 수 있다면 10분 안에 해결된다.
- ㉖ 천재들만이 수학을 발견하거나 창조한다.

- ㉗ 수학 문제는 정답이 하나다.
 - ㉘ 모든 수학 문제에는 그것을 풀기 위한 정확한 풀이법이 오직 하나 있다. 그리고 그것은 주로 선생님이 우리들에게 최근에 가르쳐 주신 것이다.
 - ㉙ 보통의 학생은 수학을 이해하지 못한다. 그들은 단지 그것을 암기할 뿐이고, 따라서 이해 없이 다만 기계적으로 적용할 뿐이다.
 - ㉚ 수학은 개인이 혼자서 해야 하는 고독한 활동이다.
 - ㉛ 그들에게 부과된 수학을 이해한 학생이라면 어떤 문제라도 5분 안에 풀어야 한다.
 - ㉜ 학교에서 배운 수학은 실생활에 거의 소용이 없다.
 - ㉝ 형식적 증명은 발견 혹은 발명 과정과 무관하다.
- ② 梶井義明(1994)의 수학적 신념 분류
- 일본의 梶井義明은 수학적 신념을 수학에 대한 신념, 수학 문제 해결에 대한 신념, 수학 학습 방법에 대한 신념으로 분류하였다.

<표 2-1> 梶井義明의 수학적 신념 분류

범 주	신념의 내용	구체적인 예
수학에 대한 신념	<ul style="list-style-type: none"> · 유용성 · 중요성 · 난해성 · 논리성 · 수학적 능력 	<ul style="list-style-type: none"> · 수학은 소용이 없다. · 수학은 중요하다. · 수학은 어렵다. · 수학을 공부하면 순서와 조리가 생긴다. · 수학은 아무리 공부해도 잘 할 수 없다.
수학 문제 해결에 대한 신념	<ul style="list-style-type: none"> · 해법의 규칙성 · 해법의 다양성 · 답의 중요성 · 답의 유일성 · 해답의 시간 	<ul style="list-style-type: none"> · 수학문제는 언제나 일정한 방법을 적용하면 해결할 수 있다. · 수학문제는 해결 방법이 다양하다 · 수학문제는 답이 맞는 것이 중요하다. · 답은 언제나 하나다. · 수학문제는 10분 이내에 풀 수 있다.
수학 학습 방법에 대한 신념	<ul style="list-style-type: none"> · 기억과 이해 · 학습내용의 수용 · 해법의 숙련 · 이해의 중요성 · 과정과 결과 	<ul style="list-style-type: none"> · 수학공부는 거의 기억하는 것이다 · 수학내용은 선생님께서 부터 가르침을 받는 것이다. · 수학공부는 문제 해결 방법에 충분히 익숙해 지는 것이다. · 한 문제에 오랜 시간을 쓰는 것은 시간 낭비이다. · 수학문제를 해결할 때는 과정보다 답이 더 중요하다.

③ Kogelman, Warren의 수학에 대한 학생들의 선입관의 분류

- ㉗ 남성은 여성보다 수학을 더 잘 한다.
- ㉘ 수학은 직관이 아닌 논리를 필요로 한다.
- ㉙ 답이 어떻게 나온 것인지 항상 알아야 한다.
- ㉚ 수학은 창조한 것이 아니다.
- ㉛ 수학 문제를 푸는 가장 좋은 방법이 있다.
- ㉜ 정확하고 올바른 답을 구하는 것은 항상 중요하다.
- ㉝ 손가락으로 세는 것은 나쁘다.
- ㉞ 수학자들은 머릿속으로 문제를 빨리 푼다.
- ㉟ 수학은 암기력을 요한다.
- ㊱ 수학은 문제가 해결될 때까지 계속해서 연구해야 하는 것이다.
- ㊲ 수학 정신을 가진 사람도 있고, 그렇지 않은 사람도 있다.
- ㊳ 수학을 하는 데는 요술 열쇠가 있다.

신념들 중 수학 활동에 대하여 잘못 형성된 신념은 학생이 수학을 학습하는데 부정적인 영향을 끼치고, 반대로 올바르게 형성된 신념은 긍정적인 효과를 가져다 주게 될 것이다. 이처럼 수학 활동에 대한 신념은 수학을 생각하고 접근하며 마무리하는 법에 영향을 줄뿐만 아니라, 수학을 공부하는 법과 수업 시간에서 주목할 때와 주목하는 방법에 영향을 주기 때문에 중요하다. 이와 같이 개인이 가지고 있는 신념에 따라 수학이 행해지는 상황이 달라지므로 Schoenfeld는 이러한 신념이 개인의 "수학 세계관"을 형성하는 것으로 생각한다.

III. 연구의 방법 및 절차

1. 연구의 대상

본 연구의 대상은 충북의 C군내 M중학교 3학년 남학생 2개 반을 선정하여 한 반은 연구반으로, 다른 한 반은 비교반으로 선정하였다. 두 집단의 동일성 여부를 알아보기 위하여 진단 평가를 실시하여 SPSS/PC 7.5를 이용하여 t-검정을 실시하여 분석한 결과는 <표 3-1>과 같다.

<표 3-1> 3학년 연구반, 실험반 진단 평가 결과

구분	N	M	SD	DM	T	P
연구반	43	56.63	19.36	1.977	.476	.637
비교반	43	54.65	17.33			

<표 3-1>에서 나타난 바와 같이 연구반과 비교반의 진단 평가를 분석한 결과 성적 분포가 대체적으로 일치하고 표준편차의 차가 2.03으로 거의 차이가 없으며, t-검정 결과 $p=.637$ 로써 $p<0.05$ 수준에서 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러므로 두 집단은 동일 집단으로 생각할 수 있다.

2. 검사도구의 선정 및 자료 분석 방법

(1) 학습 신념 검사

학습 신념 검사(부록 I)는 Schoenfeld의 신념(김수미, 1996)을 구안하여 작성하였다. 검사 문항은 사람, 과제, 전략, 환경 영역에 속하는 변인으로 분류하였다. 각 영역 별로 세부적으로 나열하면 다음과 같다.

- a. 사람 영역 : ③, ⑤, ⑧번 문항
- b. 과제 영역 : ①, ④, ⑦번 문항
- c. 전략 영역 : ②, ⑥, ⑩번 문항
- d. 환경 영역 : ⑨번 문항

(2) 학습 태도 검사

학습 태도 검사는 한국교육개발원(1992)에서 제작한 검사 문항 중에 흥미, 주의 집중, 자신감, 성취 동기 영역에 속하는 문항을 5개씩 20문항으로 제작하였다. 학습 태도 검사를 각 영역별로 나열하면 다음과 같다.

- a. 흥미 영역 : 1, 5, 9, 13, 17번 문항
- b. 주의 집중 영역 : 2, 6, 10, 14, 18번 문항
- c. 자신감 영역 : 3, 7, 11, 15, 19번 문항
- d. 성취 동기 영역 : 4, 8, 12, 16, 20번 문항

(3) 학업 성취도 측정 도구

학업성취도 검사 도구로는 분기별 고사 문제지를 사용하였다.

(4) 자료 분석 방법

본 연구는 1999년 2월부터 1999년 12월에 걸쳐 실시하였으며, 다음과 같은 방법으로 자료를 분석하였다.

가. 채점 방식

- a. 학업 성취도 검사는 분기별 20문항을 출제하고 문제의 답이 맞는 경우는 5점 틀리는 경우는 0점으로, 총 100점 만점으로 채점하여 연구반과 비교반을 비교 분석하였다.
- b. 연구문제 1. 3. 4의 메타인지 문제 검사 점수는 문제 해결의 이행 정도에 따라 5단계를 두어 5점, 4

점, 3점, 2점, 1점으로 연구반과 비교반으로 나누어 분석하였다.

- c. 설문은 연구반과 비교반을 대상으로 조사하여 사전 사후로 나누어 실시하고 백분율로 비교 처리하였다.

나. 자료의 분석

검사 자료는 집단간의 수학 문제 해결력과 창의력 신장의 변화를 알아보기 위하여 PC용 통계 처리 프로그램인 SPSS 7.5 for Windows를 이용하여 t-검정을 실시하였다.

(5) 평가

첫째, 메타인지 문제 평가를 위하여 본 연구자가 직접 제작하여 3차에 걸쳐 시행하였고, 각 가설의 세부 목표에 맞추어 메타인지 문제의 항목을 설정하여 검증을 실시하였다.

둘째, 메타인지 문제의 평가의 횟수는 1차 평가, 2차 평가, 3차 평가로 3회에 걸쳐 실시하고, 1차 평가는 99년 5월, 2차 평가는 99년 7월, 3차 평가는 99년 10월에 실시하였다.

셋째, 메타인지 문제 평가가 매우 주관적이기 때문에 객관성을 높이기 위하여 각 문항의 답안 작성의 정도에 따라 1점부터 5점까지 차등 점수를 부과하고 매회 두 문제를 출제하여 같은 번호의 문항 점수를 합하여 각 문항 10점 만점으로 작성하였다.

3. 메타인지 문제의 개발

1) 메타인지 문제의 개발을 위한 기저 확립

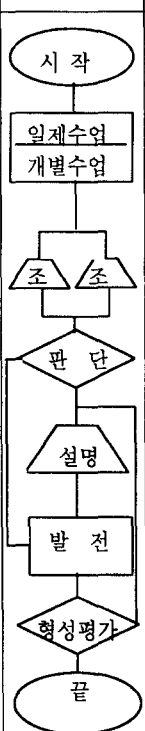
현행 중학교 수학과 교육과정의 목표²⁾에서 “수학 학습 평가는 수학적 지식, 문제 해결력, 수학적 성향의 정도를 판단해야 한다. 특히, 수학적 성향에 대한 정보는 학생들이 토론하고, 문제를 해결하고, 개인별, 그룹별 다양한 과제를 수행할 때에 그들을 관찰함으로써 효과적으로 얻을 수 있다. 더욱이 이러한 평가의 결과가 학생들의 학습 활동과 교실 환경에서의 필요한 변화에 대한 정보를 제공하여, 수학에 대한 학생의 가치관과 신념, 태도 등을 바람직한 방향으로 유도하는데 활용될 수 있도록 한다.” 에 초점을 두고 개발하였다.

2) 메타인지 문제 자료의 개발

학습자가 이미 학습한 내용과 각 단위에서의 본 단원의

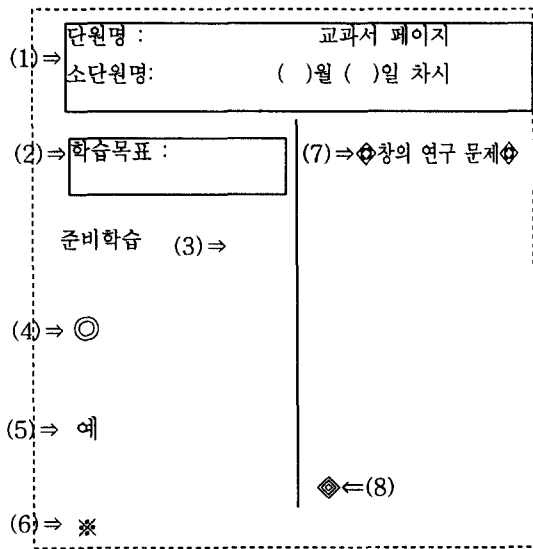
의 학습 내용, 본 단원의 학습 내용에 대한 평가 내용과 학습할 내용의 관련성을 조직화하여 사전에 본 단원의 평가 내용을 파악하게 함으로써 학습의 효과를 높일 수 있도록 하였으며, 단위 학습의 마무리 정리에 도움이 되도록 하였다. 또한 단위 수업 시간마다 활용이 용이하도록 수업지도안을 <표 3-2>와 같이 구안하고, 지도안의 학습 내용의 성격과 평가 목적에 따라 메타인지 문제 자료의 일반적인 모형을 <표 3-3>와 같이 구안하였다.

<표 3-2 > 수업지도안 모형

단 원	IV. 대 단 원 ● 중 단 원 §1. 이차함수	차시 지도 교사	
본시학습목표	○이차함수의 응용문제를 해결할 수 있다.		
학습의 흐름	교 수 - 학 습 활 동	시간	자료 및 유의점
	○ 학습분위기 조성 ○ 준비 학습 풀이 ○ 학습목표 제시 및 확인 ○ 학습 내용 및 학습 방법 안내 ○ 교과서 학습 내용 확인 (-P ~의 내용) ○ 개별학습 및 발표 -교과서 [문제], ... ○ 조별수업(프로토콜 실시) -조별 풀이 ○ 기본 학습 과제 확인 후 ※설명 자료: ※발전 문제: ※으로 평가 -학습 평가 -문제 해결방법 발표 및 학습 수준 미도달 학생 개별지도 ○ 학습 내용 정리 ○ 과제 제시 및 차시 예고	5' 10' 10' 15' 5'	실 물 화상기 및 자료 메타 인지 평가

2) 교육부 (1992). 중학교 교육과정, pp.58-59.

<표 3-3> 메타인지의 개발모형



(1) 상단에 단원명, 소단원명, 교과서 쪽수, 지도 월일과 차시를 기술하여 학습자로 하여금 학습 내용 정리와 용이하도록 하였다.

(2) 학습 목표를 구체적이고 분명하게 제시하여 학습의욕이 고취되도록 하였다.

(3) 중앙선의 좌측에는 본시 학습 중요 요점(기본 개념, 원리, 법칙, 예, 주의, 참고 등)을 제시하여 우측의 창의적인 문제 해결에 도움이 되도록 함은 물론 학습 시간 이외에 자율 학습이 가능하도록 하였다.

(4) ㉠란은 기본 개념 및 원리, 용어의 정의, 공식, 문제 풀이 순서 또는 방법 등을 요약 제시하여 학습 내용의 정리에 도움이 되도록 하였다.

(5) 예에서는 ㉠란의 내용에 대한 간단한 예를 제시하여 학습자의 문제 이해를 돕도록 하였다.

(6) ※에서는 ㉠란의 내용에 대한 주의 또는 참고 등을 제시하여 주의를 촉구하고, 학습자의 의문점을 해결할 수 있도록 하였다.

(7) 창 의 연구 문제 란에는 학습자의 능력에 따른 풀이 과정 단계 별 학업 성취 수준을 만족시키고 프로토콜 협력 학습과 문제 풀이에 대한 자기조절 및 자기제어가 가능하도록 제시하였다.

(8) 에서는 학습자가 스스로 유사한 문제 또는 전이, 창의적인 문제를 제시하게 하여 학습 동기와 흥미가 유발되도록 하였다.

3. 메타인지 문제의 내용

연구문제를 검증하기 위하여 정립된 메타인지 문제 개발 모형과 그에 따른 구체적인 학습 내용의 분석을 하기 위하여 학습 자료로 백석윤(1994)³⁾과 현종익(1997)이 개발한 메타인지 문제 유형을 모델로 다음의 예와 같이 메타인지 문제를 구안하여 학습자에게 투입하였다.

※ 메타인지 문제의 내용의 예

문제 2 : 밑변의 반지름이 5이고 높이가 10인 직원뿔에서 밑면의 원의 한 점으로부터 원뿔의 끝까지 밑면과 30°의 기울기로 실을 감아 올렸다고 한다. 감아 올린 실의 길이를 구하면 얼마일까?

(1) 현재 자신의 능력으로 이 문제를 해결할 수 있다고 생각하는가?(예측)

예 (○) 아니오()

(2) 위 문제를 읽고 나서 바로 생각나는 수학의 내용은 어떤 것이 있는가?

(문제 해결에 필요한 지식 및 기능)

1) 수선 2) 기울기 3) 원둘레

4) 최단거리 5) 전개도

(3) 위 문제를 해결하기 위해 특별히 필요한 조건이나 성질이 있는가?

(유도 : 장 독립적 소양 훈련, 조건 정보 찾기)

1) 피타고라스의 정리 2) 특수한 삼각비

3) 두 점 사이의 거리

3) 백석윤 (1994). 메타인지적 문제 해결력의 지도와 평가를 위한 메타문제 유형의 개발, 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육> 33(2), pp.177-188.

4) 현종익 (1997). 문제 해결력 신장을 위한 메타 문제 유형 개발, 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집> 6, pp.239-255.

(4) 다음은 위 문제의 풀이 과정의 일부이다. 틀렸다고 생각되거나 더 좋은 방법이 있다고 생각되는 부분을 고쳐 문제의 답을 구하여라.

[풀이] 실은 곡면인 원뿔의 옆면을 감았으므로 원뿔의 전개도를 그리면 전개도 위에서 실의 자취도 곡선이 된다.

(5) 이 방법을 계속하면 답에 도달하는가?

[수정]

(종합적인 해결력에 대한 예측 : 불가능, 약간, 거의 모두, 완전하게, 모르겠다.)

예 () 아니오()

(6) 위 문제의 조건 원뿔을 원기둥으로 고치면 위의 문제 해결 방법으로 풀 수 있는가?

(7) 본 문제를 자신이 생각하는 방법으로 과정까지 적으면서 풀어라(문제 해결 과정에 대한 종합적인 평가 능력).

(8) 위 문제와 유사한 문제를 만들어 보시오(메타인지 문제의 유사, 창의성).

(9) 실생활에서 위 문제를 응용할 수 있는가를 검토해 보시오(메타인지 문제의 전이).

4. 연구의 적용 방법

단위 수업 시간마다 메타인지 수업 지도안을 작성하여 지도하고, 지도안의 학습 내용 성격과 평가 목적에 따라 메타인지 문제 개발 모형과 메타인지 문제 자료 내용의 예에 맞추어 메타인지 평가 문제 자료를 구체적으로 구안하여 적용하였다.

1. 연구문제 1 '메타인지 문제의 개발·적용은 비판적 사고력 및 창의력 신장에 효과적인가?

1) 문제 해결 방법의 검색기능 측정

메타인지 문제에 수록된 「(3) 위 문제를 해결하기 위해 특별히 필요한 조건이나 성질이 있는가?」의 문항에 대하여 학습자들이 답을 제시하게 한 후, 학습자가 문제의 풀이 과정을 검색하는 방법으로 문제에 활용할 수 있는 가장 적당한 조건이나 성질을 알게 함으로써 학습자의 검색 기능의 강화 정도를 측정하였다.

2) 메타인지 문제를 활용한 창의적인 문제 구성 능력 측정

학습자의 지능이 아무리 높다 하더라도 아무 것도 알지 못하는 무지의 상태에서는 창의력이 나타나지 않는다. 학습자들의 의도적인 모방 학습과 더 나아가 보다 차원이 높은 창의력 신장을 유도하기 위하여 메타인지 문제

에 수록한 「(8) 유사한 문제를 만들어 보아라.」 「(9) 이를 활용할 수 있는 분야를 생각해 보아라.」의 문항에 대하여 학습자들이 답으로 제시하게 한 후, 유사한 문제, 타 교과로 전이가 가능한 문제, 창의적인 문제로 분류하여 창의성이 약한 유사한 문제를 1~2점, 타 교과로 전이가 가능한 문제 3~4점, 창의성이 강한 창의적인 문제를 5점으로 채점하여 창의성에 대한 능력을 측정하였다.

2. 연구문제 2 '메타인지 문제의 개발·적용은 학습성적 향상에 효과적인가?

1) 학습자의 문제 해결에 필요한 메타인지 요소의 양 분석

학습자가 메타인지 학습을 함으로써 문제 해결을 단계적으로 수행하게 되는 관계로 학습성취에 매우 큰 효과를 볼 수 있다는 전제하에 제시된 문제와 관련하여 의도적으로 학습자가 평가 문항에 관련되는 인지 내용을 상기하고 이를 활용할 수 있도록 하기 위하여 메타인지 학습평가 문항에 「(2) 위 문제를 읽고 나서 바로 생각나는 수학의 내용은 어떤 것이 있는가?」를 삽입하고, 학습자가 스스로 문제 해결 체계의 실행적 제어기능을 도출 수 있는 조건의 수와 성질의 개수에 대하여 조사하였다.

2) 학습자의 학습성취도 분석

메타인지 문제 개발 적용이 창의력 신장에 미치는 효과를 확인하기 위하여 본교에서 실시하는 분기별 1학기 중간고사, 1학기 기말고사, 2학기 중간고사의 학습 성취도 평가에 분기별 20문항을 출제하고, 문제의 답이 맞는 경우는 5점, 틀리는 경우는 0점으로, 총 100점 만점으로 채점하여 연구반과 비교반의 결과를 분석하였다.

3. 연구문제 3 '메타인지 문제의 개발·적용은 문제 해결 과정을 통한 자기조절능력을 함양하는데 효과적인가?

1) 학습자가 문제 해결에 사용한 인지 내용의 적절성 분석

메타인지 학습평가를 수행하는 과정에서 「(5) 이 방법을 계속하면 답에 도달하는가?」의 문항에 대하여 학습자들에게 답으로 제시하게 한 후, 학습자들이 협력학습을 통한 프로토콜을 작성해 봄으로써 풀이 과정 중에 학습자 서로간에 문제 풀이 과정에 대하여 조언 및 비판, 반성을 하게 되고, 올바르게 풀이한 과정과 잘못된 풀이를 수정한 과정을 비교함으로써, 자신의 인지 지식을 강화하고 체계적으로 정리할 수 있는 능력을 함양시킬

수 있는 방안으로 메타인지 문제에 대한 프로토콜을 실시하고 프로토콜에 사용된 인지 내용의 적절성을 조사하였다.

* 프로토콜 실험의 예

세 변의 길이 a, b, c 가 각각 $a = m^2 - 1$, $b = 2m$, $c = m^2 + 1$ 인 삼각형은 직각삼각형을 증명하여라.

(풀이) 학생 1 : 직각삼각형이 될 성질이 무엇인가?

학생 2 : 피타고라스의 성질이고, 피타고라스의 성질을 보면 가장 긴 변의 제곱은 직각을 낀 두 변의 제곱의 합과 같다. 그런데, 가장 긴 변은 어떻게 구할 수 있지요?

학생 1 : 두 변의 차로 구할 수 있을 것이다. 가장 긴 변인 빗변부터 찾아보자.

학생 2 : 그래, 세 변 $a = m^2 - 1$, $b = 2m$, $c = m^2 + 1$ 중 우선 b 가 a 보다 긴가?

학생 1 : 확실해, 그러면 변 b 와 c 의 길이만 비교하면 되겠다.

학생 2 : 맞아, c 에서 b 를 빼보자

$$\begin{aligned} c - b &= (m^2 + 1) - 2m \\ &= m^2 - 2m + 1 \\ &= (m - 1)^2 \end{aligned}$$

학생 1 : $(m - 1)^2$ 이 제곱수이니까 0보다 큰가?

학생 2 : 무조건 그렇지 않아. a 는 선분이므로 0보다 크고 $a = (m + 1)(m - 1)$ 에서 $m \neq 1$ 이므로, $(m - 1)^2 > 0$ 이다.

학생 1 : 그러면 가장 긴 변이 c 가 되었고, c 를 빗변으로 하여 피타고라스의 정리가 성립하는가 확인해 보자.

2) 문제 해결 과정을 통한 메타인지 내용의 코딩화 분석
메타인지 문제 내용 중, 문항 「(4) 위 문제에 대한 다음 풀이 과정의 일부 중 틀렸다고 생각되거나 더 좋은 방법이 있다고 생각되는 부분을 고쳐 보아라.」라는 문항을 두어 학습자 스스로 메타인지 풀게 한 다음, 일정 시간이 지난 후 교사가 학습자 전체를 대상으로 새로이 정리 지도한 내용을 학습자가 수용하여 코딩화한 메타인지 내용의 수를 분석하였다. 즉, 교사가 지도한 타 조절 내용을 학습자가 모니터링하여 메타인지 문제 풀이 과정

에 적절하게 활용하였는가?, 이미 알고 있는 메타인지 내용을 얼마나 강화하였는가? 에 관점을 두고 코딩화한 메타인지수를 조사하였다.

4. 연구문제 4 ‘메타인지 문제를 개발·적용함으로써 문제 해결 과정에서 실행적 제어기능을 함양시키는데 효과적인가?’

1) 제시된 문제의 해결에 적절한 메타인지 내용의 적용성 분석

학습자의 문제 해결의 적용 능력을 높일 수 있는 방법으로써 학습자가 메타인지 문제를 해결을 하는 과정에서 「(6) 위 문제의 조건 ~을 ~으로 고치면 위의 문제 해결 방법으로 풀 수 있는가?」의 문항에 대하여 다양하고 다각적인 사고를 통하여 변형된 메타인지 문제를 해결할 수 있는지의 여부에 관점을 두고 적용 능력의 정도를 측정하였다.

2) 학습자의 문제 해결 과정에서 사용한 문제 해결 체계의 분석

제시된 메타인지 문제가 풀이 과정에 무리가 없이 완성되었는지를 확인하기 위하여 「(7) 본 문제를 자신의 생각하는 방법으로 과정까지 적으면서 풀어라.」의 문항을 두어 학습자들이 문제를 해결하게 한 후, 문제 해결 과정의 적절성을 조사하였다.

5. 연구문제 5 ‘메타인지 문제를 개발 적용을 함으로써 학습자의 신념과 학습 태도에 변화를 가져올 것인가?’

1) 학습자의 신념 변화의 분석

메타인지 문제 학습 실행을 전후로 하여 학습자가 수학에 대하여 가지고 있는 신념을 질문지를 통하여 조사하여 변화의 추이를 분석하였다.

2) 학습 태도 변화의 분석

메타인지 문제 학습을 전후로 하여 학습자가 수학에 대하여 가지고 있는 학습 태도의 성향을 학습 태도 질문지를 통하여 영역별 조사를 하여 변화의 추이를 분석하였다.

IV. 연구의 결과 및 논의

1. 연구의 결과

메타인지 문제를 개발하여 본 연구자의 연구 계획에 따라 메타인지 문제를 투입하고 메타인지 문제의 각 문

항을 점수화한 점수표를 근거로 가설에 따른 실행 결과를 분석하여 본 결과는 다음과 같다.

연구문제 1 : 메타인지 문제의 개발 및 적용은 비판적 사고력 및 창의력 신장에 효과적인가?

세부목표 1. 문제 해결 방법의 검색기능 측정

메타인지 문제 개발 적용 후 문제 해결 방법의 검색기능이 얼마나 신장되었는지를 알아보기 위한 결과의 검증은 다음과 같은 방법으로 실시하였다.

연구반과 비교반 학습자를 표집 대상으로 하여 평가(1차 평가, 2차 평가, 3차 평가)를 실시한 메타인지 문제의 문항 중 검색기능 측정 문항인 「(3) 위 문제를 해결하기 위해 특별히 필요한 조건이나 성질이 있는가?」의 응답 결과를 비교하고, 또 연구반 자체 내에서도 세 차례의 평가에서 나타난 응답 결과를 전, 후 비교하여 문제 해결 방법의 검색기능이 신장되었는지를 나타낸 결과는 다음과 같다.

1. 연구반과 비교반의 비교
 - a. 1차 평가

<표 4-1> 연구반과 비교반의 문제 해결 방법 검색기능 비교표

표집대상	구분					
	N	M	SD	DM	T	P
연구반	43	4.56	2.24	.070	.114	.910
비교반	43	4.49	2.94			

위 표에서 나타난 바와 같이 두 표본집단은 DM(평균 차의 차)=.070, t=.114로 평균의 차가 없으며, 유의도는 p=.910로 p<0.05 수준에서 검색기능이 유의미한 차가 없는 것으로 나타났음이 판명되었다.

- b. 2차 평가

<표 4-2> 연구반과 비교반의 문제 해결 방법의 검색기능 비교표

표집대상	구분					
	N	M	SD	DM	T	P
연구반	43	4.93	2.36	.837	1.601	.117
비교반	43	4.09	2.26			

위 표가 나타난 바와 같이 2차 평가를 실시한 시기에 두 표본집단은 DM=.837, t=1.601 로서 평균의 차(10점

만점 중 평균차 0.837)는 크게 나타났고, p=.117로 p<0.05 수준에서 유의미한 차가 없는 것으로 나타났으나 연구반의 문제 해결 방법에 대한 검색기능이 강화되었음을 보여주고 있다.

- c. 3차 평가

<표 4-3> 연구반과 비교반의 문제 해결 방법의 검색기능 비교표

표집대상	구분					
	N	M	SD	DM	T	P
연구반	43	4.95	2.38	1.233	2.339	.024
비교반	43	3.72	2.09			

위 표가 나타난 바와 같이 두 표본 집단간의 문제 해결 방법의 검색기능의 차이는 비교표에서 보여주는 바와 같이 DM=1.233, t=2.339로 평균의 차가 매우 크게 나타났고 p<0.05 수준에서 유의미한 차로 나타나 연구반의 문제 해결 방법에 대한 검색기능이 매우 강화되었음을 알 수 있다.

2. 연구반의 전, 후 평가에 대한 비교
 - a. 1차 평가와 2차 평가의 비교

<표 4-4> 문제 해결 방법의 검색기능의 1차와 2차 평가의 비교표

시행별	구분					
	N	M	SD	DM	T	P
1차 평가	43	4.56	2.24	-.140	-1.10	.278
2차 평가	43	4.70	2.22			

위 표가 나타난 바와 같이 연구반 학습자들의 검색기능의 차이는 비교표에서 보여주는 바와 같이 DM=-.140, t=-1.10으로 p<0.05 수준에서 유의미한 차가 없는 것으로 나타났으나 1차 평가시보다 검색기능이 서서히 나아지고 있음을 알 수 있다.

- b. 2차 평가와 3차 평가의 비교

<표 4-5> 문제 해결 방법의 검색기능의 2차와 3차 평가의 비교표

시행별	구분					
	N	M	SD	DM	T	P
2차 평가	43	4.70	2.22	-.256	-2.124	.040
3차 평가	43	4.95	2.38			

위 표가 나타난 바와 같이 두 표본 집단간의 문제 해결 방법의 검색 기능의 차이는 비교표에서 보여주는 바와 같이 $DM=-.256$, $t=-2.124$ 로 $p<0.05$ 수준에서 유의미한 차로 나타나 연구반의 문제 해결 방법에 대한 검색기능이 2차 평가 때에 비하여 매우 강화되었음을 알 수 있다.

c. 1차 평가와 3차 평가의 비교

<표 4-6> 문제 해결 방법의 검색기능의 1차와 3차 평가의 비교표

시행별	구분	N	M	SD	DM	T	P
1차 평가		43	4.56	2.24	-.395	-3.053	.004
3차 평가		43	4.95	2.38			

위 표가 나타난 바와 같이 두 표본 집단간의 문제 해결 방법의 검색기능의 차이는 비교표에서 보여주는 바와 같이 $DM=-.395$, $t=-3.053$ 으로 $p<0.05$ 수준에서 유의미한 차로 나타나 연구반의 문제 해결 방법에 대한 검색기능이 매우 향상되었음을 알 수 있다.

세부목표 2. 메타인지 문제를 활용한 창의적인 문제 구성 능력 측정

메타인지 문제 개발 적용 후 메타인지 문제를 활용한 창의적인 문제 구성 능력이 얼마나 신장되었는지를 알아보기 위한 결과의 검증은 다음과 같은 방법으로 실시하였다.

연구반과 비교반 학습자를 표집 대상으로 하여 평가(1차 평가, 2차 평가, 3차 평가)를 실시한 메타인지 문제의 문항 중 메타 문제를 활용한 창의 문제 구성 능력 측정 문항인 「(8)유사 문제를 만들어 보아라.」의 응답을 유사 문제, 타 교과로 전이가 가능한 문제, 창의적인 문제로 분류하여, 각각 창의력이 약한 유사 문제 1~2점, 타 교과로 전이가 가능한 문제 3~4점, 창의력이 강한 창의적인 문제를 5점으로 채점하여 점수화하고, 「(9) 이를 활용할 수 있는 분야를 생각해 보아라.」의 응답을 실생활에 활용할 수 있는 정도에 따라 5점 만점을 기준으로 채점하여 두 문항의 점수의 합하여 메타인지 문제를 활용한 창의 문제 구성 능력이 신장되었는지를 검증한 결과는 다음과 같다.

1. 연구반과 비교반의 비교

a. 1차 평가

<표 4-7> 메타인지 문제를 활용한 창의적인 문제 구성 능력 1차 측정

표집대상	구분	N	M	SD	DM	T	P
연구반		43	7.91	5.28	.628	.537	.594
비교반		43	7.23	5.15			

위 표가 나타난 바와 같이 두 표본 집단간의 메타인지 문제를 활용한 창의적인 문제 구성 능력 차이는 비교표에서 보여주는 바와 같이 $DM=.628$, $t=.537$ 로 $p<0.05$ 수준에서 유의미한 차가 없는 것으로 나타났음을 알 수 있다.

b. 2차 평가

<표 4-8> 메타인지 문제를 활용한 창의적인 문제 구성 능력 2차 측정

표집대상	구분	N	M	SD	DM	T	P
연구반		43	9.74	4.62	2.140	2.087	.043
비교반		43	7.60	4.15			

위 표가 나타난 바와 같이 두 표본 집단간의 메타인지 문제를 활용한 창의적인 문제 구성 능력 차이는 비교표에서 보여주는 바와 같이 $DM=2.14$, $t=2.087$ 로 평균의 차가 크게 나타났고, $p<0.05$ 수준에서 유의미한 차로 나타나 메타인지 문제를 활용한 창의적인 문제 구성 능력이 매우 강화되었음을 알 수 있다.

c. 3차 평가

<표 4-9> 메타인지 문제를 활용한 창의적인 문제 구성 능력 3차 측정

표집대상	구분	N	M	SD	DM	T	P
연구반		43	10.84	5.08	3.163	3.025	.004
비교반		43	7.67	3.89			

위 표가 나타난 바와 같이 두 표본 집단간의 메타인지 문제를 활용한 창의적인 문제 구성 능력 차이는 비교표에서 보여주는 바와 같이 $DM=3.16$, $t=3.025$ 로서 평균의 차가 매우 크게 나타났고, 유의도는 $p=.004$ 로 $p<0.05$ 수준에서 매우 유의미한 차로 나타나 연구반의 메타인지

문제를 활용한 창의적인 문제 구성 능력이 매우 증가되었음을 알 수 있다.

- 2. 연구반 자체에 대한 비교
 - a. 1차 평가와 2차 평가의 비교

<표 4-10> 메타인지 문제를 활용한 창의적인 문제 구성 능력 1차와 2차 측정의 비교

시행별 \ 구분	N	M	SD	DM	T	P
1차 평가	43	7.91	5.28	-1.837	-8.236	.000
2차 평가	43	9.74	4.62			

위 표가 나타난 바와 같이 연구반의 메타문제를 활용한 창의적인 문제 구성 능력 차이는 $DM=-1.84$, $t=-8.236$ 으로 평균의 차가 크게 나타났고, $p=.000$ 으로 $p<0.05$ 수준에서 매우 유의미한 차로 나타나 1차 평가 때에 비하여 매우 향상되었음을 알 수 있다.

- b. 2차 평가와 3차 평가의 비교

<표 4-11> 메타인지 문제를 활용한 창의적인 문제 구성 능력 2차와 3차 측정의 비교

시행별 \ 구분	N	M	SD	DM	T	P
2차 평가	43	9.74	4.62	-1.093	-6.015	.000
3차 평가	43	10.84	5.08			

위 표가 나타난 바와 같이 연구반의 메타인지 문제를 활용한 창의적인 문제 구성 능력 차이는 $DM=-1.09$, $t=-6.015$ 로 나타났고, 유의도가 $p=.000$ 으로 $p<0.05$ 수준에서 매우 유의미한 차로 나타나 2차 평가 때에 비하여 매우 향상되었음을 알 수 있다.

- c. 1차 평가와 3차 평가의 비교

<표 4-12> 메타인지 문제를 활용한 창의적인 문제 구성 능력 1차와 3차 측정의 비교

시행별 \ 구분	N	M	SD	DM	T	P
1차 평가	43	7.91	5.28	-2.930	-14.399	.000
3차 평가	43	10.84	5.08			

위 표가 나타난 바와 같이 연구반의 메타인지 문제를 활용한 창의적인 문제 구성 능력 차이는 $DM=-2.93$, $t=-14.399$ 로 평균의 차가 매우 크게 나타났고, 유의도 $p=.000$ 으로 $p<0.05$ 수준에서 매우 유의미한 차로 나타나 1차 평가 때에 비하여 매우 향상되었음을 알 수 있다.

연구문제 2 : 메타인지 문제의 개발·적용은 학업 성적 향상에 효과적인가?

학습자가 메타인지 학습을 함으로써 문제 해결을 단계적으로 수행하게 되는 관계로 학업 성취에 매우 큰 효과를 볼 수 있다는 전제하에 메타인지 문제를 개발하여 학습자에게 적용한 결과를 가설의 실행 목적에 맞추어 다음과 같이 분석하였다.

세부목표 1. 학습자의 문제 해결에 필요한 메타인지 요소의 양 분석

제시된 문제와 관련하여 의도적으로 학습자가 평가 문항에 관련되는 메타인지 내용을 상기하고 이를 활용할 수 있도록 하기 위하여 메타인지 학습 평가 문항에 다음 문항 「(2) 위 문제를 읽고 나서 바로 생각나는 수학의 내용은 어떤 것이 있는가?」를 삽입함으로써 학습자가 스스로 문제 해결을 위해 생각했던 학습 내용과 관련이 있는 메타인지 내용 및 조건과 성질의 개수에 대하여 조사하여 봄으로써 문제 해결 체계의 실행적 제어기능을 도울 수 있는 메타인지의 확장 능력을 분석하여 보았다. 문제 해결에 필요한 메타인지 요소의 양을 분석한 결과는 다음과 같다.

- 1. 연구반과 비교반의 비교
 - a. 1차 평가

<표 4-13> 문제 해결에 필요한 메타인지 요소의 양 1차 평가

표집대상 \ 구분	N	M	SD	DM	T	P
연구반	43	4.98	2.26	.302	.571	.571
비교반	43	4.67	2.31			

위 표가 나타난 바와 같이 두 표본 집단간의 메타인지 문제 해결에 필요한 메타인지 요소의 양의 분석은 $DM=.302$, $t=.571$ 로 나타났고, 유의도는 $p=.571$ 로 $p<0.05$ 수준에서 유의미한 차가 없음을 알 수 있다.

- b. 2차 평가

<표 4-14> 문제 해결에 필요한 메타인지 요소의 양 2차 평가

구분	N	M	SD	DM	T	P
연구반	43	5.42	2.30	1.070	2.052	.046
비교반	43	4.35	2.16			

위 표가 나타난 바와 같이 두 표본 집단간의 메타인지 문제 해결에 필요한 메타인지 요소의 양의 분석은 DM=1.070, t=2.052로 평균의 차가 크게 나타났고, 유의도 p=.046으로 p<0.05 수준에서 유의미한 차로 나타나 문제 해결에 필요한 메타인지 요소의 양이 증가되었음을 알 수 있다.

c. 3차 평가

<표 4-15> 문제 해결에 필요한 메타인지 요소의 양 3차 평가

구분	N	M	SD	DM	T	P
연구반	43	6.02	2.48	1.465	2.540	.015
비교반	43	4.56	2.47			

위 표가 나타난 바와 같이 두 표본 집단간의 메타인지 문제 해결에 필요한 메타인지 요소의 양의 분석은 DM=1.465, t=2.540로 평균의 차가 크게 나타났고, 유의도 p=.015로 p<0.05 수준에서 매우 유의미한 차로 나타나 문제 해결에 필요한 메타인지 요소의 양이 크게 증가되었음을 알 수 있다.

2. 연구반 자체에 대한 비교

a. 1차 평가와 2차 평가의 비교

<표 4-16> 문제 해결에 필요한 메타인지 요소의 양의 1차와 2차 측정의 비교

구분	N	M	SD	DM	T	P
1차 평가	43	4.98	2.26	-.442	-2.877	.006
2차 평가	43	5.42	2.30			

위 표로 보아 연구반의 문제 해결에 필요한 메타인지 요소의 양의 측정은 DM=-.442, t=-2.877로 나타났고, 유의도 p=.006으로 p<0.05 수준에서 매우 유의미한 차로

나타나 1차 평가 때에 비하여 메타인지 요소의 양이 매우 증가되었음을 알 수 있다.

b. 2차 평가와 3차 평가의 비교

<표 4-17> 문제 해결에 필요한 메타인지 요소의 양의 2차와 3차 측정의 비교

구분	N	M	SD	DM	T	P
2차 평가	43	5.42	2.30	-.605	-5.013	.000
3차 평가	43	6.02	2.48			

위 표로 보아 연구반의 문제 해결에 필요한 메타인지 요소의 양의 측정은 DM=-.605, t=-5.013으로 나타났고, 유의도 p=.000으로 p<0.05 수준에서 매우 유의미한 차로 나타나 2차 평가 때에 비하여 메타인지 요소의 양이 매우 증가되었음을 알 수 있다.

c. 1차 평가와 3차 평가의 비교

<표 4-18> 학습자의 문제 해결에 필요한 메타인지 요소의 양 1차 및 3차 측정의 비교

구분	N	M	SD	DM	T	P
1차 평가	43	4.98	2.26	-1.047	-6.295	.000
3차 평가	43	6.02	2.48			

위 표가 나타난 바와 같이 연구반의 문제 해결에 필요한 메타인지 요소의 양의 측정은 DM=-1.047, t=-6.295로 평균의 차가 크게 나타났고, 유의도 p=.000으로 p<0.05 수준에서 매우 유의미한 차로 나타나 2차 평가 때에 비하여 메타인지 요소의 양이 매우 증가되었음을 알 수 있다.

세부목표 2. 학습자의 학업성취도 분석

메타인지 문제 개발 적용의 효과를 확인하기 위하여 메타인지 문제 평가지를 만들어 연구반 학습자에게 투입을 하고, 이의 결과를 확인하기 위하여 분기별로 시행하는 1학기 중간고사, 2학기 중간고사, 기말고사의 수학 성적을 근거로 하여 연구반 및 비교반 학습자들의 수학 학업성취도를 분석한 결과는 다음과 같이 나타났다.

1. 연구반과 비교반의 비교

a. 1차 평가

<표 4-19> 1학기 중간고사의 학업 성취도 분석

구분	N	M	SD	DM	T	P
연구반	43	42.33	27.00	3.60	.577	.567
비교반	43	38.72	25.84			

위 표가 나타난 바와 같이 메타인지 문제 학습의 실행 초기의 결과는 DM=3.60, t=.577로 연구반과 비교반의 평균 성적의 차(100점 만점)가 그리 많지 않음을 알 수 있다. 두 집단의 t-검정 결과 p<0.05의 수준에서 p=.567로 유의미한 차가 없는 것으로 나타났다.

b. 2차 평가

<표 4-20> 1학기 기말 고사의 학업 성취도 분석

구분	N	M	SD	DM	T	P
연구반	43	45.35	29.87	6.86	1.051	.299
비교반	43	38.49	27.38			

위 표가 나타난 바와 같이 메타인지 문제 학습의 실행 초기와 메타인지 문제 학습의 실행 중기를 비교하여 보면 두 집단의 t-검정 결과, p<0.05의 수준에서 p=.299로 유의미한 차가 없는 것으로 나타났으나, DM=6.86, t=1.051로 비교반의 평균 성적에 비해 연구반의 평균 성적이 높아졌음을 알 수 있다.

c. 3차 평가

<표 4-21> 2학기 중간 고사의 학업 성취도 분석

구분	N	M	SD	DM	T	P
연구반	43	50.81	26.88	12.67	2.033	.048
비교반	43	38.14	24.00			

위 표가 나타난 바와 같이 메타인지 함양학습의 실행 후기의 결과는 DM=12.67, t=2.033로 비교반의 평균 성적에 비해 연구반의 평균 성적이 매우 높다는 것을 알 수 있다. 두 집단의 t-검정 결과, p<0.05의 수준에서 p=.048로 유의미한 차가 있는 것으로 나타났다.

2. 연구반 자체에 대한 비교

a. 학업 성취도의 1학기 중간고사와 1학기 기말고사의 비교

<표 4-22> 학업 성취도의 1학기 중간고사와 1학기 기말고사 비교

구분	N	M	SD	DM	T	P
1학기 중간	43	42.33	27.00	-3.023	-1.124	.267
1학기 기말	43	45.35	29.87			

연구반의 메타인지 문제 개발 적용을 한 후 초기와 중기의 학업성취도 차이는 DM=-3.023, t=-1.124로 p<0.05 수준에서 유의미한 차가 없는 것으로 나타났다.

b. 학업 성취도의 1학기 기말고사와 2학기 중간고사의 비교

<표 4-23> 1학기 기말 및 2학기 중간 고사의 학업 성취도 비교

구분	N	M	SD	DM	T	P
1학기 기말	43	45.35	29.87	-5.465	-1.759	.086
2학기 중간	43	50.81	26.88			

위 표가 나타난 바와 같이 연구반의 메타인지 문제 개발 적용을 한 후 중기와 후기의 학업성취도 차이는 DM=-5.465, t=-1.759로서 p<0.05 수준에서 유의미한 차가 없는 것으로 나타났으나, 1학기 기말고사 때에 비하여 향상되었음을 알 수 있다.

c. 학업 성취도의 1학기 중간고사와 2학기 중간고사의 비교

<표 4-24> 학업 성취도의 1학기 중간 및 2학기 중간 고사 비교

구분	N	M	SD	DM	T	P
1학기 중간	43	42.33	27.00	-8.488	-2.657	.011
1학기 중간	43	50.81	26.88			

위 표가 나타난 바와 같이 연구반의 메타인지 문제 개발 적용을 한 후 초기와 후기의 학업성취도 차이는 DM=-8.488, t=-2.657로 p<0.05 수준에서 매우 유의미한 차로 나타나 1학기 중간고사 때에 비하여 매우 향상되었음을 알 수 있다.

연구문제3 : 메타인지 문제의 개발·적용은 문제 해결 과정을 통한 자기조절능력을 함양시키는데 효과적인가?

세부목표 1. 학습자가 문제 해결에 사용한 메타인지 내용의 적절성 분석

메타인지 학습 평가를 수행하는 과정에서 「(5) 이 방법을 계속하면 답에 도달하는가?」의 문항에 대하여 학습자들이 답으로 제시하게 한 후, 학습자들이 협력 학습을 통한 프로토콜을 작성해 봄으로써 풀이 과정 중에 학습자 서로간에 문제 풀이 과정에 대한 조언 및 비판, 반성을 하게 되고, 올바르게 풀이를 한 과정과 잘못된 풀이를 수정한 과정을 비교함으로써, 자신의 인지 지식을 강화하고 풀이 과정을 수정하여 체계적으로 정리할 수 있는 능력을 함양시킬 수 있는 방안으로 문제에 대한 자기조절 능력을 측정된 결과는 다음 표와 같다.

1. 연구반과 비교반의 비교

a. 1차 평가

<표 4-25> 문제 해결에 사용한 메타인지 내용의 적절성 1차 검사

구분	N	M	SD	DM	T	P
연구반	43	5.00	2.07	.279	.571	.571
비교반	43	4.72	2.19			

위 표가 나타난 바와 같이 메타인지 문제 학습의 1차 검사의 연구반과 비교반의 문제 해결에 사용한 메타인지 내용의 적절성을 비교하여 보면 DM=.279, t=.571로 연구반과 비교반의 평균의 차가 적음을 알 수 있고, 두 집단의 t-검정 결과, p<0.05의 수준에서 p=.571로 유의미한 차가 없는 것으로 나타났다.

b. 2차 평가

<표 4-26> 문제 해결에 사용한 메타인지 내용의 적절성 2차 검사

구분	N	M	SD	DM	T	P
연구반	43	5.74	2.12	1.023	2.308	.026
비교반	43	4.72	1.96			

위 표가 나타난 바와 같이 메타인지 문제 학습의 2차 검사의 연구반과 비교반의 문제 해결에 사용한 메타인지 내용의 적절성을 비교하여 보면 DM=1.023, t=2.308로 비교반의 평균 성적에 비해 연구반의 평균 성적이 높아졌음을 알 수 있다. 두 집단의 t-검정 결과, p<0.05의 수준에서 p=.026으로 매우 유의미한 차가 있는 것으로 나타났다.

c. 3차 평가

<표 4-27> 문제 해결에 사용한 메타인지 내용의 적절성 3차 검사

구분	N	M	SD	DM	T	P
연구반	43	6.16	2.27	1.721	3.445	.001
비교반	43	4.44	2.12			

위 표에서 보는 바와 같이 메타인지 문제 학습의 2차 검사의 연구반과 비교반의 문제 해결에 사용한 메타인지 내용의 적절성을 비교하여 보면 DM=1.721, t=.001로 비교반의 평균 성적에 비해 연구반의 평균 성적이 높아졌음을 알 수 있다. 두 집단의 t-검정 결과, p<0.05의 수준에서 p=.001로써 매우 유의미한 차가 있는 것으로 나타났다.

2. 연구반 자체에 대한 비교

a. 문제 해결에 사용한 메타인지 내용의 적절성 1차와 2차 측정의 비교

<표 4-28> 문제 해결에 사용한 메타인지 내용의 적절성 1차와 2차 측정의 비교

구분	N	M	SD	DM	T	P
1차 평가	43	5.00	2.07	-.744	-6.180	.000
2차 평가	43	5.74	2.12			

위 표가 나타난 바와 같이 연구반의 메타인지 문제 해결에 사용한 메타인지 내용의 적절성의 차이는 DM=-.744, t=-6.180으로 p<0.05 수준에서 매우 유의미한 차로 나타나 1차 평가 때에 비하여 매우 향상되었음을 알 수 있다.

b. 문제 해결에 사용한 메타인지 내용의 적절성 2차와 3차 측정의 비교

<표 4-29> 문제 해결에 사용한 메타인지 내용의 적절성 2차와 3차 측정의 비교

구분	N	M	SD	DM	T	P
2차 평가	43	5.74	2.12	-.419	-3.223	.002
3차 평가	43	6.16	2.27			

<표 4-29>에서 보는 바와 같이 연구반의 메타인지 문제 해결에 사용한 메타인지 내용의 적절성의 차이는 $DM=-.419$, $t=-3.223$ 으로 $p<0.05$ 수준에서 매우 유의미한 차로 나타나 2차 평가 때에 비하여 매우 향상되었음을 알 수 있다.

c. 문제 해결에 사용한 메타인지 내용의 적절성 1차와 3차 측정의 비교

<표 4-30> 문제 해결에 사용한 메타인지 내용의 적절성 1차와 3차 측정의 비교

시행별	구분	N	M	SD	DM	T	P
1차 평가		43	5.00	2.07	-1.163	-7.297	.000
3차 평가		43	6.16	2.27			

위 표로 보아 연구반의 메타인지 문제 해결에 사용한 메타인지 내용의 적절성의 차이는 $DM = -1.163$, $t=-7.297$ 로 $p<0.05$ 수준에서 유의미한 차가 매우 크게 나타나 1차 평가 때에 비하여 매우 향상되었음을 알 수 있다.

세부목표 2. 문제 해결 과정을 통한 메타인지 내용의 코딩화 분석

학습자가 메타인지 문제를 해결을 하는 과정에서 스스로 풀이를 하여 보고 학습자가 이미 인지하고 있는 내용과 교사가 풀이한 내용, 또는 교사가 새로이 인지 내용을 전달을 하고서 시차를 두고 학습자가 얼마나 그 내용을 정확히 습득하고 있는가를 메타인지 문제 내용 중, 문항 「(4) 위 문제에 대한 다음 풀이 과정의 일부 중 틀렸다고 생각되거나 더 좋은 방법이 있다고 생각되는 부분을 고쳐 보아라.」 라는 문항을 첨가하여 학습자 스스로 수정한 내용의 빈도 및 완성도를 측정한 결과는 아래의 표와 같다.

1. 연구반과 비교반의 비교

a. 1차 평가

<표 4-31> 문제 해결 과정을 통한 메타인지 내용의 코딩화 1차 검사

표집대상	구분	N	M	SD	DM	T	P
연구반		43	4.60	2.32	.209	.359	.721
비교반		43	4.40	2.53			

<표 4-31>에서 보는 바와 같이 문제 해결 과정을 통한 연구반과 비교반인 두 집단의 메타인지 내용의 코딩화 능력 차는 $DM=.209$, $t=.359$ 로 비교반의 평균 성적에 비해 연구반의 평균 성적의 차가 거의 없음을 알 수 있다. 두 집단의 t-검정 결과, $p<0.05$ 의 수준에서 $p=.721$ 로 유의미한 차가 없는 것으로 나타났다.

b. 2차 평가

<표 4-32> 문제 해결 과정을 통한 메타인지 내용의 코딩화 2차 검사

표집대상	구분	N	M	SD	DM	T	P
연구반		43	5.37	2.35	.954	1.794	.080
비교반		43	4.42	2.12			

<표 4-32>에서 보는 바와 같이 문제 해결 과정을 통한 연구반과 비교반인 두 집단의 메타인지 내용의 코딩화 능력 차는 $DM=.954$, $t=1.794$ 로 비교반의 평균 성적에 비해 연구반의 평균 성적의 차가 약간 있음을 알 수 있다. 두 집단의 t-검정 결과, $p<0.05$ 의 수준에서 $p=.080$ 으로써 유의미한 차가 없는 것으로 나타났다.

c. 3차 평가

<표 4-33> 문제 해결 과정을 통한 메타인지 내용의 코딩화 3차 검사

표집대상	구분	N	M	SD	DM	T	P
연구반		43	5.74	2.47	1.279	2.351	.024
비교반		43	4.47	2.19			

위 표가 나타난 바와 같이 문제 해결 과정을 통한 연구반과 비교반인 두 집단의 메타인지 내용의 코딩화 능력 차는 $DM=1.279$, $t=2.351$ 로 비교반의 평균 성적에 비해 연구반의 평균 성적의 차가 크다는 것을 알 수 있다. 두 집단의 t-검정 결과, $p<0.05$ 의 수준에서 $p=.024$ 로 매우 유의미한 차가 있는 것으로 나타났다

2. 연구반 자체에 대한 비교

a. 문제 해결 과정을 통한 메타인지 내용의 코딩화 1차 평가와 2차 평가의 비교

<표 4-34> 문제 해결 과정을 통한 메타인지 내용의 코딩화 1차 및 2차 측정의 비교

구분	N	M	SD	DM	T	P
1차 평가	43	4.61	2.32	-.767	-6.437	.000
2차 평가	43	5.37	2.35			

위 표가 나타난 바와 같이 연구반의 메타인지 문제 해결 과정을 통한 메타인지 내용의 코딩화 능력 차이는 $DM=-.767$, $t=-6.437$ 로서 평균의 차가 약간 있음을 알 수 있다. 유의도는 $p=.000$ 으로 $p<0.05$ 수준에서 매우 유의미한 차로 나타나 1차 평가 때에 비하여 매우 향상되었음을 알 수 있다.

b. 문제 해결 과정을 통한 메타인지 내용의 코딩화 2차 평가와 3차 평가의 비교

<표 4-35> 문제 해결 과정을 통한 메타인지 내용의 코딩화의 2차와 3차 평가의 비교표

구분	N	M	SD	DM	T	P
2차 평가	43	5.37	2.35	-.372	-2.710	.010
3차 평가	43	5.74	2.46			

위 표가 나타난 바와 같이 연구반의 메타인지 문제 해결 과정을 통한 메타인지 내용의 코딩화 능력 차이는 $DM=-.372$, $t=-2.710$ 으로서 평균의 차가 약간 있음을 알 수 있다. 유의도는 $p=.010$ 으로 $p<0.05$ 수준에서 매우 유의미한 차로 나타나 2차 평가 때에 비하여 매우 향상되었음을 알 수 있다.

b. 문제 해결 과정을 통한 메타인지 내용의 코딩화 1차 평가와 3차 평가의 비교

<표 4-36> 문제 해결 과정을 통한 메타인지 내용의 코딩화 1차와 3차 평가의 비교표

구분	N	M	SD	DM	T	P
1차 평가	43	4.60	2.32	-1.140	-8.968	.000
3차 평가	43	5.74	2.46			

위 표가 나타난 바와 같이 연구반의 메타인지 문제

해결 과정을 통한 메타인지 내용의 코딩화 능력 차이는 $DM=-1.140$, $t=-8.968$ 로서 평균의 차가 매우 크다는 것을 알 수 있다. 유의도는 $p=.000$ 으로 $p<0.05$ 수준에서 유의미한 차가 매우 크게 나타나 1차 평가 때에 비하여 매우 향상되었음을 알 수 있다.

결론적으로 교사가 새로운 문제에 대한 적절한 지식 및 방향 제시를 함으로 하여 모니터링 과정을 통하여 학습자 자신이 알고 있는 기존의 인지 지식에 새로운 지식의 코딩화가 이루어지는 결과를 보였다.

연구문제 4 : 메타인지 문제를 개발·적용함으로써 문제 해결 과정에서 실행적 제어기능을 함양시키는데 효과적인가?

세부목표 1. 학습자의 문제 해결 과정에서 사용한 문제 해결 체계의 분석

학습자의 문제의 적용력을 높일 수 있는 방법으로 학습자가 메타인지 문제를 해결을 하는 과정에서 「(6) 위 문제의 조건 ~을 ~으로 고치면 위의 문제 해결 방법으로 풀 수 있는가?」의 문항에 대하여 학습자들이 답으로 제시하게 한 후, 학습자의 자신감과 변형된 문제의 해결을 주어진 메타인지 문제 해결 체계로 풀 수 있게 하여 제어기능 강화를 꾀하였으며, 학습자의 제어 능력에 대한 관찰을 하였고, 문제 해결 체계의 실행적 제어 기능에 대한 분석은 다음 표는 다음과 같다.

1. 연구반과 비교반의 비교

a. 1차 평가

<표 4-37> 문제 해결 체계의 실행적 제어기능 1차 분석

구분	N	M	SD	DM	T	P
연구반	43	5.23	2.47	.279	.543	.590
비교반	43	4.95	2.07			

위 표가 나타난 바와 같이 문제 해결 체계의 실행적 제어 기능의 메타인지 문제 1차 평가의 연구반과 비교반의 결과를 비교하여 보면 $DM=.279$, $t=.543$ 으로 연구반과 비교반의 평균 성적이 비슷함을 알 수 있다. 두 집단의 t-검정 결과, 유의도는 $p=.590$ 으로 $p<0.05$ 의 수준에서 유의미한 차가 없는 것으로 나타났다.

b. 2차 평가

<표 4-38> 문제 해결 체계의 실행적 제어기능 2차 분석

구분	N	M	SD	DM	T	P
연구반	43	5.60	2.32	.814	1.488	.144
비교반	43	4.79	2.22			

위 표가 나타난 바와 같이 문제 해결 체계의 실행적 제어 기능의 메타인지 문제 2차 평가의 연구반과 비교반의 결과를 비교하여 보면 DM=.814, t=1.488로 연구반과 비교반의 평균 성적이 크게 차이가 남을 알 수 있다. 두 집단의 t-검정 결과, 유의도는 p=.144로 p<0.05의 수준에서 유의미한 차가 없는 것으로 나타났다.

c. 3차 평가

<표 4-39> 문제 해결 체계의 실행적 제어기능 3차 분석

구분	N	M	SD	DM	T	P
연구반	43	5.88	2.54	1.256	2.271	.028
비교반	43	4.63	2.27			

앞 표가 나타난 바와 같이 문제 해결 체계의 실행적 제어 기능의 메타인지 문제 3차 평가의 연구반과 비교반의 결과를 비교하여 보면 DM=1.256, t=2.271로 연구반과 비교반의 평균 성적이 매우 크게 나타났음을 알 수 있다. 두 집단의 t-검정 결과, 유의도는 p=.028로 p<0.05의 수준에서 유의미한 차가 있는 것으로 나타났다.

2. 연구반 자체에 대한 비교

a. 문제 해결 체계의 실행적 제어기능의 1차 평가와 2차 평가의 비교

<표 4-40> 문제 해결 체계의 실행적 제어기능의 1차와 2차 측정의 비교

구분	N	M	SD	DM	T	P
1차 평가	43	5.23	2.47	-.372	-2.986	.005
2차 평가	43	5.60	2.32			

위 표가 나타난 바와 같이 연구반의 메타인지 문제 해결 체계의 실행적 제어기능의 차이는 DM=-.372, t=-2.986으로서 평균의 차가 그리 크지 않게 나타났다는

것을 알 수 있다. 유의도는 p=.005로 p<0.05 수준에서 매우 유의미한 차가 있는 것으로 나타나 1차 평가 때에 비하여 매우 향상되었음을 알 수 있다.

b. 문제 해결 체계의 실행적 제어기능의 2차 평가와 3차 평가의 비교

<표 4-41> 문제 해결 체계의 실행적 제어기능의 2차와 3차 평가의 비교표

구분	N	M	SD	DM	T	P
2차 평가	43	5.60	2.32	-.279	-2.075	.044
3차 평가	43	5.88	2.54			

위 표가 나타난 바와 같이 연구반의 메타인지 문제 해결 체계의 실행적 제어기능의 차이는 DM=-.279, t=-2.075로서 평균의 차가 작다는 것을 알 수 있다. 유의도는 p=.044로 p<0.05 수준에서 유의미한 차가 나타나 2차 평가 때에 비하여 문제 해결 체계의 실행적 제어기능이 향상되었음을 알 수 있다.

c. 문제 해결 체계의 실행적 제어기능의 1차 평가와 3차 평가의 비교

<표 4-42> 문제 해결 체계의 실행적 제어기능의 1차와 3차 평가의 비교표

구분	N	M	SD	DM	T	P
1차 평가	43	5.23	2.47	-.651	-4.627	.000
3차 평가	43	5.88	2.54			

위 표가 나타난 바와 같이 연구반의 메타인지 문제 해결 체계의 실행적 제어기능의 DM=-.651, t=-4.627로 평균의 차가 약간 크게 나타났음을 알 수 있다. 유의도는 p=.000로 p<0.05의 수준에서 유의미한 차가 매우 크게 나타났음을 알 수 있다.

새부목표 2. 제시된 문제의 해결에 적절한 메타인지 내용의 적용성 분석

제시된 문제와 관련된 인지 내용을 학습자가 올바르게 알고 적용할 수 있는가를 확인하기 위하여 다음 문항 『(7) 본 문제를 자신의 생각하는 방법으로 과정까지 적 으면서 풀어라.』의 문항에 대하여 학습자들이 문제 해결을 완성하게 한 후, 문제 해결 과정에 적절하게 사용

된 인지 내용의 수를 평가하였고, 이를 분석한 결과는 다음 표와 같다.

1. 연구반과 비교반의 비교
 - a. 1차 평가

<표 4-43> 문제의 해결에 적절한 메타인지 내용의 적용성 1차 분석

구분	N	M	SD	DM	T	P
연구반	43	5.05	2.18	.116	.245	.808
비교반	43	4.93	2.31			

위 표가 나타난 바와 같이 문제의 해결에 적절한 메타인지 내용의 적용성의 메타인지 문제 1차 평가의 연구반과 비교반의 결과를 비교하여 보면 $DM=.116$, $t=.245$ 로 연구반과 비교반의 평균 성적의 차이가 없음을 알 수 있다. 두 집단의 t-검정 결과, 유의도는 $p=.808$ 로 $p<0.05$ 의 수준에서 유의미한 차가 없는 것으로 나타났다.

- b. 2차 평가

<표 4-44> 문제의 해결에 적절한 메타인지 내용의 적용성 2차 분석

구분	N	M	SD	DM	T	P
연구반	43	5.74	2.08	.744	1.543	.130
비교반	43	5.00	2.18			

위 표가 나타난 바와 같이 문제의 해결에 적절한 메타인지 내용의 적용성의 메타인지 문제 2차 평가의 연구반과 비교반의 결과를 비교하여 보면 $DM=.744$, $t=1.543$ 로 연구반과 비교반의 평균 성적의 차이가 약간 있음을 알 수 있다. 두 집단의 t-검정 결과, 유의도는 $p=.130$ 로 $p<0.05$ 의 수준에서 유의미한 차가 없는 것으로 나타났다.

- c. 3차 평가

<표 4-45> 문제의 해결에 적절한 메타인지 내용의 적용성 3차 분석

구분	N	M	SD	DM	T	P
연구반	43	6.02	2.51	1.372	2.608	.013
비교반	43	4.65	2.18			

앞 표가 나타난 바와 같이 문제의 해결에 적절한 인지 내용의 적용성의 메타인지 문제 2차 평가의 연구반과 비교반의 결과를 비교하여 보면 $DM=1.372$, $t=2.608$ 로 연구반과 비교반의 평균 성적의 차이가 크다는 것을 알 수 있다. 두 집단의 t-검정 결과, 유의도는 $p=.130$ 으로 $p<0.05$ 의 수준에서 매우 유의미한 차가 있는 것으로 나타났다.

2. 연구반 자체에 대한 비교
 - a. 문제의 해결에 적절한 메타인지 내용의 적용성의 1차 평가와 2차 평가의 비교

<표 4-46> 문제의 해결에 적절한 메타인지 내용의 적용성의 1차와 2차 측정의 비교

구분	N	M	SD	DM	T	P
1차 평가	43	5.05	2.18	-.698	-7.176	.000
2차 평가	43	5.74	2.08			

위 표가 나타난 바와 같이 연구반의 문제의 해결에 적절한 메타인지 내용의 적용성의 차이는 $DM=-.698$, $t=-7.176$ 으로서 평균의 차가 약간 크게 나타났다는 것을 알 수 있다. 유의도는 $p=.000$ 으로 $p<0.05$ 수준에서 매우 유의미한 차가 있는 것으로 나타나 1차 평가 때에 비하여 크게 향상되었음을 알 수 있다.

- b. 문제의 해결에 적절한 메타인지 내용의 적용성의 2차 평가와 3차 평가의 비교

<표 4-47> 문제의 해결에 적절한 메타인지 내용의 적용성의 2차와 3차 평가의 비교표

구분	N	M	SD	DM	T	P
2차 평가	43	5.74	2.08	-.278	-2.142	.038
3차 평가	43	6.02	2.51			

위 표가 나타난 바와 같이 연구반의 메타인지 문제의 해결에 적절한 메타인지 내용의 적용성의 차이는 $DM=-.279$, $t=-2.142$ 로 평균의 차가 그리 크지 않음을 알 수 있다. 유의도는 $p=.038$ 로 $p<0.05$ 수준에서 유의미한 차가 나타나 2차 평가 때에 비하여 문제의 해결에 적절한 메타인지 내용의 적용성이 크게 향상되었음을 알 수 있다.

c. 문제의 해결에 적절한 메타인지 내용의 적용성의 1차 평가와 3차 평가의 비교

<표 4-48> 문제의 해결에 적절한 메타인지 내용의 적용성의 1차와 3차 평가의 비교표

구분	N	M	SD	DM	T	P
1차 평가	43	5.05	2.18			
3차 평가	43	6.02	2.51	-.977	-7.019	.000

위 표가 나타난 바와 같이 연구반의 메타인지 문제의 해결에 적절한 메타인지 내용의 적용성의 차이는 $DM=-.977$, $t=-7.019$ 로서 평균의 차가 크게 나타났음을 알 수 있다. 유의도는 $p=.000$ 으로 $p<0.05$ 수준에서 매우 유의미한 차가 있는 것으로 나타나 1차 평가 때에 비하여 문제의 해결에 적절한 메타인지 내용의 적용성이 매우 크게 향상되었음을 알 수 있다.

연구문제 5 : 메타인지 문제를 개발·적용함으로써 학습자의 신념과 학습 태도에 긍정적인 변화를 가져올 것인가?

세부목표 1. 학습자의 신념 변화의 분석

수학 전반에 대하여 학습자가 믿고 있는 사고가 수학을 하는데 있어서 지대한 영향을 준다는 가정 하에 수학에 관한 학습자의 신념을 메타인지 학습 평가의 전·후로 하여 미국의 교육학자 Schoenfeld의 신념 내용을 구안하여 10문항으로 구성하였고 <부록 I>, 응답 내용을 '그렇다, 대체로 그렇다, 아니다'로 하여 연구반 43명, 비교반 43명을 대상으로 질문 내용의 결과 '대체로 그렇다'를 긍정적 변화로 '아니다'를 변화가 없는 것으로 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 사람 영역

문항 3의 결과 : 연구반 10명(23%)이 25명(58%)으로 매우 긍정적 변화를 가져 왔으며, 비교반 7명(16%)이 10명(23%)으로 변화가 거의 없었다.

문항 5의 결과 : 연구반 11명(26%)이 21명(49%)으로 긍정적 변화를 가져 왔고, 비교반 3명(7%)이 14명(33%)으로 변화가 있었다.

문항 8의 결과 : 연구반 4명(9%)이 17명(40%)으로 매우 긍정적 변화를 가져 왔고, 비교반 7명(16%)이 10명(23%)으로 변화가 거의 없었다.

2. 과제 영역

문항 1의 결과 : 연구반 17명(40%)이 27명(63%)으로 긍정적 변화를 가져 왔고, 비교반 15명(35%)이 19명(44%)으로 변화가 거의 없었다.

문항 4의 결과 : 연구반 10명(23%)이 21명(49%)으로 매우 긍정적 변화를 가져 왔고, 비교반 12명(28%)이 13명(30%)으로 변화가 거의 없었다.

문항 7의 결과 : 연구반 11명(26%)이 26명(60%)으로 매우 긍정적 변화를 가져 왔고, 비교반 8명(19%)이 11명(26%)으로 변화가 거의 없었다.

3. 전략 영역

문항 2의 결과 : 연구반 9명(21%)이 13명(30%)으로 약간 긍정적 변화를 가져 왔으며, 비교반 7명(16%)이 5명(12%)으로 변화가 거의 없었다.

문항 6의 결과 : 연구반 14명(32%)이 22명(51%)으로 매우 긍정적 변화를 가져 왔으며, 비교반 12명(28%)이 15명(35%)으로 변화가 거의 없었다.

문항 10의 결과 : 연구반 9명(21%)이 22명(51%)으로 매우 긍정적 변화를 가져 왔으며, 비교반 5명(16%)이 5명(23%)으로 변화가 없었다.

4. 환경 영역

문항 9의 결과 : 연구반 1명(2%)이 18명(42%)으로 매우 긍정적 변화를 가져 왔으며, 비교반 3명(7%)이 5명(12%)으로 변화가 거의 없었다.

설문조사 결과 연구반과 비교반의 응답자 각각 43명 중 비교반의 변화가 거의 없는데 비해, 메타인지 문제 학습을 시행한 연구반의 응답이 두드러지게 긍정적으로 나타났다.

연구반의 긍정적 변화는 메타인지 문제 평가를 자주 접하게 됨으로 하여 학습자들의 신념에 대한 사고방식에 많은 긍정적 변화를 가져왔다고 생각된다.

세부목표 2. 학습 태도 변화의 분석

학습 태도 검사는 연구집단을 대상으로 하여 사전, 사후검사를 하였으며, 한국교육개발원(1992년)에서 제작한 학습 태도 검사를 사용하여 검사 문항을 흥미, 주의 집중, 자신감, 성취 동기 영역에 속하는 각 5문항씩 20문항으로 제작하였다.

학습 태도 검사 문항을 각 영역별로 세부적으로 나열하면 다음과 같다.

- a. 흥미 영역 : 1, 5, 9, 13, 17번 문항,
- b. 주의 집중 영역 : 2, 6, 10, 14, 18번 문항
- c. 자신감 영역 : 3, 7, 11, 15, 19번 문항
- d. 성취 의욕 영역 : 4, 8, 12, 16, 20번 문항

학습 태도 검사의 각 문항에 대한 긍정적 응답 순으로(문항의 성격으로 보아 9, 12, 15문항은 역순으로) '항상 그렇다. 대체로 그렇다. 반반이다. 대체로 그렇다. 전혀 그렇지 않다.'로 하여 이를 각각 순서대로 5, 4, 3, 2, 1점으로 정하여 각 영역별 총점을 구하여 5점 만점을 기준으로 하여 점수를 분석한 결과는 다음과 같다.

<영역별 점수 비교>

1. 흥미 영역(총점 : 5문항×43명×5점=1075점 중)
 - 사전 검사 : 1번 문항 98점, 5번 문항 115점, 9번 문항 125점, 13번 문항 87점, 17번 문항 94점, 합계 519점(48%)
 - 사후 검사 : 1번 문항 114점, 5번 문항 130점, 9번 문항 141점, 13번 문항 102점, 17번 문항 95점, 합계 582점(54%)
2. 주의 집중 영역(총점 : 5문항×43명×5점=1075점 중)
 - 사전 검사 : 2번 문항 132점, 6번 문항 117점, 10번 문항 114점, 14번 문항 122점, 18번 문항 102점, 합계 587점(55%)
 - 사후 검사 : 2번 문항 123점, 6번 문항 129점, 10번 문항 105점, 14번 문항 111점, 18번 문항 94점, 합계 559점(52%)
3. 자신감 영역(총점 : 5문항×43명×5점=1075점 중)
 - 사전 검사 : 3번 문항 102점, 7번 문항 98점, 11번 문항 120점, 15번 문항 113점, 19번 문항 130점, 합계 563점(52%)
 - 사후 검사 : 3번 문항 112점, 7번 문항 106점, 11번 문항 121점, 15번 문항 136점, 19번 문항 133점, 합계 598점(57%)
4. 성취 의욕 영역 : 자신감 영역(총점 : 5문항×43명×5점=1075점 중)
 - 사전 검사 : 4번 문항 114점, 8번 문항 110점, 12번 문항 121점, 16번 문항 171점, 20번 문항 97점, 합계 613점(57%)
 - 사후 검사 : 4번 문항 115점, 8번 문항 125점, 12번 문항 141점, 16번 문항 163점, 20번 문항 102점, 합계 646점(60%)

위 결과로 보아 메타인지 문제 학습을 한 후 학습자의 흥미, 자신감, 성취 의욕이 완만하게 증가되었으나, 주의 집중이 약간 감소됨을 보이고 있다.

2. 논의

본 연구에서 밝혀진 결과를 연구문제별로 논의하기로 한다.

1) 연구문제 1 : 메타인지 문제 개발 및 적용은 비판적 사고력 및 창의력 신장에 효과적인가?

학습자들이 창의력 문제에 있는 메타인지 문제 해결 과정에 단계별로 수록되어 있는 『(3) 위 문제를 해결하기 위해 특별히 필요한 수학 공식이나 성질, 조건이 있는가?』와 메타인지 문제를 활용한 창의성 문제 구성 능력 측정 문항인 『(8) 유사 문제를 만들어 보아라.』의 응답을 하게 됨으로써 기초적인 인지 내용을 바탕으로 메타인지 문제 풀이를 수행하는 과정에서 인지 내용을 확인하고 이를 활용하는 능력이 증진되었고, 학습자의 사고가 유사 사고, 전이가 가능한 사고, 소수의 경우이지만 나아가 창의적인 사고로의 발전을 하였고, 『(9) 이를 활용할 수 있는 분야를 생각해 보아라.』의 응답으로 실생활에 활용할 수 있는 정도의 다양한 사고를 할 수 있는 변화를 보였다.

2) 연구문제 2 : 메타인지 문제 개발·적용은 학업 성적 향상에 효과적인가?

메타인지 문제로 제시된 문제와 관련하여 의도적으로 학습자가 평가 문항에 관련되는 인지 내용을 상기하고 이를 활용할 수 있도록 문항 『(2) 위 문제를 읽고 나서 바로 생각나는 수학의 내용은 어떤 것이 있는가?』를 삽입함으로써 학습자의 인지 내용 및 조건과 성질을 상기하는 빈도가 높아져 문제 해결 체계의 실행적 제어기능을 도울 수 있는 인지의 확장 능력이 강화됨을 보였다. 그 결과로 학교에서 수행하는 분기별 교사의 연구반 학업성취도가 매우 향상되었다.

3) 연구문제 3 : 메타인지 문제 개발·적용은 문제 해결 과정을 통한 자기조절능력을 함양시키는데 효과적인가?

메타인지 평가 문제에 수록되어 있는 문항 『(5) 이 방법을 계속하면 답에 도달하는가?』의 문항의 지시에 의해 문제 풀이에 대한 확신과 자신감이 증가되는 결과를 보였다. 또한 『(4) 문제의 풀이 과정의 일부인 다음

과정 중 틀렸다고 생각되거나 더 좋은 방법이 있다고 생각되는 부분을 고쳐 문제의 답을 구하여라.」의 풀이 과정을 수정하는 과정에서 호홉이 잘 맞는 학생들끼리 프로토콜을 작성해 봄으로써 비판적 사고력이 증가됨으로써 또한 교사가 지도한 내용을 모니터링하여 학습자가 이미 알고 있는 인지 내용을 코딩화함으로써 메타인지 문제에 최대한 적절한 인지 내용을 활용하는 자기조절능력을 극대화하는 결과를 보였다.

4) 연구문제 4 : 메타인지 문제를 개발·적용함으로써 문제 해결 과정에서 실행적 제어기능을 함양시키는데 효과적인가?

학습자의 메타인지 문제를 해결을 하는 과정에서 「(6) 위 문제의 조건 ~을 ~으로 고치면 위의 문제 해결 방법으로 풀 수 있는가?」와 「(7) 본 문제를 자신의 생각하는 방법으로 과정까지 적으면서 풀어라.」의 문항에 대하여 학습자들이 답으로 제시할 수 있도록 함으로써 학습자 스스로 자신감을 가지고 문제에 대한 판단력과 사고력을 증진시켰을 뿐만 아니라 문제를 바꾸었을 때, 이를 적용하는 능력이 배가되었고 메타인지 평가 문제를 통하여 체계적인 문제 풀이 과정을 습득함으로써 실행적 제어능력이 함양되었음을 보였다.

5) 연구문제 5 : 메타인지 문제를 개발·적용함으로써 학습자의 신념과 학습 태도에 변화를 가져올 것인가?

메타인지 문제 학습을 시행함으로써 다양한 사고와 자기조절, 자기제어, 협력학습을 통하여 사고방식의 다변화를 통하여 연구반 학습자의 수학에 대한 신념이 많은 긍정적 변화를 가져왔다.

V. 요약 및 결론

1. 요약

본 연구의 목적은 수학과 문제의 해결에서의 메타인지 문제를 개발하고, 이를 적용하기 위한 교수·학습 방법을 구안하여 수업을 진행함으로써 창의력 신장과 문제 해결력 향상에 대한 바람직한 변화를 추구하려는데 있다.

이와 같은 목적을 달성하기 위해 다음과 같은 문제에 중점을 두고 연구를 추진하였다.

첫째, 메타인지 문제의 개발·적용이 비판적 사고력 및 창의력을 함양시킬 수 있는지를 규명함으로써, 비판

적 사고력 및 창의력 신장 방법으로 메타인지를 활용할 수 있는가?

둘째, 메타인지 문제의 개발·적용이 학업 성적에 미치는 영향을 규명함으로써, 수학과 교육에서의 메타인지 문제 개발·적용의 가치가 있는가?

셋째, 메타인지 문제의 개발·적용이 문제 해결 과정을 통해 자기조절능력을 효과적으로 배양할 수 있는가?

넷째, 메타인지 문제를 개발·적용함으로써 문제 해결 과정에서 실행적 제어기능을 함양시킬 수 있는가?

다섯째, 메타인지 문제의 개발·적용은 학습자의 신념과 학습 태도에 긍정적 변화를 주는데 효과적인가?

위와 같은 연구문제를 해결하기 위하여 충북 C군에 위치한 M중학교의 3학년 2개 학급을 연구의 대상으로 선정하여 다음과 같이 실행하였다.

1. 검사도구로는 한국교육개발원(1992)에서 제작한 학습 태도 검사지, Schoenfeld의 신념 평가를 구안한 학습 신념 검사지(<부록I>)를 작성하여 실시하였다. 실시 시기는 연구의 대상 선정 직후와 학년말 교사 직후로 나누어 비교반과 실험반을 동시에 비교하여 조사하였다.

2. 가설 1, 3, 4에 대한 조사는 4월부터 11월까지 현종익(1997)의 메타인지 문제 유형을 참조하여 재구성하여 수업에 투입하였고, 문제를 주관식으로 하여 백석윤(1994)의 부분적 문제 해결 과정의 단계를 구안하여 각 사고의 과정을 수록하여 체계적으로 문제를 해결하도록 하였으며, 이의 확인을 위하여 메타인지 평가 문제를 제작하여 3차례에 걸쳐 평가하여 각 과정의 분석에 대한 객관성과 타당성을 높이기 위하여 각 항마다 1~5점으로 점수화하여 분석하였다.

3. 연구문제 2의 성취도 변화 과정을 분석하기 위하여 1학기 중간, 1학기 기말, 2학기 중간고사의 분기별 학업 성취도 성적을 데이터로 활용하여 창의력 신장과 문제 해결력의 추이를 분석하였다

2. 결론

본 연구의 결과로부터 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다.

(1) 학습자들이 메타인지 문제를 접하여 보다 다양하고 다각적인 사고를 하게 됨으로써, 응용 능력이 증가되어 메타인지 문제와 유사한 문제의 재구성 능력이 신장

되었고 나아가 타 교과와의 전이가 가능한 문제, 창의적인 문제를 제시를 하는 빈도수가 증가하게 됨으로써 창의력이 신장되는 효과를 가져왔다.

(2) 메타인지 문제에 활용할 수 있는 인지수의 증가와 정확한 인지 활용 능력의 증진, 에피소드 능력의 함양을 통한 체계적인 문제 풀이 과정 수행, 프로토콜을 통한 실행적 제어능력의 증가. 모니터링을 통한 자기조절 능력을 함양시킴으로써 성적이 매우 향상된 결과를 보였다.

(3) 학습자의 문제에 대한 사고력과 판단력이 증진되고, 교사가 지도한 내용을 모니터링하여 학습자가 인지하고 있는 내용을 코딩화함으로써 메타인지 문제에 가장 적절한 인지 내용을 활용하는 등 알고자 하는 행위로서 자기조절능력을 극대화하는 결과를 보였다.

(4) 메타인지 문제의 풀이 과정을 수정하는 과정에서 프로토콜을 작성해 봄으로써 의사결정을 통한 비판적 사고력이 증가됨으로써 메타인지 문제 풀이에 대한 실행적 제어기능 함양이 뚜렷해졌다.

(5) 메타인지 문제 해결 방법이 학습자의 신념의 변화와 학습 태도에 얼마나 영향을 주었는가에 대한 설문조사한 결과, 학습자들의 신념의 변화가 매우 뚜렷하였으나, 학습 태도에서는 다소의 변화가 있었다.

3. 제언

본 연구의 과정에서 나타난 결함과 제한점을 보완하여 보다 좋은 후속 연구를 위하여 다음과 같이 제언하고자 한다.

(1) 메타인지 평가 문항이 수학적 창의력에 미치는 영향을 중학교 수학과 3학년 학습 단원인 함수, 통계, 도형의 세 영역을 대상으로 연구하였는데 좀 더 범위를 넓혀 수학과 모든 분야에 걸쳐 세부적인 영역별로 확대하여 연구할 필요하다.

(2) 범 교과적인 메타인지 평가 문제 유형의 개발과 학습자에 대한 체계적인 학습 지도를 통하여 수학에 국한된 사고력이 아니라 보다 넓은 사고력으로 확장하여 타 교과와의 전이가 가능할 뿐만 아니라 생활 속에 적용할 수 있는 학습자가 필요로 하는 메타인지 학습의 활성화 방안을 찾아야 할 것이다.

(3) 메타인지 평가 문제의 평가는 문제 해결의 주관성 때문에 평가자의 주관울 배제하고, 모든 학습 관련자가 신뢰할 수 있는 세분화된 평가 기준을 세워 최대한 공정

성과 객관성을 확보할 필요가 있다.

참 고 문 헌

- 한국교육개발원 (1992). 교육의 본질 추구를 위한 수학교육 평가체제 연구(III)-수학과 평가 도구 개발, 한국교육개발원 연구보고서 RR 92-5-2.
- 교육 개혁 위원회 (1995). 신교육 체제 수립 교육 개혁 방안 대통령 보고서, 교원복지신문.
- 교육부 (1992). 중학교 교육과정.
- 교육부 (1992). 중학교 수학과 교육과정 해설.
- 구광조의 2인 (1992). 수학 교육과정과 평가의 새로운 방향, 서울: 경문사.
- 김수미 (1996). 메타인지 개념의 수학교육적 고찰, 서울대학교 박사학위논문.
- 김수환 (1997). 수학적 창의력에서의 메타인지의 역할, 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집> 6.
- 변희현 (1994). 수학교육에서의 메타인지에 관한 관찰, 서울대학교 석사학위논문.
- 백석운 (1992). 수학기초 해결 과정의 순수인지의적 분석, 대한수학교육학회 논문집, 2(2), pp.35-52.
- 백석운 (1994). 메타인지적 문제 해결력의 지도와 평가를 위한 메타인지문제 유형의 개발, 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육> 33(2).
- 유인석 (1997). 사회과학에서의 메타인지認知 涵養授業이 批判的 思考力, 學業 成績, 課題 成就度에 미치는 效果, 서울대학교 석사학위논문.
- 이상원 (1993). 고등학교 학생의 대수 문제 해결: 전략과 오류 분석, 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 정문수·이영하 (1994). 수학적 문제 해결 과정 중 탐구 단계에서 나타나는 메타인지에 관한 연구, 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육> 33(2), pp.235-249.
- 현중익 (1997). 문제 해결력 신장을 위한 메타인지 문제 유형 개발, 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집> 6, pp.239-255.
- 梶井義明 (1994). 수학적신념과 학습행동관계, 서일본수학교육학회, 48.
- Brown, A. N. (1987). *metacognition, executive control,*

- self-regulation, and other more mysterious mechanisms*, In F. E. Weinert, & R. H. Kluwe(Eds.), *Metacognition, Motivation and Understanding*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Dewey, J. (1933). *How we think*, D. C. Heath and Co.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring : A new area of cognitive evelopmental inquiry. *American Psychologist* 34, pp.906-911.
- Locke, J. (1924). *An essay concerning human understanding*, In A. L. Pringle-Pattison(Ed.), Oxford Clarendon Press.
- Piaget, J. (1976). *The Grasp of Consciousness : Action and Concept in the Young child*, Cambridge, Harvard University Press.
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical Problem Solving*, Academic Press, Inc.
- Schoenfeld, A. H. (1987). *What's all the fuss about metacognition?* In A. H. Schoenfeld(Ed.), *Cognitive Science of Mathematics Education*, L. E. A.
- Spearman C. (1923). *The Nature of Intelligence and Principle of Cognition*, MacMillian.
- Thomas, R. M. (1984). *Mapping meta-teritory, Educational researcher, Jan*, p.18.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society*. Cambridge, Harvard University Press.

A Study in the Metacognition Learning Method to Improve of the Problem-Solving Ability in Mathematics

Yoon, Ju Han

Department of Mathematics Education, Chungbuk National University, 48 Gaesin-dong , Cheongju
Chungbuk, Korea, 361-763 ; E-mail: yoonjh@cbucc.chungbuk.ac.kr

Kim, Woong Hoe

Miho Middle School, Kangnae, Cheongwon, Chungbuk, Korea, 363-791

Since the 1980's metacognition has been one of the core subjects in the studies on mathematical education, the purpose of this study is to examine and analyze the mathematical creativity, problem-solving ability, and beliefs of math of middle school using the metacognition learning method.

The results of this study is as follows ;

The first, we found that the metacognition learning methods were more effective method than classic method to improve the creativity and the problem-solving ability in math.

<부록 I> 수학에 대한 학생들의 신념도 검사지

이 검사는 여러분의 실세계와 교실에서의 수학적 경험으로부터 여러분이 경험한 수학적 세계관을 알아보기 위한 것입니다.

이 검사는 여러분이 어떤 수학문제에 직면해 있을 때, 수학적인 활동방식으로 수학이나 수학적 과제에 접근하는 방법, 사용하는 기술, 시간의 측정, 노력의 정도, 수학에 대한 오개념 등을 파악하기 위한 것입니다.

같은 물음이라도 여러분 각자의 경험과 사고에 따라 저마다 다르게 대답할 수 있습니다.

다음 물음을 잘 읽고 여러분 자신의 생각이나 경험 등에 따라 솔직하게 3개의 보기 중 하나에만 ○표를 하여 주시기 바랍니다(단, 문제는 별도로 주어집니다.).

물	음	그렇다.	대체로 아니다.	그렇다.
1.	공식은 증명 과정의 문제 해결과 관계가 있다.	()	()	()
2.	수학 문제는 풀릴 수 있다면 10분 안에 해결 할 수 있다.	()	()	()
3.	나는 주어진 문제와 같은 생각을 할 수 있다.	()	()	()
4.	주어진 문제의 풀이 방법은 오직 하나다.	()	()	()
5.	주어진 문제의 풀이 방법은 그것은 선생님이 우리들에게 최근에 가르쳐 주신 것이다.	()	()	()
6.	보통의 학생은 증명을 이해하지 못한다. 그들은 단지 그것을 암기할 뿐이고, 따라서 이해없이 다만 기계적으로 적용할 뿐이다.	()	()	()
7.	수학은 나 혼자서 해야 하는 고독한 활동이다.	()	()	()
8.	나에게 부과된 수학을 이해한다면 어떤 문제라도 5분내에 풀 수 있다.	()	()	()
9.	학교에서 배운 수학은 실생활에 효용이 있다.	()	()	()
10.	공식에 의한 증명은 발견 혹은 발명 과정과 관계가 있다.	()	()	()