한국학교수학회논문집 제 17 권, 제 4 호
Journal of the Korean School Mathematics Society
Volume 17, Number 4, 717-746, December 2014

메타인지 전략 학습을 통한 수학적 사고력 신장 방안 연구

박혜연[1] · 정순모[2]· 김응환[3]

21세기 지식 기반 사회에 적합한 인재는 자기주도적으로 지적 가치를 창출할 수 있는 자율적이고 창의적인 사고력을 갖춘 사람으로, 수학교육 현장에서는 학생들의 창의사고력이 강조되고 있다. 이러한 창의사고력은 자신의 사고과정을 모니터하고 조절·통제하는 메타인지 능력과 밀접한 관련이 있다. 이에 본고에서는 메타인지와 관련된 여러 연구결과들의 통합을 통해 '메타인지능력과 수학적 사고력과의 상관관계, 메타인지 전략을 활용한 교수·학습 방법 및 그 효과, 메타인지 능력 향상을 통한 수학적 사고력 신장 방안'을 고찰하고자 하였다.

주요용어: 메타인지, 수학적 사고력

Ⅰ. 서론

2009 개정 교육과정 총론에서 추구하는 것은 학생들이 보다 의미충실한 수학적 사고 과정과 수학적 사고 활동을 경험할 수 있도록 학교 수학의 모습을 개선할 필요가 있다고 보고 이를 뒷받침하는 하나의 방안으로서 수학과 교육과정에 '문제해결, 의사소통, 추론 능력, 연결성' 등과 같은 '수학적 과정(mathematical process)' 부문을 신설하고 이에 관한 구체적인 성취기준을 제안하고자 하였다(채송화, 2012).

이는 우리나라 수학교육이 학생들에게 수학적 사고과정을 경험하게 하지 못하고 있으며 이로 인해 수학적 창의사고력을 갖춘 인재를 양성하지 못하고 있기 때문이다. 수학적 창의사고력은 창의지성역량 중에서 문제발견·해결능력, 자기주도학습능력, 의사소통능력과 관련이 있으며, 그 중 문제발견·해결능력은 학습이나 삶에서 직면한 문제를 발견하고 합리적으로 해결할 수 있는 능력으로 창의적 사고력과 밀접한 관련이 있다. 다양한 정보를 수집하고 비판·분석·종합하여 새로운 정보를 산출해 내는 높은 차원의 지적 능력으로 창의지성역량 중 가장 중요한 능력이라고 할 수 있다(경기도교육청, 2013).

이러한 문제해결의 성공과 실패의 원인을 설명하기 위해 제시되는 여러 가지 요인들 중 하나로 메타인지가 언급된다. Schoenfeld(1985, 1987)는 학생들이 문제해결에 실패하는 원인이 그들이 가지고 있는 정보자원의 부족에 있는 것이 아니라 문제 해결 과정을 효과적으로 관리할 수 있는 능력의 결여 때문이라고 지적하며, 메타인지가 수학 교육의 중요 목표인 창

1) 성남복정고등학교(phy0228@hanmail.net)
2) 평택안일중학교 (allmathlove@hanmail.net)
3) 공주대학교 (yhkim@kongju.ac.kr), 교신저자

의력 신장과 문제해결력 향상의 핵심 전략이라고 주장하였다. Garofalo & Lester(1985)는 학생의 문제해결력을 개선하려는 많은 연구가 실패한 것은 발견술의 기능을 지나치게 강조하며 이로 인해 학생 자신이 자신의 사고활동을 조정하는 관리적 기능을 무시한 것에 그 원인이 있다고 주장하였으며, Kilpatrick(1985)과 Freudenthal(1973) 등에 따르면 학생들의 성공적인 문제해결을 위해서는 완성된 수학이 아닌 수학적 사고과정의 경험이 필요하며, 이를 위해서는 문제해결을 위해 필요한 개념이나 기술을 종합적으로 활용할 수 있도록 하는 메타인지가 중요함을 강조하였다(이은숙, 2013).

또한 Davidson & Sternberg(1998)는 메타인지가 문제해결자로 하여금 문제의 주어진 '조건·목표·방해요인'의 세 가지 측면을 명확하게 인식하게 하여 전략적으로 다루도록 기회를 제공한다고 하였다. 즉, 메타인지 기술을 사용함으로서 학생들은 문제의 특성을 전략적으로 부호화하여 문제의 요소에 대한 정신적 모델이나 표상을 형성하게 되고, 목표를 달성하기 위해 적절한 계획과 전략을 선택하게 되며 진행을 방해하는 장애를 극복하게 된다는 것이다. 이와 같이 메타인지는 인지전략을 생성할 수 있게 하고 문제의 요구에 따라 적절한 전략을 선택하거나 특정 전략을 광범위한 상황에 수정 또는 적응시키는 전이와 일반화를 가능하게 하기 때문에, 수학교육자들은 문제해결의 수행과정에 메타인지가 중추적인 역할을 담당한다고 주장하며 메타인지와 관련된 연구들을 진행하였다(이은숙, 2013).

메타인지를 활용한 학습법들은 학생 스스로 수학적 사고 활동을 경험하고 그 사고과정을 모니터링·조정·통제하는 것을 학습함으로써 보다 체계적이고 자기주도적인 문제해결력과 창의적 수학 사고력 신장에 도움을 줄 수 있다. 또한 메타인지를 활용한 학습방법은 학생이 스스로 지식을 구성하고 완성해가는 학생 중심적이고 학생 주도적인 방법으로써, 지적 가치를 창출할 수 있는 자율적이고 창의적인 사고력을 갖춘 인재를 양성하는 좋은 학습방법이 될 것이다.

이에 본 연구에서는 메타인지와 관련된 여러 연구결과들의 통합을 통하여 수학적 사고력 신장 방안을 탐색하고자 하였으며 그 흐름은 다음과 같다.

첫째, 메타인지에 대한 이론적 고찰과 함께 메타인지와 여러 수학적 사고력과의 상관관계를 분석한다.

둘째, 수학교육 현장에서 이루어진 메타인지 전략 수업의 교수·학습 방법 및 활동지의 고찰과 함께 수학의 인지적·정의적 영역에 미치는 효과를 통합하여 비교·분석한다.

셋째, 기타 메타인지와 관련된 연구들을 분석하고 메타인지적 사고의 평가방법을 탐색한다.

마지막으로, 위의 분석 결과를 토대로 수학적 사고력 신장을 위한 메타인지 전략학습 교수·학습 방법 및 메타인지 전략학습 활동지를 구안한다.

본 연구에서 제시하는 메타인지 전략학습법은 메타인지 전략과 함께 더 나아가 '숲에서 나무찾기 활동', '평가 및 새로운 아이디어 찾기 활동'을 추가한 학습방법으로, 전체 수학학습 내용을 구조화하는 사고활동과 자기 및 동료평가를 활용한 피드백활동, 문제해결과정의 공유를 통한 새로운 아이디어 찾기 활동을 수행한다.

위와 같이 기존의 수학교육 현장에 적용된 메타인지 전략 학습법의 고찰과 새로운 학습방법의 구안을 통해 학교 현장의 교사들이 자신의 교육환경에 맞춘 보다 수학 교육의 목표에 적합하고 한 단계 발전된 교수·학습 모형을 고안·적용할 수 있는 자료를 제공함으로써, 학생들의 메타인지 능력 및 수학 창의 사고력을 향상시키는데 본 연구의 목적이 있다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. 메타인지의 정의

현재 가장 보편적으로 인식되고 있는 지식으로서의 메타인지에 대한 구체적인 정의는 Flavell(1979)에 의해 제시된 것이다. Flavell(1979)은 자신이 도입한 '메타인지'라는 개념을 보다 명확하게 이해하기 위해 다양한 기준으로 인지와 메타인지를 대비시키며, 메타인지를 '인지 과제를 수행하는 과정 혹은 결과에 영향을 미칠 수 있는 변인에 대한 개인적 지식'이라고 규정하였다.

Flavell(1979)은 메타인지를 '메타인지적 지식'과 '메타인지적 경험'이라고 하는 두 핵심 개념으로 구분하며 그 상호작용을 강조하였다. 메타인지적 지식이란 개인이 획득한 주변 세계에 대한 지식을 말하며, 이것은 개인변인·과제변인·전략변인의 세 범주로 나누어진다. 개인변인이란 인지활동의 주체로서 획득하는 일종의 지식이나 신념과 관계되는 것으로 학습목표 수행에 영향을 미치는 모든 개인적인 특성들을 의미한다. 과제변인이란 주어진 과제와 관련하여 문제의 해결자가 이미 가지고 있거나 파악 가능한 정보 또는 그 과제에서 요구하는 것에 의해 과제를 처리하는 방법이 다르게 요구된다는 것이며 전략변인이란 주어진 과제를 수행하는 데 어떤 전략이 가장 효과적인가에 대해 개인이 습득하게 되는 지식을 의미한다. 메타인지적 경험이란 삶을 영위하기 위한 인지적이고 정의적인 경험 중 의식적인 것을 말하는 것으로 행위 전·행위 중·행위 후의 어느 때에도 일어날 수 있으며, 특히 자신의 인지에 대해 의식적인 조정과 통제의 필요성이 예상되는 상황에서 더 잘 일어난다고 하였다.

메타인지라는 것이 방법 그 자체의 지식이라기보다는 그 방법을 적절하게 활용하는 것과 관련된 지식을 의미하며 인지적 주체의 신념까지도 포함하고 있으므로, Flavell(1979)이 제시한 메타인지는 인지적 차원을 넘어 정의적 차원까지 확장되는 개념이라 할 수 있다.

Brown(1983, 1987)은 메타인지 개념에 대해 명시적으로 기능적 특성을 부여한 사람으로, 메타인지를 지식뿐만 아니라 행동의 영역으로도 규정하였다. Brown(1987)의 모델은 Flavell(1979)의 모델에서 '메타인지적 경험'이라는 다소 애매한 영역이 제거되고 대신 '인지에 대한 조절'이라는 문제해결의 행동군이 추가되어, '인지에 대한 지식'과 '인지에 대한 조절'이라는 두 개의 하위 영역으로 구성되어 있다. '인지에 대한 지식'은 정적인 지식으로 Flavell(1979)의 '메타인지적 지식'과 유사하며, '인지에 대한 조절'은 모니터링·자기조절·계획·검토와 같은 문제해결 과정에서 필요한 전략적 행동과 의사결정을 포함하는 것이다.

Schoenfeld(1987)는 메타인지를 일상용어로 '인식에 대한 반성(reflection on cognition)' 혹은 '자신의 사고에 대한 사고'로 대체할 수 있다고 하였으며, 기존의 메타인지 연구를 분석하여 메타인지를 '자신의 사고과정에 대한 지식', '제어와 자기조절', '신념과 직관'이라는 세 범주로 정리하였다. '자신의 사고과정에 대한 지식'은 자신의 사고과정을 얼마나 정확하게 기술할 수 있는가 즉, '자신의 사고과정을 묘사할 수 있는 능력'과 '자신의 기억에 대해 서술할 수 있는 능력'에 관련된 것이며, '제어(control)와 자기조절(regulation)'은 문제해결 과정에서 자신이 가진 인지적이고 수행적인 자원·풀이과정·자신의 정신상태 등을 관리하는 능력을 의미한다. 또한 '신념과 직관'이란 인지적 주체로서 획득한 세계에 대한 주관적 지식을 의미한다(이은숙, 2013).

2. 인지와 메타인지

Flavell(1979)은 인지란 어떤 과제 혹은 문제가 주어졌을 때 그것을 처리하여 하나의 해답에 도달하기 위한 지적 활동인 반면, 메타인지는 그와 같은 인지활동을 모니터하는 기능이라고 규정하였다. 또한 인지와 메타인지의 목표를 기준으로 보았을 때, 인지적 목표가 단순히 해답을 얻기 위한 것이라면 메타인지적인 목표는 이미 얻어진 해답에 대한 확신을 얻기 위한 것이라고 제시하였다. 따라서 Flavell(1979)이 언급한 메타인지의 기능이란 어떤 문제를 해결하여 답을 도출해 내기 위한 것이라기 보다는, 자신이 구한 답이나 풀이과정에 대한 점검 혹은 현재 자신의 이해 상태에 대한 점검 등과 같이 성급한 판단에 대한 일종의 제어장치와도 같은 것이라고 볼 수 있다.

Garofalo & Lester(1985)는 Flavell(1979)과는 다소 다른 관점에서 인지와 메타인지를 구분하였는데 그들은 인지가 단순한 행위라면, 메타인지는 실행되어져야 할 것이 무엇인가에 대한 선택과 계획 그리고 실행되고 있는 것에 대한 모니터링 행위라고 설명하였다.

Flavell(1979)이 메타인지의 기능을 해답을 얻기 위한 것보다는 해답에 대한 확신을 얻기 위한 일종의 제동장치로 규정한 반면 Garofalo & Lester(1985)는 메타인지를 해답에 대한 확신뿐만 아니라 해답을 얻기 위한 계획이나 선택까지 포함시킨 다소 포괄적인 개념으로 규정하였다. 그러나 이러한 차이에도 불구하고 Flavell(1979)과 Garofalo & Lester(1985) 모두 주로 행위나 기능적인 측면에 초점을 두어 인지와 메타인지를 대비시켰다는 유사점이 있으며, 현재는 이 두 가지 관점이 모두 반영되어 Flavell(1979)이 초기에 규정한 것 보다 더욱 포괄적인 의미로 메타인지 개념이 해석되고 있다.

Brown(1987)은 지식의 측면과 관련하여 인지와 메타인지를 구분하고 있는데, 인지란 지식을 단순하게 이해하는 것인 반면, 메타인지는 지식을 적절하게 활용하는 것이며 스스로 자신의 지식 상태를 파악하는 것이라고 하였다. 이처럼 메타인지는 영역에 대한 지식이 아닌 방법에 대한 지식으로 간주되기도 한다(이은숙, 2013).

메타인지의 개념을 명확화하기 위한 방법 중 하나로 인지와 메타인지를 대비시켜 고찰하는데 이은숙(2013)은 인지와 메타인지를 구분하는 준거를 다음과 같이 정리하였다.

<표 II-1> 인지와 메타인지의 대비 패러다임

구분의 준거	인지	메타인지
행위의 의도 (Flavell, 1979)	*인지적 진전을 위한 지적인 활동(인지적 전략:인지적 목표에 도달하기 위한 행동)	*인지적 활동에 대해 모니터링하는 행동 (메타인지적 전략:도달한 목표에 확신을 얻기 위한 행동)
행위의 유형 (Garofalo & Lester, 1985)	*단순한 행동(행하기)	*실행할 것에 대한 선택과 계획 *실행중인 것에 대한 모니터링 행동
지식의 내용 (Brown, 1987)	*단순한 영역의 지식 (지식의 단순한 이해)	*그 지식을 잘 활용할 수 있는 방법에 대한 지식 (지식의 적절한 활용 및 자신의 지식 상태 인지)

3. 메타인지의 정의적 특징

현재는 메타인지를 ‘인지에 대한 지식’과 ‘인지에 대한 조절’이라는 두 개의 측면을 동시에 지닌 양면적 개념으로 보는 것이 가장 대표적이기는 하지만 이것만으로는 메타인지 개념의 다양성을 충분히 파악하기 어렵다고 할 수 있다. 더불어 수학교육학계에서 정의적 영역에 대한 관심이 고조되면서 수학불안·동기·인내 등과 같은 정의적 개념까지도 메타인지의 하위 개념군으로 간주하고자 하는 경향이 나타나고 있다. 따라서 최근에는 메타인지 개념을 순수한 인지적 개념으로 파악하기 보다는 인지적 측면과 정의적 측면이 결합된 복합적 개념으로 간주하려는 경향이 심화되고 있다(이은숙, 2013).

메타인지의 정의적 특성에는 개인이 소유하고 있는 지식에 대한 신념, 태도, 감정 등이 있으며 수학 학습과정에서의 메타인지는 인지적 영역과 정의적 영역의 복합적인 개념으로 규정하고 있다. 수학 학습을 성공적으로 완수하기 위해서는 수학적인 지식이나 기능과 같은 순수한 인지적 요인 외에도 정의적 요인이 수학 학습에 미치는 영향력이 다른 교과들에 비해 두드러지게 나타난다.

수학적 사고활동의 한 측면에서의 신념체계란 개인이 소유하고 있는 ‘수학적 세계관’을 의미하는 것으로 학생들은 일상생활과 교실에서 접하는 수학적 경험으로부터 자신만의 ‘수학적 세계관’을 가지게 된다. 학생들 개인의 신념체계는 수학 문제를 해결함에 있어 전략적인 아이디어나 인지적 정보를 사용하는 그들의 행동을 결정하는데 매우 결정적인 역할을 하므로 성공적인 문제해결을 위해 긍정적인 영향을 줄 수 있는 신념체계를 가져야 한다. 수학불안·동기·인내 등과 같은 메타인지의 정의적 특성들은 문제해결에 있어 중요한 사항을 인식하고 문제의 접근방법을 선택하게 한다. 그리고 문제해결의 아이디어와 인지적 자원의 사용과 어느 정도의 시간과 노력을 투자할 것인가를 결정하는데 영향을 준다(하현성, 2003).

4. 용어의 정의

본 연구는 1994년에서 2014년까지의 메타인지와 수학에 관련된 연구들의 결과를 통합하여 비교·분석하는 것으로써 각 연구들에서 다루는 용어들의 정의는 다음과 같다.

수학적 창의력 : 수학적 문제 상황에서 고정된 사고방식을 탈피하여 다양한 산출물을 내는 과정이자 능력을 말한다. 이러한 창의성은 주로 문제해결과정에서 발휘되며 이에 따라 창의적 문제해결력과 거의 동일시되어 사용하는 경향이 많아졌다(조석희, 황동주, 2007). 문제해결의 과정은 창의성이 표출되는 과정으로 문제의 선택, 문제해결을 위한 확장된 노력, 문제해결을 위한 조건 확인, 조건의 변환 및 재구조화, 검증 또는 정교화 등의 문제해결과정을 통해 독창적인 아이디어가 나타남(박영태, 2000)을 알 수 있다(박혜진, 2010에서 재인용).

귀납적 추론 : 개별적이고 구체적인 사실들을 관찰하고 실험하여 그것들을 묶어 설명하는 보편적인 법칙들 또는 원리들을 발견하고 확립하는 사고과정이다(이유경, 2003).

연역적 추론 : 상위의 일반적 원리나 법칙을 하위의 구체적인 상황에 적용시키는 추론과정으로서 넓은 의미로는 전제로 주어진 몇 개의 명제로부터 필연적인 규칙을 사용하여 필연적인 결론을 돌출하는 방법이며, 좁은 의미로는 특수한 주장으로 나아가는 것이라 할 수 있다(이유경, 2003).

몰입 : 어떤 과제해결이나 활동에 집중할 때 나타나는 최적의 심리현상(홍기칠, 2009)으로 문제를 해결하기 위해 자신의 정신을 문제에만 완전히 집중하여 자신의 문제해결능력을 최

대한 발휘하는 순간 느끼게 되는 경험이다(박혜진, 2010에서 재인용).

수학불안 : Byrd(1981)는 수학불안을 “어떤 식으로든 수학에 접하였을 때 개인이 불안을 경험하는 상황”으로 포괄적으로 정의하였다(신영미, 2004).

수학적 신념 : 개인이 소유하고 있는 수학적 세계관을 의미하는 것으로써, 학생들은 실세계와 교실에서의 수학적 경험으로부터 자신의 수학적 세계관을 도출한다고 한다(김금숙, 2002). 수학적 신념이란 수학에서의 경험에 근거해 형성된 수학에 대한 신념, 수학 학습 방법에 대한 신념, 자아에 대한 신념, 문제해결에 대한 신념을 의미한다(김재찬, 2004).

자기효능감 : 특정한 활동을 얼마나 잘 수행할 수 있는가하는 자신의 능력에 대한 개인적인 판단으로써 성취 장면에서 자신의 능력에 대하여 개인이 갖는 기대이다(신현, 2008에서 재인용)

Ⅲ. 연구 방법 및 절차

본 연구에서는 1994년∼2014년까지의 ‘메타인지, 수학’과 관련된 논문 22편을 통합하여 비교·분석하였다. 국회도서관 및 학술연구정보서비스에서 ‘메타인지, 수학’ 용어를 사용하여 검색하였으며, 메타인지능력은 고등적 사고능력과 연관이 있을 것이라 사료되어 중·고등학생들을 대상으로 메타인지 전략을 활용한 학습법을 적용하여 수학적 사고력 신장에 미치는 효과를 분석한 연구들을 통합하고자 하였다. 그러나 많은 연구들이 초등학생들을 대상으로 이루어졌으며 수학적 사고력 신장에도 긍정적 효과가 나타나 함께 분석하였다.

본 연구의 흐름은 메타인지와 수학적 사고력과의 상관관계 분석, 메타인지 전략별 교수·학습 방법 및 학습 효과, 활동지 양식을 고찰하고 메타인지적 사고의 평가방법을 탐색하였다. 또한 이러한 결과분석을 바탕으로 수학적 사고력 신장을 위한 ‘메타인지 전략학습법’ 및 ‘메타인지 전략 활동지’를 구안하였다.

메타인지 전략 학습의 효과분석을 위해 총 12편(양적연구 5편, 질적연구 9편)의 연구를 통합하여 비교·분석하였는데 이 때, 양적연구와 질적연구를 함께 진행한 논문의 경우 각각 따로 빈도수를 계산하였다. 양적연구의 경우 그 결과를 표기함에 있어 유의수준 1%, 5%에서 유의미한 상관관계 및 변화가 도출되었을 때 각각 기호 ‘**’와 ‘*’를 사용하여 나타내었다.

1. 메타인지와 수학적 사고력과의 상관관계 분석 방법

메타인지와 여러 수학적 사고력과의 상관관계를 연구한 논문은 2003년∼2013년까지 총 4편으로 메타인지능력과 ‘수학적 추론(귀납적 추론, 연역적 추론), 수학적 의사소통능력, 몰입, 수학 창의적 문제해결력’과의 상관관계 분석 연구가 진행되었다(<표 III-1> 참고).

<표 III-1> 메타인지와 수학적 사고력과의 상관관계 분석 자료

연구자	연구지역	연구대상		분석영역
이유경(2003)	인천광역시	중 3	100명	수학적 추론(귀납추론, 연역추론)
김지홍(2009)	경상남도	고 2	170명	수학적 의사소통능력
박혜진(2010)	서울특별시	중 2	일반학생 196명	몰입, 수학 창의적 문제해결력
신승윤(2013)	D광역시	초 5	영재 80명	수학 창의적 문제해결력

2. 메타인지 활동 안내 자료를 활용한 학습법 분석 방법

메타인지 전략을 활용한 학습법 중 가장 많은 연구가 이루어진 학습방법은 ‘메타인지 활동 안내 자료’를 통한 교수·학습 방법으로 총 8편이 해당된다. ‘메타인지 활동 안내 자료’를 통한 학습법을 학교현장에 직접 적용한 논문 7편, 그 적용을 위한 교수·학습 방법을 연구한 논문 1편으로 구성된다(<표 III-2> 참고).

<표 III-2> 메타인지 활동 안내 자료를 활용한 학습법 분석 자료

연구자	연구지역	연구대상		연구방법	분석영역
김희수(2000)	경기도	초 4	30명	양적	학업성취도, 수학학습태도
김재찬(2004)	부산광역시	고 2	2명(부진아)	질적	수학적 문제해결력, 신념
최은희(2005)	서울특별시	초 3	33명	양적	수학적 추론
			3명(상·중·하)	질적	수학적 표현
신 현(2008)	전라남도	초 6	2명(상)	질적	수학적 문제해결력, 자기효능감
김지홍(2009)	경상남도	고 2	4명(중·하)	질적	수학적 의사소통능력
서정민(2009)	서울특별시	고 1	1명(상)	질적	수학적 사고력, 문제해결력
김민지(2010)	서울특별시	고 3	1명(하)	질적	메타인지능력
이은아(2007)	중3 부진아를 대상으로 한 교수·학습 방법 연구				

3. 메타문제를 활용한 학습법 분석 방법

메타인지 전략을 활용한 학습법 중 두 번째로 많은 연구가 이루어진 학습방법은 메타문제를 활용한 교수·학습방법으로 총 4편이 해당되며, 메타문제를 활용한 학습법을 학교현장에 직접 적용한 논문 3편, 그 적용을 위한 교수·학습 방법을 연구한 논문 1편으로 구성된다.

신영미(2004)의 경우 ‘메타인지를 이용한 형성평가’를 실시하였는데, 그 문항이 종합적인 문제해결력을 구성하는 부분적인 문제해결력을 분류·추출하여 각각의 부분적인 문제해결력의 훈련을 위한 것으로써 메타문제와 동일하다 판단되어 함께 분석하였다(<표 III-3> 참고).

<표 III-3> 메타문제를 활용한 학습법 분석 자료

연구자	연구지역	연구대상		연구방법	분석영역
김금숙(2002)	경기도	중 3	47명	양적	학업성취도, 수학적 신념, 문제해결능력
			2명	질적	메타인지 능력
신영미(2004)	대구광역시	고 2	34명	양적	수학불안
이은숙(2013)	서울특별시	초 4	8명(상·중)	질적	수학의 인지적·정의적 특성
박지혜(2008)	교수·학습 방법 연구				

4. 기타 메타인지 전략 학습법 분석 방법

기타 메타인지 전략 수업을 적용한 논문은 총 2편으로 ‘메타인지 전략수업과 메타인지 노트를 활용한 학습법’을 적용하였다(<표 III-4> 참고).

<표 III-4> 기타 메타인지 전략 학습법 분석 자료

연구자	연구지역	연구대상		학습방법	연구 방법	분석영역
김보라(2008)	강원도	중 3	33명	메타인지 전략수업	양적	메타인지능력, 수학불안
김가영(2014)	중소도시	고 2	2명	메타인지 노트 활용	질적	수학 학습력

5. 기타 메타인지 관련 연구 분석 방법

기타 메타인지와 관련된 연구들을 분석(<표 III-5> 참고)하고 메타인지적 사고의 평가방법을 탐색하였다.

<표 III-5> 기타 메타인지 관련 연구 분석 자료

연구자	분석 영역
정문숙(1994)	우수아들의 메타인지 사고의 특징
하현성(2003)	메타인지적 사고를 활용한 문제해결 수업의 효과
이은주(2004)	수학사를 이용한 메타인지 능력 신장 방안
최미리(2007)	메타인지 능력 향상을 위한 교사의 역할

Ⅳ. 연구결과 및 분석

1. 메타인지와 수학적 사고력과의 상관관계

메타인지와 수학적 사고력(추론, 의사소통능력, 창의적 문제해결력, 몰입)과의 상관관계를 조사한 연구는 총4편으로 그 결과는 <표 IV-1, 표 IV-2>과 같다. 각 연구자별 메타인지 및 수학적 사고력의 하위영역을 구분하는 방법은 상이하였으며 표의 정리방법은 다음과 같다.

각 연구에서 영역별 상관관계가 정적 상관관계일 경우 기호 '+'를, 부적 상관관계인 경우는 나타나지 않았으며 유의미한 상관관계가 없을 때는 공란으로 처리하였다. 이 때, 각 영역별 하위영역이 아닌 전체영역과의 상관관계의 경우는 상관도를 함께 표기하였으며, 각 영역별 상관도를 비교하여 함께 정리하였다.

<표 IV-1>의 결과를 살펴보면 이유경(2003), 김지홍(2009), 신승윤(2013)의 연구에서 메타인지와 '수학적 추론능력, 의사소통능력, 창의적 문제해결력'은 그 전체 영역 및 하위 영역 모두에서 정적인 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 박혜진(2010)의 연구 결과를 살펴보면 (<표 IV-2> 참고) 메타인지는 수학 창의적 문제해결력과 몰입에 모두 정적인 상관관계를 보였으며, 그 중 몰입과의 상관관계가 더욱 높게 나타났다. 또한 몰입도 수학 창의적 문제해결력과 정적인 상관관계를 나타내었다.

신승윤(2013)의 연구에서 메타인지와 수학 창의적 문제해결력의 하위영역(유창성, 융통성, 독창성) 모두 정적인 상관관계를 보인데 반해, 박혜진(2010)의 연구에서는 메타인지와 수학 창의적 문제해결력 하위 영역 중 '독창성' 영역과의 상관관계가 나타나지 않았다. 또한 메타인지의 하위영역(인식, 인지전략, 계획, 모니터링)에서도 '독창성' 영역과의 상관관계가 나타나지 않았으며, '융통성' 영역도 '모니터링' 영역만이 정적인 상관관계가 나타났다. 메타인지와 몰입과의 상관관계에서는 전체 영역 및 전 하위영역에서 높은 상관관계가 나타났다.

<표 IV-1> 메타인지와 수학적 사고력과의 상관관계 1

연구자	연구 대상	상관관계 분석영역						상관도 비교
이유경 (2003)	중3 100명	영역		수학적 추론				* 연역 > 귀납
				전체	귀납적 추론	연역적 추론		
		메타인지		+ .363 **	+ .259 **	+ .400 **		
김지홍 (2009)	고2 170명	영역		수학적 의사소통능력				* 인지전략 > 자기점검 > 계획하기
		메타인지	전체	+ .569 *				
			인지전략	+ .534 *				
			계획하기	+ .450 *				
			자기점검	+ .478 *				
신승윤 (2013)	초5 영재 80명	영역		수학 창의적 문제해결력				* 지식 > 자기조정 > 경험 * 융통성 > 유창성 > 독창성
				전체	유창성	융통성	독창성	
		메타인지	전체	+ .448 **	+ .402 **	+ .410 **	+ .397 **	
			지식	+ .451 **	+	+	+	
			자기조정	+ .442 **	+	+	+	
			경험	+ .327 **	+	+	+	

<표 IV-2> 메타인지와 수학적 사고력과의 상관관계 2

연구자	연구 대상	상관관계 분석영역							
박혜진 (2010)	중2 일반학생 196명	영역		수학 창의적 문제해결력				몰입	
				전체	유창성	융통성	독창성	전체	하위 전영역
		메타인지	전체	+ .237**	+ .254**	+ .179*		+ .686**	+
			인식	+ .185**	+			+ .625**	+
			인지전략	+ .181*	+			+ .612**	+
			계획	+ .165*	+			+ .542**	+
			모니터링	+ .272**	+	+		+ .551**	+
		몰입	전체	+ .372**	+ .360**	+ .350**	+ .231**		
			도전과 기능의 조화	+ .350**	+	+	+		
			구체적인 피드백	+ .335**	+	+	+		
			통제력	+ .203**	+	+			
			명확한 목적	+ .283**	+	+	+		
			행위와 의식의 통합	+ .378**	+	+	+		
			자기 목적적 경험	+ .270**	+	+	+		
			과제의 집중	+ .337**	+	+	+		
			시간 변형	+ .193**	+	+			
			자의식의 상실	+ .326**	+	+	+		
		상관도 비교		* 유창성 > 융통성 (메타인지 & 창의력 하위영역) * 명확 > 구체 > 도전 > 행위 > 통제 > 자기 > 과제 > 시간 > 자의 (메타인지 & 몰입 하위영역) * 모니터링 > 인식 > 인지전략 > 계획 (창의력 & 메타인지 하위영역) * 인식 > 인지전략 > 모니터링 > 계획 (몰입 & 메타인지 하위영역)					

2. 메타인지 활동 안내 자료를 활용한 학습법

1) 메타인지 활동 안내 자료

‘메타인지 활동 안내 자료’는 학생이 문제해결과정에서 메타인지 활동을 할 수 있도록 도와주는 자료로서, 매 차시 학생의 문제해결과정 전에 ‘메타인지 활동 안내 자료’를 읽고 나서 문제 풀이 활동을 수행하도록 하는 교수·학습 방법이다. 각 연구에서는 이봉주(2002)의 활동 안내 자료(<표 IV-3> 참고)를 토대로 활동지를 구안하였다.

<표 IV-3> 이봉주(2002)의 메타인지 활동 안내 자료

문제 이해	A : 문제를 풀기 시작하기 전에 1. 문제를 한 번 이상 읽는다. 2. 문제가 무엇을 요구하는지를 생각해 본다. 3. 자신의 말로 문제를 설명해 본다. 4. 이러한 문제를 풀어본 적이 있는지를 생각해 본다. 5. 문제를 푸는 데 필요한 정보에 대하여 생각해 본다. 6. 필요없는 정보가 있는지를 생각해 본다.
풀이 계획	B : 문제를 해결하기 위한 전략 1. 그림을 그린다. 2. 추측하고 점검한다. 3. 표를 만들어 이용한다. 4. 문제에 필요한 연산을 선택한다. 5. 규칙을 발견한다. 6. 구체물을 이용한다. 7. 단순화한다. 8. 문제의 순서대로 해 본다. 9. 방정식을 세운다. 10. 거꾸로 풀어본다.
계획 실행	C : 문제를 푸는 도중에 1. 문제를 푸는 중에 모든 단계를 생각해 본다. 2. 한 단계를 마칠 때마다 문제로 되돌아가 본다. 3. 중단하고 이미 실시한 단계를 다시 생각해 본다. 4. 문제를 풀면서 단계별로 자신의 활동을 점검해 본다.
점검 활동	D : 문제를 다 풀고 난 후에 1. 풀이 절차가 정확하게 이루어졌는지를 확인해 본다. 2. 계산이 맞는지를 알아보기 위해 점검해 본다. 3. 처음부터 다시 자신의 활동을 점검해 본다. 4. 답이 옳은지를 확인하기 위해 문제를 다시 본다. 5. 문제를 푸는 또 다른 방법을 생각해 본다. 6. 중요한 정보를 기록한다.

<표 IV-4> 김희수(2000)의 문제해결 모형 학습지 양식

문제해결 모형(학습지)
제 4 학년 반 번 성명

◎문제의 위치( )

순서	할 일	오류분석과 교정
문제 이해	▶ 문제 읽기 ( ) ▶ 모르는 말 알기 ( ) ▶ 요구하는 답은 무엇인가? ( )	① 모르는 것, 틀린 것 말로하기 ( ) ② 친구(교사)에게 묻기 ( ) ③ 알게 된 것 말로 하기 ( )
계획	▶ 이런 문제를 풀어 본 일이 있는가? ( ) ▶ 문제를 자기말로 바꾸기 ( ) ▶ 해결방법 말하기 ( )	
실행	▶ 식(그림)으로 해결한 후 답 쓰기 ( ) ▶ 빠뜨린 것이 있는가? ( ) ▶ 나는 무엇을 하고 있는가? ( )	
자기 평가	▶ 답과 단위가 정확한가? ( ) ▶ 더 좋은 해결방법이 있는가? ( ) ▶ 자신감 갖기 ( )	

◎ 해결하는 곳

김민지(2010)는 이봉주(2002)의 ‘메타인지 활동 안내 자료’를 그대로 사용하였으며, 김희수(2000)는 이봉주(2002)의 ‘메타인지 활동 안내 자료’를 토대로 ‘문제해결 모형 학습지’를 구안하여 학생들이 문제 해결 과정에서 자신의 사고과정을 보다 구체적으로 기술하도록 하였고, ‘오류분석과 교정’ 항목을 추가하여 스스로 오류를 수정하고 개념을 재정립할 수 있도록 하였다(<표 IV-4>참고).

김재찬(2004), 신현(2008), 서정민(2009)은 이봉주(2002)의 ‘메타인지 활동 안내 자료’를 토대로 문제해결 단계마다 자신의 문제해결 과정을 모니터할 수 있도록 ‘메타인지 자기 질문’ 항목을 추가하여 구성하였는데, 그 내용에 있어 약간의 표현만 달리하였다. 이에 동일한 것으로 간주되며 본 연구에는 김재찬(2004)의 ‘메타인지 활동 안내 자료’를 수록하였다(<표 IV-5> 참고).

<표 IV-5> 김재찬(2004)의 메타인지 활동 안내 자료 양식

단계	문제해결을 위한 활동 내용	메타인지 자기 질문
문제이해	Ⅰ. 문제를 풀기 시작하기 전에 1. 주의 집중해서 문제가 이해될 때가지 생각하면서 계속 읽어보기 2. 문제의 핵심에 밑줄을 긋거나 요약해 보기 3. 문제가 무엇을 요구하는지 생각해 보기 4. 이전에 이러한 문제를 풀어 본 적이 있는지 생각해보기 5. 문제에서 주어진 정보, 조건 정리하기 6. 문제를 푸는데 필요한 정보에 대해서 생각해 보기	1. 문제가 어떠한 답을 요구하는지 이해가 되었는가?
풀이계획	Ⅱ. 문제를 해결하기 위한 전략 1. 문제를 그림이나 표로 그려 시각화하기 2. 추측하고 점검해 보기 3. 규칙을 발견하기 4. 주어진 문제 조건의 일부를 추가, 감소, 고정, 완화시키기 5. 주어진 문제를 특수화, 일반화, 단순화하기 6. 방정식을 세우기 7. 선택된 세부적인 지식, 전략, 또는 그 결과들을 예측하기	1. 문제 속에 어떤 규칙이나 원리가 있는지 찾아보았는가? 2. 문제와 관련하여 내가 알고 있는 것은 무엇인가? 3. 어떻게 문제를 풀면 좋겠는가? 4. 구체적인 방법이 생각되었는가? 5. 그 계획은 적절한가?
계획실행	Ⅲ. 문제를 푸는 도중에 1. 문제의 각 부분에서 필요한 부분적인 해법 구상하기 2. 계획된 해법의 실행 과정을 수시로 검토하기 3. 한 단계를 마칠 때마다 문제로 되돌아가 보기 4. 문제를 풀면서 단계별로 자신의 활동을 점검해 보기	1. 단계적으로 차근차근 풀고 있는가? 2. 계산은 바르게 하고 있는가? 3. 그림이 주어진 문제에 적합한가? 4. 문제에서 주어진 정보들을 모두 활용하고 있는가?
점검활동	Ⅳ. 문제를 다 풀고 난 후에 1. 풀이 절차가 정확하게 이루어졌는지를 확인하기 2. 구한 답이 문제의 뜻에 합당한가의 여부를 검정하기 3. 처음부터 다시 자신의 활동을 점검해 보기 4. 문제를 푸는 또 다른 방법을 생각해 보기 5. …라면 어떤가(What if)? 형태의 질문을 해보기 6. 중요한 정보를 기록해 두기	1. 문제의 성질에 비추어 답이 맞다고 생각하는가? 2. 가장 좋은 방법으로 풀었다고 생각하는가?

최은희(2005), 이은아(2007), 김지홍(2009)은 이봉주(2002)가 제시한 문제해결의 4단계가 아닌 보다 세분화된 학습지 양식을 구안하였는데, 문제해결과정에서 최은희(2005)와 김지홍(2009)은 7단계로(<표 IV-6> 참고), 이은아(2007)는 6단계로 구성하였다(<표 IV-7> 참고).

<표 IV-6> 김지홍(2009)의 메타인지적 전략 활용 학습지 양식

<table>
<tr><td colspan="3">메타인지 전략을 적용한 학습지

학번 : (　　　) 이름 : (　　　　)</td></tr>
<tr><td colspan="3">(문제제시)</td></tr>
<tr><td>메타인지전략</td><td>질문</td><td>내용</td></tr>
<tr><td>문제확인</td><td>1. 문제가 요구하는 것은 무엇인가?
2. 문제에서 주어진 정보는 무엇인가?</td><td></td></tr>
<tr><td>예언</td><td>1. 내 능력으로 할 수 있을까?
2. 왜 할 수 있다고 생각하나?
3. 문제 해결을 하는데 얼마의 시간이 걸릴까?</td><td></td></tr>
<tr><td>계획</td><td>1. 문제와 관련하여 내가 알고 있는 것은 무엇인가?
2. 문제를 푸는 데 필요한 정보는 무엇인가?
3. 어떻게 문제를 풀면 좋겠는가?
가. 문제를 그림이나 표로 그려 시각화하는 것이 좋겠는가?
나. 추측하고 점검하는 것이 좋겠는가?
다. 규칙을 발견하는 것이 좋겠는가?
라. 방정식을 세우는 것이 좋겠는가?</td><td></td></tr>
<tr><td>실행

문제
해결</td><td>1. 계획된 해법에 따라 단계적으로 차근차근 풀고 있는가?
2. 계산은 바르게 하고 있는가?
3. 단계별로 자신의 활동을 점검해 보았는가?
4. 문제에서 주어진 정보들을 모두 활용하고 있는가?</td><td></td></tr>
<tr><td>소그룹토의
활동</td><td>1. 소집단 활동에서 적극적으로 나의 생각을 표현하고 있는가?
2. 나와 다른 방법으로 푼 친구들과의 차이가 무엇인가?</td><td></td></tr>
<tr><td>자기평가</td><td>1. 문제의 내용에 비추어 볼 때 구한 답이 옳다고 생각하는가?
2. 계산과 풀이가 정확한가?
3. 틀렸다면 다시 활동을 점검해 보았나?
4. 가장 좋은 방법으로 풀었다고 생각하는가?</td><td></td></tr>
<tr><td>자기강화</td><td>1. 나는 잘 할 수 있다는 자신감이 생겼는가?</td><td></td></tr>
</table>

<표 IV-7> 이은아(2007)의 메타인지를 활용한 활동지 양식

<table>
<tr><td rowspan="2">단원명</td><td rowspan="2"></td><td>학년</td><td></td><td>반</td><td></td><td>번호</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">이름</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>해결문제</td><td colspan="7"></td></tr>
<tr><td rowspan="7">과정</td><td colspan="7">이 문제를 해결하는데 어떤 계획을 세우는 것이 도움이 될까요? 효율적인 방법들을 생각해보세요.</td></tr>
<tr><td>1. 문제이해 및 예언</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>2. 조건탐구</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>3. 계획</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>4. 실행</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>5. 점검 및 반성</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>6. 자기강화</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="7">이 문제를 해결하기 위해 세운 계획을 점검해 볼까요?</td></tr>
</table>

	항목	확인(O, X)
전략점검	1. 문제를 천천히 자세히 읽었어요.	
	2. 문제에서 주어진 조건을 모두 찾아냈어요.	
	3. 문제의 조건에 맞게 식을 세웠어요.	
	4. 식을 푸는 과정에서 오류가 없었어요.	
	5. 이 문제와 관련이 있는 원리를 생각해 봤어요.	
자기강화	풀이과정을 점검해 봤어요. 이 문제와 관련된 비슷한 다른 문제를 잘 해결할 수 있을 거예요.	

최은희(2005)와 김지홍(2009)의 활동지를 비교하면 그 표현만 조금 다를 뿐 내용이 동일하며, '계획' 단계의 '어떻게 문제를 풀면 좋겠는가?'라는 항목에서 최은희(2005)에 비해 김지홍(2009)은 '가~라'의 항목을 더하여 보다 구체적인 방법을 제시하였다.

2) 메타인지 활동 안내 자료를 활용한 교수·학습 방법

'메타인지 활동 안내 자료'를 활용한 학습법을 적용한 7편의 연구 중 김희수(2000), 김재찬(2004), 최은희(2005), 김지홍(2009)은 그 교수·학습 방법 안에 소집단 협동학습을 적용하였다. 그 중 김재찬(2004), 최은희(2005), 김지홍(2009)의 경우 아래와 같은 큰 흐름에 의해 수업이 진행되었으며, 최은희(2005), 김지홍(2009)은 소집단별로 토의한 내용을 '소집단 토의 학습지'에 기록하도록 하였다. 중학교 3학년 부진학생 지도를 위한 교수·학습 방법을 연구한 이은아(2007)도 활동지 양식은 다르나 같은 교수·학습 방법을 제시하였다.

도입	전시학습 확인, 학습목표 확인, 학습동기 유발, 메타인지적 활동 안내 자료 읽기
전개	**역할 모델로서의 교사 활동** : 문제해결 과정과 전략 등이 교사의 발문과 권고를 통해 도입되고 전개되는 단계 → 교사의 메타인지 전략을 사용한 문제 해결 및 과정 요약, 설명 → 문제 제시 ↓ **학생 중심의 문제해결** : '메타인지 활동지' 작성(개별활동) → 소집단 협동학습 (동료들과 문제해결과정 공유 및 발표, 토론)
정리	학습내용정리 및 차시예고

또한 김희수(2000)는 단순한 계산문제와 문장으로 된 문제 해결 시 교수·학습 방법을 달리 적용하였는데 그 구체적 교수·학습 방법은 아래와 같다.

단순 계산 문제	▶ 문제제시 → 문제해결(개별학습) → 가장 먼저 해결한 학생(A)에게 교사 피드백(풀이과정 확인 및 오류수정) → A 학생 주도 : 팀 구성원의 학습 결과 확인 및 오류 수정, 토의 → 문제를 해결한 학생이 그러지 못한 학생 지도
문장제 문제	▶ 문제제시 → '문제해결 모형 학습지'(<표 IV-4> 참고)의 과정에 따라 문제해결(개별학습) → 문제이해 셋째 단계까지 기록(개별학습) → 협동학습(결과 공유 및 발표, 토의, 오류수정) → '문제해결 모형 학습지'의 계획, 실행 단계 기록(개별학습) → 가장 먼저 해결한 학생(A)에게 교사 피드백(풀이과정 확인 및

	오류수정) → A 학생 주도 : 팀 구성원의 학습 결과 확인 및 오류 수정, 토의 → 문제를 해결한 학생이 그러지 못한 학생 지도 → 팀장과 부팀장이 구성원들의 학습과정 및 결과 점검

소집단 협동학습을 적용한 경우 주어진 문제에 대한 해결방법을 구성원간의 상호협력으로 해결하고 문제해결과정을 공유, 토론하는 과정을 통해 수학적 의사소통능력 향상에 긍정적 영향을 주었고, 학습 부진아들의 경우 소집단 구성원들과의 상호작용의 과정에서 자신의 눈높이에 맞는 언어로 자연스럽게 잘못을 분석할 수 있고 교정할 수 있었다. 또한 동료들의 문제해결 과정을 공유함으로써 보다 다양한 해법을 학습하게 되고, 수학의 정의적 영역에도 긍정적 영향을 주었다.

신현(2008)의 문제해결 수업은 크게 ‘도입, 문제이해, 계획수립, 계획실행, 점검, 자기강화’의 6단계로, 김희수(2000), 최은희(2005), 김지홍(2009)의 수업은 ‘문제 확인, 예언, 계획, 실행, 자기평가, 자기 강화’의 6단계의 흐름으로 진행되었다. 각 단계마다 점검과 통제 과정인 자기질문이 포함되어 있으며 교사의 지도가 더해지는 학습의 형태였다.

3) 메타인지 활동 안내 자료를 활용한 학습법의 효과

<표 IV-8> 메타인지 활동 안내 자료를 이용한 학습법의 효과

<table>
<tr><th>연구 방법</th><th>연구자</th><th>소집단 구성</th><th>연구대상</th><th>적용 기간</th><th colspan="2">연구결과</th><th>비고</th></tr>
<tr><td rowspan="5">양적</td><td rowspan="2">김희수 (2000)</td><td rowspan="2">이질 4-6명</td><td rowspan="2">초4, 30명</td><td rowspan="2">16차시</td><td>학업성취도</td><td>○**</td><td>직접제작한 서술형 평가로 검사</td></tr>
<tr><td>학습태도</td><td>○**</td><td>한국교육개발원(1992) 제작</td></tr>
<tr><td rowspan="3">최은희 (2005)</td><td rowspan="3">이질 내용없음</td><td rowspan="3">초3, 33명</td><td rowspan="3">16차시</td><td colspan="2">수학적 추론</td><td rowspan="3">사전 · 사후 변화 분석</td></tr>
<tr><td>귀납적 추론</td><td>○*</td></tr>
<tr><td>유추적 추론</td><td>○*</td></tr>
<tr><td rowspan="7">질적</td><td>김희수 (2000)</td><td>이질 4-6명</td><td>초4, 30명</td><td>16차시</td><td colspan="3">수학적 문제해결력, 수학 학습에 대한 흥미, 자신감 향상</td></tr>
<tr><td>김재찬 (2004)</td><td>이질 2명</td><td>고2, 2명 부진아</td><td>20차시</td><td colspan="3">수학적 문제해결력 향상 및 수학적 신념에 긍정적 영향</td></tr>
<tr><td>최은희 (2005)</td><td>이질 내용없음</td><td>초3, 3명 상 · 중 · 하</td><td>16차시</td><td colspan="3">수학적 표현(학생의 그림 표현, 언어적 표현, 기호적 표현) 능력 향상</td></tr>
<tr><td>신현 (2008)</td><td>×</td><td>초6, 2명 상위권</td><td>20차시</td><td colspan="3">수학적 문제해결력 및 자기효능감 향상</td></tr>
<tr><td>김지홍 (2009)</td><td>이질 4명</td><td>고2, 4명 메타수준 중 · 하 각 2명</td><td>6차시</td><td colspan="3">수학적 의사소통 능력 및 학습 이해력, 집중력 향상</td></tr>
<tr><td>서정민 (2009)</td><td>×</td><td>고1, 1명 상위권</td><td>8차시</td><td colspan="3">수학적 사고력 및 문제해결력 향상</td></tr>
<tr><td>김민지 (2010)</td><td>×</td><td>고3, 1명 하위권</td><td>8차시</td><td colspan="3">메타인지 능력 및 수학적 자신감 향상</td></tr>
</table>

'메타인지 활동 안내 자료'를 활용한 학습법의 효과와 '소집단 구성 여부, 연구대상, 적용기간, 연구결과'의 복합적인 관계를 한 눈에 볼 수 있도록 정리하였다(<표 Ⅳ-8> 참고).

'메타인지 활동 안내 자료'를 활용한 학습법은 양적 연구 분석 결과 '학업성취도, 학습 태도, 수학적 추론 능력(귀납적 추론, 유추적 추론)'에 유의미한 긍정적 변화를 가져다주었으며, 질적 연구 분석 결과 '수학적 사고력, 문제해결력, 의사소통능력, 표현력, 메타인지 능력, 자신감, 흥미, 집중력, 자기효능감' 향상에 도움을 주었다.

질적 연구의 보다 구체적인 결과를 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 문제와 관련된 정보와 관련되지 않은 정보를 구분하여 정보를 찾아내거나 도식화함으로써, 풀이에 대한 착상과 계획하는 능력이 향상되었다. 즉, 문제 이해 단계에서 문제의 핵심을 파악할 수 있는 메타인지적 지식 그리고 문제에 필요한 정보를 도출해내는 메타인지적 감시능력이 활성화되었다(김희수, 2000;김재찬, 2004;신현, 2008;서정민, 2009;김지홍, 2009;김민지, 2010).

둘째, 자신의 문제해결 활동을 감시·점검·수정하는 메타인지적 기능을 활성화시켜 단순 계산 착오나 풀이 과정의 생략으로 인한 계산상의 오류들이 줄어들었다(김희수, 2000;김재찬, 2004;신현, 2008;서정민, 2009;김민지, 2010).

셋째, 학생들 스스로 문제를 해결한 후 동료들의 풀이과정을 공유·비교·토론하는 과정을 통해 수학적 의사소통능력 및 수학적 표현 능력(구어적, 문어적)이 향상되었다(김재찬, 2004;최은희, 2005;김지홍, 2009).

넷째, 학생들은 소집단 협동학습을 통하여 자신의 문제해결과정을 체계적으로 정리할 수 있게 되었고, 문제 해결의 다양한 해법을 학습할 수 있었다(김희수, 2000;김재찬, 2004).

다섯째, 문제를 접할 때 다차원적으로 문제를 바라보고 문제를 효과적으로 해결하려는 문제해결력이 향상하였다(김희수, 2000;김재찬, 2004;신현, 2008;서정민, 2009).

여섯째, 모든 연구에서 문제해결 활동 결과 학생들은 성공경험이 증가하면서 수학학습에 대한 흥미, 자신감, 자기효능감이 향상되었다. 부진학생의 경우도 교사의 간접적인 힌트 제시와 발문을 통해 부분적인 문제해결을 유도함으로써 성공적인 경험을 하게하고 이러한 과정을 통해 문제해결의 실패와 좌절감을 극복할 수 있었다(김재찬, 2004).

3. 메타문제를 활용한 학습법

1) 메타문제

백석윤(1994)은 학교수학에서의 일반적인 수학문제나 기존의 문제해결 교육에서 특별한 의미를 부여받고 있는 문제와 구별된 새로운 유형의 문제를 개발하고, '메타문제(meta-problem)'라는 용어를 처음 사용하여 지칭하였다. '메타문제'는 문제해결 과정에 중요한 메타인지적 문제해결력의 습득과 훈련을 위한 것이며, 더불어 자신의 문제해결 학습을 전체적으로 조직화 및 체계화하여 관리와 조절을 하는 메타수준의 기능을 경험·훈련·평가할 수 있도록 하기 위하여 구성되었다. 백석윤(1994)은 문제해결력의 능률적인 훈련을 위해서는 문제해결자로 하여금 일련의 종합화된 문제해결력을 일시에 발휘하도록 할 것이 아니라, 우선 종합적인 문제해결력을 구성하는 부분적인 문제해결력을 분류·추출하여 각각의 부분적인

문제해결력의 훈련을 위한 새로운 문제유형을 개발하는 것이 필요하다고 주장하였다(이은숙, 2013).

이은숙(2013)은 3가지 구성형식의 메타문제를 구안하였는데 본 연구자는 3가지 형태의 구성형식을 <표 IV-9>와 같이 정리하였으며, 그 중 구성형식 A에 의해 구안된 이은숙(2013)의 메타 문제(<표 IV-10> 참고)와 김금숙(2002)의 메타문제(<표 IV-11> 참고)를 수록하였다.

<표 IV-9> 이은숙(2013)의 메타문제 구성형식 흐름

메타문제의 구성형식 흐름		
A	B	C
① 문제해결을 위하여 필요한 지식이나 기능 찾기 ↓ ② 스스로가 갖고 있을 것으로 예상하는 종합적인 해결력에 대해 예측하기 ↓ ③ 유관한 문제와 비교하기 ↓ ④ 적절한 전략을 선택하여 문제풀기 ↓ ⑤ 자신의 문제해결 과정을 모니터링하기 ↓ ⑥ 자기평가하기 ↓ ⑦ 조건이나 정보를 첨가·삭제하거나 변화시켰을 때의 결과 예상하기 ↓ ⑧ 자기강화하기	① 스스로가 갖고 있을 것으로 예상하는 종합적인 해결력에 대해 예측하기 ↓ ② 문제해결을 위하여 필요한 지식이나 기능 찾기 ↓ ③ 문제를 풀기 전, 자신이 소유하고 있는 문제해결과 관련된 요소들을 회상·검토·평가하기 ↓ ④ 문제를 자기말로 다시 쉽게 해보기 ↓ ⑤ 문제 상황을 부분으로 나누고 순서 배열하기 ↓ ⑥ 적절한 전략을 선택하여 문제풀기 ↓ ⑦ 자신의 문제해결 과정을 모니터링하기 ↓ ⑧ 자기평가하기 ↓ ⑨ 자신의 문제해결 과정을 모니터링하기 ↓ ⑩ 자기강화하기	① 스스로가 갖고 있을 것으로 예상하는 종합적인 해결력에 대해 예측하기 ↓ ② 유관한 문제와 비교하기 ↓ ③ 다른 사람의 문제해결 과정을 모니터링·평가하기 ↓ ④ 적절한 전략을 선택하여 문제풀기 ↓ ⑤ 자신의 문제해결 과정을 모니터링하기 ↓ ⑥ 자기평가하기 ↓ ⑦ 해결방법을 다양하게 찾아보기 ↓ ⑧ 자기강화하기 ↓ ⑨ 문제를 자기말로 다시 쉽게 해보기 ↓ ⑩ 문제해결에 필요한 조건의 양과 조건의 내용 예측하기 ㉠ 적절한 전략을 선택하여 문제풀기, ㉡ 자신의 문제해결 과정을 모니터링하기, ㉢ 자기평가하기, ㉣ 조건이나 정보를 첨가·삭제하거나 변화시켰을 때의 결과 예상하기, ㉤ 자기강화하기

<표 IV-10> 이은숙(2013)의 구성형식 A에 의한 메타문제 학습지 양식

단원		이름 :
학습주제		
♣ 문제 제시 ① 이 문제를 해결하는데 필요한 수학 내용은 무엇입니까? 그 내용을 전에 배운 적이 있습니까? 그렇다면 생각나는 대로 적어보세요.		

② 이 문제를 스스로 해결할 수 있을까요? [불가능, 약간, 거의 모두, 완전하게, 모르겠다.] 그 이유는 무엇입니까? ③ 위의 문제와 다음에 제시된 문제는 어떤 점에서 같은지 적어보세요. 또 다른 점은 무엇인지도 적어보세요.

유사 문제 제시	같은 점	다른 점

④ 본 문제를 자신이 생각하는 방법으로 과정을 적으며 해결하세요. ⑤ 문제해결이 완전히 끝났습니까? 아니면 무엇을 더 해야 합니까? ⑥ 나의 풀이 과정이 맞았다고 자신할 수 있습니까? 예( ) 아니오( ) 자신할 수 있다면/ 자신할 수 없다면 그 이유는 무엇입니까? ⑦ 위의 문제를 '…'와 같이 바꾼다면 □의 값은 전보다 [2배보다 더 길어진다. 2배만큼 길어진다. 같다. 반만큼 짧아진다. 반보다 더 짧아진다] ⑧ ⑦의 문제가 만일 어려웠다면 이유는 무엇 때문인가요?

<표 IV-11> 김금숙(2002)의 메타문제 학습지 양식

메타문제 3. 어떤 원에서 반지름을 $2cm$ 만큼 늘여서 만든 원의 넓이는 처음 원의 넓이의 3배가 되었다. 이 때 처음 원의 반지름의 길이를 구하라.
① 이 문제의 대략적인 해결방법이 바로 생각나는가? 예 ( ) 아니오 ( ) ② 위 문제를 해결하는데 있어서 가장 중요한 점은 무엇이라고 생각하는가? ③ 현재 자신의 능력으로 위 문제를 해결할 수 있다고 생각하는가? 예 ( ) 아니오 ( ) ④ 위 문제를 해결하기 위해 필요한 수학적 내용은 무엇인가? ⑤ 어떤 학생이 위 문제를 풀어가는 과정의 일부이다. '처음 반지름의 길이를 x 라 하면 반지름을 $2cm$ 늘린 원의 넓이는 3×처음 원의 넓이 이다. 즉, $(x+2)^2\pi = 3x^2\pi$. 이것을 풀면 $x^2+4x+4 = 3x^2$ …' ※ 이 방법을 계속하면 맞는 답에 도달할 수 있는가? 예 ( ) 아니오 ( ) ※ 맞는 답에 도달하지 못한다고 생각하면 바르게 고쳐라. ⑥ 위 방법 말고 다른 방법으로 해결할 수 있다면 자신이 선택한 방법으로 과정까지 적으면서 풀어라. ⑦ 위 풀이 과정이 맞았다고 자신할 수 있는가? 예 ( ) 아니오 ( ) ⑧ 자신할 수 없다면 그 이유는 무엇인가?

2) 메타문제를 활용한 교수·학습 방법

김금숙(2002)과 이은숙(2013)은 실생활 활용 문제를 메타문제로 제작하여 학생들이 문제해결학습을 하도록 지도하였으며, 신영미(2004)는 메타문제를 활용한 형성평가를 실시하였다. 김금숙(2002), 이은숙(2013)의 메타문제를 활용한 교수·학습 방법의 큰 흐름은 '개인별과제수행(메타문제이용) → 소그룹 협동학습 → 전체토의(문제해결과정 공유 및 발표, 오류수정)'이며, 신영미(2004)는 전통적 학습 방법에서 마지막 형성평가 단계에 메타문제를 적용하였다.

박지혜(2008)는 메타인지를 발달시킬 수 있는 교수기법(<표 IV-12> 참고)과 메타문제를 활용한 교수·학습 지도 방법을 제시하였다.

<표 IV-12> 메타인지를 발달시킬 수 있는 교수기법

단계	교수행동
교수전	1. 학생들에게 문제를 읽어 주거나 학생들로 하여금 문제를 읽도록 한다. 학생들이 이해하지 못한 단어나 구에 대해 토론한다.
교수중	2. 문제를 이해하기 위해 전체학급이 토론한다. 그 문제에 해당되는 조언이나 문제 해결 안내를 사용한다. 3. 선택 가능한 해결 전략에 관한 전체 학급이 토론을 한다. 문제 해결 안내를 사용한다. 4. 문제해결 과정에서 어떤 단계에 있는지를 학생들에게 묻고 관찰한다.
교수후	5. 필요로 하면 심화 문제를 제공한다. 6. 해를 얻은 학생에게 그 문제에 대한 답을 하도록 한다. 7. 토론을 위한 기초로서 문제해결 안내를 사용하여 해를 토론하고 보여준다. 8. 이미 해결된 문제와 지금 해결한 문제를 관련짓도록 하고 학생들에게 심화문제를 풀도록 하거나 토론한다. 9. 문제상황을 수반하는, 예를 들면 그림과 같은, 문제의 특별한 특징을 논한다.

박지혜(2008)가 제시한 교수·학습 방법의 구체적 흐름은 '학습분위기 조성 → 준비학습 풀이 →학습 내용 및 학습 방법 안내 →교과서 학습 내용 확인 → 개별학습 및 발표 → 조별수업-조별풀이(메타문제 이용) → 문제 해결방법 발표 및 학습 수준 미도달 학생 지도 → 학습내용정리 → 형성평가 → 과제제시 및 차시예고' 와 같은 과정으로 진행된다.

3) 메타문제를 활용한 학습법의 효과

<표 IV-13> 메타문제를 활용한 학습법의 효과

연구방법	연구자	소집단구성	연구대상	적용기간	연구결과		비고
양적	김금숙(2002)	이질 4명	중3, 47명	32차시	학업성취도	×	지필고사 분석 총 24문항(객20, 주4)
					수학적 신념	×	항목별 점수화하여 사전·사후 평균 비교
					문제해결능력	○*	서술형4문항
	신영미(2004)	·	고2, 34명	15차시	수학불안	△*	형성평가 직접제작
질적	김금숙(2002)	이질 4명	중3, 2명	32차시	메타인지활동증가		
	이은숙(2013)	이질 2명	초4, 8명 상·중 각4명	2012.09 - 2012.12	수학의 인지적·정의적 영역		

양적 연구 결과 메타문제를 활용한 학습법은 '학업성취도, 수학적 신념'에 유의미한 변화를 가져오지 못했으며, '문제해결능력, 수학불안'에는 유의미한 긍정적 변화를 가져왔다. 학업성취도의 경우 지필고사 성적을 이용하여 분석하였는데, 지필고사는 총 24문항으로 객관식이 20문항을 차지하고 있어 학생들의 문제해결능력의 변화를 살펴보기에 적당하지 않았던 것으로 분석된다. 그에 반해 문제해결능력의 측정은 서술형 4문항(종합적인 완성된 문제 2문항, 부분적 문제해결능력을 측정할

수 있는 단계형 문제 2문항)으로 측정하여 유의미한 결과가 도출된 것으로 분석된다. 즉, 메타문제를 활용한 학습법은 학생들의 문제해결력 향상에 도움을 주나 학업성취도에 유의미한 변화를 도출하지 못한 것은 지필고사의 평가 방법이 수학적 사고력을 제대로 측정하지 못하는 것에 기인한 것으로 분석된다.

김금숙(2002)의 연구에서 ‘수학적 신념’의 경우 사전·사후 환산 점수의 변화가 거의 없었으나 ‘수학이 사고를 유발하는 과목이다’라는 인식이 높아졌으며 자기 자신이 열심히 하였기 때문에 성적이 향상되었다고 생각하는 학생이 증가하였다. 이것은 결과에 대한 귀인을 자신에게 돌리는 학생이 증가한 것을 의미한다.

신영미(2004)는 사전 동질인 실험집단과 비교집단에 각각 메타인지를 이용한 형성평가 학습방법과 전통적 학습방법을 적용한 후 수학불안의 변화를 분석하였다. 수학불안 요인은 총 19가지의 하위요인으로 나누어 분석하였는데 그 중 ‘추상성, 자아개념, 인지양식, 이해, 수학학습 동기’ 영역에서 유의미한 변화가 나타났다(<표 IV-14> 참고).

김금숙(2002), 이은숙(2013)의 질적연구 결과를 살펴보면 학생들은 메타문제를 접하는 횟수가 늘어날수록 메타인지적 활동이 증가하였으며, 메타활동이 촉진되면서 문제해결의 완성도가 올라갔다.

<표 IV-14> 수학불안 하위요인

수학불안요인					
요인	수학교과요인	수학성취요인	인지요인 및 부정적 생각	수학에 대한 태도요인	교사요인
하위 요인	1. 추상성 2. 교수방법 3. 언어 및 구조 4. 수학에 대한 선입견적 불안 5. 기초 기능 결여	6. 성적 7. 자아개념 8. 시험	9. 일상생활에서의 수 불안 10. 부정적 생각 11. 인지양식 12.부모의 태도 13.이해 14. 선입관	15. 유용성 16. 남성영역 17. 수학학습 동기	18. 권위 19. 교사

4. 기타 메타인지 전략 학습법

1) 기타 메타인지 전략을 통한 교수·학습 방법

기타 메타인지 전략을 활용한 교수·학습 방법으로는 김보라(2008)의 메타인지 전략 학습과 김가영(2014)의 메타인지 노트를 활용한 학습이 있다. 김보라(2008)는 메타인지 전략을 활용한 수업모형을 적용하였으며(<표 IV-15> 참고), 김가영(2014)은 메타인지 노트를 사용하였는데 두 연구에서 모두 소집단 협동학습은 이루어지지 않았다.

<표 IV-15> 메타인지 전략 수업모형

학습과정	메타인지전략		메타인지적 자기질문	메타인지 지식
수업목표 파악	제목 및 예시를 통해 학습내용 연상해 보기	인지상태에 대한 인지	1. 내가 알고 있는 내용은 무엇인가? 2. 내가 모르고 있는 내용은 무엇인가? 3. 내가 알고 있는 것을 믿을 수 있는가? 4. 내가 알려고 하는 것은 무엇인가?	개인변인, 과제변인
학 교	배운 내용과 관계를 지	인지상태	1. 주어진 문제를 풀 수 있는가?	개인변인,

습 활 동	사 의 지 도	어 상호관련성 찾아보기	인지를 위한 질문 및 점검	2. 풀 수 없다면 그 이유는 무엇인지 생각해보자. 3. 문제를 해결하기 위해 어떤 방법을 사용해야 하는가? 4. 현재의 진행된 문제해결과정이 옳다고 생각하는가? 5. 이 문제가 만일 어려웠다면 무엇때문이라고 생각하는가? 6. 이해하기 위해 어떻게 공부해야 하는가? 7. 다른 문제가 주어진다면 진행과정에 맞게 풀 수 있는가?	전략변인
	자 기 점 검	1. 주어진 문제를 풀 수 있는지 확인하기 2. 문제해결을 위한 방법 생각하기			
자기평가 및 요약		1. 학습목표 재확인 2. 새로 알게 된 내용과 모르는 것 내용 인지 3. 목표에 도달하기 위한 전략인식	변화된 인지상태의 인지	1. 나는 어떤 것을 새로 알게 되었나? 2. 아직 이해가 가지 않는 것은 무엇인가? 3. 이번 수업에서 중요한 내용을 요약해 보자. 4. 목표에 도달하기 위해 어떻게 공부하면 되는가?	전략변인

김가영(2014)의 '메타인지 노트'란 문제에 대한 풀이 과정을 최대한 깨끗하게 작성하고 답을 구하지 못했을 경우 오답의 근거를 찾기 위해 풀이를 지우지 않고 '풀이2'를 새로 작성하는 노트이다. 또한 각 풀이에는 중요한 단계마다 오른쪽에 그 근거를 적게 하여 자신이 작성하고 있는 풀이 과정을 정확히 인지하도록 노트 양식을 구성하였다. 또한 학생들이 자신의 수학학습에 대한 장·단점을 찾고 단점을 개선하기 위한 극복방법을 설정하여 매주 그 실천정도와 효과를 평가하며 자신의 학습 습관을 인지할 수 있도록 '나의 장·단점 관리 프로젝트'라는 활동지를 구안하여 사용하였다(<표 IV-16>참고).

<표 IV-16> 김가영(2014)의 나의 장·단점 관리 프로젝트 활동지 양식

나의 장・단점 관리 프로젝트

( )고 2학년 이름 ( )

년 월 일

장점	단점	극복	점수
못 푼 문제는 끝까지 풀려고 한다.	개념문제에서 실수가 잦다.	마인드맵을 만들어서 확인한다. 교과서를 반복해서 읽는다.	2
오답노트를 작성하여 활용하고 있다.	한번 풀어본 문제를 다시 풀어보지 않는다.	중요하다고 생각되는 문제는 표시해두고 다시 풀어본다.	2
틀리는 것을 두려워하지 않는다.	어렵다고 생각하는 문제는 못 풀 것이라고 생각한다.	어려운 문제에 도전할 때 내 능력이 더 좋아진다고 생각한다.	1
개념학습을 열심히 한다.	한 번 막히면 페이스를 찾기 힘들다.	막힌 문제는 문제카드에 적어 수시로 풀이를 생각해본다.	3
친구들에게 질문을 잘한다.	문제를 너무 많이 푼다.	문제수를 반으로 줄이고 스스로 끝까지 풀도록 노력한다.	3
* **자기평가** 문제가 어려울거란 생각을 버려야지~~		**총점** 11	
* **조언** 미리 겁을 먹으면 답이 더 안보여~. 자신감을 가지고 덤벼라 문제야!		5 : 극복 4 : 조금 극복 3 : 지난주와 비슷 2 : 조금 떨어짐 1 : 좌절	

2) 기타 메타인지 전략을 활용한 학습법의 효과

<표 IV-17> 기타 메타인지 전략을 활용한 학습법의 효과

<table>
<tr><th>연구
방법</th><th>연구자</th><th>학습법</th><th>소집단
구성</th><th>연구
대상</th><th>적용기간</th><th colspan="2">연구결과</th><th>비고</th></tr>
<tr><td rowspan="5">양적</td><td rowspan="5">김보라
(2008)</td><td rowspan="5">메타인지
전략수업</td><td rowspan="5">×</td><td rowspan="5">중3
33명</td><td rowspan="5">10차시</td><td>수학불안</td><td>△*</td><td>사전 · 사후변화분석(부분변화)</td></tr>
<tr><td colspan="2">메타인지</td><td rowspan="4">전통적수업과 비교</td></tr>
<tr><td>개인변인</td><td>○*</td></tr>
<tr><td>과제변인</td><td>○*</td></tr>
<tr><td>전략변인</td><td>○*</td></tr>
<tr><td>질적</td><td>김가영
(2014)</td><td>메타인지
노트활용</td><td>×</td><td>고2, 2명
중상위권</td><td>2013.03 -
2013.06</td><td colspan="3">수학적 사고력, 학업 성취도, 자신감, 학습습관 향상</td></tr>
</table>

김보라(2008)의 메타인지를 이용한 전략수업은 전통적 수업방식에 비해 메타인지의 하위요인인 '개인변인, 과제변인, 전략변인'에 모두 유의미한 변화를 가져다주었으며, 수학불안 해소에도 긍정적인 영향을 주었다. 수학불안은 그 하위영역을 '기초기능 결여와 누적 요인, 수학성취요인, 인지양식 및 부정적 생각 요인, 교사요인'의 4가지로 나누어 조사하였는데, 그 결과 '기초기능 결여와 누적 요인, 인지양식 및 부정적 생각 요인'의 2가지 영역에서만 유의미한 변화가 도출되었다.

김가영(2014)의 질적 연구결과를 살펴보면 학생들은 '메타인지 노트'를 작성하는 과정을 통해 자신의 풀이 과정을 체계적으로 정리하는 서술능력이 향상되었고, 풀이과정을 점검하거나 새로운 풀이방법에 대한 아이디어를 생각해 보는 습관이 형성되었으며, 수학개념의 이해를 깊게 하는 기회를 가질 수 있었다. 또한 학생들은 수학 학습에 더 능동적으로 참여하고 보다 체계적으로 문제해결하는 학습습관이 형성되었으며, '나의 장·단점 관리 프로젝트'를 통해 자신의 단점을 꾸준하게 극복하려고 노력하면서 끈기가 생기고, 문제 해결에 대한 희열을 느끼면서 수학에 대한 인식이 긍정적으로 바뀌었을 뿐만 아니라 수학교과에 대한 자신감도 상승하였다.

5. 기타 메타인지 관련 연구 및 메타인지적 사고의 평가 방법

1) 기타 메타인지 관련 연구

메타인지에 관한 연구는 주로 메타인지 개념 고찰, 메타인지를 발전시키기 위한 교사의 역할, 문제해결(Polya 의 문제해결 4단계)과 메타인지 관련 이론 연구, 메타인지 능력을 개발시킬 있는 교수 기법의 탐색 등으로 이루어지고 있었다.

메타인지능력을 개발시킬 수 있는 교수기법으로 가장 많이 제안하는 방법은(김금숙, 2002;이은주, 2004;이은아, 2007;최미리, 2007) 첫째, 비디오 테이프 사용하기, 둘째, 메타인지 행동을 위한 역할 모델로서의 교사, 셋째, 조정자로서의 교사와 학습 전체적으로 문제에 관해 토의하기(학급전체가 문제에 관해 토의할 때 조정자로서 교사가 참여할 것), 넷째, 소그룹으로 문제풀기이다. 여기에 최미리(2007)는 '메타인지적 발달의 촉진자로서의 교사(능동적인 학습자의 태도를 유발하도록 지원)'의 역할과 '수학과제의 여러 측면을 지적하는 교사'의 역할을

더하여 제시하였다.

이은주(2004)는 수학사를 통한 메타인지의 활용을 강조하였는데, 수학자의 이면에는 시대적 역사와 문화뿐만 아니라 인간의 사고과정이 스며들어 있으며 학습자 자신이 그 시대의 수학자로 돌아가 역사 발생적인 방법을 통해 문제해결을 직접 유도하고 이끌어냄으로써 모든 과정 내에서의 인식에 대한 반성 즉, 메타인지를 신장시킬 수 있다고 강조하였다.

정문숙(1994)은 10명의 우수아들을 대상으로 문제를 해결하도록 하여 메타인지적 사고과정을 분석하였다. 그 결과 우수아들은 자신의 인지 과정을 적극적으로 모니터하고 모니터한 인지 과정을 조정하며, 문제에 대해 복잡하다거나 어렵다는 식의 과제에 대한 범위, 요구, 성질 등에 대한 인지를 자각하고 있었다. 또한 자신이 이해한 것이 옳은지 확인하기도 하고 문제해결 전략을 조절할 줄 알며, 문제를 풀면서 가질 수 있는 정의적인 경험을 의식화하여 문제해결에 영향을 주고 있었다. 10명의 우수아 중 보다 문제해결력이 높은 학생들의 경우를 살펴보면 다른 학생에 비해 문제해결 과정 중 탐구 단계에서 실행적 조절 즉, 모니터하거나 정리하는 인지 활동을 활발히 하고 있었는데 이는 문제해결 과정에서 자신의 사고를 모니터하고 반성하는 의식적인 인지 활동이 문제해결에 있어 가장 중요한 요소임을 보여주는 결과였다.

하현성(2003)은 메타인지적 사고를 활용한 문제해결 수업은 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다고 하였다.

첫째, 학습자의 문제인식 능력과 해석 능력, 문제를 해결하기 위한 조건이나 성질을 검색하는 기능이 신장된다. 둘째, 학습자의 문제해결의 적응 능력을 향상시킬 수 있다. 셋째, 문제해결 활동에 대한 능동적이고 적극적인 참여와 메타인지적 사고를 통하여 다양하고 합리적인 해결방법을 찾기 위한 노력을 하게 된다. 그리고 메타인지적 문제해결의 단계에 맞추어 세련되고 논리적인 문제해결을 할 수 있으며 이것은 수학적 체험을 줄 수 있을 것이다. 넷째, 문제해결의 사고과정을 정확히 이해하고 문제풀이과정의 전반을 적절히 통제하면서 자신의 인지 과정에 대한 반성적인 사고를 유발한다. 다섯째, 학생들의 자주적이고 적극적, 능동적인 문제해결의 태도와 수학에 대한 올바른 신념을 지니게 하는 의식적인 노력을 가능하게 한다. 앞서 본 연구에서 살펴본 메타인지 전략을 활용한 학습법의 효과들이 이러한 주장을 뒷받침해준다.

2) 메타인지적 사고의 평가 방법

최미리(2007)는 현재의 수학과 평가에서는 정·오답 여부, 점수, 석차 등이 중요시되고 있으며, '학생이 어떠한 사고과정을 거쳐서 이 문제를 해결하였는가?' '학생이 사고과정에서 어떤 오류를 범해서 문제를 풀지 못하였는가?'하는 문제해결과정, 사고의 과정의 평가가 이루어지지 않음을 지적하였다. 이에 대한 대안으로 수행 중심의 평가 방식을 제안하였는데, '전문가인 교사가 학생이 자신의 지식이나 기능을 나타내는 과정이나 그 결과를 관찰하고 평가하는 것'을 말하며, 이는 곧 '학생 스스로가 자신의 지식이나 기능을 나타낼 수 있도록 답을 작성(서술 혹은 구성)하거나, 발표하거나, 산출물을 만들거나, 행동으로 나타내도록 요구하는 평가 방식이다.

이를 충족시키기 위한 수학과 평가 방법으로는 '서술형 평가, 프로젝트, 관찰 및 면담, 학생의 자기평가 결과, 포트폴리오, 학습 산출물의 평가 등'이 있으며 이러한 평가 방법에 의해 메타인지적 사고를 평가할 수 있고, 이러한 평가 방법의 안착을 통해 학생들의 학습방법

에도 변화를 가져올 수 있다. 본 연구에서 고찰한 '메타인지 전략을 활용한 여러 활동지, 메타문제, 장·단점 관리 프로젝트 등'의 산출물들은 학생들의 사고과정을 측정할 수 있는 대안적인 평가방법으로 활용될 수 있으며, 메타문제의 경우는 그 자체로써 서술형 평가의 문항으로 활용할 수 있다.

<표 IV-18> 신현(2008)의 메타인지 체크리스트 양식

순	메타인지 항목	하지 않았다	한것 같다	하였다
1	<문제해결 시작 전> 문제를 두 번 이상 읽었는가?			
2	문제에서 내가 할 수 있는 것을 모두 찾으려고 노력하였는가? (밑줄 긋거나 표시하기 등)			
3	이 하 생 략			

<표 IV-19> 신현(2008)의 문제해결과정 관찰기록표 양식

단계	세 부 항 목	평어	특기사항
문제 이해	· 문제를 두 번 이상 꼼꼼히 읽는다.		
	· 문제해결의 핵심부분을 찾아 표시한다.		
	이 하 생 략		
계획의 수립			
계획의 실행			
점검			
종합기록			

※

평어 범례 : ①매우우수, ②우수, ③보통, ④부족, ⑤매우부족

또한 신현(2008)이 사용한 '메타인지 체크리스트, 문제해결과정 관찰기록표'(<표 IV-18, 표 IV-19>참고) 등도 이러한 수행 중심의 평가 방식에 활용될 수 있을 것이라 사료되어 본고에 수록하였다.

V. 요약 및 결론

현재의 수학교육은 학생들에게 보다 의미충실한 수학적 사고과정과 수학적 사고 활동을 경험할 수 있도록 하지 못하고 있으며 이로 인하여 수학적 창의사고력을 갖춘 인재를 양성하지 못하고 있다. 이에 수학 창의력 및 문제해결력 향상의 핵심 전략인 메타인지의 중요성을 자각하고, 메타인지 전략 학습법을 통한 수학적 사고력 신장 방안을 탐색하고자 하였다.

메타인지 전략 학습을 통한 수학적 사고력 신장 방안으로 메타인지에 대한 이론적 고찰과 함께 메타인지와 여러 수학적 사고력과의 상관관계를 분석하고, 다수의 교사가 실제 학교현장에서 진행한 메타인지 전략을 활용한 교수·학습 방법 및 학습효과, 활동지에 대한 정보를 통합하여 공유하고자 하였다. 또한 메타인지와 관련된 여러 연구들을 통합하며 그 적용방안과 메타인지적 사고의 평가방법을 탐색하였다.

연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 메타인지와 여러 수학적 사고력과의 상관관계를 분석한 결과 메타인지는 '수학적 추론능력, 의사소통능력, 창의적 문제해결력, 몰입'과 높은 정적 상관관계를 나타냈다. 즉, 수학 창의력을 갖춘 인재를 양성하기 위해서 메타인지능력이 중추적 역할을 하며 메타인지를 향상시킬 수 있는 방안 연구가 계속 이루어져야 함을 자각할 수 있었다.

둘째, 메타인지 전략을 활용한 학습법으로는 '메타인지 활동 안내 자료를 활용한 학습법, 메타문제를 활용한 학습법, 메타인지 전략 수업, 메타인지 노트를 활용한 학습법'이 있었으며, 그 중 학교 현장에 가장 많이 적용된 학습법은 '메타인지 활동 안내 자료를 활용한 학습법', '메타문제를 활용한 학습법', '메타인지 전략 수업', '메타인지 노트를 활용한 학습법' 순이었으며 각각의 교수·학습 방법을 고찰한 결과는 다음과 같다.

가. '메타인지 활동 안내 자료'를 활용한 학습법의 큰 흐름은 '메타인지 활동 안내 자료 읽기 → 역할 모델로서의 교사 활동 → 메타인지 활동지를 이용한 학생 중심의 문제해결 활동 → 소집단 토의 활동 → 정리'의 과정으로 진행되었다. 교수·학습 방법 적용 시 소집단 협동학습을 실시함으로써 '정보공유·점검·명료화·요약·기대수준과 실제수준의 차이 파악 등'과 같은 전략이 사용되었으며, 이러한 활동은 메타인지 활동과 밀접하게 관련되어 그 능력 향상에 도움을 주었다.

나. '메타문제를 활용한 학습법'의 큰 흐름은 '개인별과제수행(메타문제이용) → 소그룹 협동학습 → 전체토의'의 과정으로 진행되었으며 메타문제 구안을 위한 구성형식과 그 예를 본고에 수록하였다. 문제해결의 사고과정을 성공적으로 완성하는데 중추적인 역할을 하는 메타인지 능력을 훈련시키고, 경험하게 하는 훈련학습으로의 메타문제는 수학적 사고활동을 경험시키는 자료로 유용하였다.

다. 기타 메타인지 학습법은 '메타인지 전략수업'과 '메타인지 노트를 활용한 수업'이 있었으며 각 수업에 사용된 수업모형 및 활동지 양식을 본고에 수록하였다.

셋째, 메타인지 전략을 통한 학습의 효과를 양적 연구 조사한 논문은 총 5편으로 초·중·고등학생을 대상으로 각각 2편, 2편, 1편의 연구가 이루어졌다. 그 결과 메타인지 전략을 통한 학습법은 학생들의 '학업성취도, 학습태도, 수학적 추론 능력(귀납적 추론, 유추적 추론), 문제해결능력, 메타인지능력, 수학불안'에 유의미한 긍정적 변화를 가져온 반면 중학교 3학년을 대상으로 한 김금숙(2002)의 연구에서는 '학업성취도'와 '수학적 신념' 영역에 유의미한 변화가 나타나지 않았다. 각 연구를 통합하여 분석한 결과 학업성취도 및 문제해결능력의 검사도구로 서술형 평가를 활용한 경우 모두 유의미한 변화가 나타났으나, 객관식 평가가 주를 이루는 지필평가로 검사한 경우는 유의미한 변화가 도출되지 못했다. 이는 지필고사의 평가 방법이 수학적 사고력을 제대로 측정하지 못하는 것에 기인한 것으로 분석하였다.

넷째, 메타인지 전략을 통한 학습의 효과를 질적 연구 조사한 논문은 총 10편으로 초·중·고등학생을 대상으로 각각 4편, 1편, 5편의 연구가 이루어졌다. 그 결과 일반학생 및 부진학생을 대상으로 한 메타인지 전략을 통한 학습은 '학업성취도, 문제해결력, 수학적 의사소통 능력, 수학적 표현력, 메타인지 능력 등'의 인지적 영역과 '자기효능감, 수학 학습 습관, 흥미, 자신감, 수학적 신념 등'과 같은 정의적 영역에 모두 긍정적인 효과를 미치는 것으로 분석되었다.

다섯째, 기타 메타인지 관련 연구의 분석 결과 우수아들은 자신의 인지 과정에 대한 모니터링 및 조정, 문제해결 전략의 조절 및 점검 능력이 뛰어나고, 정의적인 경험을 의식화하여 문제해결에 영향을 주고 있는 것으로 나타났다. 또한 문제해결 과정 중 탐구 단계에서 실행적 조절을 활발히 하고 있었는데 이는 문제해결 과정에서 자신의 사고를 모니터링하고 반성하는 의식적인 인지 활동이 문제해결에 있어 가장 중요한 요소임을 보여주는 결과였다.

이와 더불어 메타인지능력을 개발시키기 위한 교수기법으로는 ‘비디오 테이프 사용하기, 역할 모델로서의 교사, 조정자로서의 교사, 메타인지적 발달의 촉진자로서의 교사, 수학과제의 여러 측면을 지적하는 교사, 소그룹으로 학습하기’와 함께 수학자의 사고과정에 스며들어 역사발생적인 방법을 통해 학습을 경험시키는 수학사를 활용한 학습법이 있었다.

여섯째, 현재 수학과의 평가는 정·오답 여부, 점수, 석차 등이 중요시되는 단편적 지식을 측정하는 평가 방법이 주를 이루고 있어, 종합적 이해능력과 문제해결력, 사고 과정의 평가가 이루어질 수 있는 창의적 평가체제의 도입이 필요하였다. 이에 본 연구에서 고찰한 메타인지 전략 학습을 위한 ‘여러 메타인지 활동지, 메타문제 풀이과정 산출물, 나의 장·단점 관리 프로젝트, 메타인지 노트, 관찰기록표, 메타인지 체크리스트 등’은 학생의 문제해결 및 사고의 과정을 평가하는 수행 중심의 평가 방식으로 활용될 수 있으리라 사료되어 그 대안으로 제시하였다.

이상과 같이 메타인지를 활용한 여러 교수·학습 방법들은 초·중·고의 상위권학생 뿐 아니라 일반학생 및 부진학생들의 수학의 인지적·정의적 영역에 긍정적 영향을 주었다. 여러 메타인지 전략 학습들은 창의적이고 체계적인 문제해결력과 수학적 사고력 신장에 도움을 주었으며, 교사가 제시하는 획일적인 문제해결의 방법을 모방하는 것에 그치지 않고 학생들이 직접 수학적 사고 활동을 경험하고 그 사고과정을 조정·통제 할 수 있도록 유도하였다. 또한 학생들의 활동적인 참여와 교사의 학생 조력 활동이 더해진 수업을 구안하여 진행함으로써 합리적, 창의적, 자기 주도적인 문제해결력 신장에 바람직한 변화를 주었다.

본 연구자는 분석결과를 바탕으로 수학적 사고력 신장을 위한 메타인지 전략학습법(<표 V-1> 참고)과 메타인지 전략학습 활동지 양식(<표 V-2> 참고)을 구안하였다.

<표 V-1> 메타인지 전략학습법

단계	교수활동	구체적 활동
1	메타인지 활동 안내 자료 및 활동지 배부	교사는 활동 안내 자료(<표 IV-3>참고)를 수업 전 칠판 옆에 개시하고, 학생별 노트 앞장에 붙여놓을 수 있도록 지도한다.
2	학습 목표 확인	메타인지 전략학습 활동지(<표 V-2>참고)의 ‘오늘의 나의 목표’를 학생이 스스로 작성하도록 돕는다.
3	숲에서 나무찾기 활동	소단원 학습이 시작될 때 마인드맵을 작성하도록 하여 학생들이 전체적인 구조 안에서 국소적인 학습 내용들을 파악할 수 있도록 한다.
4	개념 학습	본 학습의 개념 및 정리를 설명하는 활동으로 학습 후 학생 자신만의 언어로 내용을 정리하도록 한다.
5	개별 문제 해결 활동	학생들이 제시된 문제를 ‘문제 이해→계획→실행→점검’의 순서로 해결하도록 지도한다.
6	소집단 협동학습	소집단을 이질적으로 구성하여(4~6명) 함께 문제해결활동을 실시하고, 아이디어를 공유 · 토론하도록 한다.
7	전체학습	문제해결활동의 전체 발표 · 토의 · 공유 활동이 이루어지도록 한다.
8	평가 및 새로운 아이디어 찾기 활동	문제해결과정에 대한 자기 · 동료 평가 및 동료와의 활동 속에서 문제해결의 새로운 아이디어를 찾도록 한다.
9	정리	본시 학습 정리 및 과제제시, 차시예고를 한다.

본 연구에서 제시하는 메타인지 전략학습법(<표 V-1> 참고)은 메타인지 활동 안내 자료를 활용한 학습법과 큰 흐름에선 비슷한 듯 보이나 다음의 2가지 활동을 추가하여 강조하였다.

첫째, '숲에서 나무찾기 활동'을 추가하여 전체수학 속에서 국소적인 개념 사이의 관계를 파악하는 활동을 중시한다. 즉, 학습하는 내용이 전체 수학 속의 어느 부분에 해당하며 어떠한 관계를 가지고 있는가를 확인하는 활동을 포함시킴으로써 전체적인 수학 학습 내용을 머릿속에 구조화하도록 하였다. 둘째, 평가 및 새로운 아이디어 찾기 활동을 강조한다. 소집단 협동학습 및 전체학습을 통한 문제해결과정의 공유를 통한 새로운 아이디어를 찾는 활동과 자기 및 동료평가 활동을 강조하였다.

<표 V-2> 메타인지 전략학습 활동지 양식

단원		학년 반 번 이름 :
오늘의 나의 목표	* 반드시 이루어낸다!	
숲에서 나무찾기 활동	* 본 학습 내용(단원)은 전체 학습 중 어느 부분에 해당될까요? 간단한 마인드맵을 작성하세요.	
학습 내용	* 학습 내용을 자신만의 언어로 정리해 보세요.	
문제		

	문제해결활동(활동안내자료 참고)	자기평가활동
이해	* 필요한 개념 · 정리 등을 작성하며 문제에서 요구하는 것이 무엇인지 생각해보세요.	* 잘못알고 있거나 새롭게 알게 된 개념, 중요 개념을 정리하세요.
계획 및 실행	* 풀이과정을 상세하게 작성하세요.	* 풀이 과정에서의 오류를 찾아 수정하세요.
점검	* 주어진 정보를 모두 활용하였는지 오류가 없는 지 점검해 보세요.	* 문제해결활동에 대한 나의 평가 점수는?

동료	* 친구의 문제해결활동에 대한 평가와 함께 격려의 말을 작성하세요.	
	동료 A	

평가 활동	동료 B	
	동료 C	
아하!!!	* 동료와의 활동을 통해 새롭게 알게 된 문제해결 아이디어를 작성하세요.	

메타인지 전략학습법에서 ‘숲에서 나무찾기 활동’ 및 ‘문제해결활동’은 그 중요도 및 비중에 따라 분리하여 1차시의 수업으로 구성할 수 있으며, 그에 맞춰 활동지도 분리하여 사용할 수 있다. 또한 이러한 활동들을 정규수업시간 내에서 적용하기 어려울 경우는 ‘숲에서 나무찾기 활동’은 예습과제로, ‘자기평가활동’은 복습과제로 바꾸어 제시하는 등 그 교육환경 및 대상에 따라 유동적으로 구성할 수 있으며 그 활동 결과물을 이용하여 평가에 활용할 수 있을 것이다.

메타인지 전략학습을 통한 학생들의 사고력 신장을 위해서는 메타인지 전략 학습법에 대한 고찰과 함께 교사들이 먼저 메타인지의 중요성을 자각하고 학생들의 메타인지 능력 향상을 위한 교수기법을 익혀 학생들이 문제해결의 주체자로서 ‘자신에 대한 지식·신념, 자신의 사고과정에 대한 모니터링·조절·통제 등’의 메타인지를 일깨워 주고 훈련시키는 데 앞장서야 할 것이다.

본 연구에서 진행한 메타인지와 관련된 연구들의 통합·비교·공유의 과정 및 메타인지 전략학습 교수·학습 방법 및 활동지의 구안이 각 학교 현장의 교사들에게 자신의 교육 환경과 대상, 교육과정 내용에 맞는 교수·학습 방법 고안·제작에 조금이라도 보탬이 되길 기대해 본다.

참고 문헌

경기도교육청 (2013). 2013 중등 서술형·논술형 평가 예시 자료[고등학교]-창의지성역량을 키우는 수업·평가 : 장학자료 2013-1호

김가영 (2014). 메타인지 학습이 고등학생들의 수학학습에 미치는 영향, 순천대학교 교육대학 원 석사학위논문.

김금숙 (2002). 메타문제를 중심으로 한 수학적 문제해결 학습의 효과 연구, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.

김민지 (2010). 활동 안내 자료가 수학 추론 문제 해결에서 메타인지 활성화에 미치는 효과, 단국대학교 교육대학원 석사학위논문.

김보라 (2008). 메타인지 전략 수업이 학생의 메타인지와 수학불안 해소에 미치는 영향, 강원대학교 교육대학원 석사학위논문.

김재찬 (2004). 메타인지 활동이 학습부진학생의 수학적 문제해결력과 신념에 미치는 영향, 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.

김지홍 (2009). 메타인지적 전략을 활용한 수업에서 나타난 수학적 의사소통의 특징 연구, 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.

김희수 (2000). 메타인지 전략을 활용한 협동학습이 초등학생의 학업성취와 학습태도에 미치

는 영향 - 수학과 수업을 중심으로, 인천교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
박지혜 (2008). 메타문제를 활용한 문제해결력 향상을 위한 수학 교수·학습 지도방안, 숙명여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
박혜진 (2010). 메타인지, 몰입과 수학 창의적 문제해결력 간의 구조적 관계 분석, 고려대학교 교육대학원 석사학위논문.
서정민 (2009). 수학적 메타인지 활동을 통한 문제해결 과정에서 나타나는 사고력과 문제해결력의 변화에 관한 연구-10-가 방정식 단원을 중심으로, 동국대학교 교육대학원 석사학위논문.
신승윤 (2013). 초등수학영재의 수학 창의적 문제해결력과 메타인지와의 관계, 대구교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
신영미 (2004). 메타인지를 이용한 문제해결이 수학불안에 미치는 영향, 계명대학교 교육대학원석사학위논문.
신 현 (2008). 메타인지 활동이 초등학생의 수학적 문제해결에 미치는 영향, 광주교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
이봉주 (2002). 수학 문제해결 과정에서 고등학생들의 메타인지적 능력 활성화 방안 탐색, 한국교원대학교 박사학위논문.
이유경 (2003). 정보 처리 양식 및 메타인지 유형과 수학적 추론과의 관계, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
이은숙 (2013). 초등수학에서 메타문제의 해결과정에서 나타나는 인지·정의적 특성, 서울교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
이은아 (2007). 메타인지를 이용한 수학부진아 지도법 연구, 성균관대학교 교육대학원 석사학위논문.
이은주 (2004). 메타인지의 수학교육적 활용방안, 고려대학교 대학원 석사학위논문.
정문숙 (1994). 수학적 문제해결 과정 중 탐구 단계에서 나타나는 메타인지에 관한 연구-중학교 2학년 우수아를 대상으로, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
채송화 (2012). 서술형 평가 대비를 위한 원리학습의 효과성-중학교 1학년 수학을 중심으로, 중앙대학교 교육대학원 석사학위논문.
최미리 (2007). 메타인지적 사고를 발달시키기 위해 교사가 할 일, 아주대학교 교육대학원 석사학위논문.
최은희 (2005). 메타인지 전략을 활용한 수업이 초등학생의 수학적 추론과 표현에 미치는 효과, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
하현성 (2003). 수학 문제해결을 위한 메타인지의 활용, 경성대학교 교육대학원 석사학위논문.

Metacognitive Learning Methods to Improve Mathematical Thinking

Hey-yeun Park[4)] · Soon-Mo Jung[5)] Yunghwan Kim[6)]

Abstract

The study aimed to explore how to improve mathematical thinking through metacognitive learning by stressing metacognitive abilities as a core strategy to increase mathematical creativity and problem-solving abilities. Theoretical exploration was followed by an analysis of correlations between metacognitive abilities and various ways of mathematical thinking. Various metacognitive teaching and learning methods used by many teachers at school were integrated for sharing. Also, the methods of learning application and assessment of metacognitive thinking were explored.

The results are as follows:

First, metacognitive abilities were positively related to 'reasoning, communication, creative problem solving and commitment' with direct and indirect effects on mathematical thinking.

Second, various megacognitive ability-applied teaching and learning methods had positive impacts on definitive areas such as 'anxiety over Mathematics, self-efficacy, learning habit, interest, confidence and trust' as well as cognitive areas such as 'learning performance, reasoning, problem solving, metacognitive ability, communication and expression', which is a result applicable to top, middle and low-performance students at primary and secondary education facilities.

Third, 'metacognitive activities, metaproblem-solving process, personal strength and weakness management project, metacognitive notes, observation tables and metacognitive checklists' for metacognitive learning were suggested as alternatives to performance assessment covering problem-solving and thinking processes.

Various metacognitive learning methods helped to improve creative and systemic problem solving and increase mathematical thinking. They did not only imitate uniform problem-solving methods suggested by a teacher but also induced direct experiences of mathematical thinking as well as adjustment and control of the thinking process.

---

4) Seongnam bokjeong High School (phy0228@hanmail.net)
5) Pyeongtaek Anil Middle School (allmathlove@hanmail.net)
6) Kongju National University (yhkim@kongju.ac.kr), corresponding author

The study will help teachers recognize the importance of metacognition, devise and apply teaching or learning models for their teaching environments, improving students′ metacognitive ability as well as mathematical and creative thinking.

Key Words: Meta-cognitive Ability, Mathematical Thinking

Received December 4, 2014
Revised December 22, 2014
Accepted December 25, 2014