

수학 문제해결 신념의 측정도구 개발¹⁾

김 부 미(한국교육과정평가원 부연구위원)*

《요약》

본 연구에서는 우리나라 학생들이 가지는 수학 문제해결 신념 측정도구를 문헌연구와 심리측정학적 분석을 바탕으로 중학교와 고등학교 모두에서 간편하게 활용할 수 있는 표준화된 도구를 개발하였다. 구체적으로, 문헌 연구를 바탕으로 1차 도구를 개발한 뒤 대단위 표집 검사로 측정한 우리나라 중학생과 고등학생의 수학 문제해결 신념을 탐색적 요인분석과 문항간 상관분석을 실시한 결과, ‘과정’, ‘도전성’, ‘끈기’라는 세 가지 하위 요인을 도출하였다. 그런 다음, 확인적 요인분석을 실시하여 최종적으로 ‘과정’ 요인에서 4문항, ‘끈기’는 3문항, ‘도전성’은 2문항을 개발하였다. 또한 일원분산분석과 다집단 분석을 실시하여 중학교와 고등학교 모두에서 성별, 성취 수준의 영향을 가능한 적게 받으면서 학교급과 상관없이 동일한 문항으로 간편하게 측정할 수 있는 표준화된 측정도구를 개발하였다. 우리나라 중고등학생의 수학 문제해결 신념에서의 특성을 살펴본 결과, 중학교와 고등학교 모두 남학생이 낮은 문제에 도전적이고, 금방 답이 나오지 않는 문제를 해결하는 것을 더 좋아하는 경향성이 나타났다. 그리고 수학 성취 수준을 우수, 보통, 기초이하 집단으로 나누었을 때 우수 집단은 ‘과정’ 범주가 가장 높고 ‘끈기’가 가장 낮았으며, 보통집단은 ‘과정’이 가장 높고 ‘도전성’이 가장 낮았고, 기초이하 집단은 특히 ‘도전성’ 범주가 매우 낮았다.

주제어 : 수학 문제해결 신념, 수학 문제해결 신념 측정, 수학 문제해결 신념 검사도구

I. 서론

수학 교과에서 학생의 문제해결능력 신장은 제 4차 교육과정 이후 지속적으로 강조되어

1) 이 논문은 한국연구재단의 지원(KRF-2009-32A-B00216)에 의하여 이루어진 연구임.

* 제1저자 및 교신저자, kbumi71@kice.re.kr

왔다. 수학 문제해결 능력은 문제 상황을 해결하기 위하여 학생 스스로 경험과 학습 내용을 종합적으로 활용하여 자신만의 독창적 사고를 구성하고 문제를 창의적으로 해결하는 능력이다. 수학 문제해결과 같은 복잡한 정신 작용에 대한 연구는 처음에는 주로 인지적인 측면에서 연구되는 경향이 있었으나, 이후 Schoenfeld(1985), Garofalo(1989), Kloosterman & Stage(1992), McLeod(1989, 1992), 전평국·권세화(1992), 남상엽(1999), Goldin(2000), Muir et al.(2008) 등의 연구에서 학생의 정의적, 심리적 측면까지 연구되고 있다.

수학에 대한 정의적 영역을 세분화할 때 McLeod(1992)는 신념, 태도, 정서로 나누어 설명하고, Goldin(2002)은 신념, 태도, 정서, 가치로 구분하였다. 이 중 신념은 ‘높은 가치, 진리 값을 부여하는 인지적 형태의 복합적인 코드’로서 인지적이고 정의적인 요소를 모두 가지며, 어떤 방법으로는 행동하는 경향성을 나타내는 것이다(DeBellis & Goldin, 1999). 즉, 학생이 어떤 수학적 문제에 직면할 때 학생의 신념 체계는 문제에 접근하는 방법을 선택하게 하며, 어떤 기술을 사용할지, 어느 정도의 시간을 할애할지, 얼마만큼의 노력을 쏟을지를 결정하게 한다. Shoenfeld(1985)는 수학 신념 체계를 수학 과제에 접근할 때 개인의 활동 방식을 결정하는 것으로 정의하였다. 박선화·김명화·주미경(2010)은 수학적 신념을 인지 과정을 거쳐서 여러 가지 반응을 시도하고 다양한 시행착오의 과정을 반복하면서 대상에 대하여 형성된 가치 체계라고 정의하고 그 하위 요소는 수학적 관, 가치인식, 귀인으로 구성되었다고 하였다. 특히, Lester, Garofalo & Kroll(1989)은 수학 문제해결 행동에 대한 메타인지의 역할을 연구하면서 비인지적인 요인인 정의, 태도, 신념이 수학 문제해결 수행에 영향력이 있으며, 수학 문제해결에서의 성공은 적절한 지식의 소유 이상의 요소를 필요로 하며, 문제해결에 대한 학생이 가지는 신념은 수학 과제를 이행하는 동안 학생의 인지 행동을 형성하는데 중요한 작용을 한다는 것을 발견하였다.

이처럼 학생의 수학적 신념은 그 학생의 수학적 문제해결 수행에 영향을 미친다(Shoenfeld, 1985; 전평국·권세화, 1992). Shoenfeld(1985)에 따르면, 자신이 평범한 학생이라고 생각하는 다수의 학생들은 수학 내용을 암기해야만 하는 것으로 받아들이며 어려운 문제를 해결하기 위한 내용을 유도해 내지 못할 것이라고 생각하고 있었다. 우리나라의 중학교 3학년 학생들 역시 수학의 내용 영역에 관계없이 문제해결을 경험에 따른 기억에 의존하려는 경향이 뚜렷하였고 학생들의 반 정도가 문제를 해결하기도 전에 자신감을 잃고 있었다(전평국·권세화, 1992). 또한 Shaughnessy(1985)는 학생이 문제해결자로서 자신에 대해 갖고 있는 잘못된 신념이나 느낌이 주어진 문제를 해결하는데 장애가 될 수 있을 뿐만 아니라, 문제해결의 도입 단계에서부터 비생산적인 영향을 미치기도 한다고 보았다. 즉, 학생이 갖고 있는 수학적 신념이 자신들의 문제해결의 성과에 근본적인 원인이 될 수 있다.

국제 비교 연구인 TIMSS와 PISA에서는 학생 설문조사를 통해 수학의 정의적 영역 성취를 조사해 왔는데, TIMSS에서는 수학·과학 학습에 대한 자신감, 수학·과학 학습의 즐거

움, 수학·과학 학습에 대한 가치 인식을 조사하고, PISA에서는 수학에 대한 흥미, 수학에 대한 도구적 동기, 수학에 대한 자아효능감, 수학에 대한 불안, 수학에 대한 자아개념을 조사한다. 그리고 우리나라 국가수준의 학업성취도에서는 수학에 대한 자신감, 수학에 대한 흥미, 수학에 대한 가치 인식을 조사하고 있다. 그런데 국제 학업성취도 평가와 국가수준의 학업성취도 평가는 모두 주영역이 수학인 주기에만 정의적 영역을 측정하므로 9년 또는 4년마다 조사되고 있다. 이러한 TIMSS/PISA 국제 학업성취도 평가와 국가수준 학업성취도 평가의 정의적 영역에 대한 측정도구 외에는 수학에 대한 정의적 영역을 측정하는 표준화된 도구와 그에 대한 연구는 거의 없다. 각 연구마다 면담과 관찰을 통해 학생의 신념을 추리하고 이를 근거로 Schoenfeld(1989)의 수학 신념 검사 도구를 응용하여 검사 문항을 개발하고 특정 집단을 대상으로 설문 조사를 실시하는 연구방법을 취하거나, 사례 연구를 실시하고 그 결과를 일반화하는 질적 연구 방법을 취하고 있다.

이상의 수학 문제해결 신념에 대한 연구를 살펴본 결과, 수학 문제해결 신념은 수학의 정의적 영역을 폭넓게 조사하거나 수학적 신념을 조사하는 연구 결과로부터 얻은 수학 학습 및 문제해결에 관한 학생들의 신념을 일반화하여 설명하거나 특정한 사회적 배경을 가진 학생들의 수학 문제해결 신념을 해석하는 연구가 주를 이루고 있다. 또한 TIMSS/PISA와 같은 국제 학업성취도 평가와 우리나라의 국가수준 학업성취도 평가에서도 수학 학습에 대한 학생들의 정의적 영역을 측정하고 있으나, 우리나라 학생의 수학 문제해결 신념이 무엇이고 이를 어떻게 측정할 수 있는지에 대해서는 거의 연구되지 않고 있다. 특히, 수학 문제해결 신념에 대한 측정도구를 개발할 때 수학 문제해결 신념이 어떠한 요소로 이루어져 있는지를 요인분석 등의 심리측정학적 방법을 활용하여 조사하고 그 측정도구가 타당한지를 조사하는 연구는 거의 없었다(Op't Eynde, de Corte & Verschaffel, 2002). 따라서 우리나라 학생들의 수학 문제해결능력의 신장과 그 정의적 성취의 향상을 위해 수학 문제해결 신념을 좀 더 면밀히 측정할 수 있는 표준적인 검사 도구를 개발할 필요가 있다.

이에, 본 연구는 우리나라 학생들이 가지는 수학 문제해결 신념 측정도구를 문헌연구와 심리측정학적 분석을 바탕으로 개발하고자 한다. 이 때, 수학 문제해결 신념이 학교급별, 성별, 성취수준의 영향을 가능한 적게 받으면서 중학교와 고등학교 모두에서 간편하게 활용할 수 있는 표준화된 도구를 개발하려고 한다. 구체적으로, 문헌 연구를 바탕으로 1차 도구를 개발한 뒤 대단위 표집 검사를 실시하고 2차례에 걸쳐 요인분석을 하여 우리나라 중학생과 고등학생의 수학 문제해결 신념의 하위 요인을 제시할 것이다. 그런 다음 측정도구의 타당성을 검증하기 위해 문항간 상관분석을 실시하고 수학 문제해결 신념이 학교급별, 성별, 성취 수준별로 어떤 영향을 받는지를 살펴보기 위해 일원분산분석을 실시할 것이다. 마지막으로, 성별, 성취 수준의 영향을 가능한 적게 받으면서 중학교와 고등학교에서 동일한 문항으로 간편하게 측정할 수 있는 표준화된 수학 문제해결 신념 측정도구를 개발하기 위해 다집단 분석을 실시할 것이다.

II. 이론적 배경

본 장에서는 수학 문제해결과 수학 신념의 의미를 개관하고 수학적 신념이 학생의 수학 문제해결 과정에 미치는 영향을 분석하여 수학 신념과 차별화된 수학 문제해결 신념의 의미를 살펴본다.

1. 수학 문제해결

문제해결은 모든 지적기능과 관련하여 중요한 기술이나 순서의 제어를 요구하는 높은 수준의 인지과정으로 정의할 수 있다. 특히, 수학 문제해결은 풍부한 수학적 사고 활동 경험이 요구되고, 학생들이 문제를 직접 해결하고 풀이를 분석해 보며 다른 사람에게 문제를 제시하고 문제의 해결과정을 반성해 보는 과정으로 볼 수 있다(Polya, 1957). Schoenfeld(1985)는 수학 문제해결을 일반적으로 학교 수학에서 고등 사고의 기술로서 받아들이고, 문제가 정형적인 방법으로 해결되어지는 간단한 산술적 과제로서 이해할 수도 있지만 더 복잡한 상황을 의미한다고 보았다. 우정호(1998)도 수학 문제해결은 문제에 대한 의식과 문제를 해결하고자 하는 욕구와 의지가 수반되는 반성적 사고 활동으로서 목적 달성을 위하여 지적으로 통제된 활동이라고 보았다. 이때 수학에서 ‘문제’란 특정한 계산 방법을 연습시키기 위한 연습문제가 아니라 명확하게 인식된 목표에 도달하기 위한 알고리즘을 찾으려는 사람에게 상당한 아니면 적어도 어느 정도 어려움이 수반되는 문제라고 정의하였다. 이처럼 수학 문제해결은 학생들에게 새롭게 창조적으로 이행하기 위해서 새로운 문제 상황에서 규칙과 절차를 적용하여 문제 상황을 변화시키고 문제를 해결할 수 있는 높은 수준의 학습과정으로서 정의된다(Sivunen & Pehkonen, 2009).

특히, 수학 문제해결의 본질은 여러 문헌에서 문제해결 모형으로 설명되어진다(Polya, 1957; Mason et al., 1985; Schoenfeld, 1985). Polya는 수학 문제해결의 단계를 문제에 대한 이해, 계획의 작성, 실행, 반성의 네 단계로 나누고, 반성 단계의 중요성을 강조하였다. 이는 문제해결의 과정과 결과를 개관하고 음미해 봄으로써 오류를 발견하고 수정하여 문제해결 과정을 개선할 수 있으며, 다른 문제와의 관련성을 조사하고 적용 가능성을 생각해 가는 과정이 문제를 해결하는 능력을 발달시키는 데 매우 중요한 단계가 된다고 보았기 때문이다. 그러나 실제 문제해결은 이러한 모형과 같이 선형적으로 실행되기보다는 문제해결을 위해 필요하면서도 학생이 활용가능한 스키마에 따라 각 단계마다 창의적으로 복잡하게 구성되고 기능하게 되는 경우가 많다. 이러한 관점에서 Polya의 문제해결 모형을 수정한 연구들이 나타났다는데, 그 중 하나가 Schoenfeld(1985)의 문제해결 모형이다. Schoenfeld(1985)는 문제해

결과정을 읽기, 분석하기, 탐구하기, 계획하기, 시행하기, 확인하기로 세분화 하였으나 이 모형도 선형적인 과정이다. 새로운 수학을 현실적으로 탐구하는 것을 문제해결로 볼 때 문제해결 과정은 선형적이지 않고 체계적이지 않을 수 있다. Mason et al.(1985)은 수학적 탐구의 현실성과 대응하는 문제해결을 위한 모델로 ‘들어가기(Entry)’, ‘공격하기(Attack)’, ‘반성하기(Review)’의 3단계 모형을 제안하였다. Mason et al.(1985)는 Polya의 모델에서 ‘계획 수립’과 ‘계획 실행’이라는 중간 단계를 결합하여 ‘공격하기’ 단계로 제시하였다. 이 모형의 핵심 단계는 들어가기와 공격하기 단계 사이의 사고 순환(mulling circle)에 있다. 이 사고 순환은 해결자가 옳은 방법을 찾을 때 끝난다.

Muir et al.(2008)은 문제해결에 접근하는 학생들의 행동 특징을 기준으로 문제해결 행동을 3개의 범주 ‘소박한(naive)’ 접근, ‘정형적인(routine)’ 접근, ‘정교한(sophisticated)’ 접근의 행동으로 나누었다. 사례 연구를 통하여 각 학생의 문제해결 수행은 문제의 범위 전체에 걸쳐 <표 II-1>과 같이 소박한 접근으로부터 정교한 접근을 향해 계발되어지는 특징을 가진다. 특히, Muir et al.(2008)은 학생들의 수학 문제해결 행동에 있어서 영향을 미치는 요인으로 ‘대답을 재빨리 하는 것과 자신감을 동일시한다.’, ‘종종 문제해결 능력에 자신감 부족을 표현한다.’와 같은 정의적 영역을 포함시키고 있다. 왜냐하면, 학생 개인의 신념은 학생들의 문제해결 행동에 영향을 주고, 신념은 개인의 자아, 지식에 대한 주관적인 평가에 기여한다고 보고 있기 때문이다.

<표 II-1> Muir et al.(2008)의 문제해결 행동의 연속체

구분	소박한	정형적인	정교한
문제해결행동	수 조작하기와 같은 전략 복제	체계적 방법으로 도구(implements) 전략 사용	자신의 전략 개발
	하나 또는 두 개의 전략에 의존한다.	하나의 전략이 작동하지 않을 때 전략들을 교체하거나 적용하지 않는다.	전략들의 결합과 변이를 기꺼이 사용한다.
	메타인지 사고는 쓰거나 구두적 의사소통으로 나타낼 수 없다.	메타인지 사고는 말로 나타낼 수 있다.	메타인지 사고는 쓰기와 구두적 반응 증거가 있다.
	오류는 문제해결의 4가지 전략 중 어떤 것 또는 모두에서 일어난다.	어떠한 시도도 해결을 증명하게 할 수 없다.	Polya의 발견술 전략과 해결의 증명의 각각 4단계 전략 각각에 높은 점수
	이전 유사한 문제를 분명하게 해결할 수 없다.	유사한 문제는 확인할 수 있지만, 수학적 구조의 기본에 대해 필수적이지는 않다.	수학적 구조에 따라 유사한 문제를 확인할 수 있다.
	쓰기 의사소통은 항상 불충분하다.	쓰기와 구두 의사소통이 항상 명확하다	쓰기와 구두 의사소통 모두에서 높은 점수를 받는다.
	종종 모든 문제를 풀기 위해서 같은 방법을 이용한다.	문제를 해결하기 위한 한 가지 방법에 중점을 둔다.	문제를 해결하기 위한 대안적인 방법을 확인한다.
	대답을 재빨리 하는 것과 자신감을 동일시한다.	종종 문제해결 능력에 자신감 부족을 표현한다.	문제해결 능력에 자신감을 나타낸다.

Callejo & Vila(2009)는 수학 문제해결에서 인지적이고 정의적인 요인들이 문제해결과정에 상호 영향을 미친다는 것을 전제로 학생들이 가지는 신념체계와 수학 문제해결 행동과의 관계를 2명의 학생을 대상으로 개방형 설문지와 면담 및 회고적 분석을 통해 조사하였다. 그 결과, 수학에서 우수한 성취를 보이거나 문제에 대한 정의와 신념체계가 다른 두 학생은 수학 문제 접근 유형과 문제를 해결하는 행동 양상이 차이가 있었고, 그 차이는 학생들의 신념체계에 영향을 받고 있었다. 창조적인 신념체계를 지닌 학생은 독창적인 사고력 측정 문제에 대해 어려움 없이 제한적이나 효과적으로 문제를 해결하는 행동을 보였다. 그러나 자신감이 노력 여하를 결정하는 신념체계를 지닌 학생은 사고력 측정 문제에서 문제를 해결할지 안 할지, 문제해결 수행을 어떻게 조절할 것인지, 상황을 확인할 것인지 등을 자신감에 따라 결정해 나가는 행동을 보였다.

최근의 수학 문제해결에 대한 연구를 살펴보면, 문제해결 과정이나 그 과정에 영향을 주는 요인이 무엇인지를 학생의 신념 체계와 관련시켜 탐색하고 학생의 신념이 그 학생의 수학 문제해결 행동에 어떤 영향을 주는지에 대한 면밀한 연구가 진행되고 있음을 알 수 있다.

2. 수학 문제해결 신념

본 절에서는 수학적 신념과 수학 문제해결과정에서의 신념에 대한 선행 연구를 고찰하여 ‘수학 문제해결 신념’의 의미를 도출하고자 한다. 먼저 수학적 신념에 대한 연구를 살펴보면 다음과 같다.

Ernest(1988)는 수학적 신념을 문제해결적 견해, 플라톤적 견해, 도구주의적 견해라는 세 가지로 분류하였다(Thompson, 1992, 재인용). 수학을 인간의 창조와 발견이 지속적으로 확대되는 학문으로 보는 견해가 문제해결적 견해로서 수학은 최종적인 산물이 아니라 탐구의 과정이고 앎의 과정이고 지식을 축적해 나가는 과정이라는 것이다. 둘째, 수학을 정적이고 단일한 지식체로 보는 견해가 플라톤적 견해로서 수학은 단일체이고 정적인 불변의 산물이며 창조되는 것이 아니라 발견된다는 것이다. 도구주의적 견해는 수학을 공구상자처럼 어떤 외적인 목적을 추구하기 위하여 숙련된 기능공이 사용할 수 있는 사실, 규칙, 기능이 축적된 집합체와 같이 수학은 실용적인 규칙과 사실들의 모임이라는 견해이다. 남상엽(1999)의 연구에 의하면, 우리나라 학생들은 수학이 매우 중요하고 필요한 과목이며 실용적인 규칙과 사실들의 모임이라는 도구주의적 견해나 수학이 정적이고 불변의 산물이며 절대적이고 추상적인 지식체로 보는 플라톤적 견해가 차지하는 비중이 학년이 올라갈수록 커진다고 하였다. 이때 남상엽은 중학생과 고등학생 각각 200명을 대상으로 수학 본질에 대한 신념, 수학 학습에 대한 신념, 수학에 대한 태도로 구분하여 작성한 설문지 중 수학 본질에 대한 신념 검

사지(15문항)를 사용하였다²⁾. 특히, 수학 본질에 대한 신념 검사에서는 요인분석을 실시하여 플라톤적 견해, 도구주의적 견해, 사실과 절차들의 모임이라는 견해에 해당하는 문항을 각각 3~4문항, 8문항, 사실과 절차들의 모임 3문항을 선정하고 그에 응답한 학생들의 성향을 파악하였다.

McLeod(1992)는 수학에 대한 정의적인 관점에서 수학적 신념을 수학에 대한 신념, 자아에 대한 신념, 수학 교수에 대한 신념, 사회적 맥락에 대한 신념으로 구분하였다. 수학에 대한 신념은 교과로서 수학에 대한 학생의 신념, 수학 학습에 대한 학생의 신념, 수학의 인지된 유용성에 대한 신념이다. 송영무와 남윤정(2008)은 우리나라 고등학생들의 수학의 본질에 대한 신념을 조사한 결과, 학생들은 전반적으로 수학의 가치를 낮게 평가하였고 일반계고 학생들이 전문계고 학생들보다 수학의 심미적 가치, 도야적 가치, 실용적 가치를 더 낮게 평가하고 있었다. 자아에 대한 신념이란 학생의 자아 개념, 자신감, 수학과 관련된 일상적인 기여에 대한 신념을 의미하지만, 때때로 광범위하게는 동기를 포함할 수도 있다(McLeod, 1992). 우리나라 학생들은 PISA 2003의 수학 성취도와 자아개념과의 상관을 조사한 결과, 41개국 중 5위로 상관이 매우 높아 우리나라 학생들은 자아개념이 긍정적일수록 수학 성취도가 높은 것으로 나타났다(김경희 등, 2009). 수학 교수에 대한 신념은 학생이 수학 교수나 수학 교사에 대하여 가지는 일련의 정서나 체계이고, 사회적 맥락에 대한 학생의 신념은 학생이 수학 수업을 하는 학급이나 동료로부터 받는 감정적인 반응이나 학생이 인식한 사회수학적 규범이 수학 문제해결 행동에 영향을 주는 것을 의미한다. 특히 McLeod는 학생의 신념에 대한 학교와 가정환경의 사회적 맥락의 영향을 강조하였다. 이민찬·길양숙(1998)의 연구에서도 수학 교과의 경우 초등에서 중등으로 이행해가는 과정에서 수학에 대한 부정적인 정서가 급증하는 양상을 보이고 있어 중학교 교수-학습 과정 또는 내용의 수준을 제고해야 한다고 하였다.

박선화·김명화·주미경(2010)은 수학적 신념의 하위 요소를 수학과, 가치인식, 귀인으로 보고, ‘수학과’를 수학이라는 교과 또는 학문에 대한 개인적인 견해, ‘가치인식’을 사회적 맥락이나 학습자 자신의 삶의 맥락과의 관계 속에서 수학의 기능과 유용성에 대한 평가, ‘귀인’을 수학 성취에서 성공과 실패의 원인에 대한 일련의 추론이라고 정의하였다. 이 연구에서 수학과, 가치인식, 귀인이 잘 정의되어 있고 수학적 신념의 범주로서 적절한지에 대해 텔파이 조사를 실시한 결과, 수학과, 가치인식에 대한 정의와 수학적 신념의 범주로서의 적절성에 대한 동의 정도는 높았으나 귀인을 수학적 신념으로 보는 것에 대한 동의 정도는 낮은 편이었다. 귀인은 신념에 포함되기 보다는 태도나 자아개념에 포함되는 것이 더 적절하다는

2) 남상엽(1999)이 사용한 신념 측정도구는 Carter & Norwood(1997)의 수학에 대한 학생의 신념 검사지, Kloosterman & Stage(1992)의 Indiana 수학 신념 검사지, Schoenfeld(1989)의 수학에 대한 학생들의 신념 검사지를 참조하여 제작한 설문 검사지이며, 수학 학습에 대한 신념과 수학에 대한 태도 검사지에 대해서는 요인분석을 실시하지 않았지만 Cronbach's α 가 모두 .83로 신뢰도가 양호하였다.

의견이 많았다.

수학 문제해결 과정에서의 신념에 대한 연구를 살펴보면, Schoenfeld(1985)는 학생들의 수학 문제해결 과정에서 나타나는 전형적인 신념이 3가지가 있음을 주장하고, 그 신념에 따라 학생들이 어떠한 결과를 갖게 되는지를 제시하였다. 첫 번째 신념은 ‘형식적인 수학은 실제적인 사고나 문제해결과 별 관련이 없다.’이다. 이러한 신념을 가진 학생들은 발견을 요구하는 문제에서 형식 수학을 사용하지 않게 된다. 두 번째 신념은 ‘수학 문제가 만약 풀리는 것이라면, 반드시 10분 안에 풀린다.’이다. 이러한 신념을 가진 학생들은 문제가 10분 안에 해결이 되지 않으면 더 이상 문제를 해결하기 위해 노력하지 않고 중단하게 된다. 세 번째 신념은 ‘오직 천재들만이 수학을 발견하거나 창조할 수 있다.’이다. 이 신념을 가진 학생들은 천재들만이 수학을 발견하거나 창조할 수 있기 때문에 수학 문제가 왜 그렇게 해결되거나 그 내용이 왜 그렇게 되는지에 대한 이해를 하려고 하지 않고 단순히 있는 그대로를 받아들이게 된다.

Garofalo(1989)은 수학 문제해결 과정에서 학생들은 수학적 과제에 대한 서로 다른 형태의 4가지 신념을 가지며 그 수학적 신념은 학생이 수학 과제에 대한 자신의 사고, 접근, 마무리에 중요한 영향을 미치게 된다고 하였다. 4가지 신념의 첫 번째는 ‘교사에 의해 제시되거나 교과서에 주어진 사실, 규칙, 공식, 절차를 직접 응용함으로써 거의 모든 수학 문제들을 풀 수 있다.’는 것이고, 두 번째는 ‘수학 교과서 연습 문제는 단지 교과서에 제시된 방법만으로도 충분히 풀 수 있다.’, 세 번째는 ‘시험에 나오는 수학만이 중요하고 알 가치가 있다.’, 네 번째는 ‘수학은 매우 비범하고 창의적인 사람들에 의해서만 창조된다.’이다.

梶井義明(1994)(허혜자, 1996 재인용)은 수학적 신념을 수학에 대한 신념, 수학 문제해결에 대한 신념, 수학 학습 방법에 대한 신념으로 분류하고 있는데, 이 중에서 수학 문제해결에 대한 신념은 <표 II-2>과 같이 해법의 규칙성, 해법의 다양성, 답의 중요성, 답의 유일성, 해답 시간에 대한 신념이 있다. ‘답은 언제나 하나이다.’라는 신념을 가진 학생은 답을 하나를 구하면 더 이상 답을 구하려 하지 않을 것이고, 수학 문제는 해결방법이 다양하다는 신념을 가진 학생은 여러 가지 해결 방법을 구하기 위해 노력할 것이다.

〈표 II-2〉 수학 문제해결에 대한 신념 분류(梶井義明, 1994)

범주	신념의 내용	구체적인 예
수학 문제해결 에 대한 신념	해법의 규칙성	수학 문제는 언제나 일정한 방법을 적용하면 해결할 수 있다.
	해법의 다양성	수학 문제는 해결 방법이 다양하다.
	답의 중요성	수학 문제는 답이 맞는 것이 중요하다.
	답의 유일성	답은 언제나 하나이다.
	해답 시간	수학 문제는 10분 이내에 풀 수 있다.

Schoenfeld(1985), Garofalo(1989) 등은 학생들의 수학 문제해결 과정에서 나타나는 전형적인 신념을 학생 면담이나 관찰을 통해 도출하고 이를 일반화시켜 신념 유형을 결정한 뒤 각 신념 유형을 하나의 설문 문항으로 변형하여 측정도구를 제작하였다. 그리고 남상엽(1999)은 학생들을 표집하여 검사를 실시하고 요인분석을 거쳐 문항을 개발하였으나, 연구의 주목적이 교사와 학생의 수학적 신념과 태도를 조사하고 이에 관한 교사와 학생의 관계를 알아보는 것이었으므로 학생들의 수학적 신념만을 조사하는 데에는 제한점이 있었다. 학생들이 가지는 수학적 신념이나 수학 문제해결 과정에 대한 신념을 대규모 표집검사를 통하여 심리측정학적 분석을 실시한 연구를 살펴보면 다음과 같다.

Kloosterman & Stage(1992)는 학생들의 수학 문제해결에 대한 신념을 5가지 척도로 구분하고 Schoenfeld(1985, 1989), Tobias(1978), Dossey et al.(1988)의 연구를 참조하여 각 척도별로 10문항씩 제작한 뒤 예비검사에서 문항간 상관분석을 통해 각 척도별로 3~5문항을 삭제하였다. 그런 다음, 본 검사를 통해 최종적으로 각 척도에서 측정하고자 하는 내용이 적합한지를 내적 신뢰도 검사를 실시하여 척도별로 6문항씩을 결정하였다. 먼저 첫 번째 신념 척도 1은 ‘나는 시간이 걸리는 수학 문제를 해결할 수 있다.’이다. Kloosterman & Stage는 Schoenfeld(1985, 1989)의 연구와 달리 문제해결을 마치는데 1분 또는 2분 이상 걸리는 문제를 해결하는 능력에 관한 학생들의 신념을 고려할 필요가 있다고 보고 시간에 대한 문구를 삭제하였다. 또한 모든 수학 문제들은 규칙을 적용함으로써 해결할 수 있다고 믿는 학생들은 적절한 규칙이 발견되지 않을 때 부적절한 규칙을 적용하거나 포기하기 때문에, 신념 척도 2를 ‘간단하고, 단계적 절차로 해결할 수 없는 문장제가 있다.’로 제작하였다. Kloosterman과 Stage는 개념을 암기된 절차로 이해하여 문제를 해결하는 학생들보다 그 개념이 어떻게 도출되고 왜 그 개념을 활용하여 문제를 해결해야 하는지를 이해하는 학생들이 수학 학습 동기가 더 잘 유발된다고 보았기 때문에, 신념 척도 3을 ‘개념 이해하기는 수학에서 중요하다.’라는 문항으로 제작하였다. 신념 척도 4인 ‘문장제는 수학에서 중요하다.’라는 문항은 계산이 수학 학습하는데 중요하다고 믿는 학생들은 문장제를 해결하는 것이 중요하다고 믿는 학생들 보다 좋은 문제해결자가 될 수 없다고 보아 제작된 문항이다. 마지막으로, 신념 척도 5인 ‘노력은 수학적 능력을 증가시킬 수 있다.’는 학생 자신의 노력이 수학 학습 능력을 증가시킬 수 있다고 믿는 정도를 측정하기 위한 문항이다.

Chen(2005)은 베이징의 초등학교 4학년 학생 1000명과 뉴욕의 초등학교 4학년 학생 470명을 대상으로 수학적 신념에 대한 문항을 Kloosterman & Stage(1992), Schoenfeld(1989) 등의 수학적 신념 검사지를 참고하여 40개의 문항을 개발하여 설문 조사를 실시하였다. 그런 다음 요인분석을 실시하여 34개의 문항을 최종 선정하고 그 하위 요소로 교과로서의 수학의 본질, 수학 학습에 대한 신념, 수학 교수에 대한 신념, 자아개념을 추출하였다. 그리고 수학적 신념과 학생의 수학적 수행 사이의 관계를 분석하기 위해 설문 문항을 절차 지향 신념,

문제해결 지향 신념, 혼합 지향 신념의 3가지 범주로 <표 II-3>과 같이 구분하였다. 각 범주의 신뢰도를 Cronbach's α 로 검사한 결과, 평균 .64의 신뢰도를 보였고 문제해결 지향 신념은 수학이 무엇에 유용한지와 도움이 되는지에 관한 신념으로 해석하였고, 수학이 도움을 주지 않고 단지 과제 수행을 위해서 거치는 것으로서만 인식되는 것을 절차 지향 신념으로 해석하였다. 그 결과, 수학 문제해결 지향 신념이 강한 학생들이 절차 지향 신념이 강한 학생들보다 수학 과제를 더 잘 수행한다는 결과를 도출하였다.

<표 II-3> 수학 신념의 설문 문항의 지향성 분류(Chen, 2005)

수학적 신념의 하위 범주	지향성 신념의 설문 문항
과목으로서 수학의 본질	문제해결 지향 신념 ▪ 수학은 어떻게 문제를 해결하는지에 대한 아이디어를 학습하는 것에 관한 것이다.
수학 교수에 대한 신념	절차적 지향 신념 ▪ 만약 내 답이 잘못 되었다면, 나는 어떤 것도 학습하지 못한 것이다.
수학 학습에 대한 신념	혼합 지향 신념 ▪ 어떻게 답을 구하느냐를 아는 것이 옳은 답을 구하는 것보다 더 중요하다.

정리하면, 수학 문제해결 과정에서 나타나는 학생의 신념에 대한 대부분의 연구에서 사용한 측정도구는 학생의 수학 문제해결 과정을 관찰하고 면담하여 얻은 결과인 특정한 신념 하나하나를 각각 수학 문제해결 신념의 유형으로 일반화하여 측정문항으로 개발하고 있다. 남상엽(1999), Chen(2005)의 연구는 비교적 대규모 표집에 대한 심리측정학적 분석을 바탕으로 측정도구를 개발하고는 있으나 수학적 신념을 조사한 연구의 일부로서 수학 문제해결 과정에서의 신념을 조사하고 있다. 그리고 수학적 신념과 수학 문제해결 과정에서의 신념에 대한 연구를 비교해보면, 수학 문제해결 과정에서의 신념은 수학적 신념보다 수학 문제해결 과정이라는 보다 제한적이고 구체적인 맥락에서 학생의 수학적 신념과 관련이 있는 것을 알 수 있다. 즉, 수학 신념은 수학 교과에 대한 가치나 유용성을 인식하고, 자신의 수학 교수나 학습에 대한 경험으로부터 학습된 인식 체계로 보다 포괄적인 맥락에서 형성되지만, 수학 문제해결 신념은 문제해결 과정에서 학생이 수학적 상황을 어떻게 볼 것인지를 결정하는 여과기의 역할을 하기 때문에, 그 학생이 어떤 문제들을 어떻게 선택하고 이를 해결하기 위해 그 문제에 어떻게 접근하는지에 영향을 미치는 신념으로 볼 수 있다. 이에, 본 연구에서는 수학 문제해결 신념을 학생 자신의 수학 문제해결 경험으로부터 학습되어 체계적으로 형성되어 문제에 부딪혔을 때 무엇을 해야 하는지, 문제를 언제, 얼마동안에 해결해야 하는지, 어떤 방법으로 행동해야 하는지를 결정하는 정의적인 경향성으로 정의하고자 한다.

III. 연구 방법

1. 연구 대상 및 검사 실시

본 연구에서는 수학 문제해결에 대한 측정도구를 문헌연구와 전문가 검토를 통하여 개발하고, 서울과 인천에 위치한 6개 중학교 2학년 학생 804명과 서울과 경기도에 위치한 7개 고등학교 1학년 학생 866명을 대상으로 설문 조사를 통한 조사 연구를 실시하였다. 6개 중학교의 지역별 분포는 서울 5개교, 인천 1개교였고, 7개 고등학교 지역별 분포는 서울 3개교, 경기 4개교였다. 각 학교별로 3~5개 학급을 표집하였다. 본 연구에 사용된 측정도구는 사전에 검사 실시 요령 및 주의 사항에 대한 지시를 받은 각 학교의 담당교사들에 의해 학급 단위로 40분 동안 실시되었다. 검사는 본 연구에서 개발한 수학 문제해결 신념 측정도구를 질문지로 제작하여 설문 조사 형식으로 2010년 6월 15일부터 17일까지 실시되었고, 설문지 회수 후 통계적 분석을 6월 18일부터 7월 15일까지 실시하였다. 질문지는 중학교는 804부가 회수되어 97%정도의 회수율을, 고등학교는 866부가 회수되어 98%정도의 회수율을 보였다. 중학생 804명 중 남학생은 260명, 여학생은 542명이었고 미표기는 2명이었고, 고등학생 866명 중 남학생은 277명, 여학생은 588명이었고 미표기는 1명이었다.

2. 연구 방법

수학 문제해결 신념 측정에 적합한 문항을 선별하기 위해 문헌 연구를 통해 하위 구성 요인을 추출하여 1차 측정도구를 개발하고 수학교육전문가 3명, 교육심리 전문가 1명, 교육평가 전문가 1명에게 검토를 받아 문항을 수정하였다. 각 문항은 ‘전혀 그렇지 않다’를 1점, ‘그렇지 않다’를 2점, ‘그렇다’를 3점, ‘매우 그렇다’를 4점으로 하는 4점 Likert 척도를 사용하였다.

대규모 표집 검사를 실시한 후 SAS 9.1버전으로 탐색적 요인분석을 실시하여 수학 문제해결 신념의 하위 요인을 추출하고 각 요인별로 같은 요소를 측정하고 있는 문항을 선별하기 위해 문항간 상관분석을 실시하였다. 그리고 1차 요인분석 결과를 반영하여 검사 도구를 수정한 후 수정된 검사 도구의 타당도를 확인하기 위하여 AMOS 16.0으로 확인적 요인분석을 실시하였다. 또한 수학 문제해결 신념 측정도구의 각 문항들이 구성 요인을 잘 반영하고 있는가를 알아보기 위해 수학교육전문가 3명과 교육평가 전문가 2명의 검토를 받아 최종 문항을 선정하였다.

그런 다음, 수학 문제해결 신념의 각 요인별로 학교급과 남녀 집단별 차이가 있는지를 알아보기 위하여 일원분산분석을 실시하였다. 특히, 고등학교 1학년 학생들의 성취 수준별 집

단은 중학교 3학년 국가수준 학업성취도 평가의 수학 과목에서 받은 성취 수준에 따라 우수, 보통, 기초, 기초미달 집단으로 분류할 수 있으므로, 고등학생들은 성취 수준별 집단 간의 차이도 일원분산분석을 실시하여 분석하였다. 이때 201명이 우수, 391명이 보통, 128명이 기초, 37명이 기초미달이라고 응답하였고, 109명은 잘 모른다고 응답하거나 표기하지 않았다. 기초나 기초미달 수준이라고 응답한 학생들의 수가 상대적으로 적기 때문에 이 두 수준을 하나로 합쳐서 우수, 보통, 기초 이하의 세 집단으로 분류하였다.

학교급별, 성별의 영향을 가능한 적게 받는 측정도구를 개발하기 위해 최종 선정된 수학 문제해결 신념 검사 도구에 대해 중학교 남학생 집단, 중학교 여학생 집단, 고등학교 남학생 집단, 고등학교 여학생 집단으로 나누어 요인평균과 집단별로 각 요인의 분산 및 요인간 상관계수를 비교·분석하였다. 그리고 중학생과 고등학생을 비교하는 다집단 분석을 실시하여 수학 문제해결 신념 검사 도구가 중학교와 고등학교 모두에서 동일하게 사용될 수 있는 도구인지를 검증하였다.

특히, SAS 9.1버전으로 탐색적 요인분석을 실시할 때는 ML(Maximum Likelihood) 방법으로 요인을 추출했고, 요인의 해석을 위해 요인 간 상관이 있도록 하는 사교회전방법(direct oblimin)을 사용하였으며, 적합도 지표는 TLI(Tucker-Lewis fit index)를 사용하였다. TLI은 모든 변인들 간에 상관이 없다고 가정하는 독립모형에 비해 연구자가 가정하는 모형의 적합도가 향상하는 정도를 비율로 표시한 것으로서 모형의 복잡성을 고려하여 계산된다. 일반적으로 모형이 복잡할수록 적합도는 증가하며, TLI가 1에 가까울수록 좋고, 0.9이상이면 모형의 적합도가 우수하다고 할 수 있다(Kline, 1998). AMOS 16.0으로 확인적 요인분석을 실시할 때는 자료가 특정한 모형에 잘 부합하는지를 확인하기 위하여 적합도 지수로 TLI외에도 RMSEA(root-mean-square error of approximation)와 CFI(Comparative fit index)를 사용하였다. CFI도 TLI와 마찬가지로 모델간의 간명성을 비교하는 비교부합치로 CFI가 1에 가까울수록 좋고, 0.9이상이면 모형의 적합도가 우수하다고 할 수 있다(Bentler, 1990). 추정오차의 평균인 RMSEA는 관찰값과 모델 분산공분산 행렬의 적합도 정도를 나타내는 것으로서 RMSEA가 0.1이하이면 적합도가 양호하고, 0.05이하이면 적합도가 우수하며, 0.01이하이면 적합도가 굉장히 우수한 것이라고 볼 수 있다(Steiger, 1990).

IV. 연구 결과

본 장에서는 수학 문제해결 신념 검사 도구 개발과 대규모 표집 검사를 실시하여 얻은 결과를 살펴본다.

1. 수학 문제해결 신념 측정을 위한 검사 도구 개발

수학 문제해결에 대한 신념 문항은 Schoenfeld(1989), Kloosterman & Stage(1992), Chen(2005), 남상엽(1999), 국가수준 학업성취도 평가 설문 조사 등의 문헌 연구 결과를 중심으로 중학교는 14문항, 고등학교는 13문항을 1차적으로 제작하였다. 문항 1, 9, 10은 Kloosterman & Stage(1992) 설문 문항에서, 문항 2, 4, 12, 13은 Chen(2005) 설문 문항에서 문항 3, 14는 남상엽(1999)의 연구에서, 문항 11은 국가 성취도 평가 수학 설문 조사의 문항을, 문항 5, 6, 7, 8은 Schoenfeld(1989)에서 제시한 설문 문항을 번안하고 학생들이 이해하기 쉽도록 우리나라 상황에 맞추어 의역하거나 수정하였다.

중학교 2학년 학생 804명과 고등학교 1학년 학생 866명을 대상으로 설문 조사를 실시하여 탐색적 요인분석(2-5요인까지)을 실시한 결과, 중학교와 고등학교 모두 ‘과정’, ‘끈기’, ‘도전성’이라는 3요인 분석이 가장 알맞은 것으로 나타났다. 그리고 1차 검사 도구에서 각 하위 요인의 내적 합치도가 .90이상이 되도록 사교회전을 적용한 요인분석 결과, 요인계수가 낮고 어느 요인에도 낮은 문항이 중학교는 3문항, 고등학교는 2문항이 있었다. 이에, 수학교육학 전문가와 심리측정전문가의 자문을 얻어 이 문항들을 1차 측정도구에서 제외하였는데, 그 결과 중학교, 고등학교 각각 TLI가 .92, .98로 나타났다. TLI 합치도 지수가 .90이상이면 요인의 수가 적절하다고 판단할 수 있다.

3요인 분석에서 나타난 ‘요인1’은 문제해결 과정과 절차 중에서 무엇을 중요하게 고려하고, 수학 해결 방법이 단 하나인지 아닌지, 수학에서 스스로 발견인지 창조할 수 있는 지 등에 대한 학생들의 신념을 살펴볼 수 있으므로, ‘과정’으로 명명하였다. ‘요인2’는 제한된 시간 안에 문제를 해결하지 못할 때와 익숙하지 않고 시간이 오래 걸리는 문제를 풀 때와 관련되는 것으로서 학생들이 문제해결 과정에서 얼마나 끈기를 가지고 있는지를 살펴볼 수 있어 ‘끈기’로 명명하였다. ‘요인3’은 낯선 문제와 금방 답이 나오지 않는 문제를 푸는 것에 대한 선호와 관련된 문항으로 구성되어 ‘도전성’이라고 명명하였다. ‘과정’과 대응하는 문항들의 요인 계수, ‘끈기’와 대응되는 문항들의 요인 계수, ‘도전성’과 대응되는 문항들의 요인 계수가 높게 나타났고 회전된 요인계수 행렬은 중학교는 <부록 1>에, 고등학교는 <부록 2>에 제시하였다. 이상의 과정을 거쳐 중학교, 고등학교 모두 1차 검사 도구로 개발된 문항은 <표 IV-1>과 같다.

〈표 IV-1〉 수학 문제해결에 대한 신념 1차 검사 도구

요인	번호	문항	탐색적 요인 분석결과
과정	1	어떻게 답을 얻느냐는 옳은 답을 얻는 것보다 더 중요하다.	
	2	열심히 사고하기, 실수하기와 왜 실수를 했는지 원인을 찾기는 수학 학습에서 중요한 부분이다.	
	4	수학은 어떻게 문제를 해결하느냐에 대한 아이디어를 학습하는 것이다.	
	5	수학 문제를 해결하는 방법은 보통 한 가지 이상이다.	
	6	수학을 학습할 때, 학생 스스로 무언가를 발견할 수 있다.	
	7	수학을 학습할 때, 학생 스스로 무언가를 창조할 수 있다.	
끈기	8	문제를 10분 안에 해결하지 못하면 나는 그 문제를 못 풀 것 같다고 생각한다.	
	9	어떤 문제를 풀 때 오랜 시간이 걸리는 것은 시간 낭비이다.	
	10	나는 익숙하지 않은 문제를 만나면 푸는 것을 포기한다.	
도전성	3	나는 낯선 문제에 도전하는 것이 즐겁다.	
	11	급방 답이 나오지 않는 수학 문제를 푸는 것을 좋아한다.	
	12	문제해결을 잘 하려면, 수학 선생님의 설명을 주의하여 듣는 것이 문제를 스스로 풀어보려고 노력하는 것보다 중요하다.	요인계수가 매우 낮아 제외한 문항
	13	수학공부는 문제의 풀이법에 충분히 익숙해지는 것이다.	요인계수가 매우 낮아 제외한 문항
	14	수학은 일상생활의 문제들을 해결하는데 있어서 유익하다. (중학교에만 해당된 문항)	요인계수가 매우 낮아 제외한 문항

중학교, 고등학교 모두 1차 검사 도구로 개발된 총 11개 문항 사이의 상관분석을 실시하고 같은 범주에 속한 문항 중 상관이 높은 문항을 집중적으로 분석하여 여러 문항이 같은 요소를 측정하지 않도록 해당 문항들을 하나의 문항으로 재구성하고자 하였다. 중학교와 고등학교의 각 문항간 상관분석 결과는 각각 <표 IV-2>, <표 IV-3>과 같다.

〈표 IV-2〉 문항간 상관(중학교)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 Pearson 상관계수 유의확률 (양쪽)	1										
2 Pearson 상관계수 유의확률 (양쪽)	.252** .000	1									
3 Pearson 상관계수 유의확률 (양쪽)	.139** .000	.296** .000	1								
4 Pearson 상관계수 유의확률 (양쪽)	.202** .000	.485** .000	.429** .000	1							
5 Pearson 상관계수 유의확률 (양쪽)	.104** .005	.278** .000	.220** .000	.331** .000	1						
6 Pearson 상관계수 유의확률 (양쪽)	.182** .000	.325** .000	.418** .000	.426** .000	.214** .000	1					
7 Pearson 상관계수 유의확률 (양쪽)	.115** .002	.283** .000	.405** .000	.360** .000	.165** .000	.496** .000	1				
8 Pearson 상관계수 유의확률 (양쪽)	-.047 .203	-.118** .002	-.343** .000	-.134** .000	-.098** .009	-.257** .000	-.231** .000	1			
9 Pearson 상관계수 유의확률 (양쪽)	-.064 .084	-.172** .000	-.295** .000	-.184** .000	-.172** .000	-.233** .000	-.227** .000	.476** .000	1		
10 Pearson 상관계수 유의확률 (양쪽)	-.061 .104	-.171** .000	-.456** .000	-.197** .000	-.120** .001	-.237** .000	-.206** .000	.443** .000	.378** .000	1	
11 Pearson 상관계수 유의확률 (양쪽)	.113** .002	.177** .000	.614** .000	.294** .000	.129** .000	.315** .000	.348** .000	-.364** .000	-.295** .000	-.415** .000	1

** p < .01 수준에서 유의

* p < .05 수준에서 유의

목록별 N=720

문항간 상관분석 결과, ‘과정’ 범주의 총 6개의 문항은 ‘끈기’ 문항과는 양의 상관을 보였고 각 문항간 상관도 비교적 양호하였으나 문항 수가 다른 요인에 비해 상대적으로 많은 편이었다. ‘끈기’ 범주에 해당하는 8, 9, 10번 문항은 ‘과정’과 ‘끈기’ 범주에 해당하는 모든 문항과 음의 상관관계를 보였으나 같은 범주 내의 문항 간에는 양의 상관을 보였다. ‘도전성’ 범주에 해당하는 3번과 11번 문항의 상관계수가 중학교 .614, 고등학교 .601로 높게 나타났다. 이에, ‘과정’, ‘도전성’, ‘끈기’ 범주의 각 문항의 상관분석 결과를 토대로 수학교육 전문가 5명의 검토를 받았다. 그 결과, 1번과 7번 문항을 제외한 각 문항이 측정하고자 하는 핵심 내용이 서로 다르고 ‘도전성’, ‘끈기’ 요인의 구성 문항이 2~3문항으로 요인분석 결과도 타당하므로 두 요인에 해당하는 문항은 그대로 유지하기로 하였다. 특히, ‘도전성’ 요인은 2문항으로 이루어져 있어 두 문항으로 도전성에 대하여 신뢰할 수 있는 측정결과를 산출할 수 있을지를 교육평가전문가와 측정평가전문가에게 각각 검토를 받은 결과, 문항간 상관이 높은 문항을 배제하고 요인분석 시 하나의 요인에 2~3문항으로 구성될 때 가장 신뢰할 만한 측정결과를 제공할 수 있다는 것을 확인하였다³⁾.

3) 교육평가에서 한 가지 요인을 타당하게 측정가능하다고 보는 최소 문항 수(2~5개)에 대한 견해 차이가 있을 수 있어 ‘도전성’ 측정 문항 수가 2개뿐인 것은 연구의 제한점이 될 수 있다.

1번 문항인 ‘어떻게 답을 얻느냐는 옳은 답을 얻는 것보다 더 중요하다.’는 탐색적 요인분석에서 나타난 요인계수가 중학교는 .36, 고등학교는 .41로 양호한 편이나 ‘과정에 대한 중요성’뿐만 아니라 ‘결과의 중요성’이라는 등가 의미를 이중적으로 측정하고 있으므로 ‘과정’ 요인에서 제외하는 것이 바람직하다는 전문가들의 의견이 있었다. 그리고 7번 ‘수학을 학습할 때, 학생 스스로 무언가를 창조할 수 있다.’ 문항의 탐색적 요인분석 결과에 나타난 요인계수가 중학교는 0.69, 고등학교는 .58로 매우 양호하였으나 문항 간 상관분석 결과 6번 문항과의 상관이 .01유의수준에서 중학교는 .50, 고등학교는 .52로 매우 높았다. 전문가들은 6번과 7번 문항은 수학을 측정하는 문항으로서 각 문항이 측정하고자 하는 요소가 다른 문항이지만, 문항간 상관분석 결과 상관계수가 높은 것으로 볼 때 중학교 1학년 학생들과 고등학교 1학년 학생들은 발견과 창조의 역할로 수학의 가치를 아직은 명확하게 구분하지 못한다고 볼 수 있다고 하였다. 이에, ‘과정’ 요인의 1번 문항과 7번 문항은 전문가 검토 결과, 최종 문항에서는 제외하였다.

〈표 IV-3〉 문항간 상관(고등학교)

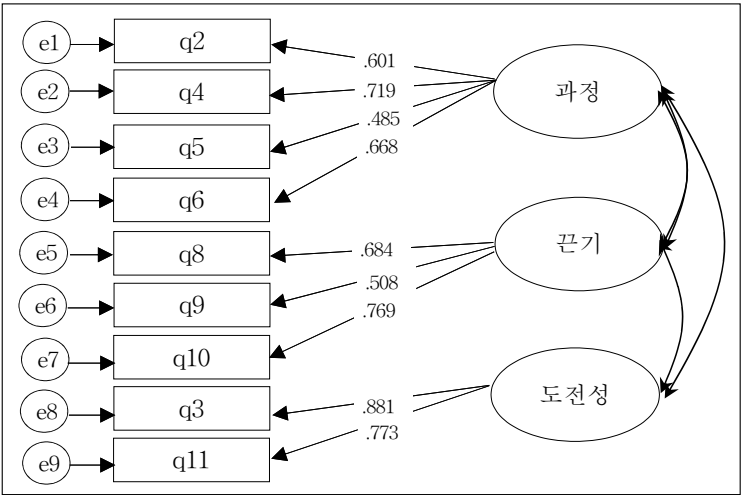
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Pearson 상관계수 유의확률 (양쪽)	1										
2	Pearson 상관계수 유의확률 (양쪽)	.261** .000	1									
3	Pearson 상관계수 유의확률 (양쪽)	.181** .000	.262** .000	1								
4	Pearson 상관계수 유의확률 (양쪽)	.193** .000	.450** .000	.403** .000	1							
5	Pearson 상관계수 유의확률 (양쪽)	.216** .000	.387** .000	.252** .000	.385** .000	1						
6	Pearson 상관계수 유의확률 (양쪽)	.296** .000	.500** .000	.431** .000	.469** .000	.370** .000	1					
7	Pearson 상관계수 유의확률 (양쪽)	.211** .000	.355** .000	.442** .000	.426** .000	.277** .000	.518** .000	1				
8	Pearson 상관계수 유의확률 (양쪽)	-.066 .061	-.037 .299	-.313** .000	-.147** .000	-.070* .050	-.182** .000	-.245** .000	1			
9	Pearson 상관계수 유의확률 (양쪽)	-.126** .000	-.157** .000	-.136** .000	-.108** .002	-.121** .001	-.170** .000	-.176** .000	.374** .000	1		
10	Pearson 상관계수 유의확률 (양쪽)	-.049 .163	-.132** .000	-.452** .000	-.222** .000	-.137** .000	-.197** .000	-.265** .000	.470** .000	.299** .000	1	
11	Pearson 상관계수 유의확률 (양쪽)	.138** .000	.214** .000	.601** .000	.357** .000	.156** .000	.339** .000	.377** .000	-.323** .000	-.157** .000	-.425** .000	1

** p< .01 수준에서 유의

* p< .05 수준에서 유의

목록별 N=795

전문가 검토를 거쳐 최종 문항을 확정된 뒤 본 연구에서 개발한 최종 검사 도구의 타당성과 신뢰도를 검증하기 위해 확인적 요인분석을 실시한 결과, 중학교와 고등학교 모두 수학 문제해결 신념은 [그림 IV-1]과 같이 각 문항의 요인계수가 높은 모형을 얻었고 TLI도 중학교는 .922, 고등학교는 .907로 높아 모형이 매우 적합한 것으로 판단할 수 있었다.



(그림 IV-1) 수학 문제해결 신념에 대한 확인적 요인분석 모형

이상을 정리하면 수학 문제해결 신념의 최종 확정 도구는 <표 IV-4>와 같이 ‘과정’, ‘끈기’, ‘도전성’의 3개의 요인 총 9문항으로 구성되었다. 각 범주별 문항수를 살펴보면 ‘과정’은 4문항, ‘끈기’는 3문항, ‘도전성’은 2문항이다.

<표 IV-4> 수학 문제해결 신념 측정을 위한 최종 검사 도구

요인	번호	문항
과정	2	열심히 사고하기, 실수하기와 왜 실수를 했는지 원인을 찾기는 수학 학습에서 중요한 부분이다.
	4	수학은 어떻게 문제를 해결하느냐에 대한 아이디어를 학습하는 것이다.
	5	수학 문제를 해결하는 방법은 보통 한 가지 이상이다.
	6	수학을 학습할 때, 학생 스스로 무언가를 발견할 수 있다.
끈기	8	문제를 10분 안에 해결하지 못하면 나는 그 문제를 못 풀 것 같다고 생각한다.
	9	어떤 문제를 풀 때 오랜 시간이 걸리는 것은 시간 낭비이다.
	10	나는 익숙하지 않은 문제를 만나면 푸는 것을 포기한다.
도전성	3	나는 낯선 문제에 도전하는 것이 즐겁다.
	11	급방 답이 나오지 않는 수학 문제를 푸는 것을 좋아한다.

2. 수학 문제해결 신념 측정도구의 표준화

본 절에서는 수학 문제해결 신념이 학교급별, 성별, 성취 수준별로 어떤 영향을 받는지를 알아보기 위해 실시한 일원분산분석의 결과를 논의하고, 성별, 성취 수준의 영향을 가능한 적게 받으면서 중학교와 고등학교에서 동일한 문항으로 간편하게 측정할 수 있는 표준화된 수학 문제해결 신념 측정도구를 개발하기 위해 실시한 다집단 분석의 결과를 논의한다.

수학 문제해결 신념의 각 요인별로 남학생과 여학생 차이가 있는지를 학교급별로 이원 분산 분석을 실시한 결과는 <표 IV-5>, <표 IV-6>과 같다. 분산분석 결과, .01수준에서 ‘도전성’은 중학교와 고등학교 모두 성별의 차이가 유의하게 나타났다. 중학교와 고등학교 모두 남학생의 평균이 여학생의 평균보다 높아 남학생이 낮은 문제에 도전적이고, 금방 답이 나오지 않는 문제를 해결하는 것을 더 좋아한다고 설명할 수 있다.

<표 IV-5> 수학 문제해결 신념의 3 요인에서의 남학생과 여학생의 차이 분석(중학교)

성별		과정	끈기	도전성
남자	학생수	252	257	256
	평균	2.8386	2.3632	2.2695
	표준편차	.54701	.76403	.87313
여자	학생수	536	537	540
	평균	2.8874	2.4016	2.1269
	표준편차	.41877	.60974	.74238
F		1.900	.584	5.712**
P		.168	.445	.017

** p< .01 수준에서 유의

<표 IV-6> 수학 문제해결 신념의 3 요인에서의 남학생과 여학생의 차이 분석(고등학교)

성별		과정	끈기	도전성
남자	학생수	274	274	274
	평균	2.8723	2.3893	2.2924
	표준편차	.58375	.67705	.83365
여자	학생수	585	584	584
	평균	2.8932	2.4321	2.0762
	표준편차	.42863	.58338	.67211
F		.349	.903	16.577**
P		.555	.342	.000

** p< .01 수준에서 유의

또한, 고등학생의 경우 수학 문제해결 신념의 각 요인별로 학생의 수학 성취 수준에 따른 차이가 있는지를 알아보기 위해 일원분산분석을 실시하였는데 그 결과는 <표 IV-7>과 같다.

<표 IV-7> 수학 문제해결 신념의 3 요인과 수학 성취 수준의 차이 분석(고등학교)

성취 수준		과정	끈기	도전성
우수	학생수	201	199	200
	평균	3.0929	2.1725	2.4900
	표준편차	.40988	.62302	.71937
보통	학생수	389	388	388
	평균	2.9010	2.3943	2.1482
	표준편차	.45010	.55891	.68432
기초 이하	학생수	162	164	165
	평균	2.6728	2.6911	1.8636
	표준편차	.51710	.61956	.66800
F		38.183**	34.772**	37.898**
P		.000	.000	.000

** p < .01 수준에서 유의

수학 성취 수준의 우수, 보통, 기초이하 집단 간에 ‘과정’, ‘도전성’, ‘끈기’ 세 범주 모두에서 유의미한 차이가 있었다. 구체적으로 우수 집단은 ‘과정’ 범주가 가장 높고 ‘끈기’가 가장 낮았으며, 보통집단은 ‘과정’이 가장 높고 ‘도전성’이 가장 낮았다. 기초이하 집단은 다른 성취 집단과 비교하여 상대적으로 모든 범주에서 낮은 성취를 보였으나 특히 ‘도전성’ 범주가 매우 낮았다.

그러나 본 연구에서 개발한 최종 검사 도구가 우리나라 학생들의 수학 문제해결 신념이 연령과 성별에 따라 차이가 나타나는지를 알아보기 위해, 중학교 남학생 집단, 중학교 여학생 집단, 고등학교 남학생 집단, 고등학교 여학생 집단으로 나누어 요인평균과 집단별로 각 요인의 분산 및 요인간 상관계수를 비교하였다. 분석 결과는 <표 IV-8>, <표 IV-9>와 같고, 모든 요인에서 집단간 차이가 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다.

〈표 IV-8〉 네 집단의 요인평균 비교 결과(음영은 $p < .01$)

집단		요인평균		
		과정	끈기	도전성
중학교 남자 (참조집단)	평균	0	0	0
	t값	-	-	-
중학교 여자	평균	.030	.092	-.130
	t값	.736	1.627	-1.947
고등학교 남자	평균	.008	.027	.026
	t값	.153	.419	.328
고등학교 여자	평균	.045	.151	-.187
	t값	1.100	2.697	-2.896

〈표 IV-9〉 집단별 요인분산 및 요인간 상관계수(각 행렬의 대각성분은 요인분산을 의미)

중학교 남자				중학교 여자			
	과정	끈기	도전성		과정	끈기	도전성
과정	.244			과정	.142		
끈기	-.412	.455		끈기	-.480	.269	
도전성	.296	-.360	.699	도전성	.619	-.764	.453
고등학교 남자				고등학교 여자			
	과정	끈기	도전성		과정	끈기	도전성
과정	.302			과정	.156		
끈기	-.376	.354		끈기	-.360	.271	
도전성	.286	-.321	.612	도전성	.612	-.360	.377

마지막으로, 중학교와 고등학교 모두 학교급과 상관없이 동일한 요인을 측정할 수 있는 표준화된 수학 문제해결 신념 측정도구를 개발하였는지 확인하기 위해 다집단 분석을 실시하였다. 분석 결과는 <표 IV-10>과 같다.

〈표 IV-10〉 각 동일성 모형의 합치도 지수

모형	χ^2	df	$\Delta \chi^2$	Δdf	TLI	CFI	RMSEA (95% CI)	ECVI (95% CI)
측정틀동일성	250.101	96	-	-	.919	.957	.031 (.026:.036)	.295 (.269:.325)
측정단위동일성	288.679	114	38.578	18	.923	.951	.030 (.026:.035)	.296 (.268:.329)
측정원점동일성	375.848	132	87.169	18	.907	.932	.033 (.029:.037)	.327 (.294:.364)

먼저 측정틀 동일성(configural invariance) 검증을 실시한 결과, $\chi^2(96) = 250.101$ 로 통계적으로 유의하게 나타났고, TLI 및 CFI, RMSEA 등 다른 합치도 지수들도 상당히 높게 나

타났다. 표본 크기에 민감한 χ^2 의 성질을 고려했을 때 측정틀 동일성 모형은 받아들일 만한 것으로 결론지을 수 있다. 두 번째로 각 집단의 요인계수에 동일화제약을 부여한 측정단위 동일성(metric invariance) 모형에 대해 검증을 실시하였다. 측정틀 동일성 모형의 경우와 마찬가지로 χ^2 통계량을 제외하면 다른 합치도 지수들이 측정틀 동일성에 비해 크게 나빠지지 않았으므로 측정단위 모형을 받아들일 만한 것으로 생각할 수 있다. 마지막으로 측정원점 동일성(scalar invariance) 모형에 대한 검증을 실시하였는데, 이전과 마찬가지로 χ^2 를 제외한 합치도 지수들이 양호하며 이전의 모형에 비해서도 크게 나빠지지 않은 것을 알 수 있다. 따라서 문제해결에 대한 신념 모형에서 각 집단에 대해 측정원점 동일성이 성립하는 것으로 판단할 수 있다.

정리하면, 본 연구에서 개발한 수학 문제해결 신념 측정도구는 성별, 성취 수준의 영향을 가능한 적게 받으면서 중학교와 고등학교에서 동일한 문항으로 간편하게 측정할 수 있는 표준화된 검사 도구이다. 또한 대단위 표집과 세밀한 심리측정학적 분석을 통하여 산출한 표준화된 도구이므로, 각 중등학교에서 수학 교사가 짧은 시간에 간단하게 활용할 수 있을 것으로 기대할 수 있다.

V. 결론

본 연구에서는 우리나라 중·고등학생 1600여명을 대상으로 다양한 심리측정학적 방법을 타당한 절차에 따라 활용하여 중학교와 고등학교 모두에서 동일한 문항으로 간편하게 측정할 수 있는 표준화된 수학 문제해결 신념 측정도구를 개발하였다. 구체적으로, 문헌 연구와 수학교육전문가와 심리 측정 전문가 등의 검토를 바탕으로 1차 도구를 개발한 뒤 대단위 표집 검사로 우리나라 중학생과 고등학생의 수학 문제해결 신념을 조사하였다. 그런 다음, 탐색적 요인분석을 실시하여 ‘과정’, ‘도전성’, ‘끈기’라는 세 가지 하위 요인을 도출하였다. 그리고 동일한 요소를 중복하여 측정하지 않도록 각 요인별로 문항간 상관분석을 실시하고 수학교육전문가와 교육평가전문가 등의 검토를 받았다. 그런 다음, 확인적 요인분석을 실시하여 최종적으로 ‘과정’ 요인에서 4문항, ‘끈기’는 3문항, ‘도전성’은 2문항을 개발하였다. 또한 중학교 남학생 집단, 중학교 여학생 집단, 고등학교 남학생 집단, 고등학교 여학생 집단으로 나누어 요인평균과 집단별로 각 요인의 분산 및 요인간 상관계수를 비교하여 연령별, 성별의 영향을 가능한 적게 받는 측정도구임을 확인하였다. 그리고 다집단 분석을 실시하여 중학교와 고등학교 모두에서 학교급과 상관없이 동일한 문항으로 간편하게 측정할 수 있는 표준화된

측정도구임을 확인하였다.

우리나라 중고등학생의 문제해결 신념에서의 특성을 살펴본 결과, 중학교와 고등학교 모두 남학생이 낯선 문제에 도전적이고, 금방 답이 나오지 않는 문제를 해결하는 것을 더 좋아하는 경향성이 나타났다. 그리고 수학 성취 수준을 우수, 보통, 기초이하 집단으로 나누었을 때 우수 집단은 ‘과정’ 범주가 가장 높고 ‘끈기’가 가장 낮았으며, 보통집단은 ‘과정’이 가장 높고 ‘도전성’이 가장 낮았고, 기초이하 집단은 특히 ‘도전성’ 범주가 매우 낮았다.

수학 문제해결 과정에서 여학생과 남학생 간의 성차와 학습자 수준별 격차가 나타난다는 것은 현행 교육과정 운영을 개선할 필요가 있음을 시사한다. 특히, 김경희 등(2010)의 연구에 의하면, 우리나라는 수학 교과에서 정의적 특성과 학습 성취의 상관성이 매우 높은 나라이다. 이를 감안하여 수학에 대한 일상생활에서의 성공 경험을 바탕으로 하는 흥미 기반의 교수-학습 환경 설계를 통해 낯선 수학 문제에 도전하고 해결하면서 유능감과 도전성에 대한 긍정적인 래포(rapport)를 형성시키는 방안을 고려할 필요가 있다. 나아가, 여학생 친화적인 수학 교육프로그램을 개발하여 수학 문제해결 신념에서 나타난 남녀 학생의 차이를 줄일 필요가 있다.

중등학교에서 수학 교사가 본 연구에서 개발한 수학 문제해결 신념 검사 도구를 활용하여 학생 개개인의 수학 문제해결 신념을 파악한다면 학생과 수학 학습 방법에 대하여 상담을 할 때 도움을 줄 수 있을 것이다. 이를 통하여 수학에 대한 학생들의 인지적 영역의 성취와 정의적 영역의 성취가 조화를 이룰 수 있도록 학습 풍토와 맞춤형 수학 교육을 조성하는 기반을 마련할 수 있을 것이다. 물론, 본 연구에서 개발한 도구가 교육심리학적 측면을 바탕으로 수학 문제해결 신념을 측정하는 도구이므로 수학 교육의 관점을 적용하는 데에 있어 한계점이 있을 수 있다. 따라서 본 연구에서 개발한 도구로 측정한 결과를 실증적으로 분석하여 우리나라 학생들의 수학 문제해결 신념의 특징과 경향을 파악하는 연구가 필요하다. 아울러 학생의 수학 문제해결 신념이 문제에 어떻게 접근하고, 문제해결 과정에서 어떠한 경향을 나타내는지, 문제해결 행동과는 어떤 관련성이 있는지를 앞으로 더 면밀하게 연구할 필요가 있다.

참 고 문 헌

- 김경희 · 김수진 · 김미영 · 김선희(2009). **PISA와 TIMSS 상위국과 우리나라의 교육과정 및 성취 특성 비교 분석**. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2009-7-2.
- 김경희 · 시기자 · 김미영 · 김부미 · 옥현진 · 임해미 · 윤미선 · 박소영(2010). **OECD PISA에 나타난 학력의 상향평준화 현상 심층 분석**. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2010-14.
- 남상엽(1999). **수학적 신념 및 태도에 관한 교사와 학생의 관계**. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 남윤정 · 송영무(2008). 고등학교 학생들의 수학 본질과 수학 학습에 대한 신념 연구. **학교수학**, 10(4), 649-669
- 박선화 · 김명화 · 주미경(2010). **수학에 대한 정의적 특성 개선 방안 탐색 세미나**. 한국교육과정평가원 세미나자료집(연구자료 ORM 2010-58).
- 이민찬 · 길양숙(1998). 수학 학습에 영향을 미치는 정의적 특성의 학년별 변화 및 성별 · 성취 집단별 차이. **수학교육**, 37(2), 147-158.
- 우정호(1998). **학교수학의 교육적 기초**. 서울: 서울대 출판부.
- 전평국 · 권세화(1992). 중학생 신념체계가 수학적 문제해결 수행에 미치는 영향. **수학교육**, 31(2), 109-119
- 허혜자(1996). 수학 교육에서의 정서적 경험에 관련된 용어의 고찰: 신념 · 태도 · 감정. **대한수학교육학회논문집**, 6(2), 147-156
- Bentler, P. M. (1990). Comparative fit indexes in structural models. *Psychological Bulletin*, 107(2), 238-246.
- Callejo, M. L. & Vila, A. (2009). Approach to mathematical problem solving and students' belief systems: two case studies. *Educational Studies in Mathematics*, 72(2), 111-126
- Chen, S. (2005). *The Relationship between mathematical beliefs and performance: a study of students and their teachers in beijing and new york*. Dissertation, Columbia university.
- Debellis, V. A., & Goldin, G. A. (1999). *Aspects of affect: Mathematical intimacy, mathematical integrity*. In O. Zaslavsky(Ed), Proceedings of the 23rd annual conference of PME Vol. 2(pp. 249 - 256). Haifa, Israel: Technion, Dept. of Education in Technology and Science.
- Dossey, J. A., Mullis, I. V. S., Lindquist, M. M., & Chambers, D. L. (1988). *The mathematics report card: Are we measuring up? Trends and achievement based*

- on the 1986 national assessment. (NAEP Report No. 17-M-01). Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Garofalo, J. (1989). Beliefs and Their Influence on Mathematical Performance. *Mathematics Teacher*, 82. 502-505.
- Goldin, G. A. (2000). Affective Pathways and Representation in Mathematics Problem Solving. *Mathematical Thinking and Learning*, 2(3). 209-219.
- Goldin, G. A. (2002). *Affect, Meta-Affect, and Mathematical belief structures*. In G. G. Leder, E. Pehkonen, & G. Törner (Eds.), *Beliefs: A hidden variable in mathematics?*(pp.59-72). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Kline, R. B. (1998). *Principles and practices of structural equation modeling*. New York : Guilford Press.
- Kloosterman, P & Stage, F. K. (1992). Measuring beliefs about mathematical problem solving. *School Science and Mathematics*, 92(3). 109-115
- Lester, F. K., Garofalo, J., & Kroll, D. L. (1989). *Self-Confidence, Interest, Beliefs, and Metacognition: Key Influences on Problem-Solving Behavior*. In D. B. McLeod & V. M. Adams (Eds). *Affect and mathematics problem solving: A new perspective*(pp.75-88). New York: Springer Verlag.
- Mason, J., Burton, L., & Stacey, K. (1985). (Rev.ed.). *Thinking mathematically*. Bristol: Addison-Wesley.
- McLeod, D. B. (1989). *Beliefs, Attitudes, and Emotions: New Views of Affect in Mathematics Education*. In D. B. McLeod & V. M. Adams (Eds). *Affect and mathematics problem solving: A new perspective*(pp.245-258). New York: Springer Verlag.
- McLeod, D. B. (1992). *Research on affect in mathematics education: a reconceptualization*. In D. A. Grouws(Ed). *Handbook of research on mathematics learning and teaching*(pp. 575-596). New York: MacMillan.
- Muir, T., Kim, B., & Williamson, J. (2008). "I'm not very good at solving problems": An exploration of students' problem solving behaviors. *The Journal of mathematical behavior*, 27(3). 228-241.
- Shaughnessy, M. F. (1985). *Critical Thinking : Attitudes, Skills, and Ambiguity*. New Mexico.
- Schoenfeld, A, H. (1985). *Mathematical Problem Solving*. Orlando, FL:Academic Press, INC.
- Schoenfeld, A, H. (1989). Explorations of Student's Mathematical beliefs and behavior. *Journal for Research in Mathematical Education*, 20(4). 338-355

- Sivunen, M., & Pehkonen, E. (2009). *Finnish elementary teachers' conceptions on problem solving in mathematics teaching*. In J. Maaß, and W. Schlöglmann(Eds.), *Beliefs and Attitudes in Mathematics Education: New Research Results*(pp. 75-86). Rotterdam: Sense Publishers.
- Op't Eynde, P., de Corte, E., & Verschaffel, L. (2002). *Framing Students' Mathematics-Related Beliefs. A Quest for Conceptual Clarity and a Comprehensive Categorization*. In G. G. Leder, E. Pehkonen, & G. Törner (Eds.), *Beliefs: A hidden variable in mathematics?*(pp. 95-113). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Polya, G. (1957). *How to Solve it*. New York: Doubleday & Co. Inc.
- Steiger, J. H. (1990). Structural Model Evaluation and Modification: An Interval Estimation Approach. *Multivariate Behavioral Research*, 25, 80-173.
- Thompson, A. G. (1992). *Teachers' beliefs and conceptions: A synthesis of the research*. In D. A. Grouws(Ed.), *Handbook of research on mathematics learning and teaching*(pp. 127-146). New York: Macmillan Publishing.
- Tobias, S.(1978). *Overcoming math anxiety*. New York: Norton

· 논문접수 : 2011년 1월 1일/ 수정본 접수 : 2011년 3월 7일/ 게재승인 : 2011년 3월 11일

ABSTRACT

Instrument Development for Mathematical Problem-Solving Belief

Bumi Kim

(Associate Research Fellow, Korea Institute for Curriculum and Evaluation)

The purpose of the present study is to develop an instrument for mathematical problem-solving belief and to analyze the results of the instrument. The instrument was developed to investigate mathematical problem-solving belief by reflecting Korean middle school and high school students' psychological characters. To develop the appropriate items for the mathematical problem-solving belief, after reviewing literature thoroughly, first version of the instrument was developed and exploratory factor analysis and confirmatory factor analysis were conducted. Then, to reduce the effect of the gender difference and achievement level difference, Correlation Analysis and 1-way ANOVA was performed. Also, using multiple group confirmatory factor analysis, this instrument was investigated to see whether this can be used for both middle school and high school. The final items for mathematical problem-solving belief are 4 items for process, 3 items for challenge, 2 items for persistence. Students of higher achievement level showed that the degree of process was the highest and the degree of persistence was the lowest. Students of middle achievement level showed that the degree of process was the highest and the degree of challenge was the lowest. Students of lowest achievement level showed that the degree of challenge was the most lowest. Also, Male students preferred more challenging in mathematics learning than female students. The instrument was developed by using large samples and psychometric analysis. Therefore, mathematic teachers can use this instrument efficiently to make a foundation for better learning environment so students' cognitive area and affective area can be harmonized.

Key Word: Mathematical problem-solving belief, Mathematical problem-solving belief measurement, Instrument for mathematical problem-solving belief.

부 록

〈부록 1〉 문제해결 대한 신념(TLI=.92) (중학교)

문항 번호	과정	관기	도전성
1	0.35800	0.11969	0.00560
2	0.53152	0.00915	0.00085
3	0.09024	-0.00067	0.95027
4	0.52628	0.06045	0.17938
5	0.45305	0.03440	0.01331
6	0.76464	-0.14239	-0.01751
7	0.68763	-0.09405	-0.00284
8	0.03697	0.68071	-0.05086
9	-0.09022	0.68366	0.11967
10	0.11166	0.56490	-0.17575
11	0.30535	-0.13670	0.36854

〈부록 2〉 문제해결 대한 신념(TLI=.98) (고등학교)

문항 번호	과정	관기	도전성
1	0.40465	0.10289	0.04617
2	0.76617	-0.01978	-0.1228
3	0.33819	-0.08335	0.61363
4	0.62624	0.00064	0.12238
5	0.63697	0.01313	-0.02904
6	0.75627	-0.04793	0.06293
7	0.57904	-0.05792	0.22770
8	0.09340	0.71384	-0.1511
9	-0.10106	0.60493	0.22728
10	0.10303	0.61970	-0.22376
11	0.23764	-0.05022	0.59234

