

## 수학적 창의·인성 검사도구 개발 및 타당화

황 우 형 (고려대학교)

김 동 중 (고려대학교)<sup>†</sup>

김 원 (고려대학교 대학원)

이 다 희 (고려대학교 대학원)

최 상 호 (고려대학교 대학원)

### I. 서론

변화하는 미래 사회에서 갖춰야 할 역량으로 지적 능력, 창조적 능력, 인성적 측면의 역량 등 다양한 역량의 종합적 함양을 강조하면서(Gardner, 2006; Sternberg, 2003) 창의성 교육과 인성 교육의 통합의 필요성이 대두되었다. 우리나라에서는 2000년대 초반부터 창의성 교육과 인성 교육의 통합에 대한 논의가 시작되었고(박영태, 2002), 이후 '창의·인성 교육'의 정의와 방향을 탐색하여 실제 교육 현장에 적용하기 위한 기초연구(문용린·최인수·곽윤정·이현주·이화선·이미나·이채호·백수현·윤지윤·박은정·석수경, 2010; 박진홍, 2011; 박창남·이승철, 2013; 박춘성, 2010; 최규리, 2012; 최의창·박정준, 2011; 최준환·박춘성·연경남·민영경·이은아·정원선·서지연·차대길·허준영·임청목, 2009)가 이루어졌다. 또한 현장에서 활용할 수 있는 수업 모델 및 프로그램을 개발한 연구(김남규·김영범, 2013; 이상봉·백현일, 2013; 이윤정, 2014)와 이를 현장에 적용하고(오정현·이승실, 2013) 그 효과성을 확인하는 연구(이경화·김은경, 2014; 이경화·유경훈, 2014), 그리고 교수 측면에서는 교사 교육을 위한 모형 개발한 연구, 교사들의 인식을 조사하고 그 척도를 개발한 연구

가 있었다(김중근·김승재, 2013; 박소연·박현숙, 2015; 임정하·김경민·조은영, 2015; 최미정, 2010; 홍혜정·윤희정·우애자, 2012).

이러한 연구의 동향과 비슷하게 수학과에서도 창의·인성 교육을 위해 개념을 정립하고 수학적 과정을 중심으로 수업 모델을 개발한 연구(권오남·박지현·방정숙·박재희·조경희·오혜미·이지은·김아미·권수경·장혜경·김미주·박귀희·나미영·오국환·김소연·최성이, 2010), 현장 적용 연구(권오남·박지현·박정숙, 2011)와 수업 프로그램의 효과성을 확인한 연구(배성철·황우형, 2015)가 있었다. 따라서 일반적인 창의·인성 교육에 대한 연구와 수학과 창의·인성 교육 연구 모두 문헌 검토를 시작으로 개념을 정립하여 실제 교수·학습을 기반으로 하는 수업 프로그램을 개발하고, 이에 대한 현장 적용 및 효과성에 대한 연구가 이루어진 것을 알 수 있었다.

그리고 선행 연구들은 다음과 같은 특징을 보였다. 첫째, 개발된 프로그램의 효과성을 검증하고 현장 적용 사례를 분석할 때, 창의·인성에 대한 인식의 변화를 측정하여 그 결과를 주장하고 정당화하기 위한 검사 도구가 필요함에도 불구하고 이와 관련된 연구는 부족한 실정이다. 둘째, 수학과에서 창의성과 인성 간의 관계에 대한 논의가 부족한 실정이다. 특히 학교 현장에서의 창의성과 인성의 통합 가능성과 둘 사이의 관계성은 사람과 사람 사이의 수학적 경험들을 연결함으로써 창의성을 만들어낼 수 있는 "공유된 창의성"(최상호·하정미·김동중, 2016)의 원리로 접근해야 할 필요성이 있음에도 불구하고 이러한 접근 방식에 대해 실제 자료를 바탕으로 하는 연구는 없는 실정이다. 즉, 공동체에 참여하여 사람 간의 관계를 유지하고 향상하는데 필요한 요인들은 인성

\* 접수일(2016년 9월 30일), 수정일(2016년 11월 1일), 게재확정일(2017년 12월 5일)

\* ZDM분류 : C83

\* MSC2000분류 : 97C40

\* 주제어 : 창의성, 인성, 탐색적 요인분석, 확인적 요인분석, 구조방정식

\* 이 논문은 2015년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-R1509091)

† 교신저자

과 관련이 있기 때문에 인성을 바탕으로 공동체에 참여할 수 있고 이러한 참여를 통한 다양한 수학적 경험의 연결은 결국 창의성을 개발하는데 도움을 줄 수 있다는 것이다.

따라서 본 연구에서는 수학과 창의·인성에 대한 학생의 인식을 측정할 수 있으며 창의성과 인성 간 관계를 밝히고 나아가 그 둘의 통합가능성을 타진해볼 수 있는 검사 도구를 개발하고자 한다.

## II. 이론적 배경

타당하고 신뢰성이 있는 수학적 창의·인성 검사 도구를 개발하기 위해 문헌을 검토하여 수학적 창의성과 인성 요인에 대한 조작적 정의를 내리면 다음과 같다.

### 1. 수학적 창의성

#### 1) 수학적 창의성의 정의

수학과의 창의성과 관련된 선행 연구(권오남·김정호, 2000; 김부윤·이지성, 2005; 김은진·권혁진, 2012; 김홍원, 1998; 남승인, 2007; 박만구, 2009; 이강섭·황동주, 2007; 황우형·최계현·김경미·이명희, 2006)를 종합하면, 수학적 창의성은 기존의 지식과 경험을 구조적으로 연결하거나 통합, 재구성하여 다양하고 독창적인 비정형화된 방법을 사용하는 개인의 성향 및 능력 또는 그 과정으로 정의하였다.

본 연구에서는 창의성에 대한 학생들의 인식을 측정하는 검사 도구를 개발하는 것이 목적이므로, 학교 차원에서 학생의 개인적 범주에 적합한 창의성의 인지적 요인과 성향 동기적 요인을 정의하고자 한다.

#### 2) 창의성의 인지적 요인 : 확산적 사고, 수렴적 사고, 상상력/시각화, 추론

수학적 창의성은 '수학' 과목이 갖는 영역 특수성을 반영하여 인간의 사고 과정 즉 결과나 현상보다 과정 자체에 초점을 두고 있다(김관수, 2008). 따라서 본 연구에서는 선행연구를 바탕으로 창의성의 인지적 요인으로서 확산적 사고, 수렴적 사고, 상상력/시각화, 추론을 설정하였다.

첫째, 확산적 사고는 수학적 아이디어나 접근 방식을 새롭게 다양하면서 독특하게 더 많이 생각해 낼 수 있는

사고 능력 중 문제해결을 위한 전략적 측면으로, 수학 문제를 풀 때 기존의 방법과는 다른 참신한 방법을 제시하는 독창성과 가능한 다양한 해결 방법을 제시하는 유창성을 포함한다(권오남 외, 2010). 또한 Skemp(1987)가 제시한 다양한 개념들을 서로 연결 및 결합하는 관계적 이해와 관련 있다(김부윤·이지성, 2005; 김홍원, 1998; 남승인, 2007; 황우형 외, 2006).

둘째, 수렴적 사고는 일련의 수학적 문제해결(Polya, 1957) 과정 즉, 문제 이해, 계획, 실행, 반성 단계에서 요구되는 논리적, 통합적, 반성적 사고와 관련 있다. 수학적 문제가 주어지면 기존에 학습한 개념 또는 전략을 어떻게 적용할지 계획한 후 문제 해결 과정상에서 중요한 정보가 어떤 것인지 확인해보고, 얻고자 하는 목표를 명확히 인지하여 실행하는 것을 포함한다. 마지막으로 반성 단계에서는 주어진 자료, 조건은 모두 활용하였는지, 풀이과정에서 틀린 것은 없는지 점검해보는 것을 포함한다.

셋째, 상상력/시각화는 추상적인 수학적 개념, 원리, 법칙 등을 학생들이 이해하고 해석하는데 도움을 주며 문제 해결과정의 방법으로 사용될 수 있다(권오남 외, 2010). 특히 상상력은 일반적인 창의성 연구에서부터 창의적 재능, 과정으로 보고 그 중요성을 강조하였고(Arieti, 1976), 시각적 표상은 문자식에 비해 창의적 활동에 중요한 역할을 한다고 주장하였다(Fischbein, 1987). 따라서 본 연구에서는 수학적 상황을 시각적으로 표현하는 능력, 다양한 표상(그림, 표, 그래프 등)을 이해하고 서로 연결 및 번역 능력을 포함하였다.

넷째, 추론은 국내의 교육과정에서 강조하는 수학적 과정의 중요한 요인으로서 귀납적 사고, 연역적 사고, 논리(arguments), 정당화를 포함한다(NCTM, 2000). 또한 창의적 사고 과정의 요인인 분석과 통합적 사고를 위한 바탕이라고 볼 수 있다(권오남 외, 2010). 따라서 본 연구에서는 추론을 창의성의 요인으로 보고, 수학적 구조와 패턴에 대해서 생각해보거나 일반화하는 귀납적 사고, 논리적인 결론을 이끌어내는 연역적 사고, 교사와 학생 또는 학생과 학생 간의 토론 및 논쟁을 통한 논리적인 수학적 논의, 수학적 개념에 대한 원리 이해 및 탐구에 관한 정당화를 포함하였다.

#### 3) 창의성의 성향 동기적 요인 : 흥미와 호기심, 내재적 동기, 독립성, 개방성

수학적 창의성은 인간의 사고 과정에 초점을 둔 인지적 요인 외에도, 인지적 요인의 발현을 위해 보완적인 관계를 갖는 성향적인 요인, 아울러 창의적인 성취를 발현하고 유지하기 위한 동기적 요인이 필수적이다(권오남 외, 2010; 문용린 외, 2010; 최인수·이종구, 2004; 하주현, 2001). 따라서 본 연구에서는 성향적 요인과 동기적 요인을 정의적 특성으로 묶어서 성향 동기적 요인으로 명명하고, 흥미와 호기심, 내재적 동기, 독립성, 개방성을 포함하였다.

첫째, 수학에 대한 흥미와 호기심은 수학 과목의 영역 특수성을 고려하여 수학적 연결성(Mathematical connection) 측면에서 접근하였다. 수학적 연결성은 수학 내의 다른 내용 영역들 사이의 관계(수학 내적)를 인식하거나, 수학 외의 타학문 또는 실생활과의 관계(수학 외적)를 인식하는 것이다(NCTM, 2000). 이러한 측면에서 수학에 대한 관심을 어디에 두는지에 따라 내적, 외적인 흥미와 호기심으로 구분하였다. 내적인 흥미와 호기심은 수학 내의 관심으로서, 수학 학습 자체에 대해 좋아하고 이에 대한 궁금증을 탐구하는 데 관심이 있음을 의미한다. 외적인 흥미와 호기심은 수학 외의 관심으로서, 학습한 수학 내용으로부터 실생활과의 연결성에 관심을 가질 수 있고, 반대로 실생활에서 수학 내용과의 연결성에 관심을 두는 것으로 볼 수 있다.

둘째, 내재적 동기는 흥미와 호기심이 학업 수행 그 자체에 대한 즐거움으로 발현될 수 있도록 이끄는 힘으로서(권오남 외, 2010; 김수진·박지현·김현경·진의남·이명진·김지영·안윤경·서지희, 2012; 김연주, 1997; 김주숙·박만구, 2015; 홍세정·장재운, 2015; Amabile, 1998; Ryan & Deci, 2000) 수학에 대한 흥미와 호기심은 인내심, 자발성, 몰입(몰두) 또는 집중 측면에서 접근하였다. 이는 잘 모르는 수학 문제에 대해서도 끈기 있게 해결하고자 하는 인내심, 특별한 보상이 없어도 마음에서 우러나와 수학을 공부하려는 자발성, 수학 공부를 할 때 매우 열정적으로 파고들면서 강한 집중과 즐거움을 느끼는 특성인 몰입(몰두)으로 볼 수 있다.

셋째, 독립성은 창의적 인물들의 특성에 대한 연구(신문승·강충열, 2009; 최인수·이종구, 2004; 하주현, 2000; Basadur, Taggar & Pringle, 1999; Davis, 2005; Torrance, 1972)에서 항상 다루어지는 특성으로(권오남

외, 2010), 수학 과목의 특성을 고려하여 문제 해결 측면에서의 성향인 도전성(문제 접근, 문제 해결), 고집, 문제 해결 독립성으로 접근하였다. 도전성은 문제 접근, 문제 해결로 나누어 볼 수 있는데, 문제 접근은 처음 배운 수학 내용이나 새로운 문제를 마주하는 데 두려움이 없는 성향, 문제 해결은 본인의 이해 방식과 풀이 방법에 대하여 설명하는 데 어려움이 없는 성향을 의미한다. 또한 본인 스스로 생각하고 독립적으로 문제 해결 수행을 이끌어 갈 수 있는 문제 해결의 독립적 성향, 그리고 본인이 생각한 내용이 맞다고 확신할 때 다른 사람의 반대에도 불구하고 자신의 의견을 적극적으로 주장할 수 있는 고집을 의미한다.

넷째, 개방성은 유연성, 수용성, 다양성을 포함하는 개념으로, 개방성이 높은 사람들은 내적·외적 세계에 대한 호기심이 많으며(권오남 외, 2010; 권은진, 2008), 다양한 아이디어와 입장을 열린 마음으로 수용하고 유연한 태도를 보이고 있기 때문에 새로운 방향으로의 문제 해결을 잘 이끄는 성향이 있다(문용린 외, 2010). 본 연구에서의 개방성은 다양한 수학적 아이디어와 접근방식에 대한 열린 마음을 갖는 다양성, 문제 해결 과정 속에서 다른 사람과 의사소통을 하면서 발생할 수 있는 소통적 갈등을 받아들이고자 하는 의지인 수용성, 자신의 사고 변화에 대한 유연한 태도인 유연성을 갖는 것으로 보고자 한다.

## 2. 수학적 인성

### 1) 수학적 인성의 정의

수학과에서 인성교육을 구체적으로 다룬 연구(권오남 외, 2010; 문용린 외, 2010; 신준국, 2015)는 많지 않지만 이를 종합해보면, 수학적 인성은 보편적인 인성 요인과 함께 수학적 창의성을 촉진하고 발현하는 데 도움을 주는 인성 요인으로서 수학교과에서 접근 가능한 영역에서의 인성으로 정의할 수 있다.

본 연구에서는 인성에 대한 학생들의 인식을 측정하는 검사 도구를 개발하는 것이 목적이므로, 수학적 인성을 학교 차원의 수학 수업의 과정 속에서 학생과 학생, 교사와 학생 간의 상호작용성과 참여의 중요성을 바탕으로 발현될 수 있는 측면에서 바라보았다.

### 2) 인성 요인 : 참여, 의사소통, 약속, 책임

수학과에서 인성 요인을 다룬 연구를 살펴보면, 박영

태(1999)는 합리성, 감수성, 존중성을, 송상현(2006)은 인간성 회복을 핵심과제로 제시하였다. 권오남 외(2010)는 일반교과에서의 인성 요인을 추출한 선행연구를 바탕으로 정직, 책임, 배려, 용기, 소유, 인내, 공정, 협동, 화합으로 구분하였고, 문용린 외(2010)는 일반교과에서의 인성 요인에 대한 연구를 확장하여, 수학교과에서 대표적인 인성으로 약속, 공정, 책임, 정직을 제시하였다. 신준국(2015)은 이타성(개방성, 존중과 배려, 감수성, 공감, 신뢰), 합리성(자기이해, 사회성, 정직, 용기, 자기주도성, 논리성), 과정 지향성(사회성, 협의성, 협동성, 인내, 만족감)을 포함하였다.

본 연구에서는 선행연구에서 제시한 수학 교육에서의 인성 요인을 수학 수업 과정 속에서 나타나는 인성 측면에서 주목하였다. 수업은 서로의 생각과 느낌에 귀를 기울이고 그 생각들을 연결하여 더욱 높은 수준의 사고에 도달하면서 타인 존재의 소중함을 깨닫는 인성 교육의 장(김민성, 2014)이라고 볼 수 있으므로, 학생들은 수학 수업의 과정 속에서 자연스럽게 의사소통을 하게 된다. 또한 의사소통은 학생 간, 학생과 교사 간의 관계성을 바탕으로 이루어지므로, 이를 위한 전제 조건은 상호 간의 신뢰일 수 있고, 서로 간의 신뢰 관계를 위해서는 약속과 책임은 선행 요건이라고 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 대표적인 수학적 인성을 참여, 의사소통, 약속, 책임과 같이 네 가지로 구분하고, 선행연구에서 제시한 다른 인성 요인들은 수업 전반에 걸쳐 나타날 수 있는 특성으로 바라보고 이 네 가지 수학적 인성의 의미에 전반적으로 담아냈다.

다음은 이러한 측면을 고려하여 본 연구에서 사용하고자 하는 네 가지 수학적 인성에 대한 전반적인 내용을 설명하고자 한다.

첫째, 참여는 자신에게 주어진 역할의 의미를 이해하고 임무를 다하는 것으로(권오남 외, 2010; 문용린 외, 2010), 학생들이 수업의 세 가지 흐름(수업 전, 수업 중, 수업 후)에 참여하면서 나타날 수 있는 인성에 초점을 맞추었다. 수업 전에는 수업 준비와 관련하여 수업 활동에 적극적으로 참여하는 것으로, 선생님과 친구들을 배려하여 수업 장소에 미리 도착하는 것을 의미한다. 수업 중에는 수업의 흐름에 방해가 되는 행동을 자제하고, 선생님의 설명을 주의 깊게 듣고자 노력하며, 설명이 잘

이해되지 않더라도 겁내거나 포기하지 않고 끝까지 노력하는 것을 말한다. 또한 내가 참여할 수 있는 활동에 대해서는 친구들과 화합하여 적극적으로 하는 것을 의미한다. 수업 후에는 선생님의 마지막 설명이 끝나기 전까지 김정리를 하지 않는 등의 다른 행동을 보이지 않는 것을 말한다.

둘째, 의사소통은 수학 수업 시, 상호 간의 담화 과정에서 원활한 상호작용을 이끌어내는 것을 의미하므로(김상화·방정숙, 2010; 홍금희·최재호, 2011; Chapin, O'Connor, & Anderson, 2009), 전체그룹과 소그룹으로 구분하여 말하기와 듣기에 초점을 맞추었다. 전체그룹 활동에서는 선생님이 설명하고 있을 때 하고 싶은 말이 있어도 선생님과 친구들을 배려하여 기다렸다가 질문할 시간이 주어졌을 때 하며, 친구가 발표할 때는 친구의 의견에 가치를 부여하고 인정하는 의미에서 잘 들어주어야 한다. 소그룹 활동에서는 모두의 친구들이 서로의 아이디어를 교환하는 과정 속에서 다른 친구가 발표할 때에 끼어들어서 말하지 않고, 친구들의 발표를 잘 듣고 이에 대한 대답을 충실히 하여 공동의 문제를 해결하는 것을 말한다.

셋째, 약속은 수업 시간에 이루어질 수 있는 규범 측면의 개념으로, 문용린 외(2010)에서는 수학 교사들이 수학 교과의 특성과 가장 관련성이 높다고 생각하는 인성 요인으로 선택하였다. 본 연구에서는 이러한 약속을 자신과의 약속과 다른 사람(교사, 친구)과의 약속으로 구분하여 접근하였다. 자신과의 약속은 수업 규범을 통해 수학 수업에서 정한 약속을 지키는 것을 의미하고, 교사 그리고 친구와의 약속은 수업 시간을 지키는 약속, 수업 규범에 대한 약속, 수학 숙제에 대한 약속 등으로 고려해 볼 수 있다.

넷째, 책임은 자신에게 주어진 역할을 정확하게 이해하고 임무를 완성하는 것으로(권오남 외, 2010), 수학 수업의 과정에서 개인의 책임과 동료와의 책임으로 구분하였다. 개인의 책임은 본인의 실수를 왜곡하지 않고 있는 그대로 인정하거나, 주어진 일에 노력을 피우지 않고 끝까지 최선을 다하는 등의 책임감을 느끼는 것을 의미한다. 동료와의 책임은 객관적인 입장에서 합리적인 가치를 선택하는 과정에서 자신에게 주어진 임무에 대해 맡은 바 책임을 다하고, 여기서 발생하는 결과에 대해 다

른 친구들에게 책임을 돌리지 않는 것을 의미한다.

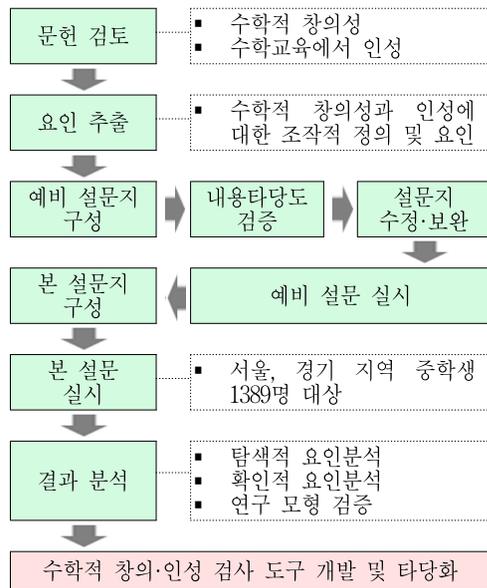
본 연구에서는 이러한 조작적 정의를 바탕으로 문항을 개발하고, 타당도와 신뢰도가 확보된 검사 도구를 제작하기 위하여 다음과 같은 연구 문제를 설정하였다.

- 첫째, 수학적 창의·인성의 요인은 무엇인가?
- 둘째, 수학적 창의성(인지적 요인, 성향 동기적 요인)과 인성은 어떠한 관계가 있는가?
- 셋째, 수학적 창의·인성 검사 도구는 성별, 학년에 따라 작동하는 방식의 차이가 있는가?

### III. 연구 방법

#### 1. 연구 절차

본 연구의 목적은 검사 도구를 개발하고 이를 검증하는데 있으며, 검사 도구에 대한 타당도와 신뢰도를 확보하기 위하여 [그림 1]과 같은 연구 절차를 실행하였다.



[그림 1] 연구 절차  
[Fig. 1] Research process

우선 검사 도구 개발의 방향성을 얻기 위해 수학적 창의성과 인성과 관련된 국내외 학위 논문, 학술지에 계

재된 연구물, 연구 보고서, 출판된 책 등과 관련된 문헌을 검토하였다. 이를 바탕으로 수학적 창의성과 인성에 대한 정의, 요인, 검사 도구 등의 내용을 수집 및 분석하고 수학교육 전문가 2인과 박사과정 3인의 논의를 거쳐 창의·인성 요인을 추출하여, 최종적으로 60문항의 예비 설문지를 제작하였다. 제작된 예비 설문지는 2015년 9월 인천, 서울 지역에 소재한 2개의 중학교 학생 237명(인천 S중학교 학생 127명, 서울 G중학교 학생 110명)을 대상으로 검사를 실시하여 수집된 자료에 대한 문항 분석을 하였고, 불명료하거나 이해하기 어려운 문항들은 수정 및 보완하여 본 설문지를 완성하였다.

본 검사는 서울, 경기 지역 중학생 1398명을 대상으로 자료를 수집하였고 그중 1258명의 응답 중 SPSS 프로그램의 무작위 추출 기능을 활용하여 두 집단으로 나누었다. 이는 각 집단을 대상으로 탐색적 요인분석과 확인적 요인분석 및 연구 모형 검증을 순차적으로 실시하여 타당도와 신뢰도를 확보하기 위한 방법이었다. 실제로 무작위로 추출된 615부(약 50%)는 탐색적 요인분석, 나머지 643부(약 50%)는 확인적 요인분석과 연구 모형 검증을 실시하였고, 이를 통해 최종적으로 45개의 문항(창의성 29문항, 인성 16문항)이 포함된 검사 도구가 개발되었다.

#### 2. 문항 개발

##### 1) 예비 설문지 개발

예비 설문지는 창의성 40문항, 인성 20문항으로, 총 60개의 문항으로 구성하였고 예비 설문지의 내용은 문헌 검토를 통해 [표 1]과 같이 구성하였다.

[표 1] 예비 설문지 내용  
[Table 1] Contents of the preliminary questionnaire

구분		세부 내용	문항수
창의성	확산적 사고	독창성, 유창성, 관계적 이해	5
	수렴적 사고	문제이해, 계획, 실행, 반성	5
	상상력/시각화	시각화에 대한 호기심 단계, 연결성, 표상의 이해, 번역능력	5
			20

	추론	유비추론, 수학적 논의, 연역적 사고, 증명, 정당화, 귀납적 사고	5	
성향 동기 적요인	흥미와 호기심	내적 흥미, 외적 흥미	5	20
	내재적 동기	자발성, 몰입(몰두) 또는 집중, 인내심	5	
	독립성	도전성(문제접근 측면, 문제해결 측면), 고집, 문제해결의 독립성	5	
	개방성	유연성, 수용성, 다양성	5	
인성	참여	수업의 흐름 (수업 전, 수업 중, 수업 후) 상에서 참여하기	5	20
	의사소통	전체그룹에서 듣기 또는 말하기, 소그룹에서 듣기 또는 말하기, 전체 및 소그룹에서 말하기	5	
	약속	자신과의 약속, 다른 사람(교사, 친구)과의 약속	5	
	책임	동료 간 책임, 개인의 책임	5	

60개의 문항 중에서 17개의 문항은 창의성과 인성에 관련된 문헌 및 연구들(김부윤·이지성, 2006; 문용린 외, 2010; 배성철·황우형, 2015; 송상현, 2006; 최인수·이종구, 2004; 하주현·유경재·한윤영, 2011; 황동주, 2005; 황혜정·나귀수·최승현·박경미·임재훈·서동엽 외, 2012)에서 개발된 문항을 연구자가 연구의 목적에 맞게 재구성하였고, 나머지 43문항은 본 연구진이 구성한 각 요인에 대한 조작적 정의를 토대로 직접 개발하였다.

예를 들어, 확산적 사고에 관한 3번 문항은 유창성을 다룬 것으로, CAS-K 검사지에서 ‘나는 가능성이 있는 모든 방법을 생각해본다.’였으나, 본 연구에서는 수학 과목의 특수성을 고려하여 학생들이 수학 문제를 풀 때 풀었던 방법과는 다른 방법을 찾아보는 것과 다양한 방법을 모두 찾아보는 것의 두 가지의 측면을 모두 고려하여 수정하였다. 그 결과, 2번 문항은 ‘수학문제를 풀 때, 한 가지 방법으로 해결하는 것보다는 다양한 방법을 찾아보려고 하는 편이다.’와 3번 문항은 ‘수학 문제를 풀고 난 후, 또 다른 방법들이 있는지 생각해보는 편이다.’로 구

분하여 질문지를 구성하였다. 또한 본 연구에서는 확산적 사고의 조작적 정의에 Skemp의 관계적 이해(확산적 사고의 연결성)의 개념을 포함시켰기 때문에, 5번 문항에서 ‘서로 다른 수학적 아이디어들을 함께 생각하고 연결시키려고 자주 시도하는 편이다.’와 같은 문항을 새롭게 개발하였다.

또한 각 문항은 5단계 리커트 척도를 사용하여 매우 그렇다 ‘5’, 그렇다 ‘4’, 보통이다 ‘3’, 아니다 ‘2’, 매우 아니다 ‘1’로 표시하였으며, 각 문항의 어미를 ‘~한다’가 아닌 ‘~하는 편이다’로 서술하였다. 그 이유는 같은 의미를 전달하는 문장이더라도 어떠한 용어를 사용했는지, 어떻게 표현했는지에 따라 다르게 느낄 수 있으므로 응답에 큰 영향을 미칠 수 있기 때문이다(홍종선·박용석, 2007).

그런데 본 연구의 목적은 학생들의 수학적 이해 또는 수학 성적 보다는 수학적 창의성과 인성에 대한 인식 또는 성향을 파악하고자 하는 것이다. 그런데 ‘수학 문제를 풀고 난 후, 또 다른 방법들이 있는지 생각해본다.’와 같은 문항의 경우, ‘생각해본다.’로 어미를 종결하게 되면 수학을 잘하고 좋아하는 학생들은 ‘그렇다’ 또는 ‘매우 그렇다’의 항목을 ‘~하는 편이다’로 답할 가능성이 크지만, 본인 스스로 수학을 잘하지 못한다고 생각하는 학생들은 자신의 수학적 창의성 또는 인성에 대한 성향을 고민해보는 과정 없이 ‘아니다’ 또는 ‘매우 아니다’로 표기할 가능성이 있다고 판단하여, 연구자들의 논의 과정을 거쳐 문항의 종결 어미를 모두 ‘~하는 편이다.’로 구성하였다.

2) 본 설문지 개발

예비 설문지를 개발한 후 예비 검사를 통해 극단적인 평균과 표준편차를 갖는 문항을 확인하였고, 이해하기 어려운 문항 번호와 그 이유에 대한 자료를 추가로 수집하여 문항에 대한 질적 분석을 실시하였다.

분석한 자료는 전문가 집단의 협의를 거쳐, 첫째, 기초 통계량 분석을 통한 문항의 양호도 측면, 둘째, 학생들의 이해 측면(부정문 수정, 학생들의 언어적인 이해 수준 고려, 내용 파악의 어려움, 중의적인 표현), 셋째, 내용의 타당성 측면(현 수학과 교육과정과의 관련성 측면)과 같이 세 가지 측면에서 문항을 일부 수정 및 보완하였다.

예를 들어, 28번 문항은 ‘수학 문제를 집중해서 풀다가

해야 되는 중요한 일을 잊어버린 적이 있는 편이다.’였으나, 다른 요인에 비해 평균과 표준편차가 컸고, 문장에 대한 의도가 명확하지 않아서 ‘수학 문제를 풀 때 집중하는 편이다.’로 수정하였다. 24번 문항은 ‘수학 시간에 배운 내용과 관련된 글을 읽는 것을 좋아하는 편이다.’였으나, 학생들이 ‘관련된 글’이 의미하는 것이 무엇인지 모르겠다는 의견을 많아서 보다 구체적인 표현을 사용하여 ‘수학과 관련된 책을 읽는 것을 좋아하는 편이다.’로 수정하였다. 10번 문항은 ‘문제를 해결할 때 학습한 기존의 알고리즘이나 전략을 단계별로 잘 적용하는 편이다.’였으나 학생들이 알고리즘이라는 용어를 이해하는 데 어려움이 있어서 ‘문제를 해결 할 때 전에 배웠던 절차나 전략을 단계별로 잘 적용하는 편이다.’로 수정하였다. 16번 문항은 ‘단계별 패턴을 보고 그 과정을 일반화하는 것을 좋아하는 편이다.’였으나, 학생들이 일반화에 대한 용어를 잘 알지 못하고, 중학교 수준의 교육과정에서 일반화에 대한 귀납적 사고과정을 물어보는 것은 적합하지 않다고 판단하여, ‘도형들 간의 공통점을 잘 찾는다.’로 변경하여 추론 요인(유비 추론)으로 분류하였다.

3. 본 검사

1) 자료수집

예비 검사를 통해 개발된 검사 도구에 대하여 2015년 10월 서울, 경기 지역에 소재한 4개의 중학교 학생 1389명을 대상으로 실시하였다. 자세한 내용은 [표 2]와 같다. 이 중 불성실하게 응답한 학생 131명을 제외하고 1258명의 응답만을 분석에 사용하였다.

[표 2] 연구 대상  
[Table 2] Research subjects

지역	학교	학생 수(명)			
		1학년	2학년	3학년	계
서울	S중학교	62	29	.	91
	H중학교	153	.	.	153
경기	M중학교	104	96	84	284
	B중학교	217	310	334	861
계		536	435	418	1389

2) 분석 방법

본 연구는 수학교육에서의 창의·인성 검사 도구 개발 및 타당화를 하기 위하여 다음 다섯 단계를 순차적으로 실시하였다. 첫째, 전체 학생 1258명의 응답에 대한 기초 통계량을 조사하였다. 둘째, 전체 응답 중 약 50%(615부)를 무작위로 선정하여 탐색적 요인분석을 통해 요인을 추출하고 신뢰도를 검증하였다. 셋째, 나머지 약 50%(643부)의 자료를 바탕으로 탐색적 요인분석에서 추출된 요인에 대한 확인적 요인분석을 실시하였다. 넷째, 요인들 간의 인과관계를 나타내는 연구 모형을 설정하고 그 모형에 대한 검증을 실시하였다.

마지막으로 집단 간의 측정 동일성을 검증하여 개발된 검사 도구가 모든 집단에서 동일하게 작동함을 보였다.

(1) 기초통계량 조사

학생 1258명의 응답을 대상으로 각 문항에 대한 평균, 표준편차를 조사하여 극단적인 값을 갖는 문항이 있는지 조사하였다.

(2) 탐색적 요인분석

무작위로 추출된 학생 615명의 응답을 대상으로 통계 프로그램 SPSS 22.0을 사용하여 탐색적 요인분석을 실시하였다.

먼저 응답 자료가 탐색적 요인분석에 적합한 자료인지 알아보기 위해 KMO 값(Kaiser-Meyer-Olkin Measure)과 Bartlett의 구형성 검증을 실시하였다.

그 다음에 기초 구조를 추출하기 위해 주축 요인추출법(Principal axis factoring)과 요인 회전 방법으로 직접 오블리민(Directed Oblimin)을 사용하였다. 또한 요인의 수는 고유값(eigen value), 스크리 검사(scree test)를 통해 정하고, 각 요인에 대한 문항을 선정하기 위해 요인 부하량의 절댓값을 .04 이상으로 설정하였다.

요인이 추출된 후 각 요인에 대한 신뢰도를 검증하기 위해서 내적일치도 계수(Cronbach's  $\alpha$ )를 조사하였고, 문항에 대하여 타당도를 확보하기 위해 각 문항을 제거하였을 경우 내적일치도 계수(Cronbach's  $\alpha$ )를 조사하였다.

(3) 확인적 요인분석

탐색적 요인분석에서 사용한 자료를 제외한 학생 643명의 응답을 대상으로 통계 프로그램 AMOS 22.0을 사

용하여 확인적 요인분석을 실시하였다.

먼저 인지적 요인(창의성), 성향 동기적 요인(창의성), 인성의 각 하위 요인에 속하는 문항들의 표준화 계수(standardized estimates)가 통계적으로 유의한지 ( $p < .001$ ) 판단하였고, 표준화 계수가 .7 이상이면 바람직한 것으로 보았다.

#### (4) 연구 모형 검증

본 연구의 연구 모형 및 연구 가설을 설정한 후 통계 프로그램 AMOS 22.0을 사용하여 검증하였다.

먼저 모형의 적합도를 검증하였는데 이때 사용된 적합도 지수는 절대 적합도 지수로써 CMIN/DF, RMSEA(root mean square error of approximation), 증분 적합도 지수로써 CFI(comparative fit index), TLI(Turker-Lewis index=NNFI)를 사용하였다.

이후 초기 모형에 대한 수정지수(Modification Index)를 조사한 후 각 문항의 측정오차 간의 공분산을 연결하여 수정 모형을 개발하였다. 이렇게 개발된 수정 모형에 대한 경로계수를 검증하고, 각 요인간의 직접효과, 간접효과, 총 효과를 조사하였다. 특히 간접 효과는 부트스트랩(Bootstrap) 방법을 이용하여 95% 신뢰구간에서 유의미성을 검증하였다.

#### (5) 측정 동일성 검증

성별, 학년 별 집단에 대한 측정 동일성을 검증하기 위하여 형태 동일성을 검증하였다. 형태 동일성은 각 집단의 자료의 구조적인 유사성에 관한 것으로 이를 만족하지 않으면 측정 동일성을 검증할 수 없다. 따라서 모든 요인 부하량에 제약을 하지 않은 형태 동일성 모형을 사용하여 모형 적합도를 조사하였다.

측정 동일성을 검증하기 위해서 측정 모형의 각각의 잠재요인에 걸리는 요인 부하량에 동일성 제약을 가한 측정 동일성 모형과 형태 동일성 모형의  $\chi^2$  값과 자유도, 모형 적합도의 차이를 통해 측정 동일성을 검증하였다.

## IV. 결과 분석 및 논의

### 1. 기초통계량

본 검사 실시 후 불성실한 답변(무응답, 한 번호로 찍은 경우)을 제외한 1258부를 대상으로 각 문항들의 평균, 표준편차, 상관관계, 신뢰도에 대한 문항의 양호도를

조사하였다. 그 결과 창의성 중 인지적 요인(확산적사고, 수렴적사고, 상상력/시각화, 추론) 문항들의 평균은 2.82~3.68, 표준편차는 0.94~1.13, 성향 동기적 요인(흥미와 호기심, 내재적 동기, 독립성, 개방성) 문항들의 평균은 2.53~3.88, 표준편차는 0.92~1.18, 인성(참여, 의사소통, 약속, 책임) 문항들의 평균은 3.26~4.28, 표준편차는 0.9~1.14로 나타났다. 즉, 문항들 중 극단적인 평균값 또는 표준편차를 갖는 문항은 없었다.

## 2. 탐색적 요인분석

### 1) 타당도

본 연구의 검사 도구는 문헌검토와 예비연구를 통해 창의성과 관련된 8개 요인(확산적 사고, 수렴적 사고, 상상력/시각화, 추론, 내재적 동기, 흥미와 호기심, 독립성, 개방성) 40문항과 인성과 관련된 4개 요인(참여, 의사소통, 책임, 약속) 20문항으로 구성되었다. 이 검사 도구에 대한 탐색적 요인분석을 하기 위해 전체 자료의 약 50%를 임의 추출하여 615부에 대한 탐색적 요인분석을 실시하였다.

탐색적 요인분석을 위해 먼저 수집된 자료가 요인분석을 하기 위해 적합한지 검증하였고 그 결과 KMO 값(Kaiser-Meyer-Olkin Measure)이 .962이고, Bartlett의 구형성 검증도  $P < .001$  유의수준에서 유의미한 결과( $\chi^2 = 23900.390$ ,  $DF = 1770$ ,  $P < .001$ )로 나타나, 검사도구가 요인분석에 적합한 것으로 판별되었다.

탐색적 요인분석 방법으로는 기초 구조를 추출하기 위해 주축 요인추출법(Principal axis factoring)과 직접 오블리민(Directed Oblimin)을 사용하였다. 또한 요인의 수는 고유값(eigen value), 스크리 검사(scree test)를 통해 정하고, 각 요인에 대한 문항을 선정하기 위해 요인 부하량의 절댓값을 .04 이상으로 설정하여 최종 문항을 선정하였다.

그 결과 [표 3]과 같이 총 12개의 요인 중 고유값이 1 이상으로 추출된 요인이 9개이고 스크리검사 결과 잠재 변수도 9개로 나타났으며 총 문항수는 25개가 추출되었다. 그 중 창의성은 6개 요인(확산적사고, 수렴적사고, 상상력/시각화, 추론, 흥미와 동기, 개방성) 29문항, 인성은 3개 요인(참여 및 의사소통, 책임, 약속) 16문항이 추출되었다.

[표 3] 창의·인성 검사 도구에 대한 탐색적 요인분석 결과

[Table 3] Exploratory factor analysis results for creativity and character scale

	요인	문항 번호	요인									공통성
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	수렴적 사고	Q7	.583									.516
		Q6	.562									.537
		Q9	.549									.620
		Q8	.498									.602
		Q10	.403									.519
2	참여 및 의사소통	Q42		.705								.627
		Q47		.693								.619
		Q49		.685								.603
		Q48		.675								.632
		Q50		.600								.640
		Q43		.533								.605
		Q46		.468								.511
3	책임	Q59			-.810							.706
		Q60			-.745							.676
		Q58			-.651							.484
		Q56			-.639							.668
		Q57			-.632							.542
4	상상력/시각화	Q12				-.854						.674
		Q11				-.748						.573
		Q13				-.539						.575
		Q16				-.508						.516
		Q14				-.507						.595
5	흥미와 동기	Q23					-.693					.670
		Q24					-.621					.562
		Q27					-.593					.651
		Q29					-.579					.566
		Q25					-.543					.599
		Q26					-.477					.463
6	추론	Q18						.858				.725
		Q17						.809				.688
		Q19						.543				.548
		Q20						.412				.529
7	확산적 사고	Q3							.712			.714
		Q4							.708			.703
		Q1							.706			.670
		Q2							.651			.671
		Q5							.630			.638
8	개방성	Q38								.642		.577
		Q39								.594		.624
		Q37								.514		.512
		Q40								.499		.644
9	약속	Q51									-.508	.492
		Q54									-.477	.656
		Q53									-.430	.453
		Q52									-.400	.640
KMO			.962									
Bartlett			$\chi^2=23900.390$			DF=1770			P= .000			

창의성의 인지적 요인과 성향 동기적 요인, 인성 요인에 대한 결과는 다음과 같다.

첫째, 인지적 요인(확산적사고, 수렴적사고, 상상력/시각화, 추론)은 ‘상상력/시각화’ 문항에 ‘추론’의 1문항이 추가되었다. 이 문항은 도형간의 공통점을 찾는 능력에 관한 것으로 ‘도형’이 시각적 매개체로써 활용되기 때문에 시각화와 밀접한 관련성이 있다고 볼 수 있으므로 요인 명을 그대로 사용하였다.

둘째, 성향 동기적 요인(흥미와 동기, 개방성)은 초기 검사도구의 요인인 ‘독립성’이 제거되었고, ‘흥미와 호기심’ 3문항과 ‘내재적 동기’ 3문항이 묶여서 새로운 요인이 구성되었다. 이 요인은 수학 학습에 대한 내재적 동기와 수학에 대한 흥미와 호기심이 포함되는 요인이므로 ‘흥미와 동기’로 명명하였다.

셋째, 인성(참여 및 의사소통, 책임, 약속)에서는 기존의 ‘참여’ 2문항과 ‘의사소통’ 5문항이 묶여서 요인이 구성되었다. 이 요인은 교사와 동료들 배려하면서 의사소통을 하고 수업에 참여하는 문항으로 구성되었으므로 요인 명을 ‘참여 및 의사소통’이라고 명명하였다.

2) 신뢰도

본 연구에서 구성한 검사 도구의 내적일치도 계수(Cronbach's  $\alpha$ )는 [표 4]와 같다. 인지적 요인의 ‘확산적 사고’는 .908, ‘수렴적 사고’는 .854 ‘상상력/시각화’는 .846, ‘추론’은 .843, 성향 동기적 요인의 ‘흥미와 동기’는 .880, ‘개방성’은 .820, 인성의 ‘참여 및 의사소통’은 .896, ‘책임’은 .881, ‘약속’은 .818로 나타났다.

[표 4] 창의·인성 검사 도구에 대한 신뢰도

[Table 4] Reliability results for creativity and character scale

			신뢰도	
			문항이 삭제된 경우 Cronbach's $\alpha$	Cronbach's $\alpha$
확산적 사고	Q3	확1	.882	.908
	Q4	확2	.885	
	Q1	확3	.889	
	Q2	확4	.890	
	Q5	확5	.893	
수렴적 사고	Q7	수1	.835	.854
	Q6	수2	.825	
	Q9	수3	.811	

	Q8	수4	.820	
	Q10	수5	.830	
상상력 / 시각화	Q12	상1	.803	.846
	Q11	상2	.812	
	Q13	상3	.810	
	Q16	상4	.834	
	Q14	상5	.814	
추론	Q18	추1	.769	.843
	Q17	추2	.798	
	Q19	추3	.800	
	Q20	추4	.830	
흥미와 동기	Q23	흥1	.848	.880
	Q24	흥2	.863	
	Q27	흥3	.853	
	Q29	흥4	.864	
	Q25	흥5	.856	
	Q26	흥6	.869	
개방성	Q38	개1	.791	.820
	Q39	개2	.737	
	Q37	개3	.810	
	Q40	개4	.751	
참여 및 의사소통	Q42	참1	.886	.896
	Q47	참2	.878	
	Q49	참3	.879	
	Q48	참4	.877	
	Q50	참5	.878	
	Q43	참6	.883	
	Q46	참7	.886	
책임	Q59	책1	.842	.881
	Q60	책2	.848	
	Q58	책3	.872	
	Q56	책4	.849	
	Q57	책5	.867	
약속	Q51	약1	.795	.818
	Q54	약2	.762	
	Q53	약3	.789	
	Q52	약4	.740	

또한 탐색적 요인분석 결과 선정된 문항에 대하여 타당도를 확보하기 위해 각 문항을 제거 하였을 경우의 내적일치도 계수(Cronbach's  $\alpha$ )를 조사하였다. 그 결과 각 요인에 포함된 문항들은 모두 검사의 신뢰도를 높이는데 기여하고 있음을 알 수 있었다. 특히 '상상력/시각화', '흥미와 동기', '참여 및 의사소통'과 같이 재구성된 요인들도 새로 추가된 문항([표 4] 음영표시)을 제거하였을 경우 신뢰도가 낮아지므로 해당 요인의 신뢰도 확보에 기여하고 있음을 알 수 있다.

탐색적 요인분석을 통해 최종적으로 [표 5]와 같이 검사 도구가 구성되었고 이를 바탕으로 다음 단계인 확인적 요인분석을 실시하였다.

3. 확인적 요인분석

탐색적 요인분석 결과 인지적 요인은 4개의 하위 요인(확산적 사고, 수렴적 사고, 상상력/시각화, 추론), 성향 동기적 요인은 2개의 하위 요인(흥미와 동기, 개방성) 인성은 3개의 하위 요인(책임, 약속, 참여 및 의사소통) 이 추출되었다. 이 요인들에 대하여 탐색적 요인분석에서 사용하지 않은 약 50%(643부)의 자료를 대상으로 통계 프로그램 AMOS 22.0을 사용하여 확인적 요인분석을 실시하였다.

[표 6] 확인적 요인분석 결과표

[Table 6] Confirmatory factor analysis results

		경로	비표준 화계수	표준 오차	C.R	P	표준화 계수
인지적 요인	확산적 사고	→ Q3 확1	1.079	.048	22.257	***	.831
		→ Q4 확2	1.061	.050	21.198	***	.797
		→ Q1 확3	1.022	.048	21.426	***	.804
		→ Q2 확4	1.100	.049	22.606	***	.842
		→ Q5 확5	1.000				.770
	수렴적 사고	→ Q7 수1	1.028	.069	15.02	***	.658
		→ Q6 수2	1.160	.070	16.741	***	.744
		→ Q9 수3	1.099	.066	16.949	***	.754
		→ Q8 수4	1.194	.068	17.667	***	.792
		→ Q10 수5	1.000				.680
	상상력 /시각 화	→ Q12 상1	1.071	.054	19.681	***	.733
		→ Q11 상2	1.053	.053	19.779	***	.736
		→ Q13 상3	1.030	.046	22.483	***	.817
		→ Q16 상4	.862	.047	18.037	***	.683

창의성 의성	추론	→ Q14 상5	1.000				.805	
		→ Q18 추1	1.237	.067	18.34	***	.807	
		→ Q17 추2	1.136	.067	16.903	***	.735	
		→ Q19 추3	1.119	.067	16.955	***	.737	
		→ Q20 추4	1.000				.702	
	성향 동기 적요인	흥미와 동기	→ Q23 흥1	1.000				.786
			→ Q24 흥2	.837	.047	17.981	***	.702
			→ Q27 흥3	.888	.044	19.965	***	.770
			→ Q29 흥4	.851	.049	17.397	***	.682
			→ Q25 흥5	.857	.045	19.201	***	.744
			→ Q26 흥6	.809	.047	17.156	***	.674
		개방성	→ Q38 개1	1.000				.714
			→ Q39 개2	1.171	.057	20.583	***	.909
			→ Q37 개3	.862	.054	15.921	***	.667
			→ Q40 개4	.973	.052	18.762	***	.789
인성	책임	→ Q59 책1	1.000				.814	
		→ Q60 책2	.997	.043	23.256	***	.809	
		→ Q58 책3	.861	.048	17.93	***	.663	
		→ Q56 책4	1.075	.044	24.612	***	.843	
		→ Q57 책5	.890	.046	19.336	***	.704	
	약속	→ Q51 약1	.977	.058	16.779	***	.672	
		→ Q54 약2	1.000				.758	
		→ Q53 약3	.990	.055	18.036	***	.718	
		→ Q52 약4	1.012	.049	20.542	***	.811	
	참여 및 의사 소통	→ Q42 참1	.985	.058	17.003	***	.664	
		→ Q47 참2	1.101	.052	21.081	***	.803	
		→ Q49 참3	1.112	.053	20.924	***	.798	
		→ Q48 참4	1.114	.052	21.381	***	.813	
		→ Q50 참5	1.138	.052	21.87	***	.830	
		→ Q43 참6	1.029	.055	18.632	***	.721	
→ Q46 참7	1.000				.755			

그 결과 [표 6]과 같이 창의성의 인지적 요인, 성향 동기적 요인, 그리고 인성을 구성하는 각 문항들의 표준화 계수(standardized estimates)는 모두 99% 신뢰수준에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났으며, 각 하위요인별로 표준화 계수가 .7에 가깝거나 .7을 상회하였다. 즉, 각 하위 요인을 구성하는 문항들은 그 요인을 측정하는 문항으로 채택하기에 적절하고, 그에 대한 설명력 또한 높은 편이라고 판단할 수 있다.

[표 5] 창의·인성 검사 도구  
[Table 5] Creativity and character scale

요인		문항	문항내용
2차	1차		
창의성	인지적사고	확1 Q3	수학 문제를 풀고 난 후, 또 다른 방법들이 있는지 생각해보는 편이다.
		확2 Q4	수학 문제를 풀고 난 후, 더욱 참신한 풀이 방법이 있는지 생각해보는 편이다.
		확3 Q1	수학 문제를 풀 때 기존의 풀이 방법과 다른 독특한 방법을 찾아보려고 하는 편이다.
		확4 Q2	수학 문제를 풀 때, 한 가지 방법으로 해결하는 것보다는 다양한 방법을 찾아보려고 하는 편이다.
		확5 Q5	서로 다른 수학적 아이디어들을 함께 생각하고 연결시키려고 자주 시도하는 편이다.
	수렴적사고	수1 Q7	문제를 풀고 나서 수행한 풀이 과정이 틀린 것이 있는지 확인해보는 편이다.
		수2 Q6	수학 문제를 풀 때, 주어진 자료, 조건은 모두 활용했는지 확인해보는 편이다.
		수3 Q9	문제를 해결 할 때 전에 배웠던 절차나 전략을 단계별로 잘 적용하는 편이다.
		수4 Q8	수학 문제를 해결할 때 중요한 정보가 어떤 것인지 확인하는 편이다.
		수5 Q10	수학 문제를 풀 때 목표를 잊지 않기 위해 노력하는 편이다.
	상상력/시각화	상1 Q12	머릿속에서 입체도형과 그 전개도를 연결하는 경우가 많은 편이다.
		상2 Q11	주어진 도형이나 입체를 머릿속에서 그림을 그려보는 데 어려움이 없는 편이다.
		상3 Q13	수학 문제에서 주어진 그림, 표, 그래프를 대부분 이해하는 편이다.
		상4 Q16	도형들 간의 공통점을 잘 찾는 편이다.
		상5 Q14	주어진 수학 문제에서 표, 식, 그래프를 자유자재로 활용하는 데 어려움이 없는 편이다.
	추론	추1 Q18	논리적으로 결론을 이끌어내는 것을 좋아하는 편이다.
		추2 Q17	단순한 설명보다는 토론을 통해 논리적으로 접근하는 것을 좋아하는 편이다.
		추3 Q19	수학적 개념을 단순히 외우는 것보다는 왜 그런지 생각해 보는 것을 좋아하는 편이다.
		추4 Q20	규칙성을 파악하기 위해 패턴을 생각해 보는 것을 좋아하는 편이다.
	성향동기적요인	흥1 Q23	수학 공부하는 것을 좋아하는 편이다.
흥2 Q24		수학과 관련된 책을 읽는 것을 좋아하는 편이다.	
흥3 Q27		특별한 보상이 없어도 수학 공부를 열심히 하는 편이다.	
흥4 Q29		수학 공부에 집중하여 시간이 가는 줄도 모르는 때가 있는 편이다.	
흥5 Q25		일상생활에서 수학과 관련된 상황에 대하여 관심을 가지는 편이다.	
흥6 Q26		수학 공부를 할 때 스스로 하는 편이다.	
개방성	개1 Q38	다른 친구들이 수학 문제를 어떤 방법으로 푸는지 관심이 많은 편이다.	
	개2 Q39	수학 시간에 친구들의 다양한 풀이방법과 아이디어를 열린 마음으로 받아들이는 편이다.	
	개3 Q37	수학 시간에 풀 수 없는 문제를 친구가 가르쳐줄 때 잘 받아들이는 편이다.	
	개4 Q40	나와 다른 의견일지라도 관심을 갖고 들으려고 하는 편이다.	
인성	참여및의사소통	참1 Q42	수업의 흐름에 방해가 되는 행동을 자제하는 편이다.
		참2 Q47	모둠 활동 시 친구가 말을 하고 있을 때 내가 하고 싶은 말이 있어도 기다리는 편이다.
		참3 Q49	내가 하고 싶은 말이 있어도 선생님이 설명하고 있으면 참는 편이다.
		참4 Q48	상대방의 입장을 고려하여 말을 하는 편이다.
		참5 Q50	모둠 활동 시 상대방의 말을 잘 들은 후 대답 하는 편이다.
		참6 Q43	수학 선생님의 설명을 주의 깊게 들으려고 노력하는 편이다.
		참7 Q46	친구가 발표할 때 잘 듣는 편이다.
	책임	책1 Q59	모둠 활동에서 주어진 일에 요령을 피우지 않고 끝까지 최선을 다하는 편이다.
		책2 Q60	친구들과 함께 하는 과제에서 내 역할이 중요하지 않더라도 적극적으로 참여하는 편이다.
		책3 Q58	모둠 활동 시, 좋지 못한 결과를 얻었을 때 책임감을 느끼는 편이다.
		책4 Q56	모둠 활동 시, 주어진 임무에 대해 맡은 바 책임을 다하는 편이다.
		책5 Q57	일반적으로 다른 사람에게 책임을 돌리지 않는 편이다.
		책6 Q51	수학 숙제를 빼껴오지 않는 편이다.
약속	약2 Q54	수학 시간 내에 주어진 과제와 활동을 꼭 마치려고 하는 편이다.	
	약3 Q53	수학 시간에 부정행위(커닝)를 하지 않는 편이다.	
	약4 Q52	수학 시간에 모두가 함께 정한 규칙을 잘 지키려고 하는 편이다.	

4. 연구 모형 결과

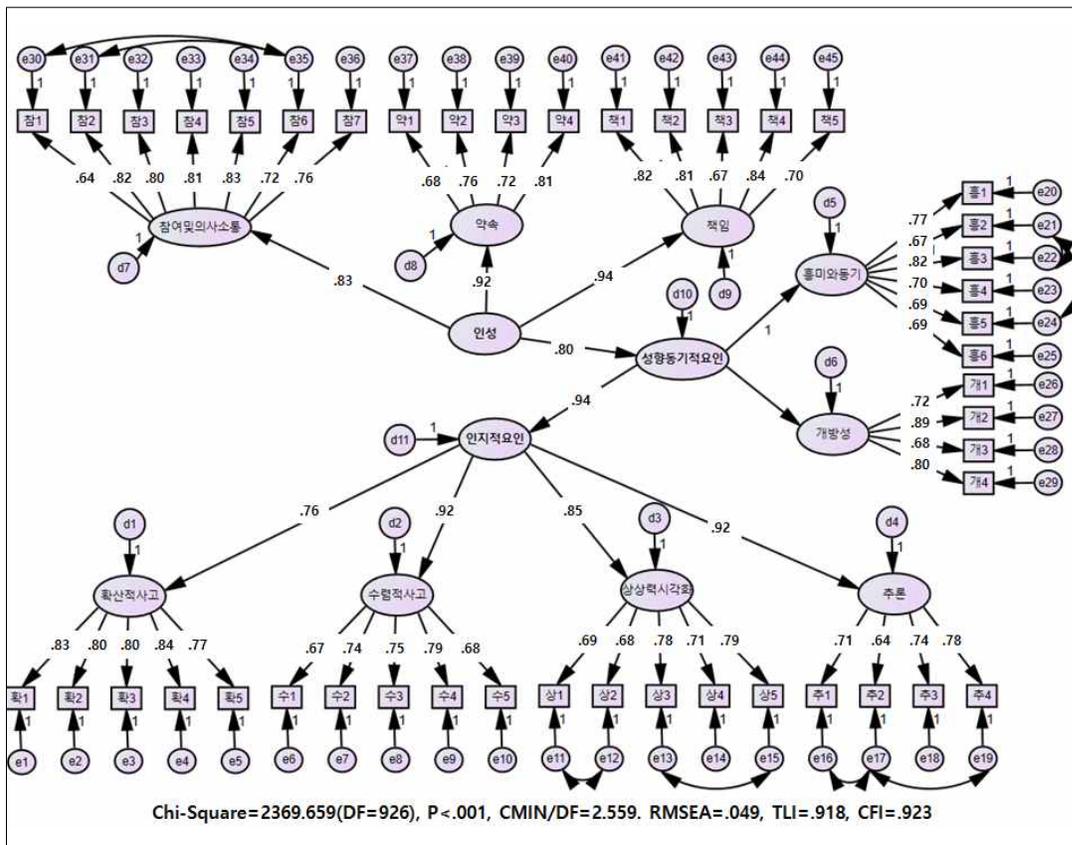
확인적 요인분석의 다음 단계로서 구조방정식 모형을 통해 창의성의 인지적 요인과 성향 동기적 요인, 그리고 인성 간의 구조적 관계를 분석하였다.

1) 적합도와 경로계수 검증

먼저 초기 모형의 적합도 지수를 분석한 결과 전반적으로 양호하지 않았다(TLI=.884, CFI=.890, CMIN/DF=3.2, RESEA=.059). 따라서 수정지수(Modification Index)가 큰 오차변인들을 공분산으로 연결하는 방법을 통해 수정 모형을 개발하였다. 특히 수정 지수가 10 이상인 변인들 중에서 e12와 e11, e13과 e15는 상상력/시각화, e16과 e17, e17과 e19는 추론, e21과 e22, e21과 e24는 흥미와

호기심, e30과 e35, e31과 e35는 참여 및 의사소통에 관련된 변인이므로 해당 요인에 대해 서로 자기 상관이 있다고 볼 수 있고, 따라서 공분산 연결은 무리가 없을 것으로 판단하여 연결하였다.

그 결과 수정 모형의 적합도는  $\chi^2$ 을 제외한 모든 적합도가 양호하게 나타났다( $\chi^2=2369.659$ ,  $DF=926$ ,  $P=.000$ ,  $TLI=.918$ ,  $CFI=.923$ ,  $CMIN/DF=2.559$ ,  $RESEA=.049$ ). 구조방정식 모형의 적합도 분석을 위한 방법 중에서  $\chi^2$ 검정은 통계학에서 사용하는 가설검정의 사고방식과 거꾸로 생각할 수 있으므로 유의확률 P 값이 .05보다 클 때, 모형이 95% 유의수준에서 적합하다고 할 수 있다. 그러나 일반적으로 이 값은 적합도 평가에서 기본이 되지만 자



[그림 2] 연구모형에 대한 구조방정식 결과(수정모형)

[Fig. 2] Structural equation modeling results (final model) with standardized estimates

료의 크기에 따라 민감하게 영향을 받는 제한점이 있으므로 전적으로 이 값에 의존하기 보다는 다른 적합도 지수를 함께 고려하여 적합도를 평가해야 한다(노형진, 2016; 배병렬, 2009). 본 연구에서는 [표 7]과 같이 수정 모형에 대한 적합도 CMIN/DF, TLI, CFI, RESEA가 수용 기준을 만족하였으므로 수정모형을 적합한 모형으로 판단하였다.

[표 7] 모형 적합도 결과  
[Table 7] The model fit values for base and final model

	$\chi^2$	DF	P	CMIN/DF	TLI	CFI	RESEA
초기 모형	2988.629	934	.00	3.2	.884	.890	.059
수정 모형	2369.659	926	.00	2.559	.918	.923	.049
수용 기준			>.05	<3	>.90	>.90	<.05

그 다음으로 연구 모형의 경로계수 검정을 실시하였다. 본 연구에서는 첫째, 인성이 창의성의 성향 동기적 요인에 유의한 영향을 미치는가? 둘째, 인성은 창의성의 인지적 요인에 유의한 영향을 미치는가? 셋째, 창의성의 성향 동기적 요인은 인지적 요인에 유의한 영향을 미치는가? 라는 연구 질문을 설정하였다.

이에 대한 결과를 보면, 인성과 성향 동기적 요인의 경로계수(표준화계수=.804,  $P < .001$ ), 성향 동기적 요인과 인지적요인의 경로계수(표준화계수=.942,  $P < .001$ )가 모두 유의한 것으로 나타났다([표 8]).

[표 8] 수정모형에 대한 경로계수 결과  
[Table 8] Path coefficient results

경로	표준화 계수	표준 오차	C.R.	P
인성→성향동기	.804	.066	13.298	.000***
성향동기→인지	.942	.060	14.759	.000***

\*\*\* $P < .001$ , \*\* $P < .01$ , \* $P < .05$

2) 직접효과, 간접효과, 총 효과 검정

본 연구 모형에서 잠재변수인 창의성의 인지적 요인과 성향 동기적 요인, 인성 사이의 직접효과, 간접효과, 총 효과는 [표 9]와 같이 존재하였다.

즉, 인성이 성향 동기적 요인에 영향을 미치는 직접효과 값은 .804( $P < .001$ )이고 간접효과는 없으므로 총 효과 값은 .804( $P < .001$ )이다. 또한 성향 동기적 요인이 인지적 요인에 영향을 미치는 직접효과 값은 .942( $P < .001$ )이고 간접효과는 없으므로 총 효과 값은 .942( $P < .001$ )이다. 마지막으로 인성이 인지적 요인에 미치는 직접효과는 없고 성향 동기적 요인을 경유하여 인지적 요인에 미치는 간접효과 값 .758( $P < .01$ )만 있으므로 총 효과 값은 .758으로 나타났고, 이 값은 부트스트랩(Bootstrap) 방법을 이용하여 유의미한 것으로 나타났다( $P < .01$ ). 결론적으로 인성이 인지적 요인에 영향을 미칠 때, 성향 동기적 요인이 매개 역할을 하는 것으로 볼 수 있다.

[표 9] 직접효과, 간접효과, 총 효과 결과  
[Table 9] Results for direct and indirect effects and total effects

경로	직접효과	간접효과	총 효과
인성→성향동기	.804***	.00	.804***
성향동기→인지	.942***	.00	.942***
인성→인지	.00	.758**	.758**

\*\*\* $P < .001$ , \*\* $P < .01$ , \* $P < .05$

5. 집단 간 측정 동일성 결과

1) 성별

본 검사 도구가 남녀 두 집단에서 동일한 방식으로 작동하는지 검증하기 위하여 성별에 따른 측정 동일성을 조사하였다.

그 결과 형태 동일성 모형의 적합도가 양호하므로 성별에 따른 형태 동일성은 만족하였다. 그리고 요인 부하량을 남녀 두 집단에 동일하게 부여한 측정 동일성 모형의 적합도가 형태 동일성 모형과 거의 동일했다. 또한 두 모형 간의  $\chi^2$ 값의 차이가 유의미하지 않았으므로 ( $\Delta\chi^2 = 2.458$ ,  $P = .289$ ) 측정 동일성은 성립되었다([표 10]). 이는 남녀 두 집단에 검사 도구가 동일한 방식으로

작동하고 있음을 알 수 있다.

[표 10] 성별에 따른 측정동일성  
[Table 10] Measurement equivalence according to gender

	$\chi^2$	DF	CFI	RESEA
형태동일성 모형	3751.414	1852	.901	.040
측정동일성 모형	3753.899	1854	.901	.040
두 모형의 차이	2.458	2	.000	.000

2) 학년

본 검사 도구가 학년에 따라 동일한 방식으로 작동하는지 검증하기 위하여 측정 동일성을 조사하였다.

그 결과 형태 동일성 모형의 적합도가 대체로 양호하므로 학년에 따른 형태 동일성은 만족하였다. 그리고 요인 부하량을 1, 2, 3학년 세 집단에 동일하게 부여한 측정 동일성 모형의 적합도가 형태 동일성 모형과 거의 동일했다. 또한 두 모형 간의  $\chi^2$  값의 차이는 유의미하지 않았으므로( $\Delta\chi^2=.102, P=.950$ ) 측정 동일성은 성립되었다. 이는 모든 학년에서 검사 도구가 동일한 방식으로 작동하고 있음을 알 수 있다.

[표 11] 학년에 따른 측정동일성  
[Table 11] Measurement equivalence according to grade level

	$\chi^2$	DF	CFI	RESEA
형태동일성 모형	5126.980	2778	.880	.036
측정동일성 모형	5127.082	2780	.880	.036
두 모형의 차이	.102	2	.000	.000

V. 결론 및 제언

본 연구의 결과로부터 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

첫째, 수학적 창의 인성 검사 도구는 통계적으로 유의미한 일련의 절차를 거쳐 타당성과 신뢰성을 확보하였다고 볼 수 있다. 즉, 탐색적 요인분석, 확인적 요인분석 그리고 연구 가설을 확인하고자 하는 구조방정식 모형 분석을 순차적으로 실시하였고 그 결과가 통계적으로 의

미 있게 도출되었다. 선행연구에서는 문헌 검토를 바탕으로 수학과에서 중요하다고 여겨지는 창의성과 인성 요인들을 추출하고 정의하였다. 본 연구에서는 이를 바탕으로 각 요인을 새롭게 추출하고, 각 요인에 대한 요인 분석을 하여 그 결과를 선행 연구와 비교할 수 있었다. 그 결과, 기존의 요인이 제거되거나 두 요인이 결합된 경우가 나타났는데, 이 과정은 통계적인 결과가 이론적 연구 결과를 지지하고 수정 및 보완하였으므로 수학과 창의·인성의 요인들을 보다 명확하게 하는 과정으로서 중요하다고 볼 수 있다. 따라서 결과적으로 수학적 창의·인성 검사 도구의 타당성과 신뢰성을 높였다.

둘째, 수학적 창의성과 인성은 통합 가능하고 참여를 바탕으로 하는 인성의 개발은 창의성 발달에 도움을 줄 수 있을 것이다. 본 연구에서 창의성은 인지적 요인과 성향 동기적 요인으로 분류되었는데 인성이 이 두 요인에 직·간접적으로 많은 영향을 끼치고 있음을 알 수 있었다. 이는 그동안 수학교육에서 실천해온 창의성 교육에 인성적인 측면을 고려할 필요가 있음을 의미한다고 볼 수 있다. 특히 본 연구에서 인성은 학생이 공동체의 구성원을 존중하는 자세를 바탕으로 수업에 참여하고 소통하는 측면을 강조하였다. 이런 측면이 결국 창의성 발달에 유의미한 영향을 줄 수 있다는 것은 창의성 교육에서 개인의 발달 측면과 사회적 상호작용을 바탕으로 하는 사회적 측면에서의 발달을 함께 고려해야 한다고 볼 수 있다.

이러한 결론을 바탕으로 다음과 같은 논의를 할 수 있다.

첫째, 수학적 창의·인성을 구성하는 요인을 규명하고 나아가 요인을 설명하는 문항들을 개발함으로써 이전 연구들을 구체화하였다고 볼 수 있다. 특히 수학과에서 창의성과 인성의 요인을 추출하고 조작적 정의를 제안한 선행 연구들을 바탕으로 학생들을 대상으로 하는 검사 문항을 개발하였는데, 이는 이론적 연구 결과를 학교 현장에서 실제로 적용하여 학생들의 수학적 창의성과 인성에 대한 인식을 측정하는데 기여할 수 있을 것이다. 예를 들면 이전에 개발된 여러 가지 창의·인성 교육 프로그램에 현장에 적용하여 학생들의 인식의 변화를 측정할 수 있고 이를 바탕으로 교육과정의 설계와 방향을 설정하는데 기여할 수 있을 것이다. 물론 본 연구에서는 현

실적인 제약으로 인해 검사 도구 개발과 실제 교육과정의 연계성에 대하여 직접적으로 보이지 못했다는 제한점이 있으므로 이러한 측면에 대한 후속 연구가 필요할 것이다.

둘째, 학생들의 의사소통을 바탕으로 하는 공동체 참여를 위한 선행 요건으로서 수학적 인성의 하위 요인을 추출하였다. 선행 연구에서 수학과와 인성은 합리성, 감수성, 존중성, 정직, 책임, 배려, 용기, 소유, 인내, 공정, 협동, 화합, 공감, 이타성, 합리성, 과정 지향성 등 다양한 요인을 포함한다. 본 연구에서는 선행 연구에서 다루는 수많은 요인 중에서 ‘학생들의 의사소통 및 공동체 참여의 선행 요건으로서 필수적인 요인은 무엇인가?’라는 질문에 초점을 두고, 의사소통이 활발한 협동 학습 공동체의 관계 속에서 함양될 수 있으며 사회 수학적 규범을 형성하는데 직접적인 도움을 줄 수 있을 것으로 판단되는 ‘참여 및 의사소통’, ‘약속’, ‘책임’에 대하여 조작적 정의를 하였고 이에 따른 문항을 개발하고 타당화하였다. 그러나 본 연구의 결과만으로 인성을 구성하는 다양한 요인들을 충분히 반영하지 못했다는 한계가 있으며 이는 후속 연구에서 추가적으로 반영될 필요가 있을 것이다.

결론을 바탕으로 다음과 같은 제언을 할 수 있다.

첫째, 교수 측면에서는 창의성과 인성을 바탕으로 학생 참여를 촉진하는 교수법을 실행할 수 있는 역량을 함양해야 할 것이다. 연구 결과를 보면 창의성과 인성을 통합적으로 향상시키기 위한 방법은 결국 학생의 수업 참여를 촉진하는 교수법이라고 볼 수 있다. 학생 참여 중심 교수법은 연속성과 역동성에 기반한 의사소통 활동 과정에서 이루어지기 때문에 교사의 역량이 중요한 변수 중에 하나로 고려되어야 한다. 따라서 현장 교사는 학생 참여 중심 수업을 진행하기 위한 역량을 함양할 수 있도록 지속적인 노력을 해야 할 것이다.

둘째, 학습 측면에서 학습자 간의 배려와 협동의 마음가짐이 필요하다고 볼 수 있다. 학습자 간의 관계는 의사소통과 참여의 시작점이라고 할 수 있는데 긍정적인 관계를 형성하기 위해서는 학습자 상호 간의 배려와 협동이 필요하다고 볼 수 있다. 즉 배려와 협동을 바탕으로 하는 소통과 참여는 결국 수학적 창의성과 인성을 향상시킬 수 있는 토대가 될 수 있기 때문에 창의·인성 교

육에서 중요하게 고려해야 하는 요인으로 볼 수 있다.

셋째, 교육 과정 측면에서 창의성과 인성을 함양할 수 있는 교과서의 과제와 활동의 개발이 필요하다. 현재의 교과서에서도 창의성 향상을 위한 과제와 활동이 제시되어 있지만 참여, 의사소통, 책임, 약속 등의 과정을 바탕으로 수학적 인성이 고려된 자료의 개발이 필요할 것이다. 또한 새로운 과제와 활동에 적절한 교사의 발문 전략, 학생과 교사의 참여 방법 등 구체적인 교수·학습 방법을 제시해야 할 필요가 있다.

넷째, 교육 정책 측면에서 수학적 창의·인성에 대한 인식 변화를 위한 교사교육이 필요하다. 교사 양성 및 재교육을 담당하는 교육기관에서 예비 교사 및 현직 교사들에게 창의성과 인성의 통합적 함양의 중요성과 인성을 바탕으로 하는 창의성 교육의 중요성을 인식할 수 있도록 기회를 제공해야 한다.

다섯째, 연구 측면에서 수학적 창의·인성에 대한 교사들의 인식을 측정할 수 있는 검사 도구의 개발이 필요하다. 교사가 창의·인성 교육을 계획하고 실행하기 위해서는 교사가 창의성과 인성을 함양하는 것보다 창의·인성 교육에 대한 긍정적인 인식을 형성하고 가치를 공유하는 것이 더 중요할 수 있다. 따라서 교사의 창의·인성에 대한 인식 변화를 측정할 수 있는 검사 도구를 개발하고 타당화하여 창의·인성 교육과정의 실행에서 교수와 학습이 통합적으로 이루어질 수 있는 토대를 마련해야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- 권오남, 김정호 (2000). 창의적 문제해결력 중심의 수학교육과정 적용 및 효과 분석, 수학교육 39(2), 81-99.
- Kwon, O. & Kim, J. (2000). Application and Examination the Effect of Mathematics Curriculum to Enhance Creative Problem Solving Abilities, *The Mathematical Education* 39(2), 81-99.
- 권오남, 박지현, 방정숙 (2011). 창의·인성교육을 위한 수학 수업 모형 사례, 수학교육 50(4), 403-428.
- Kwon, O., Park, J., & Pang, J. (2011). Model Lessons of mathematical practice focus on creativity and character

- education curriculum, *The mathematical education* 50(4), 403 - 428.
- 권오남, 박지현, 방정숙, 박재희, 조경희, 오혜미, 이지은, 김아미, 권수경, 장혜경, 김미주, 박귀희, 나미영, 오국환, 김소연, 최성이 (2010). 수학과 창의·인성 수업모델 개발 연구, 한국과학창의재단 정책연구 2010-08.
- Kwon, O., Park, J., Pang, J., Park, J., Jo, K., Oh, H., Lee, J., Kim, A., Kwon, S., Jang, H., Kim, M., Park, G., Na, M., Oh, G., Kim, S., & Choe, S. (2010). *Research on the development of teaching models for mathematical creativity and character education*, The Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity policy research, 2010-08.
- 권은진 (2008). 유동지능, 결정지능 및 개방성 간의 관계. 석사학위논문, 숙명여자대학교.
- Kwon, E. (2008). *The relationship between Fluid Intelligence, Crystallized Intelligence and Openness*, Sookmyung Women's University master's thesis.
- 김남규, 김영범 (2013). 체육수업에서의 창의·인성 함양을 위한 프로그램 개발 및 실천, 교과교육학연구 17(1), 29 - 52.
- Kim, N. & Kim, Y. (2013). Program Development and Practice to Cultivate Creativity and Character in Physical Education: By Using the Hanaro Teaching Model, *Journal of Research in Curriculum & Instruction* 17(1), 29 - 52.
- 김민성 (2014). 수업에서의 인성교육 원리 : 대화와 참여를 촉진하는 배움의 공동체 형성, 교육심리연구 28(1), 117-142.
- Kim, M. (2014). Instructional Principles of Character Education: a Learning Community for Promoting Dialogue and Participation, *Journal of Educational Psychology*, 28(1), 117-142.
- 김부윤, 이지성 (2005). 수학적 창의성의 평가방안에 대한 모색, 한국학교수학회논문집 8(3), 327-341.
- Kim, B. & Lee, J. (2005). A Note on the Assessment of Mathematical Creativity, *Journal of the Korean School Mathematics Society* 8(3), 327-341.
- 김부윤, 이지성 (2006). 수학에서의 창의적 태도의 측정 도구 개발과 그 적용, 수학교육 45(1), 25-34.
- Kim, B. & Lee, J. (2006). Development and its applications of the CAS-K in mathematics, *The Mathematical Education*, 45(1), 25-34.
- 김상화, 방정숙 (2010). 담화 중심 수학적 의사소통 수업의 분석, 한국초등수학교육학회지 14(3), 523-545.
- Kim, S. & Pang, J. (2010). An Analysis of Mathematics Instruction Focused on Discourse-Based Communication, *Journal of Elementary Mathematical Education in Korea*, 14(3), 523-545.
- 김수진, 박지현, 김현경, 진의남, 이명진, 김지영, 안윤경, 서지희 (2012). 수학·과학 성취도 추이 변화 국제 비교 연구: TIMSS 2011 결과보고서, 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2012-4-3.
- Kim, S., Park, J., Kim, H., Jin, U., Lee, M., Kim, J., An, Y., & Seo, J. (2012). *Trends in International Mathematics and Science Study: TIMSS 2011*, Korea Institute for Curriculum and Evaluation Reseach Report RRE 2012-4-3.
- 김연주 (1997). 창의력 사고에 있어서 정서의 문제, 창의력교육연구 1(2), 171-189.
- Kim, E. (1997). Emotional issue in creative thinking, *The Journal of creativity education* 1(2), 171-189.
- 김은진, 권혁진 (2012). 관계적 이해와 창의적 수학 문제 발견능력과의 상관관계 분석, 한국학교수학회논문집 15(3), 511-533.
- Kim, E. & Kwean, H. (2012). An Analysis of Correlation between Relational Understanding and Creative Math Problem Finding Ability, *Journal of the Korean School Mathematics* 15(3), 511-533.
- 김주숙, 박만구 (2015). 사회정의를 위한 수학 수업이 학생들의 수학에 대한 흥미와 가치 인식에 미치는 영향, 한국초등수학교육학회지 19(3), 409-434.
- Kim, J. & Park, M. (2015). The Influences of Teaching Mathematics for Social Justice on Students' Interest towards Mathematics and Perceptions of Mathematical

- Values, *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea* 19(3), 409-434.
- 김중근, 김승재 (2013). 2009개정 교육과정 창의·인성 교육에 대한 체육교사의 관심과 실행, 학습자중심교과교육연구 13(6), 171-194.
- Kim, J. & Kim, S. (2013). Physical Education Teachers' Concerns and Performance on 2009 Revised Curriculum Creativity and Personality Education, *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction* 13(6), 171-194.
- 김관수 (2008). 창의성 이론을 통해 본 수학 창의성, 영재교육연구 18(3), 465-496.
- Kim, P. (2008). Mathematical Creativity in the View of General Creativity Theory, *Journal of Gifted/Talented Education*, 18(3), 465-496.
- 김홍원 (1998). 수학 영재 판별 도구 개발: 수학 창의적 문제 해결력 검사를 중심으로, 영재교육연구 8(2), 69-89.
- Kim, H. (1998). Development of identification tool for the mathematically gifted: With a creative problem-solving test in mathematics, *Journal of Gifted/Talented Education* 8(2), 69-89.
- 남승인 (2007). 수학 창의성 신장을 위한 평가 문항 개발 방안, 수학교육논문집 21(2), 271-282.
- Nam, S. (2007). A Study on the Development Evaluation Item to extend mathematical creativity, *Communications of mathematical education* 21(2), 271-282.
- 노형진 (2016). SPSS 및 AMOS를 활용한 구조방정식 모형분석 원리편, 서울: 지필미디어.
- No, H. (2016). *Structural Equation Modeling using SPSS & AMOS : Principle Part*, Seoul: Jiphil Media.
- 문용린, 최인수, 박윤정, 이현주, 이화선, 이미나, 이채호, 백수현, 윤지윤, 박은정, 석수경 (2010). 배려와 나눔을 실천하는 창의인재육성을 위한 창의·인성교육 활성화 방안 연구, 한국과학창의재단 정책연구 2009-019.
- Moon, Y., Choi, I., Kwak, Y., Lee, H., Lee, H., Lee, M., Lee, C., Baek, S., Yoon, J., Park, E., & Seok, S. (2010). *Activation plan research on creativity and character education for development of creative human resource practicing consideration and sharing*, Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity policy research 2009-019.
- 박만구 (2009). 수학교육에서 창의성의 개념 및 신장 방안, 수학교육 논문집 23(3), 803-822.
- Park, M. (2009). The Concept of Creativity and Its Enhancement in Mathematics Education, *Communications of mathematical education* 23(3), 803-822.
- 박소연, 박현숙 (2015). 예비 중등 역사교사를 위한 <창의·인성 교수법> 운영 효과, 교육과정평가연구 18(3), 183-207.
- Park, S. & Park, H. (2015). The Effectiveness of <Creativity and Personality Teaching Methods> for Pre-service Secondary History Teachers, *The Journal of Curriculum and Evaluation* 18(3), 183-207.
- 박영태 (1999). 자유와 사랑을 통한 인성교육에 관한 고찰, 학생연구 27, 71-92.
- Park, Y. (1999). A Study on Freedom and Love-Based Personality Education, *Research Review* 27, 71-92.
- 박영태 (2002). 창의적 인성 교육 프로그램 개발, 지방교육경영 7, 235-264.
- Park, Y. (2002). A Study of the Program for Creative Personality Development, *Journal of Local Education Management* 7, 235-264.
- 박진홍 (2011). 음악비평 활동의 창의·인성 교육적 접근, 음악교육공학 13, 95 - 114.
- Park, J. (2011). The Creativity·Character Education Approach of Musical Criticism Activity, *Journal of Music Education Science* 13, 95 - 114.
- 박창남, 이승철 (2013). 창의·인성의 개념에 대한 교육목적론적 검토, 창의력교육연구 13(1), 111 - 124.
- Park, C. & Lee, S. (2013). Review on the Concept of Creativity·Personality Based on Educational Purpose, *Korean Society for Creativity Education* 3(1), 111-124.

- 박춘성 (2010). 창의·인성의 특성과 학교에서의 발현을 위한 방안 탐색, 창의력교육연구 10(2), 61 - 72.
- Park, C. (2010). The creative character education evolved in school, *Korean Society for Creativity Education* 10(2), 61 - 72.
- 배병렬 (2009). Amos 17.0 구조방정식모델링-원리와 실제-, 서울: 청람.
- Bae, B. (2009). *Structural Equation Modeling with Amos 17.0-Principles and Practice-*, Seoul: ChungLam.
- 배성철, 황우형 (2015). 창의·인성 수학교육 프로그램과 수학적 창의성과 인성에 대한 인식 변화, 교과교육학 연구 19(1), 23-45.
- Bae, S. & Whang, W. (2015). Changes in students' awareness of a creativity-personality enriched mathematics program, *Journal of Research in Curriculum & Instruction* 19(1), 23-45.
- 송상현 (2006). 수학 영재의 판별과 선발, 한국학술정보원.
- Song, S. (2006). *Identification and selection of the mathematically gifted*, KERIS.
- 신문승, 강충열 (2009). 초등학교 창의성교육 프로그램의 효과에 관한 메타분석, 초등교육연구 22(3), 113-136.
- Shin, M. & Kang, C. (2009). A Meta-Analysis on the Effect of Creativity Education Programs in Elementary School, *The Journal of Elementary Education* 22(3), 113-136.
- 신준국 (2015). 중학교 수학교과에서 인성교육을 위한 교수-학습 자료 개발 연구. 박사학위논문, 한국교원대학교.
- Shin, J. (2015). *A study on the development of mathematical teaching-learning materials for character education in middle school mathematics classes*. Doctorate thesis. Korea National University of Education
- 오정현, 이승실 (2013). 역사과 창의·인성 교육 사례 연구, 교과교육학연구 17(4), 1143 - 1167.
- Oh, J. & Lee, S. (2013). Case Studies of Creativity and Personality Education in the History Curriculum: Focusing on an application of media in project lectures, *Journal of Research in Curriculum & Instruction* 17(4), 1143-1167.
- 이강섭, 황동주 (2007). 수학 영재학생과 일반학생의 수학 창의성과 문제설정과의 상관 연구, 수학교육 46(4), 503-519.
- Lee, K. & Hwang, D. (2007). Correlation between Gifted and Regular Students in Mathematical Problem Posing and Mathematical Creativity Ability, *The Mathematical Education* 46(4), 503-519.
- 이경화, 김은경 (2014). 창의·인성 모델학교와 일반학교 학생의 학업성취도 분석, 한국교육 41(2), 139 - 156.
- Lee, K. & Kim, E. (2014). Analysis of the National Assessment of Educational Achievement in Creativity · Personality Model Schools and Public Schools, *The Journal of Korean Education* 41(2), 139-156.
- 이경화, 유경훈 (2014). 창의·인성교육이 초중등 학생들의 창의성과 자아개념 향상에 미치는 효과, 창의력교육연구 14(1), 1 - 16.
- Lee, K. & Lew, K. (2014). The Effect of Creativity and Personality Education on the Elementary, Middle, and High School Students, *The Journal of Creativity Education* 14(1), 1-16.
- 이상봉, 백현일 (2013). 중등 기술교육에서 창의·인성 함양 수업과정안의 개발, 실과교육연구 19(4), 217-232.
- Yi, S. & Baek, H. (2013). The Development of Lesson Process Plan for Fostering Student' Creativity and Personality in Secondary Technology Education, *Journal of Korean Practical Arts Education* 19(4), 217-232.
- 이윤정 (2014). 핵심역량 중심의 실과 의생활영역에서의 창의·인성교육 수업모델개발연구, 실과교육연구 20(2), 71 - 94.
- Lee, Y. (2014). The Development of Instruction Model for Creativity and Personality Education in Key Competence focused Clothing & Textile Education, *Journal of Korean Practical Arts Education* 20(2), 71-94.
- 임정하, 김경민, 조은영 (2015). 예비교사의 창의·인성 교수효능감 척도 개발 연구, 교육문제연구 57, 27-44.
- Lim, J., Kim, K., & Jo, E. (2015). Development of Creativity and Character Teaching-Efficacy Instrument for Prospective Teachers, *Journal of Research in Education* 57, 27-44.
- 최규리 (2012). 창의 인성 중심의 과학영재교육을 위한 방향 탐색, 한국과학교육학회지 32(8), 1169 - 1186.
- Choi, K. (2012). The Direction of Science Gifted Education based on Creativity and Character, *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* 32(8), 1169 - 1186.
- 최미정 (2010). 창의·인성교육을 위한 교사교육 모형 개

- 발, 학습자중심교과교육연구 10(3), 501 - 526.
- Choi, M. (2010). Teacher education model development for creativity and character education, *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction* 10(3), 501-526.
- 최상호, 하정미, 김동중 (2016). 학생 중심 동료 멘토링 교수법에서 수학적 과정에 대한 의사소통학적 접근, 수학교육논문집 30(3), 375-392.
- Choi, S., Ha, J., & Kim, D. (2016). A communicational approach to mathematical process appeared in a peer mentoring teaching method, *Communications of Mathematics Education in Korea* 30(3), 375-392.
- 최의창, 박정준 (2011). 창의 · 인성강조 체육수업의 개념과 방법, 교육과정연구 29(1), 209 - 237.
- Choi, E. & Park, J. (2011). The concept and method of creativity and character-emphasized physical education: A view from an integrated approach, *The Journal of Curriculum Studies* 23(1), 209-237.
- 최인수, 이종구 (2004). 창의성 검사, 서울: 한국가이던스.
- Choi, I. & Lee, J. (2004). *Creativity measuring*, Seoul: Korea guidance.
- 최준환, 박춘성, 연경남, 민영경, 이은아, 정원선, 서지연, 차대길, 허준영, 임청목 (2009). 인성교육의 문제점 및 창의 · 인성교육의 이론적 고찰, 창의력교육연구 9(2), 89-112.
- Choi, J., Park, C., Yeon, K., Min, Y., Lee, E., Jeong, W., Seo, J., Cha, D., Hur, D., & Lim, C. (2009). The problem of character education and alternative approach in Korea(creative character education). *The Journal of creativity education* 9(2), 89-112.
- 하주현 (2000). 창의적 인성 검사 개발. 교육심리연구 14(2), 187-210.
- Hah, J. (2000). The development of Creative Personality Scale, *Journal of Educational Psychology*, 14(2), 187-210.
- 하주현 (2001). 창의적 인성검사의 연령별 타당화 및 연령별 발달경향 연구, 교육심리연구 15(3), 323-351.
- Hah, J. (2001). The study of validation of Creative Personality Scale (CPS) by age and development of creative personality, *Journal of Educational Psychology* 15(3), 323-351.
- 하주현, 유경재, 한윤영 (2011). KEDI 창의적 인성검사 3종 개발 보고서, 한국교육개발원 연구보고 CR2011-43.
- Ha, J., Yoo, K., & Han, Y. (2011). Development report on three kinds of *KEDI creative character test*, Korea Education Development Institute research report CR2011-43.
- 홍금희, 최재호 (2011). 담화 중심 수학 수업의 효과 분석, 한국초등수학교육학회지 15(3), 559-577.
- Hong, K. & Choi, J. (2011). Analysis of the Effects of Discourse-Based Math Instructions, *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea* 15(3), 559-577.
- 홍세정, 장재윤 (2015). 내적 동기와 창의성간의 관계에 대한 메타분석 연구, 한국심리학회지:일반, 34(1), 57-86.
- Hong, S. & Chang, J. (2015). A Meta-Analysis on the Relationship between Intrinsic Motivation and Creativity, *Korea Journal of Psychology: General* 34(1), 57-86.
- 홍종선, 박용석 (2007). 설문조사자료의 통계 분석: 설문조사방법을 사용하는 논문 지침서, 파주: 자유아카데미.
- Hong, J. & Park, Y. (2007). *Statistical analysis of survey data: A paper tutorial using the survey method*, Paju: Freedom Academy.
- 홍혜정, 윤회정, 우애자 (2012). 과학 교과에 적용되는 창의·인성 교육에 대한 교사들의 인식, 교과교육학연구 16(4), 887 - 908.
- Hong, H., Yoon, H., & Woo, A. (2012). Science Teachers' Recognition of Creativity-Personality Education as Applied to Science Teaching, *Journal of Research in Curriculum & Instruction*, 16(4), 887 - 908.
- 황동주 (2005). 수학 영재 판별의 타당도 향상을 위한 수학 창의성 및 문제 해결력 검사 개발과 채점 방법에 관한 연구. 박사학위논문, 단국대학교
- Hwang, D. (2005). *A study on the development and scoring for the mathematical creativity and problem solving ability tests to improve the validity of identification of the mathematically gifted*. Doctorate thesis, Dankook University.
- 황우형, 최계현, 김경미, 이명희 (2006). 수학교육과 수학적 창의성, 수학교육 논문집 20(4), 561-574.
- Whang, W., Choi, K., Kim, K., & Lee, M. (2006). Mathematical Creativity in Mathematics Education, *Communications of mathematical education* 20(4), 561-574.
- 황혜정, 나귀수, 최승현, 박경미, 임재훈, 서동엽 (2012).

- 수학교육학신문, 서울: 문음사.
- Hwang, H., Na, G., Choi, S., Park, K., Yim, J., & Seo, D. (2012). *New theories of mathematics education*, Seoul: moonumsa.
- Amabile, T.M. (1998). 창의성과 동기유발 (전경원 역), 서울: 창지사. (원저 1992년 출판)
- Arieti, S. (1976). *Creativity: The magic synthesis*, New York: Basic Books.
- Basadur, M., Taggar, S., & Pringle, P. (1999). Improving the measurement of divergent thinking attitudes in organizations, *Journal of Creative Behavior*, 33, 75-111.
- Chapin, S.H., O'Connor, C., & Anderson, N.C. (2009). 수학교실에서 말하기(김진호, 김인경, 남미선 역), 서울: 경문사. (원저 2009년 출판)
- Davis, G.A. (2005). *Creativity is forever*(5th Ed.), Dubuque, IA: Kendall/Hunt Publishing.
- Fischbein, E. (1987). *Intuition in mathematics: An educational approach*, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht Netherland.
- Gardner, H. (2006). *Five minds for the Future*, Cambridge, Massachusetts: Harvard Business Review Press.
- NCTM (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*, Reston, VA: NCTM.
- Polya, G. (1957). *How To solve it*(2nd ed.), New York: Doubleday & Company, Inc.
- Ryan, R.M. & Deci, E.L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions, *Contemporary Educational Psychology*, 23(1), 54-67.
- Skemp, R.R. (1987). *The psychology of Learning Mathematics*, London: Routledge.
- Sternberg, R.J. (2003). WICS: A Model of Leadership in Organizations, *Academy of Management Learning and Education* 2(4), 386-401.
- Torrance, E.P. (1972). Predictive validity of the Torrance test of creative thinking, *Journal of creative Behavior* 6, 236-252.

## Development and Validation of a Testing Tool for Mathematical Creativity and Character

**Whang, Woo-Hyung**

Department of Mathematics education, Korea University  
E-mail : wwhang@korea.ac.kr

**Kim, Dong-Joong<sup>†</sup>**

Department of Mathematics education, Korea University  
E-mail : dongjoongkim@korea.ac.kr

**Kim, Won**

Graduate School of Korea University  
E-mail : wonny00901@hanmail.net

**Lee, Da-Hee**

Graduate School of Korea University  
E-mail : dahui0311@hanmail.net

**Choi, Sang-Ho**

Graduate School of Korea University  
E-mail : shchoi83@hanmail.net

The purpose of this study is to propose the possibility of integrating creativity and character education and its need in mathematics education by developing and validating a testing tool assessing students' perceptions of mathematical creativity and character. For this purpose, we developed sixty questions in total to extract factors of mathematical creativity and character based on a literature review. Then, questionnaire data were collected for 1258 middle school students. After the collected data were randomly divided into two ( $n_1=615$ ,  $n_2=643$ ), the first group of data was used for exploratory factor analysis and the second one was employed for confirmatory factor analysis. As a result, 45 problems showing nine factors were extracted. The cognitive components of creativity includes divergent thinking, convergent thinking, imagination/visualization, and reasoning, whereas its affective components are interest, motivation, and openness. The character components contain participation, communication, responsibility, and promise. In addition, it is concluded that the developed testing tool, in which character in the model of this study impacts creativity meaningfully, has a measurement consistency which is not affected by gender and grade differences. These results have implications for a guide to curriculum development promoting creativity and character at school by showing objective and practical foundations of helping how to integrate creativity and character education.

---

\* ZDM classification : C83

\* 2000 Mathematics Subject Classification : 97C40

\* Key words : creativity, character, exploratory factor

---

analysis, confirmatory factor analysis, structural equation modeling

† Corresponding author