

초등학생의 수학 자기 효능감 검사 도구 개발에 관한 연구

김 리 나(서울목운초등학교 교사)

본 연구의 목표는 초등학교 3~6학년 학생을 대상으로 하는 수학 자기 효능감 검사 도구를 개발하는데 있다. 본 연구에서는 문헌연구에서 도출된 수학 자기 효능감 하위 요인을 중심으로 검사 도구 문항을 개발하였다. 이 후 개발된 문항을 초등학교 3-6학년 학생들로 구성된 연구 참여자에게 적용하여 설문 결과를 통계적으로 분석하였다. 특히 본 연구에서는 주성분분석(Principal Component Analysis)을 이용해 설문 도구의 신뢰도를 검증하였다. 타당도 검증을 위해서는 수학 자기 효능감과 음의 상관관계가 있는 수학 불안 상태를 별도로 측정하여, 본 연구에서 개발한 측정도구와의 관계를 통계적 방법으로 분석하였다. 본 연구에서 개발된 초등학생의 수학 자기 효능감 검사 도구는 향후 초등학생의 수학 자기 효능감 상태를 진단하고, 이를 토대로 수학 자기 효능감을 증진시키는 방안을 모색하는데 기초 자료가 될 것으로 기대된다.

I. 서론

Bandura(1977)는 자기 효능감을 주어진 과제를 성공적으로 수행할 수 있도록 하는 신념이라고 정의하였다. 자기 효능감은 주어진 과제에 도전하고, 이를 해결하기 위해 기울이는 노력의 양을 결정하는 핵심 요인으로, 과제를 인식하는 방법, 심리 상태, 과제의 선택에 영향을 미친다(Bandura, 1977). Bandura의 이론은 수학 교과에 있어 수학 자기 효능감을 이해하는데 토대가 되었다(Betz & Hackett, 1983).

수학 자기 효능감은 특정한 수학 과제나 문제를 해결하는 상황과 연결되어 있다는 점에서 다른 수학과 관련한 정서적 특징과 차이가 있다. Fennema와 Sherman(1976)은 수학 자기 효능감은 수학 학습에 대

한 자신감 구별된다고 주장하였다. 자신감은 수학과 관련한 자신의 능력에 대한 전반적인 신뢰도를 의미하는 반면, 수학 자기 효능감은 특정한 상황과 관련한 행동 특성을 설명하기 때문에 수학에 대한 자신감보다 과제 또는 문제 해결을 성공적으로 수행하는 것을 더욱 효과적으로 예측할 수 있다(Fennema & Sherman, 1976). 이러한 주장은 후속 연구에서 확인되었는데, Betz와 Hackett(1983)는 수학 자기 효능감과 대학에서 수학 관련 전공 선택의 상관관계를 통계적으로 분석하여 수학 관련 직업 지원과 수학 자기 효능감의 관계를 입증하였다. 또한 Hackett(1985)는 대학에서 수학 관련 전공을 선택하는 것을 예측하는데 있어 고등학교 수학 성적, 수학 불안 등의 다른 요소 보다 수학 자기 효능감이 가장 중요한 변인임을 통계적으로 입증하였다. 국내 선행 연구에서도 수학 자기 효능감의 중요성이 확인되었다. 이상희, 서유란, 백두산(2015)은 수학 자기 효능감은 수학 불안, 수학 진로 선택 등 수학과 관련한 다양한 변인들을 설명하는데 가장 중요한 변인이라는 것을 통계적으로 분석하였다.

따라서 학습자의 수학 자기 효능감의 실태를 이해하는 것, 그리고 학습자의 수학 자기 효능감을 길러주기 위한 교육 방법을 이해하는 것은 학습자의 수학 학업 성취도를 향상시키고, 수학 인재를 양성하는데 필수적이라 할 수 있다. 학생들의 수학 자기 효능감을 이해하기 위해 선행되어야 할 것은 학습자의 상태를 정확히 측정할 수 있는 도구의 개발이다. 그러나 이와 관련한 국내의 연구는 미흡한 실정이다. 이로 인해 수학 자기 효능감과 관련한 연구들에 있어 통계적으로 검증되지 않은 자체 개발 도구를 이용하여 수학 자기 효능감과 다른 요인의 상관관계를 임의로 분석하거나(예. 김영상, 정미영, 1999), 석사 논문에서 제시된 측정도구를 연구에 활용하는 등(예. 구중서, 류성립, 2015)의 문제점들이 발생하고 있다. Kim(2014)은 학위 논문의 경우 연구의 타당도와 신뢰도 검증 과정의 질

* 접수일(2020년 2월 4일), 심사(수정)일(2020년 2월 13일), 게재확정일(2020년 3월 3일)

* ZDM분류 : C22

* MSC2000분류 : 97C20

* 주제어 : 수학 자기 효능감, 초등 수학 교육, 수학 불안, 측정 도구

을 보장할 수 없기 때문에 연구 결과 활용의 문제점을 제기한 바 있다.

이러한 문제점에 근거하여 국내 학생들의 수학 자기 효능감을 검사 도구를 개발하고자 한다. 수학 학습과 관련한 학습자 분석 연구에서 중요한 것은 사회·문화적 배경에 대한 이해를 바탕으로 측정도구를 개발하는 것이다(Ball, Thames, & Phelps, 2008). 같은 주제의 수학 주제라도 수업의 진행 방법은 국가마다 상이하기 때문에, 다른 나라에서 개발된 학습자의 수학 학습 태도 관련 측정 도구를 단순 번역하여 사용하는 것은 연구의 타당도와 신뢰도를 저해할 수 있다(Ball, et al., 2008). 특히 본 연구는 초등학교 학생들의 수학 자기 효능감을 측정할 수 있는 도구 개발을 중심으로 진행되었다. 초등학교 학생들은 중·고등학교 학생들과 수학 이해와 학습 방법 측면에서 차이가 있기 때문에 초등학교 학생들의 수학 자기 효능감에 대한 연구는 중·고등학생 및 성인을 대상으로 한 연구와 방법과 해석 측면에서 구별되어 진행되어야 한다(Haciomeroglu, 2019). Talsma, Schuz, Schwarzer와 Noris(2018)는 초등학교 학생의 경우 수학 자기 효능감을 만들어가는 시기이기 때문에 성인의 수학 자기 효능감과 구별하여 분석해야 한다고 주장하였다.

이에 본 연구에서는 초등학교 학생들을 대상으로 한 수학 자기 효능감 측정도구를 개발하여 수학 자기 효능감과 관련한 후속 연구의 기반을 제공하고자 한다. 본 연구에서는 측정 도구 제작 선행 연구에서 검증된 통계적 분석 방법을 활용하여 수학 자기 효능감 측정 도구를 개발하고자 한다(예. 김리나, 2018). 설문 도구 개발 연구는 학습자의 상태를 이해하는 연구의 기초가 된다(Van Dierendonck, & Nuijten, 2011).

II. 이론적 배경

자기 효능감은 정해진 유형의 과제를 수행 혹은 목표에 도달하기 위해 필요한 행동을 조직하고 실행하는 능력과 관련한 사람들의 판단으로 정의된다(Bandura, 1986). 자기 효능감은 개인의 수행 경험, 대리 경험, 사회적 격려, 정서적·심리적 상태로 구성된다(Bandura, 1997). 선행 연구에서 수학 자기 효능감의 하위 요소를 Bandura의 자기 효능감 구성 요소와 별개로 설명한

사례가 있으나(예. 이상희, 2012), 수학 자기 효능감은 Bandura의 자기 효능감 이론을 수학 교과에 적용한 개념이기 때문에 자기 효능감의 구성 요소를 토대로 이해하는 것이 바람직하다; 수학 자기 효능감을 본래의 정의와 다르게 접근하는 시도는 수학 자기 효능감에 대한 이해의 폭을 넓힐 수 있으나 자칫 다른 개념을 수학 자기 효능감으로 오인하게 할 여지가 있기 때문이다(Haciomeroglu, 2019).

1. 수행 경험

수행 경험은 학교에서 부여하는 과제를 수행한 후 개개인의 성취도에 대한 해석을 의미한다 (Klassen & Usher, 2010). 학생들이 어려운 수학 과제를 성공적으로 수행하거나 실패한 경험은 학생들의 수학 자기 효능감에 영향을 미친다(Haciomeroglu, 2019). 또한 이러한 경험들을 통해 학생들은 과제를 이해하고 수행하는 지에 대한 능력을 기를 수 있고, 이러한 능력들이 수학 자기 효능감의 기반이 된다(Britner & Pajares, 2006). 특히 어린 학생의 경우 수학 자기 효능감을 생성해가는 단계이기 때문에 성인과 달리 숙달 경험이 수학 자기 효능감 형성에 직접적인 영향을 미친다(Talsma, et al., 2018). 따라서 어린 학생의 경우 수학 과제 수행에 있어 실패보다 성공의 경험이 중요하다(Phan, 2012).

2. 대리 경험

수학 자기 효능감은 다른 사람의 수행 결과를 관찰하는 것을 통해 개발되기도 한다(Haciomeroglu, 2019). 또한 학생들은 자신의 수학 학업 능력을 평가하기 위해 교실의 다른 친구들의 행동 결과를 관찰하는 경향이 있는데, 이러한 관찰을 통한 자기 평가 역시 수학 자기 효능감 형성에 영향을 준다(Haciomeroglu, 2019). 학생들은 자신과 비슷하다고 느끼는 동료 학생의 과제 수행 결과를 관찰하는 것만으로도 수학 자기 효능감이 변화될 수 있다(Shunk, 1987). 예를 들어, 같은 반 학생이 어려운 수학 문제를 풀었을 때, 학생들은 나도 할 수 있다고 생각할 수 있다(Usher & Pajares, 2009). 그러나 대리 경험과 수학 자기 효능감 사이의 관련성에 대해서는 아직 논쟁이 진행 중이다. 많은 연구자들

이 대리 경험 자체만으로는 수학 자기 효능감이 변화하지 않는다고 주장하고 있다(예. Gainor, & Lent, 1998; Lent, Lopez & Bieschke, 1991).

3. 사회적 격려

학생들은 학부모, 교사와 친구들의 격려를 통해 수학 자기 효능감을 개발할 수 있다. 특히 수학 과제를 수행할 때 과제 수행에 도움이 되는 적절한 설명과 지시는 학생들의 노력과 수학 자기 효능감을 높이는 데 중요하다(Bandura, 1997; Hattie & Timperley, 2007). 어린 학생일수록 사회적 격려의 영향을 많이 받으며(Bandura, 1997), 수학 학습 과정에 대한 교사의 주기적인 피드백 역시 사회적 격려의 일종이다(Usher & Pajares, 2006). 사회적 격려와 수학 자기 효능감의 양의 상관관계는 선행연구에서 통계적으로 분석되었다(예. Lopez, Lent, Brown, & Gore, 1997; Phan, 2012).

4. 정서적·심리적 상태

자기 효능의 마지막 요인은 정서적·심리적 상태이다. 불안, 스트레스 및 피로도와 같은 정서적·심리적 상태는 학생들의 자기 효능감에 영향을 준다(Bandura, 1997). 학생들은 다양한 학습 상황 속에서 자신의 정서적·심리적 상태를 과제의 성공적 수행의 기준으로 인식하는 경향이 있다(Usher, et al., 2006). Klassen(2004)은 정서적·심리적 상태와 수학 자기 효능감의 상관관계를 통계적으로 분석, 정서적·심리적 상태가 학생들의 수학 자기 효능감에 중요한 역할을 한다는 것을 입증한 바 있다. 또한 Haciomeroglu(2019)의 연구는 다양한 정서적·심리적 상태 지표 중 즐거움, 불안 및 지루함이 초등학생의 수학 자기 효능감 형성에 통계적으로 유의미한 영향을 준다는 것을 보여준다.

수학 자기 효능감을 형성하는 네 가지 요인 중 대리 경험과 같은 요인은 수학 자기 효능감과 관계성에 대해 논란의 여지가 있다. 그러나 수학 자기 효능감과 그 하위 요인이 Bandura(1997)의 이론에 기반을 둔 점, 본 연구의 목적이 수학 자기 효능감의 하위 요인을 규명하는 것이 아니라는 점을 고려하여 최종 측정도구 개발 시 초등학생의 수학 자기 효능감의 하위 범주로 수행 경험, 대리 경험, 사회적 격려, 정서적·심

리적 상태의 네 가지 요인을 모두 포함시켰다. 그러나 본 연구에서는 네 가지 요인 간 상관관계 분석을 진행하여 한국 초등학생의 수학 자기 효능감 측정에 부적합한 요인을 추가로 분석, 논란이 있는 하위 요인에 대한 검증은 실시하였다.

III. 연구 방법

본 연구에서는 주성분 분석(Principal Components Analysis)을 중심으로 초등학생의 수학 자기 효능감 측정 도구를 개발하였다. 개발의 세부 과정은 다음과 같다.

1. 연구 대상자 선정

본 연구에서는 표본 집단 선정 시 초등학교 학생들의 성별, 학년, 교육청을 고려하여 표본을 선정하였다. 이 때, 지역적 접근성을 고려하여 서울특별시에 위치한 초등학교 학생들을 중심으로 설문 대상자를 결정하였다. 본 연구에서는 무작위로 서울특별시에 위치한 공립초등학교 10곳을 선정하였고, 각 학교별로 3학년에서 6학년 각 1개 학급에 설문 조사를 실시하였다. 초등학교 1, 2학년의 경우 설문 문항을 읽고 이해하는데 있어 성인의 도움이 필요할 수 있으며, 이러한 과정으로 인해 설문 문항을 본 연구의 의도와 다르게 해석할 수 있는 가능성이 있다. 따라서 본 연구에서 초등학교 1, 2학년 학생들을 표본 집단에서 제외하였다. 설문지는 점심시간을 이용하여 연구 참여에 희망하는 학생에 한해 직접 설문지를 배부하였으며, 설문지 응답 시 소요시간은 20분으로 설정하였다. 총 432명에게 설문지를 배부하였으며, 이 중 326명이 설문에 참여하여 응답률은 75%이다. 연구 참여 학생의 인적 정보는 [표 1]과 같다. 본 연구에서는 연구에 참여한 학생들에게 본인이 응답하고 싶지 않은 문항에 대해서는 답변하지 않을 권리를 안내하였다. 따라서 문항별 응답자

[표 1] 연구 참여자

[Table 1] Demographic Information

	3학년	4학년	5학년	6학년	계
남	42	49	36	33	160
여	38	47	46	35	166

의 수는 상이하다. 본 연구의 분석 시 문항 별 무응답자의 수를 통계적으로 유의미하게 반영하였다.

2. 자기 효능감 측정 도구 설계

본 연구에서는 문헌연구 결과를 토대로 1차 설문 문항을 개발하였다. 설문 문항은 수학 자기 효능감을 형성하는 요인인 수행 경험, 대리 경험, 사회적 격려, 정서적·심리적 상태에 따라 네 범주로 구성된다.

[표 2] 초등학교를 대상으로 한 수학 자기 효능감 측정도구 [Table 2] Survey Items

구성요소	설문 문항
수행 경험	1. 나는 수학 문제를 잘 푼다. 2. 나는 수학 수업 시간에 선생님의 설명이 잘 이해된다. 3. 나는 수학 풀이 방법을 친구들에게 잘 설명한다. 4. 나는 수학 성적이 좋지 않다.* 5. 나는 수학 시간에 발표를 열심히 한다. 6. 수학 숙제를 할 때 힘들지 않다. 7. 나는 수학 공부를 잘 못한다.*
대리 경험	8. 친구들이 푸는 수학 문제는 나도 풀 수 있다. 9. 친구들이 수학 문제를 못 풀었을 때, 나는 무엇이 잘 못되었는지 안다. 10. 친구들이 수학 시험을 잘 보면, 나도 잘 할 수 있다는 생각이 든다. 11. 나는 친구들에 비해 수학을 못한다.* 12. 수학 수업에 친구들이 발표하면, 나도 할 수 있다는 생각이 든다. 13. 친구들이 수학 숙제를 쉽게 하는 것을 보면, 나도 잘 할 수 있다는 생각이 든다.
사회적 격려	14. 부모님은 내가 수학 공부하는 것에 관심이 없다.* 15. 담임 선생님은 내가 수학 공부하는 것에 관심이 많다. 16. 수학 공부를 하다 잘 모르는 내용에 대해 질문할 수 있는 사람이 있다. 17. 나는 수학 공부를 잘 한다고 자주 칭찬받는다. 18. 나는 수학 공부를 열심히 한다고 자주 칭찬받는다. 19. 친구들이 나에게 수학을 잘 한다고 이야기한다.
정서적·심리적 상태	20. 나는 수학 시간이 즐겁다. 21. 나는 수학 시간에 배가 아프다.* 22. 나는 수학 시간이 머리가 아프다.* 23. 나는 수학 시간에 선생님이 발표를 시킬까봐 긴장된다.* 24. 나는 학교에서 수학을 매일 공부하면 좋겠다. 25. 나는 수학 시간이 기다려진다. 26. 나는 수학 공부가 즐겁다. 27. 나는 수학 숙제 하는 것이 좋다. 28. 나는 수학 문제를 푸는 것이 좋다.

* 설문 참여자의 묵종반응경향(acquiescence response style)을 피하기 위해 설계된 항목

문항 타당도를 검증은 전문가 검토를 통해 이루어졌다. 최초 문항 설계 과정과 그 검토 방법을 서울교육대학교 수학과 교수 1인과 동대학 수학 교육학 박사과정에 재학 중인 초등학교 교사 2인에게 의뢰하였다. 전문가 검토 결과 70개의 1차 설문 문항 중 교수와 교사 3인 모두 중복 이 의심된다고 표기한 문항 32개를 추출하였다. 또한 1개교의 초등학교 무작위로 선정하여 3~6학년별 남녀 학생 각 5명을 선정, 초등학교 수준에서 읽고 이해되지 않는 문항을 확인하였다. 이러한 과정을 통해 확정된 2차 설문 문항은 [표 2]와 같다.

본 연구에서는 [표 2]에 제시된 총 48개의 2차 설문 문항에 4점 리커트 척도를 사용하여 초등학교 3~6학년 432명의 학생에게 적용하였다. 연구에 참여한 학생들은 각 문항을 읽고 자신의 상태에 대해 ‘매우 그렇다’, ‘그렇다’, ‘그렇지 않다’ 중 하나를 선택하였다. 신뢰도 검증은 주성분분석(Principal Components Analysis)을 통해 확인하였으며, 통계적 타당도 검증을 위해 설문 참여자에게 수학 불안 검증 도구를 별도로 적용하여 본 연구에서 개발된 설문 도구와의 상관관계를 통계적으로 분석하였다. 자세한 분석의 과정과 분석의 결과는 다음 장에서 소개된다.

IV. 분석 결과

본 연구에서는 측정 도구의 통계적 분석을 위해 각 항목별로 리커트 척도의 ‘매우 그렇다’는 4점, ‘그렇다’는 3점, ‘그렇지 않다’는 2점, ‘매우 그렇지 않다’는 1점으로 변환하여 계산하였다. 점수가 높을수록 수학 자기 효능감이 높은 것으로 가정한다. [표 3]은 참여자의 설문 문항 응답 결과의 평균과 표준편차를 제시하고 있다. 이 때, 설문 응답자의 묵종반응경향을 피하기 위해 부정문으로 기술되었던 항목들은 평균과 표준편차를 계산할 때 부여된 숫자를 역코드화하여 계산하였다.

[표 3]을 살펴보면 평균은 2.10에서 3.62까지, 분산은 .306에서 1.417까지 이르는 것으로 나타났다. 평균에서 떨어진 값은 문항에 대한 응답자의 개인차가 있음을 보여준다. 성별, 학년을 기준으로 분산 분석을 실시한 결과, 성별, 학년에 따른 설문 응답 경향의 통계적 차이는 없는 것으로 나타났다. 즉 본 연구에서 개

발한 측정 도구는 초등학교 학생의 성별 뿐 아니라 3~6학년 학생의 경우 학년에 관계없이 적용할 수 있다.

[표 3] 수학 자기 효능감 측정 도구의 통계적 분석
[Table 3] Statistics Analysis of Survey Items (Mathematics Self Efficacy)

문항	응답자	평균	표준편차	분산
1	326	3.40	.934	.873
2	326	3.52	.677	.459
3	326	3.62	.725	.526
4	325	3.16	1.037	1.076
5	325	3.22	1.075	1.155
6	326	3.35	.905	.819
7	326	3.44	.916	.840
29	326	2.80	1.170	1.370
30	326	2.68	1.085	1.177
31	326	3.07	1.048	1.098
32	326	3.28	1.038	1.078
12	326	3.00	1.029	1.059
13	326	3.35	.837	.701
14	326	3.63	.768	.589
15	326	2.92	1.190	1.417
16	326	3.37	.710	.505
17	326	3.58	.553	.306
18	326	2.74	1.171	1.372
19	326	2.59	1.142	1.303
20	326	3.22	1.041	1.084
21	326	2.12	1.119	1.251
22	326	3.23	.957	.916
23	326	3.19	.989	.979
24	326	2.86	1.141	1.302
25	326	2.71	1.189	1.415
26	326	2.67	1.172	1.373
27	326	2.10	1.113	1.240
28	326	3.03	1.029	1.058

1. 설문 문항의 신뢰도 분석

본 연구에서는 주성분 분석(Principal Components Analysis)을 활용하여 초등학생을 대상으로 한 수학 자기 효능감 측정 도구의 요인 구조를 결정하였다. 요인 구조 분석은 수학 자기 효능감의 하위 범주인 수행 경험, 대리 경험, 사회적 격려, 정서적·심리적 상태의 4개의 요인별로 실시되었다. 본 연구에서는 각 요인을 중심으로 설문 문항을 개발하였으므로 응답 결과 또한 요인들을 중심으로 통계적으로 유의미한 연관성을 나타낼 것으로 가정하였다. 분석 결과는 다음과 같

다.

첫째, 수행 경험 관련한 7개 문항의 주성분 분석 실시 결과, 표본 적절성의 Kaiser-Meyer-Olkin(KMO) 측도가 .706으로 나타나 요인 분석의 가정을 만족하였다.* 3번, 5번 문항은 요인 구조 분석 과정에서 고유치가 2보다 큰 것으로 나타나 삭제하였다.** 3번과 5번 문항을 추출한 후 나머지 문항들에 대해 요인 구조 분석, 사각 회전 분석을 실시한 결과 3, 5번 문항을 제외한 모든 문항들은 같이 하나의 요인에 통계적으로 유의미한 상관관계를 가지고 있었다. 분석 결과는 [표 4]와 같다.

[표 4] 수행 경험 요인에 대한 패턴 분석
[Table 4] Pattern Analysis Regarding Master Experience Component

수행 경험 관련 문항	Component
1	.723
2	.829
4	.768
6	.813
7	.797

3번과 5번 문항 제거 후 다시 실시한 주성분분석 결과 KMO는 .711로 증가하였다. 또한 각 요인별로 하나씩 항목을 순차적으로 제거하면서 분석 하였을 때 Cronbach 알파의 수치가 최초 0.73에서 감소하는 것으로 나타났다. 따라서 1, 2, 4, 6, 7번 다섯 개의 항목이 모두 존재할 때 응답의 신뢰도가 가장 높은 것으로 이해할 수 있다. 뿐만 아니라 각 요인별 항목 사이의 문항 간 상관관계(inter-item correlation) 역시 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

둘째, 대리 경험과 관련한 6개 문항의 주성분 분석에서 표본 적절성의 KMO 측도가 .773으로 나타났다. 요인 구조 분석 중 고유치가 2보다 큰 9번 문항은 추출하였다. 두 개의 문항을 제외한 나머지 문항들에 대한 요인 구조 분석 및 사각회전 분석 결과 각 문항들

* KMO 측도는 요인 분석에 사용된 변수의 수와 사례의 수가 적절함을 나타내는 표본 적합도를 나타낸다. KMO 값이 0.7 이상이면 요인분석을 진행하기에 적절하다고 판단할 수 있다(Kaiser, 1970).

** 요인구조분석에서 고유치가 2보다 큰 경우 다른 문항들과 동일 요인을 측정하지 못할 가능성이 높기 때문에 추출하는 것을 권장한다(Kaiser, 1970).

은 하나의 요인에 통계적으로 유의미한 상관관계를 보이고 있음을 알 수 있다. 분석 결과는 [표 5]와 같다.

[표 5] 대리 경험 요인에 대한 패턴 분석
[Table 5] Pattern Analysis Regarding Vicarious Experience Components

대리 경험 관련 문항	Component
8	.769
10	.802
11	.757
12	.821
13	.850

9번 문항 제거 후 다시 주성분분석을 실시하였을 때 KMO는 .797로 증가하였다. 이후 각 요인별로 하나씩 항목을 순차적으로 제거하면서 재분석 하였을 때 Cronbach 알파의 수치가 최초 0.81에서 감소하였다. 이는 추출된 5개의 항목이 모두 존재할 때 응답의 신뢰도가 가장 높은 것을 의미한다. 또한 각 요인별 항목 사이의 문항 간에는 양의 상관관계가 있었다.

셋째, 사회적 격려와 관련한 6개 문항의 주성분 분석에서 표본 적절성의 KMO 측도가 .811로 나타났다. 요인 구조 분석 중 고유치가 2보다 큰 15번, 19번 문항을 추출하였다. 나머지 문항들에 대해 요인 구조 분석 및 사각회전 분석한 결과 각 문항들은 [표 6]과 같이 하나의 요인에 통계적으로 유의미한 상관관계를 보이고 있었다.

[표 6] 사회적 격려 요인에 대한 패턴 분석
[Table 6] Pattern Analysis Regarding Social Persuasions Components

사회적 격려 관련 문항	Component
14	.762
16	.857
17	.807
18	.830

14번, 17번 문항 제거 후 주성분분석을 재실시한 결과 KMO는 .832로 증가하였다. 또한 항목을 순차적으로 제거하면서 다시 분석 하였을 때 Cronbach 알파의 수치가 최초 0.79에서 감소하였다. 따라서 [표 6]에 제시된 4개의 항목이 모두 존재할 때 응답의 신뢰도가 가장 높은 것으로 간주할 수 있다. 또한 각 요인별 항목 사이에는 양의 상관관계가 있는 것으로 분석되었다.

넷째, 정서적·심리적 상태와 관련한 9개 문항의 주성분 분석 결과, 표본 적절성의 KMO 측도가 .758로 나타났다. 요인 구조 분석 중 고유치가 2보다 큰 21번, 22번 문항은 제거하였다. 나머지 문항들에 대해 요인 구조 분석 및 사각회전 분석을 실시한 결과 각 문항들은 [표 7]과 같이 하나의 요인에 통계적으로 유의미한 상관관계를 보이고 있음을 알 수 있다.

[표 7] 정서적·심리적 상태 요인에 대한 패턴 분석
[Table 7] Pattern Analysis Regarding Emotional and Physiological State

정서적·심리적 상태 관련 문항	Component
20	.716
23	.762
24	.734
25	.756
26	.711
27	.735
28	.742

7개 문항에 대해 주성분분석을 실시한 결과 KMO는 .774로 향상되었다. 각 요인별로 하나씩 항목을 순차적으로 제거하면서 다시 분석 하였을 때 Cronbach 알파의 수치가 최초 0.76에서 감소하였다. 따라서 추출된 7개의 항목이 모두 존재할 때 응답의 신뢰도가 가장 높은 것으로 확인되었다. 또한 각 요인별 항목 사이의 문항 간 상관관계는 양의 상관관계가 있는 것으로 분석되었다.

본 연구에서는 최초 설문 문항과 그 설문 결과에 대해 통계적 분석을 바탕으로 문항들 사이의 신뢰도 검증을 완료하였다. 요인 간 상관관계 분석을 통한 문항 확정의 절차는 다음 장에서 소개된다.

2. 요인 간 상관관계 분석

본 연구에서는 요인 구조 신뢰도 분석 과정을 통해 요인 관련도가 부족한 문항들을 추출하여 21개의 문항으로 구성된 3차 설문 문항을 확정하였다. 본 연구에서는 하위 요인들 사이의 관계를 파악하기 위해, 본 연구에서는 [표 8]과 같이 하위 요인들 사이의 피어슨 상관관계를 분석하였다.

[표 8]을 살펴보면 요인 1, 3, 4는 적어도 2개 이상의 다른 요소들과 통계적으로 유의미한 상관관계를 나

타내고 있었다. 반면 요인 2는 다른 요인들과 통계적으로 유의미한 상관관계가 조사되지 않았다. 따라서 본 연구에서 개발하는 수학 자기 효능감 측정 도구에 초기에 선정한 네 요인 중 대리 경험 요인과 관련한 문항들을 추출하여 설문 문항을 확정하였다.

[표 8] 수학 자기 효능감 하위 요인 간 상관관계 분석
[Table 8] The Statistical Analysis Relationship Among Survey Items For Mathematics Self Efficacy

요소 ***		요소 1	요소 2	요소 3	요소 4
요소 1	피어슨 상관계수 유의확률 (양쪽)	1	.121 .071	.469** .000	.381** .001
요소 2	피어슨 상관계수 유의확률 (양쪽)	.121 .071	1	.100 .073	.230 .060
요소 3	피어슨 상관계수 유의확률 (양쪽)	.100 .073	.581** .000	1	.312** .001
요소 4	피어슨 상관계수 유의확률 (양쪽)	.381** .001	.230 .060	.312** .001	1

* 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의함.
** 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의함.
* 요인 1: 수행 경험, 요인 2: 대리 경험, 요인 3: 사회적 격려, 요인 4: 정서적·심리적 상태

3. 측정 도구의 타당도 통계적 검증

본 연구에서는 초기 문항 개발 시 전문가 의견 수립 과정을 통해 문항 개발의 타당도를 확보하였다. 그러나 본 연구에서는 전문가의 의견이 관점에 따라 달라질 수 있음을 고려, 통계적 분석 과정을 통해 추가적으로 타당도를 검증하였다.

설문 문항 개발에 있어 기존에 개발되어 있는 유사한 설문, 혹은 반대되는 설문 문항을 동일 응답자에게 적용해 본 후 그 결과를 분석하는 것은 타당도를 검증하는 방법 중 하나이다(Kaiser, 1970). 따라서 본 연구에서는 설문참여자에게 2015년 김리나가 개발한 수학 불안 측정도구 적용, 그 결과를 분석하였다. 수학 효능감과 수학 불안은 음의 상관관계가 있다(Cooper와 Robinsion, 1991; Zimmertan, 2000).

김리나(2018)의 수학 불안 측정도구 적용 결과,

determinat는 2.75, KMO는 7.10, 신뢰도는 87%로 확인되었다. 즉, 수학 불안 설문 결과는 본 연구에서 개발한 수학 자기 효능감 측정도구의 타당도 검증을 위한 준거자료로 활용할 수 있다.

본 연구에서 개발한 수학 자기 효능감 측정도구와 수학 불안 설문을 연구 참여자에게 적용, 그 결과를 분석한 결과 수학 효능감 측정도구의 분석 결과와 수학 불안 측정도구의 분석 결과 사이의 통계적으로 유의미한 음의 상관관계가 확인되었다.

이상의 통계적 분석 결과를 토대로 본 연구에서는 초등학교 학생을 대상으로 한 수학 자기 효능감 측정도구 문항을 [표 9]와 같이 확정하였다. [표 9]의 1~5번 문항은 수행경험, 6~9번 문항은 사회적 격려, 10~16번 문항은 정서적·심리적 상태 요인과 관련되어 있다.

[표 9] 수학 자기 효능감 측정도구
[Table 9] Survey Items for Mathematics Self Efficacy

설문 문항
1. 나는 수학 문제를 잘 푼다.
2. 나는 수학 수업 시간에 선생님의 설명이 잘 이해된다.
3. 나는 수학 성적이 좋지 않다.
4. 수학 숙제를 할 때 힘들지 않다.
5. 나는 수학 공부를 잘 못한다.
6. 부모님은 내가 수학 공부하는 것에 관심이 없다.
7. 수학 공부를 하다 잘 모르는 내용에 대해 질문할 수 있는 사람이 있다.
8. 나는 수학 공부를 잘 한다고 자주 칭찬받는다.
9. 나는 수학 공부를 열심히 한다고 자주 칭찬받는다.
10. 나는 수학 시간이 즐겁다.
11. 나는 수학 시간에 선생님이 발표를 시킬까봐 긴장된다.
12. 나는 학교에서 수학을 매일 공부하면 좋겠다.
13. 나는 수학 시간이 기다려진다.
14. 나는 수학 공부가 즐겁다.
15. 나는 수학 숙제 하는 것이 좋다.
16. 나는 수학 문제를 푸는 것이 좋다.

V. 연구 결과 및 토의

본 연구에서는 문헌 연구를 토대로 개발된 설문 문항을 초등학교 학생 432명에게 적용, 설문 응답 결과를 통계적 분석하였다. 이러한 과정을 바탕으로 본 연구에서는 초등학교 학생들을 대상으로 수학 자기 효능감 측정 도구를 개발하였다.

본 연구는 문헌 연구를 바탕으로 수학 자기 효능감 측정 도구의 하위 요인을 수행 경험, 대리 경험, 사회적 격려, 정서적·심리적 상태로 설정, 하위 설문 문항을 개발하였다. 그러나 통계적 분석 결과 대리 경험 요인은 다른 요인과 통계적으로 유의미한 상관관계가 조사되지 않아 대리 경험 요인과 관련한 문항은 제외하고 최종 설문 문항을 확정하였다. 앞에서 살펴보았듯 대리 경험과 수학 자기 효능감 사이의 상관관계에 대해서는 연구자들의 의견이 분분하다. 본 연구의 신뢰도 검증 과정에서 대리 경험과 수학 자기 효능감 사이의 관계에 대한 의구심이 제기된 바, 이러한 현상이 초등학교 학생들에게 발견되는 것인지, 혹은 한국 학생의 수학 자기 효능감의 특징인지에 대한 추가 조사가 필요하다. 김리나(2018)가 지적하였듯 하나의 이론으로 모든 국가와 민족의 수학 학습자의 특징으로 설명할 수는 없다. 본 연구에서는 Bandura(1987)의 이론에 근거하여 수학 자기 효능감을 정의하고, 그 하위 요인들을 이용하여 측정 도구를 개발하였다. 그러나 수학 자기 효능감의 하위 요인에 대한 한국 학생들의 특징에 대한 추가 조사의 필요성을 확인할 수 있었다.

본 연구는 초등학교 학생을 대상으로 한 수학 자기 효능감 측정도구를 개발하고자 하였다. 그러나 본 연구의 표본 집단 선정 시 초등학교 1, 2학년을 제외하였다. 따라서 본 연구에서 개발된 측정도구는 초등학교 3~6학년 학생에게 적용 가능하며, 초등학교 1, 2학년 학생에게 적용할 때에는 추가적인 신뢰도 검증 과정이 필요하다.

그동안 수학 교육 연구에서 수학 자기 효능감에 대한 중요성이 꾸준히 강조되어 왔던 반면, 수학 자기 효능감의 실태 파악을 위한 측정 도구 개발과 관련한 연구는 부족하였다. 이러한 문제점을 바탕으로 본 연구는 초등학교 학생을 대상으로 하는 수학 자기 효능감 측정 도구를 개발하였다. 본 연구에서 개발된 측정 도구를 활용하여 초등학교 학생들의 수학 자기 효능감 실태를 점검하고, 학생들의 수학 자기 효능감을 향상시킬 수 있을 것이다. 또한 중·고등학교 학생 또는 일반 성인의 수학 자기 효능감 측정 도구를 개발하는데 기초 자료를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

참고 문헌

- 김리나. (2018). 초등학생의 수학 불안 측정 도구 개발 연구, *초등수학교육*, 21(4), 431-444.
- Kim, R. (2018). Development and Validation of Mathematics Anxiety Scale for Elementary Students, *Education of Primary School Mathematics*, 21(4), 431-444.
- 이상희. (2012). 청소년의 수학(Mathematics)자기효능감 척도 개발 연구, *한국심리학회지: 상담 및 심리치료*, 24(3), 573-594.
- Sanghee lee. (2012). Development of the Mathematics Self-Efficacy Scale for high school and college students, *The Korean Journal of Counseling and Psychotherapy*, 24(3), 573-594.
- Ball, D., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special?. *Journal of teacher education*, 59(5), 389-407.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84, 191-215.
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: W.H. Freeman.
- Betz, N. E., & Hackett, G. (1983). The relationship of mathematics self-efficacy expectations selection of science-based college majors. *Journal of Vocational Behavior*
- Britner, S. L., & Pajares, F. (2006). Sources of science self-efficacy beliefs of middle school students. *Journal for Research in Science Teaching*, 43, 485-499.
- Cooper, S. E., & Robinson, D. A. (1991). The relationship of mathematics self-efficacy beliefs to mathematics anxiety and performance. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*.
- Fennema, E., & Sherman, J. A. (1976). *Fennema-Sherman Mathematics Attitude Scales:*

- Instruments designed to measure attitudes toward the learning of mathematics by females and males.* JSAS Catalog of Selected Documents in Psychology, 6, 31. (Ms. No. 1225) Fennema, E., & Sherman, J. A. (1977). Sex-related differences in math
- Gainor, K.A. & Lent, R.W. (1998). Social cognitive expectations and racial identity attitudes in predicting the math choice intentions of Black college students. *Journal of Counselling Psychology*, 45, 403-413.
- Hackett, G. (1985). Role of mathematics self-efficacy in the choice of math-related majors of college women and men: A path analysis. *Journal of counseling psychology*, 32(1), 47.1
- Haciomeroglu, G. (2019). The Relationship between Elementary Students' Achievement Emotions and Sources of Mathematics Self-Efficacy. *International Journal of Research in Education and Science*, 5(2), 548-559.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77, 81-112.
- Kaiser, H. F. (1970). A second generation little jiffy. *Psychometrika*, 35(4), 401-415.
- Kim, R. (2014). Elementary teachers' knowledge for teaching mathematics: A review. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 5(9), 428.
- Klassen, R. M., Usher, E. L. (2010). Self-efficacy in educational settings: Recent research and emerging directions. In T. C. Urdan & S. A. Karabenick (Eds.), *The Decade Ahead: Theoretical Perspectives on Motivation and Achievement (Advances in Motivation and Achievement, Volume 16 Part A)*. Bingley, UK: Emerald Group Publishing.
- Phan, H. P. (2012) The development of English and mathematics self-efficacy: A latent growth curve analysis. *The Journal of Educational Research*, 105(3), 196-209.
- Talsma, Schuz, Schwarzer, and Noris (2018). I believe, therefore I achieve (and vice versa): A meta-analytic cross-lagged panel analysis of self-efficacy and academic performance. *Learning and Individual Differences*, 61, 136-150.
- Usher, E. L., & Pajares, F. (2006). Inviting confidence in school: invitations as a critical source of the academic self-efficacy beliefs of entering middle school students. *Journal of Invitational Theory & Practice*, 12, 7-16.

Development and Validation of Mathematics Self Efficacy Scale for Elementary Students

Kim, Rina

Mogun Elementary School

235 MokDongDongRo, YangCheonGu, Seoul, Korea, 158041

E-mail : rina98@naver.com

The purpose of this study is to develop a mathematics self-efficacy test tool for elementary school students based on the sub-factors of mathematical self-efficacy derived from current studies. In this study, I verified the validity and reliability of the test tool by statistically evaluating the results of applying the test tool to the 3rd-6th grade students. In this study, Principal Component Analysis was performed on the tool for measuring the self efficacy of mathematics for elementary school students. For the validity test, the mathematics anxiety status of the participants was measured. The mathematics anxiety who were known to have a negative correlation with the mathematical self efficacy. The mathematics self efficacy tool developed in this study consists of 16 items with three subcategories: master experience, social persuasions, and emotional and physiological state. The mathematical self efficacy test tool developed in this study is expected to provide grounds for diagnosing the mathematics self-efficacy status of elementary school students and looking for ways to improve it.

* ZDM Classification : C22

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97C20

* Key Words: Mathematics Self Efficacy, Elementary Mathematics Education, Mathematics Anxiety, Survey Instruments