韓國數學教育學會誌 시리즈 C <初等數學教育>
https://doi.org/10.7468/jksmec.2021.24.4.175
2021. 10. 제 24권, 제 4호, 175-187

J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. C:
Education of Primary School Mathematics
October. 2021, Vol. 24, No. 4, 175-187

다전략 수학 문제해결 학습이 초등학생의 수학적 창의성과 수학적 태도에 미치는 영향

김서령(서울교동초등학교, 교사)
박만구(서울교육대학교, 교수)†

본 연구의 목적은 초등학교 6학년 학생에게 다전략 수학 문제해결지도 후, 학생들의 수학적 창의성과 수학적 태도에 미치는 영향을 알아보기 위한 것이다. 본 연구를 위하여 서울시 S초등학교 6학년 학생 49명(실험집단 26명, 비교집단 23명)을 대상으로 19차시의 수업을 진행한 후, 수학적 창의성 및 태도에 대하여 i-STATistics를 사용하여 t-검정을 실시하였다. 연구의 결과 다전략 수학 문제해결 지도를 통한 수학학습은 초등학교 학생들의 수학적 창의성과 그 하위 요소인 유창성, 융통성, 독창성 신장에 효과가 있었다. 또한 다전략 수학 문제해결 지도를 통한 수학학습은 초등학교 학생의 수학적 태도의 하위 요인 중 수학 흥미, 가치, 의지, 효능감 신장에 효과가 있었다. 그리고 다전략 수학 문제해결 지도를 통한 수학학습이 모든 영역에 걸친 수학적 태도의 변화에 긍정적인 영향을 주었다. 연구자들은 연구 대상의 학년과 인원을 확대한 연구와 심층면담과 같은 질적 연구 방법을 포함한 장기간의 후속 연구를 제안하였다.

I. 서론

본 연구의 목적은 초등학교 6학년 학생을 대상으로 다전략 수학 문제해결 지도를 통한 수학학습을 진행하였을 때, 이 학습이 학생들의 수학적 창의성과 수학적 태도에 미치는 영향을 알아보고 수학 문제해결 학습 및 지도에 대한 시사점을 얻고자 하는 것이다. 제 4차 산업혁명 시대를 맞아 첨단 정보통신기술을 바탕으로 우리 사회에는 혁신적인 변화가 일어나고 있다. 시대적 변화에 맞춰 2015 개정 교육과정(교육부, 2015a)에서는 '창의·융합형 인재 양성'을 목표로, 폭넓은 기초 지식을 바탕으로 다양한 전문 분야의 지식, 기술, 경험을 융합적으로 활용하여 새로운 것을 창출하는 능력인 창의적 사고 역량을 핵심역량으로 기르도록 하고 있다. 또한 2015 개정 수학과 교육과정(교육부, 2015b)은 수학 교육을 통해 길러야 할 기본적이고 필수적인 능력인 수학 교과 역량으로 문제 해결, 추론, 의사소통, 창의·융합, 정보 처리, 태도 및 실천을 제시하고 있다.

수학 교과역량 중 '문제해결'은 해결 방법을 모르는 문제 상황에서 수학의 지식과 기능을 활용하여 해결 전략을 탐색하고 최적의 해결 방안을 선택하여 주어진 문제를 해결하는 능력을 의미한다(교육부, 2015b). 현재 학교 수업에서 문제해결수업은 주로 학습자가 선택한 한 가지의 해결전략을 사용하는 모습으로 이루어지고 있다. 이에 현 교육과정에서 학습자가 여러 방법으로 문제를 해결하는 과정을 경험할 기회를 주고, 자신의 생각을 표현할 수 있는 수학 수업 방식이 필요하다.

수학 교과역량 중 '창의·융합'은 수학의 지식과 기능을 토대로 새롭고 의미 있는 아이디어를 다양하고 풍부하게 산출하고 정교화하며, 여러 수학적 지식, 기능, 경험을 연결하거나 타 교과나 실생활의 지식, 기능, 경험을 수학과 연결 및 융합하여 새로운 지식, 기능, 경험을 생성하고 문제를 해결하는 능력을 의미한다(교육부, 2015b). 학생의 창의성을 기르기 위해 Torrance(1995)는 교과 외적으로 창의성을 지도하는 것보다 교과수업 안에서 창의성을 함께 지도하는 것이 더욱 효과가 있다고 했다. 이에 박만구(2009)는 수학적 창의성을 여러 수학적 문제해결 상황에서 다양하고 독창적인 방법으로 문제를 처리하는 능력으로 정의하고 수학 문제해결 시 다양한 전략을 제시하는 경험을 통하여 학생들은 유연한 사고 및 창의성을 함양할 수 있다고 하였다. Lynch와 Star(2014)는 창의성 신장을 위해 수학수업에

* 접수일(2021년 7월 26일), 심사(수정)일(2021년 7월 31일), 게재확정일(2021년 8월 10일)
* MSC2000분류 : 97D50
* 주제어 : 문제해결, 다전략 문제, 수학적 창의성, 수학적 태도
* 본 논문은 제1저자의 2020년 석사논문을 수정 보완한 것임.
† 교신저자 : mpark29@snue.ac.kr

서 학생들에게 다양한 해결전략을 가지는 열린 수학 문제를 해결하는 경험을 제공할 필요가 있다고 주장하였다. Sriraman(2009)은 창의성이란 새롭거나 처음으로 일을 만들어 낼 수 있는 능력으로 정의하고 수학교육에서의 창의성은 차별화된 생각이나 방법을 가능한 많이 만들어 내는 것이라고 했으며 특히, 하나의 문제에 대한 독창적인 해법과 다양한 전략을 만들어 내는 것은 창의성의 요소 중에 독창성과 유창성을 신장할 수 있는 방법이 될 수 있다고 했다. 신현용, 한인기(1999)는 학생의 창의력 신장을 위해 교사가 고려해야 할 점은 학생의 인지적인 부분과 태도적인 부분임을 강조하였다.

우리나라 학생들은 국제수학성취도에서 다른 나라의 학생들에 수학학업성취도는 높은 편이나 수학에 대한 태도는 매우 부정적이다(Organization for Economic Cooperation and Development[OECD], 2019; TIMSS and PIRLS International Study Center, 2016). 본 연구에서는 이는 부분적으로 학교 수업에서 학생들의 다양한 풀이 전략을 권고하고 표현해 보도록 함으로써 긍정적인 영향을 줄 수 있다고 보고 있다. 2015 개정 교육과정에서는 수학교과역량 안에 태도 및 실천을 포함하여 수학교육의 정의적 측면을 강조하고 있다. 수학 수업에 다양한 해결전략을 통하여 문제를 해결하도록 하는 것은 단순히 다른 방법으로 문제를 해결하는 것이 아니라 학생의 인지적 및 정의적 측면을 발전시킬 수 있다는 의미에서 꼭 필요하다고 할 수 있다(Taspinar & Bulut, 2012).

수학과에서 다양한 전략의 문제해결수업에 대한 선행 연구를 살펴보면 기존의 국내연구가 보다 다양한 측면에서의 분석이 부족한 실정이며(도주원, 백석윤, 2019; 박만구, 2018; 이대현, 2014; 이예진, 박만구, 2020), 교과서와 지도서상에도 다양한 방법을 활용한 문제해결 전략을 명시적으로 제시할 필요가 있다. 또한 다양한 해결전략을 활용한 수학 수업의 효과성을 검증하기 한 연구를 다양한 수준에서 실시할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 학생들을 대상으로 실험반과 비교반을 설정하고 다전략 수학 문제해결 지도를 통한 수학수업을 진행하였을 때, 학생의 수학적 창의성과 수학적 태도에 미치는 영향을 알아본 뒤 이를 바탕으로 우리나라 수학교육에 시사점을 제시하는 데 목적이 있다.

II. 이론적 배경

1. 수학교육에서의 문제해결

문제 해결은 연구자마다 개념에 부여하는 의미, 연구자의 의도에 따라 다양하다(Krulik & Rudnick, 1987; NCTM, 2000; Polya, 1957; Schoenfeld, 1992; 백석윤, 2016). NCSM(1977)에서는 문제해결을 기 습득된 지식을 새롭고 생소한 상황에 응용하는 과정이라고 하여 문제해결 교육에서는 학습자가 일반적인 해결 방법인 전략이나 발견술을 사용하도록 해야 한다고 했다. Polya(1957)는 문제해결은 특별한 지능의 획득이고, 지능은 인간에게 주어진 특별한 선물이며 문제해결능력은 인간을 가장 현명한 동물보다 높게 끌어 올린다고 문제해결능력의 중요성을 언급했다. NCTM(2000)에서는 문제해결이란 해결방법이 알려지지 않은 과제에 참여하는 것이며 문제해결은 수학 학습의 목표이며 주요 수단이 될 수 있다고 하였다. 따라서 학생들은 복잡한 문제를 만들고 문제를 해결하는 많은 경험이 필요하다고 하였다. 문제해결에 대하여 지속적인 연구를 해 오고 있는 Schoenfeld(1992)는 문제해결을 이미 알고 있는 절차적인 지식을 사용하여 해결 곧바로 해결할 수 없는 상황에 대한 답을 얻는 과정으로 정의하였다. Krulik과 Rudnick은 문제 해결은 하나의 과정이며 수단으로써 낯선 문제 상황이 요구하고 있는 것을 만족시키기 위하여 개인이 이전에 획득한 지식이나 기능을 이용하기 위한 수단으로 정의하였다(Krulik & Rudnick, 1987). 백석윤(2016)은 수학 교육과정상 문제해결을 다음과 같은 관점에서 정의하였다. 첫째, 문제해결이 수학교육의 이유나 목적이라는 관점이다. 수학교육의 이유나 목적은 수학적 지식을 수학적 실제 상황에서 익히게 할 뿐만 아니라, 이 지식을 활용하여 학습자가 부딪히는 문제적 상황을 해결하게 하는 학습경험을 시키는 것이다. 둘째, 문제해결이 수학교육에서 학습되고 지도되어야 할 과정적 지식이라는 관점이다. 수학교육에서 가르치고 배워야 할 내용적 지식에는 개념적 지식 즉, 수학의 단편적인 사실이나 개념, 원리뿐만 아니라 학습자 개인이 부딪히며 새로운 문제 상황을 극복하는 과정에 요구되는 과정적 지식이 필요하다는 것이다. 이때 이 과정적 지식이 문제해결 능력이

된다는 뜻이다. 셋째, 문제해결은 수학 학습에서 필요로 하는 기초 기능이라는 관점이다. 1970년대 'Back to Basics'의 움직임 이후 문제해결이 미국의 수학교육에서 최우선의 기본기능으로 자리 잡았고, 1980년 NCTM의 연보 서문에 문제해결은 수학을 가르치는 이유이고, 학생이 생활 속에서 항상 함께 하여야 하며, 학교를 졸업한 후에도 계속 사용해야 할 기본적인 기능이라고 말한다.

2015 개정 수학과 교육과정은 '창의 융합형 인재 양성'을 목표로 학교 교육의 전 과정에서 중점적으로 기르고자 하는 핵심역량을 설정하였으며 이를 토대로 교과별 교과 핵심역량을 설정하도록 하였다. 이에 수학과에서는 수학 학습을 통해 길러야 할 교과 역량으로 '문제해결'. '추론', '의사소통', '창의융합', '정보처리'. '태도 및 실천' 총 6가지 수학 교과 역량을 설정하였다 (박경미 외, 2015).

수학과 핵심역량 중 '문제 해결 능력'은 해결 방법을 모르는 문제 상황에서 수학의 지식과 기능을 활용하여 해결 전략을 탐색하고 최적의 해결 방안을 선택하여 주어진 문제를 해결하는 능력을 의미한다. 문제 해결 능력의 하위 요소 중 '문제 이해 및 전략 탐색'은 문제에서 구하고자 하는 것과 주어진 조건 및 정보를 파악하고, 적절한 해결 전략을 탐색하여 풀이 계획을 수립하는 능력으로 그 기능은 (문제)이해하기, 분석하기, (조건, 정보)파악하기, (관계)파악하기, 계획하기, 탐구하기, 일반화하기, 특수화하기, 유추하기, 분류하기, 조사하기, 거꾸로 생각하기, 단순화하기, 그림으로 나타내기, 표 만들기, 식 세우기, (다양한 전략)구사하기가 있다. '계획 실행 및 반성' 요소는 계획한 풀이 과정을 수행하고 검증 및 반성을 통하여 해결 방법과 해답을 평가하는 능력이며 그 기능은 계산하기, (절차)수행하기, 문제 해결하기, 적용하기, 활용하기, 점검하기, 반성하기, 평가하기이다. '협력적 문제해결' 요소는 균형 있는 책임 분담과 상호 작용을 통해 집단적으로 문제 해결을 수행하는 능력을 뜻하며 설명하기, 정당화하기, 질문하기, 비판하기, (의견)존중하기, (의견)조정하기, 의사결정하기, 토론하기, 제안하기, 종합하기 기능이 이에 해당한다. '수학적 모델링' 요소는 실생활 문제 상황을 수학적으로 나타내고 분석하여 결론을 도출하고 이를 상황에 맞게 해석하는 능력이며 (상황)모델링하기, 변호하기, 분석하기, 적용하기, 활용하기, 해석하기, 결론 도출하기, 점검하기 기능이 이에 해당한다. '문제 만들기'는 주어진 문제를 변형하거나 새로운 문제를 만들어 해결하는 능력이며 (조건)변형하기, 유사성 찾기, 비교하기, 관련짓기, 확장하기, 생성하기, (문제)만들기의 기능이 이에 해당한다.

또한 2015 개정 수학과 교육과정(교육부, 2015a)에서 문제 해결과 관련하여 문제해결 능력을 함양하기 위해 교수·학습방법에서 '문제를 해결할 때에는 문제를 이해하고 해결 전략을 탐색하며 해결 과정을 실행하고 검증 및 반성하는 단계를 거치도록 한다.'와 '문제 해결력을 높이기 위해 주어진 문제를 변형하거나 새로운 문제를 만들어 해결하고 그 과정을 검증하는 문제 만들기 활동을 장려한다.'(p.38)고 기술하고 있다. 그리고 5~6학년군의 유의사항으로 수와 연산/도형/측정/규칙성/자료와 가능성 영역의 문제 상황에서 문제 해결 전략 비교하기, 주어진 문제에서 필요 없는 정보나 부족한 정보 찾기, 조건을 바꾸어 새로운 문제 만들기, 문제 해결 과정 의 타당성 검토하기 등을 통하여 문제 해결 능력을 기르게 한다는 내용을 포함시켜 수학교육에서의 문제해결을 다음과 같이 강조하고 있다.

2. 다전략 수학 문제해결

수학 문제해결 전략이란 수학 문제를 해결하는 데 도움이 되는 해결책의 단서, 아이디어 등을 활용하여 문제를 해결하는 것을 의미한다. 수학 문제해결 전략은 연구자들마다 문제해결 전략, 해결방법, 해법 등으로 다양하게 사용하고 있다. 김영아, 김성준(2013)은 학생이 문제해결에 필요한 지식과 개념을 알고 있어도 이를 통해 문제의 조건과 연결 짓고 문제해결의 단서를 찾아내도록 하는 것이 사고전략이라는 것을 강조하며 전략은 인간이 자신의 학습이나 사고의 과정을 통제하는 능력으로 문제를 성공적으로 해결하는데 가장 중요하게 작용하는 요소로 정리하였다. 강완, 김상미, 박만구, 백석윤. 오영열, 장혜원(2014)은 문제해결의 사고 전략을 "문제해결에 도움이 되는 일반적인 절차나 해법의 단서가 되는 생각, 발견의 실마리를 얻도록 하는 방책"(p.317)이라고 하였으며, 문제해결 전략은 학생들이 문제해결에 필요한 지식 및 개념을 알고 있더라도 이를 문제의 조건과 연결하고 문제해결의 단서를 찾아내는 것이라고 하였다. Krulik과 Rudnick(1987)은

전략이란 주어진 문제의 해결 계획 수립 단계에서 결정적으로 이용될 수 있는 해결책을 말하며 다양한 문제해결 전략을 제시하고 있다. Krulik과 Rudnick이 제시한 문제해결 전략의 예시는 패턴 인식, 거꾸로 풀기, 추측과 검토, 시뮬레이션이나 실험, 축소/단순화, 조직화된 정렬/전체정렬, 논리적 연역, 나누어 정복하기 등이 있다(백석윤, 2016).

일반적인 문제해결 방법으로 대표적인 Polya가 제시하는 문제해결 4단계는 ①문제의 이해, ②계획 수립, ③계획의 실행, ④검토 및 반성을 들 수 있고, 특정한 문제해결 전략은 학자에 따라 여러 가지로 제시된다(Polya, 1957). 초등학교 과정에서 지도 방법으로 권장하는 문제해결 전략을 보면 다음과 같다(한국교육개발원, 1989). 즉, 1) 식 만들기, 2) 예상과 확인, 3) 그림 그리기, 4) 표 만들기, 5) 규칙 찾기, 6) 단순화하기, 7) 거꾸로 풀기, 8) 수형도 그리기, 9) 논리적 추론 사용 등이다. Lenchner(1983, 강완 외, 2014 재인용)는 초등학교 수학 수업에서 활용 및 지도 가능한 전략을 1) 정리하여 목록 만들기(making organized list), 2) 그림이나 도식으로 만들기(drawing a diagram), 3) 규칙 찾기(finding a pattern), 4) 표 만들기(making a table), 5) 문제를 단순화하기(solving a simple problem), 6) 시행착오(trial and error), 7) 문제를 실제로 행하기(acting out the problem), 8) 실험하기(experimenting), 9) 거꾸로 생각하기(working backwards), 10) 식으로 나타내기(writing an equation), 11) 관점을 바꾸기(changing your point of view), 12) 연역적으로 풀기(using deduction) 등 12가지로 제시하였다(pp.318-330). 교육인적자원부(2009)에서 초등학교 대상으로 제시한 문제해결 전략은 1) 예상과 확인하여 문제 해결하기, 2) 그림을 그려 문제 해결하기, 3) 규칙을 찾아 문제 해결하기, 4) 표 만들어 문제 해결하기, 5) 거꾸로 생각하여 문제 해결하기, 6) 문제를 간단히 하여 해결하기, 7) 식을 만들어 해결하기로 제시하고 있다.

국내외 다양한 수학교육 연구에서 문제해결 시 한 가지 이상의 문제해결 접근방식을 사용하는 것이 학생의 수학적 사고를 발달시킬 수 있음을 설명하고 있다(Krutetskii, 1976; Leikin, Anat Levav-Waynberg, & Guberman, 2011; 백동현, 이경화, 2017). Polya(1957)는 학생들의 다양한 방법으로 수학 문제를 해결할 때 학생들은 보다 높은 수학자의 특성을 나타낸다고 하였다. Leikin at al.(2011)은 다양한 해결전략으로 문제를 해결할 때, 학생들의 수학적 창의성이 향상된다고 하였다. 백동현과 이경화(2017)는 다중해법 문제해결이 학생들의 수학적 창의성 함양에 도움을 줄 수 있음을 시사하며 다중해법 간의 질적인 차이를 확인하였다. 2015 개정 교육과정의 수학교과서의 '도전수학', '탐구수학'에 두 가지 이상의 방법으로 문제를 해결해보도록 하고 있으나 다른 문제해결 전략보다는 다양한 계산 방법에 집중하는 경향이 있어 보다 다양한 문제에 대하여 다양한 전략을 사용하도록 할 필요가 있다.

III. 연구방법

1. 연구 참여자

본 연구를 위해 서울특별시의 S초등학교 6학년 8개 학급 중 2개 학급을 선정하여 연구를 실시하였다. 실험반은 한 연구자가 현재 담임교사로 맡고 있는 학급(26명)으로 선정하였다. 연구의 비교반을 선정하기 위하여 6학년 8개 학급 중 사전 수학적 창의성 검사와 사전 수학적 태도 검사 결과를 분석하여 실험반과 통계적으로 유의한 차가 없는 1개 학급을 비교반(23명)으로 선정하였다.

2. 연구 설계

본 연구에 활용할 다전략 수학문제를 선정하기 위해 2015 개정 수학과 교육과정의 내용영역과 국내외 논문에서 제시하고 있는 문제 및 시중 문제집을 참고하였다. 연구의 대상이 6학년 학생임을 고려하여 수학과 교육과정 중 5~6학년 수준에 맞는 해결과제를 선정하였다. 본 연구에서 수학적 창의성과 수학적 태도를 신장시키기 위한 교수학습지도의 관점을 설정하기 위해 Leikin et al.(2011)이 제시한 창의성 신장을 위한 MST 선정의 준거를 참고하여 다음과 같은 교수학습지도 관점을 설정하였다. 첫째, 기존 교과서 문제가 제시하는 바와 같이 교육과정 내 내용만으로 해결할 수 있는 문제가 아닌 비관습적으로 다른 내용을 필요로 하는 과제를 설정한다. 둘째, 각각의 문제들은 적어도 두 가지 다른 해결책들을 수행할 수 있는 과제로 설정

한다. 셋째, 6학년 수준에서 해결할 수 있는 과제로 설정한다. 본 연구에서 수업은 문제이해-계획수립-계획실행-토의 및 반성의 4단계로 구성되어 있다. 박만구(2018)의 연구를 참고하여 교수학습과정안을 고안하였고, 6학년에 적절한 문제의 선정은 초등수학교육 교수, 현직 초등교사, 초등수학과 대학원생과 논의하여 수정하였다.

수학적 창의성과 수학적 태도에 대하여 독립표본 t-검정을 실시하였다. 사전 검사는 수업의 첫 차시에서 시작 직전에 실시하고, 사후 검사는 19차시가 모두 종료된 직후에 실시하였다. 그리고 학생들이 제시한 전략을 유형별로 분석하였다.

3. 검사도구

본 연구에서 활용한 수학적 창의성 검사는 2015 개정 수학과 교육과정의 수와 연산, 도형, 측정, 규칙성과 문제해결 영역에 해당하고, 사전 및 사후 검사 문항은 각각 4문항으로 구성하였으며 동형이다.

[표 1] Leikin(2009, p.139)의 수학적 창의성 분석틀을 기반으로 한 분석틀

영역	분석 방법
유창성	올바르게 제시한 답의 개수(n)
융통성	첫 번째 해결=10, 다른 전략을 이용한 해결=10, 유사한 전략이지만 다른 표현의 해결=1, 같은 전략이며, 같은 표현의 해결=0.1 (Flxi)
독창성	비관습적 해결=10, 모델에 기초하거나 부분적으로 비관습적인 해결=1, 알고리즘에 기초하거나 관습적인 해결=0.1
	15%미만=10, 15%~40%=1, 40%이상: 0.1 (Ori)
창의성 점수 = $n(\sum_{i=1}^{n} \mathrm{Fl}xi \times \mathrm{O}ri)$	

본 연구에서 수학적 창의성 검사는 Leikin(2009)의 수학적 창의성 분석 틀을 인용하여 수학적 창의성 검사지를 채점하고 이를 활용하여 검사 결과를 도출하였다. 분석 방법은 이대현의(2014)의 연구를 참고로, 유창성, 융통성, 독창성의 각 구성 요소별로 점수화하여 최종 창의성 점수를 환산하였다. 본 연구에서는 수학적 창의성 중 유창성은 제한 시간 내의 반응의 개수로, 융통성은 반응의 범주를 유형화하여 나타내고 이를 10의 배수 단위로 구분하여 점수를 부여하였다. 독창성은 학생들의 반응을 빈도수에 따라 점수화하여 이를 10의 배수 단위로 구분하여 점수를 계산하였다. 그리고 사전 및 사후 창의성 검사를 위의 방식으로 채점하였다.

수학적 태도 검사 도구는 고호경 외(2015)에서 개발한 '수학 학습에 관한 설문지'를 활용하였다. 수학 흥미, 수학 학습태도, 가치, 인정욕구, 의지, 동기, 효능감 등 총 7개의 요인으로 구분된다. 검사 문항은 4단계의 평정 척도로 구성되어 있다. 문항 배점은 다음과 같다. '매우 그렇다'에 응답할 시 4점, '그렇다'에 응답할 시 3점, '그렇지 않다'에 응답할 시 2점, '전혀 그렇지 않다'에 응답할 시 1점으로 처리하였다.

통계처리는 i-STATistics를 이용하여 t-검정을 하였다.

4. 다전략 수학 문제해결 학습의 주별 지도 계획

본 연구를 위한 다전략 수학 문제해결 학습의 주별 차시 지도 계획은 [표 2]와 같다.

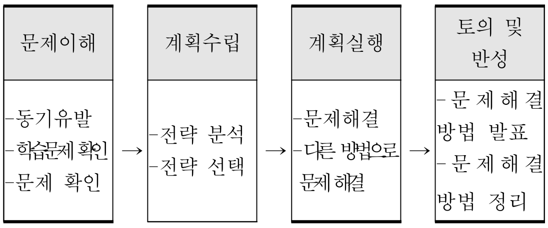
[표 2] 다전략 수학 문제해결 학습의 주별 지도 차시

차시	다전략 수학 문제해결 학습에서 활용한 수학 문제	예상되는 문제해결 전략
1주 (1차시)	다양한 문제해결전략에 대해 토의하기	-
2주 (2-3차시)	디오판토스의 일생의 6분의 1은 소년이었고 12분의 1은 청년이었고 그 후 일생의 7분의 1을 혼자 살다가 결혼한 지 5년 후에 아들을 낳았노라. 그의 아들은 아버지 생애의 2분의 1만큼 살다 죽었으며, 아들이 죽은 지 4년 후에 그는 일생을 마쳤노라. 디오판토스가 죽은 나이는?	그림 그리기 식 만들기
3주 (4-5차시)	어느 가게에서 설탕을 2kg, 5kg, 7kg의 포장 단위로 판매합니다. 32kg의 설탕을 살 수 있는 방법은 몇 가지입니까?	예상과 확인 표 만들기

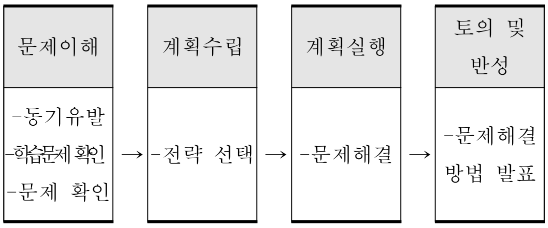
4주 (6-7차시)	울타리에 닭과 돼지를 합해 총 14마리 있습니다. 닭과 돼지의 다리의 수의 합은 44개입니다. 닭과 돼지는 몇 마리입니까?	표 만들기 그림 그리기
5주 (8-9차시)	나율이가 자전거를 타고 7km를 가는데 21분이 걸립니다. 나율이가 자전거를 타고 4km를 가는 데 걸리는 시간은 몇 분입니까?	식 만들기 규칙 찾기
6주 (10-11차시)	다음 나눗셈의 몫을 반올림하여 소수 45째 자리까지 나타냈을 때 소수 45째 자리 숫자는 얼마입니까? 35.9 ÷ 2.7	규칙 찾기 예상과 확인
7주 (12-13차시)	신우는 5월에 받은 용돈 전체의 8분의 3을 학용품 사는 데 쓰고, 나머지의 10분의 7을 선물을 사는데 썼습니다. 남은 용돈 3300원을 모두 저금하였다면 신우가 5월에 받은 용돈은 얼마입니까?	거꾸로 풀기 그림 그리기
8주 (14-15차시)	길이가 91.5m인 도로에 가로등 31개를 세우려고 합니다. 도로의 시작과 끝에도 가로등을 세웠다면 가로등과 가로등 사이의 간격은 몇 m입니까?	단순화하기 그림 그리기
9주 (16-17차시)	1개의 무게가 5g인 파란색 구슬과 무게가 4.5g인 흰색 구슬의 몇 개의 합은 105g입니다. 흰색보다 파란색 구슬이 더 많다면 파란색 구슬은 몇 개입니까?	표 만들기 예상과 확인 단순화하기
10주 (18-19차시)	가게에서 BTS 포스터 1개와 액자 2개는 8000원, 포스터 2개와 액자 7개는 51000원입니다. BTS 포스터의 가격은 얼마입니까?	식 만들기 그림 그리기 표 만들기

다전략 문제의 구성은 연구자들이 가능한 다양한 전략을 사용할 수 있도록 계획하고, 수학교육을 전공한 2명의 연구자들로부터 검토를 받아서 수정보완 하였으며 밑줄 친 전략은 학생들이 주로 사용할 것이라고 연구자가 예상한 전략이다.

또한 학습흐름에 따른 실험집단과 비교집단의 교수·학습활동은 다음과 같다.



[그림 1] 학습흐름에 따른 실험집단의 교수·학습활동



[그림 2] 학습흐름에 따른 비교집단의 교수·학습활동

실험의 진행은 코로나 19로 인하여 학생들이 일주일에 1~2번 등교를 하여서 1번 문항부터 7번 문항까지는 매주 학습지를 배부하여 개별로 문제를 풀고 학생이 발표하는 형태로 수업을 진행하였다. 그런데 코로나 2.5단계 적용으로 전면 원격수업이 진행되었고, 학생들에게 학습지를 배부할 수 없는 상황에서 8~9번 문항은 부득이하게 대면 수업이 아닌 원격수업 형태로 진행하게 되었다. 원격수업에서 Google Meet 화상 수업 프로그램과 Google Classroom 및 3D 그림판을 활용하여 모둠별로 수업 형태를 전환하여 수업을 하였고, 수업 중 해결한 결과물을 수집하여 분석하였다.

IV. 결과

1. 다전략 수학 문제해결 지도를 통한 수학학습이 학생들의 수학적 창의성에 미치는 영향

본 실험을 위해 실험집단 간의 사전 동질성을 확인하기 위하여 t-검정을 실시하였고 그 결과는 다음 [표 3]과 같다.

사전 수학적 창의성 검사결과 실험집단의 평균은 1191.91점, 비교집단의 평균은 1162.77점으로 두 집단이 비슷한 수준임을 확인할 수 있다. 통계적인 검증을 위한 독립표본 t-검정 실시 결과 유의수준이 0.943(p ≥

0.05)로 두 집단 간에는 통계적으로 유의한 차이가 없다고 나타났다. 따라서 실험집단과 비교집단은 수학적 창의성 측면에서의 동질 집단이라고 가정할 수 있다.

[표 3] 사전 수학적 창의성 검사에 대한 t-검정 결과

집단	평균	표준편차	사례수	t	p
실험반	1191.91	881.26	26	-0.072	0.943
비교반	1162.77	1831.97	23		

수학적 창의성 사후 검사 결과에 대하여 t-검정을 결과는 다음 [표 4]와 같다.

[표 4] 사후 수학적 창의성 검사에 대한 t-검정 결과

집단	평균	표준편차	사례수	t	p
실험반	2160.41	1504.09	26	3.333**	0.002
비교반	999.15	770.54	23		

** $p < 0.01$

t-검정 결과 유의수준이 0.002($p<0.01$)로 두 집단의 결과는 통계적으로 유의미한 차이가 있음을 볼 수 있었다. 따라서 다전략 수학 문제해결 학습이 학생들의 수학적 창의성 향상에 도움을 주었고 할 수 있다.

수학적 창의성의 각 하위영역에 대한 영향을 분석하기 위해 수학적 창의성 사전 및 사후 검사의 하위 영역별 독립표본 t-검정을 실시하였고, 그 사전과 사후 결과는 각각 [표 5]와 [표 6]과 같다.

[표 5] 사전 수학적 창의성 검사에 대한 하위 영역별 t-검정 결과

하위영역	집단	평균	표준편차	사례수	t	p
유창성	실험반	16.46	6.10	26	-0.061	0.952
	비교반	16.57	5.81	23		
융통성	실험반	124.24	36.25	26	0.252	0.802
	비교반	121.52	39.20	23		
독창성	실험반	41.18	26.07	26	-0.135	0.893
	비교반	42.15	24.21	23		

[표 6] 사후 수학적 창의성 검사에 대한 하위 영역별 t-검정 결과

하위영역	집단	평균	표준편차	사례수	t	p
유창성	실험반	21.31	7.40	26	2.212*	0.032
	비교반	17.13	5.55	23		
융통성	실험반	157.58	43.65	26	3.713***	0.001
	비교반	116.17	32.84	23		
독창성	실험반	81.20	38.84	26	2.039*	0.047
	비교반	56.36	46.41	23		

* $p < 0.05$, *** $p < 0.001$

사전 수학적 창의성 검사의 하위 영역별 t-검정 결과, 수학적 창의성 하위 3가지 영역 모두 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 따라서 실험집단과 비교집단은 각각 하위 영역에 대하여 동질집단이라고 할 수 있다.

사후 t-검정 결과 유창성 영역과 독창성 영역의 유의수준은 각각 0.032($p<0.05$)과 0.047($p<0.05$)로 평균 점수의 상승이 통계적으로 유의미하다고 확인할 수 있었다. 융통성 영역의 유의수준은 0.001($p<0.001$)로 통계적으로 유의미한 차이가 있었다. 따라서 다전략 수학 문제해결 지도를 통한 수학학습이 수학적 창의성의 융통성, 유창성, 독창성 향상에 긍정적인 영향을 주었다고 할 수 있다.

이는 이대현(204)의 연구에서도 제안했던 것처럼 ‘여러 가지 해결법이 있는 문제의 활용’이 학생들의 수학적 창의성 신장에 도움이 됨을 확인할 수 있었다.

2. 다전략 수학 문제해결 지도를 통한 수학학습이 학생들의 수학적 태도에 미치는 영향

두 집단 간의 사전 동질성을 확인하기 위하여 t-검정을 실시하였고 결과는 다음 [표 7]과 같다.

[표 7] 사전 수학적 태도 검사에 대한 t-검정 결과

집단	평균	표준편차	사례수	t	p
실험반	77.23	16.23	26	0.698	0.488
비교반	74.46	10.90	23		

t-검정 결과, 유의수준이 0.488(p>0.05)로써 두 집단 간에는 유의미한 차이가 없었다. 따라서 두 집단은 수학적 태도 측면에서 동질 집단이라고 할 수 있다.

두 집단 간의 사후 효과를 확인하기 위하여 t-검정을 실시하였고 결과는 다음 [표 8]과 같다.

[표 8] 사후 수학적 태도 검사에 대한 t-검정 결과

집단	평균	표준편차	사례수	t	p
실험반	87.35	11.38	26	3.132**	0.003
비교반	75.91	14.15	23		

** p < 0.01

[표 8]에 나타난 바와 같이 사후 수학적 태도 검사에 대한 실험집단의 평균은 87.35점, 비교집단의 평균은 75.91점으로 두 집단 간의 평균은 11.44점 차이를 보였다. 사전 수학적 태도 검사결과 실험집단의 평균이 77.23점, 비교집단의 평균이 74.46점으로 2.77점 차이를 보였다. 또한 실험집단의 수학적 태도 점수가 사후에 10.12점 상승한 것에 비해 비교집단의 평균 점수가 1.45점 상승하였고, 19차시의 다전략 수학 문제해결 학습이 학생들의 수학적 태도에 긍정적인 영향을 주었다.

통계적 검증을 위하여 t-검정을 실시한 결과 유의수준이 0.003($p<0.01$)로 두 집단 간에는 통계적으로 유의미한 차이가 있다는 것을 확인할 수 있다.

다전략 수학 문제해결 지도를 통한 수학학습이 학생들의 수학적 태도의 하위 요인은 수학 흥미, 수학 학습태도, 가치, 인정욕구, 의지, 동기, 효능감으로 각 7가지 요인에 대한 영향을 분석하기 위해 수학적 태도 사전 및 사후 검사의 하위 요인별 독립표본 t-검정을 실시하였고, 그 결과는 각각 [표 9]와 [표 10]과 같다.

t-검정 결과 수학적 태도의 하위 요인인 수학 흥미, 수학 학습태도, 가치, 인정욕구, 의지, 동기, 효능감 총 7가지 요인 모두 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 따라서 각각의 하위 요인에 대하여 실험집단과 비교집단은 동질집단이라고 할 수 있다.

[표 9] 사전 수학적 태도 검사에 대한 하위 요인별 t-검정 결과

요인명	집단	평균	표준편차	사례수	t	p
수학 흥미	실험반	12.92	3.762	26	0.901	0.372
	비교반	12.04	2.962	23		
수학 학습태도	실험반	13.85	3.663	26	0.204	0.839
	비교반	13.65	2.870	23		
가치	실험반	11.92	2.992	26	-0.103	0.918
	비교반	12.00	2.089	23		
인정욕구	실험반	6.27	1.614	26	0.463	0.646
	비교반	6.09	1.041	23		
의지	실험반	12.00	3.072	26	0.732	0.468
	비교반	11.44	2.191	23		
동기	실험반	5.65	1.623	26	0.795	0.430
	비교반	5.30	1.428	23		
효능감	실험반	14.62	3.299	26	0.823	0.415
	비교반	13.91	2.575	23		

[표 10] 사후 수학적 태도 검사에 대한 하위 요인별 t-검정 결과

요인명	집단	평균	표준편차	사례수	t	p
수학 흥미	실험반	15.46	2.846	26	3.139**	0.003
	비교반	12.4	3.788	23		
수학 학습태도	실험반	15.2	2.442	26	1.673	0.101
	비교반	14.13	2.302	23		
가치	실험반	14.19	1.698	26	2.922**	0.005
	비교반	12.22	2.988	23		
인정욕구	실험반	6.77	1.336	26	1.681	0.099
	비교반	6.09	1.505	23		
의지	실험반	13.00	2.514	26	2.296*	0.026
	비교반	11.30	2.653	23		
동기	실험반	6.12	1.558	26	1.638	0.108
	비교반	5.39	1.530	23		
효능감	실험반	16.54	2.302	26	3.157**	0.003
	비교반	14.30	2.653	23		

* p < 0.05, ** p < 0.01

다전략 수학 문제해결 지도를 통한 수학학습이 학생들의 수학적 태도의 하위 요인 중 수학 흥미, 가치, 의지, 효능감에는 긍정적인 영향을 주었으나 수학 학습태도, 인정욕구, 동기 요인에서는 긍정적인 영향을 끼치지 못했다.

이는 전통적인 수학 학습에서는 유일한 해법이 있는 문제를 주로 해결하도록 하면서 학생들이 정답에 대한 부담감으로 인하여 유사한 문제에 대한 과도한 반복 학습에 매이도록 한다. 그런데 이런 다전략 문제는 정답 자체보다는 해법의 다양한 접근에 초점을 둠으로써 학생들로 하여금 정답보다는 다양한 해법을 시도하도록 함으로써 수학을 보는 관점을 새롭게 하도록 한다. 이런 경험은 학생들로 하여금 수학에 대한 흥미, 가치, 의지, 효능감을 높이도록 한 것으로 볼 수 있다.

3. 학생들이 제시한 전략 예시

[표 11] 예상되는 문제해결 전략과 실제 학생들이 사용한 문제해결 전략

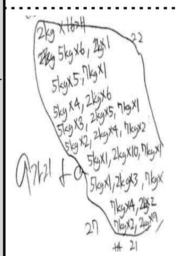
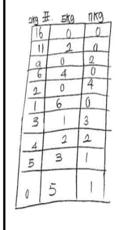
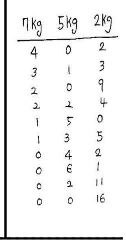
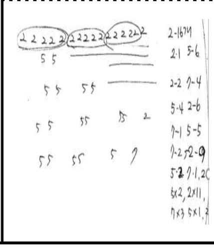
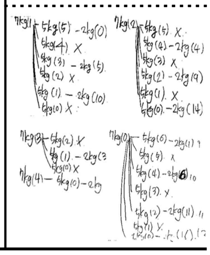
차시	예상되는 문제해결 전략	실제 학생들이 사용한 문제해결 전략
1주 (1차시)	-	-
2주 (2-3차시)	그림 그리기 식 만들기	그림 그리기(격자무늬, 막대그래프 이용) 식 만들기 (방정식, 비례식 이용) 예상과 확인 (공배수 이용)
3주 (4-5차시)	예상과 확인 표 만들기	예상과 확인 (직접 구하기) 규칙 찾기 (2의 배수 이용) 표 만들기 그림 그리기
4주 (6-7차시)	표 만들기 그림 그리기	식 만들기 그림 그리기 표 만들기
5주 (8-9차시)	식 만들기 규칙 찾기	식 만들기 (비례식, 방정식, 공식 이용) 표 만들기 그림 그리기 (수직선, 막대그래프)
6주 (10-11 차시)	규칙 찾기 예상과 확인	예상과 확인 (직접 구하기) 규칙 찾기(반복되는 소수점 아래의 숫자 규칙을 이용)
7주 (12-13 차시)	거꾸로 풀기 그림 그리기	식 만들기 (방정식, 비례식) 그림 그리기 (격자무늬, 막대 사용) 거꾸로 풀기
8주 (14-15 차시)	단순화하기 그림 그리기	그림 그리기 식 세우기 (방정식) 단순화하기
9주 (16-17 차시)	표 만들기 예상과 확인 단순화하기	예상과 확인 (숫자 대입, 조건을 확인) 식 만들기
10주 (18-19 차시)	식 만들기 그림 그리기 표 만들기	그림 그리기 (그래프, 그림 이용) 식 만들기 (연립방정식, 일차방정식) 표 만들기

교사는 학생들이 다양한 전략을 선택하고 사용하도록 하기 위해 학생들이 사용할 것으로 예상되는 전략을 중심으로 문제를 구성 및 배치하였다. 10회(19차시)로 수업을 구성하였고, 이에 학생들은 여러 전략으로 문제를 해결하였으며 학생들이 사용한 문제해결 전략과 그 구체적인 전략의 예시는 다음과 같다. 실제 학생들이 가장 많이 사용한 문제해결 전략 순으로 배치하였다.

10주차 문제 중 3주차 문제는 2, 5, 7을 활용하여 숫자 32를 만드는 문제로 교사는 학생들이 ‘예상과 확인’ 방법을 주로 활용할 것으로 예상하였고 학생들은 ‘예상과 확인’ 방법을 포함하여 2의 배수를 이용하여 ‘규칙 찾기’, ‘표 만들기’, ‘그림 그리기’ 방법을 활용하여 문제를 풀었다.

특히 규칙을 찾아 해결하는 방법에서 2만 활용하여 32를 만든 후 숫자 2, 5개를 숫자 5, 2개와 같다는 규칙을 찾아서 문제를 해결하였다. 3주차 문제에 대한 구체적인 해결 방법은 다음 [표 12]와 같다.

[표 12] 3주차 문제에 대하여 학생들이 사용한 문제 해결 방법

예상과 확인	직접 방법을 찾아 확인하기 	표 만들기	작은 수부터 	큰 수부터 
규칙 찾기	2×5 (2가 5개)를 5×2 (5가 2개)로 바꾸기 	그림 그리기	수형도 그리기 	

V. 결론

본 연구에서는 다전략 수학 문제해결 지도를 통한 수학학습 활동이 초등학교 6학년 학생의 수학적 창의성과 수학적 태도에 어떤 영향을 주는지 알아본 연구로, 본 연구의 결과로부터 얻은 결론은 다음과 같다.

첫째, 다전략 수학 문제해결 지도를 통한 수학학습은 초등학교 6학년 학생의 수학적 창의성과 그 하위 요소인 유창성, 융통성, 독창성에 향상에 도움이 된다. 사전 사후 수학적 창의성 검사 결과, 사후 수학적 창의성의 평균 점수가 상승한 것을 통해 다전략 수학 문제해결 지도를 통한 수학학습과 수학적 창의성 간의 관련성을 찾을 수 있었다. 학생들의 풀이 전략을 보면, 다양한 전략을 보여주고 있는데 교사가 어떤 문제를 제시하느냐에 따라서 학생들의 다양한 문제해결 전략을 기대할 수 있다. 이는 권오남, 박정숙, 박지현, 조영미(2005)의 연구에서도 강조한 것으로 학생들의 활발한 의사소통에도 도움이 된다. 따라서 교사는 학생들의 창의성 신장을 위하여 학생들로 하여금 다전략을 사용할 수 있는 수학 문제 선정에 관심과 노력이 필요하다.

둘째, 다전략 수학 문제해결 지도를 통한 수학학습은 초등학교 6학년 학생의 수학적 태도와 그 하위 영역 중 수학 흥미, 가치, 의지, 효능감 영역에서 효과가 있다. 학생들은 본인들이 다양한 전략을 통해 문제를 해결할 수 있음을 깨닫고 이로 인하여 수학에 대한 긍정적인 인식을 가지게 됨을 알 수 있다. 학생들은 주로 정답이 하나인 수학문제를 해결한 경험을 가지고 있어서, 다양한 해결전략을 가진 문제를 해결하면서 수학에 대한 자신의 고정 관념을 바꾸도록 할 필요가 있다. 실제로 학생들은 다전략 문제해결을 하면서 다양한 문제해결을 시도하면서 문제를 다양한 관점에서 보려는 시도를 하였고, 모둠에서 각 전략에 대한 논의를 하면서 자연스런 의사소통을 하였다. 이는 Fetterly(2020)의 연구에서도 동일하게 밝혀진 것으로 수학에 대한 신념이나 불안이 수학적 창의성에 영향을 주게 된다. 따라서 다전략 수학문제해결의 경험을 통하여 학생들이 수학에 대하여 보다 긍정적인 태도를 가지도록 할 필요가 있다.

본 연구 결과를 바탕으로 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

첫째, 연구 대상의 학년과 인원을 확대하여 다전략 수학 문제해결 지도를 통한 수학학습이 수학적 창의성과 수학적 태도에 효과적인 영향을 주는지 검증할 필요가 있다. 본 연구는 서울시 소재 S초등학교 6학년만을 대상으로 한 실험연구이다. 또한 창의적 체험활동 시간에 다전략 수학 문제해결 지도를 통한 수학 수업만을 변인으로 설정하였으므로 학급의 분위기와 같은 학급의 환경적 요인을 고려하지 못하였다. 따라서 보다 다양한 수준 및 학년군에서 이런 연구를 하여 효과성을 검증해 볼 필요가 있다. 또한 정혜윤, 이경화(2019) 연구에서처럼 대상을 중등학교로 확대하는 것뿐만 아니라 다전략 수학문제를 해결하면서 집단 창의성에는 어떤 영향을 주는지에 대한 연구도 필요하다. 그리고 현재와 같은 코로나 19 등으로 인하여 온라인과 오프라인 학습을 하는 환경에서 어떤 과제를 어떤 방법으로 제시하는 것이 학생들의 수학적 창의성이나 수학에 대한 태도 함양에 도움이 되는지에 대한 연구가 필요하다.

둘째, 보다 장기간의 연구를 통하여 창의성 등의 변화에 대한 후속 연구가 필요하다. 본 연구는 19차시 수업으로 이루어진 실험 연구이다. 비교적 짧은 시간 동안 연구를 진행하여 수학적 창의성과 수학적 태도의 명확한 변화를 확인하는 것에 한계가 있어 보다 장기간의 연구에서도 같은 결과가 나오는지에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

셋째, 수학적 창의성과 수학적 태도에 대해 학생들의 심층적인 결과를 얻기 위하여 수업의 관찰이나 심층 인터뷰 형식의 질적 연구가 필요하다. 본 연구는 양적 연구로 진행하여 학생들의 수학적 창의성과 수학적 태도를 알고자 할 때, 검사지와 학습지를 활용하여 양적 연구 방법을 진행하였다. 따라서 후속연구에서는 보다 풍부한 자료를 얻기 위하여 다양한 연구 방법을 사용하여 효과성을 확인할 필요가 있다.

참 고 문 헌

강완, 김상미, 박만구, 백석윤. 오영열, 장혜원(2014). 초등수학교육론. 서울: 동명사.

고호경, 이환철, 이현숙, 이은정, 백승근, 김형식, 윤경란, 김윤정, 정시훈, 이선재, 이지혜(2015). 수학학습 실태 조사 및 개선 방안 연구. 한국과학창의재단 연구보고서.

권오남, 박정숙, 박지현, 조영미(2005). 개방형 문제 중심의 프로그램이 수학적 창의성에 미치는 효과. 수학교육, 44(2), 307-323.

교육부(2015a). 2015 수학과 개정 교육과정. 교육부.

교육부(2015b). 초등학교 교사용 지도서 수학 6-2. 서울: 천재교육.

교육인적자원부(2009). 초등학교 교사용 지도서 수학 6-가. 서울: ㈜두산.

김영아, 김성준(2013). 초등학생들의 문제해결전략에 따른 오류 유형 분석, 한국학교수학회논문집, 16(1), 113-139.

도주원, 백석윤(2019). 수학 영재아의 문제해결 활동에 대한 메타정의적 관점에서의 특성 분석. 수학교육, 58(4), 519-530.

박경미, 이환철, 박선화, 권점례, 윤상혁, 강현영 외(2015). 2015 개정 수학과 교육과정 시안 개발 연구 II. 한국과학창의재단 연구보고서.

박만구(2009). 수학교육에서 창의성의 개념 및 신장 방안. 한국수학교육학회지 시리즈 E 수학교육 논문집, 23(3), 803-822.

박만구(2018). 일반학생, 영재학생, 예비교사, 현직교사의 다전략 수학 문제해결 전략 분석, 한국수학교수학회논문집, 21(4), 419-443.

백동현, 이경화(2017). 수학적 창의성 관점에서 다중해법 간의 질적 차이 분석. 학교수학, 19(3), 481-494.

백석윤(2016). 수학 문제해결 교육. 서울: 경문사.

신현용, 한인기(1999). 수학 영재의 창의력 신장을 위한 방향 모색. 청람수학교육, 8, 15-44.

이대현(2014). 다양한 해결법이 있는 문제를 활용한 수학적 창의성 측정 방안 탐색. 학교수학, 16, 1-17.

이예진, 박만구(2020). 사회정의를 위한 수학과 도덕의 통합교수모델 개발 및 효과분석. 수학교육, 59(4), 313-329.

정혜원, 이경화(2019). 수학적 모델링 활동에서의 집단 창의성 발현 사례연구: 수학적 표현과 모델 도출 활동을 중심으로. 수학교육학연구, 29(2), 251-282.

한국교육개발원(1989). 생각하는 산수공부 5,6학년용. 한국교육개발원.

Fetterly, J. M. (2020). Fostering mathematical creativity while impacting beliefs and anxiety in mathematics. *Journal of Humanistic Mathematics, 10(2)*, 102-128.

Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and problem solving: A handbook for elementary school teachers* (2nd ed.). Boston, MA: Allyn and Bacon.

Krutetskii, V. A. (1976). *The psychology of mathematical abilities in schoolchildren*. Chicago, The University of Chicago press.

Leikin, R. (2009). *Exploring mathematical creativity using multiple solution tasks*. In R. Leikin, A. Berman, & B. Koichu (Eds.), Creativity in mathematics and the education of gifted students (pp. 129-145). Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.

Leikin, R., Anat Levav-Waynberg, A., & Guberman, R. (2011). Employing multiple-solution-tasks for the development of mathematical creativity: Two comparative studies. In M. Pytlak, T. Rowland, & E. Swoboda (Eds.). *Proceedings of the seventh Congress for European Research in Mathematics Education* (pp. 1094-1103). Rzeszow, Poland.

Lenchner, G. (1983). *Creative problem solving In school mathematics*. Boston: Houghton Mifflin Company.

Lynch, K., & Star, J. R. (2014). Views of struggling students on instruction incorporating multiple strategies in Algebra I: An exploratory study. *Journal for Research in Mathematics Education, 45(1)*, 6-18.

National Council of Supervisors of Mathematics. (NCSM) (1977). *National Council of Supervisors of Mathematics position paper on basic mathematical skills.*. Washington, D.C.: Distributed by ERIC Clearinghouse.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.

Organization for Economic Cooperation and Development [OECD]. (2019). PISA 2018: *Insights and interpretations*. OECD Publishing. Available from https://www.oecd.org

Polya, G. (1957). *How to solve it* (2nd ed.). Princeton, NJ: Princeton University Press.

Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense-making in mathematics. In D. Grouws (Ed.), *Handbook for research on mathematics teaching and learning* (pp. 334-370). New York: MacMillan.

Sriraman, B. (2009). The characteristics of mathematical creativity. *The International Journal on Mathematics Education [ZDM], 41*, 13-27.

Taspinar, Z., & Bulut, M. (2012). Determining of problem solving strategies used by primary 8, students' in mathematics class. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 46(2012)*, 3385-3389.

TIMSS and PIRLS International Study Center. (2016). *TIMSS 2015 International results in mathematics*. Available from http://timssandpirls.bc.edu

Torrance, E. P. (1995). *Why fly? A philosophy of creativity*. 이종연 역(2005). 토랜스의 창의성과 교육: 왜 높이 날려 하는가? 서울: 학지사.

Torrance, E. P. (1995). *Why fly? A philosophy of creativity*. Lee, J. Y Trans.(2005). Torrance's creativity and education: 창의성과 교육: 왜 높이 날려 하는가? 서울: 학지사.

The Effects of Mathematical Problem Solving with Multiple Strategies on the Mathematical Creativity and Attitudes of Students

Kim, Seoryeong
446, Samil-daero, Jongno-gu, Seoul, Republic of Korea
E-mail : kimsr77@sen.go.kr

Park, Mangoo†
96, Seochojungang-ro, Seocho-gu, Seoul, Republic of Korea
E-mail : mpark29@snue.ac.kr

The purpose of this study is to investigate the effects of solving multi-strategic mathematics problems on mathematical creativity and attitudes of the 6th grade students. For this study, the researchers conducted a survey of forty nine (26 students in experimental group and 23 students in comparative group) 6th graders of S elementary school in Seoul with 19 lessons. The experimental group solved the multi-strategic mathematics problems after learning mathematics through mathematical strategies, whereas the group of comparative students were taught general mathematics problem solving. The researchers conducted pre- and post- isomorphic mathematical creativity and mathematical attitudes of students. They examined the t-test between the pre- and post- scores of sub-elements of fluency, flexibility and creativity and attitudes of the students by the i-STATistics. The researchers obtained the following conclusions. First, solving multi-strategic mathematics problems has a positive impact on mathematical creativity of the students. After learning solving the multi-strategic mathematics problems, the scores of mathematical creativity of the 6th grade elementary students were increased. Second, learning solving the multi-strategy mathematics problems impact the interest, value, will and efficacy factors in the mathematical attitudes of the students. However, no significant effect was found in the areas of desire for recognition and motivation. The researchers suggested that, by expanding the academic year and the number of people in the study, it is necessary to verify how mathematics learning through multi-strategic mathematics problem-solving affects mathematical creativity and mathematical attitudes, and to verify the effectiveness through long-term research, including qualitative research methods such as in-depth interviews and observations of students' solving problems.

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97D50
* Key Words : mathematical problem solving, multi-strategic problems, mathematical creativity, mathematical attitude
† Corresponding Author