

## 창의성 신장을 위한 초등수학 과제의 유형1)

박 만 구 (서울교육대학교)

본 연구의 목적은 초등학교 수학과 교수학습에서 창의성 신장을 위하여 초등학교 교실에서 활용이 가능한 수학 과제의 유형을 분류하여 제시하는 것이다. 본 연구에서는 창의성이 풍부한 과제의 제시를 학생들의 창의적 사고를 신장시키는데 가장 중요한 부분의 하나로 보고 창의성 신장을 위한 과제의 특성과 이들을 유형별로 분류하였다. 이를 위해 그 동안 창의성과 관련하여 연구되어 온 논문과 자료들을 분석하기 위하여 미국 조지아대학의 GIL과 국내의 논문 탐색을 통하여 창의성 관련 자료를 추출하여 분석하였다. 분석 결과 수학 과제를 창의성의 요소인 독창성, 융통성, 유창성, 정교성, 민감성의 5가지의 속성을 포함하는 4가지 표현 방식에 16과제의 유형으로 분류할 수 있었다. 그리고 과제 유형과 함께 학생들의 창의성 신장을 효과적으로 돕기 위해 고려해야 할 사항들을 제안을 하였다.

### I. 서론

본 연구의 목적은 수학교육에서 창의성의 의미를 알아보고 초등학교 학생들의 창의성을 신장을 돕기 위한 수학과제의 유형을 분류하여 제시하는데 있다. 이는 학교 현장에서 교사들로 하여금 학생들의 창의성 신장을 위하여 적절한 과제를 참고하거나 개발하는데 기초를 제공하여 학생들의 창의성 신장을 위한 보다 효과적인 지도를 돕기 위한 것이다.

Robinson(2006)은 극단적으로 학교가 창의성을 죽이고 있다고 주장한다. 그러나 본 연구자는 학교 자체의 성격과 현재의 학교 교육과정이나 교수 방법들이 그의 주장을 뒷받침할 만한 이유가 있다고 인정은 하면서도 교사가 어떤 자료로 어떻게 지도하느냐에 따라서 달라질 수 있다고 본다. 그리고 Silver(1997)는 창의성은 영재들만의 전유물이 아니고 일반 학생들도 얼마든지 신

장해 나갈 수 있는 것으로 보았다. 교육에서 이런 문제들에 대한 논란이 계속되고 있지만, 이들에 대한 논의는 본 연구의 범위를 벗어나는 것이므로 더 이상 자세히 논의하지 않겠다.

창의성은 그 의미의 모호함에도 불구하고 우리 사회의 전반에서 이를 강조하고 있다. 단순한 정보를 빠르게 수집하고 분석하는 것으로는 충분하지 않다. 다른 사람들이 생각하지 못한 창의적인 디자인으로 유명한 김영세(2005)는 기능이 아무리 좋은 제품이라고 하더라도 창의적인 디자인이 뒷받침 되지 않으면 소비자의 마음을 사로잡을 수 없을 것이라고 단언하였다. 이 사실은 새로 나오는 휴대폰이나 자동차들의 디자인이 구입을 선택하는데 중요한 요소가 된다는 사실에서 확인할 수 있다. 이와 같은 현상은 산업계 전반에 걸쳐서 사활을 건 경쟁이 되고 있다(홍하상, 2006). 그리고 창의성에 기반을 둔 원천적인 아이디어의 중요성이 어느 때보다 높아지고 있다. 현재 우리가 사용하는 휴대폰을 하나 구매할 때마다 CDMA방식의 원천 특허를 가지고 있는 퀄컴이라는 회사에 대당 5%이상의 돈을 지급해야 한다. 최근의 거대 휴대폰 회사 간의 디자인 특허전쟁은 창의성에 기반을 둔 원천기술의 문제로, 독창적인 아이디어는 결국 개인의 부와 명예를 넘어서 국가의 경쟁력과도 직결된다.

이런 기조는 수학교육에서도 마찬가지인데 이는 미래를 살아갈 학생들이 단순히 주어진 문제에 대한 하나의 답을 얻는 것으로는 충분하지 않고, 다양한 해법을 찾고 자신만의 독특한 해법을 찾아 문제를 가장 효과적으로 해결하도록 요구하고 있다. 교사는 학생들로 하여금 수학과 다른 교과들과의 통합적인 사고를 하도록 하고 더 나아가 창의적인 문제를 만들면서 수학습을 하면서 희열을 맛보게 하고 수학에 대한 긍정적인 태도를 가지도록 이끌어 줄 필요가 있다.

수학교육의 흐름을 주도하고 있는 전미수학교사협회(National Council of Teachers of Mathematics, 1989, 2000)도 그 동안 21세기를 살아갈 학생들에게 수

\* 접수일(2011년 7월 22일), 수정일(2011년 8월 12일), 게재 확정일(2011년 8월 26일)

\* ZDM 분류 : D52

\* MSC2000 분류 : 97C99

\* 주제어 : 창의성, 과제유형

1) 이 논문은 2010년도 서울교육대학교 연구지원비로 수행하였음

학과 교육과정에서 적절한 수학을 강조하지 못하고 있다고 지적하였다. 학생들이 수학의 세상에 살아가면서 건전한 시민으로서 필요한 문제해결을 위한 창의적인 사고를 길러야 한다고 보고 있다.

우리나라의 수학과 교육과정에서도 21세기에 필요한 인간상으로 숙련된 단순 기능인보다는 ‘자기 주도적으로 지적 가치를 만들어 내는 자율적이고 창의적인 인간’(교육과학기술부, 2007)으로 보았다. 초등학교 수학교육에서도 학생들에게 습득해야 할 중요한 것으로 창의적인 사고와 문제해결 능력으로 보고 있다(강완, 김상미, 박만구, 백석윤, 오영열, 2009).

Landan(2007)은 미래의 교육에서 가장 중요한 부분이 창의성 교육이라고 주장하였다. 수학교육을 위한 창의성 연구를 많이 하고 있는 Sheffield(2006)는 수학교육에서 창의성을 신장시키기 위하여 풍부한 과제와 교사의 역할의 중요성을 강조하였다.

학생들은 풍부한 과제 또는 문제를 경험하게 해야 한다. 그러한 교실에 있는 창의적인 교사는 모든 것을 아는 전문가로서의 이미지에서 학생들로 하여금 스스로 사고하고 스스로 의사결정을 하는 자율적인 학습자로 여길 수 있도록 학생들을 자극하는 전문가로서의 이미지로 탈바꿈해야 한다. (p.1)

수학교육에서 이런 흐름에 맞추어 우리나라 초등학교 교과서에도 여러 가지 시도를 하고 있다. 예를 들면, 수를 하나 제시하고 답이 이 특정한 수가 되도록 하는 문제를 만들어 보도록 하게 한다든가, 단순한 연산 문제에 대하여 3가지의 서로 다른 해법을 제시하도록 하고 있다. 그러나 교과서에서의 접근 방법의 섬세함의 미흡과 교사나 학부모들의 이해 부족으로 소기의 성과를 내지는 못하는 아쉬움이 있다.

본 연구에서는 Reiter-Palmon, Illies, Cross, Buboltz 와 Nimps(2009)나 Sheffield(2006)의 주장처럼 수학교육에서 창의성 신장을 위해서는 과제의 성격이 중요하다고 본다. 또 학생들의 나이와 수준에 맞는 상황을 이용한(Aristico et al, 2010; Sak & Maker, 2005) 풍부한 과제의 개발과 이를 수업에서 적절히 활용하는 것이 중요하다고 보고 창의성 신장을 위한 수학 과제를 유형별로 분석해 보는 것이 의미가 있다고 보았다.

## II. 이론적 배경

많은 사람들이 수학을 질서 정연한 논리성과 규칙을 가지는 학문으로 여기고 주어진 문제에 대하여 정해진 답을 얻어내는 것이 중요하다고 보았다. 그래서 이런 논리성과 엄밀성만을 수학 학습의 핵심적인 성격으로 생각하기 쉽다. 따라서 독창적인 사고나 유연한 사고를 강조하는 창의성은 수학의 속성과는 거리가 먼 것으로 과거에는 오히려 수학의 학습에 방해가 된다고 보기도 하였다(Hudson, 1966, 1967; Torrance, 1963).

창의성의 명확한 정의는 이 분야에 독보적인 연구를 한 Torrance에게도 그의 40여년 연구 동안 피뎠을 정도로 명확한 정의가 쉽지 않다(Shaughnessy, 1998). 창의성과 수학 창의성, 수학적 창의성을 구분하는 경우도 있으나 본 연구에서는 이를 세분하여 구분하지 않고 다만 포괄적인 창의성의 일반적인 정의 안에서 사용하는 소재를 가능한 수학과 관련된 내용에 국한하여 수학교육에서의 창의성으로 사용하고자 하였다.

수학교육의 흐름에 가장 큰 영향을 주고 있는 수학교육 단체 중 하나로 전미수학교사협회(National Council of Teachers of Mathematics, 2000)에서도 수학교육에서 강조해야 할 것 중의 하나를 문제해결로 규정하고 문제해결에서 합리적인 의사결정을 위하여 때로는 예측의 결과를 뒤집는 예시의 사용할 것을 권고하였다(pp.303-304). 우리나라 2007 개정 수학과 교육과정(교육과학기술부, 2007)에서도 수학과 성격을 ‘수학적 개념, 원리, 법칙을 이해하고 수학적 사고 능력을 키워, 합리적이고 창의적으로 문제를 해결하는 능력과 태도를 기를 수 있다’(p.2)고 강조하면서 수학교육에서의 창의적인 사고와 태도를 강조하고 있다.

학생들의 창의성 신장을 돕기 위하여 과제의 제시가 중요한데, 창의성 신장을 위한 ‘풍부한 과제’의 특징을 알아보기 위하여 그 동안 연구한 학자들의 견해를 살펴보면 다음과 같이 요약할 수 있다(박만구, 2009). 수학과 관련한 창의성 연구에서 창의성에 대해서는 학자마다 견해가 다소 다르지만 과정과 산출물 어디에 더 중점적인 무게를 두느냐에 있다. 물론 대부분 과정과 산출물 사이에 과정에 어느 부분에 무게를 두느냐의 문제인데 과정에 중심을 둔 정의로 Poincare(1913)

와 Kruteskii(1969)를 비롯한 많은 학자들(예를 들면, Balka, 1974; Fouche, 1993; Haylock, 1987; Krulick & Rudnick, 1999; Laycock, 1970; McNulty, 1969)은 주로 쉽게 보이지 않는 다른 것들 사이의 수학적 연결을 생각해 내는 능력으로 정의하였다.

창의성의 속성 중 독창적인 사고과정을 가장 큰 특성으로 강조하는데, Kneller(1965)는 창의성에 대하여 새로운 관점에서 사물이나 현상을 볼 것을 권고하였다.

창의성은 일반적으로 말해져왔듯이 우리가 모른 것을 알아내기 위하여 우리가 알고 있는 것을 재조정하는 것으로 구성된다. 그러므로 창의적으로 사고하기 위해서는 우리가 당연하다고 여기는 것들에 대하여 새로운 시각으로 볼 수 있어야 한다.

산출물에 중점을 둔 정의로, Spraker(1960)와 다른 학자들(예를 들면, Aiken, 1973; Jensen, 1973; Balka, 1974; 조석희, 2003)은 수학 문제의 해에 대한 독특하고 일상적이지 않은 해결방법을 사용한 산출 능력으로, 과정에 대한 강조와 함께 세부 문제를 만들거나 여러 문제를 종합적으로 사고하여 보다 종합적인 문제를 만들어 내는 능력으로 보고 있다.

그리고 창의성을 구성하는 요소에 대한 다양한 견해를 가지고 있는데 McCain과 Callahan(1977)은 재정의(redefinition)을 포함하기도 한다. 본 연구에서는 일반적으로 언급하는 것으로 창의성의 요소를 독창성(originality), 유창성(flucency), 융통성(flexibility), 정교성(elaboration), 민감성(sensitivity)으로 규정하였다. 이들에 대한 간단한 정의를 한정민, 박만구(2010)가 정리한 것을 보면 다음과 같다(pp.3-4).

가. 독창성 : 기존의 것과 다르게 새롭고 독특한 아이디어를 산출하는 능력으로, 문제 해결과정에서 남다른 독특한 아이디어를 이용하여 문제를 해결하는 능력으로 반응의 상대적 희귀 빈도와 질적인 참신성 및 가치가 높을수록 독창성이 높다고 할 수 있다.

나. 유창성 : 특정한 문제 상황에서 가능한 많은 아이디어나 반응을 산출하는 능력으로, 문제를 해결하는 의미 있는 반응의 개수가 많거나 학습한 원리·법칙 및 전략을 다양한 장면의 문제 해결에 활용할 수 있는 학생은 유창성이 높다고 할 수 있다.

다. 융통성 : 고정적인 사고방식에서 벗어나 여러 각도에서 다양한 해결책을 찾아내는 능력으로, 동일한 문제를 해

결하는 과정에서 다른 학생들보다 해결하는 방법이나 전략의 수가 많거나 특정한 방법이나 전략을 이용하여 문제해결이 힘들거나 복잡할 경우 즉각 대안적인 방법이나 전략을 구상하여 문제를 해결한다면 융통성이 높다고 할 수 있다.

라. 정교성 : 기존의 아이디어에 유용한 세부사항을 추가하여 정보를 상세하면서도 일목요연하게 표현하는 능력으로, 학습을 통하여 학생들이 새로이 발견하고 이해한 개념이나 원리·법칙 및 기타 정보를 많은 사람들이 공감할 수 있도록 간결·명료하게 표현할수록 정교성이 높다고 할 수 있다.

마. 민감성 : 주변의 환경에 대해 예민한 관심을 보이고 새로운 탐색 영역을 넓히려는 성향이나 태도로, 당면한 문제 상황에서 주어진 정보와 그들 사이의 관계를 빨리 파악하고 기존의 지식과 경험을 바탕으로 문제 해결 방법이나 전략 등을 수립할 수 있는 능력이다.

우리나라에서도 수학교육에서 창의성을 길러 주기 위한 문서들과 연구들도 일부 있어 왔지만(예를 들면, 김부윤, 이지성, 2007; 김연수, 2005; 김형진, 2008; 박만구, 2009; 박배훈, 류희찬, 이기식, 김인수, 2003; 배중수, 박만구, 2007; 우종옥, 권치순, 전경원, 양일호, 양서운, 2008; 이상범, 이광필, 최상돈, 황석근, 1999; 조석희, 2003; 한현조, 황혜린, 2007; 황우형, 최계현, 김경미, 이명희, 2006; Artistico, Orom, Cervone, Krauss, & Houston, 2010; Eberle & Stanish, 1996; Kwon, Park, & Park, 2006; Lee, Whang, & Seo, 2003; Sriraman, 2008), 체계적인 접근이 부족하고 창의성 신장을 위한 과제의 특성에 대한 분석은 부족했던 것이 사실이다. 본 연구에서는 학생들의 창의성을 길러 주기 위해 소재가 될 수 있는 수학 과제를 유형별로 분류하여 그 의미를 제시하였다.

이를 위해 먼저 수학 교수학습에서 학생들의 창의성 신장을 돕기 위해 제시하는 수학 과제의 특성을 알아보는 것이 중요하다. Williams(2002)와 Sheffield(2006)가 제안한 창의적 사고를 유발하는 과제를 어떤 제한적인 정확한 수치보다는 개념적이고, 일반적이며, 다양한 답이 나오는 과제로 다음의 특성을 가지는 것으로 보았다.

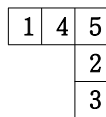
- 일반적이지 않은 답의 경로를 가진 과제
- 단선형 해법이 아닌 과제
- 정교성을 추구하는 과제

- 일관적이지 않은 부분을 간단히 점검할 수 있는 과제
- 예측할 수 없는 수학적 아이디어들을 통합하는 과제
- 모든 학생에게 접근 가능한 시작점이 있고 가장 뛰어난 학생들도 도전해 볼 수 있는 여지가 있는 과제
- 학생들로 하여금 탐구하고, 반성하고, 확장하고, 관계된 새로운 영역에 집착을 시도할 수 있는 과제
- 언어적, 기하적, 대수적, 수리적인 표현 등 다양한 표현으로 증명을 제시할 수 있는 과제
- 질문하고, 추론하고, 의사소통하고, 문제를 해결하면서 수학의 다른 영역뿐만 아니라 다른 교과와 연결 짓고 생활화에 적절히 연결이 가능한 과제
- 개인적인 반성이나 문제해결뿐만 아니라 소집단으로 협력하여 탐구할 수 있는 과제

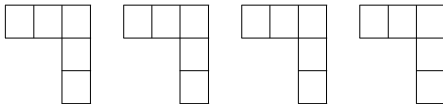
위의 제안으로 볼 때, 수학 과제는 수학적으로도 깊이가 있으면서도 학생들의 일상생활과의 관련을 지으면서 흥미를 가지고 의미있게 배울 수 있도록 할 필요가 있다. 이를 수학 교실에서 효과적으로 실현하기 위해서는 적절한 자료의 개발과 함께 자료를 어떻게 사용할 지에 대한 효과적인 교수학습 방법을 개발하여 적용하며 정책적으로도 이를 적극 지원할 필요가 있다 (남승인, 박만구, 신준식, 2010; 박교식, 1996).

그리고 창의성 신장을 위한 풍부한 과제의 개발과 함께 이를 단계별로 어떻게 적용할 것인가에 대한 연구를 지속할 필요가 있다. Sheffield(2006)는 다음과 같이 창의성을 신장시키기 위한 단계적인 방법을 제안하였다.

- 1) 가로와 세로의 합을 구하여라. 알게 된 점은 무엇인가?

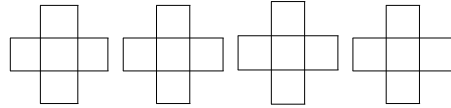


- 2) 1-5까지 적인 카드 중에서 가로와 세로 줄의 합이 같게 되도록 직사각형 안에 적당한 수를 넣어라. 몇 가지나 만들 수 있는가?

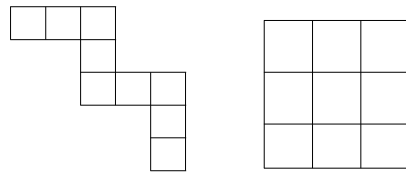


- 3) 1-5까지 적인 카드 중에서 가로와 세로 줄의 합이 같게 되도록 직사각형 안에 적당한 수를 넣어라. 몇 가지나 만들 수 있는가? 위의 문제와 이 문제를 어떻게 비교할 수 있는가? 6-10의 수를 사용한다면? 2-10의 수중에서

직사각형을 사용한다면? 5-25의 수 중에서 5의 배수를 사용한다면?



- 4) 정사각형의 개수와 패턴을 다르게 한다면? 1-9의 수를 사용하여 각 가로줄과 세로줄이 같은 수가 되도록 하여라. 다른 다이어그램이나 퍼즐을 만들어 보아라.



그러나 모든 과제의 해결에 있어서 단계적인 해결 방법만으로 접근할 필요는 없다. 고도의 창의성을 가진 수학자들은 최종의 수학적 해에 대하여 고도의 직관력을 사용하여 예측을 한 후 논리적으로 풀어가기도 하기 때문이다.

Csikszentmihalyi(1999), Hennessey(2004)와 황농문(2008)의 주장처럼 창의성은 진공상태에서 하루아침에 생기는 것이 아니고 사람과 사람, 행동, 환경 등의 상호작용 가운데 생기게 되고, 관심이 있는 부분에 고도의 집중과 몰입을 할 때 창의적인 산출물을 얻어낼 수 있게 된다. 또한 축적된 관련 분야의 지식과 특별하고 영감을 주는 삶의 경험들의 소산이라고 볼 수 있다. 따라서 창의성은 무(無)에서 유(有)를 창조하는 기적 같은 것을 생각하기 보다는 이미 학습한 지식이나 경험을 바탕으로 주어진 과제를 기존의 방식이 아닌 보다 새롭고 효율적인 방식으로 해결하는 능력으로 볼 필요가 있다.

따라서 교사는 학생들에게 기본적인 지식과 다양한 분야에 대한 폭넓은 지식을 학습하도록 격려하고, 풍부한 과제를 사용하여 교사 자신은 물론 학생들로 하여금 창의적인 사고를 하는 습성을 가지도록 격려할 필요가 있다. 그리고 학생들의 창의성을 평가할 수 있는 아이디어를 가지고 있어야 한다(Cropley & Cropley, 2007; Dulama, Alexandru, & Vanea, 2010; Torrance, 1973; Urban, 2007).

본 연구에서는 학생들의 창의성 신장을 돕기 위한

풍부한 수학 과제를 유형별로 분류하고, 창의성의 요소와는 어떤 관련이 있는지에 대한 간단한 설명과 예시들을 제시하였다.

### III. 연구방법

본 연구는 문헌연구를 기반으로 국내외에서 수학교육에서 창의성 신장을 돕기 위하여 제안한 수학 과제들을 유형화하고 창의성의 요소를 분석하였다. 이를 위하여 미국 University of Georgia 도서관시스템에서 활용하는 GIL 프로그램을 이용하여 'Creativ\*'와 'Mathematic\*'을 공통 키워드로 포함하는 전문을 볼 수 있는 논문 및 자료 3485편 중 2000년 이후의 것과 한국의 자료는 KISTI와 한국과학기술학회마을 등에서 키워드로 '창의'와 '수학'을 공통으로 포함한 한글 자료를 추출하였다. 그리고 본 연구에 관련된 자료를 추출하여 각 자료에서 제안하고 있는 수학 과제의 특성을 분석하였다. 그러나 창의성과 관련한 유명 자료들은 연도와 관계없이 참고하였다.

그리고 오프라인 자료로 조지아 대학에서 소장하고 있는 일반 창의성 관련 자료와 수학교육 관련 창의성 자료를 분석하였다. 또한 국내의 자료는 과학기술학회마을과 한국학술교육정보원에서 제공하는 창의성 관련 논문과 교사교육연수자료 및 워크숍 자료 등에서 창의성 신장을 위한 과제를 유형별로 추출하였다.

각 논문이나 자료에서 명시적으로 '창의성 신장을 위한 과제'를 제안하지 않았다 하더라도 진술한 내용을 토대로 연구자 수학 과제의 유형을 추출하여 유형별로 정리하였다. 유형의 분류는 수학교육 전문 전문가들과 의견을 반영하여 정리하였다. 과제의 유형은 크게 과제 자체를 어떻게 표현하도록 하느냐에 따라서 7개 유형, 과제의 답을 어떻게 추론하느냐에 따라서 2개 유형, 자료를 어떻게 사용하느냐에 따라서 4개 유형, 과제의 성격이 어떠하느냐에 따라서 3개의 과제의 유형으로 세분화하였다. 각 유형 사이에 공통적으로 속하는 경우는 좀 더 강한 성격을 갖는 유형으로 분류하였다.

수학과제의 유형은 창의성 관련 요소를 간단히 설명하고 각각의 예시 과제를 제시하였다. 그리고 일반적으로 '과제'는 '문제'보다는 좀 더 여러 단계의 문제

를 해결하면서 최종의 답을 얻는다면 면에서 일반적인 문제와는 그 의미가 다소 다를 수 있지만 본 연구에서는 과제와 문제를 구별이 없이 모두 과제라는 용어를 사용하였다.

### IV. 창의성 신장을 위한 수학 과제 유형

여기에서는 창의성 신장을 위한 수학 과제 유형의 분류와 각 과제 유형별 예시 과제를 제시하고 창의성의 요소를 간단히 설명하였다.

#### 1. 창의성 신장을 위한 과제 유형의 분류

수학 교수학습에서 창의성 신장을 위한 과제의 유형을 분류하기 위하여 선행의 연구 자료를 토대로 수학과제 유형을 과제 유형의 방식과 과제의 성격에 따라서 <표 1>과 같이 분류하였다.

<표 1> 창의성 신장을 위한 과제의 유형

과제 유형의 방식	과제의 성격	대표적인 창의성 관련 요소
표현 방식	다양한 해법 요구	유창성, 독창성
	해법 선호도 요구	정교성
	문장제 만들기 요구	독창성, 융통성
	유사과제 요구	정교성, 융통성
	과제의 변형 요구	정교성
	쓰기 활동 요구	독창성, 정교성
추론 방식	개방형에 대한 표현 요구	독창성, 유창성
	직관적 추론하도록 하는 요구	정교성
자료 사용 방식	일반화를 추론하도록 하는 요구	정교성, 유연성
	역할놀이 활용	정교성, 유연성
	문학작품 활용	독창성, 민감성
	퍼즐, 게임, 마술 활용	융통성, 유연성
내용의 제시 방식	다양한 자료 활용	독창성, 유연성
	고정관념을 뛰어넘는 과제	독창성, 융통성
	융합적이고 종합적인 과제	독창성, 민감성
	삶을 바꾸는 과제	독창성, 민감성

#### 2. 수학 과제 유형에 따른 예시

학생들의 창의성 신장을 위한 과제의 유형을 과제의 형식과 성격에 따라서 다음과 같이 과제 유형의 방

식에 따라서 4가지로, 그리고 이를 과제유형의 성격에 따라서 16가지로 분류하였다. 각 유형별로 간단한 설명 및 예시와 창의성의 요소를 살펴보면 다음과 같다.

[표현 방식]

(1) 다양한 해법을 요구하는 과제

창의성의 과제 중 가장 전형적인 유형으로 우리나라 수학 교과서에서도 도입을 하고 있는 과제이다. 수학교육에서 학생들로 하여금 한 과제에 대하여 다양한 수학적 해법을 요구하는 것은 학생들에게 다양하게 사고하도록 유도한다. 따라서 이는 유창성을 신장시키는데 도움을 주고, 독창적인 해법을 만들어 내도록 유도할 수 있다(남승인, 2007; Sheffield, 2006).

전통적으로 수학 과제에서는 보통은 한 가지 답을 간단히 요구하는데 반하여 이를 여러 가지의 풀이 방법을 제시하도록 한 경우이다. 그 예들을 보면 다음과 같다.

6학년 1학기 수학교과서(교육과학기술부, 2011, p.33)  
 왜  $19.6 \div 2.8 = 7$ 인지 3가지 방법으로 설명하시오.

$14 - 9 = 5$ 가 되는 이유를 여러 가지 방법으로 설명하시오.  
 (예를 들면, 내려 세기 방법, 올려 세기 방법, 10에서 9를 빼고 4에 1을 더하는 방법, 9를 4와 5로 나누어 4를 빼고 5를 10에서 빼는 방법, 각각 1을 더하여  $15 - 10 = 5$ 와 같이 계산하는 방법,....)

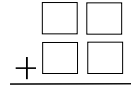
다음 곱셈을 여러 가지 방법으로 해 보시오(남승인, 2007).

①	②	③	④
$\begin{array}{r} 43 \\ \times 25 \\ \hline 215 \\ 86\phantom{0} \\ \hline 1075 \end{array}$	$\begin{array}{r} 43 \dots 1* \\ \times 25 \\ \hline 172 \dots 4 \\ 344 \dots 8* \\ \hline 688 \dots 16* \\ 1075 \end{array}$	$\begin{array}{r} 43 \quad 25 \\ 21 \quad 50 \\ \hline 10 \quad 100 \\ 5 \quad 200 \\ \hline 2 \quad 400 \\ 1 \quad 800 \\ \hline 1075 \end{array}$	$\begin{array}{r} 4 \quad 3 \quad \times \\ 0 \quad 0 \quad 2 \\ 8 \quad 6 \quad 5 \\ 2 \quad 1 \quad 5 \\ \hline 0 \quad 7 \quad 5 \end{array}$
⑤	⑥	⑦	⑧
$\begin{array}{r} 4 \quad 3 \quad \times \\ 2 \quad 1 \quad 5 \quad 5 \\ 8 \quad 6 \quad 2 \\ \hline 1 \quad 0 \quad 7 \quad 5 \end{array}$	$\begin{array}{r} 4 \quad 3 \\ \times 2 \quad 5 \\ \hline 7 \quad 5 \\ 1 \quad 0 \quad 0 \\ \hline 1 \quad 0 \quad 7 \quad 5 \end{array}$	$\begin{array}{r} 4 \quad 3 \\ \times 2 \quad 5 \\ \hline 1 \quad 0 \quad 0 \\ 7 \quad 5 \\ \hline 1 \quad 0 \quad 7 \quad 5 \end{array}$	$\begin{array}{r} 4 \quad 3 \\ \times 2 \quad 5 \\ \hline 8 \quad 6 \\ 2 \quad 1 \quad 5 \\ \hline 1 \quad 0 \quad 7 \quad 5 \end{array}$

다음은 Sheffield(2006)가 제안한 다양한 해법을 요구한 과제 유형이다.

0-9까지의 적혀있는 카드 중에서 4장을 골라 합이 가장

큰 (두 자리수 + 두 자리수)의 문제를 만들어라. 합은 얼마인가? 같은 합을 얻을 수 있는 방법은 모두 몇 가지인가?



위의 문제를 뺄셈 문제로 바꿀 수 있는가? 가장 작은 차를 만들 수 있는 방법은 몇 가지인가? 항상 가장 작은 값이 되는 일반적인 규칙을 찾을 수 있는가? 그 문제를 곱셈 혹은 나눗셈 문제로 바꿀 수 있는가?

기타의 예시는 다음과 같다.

사다리꼴의 넓이를 구할 수 있는 다양한 방법을 제시하시오.

어느 농장에 닭과 돼지가 있는데 닭과 돼지는 모두 70마리이고 다리의 개수는 모두 200개라면 닭과 돼지는 각각 몇 마리씩인지 4가지 방법으로 풀고 설명하시오.

주사위를 던져 나온 숫자가 1, 2, 3일 때, 이 세 수와 사칙연산 기호를 사용하여 여러 가지 수들을 만들어 보시오.  
 (예,  $3+2-1=4$ ,  $2+(3 \times 1)=5$ ,  $(1+2) \div 3=1$ ,....)

사칙연산, 괄호와 4를 4번 사용하여 0에서부터 10까지의 수들을 다양한 방법으로 만들어 보시오.  
 (예,  $4+4-4-4=0$ ,  $44 \div 44=$ ,....)

주어진 도형의 사분의 일을 표시하는 다양한 방법을 생각하여 나타내어 보시오.



(2) 해법에 대한 선호도를 요구하는 과제

한 과제에 대하여 여러 가지 해법의 장단점을 분석하도록 하고 여러 가지 기준에 의하여 선호도의 순위를 매길 수 있도록 요구할 수 있다. 가장 효율적인 방법을 결정하도록 하는 것은 단순히 과제를 해결하는 것보다 창의적인 사고를 하도록 요구한다. 특별히 여러 조건을 고려한 세밀한 사고를 하도록 하는 정교성을 요구하게 된다(Krulik & Rudnick, 1993, 1999; Schoenfeld, 1992).

13 ÷ 2.6을 계산하는 데 똑같이 떨어 내는 나뭇셈과 똑같이 나누는 나뭇셈 중에서 어느 방법이 더 좋다고 생각합니까? 왜 그렇게 생각합니까?(수학교과서 6-1, p.26)

위에서 제시한 43x25의 풀이 중에서 가장 효율적이라고 생각하는 것을 고르고, 그 이유를 설명하시오.

(3) 문장제로 만들도록 요구하는 과제

한 가지 또는 몇 가지 조건을 주고 문장제를 만들도록 하는 것은 학생들로 하여금 다양하게 사고하도록 한다. 문장제의 과제를 만들도록 하는 것은 창의성을 신장하는데 중요한 요소이다(Briggs & Davis, 2008; van Harpen & Sriraman, 2011). 이는 창의성의 여러 요소를 모두 포함할 수 있다. 특히, 독창성, 융통성, 민감성 등이 모두 적용될 수 있다. 학생들은 자신들의 관점에서 다른 학생들은 생각하지 못하는 과제, 보다 세련된 과제를 만들려고 하면서 창의적인 사고를 하게 된다. 더불어 자신이 만든 과제의 답을 내도록 할 수 있다.

우리나라 교과서에서도 볼 수 있는 것으로 연산식을 주고 어울리는 문장제를 만들도록 할 수 있다. 예를 들면, 다음의 예들이다.

수학교과서 6학년 1학기(p.17)

나뭇셈  $\frac{9}{10} \div \frac{2}{5}$ 에 알맞은 문제를 만들고 답을 구하시오.

다음 두 용어를 사용하여 문제를 만들어 보시오.  
“직사각형, 20%”

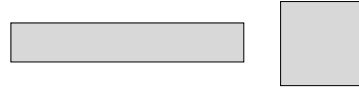
답이 6이 되는 문장제를 만드시오.

(4) 유사과제를 만들도록 요구하는 과제

Small(2009) 그리고 Krulik과 Rudnick(1993)이 제안한 것처럼 유사과제를 만들도록 요구하는 과제를 통하여 학생들은 과제의 성격을 보다 잘 이해하게 되고 어느 속성을 바꿀 수 있는지 세밀한 사고를 하게 된다. 이는 교실에서 수준별 학습을 하도록 하는데 좋은 전략 중의 하나로 정교성과 융통성을 개발하게 된다.

어느 것이 더 큰가? 어떻게 알 수 있는가?(Small, 2009,

p.13)

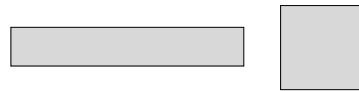


[유사과제]

어느 것의 둘레의 길이가 더 큰가? 얼마나 더 큰가?



어느 것의 넓이가 더 큰가? 얼마나 더 넓은가?



(5) 원 과제를 변형하도록 요구하는 과제

주어진 과제를 “What if...?(만일...라면 어떻게 되겠니?)”와 같은 발문을 사용하여 조건을 바꿈으로써 결과가 어떻게 달라질 수 있는지 생각하여 답을 하도록 할 수 있다(Polya, 1986; Schoenfeld, 1992; 박성선, 2002). 이와 같이 조건을 바꾸어 변형하도록 육하는 과제는 정교성을 개발하는데 도움이 될 수 있다. 예를 들면, 다음과 같은 예가 있을 수 있다.

[원래과제] 한 밑면의 한 변이 10cm인 정사각형 모양이고, 높이가 20cm인 각기둥의 부피를 구하시오.

[조건을 변형한 과제]

⇒ 각기둥이 아니고 반지름이 10cm인 원이라면 어떻게 되겠는가?

⇒ 밑면이 한 변이 10cm인 정사각형 모양의 원뿔이라면 어떻게 되겠는가?

⇒ 부피가 아니고 겹넓이를 구하라고 한다면 어떻게 되겠는가?

⇒ 한 밑면의 한 변이 20cm이고 높이가 10m라면 처음 각기둥의 부피와는 어떻게 달라지는가?

....

(6) 수학에 대한 쓰기 활동을 요구하는 과제

수학에서 저널쓰기나 기타의 쓰기활동은 학생들의 다양한 사고를 자극할 수 있다는 측면에서 창의적인 사고를 하도록 유도할 수 있다. 쓰기활동은 수학의 개념에 대한 자신의 사고를 정리하고 보다 정교화 하도록 하며, 독창적인 아이디어를 만들어 내도록 격려할 수 있다.

수학학습에서 쓰기 활동의 장려는 창의성의 요소 중 정교성의 신장뿐만 아니라 학생들의 정의적인 측면의 발달에도 도움을 줄 수 있다. Briggs와 Davis(2008)는 수학학습에서 쓰기활동의 특징을 다음과 같이 요약하였다(p.84).

- 토론의 필요를 증가시킨다.
- 지시사항을 받아 적을 필요가 있다.
- 과제를 해결하기 위한 접근 방법에 대한 근거를 적을 필요성을 증가시킨다.
- 과제영향을 주는데 포함시키거나 제외시켜야 할 요소를 정당화 하도록 한다.
- 주어진 답에 대하여 정당화의 필요성을 증가시킨다.
- 아이디어에 대하여 서로 의사소통 하도록 하는 필요를 증가시킨다.
- 배우고 있는 학습에 대하여 반성해 보도록 하는 필요를 증가시킨다.

다음은 수학학습에서 쓰기 활동 과제의 예이다.

오늘 배운 사다리꼴의 넓이를 구하는 방법에 대하여 정리하여 말해 보시오.

연산 부분에서 자신이 가장 실수를 잘하는 것은 무엇이고 그 이유는 무엇인지 써 보시오.

병원에 입원하여 학교에 나오지 못한 친구에게 오늘 수학 시간에 배운 배수를 판정하는 방법에 대하여 설명해 주시오.

오늘 배운 텔레이션과 우리의 생활 속의 적용 사례에 대하여 설명하고, 디자이너에게 질문하고 싶은 내용을 써 보시오.

(7) 개방형에 대하여 표현하도록 제시하는 과제

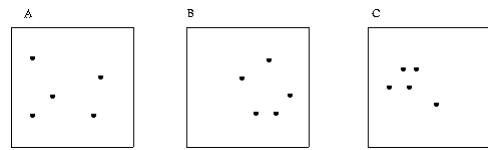
개방형 과제는 학생들로 하여금 자신이 사고할 수 있는 여유를 최대한으로 제공하게 됨으로 독창성과 유연성을 신장하는데 도움을 줄 수 있다(Sullivan, Griffioen, Gray, & Powers, 2009). 개방형 과제는 많은 경우는 정답이 정해져 있지 않게 된다. 다음은 개방형 과제의 한 예이다(Becker와 Shimada, 1997, pp.25-26)

다음은 A, B, C 학생이 구슬 던지기를 하여 구슬이 놓인 그림이다. 5개의 구슬이 흩어진 정도가 가장 적은 학생

이 승리하는 게임이라고 할 때, 누가 승리자인지 정하십시오. 세 학생의 흩어진 정도를 비교할 수 있는 좋은 수치가 있으면 편리할 것이다. 다양한 관점에서 생각해 보고, 흩어진 정도를 수치화 할 수 있는 방법을 항목화 된 문장으로 나타내어보시오.

주어진 문제의 가장 적합한 답을 찾아보시오.

그리고 우리의 생활 속에서 이와 유사한 상황의 문제를 제시하고 위의 방법을 응용하여 풀이 방법을 제시하십시오.



(평가 예시)

- 1: 두 점 사이의 길이의 최대, 최소
- 2: 5개의 점을 잇는 도형의 둘레
- 3: 5개의 점 사이의 길이의 모든 합
- 4: 5개의 점을 덮는 사각형의 넓이의 최솟값
- 5: 5개의 점을 덮는 원의 넓이의 최솟값
- 6: 5개의 점으로부터 만들어지는 삼각형의 넓이의 합

5개의 출장소에서 가장 가까운 위치에 은행을 설치하려고 한다. 각 경우에 어느 지점에 설치하여야 하는가? 그리고 A, B, C 세 가지 경우 중 각 출장소까지의 거리로 볼 때 설치하는데 가장 유리한 것은 어느 경우인가? 왜 그렇게 생각하는지 설명하여라.

[추론 방식]

(8) 최종 답을 직관적으로 추측해 보도록 장려하는 과제

대부분의 수학 학습에서 권고하는 수학과제의 해법은 Polya(1986)가 제시한 최종의 해를 향한 단계적인 접근 방법을 사용한다. 그러나 연산 문제나 문장제나 어떤 유형의 과제이든 최종의 답을 직접적인 풀이 과정을 거치지 않고 직관을 사용하여 최종의 답을 예측해 보도록 할 수 있다(van Hiele, 1986). 이는 머릿속에서 활발한 추론 및 계산을 하게 함으로써 정교성을 발달하게 할 수 있다. 그리고 이런 활동은 더 나아가 Posamentier와 Krulik(2009)이 제시한 '지적인 추측'이 가능하도록 할 것이다.

29×32의 계산을 하지 말고 가능한 정확한 계산 결과를



말해 보시오.

어느 동화책의 두 페이지의 곱이 812이었다. 두 페이지의 쪽수를 말해 보시오.

(9) 패턴을 발견하거나 일반화하도록 장려하는 과제 수학의 핵심은 패턴이라고 할 수 있다. 그리고 일반화는 산술에서 대수로 발전하는 가장 중요한 전략이다. 이 패턴의 발견 활동을 통하여 학생들은 융통성, 유연성, 정교성을 개발할 수 있다(Krulik & Rudnick, 1993; Small, 2009).

자연수 1에서부터 20개의 홀수의 합을 구하시오.  $(1+3+5+\dots+(2\times n-1) = n\times n)$

다음은 어느 달의 날짜를 나타낸 달력이다. 발견할 수 있는 수학적 사실들을 열거하여 보시오.

					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

[자료 사용 방식]

(10) 역할놀이를 활용하도록 요구하는 과제

수학적인 개념이나 연산의 의미들을 간단한 팬토마임, 연극 또는 역할놀이 등 다양한 표현 활동을 통하여 이해를 정교화해 갈 수 있다. 또한 다른 사람이 하는 동작이나 모습을 보면서 수학적 의미를 맞추도록 하는 활동도 정교성 및 유연성을 신장하도록 도울 수 있다(정경혜, 2010).

예를 들면, 다음의 예와 같은 것이 있을 수 있다.

$21 \div 3 = 7$ 의 두 가지 경우를 몸의 동작으로 표현해 보시오.(포함제, 등분제)

두 사람이 분수와 소수가 되어 자신을 소개해 보시오.

두 사람이 막대그래프와 꺾은선그래프가 되어 자신의 장점을 설명해 보시오.

(11) 문학작품을 이용하는 과제

이는 Altieri(2010)도 강조한 부분으로 문학 작품은 학생들에게 자연스런 상황을 제공하므로 학생들로 하여금 자연스럽게 주어진 상황에 빠져들도록 유도할 수 있는 장점이 있다. 이런 과제는 독창성 및 민감성을 신장하는데 도움이 될 수 있다.

베르베르(1993)의 개미라는 소설에 나오는 수열은 초등학교생들이 쉽게 접할 수 없는 것이지만 규칙성을 발견하도록 하는데 좋은 소재가 될 수 있다.

수들이 다음과 같이 어떤 규칙을 가지고 나열되어 있다. 마지막 줄에 올 수 있는 수는 얼마인가?

1  
11  
12  
1121  
122111  
?

Schwartz(1985)의 책의 소재는 학생들에게 백만의 크기에 대한 감각을 갖도록 하는데 좋은 소재가 된다. 이런 질문은 창의성의 요소 중 정교성을 신장할 수 있다.

1부터 백만까지 세려면 몇 시간이 걸리겠는가?

(12) 수학 퍼즐, 게임, 마술을 이용하는 과제

수학 교수학습에서 퍼즐이나 게임, 마술을 활용하는 것은 학생들에게 자연스럽게 수학활동에 참여하도록 유도할 뿐만 아니라 다양한 사고의 촉진 및 수학에 대한 긍정적인 태도를 갖도록 하는데 도움이 된다. 특별히 정해지지 않은 다양한 해법을 발견하거나 규칙을 바꿈으로써 융통성, 유연성 등을 개발하는데 도움이 된다(Bragg, 2006; Griffiths & Clyne, 1995). 또한 이들 속에서 수학적 아이디어를 생각하도록 하는 과제는 유연성을 요구한다.

이는 우리나라 초등학교 수학교과서에도 게임 자료를 실음으로써 학생들에게 흥미도 주려는 시도를 하고 있는 것으로, 학생들의 창의성 신장의 측면에서 보다 세련된 자료를 개발하여 제공할 필요가 있다. 이를 위해 스토쿠, 장기, 팬토미노, 쌓기나무 등 다양한 자료를 활용할 수 있다. 그리고 게임 수준의 변환에 따라서 어린 학생으로부터 성인까지 다양하게 사용이 가능하

다(삼성수학연구소, 2008)

다음은 수학 시간에 활용해 볼 수 있는 게임 자료의 예이다(송정환, 2008)

[빙고게임]

인원	4명	게임시간	10분
준비물	활동지, 주사위 3개, 필기도구, 초시계		

\* 게임 방법

1. 게임 인원은 4인 1조로 하고, 가위바위보로 순서를 정한다.
2. 활동지에 5x5 정삼각형의 각 칸에 1-50의 수 중 25개를 선택하여 하나씩 임의의 칸에 적는다(단, 중복하여 쓰지 않는다).
3. 첫 번째 사람이 3개의 주사위를 던진다.
4. 게임 참가자 전원이 제한시간 1분 동안 3개의 수를 계산하여 나온 결과를 표에 색칠한다.(단, 계산 결과표에 없다면 색칠할 수 없다.)
5. 계산이 나온 결과는 아래에 적도록 한다.
6. 다음 사람이 주사위를 던져 위 과정을 반복한다.
7. 가로, 세로, 대각선으로 직선을 먼저 만든 사람이 '빙고'를 외치면 이기게 된다.

\*게임규칙

1. 3개의 숫자를 모두 한 번씩 사용해야 한다.
2. 연산은 +, -, ×, ÷, 괄호를 사용할 수 있다.

(13) 다양한 자료를 활용하는 과제

수학 시간에 교사는 수학 교수학습을 위하여 다양한 자료를 사용할 수 있다. 이는 단순히 종이로부터 건축, 미술 등 어느 자료든 효과적으로 사용할 수 있다(Casakin, Davidovitch, & Milgram, 2010; Olson, 2011; Starko, 1995; 김연수, 2005). 자료의 사용은 학생들에게 흥미를 자극하여 보다 적극적으로 학습에 참여토록 한다. Keun과 Hunt(2006)의 주장처럼 춤과 같이 때로는 전혀 다른 영역이라고 생각되는 자료도 학생들의 창의성 신장에 도움을 줄 수 있다. 그리고 앞으로 공학의 발달은 수학 학습에서 학생들의 창의성 신장에 효과적으로 사용할 수 있다(Chen & Cheng, 2009; Duda, 2011; Hwang, et al., 2007; National Council of Teachers of Mathematics, 2000) 자료의 사용은 자신만의 아이디어를 내는 독창성과 유연성의 신장에 도움을 줄 수 있다.

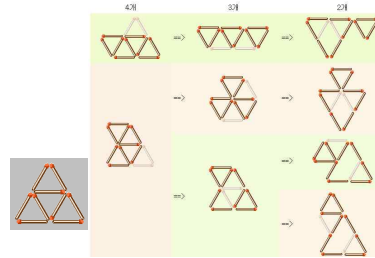
다음의 캐스트 퍼즐을 분리하고 합체하면서 자신만의 일

반적인 규칙을 발견하고 친구에게 설명하시오.



아래와 같이 주어진 9개의 성냥개비로 만든 모양에서 다음을 생각해 보도록 할 수 있다.

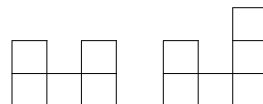
- (1) 한 번에 2개만 움직여 정삼각형이 1개 감소하여 4개가 되도록 하여라.
- (2) 다음에 또 위와 같이 한번에 2개씩 움직여 정삼각형이 그 때마다 1개씩 감소하도록 하여라. (김영관, 2011)



다음과 같이 쌓기나무로 과제를 제시할 수 있다.

쌓기나무 8개로 면과 면을 이어 붙여서 쌓을 때, 바닥을 제외한 겉넓이가 두 번째로 크게 되도록 만들어 보시오. 한 가지인가? 여러 가지라면 모두 제시하여라.

쌓기나무를 쌓아 각각 앞면과 옆면에서 보고 그린 그림이다. 쌓기나무를 최소 몇 개, 최대 몇 개로 만들 수 있는가?



[내용의 제시 방식]

(14) 상식적인 고정 관념을 뛰어 넘도록 하는 과제  
 학생들에게 너무 익숙한 과제 또는 답이 명확히 들어나는 과제는 창의성 신장을 위해서는 그리 좋은 과제가 아니다. 가능한 처음에는 낮설고 고민을 많이 하도록 하면서 해법이 기발하거나 예상을 뒤엎는 과제를 제공할 필요가 있다. 이는 학생들에게 독창성과 융통성을 신장하도록 도울 수 있다(Posamentier & Krulik, 2009). 이와 관련하여 다음의 예가 있을 수 있다.

아래 그림과 같은 9개의 점을 직선 4개로, 또는 3개의 직선으로 연결하는 방법을 생각해 말해 보시오.



길이가 같은 성냥개비 6개를 가지고 정삼각형 4개를 만들어 보시오.

(15) 융합적이고 종합적으로 사고하도록 하는 과제

수학은 과학이나 다른 교과와 통합 또는 융합적인 과제를 만들어 창의적인 사고 중 독창성과 민감성을 자극할 수 있다(박만구, 2007). 예를 들면, 학생들에게 종이로 개구리를 접어서 멀리 뛰게 하거나 한정된 자료만을 사용하여 높이를 높게 만들게 하거나 종이비행기를 어떻게 하면 더 멀리 보낼 수 있는지 등에 대한 과제를 제시할 수 있다.

종합적인 예로, 어느 도시의 인구, 인구 증가율, 자동차 보유 대수, 대기 오염 통계 등을 제시한 후 시장 선거에 나가는 연설문을 작성하려고 할 때, 수학적인 사실들을 포함한 연설문을 작성해 보도록 할 수 있다.

(16) 우리의 삶을 바꾸도록 유도하는 과제

수학 과제가 학생들에게 보다 의미 있도록 하기 위해서는 수학 과제의 해결 결과를 우리의 생활에 확장하여 적용해 보도록 할 필요가 있다. 이는 타 교과나 학문과의 융합적이고 종합적인 과제와도 관련이 있다. 학생들은 수학적 사실을 일상생활 속의 현상과 의미 있게 연결하려고 노력하는 가운데 독창성과 민감성과 같은 창의적인 아이디어를 낼 수 있다(Krulik & Rudnick, 1993; Tharp, 2005). 예를 들면, 학생들이 즐겨먹는 여러 가지 색깔의 초코렛의 색깔에 대한 선호도 통계 조사를 한 후, 회사의 관계자에게 추천의 메일을 쓰도록 하여 얻어진 사실을 실제로 제안하여 마케팅의 개선 자료로 제공할 수 있다. 이것이 학생들이 사회 속에 참여하는 ‘참여수학’(박만구, 2007)으로 이는 학생들로 하여금 수학에 참여하여 수학을 ‘하도록(do)’하여 수학의 힘을 경험하게 하는 진정한 기회를 제공해 줄 수 있다. 이런 유형의 과제는 우리의 일상생활과 직결되는 문제를 수학적 사고를 활용하여 해결해 가도록 하면서 학생들로 하여금 수학에 대한 힘을 경험하게 할 수 있다.

학생들은 Gliner(1991)의 연구에서도 밝혔듯이 자신들의 관심과 관련 있는 상황으로 제시할 때 단순히 계산하는 과제보다 흥미를 더 가지면 정답률도 높아진다. 예를 들면, 핸드폰 요금제에 대한 과제를 해결한 후 가격대비나 여러 가지 서비스 대비 가장 유리한 요금제의 순위를 제시하도록 하여 실제로 휴대폰의 선택에 실제적으로 참고하도록 할 수 있다. 그리고 패턴이나 테셀레이션에 관한 과제로 실제 유명 가방 디자인의 무늬를 분석하게 할 수 있다. 수학적 아이디어를 활용한 새로운 디자인을 소그룹 단위에서 만들어 보게 한 후 학급 전체에서 최우수 디자인을 만들어 가방 디자이너를 면담하고 새로운 디자인을 제공하도록 할 수 있다.

지금까지 학생들의 창의성 신장을 도울 수 있는 여러 유형의 수학 과제들을 알아보았다. 그런데 이런 과제를 가지고 교사가 교실에서 어떻게 활용하느냐가 중요하다. 그리고 집단의 성격에 따라서 창의성이 다르게 자극 받을 수 있으므로(Brophy, 2006), 학생 개인의 문제해결에 어울리는 과제와 소그룹에 어울리는 과제를 적절히 제공할 필요가 있다.

학생들의 창의성 신장을 효과적으로 돕기 위해서는 위와 같은 다양한 과제의 제시와 함께 교사가 교실에서 학생들에게 하는 발문도 중요하다(Small, 2009). 그리고 교사와 학부모의 동기유발 및 학생의 능력에 대한 긍정적인 신뢰감도 중요하다(Cho & Lin, 2011). Krulick과 Rudlick(1999)은 수학학습에서 창의성을 신장시킬 수 있는 방법으로 다음과 같은 발문을 하도록 할 것을 권장하였다(박성선, 2002, p.68).

- What's another way?(다른 방법으로 풀 수는 없겠니?)
- What if...?(만일 ...라면 어떻게 되겠니?)
- What's wrong?(무엇이 잘못되었니?)
- What would you do?(너라면 무엇을 하겠니?)

이와 같은 가정적인 발문은 주어진 과제를 분석하도록 하고 더 정교하게 이해하는데 도움이 된다. 이는 창의성의 요소 중 정교성의 신장에 도움을 줄 수 있다.

그런데 수학에서 창의성의 신장도 황농문(2008)이 제안하듯이 끊임없이 생각하고 집중하여 몰입하는 과정이 필요하다고 본다. 그는 과학 문화 연구소 이인식 소장의 말을 재인용하면서 다음과 같이 기술하고 있다.

천재의 수수께끼에 도전한 인지과학들은 천재나 범인, 모두 문제 해결 방식이 동일한 과정을 밟는다는 사실을 밝혀냈다. 다시 말해 천재와 보통사람 사이의 지적 능력 차이는 질보다는 양의 문제라는 것이다 (p.21).

뉴턴의 만유인력 법칙도 우연히 사과나무에서 사과가 떨어지는 것을 보고 발견했다기 보다는 그의 장기간에 걸친 숙고와 몰입이 순간적인 영감과 함께 종합적으로 만들어진 결과라고 볼 수 있다. 이는 교실에서 학생들의 수학적 창의성 신장에 관심을 가지는 교사들에게도 시사하는 바가 크다. 수학에서의 창의성도 많은 수학 지식과 경험의 축적을 거쳐서 창의성을 자극할 수 있는 수학적 과제와 문제해결에 몰입하는 동안에 창의적인 사고를 신장해 갈 수 있다.

## V. 결론

연구의 결과 창의성과 관련한 각 논문이나 문서들에서는 다양한 주장과 제안을 하고 있었다. 그러나 대부분 학생들의 창의성 신장을 위해서는 창의성 신장을 위한 ‘풍부한 과제’를 제공할 것을 권고하였다. 본 연구에서는 선행 연구를 기반으로 창의성 신장을 위한 과제들의 특징을 중심으로 16개의 유형으로 분류하여 제시하였다.

그 유형은 (1) 다양한 해법을 요구하는 과제, (2) 해법에 대한 선호도를 요구하는 과제, (3) 문장체로 만들도록 요구하는 과제, (4) 유사과제를 만들도록 요구하는 과제, (5) 원 과제를 변형하도록 요구하는 과제, (6) 수학에 대한 쓰기 활동을 요구하는 과제, (7) 개방형으로 제시하는 과제, (8) 최종 답을 직관적으로 추측해 보도록 장려하는 과제, (9) 패턴을 발견하거나 일반화하도록 장려하는 과제, (10) 역할놀이를 활용하는 과제, (11) 문학작품을 이용하는 과제, (12) 수학 퍼즐, 게임, 마술을 이용하는 과제, (13) 다양한 자료를 활용하는 과제, (14) 상식적인 고정 관념을 뛰어 넘도록 하는 과제, (15) 융합적이고 종합적으로 사고하도록 하는 과제, (16) 우리의 삶을 바꾸도록 유도하는 과제 등이었다.

그러나 학생들에게 이러한 과제만 제시하는 것으로는 충분치 못하므로 교사가 교수학습 과정에서 적절한 역할이 중요하다. 수학교육에서 창의성 신장을 위한 풍부한 과제의 제시와 함께 고려해야 할 제안점은 다

음과 같다.

첫째, 교사들의 수학 교수학습관에 대한 재정립이 필요하다. 아무리 좋은 과제와 프로그램이라고 하더라도 교사의 적절한 지도가 없이는 효과적인 성과를 거두기는 쉽지 않다. 학생들의 창의성을 신장하도록 돕기 위해서는 전통적인 교수-학습 방법은 서로 어울리지 않는다. 학습자를 피동적인 인간으로 보기 보다는 스스로 사고하고 능동적으로 학습해 갈 수 있다는 구성주의적인 관점으로 교수-학습을 볼 필요가 있다.

이런 관점에서 학생들은 자신들이 이미 가지고 있는 지식망 속에 새로운 지식을 통합하고 확장해 가면서 새로운 지식을 구성해 가게 된다. 따라서 교사는 학생들 ‘가르치기’보다는 학생 스스로 사고하고 ‘구성해 가도록’ 도울 필요가 있다. 교수-학습도 교사가 이미 만들어 놓은 지도안을 가지고 그대로 따라하기 보다는 학생들과 활발한 상호작용을 하면서 ‘만들어 가는’ 교수-학습을 할 필요가 있다. 이런 환경 속에서 학생들은 보다 활발하게 창의적인 사고를 하도록 격려 받게 된다.

둘째, 교사는 수학 교수-학습에 있어서 ‘교과서적인’ 과제와 함께 학생들의 호기심을 자극할 수 있는 창의성을 자극할 수 있는 ‘풍부한 과제’를 제시할 필요가 있다. 매 수업 시간에 모든 과제를 이런 과제로 제시할 수는 없으므로 한 달에 한 번이라도 이런 성격의 과제를 제공할 필요가 있다. 그리고 가능하면 학생들에게는 처음 접하는 과제를 제시할 필요가 있다. 때에 따라서 이런 과제들은 정답이 없을 수도 있을 것이다. 따라서 교사는 과제의 정답을 내는 자체뿐만 아니라 과제를 해결해 나가는 과정에 중요성을 부여할 필요가 있다. 그리고 수학 과제는 문제풀이로만 끝나지 않고 때로는 우리의 생활에 직접적으로 적용이 가능한 것이어야 한다. 예를 들면, 통계와 관련한 학습에서 식당의 메뉴를 학생들에게 가장 적합한 것이 되려면 어떠한 할지에 대한 과제에서 최종적으로는 식당의 메뉴를 권고하여 바꾸어 나갈 수 있도록 할 필요가 있다. 이런 ‘생활을 바꾸는’ 수학을 학생들이 경험할 때, 수학의 힘을 경험하게 될 것이다.

셋째, 교사가 학생들의 창의성을 신장시키기 위해서는 수학적 성격이 강한 문제에만 한정하기 보다는 Briggs와 Davis(2008)의 제안처럼 문학작품, 연극, 영화, 스토리텔링, 게임, 체육, 미술 등을 이용하는 방법

들을 다양하고도 종합적으로 활용할 필요가 있다. 특별히 최근에는 융합적인 사고를 중시하고 있으므로 여러 학문 영역을 아우르는 융합적인 과제를 개발하여 제시할 필요가 있다. 모든 산업의 전반에서도 융합적인 제품들이 속속 나오고 있는데, 예를 들면, 멀티미디어 기능의 휴대폰, 물고기의 비늘을 응용한 전신 수영복, 디자인, 역학, 기능성 등을 종합한 건축물 등 다양한 예를 볼 수 있다. 학생들은 수학 시간에 수학에 대한 계산을 위주로 하는 문제풀이뿐만 아니라 보다 통합적이고 융합적으로 사고할 수 있는 기회를 보다 많이 가질 필요가 있다. 그리고 다양한 매체의 활용을 포함하여 학생들이 그들의 창의성을 신장해 갈 수 있는 창의성 신장을 위한 ‘풍부한 자료’의 개발이 계속되어야 한다.

넷째, 교사는 학생들의 반응에 대하여 Brookhart(2010), Hennessey(2004)이나 Kaufman과 Beghetto(2010)가 제안한 것처럼 창의성의 정도를 판단할 수 있어야 하고, 교실에서 학생들의 창의성을 효과적으로 신장시킬 수 있는 아이디어를 계속적으로 개발하면서 동기유발을 시켜야 한다. 이는 학생들로 하여금 자신들의 생각을 브레인스토밍 방법으로 제안하도록 하고, 각 학생들의 해법 중에서 가장 효과적인 것에 대한 논의를 통하여 순위를 정하도록 하는 것을 포함할 수 있다. 이런 활동은 학생들로 하여금 보다 정교한 사고를 하도록 요구한다.

다섯째, 대학입시를 비롯한 학교 단위에서의 수학 평가 체제를 바꿀 필요가 있다. Harris(2010)와 van Harpen과 Sriraman(2011)이 지적한대로 다른 아시아 국가들처럼 창의성 신장을 위한 교실 수업의 내용과 평가의 내용 사이에 갭등을 경험하고 있다. 학생들의 수학 학습이나 사고는 평가의 유형에 영향을 받을 수밖에 없다. 아무리 창의성을 강조한 수업을 하더라도 평가가 이를 뒷받침하지 못한다면 학생들의 창의성을 신장시키기에는 효과적일 수 없을 것이다.

마지막으로, 교사나 학부모가 스스로 창의적인 생각이나 행동을 보여 줄 필요가 있다. 이는 Chiu(2009), Piirto(2007), 그리고 Teo와Waugh(2010)도 제안한 것으로 학생들의 창의적 사고 경향은 교사나 학부모의 창의적 사고 경향에 많은 영향을 받는다. 자신들은 그렇지 않으면서 교사나 학부모가 학생들이나 자녀들에게 창의적인 사고를 하도록 강요한다고 하여 학생들이

변하기는 쉽지 않을 것이다. 그리고 학생의 오류에 대하여 이를 창의적인 사고의 유발을 위한 소재로 사용하면서 계속적으로 나름대로의 생각을 해 갈 수 있도록 격려를 할 필요가 있다. 특히 교사는 평소의 수업에서 창의성을 신장시키기 위한 수업이 어떻게 가능할지에 대하여 끊임없이 고민하고 창의성 관련 교사연수나 교사 동호인 모임을 통하여 교실에서 적용 가능한 전략과 실천사례들을 공유해 갈 필요가 있다. 그리고 교육대학이나 사범대학에서 예비교사들에게 ‘창의적으로 가르치는’(Bolden, Harris, & Newton, 2010) 것에 대한 체계적인 교육이 필요하고, Sternberg(2006)의 주장대로 일상생활에서 창의적인 사고를 습관화하도록 할 필요가 있다. Robinson(2006)은 학교 교육이 오히려 창의성을 죽인다고 주장하지만 교사와 학부모 그리고 사회가 어떻게 하느냐에 따라서 단위 학습에서 교사의 역할에 따라서 충분히 달라질 수 있다는 여지는 남기고 있다. 교사가 단위 수학 수업에서 어떤 자료로 어떻게 하느냐에 따라서 학생들의 창의적인 사고 신장에 지대한 영향을 주게 됨을 인지하고, 학습 과정에서 학생들이 그들의 ‘만들어 냄’의 희열을 맛보도록 해야 한다. 더 나아가 거시적으로는 학교 및 사회의 모든 시스템을 학생들의 창의성 신장을 위하여 효과적으로 지원하고 격려하도록 할 필요가 있다.

## 참 고 문 헌

- 강원, 김상미, 박만구, 백석윤, 오영열 (2009). 초등수학교육론. 서울: 경문사.
- 교육과학기술부 (2007). 개정 2007 수학과 교육과정. 서울: 교육과학기술부.
- 교육과학기술부 (2011). 초등학교수학교과서(6-1). 서울: (주)두산동아.
- 김부운, 이지성 (2007). 수학적 창의성에 대한 관점 연구. 수학교육, 46(3), 293-302.
- 김연수 (2005). 내 아이의 창의력을 깨워 주는 종이접기. 서울: 교학사.
- 김영관 (2011). 성냥개비 퍼즐. [http://user.chollian.net/~badang25/match/match01\\_an.htm](http://user.chollian.net/~badang25/match/match01_an.htm)에서 2011년 6월 1일 발췌.
- 김영세 (2005). 이노베이터: 트렌드를 창조하는 자. 서

- 울: 랜덤하우스코리아.
- 남승인 (2007). 수학 창의성 어떻게 기를 것인가? 경북창의성교육연구회 발표 원고.
- 남승인, 박만구, 신준식 (2010). 초등학교에서 창의성 신장을 위한 교수학습 방안. 서울: 교학사.
- 박교식 (1996). 우리나라 초등학교 수학 교수학습에서 볼 수 있는 몇 가지 특징. 대한수학교육학회논문집, **6(2)**, 99-113.
- 박만구 (2007). 참여수학을 통한 수학교육 활성화를 위한 모델 개발. 한국학교수학회논문집, **10(4)**, 567-571.
- 박만구 (2009). 수학교육에서 창의성 신장 방안. 수학교육논문집, **23(3)**, 803-822.
- 박배훈, 류희찬, 이기식, 김인수 (2003). 창의성 신장을 위한 새로운 수학교육평가 방안에 관한 연구. 학교수학, **5(1)**, 1-15.
- 박성선 (2002). 수학적 창의성 신장을 위한 탐구학습에 관한 소고. 초등수학교육, **6(2)**, 65-74.
- 배종수, 박만구 (2007). 수학 영재선발 문항분석 및 문항개발의 개선 방안. 제 38회 한국수학교육연구대회 프로시딩, **38**, 51-66.
- 베르베르, 베르나르 (1993). 개미2. 이세옥 역. 서울: 열린책들.
- 삼성수학연구소 (2008). 창의영재 수학퍼즐. 서울: 삼성출판사.
- 송정환 (2008). 초등수학 게임 자료. 한국초등수학교육연구회 2008년 연수자료집. 한국초등수학교육연구회.
- 우종욱, 권치순, 전경원, 양일호, 양서운(공역) (2008). 창의적 문제해결을 키워라. 서울: 대교출판사.
- 이상범, 이광필, 최상돈, 황석근 (1999). 과학영재교육센터 학생선발문항 분석 및 선발 방법에 대한 제언. 한국과학교육학회지, **19(4)**, 604-621.
- 정경혜 (2010). 드라마 활동이 분수의 개념 이해에 미치는 영향. 서울교육대학교 석사학위 논문.
- 조석희 (2003). 창의성 계발을 위한 수학영재 교육방안. 대한수학교육학회 수학교육연구대회논문집, **1-21**.
- 한정민, 박만구 (2010). 수학 창의성 관점에서 본 교사의 발문 분석. 한국초등수학교육학회지, **14(3)**, 865-885.
- 한헌조, 황혜린 (2007). 초등 창의사고력 수학 팩트. 서울: 매스티안.
- 황농문 (2008). 인생을 바꾸는 몰입. 서울: 랜덤하우스.
- 홍하상 (2006). 이건희, 세계 인재를 구하다. 서울: 북폴리오.
- 황우형, 최계현, 김경미, 이명희 (2006). 수학교육과 수학적 창의성. 수학교육논문집, **20(4)**, 561-574.
- Eberle, B., & Stanish, B. (1996). *CPS for kids: A resource book for teaching creative problem-solving to children*. Waco, TX: Prufrock Press.
- Aiken, L. R. (1973). *Ability and creativity in mathematics*. ERIC Document Reproduction Service No. ED 077 730.
- Artistico, D., Orom, H., Cervone, D., Krauss, S., & Houston, E. (2010). Everyday challenges in context: The influence of contextual factors on everyday problem solving among young, middle-aged, and older adults. *Experimental Aging Research*, **36(2)**, 230-247.
- Atliere, J. L. (2010). *Literacy+Math=Creative connections in the elementary classroom*. Newark, DE: International Reading Association.
- Balka, D. S. (1974). *The development of an instrument to measure creative ability in mathematics*. Unpublished doctoral dissertation, University of Missouri.
- Becker, J., & Shimada, L. (1997). *The open-ended approach*. Reston, VA: NCTM
- Bolden, D. S. and Harries, A. V., & Newton, D. P. (2010) Pre-service primary teachers' conceptions of creativity in mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, **73(2)**, 143-157.
- Bragg, L. A. (2006). *The impact of mathematical games on learning, attitudes, and behaviours*. Unpublished doctoral thesis, La Trobe University, Melbourne.
- Briggs, M., & Davis, S. (2008). *Creative teaching mathematics*. New York, Routledge.
- Brookhart, S. M. (2010). *How to assess higher-order thinking skills in your classroom*. Alexandria, VA: ASCD.

- Brophy, D. R. (2006). A comparison of individual and group efforts to creatively solve contrasting types of problems. *Creativity Research Journal*, 18(3), 293-315.
- Casakin, H., Davidovitch, N., & Milgram, R. M. (2010). Creative Thinking as a Predictor of Creative Problem Solving in Architectural Design Students. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 4(1), 31-35.
- Chen, Y., & Cheng, K. (2009). Integrating computer-supported cooperative learning and creative problem solving into a single teaching strategy. *Social Behavior and Personality*, 37(9), 1283-1296.
- Chiu, M. S. (2009). Approaches to the teaching of creative and non-creative mathematical problems. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(1), 55-79.
- Cho, S., & Lin, C. Y. (2011). Influence of family processes, motivation, and beliefs about intelligence on creative problem. *Roeper Review*, 33(1), 46-58.
- Cropley, A., & Cropley, D. (2007). Using assessment to foster creativity. In A. G. Tan(ed.), *Creativity: A handbook for teachers* (pp.209-230). New Jersey: World Scientific.
- Csikszentmihalyi, M. (1999). Finding flow. 이희재 역, *몰입의 즐거움*. 서울: 해냄.
- Duda, J. (2011). Mathematical creative activity and the graphic calculator. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 18(1), 3-14.
- Dulama, M. E., Alexandru, D., & Vanea, C. (2010). Studying the degree of creativity of preschool children drawings. *Acta Didactica Napocensia*, 3(4), 85-96.
- Fouche, K. K. (1993). *Problem solving and creativity: Multiple solution methods in a cross-cultural study in middle level mathematics*. Unpublished doctoral dissertation, University of Florida.
- Gliner, G. S. (1991). Factors contributing to success in mathematical estimation in preservice teachers: Types of problems and previous mathematical experience. *Educational Studies in Mathematics*, 22(6), 595-606.
- Griffiths, R., & Clyne, M. (1995). Games: A context and a medium for learning. In J. Wakefield & L. Velardi (Eds.), *Celebrating mathematics learning* (pp.191-195). Melbourne: The Mathematical Association of Victoria.
- Harris, C. R. (2001). Fostering creativity in the Asian-Pacific child K-8: Identification, strategies, implications. In M. D. Lynch & C. R. Harris(eds.), *Fostering creativity in children, K-8: Theory and practice* (pp.101-112). Boston: Allyn and Bacon.
- Haylock, D. W. (1987). A framework for assessing mathematical creativity in schoolchildren. *Educational studies in mathematics*, 18, 59-74.
- Hennessey, B. A. (2004). *Developing creativity in gifted children: The central importance of motivation and classroom climate*. The National Research Center on the Gifted and Talented, Storrs, CT: University of Connecticut.
- Hudson, L. (1966). *Contrary imaginations*. Methuen, London.
- Hudson, L. (1967). *Contrary imaginations: A psychological study of the English schoolboy*. Harmondsworth: Penguin.
- Hwang, W.-Y., Chen, N.-S., Dung, J.-J., & Yang, Y.-L. (2007). Multiple representation skills and creativity effects on mathematical problem solving using a multimedia whiteboard system. *Educational Technology & Society*, 10(2), 191-212.
- Jensen, L. R. (1973). *The relationships among mathematical creativity, numerical aptitude and mathematical achievement*. Unpublished doctoral dissertation, University of Texas at Austin.
- Kaufman, J., & Beghetto, R. A. (2010). Creativity in the classroom coda: Twenty key points and

- other insights. In J. Kaufman, & R. A. Beghetto (ed.), *Nurturing creativity in the classroom* (pp. 415-424). NY: Cambridge University Press.
- Keun, L., & Hunt, P. (2006). Creative dance: Singapore children's creative thinking and problem-solving responses. *Research in Dance Education, 7(1)*, 35-65.
- Kneller, G. (1965). *The art and science of creativity*. London: International Thomson Publishing.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and problem solving: A handbook for elementary school teachers*. Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1999). Innovative tasks to improve critical and creative thinking skills. In L. V. Stiff & F. R. Curcio (Eds.), *Developing mathematical reasoning in grade k-12* (pp. 138-145). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Kruteskii, V. A. (1969). Mathematical aptitude. In J. Kilpatrick & I. Wirzup (Eds.), *Soviet studies in the psychology of learning and teaching mathematics* (Vol. II, pp. 113-128). Chicago: University of Chicago Press.
- Kwon, O. N., Park, J. H., & Park, J. S. (2006). Cultivating divergent thinking in mathematics through an open-ended approach. *Asia Pacific Education Review, 7(1)*, 51-61.
- Landan, E. (2007). Education toward the future: Asking question. In A. G. Tan(ed.), *Creativity: A handbook for teachers* (pp.187-192). NJ: World Scientific.
- Laycock, M. (1970). Creative mathematics at Nueva. *Arithmetic Teacher, 17*, 325-328.
- Lee, G. S., Whang, D. J., Seo, J. J. (2003). A development of the test for mathematical creative problem solving ability. *Research in Mathematical Education, 7(3)*, 163-189.
- McCain, T. C., & Callahan, J. F. (1977). Creativity and the elementary school teacher. In J. F. Callahan & L. H. Clark (Eds.). *Teaching in the elementary school* (pp. 283-304). New York: Macmillan Publishing Co., Inc.
- McNulty, R. C. (1969). *Children, mathematics and creativity*. Unpublished M. A. dissertation, University of Exeter.
- National Council of Teachers of Mathematics (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- Olson, A. T. (2011). *Mathematics through paper folding*. Retrieved on July 1, 2011 at <http://www.arvindguptatoys.com/arvindgupta/paperfolding.pdf>.
- Piirto, J. (2001). How parents and teachers can enhance creativity in children. In M. D. Lynch & C. R. Harris (eds.), *Fostering creativity in children, K-8: Theory and practice* (pp.187-192) Boston: Allyn and Bacon.
- Poincare, H. (1913/1982). *과학의 방법* (오병승 외 역). 단국대학교 출판부.
- Polya. G. (1986). *어떻게 문제를 풀 것인가?* (우정호 역). 서울: 천재교육.
- Posamentier, A. S., & Krulik, S. (2009). *Problem solving in mathematics grades 3-6: Powerful strategies to deepen understanding*. Thousand Oaks, CA: Corwin.
- Reiter-Palmon, R., Illies, M. Y., Cross, L. K., Buboltz, C., Nimps, T. (2009). Creativity and domain specificity: The effect of task type on multiple indexes of creative problem-solving. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 3(2)*, 73-80.
- Robinson, K. (2006). *Schools kill creativity*. TED Video Series.
- Sak, U., & Maker C. J. (2005). Divergence and convergence of mental forces of children in open and closed mathematical problems. *International Education Journal, 6(2)*, 252-260.
- Schoenfeld, A. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition,



- and making sense in mathematics. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research in mathematics teaching and learning* (pp.334-370). NY: Macmillan.
- Schwartz, D. M. (1985). *How much is a million?* New York: Scholastic.
- Shaughnessy, M. F. (1998). An interview with E. Paul Torrance: About creativity. *Educational Psychology Review*, 10(4), 441-452.
- Sheffield, L. J. (2006). Developing mathematical promise and creativity. *Proceedings of the 11th international seminar on education of gifted students in mathematics*. 1-7.
- Silver, E. A. (1997). Fostering creativity through instruction rich in mathematical problem solving and problem posing. *ZDM*, 29(3), 75-80.
- Small, M. (2009). *Good questions: Great ways to differentiate mathematics introduction*. NY: Teachers Collage Press.
- Spraker, H. S. (1960). *A study of the comparative emergence of creative behavior during the process of group and individual study of mathematics*. Unpublished doctoral dissertation, University of Michigan.
- Sriraman, B. (2008). The characteristics of mathematical creativity. In B. Sriraman(ed.). *Creativity, giftedness, and talented development in mathematics* (pp.1-31) Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Starko, A. J. (1995). *Creativity in the classroom: School curious delight*. Longman Publishers USA.
- Sternberg, R. J. (2006). *Creativity is a habit*. *Education Week*, 25(24), 47-64.
- Sullivan, P., Griffioen, M., Gray, H., & Powers, C. (2009). Exploring open-ended tasks as teacher learning. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 14(2), 4-9.
- Teo, L. K. C., & Waugh, R. F. (2010). A rasch measure of fostering creativity. *Creativity Research Journal*, 22(2), 206-218.
- Tharp, T. (2005). *The creative habit: Learn it and use it for life*. New York: Simon & Schuster.
- Torrance, E. P. (1963). *Education and the creative potential*. Minneapolis, MN: Univ. of Minnesota Press.
- Torrance, E. P. (1973). *The Torrance tests of creative thinking: Technical-norms manual*. Bensenville, IL: Scholastic Testing Services.
- Urban, K. K. (2007). Assessing creativity: A componential model. In A. G. Tan(ed.). *Creativity: A handbook for teachers* (pp.167-184). New Jersey: World Scientific.
- Van Harpen, X. Y., & Sriraman, B. (2011). *Creativity and mathematical problem posing: An analysis of high school students' mathematical problem posing in china and the united states*. Retrieved on June 5, 2011. Available at [http://www.umt.edu/math/reports/sriraman/2011\\_abstract\\_11.html](http://www.umt.edu/math/reports/sriraman/2011_abstract_11.html).
- Van Hiele, P. M. (1986). *Structure and insight: A theory of mathematics education*. London, Academic Inc.
- Williams, G. (2002) *Identifying tasks that promote creative thinking in mathematics: A tool*. Paper accepted as a research report for the Mathematical Education Research Group of Australasia Conference. Auckland, New Zealand.

## Mathematical Task Types to Enhance Creativity

**Park, Mangoo**

Department of Mathematics Education, Seoul National University of Education  
1650 Seocho-Dong, Seocho-Gu, Seoul, 137-742, South Korea  
E-mail : mpark29@snue.ac.kr

The purpose of this research was to analyze mathematical task types to enhance creativity. Creativity is increasingly important in every field of disciplines and industries. To be excel in the 21st century, students need to have habits to think creatively in mathematics learning.

The method of the research was to collect the previous research and papers concerning creativity and mathematics. To search the materials, the researcher used the search engines such as the GIL and the KISTI.

The mathematical task types to enhance creativity were categorized 16 different types according to their forms and characteristics. The types of tasks include (1) requiring various strategies, (2) requiring preferences on strategies, (3) making word problems, (4) making parallel problems, (5) requiring transforming problems, (6) finding patterns and making generalization, (7) using open-ended problems, (8) asking intuition for final answers, (9) asking patterns and generalization (10) requiring role plays, (11) using literature, (12) using mathematical puzzles and games, (13) using various materials, (14) breaking patterned thinking, (15) integrating among disciplines, and (16) encouraging to change our lives.

To enhance students' creativity in mathematics teaching and learning, the researcher recommended the followings: reshaping perspectives toward teaching and learning, developing and providing creativity-rich tasks, applying every day life, using open-ended tasks, using various types of tasks, having assessment ability, changing assessment system, and showing and doing creative thinking and behaviors of teachers and parents.

---

\* ZDM Classification : D52

\* 2000 Mathematics Subject Classification : 97C99

\* Key Words : Creativity, Task types