

## 영재 학생과 일반 학생의 수학 창의성과 수학 자기효능감에 대한 차이에 관한 연구<sup>1)</sup>

서 종 진 (목원대학교)

황 동 주 (단국대학교 대학원)

본 연구는 이강섭·황동주·서종진(2003)의 개방형적인 접근의 수학 창의성 반응에 따라 수학적 자기효능감의 차이를 조사한 것이다. 수학적 자기효능감이 높다고 하더라도 독창성이나 창의성에서는 낮은 점수를 받은 학생이 있으며, 수학적 자기효능감이 낮은 학생일지라도 유창성에서는 높게 나타나는 경우가 있다. 그러므로 수학 창의성은 수학적 자기효능감과 다른 특별한 능력이고 수학 창의성 중에서 유창성은 아마 동기 능력과 관련이 있을 것이다. 본 연구에서는 수학 창의성 교수학습 방법을 개발하는데 있어 인지적인 요인뿐만 아니라 동기적인 요인도 포함하여 개발하여야 할 것이다.

### 1. 서 론

수학을 학습하는데 있어서, 학생들 자신이 세운 목표에 얼마만큼 도달하였는지, 그 목표에 도달하기 위하여 얼마나 노력을 하였는지, 목표에 도달하기 위해 과제를 수행하면서 자신의 능력에 얼마나 자신감을 가지는가는 수학 학습에서 중요한 요소가 된다. 학생들에게 어떠한 수학 과제가 주어졌을 때, 그 과제를 수행함에 있어서 처음부터 포기하고 문제를 해결하려고 노력을 거의 하지 않는 학생들이 있는 반면, 포기하지 않고 문제를 해결하려고 노력하는 학생들이 있다. 이러한 행동들은 문제를 전혀 이해하지 못하거나, 자신의 능력에 대하여 잘 인지하지 못하는데서 비롯된다고 할 수 있을 것이다. 어떤 수학 문제가 주어졌을 때에, 문제를 해결할 수 있다는 어느 정도의 자신감은 주어진 문제 해결에 필요한 행동의 시발점이 되어 문제를 해결하기 위하여 노력을 하게 될 것이고, 문제 풀이의 정확성에 대하여 어느 정도의 확신감을 가지게 될 것이다. 이와 같이 주어진 목표달성에 필요한 행동을 실행하고 자신의 능력에 대한 개인의 신념은 주어진 과제나 행동을 성공적으로 수행하는데 영향을 미칠 것이다.

자기효능감(self-efficacy)은 주어진 과제를 성공적으로 수행하는 데 필요한 신념으로(Bandura, 1997), 높은 효능감을 가진 사람은 어려운 과제나 힘든 과업에 더 많은 노력을 하려는 경향이 있으

1) 이 논문은 한국수학교육학회 시리즈 D <수학교육연구> 제 8권 제3호 (통권 19호)에 게재된 논문인 Difference between Gifted and Regular Students in Mathematical Creativity and Mathematical Self-Efficacy를 번역한 것입니다.

며, 장애물을 극복하기 위하여 지속하려는 경향이 있다(Bandura, 1997). 이러한 자기효능감은 모든 사회계층, 인종집단과 성별에 무관하게 영재아들은 대체적으로 학문적인 면에서 높게 나타나고 있으며(Ablard 1997; Chan 1988; Chapman & McAlpine 1988; Hoge & Renzulli 1993; van Tassel-Baska, Olszewski-Kubilius & Kulieke 1994; Wright & Leroux 1997), 비교적 낮은 효능감을 가진 사람은 그들의 능력에 대하여 의심을 하고, 어려운 과제에 노력과 시간을 들이려고 하지 않는다(Bandura, 1997). 이러한 의미에서 자신이 수행한 문제에 대한 노력과 정확성에 관한 예측을 통하여 학생들의 수행을 판단하는 것도 의미 있는 하나가 아닐까 생각한다.

### 1.1. 수학 창의성

수학자들은 수학적 창의성이 수학적 능력을 구성하는 중요한 요인으로 간주하고 이를 규명하려고 노력해 왔다. Aiken(1973)은 수학적 창의성과 관련된 문헌과 연구들을 종합하여 수학 창의성의 정의는 항상 과정(process)과 다양한 산출물(product)을 기본으로 하고 있다고 하였다.

최근에 문제 발견(problem finding) 능력은 때때로 창의성 그 자체를 고려한다(Dillon, 1988; Voss & Means, 1989). 교실 상황에서 수학 창의성은 개방형 접근(open-ended approach)과 문제에서 문제로부터 예측할 수가 있다(Yoshihiko, 1997). 왜냐하면 개방형 접근은 결과가 열려(open)있고, 문제에서 문제로부터는 과정이 열려(open)있다. 1980년대 이후 교실에서 개방형 문제에 대한 몇몇 형태를 사용하기 위한 생각들이 세계에 넓게 퍼졌고, 많은 나라에서 그것이 가능하도록 연구들을 하였다(Nohda 1988, 1991; Pehkonen 1995a, 1995b; Silver & Mamona 1989; Williams 1989; Mason 1991; Stacey 1991, 1995; Zimmermann 1991; Clarke & Sullivan 1992; Silver 1993, 1995; Leung 1993; Silver & Cai 1996). 국내에서, 수학 창의성과 개방형과의 관련 연구가 이루어지고 있다(권오남·방승진·송상현, 1998; 변은진, 2001; 문점에, 2002; 이강섭·황동주, 2003, 이강섭·황동주·서종진, 2003, 2004).

### 1.2. 수학적 자기효능감

Bandura(1977)는 자기효능감은 주어진 과제를 성공적으로 수행하는 데 필요한 신념으로, 자기 효능감이 수준, 강도와 일반성의 3가지 차원으로 구성이 되어 있다고 말하고 있다. 자기효능감에 대한 대부분의 연구들은 자기 효능감의 수준과 강도의 차원에 초점을 두고 있다(Ewers & Wood, 1993; Pajares & Miller, 1994; Pajares & Valiante, 1999). 그러나 최근의 연구들은 고등학교 학생들의 학문적 자기효능감의 일반성의 차원으로 초점을 두고 있으며, Bandura(1977)에 의하여 공헌된 자기효능감의 3가지 차원은 계속 연구되고 있지만 학생들의 실제적인 수행과 측정에 관련된 학생들의 자기 인식력에 적합하지가 최근 문헌에서 표면화 되고 있다. 또한, 최근의 연구들은 많은 학생들이 높은 자기효능감을 인식한다고 해도 그들의 수행은 이러한 인식과 일치하는 것은 아니다. 다른 말로 하면

그들의 수행에 대한 판단력과 확신인 것이다(Ewers & Wood, 1993; Pajares & Graham, 1994; Pajares & Kranzer, 1999). Pajares과 Graham(1999)의 중학교 학생을 대상으로 한 연구에서 (1) 학생들은 그들의 자기효능감 판단에서 자신만만하였고, (2) 영재학생들은 일반학생들보다 덜 자신만만하였으며 (3) 성별의 차이는 없었다는 결론을 얻었다. 과제를 수행하면서 학생들은 과제에 대한 자신감에 따라 과제 수행의 성공여부를 결정지을 수도 있을 것이며, 과제 수행능력에 따라 결정지을 수도 있을 것이다. 즉, 자기효능감에 따라 성취결과에 영향을 미친다고 할 수 있는 것이다. 자기 효능감이 높은 사람일수록 자신의 수행 목표를 더 높게 설정하며(Zimmerman, B., & Bandura, 1994; Zimmerman, B., Bandura, A., & Martinez-Pons, 1992), 높은 자기 효능감은 성취결과에 영향을 미친다(Zimmerman, B., & Bandura, 1994; Stipek, 1998)고 주장한다. Hackett(1985)는 수학적 능력을 요구하는 전공 선택에 영향을 주는 다양한 관련 변인들- 성별, 사전 수학 준비, 수학 성취, 수학 효능감, 수학 불안-이 영향을 주는 경로를 분석한 결과 수학 자아효능감은 직접적으로 수학 불안을 줄여줌으로써 수학 관련 교육과 직업선택에 영향을 미치는 것으로 드러났다. 수학 교과에서의 자기효능감을 측정하기 위하여 Hackett과 Betz(1989)는 수학교과에서의 자기효능감을 “특정한 수학 과제나 문제를 성공적으로 수행할 것이라는 자신의 능력에 대한 상황적이거나 문제 특수적인 판단”으로 정의하였다. 수학적 자기효능감은 수학과목을 성공적으로 수행하기 위해 학생들에게 중요하다(Matsui.& Ohnishi, 1990).

이에 본 연구에서는 수학적 자기효능감의 강도와 수학적 동기(노력)가 수학 성취도와 발산적 사고에 어떠한 영향을 미치는지 분석하여 수학 교수학습 방향을 제시하고자 한다.

### 1.3. 연구의 목적

본 연구의 목적은 중학교에서의 수학 창의적 문제해결력과 수학적 자기효능감간에 어떠한 차이가 있는지 조사하는 것이다. 이 조사를 위한 연구의 목적은 다음과 같다.

- 가. 수학 창의적 문제해결력과 수학적 자기효능감은 성별에 차이는 보이는가?
- 나. 수학 창의적 문제해결력과 수학적 자기효능감은 집단에 차이는 보이는가?
- 다. 수학 창의적 문제해결력과 수학적 자기효능감은 상관관계가 있는가?

## 2. 연구방법

### 2.1. 연구 설계

본 연구는 수학 창의적 문제 해결력과 수학적 자기효능감의 특성과 상관 연구로 구성이 되어 있

다. 상관연구는 수학 창의적 문제 해결력(MCPSAT: Lee etc. 2003)과 수학적 자기효능감(MSEAT; Chen, 2002)간의 상관을 통계적으로 의미 있는가를 조사하였다. 그러므로 상관연구는 집단별로 MSEAT의 점수와 MCPSAT의 점수를 두 변수로 하고 있다.

## 2.2. 연구 대상

본 연구의 연구 대상은 187명의 중학생을 대상으로 하고 있다. 일반 학생은 158명의 대전광역시 B 중학교 학생으로 남자가 86명 여자가 72명이고 영재 학생은 대전광역시 교육청 영재교육원의 29명으로 남자가 21명이고 여자가 8명이다.

## 2.3. 연구 도구

MCPSAT는 수학 창의성을 측정하기 위하여 검사지이고, 이 검사는 50분의 시간이 소요된다. 5개의 문항은 이 연구를 위하여 개방형 문항을 선정하였다. 문제 1은 Haylock(1984)과 한국교육개발원(김홍원 외, 1987)이 사용한 9개의 점(nine dots) 문제를 16개로 변형한 것이고, 문제 2는 한국교육개발원(김홍원 외, 1987)의 사각형문제를 육각형으로 변형한 것이다. 문제 3에서 문제 5까지는 Becker & Shimada(1997)의 수조문제, 공기돌문제와 입체도형 문항을 사용하였다. MCPSAT는 창의성의 유창성, 융통성과 독창성 3가지 요소인 측정하고 있다. 이강섭·황동주·서종진(2003)의 연구에서 MCPSAT의 신도도와 재검사 신뢰도가 .80이다. 문항 내적 문항의 양호도 분석중 문항 내적 일관성 신뢰도와 변별도를 구하기 위하여 SPSS 10.0K를 사용하여 Cronbach  $\alpha$ 를 구하였고, 내적 타당도와 난이도를 구하기 위하여 문항 반응 이론 중 Rasch의 1-모수 문항 반응 모형에 근거하여 BIGSTEPS(Livacre & Wright, 1994, 2003)를 사용하여 분석하였다.

<표 1> 검사도구의 양호도 분석(MCPSAT)

문항		1	2	3	4	5	총합
신뢰도		Cronbach $\alpha$ : 0.80					
내적적합도	Infit	1.05	1.10	.85	.90	1.08	1.00
	Outfit	1.01	1.02	.83	.90	1.05	.96
난이도		-.22	-.41	.23	.40	-.01	0.00
변별도		.73	.73	.67	.51	.56	1.00

수학적 자기효능감은 수학 학습에 대한 자기효능감 수준을 측정하기 위한 검사로 Chen(2002)의 수학 자기효능감 척도를 변형하여 한국 학생들에게 맞게 사용하였다. 이 검사도구는 중학교 158명을 대상으로 실시한 결과 신뢰도는 <표 2>와 같다.

&lt;표 2&gt; 수학 자기효능감 검사도구의 양호도 분석

요인	문항 번호	문항 수	신뢰도 계수
수학적 동기(노력)	1~15	15	.94
수학적 자기효능감	1~15	15	.96
수학적 성취	1~15	15	.76

## 2.4. 연구 절차

본 연구 목적에 따라 MSEAT와 MCPSAT 검사 도구를 설정하였고, 2004년 1 학기 말에 평가하였다. 연구 대상에게 연필과 질문지를 주고 MSEAT와 MCPSAT 검사 도구의 매뉴얼에 따라 시행하였다.

## 2.5. 자료 분석

수학적 자기효능감 특성을 알아보기 위하여 유형별로 빈도와 백분율을 산출하였고, 수학적 자기효능감에 따른 수학 창의성의 차이를 검증하기 위하여 평균, 표준편차와 t-test를 실시하였다. 자료의 처리는 SPSS/PC 10.0K 윈도우즈용 통계 프로그램을 통해 처리하였다.

# 3. 자료 분석과 연구 결과

## 3.1. 비교 연구

<표 3>은 집단과 성별에 따른 학생들의 MCPSAT와 MSEAT의 평균과 표준편차를 나타낸다. 본 연구의 목적은 집단과 성별에 따른 학생들의 수학 창의적 문제 해결력과 수학적 자기효능감의 차이를 조사하는 것이다. <표 3>에서 보는 것과 같이 집단별 t-검증 결과 MSEAT와 MCPSAT의 각 요인별 점수의 차이를 보이고 있다. 수학적 성취( $t = -9.77, p = .000$ ), 수학적 동기(노력;  $t = -3.26, p = .001$ ), 유창성( $t = -7.94, p = .000$ ), 융통성( $t = -5.57, p = .000$ ), 독창성( $t = -2.98, p = .005$ )과 수학 창의성 총점( $t = -7.13, p = .000$ )에서 통계적으로 유의미한 것으로 나타나 있다. 그러나 수학적 자기효능감( $t = -1.38, p = .070$ )과 자기 평가( $t = -1.38, p = .070$ )는 통계적으로 의미가 없는 것으로 나타나고 있다.

<표 3>에서 보는 것과 같이 성별 t-검증 결과 MSEAT와 MCPSAT의 각 요인별 점수의 차이를 보이고 있다. 수학적 성취( $t = 2.191, p = .030$ ), 수학적 자기효능감( $t = 4.687, p = .000$ )과 자기 평가( $t = 4.687, p = .000$ )에서 통계적으로 유의미한 것으로 나타나 있다. 그러나 수학적 동기(노력)  $t = 1.367, p = .170$ 와 MCPSAT의 각 요인별로는 근소한 차이를 보이고 있고 성별에 따른 것은 모두 통계적으로

의미가 없는 것으로 나타나고 있다.

<표 3> 집단별과 성별에 따른 학생들의 수학 창의적 문제해결력과 수학적 자기효능감의 차이

요인		집단별						성별					
		일반 학생		영재 학생		t	p	남자		여자		t	p
		M	SD	M	SD			M	SD	M	SD		
MSEAT	수학적 성취	0.53	0.22	0.92	0.08	-9.77	.000**	0.62	0.25	0.54	0.25	2.191	0.030*
	수학적 자기효능감	3.71	1.67	4.14	0.74	-1.38	.070	4.22	1.49	3.19	1.48	4.687	0.000**
	자기평가	4.71	1.67	5.14	0.74	-1.38	.070	5.22	1.49	4.19	1.48	4.687	0.000**
	동기(노력)	4.42	1.58	5.39	0.66	-3.26	.001**	4.70	1.48	4.39	1.56	1.367	0.170
MCPSAT	유창성	15.65	6.84	26.14	6.49	-7.94	.000**	17.74	8.10	16.65	7.30	0.963	0.337
	융통성	10.17	3.61	14.41	3.80	-5.57	.000**	11.07	4.14	10.50	3.68	0.986	0.326
	독창성	3.15	3.98	5.69	4.25	-2.98	.005**	3.72	4.18	3.31	4.04	0.672	0.502
	수학 창의성	28.66	12.21	46.24	12.20	-7.13	.000**	32.51	14.54	29.89	12.55	1.318	0.189

참고. MSEAT=수학적 자기효능감 검사 점수; MCPSAT=수학 창의적 문제 해결력 검사 점수.

### 3.2. 상관 연구

본 연구의 목적은 영재 학생과 일반 학생들의 수학 창의적 문제 해결력과 수학적 자기효능감의 상관관계를 조사하는 것이다.

<표 4> 영재 학생과 일반 학생들의 수학 창의적 문제해결력과 수학적 자기효능감의 상관관계

요인		MSEAT			MCPSAT			
		자기효능감	자기평가	동기(노력)	유창성	융통성	독창성	수학 창의성
MSEAT	수학적성취	.555**	.555**	.270**	.477**	.432**	.232**	.449**
	자기효능감	-	1.000**	.203**	.091	.096	.119	.105
	자기평가		-	.203*	.091	.096	.119	.105
	동기(노력)			-	.181*	.139	.038	.190*
MCPSAT	유창성				-	.915**	.455**	.914*
	융통성					-	.493**	.892*
	독창성						-	.642*

참고. MSEAT=수학적 자기효능감 검사 점수; MCPSAT=수학 창의적 문제 해결력 검사 점수;

\*\* p < .01, \* p < .05.

MSEAT와 MCPSAT의 상관계수를 계산하였다. 수학적 성취 점수는 MSEAT와 MCPSAT의 각 요인별 점수와 상관관계가 있다. MCPSAT의 각 요인별로 근소한 차이를 보이고 있으나 수학적 성취를 제외하고는 MSEAT와 MCPSAT는 통계적으로 유의미한 상관관계가 없다.

### 3.3 결론

본 연구에서는 일반학생과 영재학생들의 MSEAT와 MCPSAT의 점수의 통계적으로 유의미한 차이를 발견하였다. 전체에서 영재학생들이 일반학생들보다 MSEAT와 MCPSAT의 측정결과 수학적 자기효능감과 수학 창의적 문제해결력의 모든 요인에서 더 높게 나타나고 있다. 그리고 남성이 여성보다 MSEAT와 MCPSAT의 측정결과 수학적 자기효능감과 수학 창의적 문제해결력의 모든 요인에서 더 높게 나타나고 있다. 그러나 동기(노력;  $t=1.367$ ,  $p=.170$ )에서는 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않게 나타나고 있으며 MCPSAT의 각 요인별에서도 사소한 차이를 보이고 있으나 성별에서는 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않고 있다.

MSEAT와 MCPSAT의 상관관계를 조사한 결과, 수학적 성취 점수는 MSEAT와 MCPSAT의 각 요인별 점수와 상관관계가 있다. MCPSAT의 각 요인별로 근소한 차이를 보이고 있으나 수학적 성취를 제외하고는 MSEAT와 MCPSAT는 통계적으로 유의미한 상관관계가 없다.

수학적 자기효능감 능력은 아마 수학 창의성과 연결되지 않은 능력이나 동기와 유창성은 관련이 있다. 이러한 의미에서 수학 창의성을 증진시키기 위해서는 수학 창의성의 인지적인 요소뿐만 아니라 수학적 동기도 마찬가지로 증진 시켜야 할 것이다.

이러한 사실에 비추어 보면 앞으로의 수학 창의성 증진을 위한 프로그램을 개발할 때 수학 창의성의 인지적인 요소 뿐 만 아니라 동기적인 측면의 교육을 같이 병행할 필요가 있다.

## 참 고 문 헌

- 권오남·방승진·송상현 (1999). 중학교 수학 영재아들의 다답형 문항 반응 특성에 관한 연구, 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육> 38(1), pp.37-48, 서울: 한국수학교육학회.
- 김홍원·김명숙·방승진·황동주 (1997). 수학 영재 판별 도구 개발 연구(II) - 검사제작편 - 한국교육개발원 CR 97-50, 한국교육개발원.
- 문점에 (2002). 초등학교 수학교육에서 개방형 학습법이 수학적 창의력에 미치는 효과, 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문.
- 변은진 (2001). 개방형 문제를 활용한 평가가 수학 창의력에 미치는 효과, 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문.
- 이강섭·황동주 (2003). 일반창의성(도형)과 수학창의성과의 관련 연구: TTCT; Figural A와

- MCPSAT:A를 바탕으로, 한국수학교육학회 시리즈 A <수학교육> 42(1), pp.1-9. 서울: 한국수학교육학회.
- Aiken, L. R. (1973). *Ability and Creativity in Mathematics*, Mathematics Education Reports in Guilford College (ERIC Document Reproduction Service No. ED077730), Greensboro, NC: Guilford College.
- Ablard, K. E. (1997). Self-perceptions and needs as a function of type of academic ability and gender, *Roepers Review* 20(2), 110116.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. NY: W. H. Freeman and Company.
- Becker, J. P. & Shimada, S. (1997). *The open-ended approach: a new proposal for teaching mathematics*, Reston, Virginia: NCTM.
- Chan, L. K. S. (1988). The perceived competence of intellectually talented students. *Gifted Child Quarterly* 32(3), 222225.
- Chen, P. P. (2002). *Mathematics self-efficacy calibration of seventh graders*. NY: City University of New York.
- Chapman, J. W. & McAlpine, D. D. (1988). Students perceptions of ability. *Gifted Child Quarterly* 32(1), 222225.
- Clarke, D. J. & Sullivan, P. A. (1992). Responses to open-ended tasks in mathematics: characteristics and implications. In: Geesline, W. & Graham, K. (Eds.), *Processing of the PME 16, Volume I* (pp. 137144). Durham (NH): University of New Hampshire.
- Dillon, J. T. (1988). Levels of problem finding vs problem solving. In: *questioning exchange* 2(2) (pp. 105115).
- Ewers, C. A. & Wood, N. L. (1993). Sex and ability differences in children math self-efficacy and prediction accuracy. *Learning and Individual Differences* 5, 259267.
- 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), 4756. MATHDI 1985x.00347
- Hackett, G. & Betz, N. E. (1989). An exploration of the mathematics self-efficacy/mathematics performance correspondence. *J. Res. Math Educ.* 20(3), 261273. MATHDI 1990b.01258
- Haylock, D. W. (1984). *Aspect of Mathematical Creativity in Children Aged 11-12*, Ph. D. Thesis. London: London University.
- Hoge, R. D. & Renzulli, J. S. (1993). Exploring the link between gifted and self-concept. *Review of Educational Research* 63(4), 449465.
- Lee, K. Hwang, D. & Seo, J. (2003). A Development of the Test for Mathematical Creative



- Problem Solving Ability. *J. Korea Soc. Math. Edu. Series D Res. Math. Edu.* **7(3)**, 163189.
- Lee, K. Hwang, D. & Seo, J. (2004). The Relationship between Divergent Thinking in Non-Mathematical and Mathematical Situations - Based on the TTCT; Figural A and the MCPSAT -. *A paper presented at the 8th Asia-pacific Conference on giftedness. July*, 2630.
- Leung, S. S. (1993). Mathematical problem posing: the influence of task formats, mathematics knowledge, and creative thinking. In: Hirabayashi, I.; Nohda, N.; Shigematsu K. & Lin, F. L. (Eds.), *Proceedings of the 17th PME Conference III* pp.3340, Tsukuba: University of Tsukuba.
- Livacre, J. M. & Wright, B. D. (1994). *A User's Guide to BIGSTEPS Rasch-Model Computer Programs*.
- Mason, J. (1991). Mathematical problem solving: open, closed and exploratory in UK. *ZDM, Zentralbl. Didakt. Math.* **23(1)**, 1419. MATHDI **1991b.01377**
- Matsui, T. Matsui, K. & Ohnishi, R. (1990). Mechanisms Underlying Math Self-Efficacy Learning of College Students. *Journal of Vocational Behavior* **37(2)**, 225238. MATHDI **1991h.37005**
- Nohda, N. (1988). Problem solving using open-ended problems in mathematics teaching. In: Burkhardt, H. Groves, S Schoenfeld, A. & Stacey, K. (Eds.), *Problem Solving, A World View* (pp. 225234). Nottingham: Shell Centre.
- Nohda, N. (1991). Paradigm of the open-approach method in mathematics teaching: Focus on mathematical problem solving, *International Reviews on Mathematical Education* **27(2)**, 5761.
- Pajares, F. & Graham, L. (1999). Self-efficacy, motivation constructs, and mathematics performance of entering middle school students, *Contemporary Educational Psychology* **24**, 124139.
- Parjares, F. & Kranzler, J. (1955). Self-efficacy beliefs and general mental ability in mathematical problem-solving. *Contemporary Educational Psychology* **20**, 426443.
- Pajares, F. & Miller, M. D. (1994). Role of Self-Efficacy and Self-Concept Beliefs in Mathematical Problem Solving: A Path Analysis. *Journal of Educational Psychology* **86(2)**, 193203 MATHDI **1995e.03176**
- Pehkonen, E. (1995a). *Use of open-ended problems in mathematics classroom*, Research Report 176. Finland: Helsinki University.
- Pehkonen, E. (1995b). On pupils' reactions to the use of open-ended problems in mathematics,

- Nordic Studies in Mathematics Education* **3(40)**, 4357.
- Silver, E. A. & Cai, J. (1996). An analysis of arithmetic problem posing by middle school students. *Journal for Research in Mathematics Education* **27(5)**, pp.521-539.
- Silver, E. A. & Mamona, J. (1989). Problem posing by middle school mathematics teachers. In: Maher, C. A. Goldin, G. A. & Davis, R. B. (Eds.), *Proceedings of PME-NA 11(1)* (pp. 263269). New Brunswick (NJ): Rutgers University.
- Silver, E. A. (1993). On mathematical problem posing. In: Hirabayashi I. Nohda. N. Shigematsu, K. & Lin, F. L. (Eds.), *Proceedings of the 17th PME Conference. Vol. I* (pp. 6685). Tsukuba, Japan: University of Tsukuba. MATHDI **1998b.01720**
- Silver, E. A. (1995). The Nature and Use of Open Problems in Mathematics Education: Mathematical and Pedagogical Perspectives. *Zentralblatt fuer Didaktik der Mathematik* **27(2)**, 6772. MATHDI **1995c.01900**
- Stacey, K. (1991). Linking application and acquisition of mathematical ideas through problem solving. *Zentralblatt fuer Didaktik der Mathematik* **23(1)**, 814. MATHDI **1991b.01376**
- Stacey, K. (1995). The Challenges of Keeping Open Problem Solving Open in School Mathematics. *Zentralblatt fuer Didaktik der Mathematik* **27(2)**, 6267. MATHDI **1995c.01901**
- van Tassel-Baska, J.; Olszewski-Kubilius, P. & Kulieke, M. (1994). Study of self-concept and social support in advantaged and disadvantaged seventh and eighth grade gifted students'. *Roeper Review* **16(3)**, 186191.
- Williams, D. (1989). Assessing authentic tasks: alternatives to mark-schemes. *Nordic Studies in Mathematics Education* **2(1)**, 4868.
- Wright, P. B. & Leroux, J. A. (1997). The self-concept of gifted adolescents in a congregated program. *Gifted Child Quarterly* **41(3)**, 8394.
- Yoshihiko, H. (1997). The methods of fostering creativity through mathematical problem solving. *Zentralblatt fuer Didaktik der Mathematik* **29(3)**, 8687.
- Zimmermann, B. (1991). Open problems for the mathematics classroom and research questions. *Zentralblatt fuer Didaktik der Mathematik* **23(2)**, 3846. MATHDI **1991c.00861**
- Zimmerman, B. & Bandura, A. (1994). Impact of self-regulatory influence on writing course attainment. *American Educational Research Journal* **31**, pp.845-862.
- Zimmerman, B. Bandura, A. & Martinez-Pons, M. (1992). Self-motivation for academic attainment: The role of self-efficacy beliefs and personal goal setting. *American Educational Research Journal* **23**, 614628

<부록 1> 수학적 자기효능감 검사지

수학적 자기효능감 검사지

( ) 중학교 ( )학년 ( )반 ( )번 이름 ( ) 생년월일( . . ) 성별(남, 여)

<답안 작성시 주의 사항>

- 1. 총 문제는 15문제이다.
- 2. 다음 지시에 따라 문제를 풀고 질문에 답하여 주시기 바란다.
  - 1) 각 문제 시험지에 풀어라.
  - 2) 각 문제를 풀고 난 후에 질문A와 질문B에 제시된 번호에 표시(O)하여 주시기 바란다.

질문 A: 문제를 해결하려고 얼마나 노력을 하였는가?

질문 B: 학생들 자신이 해결한 문제풀이가 얼마나 정확하다고 확신하는가?

\* 이것은 학생들의 수학 문제 해결 점수를 보려고 하는 것이 아니라 학생들이 수학 문제를 해결하는데 있어서 어떠한 태도를 가지고 있는지 알아보는 것으로 자신이 생각하는 대로 질문에 성의 있게 답하여 주시기 바란다.

1. 신문 기사에 이 공원에 18,189그루의 나무들이 있다고 나와 있다. 백의 자리까지 나무의 어림수를 구하여라.

풀이

질문 A : 문제 1번을 해결하기 위하여 얼마나 노력하였는가?

	전혀 하지 않음	거의 하지 않음	조금 하였음	매우 많이 하였음				
정도	1	2	3	4	5	6	7	8

질문B : 문제 1번을 정확하게 풀었다고 얼마나 확신하는가?

	전혀 정확 하지 않음	약간 정확함	대개 정확함	완벽하게 정확함				
정도	1	2	3	4	5	6	7	8

2. 원반던지기 경기에서, 61.60m를 던진 사람이 1등이고, 2등으로 던진 사람이 59.72m를 던졌다. 1등은 2등보다 얼마나 더 멀리 던졌는가?

풀이

질문 A : 문제 2번을 해결하기 위하여 얼마나 노력하였는가?

	전혀 하지 않음	거의 하지 않음	조금 하였음	매우 많이 하였음				
정도	1	2	3	4	5	6	7	8

질문B : 문제 2번을 정확하게 풀었다고 얼마나 확신하는가?

	전혀 정확 하지 않음	약간 정확함	대개 정확함	완벽하게 정확함				
정도	1	2	3	4	5	6	7	8

3. 각각 인원이 60명인 두 여행 집단이 있다. 첫 번째 여행 집단의  $\frac{3}{4}$ 과 두 번째 여행 집단의  $\frac{2}{3}$ 가 버스로 박물관을 여행하였다. 첫 번째 여행 집단과 두 번째 여행 집단 중 어느 집단이 얼마만큼 많이 버스로 박물관 여행을 하였는가?

풀이

질문 A : 문제 4번을 해결하기 위하여 얼마나 노력하였는가?

	전혀 하지 않음	거의 하지 않음	조금 하였음	매우 많이 하였음				
정도	1	2	3	4	5	6	7	8

질문B : 문제 4번을 정확하게 풀었다고 얼마나 확신하는가?

	전혀 정확 하지 않음	약간 정확함	대개 정확함	완벽하게 정확함				
정도	1	2	3	4	5	6	7	8

4. 영희는 구슬 한 자루를 가지고 있다. 영희는 철수에게 구슬의 반을 주고, 구슬 자루에 남아있는 구슬 중  $\frac{1}{3}$ 을 순희에게 주었다. 영희의 구슬 자루에는 현재 여섯 개의 구슬이 남아있을 때 영희는 처음에 몇 개의 구슬을 가지고 있었는가?

풀이

질문 A : 문제 5번을 해결하기 위하여 얼마나 노력하였는가?

	전혀 하지 않음	거의 하지 않음	조금 하였음	매우 많이 하였음				
정도	1	2	3	4	5	6	7	8

질문B : 문제 5번을 정확하게 풀었다고 얼마나 확신하는가?

	전혀 정확 하지 않음	약간 정확함	대개 정확함	완벽하게 정확함				
정도	1	2	3	4	5	6	7	8

5. 한 학급의 총 인원수는 28명이다. 여학생과 남학생의 비율이 4:3 일 때 이 학급의 여학생은 몇 명인가?

풀이

질문 A : 문제 6번을 해결하기 위하여 얼마나 노력하였는가?

	전혀 하지 않음	거의 하지 않음	조금 하였음	매우 많이 하였음				
정도	1	2	3	4	5	6	7	8

질문B : 문제 6번을 정확하게 풀었다고 얼마나 확신하는가?

	전혀 정확 하지 않음	약간 정확함	대개 정확함	완벽하게 정확함				
정도	1	2	3	4	5	6	7	8

6. 사변형에서 두 개의 각은 각각  $110^\circ$  이고, 다른 한 각은  $90^\circ$  이다. 남아있는 각은 몇도 인가?

풀이

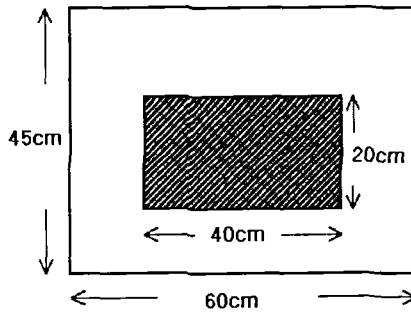
질문 A : 문제 3번을 해결하기 위하여 얼마나 노력하였는가?

	전혀 하지 않음		거의 하지 않음		조금 하였음		매우 많이 하였음	
정도	1	2	3	4	5	6	7	8

질문 B : 문제 3번을 정확하게 풀었다고 얼마나 확신하는가?

	전혀 정확 하지 않음		약간 정확함		대개 정확함		완벽하게 정확함	
정도	1	2	3	4	5	6	7	8

7. 아래 보여 지는 것처럼 흰색 종이위에 그늘진(색칠하여진) 직사각형이 그려져 있다. 색칠하여지 지 않은 흰 종이의 넓이를 구하시오?



풀이

질문 A : 문제 7번을 해결하기 위하여 얼마나 노력하였는가?

	전혀 하지 않음		거의 하지 않음		조금 하였음		매우 많이 하였음	
정도	1	2	3	4	5	6	7	8

질문 B : 문제 7번을 정확하게 풀었다고 얼마나 확신하는가?

	전혀 정확 하지 않음		약간 정확함		대개 정확함		완벽하게 정확함	
정도	1	2	3	4	5	6	7	8

8. 6000에서 2369.4를 뺀 값은 얼마인가? 계산 과정과 답을 모두 써라.

풀이

질문 A : 문제 8번을 해결하기 위하여 얼마나 노력하였는가?

	전혀 하지 않음		거의 하지 않음		조금 하였음		매우 많이 하였음	
정도	1	2	3	4	5	6	7	8

질문 B : 문제 8번을 정확하게 풀었다고 얼마나 확신하는가?

	전혀 정확 하지 않음		약간 정확함		대개 정확함		완벽하게 정확함	
정도	1	2	3	4	5	6	7	8

9. 한 그룹의 학생들이 29개의 연필을 가지고 있다. 모든 학생은 적어도 하나의 연필을 가지고 있다. 여섯 명의 학생은 각각 1개의 연필을 가지고 있고, 다섯 명의 학생은 3개의 연필을 가지고 있으며, 나머지 학생들은 2개의 연필을 가지고 있다. 2개의 연필만을 가지고 있는 학생은 몇 명인가?

풀이

질문 A : 문제 9번을 해결하기 위하여 얼마나 노력하였는가?

	전혀 하지 않음	거의 하지 않음	조금 하였음	매우 많이 하였음				
정도	1	2	3	4	5	6	7	8

질문 B : 문제 9번을 정확하게 풀었다고 얼마나 확신하는가?

	전혀 정확 하지 않음	약간 정확함	대개 정확함	완벽하게 정확함				
정도	1	2	3	4	5	6	7	8

10. 강남콩 통조림 한 통의 가격이 600원 이었던 것이 750원이 되었다. 강남콩 통조림 한 통의 가격은 몇% 올랐는가?

풀이

질문 A : 문제 10번을 해결하기 위하여 얼마나 노력하였는가?

	전혀 하지 않음	거의 하지 않음	조금 하였음	매우 많이 하였음				
정도	1	2	3	4	5	6	7	8

질문 B : 문제 10번을 정확하게 풀었다고 얼마나 확신하는가?

	전혀 정확 하지 않음	약간 정확함	대개 정확함	완벽하게 정확함				
정도	1	2	3	4	5	6	7	8

11. 상철이와 희숙이 그리고 그들의 어머니가 하나의 케익을 나누어 먹었다. 상철이는 이 케익의  $\frac{1}{4}$ 을 먹었고, 희숙이는 이 케익의  $\frac{1}{3}$ 을 먹었다. 그들의 어머니는 이 케익의  $\frac{1}{3}$ 을 먹었다. 얼마만큼의 케익이 남아있는가?

풀이

질문 A : 문제 11번을 해결하기 위하여 얼마나 노력하였는가?

	전혀 하지 않음	거의 하지 않음	조금 하였음	매우 많이 하였음				
정도	1	2	3	4	5	6	7	8

질문 B : 문제 11번을 정확하게 풀었다고 얼마나 확신하는가?

	전혀 정확 하지 않음	약간 정확함	대개 정확함	완벽하게 정확함				
정도	1	2	3	4	5	6	7	8

12. 수열 {2, 7, 12, 17, 22, ...} 은 5만큼 씩 증가하는 수열이고, 수열 {3, 10, 17, 24, 31, ...} 은 7만큼 씩 증가하는 수열이다. 두 수열은 17이라는 공통된 수를 가지고 있다. 만약 이 두 수열이 제

속된다면 두 수열이 공통되게 나타나는 다음 수는 얼마인가?

풀이

질문 A : 문제 12번을 해결하기 위하여 얼마나 노력하였는가?

	전혀 하지 않음	거의 하지 않음	조금 하였음	매우 많이 하였음				
정도	1	2	3	4	5	6	7	8

질문B : 문제 12번을 정확하게 풀었다고 얼마나 확신하는가?

	전혀 정확 하지 않음	약간 정확함	대개 정확함	완벽하게 정확함				
정도	1	2	3	4	5	6	7	8

13. 네 명의 어린이들이 자신의 발의 끝에 다른 발을 내 딛는 방식인 자신의 보폭의 길이를 이용하여 방의 넓이를 측정하였다. 그들의 측정 결과가 아래 표와 같다. 가장 긴 보폭을 가진 사람은 누구인가?

이름	걸음의 수
철희	10
영희	7
순희	9
상철	8

풀이

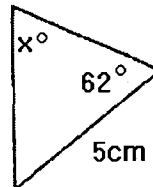
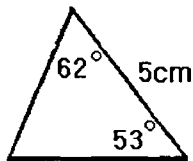
질문 A : 문제 13번을 해결하기 위하여 얼마나 노력하였는가?

	전혀 하지 않음	거의 하지 않음	조금 하였음	매우 많이 하였음				
정도	1	2	3	4	5	6	7	8

질문B : 문제 13번을 정확하게 풀었다고 얼마나 확신하는가?

	전혀 정확 하지 않음	약간 정확함	대개 정확함	완벽하게 정확함				
정도	1	2	3	4	5	6	7	8

14. 다음 두 삼각형은 서로 합동이다. 아래와 같이 몇 몇의 변과 각의 크기가 주어졌을 때  $x$ 는 값은 얼마인가?



풀이

질문 A : 문제 14번을 해결하기 위하여 얼마나 노력하였는가?

	전혀 하지 않음	거의 하지 않음	조금 하였음	매우 많이 하였음				
정도	1	2	3	4	5	6	7	8

질문B : 문제 14번을 정확하게 풀었다고 얼마나 확신하는가?

	전혀 정확 하지 않음	약간 정확함	대개 정확함	완벽하게 정확함				
정도	1	2	3	4	5	6	7	8

15. 하나의 서랍 안에는 28개의 연필이 있다. 서랍 안의 연필 색깔은 흰색, 파란색, 붉은색, 회색이 들어 있다. 서랍 안에서 파란색 연필을 선택할 확률은  $\frac{2}{7}$  일 때 서랍 안에는 파란색 연필이 몇 개 들어 있는가?

풀이

질문 A : 문제 15번을 해결하기 위하여 얼마나 노력하였는가?

	전혀 하지 않음	거의 하지 않음	조금 하였음	매우 많이 하였음				
정도	1	2	3	4	5	6	7	8

질문B : 문제 15번을 정확하게 풀었다고 얼마나 확신하는가?

	전혀 정확 하지 않음	약간 정확함	대개 정확함	완벽하게 정확함				
정도	1	2	3	4	5	6	7	8

## <부록 2> 개방형(MCPSAT) 검사지

### 개방형(MCPSAT) 검사

이 름 :

생년월일 : \_\_\_\_\_ 년 \_\_\_\_\_ 월 \_\_\_\_\_ 일

성 별 : 남 \_\_\_\_\_ 여 \_\_\_\_\_

소 속 : \_\_\_\_\_ 학교 \_\_\_\_\_ 학년 \_\_\_\_\_ 반 \_\_\_\_\_ 번호

#### <답안 작성시 주의 사항>

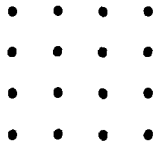
다음의 설명을 꼭 읽고 차분히 풀어 주세요. 이 문제들은 풀이과정과 답이 여러 가지이며 주어진 풀이 시간은 총 50분입니다.

- (1) 문제의 답은 자신이 가장 좋다고 생각되는 답을 최대한 15개까지만 적으세요.
- (2) 문제에서는 비슷한 답보다 서로 다른 답이 많을수록 더 좋습니다.
- (3) 누구나 쉽게 생각할 수 없는 것일수록 더 좋습니다.
- (4) 답이 정확하고 자세할수록 좋습니다.
- (5) 만약 답안지가 모자라면 선생님께 새 답안지를 받으세요.

☞ 이제 선생님의 안내를 받아 다음 페이지로 넘어가세요.



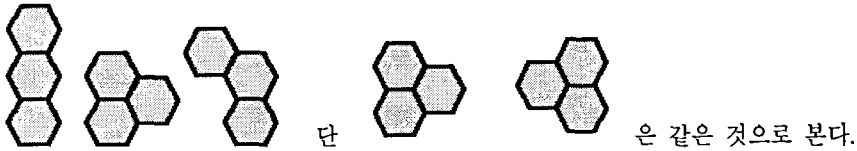
[1] 다음과 같이 가로, 세로 방향으로 한 칸이 1cm인 16개의 점이 찍혀 있다.



이 16개의 점 안에 넓이가  $2\text{ cm}^2$ 인 도형을 될 수 있는 한 많이 그려보아라(단, 뒤집거나 돌려서 서로 포개어질 수 있는 것은 한 종류로 보며, 도형을 둘로 쪼개어지거나 한 점에서 만나서도 안 된다).

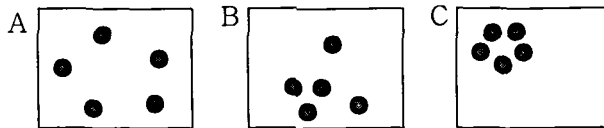
[2] 정육각형의 종이 3장으로 아래 <보기>와 같이 변끼리 어긋나지 않게 붙이는 방법은 3가지이다.

<보기>

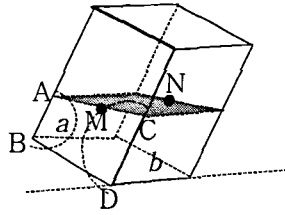


그러면 정육각형의 종이 6장으로 같이 변끼리 어긋나지 않게 붙이는 방법을 모두 그려보아라. (단, 회전시키거나 뒤집었을 때, 포개지는 것은 같은 것으로 한다).

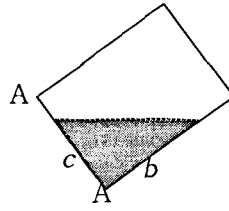
[3] 세 명의 학생 A, B, C가 5개씩의 공기들을 던져서 아래와 같은 결과를 얻었다. 이 게임에서의 승자는 공기들이 가장 적게 흩어진 학생이다. 아래의 경우에서 흩어진 정도는 A, B, C 순으로 감소되었다. 흩어진 정도를 수치(측정)로 나타낼 수 있는 가능한 많은 방법을 고안하여라.



[4] 직각기둥 모양의 투명한 수조(水槽)에 물이 조금 채워져 있다. 물이 든 수조의 밑면의 한 모서리를 테이블에 고정된 상태에서 수조를 기울이면, 직육면체의 면들과 물의 표면에 의해 다양한 크기의 몇 가지 기하학적인 모양이 만들어진다. 그 모양과 크기는 기울기의 정도에 따라 변할 것이다. 이들의 모양과 크기와 관련하여 불변의 관계(규칙)를 가능한 많이 발견하여 모두 적어라.

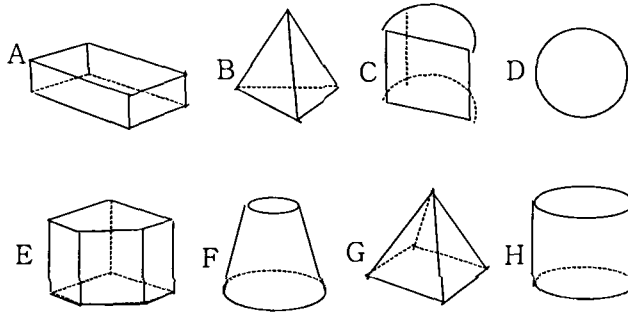


<그림 2.1>



<그림 2.2>

[5] 다음과 같은 여러 가지 입체도형이 있다. 도형B가 가지고 있는 여러 가지 특징 중에서 같은 특징을 가진 도형을 하나 또는 그 이상 선택하여 아래 풀이에 ○로 표시하고 그 도형의 특징을 써라.



[풀이]

특징들	A	ⓑ	C	D	E	F	G	H
		/						