

## 우리나라 학생들의 수학 성취도에 관한 경향 분석

### -고등학교 1학년 학생들을 중심으로-

김 영 국 (서원대학교)

TIMSS나 PISA와 같은 국제적인 수학 성취도 비교 연구의 결과에 의하면 인지적인 영역에 대해서 우리 학생들은 매우 높은 순위에 있는 것으로 나타났다. 이 연구에서는 이들 자료와 함께 미국의 일부 주에서 시행하고 있는 EMPT 결과를 이용해서 이의 원인을 분석해 봄으로써 우리 수학교육의 장점과 보완해야할 점에 대해서 알아보고자 한다.

### 1. 서론

우리 학생들의 수학 성취도를 외국 학생들과 비교해보는 것은 우리의 수학교육 현황을 평가하고 개선을 위한 사사를 얻는데 크게 유용할 수 있다. 우리나라는 TIMSS나 PISA와 같은 국제적인 평가에 참여함으로써 수학교육 발전을 위한 국제적 연구에 공헌해 왔을 뿐만 아니라 세계 속에서 우리 수학교육의 위치를 점검해 왔다. 그동안 몇 차례 시행된 수학교과에 대한 성취도 검사결과를 보면 우리의 고등학교 1학년생들은 인지적 영역에서는 계속 매우 우수한 성적을 거두었다[2, 5, 6]. 이들 보고서는 인지적 영역뿐만 아니라 정의적 영역, 교육환경 등 효율적인 수학교육의 정책을 수립하고 실제 시행하는 것과 관련한 여러 유용한 정보를 수록하고 있다. 성취수준을 비교하기 위해서는 평균과 같은 통합적 대표값 뿐만 아니라 습득된 수학적 능력의 구체적인 내용을 파악해보는 것은 매우 의미 있는 일이다. 왜냐하면 수학교육 목적의 본질을 이루고 있는 수학적 능력에는 기초적 지식, 생활에의 응용, 분석·추리 등과 같은 질적으로 상이한 요소들이 있는데 이들의 성취 정도에 대한 정확한 정보 없이 개선을 위한 어떤 노력을 기울인다는 것은 바람직한 결과를 얻기 위한 합리적인 방법이 아니기 때문이다. 이와 같은 연구에 대한 필요성은 TIMSS나 PISA의 연구 결과 우리 학생들의 정의적 영역에 대한 성취도는 인지적 영역과는 달리 매우 낮다는 사실이 밝혀진 것에서 보더라도 더욱 분명하다고 하겠다. 더욱이 수학적 능력은 인지적 능력과 함께 정의적 능력이 상호 보완적으로 작용함으로써 이상적으로 발휘될 수 있음을 생각할 때, 정의적 영역에 대한 우리 학생들의 낮은 반응수준이 수학교과의 학습경향에 어떤 영향을 끼치고 있는지 분석·점검해볼 필요가 있는 것이다 [1].

그런데 이와 같은 연구를 위해서는 개별 문항에 대한 합리적인 분류 방안의 설정, 문항별 응답상

\* ZDM 분류 : D64

\* MSC2000 분류 : 97D60

\* 주제어 : 수학 성취경향, 수학 학습경향

황을 비교하기 위한 비교집단과 실험집단의 시험정보 등이 구비되어 있어야 할 필요가 있다. PISA나 TIMSS 보고서에는 이와 같은 유용한 정보를 많이 다루고 있다. PISA 2003에 의하면, 인지적 영역에 대한 성취정도가 우리나라는 40개 국가 중 2위인 반면 미국은 29위에 있다. 그러나 수학에 대한 자신감과 같은 주요 정의적 요인에 대해서는 미국의 학생들이 가장 우수한 반면 우리나라 학생들은 하위권으로서 두 집단의 특성이 분명하게 구별되는 현상을 나타내고 있다[5]. 한편, 미국 오하이오주의 Board of Regents는 지난 1994년부터 EMPT(Early Mathematics Placement Testing Program)라는 수학성취도 평가 프로그램을 채택함으로써 10학년 학생들에 대한 수학 성취도의 평가·분석 및 이의 활용에 관한 연구가 진행되어 오고 있는데 그 내용은 다음과 같다[4].

“오하이오 EMPT의 주된 목적은 학교 관계자, 학생, 학부모들에게 학생들의 수학성취 정도에 대한 정보를 제공해 줌으로써 상담교사, 수학교사, 학부모가 2, 3학년 학생들에게 고등학교 시절에 더 많이 더 높은 코스의 수학을 수강 하도록 권고할 수 있도록 하기 위한 것이다. 이와 같은 목적은 학생들이 희망하는 대학에 대한 참고자료나 EMPT를 활용함으로써 달성된다. 학생 개인별 보고서와 학교 전체에 대한 요약 자료가 참가 학교에 제공되는데, 그 목적은 학교 관계자나 학부모들로 하여금 고등학교 2, 3학년 학생들에게 3, 4학년 때 어떤 수학을 선택해야 하는지 상담해줄 수 있게 하기 위함이다.”

본 연구에서는 PISA의 자료 및 오하이오주의 학생들에 대한 2005년도 EMPT 수학성취검사시험결과 분석 자료를 이용해서 미국 학생들과 비교해본 우리나라 고1 학생들의 수학 학습 경향, 또는, 수학적 능력의 특성을 분류해 보고자 하였다[4].

## 2. 연구방법

우리 학생들의 수학성취도에 대한 국제비교 관련 자료로는 TIMSS와 PISA의 결과가 대표적이다. 미국 오하이오주에서 2005년에 250여 고등학교의 15세 학생 42,000여명을 대상으로 EMPT 테스트를 실시하였다. 본 연구에서는 이 시험에서 사용된 것과 동일한 문제로 우리 학생들의 실험집단을 대상으로 테스트하여 얻은 결과를 미국의 결과와 비교함으로써 우리 학생들의 수학교과 학습에 대한 경향을 파악하고자 하였다. 우리 학생들의 실험집단으로는 충북에 위치한 인문계 고등학교의 1학년 학생 198명(96명의 남학생과 102명의 여학생)을 선정하였는데 연구의 편의상 한·미 두 집단을 각각 기호 K와 O로 나타내었다. 두 집단의 비교를 위해서 모든 문항을 두 집단의 정답률의 차의 크기에 따라 단계별로 분류하고 각 단계에 속한 문항들의 공통적인 특성을 분석해 냄으로써 우리 학생들의 상대적 강점과 약점을 진단해서 수학 학습경향을 설정하는 방식을 택했다.

## 3. 문항분석의 준거

정답률 차의 단계별로 분류된 문항의 특성을 찾아 두 집단의 수학 학습경향을 비교하기 위해서는

각 단계에 속한 문항의 특성을 객관적으로 분석하기 위한 근거를 설정하는 것이 중요하다. 왜냐하면 주어진 문항의 특성을 파악하는 관점은 난이도, 요구되는 수학적 지식의 특성, 교육과정상의 영역 등 매우 다양한 요인의 영향을 받아 설정되기 때문이다. 예를 들면 TIMSS 2003에서는 인지적 영역의 수행 능력을 “사실과 절차 알기, 개념을 이용하기, 일반적인 문제 풀기, 추론하기”와 같이 분류한 후 이들 항목의 세부적인 내용을 설정했고, PISA 2003에서는 수학적 능력을 다음과 같은 6단계의 수준으로 분류했다[5, 6].

\* 제1수준: 모든 필요한 조건이 주어져 있으며 문제의 내용을 쉽사리 분명하게 파악할 수 있는 친숙한 내용에 대한 문항. 이 수준의 문항에 대해서는 주어진 정보를 이용해서 오해의 소지가 없는 분명한 상황에 직설적으로 주어진 지시에 따라 일반적인 절차를 수행하는 능력을 요구한다. 지식수준의 문항이다.

\* 제2수준: 직접적인 추론까지는 필요치 않으나 주어진 맥락을 해독함으로써 해를 구할 수 있는 수준의 문항으로서 필요한 조건이나 정보를 찾아 하나의 수학적 형태로 표현할 것이 요구된다. 이 수준에서는 기본적인 알고리즘, 공식, 절차, 또는 관례에 대한 지식이 요구된다.

\* 제3수준: 이것은 순차적인 판단을 요하는 분명하게 제시된 절차를 수행할 수 있는 능력을 요구하는 문항으로서 간단한 문제해결의 전략을 활용할 것이 요구되는 수준이다. 즉, 문제에 주어진 상이한 표현을 해독하고 이로부터 직접적으로 추론에 의해서 해를 구해야 하는 수준의 문항이다.

\* 제4수준: 복잡적이긴 하나 구체적인 상황에 대해서 합당한 수학적 모델을 적용해서 효과적으로 문제를 해결할 수 있는 능력을 요하는 적용수준의 문항이다. 기호의 사용을 포함한 다양한 표현 능력, 실생활 관련성의 파악, 조건 사이의 상호관련성 구성 등 분석·종합 활동을 포함하는 문항이다.

\* 제5수준: 복합적인 문항으로 새로운 수학적 모델의 개발이나 적용 또는 조건의 단순화나 복잡화를 통해서 해결될 수 있는 수준을 의미한다. 여기에는 적절한 문제해결 전략의 선택, 비교, 평가와 같은 다양한 고등 사고 능력이 요구되는 수준이다.

\* 제6수준: 복잡한 문제 상황을 탐구하고 모델링한 것에 기초해서 새로운 개념을 생성하다든지 일반화하는 창조적인 수준을 의미한다. 이것은 상이한 정보원이나 표현들을 연계하거나 변형시키는 것과 같은 유연한 사고능력을 요하는 고도의 문항이다.

본 연구에서는 문항별 특성을 분석하기 위하여 우리의 중등학교에서 수학교과 문항분석의 도구로 많이 사용되고 있는 B.S. Bloom의 이원목적 분류를 응용한 “지식, 이해, 적용”이라는 3단계 준거와 PISA의 6개 수준을 응용하여 통합한 다음과 같은 준거를 설정하고 이를 이용해서 각 문항의 해결에 요구되는 수학적 능력의 경향을 설정했다[3, 6].

\*지식: 여러 단계의 정신활동 중 기억 및 재생이 중심인 능력으로서 주로 기초적인 사실인 정의, 기호, 용어 및 이전의 학습을 통해서 일반적으로 잘 알려져 있는 단순한 수학적 사실, 간단한 계산들이 이에 해당된다. 위의 제1수준 및 낮은 단계의 제2수준과 관련되어 있다.

\*이해: 수학적 원리와 법칙의 내용이나 이유를 알고 필요한 절차를 수행하거나 표준적인 문제를 해결하는 것이 이에 해당된다. 주로 정리, 추상적 개념 및 복잡한 정의 등 단순한 기억 이상의 해득이나 설명 능력을 요구하는 내용이다. 상위의 제2수준 및 제3수준과 관련되어있다.

\*적용: 수학적 사실이나 모델을 적용하여 문제를 해결하거나 현상의 원인을 밝히고 설명하기. 제4수준과 관련되어 있다.

\*분석·종합: 새로운 상황으로 주어진 조건들 사이의 상호 관련성을 밝혀 수학적 사실을 찾아내는 일반화 및 통찰 능력이다. 즉, 새로운 수학적 원리의 발견, 일반화, 증명활동이 이에 해당되며 제5,6수준이 이에 관련된다.

### 4. 테스트 결과 분석

수학의 성취도에 관한 국제비교 자료는 PISA 2003의 결과보고서로 상세히 발표되었고 우리나라 관련 상황도 충분히 분석되어 있는 상태이다 [6]. 그러나 이것은 평균적인 점수를 기준으로 한 것이어서 우리 학생들의 수학적 능력이나 학습경향을 파악하는데 한계가 있었다. 그래서 여기서는 EMPT 테스트의 결과를 분석해 봄으로써 우리의 상황을 파악해보고자 하였다. EMPT 테스트 문항은 32개로 이루어져 있는데 이들에 대한 두 집단의 정답률 상황은 다음 표와 같이 분포되었다.

<표 1> 정답률 차이별 문항 분포 상태

정답률의 차의 단계 : K-O (%)	문항 수	정답률의 평균		
		O	K	K-O
51 ~ 60	*	38.4	90.0	51.6
41 ~ 50	* * * *	43.4	88.8	45.4
31 ~ 40	* * * * *	58.1	89.0	30.9
21 ~ 30	* * * * * *	60.3	82.4	22.1
11 ~ 20	* * * * * *	54.7	69.9	15.2
1 ~ 10	* * * *	61.6	67.0	5.4
(-9) ~ 0	*	41.6	37.5	-4.1
(-19) ~ (-10)	* *	52.6	39.1	-13.5
(-29) ~ (-20)	*	65.5	40.2	-25.3

이 표로부터 알 수 있는 상황은 다음과 같다.

첫째, 전반적인 성취도에 있어서 K가 O보다 높다는 사실이다. 이것은 인지적 영역의 성취도에 대한 다른 국제비교의 결과와도 일치하고 있는 사실이다.

둘째, K가 O에 비해서 정답률의 차이가 크게 분포되어 있다는 사실이다. O의 정답률은 38.4%로부터 65.5% 사이에 분포되어있는데 반해서 K의 정답률은 37.5%로부터 90.0%사이에 분포되어 있었다.

셋째, K는 정답률이 높은 데서 낮은 쪽으로 비교적 일관성이 있게 분포되어 있으나 O는 어느 한

방향으로의 경향성은 보이지 않았다. 이것은 두 집단의 응답 경향이 차이가 있음을 나타낸 것이라고 볼 수 있었다.

이와 같은 전반적인 경향 외에 정답률의 차의 단계별로 문항들의 특성 및 문제 해결에 필요한 수학적 능력은 다음과 같이 분석되었다. 아래 분석에서는 두 집단의 정답률이 동시에 70% 이상이어서 오답의 원인을 분석하는 것이 의미 없다고 판단된 세 문항은 제외했다.

**(A) K-O가 41% 이상인 단계**

여기에 속한 문항들은 다음 표와 같았다. 정답률의 평균은 K가 89.0이고 O는 42.4였다.

문항	문항 내용	정답률		수학적 능력
		K	O	
A1	가로, 세로, 높이가 각각 $x, x+1, x-2$ 인 직육면체의 부피	90.0	38.4	*직육면체의 부피, 피타고라스정리와 같은 흔히 쓰이는 친숙한 공식에 대한 지식
A2	밑변과 높이가 각각 $3x, 4x$ 인 직각삼각형의 빗변의 길이	93.9	48.3	
A3	주어진 5개의 방정식 중에서 근이 1과 -3인 이차방정식 찾기	87.2	46.0	*분수의 소수표현 관련 지식( $1/3 \neq 0.333$ 사실) 및 대소 관계에 대한 지식 *유리식의 초보적인 덧셈법 및 이차방정식의 근과 계수와의 관계에 대한 지식
A4	$\frac{1}{3} = 0.333, \frac{2}{9} \neq \frac{8}{36}, \frac{1}{2} > \frac{17}{32}, \frac{5}{7} < \frac{15}{28}$ 중 올바른 것.	82.4	32.7	
A5	$2 - \frac{1}{x}$ 과 같은 식 찾기	91.5	46.5	

이들 문항의 주요 과제는 다음 표와 같이 분석되었다.

\*{A1, A2} ; 이들 문항을 해결하기 위해서는 직사육면체의 부피공식, 피타고라스정리와 같은 기본적인 공식의 기억과 간단한 일차식의 곱셈을 계산할 수 있어야 한다. 이들 문항에 대해서 K는 92% O는 43%의 정답률을 보였는데 응답상황을 분석한 결과 이런 원인은 계산능력보다는 공식의 암기 여부였다. 따라서 이들 문항은 지식수준으로 분류했다.

\*{A3, A4, A5} ; 이들은 수식에 대한 기본적인 사실의 기억과 계산능력을 요구하는 것이었다. 이들에 대해서 K가 87% O는 49%의 정답률을 보였는데 그 원인은 2차방정식의 해법, 기본적인 연산 능력,  $1/3 \neq 0.333$ 라는 사실 등에 대해서 K가 매우 우수했기 때문이었다. A3은 근과 계수와의 관계에 관한 문제라고 볼 수 있으나 뒤에 나오는 B5 문항의 결과로 미루어 볼 때, 이차방정식의 해법과도 깊이 관련되어 있는 것으로 판단되었다. 이들은 지식수준으로 분류했다.

**(B) K-O 가 31% ~ 40% 인 단계**

여기에 속한 문항에 대한 평균 정답률은 K가 89.0%로서 매우 높은 수준이었고, O는 58.1%로 평균적인 수준이었다.

문항	문항 내용	정답률		수학적 능력
		K	O	
B1	$dx + ey = f$ 를 $y$ 에 관해서 풀기	93.1	63.0	*일차다항식의 동치변형
B2	$-[x + 2(3x - 1) - 4]$ 을 간단히 하기	92.9	61.5	또는 계산의 이해
B3	네 점 $(-3, -10)$ , $(-1, -4)$ , $(0, -1)$ , $(2, 5)$ 을 지나는 일차함수식	81.7	51.0	*표준형 꼴의 일차, 이차, 연립방정식의 해를 구하는 절차 및 계산 방법의 이해
B4	연립방정식 $\begin{cases} 2x - y = -8 \\ -5x + 2y = 17 \end{cases}$ 풀이	88.5	58.7	
B5	방정식 $x^2 - 2x - 24 = 0$ 의 근 구하기	88.9	56.5	

이들 문항의 주요 과제는 다음과 같이 분석되었다.

\*(B1, B2) ; 이들은 주어진 식을 절차에 따라서 처리하는 동치변형 능력을 요구하는 문항이다. K는 O에 비해서 계산 능력 면에서 매우 강했다.

\*(B3, B4, B5) ; 이들은 기본적으로 일차, 이차, 연립방정식의 해를 구하는 절차를 이해하고 계산을 수행하는 문항들이다. B3은 연립방정식으로 풀 수 있고 공식을 이용할 수도 있다. B5 문항에서 O의 19%가 근의 부호 때문에 오답을 선택했는데 반면 K는 8% 정도만 그랬다. 이들 문항을 통해서 볼 때 K는 절차에 따라 수행하는 방정식의 해법에 대한 기본적인 계산 능력이 매우 강함을 보여주고 있다. 이들은 이해수준으로 분류했다.

**(C) K-O가 21% ~ 30% 인 단계**

여기에는 다음 문항들이 속했다. 이들 문항에 대한 평균 정답률은 K가 82.4%로서 높은 수준이었고, O는 60.3%로 평균적이었다.

문항	문항 내용	정답률		수학적 능력
		K	O	
C1	$y = -\frac{3}{4}x + 1$ 에서 함수값이 0인 $x$ 구하기	93.5	67.4	*여러 형태의 수식, 약분, 지수의 계산 능력.
C2	$g(x) = 2^x - x + 1$ 일 때, $g(3)$ 구하기	90.6	68.0	
C3	$x = 1$ 일 때, $\frac{-3\sqrt{x-1}}{4} + 2$ 의 값 구하기	75.2	51.0	
C4	시간 $t$ 와 $n$ 사이에 $n = -3.1t + 510$ 인 관계가 있을 때, $n$ 의 크기가 50K바이트라면, 이때의 시간은 몇 초에 가까운가?	87.5	65.4	*함수 및 문자식에서 문자의 변수적 기능에 대한 이해 및 표준적인 지수방정식의 처리절차의 이해.
C5	$2.7 - 5(x - 1) = -0.43 + x$ 의 해를 소수점 이하 둘째 자리까지 구하기	77.6	56.3	
C6	$\frac{3 - \frac{1}{2}}{\frac{7}{2} - 1.5}$ 의 계산	81.0	65.7	
C7	방정식 $(1.5^{-4})(1.5^3) = 1.5^{-17}$ 의 해	71.7	48.1	

이들 문항의 내용은 주로 함수형태, 함수 값, 식의 값 등과 같은 함수적 개념과 관련된 수학적 표현의 이해 및 계산능력을 요하는 문항들이다. 난이도 면에서는 대개의 문항이 두 가지의 수학적 과제를 내포하고 있다. 오답의 경향은 두 집단이 비슷하나 O의 오답률이 비교적 높았다. 특이한 점으로는 C3, C5, C6과 같이 소수, 번분수, 무리수가 포함된 문항에 대해서 O는 15~24%의 학생이 정답이 없다는 반응을 보였는데 이런 현상은 계산능력과 함께 기본적인 처리 방법에 대한 이해가 부족한 것으로 분석했다.

**(D) K-O가 11% ~ 20% 인 단계**

이 단계에는 다음 문항들이 속했다. 이들 문항에 대한 평균 정답률은 K가 69.9%로서 비교적 낮은 편이고, O는 54.7%로서 평균적 수준이었다.

문항	문항 내용	정답률		수학적 능력
		K	O	
D1	둘레가 45인치인 바퀴가 1.6km를 움직이려면 대략 몇 바퀴나 돌아야 하나? (1인치는 2.54cm임)	67.6	55.1	*조건 사이의 관계를 파악해서 수학적 모델로 표현하고, 필요한 수학적 원리를 적용하여 문제를 해결하기. 관계의 이해 및 적용
D2	700원을 들여 만든 카드를 2000원씩에 팔려고 한다. 자료비로 10,000원 들었다면 카드를 $n$ 장 만들 때 이윤 $p$ 를 나타내는 식 구하기	74.2	57.6	
D3	시간, 거리, 속력사이의 상호 관계식	75.8	56.4	
D4	분수 $\frac{a}{b}$ 를 퍼센트(%)로 나타내기	62.0	50.4	
D5	그래프가 항상 $y=(x+1)^2+1$ 의 그래프보다 위에 있는 함수 찾기	69.0	51.8	
D6	$3 \times 10^m$ 에 $p \times 10^n$ 을 곱하기	50.8	36.7	

이들 문항은 모두 문장제 문제로서 비교적 단순한 조건들 사이의 상호 관계를 파악하여 수학적 모델로 표현하고, 사용된 개념과 원리의 이해를 바탕으로 적용까지도 요구하는 2단계의 복합적인 특성을 가지고 있다. 그 결과 이들 문항에 대한 주된 오답의 원인은 km와 inch 사이의 관계 파악 관련 오류, 좌표평면에서 원점에 대칭인 점의 좌표 표현 오류, 이익·비용 요인의 관계파악 오류, 유리수와 퍼센트의 관계성에 대한 이해부족 등과 같이 주로 두 개념사이의 관계성 파악능력과 연계되어 있는 것으로 나타났다. 이들 문항에 대해서 K의 성취도가 일관성 있게 15%정도 높았으나 두 집단의 오류의 경향은 대체로 유사했다.

**(E) K-O가 -9% ~ 10% 인 단계**

이 단계에는 다음 문항들이 속했다. 평균 정답률은 K가 48.7, O가 41.8%로서 큰 차이 없이 낮은 수준이었다.

문항	문항 내용	정답률		수학적 능력																		
		K	O																			
E1	$3 - 3^{-2} \div 3^{-1}$ 을 계산하기	40.1	37.6	*개념이나 원리를 다양한 표현과 응용에 적용하는 능력																		
E2	$x$ 는 독립변수, $y$ 는 종속변수일 때, 다음은 이차함수, 지수함수, 유리함수 중 어떤 함수인가? <table border="1" style="margin: 5px auto;"> <tr> <td><math>x</math></td> <td>-3</td> <td>-2</td> <td>-1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td><math>y</math></td> <td>11</td> <td>9</td> <td>7</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>-1</td> <td>-3</td> </tr> </table>	$x$	-3		-2	-1	0	1	2	3	4	$y$	11	9	7	5	3	1	-1	-3	58.9	52.0
	$x$	-3	-2		-1	0	1	2	3	4												
$y$	11	9	7	5	3	1	-1	-3														
E3	다양한 형태의 그래프 중 함수관계인 것 찾기	47.0	35.9																			

이들 문항에 대한 평균 정답률은 두 집단사이에 큰 차이를 보이지 않았다. 이들 문항들은 문항에 포함된 용어나 기호에 대한 이해와 함께 다양한 표현들 사이의 연계성이나 응용을 자연스럽게 받아들일 수 있는 능력을 요구하는 문항들로서 <표 1>에 나타난 정답률의 분포로 미루어 볼 때 정답률은 비교적 낮았다.

**(F) K-O가 -10% 이하인 단계**

이 단계에는 다음 세 문항이 포함되어 있었다. 이들의 평균은 K가 39.5%, O는 56.9%이었다.

문항	문항 내용	정답률		수학적 능력
		K	O	
F1	인터넷을 통해서 비행기표를 사면 요금의 1.25%를 더 내야 한다고 한다. 요금이 42만원이라면, 얼마를 더 내야하나?	40.9	57.5	*주어진 조건들이 문제해결에 어떻게 작용 하는지 분석·종합하여 응용문제 해결하기
F2	다섯 경기의 점수는 60, 75, 50, 50, 70이다. 여섯 번째는 20점밖에 못 얻었다. 이 여섯 번째의 경기로 인해서 평균, 중앙값, 최빈수, 범위 중 어떤 것이 가장 크게 변하나?	37.3	47.7	
F3	삼각형 ABC가 직각이등변삼각형이고 빗변의 길이는 24이다. 각 B는 몇 도인가?	40.2	65.5	

이들 문항은 주어진 조건들의 합리적인 분석을 통하여 필요한 정보를 찾아 활용하는 능력을 요구하는 것이었다. 즉, 주어진 조건이 문제의 해결에 어떻게 작용하는지 종합적 이해에 도달해야 정답을 구할 수 있는 문항들이었다.

이상을 정리하여 각 단계별로 요구되었던 수학적 능력을 기술하면 다음 표와 같다.



K-O (%)	각 단계별 요구되는 수학적 능력 및 분류
41이상	*일상적으로 쓰이는 친숙한 공식의 기억. (지식) *유리의 대소 관계 및 소수 표현에 관한 지식 (지식) *유리식의 덧셈, 이차방정식의 근과 계수와의 관계 (낮은 정도의 이해)
31~40	*일차식의 동치변형과 같은 계산 기능 (이해) *표준적인 일차, 이차, 연립방정식의 해 구하기 (이해)
21~30	*여러 형태의 수식, 약분, 지수의 계산 능력 및 표준적인 지수방정식의 해 구하는 절차 수행하기 (이해)
11~20	*둘 이상의 구체적 단계가 포함된 상황을 수학적 모델로 표현하고, 단계 상호간의 관계성을 파악해서 문제 해결하기 (적용)
-9~10	*개념이나 원리를 다양한 표현과 응용에 적용하는 능력 (적용)
-10이하	*주어진 조건의 관계적 이해를 통한 응용문제 해결력(분석·종합)

## 5. 결론

이 연구에서는 한·미 두 나라의 10학년 학생들을 대상으로 PISA 및 EMPT 결과를 이용해서 수학교과외의 인지적 영역에 대한 성취상황을 비교해봄으로써 수학 학습과 관련한 우리 학생들의 특징적인 경향을 파악해보았다. PISA 2003의 결과를 통해서 우리 학생들이 인지적 영역에서는 우수한 성취도를 보였으나 정의적 영역은 매우 낮은 수준이라는 것이 밝혀졌다. 이의 원인을 살펴보기 위해서는 문항 내용별 분석이 필요했는데 EMPT 문항에 대한 한·미 두 나라 학생들의 반응을 분석해 봄으로써 우리 학생들의 수학 학습경향에 대하여 다음과 같이 분석했다.

첫째, 인지적인 영역에 대한 통합적인 성취정도는 한국 학생들이 미국 학생들에 비해서 매우 높게 나타났다.

둘째, 한·미 두 집단의 정답률 차이 별로 문항을 분류했을 때, 각 단계의 문항들은 대체적으로 지식수준으로부터 점차로 이해, 적용, 분석·종합의 수준으로 변하는 경향을 보였다. 즉, 지식수준으로부터 점차로 이해, 적용, 분석·종합의 수준으로 갈수록 차이가 줄어들다가 역전되는 현상이 나타났다.

셋째, 각 단계별 정답률 평균의 변화 양상은 K집단의 경우 K-O와 유사한 모습이었으나 O는 K-O의 경향과 거의 무관하게 나타났다. 이것은 O와는 달리 K의 정답률은 문항의 분류 즉, 지식, 이해, 적용, 분석·종합의 순서로 낮아지는 것으로 나타났다.

이상의 둘째와 셋째로부터 우리 학생들은 수학의 인지적 영역에 대해서 다음과 같은 수학 학습경향을 가지고 있다고 분석되었다.

(i) 우리 학생들은 기본적인 사실의 기억과 기초적인 계산능력과 같은 지식수준의 과제에 대해서 미국의 비교집단보다 월등했다.

(ii) 둘 이상의 복합적 단계를 밟아서 원리를 적용하거나 이해를 통해서 해결해야 하는 문항의 해결력에 대한 우리 학생들의 수월성은 지식수준의 경우보다는 차이가 줄어들었다.

(iii) 우리 학생들의 주어진 조건의 관계를 파악해서 필요한 정보를 구성하여 해결할 것을 요구하는 문항에 대한 정답률은 비교집단인 미국에 비해서 낮은 경향을 보였다.

(iv) 이들과 같은 우리 학생들의 수학 학습경향의 원인을 밝혀보는 것은 매우 의미 있는 과제라고 사려 되었다.

## 참 고 문 헌

- 김영국·박기양·박규홍·박혜숙·박윤범 외 (2002). 수학교과 기피성향에 따른 효율적인 지도방안의 연구, 2001년도 교과교육공동연구 과제번호 2001-030-D0002, 한국교원대학교.
- 정강정 (2004). 학업성취도. 국제비교연구 성과와 과제, 연구자료 ORM 2004-26, PISA 2003 결과보고서, 한국교육과정평가원.
- B.S. Bloom (1956). *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook 1: Cognitive Domain*. New York: David McKay Co., Inc.
- Laughbaum Ed. (2004). EMPT(Early Mathematics Placement Test) Statistics for 8000 - Sample HS for teachers and guidance counselors, Dept. of Mathematics, Ohio State University.
- OECD (2003). *Learning for tomorrow's world*, First Results from PISA.
- Ina V. S. Mullis 외 (2003) *TIMSS Assessment frameworks and specifications 2003*, 2nd Edition, International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.

# **Analysis of Korean Students' Mathematics Learning Trends**

## **-Focused on 10th Graders-**

**Kim, Young Kuk**

Dept. of Math Edu, Seowon University, Mochung-dong 231, Chongju, 361-742, Korea  
ykkim@seowon.ac.kr

According to the TIMSS and PISA, Korean students proved to score one of the best group among the participated countries on the cognitive area of school mathematics. As an attempt to find out the Korean students' trends of mathematics learning, we compared Korean and American 10th graders' mathematics test result. It was proved that Korean students were especially well equipped in retaining basic fact and formulas.

---

\* ZDM Classification : D64

\* MSC2000 Classification : 97D60

\* Key Word : trends of mathematics learning