

TIMSS 2003의 내용 영역별 수학 성취도 국제 비교

김 선 희* · 김 경 희**

본 연구는 TIMSS 2003 결과를 토대로 우리나라 중학생들의 수학 성취도를 내용 영역별로 싱가포르, 대만, 홍콩, 일본과 비교한 것이다. 우리나라는 구성형과 선다형 문항 모두에서 싱가포르에 비해 정답률이 낮았으며 일본에 비해서는 선다형 문항의 정답률이 더 높은 것으로 나타났다. 내용 영역별 평균 정답률을 보면, 우리나라는 수 영역에서 싱가포르보다 낮았는데, 특히 '비·비율·백분율'의 차이가 컸다. 대수 영역의 하위 주제 정답률은 높았지만 측정 영역, 특히 '속성과 단위'에서는 정답률이 5개국 중 가장 낮았다. 기하 영역에서는 평균 정답률이 가장 높았으나, '평면도형과 입체도형', '대칭과 변환'에서는 높지 않았다. 자료 영역에서도 정답률이 높지 않았는데 우리나라 학생들이 중앙값, 범위, 분포 상태, 자료를 통해 미지의 값 추정하기, 자료 해석에 대하여 평가하기 등의 내용에 대한 학습 경험이 부족한 것에 그 원인이 있을 수 있다. 문항 분석 결과, 우리나라 정답률이 국제 평균보다 35% 이상 높은 문항은 194개 중 42개로서 수 10개, 대수 9개, 측정 10개, 기하 7개, 자료 6개였고, 국제 평균보다 낮은 문항은 측정, 기하, 자료 영역에 각각 하나씩 있었다. 또한 우리나라보다 전체 성취도 순위가 높았던 싱가포르에 비해 정답률이 20% 이상 낮았던 문항은 10개가 있었다.

1. 서 론

수학 성취도의 국제 비교 연구들의 결과에 따르면, 우리나라 중, 고등학생들의 수학 성취도는 국제적으로 매우 높은 수준에 있다. 1995년부터 4년 주기로 실시되고 있는 수학·과학 성취도 추이변화 국제비교 연구(Trends in International Mathematics and Science Study: TIMSS¹⁾)에서 우리나라 중학교 2학년 학생들은 1주기인 TIMSS 1995에 3위, TIMSS 1999에서 2위,

TIMSS 2003에서 2위를 차지하였고(박정외, 2004), OECD에서 주관하는 3년 주기의 학생 성취도 평가 연구(Programme for International Student Assessment: PISA)에서도 PISA 2000에 2위, PISA 2003에 3위를 차지하였다(이미경 외, 2004). 또 최근 PISA 2006에서는 4위를 차지하였다.

이러한 국제 성취도 비교 연구는 학생들의 성취도를 국제적인 수준에서 평가하여 각기 다른 교육체제와 정책을 수행하고 있는 국가들의 성취 결과를 파악함으로써 각국의 교육성과를 비교하기 위한 목적을 갖는다. 그리고 연구에

* 신라대학교, mathsun@silla.ac.kr

** 한국교육과정평가원, khee@kice.re.kr

1) TIMSS 국제연구본부(TIMSS International Study Center: 이하 ISC)에서는 1995년과 1999년에 실시한 TIMSS (Third International Mathematics and Science Study)와 2003년의 TIMSS(Trends in International Mathematics and Science Study)의 이름은 다르지만, 연구 전체를 포괄하도록 동일한 약어로 사용하고, 시행 연도에 따라 TIMSS 1995, TIMSS 1999, TIMSS 2003으로 칭하기로 결정하였다. (김경희 외, 2006)

참가한 참여국들은 성취도 비교 결과를 활용하여 자국의 교육과정이나 정책에 대한 의사결정에 활용할 수 있다. TIMSS는 우리나라가 1990년대부터 참여하고 있는 학생 성취도의 변화 추이를 파악하려는 종단연구로서, 이 연구가 제공하고 있는 방대한 정보를 활용하여 우리 교육에 필요한 것을 추출하는 일은 그 자체의 목적만으로도 중요할 뿐 아니라 교육의 국가 경쟁력을 제고한다는 차원에서도 필요하다고 볼 수 있다. 특히 전체적인 순위뿐 아니라 우리나라가 어떤 내용에서 성취가 높은지 또는 낮은지를 파악하는 것은 우리나라 교육과정이나 교수·학습 등에 시사하는 바가 클 것이다.

하지만 지금까지 TIMSS 2003 결과에 대하여 우리나라에서는 심층적인 연구가 많이 이루어지지 못했다. TIMSS 1999 결과에 대해서는 한경혜(2005)가 교사, 수업 변인과 학생 성취도의 상관관계를 분석하였고, Leung & Park(2005)은 TIMSS 1999 비디오 연구와 학습자 관점에서 수학 교수·학습에 대한 연구를 실시하였으나, 우리나라가 수학 내용 영역별로 어떤 성취를 보였는가에 대한 연구는 없었다. 과학 교과에서는 환경(정은영, 2006), 생물(정은영, 2005) 영역에서 TIMSS 2003의 성취도가 분석된 바 있다.

본 연구는 우리나라에서 2003년 실시되어 2004년 12월에 발표된 TIMSS 2003의 결과를 내용 영역별로 분석하고자 한다.

TIMSS 2003 평가들의 내용 영역은 수, 대수, 측정, 기하, 자료의 5개로 구성되어 있으며, 각 내용 영역은 세부 주제를 갖고 있다. 본 연구는 우리나라 학생들의 성취도를 내용 영역별로 상위 4개국과 비교할 것이며, 특히 어떤 주제에서 우리나라 학생들의 성취도가 상대적으로 높고 낮은지 살펴볼 것이다. 우리나라의 성취도는 상위권에 속하기 때문에 상위권끼리의 비교가 필요하며, 상위권에서도 어떤 내용 주제의 성취도가 높고 낮은지 비교하는 것은 교육과정이나 교수·학습과 관련하여 다른 국가와의 비교 연구에 필요한 자료가 될 것이다.

II. TIMSS 2003의 수학 평가들

TIMSS 2003 수학 평가들은 내용 영역과 인지 영역의 2차원으로 조직되어 있다. 내용 영역은 수, 대수, 측정, 기하, 자료의 5개 영역으로, 인지 영역은 사실과 절차 지식, 개념 활용, 정형적인 문제해결, 추론의 4개 영역으로 짜여 있다. 내용 영역은 연구에 참여하는 참가국들의 교육

<표 II-1> TIMSS 2003의 수학 평가들

내용 영역	수	· 자연수 · 비·비율·백분율	· 분수와 소수	· 정수
	대수	· 규칙 · 관계	· 대수식	· 방정식과 부등식
	측정	· 속성과 단위	· 도구, 기법, 공식	
	기하	· 선과 각 · 위치와 공간관계	· 평면도형과 입체도형 · 대칭과 변환	· 합동과 닮음
	자료	· 자료 수집과 정리 · 불확실성과 확률	· 자료 표현	· 자료 해석
인지 영역	사실과 절차 지식	· 회상하기 · 도구 사용하기	· 인식/식별하기	· 계산하기
	개념 활용	· 알기 · 문제 만들기	· 분류하기 · 구분하기	· 표현하기
	정형적인 문제해결	· 선택하기 · 적용하기	· 모델화하기 · 입증/검토하기	· 해석하기
	추론	· 가설 설정/추측/예상하기 · 일반화하기 · 비정형적인 문제 해결하기	· 분석하기 · 연결하기	· 평가하기 · 종합/통합하기 · 정당화/증명하기

과정에 근거하여 구성되지만(Mullis et al., 2003), 우리나라에서 현재 실행 중인 제7차 수학과 교육과정은 내용 영역을 수와 연산, 문자와 식, 규칙성과 함수, 도형, 측정, 확률과 통계로 구분하고 있어 TIMSS 영역과 동일하지는 않다. 본 연구의 분석에 초점이 되는 TIMSS 2003 수학 평가틀을 구체적으로 살펴보면 <표 II-1>과 같다.

<표 II-2>는 TIMSS 2003에 출제된 문항 분포를 내용 영역과 인지 영역별로 나타낸 것이다. TIMSS 2003의 수학 평가도구는 총 194문항으로 구성되어 있으며, 수 영역에 해당되는 문항이 총 57개로 전체 문항의 29.4%를 차지한다. 다음으로 대수 영역에 해당하는 문항은 총 47개로 전체 문항의 24.2%에 해당하여, 수와 대수 영역의 문항이 전체의 50% 이상을 차지하는 것을 알 수 있다. 우리나라 중학교 교육과정에서는 수와 연산, 문자와 식, 규칙성과 함수 영역이 학년의 1학기 동안 다루어진다는 점에서 50% 이상의 비율을 차지하는 것은 TIMSS와 유사하다. 문항이 가장 적은 것은 자료 영역으로 14.4%에 해당하였으며, 우리나라 중학교 교육과정에서도 이와 유사한 비율이라 할 수 있다.

인지 영역별로 문항 분포를 보면 전체 194개의 문항 중에서 정형적인 문제해결에 해당하는 문항이 70개로 가장 많았으며, 사실과 절차 지식 45문항, 추론 42문항, 개념 활용 37문항의 순

이었다. 수 영역에서는 정형적인 문제해결의 문제가 45.6%로 가장 많이 출제되었고, 사실과 절차 지식, 개념 활용, 추론의 순이었다. 대수 영역에서는 사실과 절차 지식, 추론이 각각 27.7%로 가장 많이 출제되었다. 측정 영역에서는 정형적인 문제해결, 추론, 사실과 절차 지식, 개념 활용의 순이었다. 기하 영역에서는 정형적인 문제해결 문제가 가장 많았으나 비교적 고른 분포로 문항이 출제되었다. 자료 영역에서는 정형적인 문제해결과 추론 영역의 문항이 많았다.

III. 내용 영역별 성취도 국제 비교 결과

TIMSS 2003 수학의 내용 영역별 성취도를 국가별로 비교하기 위하여 구성형과 선다형으로 구분하여 각 내용 영역에 대한 정답률²⁾을 비교하였다. 국제 수준과 비교하여 우리나라 학생들의 성취도에서 강점과 약점을 구체적으로 찾고자 한다면, 각 주제별 문항 단위 분석이 적합하다. TIMSS의 문항 유형은 선다형과 구성형으로 나뉘는데, 구성형 문항은 단답형 문항과 서술형 문항을 포함한다. TIMSS 2003에서 국제 5위 안에 속한 국가들을 우리나라와 비교하여 정답률에서 통계적으로 유의한 차이가 있

<표 II-2> 내용 영역·인지 영역별 문항 분포

문항 수(%)

내용 영역	인지 영역				전체
	사실과 절차 지식	개념 활용	정형적인 문제해결	추론	
수	15 (26.3)	11 (19.3)	26 (45.6)	5 (8.8)	57 (100.0)
대수	13 (27.7)	11 (23.4)	10 (21.3)	13 (27.7)	47 (100.0)
측정	9 (29.0)	2 (6.5)	14 (45.2)	6 (29.4)	31 (100.0)
기하	7 (22.6)	7 (22.6)	9 (29.0)	8 (25.8)	31 (100.0)
자료	1 (3.6)	6 (21.4)	11 (39.3)	10 (35.7)	28 (100.0)
전체	45 (23.2)	37 (19.1)	70 (36.1)	42 (21.6)	194 (100.0)

2) 2005년에 ISC 홈페이지에 탑재된 문항 통계 정보 중 국제 평균과 참여국의 문항 평균 정답률이다.

는지에 대하여 알아보았다. 두 집단 간의 평균을 비교하는 t-검증을 하였으며, 그 결과는 <표 III-1>과 같다. 국제 평균 정답률과 우리나라의 정답률을 비교하면 모든 분야에서 우리나라가 통계적으로 유의하게 높은 성취를 보였다.

문항 정답률을 살펴보았을 때, 우리나라의 수학 전체 평균 정답률은 69.7%, 구성형 문항의 정답률은 59.8%, 선다형 문항의 정답률은 74.7%인 것으로 나타났다. 다른 국가와의 비교에서 우리나라는 유의수준 .05에서 일본에 비해 유의하게 높은 정답률을 보였다. 특히 일본은 선다형 문항의 정답률이 68.9%로 유의수준 .01에서 우리나라보다 유의하게 낮았다. 일본은 TIMSS 2003에서 수학 성취도가 5위인 국가로, 2위인 우리나라와 성취도 차이가 가장 크며 우리나라 학생들이 구성형 문항에 약한 경향이 있기 때문에, 일본과 선다형 문항에서 통계적으로 유의한 차이가 나타난 것으로 보인다.

TIMSS 2003에서 우리나라는 기하 영역의 정답률이 73.0%로 가장 높았고, 수, 대수, 자료,

측정의 순이었다. 내용 영역별로 정답률을 국가 간에 비교해 보면, 수 영역에서 우리나라는 싱가포르보다 성취도가 통계적으로 유의하게 낮았다. 성취도 척도점수로 비교할 때 우리나라는 수 영역에서 싱가포르 다음의 순위를 차지하였으며(Mullis et. al, 2004), 평균 정답률로 비교할 때 싱가포르의 수 영역 정답률 평균은 76.9%로 유의수준 .05에서 우리나라에 비해 높은 것으로 나타났다. 하지만 우리나라는 일본에 비해 수 영역의 정답률이 통계적으로 유의하게 높았다. 특히 선다형의 정답률이 유의하게 높아서 우리나라 학생들이 일본 학생들에 비해 수 영역의 선다형 문항을 더 잘 해결했다고 할 수 있다. 수 영역에서 홍콩의 정답률은 70.6%이었고, 구성형 문항의 정답률이 62.3%로, 통계적으로 유의하지는 않지만 우리나라에 비해 높은 편이었다.

대수 영역에서 우리나라 학생들의 전체 문항에 대한 평균 정답률은 70.9%이었다. 대수 영역에서 우리나라는 수학 성취도 국제 순위가 1위

<표 III-1> 내용 영역별 5개국의 평균 정답률(%)

내용 영역	문항 유형	국가					국제 평균
		우리나라	싱가포르	홍콩	대만	일본	
수	구성형	59.0	71.5	62.3	61.5	51.5	32.7***
	선다형	73.6	78.6	73.3	71.3	65.1*	48.2***
	전체	70.1	76.9*	70.6	68.9	61.7*	44.4***
대수	구성형	62.7	63.2	58.3	58.4	57.8	29.0***
	선다형	75.9	76.0	74.5	72.5	67.9*	49.2***
	전체	70.9	71.1	68.3	67.1	64.0	41.5***
측정	구성형	56.9	71.1	64.1	57.8	53.7	32.1**
	선다형	71.3	75.8	71.2	69.7	69.1	46.0***
	전체	65.7	74.0	68.4	65.1	63.1	40.6***
기하	구성형	64.7	60.3	60.5	58.7	63.3	34.8**
	선다형	76.4	74.3	76.9	75.0	75.0	50.4***
	전체	73.0	70.3	72.2	70.3	71.6	45.9***
자료	구성형	56.1	58.0	50.8	53.1	60.1	30.1**
	선다형	77.4	75.7	74.4	74.3	72.3	53.0***
	전체	67.5	67.5	63.5	64.5	66.6	42.4***
전체	구성형	59.8	65.0	59.0	58.0	56.9	31.4***
	선다형	74.7	76.5	74.0	72.3	68.9**	49.0***
	전체	69.7	72.6	68.9	67.4	64.8*	43.0***

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001

였음에도(Mullis et al., 2004)³⁾, 구성형 문항에 대한 만점 비율로 계산하여 <표 III-1>과 같이 문항의 정답률을 구하였을 때는 싱가포르보다 낮게 나타났다. 다른 국가와 통계적인 차이가 나타난 것을 살펴보면, 선다형 문항에서 일본에 비해 우리나라의 정답률이 유의하게 높았다.

측정 영역에서는 우리나라의 국제 순위가 싱가포르와 홍콩 다음이었는데 평균 정답률도 마찬가지였다. 우리나라 전체 정답률은 65.7%이고, 구성형 문항은 56.9%, 선다형 문항은 71.3%이었다. 측정 영역에서 우리나라보다 우수한 순위였던 싱가포르는 통계적으로 유의하지는 않지만 구성형과 선다형 문항 모두에서 우리나라에 비해 정답률이 상당히 높은 편이다. 특히 구성형 문항의 경우 싱가포르의 정답률이 71.1%로 우리나라에 비해 높은 것을 볼 수 있다. 홍콩은 구성형 문항의 정답률이 64.1%로 우리나라보다 높은 편이지만, 선다형 문항의 정답률은 우리나라와 유사하였다.

기하 영역에서는 우리나라 정답률이 가장 높았고, 자료 영역에서는 우리나라 정답률이 싱가포르와 같고 일본보다 높은 것으로 나타났다. 자료 영역에서 특징적인 것은 우리나라의 선다형 정답률이 다른 나라에 비해 높은 편이었다는 것이다. 하지만 구성형 문항에서는 일본과 싱가포르에 비해 낮은 편이었다.

우리나라는 전체적으로 싱가포르에 비해 정답

률이 낮았으며 이는 구성형과 선다형 문항 모두에서 그러하였다. 하지만 일본에 비해서는 선다형 문항의 정답률이 더 높은 것으로 나타났다.

다음에서는 5개 내용 영역의 세부 주제별로 5개국의 문항 평균 정답률을 분석하였다.

1. 수

수 영역에서의 문항 분포, 주제별 국제 비교 결과를 살펴본다.

가. 문항 분포

수 영역은 TIMSS 2003의 평가틀에 따라 자연수, 분수와 소수, 정수, 비·비율·백분율의 4가지 주제로 구분되어 있다. 각 영역의 주제에 따른 문항 정보는 <표 III-2>와 같다.

수 영역의 57개 문항은 자연수 8문항, 분수와 소수 28문항, 정수 3문항, 비·비율·백분율 18문항으로 구성되어 있다.

자연수 주제에서는 자릿값을 알고 자연수의 사칙계산을 할 수 있는지, 자연수의 범위에서 약수와 배수를 알고 소수(prime number)를 찾을 수 있는지, 덧셈과 뺄셈에 대한 교환법칙, 결합법칙, 분배법칙을 알고 활용할 수 있는지, 거듭제곱을 알고 제곱수에 대한 제곱근을 구할 수 있는지 등을 평가하는 내용이 포함된다. 또한 계산, 추정, 어림 등을 활용하여 문제를 해결할

<표 III-2> 수 영역의 주제별 문항 수

주제	전체	문항 유형		인지 영역			
		선다형	구성형	사실과 절차 지식	개념 활용	정형적인 문제해결	추론하기
자연수	8	5	3	3	0	4	1
분수와 소수	28	21	7	8	9	10	1
정수	3	3	0	2	1	0	0
비·비율·백분율	18	14	4	2	1	12	3
합계	57	43	14	15	11	26	5

3) 국제 순위는 ISC에 의해 척도 점수로 결정됨

수 있는지도 평가한다. 이러한 주제에 대해서 선다형 5문항, 구성형 3문항이 출제되었다.

분수와 소수의 주제에서는 대소 관계의 파악, 소수에서의 자릿값, 수직선이나 그림 등의 모델을 이용하여 분수나 소수를 표현할 수 있는지와 주어진 분수를 동치류의 분수로 바꾸고 계산하기, 분수를 소수로, 소수를 분수로 나타내기, 분수와 소수의 계산, 어렵값 구하기와 분수와 소수를 활용한 문제해결 등이 평가된다. 선다형 21문항, 구성형 7문항, 총 28개 문항이 출제되었다.

정수는 여러 가지 표현으로 정수를 나타내는 것과 대소 관계, 사칙계산, 정수를 활용한 문제해결 등의 내용으로 평가된다. 모두 선다형으로 3문항이 출제되었다.

비·비율·백분율이라는 주제에서는 동치인비를 찾는 것과 비례배분, 백분율과 분수·소수의 표현 관계, 비율과 백분율이 포함된 문제해결 등의 내용이 평가된다. 선다형 14문항, 구성형 4문항으로 총 18문항이 출제되었다.

나. 국제 비교 결과

TIMSS 2003에서 수 영역의 주제별 문항 평

균 정답률을 국가별로 비교 분석한 결과는 <표 III-3>과 같다. 모든 주제에 대하여 우리나라의 정답률이 국제 평균 정답률보다 높게 나타났다.

수 영역 전체를 볼 때 <표 III-1>에서 싱가포르의 정답률이 가장 높았는데, <표 III-3>에 의하면 우리나라와 특히 차이가 있는 주제가 비·비율·백분율이었다. 우리나라의 정답률은 64.7%인 데 반해 싱가포르의 정답률은 79.9%로 매우 높았고 우리나라와 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다. 하지만 정수의 주제에서는 우리나라의 정답률이 싱가포르에 비해 높았다.

2. 대수

대수 영역에서의 문항 분포, 주제별 국제 비교 결과를 살펴본다.

가. 문항 분포

수 영역은 TIMSS 2003의 평가틀에 따라 규칙, 대수식, 방정식, 관계의 4가지 주제로 구분되어 있다. 각 영역의 주제에 따른 문항 정보는 <표 III-4>와 같다.

<표 III-3> 수 영역의 주제별 평균 정답률(%)에 대한 5개국 비교

주제	국가					국제 평균
	우리나라	싱가포르	홍콩	대만	일본	
자연수	72.2	75.6	76.0	72.9	55.5	47.4**
분수와 소수	72.7	76.2	71.1	69.7	65.8	45.8***
정수	71.5	68.7	72.3	73.3	74.6	42.2*
비·비율·백분율	64.7	79.9**	67.2	65.1	56.1	41.3***

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001

<표 III-4> 대수 영역의 주제별 문항 분포

주제	전체	문항 유형		인지 영역			
		선다형	구성형	사실과 절차 지식	개념 활용	정형적인 문제해결	추론하기
규칙	12	2	10	0	1	2	9
대수식	17	14	3	6	6	3	2
방정식	14	10	4	7	2	4	1
관계	4	3	1	0	2	1	1
합계	47	29	18	13	11	10	13

대수 영역의 47개 문항은 규칙 12문항, 대수식 17문항, 방정식 14문항, 관계 4문항으로 구성되어 있는 것을 볼 수 있다.

규칙이라는 주제는 언어, 기호, 그림 등을 활용하여 수치적·대수적·기하학적 규칙이나 수열을 확장하고 미지항을 구하는 것, 수열의 규칙을 언어나 기호로 일반화하는 것을 평가하는 내용이다. 선다형 2문항, 구성형 10문항으로, 주제의 성격에 따라 구성형의 문항이 많았다.

대수식은 다항식을 말하며, 단항식의 거듭제곱, 다항식의 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 식의 값 구하기, 식의 변형, 주어진 상황을 식으로 모델링하기 등의 내용이 평가된다. 선다형 14문항, 구성형 3문항이 출제되어 총 17문항이 있었다.

방정식에서는 등식의 참, 거짓 판별, 해집합의 원소, 일차방정식, 일차부등식, 연립일차방정식의 풀이, 주어진 상황의 모델링과 문제해결 등이 평가된다. 14문항 중에서 선다형이 10문항, 구성형이 4문항이었고, 인지 영역별로는 사실과 절차 지식이 7문항으로 가장 많았다.

관계라는 주제에서는 함수를 주로 다룬다. 함수를 순서쌍, 표, 그래프, 언어, 식으로 표현하고 번역하기, 비례 관계, 선형 관계, 간단한 비선형 관계 등의 의미를 파악하기, 주어진 상황을 함수로 나타내기, 함수의 그래프에서 절편, 증가, 감소 등의 구간을 구하는 내용이 포

함된다. 4개 문항이 출제되었으며, 선다형 3문항, 구성형 1문항이었다.

나. 국제 비교 결과

대수 영역의 주제별 정답률을 국가별로 비교 분석한 결과는 <표 III-5>와 같다. 모든 주제에서 우리나라의 정답률이 국제 평균 정답률보다 높게 나타났다.

각 주제별로 우리나라와 통계적으로 유의미한 차이가 있는 나라는 없었다. 우리나라가 다른 나라에 비해 정답률이 낮은 것을 살펴보면, 대수식에서 우리나라의 정답률이 70.6%인데 반해 싱가포르가 72.7%였고, 방정식에서 우리나라의 정답률은 75.3%이고 싱가포르는 75.7%인 것을 볼 수 있다. 하지만 대체로 우리나라가 대수의 4가지 주제에서 모두 성취가 높은 것을 볼 수 있다.

3. 측정

측정 영역에서의 문항 분포, 주제별 국제 비교 결과를 살펴본다.

가. 문항 분포

측정 영역은 TIMSS 2003의 평가틀에 따라 속성과 단위, 도구·기법·공식의 2가지 주제로 구성되어 있다. 각 영역의 주제에 따른 문항 정보는 <표 III-6>과 같다.

<표 III-5> 대수 영역의 주제별 평균 정답률(%)에 대한 5개국 비교

주제	국가					국제 평균
	우리나라	싱가포르	홍콩	대만	일본	
규칙	61.9	60.6	54.4	55.6	56.7	30.3***
대수식	70.6	72.7	70.6	68.6	61.2	42.5***
방정식	75.3	75.7	74.5	72.7	69.0	46.2***
관계	83.7	79.5	78.9	75.7	80.7	54.3***

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001

측정 영역의 31문항 중에서 속성과 단위는 4 문항, 도구·기법·공식의 주제는 27개 문항이 출제되었다.

속성과 단위는 적절한 단위를 사용하여 길이, 넓이, 부피, 둘레, 원주, 시간, 속도, 밀도, 각, 질량/무게 등의 측정값을 나타내는 것, 단위 사이의 관계를 알고 바꾸는 것을 평가한다. 모두 선다형으로 출제되었으며, 사실과 절차 지식의 인지 영역만을 평가한다.

도구·기법·공식의 주제는 측정 도구를 적절하게 사용하기, 측정값을 어렵하기, 측정값의 계산, 공식을 이용한 도형의 둘레 길이, 넓이, 겹넓이, 부피 구하기, 도형 덮기를 통한 넓이 구하기, 측정값의 정확성 설명하기 등이 평가되는 내용이다. 선다형 15문항, 구성형 12문항이 출제되었다.

나. 국제 비교 결과

TIMSS 2003에서 측정 영역의 주제별 정답률을 국가별로 비교 분석한 결과는 <표 III-7>과 같다. 도구·기법·공식의 주제는 우리나라의 정답률이 국제 평균 정답률보다 통계적으로 높

게 나타났으나, 속성과 단위에서는 유의한 차이가 없었다.

속성과 단위라는 주제를 보면, 우리나라 정답률이 5개국 중에서 가장 낮았다. 싱가포르의 정답률이 74.1%로 가장 높았고, 그 다음으로 대만, 일본, 홍콩, 우리나라의 순서였다. 도구·기법·공식의 주제는 싱가포르, 홍콩 다음으로 우리나라의 정답률이 높았다. 측정 영역에서 우리나라의 전체 정답률이 다른 내용 영역에 비해 낮은 편인데, 특히 속성과 단위의 주제가 우리나라 초등학교에서 어떻게 지도되고 있는지 반성해 볼 필요가 있다.

4. 기하

기하 영역에서의 문항 분포, 주제별 평균 정답률을 살펴본다.

가. 문항 분포

기하 영역은 선과 각, 평면도형과 입체도형, 합동과 닮음, 위치와 공간관계, 대칭과 변환의 5가지 주제로 구성되어 있다. 각 영역의 주제

<표 III-6> 측정 영역의 주제별 문항 분포

주제	전체	문항 유형		인지 영역			
		선다형	구성형	사실과 절차 지식	개념 활용	정형적인 문제해결	추론하기
속성과 단위	4	4	0	4	0	0	0
도구·기법·공식	27	15	12	5	2	14	6
합계	31	19	12	9	2	14	6

<표 III-7> 측정 영역의 주제별 평균 정답률(%)에 대한 5개국 비교

주제	국가					국제평균
	우리나라	싱가포르	홍콩	대만	일본	
속성과 단위	61.5	74.1	64.1	66.2	66.0	53.3
도구·기법·공식	66.3	74.0	69.1	64.9	62.7	38.8***

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001

에 따른 문항 정보는 <표 III-8>과 같다.

31개 문항 중에서 선과 각 6문항, 평면도형과 입체도형 9문항, 합동과 닮음 5문항, 위치와 공간관계 6문항, 대칭과 변환 5문항이 출제되었다.

선과 각은 예각, 직각, 평각, 둔각, 우각, 여각, 보각 등의 개념, 한 점에서 시작되는 여러 각, 직선 위에서의 각, 수직, 두 평행선과 만나는 직선이 이루는 각, 각의 이등분선과 선분의 수직이등분선 등의 내용을 평가한다. 선다형 3문항, 구성형 3문항이 출제되었다.

평면도형과 입체도형의 주제는 삼각형과 사각형의 성질, 오각형 이상의 다각형의 성질, 삼각형과 사각형의 작도, 피타고라스의 정리를 활용한 문제해결, 도형의 성질을 활용한 문제해결 등의 내용을 평가하는 것이다. 선다형 7문항, 구성형 2문항이 출제되었다.

합동과 닮음은 합동인 도형의 성질, 합동인 도형 찾기, 합동 조건, 닮은 도형의 성질, 문제 상황에서 합동과 닮음의 성질 활용하기 등의

내용이 평가된다. 선다형 4문항, 구성형 1문항이 출제되었다.

위치와 공간관계는 수직선, 좌표평면, 지도에서 점의 위치 구하기, 좌표평면 위에 점과 선 나타내기, 평면에 나타낸 입체도형 파악하기 등의 내용이 평가된다. 선다형 5문항, 구성형 1문항이 출제되었다.

대칭과 변환은 선대칭도형과 점대칭도형의 의미, 대칭도형 그리기, 평행이동, 대칭이동, 회전이동, 확대, 변환을 활용하여 도형의 성질 설명하기 등에 대한 주제이다. 선다형 3문항, 구성형 2문항이 출제되었다.

나. 국제 비교 결과

TIMSS 2003에서 기하 영역의 주제별 성취도를 국가별로 비교 분석한 결과는 <표 III-9>와 같다. 우리나라는 대칭과 변환을 제외한 모든 주제에서 국제평균에 비해 정답률이 유의하게 높았다.

<표 III-8> 기하 영역의 주제별 문항 분포

주제	전체	문항 유형		인지 영역			
		선다형	구성형	사실과 절차 지식	개념 활용	정형적인 문제해결	추론하기
선과 각	6	3	3	2	0	3	1
평면도형과 입체도형	9	7	2	0	1	5	3
합동과 닮음	5	4	1	1	2	0	2
위치와 공간관계	6	5	1	3	2	1	0
대칭과 변환	5	3	2	1	2	0	2
합계	31	22	9	7	7	9	8

<표 III-9> 기하 영역의 주제별 정답률(%)에 대한 5개국 비교

주제	국가					국제 평균
	우리나라	싱가포르	홍콩	대만	일본	
선과 각	72.5	68.4	71.8	66.9	69.4	41.7***
평면도형과 입체도형	70.5	70.7	72.4	72.4	69.8	44.7**
합동과 닮음	82.6	76.5	75.9	73.4*	78.8	49.5***
위치와 공간관계	80.4	77.8	75.9	80.3	80.2	56.8**
대칭과 변환	59.4	56.5	64.2	55.2	60.2	36.3

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001

기하 영역은 척도점수에 의한 성취도에서 우리나라가 국제 1위로 나타난 영역이며, 평균 정답률도 우리나라가 가장 높았다. 하지만 평면도형과 입체도형, 대칭과 변환의 주제에서는 우리나라의 정답률이 다른 나라에 비해 그리 높지 않음을 발견할 수 있다. 평면도형과 입체도형에서 평가하는 내용을 보면 피타고라스의 정리를 활용하는 내용이 있는데, 우리나라 교육과정에서는 9학년에서 이 내용을 다루기 때문에 그 문항으로 인해 우리나라의 정답률이 낮았을 것으로 추측된다. 대칭과 변환의 주제는 국제 평균에 비해서도 통계적으로 유의하게 높지 않은 주제인데, 연구에 참여한 학생들은 초등학교에서 6차 교육과정을 적용받았기 때문에 학습 경험이 부족했을 수 있다. 8학년에서 주로 학습되는 합동과 닮음은 대만 학생들에 비해 우리나라 학생들의 정답률이 통계적으로 유의하게 높았다.

5. 자료

자료 영역에서의 문항 분포, 주제별 국제 평균 정답률을 살펴본다.

가. 문항 분포

TIMSS 2003의 평가틀에서 자료 영역은 자료의 수집과 정리, 자료 표현, 자료 해석, 불확실성과 확률이라는 4개의 주제로 구성되어 있다.

<표 III-10> 자료 영역의 주제별 문항 분포

주제	전체	문항 유형		인지 영역			
		선다형	구성형	사실과 절차 지식	개념 활용	정형적인 문제해결	추론하기
자료 표현	4	2	2	0	1	3	0
자료 해석	16	6	10	1	2	5	8
불확실성과 확률	8	7	1	0	3	3	2
합계	28	15	13	1	6	11	10

하지만 자료의 수집과 정리에서는 문항이 출제되지 않아 3개의 주제를 중심으로 살펴보고자 한다. 각 영역의 주제에 따른 문항 정보는 <표 III-10>과 같다.

자료 영역의 28개 문항 중에서 자료 표현 4문항, 자료 해석 16문항, 불확실성과 확률 8문항이 출제되었다.

자료 표현은 표나 그림그래프, 막대그래프, 원그래프, 꺾은선그래프 등에서 여러 가지 사실을 추출하기, 자료를 정리하여 표나 그래프로 나타내기, 동일한 자료에 대한 여러 표현을 비교하여 설명하기 등의 내용에 해당한다. 선다형 2문항, 구성형 2문항이 출제되었다.

자료 해석은 평균, 중앙값, 범위, 분포 등을 활용하여 자료의 특징을 비교하기, 자료를 해석하고 미지의 값 추정하기, 해석의 정확성과 완전성의 측면에서 자료 해석을 평가하기, 자료를 해석하고 활용하여 문제해결하기 등의 내용을 평가하는 주제이다. 선다형 6문항, 구성형 10문항으로 구성형 문항이 더 많았다.

불확실성과 확률의 주제는 사건이 일어날 가능성의 정도를 판단하기, 확률의 뜻, 확률을 구하는데 실험 자료를 활용하기, 문제의 조건을 활용하여 수학적 확률 계산하기 등의 내용을 평가한다. 선다형 7문항, 구성형 1문항이 출제되었다.

나. 국제 비교 결과

자료 영역의 주제별 성취도를 국가별로 비교 분석한 결과는 <표 III-11>과 같다. 모든 주제에

대하여 우리나라의 정답률이 국제 평균 정답률보다 유의하게 높았다.

자료 영역은 우리나라 학생들이 다른 영역에 비해 성취도가 낮은 영역이다. 자료 표현의 정답률은 84.2%로 높았으나, 자료 해석의 주제에서는 평균 정답률이 58.0%이었다. 상위권의 다른 나라들도 자료 해석의 주제에서 정답률이 높은 것은 아니지만, 우리나라 학생들이 중앙값, 범위, 분포 상태, 자료를 통해 미지의 값 추정하기, 자료 해석에 대하여 평가하기 등의 내용을 학습하지 못한 것에서 정답률이 낮은 원인을 찾을 수 있을 것이다.

자료 해석과 관련된 내용이 고등학교 선택 과목에 있어 8학년 학생들이 학습하지 않은 내용이 있었다. 하지만 TIMSS 2003에 출제된 문제를 살펴보면 자료 해석과 관련된 내용이 고차적인 수학적 개념과 원리를 요구하고 있지는 않았다. 직관적으로 이해하고 해석해낼 수 있는 내용이지만, 초등학교, 중학교 통계 학습에서 자료를 해석하는 활동이 형식화된 방법으로만 이루어져 자료 해석의 타당성을 판단하거나 미지의 값을 추정하는 것을 유도하고 있지 않기 때문에 정답률이 낮은 것으로 보인다. 통계 영역의 지도 의의를 생각해 볼 때, 이에 대한 반성은 필요한 일이다.

IV. 문항 분석

이 장에서는 공개문항 중에서 각 내용 영역 별로 우리나라의 정답률이 국제 평균 정답률보다 35%⁴⁾ 이상 높은 문항, 국제 평균 정답률보다 낮은 문항을 소개한다. 그리고 우리나라보다 성취도가 높았던 싱가포르에 비해 정답률이 20% 이상 낮은 문항을 살펴본다.

1. 정답률이 국제 평균보다 35% 이상 높은 문항

국제 평균 정답률보다 정답률이 높은 문항은 총 194문항 중에 191개이고, 그 중에서 35% 이상 우리나라 정답률이 높은 문항은 42개의 문항에 해당한다. 수 영역이 10문항, 대수 영역 9문항, 측정 10문항, 기하 7문항, 자료 6문항이 있었다. 구체적인 문항 내용을 모두 소개할 수는 없으므로 여기서는 문항에 대한 간단한 내용만 다룬다.

가. 수

수 영역에서 정답률이 국제 평균보다 우리나라가 35% 이상 높은 문항은 <표 IV-1>과 같다. 차이가 큰 문항의 순으로 제시하였다.

‘분수와 소수’의 주제에서는 분수의 뺄셈을 하기 위해 통분하는 절차가 옳은 것을 고르는 문항

<표 III-11> 자료 영역의 주제별 정답률(%)에 대한 5개국 비교

주제	국가					국제 평균
	우리나라	싱가포르	홍콩	대만	일본	
자료 표현	84.2	86.0	84.9	80.3	84.8	52.1*
자료 해석	58.0	60.1	52.5	56.0	59.3	37.6*
불확실성과 확률	78.3	72.9	74.6	73.4	72.1	47.0***

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001

4) 우리나라는 수학 영역에서 국제 순위가 높은 국가로서 국제 평균 정답률과 우리나라 정답률을 비교할 때 차이가 나는 문항이 많았다. 국제 평균에 비해 우리 학생들이 높은 수행을 보인 문항의 특성을 분석하기 위해서는 비교적 정답률 차이가 크게 나는 문항을 선별하였다. 본 연구에서는 그 기준을 35% 이상으로 선정하여 국제 평균과 차이가 나는 문항을 추출하여 분석하였다.

(M032416), $\frac{3}{5} + (-\frac{3}{10} \times \frac{4}{15})$ 의 값이나 분모가 다른 세 분수의 덧셈의 계산 문항(M022199, M022066)), 78.2437을 반올림하여 소수 둘째 자리까지 나타낸 수가 무엇인지 고르는 문항(M022144), 1월부터 6월에 생일이 있는 아이의 비율 등의 문항(M012041)에서 우리나라 학생들의 성취도가 국제 평균에 비해 높은 것으로 나타났다. 분수의 계산, 분수의 비율적 의미, 반올림의 내용은 초등학교 수학에서 완성되는 내용인데, 우리나라 학생들의 성취가 잘 이루어진 것으로 보인다.

‘비·비율·백분율’의 주제에서는 규칙적으로 색칠된 그림에서 색칠된 부분과 그렇지 않은 부분의 넓이의 비를 구하는 것과(M032447), 직사각형의 크기를 변화시켰을 때 넓이의 비가 어떻게 되는지의 내용의 문항(M022234B)에서 우리나라 학생들의 성취도가 높은 것으로 나타났다. 비·비율·백분율은 6단계에서 학습되는 내용으로 8학년 학생들의 정답률은 국제 평균

에 비해 유의하게 높았다.

‘정수’의 주제에서는 n 이 음수일 때 가장 큰 값을 갖는 식(M032643), 정해진 범위 내에서 배수를 찾는 내용(M032381), 36을 소인수분해하기(M032626)에서 정답률이 높은 것으로 나타났다. 이 내용은 모두 7단계에서 다루어지는 것이다.

나. 대수

대수 영역에서 국제 평균 정답률보다 우리나라 정답률이 35% 이상 높은 문항은 <표 IV-2>와 같다.

‘대수식’의 주제에서는 일차식의 덧셈(M032683), 식의 값(M032557), $6 < t < 9$ 일 때 t 로 구성된 식의 범위(M032673) 등의 내용에서 우리나라 학생들의 정답률이 국제 평균에 비해 상당히 높았다.

‘규칙’의 주제에서는 규칙을 일반화하여 식이나 말로 표현하기 전 규칙성을 찾아가는 초기 항의 값을 구하는 문제(M022261A & B, M032637B)에서 우리나라 학생들의 정답률이 특히 높았다.

‘방정식’의 주제에서는 스포츠 센터의 요금 지

<표 IV-1> 수 영역에서 정답률이 국제 평균보다 35% 이상 높은 문항

주제 (문항 번호)	문항 내용	문항 유형	인지 영역	정답률		
				우리나라	국제 평균	차이
분수와 소수 (M032416)	$\frac{1}{5} - \frac{1}{3}$ 을 구하는 정확한 절차	선다형	사실과 절차 지식	79.2	31.3	47.9
분수와 소수 (M022144)*	소수 둘째자리까지의 가장 가까운 근사값	선다형	개념 활용	87.9	47.1	40.8
분수와 소수 (M022199)*	분수의 덧셈, 곱셈	선다형	사실과 절차 지식	80.2	40.9	39.3
비·비율·백분율 (M032447)*	색칠한 넓이와 그렇지 않은 넓이의 비	선다형	사실과 절차 지식	80.2	41.6	38.6
정수 (M032643)	n 이 음수일 때 가장 큰 수	선다형	개념 활용	78.5	39.9	38.6
분수와 소수 (M012041)*	한 해의 상반기에 생일이 있는 아이의 비율	선다형	정형적인 문제해결	89.7	52.4	37.3
분수와 소수 (M022066)	세 분수의 덧셈	선다형	사실과 절차 지식	84.9	47.8	37.1
비·비율·백분율 (M022234B)	직사각형을 변형하기/넓이의 비	구성형	정형적인 문제해결	49.8	12.8	37.0
정수 (M032381)	몇 명이 캠핑에 참여했는가?	구성형	추론하기	78.5	42.2	36.3
정수 (M032626)	36을 소인수분해하기	선다형	사실과 절차 지식	81.2	45.3	35.9

* TIMSS 2003 공개문항 (이하 동일)

불 방법 두 가지를 나타낸 그래프를 보고 이용
료가 같아지는 것이 언제인지 찾는 그래프 해
석(M032637B), $4(x+5)=80$ 의 방정식 풀기
(M022253) 등의 문제에서 우리나라 학생들의
정답률이 매우 높은 것으로 나타났다.

다. 측정

측정 영역에서 국제 평균 정답률보다 35%
이상 높은 문항 정보는 <표 IV-3>과 같다. 대부
분 선다형 문항이고, '도구·기법·공식'의 주
제에 해당하였다.

<표 IV-2> 대수 영역에서 정답률이 국제 평균보다 35% 이상 높은 문항

주제 (문항 번호)	문항 내용	문항 유형	인지 영역	정답률		
				우리 나라	국제 평균	차이
대수식 (M032683)	$\frac{3x}{8} + \frac{x}{4} + \frac{x}{2}$ 를 간단히 하기	구성형	개념 활용	71.2	22.7	48.5
규칙 (M022261A)*	삼각형으로 이루어지는 도형의 열/표 채우기	구성형	정형적인 문제해결	78.3	36.6	41.7
대수식 (M032557)*	$a+2(b+c)$ 의 값	구성형	추론	64.0	22.4	41.6
규칙 (M032760A)	8×8그림에서 빨간 타일과 검정 타일	구성형	추론	64.5	24.0	40.5
방정식 (M032637B)	스포츠 센터/이용료가 같아지는 시기	구성형	정형적인 문제해결	90.3	51.0	39.3
대수식 (M032673)	t 가 6과 9 사이의 수라면...	선다형	개념 활용	81.7	43.2	38.5
규칙 (M022261B)*	삼각형으로 이루어지는 도형의 열/7번째의 도형	구성형	정형적인 문제해결	60.4	22.1	38.3
방정식 (M022253)*	x 에 관한 방정식 풀기	구성형	사실과 절차 지식	81.8	44.8	37.0
대수식 (M012042)*	x 값이 주어졌을 때, $-3x$ 의 값	선다형	사실과 절차 지식	84.2	48.4	35.8

<표 IV-3> 측정 영역에서 정답률이 국제 평균보다 35% 이상 높은 문항

주제 (문항 번호)	문항 내용	문항 유형	인지 영역	정답률		
				우리 나라	국제 평균	차이
도구·기법·공식 (M022227B)*	5개의 정사각형으로 이루어진 도형/한 변의 길이	구성형	정형적인 문제해결	70.3	28.4	41.9
도구·기법·공식 (M022243)	사각형 내의 삼각형 넓이	구성형	정형적인 문제해결	70.2	30.4	39.8
도구·기법·공식 (M012003)*	근삿값을 보고 상자 길이의 참값 구하기	선다형	사실과 절차지식	90.5	51.0	39.5
도구·기법·공식 (M022021)*	수영장 주위의 보도의 넓이	선다형	사실과 절차지식	77.1	38.6	38.5
도구·기법·공식 (M012013)*	쌓아놓은 벽돌의 부피	선다형	개념활용	88.5	50.5	38.0
도구·기법·공식 (M032100)	같은 크기의 쌓기나무로 만들어진 모양	선다형	정형적인 문제해결	87.0	49.5	37.5
도구·기법·공식 (M032623)	그림에서 빗금친 부분의 넓이	선다형	정형적인 문제해결	73.8	36.8	37.0
도구·기법·공식 (M032575)	그림의 넓이 (단위는 cm^2)	선다형	정형적인 문제해결	81.5	45.8	35.7
도구·기법·공식 (M032678)*	직사각형 ABCD의 면적	선다형	개념활용	75.1	39.6	35.5
도구·기법·공식 (M022227A)*	5개의 정사각형으로 이루어진 도형/한 변의 길이	구성형	정형적인 문제해결	86.8	51.8	35.0

측정 영역에서 우리나라 학생들의 정답률이 국제 평균에 비해 매우 높은 문항은 길이, 넓이, 부피 구하기, 참값 등의 내용을 다루고 있었다.

라. 기하

기하 영역에서 정답률이 국제 평균 정답률보다 35% 이상 높은 문항의 정보는 <표 IV-4>와 같다.

‘선과 각’의 주제에서는 평각을 이용하여 한 직선 위에 있는 여러 개의 각 중 하나의 크기 구하기(M032414), 동위각과 엇각의 크기를 이용하여 평각이 되는 것 구하기(M022142), 이웃해 있는 각들의 조합에서 한 각의 크기를 구하는 문항(M022202)

에서 우리나라 학생들의 성취도가 매우 높았다.

‘평면도형과 입체도형’에서는 오각형의 내각의 합(M032692), 합동의 성질을 이용하여 삼각형의 한 내각의 크기를 구하는 문항(M012026)에서 우리나라 학생들의 성취도가 높았다.

‘합동과 닮음’에서는 답지 중에서 닮은 삼각형 찾기(M032261), 합동인 두 도형에서 대응하는 각의 크기 구하기(M022062)에서 우리나라 학생들의 성취도가 높았다.

마. 자료

자료 영역에서 국제 평균 정답률보다 35% 이상 높은 문항의 정보는 <표 IV-5>와 같다.

<표 IV-4> 기하 영역에서 정답률이 국제 평균보다 35% 이상 높은 문항

주제 (문항 번호)	문항 내용	문항 유형	인지 영역	정답률		
				우리나라	국제	차이
합동과 닮음 (M032261)*	닮은 삼각형 찾기	선다형	개념활용	83.0	41.8	41.2
선과 각 (M032414)	그림에서 각 x 의 값	구성형	정형적인 문제해결	73.1	32.8	40.3
평면도형과 입체도형 (M032692)	오각형 ABCDE 의 내각의 합	구성형	정형적인 문제해결	55.6	15.5	40.1
합동과 닮음 (M022062)	합동인 삼각형에서 각의 크기	선다형	추론	74.3	36.2	38.1
선과 각 (M022142)*	합해서 180° 가 되는 각의 쌍	선다형	사실과 절차지식	81.2	43.2	38.0
평면도형과 입체도형 (M012026)*	합동인 삼각형이 겹쳐있을 때 각의 크기	선다형	정형적인 문제해결	83.5	45.9	37.6
선과 각 (M022202)*	이웃한 각들의 측정	구성형	추론	63.5	28.1	35.4

<표 IV-5> 자료 영역에서 정답률이 국제 평균보다 35% 이상 높은 문항

주제 (문항 번호)	문항 내용	문항 유형	인지 영역	정답률		
				우리나라	국제	차이
자료 해석 (M032681C)	차 생산 그래프/시각 구하기	구성형	추론	79.0	34.3	44.7
자료 표현 (M032595)	팔린 모자의 백분율	선다형	정형적인 문제해결	87.1	47.1	40.0
불확실성과 확률 (M022146)*	주어진 확률에서 학생의 수	선다형	정형적인 문제해결	89.2	50.2	36.8
자료 해석 (M012037)*	시험 성적의 도수분포표	선다형	추론	85.4	48.8	36.6
자료 해석 (M032756)	모든 조건을 만족하는 도시여행	구성형	정형적인 문제해결	77.4	41.2	36.2
불확실성과 확률 (M032688)	표로 정보가 주어진 돌림판에서 선 그리기	구성형	개념활용	68.2	32.1	36.1

우리나라 학생들이 국제 평균에 비해 높은 성취를 보인 문항을 살펴보면, 그래프를 해석하는 문제, 백분율, 확률, 도수분포표 등의 내용이다. 대부분 6~8단계의 학교수학에서 학습할 수 있는 것으로, 교육과정에 제시되어 있는 내용에 대해 우리나라 학생들의 성취가 잘 이루어진 것으로 볼 수 있다.

시되어 있지 않고, ‘제공센티미터’, ‘세제공센티미터’, ‘제공미터’, ‘세제공미터’와 같이 말로 표현되어 있어 학생들이 금방 인식하기에 낯설었을 수 있다. 우리나라 학생들에게 친숙한 기호로 제시되었다면 더 높은 정답률이 기대될 수 있었지만, 학생들의 단위 인식에 대한 지도가 요구된다고 볼 수 있다.

2. 정답률이 국제 평균보다 낮은 문항

우리나라 정답률이 국제 평균 정답률보다 낮은 문항은 모두 3개였고, 측정, 기하, 자료 영역에서 각각 1개씩이었다.

가. 측정

측정 영역에서 국제 평균 정답률보다 우리나라 정답률이 낮은 문항은 <표 IV-6>과 같다.

M032699는 축구장의 넓이를 재는 단위로 적합한 것을 선택하는 것이다. 답지가 기호로 제

나. 기하

기하 영역에서 국제 평균 정답률보다 우리나라 정답률이 낮은 문항은 <표 IV-7>과 같이 1개였다.

주어진 삼각형이 직각삼각형이 되는 이유를 설명하는 M032402 문항인데, 이것은 피타고라스의 정리의 역을 이용해야 해결할 수 있다. 7차 교육과정에서 피타고라스의 정리는 9단계에 적용되기 때문에, 학생들이 학습하지 않은 내용을 평가하여 우리나라 정답률이 국제 평균에 비해 낮았을 것이다.

<표 IV-6> 측정 영역에서 정답률이 국제 평균보다 낮은 문항

주제 (문항 번호)	문항 내용	문항 유형	인지 영역	정답률		
				우리나라	국제	차이
속성과 단위 (M032699)	축구장의 넓이를 측정하는데 적당한 단위	선다형	사실과 절차지식	73.6	75.0	1.4

<표 IV-7> 기하 영역에서 정답률이 국제 평균보다 낮은 문항

주제 (문항 번호)	문항 내용	문항 유형	인지 영역	정답률		
				우리나라	국제	차이
평면도형과 입체도형 (M032402)	주어진 삼각형이 직각삼각형이 되는 이유	선다형	추론	35.4	46.3	-10.9

<표 IV-8> 자료 영역에서 정답률이 국제 평균보다 낮은 문항

주제 (문항 번호)	문항 내용	문항 유형	인지 영역	정답률		
				우리나라	국제	차이
자료해석 (M022135)*	물이 식는 과정의 그래프	선다형	정형적인 문제해결	10.9	33.6	-22.7

다. 자료

자료 영역에서 국제 평균 정답률보다 우리나라 정답률이 낮은 문항은 <표 IV-8>과 같다.

끓는점에 도달한 비커의 물을 식히려고 한다. 다음 그래프는 5분 간격으로 물의 온도를 기록한 것이다.

냉각곡선그래프

물이 처음 20℃ 만큼 식는 데 걸린 시간은 몇 분인가?
 ① 3 ② 8 ③ 37 ④ 50

<M022135>

냉각곡선의 그래프를 보고 물이 식는 데 걸린 시간을 질문한 M022135 문항이다. 이 문항은 “물이 처음 20℃만큼 식는 데”라는 문두의 진술을 ‘물이 20℃로 식는다’고 학생들의 79.2%가 판단한 것을 볼 수 있다. “물이 처음 20℃ 식는다”는 것은 “물이 처음으로 20℃에 도달한

다”는 것으로 해석할 오해의 여지가 있으므로, “물이 처음보다 20℃만큼 식는다”는 것으로 문제의 진술이 바뀌었다면 우리나라 학생들의 정답률이 더 높았으리라 기대된다. 하지만 문항의 번역을 ISC의 3차 검증으로 받아야 하는 TIMSS 절차상(김경희 외, 2006) 우리나라의 의견이 잘 반영되지 않았을 수 있을 것이다.

3. 정답률이 싱가포르보다 20% 낮은 공개문항

우리나라 정답률이 싱가포르보다 20% 이상 낮은 것을 공개문항 중에서 찾아 제시한다. 싱가포르는 우리나라에 비해 성취도가 높은 국가이며, 싱가포르에 비해 우리나라의 성취도가 낮은 것이 구체적으로 무엇인지 문항 분석을 통해 알아보려는 것이다. 수 영역 3문항, 대수 영역 1문항, 측정 영역 4문항, 자료 영역 1문항이 있었고, 기하 영역에서는 그러한 문항이 없었다. 자료 영역의 문항은 <표 IV-8>과 일치하므로 여기서는 다루지 않는다.

가. 수

수 영역에서 싱가포르보다 우리나라 정답률이 20% 이상 낮은 문항은 <표 IV-9>와 같다.

<표 IV-9> 수 영역에서 정답률이 싱가포르보다 20% 이상 낮은 문항

주제 (문항 번호)	문항 내용	문항 유형	인지 영역	정답률		
				우리나라	싱가포르	차이
자연수 (M032690)	370×998+370×2	선다형	사실과 절차 지식	43.2	69.7	26.5
비, 비율, 백분율 (M022139)	여행 시간의 단축 비율	선다형	사실과 절차 지식	44.6	70.2	25.6
비, 비율, 백분율 (M012004)	비례식으로부터 두 사람이 달린 바퀴 수 구하기	선다형	정형적인 문제해결	50.9	74.9	24.9

각각의 문항 내용을 살펴본다.

다음 중 $370 \times 998 + 370 \times 2$ 와 같은 것은 어느 것인가?
 ① 370×1000
 ② 372×998
 ③ 740×998
 ④ $370 \times 998 \times 2$

<M032690>

M032690 문항은 자연수의 주제이지만, 인수분해 공식을 이용하면 쉬운 방법으로 해결될 수 있다. 인수분해를 모른다면 계산한 결과가 일치하는 것을 찾아야 했을 것이다. 인수분해는 우리나라에서 중학교 3학년에 다루는 것이며, 싱가포르에서는 중학교 2학년 수준에서 다루어지기 때문에(Ministry of Education, 2001) 우리나라 학생들의 정답률이 낮았을 것이다.

새 고속도로가 건설되면 어느 한 도시에서 다른 도시까지 버스로 가는 데 걸리는 시간이 25분에서 20분으로 단축된다. 두 도시 사이를 여행하는 데 걸리는 시간은 몇 % 단축되겠는가?
 ① 4% ② 5% ③ 20% ④ 25%

<M022139>

M022139 문항은 시간 비율에 대한 것으로, 25분 중에서 5분이 단축된다면 $5/25=20\%$ 가 단축된다는 것을 답으로 써야 한다. 우리나라 학생들은 25분과 20분의 차이인 5를 포함하고 있는 ②번 답안을 42.8%나 선택했다. 비율은 우리나라 6-가에서 다루어지는데, 교과서에서는 기준량에 대한 비교하는 양의 크기를 비율로 정의하고, 백분율은 기준량을 100으로 할 때의 비율로 지도하고 있으며, 비율을 백분율로 고치는 것을 주로 다룬다. 그리고 “...에 대한 ~의 비율”라는 표현이 형식화되어 있는데, 그래

서 학생들이 이 문항에 나타난 문장을 비율의 의미로 제대로 파악하지 못했 수 있다. 싱가포르에서 이 내용은 7학년에서 다루어지는데, “주어진 양을 다른 양의 백분율로 나타내기”가 학습 주제로 교육과정에 명시되어 있어 학생들이 이런 문항을 많이 경험했을 수 있다.

연주가 운동장을 4 바퀴 도는 동안 영희는 3 바퀴를 돈다. 영희가 운동장 12 바퀴를 돌면 연주는 몇 바퀴를 돌겠는가?
 ① 9 ② 11 ③ 13 ④ 16

<M012004>

M012004는 비례식 문제로, 우리나라 6-가 단계에서 다루어지며, 톱니바퀴 문제로 많이 활용되고 있다. 하지만 비례식을 구하는 과정에서 영희와 연주의 순서를 바꾸어 식을 세운 ①번 정답을 한 경우가 27.0%나 있었다. 하지만 싱가포르는 ①번의 비율이 6.0%에 그쳤고 대부분의 학생들이 정답을 구한 것을 볼 수 있다. 비례식을 해결하기 위해서는 항의 순서가 잘 고려되어야 하는데, 우리나라 학생들이 그런 점에서 싱가포르에 비해 부족한 것으로 보인다.

우리나라는 수 영역 ‘비·비율·백분율’의 주제에서 싱가포르에 비해 정답률이 낮았는데, M022139와 M012004의 문항에서 보는 것과 같이 백분율과 비례식 관련 내용의 성취가 싱가포르보다 부족한 것으로 보인다. 비·비율·백분율의 주제는 수학에서뿐 아니라 일상생활에서도 중요한 개념이므로, 이러한 내용의 문제 해결 능력을 시킬 수 있도록 교과서와 교수·학습 지도가 필요할 것이다.

나. 대수

대수 영역에서 싱가포르보다 우리나라 정답률이 20% 이상 낮은 문항은 <표 IV-10>과 같다.

세영이는 $xzeds$ 를 내고 주스 3병을 샀다. 주스 한 병의 가격은 얼마인가?

- ① $\frac{x}{3}$ ② $\frac{3}{x}$ ③ $3+x$ ④ $3x$

<M032044>

M032044는 주스 3병의 가격이 $xzeds$ 이므로, 주스 한 병의 가격은 $\frac{x}{3}$ 임을 찾는 문제이다. 문자를 사용한 대수식보다는 나눗셈의 몫으로서의 단순한 분수 개념이 요구되는 것이다. 우리나라 학생들은 ④번에 28.8%의 학생들이 많은 답을 하여, 제수와 피제수의 개념이 명확히 이해되지 않았음을 볼 수 있다. 단순 개념을 묻는 질문에 정확하게 답할 수 없다는 것은 문자를 사용한 식과 나눗셈과 비 개념의 지도가 더 신중히 이루어져야 함을 말해준다. 싱가포르에서는 5학년에서 “분수와 나눗셈을 연결하는 것”의 내용이 교육과정에 제시되어 있었다 (Ministry of Education, 2001). 대수 영역의 우리나라 성취도는 국제 1위였지만, 위의 문항은

분수의 개념이 주요 내용이기 때문에 수 영역으로 간주하여 볼 수도 있을 것이다.

다. 측정

측정 영역에서 싱가포르보다 우리나라 정답률이 20% 이상 낮은 문항은 <표 IV-11>과 같다.

400L의 물을 채우는 데 250mL의 병이 모두 몇 개 필요한가?

- ① 16 ② 160 ③ 1600 ④ 16000

<M022005>

M022055는 리터(L)와 밀리리터(mL)의 단위 사이의 관계를 알고 나눗셈의 계산을 필요로 하는 문항이다. 400을 250으로 나누더라도 L와 mL 단위의 관계를 알지 못한다면 정답을 찾을 수 없다. 우리나라에서는 3-나 단계에서 들이를 학습하고 6-가 단계에서 부피와 들이 단위 사이의 관계를 알아본다. 싱가포르는 3~6학년에서 들이와 부피를 함께 다루며, 부피와 관련된

<표 IV-10> 대수 영역에서 정답률이 싱가포르보다 20% 이상 낮은 문항

주제 (문항 번호)	문항 내용	문항 유형	인지 영역	정답률		
				우리나라	싱가포르	차이
대수식 (M032044)	주스 3병에 $x zed$ 지불했을 때 주스 한 병의 가격	선다형	개념활용	53.1	84.9	31.8

<표 IV-11> 측정 영역에서 정답률이 싱가포르보다 20% 이상 낮은 문항

주제 (문항 번호)	문항 내용	문항 유형	인지 영역	정답률		
				우리나라	싱가포르	차이
속성과 단위 (M022005)	400L로 채울 수 있는 250mL 병의 수	선다형	사실과 절차지식	41.0	67.8	26.8
도구, 기법, 공식 (M022148)	숙제를 끝마치는 시각	구성형	정형적인 문제해결	57.2	78.0	20.8
도구, 기법, 공식 (M032649A)	자동차 경주/ 평균속력	구성형	정형적인 문제해결	43.1	77.6	34.5
도구, 기법, 공식 (M032649B)	자동차 경주/ 한 구간에서의 평균 속력	구성형	추론	27.2	52.2	25.0

내용에서 들이를 계속 언급하고 있다. 이로 인해 우리나라 학생들이 들이 단위 사이의 관계에 대해서 싱가포르에 비해 학습 성취도 부족한 것은 아닌지 생각해보아야 하며, 들이 개념이 학교교육에 필요한 것이라면 더 강화되어야 하는 것은 아닌지 고려해보아야 할 것이다.

민지는 6시 40분에 숙제를 시작하였다. 민지가 숙제를 끝내는 데 1시간의 $\frac{3}{4}$ 이 걸렸다면 숙제를 끝마친 시각은?
 답 : _____
<M022148>

M022148 문항은 1시간의 $\frac{3}{4}$ 을 분 단위로 바꾸어 분 단위의 덧셈을 하는 것이다. 시간을 계산하여 시각으로 나타내는 것은 초등학교 1-가 단계부터 다루어지고 실생활에서도 많이 활용하는 내용이지만 우리나라 학생들의 정답률이 싱가포르보다 가장 낮은 문항이다. 1시간의 $\frac{3}{4}$ 이 45분이고, 6시 40분에 45분을 더하면 7시 25분이 되는 절차에서 시간의 계산을 제대로 하지 못한 것으로 보인다. 오답의 유형이 두드러지지 않은 것을 볼 때, 구성형 문항이기 때문에 정답률이 더 낮았을 수도 있다.

어떤 자동차 경주에서 출발점과 도착점 사이의 거리는 160km이다. 이 경기에서 만점을 얻기 위해서는 두 지점 사이를 정확하게 2.5시간 동안에 통과해야 한다.

1) 160km를 이 시간 동안에 통과하려면 평균 몇 km/시간의 속력으로 달려야 하는가?
 답 : _____

2) 어떤 선수가 출발점에서 40km 떨어져 있는 언덕 지점을 통과하는데 1시간이 걸렸다. 두 지점 사이를 2.5시간 동안에 통과하려면 나머지 120km를 평균 몇 km/시간의 속력으로 달려야 하는가?
 답 : _____
<M032649>

M032649 문항은 두 개의 하위 문항으로 구성된 것으로, 두 하위문항 모두 싱가포르에 비해 우리나라 정답률이 낮았다. 시간과 거리, 속력의 관계를 다룬 문제로, 6-가 단계의 비율에 서는 거의 다루어지지 않고 7-가 단계의 방정식 활용에서 주로 등장하는 내용이다. M032649B는 얼마만큼의 거리를 이동한 후 속력을 구해야 하기 때문에 더 까다로운 추론형 문제라 할 수 있다. 이 내용은 우리나라 교육과정에서는 활용 소재로 다루어지지만, 싱가포르에서는 중학교 1학년에서 “km/h를 m/s로 바꾸는 등 비율의 척도를 인식하고 활용하는” 내용을 명시하고 있다(Ministry of Education, 2001). 따라서 이와 같은 문제에 더 친숙하게 접근할 수 있지 않았을까 여겨진다.

측정 영역 중에서 도구·기법·공식 주제의 내용 중 싱가포르에 비해 정답률이 낮은 문항인 M022148, M032649A, M032649B에는 비율 개념이 내재되어 있는데, 이러한 개념 습득 여부가 문항의 정답률에도 영향을 미칠 수 있음을 생각해볼 수 있다.

V. 요약 및 제언

수, 대수, 측정, 기하, 자료의 내용 영역에서 상위 4개국과 우리나라 정답률을 국제 비교한 결과를 보면, 모든 영역에서 우리나라는 국제 평균에 비해 유의하게 정답률이 높았다. 문항 유형별로 평균 정답률을 분석하면, 우리나라는 전체적으로 싱가포르에 비해 정답률이 낮았으며 이는 구성형과 선다형 문항 모두에서 그러하였다. 하지만 일본에 비해서는 선다형 문항의 정답률이 더 높은 것으로 나타났다.

내용 영역별 평균 정답률을 살펴보면, 수 영역에서 우리나라는 싱가포르보다 평균 정답률

이 낮았는데, 특히 차이가 있는 주제는 비·비율·백분율이었다. 대수 영역에서는 우리나라가 네 가지 주제에서 대부분 다른 나라에 비해 성취가 높은 것을 볼 수 있었다. 측정 영역은 우리나라의 평균 정답률이 낮은 편이고, 속성과 단위라는 주제에서 평균 정답률이 5개국 중에서 가장 낮았다. 기하 영역은 우리나라가 평균 정답률이 가장 높았으나, 평면도형과 입체도형, 대칭과 변환의 주제에서는 다른 나라에 비해 그리 높지 않았다. 자료 영역에서는 우리나라의 평균 정답률이 그리 높지 않았는데, 우리나라 학생들이 중앙값, 범위, 분포 상태, 자료를 통해 미지의 값 추정하기, 자료 해석에 대하여 평가하기 등의 내용을 경험하지 못한 것에서도 정답률이 낮은 원인을 찾을 수 있을 것이다.

문항 분석 결과 우리나라 정답률이 국제 평균보다 35% 이상 높은 문항은 194개 중 42개의 문항에 해당하였다. 수 영역에 해당하는 문항이 10개, 대수 영역 9개, 측정 영역 10개, 기하 영역 7개, 자료 영역 6개로 수와 측정 영역이 가장 많았다. 우리나라 정답률이 국제 평균보다 낮은 문항은 측정, 기하, 자료 영역에 각각 하나씩 있었다. 우리나라보다 국제순위가 높았던 싱가포르에 비해 정답률이 20% 이상 낮은 문항은 수 영역 3문항, 대수 영역 1문항, 측정 영역 4문항, 자료 영역 1문항이 있었다.

본 연구의 결과를 통해 몇 가지 제언을 할 수 있다. 먼저, 학생들의 성취도가 국제 순위에서 높은 것에 만족하기보다는 다른 나라에 비해 미흡한 내용 영역 및 주제를 찾아 무슨 내용을 어떻게 지도해야 할지를 모색하는 것이 필요하다. 우리나라는 TIMSS 2003에서 다른 나라에 비해 높은 성취도를 나타내었으나 본 연구를 통해 몇 개의 내용 영역과 주제에서 그렇지 못한 것이 있었다. 특히 싱가포르에 비해 평균 정답률이 유의하게 낮은 내용이 있는데, 수

영역의 ‘비·비율·백분율’의 정답률이 매우 낮았다. 싱가포르는 6학년에서 두 양과 세 양의 관계를 비로 나타내고, 비를 해석하며, 동치인 비를 확인하며, 동치인 낮은 수의 비로 나타내고, 비를 활용한 문제해결을 한다. 중학교 1학년에서는 둘 이상의 양의 비를 찾고, 비와 분수 사이의 관계를 말하며, 정비례와 반비례, 비와 비례를 활용한 문제, 비율(km/h 등)의 단위를 인식하고 활용하며, 비율 문제를 다루고, 백분율을 소수와 바꾸기, 주어진 양의 백분율 계산하기, 백분율로 나타내기, 백분율의 증감 계산하기, 백분율 관련 문제해결 등을 다룬다 (Ministry of Education, 2001). 교육과정의 이러한 내용이 구체적으로 교과서나 수업에서 어떻게 구현되는지 본고에서 다루지 않았으나 우리나라 6가 단계에서 다루는 내용이 보다 자세하게 오랜 기간 다루어지는 것을 알 수 있다.

다음으로, TIMSS 2003의 평가틀에 기초하여 성취도가 낮은 내용 영역에 제시된 목표 중 우리나라에서 부족하게 다루는 부분이나 다루지 않는 개념의 도입을 심도 있게 고려해야 한다. 내용 영역에 대한 심층 분석에서 우리나라 학생들이 더 우수한 영역과 그렇지 못한 영역이 있었다. TIMSS에서 평가되는 내용이 우리나라 교육에서 모두 반영되어야 함을 논하는 것은 아니지만, 그로 나타난 결과에 대해서는 개선의 노력이 필요하다는 것이다. 예를 들어, 우리나라는 대수와 기하 영역의 성취도가 다른 영역에 비해 높은 편이고, 측정과 자료 영역은 낮은 편이었다. 이 영역에 대한 TIMSS 2003 평가틀을 보면 우리나라 교육과정이 TIMSS 평가 문항에서 다루는 것을 가르치지 않았음을 볼 수 있다. 측정 영역에 우리나라에서 주의 깊게 다루지 않는 내용이 TIMSS에서 강조되고 있음을 확인할 수 있는데, ‘어림하기’는 초등학교 수학에서 다루기는 하나 우리나라에서는 정확한 답

을 구하는 것을 우선시하기 때문에 학생들이 어려운 것을 답하는 데에 익숙하지 않고 어려운 값이 아닌 참값을 답하여 성취도가 낮았을 수 있다. 또한 측정값의 정확성에 대해 설명하는 등의 문항은 의사소통 능력이 학교에서 강조되지 않았기 때문에 학생들의 성취도가 낮았을 것으로 판단된다. 초등학교 3학년 학생들의 기초학력을 진단한 평가를 보면, 길이의 단위를 어렵히는 문항의 정답률이 다른 문항에 비해 낮은 것을 볼 수 있었다(남명호·김선희·김경리, 2007). 생활 주변의 물건을 보고 표준단위를 사용하여 길이를 어렵히는 것은 수학을 실생활에서 활용하는 데 필수적인 것이며, 이를 통해 수학의 유용성을 느낄 수 있을 것이다. 이에 비추어 볼 때, 중학교 교육과정에서 ‘근삿값’이 어렵의 주제와 관련될 수 있을 것이며, 오차, 오차의 한계, 참값의 범위 등을 학습할 때 어렵과 관련된 교수·학습이 필요할 것으로 보인다. 또한 속성과 단위의 주제에서 우리나라 정답률이 낮은 편인데, 문항 분석에서 나타난 길이 단위와 같이 필수적인 개념에 대한 심도 있는 지도에 대한 반성은 필요할 것이다.

자료 영역에서도 ‘자료의 수집과 정리’, ‘자료의 해석’이라는 주제의 다음과 같은 구체적인 내용은 우리나라 교육에서 제대로 이루어지지 않고 있다.

- 평균, 중앙값, 범위, (일반적인 용어로) 분포 상태 등을 활용하여 자료의 특징을 비교한다.
- 자료를 해석하고(예: 결론 도출, 추측하기), 주어진 자료들을 활용하여 미지의 값을 추정한다.
- 해석의 정확성과 완전성의 측면에서 자료 해석을 평가한다.

2007년 개정 고시된 교육과정에서는 자료 영역에서 중앙값 등의 개념과 교수·학습 상의

유의점에서 실생활의 자료를 이용하는 등의 내용이 추가되어 자료 영역의 성취도가 낮은 것이 보완될 수 있으리라 기대되지만, 향후 우리나라의 자료 영역 성취도 결과를 눈여겨 볼 필요가 있다.

마지막으로 본 연구는 내용 영역에 초점을 두어 우리나라 학생들의 성취도를 심층적으로 분석하였다. 수학적 능력이나 힘에 대해서는 인지 영역에 의해 살펴볼 수 있을 것이므로, 인지 영역의 관점에서 우리나라 학생들의 성취도를 다른 나라와 비교하는 연구가 차후 진행되어야 할 것이다. 그리고 아직 남녀 성취도의 차이가 나타나고 있는 우리나라 학생들의 성취 관련 연구도 앞으로 진행되어 우리나라 학생들의 성취도에 대하여 좀 더 상세한 설명을 해 나갈 수 있어야 할 것이다. 뿐만 아니라 학생 개인이나 교사, 학교 변인 등에 의하여 학생들의 성취도를 분석하는 연구도 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

- 김경희·홍미영·김선희(2006). **수학·과학 성취도 변화 추이 국제비교 연구(TIMSS 2007) - 예비검사 시행 보고서 -**. 한국교육과정평가원. 연구보고 RRE 2006-4.
- 남명호·김선희·김경리(2007). **2006년 초등학교 3학년 국가수준 기초학력 진단평가 연구 -기초 수학-**. 한국교육과정평가원. 연구보고 CRE 2007-3-4.
- 박정·정은영·김경희·한경혜(2004). **수학·과학 성취도 추이변화 국제비교 연구 -TIMSS 2003 결과 보고서 -**. 한국교육과정평가원. 연구보고 RRE 2004-3-2.
- 이미경·곽영순·민경석·채선희·최성연·최

- 미숙·나귀수(2004). PISA 2003 결과 분석 연구 - 수학적 소양, 읽기 소양, 과학적 소양 수준 및 배경변인 분석 -. 한국교육과정평가원. 연구보고 RRE 2004-2-1.
- 정은영(2005). TIMSS 2003에서 우리나라 중학생들의 생물 영역 성취도 분석. *한국생물교육학회지*, 33(3), 277-290.
- 정은영(2006). 우리나라 중학생들의 환경 영역 성취도 국제 비교 분석. *한국과학교육학회지*, 26(2), 200-211.
- 한경혜(2005). 교사, 수업 변인과 학생 성취도의 상관관계 - TIMSS 1999 결과 분석 -. *수학교육*, 44(3), 409-433.
- Leung, Frederick K. S. & Park, Kyungmee(2005). Is mathematics teaching in east asia conducive to creativity development? - Results from the TIMSS 1999 video study and the learner's perspective study. *수학교육연구*, 9(3), 203-231.
- Ministry of Education(2001). *Lower Secondary Mathematics Syllabus*. Singapore.
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Gonzalez, E.J. & Chrostowski, S.J.(2004). *TIMSS 2003 International Mathematics Report*. IEA.
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Smith, T.A., Garden, R.A., Gregory, K.D., Gonzalez, E.J., Chrostowski, S.J, and O'Connor, K.M. (2003), *TIMSS Assessment Frameworks and Specifications 2003 (2nd Edition)*, Chestnut Hill, MA: Boston College.

International Achievement in Mathematics Content Areas Based on TIMSS 2003

Kim, Sun Hee (Silla University)

Kim, Kyung Hee (KICE)

This study presents results by the content areas in mathematics. Average performance is provided for five content areas: number, algebra, measurement, geometry, and data. Relative achievement is shown among the content areas for 4 countries in comparison to Korea.

In number, Korea had lower average achievement than Singapore, especially for ratio · proportion · percent. Among 5 countries, Korea had the highest average achievement in algebra and geometry, but

the lowest in attributes and units of measurement. In data, Korean students didn't learn the followings successfully: a) comparing characteristics of data sets and using mean, median, range, and shape of distribution, b) interpreting data sets (e.g., draw conclusions, make predictions, and estimate values between and beyond given data points), c) evaluating interpretations of data with respect to correctness and completeness of interpretation.

* **Key words** : mathematics achievement(수학 성취도), content area(내용 영역), international comparison(국제 비교)

논문접수: 2008. 1. 2

심사완료: 2008. 4. 28