

제3차 수학·과학 성취도 국제 비교 반복 연구(TIMSS-R) 과학 성취도 분석

홍미영·박정·김성숙
(한국교육과정평가원)

An Analysis of Science Achievement of The Third International Mathematics and Science Study- Repeat(TIMSS-R)

Hong, Mi-young · Park, Chung · Kim, Sungsook
(Korea Institute of Curriculum and Evaluation)

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the achievements in science results of the TIMSS-R test, which was performed in 1999 with 38 nations participating. In this study, general trends in international science achievement considering the differences between nation, content areas, and gender were analyzed through descriptive statistics. The average scale score of Korean 8th grades students was 549, which was significantly higher than international average of 488. However it showed a relative decline from 4th grade in TIMSS to 8th grade in TIMSS-R. Chinese Taipei and Singapore students had the highest average performance, followed by Hungary, Japan, and Korea. The average gender differences of Korean students showed a decrease from TIMSS in 1995 to TIMSS-R in 1999, but it was still significantly higher than the international average. The average differences of overall science and each content area were not statistically significant both internationally and domestically.

Key Words : TIMSS, TIMSS-R, achievement in science, international comparison, middle school students

I. 연구의 배경

제3차 수학·과학 성취도 국제비교 반복연구(The Third International Mathematics and Science Study-Repeat: TIMSS-R, 이하 TIMSS-R로 표기)는 국제교육성취도평가협회(International

Association for Evaluation of Education Achievement: IEA)의 주관 아래 1997년부터 추진된 연구로서, 1993년부터 1996년까지 실시한 제3차 수학·과학 국제비교 연구(TIMSS)의 후속 연구이다. TIMSS-R의 연구 목적은 국제 수준에서 합의된 교육과정 내용을 근거로 8학년 학생(중학교 2학년)의

수학과 과학 학업 성취도와 4년간의 변동 추이를 살펴보고, 가정·학교의 교육적 자원, 과학에 대한 자아 개념과 자신감, 수업 방법 등 각종 배경 변인과 성취도와의 연계 분석을 근거로 성취 결정 요인을 분석하여 참가국에게 국가의 교육 정책 수립에 기초 자료를 제공하는 동시에 참가국들의 주요 교육 정책을 점검할 수 있는 기회를 제공하려는 것이다.

TIMSS-R은 현재 실시되고 있는 각종 국제 비교 평가 중 가장 큰 규모로서(국립교육과정평가원, 1997), 참가국으로는 IEA 정회원 58개국 중 최종적으로 우리 나라를 비롯한 미국, 영국, 일본 등 38개국¹⁾이며, 전 세계에서 6,706학교의 만 13세 학생 180,700명의 학생이 참가하였고, 국제 성취도 결과는 2000년 12월 5일 미국 동부 시간을 기준으로 오전 10시에 IEA 본부가 Boston College에서 발표하였다. 국제 결과가 발표되기 전에 앞서 우리 나라에서는 이미 2년간에 걸쳐 독자적으로 TIMSS-R 문항들을 제6차 교육과정과의 연관지어 국내 연구를 실시하였고(김성숙, 유준희, 서동엽, 이춘식, 임찬빈, 1999b; 박정, 홍미영, 김성숙, 2000; 명진옥과 유준희, 2000), 이를 통하여 우리 나라 교육과정과 교수·학습 방법에 주는 시사점을 얻고자 하였다. 이제 발표된 TIMSS-R 결과를 통하여 각국의 과학 성취도 및 여러 가지 배경 변인들을 국제 비교함으로써 우리 나라 중학교 과학 성취도 수준을 짚어보고, 과학 성취도에 영향을 주는 요인들과의 관련성을 종합적으로 조사하여 과학 교육의 현황에 대하여 포괄적이고도 비판적인 점검을 할 필요성이 있다. 이미 다른 나라에서는 TIMSS 결과를 분석하여 많은 시사점을 얻어내고 있으나(Schmidt, McKnight, Cogan, Jakwerth & Houang, 1999), 우리 나라의 경우에는 후속 연구가 활발히 이루어지지 못한 아쉬움이 있다. 따라서, 국제적인 학업 성취도 및 배경 변인 분석을 통한 우리 나라 과학 교육과정 및 과학 교수 학습 방법의 강·약점 파악, 그리고 과학 성취도가 우수하거나 성취도 향상이 두드러진

국가와의 벤치마킹을 통한 과학 교육 정책 개선 방향 탐색이 이루어질 필요가 있다.

본 연구의 목적은 이러한 필요성에 입각하여 TIMSS-R 과학 성취도의 국제 결과를 바탕으로 한 일차적 연구로서 첫째, 우리 나라 중학교 2학년 학생들의 과학 성취도의 국제적 수준과 지난 4년 동안 세계 각국의 과학 성취도 변화를 파악하며, 둘째, 과학의 각 영역별 성취도의 국제적 수준을 비교·분석하며, 셋째, 남·여학생의 성취도의 차이를 분석하는 것이다. 또한, 이를 통하여 우리 나라의 과학 교육 정책 수립과 질 개선에 도움을 줄 수 있는 시사점을 도출하고자 하였다.

II. 연구 방법²⁾

TIMSS-R의 본검사 시행 과정, 자료 분석 과정, 평가 및 평가 도구 등 일반적인 연구 방법은 1995년에 실시된 TIMSS와 유사하며, 다른 연구(김성숙, 유준희, 서동엽, 이춘식, 임찬빈, 1999a; 박정 외, 2000; 유준희, 김성숙, 서동엽, 이춘식, 임찬빈, 2000)에 이미 상세하게 기술되어 있으므로, 본 연구에서는 연구 대상과 평가 도구에 관해서만 간략하게 소개한다.

1. 연구 대상 및 시행 시기

우리 나라가 참가한 이번 TIMSS-R은 만 13세 중학교 2학년 학생을 대상으로 하였으며, 전 세계 38개국의 6,347 191,730명의 표본 중에서 최종적으로 6,076학교의 180,700명이 참가하였다. 우리 나라의 경우, 최종적으로 TIMSS-R 본검사에 참여하여 정상적으로 자료가 처리된 학생은 전국 150개 학교 6,114명이다. TIMSS-R 본검사 문항 및 설문 개발, 자료 분석 등은 1997년부터 2000년 11월까지 TIMSS-R 본부에서 시행되었으며, 우리 나라에서는 1999년 2월 본검사를 실시하였다.

1) 호주, 벨기에, 불가리아, 캐나다, 칠레, 사이프러스, 체코, 영국, 핀란드, 홍콩, 헝가리, 인도네시아, 이란, 이스라엘, 이태리, 일본, 요르단, 한국, 라트비아, 리투아니아, 마케도니아, 말레이시아, 몰도바, 모로코, 네덜란드, 뉴질랜드, 필리핀, 루마니아, 러시아, 싱가포르, 슬로바키아, 슬로베니아, 남아프리카, 대만, 튀니지, 태국, 터키, 미국(이상 영문 알파벳 순).

2) 본 연구 방법에 나온 자료는 IEA 본부로부터 받은 최종 보고서(IEA, 2000)에 의한 것이므로, 이미 보고된 다른 자료와 다를 수 있다.

2 평가 도구

TIMSS-R의 자료 수집을 위해서 TIMSS 본검사에서 실시한 수학과 과학 평가 도구와 4종의 설문지(학교장용, 수학·과학 교사용, 학생용)가 수정·보완되어 사용되었다.(IEA, 1999; 김성숙, 유준희, 서동엽, 이춘식, 임찬빈, 2000). TIMSS-R의 과학 문항은

총 146개로서, 6개의 내용 영역 중 지구과학 22문항, 생물 40문항, 물리 39문항, 화학 20문항, 환경 및 자원 13문항, 과학의 탐구 및 본성 12문항으로 이루어져 있다(IEA, 2000). 이 중 선택형 문항은 104개이고, 자유 반응형 문항은 42개이다. 각 내용 영역별 주제와 문항 수, 문항 분포 비율을 Table 1에 제시하였다.

Table 1. Distribution of Items by Content Category

Content areas	Topics	Numbers of Items	Total Number of Items (%)
Earth Science	Earth's physical feature	Multiple-Choice 17 Free-Response 5	22 (15)
	Earth's atmosphere		
	Earth processes and history		
	Earth in the solar system and the universe		
Life Science	Human body	Multiple-Choice 28 Free-Response 12	40 (27)
	Human bodily processes		
	Human nutrition, health and disease		
	Biology of plant and animal life		
	Interaction of living things		
Reproduction, genetics, evolution, and speciation			
Physics	Physical properties & physical changes of matter	Multiple-Choice 28 Free-Response 11	39 (27)
	Subatomic particles		
	Energy types, sources, and conversions		
	Heat and temperature		
	Wave phenomena, sound, and vibration		
	light		
Electricity and magnetism			
Forces and motion			
Chemistry	Classification of matter	Multiple-Choice 15 Free-Response 5	20 (14)
	Structure of matter		
	Chemical reactivity and transformations		
	Energy and chemical change		
Environmental & Resources Issues	Pollution	Multiple-Choice 7 Free-Response 6	13 (9)
	Conservation of natural resources		
	Food supply & production, population, environmental effects of natural & man-made events		
Scientific Inquiry & Nature of Science	Scientific method	Multiple-Choice 9 Free-Response 3	12 (8)
	Experimental design		
	Scientific measurements		
	Using scientific apparatus & conducting experimental operation		
	Gathering, organizing, and representing data		
Describing and interpreting data			
Total		Multiple-Choice 104 Free-Response 42	146 (100)

Ⅲ. 연구 결과 분석

우리 나라 중학교 2학년 학생들의 과학 영역 성취도를 중심으로 TIMSS-R 국제 결과 및 전반적인 경향을 분석하여 제시하면 다음과 같다.

1. 우리 나라 과학 성취도의 추이 분석

1995년에 실시된 TIMSS에서 우리 나라 4학년 학생들은 국제 평균 점수보다 62점이 높아 국제 1위를 차지하였고, 중학교 2학년 학생들은 평균보다 24점이 높아 국제 4위를 차지하였다. 1999년도 TIMSS-R에서 우리 나라 중학교 2학년 학생들의 과학 성취도는 대만, 싱가포르, 헝가리와 일본에 이어 전체 38개 참가국 중에서 5위를 차지하였다. 과학 성취도의 국제 평균 점수³⁾는 488점이며, 우리 나라의 경우 549점으로서, 국제 평균 점수보다 유의미하게 높은 점수이다. 우리 나라 학생들의 과학 평균 점수는 1위를 차지한 대만에 비하여 통계적으로 유의미하게 낮은 점수이며, 11위부터 38위를 차지한 국가들보다는 유의미하게 높은 점수이다. 우리 나라의 과학 성취도와 수학 성취도가 국제 평균에 비하여 높게 나타난 것은 TIMSS-R 연구의 설문 조사(IEA, 2000)에서 우리 나라 학생들의 상급 학교 진학에 대한 포부가 세계 최고 수준이고, 연간 수업 일수가 225일로 국제 평균인 193일보다 많으며, 학생 개개인에게 제공되는 교육적 환경이 우수하게 나타난 것과 함께 고려해볼직 하다. TIMSS-R 과학 성취도의 국제 분포를 Table 2에 제시하였다.

1995년과 1999년의 TIMSS 연구에 모두 참가한 26개국만을 대상으로 하여 과학 성취도의 추이를 비교하여 보면, 국제 평균 점수는 518점에서 521점으로 3점 높아졌고, 우리 나라의 경우에는 546점에서 549점으로 국제 평균과 같은 폭인 3점이 높아졌으나, 모두 통계적으로 유의미한 차이가 나는 것은 아니다.

Table 2. Distribution of Science Achievement

Rank	Nation	Average Scale Score
1	Chinese Taipei	569 (4.4)
2	Singapore	568 (8.0)
3	Hungary	552 (3.7)
4	Japan	550 (2.2)
5	Korea, Rep. of	549 (2.6)
6	Netherlands	545 (6.9)
7	Australia	540 (4.4)
9	England	538 (4.8)
18	United States	515 (4.6)
International Avg.		488 (0.7)

() Standard errors

과학 성취도가 높은 국가를 중심으로 살펴보면, 과학 성취도 국제 3위를 차지한 헝가리의 경우에는 16점이나 평균 점수가 높아졌으나, 일본과 싱가포르의 경우에는 TIMSS에 비하여 오히려 평균 점수가 낮아져서 우리 나라와의 점수 폭이 줄어들었다. TIMSS와 TIMSS-R 과학 성취도의 각 국가별 평균 점수 변화를 Table 3에 제시하였다.

1995년 TIMSS에 4학년과 8학년 학생들이 모두 참여한 국가들의 성취도를 1999년 TIMSS-R과 비교하여 제시하면 Table 4와 같다. 우리 나라는 1995년⁴⁾에는 중학교 2학년의 경우, 싱가포르, 체코, 일본에 이어 4위를 차지하였고 국제 평균 점수보다 25점이 높았다. 4학년의 경우에는 1위로서 국제 평균보다 62점이 높았다.

1999년에 실시한 TIMSS-R의 8학년 결과는 1995년도의 4학년 학생들이 4년 뒤에 치룬 결과라고도 볼 수 있다. 따라서, 이 두 결과를 비교하는 것은 4년 동안의 각 나라의 과학 성취도 추이를 반영한다고 볼 수 있다. TIMSS와 TIMSS-R의 결과를 비교하여 보면, 우리 나라 입장에서는 그리 만족스럽지 못하다

3) TIMSS에서는 문항반응이론을 사용하여 성취도 결과를 분석하였으며, 성취도 점수(T)는 Z 점수를 이용한 표준점수로 $T = 100Z + 500$ 이다.

4) 1995년도에 실시한 TIMSS에서 대만의 경우, 표집 절차를 본부로부터 승인받지 못하여 제외되었다.

Table 3. Trends in Science Achievement

Nation	TIMSS	TIMSS-R	Difference
	Average Scale Score	Average Scale Score	
Latvia(LSS)	476 (3.3)	503 (4.8)	* 27 (5.9)
Hungary	537 (3.1)	552 (3.7)	* 16 (4.9)
Australia	527 (4.0)	540 (4.4)	14 (6.0)
England	533 (3.6)	538 (4.8)	5 (5.8)
Netherlands	541 (6.0)	545 (6.9)	3 (9.1)
International Avg.	518 (0.9)	521 (0.9)	3 (1.3)
Korea, Rep. of	546 (2.0)	549 (2.6)	3 (3.4)
United States	513 (5.6)	515 (4.6)	2 (7.2)
Japan	554 (1.8)	550 (2.2)	-5 (3.0)
Singapore	580 (5.5)	568 (8.0)	-12 (9.8)
Bulgaria	545 (5.2)	518 (5.4)	* -27(7.5)

* Difference statistically significant () Standard errors

고 볼 수 있다. 1995년도 4학년의 경우에는 국제 1위였던 우리 나라가 1999년 8학년에서는 싱가포르와 헝가리, 일본에 뒤지고 있어 우리 나라 학생들의 과학 국제 경쟁력이 4년 동안 다소 낮아졌다고 볼 수 있다. 1995년 4학년 학생들의 과학 평균 점수를 비교하여 보면, 싱가포르의 경우에는 우리 나라와 52점 차이가 났으며, 헝가리의 경우에는 우리 나라의 평균 점수보다 68점이 뒤떨어져 국제 평균에도 미치지 못하였다. 우리 나라 학생들의 과학 성취도가 학년이 높아질수록 떨어지는 것에 비하여, 싱가포르, 헝가리의 경우에는 학년이 올라갈수록 성취도가 높아진다는 것은 우리 나라 과학 교육에 시사하는 바가 크다고 볼 수 있다. 또한, 수학의 경우에는 1995년 4학년과 1999년 중학교 2학년 모두 국제 평균보다 63점 이상 높고 국제 2위를 차지하는 등 성취도가 학년에 따라 별로 차이가 나지 않는다는 것도 더불어 비교 분석해 볼 필요성이 있다. 이러한 결과가 나온 것은 먼저 각국의 정규 교육과정에서 과학 교육을 어느 학년부터 강조하는가와 관련된다고 할 수 있다. 우리 나라, 미국, 호주, 캐나다 등의 국가들은 저학년에서 과학 교육을 더 강조하는 것이 학년이 올라갈수록 성취도가

상대적으로 떨어지는 것과 관련된다고 여겨진다. 반면, 싱가포르, 헝가리, 슬로베니아의 경우 8학년을 전후로 해서 과학 교육이 강화하는 것이 학년이 올라갈수록 과학 성취도가 높아지는 데 기여하고 있다고 볼 수 있다(Schmidt, McKnight, Cogan, Jakwerth & Houang, 1999). 다음으로 학교 외 학습 시간의 부족을 들 수 있다. 이번 TIMSS-R 설문 조사에서 우리 나라의 경우, 학생들이 방과 후에 학교 숙제를 하거나 학교 공부와 관련지어 학습하는 시간이 가장 적은 나라 중의 하나로 나타났다(IEA, 2000; 김성숙, 2000). 이는 우리 나라 중학생들의 많은 수가 방과 후 학원이나 기타 보충 학습을 하고 있지만 학교 공부나 학교 숙제를 한다고 생각하고 있지 않음을 나타낸다. 중학생의 사교육이 주로 국어, 영어와 수학을 중심으로 이루어지는 것으로 미루어볼 때 수학과는 달리 고학년으로 갈수록 과학의 상대적 성취도가 낮아지는 것은 학교 수업 이외에는 과학을 학습하는 시간이 적기 때문이라고 볼 수 있다. 다른 변인을 통제하지 않았기 때문에 해석상 주의를 요하지만, 1995년의 결과에 비하여 추론이나 문제 해결력을 강조하는 교사의 비율이 6% 정도 낮아진 것, 대만이나 싱가포르

Table 4. Achievement for TIMSS-R countries that participated in TIMSS at both 4th and 8th Grades in relation to the Average across these countries

TIMSS		TIMSS-R	
8th Grade		8th Grade	
Nation	Difference from Average across countries	Nation	Difference from Average across countries
Singapore	▲ 60 (5.2)	Singapore	▲ 44 (7.6)
Czech Republic	▲ 34 (4.4)	Hungary	▲ 28 (3.6)
Japan	▲ 34 (1.9)	Japan	▲ 25 (2.4)
Korea, Rep. of	▲ 25 (2.2)	Korea, Rep. of	▲ 24 (2.6)
Netherlands	▲ 21 (5.8)	Netherlands	▲ 21 (6.5)
Hungary	▲ 16 (3.1)	Australia	▲ 16 (4.3)
England	▲ 13 (3.5)	Czech Republic	▲ 15 (4.1)
Australia	● 6 (3.9)	England	▲ 14 (4.5)
Canada	● -7 (2.7)	Canada	▲ 9 (2.1)
United States	● -8 (5.3)	United States	● -9 (4.5)
New Zealand	● -10 (4.6)	New Zealand	▼ -15 (4.8)
Avg. across countries	521 (1.0)	Avg. across countries	524 (1.1)

4th Grade	
Nation	Difference from Average across countries
Korea, Rep. of	▲ 62 (2.2)
Japan	▲ 39 (1.9)
United States	▲ 28 (3.2)
Australia	▲ 28 (3.5)
Czech Republic	▲ 18 (3.0)
Netherlands	▲ 17 (3.1)
England	▲ 14 (3.1)
Canada	▲ 12 (3.0)
Singapore	● 10 (4.6)
Hungary	● -6 (3.3)
New Zealand	● -9 (5.1)
Avg. across countries	514 (0.9)

- ▲ significantly higher than average across countries
- not significantly different from average across countries
- ▼ significantly lowerer than average across countries

르에 비해서 일상 생활과 관련된 학습이 이루어진다고 응답한 비율이 낮은 것(IEA, 2000)도 원인의 하나로 생각해 볼 수 있다. 또한, 싱가포르의 경우, 상급 학교 진학률이 우리 나라보다 낮아 선별 과정을 거친 우수한 모집단이므로 성취도가 전반적으로 높다고 볼 수 있다(장경윤, 2000).

1995년 TIMSS와 1999년 TIMSS-R에서 공통 출제된 48문항으로, 국제 평균 정답율을 비교하여 보면, 각각 71%와 72%로 큰 차이가 없다 우리 나라의 경우에도 각 영역별로 평균 정답율이 변동이 없거나 1% 정도 증가하여 유의미한 차이는 나지 않는다. 즉, 지난 4년간 과학 성취도에 있어서 국제적으로나 국내적으로나 큰 변동이 없었다고 볼 수 있다.

2 TIMSS-R 과학 내용 영역별 결과 분석

TIMSS-R 과학 성취도 결과를 TIMSS 내용 영역 틀에 따라 지구과학, 생물, 물리, 화학, 환경과 자원, 과학 탐구와 본성 6개 영역으로 나누어 분석한 결과를 Table 6에 제시하였다. 모든 영역에서 우리 나라의 평균 점수는 국제 평균보다 유의미하게 높게 나타났다.

지구과학의 경우, 총 22문항이 출제되었으며, 국제

평균 점수는 488점이다. 우리 나라의 평균 점수는 532점이고, 세계 9위이다. 지구과학에서 성취도가 가장 높은 나라는 평균 점수가 우리 나라보다 28점 높은 560점을 기록한 헝가리이다. 생물의 경우, 총 40문항이 출제되었으며, 국제 평균 점수는 488점이다. 우리 나라의 평균 점수는 528점이고, 세계 11위이다. 생물 영역의 성취도가 가장 높은 나라는 평균 점수가 우리 나라보다 22점 높은 550점을 기록한 대만이며, 그 다음으로 체코, 싱가포르, 네덜란드 순이다. 물리의 경우, 총 39문항이 출제되었으며, 국제 평균 점수는 488점이다. 우리 나라의 평균 점수는 544점이고, 세계 4위이다. 물리 영역에서 성취도가 가장 높은 나라는 평균 점수가 우리 나라보다 26점 높은 570점을 기록한 싱가포르이다. 화학의 경우, 총 20문항이 출제되었으며, 국제 평균 점수는 488점이다. 우리 나라의 평균 점수는 523점이고, 세계 9위이다. 화학 영역에서 성취도가 가장 높은 나라는 평균 점수가 우리 나라보다 40점 높은 563점을 기록한 대만이다. 환경과 자원의 경우, 총 13문항이 출제되었으며, 국제 평균 점수는 488점이다. 우리 나라의 평균 점수는 523점이고, 세계 5위이다. 환경과 자원 영역에서 성취도가 가장 높은 나라는 평균 점수가 우리 나라보다 54점 높은 577점을 기록한 헝가리이며, 그 다음으로 대만, 호주, 네덜

Table 5. Trends in Average Percent Correct in Science Content Areas

Content Areas	International Avg. Scale Score		Avg. Scale Score of Korea	
	TIMSS	TIMSS-R	TIMSS	TIMSS-R
Total Trend Items(48 Items)	68(0.1)	68(0.1)	71(0.4)	72(0.3)
Earth Science (11 items)	64(0.2)	65(0.2)	70(0.5)	71(0.4)
Life Science (13 items)	75(0.2)	76(0.2)	76(0.5)	76(0.4)
Physics (15 items)	63(0.1)	63(0.2)	68(0.4)	69(0.4)
Chemistry (5 items)	71(0.2)	71(0.2)	72(0.7)	73(0.5)

() Standard errors

Table 6. Average Achievement in Science Content Areas

Rank	Nation	Earth Science (22 item)		Life Science (40 item)		Physics (39 item)		Chemistry (20 item)		Environmental & Resources Issues (13 item)		Scientific Inquiry & Nature of Science (12 item)	
		Average Rank	Average Scale Score	Average Rank	Average Scale Score	Average Rank	Average Scale Score	Average Rank	Average Scale Score	Average Rank	Average Scale Score	Average Rank	Average Scale Score
1	Chinese Taipei	3	538	1	550	2	552	1	563	2	567	4	540
2	Singapore	12	521	3	541	1	570	3	545	1	577	1	550
3	Hungary	1	560	6	535	5	543	2	548	19	501	12	526
4	Japan	6	533	8	534	3	544	5	530	16	506	3	543
5	Korea, Rep. of	9	532	11	528	4	544	9	523	5	523	2	545
6	Netherlands	5	534	4	536	6	537	14	515	4	526	7	534
7	Australia	15	519	10	530	7	531	12	520	3	530	6	535
8	Czech Republic	8	533	2	544	11	526	15	512	10	516	14	522
9	England	11	525	9	533	10	528	8	524	9	518	5	538
10	Finland	13	520	14	520	15	520	4	535	11	514	10	528
	International Avg.		488		488		488		488		488		488

란드 순이다. 과학의 탐구와 본성의 경우, 총 12문항이 출제되었으며, 국제 평균 점수는 488점이다. 우리나라의 평균 점수는 545점이고, 세계 2위이다. 성취도가 가장 높은 나라는 평균 점수가 우리나라보다 5점 높은 550점을 기록한 싱가포르이다.

TIMSS-R 전체 참가국을 대상으로 하여 영역간 성취도를 비교하여 보면, 물리와 생물 영역에서 국가별 점수 차이가 크게 나왔으며, 지구과학과 화학 영역에서 점수 차이가 작게 나타났다.

TIMSS-R 과학 성취도에서 우리나라의 각 영역별 평균 점수를 높은 순으로 제시하면, 과학의 탐구와 본성 545점, 물리 544점, 지구과학 532점, 생물 528점, 환경과 자원 그리고 화학 영역이 각각 523점이다. 각 영역별 점수 편차를 살펴보면, 지구과학 영역의 편차가 가장 작았고, 과학의 본성 영역의 편차가 가장 크다. 각 영역별로 우리나라가 차지한 순위를 통해 상대적인 수준을 살펴보면, 과학의 탐구와 본성(2위), 물리(4위), 환경과 자원(5위), 화학(9위),

지구과학(9위), 생물(11위) 순이다. 과학의 탐구와 본성 영역의 경우, 평균 점수와 국제 순위가 가장 높은 반면 편차도 가장 큰 것으로 나타났다. 그 원인으로 는 과학의 탐구와 본성 영역은 우리나라 교육과정에 독립적으로 명시되어 있지 않으나 각 영역 활동에 자연스럽게 반영되어 있다는 것을 들 수 있다. 즉, 8학년 학생들은 초등학교 때부터 적은 인원의 분단 활동을 통하여 실험, 관찰, 조사 등을 하도록 되어 있으므로(교육부, 1992) 실험 설계, 반복 측정, 측정, 실험 기구 사용 등에 관한 경험이 많다고 볼 수 있다. 이를 뒷받침하는 것은 Table 7에 제시한 TIMSS-R의 설문 조사의 교사 응답 결과(IEA, 2000)에서 과학의 본성 영역에 해당하는 내용을 학습한 학생 비율이 91%로서 다른 영역보다 높게 나타난 것을 들 수 있다. 같은 맥락에서 보면, 생물 영역에 해당하는 내용을 학습한 학생 비율은 76%로서 국제 평균치인 79%보다 낮다. 즉, 생물 영역의 상대적 성취도가 낮은 것은 주요 원인으로 우리나라 중학교 2학년 학생

들이 상대적으로 다른 나라에 비하여 다양한 주제를 학습하지 못한 것을 들 수 있다. 우리 나라 학생들의 각 영역별 성취도 국제 수준에 대하여 보다 심층적으

로 논의하기 위해서는 교과서에 제시된 개념에 대한 접근 방법과 TIMSS-R 문항간의 관련성, 교수·학습 방법 등에 대해서 추후 구체적으로 연구하는 것이

Table 7. Percentage of students taught science topics

Content areas	Topics	% of students taught		
		Korea	Avg. International	Avg.
Earth Science	Earth's physical feature	91		77
	Earth's atmosphere	98	84	73
	Earth processes and history	95		71
	Earth in the solar system and the universe	52		71
Life Science	Human body	91		84
	Human bodily processes	92		83
	Human nutrition, health and disease	87	76	79
	Biology of plant and animal life	76		87
	Interaction of living things	57		77
	Reproduction, genetics, evolution, and speciation	54		61
Physics	Physical properties & physical changes of matter	95		91
	Subatomic particles	66		71
	Energy types, sources, and conversions	63		75
	Heat and temperature	85	71	83
	Wave phenomena, sound, and vibration	33		52
	light	41		68
	Electricity and magnetism	96		67
	Forces and motion	87		65
Chemistry	Classification of matter	99		90
	Structure of matter	97	85	84
	Chemical reactivity and transformations	91		76
	Energy and chemical change	51		58
Environmental & Resources Issues	Pollution			
	Conservation of natural resources	75		78
	Food supply & production, population, environmental effects of natural&man-made events	58	61	76
Scientific Inquiry & Nature of Science		49		66
	Scientific method	93		88
	Experimental design	89		84
	Scientific measurements	84		75
	Using scientific apparatus & conducting experimental operation	99	91	87
	Gathering, organizing, and representing data	92		87
Describing and interpreting data	86		87	

필요하다.

TIMSS 연구의 가장 중요한 목적은 국제 순위와 점수가 아니라, 국제 비교를 통하여 우리 나라 과학 교육 과정과 교수·학습 방법, 과학 교육 여건 등 전반을 되짚어보는 것이라고 할 수 있다. 따라서, Table 7에서 각 영역에 해당하는 내용을 학습한 학생의 비율을 국제 평균치와 비교하여 보면, 우리 나라 과학 교육과정의 상대적 강·약점을 비교할 수 있다. 우리 나라 중학교 2학년까지의 교육과정에서 다른 나라에 비하여 덜 다루고 있는 소영역을 보면, 지구과학 영역에서 태양계와 우주, 생물 영역에서 식물과 동물, 생물간의 상호작용, 생식, 유전, 종, 진화, 물리 영역에서 아원자 입자, 에너지의 유형/자원과 보존, 빛, 파동과 소리, 화학 영역에서 에너지와 화학 변화, 환경과 자원의 모든 소영역을 들 수 있다. 반면, 전기와 자기, 물질의 특성과 분리와 같이 나선형 교육과정에 의하여 반복적으로 다루어지고 있는 내용도 있다. 따라서, 국민공통기본교육과정의 과학 각 영역에서 어떤 내용을, 어느 시기에, 몇 번에 걸쳐서, 어떻게 다루어야 하는가에 대한 기초 연구가 필요하다.

3. 남·여학생의 과학 성취도

1999년도 TIMSS-R에서 전체 참가국의 남·여학생의 과학 성취도 차이를 살펴보면, 여학생의 평균 점수는 480점, 남학생 495점으로서 남학생이 15점 높았으며, 이는 통계적으로 유의미하게 차이가 나는 값이다. TIMSS-R에서 우리 나라의 과학 성취도를 남학생과 여학생으로 나누어서 비교하면, 여학생의 평균 점수는 538점, 남학생 559점으로서 남학생이 21점 높아 과학에서의 성차가 국제 평균인 15점보다 큰 것으로 나타났다. 대만(17점), 싱가포르(20점), 헝가리(25점) 등 상위권의 다른 나라의 경우에도 성차가 국제 평균보다 큰 것으로 나타났으며, 필리핀과 요르단의 경우에만 여학생의 평균 점수가 남학생보다 높게 나타났다. 전체 38개 참가국 중에서 통계적으로 유의미하게 남학생의 평균 점수가 높은 국가는 모두 16개국이다.

TIMSS와 TIMSS-R에 모두 참여한 26개국 중 표

집 절차를 승인받지 못한 4개국(불가리아, 이스라엘, 남아프리카공화국, 태국)을 제외한 22개국을 대상으로 하여 남학생과 여학생의 과학 성취도 추이를 비교하여 Table 8에 제시하였다.

TIMSS와 TIMSS-R의 과학 성취도에서의 성차를 비교하면, TIMSS에서는 남학생의 평균 점수가 여학생보다 29점 높았고, TIMSS-R에서는 21점이 더 높았다. 이는 모두 통계적으로 유의미하게 높았다고 볼 수 있으며, 국제 평균 성차보다 큰 점수이다. 따라서, 우리 나라는 TIMSS와 TIMSS-R 모두 과학 성취도에 있어서 다른 국가들에 비하여 상대적으로 성차가 크다고 볼 수 있다. 여학생의 경우 TIMSS의 평균 점수는 530점, TIMSS-R의 평균 점수는 538점으로 8점이 올랐으며, 남학생의 경우 TIMSS의 평균 점수와 TIMSS-R의 평균 점수가 모두 559점으로 변화가 없다. 전체적으로 보면, 여학생들의 평균 점수가 1995년도에 비하여 많이 높아졌고 그 상승폭만큼 성차가 줄어든 것으로, 바람직한 방향으로 다소 변화가 있었다고 볼 수 있다. 반면, 수학에 있어서는 1995년에 실시된 TIMSS에서는 유의미한 성차를 나타내었으나, 1999년에는 성차가 나지 않았다(IEA, 2000). 이런 점에서 볼 때, 수학 교과, 그리고 과학에서 성차가 줄어든 다른 국가를 대상으로 원인 분석 등 성차를 줄이기 위한 노력이 필요하다.

TIMSS-R 각 영역별 남학생과 여학생의 평균 점수 차이를 우리 나라와 국제 결과를 비교하여 Table 9에 제시하였다.

남학생과 여학생의 국제 평균 점수의 차이가 큰 영역 순으로 살펴보면, 물리 21점, 지구과학 17점, 화학 15점, 환경과 자원 13점씩 남학생의 평균이 높으며, 과학의 탐구와 본성 경우에는 여학생이 3점 높았다. 생물의 경우에는 남학생의 평균 점수가 1점 더 높아 거의 성차가 나타나지 않았다.

우리 나라 남학생과 여학생의 과학 영역별 평균 점수를 비교하면, 지구과학의 경우에는 여학생의 평균 점수가 525점, 남학생 539점으로서 남학생이 14점 더 높다. 생물의 경우에는 여학생 520점, 남학생 536점으로 남학생이 16점 높으며, 물리의 경우에는 여학생 534점, 남학생 553점으로 남학생이 19점 높다. 화학의

Table 8. Trends in Average Science Achievement by Gender

Nation	TIMSS			TIMSS-R		
	Girls	Boys	Difference	Girls	Boys	Difference
	Average Scale Score	Average Scale Score		Average Scale Score	Average Scale Score	
Australia	520 (4.4)	533 (5.5)	14 (6.0)	532 (5.1)	549 (6.0)	18 (6.8)
Belgium	524 (8.7)	542 (9.0)	18(12.6)	526 (4.6)	544 (7.2)	18(10.3)
Canada	508 (3.2)	521 (3.4)	▲ 13 (4.0)	526 (3.2)	540 (2.4)	▲ 14 (3.9)
Cyprus	454 (2.9)	451 (2.4)	3 (3.4)	455 (3.1)	465 (3.0)	10 (3.9)
Czech Republic	538 (5.7)	572 (4.8)	▲ 34 (4.0)	523 (4.8)	557 (4.9)	▲ 33 (4.8)
England	522 (4.0)	543 (6.0)	21 (8.0)	522 (6.2)	554 (5.3)	▲ 32 (6.6)
Hong Kong(SAR)	492 (6.5)	525 (6.3)	▲ 33 (6.6)	522 (4.4)	537 (5.1)	14 (6.1)
Hungary	525 (3.7)	549 (3.5)	▲ 23 (4.0)	540 (4.0)	565 (4.5)	▲ 25 (4.2)
Iran, Islamic Rep.	448 (5.7)	475 (4.6)	▲ 27 (7.6)	430 (5.7)	461 (4.4)	▲ 31 (7.6)
Italy	492 (4.5)	503 (3.8)	11 (4.4)	491 (5.1)	505 (6.4)	14 (6.2)
Japan	544 (1.9)	564 (2.2)	▲ 19 (2.0)	543 (2.8)	556 (3.6)	14 (4.6)
Korea, Rep. of	530 (2.5)	559 (2.8)	▲ 29 (4.0)	538 (4.0)	559 (3.2)	▲ 21 (5.1)
Latvia(LSS)	464 (3.8)	490 (4.3)	26 (4.4)	495 (5.6)	510 (4.8)	▲ 15 (4.0)
Lithuania	452 (4.3)	477 (4.5)	▲ 25 (3.5)	478 (4.4)	499 (5.0)	▲ 21 (4.6)
Netherlands	528 (5.7)	554 (7.4)	▲ 26 (4.0)	536 (7.1)	554 (7.3)	▲ 18 (4.1)
New Zealand	497 (5.6)	524 (6.1)	▲ 27 (7.0)	506 (5.4)	513 (7.0)	7 (7.8)
Romania	464 (5.4)	478 (5.6)	▲ 14 (3.7)	468 (6.4)	475 (6.5)	7 (5.4)
Russian Federation	516 (4.5)	530 (5.1)	▲ 15 (4.0)	519 (7.1)	540 (6.2)	▲ 20 (3.9)
Singapore	574 (6.7)	587 (7.0)	13 (8.0)	557 (7.9)	578 (9.7)	20 (7.9)
Slovak Republic	520 (4.1)	545 (3.3)	▲ 25 (3.3)	525 (3.4)	546 (4.5)	▲ 21 (4.5)
Slovenia	526 (3.3)	556 (3.3)	▲ 30 (3.7)	527 (3.7)	540 (3.7)	▲ 13 (3.7)
United States	505 (5.4)	520 (6.1)	▲ 14 (3.0)	505 (4.6)	524 (5.5)	▲ 19 (4.1)
International Avg.	506 (1.0)	527 (1.1)	▲ 21 (1.0)	512 (1.1)	531 (1.2)	▲ 18 (1.2)

▲ Significantly higher than other gender, () Standard errors

경우, 여학생 515점, 남학생 532점으로 남학생이 17점 높으며, 환경과 자원의 경우에는 여학생 516점, 남학생 529점으로 남학생이 13점 높다. 과학의 탐구와 본성의 경우에만 여학생이 547점, 남학생이 544점으로 여학생이 3점 높았다. 우리 나라의 경우에는 물리, 화학, 생물, 지구과학, 환경과 자원 순으로 남학생과 여학생의 평균 점수가 차이 난다고 볼 수 있다. 국제 결과와 비교하여 보면 우리 나라의 경우에는 생물에서

특히 여학생이 남학생보다 뒤지는 것으로 나타났으며, 이 결과는 국내의 학업 성취도 결과와 상반된 것이다. 우리 나라의 경우, 1998년의 전국 중학교 학업 성취도 평가(김성숙, 백순근, 채선희, 노국향, 이선경, 박선미, 1998)에서 화학과 생물에서 통계적으로 유의미하게 여학생의 성취도가 높게 나타났다. TIMSS-R 국내 연구 결과 분석(김성숙 외, 1999a; 박정 외, 2000)에서는 성차가 나는 주요 원인으로 학습 경험

Table 9. Average Difference between Boys and Girls in Content Areas

Content area	International			Korea, Rep. of		
	Boys avg.	Girls avg	Difference	Boys avg.	Girls avg	Difference
Total science	495	480	15	559	538	21
Earth Science	496	479	17	539	525	14
Life Science	488	487	1	536	520	16
Physics	498	477	21	553	534	19
Chemistry	495	480	15	532	515	17
Environmental & resources Issues	494	481	13	529	516	13
Scientific Inquiry & Nature of Science	486	489	-3	544	547	-3

이나 인지 양식, 관심도에 의한 차이를 제시하고 있다. 즉, 교육과정에서 반복적으로 다루거나 교과서에 취급된 내용의 문항에서는 성차가 줄어들고, 생소한 내용의 문항일수록 성차가 크게 나타났다. 또한, 주어진 자료나 증거를 해석하고 이를 바탕으로 하는 증거의존적인 경향을 나타내는 여학생들은 과학 탐구 영역에서 남학생보다 높은 성취도를 나타내었다. 그리고, 영양이나 피부, 미용과 같이 여학생이 관심을 가지는 내용의 문항에서도 여학생의 정답율이 높게 나타났다. 이러한 원인 이외에도 1995년 TIMSS와 1999년 TIMSS-R 결과 모두 성차가 매우 큰 국가로 나온 것에 대하여 보다 심층적으로 분석하여 지속적인 대처 방안을 마련하는 것이 필요하다.

IV. 결론 및 시사점

1999년에 시행된 TIMSS-R 우리 나라 중학교 2학년 학생들의 과학 성취도 국제 결과로부터 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

첫째, 우리 나라의 학생들의 평균 점수는 549점으로서, 국제 평균 점수인 488점보다 유의미하게 높으며, 다만, 싱가포르, 헝가리와 일본에 이어 전체 38개 참가국 중에서 국제 5위를 차지하였다. 1995년과 1999년의 연구에 모두 참가한 국가들만을 대상으로 하여 TIMSS와 TIMSS-R 과학 성취도를 비교하여 보면 1995년도 8학년의 경우에는 국제 4위였으나, TIMSS-R에서는 5위로 8학년 학생들끼리의 성취도

를 비교하여 보면 거의 비슷한 수준이라고 할 수 있다. 그러나, 1995년도 4학년 학생들의 성취도와 비교하여 보면, 국제 1위였던 우리 나라가 1999년 8학년에서는 싱가포르와 헝가리, 일본에 뒤지고 있어 우리나라 학생들의 과학 국제 경쟁력이 4년 동안 다소 떨어졌다고 볼 수 있다.

둘째, TIMSS-R 과학 성취도에서 과학의 6개 내용 영역 중 우리 나라 학생들의 각 영역별 평균 점수를 높은 순으로 제시하면, 과학의 탐구와 본성 545점, 물리 544점, 지구과학 532점, 생물 528점, 환경과 자원 그리고 화학 영역이 각각 523점이다. 각 영역별로 우리나라가 차지한 순위를 살펴보면, 과학의 탐구와 본성(2위), 물리(4위), 환경과 자원(5위), 화학(9위), 지구과학(9위), 생물(11위) 순이다. 제6차 교육과정에서 명시적으로 다루고 있지 않는 과학의 탐구와 본성 영역의 경우, 평균 점수와 국제 순위가 가장 높은 반면 편차도 가장 큰 것으로 나타났다.

셋째, TIMSS와 TIMSS-R에서 공통 출제된 48문항으로 두 결과 사이의 경향성을 비교하여 보면, 우리나라의 경우, 각 영역별로도 평균 정답율이 변동이 없거나 1% 정도 증가하여 유의미한 차이는 나지 않았다.

넷째, TIMSS-R에서 여학생의 평균 점수는 538점, 남학생 559점으로서 남학생이 21점 높아 과학에서의 성차가 국제 평균인 15점보다 큰 것으로 나타났다. 여학생의 경우 TIMSS의 평균 점수보다 8점이 올랐으나, 남학생의 평균 점수는 변화가 없었다. 전체적으로

보면, 여학생들의 평균 점수가 1995년도에 비하여 많이 높아졌으나 여전히 성차가 크다고 볼 수 있다.

위와 같은 결과로부터 우리 나라의 과학 교육에 몇 가지 시사점을 얻을 수 있다.

첫째, 우리 나라 학생들의 과학 성취도가 학년이 높아질수록 떨어진다는 것은 이미 예전에도 지적된 바 있다(IEA, 1996). 싱가포르, 헝가리의 경우에는 학년이 올라갈수록 성취도가 높아진다는 것은 우리 나라 과학 교육에 시사하는 바가 크다고 볼 수 있다. 이번 TIMSS-R에서 함께 결과가 발표된 각 나라의 배경 변인을 분석하여 우리 나라 과학 성취도가 뒤처지게 된 원인을 찾아냄은 물론, 그에 따라 다른 나라의 교수 학습 방법, 교육 지원 정책, 교사 양성 과정 등을 받아들여 우리 나라 교육 개혁에 반영해야 할 것이다.

둘째, 교육과정 개정 시 개념의 수준과 개념 도입의 시기에 대하여 심각하게 고려할 필요성이 있다. TIMSS의 과학과 평가틀을 교육과정 국제 비교 연구를 통한 범용적인 것으로 간주한다면, 우리 나라 교육과정에서 다른 나라에 비하여 개념을 늦게 도입하거나 아예 도입하지 않는 경우가 있기 때문이다. 각 영역별로 보면, TIMSS-R의 본 검사 문항 중에서 우리 나라의 교육과정에서는 중학교 2학년까지 다루고 있지 않은 문항들이 상당수 있었다. 10학년까지의 국민공통기본과정 과학 영역에서 다루어야 할 개념 체계를 다시 점검하는 것이 필요하다.

셋째, 개념에 대한 기술적인(descriptive) 설명에서 벗어나서 통합적인 접근을 하여 학생들이 개념에 대한 일관되고 종합적으로 조망하도록 하는 것이 필요하다. TIMSS-R 본검사 문항 중에는 지구 과학과 물리, 생물과 지구 과학, 물리와 화학 등 두 가지 영역과 관련되어 통합적인 이해를 요구하는 것들이 많았으나, 우리 나라 교육과정에서는 분리된 학문적 개념 체계에 따라 내용이 제시된 경우가 많았다.

넷째, 1995년 TIMSS 결과에 비하여 남·여학생의 성취도 차이가 줄기는 하였으나, 여전히 국제적으로 볼 때 성차가 심하다. 성별 차이는 문화적 요인이나 생물학적 요인 등으로 설명할 수 있으나, 지속적인 원인 규명과 더불어 성차를 줄일 수 있는 교수·학습

방법 개발 등 대책 마련이 필요하다.

다섯째, TIMSS 및 TIMSS-R에 대한 후속 연구가 이루어져서 수학과 과학뿐만 아니라 전반적인 우리나라 교육의 국가 경쟁력을 향상시킬 수 있도록 학습에 관련된 여러 가지 요인을 규명하고 이에 따른 정책적 뒷받침이 있어야 한다. 특히, 과학의 여러 가지 배경 변인이 과학 성취도에 미치는 영향 등에 대한 폭넓은 연구가 필요하다.

적 요

본 연구는 제3차 국제 수학·과학 성취도 국제 비교 반복 연구(TIMSS-R)의 국제 결과에 대한 일차적 연구로서 첫째, 우리 나라 중학교 2학년 학생들의 과학 성취도의 국제적 수준을 알아보고, 둘째, 지난 4년 동안 세계 각국의 과학 성취도 변화를 파악하며, 셋째, 과학의 각 영역별 성취도의 국제적 수준을 비교·분석하며, 넷째, 남·여학생의 성취도의 차이를 분석하는 것이다. 우리 나라 중학교 2학년 학생의 과학 성취도는 평균 점수는 549점으로서, 국제 평균 점수인 488점보다 유의미하게 높으며, 국제 5위를 차지하였다. 그러나, 1995년도 TIMSS 4학년 학생들의 성취도와 비교하여 보면 다소 떨어졌다고 볼 수 있다. 여학생들의 평균 점수가 1995년도에 비하여 많이 높아졌으나 여전히 성차가 국제 평균보다 크게 나타났으며, TIMSS와 TIMSS-R 두 결과 사이의 평균 정답율은 거의 비슷하였다.

참 고 문 헌

- 교육부(1992). 제6차 국민학교 교육과정. 서울: 대한 교과서주식회사.
- 국립교육과정평가원(1997). 중학교 과학 성취도 국제 비교 연구(역). 국립교육평가원 연구보고서.
- 김성숙(2000). TIMSS-R 배경변인 국제비교 결과 발표(세미나 원고). 한국교육과정평가원 연구자료 ORM 2000-16.
- 김성숙, 백순근, 채선희, 노국향, 이선경, 박선미(1998). 1998년도 초·중·고 학업성취도 평가

〈연구논문〉 제3차 수학·과학 성취도 국제 비교 반복 연구(TIMSS-R) 과학 성취도 분석 : 홍미영·박정·김성숙

- 연구. 한국교육과정평가원 연구보고서. 연구보고 RRE 98-6.
- 김성숙, 유준희, 서동엽, 이춘식, 임찬빈(1999a). 제3차 수학·과학 성취도 국제 비교 반복 연구 국내 평가 결과 분석 연구. 한국교육과정평가원 연구보고서. 연구보고 RRE- 99-7-1.
- 김성숙, 유준희, 서동엽, 이춘식, 임찬빈(1999b). 제3차 수학·과학 성취도 국제 비교 반복 연구 국내 평가 시행보고서. 한국교육과정평가원 연구보고서. 연구보고 RRE- 99-7-2.
- 김성숙, 유준희, 서동엽, 이춘식, 임찬빈(2000). 제3차 수학·과학 성취도 국제 비교 반복 연구 국내 결과에 대한 학생 배경 변인과 학업 성취 관계 분석. 교과교육학연구, 4(1), 33-50.
- 명전옥, 유준희(2000). 제3차 수학·과학 성취도 국제 비교 반복 연구(TIMSS-R): 한국 중학 2년생들의 지구과학 평가 결과 분석. 교과교육학연구, 4(1), 19-32.
- 박정, 홍미영, 김성숙(2000). 제3차 수학·과학 성취도 국제 비교 반복 연구 국내 평가 결과 분석 연구 II. 한국교육과정평가원 연구보고서. 연구보고 RRE-2000-7.
- 서동엽(2000). 수학 성취도 국제 비교 결과. 제3차 수학·과학 성취도 국제비교 반복 연구(TIMSS-R) 결과 발표 세미나 원고, 한국교육과정평가원.
- 유준희, 김성숙, 서동엽, 이춘식, 임찬빈(2000). 제3차 수학·과학 성취도 국제 비교 반복 연구 중 국내 결과에 대한 과학 성취도 분석. 교과교육학연구, 4(1), 51-68.
- 장경윤(2000). TIMSS-R을 통해 본 국제 학력 비교 연구와 수학 교육의 과제. 제3차 수학·과학 성취도 국제비교 반복 연구(TIMSS-R) 결과 발표 세미나 토론 원고, 한국교육과정평가원
- IEA(1996). *Science achievement in the middle school years: IEA's Third International mathematics and Science Study(TIMSS)*. Chestnut Hill, MA: Boston College.
- IEA(1999). *Materials for main survey tests*, Chestnut Hill, MA: Boston College.
- IEA(2000). *TIMSS 1999 International Science Report*, Chestnut Hill, MA: Boston College.
- Schmidt, W. H., McKnight, C. C., Cogan, L. S., Jakwerth, P. M. & Houang, R. T.(1999). *Facing the consequences: Using TIMSS for a closer look at U.S. mathematics and science education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.