

TIMSS 성취모형에 근거한 대한민국, 싱가포르, 홍콩, 일본의 학업성취와 교육맥락변인간의 구조적 관계 비교

김 경 희(한국교육과정평가원 연구위원)*

김 수 진(한국교육과정평가원 부연구위원)**

박 효 희(한국교육과정평가원 위촉연구원)

《 요 약 》

본 연구에서는 우리나라 학생들의 성취도 향상에 대한 교육적인 시사점을 얻기 위해 교육맥락변인과 성취도와의 구조적 관계를 주요 국가별로 비교 분석하였다. TIMSS의 성취모형에 근거하여 다수준에서 교육맥락변인들이 중학생의 수학 성취도에 미치는 효과를 우리나라를 포함한 수학 성취도가 높은 국가별로 탐색하고 비교하였다. 학생 성취와 맥락변인과의 구조적 관계 분석을 위해서 2수준 다층분석 모형을 적용하였고 TIMSS 2007의 수학 자료를 활용하였다. 교육맥락변인들을 학생과 학교 수준으로 구분하고, 각 수준 내 변인을 다시 TIMSS의 교육맥락변인 모형에 근거하여 학생 수준에서는 개인 배경변인, 수학 학습 변인, 방과후 활동, 학교 수준에서 수업관련 변인, 학교 환경 변인, 학교 풍토 변인 등의 범주로 구분하였다. 각 국가들마다 수학 성취도에 영향을 주는 변수들이 다양한 편이었으며 4개국 공통적으로 수학 성취도에 영향을 미치는 변인으로서는 학생의 개인 포부, 수학에 대한 긍정적 자아개념인 즐거움과 자신감, 아르바이트 등이 있었다. 국가 간 비교를 위해서 수학 성취도가 우수한 싱가포르, 홍콩, 일본이 선정되었고 TIMSS 성취모형에 근거하여 학업성취와 교육맥락변인의 구조적 관계를 비교·분석하여 우리나라 교육을 위한 시사점을 도출하였다.

주제어 : TIMSS, 대규모 학업성취도 평가, 교육맥락변인, 성취모형, 다층모형, 수학 성취도

* 제1저자

** 교신저자, sjkim@kice.re.kr

I . 서론

국제 학업성취도 평가에서 나타난 결과에 의하면 우리나라는 성취력이 높은 국가 중의 하나이다. 1998년에 시작된 경제협력개발기구(Organization for Economic Co-operation and Development: OECD) 주관의 PISA(Programme for International Student Assessment)나 이보다 앞서 1993년에 시작된 국제 교육성취도 평가협회(International Association for the Evaluation of Educational Achievement: IEA) 주관의 TIMSS(Trends in International Mathematics and Science Study)에서 보여준 읽기, 수학, 과학의 성취 결과는 국제적인 수준에서 우수하다는 것에 대한 이론의 여지는 없어 보인다. 가장 최근에 발표된 PISA 2006에서는 읽기 1위, 수학 1~4위, 과학 7~13위였고(OECD, 2007), TIMSS 2007에서는 수학 2위, 과학 4위(김경희 외, 2008)로서 여전히 우수한 성취력을 보여줬다. 그렇다고 이러한 우수한 성취가 세계 각국의 성취력과 견주어 볼 때 우리나라 학교 교육의 경쟁력을 증명해 주는 보증서라고 할 수는 없다.

우리나라의 교육경쟁력을 확인하기 위해서는 국제 학업성취도에 나타난 국제 비교 결과를 좀 더 면밀히 검토해 볼 필요가 있다. TIMSS 2007에 참여하여 국제적으로 성취수준을 비교할 수 있는 신뢰성 있는 자료를 도출한 국가는 50개국이었다. 참가국 중 우리나라는 수학 2위, 과학 4위로써 수학은 TIMSS 1995부터 꾸준히 최우수의 순위를 유지하고 있을 뿐 아니라 성취도 점수도 상승하는 추세였다. 과학의 경우, 국제순위는 유사한 수준을 유지하고 있고 성취도 점수가 약간 하락한 경향이 있었다. 그러나 통계적으로 유의한 차이는 아니었고 대부분의 참여국에서 하락의 경향을 보인 것을 감안할 때 과학에서도 여전히 우수한 성취력을 보여 준 것임에 틀림없다. 전통적으로 TIMSS 평가에서 강세를 보였던 아시아 국가들은 우리나라를 포함하여 싱가포르, 대만, 홍콩, 일본 등을 들 수 있다. 싱가포르는 TIMSS 2003까지 부동의 최상위 성적을 보였고 TIMSS 2007 수학 평가에서는 대만과 우리나라에 이어 3위를 차지해서 이전 주기에 비해 성적이 다소 떨어졌지만 여전히 수학 및 과학 교육에 있어서 최강국임에는 틀림없다. 홍콩도 최근의 성취도 결과가 우수한 것으로 나타났고 상승 추세에 있다. 일본과 대만은 전통적으로 수학 과학에서 강국이었으며 대만의 경우는 TIMSS 2007에서 싱가포르를 제치고 수학 1등을 차지하면서 수학교육에 있어서 최강국으로서의 면모를 보여줬다.

순위로 제시된 이러한 성취 결과를 볼 때 수학, 과학에 있어서 최상위 국가인 대한민국, 싱가포르, 일본, 대만, 홍콩은 유사한 학교 교육의 결과를 도출하고 있는 것으로 보이고 따라서 우리나라는 유사한 순위권 내에 있는 국가들과 유사한 교육경쟁력을 갖추고 있다고 해석하는 것도 가능할 것이다. 그러나 교육의 결과를 성취결과의 순위만을 따져서 설명할 수 있는 것은 아닐 것이다. 학생의 성취는 교육과정이 실행되는 다양한 맥락에 영향을 받는다. 학습은 교육 환경과 단절되어서 일어나는 것이 아니라 어떤 구체적인, 즉 교육적인 맥락에

서 발생한다. 이러한 관점에서 TIMSS 평가에서는 다양한 교육맥락변인을 고려한 성취모형을 근거로 학생들의 성취도를 측정하고 국제적으로 비교하고 있다. 따라서 이 연구에서는 TIMSS 평가에서 전통적으로 강세를 보여 온 상위국가인 싱가포르, 일본, 홍콩을 선택하여 우리나라 학생들의 수학성취를 비교해 보고자 한다. 이러한 비교는 이들 국가의 성취결과만으로 단편적인 비교를 하는 것이 아니라 성취 결과를 발생시키는 교육맥락변인과의 관계를 설명하는 성취모형을 TIMSS 성취모형에 근거하여 설정하고 각국과 비교함으로써 우리 교육의 결과에 대한 다양한 해석과 교육개선을 위한 시사점을 얻고자 하였다. 또한 이들 비교 대상 국가의 교육과정을 살펴보면 5개국 모두 통일된 하나의 교육 행정 기관의 통제 하에 국가 또는 도시 수준의 공통 수학 교육과정을 운영하고 있다(Mullis, Marin, Olson, Berger, Milne, Stanco, 2008). 우리나라와 유사한 교육적 배경을 가지고 있고 국제 학업성취도 평가에서 상위의 성적을 꾸준히 유지하고 있는 국가들과 우리나라의 성취력을 비교한다는 것은 우리 교육의 현재를 다른 각도로 검토할 수 있는 기회를 제공할 수 있다.

다만, 수학 과학 모두에서 최상위의 성취를 보인 대만은 2수준 다층모형 분석을 위해 학생 수준과 학교 수준의 자료 연계성 부분에서 문제점이 발견되어 1-2수준 간의 연계 자료가 충분하지 못해 자료의 신뢰성 측면을 고려하여 본 연구에서 포함시키지 않았다. TIMSS 수학 성취모형 비교를 위해 선택된 국가의 수학 및 과학 성취도의 주기별 국제 순위를 제시하면 <표 1>과 같다.

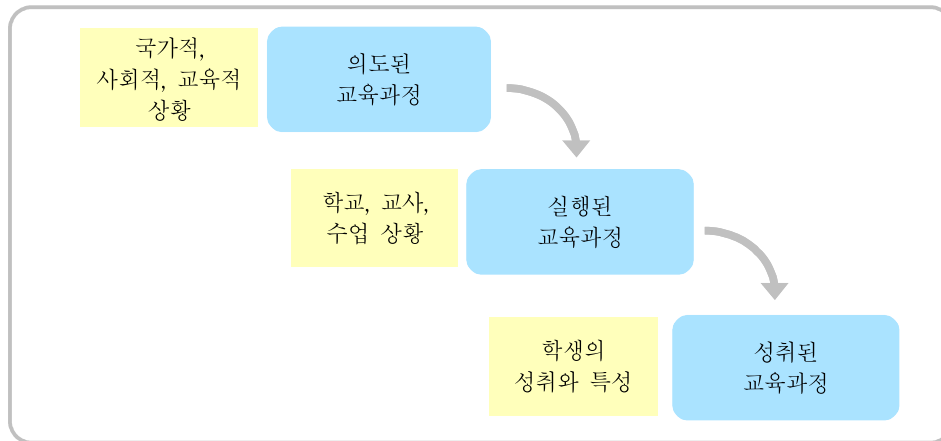
〈표 1〉 TIMSS 주기별 주요국가의 국제 순위

	TIMSS 1995				TIMSS 1999				TIMSS 2003				TIMSS 2007			
	수학		과학		수학		과학		수학		과학		수학		과학	
	점수	순위	점수	순위	점수	순위	점수	순위	점수	순위	점수	순위	점수	순위	점수	순위
대한민국	581	3	546	4	587	2	549	5	589	2	558	3	597	2	553	4
싱가포르	609	1	580	1	604	1	568	2	605	1	578	1	593	3	567	1
홍콩	569	4	510	16	582	4	530	15	586	3	556	4	572	4	530	9
일본	581	2	554	3	579	5	550	4	570	5	552	5	570	5	554	3
참가국	40개국				38개국				46개국				50개국			

II. TIMSS 수학 성취 모형의 개념 구조

TIMSS는 참여국의 공통 교육과정에 기초하여 참여국 학생들의 성취수준과 그 변화 추이를 파악하는 국제 학업성취도 평가이다. 교육과정에 근거한 평가이기 때문에 TIMSS에서는

교육의 과정(educational process)을 의도된 교육과정(intended curriculum), 실행된 교육과정(implemented curriculum), 성취된 교육과정(attained curriculum)으로 설명하고 이를 개념화한 성취모형을 개발하여 이를 토대로 평가도구를 개발한다(박정 외, 2004; Mullis, et, al., 2005, 2008). TIMSS의 성취 모형은 [그림 1]과 같다.



[그림 1] 교육과정에 근거한 TIMSS 성취 모형

의도된 교육과정은 각 참여국이 학생들에게 성취하기를 바라는 것으로 이를 파악하기 위해 TIMSS에서는 연구 참여국의 교육과정을 분석한다. 실행된 교육과정은 의도된 교육과정을 달성하기 위한 학교와 교실에서의 교육활동을 의미한다. 실행된 교육과정을 파악하기 위해 TIMSS에서는 학교와 교사설문지를 개발하여 참여국들에게 실시하고 있다. 성취된 교육과정은 학생들에 의해 성취된 학교 교육의 결과를 의미한다. 교육의 결과로서 성취된 교육과정의 지표를 파악하기 위해 성취도 검사지가 투입된다. 즉, TIMSS에서는 수학과 과학 성취도를 평가할 수 있는 성취도 검사를 개발하여 성취된 교육과정의 지표를 산출한다. 성취 모형에 따른 TIMSS의 교육맥락변인 조사방법은 <표 2>와 같다.

이러한 성취 결과에 영향을 주는 실행된 교육과정 즉, 학생, 교사, 학교수준의 교육맥락에 대한 탐색과 효과성 연구는 전통적으로 교육 분야에서 주요한 연구 영역으로서 미국, 영국을 중심으로 관련된 연구가 1960년대부터 꾸준히 축적되어 왔다. 국내에서도 교과 영역에서 특정 변인의 효과에 대한 연구들이 수행되었으나, 다양한 변인들을 동시에 고려하여 학교 효과를 전반적으로 탐색하는 연구들은 2000년에 들어와서야 체계화되었다고 할 수 있다(노국향 외, 2001; 김양분 외, 2004; 김기석 외, 2005; 성기선 외, 2006; 박정 외, 2007; 김정희, 임현정, 2008).

〈표 2〉 TIMSS의 성취 모형에 따른 교육맥락변인 조사방법

교육맥락		내용	조사도구
학교수준	학교조직 및 환경	<ul style="list-style-type: none"> • 학교 조직 • 학교 교육 목표 • 학교장의 역할 • 수학·과학 수업 지원 자료 • 학교 교육 환경 	학교설문지
	학교풍토	<ul style="list-style-type: none"> • 학부모 참여 • 학교의 분위기 • 교사 채용 • 교사 평가 	
	교사의 특성 및 준비도	<ul style="list-style-type: none"> • 학문적 준비와 교사 자격증 • 교사 장학 및 연수 • 전문성 계발 • 교사 특성 	교사설문지
	수업활동과 특성	<ul style="list-style-type: none"> • 가르친 교육과정 주제 • 학급 규모 • 수업 시간 • 수업 활동 • 평가와 숙제 • 정보기술(컴퓨터와 인터넷 활용) • 계산기 사용 • 탐구에 대한 강조 	
학생수준	학생 개인	<ul style="list-style-type: none"> • 개인 배경 	학생설문지
	학생의 학습관련 특성	<ul style="list-style-type: none"> • 교과 학습 태도(자신감, 즐거움, 도구적 동기 등) • 학교 생활 • 방과후 활동 및 숙제 	

Ⅲ. 연구 방법

1. 비교 대상 국가에 대한 연구 자료의 특성

수학 성취도에 영향을 미치는 변인과 그 영향력의 정도를 파악하기 위하여 TIMSS 2007 본검사에서 사용한 학생, 교사, 학교장 설문 문항을 대상으로 분석하였다. 각 수준별로 구조화되어 있는 변인들의 속성은 〈표 3〉과 같이 요약할 수 있다.

〈표 3〉 TIMSS 2007 국가별 수학 성취도 및 교육맥락변인의 기술 통계치

범주	변인	대한민국		싱가포르		홍콩		일본		비고
		평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	
종속 변인	수학 성취도 추정치1	596.3	91.3	587.7	91.6	575.6	90.8	571.0	85.1	plausible value1
	수학 성취도 추정치2	588.3	91.6	588.7	91.9	578.2	91.4	573.4	86.4	plausible value2
	수학 성취도 추정치3	598.0	92.6	589.0	93.1	577.1	92.9	573.1	86.2	plausible value3
	수학 성취도 추정치4	598.6	92.2	588.4	92.5	577.0	92.7	572.5	86.2	plausible value4
	수학 성취도 추정치5	598.8	92.0	589.7	91.6	578.1	92.3	571.3	86.1	plausible value5
학생 수준 변인										
개인 배경 변인	나이	14.3	0.3	14.4	0.6	14.4	0.8	14.5	0.3	
	성별	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1=여자
	보유도서량	3.5	1.2	2.8	1.2	2.5	1.2	3.0	1.3	1=10권/5=200권~
	소유품목	84.4	14.8	73.5	17.0	76.3	19.0	67.3	17.0	16품목 중 소유 비율
	부모학력	4.3	1.4	3.5	1.4	3.0	1.2	4.2	1.0	부모학력 평균(6단계)
수학 학습 변인	교육포부	4.0	0.7	3.9	1.0	4.0	1.0	2.9	1.2	1=고졸/4=대학원졸
	수학 자아개념	1.4	0.7	1.8	0.7	1.6	0.6	1.3	0.6	7문항(4단계)
	수학교과가치	1.9	0.6	2.2	0.6	2.0	0.6	1.8	0.6	5문항(4단계)
	컴퓨터활용_수학	1.1	1.1	1.3	1.1	1.1	1.1	0.5	0.8	1문항(5단계)
	수학숙제	3.5	2.8	7.7	3.9	7.6	4.1	3.8	3.0	1문항(5단계)
방과후 활동	TV, 비디오	2.1	1.1	2.5	1.1	2.3	1.0	2.6	0.9	1문항(5단계)
	컴퓨터게임	1.8	1.2	2.0	1.4	2.1	1.3	1.1	1.1	1문항(5단계)
	친구와 교제	1.9	1.1	2.1	1.2	1.9	1.1	1.8	1.3	1문항(5단계)
	집안일 돕기	1.1	0.8	1.1	1.0	1.2	0.9	1.0	0.8	1문항(5단계)
	아르바이트	0.1	0.4	0.3	0.9	0.2	0.7	0.2	0.6	1문항(5단계)
	운동	1.0	0.9	1.6	1.2	1.5	1.1	1.6	1.3	1문항(5단계)
	독서	1.0	1.0	1.1	1.0	1.4	1.0	1.1	1.0	1문항(5단계)
	인터넷	1.9	1.0	2.3	1.3	2.3	1.1	1.1	1.1	1문항(5단계)
	숙제	1.3	0.8	1.9	0.9	1.8	0.9	1.4	0.8	1문항(5단계)
학교 수준 변인										
수업 관련 변인	교과지도준비도	2.7	0.4	2.8	0.2	2.7	0.3	2.5	0.4	18문항(3점척도)
	교과협의	0.7	0.3	0.8	0.3	0.8	0.4	0.9	0.5	4문항(4점척도)
	전문성연수	2.2	1.7	4.3	1.3	4.0	1.9	2.8	1.6	6문항(2점척도) 합계
	학급규모	36.7	5.2	37.5	3.8	36.6	8.5	33.3	7.5	표집학급 학생 수
	제한 학생	1.4	0.5	1.6	0.5	1.7	0.6	1.2	0.6	6문항(4단계)
	제한_수업자료	1.0	0.5	0.9	0.5	1.1	0.6	0.8	0.6	8문항(4단계)
	지도비율_수	96.4	11.9	99.4	2.9	95.4	11.3	96.4	11.3	지도 여부 평균*100
	지도비율_대수	91.5	9.5	94.2	8.3	82.5	16.6	92.2	10.9	"
	지도비율_기하	81.0	10.1	69.7	12.3	82.6	12.9	79.3	7.6	"
	지도비율_자료	64.7	22.3	60.9	19.2	49.8	23.5	35.9	26.5	"
	컴퓨터사용	0.6	0.4	0.6	0.4	0.4	0.5	0.7	0.4	
	숙제	3.8	1.9	6.3	2.0	6.0	2.0	3.6	2.0	숙제간격*숙제분량
학교 환경 변인	평가횟수	2.6	0.8	2.2	0.6	2.6	0.8	2.0	0.9	1문항(5단계)
	서답형비율	40.4	20.7	74.8	22.2	69.7	16.1	74.8	15.9	
	학급규모	370.8	159.3	312.9	71.9	192.1	32.6	156.5	71.1	해당 학년 학생 수
	지역규모	5.3	0.9	-	-	5.1	0.8	4.6	1.2	1문항(6단계)
	저소득층학생비율	2.4	1.0	1.8	0.9	2.9	1.1	1.6	0.7	1문항(4단계)
	장애_일반시설	0.9	0.6	0.2	0.3	0.4	0.5	0.8	0.7	6문항(4단계)
	장애_수학수업	1.1	0.7	0.2	0.4	0.5	0.5	0.6	0.5	5문항(4단계)
학교 풍토 변인	컴퓨터1대당학생수	8.2	6.3	4.0	11.8	6.8	12.0	3.6	1.9	학생 수/컴퓨터 수
	문제행동	0.7	0.9	0.8	0.7	0.8	0.8	1.4	1.4	문제행동 빈도*정도
	교사만족도	3.5	0.7	3.3	0.6	3.4	0.7	3.2	0.7	3문항(4단계)
	교사기대	3.7	0.7	3.6	0.7	3.6	0.7	3.5	0.7	1문항(5단계)
	교사참여	3.6	0.5	3.6	0.5	3.6	0.6	3.4	0.5	1문항(5단계)
	학부모참여	2.9	0.7	3.0	0.7	2.9	0.8	3.1	0.7	2문항(5단계)
	학생참여	2.8	0.6	2.9	0.7	3.1	0.6	3.0	0.7	2문항(5단계)
	학교안전	2.1	0.5	2.4	0.4	2.3	0.5	2.1	0.5	2문항(5단계)

종속변인인 TIMSS의 성취도 점수는 TIMSS 2007의 수학 성취도 평가를 통해 추정된 학생들의 능력추정치이다. 수학 성취도 평가는 수, 대수, 기하, 자료와 가능성으로 구성된 내용 영역과 알기, 적용하기, 추론하기로 구성된 인지영역의 2차원적 평가들에 기초하여 개발되었다(김정희 외, 2007). 문항 유형은 크게 선다형과 구성형으로 구성되어 있으며 검사에 소요되는 시간과 학생들의 부담을 고려하여 전체 188개 문항을 행렬표집(matrix sampling)에 의해 14종의 검사로 배분한다. 각 검사지에 대한 검사 동등화 및 척도화 과정을 통해 평균 500, 표준편차 100의 척도점수인 5개의 능력추정치(plausible value)를 산출한다.

1수준인 학생수준의 설명변인은 크게 학생의 개인 배경변인과 수학학습 관련 변인, 방과후 활동 변인으로 나누어 볼 수 있다. 개인 배경변인에는 학생의 나이와 성별(남학생=0, 여학생=1), 가정의 보유 도서 양, 교육 및 경제 자원을 파악하기 위한 지수로서 가정보유 품목(컴퓨터, 공부방, 에어컨, 자가용 등 16개)에 대한 실제 가정에서 소유하고 있는 비율, 여섯 단계의 부모 평균 학력과 학생 개인의 교육포부 수준이 포함되어 있다.

수학학습 관련 변인으로는 수학학습에 대한 긍정적인 자아개념(자신감 및 즐거움 인식), 수학 교과에 대한 가치인식, 수학공부와 일반적인 자료 탐색에 컴퓨터를 이용하는 정도, 수학 숙제 정도가 있다. 수학 학습에 대한 자아개념으로서의 자신감 및 즐거움 인식은 4점 척도로 된 7문항의 평균이며, 수학교과와 유용성과 가치 인식은 수학교과와 도구적 동기를 묻는 5개 문항의 평균이다. 이때, 평균값이 높다는 것은 수학에 대한 긍정적인 자아개념 및 가치 인식이 높아 수학에 대해 좀 더 자신감이 있어 하고 즐겨워하는 것으로 인식하고 수학을 좀 더 가치있게 생각하는 것을 의미한다. 컴퓨터 활용 변인은 수학숙제를 하기 위해 컴퓨터를 어느 정도 사용하는지를 묻는 문항이며 수학 숙제 정도는 수학 숙제 빈도와 소요시간을 묻는 2문항의 곱으로 산출되었다.

학생의 방과후 활동에 대한 설문 문항은 9가지의 학교 밖 활동에 대한 정도를 묻는 문항으로 구성되었다. 조사된 방과후 활동의 종류는 TV와 비디오 시청, 컴퓨터 게임, 친구와 교제, 집안 일 돕기, 아르바이트, 운동, 독서, 인터넷, 숙제였으며, 각각의 활동에 대해서 소요시간을 5점 척도(‘하지 않음’에서부터 ‘4시간 초과’)로 측정하였다. 각각의 방과후 활동의 평균값이 높다는 것은 그 활동에 소요시간이 많아 그 활동을 많이 하는 것을 의미한다.

2수준인 학교수준의 교육맥락변인은 수업이 이루어지는 교실맥락의 수업 관련 변인과 지원체제 중심의 학교맥락 변인으로 구분할 수 있다. 교실 맥락 변인에서는 우선, 교사의 전문성과 관련된 3가지의 변인 즉, 수학교과와 각 내용영역 지도에 대한 준비 정도, 교사의 전문성 개발과 관련하여 동료교사와의 전문적인 교류, 최근 2년 동안 참여한 프로그램이나 연수 과정에 대한 변인이 모형에 투입되었다. 교실에서의 수업과 관련된 변인으로는 표집 학급의 학생 수인 학급 규모, 학생 또는 수업 자료의 부족이 수학 수업을 제한하는 정도, 수학 평가의 내용영역인 수, 대수, 기하, 자료 등 4개 영역의 하위 주제에 대한 교사의 지도 비율이

포함되었다. 또한 수학 수업에 컴퓨터 사용 여부, 숙제를 내는 빈도와 분량의 곱으로 계산된 숙제의 총량, 수학 평가 시행 횟수, 서답형 문항의 출제 비율이 고려되었다. 교실맥락 변인의 값들은 모두 수학교사 응답 자료를 토대로 산출되었다.

학교의 교육 지원 변인으로 학교의 환경 변인과 풍토 변인을 설정하였다. 학교 환경으로는 학교 규모, 지역 규모, 저소득층 학생 비율, 학교 시설의 부족으로 인해 수업에 부정적인 영향을 주는 장애 정도(일반 시설, 수학수업 관련 2개 영역), 컴퓨터 1대당 학생 수를 산출하였다. 학교 풍토에 대한 변인에는 학생의 학교생활 의지와 문제 행동, 교사의 교직만족도, 학생에 대한 교사의 기대 정도, 교사의 학교교육과정 이해 및 이행 정도, 학부모 및 학생 참여, 학교 안전성 변인도 포함되었다. 문제행동 변인은 학생의 문제 행동의 빈도와 정도를 곱해서 산출되어 학교 학생의 문제 행동의 심각성을 의미한다. 학교의 안전성에 대한 인식은 소속 학교의 안전성을 묻는 3가지의 질문에 대한 교사의 응답 평균으로 산출되었다. 나머지 변인들은 학교장 설문지 응답 자료를 토대로 산출되었다.

2. 분석 절차 및 연구모형

자료의 구조적 특성을 반영하여 학생, 학교의 2수준 다층모형을 설정하고, HLM 6.0(Hierarchical Linear Modeling) 통계 프로그램 (Raudenbush et al., 2006)을 이용하여 각 수준별 교육맥락변인이 학업성취도에 미치는 효과를 분석하였다. HLM 프로그램은 수학 성취도에 대한 5개의 추정치를 동시에 고려할 수 있기 때문에 보다 정확한 추정치를 활용하여 분석할 수 있다. 우선 각각의 추정치를 이용하여 분석을 시행한 후, 이들의 평균을 최종 추정치로 제공해 주고 추정치들의 평균에 대한 표준오차는 Little와 Schenker(1995)가 제안한 방법을 적용하여 계산된다.

분석 자료는 연구의 목적과 모형의 가정에 적합하도록 변환하여 사용하였다. 명명 척도 변인의 경우, 0과 1의 가변인(dummy variable)으로 처리하였다. 필요에 따라 하나의 영역에 해당하는 문항들의 평균을 산출하여 모형에 투입하였다. 단, 특정 활동에 대한 참여 여부를 묻는 질문과 같이 ‘예’와 ‘아니요’로 구성된 이분형 문항을 합산하여 사용할 경우에는 총점을 산출하였다. 이분적 형태의 가변인을 제외한 각 수준별 설명변인은 전체 평균을 기준으로 중심화(grand mean centering) 하였다.

분석의 첫 단계에서는 설명변인을 전혀 투입하지 않은 기초모형을 설정하여 전체 수학 성취도 분산 중에서 학생 수준 분산(σ^2), 학교 수준 분산(τ_{00})이 차지하는 비율을 추정하였다. 이를 통해서 교사 또는 학교 간 차이로 인하여 발생하는 학생의 성취도 분산의 크기를 파악할 수 있다. 다음으로는 무선절편모형(random intercept model)(Bryk & Raudenbush, 1992; Kreft & de Leeuw, 1998)을 이용하여 학생관련 변인과 교사관련, 학교관련 변인을 순차적으로 투

입하는 3단계의 연구모형을 설정하였다. TIMSS 성취 모형(Mullis, Martin, & Foy, 2008)에 근거하여 맥락변인을 순차적으로 투입하였다. 이를 통해 각각의 설명변인이 수학 성취도에 미치는 영향력의 크기와 유의도를 파악하고, 모형에 투입된 설명변인의 영향력이 통제된 상태에서 절편 계수에 해당하는 전체 학교 평균값을 산출하였다. 각 수준에 따른 설명변인들을 모형에 순차적으로 투입하여 각 변인들이 각 수준의 분산을 어느 정도 설명해주고 있는가를 파악하였다.

본 연구에서 설정한 연구모형은 학생, 학교의 2수준 다층모형에 의해 분석되었고 기초모형에 각 수준별 설명변인인 교육맥락변인들이 추가된 연구모형의 식은 다음과 같다.

[1수준: 학생 수준]

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}X_{1j} + \dots + \beta_{qj}X_{qj} + r_{ij} \quad r_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$$

[2수준: 학교 수준]

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}Z_{01} + \dots + \gamma_{0j}Z_{0j} + u_{0j} \quad u_{0j} \sim N(0, \tau)$$

$$\beta_{qj} = \gamma_{q0}$$

학생수준에서 Y_{ij} 는 j 학교 소속의 학생 i 이며 $r_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$ 는 무선효과로서 평균 0과 분산 σ^2 를 가진 정규 분포를 가정한다. 이 연구의 학생 수준 예측변인(X)의 분석을 위한 연구 모형에서는 국가별로 학교 수준 예측변인 분석을 위하여 연구 모형의 2수준에서 예측변인은 학교의 평균을 나타내는 β_{0j} 를 설명하는 데에만 포함되었다. 기타 학생 수준 변인의 영향력을 나타내는 β_{qj} (q는 1수준 변인의 수)는 학교 수준 변인의 영향을 받지 않고, 학교 간에 다르게 작용하지 않는다고 가정하였다. 본 연구에서 설정한 연구모형은 다음과 같다.

〈표 4〉 교과 단계별 모형 및 투입 변인

단계 구분	모형	투입 변인
기초모형	모형 0	없음
1단계	모형 1	개인 배경 변인 + 수학 학습 변인 + 방과후 활동 변인
2단계	모형 2.1	모형 1 + 수업 관련 변인
3단계	모형 2.2	모형 2.1 + 학교 환경 변인 + 학교 풍토 변인

연구모형에 따라 각 단계에 포함된 변인들에 대해서 살펴보면, 1단계에서는 학생 수준의 변인인 개인배경 변인과 학생들과 관련있는 수학 학습에 대한 변인, 방과후 활동 변인이 포함되었으며, 2단계에서는 1단계 변인에 추가적으로 교실 수준의 변인인 수업에 관련된 변인이 추가되었다. 3단계에서는 학교 수준 변인이 추가되어 학교 환경과 학교 풍토에 관한 변인들이 모형에 포함되었다.

IV. 수학 성취모형의 국가간 비교 결과

1. 기초모형 국가간 비교 결과

수학 성취도를 종속변인으로 하고, 설명변인이 투입되지 않은 기초모형(unconditional model)에 의한 분석 결과는 <표 5>와 같다.

<표 5> 기초모형에서의 국가별 분산 비율(%)

구분	대한민국	싱가포르	홍콩	일본
	분산 (%)	분산 (%)	분산 (%)	분산 (%)
1수준	7715.2 (90.9)	4514.5 (53.2)	3221.3 (35.7)	5873.3 (80.5)
2수준	774.1 (9.1)	3969.2 (46.8)	5814.5 (64.3)	1419.5 (19.5)
전체	8489.3 (100.0)	8483.7 (100.0)	9035.8 (100.0)	7292.8 (100.0)

기초모형을 통하여 각 수준별로 존재하는 분산의 정도를 파악할 수 있는데 우리나라의 학교수준의 분산 비율은 9.1%로 중학교를 대상으로 한 관련연구와 유사한 결과를 나타내고 있다. 김양분 외(2007)는 중학교 3학년 대상으로 한 연구에서 학교 분산의 비율이 2004년 8.7%에서 2007년 10.0%로 다소 증가하였다고 보고하고 있으며 박정 외(2006)의 연구에서도 유사한 결과를 보고하고 있는데 중학교 3학년 대상의 학업성취도 평가 결과, 학교수준의 분산 비율이 2003년 14.2%, 2004년 8.4%, 2005년 9.2%로 보고하고 있다. 따라서 우리나라의 경우, 기존 연구와 본 연구의 결과에 의하면 학생수준의 분산이 수학 성취도의 차이를 대부분 설명하는 것으로 나타났다. 반면 다른 국가의 학교수준의 분산 비율은 우리나라보다 높아 일본 19.5%, 싱가포르 46.8%, 홍콩 64.3%로 학교 간의 차이가 큰 것으로 나타났다.

본 연구에서 단계별로 투입한 교육맥락변인의 모형별 설명량의 변화는 <표 6>과 같다.

〈표 6〉 각 모형에서의 분산 설명량 변화(%)

구분		대한민국	싱가포르	홍콩	일본
		분산 (%) ¹⁾	분산 (%)	분산 (%)	분산 (%)
모형 1	학생수준	3968.5 (48.6)	3206.8 (29.0)	2345.7 (27.2)	3587.2 (38.9)
	학교수준	223.1 (71.2)	1938.2 (51.2)	4477.0 (23.0)	637.8 (55.1)
	전체	4191.6 (50.6)	5144.9 (39.4)	6822.7 (24.5)	4225.0 (42.1)
모형 2.1	학생수준	3965.6 (48.6)	3206.0 (29.0)	2345.3 (27.2)	3586.5 (38.9)
	학교수준	225.3 (70.9)	1095.0 (72.4)	2566.1 (55.9)	507.5 (64.2)
	전체	4190.9 (50.6)	4301.0 (49.3)	4911.5 (45.6)	4094.0 (43.9)
모형 2.2 (최종모형)	학생수준	3966.2 (48.6)	3205.0 (29.0)	2345.0 (27.2)	3585.3 (39.0)
	학교수준	168.8 (78.2)	833.8 (79.0)	1967.8 (66.2)	390.5 (72.5)
	전체	4135.0 (51.3)	4038.8 (52.4)	4312.7 (52.3)	3975.8 (45.5)

1) 기초모형의 수준별 분산을 기준으로 모형에서 투입된 변수들에 의해 추가로 설명된 분산의 비율을 의미함.

기초모형에서 학생수준의 변인, 즉 개인 배경 변인, 수학학습에 관련된 변인, 방과후 활동 변인을 투입한 모형 1에서 우리나라의 경우 학생수준 분산의 48.6%를 설명하였고, 학교수준 변인 중 교사와 수업관련변인을 투입한 모형 2.1에서는 학교수준 분산의 70.9%를 설명하였고, 학교수준의 학교환경 변인과 학교풍토변인을 투입한 모형 2.2에서는 학교수준 분산의 78.2%를 설명하는 것으로 나타났다.

단계별 모형을 투입한 결과, 수업관련 변인을 투입하였을 때 싱가포르의 경우는 학교 분산의 72.4%를 설명함으로써 모형 1에 비해 학교 분산의 21.2%를 추가로 설명하였고, 홍콩의 경우는 23.0%에서 55.9%로 설명량이 32.9%를 추가로 설명하는 것으로 나타났다. 변인을 모두 투입한 결과, 우리나라는 학생수준 분산의 48.6%, 학교수준의 78.2%를 설명하였고, 싱가포르는 각각 29.0%, 79.0%, 홍콩은 27.2%, 66.2%, 일본은 39.0%, 72.5%를 설명하였다. 각 모형의 설명량은 한국 51.3%, 싱가포르 52.4%, 홍콩 52.3%, 일본은 45.5%로 나타났다. 즉 현재 투입된 학생 및 학교 수준의 배경변인들은 각 국가의 수학 성취도의 차이를 약 45%이상 50% 정도의 수준으로 설명하고 있었다. TIMSS 교육맥락변인이 각국 학생들의 수학 성취도 분산을 설명할 수 있는 변인으로 효과적이라고 할 수 있다.

2. 최종 2수준 모형 국가간 비교 결과

수학 성취도를 종속변인으로 하고, 교육맥락변인들을 모두 투입한 2수준의 최종 모형에 의한 분석 결과는 〈표 7〉과 같다.

〈표 7〉 국가별 최종 2수준 HLM 모형의 분석 결과

범주	변인	대한민국		싱가포르		홍콩		일본	
		회귀계수	표준오차	회귀계수	표준오차	회귀계수	표준오차	회귀계수	표준오차
	절편	602.25***	(2.16)	588.86***	(2.80)	577.54***	(3.91)	571.08***	(2.60)
학생 수준 변인									
개인 배경 변인	나이	6.84	(3.69)	1.49	(1.87)	-2.54	(1.50)	12.29***	(3.28)
	성별	-4.45	(2.86)	2.88	(2.41)	-9.78**	(2.86)	2.54	(2.63)
	보유도서량	10.48***	(1.16)	4.81***	(1.06)	1.81	(.92)	7.68***	(1.06)
	소유품목	0.35**	(.09)	0.55***	(.09)	-0.25**	(.07)	0.10	(.09)
	부모학력	2.61**	(.85)	-1.34	(.84)	0.55	(1.05)	3.50**	(1.14)
	교육포부	12.76***	(1.92)	9.83***	(1.48)	6.69***	(1.26)	15.66***	(1.03)
수학 학습 변인	수학자아개념	58.13***	(2.29)	34.56***	(1.53)	38.33***	(2.20)	46.69***	(2.51)
	수학교과가치	2.00	(2.29)	-4.48*	(1.92)	0.05	(2.06)	-1.33	(2.45)
	컴퓨터활용_수학	-7.13***	(1.08)	-1.73	(1.17)	-2.68*	(1.03)	-5.44**	(1.84)
	수학숙제	-1.05	(.53)	1.88***	(.36)	-0.38	(.38)	-1.57**	(.46)
방과후 활동	TV,비디오	0.84	(1.40)	1.17	(1.04)	3.89**	(1.20)	1.31	(1.61)
	컴퓨터게임	-2.08	(1.33)	0.16	(.97)	-0.37	(.98)	-1.99	(1.21)
	친구와 교체	-3.35**	(1.19)	0.12	(1.14)	-2.92**	(1.05)	-7.26***	(1.12)
	집안 일 돕기	-12.45***	(1.92)	-7.88***	(1.43)	-3.06**	(1.14)	-2.85	(1.59)
	아르바이트	-9.42*	(3.79)	-6.90**	(1.19)	-8.14***	(1.63)	-11.79***	(2.10)
	운동	-11.60***	(1.58)	-2.36*	(.97)	-3.07*	(1.21)	-1.78	(1.08)
	독서	6.93***	(1.40)	1.00	(1.07)	2.26*	(1.04)	-1.26	(1.06)
	인터넷	0.60	(1.46)	0.70	(1.02)	0.87	(1.05)	2.78*	(1.12)
	숙제	6.89**	(1.86)	0.55	(1.34)	1.29	(1.50)	0.96	(1.65)
	학교 수준 변인								
수업 관련 변인	교과지도준비도	4.74	(4.35)	5.23	(12.91)	-5.49	(11.01)	-5.64	(5.39)
	교과협의	10.30*	(5.16)	12.37	(7.37)	-7.75	(10.53)	-4.76	(3.96)
	전문성연수	-0.19	(.85)	-1.63	(1.83)	-0.33	(2.30)	-2.76*	(1.23)
	학급규모	0.14	(.46)	-0.01	(.71)	2.25**	(.62)	0.70*	(.30)
	제한_학생	-2.93	(4.74)	-16.39**	(5.87)	-27.28**	(7.46)	-4.29	(4.55)
	제한_수업자료	1.73	(3.73)	-4.33	(5.96)	8.69	(6.82)	-0.66	(3.20)
	지도비율_수	-0.29*	(.11)	-0.74	(.75)	0.37	(.40)	0.37	(.19)
	지도비율_대수	-0.01	(.16)	0.80*	(.37)	0.51*	(.24)	-0.21	(.18)
	지도비율_기하	0.42*	(.17)	0.72**	(.24)	0.16	(.28)	0.38	(.35)
	지도비율_자료	-0.10	(.08)	0.01	(.14)	0.16	(.19)	-0.04	(.08)
	컴퓨터사용	-2.20	(3.86)	7.35	(7.46)	2.61	(9.92)	3.21	(4.32)
	숙제	0.05	(.90)	2.80*	(1.27)	7.19**	(2.12)	1.74	(1.01)
	평가횟수	-2.22	(1.84)	-9.00*	(4.16)	2.08	(5.84)	-2.44	(1.97)
	서답형비율	0.01	(.08)	0.18	(.11)	0.11	(.21)	0.00	(.14)
학교 환경 변인	학교규모	0.02	(.01)	0.11**	(.04)	0.14	(.14)	0.16**	(.05)
	지역규모	-1.36	(1.87)	-	-	6.94	(4.68)	2.55	(1.92)
	저소득층학생비율	-3.85*	(1.68)	-3.74	(2.64)	-12.21**	(4.21)	-1.80	(2.78)
	장애_일반시설	1.40	(3.06)	-16.21*	(7.05)	1.56	(10.33)	-1.34	(4.13)
	장애_수학수업	-4.23	(2.56)	4.74	(6.18)	2.87	(7.92)	-4.88	(5.13)
학교 풍토 변인	컴퓨터1대당학생수	0.04	(.22)	0.08	(.15)	-0.14	(.31)	-6.15**	(1.85)
	문제행동	-1.17	(1.72)	-6.03	(3.23)	-10.58	(6.35)	-2.99	(1.60)
	교사만족도	-1.69	(2.89)	3.03	(6.80)	-9.86	(6.64)	-6.85	(4.19)
	교사기대	5.54*	(2.37)	24.68***	(5.27)	19.31**	(6.61)	7.64*	(3.05)
	교사참여	-1.42	(3.47)	-7.40	(7.34)	-11.68	(10.22)	-0.05	(5.65)
	학부모참여	5.25	(3.04)	-0.32	(5.83)	9.22	(6.02)	-1.54	(3.87)
	학생참여	-6.53*	(2.94)	-5.22	(5.66)	6.18	(8.25)	10.44	(5.33)
	학교안전	6.35	(4.16)	10.25	(7.02)	25.19*	(11.40)	-0.37	(4.22)
구분		분산(설명량) ¹⁾		분산(설명량)		분산(설명량)		분산(설명량)	
수학 성취도	학생간	3966.2(48.6%)		3205.0(29.0%)		2345.0(27.2%)		3585.3(39.0%)	
	학교간	168.8(78.2%)		833.8(79.0%)		1967.8(66.2%)		390.5(72.5%)	
	전체	4135.0(51.3%)		4038.8(52.4%)		4312.7(52.3%)		3975.8(45.5%)	

1) 기초모형의 수준별 분산을 기준으로 모형에서 투입된 변수들에 의해 추가로 설명된 분산의 비율을 의미함.

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

첫째, 교육맥락변인을 모두 투입시킨 최종 모형에 대한 분석 결과, 개인 배경 변인에서 많은 부분이 수학 성취도에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 우리나라의 경우 학생의 나이와 성을 제외한 나머지 변인들이 통계적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 통계적으로 유의한 차이는 아니었지만 남학생의 수학 성취도가 여학생에 비해 약간 높았고 이러한 결과는 최근 여학생이 가파른 상승세를 보이고 남학생은 정체 현상을 보였던 기존 주기와는 다른 양상을 나타냈다. 가정에서 보유하고 있는 도서가 많을수록, 구비되어 있는 품목이 많을수록, 부모의 학력이 높을수록 학생들의 학업성취도가 높았다. 또한 학생 본인의 교육포부 수준이 1단계 높을수록 수학 성취도가 약 13점 높게 나타나서 매우 영향력이 큰 것으로 분석되었다. 싱가포르의 경우는 가정에서 보유하고 있는 도서가 많을수록, 구비되어 있는 품목이 많을수록, 학생 본인의 교육포부 수준이 높을수록 수학 성취도가 높아지는 것으로 나타났다. 부모 학력은 유의한 변수가 아닌 것으로 나타났다. 홍콩의 경우는 남학생의 성취도가 여학생에 비해 유의하게 높았고, 학생의 교육포부 수준이 높을수록 홍콩 학생의 성취도가 높았다. 일본의 경우는 학생의 나이가 많을수록 가정의 도서가 많을수록 부모의 학력이 높을수록 학생의 교육포부 수준이 높을수록 수학 성취도가 높았다. 학생 개인 배경 변인에서 4개국 공통으로 유의한 변인은 학생의 교육포부 수준이었고, 부모의 학력은 우리나라와 일본 학생에게 유의한 변인이었다.

둘째, 학생수준에서 수학교과에 대한 학습변인의 경우, 수학 학습에 대한 긍정적 자아개념인 즐거움, 자신감 등의 정의적 태도는 4개국 모두 매우 영향력이 큰 변인으로 나타났으나 수학교과 태도 변인인 개인적 가치인식과 도구적 동기는 싱가포르를 제외한 3개국에서 유의하지 않았다. 긍정적 자아개념의 4단계 척도 중 평균 자아개념이 1단계 높아질수록 대한민국 학생들의 수학 성취도는 58점, 싱가포르 학생들은 약 35점, 홍콩 학생들은 38점, 일본 학생들은 약 47점이 높아졌다. 수학 성취도가 매우 높은 4개국 학생들의 수학 공부에 대한 자신감, 즐거움 인식 등이 수학 성취도 향상에 중요한 변인임을 의미한다. 반면에 수학교과에 대한 개인적인 가치 인식과 장차 직업에의 유용성을 묻는 수학교과에 대한 가치 인식, 즉 도구적 동기는 싱가포르를 제외한 3개국에서 유의한 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 컴퓨터 활용 정도는 싱가포르를 제외한 3개국에서 유의한 변수로 나타났지만 컴퓨터에 대한 의존도가 클수록 오히려 수학 성취도는 낮아졌고 수학 숙제의 경우는 싱가포르와 일본에서 유의한 변수였지만 싱가포르는 수학 숙제의 빈도와 시간이 늘어날수록 성취도가 높았고 일본은 그 반대였다.

셋째, 학생의 방과후 활동은 수학 성취도에 미치는 영향이 비교적 큰 변인이며 각국의 수학 성취도에 영향을 미치는 변인들이 조금씩 다른 경향을 보였다. 4개국 공통으로 유의한 변수는 아르바이트로서 학생들이 아르바이트에 할애하는 시간이 길수록 학생들의 성취도는 낮아지는 것으로 나타났다. 일본은 유의하지는 않았지만 4개국 모두 가사활동에 할애하는

시간이 길수록 수학 성취도가 낮은 경향을 보였다. 그 외 우리나라의 경우는 독서를 많이 할수록, 일반적으로 학교 숙제를 하는 시간이 많을수록 수학 성취도가 높게 나타나 수학 교과에 대한 숙제의 영향력과는 다른 결과가 나타났다. 집안일을 돕거나 운동을 하는 시간이 많은 경우, 친구와 만나는 시간이 많은 경우에는 수학 성취도가 낮아지는 것으로 나타났다. TV와 비디오 시청, 컴퓨터 게임, 인터넷을 하는 정도는 수학 성취도에 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 싱가포르의 경우는 집안일을 돕거나 운동하는 시간이 길수록 학생들의 성취도가 떨어졌고, 홍콩의 경우는 친구와 만나는 시간이 길수록, 집안일을 돕거나 운동하는 시간이 길수록 학생의 성취도가 낮아졌고, 독서시간이 길수록 성취도가 높았다. 일본은 친구와의 교체시간이 길수록 학생들의 성취도가 떨어졌고, 인터넷 이용시간이 길수록 성취도가 높아졌다. 전체적으로 유의한 변인은 아니지만 컴퓨터 게임은 많이 할수록 성취도가 낮아지고 인터넷은 긍정적인 변수로 그 반대의 경향을 나타냈다.

넷째, 수업 관련 변인에서 4개국이 공통적인 특징은 없었지만, 성취도에 유의한 영향을 주는 변인들이 조금씩 다르게 존재하였다. 수업 관련 변인에서 교과 준비도는 유의한 변인이 아니었지만 한국과 싱가포르는 준비도가 높을수록 학생들의 성취도가 높은 반면, 홍콩과 일본은 성취도가 낮아졌다. 수업관련 변인에서 4개국 공통적인 특성은 없었고, 한국은 교과 힘의 정도, 수와 기하 영역에 대한 지도 비율 등이 유의한 변인이었고, 싱가포르는 학생들의 문제로 인한 수업 장애 정도, 대수와 기하의 지도 비율, 숙제부여 정도, 평가횟수 등이 유의한 변수로 확인되었다. 홍콩의 경우는 학급 규모, 학생들의 수업 장애 정도, 대수 지도 비율, 숙제부여 등이 성취도에 영향을 주는 유의한 변인이었다. 일본의 경우는 교사의 전문성 연수, 학급규모만이 유의한 변수로 나타났다. 수학 영역별 지도 비율을 보면 4개국 모두 기하의 지도 비율이 높을 때 학생들의 성취도가 높아지는 것으로 나타났고 우리나라와 싱가포르는 통계적으로 유의한 변수였다. 반면, 교사들의 전문성 고양을 위해 실시하는 연수는 일본(부정적인 영향)을 제외하곤 유의한 변수는 아니었지만 싱가포르와 홍콩의 경우, 우리나라와 일본에 비해 거의 2배 이상의 시간을 투자하는 것으로 나타나 우리나라의 교사 전문성 연수 정책에 대한 활성화 방안이 필요한 것으로 드러났다.

다섯째, 학교 환경 변인에서 우리나라는 저소득층 비율, 싱가포르는 학교규모와 시설 부족, 홍콩은 저소득층 비율, 일본은 학교 규모와 컴퓨터 1대 당 학생 수가 유의한 변인으로 파악되었다. 4개국 공통으로 학교의 저소득층 비율이 높을수록 학생들의 성취도는 낮아지는 것으로 나타났고 이러한 현상이 통계적으로 유의한 국가는 한국과 홍콩이었다. 학교규모는 클수록 학생들의 성취도가 높아지는 것으로 나타났는데 싱가포르와 일본의 경우 유의한 변인이었다.

여섯째, 학교풍토에서는 학생에 대한 교사의 기대가 4개국 모두에서 설명력이 있는 변인으로 분석되었다. 학생에 대한 교사의 기대가 1단계 높아질수록 한국 학생들의 성취도는 약

6점, 싱가포르 학생들은 약 25점, 홍콩 학생들은 약 19점, 일본 학생들은 약 8점이 높아지는 것으로 나타났다.

V. 결론 및 제언

본 연구에서는 수학 성취모형 국가간 비교를 통한 교육맥락변인과 성취도와의 관계를 살펴보고, 그에 따른 분석 결과를 요약하고, 논의하면 다음과 같다.

첫째, 학교간 차이에 대해서 4개국의 결과가 상이하게 나타났다. 8학년 대상의 TIMSS 결과에 의하면 우리나라의 학교 분산은 총 분산 중 9.1%의 비율로써 싱가포르나 홍콩과 달리 학교 분산이 매우 작아 우리나라 중학교 수학에서 나타나는 학교간 차이가 매우 작은 것으로 나타났다. 보통교육을 지향하는 우리나라의 중학교 교육과는 달리 싱가포르의 경우는 6학년 말에 초등학교 졸업시험(Primary School Learning Examination)을 실시하기 때문에 각자의 학습 속도와 능력을 고려하여 중등학교 프로그램을 선택하게 된다(Mullis et al, 2008b). 싱가포르의 중학교 분산 48.8%로 높은 편이었으며 중학교 단계에서 학교차가 발생한 이유 중의 하나는 중학교 선발제를 도입하고 있고 이에 따라 학교 유형이 다양하고 학교 내에서 운영하는 프로그램이 다양하기 때문으로 설명할 수 있다. 이와 유사하게 홍콩도 학교 분산의 비율이 64.3%로 매우 높았는데 이는 홍콩의 중학교 단계에서 매우 다양한 학교 유형이 존재하기 때문인 것으로 설명할 수 있다. 이를테면 정부 학교(government school), 정부 지원 학교(aided school), 정부보조금지원학교(direct subsidy scheme school), 사립학교(private school), 영어 기초학교(English Schools foundation school), 지역 사립학교(local private school), 국제 학교(International school) 등이 그것이다(Mullis et al, 2008b). 반면 국제적으로 높은 성취결과를 보이고 있는 우리나라의 중학교 수학 교육에서 학교 간의 격차가 적다는 것은, 특히 일본과 유사한 중학교 학제를 유지하고 있는 데도 학교 간 차이가 일본에 비해서도 매우 적다는 것은 의무교육 단계에서 우리나라 학생의 성취력을 국제적으로 비교할 때 학교 간에 어느 정도 상향 평준화되어 있다는 것을 간접적으로 설명한다고 할 수 있다.

둘째, 수학 성취도에 영향을 미치는 변인들을 수학 성취모형에 근거하여 그 영향력을 살펴본 결과, 한국의 경우에는 중학교 수학에서 학생특성, 학교환경 및 풍토, 수업 변수의 순으로 영향력이 큰 것으로 나타났다. 이는 수학 성취모형에서 수업 관련변인을 투입했을 때 추가로 설명되는 양이 증가하는 싱가포르와 홍콩과는 다른 경향을 보였다. 싱가포르와 홍콩의 수업 관련 변인의 설명력이 비교적 높고 성취도 차이를 설명하는 변인도 우리나라에 비해 더 많은 것으로 나타났다. 반면 우리나라는 교육과정이 실행되는 맥락 속에서 교육관련 당사자가 변화시킬 수 있는 변인들에 해당하는 ‘수업’, ‘교육자원이나 정책’등과 같은 변인의 영향력이 학

교위치나 학교의 평균 사회경제적 배경, 저소득층 학생 비율 등과 같은 ‘학교환경이나 배경’ 보다 작은 것으로 나타났다. 따라서 우리나라 학업성취도에 대한 설명력이 높은 수업 관련 변수를 추가적으로 개발하는 것도 필요하겠지만 관련 연구에 의하면 교사의 질은 높지만 (Akiba et al., 2007) 그 수준이 전체적으로 동질적인 경향이 있어 학생들의 성취도에 미치는 영향이 작다는 추측도 가능하다. 또한 수업과 관련된 여러 가지 요인들이 교사마다 크게 다르지 않고 학교 차원에서 결정되고 있는 경향이 있다는 설명도 가능하다(김경희 외, 2008).

셋째, 우리나라의 경우, 학생들의 수학 성취도에 학교의 사회경제적 배경 변인이 매우 영향력 있는 변인으로 분석되었다는 점 또한 주목할 만하다. 즉 동일한 능력을 갖고 있는 학생이라 할지라도 그 학생이 속한 학교가 평균적으로 어떤 사회경제적 배경을 갖고 있느냐에 따라 성취도는 달라질 수 있다는 점이다. 반면 싱가포르에서는 부모의 학력이나 학교의 사회경제적 배경의 영향이 거의 없거나 매우 작은 수준이었다. 싱가포르의 학교차 분산은 컸지만 학교나 학부모의 사회경제적 배경에 대한 영향력이 거의 없어 학생들의 성취도를 설명하는 다른 유의한 변인들이 있음을 알 수 있다. 즉, 학교 자체의 프로그램이나 정책, 이를테면, 교사의 지도방법이나 숙제관련 정책 등에 학생들의 성취도가 영향을 받기 때문에 학교수준 및 교사수준의 교육맥락변인이 성취도에 긍정적인 영향을 주었다. 학교의 사회적 배경이나 부모의 사회적 배경보다 학교 자체의 교육적인 맥락이 가지고 있는 변인들의 설명력이 더 크다는 것은 싱가포르의 학교가 다른 국가의 학교에 비해서 학교 외적인 요소보다 학교 내적인 요소에 의해 학교차, 즉 학교 간 성취도 차이를 설명할 수 있다는 의미로 받아들여질 수 있다. 우리나라의 경우에는 국제평균과 비교해 볼 때, 성취도가 낮은 학생들 중에는 사회경제적 배경이 낮은 학생들의 비중이 그리 높지 않은 편에 속하는 것을 감안한다면 사회경제적 배경이 낮은 학생들을 목표로 하는 교육 정책도 효과가 있었지만 우리나라 학생의 성취도를 전반적으로 향상시켜 줄 수 있는 전체 학생을 대상으로 하는 보편적인 정책(universal policy)도 필요하다고 할 수 있을 것이다.

넷째, 학생수준 배경변인들의 효과를 국가별로 비교해 보았을 때, 학생의 자신감, 즐거움 인식, 동기, 가치, 및 자아신념과 같은 교과 학습에 관련된 학생의 ‘정의적 특성’은 모든 국가에서 매우 영향력이 큰 변인으로 확인되었다. 수학 정의적 특성에 대한 국가 평균을 비교하면 우리나라는 싱가포르나 홍콩에 비해 낮지만 성취도에 미치는 상대적 영향력은 매우 크다. 즉, 우리나라 학생의 정의적 특성이 1단계 올라갈 때 성취도 점수가 싱가포르나 홍콩에 비해 20점 이상 상승하였다. 즉, 이는 국제 결과보고서에서 나타났듯이 싱가포르나 홍콩에 비하여 수학 및 과학과 관련된 정의적 영역의 수준이 매우 부정적이라는 결과(Mullis, et al., 2008; Martin, et al., 2008)와 동일하다. TIMSS와 PISA와 같은 국제비교연구 결과를 통하여 우리나라 학생들에게 공통적으로 나타나는 현상은 우리나라가 성취도 수준에 비하여 정의적 성취 즉 교과에 대한 태도나 자신감 등이 매우 낮은 국가로 분류되고 있다는 것이다(OECD, 2001, 2004, 2007;

Mullis, et al., 2000, 2004, 2008; Martin, et al., 2000, 2008). 그럼에도 불구하고 본 연구 결과에서 보여줬듯이 정의적 영역과 성취도와 높은 관련성은 인지적 성취도에 집중하고 있는 우리나라 학교 교육에 큰 시사점을 제공한다고 볼 수 있다. 즉, 학교 교육 내에서 우리나라 학생들의 교과와 관련된 태도 즉, 흥미, 자신감 등 긍정적 자아개념을 증진시킬 수 있는 교수학습 환경을 마련한다면 우리나라 학생들의 성취도 향상에 많은 기여를 할 수 있을 것으로 예상된다. 우리나라 학생들의 수학에 대한 즐거움과 흥미를 유발하기 위한 이와 같은 수업 방식을 개발하고 수업 장면에 적용하는 노력이 필요하다. 학교 교육에서 효과적인 학습전략을 사용하여서 자신의 학습을 조절할 수 있는 등 효과적인 학습자가 될 수 있도록 가르치는 것은 매우 중요하다. 이러한 학생들은 향후 사회에 나가서도 스스로의 학습을 효과적으로 조절할 수 있는 사람으로서 보다 나은 사회인으로 역할을 할 수 있을 것이다(OECD, 2004, 2007).

다섯째, 학생 배경 변인중 학생의 방과후 활동이 학생 성취도에 미치는 영향은 비교적 큰 편이지만 성취도 차이를 설명할 수 있는 유의한 변인은 국가마다 다소 차이가 있었다. 이중 우리나라의 경우는 독서와 숙제가 수학 성취도 차이를 설명할 수 있는 유의한 변수로서 파악되었다. 독서와 숙제에 대한 학생들이 투자하는 시간과 양은 4개국 중 제일 낮지만 수학 성취도에 영향을 주는 변인이기 때문에 독서 활동과 숙제 관련 정책 개선이 필요하다고 할 수 있다. 특히 성취력이 낮은 학생들의 독서 및 숙제 관련 활동을 적극적으로 유도하고 지원할 수 있는 정책적 배려가 필요하다.

여섯째, 학교 수준 변인의 효과를 살펴보면, 우리나라의 경우 저소득층 비율과 같은 학교의 사회경제적 배경을 측정하는 변인을 제외하고는 학교환경이나 배경 변인들의 효과는 매우 약한 것으로 나타났다. 반면 학교풍토 변인의 하나로 학생에 대한 해당 학교 교사들의 평균적인 기대 수준은 우리나라 뿐 아니라, 싱가포르, 홍콩, 일본 4개국 모두에서 영향력 있는 변인으로 분석되었다. 이러한 결과를 통해 교사의 학생에 대한 긍정적인 기대의 교육적인 효과를 확인할 수 있었다. 학교수준에서 교사와 관련된 변인 중 교사의 전문성 연수는 유의한 변인은 아니었지만 우리나라 교사의 전문성 함양을 위해 투자하는 시간이 상대적으로 적다는 것은 수업 및 평가 등의 분야에서 교사의 전문성 향상이 어느 시기보다 중요하게 요구되는 현 시점에서 교사 연수 프로그램 관련 정책을 다시 점검하고 실효성 있는 정책 지원이 될 수 있도록 변화될 필요가 있음을 시사한다고 하겠다.

전반적으로 학교 수준 변인의 효과가 비교적 저조한 것은 여러 가지 이유를 탐색할 수 있겠지만 본 연구의 최종 모형에 학생들의 성취도 차이를 유의미하게 설명할 수 있는 기타 중요한 학교 관련 변수들이 생략 되었을 수도 있다. 이를테면 학교 분위기, 학업성취에 대한 압력, 학생의 소속감 등에 대한 변인의 효과를 탐색하는 연구가 추가적으로 이루어져야 할 것이다. 따라서 우리나라 학생의 성취도에 영향을 주고 있는 보다 효과적인 학교 및 수업 수준의 맥락 변인에 대한 연구를 통하여 수학성취 모형을 좀 더 구조화할 필요가 있다.

참 고 문 헌

- 김경희, 김수진, 김남희, 박선용, 김지영, 박효희, 정송(2008). **수학·과학 성취도 추이변화 국제비교 연구-TIMSS 2007 결과보고서**. 한국교육과정평가원 연구보고, RRE 2008-3-3.
- 김경희, 임현정(2008). 3수준 다층모형을 활용한 교육맥락변인의 효과 분석. **교육평가연구**, 21(3), 145-171.
- 김경희(2009). 3수준 다층모형을 활용한 교사 효과 탐색. **교육평가연구**, 22(4), 961-986.
- 김기석, 이종재, 강태중, 류한구, 최길찬, 김성식, 남명호(2005). **평준화 정책이 학업성취에 미치는 영향에 대한 종단적 분석**. 한국교육개발원 연구보고, RR 2005-3.
- 김양분, 유한구, 김미숙, 남궁지영(2004). **학교 교육 수준 및 실태 분석 연구: 중학교**. 한국교육개발원 연구보고, RR 2004-3.
- 노국향, 박정, 강상진(2001). **학업 성취도 국제 비교 평가에 근거한 학교효과 분석 및 개선 방안 연구**. 한국교육과정평가원 연구보고, CRE 2001-9.
- 박정, 김경희, 손원숙, 임현정(2007). 우리나라 고등학생이 수학 성취도에 미치는 교육 맥락 변인의 연도별 효과 분석 (2003-2005). **교육평가연구**, 20(3), 103-124.
- 박정, 조지민, 김경희, 손원숙, 송미영, 김수진(2006). **국가수준 학업성취도 평가 변화 추이 (2003년~2005년)-중학교 3학년-**. 한국교육과정평가원 연구보고, RRE 2006-2-2.
- 박정, 정은영, 김경희, 한경혜(2004b). **수학·과학 성취도 추이변화 국제비교 연구 -TIMSS 2003 결과 보고서-**. 한국교육과정평가원 연구보고, RRE 2004-3-2.
- 성기선(2006). 우리나라 중학교의 학교효과에 관한 연구: Creemers의 학교효과 이론모델의 검증. **교육사회학연구**, 16(4), 93-114.
- Bryk, A. S., & Raudenbush, S. W. (1992). *Hierarchical linear models: Applications and data analysis methods*. Newbury Park: Sage Publications, Inc.
- Kreft, G. G., & de Leeuw, J. (1998). *Introducing Multilevel Modeling*. London: Sage.
- Little, R., & Schenker, N. (1995). Missing data. In G. Arminger, C. C. Clogg & M. E. Sobel (Eds.), *Handbook of Statistical Modeling for the Social and Behavioral Sciences*(pp.39-76). New York: Plenum Press.
- Martin, M. O., Mullis, I. V.S., & Foy, P. (2008). *TIMSS 2007 International Science Report*. TIMSS & PIRLS International Study Center.
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Gregory, K. D., Hoyle, C., & Shen, C. (2001). *Effective schools in science and mathematics: IEA's Third International Mathematics and Science Study*. Boston: Boston College, Center for the Study of Testing, Evaluation, and Educational

Policy.

- Mullis, I. V. S., Martin, O. M. & Foy, P. (2008). *TIMSS 2007 International mathematics report*. TIMSS & PIRLS International Study Center.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Ruddock, G. J., O'Sullivan, C. Y., Arora, A. & Erberber, E. (2005). *TIMSS 2007 Assessment Framework*. TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education. Boston College.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Olson, J. F., Berger, D. R., Milne, D., Stanco, G. M. (2008). *TIMSS 2007 Encyclopedia*. TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education. Boston College.
- OECD (2001). *Knowledge and skills for life: First results from PISA 2000*. Paris : OECD Publication.
- OECD (2003). *Student engagement at school, a sense of belonging and participation: Results from PISA 2000*. Paris: OECD Publications.
- OECD (2004). *Learning for tomorrow's world: First results from PISA 2003*. Paris: OECD Publications.
- OECD (2007). *PISA 2006 Science competencies for tomorrow's world*. Paris: OECD Publications.
- Raudenbush, S. W., Bryk, A., & Congdon, R. (2006). *HLM 6: Hierarchical linear and nonlinear modeling*. Chicago: Scientific Software International.

• 논문 접수 : 2010년 5월 1일 / 수정본 접수 : 2010년 6월 7일 / 게재 승인 : 2010년 6월 17일

ABSTRACT

A Comparison of Multi-level Models for Mathematics Performance across Korea, Singapore, Japan and Hong Kong

Kyunghee Kim

(Research Fellow, Korea Institute for Curriculum and Evaluation)

Soojin Kim

(Associate Research Fellow, Korea Institute for Curriculum and Evaluation)

Hyohee Park

(Research Assistant, Korea Institute for Curriculum and Evaluation)

The goal of this study is to find out whether it is possible to explain the cross national differences in students' performance in mathematics, with the available TIMSS data. This study was approached by analyzing the possible relationships of the context indicators on 2-levels, with mathematics achievement in an international comparative context. For this, the TIMSS 2007 data from four relevant reference countries(Korea, Singapore, Japan and Hong Kong) were explored. Two-level models were used for the estimation of the parameters by the HLM 6.0 version(Raudenbush, et. al., 2006). The results revealed that firstly, the effects are larger in order of students characteristics, environment and climate of schools, and class variables in mathematics of middle schools. Secondly, we confirmed that the influence of affective characteristics related to subject learning such as students' self-confidence, perception of enjoyment is great. Based on this study, we drew implications for national mathematics education and future studies.

Key words : TIMSS, large scale assessment, educational context variables, multi-level model, mathematics achievement