

TIMSS 수학성취도 평가에 나타난 한국 학생들의 성차 특성¹⁾

이 광 상 (한국교육과정평가원)*
박 인 용 (한국교육과정평가원)**

《 요 약 》

국제 학업성취도 평가인 PISA 2012와 TIMSS 2011에서 우리나라 남녀 학생들의 수학 평균 점수 차이가 유의한 것으로 나타나 성차의 원인이 무엇인지 다각도로 분석할 필요성이 제기되었다. 이에 본 연구에서는 TIMSS 2007과 TIMSS 2011 수학 성취도 공개 문항 중 성차가 발생한 문항을 대상으로 문항의 특성, 학생 특성, 학교 특성의 세 가지 측면에서 성차의 원인을 탐색하였다. 학생 특성과 학교 특성의 측면에서 성차를 탐색하기 위한 모형은 성차 발생 문항에 대한 응답 자료를 종속 변수로 한 무절편 2수준 로지스틱 다층 모형을 적용하였다. 문항의 특성을 분석한 결과, 수, 대수, 자료와 가능성 영역에서는 문항의 단순성과 복잡성 여부가 성차에 영향을 주었고, 기하 영역에서는 입체도형과 관련된 공간지각력의 정도가 성차에 영향을 준 것으로 나타났다. 학생 특성 변인인 경우에는 남학생과 여학생 모두 수학자신감이 정답으로 응답할 확률에 가장 영향을 많이 미쳤고, 두 번째로 도서보유량이 정답으로 응답할 확률에 영향을 미쳤다. 그리고 학교 특성 변인인 수업지도준비 정도의 효과는 자료와 가능성 영역이 다른 영역에 비해 여학생이 정답으로 응답할 확률에 큰 영향을 준 것으로 나타났다.

주제어: TIMSS 수학성취도 평가, 성차, 문항 특성, 학생 특성, 학교 특성

1) 본 연구는 2014년 한국교육과정평가원이 주최한 '제6회 국가수준 학업성취도 평가자료 분석 심포지엄: 제5주제 국제 학업성취도'에서 발표한 원고의 자료를 수정·보완한 것임.

* 제1저자, leeks@kice.re.kr

** 교신저자, iypark@kice.re.kr

I. 연구 배경 및 목적

수학 성취도에서의 성차는 오래된 논쟁 중의 하나이다. 이러한 논쟁을 포함한 연구가 계속되는 이유는 국가수준의 학업성취도 평가(이하 학업성취도 평가)는 물론 PISA(Programme for International Students Assessment)와 TIMSS(Trends in International Mathematics and Science Study) 같은 국제 학업성취도 평가에서 지속적으로 성차가 발생하기 때문이다. 2010년부터 2012년까지의 우리나라 학업성취도 평가의 성별 평균 점수를 비교한 결과 초등학교 6학년은 여학생이 남학생보다 3년 연속 평균이 높은 것으로 나타났다. 그리고 중학교 3학년은 2010년과 2011년은 여학생의 평균이 높았지만 2012년은 남학생의 평균이 높은 것으로 나타났다. 고등학교 2학년은 3년 연속 남학생의 평균이 높은 것으로 나타났다(조운동 외, 2013). 또한 국제 학업성취도 평가의 경우 우리나라 학생들의 남녀 학생들의 수학 평균 점수 차이가 계속 감소해왔지만 PISA 2012에서는 18점, TIMSS 2011에서는 6점으로 성차가 다시 증가하는 것으로 나타나 이에 대한 원인 분석의 필요성이 제기되었다(송미영 외, 2013; 김수진 외, 2012).

최근의 우리나라 학업성취도 평가와 관련된 성차 연구는 주로 수학의 내용 영역, 문항 유형과 관련되어 이루어졌다. 학업성취도 평가의 내용 영역을 중심으로 성차를 분석한 연구(고정화 외, 2007; 고정화 외, 2008b; 권점례 외, 2010; 김선희 외, 2005; 김선희 외, 2006; 이봉주 외, 2009; 이봉주 외, 2011)에 따르면 초등학교에서는 여학생이 수와 연산, 도형, 확률과 통계의 세 영역에서 우위에 있고, 남학생은 측정, 규칙성과 문제해결의 두 영역에서 우위에 있었다. 그리고 고정화, 도종훈, 송미영(2008a)의 2004년부터 2006년까지의 학업성취도 평가를 분석한 연구에서는, 추론 및 다단계 문제해결과 같은 높은 인지 수준의 사고를 요구하는 문항에서는 남학생이 더 우수하고, 계산과 같은 비교적 낮은 인지 수준을 요구하는 문항에서는 여학생이 더 우수하다고 분석했다. 또한 이광상, 서보익(2013)의 연구에서는 복잡도가 높은 문항에 대해서는 남학생보다는 여학생이 더 어려워하는 것으로 나타났다.

국외 연구에서도 남학생은 측정, 비례, 기하, 공간 기하, 해석 기하, 삼각법, 그리고 수학의 활용에서 여학생보다 우위에 있는 경향이 있다는 것을 보고했고(Battista, 1990; Fennema & Carpenter, 1981), 여학생은 계산, 집합 연산, 기호 관계에 대한 수행에서 남학생보다 우위에 있다는 연구결과를 제시하고 있다(Brandon, Newton & Hammond, 1987; Fennema, 1974). Gallagher과 Lisi(1994)는 SAT-M(Scholastic Aptitude Test-Mathematics)에서 우수 학력 학생들을 대상으로 문제해결 전략을 비교한 결과, 여학생은 남학생보다 정형적인 문제해결 전략을 잘 사용하고, 남학생은 여학생보다 비정형적인 문제해결 전략을 잘 사용하는 경향이 있다고 보고하고 있다. 즉 여학생은 남학생보다 정형적인 문제를 잘 해결하고, 남학생은

여학생보다 비정형적인 문제를 잘 해결하는 경향이 있는 것으로 결론을 내리고 있다. 유사하게 Kyriakides와 Antoniou(2009)도 남학생은 어려운 문항을 여학생보다 잘 수행하는 경향이 있고, 여학생은 쉬운 문항을 잘 해결하는 경향이 있다고 보고하고 있다.

학생들의 정의적 영역에 해당하는 수학자신감, 수학즐거움, 수학기치인식에 대한 인식 수준과 교사의 수업 준비 및 활동정도가 수학 학습에 영향을 끼친다는 것은 이미 널리 알려진 사실이다. 김수진 외(2012)의 연구에 따르면 TIMSS 2011에서 우리나라 초등학교 4학년 학생의 경우 수학 성적은 2위 중학교 2학년 학생의 경우에서도 수학 성적은 1위를 했지만 학생 특성 변인 중 수학에 대한 태도는 국제 평균에 비해 매우 낮게 나타나 학생들의 수학에 대한 태도를 제고할 수 있는 프로그램 개발을 권장하고 있다. 그리고 TIMSS 2007과 TIMSS 2011의 학생을 대상으로 한 설문조사 결과 학생 가정 배경 변인인 가정의 교육적 자원(도서보유량, 가정자원보유량)은 학생들의 성취도에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났고 이러한 교육적 자원의 정도는 국제 평균에 비해 높게 나타났다.(김경희 외 2008; 김수진 외 2012). 전술한 바와 같이 학생들의 수학 학습에 대한 인식이나 교육적 자원 등이 성취도에 영향을 줄 수 있다는 것은 연구를 통해 밝혀졌지만 이러한 변인들이 내용 영역별 또는 문항별로 남학생과 여학생에게 어느 정도의 영향을 줄 수 있는지에 대한 연구는 이루어지고 있지 않다.

이에 본 연구에서는 중학생들의 국제 학업성취도 평가인 TIMSS 평가의 수학 내용의 분석 결과를 토대로 성차가 발생하는 내용 영역이 무엇이고 그 원인이 무엇인지를 분석하고 대책 마련에 대한 제언을 하고자 한다. 또한 학생 설문 내용(도서보유량, 가정자원보유량, 수학자신감, 수학즐거움, 수학기치인식)과 교사 설문 내용(수업지도준비정도, 수업활동정도)을 토대로 학생 수준과 학교수준에서 내용 영역별로 특정 문항이 성차에 어느 정도의 영향을 주는지에 대한 통계적인 분석도 병행하고자 한다. 본 연구 결과를 통해 학교 현장에서의 성차에 따른 효과적인 교수·학습 방법의 모색은 물론 수학교육에서의 양성 평등을 구현하기 위한 방향을 모색하는 데에도 시사점을 제공해 줄 것으로 기대된다.

II. 선행 연구

본 장에서는 연구 내용과 관련 있는 선행 연구를 중심으로 고찰하고자 한다. 우선 박정 외(2004)는 TIMSS와 PISA 2003 결과를 중심으로 남·여학생의 성취도 차이 해소 방안을 연구했다. 이 연구에서는 우리나라 학생들의 학업 성취에서의 성차 실태를 파악하고 이를 해소하기 위한 방안으로 TIMSS(2003)와 PISA(2003)의 결과를 중심으로 수학과 과학 성취도에서 남·여학생의 차이와 정의적 특성에 대한 성차의 실태를 파악하였다. 수학 성취도 차이 분석 결

과 TIMSS에서는 우리나라뿐만 아니라 국제적으로 1999년에 이어 2003년에 남학생과 여학생의 성차는 급격히 줄어들고 있지만 PISA는 이와는 반대로 2000년 평가에 이어 2003년에도 국제 평균에서 10점의 차이를 보이고 있다는 것을 지적하고 있다. 특히 PISA 수학 소양의 내용 영역인 공간과 모양, 변화와 관계, 양, 불확실성의 4개 영역 모두에서 남·여학생의 성차가 큰 것으로 나타나 우리나라 여학생과 남학생의 성취도 차이를 해소하기 위한 수학과 학습 프로그램 예시 자료를 제시하였다.

이은정, 이경화(2011)은 PISA 수학 성취도 평가에 나타난 한국 학생들의 성차 추이의 배경 요인을 연구하였다. 이 연구는 PISA 수학 성취도 자료와 국내외 성차 관련 연구 자료를 분석하여 우리나라 학생들의 성차 추이와 그에 대한 배경을 살펴본 연구이다. 성차 추이 분석 결과 2000년과 2003년에는 남학생과 여학생 사이의 성취도 차이가 매우 크게 나타났었다. 즉 2000년에는 남학생과 여학생의 평균점수 차가 27점으로 참가국 중 가장 크게 나타났으며, 2003년 또한 23점으로 참가국 중 두 번째로 큰 성차를 보였다. 하지만 2006년에 남학생과 여학생의 평균 점수 차이는 9점으로 급격히 줄었고 2009년에는 3점이라는 아주 근소한 차이를 나타냈다고 분석하고 있다. 그리고 이와 같이 성차가 줄어드는 이유에 대해 2002년 12월 여성과학기술인 육성 및 지원에 관한 법률 제정에 따라 이공계 여성인력 양성을 위한 정책적 지원과 수학, 과학, 공학에 대한 여학생의 관심과 흥미를 유도하고 이공계로의 진로지도를 위한 지원 프로그램의 시행 등이 여학생의 실력 향상에 영향을 준 것으로 분석하고 있다.

이현숙, 고호경(2014)은 인지진단모형을 적용한 TIMSS 8학년 수학 기하 영역의 성차를 분석하였다. 이 연구는 2003년부터 2011년까지 3개 주기 동안 실시된 TIMSS 8학년 수학과 데이터를 활용하여 우리나라 중학생들의 기하 영역의 각 하위 인지요소에서 나타내는 성차를 인지진단모형을 활용하여 고찰하였다. 연구 결과, 기하 영역의 세부 인지요소 중 '입체도형의 모양'에 있어서는 2003년과 2007년 각각 남학생이 여학생에 비해 높은 숙달 확률을 나타냈으나, 2011년에는 전체 인지요소에서 남녀 간에 차이가 없는 것으로 나타나, 성차가 완화되고 있다는 최근 연구들을 지지하는 하나의 경험적 증거를 제공하였다.

위와 같이 국제 성취도 평가와 관련된 우리나라 학생들의 성차를 분석한 연구는 주로 남학생과 여학생의 전체 평균점수와 각 내용 영역에 대한 정답률을 비교하는 연구가 주를 이루고 있어 전체적인 성차의 흐름을 파악하는 데에는 시사점을 제공을 하고 있지만 세부적인 성차의 원인을 파악하는 데에는 제한점이 있다.

국제 학업성취도 평가와 정의적 요인이 관련된 최근 연구를 살펴보면 다음과 같다. 최승현, 황혜정(2014)은 TIMSS와 PISA의 두 국제평가에서 우리나라 학생들의 경우, 수학 교과에 대한 인지적 영역의 성취도는 매우 우수한 반면 정의적 영역의 성취도는 참가국 중 최하위권의 순위를 기록하는 문제점을 지적하면서 수학 교과에 적용가능한 흥미, 자아효능감, 가치인식의 세 가지 정의적 특성 요인을 대상으로 각각에 대한 수업지도 방안을 제시하였다. 그리고 김수진, 김경희, 박지현(2014)은 우리나라의 국가수준 학업성취도 평가와 TIMSS 2011의 결과를 바

탕으로 우리나라 중학생들의 정의적 특성 변화 추이와 이러한 변화가 성취도에 미치는 영향을 분석하였다. 분석 결과, 중학생들의 수학에 대한 흥미는 부정적인 편이었고, 학년이 올라가도 큰 변화가 없었으며, 최상위 수준 학생들을 제외하고는 모두 부정적인 응답 비율이 높았음을 제시하고 있다. 또한 수학에 대한 가치인식과 관련해서 변화추이를 살펴본 결과 학년이 올라가도 부정적인 학생들의 성취도보다 긍정적으로 변한 학생들의 수학 성취도가 높게 나타났다고 보고하고 있다. 위의 두 연구 결과의 공통점은 학생들의 수학 학습에 대한 정의적인 성향이 학업성취도에 긍정적인 영향을 미친다는 것이고, 이를 위해 학교 현장에서 다양한 교수·학습 프로그램을 이용해 학생들의 수학 학습에 대한 가치인식이 바람직하게 함양될 수 있도록 노력해야 된다는 시사점을 제공하고 있다.

지금까지의 선행 연구는 살펴본 바와 같이 수학의 내용 영역과 정의적 요인을 중심으로 남학생과 여학생의 차이를 분석하여 학생들의 학업성취도를 신장시키기 위한 여러 가지 방안을 제시하였다. 또한 수학 학습에 대한 자신감과 흥미, 가치관과 관련하여 전체적인 통계치를 이용해 성취도와의 연관성을 제시하고 있다. 하지만 학생들이 각 내용 영역에 해당하는 문항의 유형이나 난이도 등이 성차에 중요한 영향을 줄 수 있는데도 불구하고 문항 단위의 분석을 통해 성차의 원인을 분석하려는 시도는 미진한 편이다. 이에 본 연구에서는 기존의 선행 연구들을 좀 더 보완하여 성차가 발생한 각 내용 영역에 해당하는 문항을 대상으로 질적인 분석을 통하여 성차의 원인을 탐색하고, 더불어서 학생들의 수학 학습에 대한 정의적인 성향과 교사의 수업준비정도 등이 내용 영역과 문항별로 성차에 어떠한 영향을 주는지에 대해 분석하고자 한다.

Ⅲ. 연구 방법

1. 분석 대상

TIMSS 문항에 나타난 우리나라 중학생들의 성차 특성을 탐색하기 위해 TIMSS 2007과 TIMSS 2011의 8학년에 해당하는 공개된 문항 중 선다형 문항을 활용하였다. 이 연구에서는 TIMSS 문항에 나타난 성차 특성을 문항 특성, 학생 특성, 학교 특성의 세 가지 측면에서 탐색하였다. 성차 특성을 탐색하기 위해서 공개된 문항 중 문항 정답률의 성별 차이가 나타나는 문항을 내용 영역별로 선제하였으며, 이 연구에서 활용한 TIMSS 2007의 각 문항, 문항 정답률과 분석 대상은 <표 1>과 같다.

〈표 1〉 TIMSS 2007 문항별 분석 대상 및 정답률

영역	문항	사례수		정답률			
		남	여	남	여	총	평균차(남-여)
수	M042001	312	286	0.901	0.857	0.880	0.044
	M042022	313	286	0.712	0.780	0.745	-0.067
	M032525	317	281	0.833	0.858	0.844	-0.025
	M022057	329	282	0.824	0.730	0.781	0.093**
	M032160	313	288	0.690	0.517	0.607	0.173***
	M032529	312	287	0.638	0.516	0.579	0.122**
	M042039	330	274	0.585	0.668	0.623	-0.083*
	M042055	330	275	0.839	0.884	0.860	-0.044
대수	M042082	313	287	0.748	0.711	0.730	0.037
	M042199	330	275	0.879	0.916	0.896	-0.038
	M042267	313	284	0.684	0.746	0.714	-0.063
기하	M022062	329	283	0.787	0.841	0.812	-0.054
	M042036	314	287	0.742	0.711	0.727	0.031
	M042265	332	275	0.867	0.782	0.829	0.086**
	M042279	313	287	0.891	0.850	0.872	0.041
	M032575	313	289	0.789	0.830	0.809	-0.041
	M022049	329	283	0.903	0.813	0.861	0.090***
	M022105	320	281	0.669	0.623	0.647	0.046
	M032294	314	286	0.780	0.867	0.822	-0.087**
자료와 가능성	M042148	331	275	0.843	0.902	0.870	-0.059*
	M042254	331	274	0.918	0.949	0.932	-0.030
	M022101	320	281	0.928	0.968	0.947	-0.040*
	M022257	329	282	0.793	0.837	0.813	-0.044
	M042222	313	286	0.827	0.864	0.845	-0.036

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$

TIMSS는 2단계 층화 군집 표집을 통해 표집학교를 선정하고, 표본학급을 선정하여 시행하며, 표본으로 선정된 학생이 동일한 모든 문항에 응답하지 않고, 14종의 검사지 중 하나를 부여 받게 된다(김수진, 박지현, 서지희, 2013). 따라서 각 문항에 따라 분석 대상의 차이를 보이며, 대체로 남학생은 약 310명~330명, 여학생은 약 280명을 대상으로 분석을 수행하였다. 각 문항별 정답률의 성별 차이 결과를 보면, 약 3%~17%p까지 나타나며, 여학생이 높은 문항이 14 문항이었으며 특히, 자료와 가능성 영역에서는 모두 여학생의 정답률이 높았다. 평균차이 검정

(t-test)을 통해 정답률 차이에 대한 통계적 유의성을 검정하였으며, 통계적으로 유의미한 문항은 총 24문항 중 9문항이었다.

〈표 2〉 TIMSS 2011 문항별 분석 대상 및 정답률

영역	문항	사례수		정답률			
		남	여	남	여	총	평균차(남-여)
수	M032166	351	383	0.769	0.642	0.703	0.127***
	M052214	345	392	0.658	0.719	0.691	-0.061
	M032094	362	377	0.914	0.889	0.901	0.026
	M032662	359	377	0.518	0.393	0.454	0.126***
	M042041	363	365	0.972	0.953	0.963	0.019
	M042024	363	367	0.923	0.888	0.905	0.035
대수	M052173	342	392	0.482	0.457	0.469	0.026
	M042236	346	390	0.844	0.867	0.856	-0.023
	M032419	356	372	0.750	0.710	0.729	0.040
	M032477	362	377	0.718	0.605	0.660	0.113***
	M042077	361	367	0.848	0.891	0.870	-0.043
	M042067	359	366	0.696	0.658	0.677	0.038
	M032738	360	366	0.894	0.929	0.912	-0.035
	M032295	360	366	0.897	0.929	0.913	-0.032
	M052302	344	392	0.939	0.916	0.927	0.023
	M042245	340	388	0.629	0.683	0.658	-0.054
	M032424	359	366	0.813	0.779	0.796	0.035
기하	M032402	362	377	0.464	0.361	0.411	0.103**
	M042150	362	365	0.356	0.414	0.385	-0.057
	M032679	360	366	0.836	0.877	0.857	-0.041
	M032398	359	366	0.791	0.839	0.815	-0.048
	M052084	345	392	0.812	0.773	0.791	0.039
	M032116	362	377	0.715	0.687	0.701	0.028
	M032100	362	377	0.898	0.841	0.869	0.057*
	M042152	344	389	0.858	0.748	0.799	0.109***
	M032397	362	374	0.815	0.877	0.846	-0.062*
자료와 가능성	M042269	345	390	0.864	0.821	0.841	0.043
	M052429	345	391	0.788	0.734	0.760	0.054
	M042177	345	387	0.875	0.817	0.844	0.059*
	M032132	362	376	0.865	0.832	0.848	0.032
	M042260	362	367	0.945	0.965	0.955	-0.020
	M032507	358	366	0.723	0.664	0.693	0.060

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$

TIMSS 2011의 경우 2007보다 학생수가 증가하였는데, 남학생의 경우 약 340명~360명 여학생은 약 360명~390명을 대상으로 분석하였다. 각 문항별 정답률의 성별 차이 결과를 보면, 2007의 문항과 유사한 분포를 보이는 데 약 2%~11%p까지 나타나며, 여학생이 높은 문항이 11문항이었으며 통계적으로 유의미한 문항은 총 32문항 중 8문항이었다.

2. 분석모형 및 변인

문항 특성에서의 성차를 탐색하기 위해 문항에 대한 질적 분석을 수행하였으며, 학생 특성과 학교 특성의 측면에서 성차를 탐색하기 위해 개별 학생의 TIMSS 2007과 TIMSS 2011 특정 선다형 문항에 대한 응답 자료를 종속변수로 한 무절편 2수준 로지스틱 다층모형을 적용하였다. 분석을 위한 모형은 1수준의 절편을 제거한 모형이며, 이 모형은 일반적인 선형모형에 대한 대안으로 K개의 더미변수를 모두 사용하여 각 집단에서의 평균 등의 특성을 직접 추정하고자 하는 경우에 사용될 수 있다(Raudenbush & Bryk, 2002). 이 모형은 결과 해석의 편의성을 위한 대안적인 모형설정이란 할 수 있다. 이 연구에 적용된 모형은 다음과 같다.

$$1\text{수준: } \log\left(\frac{\text{prob}}{1-\text{prob}}\right)_{ij} = \sum_{p=1}^2 \beta_{pj}(\text{성별})_{pij} + \sum_{p=1}^2 \sum_{q=1}^Q \beta_{pqj}(\text{성별})_{pij} X_{qij} + r_{ij}$$

$$2\text{수준: } \beta_{1j} = \gamma_{10} + \sum_{k=1}^K \gamma_{1k} W_{kj} + u_{1j}$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20} + \sum_{k=1}^K \gamma_{2k} W_{kj} + u_{2j}$$

$$\beta_{pqj} = \gamma_{pq}$$

종속변수는 j 학교에 소속된 i 학생의 각 문항별 정답 여부 자료를 통해 문항의 정답 확률(prob)과 오답 확률의 비율에 로그를 취한 것으로 해당 학생의 문항에 대한 로짓(logit)이다. 설명변수로 투입된 성별 구분변수는 남학생과 여학생으로 구분되며, 해당되는 변수에 1, 그 외의 경우 0의 값을 가지도록 구성하였다. 따라서 β_{1j} , β_{2j} 는 각각 j 학교의 남학생, 여학생의 평균 로짓으로 해석할 수 있다. 이 모형에서는 각 문항에서 학생 특성, 학교 특성 변수들의 성별에 따른 차별적 효과를 탐색하고자 하였으며, 2수준(학생 및 학교수준) 자료에 남학생과 여학생 구분변수를 학생수준에 투입하고, 교사 변인을 학교수준으로 통합하여 학교수준 변인으로 활용하였다. 학생수준의 예측변수(X_{qij}), 예를 들면, 수학 자신감 변인의 성별 차별적 효과를 분석하기 위해서는 성별과 수학 자신감 변인의 상호작용항을 투입할 필요가 있다. 위 모형에서 γ_{pq} 는 성별 문항에 응답할 확률에 미치는 학생수준 예측변수 X_q 의 효과를 나타내며 학교별 무선효과는 없는 것으로 간주하였다.

학교수준 예측변수(W_{kj})의 경우, 각 문항별 문항 정답 응답 확률의 효과가 성별로 1수준 모형에서 추정되므로 β_{1j} , β_{2j} 에 각각 학교수준 예측변수(W_{kj})를 투입하여 차별적 효과를 확인할 수 있다. 위 연구모형에서 γ_{1k} , γ_{2k} 는 각각 남학생과 여학생의 문항 정답 응답 확률에 영향을 미치는 학교수준 변수 W_k 의 효과를 나타낸다. 성별에 따른 차별적 효과 탐색 모형에 포함된 학생 및 학교수준 변수의 내용은 [부록]에 제시되어 있으며, 투입된 모든 변수는 전체평균에 대해 중심점교정(grand-mean centering)하였으므로, 해당 변수에 대한 계수는 다른 변수들의 수준이 동일하다고 가정된 고유의 효과를 나타낸다.

이 연구는 각 문항별 문항응답수준의 분석으로 일반적인 성취도에 영향을 주는 요인보다는 개별 문항의 응답에 영향을 주는 요인에 초점을 두고 분석하였다. 따라서 학생수준에서는 수학 자신감, 수학즐거움, 수학기치인식변수를 포함하였으며, 설문에 포함된 해당 문항들의 평균값을 구한 이후 이를 표준점수로 변환하여 분석에 활용하였다. 또한, 학교수준의 변수는 각 문항의 내용영역별 교수학습과 관련된 정보를 도출하기 위해 해당 변인을 모형에 투입 하였으며, 학교 내 수학교사 간 차이보다는 학교 간 차이를 설명하기 위해 교사 설문의 응답을 학교 단위로 평균 통합하여 학교수준 변인으로 활용하였다. 각 변인별 기초통계는 <표 3>과 같다.

<표 3> TIMSS 2007, 2011의 학생 특성 및 학교 특성 변인의 평균 및 표준편차

항목		변인	TIMSS 2007		TIMSS 2011	
			평균	표준편차	평균	표준편차
학생 수준	남학생	도서보유량	3.455	1.265	3.613	1.282
		가정자원보유량	7.623	1.369	8.810	1.734
		수학자신감	0.126	1.037	0.114	1.016
		수학즐거움	0.059	1.018	0.068	1.034
		수학기치인식	0.107	1.005	0.015	1.024
	여학생	도서보유량	3.525	1.207	3.639	1.246
		가정자원보유량	7.563	1.311	8.806	1.577
		수학자신감	-0.139	0.939	-0.107	0.973
		수학즐거움	-0.065	0.975	-0.064	0.962
		수학기치인식	-0.118	0.981	-0.014	0.977
	전체	도서보유량	3.488	1.238	3.627	1.264
		가정자원보유량	7.594	1.342	8.808	1.655
		수학자신감	0.000	1.000	0.000	1.000
		수학즐거움	0.000	1.000	0.000	1.000
		수학기치인식	0.000	1.000	0.000	1.000
학교수준	수업지도준비정도(수)	2.680	0.408	2.811	0.285	
	수업지도준비정도(대수)	2.699	0.397	2.857	0.209	
	수업지도준비정도(기하)	2.678	0.391	2.823	0.239	
	수업지도준비정도(자료)	2.543	0.468	2.727	0.312	
	수업활동정도	2.633	0.308	3.055	0.319	

남학생과 여학생의 도서보유량과 가정자원보유량은 유사하게 나타났다. 수학에 대한 정의적 특성인 수학자신감, 수학즐거움, 수학가치인식의 경우 남학생이 여학생보다 2007년과 2011년 모두에서 높게 나타났다. 교사들의 학교 평균 수업지도준비정도는 수학의 각 내용 영역별로 유사하였으나, 자료와 확률의 수업지도준비정도가 다른 영역에 비해 상대적으로 낮게 나타난 것을 알 수 있다.

IV. 연구 결과

1. 문항 분석

TIMSS 2007과 TIMSS 2009의 공개 문항 중 성차가 발생한 문항에 대해서 내용/인지 영역과 문항의 내용을 중심으로 분석하였다.

가. TIMSS 2007

TIMSS 2007의 공개 문항 중 성차가 발생한 문항에 대한 정보는 <표 4>와 같다.

<표 4> TIMSS 2007 공개 문항 중 성차가 발생한 문항 정보

영역	하위 영역	인지 영역	문항 번호	문항 내용
수	범자연수	알기	M042001	일천이만 삼십을 나타내는 수
		알기	M042022	1080의 소인수분해
	정수	알기	M032525	-6으로 나눌 때 12가 되는 수
	비·비례식·백분율	적용하기	M022057	팔린 비료의 톤 수 어림(1426톤의 85%)
		적용하기	M032160	합금에서 금과 은의 비율
		적용하기	M032529	할인율
		적용하기	M042039	할인 가격
		적용하기	M042055	학급의 남학생과 여학생의 비
대수	대수식	알기	M042082	식의 값 구하기
		알기	M042199	동치인 식
	방정식·식·함수	적용하기	M042267	운반할 물건의 무게(일차함수의 관계식 적용)
기하	도형	적용하기	M022062	합동인 각의 크기
		추론하기	M042036	x 의 값(맞꼭지각 이용)
		추론하기	M042265	정육면체의 전개도
		추론하기	M042279	사람이 보게 되는 모양(입체도형 제시)

영역	하위 영역	인지 영역	문항 번호	문항 내용
	측정	적용하기	M032575	두 개의 직사각형이 합쳐진 도형의 넓이
	위치와 이동	추론하기	M022049	입체도형의 회전
		알기	M022105	점 P를 중심으로 회전시킨 삼각형
		적용하기	M032294	좌표평면에서 이등변삼각형이 되도록 하는 점 P
		알기	M042148	그래프 위의 점
자료와 가능성	자료 조직과 표현	적용하기	M042254	표의 내용을 그래프로 표현하기
	가능성	알기	M022101	17을 꺼낼 가능성이 더 높은 상자(확률 이용)
		적용하기	M022257	파란 구슬의 수(확률 이용)
		알기	M042222	세 번째 구슬의 색(확률 이용)

*음영 부분은 우리나라에서 남학생이 우위에 있는 문항임

수 영역에는 범자연수, 분수와 소수, 정수, 비·비례식·백분율의 4개 하위 영역이 포함되어 있으며, 총 63문항 중 공개한 문항은 32개이다. 공개된 선다형 문항 중 성차가 발생한 문항은 범자연수 2문항, 정수 1문항, 비·비례식·백분율 5문항으로 나타났다. 범자연수 하위 영역의 2문항의 경우, 일천이만삼십을 수로 나타내는 문항은 남학생이 우위에 있고, 1080을 소인수분해하는 문항은 여학생이 우위에 있는 것으로 나타났다. 비·비례식·백분율 하위 영역의 5문항 중 백분율, 비율, 할인율을 적용하는 문항에 대해서는 남학생이 우위에 있고, 할인 가격과 학급의 남학생과 여학생의 비를 구하는 문항에 대해서는 여학생이 우위에 있는 것으로 나타났다. 예를 들면, 〈그림 IV-1〉의 M032529는 할인율을 구하는 문항으로 남학생이 우위에 있고, M042039 문항은 할인 가격을 구하는 문항으로 여학생이 우위에 있는 것으로 나타났다. 이 두 문항의 경우에는 똑같이 할인율과 관련된 문항이지만 성차가 다르게 나타난 이유로는 할인율을 적용하는 과정에서의 단순성과 복잡성 때문인 것으로 판단된다.

M032529

어떤 가게에서 120 zed인 코트를 할인 기간 동안 84 zed에 팔았다. 이 코트 가격의 할인율은 몇 %인가?

- ① 25
- ② 30
- ③ 35
- ④ 36

M042039

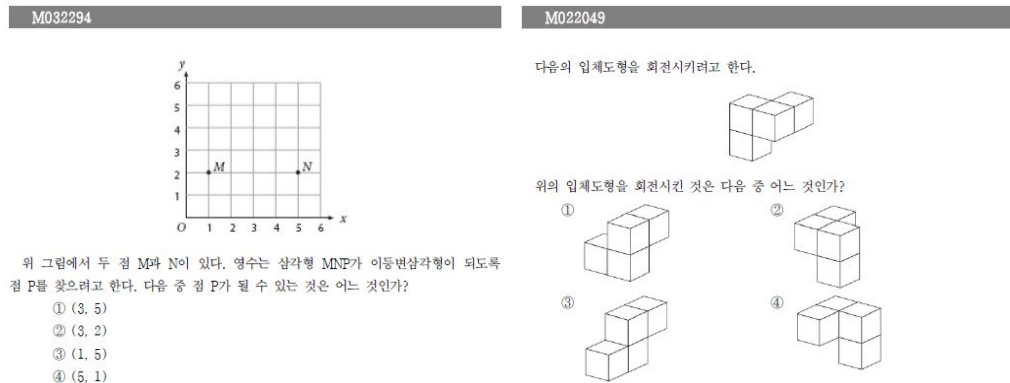
어떤 코트의 원래 가격은 60 zed이다. 진수는 이 코트를 30% 할인된 가격에 구입했다. 진수는 코트를 얼마나 더 싸게 구입하였는가?

- ① 18 zed
- ② 24 zed
- ③ 30 zed
- ④ 42 zed

[그림 1] 수 영역의 M032529, M042039 문항

대수 영역에는 규칙성, 대수식, 방정식·식·함수의 3개 하위 영역이 포함되어 있으며, 총 64문항 중 공개한 문항은 17개이다. 공개된 선다형 문항 중 성차가 발생한 문항은 대수식 2문항, 방정식·식·함수 1문항으로 나타났다. 주어진 식의 값을 구하는 문항은 남학생이 우위에 있고, 동치인 식을 구하는 문항과 일차함수의 관계식을 적용하는 문항은 여학생이 우위에 있는 것으로 나타났다.

기하 영역에는 도형, 측정, 위치와 이동의 3개 하위 영역이 포함되어 있으며, 총 47개 문항 중 22개의 문항이 공개되었다. 공개된 선다형 문항 중 성차가 발생한 문항은 도형 4문항, 측정 1문항, 위치와 이동 4문항이다. 도형 하위 영역에서는 두 삼각형이 합동임을 이용하여 각을 구하는 문항에서는 여학생이 우위에 있고, 맞꼭지각이 같다는 것을 이용하여 각의 크기를 구하는 문항과, 공간지각력을 필요로 하는 추론 문항에 대해서는 남학생이 우위에 있는 것으로 나타났다. 측정 하위 영역에서는 두 개의 직사각형이 합쳐진 도형의 넓이를 구하는 문항은 여학생이 우위에 있는 것으로 나타났다. 위치와 이동 하위 영역에서 입체도형을 회전하는 추론 문항과 점 P를 중심으로 삼각형을 회전시키는 문항은 남학생이 우위에 있는 것으로 나타났다. 그리고 좌표평면위에 두 점이 주어졌을 때 이등변삼각형이 되는 다른 한 점을 찾는 문항과 좌표평면에 좌표를 정하는 방법에 대한 문항은 여학생이 우위에 있는 것으로 나타났다. 예를 들면, 〈그림 2〉의 M032294는 이등변삼각형의 성질을 적용하는 문항으로 여학생이 우위에 있고 M022049는 입체도형의 회전을 추론하는 공간지각력을 묻는 문항으로 남학생이 우위에 있는 것으로 나타났다. 이 두 문항의 유형의 경우에는 입체도형을 활용한 공간도형의 지각이나 평면도형의 성질을 활용하는 내용이 성차에 영향을 준 것으로 판단된다.



[그림 2] 기하 영역의 M032294, M022049 문항

자료와 가능성 영역에는 자료 조직과 표현, 자료 해석, 가능성의 3개 하위 영역이 포함되어 있으며, 총 41문항 중 공개한 문항은 17개이다. 공개한 선다형 문항 중 성차가 발생한 문항은

자료 조직과 표현 1문항, 가능성 3문항이다. 자료 조직과 표현 하위 영역에 해당되는 M042254 문항은 표로 제시한 각 차량의 통행량을 그래프(막대, 그림, 원)로 나타낼 수 있는지를 묻는 문항으로 여학생이 우위에 있는 것으로 나타났다. 가능성 하위 영역에 해당하는 세 문항은 모두 확률과 관련된 문항으로 모두 여학생이 우위에 있는 것으로 나타났다. 자료를 그래프로 나타내는 것과 확률을 계산하는 방법의 인지 여부가 성차에 영향을 준 것으로 판단된다.

나. TIMSS 2011

TIMSS 2011의 공개 문항 중 성차가 발생한 문항의 정보는 <표 5>와 같다.

<표 5> TIMSS 2011 공개 문항 중 성차가 발생한 문항 정보

영역	하위 영역	인지영역	문항 번호	문항 내용
수	분수와 소수	알기	M032166	$\frac{7.21 \times 3.86}{10.09}$ 의 근삿값 구하기
		알기	M052214	백분율, 곱셈, 나눗셈과 관련된 옳은 식 구하기
		알기	M032094	$\frac{4}{100} + \frac{3}{1000}$ 계산하기
		추론하기	M032662	수직선 위에 있는 두 분수의 곱의 위치 정하기
		적용하기	M042041	$\frac{1}{5}$ 이 3m라는 조건을 이용해 원래 파이프의 길이 구하기
		알기	M042024	수직선 한 칸의 눈금이 0.2일 때 K가 나타내는 수 구하기
대수	대수식	적용하기	M052173	색칠된 정원의 넓이 구하기
		알기	M042236	동류항을 이용하여 식 간단히 하기
		알기	M032419	$2x+3x$ 를 선분의 길이와 도형의 넓이로 나타내기
		알기	M032477	nkm 갔을 때 택시 요금 식으로 나타내기
		알기	M042077	$4(3+x)$ 와 같은 식 구하기
		적용하기	M042067	가로 $x+2$, 세로 x 인 직사각형의 넓이 구하기
		알기	M032738	$xy+1$ 의 뜻 알기
		알기	M032295	남학생 m 명과 여학생 n 명의 총 풍선 개수를 식으로 나타내기
	방정식/식과함수	알기	M052302	식의 값 구하기
		적용하기	M042245	두 순서쌍을 모두 만족하는 방정식 구하기
		추론하기	M032424	금속판 한 개의 가능한 무게 구하기

영역	하위 영역	인지영역	문항 번호	문항 내용
기하	도형	추론하기	M032402	직각삼각형인 이유를 추론하기
		알기	M042150	선대칭도형 찾기
		알기	M032679	반으로 접은 종이를 자른 부분의 모양 알기
		추론하기	M032398	삼각형의 내각의 합을 이용하여 x 의 값 구하기
	측정	적용하기	M052084	둘레가 36cm인 정사각형의 넓이 계산하기
		적용하기	M032116	넓이가 144cm^2 인 정사각형 둘레 구하기
		적용하기	M032100	입체도형의 구멍을 메우는데 필요한 정육면체 개수 구하기
	위치와 이동	알기	M042152	그림을 원점 O 중심으로 180° 회전시킨 도형 찾기
		알기	M032397	그림의 옮기기, 뒤집기, 돌리기 알기
자료와 가능성	자료해석	추론하기	M042269	멀리뛰기 시합에서 반드시 참인 것 고르기
	가능성	추론하기	M052429	복원 추출할 때 구슬이 빨간색일 확률
		적용하기	M042177	평균 생수 판매 비율 적용하기
		알기	M032132	분홍색 사탕을 얻게 될 가능성
		알기	M042260	재훈이에게 투표했을 가능성
		적용하기	M032507	회전판 바늘이 빨간색 부분에 멈춘 횟수

*음영 부분은 우리나라에서 남학생이 우위에 있는 문항임

수 영역에서 공개한 문항은 총 61문항 중 20개이다. 공개된 선다형 문항 중 성차가 발생한 문항은 분수와 소수 6문항으로 나타났다. 분수와 소수 영역의 6문항 중에서 옳은 수식을 고르는 M052214 문항을 제외하고 나머지 5문항은 남학생이 우위에 있는 것으로 나타났다. 즉 어림을 이용하여 근삿값을 구하는 문항, 분모가 다른 분수의 합을 소수로 나타내는 문항, 1보다 작은 두 수의 곱의 위치를 묻는 문항, 분수에 대한 이해도를 묻는 문항, 수직선에 소수를 표현하는 방법을 묻는 문항에 대해서는 남학생이 여학생보다 문제해결력이 우위에 있다는 것을 보여주고 있다. 수 영역에 해당하는 문항 유형을 분석한 결과 문항의 복잡성 여부가 성차에 영향을 준 것으로 판단된다. 이러한 결과는 TIMSS 2007 문항 분석 결과와 유사하다고 할 수 있다.

대수 영역에서 공개한 문항은 총 70문항 중 30개이다. 공개된 선다형 문항 중 성차가 발생한 문항은 대수식 8문항, 방정식·식·함수 3문항으로 나타났다. 대수식과 관련된 8문항 중 4문항은 남학생, 4문항은 여학생이 우위에 있는 것으로 나타났다. 구체적으로 살펴보면, 남학생은 색칠된 정원의 넓이를 구하는 실생활 적용 문제, $2x+3x$ 를 도형의 넓이로 나타내는 문제, 변수를 이용해 택시 요금을 식으로 나타내는 문제, 미지수로 정해진 가로 세로의 길이를 이용하여 직사각형의 넓이를 구하는 문제에서 여학생보다 우위에 있었다. 또한 여학생의 경우에는 동류항을 이용해 식을 간단히 하는 문제, 분배법칙을 이용해 식을 간단히 하는 문제, $xy+1$ 의 의미를

해석하는 문제, 풍선의 개수를 식으로 나타내는 문제에서 남학생보다 우위에 있는 것으로 나타났다. 예를 들어 [그림 3]의 M032477은 택시의 기본요금과 주행거리 당 요금을 이용하여 택시가 n km 갔을 때의 요금을 구하는 문항으로 남학생이 우위에 있고, M032295는 문자를 이용해 풍선의 개수를 식으로 나타내는 문항으로 여학생이 우위에 있는 것으로 나타났다. 이 두 문항 모두 미지수를 이용해 식으로 나타나는 실생활 관련 내용이지만 M032477문항이 M032295 문항보다 식으로 나타내는 과정이 다소 복잡하다는 사실을 알 수 있다. 즉 문자를 사용하여 식으로 나타내는 문항의 경우 문항의 문제해결 과정의 복잡도가 성차를 유발하는 요인으로 판단할 수 있다.

M032477

어떤 택시 회사의 기본요금은 25 zed 이고, 주행거리 1km 당 0.2 zed 씩 요금이 부과된다. 다음 중 이 회사 택시로 n km 갔을 때의 요금을 바르게 나타낸 것은 어느 것인가?

- ① $25 + 0.2n$
- ② $25 \times 0.2n$
- ③ $0.2 \times (25 + n)$
- ④ $0.2 \times 25 + n$

M032295

남학생 m 명과 여학생 n 명이 각자 풍선을 2개씩 들고 있다. 다음 중 학생들이 들고 있는 풍선의 총 개수를 바르게 나타낸 것은 어느 것인가?

- ① $2(m+n)$
- ② $2+(m+n)$
- ③ $2m+n$
- ④ $m+2n$

[그림 3] 대수식 영역의 M032477, M032295 문항

방정식/식과 함수 3문항 중 남학생은 2문항, 여학생은 1문항이 우위에 있는 것으로 나타났다. 구체적으로 살펴보면, 남학생은 문자가 포함된 등식에서 수를 대입해 식의 값을 구하는 문제, 금속판 한 개의 무게를 추론하는 문제에 대해서 여학생보다 우위에 있었고, 여학생은 두 순서쌍을 만족하는 방정식을 찾는 문제에 대해서 남학생보다 우위에 있는 것으로 나타났다. 대수식 영역에 관한 성차를 분석하면, 남학생은 실생활과 관련된 사항을 수학적인 지식을 적용하는 문항이나 문제에 주어진 조건을 활용하여 추론하는 문항을 여학생보다 잘 해결하는 경향이 있고, 여학생은 대수적인 기본적인 성질인 동류항 계산이나 분배법칙을 남학생보다 잘 활용하는 경향이 있는 것으로 판단할 수 있다.

기하 영역에는 도형, 측정, 위치와 이동의 3개 하위 영역이 포함되어 있으며, 총 43개 문항 중 21개의 문항이 공개되었다. 공개된 선다형 문항 중 성차가 발생한 문항은 도형 4문항, 측정

3문항, 위치와 이동 2문항이다. 도형 하위 영역의 4문항 중 직각삼각형에서 세변의 길이의 관계를 묻는 문항은 남학생, 선대칭도형을 찾는 문항, 직사각형 모양의 종이의 일부를 자른 부분의 모양을 찾는 문항, 삼각형의 내각의 합은 180° 라는 것을 적용하는 문항에서는 여학생이 우위에 있는 것으로 나타났다. 직각삼각형의 세변의 길이의 관계를 묻는 M032402문항은 우리나라 중학교 3학년과정에서 다루는 문항이기 때문에 성차를 분석하는 데에는 제한점이 있다. 하지만 2007 TIMSS 문항 분석에서도 설명한 바와 같이 평면도형의 성질과 관련된 문항에서는 여학생이 남학생보다 잘 해결하는 경향이 있다는 것을 확인할 수 있다.

측정 하위 영역의 3문항은 모두 남학생이 여학생보다 우위에 있는 것으로 나타났다. 우선 M052084 문항은 둘레의 길이가 주어졌을 때 정사각형의 넓이를 구하는 문항이고, M032116 문항은 이와는 반대로 넓이가 주어졌을 때 둘레의 길이를 구하는 문항이다. 이와 유사한 문항인 2007 TIMSS 문항 중 측정 하위 영역의 구성형 문항인 M022055 문항은 1999년부터 2007년까지의 추이문항이었는데, 세 번 연속으로 남학생이 여학생보다 우위에 있는 것으로 나타났다. 즉 도형의 넓이와 도형의 둘레를 이용하는 문항의 경우에는 남학생이 여학생보다 더 잘 해결하는 경향이 있다고 판단할 수 있다. 또한 M032116 문항은 구멍이 뚫린 입체도형을 이용하여 입체도형의 구멍을 메울 수 있는 정육면체의 개수를 구하는 문항인데, 2007 TIMSS의 문항 분석 결과에서도 제시했듯이 공간지각력을 필요로 하는 문항에 대해서는 남학생이 여학생보다 더 잘 해결하는 것을 알 수 있다.

위치와 이동 하위 영역의 2문항은 남학생 1문항, 여학생 1문항이 우위에 있는 것으로 나타났다. 남학생이 우위에 있는 M042152 문항은 좌표평면에 있는 도형을 180° 회전시켰을 때의 도형을 찾는 것이고, 여학생이 우위에 있는 M032397 문항은 초등학교에서 다루는 옮기기, 뒤집기, 돌리기의 의미를 이용해 주어진 도형이 변화되는 과정을 옳게 설명한 것을 찾는 문항이다. TIMSS 2007의 결과에서도 위치와 이동 하위 영역에서 입체도형을 회전하는 추론 문항과 점 P를 중심으로 삼각형을 회전시키는 문항은 남학생이 우위에 있는 것으로 나타났다. 이와 관련해서 해석을 한다면 도형의 회전과 관련된 문항의 경우에는 남학생이 더 잘 해결하는 경향이 있는 것으로 판단할 수 있다. 그리고 평면도형의 변화와 관련된 내용은 여학생이 남학생보다 더 잘 인지하는 경향이 있다고 판단할 수 있다.

자료와 가능성 영역에는 자료 조직과 표현, 자료 해석, 가능성의 4개 하위 영역이 포함되어 있으며, 총 43문항 중 공개한 문항은 18개 문항이다. 공개한 선다형 문항 중 성차가 발생한 문항은 자료해석 1문항, 가능성 5문항이다.

자료해석 하위 영역에 해당되는 M042269 문항은 학생 수가 같은 두 팀의 멀리뛰기의 평균 거리가 제시되어 있을 때, 이를 이용하여 두 팀의 멀리뛰기 상황을 추론하는 문항으로 남학생이 여학생보다 우위에 있는 것으로 나타났다. 가능성 하위 영역에 해당하는 5 문항 중 남학생이 4문항, 여학생이 1문항 우위에 있는 것으로 나타났다. 남학생이 우위에 있는 4문항은 구슬을 복원추출할 때의 확률을 구하는 문항, 생수 판매량과 주문량과의 관계를 적용하는 문항, 기계

에 들어있는 같은 수의 여러 가지의 사탕을 뽑을 가능성에 대한 옳은 설명을 찾는 문항, 회전판에 나누어진 색깔의 넓이를 이용하여 바늘이 멈추는 횟수를 추론하는 문항이었다. 또한 여학생이 우위에 있는 1문항은 두 학생의 선거 결과에 나타난 백분율을 해석하는 문항이다. 인지 영역 중 주어진 문제상황을 적용하거나 추론하는 다소 복잡한 유형의 문항인 경우에는 남학생이, 결과로 나타난 백분율을 간단히 해석하는 문항인 경우에는 여학생이 잘 해결하는 것으로 판단할 수 있다. 예를 들면, [그림 4]의 M042177은 평균 생수 판매 비율을 적용하여 주문할 생수 병의 수를 구하는 문항으로 남학생이 우위에 있고, M042260은 백분율로 나타낸 선거 결과를 단순하게 해석하는 문항으로 여학생이 우위에 있는 것으로 나타났다. 이 두 문항의 경우 2007 TIMSS 결과와 마찬가지로 문제 상황의 복잡도 여부가 성차에 영향을 준 것으로 판단된다.

M042177

최근 몇 주 동안 어떤 가게의 생수 판매량은 평균적으로 보통 용량이 50%, 작은 용량이 40%, 대형 용량이 10%이었다. 가게 주인은 다음 주에 생수 1200병을 주문하려고 한다. 보통 용량의 생수는 몇 병 주문해야 할까?

- ① 120
 - ② 480
 - ③ 600
 - ④ 720
- M042260

재훈이와 지원이 학생회장 선거에 출마했다. 다음은 선거 결과이다.

재훈	80%
지원	20%

아무나 한 학생에게 재훈이에게 투표했는지를 물었다. 다음 중 가장 그럴 듯한 것은?

- ① 그 학생은 재훈이에게 투표한 것이 확실하다.
- ② 그 학생은 재훈이에게 투표했을 가능성이 높다.
- ③ 그 학생은 재훈이에게 투표했을 가능성이 낮다.
- ④ 그 학생은 재훈이에게 투표하지 않은 것이 확실하다.

[그림 4] 자료와 가능성 영역의 M042177, M042260 문항

2. 학생 및 학교 효과의 성차

TIMSS 2007의 연구대상 문항의 성별 학생 및 학교의 차별적 효과를 탐색하기 위해 2수준 로지스틱 다층모형을 적용하여 분석하였다. 분석 결과 남학생과 여학생, 남녀학생 모두에 정답으로 응답한 확률에 영향을 준 문항은 <표 6>과 같다.

〈표 6〉 TIMSS 2007 문항에 정답으로 응답한 확률에 영향을 주는 변인 및 문항 수

항목	변인	남학생	여학생	남녀모두	통합
학생	도서보유량	10	5	2	13
	가정자원보유량	3	5	1	7
	수학자신감	18	19	16	21
	수학즐거움	0	2	0	2
	수학가치인식	2	2	0	4
학교	수업지도준비정도	0	3	0	3
	수업활동정도	4	2	0	6

전반적으로 학생수준에서 도서보유량과 수학자신감이 TIMSS 2007 문항의 정답으로 응답할 확률에 통계적으로 유의한 영향을 미치고 있었다. 총 24개의 문항 중에 13개 문항에 대해 도서보유량이 남학생 또는 여학생에서 문항에 정답으로 응답할 확률에 유의한 영향을 미치고 있었으며, 특히 10개 문항에서는 남학생에서, 5개 문항에서는 여학생에서 유의미한 효과를 보였으며, 2개의 문항에서는 남학생과 여학생 모두에서 긍정적인 효과를 보이고 있었다.

가정자원보유량의 경우 7문항에서 정답으로 응답할 확률에 유의한 영향을 보이고 있었는데, 남학생에서 3개 문항, 여학생에서 5개 문항, 1문항에서 남학생과 여학생 모두 유의한 영향을 보였다. 수학자신감의 경우 총 24개 문항 중 21개 문항에서 정답 확률에 긍정적인 효과를 보이고 있었는데, 이 중 16개의 문항에서 남학생과 여학생 모두에서 유의한 효과가 나타났는데, 이 중 절반인 8개 문항에서는 남학생에서 효과가 컸고, 8개 문항에서는 여학생에서 효과가 컸다. 특히, 자료와 가능성 영역인 M022101문항과 M022257 문항에서는 모두 여학생에서 효과가 크게 나타난 것을 볼 수 있었다. 자료와 가능성의 M022101문항과 기하의 M042279문항의 세부 분석결과를 보면 〈표 7〉과 같다.

〈표 7〉 TIMSS 2007 M022101, M042279 문항에 정답으로 응답한 확률에 영향을 주는 변인

내용 영역	문항	항목	변인	남학생		여학생	
				계수	승산비	계수	승산비
자료와 가능성	M022101	학생	도서보유량	0.157	1.170	0.223	1.250
			가정자원보유량	-0.018	0.982	0.171	1.186
			수학자신감	1.025**	2.787	1.681***	5.369
			수학즐거움	-0.105	0.901	-0.450	0.638
			수학가치인식	0.353	1.424	-1.091***	0.336
		학교	수업지도준비정도	0.275	1.317	1.668***	5.299
			수업활동정도	-0.095	0.910	3.402***	30.023

내용 영역	문항	항목	변인	남학생		여학생	
				계수	승산비	계수	승산비
기하	M042279	학생	도서보유량	0.209	1.232	-0.187	0.829
			가정자원보유량	0.009	1.009	0.314**	1.368
			수학자신감	0.497*	1.643	0.360	1.433
			수학즐거움	-0.124	0.883	0.063	1.065
			수학가치인식	0.174	1.190	-0.099	0.906
		학교	수업지도준비정도	-0.527	0.590	-0.061	0.941
			수업활동정도	0.437	1.548	0.060	1.061

M022101문항의 분석결과를 보면, 수학자신감과 수학가치인식, 수업지도준비정도, 수업활동정도가 정답 확률에 유의미한 영향을 주고 있는데, 수학 자신감 변인은 남학생과 여학생에 모두 긍정적인 영향을 주고 있다. 남학생의 수학자신감의 계수가 1.025이며, 승산비가 2.787로 남학생의 경우 수학자신감이 1표준편차가 높아지면, 정답으로 응답할 확률이 오답으로 응답할 확률의 2.8배가 증가하는 것을 볼 수 있다. 또한, 여학생에서 그 크기가 남학생보다 크게 나타난 것을 볼 수 있다. 이러한 점은 수학자신감이 자료와 가능성 영역에서 남학생과 여학생의 문항 정답 확률을 높이는데 기여하는데, 특히, 남학생보다는 여학생에 그 기여정도가 높은 것을 보여준다. 또한, 수학가치인식, 수업지도준비정도, 수업활동정도는 남학생의 정답 확률에는 큰 영향을 미치지 않지만, 여학생의 정답 확률에는 크게 영향을 주는 것을 볼 수 있다. 특히 교사의 수업활동정도가 여학생의 정답 확률에 매우 큰 영향을 주는 것을 볼 수 있다.

기하 영역의 M042279문항의 경우 가정자원보유량과 수학자신감이 정답 확률에 유의미한 영향을 주고 있다. 가정자원보유량의 경우 여학생의 문항 정답 확률을 높이는데 긍정적으로 기여하지만, 남학생의 정답 확률에 유의미한 영향을 주지는 않았다. 반면, 수학자신감의 변인은 남학생의 문항 정답 확률을 높이는데 긍정적으로 기여하지만, 여학생의 정답 확률에는 크게 영향을 주지 않음을 볼 수 있다.

모든 문항에 대해 학생수준 변인 중 수학즐거움과 수학가치인식 정도는 각각 2문항, 4문항에 대해 정답 확률에 유의한 영향을 미치고 있었고, 교사 변인을 학교수준으로 통합한 수업지도준비정도와 수업활동정도 변인도 각각 3문항, 6문항에 대해 정답 확률에 긍정적인 효과를 보이고 있었다.

TIMSS 2011의 연구대상 문항의 성별 학생 및 학교의 차별적 효과 분석 결과 남학생과 여학생, 남녀학생 모두에 정답으로 응답한 확률에 영향을 준 문항은 <표 8>과 같다.

〈표 8〉 TIMSS 2011 문항에 정답으로 응답한 확률에 영향을 주는 변인 및 문항 수

항목	변인	남학생	여학생	남녀모두	통합
학생	도서보유량	13	18	9	22
	가정자원보유량	4	4	0	8
	수학자신감	29	27	25	31
	수학즐거움	2	5	0	7
	수학가치인식	12	4	0	16
학교	수업지도준비정도	5	2	1	6
	수업활동정도	3	0	0	3

TIMSS 2011 문항 분석 결과 전반적인 경향은 유사하게 나타났는데, 다만, 수학가치인식의 영향에 대한 경향이 2007과 다소 차이가 있었다. 전반적으로 학생수준에서 도서보유량과 수학자신감, 수학가치인식이 정답 확률에 통계적으로 유의한 영향을 미치고 있었다.

총 36개의 문항 중에 22개 문항에 대해 도서보유량이 남학생 또는 여학생에서 문항에 정답으로 응답할 확률에 유의한 영향을 미치고 있었으며, 특히 13개 문항에서는 남학생에서, 18개 문항에서는 여학생에서 유의미한 효과를 보였다. 이는 2007년 문항에서 나타난 경향과 다소 차이가 있는데, 2007년에는 남학생에서 유의한 효과를 보인 문항이 다소 많았으나, 2011년에는 여학생에서 유의한 효과를 보이는 문항이 다소 많이 나타났다. 또한, 9개의 문항에서는 남학생과 여학생 모두에서 긍정적인 효과를 보이고 있었다. 전체 문항 수 대비 유의미한 효과를 보이는 문항의 비율을 고려했을 때 2007년에 비해 도서보유량에 대한 효과가 2011년에 다소 증가한 것을 볼 수 있다. 가정자원보유량의 경우 8문항에서 정답으로 응답할 확률에 유의한 영향을 보이고 있었는데, 남학생에서 4개 문항, 여학생에서 4개 문항에서 유의한 영향을 보였다.

수학자신감의 경우 총 36개 문항 중 31개 문항에서 정답 확률에 긍정적인 효과를 보이고 있었는데, 이 중 25개의 문항에서 남학생과 여학생 모두에서 유의한 효과가 나타났는데, 이중 14개 문항에서는 남학생에서 효과가 컸고, 나머지 11개 문항에서는 여학생에서 효과가 크게 나타나 2007년과 그 경향이 미미한 차이를 보였다.

내용 영역별로는 대수 영역에서 남학생의 수학자신감에 대한 효과가 보다 크게 나타났고, 자료와 가능성 영역에서 여학생에서 효과가 남학생보다 크게 나타난 것을 볼 수 있었다. 자료와 가능성 영역의 M032132 문항과 기하 영역인 M042152문항의 세부 분석 결과를 보면 〈표 9〉와 같다.

〈표 9〉 TIMSS 2011 M032132, M042152 문항에 정답으로 응답한 확률에 영향을 주는 변인

영역	문항	항목	변인	남학생		여학생	
				계수	승산비	계수	승산비
자료와 가능성	M032132	학생	도서보유량	-0.092	0.912	0.244*	1.276
			가정자원보유량	-0.167	0.846	-0.064	0.938
			수학자신감	0.538*	1.713	0.840***	2.317
			수학즐거움	-0.164	0.849	-0.163	0.850
			수학가치인식	0.410*	1.507	-0.064	0.938
		학교	수업지도준비정도	0.285	1.330	0.211	1.235
			수업활동정도	0.360	1.434	-0.402	0.669
기하	M042152	학생	도서보유량	0.067	1.069	0.133	1.142
			가정자원보유량	-0.021	0.980	0.102	1.107
			수학자신감	0.693**	2.000	0.473*	1.604
			수학즐거움	-0.009	0.991	-0.111	0.895
			수학가치인식	0.366*	1.442	0.061	1.063
		학교	수업지도준비정도	1.252*	3.496	0.630	1.878
			수업활동정도	-0.298	0.742	-0.538	0.584

M032132문항의 분석 결과를 보면, 도서보유량, 수학자신감, 수학가치인식이 정답 확률에 유의미한 영향을 주고 있는데, 도서보유량의 경우 남학생에서는 큰 영향이 없지만, 여학생에서는 긍정적인 효과를 보였고, 수학자신감은 남학생과 여학생에 모두 긍정적인 영향을 주고 있다. 남학생의 수학자신감의 계수가 0.538이며, 승산비가 1.713으로 남학생의 경우 수학자신감이 1 표준편차가 높아지면, 정답으로 응답할 확률이 오답으로 응답할 확률의 약 1.7배가 증가하는 것을 볼 수 있다. 또한, 여학생에서 그 크기가 남학생보다 크게 나타난 것을 볼 수 있다. 이는 수학자신감이 자M032132문항에서 남학생과 여학생의 문항 정답 확률을 높이는데 기여하는데, 특히, 남학생보다는 여학생에 그 기여 정도가 높은 것을 의미한다. 또한, 수학가치인식은 여학생의 정답 확률에는 큰 영향을 미치지 않지만, 남학생의 정답 확률에는 어느 정도 영향을 주는 것을 볼 수 있다.

기하영역의 M042152문항의 분석 결과 수학자신감, 수학가치인식, 교사의 수업지도준비정도가 정 확률에 긍정적인 영향을 주고 있었다. 수학자신감의 경우 남학생과 여학생에 모두 긍정적인 영향을 주고 있었으며, 남학생이 여학생보다 수학자신감의 영향력이 크게 나타났다. 또한, 수학가치인식, 교사의 수업지도준비정도는 남학생에게만 긍정적인 영향을 주고 있음을 볼 수 있다. 모든 문항에 대해 학생수준 변인 중 수학즐거움은 7문항에 대해 정답 확률에 유의한 영향을 미치고 있었고, 수학가치인식 정도는 16문항에 대해 정답 확률에 유의한 영향을 미치고 있었다.

이 중 남학생에서 수학가치인식이 유의한 효과를 보인 문항은 12개의 문항으로 주로 남학생에게 유의한 변인임을 알 수 있다. 학교수준으로 통합된 교사 변인은 수업지도준비정도와 수업활동정도 모두 2007년과 유사하게 각각 6문항과 3문항의 정답 확률에 유의한 영향을 미치고 있으며, 특히 남학생에게 유의한 것을 볼 수 있었다.

V. 결론 및 제언

본 연구에서는 TIMSS 2007과 TIMSS 2011 수학 성취도 공개 문항의 각 내용 영역별 성차가 발생한 문항을 중심으로 성차의 특성을 문항 특성, 학생 특성, 학교 특성의 세 가지 측면에서 탐색하고자 하였다. 우선 TIMSS의 평가틀에서 제시한 수, 대수, 기하, 자료와 가능성 영역에서 각 하위 영역에 해당하는 문항 특성의 분석 결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 수 영역에서는 평균정답률 비교 결과 TIMSS 2007는 범자연수, 정수, 비·비례식·백분을 하위 영역의 문항에서 성차가 있었고, TIMSS 2011은 분수와 소수 하위 영역의 문항에서 성차가 있었다. 구체적으로 살펴보면, TIMSS 2007의 경우, 일천이만삼십을 수로 나타내는 문항, 백분율, 비율, 할인율을 적용하는 문항에 대해서는 남학생이 우위에 있고, 1080을 소인수분해하는 문항, 할인 가격과 비를 구하는 문항은 여학생이 우위에 있는 것으로 나타났다. 특히 할인율과 관련된 실생활 문항의 경우 문제해결의 난이도 정도가 성차에 영향을 준 것으로 파악할 수 있었다. 그리고 TIMSS 2011의 경우에는 근삿값, 분모가 다른 분수의 합, 수직선에 수를 표현하고 위치를 찾는 것과 관련된 문항에 대해서는 남학생이 우위에 있는 것으로 나타났다. 문항 분석 결과 분수와 소수와 관련된 문항을 여학생이 어려워하는 경향이 있다고 추측할 수 있다. 정리하면 수 영역에 해당하는 문항에서 성차가 발생하는 가장 큰 원인은 TIMSS 2007, TIMSS 2011 공통적으로 문항의 복잡도와 난이도로 남학생과 여학생의 문제해결에 영향을 준 것으로 판단된다. 또한 분수와 소수와 관련된 학습의 경우에는 여학생들의 학습 능력을 강화할 수 있는 교수·학습 방법이 필요하고, 실제로 어느 부분에서 약점이 있는지에 대한 심층적인 연구가 필요하다.

둘째, 대수 영역에서는 TIMSS 2007과 TIMSS 2011 모두 대수식, 방정식·식·함수 하위 영역의 문항에서 성차가 발생했다. TIMSS 2007의 경우 식의 값을 구하는 문항에서는 남학생이, 동치인 식과 일차함수 관계식과 관련된 문항에서는 여학생이 우위에 있는 것으로 나타났다. TIMSS 2011의 경우, 남학생은 미지수로 이루어진 변의 길이를 이용하여 도형의 넓이를 구하는 문항, 다소 복잡한 실생활 상황을 일차식으로 나타내는 문항 등에서 여학생보다 우위에 있고, 여학생은 동류항 계산, 분배법칙 적용, 단순한 실생활 상황을 식으로 나타내는 문항 등에서

남학생보다 우위에 있는 것으로 나타났다. 정리하면, TIMSS 2007과 TIMSS 2011이 공통적으로 다소 복잡한 실생활 상황이나 여러 단계의 사고과정이 필요한 문항은 남학생이, 보다 단순한 상황이나 사고과정이 복잡하지 않은 문항은 여학생이 잘 해결하는 것으로 판단된다. 실제로 정답률이 낮은 문항에 대해서는 남학생이, 정답률이 높은 문항에 대해서는 여학생이 우위에 있다는 것도 이러한 사실을 뒷받침해준다고 볼 수 있다.

셋째, 기하 영역에서 TIMSS 2007과 TIMSS 2011 모두 도형, 측정, 위치와 이동 하위 영역의 문항에서 성차가 발생하였다. TIMSS 2007의 경우, 남학생은 도형 하위 영역의 입체도형과 관련된 추론 문항과 도형의 각을 추론하는 문항에서 우위에 있고, 여학생은 합동인 삼각형의 각을 구하는 문항에서 우위에 있는 것으로 나타났다. 그리고 위치와 이동 하위 영역의 입체도형의 회전이나 삼각형을 회전시킨 입체도형과 관련된 문항에서는 남학생이 우위에 있고, 좌표평면 위에서 두 점을 이용해 이등변삼각형이 되는 위치를 찾는 문항에서는 여학생이 우위에 있는 것으로 나타났다. 또한 TIMSS 2011 경우의 측정 하위 영역의 정사각형 둘레와 넓이, 구멍이 뚫린 입체도형과 관련된 적용 문항의 경우에는 남학생이 여학생보다 우위에 있는 것으로 나타났다. TIMSS 2007과 TIMSS 2011의 결과를 종합하면, 남학생은 기하 영역에서 입체도형과 관련된 추론 문항, 즉 공간지각력을 필요로 하는 문항과 도형의 둘레의 길이와 넓이의 관계를 묻는 문항은 여학생보다 잘 해결하는 경향이 있다는 것을 알 수 있다. 반면에 여학생은 삼각형의 내각의 합 또는 이등변삼각형의 성질을 이용하는 문항을 남학생보다 잘 해결하는 경향이 있다는 것을 알 수 있다.

넷째, 자료와 가능성 영역에서 TIMSS 2007은 자료 조직과 표현, 가능성 하위 영역의 문항이 성차가 발생했고, TIMSS 2011은 자료해석, 가능성 하위 영역의 문항에서 성차가 발생했다. TIMSS 2007의 경우, 차량의 통행량을 그래프로 나타내는 문항, 실생활과 관련된 확률을 이용하여 가능성을 따지는 문항에서는 여학생이 남학생보다 우위에 있는 것으로 나타났다. 특히, 공개 문항 M022257의 경우에는 1999년부터 2007년까지 추이문항이었는데, 세 번 연속으로 여학생이 남학생보다 우위에 있는 것으로 나타나, 간단한 확률을 적용하는 문항은 여학생이 잘 해결하는 경향이 있다고 판단할 수 있다. TIMSS 2011의 경우에는 복원추출할 때의 확률, 평균 생수 판매 비율 등과 같이 TIMSS 2007의 문항보다 다소 문제해결 과정이 복잡한 문항에 대해서는 남학생이 여학생보다 우위에 있는 것으로 나타났다. 정리하면, 간단한 확률 개념을 이용하는 교과서 유형의 문항 같은 경우에는 여학생이 잘 해결하는 경향이 있지만, 문제 상황이 다소 복잡하거나 학생들에게 익숙하지 않은 문항인 경우에는 남학생이 잘 해결하는 경향이 있다는 것을 알 수 있다. 남학생이 수, 대수, 자료와 가능성 영역에 해당하는 다소 복잡한 상황이나 여러 단계의 사고를 요하는 문항의 경우에 여학생보다 더 잘 해결하는 경향이 있다는 연구 결과는 선행 연구(고정화, 도종훈, 송미영, 2008a; 이광상, 서보억, 2013; Gallagher & Lisi, 1994; Kyriakides & Antoniou, 2009)의 결과와 유사하게 나타났다.

다음으로 각 내용 영역에서 성차가 발생한 개별 문항을 중심으로 학생 변인과 학교 변인이 정

답 확률에 영향을 미치는 정도를 2수준 로지스틱 다층모형을 적용하여 분석한 결과를 정리하면 다음과 같다. 첫째, TIMSS 2007의 분석 결과, 학생 변인인 경우 수학자신감, 도서보유량, 가정자원보유량, 수학기치인식 순으로 정답으로 응답할 확률에 영향을 미쳤고, 학교 변인으로는 수업활동정도, 수업지도준비정도 순으로 정답 확률에 긍정적인 영향을 미친 것으로 나타났다. 도서보유량의 경우 24문항 중 13문항에서 응답할 확률에 유의한 영향을 미쳤고, 수학자신감의 경우 21문항에서 정답 확률에 긍정적인 효과를 보여주어 수학자신감이 문항을 해결하는 데 가장 영향을 많이 주는 변인으로 나타났다. 성별로 정답 확률에 영향을 준 문항 수를 살펴보면 남학생은 도서보유량 10문항, 수학자신감 18문항으로 나타났고, 여학생은 도서보유량 5문항, 수학자신감 19문항으로 나타났다. 그리고 교사의 수업지도준비정도와 수업활동정도 변인도 남학생은 각각 0문항, 4문항 여학생은 각각 3문항, 2문항의 정답 확률에 영향을 주었다.

둘째, TIMSS 2011의 분석 결과, 학생 변인인 경우 수학자신감, 도서보유량, 수학기치인식, 가정자원보유량, 수학즐거움 순으로 정답으로 응답할 확률에 영향을 미쳤고, 학교 변인으로는 수업지도준비정도, 수업활동정도 순으로 정답 확률에 긍정적인 영향을 미친 것으로 나타났다. 도서보유량의 경우 32문항 중 22문항에서 남학생 또는 여학생에서 응답할 확률에 유의한 영향을 미쳤다. 수학자신감의 경우는 32문항 중 31문항이 정답 확률에 긍정적인 효과를 보여주어 TIMSS 2007과 마찬가지로 가장 영향을 많이 주는 변인으로 나타났다. 또한 수학기치인식은 TIMSS 2007에서는 유의한 영향을 미치는 문항 수가 적었지만 TIMSS 2011에서는 32문항 중 16문항이 정답 확률에 유의한 영향을 미쳤다. 성별로 정답 확률에 영향을 준 문항 수를 살펴보면 남학생은 도서보유량 13문항, 수학자신감 29문항, 수학기치인식 12문항으로 나타났고, 여학생은 도서보유량 18문항, 수학자신감 27문항, 수학기치인식 4문항으로 나타났다. 그리고 교사의 수업지도준비정도와 수업활동정도 변인도 남학생은 각각 5문항과 3문항, 여학생은 각각 2문항과 0문항이 정답 확률에 영향을 미치는 것으로 나타났다. TIMSS 2007과 TIMSS 2011을 종합하면 남학생과 여학생 모두 학생 변인 중 수학자신감이 정답 확률에 가장 영향을 많이 미쳤고, 다음으로 도서보유량이 정답 확률에 긍정적인 영향을 미쳤다. 이와 같이 문항 유형별로 내용 영역, 학생 변인, 학교 변인이 성차에 서로 다른 영향을 줄 수 있다는 연구 결과는 교사의 교수·학습 방법은 물론 학생들의 학력 제고에도 중요한 시사점을 제공할 수 있다.

본 연구결과를 토대로 수학의 교수·학습과 관련해서 다음과 같은 제언을 하고자 한다. 첫째, 학교현장의 교수·학습 활동시 수학의 각 내용 영역별로 남녀학생의 강점과 약점을 파악해 지도할 필요가 있다. 연구 결과를 통해 남녀 성차를 확인한 결과, 남학생은 수, 대수, 자료와 가능성 영역에서 다소 복잡한 상황이나 여러 가지 단계의 사고를 요구하는 문항, 기하 영역에서 도형의 둘레와 넓이의 관계를 묻는 문항, 입체도형과 관련된 공간지각력을 요구하는 문항에서 강점이 있다. 반면에 여학생은 수, 대수, 자료와 가능성 영역에서 복잡하지 않은 교과서 유형의 문항, 기하 영역에서 정형적인 평면도형의 성질을 적용하는 문항에 대한 강점이 있다. 특히 여학생의 경우에는 복잡하거나 입체도형과 관련된 추론 문항에 대해서는 문제해결 방법의 지도 또는 교육

공학을 활용하는 등의 다양한 교수·학습 방법을 적용하여 수학적인 학습 능력을 신장시킬 필요가 있다.

둘째, 학교 현장에서 학생들의 수학 학습에 대한 자신감을 키워주고 수학을 배우는 의미와 연계할 수 있는 교수·학습 프로그램을 개발할 필요가 있다. 연구 결과 수학 학습에 대한 자신감은 수, 대수, 기하, 자료와 가능성 영역에 해당하는 문항의 정답으로 응답할 확률에 상당한 영향을 준 것으로 나타났다. 따라서 교사의 흥미 있는 수업 자료 개발, 학생들의 수업에 대한 참여 독려, 학습 전략 개발 등의 교수·학습 방법 개선을 통해 학생들의 수학 학습에 대한 자신감을 제고시킬 필요가 있다.

셋째, 실제 교사들의 수업준비정도 중 자료와 가능성이 다른 영역(수, 대수, 기하)에 비해 낮은 것을 볼 수 있었는데, 자료와 가능성 영역에서 수업준비정도의 효과가 여학생에게 크게 나타나는 것을 고려하여 자료와 가능성 영역의 교수·학습을 보다 강화할 필요가 있다.

넷째, 학생들이 교수·학습 활동이나 기타 활동시에 수학 관련 도서를 포함하여 다양한 도서를 접할 수 있는 기회를 제공할 필요가 있다. 연구 결과에서도 살펴보았듯이 도서보유량은 학생들의 정의적 영역에 속하는 수학기치인식이나 수학즐거움보다 오히려 정답으로 응답할 확률에 영향을 더 미치는 것으로 나타났다. 따라서 평상시에 학생들이 책을 자주 접할 수 있는 기회를 제공하는 것은 성별에 관계없이 학생들의 수학 학습 능력을 제고하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 고정화, 도종훈, 송미영(2008a). 수학과 국가수준학업성취도 평가에서의 성별 차이 분석. **수학교육학연구**, 18(2), 179-200.
- 고정화, 도종훈, 이학렬, 조지민, 김명화, 최인봉, 송미영, 김수진(2007). 2006년 국가수준 학업성취도 평가 연구-수학-. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2007-3-4.
- 고정화, 서보익, 이학렬, 양길석, 송미영, 최인봉, 김희경, 유진은(2008b). 2007년 국가수준 학업성취도 평가 연구-수학-. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2008-5-3.
- 권점례, 이창훈, 정은영, 고은성, 김보경(2010). 2009년 국가수준 학업성취도 평가 연구-수학-. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2010-6-4.
- 김선희, 고정화, 조영미, 구자형, 이양락, 조지민, 송미영, 시기자, 김수진(2005). 2004년 국가수준 학업성취도 평가 연구-수학-. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2005-1-4.
- 김선희, 권점례, 고정화, 김경리, 조지민, 박정, 김수진(2006). 2005년 국가수준 학업성취도 평가 연구-수학-. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2006-1-3.
- 김경희, 김선희, 김지영, 박선용, 김수진, 김남희(2008). TIMSS 2008 공개문항 분석 자료집. 한국교육과정평가원 연구자료 ORM 2008-32.
- 김수진, 김경희, 박지현(2014). 중학생들의 수학에 대한 흥미와 가치인식 변화가 수학 성취도에 미치는 영향 분석. **교과교육학연구**, 18(3), 683-701.
- 김수진, 박지현, 김현경, 진의남, 이명진, 김지영, 안윤경, 서지희(2012). 수학, 과학 성취도 추이 변화 국제비교 연구: TIMSS 2011 결과보고서. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2012-4-3.
- 김수진, 박지현, 서지희(2013). TIMSS 2011 공개문항 분석 자료집-수학-. 한국교육과정평가원 연구자료 ORM 2013-48-1.
- 박정, 곽영순, 김경희, 정은영, 이미경, 최석진(2004). 남·여학생의 성취도 차이 해소 방안 - TIMSS와 PISA 2003 결과를 반영하여 -. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2004-10.
- 송미영, 임해미, 최혁준, 박혜영, 손수경(2013). OECD 국제 학업성취도 평가: PISA 2012 결과 보고서. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2013-6-1.
- 이광상, 서보익(2013). 수학적 문제해결 과정에 대한 성별 사례 연구. 한국수학교육학회지 시리즈 C, **초등수학교육**, 16(2), 147-162.
- 이봉주, 권점례, 최익준, 정은영, 최인봉, 김희경, 김소영, 유진은(2009). 2008년 국가수준 학업성취도 평가 연구-수학-. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2009-9-3.
- 이봉주, 조윤동, 김미경, 김보경(2011). 2010년 국가수준 학업성취도 평가 연구-수학-. 한국교육

- 과정평가원 연구보고 RRE 2011-3-4.
- 이은정, 이경화(2011). PISA 수학 성취도 평가에 나타난 한국 학생들의 성차 추이의 배경 요인 연구. *대한수학교육학회지 수학교육학연구*, 21(4), 313-326.
- 이현숙, 고호경(2014). 인지진단모형을 적용한 TIMSS 8학년 수학 기하 영역의 성차 분석. *대한수학교육학회지 학교수학*, 16(2), 387-407.
- 조윤동, 이광상, 전영주, 김동영(2013). 2012년 국가수준 학업성취도 평가 결과 분석: 수학. 한국 교육과정평가원 연구자료 ORM 2013-37-3.
- 최승현, 황혜정(2014). 수학 교과에서의 정의적 특성 요인의 의미 및 지도 방안 탐색. *한국수학교육학회지 시리즈 E*, 28(1), 19-44.
- Battista, M. T. (1990). Spatial visualization and gender difference in high school geometry. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21, pp. 47-60.
- Brandon, P. R., Newton, B. J., & Hammond, O. (1987). Children's mathematics achievement in Hawaii: Sex differences favoring girls. *American Educational Research Journal*, 24, pp. 437-461.
- Fennema, E. (1974). Mathematics learning and the sexes: A review. *Journal for Research in Mathematics Education*, 5, pp. 126-139.
- Fennema, E., & Carpenter, T. (1981). The second national assessment and sex-related differences in mathematics. *Mathematics Teacher*, 74, pp. 554-559.
- Gallagher, A. M., & Lisi, R. D. (1994). Gender Differences in Scholastic Aptitude Test-Mathematics Problem Solving Among High-Ability Students. *Journal of Educational Psychology*, 86(2), pp. 204-211.
- Kyriakides, L., & Antoniou, P. (2009). Gender Differences in mathematics achievement: an investigation of gender differences by item difficulty interactions. *Educational Research and Evaluation*, 15(3), pp. 223-242.
- Raudenbush, S. W., & Bryk, A. S. (2002). *Hierarchical Linear Models: Applications and Data Analysis Methods*, Second Edition. Newbury Park, CA: Sage.

· 논문접수 : 2015-01-08/ 수정본접수 : 2015-02-05/ 게재승인 : 2015-02-23

[부 록]

〈표〉 성별에 따른 차별적 효과 탐색에 포함된 학생 및 학교 특성 변인

항목	변인	측정방식 및 문항구성
학생 수준	도서보유량	• 집에 보유하고 있는 책 권수
	가정자원보유량	• 집에 보유하고 있는 자원(계산기, 컴퓨터, 책상, 사진, 인터넷 접속망, 자동차, 에어컨, 디지털 카메라 등)의 개수
	수학자신감	• 수학을 잘한다/반 친구에 비해 수학을 더 어려워 한다/수학은 내가 잘하는 과목이 아니다/어려운 수학문제를 잘 푼다/수학내용을 빨리 배운다 등 2007년 학생설문 8a, 8b, 8c, 8e, 8f문항, 2011년 학생설문 16a~16i 문항
	수학즐거움	• 수학이 즐겁다/수학을 좋아한다/수학 공부가 즐겁다 등 2007년 학생설문 8d, 8g, 8h문항, 2011년 학생설문 14a~14f문항
	수학가치인식	• 수학을 배우는 것은 일상생활에 도움이 된다/다른과목을 배우는데 수학이 필요하다/대학에 들어가기 위해 수학을 잘 할 필요가 있다/원하는 직업을 얻기 위해 수학을 잘해야 할 필요가 있다 등 2007년 학생설문 9a~9d문항, 2011년 학생설문 16j~16n문항
학교 수준	수업지도준비정도(수)	• 0과 자연수 계산하기, 어렵하기 등 2007년 교사설문 7Aa~7Ae문항, 2011년 수학교사설문 30Aa~30Ae문항
	수업지도준비정도(대수)	• 일차방정식 미지수가 2개인 연립방정식 등 2007년 교사설문 7Ba~7Bd 문항, 2011년 수학교사설문 30Ba~30Be문항
	수업지도준비정도(기하)	• 각과 도형의 기하학적 성질 등 2007년 교사설문 7Ca~7Cf문항, 2011년 수학교사설문 30Ca~30Ce문항
	수업지도준비정도(자료)	• 표, 그림그래프, 막대그래프 등을 이용해 자료를 읽고 나타내기 등 2007년 교사설문 7Da~7Dc문항, 2011년 수학교사설문 30Da~30Dc문항
	수업활동정도	• 계산기를 이용하지 않고, 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈 연습하기 등 2007년 교사설문 17a~17l문항, 2011년 수학교사설문 19a~19k문항

ABSTRACT

Characteristics on Gender Difference of Korean Students in TIMSS Mathematics Assessment

Kwang-Sang Lee

(Research Fellow, Korea Institute for Curriculum and Evaluation)

In-Yong Park

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

The purpose of this study was to examine the gender difference on math items in TIMSS 2007 and TIMSS 2011. The gender difference was explored three point of view. That is, item content, student and school context characteristics. The no-intercept 2-level logistic regression model was applied to analyse effects of student and school context variable. The research results were followed. First, a degree of difficulty for problem solving effected to gender difference in content domains of number, algebra and data and chance. And in geometry, the strength in space perception ability associated with the solid figure effected to that. Second, a confidence in mathematics was the most effective variable to earn the correct response. And an amounts of book in home was followed. Third, the effects of a degree of the teacher's preparation to teach in content domain of data and chance influenced a female to earn the correct response.

