

학생의 배경 요인이 수학 성취도에 미치는 영향력 분석 -TIMSS 2007 자료를 활용한 경로분석을 중심으로-

이희정¹⁾ · 박천건²⁾ · 허난³⁾

본 연구에서는 경로분석을 이용하여 TIMSS 2007의 수학 성취도 국제 비교 연구 결과를 바탕으로 학생의 배경 요인이 수학 성취도에 미치는 영향력을 비교하고 각 요인들 사이의 상관관계 및 인과관계에 대하여 분석하고자 하였다. 수학 성취도에 영향을 미치는 요인으로서는 이전의 연구들을 바탕으로 학생의 배경에 대한 설문들 중 가정의 장서보유량, 어머니의 최종학력, 아버지의 최종학력, 교육포부, 학생의 정의적 성취지수, 스스로 학습활동 빈도, 그리고 숙제횟수의 총 7 가지 변수들을 설정하여 각 변수들이 수학 성취도에 어떻게 영향을 미치는지, 또한 각 변수들 사이에는 어떤 인과관계가 성립하는지 살펴보았다. 그 결과 부모의 최종 학력, 장서보유량, 정의적 성취지수는 교육 포부에 영향을 주어 학업성취도에 간접적인 영향을 주는 것으로 파악되었다. 교육포부와 정의적 성취지수, 숙제 회수는 학업 성취도에 직접적인 영향을 주는 것으로 나타났다.

주요용어: 경로분석, TIMSS 2007

I. 서론

수학·과학 성취도 추이 변화 국제 비교 연구(Trends in International Mathematics and Science Study: 이하 TIMSS)의 주요 목적은 연구 참여국 학생들의 수학과 과학 성취도를 국제적인 수준에서 파악하고 이전의 TIMSS 연구와의 추이 변화를 국제적인 수준에서 비교하며 수학과 과학 성취도의 변화에 영향을 미치는 관련 변인들을 포괄적으로 파악함으로써 각국의 교육 정책 수립과 교육의 질 개선에 도움이 되는 정보를 제공하는 데 있다. TIMSS 2007 수학 성취도 국제 비교 연구 결과(김경희, 2008)에 따르면 우리나라 중학교 2학년 학생들은 수학 성취도는 국제순위 2위를 차지하며 1위인 대만과 유의한 점수 차이를 보이지 않는 높은 순위를 나타내었다. 그러나 정의적 성취 결과는 국제 평균에 비해 낮게 나타나는 결과를 보였다.

한편, 2007년 통계청에서 발표한 대한민국 사교육 실태 조사 결과에 따르면 2007년 우리나라 초·중·고 학생의 사교육 참여율은 77.0%, 참여시간은 주당 7.8시간이다. 그 중에서도

1) 경기대학교 교육대학원 (ajfos13@naver.com)
2) 경기대학교 (cgpark@kyonggi.ac.kr)
3) 교신저자. 경기대학교 (huhnan@kyonggi.ac.kr)

과목별 사교육 참여율은 수학이 58.6%로 가장 높게 나타났다. 이러한 사교육 참여율은 학생의 성적이 높을수록 사교육비 지출 및 참여율이 높게 나타났으며 부모의 학력수준이 높을수록 사교육에 대한 지출이 많았다. 특히 부모 중 아버지의 학력수준보다는 어머니의 학력수준이 높을수록 사교육비를 더 많이 지출하는 추세를 보였다.

TIMSS 2007 연구 결과에서 나타나는 바와 같이 우리나라의 수학 성취도가 높게 나타나는 데에는 여러 가지 요인들이 존재할 것이다. 그 중에서도 위의 사교육 실태 조사 결과에서 볼 수 있듯이 성적이 높을수록 사교육비 지출 및 참여율이 높게 나타나는 것은 사교육비 지출에 영향을 미치는 여러 요인들은 학생의 성취도에 영향을 미친다고 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 학생의 수학 성취도에 영향을 미치는 여러 요인들에 대하여 살펴보기 위해 학생의 배경 요인들에 관심을 가지고 사교육 변인에 영향을 미치는 학생의 배경에 관한 변인들과 학생의 배경 요인들이 어떠한 관계를 통해 수학 성취도에 영향을 미치는지 경로분석을 통하여 상관관계 및 인과관계를 밝히고자 한다. 또한 위에서 언급한 바와 같이 상반된 결과를 보이는 수학 성취도 점수와 정의적 성취 영역 결과 사이의 상관관계를 분석하고 정의적 성취 영역 이외에 수학 성취도에 영향을 미칠 것으로 예상되는 학생의 배경에 대한 여러 변수들 사이의 관계를 분석하여 학생들의 수학 성취도에 영향을 미치는 요인들을 분석하고자 한다.

학생의 수학 성취도에 관련하여 TIMSS 데이터를 이용한 이전의 연구 결과들을 살펴보면 김경희(2008)의 연구에서는 우리나라 중·고등학생의 성취 변화 경향을 평가하고 이에 영향을 주는 배경요인들과의 관계 및 그 추이를 분석하며 우리나라의 수학 수업 시간 비율, 수학 수업 시간 중 활동, 숙제를 강조하는 정도, 시험 횟수, 시험 문항의 형태 등에 대한 다른 국가와의 비교 연구가 이루어졌다. 김선희 외(2009)의 연구에서는 TIMSS 2007에 공개된 추이문항의 정답률 분석을 통해 예전 주기와의 성취도 차이가 교육과정 변화의 결과로 보았다. 또한 김선희(2008)의 연구에서는 TIMSS의 인지영역 평가들의 변화 및 인지영역 평가들에 따른 우리나라 학생들의 수학 성취도를 다른 국가들과 비교 분석하였으며 김경희와 백희수(2010)의 연구에서는 싱가포르가 우리나라에 비하여 높은 정답률을 나타낸 분야들 중 ‘비, 비례식, 백분율’ 영역을 비교 분석하여 우리나라와 싱가포르 교과서에서 어떻게 다루고 있는지 비교 분석하였다.

조규판(2004)은 미국과 한국 학생들의 수학 태도와 수학활동이 학생들의 수학 성적에 미치는 효과를 검증하고 비교하였다. 그 결과 수학태도와 수학성적 간의 관계는 한국 학생들이 미국 학생들보다 훨씬 강한 것으로 나타났다. 김진영(2008)은 수학점수를 바탕으로 학교 및 개별 가정 특성 데이터들을 종합적으로 분석하여 학교 별 성적 차이에 대한 원인을 추론하여 보았다. 그 결과 대도시의 큰 학교에 유능한 교사들이 모이고 그것이 성취도의 학교별 격차를 설명하는 중요한 원인임을 밝혔다. 김경희 외(2008)는 수학성취도에 미치는 맥락변인의 효과를 3수준 다층모형을 활용하여 분석하였으며 박정(2007)은 우리나라 중학생들의 정의적 성취는 어떻게 변화하고 있는지와 이것이 수학 성취에 주는 영향력이 어떻게 변화하고 있는지를 파악하였다. 또한 박정(2008)은 교육관련 맥락 변인들이 각 능력집단별로 학업성취도에 어떻게 다르게 영향을 미치는지를 2수준 다층 자료 분석을 실시하여 의미 있는 변인을 찾았다.

이와 같이 학생들의 수학 성취도와 관련하여 TIMSS 데이터를 이용한 이전의 연구들을 살펴본 결과 주로 TIMSS 문항들에 대한 연구, 이전의 TIMSS 결과와 비교한 성취도 변화 추이에 대한 연구, TIMSS의 각 영역별로 교과서에 반영된 형태 및 다른 국가와의 비교 연

구, 또는 각 영역별 수학 성취도에 영향을 미치는 요인들에 대한 구조적 관계 비교 연구 등이 이루어졌음을 알 수 있다. 또한 지금까지의 TIMSS 관련 연구는 주로 여러 변수들 사이의 관계를 분석하는 회귀분석을 사용하였다. 회귀분석은 변수 사이의 관계를 분석하는데 유용한 분석방법이지만 각각의 독립 변수들이 종속 변수에 어떠한 영향을 미치는지와 각각의 독립변수 사이에는 어떠한 관계가 존재하는지에 대한 인과관계를 설명하는 부분에 있어서 한계가 존재한다. 따라서 본 연구에서는 이러한 회귀분석의 한계점을 보완하고 각 변수들 사이의 직접효과, 간접효과, 의사효과를 통하여 변수들 사이의 관계를 보다 명확한 관계를 분석하고자 경로분석을 시행하고자 한다. 이를 통하여 이전의 연구들에서 다루지 않았던 학생의 배경 요인들 간의 상관관계 및 인과관계에 관심을 가지고 배경 요인들이 어떠한 인과관계를 통해 수학 성취도 점수에 영향을 미치게 되는지 분석하고자 한다. 위에서 언급한 바와 같이 상반된 결과를 보이는 수학 성취도 점수와 정의적 성취 영역 결과 사이의 관계를 분석하고 또한 정의적 성취 영역 이외에 수학 성취도에 영향을 미칠 것으로 예상되는 학생의 배경에 대한 여러 변수들 사이의 관계를 분석하여 학생들의 수학 성취도에 영향을 미치는 요인들을 분석하고자 한다.

이러한 연구 방법과 결과가 이후의 TIMSS 2011 연구 결과에 대한 비교 분석 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

II. 연구 방법

1. 데이터의 특성

본 연구에서 사용한 데이터는 TIMSS 2007에서 학교와 학생 설문조사로부터 수집된 자료로서 <http://timssandpirls.bc.edu>에서 제공된 것이다. 본 연구에서 사용하고자 하는 TIMSS 2007 연구의 국내 독자 변인인 사교육 변인에 관한 데이터는 일반적으로 공개되는 데이터가 아닌 특정 절차를 거쳐야만 접근할 수 있는 데이터이므로 본 연구에서는 사교육 변인에 영향을 미치는 학생의 배경에 관한 변인들을 사용하고자 한다. 따라서 학생의 배경에 대한 설문들 중, 가정의 장서보유량⁴⁾, 어머니의 최종학력, 아버지의 최종학력⁵⁾, 교육포부, 학생의 정의적 성취지수, 스스로 학습활동 빈도, 그리고 숙제횟수의 총 7 가지 변수들을 설정하여 독립변수로 가정하고 수학 성취도를 종속변수로 가정하였다. 이 때 수학 성취도를 측정하는 TIMSS 2007의 수학 시험은 수, 대수, 기하, 자료와 가능성의 영역을 측정하는데 수학 성취도의 측정값은 plausible value의 평균으로 측정하였다.

다양한 학생의 배경 요인 변수들이 수학 성취도에 직·간접적으로 미치는 영향력을 분석할 수 있는 경로분석을 시행하기 위한 각 변수들 사이의 관계를 나타내는 경로모형은 선행 연구들을 바탕으로 가정되었다. TIMSS 2007 자료를 이용하였으며 측정변수는 <표 II-1>

4) 장서 보유량은 없거나 아주 적음(0~10권), 선반 하나를 채울 정도(11~25권), 책장 하나를 채울 정도(26~100권), 책장 두 개를 채울 정도(101~200권), 책장 세 개 이상을 채울 정도(200권 초과)에 대한 응답 결과

5) 최종 학력은 학교를 다니지 않음, 중졸, 고졸, 전문대졸, 대졸, 대학원졸, 모르겠다에 대한 응답 결과

에 정리하였다. 학생들의 수학성취도 점수는 V1으로 유일한 종속변수이다. 독립변수로는 가정의 장서보유량 V2, 어머니의 최종학력 V3, 아버지의 최종학력 V4, 교육포부 V5, 학생의 정의적 성취지수 V6, 스스로 학습활동 빈도 V7, 숙제횟수 V8, 총 7개의 변수로 설정하였다.

교육포부 변수는 학생이 어느 단계까지 공부할 생각인지에 대한 응답 결과이며 정의적 성취지수 변수는 학생의 자신감 지수와, 즐거움 지수, 가치인식 지수의 평균으로 수학 학습에 대한 정의적 성취지수가 작은 값을 가질수록 자신감이나 즐거움, 가치인식이 높은 것으로 평가할 수 있다. 또한 스스로 학습 활동 빈도 변수는 학생이 수학 수업 시간에 ‘내가 제시한 답에 대한 설명을 한다.’, ‘어려운 문제를 해결하기 위해 내가 직접 문제 풀이 방법을 정한다.’, ‘스스로 문제를 푼다.’ 의 세 문항에 대한 응답의 결과를 합산한 것으로 이 세 가지 활동이 수업시간에 얼마나 자주 이루어지는가를 설명하는 변수이다. 이 세 문항은 ‘1=매시간’, ‘2=자주’, ‘3=가끔’, ‘4=전혀 하지 않음’ 으로 응답할 수 있으므로 결과치가 작게 나타날수록 스스로 학습 활동 빈도가 높다고 평가할 수 있다.

본 연구에서는 <표 II-1>에 나타난 여러 변수들 중 각각의 독립변수들이 직·간접적으로 모두 수학 성취도라는 종속변수에 영향을 미칠 것이라고 가정하고 각 변수 사이의 상관계수에 근거한 경로분석을 통하여 변수간의 관계에 대하여 분석하고자 하였다.

<표 II-1> 변수의 정의

변수	변수정의	변수역할
V1	학생들의 수학 성취도 점수	종속변수
V2	가정의 장서 보유량	독립변수
V3	어머니의 최종 학력	독립변수
V4	아버지의 최종 학력	독립변수
V5	교육 포부	독립변수
V6	정의적 성취 지수	독립변수
V7	수업시간 중 스스로 학습 활동 빈도	독립변수
V8	숙제횟수	독립변수

2. 분석도구

본 연구에서는 위에서 언급한 다양한 변수들이 수학 성취도에 직접, 간접적으로 미치는 영향력을 분석하기 위하여 경로분석을 시행하였으며 각 변수들 사이의 관계를 나타내는 경로모형은 선행 연구들을 바탕으로 가정하였다.

경로분석을 이용하여 분석을 함에 있어서 모수는 최대우도함수⁶⁾(Maximum Likelihood Estimation function)를 이용하여 추정하였으며 모형의 전반적인 적합도를 나타내는 절대적

6) 최대우도함수는 어떤 확률변수에서 표집한 값들을 토대로 그 확률변수의 모수를 구하는 방법으로, 어떤 모수가 주어졌을 때 원하는 값들이 나올 확률(우도)을 최대로 만드는 모수를 선택하는 방법이다(HOGG·TANIS, 2009).

합도지수⁷⁾(absolute fit index)로는 RMSEA(Root Mean Square Error of Approximation)를 이용하였다. 또한 추가로 기초 모형에 대한 수정 모형의 적합도를 평가하는 중분적합도지수⁸⁾로는 NFI(Normal Fit Index), CFI(Comparative Fit Index), NNFI(Nonnormed Fit Index)를 이용하였다. 절대적합도지수인 RMSEA는 일반적으로 0.05~0.08 사이의 값을 가질 때 양호한 수준이며 0.05 이하의 값을 가질 때 좋은 모형으로 평가한다. 중분적합도지수인 NNFI, NFI, CFI는 모두 0~1 사이의 값을 가지며 일반적으로 0.9 이상의 값을 가질 때 수용 가능한 적합도를 가진 것으로 판단한다(문수백, 2009).

변수 간의 공분산이나 상관관계를 이용하여 인과관계를 분석하는 방법인 경로분석을 이용하여 수학 성취도에 영향을 미치는 변수들을 분석하기 위하여 SPSS 프로그램의 AMOS 20.0 분석 프로그램을 이용하였다.

III. 실증 분석

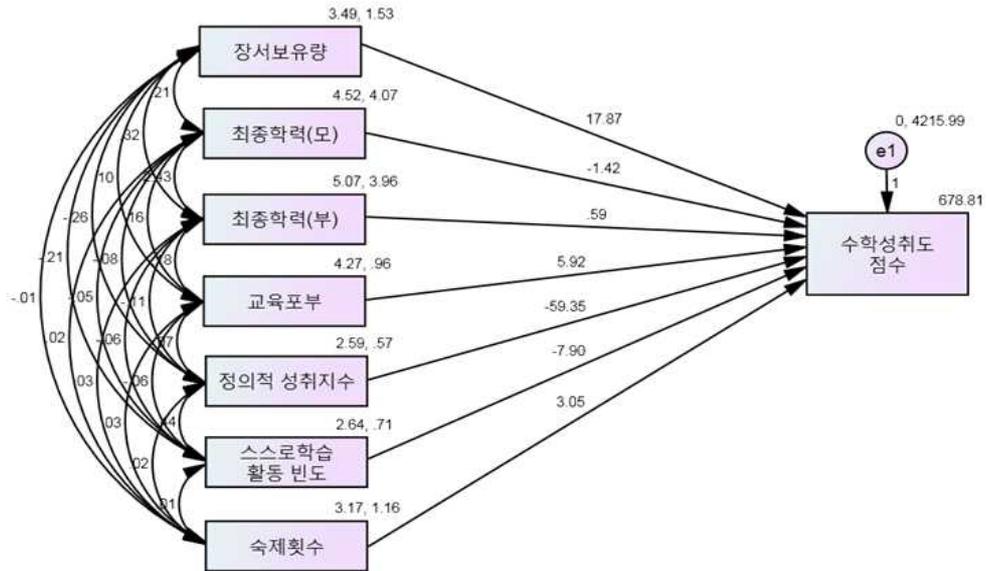
1. 수학적성취도에 대한 기본 모형

김경희(2008)의 수학·과학 성취도 추이변화 국제 비교 연구보고서에 따르면 수학 성취도에 영향을 주는 학생의 배경 요인들 중 가정의 장서보유량이 높을수록 수학 성취도가 높게 나타났고 부모의 교육 정도가 높을수록, 수학 공부에 대한 자신감이 높을수록, 수학에 공부에 대한 즐거움 인식정도가 높을수록, 그리고 수학에 대한 가치인식 지수가 높을수록 수학 성취도가 높게 나타났다. 이러한 결과들을 토대로 학생의 배경 요인들이 각각 수학 성취도에 얼마나 영향을 미치는지 살펴보기 위하여 초기 경로모형을 가정하였다. 초기에 이론적으로 가정한 모델은 [그림 III-1]과 같이 각각의 7개의 독립변수들이 모두 종속변수에 직접적인 영향을 미친다고 보고 V2~V8의 7개 독립변수가 각각 종속변수인 수학 성취도 점수 V1에 직접적인 영향을 미친다고 가정하였다. <표 III-1>의 초기모형에 대한 분석결과를 보면 이 모형의 유의확률 값인 p 값이 0으로 모형이 데이터를 정확하게 설명하지 못하고 있음을 보여준다. 또한 분석 결과 [그림 III-1] 모형은 측정이 불가능한 것으로 나타나 초기모형을 통해서 각 변수 간 상관관계를 얻는 것으로 만족한다. 이러한 초기모형의 경로계수들을 토대로 각 독립변수들이 수학 성취도에 어떠한 관계를 거쳐 영향을 미치는지 수정모형을 제시한다.

7) 연구자가 자신이 설정한 연구모형이 적어도 아무런 모델 없이 변인들 간의 관계를 설명할 경우 보다 변인들 간의 관계를 어느 정도 수준까지 설명을 더 많이 할 수 있어야 하는데, 모형의 전반적인 적합도를 나타내는 절대적합도 지수는 연구자가 설정한 연구모형이 표본공분산행렬에 존재하는 분산/공분산을 설명할 수 있는 비율을 모형이 없는 경우의 설명량과 비교하여 추정된 추정치이며 일반적으로 구조방정식모형에서는 RMSEA를 많이 사용한다.

8) 연구자가 설정한 이론모형이 가장 완벽한 모형의 향상도에 비해 어느 정도 좋은지를 나타내는 지수가 된다.

CFI 적합도지수는 모형의 간명성을 고려하고 있는 RMSEA 나 NNFI 와 같은 적합도지수들과 함께 사용할 경우 모형의 적합도 평가에 대한 보다 구체적인 진단적 정보를 읽어내는 데 유용한 정보를 제공할 수 있다.



[그림Ⅲ-1] 초기 경로 모형

<표 Ⅲ-1> 초기모형의 절대적합도 지수

RMSEA

Model	RMSEA	LO 90	HI 90	PCLOSE
Independence model	.224	.220	.228	.000

<표 Ⅲ-2> 초기모형의 경로계수

Regression Weights

			Estimate	S.E.	C.R.	P
v1	<---	v2	17.868	.846	21.110	***
v1	<---	v3	-1.421	.622	-2.284	.022
v1	<---	v4	.588	.634	.927	.354
v1	<---	v5	5.922	1.030	5.751	***
v1	<---	v6	-59.347	1.858	-31.949	***
v1	<---	v7	-7.898	1.623	-4.867	***
v1	<---	v8	3.045	.928	3.283	.001

<표 III-3> 초기모형의 공분산

Covariances

			Estimate	S.E.	C.R.	P
v7	<-->	v8	.011	.014	.810	.418
v7	<-->	v6	.438	.012	36.810	***
v6	<-->	v5	-.066	.011	-5.761	***
v5	<-->	v4	.179	.030	5.969	***
v4	<-->	v3	2.426	.072	33.673	***
v3	<-->	v2	.209	.039	5.423	***
v8	<-->	v6	.020	.013	1.612	.107
v8	<-->	v5	.026	.016	1.589	.112
v8	<-->	v4	.030	.033	.908	.364
v8	<-->	v3	.023	.033	.688	.492
v8	<-->	v2	-.008	.021	-.385	.700
v7	<-->	v5	-.063	.013	-4.947	***
v7	<-->	v4	-.058	.026	-2.227	.026
v7	<-->	v3	-.048	.026	-1.840	.066
v7	<-->	v2	-.206	.016	-12.574	***
v6	<-->	v4	-.107	.023	-4.626	***
v6	<-->	v3	-.082	.023	-3.516	***
v6	<-->	v2	-.263	.015	-17.626	***
v5	<-->	v3	.163	.030	5.363	***
v5	<-->	v2	.103	.019	5.485	***
v4	<-->	v2	.316	.038	8.277	***

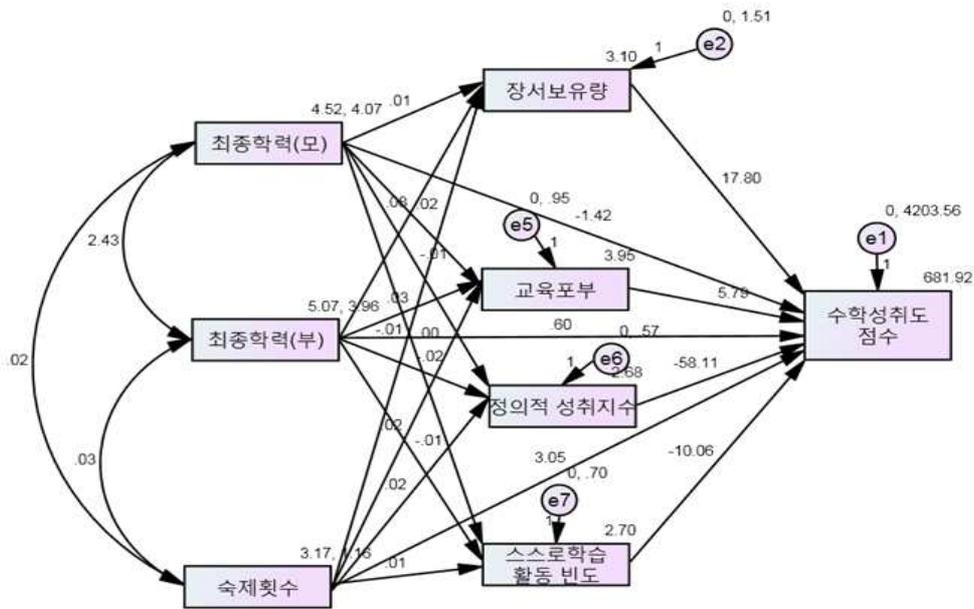
2. 수정 모형

1) 수정모형-1

각각의 독립변수들이 종속변수에 직접적인 영향을 미친다고 가정한 초기 경로모형을 통하여 각각의 독립변수들 간의 상관관계를 파악할 수 있었다. 각각의 독립변수들이 어떠한 경로를 거쳐 종속변수에 영향을 미치는 지 살펴보기 위해 앞서 서론에서 밝힌 바와 같이 한국의 학생들은 성적이 높은 집단일수록 사교육 지출 비용이 높고 부모의 최종 학력이 높을수

록 사교육 지출 비용이 높았던 것에 근거하여 [그림 III-2]와 같이 수정된 경로모형을 가정하였다. 수정모형-1의 경로모형에서는 어머니의 최종학력(V3) 변수와 아버지의 최종학력(V4) 변수 그리고 부모의 학력과는 인과관계가 존재한다고 보기 어려운 숙제횟수(V8) 변수가 가정의 장서보유량(V2), 학생의 교육포부(V5), 정의적 성취지수(V6), 스스로 학습 활동 빈도(V7) 4개의 변수들을 매개변수로 하여 수학 성취도(V1)에 직·간접적으로 영향을 미친다고 가정하였다.

수정모형의 분석 결과를 살펴보면 Chi-square 값은 2967.512로 지나치게 크게 나타났으며 유의확률 p 값은 여전히 0.05보다 작게 나타나 모형이 자료를 충분히 설명하지 못하고 있음을 알 수 있다⁹⁾. 또한 <표 III-4>의 절대적합도지수가 0.341로 여전히 자료를 설명하기에 적합하지 않음을 보여주며 이는 <표 III-5>의 중분적합도지수인 NFI가 0.615, CFI가 0.614로 나타난 것을 통해 모형이 수정되어야 함을 보여준다. 수정모형-1의 전체적인 결과치들이 통계적으로 유의하지 않음이 관찰되므로 [그림 III-2] 모형이 자료를 충분히 설명하지 못하고 있으므로 모형의 수정이 필요하다.



[그림 III-2] 수정모형-1

9) 신뢰도 95% 수준에서 평가한다.

학생의 배경 요인이 수학 성취도에 미치는 영향력 분석 -TIMSS 2007 자료를 활용한 경로분석을 중심으로-

<표 III-4> 수정모형-1 의 절대적합도지수

RMSEA

Model	RMSEA	LO 90	HI 90	PCLOSE
Default model	.341	.331	.352	.000
Independence model	.224	.220	.228	.000

<표 III-5> 수정모형-1 의 충분적합도지수

Baseline Comparisons

Model	NFI Delta1	RFI rho1	IFI Delta2	TLI rho2	CFI
Default model	.615	-1.310	.615	-1.316	.614
Saturated model	1.000		1.000		1.000
Independence model	.000	.000	.000	.000	.000

<표 III-6> 수정모형-1 의 경로계수

Regression Weights

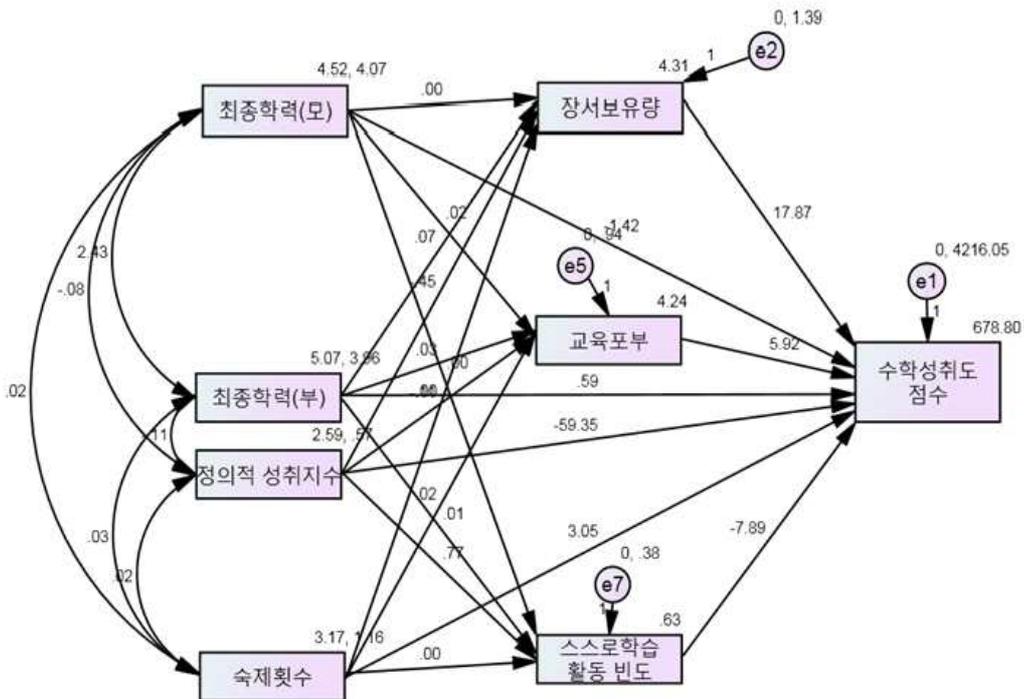
			Estimate	S.E.	C.R.	P
v2	<---	v3	.006	.012	.509	.610
v6	<---	v3	-.007	.007	-.904	.366
v7	<---	v3	-.005	.008	-.606	.544
v2	<---	v4	.076	.012	6.411	***
v5	<---	v4	.033	.009	3.440	***
v6	<---	v4	-.023	.007	-3.156	.002
v7	<---	v4	-.013	.008	-1.539	.124
v2	<---	d1	-.009	.018	-.501	.616
v5	<---	d1	.021	.014	1.504	.133
v6	<---	d1	.019	.011	1.731	.084
v7	<---	d1	.008	.012	.703	.482
v5	<---	v3	.021	.009	2.211	.027
v1	<---	v2	17.803	.811	21.940	***
v1	<---	v7	-10.060	1.190	-8.456	***
v1	<---	d1	3.052	.926	3.295	***
v1	<---	v6	-58.110	1.325	-43.871	***
v1	<---	v3	-1.417	.621	-2.281	.023
v1	<---	v4	.605	.634	.954	.340
v1	<---	v5	5.788	1.023	5.659	***

2) 수정모형-2

수정모형-1에서 어머니의 최종학력(V3) 변수와 아버지의 최종학력(V4) 변수 그리고 숙제횟수(V8) 변수가 나머지 4개의 독립변수들을 매개변수로 하여 수학 성취도(V1) 변수에 직·간접적으로 영향을 미칠 것이라고 가정하였으나 모형이 자료를 충분히 설명하지 못하여 아래의 [그림 III-3]과 같이 수정모형-2를 가정하였다.

수정모형-2에서는 어머니의 최종학력(V3)과 아버지의 최종학력(V4), 정의적 성취지수(V6), 숙제횟수(V8)의 4개의 독립변수가 나머지 3개의 변수들을 매개변수로 하여 수학 성취도(V1) 변수에 직·간접적으로 영향을 미친다고 가정하였다.

수정모형-2의 분석 결과를 살펴보면 Chi-square 값은 14.341로 매우 크게 줄어든 모습을 보였으나 유의확률 p 값은 0.02로 여전히 0.05보다 작게 나타나 수정모형-2 역시 모형이 자료를 충분히 설명하지 못하는 것으로 나타난다. 그러나 아래의 <표 III-7>의 절대적합도지수 RMSEA는 0.03으로 모형적합도는 매우 향상된 모습을 나타냈으며 <표 III-8>의 중분적합도지수 NFI가 0.998, CFI가 0.999로 수정모형의 적합도 역시 매우 향상된 모습을 보였다. 따라서 아직 자료를 설명하기에는 충분하지 못한 모형이지만 모형이 수정되어가는 방향은 적합한 것을 알 수 있다. 따라서 수정모형-2의 분석결과를 토대로 한 새로운 수정모형이 필요함을 알 수 있다.



[그림 III-3] 수정모형-2

학생의 배경 요인이 수학 성취도에 미치는 영향력 분석 -TIMSS 2007 자료를 활용한 경로분석을 중심으로-

<표 III-7> 수정모형-2 의 절대적합도지수
RMSEA

Model	RMSEA	LO 90	HI 90	PCLOSE
Default model	.030	.016	.046	.981
Independence model	.224	.220	.228	.000

<표 III-8> 수정모형-2 의 중분적합도지수
Baseline Comparisons

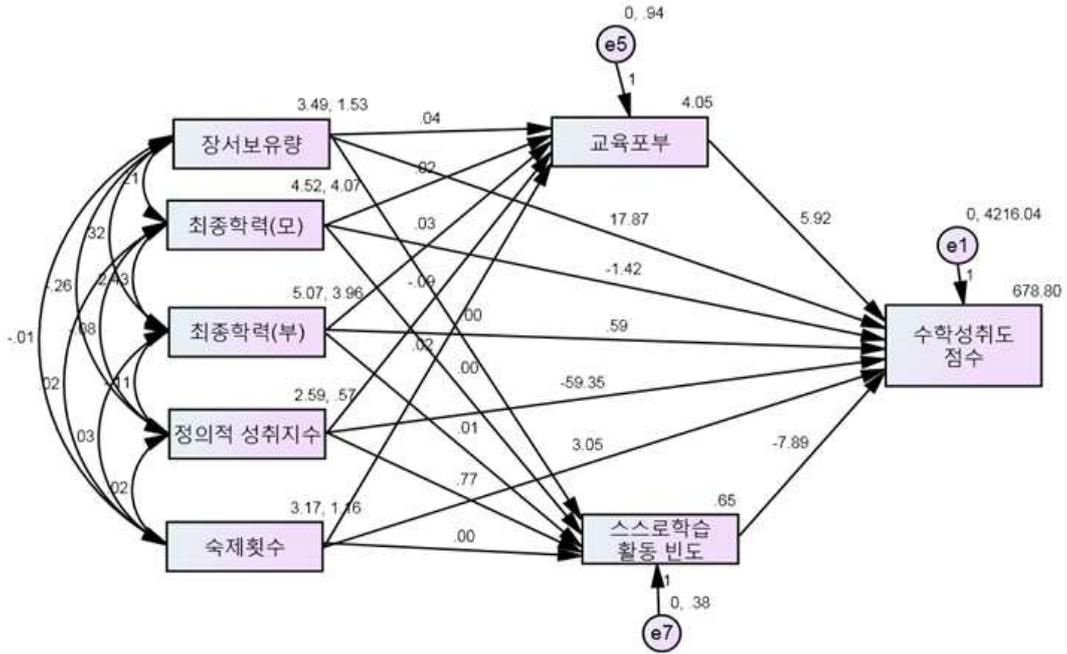
Model	NFI Delta1	RFI rho1	IFI Delta2	TLI rho2	CFI
Default model	.998	.978	.999	.982	.999
Saturated model	1.000		1.000		1.000
Independence model	.000	.000	.000	.000	.000

3) 수정모형-3

위의 수정모형-2 경로모형을 통해 자료를 충분히 설명할 수 없었기 때문에 수정모형-2의 결과를 토대로 아래의 [그림 III-4]와 같은 새로운 수정 모형을 제시한다.

수정모형-3의 경로모형에서는 매개변수로 사용하였던 가정의 장서보유량(V2) 변수를 독립변수로 사용하여 가정의 장서보유량(V2), 어머니의 최종학력(V3), 아버지의 최종학력(V4), 정의적 성취지수(V6), 숙제횟수(V8)의 5개의 독립변수가 교육포부(V5) 변수와 스스로 학습활동 빈도(V7) 변수를 매개로 하여 수학 성취도(V1)에 직·간접적으로 영향을 미친다고 가정하였다.

수정모형-3을 분석한 결과 Chi-square 값은 2.123으로 매우 작게 나타났으며 유의확률 p 값은 0.145로 나타나 모형이 자료를 충분히 설명하고 있음을 나타내고 있다. 또한 이를 뒷받침 할 자료로 <표 III-9>의 RMSEA 값은 0.016으로 절대적합도지수가 수정모형-3이 자료를 설명하는데 매우 적합한 것으로 나타났으며 <표 III-10>의 NFI 값은 1.000, CFI 값은 1.000으로 나타나 모형이 매우 적합하게 수정된 것으로 평가할 수 있다. 따라서 자료를 설명하기에 충분한 모형인 수정모형-3의 경로계수들이 통계적으로 유의한지 살펴보며 최종모형을 도출하도록 한다.



[그림 III-4] 수정모형-3

<표 III-9> 수정모형-3의 절대적합도지수

RMSEA

Model	RMSEA	LO 90	HI 90	PCLOSE
Default model	.016	.000	.048	.964
Independence model	.224	.220	.228	.000

<표 III-10> 수정모형-3의 중분적합도지수

Baseline Comparisons

Model	NFI Delta1	RFI rho1	IFI Delta2	TLI rho2	CFI
Default model	1.000	.990	1.000	.995	1.000
Saturated model	1.000		1.000		1.000
Independence model	.000	.000	.000	.000	└.000

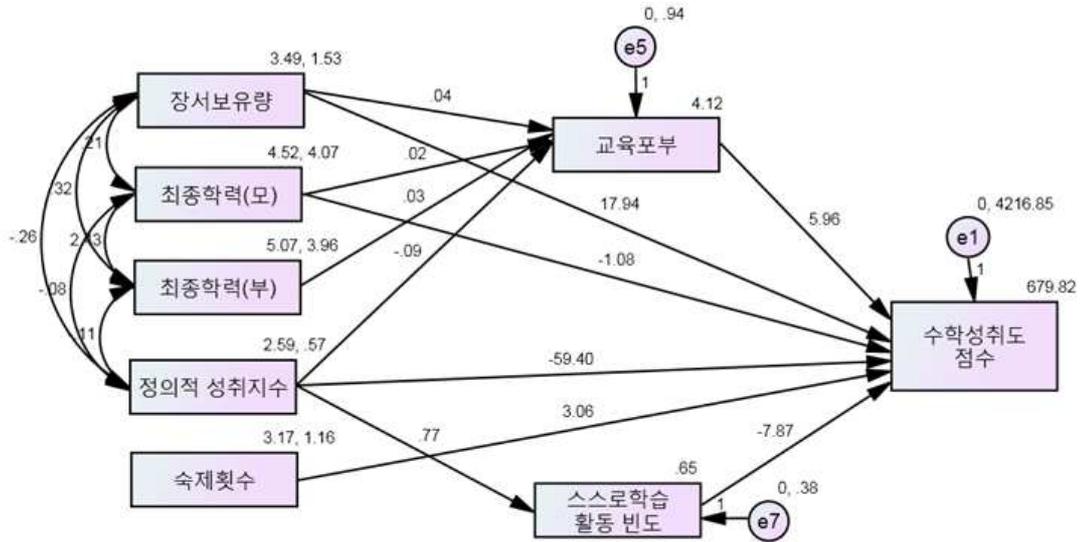
3. 최종모형의 결과분석

1) 모형 분석

지금까지 여러 단계의 모형 수정 단계를 거친 결과를 토대로 발전시킨 [그림 III-5]의 최종 모형은 가정의 장서보유량(V2), 어머니의 최종학력(V3), 아버지의 최종학력(V4), 학생의 정의적 성취지수(V6), 숙제횟수(V8) 5개의 독립변수가 교육포부(V5) 변수와 스스로 학습 활동 빈도(V7) 변수를 매개로 하여 수학 성취도(V1) 변수에 직·간접적으로 영향을 미친다고 가정한 수정모형-3의 경로모형에서 통계적으로 유의하지 않은 경로계수들을 삭제하여 각 변수들 사이의 인과관계와 상관관계를 명확히 하였다.

최종모형의 분석 결과를 살펴보면, 카이제곱 검정값(Chi-square)은 11.596, 유의확률 p 값은 0.395로 나타나 모형이 자료를 충분히 설명하고 있으며 수정모형-3의 경로모형에 비하여 유의확률 p 값이 증가한 것을 볼 수 있다. 또한 <표 III-11>의 절대적합도지수 RMSEA 값을 살펴보면 0.004로, 일반적으로 $RMSEA \leq 0.05$ 이면 모델 오류의 정도가 아주 작은 양호한 모델로 평가할 수 있으므로 최종모형은 자료를 설명하기에 적합한 모형으로 평가할 수 있다. <표 III-12>의 중분적합도지수를 살펴보면 NFI 값이 0.998, CFI 값이 1.000으로 두 적합도 모두 0.90 보다 큰 값을 가진다. 일반적으로 NFI와 CFI 모두 0.90 이상의 값을 가질 때 모형의 적합도가 양호한 것으로 평가하므로 최종모형은 자료를 설명하기에 충분한 적합도를 가진다고 볼 수 있다.

이러한 최종모형의 경로들을 살펴보면 [그림 III-5]와 같이 장서보유량(V2) 변수와 어머니의 최종학력(V3) 변수, 아버지의 최종학력(V4) 변수, 정의적 성취지수(V6) 변수는 모두 학생의 교육포부(V5) 변수에 영향을 미치고 직·간접적으로 수학 성취도에 영향을 미친다. 이때 아버지의 최종학력(V4) 변수는 교육포부에 영향을 미치는 것으로 수학 성취도 점수에 간접적인 영향만을 미칠 뿐 수학 성취도 변수에 직접적인 영향은 미치지 않는 것을 알 수 있다. 또한 정의적 성취지수(V6) 변수의 경우 스스로 학습 활동 빈도(V7)에도 영향을 미치며 직·간접적으로 수학 성취도(V1) 변수에 영향을 미치고 있는 모습이다. 숙제횟수(V8) 변수의 경우 매개변수 없이 수학성취도에 직접적인 영향을 미치며 다른 독립변수들과 상관관계가 존재하지 않는 것을 알 수 있다.



[그림 III-5] 최종 경로 모형

<표 III-11> 최종모형의 절대적합도지수

RMSEA

Model	RMSEA	LO 90	HI 90	PCLOSE
Default model	.004	.000	.017	1.000
Independence model	.224	.220	.228	.000

<표 III-12> 최종모형의 증분적합도지수

Baseline Comparisons

Model	NFI Delta1	RFI rho1	IFI Delta2	TLI rho2	CFI
Default model	.998	.995	1.000	1.000	1.000
Saturated model	1.000		1.000		1.000
Independence model	.000	.000	.000	.000	.000

<표 III-13> 최종모형의 경로계수

Regression Weights

			Estimate	S.E.	C.R.	P
v5	<--->	v4	.027	.009	2.891	.004
v5	<--->	v3	.020	.009	2.137	.033
v5	<--->	v2	.044	.013	3.454	***
v5	<--->	v6	-.087	.021	-4.233	***
v7	<--->	v6	.767	.013	61.299	***
v1	<--->	v5	5.965	1.028	5.802	***
v1	<--->	v7	-7.865	1.622	-4.849	***
v1	<--->	v8	3.056	.927	3.296	***
v1	<--->	v6	-59.396	1.859	-31.952	***
v1	<--->	v3	-1.076	.498	-2.159	.031
v1	<--->	v2	17.935	.843	21.266	***

<표 III-14> 최종모형의 공분산

Covariances

			Estimate	S.E.	C.R.	P
v3	<-->	v4	2.426	.072	33.673	***
v3	<-->	v2	.209	.039	5.423	***
v4	<-->	v2	.316	.038	8.276	***
v4	<-->	v6	-.107	.023	-4.625	***
v3	<-->	v6	-.082	.023	-3.516	***
v2	<-->	v6	-.263	.015	-17.626	***

2) 수학 성취도에 대한 공변량 분해

수학 성취도 점수에 영향을 미치는 학생의 배경 요인들 중 가장 큰 효과를 나타내는 변수는 정의적 성취지수(V6)이며 그 다음은 가정의 장서보유량(V2)이다. 두 변수 모두 다른 변수를 매개로 하여 간접효과를 나타내기도 하지만 간접효과보다는 직접효과가 매우 크게 나타났으며 모두 양(+)의 효과를 나타내었다. 정의적 성취지수의 경우 작은 값일수록 지수가 높은 것이므로 정의적 성취지수와 수학 성취도 사이에 음(-)의 결과가 나타났다고 하더라도 양(+)의 효과로 해석하여 정의적 성취지수가 높을수록 수학 성취도가 높은 것으로 볼 수 있다. 이 결과를 통해 수학 성취도 점수에 가장 큰 영향을 미치는 배경 요인은 정의적 성취지수라고 할 수 있다.

<표 III-15> 최종모형의 공변량
Standardized Total Effects

		v6	v2	v4	v3	V8	v7	v5
v7	총효과	.686	.000	.000	.000	.000	.000	.000
v5	총효과	-.067	.055	.056	.041	.000	.000	.000
v1	총효과	-.561	.254	.004	-.022	.037	-.075	.066
	간접효과	-.056	.004	.004	.003	.000	.000	.000
	직접효과	-.505	.250	.000	-.024	.037	-.075	.066

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 TIMSS 2007 연구 데이터를 활용한 경로분석을 통하여 학생의 배경요인들이 수학 성취도 점수에 어떤 인과관계 및 상관관계를 통해 얼마나 영향을 미치는가를 파악하고자 하였다. 이를 위하여 SPSS의 AMOS 20.0 프로그램을 활용하여 학생의 배경 요인들 중 가정의 장서보유량(V2), 어머니의 최종학력(V3), 아버지의 최종학력(V4), 교육포부(V5), 학생의 정의적 성취지수(V6), 스스로 학습 활동 빈도(V7), 숙제횟수(V8) 의 총 7개의 독립변수가 종속변수인 수학성취도 점수(V1) 변수에 미치는 영향력을 경로모형을 통해 여러 단계의 모형 수정을 거쳐 얻은 최종모형의 분석 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

최종 경로모형을 통해 살펴보면 어머니의 최종학력(V3) 변수는 수학 성취도 점수(V1) 변수에 직접적인 영향을 미치는 것과 동시에 자녀의 교육포부(V5) 변수에 영향을 미치며 수학 성취도 점수(V1) 변수에 간접적인 영향도 미치는 것을 확인할 수 있다. 그러나 어머니의 학력수준이 높을수록 사교육비 지출이 더 많았고 사교육비 지출이 높을수록 학생의 성취도 점수가 높았다는 선행연구와는 다르게 본 연구의 최종모형에서는 어머니의 최종학력이 높을수록 학생의 수학 성취도 점수가 높게 나타나지는 않았다. 또한 직접적인 영향력 역시 크게 나타나지 않았다. 이러한 결과는 본 연구에서는 다룰 수 없었던 사교육 변수에 대한 데이터가 포함되었다면 결과가 달라졌을 수도 있으며 더욱 자세한 인과관계 및 상관관계를 살펴볼 수 있었을 것이라고 사료된다. 또한 아버지의 최종학력(V4) 변수는 수학 성취도 점수(V1) 변수에 직접적인 영향력을 미치지 않으며 교육포부(V5) 변수를 매개로 하여 수학 성취도 점수(V1)에 간접적인 영향만을 미치는 것으로 확인할 수 있었다.

최종 경로모형의 분석 결과를 통해 부모의 최종학력은 수학 성취도 점수에 영향을 미치는 데 직접적인 영향을 미치는 것 보다 자녀의 교육포부에 영향을 미치는 것을 통해 수학 성취도 점수에 간접적인 영향을 미치는 것으로 볼 수 있다. 즉, 부모의 최종학력이 높을수록 자녀의 교육포부가 높아져 수학 성취도 점수가 높아지는 결과를 나타낸다. 따라서 부모의 학력수준에 관계없이 학생이 학교 교육 환경을 통해서 높은 교육포부를 가질 수 있도록 환경을 조성하는 것이 중요하다고 판단되어 진다.

다음으로 장서보유량 변수의 영향력을 살펴보면 장서보유량은 수학 성취도 점수에 직접적

인 영향과 함께 교육포부에 영향을 미치는 것으로 수학 성취도에 간접적인 영향력을 미치는 것을 볼 수 있다. 가정의 장서보유량이 많을수록 학생의 교육포부가 높아지고 장서보유량이 높을수록 수학 성취도 점수가 높아지는 것을 볼 수 있는데 <표 III-13>을 통해 장서보유량이 수학 성취도에 미치는 영향력은 다른 변수들에 비하여 두 번째로 크게 나타나며 직접적인 영향력이 매우 큰 것으로 나타났다. 이 때 <표 III-14>를 통해 가정의 장서보유량이 부모의 최종학력 변수들과 상관관계가 비교적 높게 나타난 것을 볼 수 있는데 이 결과를 통해 학교 교육 환경에서 학생들의 독서량 향상을 위한 다양한 교육 프로그램을 활성화시키고 다양한 장서들을 학교 차원에서 학생들에게 제공할 수 있도록 도서관을 활성화 시킬 수 있는 재원 마련이 필요하다고 본다.

또한 학생의 정의적 성취지수가 수학 성취도 점수에 미치는 영향력을 살펴보면 정의적 성취지수는 수학 성취도 점수에 직접적인 영향을 미치는 것과 동시에 교육포부와 스스로 학습 활동 빈도에 영향을 미치는 것으로 수학 성취도에 간접적인 영향을 미친다. 정의적 성취지수의 경우 수학 성취도에 미치는 직접적인 영향력이 다른 변수에 비해 가장 크게 나타났으며 교육포부에 미치는 영향력에 비해 스스로 학습 활동 빈도에 더 크게 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 정의적 성취 지수의 하위 요인인 수학 학습에 대한 자신감, 수학 학습에 대한 즐거움, 수학에 대한 가치인식이 높을수록 학생의 교육포부가 높고 또한 스스로 학습 활동이 더 자주 나타나며 그 결과 수학 성취도 점수가 높게 나타났다. 또한 이 세 가지 하위요인이 높게 나타날수록 수학 성취도가 높게 나타났다. 이 결과를 통해 학생의 수학 성취도에 가장 크게 영향을 미치는 배경 변인은 학생의 정의적 성취지수 즉, 수학 학습에 대한 자신감, 즐거움, 가치인식이므로 학생의 수학에 대한 자신감과 즐거움, 가치인식을 높일 수 있도록 학교차원의 다양한 학습프로그램의 개발과 수학 수업에서 학생이 스스로 학습하고자 하는 활동을 늘릴 수 있도록 하는 교사의 수업내용에 대한 연구와 수업방식의 개발이 필요한 것으로 보인다.

마지막으로 숙제 회수가 수학 성취도 점수에 미치는 영향력을 살펴보면 숙제회수는 수학 성취도에 직접적인 영향만을 미치는 것으로 나타났다. 숙제 회수가 많을수록 수학 성취도는 오히려 낮게 나타나는 것을 볼 수 있다. 장항림(2010)의 연구에서 일본, 잉글랜드, 스웨덴을 제외한 다른 국가들의 경우 숙제에 대한 시간을 많이 할애할수록 성취도 평균에 긍정적인 영향을 주었으나 우리나라에서는 반대로 숙제가 수학 성취도에 부정적인 영향을 준다고 나타난 것을 다시 한 번 확인할 수 있었다. 이 결과는 방과 후 사교육에 투자하는 시간이 많은 대한민국 학생들의 교육환경과도 영향이 있을 것으로 보며 교사들은 수업시간의 연장으로 숙제를 활용할 수 있는 다양한 방법에 대한 연구가 필요할 것으로 본다.

이상으로 학생의 수학 성취도 점수에 영향을 미치는 학생의 배경 요인들에 대하여 경로모형을 통한 결과들을 살펴보았다. 이 결과들을 토대로 학생의 수학 성취도에 영향을 미치는 배경 요인들에 대한 교사들과 학부모, 학교차원의 지속적인 관심을 갖게 하며 수학 성취도 뿐만 아니라 학생들이 수학에 대한 자신감과 즐거움, 가치 인식을 높일 수 있는 방안이 마련될 수 있기를 바란다.

참고문헌

- 김경희(2008).국제 학업성취도 평가(TIMSS/PISA)에 나타난 우리나라 중·고등학생의 성취 변화의 특성. KICE.연구보고 PRE2008-3-1
- 김경희, 백희수(2010).비와 비율 영역에 대한 우리나라와 싱가포르 교육과정 및 교과서 비교. 대한수학교육학회지.12(4).473-491
- 김경희, 임현정(2008). 3수준 다층모형을 활용한 교육맥락변인의 효과분석. 교육평가연구. 21(3). PP.145-171.
- 김선희(2008).TIMSS 인지영역 평가들의 변화와 우리나라 학생들의 국제적 수학 성취도. 한국수학사학회지.21(3).157-182
- 김선희, 김경희(2009). 교육과정에 근거한 TIMSS 2007 공개 추이문항의 정답을 분석. 수학 교육학연구. 19(1). pp.99-121.
- 김진영(2008) TIMSS데이터를 통해 본 우리나라의 학교별 차이와 그 원인. 재정학연구. 1(3). PP.53-77.
- 문수백(2009).구조방정식모델링의 이해와 적용. 서울:학지사.
- 박정(2007). 우리나라 중학생의 수학에 대한 정의적 특성 변화와 수학 성취에 미치는 영향력 분석. 한국수학교육학회지 시리즈 A. 46(1). pp.19-31.
- 박정(2008). 교육 맥락적 변인의 능력집단별 학업성취에의 영향력 분석. 교육평가연구. 21(3). pp.23-41.
- 장향립(2010). TIMSS 2007 참여국가 수학 교육환경 분석연구. 성균관대학교 교육대학원.
- 조규환(2004). The Effect of Attitude Towards Mathematics and Mathematics Activities on Mathematics Achievement in the TIMSS for the United States and Korea using Structural Esuation Modeling. 수학교육학연구. 14(2). pp.187-205.
- HOGG·TANIS.(2009). 수리통계학 제7판(백장선,손영숙 역). 파주:자유아카데미.
- KICE(2008). 수학·과학 성취도 추이변화 국제비교 연구. KICE,연구보고 PRE 2008-3-3.
http://www.kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/2/13/1/index.board?aSeq=56648&bmode=read

Effect of Contextual Variables on Mathematics Achievement -Based on Analysis of TIMSS 2007 Using Path Analysis-

Lee, Hee Jung¹⁰⁾ · Park, Chun Gun¹¹⁾ · Huh, Nan¹²⁾

Abstract

The purpose of this study is to explore the effects of the contextual variables on mathematics achievement based on TIMSS(the Trends in International Mathematics and Science Study) 2007 using Path Analysis with SEM(a Structural Equation Model). The books in the home, the highest level of education of mother, the highest level of education of father, the ambitions of education, the towards mathematics, the frequency of self study, and the times of homeworks are used as independent variables. The Mathematics achievement is dependent variable.

The results of this analysis are as follows. First, parents' the highest level of education, the books holdings at home, and the towards effect the ambitions of education. The Mathematics achievement is indirectly being affected by them. Second, The Mathematics achievement is indirectly being affected by the ambitions of education, the towards mathematics, and the times of homeworks.

Key Words: Path Analysis, TIMSS 2007

10) Kyonggi University Graduate School of Education (ajfosl3@naver.com)

11) Kyonggi University (cgpark@kyonggi.ac.kr)

12) Corresponding Author, Kyonggi University (huhnan@kyonggi.ac.kr)