

## PISA 2012에서 나타난 한국과 싱가포르 학생의 수학 자아효능감에 대한 영향 요인

상 효 경 (전남대학교)  
염 시 창 (전남대학교)  
강 대 중 (진남초등학교)<sup>†</sup>

### I. 서론

경제협력개발기구(OECD)에서는 2000년부터 대다수 회원국의 의무교육이 종료되는 시점(만 15세)에 있는 학생들을 대상으로 세 영역(읽기, 수학, 과학)의 소양(literacy) 수준과 추이를 국제적으로 비교하는 PISA(Programme for International Student Assessment)를 시행해 오고 있다. PISA는 3년 주기로 시행되며 각 주기별로 주 영역을 달리하고 있는데, 주 영역을 평가하는 시점에서는 보조영역의 2배 이상의 문항을 사용하여 심층적으로 평가하고 나머지 영역은 공통 문항 중심으로 변화 추이만을 평가하도록 설계되어 있으며, 주 영역의 학습에 대한 교육맥락 변수를 중심으로 다양한 설문문항이 구성되어 있다. 가장 최근에 시행된 PISA 2012는 수학을 주 영역으로 한 평가이다(OECD, 2013a). 이 평가는 총 65개국(OECD 34개국, 비회원국 31개국)의 약 51만 명을 대상으로 시행되었다. 여기에서 한국은 OECD 34개국 중 수학 1위, 전체 65개국 중 수학 3~5위를 보였으며, 싱가포르는 전체 65개국 중에서 수학 2위를 차지하여 두 나라 학생들의 수학성취도가 모두 최상위권 수준을 보였다(OECD, 2013a).

그동안 PISA 관련 연구는 인지적 성취도를 위주로 수행되어 왔다. 한편, PISA 2012에서 한국 학생들은 높은 수준의 인지적 성취도를 보인 반면, 흥미, 자신감, 가

치와 같은 정의적 특성에서는 매우 낮은 수준을 보였는데, 그동안 이러한 현상은 지속적인 논의의 대상이 되어 왔다(조지민 외, 2012). 예를 들면, 수학이 주영역인 PISA 2003에서 한국 학생들의 수학에 대한 자아개념과 자아효능감은 일본을 제외하고 가장 낮았다. Lee(2009)의 분석에 따르면, PISA 2003에 참여한 총 41개 국가의 수학 자아개념, 수학 자아효능감 및 수학 불안에 대한 분석에서 한국 및 일본과 같은 아시아 국가는 높은 수학 성취도와는 달리 낮은 수학 자아개념 및 수학 자아효능감을 보였고, 수학 불안은 높았다. 반면에, 핀란드, 네덜란드, 리히텐슈타인, 스위스와 같은 유럽 국가의 경우 수학성취도와 수학 자아개념 및 수학 자아효능감이 모두 높았고 수학 불안은 낮았다.

PISA 2012에서 한국 학생들은 수학이 주 영역이었던 2003년보다 향상된 정의적 성취를 보였지만 여전히 OECD 평균보다 낮은 수준을 보였다(송미영 외, 2013). 또한 한국 학생들의 내재적 동기, 도구적 동기, 자아효능감, 자아개념 수준은 OECD 평균보다 낮은 반면, 수학 관련 활동참여 및 수학불안 수준은 OECD 평균보다 높았다. 이에 반해, 싱가포르는 그동안 학업성취도와 정의적 성취가 높은 국가로 국제적인 인정을 받고 있으며(최승현 외, 2013), PISA 2012에서도 수학성취도는 물론이고 정의적 특성 또한 높은 수준을 보였다(OECD, 2013b). PISA 2012에 참여한 모든 국가의 학생들을 대상으로 학교에서 행복하다고 응답한 학생들의 비율을 조사하여 매긴 순위를 보면, 싱가포르는 12위에 차지하여 OECD평균보다 높은 반면, 한국은 최하위권에 머물고 있었다(OECD, 2013b).

PISA 2012에서 수학에 대한 정의적 특성은 수학 학습동기와 수학에 대한 자아신념 및 수학 학습전략으로

\* 접수일(2014년 10월 14일), 수정일(2015년 01월 7일), 게재 확정일(2015년 01월 12일)

\* ZDM분류 : C23

\* MSC2000분류 : 97C20

\* 주제어 : 수학 자아효능감, PISA 2012, 한국, 싱가포르

<sup>†</sup> 교신저자

구분된다. 여기에서 수학 학습동기는 내재적 동기와 도구적 동기로 구분되며, 수학에 대한 자아신념은 자아효능감, 자아개념, 수학 불안감 등의 변수를 포함하고 있다(송미영 외, 2013). 수학에 대한 자아효능감은 수학학습의 수행에 직접적인 영향을 미치는 중요한 수학 자아신념의 구인 중의 하나이다. 주영역이 수학인 PISA 2012에서 동일한 아시아 문화권에 속해 있는 한국과 싱가포르의 자아효능감 수준에 큰 차이가 있었다. 즉, 싱가포르의 자아효능감 지수는 .47로 OECD 평균 0보다 높은 반면에, 한국은 -.36으로 OECD 평균보다 낮게 나타났다.

그렇다면 아시아 문화권에 속한 두 나라 간에 왜 위와 같은 차이가 나타나는가? 구체적으로 한국과 싱가포르 학생들의 수학 자아효능감에 영향을 미치는 학교 수준 및 학생 수준의 변수 상에 어떤 차이점이 있는가? 따라서 이 연구는 PISA 2012 데이터 상에서 나타난 한국과 싱가포르의 수학 자아효능감 영향 요인을 비교하는데 목적이 있다. 이 분석 결과는 한국의 수학에 관한 교육 활동에 시사점을 제공할 수 있을 것이다.

## II. 이론적 배경

### 1. 자아효능감

자아효능감이란 과제를 효율적으로 해결할 수 있는 자신의 능력에 대한 개인적 신념으로, 자신이 행동의 성과를 얻는데 필요한 행동을 실행할 수 있는가에 대한 판단을 이룬다(Bandura, 1997). 사회인지학습 이론에서는 과제수행의 성과가 개인의 능력보다는 자아효능감에 따라 달라질 수 있다고 본다(최승현 외, 2013). 이종희, 김수진(2010)는 중학생과 고등학생의 수학 자아효능감과 자신감, 수학에 대한 흥미 및 수학에 대한 가치 간에 유의한 정적 상관이 있다고 보고한 바 있다. 또한 Pintrich와 De Groot(1990)에 의하면 자아효능감은 학습자의 인지활동을 촉진시켜 인지전략의 사용을 증가시킴으로써 학습수행을 높이는 역할을 수행한다. 자아효능감을 높이는 것이 곧 학습과제에 대한 흥미, 의욕 및 성취수준을 향상시킬 수 있다는 것이다.

이 연구에서는 수학학습에서 중요한 변수로 부각되고 있는 수학 자아효능감에 대한 영향 요인을 분석하고자 한다. PISA 2012 수학학습 관련 정의적 특성의 설문내

용 중 자아효능감은 수학에서 주어진 과제를 성공적으로 수행할 수 있는 자신의 능력에 대한 믿음을 묻는 8개 문항으로 측정된다(송미영 외, 2013). 수학 자아효능감에 영향을 미치는 예측변수는 학생수준과 학교수준으로 구분될 필요가 있다. 그 이유는 먼저 두 수준별로 예측변수들이 서로 다르고, 특히 자료 자체가 학교에 학생이 내재된 위계적 특성을 갖고 있기 때문이다. 다음으로는 학생 수준의 투입변수와 과정변수, 그리고 학교 수준의 투입변수와 과정변수에 대해 살펴보고자 한다. 여기서 투입변수는 개별 학교에서 통제하거나 조절할 수 없는 학교 환경 및 조건을 말하며, 과정변수는 결과변수인 수학 자아효능감에 영향을 미치는 학교에서 이루어지는 다양한 교육활동들을 말한다(강대중, 엄시창, 2013).

### 2. 학생 수준의 투입변수와 과정변수

먼저 학생의 수학 자아효능감에 영향을 미칠 수 있는 학생 수준의 투입변수로는 학생의 성별, ESCS(Economic, Social and Cultural Status: 경제사회문화지위) 등이 있다. Schulz(2005)에 따르면, 학교평균 ESCS가 수학 자아효능감에 미치는 영향이 유의하며, 수학 자아효능감과 ESCS 간 상관이 수학 자아개념이나 수학 불안과 ESCS의 상관보다 높다. 또한 여학생의 수학 자아효능감이 남학생보다 낮은 것으로 나타났다. 따라서 이 연구에서는 수학 자아효능감에 영향을 미치는 학생 수준의 투입변수로 성별 및 ESCS를 선정하였다. PISA 2012에서는 한국과 싱가포르 모두 여학생이 남학생보다, 그리고 ESCS가 낮은 학생들이 ESCS가 높은 학생들보다 낮은 수학 자아효능감을 보였다.

둘째, 학교 교육활동이 실행되는 과정에서 수학 자아효능감에 영향을 미칠 수 있는 학생 수준의 과정변수로는 학생들의 수학흥미, 수학 도구적 동기, 통제전략, 정교화전략, 순수수학과제와 응용수학과제 등이 있다. 학습자의 동기는 내재적 동기와 외재적 동기로 나눌 수 있는데, 내재적 동기(intrinsic motivation)는 학습자가 무엇인가를 하고자 하는 내면적 욕구를 의미하여 외재적 동기(extrinsic motivation)는 학습자 외부에서 주어지는 동기를 의미한다(이용남 외, 2004). 내재적 동기는 흥미라고도 하며, 외재적 동기는 도구적 동기라고도 한다. Lin, Tan과 Tsai(2013)는 싱가포르 학생들의 과학 자아효능

[표 1] 학생 수준의 예측변수

[Table 1] Student level predictor variables

변수	구분		변수 설명	비고
투입변수	학생배경	성별	남학생, 여학생	더미변수
		ESCS	부모의 직업수준, 부모의 교육수준, 가정의 보유자산에 대한 정보를 기초로 표준화하여 산출	
과정변수	정의적 특성	수학흥미	수학 참여 및 즐거움의 강도와 지속성	
		수학 도구적 동기	학생이 외재적 보상을 위한 노력의 정도	
	학습전략	통제전략	학생의 계획, 모니터링, 평가를 통한 학습 능력	
		정교화전략	학생이 배운 지식을 다른 맥락과 연결하는 능력	
	수학과제	응용수학과제	수학적인 기교를 응용하여 실생활 문제를 해결한 경험	
		순수수학과제	순수수학적 문제를 해결한 경험	

[표 2] 학교 수준의 예측변수

[Table 2] School level predictor variables

변수	구분		변수 설명	비고
투입변수	학교배경	설립유형	공립, 사립	더미변수
		학교평균 ESCS	학생의 경제사회문화적지위 지표의 학교평균	
		수학교사 부족	교수 경험과 적절한 자격을 갖춘 수학 교사의 부족	
과정변수	수학 활동	수학클럽	학교 수학클럽활동의 제공여부	더미변수
		수학경시대회	학교 수학경시대회 활동 제공여부	더미변수
	교사의 낮은 기대		교사의 학생에 대한 기대 수준	

감에 성차가 있고, 남학생의 높은 과학 자아효능감이 바로 과학 흥미에서 기인한다고 주장한 바 있다. 또한 문은영(2010)은 자기조절학습전략 훈련이 학업성취도와 자기효능감 향상에 유의한 효과가 있다는 점을 지적하였으며, Bonitz, Larson과 Armstrong(2010)은 직장인의 직업 흥미가 자아효능감 향상에 도움이 된다는 연구결과를 보고하였다. 한편, 이종희, 김수진(2010)은 PISA 2003 데이터를 활용하여 수학 자아효능감에 영향을 미치는 요인을 분석하였는데, 그 결과 수학 자아효능감에 가장 큰 영향을 미치는 변수는 수학 성취도이고, 그 다음으로 수학에 대한 자아개념, 수학 학습전략 중 통제전략 및 정교화 전략이었다. 이밖에도 수학 자아효능감에 유의한 영향을 주는 변수로 학교에 대한 태도, 학교에서 교사와 학생의 관계, 수학에 대한 흥미, 도구적 동기, 불안, 경쟁학습,

협동학습, ESCS 등이 있었다. PISA 2012에서는 순수수학문제와 응용수학문제를 해결할 수 있는 자신감을 학생 수준의 변수로 포함시키고 있다(OECD, 2013b). 이 연구에서는 학생 수준의 투입변수를 통제된 상태에서 수학 자아효능감에 영향을 미치는 학생 과정변수의 영향력을 살펴보고자 한다.

### 3. 학교 수준의 투입변수와 과정변수

학생의 수학 자아효능감에 영향을 미치는 학교 수준의 예측변수는 다음과 같다. 첫째, 학교교육을 위해 투입된 인적, 물적 자원 및 학교가 처한 조건으로 기능하는 투입변수에는 학교설립유형, 학교평균 ESCS, 수학교사 부족 등이 있다. 대부분의 OECD 국가에서 학교평균 ESCS와 학생의 자아효능감 간에 유의한 상관성이 있었다

(Schulz, 2005). 또한 교사와 학생의 교수학습 활동이 원활하게 이루어지기 위해서는 교원 확충이 선결요건이고 (윤정일, 이범수, 2006), 필요한 설비 및 자원이 지원될 필요가 있다.

둘째, 학교 구성원들의 효과적인 교육활동을 가리키는 학교 수준의 과정변수로는 수학클럽활동, 수학경시대회, 교사의 기대 등이 있다. Adler-Constantinescu, Besu와 Negovan(2013)은 청소년의 자아효능감에 영향을 미치는 요인을 분석하는 연구에서 학교경험과 사회적 지지의 영향이 중요하다는 점을 밝혔다. PISA 2012 학교설문지에서는 학생의 수학 관련 활동에 대한 참여를 묻고 있다. 수학 활동(예, 수학 클럽활동 및 수학경시대회 활동)은 학생의 수학지식 및 경험에 도움을 주고 수학 자아효능감에 정적인 영향을 미칠 수 있다. Bandura(1997)에 따르면, 부모나 교사가 학생들의 능력에 대한 믿음을 표현해 주면 난관에 봉착했을 때에도 자아효능감을 유지할 수 있다. 봉미미, 황아름, 송주연(2010)은 교사들이 학업 성적을 지나치게 강조하는 경우, 그리고 성적에 따라 차별 대우하거나, 상호 비교할 경우 학생들의 자아효능감이 감소된다고 하였다.

### III. 연구 방법

#### 1. 분석대상 자료

이 연구의 분석 대상은 PISA 2012에 참여한 한국과 싱가포르의 만 15세 학생들이다. 이 연구에서는 자료분석을 위해 변수들 중에서 결측치가 포함된 데이터를 제거하였는데, 그 결과 한국의 경우 148개교의 학생 1,544명, 그리고 싱가포르는 154개 학교의 1,629명의 학생이 분석대상으로 선정되었다. 이 연구의 분석 대상은 OECD PISA 홈페이지(<http://www.pisa.oecd.org>)에서 수집하였다.

#### 2. 측정변수

##### 1) 결과변수

이 연구의 결과변수는 한국 및 싱가포르 학생들의 PISA 2012 수학 자아효능감이다.

##### 2) 예측변수

수학 자아효능감에 영향을 미치는 예측변수는 크게 학생 수준과 학교 수준으로 구분되며, 이들은 다시 투입변수와 과정변수로 구분된다. 먼저 학생 수준의 투입변수는 학생의 성별, 부모의 ESCS이고, 학교 수준의 투입변수는 학교설립유형, 학교평균 ESCS, 수학교사 부족 변수이다. 또한 학생 수준의 과정변수는 수학흥미, 수학 도구적 동기, 통제전략, 정교화전략, 응용수학과제, 순수수학과제이다. 여기에서 수학흥미는 수학 참여 및 즐거움의 강도와 지속성이며, 도구적 동기는 학생의 외재적 보상을 위한 노력의 정도이다. 또한 통제전략은 학생이 계획, 모니터링, 평가를 통해서 학습을 조절하는 전략이며, 정교화전략은 학생이 배운 지식을 다른 맥락과 연결하는 능력을 말한다(Pintrich & De Groot, 1990; Pokay & Blumenfeld, 1990). 학교 수준의 과정변수는 수학클럽, 수학경시대회, 교사의 낮은 기대이다.

#### 3. 분석절차

이 연구는 학교에 학생이 내재된 위계적 특성을 갖고 있는 데이터를 분석하기 위해서 학생 수준을 1수준, 그리고 학교 수준을 2수준으로 하는 위계적 2수준 다층모형 분석을 시도하였다. 분석을 위해 위계적 선형모형 프로그램인 HLM(Hierarchical Linear Modeling) 6.0을 활용하였다(Raudenbush, Bryk, Cheong, & Congdon, 2004). 또한 분석 시 명명변수는 더미변수(dummy variable)로 변환하였고, 모든 연속변수에 대해서는 전체 평균중심화(grand mean centering) 처리를 하였다.

이 연구에서는 먼저 예측변수를 투입하지 않은 무조건 모형인 [모형 1]을 통해 수학 자아효능감의 분산 중에서 학생 및 학교 수준의 분산이 차지하는 비율을 확인하였다. 이어서 학생 수준의 투입변수와 과정변수를 순차적으로 투입하여 수학 자아효능감에 대한 각각의 영향력과 설명분산 비율을 분석하였으며, 학교 수준의 투입변수와 과정변수까지 차례대로 투입한 후 변수별 영향력과 함께 최종적인 설명 분산의 비율을 확인하였다. 각 모형은 이전 모형에 투입된 예측변수를 통제된 상태에서 해당 모형에 투입된 예측변수의 영향력을 분석하게 된다. 이 연구에 사용된 분석모형을 구체적으로 제시하면 다음과 같다.

1) [모형 1]의 분석

[모형 1]은 예측변수 없이 오직 결과변수만 있는 무조건 모형으로  $j$ 번째 학교에 있는  $i$ 번째 학생의 수학 자아효능감  $Y_{ij}$ 는 다음의 <식 1>로 표현할 수 있다.

[학생 수준의 모형]

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + e_{ij}, \quad e_{ij} \sim N(0, \sigma^2) \quad \text{<식 1>}$$

[학교 수준의 모형]

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}, \quad u_{0j} \sim N(0, \tau_{00}) \quad \text{<식 2>}$$

<식 1>에서  $Y_{ij}$ 는  $\beta_{0j}$ 는  $j$ 번째 학교의 수학 자아효능감 평균,  $j$ 번째 학교의  $i$ 번째 학생 개인의 오차  $e_{ij}$ 으로 구성되어 있다. 여기에서  $\sigma^2$ 은 학생 수준의 분산을 의미한다. <식 2>의 학교 수준 모형에서  $j$ 번째 학교의 평균인  $\beta_{0j}$ 는 전체 학교의 평균인  $\gamma_{00}$ 와  $j$ 번째 학교의 오차  $u_{0j}$ 로 구분되는데,  $\tau_{00}$ 는 학교 수준의 분산을 가리킨다. 이 두 가지의 분산 추정치로 집단내 상관계수 (intraclass correlation: ICC)를 산출하는데, 집단내 상관계수가 높을수록 학교 수준의 분산이 큰 것으로 해석할 수 있다.

2) [모형 2]와 [모형 3]의 분석

[모형 2]는 [모형 1]에 학생 수준의 투입변수 2개를 투입한 모형이고, [모형 3]은 [모형 2]에 학생 수준의 과정변수 6개를 추가적으로 투입한 모형이다. <식 3>에서  $X_{ij}$ 는 학생 수준의 예측변수를 가리키며,  $\beta_{ij}$ 는 각 변수의 회귀계수인데, 이 계수의 통계적 유의도를 통해 학생수준 변수의 영향력을 판정하게 된다.  $e_{ij}$ 는 임의효과로, 평균 0과 분산  $\sigma^2$ 을 가진 정규분포를 가정한다. 또한  $\sigma^2$ 는 학생 수준의 분산이며,  $\tau_{00}$ 은 학교 수준의 분산을 뜻한다.

[학생 수준의 모형]

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}X_{1j} + \dots + \beta_{ij}X_{ij} + e_{ij}, \quad e_{ij} \sim N(0, \sigma^2) \quad \text{<식 3>}$$

[학교 수준의 모형]

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}, \quad u_{0j} \sim N(0, \tau_{00}) \quad \text{<식 4>}$$

3) [모형 4]와 [모형 5]의 분석

[모형 4]는 [모형 3]에 학교 수준의 투입변수 3개를 투입한 모형이고, [모형 5]는 [모형 4]에 학교 수준의 과정변수 3개를 넣은 최종모형이다. [모형 4], [모형 5]를 수식으로 표현하면 <식 5> 및 <식 6>와 같다. <식 6>에서  $Z_{0j}$ 는 학교 수준의 예측변수를 가리키며,  $\gamma_{0j}$ 는 각 변수의 회귀계수인데, 이 계수의 통계적 유의도를 통해 학교수준 변수의 영향력을 판정하게 된다.

[학생 수준의 모형]

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}X_{1j} + \dots + \beta_{ij}X_{ij} + e_{ij}, \quad e_{ij} \sim N(0, \sigma^2) \quad \text{<식 5>}$$

[학교 수준의 모형]

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}Z_{01} + \dots + \gamma_{0j}Z_{0j} + u_{0j}, \quad u_{0j} \sim N(0, \tau_{00}) \quad \text{<식 6>}$$

$$\beta_{qj} = \gamma_{q0} \quad (q = 1, 2, 3 \dots q)$$

IV. 연구결과

1. 측정변수의 기술통계량

이 연구의 분석대상인 한국과 싱가포르의 결과변수 및 예측변수의 기술통계량은 [표 3] 및 [표 4]와 같다. 먼저 Kline(2011)의 기준에 따라 첨도와 왜도를 살펴보면, 모든 변수가 정규성 가정을 충족하고 있다는 점을 알 수 있다. 결과변수인 수학 자아효능감을 보면, 한국의 평균은 음수를 보여 수학 자아효능감이 OECD평균인 0보다 크게 낮은 반면, 싱가포르 학생은 양수로 수학 자아효능감이 OECD평균보다 높은 결과를 보였다. 다음으로 PISA 2012 예측변수 중에서 학생 수준의 투입변수를 살펴보면, 먼저 학생의 ESCS에서는 한국의 경우 OECD 평균 0과 비슷한 반면, 싱가포르는 OECD 평균에 비해 약간 낮았다. 학생 수준의 과정변수를 살펴보면, 한국 학생의 수학흥미 및 수학 도구적 동기는 각각 -.16, -.34로 OECD 평균인 0보다 낮았지만, 싱가포르의 경우 수학흥미 .86, 수학 도구적 동기 .47로 OECD평균보다 더 높았다. 통제전략, 정교화전략, 응용수학과제 및 순수수학과제에서는 두 나라가 비슷하게 OECD 평균보다 높게 나타났다.

[표 3] 한국의 변수별 기술통계량  
[Table 3] Descriptive statistics of Korea

변수	구분		N	M	SD	최소값	최대값	왜도	첨도	
학생 변수	결과 변수	자아효능감		1544	-.36	1.04	-3.75	2.27	.20	1.80
	투입 변수	학생배경	성별	1544	.53	.50	0	1	-.12	-1.99
			ESCS	1544	.03	.75	-2.90	1.98	-.27	-.35
	과정 변수	정의적 특성	수학흥미	1544	-.16	.99	-1.78	2.29	.12	-.30
			수학도구적 동기	1544	-.34	1.02	-2.30	1.59	.01	-.48
		학습전략	통제전략	1544	1.79	1.03	0	4	.15	-.55
			정교화전략	1544	1.02	.92	0	4	.68	-.04
		수학과제	응용수학과제	1544	.37	.95	-2.99	3.20	.25	3.15
			순수수학과제	1544	.39	.77	-2.73	.80	-2.04	3.85
	학교 변수	투입 변수	학교배경	설립유형	148	.54	.50	0	1	-.16
학교평균 ESCS				148	.02	.42	-1.06	1.27	-.01	-.14
수학교사부족				148	1.57	.74	1	4	1.18	.94
과정 변수		수학활동	수학클럽	148	.74	.44	0	1	-1.13	-.74
			수학경시대회	148	.77	.42	0	1	-1.30	-.32
		교사의 낮은 기대		148	2.03	.73	1	4	.26	-.29

[표 4] 싱가포르의 변수별 기술통계량  
[Table 4] Descriptive statistics of Singapore

변수	구분		N	M	SD	최소값	최대값	왜도	첨도	
학생 변수	결과 변수	자아효능감		1629	.41	1.05	-3.75	2.27	.13	.18
	투입 변수	학생배경	성별	1629	.51	.50	0	1	-.03	-2.00
			ESCS	1629	-.29	.93	-3.70	2.25	-.31	-.21
	과정 변수	정의적 특성	수학흥미	1629	.86	.91	-1.78	2.29	-.40	.07
			수학 도구적 동기	1629	.47	.82	-2.30	1.59	-.38	-.10
		학습전략	통제전략	1629	1.98	1.04	0	4	-.06	-.60
			정교화전략	1629	.73	.87	0	4	1.12	.84
		수학과제	응용수학과제	1629	.42	.87	-2.99	3.20	.60	2.79
			순수수학과제	1629	.32	.79	-2.73	.80	-1.66	2.35
	학교 변수	투입 변수	학교배경	설립유형	154	.99	.11	0	1	-8.69
학교평균 ESCS				154	-.29	.51	-1.28	1.04	.53	.04
수학교사부족				154	1.40	.64	1	4	1.65	2.73
과정 변수		수학활동	수학클럽	154	.18	.39	0	1	1.67	.79
			수학경시대회	154	.85	.36	0	1	-1.99	1.97
교사의 낮은 기대		154	2.42	.81	1	4	-.09	-.54		

PISA 2012 예측변수 중에서 학교 수준의 투입변수를 살펴보면, 먼저 한국의 경우 공립학교가 사립학교보다 조금 더 많았지만, 싱가포르의 거의 모든 학교가 공립학교였다. 또한 한국의 학교평균 ESCS는 OECD 평균과 비슷하였고, 싱가포르의 학교평균 ESCS는 OECD 평균보다 약간 낮았다. 수학교사부족에서는 두 나라 모두 OECD 평균보다 높았다. 다음으로 학교 수준의 과정변수를 살펴보면, 수학클럽, 수학경시대회, 교사의 낮은 기대는 두 나라가 모두 OECD평균보다 높게 나타났다. 특히, 교사의 낮은 기대는 두 나라가 OECD평균 0보다 훨씬 높게 나타나 교사의 학생에 대한 기대를 높이는 데 노력해야 한다는 점을 시사하였다.

2. 국가별 측정변수 간 상관

PISA 2012 한국과 싱가포르의 학생 수준 및 학교 수준의 예측변수 간 상관계수는 [표 5] 및 [표 6]과 같다. 먼저 학생 수준 예측변수의 상관관계를 살펴보면, 한국의 경우에 성별은 정교화전략, 도구적 동기, 수학흥미와는 정적상관을 보였고, 순수수학과제와는 부적상관을 보였다. 또한 학습전략의 하위요인인 통제전략과 정교화전략 간에는 부적 상관이 있었는데, 이는 PISA 2009 읽기 성취도에서 나타난 한국 학생의 통제전략과 정교화전략 간의 정적 관계와는 다른 결과이다(강대중, 염시창, 2013). 수학과제의 하위요인인 응용수학과제와 순수수학과제 간에는 높은 정적상관이 있었고, 예측변수 중에서 정교화전략을 제외한 모든 변수가 결과변수인 수학 자아효능감과 정적상관을 보였다. 한편, 싱가포르의 경우 성별은 통제전략, 순수수학과제와 부적상관을, 그리고 정교화전략, 응용수학과제, 도구적 동기와는 정적상관을 보였다. 또한 학습전략의 하위요인인 통제전략과 정교화전략 간에는 부적 상관이 있었고, 수학과제의 하위요인인 응용수학과제와 순수수학과제 간에는 높은 정적상관이 있었으며, 한국의 경우와 마찬가지로 예측변수 중에서 정교화 전략을 제외한 모든 변수가 결과변수인 수학 자아효능감과 정적상관을 갖는 것으로 나타났다.

다음으로 한국과 싱가포르의 학교 수준 예측변수 간 관계를 살펴보면, 먼저 한국의 경우에 사립학교보다 공립학교 교사의 학생에 대한 기대가 더 낮았다. 또한 학교평균 ESCS가 높을수록 수학클럽 및 수학경시대회 참

[표 5] 학생 수준의 변수 간 상관계수

[Table 5] Correlation coefficients between student level predictors

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.성별	1	.01	.04	.07**	-.05	.14*	.06*	-.11**	.09**
2.ESCS	.04	1	-.01	-.02	.06*	.02	.09**	.20**	.31**
3.수학흥미	.10**	.17**	1	.57**	.01	.09**	.18**	.19**	.34**
4.수학도구적동기	.08**	.19**	.68**	1	-.01	.05*	.18**	.15**	.23**
5.통제전략	-.04	.07**	.09**	.11**	1	-.52**	.01	.14**	.11**
6.정교화전략	.16**	.00	.20**	-.02	-.59**	1	.03	-.10**	.03
7.응용수학과제	-.02	.24**	.24**	.24**	-.01	.04	1	.32**	.28**
8.순수수학과제	-.18**	.25**	.28**	.31**	.11**	-.14**	.40**	1	.33**
9.자아효능감	.36**	.34**	.57**	.54**	.07*	.04	.44**	.40**	1

\*  $p < .05$ . \*\*  $p < .01$ .

주: 좌측은 한국 학생 수준 변수 간 상관이고, 우측은 싱가포르 학생 수준 변수 간 상관임.

[표 6] 학교 수준의 변수 간 상관계수

[Table 6] Correlation coefficients between school level predictors

	1	2	3	4	5	6
1.학교 설립유형	1	-.29**	.07	-.24**	-.05	-.05
2.학교 ESCS	-.05	1	.07	.33**	.21*	-.13
3.수학 교사부족	-.05	.12	1	.05	.12	.12
4.수학 클럽	-.05	.40**	.10	1	.10	-.08
5.수학경 시대회	.08	.47**	.19*	.34**	1	-.03
6.교사 낮은기대	.17*	-.13	.29**	-.10	-.11	1

\*  $p < .05$ . \*\*  $p < .01$ .

주: 좌측은 한국 학교 수준 변수 간 상관이고, 우측은 싱가포르 학교 수준 변수 간 상관임.

[표 7] 다층분석 결과-한국

[Table 7] The results of multilevel analyses - Korea

		모형 1		모형 2		모형 3		모형 4		모형 5	
		회귀 계수	표준 오차	회귀 계수	표준 오차	회귀 계수	표준 오차	회귀 계수	표준 오차	회귀 계수	표준 오차
결과변수: 수학 자아효능감		-.37***	.05	-.49***	.05	-.47***	.03	-.42***	.04	-.39***	.07
학생 수준변수(N=1544)											
투입 변수	성별			.22***	.06	.21***	.04	.20***	.04	.21***	.04
	ESCS			.33***	.03	.18***	.03	.11***	.03	.11***	.03
과정 변수	수학흥미					.30***	.03	.30***	.03	.30***	.03
	수학 도구적 동기					.20***	.03	.19***	.03	.19***	.03
	통계전략					.02	.02	.02	.02	.02	.02
	정교화전략					.05*	.03	.05	.03	.05	.03
	응용수학과제					.24***	.02	.24***	.03	.24***	.02
	순수수학과제					.20***	.03	.17***	.03	.18***	.03
학교 수준변수(N=148)											
투입 변수	설립유형							-.10*	.04	-.08	.04
	학교평균 ESCS							.33***	.06	.39***	.07
	수학교사부족							-.01	.03	.01	.03
과정 변수	수학클럽									-.01	.06
	수학경시대회									-.04	.06
	교사의 낮은 기대									-.05	.03
분산											
학생 수준		0.820		0.794		0.504		0.502		0.502	
학교 수준		0.260		0.139		0.036		0.019		0.019	
ICC		0.241		0.167		0.067		0.036		0.036	

\*  $p < .05$ .    \*\*  $p < .01$ .    \*\*\*  $p < .001$ .



[표 8] 다층분석 결과-싱가포르

[Table 8] The results of multilevel model analyses - Singapore

	모형 1		모형 2		모형 3		모형 4		모형 5	
	회귀 계수	표준 오차	회귀 계수	표준 오차	회귀 계수	표준 오차	회귀 계수	표준 오차	회귀 계수	표준 오차
결과변수: 수학 자아효능감	.41***	.04	.32***	.04	.32***	.04	-.30	.27	-.39	.24
학생 수준변수(N=1629)										
투입 변수	성별		.18**	.05	.17***	.05	.17***	.04	.16***	.04
	ESCS		.30***	.03	.25***	.02	.18***	.03	.18***	.03
과정 변수	수학흥미				.30***	.03	.29***	.03	.29***	.03
	수학 도구적 동기				.05	.03	.06	.03	.06	.03
	통제전략				.09**	.02	.08**	.02	.08**	.02
	정교화전략				.06*	.03	.07*	.03	.07*	.03
	응용수학과제				.17***	.03	.17***	.03	.18***	.03
	순수수학과제				.22***	.03	.21***	.03	.21***	.03
학교 수준변수(N=154)										
투입 변수	설립유형						.63**	.20	.65**	.23
	학교평균 ESCS						.47***	.07	.40***	.06
	수학교사부족						-.04	.03	-.03	.04
과정 변수	수학클럽								.16*	.07
	수학경시대회								.05	.07
	교사의 낮은 기대								-.08**	.04
분산										
학생 수준		0.946		0.909		0.710		0.706		0.706
학교 수준		0.150		0.074		0.072		0.039		0.030
ICC		0.137		0.075		0.092		0.052		0.041

\*  $p < .05$ .    \*\*  $p < .01$ .    \*\*\*  $p < .001$ .

여도가 높았으며, 수학교사부족과 수학경시대회 및 교사의 낮은 기대 간에 정적상관이 있었고, 수학클럽과 수학경시대회 간에도 높은 정적상관이 있었다. 한편, 싱가포르의 경우 학교설립유형과 학교평균 ESCS 간에 부적상관을 보였다. 또한 한국의 경우와 마찬가지로 학교평균 ESCS와 수학클럽 및 수학경시대회 간에는 정적 상관이 있었다. 즉 학교평균 ESCS가 높을수록 수학클럽 및 수학경시대회 활동이 많았다.

### 3. 다층모형 분석 결과

먼저 한국의 학생 및 학교 수준 예측변수의 수학 자아효능감에 대한 영향력을 분석한 다층모형 분석 결과는 [표 7]과 같다. 먼저 무조건 모형인 [모형 1]에서 학생수준 분산은 0.820이고 학교 수준 분산 0.260이었으며, 학생 및 학교 수준의 분산을 합산한 총 분산에 대한 집단간 분산 비율(ICC)은 0.241로 나타났다. 이러한 결과는 한국 학생들의 PISA 2012 수학 자아효능감 관련 총분산 중에서 학교 수준의 분산이 24.1%, 학생 수준의 분산이 75.9%라는 점을 보여준다.

[모형 2]는 [모형 1]에 학생 수준의 투입변수인 성별과 ESCS를 투입하여 분석한 모형이다. 분석 결과, 학생 수준의 분산은 0.794이고 학교 수준의 분산은 0.159이며, ICC는 0.167로 [모형 1]보다 0.074 낮아졌다. 다음으로 [모형 2]에 투입된 성별과 ESCS는 수학 자아효능감을 유의하게 예측한 것으로 나타났다. 즉, 남학생의 수학 자아효능감이 여학생보다 0.22점 높았으며, ESCS 지수가 1단위 높아질수록 자아효능감도 0.33점 높아지는 경향을 보였다.

[모형 3]은 [모형 2]에 투입된 변수를 통제한 상태에서 학생수준의 과정변수를 투입하여 분석한 모형으로, 학생 수준의 분산은 0.504이고 학교 수준의 분산은 0.036이며, ICC의 값은 0.067로 [모형 2]보다 0.1이 낮아졌다. [모형 3]에 투입된 학생 수준 과정변수의 영향력을 살펴보면, 수학흥미, 수학 도구적 동기, 정교화, 응용수학과제, 순수수학과제는 수학 자아효능감과 통계적으로 유의한 관계를 보였다. 즉, 수학에 대한 정의적 특성인 수학흥미와 수학 도구적 동기가 높을수록 수학 자아효능감은 각각 0.30점과 0.20점 높아지는 결과는 보였으며, 학습전략에서는 정교화전략만이 자아효능감을 0.05점씩 높이는

영향력을 갖는 것으로 나타났다. 또한 수학과제와 관련된 경험에서 응용수학과제, 순수수학 과제가 많아질수록 수학 자아효능감은 각각 0.24점과 0.20점 높아지는 결과를 보였다.

[모형 4]는 [모형 3]에 투입된 변수를 통제한 상태에서 학교 수준의 투입변수인 설립유형, 학교평균 ESCS 및 수학교사부족을 투입하여 분석한 모형이다. 분석 결과, 학생 수준의 분산은 0.502이고 학교 수준의 분산은 0.019이며, ICC는 0.036이었다. [모형 4]에 투입된 변수 중에서 수학교사부족 변수를 제외하고 설립유형과 학교평균 ESCS는 수학 자아효능감을 각각 부적 및 정적으로 유의하게 예측하는 것으로 나타났다. 즉 공립 고등학교에 비해 사립 고등학교 학생들의 수학 자아효능감이 더 높았으며, 학교평균 ESCS 지수가 1단위 높아질수록 학생의 자아효능감은 0.38점 높아지는 경향을 보였다.

[모형 5]는 [모형 4]에 투입된 변수를 통제한 상태에서 학교 수준의 과정변수를 투입하여 분석한 최종모형이다. 분석 결과, 학생 수준의 분산은 0.502, 학교 수준의 분산은 0.019로, 학교 수준의 투입변수를 투입한 [모형 4]와 그 결과가 동일하였다. 또한 수학클럽, 수학경시대회, 교사의 낮은 기대 변수의 수학 자아효능감에 대한 영향력은 유의하지 않은 것으로 나타났다.

다음으로 싱가포르의 학생 및 학교 수준 예측변수의 수학 자아효능감에 대한 영향력을 분석한 다층모형 분석 결과는 [표 8]과 같다. 먼저 [모형 1]의 학생 수준 분산은 0.946이고 학교 수준 분산은 0.150이었으며, ICC는 0.137로 나타났다. 이러한 결과는 싱가포르 학생들의 PISA 2012 수학 자아효능감 관련 총분산 중에서 학교수준의 분산이 13.7%, 학생 수준의 분산이 86.3%임을 의미한다.

[모형 2]는 [모형 1]에 학생 수준의 투입변수인 성별, ESCS를 투입하여 분석한 모형으로 학생 수준의 분산은 0.909이고 학교 수준의 분산은 0.074이며, ICC는 0.075로 [모형 1]보다 0.062 낮아졌다. 다음으로 [모형 2]에 투입된 성별, ESCS는 자아효능감과 유의한 관계가 있었다. 즉, 남학생의 자아효능감이 여학생보다 0.18점 높았으며, ESCS 지수가 1단위 높아질수록 자아효능감도 0.30점 높아지는 것으로 나타났다.

[모형 3]은 [모형 2]에 투입된 변수를 통제한 상태에

서 학생 수준의 과정변수를 투입하여 분석한 것으로, 분석 결과 학생 수준의 분산은 0.710이고 학교 수준의 분산은 0.072이며, ICC의 값은 0.092로 [모형 2]보다 0.017 높았다. [모형 3]에 투입된 학생 수준 과정변수의 영향력을 살펴보면, 수학흥미, 정교화전략, 통제전략, 응용수학과제, 순수수학과제는 수학 자아효능감에 유의하게 영향을 미치고 있다. 즉 수학에 대한 정의적 특성인 수학흥미가 높을수록 수학 자아효능감은 0.30점 높아지고, 학습전략에서는 통제 및 정교화 전략이 각각 수학 자아효능감 0.09점과 0.06점 높이는 것으로 나타났다. 또한 수학과제와 관련된 경험에서 응용수학과제와 순수수학과제 경험이 각각 0.17점과 0.22점 높이는 효과를 보였다.

[모형 4]는 [모형 3]에 투입된 변수를 통제한 상태에서 학교 수준의 투입변수에 해당하는 설립유형, 학교평균 ESCS, 수학교사부족을 투입하여 분석한 모형이다. 분석 결과, 학생 수준의 분산은 0.706이고, 학교 수준의 분산은 0.039이며, ICC는 0.052로 [모형 3]의 ICC보다 0.04점 낮아지는 것으로 나타났다. [모형 4]에 속한 변수 중에서 수학교사부족 변수를 제외한 설립유형과 학교평균 ESCS는 수학 자아효능감을 유의하게 예측하는 것으로 나타났다. 즉, 공립 고등학교가 사립 고등학교보다 수학 자아효능감이 더 높은 경향을 보였으며, 학교평균 ESCS 지수가 1단위 높아질수록 학생의 자아효능감은 0.47점 높아지는 결과를 보였다.

[모형 5]는 [모형 4]에 투입된 변수를 통제한 상태에서 학교 수준의 과정변수인 수학클럽, 수학경시대회, 교사의 낮은 기대 변수를 투입하여 분석한 최종모형이다. 분석 결과, 학생 수준의 분산은 0.706, 학교 수준의 분산은 0.030이며, ICC의 값은 0.041로 학교 수준의 투입변수를 투입한 [모형 4]보다 0.009 낮아졌다. 학교 수준의 과정변수 중에서는 수학클럽과 교사의 낮은 기대 변수가 수학 자아효능감을 통계적으로 유의하게 예측하였다.

## V. 결론 및 제언

이 연구는 PISA 2012에서 나타난 한국과 싱가포르 학생의 수학 자아효능감 영향 요인을 비교함으로써 한국의 수학 자아효능감이 낮은 이유를 찾아보기 위해 수행되었다. 이를 위해 PISA 2012 데이터 중 수학 자아효능

감을 결과변수로, 학생 수준 및 학교 수준의 변수를 예측변수로 사용하여 다층분석을 시도하였다. 이 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 한국과 싱가포르 학생들의 수학 자아효능감에서 유의한 성별 차이가 나타났다. 이와 같은 분석 결과는 Schulz(2005) 및 송미영 외(2013)의 연구 결과와 일치한다. 즉 남학생의 수학 자아효능감이 여학생보다 높았다. 또한 한국과 싱가포르 모두 ESCS 지수가 높아질수록 자아효능감도 높아졌다. 그러나 이들 변수의 영향력은 한국의 경우보다 약간 낮은 경향을 보였다.

둘째, 한국의 경우에 수학에 대한 정의적 특성인 수학흥미와 수학 도구적 동기가 높을수록 자아효능감이 높고, 학습전략에서는 정교화전략만이 자아효능감을 유의하게 예측하였다. 또한 수학과제와 관련된 경험에서 응용수학과제와 순수수학과제 경험과 수학 자아효능감 간에 유의한 관련성이 있었다. 한편, 싱가포르의 경우 수학흥미와 통제 및 정교화 전략이 높을수록 수학 자아효능감이 높았다. 또한 응용수학과제와 순수수학과제 경험이 수학 자아효능감을 유의하게 예측하는 것으로 나타났다. 즉, 한국 학생들은 도구적 동기인 외적 동기의 영향을 받는데 비해, 싱가포르 학생들이 그렇지 않았다. 또한 싱가포르 학생들의 경우 한국 학생들과 달리 학습전략 중에서 통제전략 수준이 높을수록 수학 자아효능감도 높은 경향을 보였다.

셋째, 한국 학교의 54%가 공립학교인 반면 싱가포르는 99%가 공립학교이다. 한국에서는 사립 고등학교 학생의 수학 자아효능감이 더 높았으며, 싱가포르에서 공립 고등학교가 사립 고등학교보다 수학 자아효능감이 더 높은 경향을 보였다.

넷째, 한국의 경우에 수학클럽, 수학경시대회, 교사의 낮은 기대와 같은 변수는 수학 자아효능감을 유의하게 예측하지 못하였다. 반면에 싱가포르의 경우 학교 수준의 과정변수 중에서 수학클럽, 교사의 낮은 기대 변수가 수학 자아효능감에 예측하는데 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

아래에서는 먼저 위의 연구결과를 통하여 얻을 수 있는 시사점을 논의할 것이다. 다음으로 이 연구의 제한점을 기술하고자 한다.

첫째, 한국과 싱가포르에서 모두 수학 자아효능감에서

는 유의한 성차가 나타났다. 또한 송미영 외(2013)에 의하면, PISA 2012에서 한국 남녀 학생 간의 성별 차이는 수학 성취도뿐만 아니라 수학 학습동기, 수학 학습전략 등 정의적 특성에서도 유의하였다. 이들 연구결과에 비추어볼 때, 앞으로 성별 차이를 해소하기 위한 적극적인 교육적 노력이 기울여질 필요가 있을 것으로 보인다.

둘째, 한국 학생들이 수학 자아효능감을 높이기 위해서는 수학흥미를 향상시키기 위한 노력이 필요함을 알 수 있다. 국가수준의 수학성취도에 대한 분석에서도 수학흥미와 수학 자아효능감 간에는 유의한 정적 관계가 있었다(박선화, 2010). 한국의 수학과 교육과정 운영 실태를 보면 전통적인 강의식 수업에 의존하는 비율이 매우 높는데 반해, 싱가포르를 비롯한 많은 국가들은 학생들의 흥미를 유발할 수 있는 실생활과 관련된 내용을 교육과정에 포함시켜 강조하고 있다(류희찬 외, 2012). 따라서 우리나라도 학생들에게 흥미와 관심을 불러일으킬 수 있는 실생활과 밀접한 수학적 활동 및 문제해결을 강조한 수학과 교육과정을 강조할 필요가 있을 것으로 보인다.

셋째, 한국 학생의 경우 통제전략이 수학 자아효능감에 영향을 미치는 영향이 유의하지 못한 반면, 싱가포르의 경우 유의한 것으로 나타났다. 통제전략은 메타인지에 해당되는 전략으로 한국과 싱가포르의 수학교육에서 중요한 차이는 나타내고 있는 부분이다. 즉 싱가포르에서는 학습자 자신이 수학 문제해결 과정을 탐구대상으로 삼아 스스로 모니터링하고 반성적으로 고찰하는 인지과정을 강조하고 있다(류희찬 외, 2012). 또한 두 국가에서 모두 학생의 정교화 전략의 수학 자아효능감에 대한 영향력은 유의한 것으로 나타났다. 따라서 한국 학생의 수학 자아효능감을 높이기 위해서는 학습전략 중에서 정교화전략과 통제전략을 강조해야 할 것으로 보인다. 이를 위해, 앞으로 수학 정교화전략과 통제전략 향상을 위한 프로그램 개발 및 적용 노력을 확대해야 할 것이다.

넷째, 학교에서 학생들이 수학클럽이나 동아리 활동과 같은 수학 관련 활동에 적극 참여할 수 있도록 지원책을 마련할 필요가 있을 것이다. 또한 교사가 학생에 대해 높은 기대를 갖고 지도하는 노력이 지속적으로 중시되어야 할 것으로 보인다.

이 연구는 학생의 수학 자아효능감에 영향을 미치는

다양한 요인 중에서 PISA 데이터의 특성상 학생 수준 변수 8개, 학교 수준 변수 6개만을 선정하여 분석에 포함시켰다. 앞으로 자아효능감에 영향을 주는 다양한 변수를 포함시킨 분석모형을 활용하여 수학 자아효능감을 향상시킬 수 있는 개선 방안을 마련하는데 시사점을 제공하는 연구가 지속될 필요가 있다고 본다. 또한 학생 수준의 다양한 변수를 수학과 고유의 영역-특수적 검사로 타당화하려는 시도도 병행되어야 할 것 같다.

## 참 고 문 헌

- 강대중, 염시창 (2013). PISA 2009읽기성취도 데이터를 활용한 학교효과 분석, 교과교육학연구 17(2), 323-345.
- Kang, D. J. & Yum, S. C. (2013). An analysis of school effects bases on reading achievement data from PISA 2009. *Research in Curriculum Instruction* 17(2), 323-345.
- 류희찬, 이광호, 강윤수, 박선용, 신인선, 신재홍 (2012). 외국의 수학교육현황 조사연구. 정책연구 2012-6.
- Lyou, H. C., Lee, G. H., Kang, Y. S., Park, S. Y., Shin, Y. S. & Shin, J. H. (2013). A study on current status of mathematics education around the world. *Policy Research* 2012-6
- 문은영 (2010). 자기조절학습전략 훈련이 중학생의 사회과 학업성취도와 자기효능감에 미치는 영향. 석사학위논문, 이화여자대학교.
- Moon, E. Y. (2010). *The effect of self-regulated learning program on middle school student's social study academic achievement and self-efficacy*. Ewha Woman's University.
- 박선화, 김명화, 주미경 (2010). 수학과에 대한 정의적 특성 향상 방안연구, 한국교육과정평가원 RRI 2010-9.
- Park, S. H. Kim, M. H. & Ju, M. K. (2010). *A study on affective characteristics toward mathematics*. Korea Institute for Curriculum and Evaluation RRI 2010-9.
- 봉미미, 황아름, 송주연 (2010). 학생들의 자기효능감과 성취목표 형성에 영향을 주는 교사의 말과 행동, 교육방법연구 22, 167-193.
- Bong, M. M, Hwang, A. & Song, J. Y. (2010). Teachers' comments and behaviors that influence students' self-efficacy and achievement goal formation. *Research of Instructional method* 22, 167-193.

- 송미영, 임해미, 최혁준, 박혜영, 손수경 (2013). OECD국제학업성취도 평가 연구: PISA 2012 결과보고서, 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2013-6-1.
- Song, M. Y., Rim, H. M., Choi, H. J., Park, H. Y. & Son, S. (2013). *OECD Programme for international students assessment: analyzing PISA 2012 results*. Korea Institute for Curriculum and Evaluation. Research Report RRE 2013-6-1.
- 이종희, 김수진 (2010). PISA 2003결과에서 수학의 정의적 영역에 영향을 주는 변인 분석, 대한수학교육학회지 학교수학 12(2), 219-237.
- Lee, C. H. & Kim, S. J. (2010). Analysis of affective factors on mathematics learning according to the results of PISA 2003. *Journal of Korea Society of Education Studies in Mathematics. School Mathematics 12(2)*, 219-237.
- 이용남, 정환금, 송기주, 박분희, 강만철, 신현숙, 신의정, 이영길, 정창윤, 이현욱, 이민영, 정일선, 오익수 (2004). 교육 및 상담심리학, 경기도: 교육과학사.
- Lee, Y. N., Cheong, H. K., Song, K. J., Park, B. H., Kang, M. C., Shin, H. S., Shin, U. J., Lee, Y. K., Chung, C. W., Lee, H. W., Lee, M. Y., Chung, Y.S. & Oh, I. S. (2004). *Educational and counseling psychology*. GyeongGi Do: Kyoyookgwahaksa.
- 윤정일, 이범수 (2006). PISA 2003 학업성취도 결정요인 국제비교연구: 한국, 일본, 미국, 독일, 핀란드를 중심으로, 교육행정학연구 24(2). 523-548.
- Yun, Ch. I. & Lee, B. S. (2006). International comparative study on academic achievement determinants of PISA 2003: Focusing on Korean, Japan, the United States, Germany, and Finland. *The Journal of Educational Administration. 24(2)*. 523-548.
- 조지민, 옥현진, 이상하, 임효진, 차성현, 김동원, 임재근, 손수경 (2012). 국제 학업성취도 평가 결과에 기반한 교육정책 개선 방안, 한국교육과정평가원 연구보고 CRE 2012-1.
- Cho, J. M., Ok, H. J., Lee, S. H., Rim, H. J., Cha, S. H., Kim, D. W., Lim, J. K. & Son, S. K. (2012). *A study on the improvement plans of education policy- based on the results of PISA*. Korea Institute for Curriculum and Evaluation. Research Report CRE 2012\_1.
- 최승현, 구자욱, 김주훈, 박상욱, 오은순, 김재우(2013). PISA와 TIMSS 결과에 기반한 우리나라 학생의 정의적 특성 함양 방안. 한국 교육과정평가원 연구보고 RRE 2013-8.
- Choi, S. H., Goo, J. O., Kim, J. H., Park, S. O., Oh, E. S. & Kim, J. W. (2013). *Strategies for improving the affective characteristics of Korean students based on the results of PISA and TIMSS*. Korea Institute for Curriculum and Evaluation. Research Report RRE 2013-8.
- Adler-Constantinescu, C., Besu, E.-C., & Negovan, V. (2013). Perceived social support and perceived self-efficacy during adolescence. *Procedia-social and Behavioral Sciences. Volume 78(2013)*, 275-279.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman.
- Bonitz, V. S., Larson, L. M., & Armstrong, P. I. (2010). Interest, self-efficacy, and choice goals: An experimental manipulation. *Journal of Vocational Behavior, 76*, 223-233.
- Lee, J. (2009). Universals and specifics of math self-concept, math self-efficacy, and math anxiety across 41 PISA 2003 participating countries. *Learning and Individual Differences, 19*, 355-365.
- Lin, T.-J. Tan, A. L., & Tsai, C.-C. (2013). A cross-cultural comparison of Singaporean and Taiwanese English graders' science learning self-efficacy from a multi-dimensional perspective. *International Journal of Science Education, 35(7)*, 1083-1109.
- Kline, R.B. (2011). *Principles and practice of structural equation modeling* (3rd ed.). New York: The Guilford Press.
- OECD (2013a). *PISA 2012 results: What students know and can do - student performance in mathematics, reading and science (Vol. I)*. Paris: OECD
- OECD (2013b). *Students engagement, drive and self-beliefs (Vol. III)*. Paris: OECD.
- Pintrich, P., & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology, 82*, 33-40.

- Pokay, P., & Blumenfeld, P. C. (1990). Predicting achievement early and late in the semester: The role of motivation and use of learning strategies. *Journal of Educational Psychology, 82*, 41-50.
- Raudenbush, S. W., Bryk, A. S., Cheong, Y. F., & Congdon, R. (2004). *HLM 6: Hierarchical linear and nonlinear modeling* [computer software]. Lincolnwood, IL: Scientific Software International.
- Schulz, W. (2005). *Mathematics self-efficacy and student expectations. results from PISA 2003*. Paper presented at annual meeting of the American Educational Research Association (AERA). Montreal.

## Factors Affecting on Student Math Self-efficacy of Korea and Singapore based on PISA 2012

**Xiang, Xiaoqing**

Dept. of Education, Chonnam National University  
E-mail : lovelyxxq@hotmail.com

**Yum, Sichang**

Dept. of Education, Chonnam National University  
E-mail : sichang@jnu.ac.kr

**Kang, Daejung<sup>†</sup>**

Jinnam Elementary school  
E-mail : kdjung92@naver.com

PISA 2012 showed that while Korean students achieved high-level math achievement in mathematics their levels are relatively lower in math self-efficacy. Students from Singapore, on the other hand, achieved high scores both in math achievement and in math self-efficacy. The results of the two countries differed although both countries has been sharing the same East Asian cultural sphere. This study analyzed the input and the process variables on the student- and school-level concerning math self-efficacy.

The results were as follows. In Korea, math interest, instrumental motivation, elaboration strategies, applied and pure math tasks were the student-level variables that affected math self-efficacy. In Singapore, math interest, control strategies, elaboration strategies, applied and pure math tasks were the student-level variables that affected mathematics self-efficacy. Math club, teachers' low expectations were the school-level variables that affected math self-efficacy. For a higher-level of math self-efficacy in Korea, it is important to encourage students not only to use control strategies, but to participate in math clubs. It is equally important for teachers to have higher expectations towards students.

---

\* ZDM classification : C23

\* 2000 Mathematics Subject Classification : 97C20

\* Key Words : Math self-efficacy, PISA 2012, Korea, Singapore

† Corresponding author