



## TIMSS 2019와 국가수준 학업성취도 평가에 나타난 과학성취도와 교사의 학습 지원, 과학에 대한 태도, 학교 생활의 구조적 관계 비교 분석

노재희, 류지훈\*  
연세대학교

Analysis of Structural Relationship between Science Academic Achievement, Learning Support from Teachers, Students' Attitude toward Science, and School Life from TIMSS 2019, and National Assessment of Educational Achievement

Jaehee Rho, Ji Hoon Ryoo\*  
Yonsei University

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 22 November 2021  
Received in revised form  
23 December 2021  
8 February 2022  
Accepted 13 February 2022

#### Keywords:

TIMSS 2019, NAEA 2019,  
science attitude, achievement,  
teacher support, school life

### ABSTRACT

Comparative studies using large-scale data such as TIMSS, PIRLS, and PISA inform us of the effectiveness of each educational system. Even though samples in the large-scale studies were representative, admitting potential discrepancy when applying the findings of the large-scale studies to local educational system is still needed. This study examines the structural relationship among students' attitude towards science, learning support from teachers, school life, and science academic achievement with both large-scale data and local comparative study data utilizing same variables. Responses on the TIMSS 2019 of 5,554 Korean seventh-grade students and National Assessment of Educational Achievement (NAEA) 2019 of 6,365 third-grade middle school students were used. The results indicate that: a) school life did not affect the science achievements in both data. However, in NAEA 2019, students' attitude mediated the relationship between school life and science achievement; b) learning support from teachers had a significant impact on TIMSS science achievements, and also had positive effect on achievement through students' attitude in TIMSS. On the other hand, learning support had a positive effect on achievement only when student's attitude mediated the relationship in NAEA; c) students' attitude toward science had positive effect on science achievement on both data; d) the impact of gender was different on school life, academic achievement, students' attitude towards science, and learning support from teachers on both data; and e) the impact of the number of books differed as well. There were differences in results between the international and domestic research, which inform us that we need to pay attention when interpreting the domestic environment through the results of international research.

### 1. 서론

학생들의 과학에 대한 태도와 과학 성취도 사이에는 긍정적 상관관계가 국내외 연구에서 지속적으로 보고되어 왔으며(Freedman, 1997; Kim *et al.*, 2015; Lee, 1998; Lee & Kim, 2004; Noh, *et al.*, 2006; Park *et al.*, 2017; Sohn *et al.*, 2009; Yi *et al.*, 2013; Yum & Kang, 2011), 과학교과와 과학을 공부하는 것 자체에 대한 흥미 또한 학업성취를 가장 잘 예측하는 변수로 알려져 왔다(Joo *et al.*, 2011; Kim *et al.*, 2008; Lim & Lee, 2016). 반면, 과학 성취도와 태도에 대한 국내연구 대다수는 학생들에게 특정 교수학습 방법을 처치한 뒤 성취도, 태도에서 변화하는 양상을 측정하는 연구였다(Kim *et al.*, 2010; Lee *et al.*, 2005). 교육상황은 과학 태도와 성취도만을 따로 측정할 수 없으며, 과학 성취도에 영향을 미치는 많은 요인들이 함께 존재하기에 다른 맥락 변인들과의 관계 속에서 과학에 대한 태도가 과학성취에 어느 정도 예측력이 있는지에 대한 분석이 필요하다. 또한, 정의적 성취는 학업성취와 더불어 학교 교육의 중요한 목표 중 하나이며,

동시에 장기적인 측면에서 학습에 대한 동기나 정서 등에 영향을 미치는 것을 고려해 볼 때, 정의적 성취에 대한 구체적인 경로를 체계적으로 분석할 필요가 있다.

교육에서 중요한 관심사인 학업성취에 영향을 미치는 요인들은 매우 다양하다. 학업성취는 학생들에 대한 능력과 지식, 태도, 기술 등의 총체적인 결과로서 그들의 특성과 성향이 반영된 결과이기에(Kim, 2020), 학업성취에 영향을 미치는 요인은 학생, 교사, 가정, 학교, 교수-학습 변인들까지 매우 다양한 것으로 보고되어왔다(Kim *et al.*, 2012). 그 중 교사의 교수-학습 변인은 학생들의 성취도에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다(Cheong *et al.*, 2015; Kim *et al.*, 2012). 또한, 다수의 선행연구에 따르면 교사가 인식한 자신의 특성과 학생이 인식한 교사의 특성은 다르며, 교사가 인식한 자신의 특성보다 학생의 교사에 대한 인식이 학업성취에 더 많은 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다(Chi, 2011; So & Kim, 2009; Soo, 2011). 따라서 학생들이 인식한 교사의 특성에 주목해야 할 필요가 있다.

이 논문은 2021년도 연세대학교 연구비의 지원을 받아 수행된 것임(2021-22-0066)

이 논문은 한국교육과정평가원의 학술연구 지원을 통해 제공 받은 국가수준 학업성취도 평가 자료를 활용함

\* 교신저자 : 류지훈 (ryoox001@yonsei.ac.kr)

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2022.42.1.149>

청소년기는 본격적으로 학교에서 보내는 시간이 많아지고 학습량도 늘어나는 시기이며 교우 및 교사와의 관계에서도 많은 변화가 일어나는 시기이기도 하다(Kim & Kim, 2013). 대부분의 청소년에게 학교생활은 그들의 일과에 큰 부분을 차지하는 만큼 그들에게 있어 학교생활 전반의 환경은 큰 부분을 차지하게 된다. 선행연구에 따르면 학습 성취도는 교우나 교사와의 관계 등으로부터 영향을 받는 것으로 밝혀졌으며(Ju, 2011; Kim & Lee, 2010), 특히 학업성취도는 높다고 하더라도 원만한 교우관계를 형성하지 못하는 경우가 발생하기 때문에(Moon *et al.*, 2007) 선행연구에서도 학업성취도와 교우관계를 정적으로 보는 경우(Kim & Lee, 2010; Kwak, 2006)와 앞서 언급한 것처럼 부적인 관계로 보는 경우가 혼재되어 나타난다.

한편, 국가 수준에서 학생들의 학업성취 및 이에 영향을 미치는 교육 제도, 정책, 환경을 비교하는 국제 비교연구는 각 나라의 교육 개선 및 발전을 위한 중요한 자료가 된다. 현재 국내에서는 국가 간 비교를 근간으로 하는 국제 비교연구(Programme for International Student Assessment: PISA), 수학·과학 성취도 추이 변화 국제 비교 연구(Trends in International Mathematics and Science Study: TIMSS)와 같은 대규모 학업성취도 평가를 시행함으로써 수학·과학에 대한 학생들의 성취도와 교사 변인을 포함한 여러 교육 맥락을 국제적인 수준에서 비교·분석하여 각국의 교육과정 실행의 적절성을 확인하고 이에 대한 정책결정과 교육 시스템의 질적 관리를 위한 시사점을 제공하기 위한 목적을 가지고 시행된다(Blank & De las Alas, 2009; Kim *et al.*, 2012; Harris & Sass, 2011; Mullis & Martin, 2013; Mullis & Martin, 2017).

국제 교육성취도 평가 협회(International Association for the Evaluation of Educational Achievement; IEA)에서 주관하는 수학·과학 성취도 추이 변화 국제 비교연구(Trends in International Mathematics and Science Study: 이하 TIMSS)는 수학·과학 성취도 추이 변화를 분석하는 대표적인 국제 비교연구로, TIMSS는 학생들의 수학·과학 성취도 조사와 추이 점검 뿐 아니라, 참여국의 교육 체제, 교육과정, 교수·학습 맥락 등에 대한 정보 수집을 통해 각국의 수학·과학 교육에 시사점을 제공한다.

우리나라 8학년의 경우 TIMSS 1995, 1999, 2003, 2007, 2011, 2015, 2019에 모두 참여하였으며, 학업성취도의 경우 줄곧 최상위권 성적을 유지해 왔다. 그러나 정의적 영역에서의 성취는 학업성취도에 비해 상대적으로 하위권에 위치하며 낮은 성취를 나타내고 있다(Kim *et al.*, 2012; Ku *et al.*, 2016; Sang *et al.*, 2016). PISA에서도 우리나라 학생들은 과학에 대한 자신감, 흥미, 가치인식과 같은 정의적 특성에서 국제평균보다 낮은 최하위 수준인 것으로 나타나고 있다(Kim *et al.*, 2012; Ku *et al.*, 2016; Sang *et al.*, 2016). 이러한 연구 결과를 바탕으로 과학에 대한 정의적 영역을 증진시키기 위해 다양한 과학교육 정책이 시도되어 왔다(MOE, 2016).

실효성 있는 과학교육 정책을 수립하고 학교 현장의 과학교육 개선 방안을 제안하기 위해서는 과학 성취를 설명하는 교육맥락변인들과의 관계를 면밀히 파악할 필요가 있으며, 더 나아가 그 관계가 국제 비교연구와 국내연구에서 동일하게 나타나는지 파악해야 할 필요성이 있다. TIMSS의 평가틀 및 평가문항은 참여국의 추천을 거쳐서 선정된 수학·과학 교육 전문가로 구성된 TIMSS 수학·과학 문항검토위원회에서 논의되며 참여국의 교육 내용을 중심으로 개정된다. 국제연

구의 특성상 모든 국가의 교육 내용을 포함하지 않으며, 해당 학년의 학생들이 필수적으로 알고 있어야 하는 내용을 중심으로 평가내용을 선정한다(Kim *et al.*, 2015). 반면, 각 교육시스템에서의 교과과정은 그 나라의 교육이념과 목표에 맞게 설정되듯이(Akker, 2004), 국내연구는 우리나라의 교육 내용을 충실히 포함하며, 우리나라가 교육에서 추구하는 가치가 반영되어 있다고 할 수 있다.

이러한 차이점으로 인해 국제연구 자료로 학업성취도를 설명하기 위한 모형을 구축하여 국내 현장에 바로 적용하는 것이 적합하지 않을 수 있으나 관련 선행연구는 찾아보기 어렵다. 대부분의 TIMSS와 관련된 기존의 국내연구들은 주로 우리나라와 다른 나라를 비교하는 국제 비교 연구(Kim & Lee, 2018; Lee *et al.*, 2011; Min, 2013)가 대부분이었으며, 우리나라 내에서 진행된 연구 결과와 국제적으로 진행된 연구 결과를 비교한 연구를 찾아보기 어렵다. 또한, 국제 비교연구에서 측정되는 학생들의 응답 양상을 국내연구와 동일하지 않은 연구는 진행된 적이 거의 없다. 국내 학생들을 측정하기 위한 국가수준 학업성취도 평가(National Assessment of Educational Achievement; 이하 NAEA)를 통해 측정된 것과 TIMSS에서 측정된 것과 동일한 구조를 가지고 있는 지 확인한다면, 연구 결과를 보다 폭넓게 활용할 수 있을 것이다. 더 나아가 만약 차이가 있다면 그 차이는 어디에서 기인하는 것인지 분석해 보는 것도 의미가 있을 것이다.

이에 본 연구는 학업성취를 설명하는 구조방정식 모형을 국제연구 자료와 국내 자료에 각각 적용하여 비교해 봄으로써 국제연구 자료를 통해 얻은 결과를 국내에 바로 적용할 수 있는지 확인해보고자 한다. 선행연구에서 중요성이 강조된 변인들 가운데, TIMSS 2019와 NAEA 2019에서 공통적으로 활용 가능한 변인들을 중심으로 학생들의 과학 성취도를 예측하는 변인들을 선정하여 구조방정식 모형을 구축하고 변인들의 과학성취도에 대한 영향력을 분석하고자 한다. 구체적으로 학생의 과학에 대한 태도, 교사의 학습지원, 학교생활 변인이 학업성취도에 미치는 영향을 구조방정식 모형을 통해 분석하고, 과학성취도와 요인들간의 관계를 국내외 자료를 통해 비교하고자 한다. 본 연구를 통해 학업성취도를 설명하는 정의적, 환경적 변인의 영향에 대해 알 수 있으며, 이는 과학 학업성취도를 향상시키기 위한 기초 자료로 사용될 수 있을 것이다. 또한, 국제 비교연구 자료와 국내 자료를 비교함으로써 국내외 자료의 보다 폭넓은 사용과, 국제 비교연구 자료를 분석하고 해석함에 있어 시사점을 제시할 수 있을 것이다. 이를 위한 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

첫째, NAEA 2019에서 교사의 학습 지원, 과학에 대한 태도, 학교 생활은 과학성취도에 영향을 미치는가?

둘째, TIMSS 2019 한국 자료에서 교사의 학습 지원, 과학에 대한 태도, 학교 생활은 과학성취도에 영향을 미치는가?

셋째, 구축한 TIMSS 모형과 NAEA 모형을 비교하였을 때 주요변인 간 구조관계에 차이가 있는가?

## II. 연구방법

### 1. 연구 대상

본 연구에서는 TIMSS 2019 한국 7학년(중학교 2학년) 학생 데이터와 NAEA 2019 중학교 3학년 학생 데이터를 대상으로 한다.

TIMSS 2019의 중학교 2학년 데이터는 2018년 12월 3일(월)부터 2019년 1월 7일(월)까지 시행되었다. 우리나라에서는 TIMSS 2019에 컴퓨터 기반 평가(eTIMSS)와 지필 평가 두 가지 방식의 평가가 이루어졌다. 본검사에 해당하는 eTIMSS와 더불어 TIMSS 2019의 결과를 이전 주기인 TIMSS 2015의 결과와 연계하기 위해 지필평가 방식의 가교검사(bridge test)도 추가로 표집하여 실시하였다(Park *et al.*, 2019). 본 연구에서는 이 두 데이터를 모두 사용하였다.

TIMSS에서는 학생의 수학·과학 성취도와 이에 영향을 미치는 학교와 수업, 가정, 교육제도 등 교육맥락변인들의 관계를 넓은 의미의 교육과정 개념을 사용해 구조화 한다(Sang *et al.*, 2020). 또한 TIMSS에서는 학생, 학부모, 교사, 학교장을 대상으로 가정과 학교에서의 경험, 수학·과학 학습과 관련된 교수적 맥락을 묻는 설문조사를 실시하여 참여국의 교육정책 실행에 관한 정보를 수집한다. 본 연구에서는 학생 설문을 대상으로 하여 과학성취도와 과학 공부 및 수업에 대한 태도 및 학교 생활에 대한 설문 응답을 이용하였다.

NAEA 2019는 교육과정에 기초한 학생의 교과별 학업성취도와 교육맥락변인 특성을 파악할 수 있도록 학교 및 학생 설문을 실시하고 있으며, 2019년 데이터는 2019년 6월 13일에 수집되었다. 학생 데이터는 인적사항, 가정환경 및 일상생활, 학교생활, 진로 탐색, 방과 후 활동, 학습방법, 교과기반 정의적 특성에 대해 수집되었다. 본 연구의 대상인 TIMSS와 NAEA 데이터의 성별에 따른 학생 수는 Table 1과 같다.

Table 1. Sample sizes of study

Research	TIMSS 2019	NAEA 2019
Male	2905(52.3%)	3346(52.6%)
Female	2649(47.7%)	3019(47.4%)
Sum	5554	6365

## 2. 분석 자료 및 분석 변수

본 연구에서는 학업성취도를 종속변인으로 설정하였고, 독립변인은 교사의 학습 지원, 과학에 대한 태도, 학교 생활을 고려하였다. 각 연구를 비교함에 있어 학업성취도와 연관된 이론적인 가설모형을 세우고 두 연구 모두에서 관련 유사한 문항을 찾아 비교하는 형식을 취하였으며, 종속변인과 독립변인에 영향을 미칠 수 있는 통제변인은 성별과 두 연구에서 공통적으로 다루고 있는 책 보유량을 선택하여 연구모형을 구축하였다. NAEA 2019와 TIMSS 2019 모두 책을 얼마나 가지고 있는지에 대한 응답은 1-없거나 아주 적음(0-10권)부터 5-책장 세 개를 채울 정도(200권 이상)으로 구분되어 있다.

각 연구에서 유사한 문항을 선택하기 위해 먼저 NAEA 2019를 기준으로 관련 문항을 선택한 뒤, TIMSS에서 유사하게 해석될 수 있는 문항을 선택하였으며, TIMSS에 유사하게 해석될 수 있는 문항이 없는 경우, NAEA에서도 관련 문항을 제거하였다. 이 과정은 본 연구의 연구참여자 1이 시행하고 연구참여자 2가 검토하는 형식으로 진행하였으며, 이견이 있는 경우 토의하여 최종 문항을 선정하였다(Table. 2).

본 연구에서는 NAEA 2019의 학업성취도로 척도점수를 활용하였으며, TIMSS 2019에서는 학업성취도 점수를 5개의 측정 유의값

(plausible values)으로 제공하고 모두 분석에 활용할 것을 권장하고 있어, Rubin(1987)의 다중대체(multiple imputation) 처리법을 활용하여 5개의 측정 유의값을 모두 사용하였다.

NAEA 2019의 정의적 특성은 2013년부터 매년 국가수준 학업성취도 평가 시 학생들을 대상으로 설문이 시행되었는데, 이 중 본 연구에서는 학생들의 심리적응도의 4문항(‘나는 학교에서 친구들과 잘 어울려 지낸다.’, ‘나는 학교에 속마음을 이야기할 수 있는 친구가 있다.’, ‘나는 학교생활을 잘 하고 있다.’, ‘나는 학교에 가는 것이 즐겁다.’)과 과학 교과 기반 정의적 특성 설문 문항 중 자신감과 관련된 1개의 문항(‘과학은 내가 잘하는 과목 중 하나이다.’), 가치와 관련된 3개의 문항(‘나는 과학 과목이 다른 교과를 배우는 데 도움이 된다고 생각한다.’, ‘나는 과학 과목이 일상생활을 하는 데 도움이 된다고 생각한다.’, ‘과학 공부는 내가 나중에 하고 싶은 일을 하는 데 도움이 될 것이다.’) 흥미와 관련된 2개의 문항(‘나는 과학 과목을 공부하는 것이 즐겁다.’, ‘나는 과학 과목에 흥미가 있다.’)으로 과학성취 연구 모형을 구성하였다. 해당 설문은 리커트 4점 척도로 ‘1-전혀 그렇지 않다’부터 ‘4-매우 그렇다’로 학생들이 응답하였다.

마찬가지로 본 연구의 TIMSS 과학성취모형은 크게 교사의 학교 생활, 교수 지원, 과학에 대한 태도로 나뉜다. TIMSS에서 측정하고 있는 학교에 대한 태도, 즉 학생의 학교 소속감은 ‘I like being in school.’로 구성하였으며, 학교 내 괴롭힘 경험 정도는 ‘Refused to talk to me.’, ‘Excluded me from their group(e.g. parties, messaging).’으로 구성하였다. 수학 및 과학 수업의 특성 중 수업 명료성에 대한 학생 인식은 ‘선생님은 과학 내용을 잘 설명해 주신다.’ ‘선생님은 과학 시간에 다양한 방법으로 공부하는 것을 도와주신다.’, ‘선생님은 과학 시간에 우리가 이해하지 못한 내용을 다시 설명해 주신다.’로 구성하였다.

TIMSS에서 측정하고 있는 학생들의 정의적 특성은 크게 ‘과학에 대한 자아개념’과 ‘학습 동기’로 구분될 수 있다. 본 연구에서는 이러한 정의적 특성을 ‘과학에 대한 태도’라고 명명하였다. 해당 설문은 리커트 4점 척도로 ‘1- 매우 그렇다’부터 ‘4- 전혀 그렇지 않다’로 학생들이 응답하였으며 모형 구성에 선택한 문항과 신뢰도는 Table 2에 제시하였다.

## 3. 연구 방법

본 연구에서는 TIMSS와 NAEA의 자료를 활용하여, 다변량의 관계성을 파악하기 위하여 구조방정식을 활용하였다. 각 자료에 적용된 구조방정식의 가설모형(Figure 1)은 동일하며, 분석 프로그램은 SPSS(IBM Corp, 2017)와 Mplus 8(Muthen & Muthen, 2017)를 활용하여 데이터 분석을 진행하였다. 데이터 분석에 앞서 부정형으로 제시된 문항은 역코딩을 진행하였으며, 본 연구의 순서는 다음과 같다.

첫째, 각 변인들에 대한 기술통계와 상관분석을 실시한 후 Mplus를 사용하여 구조방정식 모형분석을 각각 실시하였다.

둘째, 각 구조방정식 모형의 차이가 있는지 확인한다.

모형 적합도 지표로 *RMSEA*, *CFI*, *SRMR*를 사용하였다. 모형의 적합도를 판단하는 기준으로 *RMSEA*는 .06 이하, *CFI*는 .95 이상, *SRMR* .08 이하를 적용하였다(Hu & Bentler, 1999).

본 연구에서 모수 추정은 로버스터한 최대우도법(Maximum

Table 2. Contents of variables and Cronbach's  $\alpha$  of factors

Research		NAEA 2019		TIMSS 2019		
Factor	Variable	Content	Cronbach's $\alpha$	Variable	Content	Cronbach's $\alpha$
Demographics	SV_05	집에 책이 몇 권 정도 있습니까?	-	BSBG04	About how many books are there in your home?(Do not count magazines newspapers or your school books.)	-
School life	SV_18	나는 학교에서 친구들과 잘 어울려 지낸다	.814	BSBG14D	During this school year, how often have other students from your school done any of the following things to you, including through texting of the Internet? Refused to talk to me*	.466
	SV_19	나는 학교에 속마음을 이야기할 수 있는 친구가 있다		BSBG14M	During this school year, how often have other students from your school done any of the following things to you, including through texting of the Internet? Excluded me from their group(e.g. parties, messaging)*	
	SV_20	나는 학교생활을 잘 하고 있다		BSBG14C	During this school year, how often have other students from your school done any of the following things to you, including through texting of the Internet? Shared my secrets with others*	
	SV_21	나는 학교에 가는 것이 즐겁다		BSBG13A	What do you think about your school? Tell how much you agree with these statements. I like being in school	
Teacher's learning support	SV_30	선생님은 수업 내용을 내가 알아듣기 쉽게 잘 정리해서 설명해 주신다	.705	BSBS23D	How much do you agree with these statement about your science lessons? My teacher is good at explaining science	.682
	SV_35	선생님은 내가 모르는 것을 질문하면 이해할 때까지 몇 번이라도 다시 설명해 주신다		BSBs23E	How much do you agree with these statement about your science lessons? My teacher does a variety of things to help us learn	
				BSBs23G	How much do you agree with these statement about your science lessons? My teacher explains a topic again when we don't understand	
Attitude toward science	SV_51_02	과학은 내가 좋아하는 과목 중 하나이다	.933	BSBS22I	How much do you agree with these statements about learning science? Science is one of my favorite subjects	.894
	SV_51_05	과학은 내가 잘하는 과목 중 하나이다		BSBS22E	How much do you agree with these statements about learning science? I like science	
	SV_51_06	나는 과학을 공부하는 것이 즐겁다		BSBS24C	How much do you agree with these statements about science? science is not one of my strengths*	
	SV_51_07	나는 과학이 일상생활을 하는 데 도움이 된다고 생각한다		BSBS22A	How much do you agree with these statements about learning science? I enjoy learning science	
	SV_51_10	나는 과학 공부에 흥미가 있다		BSBS25A	How much do you agree with these statements about science? I think learning science will help me in my daily life	
	SV_51_11	과학 공부는 내가 나중에 하고 싶은 일을 하는 데 도움이 된다고 생각한다		BSBS22D	How much do you agree with these statements about learning science? I learn many interesting things in science	
			BSBS25F	How much do you agree with these statements about science? It is important to learn about science to get ahead in the world		

\*역코딩 문항

Likelihood estimation with Robust; MLR)으로 분석하였으며, 자료는 결측치간의 관계성이 없는 임의결측(missing at random)으로 결측치의 처리는 Mplus의 기본값인 완전정보최대우도(full-information maximum likelihood, FIML)을 사용하였다. 이와 더불어 TIMSS의 과학 학업성취도 점수에 대해 다중대체법(multiple imputation)을 실시하였다. 또한, 표집 단계에서 유층별로 표집되었기 때문에 계수 추정 편의(bias)를 교정하고자 표집 가중치(sampling weight)를 제공하고 있는데 본 연구에서는 TIMSS 2019에서 권장하는 통합가중치(total weight)를 사용하였다(Kelly et al., 2020).

선행연구를 통해 과학 학업성취도에 영향을 미치는 것으로 확인된 학교 생활(schlife)과 교사의 학습 지원(teacher), 과학에 대한 태도

(sciatt) 간의 관계를 설정하여 Figure 1과 같이 연구모형으로 제시하였다. 공분산은 성별(gender)과 책 보유량(book)이다. 측정오차는 생략되었으며, 이러한 구조 관계를 두 모형에 동일하게 적용하였다.

### III. 연구결과

#### 1. 기술통계 및 기초 분석

주요변인 및 통제 변인에 대한 자료의 기술통계는 Table 3에 제시하였다. 일반적인 구조방정식 모형의 최대우도 추정은 연속형 종속변수들의 다변량 정규성(multivariate normality)을 가정한다(Kline,

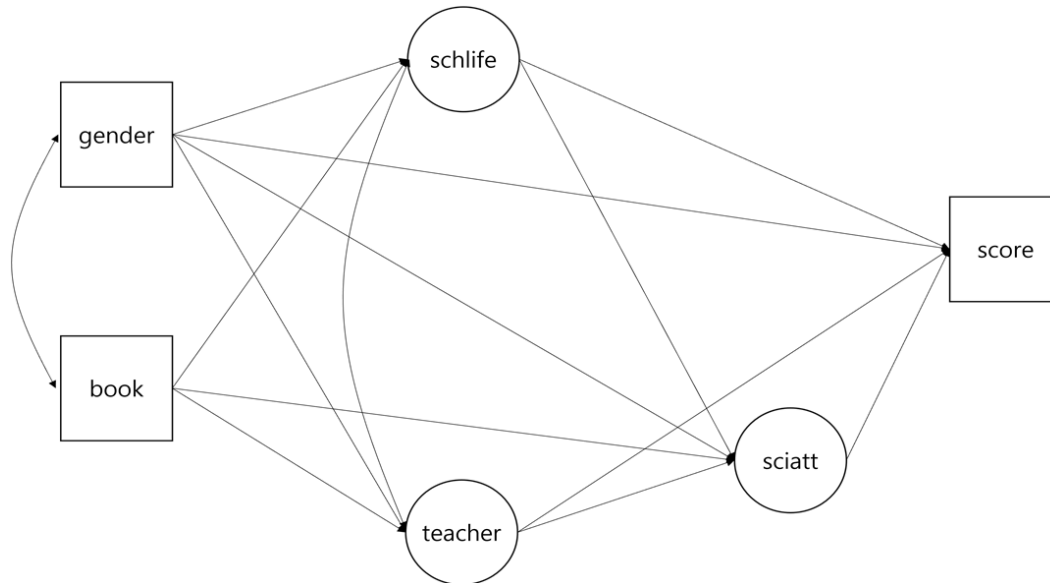


Figure 1. Hypothesized research structural equation model for understanding science achievement in TIMSS & NAEA

Table 3. Descriptive statistics

Factor	NAEA 2019				TIMSS 2019			
	Variable	Mean	S.D	Variable	Mean	S.D		
Have books	SV_05 have books	3.70	1.258	BSBG04 have books	3.70	1.240		
	SV_18 school life1	3.45	0.606	BSBG14D school life1	2.03	0.755		
School life	SV_19 school life2	3.35	0.729	BSBG14M school life2	1.38	0.667		
	SV_20 school life3	3.40	0.621	BSBG14C school life3	1.18	0.557		
	SV_21 school life4	3.00	0.838	BSBG13A school life4	1.09	0.378		
Teacher's learning support	SV_30 teacher support1	3.03	0.688	BSBS23D teacher support1	2.64	0.870		
	SV_35 teacher support2	3.02	0.733	BSBs23E teacher support2	2.13	0.805		
				BSBs23G teacher support3	1.94	0.763		
Attitude toward science	SV_51_02 science attitude1	2.50	0.948	BSBS22I science attitude1	2.46	0.887		
	SV_51_05 science attitude2	2.42	0.924	BSBS22E science attitude2	2.52	0.905		
	SV_51_06 science attitude3	2.55	0.923	BSBS24C science attitude3	2.64	0.951		
	SV_51_07 science attitude4	2.73	0.904	BSBS22A science attitude4	2.64	0.870		
	SV_51_10 science attitude5	2.59	0.933	BSBS25A science attitude5	2.61	0.904		
	SV_51_11 science attitude6	2.66	0.942	BSBS22D science attitude6	2.12	0.858		
				BSBS25F science attitude7	2.09	0.892		

2015). 구조방정식을 이용하는 데 있어서 각 변수의 왜도와 첨도를 이용한 단변량 정규성을 확인하는 방법이 이용된다(Kim, 2016; Kline, 2015). Kline(2015)의 경우 왜도의 절댓값이 3을 넘지 않고 첨도의 절댓값이 10을 넘지 않는다면 큰 문제는 없는 것으로 보았기에 본 데이터는 정규성을 확보한 것을 알 수 있다. 또한, 다변량 이상값(multivariate outlier)을 판단하기 위해 본 연구에서는 Cook의 거리를 이용하였으며 1을 넘지 않아 이상값이 없는 것으로 나타났다.

다중공선성(collinearity)는 두 변수 간에 매우 높은 상관성이 존재할 때 발생하게 되는 문제로, VIF(variance inflation factor, VIF)를 이용하여 공선성 정도를 확인할 수 있다. Kline(2015)에 의해 VIF가 10 이상이면 하나의 변수가 나머지 변수들과 다중공선성이 존재한다고 볼 수 있는데, 본 연구에서는 10 이상인 변수가 없었다.

## 2. 측정모형 분석 결과

### 가. NAEA 2019 측정 모형

Kline(2011)에 따르면 각 표준화된 추정치가 0.7이 넘으면 수렴 타당도(convergent validity)를 확보할 수 있다고 하였으며 Wang과 Wang(2012)은 4 이상이면 수렴타당도를 확보한 것으로 간주하였다. 결과를 확인해보면 모든 표준화된 요인 부하가 0.648~0.912로서 수렴 타당도를 확보한 것을 알 수 있다(Table 4). 또한, Table 5를 보면 요인간 상관계수가 0.8보다 낮음으로써 변별 타당도(discriminant validity)를 확보하여 세 개의 요인은 충분히 구분됨을 알 수 있다(Brown, 2015).

Table 4. Factor loadings of NAEA 2019 model

Factor	Variable	Unstandardized coefficients( <i>B</i> )	<i>SE</i>	Standardized coefficients( $\beta$ )	<i>SE</i>
School life	school life1	1.000	0.000	0.794	0.009
	school life2	1.027	0.021	0.678	0.011
	school life3	1.097	0.020	0.850	0.008
	school life4	1.128	0.027	0.648	0.010
Teacher's learning support	teacher support1	0.520	0.008	0.767	0.009
	teacher support2	0.520	0.008	0.712	0.009
Science attitude	science attitude1	1.000	0.000	0.893	0.004
	science attitude2	0.903	0.009	0.827	0.006
	science attitude3	0.994	0.008	0.912	0.004
	science attitude4	0.742	0.012	0.695	0.009
	science attitude5	1.001	0.008	0.907	0.004
	science attitude6	0.832	0.011	0.747	0.008

Table 5. Factor correlations of NAEA 2019 model

Factor	School life	Teacher support
Teacher support	0.245	-
Science attitude	0.095	0.303

나. TIMSS 2019 측정 모형

마찬가지로 수렴타당도를 판단하기 위해 Hair 외(2019)에 따라 .5 이상이면 수렴타당도를 확보한 것으로 간주하였다. Wang과 Wang(2012)은 수렴타당도의 기준을 .4 이상으로 삼았는데, 결과를 확인해보면 하나의 문항(i.e. school life1)을 제외하고 모든 표준화된 요인 부하가 0.420~0.904로서 수렴 타당도를 확보한 것을 알 수 있다 (Table 6). 또한, Table 7의 요인간 상관계수가 0.8보다 낮아 변별 타당도를 확보하여 세 개의 요인은 충분히 구분되었다고 할 수 있다 (Brown, 2015).

3. 구조모형 분석 결과

가. NAEA 2019 구조모형

학업성취도와 교사의 학습 지원, 학교생활, 과학 태도 간의 구조적 관계를 살펴보기 위하여 연구모형을 설정하였으며, 연구모형의 적합도는 CFI=0.975, RMSEA=0.042, SRMR=0.036으로 양호한 수준이었다.

Table 8은 변인의 추정치 결과이다. 과학 태도에 대해 학교생활( $\beta=0.058, p<.01$ )과 교사 지원( $\beta=0.303, p<.001$ )이 영향을 미치며 통계적으로 유의하게 나타났다. 학업성취도에 대해서는 과학 태도( $\beta=$

Table 6. Factor loadings of TIMSS 2019 model

Factor	Variable	Unstandardized coefficients( <i>B</i> )	<i>SE</i>	Standardized coefficients( $\beta$ )	<i>SE</i>
School life	school life1	1.000	0.000	<b>0.203</b>	0.021
	school life2	1.870	0.257	0.420	0.032
	school life3	2.6076	0.320	0.710	0.038
	school life4	1.672	0.245	0.646	0.036
Teacher's learning support	teacher support1	1.000	0.000	0.729	0.011
	teacher support2	0.581	0.024	0.460	0.015
	teacher support3	0.499	0.023	0.416	0.016
Science attitude	science attitude1	1.000	0.000	0.890	0.005
	science attitude2	0.790	0.014	0.744	0.009
	science attitude3	1.085	0.011	0.904	0.004
	science attitude4	0.660	0.016	0.605	0.012
	science attitude5	0.670	0.021	0.568	0.018
	science attitude6	0.534	0.018	0.475	0.015
	science attitude7	1.071	0.010	0.935	0.003

Table 7. Factor correlations of TIMSS 2019 model

Factor	School life	Teacher support
Teacher support	0.004	-
Science attitude	0.002	0.496

0.383,  $p<.001$ )는 통계적으로 유의하게 나타났으며, 학업성취도와 학교생활, 교사 지원은 통계적으로 유의하지 않게 나타났다. 공변량인 성별에 대해 교사 지원( $\beta=-0.059, p<.001$ ), 과학 태도( $\beta=-0.113, p<.001$ ), 학업성취도( $\beta=0.128, p<.001$ )가 영향을 미치며, 학교생활에 미치는 영향은 통계적으로 유의하지 않았다. 책을 보유한 정도에 대해서는 학교생활( $\beta=0.123, p<.001$ ), 교사 지원( $\beta=0.116, p<.001$ ), 과학 태도( $\beta=0.156, p<.001$ )에 미치는 영향이 통계적으로 유의한 것을 알 수 있다.

Table 9는 학교생활과 교사의 학습지원이 과학태도를 매개하여 학업성취에 미치는 간접효과와 직접효과를 나타낸다. 학교생활에서 과학 태도를 매개하여 학업성취도에 영향을 미치는 간접효과는 통계적으로 유의한 결과를 나타냈다( $\beta=0.022, p<.01$ ). 그러나 학교생활에서 학업성취도의 직접 효과는 유의하지 않아, 완전 매개임을 알 수 있다. Mplus에서는 간접효과의 통계적 유의성을 검정할 때 표준오차를 계산하는 방식은 Sobel의 검정(Sobel, 1982)을 사용하였으며, 이는 간접효과 추정치가 정규분포를 따른다는 가정 하에서 표준오차를 계산하고 검정을 진행하는 방법으로 다변량 델타 방법(multivariate delta method; Cramer, 1946; Muthen & Muthen, 1998~2018)이라고도 불

Table 8. Standardized and unstandardized path coefficients of NAEA 2019 model

	Path		Unstandardized coefficients(B)	SE	Standardized coefficients( $\beta$ )	SE
school life	→	science attitude	0.102**	0.032	0.058**	0.018
teacher support	→	science attitude	0.254***	0.017	0.303***	0.020
school life	→	achievement	2.290	1.262	0.031	0.017
teacher support	→	achievement	1.166	0.711	0.033	0.020
science attitude	→	achievement	16.333***	0.605	0.383***	0.013
gender	→	school life	0.003	0.013	0.003	0.014
have books	→	school life	0.047***	0.006	0.123***	0.014
gender	→	teacher support	-0.119***	0.030	-0.059***	0.015
have books	→	teacher support	0.093***	0.013	0.116***	0.016
gender	→	science attitude	-0.191***	0.021	-0.113***	0.012
have books	→	science attitude	0.105***	0.009	0.156***	0.013
gender	→	achievement	9.261***	0.829	0.128***	0.011

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

Table 9. Direct effect and indirect effect of NAEA 2019 model

	Path		Unstandardized coefficients(B)	SE	Standardized coefficients( $\beta$ )	SE
school life	→ science attitude →	achievement	1.662**	0.531	0.022**	0.007
school life	→	achievement	2.290	1.262	0.031	0.017
	Total		3.953**	1.339	0.053**	0.018
teacher support	→ science attitude →	achievement	4.147***	0.316	0.116***	0.009
teacher support	→	achievement	1.166	0.711	0.033	0.020
	Total		5.313***	0.703	0.149***	0.020

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

린다.

마찬가지로 교사 지원에서 과학 태도를 매개하여 학업성취도에 영향을 미치는 간접효과는 통계적으로 유의한 결과를 나타냈다( $\beta=0.116$ ,  $p<.001$ ). 그러나 교사 지원에서 학업성취도의 직접 효과는 유의하지 않아 마찬가지로 완전 매개임을 알 수 있다.

NAEA 2019의 데이터로 추정된 측정모형의 요인부하량과 구조모형의 경로계수는 Figure 2와 같다.

나. TIMSS 2019 구조모형

TIMSS 2019의 교사의 학습 지원, 학교생활, 과학 태도 간의 구조적 관계를 살펴보기 위하여 연구모형을 설정하였으며, 연구모형의 적합도는 CFI=0.915, RMSEA=0.057, SRMR=0.063으로 CFI가 .95에 약간 못미치는 수준이지만, “수용가능(acceptable)”(Bentler, 1990)이라고 할 수 있고, 나머지 두 적합도 지표는 양호한 수준이었다.

Table 10은 변인의 추정치 결과이다. 과학 태도에 대해 교사 지원( $\beta=1.000$ ,  $p<.001$ )이 영향을 미치며 통계적으로 유의하게 나타났다. 학업성취도에 대해서는 교사 지원( $\beta=-1.794$ ,  $p<.001$ ), 과학 태도( $\beta=1.526$ ,  $p<.001$ )가 통계적으로 유의하게 나타났으며, 학교생활은 학업성취도에 통계적으로 유의하게 영향을 미치지 않았다.

공변량인 성별에 대해 학교생활( $\beta=-0.041$ ,  $p<.05$ ), 교사 지원( $\beta=-0.067$ ,  $p<.01$ )에 영향을 미치며, 책을 보유한 정도에 대해서는 교사

지원( $\beta=-0.023$ ,  $p<.001$ ), 과학 태도( $\beta=0.086$ ,  $p<.001$ )가 미치는 영향이 통계적으로 유의한 것을 알 수 있다.

Table 11은 학교생활과 교사의 학습지원이 과학태도를 매개하여 학업성취에 미치는 간접효과와 직접효과를 나타내고, 학교생활에서 과학 태도를 매개하여 학업성취도에 영향을 미치는 간접효과는 통계적으로 유의하지 않았다. 학교생활에서 학업성취도에 바로 영향을 미치는 직접효과도 통계적으로 유의하지 않았다. 반면, 교사 지원에서 과학 태도를 매개하여 학업성취도에 영향을 미치는 간접효과는 통계적으로 유의하게 나타났( $\beta=1.526$ ,  $p<.001$ ). 교사 지원에서 학업성취도에 바로 영향을 미치는 직접효과 또한 통계적으로 유의하게 나타났( $\beta=-1.794$ ,  $p<.001$ ). 그러나 직접효과가 교사 지원이 많을수록, 학업성취도에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났는데 이는 억제 효과(suppressor effect)로 보인다. 억제 효과는 진모형(true model)에서는 존재하지만, 모형 설정에 어떤 문제가 있어 효과가 보이지 않거나 억제되는 현상을 나타낸다(Bollen, 1989). 본 모형에서는 교사지원과 학업성취도의 관계에서 과학 태도라는 매개변수를 사용함으로써 원래는 양의 값을 가져야 할 교사 지원이 학업성취도에 미치는 직접적인 영향이 억제되어 음의 값이 나타나게 된 것으로 해석할 수 있다.

TIMSS 2019의 데이터로 추정된 측정모형의 요인부하량과 구조모형의 경로계수는 Figure 3과 같다.

Figure 4는 NAEA 2019와 TIMSS 2019 자료를 이용한 구조방정식

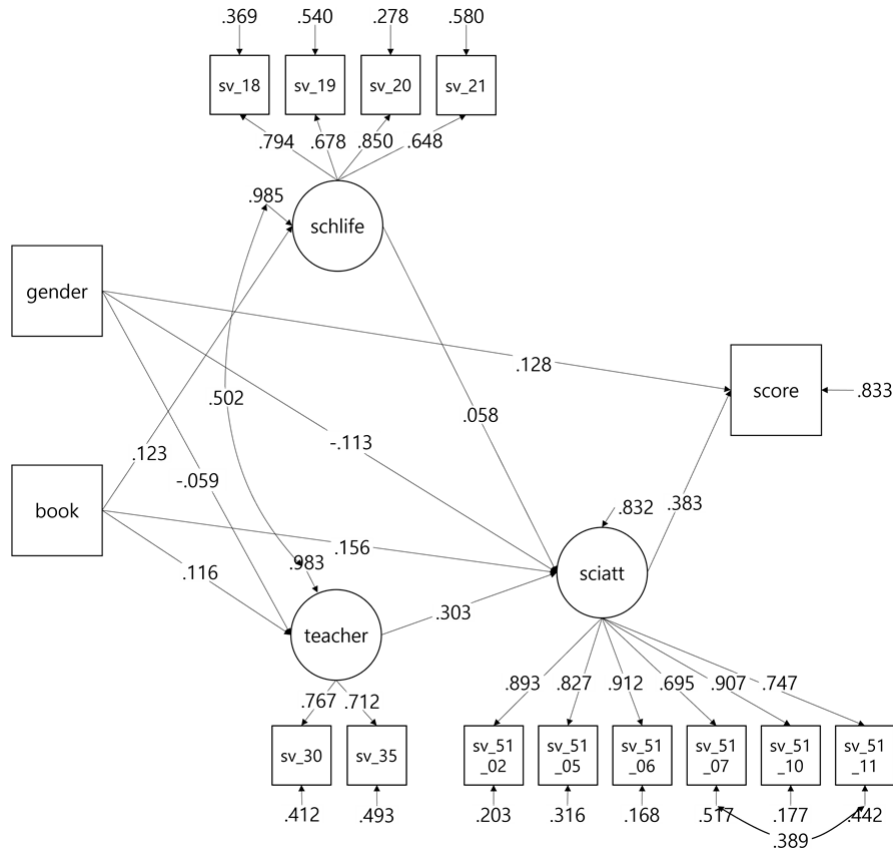


Figure 2. Standardized path coefficients and factor loadings of estimated model using NAEA 2019

Table 10. Standardized and unstandardized path coefficients of TIMSS 2019 model

Path	Unstandardized coefficients(B)	SE	Standardized coefficients(β)	SE
school life → science attitude → achievement	-16.874	16.675	-0.031	0.030
school life → achievement	-8.538	23.236	-0.015	0.042
Total	-25.412	13.604	-0.046	0.024
teacher support → science attitude → achievement	201.966***	42.858	1.526***	0.319
teacher support → achievement	-237.485***	43.574	-1.794***	0.324
Total	-35.519***	2.947	-0.268***	0.022

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

Table 11. Direct effect and indirect effect of TIMSS 2019 model

Path	Unstandardized coefficients(B)	SE	Standardized coefficients(β)	SE
school life → science attitude	-0.104***	0.100	-0.020	0.019
teacher support → science attitude	1.247*	0.024	1.000***	0.005
school life → achievement	-8.538	23.236	-0.015	0.042
teacher support → achievement	-237.485**	43.574	-1.794***	0.324
science attitude → achievement	162.000**	34.358	1.526***	0.322
gender → school life	-0.012***	0.006	-0.041*	0.020
have books → school life	-0.001***	0.003	-0.008	0.022
gender → teacher support	-0.086***	0.025	-0.067**	0.020
have books → teacher support	-0.117**	0.011	-0.0226***	0.020
gender → science attitude	-0.035***	0.022	-0.022	0.014
have books → science attitude	0.055**	0.010	0.086***	0.016
gender → achievement	7.495*	4.949	0.044	0.029

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



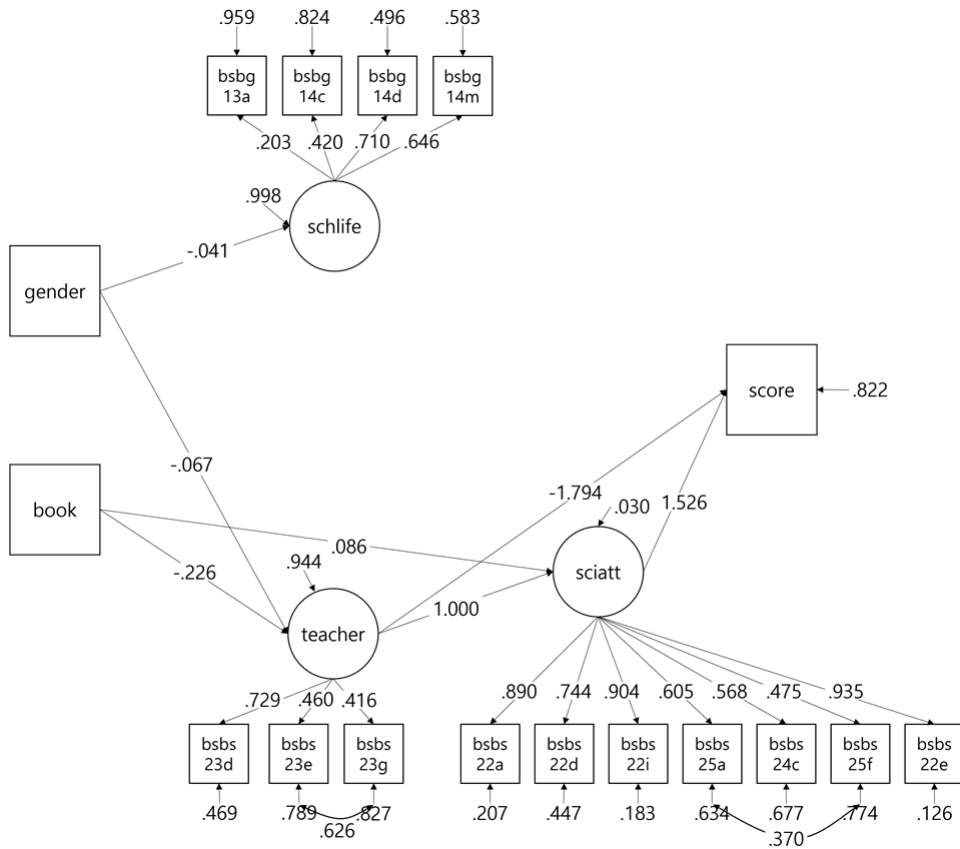


Figure 3. Standardized path coefficients and factor loadings of estimated model using TIMSS 2019

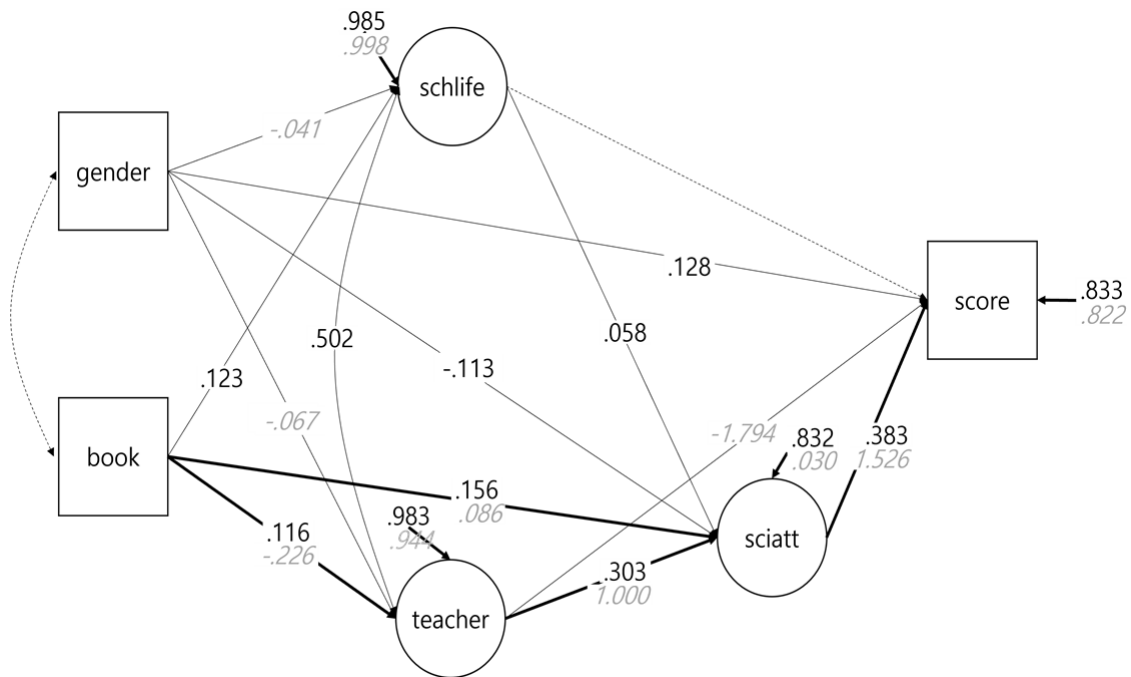


Figure 4. Comparison of standardized path coefficients of estimated model

모형 경로계수 추정치를 한 그림에 함께 나타낸 것이다. 검은색 숫자는 NAEA 2019를 이용한 모형의 경로계수이며, 회색 이탤릭체의 숫자는 TIMSS 2019를 이용한 모형의 경로계수이다. 굵게 표시된 선은 두 자료에서 모두 유의하게 나타난 경로를 나타내는 것으로 책 보유량이 교사의 지원, 과학에 대한 태도에 미치는 영향, 교사의 지원이

과학에 대한 태도에 미치는 영향, 과학에 대한 태도가 학업성취도에 미치는 영향이 두 자료에서 모두 통계적으로 유의하였다. 점선은 두 자료에서 모두 유의하게 나타나지 않은 경로를 의미하는데, 성별과 책 보유량 간의 상관, 학교생활이 학업성취도에 미치는 영향이 두 자료 모두에서 통계적으로 유의하지 않게 나타났다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구는 구조방정식을 이용하여 과학성취도와 교사의 학습 지원, 과학에 대한 태도, 학교생활이 어떠한 구조적 관계를 갖는지 국내 자료와 국외 자료를 통해 살펴보았다. 이를 위해 NAEA 2019와 TIMSS 2019를 응시한 중학교 3학년 학생들을 대상으로 학생 수준 변인 간의 관계를 분석하여 비교하였다. 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 학교생활은 두 데이터 모두에서 과학성취도에 직접적으로는 유의한 영향을 미치지 않았으며, NAEA 2019에서는 과학에 대한 태도를 완전 매개하여 과학성취도에 유의한 영향을 미쳤다. 이와 같은 결과는 먼저, 본 연구에서 선정한 학교생활 요인의 구성 변인과 관련이 있다. 구성 변인 중 하나인 ‘교우 관계’와 학업성취도 간의 관계를 선행연구에서도 긍정적 영향(Kim & Lee, 2010; Kwak, 2006)과 부정적 영향(Moon *et al.*, 2007)이 있음을 혼재하여 보고하고 있기 때문에 이와 일맥상통하는 결과로 해석할 수 있다. 또한, 학교를 좋아하는지, 학교생활을 잘 하고 있는지에 대한 자기 판단이 또 다른 구성 변인이었는데, 후자는 메타인지(metacognition)와 관련지어 해석할 수 있다. 메타인지란 자신의 인지 과정에 대해 관찰, 발견, 통제, 판단하는 정신 작용으로 ‘인지에 대한 인지’를 가리킨다(Livingston, 2003). 메타인지가 높은 학생들이 학업성취도가 높은 경향을 보인다는 선행연구(Chung & Yu, 2010; Jeong & Han, 2003; Kim *et al.*, 2015)가 다수 보고된 만큼, 메타인지가 높은 학생들이 자신을 객관적으로 바라보고 그렇지 않은 학생보다 엄격하게 평가했을 가능성이 있음을 시사한다.

NAEA 2019에서는 과학에 대한 태도를 완전 매개하여서는 과학성취도에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났는데 이는 즉, 학교생활을 잘 하는 학생들이 과학 성취도가 높는데, 이는 학교생활을 잘 하는 학생들이 과학에 대한 태도가 좋고, 과학에 대한 태도가 좋으면 과학 성취도가 높게 된다는 것이다. 이는 학교생활 만족도와 과학에 대한 태도 사이에 정적 상관관계를 보고한 선행연구(Chung & Shin, 2011)와 과학에 대한 태도와 과학 성취도의 정적 상관관계를 보고한 다수의 선행연구(An & Chung, 1996; Lee & Kim, 2004; Freedman, 1997)를 종합한 결과와 일치하는 결과였다. 이러한 결과는 학업성취도 신장을 위해서 학생들의 학교생활을 잘할 수 있도록 전반적 도움을 제공하는 것이 과학에 대한 태도를 향상시킬 수 있으며, 이는 학업성취도의 향상에 효과적인 방법임을 시사하고 있다.

둘째, 교사의 학습 지원은 TIMSS에서 과학 성취에 유의한 영향을 나타내었고, 과학에 대한 태도를 매개한 경우에도 유의한 영향을 나타냈다. 반면 NAEA에서는 과학에 대한 태도를 완전매개한 경우에만 과학 성취에 유의한 영향을 나타냈다. 이는 교사의 교수학습이 학업성취도에 긍정적인 영향을 준다는 선행연구와 일치한다(Cheong *et al.*, 2015; Kim *et al.*, 2012). 즉, 교사의 학습 지원을 긍정적으로 인식할수록 학생들의 과학에 대한 태도가 높고, 과학에 대한 태도가 좋으면, 으로서 과학성취도에 높게 나타난다는 것이다. 이러한 결과는 학업성취도 신장을 위해 교사의 역할이 중요하다는 것을 의미하며, 교수 학습 과정에서 교사는 학생들에게 적극적으로 학습을 지원해야 한다는 것을 의미한다. 또한, 이를 위한 교사교육프로그램이 지원되어야 할 필요성이 있다.

셋째, 과학 태도는 두 데이터 모두에서 과학 성취에 유의한 긍정적 영향을 미쳤다. 이는 선행연구(Joo *et al.*, 2011; Kim *et al.*, 2008;

Lim & Lee, 2016)를 지지하는 결과이다. 이는 과학 성취도 향상을 위해 과학에 대한 긍정적인 태도를 길러주는 것이 중요하다는 것을 의미하며, 교사는 학생들의 과학에 대한 태도를 신장시킬 수 있는 교수 학습 방법을 모색해야 한다.

TIMSS와 NAEA 자료에서 학업성취도와 변인들 간의 관계가 다르게 나타났는데, 이 같은 결과의 원인으로 TIMSS와 NAEA의 학업성취도 검사 문항의 차이를 생각해 볼 수 있다. NAEA는 선다형 문항과 서답형 문항으로 선다형 문항 같은 경우에는 5지선다형이었으며 총 40문항이었다. TIMSS도 선다형 문항과 서답형 문항으로 구성되어 있었으며, 선다형 문항은 4지, 3지, 2지선다였으며 하위문항을 포함하여 209문항이었다. 또한, Choi와 Kim(2019)의 연구에 따르면, 교사들은 학교 지필평가 문항과 TIMSS 문항은 차이가 있다고 응답하였으며 구체적으로 학교 평가보다 서술형 문항의 비율이 높았으며, 문항의 변별도가 높았다고 응답했다. 또한, 학교 평가와 비교하였을 때 문도가 낮선 경향이 있고, 일부 교사는 교육과정의 수준을 넘어선다고 응답하였다. 즉, 두 연구에서 학업성취도 검사의 차이로 인해 이러한 차이가 나타나게 되었음을 추론해 볼 수 있다.

넷째, 두 연구에서 성별은 학교생활, 학업성취도, 과학에 대한 태도, 교사의 학습 지원에 영향을 미치는 양상이 다르게 나타났다. 먼저 NAEA 2019에서는 성별이 1은 남학생, 2가 여학생으로 코딩되었기에 학업성취도에 대해서는 여학생이 더 높게 나타났으며, 과학에 대한 태도는 남학생이 더 높게 나타났다. 또한, 성별은 학교생활에 미치는 영향이 통계적으로 유의하지 않았다. 반면, TIMSS 2019에서는 성별이 학교생활에 미치는 영향이 통계적으로 유의하였으며, 여학생이 더 높게 나타난 것을 알 수 있다. 또한, 교사에 대한 지원에서도 여학생이 더 높게 나타난 것을 알 수 있다. 이는 과학에 대한 태도나 성취도가 여학생이 더 높은 경우(Kim, 2020) 차이가 없는 경우(Ahn & Kang, 2014; Kim & Cho, 2002), 여학생이 더 낮은 경우(Lee & Kim, 2004; Lee & Kim, 2018)의 선행연구가 다양하게 보고되고 있는 바와 유사한 결과임을 알 수 있다.

다섯째, 두 연구에서 책 보유량은 학교생활, 과학에 대한 태도, 교사의 학습 지원에 영향을 미치는 양상이 다르게 나타났다. 먼저 NAEA 2019에서는 책 보유량이 학교생활, 과학에 대한 태도, 교사의 학습 지원에 모두 긍정적인 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 반면, TIMSS 2019에서는 학교생활에 미치는 영향은 유의하지 않았으나 과학에 대한 태도, 교사의 학습 지원에 미치는 영향은 유의한 것을 알 수 있다. 그러나 과학에 대한 태도에는 긍정적인 영향을, 교사의 학습 지원에는 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났는데, 이는 단순 책 보유량과 교사의 학습 지원을 연결 짓기에는 다소 비약적 해석이 될 수 있다는 것을 보여준다.

본 연구를 통해 도출한 교육적 시사점은 다음과 같다.

첫째, 본 연구는 학생의 과학에 대한 태도, 교사의 학습 지원, 학교생활과 학업성취도의 구조적 관계를 규명하였다. 국제 자료와 국내 자료를 통해 구축한 모델의 분석 결과를 통합해 보면, 교사의 학습에 대한 지원은 과학에 대한 태도를 부분 매개하여 학업성취도에 유의한 영향을 나타냈으며, 학교생활은 과학에 대한 태도를 완전 매개하여 학업성취도에 유의한 영향을 나타냈다. 이는 학업성취도를 향상시키기 위해 다양한 학업적 맥락이 고려되어야 할 필요성이 있음을 보여준다. 학생 개인의 과목에 대한 태도뿐만 아니라 해당 과목 교사의

학습 지원, 교우 관계, 학교에서의 전반적 생활 등 학업성취도를 향상시키기 위해서는 영향을 미칠 수 있는 다양한 변인의 통합적 접근과 관리가 필요하다는 것을 시사한다.

둘째, 국내연구와 국제 비교연구를 비교한 결과 차이점이 나타났는데, 이는 국제 비교연구의 국내 적용을 위해서는 주의가 필요하다는 것을 의미한다. 서론에서도 언급한 바와 같이 국제연구는 모든 국가의 교육 내용을 포함하지 않으며, 해당 학년의 학생들이 필수적으로 알아야 하는 내용을 중심으로 선정한다. 반면, 국내연구는 우리나라의 교육과정과 가치를 담고 있기 때문에 이러한 차이가 나타난다고 할 수 있다. 따라서 국제 비교연구의 결과를 통해 국내 현장을 해석하고자 할 때 잘못 해석하는 경우가 발생할 수 있기에 해석에 유의해야 할 필요가 있다.

본 연구는 구조방정식을 이용하여 과학성취도와 교사의 학습 지원, 과학에 대한 태도, 학교생활의 구조적 관계를 검증하고, 이를 국내 자료와 국외 자료를 통해 비교하였다는 데 의의가 있다. 그러나 본 연구에서는 NAEA를 기준으로 먼저 모형을 구축한 뒤 TIMSS에서 유사한 문항을 추출하여 모형을 구축하였기에 TIMSS 모형에서 모델의 적합도가 다소 낮은 경향을 보인다. 그러나 두 데이터에서 나타나는 구조적 관계를 비교하는 것이 이 연구의 주된 목적이므로 모형을 수정하는 것은 적합하지 않았다. 또한, TIMSS 데이터 일부가 정규성을 확보하지 못함에도 변수형(variable form)을 이변량으로 수정하지 않은 이유도 동일하다.

또한, 성별과 책 보유량을 통제 변인으로 선택하여 연구를 진행하였는데, 교육맥락이 복잡하고 다양한 만큼, 추가 변인을 고려한 후속 연구를 진행해야 할 필요성이 있으며, 본 연구에서는 두 데이터를 사용하여 학업성취도에 대한 모형을 구축하였는데, 차이가 발견되었다. 이러한 차이가 어디에서 기인하는 것인지에 관한 분석적 연구와 차이가 다른 국제연구(e.g. PISA)와의 비교를 통해 자료의존적(data-dependant)으로 나타난 특성인지, 아니면 국제연구 전반에서 나타나는 특성인지 확인하는 확장적 연구를 제안한다.

## 국문요약

각 나라의 대표적 표본을 추출하여 시행되는 국제비교연구의 결과를 한 국가의 교육 시스템 안에 적용하고자 할 때에 여러 요인들로 인해 적절하지 않을 수 있다는 생각에서 시작한 본 연구는, 학업성취를 설명하는 구조방정식 모형을 국제연구자료와 국내 자료에 각각 적용하여 비교함으로써 국제연구자료를 통해 얻은 결과를 국내에 바로 적용할 수 있는지 확인해보고자 하는 목적을 가지고 진행되었다. 구체적으로 학생의 과학에 대한 태도, 교사의 학습 지원, 학교생활 변인이 학업성취도에 미치는 영향을 분석하였다. 본 연구에 사용된 데이터는 TIMSS 2019 한국 7학년 학생 5,554명의 데이터와 NAEA 2019 중학교 3학년 학생 6,365명의 데이터를 대상으로 하였다. 연구 결과, 첫째, 학교생활은 두 데이터 모두에서 과학성취도에 유의한 영향을 미치지 않았으며, NAEA 2019에서는 과학에 대한 태도를 완전 매개하여 과학성취도에 유의한 영향을 미쳤다. 둘째, 교사의 학습 지원은 TIMSS에서 과학 성취에 유의한 영향을 나타내었고, 과학에 대한 태도를 매개한 경우에도 유의한 영향을 나타냈다. 반면 NAEA에서는 과학에 대한 태도를 완전 매개한 경우에만 과학 성취에 유의한 영향을 나타내었다.

셋째, 과학 태도는 두 데이터 모두에서 과학 성취에 유의한 영향을 미쳤다. 넷째, 두 연구에서 성별은 학교생활, 학업성취도, 과학에 대한 태도, 교사의 학습 지원에 영향을 미치는 양상이 다르게 나타났으며, 다섯째, 책 보유량 또한 양상이 다르게 나타났다. 본 연구는 학생의 과학에 대한 태도, 교사의 학습 지원, 학교생활과 학업성취도의 구조적 관계를 규명하였으며, 국내연구와 국제연구를 비교한 결과 차이가 나타났는데, 이와 같은 결과는 국제연구의 결과를 통해 국내 현장을 해석하고자 할 때 유의해야 할 필요성이 있다는 것을 보여준다.

**주제어 :** TIMSS 2019, 국가수준 학업성취도 평가 2019, 과학에 대한 태도, 학업성취도, 교사의 학습지원, 학교 생활

## References

- Ahn, K. J., & Kang, K. H. (2014). The Relationship among High School Students' Gender, Academic Track, Metacognition and Scientific Attitude. *Journal of Science Education*, 38(2), 257-269.
- An, G-W & Chung, Y-L (1996). Relation among Students' Science-related Attitudes, Science Achievement, Science Process Skills, and Teachers' Attitudes. *Journal of the Korean association for science education*, 16(4). 410-416.
- Bentler, P. M. (1990). Comparative fit indexes in structural models. *Psychological bulletin*, 107(2), 238.
- Blank, R. K., & De Las Alas, N. (2009). The Effects of Teacher Professional Development on Gains in Student Achievement: How Meta Analysis Provides Scientific Evidence Useful to Education Leaders. Council of Chief State School Officers. One Massachusetts Avenue NW Suite 700, Washington, DC 20001.
- Bollen, K. A. (1989). *Structural equations with latent variables*(Vol. 210). John Wiley & Sons.
- Brown, T. A. (2015). *Confirmatory factor analysis for applied research*. Guilford publications.
- Cheong, M. J., Kim, H. K., & Moon, Y. H. (2015). The relationship between Teaching Methods accepted by learners and Academic Achievement Factors on Academic Achievement. *Korean journal of youth studies*, 27(2), 129-150.
- Chung, H. S. & Yu, K. A. (2010). Relationship among University Students' Metacognition, GPA and Online Notetaking Strategy Use. *Journal of the Humanities*, 46, 317-343.
- Chi, E. L., Yang, M. H., & Cheong, Y. S. (2011). Effects of teachers' activities for instruction and evaluation on students' self-regulated Learning and academic achievement. *The Journal of Elementary Education*, 24(4), 165-184.
- Choi Y & Kim H-K (2019). Perception of middle school science teachers about eTIMSS Assessment and items in TIMSS 2019. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 19(8), 1335-1361.
- Cramér, H. (1946). A contribution to the theory of statistical estimation. *Scandinavian Actuarial Journal*, 1946(1), 85-94.
- Freedman, M. P. (1997). Relationship among laboratory instruction, attitude toward science, and achievement in science knowledge. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 34(4), 343-357.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2018). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Boston, MA: Cengage Learning
- Harris, D. N., & Sass, T. R. (2011). Teacher training, teacher quality and student achievement. *Journal of public economics*, 95(7-8), 798-812.
- Hu, L. T., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural equation modeling: a multidisciplinary journal*, 6(1), 1-55.
- IBM Corp. (2017). *IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0*. [Computer Software]. Armonk, NY: IBM Corp.
- Jeong, H., & Han, Y. (2003). The effects metacognitive learning strategies on achievement of elementary school students. *Journal of Science educational research*, 28, 57-68.
- Joo, Y.J., Chung, Y.L., & Lee, Y.K. (2011). The Structural Relationship and Latent Means Analysis of Gender among Academic Self-Efficacy, Interest, External Motivation and Science Achievement for High School Students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 31(6), 876-886.

- Ju, H. J. (2011). Analysis of the Causal Relationships among Self-Determination Motivation, Self-Directed Learning Ability, Academic Self-Efficacy and Academic Achievement of Elementary School Students. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 11(2), 237-259.
- Kelly, D.L., Centurino, Victoria, Martin, M.O., & Mullis, I.V.S. (Eds.) (2020). TIMSS 2019 Encyclopedia: Education Policy and Curriculum in Mathematics and Science. Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/encyclopedia/>
- Kim C J, Cho S H (2002). The effect of a Portfolio System on Elementary Students' Science Achievements, Inquiry Ability and Attitudes by Region and Gender. *Journal Korean Earth Science Society*, 23(3), 234-241.
- Kim, K., Kim, S., Kim, N., Park, S., Kim, J., Park, H., Jung, S. (2008). Characteristics of achievement trend in Korea's middle and high school students from International Achievement Assessment(TIMSS/PISA) (Report No. RRE 2008-3-1). Seoul: Korea Institute for Curriculum and Evaluation.
- Kim, K. S., Lee H. C. (2010). The Longitudinal Relationship between Students' Human Relations(Parents-Children Relations, Teacher-Student Relations and Peer Relations)as Social Capital and Academic Achievement. 58(1), 203-225.
- Kim, N. Y., Lee, C. D. (2018). The Effect of Teacher's Feedback on Homework on Students' Academic Achievement -A Comparative Analysis of TIMSS 2015 Korea and Singapore Data-, *The Journal of Korean Teacher Education*, 35(2), 385-411.
- Kim, P. M., Kim. Y. H. (2013). An effect of self-perception toward health-related problem on the self-esteem of youth -Focusing on the moderating effect of ego-resilience, *Korean Journal of Youth Studies* 20(10), 143-167.
- Kim, S. (2016). Fundamentals and extensions of structural equation modeling with Mplus examples. Seoul: hakjisa.
- Kim, S. (2020). A Study on Elementary Pre-service Teachers' Science Instructional Ability, Science Pedagogy Achievement, and Science Instructional Evaluation Factors according to Gender. *Journal of the Korean society of earth science education*, 13(1), 90-99.
- Kim, S., Lee, J., Park, J. H., Lee, M. (2015). Trends in International Mathematics and Science Study: TIMSS 2015 Main Survey (Report No. RRE 2015-11-2). Seoul: Korea Institute for Curriculum and Evaluation.
- Park, S., Kim, H., Sang, K., Jeon, S., Choi, I. (2019). Trends in International Mathematics and Science Study: TIMSS 2019 Main Survey (Report No. RRE 2019-10). Seoul: Korea Institute for Curriculum and Evaluation.
- Kim, S., Park, J. H., Kim, H., Jin, E., Lee, M., Kim, J. Y., Ahn, Y., K., & Seo, J. H. (2012). Findings from TIMSS for Korea: TIMSS 2011 international results. (Research Report RRE 2012-4-3). Seoul: KICE.
- Kim, Y. (2020). A Longitudinal Study on the Influence of Attitude, Mood, and Satisfaction toward Mathematics Class on Mathematics Academic Achievement. *Communications of Mathematical Education*, 34(4), 525-544.
- Kim, Y., Namgung, J., Park, K., Kim, M., & Kim, W. (2015). Korean Education Longitudinal Study(KELS2013)(III): An analysis of educational experiences and achievements for elementary school students(II). (Research Report No. RR 2015-29). Seoul: KEDI.
- Kim, Y. B., Im, H. J., & Kim, N. O. (2012). An Analysis on Class and Teacher Level Variables Affecting Academic Achievement. *Journal of Korean Education*, 39(2), 157-179.
- Kline, R. B. (2011). Principles and practice of structural equation modeling (3rd ed.). New York, NY: Guilford publications.
- Kline, R. B. (2015). Principles and practice of structural equation modeling (4th ed.). New York, NY: Guilford publications.
- Ku, J., Kim, S., Lee, H., Cho, S., & Park, H. (2016). OECD Programme for International Students Assessment: An analysis of PISA 2015 Results. (Research Report No. RRE 2016-2-2). Seoul: KICE.
- Kwak, S. (2006). Determinants of academic achievement on academic high school students. *Korean Journal of Sociology of Education*, 16(2), 1-29.
- Lee, C. H., Kim, K. Y., Kim S. (2011). Factor Analysis and Measurement Invariance Test of Mathematical Affectiveness in High Mathematical Achievement Countries. *Journal of Korea Society of Educational Studies in Mathematics School Mathematics*, 13(2), 307-321.
- Lee, H. R., Nam, K. H., Moon, S. B., Kim, Y. G., Lee, S. H. (2005). The Effects of Science Instruction Using Argumentation on Elementary School Students' Learning Motivation and Scientific Attitude. *The Korean Elementary Science Education Society*, 24(2), 183-191.
- Lee, K. H. (1998). The Relations between Science Related Attitudes and Science Achievement of High School Students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 18(3), 415-425.
- Lee, M. K. & Kim K. (2004). Relationship between Attitudes Toward Science and Science Achievement. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 24(2), 399-407.
- Lee, S. & Kim, A. (2018). Gender Difference in Attitudes toward Science and its Affecting Factors. *The Journal of Educational Studies*, 49(4), 47-69.
- Lim, S. A. & Lee, J. (2016). Affective Factors as Predictors of Math Achievement: Comparison of OECD High Performing 10 Countries in Math. *Journal of Educational Evaluation*, 29(2), 357-382.
- Livingston, J. A. (2003). Metacognition: An Overview.
- Min, K. S., (2013). Validity of NAEA Achievement Levels compared with NAEP and TIMSS. *Secondary Education Research*. 61(1), 111-136.
- MOE(2016). General Plans for Science Education(2016.2.).
- Moon, Y. L., Choi, J. Y., Paek, S. H., Kim, Y. J. (2007). Gender Difference in the Occurrence of School Violence: Analyzing Victim's Counseling Cases. *The Korean Journal of Educational Psychology*, 21(3), 703-722.
- Noh, T.H., Kim, K.S., Park, H.J., & Jeon, K.M. (2006). Influences of Motivational Climate, Achievement Goals, and Learning Strategies on Science Achievement. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 26(2), 232-238.
- Mullis, I. V., & Martin, M. O. (2017). TIMSS 2019 Assessment Frameworks. International Association for the Evaluation of Educational Achievement. Herengracht 487, Amsterdam, 1017 BT, The Netherlands.
- Muthén, L.K. and Muthén, B.O. (1998-2018). Mplus 8 [Computer software]. Los Angeles, CA: Muthén & Muthén.
- Park, K., Choi H., Yeon E. M. (2017). An Analysis of Structural Relationship Among Positive Parenting Attitudes, Attitudes Toward Science, Science Inquiry Skills, and Science Achievements perceived by Middle School Students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(4), 669-677.
- Rubin, D.B. (1987). Multiple Imputation for Nonresponse in Surveys, New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Sang, K., Kim, K. Park, S., Jeon, S., Park, M., Lee, J. (2010). The Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS): Finding from TIMSS 2019 for Korea (Report No. RRE 2020-10). Chungbuk: Korea Institute for Curriculum and Evaluation.
- Sang, K., Kwak, Y., Park, J. H., & Park, S. (2016). The Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS): Findings from TIMSS 2015 for Korea. (Research Report RRE 2012-4-3). Seoul: KICE.
- So, H. J., & Kim, B. (2009). Learning about problem based learning: Student teachers integrating technology, pedagogy and content knowledge. *Australasia Journal of Educational Technology*, 25(1), 101-116.
- Sobel, M. E. (1982). Asymptotic confidence intervals for indirect effects in structural equation models. *Sociological methodology*, 13, 290-312.
- Sohn, W., Kim, K., Park C., & Park, H. (2009). A Comparison of Multi-Level Models for Scientific Literacy across Korea, Finland and Hong Kong-China. *Journal of Educational Evaluation*, 22(1), 129-149.
- Soo, Y. H. (2011). Analysis of the structural relations between Learners' perception on instruction, self-directed Learning, Learning flow, and academic achievement. *The Journal of Child Education*, 20(2), 19-32.
- van den Akker J. (2004). Curriculum Perspectives: An Introduction. In: *Curriculum Landscapes and Trends*. Springer, Dordrecht.
- Wang, J., & Wang, X. (2019). Structural equation modeling: Applications using Mplus. John Wiley & Sons.
- Yi, H. Y., Shin, J. A., & Kim, K. H. (2013). Relationships Between Educational Context Variables and Academic Achievement Based on Multi-level SEM Analyses. *Journal of Educational Evaluation*, 26(2), 477-506.
- Yum, S. & Kang, D. J. (2011). Influence of Curricular Context Factors within Student- and School-levels on the 2006 PISA Science Achievements of Korean Students. *Journal of Research in Curriculum & Instruction*, 15(2), 281-304.

## 저자정보

노재희(연세대학교 학생)  
류지훈(연세대학교 교수)