



## Research Article

# The effects of math teachers' teaching ability and class activity types on learners' affective attitudes: A multilevel structural equation model

Song, Hyo Seob<sup>1</sup> · Jung, Hee Sun<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Assistant Professor, U1 University

<sup>2</sup>Professor, Sungkyunkwan University

\*Corresponding Author: Hee Sun Jung (hsun90@skku.edu)

## ABSTRACT

This study examined the effect and structural relationship of math teachers' teaching ability and class activity types on learners' value perception, confidence, and interest of mathematics at the student level and teacher level. To this end, data from 2nd graders of Korea middle school in TIMSS 2019 were applied to the multilevel structural equation model. As a result of the analysis, the teaching ability of math teachers had a positive effect on value perception, confidence, and interest of mathematics at the student level and teacher level. Also, math value perception and math confidence had a positive effect on math interest. and it was confirmed that the teaching ability of math teachers indirectly had a positive effect on math interest by mediating math value perception and math confidence. In addition, the math class activity of applying what was learned to problems had a positive effect on math value perception, but it had a negative effect on math interest. and the class activity of the same ability group had a positive effect on math confidence and math interest. This study presents meaningful implications for math classes in the school field through a multilevel analysis of the student level and the teacher level.

**Key words:** math teaching ability, math class activity types, math value perception, math confidence, math Interest, multilevel structure equation model, TIMSS 2019

## 수학교사의 교수능력과 수업활동유형이 학습자의 정의적 태도에 미치는 영향: 다층구조방정식 모형을 적용하여

송효섭<sup>1</sup> · 정희선<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>유원대학교 조교수 · <sup>2</sup>성균관대학교 교수

\*교신저자: 정희선 (hsun90@skku.edu)

## 초록

본 연구는 TIMSS 2019 국내 중학교 2학년 학생들의 자료를 다층구조방정식모형에 적용하여 학생수준과 교사수준에서 수학교사의 교수능력과 수업활동유형이 학습자의 수학기치인식과 수학자신감, 그리고 수학흥미에 미치는 영향 및 구조적 관계를 분석하였다. 분석결과, 학생수준과 교사수준에서 수학교사의 교수능력은 수학기치인식과 수학자신감, 수학흥미에 정적인 영향을 미쳤으며, 수학기치인식과 수학자신감 역시 수학흥미에 정적인 영향을 미쳤다. 또한, 수학교사의 교수능력은 수학기치인식과 수학자신감을 매개하여 수학흥미에 간접적인 정적 영향을 미쳤다. 그리고 수업활동유형 중 학습내용을 새로운 문제상황에 스스로 적용하기는 수학기치인식에 정적인 영향을 미쳤지만, 수학흥미에는 부정적 영향을 미쳤으며, 동질 능력 그룹활동은 수학자신감과 수학흥미에 정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 본 연구는 학생수준과 교사수준의 다층적 분석을 통해 학교현장의 수학수업에 의미있는 시사점을 제시한다.

**주요어:** 수학교사의 교수능력, 수학수업활동유형, 수학기치인식, 수학자신감, 수학흥미, 다층구조방정식모형, TIMSS 2019

Received April 07, 2023

Revised April 25, 2023

Accepted May 05, 2023

2000 Mathematics Subject Classification : 97C70

Copyright © 2023 The Korean Society of Mathematical Education.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 서론

최근 국제 학업성취도 평가 TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study)와 PISA(Programme for International Student Assessment)의 결과에 따르면, 우리나라 학생들의 수학 학업성취도는 국제수준에서 최상위권을 기록하였지만, 자신감과 흥미와 같은 정의적 특성은 국제 평균수준 보다 낮은 하위권으로 나타났으며(Yu & Song, 2022; Cho & Kim, 2016), 학교급이 올라갈수록 이와 같은 부정적 특성이 심화되었다(Kwon, 2022). 정의적 영역의 낮은 성취 및 인지적 영역과의 불균형의 문제는 현재 우리나라 수학교육이 직면해있는 최대 과제이며(Choe et al., 2014), 이를 해결하기 위한 노력은 국가 차원에서 이루어지고 있다. 최근 교육부에서 발표한 '2022 개정 수학과 교육과정'의 목표에서는 학습자의 자신감 및 흥미, 가치인식을 언급, 강조하고 있으며(Ministry of Education, 2022), 5년에 한 번씩 발표하고 있는 '수학교육 종합계획'에서도 학생들의 인지적 역량뿐 아니라 정의적 영역을 신장시키기 위한 다양한 정책을 포함하고 있다(Ministry of Education, 2020).

수학 교과는 타 교과에 비추어 수학 불안(math anxiety) 또는 수학 공포증(math phobia)이란 용어가 생겨날 만큼, 수학 학업성취에는 수학적 능력뿐 아니라 다양한 정신적, 심리적 조건을 수반한다(Hwang & Lew, 2018). 특히, 수학 교과의 정의적 영역과 인지적 성취는 상호 밀접한 인과관계에 있으며(Lee et al., 2018), 정의적 특성은 수학 학습태도에 결정적 영향을 미칠뿐만 아니라, 수학 학습포기의 요인이 되기도 한다(Lee et al., 2017). 또한 우리나라 학생들이 국제수준과 비교하여 상대적으로 수학에 대한 정의적 태도가 낮고, 그 정도가 심화되는 것으로 나타났지만, 그럼에도 정의적 태도와 수학 학업성취도의 관련성은 점차 증가하고 있으며, 수학에 대한 정의적 태도를 향상시키는 것은 수학 학업성취도 향상과 직접적으로 관계가 있다고 볼 수 있다(Kim, 2015). 따라서 수학교육이 직면해 있는 정의적 영역과 인지적 영역간의 불균형의 문제를 해소하고, 수학 교과 역량을 갖추기 위해서는 정의적 태도의 신장이 선행되어야 한다고 할 수 있다(Park et al., 2019).

한편, 학교특성 중 교육력을 결정짓는 가장 중요한 요소는 교사와 학생이며(Lee & Han, 2015), 상급 학년으로 올라갈수록 추상적·고차원적 사고를 요하는 수학 교과의 특성 및 수학이라는 학문자체가 가지고 있는 계통성과 위계성의 측면을 고려할때(Choi & Han, 2013), 수학수업상황에서 교수의 전문적 교수능력과 적절한 수업활동은 학습자의 정의적 태도 및 인지적 성취에 있어 중요한 요인이라 할 수 있다(Song & Jung, 2022; Yu & Song, 2022). 수학교사의 수업활동과 관련하여 한국교육과정평가원이 분석한 TIMSS 2015 자료를 살펴보면, 수학 성취도 상위 5개국 중에서 우리나라는 교사의 설명듣기, 교사의 직접적 지도하에 함께 문제해결하기, 그리고 교사가 다른 것을 준비하는 동안 문제해결하기 활동이 모두 가장 높은 비율로 나타났으며, 상대적으로 교사의 지도 아래 개별 또는 모둠별로 문제해결하기 활동은 다른 국가들에 비해 낮은 것으로 나타났다(Sang et al., 2017). 이에 대해 우리나라 중학교 수학수업에서 교사의 지도하에 전체 학생들이 함께 문제를 해결 활동을 하는 것보다는 개별 또는 모둠으로 문제를 해결하는 활동 비율을 높이기 위한 방안 마련의 필요성을 제기하고 있지만(Sang et al., 2017), 특정 수업활동의 비율을 높이는 방안을 논의하기 전에 수업활동유형이 학습자에게 미치는 효과를 확인해 볼 필요가 있으며, 그리고 그에 따른 수학수업의 개선방안을 논의하는 것이 적절하다고 할 수 있다(Ko & Jung, 2020).

수학교사의 수업특성의 효과를 검증하기 위해 선행연구에서는 학습자가 지각한 교사의 교수능력 및 수업방식을 전통적인 다중회귀분석에 투입하거나, 구조방정식모형을 설정하여 분석하였지만, 학생이 교사와 학급에 내재된(nested) 위계적 관계를 고려하지 않고, 학생 개인수준의 단일 수준으로 분석하여 수업특성의 효과 검증에 한계가 있었다. 또한 단일 수준 분석의 한계를 극복하기 위해 다층모형을 적용한 연구(Hwang & Son, 2020; Lee et al., 2018; Akyüz, 2014)에서는 교사 및 교실변인, 그리고 학교변인을 모두 고려하고 있음에도 교사 및 교실변인을 학교수준으로 통합하여 분석하고 있다. 비록 학습자의 정의적 태도와 관련하여 많은 부분이 학생 개인수준 변인에서 기인하지만, 교사 및 수업변인을 모두 학교수준으로 통합하여 분석하는 것은 한 학교에 다수의 교사가 근무하는 수학 교과의 특성상, 교사변인의 효과 검증의 정확성을 저해할 수 있으며, 이로 인해 수학수업에서 수학교사의 교수능력과 수업활동유형이 학습자의 정의적 태도에 미치는 효과를 파악하기에 다소 제한점이 있다.

이에, 본 연구에서는 국제수준 패널데이터인 TIMSS 2019의 국내 중학교 2학년 자료를 이용하여 학생 개인수준과 수학수업차원인 교사수준의 다층적 분석을 통해 학생수준과 교사수준에서 수학교사의 교수능력과 수업활동유형이 학습자의 수학가치인식과 수학자신감, 그리고 수학흥미에 미치는 영향 및 구조적 관계를 알아보려 한다.

## 이론적 배경

### 수학 정의적 영역의 개념 및 구조적 관계

수학 교과와 정의적 영역이란 인지적 영역과는 구분되는 개념으로 태도 및 신념, 감정과 같은 요소를 포함하는 것으로 정의할 수 있으며(McLeod, 1992), 연구자에 따라 가치라는 범주를 추가하여 신념, 태도, 감정, 가치의 네 가지 요소로 정의하기도 한다(DeBellis & Goldin, 2006). 그리고 Lee 외 (2017)의 수학 정의적 영역 검사 도구 개발 연구에서는 효능감과 흥미, 가치, 학습태도, 내적동기, 외적동기, 학습의지라는 7개의 요소를 수학 교과와 정의적 영역이라 정의하였다. 한편, 정의적 영역을 측정대상의 관점에서 살펴보면, 국가수준 학업성취도 평가에서는 학생들의 수학 정의적 영역을 자신감과 흥미, 가치, 학습의욕으로 구분하여 측정하였으며(Lee et al., 2016), 수학·과학 성취도 추이변화 국제비교 연구(TIMSS)에서는 수학 교과에 대한 태도를 자신감과 흥미, 가치인식으로 분류하여 측정하였다(Mullis & Martin, 2017). 또한, 국제학업성취도평가(PISA)에서는 수학 교과와 정의적 영역을 자기효능감과 흥미, 동기, 자아 개념, 수학 불안이라는 요인으로 측정하고 있다(Sang et al., 2015). 이처럼, 연구 및 연구자에 따라 정의적 영역에 대한 정의 및 하위 구성요인 간에 다소 차이는 존재하지만, 공통적으로 수학 학습 과정에서 느끼는 감정과 같은 자신감 및 흥미, 그리고 가치 등 심리적 특성을 종합적으로 지칭하는 개념으로 사용하고 있다. 이에 본 연구에서는 TIMSS 2019에서 측정하고 있는 수학에 대한 자신감과 흥미, 그리고 가치인식을 수학 정의적 태도를 구성하는 하위 요소로 정의하여 분석하였다. 여기에서 자신감이란 자아개념이나 자기효능감과 유사하지만 자신의 능력에 대한 평가적 경험을 기반으로 형성되는 포괄적인 신념으로(Park et al., 2014), 수학자 자신감은 수학적 능력에 대한 긍정적인 기대와 자신의 능력에 대한 확신을 말한다(Lee & Kim, 2010). 그리고 수학에 대한 흥미는 수학 자체나 수학학습에 대한 좋거나 싫은 감정적 판단을 의미하며, 가치인식은 수학 교과와 중요성 또는 수학을 공부함으로써 인해 타 교과 학습이나 대학진학 및 진로개발 등에 유리할 것이라는 기대감 등이 포함된다(Lee et al., 2017).

수학 정의적 영역과 관련한 선행연구를 살펴보면, Kwon (2022)의 연구에서는 초등학교 5학년부터 고등학교 2학년까지의 학생들을 대상으로 수학 정의적 특성에 대한 검사를 실시하였다. 그 결과, 정의적 특성의 하위 영역인 학습의욕, 흥미, 가치, 자신감에서 고유한 차이가 나타났는데, 수학에 대한 가치인식 및 학습의욕은 긍정 반응의 비율이 높은 반면, 자신감은 다른 영역에 비해 긍정 반응의 비율이 낮았으며, 수학에 대한 흥미는 중간 수준으로 나타났다. 그리고 Lee 외 (2017)의 연구에서는 로지스틱 회귀분석과 구조방정식모형을 이용하여 수학 학습과 수학 정의적 영역 간의 관계를 분석하였다. 그 결과, 초·중·고 학생 모두에서 효능감이 수학 학습에 가장 큰 영향을 미쳤으며, 수학 가치에서 시작하여 수학 학습 효능감까지 이어지는 인과 모형이 성립하는 것으로 나타났다. 즉, 수학에 대한 가치를 학생들이 인식할 때 외적동기 및 내적동기가 높아지고, 동기는 수학에 대한 흥미와 학습의지에 정적인 영향을 미치며, 결과적으로 긍정적인 수학 학습태도와 수학 학습효능감 발달에 영향을 미친다는 것이다. 또한 Lee 외 (2018) 연구에서는 PISA 2012 국내 중학생들의 설문자료를 다층구조방정식모형을 적용하여 분석한 결과, 학생수준과 학교수준에서 수학자기효능감이 수학흥미에 정적 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 다중회귀분석을 이용한 Yu와 Song (2022)의 연구에서도 수학 교과와 학업적 자기효능감과 자아존중감은 수학흥미에 정적인 영향을 미치는 것을 나타냈다. TIMSS 데이터를 활용한 국외 논문을 살펴보면, TIMSS 2007 자료를 분석한 Azina와 Halimah (2012)의 연구에서는 중학생들의 수학에 대한 긍정적인 태도 및 자신감, 가치인식은 수학 학업성취도에 정적인 영향을 미치는 것을 나타냈으며, TIMSS 2011의 중학생 자료를 다층모형으로 분석한 Akyüz (2014)의 연구에서는 학생수준에서 가정의 교육자원과 수학자신감, 수학 학습 참여, 그리고 부모의 교육수준이 수학 학업성취도에 정적인 영향을 미쳤고, 학교수준에서는 학업성과에 대한 학교의 강조, 학교의 규율과 안정성, 그리고 부유한 가정 학생의 학교 구성이 수학 학업성취도에 정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

### 수학교사의 교수능력 및 수업방식과 정의적 태도의 관계

수학교사의 교수능력 및 수업특성은 학습자의 학업 성취에 결정적 영향을 미치는 요인임과 동시에, 태도 및 자아개념, 정신건강, 창의성 등 학습자의 성장 전반에 걸쳐 중요한 역할을 한다(Jang, 2019). 특히, 교사의 수업에 대한 평가와 관련하여 학생의 입장이 아닌 전문가들에 의해 몇 번의 관찰로 평가하는 것은 한계가 있으며, 교사의 교수능력 및 수업활동에 대한 학습자의 인식은 교사들 자신의 수업에 대한 지각보다 학습전략이나 학업성취에 많은 영향을 미치기 때문에(Seo, 2004; So, 2011), 수학교사의 수업특성에 대한

학습자의 인식은 중요하게 고려되어야 할 요인이라 할 수 있다. 이에, 본 연구에서는 수학교사의 교수능력을 학습자의 평가에 기반하여 수업기술 및 학습도움 등을 포괄하는 개념으로 정의하여 분석하였다.

교사특성과 관련한 다수의 선행연구에서 수학교사의 교수능력 및 교사에 대한 학습자의 인식은 정의적 태도와 인지적 성취에 직·간접적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. Yu와 Song (2022)의 연구에 따르면 수학교사의 수업에 대한 학습자의 인식과 교사의 학업적 지지는 학습자의 수학흥미에 정적 영향을 미치는 것으로 나타났으며, Lim과 Lee (2016)의 연구에서도 중학생이 지각한 수학교사의 교수능력은 학습자의 자기효능감과 학업성취에 정적인 영향을 미쳤다. 그리고 Song과 Jung (2022)의 연구에서는 고등학생의 지각한 수학교사의 교수능력은 수학자기효능감과 수업참여에 직접적인 영향을 미칠뿐만 아니라, 수학자기효능감을 매개하여 수업참여에 간접적인 정적 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 Lee 외 (2018)의 연구에서는 PISA 2012 국내 중학생들의 자료를 학생수준과 학교수준의 다층모형에 적용한 결과, 학생수준에서 수학교사의 학습도움은 수학자기효능감과 수학흥미에 정적인 영향을 미쳤지만, 학교수준에서는 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났으며, TIMSS 2015의 국내 초등학교 4학년 자료를 다층모형에 적용한 Hwang과 Son (2020)의 연구에서는 학생수준과 학교수준에서 모두 수학수업의 질이 수학흥미에 정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 초등학생 데이터를 다층모형으로 분석한 Dijk 외 (2019)의 연구에서는 교사수준에서 교사의 학급경영이 학생들의 학습동기에 직접적인 정적 영향을 미쳤으며, 수학 학업성취도에 있어서는 학습동기를 매개하여 간접적인 정적 영향을 미치는 것으로 나타났다.

한편, 다수의 선행연구에서 교사의 교수능력과 더불어 교사의 수업방식은 학습자의 정의적 태도와 인지적 성취에 유의한 영향을 미치는 것으로 보고하였다. 중학생이 지각한 학습자 중심 수업방식은 수학 정의적 태도에 정적인 영향을 미쳤으며(Yu & Kim, 2020; Song & Jung, 2021), 고등학생이 지각한 교수자 중심 수업과 학습자 중심수업에 대한 지각 모두 수학자기효능감에 정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다(Song & Jung, 2022). Cheong 외 (2015)의 연구에서는 교수자 중심의 강의식 수업에 대한 고등학생들의 인식은 국어, 영어, 수학 교과에서 학업성취도에 유의한 정적인 영향을 미쳤지만, 토론식 수업에 대한 인식은 교과효능감과 교과흥미, 수업태도, 학업성취도에 유의한 부적 영향을 미쳤다. 그리고 중학생 대상의 Lee (2009)의 연구에서는 수학 학업성취도가 우수한 집단에서는 촉진적 수업특성에 대한 학습자의 지각이 학업성취도에 정적인 영향을 미쳤지만, 수학 학업성취도가 낮은 집단에서는 수업특성에 대한 학습자의 지각은 학업성취도에 유의한 영향을 미치지 않았다. 또한 Kim과 Ham (2014)의 연구에서는 PISA 2012 국내 학생들의 자료를 다층모형에 적용하여 정의적 태도에 영향을 미치는 학교특성을 분석한 결과, 수학교사의 학생 중심 수업행동 및 수업분위기가 높을수록 학생들의 자아효능감이 높은 것으로 나타났으며, 학교풍토에 미치는 교사요인이 좋을수록 내적 동기와 도구적 동기가 높은 것으로 나타났다. Kim (2015)의 연구에서는 TIMSS 2011의 국내 초등학교 4학년 학생들의 자료를 위계선형모델에 적용하여 분석한 결과, 교사 중심 수업 경향이 높을수록 학생들의 수학에 대한 자신감이 높은 것으로 나타났으며, 교사의 수업 자신감, 전문성 개발 연수 참여, 학생의 수학적 사고력 신장은 학생들의 수학에 대한 정의적 태도에 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 마지막으로, TIMSS 2015의 국내 중학생 자료를 위계선형모형에 적용한 Lee (2021)의 연구에서는 수학교사의 도전적 문제 제공 수업활동과 설명식 수업활동이 학습자의 수학기치인식에 정적 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 한국교육종단연구를 활용한 Hong과 Lee (2015)의 연구에서는 수준별 이동수업이 중학생의 수학 학업성취에 정적인 영향을 미친다고 보고하였다.

## 연구문제

본 연구에서는 학생수준과 교사수준에서 수학교사의 교수능력과 수업활동유형이 학습자의 수학기치인식과 수학자신감, 그리고 수학흥미에 미치는 영향 및 구조적 관계에 대해 알아보기 위하여 다음과 같이 연구문제 및 연구모형(Figure 1)을 제시한다.

연구문제1. 학생수준에서 수학교사의 교수능력이 학습자의 수학기치인식과 수학자신감, 그리고 수학흥미에 미치는 영향 및 구조적 관계는 어떠한가?

연구문제2. 교사수준에서 수학교사의 교수능력이 학습자의 수학기치인식과 수학자신감, 그리고 수학흥미에 미치는 영향 및 구조적 관계는 어떠한가?

연구문제3. 교사수준에서 수학교사의 수업활동유형이 학습자의 수학기치인식과 수학자신감, 그리고 수학흥미에 미치는 영향은 어떠한가?

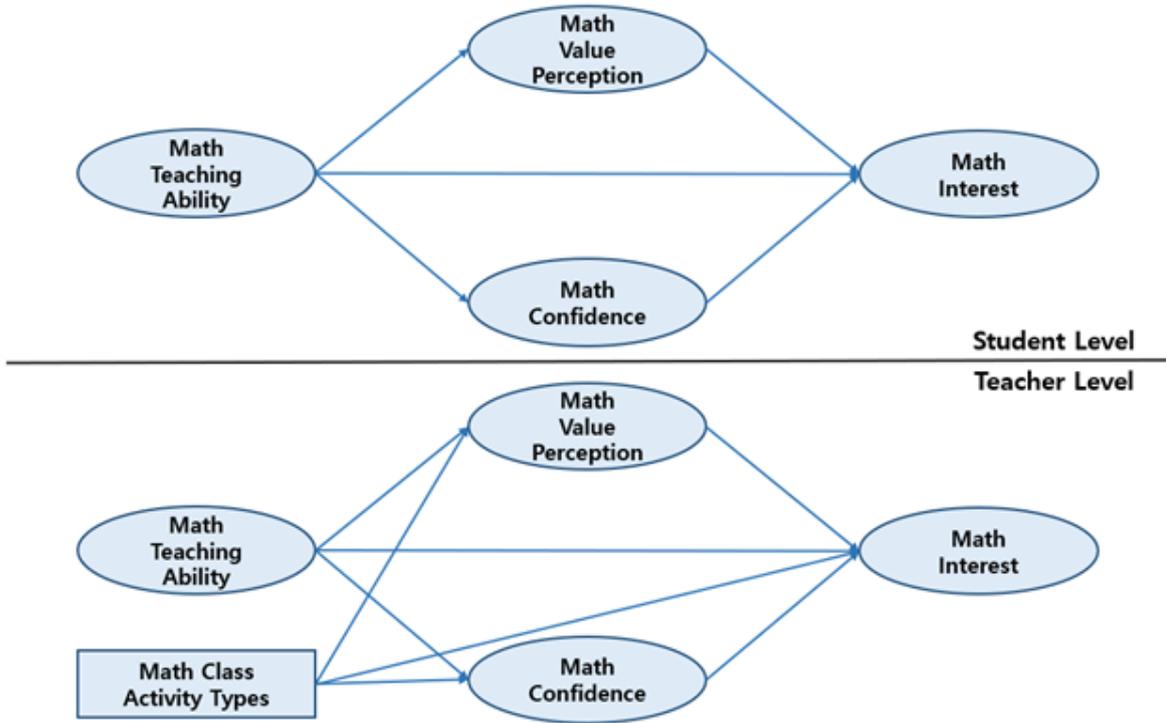


Figure 1. Research model

## 연구방법

### 연구대상

본 연구에서는 TIMSS 2019의 우리나라 중학교 2학년(8학년) 학생설문과 교사설문 자료를 활용하여 분석하였다. 수학·과학 성취도 추이 변화 국제 비교 연구(TIMSS)는 국제 교육성취도평가협회(International Associations for the Evaluation of Educational Achievement, IEA)에서 주관하는 국제 학업 성취도 평가로서, 학생들의 수학 및 과학 성취도를 국제 수준에서 비교, 평가하여 학생들의 교육 성과를 점검하고 개선하기 위한 연구이다(Mullis & Martin, 2017). TIMSS 연구는 초등학교 4학년과 중학교 2학년(8학년) 학생을 대상으로 4년 주기로 반복 시행되며, 참여국의 교육과정을 바탕으로 구성된 수학, 과학 학업성취도 검사와 함께 교육 맥락 변인에 관한 학교 및 교사, 학생, 학부모의 설문조사가 진행된다(Park et al., 2019).

본 연구에서는 TIMSS 2019의 학업 성취도 검사 및 설문조사에 참여한 우리나라 중학교 2학년 학생 6,102명과 그에 대응하는 수학교사 272명 중에서, 다수준 분석을 위해 한 명의 학생과 복수의 수학교사가 대응되는 사례 및 교사당 5명 이하의 학생을 포함하고 있는 사례, 그리고 결측치를 포함하고 있는 사례를 제외하였다. 최종 선정된 연구대상은 중학교 2학년 학생 5,515명과 그에 대응하는 수학교사 224명이며 Table 1과 같다.

Table 1. Participants

Level	Gender	Number of Cases	Level	Gender	Number of Cases
Student Level	Male	2,874(52.1%)	Teacher Level	Male	64(28.6%)
	Female	2,641(47.9%)		Female	160(71.4%)
	Total	5,515(100.0%)		Total	224(100.0%)

### 측정도구

본 연구에서는 TIMSS 2019의 학생설문에서 수학교수능력에 대한 학습자의 인식에 관한 4문항, 수학기치인식에 관한 4문항, 수학 자신감에 관한 4문항, 수학흥미에 관한 4문항을 사용하였으며, 각 문항은 4점 척도(1= Agree a lot, 4= Disagree)로 측정되었다. 그리고 교사설문에서는 수학교사의 수학수업활동유형에 관한 5문항을 사용하였으며, 각 문항은 4점 척도(1= Every or almost every lesson, 4= Never)로 측정되었다. 각 문항은 해석의 편의를 위해 역코딩 처리하여 분석하였다. 측정에 사용되어진 문항 및 문항의 신뢰도 (Cronbach's alpha)는 Table 2와 같으며, 신뢰도는 0.866~0.945로 양호하게 나타났다.

**Table 2.** Question

Level	Variable	Question (4-point Scale)	C.alpha
Student Level	Math Teaching Ability (MTCA)	# How much do you agree with these statements about your mathematics lessons?	0.891
		MTCA1. My teacher is easy to understand	
		MTCA2. My teacher has clear answers to my questions	
		MTCA3. My teacher is good at explaining mathematics	
	Math Value Perception (MVPR)	MTCA4. My teacher does a variety of things to help us learn	0.866
		# How much do you agree with these statements about mathematics?	
		MVPR1. I need to do well in mathematics to get into the <university> of my choice	
		MVPR2. I need to do well in mathematics to get the job I want	
	Math Confidence (MCNF)	MVPR3. It is important to learn about mathematics to get ahead in the world	0.903
		MVPR4. It is important to do well in mathematics	
		# How much do you agree with these statements about mathematics?	
		MCNF1. I usually do well in mathematics	
	Math Interest (MINT)	MCNF2. I learn things quickly in mathematics	0.945
		MCNF3. I am good at working out difficult mathematics problems	
		MCNF4. My teacher tells me I am good at mathematics	
		# How much do you agree with these statements about learning mathematics?	
Teacher Level	Math class Activity types	MINT1. I enjoy learning mathematics	0.945
		MINT2. I like mathematics	
		MINT3. I like to solve mathematics problems	
		MINT4. Mathematics is one of my favorite subjects	
		# In teaching mathematics to this class, how often do you ask students to do the following?	
LEMC. Listen to me explain new mathematics content	0.945		
PRPO. Practice procedures on their own			
ALPO. Apply what they have learned to new problem situations on their own			
WMAG. Work in mixed ability groups			
WSAG. Work in same ability groups			

### 분석방법

첫째, 연구대상의 일반적 특성 및 인구통계학적 특성을 살펴보고, 측정문항의 신뢰도를 확인하기 위해 Cronbach's alpha값을 산출하여 확인하였다. 그리고 측정변인들의 평균과 표준편차를 계산한 후 상관분석을 실시하였다.

둘째, 학생들이 인식한 수학교사의 교수능력 변인이 집단수준인 교사수준의 변수로 활용하는 것이 적절한지, 그리고 나머지 주요변인들이 위계적 구조에 부합한지 여부를 확인하기 위해 평가자 간 동의도(Interrater Agreement,  $r_{wg}$ )와 급내상관계수(Intraclass Correlation Coefficient: ICC)를 산출하여 확인하였다. 동일 수학교사에 대한 학생들의 응답이 일치하는지를 나타내는 평가자 간 동의도  $r_{wg}$ 는 일반적으로 0.70 이상일때 적절하다고 판단한다(Klein & Kozlowski, 2000). 급내상관계수 ICC는 다층모형 연구에서 신뢰성을 검증하는데 쓰이는 방법으로, 신뢰성은 응답자들의 응답에 대한 일관성의 정도를 평가하며(James, 1982; Kozlowski & Hattrup, 1992; Bliese, 2000), ICC 값이 커질수록 집단 내 개인들이 유사하다고 할 수 있다(Klein & Kozlowski, 2000; Park & Ko, 2005).

셋째, 본 연구에서 사용한 TIMSS 2019 자료는 학생이 교사 및 학급에 내재된(nested) 위계적 구조를 지닌 자료로써, 연구문제의 검증을 위해 다층모형과 구조방정식모형이 결합된 다층구조방정식모형을 이용하여 분석하였다. 연구모형의 모수 추정에는 최대우도법(Maximum Likelihood Estimation)을 적용하였으며, 모형의 적합도를 판단하기 위하여  $\chi^2$ 값은 표본의 크기에 민감한 영향을 받는 점을 고려하여, TLI (Tucker - Lewis Index), CFI (Comparative Fit Index), RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation), SRMR(Standardized Root Mean Square Residual) 지수를 사용하였다. 모형의 적합도는 TLI와 CFI는 0.95이상, RMSEA는 0.06이하, 그리고 SRMR는 0.08이하인 경우 양호한 것으로 판단하였다(Hu & Bentler, 1999).

넷째, 분석과정에서 오차분산이 음수로 나타나는 Heywood case가 발생하여 오차분산을 작은 수(0.001)로 고정하였으며(Yu, 2022), 분석에는 R 프로그램(Version 4.2.2)의 lavaan 패키지를 사용하였다.

## 연구결과

### 기초분석

학생수준과 교사수준에서 측정변인들의 평균 및 표준편차, 그리고 상관계수는 Table 3과 같다. 먼저, 각 측정변인들의 평균값을 살펴보면, 학생수준에서 수학기치인식(MVPR)은 수학자신감(MCNF)과 수학흥미(MINT)에 비해 다소 높게 나타났다. 그리고 교사수준의 수업활동유형에서 학습자 스스로 연습하기(PRPO)의 평균값이 3.78로 수업활동유형 중 가장 높게 나타났으며, 동질 능력 그룹활동(WSAG)의 평균값은 2.14로 가장 낮게 나타났다. 다음으로, 학생수준 변인들의 상관관계를 Table 3의 상단에서 살펴보면, 수학교수능력(MTCA)과 수학기치인식(MVPR), 수학자신감(MCNF), 수학흥미(MINT)는 서로 간 유의한 정적인 상관관계를 보였다. 특히 수학교수능력(MTCA)과 수학흥미(MINT)의 상관계수는 0.29~0.45로 수학교수능력(MTCA)과 수학기치인식(MVPR) 및 수학자신감(MCNF)의 상관관계보다 다소 높게 나타났으며, 수학자신감(MCNF)과 수학흥미(MINT)의 상관계수는 0.52~0.62로 그 외의 다른 정의적 태도 간의 상관관계보다 높게 나타났다. 또한, 교사수준 변인들의 상관관계를 Table 3의 하단에서 살펴보면, 교사의 설명식 수업활동(LEMC)과 동질 능력 그룹활동(WSAG)은 상관관계가 유의하지 않았지만, 교사의 설명식 수업활동(LEMC), 학습자 스스로 연습하기(PRPO), 학습내용을 새로운 문제상황에 스스로 적용하기(ALPO), 혼합 능력 그룹활동(WMAG), 동질 능력 그룹활동(WSAG)은 변인들 간의 상관계수가 0.15~0.45로 유의한 정적 상관관계를 보였다.

한편, '상위 수준의 개념은 하위 구성원들 간의 합의로 이루어진다'(Chan, 1998)는 직접 동의 모델(Direct Consensus Model)에 따라, 학생들이 인식한 수학교사의 교수능력 변인이 교사수준에서 다수준 분석을 실시하는 것이 적절한지 판단하고자 평가자 간 동의도와 급내상관계수를 확인하였다. 그 결과, 수학교사의 교수능력(MTCA)에 대한 학생들 간의 동의도  $r_{wg}$  값이 0.714~0.774로 나타나, 동일 수학교사에 대응하는 학생들 간 응답이 서로 일치한다고 볼 수 있다. 다음으로, 수학교사의 교수능력(MTCA)의 ICC는 Table 4와 같이 0.146~0.188로 나타나, 변수들의 분산 중에서 약 15~19% 정도가 집단의 특성으로 설명되며, 수학교사 단위로 평균내어 집단수준 변수로 분석하는데 적절하다고 볼 수 있다(Bliese, 2000).

또한, Table 4에 제시한 바와 같이 수학기치인식(MVPR)의 ICC는 0.033~0.046, 수학자신감(MCNF)의 ICC는 0.035~0.055, 수학흥미(MINT)의 ICC는 0.035~0.045로 나타났다. 측정 문항 중 ICC 값이 0.05 이하로 집단 간 분산이 5% 보다 낮은 문항이 다소 존재하였지만, 위계적 구조를 지닌 자료는 각 집단 내 표본의 크기가 커지면 1종 오류가 발생할 가능성이 증가하기 때문에, ICC 값이 낮더라도 다수준 분석이 필요하다고 할 수 있다(Barcikowski, 1981). 이에, 본 연구에서는 다층구조방정식모형을 이용하여 변인 간의 관계를 분석하였으며, 집단수준인 교사수준의 수학기치인식, 수학자신감, 수학흥미의 값은 수학수업차원에서의 각 변인에 대한 전반적인 평균의 개념으로 사용하였다.

**Table 3.** Descriptive statistics and correlation coefficient

1LV	M	SD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	2.82	0.83	1															
2	2.99	0.76	0.63**	1														
3	3.06	0.75	0.69**	0.76**	1													
4	2.91	0.80	0.60**	0.65**	0.72**	1												
5	3.12	0.84	0.31**	0.26**	0.26**	0.24**	1											
6	2.95	0.91	0.30**	0.23**	0.24**	0.24**	0.76**	1										
7	2.64	0.90	0.31**	0.26**	0.25**	0.27**	0.54**	0.57**	1									
8	3.00	0.88	0.33**	0.27**	0.28**	0.25**	0.62**	0.63**	0.60**	1								
9	2.51	0.93	0.40**	0.23**	0.23**	0.21**	0.36**	0.36**	0.34**	0.37**	1							
10	2.57	0.84	0.38**	0.24**	0.23**	0.22**	0.32**	0.32**	0.32**	0.34**	0.68**	1						
11	2.25	0.87	0.37**	0.21**	0.21**	0.20**	0.32**	0.33**	0.33**	0.34**	0.75**	0.69**	1					
12	2.31	0.87	0.39**	0.25**	0.24**	0.24**	0.32**	0.33**	0.35**	0.34**	0.72**	0.63**	0.73**	1				
13	2.52	0.90	0.45**	0.33**	0.32**	0.34**	0.34**	0.38**	0.41**	0.40**	0.59**	0.52**	0.54**	0.52**	1			
14	2.37	0.94	0.44**	0.30**	0.32**	0.32**	0.34**	0.38**	0.41**	0.39**	0.62**	0.54**	0.58**	0.54**	0.83**	1		
15	2.32	0.92	0.42**	0.30**	0.30**	0.29**	0.32**	0.36**	0.41**	0.39**	0.58**	0.52**	0.56**	0.52**	0.80**	0.84**	1	
16	2.21	0.99	0.44**	0.30**	0.31**	0.31**	0.32**	0.37**	0.40**	0.37**	0.60**	0.52**	0.57**	0.54**	0.76**	0.85**	0.79**	1
2LV	M	SD	17	18	19	20	21											
17	3.61	0.63	1															
18	3.78	0.51	0.37**	1														
19	3.17	0.83	0.21**	0.45**	1													
20	2.78	0.96	0.15*	0.28**	0.27**	1												
21	2.14	0.99	0.06	0.16*	0.36**	0.23**	1											

1-4:MTCA, 5-8:MVPR, 9-12:MCNF, 13-16:MINT, 17:LEMC, 18:PRPO, 19:ALPO, 20:WMAG, 21:WSAG, \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$

**Table 4.** Intraclass correlation coefficient

Variable		ICC	Variable		ICC
Math Teaching Ability (MTCA)	MTCA1	0.157	Math Confidence (MCNF)	MCNF1	0.053
	MTCA2	0.146		MCNF2	0.035
	MTCA3	0.188		MCNF3	0.054
	MTCA4	0.158		MCNF4	0.055
Math Value Perception (MVPR)	MVPR1	0.041	Math Interest (MINT)	MINT1	0.039
	MVPR2	0.033		MINT2	0.045
	MVPR3	0.041		MINT3	0.035
	MVPR4	0.046		MINT4	0.041

**다층모형 분석**

Figure 1의 연구모형에서 제시한 학생수준과 교사수준의 다층구조방정식모형의 적합도는 Table 5와 같이 TLI, CFI, RMSEA 지수가 각각 0.969, 0.974, 0.034로 양호하게 나타났으며, SRMR도 학생수준에서 0.052, 교사수준에서 0.073로 기준치를 만족하였다.

**Table 5.** Model fit index

Fit index	$\chi^2$	df	TLI	CFI	RMSEA	SRMR	
						Student_LV	Teacher_LV
Fit index	1,983.349	268	0.969	0.974	0.034	0.052	0.073
Reference value	-	-	$\geq 0.95$	$\geq 0.95$	$\leq 0.06$	$\leq 0.08$	$\leq 0.08$

Table 6에서 다층구조방정식모형의 경로계수를 살펴보면, 학생수준에서 수학교사의 교수능력(MTCA)은 수학기치인식과 (MVPR), 수학자신감(MCNF), 수학흥미(MINT)에 각각 유의한 정적인 영향을 미쳤으며, 수학기치인식(MVPR)과 수학자신감 (MCNF) 역시 수학흥미(MINT)에 유의한 정적 영향을 미쳤다. 다음으로, 교사수준에서는 학생수준의 결과와 동일하게 수학교사의 교수수능력(MTCA)은 수학기치인식(MVPR)과 수학자신감(MCNF), 수학흥미(MINT)에 각각 유의한 정적인 영향을 미쳤으며, 수학기치인식(MVPR)과 수학자신감(MCNF) 역시 수학흥미(MINT)에 유의한 정적 영향을 미쳤다. 교사수준 변인인 수학교사의 수업활동유형 중 교사의 설명식 수업활동(LEMC)과 학습자 스스로 연습하기(PRPO)는 수학기치인식(MVPR)과 수학자신감(MCNF), 수학흥미(MINT)에 유의한 영향을 미치지 않았지만, 학습내용을 새로운 문제상황에 스스로 적용하기(ALPO)는 수학기치인식(MVPR)에 유의한 정적 영향을 미쳤으며, 수학흥미(MINT)에는 유의한 부적 영향을 미쳤다. 또한 혼합 능력 그룹활동(WMAG)은 수학기치인식(MVPR)과 수학자신감(MCNF), 수학흥미(MINT)에 유의한 영향을 미치지 않았지만, 동질 능력 그룹활동(WSAG)은 수학자신감(MCNF)과 수학흥미(MINT)에 각각 유의한 정적 영향을 미쳤다. 학생수준과 교사수준에서 통계적으로 유의한 경로는 실선으로, 그리고 유의하지 않은 경로는 점선으로 표시하여 Figure 2에 제시하였다.

한편, 수학교수능력(MTCA)과 수학흥미(MINT)의 관계에서 수학기치인식(MVPR)과 수학자신감(MCNF)의 매개효과를 확인한 결과, Table 7과 같이 학생수준과 교사수준에서 수학교수능력(MTCA) → 수학기치인식(MVPR) → 수학흥미(MINT) 경로가 신뢰도 95% 수준에서 신뢰구간이 0을 포함하지 않아 수학기치인식(MVPR)의 매개효과가 유의하였으며, 수학교수능력(MTCA) → 수학자신감(MCNF) → 수학흥미(MINT) 경로에서도 신뢰도 95% 수준에서 신뢰구간이 0을 포함하지 않아 학생수준과 교사수준에서 수학자신감(MCNF)의 매개효과가 유의하였다.

**Table 6.** Path coefficient of student level and teacher level

Level	Path	Unstandardized Coefficient	S.E.	Standardized Coefficient
Student Level	MTCA → MVPR	0.476***	0.019	0.385***
	MTCA → MCNF	0.505***	0.022	0.360***
	MTCA → MINT	0.228***	0.017	0.165***
	MVPR → MINT	0.142***	0.015	0.127***
	MCNF → MINT	0.595***	0.014	0.605***
Teacher Level	MTCA → MVPR	0.244***	0.046	0.506***
	MTCA → MCNF	0.240***	0.060	0.372***
	MTCA → MINT	0.131**	0.042	0.238**
	MVPR → MINT	0.501**	0.180	0.438**
	MCNF → MINT	0.353**	0.120	0.412**
	LEMC → MVPR	0.015	0.021	0.060
	PRPO → MVPR	-0.028	0.030	-0.092
	ALPO → MVPR	0.034+	0.018	0.186+
	WMAG → MVPR	0.003	0.013	0.021
	WSAG → MVPR	0.004	0.014	0.026
	LEMC → MCNF	0.028	0.029	0.085
	PRPO → MCNF	0.056	0.040	0.141
	ALPO → MCNF	0.006	0.024	0.023
	WMAG → MCNF	-0.014	0.019	-0.067
	WSAG → MCNF	0.037+	0.019	0.178+
	LEMC → MINT	-0.003	0.017	-0.009
	PRPO → MINT	0.004	0.026	0.013
ALPO → MINT	-0.030*	0.015	-0.143*	
WMAG → MINT	-0.005	0.011	-0.030	
WSAG → MINT	0.025*	0.011	0.142*	

+ $P < 0.1$ , \* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$ , \*\*\* $P < 0.001$

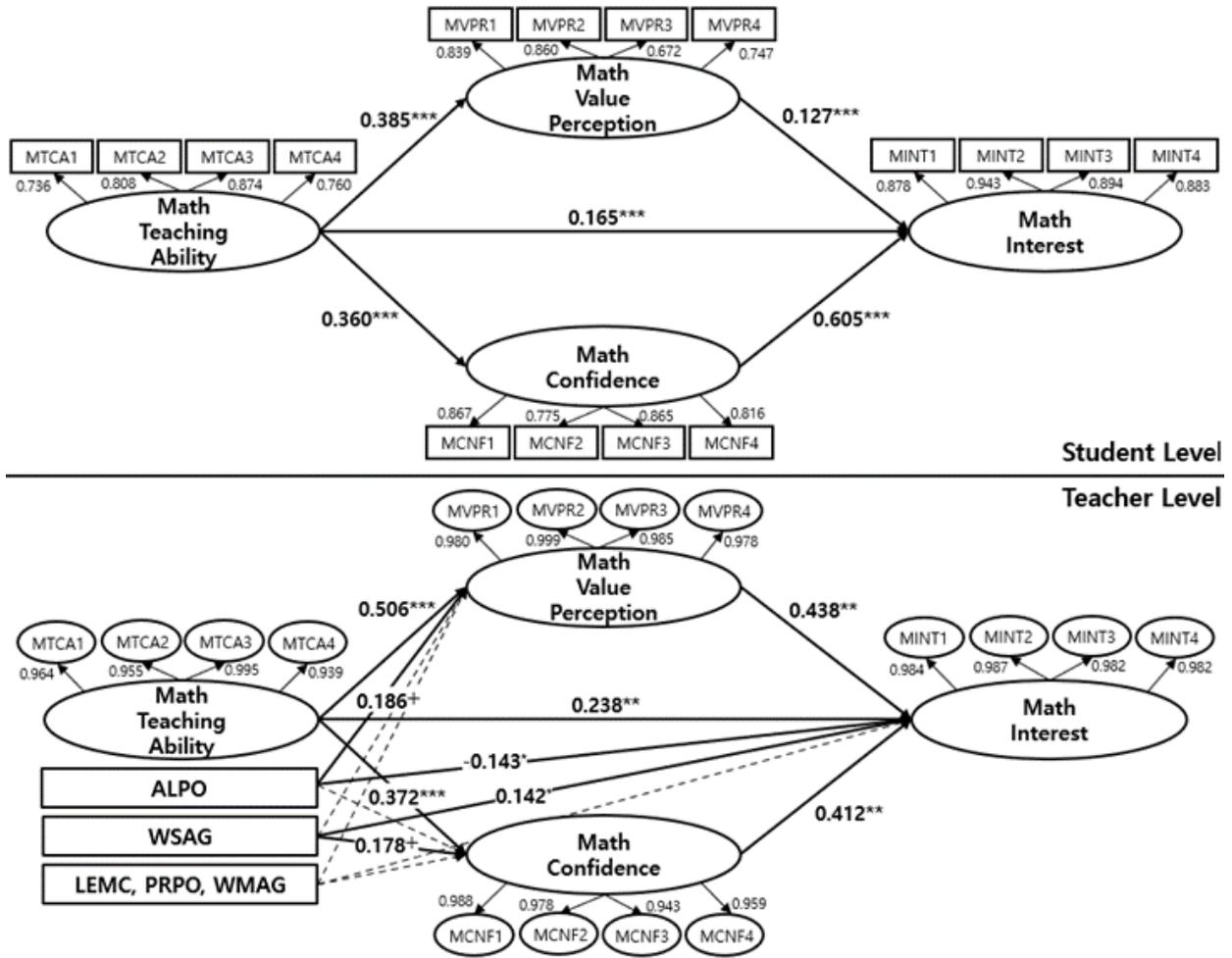


Figure 2. Path diagram of student level and teacher level

Table 7. Mediating effect of student level and teacher level

Level	Path	Path Coefficient(CI)
Student Level	MTCA → MVPR → MINT	0.068(0.053, 0.082)***
	MTCA → MCNF → MINT	0.301(0.273, 0.328)***
	MTCA → MVPR → MINT	0.122(0.028, 0.217)*
Teacher Level	MTCA → MCNF → MINT	0.085(0.015, 0.155)*
	ALPO → MVPR → MINT	0.017(-0.004, 0.038)
	WSAG → MCNF → MINT	0.013(-0.003, 0.028)

\*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ , \*\*\*  $P < 0.001$

또한 교사수준의 수업활동유형 중 학습내용을 새로운 문제상황에 스스로 적용하기(ALPO)와 수학흥미(MINT)의 관계에서 수학 가치인식(MVPR)의 매개효과와 동질 능력 그룹활동(WSAG)과 수학흥미(MINT)의 관계에서 수학자신감(MCNF)의 매개효과를 확인한 결과, Table 7과 같이 학습내용을 새로운 문제상황에 스스로 적용하기(ALPO) → 수학가치인식(MVPR) → 수학흥미(MINT) 경로에서 신뢰구간이 0을 포함하여 수학가치인식(MVPR)의 매개효과가 유의하지 않았다. 그리고 동질 능력 그룹활동(WSAG) → 수학자신감(MCNF) → 수학흥미(MINT) 경로에서도 신뢰구간이 0을 포함하여 수학자신감(MCNF)의 매개효과가 유의하지 않게 나타나, 학습내용을 새로운 문제상황에 스스로 적용하기(ALPO)와 동질 능력 그룹활동(WSAG)이 수학흥미(MINT)에 미치는 간접효과는 확인할 수 없었다.

## 결론 및 논의

학습자의 정의적 성취는 인지적 성취와 더불어 하나의 교육적 성과인 동시에, 학습을 촉진하는 중요한 요인으로(Hwang et al., 2022), 다수의 연구에서 수학교사의 수업특성과 학습자의 정의적 태도에 대해 논의되었다. 하지만 학생이 교사 및 학급에 내재된(nested) 위계적 관계를 간과하고 학생 단일수준으로 분석한 연구들은 생태학적 오류로 인해 효과의 검증에 한계가 있었으며, 이를 극복하기 위해 다층모형을 적용한 연구들은 다수준을 고려함에 있어 교사 및 교실변인을 학교수준으로 통합하여 분석함으로써, 교사의 수업특성이 학습자에게 미치는 효과를 확인하기에 다소 제한점이 있었다. 특히, 수학 교과는 이수 단위가 높고 한 학교에 다수의 교사가 근무하는 교과의 특성상, 교사변인 및 수업변인을 학교수준으로 통합하여 분석하는 것은 수학교사의 수업특성의 효과 검증에 있어 정확성을 저해할 수 있다. 이에, 본 연구에서는 TIMSS 2019의 국내 중학교 2학년 자료를 다층구조방정식모형에 적용하여 학생수준과 수학수업차원인 교사수준에서 수학교사의 교수능력과 수업활동유형이 학습자의 수학기치인식과 수학자신감, 그리고 수학흥미에 미치는 영향 및 구조적 관계에 대해 알아보았다. 본 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 학생수준에서 수학교사의 교수능력은 학습자의 수학기치인식과 수학자신감, 그리고 수학흥미에 각각 유의한 정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 수학교수능력에 대한 학습자의 인식이 수학자기효능감에 정적인 영향을 미쳤다는 Song과 Jung (2022)의 연구와, 수학교사에 대한 학습자의 만족도가 수학기치인식과 수학흥미에 정적인 영향을 미쳤다는 Jung (2022)의 연구, 그리고 수학수업의 질이 수학흥미에 정적인 영향을 미쳤다는 Hwang과 Son (2020)의 연구와 같은 맥락의 결과로써, 수학교사의 교수능력은 학습자의 정의적 태도인 가치인식과 자신감, 흥미를 높이는데 있어 중요한 변인임을 확인할 수 있었다.

또한, 학생수준에서 수학기치인식과 수학자신감은 수학흥미에 유의한 정적인 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 이는 수학자기효능감이 수학흥미에 정적인 영향을 미쳤다는 Lee 외 (2018)의 연구와 같은 맥락의 결과라 할 수 있다. 본 연구에서는 수학 교과의 정의적 태도를 구성하는 주요변인인 가치인식과 자신감, 그리고 흥미 간의 구조적 관계를 확인할 수 있었으며, 학습자의 수학기치인식과 수학자신감이 높아질수록 수학에 대한 흥미 역시 높아짐을 확인할 수 있었다.

한편, 학생수준에서 수학교사의 교수능력은 수학기치인식과 수학자신감을 매개하여 수학흥미에 정적 영향을 미치는 것으로 나타났는데, 이는 수학교수능력이 수학기치인식과 수학자신감에 직접적인 정적 영향을 미칠뿐만 아니라, 이를 매개하여 수학흥미에 간접적인 정적 영향을 미친다고 할 수 있다. 이와 같이 수학교사의 교수능력은 학생수준에서 학습자의 정의적 태도에 직접적인 영향과 더불어 간접적인 영향을 미치기 때문에 수학교사의 교수능력은 교수-학습과정에 있어 중요하게 고려되어야 할 요인이라 할 수 있다.

둘째, 교사수준에서는 학생수준의 결과와 동일하게 수학교사의 교수능력은 수학기치인식과 수학자신감, 수학흥미에 각각 유의한 정적인 영향을 미쳤으며, 수학기치인식과 수학자신감 역시 수학흥미에 정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한, 매개효과 검증에서도 수학교사의 교수능력은 수학기치인식과 수학자신감을 매개하여 수학흥미에 간접적인 정적 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다. 이는 수학교사의 교수능력이 해당교사의 수학학급에 소속되어 있는 학생들의 평균적인 수학기치인식과 수학자신감, 그리고 수학흥미에 정적인 영향을 미치는 것을 의미하며, 학급차원의 평균적인 수학기치인식과 수학자신감이 높아질수록 해당 학급의 평균적인 수학흥미가 높아진다고 할 수 있다. 그리고 수학교사의 교수능력은 해당교사의 수학학급에 소속되어 있는 학생들의 평균적인 수학기치인식과 수학자신감을 매개하여 결과적으로 학급차원의 수학흥미에 정적인 영향을 미친다고 할 수 있다. 이처럼, 본 연구에서는 학생 개인수준뿐만 아니라 교사수준에서 수학교사의 교수능력은 학습자의 정의적 태도에 유의한 영향을 미쳤으며, 정의적 태도의 구조적 관계 또한 교사수준에서 유의하게 나타났다. 비록 학습자의 정의적 태도와 관련하여 많은 부분이 학생 개인 수준 변인에서 기인하지만, 학생은 수업을 담당하는 교사에 위계적으로 속해 있기 때문에 학습자의 정의적 태도를 이해하고 향상 시키기 위해서는 수학수업차원인 수학교사 수준에서의 접근이 필요하다고 할 수 있다. 이와 같은 교사수준의 유의한 결과는 수학수업의 질이 수학흥미에 미치는 영향이 개인수준과 학교수준에서 모두 유의하게 나타난 Hwang과 Son (2020)의 연구와 부분적으로 일치하는 결과이며, 수학교사의 학습도움이 수학자기효능감과 수학흥미에 미치는 영향에 있어 학생수준에서는 정적으로 유의하였지만, 학교수준에서는 유의하지 않게 나타난 Lee 외 (2018)의 연구와는 다소 상이한 결과라 할 수 있다. 이는 2수준의 집단수준을 고려함에 있어 학교수준 접근과 교사수준 접근의 차이에서 기인하였다고 볼 수 있으며, 수학교사의 수업특성과 관련한 변인은 학교수준이 아닌 교사수준 즉, 수학수업차원에서 분석하는 것이 필요하다고 할 수 있다.

셋째, 교사수준의 변인인 수학교사의 수업활동유형이 학습자의 수학기치인식과 수학자신감, 그리고 수학흥미에 미치는 영향에서는 교사의 설명식 수업활동과 학습자 스스로 연습하기의 경우 학습자의 정의적 태도에 유의한 영향을 미치지 않았다. 학습자의 지각에 기반하여 수학 수업방식의 효과를 분석한 선행연구들(Song & Jung, 2022; Cheong et al., 2015; Yu & Kim, 2020)은 학습자가 지각한 교수자 중심 및 학습자 중심 수업방식이 교과효능감 및 흥미와 같은 정의적 태도에 유의한 영향을 미치는 것으로 보고하고 있다. 본 연구에서는 학생이 교사에 내재된 위계적 관계를 고려하여, 수학수업 활동유형을 교사의 지각에 기반하여 다층적 분석을 실시하였다. 수업활동유형을 학생의 지각에 기반한 선행연구의 결과와 교사의 지각에 기반한 본 연구의 결과를 종합하여 볼 때, 학생이 지각하는 수업방식과 교사가 지각하는 수업방식에는 차이가 있으며(Seo, 2004; So, 2011), 이로 인해, 수업활동이 학습자에게 미치는 효과의 차이가 발생할 수 있음을 확인할 수 있었다. 따라서 수업방식 및 수업활동과 관련한 효과 검증의 연구에 있어서는 수업의 두 주체인 교수자와 학습자의 관점 모두가 고려되어야 한다고 할 수 있다.

한편, 수업활동유형 중 학습내용을 새로운 문제상황에 스스로 적용하기는 수학기치인식에 정적인 영향을 미쳤지만, 수학흥미에는 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 도전적 과제가 학습자의 수학기치인식에 정적 영향을 미쳤다는 Lee (2021)의 연구와 같은 맥락의 결과로, 학습내용을 새로운 문제 또는 과제 상황에 적용해 보는 것이 학습자로 하여금 수학의 가치를 인식하게 한다고 할 수 있다. 반면, 자기주도학습이 수학자기효능감에 성취 상위집단에서만 정적인 영향을 미쳤다고 보고한 Song과 Jung(2021)의 연구와 종합하여 볼 때, 학습내용이 위계적으로 구성되어 있는 수학 교과와 특성상, 성취수준과 같은 학습자 특성에 따라 자기주도적 문제적용 활동이 학습에 어려움을 초래하여(Song & Jung, 2021), 수학흥미에 부정적 영향을 미칠 수 있음을 의미한다. 따라서 수학교사는 학습자 특성과 학습 상황에 맞는 적절한 개입 및 지도를 통해 자기주도적 문제 적용 수업을 위한 조력자로서의 역할을 수행해야 할 것이다.

마지막으로, 혼합 능력 그룹활동은 학습자의 정의적 태도에 유의한 영향을 미치지 않았지만, 동질 능력 그룹활동은 수학자신감과 수학흥미에 정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 수준별 이동 수업이 수학 학업성취도에 정적인 영향을 미쳤다는 Hong과 Lee (2015)의 연구와, 협동학습이 수학 자신감과 수학 흥미에 정적인 영향을 미쳤다는 선행연구(An, 2018; Song & Jung, 2021)와 유사한 맥락에서, 동질 능력 그룹활동이 학습자의 정의적 태도에 정적인 영향을 미치는 것을 보여준다. 하지만 동질 능력 모둠활동이 중·하위집단에 비하여 상위집단의 학생에게만 더 나은 수학적 모델링 능력 및 추론 능력을 보였다는 An과 Oh (2018)의 연구와, 수준별 이동수업이 중간 수준의 집단에서만 성적에 정적 영향을 미쳤다는 Kim과 Jo (2013)의 연구, 그리고 혼합 능력 그룹활동은 수학 자신감과 수학 학업성취의 관계를 더욱 강화시키는 반면, 동질 능력 그룹활동은 약화시켰다는 Ko과 Jung (2020)의 연구를 종합하여 볼 때, 동질 능력 그룹활동이 혼합 능력 그룹활동에 비하여 더 적절한 수업 방식이라 단언하기는 어려우며, 학습내용 및 성취수준과 같은 학습자 특성에 따라 모둠 구성방식을 적절하게 고려해야 함을 의미한다.

본 연구의 결과를 요약하여 살펴보면, 수학교사의 교수능력은 학생 개인수준뿐 아니라 수학수업차원인 교사수준에서 학습자의 수학기치인식과 수학자신감, 그리고 수학흥미에 유의한 영향을 미쳤으며, 수학교사의 적절한 수업활동유형 또한 교사수준에서 학습자의 정의적 태도에 정적인 영향을 미쳤다. 이는 상급 학년으로 올라갈수록 추상적·고차원적 사고를 요하는 수학 교과와 특성 및 수학이라는 학문자체가 가지고 있는 계통성과 위계성의 측면을 고려할때(Choi & Han, 2013), 수학수업 상황에서 교수자의 전문적 교수능력과 적절한 수업활동은 학습자의 정의적 성취를 이끌어 내는데 있어 중요한 요인임을 의미한다. 또한, 수학기치인식과 수학자신감, 그리고 수학흥미는 학생수준뿐 아니라 교사수준에서 유의한 구조적 관계를 나타냈다. 이는 수학 정의적 특성 간의 구조적 관계는 학생 개인수준에서만 유의한 영향을 미치는 것이 아니라, 수학학급차원의 전반적인 관계에서도 유의한 영향을 미친다는 것을 의미한다. 특히, 수학 교과와는 다른 교과에 비해, 학습자의 학업성취에 있어, 수학적 능력뿐 아니라 다양한 정신적, 심리적 조건을 수반한다(Hwang & Lew, 2018). 따라서 수학교사는 학생들이 수학의 가치를 인식하고, 수학에 대한 자신감과 흥미를 높일 수 있는 적절한 수업활동을 교수·학습전략에 반영함과 동시에, 교사 자신의 전문적 교수능력 향상을 통하여 학생들의 정의적 성취와 인지적 성취에 도움을 줄 수 있을 것이다.

수학수업의 성패를 결정짓는 요소는 교사와 학생이며, 교사의 수업활동은 학습자의 정의적 태도와 인지적 성취에 직접적인 영향을 미친다. 특히, 수학 교과에서 학습자의 정의적 특성은 수학 학습 태도에 영향을 미칠뿐 아니라, 수학 학습 포기 요인이 되기도 한다. 본 연구는 다층모형을 이용하여 수학교사의 교수능력과 수업활동유형이 수학기치인식과 수학자신감, 그리고 수학흥미에 미치는 영향 및 구조적 관계를 학생수준과 교사수준에서 밝혔다는데 의의가 있다. 또한 수학교사의 수업특성의 효과를 검증함에 있

어 학생 단일수준을 적용한 선행연구와 교사 및 수업변인을 학교수준으로 통합하여 분석한 선행연구의 한계점을 인식하여, 학생 개인수준과 수학수업차원인 교사수준의 다층적 분석을 통해, 수학교사의 수업특성 변인에 대한 교사수준 분석의 필요성을 확인하였다는데 의의가 있다. 하지만 본 연구에서는 구조방정식모형의 간명성을 위해 학생수준과 교사수준에서 다양한 변인을 투입하여 분석하지 못하였다는 한계점이 있으며, 후속 연구에서는 다양한 연구변인을 추가하여 분석할 것을 제안한다. 또한 본 연구는 횡단 자료를 이용하여 분석하였기에, 후속 연구에서는 종단자료를 이용하여 변인들 간 경로의 방향과 효과에 있어 변화가 있는지를 확인해 볼 필요가 있다.

## References

- Akyüz, G. (2014). The effects of student and school factors on mathematics achievement in TIMSS 2011. *Education and Science*, 39, 150-162.
- An, I. K., & Oh, Y. G. (2018). An analysis of mathematical modeling process and mathematical reasoning ability by group organization method. *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*, 22(4), 497-515.
- An, J. S. (2018). The effect of mathematical disposition and learning attitude in instruction utilizing STAD cooperative learning model. *Communications of Mathematical Education*, 32(2), 147-174. <http://doi.org/10.7468/jksmee.2018.32.2.147>
- Azina, I. N., & Halimah, A. (2012). Student factors and mathematics achievement: Evidence from TIMSS 2007. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 8(4), 249-255. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2012.8.4.3a>
- Barcikowski, R. S. (1981). Statistical power with group mean as the unit of analysis. *Journal of Educational Statistics*, 6(3), 267-285. <https://doi.org/10.2307/1164877>
- Bliese, P. D. (2000). *Within-group agreement, non-independence, and reliability*. In K. J. Kline & S. W. Kozlowski (Eds.), *Multilevel theory, research, and methods in organizations* (pp. 349-381). Jossey-Bass.
- Chan, D. (1998). Functional relations among constructs in the same content domain at different levels of analysis: A typology of composition models. *Journal of Applied Psychology*, 83(2), 234-246. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0021-9010.83.2.234>
- 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*, 22(7), 129-150.
- Cho, H. J., & Kim, I. S. (2016). Analyzing research trend of affective aspects in mathematics in Korea. *Communications of Mathematical Education*, 30(1), 67-83. <https://doi.org/10.7468/jksmee.2016.30.1.67>
- Choe, S. H., Park, S. W., & Hwang, H. J. (2014). Analysis of the current situation of Affective Characteristics of Korean Students Based on the Results of PISA and TIMSS. *Journal of the Korean School Mathematics Society*, 17(1), 23-43.
- Choi, K. H., & Han, H. S. (2013). A study on the effects of the reciprocal peer tutoring in high school students' affective characteristics of mathematics. *The Mathematical Education*, 52(3), 423-442. <https://doi.org/10.7468/mathedu.2013.52.3.423>
- DeBellis, V. A., & Goldin, G. A. (2006). Affect and meta-affect in mathematical problem solving: A representational perspective. *Educational Studies in mathematics*, 63(2), 131-147.
- Dijk, W., Gage, N. A., & Grasley - Boy, N. (2019). The relation between classroom management and mathematics achievement: A multilevel structural equation model. *Psychology in the Schools*, 56(7), 1173-1186.
- Fishbein, B., Foy, P., & Yin, L. (2021). *TIMSS 2019 user guide for the international database*. Hentet fra. <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/international-database>
- Hong, S. S., & Lee, D. H. (2015). The effect of ability grouping on Mathematics achievement: Utilizing the Propensity Score Matching. *Journal of the Korean School Mathematics Society*, 18(1), 149-167.
- 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.
- Hwang, J. H., Tak, B. J., Lee, S. E., Kim, H. M., & Lee, H. Y. (2022). Relationships Among Students' Attitude Toward Mathematics, Mindset, and Teachers' Mindset. *School Mathematics*, 24(4), 525-549. <https://doi.org/10.57090/sm.2022.12.24.4.525>
- Hwang, S., & Son, T. (2020). Exploring Effects of Elementary Teachers' Mathematics Instruction, Mathematics Teaching Efficacy, and Student Mathematical Interest on Mathematics Achievement: An Application of Multilevel Structural Equation Modeling. *Education of Primary School Mathematics*, 23(4), 175-189. <https://doi.org/10.7468/JKSMEC.2020.23.4.175>

- Hwang, S. W., & Lew, K. H. (2018). Relationship Between Mathematics Anxiety and Mathematical Achievement of Middle School Students According to Gender and Grade. *Communications of Mathematical Education*, 32(2), 175-189. <https://doi.org/10.7468/jksmee.2018.32.2.175>
- James, L. R. (1982). Aggregation bias in estimates of perceptual agreement. *Journal of Applied Psychology*, 67, 219-229.
- Jang, J. H. (2019). *Analysis of teachers' instructional ability and method type recognized by students and influence factor* [Doctoral dissertation]. Korea University.
- Jung, B. S. (2022). Gender Differences in Variables Affecting High School Students' Attitudes toward Mathematics and Achievement in the COVID-19 Pandemic. *The Women's Studies*, 114(3), 141-165. <http://dx.doi.org/tws.2022.114.3.006>
- Kim, D. S., & Jo, H. J. (2013). The effects of streaming on students achievement focused on ability. *The Journal of Research in Education*, 26(2), 1-24.
- Kim, H. S., & Ham, E. H. (2014). What school characteristics affect Korean students' non-cognitive outcomes in mathematics. *Journal of Educational Evaluation*, 27(5), 1311-1335.
- Kim, S. H. (2015). An analysis of teacher effects on fourth-grade students' attitudes toward mathematics based on TIMSS 2011 results. *The Mathematical Education*, 54(2), 195-206. <https://doi.org/10.7468/MATHEDU.2015.54.2.195>
- Klein, K. J. & S. W. J. Kozlowski. (2000). From micro to meso: Critical steps in conceptualizing and conducting multilevel research, *Organizational Research Methods*, 3(3), 211-236.
- Ko, D. H., & Jung, H. S. (2020). Analysis on the Effect of Mathematics Class Characteristics and Mathematical Confidence on Mathematical Academic Achievement: Applying Hierarchical Linear Model. *School Mathematics*, 22(2), 313-332. <https://doi.org/10.29275/sm.2020.06.22.2.313>
- Kozlowski, S. W., & Hattrup, K. (1992). A disagreement about within-group agreement: Disentangling issues of consistency versus consensus. *Journal of Applied Psychology*, 77(2), 161-167.
- Kwon, J. R. (2022). A study analyzing the students' affective characteristics about mathematics in elementary, middle and high school. *Journal of Curriculum and Evaluation*, 25(2), 195-224. <https://doi.org/10.29221/jce.2022.25.2.195>
- Lim, H. J., & Lee, J. E. (2016). The longitudinal changes of students' perception on teachers' teaching ability, self-efficacy, and academic achievement. *Korean Journal of Youth Studies*, 23(6), 71-95. <http://dx.doi.org/10.21509/KJYS.2016.06.23.6.71>
- Lee, H. C., Kim, H. W., Baeck, S. G., Ko, H. K., & Yi, H. S. (2017). A causal model analysis of non-cognitive characteristics of mathematics learning. *Communications of Mathematical Education*, 31(2), 187-201. <https://doi.org/10.7468/JKSME.2017.31.2.187>
- Lee, H. C., Kim, H. W., Ee, J. H., Yi, H. S., & Ko, H. K. (2017). The development and validation of the survey of students' affective characteristics in the non-cognitive domain of mathematics learning. *School Mathematics*, 19(2), 267-287.
- Lee, H. J., Bong, C. W., Yoon, M. R., & Hong, S. H. (2018). An application of multilevel structural equation model to testing the effect of mathematics self-efficacy and educational environment on mathematical interest: Comparison of results between Korea and Singapore. *Journal of Educational Evaluation*, 31(1), 353-386. <http://dx.doi.org/10.31158/JEEV.2018.31.1.353>
- Lee, J. H., & Kim, S. H. (2010). Analysis on differences between affective achievement for middle and high school students. *Journal of Research in Curriculum & Instruction*, 14(4), 759-785. <http://doi.org/10.24231/rici.2010.14.4.759>
- Lee, J. R. (2009). The effects of ability grouping and perceived class characteristics upon academic achievement. *The Korean Journal of Human Development*, 16(2), 51-65.
- Lee, K. S., Rim, H. M., Park, I. Y., Seo, M. H., & Kim, B. M. (2016). A study on development of the survey items for affective domain in mathematics of NAEA. *The Journal of Curriculum and Evaluation*, 19(4), 45-70.
- Lee, S. H. (2021). *A study on teachers' instructional strategies affecting students' mathematical value* [Master's thesis, Hanyang University].
- Lee, S. J., Kim, H. R., & Mo, W. S. (2018). A longitudinal study on the relationship between academic achievement and self-efficacy: Korean and mathematics among Korean middle school students. *Journal of Curriculum and Evaluation*, 18(4), 675-697. <http://dx.doi.org/10.22251/jlcci.2018.18.4.675>
- Lee, Y. H., & Han, Y. K. (2015). A hierarchical analysis of the factors influencing on middle schoolers' character. *The Journal of Korean Teacher Education*, 32(3), 305-325. <http://doi.org/10.24211/tjkte.2015.32.3.305>
- McLeod, D. B. (1992). Research on affect in mathematics education: A reconceptualization. *Handbook of research on mathematics teaching and learning*, 1, 575-596.
- Ministry of Education. (2022). *Mathematics curriculum*. Proclamation of the Ministry of Education #2022-33[Annex 8]. Ministry of Education.
- Ministry of Education. (2020). *The 3rd Mathematics Education Plan*.

- Mullis, I. V., & Martin, M. O. (2017). *TIMSS 2019 Assessment Frameworks*. International Association for the Evaluation of Educational Achievement.
- Park, S. W., Kim, H. K., Sang, K. A., Jeon, S. K., & Choi, I. S. (2019). *Trends in international mathematics and science study: TIMSS 2019 main survey*. RRE 2019-10. KICE.
- Park, J. H., Kang, Y. G., & Han, S. Y. (2019). The development and application of the instrument for measuring Korean high school students' interests in mathematics learning. *School Mathematics, 21*(2), 319-346. <https://doi.org/10.29275/sm.2019.06.21.2.319>
- Park, J. H., Kim, Y. M., & Choi, S. H. (2014). A study about confidence with mathematics. *Journal of Educational Research in Mathematics, 24*(2), 145-164.
- Park, W. W., & Ko, S. K. (2005). Procedures and methods of multilevel analysis: With a focus on WABA. *The Korean business journal, 39*(1), 59-90.
- Raudenbush, S. W., & Bryk, A. S. (2002). *Hierarchical linear models: Applications and data analysis methods* (Vol. 1). Sage.
- Sang, K., Kwak, Y., Choi, J., Park, S., & Jeon, S. (2017). *In-depth analysis of TIMSS 2015 Korean results*. RRO 2017-5-1. KICE.
- Sang, K. A., Kim, S. S., Kim, K. H., Kim, S. J., Si, K. J., & Han, J. A. (2015). *The influence of educational context variables on students' mathematics achievement and affective characteristics*. RRE 2015-8. KICE.
- Seo, K. H. (2004). The perspectives and conceptions about good instructional practice: An interview study of teachers and students. *The Journal of Curriculum Studies, 22*(4), 165-187.
- So, Y. H. (2011). Analysis of the structural relations between Learners' perception on instruction, self-directed learning, learning flow, and academic achievement. *The Korean Journal of Child Education, 20*(2), 19-32.
- Song, H. S., & Jung, H. S. (2021). Effects of learner-centered mathematical instruction perceived by middle school students on math self-efficacy and class engagement: Multi-group analysis based on achievement level. *The Mathematical Education, 60*(4), 493-508. <http://doi.org/10.7468/mathedu.2021.60.4.493>
- Song, H. S., & Jung, H. S. (2022). Detecting types for the influence of math teaching methods perceived by high school students on math self-efficacy: Using REBUS-PLS. *The Mathematical Education, 61*(4), 613-629. <https://doi.org/10.7468/mathedu.2022.61.4.613>
- Yu, J. P. (2022). *Concept and understanding of structural equation model*. hannarae Academy.
- Yu, S. B., & Kim, N. O. (2020). The structural relationship of learner-centered instruction, feedback experience, affective achievement, and mathematical competencies by middle schoolers. *Journal of Educational Evaluation, 33*(4), 791-814. <http://dx.doi.org/10.31158/JEEV.2020.33.4.791>
- Yu, S. B., & Song, Y. M. (2022). The effect of middle school students' perceived teaching and assessment practices and characteristics of learners on subject interest and academic achievement. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction, 22*(16), 1053-1065. <https://doi.org/10.22251/jlcci.2022.22.16.1053>

## Authors Information

Hyo Seob Song, UI University, Assistant Professor, 1st Author.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7554-2849>

Hee Sun Jung, Sungkyunkwan University, Professor, Corresponding Author.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0093-2193>