



Research Article

Detecting types for the influence of math teaching methods perceived by high school students on math self-efficacy: Using REBUS-PLS

Song, Hyo Seob¹ · Jung, Hee Sun^{2*}

¹Graduate student, Sungkyunkwan University

²Professor, Sungkyunkwan University

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

ABSTRACT

This study explored the heterogeneous latent group on the influence of the learner's perceived math teaching method (instructor-centered, learner-centered) on math self-efficacy. In order to profile the characteristics of the detected latent group, the distribution of variables was confirmed, and multi-group analysis was conducted by SEM. According to the analysis results, two latent groups were detected, and the instructor-type group and the learner-type group were named. As a result of post-hoc analysis, the perception of instructor-centered classes and learner-centered classes, and the perception of math teaching ability were similar between the instructor-type and the learner-type group. But the instructor-type group had higher math self-efficacy, math interest, and math class engagement than the learner-type group. Also, in the instructor-type group, the effect of perception of math teaching ability on math self-efficacy and math class engagement was greater than that of the learner-type group. Whereas, in the learner-type group, the effect of math interest on math self-efficacy and math class engagement was greater than that of the instructor-type group. This study presented a new research method on the influence of math teaching methods on learners by applying the REBUS-PLS method.

Key words: instructor-centered classes, learner-centered classes, math self-efficacy, REBUS-PLS, multi-group analysis

고등학생이 지각한 수학 수업방식이 수학자기효능감에 미치는 영향력에 대한 유형탐색: REBUS-PLS를 적용하여

송효섭¹ · 정희선^{2*}

¹성균관대학교 대학원 학생 · ²성균관대학교 교수

*교신저자: 정희선 (hsun90@skku.edu)

초록

본 연구는 「경기교육종단연구(GEPS)」의 2019년 고등학교 2학년 자료를 이용하여 학습자가 지각한 수학 수업방식(교수자중심, 학습자중심)이 수학자기효능감에 미치는 영향력에 대한 이질적 잠재집단을 탐색하였다. 탐지된 잠재집단의 특징을 프로파일링하기 위해 교수·학습 관련 변인들의 분포를 확인하고, 구조방정식모형을 설정하여 다집단 분석을 실시하였다. 분석결과, 두 개의 잠재집단이 탐지되었으며, 그 특성에 따라 교수자형 집단과 학습자형 집단으로 명명하였다. 탐지된 교수자형과 학습자형 집단에서 교수자중심수업에 대한 지각과 학습자중심수업에 대한 지각, 그리고 수학교수능력에 대한 인식은 분포가 유사하였지만, 수학자기효능감과 수학흥미, 수학수업참여의 경우 교수자형 집단이 학습자형에 비해 높게 나타났다. 또한 교수자형 집단은 학습자형에 비해 수학교수능력에 대한 인식이 수학자기효능감과 수학수업참여에 미치는 영향이 크게 나타났으며, 학습자형 집단은 교수자형에 비해 수학흥미가 수학자기효능감과 수학수업참여에 미치는 영향이 크게 나타났다. 본 연구는 경로모형기반의 단위분할 탐색 REBUS-PLS 방법을 적용함으로써 수학 수업방식이 학습자에게 미치는 영향력에 관한 새로운 연구방법을 제시하였다.

주요어: 교수자중심수업, 학습자중심수업, 수학자기효능감, 반응기반 단위분할 탐색(REBUS-PLS), 다집단 분석, 경기교육종단연구(GEPS)

Received October 07, 2022

Revised October 24, 2022

Accepted November 08, 2022

2000 Mathematics Subject Classification : 97C70

Copyright © 2022 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 학교현장에서는 구성주의 영향으로 새로운 교수방법이 등장하고 있으며, 과학기술의 발전으로 새롭고 다양한 교수매체가 도입되고 있다. 기존 학교수업에서 주를 이루었던 교수자중심 교수법은 교수자의 일방향적인 교수방법임에도 불구하고 현재까지 가장 많이 활용되고 있는 수업방식으로, 교수자가 제공하는 체계적인 수업을 통해 짧은 시간동안 효율적으로 지식을 습득할 수 있으며, 교사의 지식 전달 능력 및 강의 방법이 효과적인 학습을 이끌어내는데 결정적인 역할을 한다(Roh & Moon, 2018; Kim & Yu, 2018). 이에 반해, 학습자를 능동적인 존재로 인식하는 학습자중심 교수법은 학습자가 직접 지식을 구성하고 문제를 해결해 나갈 때 가장 효과적인 학습을 이룰 수 있다고 보며, 교사는 학습자에게 지시를 하거나 교과의 내용을 전달하기보다는 학습자가 주도적으로 정보를 습득하고 활용할 수 있도록 학습방법과 학습자료를 보완해 주는 조력자 및 촉진자의 역할을 수행한다(Kwon, 2001; Kheel, 2001). 하지만 최근 들어 교수자 중심의 일방향적 수업방식이 학습자의 참여 및 동기 그리고 상호작용에 미치는 부정적인 측면이 부각되고 있으며(Roh & Moon, 2018), 교수·학습과정에 있어 학습자의 능동적인 역할을 강조하면서도 학습자중심 수업방식이 학생들의 정의적 태도 및 학업성취에 미치는 효과에 대한 검증이 요구되고 있다(Chung et al., 2017).

수학수업에서도 교수·학습방법에 있어 다양한 변화를 시도하고 있으며, ‘2015 개정 수학과 교육과정’에서는 교과 특성과 학생의 능력수준을 고려하여 설명식 교수 및 탐구학습, 프로젝트학습, 협력학습 등과 같은 다양한 교수·학습방법을 적절하게 적용할 것을 권장하고 있다(Ministry of Education, 2015). 특히, 상급 학년으로 올라갈수록 추상적·고차원적 사고를 요하는 수학교과와 특성 및 수학이라는 학문자체가 가지고 있는 계통성과 위계성의 측면과(Choi & Han, 2013), 최근 STEAM 교육에서 강조하는 수학·과학의 실용적 가치 및 창의적 융합인재 양성의 측면을(Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity, 2016) 고려할 때, 수학수업에서 전문지식을 효율적으로 습득할 수 있는 교수자중심 교수법과 학습자가 능동적으로 참여할 수 있는 학습자중심 교수법의 특징을 세밀히 분석할 필요가 있다.

한편, 수업방법의 효과를 검증하기 위한 선행연구들은 교수자중심수업과 학습자중심수업에 대한 인식을 회귀분석에 투입하거나(Song & Park, 2020), 구조방정식모형으로 설정하여(Cheong et al., 2015; Chung et al., 2017; Yu & Kim, 2020), 학습자의 정의적 태도 및 학업성취에 미치는 효과를 분석하였다. 또한 학교현장의 실험연구에서는 교사가 학습자 중심의 수학수업을 적용한 학급과 전통적 강의식 수업을 적용한 학급을 비교하여 학습자중심수업의 효과를 검증하였다(Cha & Kim, 2021). 하지만 연구에 따라 정적 또는 부적 효과와 같이 각 교수법의 효과가 상이하게 나타났으며, 이는 학습자가 수업방식을 어떻게 지각하는지에 따라, 그리고 학습자의 이질적 특성에 따라서 교수법(교수자중심, 학습자중심)의 효과가 다르기 때문이라고 할 수 있다. 따라서 교수법의 효과가 차별적으로 발생하는 학습자 집단에 대한 검증의 필요성이 제기되었으며, 이에 선행연구(Lee & Ha, 2016; Jang & Ko, 2020)에서는 교수법에 따른 집단의 특징을 알아내기 위하여, 각 교수법(교수자중심, 학습자중심)에 대한 학생들의 지각 정도에 따라 집단을 구분하고, 학습관련 변인들의 특징 및 관계의 차이를 보고하였다. 하지만 이와 같은 집단 구분 방식은 교사의 수업방식(교수자중심, 학습자중심)에 대한 학생들이 지각하는 정도에 따른 단순 분류이기에, 교수법에 대한 실제 학생들의 선호 및 학습자 개개인에게 미치는 영향력의 차이와 같은 이질적 특성을 반영하는 데는 한계가 있다.

따라서 본 연구에서는 수학수업 상황에서 학습자의 동질적 행동에 대한 가정이 어렵기 때문에(Jedidi et al., 1997) 사람 중심의 접근(person-centered approach)으로 학습자마다 수학자기효능감에 영향을 미치는 구조의 다양성 및 관찰되지 않은 이질성(unobserved heterogeneity)이 존재한다고 판단하였다. 이에 관측변수나 잠재변수에 대한 어떠한 분포의 가정도 없이 전체모형보다 적합한 로컬모형을 탐지할 수 있는 반응기반 단위분할 탐색 방법(REBUS-PLS, Response Based on Unit Segment-Partial Least Square)을 적용하여(Trinchera, 2007), 학습자가 지각한 수학 수업방식(교수자중심, 학습자중심)이 수학자기효능감에 미치는 영향력에 대한 이질성을 탐색하고자 한다.

한편, 자기효능감은 학업성취를 예측하는 결정적 변인으로, 특정교과에 대한 자기효능감은 학업 성취 수준의 간접적인 지표로 해석할 수 있다(Chung et al., 2017). 특히 교수자의 수업방식 및 교수능력에 대한 학습자의 인식은 자기효능감 및 흥미와 같은 학습자의 정의적 태도와 학업성취에 영향을 미칠 뿐 만 아니라(So, 2011; Lee, 2009), 학습자가 인식한 교사의 수업활동은 교사들 자신의

수업에 대한 지각보다 학습전략이나 학업성취에 더 큰 영향을 미치기 때문에 교사의 수업활동에 대한 학습자의 인식은 중요하다고 할 수 있다(Seo, 2004; So, 2011). 또한 교수-학습과정에 있어 필요한 지식을 습득하고 학업성취를 이루기 위해서는 학습자의 능동적인 수업참여는 필수적이며(Yu, 2015), 성공적인 학교생활을 위한 핵심적 요인이라 할 수 있다(Fredricks et al., 2004). 이에 본 연구에서는 수학수업에서 학습자가 지각한 수업방식(교수자중심, 학습자중심)이 수학자기효능감에 미치는 영향력에 대한 이질적 잠재집단을 탐지하고, 탐지된 잠재집단 간 교수-학습 관련 변인들의 분포 및 수학자기효능감과 수학수업참여에 영향을 미치는 변인들의 차이를 검증함으로써, 탐지된 이질적 잠재집단의 특징을 프로파일링 하고자 한다.

이론적 배경

교사의 수업방식과 교수능력

교수자중심수업(Instructor-centered classes: ICC)은 교수자의 일방향적인 교수방법으로, 교수자가 학습 전반에 대하여 책임을 지고 수업목표 및 내용, 방법 등을 미리 결정하여 학습자에게 전달하면 학습자는 이를 연습하고 체계적으로 습득하게 된다(Kim & Yu, 2018). 오늘날까지 학교현장에서 가장 보편적으로 적용되는 수업 방식이며, 사실적 지식과 이론적 개념을 짧은 시간안에 체계적으로 전달하고자 할 때 효과적이라 할 수 있다(Roh & Moon, 2018). 반면, 학습자중심수업(Learner-centered classes: LCC)은 구성주의 인식론에 기초한 교수-학습방법으로 전통적인 교수자 중심의 수업방법처럼 교수자가 학생에게 지식, 가치, 기능을 단순하게 전달하는 것이 아니라 학습자로 하여금 이것들을 이끌어 내도록 도와주는 교육방법이다(Kwon, 2001). 교수는 학습자에게 교과의 내용을 단순히 전달하거나 지시하기 보다는 학습방법과 학습자료를 선정할 때 학습자의 의견을 반영하고, 그 과정에서 조력자로서 역할 및 촉진자로서의 역할을 수행한다(Kwon, 2001; Kheel, 2001).

한편, 교사의 교수능력에 대한 학습자의 인식(Perception of Teaching Ability: PTA)은 학습자의 성취를 결정짓는 요인으로, 교사의 수업은 학습자의 태도 및 자아개념, 정신건강, 창의성 등 학습자의 성장 전반에 걸쳐 중요한 역할을 한다(Jang, 2019). 교사의 수업을 학생의 입장이 아닌 전문가들에 의해 몇 번의 관찰로 평가하는 것은 한계가 있으며, 학습자가 인식한 교사의 수업활동은 교사들 자신의 수업에 대한 지각보다 학습전략이나 학업성취에 더 큰 영향을 미치기 때문에(Seo, 2004; So, 2011) 교수능력에 대한 학습자의 인식은 중요하다고 할 수 있다. 본 연구에서는 수학교사의 교수능력을 교과지식, 수업기술, 학생수준반영, 수업이해 확인을 포괄하는 개념으로 정의하여 분석하였다.

수학자기효능감, 수학흥미, 수학수업참여

자기효능감이란 과업을 성공적으로 해낼 수 있다는 스스로의 능력에 대한 판단 및 자신감으로(Bandura, 1997), 수학자기효능감(Math self-efficacy: MSE)은 ‘특정한 수학 과제나 문제를 성공적으로 수행할 것이라는 자신의 능력에 대한 상황적, 구체적 판단’이라 정의 할 수 있으며, 특정 수학 문제를 풀 가능성에 대한 판단(수학 문제 자기효능감), 수학 관련 과정에 성공할 가능성에 대한 판단(수학 관련 교과목 자기효능감), 그리고 수학 관련 과제를 수행할 가능성에 대한 판단(수학 과제 자기효능감)과 같이 세 개의 하위 영역으로 구분된다(Hackett & Betz, 1989). 흥미는 느낌이나 감정 상태를 표현하는 단어로 일상생활에서 긍정적인 재미, 즐거움, 개인의 선호도, 태도, 가치와 같은 동기적 개념으로 사용되며, 수학흥미(Math interest: MI)는 수학교과에서 정의적 영역의 하위 요인 또는 수학적 태도의 하위요인으로 구분되어진다(Park et al., 2019). 특히 교과에 대한 흥미는 학습이 효과적이며 지속적으로 이루어지기 위해 꼭 필요한 요인이며, 학습몰입이나 성과에 큰 영향을 미친다(Kim & Lee, 2019).

한편, 참여도는 여러 선행연구에서 성취도 및 만족도와 더불어 처치(treatment)의 결과를 확인하기 위한 변인으로 사용되고 있다(Cha et al., 2010). 수업참여는 수업 중 이루어지는 학업 활동과 관련하여 학습자가 보이는 정의적, 인지적, 행동적 반응 등을 의미하며, 수업참여의 시점으로는 수업 중에만 한정하지 않고, 수업 전의 예습이나 수업 후의 과제수행 및 복습까지 포함하는 개념으로 볼 수 있다(Song & Park, 2020). 본 연구에서는 수학수업참여(Math class engagement: MCE)를 수업에서의 참여 및 집중, 그리고 수업 외 이루어지는 과제수행 및 예습, 복습을 포괄하는 개념으로 정의하여 분석하였다.

변인 간의 관계에 대한 선행연구

교수방법과 관련한 선행연구

교수방법과 관련한 선행연구를 살펴보면 Chung 외 (2017)의 연구에서는 영어교과에서 중학생들이 인식한 교수자중심 교수법과 학습자중심 교수법은 자기효능감과 흥미에 정적인 영향을 미쳤으며, 학업성취에 있어서는 교수자중심 교수법은 정적인 영향을 미쳤지만, 학습자중심 교수법은 부적인 영향을 미쳤다. 그리고 전년도 자기효능감 상, 하위 학생들을 대상으로 동기변인의 매개효과를 검증하였을 때, 자기효능감이 낮았던 학생들은 학습자중심 교수법이 자기효능감과 흥미를 매개하여 수업태도에 정적인 영향을 미쳤으며 학업성취에도 정적인 간접효과를 미쳤다. 반면, 자기효능감이 높았던 학생들은 교수자중심과 학습자중심 두 교수법에 대한 인식 모두 자기효능감과 흥미와 같은 동기변인을 매개로 수업태도에 정적인 영향을 미쳤으며 학업성취에도 간접효과를 미쳤다. 즉, 수업방식에 따른 동기과 학업성취와의 관계는 자기효능감이 낮은 학생들의 경우에 있어 더욱 차별적으로 작용하였다. Cheong 외 (2015)의 연구에서는 국어, 영어, 수학 교과에서 고등학생이 인식한 교수자 중심의 강의식 수업은 학업성취도에 정적인 영향을 미쳤으며, 학습자 중심의 토론식 수업에 대한 인식은 학업성취요인(교과효능감, 교과흥미, 학습전략, 수업태도, 자기주도학습능력)과 학업성취도에 부적인 영향을 미쳤다. 그리고 Yu와 Kim (2020)의 연구에서는 중학생이 인식한 학습자중심수업은 수학자기효능감에 정적인 영향을 미쳤으며, 자기효능감을 매개하여 수학교과역량에도 정적인 영향을 미쳤으며, Kim과 Yu (2018)의 연구에서는 초등학생이 인식한 학습자중심수업이 수학자기효능감에 정적인 영향을 미쳤지만, 수학학업성취도에는 부적인 영향을 미쳤다.

한편, 교사의 수업방식(교수자중심, 학습자중심)에 대한 지각을 기준으로 집단을 구분하고 각 집단의 특성을 검증한 선행연구들을 살펴보면, 중학생을 대상으로 한 Lee와 Ha (2016) 연구에서는 각 교수법의 응답 상위 30% 학생들을 교수자중심집단과 학습자중심집단으로 구분하여 학업성취에 영향을 미치는 학습관련변인(학업적 자기효능감, 학습동기, 학습전략)의 구조적 관계를 살펴보았다. 그 결과, 교수자중심 집단과 학습자중심 집단 간 학습관련 변인들의 경로상의 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 하지만 교사의 수업방식에 대한 초등학생들의 응답을 잠재프로파일 분석(Latent Profile Analysis)을 이용하여 집단을 구분하고, 각 집단의 특징을 살펴본 Jang과 Ko (2020)의 연구에서는 국어, 영어, 수학 교과에서 학습자중심 집단에 속한 학생들이 교수자중심 집단의 학생들에 비해 교수능력에 대한 인식, 교과흥미, 교과효능감, 수업태도가 높은 것으로 나타났다.

교사에 대한 인식, 흥미, 효능감, 수업참여의 관계

다수의 선행연구에서 교사의 수업에 대한 학습자의 인식은 학습자의 정의적 태도 및 인지적 성취에 영향을 미치는 것으로 나타났다. Lim과 Lee (2016)의 연구에 따르면 중학생이 지각한 교사의 교수능력은 영어, 수학교과에서 학습자의 자기효능감과 학업성취에 정적인 영향을 미쳤으며, Kim 외 (2017)의 연구에서도 고등학생들이 인식한 교사의 수업전문성은 수업태도 및 학업성취에 있어 정적 영향을 미치는 것으로 나타났다. 중학생을 대상으로 한 Lee (2009)의 연구에서는 수학성취도가 우수한 집단에서는 촉진적 수업특성에 대한 지각이 학업성취를 증가시킨 반면, 성취도가 낮은 집단에서는 수업특성에 대한 지각이 학업성취에 영향을 미치지 않았으며, Kim (2011)의 연구에서도 학습자가 지각한 교수능력은 학업성취에 직접적인 영향을 미칠 뿐 아니라 목표지향성, 학습전략을 매개하여 학업성취에 간접효과를 나타냈다.

한편, Kim과 Lee (2019)의 연구에 따르면 학습자의 영어교과흥미는 영어교과효능감에 정적인 영향을 미치는 것으로 나타났으며, Song과 Jung (2021)의 연구에서는 수학자기효능감이 수학수업참여에 유의한 정적인 영향을 미쳤으며, 이러한 영향은 성취 하위 집단의 학생들이 상위집단에 비해 더 크게 나타났다. 그리고 Kim 외 (2018)의 연구에서는 국어, 영어, 수학 교과에서 학습자의 자기효능감은 수업태도 및 과제수행, 그리고 학업성취도에 정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

연구문제

본 연구에서는 수학수업에서 학습자가 지각한 수업방식(교수자중심, 학습자중심)이 수학자기효능감에 미치는 영향력에 대한 이질적 잠재집단을 탐지하고, 탐지된 잠재집단의 특징을 알아보기 위하여 다음과 같이 연구문제 및 연구모형(Figure 1)을 제시한다.

연구문제1. 학습자가 지각한 수학 수업방식(교수자중심, 학습자중심)이 수학자기효능감에 미치는 영향은 어떠한 유형의 잠재집단으로 나타나는가?

연구문제2. 탐지된 잠재집단 간 수학 수업방식(교수자중심, 학습자중심)에 대한 지각 및 수학교수능력에 대한 인식, 수학자기효능감, 수학흥미, 그리고 수학수업참여의 분포 차이는 어떠한가?

연구문제3. 탐지된 잠재집단 간 수학교수능력에 대한 인식과 수학흥미가 수학자기효능감과 수학수업참여에 미치는 영향의 차이는 어떠한가?

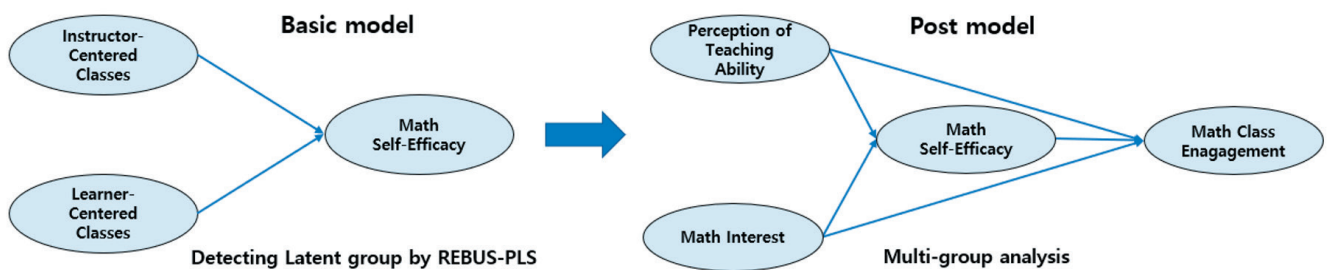


Figure 1. Research model

연구방법

연구대상

본 연구는 2019년 경기도교육연구원이 수집한 「경기도교육중단연구(GEPS)」 고등학교 2학년 학생들의 설문 자료를 분석에 사용하였다. 경기도교육중단연구(GEPS)는 2012년부터 경기지역 학생들의 인지적, 정의적, 사회적 변화에 영향을 미치는 변인들을 분석하고, 경기도교육 정책수립과 학교교육의 효과를 분석하기 위해 학생, 학부모, 교사, 학교장, 학교를 대상으로 설문조사를 실시하고 있다(Kim et al., 2018). 본 연구에서는 설문에 응답한 5,297명의 학생 중 결측치를 포함하고 있는 180명(3.4%)의 사례는 완전제거(list-wise deletion) 하였으며, 분석 대상 학생 수는 남학생 2,573명(50.3%), 여학생 2,544명(49.7%), 총 5,117명이다.

측정도구

본 연구의 기초분석을 위해 수학수업에서 교수자중심수업(ICC)과 학습자중심수업(LCC)에 관한 각각 3문항, 그리고 수학자기효능감(MSE)에 관한 5문항을 사용하였다. 사후분석에서는 수학교사의 교수능력에 대한 학습자의 인식(PTA)과 수학흥미(MI)에 관한 각 4문항을 사용하였으며, 수업참여를 수업시간의 학습자의 행동적 참여뿐 아니라 수업 외 자발적으로 이루어지는 과제수행 및 예습, 복습까지 포괄하는 개념으로 정의하여(Song & Park, 2020), 수학수업참여(MCE)에 관한 5문항을 사용하였다. 각 문항은 5점 리커트 척도를 사용하였으며, 측정에 사용되었던 문항은 Table 1과 같다. 각 문항의 신뢰도(Cronbach's alpha)는 0.798 ~ 0.949로 양호하게 나타났다.

Table 1. Question

	Question (5-point Likert Scale)	C.alpha
Instructor-centered classes (ICC)	ICC1. (Math) The teacher teaches the contents of the textbook through explanation.	0.798
	ICC2. (Math) The teacher's explanation and guidance takes up most of the class time.	
	ICC3. (Math) The teacher prepares and presents the materials necessary for the class in advance.	
Learner-centered classes (LCC)	LCC1. (Math) The teacher helps students find their own class goals.	0.855
	LCC2. (Math) The teacher helps students solve problems on their own.	
	LCC3. (Math) Students collect and research data on their own to solve problems.	
Math self-efficacy (MSE)	MSE1. (Math) I am confident that I can understand even the difficult content of textbooks.	0.949
	MSE2. (Math) I am confident that I can understand the teacher's class even if it is complex.	
	MSE3. (Math) I am confident that I will do well on the assignments given to me at school.	
	MSE4. (Math) I am confident that I will do well on the exam.	
	MSE5. (Math) I am confident that I will use what I have learned in class skillfully.	
Perception of Teaching Ability (PTA)	PTA1. (Math) The teacher has a lot of knowledge about the subject.	0.925
	PTA2. (Math) The teacher teaches the contents of the class in an easy to understand.	
	PTA3. (Math) The teacher teaches according to the level of the students.	
	PTA4. (Math) The teacher checks how well the students understand in class.	
Math Interest (MI)	MI1. (Math) When I study, I read not only textbooks and reference books but also other related books.	0.897
	MI2. (Math) When I study, I can concentrate well.	
	MI3. (Math) I have a lot of questions, so I want to study more.	
	MI4. (Math) It's better to solve a more difficult problem compared to my ability.	
Math Class Engagement (MCE)	MCE1. (Math) I concentrate on class.	0.924
	MCE2. (Math) I actively engagement in class.	
	MCE3. (Math) I do my assignments on time.	
	MCE4. (Math) I study what I will learn in class in advance.	
	MCE5. (Math) I review what I have learned in class.	

분석방법

본 연구는 현실상황에서는 동질적 행동에 대한 가정이 어렵기 때문에(Jedidi et al.,1997) 학생들마다 수학자기효능감에 있어 관련 요인들이 미치는 영향력은 다르다고 판단하고, 수학자기효능감에 영향을 미치는 구조의 다양성 및 이질성이 존재한다고 예상하여 접근하였다.

통상적으로 이질성을 다루기 위해서는 다음과 같이 두 가지 접근법을 사용할 수 있다. 첫 번째는 관찰되는 이질성을 가정하여 접근하는 방식으로 Song과 Jung (2021)의 연구와 같이 이미 잘 알려진 관측변수인 학업성취도(상/하집단)에 따라 집단을 구분하는 것이다. 그러면 이 관측변수는 조절의 역할을 하게 되며, 이렇게 정의된 집단은 동질적 행동이 가정되는 집단이라 할 수 있다. 두 번째는 데이터의 이질성이 하나 또는 여러 개의 관측변수로는 설명될 수 없으며, 유사성을 나타내는 단위 유형을 찾아야 한다고 가정하여 접근하는 방식으로, 집단의 멤버십에 대한 정보는 이용할 수 없으며 통계적 방법을 적용하여 데이터에서 잠재집단을 발견하는 것이다(Jung & Song, 2020). 이러한 경우를 ‘관찰되지 않은 이질성(unobserved heterogeneity)’ 이라고 부르며, 이질성은 조절변수의 역할을 하는 잘 알려진 관찰 가능한 변수들에 의해 포착되는 것이 아니게 된다(Hahn et al., 2002). 이와 같은 관찰되지 않은 이질성을 탐지하기 위해서는 부분 최소자승 경로 모델링(PLS-PM, Partial least square Path Modeling)에서 단위 분할(Unit Segment)을 검출하기 위한 응답 기반 방법인 REBUS-PLS (Response Based on Unit Segment-Partial Least Square) 알고리즘을 적용할 수 있다(Esposito et al., 2008). REBUS-PLS 방법은 전체 경로모형을 추정하고 얻어진 잠재집단의 질을 평가하여 적합한 로컬모형을 탐지할 수 있는 반복 알고리즘으로, 탐지된 로컬모형과 전체모형의 적합성을 비교하여 우수한 모형을 채택한다(Trinchera, 2007). 최근 다양한 분야의 연구에서(Jung & Song, 2020; Esposito et. al, 2008; Esposito et al., 2010; Trinchera, 2007) REBUS-PLS 방법을 적용하여 이질적 데이터로 혼재되어 있는 전체모형보다 더 적합한 로컬모형들을 추출하여 향상된 분석결과를 보고하고 있다.

본 연구에서는 REBUS-PLS 방법을 이용하여 다음과 같은 순서로 분석을 진행하고자 한다.

첫째, Figure 1의 연구모형의 기초모형과 같이 수학수업에서의 교수자중심수업과 학습자중심수업, 수학자기효능감을 구조방정식모형으로 설정하고, 이 모형에 기반한 부분 최소자승 경로 모델(PLS-PM, Partial Least Squares Path Modeling)의 반응기반 단위 분할(REBUS) 탐색을 실시한다. 그리고 탐색된 모형에 기반한 이질성에 의한 잠재집단을 탐지한다.

둘째, 탐지된 이질적 특성의 잠재집단 간 수학수업에서의 수업방식(교수자중심, 학습자중심)에 대한 지각 및 교수능력에 대한 인식, 수학자기효능감, 수학흥미, 그리고 수학수업참여 변인들의 분포의 차이를 상자도표를 이용하여 살펴본다.

셋째, 탐지된 이질적 특성의 잠재집단에 대한 프로파일을 보완하기 위해 수학수업에서의 교수능력에 대한 인식, 수학흥미, 수학자기효능감, 수학수업참여 변인을 구조방정식모형으로 설정하여 다집단 분석을 실시한다. 이를 위해, 잠재집단 간 구조 동일성 검증을 실시한 후, 개별 경로에 동일성 제약을 가해 χ^2 차이 검정으로 집단에 따른 경로계수의 차이를 확인한다.

넷째, 수학수업에서의 교수능력에 대한 인식과 수업참여의 관계에서 수학자기효능감의 매개효과와 수학흥미와 수업참여의 관계에서 수학자기효능감의 매개효과를 검증하기 위해 1,000회 부트스트래핑(bootstrapping)을 실시한 후, 95% 신뢰구간을 산출하여 유의성을 확인한다.

분석 문항 중 수학수업참여의 과제, 예습, 복습의 경우 수업 외에 학습자의 자발적인 참여를 의미하는 개념으로, 세 측정문항들의 평균값으로 문항묶음(Item parceling)하여 분석한다. 분석에는 R 프로그램(Version 4.1.3)을 사용한다.

연구결과

학습자가 지각한 수학 수업방식(교수자중심, 학습자중심)이 수학자기효능감에 미치는 영향력에 대한 유형탐색

잠재집단의 탐지 및 기초분석

전체 경로모형의 추정과 잔차에 대한 계층적 군집화 분석을 수행한 결과, 2~3개의 집단이 탐지되었다. 전체집단을 세 개의 집단으로 구분하는 경우, 두 집단의 경로계수가 유사한 유형으로 나타나므로 두 집단으로 구분된 로컬모형을 생성하였다.

탐지된 두 개의 잠재집단(집단1, 집단2)에 대한 측정변인의 평균과 표준편차, 상관계수를 Table 2에 제시하였다. 대각선을 기준으로 아랫부분은 전체집단의 상관계수이며, 윗부분의 위층은 집단1, 윗부분의 아래층은 집단 2의 상관계수이다. Table 2에서 보는 바와 같이 모든 변인 간 상관관계는 정적으로 유의한 것으로 나타났다. 그리고 집단 1은 교수자중심수업(ICC)과 수학자기효능감(MSE)의 상관관계(0.35~0.61)가 학습자중심수업(LCC)과 수학자기효능감(MSE)의 상관관계(0.32~0.50) 보다 다소 강하게 나타났으며, 집단 2는 학습자중심수업(LCC)과 수학자기효능감(MSE)의 상관관계(0.18~0.34)가 교수자중심수업(ICC)과 수학자기효능감(MSE)의 상관관계(0.15~0.32) 보다 다소 강하게 나타났다.

전체모형과 로컬모형 분석

전체모형과 REBUS-PLS 알고리즘에 의해 탐지된 두 개의 로컬모형은 Table 3과 같이 요인적재치/loading)와 공통성(communality), 그리고 잠재변수들의 D.G.rho값이 모두 양호하게 나타났다. 통상적으로 요인적재치는 0.7이상, 공통성은 0.5이상, 그리고 D.G.rho 값은 0.7이상을 권고치로 판단한다(Trinchera, 2007). 또한 문항 신뢰도(Cronbach's alpha)도 전체모형과 탐지된 두 개의 로컬모형에서 신뢰할 만한 수준으로 나타나 측정변인들을 잠재변수로 표현하기 위한 조건을 만족하고 있다.

전체모형과 REBUS-PLS 알고리즘에 의해 탐지된 잠재집단에 대한 로컬모형의 구조방정식 분석결과는 Table 4과 Figure 2와 같으며, 전체모형에서 교수자중심수업(ICC)과 학습자중심수업(LCC)에 대한 지각이 수학자기효능감(MSE)에 유의한 정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 전체모형의 GoF 값은 0.34이며, R^2 의 값은 0.15로 내생변수 분산의 약 15%를 설명함에 따라, 여전히 약 85%의 설명할 수 없는 변동이 있으며, 그 중 일부는 데이터에 존재하는 이질성에서 기인한다고 볼 수 있다. 이러한 상황에서 교수자중심수업의 측면과 학습자중심수업의 측면을 고려하는 것은 선행연구들의 결과로부터 합리적인 접근이라 할 수 있다.

Table 2. Descriptive statistics and correlation coefficient

	M	SD	ICC1	ICC2	ICC3	LCC1	LCC2	LCC3	MSE1	MSE2	MSE3	MSE4	MSE5	PTA1	PTA2	PTA3	PTA4	MI1	MI2	MI3	MI4	MCE1	MCE2	MCE3
ICC1	4.20	0.86		0.56**	0.66**	0.45**	0.59**	0.32**	0.56**	0.56**	0.61**	0.35**	0.48**	0.64**	0.59**	0.56**	0.57**	0.24**	0.51**	0.33**	0.37**	0.49**	0.47**	0.46**
				0.58**	0.66**	0.41**	0.55**	0.28**	0.24**	0.25**	0.32**	0.22**	0.24**	0.61**	0.52**	0.52**	0.54**	0.16**	0.27**	0.20**	0.16**	0.31**	0.29**	0.27**
ICC2	3.88	1.01	0.57**		0.47**	0.34**	0.35**	0.24**	0.40**	0.41**	0.39**	0.31**	0.36**	0.39**	0.36**	0.33**	0.35**	0.21**	0.34**	0.24**	0.24**	0.29**	0.29**	0.31**
				0.48**	0.26**	0.31**	0.21**	0.18**	0.18**	0.22**	0.18**	0.15**	0.37**	0.32**	0.31**	0.32**	0.12**	0.16**	0.10**	0.10**	0.19**	0.15**	0.19**	
ICC3	4.00	0.96	0.66**	0.48**		0.55**	0.61**	0.47**	0.52**	0.53**	0.53**	0.36**	0.49**	0.55**	0.55**	0.54**	0.55**	0.29**	0.44**	0.36**	0.38**	0.43**	0.43**	0.40**
					0.47**	0.59**	0.37**	0.25**	0.26**	0.28**	0.24**	0.27**	0.54**	0.52**	0.52**	0.52**	0.20**	0.26**	0.22**	0.19**	0.30**	0.28**	0.28**	0.26**
LCC1	3.56	1.08	0.43**	0.31**	0.52**		0.74**	0.70**	0.43**	0.45**	0.39**	0.36**	0.48**	0.43**	0.49**	0.50**	0.49**	0.36**	0.37**	0.42**	0.32**	0.32**	0.34**	0.29**
						0.72**	0.64**	0.31**	0.34**	0.23**	0.31**	0.32**	0.37**	0.47**	0.48**	0.48**	0.20**	0.25**	0.26**	0.22**	0.26**	0.26**	0.26**	0.21**
LCC2	3.84	1.00	0.57**	0.33**	0.60**	0.73**		0.59**	0.50**	0.52**	0.49**	0.36**	0.47**	0.53**	0.57**	0.57**	0.57**	0.30**	0.44**	0.40**	0.36**	0.39**	0.40**	0.37**
							0.57**	0.30**	0.33**	0.30**	0.30**	0.31**	0.48**	0.55**	0.55**	0.55**	0.20**	0.31**	0.26**	0.20**	0.33**	0.32**	0.26**	0.26**
LCC3	3.35	1.17	0.30**	0.22**	0.42**	0.67**	0.58**		0.36**	0.36**	0.33**	0.32**	0.44**	0.33**	0.38**	0.41**	0.40**	0.36**	0.31**	0.39**	0.30**	0.24**	0.28**	0.25**
								0.32**	0.33**	0.18**	0.27**	0.30**	0.27**	0.38**	0.37**	0.37**	0.20**	0.22**	0.25**	0.23**	0.18**	0.19**	0.17**	
MSE1	3.23	1.25	0.26**	0.17**	0.26**	0.28**	0.30**	0.29**		0.84**	0.68**	0.55**	0.66**	0.47**	0.46**	0.44**	0.46**	0.36**	0.56**	0.47**	0.53**	0.44**	0.44**	0.47**
									0.83**	0.50**	0.60**	0.63**	0.19**	0.26**	0.25**	0.25**	0.49**	0.52**	0.52**	0.54**	0.47**	0.48**	0.50**	
MSE2	3.20	1.25	0.27**	0.17**	0.26**	0.30**	0.31**	0.30**	0.92**		0.70**	0.56**	0.67**	0.48**	0.46**	0.44**	0.47**	0.35**	0.57**	0.47**	0.52**	0.45**	0.45**	0.46**
										0.52**	0.62**	0.64**	0.19**	0.29**	0.27**	0.27**	0.47**	0.53**	0.52**	0.54**	0.47**	0.48**	0.48**	
MSE3	3.55	1.21	0.36**	0.21**	0.31**	0.27**	0.33**	0.25**	0.74**	0.75**		0.48**	0.63**	0.49**	0.47**	0.43**	0.46**	0.34**	0.58**	0.42**	0.45**	0.53**	0.53**	0.53**
											0.49**	0.54**	0.29**	0.27**	0.28**	0.25**	0.38**	0.54**	0.43**	0.36**	0.58**	0.57**	0.60**	
MSE4	2.99	1.21	0.19**	0.15**	0.21**	0.27**	0.26**	0.27**	0.78**	0.79**	0.67**		0.68**	0.29**	0.31**	0.30**	0.32**	0.35**	0.47**	0.49**	0.47**	0.29**	0.31**	0.31**
												0.72**	0.14**	0.24**	0.23**	0.23**	0.44**	0.49**	0.49**	0.50**	0.43**	0.45**	0.47**	
MSE5	3.13	1.22	0.25**	0.16**	0.26**	0.31**	0.30**	0.33**	0.82**	0.83**	0.73**	0.84**		0.40**	0.40**	0.39**	0.41**	0.40**	0.54**	0.55**	0.54**	0.40**	0.40**	0.41**
													0.19**	0.27**	0.27**	0.26**	0.47**	0.53**	0.55**	0.53**	0.46**	0.48**	0.49**	
PTA1	4.26	0.88	0.63**	0.38**	0.55**	0.41**	0.51**	0.30**	0.24**	0.25**	0.32**	0.17**	0.23**		0.77**	0.71**	0.71**	0.22**	0.41**	0.28**	0.29**	0.47**	0.47**	0.41**
														0.66**	0.63**	0.62**	0.13**	0.24**	0.15**	0.12**	0.28**	0.26**	0.21**	
PTA2	3.99	1.03	0.55**	0.33**	0.53**	0.48**	0.56**	0.39**	0.34**	0.35**	0.36**	0.28**	0.32**	0.71**		0.81**	0.85**	0.23**	0.40**	0.31**	0.30**	0.47**	0.46**	0.40**
															0.79**	0.84**	0.16**	0.26**	0.19**	0.17**	0.32**	0.31**	0.24**	
PTA3	3.97	1.02	0.54**	0.31**	0.52**	0.49**	0.56**	0.39**	0.30**	0.31**	0.33**	0.25**	0.30**	0.67**	0.80**		0.83**	0.25**	0.38**	0.32**	0.29**	0.44**	0.44**	0.38**
																0.81**	0.17**	0.24**	0.20**	0.16**	0.32**	0.31**	0.26**	
PTA4	3.96	1.03	0.55**	0.33**	0.53**	0.48**	0.56**	0.39**	0.34**	0.35**	0.35**	0.28**	0.33**	0.67**	0.85**	0.82**		0.25**	0.39**	0.31**	0.30**	0.45**	0.46**	0.38**
																	0.15**	0.25**	0.19**	0.16**	0.30**	0.29**	0.22**	
MI1	2.97	1.35	0.17**	0.13**	0.21**	0.28**	0.24**	0.30**	0.57**	0.56**	0.51**	0.55**	0.58**	0.16**	0.23**	0.23**	0.24**		0.47**	0.55**	0.47**	0.25**	0.28**	0.35**
																		0.60**	0.59**	0.59**	0.41**	0.44**	0.56**	
MI2	3.36	1.20	0.32**	0.19**	0.28**	0.28**	0.33**	0.27**	0.69**	0.69**	0.68**	0.64**	0.68**	0.28**	0.34**	0.31**	0.33**	0.63**		0.62**	0.61**	0.47**	0.47**	0.50**
																			0.66**	0.58**	0.62**	0.59**	0.64**	
MI3	3.00	1.24	0.22**	0.13**	0.24**	0.32**	0.30**	0.33**	0.66**	0.67**	0.59**	0.66**	0.70**	0.19**	0.28**	0.27**	0.28**	0.66**	0.73**		0.67**	0.35**	0.37**	0.41**
																				0.68**	0.49**	0.48**	0.51**	
MI4	3.05	1.32	0.21**	0.11**	0.23**	0.24**	0.25**	0.27**	0.72**	0.72**	0.60**	0.68**	0.71**	0.18**	0.26**	0.24**	0.26**	0.63**	0.71**	0.77**		0.36**	0.37**	0.45**
																					0.40**	0.41**	0.49**	
MCE1	3.62	1.26	0.35**	0.20**	0.32**	0.27**	0.34**	0.22**	0.56**	0.56**	0.64**	0.49**	0.54**	0.35**	0.41**	0.38**	0.39**	0.43**	0.63**	0.52**	0.50**		0.87**	0.69**
																						0.88**	0.72**	
MCE2	3.52	1.29	0.33**	0.18**	0.31**	0.29**	0.34**	0.25**	0.58**	0.58**	0.65**	0.52**	0.57**	0.34**	0.40**	0.37**	0.39**	0.47**	0.63**	0.54**	0.52**	0.89**		0.70**
																							0.72**	
MCE3	3.32	1.26	0.31**	0.20**	0.28**	0.24**	0.29**	0.23**	0.63**	0.63**	0.68**	0.56**	0.61**	0.28**	0.34**	0.32**	0.32**	0.55**	0.67**	0.59**	0.61**	0.75**	0.76**	
M	Group1	4.17	3.82	3.98	3.58	3.86	3.43	3.98	3.95	4.11	3.68	3.83	4.26	4.10	4.04	4.06	3.45	3.87	3.54	3.68	4.01	3.96	3.81	
	Group2	4.23	3.95	4.04	3.52	3.82	3.24	2.14	2.09	2.72	1.99	2.12	4.25	3.84	3.88	3.81	2.27	2.62	2.22	2.13	3.04	2.89	2.60	
SD	Group1	0.86	1.00	0.96	1.07	0.99	1.15	0.84	0.85	0.84	0.92	0.87	0.87	0.96	0.98	0.97	1.22	0.93	1.06	1.06	1.02	1.05	1.04	
	Group2	0.87	1.01	0.97	1.09	1.01	1.19	0.89	0.87	1.19	0.84	0.90	0.91	1.10	1.08	1.09	1.21	1.17	1.07	1.10	1.36	1.34	1.21	

Based on the diagonal, the lower part is the correlation value of the Total data(N=5,117), the upper layer of the upper part is a correlation value of group1(N=3,036), and the lower layer of the upper part is a correlation value of group2 (N=2,081). **P<0.01

Table 3. Factor loading, communality, DG.rho, Cronbach's alpha

		Loading			Communality		
		Total	Group1	Group2	Total	Group1	Group2
ICC	ICC1	0.900	0.896	0.895	0.811	0.802	0.801
	ICC2	0.750	0.763	0.768	0.563	0.583	0.589
	ICC3	0.870	0.860	0.869	0.757	0.740	0.756
LCC	LCC1	0.909	0.919	0.904	0.826	0.844	0.818
	LCC2	0.881	0.895	0.882	0.776	0.800	0.779
	LCC3	0.851	0.841	0.832	0.724	0.707	0.692
MSE	MSE1	0.937	0.892	0.863	0.877	0.795	0.744
	MSE2	0.942	0.900	0.877	0.888	0.811	0.768
	MSE3	0.864	0.833	0.731	0.747	0.693	0.534
	MSE4	0.886	0.744	0.825	0.785	0.553	0.681
	MSE5	0.927	0.858	0.851	0.858	0.736	0.725
		DG.rho			Cronbach's alpha		
		Total	Group1	Group2	Total	Group1	Group2
ICC		0.882	0.880	0.884	0.798	0.794	0.802
LCC		0.912	0.916	0.906	0.855	0.862	0.844
MSE		0.961	0.927	0.917	0.949	0.901	0.887

REBUS-PLS 알고리즘에 의해 탐지된 두 개의 잠재집단의 로컬모형은 서로 다른 특징을 나타내며, 로컬모형 대한 GQI지수는 0.51로 전체모형에 대한 GoF지수 0.34 보다 높게 나타나므로 탐색된 잠재집단들에 대한 로컬모형의 적합도가 우수하며, 이질적 특성에 따라 집단구분이 잘 이루어진 것으로, 집단의 특성을 파악하기에 적절하다는 근거를 보여준다.

집단 1은 전체 표본의 약 59%를 차지하는 3,036명으로 구성되었다. 이 집단에 대한 로컬모형은 교수자중심수업(ICC)이 수학자기효능감(MSE)에 미치는 영향(경로계수=0.496, $p < 0.01$)이 정적으로 유의하며, 집단 2 로컬모형의 경로계수(0.159, $p < 0.01$)와 전체집단 모형의 경로계수(0.155, $p < 0.01$)보다 크게 나타났다. 또한 집단 1에서 교수자중심수업과 수학자기효능감이 상관관계가 학습자중심수업과 수학자기효능감의 상관관계보다 크게 나타난 기초분석 결과를 고려할 때, 집단 1을 교수자형 집단이라 명명한다. 교수자형 집단(집단1)에 대한 로컬모형의 R²의 값은 0.47이며 GoF지수는 0.59로 전체모형 보다 우수하게 나타났다.

집단 2는 전체 표본의 약 41%를 차지하는 2,081명으로 구성되었다. 집단 2는 학습자중심수업(LCC)이 수학자기효능감(MSE)에 미치는 영향(경로계수=0.325, $p < 0.01$)이 정적으로 유의하며, 집단 1 로컬모형의 경로계수(0.263, $P < 0.01$)와 전체집단 모형의 경로계수(0.276, $p < 0.01$)보다 크게 나타났다. 또한 집단 2에서 학습자중심수업과 수학자기효능감의 상관관계가 교수자중심수업과 수학자기효능감의 상관관계보다 크게 나타난 기초분석 결과를 고려할 때, 집단 2를 학습자형 집단으로 명명한다. 학습자형 집단(집단2)에 대한 로컬모형의 R²의 값은 0.19이며 GoF 지수는 0.37로 전체모형 보다 우수하여, 본 연구에서 제시한 연구모형 기반의 잠재집단 탐색이 적절하였음을 보여준다.

Table 4. Path Coefficient of the Basic model

Path	Path Coefficient		
	Total (N=5,117, 100%)	Instructor-type (Group1) (N=3,036, 59%)	Leamer-type (Group2) (N=2,081, 41%)
ICC → MSE	0.155	0.496	0.159
LCC → MSE	0.276	0.263	0.325
R ²	0.149	0.473	0.186
GOF	0.341	0.590	0.367

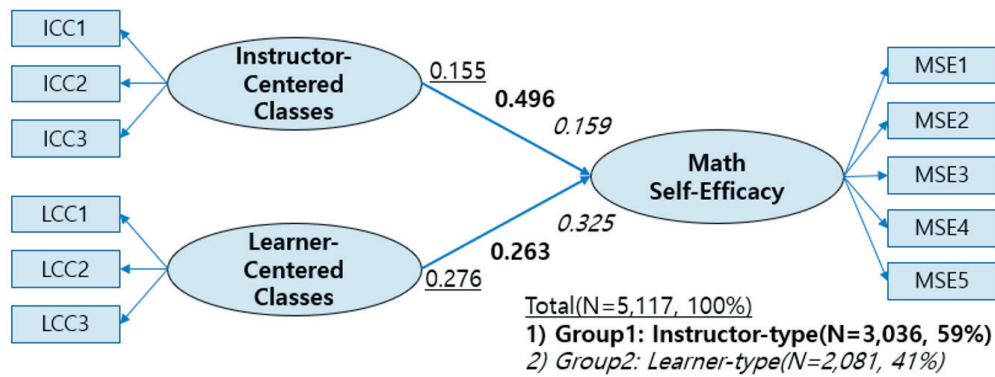


Figure 2. Path diagram of the basic model

탐지된 잠재집단 간 수학 수업방식(교수자중심, 학습자중심)에 대한 지각 및 수학교수능력에 대한 인식과 수학자기효능감, 수학흥미, 수학수업참여의 차이

탐지된 잠재집단의 특징을 파악하기 위해 수학 수업방식(교수자중심, 학습자중심)에 대한 지각 및 수학교수능력에 대한 인식과 수학자기효능감, 수학흥미, 수학수업참여 변인들의 분포를 살펴보았다. 분석을 위해 각 변인에 대한 측정문항들의 평균값을 사용하였으며, 교수자형과 학습자형 집단의 각 변인들에 대한 분포는 Figure 3과 같다.

교수자중심수업(ICC)에 대한 지각 및 학습자중심수업(LCC)에 대한 지각, 그리고 수학교수능력에 대한 인식(PTA)은 분포에 있어 교수자형과 학습자형 집단 간 큰 차이를 보이지 않았지만, 수학자기효능감(MSE)은 교수자형 집단(Min=1.8, Q_{25%}=3.2, Median=4.0, Q_{75%}=4.6, Max=5.0)이 학습자형 집단(Min=1.0, Q_{25%}=1.6, Median=2.2, Q_{75%}=3.0, Max=3.8)에 비해 높게 나타났으며, 수학흥미(MI)와 수학수업참여(MCE)도 교수자형 집단이 학습자형에 비해 중위수(Medain) 및 상사분위수(Q_{75%}), 하사분위수(Q_{25%})가 모두 높게 나타났다.

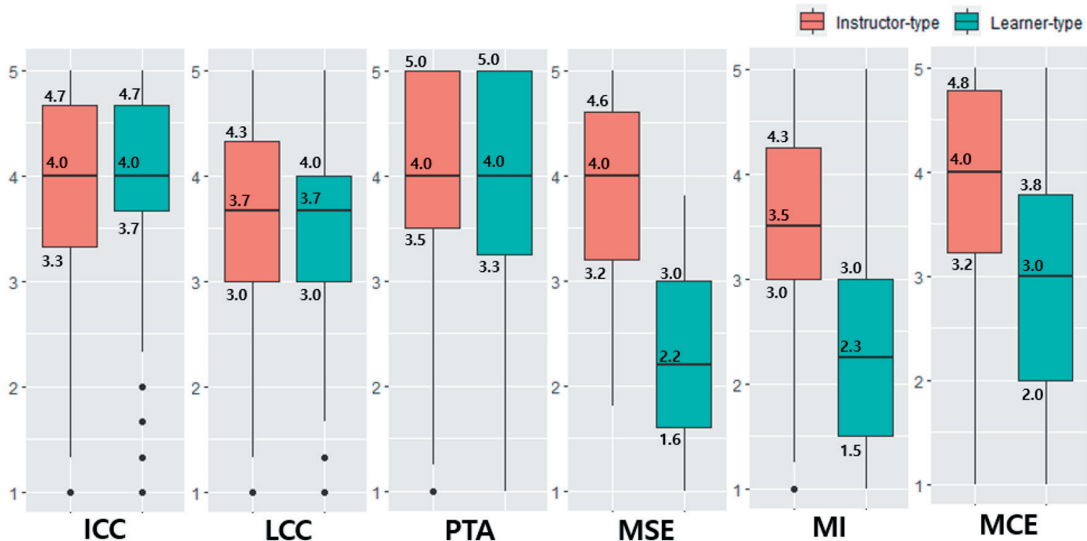


Figure 3. Box plot

탐지된 잠재집단 간 수학교수능력에 대한 인식과 수학흥미가 수학자기효능감과 수학수업참여에 미치는 영향의 차이

이질적 특성의 교수자형과 학습자형 집단에 대한 프로파일을 보완하기 위해 수학교수능력에 대한 인식, 수학흥미, 수학자기효능감, 수학수업참여 변인 간의 관계를 구조방정식모형으로 설정하여 다집단 분석을 실시하였다. 다집단 분석에 앞서 Table 2에서 측정 변인들의 상관관계를 살펴보면 교수자형 집단과 학습자형 집단에서 모든 변인 간 정적인 상관관계를 보였다. 특히 수학교수능력에 대한 인식(PTA)과 수학자기효능감(MSE)의 상관관계와, 수학교수능력에 대한 인식(PTA)과 수학수업참여(MCE)의 상관관계는 교수자형 집단이 학습자형에 비해 다소 높게 나타났으며, 수학흥미(MI)와 수학자기효능감(MSE)의 상관관계와, 수학흥미(MI)와 수학수업참여(MCE)의 상관관계는 학습자형 집단이 교수자형에 비해 높게 나타났다.

수학교수능력에 대한 인식, 수학흥미, 수학자기효능감, 수학수업참여에 관한 다집단 분석

다집단 분석은 분석할 대상을 기준에 따라 집단을 나눈 후, 집단 간 경로계수의 유의미한 차이를 알아보는 방법으로, 분석에 앞서 적합도 지수 TLI, CFI, RMSEA를 비교하여 구조모형의 형태동일성 및 측정동일성을 검증한다(Hong et al., 2018). 적합도 지수 TLI, CFI의 차이가 0.01보다 작을 경우, 그리고 RMSEA의 차이는 0.015를 넘지 않을 경우 모형 간 동일성이 성립되었다고 보며, 동일성 제약을 가한 모형을 채택하게 된다(Cheung & Rensvold, 2002; Chen, 2007). Table 5에서 보듯이 교수자형 집단과 학습자형 집단의 형태동일성모형의 적합도는 TLI, CFI, RMSEA 값이 각각 0.927, 0.940, 0.087로 양호하게 나타났으며, 측정동일성모형과 형태동일성모형의 TLI, CFI, RMSEA 지수의 차이(≤ 0.002)가 미미하거나 향상되어 측정동일성이 확보되었다.

Table 5. Goodness-of-fit Index

Model	χ^2	df	TLI	CFI	RMSEA
Configural Invariance Model	3,692.040	196	0.927	0.940	0.087
Metric Invariance Model	4,125.822	208	0.928	0.938	0.086

형태동일성과 측정동일성 가정이 성립되었기에, 교수자형과 학습자형 집단 간 경로계수의 차이를 알아보기 위하여 모든 경로에 동일성 제약을 가하여(구조동일성모형) 측정동일성모형과 비교하였다. Table 6과 같이 측정동일성모형과 구조동일성모형의 χ^2 차이 검정에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 이것은 총 5개의 경로 중에서 적어도 하나 이상의 경로에서 두 집단 간 경로계수의 유의한 차이가 있음을 의미한다. 이에 각 개별 경로에 동일성 제약을 가하여 측정동일성모형(기저모형)과의 비교를 통해 경로계수 차이의 유의성을 확인하였다. 그 결과, 유의한 차이가 나타난 경로는 Table 6과 같이 총 4개의 경로로써, 수학교수능력에 대한 인식이 수학자기효능감에 미치는 효과($\Delta\chi^2=39.813, P<0.001$), 수학교수능력에 대한 인식이 수학수업참여에 미치는 효과($\Delta\chi^2=18.174, P<0.001$), 수학흥미가 수학자기효능감에 미치는 효과($\Delta\chi^2=4.845, P<0.05$), 수학흥미가 수학수업참여에 미치는 효과($\Delta\chi^2=31.262, P<0.001$)의 경로이다. 나머지 수학자기효능감이 수학수업참여에 미치는 효과에서는 경로계수의 유의한 차이가 나타나지 않아, 교수자형 집단과 학습자형 집단에서 동일하게 적용할 수 있었다. 이를 반영하여 요인적재치 및 동일한 경로로 확인된 경로에 동일성 제약을 가하여 부분등가제약모형을 최종적으로 제시하였다. Table 6에서 보듯이 부분등가제약모형과 측정동일성모형(기저모형) 간 χ^2 값의 차이가 통계적으로 유의하지 않고, TLI, CFI, RMSEA 지수의 차이(≤ 0.001)가 미미하여 두 모형 간 통계적으로 유의한 차이가 없음을 확인할 수 있다. Table 7과 Figure 4의 부분등가제약모형에서 교수자형 집단과 학습자형 집단의 경로계수를 살펴보면, 두 집단 모두에서 수학교수능력에 대한 인식(PTA)과 수학흥미(MI)가 수학자기효능감(MSE)과 수학수업참여(MCE)에 정적인 영향을 미쳤으며, 수학자기효능감(MSE) 역시 수학수업참여(MCE)에 유의한 정적인 영향을 미쳤다. 이와 같이 5개의 해당경로가 모두 정적으로 유의하였지만, 교수자형 집단은 학습자형 집단에 비해 수학교수능력에 대한 인식(PTA)이 수학자기효능감(MSE)과 수학수업참여(MCE)에 미치는 영향이 통계적으로 유의하게 크게 나타났으며, 학습자형 집단은 교수자형 집단에 비해 수학흥미(MI)가 수학자기효능감(MSE)과 수학수업참여(MCE)에 미치는 영향이 통계적으로 유의하게 크게 나타났다.

Table 6. Test of invariance across the group

Constrained Path	χ^2	df	$\Delta\chi^2$	Δ df	TLI	CFI	RMSEA
Metric Invariance Model (base model)	4,125.822	208			0.928	0.938	0.086
Structural Invariance Model (all-path)	4,305.563	213	179.74***	5	0.928	0.938	0.086
PTA → MSE	4,165.634	209	39.813***	1	0.928	0.937	0.086
PTA → MCE	4,143.996	209	18.174***	1	0.928	0.938	0.086
MI → MSE	4,130.666	209	4.845*	1	0.929	0.938	0.086
MI → MCE	4,157.084	209	31.262***	1	0.928	0.937	0.086
MSE → MCE	4,128.635	209	2.813	1	0.929	0.938	0.086
Partial Constrained Model	4,128.635	209	2.813	1	0.929	0.938	0.086

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

Table 7. The path coefficient of partial constrained model

Path	Instructor-type Group		Learner-type Group	
	B	β	B	β
PTA → MSE	0.322***	0.284***	0.157***	0.149***
PTA → MCE	0.448***	0.308***	0.287***	0.168***
MI → MSE	0.608***	0.628***	0.663***	0.743***
MI → MCE	0.298***	0.240***	0.723***	0.502***
MSE → MCE	0.282***	0.219***	0.282***	0.174***

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$, B: unstandardized coefficient, β : standardized coefficient

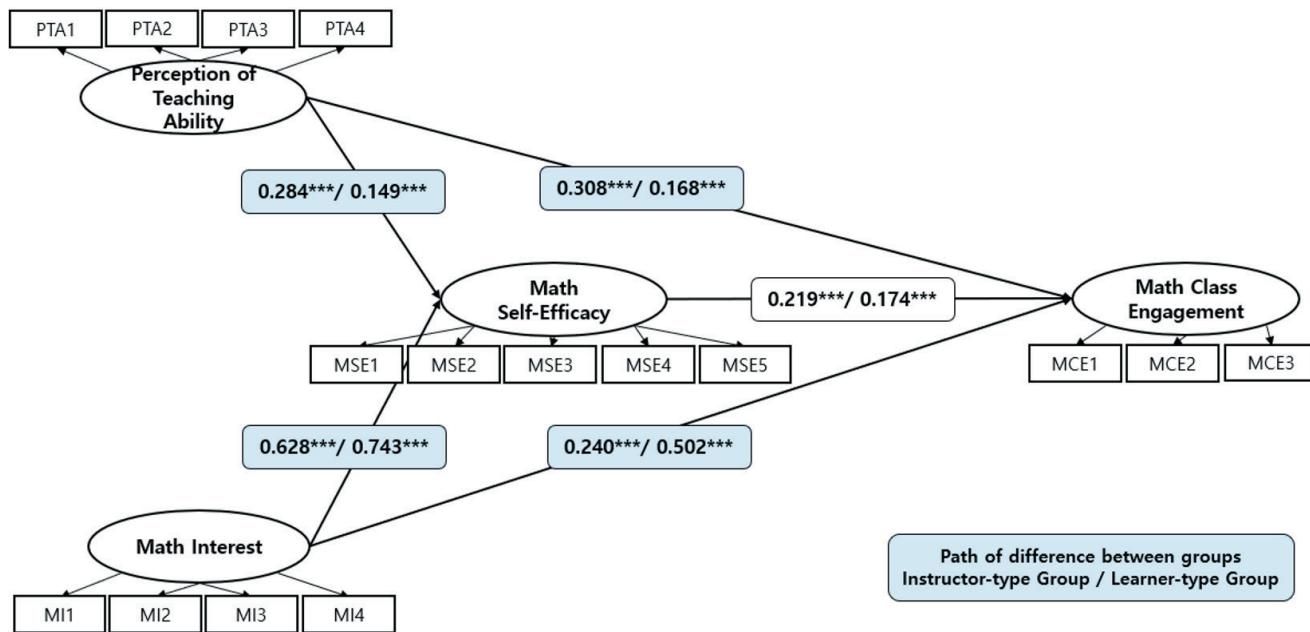


Figure 4. Path diagram of partial constrained model

수학자기효능감의 매개효과

수학교수능력에 대한 인식과 수학수업참여의 관계에서 수학자기효능감의 매개효과를 검증하기 위해 부트스트랩핑(bootstrapping)을 실시한 결과, Table 8과 같이 수학교수능력에 대한 인식(PTA) → 수학자기효능감(MSE) → 수학수업참여(MCE) 경로에서 교수자형과 학습자형 집단 모두 신뢰도 95% 수준에서 신뢰구간의 범위가 0을 포함하지 않아 매개효과가 유의하였으며, 간접효과의 크기는 교수자형 집단이 학습자형에 비해 더 크게 나타났다.

한편, 수학흥미와 수학수업참여의 관계에서 수학자기효능감의 매개효과를 확인한 결과, Table 8과 같이 수학흥미(MI) → 수학자기효능감(MSE) → 수학수업참여(MCE) 경로에서 교수자형과 학습자형 집단 모두 신뢰도 95% 수준에서 신뢰구간의 범위가 0을 포함하지 않아 매개효과가 유의하였으며, 간접효과의 크기는 학습자형 집단이 교수자형에 비해 더 크게 나타났다.

Table 8. Mediating effects of math self-efficacy

Path	standardized coefficient, (CI)	
	Instructor-type Group	Leamer-type Group
PTA → MSE → MCE	0.062, (0.062, 0.120)	0.033, (0.029, 0.063)
MI → MSE → MCE	0.138, (0.121, 0.219)	0.163, (0.134, 0.232)

결론 및 논의

본 연구는 2019년 경기도교육연구원이 수집한 「경기교육중단연구(GEPS)」 고등학교 2학년 자료를 이용하여 학습자가 지각한 수학수업에서의 수업방식(교수자중심, 학습자중심)이 수학자기효능감에 미치는 영향력에 대한 이질성을 탐색하였다. 탐지된 잠재집단의 특징을 프로파일링하기 위해 교수·학습 관련 변인들의 분포를 확인하고, 수학수업에서의 교수능력에 대한 학습자의 인식, 수학흥미, 수학자기효능감, 수학수업참여 변인을 구조방정식모형으로 설정하여 변인 간의 관계의 차이를 검증하였다. 연구문제에 대한 결과는 다음과 같다.

첫 번째 연구문제는 학습자가 지각한 수학 수업방식(교수자중심, 학습자중심)이 수학자기효능감에 미치는 영향은 어떠한 유형의 잠재집단으로 나타나는지 알아보는 것이다. 분석결과, REBUS-PLS 알고리즘에 의해 두 가지 유형의 로컬집단으로 구분되었으며, 전체모형과 로컬모형들 모두에서 교수자중심수업과 학습자중심수업에 대한 지각이 수학자기효능감에 정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 하지만 집단1은 교수자중심수업에 대한 지각이, 집단2는 학습자중심수업에 대한 지각이 수학자기효능감에 미치는 영향력이 상대집단 또는 전체집단과 비교하여 강한 인과관계를 나타내어, 각 집단의 특성이 명확히 구분됨을 확인할 수 있었다. 이에 집단 1을 교수자형 집단, 집단 2를 학습자형 집단으로 명명하였다. 이와 같은 결과는 현실상황에서 학생들마다 수학자기효능감에 있어 관련요인들이 미치는 영향력이 다르다는 사람 중심의 관점(person-centered approach)에서, 학습자가 지각한 수학 수업방식(교수자중심, 학습자중심)의 변인들이 수학자기효능감에 영향을 미치는 구조의 다양성 및 이질성에 따른 유사적 단위 유형의 ‘관찰되지 않은 이질성(unobserved heterogeneity)’을 잘 포착한 결과라고 할 수 있다. 한편, REBUS-PLS 방법에 의해 자동탐지된 로컬모형(교수자형, 학습자형)의 적합도가 전체모형과 비교하여 향상됨에 따라 이질적 특성에 따른 집단구분이 잘 이루어진 것으로, 교수자형과 학습자형 집단의 특성을 파악하기에 적절하다는 근거를 보여준다.

두 번째 연구문제는 탐지된 교수자형과 학습자형 집단 간 수학 수업방식(교수자중심, 학습자중심)에 대한 지각, 수학교수능력에 대한 인식, 수학자기효능감, 수학흥미, 그리고 수학수업참여의 분포의 차이를 알아보는 것이다. 각 잠재집단에서 변인들의 분포를 확인한 결과, 교수자중심수업에 대한 지각과 학습자중심수업에 대한 지각, 그리고 수학교수능력에 대한 인식의 경우 교수자형과 학습자형 집단 간 큰 차이를 보이지 않았지만 수학자기효능감과 수학흥미, 그리고 수학수업참여의 경우 교수자형 집단이 학습자형에 비해 높게 나타났다. 본 연구의 대상인 고등학생 수준에서는 학습과정의 중요성 보다는 학업결과와 성취에 치중하는 시기라고 할 수 있다(Cheong et al., 2015). 특히 수학자기효능감 및 흥미, 그리고 수업참여가 높은 비교적 우수한 학생들의 경우 짧은 시간에 전문적 지식을 효율적으로 습득할 수 있는 교수자중심 수업방식이 수학자기효능감에 주도적인 정적 영향을 미치기에 교수자형 집

단에 속하게 될 가능성이 크다고 할 수 있다. 반면, 수학교과에 대한 자신감과 흥미, 그리고 수업참여가 상대적으로 저조한 학생들에게 있어서는 교수자 중심의 일방향적인 수업보다 자신의 수준과 계획에 맞게 주도권을 갖고 참여할 수 있는 학습자중심 수업방식이 수학자기효능감에 주도적인 정적 영향을 미치기에 학습자형 집단에 속하게 될 가능성이 크다고 할 수 있다. 이는 교수자중심 수업과 학습자중심수업에 대한 지각 모두 교과효능감에 정적 영향을 미쳤다는 Chung 외 (2017)의 연구와 일치하는 결과이며, 학습자중심수업에 대한 지각이 수학교과효능감에 정적인 영향을 미쳤다는 Yu와 Kim (2020)의 연구와도 일치하는 결과이다. 또한 교수자 중심의 강의식 수업이 학습자의 교과효능감에 정적인 영향을 미쳤지만, 학습자 중심의 토론식 수업은 교과효능감에 부적 영향을 미쳤다는 Cheong 외 (2015)의 연구와는 부분적으로 일치하는 결과라고 할 수 있다. 한편 Jang과 Ko (2020)의 연구에서는 수업방법(교수자중심, 학습자중심)의 지각 정도에 따른 잠재프로파일 분석(Latent Profile Analysis)을 통해, 학습자중심 수업방법 정도가 높다고 인식한 학생집단이 상대집단에 비해 교사의 수업능력에 대한 인식과 교과흥미, 효능감, 수업태도가 높다고 보고하였다. 이는 본 연구의 결과와 상이한 결과로써 본 연구에서는 교수법의 지각정도에 의한 단순 분류가 아닌 학생들마다 수학자기효능감에 있어 관련요인들이 미치는 영향력이 다르다는 사람 중심의 관점에서 교수방식에 대한 지각이 미치는 영향력의 이질성을 포착하여 집단을 구분하였기 때문에, 연구결과의 차이는 연구방법상의 차이에서 기인하였다고 볼 수 있다. 본 연구는 변인 중심의 접근(variable-centered approach)이 아닌 사람 중심의 접근(person-centered approach)을 통해 학습자가 지각한 교수방법이 수학자기효능감에 미치는 영향력이 있어 학생들마다 차이가 있음을 인정하여, 이에 대한 이질성의 유형을 적절하게 반영함으로써 이질적 집단에 따른 교수학습관련 변인들의 차이를 밝혀냈다는 것에 의의가 있다고 할 수 있다.

세 번째 연구문제는 탐지된 교수자형과 학습자형 집단 간 수학교수능력에 대한 인식과 수학흥미가 수학자기효능감과 수학수업참여에 미치는 영향의 차이를 알아보는 것이다. 다집단 분석을 실시한 결과, 두 집단 모두에서 수학교수능력에 대한 인식과 수학흥미가 수학자기효능감과 수학수업참여에 직접적인 정적 영향을 미쳤으며, 또한 수학자기효능감을 매개하여 수학수업참여에 간접적인 정적 영향을 미쳤다. 하지만 교수자형 집단에서는 학습자형에 비하여 교수능력에 대한 인식이 수학자기효능감과 수학수업참여에 미치는 영향이 통계적으로 유의하게 크게 나타났으며, 반면 학습자형 집단에서는 교수자형에 비하여 수학흥미가 수학자기효능감과 수학수업참여에 미치는 영향이 통계적으로 유의하게 크게 나타났다. 이와 같은 결과는 교사의 수업에 대한 학습자의 인식이 자기효능감 및 흥미, 학업성취에 정적인 영향을 미친다는 선행연구(Kim & Yu, 2018; Kim et al., 2017; Lim & Lee, 2016; Kim, 2011; Lee, 2009)와 같은 맥락의 결과이며, 학습자의 흥미가 교과효능감에 정적인 영향을 미쳤다는 선행연구(Kim & Lee, 2019), 그리고 수학자기효능감이 수학수업참여에 정적인 영향을 미쳤다는 선행연구(Song & Jung, 2021; Song & Jung, 2022)와 일치하는 결과라 할 수 있다. 본 연구에서는 선행연구들과 달리 사람 중심의 관점에서 학습자가 지각한 수학 수업방식(교수자중심, 학습자중심)이 수학자기효능감에 미치는 영향력의 이질적 특성(교수자형, 학습자형)에 따라 수학교수능력에 대한 인식과 수학흥미가 수학자기효능감과 수업참여에 미치는 효과의 차이를 확인하였다는 점에서 의의가 있다. 교수자가 제공하는 체계적인 수업을 통해 짧은 시간 동안 보다 효율적으로 지식을 습득할 수 있는 교수자중심수업의 특징을 고려할 때(Cheong et al., 2015), 교수자중심수업이 수학자기효능감에 주도적 영향을 미치는 교수자형 집단에서는 교사의 교수능력과 교과지식 및 수업에 대한 열정이 학생들의 자기효능감과 수업참여에 미치는 영향이 크게 나타날 것이다. 반면, 학습의 심리적 원동력, 자율적 분위기와 사고, 그리고 학습자 스스로 능동적으로 참여할 수 있는 기회를 제공받는 학습자중심수업의 특징을 고려할 때(Roh & Moon, 2018), 학습자중심수업이 수학자기효능감에 주도적 영향을 미치는 학습자형 집단에서는 학습과정에서의 재미나 흥미가 학습에 대한 동기 및 자기효능감, 수업참여를 높이는데 큰 역할을 한다고 볼 수 있다. 한편 수학자기효능감이 수학수업참여에 미치는 영향에서는 교수자형과 학습자형 집단 간 유의한 차이가 발생하지 않았다. Song과 Jung (2021)의 선행연구에 따르면 성취하위집단은 상위집단에 비해 수학자기효능감이 수학수업참여에 미치는 영향이 유의하게 크다고 보고하였다. 본 연구에서는 수학자기효능감이 수학수업참여에 미치는 영향이 탐지된 잠재집단에 따라 차별적으로 발생하지 않았으며, 연구문제2의 결과에서 보듯이 교수자형 집단이 학습자형에 비하여 수학자기효능감 및 흥미, 수업참여가 높은 비교적 우수한 학생들이 더 많이 분포되어 있는 것으로 나타나기는 하였지만, 본 연구에서 REBUS-PLS 알고리즘에 의하여 탐지된 이질적 특성의 잠재집단은 학업성취도 기준에 따른 집단 구분과는 차이가 있음을 알 수 있다.

본 연구는 교수자중심수업과 학습자중심수업의 효과를 검증한 선행연구(Cheong et al., 2015; Chung et al., 2017; Kim & Yu, 2018; Yu & Kim, 2020)와 각 교수법의 지각 정도에 따라 집단을 구분하고, 그에 따른 집단의 특징을 확인한 선행연구(Lee & Ha, 2016; Jang & Ko, 2020)에 대한 후속 연구로써, 사람 중심의 관점을 반영하여 수학수업에서 교수·학습방법이 학습자에게 미치는 영향에 있어 발생할 수 있는 관찰되지 않는 이질성의 탐지 및 그에 따른 사후분석을 통한 새로운 접근법을 적용하였다는데에 의의가 있다. 마지막으로, 수학교사는 전문적 학습내용이 위계적으로 구성되어 고차원적 사고를 요하는 수학교과와 특성과 오늘날 STEAM 교육에서 강조하는 수학의 실용적 가치 및 창의적 융합 인재 양성의 측면을 고려하여, 수업방식에 있어 교수자중심수업과 학습자중심수업의 특징을 세밀히 분석할 필요가 있다. 또한 학습자의 이질적 특성에 따라 교사의 수업방식이 수학자기효능감에 미치는 영향력이 다르며, 수학자기효능감과 수업참여에 도움을 줄 수 있는 방법이 차별적으로 존재한다는 것을 인식하고, 이를 자신의 교수·학습 전략에 반영함으로써 학습자의 정의적 태도의 향상 및 학업적 인지적 성취에 있어 도움을 줄 수 있을 것이다.

본 연구의 한계점 및 후속 연구를 위한 제언은 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서는 학습자가 지각한 교수방법에 의한 영향력의 이질성을 탐색하였으나, 후속 연구에서는 교사들의 응답에 기반하여 다층적 이질성 집단을 탐색할 필요가 있다.

둘째, 본 연구에서는 사후분석으로 잠재집단에 따른 교수능력에 대한 인식, 수학흥미, 수학자기효능감, 수학수업참여의 분포 및 관계의 차이를 살펴보았다. 후속 연구에서는 더욱 다양한 변인들을 포함시켜 사후분석을 진행할 필요가 있다.

셋째, 본 연구는 경기지역에 위치한 학교의 학생들을 대상으로 수집한 「경기교육중단연구(GEPS)」의 고등학생 설문 자료를 활용하여 분석하였기에 일반화하기에는 제한점이 있을 수 있다. 후속 연구에서는 지역 및 연구대상을 확대시킬 필요가 있다.

References

- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W.H. Freeman and Company.
- Cha, M. J., Kim, C. M., Kwon, H. J., Cho, H. D., Lee, J. Y., ..., Park, I. W. (2010). A development of learner participation scale in instruction. *The Korean Journal of Educational Methodology Studies*, 22(1), 195-219. <https://doi.org/10.17927/tkjems.2010.22.1.195>
- Cha, S. J., & Kim, J. H. (2021). The Effects of Learner-Centered Mathematical Instructions on Students' Reasoning Ability and Achievement. *Education of Primary School Mathematics*, 24(1), 43-69. <https://doi.org/10.7468/jksmec.2021.24.1.43>
- Chen, F. F. (2007). Sensitivity of goodness of fit indexes to lack of measurement invariance. *Structural equation modeling: a multidisciplinary journal*, 14(3), 464-504. <https://doi.org/10.1080/10705510701301834>
- 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.
- Cheung, G. W., & Rensvold, R. B. (2002). Evaluating goodness-of-fit indexes for testing measurement invariance. *Structural equation modeling*, 9(2), 233-255. https://doi.org/10.1207/S15328007SEM0902_5
- 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>
- Chung, Y. K., Lee, S. Y., Song, J. Y., & Woo, Y. K. (2017). Differential relations of students' perceived instructions to their motivation, classroom attitude, and academic achievement: The moderating role of self-efficacy. *The Korean Journal of Educational Methodology Studies*, 29(1), 211-235. <https://doi.org/10.17927/tkjems.2017.29.1.211>
- Esposito Vinzi, V., Trinchera, L., & Amato, S. (2010). PLS path modeling: from foundations to recent developments and open issues for model assessment and improvement. *Handbook of partial least squares*, 47-82.
- Esposito Vinzi, V., Trinchera, L., Squillacciotti, S., & Tenenhaus, M. (2008). REBUS - PLS: A response - based procedure for detecting unit segments in PLS path modelling. *Applied Stochastic Models in Business and Industry*, 24(5), 439-458.
- Fredricks, J. A., & Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), 59-109. <https://doi.org/10.3102/00346543074001059>

- Hackett, G., & Betz, N. E. (1989). An exploration of the mathematics self-efficacy/mathematics performance correspondence. *Journal for research in Mathematics Education*, 20(3), 261-273.
- Hahn, C., Johnson, M. D., Herrmann, A., & Huber, F. (2002). Capturing customer heterogeneity using a finite mixture PLS approach. *Schmalenbach Business Review*, 54, 243-269.
- Hong S. H., Jo, K. H., Son, S. K., Kim, H. J., Yoon, M. R., Kang, Y. K., & Lee H. J. (2018). Latent mean analysis of adolescent's resilience and Mediating effects of resilience in the relationship between parental and teacher attachment and depression: a multiple group analysis by gender. *Journal of Future Oriented Youth Society*, 15(3), 23-46. <http://doi.org/10.34244/fy.2018.15.3.23>
- Jang, J. H. (2019). *Analysis of teachers' instructional ability and method type recognized by students and influence factor* [Doctoral dissertation, Korea University].
- Jang, J. H., & Ko, Y. J. (2020). Perception and Characteristics of Teachers and Students on Teaching Methods: A Latent Profile Analysis. *The Korean Journal of Educational Methodology Studies*, 32(4), 575-605.
- Jedidi, K., Jagpal, H. S., & DeSarbo, W. S. (1997). Finite-mixture structural equation models for response-based segmentation and unobserved heterogeneity. *Marketing Science*, 16(1), 39-59.
- Jung, H. S., & Song, H. N. (2020). Detecting Types for the Influence of Mathematics Interest and Mathematical Perception on Mathematics Achievement in Middle School Students: Using REBUS-PLS. *Journal of Korea Society Educational Studies in Mathematics School Mathematics*, 22(4), 853-868. <https://doi.org/10.29275/sm.2020.12.22.4.853>
- Kheel, H. S. (2001). A philosophical Perspective on the Learner-Centered Curriculum and Instruction. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 1, 1-27
- Kim, D. S., & Lee, S. W. (2019). The relationship analysis among subject specific interests, self-regulated learning, learning flow and self-efficacy: focused on middle school English education. *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, 9(3), 51-59. <http://doi.org/10.35873/ajmahs.2019.9.3.006>
- Kim, H. S., & Yu, S. B. (2018). The Effect of Teacher' Teaching and Assessing Method on Academic Achievement for Elementary School Students. *Journal of Fisheries and Marine Sciences Education*, 30(5), 1703-1713. <https://doi.org/10.13000/JFMSE.2018.10.30.5.1703>
- Kim, J. H. (2011). Structural equation model analyzing relationships of perceived instructional ability, self-efficacy, practical intelligence, achievement-goal orientation, learning strategy, and academic achievement for fourth, fifth and sixth graders of primary schools. *The Journal of Elementary Education*, 24(4), 71-95.
- Kim, J. Y., Choi, B. M., & Park, M. H. (2018). *A Basic Analysis Report for the 6th Year of the Gyeonggi Education Panel Study*. Gyeonggi Institute of Education.
- Kim, J. Y., Jang, J. H., & Park, I. W. (2017). A Study on the Effects of the Teachers Characteristics Recognized by Students on Student's Attitude, Self-directed Learning and Academic Achievement. *secondary education research*, 65(4), 731-758. <http://doi.org/10.25152/ser.2017.65.4.731>
- Kim, N. O., Park, M. A., Lee, B. N., & Sohn, W. S. (2018). The role of Teacher Characteristics and Feedback in Developing Elementary students' Affective and Cognitive Achievement. *The Journal of Curriculum and Evaluation*, 21(2), 129-151. <https://doi.org/10.22799/jce.2018.21.2.006>
- Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity. (2016). *2015 STEAM Education Survey and Effectiveness Study Results Report*. <https://askmath.kofac.re.kr/>
- Kwon, N. W. (2001). Characteristic and Theory of Learner-centered Education. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 1(1), 29-40.
- Lee, J. H., & Ha, J. Y. (2016). Effects of Academic Self-efficacy, Learning Motivation, and Learning Strategy on Academic Achievement: Comparison of Instructor-centered Instruction and Learner-centered Instruction. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 16(5), 259-278.
- 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.
- 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>
- Ministry of Education. (2015). *Mathematics curriculum*. Proclamation of the Ministry of Education #2015-74.

- 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. *Journal of Korea Society Educational Studies in Mathematics School Mathematics*, 21(2), 319-346. <https://doi.org/10.29275/sm.2019.06.21.2.319>
- Roh, Mi. Y., & Moon, H. S. (2018). Exploring the Positive and Negative Psychological Function of Teacher-Centered Lectures and Student-Centered Team Project Activities Perceived by Students of Physical Education. *The Korean Journal of Physical Education*, 57(3), 135-146. <https://dx.doi.org/10.23949/kjpe.2018.05.57.3.11>
- 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). A study on longitudinal relationship with academic stress, math self-efficacy, and math class engagement: Using auto regressive cross-lagged model. *The Mathematical Education*, 61(2), 359-373. <https://doi.org/10.7468/mathedu.2022.61.2.359>
- Song, J. E., & Park, M. R. (2020). The Effects of Self-Efficacy, Class Engagement, and Teaching Methods on English Academic Achievement. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 20(15), 351-371. <http://dx.doi.org/10.22251/jlcci.2020.20.15.351>
- Trinchera, L. (2007). *Unobserved heterogeneity in structural equation models: A new approach in latent class detection in PLS path modelling* [Doctoral dissertation, Department of Mathematics and Statistics, University of Naples, Italy].
- Yu, J. H. (2015). The Relationships Among Parents-, Teacher-, Student-Related Variables and Student Engagement in Middle and High School. *Korean Journal of Educational Research*, 53(3), 1-30.
- 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>