



Research Article

Changes in mathematics pedagogical lexicons: Extension research of the International Classroom Lexicon using a text mining approach

Lee, Gima¹ · Kim, Hee-jeong^{2*}

¹Graduate Student, Korea University

²Professor, Korea University

*Corresponding Author: Hee-jeong Kim (heejeongkim@korea.ac.kr)

ABSTRACT

Research on lexicon and language provides insights into the interests, values and practices of a community where individuals use the language. The International Classroom Lexicon Project, in which ten countries participated, identified own country's mathematics teaching and learning lexicons by investigating mathematics classroom instruction from teachers' perspectives in a speaking-oriented community. This study, as an extension of the International Classroom Lexicon Project research, investigated pedagogical lexicons used in 「Mathematics and Education」 journals specialized for Korean professional mathematics teachers published by the Korean Society of Teachers of Mathematics. Using the text mining approach, we also traced how these pedagogical lexicons have changed quantitatively over the past 10 years with a diachronic perspective. As a results, several novel terms were found in the writing-oriented community, which were not identified in the speaking-oriented community. In addition, we could discover some pedagogical lexicons have increased statistically significantly and some lexicons appeared(increased) rapidly across years. This implies the teacher community's values and zeitgeist by reflecting these changes in the sociocultural, incidental and social changing (i.e., periodical change) contexts. This study has value as a first step in understanding zeitgeist for mathematics education in Korean mathematics teacher community according to changes of times over the past 10 years. Also, this study contributes to the methodological insights: the text mining technique provides a methodological contribution to researching changes in interests, values and zeitgeist according to these changes in the times.

Key words: The International Classroom Lexion Project, Korean pedagogical lexicons, text mining, Word2Vec, social change, zeitgeist

수학 교수학적 어휘의 변화: 텍스트 마이닝 기법을 이용한 교실수업 어휘 연구의 확장

이기마¹ · 김희정^{2*}

¹고려대학교 대학원생 · ²고려대학교 교수

*교신저자: 김희정 (heejeongkim@korea.ac.kr)

초록

어휘와 언어에 대한 연구는 이를 사용하는 개인들이 포함된 공동체의 관심과 가치, 실천 관행에 대한 이해도를 높일 수 있다. 이러한 맥락에서 10개국에 참여한 국제 교실수업 어휘 프로젝트(The International Classroom Lexicon Project)는 자국의 수학 교실 수업과 관련하여, 교사가 바라보고 명명하는 구어적 입장에서 수학 교실수업 어휘 연구를 진행하여 어휘를 확인하고 정리하였다. 본 연구는 이 국제 교실수업 어휘 프로젝트 연구의 확장으로, 전국수학교사모임에서 발행하는 수학교사 전문 잡지인 「수학과 교육」에 사용된 교수학적 어휘를 텍스트 마이닝 기법을 이용하여 조사하고, 통시적 관점에서 최근 10년간 시간의 흐름에 따라 이러한 교수학적 어휘가 양적으로 어떻게 변화하였는지를 관찰하였다. 연구 결과,

Received August 16, 2022

Revised August 23, 2022

Accepted October 18, 2022

2000 Mathematics Subject Classification : 97D99

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.

선행연구에서 발견되지 않은 새로운 교수학적 어휘를 발견할 수 있었다. 또한, 이러한 교수학적 어휘 중 시간의 흐름에 따라 출현 빈도가 유의하게 증가하는 어휘와 단기간에 갑자기 출현(급증)하는 어휘를 발견할 수 있었으며, 이를 통해 수학교사를 위한, 그리고 수학교사에 의한 전문 잡지를 중심으로 이루어진 문어적 공동체 수학교사의 관심의 변화를 살펴볼 수 있었고, 나아가 이러한 관심의 변화를 사회문화적·사건적·시대적 맥락에 비추어 봄으로써 이들의 가치와 시대적 정신의 변화를 조심스럽게 해석할 수 있었다. 이러한 점에서 본 연구는 지난 10년간 시대의 변화에 따른 한국의 수학교사 공동체에서의 수학교육에 대한 관심과 가치, 시대적 정신을 이해하는 첫 걸음으로서 가치를 지니고 있다. 또한, 텍스트 마이닝 기법이 이러한 시대변화에 따른 관심과 가치, 시대적 정신의 변화에 대한 연구를 수행할 수 있는 방법론적인 기여를 제공한다.

주요어: 국제 교실수업 어휘 프로젝트, 한국의 교수학적 어휘, 텍스트 마이닝, Word2Vec, 시대 변화, 시대 정신

서론

언어는 인간의 생각과 행동, 그리고 그에 따른 경험과 실천을 형성할 수 있기에, 언어에 대한 연구는 언어를 사용하는 공동체의 신념과 가치, 그리고 관행을 살펴보는 데 도움을 줄 수 있다(Boroditsky, 2001; Casasanto, 2008; Levinson, 2003; Sapir, 1949). 공동체에서 개인들이 사용하는 언어의 역할의 중요성과 함께, 한 공동체에서 사용하고 있는 언어의 담론이 다른 언어를 사용하는 다른 공동체의 담론과 완전히 같은 구조는 아닐 수 있음을 인정하고, 서로 다른 공동체에서 각각 사용하는 언어와 담론의 구조를 탐색하는 연구가 필요하다. 이러한 언어의 역할에 따른 수학교실수업의 실천과 현상을 바라보고 그에 대해 명명하는 담론의 구조와 역할에 대한 연구의 필요성과 중요성을 강조하고 이를 조사하기 위해 호주의 David Clarke 교수의 연구팀을 중심으로 독일, 미국, 일본, 중국, 체코, 칠레, 프랑스, 핀란드와 한국을 포함해 총 10개국의 연구팀들이 국제협력 연구를 진행하고 있다. 특히, 각국의 수학교사들이 수학 교실수업을 바라보고, 수학 교실수업 실천에 관하여 동료 교사와의 대화 등에 나타나는 수학 교수학적 실천 및 현상과 관련한 교수학적 어휘를 정리한 결과도 종합하여 출판되었고(Mesiti et al., 2021), 이후 관련한 다양한 연구물들도 출판되는 등(Cho & Kim, 2018; Kim & Cho, 2021a, 2021b; Dobie & M. Sherin, 2020; Dobie & B. Sherin, 2021; Mesiti et al., 2021; Mesiti et al., 2022) 현재도 활발히 연구를 진행하고 있다. 이러한 국제협력 연구 및 자국 내의 연구물들은 수학 교실수업 현상 뿐만 아니라 수학 수업과 관련한 언어를 조사함으로써, 각국의 수학 교실수업을 바라보는 어휘와 담론의 구조가 비슷한 점이나 다른 점이 무엇인지 명확히 이해하는데 기여를 하였을 뿐만 아니라, 각국의 공동체 안에서의 신념과 가치, 그리고 수학수업과 관련한 관행이 어떠한지를 이해하는데 기여하였다.

본 연구는 이러한 국제협력연구의 일환으로 수행된 국내 선행연구(Cho & Kim, 2018; Kim & Cho, 2021a, 2021b)를 다음과 같은 두 가지 측면에서 확장하고자 한다. 첫째, 교실 수업 비디오 촉진자료(video stimulus)를 중점적으로 관찰하여 수학 교실 수업에 대한 현상을 바라보고 명명하여 교수학적 어휘를 발견하고, 동료 교사와의 대화에서 용어의 쓰임을 관찰하는 등, 구어적 공동체(口語的 共同體, Speaking-oriented community) 중심으로 진행되었던 선행연구와 달리, 본 연구는 수학교사들이 중심이 되어 집필(‘전국수학교사모임(The Korean Society of Teacher of Mathematics)’ 발행)하고, 수학교사들이 수학 수업의 신장을 위해 주로 구독하는 「수학과 교육」 잡지에 쓰인 언어에 기반한 공동체인 문어적 공동체(文語的 共同體, writing-oriented community)를 중심으로 한, 수학 교수·학습 관련 텍스트를 분석하여 추가적이거나 다른 교수학적 어휘를 발견함으로써 교수학적 어휘를 확장한다.

둘째, 공시적(共時的, synchronic) 관점에서 수행된 선행연구와 달리, 본 연구는 텍스트 마이닝을 활용하여 통시적(通時的, diachronic) 관점에서 교수학적 어휘의 양적 변화를 조사함으로써 우리나라 수학교사의 관심과 가치, 시대 변화를 탐색한다. 특히, 최근 한국의 교육은 한국의 역사와 함께 급격한 변화의 물결을 맞이하고 있으며, 이러한 물결 속에서 수학교육 역시 수학교육연구의 발전과 확장과 같은 변화의 흐름을 같이 맞이하고 있다. 연구를 통해 일반적인 교육 및 수학교육과 관련한 새로운 언어와 새로운 가치, 관행이 제기되고 있으며, 어떠한 수학 수업이 좋은 수학수업인지에 대한 연구와 함께 실천 현장에서의 고민 역시 지속되고 있다. 이와 같이 급변하는 흐름 속에서 수학교사의 관심과 가치, 시대 변화를 탐색하는 것은 과거와 현재의 성찰을 통해 미래 수학교육의 지향점에 대하여 논하고 제시할 수 있다는 점에서 가치가 있다.

이러한 두 가지 측면에서 선행연구를 확장하고 결과를 분석 및 해석하여 시사점을 얻기 위해 다음과 같은 두 가지 연구 질문을 설정하였다.

연구 질문 1: 「수학과 교육」 저널에 사용된 교수학적 어휘의 종류와 빈도는 어떠하며, 기존 구어적 공동체에서 확인한 교수학적 어휘와의 공통점과 차이점은 무엇인가?

연구 질문 2: 「수학과 교육」 저널에서 사용된 교수학적 어휘 중 시간에 흐름에 따라 통계적으로 유의하게 양적 변화를 보이는 어휘는 무엇이고, 이를 통해 교사의 관심과 가치, 시대 변화에 대한 관심은 어떻게 해석될 수 있는가?

이론적 배경

한국의 교수학적 어휘 연구

언어는 한 사회나 공동체가 의사소통을 위해 형성한 사회문화적 산물로서(Cole & Engstrom, 1993), 그 언어를 사용하는 공동체의 가치관과 세계관을 반영하며(Vygotsky, 1987) 그 공동체에 속한 개인의 사고와 경험, 실천에 직접적인 영향을 미친다(Vygotsky, 1978). 그러므로 언어는 한 개인이나 공동체의 사고와 실천, 그리고 그들의 정신을 매개하고 형성하는데 중요한 역할을 하며, 나아가 외부에서 이를 살펴보는데 도움을 준다(Boroditsky, 2001). 이러한 관점에서 교사 및 교사공동체가 교실 안팎에서 교수학적 실천과 현상을 나타내기 위해 사용하는 교수학적 어휘는 중요하고 볼 수 있다.

교사의 교수활동에 대한 인식과 계획, 실행과 성찰은 그 교사가 속한 교사공동체의 교수학적 어휘에 의해 매개되고 조정된다(Cho & Kim, 2018; Boroditsky, 2001). 다시 말해, 교사는 교수학적 어휘를 이용해 그것이 매개하는 교수학적 실천을 계획하고 실행할 수 있으며(Cho & Kim, 2018; Kim & Cho, 2021a, 2021b), 나아가 교수학적 어휘를 매개로 그것의 교수학적 실천을 성찰하고 다듬으며 발전시킬 수 있다(Dobie & Sherin, 2020; Santagata et al., 2007). 실제로 Milewski와 Strickland (2016)은 교수활동을 설명하는 교수학적 어휘가 부정확하거나 부재하였을 때 그러한 교수활동을 신장하는데 어려움을 보인 교사들이 그 교수활동에 대한 명확한 교수학적 어휘를 만들어 사용함으로써 해당 교수활동을 신장할 수 있었음을 보였다. 같은 맥락에서 기존연구들(Han et al., 2018; Han et al., 2022; Kim, 2022; Lee & Kim, 2022) 또한 명시적인 언어로 구성된 틀이 수학교사의 노티싱(주목하기)을 신장하는데 도움이 됨을 시사하였다. 그러므로 교사 및 교사공동체의 어휘를 조사하고 그 의미와 용례를 명확히 하여 교수학적 어휘를 정립하는 작업은 교사의 교수학적 실천의 계획과 실행, 성찰과 발전에 도움을 줄 수 있다는 점에서 교사들에게 대단히 중요하다. 또한 교사가 사용하는 교수학적 어휘를 통해 교사의 교수학적 실천을 적절하고 분명하게 설명할 수 있고(Cho & Kim, 2018), 나아가 교사의 교수학적 실천에 대한 관점과 견해를 살펴볼 수 있다는 점(Kim, 2020; Sapir, 1949; Vygotsky, 1987)에서 교수학적 어휘를 정립하는 작업은 수학교육 연구자에게도 가치가 있다.

한국 수학교사의 교수학적 어휘와 관련된 연구는 2018년 한국이 국제 교실수업 어휘 프로젝트에 합류한 이래로 현재까지 꾸준히 진행되고 있다(Cho & Kim, 2018; Cho & Kim, 2021; Kim & Cho 2021a, 2021b). 국제 교실수업 어휘 프로젝트의 프로토콜(공동 합의된 연구방법 및 절차)에 따라 우리나라의 현직 수학교사가 수학 수업을 설명하거나 동료 교사와 대화할 때 교수학적 실천과 현상을 나타내기 위해 사용하는 8개 범주의 교수학적 어휘 103개를 귀납적으로 발견하여 교수·학습 현상을 설명하는 이론적 틀을 수립하였고, 이를 바탕으로 교수·학습 활동과 관련된 이론을 보다 정교히 할 수 있는 연구적 토대를 마련하였다(Cho & Kim, 2018). 또한 이러한 토대를 바탕으로 예비교사와 현직교사의 교수학적 어휘에 대한 친밀도를 조사·비교하여 이들의 교수학적 실천에 대한 인식의 공통점과 차이점을 분석하였고, 이를 통해 예비교사 교육과정과 현직교사 연수과정에 수학 교과 전문적인 교재 및 교수법에 관한 내용의 보충이 필요함을 강조하는 등 교수학적 성찰을 통해 우리나라의 수학교실 실천과 교사 교육에 대한 시사점을 제공하였다(Cho & Kim, 2021). 특히, Cho와 Kim (2021)의 연구는 교수학적 어휘를 통해 수학교사의 교수학적 실천에 대한 관점과 견해를 살펴볼 수 있다는 점(Kim, 2020; Sapir, 1949; Vygotsky, 1987)에서 이를 실제적으로 보여주었기에, 그 의의가 크다고 할 수 있다. 마지막으로 10개국의 연구 결과물을 집필한 연구물(Kim & Cho, 2021a, 2021b; Mesiti et al., 2021)은 한국을 포함한 자국의 교수학적 어휘의 정

립 과정과 그 결과물을 한국의 교육적 맥락과 함께 영문 용어를 통해 국제적으로 소개함으로써 한국의 교수학적 어휘를 외국의 교수학적 어휘와 대외적으로 비교하고 발전시킬 수 있는 국제 협력적인 연구 토대를 마련하였다. 이와 같이 선행연구는 한국 수학교사의 교수학적 어휘에 대한 국내외적 연구의 토대를 마련하고 그 실제적인 가치와 잠재력을 보여주었다는 점에서 의의가 크다. 그러나 한편으로는 후속연구를 제언함과 동시에 다음과 같은 몇 가지 제한점을 갖는다.

우선 Cho와 Kim (2018)의 연구는 국제 공통 프로토콜에 따라 중학교 수학교사의 수업 비디오 축진자료를 관찰하여 교수학적 어휘를 발굴하였기 때문에, 정립한 교수학적 어휘가 모든 학교급을 대표한다고 보기는 어렵다. 또한 수학교육 연구자가 직접 교수학적 실천에 대한 어휘를 고안하는 것(top-down)을 지양하고, 연구에 참여한 수학교사들이 귀납적 합의를 통해 어휘를 발견하도록(bottom-up) 유도하였기 때문에, 몇몇 교수학적 실천과 현상에 대해서는 귀납적으로 합의된 교수학적 어휘를 정립하지 못하였다. 예를 들어, 연구에 참여한 수학교사들은 수업 중 모둠 학습 및 개별 학습을 할 때, 교사가 학생들 사이를 돌아다니며 학생들을 지원하고(supporting) 학습을 촉진하는(facilitating 또는 scaffolding) 교수학적 실천에 주목하였지만, 이러한 실천에 핵심인 ‘지원’과 ‘촉진’의 의미를 모두 함의 하는 어휘를 귀납적으로 발견하기 어려워 하였고, 결국 합의된 교수학적 어휘에 도달하지 못하였다. Cho와 Kim (2018)은 이러한 교수학적 실천에 대하여 연구자가 직접 교수학적 어휘를 고안하여 보급하기(top-down) 보다는 교사 공동체에서 자발적으로 생성되고 확산되기를(bottom-up) 기대하면서, 후속연구에서 이러한 교수학적 실천을 명명하는 어휘에 대한 추가적인 조사가 필요함을 시사하였다. 더불어 몇몇 교수학적 어휘에 대해 장기적인 관점에서 이를 추적하는 것을 통해 우리나라 수학교실 실천의 맥락을 이해할 수 있을 것으로 기대하였다. 특히, 언어는 공동체의 가치관과 세계관을 반영하기 때문에(Vygotsky, 1987), 교수학적 어휘의 변화를 추적한다면 교수학적 실천의 맥락과 더불어 교사들의 관심과 가치의 변화 또한 추적할 수 있을 것이다. 이는 과거와 현재에 대한 성찰을 통해 미래의 지향점을 예측하고 논할 수 있다는 점에서 의의가 크다.

본 연구는 이러한 제한점을 성찰하고 시사점을 발전시켜 교수학적 어휘를 조사하였던 선행연구(Cho & Kim, 2018; Kim & Cho, 2021a, 2021b)를 다음과 같이 교수학적 어휘를 양적으로 확장하는 측면과 수학교사의 관심과 가치, 시대적 정신의 변화를 탐색하는 측면에서 확장하고자 한다.

첫째, 구어적 공동체(speaking-oriented community)에 대한 교실 비디오 축진자료를 관찰하여 교수학적 어휘를 발견하였던 선행연구(Cho & Kim, 2018; Kim & Cho, 2021a, 2021b)와 달리 본 연구는 문어적 공동체(writing-oriented community)의 수학 교수·학습 관련 텍스트를 분석하여 선행연구(Cho & Kim, 2018; Kim & Cho, 2021a, 2021b)에서 드러나지 않은 교수학적 어휘를 확인함으로써 교수학적 어휘의 양적 확장에 기여하고자 한다. 구어(口語, spoken language)를 관찰할 때는 구어의 현장성과 실시간성에 의해(Kim, 2004; Roh, 1996) 시공간적 제약이 발생하므로 자료 수집 및 분석이 비교적 제한되지만(Dobie & Sherin, 2021), 문어(文語, written language)를 관찰할 때는 문어의 유보성과 보존성에 의해(Kim, 2004; Roh, 1996) 시공간적 제약이 완화되므로 자료 수집 및 분석이 비교적 용이하게 되고, 그 결과 대개 같은 주제 및 분야에 대하여 더 많은 양의 언어 자료를 수집하고 분석할 수 있다.

또한, 앞서 언급한 바와 같이 선행연구(Cho & Kim, 2018; Kim & Cho, 2021a, 2021b)는 몇몇 교수학적 실천에 대하여 이를 명명하는, 귀납적으로 합의된 교수학적 어휘를 발견하는데 어려움이 있었던 사례를 보고하였다. 이러한 사례가 발생하는 이유 중 하나는 교실 상황에서 교사는 모든 교수학적 실천을 구어적으로 선언하거나 표현할 필요는 없으므로 그러한 교수학적 실천이 오랫동안 언어적 대상이 되지 못한 채 행위로만 존재하였기 때문이다. 하지만 문어에서 교사는 반드시 문어적 선언과 표현을 통해서만 교수학적 실천을 다루고 전달할 수 있으므로, 구어적 공동체에서 행위로만 존재하였던 교수학적 실천이 문어적 공동체에서는 명시적 어휘나 서술적 진술을 통해 언어적 대상으로 발견될 가능성이 있다. 이러한 두 가지 측면에서 문어적 공동체의 텍스트를 조사하는 것을 통해 각각의 공동체에서의 장점들을 상호 보완하여 교수학적 어휘의 확장이 가능할 것이다.

둘째, 선행연구(Cho & Kim, 2018; Kim & Cho, 2021a, 2021b)는 교실 비디오 축진자료를 통해 공시적(共時的, synchronic) 관점에서 특정 기간의 교수학적 어휘를 조사한 반면, 본 연구는 특정 문어적 공동체에서 발행한 교수·학습 관련 텍스트를 통해 통시적(通時的, diachronic) 관점에서 장기간에 걸친 교수학적 어휘와 그 빈도의 변화를 조사하고 이로부터 해당 문어적 공동체에 속한 수학

1 ‘순회지도’가 후보로 발견되었으나, ‘지원’과 ‘촉진’의 의미를 모두 함의 하기에는 부족하다는 점에서 연구에 참여했던 수학교사들에 의해 적절한 어휘로 선택되지 않았다.

교사의 관심과 가치, 시대적 정신의 변화 확인하고자 한다. 이는 시간의 흐름에 따라 텍스트에 분포하는 어휘의 빈도를 관찰하면 인간의 언어, 행동, 마음, 사회, 문화 등과 관련한 과거·현재·미래의 모습과 자취 및 추세를 파악할 수 있다는 점(Hong & Kim, 2018; Aiden & Michel, 2013; Michel et al., 2011; Silber-Varod et al., 2016)에서 교수학적 어휘의 통시적 빈도 변화를 통해 특정 문어적 공동체의 구성원의 관심의 변화를 조사할 수 있고, 이러한 관심의 변화를 해당 문어적 공동체 비전과 그들이 발행한 텍스트의 목적 및 성격, 역사적 사건(예. 교육과정 개정, 코로나19 등), 4차 산업혁명과 한국 교육의 시대적 변화 양상 등과 같은 사회문화적·사건적·시대적 맥락에 비추어 보면 그 구성원들의 가치와 더불어 시대적 정신을 조심스럽게 해석할 수 있기 때문에 가능하다(예. Dobie & Sherin, 2021).

본 연구는 이와 같이 분석 대상을 달리하여 새로운 교수학적 어휘²⁾를 발견함으로써 교수학적 어휘의 양적 확장에 기여한다는 점과 분석 관점을 공시적 관점에서 통시적 관점으로 전환하여 해당 교수학적 어휘를 사용하는 문어적 공동체에 속한 수학교사의 관심과 가치, 시대적 정신의 변화를 살펴봄으로써 비록 한국 수학교사 전체는 아니지만 일부 교사들의 관심과 가치 탐색에 기여한다는 점에서 선행연구(Cho & Kim, 2018; Kim & Cho, 2021a, 2021b)를 양적·질적으로 확장하고 발전시키는 연구라고 볼 수 있다. 또한 분석 방법으로 텍스트 마이닝 기법을 선택하여 본 연구의 맥락과 목적에 맞게 활용하고 그 방법론적 가치를 제시할 것이라는 점에서 연구 방법론적 확장에 기여하는 연구라고도 볼 수 있다.

텍스트 마이닝 기법과 수학교육 연구

텍스트 마이닝은 데이터 마이닝 기법을 통해 텍스트 데이터의 특징 및 잠재적 패턴 등을 분석하여 유용한 지식과 통찰을 발견하는 분석 방법이다(Sarkar, 2016). 이러한 텍스트 마이닝은 인간의 인지적·시간적 한계로 인해 분석하기 어려운 대규모 텍스트를 신속하게 분석해 준다. 특히, 구어(口語, spoken language)나 행위에 대한 관찰은 그 관찰 대상이 소규모 집단(혹은 개인)과 특정 시간에 국한될 수밖에 없지만(Dobie & Sherin, 2021), 텍스트 마이닝은 분석 대상이 이미 작성된 문어(文語, written language)이므로 시공간을 초월하여 여러 시점에서 다양한 대상과 집단의 언어를 분석할 수 있다는 장점을 갖는다. 이러한 텍스트 마이닝은 핵심어 추출(단어 빈도분석), 단어 의미 분석(Word2Vec), 문서 분류, 문서 군집, 문서 주제 분석, 감성 분석, 의미 연결망 등으로 정치, 기업경제, 사회과학, 인문학, 교육학 등 여러 분야에서 폭넓게 활용되고 있다(Yoon & Lee, 2018).

수학교육 연구에서도 최근 Table 1과 같이 단어의 빈도나 중요성을 글자 크기로 표현하는 워드 클라우드(Word cloud)나 LDA(Latent Dirichlet Allocation)를 이용하여 문서 내 잠재된 토픽을 드러내 주는 토픽 모델링(Topic modeling)과 같은 텍스트 마이닝 기법을 이용한 연구가 수행되었다. 워드 클라우드를 활용한 연구(Son & Ko, 2018)는 우수 수업 동영상에서 교사의 언어 데이터를 추출한 후 워드 클라우드로 표현하여 수업 중 교사가 사용하는 감성 단어를 확인하고 정의적 측면에서 시사점을 제공함으로써 수학교육 연구에서 텍스트 마이닝의 활용 가능성을 보여주었다. 한편, 토픽 모델링을 활용한 연구(Choi & Kwak, 2019; Hwang & Pang, 2020; Jin & Ko, 2019; Shin, 2020; Son & Hwang, 2020; Son & Hwang, 2021; Son & Lee, 2020)는 수학교육의 전반적인 연구 동향이나 '평가'나 '추론'과 같은 특정 주제의 연구 동향을 적게는 100여 편에서 많게는 2500여 편에 이르기까지 대규모의 논문을 분석하여, 설정한 분석 기간 동안의 연구 동향을 밝히고 나아가 수학교육 연구의 발전 방향이나 후속 연구에 대한 시사점을 제공하였다. 특히, 이러한 연구들은 텍스트 마이닝 기법 중에도 고급 테크닉에 해당 하는 토픽 모델링을 수학교육 연구에 접목함으로써 연구 방법론적 확장에 기여하였다.

2 본 연구에서 언급하는 **교수학적 어휘**는 **교사의 교수학적 실천과 현상을 명명하는 어휘**로서 선행연구(Cho & Kim, 2018; Cho & Kim, 2021; Kim & Cho, 2021a, 2021b)와 마찬가지로 교사에 의해 교실수업 내적 상황에서 사용될 뿐만 아니라 교수·학습 과정안이나 동료 교사와의 대화 및 피드백과 같이 교실수업 외적 상황에서도 사용될 수 있는 것을 의미한다. 다시 말해 교수학적 어휘는 교실수업 전·중·후에 사용될 수 있다. 이러한 관점에서 본 연구는 수학 교실수업 밖에서 등장하였을지라도 수학교사가 교수학적 실천이나 현상을 설명하기 위해 사용하는 어휘는 교수학적 어휘로 분류한다(예. '과제개발', '수업연구', '과정중심평가' 등).

Table 1. Domestic mathematics education research using text mining in Korea

Authors	Title	Methods
Son & Ko (2018)	The frequency analysis of teacher's emotional response in mathematics class	Word cloud
Choi & Kwak (2019)	Topic changes in mathematics educational research based on lda	Topic modeling
Jin & Ko (2019)	Analysis of trends in mathematics education research using text mining	Topic modeling
Hwang & Pang (2020)	An analysis of domestic and international research trends of mathematical reasoning through topic modeling	Topic modeling
Shin (2020)	A comparative study of domestic and international research trends of mathematics education through topic modeling	Topic modeling
Son & Hwang (2020)	An analysis of domestic and international research trends of assessment in mathematics education using topic modeling	Topic modeling
Son & Lee (2020)	An analysis of domestic research trends of mathematics curriculum research through topic modeling: Focused on domestic journals published from 1997 to 2019	Topic modeling
Son & Hwang (2021)	Analysis of the research trends of domestic elementary mathematics education using topic modeling	Topic modeling

본 연구도 텍스트 마이닝을 활용한 선행연구와 맥을 같이하여, 텍스트 마이닝을 통해 본 연구의 목적을 달성할 뿐만 아니라 연구 방법론적 확장에 기여하고자 한다. 다시 말해, 본 연구는 텍스트 마이닝을 활용해 문어적 공동체의 텍스트에 사용된 교수학적 어휘를 밝히고, 구어적 공동체에서 사용되었던 교수학적 어휘(Cho & Kim, 2018; Kim & Cho, 2021a, 2021b)와의 공통점과 차이점을 조사하며, 나아가 텍스트에서 발견된 교수학적 어휘의 사용 빈도가 통시적 시간의 흐름에 따라 양적으로 어떻게 변하는지를 분석하고 그 결과를 해석하는 과정을 통해 선행연구와 차별적인 방법으로 텍스트 마이닝을 활용하는 방법을 보여줌으로써 수학교육연구의 방법론적 확장에 기여하고자 한다.

이를 위해 본 연구에서 중점적으로 사용하는 텍스트 마이닝 기법은 단어 빈도분석(frequency analysis)과 Word2Vec(워드투벡)이다. 단어 빈도분석은 모든 텍스트 마이닝 기법의 기초로서 텍스트에 출현한 단어의 빈도를 기술 통계적 관점에서 양적으로 조사하여 주요 단어(핵심어)와 그 종류(품사) 및 분포를 파악할 수 있게 하며, 후속적으로 수행할 수 있는 고급 텍스트 마이닝 기법(예. Word2Vec)이나 통계분석 기법(예. 회귀분석)의 토대가 된다. 본 연구에서는 단어 빈도분석을 응용해 문어적 공동체의 텍스트에서 여러 품사(명사, 동사 등) 중 핵심적인 의미를 담고 있는 품사가 무엇인지를 밝히고, 그 품사에 해당하는 단어들을 분석대상으로 선정하여 Word2Vec을 수행하였다.

한편, Word2Vec은 단어를 실수 벡터(좌표)로 변환하여 벡터(좌표) 공간에 사상하는 텍스트 마이닝 기법이다(Huh, 2018; Kang & Yang, 2019; Sun et al., 2021). 특히, 언어학의 분산 가정(distributional hypothesis)에 기반하여 비슷한 맥락(문맥)에 등장하는 단어들을 서로 가깝게 사상하기 때문에, Table 2와 같이 서로 유사하고 관련 깊은 의미를 지닌 단어들은 Word2Vec을 통해 벡터 공간에 서로 가깝게 위치하게 된다(Kang & Yang, 2019; Sun et al., 2021). 즉, Word2Vec은 단어가 가진 의미 뿐만 아니라 단어 간의 의미 관계와 맥락성을 보존해준다(Yoon & Lee, 2018). 따라서 Word2Vec은 특정 단어(중심 단어)와 관련 깊은 주변 단어를 파악하여 해당 단어의 의미를 유추할 수 있게 해주는 장점을 갖는다.

Table 2. Example of Word2Vec analysis (Huh, 2018, p.29)

Classification	Similar words
1	World Cup, match, player, team, France, Croatia, soccer, victory, competition, win, ...
2	Avengers, Iron Man, movie, Thor, marvel, appearance, Infinity War, Thanos, ...

본 연구는 이러한 단어 빈도분석과 Word2Vec을 활용하여 수학교사 중심 문어적 공동체의 텍스트에서 사용된 교수학적 어휘를 밝히고, 나아가 단어 빈도분석을 통계분석 기법인 회귀분석(Regression analysis)과 연계하여 발견한 교수학적 어휘의 사용 빈도가 통시적 관점에서 시간의 흐름에 따라 어떻게 양적으로 변하는지를 조사함으로써, 수학교사의 관심의 변화를 살펴보았다. 또한 이러한 관심의 변화를 사회문화적·사건적·시대적 맥락에 비추어 수학교사의 가치와 시대적 정신의 변화를 조심스럽게 해석하여 제시하고자 한다. 더불어 기존 선행연구와 차별된 텍스트 마이닝 기법과 그 응용 방법 및 효과성을 실제로 보여줌으로써 국내 수학교육 연구의 방법론적 토대 확장에 기여할 수 있다.

연구 방법

분석 대상

본 연구의 목적은 텍스트 마이닝을 통해 수학교사 중심 문어적 공동체의 텍스트에 사용된 교수학적 어휘를 밝히고, 통시적 관점에서 시간의 흐름에 따른 그 사용 빈도의 변화를 양적으로 조사하여 해당 공동체에 속한 수학교사의 관심의 변화를 조사하고 이를 사회문화적·사건적·역사적 맥락에 비추어 그들의 가치와 시대적 정신의 변화를 조심스럽게 해석하는 것이다. 이러한 목적에 부합하는 수학교사 중심 문어적 공동체의 텍스트를 선정하기 위하여 Dobic와 Sherin (2021)의 텍스트 마이닝을 위한 텍스트 선정 조건을 본 연구의 목적 및 한국 교육 맥락에 맞게 수정·보완하여 Table 3과 같이 6가지 조건으로 구성된 텍스트 선정 기준을 수립하였다. 구체적으로 살펴보면, 텍스트 마이닝을 위해서는 대규모(조건 ①) 전자 형식(조건 ②)의 텍스트가 필요하다. 특히, 이러한 텍스트는 분석의 일관성을 위해 일관된 형식과 편집 양식을 갖추고 있어야 한다(조건 ③). 또한, 수학교사의 교수학적 어휘를 조사하기 위하여 수학교사 집단에 의해 집필된(조건 ④) 교수·학습 관련 내용을 담고 있어야 한다(조건 ⑤). 마지막으로 통시적 분석을 위해 장기간에 걸쳐 일정한 주기를 가지고 꾸준히 발행된 텍스트여야 한다(조건 ⑥).

Table 3. Conditions of selecting texts for text mining

	Conditions	Reasons
①	Large-scale text	Need large-scale texts for text mining
②	Electronic text (e.g., pdf, word)	Need electronic texts for text mining
③	Formulaic and consistent text	Need formulaic texts for consistent analysis
④	Text published by a group of mathematics teachers	Need texts published by a group of mathematics teachers for investigating pedagogical lexicons
⑤	Text related to teaching and learning	Need texts related to teaching and learning for investigating pedagogical lexicons
⑥	Text published for a long time steadily	Need texts published for a long time steadily for diachronic analysis

이러한 선정 기준에 따라 분석 대상으로서의 가능성을 가진 여러 종류의 텍스트를 조사하여 최종적으로 「수학과 교육」 저널을 분석 대상으로 선정하였다. 「수학과 교육」 저널은 '전국수학교사모임(The Korean Society of Teacher of Mathematics)'에서 1994년부터 매년 6회씩 일관된 양식을 갖춘 서면(paper)과 전자(electronic) 문서 형태로 발행해 왔기 때문에 텍스트 마이닝을 이용한 통시적 분석이 가능하다(조건 ①, ②, ③, ④, ⑥). 또한, 발간사에 따르면 「수학과 교육」 저널은 수학교사들 간에 교수법과 수업 내용 교류를 통한 상호발전을 목표로 출범하였고, 그 내용으로 수학 교수·학습과 관련한 연구, 공유, 토론, 제언 등을 지향하고 하고 있다. 실제로 저널의 목차를 살펴보면 '고등학교 수업연구', '수업이야기', '수학적 모델링'과 같이 수학 교수·학습 및 교수법과 관련된 내용을 주제로 하여 이를 발전시키고자 함을 엿볼 수 있다. 그러므로 「수학과 교육」 저널은 수학교사의 교수학적 어휘를 탐색하기에 적합한 텍스트이다(조건 ⑤). 더욱이 단체 홈페이지의 소개에 따르면 '전국수학교사모임'은 수학교육의 발전을 목적으로 결성되어 미래지향적이고 학생 중심적인 수학교육을 지향하는 진취적·도전적 성격의 실행 연구 공동체이다. 이러한 성격을 고려하면, 발견하게 될 교수학적 어휘에 대하여 조심스럽게 맥락적 해석이 가능하고, 이를 통해 해당 공동체의 가치와 시대적 정신을 엿볼 수 있을 것이다.

본 연구는 이러한 이유로 2013년부터 2022년 7월(7~8월호)까지 약 10년의 기간 동안 발행된 58편의 「수학과 교육」 저널(약 5,500 페이지)을 분석대상으로 선정하였다. 특히, 통시적 분석 기간을 해당 10년으로 설정한 이유는 두 가지이다. 첫째는 본 연구가 비교적 최근의 추세를 살펴보고 싶었기 때문이고, 둘째는 4차 산업혁명(2012.10. 인더스트리 4.0에서 출발), 2015개정 수학과 교육과정(2015. 9. 고시), 코로나19(2020. 1. 본격 확산)와 같이 수학교육에 상당한 영향을 미쳤을 것으로 예상되는 중요한 사건적 맥락에 비추어 수학교사의 가치와 시대적 정신의 변화를 조심스럽게 해석하기 위해서이다.

분석 방법

분석 도구

본 연구는 텍스트 마이닝을 통해 텍스트를 분석하기 위하여 오픈소스 프로그래밍 언어인 파이썬(Python)을 기반으로 하는 통합 개발환경(Integrated Development Environment) 아나콘다(Anaconda)를 분석 도구로 선정하였다. 이를 분석도구로 선택한 이유는 아나콘다가 다양한 분석 패키지(통계분석, 머신러닝, 딥러닝)와 강력한 시각화 기능을 제공하고 있어, 최근 데이터 분석과 과학 계산 프로그램으로 주목받고 있기 때문이다. 또한, 아나콘다 내에서 필요시 고급 자연어 처리 패키지(Natural Language Processing Package)를 자유롭게 다운 받아 설치하여 활용할 수 있고 각 프로젝트 별로 개발 환경을 구성할 수 있어, 방대한 양의 텍스트 분석에 필요한 패키지 관리를 쉽게 할 수 있기에 본 연구의 분석 도구로 선택하여 이용하였다.

분석 방법 및 절차

본 연구는 텍스트 전처리(text preprocessing), 탐색적 데이터 분석(Exploratory Data Analysis, EDA), 텍스트 마이닝(단어 빈도분석, Word2Vec), 통계분석 순으로 4단계에 걸쳐 「수학과 교육」 저널을 분석하였다.

첫 번째 단계인 텍스트 전처리는 텍스트 마이닝을 위해 일상 언어인 자연어를 컴퓨터 같은 기계가 분석할 수 있도록 정제하는 단계이다. 본 연구에서는 파이썬 기반의 한국어 자연어 처리 패키지 KoNLPy(코엔엘파이)를 이용하여 문장부호(" ", ., ; 등)나 특수문자(!, & 등), 불필요한 공백을 제거하는 사전 정제 단계, 텍스트를 분석 단위로 분할(split)하는 토큰화(tokenization) 단계, 한글 형태소를 분석하고 불규칙한 변화를 통일된 형태로 추출하는 정규화 단계, 무의미한 지시어 및 기능어를 제거하는 불용어(stopword) 제거 단계, 복합어 및 축약어, 신조어 등을 처리하는 결합제약 단계, 마지막으로 형태소마다 품사를 태깅하는 품사표식(part-of-speech tagging) 단계 총 6단계에 걸쳐 텍스트 전처리를 수행하였다. 특히, 본 연구에서는 이와 같은 전처리를 거친 텍스트를 1차 코퍼스(corpus)라고 명명하였다.

두 번째 단계인 EDA는 데이터에 대한 기초 통계량을 바탕으로 데이터의 특징을 이해하여 분석의 방향을 구체화 및 재확인하고 전처리 단계의 반복 수행의 필요성을 판단하여 코퍼스를 보다 정교화 하는 단계이다. 본 연구에서는 1차 코퍼스에 포함된 모든 품사에 대한 단어 빈도분석을 통해 여러 품사(명사, 동사 등) 중 명사가 의미상 가장 핵심어임을 확인하였고, 이에 따라 1차 코퍼스에서 명사만을 분석 대상으로 추출하여 2차 코퍼스를 구성하였다. 이어서 2차 코퍼스를 대상으로 재차 단어 빈도분석을 수행하여 상위 1,000개의 명사(2차 코퍼스의 약 80%)를 추출한 후 선행연구(Cho & Kim, 2018; Kim & Cho, 2021a, 2021b)의 방법과 같이 교수학적 실천과 현상을 설명하는 어휘가 아닌 수학 개념 관련 어휘(예. 함수), 물리적 교수·학습 도구 관련 어휘(예. 계산기), 기타 및 불필요한 어휘(예. 필자) 등을 불용어 처리하여 제거하였다. 또한 ‘문제해결’, ‘문제 해결’과 같이 의미상·맥락상 동의어이지만 서로 다른 명사로 인식되는 복합명사들을 같은 명사로 인식되도록 처리하였다. 이러한 과정을 거쳐 3차 코퍼스를 구성하였다.

세 번째 단계인 텍스트 마이닝 단계는 통계 및 딥러닝 기반의 텍스트 마이닝 기법을 이용하여 텍스트의 구조와 패턴을 발견하고 잠재적인 의미를 도출하는 단계이다. 본 연구는 이 단계에서 ‘연구 질문 1’을 해결하기 위하여 단어 빈도분석과 Word2Vec을 활용하였다. 구체적으로 살펴보면, 3차 코퍼스의 명사를 대상으로 단어 빈도분석을 수행하여 각 명사의 사용빈도를 조사하였다. 이를 기반으로 모든 명사에 대하여 Word2Vec을 수행하여 Table 4와 같이 주변 유사 단어를 통해 각 명사가 본 연구에서 의미하는 교수학적 실천과 현상을 설명하는 교수학적 어휘인지를 1차적으로 판단한 후 Table 5와 같이 Cho와 Kim (2018)의 교수학적 어휘 분류에 따라 분류하여 교수학적 어휘 후보군을 구성하였다. 이어서 후보군에 속한 각각의 명사가 사용된 문맥(문장 및 문단)을 모두 추적하여 해당 명사가 교수학적 실천과 현상을 의미하는 교수학적 어휘인지를 질적으로 직접 면밀하게 다시 한 번 검토하고 그 빈도를 조사하여 최종적으로 8개의 범주 이루어진 교수학적 어휘를 구성하였다. 특히, 이러한 교수학적 어휘 중 교수학적 실천과 현상을 나타내는 맥락에서 사용된 비율이 85% 이상인 어휘만을 이하의 통계분석의 대상으로 하였다. 예를 들어, 교수학적 실천과 현상을 나타내는 맥락에서 사용된 비율이 76.4%인 ‘목표’와 같은 어휘는 통계분석에서 제외되었다(예. 교수학적 실천과 현상을 나타내는 맥락: 학습 목표, 비교수학적 실천과 현상을 나타내는 맥락: 미래 사회의 목표).

Table 4. Top 5 similar words with 평가³

Ranking	Similar words	Weight(Similarity)
1	수행평가	0.5212
2	성취도	0.5112
3	문제	0.3850
4	성취	0.3836
5	서술	0.3509

Table 5. Categories of pedagogical lexicons (Cho & Kim, 2018)

Categories	Descriptions of the categories
1 교수·학습 활동	수업 중(수업 전과 후도 포함)에 나타나는 교사의 교수행동과 학습자의 학습활동을 표현하는 어휘
2 수학 교수·학습 활동	수학수업에서 특별하게 나타나는 교수·학습 활동 어휘
3 평가	수업 전, 수업 중, 수업 후 또는 학기를 통틀어 학생들의 수준을 진단하거나 수치화 하는 활동과 관련된 어휘
4 수업형태	수업을 구성하는 전략적인 형태를 나타내는 어휘
5 수업구조	수업에서 반복적으로 나타나는 목적에 따라 실현되는 활동 형태 및 구조를 표현한 어휘
6 수업준비	교사 및 학생들이 수업 전에 본시 수업 또는 관련된 수업을 위해 하는 활동을 나타낸 어휘
7 교실 수업개선	더 나은 교수·학습을 위해 하는 교사의 연구 및 장학과 관련한 활동을 표현하는 어휘
8 기타	위 범주에 포함되지 않으나 사용되는 교수학적 어휘

네 번째 단계는 ‘연구 질문 2’를 해결하기 위해 세 번째 단계에서 수행한 단어 빈도분석과 연계하여 범주 별 어휘 사용 비율의 변화와 개개의 어휘 별 사용 빈도의 변화를 통시적 관점에서 조사하였다. 특히, 범주 별 어휘 사용 비율의 변화는 4차 산업혁명(2012.10. 인더스트리 4.0에서 출발), 2015개정 교육과정(2015. 9. 고시), 코로나19(2020. 1. 본격 확산)와 같은 사건적·시대적 맥락을 중심으로 8개의 교수학적 범주의 변화를 해석하기 위해 2013년부터 2022년 7월까지의 기간을 2013-2015(P1 시대: 4차산업혁명 언급 시작-2015 개정 교육과정 고시 전), 2016-2019(P2 시대: 2015개정 교육과정 고시 후-코로나19 확산 전), 2020-2022. 7.(P3 시대: 코로나19 확산 이후)로 나누어 범주 별 어휘의 사용 비율을 시기별로 비교하여 그 변화를 조사하였다. 한편, 어휘 별 사용 빈도의 변화는 개개의 교수학적 어휘를 대상으로 년도와 해당 년도의 어휘 사용 빈도를 각각 독립변수, 종속변수로 하여 회귀분석을 수행하였다. 이를 통해 시간의 흐름에 따라 통계적으로 유의한 증감을 보이는 어휘를 추출하고 이를 통해 문어적 공동체 수학교사의 관심의 변화를 확인하였으며, 나아가 이러한 관심의 변화를 Table 6과 같이 공동체와 그 결과물의 성격과 목표, 비전과 같은 사회문화적 맥락, 교육과정 개정과 같이 중요한 사건적 맥락, 4차 산업혁명과 같이 한 시대를 관통하여 장기적으로 지대한 영향을 미치는 시대적 맥락에 비추어 수학교사의 가치와 시대적 정신의 변화를 조심스럽게 해석하였다(예. Dobie & Sherin, 2021). 또한, 단기간에 갑자기 출현(증가)하거나 소멸(감소)하는 어휘를 조사하였다. 이러한 어휘는 사회문화적 맥락의 반영이 두드러진 어휘로서(Hong & Kim, 2018), 이를 통해서도 교사의 관심과 가치를 맥락적으로 해석할 수 있을 것이기 때문이다. 이상의 모든 과정을 요약하면 Figure 1과 같다.

한편, 본 연구는 회귀분석 시 2022년은 제외하고 2013년부터 2021년까지의 기간만을 회귀분석의 대상으로 하였는데, 이는 자료 분석 당시인 2022년에 「수학과 교육」 저널이 일부(6권 중 4권)만 출판되어 해당년도의 총 어휘 사용 빈도를 확정할 수 없으므로 회귀분석에 적합하지 않았기 때문이다.

3 본 연구는 3차 코퍼스의 모든 명사를 대상으로 Word2Vec을 수행하여 각 명사와 유사한 주변 단어 10개를 추출하고, 이로부터 해당 명사의 맥락적 의미를 확인한 후 이를 기반으로 교수학적 어휘 후보군을 구성하였다. 평가와 유사한 주변 단어(유사도)는 수행평가(0.5212), 성취도(0.5112), 문제(0.3850), 성취(0.3836), 서술(0.3509), 논술(0.3445), 문제풀이(0.3375), 서술형(0.3335), 채점(0.2795), 단답형(0.2784)이며 이러한 단어들을 통해 평가의 맥락적 의미를 확인함으로써 평가를 교수학적 어휘 후보군에 포함할 수 있었다. 한편, Table 4에는 지면 관계상 상위 5개의 유사 주변 단어만을 수록하였다.

Table 6. Context in reflection

Context in reflection	Contents
Socioculture-related	· The nature, goals and vision of the written-oriented community · The nature, goals and vision of the journal, 「Mathematics and Education」
Incident-related	· Curriculum revision · COVID-19 outbreak
Period-related	· 4th industrial revolution · Aspects of changes in Korean school education (Lee, 2010; Seoul Metropolitan Office of Education, 2018; Sung & Lee, 2018)

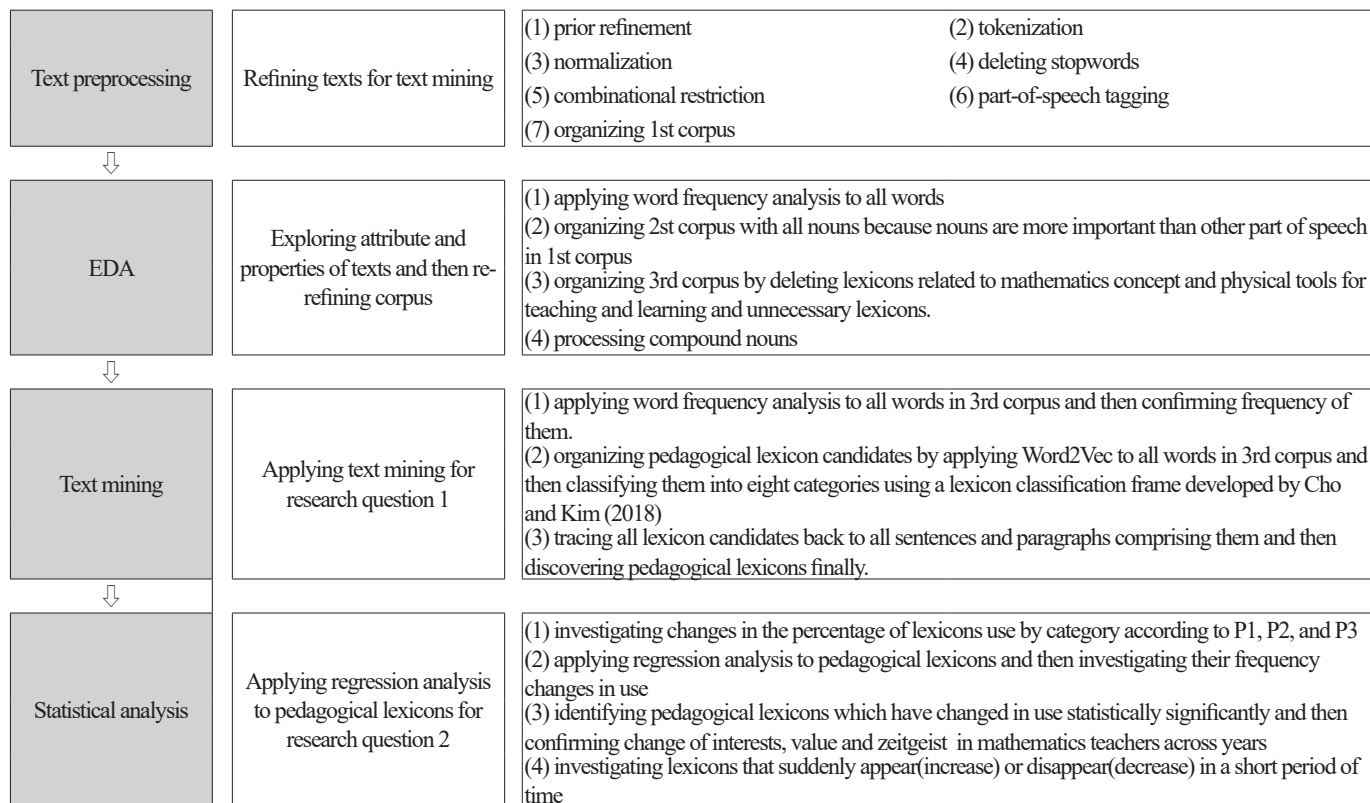


Figure 1. Steps of analysis

연구 결과

「수학과 교육」 저널에 사용된 교수학적 어휘의 종류와 빈도 및 구어적 공동체의 교수학적 어휘와의 비교

「수학과 교육」 저널에 사용된 교수학적 어휘와 그 사용 빈도를 밝히기 위해 3차 코퍼스의 명사를 대상으로 빈도분석을 수행하고 이어서 Word2Vec과 단어 추적을 통해 해당 명사가 사용된 모든 문장과 문단을 문맥적으로 조사하여 교수학적 실천과 현상을 나타내는 교수학적 어휘들을 추출한 후 선행연구의 분류(Cho & Kim, 2018; Kim & Cho, 2021a, 2021b)의 범주에 따라 분류함으로써 Table 7과 같은 교수학적 어휘들을 발견하였다.

Table 7. Pedagogical lexicons in 「Mathematics and Education」 journals

Categories	Lexicons	Total counts (ratio)	Total Frequency in use
1 교수·학습 활동	발표, 채점, 설명, 질문, 문제풀이, 토론, 논의, 목표(학습 목표)*, 참여, 제시, 관찰, 이해, 피드백, 활동, 게임, 의미(의미 부여, 의미 찾기)*, 경험*, 이유(이유 말하기)*	18 (26.5)	12,289
2 수학 교수·학습 활동	발견, 증명, 정의, 모델링, 스토리텔링, 문제해결, 의사소통, 칠판(칠판에 풀기), 탐구(수학적 성질 탐구), 실생활(실생활 활용), 활용, 적용, 추론, 표현, 계산, 코딩, 지오지브라, 알지오매스, 소프트웨어(소프트웨어 활용), 비교(그래프 비교)	20 (29.4)	11,299
3 평가	문제, 시험, 평가, 수행평가, 과정중심평가, 중간고사, 기말고사, 논술(논술 평가, 논술형 문제)	8 (11.8)	8,578
4 수업형태	융합(교과 융합), 학습(수준별 학습, 협력 학습)*, 수업(강의식 수업, 프로젝트 수업)*, 온라인(온라인 수업), 원격(원격 수업)	5 (7.3)	453
5 수업구조	도입, 전개, 마무리, 모둠(활동)	4 (5.9)	1,446
6 수업준비	재구성, 교재연구(고등교재연구), 과제개발	3 (4.4)	238
7 교실 수업개선	교실관찰, 수업관찰, 수업연구, 수업이야기, 교원학습공동체, 논의	6 (8.8)	168
8 기타	선행, 교육과정, 역량(교과 역량, 문제해결 역량)*, 인공지능	4 (5.9)	1,370
Total		68	35,841

* 별표(*)는 해당 어휘가 교수학적 현상을 설명하는 맥락에서 사용된 빈도가 85% 미만인 경우이며, 이하 빈도 및 회귀분석에서 제외(예. '목표')

「수학과 교육」 저널에서 발견한 교수학적 어휘는 <교수·학습 활동> 관련 어휘 18개, <수학 교수·학습 활동> 관련 어휘 20개, <평가> 관련 어휘 8개, <수업형태> 관련 어휘 5개, <수업구조> 관련 어휘 4개, <수업준비> 관련 어휘 3개, <교실 수업개선> 관련 어휘 6개, <기타> 관련 어휘 4개로 총 68 개이며, 2013년부터 2022년 7월(7~8월 호)까지 저널 내에서 총 35,841회 사용되었다. 특히, <수학 교수·학습 활동> 관련 어휘가 20개로 가장 많았고 <교수·학습 활동> 관련 어휘가 18개로 뒤를 이었으며 <수업준비> 관련 교수학적 어휘가 3개로 가장 적었다. 이러한 결과를 비율로 나타낸 Figure 2의 좌측 차트에서 살펴볼 수 있듯이 <수업형태>, <수업구조>, <수업준비>, <교실 수업개선>, <기타> 관련 교수학적 어휘는 22개로 전체 어휘 중 32.33%의 비율을 차지하고 있었다. 그러나, 저널 내에서 실제 사용 비율은 Figure 2의 우측 차트에서 알 수 있듯이 10.24%로 어휘의 개수에 비해 실제 사용 빈도가 상대적으로 낮았다.

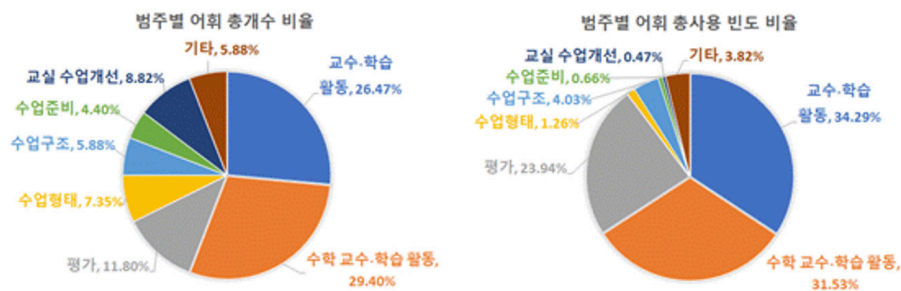


Figure 2. Percentage of total counts of lexicons(left) & percentage of total use of lexicons(right) by category

한편, 「수학과 교육」 저널에서는 구어적 공동체(Cho & Kim, 2018; Kim & Cho, 2021a, 2021b)에서 드러나지 않았던 새로운 27개의 교수학적 어휘를 추가적으로 발견할 수 있었다. 이러한 어휘에는 <교수·학습 활동> 관련 어휘 10개(‘참여’, ‘제시’, ‘관찰’, ‘이해’, ‘피드백’, ‘활동’, ‘게임’, ‘의미’, ‘경험’, ‘이유’), <수학 교수·학습 활동> 관련 어휘 10개(‘활용’, ‘적용’, ‘추론’, ‘표현’, ‘계산’, ‘코딩’, ‘지도지브라’, ‘알지오매스’, ‘소프트웨어’, ‘비교’), <수업형태> 관련 어휘 2개(‘온라인’, ‘원격’), <수업준비> 관련 어휘 1개(‘과제개발’), <교실 수업개선> 관련 어휘 3개(‘수업이야기’, ‘교원학습공동체’, ‘논의’), <기타> 관련 어휘 1개(‘인공지능’)가 있었으며, Table 7에서 볼드체로 표기하였다.

또한, 구어적 공동체에서(Cho & Kim, 2018; Kim & Cho, 2021a, 2021b)는 드러나지 않은 독특한 현상으로서 ‘논의’와 같이 하나의 교수학적 어휘가 두 개의 교수학적 범주에서 사용되는 사례도 있었다. ‘논의’는 <교수·학습 활동>과 관련해서는 교사와 학생, 학생과 학생 간에 근거를 바탕으로 주장하는 활동의 의미로 사용된 반면, <교실 수업개선>과 관련해서는 교실 수업개선을 위해 교사들 간의 협의의 의미로 사용되었다. 이와 같이 문어적 공동체의 텍스트 자료를 분석하였을 때 동일한 기표(記標, signifiant)에 대하여 다중적인 기의(記意, signifié)를 갖는 교수학적 어휘가 나타난 결과는 Dobie와 Sherin (2021)의 연구 결과와 일치한다(예, ‘share’). 이는 유보성과 보존성을 지닌 문어를 분석 할 때 대개 구어보다 같은 주제 및 분야에 대하여 더 많은 양의 언어 자료를 수집하고 분석할 수 있기 때문인 것으로 보이며, 문어적 공동체의 텍스트 분석이 기표와 기의의 양적 확장에 기여할 수 있음을 시사한다. 한편, 이러한 어휘는 Dobie와 Sherin (2021)이 언급한 것처럼 기표만으로는 어느 범주에 속하는지 구분하기 어렵기 때문에, 빈도를 세지 않았고 회귀분석에서도 제외하였으며, Table 7에서 밑줄()로 표기하였다.

한편, 본 연구는 지면 관계상 새롭게 발견한 27개의 교수학적 어휘 전체에 대한 설명과 예시를 모두 담을 수는 없었다. 그러나 각 범주와 해당 범주에 속한 교수학적 어휘와 그 성격에 대한 이해를 돕기 위하여 Table 8과 같이 범주별로 문어적 공동체에서 새롭게 발견된 대표적인 교수학적 어휘에 대한 설명과 예시를 제시하였다.

Table 8. Representative lexicons by categories

Categories	Lexicon	Description	Example
교수·학습 활동	피드백	학생의 활동과 결과물에 대한 개선과 발전을 위한 교사의 적절한 반응	“수업에 참여한 개개 학생에 대한 매시간의 학습 이해 상태를 피드백 해주는...” (「수학과 교육」 150호)
수학 교수·학습 활동	추론	수학적 근거를 바탕으로 추측하는 활동	“모든 학생들이 한 학생이 주장하는 것을 듣고 이해한 후 이제는 모두가 추론 에 참여해야 할 단계입니다.” (「수학과 교육」 149호)
수업형태	온라인	컴퓨터나 태블릿 같은 테크놀로지 기반 비대면 수업형태	“코로나19로 인해 온라인 수업 이 시작되면서는 내용보다 방법이 우선시되는 경향이 심해졌다.” (「수학과 교육」 149호)
수업준비	과제개발	교수·학습을 위한 과제를 개발하는 활동	“중등수학 과제개발 수학적 모델링으로 과제 만들기...” (「수학과 교육」 132호)
교실 수업개선	교원학습공동체	수업 및 교수법 개선과 개발을 위한 교사 연구 모임 및 활동	“서울의 수학교사 모임인 교원학습공동체 함성(배움과 나눔)으로 함께 수업성장을 실천하는 교사들에 관한 ... 다른 선생님의 강의를 들은 후 사용해보면 아이디어를 추가하고 선생님들과 의견을 주고받다가 확산되어 나온 결과에 대한 것이다.” (「수학과 교육」 137호)
기타	인공지능	최근 수학교육에서 내용적·방법론적으로 도입하려는 첨단기술	“행렬의 연산에 해당하는 부분을 다루지만 행렬이 실생활 또는 인공지능 에서 어떻게 활용될 수 있는지 소개하고... 수학의 가치와 유용성을 인식할 수 있는...” (「수학과 교육」 148호)

「수학과 교육」 저널에 사용된 교수학적 어휘의 통시적 시간의 흐름에 따른 양적 변화 양상

단어 빈도분석을 연계하여 「수학과 교육」 저널에 사용된 교수학적 어휘의 시대에 따른 범주 별 어휘 사용 비율의 변화와 개개의 교수학적 어휘 별 사용 빈도의 변화를 통시적 시간 흐름에 따라 분석하여 통계적으로 유의한 양적 변화를 보이는 어휘를 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

「수학과 교육」 저널의 교수학적 어휘의 시대에 따른 범주 별 사용 비율의 변화는 Table 9와 같으며, Figure 3는 이를 시각화한 것이다. P1 시대(2013-2015년), P2 시대(2016년-2019년), P3 시대(2020년-2022년 전반기) 모두 공통적으로 <교수·학습 활동>, <수학 교수·학습 활동>, <평가> 관련 어휘의 사용 비율이 높은 반면 <수업형태>, <수업구조>, <수업준비>, <교실 수업개선>, <기타> 관련 어휘의 사용 비율은 낮았다. 또한, 이러한 양상은 P1, P2, P3 시대를 지나면서 큰 변화 없이 유지되었다.

Table 9. Percentage of lexicons usage by category over time

Category	P1 lexicons (2013-2015)		P2 lexicons (2016-2019)		P3 lexicons (2020-2022. 7.)	
	Ratio	Accumulation	Ratio	Accumulation	Ratio	Accumulation
1 교수·학습 활동	35.66	35.66	34.05	34.05	33.62	33.62
2 수학교수·학습 활동	33.71	69.37	30.91	64.96	30.78	64.4
3 평가	24.20	93.57	26.41	91.37	20.39	84.79
4 수업형태	0.37	93.94	0.41	91.78	3.07	87.86
5 수업구조	3.03	96.97	4.50	96.28	4.12	91.98
6 수업준비	0.92	97.89	0.77	97.05	0.34	92.32
7 교실 수업개선	0.25	98.14	0.39	97.44	0.74	93.06
8 기타	1.86	100.00	2.56	100.00	6.94	100.00

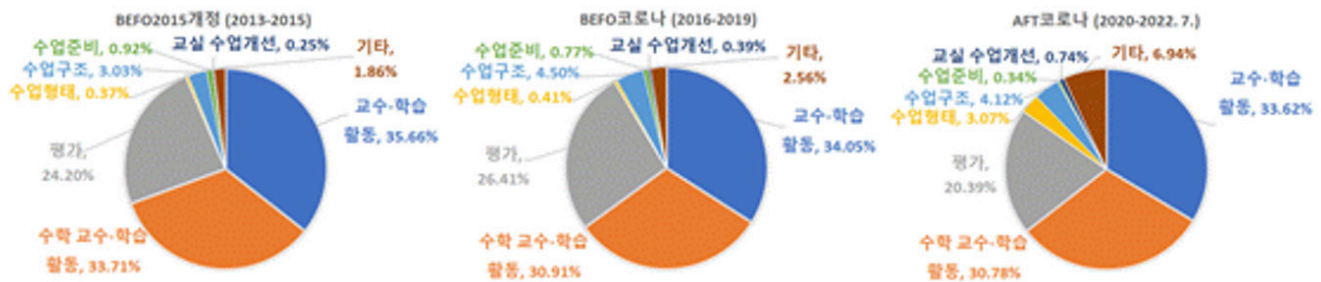


Figure 3. Percentage of lexicons usage by category over time

한편, 회귀분석을 통해 「수학과 교육」 저널에 사용된 교수학적 어휘 중 통시적 시간의 흐름에 따라 통계적으로 유의한 양적 변화를 보이는 어휘를 조사하여 Table 10과 같은 결과를 얻었다. 「수학과 교육」 저널에 사용된 68개의 교수학적 어휘 중 2013년부터 2021년까지의 기간 동안 통계적으로 유의한 양적 변화를 보이는 어휘는 <교수·학습 활동> 관련 어휘 4개(‘참여’, ‘활동’, ‘피드백’, ‘채점’), <수학 교수·학습 활동> 관련 어휘 2개(‘발견’, ‘실생활’), 기타 관련 어휘 2개(‘교육과정’, ‘인공지능’), <평가> 관련 어휘 1개(‘평가’), <수업구조> 관련 어휘 1개(‘모둠(활동)’)로 총 10개가 있었으며, 이러한 어휘는 모두 시간의 흐름에 따라 그 사용 빈도가 통계적으로 유의하게 증가하는 추세를 보이고 있었다.

특히, 회귀계수 측면에서 가장 급격한 증가를 보이는 상위 2종의 어휘에는 ‘평가’와 ‘교육과정’이 있었고, 회귀계수의 유의확률 측면에서 주목할 만한 어휘에는 ‘발견’과 ‘참여’가 있었다. Figure 4는 이를 시각화한 것이다.

한편, Figure 5에서 살펴볼 수 있는 것처럼 「수학과 교육」 저널에 사용된 68개의 교수학적 어휘 중 ‘온라인’, ‘원격’, ‘인공지능’, ‘코딩’, ‘과정중심평가’, ‘교원학습공동체’, ‘교육과정’, ‘알지오매스’와 같이 단기간 동안 갑자기 증가(출현)하거나 감소(소멸)하는 어휘가 있었다. ‘온라인’과 ‘원격’은 코로나19 감염증의 발발로 인해 2020년부터 급증한 것으로 보이며, ‘인공지능’과 ‘코딩’은 4차 산업혁명과 인공지능 알파고(AlphaGo)의 영향으로 2015~2016년에 출현하였다가 2015개정 교육과정 수정안에 제시된 ‘인공지능 수학’ 교과영역의 영향으로 2021년 급증한 것으로 보인다. 한편, ‘알지오매스’와 ‘과정중심평가’는 2015개정 교육과정이 공표된 2015년 이후 이에 대한 활발한 논의와 범국가적 담론이 증가하기 시작하면서 교육과정이나 관련 정책 및 연구에 영향을 받아 갑자기 출현한 것으로 보인다.

Table 10. Lexicons having a statistically significant increase in frequency of use across years

Lexicon	Regression coefficient	Significance probability (p)	Prob(F-statistic)	Category
1 발견	17.40	0.001	0.0009	수학 교수·학습 활동
2 참여	9.53	0.003	0.0034	교수·학습 활동
3 평가	38.03	0.007	0.0069	평가
4 활동	17.55	0.010	0.0104	교수·학습 활동
5 교육과정	21.28	0.012	0.0123	기타
6 인공지능	8.51	0.015	0.0154	기타
7 피드백	4.83	0.016	0.0162	교수·학습 활동
8 채점	1.40	0.024	0.0242	교수·학습 활동
9 실생활	2.41	0.028	0.0283	수학 교수·학습 활동
10 모둠 (활동)	18.16	0.035	0.0346	수업구조

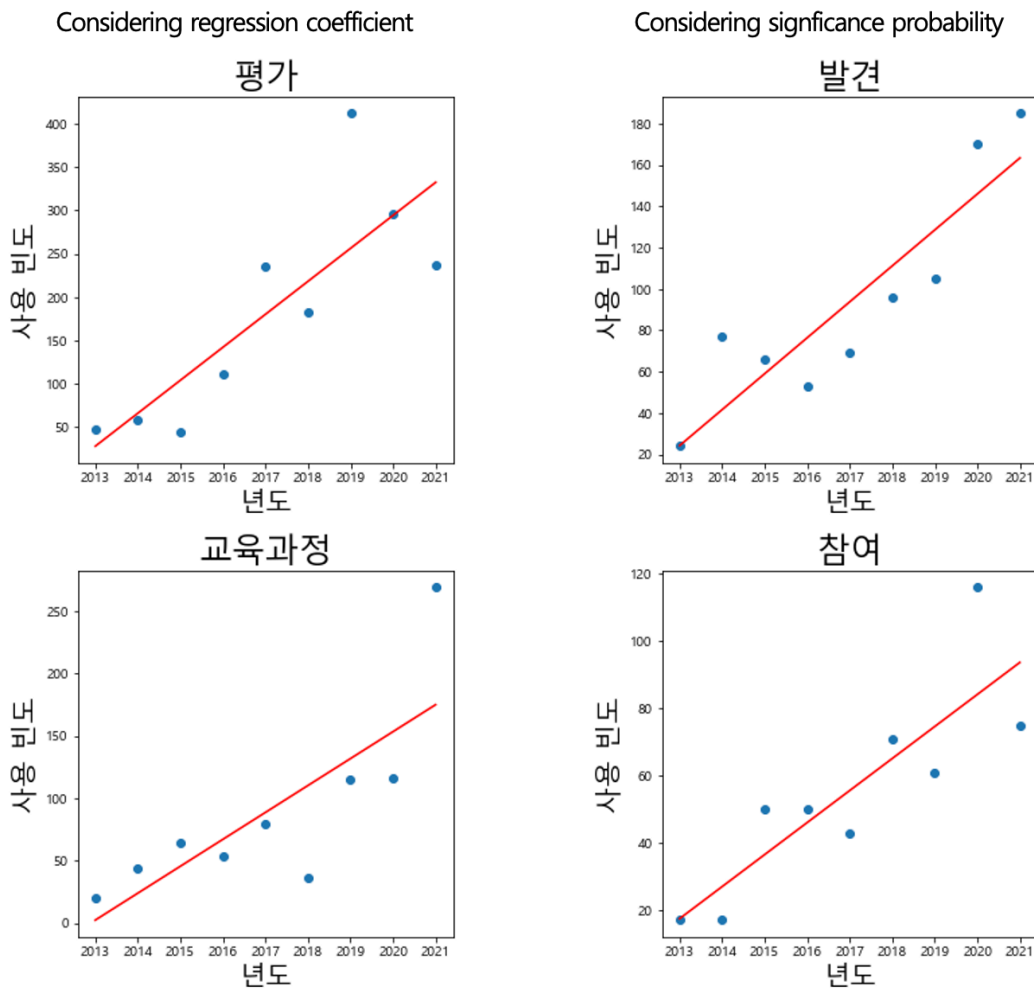


Figure 4. Percentage of lexicons usage by category over time

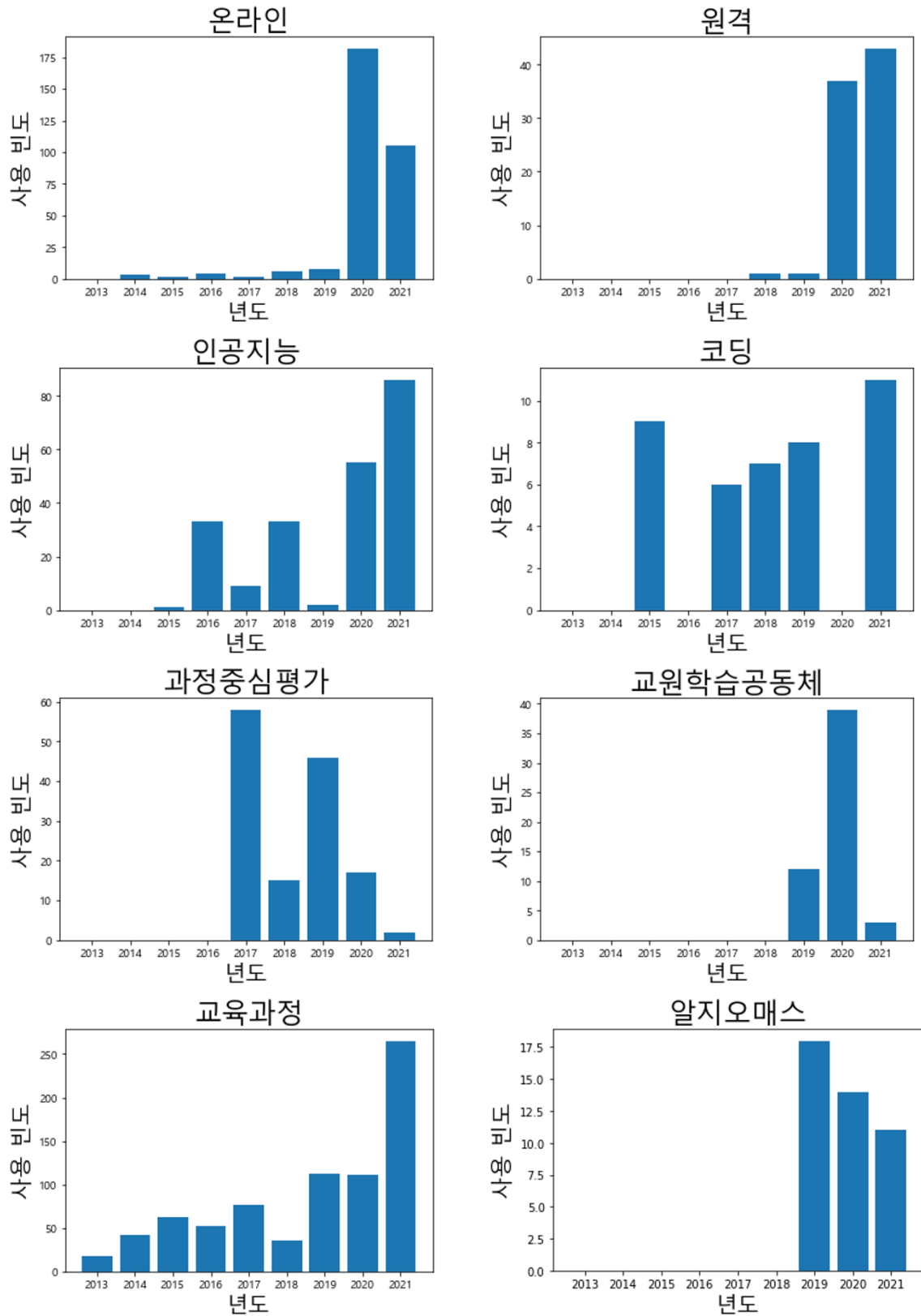


Figure 5. Lexicons appearing (increasing) or disappearing (decreasing) rapidly

논의 및 제언

교수학적 어휘의 변화와 수학 교사의 관심 및 가치의 변화

「수학과 교육」 저널에 사용된 교수학적 어휘의 범주 별 개수는 <수학 교수·학습 활동>, <교수·학습 활동> 관련 어휘가 다른 범주의 어휘에 비해 상대적으로 많았고(38개, 약 56%), 이어서 <평가>, <교실 수업개선>, <수업형태>, <수업구조>, <기타>, <수업준비> 관련 어휘가 이러한 순으로 뒤를 이었다(30개, 약 44%). 한편, 범주 별 사용 횟수는 P1, P2, P3 시대에 걸쳐 <교수·학습 활동>, <수학 교수·학습 활동>, <평가> 관련 어휘의 사용이 상대적으로 많았고(32,166회, 약 90%), <수업형태>, <수업구조>, <수업준비>, <교실 수업개선>, <기타> 관련 어휘의 사용은 그 개수에 비해 상대적으로 적었다(3,675회, 약 10%). 이와 같은 범주 별 어휘의 개수와 사용 횟수에 대한 결과는 선행연구(Cho & Kim, 2018; Kim & Cho, 2021a, 2021b)와 비교했을 때 큰 맥락은 같이 하나, 다음과 같은 두 가지 시사점을 준다.

첫째, 선행연구(Cho & Kim, 2018)에서 나타난 수학교사의 관심과 본 연구에서 나타난 문어적 공동체 수학교사의 관심 간에 다소 차이가 있다. 선행연구(Cho & Kim, 2018)에서는 교사들이 <수업 구조>, <수업 형태>, <평가> 관련 어휘를 많이 사용하고 있는 것으로 보여, 교사들이 내적·본질적 부분인 (수학) 교수·학습 활동 보다는 외적인 부분인 수업구조, 수업형태에 더 관심 또는 가치를 두고 있는 것으로 분석되었다. 반면, 본 연구에서는 문어적 공동체 교사들이 <수학 교수·학습 활동>, <교수·학습 활동> 관련 어휘를 비교적 많이 사용함으로써 외적 부분인 수업구조, 수업형태, 수업준비, 교실수업 개선, 기타 보다는 내적·본질적 부분인 (수학) 교수·학습 활동에 더 많은 관심을 가지고 있는 것으로 분석되었다. 이러한 관심의 차이는 교수·학습 및 교수법 교류와 발전을 지향하는 「수학과 교육」 저널의 목적 및 성격에 비추어 보면 두 가지로 해석될 수 있다. 첫째는 (수학) 교수·학습 활동에 관심이 많고, 전국수학교사모임 활동을 통해 수학수업에 대한 연구를 많이 한 수학교사들이 「수학과 교육」 저널 집필 활동에 참여하여 그 관심이 텍스트 상에 표출되었다고 볼 수 있고, 둘째는 수학교사들이 「수학과 교육」 저널 집필 활동에 참여함으로써, 발전적으로 (수학) 교수·학습 활동에 대한 관심이 증가하였다고 볼 수 있다. 즉, 문어적 공동체에서의 집필 활동이 수학교사들로 하여금 특정 분야에 대한 관심을 표출하거나 증가시킬 수 있는 맥락을 제공한 것으로 볼 수 있다. 특히, 이러한 맥락에서는 관심 표출과 관심 증가가 계속해서 서로 영향을 주고 받으며 교대로 나타나는 선순환적 관계로 발전할 수 있기에, 문어적 공동체와 같이 이러한 맥락을 제공하는 교사공동체는 수학교사의 관심의 변화에 동력이 될 수 있다.

둘째, 선행연구(Cho & Kim, 2018)의 수학교사와 유사하게 본 연구의 문어적 공동체 수학교사들도 <평가> 관련 어휘를 비교적 많이 사용함으로써 상대적으로 평가에 관심이 많은 것으로 분석되었다. 이러한 공통된 결과를 평가에 관한 민감한 풍토를 갖춘 우리나라 학교교육의 사회문화적 맥락에 비추어보면, 일반적으로 우리나라 수학교사들이 평가에 민감하고 관심이 많다고 조심스럽게 해석할 수 있다. 특히, 2015개정 수학과 교육과정의 공표된 이후, 과정중심평가에 대한 관심도가 증가한 것 역시 선행연구에서의 결과와 그 맥을 같이 하고 있다.

이와 같이 본 연구는 문어적 공동체 수학교사의 교수학적 어휘를 선행연구의 수학교사의 교수학적 어휘와 비교하는 것을 통해 수학교사의 관심의 변화를 살펴보았다. 이를 통해 수학교사의 관심은 교사공동체 참여와 사회문화적 맥락에 많은 영향을 받고 있음을 알 수 있었다. 나아가 교사의 관심의 변화는 교수학적 실천과 가치의 변화로 이어질 수 있다는 점에서 교사공동체 참여와 사회문화적 맥락을 통해 교사의 교수학적 실천과 가치의 변화도 기대할 수 있을 것이다.

「수학과 교육」 저널에 사용된 교수학적 어휘의 양적 변화에 따른 수학교사의 관심과 가치 및 시대적 정신의 변화

「수학과 교육」 저널에 사용된 교수학적 어휘 중 주목할 만한 양적 변화를 보이는 어휘에는 ‘발견’, ‘참여’, ‘평가’, ‘활동’, ‘교육과정’, ‘인공지능’, ‘피드백’, ‘채점’, ‘실생활’, ‘모듬 (활동)’과 같이 시대변화에 따라 통계적으로 유의하게 증가하는 어휘와 ‘온라인’, ‘원격’, ‘인공지능’, ‘코딩’, ‘과정중심평가’, ‘교원학습공동체’, ‘교육과정’, ‘알지오매스’와 같이 단기간에 급격히 증가(출현)하거나 감소(소멸)하는 어휘가 있었다. 이러한 양적 변화를 통해 문어적 공동체 수학교사의 관심의 변화를 알 수 있었으며 나아가 이러한 관심

의 변화를 사회문화적·사건적·시대적 맥락에 비추어 봄으로써 수학교사의 가치와 시대적 정신의 변화를 조심스럽게 해석할 수 있었고 다음과 같은 네 가지 시사점을 얻을 수 있었다.

첫째, 역사적 사건과 급변하는 시대 및 사회의 영향을 받은 교수학적 어휘가 발견되었고 이를 통해 교사의 관심의 변화를 알 수 있었다. 구체적으로 살펴보면, 2020년부터 저널 내에서 ‘원격’과 ‘온라인’이 급증하는 것을 통해 비대면 수업에 대한 문어적 공동체 수학교사의 관심이 급증한 것을 알 수 있다. 특히, 이를 2020년 코로나19 확산에 의해 대면 수업이 어려워진 사건적 맥락에 비추어 보면, 전에는 관심이 크게 있거나 큰 필요성을 느끼지 못했던 원격 수업이나 온라인 수업과 같은 비대면 수업에 대한 수학교사의 가치가 필요성 측면에서 급격히 증가한 것으로 볼 수 있다.

또한, 저널 내에서 ‘인공지능’과 ‘코딩’이 출현 및 급증하는 것을 통해 뉴테크놀로지에 대한 문어적 공동체의 수학교사의 관심이 증가한 것을 알 수 있다. 특히, 이를 4차 산업혁명의 도래와 교육과정의 대응과 같은 시대적·사건적 맥락에 비추어 보면, ‘인공지능’은 저널 내에서 2016, 2020, 2021년에 급증하고 있는데 이는 2016년 알파고에 의한 인공지능의 부상과 2020년 준비과정을 거쳐 2021년 새롭게 도입된 2015개정 수학과 교육과정 수정안의 ‘인공지능 수학’ 교과영역의 영향으로 볼 수 있다. 같은 시대적·사건적 맥락에 비추어 보면 ‘코딩’은 저널 내에서 2015, 2017, 2021년에 출현 및 급증하고 있는데, 2015년 출현 및 급증은 4차 산업혁명의 영향으로, 2017년 재출현 및 급증은 2016년 인공지능의 부상의 영향으로, 2021년 재출현 및 급증은 ‘인공지능 수학’ 교과영역의 영향으로 볼 수 있다. 즉, 4차 산업혁명의 대한 언급과 국가적 내레이티브(narrative), 그리고 이에 대한 교육과정의 대응에 영향을 받아 ‘인공지능’과 ‘코딩’에 대한 수학교사의 관심이 증가한 것으로 볼 수 있다. 나아가 이러한 관심을 문어적 공동체의 미래지향적·진취적·도전적인 성격과 교수·학습 및 교수법 교류와 발전을 지향하는 「수학과 교육」 저널의 목표와 같은 사회문화적 맥락에 비추어 보면, ‘인공지능’과 ‘코딩’에 대한 문어적 공동체 내의 수학교사들의 관심은 긍정적인 방향일 것으로 보인다. 실제로 최근 「수학과 교육」 저널에서 ‘인공지능’과 ‘코딩’ 관련 내용을 살펴보면, 이를 수학교육에 접목하려고 노력하는 모습을 발견할 수 있다. 이러한 문어적 공동체 수학교사의 관심과 가치의 변화 통해 이들의 시대적 정신이 4차 산업혁명, 교육과정 개정, 코로나19에 영향을 받아 변하고 있음을 엿볼 수 있다.

둘째, 국가 교육과정에 따른 정책과 관련 연구, 선도학교 운영 등과 같은 위로부터의 변화(top-down)에 기인한 교수학적 어휘가 발견되었고 이를 통해 교사의 관심 변화를 알 수 있었다. 구체적으로 살펴보면, ‘과정중심평가’는 저널 내에서 2017년 갑자기 출현한 이래로 해마다 등장하고 있는데 이를 통해 새로운 평가 방식에 대한 문어적 공동체 수학교사의 관심이 나타난 것을 알 수 있다. 특히, 이를 교육과정 개정과 같은 사건적 맥락에 비추어 보면, 과정중심평가를 권고한 2015개정 교육과정이 2017년부터 현장에 본격적으로 도입됨에 따라 그 의미와 방법에 대한 현장의 관심과 고민이 나타난 것으로 볼 수 있다. 실제로 「수학과 교육」 저널 내에서 과정중심평가 관련 내용을 살펴보면 이를 현장에서 실현하기 위한 아이디어를 공유하고 문제점을 개선하려는 모습을 발견할 수 있다. 또한 ‘교육과정’은 저널 내에서 2021년 두드러지게 급증하고 있는데, 이를 통해 최근 교육과정에 대한 문어적 공동체 수학교사의 관심이 급증한 것을 알 수 있다. 이는 같은 사건적 맥락에 비추어 보면, 2022년에 예정된 교육과정 개정을 앞두고 현재와 미래의 교육과정에 대한 문어적 공동체 수학교사의 관심과 논의, 반성과 제언 등이 급증한 것으로 볼 수 있다. 한편, 위로부터의 변화의 장점 중 하나로 꼽을 수 있는 범국가적 차원에서의 교사 지원 및 연수에 기인한 교수학적 어휘도 발견되었다. ‘알지오매스’는 저널 내에서 2019년에 갑자기 출현한 이래로 해마다 등장하고 있는데, 이는 2018년 교육부와 한국과학창의재단에 의해 개발 및 보급된 새로운 공학도구에 대한 문어적 공동체 수학교사의 관심과 활용이 나타난 것으로 볼 수 있다. 이와 같이 위로부터의 변화가 문어적 공동체 수학교사의 관심에 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 나아가 관심의 변화가 가치와 시대적 정신에도 영향을 미칠 수 있다는 점에서, 위로부터의 변화는 문어적 공동체 수학교사의 가치와 시대적 정신에도 직간접적으로 영향을 미칠 것으로 조심스럽게 예상할 수 있다.

셋째, 수학교사들의 자발적인 수업 연구를 통해 아래로부터의 변화(bottom-up)의 영향을 받은 교수학적 어휘가 발견되었다. 구체적으로 살펴보면, ‘교원학습공동체’는 <교실 수업개선> 관련 어휘로 저널 내에서 2019년에 갑자기 출현한 이래로 해마다 등장하고 있는데, 이를 통해 수학교사들이 수학교육에 대하여 자발적으로 논의하고 공유하는 장에 관심과 가치를 두고 있는 것을 알 수 있다. 실제로 「수학과 교육」 저널 내에서 ‘교원학습공동체’ 관련 내용을 살펴보면, ‘교원학습공동체’가 다양한 교수·학습 및 평가 방

법을 소개하고 수업을 반성하는 등 수학교사들의 수업개선 및 교류의 장으로 활용되고 있다. 한편, 일본의 사토 마나부 교수의 배움의 공동체에 대한 국내 연구(Son, 2012) 및 확산이 2019년 이전부터 존재하였는데, 「수학과 교육」 저널 내에서 ‘교원학습공동체’ 같은 배움 공동체가 조금 늦게 출현한 것은 연구적 결과물이 현장에 확산되기까지는 시간이 필요하기 때문인 것으로 보인다(Cho & Kim, 2018).

넷째, ‘발견’, ‘참여’, ‘활동’, ‘피드백’, ‘실생활’ 등은 <교수·학습 활동>이나 <수학 교수·학습 활동> 관련 어휘로 저널 내에서 2013년부터 통계적으로 유의하게 증가하는 추세를 보이고 있다. 특히, 이러한 어휘는 수학교육 연구에서 꾸준히 강조되고 있는 좋은 수업과 관련 깊은 어휘이다. 그러므로 이를 통해 좋은 수업과 관련된 교수학적 실천에 대한 문어적 공동체 수학교사의 관심이 증가하고 있는 것을 알 수 있다. 나아가 이를 우리나라 수학교육이 나름대로 인간성 회복을 위해 노력했고(Lee, 2010), 더불어 그 동안 학교교육이 변화와 개혁을 위해 노력해 왔다는(Seoul Metropolitan Office of Education, 2018; Sung & Lee, 2018) 시대적 맥락에 안에서 ‘전국수학교사모임’의 미래지향적·진취적·도전적 성격과 교수·학습 및 교수법 교류와 발전을 지향하는 「수학과 교육」 저널의 목표와 같은 사회문화적 맥락에 비추어보면, 이러한 관심은 곧 문어적 공동체의 수학교사들이 ‘발견’, ‘참여’, ‘활동’, ‘피드백’, ‘실생활’과 같은 어휘가 매개하는 교수학적 실천을 긍정적인 태도로 수용하고 실현하는데 가치를 두고 있는 것으로 볼 수 있다. 이러한 문어적 공동체 수학교사의 관심과 가치의 변화를 통해 이들의 시대적 정신이 교사 중심의 전통적인 ‘전체 학습’에서 벗어나 학습자 중심의 수업으로 패러다임을 전환하고 있음을 엿볼 수 있다.

이와 같이 본 연구는 통시적 관점에서 문어적 공동체 수학교사가 사용하는 교수학적 어휘의 양적 변화를 조사하여 이들의 관심의 변화를 확인하였고, 나아가 이러한 변화를 사회문화적·사건적·시대적 맥락에 비추어 봄으로써 가치와 시대적 정신의 변화를 조심스럽게 해석하였다. 비록 이러한 결과와 해석은 국내 수학교사 전체의 관심과 가치, 시대적 정신을 반영한다는 큰 담론을 형성하기에는 제한점이 있지만, 일부 수학교사의 관심과 가치, 시대적 정신을 비추어 줌으로써 이러한 목적의 연구에 시작점(starting point)이 되었다는 점에서 의의가 있다. 특히, 체계적인 방법으로 교사의 관심과 가치, 시대적 정신을 추적하였기 때문에, 후속연구가 여러 다른 교사공동체를 대상으로 이러한 방법을 적용한다면 그러한 결과를 종합하여 한국 수학교사 전체의 관심과 가치, 시대적 정신의 변화를 예측 및 분석할 수 있을 것으로 기대한다.

텍스트 마이닝 기법을 통해 본 수학교수학습 어휘 연구의 방법론적인 의의

본 연구는 텍스트 마이닝 기법을 응용하여 교수학적 어휘를 분석함으로써 연구 방법론적 측면에서 다음과 같은 세 가지 시사점을 준다.

첫째, 텍스트 마이닝을 통한 통시적 관점에서의 어휘 조사는 공시적 관점에서의 어휘 조사에서 드러나지 않는 어휘를 포착할 수 있음을 보여주었다. 본 연구에서 발견한 68개의 교수학적 어휘 중 27개는 구어적 공동체를 대상으로 연구한 선행연구(Cho & Kim, 2018; Kim & Cho, 2021a, 2021b)에서 발견되지 않은 교수학적 어휘였다. 특히, 이러한 교수학적 어휘 중에는 ‘온라인’, ‘인공지능’, ‘코딩’과 같이 시대 및 사회의 급속한 변화나 역사적 사건과 같은 맥락에 의해 단기간 동안 갑자기 출현하거나 급격히 증가하는 교수학적 어휘도 발견 되었는데, 특정 시점의 언어를 조사하는 공시적 관점에서의 연구는 이러한 성격의 어휘를 놓칠 수 있는 반면, 통시적 관점에서의 연구는 이를 포착할 가능성을 지닌다. 이와 같이 어휘나 담론을 주제로 하는 수학교육 연구에서 텍스트 마이닝 기법은 기존의 연구 방법에서는 드러나기 어려운 잠재적이고 유의미한 결과를 도출해 준다는 점에서 가치가 있다.

둘째, 본 연구는 텍스트 마이닝을 통해 통시적 관점에서 어휘의 양적 변화를 맥락적으로 추적할 수 있음을 보여주었다. 구어적 공동체를 대상으로 한 선행연구(Cho & Kim, 2018; Kim & Cho, 2021a, 2021b)는 언어의 시대적 변화를 명확히 추적할 수 없다는 제한점이 있었다. 본 연구는 이러한 제한점에 대한 고민으로부터 교수학적 어휘가 다른 어휘와 마찬가지로 시대 및 사회 변화와 역사적 사건과 같은 여러 가지 맥락에 영향을 받으면서 시간의 흐름에 따라 양적으로 변할 것이며 텍스트 마이닝을 통해 이를 포착할 수 있을 것이라는 가정에서 출발하였다. 실제로 본 연구는 텍스트 마이닝 기법 중 하나인 단어 빈도분석과 이를 통계분석 기법인 회귀분석에 연계하는 체계적인 방법론을 통해 이러한 가정이 가능함을 보여주었다. 이와 같이 텍스트 마이닝을 응용하는 기법은 맥락을 고

려한 통시적 분석을 가능하게 한다는 점에서 가치가 있다.

셋째, 「수학과 교육」 저널에서 발견한 어휘가 교수학적 어휘인지를 의미론적으로 밝히기 위해 해당 어휘의 주변 유사 단어를 조사하는 Word2Vec을 활용함으로써 텍스트 마이닝을 통해 단어의 의미를 포착할 수 있음을 보여주었다. 특히, 이러한 Word2Vec은 수학교육 연구에서 아직 공동의 의미가 정립이 되지 않은 채 사용되는 단어나 동의어인지 아닌지 모호한 단어의 의미를 정립하는 연구에 활용될 수 있다는 점에서 가치가 있다.

이와 같이 본 연구는 텍스트 마이닝을 활용한 선행연구와 차별적인 방법으로 텍스트 마이닝을 응용함으로써 언어나 담론을 주제로 하는 수학교육 연구에 방법론적 토대를 확장하고 이를 바탕으로 후속연구를 제안했다는 점에서 의의가 있다.

한편, 현재 수학교육 연구에 사용되는 텍스트 마이닝 기법은 다른 분야에서 개발한 소스 코드나 패키지, 프로그램과 절차를 차용하고 있기 때문에 분석에 있어서 한계를 지닐 수밖에 없다. 예를 들어, 수학 교과서를 분석한다고 했을 때 수학 텍스트의 특성 상 ‘x’, ‘÷’와 같은 영문자나 특수문자가 한글과 함께 분석될 필요가 있으나, 현재는 한글과 이러한 문자들을 동시에 분석하는 적절한 소스 코드나 패키지, 프로그램은 찾아보기 어렵다. 따라서, 핵심어 추출(단어 빈도분석), 단어 의미 분석(Word2Vec), 문서 분류, 문서 군집, 문서 주제 분석, 감성 분석, 의미 연결망 등과 같은 텍스트 마이닝의 활용과 효과를 극대화하기 위해서는 수학교육연구에 특화된 텍스트 마이닝 소스 코드와 패키지, 프로그램 그리고 연구 절차를 개발하고 정교하게 다듬을 필요가 있다.

마지막으로 본 연구는 텍스트 마이닝 기법과 회귀분석을 통합하여 시간의 흐름에 따른 교수학적 어휘의 양적 변화를 조사하였다. 회귀분석 뿐만 아니라 데이터 마이닝 기법 중 하나인 군집분석(Clustering analysis)과 텍스트 마이닝 기법을 융합 및 연결하여 적용한다면, 시간의 흐름에 따른 교수학적 어휘 의미의 질적 변화를 조사할 수 있을 것으로 예상된다. 이러한 의미 변화를 조사하면 본 연구의 양적 변화를 더욱 뒷받침할 수 있는 결과가 될 것이다. 따라서 텍스트 마이닝 기법과 다양한 분석 기법을 통합하여 어휘 의미의 질적인 변화, 수학교육 연구와 실천과의 연계 등과 같은 다양한 후속 연구가 이루어지기를 기대한다.

Acknowledgements

This research was supported by the College of Education, Korea University Grant in 2022.

References

- Aiden, E., & Michel, J. (2013). *Uncharted: Big data as a lens on human culture*. Riverhood Books.
- Boroditsky, L. (2001). Does language shape thought?: Mandarin and English speakers' conception of time. *Cognitive Psychology*, 43(1), 1-22. <https://doi.org/10.1006/cogp.2001.0748>
- Casasanto, D. (2008). Who's afraid of the big bad whorf? Crosslinguistic differences in temporal language and thought. *Language Learning*, 58, 63-79. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9922.2008.00462.x>
- Cho, H. M., & Kim, H. J. (2018). The international classroom lexicon project: A study on the pedagogical lexicons survey in the Korean mathematics classroom. *School Mathematics*, 23(3), 463-481. <https://doi.org/10.29275/sm.2018.09.20.3.463>
- Cho, H. M., & Kim, H. J. (2021). What do pre-service teachers and in-service teachers see from Korean mathematics classroom?: International classroom lexicon project. *Journal of the Korean School Mathematics*, 24(1), 107-126. <https://doi.org/10.30807/ksms.2021.24.1.006>
- Choi, J. A., & Kwak, M. H. (2019). Topic changes in mathematics educational research based on LDA. *Journal of Education & Culture*, 25(5), 1149-1176. <https://doi.org/10.24159/joec.2019.25.5.1149>
- Cole, M., & Engestrom, Y. (1993). A cultural historical approach to distributed cognition. In G. Salomon (Eds.), *Distributed Cognitions: Psychological and Educational Considerations* (pp. 1-46). Cambridge University Press.
- Dobie, T. E., & Sherin, M. G. (2020). What's in a name? Language use as a mirror into your teaching practice. *Mathematics Teacher: Learning and Teaching Pre K-12*, 113(5), 354-360. <https://doi.org/10.5951/mtlt.2019.0296>

- Dobie, T. E., & Sherin, B. (2021). The language of mathematics teaching: A text mining approach to explore the zeitgeist of US mathematics education. *Educational Studies In mathematics*, 107, 159-188. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-10019-8>
- Han, C. R., Kim, H. J., & Kwon, O. N. (2018). Teacher noticing on students' reasoning of statistical variability. *Journal of the Korean School Mathematics*, 21(2), 183-206. <https://doi.org/10.30807/ksms.2018.21.2.005>
- Han, C. R., Kim, H. j., Kwon, O. N., & Lim, W. (2022). Exploring changes of mathematics teachers' noticing in a video club: Identifying turning points. *International Journal of Science and Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/s10763-022-10251-z>
- Hong, J. H., & Kim, M. J. (2018). How do changes in word frequencies over time in newspaper corpora reflect social concerns? *Language Information*, 0(27), 5-29. <https://doi.org/10.35128/rili.2018.27.1>
- Hwang, H. S., Lee, C. K., Jang, H. K., & Kang, D. H. (2018). Word embedding using relative position information between words. *Journal of KIISE*, 45(9), 943-949. <https://doi.org/10.5626/JOK.2018.45.9.943>
- Hwang, J. N., & Pang, J. S. (2020). An analysis of domestic and international research trends of mathematical reasoning through topic modeling. *The Journal of educational research in mathematics*, 30(4), 625-648. <https://doi.org/10.29275/jerm.2020.11.30.4.625>
- Huh, J. Y. (2018). Korean language clustering technique using Word2Vec. *The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, 18(5), 25-30. <https://doi.org/10.7236/JIIBC.2018.18.5.25>
- Jin, M. R., & Ko, H. K. (2019). Analysis of trends in mathematics education research using text mining. *Communications of Mathematical Education*, 33(3), 275-294. <https://doi.org/10.7468/jksmee.2019.33.3.275>
- Kang, H. S., & Yang, J. H. (2019). Analyzing semantic relations of word vectors trained by the Word2vec model. *Journal of KIISE*, 46(10), 1088-1093. <https://doi.org/10.5626/JOK.2019.46.10.1088>
- Kim, H. J. (2022). Pre-service mathematics teachers' noticing competency: Focusing on teaching for robust understanding of mathematics. *The Mathematical Education*, 61(2), 339-357. <https://doi.org/10.7468/mathedu.2022.61.2.339>
- Kim, H. J. (2020). Teacher planning sessions as professional opportunities to learn: An elementary mathematics teacher's re-conceptualization of instructional triangles. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18, 1207-1227. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-10019-y>
- Kim, H. J., & Cho, H. M. (2021a). Identifying and documenting Korean middle school mathematics classroom practices. In C. Mesiti, M. Artigue, H. Hollingsworth, Y. Cao, & D. J. Clarke (Eds.), *Teachers Talking about Their Classrooms: Learning from the Professional Lexicons of Mathematics Teachers around the World* (pp. 285-297). Routledge.
- Kim, H. j., & Cho, H. M. (2021b). Korean lexicon. In C. Mesiti, M. Artigue, H. Hollingsworth, Y. Cao, & D. J. Clarke (Eds.), *Teachers talking about their classrooms: Learning from the Professional lexicons of mathematics teachers around the world* (pp. 298-332). Routledge.
- Kim, M. H. (2004). A study on the characteristics of spoken and written Korean. *Korean Language Research*, (15), 23-73.
- Lee, H. J., & Kim, H. J. (2022). Learning from noticing: Elementary mathematics preservice teachers' noticing and responsiveness on lesson modification. *Educational Studies*. <https://doi.org/10.1080/03055698.2022.2031893>
- Lee, K. H. (2010). Searching for Korean perspective on mathematics education through discussion on mathematical modeling. *Journal of Educational Research in Mathematics*, 20(3), 221-239.
- Levinson, S. C. (2003). *Space in language and cognition: Explorations in cognitive diversity*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511613609>
- Mesiti, C., Artigue, M., Hollingsworth, H., Cao, Y., & Clarke, D. J. (2021). *Teachers talking about their classrooms: Learning from the Professional lexicons of mathematics teachers around the world*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429355622>
- Mesiti, C., Artigue, M., Grau, V., & Novatná, J. (2022). Towards an international lexicon. *ZDM-Mathematics Education*, 54, 239-255. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01349-3>
- Michel, J. B., Shen, Y. K., Aiden, A. P., Veres, A., Gray, M. K., Pickett, J. P., Hoiberg, D., Clancy, D., Norvig, P., Orwant, J., Pinker, S., Nowak, M. A., & Aiden, E. L. (2011). Quantitative analysis of culture using millions of digitized books. *Science*, 331(6014), 176-182. <https://doi.org/10.1126/science.1199644>
- Milewski, A., & Strickland, S. (2016). (Toward) Developing a common language for describing instructional practices of responding: A teacher-generated framework. *Mathematics Teacher Educator*, 4(2), 126-144. <https://doi.org/10.5951/mathteacheduc.4.2.0126>
- Roh, D. K. (1996). *Korean Oral and Written Language*. Kukhak Archive.

- Santagata, R., Zannoni, C., & Stigler, J. (2007). The role of lesson analysis in pre-service teacher education: An empirical investigation of teacher learning from a virtual video-based field experience. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 10(2), 123-140. <https://doi.org/10.1007/s10857-007-9029-9>
- Sapir, E. (1949). *Selected writings of Edward Sapir in language, culture and personality* (G. David, Eds.). University of California Press.
- Sarkar, D. (2016). *Text analytics with python: A practical real-world approach to gaining actionable insights from your data*. Apress.
- Seoul Metropolitan Office of Education. (2018). *Policies and practices of hyukshin schools in seoul: selected writings*. Seoul Metropolitan Office of Education.
- Shin, D. J. (2020). A comparative study of domestic and international research trends of mathematics education through topic modeling. *The Mathematical Education*, 59(1), 63-80. <https://doi.org/10.7468/mathedu.2020.59.1.63>
- Silber-Varod, V., Eshet-Alkalai, Y., & Geri, N. (2016). Culturomics: Reflections on the potential of big data discourse analysis methods for identifying research trends. *The Online Journal of Applied Knowledge Management*, 4(1), 82-98. [https://doi.org/10.36965/OJAKM.2016.4\(1\)82-98](https://doi.org/10.36965/OJAKM.2016.4(1)82-98)
- Son, T. K., & Hwang, S. H. (2020). An analysis of domestic and international research trends of assessment in mathematics education using topic modeling. *The Journal of Educational Research in Mathematics*, 30(4), 601-624. <https://doi.org/10.29275/jerm.2020.11.30.4.601>
- Son, T. K., & Hwang, S. H. (2021). Analysis of the research trends of domestic elementary mathematics education using topic modeling. *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*, 25(1), 61-80.
- Son, T. K., & Lee, K. H. (2020). An analysis of domestic research trends of mathematics curriculum research through topic modeling: Focused on domestic journals published from 1997 to 2019. *The Mathematical Education*, 59(3), 201-216. <https://doi.org/10.7468/mathedu.2020.59.3.201>
- Son, B. Y., & Ko, H. K. (2018). The frequency analysis of teacher's emotional response in mathematics class. *Communications of Mathematical Education*, 32(4), 555-573. <https://doi.org/10.7468/jksmee.2018.32.4.555>
- Son, W. J. (2012). *Learning communities*. Haenaem Publish.
- Stigler, J. W., & Hiebert, J. (1999). *The teaching gap: Best ideas from the world's teachers for improving education in the classroom*. The Free Press.
- Sun, H. S., Lee, Y. S., & Lim, C. W. (2021). Understanding the semantic change of Hangeul using word embedding. *The Korean Journal of Applied Statistics*, 34(3), 295-308. <https://doi.org/10.5351/KJAS.2021.34.3.295>
- Sung, Y. K., & Lee, Y. M. (2018). Politics and the practice of school change: The hyukshin school movement in South Korea. *Curriculum Inquiry*, 48(2), 238-252. <https://doi.org/10.1080/03626784.2018.1435976>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes* (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman, Eds.). Harvard University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctvjf9vz4>
- Vygotsky, L. S. (1987). Thinking and speech. In R. W. Rieber, & A. S. Carton (Eds.), *The collected works of Lev Vygotsky (Vol. 1): Problems of General Psychology* (pp. 39-285). Plenum Press. (Original Work Published 1934)
- Yoon, T. Y., & Lee, S. A. (2018). *Analyzing text using python*. Neulbom.