

RESEARCH ARTICLE

A Study on the Expression of Core Competencies in the Mathematics Curriculum Using Semantic Network Analysis

Sungmoon Kim¹ · Kwang-Ho Lee^{2*}¹Chang Pyeong High School²Korea National University of Education

언어네트워크분석을 이용한 수학과 교육과정의 핵심역량 발현 연구

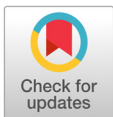
김성문¹ · 이광호^{2*}¹창평고등학교 · ²한국교원대학교

*Corresponding Author: paransol@knue.ac.kr

ABSTRACT

This study dealt with the core competencies and the relationship between these core competencies that are important in the math curriculum after the 7th mathematics curriculum through text mining analysis as semantic network analysis. As a result of the analysis focusing on the 2015 revised mathematics curriculum, 4 core competency keywords and 6 keywords with high frequency were combined to compare the difference in frequency and the relationship in mathematics curriculum after the 7th mathematics curriculum. In particular, the analysis was conducted focusing on the keywords of problem-solving, which showed a high frequency in the four mathematics curriculum, and focusing on the status of problem-solving in each curriculum and the relationship between problem-solving. Compared with other curriculum, it was found that the relationship between 'problem solving' and 'evaluation' was much more complicated in the 2015 revised mathematics curriculum. It can be seen that the importance of evaluation as well as the importance of 'problem-solving' as a subject matter and key term is gradually recognized as important. These results suggest that continuous research and development is needed not only for 'problem solving' but also for 'evaluation' in the future curriculum composition and school field.

Key words : Mathematics curriculum, core competencies, text mining technique, semantic network analysis, frequency, problem-solving, ability



OPEN ACCESS

Brain, Digital, & Learning

2022, Vol. 12, No. 1, 17-36.

<https://doi.org/10.31216/BDL.20220002>**Received:** March 14, 2022**Revised:** March 25, 2022**Accepted:** March 26, 2022© 2022. Institute of Brain based Education,
Korea National University of 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.

Introduction

역량중심 교육패러다임은 OECD (Organization Economic Cooperation and development)에서 소개한 DeSeCo(Definition and Selection Of Key Competency) 프로젝트로부터 출발하였다. 역량의 개념은 직업 사회의 필요성에 의해 등장했지만, 직업 및 직무와 관련된 것에서 벗어나 미래의 복잡한 삶을 대처하기 위한 삶의 질과 관련한 논의로 발전되었으며 개인적 혹은 사회적 성공을 이루는 삶을 살기위해 도움이 되는 개인의 광범위한 범주의 필수적인 역량들의 제안이 있었다.

우리나라 교육에서 2015 개정 교육과정은 자기 관리, 지식 정보 처리, 창의적 사고, 심미적 감성, 의사소통, 공동체 역량을 핵심역량으로 제시하며 역량을 강조하기 시작했다. 교육과정에서 역량강화를 강조한 이유는 21세기 사회를 살아갈 학생들의 성공적인 삶을 위해 학교교육이 ‘무엇을 아느냐?’가 아니라 맥락 수행과 관련해 ‘무엇을 할 수 있느냐?’로 전환하는 교육의 패러다임에 대한 전환이 필요했기 때문이다(Lee et al., 2017). 이러한 교육의 패러다임의 전환에서 미래사회에 필요한 핵심역량을 우리나라 교육과정은 어느 정도 비중을 차지하고 있으며 이들 사이의 관계는 어떤 의미를 지니는지에 대한 연구는 미래 교육에 있어 반드시 필요하다 할 수 있다. 이러한 연구를 통하여 미래 교육에서의 역량에 대한 방향성을 찾는 것은 교육의 발전에 의의가 있다 할 것이다.

우리나라 교육과정의 흐름 속에서 나타나는 교육과정의 방대한 자료를 분석하는데 기존의 방법으로는 많은 시간과 노력이 소요될 뿐 아니라 이면의 정보 탐색 및 도출이 용이하지 않다. 이렇게 방대한 자료들을 종합하여 필요한 정보를 찾기 위해 새로운 방법들을 시도할 시기에 놓였다(Park, 2017). 언어 네트워크 분석법은 그러한 새로운 방법들 중 하나로 통계적인 접근을 통하여 각 교육과정에서 핵심어가 가지고 있는 빈도의 정도 및 교육과정 간 핵심어 사이의 빈도 정도, 그리고 그 핵심어들 간의 연결성과 그 연결성으로 인한 영향력의 관계를 파악하고 이를 시각화함으로써 추출한 데이터가 보여주는 의미를 도출하는 데 유용하다(Kim et al., 2016).

또한 언어 네트워크 분석법은 기록학, 과학교육, 비교 교육연구 등 다양한 분야에서 사용되고 있으며, 단어 빈도 분석을 이용한 양적 분석뿐 아니라 단어들 사이의 의미 연결을 통한 의미 구조도 파악할 수 있어, 많은 선행 연구들의 객관성 및 정확성을 확보하는데 유용하게 사용되고 있다(Cho, 2011; Lee & Ha, 2012; Shin & Lee, 2015; Song, 2016). 언어 네트워크 분석법은 핵심 단어들 사이에 나타나는 네트워크를 분석하여, 단어가 지니는 심층적 구조를 파악하여 특정 단어와 함께 쓰이는 단어들을 하나의 연결선으로 나타내어 단어 사이의 관계를 네트워크 형태로 보여주는데 필수적이다. 이 방법은 문서를 평면적으로 보았을 때는 잘 드러나지 않는 구조적 관계를 시각적으로 보여주는 방법으로, 최근 교육과정 문서를 분석하는데도 활용되고 있다(Lee, 2020). 이러한 분석법을 이용하여 교육과정에서 역량발현이 어떻게 이루어지고 있는지와 그 역량 간의 연결성이 어떻게 이루어지고 있는지 알아보고자 한다.

본 연구에서는 2015 개정 수학과 교육과정에서 제시한 6가지 교과역량이 7차 교육과정 이후의 각 수학과 교육과정에서 어느 정도의 비중과 영향력을 나타내고 있는지 알아보고 이들 사이의 관련성을 분석하여, 이에 대한 추세의 변화를 통하여, 각 수학과 교육과정에서 6가지 교과역량의 중요도와 연계성이 어떻게 변화가 되었는지 파악하고자 한다. 또한, 7차 교육과정 이래로 각 수학과 교육과정이 개정될 때마다 중요하게 다루고 있는 문제해결이 각 수학과 교육과정에서는 어떻게 반영되고 있으며, 어느 정도 비중을 차지하고 있는

지 각 수학과 교육과정 간 비교를 통하여, 계속 강조 혹은 약화되고 있는지에 대한 의미를 파악하여 각 수학과 교육과정에서 문제 해결과 교과역량들 사이에서 어떠한 관련성이 있으며 이를 통해 향후 수학과 교육과정 개발을 위한 시사점 및 방향성을 제시하고자 한다.

Theoretical Background

Core Competencies

OECD에서 제시한 역량을 바탕으로 호주는 국가 교육과정 체계로 변화를 도모하며 일반 역량을 도입하였다. 일반역량은 교육과정에서 제시한 교과내용 및 범교과적 내용을 나타내는 개념으로서, 지식, 기술, 행동 및 기질을 포함하며, 일반 역량으로는 문해력, 수리력, ICT 능력, 비판적/창의적 사고, 개인적/사회적 능력, 윤리적 이해, 상호문화 이해의 7가지를 제시하고 있다. 또한, 총론에서 제시한 7가지의 역량이 모든 교과에서 포함되도록 각론에서 구체적으로 제시하고 있다. 다음으로, 핀란드에서는 국가주도 핵심 교육과정의 공통 역량으로 사고와 학습 능력, 문화적 역량 및 상호작용과 자기표현, 자기 자신과 생활의 관리, 멀티리터러시, ICT 역량, 직업 생활 역량 및 기업가 정신, 참여 및 소속 & 지속가능한 미래 구축이라는 7가지를 제시함으로써, 개인의 성장 및 미래사회를 준비하는 교육에 힘쓰고 있다(Lee et al., 2017).

우리나라 2015 개정 교육과정은 국가 교육과정에서 추구하는 6가지 핵심역량을 총론차원에서 제시하고 교과별로 교과역량을 각각 제시하고 있다. 총론에서는 핵심역량으로 자기관리 역량, 지식 정보처리 역량, 창의적 사고 역량, 심미적 감성 역량, 의사소통 역량, 공동체 역량의 6가지를 제시하고 있는 반면에, 수학교과에서는 문제해결, 추론, 창의융합, 의사소통, 정보 처리, 태도 및 실천이라는 6가지 교과역량을 제시하고 있다. 교과 역량 함양을 위해 2015 개정 수학과 교육과정에서는 수학교과와 성격을 분리하여 수학 교과 역량 함양을 통해 미래에 어떤 사람으로 성장하기를 기대하는지에 대해 기술하고 있다. 6가지 수학 교과 역량은 특히 중학교까지 학습한 수학이 고등학교 및 여러 고등학문에 기초가 되고 창의적인 융합 인재를 육성하기 위한 기반이 되므로 더욱 강조하여 길러야 할 것이다(Lee et al., 2017).

Semantic Network Analysis Method

언어 네트워크 분석법은 수기로 분석하는 전통적인 분석 방법이 가지고 있는 단점인 시간 및 비용의 문제를 줄일 수 있어 많은 양의 데이터를 분석하는데 효과적이다. 또한 연구의 객관성 및 신뢰성을 확보할 수 있다는 점에서 주목받고 있다(Shin, 2020). 언어 네트워크 분석법은 단어들 간의 관계를 구조적으로 파악하여 그 의미를 이해하는 연구 방법이다(Lee & Ha, 2012; Wassetman & Faust, 1994). 이 방법은 개념과 개념 사이의 연결 및 관계를 분석한 후 이를 시각적으로 제시하여 추상적 의미 구조를 구체화하는 것이다(Kim & Kim, 2018). 또한, 언어 네트워크 분석법을 통하여 개념의 빈도 분석 및 개념 간의 관계성, 그 관계의 강도까지 파악할 수 있다(Han, 2003). 즉, 특정 단어가 얼마만큼 많이 등장하고, 그 단어들의 연결 관계를 통해 서로 어떤 역할과 기여를 하는지 그리고 어떤 패턴으로 구성되고 배열되는지를 파악할 수 있다(Barnett & Woelfel, 1988).

이 방법은 단어들 간에 연결된 핵심어를 노드(Node)라 하고 이들 사이의 관계를 연결선으로 표시함으로써 구축되는 네트워크를 통해 단어가 담고 있는 의미를 해석하는데 초점을 두고 있다(Park & Jung, 2013). 단어가 텍스트 내에서 갖는 의미가 클수록 노드는 크게 나타나고, 단어들 사이의 상호 연결 강도가 클수록 단어들을 연결한 선의 굵기도 굵어진다(Lee, 2016). 이는 개별 노드가 지니는 속성에 국한하던 기존의 단점을 극복하고 각 단어들 간의 연결선이라는 것에 주목한 것으로 노드와 연결선의 데이터를 모두 통합적으로 얻을 수 있는 장점을 가진다(Lee et al., 2015).

이에 본 연구에서는 7차 이후의 각 수학과 교육과정 해설서에 제시된 단어들의 빈도수와 이들 사이의 연결성을 바탕으로 2015 개정 수학과 교육과정에서 강조하는 교과역량들의 관련성을 비교 분석하는데 초점을 두었다. 또한 개념의 범주나 개수와 같은 노드의 단순 비교뿐만 아니라, 이들 사이의 관계가 어떻게 연결되어 있는지 분석하는데도 초점을 두었다.

Research Methods

Research Procedure

본 연구는 먼저 OECD 및 주요 선진국에서 제시한 역량을 바탕으로 역량들의 관계를 파악하는 연구목표를 설정하였다. 다음은 7차 수학과 교육과정 이래로 2015 개정 수학과 교육과정까지의 해설서를 중심으로 자료를 수집하였다. 수집한 자료는 4개의 수학과 교육과정 해설서에 있는 대용량의 정형화된 텍스트 집합을 텍스트 마이닝 분석의 표본으로 설정하여 텍스트를 수집하였으며 이때 정리된 문장을 텍스트 파일로 최종 변환하여 1차 자료처리를 하였다. 2차 자료 처리는 동일한 의미를 내포하지만 서술 방식에 따라 표현이 다르게 사용된 단어들을 통일화하였으며 교육과정에 관련된 교과역량과는 무관한 수학 용어 및 수학과 관련된 단일명칭을 제외하는 용어의 정제화를 실시하였다. 자료의 시각화 및 분석에 대한 시각화 작업을 위한 기준으로 윈도우 사이즈는 70으로 하였으며 연결선의 빈도는 70으로 설정하였다. 시각화 과정에서 빈도수 정도를 노드의 크기와 노드의 모양(□, △, ♥, ○)으로 표시하였으며 노드와 노드 사이의 관계도를 실선과 점선으로 표시 하였다. 최종적으로 언어 네트워크 분석법을 통하여 시사점을 도출하였다.

Table 1. Research procedure

Research goal	Research goal setting
Data collection	Commentary on the competency of the curriculum
Data processing 1	Sample setting of text set and conversion to text file
Data procession 2	Unification and refinement of the text
Visualization criteria	Window size: 70, Link Frequency Threshold: 70)
Expression	Size and shape(□, △, ♥, ○) of the node, solid and dotted lines
Result	Implications through semiotic network analysis

Data Collection

본 연구는 Table 2와 같이 7차 수학과 교육과정부터 2015 개정 수학과 교육과정까지의 해설서를 바탕으로 주 분석 대상과 하위 분석 대상을 선정하여 4개의 수학과 교육과정 해설서에 명시된 핵심단어를 노드로 하여 분석을 실시하였다. 주 분석 대상으로는 2015 개정 수학과 교육과정 해설서를 기준으로 성격, 목표, 내용 체계 및 성취기준, 교수·학습 및 평가의 방향에 초점을 맞추었으며, 덧붙여 추구하는 인간상, 학교·급별 교육목표, 내용의 영역과 기준, 내용을 추가적으로 주 분석 대상으로 하였다. 더불어, 각 수학과 교육과정에서 중요하게 다루고 있는 핵심 용어까지 분석을 함으로써, 각각의 용어들이 각각의 수학과 교육과정에서 어느 정도 중요도를 가지고 있는지와 각 용어들 사이의 관계를 분석하였다. 이를 통해 각 수학과 교육과정에서 2015 개정 수학과 교육과정이 말하는 6가지 교과역량들 사이의 관계에서 가지는 의미가 어떠한지, 그리고 4개의 수학과 교육과정 사이에서 2015 개정 수학과 교육과정에서 제시하는 6가지 교과역량이 어떻게 변화가 되었는지를 통하여, 미래의 교육과정에서 중요하게 다루는 의미를 찾는데 의의를 갖는다.

Table 2. Analysis target

	Main analysis target	Sub-analysis target
7 th Curriculum	Character, goal, content, teaching and learning method, assessment	Content, Content area (Content, terms and symbols, instructional guidance, intensive course)
2007 Revised Curriculum	Character, goal, content, teaching and learning method, assessment	Content system, content (terms and symbols, guidelines of teaching and learning)
2009 Revised Curriculum	Humanity, educational goal by school and grade, object, the scope and standards	Content system, content, achievement standards (terms and symbols, teaching and learning precautions, assessment methods and precautions)
2015 Revised Curriculum	Character, goal, content and criteria of achievement, direction of teaching learning and assessment	Content system, achievement standards (learning elements, teaching/learning methods and)

본 연구에서 중점적으로 다루고자 하는 역량은 2015 개정 수학과 교육과정에서 강조하는 6가지 교과역량 즉 ‘문제해결’, ‘의사소통’, ‘추론’, ‘창의융합’, ‘정보처리’, ‘태도 및 실천’을 중심으로 Table 3과 같이 진행하였다. 연구를 위한 핵심어는 6가지 교과역량을 기본으로 구성하였으며 ‘창의융합’은 ‘창의’와 ‘융합’이 별개의 의미를 가지기에 서로 구분하였으며 타 수학과 교육과정과의 연관성을 고려하여 ‘창의’를 핵심어로 선정하였다. 더불어, 융합은 창의와 별개로 하나의 노드로 구분하여 분석하였다. 또한, 각 핵심어에 대한 하위요소의 구성은 2015 개정 수학과 교육과정을 기준으로 설정하고 동일한 의미를 갖는 노드는 같은 범주의 하위요소로 분류하는 여러 번의 분석 작업을 통해 Table 3과 같이 하위요소를 구성하였다.

Table 3. Sub-components of core competencies

Key words	Sub-components of categories
Problem Solving	Problem Solving, Problem, Solving
Communication	Communication
Reasoning	Reasoning, Guess, Suppose, Reduction, induction
Creative	Creative
Information Processing	Information Processing, technology
Attitude and Practice	Attitude and Practice, Value

Analysis Method

자료 분석은 CYRAM NetMiner 4를 이용하여 진행하였다. 첫째, 4개의 수학과 교육과정 해설서에 제시하는 대용량의 정형화된 텍스트 집합을 텍스트 마이닝 분석의 표본으로 설정하고, 이렇게 수집 및 정리된 문장을 텍스트(.txt)파일로 최종 변환하였다. 둘째, 동일한 의미를 내포하지만 서술 방식에 따라 표현이 다르게 사용된 단어에 한하여 용어를 통일하였다. 또한, 빈도수가 많이 나오지만 수학과 교육과정에 관련된 교과역량과는 무관한 수학 용어 및 수학과 관련된 단위명에 대해서는 제외함으로써 정제화 작업을 실시하였다. 셋째, 분석에 대한 시각화 작업을 실시하였다. 이를 위해서, 먼저 자료를 분석하는 과정에서 분석의 타당성을 높이고자 Window Size는 70, 연결선 빈도(Link Frequency Threshold)는 70으로 설정함으로써, 분석의 시각화 및 타당성을 높이는데 도모하였다. Kim & Kim (2018)에 의하면, 여러 번의 분석을 시행하여, Link Frequency ≥ 10 이고, Window Size와 Link Frequency 값이 동일할 때, 효율적임을 제시하였다. Husari et al. (2018)에 의하면, Window Size가 25-30일 때 임계값이 가장 높은 수치를 보였지만, 30이상이라고 급격히 낮아지는 수치를 보이지는 않았다. 본 연구는 분석에 대한 타당도를 높이기 위하여, Link Frequency와 Window Size가 동일한 값으로 30이상인 수치부터 10단위씩 올려서 결과를 도출하기에 용이한 분석 자료의 수치인 70을 Link Frequency와 Window Size로 정했다. 여기서 Window Size란 단어 간 인접관계를 설정하기 위한 대상범위를 말하는 것으로, 설정된 윈도우 사이즈 범위 내의 단어 사이에 링크가 부여되는데, 연달아 등장하는 단어끼리만 링크를 생성할지, 혹은 멀리 등장한 단어까지 링크를 생성할지를 결정하는 기준을 말하며, 단어와 단어가 출현하는 범위, 즉 창 의 수를 설정하는 것이다. 연결선 빈도는 생성되는 단어와 단어의 반복횟수를 말한다(Kim & Kim, 2018). 넷째, 시각화과정에서 노드의 크기를 통하여, 빈도수 정도를 표시하였으며, 노드의 모양을 □, △, ♡, ○와 같이 표시함으로써, 다른 수학과 교육과정에서도 노출이 되었는지와 각 수학과 교육과정 간에 의미를 파악하는데 초점을 두었다. 또한, 링크를 실선과 점선으로 표시함과 동시에 선의 굵기에 대한 정도의 차이를 통하여, 노드와 노드 사이의 관계를 파악하는데 초점을 두었다.

Fig. 1 ~ 4를 보면, 각 수학과 교육과정에 대하여 빈도수가 어느 정도 나타났는지에 대하여 CYRAM NetMiner 4를 이용하여, 크기와 연결선으로 각 수학과 교육과정에 대한 4개의 그림으로 나타내었으며, 이를 분석한 결과를 표로 정리하였다. Fig. 1 ~ 4의 경우 빈도수에 대하여 4개 도형으로 나타내었고(□: 빈도수 4개, △: 빈도수 3개, ♡: 빈도수 2개, ○: 빈도수 1개), 이를 바탕으로 4개의 수학과 교육과정에 나타난 ‘문제해결’, ‘능력’, ‘학습’, ‘평가’에 대하여 Table 5와 같이 각 수학과 교육과정에 대한 연구를 분석하였다.

Table 6에서와 같이 각 수학과 교육과정에서 나타난 ‘문제해결’에 대하여 어떠한 관련성이 있는지에 대한 연구를 다음과 같이 진행하였다. 이를 위해, 2015 개정 수학과 교육과정으로부터 빈도수, 관련성 정도, 타고 교육과정과의 빈도수 정도를 바탕으로 문제해결과 긴밀한 관련성이 있는 핵심 용어를 바탕으로 다음과 같이 4가지 사항에 대해서 관계성을 연구하였다. 첫째, ‘문제해결’ & ‘추론’ 사이의 관계(빨강선), 둘째 ‘문제해결’ & ‘능력(녹색선)’, 셋째 ‘문제해결’ & ‘평가(파랑선)’, 넷째 ‘문제해결’ & ‘학습(노랑선)’ 사이의 관계에 대한 4가지 사항에 대해서 연구를 진행하였다. 특히 Fig. 4와 같이 직접적인 관련성은 실선으로 표시하였으며, 간접적인 관련성은 점선으로 표시하였고, 각 항목에 대해서 영향력이 어느 정도 미치는지에 대하여 Table 8과 같이 화살표로 표시함으로써 방향성에 대한 고려와 개수가 많을수록 상대적으로 많은 영향을 미침을 나타내었다.

23

Fig. 2. Connections of components on 2015 revised curriculum

2007 개정 수학과 교육과정에서는 Fig. 3과 같이 ‘문제해결’, ‘능력’, 그리고 ‘과정’이 노드를 이루고 있으며 역시 ‘문제해결’이 연결의 가장 중심에 있다. 2007 개정 수학과 교육과정에서는 연결성이 더 단순함을 알 수 있다.

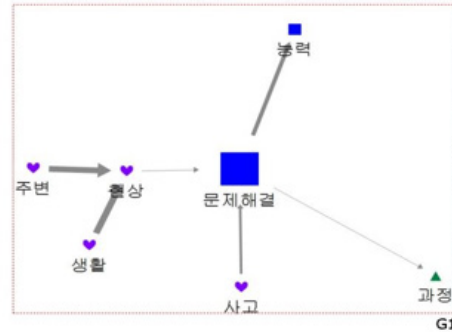


Fig. 3. Connections of components on 2007 revised curriculum

7차 수학과 교육과정에서는 Fig. 4와 같이 ‘문제해결’, ‘능력’, 그리고 ‘과정’이 노드를 이루고 있다. 7차 교육과정에서도 다른 교육과정과 마찬가지로 ‘문제해결’이 연결의 가장 중심에 있다.

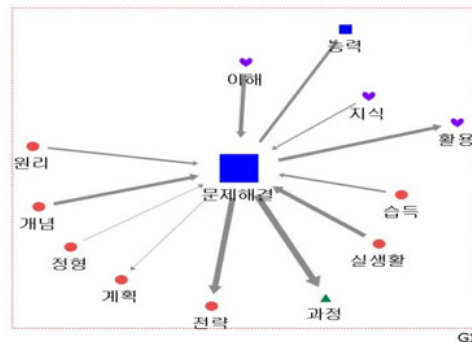


Fig. 4. Connections of components on 7th curriculum

이러한 결과를 통해 알 수 있는 사실은 첫째, 2015 개정 수학과 교육과정에서 □로 표시된 ‘문제해결’의 경우, 7차 수학과 교육과정부터 4개의 수학과 교육과정에서 모두 나타남을 알 수 있다. 또한, □로 표시된 ‘능력’의 경우도 4개의 교육과정에서 모두 나타났으나, 각 교육과정마다 ‘문제해결’에 비해 빈도수는 적게 나타났다. ‘능력’과 ‘문제해결’이라는 요소의 관련성을 7차 수학과 교육과정부터 2015 개정 수학과 교육과정까지 시간의 흐름에 따라 살펴보면, 7차 수학과 교육과정에서는 ‘능력’이 ‘문제해결’에 영향을 미치는 여러 요소 중의 하나인 특징을 가지고 있었다. 그러던 것이 2007 개정 수학과 교육과정에서는 7차 교육과정과 비교해서 ‘문제해결’에 영향을 미치는 요소가 ‘능력’을 포함하여 몇 개의 요소로 압축됨을 알 수 있다. 덧붙여, 2009 개정 수학과 교육과정에서는 ‘학습’이 ‘문제해결’처럼 중심화 되어서 ‘능력’이라는 요소처럼 ‘문제해결’에 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 2015 개정 수학과 교육과정에서는 ‘능력’이 ‘문제해결’에 직접적으로 영향을 끼칠 뿐만 아니라, ‘이해’, ‘지식’, ‘기능’, ‘경험’을 통하여 간접적으로도 ‘문제해결’에 영향을 미침을 알 수 있다. 이처럼 7차 수학과 교육과정부터 2015 개정 수학과 교육과정까지 ‘능력’이 ‘문제해결’에 지속적인 영향을 미쳤으나, 점점 분화되어 ‘능력’이 여러 요소와의 유기적인 관련성을 가지면서 ‘문제해결’에 영향을 미침을 확인할 수 있다.

둘째, 2015 개정 수학과 교육과정에서 ‘문제해결’과 ‘평가’ 사이의 관련성을 살펴보면, 타 교육과정에서는 관련성이 제시되지 않거나 혹은 연관성이 나타나지 않았지만, 2015 개정 수학과 교육과정에서는 그물처럼 다양하게 얽혀져 있었다. 더욱이, 2015 개정 수학과 교육과정에서는 ‘문제해결’과 ‘평가’ 사이의 연결고리로 ‘과정’, ‘활용’, ‘학생과 능력’, ‘학습과 능력’이라는 요인이 제시되고 있다. 2009 개정 수학과 교육과정에서는 ‘문제해결’과 ‘평가’ 사이에 직접적인 관련성은 보이지 않았지만, ‘학습’과 ‘방법’이라는 두 요소가 연결의 핵심요인으로 나타났다. 2009 개정 수학과 교육과정에서는 ‘평가’에서 ‘학습’, 그리고 ‘방법’을 거쳐 ‘문제해결’로 가는 선형적인 특징을 가지고 있으나, 2015 개정 수학과 교육과정에서는 ‘학습’과 ‘평가’가 ‘능력’은 물론 ‘학생’, ‘활용’ 그리고 ‘과정’을 통하여 ‘문제해결’에 영향을 미치는 순환적인 특징을 보이고 있다. 이런 점에서 2015 개정 수학과 교육과정은 2009 개정 수학과 교육과정에 비해서 ‘문제해결’이라는 하나의 요소만을 중시되는 것에서 벗어나, ‘문제해결’을 중심으로 ‘학습’과 ‘평가’도 ‘문제해결’ 만큼 그 중요성을 보이고 있으며, 여러 요소들과 관련하여 ‘문제해결’이 유기적인 연결과 순환적인 구조를 가지고 있음을 확인할 수 있다. 2007 개정 수학과 교육과정과 7차 수학과 교육과정에서는 ‘평가’가 두드러지게 나타나는 요소로 제시되지 않아서, ‘문제해결’과 ‘평가’ 사이의 관련성은 보이지 않았으나, ‘문제해결’을 중심으로 다양한 요소들이 골고루 분포해 있는 형상을 보였다.

Table 4에서 ‘문제해결’, ‘능력’은 4개의 수학과 교육과정에서 모두 다 나타났고, ‘과정’은 3개의 수학과 교육과정에서만 나타났다. 특히, ‘문제해결’, ‘능력’, ‘과정’은 2015 개정 수학과 교육과정에서 모두 나타났다. ‘교수’, ‘방법’, ‘사고’, ‘생활’, ‘이해’, ‘주변’, ‘지식’, ‘평가’, ‘학생’, ‘학습’, ‘활용’, ‘현상’은 2개의 수학과 교육과정에서 나타났다. 특히, ‘교수’, ‘방법’, ‘평가’, ‘학생’, ‘학습’은 2015 개정 수학과 교육과정과 2009 개정 수학과 교육과정에서 모두 나타났으며, ‘이해’, ‘지식’, ‘활용’은 2015 개정 수학과 교육과정과 7차 수학과 교육과정에서 모두 나타났다. 또한, ‘사고’, ‘생활’, ‘주변’, ‘현상’은 2009 개정 수학과 교육과정과 2007 개정 수학과 교육과정에서 모두 나타났다.

Table 4. Key words expression by each curriculum

Key words	Frequency	2015 Revised Curriculum	2009 Revised Curriculum	2007 Revised Curriculum	7 th Curriculum
Problem Solving	4	○	○	○	○
Ability	4	○	○	○	○
Processing	3	○		○	○
Teaching	2	○	○		
Method	2	○	○		
Thought	2		○	○	
Living	2		○	○	
Understanding	2	○			○
Around	2		○	○	
Knowledge	2	○			○
Evaluation	2	○	○		
Student	2	○	○		
Learning	2	○	○		
Utility	2	○			○
Phenomenon	2		○	○	

Analysis in Property of Node and Link between Curriculums

4개의 수학과 교육과정에서 제시된 노드 및 연결선에 대하여 특성을 조사하여, 교육과정 간 핵심용어의 빈도수 및 연결강도 등을 비교하고자 Appendix의 Ref. 1과 같이 도식화하였다.

첫째, Table 5에서 ‘문제해결’에 대한 용어의 측면을 보면, 2007 개정 수학과 교육과정을 시작으로 2009 개정 수학과 교육과정, 2015 개정 수학과 교육과정으로 갈수록 ‘문제해결’과 ‘능력’ 사이의 관련성은 계속 중요하게 다루어졌다. 또한, ‘문제해결’과 ‘과정’ 사이의 관련성도 7차 수학과 교육과정에서 중요하게 다루고 있다가 2007 개정 수학과 교육과정에서는 관련성이 주춤함을 보였으나, 2015 개정 수학과 교육과정에서 다시 크게 부각되고 있음을 알 수 있다. 마지막으로 ‘문제해결’과 ‘추론’ 사이의 관련성도 2015 개정 수학과 교육과정에서 높은 관련성을 보이고 있음을 알 수 있다. 이처럼 타 수학과 교육과정과 비교해 볼 때, 2015 개정 수학과 교육과정에서 문제해결에 대한 영향력과 이와 관련된 측면에서 문제해결에 대한 영향력이 점점 더 높아지고 있음을 알 수 있다. 또한, 타 수학과 교육과정에 비해 문제해결에 대한 노드의 특성을 보면 7차 수학과 교육과정에서 가장 두드러지게 나타났으나, 이에 못지않게 2015 개정 수학과 교육과정에서도 큰 영향력을 보이고 있다.

Lim & Jang (2016)에 따라 본 연구의 연결선 특성을 연결 중심성으로 나타냄으로서, 네트워크 관계 속에서 중심이 되는 하나의 노드가 다른 노드와 연결되어 있는 링크의 수로 나타났으며, 본 연구에서 제시한 노드 특성을 위세 중심성으로 제시함으로서 네트워크 관계 안의 노드들이 또 다른 노드에 영향을 끼치는 연쇄 과정 속에서 첫째 노드의 영향력이 가장 높고 각각의 노드들에 상대적인 수치를 부여하여 네트워크 관계 속의 기능과 공헌도 정도를 파악하는 척도로 제시하였다.

Table 5. Property of node and link related to problem solving

	7 th Curriculum	2007 Revised Curriculum	2009 Revised Curriculum	2015 Revised Curriculum,
Problem Solving × Problem Solving	511	297	276	480
Problem Solving × Reasoning	-	-	-	158
Reasoning × Problem Solving	-	-	-	-
Problem Solving × Ability	-	82	96	256
Ability × Problem Solving	89	-	96	-
Problem Solving × Evaluation	-	-	-	-
Evaluation × Problem Solving	93	-	-	-
Problem Solving × Learning	-	-	-	-
Learning × Problem Solving	-	-	-	-
Problem Solving × Processing	165	70	-	140
Processing × Problem Solving	-	-	-	-

둘째, Table 6에서 ‘문제해결’에 영향을 미치는 요인으로 ‘이해’와 ‘지식’을 7차 수학과 교육과정과 2015 개정 수학과 교육과정에서 비교해보면, 7차 수학과 교육과정에 비해 2015 개정 수학과 교육과정에서 2개의 요인이 ‘문제해결’에 미치는 영향이 더 크다는 것을 알 수 있다.

셋째, Table 7에서 ‘학습’이 ‘평가’와 ‘방법’에 미치는 영향을 2009 개정 수학과 교육과정과 2015 개정 수학과 교육과정을 비교해보면, 2015 개정 수학과 교육과정에서 영향력이 더 큼을 알 수 있다. 또한, Fig. 1~4에서 연결선의 굵기 정도를 통하여 2009 개정 수학과 교육과정에서 ‘학습’에 지대한 영향을 미치는 요인으로 ‘교수’와 ‘학생’이 있음을 확인할 수 있으며, 이 영향력이 결국에는 ‘평가’와 ‘방법’에 영향을 주고 있음을 알 수 있다.

Table 6. Property of node and link related to Problem solving and understanding, knowledge

	7 th Curriculum	2007 Revised Curriculum	2009 Revised Curriculum	2015 Revised Curriculum
Problem Solving × Understanding	-	-	-	-
Understanding × Problem Solving	94	-	-	125
Problem Solving × Knowledge	-	-	-	-
Knowledge × Problem Solving	83	-	-	150

Table 7. Property of node and link related to learning and evaluation, method

	7 th Curriculum	2007 Revised Curriculum	2009 Revised Curriculum	2015 Revised Curriculum
Learning × Evaluation	-	-	90	144
Evaluation × Learning	-	-	72	90
Learning × Method	-	-	90	140
Method × Learning	-	-	-	-

Analysis in Link Related to Problem Solving in Each Curriculum

Problem Solving & Reasoning

Fig. 1의 2015 개정 수학과 교육과정에서 ‘문제해결’과 ‘추론’ 사이의 직접적인 관련성을 보이고 있으나, 그 외 교육과정에서는 ‘문제해결’과 ‘추론’ 사이의 관련성을 찾을 수 없었다. 특히, 화살표의 방향과 굵기를 분석해 보면, 문제해결을 통한 추론의 신장에 초점을 두고 있음을 알 수 있다.

Problem Solving & Capability

첫째, Fig. 5의 2015 개정 수학과 교육과정에서 ‘지식’이 ‘문제해결’에 직접적 혹은 간접적으로 영향을 주어 궁극적으로 ‘능력’에 영향을 끼침을 알 수 있다. 또한, ‘문제해결’에 직접적인 영향을 끼치는 요인으로서 ‘이해’ 요인도 있음을 알 수 있다. 즉, 수학적 지식 및 이해를 통해 문제해결능력을 키울 뿐만 아니라, 수학적 지식이 기능과 경험을 통해 궁극적으로 문제해결능력을 키우는데 영향을 끼침을 알 수 있다. 더불어, 교육과정 간의 분석을 볼 때, 7차 수학과 교육과정에서도 ‘이해’와 ‘지식’이라는 2가지 요인이 ‘문제해결’에 영향을 끼침을 알 수 있다. 반면에, 2007 개정 수학과 교육과정과 2009 개정 수학과 교육과정에서는 두드러지게 나타나지 않음을 통하여 초기 교육과정인 7차 수학과 교육과정에서 중요하게 다루고 있는 이해와 지식이 2007 개정 수학과 교육과정과 2009 개정 수학과 교육과정에서는 덜 중요시 되었다고 할 수 있다. 그러나 2015 개정 수학과 교육과정에서 이에 대한 중요도를 재조명할 필요성을 통하여 다시 중요하게 다루고 있음을 알 수 있다.

둘째, 7차 수학과 교육과정, 2007 개정 수학과 교육과정과 2009 개정 수학과 교육과정에서는 ‘문제해결’과 ‘능력’ 사이에 다른 연관성의 요인이 없으나, 2015 개정 수학과 교육과정에서는 ‘문제해결’과 ‘능력’ 사이에 타 요인인 ‘지식’, ‘기능’, ‘경험’, ‘이해’가 존재함을 알 수 있다.

셋째, Table 6에서 ‘문제해결’과 ‘능력’ 사이의 연결성 특성에 대한 수치를 비교해 볼 때, 7차 수학과 교육과정, 2007 개정 수학과 교육과정, 2009 개정 수학과 교육과정, 2015 개정 수학과 교육과정으로 갈수록 ‘문제해결’과 ‘능력’ 사이의 관련성에 대한 중요도가 점점 중시되고 있다. 특히, Fig. 2~4의 7차 수학과 교육과정, 2007 개정 수학과 교육과정, 2009 개정 수학과 교육과정에서는 ‘문제해결’과 ‘능력’ 사이에 1개의 선으로만 연결됨

을 통하여 단편적임을 알 수 있지만, 2015 개정 수학과 교육과정에서는 ‘문제해결’과 ‘능력’ 사이에 ‘이해’, ‘지식, 기능, 경험’, ‘학생, 활용’, ‘학습, 평가’ 등 다양한 요소들이 혼재해 있음을 통하여 단순히 문제해결능력 뿐만 아니라, 복합적이고 다양한 요소 등이 연관되어 있음을 알 수 있다.

Problem Solving & Evaluation

‘문제해결’과 ‘평가’ 사이의 관련성을 볼 때, 7차 수학과 교육과정, 2007 개정 수학과 교육과정, 2009 개정 수학과 교육과정에서는 두드러진 관련성이 존재하지 않지만, 2015 개정 수학과 교육과정에서는 평가를 통한 문제해결능력의 신장과 이런 문제해결능력이 다시 학습을 통해 평가에 반영되고 있다. 또한, ‘문제해결’이 ‘과정’을 통해 ‘평가’에 간접적으로 영향을 미칠 뿐만 아니라, ‘문제해결’과 ‘평가’ 모두 활용성에 큰 관심을 가지고 있음을 알 수 있다. 즉, 2015 개정 수학과 교육과정은 본 연구에서 연구한 4개의 수학과 교육과정 중에서 ‘문제해결’과 ‘평가’ 사이에 직접적 혹은 간접적인 영향력이 더 크게 존재함을 알 수 있다.

Problem Solving & Learning

‘문제해결’과 ‘학습’ 사이의 연관성을 볼 때, 7차 수학과 교육과정과 2007 개정 수학과 교육과정에서는 두드러지는 연관성이 없지만, 2009 개정 수학과 교육과정에서는 ‘문제해결’과 ‘학습’ 사이에 ‘방법’이라는 요소를 통하여, 두 가지 모두 방법적인 측면에서 약간의 연관성을 보였다. 나아가 2015 개정 수학과 교육과정에서는 ‘문제해결’과 ‘학습’ 사이에 간접적인 요소로 ‘능력’, ‘활용’, ‘평가’, ‘학생, 능력’, ‘학생, 활용’, ‘학생, 평가’, ‘과정, 평가’의 요소를 제시하였다. 즉, ‘문제해결’은 ‘능력’을 통하여 ‘학습’에 영향을 미치고, 다시 ‘학습’이 ‘평가’를 통하여 ‘문제해결’에 다시 영향을 끼치는 순환적 구조를 가지고 있다. 또한, ‘문제해결’과 ‘학습’ 모두 활용에 초점을 두고 있음을 통하여, 2015 개정 수학과 교육과정은 타 수학과 교육과정에 비해 ‘문제해결’과 ‘학습’ 사이에 여러 가지 요소들이 복합적으로 혼재해 있음을 알 수 있다. 2015 개정 수학과 교육과정에서는 앞에서 언급한 Fig. 1에 덧붙여서 Fig. 5에서는 각 노드에 대한 연결성의 흐름을 동일한 색의 점선으로 나타냄으로써, ‘문제해결’과 ‘평가’사이의 흐름도, ‘이해’와 ‘지식’의 ‘문제해결’로의 흐름도, ‘학습’과 관련된 여러 핵심용어들 사이의 흐름도를 알 수 있다.

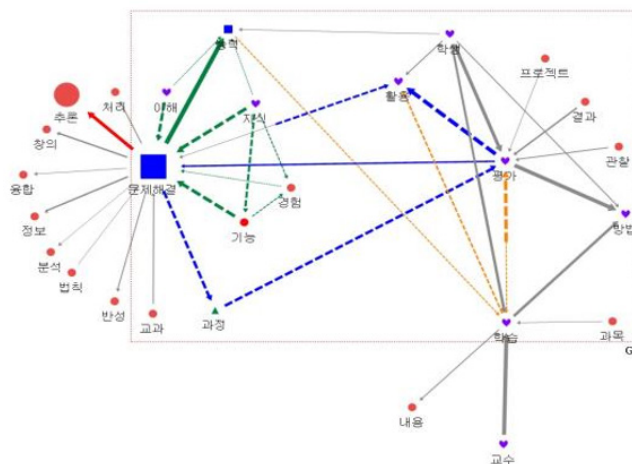


Fig. 5. Schematic diagram related to problem solving on 2015 revised curriculum

2009 개정 수학과 교육과정에서는 앞에서 언급한 Fig. 2에 덧붙여서 Fig. 6에서는 각 노드에 대한 연결성의 흐름을 동일한 색의 점선으로 나타냄으로써, ‘문제해결’과 ‘학습’사이의 흐름도를 알 수 있다.

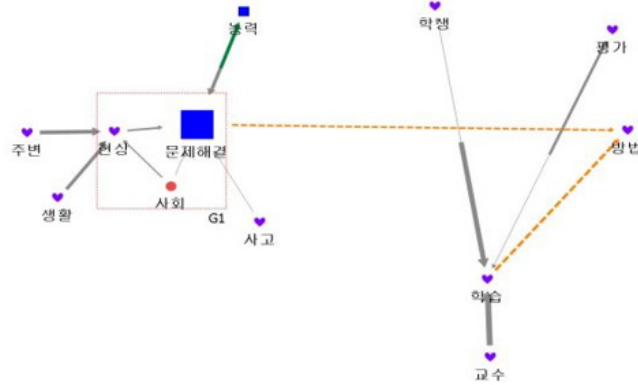


Fig. 6. Schematic diagram related to problem solving on 2009 revised curriculum

2007 개정 수학과 교육과정에서는 앞에서 언급한 Fig. 3에 덧붙여서 Fig. 7에서는 각 노드에 대한 연결성의 흐름에 대한 의미 있는 흐름도는 나타나지 않았다. 다만, 앞의 2개의 수학과 교육과정에서 제시했듯이, ‘문제해결’이 ‘능력’에 영향을 미치는 방향성은 여전히 유효하다.

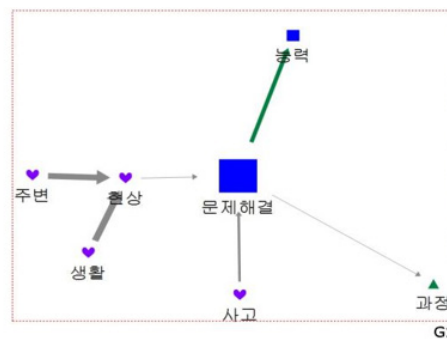


Fig. 7. Schematic diagram related to problem solving on 2007 revised curriculum

7차 수학과 교육과정에서도 앞에서 언급한 Fig. 4에 덧붙여서 Fig. 8에서도 각 노드에 대한 연결성의 흐름에 대한 의미 있는 흐름도는 나타나지 않았다. 다만, 앞의 3개의 수학과 교육과정에서 제시했듯이, ‘문제해결’이 ‘능력’에 영향을 미치는 방향성은 여전히 유효하다.

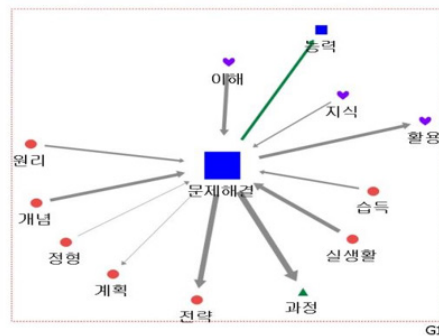


Fig. 8. Schematic diagram related to problem solving on 7th curriculum

Table 8. Analysis of link related to problem solving in each curriculum

Problem Solving	Reasoning	Ability	Evaluation	Learning
2015 Revised Curriculum	1 Problem Solving →Reasoning	1 Problem Solving →Ability 2 Problem Solving ←←Understanding →Ability 3 Problem Solving ←←Knowledge→Ability 3-1 Problem Solving ←Skill←Knowledge 3-2 Problem Solving←experience←Knowledge 3-3 Problem Solving←experience ←Skill←←Knowledge	1 Problem Solving ←Evaluation 2 Problem Solving →Processing →Evaluation 3 Problem Solving ←→Utility ←←←Evaluation	1 Problem Solving →→Ability →Learning 2 Problem Solving ←→Utility ←←Learning 3 Problem Solving ←←Evaluation ←←←Learning
2009 Revised Curriculum	x	Problem Solving←→Ability	x	Problem Solving →method ←Learning
2007 Revised Curriculum	x	Problem Solving→Ability	x	x
7th	x	Problem Solving→Ability	x	x

cf. Number of arrows: Frequency compared in one frame

Arrow(← →): Fig. 5 has meaning in both directions, the thickness of the lin in each direction is similar

Arrow(← ← →): In Fig. 5, bidirectional meaning indicating that the thickness of the line is relatively larger in the direction of two arrows(←). Specific number are in Ref. 1.

2015 개정 교육과정은 2009 개정 교육과정이 추구하는 창의적 인재 양성의 기본정신은 유지하되, 교육환경의 변화 속에서 적극적으로 대응하기 위해 미래 사회가 요구하는 창의적이고 융합형 인재를 양성하도록 미래사회가 요구하는 역량을 총론과 교과 교육과정에서 제시하는 방식으로 제시하고 있다. 또한, 2015 개정 수학과 교육과정에서는 2009 개정 수학과 교육과정에서 언급만 하였던 교과역량 개념을 표면화하고, 교과의 성격을 분리하여 제시하였으며, 교과에서 추구하는 교과 역량의 의미를 구체적으로 기술하였다고 한 Lee et al. (2017)의 연구의 결과를 반영한다고 할 수 있다.

Park et al. (2021)와 Volkan et al. (2021)에 의하면, 단어에 대한 빈도 분석을 연도별로 비교분석하였는데, 본 연구도 이와 연관되게 7차 수학과 교육과정부터 2015 개정 수학과 교육과정까지 시기에 따른 4개의 수학과 교육과정에 대해 비교분석을 하여 이들 사이의 상대적인 분석에 초점을 두었다. 또한, Chang et al. (2021), Marta et al. (2020), Shuaishuai et al. (2020), Volkan & Kazim Anil (2021)는 키워드별 혹은 토픽별로 텍스트에 대한 데이터의 일부 전처리 과정을 수행하는 과정에서 주제 영역별로 클러스터화 과정을 거쳤는데, 본 연구는 전처리 과정에서 유목화, 정제화로 Table 2와 Table 3과 같이 수행하였다. 한편, Volkan & Kazim Anil (2021)는 분석과정에서 5개의 주제로 클러스터화하여 이를 그래프로 제시하는 결과론적인 면도 보여주었으나, 본 연구는 6가지 교과역량과 주요 핵심어에 초점을 맞추었기에 결과론적 관점에 대한 클러스터화는 제시하지 않았다. 나아가 Swathi et al. (2021)는 분석의 과정에서 감성에 대한 분석을 학급 유형에 초점을 맞추어서 세부적으로 연구를 진행하였으나 본 연구도 이와 유사하게 문제해결이라는 핵심어에 초점을 두고 분석을 진행하여 문제해결이 능력과 밀접한 관련이 있음을 밝혔다.

Vijayarani et al. (2015)와 Kadhimi et al. (2014)는 텍스트 마이닝의 과정으로 전처리 과정을 중요시 다루었다. 형태소 분석기를 위한 방법은 물론 접사의 제거, 복수를 단수화, 과거를 현재화, 토큰화 과정을 제시하였다. 본 연구는 이에 비하면 전처리 과정을 구체화하여 처리하지는 않고, Kadhimi et al. (2014)이 제시한 문서클러

스터링에 의해 유사성에 따라 자동으로 그룹화하여 처리를 하였다. 특히, 관계성 분석에도 초점을 두어야 하기에 이에 대한 세부적인 처리과정은 실행하지 않았다. 또한, Mooney et al. (2005)가 말하는 자연어 추출 및 구조화되지 않는 문서에 대한 정교화 작업인 정보추출에 대해서도 본 연구는 4개의 시대에 따른 교육과정의 분석에 대해서 교과역량과 핵심용어에 초점을 두었기에 별도의 정보추출에 대해서는 심도 있는 분석과정을 취하지 않았다.

Shin (2020)에 의하면, 토픽모델링이라는 용어를 사용하여 텍스트 마이닝 기법을 통하여, 수학교육 연구 동향에 대한 방대한 문서 집합에서 토픽을 범주화하여 연구 방법이 가지고 있는 한계점인 시간과 비용을 절약하는 이점을 보였다. 본 연구에서는 토픽모델링을 빈도수 분석이라고 제시하면서 노드의 크기를 통하여 나타내었으며 나아가 노드와 노드 사이의 관계선 분석 및 연결 강도까지 연구하였다. 또한, Lee (2020)에서는 노드의 크기에 대한 분석뿐만 아니라, 노드 사이의 관계선 분석 및 연결 강도를 2015 개정 독일어 교육과정을 중심으로 연구를 진행하였다. 본 연구도 2015 개정 수학과 교육과정에 대한 연구를 중심으로 노드의 크기에 대한 분석 및 노드 사이의 관계선 분석과 연결강도를 조사하였다. 나아가 2015 개정 수학과 교육과정뿐만 아니라, 이와 연계된 2009 개정 수학과 교육과정, 2007 개정 수학과 교육과정, 7차 수학과 교육과정까지도 비교 분석함으로써, 좀 더 확장된 연구 방법의 모습을 보였다.

Lee et al. (2017)에 의하면, 미래사회를 대비하여 교육과정에 역량을 도입하는 과정에서 지식 위주의 교육이 아닌 역량 중심의 교육으로 변화하는 과정에서 핵심 역량을 교육과정의 중심에 두었다. 특히, 2009 개정 교육과정이 추구하는 창의적인 인재양성을 기본 정신으로 미래 사회가 요구하는 창의융합형 인재를 양성하고자 교육과정을 개편함을 보였다. 이에 본 연구에서도 2015 개정 수학과 교육과정에서 중요시 다루는 교과역량 중에서 문제해결에 대한 관점을 분석하는 과정에서 4개의 교육과정뿐만 아니라, 2009 개정 수학과 교육과정에서도 문제해결을 중요하게 다룸을 확인함으로써 궁극적으로 창의적인 인재양성을 목표로 함을 확인할 수 있었다.

Hwang et al. (2019)에 의하면, 2015 개정 수학과 교육과정에서 문제해결, 추론, 의사소통이라는 수학적 과정과 창의융합, 정보처리, 태도 및 실천의 6가지를 규정하고 있다. 이에 반해, 본 연구에서는 2015 개정 수학과 교육과정에 대한 언어 네트워크 분석에서 문제해결뿐만 아니라, 평가도 분석의 주안점에 놓여있음을 제시함으로써 6가지 교과역량 외에 주요 용어들에 대해서도 그 필요성을 함께 제시하였다.

Conclusion & Implication

본 연구는 2015 개정 수학과 교육과정에서 제시한 6가지 교과역량 및 주요 용어를 바탕으로 각 수학과 교육과정에서 어떻게 나타났는지 이들 간의 네트워크를 어떻게 형성하였는지를 각 수학과 교육과정 내 혹은 수학과 교육과정 간에 나타나는 흐름도를 바탕으로 비교, 분석하는 연구를 진행하였다. 본 연구의 결과에 따라 나타나는 결론 및 시사점은 다음과 같다.

첫째, 6가지 교과역량 중 문제해결은 4개의 교육과정에서 고루 관심도가 유지되었다고 할 수 있다. 문제해결에 대한 관심도 측면에서 볼 때 7차 수학과 교육과정에서는 높게 나타났으나, 2007 개정 수학과 교육과정과 2009 개정 수학과 교육과정에서는 오히려 낮게 나타났다. 그러나 2015 개정 수학과 교육과정에서는 다시 높게 나타남을 알 수 있다. 2007 개정 수학과 교육과정과 2009 개정 수학과 교육과정에서 문제해결에 대한 단어의 관심도가 낮게 나타난 이유는 먼저 2007 개정 수학과 교육과정에서는 수학적 사고력의 신장을 강조하

였으며, 수학적 사고력은 이미 7차 수학과 교육과정에서도 개정의 기본 방향으로 강조하였고, 2007 개정 수학과 교육과정에서는 교수·학습 방법에서 ‘의사소통’, ‘수학적 추론 능력’을 ‘문제 해결력’과 더불어 명시적으로 언급함으로써, 수학적 사고력의 신장을 더욱 강조하였다. 또한, 2009 개정 수학과 교육과정에서도 보다 의미충실한 수학적 사고 과정과 수학적 사고 활동을 경험할 수 있도록 학교수학의 모습을 개선할 필요가 있다고 보고, 이를 뒷받침하는 하나의 방안으로서 수학과 교육과정에 ‘문제해결’, ‘의사소통’, ‘추론능력’, ‘연결성’ 등과 같은 수학적 과정 부문을 신설하고 이에 관한 구체적인 성취기준을 제안하였다(Hwang et al., 2019).

이에 7차 수학과 교육과정에서는 ‘문제해결’이라는 교과역량을 하나의 묶음으로 강조하였으나, 2007 개정 수학과 교육과정은 ‘문제해결’이라는 교과역량을 하나의 개념에서 벗어나, ‘문제해결’, ‘의사소통’, ‘수학적 추론 능력’으로 분화시켰다. 또한, 2009 개정 수학과 교육과정에서도 ‘문제해결’이라는 교과역량을 ‘문제해결’, ‘의사소통’, ‘추론능력’, ‘연결성’으로 분화시켰다. 이로 인하여, 2007 개정 수학과 교육과정과 2009 개정 수학과 교육과정에서는 7차 수학과 교육과정에 비해 ‘문제해결’에 대한 노드의 특성이 적게 나타남을 보였으나, 2007 개정 수학과 교육과정과 2009 개정 수학과 교육과정에서는 ‘문제해결’이라는 하나의 개념 외에 위에서 언급한 여러 개념으로 분화되어 나타났기에 ‘문제해결’에 대한 중요도가 낮아졌다고는 말할 수 없다. 이에 미래의 교육과정 구성 및 학교 현장에서는 학생들에게 문제해결에 대한 지속적인 관심과 문제해결 능력의 개발에 대한 꾸준한 노력이 지속적으로 이루어져야 할 것을 시사하고 있다고 할 수 있다.

둘째, 미래 교육과정에서는 문제해결의 단독적인 강조보다는 평가와 같은 다른 요소와 결부하여 중요성을 강조해야 한다. 타 교육과정과 비교해 볼 때, 2015 개정 수학과 교육과정에서는 ‘문제해결’과 ‘평가’ 사이의 관련성이 훨씬 더 복잡하게 얽혀져 있음을 알 수 있다. 이는 교과역량 및 주요 용어로서 ‘문제해결’에 대한 중요성 못지않게 평가에 대한 중요성도 점차적으로 중요하게 인식되고 있음을 말해준다. 그러나 평가만이 문제해결과의 관련성이 있다기보다는 다른 요소들도 복잡하게 얽혀 있는 것을 볼 때 미래 교육과정은 이를 반영하여 구성할 필요가 있으며 또한 복잡하게 얽혀 있는 중에도 중점을 두어야 할 부분은 무엇인지에 대한 고려도 함께 이루어져야 할 필요가 있다. 따라서 이러한 부분에 대한 연구도 필요하다 하겠다.

본 연구에서는 2015 개정 수학과 교육과정의 교과역량 및 주요 용어들을 바탕으로 바라본 4개의 수학과 교육과정을 비교 및 분석하였다. 2015 개정 수학과 교육과정에서 제시한 교과역량 및 주요 용어들이 아닌 7차 수학과 교육과정, 2007 개정 수학과 교육과정, 2009 개정 수학과 교육과정에서 제시한 각각의 핵심 용어들을 기준으로 바라본 4개의 수학과 교육과정에 대한 비교 분석을 한 후, 이를 개정된 수학과 교육과정과 비교 분석을 통해 연구결과가 개정된 교육과정에 얼마만큼 반영하였는지를 분석한다면 이를 통해 차후에 개정될 우리나라 수학과 교육과정의 개발에 대한 기초자료로 활용할 수 있겠다. 더불어, 2015 개정 수학과 교육과정에서 제시한 교과역량을 바탕으로, 수학과 교육과정 해설서에서 각 교과역량이 사용된 문장과 문맥의 출처에서 어떠한 의미를 가지고 있는지를 연구하는 ego네트워크에 대한 분석이 이루어진다면, 현재 운영 중인 2015 개정 수학과 교육과정에 대한 면밀한 분석도 할 수 있겠다.

또한, 2015 개정 수학과 교육과정에서 새롭게 제기되고 있는 교과역량 중 ‘창의융합’에도 관심을 가짐으로써, 이와 관련된 연구 및 이를 ‘추론’과 관련시키는 연구개발이 필요하겠다. 이를 위해, 본 연구에서는 각 수학과 교육과정 해설서에 명시된 핵심용어에 대해서만 언어 네트워크 분석을 처리하였으나, 창의와 관련된 구체적인 용어로 유창성, 융통성, 독창성, 정교성에 대한 관련성 및 분석, 융합과 관련된 수학 내적 연결성, 수학 외적 연결성 등 이와 관련된 구체적인 분석이 필요하겠다. 이를 통하여, ‘창의융합’과 ‘추론’ 사이에서 연관된 공통점 및 차이점을 분석함으로써, 2007 개정 수학과 교육과정, 2009 개정 수학과 교육과정, 2015 개정 수학과 교육과정을 비교 분석할 수 있겠다.

과 교육과정과 이전 수학과 교육과정을 비교 분석하여 새롭게 개설될 요인들을 탐색한다면, 2015 개정 수학과 교육과정에 비해 미래의 수학과 교육과정에서는 어떤 요인들을 강조할 것 인지를 통해 미래의 교육을 미리 준비할 수 있겠다.

References

- Barnett, G. A., & Woelfel, J. (1988). *Readings in Galileo System: Theory, Methods and Applications*. Dobuque, IA: Kendall Hunt.
- Chang, I. C., Yu, T. K., Chang, Y. J., & Yu, T. Y. (2021). Applying text mining, clustering analysis, and latent dirichlet allocation techniques for topic classification of environmental education journals. *Sustainability*, 13, 10856.
- Cho, J. (2011). A Study for research area of library and information science by network text analysis. *Journal of Korean Society for Information Society*, 28, 65-83.
- Han, K. J. (2003). The meaning and research agenda in network analysis as social science methodology-based on semantic network analysis. *Journal of the Korean Association for the Social Studies Education*, 10, 219-235.
- Husari, G., Niu, X., Chu, B., & Al-Shaer, E. (2018). Using entropy and mutual information to extract threat actions from cyber threat intelligence. In *2018 IEEE International Conference on Intelligence and Security Informatics*, 1-6.
- Hwang, H. J., Na, G. S., Choi, S. H., Park, K. M., Im, J. H., & Seo, D. Y. (2019). *Mathematics Pedagogy Theology 2*. Seoul: Muneumsa.
- Kadhim, A. I., Cheah, Y. N., & Ahamed, N. H. (2014). Text document preprocessing and dimension reduction techniques for text document clustering. In *2014 4th International Conference on Artificial Intelligence with Applications in Engineering and Technology*, 69-73.
- Kim, S. A., Park, J. H., Lee, H. J., & Chung, Y. J. (2016). A study on the research trends of multicultural art education using the text mining technique. *Multicultural Education Studies*, 9, 203-227.
- Kim, S. H., & Kim, S. M. (2018). The international research trends of mathematical education by language network analysis method - Based on the titles of 2017 international conference. *The Korea Society of Educational Studies In Mathematics*, 20, 591-608.
- Lee, D. M. (2016). Analyzing the semantic structure of the 2015 revised high school travel geography curriculum. *Journal of the association of Korean geographers*, 5, 1-11.
- Lee, G. H., Lee, M. K., Seo, J. Y., Byun, H. H., Kim, K. C., Yoo, C. W., ... Yoon, K. J. (2017). *A Comparative Study of Competency-based Curriculum According to the Curriculum Survey from OECD Education 2030 Project(Report CRC 2017-8)*. Seoul: Korea Institute for Curriculum & Evaluation.
- Lee, J. K., & Ha, M. S. (2012). Semantic network analysis of science gifted middle school students' understanding of fact, hypothesis, theory, law, and scientificness. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32, 823-840.
- Lee, J. K., Shin, S. I., & Ha, M. S. (2015). Comparing the structure of secondary school students' perception of the meaning of "experiment" in science and biology. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 35, 997-1006.
- Lee, K. T. (2020). On the validity and appropriateness of the 2015 revised German curriculum- Focusing on German curriculum. *Cultural Exchange and Multicultural Education*, 9, 215-237.

- Lim, Y. N., & Jang, S. Y. (2016). An analysis on the relationship between key competencies and subjects of the 2015 revised national curriculum: Using semantic network analysis. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 16, 749-771.
- Marta, B., Barbara, C., Alessandro, S., & Crisina, M. (2021). Challenging suicide, burnout, and depression among veterinary practitioners and students: Text mining and topics modelling analysis of the scientific literature. *BMC Veterinary Research*, 17, 1-10.
- Mooney, R. J., & Bunescu, R. (2005). Mining knowledge from text using information extraction. *ACM SIGKDD Explorations Newsletter*, 7, 3-10.
- Park, C. S. (2018). Comparative Analysis of Journal Thesis Trends Using Text Mining Department of Applied Statistics of master's thesis. The Graduate School Hoseo University, cheonan, Republic of Korea.
- Park, C. T., & Jung, G. W. (2013). Text network analysis: A case of identifying shared meaning between policy stakeholders through social-cognitive network analysis. *Journal of Korean Association for Public Administration*, 19, 73-108.
- Park, K. H., Li, H., & Luo, N. (2021). Key issues on informal learning in the 21st century: A text mining-based literature review. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16, 4-18.
- Shin, D. J. (2020). A comparative study of domestic and international research trends of mathematics education through topic modeling. *Journal of the Korean Society of Mathematical Education*, 59, 63-80.
- Shin, S. I., & Lee, J. K. (2015). Analysis of college of education students career counseling network. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 15, 487-508.
- Shuaishuai, M., Hualin, B., & Shanshan, L. (2020). Trends and foundations of creativity research in education: A method based on text mining. *Creativity Research Journal*, 32, 215-227.
- Song, Y. W. (2016). Network analysis on associative words and definitions of `electricity` terminology of education university students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36, 791-800.
- Swathi, B., Prasad, B., & Syed, S. (2019). Student evaluation of teaching in business education: Discovering student sentiments using text mining techniques. *E-Journal of Business Education & Scholarship of Teaching*, 13, 1-13.
- Vijayarani, S., Ilamathi, M. J., & Nithya, M. (2015). Preprocessing techniques for text mining-an overview. *International Journal of Computer Science & Communication Networks*, 5, 7-16.
- Volkan, K., & Kazim Anil, A. (2021). Classification of the theses and dissertations in the field of computer education and instructional technology in Turkey: An investigation through text mining. *Participatory Educational Research*, 8, 279-291.
- Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social Network Analysis: Methods and Application*. UK, Cambridge: Cambridge University Press.

Authors Information

Kim, Sungmoon: Chang Pyeong High School, Teacher, First Author

Lee, Kwang-Ho: Korea National University of Education, Professor, Corresponding Author

Appendix

Appendix 1. Overall node and link properties for each key term

	Problem Solving	Ability	Processing	Processing	Knowledge	Utility	Student	Evaluation	Method	Learning	Teaching	Around	Phenomenon	Thought	Reasoning
Problem Solving	480	256	140	-	-	-	111	-	x	-	-	-	-	-	158
	276	96	x			x			84						x
	297	82	70			x			x						x
	511	x	165			91			x						x
Ability	x	193	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	96	180													
	x	138													
	89	74													
Processing	-	-	120	127	-	-	-	-	124	-	-	-	-	-	-
			x						x						
			95						x						
	125	75	-	246	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Understanding	x	x		x											
	x	x		x											
	94	x		198											
Knowledge	150	72	-	-	91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	x	x			x										
	x	x			x										
	83	x			67										
Utility	76	-	-	-	-	186	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	x					x									
	x					x									
	x					160									
Student	-	72	-	-	-	90	224	144	90	138	-	-	-	-	-
		x				x	158	x	x	128					
		x				x	x	x	x	x					
		x				x	x	x	x	x					
						175	-	353	197	90	-	-	-	-	-
Evaluation	93	-	-	-	-	x		114	x	72					
	x					x		x	x	x					
	x					x		x	x	x					
	x					x		x	x	x					

Appendix 1. Overall node and link properties for each key term (continue)

	Problem Solving	Ability	Processing	Processing	Knowledge	Utility	Student	Evaluation	Method	Learning	Teaching	Around	Phenomenon	Thought	Reasoning
Method	-	-	-	-	-	-	-	-	195	-	-	-	-	-	-
									94						
									x						
									x						
Learning	-	78	-	-	-	102	x	144	140	481	-	-	-	-	-
		x				x	72	90	90	350					
		x				x	x	x	x	x					
		x				x	x	x	x	x					
Teaching	-	-	-	-	-	-	-	-	-	240	198	-	-	-	-
										?	136				
										x	x				
										x	x				
Around	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-
												30	102		
												25	86		
Phenomenon	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-
	84														
	70														
	x														
Thought	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-
	78													84	
	?													68	
	x													x	
Reasoning	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	121
															x
															x
															x

From the first line in each area: 2015 revised mathematics curriculum, 2009 revised mathematics curriculum, 2007 revised mathematics curriculum, 7th mathematics curriculum.

-: No node characteristics and no connection line characteristics in all curriculum.

?: Do not present node properties or connection line properties.