

RESEARCH ARTICLE

Analysis of Connectivity between 2015 Mathematics Curriculum and Process-oriented Assessment: Using Semantic Network Analysis

Do-Yeon Ahn¹ · Hyun-Ho Yoon² · Jin-Min Jung³ · Kwang-Ho Lee^{4*}

¹Cheonancheongdang Elementary School

²Deajeondonghwa Elementary School

³Wonpyeong Middle School

⁴Korea National University of Education

2015 수학과 교육과정과 과정 중심 평가의 연계성 분석 : 언어 네트워크 분석을 활용하여

안도연¹ · 윤현호² · 정진민³ · 이광호^{4*}

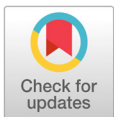
¹천안청당초등학교 · ²대전동화초등학교 · ³원평중학교 · ⁴한국교육대학교

*Corresponding Author: paransol@knue.ac.kr

ABSTRACT

This study analyzed the relationship between the process-oriented assessment and the 2015 revised mathematics curriculum using Semantic Network Analysis. The key words were extracted by analyzing the 223 sentences in the 'Instruction Notes' and 'Assessment Note' section of the math curriculum. The connection between the key words was analyzed to show how they relate to the process-oriented assessment. As a result, it was found that the description of process-oriented assessment was insufficient in the math curriculum. The high school curriculum was biased toward the assessment of knowledge, and the elementary school curriculum lacked an explanation for the assessment of 'attitude and practice'. Overall, some characteristics of process-oriented evaluation were not sufficiently reflected in the curriculum. With the results, this study suggests that the curriculum are needed to be improved in process-oriented assessment to settle in the school field.

Key words: Process-oriented assessment, mathematics curriculum, mathematics competency, semantic network analysis, word cloud



OPEN ACCESS

Brain, Digital, & Learning
2021, Vol. 11, No. 3, 531-545.

<https://doi.org/10.31216/BDL20210034>

Received: May 31, 2021

Revised: June 03, 2021

Accepted: June 16, 2021

© 2021. 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

2015 개정 수학과 교육과정은 학생들의 자기 주도적인 학습을 지원하고 동시에 수학 교과 역량을 학습할 수 있는 수학 수업을 지향하며, 이러한 역량을 평가하는 방안으로 과정 중심 평가를 제시하고 있다. 학생의 학습 과정과 결과에 대한 평가를 다음 학습에 반영함으로써 학습을 지속적으로 개선해 나갈 수 있도록 하는 것이 과정 중심 평가의 목적이다. 교육부는 자유학기제 활성화, 수행평가 및 서술형 평가의 확대 등을 통해 과정 중심 평가가 학교현장에서 확산되도록 노력하고 있다(Ban et al., 2018). 2015 개정 교육과정에는 이러한 학생들에 대한 평가 활동이 각 교과 별 특성과 그 성격에 따라 다르게 적용될 필요가 있다고 명시하고 있으며(Ministry of Education, 2015), 교육과정 각론에서는 각 교과의 특성, 성격, 목표를 고려해 교과 역량을 별도로 설정하고, 이를 학습에 적용하기 위하여 ‘교수·학습 방법 및 유의사항’과 ‘평가 방법 및 유의 사항’을 학년군별로 각 영역마다 기술하고 있다.

그러나 여러 연구들(Ban et al., 2018; Park, 2017; Park et al., 2018)에서 지적된 것처럼, 2015 개정 교육과정이 이미 시행되고 있음에도 불구하고 학교현장에서는 여전히 과정 중심 평가의 개념과 실행 방법에 대한 혼란이 있다. 그 원인은 과정 중심 평가에 대한 명확한 개념 정의와 실행 방안이 공동의 합의과정이 완수되지 못한 채 교육과정 문서에 기술되어 각 단위의 학교마다 그 해석과 실천이 상이하다는 것과(Kim, 2018), 교과 역량에 대한 정확한 이해의 부족과 평가 관련 안내 자료의 부족으로 학생 평가에 부담을 느낀다는 것(Kim & Na, 2017)이었다. 이 문제를 극복하기 위하여 총론과 각론의 간극을 좁히고자 각론 조정 위원회를 설치하였으나, 여전히 총론의 지침들이 형식적이고 명목적으로 교과에 반영되었다는 지적이 이어져왔다(Kang, 2016; Lim & Hong, 2016). 이러한 현실에서 볼 때, 2015 개정 교육과정 총론에서 제시하는 과정 중심 평가의 취지와 그 목적이 각론에 충분히 반영되지 못했을 것이라고 판단할 수 있다(Kim, 2019).

따라서 본 연구에서는 언어 네트워크 분석(Semantic Network Analysis)을 활용하여 2015 개정 수학과 교육과정에서 평가와 관련하여 제시하고 있는 ‘교수·학습 방법 및 유의사항’과 ‘평가 방법 및 유의 사항’을 분석하고, 이를 과정 중심 평가의 특징과 비교해보고자 한다. 이를 통해 과정 중심 평가의 취지와 목적이 각론에 얼마나 충실하게 반영되어 있는지 알아본다. 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

1. 2015 개정 수학과 교육과정에 나타난 핵심어는 어떤 구조적 특징을 보이는가?
2. 2015 개정 수학과 교육과정의 핵심어 간 어떠한 구조적 특징이 나타나는가?
3. 2015 개정 수학과 교육과정과 수학과 핵심역량 간 어떠한 구조적 특징이 나타나는가?
4. 2015 개정 수학과 교육과정과 과정 중심 평가는 어떠한 연계 양상을 보이는가?

Literature Review

Process-oriented Assessment

과정 중심 평가는 학생의 성장과 변화를 목적으로 교육과정의 성취기준을 바탕으로 평가 계획을 세워 교수·학습을 진행하며, 그 과정에서 학생에 관한 자료를 다각적으로 수집하여 피드백을 제공하는 평가이다(Park et al, 2018). 학생의 선별이나 결과를 중시하는 기존의 학생 평가와 대조되는 개념으로(Lim, 2017), 학생의 성장과 발달을 위한 교수·학습의 과정에서 진행되는 평가이다(Ministry of Education, 2015).

본 연구에서는 Table 1에 제시된 과정 중심 평가의 9가지의 특징(KICE, 2019)이 2015개정 수학과 교육과정에 어떤 식으로 기술되어있고 얼마나 연관성을 가지고 있는지 분석하고자 하였다.

Table 1. Features of process-oriented assessment

Features
(1) Based on achievement standards
(2) Class change through linkage between curriculum & learning & assessment
(3) Comprehensive assessment of students' multi-faceted characteristics
(4) Assessment of the student's learning process
(5) Assessments made frequently during class
(6) Data collection using various evaluation methods
(7) Diversification of evaluation subjects
(8) Improving student learning and teacher instruction through immediate and individual feedback
(9) Use of evaluation results to support student growth and change

The 2015 Revised Mathematics Curriculum

Instruction Note

2015 개정 수학과 교육과정의 ‘내용체계 및 성취기준’ 항목은 영역별 핵심개념과 일반화된 지식, 학년(군)별 내용요소, 기능을 제시하는 ‘내용체계’와, 영역별 성취기준, 성취기준 해설, 학습 요소, 교수·학습 방법 및 유의 사항, 평가 방법 및 유의 사항을 제시하는 ‘성취기준’의 세부 항목으로 구성되어 있다(Ministry of Education, 2015). 수학과 교수·학습 방향에서 문제 해결, 추론, 창의·융합, 의사소통, 정보 처리, 태도 및 실천과 같은 수학 교과 역량을 함양하기 위한 교육 환경을 조성해야 함을 강조하고 있으며, 교수·학습 방법에서도 각각의 수학 교과 역량을 함양하기 위한 교수·학습 방법을 상세히 제시하고 있다. 구체적 예시를 제시하면 3-4학년 도형 영역에서 교수·학습 방법 및 유의 사항은 Fig. 1과 같다.

(나) 교수·학습 방법 및 유의 사항

- 구체적인 사례나 활동을 통하여 각을 도입하고, 각의 변이 반직선임을 알게 한다.
- 실생활에서 평면도형의 이동을 활용한 사례를 찾아서 이동에 따른 변화를 추론하고 설명하게 한다.
- 평면도형의 이동을 활용하여 자신만의 규칙적인 무늬를 만들고, 다른 사람이 만든 무늬에서 규칙을 찾아 설명하게 한다.

Fig. 1. ‘Instruction note’ in the mathematics curriculum of 3~4th grade

‘교수·학습 방법 및 유의사항’에서는 해당 영역의 교수·학습을 위해 제안한 방법과 유의사항 및 학생 참여 중심의 수업 및 유의미한 학습 경험 제공 등을 유도하는 내용을 제시하고 있다. 과정 중심 평가의 특징(2) 교육과정-교수·학습-평가 간 연계성을 통한 수업의 변화 모색과 학생의 (4) 학습 과정에 대한 평가에서 나타나듯이 과정 중심 평가는 교수·학습 과정 전반에 걸쳐 이루어진다. 따라서 본 연구에서는 초등 및 중등(중학교 및 공통교육과정)의 ‘교수·학습 방법 및 유의사항’을 분석 대상에 포함하여 과정 중심 평가와의 연계성을 살펴보고자 하였다.

Assessment Note

수학과 평가의 방향에서 수학의 개념, 원리, 법칙, 기능과 함께 문제 해결, 추론, 창의·융합, 의사소통, 정보 처리, 태도 및 실천과 같은 6가지 수학 교과 역량에 대한 균형 있는 평가를 강조하고 있다. 또한 평가시 어떤 방법을 활용할 수 있는지, 다양한 방법을 통해 질적 및 양적으로 평가하도록 안내하고 있다. 해당 영역의 평가시 유의사항과 해당 영역의 교수·학습 방법에 따른 다양한 평가, 특히 과정 중심 평가가 이루어질 수 있도록 관련 내용을 제시하고 있다. 또한 ‘평가 방법 및 유의 사항’에서는 학생의 어떤 행동에 주의하여 평가해야 하는지에 대하여 각 영역별로 명시하였다. Fig. 2는 5~6학년군 수와 연산 영역에서 제시하고 있는 ‘평가 방법 및 유의 사항’의 예이다. 본 연구에서는 초등 및 중등(중학교 및 공통교육과정)의 ‘평가 방법 및 유의 사항’을 분석 대상에 포함하여 과정 중심 평가의 특징 또한 어떻게 기술되어 있는지 분석하였다.

(다) 평가 방법 및 유의 사항

- 최대공약수와 최소공배수에 대한 평가에서 소인수의 곱으로 나타내어 구하는 방법은 다루지 않는다.
- 분수의 사칙계산에서 기약분수로 나타낼 것을 요구하지 않을 경우, 계산 결과를 기약분수가 아닌 분수로 나타내는 것도 허용한다.
- 분수의 통분을 이용한 문제에서 공통분모로 최소공배수뿐만 아니라 분모의 곱과 같은 공배수도 이용할 수 있게 한다.

Fig. 2. ‘Assessment note’ in the mathematics curriculum of 5~6th grade

Semantic Network Analysis

언어 네트워크 분석은 텍스트에 출현하는 단어와 단어 사이의 관계를 네트워크로 구축하고 이를 해석하는 분석 기법으로(Popping, 2000), 한 가지 주제를 설명하는 문장에서 함께 출현하는 단어들을 선으로 나타냄으로써 단어와 단어 사이의 관계를 의미 네트워크(semantic network)로 시각화 한다(Han, 2003; Jung & Yoo, 2013; Kim & Kwon, 2016). 이러한 언어 네트워크 분석은 특정 단어와 함께 출현하는 단어가 무엇인지, 그 출현하는 빈도를 산출하여 단어 사이의 관계를 구조적으로 쉽게 파악할 수 있으며(Han, 2003), 이를 통해 텍스트가 명백히 드러나지는 않지만 전달하고자 하는 의미를 파악하는 데 유용하다는 장점이 있다(Park & Jung, 2013). 관련 선행 연구로는 Ryu (2017)의 과학과 토론과정에서의 담화 분석, Yeom et al. (2020)의 수학교육의 연구 동향 분석연구 등이 있다. 네트워크 분석 수준은 크게 중심성(centrality), 연결성(connection), 관계성(cohesion)으로 구분하며(Son, 2002), 본 연구에서는 중심성과 연결성에 초점을 두어 데이터를 분석하였으며, Cytoscape에서 개발한 NetMiner를 활용하여 워드클라우드(word cloud)와 워드 네트워크를 분석하였다.

Methods

Materials

본 연구에서는 2015 개정 수학과 교육과정의 초·중학교 수학과 교육과정과 통합수학의 ‘교수·학습 방법 및 유의 사항’ 및 ‘평가 방법 및 유의 사항’ 부분의 223개의 문장을 분석대상으로 삼았다. 과정 중심 평가가 학습 과정 전반에 걸친 지도 과정이라는 점을 고려하여 ‘교수·학습 방법 및 유의사항’을 분석 대상에 포함하였다. ‘교수·학습 방법 및 유의사항’부분의 각 문장에는 영역별 핵심개념과 지도방법, 유의점 등이 명시되어 있다. ‘평가 방법 및 유의 사항’에는 평가 방법 및 평가 대상, 평가 범위 등의 내용이 포함되어 있다. 수학 영역에 따른 수학과 교과 역량 간 네트워크 분석 시에는 수학과 교육과정은 초등과 중등의 영역구성이 달라 초등과 중등으로 나누어 진행하였다.

Procedures

본 연구에서는 언어 네트워크 분석을 통하여 2015 개정 수학과 교육과정을 체계적으로 분석하여 이를 총론에서 제시하는 과정 중심 평가의 특징과 비교하고 분석하고자 하였다. 구체적인 연구 절차는 다음 Fig.3과 같다.

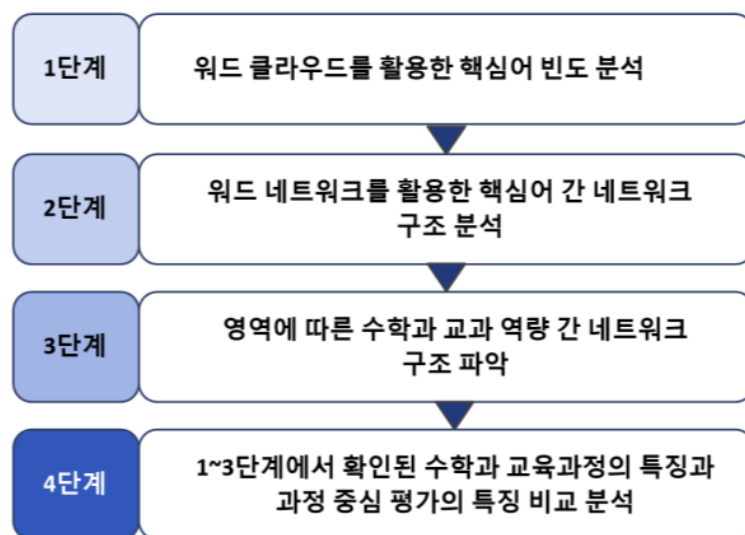


Fig. 3. Research procedures

첫 번째 단계에서는 NetMiner 4.0 프로그램을 활용하여 핵심어와 그 빈도수를 추출하고 워드클라우드로 시각화하여 나타내었다. 명사와 형용사를 추출하였고 ‘교수’, ‘학습’ 등 교육과정 상에 자주 언급되지만 큰 의미를 가지지 않는 어휘는 제외하였다. 빈도수 분석을 통하여 과정 중심 평가와의 연결성을 분석하였고, 학교급에 따라 어떠한 차이를 보이는지 비교하였다.

두 번째 단계에서는 추출된 핵심어 간 워드 네트워크를 분석하여 연결성이 높은 핵심어들을 집중적으로 분석하였다. 문장의 길이를 고려하되, 유의미한 연결이 나타나도록 window size를 10으로 설정하였고, 방향성을 포함하여 나타내었다. 이를 통해 연결 중심성이 높은 핵심어를 시각적으로 파악할 수 있고 핵심어들이 교육과정에 어떤 의미로 활용되었는지 분석이 가능하다.

세 번째 단계에서는 수학과 교과 역량에 따른 핵심어를 선정하여 수학과 교과 역량과 관련된 문장 99개를 추출하였다. 추출된 문장을 대상으로 다시 역량별 핵심어 동시출현 빈도를 파악하여 수학 교과 역량 간 연결성을 파악하였다. 예를 들어 교수·학습 방법 및 유의사항 중 ‘자료의 특성에 따라 적절한 대푯값을 선택하여 구해보고, 각 대푯값이 어떤 상황에서 유용하게 사용될 수 있는지 토론해보게 한다’는 문장에서 ‘자료’는 정보처리로 코딩하고, ‘유용’은 태도 및 실천, ‘토론’은 의사소통으로 코딩을 하였다. 교과 역량으로 코딩된 각각의 문장의 교과 역량 속성을 다시 네트워크 분석하여 고유벡터 중심성 값을 산출하였다. 또한 수학과 교과 역량의 연결성을 고유벡터 중심성(eigenvector centrality)으로 나타내었다. 고유벡터 중심성은 중요성이 높은 노드(node)와 연결된 경우, 중요성이 낮은 노드와 연결된 경우에 비해 상대적으로 중심성이 높음을 나타내는 지수(Kim et al., 2020; Seo & Choi, 2018)이다. 고유벡터 중심성 분석을 통해 교육과정에서 제시하고 있는 지도 및 평가 과정에서 5가지 교과 역량을 고루 다루고 있는지 파악하고자 하였다.

과정 중심 평가는 인지적 및 정의적 특성뿐 아니라 역량에 대한 평가를 포함하는, 학생의 다면적 특성에 대한 종합적인 평가를 지향한다. 2015 교육과정에서는 학교 교육과정을 통하여 학생들이 함양해야 할 교과별 역량이 제시되어 있다. 본 연구는 과정 중심 평가가 학생들의 역량에 대한 평가를 포함해야 한다는 점에 착안하여 핵심 역량과 관련한 학습 및 평가가 교육과정에 어떻게 기술되어있는지 분석하고자 하였다.

네 번째는 앞선 단계에서 도출된 결과를 과정 중심 평가의 속성에 따라 비교 및 분석하는 작업을 하였다. 한국교육과정평가원에서 제시한 과정 중심 평가의 특징을 2015 수학과 교육과정의 특징과 비교·분석함으로써 각론에서 과정 중심 평가의 취지를 충분히 반영하고 있는가를 반성적으로 고찰하였다.

Results and Discussions

Keywords from the Curriculum

Keywords and Frequency

Fig. 4는 수학과 교육과정의 전체 핵심어 빈도수를 워드클라우드로 시각화한 결과이다. 2015 개정 수학과 교육과정 ‘평가 방법 및 유의사항’ 과 ‘교수·학습 방법 및 유의사항’에서 가장 강조되고 있는 요소는 ‘문제’인 것으로 나타났다. Table 2에서 구체적인 빈도수를 살펴보면, ‘문제’는 223개 문장에서 81회로 가장 많이 등장하였다. 그 다음으로는 ‘이해’, ‘상황’, ‘경우’, ‘이용’, ‘해결’ 순으로 출현 빈도가 높게 나타났다. 상위 6개의 핵심어가 모두 문제 해결 과정과 관련된 것으로 문제 해결을 통한 교수 학습을 강조하는 수학과만의 특징이 집약되어 나타났다고 볼 수 있다. 특히 ‘관계’, ‘활동’, ‘이용’, ‘다양’, ‘설명’ 등의 핵심어를 통해서 문제 해결 과정에서 나타나는 교수 학습의 형태의 특징을 살펴볼 수 있다. 과정 중심 평가와 관련하여, ‘평가’는 빈도수 31로 7 번째로 많이 등장한 것에 반해, ‘과정’이라는 단어는 상위 20개 핵심어에 나타나지 않았다.



Fig. 4. Word cloud of keywords

Table 2. Top 20 keywords and frequency

Order	Keywords	Frequency	Order	Keywords	Frequency
1	Problem	81	11	Activity	27
2	Understanding	43	12	Utilization	26
3	Situation	41	13	Equation	25
4	Occasion	39	14	Diversity	21
5	Use	38	15	Place	21
6	Solution	36	16	Shape	20
7	Assessment	33	17	Explanation	20
8	Calculation	29	18	Recognition	19
9	Relation	28	19	Need	19
10	Complication	27	20	Regularity	18

Keywords of Each School Level

아래 Table2는 학교급별 워드클라우드 분석 결과를, Table 3은 학교급 별 상위 10개 핵심어 및 빈도수를 나타낸 것이다. 학교급에 따라 내용요소에 의한 차이는 있었지만 전체 핵심어 및 빈도수의 분석 결과와 전반적으로 일치했다.

상위 10개 핵심어 중 초등학교, 중학교, 고등학교에서 공통적으로 등장하는 단어는 유일하게 ‘문제’였다. 이는 앞서 살펴본 전체 핵심어 빈도수와 일치하는 결과로, ‘평가 방법 및 유의 사항’과 ‘교수·학습 방법 및 유의 사항’에서 학교급의 차이와 상관 없이 모두 ‘문제’가 강조된다는 것은 문제를 활용한 교수·학습 방법과 평가 방법이 강조되고 있음을 뜻한다.

초등학교와 중학교에 공통적으로 등장한 핵심어는 ‘상황’과 ‘이용’이었다. 중학교와 고등학교에서는 ‘경우’, ‘복잡’, ‘이해’, ‘방정식’이 공통적으로 등장하였다. 초등학교에만 등장하는 핵심어는 ‘계산’, ‘평가’, ‘규칙’, ‘활동’ 등이 있었다. ‘관계’, ‘다양’, ‘사용’과 같은 핵심어는 중학교에서만, ‘함수’, ‘부등식’, ‘연립’ 등은 고등학교에서만 등장하였다. 학교급이 낮을수록 학습 과정을 표현하는 방법, 활동 형태와 관련된 핵심어가 많았고, 학교급이 높아질수록 인지적 요소인 학습 내용과 관련된 단어가 빈번하게 등장하는 것으로 나타났다.

Table 2. Wordclouds of each school level



Table 3. Top 10 keywords and frequency of each school level

Elementary			Middle			High		
Order	Keywords	Frequency	Order	Keywords	Frequency	Order	Keywords	Frequency
1	Problem	53	1	Occasion	20	1	Equation	16
2	Solution	31	2	Problem	18	2	Understanding	15
3	Calculation	23	3	Situation	16	3	Problem	10
4	Assessment	23	4	Use	15	4	Function	9
5	Place	21	5	Complication	14	5	Utilization	7
6	Situation	19	6	Understanding	14	6	Inequality	7
7	Shape	18	7	Relation	13	7	System	7
8	Use	17	8	Diversity	12	8	example	7
9	Regularity	16	9	Equation	9	9	Occasion	6
10	Activity	16	10	Utilization	9	10	Detail	6

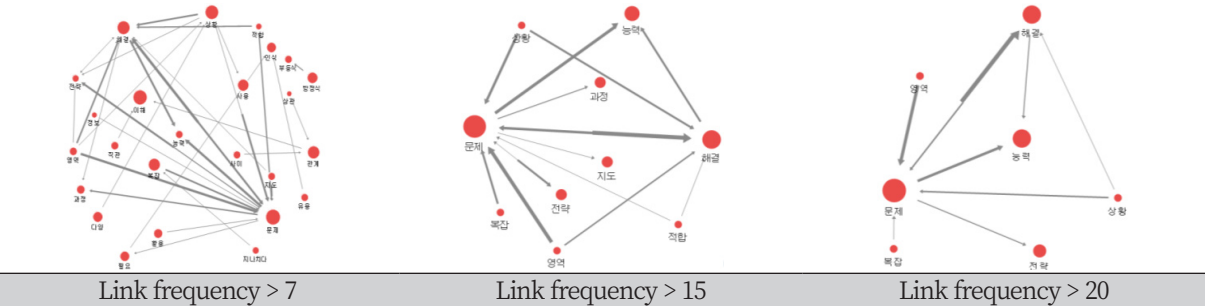
Semantic Network between the Keywords

Result of Semantic Network Analysis

아래 Table 4는 핵심어 간 네트워크 구조 분석 결과로 핵심어 간 방향성과 연결성을 나타낸 결과이다. 연결 빈도(link frequency)를 증가시키며 연결망을 간소화 한 결과를 나타내었다.

연결빈도 20 이상에서는 ‘문제’와 ‘해결’, ‘능력’이 가장 높은 연결 중심성을 보였다. 2015 개정 수학과 교육 과정에서 중요한 핵심 역량인 ‘문제 해결 능력’을 강조하고 있다는 것을 의미한다. 또한 ‘상황’, ‘전략’, ‘복잡’ 등의 핵심어와 연결성이 두드러지는 것으로 보아 문제 해결 능력 자체에 대한 강조 뿐아니라, 문제 해결의 과정에서 고려해야 할 사항도 함께 기술하고 있음을 알 수 있다.

Table 4. Semantic network between the keywords



연결빈도 15 이상에서는 ‘적합’, ‘과정’, ‘지도’가 추가로 등장하였으며, 연결 관계를 살펴볼 때 복잡한 문제를 해결하는 과정에서 적합한 전략을 선택할 수 있도록 지도하는 것을 강조하고 있음을 알 수 있다.

연결빈도 7 이상에서는 ‘지나치다’, ‘유용’, ‘필요’, ‘인식’, ‘다양’, ‘직관적’, ‘관계’, ‘이해’ 등 다양한 핵심어가 포함되어 있어, 보다 넓은 범위에서 2015 개정 수학과 교육과정 평가의 특징을 탐색할 수 있다. ‘지나치다’와 연결된 단어는 ‘복잡’과 ‘문제’로 지나치게 복잡한 문제로 인한 학습의 어려움에 대하여 경계하고 있다. 또 ‘유용’, ‘필요’, ‘인식’ 등의 단어가 연결된 것으로 보아 교수 학습 및 평가의 과정에서 수학의 가치와 필요성을 인식하도록 지도할 것을 언급하였다. ‘다양’, ‘문제’, ‘상황’ 등의 관계는 학습과 평가에 다양한 문제 상황이 강조되고 있음을 알 수 있다.

Network between Mathematics Competencies

Table 5. Keywords of mathematics competencies in the math curriculum

Competency	Keywords
Problem solving	Problem solving, Problem solving strategies, problem solving methods, strategies exploration, solutions
Inference	Conjecture, reasoning, analysis, logic, verification, justification
Creativity & fusion	New, diverse, sophisticated, connected, fused, creative
Communication	Communication, notation, expression, explanation, discussion
Information processing	Information processing, information, data, analysis, engineering tools, tools, teaching tools
Attitude & practice	Mathematical usefulness, real life, independent, attitude, practice, awareness of necessity

Table 5는 수학과 교육과정에 제시된 수학 교과 역량에 따라 추출한 핵심어를 나타낸 것이다. Table 6과 Table 8은 핵심역량에 대한 언어네트워크(1모드 동시출현 빈도) 산출후 고유벡터 중심성(eigenvector centrality) 분석을 결과를 시각화하여 나타낸 것이다. Table 7과 Table 9는 영역별 고유벡터 중심성 값을 나타내었다.

Network between Mathematics Competencies in the Elementary Curriculum

Table 6. Network between mathematics competencies in the elementary curriculum

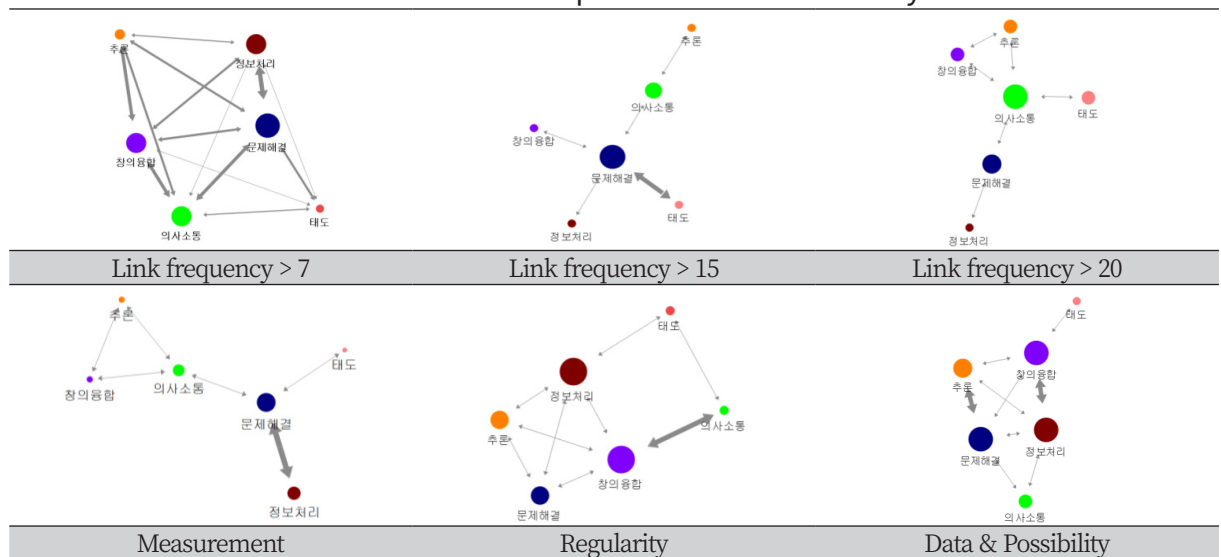


Table 7. Eigenvector centrality between mathematics competencies in the elementary curriculum

	Problem solving	Inference	Creativity & fusion	Communication	Information processing	Attitude & practice
Overall	0.516696	0.381244	0.439660	0.414046	0.412885	0.229069
Numbers & operations	0.697853	0.113602	0.260768	0.303474	0.260768	0.521536
Geometry	0.321155	0.455042	0.455042	0.628284	0.135266	0.263999
Measurement	0.615724	0.273295	0.273295	0.443160	0.469138	0.234569
Regularity	0.389294	0.389294	0.555025	0.377342	0.439926	0.230057
Data & possibility	0.494711	0.457929	0.480167	0.231125	0.499032	0.112032

Table 7에서 전체적으로 ‘문제 해결’에 대한 고유벡터중심성이 0.516696으로 가장 높게 나타났다. Table 6에 나타난 고유벡터 중심성의 시각화 결과를 보면 문제해결 능력과 정보처리 능력이 가장 강한 연결성을 보였다. 각각의 영역 모두 서로 크고 작은 네트워크를 형성하고 있지만, 추론과 태도 및 실천은 서로의 연결성이 강하게 보이지 않았다.

수와 연산 영역에서는 문제해결 능력이 가장 강한 중심성을 나타내었고 문제해결 능력과 태도 및 실천의 연결성이 두드러지게 나타났다. 추론은 다른 영역에서보다 중심성이 현저히 떨어지는 것으로 나타났다. 도형 영역에서는 의사소통 능력의 중심성이 가장 높았고 문제해결, 창의융합, 추론, 태도 및 실천과 고루 연결성을 나타내었다. 반면에 정보처리 능력과는 약한 연결성을 보였다. 측정 영역에서는 문제해결 능력이 가장 강한 중심성을 보였으며, 문제해결 능력과 정보처리 능력에서 두드러지는 연결성을 나타내었다. 규칙성 영역에서는 다른 영역과 달리 창의융합 능력의 중심성이 가장 높으며 창의융합 능력과 의사소통 능력의 연결성이 강하게 나타났다. 자료와 가능성 영역에서는 추론 능력과 문제해결 능력 사이의 연결성과, 창의융합 능력과 정보처리 능력의 연결성이 강하게 나타났다.

전반적으로 ‘문제 해결’ 역량은 강한 중심성을 보였지만, ‘태도 및 실천’은 상대적으로 약한 중심성을 띄는 경향을 보였다. 특히 측정, 규칙성, 자료와 가능성의 영역에서 상당히 낮은 중심성 값을 나타냈다.

Network between Mathematics Competencies in the Secondary Curriculum

Table 8. Network between mathematics competencies in the secondary curriculum

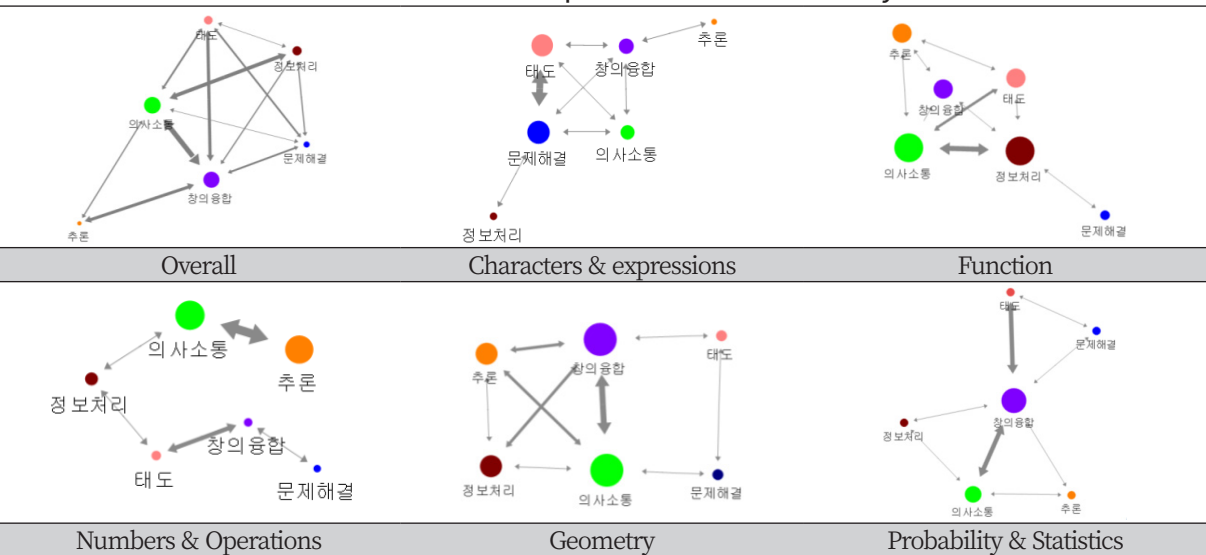


Table 9. Eigenvector centrality between mathematics competencies in the secondary curriculum

	Problem solving	Inference	Creativity & fusion	Communication	Information processing	Attitude & practice
Overall	0.280563	0.230655	0.546542	0.551767	0.373111	0.354565
Expressions	0.602836	0.086182	0.374855	0.358724	0.138400	0.583787
Function	0.109787	0.267267	0.288589	0.610781	0.538276	0.412840
Numbers & operations	0.020172	0.674663	0.083113	0.698588	0.194736	0.107556
Geometry	0.113836	0.450751	0.582810	0.540163	0.371440	0.120221
Probability & statistics	0.260217	0.279272	0.639471	0.464654	0.279272	0.389198

중등(중학교 및 통합교과) 수학과 교과 역량에서는 Table 9와 같이 의사소통 능력과 창의융합 능력이 각각 모두 0.5이상의 고유벡터 중심성을 보였으며, Table 8에서 볼 수 있듯이 둘 사이의 연결성 또한 강하게 나타났다. 초등에서 가장 강조되었던 문제해결 능력은 상대적으로 낮은 중심성을 보였다. 영역 간 연결성이 가장 적은 영역은 추론 영역이었다.

문자와 식 영역에서는 문제해결 능력과 태도 및 실천 능력이 연결성이 두드러진 반면에 추론 능력은 상대적으로 연결성이 낮게 나타났다. 함수 영역에서는 의사소통 능력과 정보처리 능력이 중심성이 크고 연결성 또한 크게 나타났다.

수와 연산 영역에서는 의사소통과 추론 능력에 중심성이 집중되어 있고 다른 역량과는 연결성이 미미하게 나타났다. 기하 영역에서는 창의융합 능력과 의사소통 능력을 중심으로 추론, 정보처리 능력과 연결성이 나타난 반면, 추론과 문제해결 능력은 상대적으로 약한 연결성을 보였다. 확률과 통계 영역에서는 창의융합 능력이 가장 중심성이 크게 나타났다.

중등의 교과 역량은 전체적으로 보았을 때 초등과 비교하여 고르게 연결되어있는 것으로 나타났으나, 영역에 따라서 큰 편차를 보이며 특히 수와 연산 영역에서는 의사소통 능력과 추론 능력에 지나치게 집중되어 있었다.

Connectivity between Math Curriculum and Process-oriented Assessment

수학과 교육과정의 핵심어 빈도와 핵심어 간 네트워크 구조를 분석하여 2015 수학과 개정 교육과정과 과정 중심 평가와의 연계 양상을 살펴보았다.

핵심어 빈도 분석 결과를 과정 중심 평가와 관련하여 분석하면, 가장 많이 등장한 단어는 ‘문제’였고 모든 학교급에서 핵심어로 등장하였다. 이는 문제 해결 과정의 중요성을 강조하고 이를 바탕으로 평가하는 것을 강조하는 것으로 파악된다. 과정 중심 평가의 특징 중(4) 학생의 학습 과정에 대한 평가의 측면에서 과정 중심 평가의 방법적인 측면으로 ‘문제 해결’을 가장 많이 언급하고 있는 것으로 해석할 수 있다. 또한 ‘다양’, ‘활동’, ‘설명’ 등의 핵심어로부터 학생들의 활동을 관찰하고 과정을 설명하는 학습 과정이 강조되며, 이는 ‘(6) 다양한 평가방법을 활용한 자료 수집의 다원화’가 가능하도록 연계될 수 있다.

초등학교에서는 ‘평가’, ‘해결’, ‘활동’, ‘규칙’ 등 학습의 과정과 관련된 핵심어가 나타난 것에 반해, 고등학교 교에서는 ‘함수’, ‘부등식’, ‘연립’ 등 내용 요소와 관련된 핵심어가 주로 등장하였다. 이는 고등학교 교육과정 이 지식의 평가에 치우쳐져 있고 ‘(4) 학생의 학습 과정에 대한 평가’의 측면에서 학생 간 상호작용을 통한 기 능과 태도의 평가에 대한 서술이 부족하다고 할 수 있다.

언어 네트워크 분석의 결과로는 수학과 교육과정이 ‘적합한 전략을 선택할 수 있도록 지도’, ‘지나치게 복잡한 문제로 인한 학습의 어려움에 대하여 주의’, ‘다양한 문제 상황 강조’ 등에 대하여 강조하여 서술하고 있음을 알 수 있었다. 적합한 전략에 대한 지도는 교사가 문제 해결의 과정에서 학생들에게 계속적인 피드백을 제공하는 것으로 과정 중심 평가의 특징 중 (8) 즉각적이고 개별적인 피드백을 통해 학생의 학습과 교사의 수업 개선’과 일치하는 맥락이다. 복잡한 문제에 대한 경계와 다양한 문제 상황에 대한 강조는 학생에 대한 다양한 측면을 평가 요소로 설정하고, 적절한 평가 방법을 적용하는’(6) 다양한 평가방법을 활용한 자료 수집의 다원화’를 위해 도움이 되는 지침이라고 볼 수 있다.

교과 역량 간 연결성을 살펴보았을 때 과정 중심 평가의 특징 (3)학생의 다면적 특성에 대한 종합적 평가’의 측면에서 역량간의 균형이 부족한 것으로 나타났다. 초등에서는 전반적으로 ‘문제 해결’ 역량은 강한 중심성을 보였지만, ‘태도 및 실천’ 상대적으로 약한 중심성을 띄는 경향을 보였다. 중등에서는 초등과 비교하여 교과 역량간 연결이 고르게 나타났으나, 영역에 따라서 큰 편차를 보이며 특히 수와 연산 영역에서는 의사소통 능력과 추론 능력에 지나치게 집중되어 있었다.

핵심어 추출과 언어 네트워크 분석을 통하여 다각도로 교육과정을 분석하였으나 과정 중심 평가의 특징인 (5)수업 중 수시로 이루어지는 평가’, (7) 평가 주체 다양화’ (9) 학생의 성장과 변화를 지원하기 한 평가 결과 활용’과 관련지을 수 있는 특징은 드러나지 않았다.

Discussions

본 연구에서는 2015개정 수학과 교육과정의 ‘교수·학습 방법 및 유의사항’과 ‘평가 방법 및 유의 사항’을 언어 네트워크를 기반으로 분석하여 과정 중심 평가의 9가지 특징이 수학과 교육과정에 어떻게 서술되고 있는지 분석하고자 하였다. 분석 결과를 바탕으로 제시할 수 있는 논의점은 다음과 같다.

첫째, 수학과 교육과정에 과정 중심 평가에 대한 서술이 부족하다. 핵심어 빈도 분석 결과 ‘과정’이라는 단어는 상위 20개 핵심어에 나타나지 않았다. 이는 과학과 교육과정의 ‘평가 및 유의사항’을 텍스트 네트워크로 분석한 결과 ‘과정’이라는 단어가 2번째 핵심어(57회)로 등장하는 것(Kim et al, 2019)과 대조되는 결과이다. 수학과 교육과정에 상대적으로 과정 중심 평가의 핵심 개념인 ‘학습 과정에서 이루어지는 평가’에 대한 서술이 부족하다고 판단할 수 있다.

둘째, 수학과 고등학교 교육과정이 지식의 평가에 치우쳐져 있었다. 학교급별 핵심어 빈도 분석 결과 고등학교에서는 ‘함수’, ‘부등식’, ‘연립’ 등 내용 요소와 관련된 단어들이 최빈단어로 등장하였다. 수학과 고등학교 교육과정이 ‘학생의 다면적 특성에 대한 종합 평가’라는 과정 중심 평가의 특징을 충분히 담지 못하고 있는 것을 알 수 있다. 고등학교 수학 학습의 평가 방법이 평가지 사용한 지식에 대한 평가에 치우쳐져 있다 (Jin et al., 2018)는 선행연구 결과와 일치한다.

셋째, 초등학교 수학과 교육과정에서 ‘태도 및 실천’의 평가에 대한 설명이 부족하다. 수학과 교육과정에서 교과 역량 별로 역량간 연결성을 살펴본 결과 대부분의 영역에서 ‘태도 및 실천’ 역량의 중심성 값이 낮게 나타났다. 이는 Lee(2020)의 연구에서 교과 역량과 관련된 기능 중 ‘태도 및 실천’과 관련된 기능(7.7%)이 다른 역량들(문제 해결 22%, 추론 23.9%, 의사소통 42.3%, 정보 처리 42.3%)에 비하여 적게 제시되었던 것과 일치하는 결과이다. 본 연구에서는 초등의 경우 측정, 규칙성, 자료와 가능성의 영역에서 그 차이가 두드러지게 나타남을 알 수 있었다.

넷째, 과정 중심 평가의 일부 특징은 교육과정에 충분히 반영되지 못하였다. ‘(4) 학생의 학습 과정에 대한 평가’, ‘(6) 다양한 평가방법을 활용한 자료 수집의 다원화’, ‘(8) 즉각적이고 개별적인 피드백을 통해 학생의 학습과 교사의 수업 개선’ 등과 관련한 핵심어 및 핵심어 간의 연결성은 관찰되었으나, ‘(5) 수업 중 수시로 이루어지는 평가’, ‘(7) 평가 주체 다양화’ ‘(9) 학생의 성장과 변화를 지원하기 한 평가 결과 활용’과 관련된 핵심어는 등장하지 않았다. 2015 개정 수학과 교육과정 ‘평가 방법 및 유의 사항’ 과 ‘교수·학습 방법 및 유의사항’에 과정 중심 평가의 특징이 고루 반영되지 못하고 있음을 알 수 있다.

Conclusions and Implications

Conclusions

본 연구 결과로 다음과 같은 결론과 시사점을 얻을 수 있다.

첫째, 수학과 교육과정에 과정 중심 평가에 대한 서술이 직접적으로 제시될 필요가 있다. 분석 결과 과정 중심 평가를 직접적으로 언급하는 핵심어나 핵심어 간 네트워크는 발견되지 않았다. 선행 연구에서 과정 중심 평가에 대한 해석이 단위 학교마다 달라 실천이 상이하다는 점(Kim, 2018), 평가 관련 안내 자료의 부족으로 학생 평가에 부담을 느낀다(Kim & Na, 2017)는 문제점을 고려할 때, 각론에서도 각 과목별 특성에 따라 과정 중심 평가의 적용 방안을 제시한다면 과정 중심 평가의 실행에 대한 혼란이 해소될 수 있을 것이다.

둘째, 수학과 고등학교 교육과정에서 기능과 태도 측면의 평가에 대한 방법이 보충되어야 한다. 학교급별 교육과정 핵심어 분석 결과 고등학교는 초등 및 중학교와 비교하여 지식과 관련된 핵심어들이 집중적으로 나타났다. 이는 2015 개정 교육과정에서도 총론에서는 과정 중심 평가를 강조하였지만 각론에서는 여전히 지식에 대한 측정에 치우쳐 있음을 시사한다. 과정 중심 평가에서 지향하는 ‘교수·학습 연계’와 ‘학생의 다면적 특성에 대한 종합 평가’가 제대로 이루어지기 위해서는 교육과정에서도 지식뿐 아니라 기능과 태도 측면에 관한 교수·학습 및 평가의 방향이 균형 있게 제시되어야 할 것이다.

셋째, 초등 교육과정에서 수학과 교과 역량 중 ‘태도 및 실천’ 능력의 지도 및 평가에 대한 구체적인 방법이 언급될 필요가 있다. 초등학교의 5개의 영역 모두에서 태도 및 실천 역량의 연결성이 약한 것으로 파악되었으며 특히 측정, 규칙성, 자료와 가능성의 영역에서 상당히 낮은 중심성 값을 나타냈다. 학생들이 수학 학습에 어려움을 겪는 이유 중 심리적 요인이 크다는 것을 고려하면(Kim & Kang, 2006), 교육과정의 ‘평가 방법 및 유의 사항’ 과 ‘교수·학습 방법 및 유의 사항’에서 ‘태도 및 실천’ 능력에 대한 구체적인 안내가 필요하다. 또한 ‘학생의 다면적 특성에 대한 종합적 평가’를 강조하는 과정 중심의 평가의 측면에서도 수학 교과 역량이 고루 강조될 필요가 있다.

넷째, 과정 중심 평가의 특징을 수학과 교육 과정의 ‘평가 방법 및 유의 사항’ 과 ‘교수·학습 방법 및 유의 사항’에 고루 제시할 필요가 있다. 언어 네트워크 분석 결과’(4) 학생의 학습 과정에 대한 평가’, ‘(6) 다양한 평가 방법을 활용한 자료 수집의 다원화’, ‘(8) 즉각적이고 개별적인 피드백을 통해 학생의 학습과 교사의 수업 개선’의 측면을 강조하는 네트워크를 관찰 할 수 있었다. 핵심어 빈도 분석 결과와 언어 네트워크 분석 결과 모 두에서’(5) 수업 중 수시로 이루어지는 평가’, ‘(7) 평가 주체 다양화’, ‘(9) 학생의 성장과 변화를 지원하기 위한 평가 결과 활용’과 관련된 핵심어나 핵심어간의 연결성을 찾아보기 어려웠다. 과정 중심 평가가 기존의 평가 방법과 두드러지는 차이점이 상시성과 다양성(Ban et al., 2018)이라는 점을 고려하면 2015 개정 수학과 교육과정에서는 과정 중심 평가의 핵심적인 특징이 반영되도록 ‘평가 방법 및 유의 사항’ 과 ‘교수·학습 방법 및 유의 사항’을 제시할 필요성이 있다.

본 연구는 언어 네트워크 분석을 활용하여 교육과정 총론에서 제시하고 있는 과정 중심 평가의 특성이 수학과 교육과정에 얼마나 반영되어 있는지 분석해보고자 하였다. 분석 결과 과정 중심 평가의 구체적인 실천 방법이 부족하거나(Kim, 2018), 총론의 개념이 형식적이고 명목적인 지침으로 각론에 반영되었다(Kang, 2016; Lim & Hong, 2016; Park, 2016)는 기존의 연구에서 제시되었던 문제점이 동일하게 나타났다. 또한 학교 급별 핵심어 추출과 교과 역량에 따른 연결성 파악을 통해 과정 중심 평가의 반영 여부를 세부적으로 탐색할 수 있었다. 이러한 연구의 결과가 추후 교육과정 개정 및 과정 중심 평가의 적용에 유의미한 도움이 될 것으로 기대한다.

References

- Ban, J. C., Kim, S., Park, J., & Kim, H. K. (2018). Teachers' perception of process-based assessment by teacher. *Education and Evaluation Studies*, 21, 105-130.
- Han, K. J. (2003). Significance and research task of application of network analysis method as a social science methodology: Semantic network analysis. *Research in Social Studies Education*, 10, 219-235.
- Jin, K. A., Joung, Y. J., Park, J., & Lee, M. J. (2018). Exploring the teachers' perception and the practice of the alignment of instruction and assessment in high school math and english classes. *Education and Evaluation Studies*, 21, 51-74.
- Jung, D. H., & Yoo, D. Y. (2013). A communication structure of science gifted students based on the social network analysis. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 34, 81-92.
- Jung, J. H. (2010). A study on the development of observation evaluation standard for elementary invention gifted distinction. *Journal of Korean Practical Arts Education*, 23, 199-219.
- Kang, H. Suk. (2016). A speculative essay inquiry into the current state and future tasks of the korean school curriculum. *The Journal of Curriculum Studies*, 34, 69-101.
- Korea Institute for Curriculum and Evaluation. (2020, May 13). Process-oriented Assessment Linked to the Class, How Do You Do It? Retrieved from <http://www.kice.re.kr>
- Kim, G. L., & Kim, H. C. (2008). The geometry education of the middle school using the activity papers. *Journal of the Korean School Mathematics Society*, 11, 337-362.
- Kim, H. K., & Na, J. Y. (2017). Elementary and middle school teachers' perceptions and demands on the application of the 2015 revised science curriculum. *Journal of Science Education*, 37, 103-112.
- Kim, H. M., & Kang, W. (2006). An analysis of the of the causes of mathematics anxiety in the elementary school student according to the grades and sex. *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*. 10, 89-106.

- Kim, H. Y., Henan, Roh J. H., & Kang, O. G. (2012). A survey of teachers' perception of the degree of reflection and the possibility of reflection of core competencies in the teaching and learning process of mathematics. *Journal of the Korean School Mathematics Society*, 15, 605-625.
- Kim, J. M. (2018). Exploring the concept of process-based assessment and educational significance. *Learner-centered Subject Education Research*, 18, 839-859.
- Kim, L., Park, J. M., Song, D. S., & Lee, K. H. (2020). Exploring elementary mathematics education research trends using language network analysis – Focusing on past 10 years domestic journals on number and operation area. *Brain, Digital, & Learning*, 10, 271-281.
- Kim, S. H., Park, K. M., & Lee, H. C. (2015). Exploring international trends in core competencies reflected in mathematics and curriculum. *Journal of The Korean Society of Mathematics Education Series A: The Mathematics Education*, 54, 65-81.
- Kim, Y. J., Jang, W. Y., & Hong, H. G. (2019). The analysis and implication of student evaluation in 2015 science curriculum using text network analysis method: Focused on the connection with process centered evaluation. *The Journal of Curriculum Evaluation*, 22, 225-250.
- Lee, H. Y. (2020). Exploring improvement of curriculum on analysis of the connectivity between competencies, skills and achievement standards in 2015 revised mathematics curriculum for elementary school. *The Mathematical Education*, 59, 357-371.
- Lim, Y. N., & Hong, H. J. (2016). Review of the 2015 curriculum presentation method by subject: Focused on the content system. *Asian Education Research*, 17, 277-302.
- Lim, E. Y. (2020, May 14). The concept and meaning of process-oriented assessment. Retrieved from <http://happyedu.moe.go.kr>
- Ministry of Education. (2015). Mathematics Curriculum. Retrieved from <http://ncic.go.kr>
- Park, C. S., & Jung, C. W. (2013). Text network analysis: An example of understanding the shared meanings of between policy stakeholders through the analysis of a social-cognitive network. *Journal of Governmental Studies*. 19, 73-108.
- Park, J. H., Jin, K. A., Kim, S. J., & Lee, S. A. (2018). A study on how to increase teacher's evaluation expertise to improve process-oriented evaluation. Korea Institute of Curriculum and Evaluation.
- Popping, R. (2000). *Computer-Assisted Text Analysis*. London, UK: Sage.
- Ryu, S. N. (2017). Teacher's benefits of social network analysis to promote scientific argumentation. *Brain, Digital, & Learning*, 7, 1-8.
- Seo, Y. C., & Choi, W. H. (2018). A measurement of the network centrality of si · gun · gu in Korea. *Journal of the Korean Cartographic Association*, 18, 141-165.
- Son, D. W. (2002). *Social Network Analysis*. Seoul, Korea: Kyungmoon Publisher.
- Yeom, M. S., Gu, B. H., Lim, G. H., & Lee, K. H. (2020). Analysis of mathematics education research trends through semantic network analysis. *Brain, Digital, & Learning*, 10, 348-363.

Authors Information

Ahn, Do-Yeon: Cheonancheongdang Elementary School, Teacher, First Author

Yoon, Hyun-Ho: Deajeondonghwa Elementary School, Teacher, Co-author

Jung, Jin-Min: Wonpyeong Middle School, Teacher, Co-author

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

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1320-2715>