

통합과학 교과 역량에 대한 교사들의 인식 분석

안유민, 변태진*

한국교육과정평가원

Analysis of Teachers' Perceptions on the Subject Competencies of Integrated Science

Yumin Ahn, Taejin Byun*

Korea Institute for Curriculum and Evaluation

ARTICLE INFO

Article history:

Received 23 December 2019

Received in revised form

18 February 2020

11 March 2020

2 April 2020

Accepted 6 April 2020

Keywords:

2015 revised curriculum,
Integrate Science,
subject competency,
semantic network analysis,
achievement standard

ABSTRACT

In the 2015 revised curriculum, 'Integrated Science' was established to increase convergent thinking and designated as a common subject for all students to learn, regardless of career. In addition, the 2015 revised curriculum introduced 'competence' as a distinctive feature from the previous curriculum. In the 2015 revised curriculum, competencies are divided into core competencies of cross-curricular character and subject competencies based on academic knowledge and skills of the subject. The science curriculum contains five subject competencies: scientific thinking, scientific inquiry, scientific problem solving, scientific communication, scientific participation and life-long learning. However, the description of competencies in curriculum documents is insufficient, and experts' perceptions of competencies are not uniform. Therefore, this study examines the perceptions of science subjects in science high school teachers by deciding that comprehension of competencies should be preceded in order for competency-based education to be properly applied to school sites. First, we analyzed the relationship between achievement standards and subject competencies of integrated science through the operation of an expert working group with a high understanding of the integrated science achievement standards. Next, 31 high school science teachers examined the perception of the five subject competencies through a descriptive questionnaire. The semantic network analysis has been utilized to analyze the teachers' responses. The results of the analysis showed that the three curriculum competencies of scientific inquiry, scientific communication, scientific participation and life-long learning ability are similar to the definitions of teachers and curriculum documents, but in the case of scientific thinking and scientific problem solving, there are some gaps in perception and definition in curriculum documents. In addition, the results of the comprehensive analysis of teachers' perceptions on the five competencies show that the five curriculum competencies are more relevant than mutually exclusive or independent.

1. 서론

2015 개정 과학과 교육과정에서 가장 주요한 변화는 과학기술에 관한 기초 소양 함양을 위해 통합과학 과목이 신설되었으며, 고등학교에서 과학탐구실험과 함께 문이과 구분 없이 모든 학생이 배우는 공통 과목으로 지정되었다는 점일 것이다(MOE, 2015a). 통합과학은 물질과 규칙성, 시스템과 상호작용, 변화와 다양성, 환경과 에너지의 4개 영역에 대해 물질의 규칙성과 결합, 자연의 구성 물질, 역학적 시스템, 지구 시스템, 생명 시스템, 화학 변화, 생물다양성과 유지, 생태계와 환경, 발전과 신재생에너지 등과 같은 9개의 핵심 개념을 중심으로 분과 학문적 지식을 넘어 다양한 형태의 통합을 통한 융복합적 사고력 신장이 가능하도록 구성되었다(MOE, 2015b).

더불어 2015 개정 교육과정이 이전 교육과정과 차별화 되는 특징 중 하나는 '역량(competency)'을 도입했다는 것이다. 2015 개정 교육과정에서는 역량을 지식정보사회가 요구하는 범교과적 성격의 핵심 역량(자기관리 역량, 지식정보처리 역량, 창의적 사고 역량, 심미적 감성 역량, 의사소통 역량, 공동체 역량)과 각 교과와 성격에 맞게

적용할 수 있도록 설정된 교과 역량으로 구분하고 있다(MOE, 2015a). 교과 역량은 교과가 기반한 학문의 지식 및 기능을 습득하고 활용함으로써 길러질 수 있는 능력으로서 교과 학습의 결과로 지식, 기능, 태도 등을 통합적으로 운용하여 문제를 해결할 수 있는 능력을 말한다(Han, Kim, Lee, & Chang, 2018). 과학과 교육과정에서는 모든 과목에 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제 해결력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생 학습 능력 등 5개의 교과 역량을 공통적으로 제시하고 있다(MOE, 2015b).

하지만 2015 교육과정에서는 '역량'을 활용한 구체적인 교육 실천이 가능하게 이루어질 만큼 충분한 이해를 교사들에게 제공하고 있지 못한 실정이다. 실제로 과학교육을 현장에서 실천해야 하는 교사들은 역량에 대한 통일된 시각이 없고(Dong *et al.*, 2018), 나아가 과학 전문가 집단에서도 역량 개념에 대한 이해에 다소 차이가 있음을 확인할 수 있었다(Song & Shim, 2011; Kim & Park, 2017; Kang, 2011; Song *et al.*, 2019). Song & Shim(2011)은 과학적 탐구 과제 분석들을 참조하여 과학적 사고력 검사지를 개발하였는데, 해당 검사지는 과학적 사고력의 하위 요소로 문제 인식, 변인 추출, 실험 설계, 자료 해석,

* 교신저자 : 변태진 (tjbyun@kice.re.kr)

** 본 연구는 한국교육과정평가원에서 수행한 '통합사회, 통합과학 교수학습 및 평가 개선 방안 모색(RRI 2019-2)'의 일부 내용을 발췌하여 수정·재구성한 것임.
<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2020.40.2.97>

결론 도출과 같은 과학적 탐구 능력과 유사한 내용을 제시하고 있다. Kim & Park(2017)은 과학적 사고력의 하위 요소로 논리적 사고하기, 비판적 사고하기, 창의적 사고하기, 합리적 사고하기를 포함하고 있다고 보았다. Kang(2011)의 경우 과학적 사고의 하위 요소 내에 문제 해결 사고와 논리 사고를 두고 비판적 사고는 과학적 사고의 상위 요소로 보았다. 보다 최신의 연구인 ‘미래 세대를 위한 과학 교육 표준’에서는 역량을 과학적 탐구력, 과학적 사고력, 의사소통과 협업 능력, 정보처리와 의사결정 능력, 초연결사회 대응과 평생 학습 영역으로 구분하였고, 과학적 사고력의 하위 요소 내에 논리적 사고력, 비판적 사고력, 창의적 사고력, 수학적 사고력과 컴퓨팅 사고력이 포함되는 것으로 보았다(Song *et al.*, 2019). 과학 교육 전문가들뿐만 아니라 교사 역시 교과 역량에 대한 통일된 시각이 없어 교사마다 교과 역량을 다르게 분석하거나, 모든 문항에 과학적 사고력이 포함되었다고 보는 경우도 있었다(Dong *et al.*, 2018).

상술했듯이 2015 개정 교육과정은 역량 기반 교육과정으로 각 성취기준에는 교과 역량이 반영되어 있다. 또한 통합과학은 신설 과목으로 2015 개정 과학과 교육과정의 취지를 상징하는 특징적인 과목이다. 교사는 교육과정의 목표를 교수학습 활동으로 구현하는 주체이기에 역량 기반 교육과정이 성공적으로 실행되는 위해서는 성취기준과 역량에 대한 교사들의 올바른 이해가 전제되어야 한다. 따라서 2015 개정 교육과정에서 신설된 통합과학의 각 성취기준과 교과 역량의 관계를 규명하고, 교과 역량에 대한 고등학교 과학 교사들의 이해를 파악할 필요가 있다. 본 연구에서는 이러한 문제 인식에 기반하여 다음과 같이 연구 문제를 설정하였다. 첫째, 통합과학 성취기준과 교과 역량과의 관계는 어떠한가? 둘째, 과학과 교과 역량에 대한 고등학교 교사들의 인식은 어떠한가? 이 연구 결과가 교수학습 및 평가에서 과학과 교과 역량을 구현하는데 기초가 되고, 향후 교육과정에서 교과 역량을 재정립함에 있어 의미 있는 시사점을 제공할 수 있기를 기대한다.

II. 이론적 배경

핵심역량은 정의하는 주체에 따라 조금씩 다른 의미로 규정되지만 핵심역량의 출발점을 OECD의 DeSeCo(Definition and Selection of Competencies) 프로젝트로 보는 것에 대해서는 공통된 시각을 지닌다(Kwak, 2016). OECD에서는 1997년-2003년까지 DeSeCo 프로젝트를 통해 핵심역량을 ‘직업적 상황을 포함한 삶의 상황에서 발생하는 요구를 개인의 인지적, 심리사회적 특성을 동원하여 성공적으로 대처해나가는 능력’으로 정의하였다(OECD, 2003). 이후 P21(The Partnership for 21st Century Skills)의 21세기 학습을 위한 프레임워크, ATC21S(The Assessment and Teaching of 21st Century Skills) 프로젝트의 KSAVE 모델 등의 연구가 21세기를 살아가는 인간이 갖추어야 할 역량을 구체화하기 위한 목적으로 수행되었다(Kwak, 2016; Griffin & Care, 2014; P21, 2020). 국내의 경우 연구기관을 중심으로 정책연구가 우선적으로 수행되었는데, 2010년을 전후하여 한국교육개발원에서는 미래학교 교육비전의 모형을 탐색하는 연구가, 한국교육과정평가원에서는 핵심역량을 반영한 교육과정 설계 방안을 탐색하면서 핵심역량과 관련된 연구가 본격적으로 수행되었다(Park & Lee, 2010; Lee, Kwak, Lee, & Choi, 2012). 과학과에 보다

더 초점을 맞추면 Kwak *et al.*(2013)이 핵심역량과 융합인재교육에 초점을 둔 미래 사회 대비 과학과 교육과정 개선 방안을 내놓았고, Kim *et al.*(2013)이 핵심역량 신장을 위해 학교 교육에서 활용할 수 있는 평가 문항에 대한 모델을 연구하였다. Song *et al.*(2014)은 문이과 통합형 과학과 교육과정 재구조화 연구에서 창의·융합형 인재 양성을 위해 통합과학 과학과 핵심역량을 포함하는 교육과정 개방 방향에 대해 논의하였다. 이를 기반으로 교육부와 한국과학창의재단이 주관하였던 과학과 교육과정 시안 개발연구에서는 2015 개정 과학과 교육과정의 교과 역량으로 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제 해결력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생 학습 능력을 제시하였다(Jang *et al.*, 2015).

2015 개정 교육과정 개발 이후에는 과학과 교육과정에서 역량에 대한 소개와 분석, 핵심역량과 교과 역량의 관계, 역량 함양과 관련된 연구들이 수행되었다. Kwon *et al.*(2016)은 2015 개정 교육과정에서 과학과를 비롯하여 여러 교과에서 역량을 함양할 수 있는 방안을 조사하였고, Song & Na(2015)는 2015 개정 과학과 교육과정의 주요 방향과 쟁점을 소개하고 과학교실 문화와 연계하여 분석하였다. Ha & Shin(2016)은 핵심역량과 과학과 교과 역량에 대한 초등 교사의 인식을 분석하였고, Lee, Kim, & Kim(2017)와 Han, Chang, Kim, & Lee(2017)는 2015 개정 교육과정에서 핵심역량과 교과 역량의 관계를 분석하였다.

Koh & Jeong(2014)은 영국, 호주, 뉴질랜드, 캐나다(온타리오주) 등의 해외 사례에 대한 핵심 역량을 정리하고 핵심 역량에 대한 과학 교사들의 인식을 조사하였다. 조사 결과 창의적 사고력, 문제 해결, 탐구 능력을 과학 수업에서 중요하게 다루어야 된다고 인식하고 있었으나 그 실행 수준은 인식 수준보다 낮았다고 보고하였다. Yun, Ko, & Choi(2018)는 문헌 연구를 통하여 과학과 교과 역량의 하위요소를 추출하였다. 그는 과학적 사고력의 하위요소로 논리적 사고하기, 비판적 사고하기, 창의적 사고하기를, 과학적 탐구 능력의 하위요소로 NGSS(NRC, 2013)에서 제시한 과학실천 8가지를 제시하는 등 과학과 교과 역량에 대해 하위요소를 구체적으로 제시하고 정의하는 데 노력하였다. 과학과 교과 역량에 대해 추가적인 연구가 필요한 이유는 과학과 교과 역량을 지도하는 방법과 설명이 부족하여 교사가 과학과 교과 역량을 반영한 수업을 계획하는데 어려움이 있다고 보고되고 있기 때문이다(Koh & Jeong, 2014; Kim & Na, 2017).

언어 네트워크 분석(semantic network analysis)은 데이터 마이닝 기법을 활용한 소셜 네트워크 분석법(social network analysis)의 일종이다(Song & Song, 2016). 언어 네트워크 분석은 언어 텍스트를 주 대상으로 삼아 텍스트 간의 관계와 텍스트에 내재된 의미를 추출하여 단어 사이의 의미 관계와 전체적 구조를 분석하는 기법이다(Lee, 2014). 국내 언어 네트워크 분석 연구들은 학술 논문과 인터뷰 자료를 텍스트 분석 대상으로 많이 사용하는 데(Lee, 2014), 최근에는 과학 교과와 관련된 역량을 분석하는 데도 언어 네트워크 분석 기법을 활용하고 있다(Rhee, Nam, & Im, 2018; Lee, Kim, & Kim, 2017; Lim & Jang, 2016). Lim & Jang(2016)은 2015 개정 교육과정에서 핵심역량과 교과의 관계성을 분석하였는데, 과학과의 경우 지식정보처리 역량의 연결 중심성과 위세 중심성이 높은 것으로 나타났다. Lee, Kim, & Kim(2017)은 2015 개정 교육과정에서 총론의 ‘개정의 방향’과 과학과 교육과정에서 과학의 ‘성격’을 대상으로 언어 네트워크

분석을 통해 2015 개정 과학과 교육과정의 교과 역량에 나타난 핵심 역량의 특징으로 지식정보처리 역량을 과학과에서 강조되는 핵심역량으로 해석하였으며, 창의적 사고 역량과 매우 긴밀하게 연결되어 있다고 보았다. 또한 공동체 역량은 교과 역량 안에서 다른 역량들을 매개하면서 중요한 역할을 차지하며, 자기관리 역량은 공동체 역량을 매개할 때 그 기능을 발휘한다고 하였다. Rhee, Nam, & Im(2018)은 2015 개정 교육과정의 과학과 핵심역량과 물리 교과 성취기준과의 관계를 분석하였는데, 고등학교 통합과학, 물리학 I, 물리학II에서 역량이 과학적 사고력에 편중되어 있다는 것을 밝혔다. 또한 과학 교과목 전체적으로 과학적 의사소통 능력이나 과학적 참여와 평생 학습 능력 역량은 성취기준에 반영된 정도가 매우 부족함을 알 수 있었다. 또한 네트워크 분석에서 과학과 교과 전체에서 과학적 사고력이 연결 중심성 부분에 있어서 다른 교과 역량보다 두 배 이상 높았으며, 통합과학에서도 이러한 경향이 유지되었다고 보고하고 있다.

III. 연구 방법

본 연구에서는 교사 전문가 그룹의 워킹 그룹 연구를 통해 통합과학의 교과 역량과 성취기준의 관련성을 분석하였고, 역량과 관련된 설문을 통해 통합과학 교과 역량에 대한 교사들의 인식을 조사하여 언어 네트워크 분석을 실시하였다.

1. 통합과학 성취기준과 교과 역량과의 관계 분석 방법

통합과학 성취기준-교과 역량의 관계 분석은 다음과 같은 절차를 통해 이루어졌다. 우선 연구진이 2019년 4월 3차례 논의를 통해 분석 기준을 설정하였고, 전문가 워킹 그룹 운영을 통해 분석의 신뢰성을 높이기로 합의하였다. 연구진 2인 역시 2015 개정 교육과정 개발에 참여하였거나 통합과학에 대한 연구를 수행하여 통합과학의 성취기

준에 대한 전문성을 갖추었다고 볼 수 있으나, 학교 현장에서의 전문가적 식견이 필요하다고 판단하여 워킹 그룹을 운영하기로 하였다. 분석의 전문성을 담보하기 위해 워킹 그룹의 자격은 교육과정 및 교과 역량에 대한 이해가 높을 것으로 기대되는 통합과학 교과서 집필 경험이 있는 경력 15년 이상의 고등학교 과학 교사로 한정하였다. 또한 과학과 교과 역량은 모든 과학 과목에서 동일하지만 전공 배경에 따라 다소 다른 이해가 있을 수 있다는 여지를 확인하기 위해 물리, 화학, 생물, 지구과학의 전공별로 각 1명씩 구성하였다.

워킹 그룹이 구성된 이후 분석 과정은 다음과 같이 이루어졌다. 연구진은 워킹 그룹과의 1차 협의회(2019년 4월 30일)에서 분석 방법과 분석 기준을 논의하여 확정하였다. 분석 방법은 교육과정 문서 중 교육과정 성취기준, 탐구 주제 및 활동(예시), 성취기준 해설, 교수·학습 방법 및 유의사항, 평가 방법 및 유의사항을 참고하여 각 교과 역량과 관련 여부에 답하고 관련 근거를 교육과정 문서에 기반하여 기술하기로 하였다. 다음 단계로 논의한 기준을 바탕으로 워킹 그룹이 통합과학의 32개 성취기준에 대해 5개 교과 역량과의 관련성 여부를 개별 분석하였다(2019년 5월 2일~5월 7일). 이 단계에서 도출된 분석 결과의 일부를 제시하면 Figure 1과 같다.

2차 협의회(2019년 5월 8일)에서는 개별 분석 결과를 바탕으로 분석자 간 분석 결과가 일치하지 않은 성취기준과 교과 역량에 대해서는 각자의 분석 근거와 판정 기준에 대해 논의하였다. 이를 통해 성취기준-교과 역량의 관계 분석 기준을 보다 정교화 하였다. 마지막으로 새롭게 공유된 분석 기준에 따라 재분석을 실시하고(2019년 5월 9일~5월 15일), 각 성취기준에 대해 역량 함양을 위해 교수학습 및 평가와 관련한 개별 의견을 개진하여 시사점을 도출하였다.

2. 통합과학 교과 역량에 대한 분석 방법

통합과학의 교과 역량은 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적

교육과정 문서					교과 역량									
					과학적 사고력		과학적 탐구 능력		과학적 문제 해결력		과학적 의사소통 능력		과학적 참여와 평생 학습 능력	
교육과정 성취 기준	<탐구 주제 및 활동(예시)>	성취기준 해설	교수·학습 방법 및 유의 사항	평가 방법 및 유의 사항	관련 여부	관련 근거	관련 여부	관련 근거	관련 여부	관련 근거	관련 여부	관련 근거	관련 여부	관련 근거
[10통과01-01] 지구와 생명체를 비롯한 우주의 구성 원소들이 우주 초기부터의 진화 과정을 거쳐서 형성됨을 물질에서 방출되는 빛을 활용하여 추론할 수 있다.	· 분광기로 선스펙트럼과 연속스펙트럼을 관찰하고 우주 전역에서 수소의 선스펙트럼이 관찰되는 까닭 토론하기 · 빅뱅 우주론이 확립되는 과정에서 정점이 되었던 문제나 관측 증거를 조사하고 토론하기	· 분광기를 활용하여 수소의 선스펙트럼을 관찰하고 이를 우주 전역의 선스펙트럼을 관찰한 결과 자료와 비교함으로써 우주 진화 초기에 만들어진 수소와 헬륨이 현재 우주의 주요 구성 원소임을 파악하게 한다.			1	지구와 생명체를 비롯한 우주의 구성 원소들이 우주 초기부터의 진화 과정을 거쳐서 형성됨을 물질에서 방출되는 빛을 활용하여 추론->논리적인 사고	1	빅뱅 우주론이 확립되는 과정에서 정점이 되었던 문제나 관측 증거를 조사->증거수집	0		1	1)분광기로 선스펙트럼과 연속스펙트럼을 관찰하고 우주 전역에서 수소의 선스펙트럼이 관찰되는 까닭 토론->생각 표현, 정보이해 2)분광기로 선스펙트럼과 연속스펙트럼을 관찰하고 우주 전역에서 수소의 선스펙트럼이 관찰되는 까닭 토론하기->정보 이해, 조정과 논증	0	
[10통과01-04] 지구와 생명체를 구성하는 주요 원소들이 결합을 형성하는 이유와, 원소들의 성질에 따라 형성되는 결합의 종류를 추론할 수 있다.	· 이온 결합과 공유 결합을 모형을 표현함으로써 원자들이 화학 결합을 형성하는 이유와, 원소들의 성질에 따라 형성되는 결합의 종류를 추론할 수 있다.	· 주요 원소들이 화학 결합을 형성하는 이유와, 원소들의 성질에 따라 형성되는 결합의 종류를 추론할 수 있다.	· 공유 결합과 이온 결합 화합물의 성질은 주원소와 수소의 결합에서 전기 음성도 차이를 탐구하는 활동을 위주로 구성한다.	· 1족 원소와 17족 원소의 성질 비교하기, 화학 결합의 종류에 따른 물질의 성질 비교하기. 이온 결합 및 공유 결합 물질 찾아보기 등에 대한 수행평가를 실시할 수 있으며, 성과물의 장의 성과 과학적 정확성을 평가할 수 있다.	1	1. 지구와 생명체를 구성하는 주요 원소들이 결합을 형성하는 이유와, 원소들의 성질에 따라 형성되는 결합의 종류를 추론->논리적인 사고	1	1. 이온 결합과 공유 결합을 모형으로 표현함으로써 원자들이 화학 결합을 통하여 지구 시스템과 생명 시스템을 형성하고 생명 현상을 나타내는 원리 탐구하기	0	1. 공유 결합과 이온 결합 화합물의 성질을 이해하기 위해 고체와 수액 상태에서의 전기 음성도 차이 탐구-> 해결방안 실험	0		0	

Figure 1. The personal analysis of relation between achievement standard and subject competencies of 'Integrate Science' (sample)

문제 해결력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생 학습 능력 5가지로, 학교급이나 과목에 따른 차이 없이 과학과의 모든 과목(초등학교 과학, 중학교 과학, 물리학 I, 지구과학 II 등)에서 똑같이 설정되어 있다(MOE, 2015b). 본 연구에서는 통합과학의 교과 역량에 대한 교사들의 인식을 파악하기 위해 고등학교 과학 교사를 대상으로 서술형 설문을 실시하기로 하였다. 설문에는 교사의 성별, 근무지역, 교육 경력, 전공 등 기본 정보와 통합과학 교과 역량에 대한 서술형 질문(“선생님께서 생각하시는 해당 교과 역량에 대한 정의와 설명을 2~3개 이상의 ‘문장으로’ 작성해 주세요.”)와 단답형 질문(“응답하신 정의나 설명 가운데 핵심 단어를 3~5개 작성해주세요”)으로 이루어졌다. 단답형 질문은 서술형 질문으로 네트워크 분석이 불가능할 때를 대비하여 계획한 것으로 본 연구의 데이터로 활용하지는 않았다. 자료 수집은 2019년 7월 말~8월 초 고등학교 과학교사 31명을 대상으로 약 2주간 온라인으로 이루어졌다. 앞서 언급한 것과 같이 교육과정 상에서는 학교급이나 과목에 따른 과학과 교과 역량의 차이는 없으나 역량에 대한 교사들의 인식은 학교급이나 전공에 따라 차이가 있을 가능성이 있다고 판단하여, 학교급은 통합과학 수업이 배정된 고등학교로 한정 짓고 물리, 화학, 생명과학, 지구과학 교사는 되도록 균등 분배가 될 수 있도록 구성하였다. 이들은 고등학교에 근무하는 물리 교사 8명, 화학 교사 8명, 생명과학 교사 7명, 지구과학 교사 8명으로 구성되었고, 서울, 인천, 부산, 세종, 경기, 충남, 전북, 전남 지역에 근무하는 교사들이었다. 이들의 교육 경력은 10년 미만 5명, 10년 이상~20년 미만 13명, 20년 이상~30년 미만 10명, 30년 이상 3명으로 평균 17.8년이었고, 학사 학위자 6명, 석사 학위자 20명, 박사 학위자 5명으로 이루어졌다.

본 연구에서는 교사들의 응답을 분석하는 기법으로 언어 네트워크 분석(semantic network analysis; SNA)을 수행하였다. 언어 네트워크 분석은 특정 단어와 함께 출현하는 단어가 무엇인가 관심을 두고, 함께 출현하는 빈도를 산출하여 연결망으로 나타낸다. 언어 네트워크 분석은 텍스트를 해석한 후 이를 다시 조합하고 공간적으로 표시함에 따라 텍스트가 가지고 있는 주요 의미를 파악하는데 유용할 뿐 아니라 텍스트들 간의 구조적 관계를 쉽게 파악할 수 있는 장점이 있다(Jang & Barnett, 1994). 언어 네트워크 분석은 다양한 해석과 정의가 존재하는 학술 논문, 개론서 등 각 학술 연구 자료의 텍스트를 분석하여 전체를 조망하고, 단어 간의 관계를 분석하는 데 객관성을 부여할 수 있는 기법이다. 언어 네트워크 분석은 문서 속에 출현하는 단어들 사이의 구조적 관계를 파악해 전체적인 의미를 네트워크 형태로 시각화한다. 또한 문서 속에 출현하는 단어들을 선(link)으로 연결하여 단어와 단어 사이의 관계를 시각화함으로써 문서 자체로는 잘 드러나지 않는 특징을 확인할 수 있기에 특정 주제에 대한 구조적 분석에 효과적이다(Lee, Kim, & Kim, 2017). 최근의 과학교육 연구에서도 언어 네트워크 분석 연구 방법의 장점을 활용하여 ‘언어 네트워크 분석을 통해 본 과학중점학교 과학수업의 특징’이나 ‘재미있는 과학수업에 대한 교사와 학생의 인식 비교’와 같은 연구에서 주체의 인식에 대해 언어 네트워크 분석을 활용하였다(Kim, Na, & Song, 2018; Shin, Ha, & Lee, 2018). 본 연구에서 언어 네트워크 분석을 사용한 이유는 학문 공동체 내에서 교과 역량에 대한 논의는 활발하게 이루어지고 있지만 교과 역량들에 대한 다양한 개념 정의가 존재하여 학문 공동체의 단일하게 합의된 개념 정의를 찾아보기 어렵기 때문이다. 또한 연구진은

은 본 연구에서 통합과학의 교과 역량에 대한 교사의 인식에 대한 응답이 서술형의 여러 문장으로 구성되어 있기에 키워드로 코딩하여 해석하는 것보다 응답 원문을 언어 네트워크로 분석하는 것이 키워드 추출 과정에서 데이터 손실을 줄이고 사용한 단어 간의 관계를 추출할 수 있기에 더 적절하다고 보았다. 연구진은 교사들로부터 응답을 받은 후, 각 응답을 역량별로 분석하기 위해 TXT 파일로 변환하고 분석 가능한 형태로 가공하였다. 이후 언어 네트워크 분석 프로그램인 NetMiner 4를 이용하여 언어 네트워크 분석을 실시하였다. 네트워크 분석은 연결 중심성(degree centrality)과 위세 중심성(Eigenvector centrality)을 우선적으로 분석하고, 이를 기반으로 주요 하위 용어 추출과 중심성이 높은 단어를 중심으로 Spring 2D를 기법을 이용한 네트워크 시각화를 수행하였다. 이를 통해 산출된 결과 값에 대해 연구진이 모여 수차례 논의를 통해 해석하였다. 본 연구의 두 번째 연구에서 수행한 교과 역량에 대한 언어 네트워크 분석 과정에 대해 정리하면 Figure 2와 같다.

본 연구에서는 분석을 시행한 2가지 중심성에 대해 보다 자세히 설명하면 다음과 같다. 연결 중심성은 연결망 내에서 하나의 노드에 직접 연결되어 있는 노드의 개수를 의미하는 것으로 네트워크 안으로 들어오는 연결에 대한 것을 내향 연결 중심성(in-degree centrality), 네트워크 밖으로 나가는 방향의 연결을 외향 연결 중심성(out-degree centrality)이라고 명칭한다(Kim & Kim, 2016). 본 연구에서는 네트워크의 방향성을 띠고 있지 않기에 두 값이 같게 나타났다. 위세 중심성은 네트워크 내 노드들이 또 다른 노드에 영향을 끼치는 연쇄 과정에서 첫 번째 노드의 영향력(power)이 가장 높다고 보고 각각의 노드들에 상대적 점수를 부여하여 네트워크상의 기능과 공헌 정도를 파악해주는 척도이다(Kim & Kim, 2016). 네트워크 분석 연구에서는 연결 중심성, 위세 중심성 외에도 노드들 간의 최단 경로를 계산하여 척도를 나타내는 매개 중심성(betweenness centrality)도 있으나, 본 연구의 목적이 역량 하위 요소에 관심을 가지고 있으며 상위 두 가지가 네트워크 분석에서 많이 활용되고 있어 본 연구에서도 두 가지 척도를 중심으로 분석하였다(Lee, 2014). 참고로 본 연구에서는 네트워크 분석 결과 각 교과 역량에 해당하는 용어뿐 아니라 ‘과학’, ‘능력’과 같은 용어들이 중심성이 높은 것으로 나왔다. 다른 연구 사례의 경우 언어 네트워크 분석 과정에서 해석이 불필요해 보일 수 있는 용어들

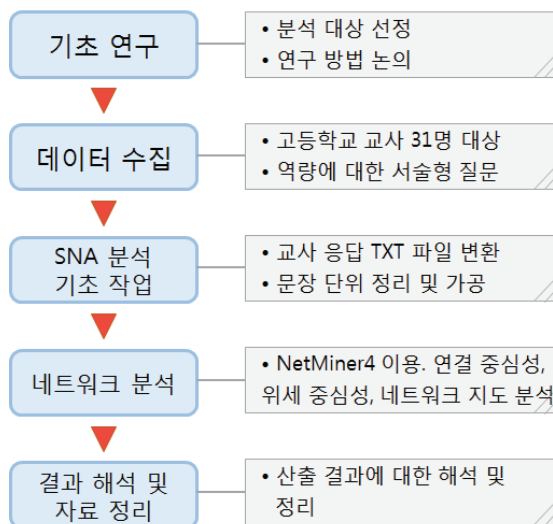


Figure 2. SNA research Process

을 전처리 과정에서 제거하고 분석하는 경우도 있으나 이 경우 네트워크 관계(link)가 깨져 단어들 사이의 의미 파악이 어려운 경우가 발생하기에, 본 연구에서는 해당 용어를 전처리 과정에서는 제거하지 않고 결과 해석에서 이 부분을 고려하여 의미를 분석하였다.

IV. 연구 결과

1. 통합과학 성취기준과 교과 역량과의 관계 분석

가. 분석 기준 설정

상술한 바와 같이 연구진은 2019년 4월 3차례 논의를 통해 분석 기준을 설정하고, 워킹 그룹과 1차 오프라인 모임을 통해 분석 방법과 기준을 설정하였다. 통합과학 성취기준과 교과 역량과의 관계를 분석 하는데 앞서 다음과 같은 분석의 원칙을 설정하였다. 첫째, 통합과학 교과 역량 정의에 대한 해석의 다양성을 최소화하여 분석하고자 하였다. 이는 선행 연구에서 지적된 바와 같이 그간의 과학교육 연구 전통에 비추어 보아 과학 교과 역량에 대해서 관점과 맥락에 따라 다양한 정의가 가능할 뿐만 아니라, 2015 개정 교육과정에서 언급하는 5가지 과학과 교과 역량은 서로 다른 교과 역량끼리 의미가 중복되는 경우가 있어 각각 독립적인 변인이라고 보기 어렵다는 사실에 기인한다 (Rhee, Nam, & Im, 2018). 따라서 성취기준과 교과 역량과의 관계를 분석하는 단계에서는 과학 교과 역량을 오직 교육과정 문서에서 제시하는 설명에 입각하여 이해함으로써 각 교과 역량 사이의 변별을 높여 분석하고자 하였다. 둘째, 통합과학 교과 역량이 함양되는 교수학습 맥락을 판단 기준에서 배제하여 명시적인 근거에 기반하여 분석함으로써 해석의 다양성을 최소화하려고 하였다. 앞서 2015 개정 교육과정 통합과학 교수학습 자료에서 성취기준에 따른 교과 역량을 제시하고 있음을 확인하였지만, 이는 다소 직관적 판단에 의한 관계 분석의 측면이 있으며 성취기준에 적합한 수업 모형의 선정과 그를 통한 교과 역량 함양의 관계를 제시하고 있다. 예를 들어, 특정 성취기준에 활용하기 적합하다고 생각되는 수업 모형을 제시하고, 해당 모형을 적용한 수업과 수업 과정 중 또는 후에 실시할 수 있는 평가 등 일련의 과정을 통해 직관적으로 파악되는 관련 교과 역량을 기를 수 있다고 제시하는 방식이다(MOE & Daejeon Metropolitan Office of Education, 2016). 물론 교수학습과 평가의 실행 맥락을 고려할 때 성취기준과 수업 모형, 그리고 교과 역량 사이에 이와 같은 순환적이고 암묵적인 관련성이 당연하다고 볼 수 있지만, 명시적인 근거에 기반한 분석적 연구 결과를 도출하기에는 한계가 되기도 한다. 따라서 성취기준과 교과 역량의 관계를 분석함에 있어 교육과정 문서에서 명시하는 범주, 즉 교육과정 성취기준과 탐구 주제 및 활동 예시, 성취기준 해설, 교수학습 방법 및 유의 사항과 평가 방법 및 유의 사항의 항목에 한하여 판단의 근거로 삼아 분석하였다. 셋째, 분석자 간 분석 결과에 대한 일치도와 차이점의 의미를 동시에 분석하였다. 즉, 분석

자 간 일치도는 통합과학 성취기준과 교과 역량과의 관계 분석 결과에 대한 타당성과 신뢰성의 증거로 삼고, 차이점은 분석 기준 수립 및 분석 결과에 대한 시사점 도출의 근거로 삼을 수 있다고 보았다. 따라서 이를 통해 도출한 결과는 성취기준을 달성하기 위한 매 차시의 수업마다 실행하는 교시에 따라 수업 모형과 평가 방법 등의 적용이 달라진다 하여도 통합과학의 성취기준 자체가 내포하는 교과 역량 함양에 있어 최소한으로 견지될 수 있는 구체적인 접점으로서 의미가 있을 것이다.

나. 1차 분석 결과

이러한 분석 기준에 따른 통합과학 성취기준과 교과 역량 간의 관계 분석에 대한 상세 결과는 다음과 같다. 우선 개별 분석 결과에 대하여 4명의 전문가가 통합과학의 32개 성취기준마다 교과 역량 관련 여부(0: 관련 없음, 1: 관련 있음)를 평정하였으므로, 주로 이분형 자료에서 평정자 간 일치도 산출에 많이 사용되는 일치백분율을 산출하였다. 통계 분야에서 일치백분율의 결과 분석은 0.7~0.8을 적당한 값(fair)으로, 0.7 미만을 나쁨 수준(poor)으로 보고된다(Cicchetti, 2017). 본 연구에서는 일치백분율 산출 시, 평정자의 수가 4명이기 때문에 구성할 수 있는 평정자들의 쌍에 대한 일치백분율을 산출한 후, 이를 평균한 전체 일치백분율(overall percent agreement)을 사용하였으며, 그 결과는 Table 1과 같다.

개별 분석 결과에 대한 일치백분율의 범위가 0.573~0.786으로 나타나 4명에 대한 분석 결과임을 고려할 때 분석 결과에 있어 과학적 문제 해결력을 제외하면 좋은 수준의 일치도를 나타낸다고 볼 수 있다. 특히 과학적 탐구 능력의 일치백분율이 0.786으로 가장 높게 나타났으며, 과학적 의사소통 능력의 일치율도 0.745로 나타나 4명의 개별 분석 결과의 일치도가 매우 높았다.

1차 협의회에서는 성취기준과 교과 역량의 관계에 대한 개별 분석 결과 중에서 4명 모두 '0' 또는 '1'로 코딩한 경우와 1명 또는 3명이 '0' 또는 '1'로 코딩한 경우는 분석 결과가 합치되는 것으로 보았다. 그러나 성취기준과 교과 역량 관계 분석 결과 2명씩 '0' 또는 '1'로 코딩한 경우는 개별 분석 결과가 합치되지 않는 것으로 판단하였다. 통합과학 전체 32개의 성취기준에 대한 5가지 교과 역량의 관련 여부를 교차하면 산출되는 160개의 항목 중에서 12개의 항목이 이에 해당하였다. 역량별로 살펴보면 과학적 사고력은 불일치 결과가 없었으며, 과학적 탐구 능력은 [10통과06-02]와 [10통과09-04]에서 2개, 과학적 문제 해결력이 [10통과01-04], [10통과01-05], [10통과04-02], [10통과06-02]에서 4개, 과학적 의사소통 능력이 [10통과01-02], [10통과04-03], [10통과06-02], [10통과09-01]에서 4개, 그리고 과학적 참여와 평생 학습 능력에서는 [10통과06-02]와 [10통과09-01]의 2개 성취기준에서 불일치하였다. 이 12개의 항목에 대해서는 2차 협의회에서 자신이 이와 같이 판단한 이유를 논의하고 개별 분석 결과에 대한 조정의 기회를 제공하여 최종 분석에 이를 반영하였다.

Table 1. The overall percent agreement of personal analysis result

통합과학 교과 역량	과학적 사고력	과학적 탐구 능력	과학적 문제 해결력	과학적 의사소통 능력	과학적 참여와 평생 학습 능력
일치백분율	0.625	0.786	0.573	0.745	0.714

다. 최종 분석 결과

개별 분석 결과를 공유하고 불일치 결과를 논의하는 2차 회의에서는 개별 분석 결과 불일치 사례에서 해석의 차이점을 논의함으로써 교과 역량 분석의 시사점을 논의하고 재조정된 최종 분석 결과의 타당도를 제고할 수 있도록 하였다. 따라서 이러한 논의 결과를 바탕으로 4명의 워킹 그룹 구성원은 자신의 초기 분석 결과를 일부 조정하였으며, 개별 분석과 조정 결과의 일치도를 비교 확인하기 위해 급내상관계수(intra-class correlation: ICC)를 산출하였고, 그 결과는 Table 2와 같다. 급내상관계수는 관찰자 간의 상관도를 분석하는 기법으로 결과 값이 0.75이상이면 아주 좋음으로, 0.60~0.74이면 좋음으로, 0.40~0.59이면 적당함, 0.40미만이면 나쁨으로 판단한다(Cicchetti, 1994).

Table 2에서 과학적 사고력에 대한 ICC는 0.000으로 나타났으며, 이는 유의수준 .05에서 통계적으로 유의하지 않았다. 과학적 사고력의 경우 실제로는 교사들의 평정결과가 상당 부분 일치함에도 ICC가 0.000으로 나타났다. 이러한 결과는 4명의 교사들이 모든 성취기준이 과학적 사고력의 함양과 관련되었다고 동일한 응답을 하였기 때문에, ICC 산출 과정에서 오히려 평정자 내 평정 결과의 분산을 산출할 수가 없어 교과 역량 함양 여부 결과는 일치함에도 급내상관계수는 오히려 극단적으로 낮은 값을 나타내게 되었다. 그러나 과학적 탐구 능력의 ICC는 0.710(< .001), 과학적 의사소통 능력은 개별 분석 결과에 대해서 0.675(< .001), 조정 결과에서는 0.643(< .001)로 나타났다. 과학적 문제해결력은 개별 분석 결과에서는 0.675(< .001), 조정 결과에서는 0.634(< .001)로 조금 줄어들었다. 과학적 참여와 평생 학습 능력은 회의 조정 후에 0.807(< .001)로 일치도가 높아졌다. 급내상관계수가 1에 가까울수록 평정자 간 일치도가 높다고 해석할 수 있으며, 전반적으로 급내상관계수는 비교적 양호한 수준을 나타내고 있다.

이상의 논의 및 개별 분석 결과의 조정을 거쳐 최종적으로 도출된 통합과학 성취기준과 교과 역량과의 관계에 대한 분석 결과는 Table 3과 같다. Table 3에서 ‘○’는 성취 기준과 해당 교과 역량 사이에 관계가 있는 것을, ‘×’는 관계가 없는 것을, ‘△’는 관계 여부를 알 수 없는 경우에 해당한다.

1차 분석에서는 12개 항목에 대해 합의하지 못했던 것에 비해 최종 단계에서는 5개를 항목이 성취기준과 교과 역량 관계 파악이 불명확한 것으로 나타났다(Table 3에서 ‘△’로 표시함). 해당되는 5개의 항목은 4명의 워킹그룹이 재분석의 과정을 거친 이후에도 2명씩 의견이 팽팽하여 분석 결과가 일치되지 않는 경우에 해당한다. 역량별로 살펴보면 과학적 사고력과 과학적 참여와 평생 학습 능력은 불일치 결과가 없었고, 과학적 탐구 능력은 [10통과06-02]와 [10통과09-04]에서 2개, 과학적 문제 해결력이 [10통과04-02], [10통과06-02]에서 2개, 과학적 의사소통 능력이 [10통과06-02] 1개로 나타났다. 성취기준별

로 분석하면 [10통과06-02]가 3개로 가장 불일치 비율이 높은 성취기준으로 나타났다. 이와 관련하여 특히 [10통과06-02]와 [10통과09-04]의 과학적 탐구 능력에 대해서 분석 의견이 일치되지 않은 것은 전공 배경과 무관하지 않을 것으로 생각할 수 있다. 특히 [10통과06-02]에서는 생물과 화학 전공 교사가, [10통과09-04]에서는 물리와 지구과학 전공 교사가 과학적 탐구 능력의 함양과 관련되지 않는다고 분석하였다는 점은 주의 깊게 살펴볼만 하다. 이는 해당 성취기준이 다루는 내용 영역을 전공한 교사들이 증거 수집 기능과 관련하여 비교적 단순하고 얇은 수준의 증거가 산출될 것으로 보아 과학적 탐구 능력의 함양 여부를 더욱 엄격하게 분석한 경우로서 의미 있는 시사점을 제공한다고 할 수 있으며, 앞서 언급했듯이 [10통과06-02]의 과학적 의사소통 능력의 불일치와도 연결된다. 과학적 문제 해결력에서 불일치의 결과가 확정된 [10통과04-02]와 [10통과06-04]는 교육과정 문서의 ‘평가 방법 및 유의 사항’에 제시된 내용이 다소 추상적이고 포괄적이거나 단지 평가 방법으로서 ‘프로젝트 활동 보고서’ 등을 제시하는 경우, 이를 과학적 문제 해결력 함양의 근거로 삼을 수 있는지에 대한 쟁점에서 워킹그룹 구성원의 의견이 합치되지 않았던 경우에 해당한다. Table 3에서 제시된 결과를 교과 역량별로 다시 살펴보고 빈도를 분석하면 Figure 3과 같이 나타낼 수 있다.

Figure 3을 보면 과학적 사고력은 통합과학 32개 성취기준 모두에 반영되어 있으며, 과학적 탐구 능력과 과학적 의사소통 능력의 함양과 관련된 성취기준은 각각 25개로 78.1%에 해당한다. 다음으로 과학적 문제 해결력이 15개의 성취기준과 관련되어 46.9%, 과학적 참여와 평생 학습 능력의 함양은 34.4%에 해당하는 11개 성취기준에 반영되어 있는 것으로 분석되었다. 이러한 경향성은 선행연구인 Rhee, Nam, & Im(2018)의 연구에서 과학적 사고력 항목이 높은 것과 과학적 참여와 평생 학습 능력이 낮게 나타난 것과 일치하며, 반면 과학적 의사소통 능력에 대해서는 이전 선행 연구와 상반된 결과를 보여주고 있다. 차이를 보이는 이유는 선행 연구가 성취기준의 서술어를 중심으로 언어 네트워크 기법으로 분석한 반면 본 연구에서는 성취기준 뿐만 아니라 교육과정 문서 있는 탐구주제 및 활동, 성취기준 해설, 교수학습 및 유의사항, 평가 방법 및 유의사항으로 분석 범위를 넓게 보았고, 전문가 워킹 그룹 분석을 통해 도출하였기에 일부 결과가 다르게 나타난 것으로 판단된다.

2. 통합과학 교과 역량에 대한 교사 인식 분석

연구 방법에서 상술한 바와 같이 통합과학의 교과 역량 분석은 수합한 31명의 응답에 대해 언어 네트워크 기법을 통해 분석하였다. 우선 5가지 교과 역량에 대해 개별적으로 분석을 수행하고, 중심성이 높은 상위 키워드를 바탕으로 종합 분석을 수행하였다. 이후 제시되는 Table 4-Table 8은 연결 중심성이 높은 단어순으로 정렬하였으며,

Table 2. The intra-class correlation of analysis result

통합과학 교과 역량	과학적 사고력	과학적 탐구 능력	과학적 문제 해결력	과학적 의사소통 능력	과학적 참여와 평생 학습 능력
개별 분석	.000	.710***	.504**	.675***	.788***
조정 결과	.000	.710***	.634***	.643***	.807***

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Table 3. The final analysis result of relation between achievement standard and subject competencies of 'Integrate Science'

성취 기준	교과 역량	과학적 사고력	과학적 탐구 능력	과학적 문제 해결력	과학적 의사소통 능력	과학적 참여와 평생 학습 능력
[10통과01-01]		○	○	×	○	×
[10통과01-02]		○	○	×	×	×
[10통과01-03]		○	○	○	○	×
[10통과01-04]		○	○	×	○	×
[10통과01-05]		○	○	○	○	×
[10통과02-01]		○	○	×	×	×
[10통과02-02]		○	○	×	○	×
[10통과02-03]		○	○	○	○	○
[10통과03-01]		○	○	×	○	×
[10통과03-02]		○	○	○	×	×
[10통과04-01]		○	○	×	○	×
[10통과04-02]		○	×	△	○	○
[10통과04-03]		○	○	○	○	○
[10통과05-01]		○	○	×	○	×
[10통과05-02]		○	○	○	○	×
[10통과05-03]		○	○	×	○	×
[10통과06-01]		○	○	×	○	×
[10통과06-02]		○	△	△	△	×
[10통과06-03]		○	○	○	○	×
[10통과06-04]		○	○	○	○	○
[10통과07-01]		○	○	×	○	×
[10통과07-02]		○	○	×	○	○
[10통과07-03]		○	×	○	○	○
[10통과08-01]		○	○	×	○	○
[10통과08-02]		○	○	×	○	×
[10통과08-03]		○	○	○	○	○
[10통과08-04]		○	×	○	○	○
[10통과09-01]		○	○	○	×	×
[10통과09-02]		○	×	○	○	×
[10통과09-03]		○	×	×	×	×
[10통과09-04]		○	△	○	×	○
[10통과09-05]		○	○	○	○	○

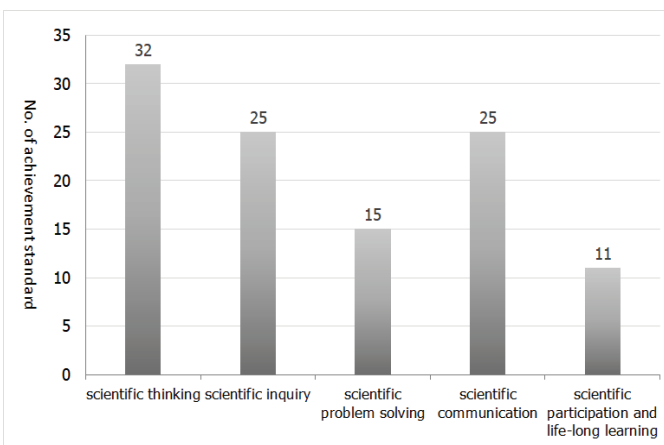


Figure 3. The numbers of achievement standards based on subject competencies of 'Integrate Science'

각 역량의 명칭과 중복되는 단어나 '과학', '능력'과 같은 단어는 음영 처리하였다. Figure 4~Figure 8은 Table 4~Table 8의 분석 과정에서 연결 중심성이 높은 단어 25개를 선정하여 Spring 2D Map에서 가장 대중적인 연산 방법인 Kamada & Kawai 알고리즘 기법을 실행하여 표현한 것이다(Kamada & Kawai, 1989). 각 노드의 크기는 연결 중심성의 값에 비례하여 그 크기를 표현하였고, 선의 굵기는 연결 강도(weight)에 비례하여 굵기를 나타냈다.

가. 과학적 사고력

Table 4와 Figure 4는 '과학적 사고력'에 대해 언어 네트워크 분석을 수행한 결과이다. 빈도 분석 결과를 보면 현상(41회), 과정(38회), 지식(30회), 논리(29회), 증거(26회), 추론(24회), 주장(21회), 이론(20회)가 '과학적 사고력'을 정의하고 설명하는 데 많이 사용되었음을 알 수 있다. 연결 중심성 분석 결과를 보면 과정(0.868), 현상(0.781),

Table 4. The centrality analysis result of ‘Scientific thinking’ competency

No.	단어	빈도	연결 중심성	위세 중심성	No.	단어	빈도	연결 중심성	위세 중심성
1	과학	83	1.722	0.495	14	문제	19	0.265	0.081
2	능력	71	1.152	0.330	15	근거	16	0.238	0.092
3	과정	38	0.868	0.241	16	결과	12	0.219	0.073
4	현상	41	0.781	0.215	17	합리	12	0.219	0.086
5	논리	29	0.755	0.234	18	관계	11	0.212	0.108
6	사고	38	0.702	0.246	19	이해	15	0.212	0.139
7	증거	26	0.576	0.231	20	방법	11	0.205	0.124
8	지식	30	0.530	0.260	21	아이디어	10	0.179	0.067
9	추론	24	0.523	0.182	22	토대	8	0.172	0.106
10	이론	20	0.444	0.195	23	다양	8	0.159	0.053
11	주장	21	0.371	0.153	24	자연	15	0.159	0.074
12	비판	19	0.358	0.154	25	가설	7	0.152	0.044
13	설명	19	0.311	0.151					

논리(0.755), 증거(0.576), 지식(0.530), 추론(0.523)이 높은 값을 보인다. 더불어 이론, 주장, 비판, 설명, 문제, 근거, 결과, 합리, 관계, 이해, 방법, 아이디어, 토대, 다양, 자연, 가설이 연결 중심성 25위 안에 나타나는 단어로 분석되었다. 과학(1.722), 능력(1.152), 사고(0.702) 역시 높은 순위에 있지만 앞서 연구 방법에서 언급한 것처럼 ‘과학적 사고력’을 키워드로 질문하였기에 해당 단어는 높은 값을 나타낼 수밖에 없으며, 네트워크 링크가 깨지는 것을 막기 위해 전처리 과정에서는 삭제하지 않았으며 사후 해석에서 이를 반영하여 분석하였다. 위세 중심성 분석 결과를 보면 과정(0.241), 지식(0.260), 논리(0.234), 증거(0.231), 현상(0.215)이 네트워크에서 높은 값을 나타낸다. 따라서 교사들이 인식하는 과학적 사고력은 과정을 중시하고, 다양한 과학적 현상이나 자연 현상을 설명하며, 증거를 수집하고 논리적 추론을 통해 이론을 만드는 것이라고 볼 수 있다. 더불어 과학 지식에 대한 이해, 근거에 기반을 둔 비판적 사고, 과학에 대한 방법론, 다양한 아이디어 도출 등이 과학적 사고력과 깊은 관련성이 있음을 확인할 수 있다. 2015 개정 과학과 교육과정에서 설명한 것과 비교하면 주장,

증거, 이론, 추론, 비판이 중심성이 높게 나타난 것은 교사들의 인식과 교육과정의 설명이 일치한다고 볼 수 있으며, 교사들은 교육과정에서 제시한 것보다 ‘과정’을 보다 중요하게 보는 경향이 있다고 할 수 있다. 2015 개정 과학과 교육과정(MOE, 2015b), Kim & Park(2017), Song *et al.*(2019)에서는 과학적 사고력의 하위 요소로 독창성을 포함시키고 있는 반면, 과학 교사들을 대상으로 한 본 연구 결과에서는 독창성이 나타나지 않았다.

나. 과학적 탐구 능력

Table 5와 Figure 5는 ‘과학적 탐구 능력’에 대해 언어 네트워크 분석을 수행한 결과이다. 빈도 분석 결과를 보면 과정(45회), 방법(40회), 실험(35회), 자료(28회), 지식(27회), 해결(25회), 문제(23회), 관찰(22회)가 ‘과학적 탐구 능력’을 정의하고 설명하는 데 많이 사용되었음을 알 수 있다. 연결 중심성 분석 결과를 보면 방법(1.209), 실험(0.977), 과정(0.930), 자료(0.767), 지식(0.620), 해석(0.512), 관찰

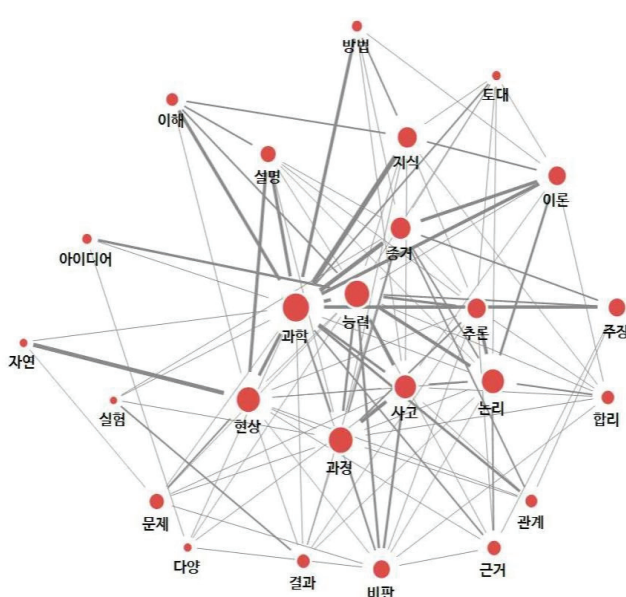


Figure 4. The network map analysis of ‘Scientific thinking’ competency

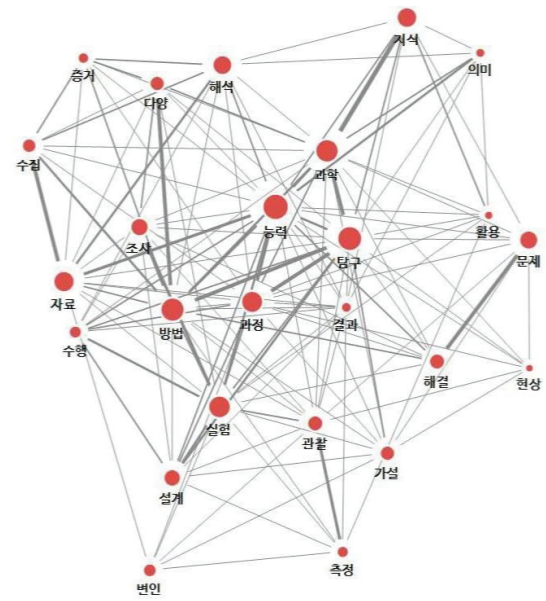


Figure 5. The network map analysis of ‘Scientific inquiry ability’ competency

Table 5. The centrality analysis result of 'Scientific inquiry ability' competency

No.	단어	빈도	연결 중심성	위세 중심성	No.	단어	빈도	연결 중심성	위세 중심성
1	능력	86	1.760	0.378	14	설계	16	0.473	0.172
2	탐구	51	1.333	0.372	15	가설	18	0.434	0.105
3	방법	40	1.209	0.327	16	다양	17	0.434	0.166
4	과학	48	1.031	0.289	17	변인	17	0.419	0.043
5	실험	35	0.977	0.252	18	수집	13	0.419	0.141
6	과정	45	0.930	0.268	19	수행	16	0.364	0.133
7	자료	28	0.767	0.201	20	측정	14	0.349	0.057
8	지식	27	0.620	0.181	21	증거	13	0.318	0.106
9	해석	18	0.512	0.138	22	결과	17	0.302	0.082
10	관찰	22	0.504	0.124	23	의미	15	0.279	0.105
11	문제	23	0.504	0.114	24	활용	11	0.264	0.086
12	조사	17	0.481	0.160	25	현상	12	0.240	0.063
13	해결	25	0.481	0.155					

(0.504), 문제(0.504)가 높은 값을 보인다. 더불어 조사, 해결, 설계, 가설, 다양, 변인, 수집, 수행, 측정, 증거, 결과, 의미, 활용, 현상이 연결 중심성 25위 안에 나타나는 단어로 분석되었다. 위세 중심성 분석 결과를 보면 방법(0.327), 과정(0.268), 실험(0.252), 자료(0.201)가 네트워크에서 높은 값을 나타낸다. 따라서 교사들이 인식하는 과학 탐구 능력은 실험 및 탐구를 수행하는 과정과 방법을 중시하며, 방법에는 다양한 자료와 증거를 수집하고 자료를 해석하는 부분이 포함되는 것이다. 가설을 설계하고 변인을 관찰·측정하며, 과학 지식을 습득하고 문제를 해결하는 활동 모두 '과학 탐구 능력'에 속하는 요소임을 분석을 통해 알 수 있다. '과학적 사고력'과 비교하면 과정, 지식이 연결 중심성 최상위 키워드로 중복되고, 방법, 다양(성), 가설, 문제 역시 연결 중심성 상위 25위 내에 존재하는 것을 볼 때 '과학적 탐구 능력'은 '과학적 사고력'과 어느 정도 중복 요소가 존재한다고 볼 수 있다. 반면 실험, 관찰, 측정과 같은 용어는 다른 역량과 구분되는 과학적 탐구 능력의 특징적 요소라고 볼 수 있다. 2015 개정 과학과 교육과정에서 과학적 탐구 능력에 대해 설명한 것과 비교하면 방법, 실험, 조사, 지식, 해석, 문제가 중심성이 높게 나타났으며, 전반적으로 교사들의 인식과 교육과정의 설명이 일치하였다.

다. 과학적 문제 해결력

Table 6과 Figure 6은 '과학적 문제 해결력'에 대해 언어 네트워크 분석을 수행한 결과이다. 빈도 분석 결과를 보면 지식(41회), 방법(36회), 활용(25회), 과정(24회), 과학적 사고(20회)가 '과학적 문제 해결력'을 정의하고 설명하는 데 많이 사용되었음을 알 수 있다. 연결 중심성 분석 결과를 보면 지식(1.244), 방법(1.109), 활용(0.815), 과학적 사고(0.630), 과정(0.555), 원리(0.513), 적용(0.513)이 높은 값을 보인다. 더불어 제시, 다양, 개념, 합리, 탐구, 정보, 과학적 탐구, 관련, 수집, 상황, 일상생활, 과학적 문제, 사실이 연결 중심성 25위 안에 나타나는 단어로 분석되었다. 위세 중심성 분석 결과를 보면 과학적 문제 해결력의 경우 지식(0.247)만이 0.2를 넘으며, 활용(0.193), 방법(0.180), 과학적 사고(0.172)가 네트워크에서 다음 순서의 값을 가진다. 따라서 교사들이 인식하는 과학적 문제 해결력은 과학 지식을 활용하여 문제를 해결하는 것을 말하며, 관련된 과학 개념과 원리를 적용할 수 있으며, 다양한 정보를 수집하고, 일상생활의 다양한 상황의 문제를 합리적인 과정을 통해 문제를 해결하는 능력을 말한다. 또한 과학적 문제 해결력은 과학적 사고력과 과학적 탐구 능력과도

Table 6. The centrality analysis result of 'Scientific problem solving ability' competency

No.	단어	빈도	연결 중심성	위세 중심성	No.	단어	빈도	연결 중심성	위세 중심성
1	해결	87	2.496	0.454	14	다양	16	0.445	0.082
2	문제	88	2.454	0.438	15	개념	13	0.437	0.076
3	능력	91	2.235	0.389	16	합리	16	0.437	0.073
4	과학	74	2.143	0.356	17	탐구	13	0.403	0.100
5	지식	41	1.244	0.247	18	정보	13	0.395	0.054
6	방법	36	1.109	0.180	19	과학적 탐구	15	0.387	0.099
7	활용	25	0.815	0.193	20	관련	12	0.378	0.084
8	문제 해결	30	0.647	0.111	21	수집	13	0.353	0.023
9	과학적 사고	20	0.630	0.172	22	상황	19	0.345	0.086
10	과정	24	0.555	0.087	23	일상생활	17	0.345	0.107
11	원리	14	0.513	0.092	24	과학적 문제	17	0.328	0.108
12	적용	19	0.513	0.104	25	사실	9	0.311	0.059
13	제시	18	0.471	0.089					

Table 8. The centrality analysis result of 'Scientific participation and lifelong learning ability' competency

No.	단어	빈도	연결 중심성	위세 중심성	No.	단어	빈도	연결 중심성	위세 중심성
1	사회	62	1.809	0.463	14	일원	13	0.327	0.134
2	과학	63	1.582	0.406	15	환경	13	0.255	0.082
3	과학기술	44	1.118	0.300	16	적응	10	0.227	0.076
4	능력	61	1.109	0.273	17	해결	9	0.200	0.082
5	문제	31	0.836	0.315	18	관련	11	0.200	0.095
6	참여	30	0.818	0.233	19	활용	9	0.191	0.067
7	과정	26	0.700	0.210	20	적극	10	0.191	0.059
8	의사 결정	20	0.609	0.186	21	변화	9	0.182	0.052
9	학습	32	0.600	0.143	22	문제해결	7	0.173	0.055
10	관심	23	0.509	0.197	23	합리	11	0.164	0.037
11	지식	22	0.491	0.157	24	의사소통	4	0.164	0.053
12	지속	17	0.418	0.155	25	발전	11	0.164	0.065
13	공동체	19	0.418	0.132					

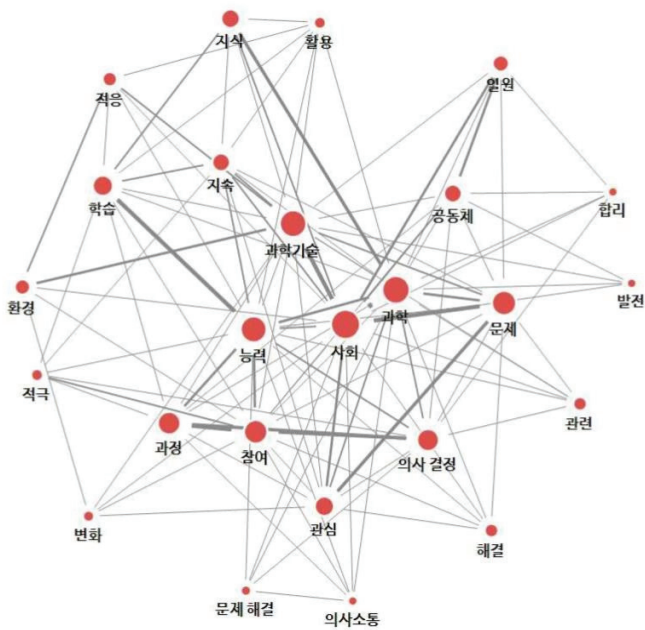


Figure 8. The network map analysis of 'Scientific participation and lifelong learning' competency

그림, 말, 글, 기호 등 매체를 활용하여 표현하는 능력이다. 또한 과학의 과정과 결과물을 공유하는 것도 해당된다. 본 연구의 결과에서 자신, 타인, 이해, 다양(성), 주장, 의견, 생각, 그림, 말, 글, 표현이 중심성이 높게 나타난 것은 2015 개정 과학과 교육과정에서 서술된 내용과 교사들의 인식이 유사하다고 볼 수 있다. 다만 교육과정에서는 과학적 문제 해결 과정과 결과를 바탕으로 과학적 의사소통 능력을 정의하고 있으나 교사들은 문제 해결에 대한 키워드가 중심성이 높지 않은 것이 차이점으로 나타났다.

마. 과학적 참여와 평생 학습 능력

Table 8과 Figure 8은 '과학적 참여와 평생 학습 능력'에 대해 언어 네트워크 분석을 수행한 결과이다. 빈도 분석 결과를 보면 사회(62회), 과학기술(44회), 문제(31회), 과정(26회), 관심(23회), 지식(22회)이 '과학적 참여와 평생 학습 능력'을 정의하고 설명하는 데 많이 사용되었음

을 알 수 있다. 연결 중심성 분석 결과를 보면 사회(1.809), 과학기술(1.118), 문제(0.836), 과정(0.700), 의사 결정(0.609), 관심(0.509)이 높은 값을 보인다. 더불어 지식, 지속, 공동체, 일원, 환경, 적응, 해결, 관련, 활용, 적극, 변화, 문제 해결, 합리, 의사소통, 발전이 연결 중심성 25위 안에 나타나는 단어로 분석되었다. 위세 중심성 분석 결과를 보면 사회(0.463), 과학기술(0.300), 문제(0.315), 참여(0.233), 과정(0.210)이 네트워크에서 높은 값을 나타낸다. 따라서 교사들이 인식하는 과학적 참여와 평생 학습 능력은 사회와 과학기술 문제에 관심을 가지며, 공동체의 일원으로서 의사결정 과정에 적극적으로 참여함으로써 함양될 수 있는 능력이다. 또한 환경 변화와 과학기술의 발전 문제를 해결하기 위해 지속적인 학습이 필요하다고 교사들은 인식하고 있었다. 더불어 과학과 다른 역량 중 문제 해결 능력, 의사소통 능력이 과학적 참여와 평생 학습 능력을 갖추는 데 필요한 역량임을 확인할 수 있었다. 본 연구 결과에서 사회, 과학기술, 문제, 의사 결정, 관심, 지속, 공동체가 중심성이 높게 나타난 것은 2015 개정 과학과 교육과정에서 서술된 내용과 교사들의 인식이 유사하다고 볼 수 있다. 다만 교육과정에서는 나타나지 않은 활용, 적극(성), 변화와 같은 키워드가 나타난 점과 문제 해결과 의사소통이 중심성이 높은 키워드로 나타난 것은 교육과정의 서술과 교사들의 인식과 차이가 있는 부분이다.

바. 5개 역량 비교 분석

Table 9는 통합과학 5개 역량의 네트워크 중심성 분석 결과표 Table 4-Table 8에서 연결 중심성 순서로 나타난 용어를 종합적으로 비교한 결과이다. 각 교과 역량마다의 분석에서도 언급하였지만 과학적 사고력과 과학적 탐구 능력 역량은 과정, 방법, 증거, 가설, 문제와 같은 키워드를 공유한다. 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제 해결력은 '지식'이라는 키워드가 모두 높은 연결 중심성을 띄고 있다. 과학적 문제 해결력에서는 과학적 사고와 과학적 탐구가, 과학적 참여 및 평생 학습 능력 역량은 문제 해결과 의사소통이라는 키워드를 가지고 있다. 이로부터 과학적 문제 해결력 역량이 과학적 사고와 과학적 탐구 능력을 기초로 하며, 과학적 참여 및 평생 학습 능력 역량은 과학적 문제 해결력과 과학적 의사소통 능력을 기초로 나타나는 역량이라 판단할 수 있다.

Table 9. The degree centrality analysis of five competencies of 'Integrate Science'

연결 중심성 순위	과학적 사고력	과학적 탐구 능력	과학적 문제 해결력	과학적 의사소통 능력	과학적 참여 및 평생 학습 능력
1	과학	능력	해결	능력	사회
2	능력	탐구	문제	과학	과학
3	과정	방법	능력	이해	과학기술
4	현상	과학	과학	자신	능력
5	논리	실험	지식	타인	문제
6	사고	과정	방법	다양	참여
7	증거	자료	활용	주장	과정
8	지식	지식	문제 해결	의견	의사 결정
9	추론	해석	과학적 사고	방법	학습
10	이론	관찰	과정	생각	관심
11	주장	문제	원리	결과물	지식
12	비판	조사	적용	의사소통	지속
13	설명	해결	제시	그림	공동체
14	문제	설계	다양	말	일원
15	근거	가설	개념	표현	환경
16	결과	다양	합리	글	적응
17	합리	변인	탐구	기호	해결
18	관계	수집	정보	과정	관련
19	이해	수행	과학적 탐구	사람	활용
20	방법	측정	관련	활용	적극
21	아이디어	증거	수집	제시	변화
22	토대	결과	상황	매체	문제 해결
23	다양	의미	일상생활	해결	합리
24	자연	활용	과학적 문제	공유	의사소통
25	가설	현상	사실	논리	발전

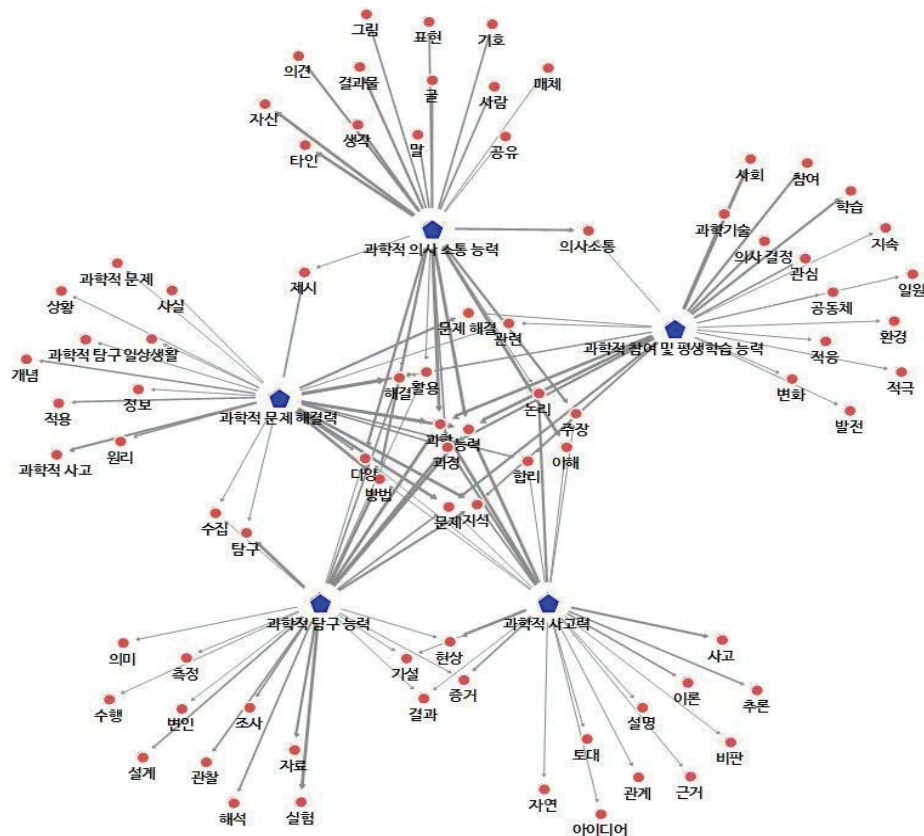


Figure 9. The network map of five competencies of 'Integrate Science'

Figure 9는 통합과학 5개 역량을 연결 중심성 상위 용어로 네트워크 분석 결과를 시각화 한 것이다. 이를 통해 Table 9에 제시된 용어가 어떤 역량과 연결되는지 한 눈에 알아볼 수 있다. Figure 9에서 과학, 능력, 과정이라는 용어가 5개 역량을 설명하는 데 모두 이용되고 있음을 알 수 있으며, 과학적 사고력과 과학적 탐구 능력, 과학적 사고력과 과학적 문제 해결력, 과학적 의사소통 능력과 과학적 참여 및 평생 학습 능력이 여러 가지 키워드를 공유하고 있음을 확인할 수 있다. 예를 들면 과학적 사고력과 과학적 탐구 능력은 가설, 결과, 현상, 증거라는 용어를 공유하고 있으며, 과학적 탐구 능력과 과학적 문제 해결력은 탐구, 수집이라는 용어를 공유하고 있다. 문제와 지식이라는 용어는 과학적 의사소통 능력 외에 4개 역량에서 모두 공통적으로 나타난다. Figure 9는 과학 교과의 각 역량이 완벽히 구별되는 배타성을 지니기보다, 요소의 중복성을 인정하는 형태로 역량을 교사들에게 인식되고 있음을 확인할 수 있다.

V. 결론 및 제언

본 연구의 전반부에서는 2015 개정 과학과 교육과정에서 신설 과목인 통합과학의 성취기준과 교과 역량과의 관련성을 도출하였다. 교과 역량별 비율을 보면 통합과학에서 제시된 32개 성취기준 중 과학적 사고력은 모든 성취기준과 관련성이 있는 것으로 나타났고, 과학적 탐구 능력과 과학적 의사소통은 25개 성취기준과 관련성이 있으며, 과학적 문제 해결력은 15개, 과학적 참여와 평생 학습 능력은 가장 적은 11개 성취기준과 관련성이 있는 것으로 나타났다. 성취기준별로 보면 하나의 성취기준이 대부분 복수의 교과 역량과 관련성이 있는 나타났는데, 단지 2개의 성취기준만 하나의 교과 역량과 연결되고, 나머지 30개의 성취기준은 2개 이상의 교과 역량과 관련성이 있는 것으로 분석되었다. 또한 분석 과정에서 전공별로 의견이 합치되지 못한 사례가 소수임을 감안한다면 과학 교사들은 전공에 상관없이 대체로 교과 역량에 대한 공통된 이해가 존재하는 것으로 볼 수 있다.

통합과학의 성취기준과 교과 역량과의 관련성에 대한 연구 결과와 관련한 결론 및 논의는 다음과 같다. 첫째, 과학적 사고력은 모든 성취기준에서 요구되는 것으로 볼 수 있다는 것이다. 통합과학의 성취기준은 과학 지식이 포함되므로 과학적 사고력이 필연적으로 요구되며, 과학적 사고력의 함양은 과학과 교육 목표를 달성하기 위해 기본적으로 요구되는 것이기도 하다는 관점에 대한 동의이다. 둘째, 과학적 탐구 능력과 관련하여 증거를 수집하는 탐구 기능이 중요하지만, 수집하는 증거의 내용 수준에 대한 이해에 따라 과학적 탐구 능력을 함양하는 것으로 보아야 하는지에 대해서는 해석이 달라질 수 있다는 것이다. 즉, 수집된 증거가 새로운 과학 지식을 얻거나 의미를 구성해 가는데 도움이 된다는 해석과 증거 수집이 단순한 조사 활동의 결과로서 과학적 의사소통 능력 등의 함양을 위한 매개로 보는 해석이 모두 가능하다. 따라서 이러한 관점의 차이는 과학적 의사소통 능력의 분석에 있어서도 불일치 사유가 될 수 있다. 셋째, 과학적 문제 해결력은 해결해야 하는 문제 상황이 열린 경우에 함양될 수 있다는 논의이다. 예를 들어, [10통과01-04]가 과학적 문제 해결력과 관련이 있는지의 여부에 대해서 2명의 교사는 교육과정의 교수학습 방법 및 평가 방법을 근거로 관련 있다고 보았으나, 다른 2명의 교사는 같은 문서를 기준으로 해석하였지만 관련이 없다고 보았다. 그러나 과학적

문제 해결력의 함양 여부는 해결해야 하는 문제 상황이 닫힌 상황이나 열린 상황이나가 중요한 기준이 되어야 한다는 의견에 모두 동의하였다.

본 연구의 후반부에서는 고등학교 과학 교사를 대상으로 교육과정에서 제시한 5개 교과 역량에 대한 인식을 언어 네트워크 기법을 이용하여 분석하였다. 본 연구를 통해 도출된 과학 교사들이 인식하는 5개 교과 역량에 대한 이해는 다음과 같다. 과학적 사고력은 다양한 과학적 현상이나 자연 현상을 설명하며, 증거를 수집하고 논리적 추론을 통해 이론을 만드는 것이다. 더불어 과학 지식에 대한 이해, 근거에 기반을 둔 비판적 사고, 과학에 대한 방법론, 다양한 아이디어 도출 등이 과학적 사고력과 깊은 관련성이 있음을 확인할 수 있었다. 과학적 탐구 능력에서는 실험 및 탐구를 수행하는 과정과 방법이 중요하며, 다양한 자료와 증거를 수집하고 자료를 해석하는 것과 가설을 설계하고 변인을 관찰·측정하며, 과학 지식을 습득하고 문제를 해결하는 활동이 모두 포함된다. 과학적 문제 해결력은 과학 지식을 활용하여 문제를 해결하는 것을 말하며, 관련된 과학 개념과 원리를 적용할 수 있으며, 다양한 정보를 수집하고, 다양한 일상생활 상황의 문제를 합리적인 과정을 통해 문제를 해결하는 능력이다. 과학적 의사소통 능력은 자신의 주장, 의견, 생각을 타인에게 이해시키기 위해 그림, 말, 글, 기호 등 매체를 활용하여 표현하고, 과학의 과정과 결과물을 공유하는 것이다. 과학적 참여와 평생 학습 능력은 사회와 과학기술 문제에 관심을 가지고 공동체의 일원으로서 의사결정 과정에 적극적으로 참여함으로써 함양될 수 있는 능력이며, 환경 변화와 과학기술의 발전 문제를 해결하기 위해 지속적인 학습이 필요한 역량이다.

과학과 교과 역량에 대한 고등학교 과학 교사들의 인식 분석 결과를 바탕으로 다음의 논의를 도출할 수 있다. 첫째, 교육과정에서 제시하는 5개의 교과 역량을 구성하는 하위 요소들에는 중복의 여지가 있다는 점이다. Dong *et al.*(2018)은 과학적 사고력은 다른 교과 역량의 기초가 되며, 과학적 탐구 능력과 과학적 문제 해결력은 평가 요소 측면에서 중복되고 유사한 측면이 있음을 지적하면서 국가 수준 학업 성취도 과학과 평가들의 역량에서는 ‘과학적 탐구 및 문제 해결력’으로 재구성하고, 과학 교과의 기본 역량으로 ‘과학 원리의 이해 및 적용 능력’을 별도로 제시하기도 하였다. 즉, 5개의 교과 역량은 교육과정 문서에 명시되어 있는 선언적인 차원과 함께 다양하게 펼쳐지는 교수학습과 평가의 각 맥락에서 함양되어야 하는 실천적인 차원에서 변형 또는 추가가 가능한 생동적인 측면이 있는 것으로 볼 필요가 있다. 이러한 논의는 2015 개정 교육과정에서 이미 국가 수준 교육과정에서 제시된 역량 이외에도 학교 교육에 필요한 역량은 더 있을 수 있음을 명문화하였다는 점과도 부합한다(MOE, 2017). 둘째, 2015 개정 교육과정에서 처음 문서화 된 역량 중심 교육과정의 기초가 향후 국가 수준 교육과정에서도 유지될 것으로 볼 때, 교사의 인식을 고려하여 교과 역량이 구성될 필요에 대한 논의이다. 교사는 교육과정의 실행과 관련되어 전문성을 가진 주체이며, 교육 목표나 방향과 같은 거시적인 측면에 대한 이해뿐만 아니라 실천과 직결되는 구체적인 측면에서도 강한 동의를 바탕으로 내면화될 때 성공적인 실행이 담보될 여지가 높아질 것이라는 점은 자명하다. 따라서 현장에서 과학 교육을 수행하는 교사들의 교과 역량에 대한 인식 규명은 의미 있는 시사점을 제공한다고 할 수 있다. 셋째, 핵심역량과 과학과 교과 역량의 관련에 대한 추가의 연구가 이루어질 필요가 있다. 가령 2015

개정 교육과정에서 국어과 및 음악과 등의 교과 역량은 교육과정 개발 과정에서부터 핵심 역량의 성격을 탐색하는 하향식 접근과 각 영역별 교육 내용으로부터 상향식 접근을 통해 도출하였기 때문에 핵심 역량과 교과 역량의 관계가 1:1로 관련된다(Kim *et al.*, 2015). 이에 비해 과학과 교과 역량은 핵심 역량 중에서 지식정보처리 역량과 의사소통 역량, 공동체 역량과 관련되며, 자기관리 역량과 심미적 감성 역량은 관련되지 않은 것으로 분석되기도 한다(Han *et al.*, 2017). 그러나 과학교육 측면에서 과학과 교과 역량 및 각각의 성취기준에서 자기관리 역량 또는 심미적 감성 역량을 반영하지 않았는지에 대한 체계적이고 심층적인 분석이 이루어지지 않은 측면이 있다. 또한 제시된 핵심역량에서 포괄하지 않은 과학과 교과 역량이 있는지에 대해서도 마찬가지다. 이에 대한 종합적이고 심층적인 분석이 추후에 요청된다 하겠다.

상술한 논의와 더불어 다음의 두 가지 후속 연구가 실천되기를 기대한다. 첫째, 과학과 교과 역량에 대한 다양한 집단의 인식 조사의 필요성이다. 본 연구에서는 고등학교 과학 교사를 대상으로 과학과 교과 역량에 대한 인식을 조사하였다. 본 연구의 대상 이외에도 초·중·고교 교사, 과학 교육 연구자, 과학자에게도 교과 역량에 대한 인식을 조사하여, 집단별로 역량 이해의 공통점과 차이점을 조사하고, 추가해야 하거나 빠져도 되는 역량은 없는지를 알아볼 필요가 있다. 차기 교육과정이 역량 중심의 교육과정의 전통을 이어간다면 이러한 과학과 관련된 여러 집단에 대한 인식 조사는 교과 역량을 재구조화하는데 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다. 둘째, 교과 역량에 대한 구체적인 예시나 해설 자료를 개발해야 한다. 2015 개정 교육과정 문서에는 교과 역량에 대해 간략하게 정의만 있을 뿐 구체적인 실천 방안에 대한 내용은 없다. 그러다 보니 본 연구의 결과에서처럼 일부 역량의 경우 교사들의 인식과 교육과정 문서상의 정의 사이에 간극이 존재하였다. 이러한 인식의 간극을 해소하기 위해서는 교과 역량에 대해 교육과정 문서상의 정의만 제공할 것이 아니라 교수학습을 실행하는 교사들을 위한 구체적인 예시나 해설이 제공될 필요가 있다고 판단된다. 2015 개정 교육과정에서는 이전 교육과정과 다르게 총론에 대한 해설은 2년 뒤 개발되었지만, 각 교과별 각론에 해당하는 해설은 개발하지 않았다. 2015 개정 교육과정에서는 교육과정 문서 체계가 성취기준 중심으로 바뀌고 교수학습 및 평가의 유의점이 제공되어 교과 지식 체계나 성취 기준은 높은 수준으로 이해될 수 있었지만, ‘교과 역량’과 ‘기능’에 대한 이해는 교사의 몫으로 남겨놓았다. 이 부분에 대한 충분한 후속 연구가 수행되어 차기 교육과정 개발에서는 이러한 부분이 보완되기를 기대한다.

국문요약

2015 개정 교육과정에서는 융복합적 사고력 신장을 위해 ‘통합과학’을 신설하고, 문이과 구분 없이 모든 학생이 배우도록 공통 과목으로 지정하였다. 또한 2015 개정 교육과정에서는 이전 교육과정과 차별화되는 특징으로 ‘역량’을 도입하였다. 2015 개정 교육과정에서 역량은 범교과적 성격의 핵심역량과 교과 학문적 지식과 기능에 기반한 교과 역량으로 구분된다. 과학과 교과 역량에는 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제 해결력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생 학습 능력 5가지로 이루어져 있다. 하지만 교육과정 문서

의 교과 역량에 대한 설명은 불충분하며, 역량에 대한 전문가들의 인식 역시 통일되어 있지 못한 실정이다. 이에 본 연구에서는 역량 기반 교육이 학교 현장에 제대로 적용되기 위해서는 과학 교사들이 역량에 대한 이해가 선행되어야 한다고 판단하여 고등학교 과학 교사들을 대상으로 과학과 교과 역량에 대한 인식을 조사하였다. 우선 통합과학 성취기준에 대한 이해가 높은 전문가 워킹 그룹 운영을 통해 통합과학의 성취기준과 교과 역량의 관계를 분석하였다. 그 다음으로 고등학교 과학 교사 31명에 대상으로 서술형 설문을 통해 5가지 교과 역량에 대한 인식을 알아보았다. 교사의 응답은 언어 네트워크 분석 기법을 통해 분석하였다. 분석 결과 과학적 탐구 능력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생 학습 능력 3개 교과 역량은 교사들이 생각하는 바와 교육과정 문서에서 제시한 정의와 유사성이 높았으나, 과학적 사고력, 과학적 문제 해결력의 경우 교사들의 인식과 교육과정 문서상의 정의와 어느 정도 간극이 존재하였다. 또한 5개 역량에 대해 교사들의 인식을 종합적으로 분석한 결과를 보면 5개 교과 역량이 상호배타적이나 독립적이기 보다 연관성이 매우 높음을 알 수 있었다.

주제어 : 2015 개정 교육과정, 통합과학, 교과 역량, 언어 네트워크 분석, 성취기준

References

- Byun, T. (2013). A Literature Review on Variables Influencing Physics Problem Solving. *Journal of Educational Studies*, 44(1), 63-95.
- Cicchetti, D. V. (1994). Guidelines, Criteria, and Rules of thumb for evaluating normed and standardized assessment instrument in psychology. *Psychological assessment*, 6(4), 284-290.
- Cicchetti, D. V. (2017). Guidelines for assessing Enological and Statistical significance of Wine Tasters' Binary Judgements. *Beverages*, 3(4), 53.
- Dong, H., Kim, K., Kang, M., Jang, E., Sung, K., Yang, S., Kim, S., Lee, J., Ku, J., Park, S., Kim, S., Choi, W., Kim, Y., & Lee, K. (2018). A Study on the Development of National Assessment of Educational Achievement according to the 2015 Revised National Curriculum. (RRE 2018-4). Jinchun: Korea Institute for Curriculum and Evaluation.
- Griffin, P., & Care, E. (2014). *Assessment and teaching of 21st century skills: Methods and approach*. Springer.
- Ha, J., & Shin, Y. (2016). Analysis of Awareness of Teachers for Core Competencies and Scientific Core Competencies. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 35(4), 426-441.
- Han, H., Chang, K., Kim, K., & Lee J. (2017). A Study of Organizing the Elementary and Middle School Curriculum for Cultivating Key Competencies of the 2015 Revised Curriculum. RRC 2017-2. Seoul: Korea Institute for Curriculum and Evaluation.
- Han, H., Kim, K., Lee, J., Chang K. (2018). Exploring issues for effective implementation of competency-based curriculum through analysis of domestic research trends. *The Journal of Curriculum and Evaluation*, 21(3), 1-24.
- Jang, H.-Y. & Barnett, G. (1994). Cultural differences in organizational communication: A semantic network analysis 1. *Bulletin of Sociological Methodology*, 44(1), 31-59.
- Jang, Y-R., Kang, N-H., Kang, S., Ko, S., Kwak, Y., Kwon, H., Kim, K., Kim, M., Kim, S., Kim, Y., Kim, J., Kim, H., Kim, H-K., Kim, H., Na, J., Min, B., Park, K., Park, B., Park, S., Park, S., Park, C., Park, H., Bang, D., Byun, T., Son, J., Song, J., Shin, Y., Sim, K., Ahn, J., Ahn, P., Oh, S., Oh, W., Yoon, H., Lee, K., Lee, M., Lee, M., Lee, M., Lee, Y., Lee, Y., Lee, I., Lee, J., Lee, H., Lee, H., Lim, H., Jang, S., Jeon, H., Jeong, W., Jwa, Y., Choi, I., Cho, J., Choi, H., Choi, H., Hyeon, J., Hong, J., Hwang, U. & Hwang, I. (2015). A study on development prototype of 2015 science national curriculum. BD15070002, Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity.
- Kamada, T. & Kawai, S. (1989). An algorithm for drawing general undirected graphs. *Information processing letters*, 31(1), 7-15.
- Kang, S. (2011). Creative Problem Solving Oriented Science Teaching

- Techniques for Ordinary Students, *Chemical Education*, 38(2), 2-9.
- Kwak, Y. (2016). *Competency-based Curriculum in Science*. Paju: Kyoyookbook.
- Kwak, Y., Ku, J., Kim, M., Son, J., & Noh, D. (2013). *Exploring National Curriculum for Future Society - Science*. CRC 2013-23. Seoul: Korea Institute for Curriculum and Evaluation.
- Kim, C., Ga, E., Seo, Y., Koo, B., Kim, K., Kim, Y., Kim, J., Kim, J., Kim, H., Ryu, S., Min, B., Park, K., Park, Y., Park, J., Park, J., Song, S., Ahn, B., Yang, K., Oh, R., Lee, S., Lee, J., Jang, E., Jeon, E., & Han, Y. (2015). *A Study on the Subject Curriculum Development II-revision in the Korean Language Arts Curriculum*. (CRC 2015-25-3). Seoul: Korea Institute for Curriculum and Evaluation.
- Kim, D., Kwak, Y., Dong, H., Lee, S., Lee, I., Lee, J., Kim, J., Kim, H., Park, S., & Choi, J. (2013). *Development of Assessment Models and Items for Improving 21st Century Skills - Focusing on Primary School Science and Middle School Social Studies*. Seoul: Korea Institute for Curriculum and Evaluation.
- Kim, E. & Park, J. (2017) The Effect of Science Writing Classes based on Science Core Competencies in Elementary School. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 36(4), 346-355.
- Kim, H. & Na, J. (2017). A Study on Elementary and Middle School Teachers' Perception and Need for the Application of 2015 Revised Science Curriculum, *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(1), 103-112.
- Kim, J., Na, J., & Song, J. (2018). Features of Science Classes in Science Core Schools Identified through Semantic Network Analysis. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 38(4), 565-574.
- Kim, Y. & Kim, Y. (2016). *Social network analysis*. (4/ed). Seoul: Parkyoungsa.
- Koh, E., & Jeong, D. Study on Korean Science Teachers' Perception in Accordance with the Trends of Core Competencies in Science Education Worldwide. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(6), 535-547.
- Kwon, J., Park, E., Kim, H., Lee, Y., Kang, M., Song, M., Bae, Y., & Seo, Y. (2016). Application plans of subject curriculums according to the 2015 revised curriculum : Focusing on Elementary and Middle-schools. (RRC 2016-8-1). Seoul: Korea Institute for Curriculum and Evaluation.
- Lee, J., Kim, E., & Kim, D. (2017). Relationship between Key Competences and Subject Competences, and Subject Competences and Achievement Standards in Revised National Common Basic Curriculum of Science in 2015. *Journal of Curriculum Integration*, 11(2), 1-25.
- Lee, K., Kwak, Y., Lee, S., & Choi, J. (2012). Design of the competencies-based national curriculum for the future society. RRC 2012-4. Seoul: Korea Institute for Curriculum and Evaluation.
- Lee, S. (2014). A Content Analysis of Journal Articles Using the Language Network Analysis Methods. *Journal of the Korean society for information management*, 31(4), 49-68.
- Lim, Y., & Jang, S. (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(10), 749-771.
- Ministry of Education (2015a). 2015 revised National Curriculum: General Statement. Sejong: Ministry of Education.
- Ministry of Education (2015b). 2015 revised National Curriculum: Science. Sejong: Ministry of Education.
- Ministry of Education (2017). 2015 revised National Curriculum: General Statement Commentary. Sejong: Ministry of Education.
- Ministry of Education & Daejeon Metropolitan Office of Education (2016). 2015 Revised Curriculum Integrated Science Teaching and Learning Materials.
- National Research Council (2013). *The next generation science standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- OECD (2003). *Definition and selection of competencies: Theoretical and conceptual foundation*. OECD Press.
- Partnership for 21st Century Skill. <https://www.battelleforkids.org/networks/p21> (assessed 2020.03.11.)
- Park, J., & Lee, J. (2010). *Visio for the Future Education System*. RR 2010-08. Seoul: Korean Education Development Institute.
- Rhee, S., Nam, I., & Im, S. (2018). A Relationship between Scientific Key Competencies and Achievement Standards in Physics under the 2015 Revised National Curriculum of Korea. *New Physics: Sae Mulli*, 68(10), 1081-1095.
- Shin, S., Ha, M., & Lee, J. (2018). A comparative study of teacher and student s perception on 'interesting science class'. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 18(22), 451-476.
- Song, J., Kang, N., Kwak, Y., Na, J., Bang, D., Son, Y., Son, J., Shim, K., Lee, K., Lee, B., Joen, H., & Choi, I. (2014). *Restructuring of Science Curriculum for Liberal arts and Natural sciences Integration*. Sejong: Ministry of Education.
- Song, J., Kang, S., Kwak, Y., Kim, D., Kim, S., Na, J., Do, J., Min, B., Park, S., Bae, S., Son, Y., Son, J., Oh, P., Lee, J., Lee, H., Lim, H., Jeong, D., Jeong, Y., Jeong, J., Kim, J. (2019). *Scientific Literacy for All Koreans Korean Science Education Standards for the Next Generatio*. Seoul: Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity.
- Song, J. & Na, J. (2015). *Directions and Issues of 2015 National Science Curriculum and their Implications to Science Classroom Culture*.
- Song, S., & Shim, K. (2011). The Effects of Biological Instruction using Reflective Thinking Strategies on Scientific Thinking Ability of High School Students. *The Korean Society of Biology Education*, 39(3), 387-400.
- Song, T., Song, J. (2016). *Social big data research methodology with R*. Seoul: Hanarae academy.
- Yun, D., Ko, E., & Choi, A. (2018). Identifying and Applying Components of Five Scientific Core Competencies in the 2015 Science Curriculum. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 18(24), 1301-1319.

저자정보

안유민(한국교육과정평가원 부연구위원)

변태진(한국교육과정평가원 부연구위원)