



미래사회 과학 역량에 대한 교사 인식과 역량기반 과학교육을 위한 교사 전문성 탐색

곽영순¹, 홍석영^{2*}

¹한국교원대학교, ²제천제일고등학교

Teacher Perception of Science Competency and Science PCK for Competency-Based Science Education in the Future Society

Youngsun Kwak¹, Seok-Young Hong^{2*}

¹Korea National University of Education, ²Jecheon Jeil High School

ARTICLE INFO

Article history:

Received 19 January 2022

Received in revised form

13 February 2022

12 April 2022

Accepted 29 April 2022

Keywords:

future society, key competency, science teachers, science PCK, teacher expertise

ABSTRACT

In this study, focusing on science education in the future society, we explored students' key competencies to be cultivated for the future society, and the role and PCK expertise necessary for science teachers, who are the main agents of competency-based education to nurture these key competencies. A survey conducted among earth science teachers across the country results in 105 valid responses being obtained. The research results are discussed in terms of students' key competencies to be nurtured for the future society, the role and the expertise of science teachers required for competency-based education, and the structural relationship between the teacher role and teacher expertise. We also conducted network analysis to examine the relationship between student competency and teacher expertise, and the structure between the teacher's role and expertise. Main results include that communication and collaboration skills are the most important for students in the future society as core competencies. For science teachers, providing opportunities for collaboration-oriented activities are deemed as the most important. Regarding the structural relationship between the teacher's role and the teacher's expertise, there is a clear relationship with roles such as providing opportunities for collaboration-oriented activities and utilizing various materials and contents in relation to the expertise related to the science teaching practice. Based on the results, ways to promote student's agency based on raising teachers' awareness of the student's competencies, the inter-relatedness of the teacher's role and the teacher's expertise, and the totality of teachers' expertise were suggested.

1. 서론

COVID-19 팬데믹 사태가 초래한 비대면 중심의 생활은 먼 미래의 일이라 여겨졌던 사회·문화적 변화를 앞당겼다. 이는 교육 측면에서도 온라인, 비대면 수업으로 대표되는 교육 실천의 변화와 학교라는 공간의 탈경계에 대한 가능성을 시사하였다. 이러한 변화는 미래사회를 대비하는 데 필요한 학교의 기능과 교사의 역할 등에 대한 패러다임 변화의 시기가 도래했음을 일깨워주었다(Jeong, *et al.*, 2020).

OECD(2003)에서 진행된 DeSeCo 프로젝트에서는 교육에서 역량(competency)이라는 개념을 도입하고 학교교육이 학생들의 역량을 강화하기 위한 방향으로 변화해야 한다고 강조하였다. 학교교육에서 역량을 강조한다는 것은 교육의 목적을 미래사회에서의 성공적인 삶을 위한 전인적 발달로 두는 것이지, 이를 위해 필요한 다양한 지식과 실천적 능력, 태도 등을 강조하는 것이다(OECD, 2019). DeSeCo 프로젝트(OECD, 2003)에서 성공적인 삶을 위해 필요한 핵심역량을 정의한 이후 세계 각국에서는 학교교육을 통해 달성해야 할 학생의 역량을 규명하기 위한 논의를 진행해왔다. 과학 교과에서도 과학이라는

모험문이 갖는 지식 체계의 특성, 실험 활동에서 필요한 조작적 행동이나 도구의 사용과 같은 독특한 특성이 있기에 다른 교과와는 구분되는 과학교육을 통해서 기를 수 있는 교과역량이 있다(Ko & Jeong, 2014; MOE, 2015; Park, 2020). 미래세대 과학교육표준(KSES)에서는 미래사회의 과학교육환경 변화에 대한 예측을 기반으로 역량과 지식, 사회적 참여와 실천적 태도 등을 과학적 소양으로 정의하고 과학적 탐구력, 과학적 사고력, 의사소통과 협업 능력, 정보처리와 의사결정 능력, 초연결사회 대응과 평생학습 능력의 미래사회 과학역량을 제안하였다(KOFAC, 2018; 2019).

하지만 교사들의 교과역량에 대한 이해와, 이를 바탕으로 하는 역량기반 교육의 실행이 상대적으로 미흡한 편이라는 연구가 보고되었다. 대표적으로 중등 과학 교사들이 과학 교과역량에 대한 이해 정도가 낮고, 이를 기반으로 하는 수업이 실행되는 정도가 낮은 것으로 나타났다(Ko & Jeong, 2014). 교사들이 과학 교과역량을 중요하게 인식하고 있음에도 불구하고 역량기반 교육을 실천하고 있는 교사들이 상대적으로 적은 것으로 나타났다(Son & Jeong, 2018). 또한, 과학 교사들의 과학 교과역량에 대한 인식은 각각의 역량에 해당하는 하위

* 이 논문은 2021년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 인문사회분야 중견연구지원사업의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2021S1A5A2A01064935).

교신저자 : 홍석영 (gfds1206@naver.com)

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2022.42.2.265>

요소들이 뚜렷하게 구분되기보다는 서로 중첩되거나 포괄하여 인식되는 부분이 있다(Ahn & Byun, 2020). 이러한 연구를 종합하면 교사들이 과학 교과역량을 중요하게 생각하고 있지만 이에 대한 구체적인 이해가 부족하며, 또한 이를 바탕으로 하는 역량기반 교육을 위한 역할 수행에 어려움을 갖는다는 것을 확인할 수 있다

한편, 교사의 성공적인 역할 수행을 위해서는 교사가 자신의 역할을 구체적으로 이해해야 하며, 이러한 역할 수행에 필요한 고유한 전문성이 중요한 변인이 된다(Hakim, 2015; Kwak, 2012). 따라서 과학교육의 측면에서 역량기반 교육의 성공을 위해서는 과학 교과역량에 대한 인식을 바탕으로 역량기반 교육을 위한 교사의 역할, 교사 전문성에 대한 이해를 종합적인 관점에서 조망할 필요가 있다. 과학 교사가 필요로 하는 교사의 전문성인 내용교수지식(PCK)을 살펴보면, 과학 교과는 실험이라는 독특한 방법을 활용하고 과학실험은 상호협력적으로 수월하게 진행될 수 있으므로 학생들의 협력 활동을 촉진할 수 있는 과학 교사의 전문역량이 필요하다(Naumescu, 2008). 또한, 과학 교사는 과학 탐구활동을 촉진하는 역할이 매우 중요하므로, 이와 관련된 지식과 태도 등과 같은 전문역량이 필요한 것으로 나타났다(Alake-Tuenter *et al.*, 2012). 또한, 과학학습에서 중시되는 과학적 추론은 내용에 대한 지식, 절차 및 인식론적 지식의 통합을 통해 이루어지므로, 과학 교사도 과학적 문제해결에 필요한 개인적 지식이나 신념, 가치 등과 관련한 과학적 추론 역량을 향상할 필요가 있는 것으로 나타났다(Krell *et al.*, 2020). 이 밖에도 과학연구 중심 교육(R&E), 과제 연구 등과 같은 학생들의 과학적 실천을 강조하는 교육에 필요한 교사 전문성을 탐색하는 연구에서는(Rushoton & Reiss, 2019; Totto, 2021; Yang & Lee, 2020), 과학연구 문제를 발견하는 민감성과 안목, 연구를 구조화하고 이에 대한 명확한 의사전달에 필요한 언어적 능력, 실험을 통해 얻은 데이터에 대한 정보처리와 분석 능력 등과 같은 다양한 측면의 교사 연구 전문성이 요구된다는 것을 파악하였다. 이러한 연구를 종합하면 과학 교사에게 요구되는 전문성에 대한 논의는 기존에 강조되던 과학과 교과내용지식(SMK)이나 과학교육학 측면의 지식(PCK)에만 국한되는 것이 아니며, 실험 및 탐구와 같은 과정이나 기능에 대한 능력, 그리고 이를 교육적 맥락에 맞추어 실천하는데 필요한 태도와 가치 등을 포괄하는 전문성인 역량으로 확장할 필요가 있다는 것이다(Kang *et al.*, 2020).

여기서 주목할 점은 교사 역할과 전문역량이 사회·문화·환경의 변화와 더불어 시간과 세대에 따라 변화한다는 것이다(Kang *et al.*, 2020; OECD, 2019). 대표적으로 지능정보 기술과 첨단 과학기술 발전에 따른 교사의 역할과 전문역량의 변화를 예상할 수 있다. 지능정보 기술은 다양한 인공물을 매개로 하는 관계와 연결을 통해 전통적인 학교교육의 위계적 구조를 해체하며 다양한 변화를 촉발하고 있다(Cho, 2021; Lim *et al.*, 2017; Yulianto, 2021). 지능정보기술의 발달에 따라 교사의 교수 방법이나, 학생의 학습 방법뿐만 아니라 학교의 교육과정 편성에서부터 평가, 학습 코칭, 생활지도와 같은 다양한 맥락에서 변화가 예상되며, 이에 대응하는 데 필요한 교사의 역할과 역량을 탐색하는 것은 중요하다(Hong *et al.*, 2019; KICE, 2018). 이러한 측면에서 온라인과 오프라인을 넘나드는 블렌디드 학습 운영, 인공지능과 에듀테크 등을 교육에 활용하는 데 필요한 역량(Barak, 2017; Cho, 2021; Martin *et al.*, 2019; Yulianto, 2021) 등이 사회변화에 따른 교사의 전문역량으로 새롭게 강조되고 있다.

이처럼 미래사회의 변화에 따라 학교교육 목표와 내용, 교육환경 등이 변화할 것이며 이에 따라 교사가 수행해야 하는 역할과 이를 위해 필요한 전문역량에도 변화가 예상된다. 이러한 맥락에서 학교교육의 실질적인 주체인 교사의 역할 변화를 올바르게 예측하고, 교사에게 필요한 전문역량을 밝히는 것은 미래사회 교육 변화에 대응하는 선제적 방법이라 할 수 있다. 그리고 교사의 역할과 전문역량의 변화는 학생들이 미래사회 변화에 필요한 역량을 기를 수 있도록 하는 역량기반 교육을 목표로 하여 진행되어야 한다. 따라서 학생에게 필요한 핵심역량에 대한 인식, 역량기반 교육을 위한 교사의 역할과 전문역량을 예측하는 것은 미래사회 변화를 다각도로 조망하는 과정을 통해 이루어져야 한다.

이에 본 연구에서는 미래사회의 학교교육에서 학생들에게 길러주어야 할 역량에 대한 인식, 역량기반 교육을 실현하는 주체인 미래사회 과학 교사에게 필요한 역할과 전문역량에 대한 인식을 조사하고자 한다. 이는 머지않은 미래사회를 대비하기 위한 현직 및 예비 과학 교사 교육의 방향을 수립하는 기초 자료를 제공할 수 있을 것이다. 구체적인 연구의 질문은 다음과 같다.

첫째, 교사들이 인식하는 미래사회를 살아갈 학생들에게 과학 교육을 통해 길러주어야 할 핵심역량과 그 이유는 무엇인가?

둘째, 역량기반 학교교육을 위해 필요한 교사의 역할과 교사가 갖추어야 할 전문역량은 무엇이며, 이들 간의 관계는 어떠한가?

II. 연구 방법

1. 설문조사

설문조사에서는 과학 교사들이 생각하는 미래사회를 살아갈 학생들에게 필요한 핵심역량과 이러한 역량을 길러주기 위해서 과학 교사가 수행해야 하는 역할과 전문역량을 파악하고자 하였다. 이를 위하여 일종의 직무분석 접근방식을 활용하였는데, 이는 직무에 필요한 역할을 나열하는 과정에서 역할을 성공적으로 수행하는 데 필요한 조건이나 전문역량을 파악하는 것이다(Park *et al.*, 2005). 따라서 이는 역할에 대한 인식을 통해 역량을 도출하는 일종의 선형적인 접근 방식으로, 최근 진행된 미래사회 교육에 관한 연구에서도 교사의 역할을 새롭게 탐색하면서 이에 필요한 역량을 탐색하는 데 활용되고 있다(KICE, 2018; KEDI, 2019). 최종적으로는 역할-역량 매트릭스(Role-Competency Matrix, 이하 RCM)를 제작하여 교사들이 각 역할을 수행하기 위해 요구되는 전문역량을 구체적으로 살펴볼 수 있다(Ryan *et al.*, 2009). RCM은 특정한 직무 수행에 필요한 필수적인 역량을 제시하는 방법으로 역할에 필요한 역량을 양적으로 표현할 수 있는 특징을 가진다(Juruba, 2019). 따라서 이는 직무 수행자가 수행하는 특정한 역할에 필요한 역량을 다면적으로 구조화하여 보여주기 때문에 개인이 가지고 있는 전문성의 수준을 파악하거나, 다양한 역할 수행에서 핵심적인 역할을 하는 역량 탐색에 활용된다(Kuruba, 2019:49)

학교의 일상적인 맥락에서 교사의 직무에는 다양한 측면이 있으나, 본 연구에서는 연구의 질문에 초점을 맞추어 과학 교사의 직무를 ‘미래사회 학생들의 핵심역량 발달을 도모하는 역량기반 교육을 실행하는 것’으로 상정하였다. 이를 바탕으로 KESE에서 제시한 미래사회

과학 역량을 활용하여 역량기반 교육을 위해 필요한 과학 교사의 역할과 이러한 역할 수행에 필요한 교사 전문역량에 대한 설문을 제작하였다. 본 연구의 목적이 미래사회 교육에 관한 탐색적 연구이기에 정형화되어 있는 선다형 문항을 제시하기보다는 다양한 인식을 파악하는 데 적절한 서술형 문항으로 설문을 구성하였다. 다만, 이 과정에서 미래사회라는 단어가 갖는 추상적이며 광범위한 특성으로 불충분한 응답이 있을 가능성이 있다고 판단하여 2030년~2040년 미래 예측과 관련한 다양한 선행연구를 수집하여 미래사회 변화의 방향을 개략적으로 제시하고 이를 참고하여 응답하도록 하였다. 구체적인 설문 문항을 살펴보면, (1) KSES에서 제시한 과학과 핵심역량 중 미래사회 지구과학교육에서 학생들에게 더욱 강조해야 하는 핵심역량 3가지를 선택하고 이에 대한 이유를 서술하도록 하였다. 또한, (2) 응답한 핵심역량을 바탕으로 미래사회 역량기반 교육을 위한 과학 교사의 역할과, (3) 이러한 교사 역할 수행에 전문역량을 자유롭게 서술하도록 하였다.

설문은 전국의 지구과학 교사를 대상으로 2021년 7월 중순부터 약 한 달간 진행하였으며, 총 119건의 응답 중 유효한 응답 105건을 확보하였다. 응답에 답한 교사들의 기본적인 배경변인은 Table 1과 같다. 지구과학이라는 교과가 기후변화나 지구환경 변화 등 미래 변화와 밀접한 관련이 있다는 점에서, 교사들이 미래사회 변화에 대한 민감성을 갖추고 있을 것으로 판단하였다. 설문에 응답한 105명이 자신의 교육 경험을 바탕으로 미래사회 과학교육에서 강조해야 한다고 생각하는 핵심역량 3가지를 선택하고, 이러한 역량을 길러주는 데 필요한 교사의 역할과 전문역량에 대해 응답했기 때문에, 총 315개의 데이터를 분석 대상으로 하였다.

Table 1. Survey participants (N=105)

변인	세부 변인	응답 수
성별	남	50
	여	55
소속 학교	중학교	31
	고등학교	74
학교 소재지	서울 및 경기도	49
	광역시 및 특별자치시	20
	중·소도시 및 군, 읍, 면	36
근무 경력	5년 미만	66
	5년 이상- 10년 미만	29
	10년 이상- 20년 미만	10

2. 자료 분석 방법

서술형 응답으로 구성된 설문결과를 분석하기 위해 귀납적 범주화 접근방식을 활용하였다. 미래사회 학교 교육과, 교사 전문성에 관한 연구 경험이 있는 2명의 연구자가 각각 응답의 유사성과 핵심적인 키워드를 중심으로 응답 결과를 개별적으로 코딩하였으며 지속적인 논의를 통해 합의점을 도출하였다. 이 과정에서 미래사회 교사의 역량을 탐색한 연구를 종합하여 참고하며 교사의 역할과 전문역량의 범주와 세부 내용을 조정하였다. 최종적으로 모든 응답에 대한 합의

가 이루어질 때까지 이를 반복하며 해석의 타당도를 확보하고자 하였다. 또한 연구자들 간의 협의 이후 과학교육학 박사 1인, 과학교육 박사과정 2인의 동료 검토를 통해 세부적인 항목의 범주와 배치 등을 보완하였다.

한편, 교사의 역할과 전문역량을 설문한 결과에서는 한 교사의 응답에서도 다양한 범주에 속하는 역할과 전문역량에 관한 항목을 확인할 수 있었다. 또한 서로 다른 학생 핵심역량에 대한 응답에서도 교사의 역할과 전문역량 측면에서 유사한 내용을 확인하였다. 따라서 학생역량에 대한 교사의 역할과 전문역량에 대한 응답 간의 전체적인 구조를 살펴볼 필요가 있어 이를 네트워크 분석(Network analysis)을 통해 이를 시각화하였다. 기본적으로 RCM이 역할에 대한 역량을 매핑한 결과를 수량화하여 제시한 것이기에 네트워크 시각화를 통해서 교사들의 응답을 노드(node)로 설정하고 각 응답 간의 상관관계를 살펴볼 수 있다. 네트워크 분석을 위해서는 시각화 프로그램인 Gephi 0.9.2를 활용하여 각각의 학생 핵심역량에 대한 교사의 역할과 교사 역할에 필요한 전문역량에 대해 코딩된 응답 결과를 시각화하였다.

본 연구에서는 미래사회를 살아갈 학생들이 길러야 할 역량과 역량기반 교육과정을 통해 학생들에게 이러한 역량을 길러주기 위해 교사가 필요로 하는 역량을 구분하기 위해 학생의 역량은 ‘핵심역량’으로, 교사의 역량은 ‘전문역량’으로 일관되게 표현하고자 한다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 미래사회를 살아갈 학생들에게 길러주어야 할 핵심역량

미래사회 지구과학교육에서 강조되어야 하는 3가지의 핵심역량을 선택한 응답 결과는 Table 2와 같다. 전체 315건의 응답 중에서 의사소통과 협업 능력(85회)이 가장 높은 응답 빈도를 보였으며, 정보처리와 의사결정 능력(80회), 과학적 탐구력(65회), 과학적 사고력(50회) 순으로 나타났다. 한편 초연결사회 대응과 평생학습 능력(35회)은 다른 역량에 비해 상대적으로 낮은 응답을 보였다.

Table 2. Key competencies to be cultivated by students for the future society

학생의 핵심역량	합계	비율(%)
과학적 탐구력	65	20.6
과학적 사고력	50	16.9
의사소통과 협업 능력	85	27.0
정보처리와 의사결정 능력	80	25.4
초연결사회 대응과 평생학습 능력	35	11.1
합계	315	100

교사들의 서술형 응답을 중심으로 미래사회를 살아갈 학생들이 길러야 할 핵심역량별 특징을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 먼저 가장 높은 응답을 나타난 의사소통과 협업 능력의 경우, 이러한 역량이 사회의 구성원으로서 필요한 기본적인 역량이자 협력적 지식형성이 강조되는 미래사회 적용에 필요하다고 교사들은 응답하였다. 미래사회에는 단편적인 지식을 통해 해결할 수 없는 문제들

이 많아지며, 문제해결을 위해 다양한 데이터와 정보를 활용하는 과정에서 융합적이고 유연한 사고를 발휘해야 한다는 것이다. 즉, 교사들은 서로 다른 사람들과의 협력적인 문제해결을 위한 측면에서 의사소통과 협업 측면의 역량을 강조하였다.

- 미래사회는 복잡하고 급변하기 때문에 데이터 또한 혼자 수집하고 정보를 처리하여 의사결정 하기가 매우 어렵다. 다른 사람의 도움이 있어서 데이터 수집과 정보처리가 이루어질 것이고, 의사결정을 할 때 계층, 기술, 윤리, 환경 등 다양한 측면에서 고려해야 한다. 따라서 여러 사람과 의사소통하고 협업할 수 있는 태도를 필수로 갖추어야 한다.
- 4차 산업혁명 시대에 원하는 정보를 쉽게 접하고 전문영역이 좁아지므로 각 분야의 재능을 가진 사람들의 의사소통과 협업을 통한 결과물 산출이 중요하다.

둘째, 두 번째로 높은 응답을 나타낸 정보처리와 의사결정 능력의 경우, 교사들은 정보의 진위와 그 가치를 판단하고 데이터에 기반한 올바른 의사결정을 위해 필요한 역량이라고 응답하였다. 특히 기상 및 천문학 분야의 관측 자료 및 분석 등 지구과학 교과와 관련한 응답이 많았는데, 설문에 참여한 교사들이 지구과학 교사라는 점에서 교과(주제) 특이적 역량으로도 이와 관련한 역량을 중요하게 생각하고 있다고 이해할 수 있다. 과학과 관련한 다양한 데이터에서 유용한 정보를 추출하고 이를 학습이나 일상적인 삶에서 활용하기 위해 이러한 역량을 강조해야 한다고 응답하였다.

- 미래사회는 데이터의 양이 무한히 증식할 것이고 급변하기 때문에 이를 빠르고 정확하게 처리해 의사결정을 내리는 것이 중요하다. 수많은 정보가 넘쳐나는 환경에서 정보를 처리하고 이를 바탕으로 의사를 결정하는 능력을 길러야 민주시민으로 살아가는 데에 도움이 될 것이다.
- 지구과학은 타 과학 과목에 비해 많은 자료를 수집하고 이 자료들을 알맞게 가공하여 처리하는 특수성을 지닌다. 따라서 정보처리 및 의사결정 능력을 함양할 수 있는 과목이다.

셋째, 과학적 탐구력의 경우 교사들은 이러한 역량이 과학학습에 필요한 기초적인 역량이라고 응답하였다. 즉, 탐구가 과학교육에서 활용되는 특징적인 방법이며, 탐구를 통해서 다양한 과학학습이 실행된다는 점에서 전반적인 과학교육 차원에서 중요하게 인식해야 한다고 지적하였다. 또한 과학적인 호기심을 촉진하거나, 과학적인 현상에 대해 과학적이며 논리적인 판단을 하기 위해서도 과학적 탐구력이 필요하다고 응답하였다. 나아가 미래사회 변화로 인해 발생할 수 있는 새로운 문제를 인식하고, 이에 대응하기 위해서 과학적 탐구과정이 필요하며, 탐구를 진행하기 위한 역량이 필요하다고 응답하였다.

- 과학적 탐구력은 문제를 관찰하고 이를 해결하기 위한 여러 단계의 과정을 구성하는 능력에 해당하기 때문에 이러한 바탕이 되어줄 수 있을 것이다.
- 복잡한 사회 문제를 해결하기 위해 실험, 조사, 토론 등 증거를 수집, 해석, 평가하고 과학지식을 구성하는 능력이다. 미래에 일상생활 속이나 직업을 갖고 업무를 진행해나가는 과정에서도 문제해결을 위해 자료를 조사하고 근거를 찾아가는 과정은 필수로 연습해야 한다.

넷째, 과학적 사고력의 경우 일상적이거나 과학과 관련한 현상에 대한 올바른 이해를 위해 강조되어야 한다는 응답이 많았다. 특히 교사들은 지구과학 교과가 다른 과학 분야의 교과보다 더욱 실생활과 밀접한 관계를 갖는다고 인식하고 있으며, 자연현상을 올바르게 이해하고 설명하기 위해서는 과학적인 사고 과정이 필요하다고 인식한다. 또한 과학적 사고력이 과학 학습에 필요한 기초적인 역량이며 과학적이며 논리적인 판단을 위해서도 필요하다고 응답하였다.

- 과학은 기본적으로 '왜'라는 질문에서 출발하는 학문이므로, 주변을 관찰, 관측하고 그것들이 어느 정도 축적되어 있어야 올바른 정보를 선택하고 데이터를 분석할 수 있어서 중요하다.
- 오늘의 날씨, 여행지의 지질구조, 개기일식, 슈퍼문 등 천문현상을 의미있게 즐길 수 있는 여유 등 실생활 속의 자연현상을 이해하는 것은 삶에 도움이 되고, 즐거움을 줄 수 있기 때문이다. 앞으로 미래 사회에서 벌어질 예상하기 어려운 다양한 문제들을 해결하기 위해서는 창의적인 문제해결력이 필요하다.

한편, 과학적 탐구력과 과학적 사고력에 대한 교사들의 인식에서 유사한 응답을 확인할 수 있었는데, 이러한 역량을 과학적 실천(practices) 측면에서 필요한 역량으로 인식하고 있음을 알 수 있다.

다섯째, 초연결사회 대응과 평생학습 능력의 경우, 교사들은 평균 수명의 연장과 급변하는 사회에 적응·대응하기 위해서는 학교를 넘어 평생 지속되는 교육이 필요하다고 응답하였다. 또한 미래사회의 다양한 문제를 해결하는 과정에서 자신을 둘러싼 다양한 관계와 삶의 변화를 정확하게 이해하기 위해 이러한 역량이 필요하며, 나아가 자기 자신을 표현하거나 가치관이나 자아 정체감 형성 등에도 중요하게 작용하는 역량이라고 응답하였다. 즉, 미래 초연결사회에서 자신의 가치를 이해하고 능동적이며 주체적인 삶을 살아가기 위해 이러한 역량이 필요하다는 것이다.

- 과학의 문제는 비단 과학만의 문제가 아니라 사회 윤리 정치적인 의제들이 복잡하게 섞여 있는 특성을 갖는다. 따라서 기본적으로 과학이라는 대상이 가지는 연계성과 복잡성을 이해하고 이를 평생교육을 통해 실현해야 한다.
- 지구 시스템의 각각의 구성요소들이 상호작용하듯 초연결사회에 대한 대응과 평생학습 능력을 키울 때 시시각각 변화하는 기술적, 과학적 지평을 넓혀가는 시대에 살기 위한 적응력을 단단하게 기를 수 있다.

이러한 응답을 종합해보면 교사들은 학생의 핵심역량을 미래사회 변화에 대응하고 새롭게 다가올 수 있는 다양한 문제를 해결하는 데 필요한 것으로 인식하고 있음을 확인할 수 있다. 한편, 특정 역량 간에서 유사한 응답이 나타나는 것을 확인할 수 있는데, 이를 바탕으로 교사들의 핵심역량에 대한 인식을 과학적 실천 측면의 역량(과학적 탐구력, 과학적 사고력), 사회적 실천 측면의 역량(의사소통과 협업 능력, 초연결사회 대응과 평생학습 능력)으로 구분할 수 있다. 한편, 정보처리 및 의사결정 능력은 지구과학의 내용과 특성에 관련된 응답이 많이 나타나는 것이 특징적이다. 이는 지구과학 데이터의 다양성, 일상적이거나 자연적인 현상에 대한 데이터 측정, 수집, 분석 등과 관련한 응답을 통해 확인할 수 있었다.

2. 역량기반 교육을 위한 과학 교사 역할

역량기반 교육을 위한 교사 역할에는 하나의 응답에도 2가지 이상의 범주에 해당하는 다양한 역할이 포함된 경우가 있어서 전체 315건의 분석 대상으로부터 교사의 역할에 대한 하위응답을 총 481회 도출하였다. 하위응답 간의 유사성을 토대로 범주화한 결과로서 10회 미만의 응답 빈도를 보인 3개의 기타항목을 포함하여 총 18개의 세부 역할을 도출하였다. 각 역할의 세부적인 내용과 빈도는 Table 3과 같다. 협업 중심 활동 기회 제공(59회)이 가장 높은 빈도를 보였으며, 다양한 소재와 콘텐츠 활용(45회), 과학탐구·기능·실험 강조(42회) 등에서도 높은 응답빈도가 나타났다. 이러한 교사들의 응답은 최근에 진행되었던 과학 교사의 역할과 역량에 대한 선행연구에서 강조했던 내용과도 유사한 측면을 보이는데(Kang et al., 2020; Raiker, 2020), 이러한 연구에서는 과학 학습 과정에서 학생들의 상호작용 촉진, 학생들의 인지적 조건과 상황 파악, 모든 학생의 능동적·지속적 학습 지원 등과 같은 교사 역할을 강조하였다.

이는 학생들에게 강조해야 하는 핵심역량을 길러주는 데 필요한 교사 역할에 관한 응답 결과이므로, 각각의 핵심역량에 대응하는 교사 역할을 살펴볼 필요가 있다. 이를 위해 학생의 핵심역량을 중심으로 높은 빈도를 보인 교사 역할을 Table 4에 제시하였다. 전체 481건

Table 3. The role of science teachers for competency-based education in the future society

교사의 역할	합계	비율(%)
협업 중심 활동 기회 제공	59	12.1
다양한 소재와 콘텐츠 활용	45	9.2
과학탐구·기능·실험 강조	42	8.6
정보처리·분석 기회 제공	37	7.6
(논리적·비판적 가치판단 및) 의사결정 기회 제공	37	7.6
(개별 학생 특성 파악에 근거한) 도움과 피드백 제공	35	7.2
의사소통, 의사표현 기회 제공	33	6.7
과학지식의 실생활 적용강조	31	6.3
(창의·융합적 사고를 위한) 도전적 문제해결 기회 제공	28	5.7
(학습을 위한) 자원과 플랫폼 소개	23	4.7
(흥미, 호기심 등) 내재적 동기부여	23	4.7
자기주도적(능동적) 학습 촉진	22	4.5
핵심개념에 대한 명확한 설명과 안내	17	3.5
협력적 분위기 조성 및 갈등 조정	16	3.3
공동체 의식과 책임 강조	13	2.7
기타 (과학 활동의 본성 강조, 학생 존중 및 정서적 지원, 평생학습의 필요성 강조)	20	4.1
합계	481	

Table 4. Students' key competencies to be cultivated and the role of teachers for competency-based education

학생의 핵심역량	순위	역량기반 교육을 위한 교사의 역할	빈도	비율(%)	전체 응답 빈도
과학적 탐구력	1	과학탐구·기능·실험 강조	24	26.1	92
	2	다양한 소재와 콘텐츠 활용	13	14.1	
	3	(개별 학생 특성 파악에 근거한) 도움과 피드백 제공	11	12.0	
	4	(흥미, 호기심 등) 내재적 동기부여	11	12.0	
	5	자기주도적(능동적) 학습 촉진	9	9.8	
과학적 사고력	1	과학지식의 실생활 적용 강조	12	15.8	76
	2	다양한 소재와 콘텐츠 활용	11	14.5	
	3	(논리적·비판적 가치판단 및) 의사결정 기회 제공	10	13.2	
	4	(창의·융합적 사고를 위한) 도전적 문제해결 기회 제공	9	11.8	
	5	(개별 학생 특성 파악에 근거한) 도움과 피드백 제공	7	9.2	
의사소통과 협업 능력	1	협업 중심 활동 기회 제공	47	36.2	130
	2	의사소통, 의사표현 기회 제공	22	16.9	
	3	협력적 분위기 조성 및 갈등 조정	13	10.0	
	4	(창의·융합적 사고를 위한) 도전적 문제해결 기회 제공	8	6.2	
	5	(개별 학생 특성 파악에 근거한) 도움과 피드백 제공	7	5.4	
정보처리와 의사결정 능력	1	정보처리·분석 기회 제공	31	26.3	128
	2	(논리적·비판적 가치판단 및) 의사결정 기회 제공	22	18.6	
	3	다양한 소재와 콘텐츠 활용	11	9.3	
	4	(학습을 위한) 자원과 플랫폼 소개	10	8.5	
	5	의사소통, 의사표현 기회 제공	9	7.6	
초연결사회 대응과 평생학습 능력	1	다양한 소재와 콘텐츠 활용	7	12.7	55
	1	자기주도적(능동적) 학습 촉진	7	12.7	
	3	(창의·융합적 사고를 위한) 도전적 문제해결 기회 제공	6	10.9	
	4	과학지식의 실생활 적용강조	5	9.1	
	4	평생학습의 필요성 강조 <small>*(기타 응답 중)</small>	5	9.1	
합계					481

의 응답 중에서 의사소통과 협업 능력에서 가장 많은 응답(130회)을 확인할 수 있었으며, 정보처리 및 의사결정 능력(128회), 과학적 탐구력(92회), 과학적 사고력(76회), 초연결사회 대응과 평생학습 능력(55회) 순으로 나타났다. 이러한 순서는 앞서 미래사회 강조되어야 하는 학생의 핵심역량에 대한 응답 빈도순과도 일치한다(Table 3 참조). 교사들의 구체적인 응답을 살펴보면 다음과 같다.

먼저, 과학적 탐구력 측면에서는 과학 탐구와 기능, 실험 등을 강조하는 것을 가장 중요한 교사 역할로 인식하고 있다(24회). 또한, 다양한 소재와 콘텐츠 활용(13회), 개별 학생 특성을 파악한 적절한 도움과 피드백 제공(11회)에서도 높은 응답빈도가 나타났다. 과학적 사고력 측면에서는 총 76건의 응답 중에서 과학지식의 실생활 적용 강조(12회), 다양한 소재와 콘텐츠 활용(11회)이 높은 응답빈도를 보이며, 논리적이거나 비판적인 사고를 통한 가치판단 및 의사소통의 강조(10회)도 중요하게 인식하고 있다.

과학적 탐구력과 과학적 사고력 측면의 응답에서는 상위 빈도에 해당하는 다양한 소재와 콘텐츠 활용, 도움과 피드백 제공 등의 교사 역할이 공통으로 나타난다. 이는 학생들의 과학 측면 핵심역량의 발달을 도모하기 위해 교사가 다양한 소재와 콘텐츠를 활용하여 탐구와 실험의 실질적인 기회를 제공하고, 학생의 학습활동을 적절하게 도와 줄 수 있는 조력자로서의 역할을 수행하는 것을 교사들이 중요하게 인식한다는 것으로 해석할 수 있다. 또한 지구과학이 실생활과 밀접한 관련이 있으므로 교육활동의 소재로 이와 관련한 내용을 활용할 수 있다고 교사들은 응답하였다.

의사소통과 협업 능력에 대해서는 협업 중심의 활동 기회 제공(47회)을 가장 중요하게 인식하고 있다. 이는 전체 역량기반 교육을 위한 교사 역할 중에서도 가장 많은 응답을 나타내는 항목이다. 또한 토의나 토론 등을 통한 학생 간의 의사소통, 의사표현 기회 제공(22회), 학생 간의 협력적 분위기 조성 및 갈등 조정(13회)에서도 높은 응답빈도를 보였다. 학생들이 의사소통과 협업 능력을 발달시키기 위해서는 무엇보다 실질적인 의사소통과 협업이 나타날 수 있는 학생 중심의

활동 기회를 제공하는 것이 중요하며, 원활한 활동이 이루어질 수 있도록 학생 간의 협력적 분위기를 조성하거나 갈등을 조정하며, 이에 필요한 도움과 피드백을 제공하는 등과 같은 교사의 역할을 중요하게 인식하는 것을 알 수 있다.

정보처리와 의사결정 능력 측면에서는 실질적인 정보처리 및 분석 기회를 제공하는 것을 가장 중요한 교사 역할로 인식하고 있다(31회). 또한 정보와 데이터의 가치를 판단하고 의사결정을 실질적으로 경험하는 기회 제공(22회), 다양한 소재와 콘텐츠 활용(11회) 등의 순으로 나타났다. 교사들은 다양한 데이터를 처리하고 분석하며, 데이터 기반의 의사결정 기회를 제공하는 것이 학생들의 정보처리 역량 발달을 위한 방법이 될 것이라고 인식하고 있다. 또한 이러한 과정에서 데이터 기반의 학습을 위한 다양한 자원과 플랫폼을 소개하거나 도입할 필요가 있다고 응답하였다.

한편, 초연결사회 대응과 평생학습 능력의 경우 다른 핵심역량에 비해 상대적으로 전체 응답의 빈도가 낮게 나타났다. 그중 다양한 소재와 콘텐츠 활용과, 자기주도적이며 능동적인 학습을 촉진하는 역할에서 높은 응답을 보였으며(각 7회), 도전적 문제해결 기회 제공(6회) 순으로 나타났다. 이는 학생들 스스로 자기주도적이며 능동적으로 학습하고, 학습한 지식을 전이, 확장할 수 있는 도전적인 기회가 필요하며 이를 위해 다양한 소재와 콘텐츠 등을 제공하는 교사의 역할을 중요하게 인식하고 있음을 보여준다. 한편, 전체 10회 미만인 기타 응답 중에서 평생학습의 필요성 강조(5회)도 높은 응답빈도를 보였다.

이러한 결과로부터 교사 역할에 대한 응답이 서로 다른 핵심역량 간에서 교차하고 있음을 확인할 수 있다. 이에 학생 핵심역량과 교사 역할 간의 전체적인 구조를 확인하기 위해 네트워크 분석을 통해 응답을 시각화하였다(Figure 1 참조). 네트워크의 노드의 크기는 응답의 빈도를, 네트워크 간의 링크의 굵기는 연결(Degree) 빈도를 반영하여 표현하였다.

네트워크 분석 결과를 통해 각각의 학생 핵심역량 개발을 위해



Figure 1. Network analysis result of student key competency and teacher role

가장 중요하게 인식되는 교사의 역할을 파악할 수 있는데, 정보처리와 의사결정 능력에는 정보처리 기회 제공 역할이, 의사소통과 협업 능력에는 협업 중심 활동 기회 제공 등이 강하게 연결되어 있다. 이를 통해 특정한 학생 핵심역량 발달에 더욱 증점적으로 작용하는 교사의 역할이 무엇인지를 파악할 수 있다. 또한, 도움과 피드백 제공, 과학 지식의 실생활 적용강조, 다양한 소재와 콘텐츠 활용, 도전적 문제해결 기회 제공 등과 같은 응답이 네트워크의 중심부에 자리하고 있는 것을 확인할 수 있는데, 이는 이러한 노드가 다양한 측면에서 교사의 중핵적인 역할로서 인식되고 있음을 의미한다.

한편, 이러한 교사 역할 상호 간에도 연결이 나타나고 있는 것이 특징이다. 이는 역량기반 교육에서 교사의 역할이 각각 독립적으로 실행되기보다는 서로 관련을 맺으며 복합적으로 나타날 수 있다는 것을 의미한다. 즉, 교사가 일상생활에서 활용할 수 있는 다양한 소재를 통해 실생활에서의 과학 탐구 기회를 제공하고, 학생들의 활동을 촉진할 수 있는 적절한 도움을 주는 등과 같은 역할 수행이 일련의 연속적이거나 상호보완적인 과정을 통해 진행될 수 있음을 시사한다.

마찬가지로 다양한 소재와 콘텐츠 활용, 실생활 적용강조, 내재적 동기 부여 측면과 도움과 피드백 제공, 의사소통, 의사표현 기회 제공 등에서도 연결을 확인할 수 있다.

3. 역량기반 교육을 위해 필요한 과학 교사의 전문역량

미래사회 역량기반 교육을 위한 교사 역할을 수행하기 위해 교사가 갖추어야 할 전문역량에 대한 응답을 분석하였다. 중복 횟수를 포함하여 전체 315건의 응답 중 509회의 교사 전문역량 관련 응답을 확인할 수 있었다. 교사들의 응답을 기준 과학 교사 전문역량 혹은 내용교수지식(PCK)의 구성범주별로 분석하여 총 7개의 범주와 15개의 하위 범주를 도출하였다. 각각의 범주 및 하위 범주와 구체적인 응답 사례에 관한 결과는 Table 5와 같다.

먼저, 역량기반 교육을 위해 요구되는 교사 전문역량의 첫 번째 범주는 과학 교과내용(SMK) 측면의 전문역량이다(Alake-Tuenter *et al.*, 2012; Carlsen, 1987). 이는 지구과학 분야에 대한 전문적 지식뿐

Table 5. Science teachers' professional expertise required for competency-based education

교사 전문역량 범주	하위 범주	상세 응답	빈도	비율(%)	전체 응답 빈도
과학 교과내용	과학 교과내용 지식	-전문적 지구과학 내용 지식 -다교과(과학) 지식	40	4.9	127
	과학 방법(탐구·사고력) 지식	-논리적, 비판적, 절차적 사고력 -과학적 탐구력 -실험 진행 능력	54	6.7	
	과학(활동)의 본성에 대한 지식	-과학·기술·사회·문화적 문제와 쟁점에 대한 이해	33	4.1	
과학 교육과정	과학과 교육과정에 대한 지식	-교육과정(목표, 성취기준) 이해 -교육과정 재구성 -범교과 융합적 교육주제 탐색	25	3.1	25
과학수업실천 (수업내용조직)	과학 개념 이해와 적용	-핵심 개념 및 과학적 설명	13	1.6	35
	과학적 탐구 촉진	-학생 탐구활동 지원 -탐구 학습 환경 조성	22	2.7	
과학수업실천 (수업 방법 선정과 활용)	다양하고 적절한 교수학습 방법과 전략 활용	-교수학습 절차이해 -교수학습 모델, 방법 -질문 및 (교실)담화구성, -의사소통능력	83	10.3	182
	교수 활동에 대한 반성과 개선	-교수학습, (학생)활동에 대한 성찰과 반성	13	1.6	
	수업자원 활용 및 콘텐츠 개발	-다양한 정보 및 콘텐츠 제공 -AR/VR 등 첨단기기 활용 자료개발	20	2.5	
	컴퓨팅 및 정보처리 능력 (디지털 역량)	-소프트웨어 활용 능력 -데이터 리터러시(수집, 분석, 시각화)	66	8.2	
학생이해	학생의 배경지식과 경험에 대한 이해	-학생 오개념, 배경지식에 대한 이해 -학생 문제해결 과정에 대한 이해 -학생 의견 수용, 태도 형성 -학생에 대한 문화·사회적 배경 이해	73	9.0	73
(학생)평가	과학 학습 평가	-과정중심평가 -객관적, 체계적 평가 기준 수립	9	1.1	9
전문성 개발	연구자로서의 교사	-전문성 신장을 위한 노력 -새로운 수업(방법) 적용 -평생학습과 교육연구	39	4.8	58
	교사 학습공동체에 기여	-학교(환경)의 변화에 능동적 대응 -교사 학습공동체 및 동료 교사와 협력	14	1.7	
	학부모 및 지역 사회와의 관계	-지역 연계 학습 기회 제공 -환경 문제에 대한 참여	5	0.6	
계			100	509	

만 아니라 과학의 다양한 교과(학문)에 대한 지식, 과학사적 지식을 포함하는 과학과 교과내용지식과, 과학 탐구를 위해 필요한 절차적 지식, 과학적 사고력·탐구력 등과 관련한 과학 방법 지식, 과학·기술·사회·문화적 문제와 쟁점에 대한 이해, 과학기술에 대한 지식 등과 관련한 과학의 본성에 대한 지식으로 구성된다. 이러한 응답은 실제 과학교육 활동에서 학생들에게 과학 지식이나 과학 탐구력과 사고력을 길러주기 위해서 교사도 과학에 대한 방법적 지식은 물론 과학 활동의 사회·문화·기술적 맥락에 대한 지식을 갖추어야 한다는 선행연구(Kennedy, 1998; Zeidler, 2002)의 주장과도 일관된다.

두 번째 교사 전문역량 범주는 과학과 교육과정에 대한 전문역량이다. 이는 역량기반 교육을 위해 교사가 교육과정의 교과목표, 성취기준 등을 확실하게 이해하는 것을 포함하며, 교육과정 재구성 능력, 융합과 통합을 위한 범교과적 교육주제의 탐색과 선정 등을 포함하는 것이다.

세 번째 교사 전문역량 범주는 수업내용 조직 측면의 과학 수업실천 전문역량으로, 과학 개념 이해와 적용, 과학적 탐구 촉진과 같은 하위 역량을 포함한다. 이는 핵심개념에 대한 올바른 이해를 바탕으로 과학적인 설명을 조직적으로 구성하고 학습에 필요한 핵심개념을 명료하게 안내하는 것과, 학생들이 과학탐구를 수행할 수 있도록 하는 활동 구성, 환경 조성 등을 포함하는 것이다.

네 번째 교사 전문역량 범주는 수업 방법 선정과 활용 측면의 과학 수업실천 전문역량이다. 이는 다양하고 적절한 교수학습 방법과 전략 활용, 교수 활동에 대한 반성과 개선, 수업자원 활용 및 콘텐츠 개발, 컴퓨팅 및 정보처리 능력 등을 포함하는 것으로 실제 수업 준비와 실행에 필요한 교사 전문역량에 해당한다(Lederman & Gess-Newsome, 1992; Shulman, 1987). 특징적인 것은 수업 방법 선정과 활용 측면의 하위 범주에서는 컴퓨팅과 정보처리 등 디지털 역량(66회)이 가장 높은 응답을 보인다는 점인데, 컴퓨팅 및 소프트웨어 활용

능력이나 데이터 리터러시 등과 같이 올바른 정보를 탐색하고 이를 분석하거나 시각화하는 것과 관련된 지식이나 기능적 역량에 대한 것이다. 이러한 하위범주는 정보·디지털 기기를 활용한 교수활동에서 요구되는 전문성인 테크놀로지 지식(TK), 테크놀로지 내용지식(TCK) 등과 유사한 것으로(Foulger *et al.*, 2017), 미래사회의 교사 역량을 탐색한 선행연구에서 강조되었던 역량이다(Barak, 2017; Hong *et al.*, 2018; Hong *et al.*, 2019; Naumescu, 2008; Selvi, 2010; Yulianto, 2021). 이러한 결과는 지식정보화 기술로 인해 미래학교의 과학교육이 내용과 방법 측면에서 다양한 변화가 일어날 것이라는 교사들의 인식이 반영된 것이다.

다섯 번째 교사 전문역량 범주는 학생이해에 대한 전문역량으로 학생의 개념 확인, 학생 의견 수용과 학생과의 래포 형성, 학생에 대한 문화·사회적 배경 이해 등을 포괄한다. 이는 학생이나 학습 환경에 대한 다양한 배경을 이해하는 포용적 태도로서, 수업에서 학생의 학습활동을 지원하기 위해 요구되는 학습자 이해와 관련된 것이다. 교사들은 미래사회에는 스스로 지식을 구성하는 능동적인 학생 역할이 강조되므로, 교사는 행위주체로서의 학생을 이해하고 적절한 조력을 제공할 수 있는 전문역량을 갖추는 것이 중요하다고 응답하였다. 이는 OECD(2019)에서 제안한 학생의 협력적 행위주체성 강화를 위한 교사의 역량, 학생들의 능동적이고 창의적인 학습과 관련된 연구(Alake-Tuenter *et al.*, 2012; Hakim, 2020) 등에서도 공통으로 강조하는 역량이다.

여섯 번째 교사 전문역량 범주는 학생평가와 관련한 전문역량으로 과학 학습에서 과정중심 평가, 객관적이며 체계적인 평가 기준 수립 및 진행 등 학생의 성장과 학습에 대한 평가를 강조하는 것이다. 이는 전체 교사 전문역량에서 상대적으로 낮은 빈도를 보인다.

마지막으로 교사 전문역량 범주는 전문성 개발과 관련된 전문역량으로 연구자(학습자)로서의 교사(Teacher as Learner), 교사 학습공동

Table 6. Teachers' roles and their expertise

교사 역할	전문역량	과학 교과내용	과학 교육과정	과학수업실천 (수업 내용 측면)	과학수업실천 (수업 방법 측면)	학생 이해	학생 평가	전문성 개발
협업 중심 활동 기회 제공		11	9	3	40	19	2	16
과학탐구·기능·실험 강조		27	2	11	18	12	1	6
다양한 소재와 콘텐츠 활용		17	3	4	30	3	0	8
과학지식의 실생활 적용강조		22	4	8	12	5	1	6
의사소통·의사표현 기회 제공		8	3	4	21	12	2	7
도움과 피드백 제공		18	3	2	11	13	1	7
정보처리·분석 기회 제공		14	1	2	28	6	1	2
의사결정 기회 제공		16	0	2	30	3	0	2
도전적 문제해결 기회 제공		16	1	3	12	7	0	5
자기주도적 학습 촉진		9	2	4	5	10	1	9
내재적 동기부여		11	2	7	14	2	0	4
학습을 위한 자원과 플랫폼 소개		6	3	3	19	4	0	4
핵심개념에 대한 명확한 설명과 안내		8	3	2	10	4	0	4
협력적 분위기 조성 및 갈등 조정		3	0	0	10	5	3	5
공동체 의식과 책임 강조		7	0	0	10	5	0	3
과학활동의 본성에 대한 강조		8	1	0	5	2	0	0
학생 존중 및 정서적 지원		2	0	0	3	2	0	1
평생학습의 필요성 강조		0	0	0	1	2	0	4

체에 기여, 학부모 및 지역 사회와의 관계 등과 같은 하위 범주를 포함한다. 이러한 측면의 전문역량은 집단적 책임감이라는 교사 전문성 개발의 강조점이지(Friesen & Brown, 2020), SSI 교수학습을 위한 교육환경(Context)에 관한 지식(Lee, 2016), 지속가능한 교육을 위해 필요한 교사의 역량(Corres *et al.*, 2020) 등과도 밀접한 관련성을 갖는 것이라고 볼 수 있다.

4. 교사 역할과 교사 전문역량의 구조적 관계

앞서 살펴본 응답이 교사의 성공적인 역할 수행을 위해 필요한 전문역량에 대한 응답이므로, 각각의 교사 역할에 대응하는 교사 전문역량 및 전문역량 간에 나타나는 구조적인 관계를 살펴볼 필요가 있다. 이를 위해 교사들의 응답을 바탕으로 RCM을 제작하였으며 교사의 역할을 중심으로 전문역량 중에서 10회 이상의 빈도를 보이는 것을 음영으로 표시하였다(Table 6 참조). 하나의 전문역량이 서로 다른 범주에 해당하는 교사 역할에 연결되는 경우가 있으므로 각각의 응답이 서로 연결되는 빈도는 앞서 Table 3과 Table 4에서 제시한 각 핵심역량에 기초한 응답 빈도보다는 높다.

이를 통해 역량기반 교육을 위해 필요한 교사의 역할에 토대가 되는 교사의 전문역량에 대한 인식을 살펴볼 수 있다. 우선 전문역량 측면에서 가장 높은 빈도를 보였던 과학수업실천(수업 방법 선정과 활용) 역량의 경우 각각의 교사역할에 대해서도 높은 빈도를 보이는 것이 특징이며, 특히 협업 중심 활동 기회 제공, 다양한 소재와 콘텐츠 활용, 의사결정 기회 제공 등과 같은 역할에 대해 중요하게 인식된다. 마찬가지로 교사들은 과학 교과내용 측면의 전문역량을 과학탐구·기능·실험 강조, 과학지식의 실생활 적용강조 등의 역할에서, 학생 이해 측면의 전문역량은 협업 중심 활동 기회 제공, 도움과 피드백 제공 등의 역할에서 중요하게 인식하고 있다. 상대적으로 빈도가 낮았던 과학 교육과정 측면의 전문역량은 협업 중심 활동 기회 제공이

리는 교사 역할, 그리고 학생평가 측면의 전문역량은 협력적 분위기 조성 및 갈등 조정과 같은 역할에서 관계를 보이는 것이 특징이다.

한편 교사의 역할 측면에서는 높은 빈도를 보였던 협업 중심 활동 기회 제공, 과학탐구·기능·실험 강조 등에서 다양한 역량과의 뚜렷한 관계가 나타나는 것이 특징이다. 또한 다양한 소재와 콘텐츠 활용, 과학지식의 실생활 적용강조와 같은 교사 역할은 과학 교과내용, 과학수업실천(수업 방법 측면) 전문역량과 밀접한 관계를 보인다. 즉 교사들은 이러한 역할 수행을 위해서 과학 교과내용과 과학수업실천(수업 방법 측면) 전문역량을 중요하게 인식하는 것이다. 이러한 교사의 역할과 전문역량 간의 구조를 네트워크의 형태로 시각화하면 Figure 2와 같다.

네트워크에서는 각각의 교사 역할을 위해 가장 중요하게 인식되는 전문역량을 파악할 수 있다. 예컨대, 과학수업실천 전문역량은 협업 중심 활동 기회 제공 역할과, 과학 교과내용 전문역량은 과학탐구·기능·실험 강조 역할과 가장 밀접하게 연결되어 있는 것을 살펴볼 수 있다. 또한 네트워크의 중심부에서는 과학수업실천(수업방법 선정과 활용 측면), 과학 교과내용, 학생이해 등의 전문역량이 위치하고 있으며 다양한 교사 역할과 연결되는 것을 확인할 수 있다. 즉, 교사들이 이러한 전문역량을 역량기반 교육을 위한 전문성으로서 더욱 중시하고 있는 것으로 해석할 수 있다. 또한 네트워크에서는 하나의 교사 역할에도 여러 전문역량이 연결되는 것을 살펴볼 수 있다.

네트워크에서 살펴볼 수 있는 중요한 특징은 전문역량 간의 연결이다. 예컨대, 과학수업실천(수업방법 선정과 활용)은 과학 교과내용, 학생이해 등의 전문역량과 밀접한 관계를 나타내고 있다. 또한, 상대적으로 빈도가 낮았던 과학 교육과정 역량도 과학수업실천(수업방법 선정과 활용) 역량과, 학생평가 역량의 경우 학생이해 역량과의 밀접한 관계를 살펴볼 수 있다. 이러한 결과로부터 교사들이 역량기반 교육을 위한 역할 수행에 있어서 특정한 역량이 독립적으로 작용하기 보다는 다양한 역량이 상호영향을 주고받는 관계로 인식한다는 것을



Figure 2. Structure between teachers' roles and their expertise

알 수 있다. 즉, 교사들은 성공적인 교사 역할 수행에 있어서 다양한 전문역량들이 포괄적으로 작용한다고 인식하고 있음을 시사한다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 미래사회의 과학교육을 통해 길러주어야 하는 학생의 핵심역량에 대한 인식과 역량기반 교육을 위해 필요한 교사의 역할과 전문역량에 대한 인식을 조사하고 이들 간의 관련성을 살펴보고자 하였다. 본 연구의 결론과 제언은 다음과 같다.

첫째, 미래사회 변화에 대응하기 위해 학생과 교사에게 모두 의사소통과 협업 관련 능력이 중요한 것으로 나타났다. 이는 학생 핵심역량 중 가장 중요하게 인식되는 것이었으며, 교사의 역할 측면에서는 협업 중심 활동 기회 제공, 교사의 전문역량 측면에서는 다양하고 적절한 교수학습 방법과 전략 활용과 같이 높은 빈도를 보이는 응답 간의 연결을 통해 파악할 수 있다. 또한 이와 관련한 측면의 교사 역할과 전문역량은 네트워크상에서 다른 교사 역할, 또는 전문역량들을 매개하는 역할을 하고 있다. 이는 교사의 역할이 안정적인 지식을 전달하는 것에서 벗어나 지식에 대한 접근 방법을 안내하거나, 학생들 간의 의사소통을 촉진하는 ‘안내자·촉진자’로 변화해야 한다는 것에 대한 인식이 반영된 것이다. 이러한 결과는 특히 수업실천 측면에서 학생과 교사, 학생과 학생들의 의사소통과 의사표현 등을 강조할 수 있도록 하는 지원 방안에 대한 시사점을 제공한다. 예컨대, 학생들의 행위 주체성을 촉진할 수 있는 참여적 교수학습 방법과 모델의 개발, 협력적 교육활동에서 활용할 수 있는 다양한 자원 등을 제공할 필요가 있으며, 교사가 이러한 형태의 수업을 적극적으로 실천할 수 있도록 하는 방안을 다양한 측면에서 모색할 필요가 있다.

둘째, 교사의 역할에 대한 응답에서는 실질적인 교실 과학수업에서의 역할(과학탐구·기능·실험 강조, 다양한 소재와 콘텐츠 활용 등) 측면이, 전문역량에 대한 응답에서는 수업 방법 선정과 활용과 관련된 수업실천 역량이 높은 응답빈도를 보였다. 이는 실제 학교 현장에서 교사 직무의 범위가 매우 다양하지만 본 연구에서는 교사의 직무를 역량기반 교육 측면으로 한정하였기 때문이다. 따라서 많은 교사가 역량기반 교육을 위한 방법으로 실질적인 교실 수업을 가장 중요하게 인식한 것이다. 하지만 역량은 학생들의 전인적인 발달을 위해 필요한 다양한 능력을 포괄하는 개념으로 수업뿐만 아니라 학교에서의 생활과 경험을 통해서도 길러질 수 있다. 따라서 미래사회 학교 변화와 이로 인한 교사의 직무 변화를 예측하고, 학교교육 전반에 걸쳐서 학생의 역량을 개발시키는 방안을 탐구하는 후속 연구가 필요하다. 이러한 점에서 교사들이 성공적인 역량기반 교육을 운영하도록 하기 위해서는 미래사회 학생들에게 요구되는 다양한 측면의 핵심역량을 더 명확하게 규명하고, 학생 핵심역량에 대한 교사들의 인식을 향상할 필요가 있다.

셋째, 교사들은 교사 역할과 전문역량의 구성요소들이 독립적으로 작용하기보다는, 서로 밀접한 관계에 있는 것으로 인식한다. 즉, 교사의 다양한 역할 실행을 통해 학생들의 핵심역량이 길러질 수 있으며, 이러한 역할을 성공적으로 수행하기 위해서 다양한 측면의 전문역량이 상호영향을 주며 작용한다는 것이다. 따라서 교사들이 인식하는 교사 역할과 전문역량을 구성하는 다양한 요소들이 서로 관계를 주고받으며 발현될 수 있는 복잡한 구조라는 점에서 교사의 역할과 전문

역량에 영향을 주는 다양한 요인들을 통합적, 총체적인 관점에서 바라볼 필요가 있다. 나아가, 교사의 역할이나 전문역량의 변화에 따른 교육 실행 변화에 관한 연구, 교사의 역할 변화에 따른 학생의 핵심역량 변화에 관한 연구 등을 통해 관련 요인들 간의 구체적인 관계를 살펴볼 필요가 있다.

끝으로, 교사들이 인식하는 역할과 전문역량과 관련하여 기존 과학교육에서 논의되어온 SMK, TK 등과 같은 지식 차원에서의 응답이 많았다. 그중에서도 미래사회 과학교육에서는 실질적인 탐구나 실험, 과학과 관련된 일상생활의 데이터를 활용한 정보처리와 분석 기회 등을 제공하는 것이 중요하기 때문에, 교사가 과학의 다양한 내용 지식 전문성과 컴퓨팅 및 정보처리 능력(디지털 역량) 등을 갖추어야 한다는 것이다. 한편, 이러한 지식 측면의 역량은 탐구와 실험을 직접 운영하고 진행할 수 있는 능력, 컴퓨팅과 첨단 과학기기를 활용하여 데이터를 분석·해석하는 능력 등과 같은 기능적인 측면의 역량, 그리고 새로운 교수법적 지식을 교육에 활용하려는 태도와 같은 다양한 요소들과 관계를 갖는다. 따라서 교사 전문역량을 지식 측면으로 환원하여 인식하기보다는, 과정·기능, 가치·태도 등을 포괄하는 총체적인 것으로 파악할 필요가 있다.

한편, 본 연구는 지구과학교육을 전공한 교사들의 인식을 조사하였다는 점에서 다른 영역을 전공한 교사들의 인식과 이를 비교하는 것에는 한계를 갖는다. 다양한 과학 전공별 교사들의 인식을 조사한다면 보다 종합적인 관점에서 과학 교과 특수적 핵심역량을 규명하거나, 과학의 세부 교과들이 갖는 특성이 반영된 교사 전문역량을 파악할 수 있을 것이다.

복잡하고 예측이 어려운 미래사회를 살아갈 학생들을 위해 과학교육을 포함하여 과학교육의 변화와 준비가 요구된다. 교육의 실행 주체로서 과학 교사들은 미래사회 학교와 자신의 역할 기대에 대한 변화에 능동적으로 대처할 필요가 있다. 과학 교사들이 미래학교가 필요로 하는 전문역량을 갖추고, 성공적인 역량기반 교육을 수행할 수 있도록 학교시스템 개선을 포함하여 다양한 측면의 지원이 필요할 것이다.

국문요약

본 연구에서는 미래사회의 과학교육에 초점을 맞추어 미래사회를 살아갈 학생들에게 길러주어야 할 핵심역량, 그리고 이러한 핵심역량을 길러주기 위한 역량기반 교육을 실현하는 주체인 미래학교 과학 교사에게 필요한 역할과 전문역량 내용교수지식(PCK) 측면에서 탐색하였다. 이를 위해 전국의 지구과학 전공 과학 교사를 대상으로 설문조사를 실시하였으며, 105건의 유효한 응답을 확보하였다. 연구 결과를 미래사회를 살아갈 학생들에게 길러주어야 할 핵심역량, 역량기반 교육을 위한 과학 교사의 역할, 역량기반 교육을 위해 필요한 과학 교사의 역할과 교사 전문역량의 구조적 관계 등의 측면에서 논의하였다. 학생역량과 교사 전문역량의 관계, 그리고 교사의 역할과 전문역량 간의 구조를 살펴보기 위해 네트워크 분석을 실시하였다. 주요 연구결과를 살펴보면 미래사회 학생의 핵심역량으로는 의사소통과 협업 능력이, 과학 교사의 역할로는 협업 중심 활동 기회 제공이 가장 중요한 것으로 나타났다. 교사 역할과 교사 전문역량의 구조적 관계를 살펴보면 과학수업실천과 관련된 전문역량과 관련하여 협업

중심 활동 기획 제공, 다양한 소재와 콘텐츠 활용 등과 같은 역할과 뚜렷한 관계가 나타났다. 연구결과를 토대로 학생이 필요로 하는 핵심역량에 대한 교사의 인식 제고에 근거한 학생의 행위 주체성 촉진 방안, 교사 역할과 전문역량 구성요소의 관련성, 교사 전문역량의 총체성 등을 제안하였다.

주제어 : 미래사회, 핵심역량, 과학 교사, 내용교수지식(PCK), 교사 전문역량

References

- Ahn, Y., & Byun, T. (2020). Analysis of teachers' perceptions on the subject competencies of integrated science. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 40(2), 97-111.
- Alake-Tuenter, E., Biemans, H. J., Tobi, H., Wals, A. E., Oosterheert, I., & Mulder, M. (2012). Inquiry-based science education competencies of primary school teachers: A literature study and critical review of the American National Science Education Standards. *International Journal of Science Education*, 34(17), 2609-2640.
- Barak, M. (2017). Science teacher education in the twenty-first century: A pedagogical framework for technology-integrated social constructivism. *Research in Science Education*, 47(2), 283-303.
- Carlsen, W. S. (1987). Why do you ask? The effect of science teacher subject-matter knowledge on teacher questioning and classroom discourse. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Washington, D.C.
- Corres, A., Rieckmann, M., Espasa, A., & Ruiz-Mallén, I. (2020). Educator competences in Sustainability Education: A systematic review of frameworks. *Sustainability*, 12(23), 9858.
- Foulger, T. S., Graziano, K. J., Schmidt-Crawford, D., & Slykhuis, D. A. (2017). Teacher educator technology competencies. *Journal of Technology and Teacher Education*, 25(4), 413-448.
- Friesen, S., & Brown, B. (2020). Teacher leaders: developing collective responsibility through design-based professional learning. *Teaching Education*, DOI: 10.1080/10476210.2020.1856805
- Hakim, A. (2015). Contribution of competence teacher (pedagogical, personality, professional competence and social) on the performance of learning. *The International Journal of Engineering and Science*, 4(2), 1-12.
- Hong, S., Ahn, Y., & Choi, Y. (2019). Teachers' Teaching Competency Modeling in Future Schooling. *Journal of Education & Culture*, 25(3), 365-388.
- Jeong, H., Roh, S., Jung, J. W., & Cho, Y. H. (2020). The challenge of the spread of Covid-19 to education: High quality remote learning for everyone. *Journal of Educational Technology*, 36(3), 645-669.
- Kang, N. H., Kang, H., Maeng, S., Park, J., & Jeong, E. (2020). Teacher Competency in Competency-Focused Science Teaching in the South Korean Context: Teacher Self-Assessment Instrument Development and Application. *Asia-Pacific Science Education*, 6(2), 480-513.
- KEDI. (2019). A study on the OECD Education 2030 project: Implementation strategies of future-oriented competency-based education(RR 2020-03). Jincheon: KEDI.
- Kennedy, M. M. (1998). Education reform and subject matter knowledge. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 35(3), 249-263.
- KICE. (2018). Development of training programs to enhance teacher competency in the intelligent information society I: Teaching and learning competency modeling (RRI 2018-3). Jincheon: KICE.
- Ko, E., & Jeong, D. (2014). 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.
- KOFAC (2015). 2015 Revised curriculum draft development research II- Science curriculum. BD15110002. Seoul: KOFAC.
- KOFAC (2018). A development of Korean science education standards (KSES) for the next generation. Seoul: KOFAC.
- KOFAC (2019). Developing Performance Expectations, School Implementation Strategies, Evaluation Indicators of the Korean Science Education Standards (KSES) for the Next Generation. Seoul: KOFAC.
- Krell, M., Redman, C., Mathesius, S., Krüger, D., & Van Driel, J. (2020). Assessing pre-service science teachers' scientific reasoning competencies. *Research in Science Education*, 50(6), 2305-2329.
- Kuruba, M. (2019) Role Competency Matrix: A Step-By-Step Guide to an Objective Competency Management System. New York: Springer.
- Kwak, Y. (2012). Research on Ways to Improve Science Teaching Methods to Develop Students' Key Competencies. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 32(5), 855-865.
- Lederman, N. G., & Gess-Newsome, J. (1992). Do subject matter knowledge, pedagogical knowledge, and pedagogical content knowledge constitute the ideal gas law of science teaching?. *Journal of Science Teacher Education*, 3(1), 16-20.
- Lee, H. (2016). Conceptualization of an SSI-PCK Framework for Teaching Socio-scientific Issues. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 36(4), 539-550.
- Lim, J., Ryu, J., & Kiim, B. (2017). An Exploratory Study on the Direction of Education and Teacher Competencies in the 4th Industrial Revolution. *Journal of Korean Education*, 44(2), 5-32.
- Martin, F., Budhrani, K., Kumar, S., & Ritzhaupt, A. (2019). Award-winning faculty online teaching practices: Roles and competencies. *Online Learning*, 23(1), 184-205.
- Ministry of Education [MOE] (2015). The general explanation of 2015 revised national curriculum. Notification No. 2015-74 [issue 1]. Sejong: Author.
- Naumescu, A. K. (2008). Science Teacher Competencies in a Knowledge Based Society. *Acta Didactica Napocensia*, 1(1), 25-31.
- OECD (2003). Definition and selection of competencies: Theoretical and conceptual foundation. Paris: OECD.
- OECD (2019). OECD Future of education and skills 2030 conceptual learning framework: A series of concept notes. Paris: OECD.
- Paek, J., Jung, C.H., & Song M. (2015). Developing Competency Model for Secondary School Teachers. *Journal of Skills and Qualifications*, 4(2), 85-110.
- Park, J., Seo, C., & Han, S. (2005). A guide to job analysis for the development of vocational education and training courses. Korea Vocational Competency Development Institute Research Data 2005-2.
- Raiker, A. (2020). Praxis, Pedagogy and Teachers' Professionalism in England. *Center for Educational Policy Studies Journal* 10(3), 11-30.
- Rushton, E. A., & Reiss, M. J. (2019). From science teacher to 'teacher scientist': Exploring the experiences of research-active science teachers in the UK. *International Journal of Science Education*, 41(11), 1541-1561.
- Ryan, G., Emmerling, R. J., & Spencer, L. M. (2009). Distinguishing high-performing European executives: The role of emotional, social and cognitive competencies. *Journal of Management Development*, 28(9), 859-875.
- Selvi, K. (2010). Teachers' competencies. *Cultura International Journal of Philosophy of Culture and Axiology*, 7(1), 167-175.
- Son, M., & Jeong, D. (2018). A study of science teachers' perception on knowledge information processing competency. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 38(5), 693-703.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Tatto, M. T. (2021). Developing teachers' research capacity: the essential role of teacher education. *Teaching Education*, 32(1), 27-46.
- Yang, S. H. & Lee, J. (2020). Building a teacher training program that mimics novice scientists' expertization for improving science teachers' research capacity. *School Science Journal*, 14(2), 193-208.
- Yulianto, Y. (2021). The Needs of Training to Improve Teacher Competence in Preparing Society 5.0. *Technium Social Sciences Journal*, 20(1), 275-286.
- Zeidler, D. L. (2002). Dancing with maggots and saints: Visions for subject matter knowledge, pedagogical knowledge, and pedagogical content knowledge in science teacher education reform. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 27-42.

저자정보

곽영순(한국교원대학교 교수)
홍석영(제천제일고등학교 교사)