



# 구성주의적 수행평가 워크숍에 참여한 예비 화학교사의 수행평가 과제 개발 과정에서 고려된 교과교육학 지식(PCK) 구성 요소 및 연계의 특징

이재원<sup>1</sup>, 류고운<sup>1</sup>, 강석진<sup>2</sup>, 노태희<sup>1</sup>, 강훈식<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>서울대학교, <sup>2</sup>전주교육대학교, <sup>3</sup>서울교육대학교

## The Characteristics of PCK Components and Their Integrations in Developing Performance Assessment Tasks of Pre-Service Chemistry Teachers Participating in Constructive Performance Assessment Workshop

Jaewon Lee<sup>1</sup>, Goeun Ryu<sup>1</sup>, Sukjin Kang<sup>2</sup>, Taehee Noh<sup>1</sup>, Hunsik Kang<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Seoul National University, <sup>2</sup>Jeonju National University of Education, <sup>3</sup>Seoul National University of Education

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 26 May 2018

Received in revised form

13 June 2018

9 July 2018

17 July 2018

Accepted 24 July 2018

#### Keywords:

workshop,  
performance assessment,  
constructivist assessment,  
pedagogical content knowledge,  
pre-service chemistry teacher

### ABSTRACT

In this study, we investigated the characteristics of the pedagogical content knowledge (PCK) components and their integrations in the processes of developing performance assessment tasks of pre-service chemistry teachers who participated in the constructive performance assessment workshop. Eight pre-service teachers participated in this study. After three weeks of the constructivist performance assessment workshop, they developed their own performance assessment tasks. The think-aloud method was used to investigate their developing processes. Their activities were recorded and videotaped, and semi-structured interviews were also conducted. The analysis of the results revealed that the PCK component considered in the planning step showed similar frequencies for assessment, instructional strategies, students, and subject matter components. In the embodying step, assessment component was most frequent. In the discussion step, the frequencies for assessment, instructional strategies, and students components were similar. However, curriculum component and the subcomponent of science process skill were rarely used. The integrations among the PCK components were found to be centered on the instructional strategies component in the planning step and the students component in the embodying and discussion step. However, curriculum and subject matter components were rarely integrated with other PCK components. On the basis of the results, educational implications are discussed.

## 1. 서론

과학교사의 전문성 함양은 지식 기반 사회의 도래에 따른 과학교육의 변화와 혁신에서 핵심 요소이다(Lim, 2003; van Driel, Beijard, & Verloop, 2001). 교사의 전문적 지식 체계를 나타내는 교과교육학 지식(pedagogical content knowledge, PCK)은 교사의 전문성 수준을 대표하는 지표이므로(Kim *et al.*, 2011; Noh *et al.*, 2010), 과학교사의 PCK를 개발하기 위한 전략의 모색이 이루어지고 있다. 교사의 PCK는 그 구성 요소를 활용하거나 구성 요소 사이의 상호작용을 촉진하는 활동으로 개발할 수 있다(Aydin & Boz, 2013; Park & Oliver, 2008). 예를 들어, 다양한 PCK 구성 요소를 활용하는 교수 설계 활동은 초등 예비교사의 PCK 사용을 촉진함으로써 PCK를 향상시키는 것으로 나타났다(Beyer & Davis, 2012).

과학 평가에서도 PCK 구성 요소의 활용은 중요한데(Cho & Ko, 2008; Falk, 2012; Noh *et al.*, 2017; Noh, Park, & Kang, 2016), 특히 실험, 토의 등 다양한 방법으로 이루어지는 수행평가 과정에서는 학생의 능동적인 참여가 필수적이므로 다양한 PCK 구성 요소의 활용이

더욱 중요하다. 이러한 맥락에서 현직 교사들을 대상으로 협력적 수행평가 워크숍 활동의 효과(Falk, 2012)나 학교 현장의 수행평가 상황에서 나타나는 교사의 PCK에 대한 연구(Min, 2012)가 이루어졌다. 또한 교사의 평가 전문성은 단기간에 향상되기 어려우므로 예비교사 단계에서부터 지속적인 교육이 이루어져야 한다는 관점에서 예비 화학교사의 수행평가 과제 개발 과정에서 나타난 PCK 구성 요소의 특징을 분석한 연구(Noh *et al.*, 2017)도 진행되었다. 선행연구 결과, 예비교사들이 수행평가 과제 개발 과정에서 고려하는 PCK 구성 요소는 과학 평가에 관한 지식에 편중되어 있었고 PCK 구성 요소 사이의 연계도 거의 이루어지지 않은 것으로 나타났다. 또한 수행평가 과제가 평가의 공정성과 객관성에 중점을 두는 총괄평가의 형태로 개발되어 구성주의적 평가와도 거리가 멀었다.

수행평가는 성적 산출과 선발 위주의 전통적 평가 패러다임을 극복하고 구성주의적 평가를 구현하기 위해 도입된 평가 체계이다(MOE, 1998). 따라서 교사의 수행평가 전문성의 핵심은 구성주의적 수행평가 과제를 개발 및 실행하는 능력이라고 볼 수 있다. 구성주의적 수행평가란 구성주의적 평가관에 기초하여 이루어지는 수행평가로서, 학

\* 교신저자 : 강훈식 (kanghs@snu.ac.kr)

\*\* 이 논문은 2014년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(NRF-2014R1A1A4A01008263).

http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2018.38.4.505

습 결과뿐 아니라 지식의 구성 과정과 고등 사고 능력에 대한 수행평가, 다양한 관점과 양식으로 이루어지는 수행평가를 의미한다(Park, 1998). 또한 PCK 구성 요소들이 골고루 활용되고 PCK 구성 요소들 사이에 충분한 상호작용이 이루어질 때 교사의 PCK는 효과적으로 발달된다(Friedrichsen *et al.*, 2009; Park & Chen, 2012). 그러므로 예비교사에게 단순히 수행평가 과제 개발 기회를 제공하는 것만으로는 예비교사의 PCK 개발과 수행평가 과제 개발 능력 향상에 한계가 있다.

예비교사의 PCK를 개발하고 수행평가 전문성을 함양하기 위해서는 구성주의적 평가 목적에 대한 이해를 바탕으로 수행평가 과제 개발 과정에서 고려해야 하는 다양한 PCK 구성 요소를 접하고 활용하는 기회를 제공할 필요성이 있다(Noh *et al.*, 2015). 이에 선행연구에서는 숙련된 교사나 전문가의 컨설팅, 멘토링, 코칭 등을 통하여 적절한 도움을 제공하는 방법을 많이 활용하였다(Go & Nam, 2013; Jung & Kang, 2011; Stanulis, Little, & Wibbens, 2012; Yang, 2015). 또한 PCK가 경험을 통해 발달하는 실천적 지식임을 고려할 때 (Bond-Robinson, 2005; Lim, 2003), 예비교사가 교육 현장에서 학생들을 대상으로 수업을 실시한 후 이를 평가하기 위한 수행평가 과제를 개발하도록 하는 것이 이상적이다. 하지만 이러한 방법들을 예비교사 교육 현장에 폭넓게 적용하기에는 현실적으로 한계가 있으므로 보다 실천적인 접근법을 검토할 필요성이 있다(Noh *et al.*, 2017; Noh, Park, & Kang, 2016; Park, Kang, & Han, 2017). 이에 이 연구에서는 예비교사가 PCK를 효과적으로 개발하고 수행평가 전문성을 향상시킬 수 있는 워크숍을 고안하여 적용하였다.

워크숍이 결과론적 지식을 전달하는 전통적인 강의 형태로 이루어지면 워크숍 내용에 대한 교사의 이해는 피상적 수준에 머물기 때문에 교사에게서 의미있는 변화를 끌어내기 어렵다(Choi & Song, 2005; van Driel, Beijard, & Verloop, 2001). 따라서 워크숍의 프로그램 또한 구성주의적 관점에서 개발되어야 한다. 이러한 맥락에서 Loucks-Horsley *et al.*(2009)은 워크숍에서의 효과적인 교사 전문성 개발 원리로 효과적인 교수학습에 대한 정립된 이미지 제공, 학생의 학습 목표 및 요구 충족, 교사가 PCK 및 기술을 개발하고 비판적으로 검토 및 반영할 수 있는 기회 제공, 동료 및 다른 전문가들과 함께 하는 기회 제공, 성인 학습자로서 교사의 능동적 참여 등의 요소를 제시하였다. 이 연구에서의 워크숍은 이러한 원리에 기반하여 구성주의적 수행평가에 대한 이론과 실행의 통합을 도모하는 방향으로 구성하였다.

먼저 구성주의적 수행평가의 이론적 근거를 소개하여 예비교사가 스스로 구성주의적 수행평가의 타당성에 공감하고 적용 방법을 판단할 수 있도록 하였다(Beyer & Davis, 2009). 또한 다양한 수행평가 사례와 예시 분석 및 과제 개발 실습 과정에서는 연구자와 예비교사들이 서로의 관점을 공유하며 공동으로 이론과 실행의 통합을 추구하

는 협력적 논의 활동을 실시하였다(Kim, 2010; Lee *et al.*, 2007). 이러한 협력적 논의를 통해 예비교사는 연구자나 다른 예비교사의 견해를 접하며 자신이 지닌 평가관의 특징과 한계를 발견하고 구성주의적 평가에 대한 견해를 정교화할 수 있다. 특히 예비교사는 실행 중심의 관점을 지니는 것에 비해 연구자는 상대적으로 이론 중심의 관점을 지니므로, 연구자가 유기적으로 참여하는 협력적 논의 활동은 이론과 실행 사이의 간극을 좁히는 데 기여할 수 있다(Herrenkhol, Kawasaki, & Dewater, 2010; Shin, 1997). 또한 중등학교를 졸업하고 현직교사가 되기 위한 중간 과정에 있는 예비교사의 특수한 입장을 고려하여 (Kim, 2012), 구성주의적 수행평가를 현장에 적용할 때의 어려움과 극복 방안을 교사와 중등학생의 입장에서 논의하도록 하였다. 예비교사들은 구성주의적 평가 및 교수학습관 측면에는 공감하면서도 이를 우리나라의 교육 현장에 실제로 적용하기는 어렵다고 생각하는 경향이 있으므로(Kim, 2014), 이러한 활동도 구성주의적 평가의 이론과 실행의 통합을 촉진하는 데 도움을 줄 것으로 기대된다.

이에 이 연구에서는 구성주의적 수행평가 워크숍에 참여한 예비회화교사들이 개별로 구성주의적 수행평가 과제를 개발하는 과정과 이에 대하여 조별로 논의하는 과정에서 고려하는 PCK 구성 요소와 요소 사이의 연계의 특징을 분석하였다. 이를 통하여 예비교사에게 제공한 워크숍이 미친 영향과 예비교사가 인식하는 구성주의적 수행평가의 특징 및 수준을 파악하였고, 예비교사의 PCK를 효과적으로 개발하고 수행평가 전문성을 향상시키기 위한 시사점을 탐색하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 참여자

충청북도 소재의 1개 대학교에서 과학과 교재연구 및 지도법 강좌를 수강 중인 화학교육과 3학년 예비교사 8명(남학생 3명, 여학생 5명)이 연구에 참여하였다. 연구 참여자로 3학년을 선정한 이유는 이들이 사범대학에 재학 중인 일반적인 예비교사의 수준과 큰 차이가 없다고 볼 수 있으며, 2년 동안 다양한 교육학 강의를 수강하여 기초적인 교육학적 지식을 갖추고 있는 상태이므로 예비교사의 PCK 개발 및 수행평가 전문성 향상을 위한 이 연구의 목적에 적합하였기 때문이다. 연구 참여자 중 7명은 지난 학기 다른 강좌에서 수행평가의 개념과 방법 등 기초적인 수행평가 이론을 학습한 상태였고, 다른 1명의 연구 참여자는 이번 학기에 과학과 교재연구 및 지도법과 교육평가 강좌를 동시에 수강중인 상태였다. 또한 연구 참여자 중 1명은 다른 강좌에서 수행평가 과제를 개발한 경험이 있었다. 연구 참여자의 구체적인 정보는 Table 1과 같다.

Table 1. The characteristics of the participants

Characteristics	Group 1				Group 2			
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
Gender	Female	Female	Male	Male	Female	Female	Female	Male
Age	23	23	25	25	23	23	23	25
Assessment-related courses taken	*TSE, **EE	TSE, EE	EE	-	TSE, EE	TSE	TSE, EE	EE

\*TSE: Theory of science education(과학교육론), \*\*EE: Educational evaluation(교육평가)

## 2. 연구 절차

자료 수집은 주당 3시간씩 4주 동안 이루어졌다. 첫째 주부터 셋째 주는 구성주의적 수행평가 워크숍을 진행하였다. 교사들이 구성주의적 평가의 목적과 방법을 이해하는 것과 실제로 수행평가 과제를 구성주의적으로 개발하는 것은 별개의 문제로, 이상과 실제 또는 평가 방법과 목적 사이의 간극이 존재할 수 있다(Kim, 2014; Noh *et al.*, 2015; Thomas *et al.*, 2011). 이에 워크숍의 전체적인 목표는 예비교사들의 구성주의적 수행평가 과제 개발 과정에서 나타날 수 있는 간극을 좁혀 이론과 실행을 통합시키는 것으로 하였고, 전체적인 구성원리는 효과적인 교사 전문성 계발 원리(Loucks-Horsley *et al.*, 2009) 중 학교 공동체나 교사의 경력과 같은 현직교사 맥락의 요소를 제외하고 예비교사 맥락에 적용할 수 있는 5가지 요소를 바탕으로 설계하였다. 워크숍의 구체적인 활동은 워크숍 또는 교사 연수 관련 선행연구를 분석하여 구성하였다(Table 2). 먼저 ‘효과적인 교수학습에 대한 정립된 이미지의 제공’을 위하여 구성주의적 수행평가에 대한 이론과 실제 및 PCK와 구성주의적 수행평가의 관계를 소개하였다. 그리고 ‘학생의 학습 목표 및 요구의 충족’을 위하여 예비교사들이 자신이 학생일 때 경험했던 수행평가 사례를 공유한 후 구성주의적 수행평가를 현장에 적용할 때의 어려움과 극복 방안을 교사와 중등학생의 입장에서 분석하고 토론하였으며 학생 오개념 자료를 제공하였다. ‘교사가 PCK 및 기술을 계발하고 비판적으로 검토 및 반영할 수 있는 기회의 제공’ 및 ‘동료 및 다른 전문가들과 함께 하는 기회의 제공’을 위하여 다양한 수행평가 사례 소개와 수행평가 과제의 개발 실습 활동 후 결과물에 대한 구성주의적 관점에서의 분석 활동을 실시하였다. 이때 ‘성인 학습자로서 예비교사의 능동적 참여 촉진’을 위하여 연구자와 예비교사 사이의 협력적 논의 활동을 실시하였다. 연구자는 논의 주제를 제공한 후 예비교사들과 동등한 위치에서 서로에게 ‘비판적 친구(critical friend; Fenstermacher & Richardson, 1993)’의 역할을 하며 논의에 참여하였다. 즉, 논의 과정에서 연구자는 이론 중심의 관점에서 예비교사의 의견에 대한 평가와 대안을 제시하였으며, 예비

교사는 실행 중심의 관점에서 연구자의 이론적 의견에 대한 현장 적용 가능성을 검토하고 지적하면서 구성주의적 수행평가의 이론과 실행의 통합을 위해 유기적으로 협력하였다(Lee *et al.*, 2007; Shin, 1997).

구체적으로 첫째 주에는 구성주의적 수행평가에 대한 이론적 근거를 소개하였다. 일반적으로 교사들은 과학 평가 방법에 비해 구성주의적 평가 목적에 대한 이해가 부족한 것으로 보고되었으므로(Noh *et al.*, 2015), 예비교사들이 구성주의적 평가의 의미와 중요성을 이해하고 내면화하는 데 중점을 두었다. 선행연구(Baek, 2000; Park, 1998)를 바탕으로 구성주의적 평가의 개념과 주요 특징을 설명하고 수행평가의 국내 도입 배경에 근거하여 구성주의적 평가를 구현할 수 있는 것이 수행평가임을 강조하였다. 또한 수행평가와 PCK의 관계를 다룬 선행연구(Falk, 2012; Kind, 2009; Min, 2012; Noh *et al.*, 2017; Park & Chen, 2012; Park & Oliver, 2008)를 바탕으로 구성주의적 수행평가 과제 개발에서 고려할 요소를 평가, 교육 과정, 교수 전략, 과학 내용, 학생의 측면에서 정리하여 예시와 함께 소개하였다. 이후 연구자는 평가 방법의 다양한 예를 제시하였고, 예비교사들은 연구자와 함께 다양한 평가 방법을 구성주의적 목적으로 활용하는 방법에 대해 논의하였다.

둘째 주에는 구성주의적 수행평가의 실천 능력을 증진시키기 위하여 예비교사들을 4명씩 2개 조로 편성한 후 다양한 수행평가의 예시 분석 및 논의 활동을 하였다. 이때 선행연구(Chang, 2002; Hong, 2006)와 한국교육과정평가원의 수행평가 지원 포털에서 이 연구의 과제와 무관하고 개발 과정이 포함된 구성주의적 수행평가 과제 예시 5가지를 소개하여, 예비교사들이 수행평가 과제 개발 과정에서 고려된 PCK 요소도 분석할 수 있도록 하였다. 예비교사들은 첫째 주의 워크숍 내용을 바탕으로 각 수행평가 예시에 구성주의적 평가의 특징과 요소가 어떻게 고려되어 있는지 조별로 분석한 후, 연구자와 함께 분석 결과 및 개선 방향에 대하여 논의하였다. 이후 예비교사들은 자신이 중등학생일 때 경험했던 수행평가 사례를 조별로 발표하고, 같은 관점에서 문제점과 개선 방향 등을 논의하였다. 이때 연구자는

Table 2. The principles of effective professional development, related workshop activities, and related studies

Principles of effective professional development (Loucks-Horsley <i>et al.</i> , 2009)	Related workshop activities	Related studies
Providing well-defined image of effective classroom learning and teaching	-Introducing the rationale and examples of constructive performance assessment	Beyer & Davis, 2009; Lee <i>et al.</i> , 2007
	-Introducing relations between PCK and constructive performance assessment	Falk, 2012; Min, 2012; Noh <i>et al.</i> , 2017
Addressing student learning goals and needs	-Analyzing and discussing difficulties and coping strategies in applying constructive performance assessment from the point of view as a student and a teacher	Kim, 2012
	-Providing students' misconceptions material	Noh <i>et al.</i> , 2017
Providing opportunities to build their PCK and skills, and examine and reflect critically	-Analyzing and discussing examples of constructive performance assessment	Chang, 2002
	-Analyzing and discussing personal case of performance assessment	Min, 2012; Noh <i>et al.</i> , 2015
Providing opportunities for teachers to work with colleagues and other experts	-Developing constructive performance assessment tasks and discussing it	Noh <i>et al.</i> , 2017
	-Collaborative discussion between pre-service teachers and researcher	Kim, 2010; Lee <i>et al.</i> , 2007

선행연구(Min, 2012; Noh *et al.*, 2015)에 보고된 과학 수행평가 사례를 제시하며 논의에 참여하였다. 또한 논의 전반에 걸쳐 구성주의적 수행평가 과제를 개발하고 실행할 때 직면할 수 있는 어려움과 이에 대한 극복 방안 등을 교사와 학생 입장에서 논의하였다. 한편, 예비교사의 개별 수행평가 과제 개발 과정을 심층적으로 이해하기 위하여 추가로 약 30분간 발생 사고법에 대한 오리엔테이션을 실시하였다. 즉 발생 사고의 개념과 방법을 설명한 후 발생 사고를 통한 문제해결 과정이 담긴 영상을 보여주었다. 예비교사들은 영상을 시청한 후 연구와 무관한 문제를 해결하며 발생 사고법을 연습하였다.

셋째 주에는 구성주의적 수행평가의 과제 개발 실습 및 논의를 하였다. 예비교사들에게 2009 개정 과학교육과정에 따른 중학교 2학년 과학 교과서와 교사용 지도서 각각 2종을 제공한 후 각자 ‘물질의 특성’ 단원에서 수행평가 과제를 개발하도록 하였다. 예비교사들이 발생 사고에 익숙해질 수 있도록 수행평가 과제 개발 중 발생 사고법을 사용하도록 하였다. 학생에 대한 경험적 지식이 부족한 예비교사들은 학생들의 오개념이나 발달 수준을 고려하지 못하는 것으로 알려져 있으므로(Noh *et al.*, 2017), 물질의 특성에 대한 오개념 자료도 예비교사들에게 제공하였다. 오개념 자료에는 “용해와 화학 변화를 혼동한다.”와 같이 해당 단원의 대표적인 학생들의 오개념 유형 10여 가지를 제시하였고, 각 유형마다 구체적인 오개념의 예시와 학생이 그렇게 생각하는 이유 등을 간단히 소개하였다. 이후 각자 개발한 수행평가 과제를 실제 수업에 적용할 때 발생할 수 있는 어려움과 이에 대한 극복 방안 등을 교사와 학생 입장에서 논의하였다. 이때 예비교사들의 반성적 활동을 촉진하고 조별 논의가 구성주의적 관점에서 이루어질 수 있도록 첫째 주에 소개했던 수행평가 과제 개발 과정에서 고려할 요소를 점검표 형태로 정리하여 제공하였다.

넷째 주는 구성주의적 수행평가 워크숍에 참여한 예비 화학교사의 수행평가 과제 개발 과정을 알아보기 위한 자료 수집 단계로, 워크숍 경험을 토대로 중학교 1학년 과학의 ‘분자 운동과 상태 변화’ 단원을 대상으로 수행평가 과제를 개발하도록 하였다. 넷째 주의 수행평가 과제 개발은 구상 단계와 구체화 단계로 이루어진 개별 수행평가 과제 개발 과정과 조별 논의 과정으로 나누어 실시하였다(Chang, 2002; Doran, Chan, & Tamir, 1998; Noh *et al.*, 2017). 구상 단계에서는 활동지를 제공하여 수행평가 아이디어를 자유롭게 기록하도록 하였다. 구체화 단계에서는 아이디어 중 한 가지를 선택한 후 별도의 활동지에 수행평가의 전체적인 흐름과 교사와 학생이 수행하는 활동을 구체적으로 묘사하고 학생들에게 제공할 활동지와 평가 방법 및 준거 등 필요한 모든 자료를 개발하도록 하였다. 또한 수행평가는 실험 수업과 같이 교수학습의 일부로 이루어지는 경우가 많으므로 예비교사가 수업의 일환으로 수행평가 과제를 개발하고자 하는 경우, 수업 지도안 등 해당 수업에 대한 자료도 포함하여 수행평가 과제를 개발하도록 하였다. 예비교사들에게 분자 운동과 상태 변화에 대한 오개념 자료와 수행평가 과제 개발을 위한 점검표를 제공하였으며 발생 사고법을 사용하도록 하였다. 4인의 연구자가 각각 예비교사 두 명을 관찰하며 관찰 노트를 작성하고, 예비교사가 발생 없이 글만 쓰거나 생각만 할 때는 발생 사고를 하도록 격려했다. 조별 논의 과정에서는 개별로 개발한 수행평가 과제의 개선 방향을 논의하였으며, 이때 연구자는 학생들의 조별 논의를 관찰하며 관찰 노트를 작성하였다.

조별 논의 과정에서 예비교사들은 수행평가 계획안 위에 수정할 내용을 기록하였고 이를 바탕으로 수행평가를 수정 및 보완하여 계획안을 완성하였다. 이후 예비교사를 관찰했던 연구자가 예비교사와 함께 활동지를 보면서 반구조화된 면담을 실시하였다. 면담자는 관찰 노트를 참고하면서 각 단계별 활동에서 예비교사의 의도를 구체적으로 조사하였으며, 필요시 추가 질문을 하였다. 또한 예비교사의 평가에 관한 신념 등 수행평가 과제 개발 과정에서 잘 드러나지 않는 PCK 구성 요소를 구체적으로 파악하기 위해 자신이 생각하는 구성주의적 평가의 가장 큰 특징이나 요소, PCK 구성 요소 중 중점적으로 반영하고자 하였던 요소나 구현하기 어려웠던 요소, 워크숍 활동에 대한 의견 등을 조사하였다. 각 면담에는 약 50여분이 소요되었으며, 모든 발생 사고, 조별 논의 및 면담 과정은 녹음 및 녹화한 후 전사본을 작성하였다.

### 3. 분석 방법

중등 예비교사의 수행평가 과제 개발 실태를 PCK 측면에서 분석한 선행연구(Noh *et al.*, 2017)의 분석틀을 사용하여 중등 예비교사의 구성주의적 수행평가 과제 개발 과정에서 나타나는 PCK 구성 요소와 요소 사이의 연계를 분석하였다. 이 분석틀은 예비교사의 PCK를 과학 평가에 관한 지식, 과학교육과정에 관한 지식, 과학 교수 전략에 관한 지식, 과학 내용에 관한 지식, 학생에 관한 지식, 과학 평가에 관한 신념으로 구분하고 각 PCK 구성 요소를 2-3가지의 하위 요소로 세분화하였다. 수집한 자료 중 면담 전사본과 조별 논의 전사본을 주 분석 자료로 하였으며, 발생 사고 전사본과 예비교사들의 활동지 및 연구자의 관찰 노트 등은 보조 자료로 활용하였다. 분석의 기본 단위는 면담의 경우 면담자의 질문과 예비교사의 응답으로 하였고, 조별 논의는 한 가지 주제에 대한 예비교사들 사이의 논의로 하였다. 한 가지 주제에 대한 후속 질문과 응답이 이어지는 경우에는 같은 분석 단위로 간주하였고, 질의응답 과정에서 주제가 전환되는 경우에는 분석 단위를 구분하였다. 특정 PCK 구성 요소가 다른 PCK 구성 요소의 이유나 근거로서 활용되었거나, 동일한 활동에서 여러 PCK 구성 요소들을 동시에 고려하는 경우와 같이 PCK 구성 요소 사이의 연관성이 드러날 때는 연계로 해석하였다(Noh *et al.*, 2017; Noh, Park, & Kang, 2016). 예를 들어, 예비교사가 학생의 오개념을 드러내기 위하여 특정한 실험 활동을 구성한 경우에는 학생에 관한 지식 중 오개념과 과학 교수 전략에 관한 지식 중 주제 전략이 연계된 것으로 해석하였다.

결과 해석의 신뢰도와 타당도를 높이기 위하여 2인의 분석자가 분석 기준에 따라 예비교사 2명의 면담 전사본과 한 조의 조별 논의 전사본을 각자 분석하고 비교하는 과정을 반복하였다. 분석자간 일치도가 .90에 도달한 후 1인의 연구자가 모든 예비교사의 수행평가 과제 개발 과정에서 나타나는 PCK 구성 요소와 요소 사이의 연계 빈도 및 특징을 분석하였다. 또한 분석 결과가 발생 사고 전사본과 예비교사가 작성한 계획안에 나타났는지 여부를 확인하는 삼각측정(triangulation) 과정을 거쳤다. 연구자 간 내부 논의와 과학교육 전문가 3인, 중등 화학교사와 대학원생이 참여한 수차례의 세미나를 통하여 연구 결과를 점검하고 지속적으로 보완하였다.

### III. 연구 결과 및 논의

#### 1. 개별 수행평가 과제 개발 과정에서의 PCK 구성 요소

개별 수행평가 과제 개발 과정에서 나타난 PCK 구성 요소의 분석 결과는 Table 3과 같다. 전체 206개의 PCK 구성 요소 중 44.7%(92회)는 구상 단계에서, 55.3%(114회)는 구체화 단계에서 나타났다. 구상 단계의 PCK 구성 요소 중에서는 과학 평가(10.2%), 과학 교수 전략(10.2%), 학생(8.3%), 과학 내용에 관한 지식(7.8%)의 비율이 상대적으로 높았다. 구체화 단계에서는 과학 평가에 관한 지식(22.3%)의 비율이 가장 높았고, 그 다음으로는 과학 평가에 관한 신념(12.1%), 과학 교수 전략(8.7%), 학생에 관한 지식(6.8%)의 순서로 나타났다. 과학교육과정에 관한 지식의 비율은 두 단계에서 모두 비교적 낮았다.

PCK 구성 요소별로 살펴보면, 과학 평가에 관한 지식(A)은 구상 단계(10.2%)보다 구체화 단계(22.3%)에서 더 많이 나타났다. 평가 방법(A1)의 경우, 구상 단계에서는 평가 방법 선정(13회, 6.3%)만 나타났지만 구체화 단계에서는 평가 방법 선정(5회, 2.4%), 평가 방법 검토(8회, 3.9%), 채점 준거 및 배점 설정(12회, 5.8%)이 모두 나타났기 때문에 비율이 높아졌다. 평가 영역(A2)의 경우, 구상 단계에서는 평가 영역을 구체적으로 정하지 않았던 예비교사들도 구체화 단계에서는 새로운 평가 영역을 설정하고 구상 단계에서 정한 평가 영역을 세분화하였기 때문에 비율이 증가하였다. 이때 예비교사들은 워크숍의 수행평가 사례 분석에서 다루었던 평가 영역들을 참고하며 개념 이해도와 참여도뿐만 아니라 의사소통능력, 관찰력, 창의력 등 다양한 인지적, 정의적 측면의 평가 영역을 고려하였다. 한편 예비교사의 수행평가 과제 개발 실태를 조사한 선행연구(Noh *et al.*, 2017)에서는 예비교사들이 평가에 관한 지식 중 채점 준거 및 배점 설정에 집중하였고, 그 결과 평가에 관한 지식의 비율이 절반에 가까웠다. 이는 예비교사들이 점검표를 활용하여 특정한 평가에 관한 지식 요소에 지나치게 집중하지 않고 다른 요소들을 골고루 고려하였음을 의미하며, 다음은 이러한 주장을 뒷받침하는 면담의 일부이다.

사실 전에는 이렇게 구체적으로 수행평가를 계획한 적이 없었으니까 그냥 막연하게 교과서 보고 비슷하게 문제 만들고 채점표 만들고 그냥 간단 간단하게 했었는데, 이 구성주의적 수행평가라는 걸 만드는 활동을 하면서 더 체계적으로 만들 수 있는 것 같아서 좋았어요. 이 점검표도요. (중략) 오개념을 생각해야 된다는 것도 사실 이렇게 제대로 알고 있지는 않았는데 지금 이렇게 점검표도 보면서 이런 활동을 하니까 오개념도 알아봐야 되고, 또 계속 빠뜨렸던 연계도 생각해 봐야하는 거도 이렇게 알 수 있었고. (예비교사 S2의 추가 면담 중)

과학교육과정에 관한 지식(C)의 전체 비율은 PCK 구성 요소 중에서 가장 낮았다. 연계(C1)는 수행평가를 도입하거나 정리 상황을 구상할 때, 그리고 수행평가에서 다루고자 하는 개념의 교육과정 포함 여부를 확인할 때 1-2회씩 나타났다. 그러나 다른 교과와 연계하는 수평 연계를 고려하거나 연계되는 내용을 적극적으로 수행평가에 반영하는 등의 활용은 나타나지 않았다. 이는 예비교사들이 수행평가 과제 개발 과정에서 과학교육과정에 관한 지식을 활용할 필요성이나 효과적인 활용 방법에 대한 이해가 부족했기 때문일 수 있다. 과학 교과의 다른 단원이나 다른 교과와의 연계는 학생의 선지식에 대한 고려와 함께 지식의 유기적인 연결을 촉진하므로(Kang & Kim, 2006), 수행평가를 계획할 때 이러한 연계를 고려하도록 유도할 수 있는 방안이 필요하다. 예를 들어 예비교사들에게 교과서와 교사용 지도서를 제공할 때, 학교 현장에서와 같이 수행평가를 실시하고자 하는 단원의 전체적인 교수학습 계획을 체계적으로 검토할 수 있도록 명시적인 지침을 함께 제공한다면 연계의 활용을 보다 촉진할 수 있을 것이다.

과학 교수 전략에 관한 지식(I)의 대부분은 특정 단원에서 활용이 가능한 주제 전략(I1)이었다. 구상 단계에서는 활동지 작성과 발표 등의 구체적인 수업 기법이 13회(6.3%), 동기 유발 전략 등의 수업 전략이 5회(2.4%) 나타났고, 구체화 단계에서는 수업 기법 13회(6.3%), 수업 전략 3회(1.5%), 시간 배분 1회(0.5%)가 나타났다. 즉, 예비교사들은 워크숍에서 POE나 협동학습 등과 같이 교과 내용과 무관한 교과 전략(I2)을 활용한 다수의 수행평가 예시를 보며 관련 내용을 논의하였음에도, 구체적인 수업 기법과 전략을 검토하고 정교화하는 데 집중하였으며 교과 전략은 거의 활용하지 않았다. 면담

Table 3. PCK components considered in developing performance assessment tasks individually

Step	A		C		I		K		L			O		Total
	A1	A2	C1	C2	I1	I2	K1	K2	L1	L2	L3	O1	O2	
Planning	21 (10.2)		4 (1.9)		21 (10.2)		16 (7.8)		17 (8.3)			13 (6.3)		92 (44.7)
	13 (6.3)	8 (3.9)	4 (1.9)	-	19 (9.2)	2 (1.0)	9 (4.4)	7 (3.4)	7 (3.4)	5 (2.4)	5 (5.4)	3 (1.5)	10 (4.9)	
Embodying	46 (22.3)		5 (2.4)		18 (8.7)		6 (2.9)		14 (6.8)			25 (12.1)		114 (55.3)
	25 (12.1)	21 (10.2)	3 (1.5)	2 (1.0)	17 (8.3)	1 (0.5)	4 (1.9)	2 (1.0)	4 (1.9)	8 (3.9)	2 (1.0)	12 (5.8)	13 (6.3)	
Total	67 (32.5)		9 (4.4)		39 (18.9)		22 (10.7)		31 (15.0)			38 (18.4)		206 (100.0)
	38 (18.4)	29 (14.1)	7 (3.4)	2 (1.0)	36 (17.5)	3 (1.5)	13 (6.3)	9 (4.4)	11 (5.3)	13 (6.3)	7 (3.4)	15 (7.3)	23 (11.2)	

\* A: 과학 평가에 관한 지식(A1: 평가 방법, A2: 평가 영역), C: 과학교육과정에 관한 지식(C1: 연계, C2: 평가 목표), I: 과학 교수 전략에 관한 지식(I1: 주제 전략, I2: 교과 전략), K: 과학 내용에 관한 지식(K1: 개념 및 이론, K2: 과학 탐구 과정), L: 학생에 관한 지식(L1: 오개념, L2: 발달 수준, L3: 동기 및 흥미), O: 과학 평가에 관한 신념(O1: 전통적 평가 지향, O2: 구성주의적 평가 지향)

결과, 예비교사들은 수업 모형과 같은 교과 전략을 수행평가에 도입할 수 있고 이는 구성주의적 수행평가를 구현하는 데 유용하다는 것을 인식하였지만 다양한 수업 모형에 대한 지식이 부족하거나 특정 교과 전략을 활용할 경우 형식이 제한되어 다양한 아이디어를 생각하는 데 어려움을 겪을 수 있다고 생각하는 것으로 나타났다.

면담자 : 점검표에서 제일 반영하기 어려운 요소는 뭐 거 같아요?

예비교사 : 어려운거요? 이거요. 교수 전략.

면담자 : 이유를 말한다면?

예비교사 : 이것 때문에 생각의 한계가 생기는 거 같아요. 왜냐면 만약 제가 예시 이런 거 하나도 안보고, 무슨 기법이 있는지 하나도 모르고, 어떤 제한이 있는지도 모르고 그러면, 물론 너무 기준이 없이 제가 중구난방으로 뭔가를 작성할 수도 있는데, 어떻게 생각하면 진짜 새로운 걸 생각했을 수도 있잖아요. 그런데 (교과) 전략을 쓰면 그냥 이 안에서 생각하게 되요. 결국에는 이 안에서 생각하게 될 수밖에 없는데, 도움은 되는데 한계가 생기는 거 같아요. 말하다 보니가 장단점인 거 같네요.

(예비교사 S7의 구체화 단계 면담 중)

예비교사들이 다양한 주제 전략을 고려한 것은 긍정적으로 볼 수 있지만 교과 전략을 거의 활용하지 않은 점에 대해서는 개선이 필요하다. 이를 위해서는 예비교사들이 수행평가 과제 개발 과정에서 교과 전략을 활용할 때의 장점에 대하여 보다 긍정적으로 인식함은 물론 교과 전략의 효과적인 활용 방법을 체득할 수 있는 기회를 제공할 필요가 있다.

과학 내용에 관한 지식(K) 측면의 경우에도 비교적 적게 나타났는데, 그 중에서도 구상 단계(7.8%)보다 구체화 단계(2.9%)에서 약간 적게 나타났다. 특히 예비교사들은 실험이 학생들의 개념 이해를 돕고 흥미를 촉진할 수 있으며, 타 교과와 차별화되는 과학 교과만의 특징적인 활동임과 동시에 중요한 평가 방법이라고 생각하고 있었다. 이에 대부분 실험을 활용한 수행평가를 계획하였음에도 불구하고 과학 개념 및 이론(K1) 및 과학 탐구 과정 지식(K2)은 각각 6.3%, 4.4%에 불과하였다. 과학 탐구 과정에 관한 평가는 구성주의적 평가의 대표적인 특징 중 하나이다(Park, 1998). 그러나 대부분의 예비교사들은 학생의 참여도를 평가하는 관찰 평가만을 도입하거나 소요 시간과 교사의 노력 등 현실적인 측면을 고려하여 이를 구현하는 데 어려움을 겪었다. 반면 예비교사 S4는 면담 평가를 통해 학생들의 과학 탐구 과정을 평가하고자 하였는데, 실험 재료만을 제공하고 과학 탐구 과정과 조건을 학생 스스로 설계하도록 하는 수행평가를 계획한 특징이 있었다. 결과 확인 위주의 구조화된 실험에서는 과학 탐구 과정에 대한 학습과 평가가 어렵다는 점을 고려할 때(Lee & Jeong, 2004), 실험을 보다 개방된 형태로 계획하도록 하는 것은 예비교사가 과학 탐구 과정 지식을 활용하도록 하는 방안이 될 수 있을 것으로 보인다.

면담자 : 이번 프로그램에서 다룬 좋은 수행평가 계획을 위한 요소들을 어떤 식으로 반응을 하려고 했는지 얘기해주세요.

예비교사 : 단순하게 학생들이 답만 적으면 평가하는 거 보다는 (교사가) 직접 그 학생이 생각하는 과정이나 직접 실험하는 과정을 보면서, 즉석에서 평가하는 데 구성주의적인 요소가 들어있다고 생각해요. (중략) 그래서 면담평가를 한 번 해보자 라고

생각을 해봤어요.

면담자 : 면담평가를 하면 뭐가 어떤 점이 좋을까요? 그런 점을 생각해 봤어요?

예비교사 : 학생이 눈앞에서 주어진 시간 동안에 자기가 생각하는 것을 말하니 그 과정을 직접 볼 수 있고. 그러니까 이 학생이 어느 정도의 그 수준을 갖고 있구나, 이것을 쉽게 알 수 있는 것 같아요.

(예비교사 S4의 추가 면담 중)

학생에 관한 지식(L) 측면의 경우 구상 단계에서는 오개념(L1), 발달 수준(L2), 동기 및 흥미(L3)에 대한 고려가 비교적 고르게 나타난 반면, 구체화 단계에서는 발달 수준 위주로 나타났다. 이러한 결과는 예비교사들이 구상 단계에서는 학생의 동기 및 흥미를 고려하여 소재나 전략을 구상하고 오개념 자료를 활용하여 학생들의 오개념과 발달 수준을 고려하였지만, 구체화 단계에서는 학생의 수준을 고려하여 문항이나 활동의 수준을 의도적으로 조절하는 과정이 주를 이루었기 때문으로 생각할 수 있다. 예를 들어, 예비교사 S3은 자신이 심화한 실험 활동과 활동지의 지문이 중학교 1학년 수준의 사고력으로 이해할 수 있는 수준인지 검토하였고, 예비교사 S8은 실험 과정에 대한 학생들의 이해를 돕기 위하여 활동지에 구체적인 그림을 그려주었다.

좀 더 심화하면서도 너무 난이도 높지 않게, 딱 초등학교 때 배우고 올라온 중학교 1학년한테 이 정도의 난이도면 되겠다는 생각을 했어요. (중략) 중학교 1학년한테 교육과정이 원하는 사고력, 그 정도를 평가하기는 무난하지 않을까.

(예비교사 S3의 구체화 단계 면담 중)

면담자 : 활동지를 작성하면서 본인이 특별히 고려한 점이나 특별히 좀 신경을 쓴 부분이 있나요?

예비교사 : 그림을 그렸던 거요. 애들이 실험을 할 때 말만 들어서 '이걸 이렇게 해보세요.' 하면 어떻게 감이 안 잡히잖아요. 근데 그림 같은 거를 하나 주면 그 말 전체를 한 번에 이해할 수 있는 발판이 되니까 그래서 그림을 그렸어요.

(예비교사 S8의 구체화 단계 면담 중)

또한 학생에 관한 지식은 예비교사의 수행평가 과제 개발 실태를 조사한 선행연구(Noh et al., 2017)와 비교하였을 때 비율이 가장 크게 증가한 PCK 구성 요소였다. 이는 면담 사례에서 볼 수 있듯이 워크숍 후 대부분의 예비교사들이 자신이 생각하는 구성주의적 평가의 가장 큰 특징으로 학생 중심의 평가를 생각했기 때문으로 해석할 수 있다.

면담자 : 구성주의적 평가의 가장 큰 특징이 뭐라고 생각하세요?

예비교사 : 학생 위주로 만들어진 평가. 선생님이 편하지 않고 학생들이 이해하기 쉽게, 더 잘 알 수 있게 해주는 평가 같아요. 문제를 만들고 그냥 시험보고 끝이 아니라 애들이 기억에 남을만한 문제를 만들거나 (중략) 재밌게 풀 수 있도록 하려면 어떻게 해야 할지 생각하거나 잘 기억에 남도록 풀이해주고 이런 것도 중요한 거 같아요.

면담자 : 이제까지의 (워크숍) 활동이 이런 본인의 생각이나 구성주의적 평가에선 이런 걸 고려해야겠다고 인식을 갖는데 도움이 된 게 있나요?

예비교사 : (3주차에서) 이걸 직접 한번 만들어 봄으로써 생각을 많이 하게 되는 거 같아요. 그 오개념 같은 부분도 그렇고 이게 학생 입장에서 좋은 문제인지 아닌지 생각해 보게 되요. (중략) 논의해본 것도 좋다고 생각해요. 오개념 같은 것도 그렇고 다른 단원과의 연계도 그렇고 그걸 안 했으면 원래는 생각을 안 했을 거 같은데.

(예비교사 S6의 추가 면담 중)

## 2. 개별 수행평가 과제 개발 과정에서의 PCK 구성 요소 사이의 연계

개별 수행평가 과제 개발 과정에서 나타난 PCK 구성 요소 사이의 연계 분석 결과는 Table 4와 같다. 총 46회의 연계가 나타났으며 이중 47.8%(22회)는 구상 단계에서, 52.2%(24회)는 구체화 단계에서 나타났다. 두 가지 PCK 구성 요소의 연계는 73.9%(34회)였고 세 가지 PCK 구성 요소 사이의 연계는 26.1%(12회)였다. 각 PCK 구성 요소를 중심으로 보면, 과학 교수 전략에 관한 지식을 중심으로 한 연계가

25.7%로 가장 많았으며, 과학 평가에 관한 신념(22.9%), 학생에 관한 지식(21.4%), 과학 평가에 관한 지식(17.9%) 등을 중심으로 한 연계는 유사하게 나타났다. 그러나 과학교육과정에 관한 지식이나 과학 내용에 관한 지식을 중심으로 한 연계는 적었다.

단계별로 살펴보면, 구상 단계에서는 과학 교수 전략에 관한 지식을 중심으로 한 연계가 가장 많이 나타났다(22회, 15.7%). 과학 교수 전략에 관한 지식은 과학 평가, 과학교육과정, 과학 내용에 관한 지식 등 다양한 PCK 구성 요소와 연계되었는데, 이중 학생에 관한 지식과의 연계가 가장 활발히 이루어졌다. 즉 예비교사들은 수행평가의 주제를 결정하거나 실험을 설계할 때 학생의 오개념, 발달 수준, 동기 및 흥미 등을 고르게 고려하였으며, 다음이 그 사례들이다. 이 사례에서 예비교사 S8은 증발과 확산을 수행평가 주제로 선정한 후 학생들의 미시적 입자 개념에 대한 이해 수준과 흥미 등을 고려하여 교수 전략과 실험을 선정하고 있으며, 예비교사 S7은 학생들이 흔히 갖는 오개념을 고려하여 실험을 설계하고 있다.

면담자 : 왜 증발하고 확산 부분이 좋을 거 같다는 생각을 했어요?

예비교사 : 이 부분을 학생들이 헛갈려 하는 경우가 많더라고요. 뭐가 증발이고 뭐가 확산인지를 좀 많이 헛갈려 하는 게 있어서. (중략) 이게 (안 보니까) 말로 힘들더라고요. 애들이 이해도 못하고. 그러가지고 그래서 좀 어려울 때는 제가 시정각 동영상을 준비해가지고 이해를 시키려고 노력했던 거 같아요.

면담자 : 그럼 본인이 확산을 선택한 이유가 있어요? 이 아이디어를 구체화 시키는 걸 선택한 이유?

예비교사 : 이거는 리트머스 종이로 '아 이게 가고 있구나.' 확인할 수 있잖아요. 관찰이라는 자체가 사람이 확인을 할 때 뭔가 결과물이 보이면 흥미도가 올라가잖아요. 솔직히 둘 다 흥미도는 있지만 마지막 부분에 흥미도가 몰려있는 그런 결과물은 이게 더 많이 있을 것 같아서 그래서 이걸 더 쓴 것 같아요. (예비교사 S8의 구상 단계 면담 중)

이게 아까 오개념으로 나왔던 것 같은데. 그러면 온도에 따른 게 맞아. 이렇게 생각하기 쉬운 것 같아. 그러면 처음에 학생들한테 실험을 하게 하고. 이거 오개념을 잡으려면 어떻게 하는 게 나을까. 기체, 온도, 기체가 달라지는 거니까. 압력은 똑같은 온도 변화하고 변하는 거는... 아니야. 이거는 압력 아니고 온도가 높아지면 부피가 달라지는 건데. 이 실험이 제일 나올 것 같은데... 아, 그러면 확산이랑 섞으면 되겠다.

(예비교사 S7의 발성 사고 중)

세 가지 PCK 구성 요소가 함께 연계된 경우도 나타났다. 예를 들어, 예비교사 S1은 워크숍 2주차 활동 때 발표했었던 중등학생 시절의 수행평가 경험을 바탕으로 학생의 수행 수준 및 전후 차시 수업 내용을 고려하여 과학 교수 전략을 수립하였는데, 이때 과학교육과정에 관한 지식과 학생에 관한 지식이 모두 연계되었다.

저번에도 얘기했었는데 제가 고등학생 때 발표 수행평가를 한 적이 있거든요. 처음에는 되게 '아 왜 나한테 수업을 시키지? 너무 싫다.' 이랬는데 나중에는 기억이 되게 오래 남더라고요. (중략) 그래서 첫 번째 시간에 뒷단원의 예고편 같이 수업을 조금 한 다음에 하는 거예요. 학생들한테 이 단원 수업을 안 나가고 '너희들이 공부 해 와서 수업 형식으로 발표해.' 이러면 너무 어려울 것 같아서. 그 다음 4단원이 보일이고 5단원이 사를인데 조를 딱 반으로 나눠서 한 시간은 보일이고 한 시간은 사를 해서 발표

Table 4. Integrations among PCK components considered in developing performance assessment tasks individually

Type of integrations	Step		Total (%)	
	Planning	Embodying		
2 integrations	A-I	2 (4.3)	1 (2.2)	3 (6.5)
	A-L	-	2 (4.3)	2 (4.3)
	A-O	1 (2.2)	7 (15.2)	8 (17.4)
	C-L	-	1 (2.2)	1 (2.2)
	C-O	1 (2.2)	-	1 (2.2)
	I-K	3 (6.5)	1 (2.2)	4 (8.7)
	I-L	5 (10.9)	3 (6.5)	8 (17.4)
	I-O	2 (4.3)	1 (2.2)	3 (6.5)
	K-O	1 (2.2)	-	1 (2.2)
	L-O	-	3 (6.5)	3 (6.5)
3 integrations	A-C-L	-	1 (2.2)	1 (2.2)
	A-I-L	-	1 (2.2)	1 (2.2)
	A-I-O	1 (2.2)	1 (2.2)	2 (4.3)
	A-K-L	1 (2.2)	-	1 (2.2)
	A-L-O	1 (2.2)	-	1 (2.2)
	C-I-L	1 (2.2)	-	1 (2.2)
	C-I-O	-	1 (2.2)	1 (2.2)
	I-K-O	1 (2.2)	-	1 (2.2)
I-L-O	2 (4.3)	1 (2.2)	3 (6.5)	
Total	22 (47.8)	24 (52.2)	46 (100.0)	

\* When centered on each PCK components

Centered on A	9 (6.4)	13 (9.3)	25 (17.9)
Centered on C	3 (2.1)	5 (3.6)	8 (5.7)
Centered on I	22 (15.7)	14 (10.0)	36 (25.7)
Centered on K	8 (5.7)	1 (0.7)	9 (6.4)
Centered on L	15 (10.7)	15 (10.7)	30 (21.4)
Centered on O	15 (10.7)	17 (12.1)	32 (22.9)
Total	72 (51.4)	68 (48.6)	140 (100.0)

\* A: 과학 평가에 관한 지식, C: 과학교육과정에 관한 지식, I: 과학 교수 전략에 관한 지식, K: 과학 내용에 관한 지식, L: 학생에 관한 지식, O: 과학 평가에 관한 신념

를 한 다음에 마지막 한 시간에는 다시 선생님이 수업하면서 학생들 개념을 정리해주는 수업이구요.

(예비교사 S1의 구상 단계 면담 중)

한편, 학생에 관한 지식을 중심으로 한 연계는 두 번째로 비율이 높았지만 대부분 과학 교수 전략에 관한 지식과 연계되었다. 즉 예비교사들이 과학 교수 전략을 구상할 때에는 다양한 PCK 구성 요소를 고려하였으나, 학생에 관한 지식은 주로 교수 전략을 구상할 때만 활용되었다고 볼 수 있다. 따라서 구상 단계에서 PCK 구성 요소 사이 연계의 중심은 연계의 빈도도 가장 높고, 다른 PCK 구성 요소와 가장 많이 연계되어 있는 과학 교수 전략에 관한 지식이라고 볼 수 있다.

구체화 단계에서는 과학 평가에 관한 신념을 중심으로 한 연계의 비율이 가장 높았는데(17회, 12.1%), 이는 예비교사들이 뚜렷한 평가 지향이나 목적을 기반으로 PCK 구성 요소를 활용하여 수행평가 과제 개발을 구체화하는 경우가 많았음을 의미한다. 과학 평가에 관한 신념은 주로 과학 평가에 관한 지식과 연계되었다. 그런데 구상 단계에서 과학 평가에 관한 신념을 중심으로 한 연계는 대부분 구성주의적 평가 지향과의 연계였던 것에 비해, 구체화 단계에서는 전통적 평가 지향과 구성주의적 평가 지향의 연계가 비슷하게 나타났다. 즉, 예비교사들은 구상 단계에서 평가 영역이나 방법에 대해 주로 구성주의적 평가 측면을 고려한 아이디어를 떠올렸지만, 이를 구체화하는 과정에서는 구성주의적 평가 목적과 평가의 전통적 측면을 동시에 고려하는 특성을 보였다고 볼 수 있다. 다음 사례에서는 예비교사 S7이 학생 중심의 평가 문제 만들기 활동을 설계하며 학습 동기 유발 및 피드백 제공 등 구성주의적 평가 목적을 구현하기 위해 워크숍에서의 협력적 논의의 경험을 바탕으로 수행평가에 협동학습을 도입하였으나, 학생이 문제를 만들지 못할 경우 시간 관계상 점수를 깎고 교사가 만든 문제를 제공하기로 한 것과 같이 현실적인 이유로 인해 전통적인 평가 관점도 고려하고 있음을 보여주고 있다.

(워크숍 중에) 협동학습을 함으로써 분위기를 바꿔서 아이들이 좀 더 이렇게 집중 있게 된다는 얘기가 있어서 협동학습도 꼭 넣게 되었던 것 같고, 또 피드백 하는 것도 있었던 거 같은데... 그러니까 교사가 개입하는 정도를 생각하게 되는 거 같아요. 원래 그녀는 생각한적 없었는데 교사가 어디까지 개입해야지 관찮을까 생각하게 되요. (중략) 사실 하고 싶은 건 많은데 너무 어렵지 않나요? 우리나라에서 하기에는 시간도 너무 안 되고, 사실 모든 게 시간문제죠. (중략) 그래서 학생이 이 부분(문제 만들기)을 못 하겠다 하면 그건 제가 만들어 놓은 문제로 대체하고 점수는 깎이는 걸로 하고.

(예비교사 S7의 구체화 단계 면담 중)

다음으로는 학생에 관한 지식을 중심으로 한 연계의 비율이 높았으며(15회, 10.7%), 주로 과학 교수 전략 및 과학 평가에 관한 지식과 연계되었다. 과학 교수 전략과의 연계는 실험 등을 구체화하는 과정에서 학생에 관한 지식을 고려한 것으로 구상 단계와 유사하게 나타났다. 과학 평가에 관한 지식과의 연계는 주로 학생의 특성과 수준, 흥미 등을 고려하여 평가 방법을 구체화 하거나 점수 배점을 결정하는 형태로 나타났다. 예를 들어, 다음 사례에서 예비교사 S3는 중학생의 일반적인 특성을 고려하여 보고서를 활용한 평가 방법을 구체화하고 있다.

면담자 : 개인 활동지랑 모둠 활동지가 나눠져 있네요. 일부러 나누는 이유가 있나요?

예비교사 : 중학교 1학년에 대한 생각을 좀 많이 했어요. 간단한 거 좋아하고 활발하고 그런 애들이니까 관찰할 때 개인 생각을 쓴 다음 토론 토의를 시키고 발표, 조별 토의 후 모둠 활동지를 쓰는 거죠. 그래야지 참여도 막 하니까. (중략) 그러니까 개인 보고서를 먼저 쓰는데, 조별로 토의하면 그 영향을 받기 때문에, 그 이후로는 개인 보고서는 수정을 금지시켜요. 그 전에 이제 걸어간다는 얘기인 거죠.

(예비교사 S3의 구체화 단계 면담 중)

구체화 단계에서 나타난 세 가지 PCK 구성 요소 사이의 연계도 대부분 과학 평가에 관한 신념이나 학생에 관한 지식을 중심으로 이루어졌다. 예를 들어, 다음과 같이 예비교사 S1은 학생의 특성을 고려하여 발표 시간과 분량, 도구 등의 교수 전략과 학생의 오개념을 알기 위한 평가 전략을 세부적으로 조정하였고, 이 과정에서 학생, 과학 평가, 과학 교수 전략에 관한 지식이 연계되었다. 따라서 구체화 단계에서 PCK 구성 요소 사이 연계의 중심은 학생에 관한 지식이라고 볼 수 있다.

조를 나는 다음에 발표를 하는 건데요. 각각 1시간이고 3조로 나눠서 한 20분 내외, 중학생이면 더 짧게 해야 될 것 같아요. 아무래도 중학생은 발표하기 부담스러워 하니까 최대한 작은 영역으로, 5~6명이 한 조면 한 인원 발표하려면 되게 조금씩 나눠야 되잖아요. 부담감 줄이려고 모든 조원이 발표하고, PPT 활용가능하다고 쓰여 있는데 제가 생각하기엔 중학생은 못 쓸 것 같고, 그렇게 해서 한 시간 한 시간 하고 끝난 뒤에 학생들이 발표하는 것 보면 전체적인 아이들의 오개념이나 그런 걸 볼 수 있잖아요.

(예비교사 S1의 구체화 단계 면담 중)

구성주의적 평가 지향의 비율 증가와 구상 및 구체화 단계에서 세 가지 PCK 구성 요소 사이의 연계가 나타난 결과는 예비교사의 수행평가 과제 개발 실태를 조사한 선행연구(Noh *et al.*, 2017)에서는 보고되지 않았던 특징이다. PCK 구성 요소 사이의 연계된 활용은 중요하며(Abell, 2008; Magnusson, Krajcik, & Broko, 1999), 교사가 PCK 구성 요소를 통합적으로 고려하면 양질의 수행평가를 계획 및 실행할 수 있다(Lee *et al.*, 2004; Min, 2012). 따라서 이러한 결과는 구성주의적 수행평가 워크숍이 예비교사의 PCK 개발과 수행평가 전문성 향상에 도움이 될 가능성을 보여준다고 할 수 있다.

한편 전통적 신념과 구성주의적 신념이 모두 나타난 결과에서 알 수 있듯이, 예비교사들은 개별 수행평가 과제 개발 과정에서 구성주의적 평가의 이론과 실행의 통합에 대해 많은 고민을 하는 것으로 나타났다. 그 결과 예비교사 S3, S5와 같이 학습 부담이 높은 고등학교에서는 구성주의적 수행평가가 여전히 어려울 것이라고 생각하는 경우도 있었지만, 다른 예비교사들은 워크숍에서의 협력적 논의를 통하여 중등학생 때 경험했던 수행평가의 문제점을 분석하고 구성주의적 평가의 이론과 실행의 통합을 고민해보면서 구성주의적 수행평가의 중요성에 대해 공감하고 긍정적으로 생각하게 되었다고 응답하였다. 즉 개별 수행평가 과제 개발 과정에서 PCK 구성 요소 사이의 연계가 증가한 것은 예비교사들이 다음과 같이 이 연구의 워크숍을 통하여 구성주의적 평가의 중요성을 내면화하고 실행하는 과정에서 다양한 PCK 구성 요소를 적극적으로 고려하였기 때문으로 해석할 수 있다.



학교에서 하는 수행평가도 보면 사실 다 지필평가잖아요. 뭐 수행하는 거 거의 없었어요. 그래서 당연히 그냥 그런가 보다 했는데. (중략) 수행평가를 구성주의적으로 하는 것에 대해서 워크숍에서 좀 중요성을 느끼고 나니까, 또 그렇게 만들려고 하다 보니까 이거 진짜 학생들이 하게 할 수도 있겠다, 이런 생각이 들면서 좀 와 닿는 거예요.

(예비교사 S4의 추가 면담 중)

구성주의가 좋다는 얘기는 많은데, 그리고 생각해 보면 '진짜 교육'이라고 하는 학생 중심 이런 건 제 가치관이었지만 그거에 대한 한계점도 많이 알고 있어서 항상 생각만 해왔거든요. (중략) 토의할 때도 사람들이 대부분 그 애매모호함을 고치려고 하는 거 같았어요. 혼자서 생각하는 거 보다는 다 같이 토론 토의해서 생각이 정리되는 것이 훨씬 그게 구성주의적으로 된 것 같아요. 이 워크숍을 통해서 더 구성주의적으로 바뀌었다고 말할 수 있을 거 같네요.

(예비교사 S7의 추가 면담 중)

### 3. 조별 수행평가 논의 과정에서의 PCK 구성 요소

조별 수행평가 논의 과정에서 나타난 PCK 구성 요소의 분석 결과를 Table 5에 제시하였다. 학생에 관한 지식(16회, 24.6%)의 비율이 가장 높았고 과학 평가(14회, 21.5%)와 과학 교수 전략에 관한 지식(13회, 20.0%)의 비율이 다음으로 높았다.

평가에 관한 지식(21.5%)은 개별 수행평가 과제 개발 과정(32.5%)에 비해 차지하는 비율이 크게 감소하였다. 그러나 예비교사의 수행평가 과제 개발 실태를 조사한 선행연구(Noh *et al.*, 2017)에서는 오히려 개별 수행평가 과제 개발 과정보다 조별 논의 과정에서 평가에 관한 지식의 비율이 증가하였다. 이는 예비교사들이 전통적 관점에서 리커트 척도나 채점 준거 및 배점 설정 등의 세부적인 평가 요소를 검토하는 대신, 전반적인 평가 방법과 평가 영역의 적절성에 대한 논의를 주로 하였기 때문에 나타난 결과로, 수행평가의 타당도와 신뢰도를 높이면서도 수행평가의 구성주의적 측면의 개선에도 기여하였다. 예를 들어, 1조의 경우 예비교사 S4가 학생의 사고 과정을 엿볼 수 없어 지필평가 성격이 강함을 지적한 후, 이와 관련한 조별 논의가 이루어지고 있음을 보여주고 있다.

예비교사 S4 : 여기 이 문제에서는 학생이 뭔가 생각하는 과정이라든가 그런 거는 답을 수가 없지 않아? 답만 있으니까? 오히려 좀 지필평가랑 가까운 것 같아.

예비교사 S1 : 3번, 4번 문제가 생각하는 거 아니야?

예비교사 S3 : 그래, 맞아. 근데 생각해 봤는데, 답의 이유를 안 쓰잖아. 서술형이 아니니까.

예비교사 S2 : 음... 어머, 그러네.

예비교사 S1 : (문항이) '연관성이 있는가?'만 물으니까 '없다' 하면 끝나는 거네.

(1조의 조별 논의 중)

과학교육과정에 관한 지식(10.8%)은 개별 수행평가 계획 과정(4.4%)에 비해 약간 많이 나타났는데, 주로 리트머스 종이의 색 변화를 이미 배웠는지, 압력의 단위로 파스칼을 사용해도 무방한지 등과 같이 수행평가 과제가 교육과정에서 벗어나지 않는지 검토하거나 앞뒤 수업과의 연계를 확인하는 과정에서 나타났(9.2%). 이는 예비교사들이 조별 논의 과정을 통해 개별 수행평가 과제 개발 과정에서 미처 고려하지 못한 과학교육과정 측면을 보다 고려하게 되었음을 의미한다.

과학 교수 전략에 관한 지식 측면(20.0%)은 개별 수행평가 과제 개발 과정(18.9%)과 유사하게 나타났다. 즉 조별 논의 과정에서도 개별 수행평가 과제 개발 과정과 유사하게 교과 전략(12)에 관한 논의는 거의 나타나지 않았으며, 과학 교수 전략에 관한 지식 측면의 논의는 주제 전략(11)에 대해서만 이루어졌다. 주로 수업 기법과 관련하여 특정 과학 교수 전략을 도입할 이유나 타당성에 대한 검토가 이루어졌는데, 이때 다른 예비교사가 기존의 계획안이나 문항에 수정을 제안하는 경우도 있었다. 예를 들어, 다음 사례에서는 예비교사 S5가 예비교사 S6의 현재 채점 기준에 대한 문제점을 지적하고, 그 대안으로 실험 결과에 대한 입자 그림 그리기 전략을 도입할 필요성과 이유를 설명하고 있다.

예비교사 S5 : 근데 이거 조금 헛갈릴 거 같아. 너가 채점할 때 압력과 부피 반비례 관계에 대한 식을 포함하면 12점이라 했잖아. 식이 'PV는 일정' 그걸 얘기하는 거겠지. 왜냐면은

Table 5. PCK components considered in discussing performance assessment tasks in each group

Group	A		C		I		K		L			O		Total
	A1	A2	C1	C2	I1	I2	K1	K2	L1	L2	L3	O1	O2	
Group 1 (S1~S4)	9 (13.8)		3 (4.6)		8 (12.3)		3 (4.6)		9 (13.8)			5 (7.7)		37 (56.9)
	6 (9.2)	3 (4.6)	2 (3.1)	1 (1.5)	8 (12.3)	-	2 (3.1)	1 (1.5)	4 (6.2)	5 (7.7)	-	2 (3.1)	3 (4.6)	
Group 2 (S5~S8)	5 (7.7)		4 (6.2)		5 (7.7)		4 (6.2)		7 (10.8)			3 (4.6)		28 (43.1)
	3 (4.6)	2 (3.1)	4 (6.2)	-	5 (7.7)	-	1 (1.5)	3 (4.6)	3 (4.6)	3 (4.6)	1 (1.5)	1 (1.5)	2 (3.1)	
Total	14 (21.5)		7 (10.8)		13 (20.0)		7 (10.8)		16 (24.6)			8 (12.3)		65 (100.0)
	9 (13.8)	5 (7.7)	6 (9.2)	1 (1.5)	13 (20.0)	-	3 (4.6)	4 (6.2)	7 (10.8)	8 (12.3)	1 (1.5)	3 (4.6)	5 (7.7)	

\* A: 과학 평가에 관한 지식(A1: 평가 방법, A2: 평가 영역), C: 과학교육과정에 관한 지식(C1: 연계, C2: 평가 목표), I: 과학 교수 전략에 관한 지식(I1: 주제 전략, I2: 교과 전략), K: 과학 내용에 관한 지식(K1: 개념 및 이론, K2: 과학 과정), L: 학생에 관한 지식(L1: 오개념, L2: 발달 수준, L3: 동기 및 흥미), O: 과학 평가에 관한 신념(O1: 전통적 평가 지향, O2: 구성주의적 평가 지향)

이거 압력-부피 반비례 관계에 대한 설명이 이거잖아. 그런데 압력이 작아지면 초코파이가 팽창하고 압력 높아지면 초코파이가 작아지잖아. 이게 위에 설명이랑 똑같은 거잖아. 그래서 너가 헛갈릴 거 같아.

예비교사 S6 : 맞아 그럴 거 같긴 하다.

예비교사 S5 : 그래서 혹시 이거 가져갈 생각 있니? 왜냐면 보봐. 초코파이 이거에 3인 1조인데 이 실험 모습이 똑같아. 이것 봐, 압력 부피 설명하는 거. 근데 두 번째 초코파이 세 개 그려 넣은 거에서 입자 수 그리기를 했거든. 처음에 마시멜로 입자 수를 10개라고 두고 애들이 압력을 높였을 때와 낮췄을 때 그거 한번 그려보라고 해서. 이거는 입자 수 때문에 한 건데. 이걸 한번 혹시 넣을 생각이 있으면 넣어보고.

(2조의 조별 논의 중)

과학 내용에 관한 지식(10.8%)은 개별 수행평가 계획 과정(10.7%)과 유사하게 과학 개념 및 이론(4.6%), 과학 탐구 과정(6.2%)에서 모두 적게 나타났다. 이러한 결과는 조별 논의를 통해서도 예비교사들이 과학 내용에 관한 지식을 충분히 고려하여 수행평가 과제를 개발하지 못했음을 의미한다.

학생에 관한 지식(24.6%)은 개별 수행평가 과제 개발 과정(15.0%)에 비해 다소 증가하였다. 학생의 오개념(10.8%)과 발달 수준(12.3%)에 대한 고려가 주를 이루었고 동기 및 흥미에 대한 고려(1.0%)는 상대적으로 적었다. 예를 들어, 다음 사례에서 예비교사 S8은 고체 수산화나트륨과 리트머스 종이를 활용한 확산 실험을 계획하였는데, 이에 대해 예비교사 S5는 확산 속도가 느린 고체 수산화나트륨의 활용이 학생의 오개념을 유발할 수 있다고 지적하고 있다. 이러한 결과는 조별 논의 과정이 수행평가 과제 개발 시 학생의 오개념과 발달 수준을 고려하는 데 긍정적인 영향을 미쳤음을 의미한다. 이는 구성주의적 수행평가가 이루어지기 위해서는 학생에 관한 지식의 고려가 매우 중요함을 워크숍 과정에서 강조함은 물론 관련 오개념 자료를 제공하였기 때문일 수 있다. 하지만 학생의 동기 및 흥미 등이 충분히 고려되지 않았던 점에 대해서는 개선이 필요하다.

예비교사 S5 : 확산 속도는 무거운 분자일수록 더 빠르다고 생각한다고 오개념 종이에 나와 있는데 (학생들이) 좀 헛갈릴까봐. 왜냐면 NaOH 고체가 무겁다고 생각하기 쉬운데 이게 확산이 느리다고 하면 '아 애는 무거워서 좀 느리게 확산 되는구나'로 오해하기 쉬울까봐 이 부분은 걱정돼요.

(2조의 조별 논의 중)

과학 평가에 관한 신념의 경우(12.3%) 개별 수행평가 과제 개발 과정(18.4%)보다 약간 적게 나타났지만, 개별 수행평가 과제 개발 과정과 유사하게 전통적 평가지향과 구성주의적 평가지향이 전반적으로 고르게 나타났다. 즉 전통적 평가지향은 수행평가의 객관성이나 공정성 등을 고려할 때 나타났고, 구성주의적 평가지향은 수행평가를 구성주의적으로 개선하기 위한 논의를 할 때 나타났다. 이때, 예비교사들은 다음 사례와 같이 두 평가지향을 각각 고려하기보다는 예비교사가 도입하였던 수행평가의 구성주의적 평가 특성을 줄이지 않으면서도 평가의 전통적 측면인 객관성과 공정성을 유지하기 위한 논의를 이어가는 경향이 있었다.

예비교사 S5 : 좀 더 기발한 아이디어는 맞지만 그런 게 사실 안 나올 수도 있어. 이 문항에서 내가 바라는 건 학습 기회 제공. 애들이 '아 이거는 이게 답이구나.' 라고 생각하는 과정을 중요시 여겼으면 좋겠다는 거.

...[중략]...

예비교사 S8 : 근데 만약에 학생이 오줌싸개 인형 문제를 냈어. 그런데 평가하는 교사 입장에서는 그걸 알고 있으니까 기발하다고 할 수 없잖아. 안 그래? 이런 식으로 생각이 주관적으로 치우칠 수 있다는 거.

예비교사 S5 : 근데 그 이면은 추론이 불가능하잖아. 원리를 설명하면 그래도 괜찮은데. 그럼 기준을 어떻게 만드는 게 좋다고 생각해요?

예비교사 S6 : 그냥 원리가 정확하게 들어있으면, 개념이 제대로 들어가 있나 이런 식으로 하면 어때?

(2조의 조별 논의 중)

이와 같이 예비교사들은 교사와 학생의 입장을 모두 고려하거나 구성주의적 수행평가의 이론적 측면과 실행 측면을 모두 고려하는 등 워크숍에서 이루어졌던 협력적 논의와 유사한 과정을 거쳤다. 즉 수행평가를 구성주의적으로 개선시키지 못했던 선행연구(Noh *et al.*, 2017)의 조별 논의 결과와 달리, 이 연구에서는 워크숍을 통해 예비교사들의 조별 논의가 전통적 관점과 구성주의적 관점에서 균형 있고 체계적으로 이루어졌다. 예비교사들은 워크숍 과정에서 구성주의적 평가 관점에서 개발된 점검표를 활용한 조별 논의를 수차례 거쳤는데, 이를 통해 예비교사들이 점검표를 좀 더 숙지하게 된 것이 조별 논의가 보다 의미 있게 진행될 수 있었던 요인으로 보인다.

지난주 토의 활동은 처음이니까 점검표 보면서 하나하나 다 따져보면서 했는데 이번에는 저번 주보다 훨씬 많았는데도 엄청 빨리 끝났더라고요. 그러면서도 질도 더 좋아진 것 같은 그런 느낌. 애들이 예전에는 그냥 두서 없이 까는 것 같았는데 이번에는 '뭔가 이거는 좀, 어떤 관점에서 좀 잘못됐다.' 이런 식으로 이렇게 말하는 것 자체가 좀 체계화되었다는 게.

(예비교사 S4의 추가 면담 중)

하지만 조별 논의 과정에서도 여전히 과학 교수 전략에 관한 지식 중 교과 전략, 과학교육과정에 관한 지식, 과학 내용에 관한 지식 등과 같이 일부 PCK 구성 요소에 대한 고려가 적었으므로, 워크숍 및 조별 논의 과정에서 이에 관한 교육을 강화하는 방안을 모색할 필요가 있다. 예를 들어, 예비교사들에게 수행평가에 적용할 수 있는 교과 전략이 있는지, 수행평가 전후 차시의 수업은 어떻게 구성해야 할지, 평가 방법으로 실험을 선택한 경우에는 실험을 보다 개방적으로 설계할 수는 없는지 등 부족한 PCK 구성 요소에 관한 논의를 촉진할 수 있는 명시적인 지침을 제공하면 유용할 것이다.

#### 4. 조별 수행평가 논의 과정에서의 PCK 구성 요소 사이의 연계

조별 수행평가 논의 과정에서 나타난 PCK 구성 요소 사이의 연계 분석 결과는 Table 6과 같다. 총 16회의 연계가 나타났으며, 두 가지 PCK 구성 요소 사이의 연계는 87.5%(14회)였고, 세 가지 PCK 구성 요소 사이의 연계는 12.5%(2회)였다. 즉 개별 수행평가 과제 개발 과정에 비하여 두 가지 측면의 연계는 약간 늘고, 세 가지 측면의

Table 6. Integrations among PCK components considered in discussing performance assessment tasks in each group

Type of integrations	Group		Total (%)
	Group 1	Group 2	
2 integrations	A-L	2 (12.5)	2 (12.5)
	A-O	2 (12.5)	3 (18.8)
	C-L	2 (12.5)	2 (12.5)
	C-I	-	1 (6.3)
	I-L	-	1 (6.3)
	I-O	1 (6.3)	1 (6.3)
	K-L	3 (18.8)	1 (6.3)
3 integrations	A-I-L	-	1 (6.3)
	C-I-L	1 (6.3)	1 (6.3)
Total	9 (56.3)	7 (43.8)	16 (100.0)
※ When centered on each PCK components			
Centered on A	2 (5.0)	5 (12.5)	7 (17.5)
Centered on C	4 (10.0)	1 (2.5)	5 (12.5)
Centered on I	3 (7.5)	4 (10.0)	7 (17.5)
Centered on K	3 (7.5)	1 (2.5)	4 (10.0)
Centered on L	7 (17.5)	6 (15.0)	13 (32.5)
Centered on O	3 (7.5)	1 (2.5)	4 (10.0)
Total	22 (55.0)	18 (45.0)	40 (100.0)

\* A: 과학 평가에 관한 지식, C: 과학교육과정에 관한 지식, I: 과학 교수 전략에 관한 지식, K: 과학 내용에 관한 지식, L: 학생에 관한 지식, O: 과학 평가에 관한 신념

연계는 약간 줄었으며, 연계의 유형수도 줄었다.

각 PCK 구성 요소를 중심으로 보면 학생에 관한 지식을 중심으로 한 연계의 비율이 32.5%(13회)로 가장 높았는데, 이 비율은 개별 수행평가 과제 개발 과정에 비해서도 높다. 또한 수행평가 과제가 학생들의 수준에 적절한지 혹은 동기나 흥미를 유발할 수 있는지에 대한 논의가 먼저 이루어진 후, 필요시 과학교육과정이나 과학 평가에 관한 지식 등과 같은 다른 PCK 구성 요소의 관점에서 추가적인 논의가 이루어졌다. 예를 들어, 1조의 사례에서는 수행평가 과제의 수준이 학생의 수준에 적합하지 논의하는 과정에서 중학교 과학과 및 수학과 교육과정에 대한 논의가 이루어졌다. 또한 2조에서도 수행평가 과제에 대한 학생의 수준과 흥미, 세부적인 평가 준거에 대한 논의가 이루어진 후 이를 보완하기 위한 교사의 역할에 대한 논의가 이루어졌다.

예비교사 S4 : 샤를 법칙 배울 때 이 활동지를 다시 나눠줘서 온도-부피 관계 그래프랑 비교하고, 심화 활동으로 두 그래프를 보고 압력-온도도 어떤 관계가 있는지 알아볼 수 있으니까 그렇게 한번 해 보는 활동을 할 수 있어.

예비교사 S1 : 근데 좀 어렵다. 중 1한테 어려워, 이거.

예비교사 S4 : 그니까 중 1이면 좀 어려울 것 같기도 하고.

예비교사 S3 : 이게 고등학생 수준인 것 같아.

예비교사 S1 : 그래, 그래프랑 이거 너무 어려워.

예비교사 S4 : 근데 중학교 중 1 교과서에도 실험하고 똑같이 그래프 그리는 문제가 있어, 그래서 한 거야.

...[중략]...

예비교사 S1 : 그래프를 중 1 수학 때 처음 배우지 않나? 일차방정식 할 때.

예비교사 S4 : 요즘은 다 내려가서.

예비교사 S3 : 아니 중 3 때, 2차방정식, 그 때 그래프 나와, 중 3 때.

예비교사 S1 : 그래프 자체가... 그럼 과학에서는.

예비교사 S3 : 근데 이게 나왔으면 교육과정, 교과서에 있는 거니까. (1조의 조별 논의 중)

예비교사 S8 : 근데 이거 좀 문제 만드는 활동 자체가 중학교 1학년 학생들한테 어렵지 않나? 그러니까 만들 수는 있는데... 그리고 문항에서 기발함을 평가한다고 했잖아 이것도 약간 좀 너무 주관적인.

예비교사 S5 : 맞아요. 기발하다는 기준이 교과서나 내가 언급한 적이 없는데 학생들이 생각해 낸 문제를 기발하다고 한 거였고.

예비교사 S6 : 근데 이게 학생들이 만들기 어려울 거 같아요.

...[중략]...

예비교사 S5 : 이거 제가 좀 더 생각해 볼게요. 오개념은 진짜 내 바람이야. 이거는 진짜 학생들의 이해 수준에 달려있는 거 같아.

예비교사 S7 : 그래도 만들면서 재미는 있을 걸?

예비교사 S6 : 맞아, 맞아.

예비교사 S5 : 이것도 개념이 들어있는 거에서는 내 역할이 중요한 거 같아. 교사 역할이.

(2조의 조별 논의 중)

이러한 결과는 점검표를 활용한 조별 논의 및 워크숍을 통하여 학생에 관한 지식을 중심으로 한 연계가 보다 활성화되었음을 의미하며, 예비교사와의 면담에서도 확인할 수 있었다.

토론을 하면서 점검표가 가장 많이 도움이 된 것 같기는 해요. 점검표에 있는 내용을 최대한 담으려고 노력을 했지요. (중략) 평가 같은 경우에는 단순히 학생들이 답만 적은걸 평가하기보다는 그 학생이 직접 설명이나 생각하는 과정을 직접 보면서 평가하는데 뭔가 좀 구성주의적 요소가 들어 있다고 생각하고, 실험 같은 것도 학생들이 보고 더 편하라고 그림 같은 것도 넣어주고. (중략) 근데 수행평가에 흥미 부여를 한다는 게 제일 어려운 것 같네요.

(예비교사 S4의 추가 면담 중)

과학 교수 전략에 관한 지식을 중심으로 한 연계(7회, 17.5%)도 자주 나타났는데, 실험 설계가 학생들의 수준에 적합하지 또는 오개념을 유발할 가능성이 있는지 등에 관한 논의로부터 시작하여 교수 전략 및 평가 문항을 수정 및 보완하기 위한 논의가 이루어질 때 주로 나타났다. 예를 들어, 다음 사례에서는 학생들의 오개념을 고려하여 실험 과정 및 문제 상황을 수정하는 방법에 관한 논의가 이루어지고 있다. 과학 수업의 수준을 결정하는 데 중요한 영향을 미치는 과학 교수 전략은 수업과 밀접한 관련이 있는 수행평가의 수준과도 직결되므로, 과학 교수 전략에 관한 지식을 중심으로 한 연계는 매우 중요하다. 이런 점에서 볼 때 조별 논의 과정에서 과학 교수 전략에 관한 지식을 중심으로 한 연계가 자주 나타난 점은 바람직하다고 할 수 있다.

예비교사 마 : 보일 법칙에서 펌프를 이용해 (기체의) 반을 빼내었다. 그러면 왠지 여기 기체가 떠 있다고 생각하는 사람 많을 거 같아. 나도 왠지 그렇게 생각했을 거 같아.

예비교사 사 : 가열해서?

예비교사 마 : 응. 이거를 이렇게 생각하기 너무 쉬운 거야. 근데 이거 온도 문제를 추가적으로 더 하면 그것도 되게 괜찮을 거 같아. 여기는 온도가 일정한데 만약에 똑같은 상태에서 온도를 올리는 거야.

(2조의 조별 논의 중)

과학 평가에 관한 지식을 중심으로 한 연계(7회, 17.5%)는 개별 수행평가 과제 개발 과정과 유사한 수준에서 나타났는데, 주로 학생에 관한 지식 또는 과학 평가에 관한 신념과 연계되었다. 과학 평가에 관한 신념을 중심으로 한 연계(4회, 10.0%)는 개별 수행평가 과제 개발 과정에 비하여 다소 적은 비율로 나타났으며, 주로 과학 평가에 관한 지식과 연계되었다. 한편, 과학교육과정에 관한 지식을 중심으로 한 연계(5회, 12.5%)와 과학 내용에 관한 지식을 중심으로 한 연계(4회, 10.0%)는 개별 수행평가 과제 개발 과정에 비하여 소폭 증가하였으나 여전히 다른 PCK 구성 요소를 중심으로 한 연계보다는 적은 편이었다.

즉 PCK 구성 요소 사이의 연계가 거의 나타나지 않았던 선행연구(Noh *et al.*, 2017)의 조별 논의 결과보다 연계의 빈도는 일부 개선되었으나, 개별 수행평가 과제 개발 과정에 비해서는 충분히 향상되지 못했음을 알 수 있다. PCK 구성 요소들은 서로 밀접한 관련이 있으므로 각 요소 간의 연계가 충분히 이루어져야 수행평가의 실행 수준도 높아질 가능성이 높다. 이런 측면에서 볼 때 현재의 워크숍은 조별 수행평가 논의 과정에서 PCK 구성 요소 간 연계를 강화하는 데에는 제한이 있었던 것으로 보인다. 따라서 이런 점을 개선할 수 있는 조별 논의 및 워크숍 방법을 마련해야 할 것이다. 예를 들어 워크숍의 협력적 논의에 참여하는 연구자가 예비교사들이 잘 고려하지 못하는 것으로 나타난 과학교육과정 또는 과학 내용에 관한 지식을 포함한 연계를 촉진할 수 있는 의견을 적극적으로 제시하는 방안을 고려할 수 있다. 이때 구상 및 구체화 단계에서 PCK 구성 요소 간 연계의 중심이 되었던 학생과 교수 전략에 관한 지식에 기초하면 효과적일 것이다.

#### IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 예비교사의 PCK 개발과 수행평가 전문성 향상을 위한 시사점을 얻기 위하여 구성주의적 수행평가 워크숍을 실시한 후 예비교사의 개별 수행평가 과제 개발 과정과 조별 논의 과정에서 고려된 PCK 구성 요소와 요소 사이의 연계를 분석하였다.

교사의 PCK와 수행평가 전문성은 경험을 통해 개발되는 실천적 지식이므로(Bond-Robinson, 2005; Lim, 2003) 예비교사에게 수행평가 과제 개발 경험을 제공할 필요가 있다. 그러나 예비교사의 수행평가 과제 개발 실태를 조사한 선행연구(Noh *et al.*, 2017)에서는 예비교사들이 구상 단계에서 채점 준거 및 배점 설정에 치중하는 경향이 있어 과학 평가에 관한 지식의 비율이 매우 높았고, 연계된 PCK의 유형과 맥락에 한계가 있었으며, 구체화 단계에서는 PCK 구성 요소 사이의 연계가 거의 나타나지 않는 것으로 보고되었다. 그러나 이 연구에서 구성주의적 수행평가 워크숍에 참여한 예비교사들은 과학 평가에 관한 지식뿐 아니라 교수 전략이나 학생에 관한 지식 등 다른 PCK 구성 요소도 적극적으로 고려하기 시작하였다. 또한, PCK 구성 요소 사이의 연계도 구상 및 구체화 단계에서 활발히 이루어졌고 세

가지 PCK 구성 요소 사이의 연계도 나타났다.

조별 논의 과정에서도 선행연구(Noh *et al.*, 2017)에서는 주로 전통적 평가 관점에서만 이루어졌고, 논의 과정에서 학생의 응답과 사고의 폭을 제한하는 등 오히려 평가의 구성주의적 특성이 약해지는 문제점이 보고되었다. 그러나 이 연구에서 워크숍과 점검표를 제공한 후 실시한 조별 논의에서는 학생에 관한 지식이 적극적으로 고려되면서 다른 PCK 구성 요소와의 연계가 활발하게 이루어지는 계기가 되었으며, 구성주의적 평가에 대한 이론과 실행의 간극을 구성주의적인 방향으로 극복하려는 노력도 이루어지는 것으로 나타났다. 수행평가가 구성주의적 평가를 구현하기 위해 도입된 체계이며, 교사의 PCK 수준은 PCK 구성 요소 사이의 연계 능력에 따라 좌우된다는 주장을 고려할 때(Friedrichsen *et al.*, 2009; Noh *et al.*, 2017; Park & Chen, 2012). 구성주의적 수행평가 워크숍은 예비교사의 PCK 개발과 수행평가 전문성 향상에 도움이 될 가능성이 있다고 할 수 있다.

이 연구에서 나타난 구성주의적 수행평가의 핵심적인 특징은 학생 중심의 평가였다. 모든 과정에서 학생에 관한 지식의 비율이 높았으며, 개별 수행평가 과제 개발 과정의 구체화 단계와 조별 논의 과정에서 나타난 PCK 구성 요소 사이의 연계는 학생에 관한 지식을 중심으로 이루어졌다. 구성주의적 평가에 대한 신념이 학생의 다양한 측면을 고려하는 것과 관련하여 주로 나타난 것도 이러한 해석을 뒷받침한다. 특히 예비교사들은 제공받은 오개념 자료를 단순히 평가 문항에 반영하는 수준을 넘어 학생의 선개념이 드러나도록 하는 전략을 구상하거나 학생의 발달 수준, 동기 및 흥미 등을 고려하는 방안을 모색하는 데 다양하게 활용하였다. 구성주의적 평가는 학습자의 능동적인 지식 구성과 참여를 강조하므로(Park, 1998), 이러한 결과는 구성주의적 평가 관점에서 바람직하다고 볼 수 있다.

하지만 예비교사들은 개별 활동 및 조별 논의를 통해서도 교과 전략이나 과학 탐구 과정 지식 등과 같은 특정 PCK 구성 요소를 사용하는 데는 여전히 어려움을 겪었다. 또한 구성주의적 평가 특성 중 지식의 구성 과정에 관한 평가, 고등 사고 능력에 관한 평가 등은 제한적으로 나타났다. 과학교육과정에 관한 지식 및 과학 내용에 관한 지식 등과 같이 일부 PCK 구성 요소를 중심으로 한 연계가 충분히 이루어지지 않았고, 조별 논의 과정에서 3가지 PCK 구성 요소 사이의 연계가 일부 감소하는 등 연계 측면에서 부족한 점도 있었다. 이러한 원인 중 한 가지는 예비교사들이 중등학생을 대상으로 한 실제 수업 과정을 거치지 않는 상황에서 수행평가 과제를 개발하였기 때문일 수 있다. 즉, 예비교사들이 학교 현장에서와 같이 수업을 실시하는 상황에서 수행평가 과제를 개발하였다면 과학교육과정에 관한 지식 등 미흡했던 PCK 구성 요소가 자연스럽게 고려되었을 가능성이 있다. 그러나 예비교사에게 이러한 경험을 제공하는 것은 현실적으로 쉽지 않으므로 향후 구성주의적 수행평가 워크숍이나 평가 전문성 관련 강좌에서 이러한 제한점을 보완하는 방안을 적극적으로 모색할 필요가 있다. 예를 들어, 워크숍에서 협력적 논의에 참여하는 연구자는 예비교사들이 어려워하거나 덜 고려하는 것으로 나타난 PCK 구성 요소 및 구성 요소 간 연계에 대해 예비교사들의 논의와 반성적 사고를 촉진하는 도움을 제공할 필요가 있다. 외부 전문가의 참여가 가능한 경우에는 해당 부분에 멘토링이나 컨설팅을 집중적으로 제공하면 효과적일 것이다. 조별 논의 과정에서는 워크숍에서 강조한 부분에

관한 논의가 보다 체계적으로 이루어질 수 있도록 관련 도움과 지침을 명시적으로 제공하거나 역할 분담을 하는 방안이 효과적일 수 있다. 한편, POE, 순환학습 등의 전략을 이용하면 구성주의적 수행평가 과제를 쉽게 개발할 수 있다는 장점이 있으므로, 수업 모형을 다루는 강좌에서도 교과 전략을 활용한 수행평가 과제 개발 활동을 연계하여 교육한다면 예비교사의 PCK 개발 및 수행평가 전문성 향상에 도움을 줄 수 있을 것이다.

한편, 이 연구에서 예비교사들은 실험을 과학 교과의 특징적이고 중요한 평가 방법으로 생각하여 대부분 실험을 활용한 수행평가 과제를 개발한 것으로 나타났다. 그러나 과학 교과에서도 수행평가는 토의, 자유탐구, 포트폴리오 등 다양한 평가 방법으로 이루어질 수 있고 때로는 실험을 활용하기 곤란한 단원도 있으므로, 예비교사의 수행평가 전문성 향상을 위해서는 다양한 유형의 수행평가 과제 개발 과정에서 나타나는 PCK 구성 요소와 요소의 연계에 대한 연구가 지속적으로 이루어질 필요성이 있다. 그리고 이 연구에서는 소수 인원을 대상으로 양적 및 질적 분석을 하였으므로, 해당 워크숍의 효과를 체계적으로 밝히는 데에는 한계가 있다. 따라서 추후 워크숍의 효과를 검증하기 위한 체계적인 양적 연구가 이루어질 필요가 있다. 또한 구성주의적 평가관이나 PCK는 오랜 시간에 걸쳐 형성되는 실천적인 특징이 있어 실제 수업 과정을 거치지 않는 단기간의 워크숍이나 몇 차례의 수행평가 과제 개발 활동만으로는 충분히 개발할 수 없으므로, 예비교사들이 구성주의적 평가관과 PCK를 내면화할 수 있도록 실제 수업 상황에 기반한 구성주의적 평가나 교수학습에 관한 장기간의 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

## 국문요약

이 연구에서는 구성주의적 수행평가 워크숍에 참여한 예비 화학 교사가 수행평가 과제 개발 과정에서 고려하는 교과교육학 지식(PCK) 구성 요소와 구성 요소 사이 연계의 특징을 분석하였다. 8명의 예비교사가 연구에 참여하였고, 이들은 3주간의 구성주의적 수행평가 워크숍 후 수행평가 과제를 개발하였다. 예비교사의 수행평가 과제 개발 과정을 조사하기 위해 발성 사고법을 사용하였고, 활동을 녹음 및 녹화하였으며 반구조화된 면담을 통하여 자료를 수집하였다. 분석 결과, 개별 수행평가 과제 개발 과정의 구상 단계에서는 과학 평가, 교수 전략, 학생, 내용에 관한 지식이 거의 동일한 비율로 나타났고, 구체화 단계에서는 과학 평가에 관한 지식이 주로 나타났다. 조별 논의 과정에서는 과학 평가, 교수 전략, 학생에 관한 지식의 비율이 거의 같았다. 그러나 과학교육과정에 관한 지식과 하위 요소 중 과학 과정 지식을 고려한 경우는 드물었다. PCK 구성 요소 사이의 연계는 개별 수행평가 과제 개발 과정의 구상 단계에서 과학 교수 전략에 관한 지식을 중심으로 나타났고, 구체화 단계와 조별 논의 과정에서는 학생에 관한 지식을 중심으로 나타났다. 그러나 과학 교육과정과 내용에 관한 지식이 다른 PCK 구성 요소와 연계되는 경우는 적었다. 연구 결과를 바탕으로 교육적 시사점에 관하여 논의하였다.

**주제어** : 워크숍, 수행평가, 구성주의적 평가, 교과교육학 지식(PCK), 예비 화학교사

## References

- Abell, S. K. (2008). Twenty years later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education*, 30(10), 1405-1416.
- Aydin, S., & Boz, Y. (2013). The nature of integration among PCK components: A case study of two experienced chemistry teachers. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(4), 615-624.
- Baek, S.-G. (2000). *Principles of performance assessment*. Seoul: Kyoyookbook.
- Beyer, C. J., & Davis, E. A. (2009). Supporting preservice elementary teachers' critique and adaptation of science lesson plans using educative curriculum materials. *Journal of Science Teacher Education*, 20(6), 517-536.
- Beyer, C. J., & Davis, E. A. (2012). Learning to critique and adapt science curriculum materials: Examining the development of preservice elementary teachers' pedagogical content knowledge. *Science Education*, 96(1), 130-157.
- Bond-Robinson, J. (2005). Identifying pedagogical content knowledge (PCK) in the chemistry laboratory. *Chemistry Education Research and Practice*, 6(2), 83-103.
- Chang, S. (2002). A development of assessment instrument for creative problem solving instruction in technology education. (Doctoral dissertation). Korea National University of Education, Cheongju.
- Cho, H., & Ko, Y. (2008). Re-conceptualization of secondary science teacher's pedagogical content knowledge (PCK) and its application. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 28(6), 618-632.
- Choi, J.-Y., & Song, K.-O. (2005). Effects of different features of professional development on teachers' instructional practices in their social studies classrooms. *The Journal of Elementary Education*, 18(2), 411-430.
- Doran, R., Chan, F., & Tamir, P. (1998). *Science educator's guide to assessment*. Arlington, Virginia: National Science Teachers Association.
- Falk, A. (2012). Teachers learning from professional development in elementary science: Reciprocal relations between formative assessment and pedagogical content knowledge. *Science Education*, 96(2), 265-290.
- Fenstermacher, G. D., & Richardson, V. (1993). The elicitation and reconstruction of practical arguments in teaching. *Journal of Curriculum Studies*, 25(2), 101-114.
- Friedrichsen, P., Abell, S. K., Pareja, E. M., Brown, P. L., Lankford, D. M., & Volkmann, M. J. (2009). Does teaching experience matter? Examining biology teachers' prior knowledge for teaching in an alternative certification program. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(4), 357-383.
- Go, M., & Nam, J. (2013). The change in beginning science teachers' reflective practice in their teaching performance through collaborative mentoring. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(1), 94-113.
- Herrenkohl, L. R., Kawasaki, K., & Dewater, L. S. (2010). Inside and outside: Teacher-researcher collaboration. *The New Educator*, 6(1), 74-92.
- Hong, S.-Y. (2006). Development and efficacy of the middle school science performance assessment task for enhancing the self-directed learning. (Master's thesis). Yonsei University, Seoul.
- Joung, K., & Kang, H. (2011). A case study on the use of coteaching in science instruction for science-gifted elementary students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 31(2), 239-255.
- Kang, S.-P., & Kim, H.-S. (2006). An analysis of the articulation between mathematics and the materials of other subjects. *Journal of Science Education*, 31, 1-20.
- Kim, G. (2010). Promoting teacher learning: Implications for designing professional development programs. *Journal of the Korean School Mathematics Society*, 13(4), 619-633.
- Kim, K., Yoon, J., Park, J., & Noh, T. (2011). The components of pedagogical content knowledge considered by secondary science pre-service teachers in planning and implementing teaching demonstrations. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 31(1), 99-114.
- Kim, S. H. (2012). Improving mathematics pre-service teachers' assessment competence through practice and reflection. *Journal of Educational Research in Mathematics*, 22(2), 277-292.
- Kim, S. Y. (2014). Changes of preservice biology teachers' epistemological beliefs and worldviews through teaching practice focused on constructivism. *Korean Journal of Teacher Education*, 30(4), 235-254.
- Kind, V. (2009). Pedagogical content knowledge in science education:

- Perspectives and potential for progress. *Studies in Science Education*, 45(2), 169-204.
- Lee, E. J., Kim, C.-J., Lee, S.-K., Jang, S., Kwon, H. J., & Yu, E.-J. (2007). Internalization of constructivistic science teaching of science teachers participating in a collaborative program between teachers and researchers. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 27(9), 854-869.
- Lee, I., Kim, B., Lee, B., Jin, J., Park, J., Kim, O., Seo, S., Kim, S., Kang, S., Kwon, J., Kim, S.-W., Paik, S.-H., Shin, D.-H., Lee, H., Cho, H.-H., & Cha, H. (2004). An exploratory study of professional standards of Korean secondary school science teacher's assessment of students. Seoul: Korea Institute of Curriculum & Evaluation. Research report RRE 2004-5-5.
- Lee, K.-J., & Jeong, J.-W. (2004). Development and application of an instrument for assessing inquiry level in secondary school science laboratory classrooms. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 25(7), 507-518.
- Lim, C.-H. (2003). Nature and development of pedagogical content knowledge in science teaching. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 24(4), 325-249.
- Loucks-Horsley, S., Stiles, K. E., Mundry, S., & Hewson, P. W. (Eds.). (2009). *Designing professional development for teachers of science and mathematics*. Corwin Press.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge*. (pp. 95-132). Dordrecht: Kluwer Academic.
- Min, H. J. (2012). Development of assessment expertise model through analyzing realities of science teacher's student assessment and teacher training. (Doctoral dissertation). Korea National University of Education, Cheongju.
- Ministry of Education [MOE] (1998). *Understanding of performance assessment [수행평가의 이해]*. Seoul: Ministry of Education.
- Noh, T., Lee, J., Kang, S., & Kang, H. (2015). Secondary school science teachers' actual and preferred types of assessment. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 35(4), 725-733.
- Noh, T., Lee, J., Kang, S., Han, J., & Kang, H. (2017). The characteristics of the PCK components of pre-service secondary chemistry teachers considered in developing performance assessment. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(2), 291-299.
- Noh, T., Park, J., & Kang, H. (2016). Interactions among PCK components of pre-service secondary chemistry teachers considered in processes of making written test items. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(5), 769-781.
- Noh, T., Yoon, J., Kim, J., & Lim, H. (2010). Pedagogical content knowledge factors considered by pre-service elementary teachers in planning and implementing of science teaching demonstration. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 29(3), 350-363.
- Park, J., Kang, H., & Han, J. (2017). The influence of paired think-aloud problem solving on interactions among PCK components considered in the processes of making written test items by pre-service chemistry teachers. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(2), 291-299.
- Park, S., & Chen, Y.-C. (2012). Mapping out the integration of the components of pedagogical content knowledge (PCK): Examples from high school biology classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(7), 922-941.
- Park, S., & Oliver, J. S. (2008). Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261-284.
- Park, S.-M. (1998). A theoretical and practical linkage between constructivism and performance assessment. *Social Studies Education*, 31, 339-356.
- Shin, O. S. (1997). Collaborative inquiry between teachers and researchers. *Journal of Elementary Education*, 11, 329-344.
- Stanulis, R. N., Little, S., & Wibbens, E. (2012). Intensive mentoring that contributes to change in beginning elementary teachers' learning to lead classroom discussions. *Teaching and Teacher Education*, 28(1), 32-43.
- Thomas, L., Deaudelin, C., Desjardins, J., & Dezutter, O. (2011). Elementary teachers' formative evaluation practices in an era of curricular reform in Quebec, Canada. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 18(4), 381-398.
- van Driel, J. H., Beijard, D., & Verloop, N. (2001). Professional development and reform in science education: The role of teachers' practical knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 137-158.
- Yang, C. (2015). Development and application of the strategy with coteaching and mentoring to improve the teaching professionalism of beginning teachers in science-gifted education. (Doctoral dissertation). Seoul National University, Seoul.