



## 중등 예비 화학교사의 지필평가 문항 제작 과정에서 고려된 교과교육학 지식(PCK) 구성 요소 사이의 상호작용

노태희<sup>1</sup>, 박재성<sup>1</sup>, 강훈식<sup>2\*</sup>

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

### Interactions among PCK Components of Pre-service Secondary Chemistry Teachers Considered in Processes of Making Written Test Items

Taehee Noh<sup>1</sup>, Jaesung Park<sup>1</sup>, Hunsik Kang<sup>2\*</sup>

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

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Received 7 September 2016

Received in revised form

26 October 2016

Accepted 27 October 2016

##### Keywords:

written test item, pedagogical content knowledge (PCK), integration among PCK components, pre-service chemistry teacher

#### ABSTRACT

This study investigated the interactions among the PCK components of pre-service secondary chemistry teachers considered in the processes of making written test items individually and in small groups. The processes of making written test items individually for 8 pre-service teachers was studied through the think-aloud method. The analysis of the results revealed that the 'assessment in science education' of the five PCK components was most frequently used in making test items. 'Curriculum for science education,' 'subject matter knowledge,' and 'students' were also frequently used although fewer than the previous component. However, 'instructional strategies and instruction for science education' was hardly used. The integrations between two or three components with various types were frequently found. However, integrations among four to five components were not found. The processes of making written test items in two small groups consisting of four pre-service teachers were observed. The analysis of the results revealed that the PCK components used in small groups were similar to those in the individual processes. However, 'curriculum for science education' was less frequently used, and the numbers of subcategories used at a relatively high frequency increased from other four components in small groups. In the aspects of integration, the proportion of the integrations between two components decreased and that for three components increased compared with those in the individual processes. The integrations among four or five components were also newly found. However, the integrations of 'curriculum for science education' with the other components were less frequently found. The integrations of 'instructional strategies and instruction for science education' with other components were still hardly found.

## 1. 서론

과학 교육과정의 성공적인 정착과 실현을 위해서는 교사의 전문성 신장이 무엇보다 중요하다. 이에 최근에는 교사의 교과교육학 지식(pedagogical content knowledge, PCK) 계발이 교사교육의 중점이 되어야 한다는 공감대가 확산되고 있다. 이와 같은 시대적 흐름을 반영하여 최근 우리나라에서도 한국연구재단 등을 통해 예비 및 현직 과학교사의 PCK 계발을 위한 연구에 지속적인 지원을 하고 있으나 그들의 PCK는 아직 만족할 만한 수준에 이르지 못하고 있다(Ko, Nam & Lim, 2009; Kwak, 2006). 뿐만 아니라, 체계적이고 실증적인 연구 결과를 바탕으로 과학교사의 PCK를 계발하기 위한 전략이나 프로그램을 개발 및 적용하려는 연구는 지속되고 있으나 여전히 부족한 실정이다.

지금까지 개발된 과학교사의 PCK 계발 전략들을 살펴보면, 대체로 PCK의 모든 요소들에 대해 포괄적인 도움을 제공하는 방식으로 접근하였다. 예를 들어, 코칭, 멘토링, 컨설팅 등과 같이 다른 교사

나 전문가가 예비 및 현직 교사들에게 PCK 계발에 필요한 실질적인 도움을 직접적으로 제공하는 전략과 관련된 연구들이 이루어졌다(Go & Nam, 2013; Joung & Kang, 2011; Marable & Raimondi, 2007; Noh, Kang & Kang, 2012; Noh *et al.*, 2012; Stanulis *et al.*, 2012). 이러한 전략들은 과학교사의 PCK 향상에는 도움이 되지만 이를 실제로 적용하기 위한 인력과 시간이 부족하다는 등의 현실적인 문제로 인해 일반적으로 적용되기에는 한계가 있다. 따라서 이런 전략들과 더불어 보다 현실적이고 실천적인 맥락에서의 다양한 접근이 요구된다.

이를 위한 방법 중 하나로, 실제 교수-학습 설계 및 실행 과정에서 교사들이 자신의 PCK를 효과적으로 활용할 수 있는 교수 관련 활동의 기획과 도움을 제공함으로써 PCK 계발을 도모하는 접근 방법은 유용할 수 있다. 예를 들어, 교수 설계 과정에서 교사가 PCK 구성 요소를 종합적으로 활용하는 것이 중요하다는 관점에서 교사들의 교수 설계 능력과 PCK의 관계를 규명하려는 시도가 있었으며(Schwarz *et al.*, 2008), 교수 설계 및 분석 활동을 통한 예비교사의 PCK 향상 가능성도 일부 확인되었다(Beyer & Davis, 2012).

\* 교신저자 : 강훈식 (kanghs@snue.ac.kr)

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

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2016.36.5.0769>

이러한 맥락에서 교사의 PCK가 중요한 역할을 하는 것으로 주장되고 있는 학생 평가 과정에 주목할 필요가 있다. 교사의 학생 평가 계획 및 실행 과정에서는 평가 전문성을 포함한 모든 PCK 구성 요소들의 종합적인 활용이 요구되므로, 평가 전문성은 PCK 발달 과정에서 중요하게 작용할 수 있다(Falk, 2012; Min, 2012). 예를 들어, Lee *et al.* (2004)은 과학교육 평가를 준비하고 실행하기 위해 교사가 갖춰야 할 지식을 ‘과학 교육과정에 대한 지식’, ‘과학 교수·학습에 대한 지식’, ‘과학교육 평가에 대한 지식’, ‘과학 교과 내용’으로 구체화하였다. 즉 과학 교육과정에 대한 지식에서는 교사가 교육과정의 목표와 내용 체계 및 학년별 교수 내용을 숙지하고 있어야 함을 강조하고 있으며, 과학 교수·학습에 대한 지식에서는 학생의 다양한 인지적·정의적 발달 단계와 특성 및 학습 목표 성취에 적합한 수업 모형, 수업 기법, 수업 전략 등의 교수·학습 방법 및 이와 관련된 소재와 준비물 등을 고려해야 함을 언급하고 있다. 과학교육 평가에 대한 지식에서는 평가의 기능, 목적, 유형, 방법 등을 교사가 숙지하고 있어야 함을 언급하고 있으며, 과학 교과 내용에서는 교사가 과학 교과의 특성, 과학 교과의 여러 개념, 원리, 이론, 그리고 과학의 본성 등에 대해서 잘 파악하고 있어야 한다는 점을 강조하고 있다. 그리고 학생 평가 과정에서 교사가 이와 같은 지식들을 종합적이고 통합적으로 잘 고려해야 학생에 대해 바람직한 평가가 이루어질 수 있다. 이를 통해, 평가 과정에서 활용되는 PCK 구성 요소 및 그 활용 수준에 따라 전체적인 평가의 질이 결정됨을 알 수 있다. 또한, PCK 연구에서는 PCK의 각 구성 요소별로 나누어 살펴보는 것보다 구성 요소 사이의 상호작용을 살펴보고 이것이 교수·학습 상황에 어떤 영향을 미치는지 살펴보는 것이 중요하다(Park & Chen, 2012). 따라서 PCK 구성 요소들 사이의 상호관련성에 기초하여 과학교사의 PCK 개발 방안으로써 평가 전문성 향상 프로그램을 개발하는 연구는 매우 중요하고도 필요하다.

그럼에도 불구하고 지금까지 예비 및 현직 과학교사의 평가 전문성에 대한 연구는 매우 부족하다. 일부 진행된 연구들도 주로 교사의 평가 실태(Jang & Kim, 2002; Kim, Kwack & Sung, 2000; Noh *et al.*, 2015), 평가 문항 제작 수준(Choi & Kim, 2013; Choi & Paik, 2016; Kim, Choi, & Paik, 2015), 평가관(Noh, Yoon & Kang, 2009), 수행평가 시 총체적 채점에서 나타나는 채점자간 불일치 유형 분석(Kim & Yoo, 2012), 특정 평가 영역이나 방법 및 자신의 평가 전문성에 대한 인식(Kang & Kang, 2015; Kim & Hyun, 2005; Park, Jeong & Choi, 2011), 특정 평가 방법의 효과(Lee, Choi, & Nam, 2000) 등을 조사하는 측면에 치중되어 있다. 즉, 과학교사의 평가 전문성 개발 전략이나 프로그램에 관한 연구는 매우 부족한 실정인 실정이며, 특히 평가 계획 및 실행 전략을 교사의 PCK 개발 관점에서 체계적으로 접근한 경우는 극소수이다. 최근에 들어서야 평가와 PCK 사이의 관련성을 조사한 연구(Falk, 2012; Min, 2012)가 진행되기 시작하였다. 하지만, 이 연구들의 경우에도 교사들 사이의 협력적 활동을 통해 평가가 이루어지거나 개별 활동과 협력적 활동이 혼재되어 있기 때문에, 평가를 통한 교사 개인의 PCK 구성 요소 사이의 상호작용이나 PCK 발달 과정에 대한 의미 있는 정보를 체계적으로 얻는 데에는 제한점이 있었다. 또한, 교사들이 평가를 계획하고 실행하는 과정에서 고려한 PCK 구성 요소 및 그 요소들 사이의 상호작용을 정량적으로 파악하지 못하여, 그 과정에서 교사들이 중점적으로 고려한 측면

과 부족한 부분, 그리고 PCK 구성 요소들 사이의 상호작용 양상과 특성을 체계적이고 명확하게 이해하기는 어려웠다. 게다가, 일부 현직 교사에게만 특정 교과 개념에 대해 평가의 기회를 집중적으로 제공한 것이므로, 예비교사의 평가 전문성이나 다양한 개념에서의 평가 과정 및 전문성에 대한 정보도 부족한 실정이다. 따라서 예비 및 현직 과학교사의 평가 전문성 향상을 통한 PCK 개발에 관한 보다 다각적이고 심층적인 연구가 요구된다.

한편, 교사 전문성은 단기간에 향상되기 어려우므로, 예비교사 교육 과정에서부터 평가 전문성 향상을 위한 교육을 체계적으로 실시하고 교사 연수를 통해 재교육의 기회를 제공하는 것이 교사의 평가 전문성 및 PCK 개발에 효과적일 수 있다. 또한, 현직 교사 연수보다 시간과 대상의 제약이 적은 예비교사 교육과정을 변화시키는 것이 경제성이나 효과성 측면에서도 기대되는 바가 더 크므로, 예비교사 교육과정에 보다 많은 관심을 가질 필요가 있다. 최근에는 교육과정이나 학교 현장에서 수행평가가 강조되고 있는 추세이나 지필평가 또한 여전히 현장에서의 활용도나 중요도가 높고 지필평가 문항 제작 과정에서도 PCK의 다양한 측면을 고려해야 하므로(Min, 2012), PCK 개발 전략으로써 지필평가 문항을 제작하는 과정에도 주목할 필요가 있다.

이에 이 연구에서는 중등 예비 화학교사가 지필평가 문항을 개별 및 소집단별로 제작하는 과정에서 고려하는 PCK 구성 요소와 그들 사이의 상호작용을 양적 및 질적으로 분석하였다. 이를 통해 지필평가 문항 제작 과정에서 PCK 구성 요소들 사이의 관련성 및 평가 전문성과 PCK 개발의 관계에 관한 실증적이고 체계적인 정보를 얻을 수 있을 것이다. 또한, 예비 교사들이 지필평가 문항 제작 과정에서 겪는 어려움과 제작 수준, 그리고 PCK 개발을 위해 도움을 주어야 할 방향 및 방법 등에 관한 정보도 함께 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상 및 절차

충청도 지역의 사범대학에서 3학년 과학교육 관련 강좌를 수강 중인 8명의 예비 화학교사(남학생 3명, 여학생 5명)가 연구에 참여하였다. 이들은 모두 교육평가 강좌와 과학과 교재 연구 및 지도법 강좌를 통해 지필평가 문항 제작과 관련된 이론을 학습한 상태였다. 특히, 4명은 지필평가 문항 제작과 관련된 실습 경험을 가지고 있었으며, 이 중에서 과학 교과와 직접적으로 관련된 평가 문항을 제작해본 경험이 있는 예비교사는 단 1명이었다.

자료 수집은 1주에 3시간씩, 총 3주에 걸쳐 이루어졌다. 첫째 주에서는 예비교사들을 대상으로 연구 소개 및 지필평가 문항 제작과 관련된 오리엔테이션을 진행하였다. 오리엔테이션에서는 과학교육 평가의 목적, 평가 목표 및 방법에 따른 분류, 평가 도구의 타당도와 신뢰도, 지필평가 문항의 제작 원리(이원분류표, 문항 유형별 특징 및 제작 시 유의점 등) 등에 대하여 구체적인 사례를 통해 설명하였다. 둘째 주에서는 이 연구와 무관한 내용으로 예비교사들에게 발생 사고법에 대한 연습 기회를 30분 동안 제공한 후, 중학교 1학년 과학의 ‘분자 운동과 상태 변화’ 단원에 제시된 샤를의 법칙과 보일의 법칙에 대하여 각각 세 문항(선택형 2문항, 서답형 또는 서술형 1문항)씩 개별적으로 120분 동안 제작하도록 하였다. 이때 예비교사들에게 2개

Table 1. The results for PCK components considered in processes of making written test items individually

단위: N(%)

	1조				2조				계
	박○○	변○○	송○○	이○○	강○○	김○○	신○○	황○○	
C	2(8.3)	6(15.0)	5(15.6)	17(24.6)	5(8.9)	26(28.6)	16(23.5)	7(14.0)	84(19.5)
K	5(20.8)	10(25.0)	7(21.9)	12(17.4)	15(26.8)	9(9.9)	10(14.7)	13(26.0)	81(18.8)
L	1(4.2)	3(7.5)	1(3.1)	10(14.5)	4(7.1)	13(14.3)	10(14.7)	3(6.0)	45(10.5)
I	-	-	-	1(1.4)	-	-	-	-	1(0.2)
A	16(66.7)	21(52.5)	19(59.4)	29(42.0)	32(57.1)	43(47.3)	32(47.1)	27(54.0)	219(50.9)
계	24(100.0)	40(100.0)	32(100.0)	69(100.0)	56(100.0)	91(100.0)	68(100.0)	50(100.0)	430(100.0)

C: 과학 교육과정에 관한 지식, K: 과학 내용에 관한 지식, L: 학생에 관한 지식, I: 과학 교수 전략에 관한 지식, A: 과학 평가에 관한 지식

출판사의 2009 개정 과학과 교육과정에 따른 중학교 과학 1 교과서 및 교사용 지도서를 제공하였으며, 스마트폰을 사용하여 정보를 검색할 수 있음을 안내하였다. 그리고 Bloom의 교육 목표에 따른 행동 영역인 지식, 탐구, 태도 중 지식 측면에서 문항을 제작하도록 하였다. 또한, 사료의 법칙 문항을 제작하는 과정은 발생 사고법을 이용하여 관찰하고 자료를 수집하였으며, 주어진 시간 내에 완성하지 못한 부분에 대해서는 과제로 완성하여 셋째 주 활동에서 활용하도록 하였다. 셋째 주에서는 8명의 예비교사들을 4인 1조의 소집단으로 나누고, 둘째 주 활동에서 개별적으로 제작한 문항을 소집단별로 모두 검토 및 선별하여, 총 10문항으로 구성된 문제지와 이에 대한 이원분류표를 150분 동안 작성하도록 하였다. 발생 사고법을 통한 개별 지필평가 문항 제작 과정과 소집단별 논의를 통한 문제지 제작 과정을 모두 녹음·녹화하고 전사본을 작성하였다. 개별 문항 제작 및 소집단별 문제지 제작 과정에 대한 전사본을 주 분석 자료로 삼았으며, 제작된 문항, 문제지, 이원분류표 등의 기타 자료들은 모두 보조 자료로 활용하였다.

## 2. 결과 분석 방법

PCK 구성 요소별 하위 범주 및 PCK 구성 요소 사이의 상호작용 관점이 포함된 선행 연구(Choi *et al.*, 2004; Kim, Chae & Lim, 2005; Lee *et al.*, 2004; Nam *et al.*, 2006; Yang & Kang, 2013; Yoon, 2012)의 분류틀에 따라 분석자 3인이 모든 분석 대상 전사본을 일차적으로 분류하고 검토하여, 연구의 맥락에 맞게 분류틀을 수정 및 보완하였다. 즉, PCK 구성 요소를 과학 교육과정에 관한 지식, 과학 내용에 관한 지식, 학생에 관한 지식, 과학 교수 전략에 관한 지식, 과학 평가에 관한 지식으로 구분하고 각 하위 범주에 대한 세부 항목을 설정하였다. 그리고 각 구성 요소 중 2가지 이상의 요소들 사이의 상호관계를 고려하면서 i) 자신의 의사결정이나 주장에 대한 이유 또는 근거를 제시하거나, ii) 문항 제작 방향의 여러 가능한 대안을 검토 및 제시하거나, iii) 문항 제작 과정에서 일어난 일을 논리적으로 해석하거나, iv) 문항의 완성도에 대해 평가 및 검토한 경우를 ‘통합’으로 규정하였다. 그리고 함께 관련지어 고려한 PCK 구성 요소가 많을수록 ‘통합’ 수준이 높다고 해석하였다. 최종 분류틀을 [부록]에 제시하였다.

최종 분류틀에 따라 분석 대상 전사본을 문장 단위로 분석하였다. 대체로 한 문장에 하나의 항목이 포함된 것으로 코딩하나, 하나의 문장에 2가지 이상의 항목이 포함된 경우 중복하여 코딩하였다. PCK와 직접적인 관련이 없는 내용이 포함된 문장은 분석에서 제외하였다.

‘통합’은 맥락이 같은 대화의 내용들을 하나의 문단으로 간주하고, 문단 단위로 분석하여 한 문단에서 여러 구성 요소가 통합적으로 고려된 경우를 유형화한 후 코딩하였다. 이때 소집단별 논의 과정에서 다른 예비교사의 개입으로 말이 잠시 끊기는 경우에는 개입한 예비교사의 말을 무시하고 분석하되, 말이 잠시 끊긴 후 관점이 전환된 경우에는 각자 다른 의미를 지닌 문장으로 간주하여 분석하였다. 그리고 다른 예비교사의 말에 단순히 의사 표현을 하는 경우에는 그 말의 맥락이 PCK의 특정 측면에 대한 의견을 포함한 경우에 한해 분석하였다.

분석 결과는 개별 지필평가 문항 제작 과정과 소집단별 문제지 제작 과정별로 각 예비교사에 대한 항목별 빈도와 백분율 및 대표적인 사례를 제시하였다. 이때, 예비교사 이름은 가명을 사용하되 성만 제시하고 이름은 제시하지 않았다. 그리고 소집단별 문제지 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소 사이의 통합 수준의 경우에는 조원들 간의 대화 내용 중 같은 맥락의 대화 내용들을 기본 분석 단위로 분석하였기 때문에 각 예비교사별로 결과를 제시하는 것이 큰 의미가 없다고 판단하여 소집단별 분석 결과만 제시하였다.

분석의 신뢰도를 높이기 위하여 분석자 2인이 일부 예비교사나 소집단의 전사본을 각자 분석하고 비교하는 과정을 반복하여 분석 기준에 대하여 숙지한 후, 모든 자료를 각자 분석하고 비교하여 합의된 결론을 도출하였다. 또한, 모든 연구자의 지속적인 논의와 과학교육 전공 대학원생과 교사가 참여한 세미나를 통해 연구 내용을 여러 차례 검토하고 이를 토대로 내용을 수정 및 보완하였다.

## III. 연구 결과 및 논의

### 1. 개별 지필평가 문항 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소 및 그 요소들 사이의 상호작용

#### 가. 개별 지필평가 문항 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소

예비교사의 개별 지필평가 문항 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소를 분석한 결과는 Table 1과 같다. 대부분의 예비교사에게서 과학 평가에 관한 지식 측면이 가장 많이 나타났으며(50.9%), 과학 교육 과정에 관한 지식(19.5%)과 과학 내용에 관한 지식(18.8%) 측면도 비교적 많이 나타났다. 3명의 예비교사에게서는 학생에 관한 지식 측면도 14.0% 정도로 나타나기도 하였다. 그러나 과학 교수 전략에 관한 지식 측면은 오직 1명의 예비교사에게서만 1회 나타났다. 즉,

예비교사들이 개별적으로 지필평가 문항을 제작할 때에는 대부분 과학 평가에 관한 지식, 과학 교육과정에 관한 지식, 과학 내용에 관한 지식 측면 등을 많이 고려하는 반면, 학생에 관한 지식 측면에 대한 고려는 상대적으로 부족하고 특히 과학 교수 전략에 관한 지식 측면은 거의 고려하지 않음을 알 수 있다.

PCK 각 구성 요소의 세부 항목별로 자세히 살펴보면, 과학 평가에 관한 지식 측면의 경우 ‘평가 내용(38.8%)’, ‘문항의 발문, 지시문, 선택지 및 그림 구성(27.4%)’, ‘문항의 난이도 및 변별도(12.3%)’, ‘채점 방법, 도구 및 배점(11.4%)’ 등이 상대적으로 많이 나타났다. 즉, 예비교사들은 지필평가 문항을 제작할 때 평가 기준과 준거의 적절성, 문항의 발문, 지시문, 선택지 및 그림의 구성 방법의 적절성, 문항의 난이도와 변별도의 적절성, 채점 방법, 도구 및 배점의 적절성과 효율성 등을 비교적 많이 고려하고 판단했음을 알 수 있었다. 다음은 이에 대한 각각의 사례이다.

세 문제를 내야 되니까. 일단 사물의 법칙 설명하는 거랑, 분자 운동 모형을 설명하는 거랑, 그거 하고 그리고 이거를 서술하는 거랑 이렇게 해서 세 문제를 하면 되지 않을까? (예비교사 이○○의 발성 사고 중에서)

문제 낼 때 학생들 보기 편하게 좀 짧은 것부터 긴 거 순으로 할 거라서 4번 문항은 좀 긴 문장으로 쓸 거예요. (예비교사 송○○의 발성 사고 중에서)

[발문을 적으면서] 온도에 따라 잉크방울이 올라간 높이의 그래프다. 이 그래프에 대한 설명으로 옳은 것을 고르시오. 옳은 것을 고르는 게 옳지 않은 것을 고르는 것 보단 낮은 난이도라 생각하니까 (난이도가) 중 정도가 되겠지. (예비교사 김○○의 발성 사고 중에서)

[교과서를 보고 문항을 구상하면서] 풍선예다가, 풍선을 가열하면 그 안에, 공기 분자는, 분자가 어떻게 될지 그림을 그리라고 할까? 근데 그림을 그리면, 학생들이 쓴 답을 채점하기가 좀 힘들 텐데? (예비교사 강○○의 발성 사고 중에서)

한편, 과학 교육과정에 관한 지식 측면의 경우에는 ‘해당 수업에서 다루어야 하는 내용(88.1%)’, 과학 내용에 관한 지식 측면의 경우에는 ‘과학 내용 지식(98.8%)’, 학생에 관한 지식 측면의 경우에는 ‘학생의 문항 이해 및 해결 수준(86.7%)’이 발생 빈도의 대부분을 차지하였다. 즉, 예비교사들은 대체로 해당 수업에서 다루어야 하는 내용을 확인 및 검토하거나, 과학적인 개념이나 원리 등과 관련된 자신의 지식을 드러내거나, 학생들이 문항에서 요구하는 내용을 이해하거나 문항을 해결하는 수준에 대하여 고려하면서 지필평가 문항을 제작하는 경향이 있었다. 이와 관련된 각각의 사례는 다음과 같다.

이 책 말고 다른 책을 보면, 여기 있다. 여기는 사물의 법칙이 조금 다르게 써 있네. 압력이 일정할 때 온도가 높아지면 기체의 부피는 일정하게 증가한다. 오, 같은 1학년 책인데 왜 1학년 책이 다르게 나왔을까? (예비교사 김○○의 발성 사고 중에서)

[문항 해설을 적으면서] 기체를 가열하면 열을 받아, 열을 받아 온도가 증가한다. 열을 받아서 온도가 증가한다고 쓰자. 온도가 증가한다고 쓰고, 이로 인해 기체 분자의 운동이 활발해지고, 용기의 벽에 더 자주 그리고 더 크게 크게래, 그게 아닌 것 같고 세계, 세계 부딪힌다. 그래서 용기 벽에 가하는 압력이 증가하기 때문에 비같은 압력과 같아질 때까지 부피가 커지

게 된다. (예비교사 변○○의 발성 사고 중에서)

1번 오답은, 또 어떻게 풀 수 있을까 애들이? 0도에서 10리터, 그러면 546일 때는 546을 더할 수도 있나 애들이? ... (생략) ... 비례식으로 푸는 애들이 없을까? 한 1로 놓고 하면. 546하면 460이 나오는데. 이렇게는 안 풀겠지? 그러면 546리터도 애들이 생각할 수 있을 거 같은데. 546리터 아니면 273리터. (예비교사 신○○의 발성 사고 중에서)

단 1회만 고려된 과학 교수 전략에 관한 지식의 경우에는 ‘수업 기법’의 항목에서 나타났다. 즉, 한 명의 예비교사가 사물의 법칙 개념을 가르칠 때 수업 기법 중 하나인 ‘실험’을 활용하여 가르쳤다고 가정하고 그 실험 수업 상황을 고려하여 문항을 제작하는 과정에서 나타났다.

그러면 이 실험을 했다고 생각하고, 이제 여기는 그냥 금방 음, 팽창 아닌가, 팽창? 이렇게 해놓고, 어, 상황을 설명을 해주어야 온도가, 온도를 높여 가열, 냉각을 해주고 이제 상황을 설명해. (예비교사 신○○의 발성 사고 중에서)

위의 개별 지필평가 문항 제작 과정에서 예비교사들이 고려한 지식들은 과학교사가 지필평가 문항을 제작할 때 반드시 고려해야 하는 요소이지만(Gottheiner & Siegel, 2012; Lee et al., 2004), 그들이 고려한 지식이 PCK의 특정 측면에만 제한된 점은 좋은 지필평가 문항을 제작하는 데 있어 제약으로 작용할 수 있다. 따라서 보다 다양한 PCK 구성 요소들을 고려하여 지필평가 문항을 제작하도록 안내할 필요가 있다. 특히, 예비교사들의 발성 사고 과정에서는 거의 나타나지 않았던 수업 모형, 수업 기법, 수업 전략, 도구 및 교재 준비 등과 같은 과학 교수 전략 요소들을 고려하면 보다 바람직한 지필평가 문항을 제작할 수 있다는 점(Ruiz-Primo et al., 2012)에서, 이 요소들을 보다 적극적으로 고려하도록 하는 방안을 마련해야 할 것이다.

#### 나. 개별 지필평가 문항 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소 사이의 통합 수준

개별 지필평가 문항 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소 사이의 통합 수준을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 8명의 예비교사들은 총 47회의 통합을 보였으며, 그 중에서 PCK 구성 요소 중 통합된 측면의 개수에 따라서는 2가지 측면의 통합이 7명에게서 7가지 유형으로 38회(80.9%), 3가지 측면의 통합이 6명에게서 4가지 유형으로 9회(19.1%) 나타났다. 그러나 4가지 이상의 측면이 통합된 경우는 없었다. PCK 구성 요소의 각 측면을 중심으로 살펴보면, 과학 평가에 관한 지식 측면을 포함한 통합은 37회(78.7%), 학생에 관한 지식 측면을 포함한 통합은 23회(48.9%), 과학 교육과정에 관한 지식 측면을 포함한 통합 또는 과학 내용에 관한 지식 측면을 포함한 통합은 21회(44.7%)로 나타났으며, 과학 교수 전략에 관한 지식 측면을 포함한 통합은 단 1회(2.1%)로 나타났다. 예비교사들이 개별적으로 지필평가 문항을 제작하는 과정에서 대부분은 과학 평가에 관한 지식, 학생에 관한 지식, 과학 교육과정에 관한 지식, 과학 내용에 관한 지식 중 2~3가지 측면만을 통합적으로 고려한 반면, 과학 교수 전략에 관한 지식 측면은 거의 통합적으로 고려하지 않았음을 알 수 있다.

Table 2. The results for integrations among PCK components considered in processes of making written test items individually  
단위: N(%)

통합 유형	1조				2조				계	
	박○○	변○○	송○○	이○○	강○○	김○○	신○○	황○○		
2가지 측면의 통합	A, C	-	1(25.0)	1(25.0)	5(45.5)	1(20.0)	2(18.2)	1(14.3)	-	11(23.4)
	A, K	-	1(25.0)	2(50.0)	-	1(20.0)	1(9.1)	1(14.3)	1(20.0)	7(14.9)
	A, L	-	-	-	1(9.1)	1(20.0)	5(45.5)	2(28.6)	1(20.0)	10(21.3)
	A, I	-	-	-	1(9.1)	-	-	-	-	1(2.1)
	C, K	-	-	-	2(18.2)	-	-	-	1(20.0)	3(6.4)
	C, L	-	-	-	-	-	-	1(14.3)	1(20.0)	2(4.3)
	K, L	-	1(25.0)	1(25.0)	-	-	1(9.1)	1(14.3)	-	4(8.5)
3가지 측면의 통합	A, C, K	-	1(25.0)	-	-	-	1(9.1)	-	-	2(4.3)
	A, C, L	-	-	-	-	1(20.0)	-	-	1(20.0)	2(4.3)
	A, K, L	-	-	-	1(9.1)	1(20.0)	1(9.1)	1(14.3)	-	4(8.5)
	C, K, L	-	-	-	1(9.1)	-	-	-	-	1(2.1)
4가지 측면의 통합	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5가지 측면의 통합	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
계	0	4(100.0)	4(100.0)	11(100.0)	5(100.0)	11(100.0)	7(100.0)	5(100.0)	47(100.0)	

※ 각 측면을 중심으로 한 경우

C와 다른 측면이 통합되어 있는 경우	-	2(50.0)	1(25.0)	8(72.7)	2(40.0)	3(27.3)	2(28.6)	3(60.0)	21(44.7)
K와 다른 측면이 통합되어 있는 경우	-	3(75.0)	3(75.0)	4(36.4)	2(40.0)	4(36.4)	3(42.9)	2(40.0)	21(44.7)
L과 다른 측면이 통합되어 있는 경우	-	1(25.0)	1(25.0)	3(27.3)	3(60.0)	7(63.6)	5(71.4)	3(60.0)	23(48.9)
I와 다른 측면이 통합되어 있는 경우	-	-	-	1(9.1)	-	-	-	-	1(2.1)
A와 다른 측면이 통합되어 있는 경우	-	3(75.0)	3(75.0)	8(72.7)	5(100.0)	10(90.9)	5(71.4)	3(60.0)	37(78.7)

C: 과학 교육과정에 관한 지식, K: 과학 내용에 관한 지식, L: 학생에 관한 지식, I: 과학 교수 전략에 관한 지식, A: 과학 평가에 관한 지식

유형별로 구체적으로 살펴보면, 2가지 측면의 통합에서는 과학 평가에 관한 지식과 과학 교육과정에 관한 지식 측면의 통합(23.4%), 과학 평가에 관한 지식과 학생에 관한 지식 측면의 통합(21.3%), 과학 평가에 관한 지식과 과학 내용에 관한 지식 측면의 통합(14.9%)이 두드러지게 나타났다. 다음은 이에 대한 사례들이다. 첫 번째 사례에서는 해당 수업에서 다루어야 하는 내용을 바탕으로 평가 기준을 세우고 있고, 두 번째 사례에서는 학생들의 문항 해결 수준을 고려하여 변별도와 난이도를 판단하고 있으며, 세 번째 사례에서는 자신의 과학 지식을 바탕으로 평가 기준과 채점 기준 및 문항의 구성 방향을 정하고 있다.

#### [A와 C의 통합]

온도에 따른 기체 분자 운동 예상하기. 이때는 이미 온도에 따라 변한다는 걸 한번 학습을 했고 샤를의 법칙이 뭔지. 음 그러면 설명을 하라고 하면 되겠다. 그래서 분자 운동론을 이용하여 부피 변화 현상을 이해할 수 있다. 분자 운동론을 이용하여 샤를의 법칙을 설명할 수 있다. 샤를의 법칙 실험을 설명할 수 있다. (예비교사 이○○의 발성 사고 중에서)

#### [A와 L의 통합]

앞에 있는 보일의 법칙하고 증발 확산도 이용해서 문제를 낼 수 있는데, 보일의 법칙에서 그거하고 비슷한 문제를 냈으니까, 어 확실히 아는 학생들은 보너스 문제 같은 느낌일 거고, 모르는 학생들은 어렵지. 그럼, 이걸 변별력을 일으키는 문제는 아니고, 아는 학생은 아는 문제일 거니까. 난이도는 중일 꺼 같고... (예비교사 김○○의 발성 사고 중에서)

#### [A와 K의 통합]

[모범 답안을 작성하면서] 충돌하는 횡수가 증가한다. 따라서 풍선은 기체 분자가 풍선에 가하는 압력이 대기압과 같아질 때까지 크기가 커진다. 여기서 증폭 답안을 인정할 수 있게 하는 거는 횡수가 증가한다. '크기가 증가한다'도 맞는 답일 거 같아요. 그리고 풍선 그림을 어떡하지? 풍선 아니 아니, 전체를 물음표 처리 해놔야지. 자, 이렇게 문제는 됐고, 평가 기준은 온도에 따라 기체의 부피가 변하는 현상을 이해할 수 있는가? (예비교사 송○○의 발성 사고 중에서)

과학 내용에 관한 지식과 학생에 관한 지식 측면의 통합(8.5%), 과학 교육과정에 관한 지식과 과학 내용에 관한 지식 측면의 통합(6.4%), 과학 교육과정에 관한 지식과 학생에 관한 지식 측면의 통합(4.3%), 과학 평가에 관한 지식과 과학 교수 전략에 관한 지식 측면의 통합(2.1%)도 일부 예비교사에게서 나타났다. 예를 들어, 다음의 첫 번째 사례에서는 샤를의 법칙에 대한 자신의 지식과 학생들의 문항 해결 수준을 함께 고려하고 있으며, 두 번째 사례에서는 분자 운동 관점에서의 샤를의 법칙 개념에 대한 자신의 지식을 드러내고 이와 관련한 내용이 교과서에 제시되었는지를 확인하면서 문항의 선택지를 구성하고 있다. 세 번째 사례에서는 교과서에 제시된 내용을 바탕으로 학생들의 문항 해결 수준을 가늠하고 있으며, 네 번째 사례에서는 교과서에 제시된 실험을 활용하여 해당 내용을 가르쳤다고 가정하고 그 실험 수업 상황을 바탕으로 평가 문항의 지시문과 그림을 구성하고 있다.

**[K와 L의 통합]**

c으로는 -273도가 되면 기체 부피는 0이 된다고 하면은 정확한 문제일까? 그냥 경향으로만 보라고 하면 관찰을 것 같다. 그러면은 기체의 온도가 -273도가 되면 그 부피는 0이 될 것으로 예상할 수 있다. 그래프를 보고라고 했으니까 (학생들이) 충분히 예상할 수 있다고 봐. (예비교사 변○○의 발성 사고 중에서)

**[C와 K의 통합]**

부피가 늘어나, 그러면 충돌횟수... 같나? 부피가 늘어났으면 다른가? 분자 운동에 대한 내용이... 분자 운동이 더 활발하다라는 내용이 (교과서에) 나오나? 분자 운동에 대한 내용을... 찾아보자. 그치, 온도가 높아지면 기체의 분자 운동이 활발해진다는 내용이 나오는지! 충돌횟수 말고, 분자 운동에 대한 내용을 넣자. 분자 운동. 충돌횟수 말고 분자 운동은 가보다 나중에 더 활발하다. (예비교사 황○○의 발성 사고 중에서)

**[C와 L의 통합]**

그러면 기체 온도가, 아, 쭉그러진 탁구공을 뜨거운 물에 담으면 탁구공은 퍼진다. 다음 빈 칸에 알맞은 말을 넣어 이 현상을 설명하시오. 그래 교과서에도 이렇게 현상하는 문제가 나왔으니까, 애들이 서답형도 잘 풀 수 있겠다. (예비교사 신○○의 발성 사고 중에서)

**[A와 L의 통합]**

그러면 이 실험을 했다고 생각하고, 이제 여기는 그냥 금방 음, 팽창 아닌가, 팽창? 이렇게 해놓고, 어, 상황을 설명을 해줘야지. 온도가, 온도를 높여 가열, 냉각을 해주고 이제 상황을 설명해. 가열하면, A, B, C를 쓸까? 아... 에이 일단 상황을 설명해보자. 가운데 이 플라스크에 풍선을 씌우고 가열하면 풍선의 부피가 커진다. 또 똑같이 냉각을 하면 풍선의 부피가 작아진다. 이게 A라고 하고 A가 냉각? A가 가열. (예비교사 이○○의 발성 사고 중에서)

3가지 측면의 통합에서는 과학 평가에 관한 지식, 과학 내용에 관한 지식, 학생에 관한 지식 측면의 통합이 4회(8.5%)로 가장 많이 나타났다. 다음은 이에 대한 사례이다. 여기서 예비교사는 자신의 과학 내용 지식과 학생들의 예상 응답을 고려하여 서답형 문항의 채점 기준을 어떻게 정해야 하는지를 고민하고 있다.

**[A, K, L의 통합]**

일어나는 현상과 무엇이 그렇게 되는지 다 서술했기 때문에 운동 속도 증가는 기체 분자가 운동 속도가 증가하는 거. 충돌 횟수 증가를 벽에 충돌해서 압력이 증가한다고 꼭 써야하나? 기체 분자가. 기체 분자의 벽과의 충돌 횟수 증가? 근데 그냥 충돌 횟수 증가라고 하면은 (학생들이) 당연히 그렇게 생각하지 않나? 기체 분자가 용기의 벽에 더 자주 붙어 세게, 음, 횟수 말고도 세기도 써야 되나? 횟수 세기 증가. 근데 속도가 증가하니까 횟수도 증가하고 세기도 증가하겠지. 그러면 횟수, 횟수만 쓰면 틀리다고 해야 되는 건가? (예비교사 강○○의 발성 사고 중에서)

또한, 과학 평가에 관한 지식, 과학 교육과정에 관한 지식, 과학 내용에 관한 지식 측면의 통합과 과학 평가에 관한 지식, 과학 교육과정에 관한 지식, 학생에 관한 지식 측면의 통합도 2회(4.3%)씩 나타났다. 예를 들어, 다음의 첫 번째 사례에서 예비교사는 자신의 과학 지식과 해당 수업에서 다루어야 하는 내용을 바탕으로 문항의 난이도 및 문항에서 제시하는 그래프의 구성 방법을 정하고 있다. 이때 예비교사는 절대온도가 교육과정 상 가르쳐야 하는 핵심 개념인 것으로 잘

못 파악하여 문항을 구성하고 있다. 두 번째 사례에서는 교사용 지도서를 참고하여 학생들이 배우는 내용을 확인하고, 이 내용을 바탕으로 문항의 형태와 학생들의 문항 해결 수준에 따른 문항의 체감 난이도를 정하고 있다.

**[A, C, K의 통합]**

0도 이하의 것을 써서 좀 어려운 문제가 하나 나올 수도 있겠다. 그러면 0도 이하의 것도 생각해서 그래프를 그리면 세로축을 부피로, 가로축을 온도로 줘. 온도는 절대온도 얘기가 안 나오는 것 같지? [교과서 및 교사용 지도서를 보며] 나와 있나? 절대온도에 비례한다는 사실을 배웠네! 절대온도와 섭씨온도의 관계를 알아. 알면 섭씨온도로 문제를 내면 되겠다. 그래서 celsius로 주고, 그래프의 모양은, 그래프의 모양은 점선을, 점선? 실험할 수 없는 온도? 점선으로 써야지. 그러면은 0도에서 음, 문제를 쉽게 하기 위해서 273도 단위로 써야겠다. (예비교사 변○○의 발성 사고 중에서)

**[A, C, L의 통합]**

압력이 일정한 상태에서 기체의 온도가 높아지면, 분자 운동이 활발해지겠지? 빨라지겠지? 그러면, 충돌, 벽에 충돌하는 횟수가 더 커지겠고, 그 충돌 횟수가 커짐으로 인해, 기체 안에, 아, 용기 안에 압력이 증가하고, 그 용기 안에 압력 증가로 인해서 부피가 커지는 거지. 이것을 한번, 괄호를 채워서 써보라고 할까? 아 좀, 중학교 1학년한테 어려운 내용인가? 아닌데, 지도서에 나와 있는 걸로 봐선, 중학교 1학년도 충분히 알 수 있는 개념일 것 같다. (예비교사 이○○의 발성 사고 중에서)

1명의 예비교사에게서는 과학 교육과정에 관한 지식, 과학 내용에 관한 지식, 학생에 관한 지식 측면의 통합이 1회(2.1%) 나타나기도 하였다. 즉, 다음 사례에서 예비교사는 교과서와 교사용 지도서에 제시되어 있는 열기구 내용을 확인한 후, 그 내용을 자신의 과학 지식으로 이해하려고 노력하고 있음은 물론 열기구의 원리에 대한 학생들의 사전 개념까지 고려하고 있다. 그러나 교과서 및 교사용 지도서 내용과 자신의 과학 내용 지식을 의미 있게 연계하지는 못하는 것으로 나타나고 있다.

**[C, K, L의 통합]**

뒤에 보면, 열기구를 가열하면 온도가 높아져서 분자 운동이 활발해지니까 부피가 증가하고 그러면 풍선 밖으로 공기가 밀려나가고 어쨌든 가벼워지니까 그래서 떠오르는 건데, 이것을 공기의 밀도랑 관련짓지 않고 열기구 풍선 속 공기를 가열하면 온도가 높아져서 공기를 이룬 분자 운동이 활발해 지는 것만으로 설명한다. 그러면 온도가 높아져서 공기 분자 운동이 활발해지는 것만 설명한다. 밀도 얘기를 아예 안한다는 건가? 이게 뭐지? 맨 앞에 시작할 때 질문은 열기구가 나왔는데. 열기구가 풍선 속 공기를 가열하는데 풍선이 부풀어 오른다 그랬거든. 이것을 이것만 설명한다는 게 무슨 말이지? 둘 다 그게 똑같은 말 아닌가? 분자의 운동이 활발해지고 부피가 증가하니까 가벼워지고, 그런 거 아닌가? ...[생략]... 근데 음, 열기구에 대해서 틀이 박혀진 사람이 있을 거야. [인터넷 검색하며] 열기구 원리 치면 음, 뭐가 있을까. (예비교사 이○○의 발성 사고 중에서)

이상의 결과들은 예비교사들이 개별적으로 지필평가 문항을 제작하는 과정에서 PCK의 구성 요소들을 충분히 연계하여 고려하지 않았음을 보여준다. 특히 예비교사들이 특정 PCK 구성 요소들을 고려했더라도 제대로 고려하지 않는 경우가 많았으며, 이 경우 문항의 질이 보장되지 않았음을 알 수 있었다. 예비교사들은 자신의 문항 제작

Table 3. The results for PCK components considered in processes of making written test items in each small group

단위: N(%)

	1조				2조				계
	박○○	변○○	송○○	이○○	강○○	김○○	신○○	황○○	
C	4(4.2)	2(1.6)	4(5.0)	12(5.5)	15(5.5)	12(7.5)	14(7.1)	6(4.8)	69(5.4)
K	28(29.2)	31(24.4)	23(28.8)	54(24.7)	64(23.4)	47(29.4)	29(14.6)	32(25.6)	308(24.1)
L	9(9.4)	18(14.2)	6(7.5)	30(13.7)	27(9.9)	13(8.1)	31(15.7)	10(8.0)	144(11.3)
I	-	-	-	-	-	-	2(1.0)	-	2(0.2)
A	55(57.3)	76(59.8)	47(58.8)	123(56.2)	167(61.2)	88(55.0)	122(61.6)	77(61.6)	755(59.1)
계	96(100.0)	127(100.0)	80(100.0)	219(100.0)	273(100.0)	160(100.0)	198(100.0)	125(100.0)	1278(100.0)

C: 과학 교육과정에 관한 지식, K: 과학 내용에 관한 지식, L: 학생에 관한 지식, I: 과학 교수 전략에 관한 지식, A: 과학 평가에 관한 지식

과정을 논리적으로 해석하거나 문항의 완성도에 대해 평가 및 검토하는 과정이 부족했었는데, 이로 인해 이러한 결과가 나타났을 가능성이 있다. 따라서 개별 지필평가 문항 제작 과정을 통해 예비교사들의 평가 전문성이나 PCK 개발을 도모하기 위해서는 문항 제작 과정을 효과적으로 개선할 수 있는 방안을 마련해야 할 것이다.

## 2. 소집단별 문제지 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소 및 그 요소들 사이의 상호작용

### 가. 소집단별 문제지 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소

소집단별 문제지 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소를 분석한 결과는 Table 3과 같다. 과학 평가에 관한 지식(59.1%) 측면이 가장 많이 나타났으며, 그 다음으로는 과학 내용에 관한 지식(24.1%), 학생에 관한 지식(11.3%), 과학 교육과정에 관한 지식(5.4%), 과학 교수 전략에 관한 지식(0.2%)의 순으로 많이 나타났다. 이를 개별 지필평가 문항 제작 과정과 비교하면 전반적인 양상은 비슷하였다. 즉, 소집단별 문제지 제작 과정에서도 예비교사들은 여전히 과학 평가에 관한 지식과 과학 내용에 관한 지식 측면을 비교적 많이 고려한 반면, 학생에 관한 지식과 과학 교수 전략에 관한 지식 측면에 대해서는 상대적으로 덜 고려한 것으로 나타났다. 특히, 개별 지필평가 문항 제작 과정에 비하여 과학 교육과정에 관한 지식의 발생 비율은 14% 정도 감소하였다. 이는 예비교사들이 과학 교육과정 측면에 대해서는 개별 지필평가 문항 제작 과정에서 이미 충분히 확인하였다고 생각했기 때문으로 보인다.

세부 항목별로 자세히 살펴보면, 과학 평가에 관한 지식 측면에서는 개별 지필평가 문항 제작 과정과 비교하여 ‘문항의 발문, 지시문, 선택지 및 그림 구성(36.0%)’과 ‘문항의 난이도 및 변별도(23.7%)’의 발생 비율은 증가한 반면, ‘평가 내용(14.6%)’의 발생 비율은 감소하였다. 이는 소집단별 논의 과정에서 문항의 완성도와 질을 높이기 위하여 문항의 구성 요소 및 문항의 난이도와 변별도의 적절성 등과 관련된 논의가 많았던 반면, 평가 기준과 준거 측면에서는 개별 지필평가 문항 제작 과정에서 어느 정도 고려가 되기도 했고 상대적으로 명확하다고 생각했기 때문일 수 있다.

과학 교육과정에 관한 지식 측면에서는 ‘해당 수업에서 다루어야 하는 내용(65.2%)’이 여전히 가장 많이 나타났지만 개별 지필평가 문항 제작 과정에 비하여 그 비율은 감소하였다. 예비교사들이 해당 교육과정에 맞는 내용을 고려하기 위해 노력했다는 점에서는 긍정적

이다. 그러나 그들이 완성한 최종 문항의 일부, 예를 들어 사틀의 법칙에 대한 수식 및 절대온도를 포함한 그래프 문제 등에서 해당 교육과정 수준을 넘어선 내용들이 포함되어 있었다는 점에서 볼 때, 이와 관련된 의미 있는 논의가 충분히 이루어지지 않았던 점에 대해서는 아쉬움이 남는다. 한편, ‘다른 단원 및 교과와의 연계(15.9%)’와 ‘해당 수업의 목표 및 초점(10.1%)’의 발생 비율이 증가하였다. 예를 들어 ‘다른 단원 및 교과와의 연계’에 대한 다음 사례에서 예비교사들은 특정 개념에 대한 학교급별 내용 수준에 대하여 논의하고 있다. 그러나 교육과정 내용이 서로 어떻게 연계되는지를 구체적으로 확인하는 과정을 거치지 않았다.

강○○: 나는 이렇게 어려운 걸 한 적이 없는데. 아닌가? 원래 중1 때 하는 건가?

신○○: 어~ 하하하.

김○○: 나도. 초등학교 졸업하고 이렇게 어려운 걸 바로 하지.

강○○: 몰랐네.

김○○: 너무 옛날이야.

신○○: 아니, 중학교 때는 그거 1까지, 1관 실험 그거 하지 않았어?

강○○: 그것도 했었어?

김○○: 그거 고등학교 때.

황○○: 고등학교 1학년, 고등학교 2학년 땀가?

김○○: 고2 때.

(2조의 소집단별 논의 중에서)

학생에 관한 지식 측면에서도 개별 지필평가 문항 제작 과정에 비하여 ‘학생의 문항 이해 및 해결 수준(66.0%)’의 발생 비율이 낮아 지긴 했지만 여전히 가장 많이 나타났으며, 이외에도 ‘학생의 인지적 발달 수준 및 사고력(26.4%)’의 발생 비율이 증가하였다. 즉, 소집단별 문제지 제작 과정에서 예비교사들이 학생들의 문항 이해나 해결 수준 이외에도 학년에 따른 학생들의 인지적 특성까지 고려하였음을 확인할 수 있다. 이는 소집단별 논의 과정에서 예비교사들이 문항에 대한 학생들의 이해나 해결 수준을 단순히 떠올리는 피상적인 수준을 넘어, 그것의 원인이 되는 학생들의 보다 근본적인 특성까지 고려하게 되었음을 의미한다. 그러나 중·고등학생들의 인지적 발달 및 사고력 수준과 특성에 대하여 명확하게 이해하지는 못하는 것으로 나타났다. 다음은 이와 관련된 1조의 사례이다.

이○○: 고민을 했던 게 너무 어려울까봐.  
 박○○: 아니야. 어려운 거는 아니야.  
 변○○: 중1, 그래프를 설마 못 읽었니?  
 박○○: 나 근데, 사실 중1이랑 고등학교 수준 차이를 잘 못 느끼잖어.  
 송○○: 근데, 중1이 현저하게 떨어져.  
 이○○: 현저히 떨어져.  
 박○○: 현저하게 떨어지는 건 아는데, 문제를 고민했던 게 이게 쉬운 건지 어려운건지 정말 모르겠더라구.  
 이○○: 어떻게 생각하면 되나면 방정식을 킁킁대면 중1이고, 함수를 킁킁 대면 중3이고, 미분적분을 킁킁대면 고등학생이야.  
 변○○: 근데 기본적으로 중학교 친구들이 그래프가 뭔지는 알잖아.  
 (1조의 소집단별 논의 중에서)

과학 내용에 관한 지식 측면의 경우에도, 개별 지필평가 문항 제작 과정에서 가장 많이 나타났던 ‘과학 내용 지식(88.3%)’ 이외에도 개별 지필평가 문항 제작 과정에서는 거의 나타나지 않았던 ‘과학 탐구 과정에 대한 지식’의 발생 비율이 11.4%로 나타났다. 이는 개별 지필평가 문항 제작 과정에서는 교과서 및 교사용 지도서에 제시된 실험을 문항으로 단순히 변형하는 수준이었던 반면, 소집단별 문제지 제작 과정에서는 조원들 간에 문항에 제시된 실험 도구와 방법 및 결과 작성 방법의 적절성까지 논의했기 때문으로 보인다. 한 예로, 다음 사례에서는 조원들끼리 압력 및 측정 기능에 대한 지식을 바탕으로 적절한 압력 측정 및 계산 방법에 대하여 논의하고 있다.

신○○: 대기압의 압력계 압력이, 아! 그러니까 압력계는 이 압력을 측정하는 거잖아. 근데 우리는 이 공기의 압력을 대기압도 이걸 더해서 생각을 해야 된다는 거 아니야?  
 강○○: 응? 그니까 공기의 압력은 용기 안의 압력이잖아. 압력계 압력은 공기의 압력. 아니 용기의 압력인거야?  
 김○○: 그랬는데 왜 더 작을까?  
 강○○: 맞아. 그니까 압력계 압력은 그냥 이거 같은데. 여기 압력을...  
 ...  
 김○○: 난 그거 같은데. 실험 기구 이렇게 있으면  
 강○○: 아~ 뭐지 알겠어.  
 김○○: 어, 뭐야?  
 강○○: 그니까 여기에 압력을 가하는데  
 김○○: 맞는 거 같은데  
 강○○: 이 가한 압력을 측정하는 건 압력계고,  
 김○○: 응  
 신○○: 응. 거기에는.  
 강○○: 여기에 직접 가해지는 건 대기압도 있으니까.  
 김○○: 다 합치는 거야.  
 (2조의 소집단별 논의 중에서)

과학 교수 전략에 관한 지식의 경우에는 개별 과정에서와 마찬가지로 2회 모두 ‘수업 기법’의 항목에서만 나타났다. 즉, 교과서 실험으로 수업하는 상황을 고려하여 문항을 구성했던 예비교사가 자신이 제작한 문항에서 ‘압력계 압력’이라는 용어를 사용한 이유는 실험 수업을 통해 관련 개념을 가르친 것으로 가정했기 때문이라고 조원들에게 설명하는 과정에서 과학 교수 전략에 관한 지식이 나타났다.

신○○: 근데 이거를 이 실험하면서 우리가 한번은 설명을 하고 넘어가지 않을까 애들한테? 그래서 애들은 압력계의 압력뿐만 아니라,

그니까 공기의 압력, 대기압까지 생각해가지고 보일의 법칙을 계산한다는 건 알고 있을 거야.  
 김○○: 근데, 그래도 문제를 쓸 때는 이 실험 설명이나 그런 걸 다 써줘야지.  
 (2조의 소집단별 논의 중에서)

이상의 결과들은 소집단별 논의를 통하여 예비교사들이 고려하는 PCK 구성 요소가 좀 더 다양해졌음을 의미한다. 이는 조원들이 중요하게 생각하거나 고려했던 관점이 다양하여 논의의 폭이 보다 넓어졌기 때문으로 보인다. 그러나 여전히 예비교사들이 고려하는 요소가 PCK의 특정 측면에 편중되었고, 특히 과학 교수 전략에 관한 지식 측면에 대한 고려가 거의 없었던 것에 대해서는 개선이 필요하다.

나. 소집단별 문제지 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소 사이의 통합 수준

소집단별 문제지 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소 사이의 통합 수준을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 2개 조에서 총 68회의 통합이 나타났으며, 그 중에서 2가지 측면의 통합은 4가지 유형으로 45회(66.2%), 3가지 측면의 통합은 4가지 유형으로 16회(23.5%), 4가지 측면의 통합은 1가지 유형으로 6회(8.8%), 5가지 측면의 통합은 1회(1.5%)로 나타났다. 이는 개별 지필평가 문항 제작 과정에 비해 2가지 측면의 통합의 발생 유형과 비율은 감소한 반면, 3가지 측면의 통합의 발생 비율은 증가한 결과이다. 또한, 개별 지필평가 문항 제작 과정에서는 나타나지 않았던 4가지 측면의 통합이 두 소집단의 논의 과정에서 모두 나타났으며, 5가지 측면의 통합도 한 소집단의 논의 과정에서 나타났다. 한편, 각 구성 요소를 중심으로 살펴보면, 과학 평가에 관한 지식 측면을 포함한 통합은 66회(97.1%), 학생에 관한 지식 측면을 포함한 통합은 46회(67.6%), 과학 내용에 관한 지식 측면을 포함한 통합은 36회(52.9%), 과학 교육과정에 관한 지식 측면을 포함한 통합은 20회(29.4%)로 나타났으며, 과학 교수 전략에 관한 지식 측면을 포함한 통합은 1회(1.5%)로 나타났다. 이를 개별 지필평가 문항 제작 과정과 비교하면, 과학 평가에 관한 지식, 학생에 관한 지식, 과학 내용에 관한 지식 측면을 포함한 통합이 증가한 반면, 과학 교육과정에 관한 지식을 포함한 통합은 감소하였고 과학 교수 전략에 관한 지식 측면을 포함한 통합은 여전히 거의 나타나지 않았다. 이는 예비교사들이 소집단별 논의를 통하여 과학 평가에 관한 지식, 학생에 관한 지식, 과학 내용에 관한 지식 측면들을 보다 통합적으로 고려한 반면, 과학 교육과정에 관한 지식이나 과학 교수 전략에 관한 지식 측면에 대한 통합적인 고려는 부족했음을 의미한다.

통합 유형별로 살펴보면, 2가지 측면의 통합에서는 과학 평가에 관한 지식과 학생에 관한 지식 측면의 통합(33.8%)과 과학 평가에 관한 지식과 과학 내용에 관한 지식 측면의 통합(20.6%)이 개별 지필평가 문항 제작 과정에 비해 더 많이 나타났다. 그러나 과학 평가에 관한 지식과 과학 교육과정에 관한 지식 측면의 통합(8.8%)과 과학 내용에 관한 지식과 학생에 관한 지식 측면의 통합(2.9%)은 더 적게 나타났고, 개별 지필평가 문항 제작 과정에서 나타났던 이외의 유형들은 나타나지 않았다.

3가지 측면의 통합에서는 개별 지필평가 문항 제작 과정과 유사하게 과학 평가에 관한 지식, 과학 내용에 관한 지식, 학생에 관한 지식



Table 4. The results for integrations among PCK components considered in processes of making written test items in each small group

단위: N(%)

통합 유형	1조	2조	계	
2가지 측면의 통합	A, C	2(8.0)	4(9.3)	6(8.8)
	A, K	2(8.0)	12(27.9)	14(20.6)
	A, L	11(44.0)	12(27.9)	23(33.8)
	K, L	-	2(4.7)	2(2.9)
3가지 측면의 통합	A, C, K	-	2(4.7)	2(2.9)
	A, C, L	1(4.0)	2(4.7)	3(4.4)
	A, K, L	6(24.0)	4(9.3)	10(14.7)
4가지 측면의 통합	C, K, L	-	1(2.3)	1(1.5)
	A, C, K, L	3(12.0)	3(7.0)	6(8.8)
5가지 측면의 통합	A, C, K, L, I	-	1(2.3)	1(1.5)
계	25(100.0)	43(100.0)	68(100.0)	

※ 각 측면을 중심으로 한 경우

C와 다른 측면이 통합되어 있는 경우	6(24.0)	14(32.6)	20(29.4)
K와 다른 측면이 통합되어 있는 경우	11(44.0)	25(58.1)	36(52.9)
L과 다른 측면이 통합되어 있는 경우	21(84.0)	25(58.1)	46(67.6)
I와 다른 측면이 통합되어 있는 경우	-	1(2.3)	1(1.5)
A와 다른 측면이 통합되어 있는 경우	25(100.0)	41(95.3)	66(97.1)

C: 과학 교육과정에 관한 지식, K: 과학 내용에 관한 지식, L: 학생에 관한 지식, I: 과학 교수 전략에 관한 지식, A: 과학 평가에 관한 지식

측면의 통합(14.7%)이 가장 많이 나타났으며, 과학 평가에 관한 지식, 과학 교육과정에 관한 지식, 과학 내용에 관한 지식 측면의 통합, 과학 평가에 관한 지식, 과학 교육과정에 관한 지식, 학생에 관한 지식 측면의 통합 및 과학 평가에 관한 지식, 과학 교육과정에 관한 지식, 학생에 관한 지식 측면의 통합이 5% 미만으로 적게 나타났다.

한편, 개별 지필평가 문항 제작 과정에서와는 달리 4가지 측면의 통합과 5가지 측면의 통합이 새롭게 나타났다. 4가지 측면의 통합에서는 한 종류의 유형만 나타났는데, 과학 평가에 관한 지식, 과학 교육과정에 관한 지식, 과학 내용에 관한 지식, 학생에 관한 지식 측면의 통합이 이 유형에 해당한다. 5가지 측면의 통합에서는 4가지 측면의 통합에서 빠졌던 과학 교수 전략에 관한 지식 측면까지 더하여 PCK의 모든 측면을 고려한 통합이 나타났다. 첫 번째 사례에서는 자신의 사전 지식과 수업에서 다루어야 하는 내용에 기초하여 모범 답안 및 학생들의 예상 답안을 추론해보면서 채점 기준과 문항의 수정 방향을 논의하고 있다. 두 번째 사례에서는 한 예비교사의 문항에 ‘압력계 압력’이라는 표현의 삽입 의도와 그 적절성에 대하여 논의하고 있다. 여기서 출제자는 수업 기법 중 하나인 실험 수업 상황으로 교과서가 구성되어 있어 그대로 수업이 진행되었을 것이라고 가정하고, 그 실험 수업 상황과 관련 표현들을 사용한 것이라고 조원들에게 설명하고 있다. 그리고 이에 대해 조원들은 교과서 내용 및 이와 관련된 각자의 지식, 학생의 문항에 대한 이해와 해결 수준을 고려하여 그 적절성을 판단하고 교과서 실험 그림과 설명을 추가할 것을 제안하고 있다.

#### [A, C, K, L의 통합]

이○○: 만약에 그런 풍선을 생각하면 어떻게 변화되는지 그 이유에 대해서 서술하시오 하면, 올라갈수록 압력이 낮아지는 건 맞는데 그것도 외부 압력이 낮아져서 안의 것이 더 높잖아요. 그래서 터진다 이렇게 쓰면 어떡해요? 오빠가 원하는 답은 그게 아니잖아요.

변○○: 내가 원하는 답은 뭐라고 쓰는 건데?

이○○: 원하는 답은 크기가 점점 커지다가 결국 터지는 거 아니에요?

변○○: 터지는 거까지는 원하지 않았어.

이○○: 왜 터지는 거 생각 안 해요? 점점 올라가다 터지겠죠. 거 설명 안 해줄 거예요, 수업 시간에?

변○○: 애들이 터진다고 하면은 당황하지 않을까?

...(생략)...

송○○: 왜 당황해요? 그게 자연의 이치인데?

이○○: 그래서 이걸 좀 고쳐야 된다고 생각을 했어요. 뭐 고무풍선으로 바뀌준다면 좀 잘 늘어나는, 부피 변화가 가능한.

변○○: 그래. 상황 자체는 나이스 했다.

이○○: 어떻게 변화되는지름요. 부피가 어떻게 변화되는지 좀 구체적으로 써줬으면 좋겠어요.

(1조의 소집단별 논의 중에서)

#### [A, C, K, L의 통합]

신○○: 애들이 공기 압력이랑 부피만 딱 주면은 너무 쉬우니까, 이것을 하나 더 넣은 거예요. 그래서 애들이 그니까 어떤 압력도 어떤 압력인지 알 수 있게 했더라구요, 교과서에서.

황○○: 이게 실험에 대해서 나온 거지? 실험에서 나온 거야 이게?

신○○: 네.

황○○: 그러면 그 실험을 설명을 안 하면, 이 압력계 압력이 뭔지 모를 거 같애, 아이들.

신○○: 응응~ 맞아.

강○○: 실험 그림을 넣을까?

신○○: 그래.

황○○: 응. 실험, 책에 있는 거지?

강○○: 근데 그걸 찾을 수 있어?

신○○: 네. 책에 있는 거 그대로 넣은 거예요.

강○○: 근데 압력계 압력이 이 공기의 압력을 나타내는 압력계 아니야? 그치. 근데 그래도 이게 진짜 공기의 압력이나니까 이걸 써야 된다

는 거 같은데.

신○○: 근데 나도 어떻게 생각했냐면 나도 사실 왜 그게 들어갔는지 모르는데, 책에서 그렇게 나왔으면 우리가 그렇게 (실험) 수업을 했을 거 아니야. 책을 보면서.

강○○: 응.

신○○: 그랬으니까 그걸 설명을 하고 넘어가지 않았을까 생각해서 그냥 넣었어. 그거였어.

...(생략)...

신○○: 근데 이거를 이 실험하면서 우리가 한번은 설명을 하고 넘어가지 않을까 애들한테? 그래서 애들은 압력계의 압력뿐만 아니라 그니까 공기의 압력, 대기압까지 생각해가지고 보일의 법칙을 계산한다는 건 알고 있을 거야.

강○○: 근데, 그래도 문제를 쓸 때는 이 실험 설명이나 그런 걸 다 써줘야지.

(2조의 소집단별 논의 중에서)

이상의 결과들은 예비교사들이 소집단별 논의 과정을 통하여 개별 지필평가 문항 제작 과정에서 미처 고려하지 못했던 PCK 구성 요소들을 보다 통합적으로 고려하게 되었음을 의미한다. 이는 예비교사들이 소집단별 논의 과정에서 각자 고려했던 측면들이 다양하여 보다 풍부한 PCK 구성 요소들을 통합적으로 고려할 수 있는 기회가 증가했기 때문으로 보인다. 하지만, 여전히 과학 교수 전략에 관한 지식 측면을 포함한 통합이 거의 나타나지 않았고, 지필평가 문항을 통해 평가하고자 하는 지식 수준이 교육과정을 벗어났음에도 불구하고 이에 관한 통합적인 논의가 의미 있게 진행되지 않아 문항의 수준이 낮았던 점에 대해서는 개선 방안을 마련해야 할 것이다.

#### IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 중등 예비 화학교사가 지필평가 문항을 개별 및 소집단별로 제작하는 과정에서 고려한 PCK 구성 요소 및 그 요소들 사이의 상호작용을 분석하였다.

예비교사 8명의 개별 지필평가 문항 제작 활동에 대한 발생사고 과정을 분석한 결과, PCK의 구성 요소 중에서는 과학 평가에 관한 지식 측면이 가장 많이 나타났으며, 하위 항목에서는 ‘평가 내용’, ‘문항의 발문, 지시문, 선택지 및 그림 구성’, ‘문항의 난이도 및 변별도’, ‘채점 방법, 도구 및 배점’ 등이 비교적 많이 나타났다. 과학 교육 과정에 관한 지식과 과학 내용에 관한 지식 측면도 비교적 많이 나타났는데, 하위 항목 중에서는 각각 ‘해당 수업에서 다루어야 하는 내용’과 ‘과학 내용 지식’이 대부분이었다. 일부 예비교사에게서는 학생에 관한 지식 측면도 상당수 나타났는데, 주로 ‘학생의 문항 이해 및 해결 수준’에 해당하는 것이었다. 과학 교수 전략에 관한 지식 측면은 거의 나타나지 않았다. PCK 구성 요소 중에서 2가지 측면의 통합이 7명에게서 7가지 유형으로 가장 많이 나타났으며, 그 다음으로는 3가지 측면의 통합이 6명에게서 4가지 유형으로 많이 나타났다. 4가지 이상의 측면이 통합된 경우는 없었다. 각 구성 요소를 중심으로 살펴보면, 과학 평가에 관한 지식 측면을 포함한 통합이 가장 많았고 학생에 관한 지식, 과학 교육과정에 관한 지식 및 과학 내용에 관한 지식 측면 등을 포함한 통합도 상당수 나타났다. 그러나 과학 교수 전략에 관한 지식 측면을 포함한 통합은 거의 나타나지 않았다.

한편, 4명의 예비교사로 구성된 2개 소집단의 지필평가 문항 제작

활동을 분석한 결과, 고려한 PCK 구성 요소의 경우 개별 지필평가 문항 제작 과정과 비교하여 전반적인 양상은 유사하였으나, 차이점도 있었다. 즉, 과학 교육과정에 관한 지식은 약간 적게 나타났다. 또한 과학 평가에 관한 지식 측면에서는 ‘문항의 발문, 지시문, 선택지 및 그림 구성’과 ‘문항의 난이도 및 변별도’, 과학 교육과정에 관한 지식 측면에서는 ‘다른 단원 및 교과와의 연계’와 ‘해당 수업의 목표 및 초점’, 학생에 관한 지식 측면에서는 ‘학생의 인지적 발달 수준 및 사고력’, 과학 내용에 관한 지식 측면에서는 ‘과학 탐구 과정에 대한 지식’ 항목의 발생 비율이 증가하였다. PCK 구성 요소 사이의 통합 수준에서는 2가지 측면의 통합의 발생 유형과 비율은 감소하고 3가지 측면의 통합의 발생 비율이 증가하였으며, 특히 4가지 이상의 측면의 통합이 새롭게 나타났다. 과학 평가에 관한 지식, 학생에 관한 지식, 과학 내용에 관한 지식 측면을 포함한 통합이 증가한 반면, 과학 교육 과정에 관한 지식을 포함한 통합은 감소하였고 과학 교수 전략에 관한 지식 측면을 포함한 통합은 여전히 거의 나타나지 않았다.

이상의 결과들을 통해 개별 지필평가 문항 제작 과정에서 예비교사들은 과학 평가에 관한 지식을 가장 많이 고려하였고, 과학 교수 전략에 관한 지식은 거의 고려하지 않았으며, 나머지 PCK 구성 요소에 대해서는 예비교사마다 약간의 차이가 있음을 알 수 있었다. 또한 소집단별 문제지 제작 과정에서는 개별 지필평가 문항 제작 과정에서 보다 예비교사들이 PCK 구성 요소들을 비교적 균형 있게 고려하게 되었을 뿐만 아니라 PCK 구성 요소들을 더욱 통합적으로 고려했지만, 그럼에도 여러 가지 제한점이 있음을 확인할 수 있었다. 이러한 결과들은 예비교사의 평가 전문성 신장을 통한 PCK 계발과 관련된 의미 있는 시사점을 제공할 수 있다. 예를 들어, 이 결과는 개별 지필평가 문항 제작 활동 후에 이루어진 소집단별 문제지 제작 활동을 통해, 선행연구에서 제공하지 못했던 지필평가 문항 제작 과정에서 중등 예비 화학교사들이 고려하는 PCK 구성 요소와 이들 사이의 구체적인 상호작용 양상에 대한 실증적이고 정량적인 정보를 제공한다는 측면에서 의미가 있다. 또한, 개별 및 협력적 지필평가 문항 제작 활동이 예비교사들의 평가 전문성 및 PCK 수준을 파악하는 방법으로 써 유용할 뿐만 아니라, 예비 및 현직 교사들의 평가 전문성과 PCK 계발을 위한 유용한 전략이 될 수 있음을 시사한다. 따라서 다른 교과에서 이 연구에서 사용한 분석 방법과 전략 등을 활용한다면 해당 교과에서의 지필평가 문항 제작 과정과 PCK의 관련성 및 이를 통한 PCK 계발 전략을 모색하는 데 유용한 정보를 얻을 수 있을 것이다.

한편, 지필평가 문항 제작 과정에서 고려하는 PCK 구성 요소는 소집단 활동을 통해서도 여전히 편중되어 있었고 특히 과학 교수 전략에 관한 지식을 고려하는 경우도 거의 없었다. 또한 여러 필수적인 구성 요소들을 잘못 고려하거나, 이들을 함께 고려한 통합이 의미 있게 이루어지지 않아 문항의 완성도가 부족했던 경우가 적지 않게 나타났으므로, 이를 개선하기 위한 방안을 마련할 필요가 있다. 예를 들어, 단편적으로 이루어진 개별 및 소집단 지필평가 문항 제작 활동을 통해서 예비교사들이 스스로 자신의 부족한 점을 인식하기는 어려울 수 있으므로, 이를 지원할 수 있는 방안이 유용할 수 있다. 구체적인 예로, 예비교사들에게 과학 교수 전략을 고려한 지필평가 문항을 다양한 사례를 통해 보여주고 평가 전문성 및 PCK 계발 측면에서 이런 문항의 유용성을 스스로 인식할 수 있는 기회를 제공하는 방안을 고려할 수 있다. 또한 지필평가 문항 제작 과정에서 구체적인

단계를 설정하고 PCK 요소 사이의 상호작용 측면에서 각 단계에서 고려할 사항들을 점검표 형태로 제공하여, 예비교사들의 반성적 활동을 촉진하는 방안도 유용할 수 있다. 멘토링이나 컨설팅을 통해 예비교사들에게 전문가의 적절한 도움을 직·간접으로 제공할 수도 있을 것이다. 이때 이 연구의 결과를 활용한다면 예비교사들에게 보다 의미 있는 도움을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

## 국문요약

이 연구에서는 중등 예비 화학교사가 지필평가 문항을 개별 및 소집단별로 제작하는 과정에서 고려된 교과교육학 지식(PCK) 구성 요소 사이의 상호작용을 분석하였다. 예비교사 8명의 개별 지필평가 문항 제작 활동에 대한 발생사고 과정을 분석한 결과, PCK 구성 요소 중에서는 과학 평가에 관한 지식 측면이 가장 많이 고려되었으며, 과학 교육과정에 관한 지식과 과학 내용에 관한 지식, 학생에 관한 지식 측면도 비교적 많이 고려되었다. 그러나 과학 교수 전략에 관한 지식 측면은 거의 고려되지 않았다. PCK 구성 요소 중 2가지 측면 또는 3가지 측면의 통합이 다양한 유형으로 자주 나타났으나, 4가지 이상의 측면이 통합된 경우는 없었다. 한편 각 4명의 예비교사로 구성된 2개 소집단의 지필평가 문항 제작 과정을 분석한 결과, 고려된 PCK 구성 요소의 경우 개별 지필평가 문항 제작 과정과 비교하여 전반적인 양상은 유사하였다. 그러나 과학 교육과정에 관한 지식 측면은 약간 적게 고려되었고, 나머지 4가지 측면에서는 비교적 높은 빈도로 고려된 하위 항목의 개수가 증가하였다. PCK 구성 요소 사이의 통합 수준에서는 2가지 측면의 통합의 발생 비율은 감소하고 3가지 측면의 통합의 발생 비율이 증가하였으며, 특히 4가지 및 5가지 측면의 통합이 새롭게 나타났다. 그러나 과학 교육과정에 관한 지식을 포함한 통합은 감소하였고, 과학 교수 전략에 관한 지식 측면을 포함한 통합은 여전히 거의 나타나지 않았다.

**주제어 :** 지필평가, 교과교육학 지식(PCK), PCK 구성 요소 사이의 통합, 예비 화학교사

## References

- 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.
- Choi, B.-S., Kang, S., Kang, S., Kang, S., Kong, Y.-T., Kwon, H., Kim, J., Nam, J., Noh, S.-G., Park, J., Park, H., Paik, S.-H., Lee, B.-H., Lee, S. K., & Choi, M.-H. (2004). A study on the chemistry teaching materials and instruction [화학 교재 연구 및 지도]. Paju: Freedom Academy Publishing Co.
- Choi, H. S., & Kim, J. B. (2013). A study on performance level of pre-service physics teachers in constructing questions for classroom assessment - Focused on analysis of multiple choice question about physics concept for formative assessment. *Journal of Science Education*, 37(3), 458-475.
- Choi, J.-I., & Paik, S.-H. (2016). An analysis of content validity of behavioral domain of descriptive tests and factors that affect content validity: Focus on the fifth and sixth grade science. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(1), 87-101.
- 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.
- 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.
- Gottheiner, D. M., & Siegel, M. A. (2012). Experienced middle school science teachers' assessment literacy: Investigating knowledge of students' conceptions in genetics and ways to shape instruction. *Journal of Science Teacher Education*, 23(5), 531-557.
- Jang, S.-M., & Kim, J.-Y. (2002). Analysis on the status of performance assessment in science based on the elementary teachers' concerns. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 21(2), 227-240.
- 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, H., & Kang, S. (2015). Analysis of elementary school teachers' self-diagnosis on their competency for assessment in science. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 34(2), 153-163.
- Kim, C.-J., Chae, D., & Lim, C.-S. (2005). Introduction to science education [과학교육학 개론]. Seoul: Bookshill Publishing Co.
- Kim, H.-J., Kwack, D.-O., & Sung, M.-W. (2000). An investigation on science teachers' evaluation practices in the secondary schools. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 20(1), 101-111.
- Kim, H. J., & Yoo, J. (2012). An analysis on rater error in holistic scoring for performance assessments of middle school students' science investigation activities. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 32(1), 160-181.
- Kim, S., Choi, E., & Paik, S. (2015). An analysis of characteristic and factor about middle school science descriptive assessment items. *Journal of the Korean Chemical Society*, 59(5), 445-453.
- Kim, S.-W., & Hyun, M.-S. (2005). The study on the recognition of science teachers about the general matters of performance assessment and the appropriate performance assessment methods in middle school science curriculum. *Journal of Research in Curriculum Instruction*, 9(2), 213-232.
- Ko, M., Nam, J., & Lim, J. (2009). Two case studies of the development of beginning science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 29(1), 54-67.
- Kwak, Y. (2006). Definition of pedagogical content knowledge and ways of raising teaching professionalism as examined by secondary school science teachers. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 26(4), 527-536.
- Lee, H., Choi, K., & Nam, J.-H. (2000). The effects of formative assessment with detailed feedback on students' science achievement, attitude, and interaction between teacher and students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 20(3), 479-490.
- Lee, I., Kim, B.-K., Lee, B., Park, J., Jin, 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 [과학과 교사의 학생 평가 전문성 신장 모형과 기준] (Research report RRE 2004-5-5). Seoul: Korea Institute of Curriculum & Evaluation.
- Marable, M., & Raimondi, S. (2007). Teachers' perceptions of what was most (and least) supportive during their first year of teaching. *Mentoring & Tutoring: Partnership in Learning*, 15(1), 25-37.
- 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.
- Nam, M., Park, S., Song, M., Kim, K., Kim, S., Cho, I., Lim, W., Lee, K., Oh, S., Kang, M., & Kang, J. (2006). A study on teacher's professional competency in students assessment (III) [교사의 학생평가 전문성 신장 연구(III)] (Research report RRE 2006-5). Seoul: Korea Institute of Curriculum & Evaluation.
- Noh, T., Kang, S., & Kang, H. (2012). A case study on the use of mentoring as a method of improving novice teachers' teaching professionalism in secondary science-gifted education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(2), 331-345.
- 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., Yang, C., Kim, Y., & Kang, H. (2012). A case study on the changes of beginning science-gifted education teachers' teaching professionalism through coteaching. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(4), 655-670.
- Noh, T., Yoon, J., & Kang, S. (2009). The investigation of elementary school teachers' perceptions toward constructivist science assessment and their relationship with related variables. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 28(3), 352-360.

- Park, H. J., Jeong, D. H., & Choi, W. H. (2011). Science teachers' perceptions of science practices. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 31(1), 61-77.
- 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.
- Ruiz-Primo, M. A., Li, M., Wills, K., Giamellaro, M., Lan, M.-C., Mason, H., & Sands, D. (2012). Developing and evaluating instructionally sensitive assessments in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(6), 691-712.
- Schwarz, C. V., Gunckel, K. L., Smith, E. L., Covitt, B. A., Bae, M., Enfield, M., & Tsurusaki, B. K. (2008). Helping elementary preservice teachers learn to use curriculum materials for effective science teaching. *Science Education*, 92(2), 345-377.
- 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.
- Yang, C., & Kang, H. (2013). Analysis of secondary beginning science-gifted education teachers' reflection on science teaching through coteaching. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(2), 373-389.
- Yoon, H.-G. (2012). Analysis of pre-service elementary teachers' reflection on their science teaching in terms of productive reflection. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(4), 703-716.

## [부록] PCK 관점에서의 지필평가 문항 제작 과정 분류틀

PCK 구성 요소	코딩 기준	
과학 교육과정에 관한 지식 (C)	과학 교과목의 목표 해당 수업의 목표 및 초점 해당 수업에서 다루어야 하는 내용	해당 수업에서 다루어야 하는 탐구 과정 다른 단원 및 교과와의 연계
과학 내용에 관한 지식 (K)	과학 내용 지식 과학 탐구 과정 지식 실험과 과학 이론의 연계	실험 방법 및 결과에 대한 지식 과학 지식의 본성에 대한 지식
학생에 관한 지식 (L)	학생의 흥미, 동기 및 성향 학생의 인지적 발달 수준 및 사고력 학생의 문항 이해 및 해결 수준	학생의 사전 지식 및 경험 학생의 수업 참여
과학 교수 전략에 관한 지식 (I)	수업 모형 (발견학습 모형, 순환학습 모형, 개념변화학습 모형 등) 수업 기법 (강의법, 질문법, 실험, 토의법, 개념도, V도, 비유, 모형, 협동학습, POE 등) 수업 전략 (인지갈등 전략, 초인지 전략, 동기유발 전략, 창의성 신장 전략 등)	수업 내 시간 배분 교구 및 교재 준비 실험실 안전 지도
과학 평가에 관한 지식 (A)	평가 목적 평가 시기 평가 내용 문항 유형 및 형태 문항에 대한 출처 문항의 발문, 지시문, 선택지 및 그림 구성	채점 방법, 도구 및 배점 문항의 타당도 및 정확도 문항의 난이도 및 변별도 문제지의 전체적인 구성 평가 결과의 활용 평가 소요 시간
PCK 구성 요소 사이의 통합	같은 맥락의 대화 내용에서 PCK의 5가지 구성 요소 중 2가지 이상을 연관시켜 문항을 제작하고 있으며, - 자신의 의사결정이나 주장에 대한 이유나 근거가 제시된 경우 - 문항 제작 방향의 여러 가능한 대안을 검토하는 경우 - 문항 제작 과정에서 일어난 일을 논리적으로 해석하는 경우 - 문항의 완성도에 대해 평가 및 검토하는 경우	