



저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

교육학석사학위논문

예비 화학교사의
지필평가 문항 제작 과정에서 고려된
교과교육학 지식(PCK)에 대한 이해

2017년 2월

서울대학교 대학원
과학교육과 화학전공
박재성

예비 화학교사의
지필평가 문항 제작 과정에서 고려된
교과교육학 지식(PCK)에 대한 이해

지도교수 노 태 희

이 논문을 교육학석사학위논문으로 제출함

2016년 12월

서울대학교 대학원

과학교육과 화학전공

박 재 성

박재성의 석사학위논문을 인준함

2016년 12월

위 원 장 _____ (인)

부위원장 _____ (인)

위 원 _____ (인)

국문 초록

이 연구는 예비 화학교사가 지필평가 문항을 개별 및 소집단별로 제작하는 과정에서 고려한 교과교육학 지식(PCK)에 대한 이해를 목적으로 하였다. 이를 위해, 그 과정에서 고려된 PCK 구성 요소 및 PCK 구성 요소 사이의 상호작용에 초점을 맞추어 연구를 수행하였다. 예비교사 8명의 개별 지필평가 문항 제작 활동에서 나타난 발생사고를 분석한 결과, PCK 구성 요소 중에서는 과학 평가에 관한 지식 측면이 가장 많이 고려되었으며, 과학 교육과정에 관한 지식, 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 문제지 제작 과정을 분석한 결과, 고려된 PCK 구성 요소의 경우 개별 문항 제작 과정과 비교하여 전반적인 양상은 유사하였다. 그러나 과학 교육과정에 관한 측면은 약간 적게 고려되었고 과학 교수 전략에 관한 측면은 거의 고려되지 않았으며, 나머지 3가지 측면에서는 비교적 높은 빈도로 고려된 하위 항목의 개수가 증가하였다. 개별 문항 제작 과정에 비하여 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 지식을 포함한 통합은 여전히 거의 나타나지 않았다.

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

학 번: 2015-21620

목 차

국문 초록	i
목차	ii
표 목차	iv
I. 서론	
1.1 연구의 필요성	1
1.2 연구의 내용 및 연구 문제	5
1.3 연구의 제한점	6
1.4 용어의 정의	9
II. 이론적 배경	
2.1 과학교사의 PCK 및 PCK 계발	12
2.1.1 과학교사의 PCK 및 PCK 구성 요소	12
2.1.2 교사교육을 통한 과학교사의 PCK 계발	15
2.2 PCK 구성 요소 사이의 상호작용	16
2.3 학생 평가와 PCK	20
2.3.1 학생 평가 전문성과 PCK	20
2.3.2 지필평가 문항 제작과 PCK	23
III. 연구 방법	
3.1 연구 참여자	25
3.2 연구 절차 및 자료 수집 방법	25
3.3 결과 분석 방법	27

표 목차

<표 II-1> 두 연구에서 제시한 PCK 구성 요소	14
<표 II-2> PCK 구성 요소 사이의 상호작용 관점이 포함된 선행 연구	18
<표 II-3> 지식 요소별로 표현된 교사의 평가 전문성	22
<표 III-1> 연구 절차 및 자료 수집 방법	26
<표 IV-1> 개별 문항 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소에 대한 분석 결과	30
<표 IV-2-1> 개별 문항 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소 사이의 통합에 대한 분석 결과 (통합 유형별)	35
<표 IV-2-2> 개별 문항 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소 사이의 통합에 대한 분석 결과 (PCK 각 측면별)	36
<표 IV-3> 소집단별 문제지 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소에 대한 분석 결과	43
<표 IV-4-1> 소집단별 문제지 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소 사이의 통합에 대한 분석 결과 (통합 유형별)	49
<표 IV-4-2> 소집단별 문제지 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소 사이의 통합에 대한 분석 결과 (PCK 각 측면별)	50

I. 서론

1.1 연구의 필요성

최근, 교사가 그만의 전문성을 지닌 직업이라는 인식이 확산되고 있다. 이에 따라 교사교육을 통해 교사의 전문성을 신장하기 위한 실천적 노력들이 이어지고 있는데, 이 맥락에서 교사의 교과교육학 지식(pedagogical content knowledge, PCK)의 계발이 교사교육의 중요한 목표로서 주목받고 있다(조희형, 고영자, 2008; Park *et al.*, 2011; Van Driel & Berry, 2012). PCK는 과학 교사의 중요한 지식 기반 중 하나이자 과학교사의 직종 상 전문성의 바탕을 이루며(조희형, 고영자, 2008), 특히 PCK는 과학 지식이 아닌 과학 지식을 가르치는 것에 대한 지식으로써 과학자와 과학교사의 전문성을 구분하는 기준이 된다(조희형, 고영자, 2008; Shulman, 1986).

교사의 전문성을 신장하기 위한 방안으로써 PCK 계발을 목적으로 하는 전략 또는 프로그램의 개발 및 적용이 도움이 될 것이다(신명경, 2010). 국내외에서 교사의 PCK를 계발하기 위해 개발된 전략 또는 프로그램들을 살펴보면, 코칭, 멘토링, 컨설팅 등과 같이 다른 교사나 전문가가 예비 및 현직 교사들에게 PCK 계발에 필요한 실질적인 도움을 직접적으로 제공하는 전략과 관련된 연구들이 주로 이루어졌다(고문숙, 남정희, 2013; 노태희, 강석주, 강훈식, 2012; 노태희 등, 2012; 정금순, 강훈식, 2011; Aydin *et al.*, 2015; Marable & Raimondi, 2007; Stanulis, Little & Wibbens, 2012; Van Driel, De Jong & Verloop, 2002). 또한 장기적인 안목에서 교사들에게 강의 또는 워크숍과 함께 실제적인 교수-학습 경험을 제공한 경우도 있었다(Brown, Friedrichsen & Abell, 2013; Nilsson, 2008; Van Driel, De Jong & Verloop, 2002; van Driel, Verloop & de Vos, 1998). 이러한 전략들은 교사의 PCK 수준 향상에는 도움이 되지만, 인력과 시간 등의 현실적인 여건 문제로 인해 국내 교사교육 환경에서 일반적으로 적용되기에는 한계가 있다. 그러므로 이러한 전략들과 더불어 보다 현실적이고 실천적인 맥락에서의 다양한 접근이 요구된다.

과학교사의 PCK를 개발하기 위한 전략 중 하나로, 교사들이 자신의 PCK를 실제적인 교수-학습 설계 및 실행 과정에서 효과적으로 활용할 수 있는 기회와 도움을 제공하는 것이 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 활동을 통한 PCK 수준 향상의 가능성도 일부 확인되었다(Beyer & Davis, 2012).

이러한 맥락에서 교사의 PCK가 중요한 역할을 하는 것으로 주장되고 있는 학생 평가 전문성에 주목할 필요가 있다. 교사의 학생 평가 계획 및 실행 과정에서는 평가에 관한 지식을 포함한 모든 PCK 구성 요소들의 종합적인 활용이 요구되므로, 평가 전문성은 PCK의 구성 요소 중 하나이자(Siegel & Wissehr, 2011) 교사의 PCK 발달을 위한 효과적인 활동일 수 있다(민희정, 2012; Falk, 2012). 예를 들어, 이인제 등(2004a)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 단계 및 특성과 학습 목표 성취에 적합한 수업 모형, 수업 기법, 수업 전략 등의 교수-학습 방법 및 이와 관련된 소재와 준비물 등을 택해야 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. 한편, 학생 평가의 계획 및 실행 단계에서는 PCK의 각 구성 요소가 다양하고 복잡한 양상으로 상호작용하므로(민희정, 2012), 이 과정에서 과학교사가 PCK 구성 요소들을 종합적이고 통합적으로 잘 고려해야 바람직한 학생 평가가 이루어질 수 있을 것이다. 다시 말해서, 평가 과정에서 과학교사가 PCK의 어떤 요소들을 활용하

는지와 그 요소들을 어떠한 양상으로 활용하는지에 따라 전체적인 평가의 질이 결정됨을 알 수 있다.

그럼에도 불구하고 지금까지 예비 및 현직 과학교사의 평가 전문성에 대한 연구는 매우 부족하다. 일부 진행된 연구들도 주로 교사의 학생 평가 실태(김호진, 곽대오, 성민용, 2000; 노태희 등, 2015; 장수미, 김재영, 2002), 평가 문항 제작 수준(김성기, 최은주, 백성혜, 2015; 최정인, 백성혜, 2016; 최현숙, 김중복, 2013), 평가관(노태희, 윤지현, 강석진, 2009), 수행평가 시 총체적 채점에서 나타나는 채점자간 불일치 유형 분석(김형준, 유준희, 2012), 특정 평가 영역이나 방법 및 교사 자신의 평가 전문성에 대한 인식(강훈식, 강석진, 2015; 김성원, 현미숙, 2005; 박현주, 정대홍, 최원호, 2011), 특정 평가 방법의 효과(이현주, 최경희, 남정희, 2000) 등을 조사하는 측면에 치중되어 있다. 즉, 과학교사의 평가 전문성 계발 전략이나 프로그램에 관한 연구는 매우 부족한 실정인 실정이며, 특히 평가의 계획 및 실행 전략에 대해 과학교사의 PCK 계발 관점에서 체계적으로 접근한 경우는 극소수이다.

최근에 들어서야 과학교육 분야에서 학생 평가와 PCK 사이의 관련성을 조사한 연구들(민희정, 2012; Falk, 2012)이 진행되기 시작하였다. 하지만, 이 연구들의 경우에도 교사들 사이의 협력적 활동을 통해 학생 평가가 이루어지거나 교사들의 개별 활동과 협력적 활동의 양상이 혼재되어 있기 때문에, 학생 평가 과정을 통한 교사 개인의 PCK 활용 양상이나 PCK 발달 과정에 관한 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 측면과 부족한 부분, 그리고 PCK 구성 요소들 사이의 상호작용 양상과 특성을 체계적이고 명확하게 이해하기는 어려웠다. 게다가, 현직 과학교사를 대상으로 한 연구가 대부분이므로 예비 과학교사의 평가 전문성에 대한 구체적인 정보가 부족한 실정이다. 따라서 평가 전문성의 향상을 통한 예비 과학교사의 PCK 계발에 초점을 맞춘 보다 심층적인 연구가 요구된다.

최근에는 구성주의 평가관의 강조(노태희 등, 2015)에 따라 교육과정이나

학교 현장에서 수행평가가 강조되고 있는 추세이나, 지필평가 또한 여전히 현장에서의 활용도 및 중요도가 높고 지필평가 제작 및 실행 과정에서도 PCK의 다양한 측면을 종합적으로 고려해야 하므로(민희정, 2012), PCK 개발 전략으로써 지필평가 문항을 제작하는 과정에도 주목할 필요가 있다.

이에 이 연구에서는 예비 화학교사가 지필평가 문항을 개별 및 소집단별로 제작하는 과정에서 고려하는 PCK 구성 요소와 그 요소들 사이의 상호작용을 양적 및 질적으로 분석하였다. 이를 통해, 지필평가 문항 제작 과정에서 PCK 구성 요소들 사이의 관련성 및 평가 전문성과 PCK 개발 사이의 관계에 관한 실증적이고 체계적인 정보를 얻을 수 있을 것이다. 특히 PCK 연구에서는 PCK 각 구성 요소별로 나누어 살펴보는 것보다 구성 요소 사이의 상호작용을 살펴보고 이것이 교수-학습 상황에 어떤 영향을 미치는지 살펴보는 것이 중요하므로(Park & Chen, 2012), 이 연구에서는 PCK 구성 요소들 사이의 상호관련성에 기초하여 예비교사의 평가 전문성 수준을 가늠하였다. 이를 통해, 예비교사들의 지필평가 문항 제작 수준과 이 과정에서 겪는 어려움, 그리고 PCK 개발을 위한 향후 교사교육의 방향 및 방법 등에 관한 정보도 함께 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

1.2 연구의 내용 및 연구 문제

이 연구에서는 지필평가 문항 제작 과정에서 예비 화학교사가 고려한 PCK에 대해 이해하기 위해, 개별 문항 제작 과정과 소집단별 문제지 제작 과정으로 나누어 그 과정에서 고려된 PCK를 살펴보았다. 이때 예비 화학교사의 PCK를 PCK 구성 요소와 PCK 구성 요소 사이의 상호작용으로 구분하여 분석함으로써, 보다 유의미한 연구 결과를 서술하고자 하였다.

이 연구에서의 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

- 1) 지필평가 문항 제작 과정에서 예비 화학교사가 고려한 PCK 구성 요소는 무엇인가?
- 2) 지필평가 문항 제작 과정에서 예비 화학교사가 고려한 PCK 각 구성 요소 사이에는 어떠한 상호작용이 있는가?

1.3 연구의 제한점

이 연구는 연구 목적과 연구 설계상 다음과 같은 제한점들을 가진다.

1) 이 연구에서는 예비 화학교사의 평가 전문성 수준을 PCK를 구인으로 활용하여 파악하였다. PCK는 교사의 정서적인 속성을 다루지 못하며 (Shulman, 2015) 교수-학습을 지식이 아닌 행위(action)로써 표현하는 데 부족함이 있으므로(Settlage, 2013; Shulman, 2015), 예비교사의 평가 전문성을 파악하는 데 있어 PCK를 구인으로 활용하는 것이 제한점으로 작용할 수도 있다. 하지만, 이 논문에서 후술할 선행 연구들(민희정, 2012; 이인제 등, 2004a; Falk, 2012)을 통해 PCK가 교사의 학생 평가 과정에서 활용되는 핵심적인 지식임을 확인하였다. 오히려 PCK를 구인으로 한 분석은 지필평가 문항 제작 과정에 대해 예비교사가 잘 갖추고 있는 지식과 부족한 지식, 그리고 어려움을 겪는 점들에 대한 구체적인 정보를 제공할 수 있을 것이다.

2) 이 연구에서 개별 문항 제작 과정의 경우 발생사고법을 통해 자료를 수집하였다. 발생사고법은 과학교육 학계에서도 자료 수집 방법으로 종종 활용되고 있다(Bowen, 1994). 다만, 발생사고 자체가 참여자에게 낯선 방식이고, 또 그의 모든 사고 과정이 발화로 표현되는 것은 아니기에 자료 수집 및 해석에 있어 주의가 요구된다(Charters, 2003).

이번 연구에서는 발생사고법을 활용한 자료 수집 과정과 이에 대한 자료 해석 과정의 타당성을 Charters (2003)의 지침으로 점검하였다. 먼저, 지필평가 문항 제작 과정은 자동화된 사고 과정이 아니며 다양한 고민이 동원되는 과정임을 문헌(이인제 등, 2004a; Popham, 2003)을 통해서 확인하여, 이 과정이 발생사고법에 적합한 과제임을 확인하였다. 또한 연구 참여자들이 발생사고 과정에 익숙해지도록 하기 위해, 자료 수집 전에 발생사고법에 대해 소개한 후 약 30분 동안 발생사고 연습을 실시하였다. 마지막으로, 결과를 제시함에 있어 양적 자료와 질적 자료를 동시에 제시하였으며, 양적 자료의 경우 전

체 빈도를 제시함과 동시에 비율(퍼센트)도 제시함으로써 빈도 그 자체보다 예비교사가 PCK 구성 요소 중 어떤 요소를 비중 있게 고려하였는지를 살펴보는 데 중점을 두었다.

3) 이 연구에 참여한 예비교사들은 평가의 대상이 되는 학습자의 특성과 교수-학습 맥락을 충분히 제공받지 못했다. 즉, 예비교사들은 제공된 교과서 2권과 교사용 지도서 2권, 그리고 스마트폰 검색을 통해 학습자와 교수-학습 맥락에 대해 추측해야 했다. 그러나 이와 같은 제한점은 이 연구와 연구 설계가 유사한 Beyer & Davis (2012)의 연구에서도 나타나지만, 그들은 오히려 이러한 설계상의 제한점을 예비교사교육의 일환으로 간주하였다. 그리고 그들은 예비교사들이 교육과정 자료를 비판적으로 수용하면서 수업을 계획하는 동안 PCK가 개발될 수 있었다고 보고하고 있다(Beyer & Davis, 2012). 따라서 학습자의 특성 및 교수-학습 맥락에 대한 제한된 정보 제공은 예비교사교육 프로그램의 맥락에 따른 것이며, 이것이 예비교사의 PCK 개발을 제한한다고 볼 수만은 없을 것이다.

4) 이 연구에서는 예비교사가 제작하는 문항의 교육과정 상 범위를 2009 개정 과학과 교육과정에 따른 중학교 과학 1의 ‘분자 운동’ 중단원에서 ‘보일의 법칙’과 ‘샤를의 법칙’으로 제한하였다. 이 단원 내용의 성격에 따른 특성이 연구 결과에 반영되어 있을 것으로 생각되지만, 이것에 의한 영향을 연구자가 구체적으로 파악하기는 어려웠다. 다만, 연구에 참여한 모든 예비교사들에게 동일한 단원 내용에 대해 문항을 제작하도록 하였으므로, 연구 참여자 사이의 타당한 비교가 가능하였다.

5) 이번 연구에서는 지필평가의 제작 단계, 즉 지필평가 문항 제작 과정에만 초점을 맞추어 살펴보았다. 이는 이 연구가 사범대학 교과교육학 강의의 일환으로 진행되었으므로, 이에 따른 시간적, 환경적 제약이 있었기 때문이다. 평가의 계획 및 준비 단계, 평가의 시행 단계, 평가 결과 분석 및 해석 단계,

그리고 평가 결과 보고 및 활용 단계(이인제 등, 2004a)를 종합적으로 살펴볼 수 있어야 지필평가와 관련된 예비교사의 평가 전문성 및 전반적인 PCK 개발 양상을 파악할 수 있을 것이다. 그러나 이번 연구에서는 지필평가 문항 제작 과정에 초점을 맞추므로써 연구의 심층성을 높이고자 하였으며, 이와 함께 현실적으로 적용이 가능한 교사교육 프로그램의 개발 가능성 또한 탐색하고자 하였다.

1.4 용어의 정의

이 연구에서 사용한 주요 용어와 이에 대한 정의는 다음과 같다.

1) 교과교육학 지식(pedagogical content knowledge, PCK)

: 국내에서 교수내용지식, 교수학적 내용지식 등으로도 불리는 교과교육학 지식(PCK)은 교수학습 상황에서 드러나는 특정 교과 담당 교사의 지식 및 전문성을 의미한다. Shulman (1986, 1987)의 논의에서 처음 도입된 이 개념은 이후에 과학교육 및 교사교육 분야의 연구를 통해 교사의 지식 기반으로 간주되었으며, 연구의 구인으로도 활용되었다.

과학교육에서 PCK 구성 요소를 설정하는 작업은 학자에 따라 조금씩 상이한 양상으로 나타나지만, 일반적으로 PCK는 과학 교육과정에 관한 지식, 학생에 관한 지식, 과학 교수 전략에 관한 지식, 과학 평가에 관한 지식을 포함하며, 경우에 따라서 과학 내용에 관한 지식, 또는 과학 교수에 대한 지향 등을 포함하기도 한다.

2) PCK 구성 요소 사이의 통합(integration among PCK components)

: PCK 구성 요소 사이의 통합은 PCK의 각 구성 요소가 개별적으로 고려되지 않고, 동일한 맥락(또는 한 에피소드 내)에서 함께 관련지어 고려되는 것을 의미한다(Aydin & Boz, 2013; Park & Chen, 2012). 이는 PCK의 각 구성 요소가 서로 어떻게 상호작용하는지를 살펴볼 수 있는 분석 방법으로써, 교사의 지식 및 전문성 수준을 판단하는 지표가 될 수 있다(Fernández-Balboa & Stiehl, 1995). 연구자에 따라, PCK 구성 요소 중 두 가지 요소 사이의 통합만 분석하거나, 세 가지 요소 이상의 통합까지 분석하는 경우가 있다.

3) 학생 평가 전문성(assessment literacy)

: 학생 평가 전문성은 “학생의 학습과 성취에 관한 평가정보를 수집하고

해석하여 활용할 수 있는 능력(김신영, 2007, p.2)”이라고 정의된다. 즉, 이는 교사가 평가를 계획하고, 평가 도구를 선정하고, 평가를 실행하고, 평가 결과를 바탕으로 새로운 교수-학습 활동을 계획하는 일련의 과정에서 요구되는 교사의 전문성을 의미한다.

4) 지필평가(written test, 또는 paper-and-pencil test)

: 교실에서 사용할 수 있는 평가 방법은 크게 지필평가와 수행평가로 구분된다. 이중, 지필평가는 학생이 지면에 적힌 질문과 지시문에 따라 응답함으로써 학생의 인지적·정의적 영역을 평가하는 것을 목적으로 하는 도구 및 수단을 총칭한다. 지필평가는 문항의 유형에 따라 크게 선택형 평가와 구성형 평가로 분류되는데, 선택형 평가는 일반적으로 ‘객관식 문항’이라는 말로 통용되며, 구성형 평가는 일반적으로 ‘주관식 문항’이라는 말로 통용된다. 선택형 평가는 양자택일형(또는 진위형), 선다형, 연결형 문항 등으로 세분화되고, 구성형 평가는 완성형, 단답형, 서술형(또는 논술형) 문항 등으로 세분화된다(McMillan, 2014).

두 유형의 평가는 채점 방식에서 두드러진 차이를 나타내는데, 선택형 평가의 경우 정답이 단일하므로 채점하기에 편리하지만, 구성형 평가의 경우 단일한 정답이 없으므로 교사는 사전에 모범 답안 및 세분화된 채점 기준을 작성해두며, 평가가 시행된 이후에 학생의 답안을 모범 답안과 비교하고 몇몇 답안에 대해 유사 정답을 인정하며 점수를 부여하게 된다(민희정, 2012; McMillan, 2014; Popham, 2003).

5) 발성사고법(think-aloud method)

: 이 연구에서는 몇몇 PCK 연구(Brown, Friedrichsen & Abell, 2013; Nilsson, 2008)에서 활용된 회상자극기법(stimulated recall) 대신에, 특정한 과정에서 드러나는 연구 참여자의 생각 또는 지식을 파악하기 위한 연구 방법으로써 발성사고법을 활용하였다. 이는 연구 참여자들이 그들의 머릿속에 떠오르는 것 또는 (비고츠키의 표현을 빌리자면) “inner speech”를 모두 말로

표현하는 방법이다(CharTERS, 2003). 이는 반성적 사고를 돕기 때문에 학습을 돕는 수단으로 쓰이기도 하지만(CharTERS, 2003), 이번 연구에서는 발성사고법을 자료 수집 방법으로써 활용하였다. 이를 통해, 이 연구에서는 지필평가 문항 제작 과정에서 나타나는 예비교사들의 즉각적인 발화를 자료로 수집할 수 있었다.

II. 이론적 배경

2.1 과학교사의 PCK 및 PCK 계발

PCK 및 이와 관련된 연구의 등장은 교직의 전문성에 대한 학문적 관심과 맥락을 같이 한다. 이 문단에서는 다음의 질문들에 답해보고자 한다. 과학교사 ‘만’이 갖추고 있는 나름의 지식이 있을까? 있다면 그것은 어떠한 요소들로 구성되어 있을까? 한편, PCK가 과학교사의 지식 기반이라면 교사교육을 통해 PCK는 어떻게 계발될 수 있을까?

2.1.1 과학교사의 PCK 및 PCK 구성 요소

과학자는 내용 지식만 풍부하게 갖추고 있거나 내용 지식을 교육적 상황에서 어떻게 활용해야 할지에 대한 지식이 부족한 데 비해, 과학교사는 특정한 성격과 수준의 학생들에게 과학을 어떻게 가르쳐야 할지에 대한 지식을 갖추고 있다고 말할 수 있을 것이다. 이와 같은 맥락에서 PCK(pedagogical content knowledge)라는 개념은 Shulman(1986, 1987)의 논의에서 처음 등장하였다. 그는 교사의 지식 기반을 여러 가지 요소로 나누어 설명하며 PCK라는 개념을 도입하였는데, 그는 PCK를 “오직 교사의 영역이자 교사의 전문 지식의 특별한 형태이며, 내용 지식(content knowledge)과 교육학(pedagogy)의 특별한 아말감”이라고 칭하였다(Shulman, 1987). 교육학적 지식 또는 내용 지식만 강조되어 제대로 된 교사교육이 이뤄지지 못하는 현실 속에서(Shulman, 1986), 개념적으로 다소 추상적일지도 모르는 PCK에 대해 교과교육학 연구자들의 지속적인 연구가 이어졌다.

과학교육 등의 분야에서 수행된 PCK 연구에 대한 리뷰 성격의 논문들(조희형, 고영자, 2008; Abell, 2008; Kind, 2009)을 살펴보면, PCK에 대한 정의가 갈수록 다양해지고 심화되었다는 사실을 발견할 수 있다. 한 예로, Shulman의

논의 이후에 이어진 연구들을 보면, 내용 지식 및 교육학 지식 이외에도 상황 또는 맥락에 대한 지식이 PCK 형성에 영향을 준다는 사실을 강조하고 있으며(Cochran *et al.*, 1993; 재인용 조희형, 고영자, 2008, p.623; Nilsson, 2008; van Driel *et al.*, 1998), 이에 따라 PCK에 대한 정의는 교수-학습 상황 또는 맥락에 대한 고려까지 포함하는 것으로 심화되었다. 이와 마찬가지로, 다수의 연구가 이어짐에 따라 PCK가 무엇이며 대체 이것이 어떠한 구조로 이루어져 있는가를 설명하고자 하는 모델도 구체화되고 분화되어 왔다. Kind (2009)는 과학교육, 교사교육 등의 분야에서 연구된 PCK에 대한 모델을 모아, Shulman의 논의를 따라 내용 지식이 교육학 지식, 상황·맥락적 지식 등의 다른 관련 지식과 함께 PCK로 전환된다는 모델과 내용 지식(subject matter knowledge)을 PCK 구성 요소 중 하나로 간주하는 모델로 구분하고 있다. 다음의 <표 II-1>은 전자와 후자의 모델을 제시한 각각의 연구(Fernández-Balboa & Stiehl, 1995; Magnusson, Krajcik & Borko, 1999)에서 PCK 구성 요소에 대한 서술을 간략히 정리한 것이다. 이때 유사한 구성 요소끼리 같은 열에 적어 비교해보았다.

후자의 예에 해당하는 모델을 제시한 Fernández-Balboa & Stiehl (1995)은 다양한 전공 배경을 지닌 대학 교수들과의 인터뷰를 통해 그들의 PCK를 조사하였는데, 여기서 대학 교수들이 이미 각자의 전공 분야에 정통함에도 불구하고 내용 지식이 상황에 따라 변할 수 있는 것임을 인지하고 있었다는 사실이 주목할 만하다. 즉, 내용 지식은 한 번 획득하면 그만인 것이 아니라, PCK 구성 요소들과 마찬가지로 교수-학습 상황 및 맥락, 그리고 환경에 따라 가변적일 수 있다는 뜻으로 해석된다. 이와 같은 점은 과학영재교육 초임 교사들의 수업 전문성에 대한 연구에서도 다소 확인된 바 있다(노태희 등, 2011). 노태희 등(2011)의 연구에서 교사들은 자신의 전공이 아닌 분야에 대해 내용 지식의 부족함을 나타냈고, 이는 영재학생들과의 상호작용 등 PCK의 다른 구성 요소의 활용에도 부정적인 영향을 주는 것으로 확인되었다. 이와 같은 점에서 이 연구에서는 과학 내용 지식, 또는 과학 내용에 관한 지식을 PCK 구성 요소 중 하나로 간주하였다.

<표 II-1> 두 연구에서 제시한 PCK 구성 요소

Magnusson, Krajcik & Borko (1999)	Fernández-Balboa & Stiehl (1995)
과학 교수에 대한 지향 (orientation to teaching science)	교수 목적에 관한 지식 (knowledge about one's teaching purposes)
과학 교육과정에 관한 지식 (knowledge of science curricula)	
학생의 과학 이해에 관한 지식 (knowledge of students' understanding of science)	학생에 관한 지식 (knowledge about the students)
교수 전략에 관한 지식 (knowledge of instructional strategies)	교수 전략에 관한 지식 (knowledge about instructional strategies)
과학적 소양 평가에 관한 지식 (knowledge of assessment of scientific literacy)	
	내용에 관한 지식 (knowledge about the subject matter)
	교수 맥락에 관한 지식 (knowledge about the teaching context)

PCK는 연구의 목적과 초점에 따라 구인으로 비춰지기도 하고 교사의 지식 기반으로 비춰지기도 한다(조희형, 고영자, 2008). 최근의 연구들에서 구인 또는 교사의 지식 기반으로 간주되고 있는 PCK의 구성 요소들을 살펴보면, 연구에 따라 약간의 상이한 측면은 있지만 대체로 핵심적인 구성 요소들은 공유하는 것으로 나타난다. Park & Oliver (2008)는 전체적으로 Magnusson, Krajcik & Borko (1999)의 PCK 모델을 따르고 있지만, 내용 지식 교수에 대

한 지향(orientation of teaching subject matter) 등 그 구성 요소 중 일부를 내용 지식과 연결 지어 서술하였다. 조희형과 고영자(2008)는 관련된 여러 연구들을 종합하여 공통적으로 언급되고 있는 PCK 구성 요소들을 추출하였다. 이에 따라 이들은 교과 내용, 교육과정, 학습, 교수 전략, 상황, 교육 목적, 평가 등으로 PCK 구성 요소를 정리하였다. 이에 이 연구에서는 선행 연구들에서 논의되고 있는 PCK 구성 요소들 중 지필평가 문항 제작 과정에 대한 분석에서 중요하게 다뤄질 수 있는 요소와 이 과정에서 예비교사들이 꼭 고려해야 하는 요소들을 모아 PCK라는 구인을 설정하고, 이에 따라 연구를 수행하였다. 예를 들어, 과학 교수 지향 또는 내용 지식 교수에 대한 지향은 평가 목적과 영역이 보다 다양할 수 있는 수행평가 제작 및 활용 과정에서는 강조될 수 있지만, 지필평가를 제작하고 활용하는 데 필요한 지식과는 다소 거리가 있다. 따라서 이 연구에서는 양찬호와 강훈식(2013)의 방법을 따라, PCK 구성 요소로 i) 과학 교육과정에 관한 지식(knowledge of curriculum for science education), ii) 과학 내용에 관한 지식(subject matter knowledge), iii) 학생에 관한 지식(knowledge of students), iv) 과학 교수 전략에 관한 지식(knowledge of instructional strategies and instruction for science education), v) 과학 평가에 관한 지식(knowledge of assessment in science education)의 다섯 가지 요소를 설정하고, 이에 따라 연구를 수행하였다.

2.1.2 교사교육을 통한 과학교사의 PCK 계발

PCK가 과학교사의 기본적인 지식 기반일 수 있다는 논의(신명경, 2010)에 따라, 교사교육을 통해 예비 및 현직 과학교사의 PCK를 신장하기 위한 노력이 이어졌다. 교사 및 과학교사의 PCK 계발을 위해 진행된 연구를 살펴보면, 앞의 연구의 필요성에 서술했던 것과 같이 교사교육에 코칭을 적용한 경우(노태희 등, 2012; 정금순, 강훈식, 2011), 멘토링 및 컨설팅을 적용한 경우(고문숙, 남정희, 2013; 노태희, 강석주, 강훈식, 2012; Aydin *et al.*,

2015; Stanulis, Little & Wibbens, 2012; Van Driel, De Jong & Verloop, 2002), 그리고 강의 또는 워크숍과 함께 실제적인 교수-학습 경험을 제공한 경우(Brown, Friedrichsen & Abell, 2013; Nilsson, 2008; Van Driel, De Jong & Verloop, 2002; van Driel, Verloop & de Vos, 1998)가 있었다. 한편, Loughran과 그의 동료들(Loughran *et al.*, 2000; Loughran, Mulhall & Berry, 2004)이 개발한 내용표상화 도구(CoRe)를 활용하여 PCK를 계발하고자 하는 연구도 수행된 바 있다(Aydin *et al.*, 2015; Hume & Berry, 2011).

한편, 교수-학습 과정의 일부분을 지속적으로 다룸으로써 교사의 PCK를 계발하고자 하는 연구도 이어졌다. 교육과정 자료를 기반으로 한 교수 설계 활동을 통해 예비교사의 PCK를 계발하고자 하는 연구(Beyer & Davis, 2012)가 있었으며, 학생들의 사고력에 대한 이해를 강조한 형성평가 워크숍을 통해 교사의 PCK 구성 요소 중 일부가 계발되는 것을 확인한 경우(Falk, 2012)도 있었다.

교사의 PCK 발달 모델을 제안한 van Driel (2010: 재인용 민희정, 2012, p.23)에 따르면, 교사의 PCK는 ‘동료와의 상호작용(collegial interactions)’, ‘외부 조건(external input)’, ‘실행을 통한 시도(experimentation in practice)’와 서로 영향을 주고받는다. 즉, “교사공동체 내에서 다른 동료들과 상호작용하고 교수-학습 실행 경험을 공유하면서 교사의 PCK 발달은 촉진되고, 이와 함께 적절한 외부 조건이 주어졌을 때 교사의 PCK 발달은 더 가속화될 수 있다(민희정, 2012).”

2.2 PCK 구성 요소 사이의 상호작용

교사의 PCK는 그 구성 요소를 낱낱이 살피는 것보다 각 요소가 어떻게 함께 어우러져 활용되는지에 초점을 맞춰 살펴보는 것이 중요하다(Loughran *et al.*, 2000). PCK 구성 요소는 말 그대로 교과교육학 지식의 각 측면을 구성하고 있는 요소이므로, 각 요소를 따로따로 살펴보아서는 큰 의미가

없으며(Cochran *et al.*, 1991: 재인용 Aydin *et al.*, 2015, p.38) 특정한 교수-학습 맥락에서 각 구성 요소들이 어떠한 양상으로 활용되며 서로 어떠한 상호작용을 통해 PCK라는 지식 체계를 갖추고 있는지를 살펴보는 작업이 필요할 것이다(Magnusson, Krajcik & Borko, 1999). 이러한 작업은 교사의 지식 및 전문성 수준을 판단하는 데 유용할 수 있다(Fernández-Balboa & Stiehl, 1995).

이와 같은 관점에서 몇몇 과학교육 연구자들(양찬호, 강훈식, 2013; 윤혜경, 2012; Aydin & Boz, 2013; Aydin *et al.*, 2015; Kaya, 2009; Padilla & Van Driel, 2011; Park & Chen, 2012)은 과학교사의 PCK 구성 요소 사이의 관계 또는 그 요소들 사이의 상호작용에 초점을 맞추어 연구하였다. 다음의 <표 II-2>는 PCK 구성 요소 사이의 상호작용의 관점에서 수행된 선행 연구들을 모아, 각 연구의 목적과 분석 방법상의 특징을 간략히 정리한 것이다.

<표 II-2> PCK 구성 요소 사이의 상호작용 관점이 포함된 선행 연구

선행 연구	연구 목적	분석 방법상의 특징
Kaya (2009)	오존층 고갈과 관련된 예비 과학교사의 PCK 구성 요소 사이의 관계 탐색	<ul style="list-style-type: none"> - 내용 지식을 조사하기 위한 개방형 설문과 PCK를 조사하기 위한 인터뷰 결과를 부적합함, 그럴듯함, 적합함의 세 단계 범주로 분류함. - 피어슨 적률 상관 계수를 구함으로써 PCK 구성 요소 사이의 관계 및 PCK와 내용 지식 사이의 관계를 파악함.
Padilla & Van Driel (2011)	양자화학을 가르치는 대학 교수의 PCK 및 PCK 요소 사이의 관계 파악	<ul style="list-style-type: none"> - 인터뷰를 주요 분석 자료로 활용함. 인터뷰에서 같은 주제에 대한 이야기를 중심으로 분석 단위를 나눔. - Magnusson, Krajcik & Borko (1999)의 모델에 기초하여, PCK 구성 요소와 각 요소에 대한 하위 항목으로 코딩 기준을 설정함. - 인터뷰 1회를 기준으로 각 하위 항목의 상대적인 빈도를 구하고, PRINCALS라는 분석 프로그램을 이용하여 하위 항목 사이의 관계를 탐색함. - 이후, 화살표와 그 길이를 통하여 연구 참여자별로 PCK 및 PCK 구성 요소 사이의 관계를 도식화함.
Park & Chen (2012)	생물교사의 교수를 관찰함으로써 PCK 다섯 가지 구성 요소 사이의 통합의 본성 탐색	<ul style="list-style-type: none"> - 생물교사의 수업 녹화본에 대해 초기 분석 하면서 PCK 구성 요소가 2-3가지 포함되어 있는 부분을 찾고, 이 부분들을 “PCK 에피소드(1-30분의 범위)”라고 명명함. - 한 에피소드 내에서는 통합의 빈도에 주목하지 않고 통합이 있는지 없는지의 여부에 주목함. - 통합이 있는 에피소드의 수를 세어 양적 분석을 실시하고, 이 결과를 교사별, 수업 주제별의 오각형 PCK 도표를 통해 제시함. (인터뷰 내용을 통해 양적 분석 결과를 뒷받침 함)

(표 계속)

선행 연구	연구 목적	분석 방법상의 특징
윤혜경(2012)	생산적 반성 관점에서 초등 예비교사의 반성 저널 조사	<ul style="list-style-type: none"> - 예비교사의 반성 저널을 분석함에 있어, 학습자/학습, 내용 지식, 평가, 지도 등 수업의 세 측면에 초점을 맞춤. - 이 측면들에 대해 포함 점수, 강조 점수, 통합 점수로 나누어 점수화함. 이 중, 각 측면을 얼마나 잘 연결 지어 생각하는지에 대한 점수(통합 점수)가 생산적 반성의 지표가 된다고 판단함.
양찬호, 강훈식(2013)	중등 초임 과학영재교육 담당교사의 코칭 과정에서 나타나는 수업 반성의 특징 조사	<ul style="list-style-type: none"> - 교사가 PCK의 5가지 측면 중 2가지 이상을 연관시켜 수업에 대한 해석, 대안 제시, 평가를 하는 경우를 ‘통합’으로 규정함. 이 통합 수준을 생산적 반성의 지표로 활용함. - PCK 구성 요소의 경우 대체로 문장 단위로, PCK 구성 요소 사이의 통합의 경우 문단 단위로 코딩함.
Aydin & Boz(2013)	화학교사의 교수를 관찰함으로써 PCK 구성 요소 사이의 통합의 본성 파악	<ul style="list-style-type: none"> - 내용표상화 도구(CoRe), 수업 관찰, 면담을 통해 수집한 자료에 대해 PCK 구성 요소 사이의 통합을 분석함. - Park & Chen (2012)의 분석 방법을 바탕으로, 에피소드 단위로 양적·질적 분석 수행함. 이때, PCK 구성 요소 사이의 통합이 학생의 학습 측면에 도움이 되었는지에 대해 루브릭을 통해 각 에피소드를 점수화하고, 이후에 이들 점수를 합산함. - 오각형의 PCK 도표를 제시함.
Aydin <i>et al.</i> (2015)	내용표상화(CoRe) 기반의 멘토링을 통해 예비교사의 PCK 구성 요소 사이의 상호작용 발달 양상 파악	<ul style="list-style-type: none"> - Park & Chen (2012)의 분석 방법을 바탕으로 함. - PCK의 두 요소 사이의 상호작용에 대한 코딩 기준이 다소 구체적이고 엄격함. - 분석자간 일치도를 구함에 있어 오각형의 PCK 도표를 활용함.

이 연구에서는 양찬호와 강훈식(2013)의 분석 방법을 따라 PCK 구성 요소 사이의 통합을 분석함으로써, PCK 구성 요소 사이의 상호작용을 살펴보고자 하였다. 이때, 통합 수준은 예비교사의 지필평가 문항 제작 수준 및 평가 전문성 수준을 판단하기 위한 기반 자료로 활용하였다.

2.3 학생 평가와 PCK

학생 평가는 대부분의 학교급에서 실시되는 관례적인 절차로 인식되고 있다. 하지만, 어떠한 목적에서 학생을 평가하는 것이 바람직하며 어떠한 방식으로 학생을 평가하는 것이 바람직한지와 같은 문제들이 제기되면서, 평가를 제작하고 활용하는 교사에게는 평가 방식의 변화와 함께 인식에 있어 근본적인 변화가 필요하게 되었다. 이 문단에서는 학생 평가에 대한 최근의 논의와 이에 따라 교사에게 요구되는 전문성에 대해 살펴보고자 한다.

2.3.1 학생 평가 전문성과 PCK

구성주의 학습관에 따르면 학생은 교사 및 다른 학생들과의 상호작용 속에서 학습한다. 거꾸로, 학습은 교사 및 학생들 사이의 상호작용을 통해 구성된다고도 말할 수 있다. 구성주의 관점 하에서, 교사의 역할은 단순한 지식 전달자를 넘어, 학생의 학습 과정을 파악하고 그 과정을 돕는 것으로 변해 왔다. 이에 따라 교수-학습의 중요한 활동 중 하나인 학생 평가에 있어서도 구성주의적 관점의 적용이 필요하게 되었다. 하지만, 현장 교사들은 구성주의적 관점에서 평가가 무엇인지에 대해 제대로 인식하고 있지 못하거나, 인식하고 있더라도 부족한 수준인 것으로 나타났다(강훈식, 강석진, 2015; 이인제 등, 2004b).

학생의 수준을 측정하고자 하는 목적의 학습에 대한 평가(assessment of

learning)를 넘어 학생의 학습을 돕기 위한 평가(assessment for learning)가 이루어지기 위해서는 교사가 학생 평가 전문성을 갖춰야 한다는 목소리가 높다(김신영, 2007; 민희정, 2012; Popham, 2009; Siegel & Wissehr, 2011). 학생 평가 전문성은 연구자에 따라 다양한 방식으로 표현되고 있다. 먼저, 평가 전문성을 지식 요소별로 표현한 연구(<표 II-3> 참고)의 한 예로써 Siegel & Wissehr (2011)는 교사가 갖춰야 할 평가 전문성의 기본 요소로 평가의 원리 및 이론, 평가 도구에 대한 지식, 평가 목적에 대한 지식을 들고 있다. 그들은 평가의 원리 및 이론에서는 학습을 돕기 위한 평가의 이론 및 철학에 대해 교사가 숙지하고 있어야 함을 강조하고 있다. 그 예로, 교사가 학생들의 지식 이해 상태에 대해 정보를 수집하거나 학생들과 의사소통하고, 이를 바탕으로 장기적인 학습 목표를 설정하거나 교수 방법을 수정해나가는 모습을 들고 있다(Siegel & Wissehr, 2011). 평가 도구에 대한 지식에서는 과학적 개념의 성격에 적합한 평가 도구 및 전략을 선택하는 것을 넘어, 다양한 특성을 지닌 학습자를 보다 공정하게 평가하고자하는 노력을 강조한다. 마지막으로 평가 목적에 대한 지식에서는 교사가 형성평가, 총괄평가와 같은 평가 시기에 따라 평가 목적을 구분할 수 있어야 함을 강조한다. 예를 들어, 형성평가를 실시함에 있어서 교사는 학생의 학습에 알맞은 형태로 교수 전략을 수정할 수 있도록 학생의 지식 이해에 대한 정보를 얻고자 노력해야 한다(Siegel & Wissehr, 2011).

<표 II-3> 지식 요소별로 표현된 교사의 평가 전문성

선행 연구	평가 전문성 요소
Siegel & Wissehr (2011)	1) 평가의 원리 및 이론 (assessment principles) 2) 평가 도구에 대한 지식 (knowledge of tools) 3) 평가 목적에 대한 지식 (knowledge of assessment purposes)
이인제 등(2004a)	1) 과학교육과정에 대한 지식 : 과학교육과정의 구성 철학과 추구하는 인간상에 대한 이해, 과학교육과정의 목표에 대한 이해, 과학교육과정의 내용체계에 대한 이해, 과학교과의 학년별 내용 구성의 이해 2) 과학 교수-학습에 대한 지식 : 학생과 학습 상황 확인, 교육목표 성취에 적합한 과학 교수-학습 전략, 과학 교육목표 성취에 적합한 교수 자료 3) 과학교육평가에 대한 지식 : 과학교육평가 및 유사 개념, 과학교육평가의 유형, 과학교육평가의 방법 4) 과학 교과 내용에 대한 기준 : 과학의 (학문적) 성격과 구조에 대한 기준, 과학교과의 성격과 구조에 대한 기준, 과학 교과의 핵심 지식에 대한 기준, 과학의 탐구 방법과 태도에 관한 기준, 과학 교과 내용의 선정과 조직에 대한 기준

이인제 등(2004a)은 평가 전문성 내용 기준을 과학교육과정에 대한 지식, 과학 교수-학습에 대한 지식, 과학교육평가에 대한 지식, 과학 교과 내용에 대한 기준 등으로 세분화하고 있다. <표 II-3>에 정리된 것처럼, 이인제 등(2004a)의 평가 전문성 기준과 그 하위 항목에는 PCK의 각 구성 요소가 모두 포함되어 있다고 볼 수 있다. 이는 학생 평가 과정에서 PCK 구성 요소들이 다양하게 활용되거나 이 과정을 통해 PCK가 발달될 수 있다는 민희정(2012) 및 Falk (2012)의 연구 결과와 맥락을 같이 한다. 또한 총괄평가 용도의 문항을 선정하는 과정에서 예비교사가 학생의 인지적·정의적 특성, 학습 목표, 학

습 계획 등을 고려한다는 Five & Barnes (2017)의 연구 결과를 통해서도 평가 전문성과 PCK 사이의 관련성을 살펴볼 수 있다.

한편, 학생 평가 전문성은 평가 과정 및 단계별로 구분되어 표현되기도 한다. 이인제 등(2004a)은 과학 교과에서 학생 평가 과정을 i) 평가 계획 및 준비 단계, ii) 평가 시행 단계, iii) 평가 결과 분석 및 해석 단계, iv) 평가 결과 보고 및 활용 단계로 나누고 각각의 단계에서 수행해야 할 과제들을 서술하였다. 먼저, 평가 계획 및 준비 단계에서는 평가 목표 설정, 평가 내용 결정, 평가 방법 선정, 과학 학습 평가 도구 개발, 평가 시행 계획, 평가 결과 분석 및 해석 계획 수립, 평가 결과 활용 계획 수립 등과 같이 평가의 전체적인 윤곽을 그릴 수 있는 과제를 수행해야 한다. 평가 시행 단계에서는 평가하고자 하는 지식의 유형에 따라 알맞은 환경을 조성한 후에 몇 가지 유의점에 따라 평가를 실시해야 한다. 평가 결과 분석 및 해석 단계에서는 평가 결과를 통계적으로 처리하기 위한 기초적인 지식을 숙지하고 있어야 하며, 지필평가 및 수행평가의 채점 방법에 알맞게 점수를 매기고 이 결과를 학생, 학부모, 학교, 관련기관 등에게 보고할 적합한 방법을 고안해야 한다. 평가 결과 보고 및 활용 단계에서는 평가 결과를 학생과 학부모 등에게 알리고, 평가 결과를 활용하여 학습을 증진할 수 있는 전략, 학생을 격려, 충고, 촉진, 지원할 수 있는 전략 등을 수립할 수 있어야 한다. 또한 시행된 평가를 다시 한 번 점검해보아야 한다. 이와 유사한 논지로, 남명호 등(2006)의 연구와 김경희 등(2006)의 연구에서도 평가 과정 및 단계에 따라 평가 전문성 요소를 평가 방법의 선정 능력, 평가도구의 개발 능력, 평가의 실시·채점·성적부여 능력, 평가 결과의 분석·해석·활용·의사소통 능력, 평가의 윤리성 인식 능력 등으로 구분함으로써 평가 전문성을 구체화한 바 있다.

2.3.2 지필평가 문항 제작과 PCK

지필평가는 진위형, 연결형, 선다형 등의 선택형 문항과 완성형, 단답형, 서

술형 등의 구성형 문항을 통해 각각의 문항의 특성에 적합한 지식의 유형을 평가하는 것을 목적으로 한다(예를 들면, 과학적 탐구 능력을 평가하는 데에는 선택형 문항보다 구성형 문항이 적합한 것으로 간주된다). 지필평가는 지면이라는 도구의 제한으로 인해, 학생의 지식을 평가한다(assess)는 표현보다 학생의 지식을 측정한다(measure)는 표현이 더 어울리는 것처럼 보인다. 실제로도, 지필평가는 수행평가에 비해 타당성이 떨어지거나, 다양한 유형의 지식을 평가하기에 적합하지 않은 평가 방법으로 간주되기도 한다(이인제 등, 2004a).

그러나 지필평가가 보다 구성주의적으로 활용될 수 있는 가능성이 있다. 한 예로, 민희정(2012)은 서답형 평가 과정에서 고려되는 과학교사들의 PCK를 조사함으로써, 평가 도구의 선정, 평가의 시행, 평가의 피드백 과정에서 과학교사들이 학생(의 특성), 교육과정, 교수 전략 등의 PCK 구성 요소를 고려한다는 사실을 확인하였다. 민희정(2012)의 연구에 참여한 과학교사들은 서답형 문항을 제작하는 과정에서 학생들이 문항의 지시를 이해할 수 있는지, 문항을 푸는 데 어려움을 겪지는 않는지 등을 고려하였으며, 평가 시행 이후에 채점 기준안을 확정하는 과정에서는 수업 시간에 학생들에게 자주 언급한 비유를 고려하였다. 이와 같이, 지필평가는 평가 도구의 선정, 시행, 피드백 단계에서 다양한 PCK 구성 요소들이 종합적으로 고려됨으로써 평가의 질이 결정될 수 있으며, 이에 따라 지필평가라는 도구 자체가 지닌 여러 한계점들이 극복될 수도 있음을 알 수 있다.

특히, 과학교사들은 평가를 계획하거나 평가 문항을 제작하는 과정에서 어려움을 겪는 것으로 나타난다(강훈식, 강석진, 2015; 이인제 등, 2004b). 그러나 위에서 언급했듯이, 이 과정에서 교사가 PCK 구성 요소를 다양하게 활용한다면, 문항 제작에 대한 어려움 및 막연함이 해소될 수 있으며, 이와 동시에 전체적인 평가의 질이 높아질 수 있을 것이다. 다시 말해서, 지필평가 문항 제작 과정에서 교사의 평가 전문성 요소 또는 PCK 구성 요소가 수준 높게 고려된다면, 지필평가를 통해서도 학습을 돕기 위한 평가가 가능할 것이다.

Ⅲ. 연구 방법

3.1 연구 참여자

충청도 지역의 사범대학에서 3학년 과학교육 관련 강좌를 수강 중인 8명의 예비 화학교사(남자 예비교사 3명, 여자 예비교사 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.

3.2 연구 절차 및 자료 수집

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(이원목적분류표, 문항 유형별 특징 및 제작 시 유의점 등) 등에 대하여 구체적인 사례를 통해 설명하였다. 둘째 주에서는 이 연구와 무관한 내용으로 예비교사들에게 발성사고법에 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 출판사의 2009 개정 과학과 교육과정에 따른 중학교 과학 1 교과서 및 교사용 지도서를 제공하였으며, 스마트폰을 사용하여 필요한 정보를 검색할 수 있음을 안내하였다. 그리고 Bloom의 교육 목표에 따른 행동 영역인 지식, 탐구, 태도 중 지식 측면에서 문항을 제작하도록 하였다. 또한, 샤를의 법칙 문항을 제작하는 과정은

발성사고법을 활용하여 관찰하고 자료를 수집하였으며, 주어진 시간 내에 완성하지 못한 부분에 대해서는 과제로 완성하여 셋째 주 활동에서 활용하도록 하였다. 셋째 주에서는 8명의 예비교사들을 4인 1조의 소집단으로 나눈 후, 둘째 주 활동에서 개별적으로 제작한 문항을 소집단별로 모두 검토 및 선별하여, 총 10문항으로 구성된 문제지와 이에 대한 이원목적분류표를 150분 동안 작성하도록 하였다. 둘째 주의 발성사고법을 통한 개별 지필평가 문항 제작 과정과 셋째 주의 소집단별 논의를 통한 지필평가 문제지 제작 과정을 모두 녹음·녹화하고 전사본을 작성하였다. 개별 문항 제작 과정 및 소집단별 문제지 제작 과정에 대한 전사본을 주 분석 자료로 삼았으며, 제작된 문항 및 문제지와 이원목적분류표 등의 기타 자료들은 모두 결과 분석의 보조 자료로 활용하였다. 다음의 <표 III-1>에 연구 절차 및 자료 수집 방법을 요약하였다.

<표 III-1> 연구 절차 및 자료 수집 방법

	활동	자료 수집 방법
1주차	지필평가 문항 제작과 관련된 오리엔테이션 (과학교육 평가의 목적, 평가 목표 및 방법에 따른 분류, 평가 도구의 타당도와 신뢰도, 지필평가 문항의 제작 원리 등의 내용이 포함됨)	
2주차	예비교사의 개별 문항 제작 활동 (총 120분) - 샤를의 법칙에 대해 발성사고법으로 문항 제작 (60분) - 보일의 법칙에 대해 발성사고 없이 문항 제작 (60분)	발성사고 과정(샤를의 법칙)에 대한 촬영 및 녹음
3주차	예비교사의 소집단별 문제지 제작 및 이원목적분류표 작성 활동 (150분)	활동 전체에 대한 촬영 및 녹음

3.3 결과 분석 방법

PCK 구성 요소별 하위 범주 및 PCK 구성 요소 사이의 상호작용 관점이 포함된 선행 연구(김찬중, 채동현, 임채성, 2005; 남명호 등, 2006; 양찬호, 강훈식, 2013; 윤혜경, 2012; 이인제 등, 2004a; 최병순 등, 2004)의 분류틀에 따라 분석자 3인이 모든 분석 대상 전사본을 일차적으로 분류하고 검토하여, 연구의 맥락에 맞게 분류틀을 수정 및 보완하였다(최종 분류틀은 노태희, 박재성, 강훈식, 2016, p.781을 참고할 것). 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 측면에 대해 세부 하위 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 분류틀에 따라 분석 대상 전사본을 문장 단위로 분석하였다. 대체로 한 문장에 하나의 PCK 구성 요소가 포함된 것으로 코딩하였으나, 하나의 문장에 2가지 이상의 요소가 포함된 경우 중복하여 코딩하였다. PCK와 직접적인 관련이 없는 내용이 포함된 문장은 분석에서 제외하였다. 통합에 대한 분석에서는 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 단순하게 의사 표현을 하는 경우에는 그 말의 맥락이 PCK의 특정 측면에 대한 의견을 포함한 경우에 한

하여 분석하였다.

분석 결과는 개별 문항 제작 과정과 소집단별 문제지 제작 과정별로 각 예비교사에 대한 항목별 빈도와 백분율 및 대표적인 사례를 제시하였다. 이때, 연구 참여자의 개인정보 보호를 위해 예비교사 이름은 가명을 사용하되 성만 제시하고 이름은 제시하지 않았다. 그리고 소집단별 문제지 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소 사이의 통합의 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. 한편, 예비교사의 개별 및 소집단별 활동에 대한 전사본 중에서 대표적인 사례를 제시함에 있어, 예비교사의 행동에 대한 표현은 소괄호(())에 넣어 제시하였으며, 예비교사의 발화 중 생략된 부분은 연구자가 맥락 속에서 그 의미를 추측하여 대괄호([]) 속에 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.

IV. 연구 결과

4.1 개별 문항 제작 과정에 대한 분석 결과

이 문단에서는 8명의 예비 화학교사가 샤를의 법칙 내용의 세 문항을 개별로 제작하는 과정에 대한 분석 결과를 제시하였다. 이때, PCK 구성 요소에 대한 분석 결과와 PCK 구성 요소 사이의 통합에 대한 분석 결과로 나누어 서술하였다.

4.1.1 개별 문항 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소

예비교사의 개별 지필평가 문항 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소를 분석한 결과는 <표 IV-1>과 같다. 대부분의 예비교사에게서 과학 평가에 관한 지식 측면이 가장 많이 나타났으며(50.9%), 과학 교육과정에 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.

<표 IV-1> 개별 문항 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소에 대한 분석 결과
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

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 샤를의 법칙 설명하는 거랑, 분자 운동 모형을 설명하는 거랑, 그거 하고 그리고 이거를 서술하는 거랑 이렇게 해서 세 문제를 하면 되지 않을까?

(예비교사 이○○의 발성사고 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 발성사고 중에서)

(발문을 적으면서) 온도에 따라 잉크 방울이 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 발성사고 중에서)

(교과서를 보고 문항을 구상하면서) 풍선에다가, 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 발성사고 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 샤를의 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 발성사고 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 크게 때, 그게 아닌 것 같고 세계, 세계 부딪힌다. 그래서 용기 벽에 가하는 압력이 증가하기 때문에 바깥의 압력과 같아질 때까지 부피가 커지게 된다.

(예비교사 변○○의 발성사고 중에서)

1번 오답은, 또 어떻게 풀 수 있을까 애들이? 0도씨에서 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 발성사고 중에서)

단 1회만 고려된 과학 교수 전략에 관한 지식의 경우에는 ‘수업 기법’의 항목에서 나타났다. 즉, 한 명의 예비교사가 샤를의 법칙 개념을 가르칠 때 수업 기법 중 하나인 ‘실험’을 활용하여 가르쳤다고 가정하고 그 실험 수업 상황을 고려하여 문항을 제작하는 과정에서 나타났다. 이 경우는 예비교사가 교사용 지도서에 제시된 실험을 살펴보고 고민하던 중에 나타난 발화이다. 이 예비교사는 수업 상황 및 맥락을 고려하는 데 대한 어려움을 교사용 지도서를 활용함으로써 극복한 것으로 보인다.

그러면 이 실험을 했다고 생각하고, 이제 여기는 그냥 금방 음, 팽창 아닌가, 팽창? 이렇게 해놓고. 어, 상황을 설명을 해줘야지. 온도가, 온도를 높여 가

열, 생각을 해주고 이제 상황을 설명해.

(예비교사 이○○의 발생사고 중에서)

위의 개별 문항 제작 과정에서 예비교사들이 고려한 지식들은 과학 교사가 지필평가 문항을 제작할 때 반드시 고려해야 하는 요소이지만(이인제 등, 2004a; Gottheiner & Siegel, 2012), 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 발생사고 과정에서는 거의 나타나지 않았던 수업 모형, 수업 기법, 수업 전략, 교구 및 교재 준비 등과 같은 과학 교수 전략 요소들을 고려하면 보다 바람직한 평가 도구를 제작할 수 있다는 점(이인제 등, 2004a; Siegel & Wissehr, 2011)에서, 다양한 교수 전략 요소들이 제시되어 있는 교사용 지도서를 도입하는 등, 예비교사들이 이 요소들을 보다 적극적으로 고려하도록 하는 방안을 마련해야 할 것이다.

4.1.2 개별 문항 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소 사이의 통합

예비교사의 개별 문항 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소 사이의 통합 수준을 분석한 결과는 <표 IV-2-1> 및 <표 IV-2-2>와 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 포

함한 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.

<표 IV-2-1> 개별 문항 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소 사이의 통합에 대한 분석 결과 (통합 유형별)

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)
	A, C, K	-	1 (25.0)	-	-	-	1 (9.1)	-	-	2 (4.3)
3가지 측면의 통합	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)	

<표 IV-2-2> 개별 문항 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소 사이의 통합에 대한 분석 결과 (PCK 각 측면별)

단위: N(%)

	1조				2조				계
	박○○	변○○	송○○	이○○	강○○	김○○	신○○	황○○	
C와 다른 측면의 통합	-	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 측면의 통합	-	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 측면의 통합	-	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 측면의 통합	-	-	-	1 (9.1)	-	-	-	-	1 (2.1)
A와 다른 측면의 통합	-	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 사전 경험 및 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 한 번 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 발성사고 중에서)

[A와 L의 통합]

앞에 있는 보일의 법칙하고 증발, 확산도 이용해서 문제를 낼 수 있는데, 보일의 법칙에서 그거하고 비슷한 문제를 냈으니깐, 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 발성사고 중에서)

[A와 K의 통합]

(모범 답안을 적으면서) 충돌하는 횟수가 증가한다. 따라서 풍선은 기체 분자가 풍선에 가하는 압력이 대기압과 같아질 때까지 크기가 커진다. 여기서 중복 답안을 인정할 수 있게 하는 거는 횟수가 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 발성사고 중에서)

과학 내용에 관한 지식과 학생에 관한 지식 측면의 통합(8.5%), 과학 교육 과정에 관한 지식과 과학 내용에 관한 지식 측면의 통합(6.4%), 과학 교육 과정에 관한 지식과 학생에 관한 지식 측면의 통합(4.3%), 과학 평가에 관한 지

식과 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]

ㄷ으로는 -273 도가 되면 기체 부피는 0이 된다고 하면은 정확한 문제일까? 그냥 경향으로만 보라고 하면 괜찮을 것 같다. 그러면은 기체의 온도가 -273 도가 되면 그 부피는 0이 될 것으로 예상할 수 있다. 그래프를 보고라고 했으니까 [학생들이] 충분히 예상할 수 있다고 봐.

(예비교사 변○○의 발생사고 중에서)

[C와 K의 통합]

부피가 늘어나. 그러면 총돌 횟수... 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 나오는구나! 총돌 횟수 말고, 분자 운동에 대한 내용을 넣자. 분자 운동. 총돌 횟수 말고 분자 운동은 가보다 나에서 더 활발하다.

(예비교사 황○○의 발생사고 중에서)

[C와 L의 통합]

그러면 기체 온도가, 아, 쭉그러진 탁구공을 뜨거운 물에 담으면 탁구공은 퍼

진다. 다음 빈 칸에 알맞은 말을 넣어 이 현상을 설명하시오. 그래 교과서에도 이렇게 현상하는 문제가 나왔으니까, 애들이 서답형도 잘 풀 수 있겠다.

(예비교사 신○○의 발성사고 중에서)

[A와 I의 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... 에 이 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 발성사고 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 발성사고 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 잘못 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 발성사고 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. 이거를 한번, 괄호를 채워서 써보라

고 할까? 아 줘, 중학교 1학년한테 어려운 내용인가? 아닌데, 지도서에 나와 있는 걸로 봐선, 중학교 1학년도 충분히 알 수 있는 개념일 것 같다.

(예비교사 이○○의 발성사고 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 나타났다.

[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, 이거를 공기의 밀도랑 관련짓지 않고 열기구 풍선 속 공기를 가열하면 온도가 높아져서 공기를 이룬 분자 운동이 활발해지는 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. 이거를 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 발성사고 중에서)

이상의 결과들은 예비교사들이 개별적으로 지필평가 문항을 제작하는 과정에서 PCK의 구성 요소들을 충분히 연계하여 고려하지 않았음을 보여준다. 특

히 예비교사들이 특정 PCK 구성 요소들을 고려했다라도 제대로 고려하지 않는 경우가 많았으며, 이 경우 문항의 질이 보장되지 않았음을 알 수 있었다. 예비교사들은 자신의 문항 제작 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 계발을 도모하기 위해서는 문항 제작 과정을 효과적으로 개선할 수 있는 방안을 마련해야 할 것이다.

4.2 소집단별 문제지 제작 과정에 대한 분석 결과

이 문단에서 제시하고 있는 것은 8명의 예비 화학교사가 4인 1조의 소집단별로 보일의 법칙 및 샤를의 법칙 내용의 총 10문항의 문제지와 이에 대한 이원목적분류표를 작성하는 과정을 분석한 결과이다. 앞의 문단과 마찬가지로, 이 문단을 PCK 구성 요소에 대한 분석 결과와 PCK 구성 요소 사이의 통합에 대한 분석 결과로 나누어 서술하였다.

4.2.1 소집단별 문제지 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소

예비교사의 소집단별 지필평가 문제지 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소를 분석한 결과는 <표 IV-3>과 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. 이는 전반적으로 개별 지필평가 문항 제작 과정과 비슷한 양상이었다. 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 측면

에 대해서는 상대적으로 덜 고려한 것으로 나타났다. 특히, 개별 지필평가 문항 제작 과정에 비하여 과학 교육과정 관련 지식의 발생 비율은 14% 정도 감소하였다. 이는 예비교사들이 과학 교육과정 측면에 대해서는 개별 문항 제작 과정에서 이미 충분히 확인하였다고 생각했기 때문인 것으로 보인다.

<표 IV-3> 소집단별 문제지 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소에 대한 분석 결과

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

세부 항목별로 자세히 살펴보면, 과학 평가에 관한 지식 측면에서는 개별 지필평가 문항 제작 과정과 비교하여 ‘문항의 발문, 지시문, 선택지 및 그림 구성(27.4% → 36.0%)’과 ‘문항의 난이도 및 변별도(12.3% → 23.7%)’의 발생

비율은 증가한 반면, ‘평가 내용(38.8% → 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 문항 제작 과정에서 어느 정도 고려되기도 하였고 상대적으로 명확하다고 생각했기 때문일 수 있다.

과학 교육과정에 관한 지식 측면에서는 ‘해당 수업에서 다루어야 하는 내용’이 여전히 가장 많이 나타났지만 개별 지필평가 문항 제작 과정에 비하여 그 비율은 감소하였다(88.1% → 65.2%). 예비교사들이 해당 교육과정에 맞는 내용을 고려하기 위해 꾸준히 노력했다는 점에서는 긍정적이다. 그러나 그들이 완성한 최종 문항의 일부, 예를 들어 샤를의 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(1.2% → 15.9%)’의 발생 비율이 증가하였다. 예를 들어 다른 단원 및 교과와의 연계에 대한 다음 사례에서 예비교사들은 특정 개념에 대한 학교급별 내용 수준에 대하여 논의하고 있다. 그러나 교육과정 내용이 서로 어떻게 연계되는지를 구체적으로 확인하는 과정을 거치지 않는 것이다.

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 하는지

강○○: 몰랐네.

김○○: 너무 옛날이야.

신○○: 아니, 중학교 때는 그거 J까지, J관 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(86.7% → 66.0%)’의 발생 비율이 낮아지긴 했지만 여전히 가장 많이 나타났으며, 이외에도 ‘학생의 인지적 발달 수준 및 사고력(0% → 26.4%)’의 발생 비율이 크게 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 읽겠니?

박○○: 나 근데, 사실 중1이랑 고등학교 수준 차이를 잘 못 느끼겠어.

송○○: 근데, 중1이 현저하게 떨어져.

이○○: 현저히 떨어져.

박○○: 현저하게 떨어지는 건 아는데, 문제를 고민했던 게 이게 쉬운 건지 어려운 건지 정말 모르겠더라구.

이○○: 어떻게 생각하면 되냐면 방정식을 킁킁대면 중1이고, 함수를 킁킁대면 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 압력인 거야?

김○○: 그랬는데 왜 더 작을까?

강○○: 맞아. 그니까 압력계 압력은 그냥 이거 같은데. 여기 압력을...

...(생략)...

김○○: 난 그거 같은데. 실험 기구 이렇게 있으면

강○○: 아~ 뭔지 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 고려되었다.

신○○: 근데 이거를 이 실험하면서 우리가 한 번은 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 특징 측면에 편중되었고, 특히 과학 교수 전략 측면에 대한 고려가 거의 없었던 점에 대해서는 개선이 필요할 것이다.

4.2.2 소집단별 문제지 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소 사이의 통합

예비교사의 소집단별 문제지 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소 사이의 통합 수준을 분석한 결과는 <표 IV-4-1> 및 <표 IV-4-2>와 같다. 2개 소집

단에서 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 문항 제작 과정에 대한 분석 결과와 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 측면에서의 통합적인 고려는 부족했음을 의미한다.

<표 IV-4-1> 소집단별 문제지 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소 사이의 통합에 대한 분석 결과 (통합 유형별)

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)
	C, K, L	-	1 (2.3)	1 (1.5)
4가지 측면의 통합	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)

<표 IV-4-2> 소집단별 문제지 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소 사이의 통합에 대한 분석 결과 (PCK 각 측면별)

단위: N(%)

	1조	2조	계
C와 다른 측면의 통합	6 (24.0)	14 (32.6)	20 (29.4)
K와 다른 측면의 통합	11 (44.0)	25 (58.1)	36 (52.9)
L과 다른 측면의 통합	21 (84.0)	25 (58.1)	46 (67.6)
I와 다른 측면의 통합	-	1 (2.3)	1 (1.5)
A와 다른 측면의 통합	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

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 문항 제작 과정에 비해 그 비율이 증가하였다. 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 문항 제작 과정에서 나타났던 이외의 다른 유형들은 나타나지 않았다.

3가지 측면의 통합에서는 개별 문항 제작 과정과 유사하게 과학 평가에 관한 지식, 과학 내용에 관한 지식, 학생에 관한 지식 측면의 통합(14.7%)이 가

장 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 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. 특히, 이 사례는 과학교사들이 함께 모여 채점 기준안을 작성 및 수정하는 과정에서 교육과정 지식, 교과 내용 지식 및 학생에 대한 이해가 상호 관련되어 고려되었던 것으로 보고된 민희정(2012)의 연구 결과와 맥락을 같이 한다. 즉, 채점 기준안에 대한 고민과 논의를 통해 과학교사들이 이와 같은 측면의 지식을 통합적으로 고려할 수 있는 기회가 마련될 수 있는 것으로 보인다. 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. 그거 설명 안 해줄 거예요, 수업 시간에?

변○○: 애들이 터진다고 하면은 당황하지 않을까?

...(생략)...

송○○: 왜 당황해요? 그게 자연의 이치인데?

이○○: 그래서 이건 좀 고쳐야 된다고 생각을 했어요. 뭐 고무풍선으로 바뀌 준다면지, 좀 잘 늘어나는, 부피 변화가 가능한.

변○○: 그래. 상황 자체는 나이스 했다.

이○○: 어떻게 변화되는지를요. 부피가 어떻게 변화되는지 좀 구체적으로 써 줬으면 좋겠어요.

(1조의 소집단별 논의 중에서)

[A, C, K, L, I의 통합]

신○○: 애들이 공기 압력이랑 부피만 딱 주면은 너무 쉬우니까, 이거를 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, 아이들이.

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? 그
치. 근데 그래도 이게 진짜 공기의 압력이니까 이걸 써야 된다는 거
같은데.

신○○: 근데 나도 어떻게 생각했냐면 나도 사실 왜 그게 들어갔는지 모르는
데, 책에서 그렇게 나왔으면 우리가 그렇게 [실험] 수업을 했을 거
아니야. 책을 보면서.

강○○: 응.

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

...(생략)...

신○○: 근데 이거를 이 실험하면서 우리가 한 번은 설명을 하고 넘어가지 않
을까, 애들한테? 그래서 애들은 압력계의 압력뿐만 아니라 그니까 공
기의 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 지필평
가 문항 제작 과정에서 미처 고려하지 못했던 PCK 구성 요소들을 보다 통합
적으로 고려하게 되었음을 의미한다. 이는 예비교사들이 소집단별 논의 과정
에서 각자 고려했던 측면들이 다양하여, 보다 풍부한 PCK 구성 요소들을 통
합적으로 고려할 수 있는 기회가 증가했기 때문으로 보인다. 평가 과제를 다
각도에서 분석하고 수정하는 과정이 교사들의 PCK 발달에 도움이 된다는 연

구 결과(Falk, 2012)와 예비교사끼리의 소집단 논의 과정 속에서 각자에게 새로운 관점을 들어보는 것이 예비교사의 평가 전문성 향상에 도움이 된다는 연구 결과(DeLuca *et al.*, 2013)에 비추어 보았을 때도, 이는 긍정적으로 평가할 수 있는 부분이다. 하지만, 여전히 과학 교수 전략에 관한 지식 측면을 포함한 통합이 거의 나타나지 않았고, 지필평가 문항을 통해 평가하고자 하는 학습자의 지식 수준이 교육과정을 벗어났음에도 불구하고 이에 관한 통합적인 논의가 의미 있게 진행되지 않아 문항의 수준이 낮았던 점에 대해서는 개선 방안을 마련해야 할 것이다.

V. 결론 및 제언

이 연구는 예비 화학교사가 지필평가 문항을 개별 및 소집단별로 제작하는 과정에서 고려한 PCK에 대해 이해하는 것을 목적으로 하였다. 이에 따라, 이 연구에서는 예비교사가 그 과정에서 고려한 PCK 구성 요소 및 그 요소들 사이의 상호작용을 분석하였다.

예비 화학교사 8명의 개별 지필평가 문항 제작 활동에 대한 발성사고 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 교육과정에 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, 각 4명의 예비교사로 구성된 2개 소집단의 지필평가 문제지 제작 활동을 분석한 결과, 고려된 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 통합을 분석한 결과, 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 교육과정에 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 예비교사들이 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 문항 제작 과정에 비해 예비교사들이 PCK 구성 요소들을 보다 균형 있게 고려하게 되었을 뿐만 아니라, 이 요소들을 더욱 통합적으로 고려하였음을 알 수 있었다. 하지만, 이와 동시에 여러 부족함이 있다는 사실도 확인할 수 있었다. 이러한 결과들은 선행 연구들(민희정, 2012; Falk, 2012)의 연구 결과와 함께 예비교사의 평가 전문성 신장을 통한 PCK 계발과 관련된 의미 있는 시사점을 제공할 수 있다. 예를 들어, 이 결과들은 개별 문항 제작 활동과 이후에 이루어진 소집단별 문제지 제작 활동을 통해 도출된 것이므로, 지필평가 문항 제작 과정에서 예비 화학교사들이 고려하는 PCK 구성 요소 및 이들 사이의 구체적인 상호작용 양상에 대해 선행 연구에서 제공하지 못했던 실증적이고 정량적인 정보를 제공한다는 측면에서 의미가 있다. 또한, 개별 및 협력적 지필평가 제작 활동이 예비교사들의 평가 전문성 및 PCK 수준을 파악하는 방법으로써 유용할 뿐만 아니라, 예비 및 현직 교사들의 평가 전문성과 PCK 계발을 위한 유용한 전략이 될 수 있음을 시사한다.

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 고려할 때의 상호작용이 의미 있게 이루어지지 않아 문항의 완성도가 부족했던 경우가 적지 않게 나타났으므로, 이를 개선하기 위한 방안을 마련할 필요가 있다. 예를 들어, 단편적으로 이루어진 개별 및 소집단지필평가 문항 제작 활동을 통해서 예비교사들이 자신의 부족한 점을 스스로 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 개발 측면에서 이런 문항의 유용성을 스스로 인식할 수 있는 기회를 제공하는 방안을 고려할 수 있다. 또한 지필평가 문항 제작 과정에 대한 구체적인 제작 단계를 설정하고 PCK 구성 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.

참고 문헌

- 강훈식, 강석진 (2015). 초등학교 교사의 과학 평가 전문성에 대한 자가진단 내용 분석. 초등과학교육, 34(2), 153-163.
- 고문숙, 남정희 (2013). 협력적 멘토링을 통한 초임 중등과학교사의 교수실행에서 나타나는 반성적 실천의 변화. 한국과학교육학회지, 33(1), 94-113.
- 김경희, 김신영, 김성숙, 지은림, 반재천, 김수동 (2006). 교사의 학생평가 전문성 기준 개발. 교육평가연구, 19(2), 89-112.
- 김성기, 최은주, 백성혜 (2015). 중학교 과학과 서술형 평가의 문항 특성 및 요인 분석. 대한화학회지, 59(5), 445-453.
- 김성원, 현미숙 (2005). 중학교 과학교육과정에서 수행평가의 일반적 사항과 적절한 수행평가 방법에 관한 과학 교사들의 인식 조사. 교과교육학연구, 9(2), 213-232.
- 김신영 (2007). 교사의 학생평가전문성과 중등교사 양성과정. 교육평가연구, 20(1), 1-16.
- 김찬중, 채동현, 임채성 (2005). 과학교육학 개론. 서울: 북스힐.
- 김형준, 유준희 (2012). 중학생 과학탐구활동 수행평가 시 총체적 채점에서 나타나는 채점자간 불일치 유형 분석. 한국과학교육학회지, 32(1), 160-181.
- 김호진, 광대오, 성민웅 (2000). 중등학교 과학교사들의 학습 평가에 관한 실태 조사. 한국과학교육학회지, 20(1), 101-111.
- 남명호, 박소영, 송미영, 김국현, 김수동, 조일수, 임완성, 이경애, 오수학, 강민선, 강진호 (2006). 교사의 학생평가 전문성 신장 연구(III). 서울: 한국교육과정평가원.
- 노태희, 강석주, 강훈식 (2012). 중등 과학영재교육에서 초임 교사의 수업 전문성 제고 전략으로써의 멘토링 적용 사례연구. 한국과학교육학회지, 32(2), 331-341.
- 노태희, 김영훈, 양찬호, 강훈식 (2011). 과학영재교육에서 초임 교사들의 PCK

- 측면에서의 수업 전문성에 대한 사례연구. 한국과학교육학회지, 31(8), 1214-1229.
- 노태희, 양찬호, 김영훈, 강훈식 (2012). 코티칭을 통한 초임 과학영재교육 담당교사의 수업 전문성 변화에 관한 사례연구. 한국과학교육학회지, 32(4), 655-670.
- 노태희, 윤지현, 강석진 (2009). 초등교사의 구성주의적 과학 평가관 및 관련 변인 탐색. 초등과학교육, 28(3), 352-360.
- 노태희, 이재원, 강석진, 강훈식 (2015). 중등 과학교사의 과학 평가 실태와 지향. 한국과학교육학회지, 35(4), 725-733.
- 민희정 (2012). 과학교사의 학생평가 실태분석 및 교사연수를 통한 평가전문성 모델 개발. 한국교원대학교 대학원 박사학위논문.
- 박현주, 정대홍, 최원호 (2011). 과학과 행동영역에 대한 과학 교사들의 인식 조사. 한국과학교육학회지, 31(1), 61-77.
- 신명경 (2010). PCK 측면에서 살펴본 중등과학 교사 교육의 고찰. 과학교육논총, 23, 55-63.
- 양찬호, 강훈식 (2013). 중등 초임 과학영재교육 담당교사의 코티칭 과정에서 나타나는 과학 수업 반성의 특징 분석. 한국과학교육학회지, 33(2), 373-389.
- 윤혜경 (2012). 생산적 반성 관점에서 분석한 초등 예비교사의 과학 수업 반성의 특징. 한국과학교육학회지, 32(4), 703-716.
- 이인제, 김범기, 이범홍, 박정, 진재관, 김옥남, 서수현, 김신영, 강순희, 권재술, 김성원, 백성혜, 신동희, 이효녕, 조희형, 차희영 (2004a). 과학과 교사의 학생 평가 전문성 신장 모형과 기준. 서울: 한국교육과정평가원.
- 이인제, 이범홍, 박정, 진재관, 김신영, 김옥남, 서수현 (2004b). 교사의 학생 평가 실태조사 및 전문성 신장에 대한 요구분석. 서울: 한국교육과정평가원.
- 이현주, 최경희, 남정희 (2000). 형성평가의 피드백 유형이 학생들의 과학 성취와 태도, 교사-학생 상호작용에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 20(3), 479-490.

- 장수미, 김재영 (2002). 교사의 관심도에 기초한 초등 과학과 수행평가의 실태 분석. 초등과학교육, 21(2), 227-239.
- 정금순, 강훈식 (2011). 초등 과학영재수업에서 코티칭의 활용에 대한 사례 연구. 한국과학교육학회지, 31(2), 239-255.
- 조희형, 고영자 (2008). 과학교사 교수내용지식(PCK)의 재구성 과 적용 방법. 한국과학교육학회지, 28(6), 618-632.
- 최병순, 강석진, 강순민, 강순희, 공영태, 권혁순, 김재현, 남정희, 노석구, 박중석, 박현주, 백성혜, 이범홍, 이상권, 최미화 (2004). 화학 교재 연구 및 지도. 파주: 자유아카데미.
- 최정인, 백성혜 (2016). 초등학교 과학과 5, 6학년 서술형 평가문항의 행동영역 내용타당도 및 이에 영향을 미치는 요인 분석. 한국과학교육학회지, 36(1), 87-101.
- 최현숙, 김중복 (2013). 예비 물리 교사들의 학생평가 문항 제작 수행 수준 조사 - 형성 평가를 위한 선다형 물리 개념 검사 문항 분석 중심으로. 과학교육연구지, 37(3), 458-475.
- Abell, S. K. (2008). Twenty year 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.
- Aydin, S., Demirdogen, B., Akin, F. N., & Uzuntiryaki-Kondakci, E. (2015). The nature and development of interaction among components of pedagogical content knowledge in practicum. *Teaching and Teacher Education*, 46, 37-50.
- 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.
- Bowen, C. W. (1994). Think-aloud methods in chemistry education: Understanding student thinking. *Journal of Chemical Education*, 71(3), 184-190.
- Brown, P., Friedrichsen, P., & Abell, S. (2013). The development of prospective secondary biology teachers PCK. *Journal of Science Teacher Education*, 24(1), 133-155.
- Charters, E. (2003). The use of think-aloud methods in qualitative research: An introduction to think-aloud methods. *Brock Education*, 12(2), 68-82.
- DeLuca, C., Chavez, T., Bellara, A., & Cao, C. (2013). Pedagogies for preservice assessment education: Supporting teacher candidates' assessment literacy development. *The Teacher Educator*, 48(2), 128-142.
- 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.
- Fernández-Balboa, J.-M., & Stiehl, J. (1995). The generic nature of pedagogical content knowledge among college professors. *Teaching & Teacher Education*, 11(3), 293-306.
- Fives, H., & Barnes, N. (2017). Informed and uninformed naïve assessment constructors' strategies for item selection. *Journal of Teacher Education*, 68(1), 85-101.
- 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.
- Hume, A., & Berry, A. (2011). Constructing CoRes—a strategy for building

- PCK in pre-service science teacher education. *Research in Science Education*, 41(3), 341-355.
- Kaya, O. N. (2009). The nature of relationships among the components of pedagogical content knowledge of preservice science teachers: 'Ozone layer depletion' as an example. *International Journal of Science Education*, 31(7), 961-988.
- Kind, V. (2009). Pedagogical content knowledge in science education: Perspectives and potential for progress. *Studies in Science Education*, 45(2), 169-204.
- Loughran, J., Gunstone, R., Berry, A., Milroy, P., & Mulhall, P. (2000, April). *Science cases in action: Developing an understanding of science teachers' pedagogical content knowledge*. Paper presented at the 73rd annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans (April 28-May 1, 2000). Retrieved from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED442630.pdf>
- Loughran, J., Mulhall, P., & Berry, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370-391.
- 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.
- Marable, M., & Raimondi, S. (2007). Teachers' perceptions of what was most (and least) supportive during their first year of teaching. *Mentoring and Tutoring: Partnership in Learning*, 15(1), 25-37.
- McMillan, J. H. (2014). *Classroom assessment: Principles and practice for*

- effective standards-based instruction (6th ed.)*. 손원숙, 박정, 강성우, 박찬호, 김경희 역 (2015). 교실평가의 원리와 실제: 기준참조수업과의 연계. 서울: 교육과학사.
- Nilsson, P. (2008). Teaching for understanding: The complex nature of pedagogical content knowledge in pre-service education. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1281-1299.
- Padilla, K., & Van Driel, J. (2011). The relationships between PCK components: The case of quantum chemistry professors. *Chemistry Education Research and Practice*, 12(3), 367-378.
- 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., Jang, J.-Y., Chen, Y.-C., & Jung, J. (2011). Is pedagogical content knowledge (PCK) necessary for reformed science teaching?: Evidence from an empirical study. *Research in Science Education*, 41(2), 245-260.
- 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.
- Popham, W. J. (2003). *Test better, teach better: The instructional role of assessment*. 김성훈, 이현숙 역 (2016). 수업중심 교육평가. 서울: 학지사.
- Popham, W. J. (2009). Assessment literacy for teachers: Faddish or fundamental?. *Theory Into Practice*, 48(1), 4-11.
- 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.
- Settlage, J. (2013). On acknowledging PCK's shortcomings. *Journal of Science Teacher Education*, 24(1), 1–12.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–22.
- Shulman, L. S. (2015). PCK: Its genesis and exodus. In A. Berry, P. Friedrichsen, & J. Loughran (Eds.), *Re-examining pedagogical content knowledge in science education* (pp. 3–13). New York: Routledge.
- Siegel, M. A., & Wissehr, C. (2011). Preparing for the plunge: Preservice teachers' assessment literacy. *Journal of Science Teacher Education*, 22(4), 371–391.
- 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.
- Van Driel, J. H., & Berry, A. (2012). Teacher professional development focusing on pedagogical content knowledge. *Educational Researcher*, 41(1), 26–28.
- Van Driel, J. H., De Jong, O., & Verloop, N. (2002). The development of preservice chemistry teachers' pedagogical content knowledge. *Science Education*, 86(4), 572–590.
- van Driel, J. H., Verloop, N., & de Vos, W. (1998). Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(6), 673–695.

출 판 물

노태희, 박재성, 강훈식 (2016). 중등 예비 화학교사의 지필평가 문항 제작 과정에서 고려된 교과교육학 지식(PCK) 구성 요소 사이의 상호작용. 한국과학교육학회지, 36(5), 769-781.

ABSTRACT

Understanding Pedagogical Content Knowledge of Pre-service Chemistry Teachers Considered in the Processes of Making Written Test Items

Jaesung Park

Department of Science Education, Major in Chemistry

The Graduate School

Seoul National University

This study aimed at an understanding of pedagogical content knowledge (PCK) of pre-service chemistry teachers considered in the processes of making written test items individually and in small group. For this aim, the study focused on the components of PCK considered in the processes and the interactions among the PCK components. The processes of making written test items individually for 8 pre-service teachers was studied by the think-aloud method. It revealed that ‘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, the

integrations among four or five components were not found. The processes of making test papers in two small groups each consisting of four pre-service teachers were observed. The PCK components used in the small groups were found to be similar to those in the individual processes. However, 'curriculum for science education' was less frequently used, and 'instructional strategies and instruction for science education' was hardly used, and the numbers of subcategories used at a relatively high frequency were increased from other three components. In the aspects of integration, the proportion of the integrations between two components decreased and that among 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, and the integrations of 'instructional strategies and instruction for science education' with the other components were still hardly found.

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

Student Number: 2015-21620