



해결자·청취자 활동이 예비 화학교사의 지필평가 문항 제작 과정에서 고려된 교과교육학 지식(PCK) 구성 요소 사이의 상호작용에 미치는 영향

박재성¹, 강훈식^{2*}, 한재영³
¹서울대학교, ²서울교육대학교, ³충북대학교

The Influence of Paired Think-Aloud Problem Solving on Interactions among PCK Components Considered in the Processes of Making Written Test Items by Pre-Service Chemistry Teachers

Jaesung Park¹, Hunsik Kang^{2*}, JaeYoung Han³

¹Seoul National University, ²Seoul National University of Education, ³Chungbuk National University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 13 May 2017
 Received in revised form
 13 June 2017
 Accepted 13 June 2017

Keywords:

paired think-aloud problem solving, written test, pedagogical content knowledge (PCK), integration among PCK components, pre-service chemistry teacher

ABSTRACT

This study investigated the influence of paired think-aloud problem solving on interactions among the pedagogical content knowledge (PCK) components considered in the processes of making written test items by pre-service chemistry teachers. The processes of making written test items using paired think-aloud problem solving in four small groups consisting of two pre-service chemistry teachers were recorded and transcribed. The analysis of the results revealed that the 'assessment in science education' of the five PCK components, regardless of the roles (solver or listener), was most frequently used in making written test items. 'Subject matter knowledge' and 'students' were also frequently used although less than the previous component. However, 'curriculum for science education' and 'instructional strategies and instruction for science education' was a little used. In the aspects of integration, the integrations between two or three components of various types were frequently found. The integrations among four or five components were also slightly 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 hardly found. The usefulness, limitations, and effective use of paired think-aloud problem solving as a strategy improving competency to make written test items and the PCK of pre-service teachers were discussed on the basis of the results.

1. 서론

최근 현직 및 예비교사 교육의 핵심은 교사의 교과교육학 지식(pedagogical content knowledge, PCK) 계발이라고 할 수 있다(Park & Oliver, 2008). 실례로 미국의 과학교육기준(NRC, 1996)과 과학·수학·기술교육개혁의 Project 2061(AAAS, 1998) 등에서 과학 교사의 자질 및 전문성을 위한 필수 요건으로 과학교사의 PCK 계발을 제시하고 있다. 이에 따라 많은 과학교육 연구자들이 과학교사의 PCK의 개념을 정립하는데 관심을 가지고 있다(Cho & Ko, 2008; Hashweh, 2005; Kind, 2009; Magnusson, Krajcik, & Borko, 1999; Park & Oliver, 2008). 또한 과학교사의 PCK 계발 전략을 모색하는 데에도 지속적으로 노력하고 있다. 대표적인 예로, 코칭, 멘토링, 컨설팅 등과 같이 다른 교사나 전문가가 예비 및 현직 교사에게 PCK의 모든 요소에 대해 포괄적인 도움을 제공하는 전략의 유용성 및 효과에 대한 연구들이 진행된 바 있다(Go & Nam, 2013; Jung & Kang, 2011; Kwak, 2011; Marable & Raimondi, 2007; Na & Yeo, 2015; Noh, Kang, & Kang, 2012; Noh *et al.*, 2012; Stanulis, Little,

& Wibbens, 2012; Yoon, 2014).

이러한 전략들의 현실적인 한계를 지적하며, 교수-학습 설계 및 실행 과정에서 교사가 자신의 PCK 요소들을 골고루 활용할 수 있는 활동 기회를 제공하고 도움을 지원하는 전략의 유용성을 주장한 경우도 있었다. 이 주장의 핵심 근거는 PCK 구성 요소들의 상호관련성(Aydin & Boz, 2013; Aydin *et al.*, 2015; Magnusson, Krajcik, & Borko, 1999; Park & Chen, 2012; Park & Oliver, 2008)에 기초한 것이다. 예를 들면 Magnusson, Krajcik, & Borko (1999)은 개별적인 PCK 구성 요소보다 PCK 구성 요소 사이의 상호작용이 PCK라는 교사의 지식 체계를 더 잘 나타내주기 때문에 PCK 구성 요소 사이의 상호작용에 보다 주목할 것을 주장한 바 있다. Aydin & Boz (2013)에서도 교육과정에 관한 지식, 학생에 관한 지식, 교수전략에 관한 지식이 'inform'과 'shaped' 등의 관계로 서로 유의미하게 연관되어 있음을 보여주었고 있다. 같은 맥락에서 PCK 구성 요소 사이의 상호작용은 교사의 전문성 수준을 판단하는 데에도 더 유용할 수 있다(Fernández-Balboa & Stiehl, 1995). 따라서 PCK 구성 요소 중에서의 한 가지 구성 요소 측면에서 교수-학습 설계 및 실행 활동을 의미

* 교신저자 : 강훈식 (kanghs@snu.ac.kr)

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

http://dx.doi.org/10.14697/ikase.2017.37.3.429

있게 진행하면 이 활동의 수행과 유기적인 관계가 있는 다른 구성 요소들도 발달할 수 있다. 이러한 맥락에서 교수 설계 과정에서의 모든 PCK 구성 요소의 종합적인 활용에 기초하여 교사의 교수 설계 능력과 PCK의 관계를 조사하거나(Schwarz *et al.*, 2008), 교수 설계 및 분석 활동이 예비교사의 PCK 향상에 미치는 영향을 조사(Beyer & Davis, 2012)하는 연구가 진행되었다.

마찬가지로 평가 전문성과 다른 PCK 구성 요소와의 밀접한 관련성(Black *et al.*, 2004; Siegel & Wissehr, 2011) 및 과학 평가 계획 및 실행 과정에서 모든 PCK 구성 요소의 종합적인 활용의 중요성(Lee *et al.*, 2004)에 기초하여, 평가 전문성과 PCK 발달의 관계를 조사하는 연구(Falk, 2012; Min, 2012)들도 최근 들어 진행되고 있다. 예를 들어 Falk(2012)는 일부 물리 개념에 대하여 수행평가 워크숍 과정에서 활용되거나 발달되는 PCK 측면을 조사하였고, Min(2012)은 일부 과학 개념에 대하여 지필평가 및 수행평가의 실행 과정과 PCK의 관련성을 조사하였다. 그러나 이 연구들의 경우에는 현직 교사 사이의 협력 활동만으로 평가가 진행되거나 개별 활동과 협력 활동이 혼재되어 평가가 진행되었고, 사례 연구를 통한 정성적인 정보만을 제공하였다. 이로 인하여 평가 과정에서 교사, 특히 예비교사 개인의 PCK 구성 요소 사이의 상호작용 및 PCK 발달 과정에 대한 의미 있고 체계적인 정보를 정량적으로 제공하지 못하는 한계가 있었다.

이러한 한계점을 극복하기 위한 노력으로 예비 화학교사의 지필평가 문항 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소 및 구성 요소 사이의 상호작용을 체계적인 분석틀을 토대로 정량적으로 분석한 연구(Noh, Park, & Kang, 2016)가 진행되었다. 이 연구에 의하면, 지필평가 문항 제작 과정에서 가장 많이 고려된 PCK 구성 요소는 과학 평가에 관한 지식이었으며, 과학 교육과정에 관한 지식, 과학 내용에 관한 지식, 학생에 관한 지식 측면 등도 비교적 많이 고려되었다. 그러나 각 요소 중에서도 고려하는 PCK 구성 요소가 편중되어 있었고 특히 과학 교수 전략에 관한 지식 측면은 거의 고려되지 않았다. 또한 핵심적인 구성 요소들을 잘못 고려하거나, PCK 구성 요소들을 함께 고려한 통합이 의미 있게 이루어지지 않아 문항의 완성도가 떨어진 사례가 적지 않았다. 따라서 이러한 제한점을 극복하는 데 기여할 수 있는 전략을 적극적으로 모색하여 도입할 필요가 있다.

이를 위한 전략으로 학생들의 문제 해결 과정을 돕기 위해 개발된 해결자·청취자 활동(paired think-aloud problem solving)을 고려해 볼 수 있다. 이 활동은 자신의 사고 과정을 빠짐없이 말로 표현하면서 스스로 특정 과제를 해결하는 ‘해결자(solver)’와 해결자의 과제 해결 과정을 능동적으로 이해하고 질문하며 정확성을 검토하여 잘못을 지

적하는 ‘청취자(listener)’로 역할이 구분되며, 해결자의 활동은 발생 사고법(think-aloud method)에 기반한 것이다(Jeon, 1999). 이 활동을 통해 해결자는 청취자의 능동적인 점검과 도움을 받아 자신의 사고 과정을 명확히 인지 및 체계화하고 잘못된 부분은 교정할 수 있다. 그리고 청취자는 해결자의 과제 해결 과정을 능동적으로 점검하는 과정에서 특정 개념이나 과제에 대하여 심도 있게 생각해 볼 수 있고 자신의 과제 해결 과정에 대하여 반성적 사고를 할 수 있다(Goos, 1994; Jeon, 1999). 특히 해결자와 청취자의 역할을 바꾸어 진행할 경우, 청취자 자신이 미처 생각하지 못했던 부분을 해결자의 문제 해결 과정에서 학습한다면 자신이 해결자가 되었을 때 그 부분을 유용하게 활용할 수 있을 것이다. 따라서 예비교사의 지필평가 문항 제작 과정에서 해결자·청취자 활동을 도입한다면 예비교사의 지필평가 문항 제작 과정에 대한 반성적 사고를 촉진하게 될 것이다. 또한 이를 통해 평가와 관련된 PCK의 주요 구성 요소를 보다 다양하고 심도 있게 고려하게 됨은 물론 PCK 구성 요소 사이의 의미 있는 상호작용을 촉진함으로써 지필평가 문항 제작 능력을 제고하는 데 기여할 수 있을 것이다. 그러나 지금까지 이에 관한 연구는 진행된 바 없다.

이에 이 연구에서는 예비 화학교사가 해결자·청취자 활동을 통해 지필평가 문항을 제작하는 과정에서 고려하는 PCK 구성 요소와 그들 사이의 상호작용을 양적 및 질적으로 분석하였다. 이를 통해 해결자·청취자 활동이 예비교사의 지필평가 문항 제작 과정에서의 PCK 구성 요소 사이의 상호작용에 미치는 영향에 관한 실증적이고 체계적인 정보를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

충청도 지역 사범대학의 화학교육과에 재학 중이고 3학년 과학교육 관련 강좌를 수강하고 있는 예비교사 8명이 본 연구에 참여하였으며, 구체적인 정보는 Table 1과 같다. 성별로 보면, 남학생은 3명이고 여학생은 5명이었다. 그리고 이들 중 6명은 평가 관련 강좌를 통해 일반적인 지필평가 제작 원리와 관련된 이론 및 방법 등을 학습한 상태였다. 특히 지필평가 문항 제작과 관련된 실습 경험이 있는 예비교사는 2명이었다.

Table 1. The characteristics of the participants

	1조		2조		3조		4조	
	예비교사 S1	예비교사 S2	예비교사 S3	예비교사 S4	예비교사 S5	예비교사 S6	예비교사 S7	예비교사 S8
성별	여	남	남	여	남	여	여	여
평가관련 수강강좌	화학과 교재연구 및 지도법	-	교육평가	화학과 교재연구 및 지도법	과학교육론	화학과 교재연구 및 지도법, 교육평가	교육평가	화학과 교재연구 및 지도법, 교육평가
지필평가 제작 원리에 대한 학습 여부	○	×	○	×	○	○	○	○
지필평가 문항 제작 경험 여부	×	×	○	×	×	×	○	×

2. 연구 절차

선행연구(Jeon, 1999; Noh *et al.*, 2017; Noh, Park, & Kang, 2016)의 결과를 바탕으로 해결자·청취자 활동을 통해 예비교사의 지필평가 문항 제작 활동을 질적으로 개선할 수 있는 방안을 마련하였다. 이에 기반한 자료 수집은 과학교육 관련 강좌의 일환으로 1주에 3시간씩, 총 3주에 걸쳐 진행되었다. 첫째 주에서는 참여 예비교사를 대상으로 본 연구의 목적 및 절차에 대해 소개한 후, 지필평가 문항 제작과 관련된 오리엔테이션을 진행하였다. 오리엔테이션에서는 과학교육 평가의 목적, 평가 목표와 방법에 따른 분류, 지필평가 문항의 제작 원리 등에 대하여 각각 이론적인 내용을 설명한 후 구체적인 사례를 제시하였다. 특히 지필평가 문항의 제작 원리에 대해서는 이원분류표와 문항 유형별 특징 및 제작 시 유의점 등을 중심으로 예시하고 설명하였다.

둘째 주에서는 선행연구(Choi *et al.*, 2004; Lee *et al.*, 2004; Nam *et al.*, 2006)의 논의를 참고하여 좋은 평가 문항을 제작하는 방법에 대하여 PCK 각 구성 요소별로 구체적으로 설명한 후, 예시 문항들을 제공하고 이 문항에서 좋은 평가 문항이 될 수 있는 요소들을 찾아 조별로 분석 및 논의하도록 하였다. 이때 PCK 구성 요소별 하위 범주 및 PCK 구성 요소 사이의 상호작용 관점이 포함된 선행연구(Noh, Park, & Kang, 2016)의 결과를 토대로 제작한 점검표를 제공하여 문항 분석에 활용하도록 하였다. 이 점검표는 평가 문항 제작 시 예비교사가 고려해야 할 항목들이 PCK의 5가지 구성 요소로 범주화되어 있고, 해결자가 각 범주를 고려한 정도를 청취자가 판단하여 3수준으로 표시하도록 구성되어 있다. 그 다음으로는 해결자·청취자 활동의 진행 방법과 유의점에 대해 소개한 후, 2명씩 짝이 되어 연구 과제와 무관한 내용으로 점검표를 활용한 해결자·청취자 활동을 연습하도록 하였다. 즉 중학교 1~3학년군 과학의 ‘물질의 특성’ 단원에 대하여 해결자와 청취자의 역할을 바꾸어 가면서 교대로 1문항씩 제작하도록 함으로써, 점검표를 활용한 해결자·청취자 활동에 익숙해질 수 있도록 하였다. 또한 해결자와 청취자의 역할을 충실하게 수행할 수 있도록 하기 위해 각 역할의 임무와 예시가 기술된 역할표를 각각 제공하여 활용하도록 하였다.

셋째 주에서는 중학교 1~3학년군 과학의 ‘분자 운동과 상태 변화’ 단원에 제시된 보일 법칙 또는 샤를 법칙에 대하여 3문항(선택형 2문항, 서답형 또는 서술형 1문항)을 Bloom의 교육 목표에 따른 행동 영역인 지식, 탐구, 태도 중 지식 측면에서 제작하도록 하였다. 이때 예비교사에게는 2개 출판사의 2009 개정 과학과 교육과정에 따른 중학교 과학 1 교과서와 교사용 지도서 및 이와 관련된 오개념 자료를 제공하여 활용하도록 하였으며, 스마트폰을 사용한 정보 검색도 가능함을 안내하였다. 또한 둘째 주의 짝과 같은 조가 되어 해결자·청취자 활동을 통해 문항을 제작하도록 하였으며, 점검표와 역할표를 제공하여 해결자는 스스로 점검표를 보면서 문항을 제작하고 청취자는 해결자의 문항 제작 과정을 점검 및 촉진하도록 하였다. 예비교사 1명이 3개의 문항을 제작하는 데 소요된 시간은 1시간 내외였으며, 시간이 부족한 예비교사의 경우 2개의 문항만 제작하기도 하였다. 해결자의 문항 제작 활동이 끝난 후에는 청취자가 작성한 점검표를 바탕으로 해결자의 문항 제작 과정에 대해 5분 동안 함께 평가 및 논의하도록 하였다. 이후 평가 개념과 역할을 바꾸어 문항을 제작하

도록 하였다. 예를 들어 이전에 청취자 역할을 담당했던 예비교사는 이번에는 해결자가 되어 이전 해결자가 선택하지 않은 개념(보일 법칙)에 대하여 문항을 제작하도록 하였다. 모든 활동이 종료된 후 개별 심층면담을 진행하였다. 이를 위해 면담자는 모든 문항 제작 활동을 관찰하였으며, 필요한 경우 관찰한 내용을 메모하였다. 해결자·청취자 활동을 통한 문항 제작 과정과 면담 과정은 모두 녹음·녹화하고 전사본을 작성하였다. 이 중 문항 제작 과정에 대한 전사본을 주 분석 자료로 삼았으며, 제작된 문항과 관찰 메모 및 면담 전사본 등의 기타 자료는 모두 보조 자료로 활용하였다.

3. 결과 분석 방법

선행연구(Noh, Park, & Kang, 2016)에서 제시된 PCK 관점에서의 지필평가 문항 제작 과정 분류틀을 그대로 사용하여 PCK 구성 요소별 하위 항목 및 PCK 구성 요소 사이의 상호작용을 분석하였다. 이 분류틀에서는 PCK 구성 요소를 5가지, 즉 과학 교육과정에 관한 지식, 과학 내용에 관한 지식, 학생에 관한 지식, 과학 교수 전략에 관한 지식, 과학 평가에 관한 지식으로 구분하고 각 요소에 대한 하위 항목을 설정하고 있다. 그리고 PCK 각 구성 요소를 유기적으로 함께 고려하는 것이 한 가지 요소만 단순히 고려하는 것보다 질적으로 우수하다는 점(Aydin & Boz, 2013; Aydin *et al.*, 2015; Noh, Park, & Kang, 2016; Park & Chen, 2012)에 기초하여, PCK 구성 요소 사이의 상호작용에 해당하는 경우를 ‘통합’으로 규정하고 이를 통해 각 예비교사의 수준을 파악하고자 하였다. 즉 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 통합으로 규정하고 있으며, 함께 관련지어 고려한 PCK 구성 요소가 많을수록 통합 수준이 높다고 해석하였다.

이 분류틀에 따라 분석 대상 전사본 중에서 PCK와 직접적으로 관련이 있는 내용에 한하여 문장 단위로 분석하였다. 고려한 측면의 경우에는 대체로 한 문장에 한 가지 항목이 포함된 것으로 코딩하였으나, 한 문장에 2가지 이상의 항목이 포함된 경우에는 중복하여 코딩하였다. ‘통합’의 경우에는, 맥락이 같은 대화의 내용들을 한 문단으로 간주하고 위의 4가지 통합 기준에 따라 한 문단에서 여러 구성 요소가 유기적으로 함께 고려된 경우를 유형화한 후 코딩하였다. 이때 해결자·청취자 활동에서 다른 역할자의 개입으로 말이 잠시 끊기는 경우에는 개입한 역할자의 말을 무시하고 분석하되, 말이 잠시 끊긴 후 관점이 전환된 경우에는 각각 다른 의미를 지닌 문장으로 간주하여 별개로 분석하였다. 다른 역할자의 말에 단순한 의사표현을 하는 경우에는 그 말의 맥락이 PCK와 관련된 내용일 경우에 한하여 분석하였다.

결과 분석의 신뢰도와 타당도를 높이기 위하여 분석자 2인이 분석 기준에 대하여 숙지한 후, 모든 전사본을 각자 분석하고 비교하는 과정을 합의된 결론에 도달할 때까지 반복하였다. 또한 연구자 간 내부 논의와 과학교육 전공 대학원생, 교사 및 전문가로 구성된 세미나 등을 통해 연구 내용의 신뢰성과 타당성을 지속적으로 검토하여 수정하였다. 분석 결과는 각 역할자에 대한 항목별 빈도와 백분율

및 대표적인 사례를 제시하였다. 이때, 예비교사 이름은 S1~S8과 같이 가명으로 표기하였다. 그리고 통합 수준의 경우에는 각 역할자 사이의 대화 내용 중에서 같은 맥락의 대화 내용을 기본 분석 단위로 분석하였기 때문에, 개별 분석 결과가 아닌 2인으로 구성된 각 조별 분석 결과만을 제시하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 지필평가 문항 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소

연구 참여 예비 화학교사들이 해결자·청취자 활동을 통한 지필평가 문항 제작 과정에서 고려한 PCK 구성 요소를 분석한 결과는 Table 2와 같다. 예비교사들은 과학 평가에 관한 지식을 가장 많이 고려하였으며(58.1%), 이에 이어 과학 내용에 관한 지식(24.9%), 학생에 관한 지식(10.2%), 과학 교육과정에 관한 지식(6.3%), 과학 교수 전략에 관한 지식(0.5%)의 순서로 비중을 두어 고려하는 것으로 나타났다. 이 중, 과학 교수 전략 측면의 경우 예비교사들이 거의 고려하지 않은 것으로 나타났다. 이런 결과는 개별 문항 제작 과정에 대한 선행연구의 결과(Noh, Park, & Kang, 2016)와 다소 차이를 보인다. 즉 다른 요소들에 대한 결과는 유사했으나, 상대적으로 과학 내용에 관한 지식 측면의 고려는 늘고 과학 교육과정에 관한 지식 측면의 고려는 줄어들었다.

해결자 및 청취자 역할에 따라 구체적으로 살펴보면, 예비교사들은 해결자와 청취자 역할과 상관없이 PCK 구성 요소 중 과학 평가에 관한 지식(A) 측면을 가장 많이 고려하고 있었다(해결자: 58.5%, 청취자: 57.0%). 과학 평가에 관한 지식의 하위 항목 중에서도 ‘문항의 발문, 지시문, 선택지 및 그림 구성(해결자: 44.0%, 청취자: 41.5%)’이 가장 많이 나타났다. 즉 예비교사들은 문항의 선택지 및 그림 구성에 관해 고민하거나 발문이나 지시문의 작성에 관해 자주 고민했음을 알 수 있다. 다음 사례에서는 두 예비교사가 문항의 발문을 결정하는 과정에서 ‘~에 관한 설명으로 옳은 것은?’과 ‘~에 관한 설명이 아닌 것은?’ 사이에서 고민하는 상황을 보여주고 있다.

S3(청취자): 아닌 거 고르는 거죠?

S4(해결자): 네, 아닌 거. 맞는 거 할까요? 아닌 게 낫지 않아요?

S3(청취자): 맞는 게 더 나을 수도 있을 거 같아.

(예비교사 S4의 문항 제작 과정 중에서)

다른 하위 항목의 경우에는 해결자와 청취자 모두 ‘평가 내용’, ‘채점 방법, 도구 및 배점’, ‘문항의 난이도 및 변별도’를 많이 고려하였으나, 비율에서는 약간의 차이가 있었다. 즉 해결자의 경우에는 ‘평가 내용(18.4%)’, ‘채점 방법, 도구 및 배점(12.6%)’, ‘문항의 난이도 및 변별도(9.7%)’ 순으로 고려를 많이 한 반면, 청취자의 경우에는 ‘채점 방법, 도구 및 배점(17.9%)’, ‘평가 내용(15.5%)’, ‘문항의 난이도 및 변별도(8.9%)’ 순으로 고려를 많이 하는 것으로 나타났다. 하지

Table 2. The results for PCK components considered in the processes of making written test items using paired think aloud problem solving

단위: N(%)

	1조					2조					합계					
	샤를 법칙		보일 법칙		계	샤를 법칙		보일 법칙		계						
	S1(해)	S2(청)	S2(해)	S1(청)		S3(해)	S4(청)	S4(해)	S3(청)							
C	8(11.3)	4(12.9)	9(13.2)	0(0.0)	21(11.9)	2(5.2)	1(14.3)	7(17.1)	0(0.0)	10(9.4)						
K	8(11.3)	3(9.7)	16(23.5)	2(28.6)	29(16.4)	12(31.6)	5(71.4)	9(22.0)	3(15.0)	29(27.4)						
L	6(8.5)	4(12.9)	7(10.3)	1(14.3)	18(10.2)	0(0.0)	0(0.0)	4(9.7)	2(10.0)	6(5.7)						
I	2(2.7)	1(3.2)	0(0.0)	0(0.0)	3(1.6)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	1(5.0)	1(0.8)						
A	47(66.2)	19(61.3)	36(53.0)	4(57.1)	106(59.9)	24(63.2)	1(14.3)	21(51.2)	14(70.0)	60(56.7)						
계	71(100)	31(100)	68(100)	7(100)	177(100)	38(100)	7(100)	41(100)	20(100)	106(100)						
	3조					4조					합계					
	샤를 법칙		보일 법칙		계	샤를 법칙		보일 법칙		계				해결자	청취자	계
	S5(해)	S6(청)	S6(해)	S5(청)		S7(해)	S8(청)	S8(해)	S7(청)							
C	8(4.8)	7(7.6)	6(4.8)	2(3.6)	23(5.2)	0(0.0)	0(0.0)	2(2.2)	0(0.0)	2(1.2)	42(6.3)	14(6.5)	56(6.3)			
K	34(20.2)	18(19.6)	48(38.4)	21(38.2)	121(27.5)	17(25.0)	2(66.7)	22(24.4)	0(0.0)	41(25.3)	166(24.8)	54(25.0)	220(24.9)			
L	21(12.5)	7(7.6)	10(8.0)	9(16.4)	47(10.7)	9(13.2)	0(0.0)	10(11.1)	0(0.0)	19(11.7)	67(10.0)	23(10.6)	90(10.2)			
I	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	1(1.1)	0(0.0)	1(0.6)	3(0.4)	2(0.9)	5(0.5)			
A	105(62.5)	60(65.2)	61(48.8)	23(41.8)	249(56.6)	42(61.8)	1(33.3)	55(61.2)	1(100.0)	99(61.2)	391(58.5)	123(57.0)	514(58.1)			
계	168(100)	92(100)	125(100)	55(100)	440(100)	68(100)	3(100)	90(100)	1(100)	162(100)	669(100)	216(100)	885(100)			

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
 해: 해결자 역할, 청: 청취자 역할

만 각 하위 항목에 대한 비율 차이가 6% 미만으로 매우 작았으므로, 전반적으로 해결자와 청취자 역할과 관계없이 고려한 요소와 정도가 유사하다고 볼 수 있다. 이런 결과는 해결자와 청취자 모두 평가 기준과 준거의 적절성, 채점 방법, 도구 및 배점의 적절성 및 효율성, 문항의 난이도와 변별도의 적절성 등을 비교적 많이 고려했음을 보여주는 것으로, 개별 지필평가 문항 제작 과정에서의 결과(Noh, Park, & Kang, 2016)와 유사하다. 이는 해결자·청취자 활동의 특성에 기인한 결과로 보인다. 즉 청취자가 해결자의 문항 제작 과정에 개입하는 과정에서 자연스럽게 해결자가 고려한 항목과 관련된 발언을 했기 때문에 나타난 결과라 할 수 있다. 다음 사례에서는 청취자 S2가 해결자 S1의 문항 제작 과정에 개입하여 채점 방법과 관련된 개선 사항들을 지적하고 있다.

S2(청취자): 이런 유사답안 같은 경우에는 여기다 적어야 되지 않을까?
 S1(해결자): 아니죠, 이거 두 개는 맞는 거죠. 유사답안이 아니라.
 S2(청취자): 활발해진다. 늘어난다 말고도 다른 유사답안이 있지 않을까?
 S1(해결자): 부피가 늘어난다.
 (예비교사 S1의 문항 제작 과정 중에서)

과학 내용에 관한 지식(K) 측면의 경우, 해결자와 청취자의 역할과 상관없이 고려한 내용의 대부분이 ‘과학 내용 지식’과 관련된 것으로 나타났다(해결자: 98.2%, 청취자: 100.0%). 즉 다음 사례와 같이, 관련된 과학 개념에 대해 질문 및 확인하거나 지적하는 경우가 대부분이었다. 선행연구의 개별 지필평가 문항 제작 과정(Noh, Park, & Kang, 2016)에서와 유사하게 해결자·청취자 활동을 통해서도 여전히 실험과 과학 이론의 연계, 실험 방법 및 결과에 대한 지식 등과 같이 지필평가 문항 제작 과정에서 고려될 수 있는 측면에 대한 고려가 부족했음을 알 수 있다.

S3(해결자): 문항 해설. 보일 법칙은, 보일이 뭐지, 압력인가?
 S4(청취자): 아니, 네.
 S3(해결자): 그지, 보일이 압력 변화 있을 때지?
 S4(청취자): 부피랑 압력.
 S3(해결자): $PV=nRT$ 지우고, 지우고, R 지우고, 반비례지?
 S4(청취자): (고개를 끄덕인다)
 (예비교사 S3의 문항 제작 과정 중에서)

개별 지필평가 문항 제작 과정(Noh, Park, & Kang, 2016)과 비교했을 때, 해결자 및 청취자 모두에게서 과학 교육과정에 관한 지식(C) 측면이 상대적으로 적게 나타난 점이 특징적이었다(해결자: 6.3%, 청취자: 6.5%). 즉 이 연구에 참여한 예비교사들은 과학 교육과정에 관한 지식을 충분히 고려하지 않았다고 할 수 있다. 이는 예비교사들이 점검표를 활용한 해결자·청취자 활동을 통해 지필평가 문항 제작 과정에서 과학 교육과정 고려의 필요성과 중요성에 대해 충분히 인지하고 고려할 수 있을 것이라는 연구자들의 기대와는 다른 결과이다. 물론 연구 참여 예비교사들이 이미 관련 교육과정에 대해 충분히 이해하고 있어 적게 고려했다고 해석할 수도 있다. 하지만 관련 교육과정 내용에 대해 오해하고 있을 경우 질 높은 문항을 제작하는 데 제한점으로 작용할 수 있고, 실제로 이런 사례들이 나타나기도 하였다. 따라서 과학 교육과정에 관한 자신의 이해나 활용 상황을 지필평가

문항 제작 과정에서 명시적으로 드러내어 스스로 또는 청취자를 통해 점검하도록 안내할 필요가 있다. 한편 개별 지필평가 문항 제작 과정(Noh, Park, & Kang, 2016)에서는 ‘해당 수업에서 다루어야 하는 내용’에 편중되었던 것과 달리 이 연구에서는 그 비율(해결자: 59.5%, 청취자: 42.9%)이 낮아지고 ‘다른 단원 및 교과와의 연계’가 차지하는 비율은 높아졌으며, 특히 청취자에게서 높은 비율로 나타났다(해결자: 9.5%, 청취자: 50.0%). 다음 두 사례는 해결자 S5와 청취자 S6가 다른 단원과의 연계와 관련하여 대화하는 내용으로, 해결자 S5의 문항 제작 과정에서 청취자 S6가 질문이나 지적을 통해 과학 교육 과정에 등장하는 개념들을 상기시켜주고 있다. 즉 첫 번째 사례에서는 청취자가 학생들이 분자의 운동 단원을 학습한 이후에 배우게 되는 밀도 개념에 대해 확인해주고 있으며, 두 번째 사례에서는 청취자가 분자의 운동 단원을 학습하기 이전에 배웠던 확산 개념에 대해 확인해주고 있다.

S6(청취자): 근데 그 성취 기준에 이것도 들어가? 밀도에 대해서 이해하고 있는지?
 S5(해결자): 그러면 다른 단원에서 밀도를 배웠던 거니까.
 S6(청취자): 이거 몇 학년 거지? [중학교] 1학년 건데.
 S5(해결자): 중1 때 밀도 배워. 밀도 그 때 있었던 거 같은데.
 S6(청취자): 2학년 때 배우지 않아요? (웃으면서) 2학년 때 배워요.
 (예비교사 S5의 문항 제작 과정 중에서)
 S6(청취자): 어 근데 확산 나오면 이걸 최상 문제가 될 거 같은데요.
 S5(해결자): 왜?
 S6(청취자): 이전 [단원의] 개념을 끌어오는 거니까.
 (예비교사 S5의 문항 제작 과정 중에서)

위의 사례처럼 ‘다른 단원 및 교과와의 연계’에 해당하는 발화의 대부분은 해결자와 청취자 사이의 대화가 활발했던 3조에서 나타났다. 예비교사들이 개별적으로 지필평가 문항을 제작하는 과정에서 해당 교육과정을 벗어난 내용으로 문항을 출제하는 등의 부족함을 보였던 결과(Noh, Park, & Kang, 2016)와 비교했을 때, 이는 긍정적으로 평가할 수 있는 부분이다. 특히 ‘다른 단원 및 교과와의 연계’와 관련된 부분은 대체로 청취자가 해결자에게 촉진적 조언이나 피드백을 제공할 때 나타났으므로, 이 부분에서 해결자·청취자 활동이 개별 지필평가 문항 제작 과정을 질적으로 개선할 가능성을 확인할 수 있다. 다만 이러한 긍정적인 측면이 3조에 치중되어 나타났으므로, 이 활동을 적용하기 이전에 청취자 역할의 중요성 및 효과적인 청취자 역할 수행 방법에 대한 안내와 조 구성에 대한 고려가 선행되어야 할 것이다.

학생에 관한 지식(L) 측면에서는 해결자와 청취자 모두에게서 ‘학생의 문항 이해 및 해결 수준(해결자: 56.7%, 청취자: 69.6%)’이 가장 많이 나타났다. 그 다음으로는 ‘학생의 인지적 발달 수준 및 사고력(해결자: 16.4%, 청취자: 13.0%)’과 ‘학생의 흥미, 동기 및 성향(해결자: 13.4%, 청취자: 13.0%)’이 많이 나타났다. 이는 선행연구의 개별 지필평가 문항 제작 과정에서 ‘학생의 문항 이해 및 해결 수준’에 치중되었던 결과(Noh, Park, & Kang, 2016)에 비해 개선된 부분이다. 즉 해결자·청취자 활동을 통해 예비교사들이 지필평가 문항의 내용을 이해하거나 문항을 해결하는 수준에 대한 단편적인 고려를 넘어

학생들의 다양한 인지적 및 정의적 특성까지 고려했다는 점에서 의미가 있다. 다음의 첫 번째 사례는 학생의 성향과 문항 해결 수준, 두 번째 사례는 학생의 인지적 발달 수준 및 사고력 등을 고려한 것이다.

S6(청취자): 그런데 여기서, 문제에서 내놓고 법칙을 쓰고 식을 쓰라고 하면은 [학생들이] 이 식의 의미가 어떤지도 모르고 무조건 외우기만 하지 않을까요?

S5(해결자): 그런 것도 있긴 하겠네. 그런데 그냥 이걸 안 쓰고 하기에는 [학생들에게] 너무 어렵지 않을까?
(예비교사 S5의 문항 제작 과정 중에서)

S3(해결자): 열역학 풀려고 하는데 교수님이 그 밑에다가 슈뢰딩거 식 써놓고 푸시오. 막 이런 느낌이잖아.

S4(청취자): 근데 다른 문제 풀 때도 그렇지 않아요? 우리가 전혀 몰랐던 식이 있으면 임용고시 같은 데서도 보면.

S3(해결자): 근데 그거는 우리가 대학생이고 그 정도 수준이니까 하는 거지, 중학생 애들한테는 너무 가혹하지 않나?

S4(청취자): (웃으면서) 아니 가혹했으면 애초에 이런 그래프를 가지고 오지 말았어야죠.
(예비교사 S3의 문항 제작 과정 중에서)

이처럼 해결자와 청취자 모두 학생에 관한 지식 측면에서 다양한 하위 항목을 고려한 결과는 해결자·청취자 활동이 해결자뿐만 아니라 청취자의 학생에 관한 지식, 특히 지필평가 문항 제작과 관련된 학생에 관한 지식의 발달에 긍정적인 기여를 할 수 있음을 시사한다. 그리고 오개념 자료를 활용하는 과정에서 예비교사가 다양한 학생에 관한 지식 요소들을 고려하는 경우가 적지 않았으므로, 오개념 자료 제공의 영향도 이 결과에 반영된 것으로 해석할 수 있다. 따라서 지필평가 문항 제작 과정에서 오개념 자료 이외에 지필평가 문항 제작과 관련된 다양한 학생에 관한 지식 자료나 정보를 제공하는 방안을 고려할 필요가 있다.

해결자와 청취자 역할과 상관없이 예비교사들은 과학 교수 전략에 관한 지식(I) 측면을 거의 고려하지 않는 것으로 나타났다(해결자: 0.4%, 청취자: 0.9%). 이는 개별 지필평가 문항 제작 과정(Noh, Park, & Kang, 2016)에 비해 약간 나아졌으나 개선되었다고 보기에는 어려운 부분이다. 즉 이 측면을 고려했다고 하더라도 그 내용이 여전히 ‘수업 기법’이라는 특정 하위 항목에 치중되어 있었으며, 고려된 빈도 자체도 낮은 것으로 나타났다. 다만 개별 지필평가 문항 제작 과정에서는 이 측면을 고려한 예비교사가 단지 1명이었던 것(Noh, Park, & Kang, 2016)과는 달리, 이 측면을 고려한 예비교사가 4명(S1, S2, S3, S8)이었다는 점은 주목할 만한 부분이다. 즉 이들은 문항에 제시된 실험이 수업 시간에 다른 실험인지를 확인하는 과정에서 과학 교수 전략에 관한 지식 측면을 고려하였으며, 다음이 그 사례이다.

S2(청취자): 이 시험 문제를 내기 전에 수업 시간에 이 실험을 하고 문제를 내는 거니?

S1(해결자): 네, 그렇죠. (중략) [학생들이] 그 탁구공 실험을 해봐야 잘 알 거 같아요.
(예비교사 S1의 문항 제작 과정 중에서)

S8(해결자): 보일 법칙 3번. 하~ 이제 어려운 문제만 남았어. 이 문제 만들고 싶은데, 음, 이것을 먼저 실험을 했다고 치고 하면은

애들한테 그래프를 해석할 수 있는 유용한 문제가 될 것 같아.
(예비교사 S8의 문항 제작 과정 중에서)

Noh *et al.* (2016)에서는 두 번째 사례와 같이 스스로 수업 시간에 다른 실험인지를 확인하는 과정에서만 이 측면의 지식을 고려하였지만, 이번 연구에서는 첫 번째 사례와 같이 해결자와 청취자 사이의 상호작용을 통해 이 측면을 고려하는 과정이 나타났다. 즉 해결자·청취자 활동이 과학 교수 전략에 관한 측면에서 해결자가 놓칠 수 있는 부분을 청취자가 보완해줄 수 있음을 확인할 수 있었다.

2. 지필평가 문항 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소 사이의 통합 수준

해결자·청취자 활동을 통한 예비 화학교사의 지필평가 문항 제작 과정에서 고려된 PCK 구성 요소 사이의 통합 수준을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 4개 조의 예비교사들은 PCK의 구성 요소 중 2~4가지 측면을 포함하여 총 51회의 통합을 보였다. 2가지 측면의 통합의 경우 4개 조에서 6가지 유형으로 26회(51.0%), 3가지 측면의 통합의 경우 4개 조에서 3가지 유형으로 17회(33.3%), 4가지 측면의 통합의 경우 2개 조에서 1가지 유형으로 7회(13.7%), 5가지 측면의 경우 1개 조에서 1회(2.0%) 나타났다. 이는 개별 지필평가 문항 제작 과정에서 2가지(80.9%) 및 3가지(19.1%) 측면의 통합만 나타났던 것(Noh, Park, & Kang, 2016)에 비해 개선된 결과이다. 즉 2가지 측면의 통합의 발생 비율은 줄어든 반면 3가지 측면의 통합의 발생 비율은 증가했을 뿐만 아니라 4가지 측면과 5가지 측면의 통합이 새롭게 나타났다.

PCK 구성 요소의 각 측면별로 살펴보면, 과학 평가 측면의 지식과 다른 측면의 지식이 통합되어 있는 경우가 49회(96.1%)로 가장 많이 나타났다. 학생에 관한 지식과 다른 측면의 지식이 통합되어 있는 경우가 37회(72.5%), 과학 내용에 관한 지식과 다른 측면의 지식이 통합되어 있는 경우가 27회(52.9%), 과학 교육과정에 관한 지식과 다른 측면의 지식이 통합되어 있는 경우가 20회(39.2%)도 그 다음으로 많이 나타났다. 과학 교수 전략 측면의 지식과 다른 측면의 지식이 통합되어 있는 경우는 3회(5.9%)로 적게 나타났다. 이를 선행연구의 개별 지필평가 문항 제작 과정(Noh, Park, & Kang, 2016)과 비교하면, 과학 평가에 관한 지식 측면이나 학생에 관한 지식 측면이나 과학 내용에 관한 지식 측면을 포함한 통합은 7%~24% 정도 증가한 반면, 과학 교육과정에 관한 지식을 포함한 통합은 5.5% 감소하였다. 과학 교수 전략에 관한 지식 측면을 포함한 통합은 여전히 거의 나타나지 않았다. 이는 해결자·청취자 활동이 과학 평가에 관한 지식, 학생에 관한 지식, 과학 내용에 관한 지식 측면들을 다른 측면들과 통합적으로 고려하는 데에는 도움을 주었지만, 과학 교육과정에 관한 지식 및 과학 교수 전략에 관한 지식 측면을 다른 측면들과 통합적으로 고려하는 데에는 의미 있는 도움을 주지 못했음을 의미한다.

통합 유형별로 분석해보면, 2가지 측면의 통합에서는 과학 평가에 관한 지식과 학생에 관한 지식 측면의 통합(16회, 61.5%), 과학 평가에 관한 지식과 과학 내용에 관한 지식 측면의 통합(5회, 19.2%), 과학 평가에 관한 지식과 과학 교육과정에 관한 지식 측면의 통합(2회, 7.7%)이 주로 나타났다. 다음은 이에 대한 사례들이다. 첫 번째 사례에서는 청취자 S2가 학생의 문항 해결 수준을 고려하여 문항의 난이

Table 3. The results for integrations among PCK components considered in the processes of making written test items using paired think aloud problem solving

단위: N(%)

통합 유형	1조		2조		3조		4조		합계	
	샤를 법칙	보일 법칙	샤를 법칙	보일 법칙	샤를 법칙	보일 법칙	샤를 법칙	보일 법칙		
	S1(해) S2(칭)	S2(해) S1(칭)	S3(해) S4(칭)	S4(해) S3(칭)	S5(해) S6(칭)	S6(해) S5(칭)	S7(해) S8(칭)	S8(해) S7(칭)		
2가지 측면의 통합	A, C	1(20.0)	-	-	1(33.3)	-	-	-	-	2(3.9)
	A, K	-	-	-	-	2(11.1)	-	2(33.3)	1(16.7)	5(9.8)
	A, L	2(40.0)	1(20.0)	-	-	5(27.8)	2(25.0)	4(66.7)	2(33.3)	16(31.4)
	A, I	-	-	-	-	-	-	-	1(16.7)	1(2.0)
	C, K	-	1(20.0)	-	-	-	-	-	-	1(2.0)
	L, I	1(20.0)	-	-	-	-	-	-	-	1(2.0)
3가지 측면의 통합	A, C, K	-	-	-	-	4(22.2)	1(12.5)	-	-	5(9.8)
	A, C, L	-	1(20.0)	-	1(33.3)	2(11.1)	-	-	-	4(7.8)
	A, K, L	1(20.0)	1(20.0)	-	-	2(11.1)	2(25.0)	-	2(33.3)	8(15.7)
4가지 측면의 통합	A, C, K, L	-	1(20.0)	-	-	3(16.7)	3(37.5)	-	-	7(13.7)
5가지 측면의 통합	A, C, K, L, I	-	-	-	1(33.3)	-	-	-	-	1(2.0)
합계		5(100)	5(100)	0	3(100)	18(100)	8(100)	6(100)	6(100)	51(100)

※ 각 측면을 중심으로 한 경우

C와 다른 측면이 통합되어 있는 경우	1(20.0)	3(60.0)	-	3(100)	9(50.0)	4(50.0)	-	-	20(39.2)
K와 다른 측면이 통합되어 있는 경우	1(20.0)	3(60.0)	-	1(33.3)	11(61.1)	6(75.0)	2(33.3)	3(50.0)	27(52.9)
L과 다른 측면이 통합되어 있는 경우	4(80.0)	4(80.0)	-	2(66.7)	12(66.7)	7(87.5)	4(66.7)	4(66.7)	37(72.5)
I와 다른 측면이 통합되어 있는 경우	1(20.0)	-	-	1(33.3)	-	-	-	1(16.7)	3(5.9)
A와 다른 측면이 통합되어 있는 경우	4(80.0)	4(80.0)	-	3(100)	18(100)	8(100)	6(100)	6(100)	49(96.1)
합계	5(100)	5(100)	0	3(100)	18(100)	8(100)	6(100)	6(100)	51(100)

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
해: 해결자 역할, 칭: 칭취자 역할

도에 대한 재고를 제안하자, 이를 해결자 S1이 받아들여 문항의 지문을 수정하고 있다. 두 번째 사례에서는 해결자 S7이 평가 내용과 문항 유형을 선정한 후 샤를 법칙에 대한 자신의 지식을 바탕으로 그래프와 지문을 구성하고 있으며, 이 과정에서 칭취자 S8이 간단한 피드백을 제공하자 해결자 S7이 지문과 내용을 다시 검토하면서 수정하고 있다. 세 번째 사례에서는 해결자 S6가 칭취자 S5의 피드백을 참고하여 자신이 생각한 보일 법칙의 적용 사례가 중학교 1학년에 적합한지를 판단하고, 이에 따라 평가 내용을 선정하고 있다.

[A와 L의 통합]

S2(칭취자): 난이도에 대해서 다시 한 번 생각해봐야 될 거 같은데?
S1(해결자): 왜요? [난이도] 하잖아요. 이거 어려워요?
S2(칭취자): 아이들 입장에서 헛갈릴 수 있지 않을까?
S1(해결자): (웃으면서) 아 이게 좀 어려울 거 같긴 해요, 3번이. 4번은 좀 쉬운 거. 아! 그리고 하나는 이거. 같은, 일정한 압력에서, 이 그래프를, 일정한 압력에서, 온도가 2배 높아지면 부피가 1/2배로 된다는 것을 알 수 있어. 어대요 좀 관찰요?
(예비교사 S1의 문항 제작 과정 중에서)

[A와 K의 통합]

S7(해결자): 그래프랑 관련된 문제를 내면 좋을 것 같은데, 선지를 어떻게 구성해야 할지 생각했는데, 어떻게 해야 될까? 부피랑 관련 된 거 하나, 절대 온도, 샤를의 법칙. 어, γ , λ , ϵ 문제 내면 될 것 같아! 절대 온도 문제, 그래프를 먼저 그리

고. (중략) 이 선을 그려줘야겠지? 그래도? 그러면 b는 20이다. 내 생각엔 γ , a는 절대 온도. 샤를의 법칙에 따르면 온도가 이거 되니까, a는 절대 온도이다. 좋은 것 같아. 절대 온도이다. 이렇게 해도 되겠지? 이 표현이 맞는 거지? a는 절대 온도이다.

S8(칭취자): 아니지 않을까?

S7(해결자): 아니잖아? 아니라고? a는 음, 273. b는 20리터. 음, 다음 입력 일정. γ , λ , ϵ 다 옮은 거? 옮은 걸로. (발문을 적는대)
(예비교사 S7의 문항 제작 과정 중에서)

[A와 C의 통합]

S6(해결자): 우리 생활 속에서 보일의 법칙에 관련된 게 숨 쉬는 게 있긴 하거든요? 근데 그것은 1학년 수준에서는 배울 수 없는 내용이니깐.
S5(칭취자): 생물도 같이 알아야지.
S6(해결자): 그렇죠. 그러니까 그런 좀 그런 거 같고. 아, 그러면 제가 생각하는 거는 그냥 그래프문제가 제일 무난할 거 같아요.
(예비교사 S6의 문항 제작 과정 중에서)

이외에도 과학 평가에 관한 지식과 과학 교수 전략에 관한 지식 측면의 통합, 과학 교육과정에 관한 지식과 과학 내용에 관한 지식 측면의 통합, 학생에 관한 지식과 과학 교수 전략에 관한 지식 측면의 통합이 각각 1회씩(3.8%) 나타났다. 첫 번째 사례에서는 해결자 S8이 실험 수업 상황을 가정하여 평가 내용을 선정한 후 해당 문항의 배열

에 대하여 고려하고 있으며, 이에 대해 청취자 S7이 해결자 S8의 결정에 도움이 되는 피드백을 제공하고 있다. 두 번째 사례에서는 해결자 S2가 에어백의 원리에 대한 자신의 지식과 교사용 지도서의 내용을 바탕으로 평가 내용을 선정하는 과정에서 청취자 S1이 수업 시간에 교사가 학생들에게 해당 원리를 설명하는 것이 어려울 수 있음을 언급하자 이에 동의하고 있다.

[A와 I의 통합]

S8(해결자): 이거를 먼저 실험을 했다고 치고 하면은 애들한테 그래프를 해석할 수 있는 유용한 문제가 될 것 같아. 아니, 근데 이게 같이 나오는 건가? 같은 시험지에 나오는 문제면 안 되잖아. 다른 시험지에 나오는 문젠가?

S7(청취자): 니가 그렇게 생각하면 될 것 같아.

S8(해결자): 어, 그럼 난 다른 시험지, 다른 시험 볼 때 문제 낼 거야. (예비교사 S8의 문항 제작 과정 중에서)

[C와 K의 통합]

S2(해결자): 에어백에 대한 그림 자료는 딱히 없기 때문에 수업 시간에 설명을 했더라고 가정을 하고. (교사용 지도서 내용을 읽으며) 이거를 통해서 압력과 부피의 관계를 어떻게 설명할 수 있을까? 사고가 나면 에어백은 매우 짧은 시간에 기체를 채워서 부풀어 오른다. 여기에 탑승자가 부딪힐 경우 에어백은 부피가 줄어들면서 탑승자가 받는 충격을 줄인다. 음 ~ 에어백이 부풀어 오르는 원리가 아니고 에어백이 부풀어 오른 상태에서 충격을 흡수하는 그런 원리를 예를 들 수 있겠구나. (교사용 지도서의 내용을 읽으며) 에어백이 그 충격을 흡수하는 그 원리를 학생들에게 가르칠 수 있겠구나.

S1(청취자): 그럼 이거 설명하는데 좀 선생님이 힘들 수도 있을 것 같은데.

S2(해결자): 그렇겠지? (예비교사 S2의 문항 제작 과정 중에서)

특히, 학생에 관한 지식과 과학 교수 전략에 관한 지식 측면의 통합은 선행연구의 개별 지필평가 문항 제작 과정(Noh, Park, & Kang, 2016)에서는 나타나지 않았던 유형이다. 이는 다음과 같이 문항에 제시된 실험이 수업 시간에 다른 실험임을 가정하고 문항을 출제하는 것인지를 묻는 청취자 S2의 질문에 해결자 S1이 학생들의 문항 이해 및 해결 수준을 고려하여 그렇게 했다고 대답하는 과정에서 나타났다.

[L과 I의 통합]

S2(청취자): 이 시험 문제를 내기 전에 수업 시간에 이 실험을 하고 문제를 내는 거니?

S1(해결자): 네, 그렇죠. 아니면 (학생들이) 잘 모를 거 같아요. 그 탁구공 실험을 해봐야 잘 알거 같아요. (예비교사 S1의 문항 제작 과정 중에서)

3가지 측면의 통합에서는 3가지 유형이 나타났다. 그 중에서도 과학 평가에 관한 지식, 과학 내용에 관한 지식, 학생에 관한 지식 측면의 통합(8회, 47.1%)이 가장 많이 나타났다. 이에 대한 다음 사례에서는 청취자 S2가 학생의 구체적인 예상 답안을 고려하여 채점 기준을 정할 필요성을 제기하자, 이에 대하여 해결자 S1은 자신의 내용 지식과 채점 기준 작성에 관한 지식을 바탕으로 유사 답안과 채점 기준을 고민하고 있다.

[A, K, L의 통합]

S2(청취자): 이런 유사 답안 같은 경우는 여기도 적어야 되지 않을까?

S1(해결자): 아니죠. 이거 2개는 맞는 거죠. 유사 답안이 아니라.

S2(청취자): 활발해진다. 늘어난다 말고도 다른 유사 답안이 있지 않을까?

S1(해결자): 부피가 늘어난다.

S2(청취자): 부피가 커진다고도 할 수 있지 않을까?

S1(해결자): 오~ 똑똑해. 부피가 커진다. 이거는 뭐 답이니까 유사 답안은 아니죠.

S2(청취자): 분자 운동이 활발해진다 분자 운동이 많아진다 요런 식으로 쓰는 학생들도 있지 않을까?

S1(해결자): 근데 그 분자 운동이 많아진다는 게 좀 이상하지 않아요?

S2(청취자): 이상하지만 그렇게 쓰는 학생들이 있을 수도 있지 않을까?

S1(해결자): 뭔가 그렇게 따지면 너무 답이 많아질 거 같아요.

S2(청취자): 그러니까 그런 거를 채점 기준으로 하면 좋을 거 같아요.

S1(해결자): 아 근데 어쩔 수 없어요. 서답형은 딱 그 답이 아니고서야 서술형도 아니고.

S2(청취자): 실제로 그런 상황이 벌어진 걸 한 번 가정을 해보고 고려를 해보는 건 어떨까?

S1(해결자): 이거는 수업 시간에 말을 해줘야죠. 그러면 딱 이렇게 정확한 답을 써줘야지 인정이 된다고.

(예비교사 S1의 문항 제작 과정 중에서)

이외에도 과학 평가에 관한 지식, 과학 교육과정에 관한 지식, 과학 내용에 관한 지식 측면의 통합(5회, 29.4%)과 과학 평가에 관한 지식, 과학 교육과정에 관한 지식, 학생에 관한 지식 측면의 통합(4회, 23.5%)이 나타났다. 다음은 이에 해당하는 각 사례이다. 첫 번째 사례에서는 해결자 S5가 수업 시간에 다루어야 할 내용과 자신의 내용 지식을 바탕으로 선택지와 채점 기준을 구성하는 과정에서 청취자 S6가 선택지에 제시된 값의 모호함을 지적하였고, 이를 받아들여 해결자 S5가 선택지를 수정하고 채점 기준을 검토하고 있다. 두 번째 사례에서는 해결자 S4가 앞서 제작한 문항을 검토하는 과정에서 학생들이 배운 내용을 참고하여 학생들의 문항 해결 수준을 가늠하고 이에 대해 청취자 S3가 동의하고 있으며, 이에 따라 S4가 문항의 발문을 수정하고 있다.

[A, C, K의 통합]

S5(해결자): 273도가 되면 기체의 부피는 0이 된다고 나는 설명했었어. 어, 그렇게 했는데, 아주 작다라고 하면은 이거 틀리는 게 되는 거지.

S6(청취자): 애매한?

S5(해결자): 어. 아주, 아주 작다는 건 막 0.00001 이런 느낌인데 0은 없는 거지. 부피는 없다 이게 맞는 거고. 샤를의 예로는 자동차 타이어 공기압. 내가 자동차 타이어 공기압에 대해서 설명을 했기 때문에, 이렇게 설명을 하는 거지.

S6(청취자): 근데 3번 같은 경우는 조금 애매하지 않을까요?

S5(해결자): 그러면 기체의 부피는 1이 된다.

S6(청취자): 네, 이런 식으로 딱딱 수치를 정해줘야 될 거 같아요.

S5(해결자): 0.01. 그러면은 답은 O, X, X, O이지.

(예비교사 S5의 문항 제작 과정 중에서)

[A, C, L의 통합]

S4(해결자): 아아! 저 1번 잠깐만요. 어디 있었지? 교과서에 보니까, 어디 나와 있었더라? 여기 기체에 작용하는 압력이 변화할

때 부피가 변하는 이유를 분자 운동으로 설명해보자 하고, 이거에 대한 설명이 나와 있으니까 교과서를 제대로 읽었으면 (학생들이) 쓸 수 있을 거예요.

S3(청취자): 응.

S4(해결자): (발문을 고쳐 적으며) 부피가 변하는 이유를, 기체에 작용하는 압력을 변화시킬 때 기체의 부피가 변하는 이유를 분자 운동으로 설명하시오.

(예비교사 S4의 문항 제작 과정 중에서)

이번 연구에서는 선행연구의 개별 지필문항 제작 과정(Noh, Park, & Kang, 2016)에서는 나타나지 않았던 4가지 측면과 5가지 측면의 통합이 새롭게 나타났다. 즉 4가지 측면의 경우 과학 평가에 관한 지식, 과학 교육과정에 관한 지식, 과학 내용에 관한 지식, 학생에 관한 지식 측면의 통합만 7회 나타났다. 다음 사례에서는 해결자 S5와 청취자 S6가 서로 상호작용하면서 샤를 법칙과 관련하여 수업에서 다른 내용 및 이에 대한 예비교사 자신과 학생의 내용 지식과 이해 수준 등을 확인하며 채점 기준을 작성하고 있다.

[A, C, K, L의 통합]

S5(해결자): 사실 중요한 거는 채점 기준이나 문항 해설 이런 게 필요하다고 생각하거든. 어, 일단 첫 번째로 아이들이 약간 혼동할 수 있는 개념 이런 게 들어가 있으면 일단 감점을 해야 된다고 생각을 해. 이게 한 5점짜리 문제라고 생각을 하거든? 그럼 5점짜리면 일단 감점, 감점 요인?

S6(청취자): 여러 개로 잡으셔야 될 것 같아요.

S5(해결자): 그렇지.

S6(청취자): 근데 실생활의 예를 쓰는 데 감점 요인을 많이 만들 수 있을까요?

S5(해결자): 많이 만들 수 있지. 예를 들어가지고 온도와 기체에 관련된 게 아니라, 예를 들면 액체와 온도에 관련된 거. 그런 거를 쓴다고 하면은 그거는 틀린 거잖아.

S6(청취자): 아니 근데 샤를 법칙이 꼭 기체만이 아니라

S5(해결자): 기체만이지, 샤를 법칙은. (교사용 지도서를 보며) 기체 부피는 기체~

S6(청취자): 아! 그러네.

S5(해결자): 예를 들어서 온도, 만약에 철도가 온도. 철도가 그거 있잖아 철도선을 떼어놓는 이유가 온도가 올라가면 길어지기 때문이다, 예를 들어서 그런 걸 적어 놓으면.

S6(청취자): 샤를 법칙에 관련된 게 아니니까

S5(해결자): 어, 이 기체 분자에 따라서, 온도가 올라감에 따라서 분자가 해가지고 늘어나는 건 맞는데 샤를 법칙은 아닌 거지. 그렇기 때문에 좀 다른 거니까. 일단 가이드라인 같은 거를 만들어놔야겠다.

S6(청취자): 수업 시간에 미리 공지를 하신 거예요? 실생활의 예를 드신 적이 있으세요?

S5(해결자): 실생활의? 그렇지. 내가 설명을 하면서 샤를 법칙에는 이런 게 있다, 이런 걸 설명을 하면서 애들이 더 쉽게 이해할 수 있으니까, 실생활 예 같은 건 몇 개 들어놨었지. (생략)

S6(청취자): 뭐, 아까 말씀하셨듯이 샤를 법칙이 어느 한 상태에서만 국한되는 그런 법칙이잖아요. 그니까 그런 기준을 세워 주시면

S5(해결자): (채점 기준을 적으며) 기체 상태에 대해서만 설명을 했다. (예비교사 S5의 문항 제작 과정 중에서)

단 1회만 나타났던 5가지 측면의 통합의 경우에는 수업 기법 중 하나인 실험을 활용한 수업 상황에서의 학생들의 탐구 수행 수준을 다른 요소들과 함께 고려하는 과정에서 나타났다. 즉 다음 사례를 보면 학생의 문제 해결 수준에 관한 해결자 S4의 발화에서 출발한 논의는 청취자 S3와의 상호작용을 통해 실험 수업 상황에서의 학생들의 탐구 수행 수준, 수업에서 다른 내용 및 이에 대한 예비교사 자신의 내용 지식, 학생의 성향 및 문제 해결 수행 수준 등을 포괄적으로 고려하여 문항의 발문과 그림 등을 수정하는 데까지 이르고 있다.

[A, C, K, L, 의 통합]

S4(해결자): 관계를 알아야 하고 압력이랑 부피에 관한. 이거를 가장 표현할 수 있는 게 그래프에 대한 거니까 실험을 통해서 그래프를 그리도록 할 거예요.

S3(청취자): 훌륭합니다. 올바른 생각이예요.

S4(해결자): (교사용 지도서를 넘겨보며) 무슨 실험을 하지? 주사기랑 주사기에 있는 피스톤을 이용을 해서 문제를 만들 거예요. (중략) 문제는, 위와 같은 실험 결과가 나오는 이유를 분자의 운동을 이용하여 설명하시오.

(생략)

S4(해결자): (교사용 지도서를 보며) 압력이 가해지면 작용하는 압력이 공간이 줄어들기 때문에, 온도가 일정할 때 기체를 압축시키면 기체 분자들이 운동할 수 있는 공간이 줄어들기 때문에, 뭐라고 해야 되지? 진짜 어렵다. 근데 [학생들이] 이렇게 안 쓸 거 같은데, 문제를 만들어도.

S3(청취자): 너무 어려운 것 같아. 애들이 이거를 실험 시간에, 어, 이렇게 써야겠다 하면서 이렇게 절대 못 쓸 것 같아.

S4(해결자): 근데 보일 법칙이랑 분자 운동을 배우니까 같이, 둘이. 아예, 교과서에 나와 있거든요. 교과서에는.

S3(청취자): 뭔가 대충 이런 느낌이다, 이거만 알면.

S4(해결자): (교과서를 보며) 이렇게 아예 압력에 따라 기체 분자 운동을 예상하기. 그래서 이렇게 나와 있어요. 분자들이 충돌하기 때문에 나타나는 것이다. 따라서 온도가 일정할 때, 아 뭔가 기체 운동을 넣고 싶은데, 어떻게 해야 되지?

S3(청취자): 뭔가 이게 뉘앙스 설명하는 건 되게 쉬운데 딱 그 정답을 말하는 게 어려운 것 같아.

S4(해결자): 그러면 그냥, 어. 그러면, 그럼 이것도 그냥.

S3(청취자): 이게 보일 법칙 아냐?

S4(해결자): 네 맞아요.

S3(청취자): 이거 자체가?

S4(해결자): 네.

S3(청취자): 이렇게 이거 해놓고 이 실험 써놓은 다음에.

S4(해결자): 똑같은 실험, 같은 실험. 네. 주사기 넣고 (손동작을 하며) 주사기 이렇게 압력 넣었다 뺐다.

S3(청취자): 아까 내가 한 것처럼 보일 법칙에 대해서 쓰라고 그러면 그건 너무 그런가?

S4(해결자): 보일 법칙이 무언지?

S3(청취자): 응. 보일에 법칙에 대해서 간단히 서술하시오 이런 거. 이거를 근거로.

S4(해결자): 아니예요. 이 그래프를 그릴 수 있다는 거 자체가 일단 그거 안다는 거니까 그거는 아마 공부 못하는 애들도 알 거예요, 하도 들어서. 조금 더 애랑 좀 연관돼 가지고 응용할 수 있는 (교과서를 보며) 기체의 압력은 (중략) 그냥 이것만 완성하라고 하고 하면 되지 않을까요? 그 다음에 어, 그리고 압력과 부피와의 관계를 설명하라고 그러면 번버레 한다고

이렇게 쓸 거 같으니까. 기체의 압력과 부피 사이의 관계를 설명하시오.

S3(청취자): 공부 안하는 애들은 이거만 보고 헐 못 풀어 끝이야. 안 쓴다고 서술형을 아예. 내가 그랬었어.

(예비교사 S4의 문항 제작 과정 중에서)

이상의 결과들은 예비교사들이 개별보다 해결자·청취자 활동을 통하여 지필평가 문항을 제작할 때 더 다양한 PCK 구성 요소, 특히 과학 평가에 관한 지식, 학생에 관한 지식, 과학 내용에 관한 지식 측면들을 포함하여 통합적으로 고려했음을 보여준다. 특히 과학 교수 전략 측면의 지식을 고려한 통합 사례가 3개 조에서 나타난 점과 4가지 및 5가지 측면의 통합이 새롭게 나타난 것은 고무적이라 할 수 있다. PCK 구성 요소에 해당하는 지식들이 통합적으로 고려될수록 질 높은 지필평가 문항이 제작될 수 있다고 주장되고 있는 점(Lee *et al.*, 2004; Min, 2012)을 고려할 때, 해결자·청취자 활동이 예비교사들의 평가 전문성, 나아가 PCK 개발에 도움이 될 가능성을 시사한다고도 할 수 있다. 이는 해결자와 청취자 사이의 능동적인 상호작용을 통하여 개별 문항 제작 과정에서 미처 고려하지 못했거나 통합적으로 고려하지 못했던 측면들을 개선할 수 있는 기회가 늘었기 때문으로 보인다. 또한 좋은 지필평가 문항 제작 방법에 대한 안내와 함께 PCK 구성 요소별 하위 범주 및 PCK 구성 요소 사이의 상호작용 관점이 반영된 점검표가 해결자와 청취자 사이의 능동적인 상호작용에 기여한 것으로 보인다. 실제로 2가지 또는 3가지 측면의 통합에 비하여 4가지 이상의 측면의 통합에서 해결자와 청취자 사이의 상호작용에 기반한 사례가 대부분이었던 것이 이런 주장을 뒷받침해준다. 그럼에도 불구하고, 개별 지필평가 문항 제작 과정에서와 마찬가지로 과학 교수 전략에 관한 지식 측면을 포함한 통합 사례가 여전히 적었던 점과 4가지 이상의 통합이 일부 학생이 해결자로서 문항 제작한 경우에만 나타난 점에 대해서는 개선이 필요하다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 해결자·청취자 활동이 예비 화학교사의 지필평가 문항 제작 과정에서 고려된 교과교육학 지식(PCK) 구성 요소 사이의 상호작용에 미치는 영향을 조사하였다. 이를 위하여, 예비 화학교사가 해결자·청취자 활동을 통해 지필평가 문항을 제작하는 과정에서 고려한 PCK 구성 요소와 그 요소 사이의 상호작용을 분석하였다. 2명의 예비교사로 구성된 4개 조의 해결자·청취자 활동을 통한 지필평가 문항 제작 활동을 분석한 결과, 해결자와 청취자 역할과 상관없이 나타나는 결과의 양상이 유사하였다. 즉 해결자와 청취자 모두 PCK 구성 요소 중 과학 평가에 관한 지식 측면을 가장 많이 고려하였다. 하위 항목 중에서는 대체로 ‘문항의 발문, 지시문, 선택지 및 그림 구성’, ‘평가 내용’, ‘채점 방법, 도구 및 배점’, ‘문항의 난이도 및 변별도’ 등이 비교적 많이 나타났다. 과학 내용에 관한 지식 측면을 그 다음으로 많이 고려하였는데, ‘과학 내용 지식’이 대부분이었다. 학생에 관한 지식 측면에 대한 고려도 적지 않았는데, 주로 ‘학생의 문항 이해 및 해결 수준’, ‘학생의 인지적 발달 수준 및 사고력’, ‘학생의 흥미, 동기 및 성향’이 많이 나타났다. 과학 교육과정에 관한 지식을 고려한 경우는 매우 적었는데, 대부분이 ‘해당 수업에서 다루어야 하는 내용’과 ‘다른 단원 및 교과와의 연계’에 해당하는 것이었다.

과학 교수 전략에 관한 지식 측면은 가장 적게 나타났는데, 그것도 ‘수업 기법’ 중 실험에 치중되어 있었다. PCK 구성 요소 사이의 통합 수준에서는 PCK 구성 요소 중 2가지 측면의 통합이 4개 조에서 6가지 유형으로 가장 많았으며, 그 다음으로는 3가지 측면의 통합이 4개 조에서 3가지 유형으로 많았다. 4가지 측면의 통합의 경우 2개 조에서 1가지 유형으로 일부 나타났고, 5가지 측면의 통합은 1개 조에서만 나타났다. 각 구성 요소를 중심으로 살펴보면, 과학 평가에 관한 지식 측면을 포함한 통합이 가장 많았고, 그 다음으로는 학생에 관한 지식, 과학 내용에 관한 지식, 과학 교육과정에 관한 지식 측면 등을 포함한 통합이 많이 나타났다. 그러나 과학 교수 전략에 관한 지식 측면을 포함한 통합은 매우 적게 나타났다.

개별 지필평가 문항 제작 과정과 비교할 때 이상의 결과들은 예비교사의 지필평가 문항 제작 능력 신장 및 PCK 개발 전략으로서 해결자·청취자 활동의 적용 가능성 및 효과적인 활용 방법을 모색하는데 의미 있는 정보를 제공할 것으로 기대된다. 예를 들어 해결자·청취자 활동을 통해 지필평가 문항 제작 과정에서 고려한 PCK 구성 요소들이 보다 다양해지고 PCK 구성 요소 사이의 통합 수준도 높아졌으므로, 해결자·청취자 활동은 지필평가 문항 제작 능력 신장 및 PCK 개발 전략으로서 유용할 가능성을 확인할 수 있었다. 특히 청취자는 완성된 문항이 아닌 해결자가 문항을 제작하는 과정을 지켜보게 되어 해결자의 사고와 논리를 구체적으로 파악할 수 있으므로, 실제로 문항을 제작하는 해결자 역할 뿐만 아니라 이를 보조하는 청취자의 역할을 담당할 예비교사의 관련 전문성 신장에도 도움이 될 가능성을 확인하였다. 또한 해결자·청취자 활동을 통한 지필평가 문항 제작 과정에서 고려한 PCK 구성 요소와 이들 사이의 구체적인 상호작용 양상에 대한 실증적이고 정량적인 정보는 현재 예비교사의 관련 전문성 측면에서의 실태와 장단점을 파악하는 데 도움이 될 수 있으므로, 향후 예비교사교육에서 이 활동을 적용할 때 유용하게 활용할 수 있을 것이다. 하지만 구체적으로 해결자와 청취자 활동의 어떤 상호작용이 어떤 과정을 통하여 전문성 신장에 도움이 되었는지, 이 활동에서 PCK 측면으로 범주화한 좋은 지필평가 문항 제작 방법에 대한 안내 및 점검표의 제공이 어떤 역할과 기능을 담당했는지 등을 구체적으로 이해하기 위해서는 이에 대한 다양하고 심층적인 추가 연구가 필요하다.

해결자·청취자 활동을 통해서도 몇 가지 제한점들도 드러났다. 예를 들어, 지필평가 문항 제작 과정에서 고려한 PCK 구성 요소가 여전히 편중되어 있었고, 특히 과학 교육과정에 관한 지식은 비교적 적게 고려되었고, 과학 교수 전략에 관한 지식을 고려한 경우는 매우 적었다. 또한 다양한 PCK 구성 요소들을 의미 있게 고려한 통합이 부족하여 문항의 질이 낮았던 경우도 있었다. 해결자와 청취자 사이에 의미 있는 상호작용이 일어나 4가지 이상의 측면을 통합적으로 고려한 경우가 일부 조에서만 편중되어 나타나기도 하였다. 이와 더불어 해결자·청취자 활동에 익숙해지는 데 어려움을 겪어 청취자의 조언이 방해된다고 느끼는 해결자가 있었고, 자신의 의견을 과다하게 드러내는 것 같다는 생각에 해결자에게 어떠한 수준으로 조언을 제공해야 하는지 고민하거나 역할표에 적힌 지침 때문에 조언하기를 망설이는 청취자도 있었다. 이 활동은 애초에 학생의 문제 해결 과정을 개선하는 데 목적을 둔 활동이므로(Jeon, 1999), 다양한 요소들을 종합적으로 고려하고 또 창의성을 발휘해야 하는 지필평가 문항 제작

과정이 기존의 해결자·청취자 활동으로 충분히 개선되기는 어려울 수 있다. 따라서 교사 전문성 향상을 위한 전략으로서 해결자·청취자 활동을 보다 효과적으로 활용하기 위해서는 앞서 언급한 제한점을 고려하여 활동을 보완할 수 있는 방향을 모색할 필요가 있다. 예를 들어 이 연구에서의 각 역할에 따른 긍정적인 사례와 부정적인 사례를 선별하고 이를 바탕으로 청취자 역할에 적합한 수행 수준을 결정할 수 있을 것이다. 그리고 이를 활용하여 오리엔테이션 시간에 청취자 역할의 중요성과 효과적인 청취자 역할 수행 방법에 대하여 구체적으로 안내할 필요가 있다. 예비교사 개인의 특성이 활동의 양상에 미치는 영향을 고려하여 해결자·청취자 활동에서 효과적인 조 구성 방법에 관심을 가질 필요도 있다. 또한 오개념 자료와 같이 학생에 관한 지식 측면과 관련된 정보의 제공이 지필평가 문항 제작 과정의 질적 개선에 기여함을 확인하였으므로, 특정 PCK 측면과 관련된 정보의 제공 효과를 체계적으로 조사하여 적용할 필요도 있을 것이다.

한편 현직 교사를 대상으로 진행된 선행연구(Falk, 2012; Min, 2012)에서는 평가 문항 제작 과정뿐만 아니라 평가를 실시하고 채점하며 평가 결과에 피드백을 제공하는 일련의 과정을 통한 PCK 발달 과정을 살펴본 것에 비하여, 이 연구에서는 예비교사교육의 특성을 고려하여 평가 문항 제작 과정에만 국한하여 PCK 개발 가능성을 살펴보았다. 물론 교사가 총괄평가 용도의 문항을 선정하는 과정에서 수업 내용이나 문항 해결 수준 등과 같이 PCK 구성 요소와 관련된 부분을 고려한다는 결과도 보고되고 있으나(Fives & Barnes, 2017), 평가 도구 개발 과정이나 문항 제작 과정만으로는 구성주의 평가에서 강조하고 있는 교사, 학습자, 교수-학습 환경 사이의 활발한 상호작용이 나타나기는 어려우므로 이 과정을 통한 PCK 개발은 제한적일 수 있다. 따라서 이 연구에서 도입한 해결자·청취자 활동 역시 지필평가 문항 제작 과정에 국한된 PCK 개발 방안으로서 다루어져야 할 것이다. 그리고 교사가 인식하고 판단해야 할 상황이 보다 복잡해지는 문항 제작 이후의 평가 과정에서는 연수자 또는 멘토 교사의 지도 하에 동료 교사와 논의하는 등의 방안(Falk, 2012; Min, 2012)이 PCK 개발에 보다 유용할 수 있다. 즉 해결자·청취자 활동은 단기간에 집중교육이 이루어지는 예비교사 교육과정 또는 현직교사 연수 과정에서 지필평가 문항 제작 과정에 국한된 PCK 개발 방안으로 적용하고, 이후의 평가 과정에서는 멘토링이나 논의 활동 등과 연계하는 것이 보다 바람직할 것이다. 이런 관점에 기초하고 유의하여 본 연구의 결과를 이해하고 현장에 적용할 필요가 있다.

국문요약

이 연구에서는 해결자·청취자 활동이 예비 화학교사의 지필평가 문항 제작 과정에서 고려된 교과교육학 지식(PCK) 구성 요소 사이의 상호작용에 미치는 영향을 조사하였다. 2명의 예비교사로 구성된 4개 조의 해결자·청취자 활동을 통한 지필평가 문항 제작 활동을 분석한 결과, 해결자와 청취자 역할과 상관없이 PCK 구성 요소 중 과학 평가에 관한 지식 측면을 가장 많이 고려하였으며, 과학 내용에 관한 지식과 학생에 관한 지식 측면에 대한 고려도 비교적 많았다. 그러나 과학 교육과정에 관한 지식과 과학 교수 전략에 관한 지식을 고려한 경우는 적었다. PCK 구성 요소 사이의 통합 수준에서는 PCK 구성 요소 중 2가지 측면 또는 3가지 측면의 통합이 다양한 유형으로 많이 나타

났으며, 4가지 및 5가지 측면의 통합도 일부 나타났다. 그러나 과학 교육과정에 관한 지식 측면 등을 포함한 통합은 비교적 적었으며, 과학 교수 전략에 관한 지식 측면을 포함한 통합은 매우 드물었다. 이를 통하여 예비교사의 지필평가 문항 제작 능력 신장 및 PCK 개발 전략으로서 해결자·청취자 활동의 유용성, 제한점, 효과적인 활용 방안에 대하여 논하였다.

주제어 : 해결자·청취자 활동, 지필평가, 교과교육학 지식(PCK), PCK 구성 요소 사이의 통합, 예비 화학교사

References

- American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1998). Blueprints for reform: Science, mathematics, and technology education. New York: Oxford University Press.
- 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.
- Black, P., Harrison, C., Lee, C., Marshall, B., & Wiliam, D. (2004). Working inside the black box: Assessment for learning in the classroom. *Phi Delta Kappan*, 86(1), 8-21.
- Cho, H., & Ko, Y. (2008). Re-conceptualization of secondary science teacher's pedagogical content knowledge (PCK) and its application. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 28(6), 618-632.
- Choi, 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.
- 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.
- 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.
- Goos, M. (1994). Metacognitive decision making and social interactions during paired problem solving. *Mathematics Education Research Journal*, 6(2), 144-165.
- Hashweh, M. Z. (2005). Teacher pedagogical constructions: A reconfiguration of pedagogical content knowledge. *Teachers and Teaching: theory and practice*, 11(3), 273-292.
- Jeon, K. (1999). Problem solving strategy and paired think aloud problem solving: Instructional effect and small group problem solving process in chemistry class (Doctoral dissertation). Seoul National University, Seoul.
- Joung, K., & Kang, H. (2011). A case study on the use of coteaching in science instruction for science-gifted elementary students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 31(2), 239-255.
- Kind, V. (2009). Pedagogical content knowledge in science education: Perspectives and potential for progress. *Studies in Science Education*, 45(2), 169-204.
- Kwak, Y. (2011). Research on the effectiveness of the mentoring system to support beginning science teachers. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 31(1), 1-13.
- 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.
- 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 & 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.
- Na, Y. J., & Yeo, S.-I. (2015). A case study of elementary teachers' reflective practices while mentoring a class for the gifted. *Teacher Education Research*, 54(4), 773-790.
- 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.
- National Research Council (NRC) (1996). *National science education standards: Observe, interact, change, learn*. Washington, DC: National Academy Press.
- 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., Kim, H., Han, J., & Kang, H. (2017). An analysis of the characteristics of the processes of pre-service chemistry teachers in making written test items using think-aloud method. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 37(2), 225-237.
- Noh, T., Park, J., & Kang, H. (2016). Interactions among PCK components of pre-service secondary chemistry teachers considered in processes of making written test items. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(5), 769-781.
- Noh, T., 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.
- Park, S., & Chen, Y. C. (2012). Mapping out the integration of the components of pedagogical content knowledge (PCK): Examples from high school biology classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(7), 922-941.
- Park, S., & Oliver, J. S. (2008). Revisiting the conceptualization of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261-284.
- 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.
- 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.
- Yoon, J. (2014). An examination on the influences and methods of mentoring for improving pedagogical content knowledge of secondary science pre-service teachers. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 14(11), 309-332.