

과학 탐구 수업에서 초등학생들이 바라는 과학 교사의 모습에 대한 요인 분석

채유정 · 박재용[†]

Factor Analysis of Image of Science Teacher Desired by Elementary School Students in Scientific Inquiry-Based Instruction

Chae, Yoojeong · Park, Jaeyong[†]

국문 초록

이 연구에서는 과학 탐구 수업에서 초등학생들이 바라는 과학 교사의 모습을 구성하는 요인들을 추출한 후, 이들 요인 사이의 구조적 연관성을 분석하였다. 과학 탐구 수업에서 초등학생들이 바라는 과학 교사의 모습을 구성하는 요인들을 확인하기 위하여 탐색적 요인 분석(EFA)을 실시하였고, 그 결과를 바탕으로 확인적 요인 분석(CFA)을 실시하였다. 또한, 확인적 요인 분석을 통해 산출된 요인 구조를 토대로 과학 탐구 수업에서 초등학생들이 바라는 과학 교사의 모습을 종합적으로 살펴보았다. EFA 결과, 과학 탐구 수업에서 초등학생들이 바라는 과학 교사의 모습을 이루는 요인으로 5개 요인(교수 전략, 평가 전략, 사전 지도, 학생 이해, 학습 발달)을 추출하였다. CFA 결과, 교수 전략과 학습 발달, 교수 전략과 학생 이해 사이에 상관관계가 비교적 높게 나타났다. 추출된 요인 구조를 바탕으로 과학 탐구 수업에서 과학 교사의 모습에 대한 학생들의 인식을 종합적으로 살펴본 결과, 초등학생들은 과학 교사가 학생들에 대한 이해를 반영하여 학습 발달을 지원하고, 효과적인 수업 전략과 적절한 평가 방법을 활용하는 것을 중요하게 인식하고 있었다.

주제어: 과학 탐구, 과학 교사, 요인 분석, 교수내용지식

ABSTRACT

The purpose of this study is to extract the factors that compose the image of science teacher desired by elementary school students in inquiry-based instruction and analyze the structural associations between them. Factors that compose the image of science teacher desired by elementary school students in inquiry-based instruction were extracted through exploratory factor analysis (EFA). Based on the findings of EFA, the questionnaire has been further analyzed using confirmatory factor analysis (CFA). In addition, based on the factor structure identified through factor analysis, we comprehensively analyzed the image of science teacher desired by elementary school students in inquiry-based instruction. As a result of EFA, five factors were identified which compose the image of science teacher desired by elementary school students in inquiry-based instruction: namely, teaching strategy, assessment strategy, prior guidance, understanding students, learning development. The CFA results showed a relatively strong correlation between teaching strategy and learning development, teaching strategy and understanding students. As a result of a comprehensive review of students' perception of the image of science teachers in inquiry-based instruction based on the extracted factor structure, students perceived that it is important for science teachers to run inquiry-based instruction by reflecting their understanding of students. Students also perceived importantly that science teachers run inquiry-based instruction using effective teaching strategies and proper evaluation strategies.

Key words: scientific inquiry, science teacher, factor analysis, PCK

이 논문은 채유정의 2021년도 석사학위논문에서 발췌 정리하였음.

2021.7.8(접수), 2021.7.27(1심통과), 2021.7.29(최종통과)

E-mail: jypark@snu.ac.kr(박재용)

I. 서 론

과학교육에서 탐구는 ‘과학적 소양을 갖춘 민주 시민 양성’이라는 과학교육의 근본적 목표를 달성하기 위한 과학과만의 핵심적 활동으로(NGSS, 2013; NRC, 1996), 세계 여러 나라에서 훌륭한 과학 교육을 표현하는 단어로 끊임없이 사용되어 왔다(박정희 등, 2004; Anderson, 2002; Chi et al., 2018; Gyllenpalm et al., 2021; Jones et al., 2013).

미국 과학교육기준(NRC, 1996)은 모든 학생을 위한 과학교육을 표방하며, 연령, 성별, 사회·문화적 배경 등에 상관없이 누구에게나 양질의 과학교육을 받을 기회를 제공하고자 하였고, 탐구를 과학 교수·학습의 목표이자 핵심 활동으로 제시하며, 과학 교사들에게 탐구를 통해 과학을 가르칠 것을 꾸준히 강조해 왔다(NRC, 2000, 2012). 우리나라에서도 제3차 교육과정에서 과학교육의 목표로 탐구를 처음 도입한 이후 교육과정을 개정할 때마다 학생들이 탐구를 통해 과학의 핵심 개념을 이해하고 탐구 능력을 신장할 수 있도록 학생들에게 탐구의 기회를 제공하는 것을 매우 중요하게 다루어왔다(양일호 등, 2004; 교육부, 1997, 2015). 또한, 최근 탐구를 바라보는 시각의 변화에 따라 차세대 과학교육표준(NGSS)의 ‘실천(practices)’ 차원이나 미래세대 과학교육표준(KSES)의 ‘역량’ 차원처럼 과학 탐구를 더 폭넓게 이해하고 적용하려는 변화의 움직임에서 볼 수 있듯이, 여전히 과학교육에서 탐구 수업은 학생들에게 과학을 가르치는 중요한 방법으로 인식되고 있다(김효준과 송진웅, 2019; 오필석, 2020; 한국과학창의재단, 2019; NGSS, 2013).

과학교육의 큰 흐름 속에서 과학교육의 목표는 조금씩 변화하였지만, 탐구는 학생들의 과학에 대한 이해와 과학 탐구 능력을 심화하는 데 가장 효과적인 활동이라는 점에서 그 중요성이 끊임없이 강조되어 왔다(성혜진과 임희준, 2018; Anderson, 2002; Concannon et al., 2020; Lederman et al., 2013). 과학 탐구 수업의 목적은 학생들이 문제에 대한 과학적 설명을 제안하고 검증하는 과정에 참여하여 과학적 개념과 지식을 얻을 뿐만 아니라, 과학과 과학자들이 하는 일에 대한 이해와 능력을 심화하도록 돕는 것이다(교육부, 2015; 박재용과 이기영, 2011; NRC, 2000; Wellington & Ireson, 2008). 학생들은 탐구 활동에 참여하며, 과학적으로 사고하고

탐구 결과를 다른 사람과 공유하는 과정을 통해 추리력과 비판적 사고력이 향상되며(고민석 등, 2013; Zion et al., 2007), 과학과 과학자에 대한 긍정적인 태도를 함양하게 될 뿐만 아니라(Martin et al., 2009), 과학을 배우는 것에 동기를 부여 받아(Moote, 2019) 학업 성취도 향상의 기회를 얻을 수 있는 등(Taylor et al., 2018) 여러 측면에서 긍정적인 학습 효과를 경험하게 된다. 또한, 탐구 수업은 학습 속도가 느린 학생에게 도움을 주고(Kyle, 1980) 특정 집단 간의 학습 격차를 완화하는 데 도움이 되며, 나아가 학생들의 진로에도 영향을 미친다(Chi et al., 2018).

이처럼 탐구의 중요성이 계속해서 강조됨에 따라 탐구를 중심으로 학교 과학교육을 재구성해야 한다는 요구가 끊임없이 제기되어 왔지만(Ryan, 2009), 실제 교실 현장에서 과학 탐구 수업이 원활히 이루어지지 않고 있다(변태진 등, 2019; Akuma & Callaghan, 2019). 여러 연구자는 탐구가 학교 과학교육에 성공적으로 정착하지 못한 까닭을 외적 환경 변인, 학생 변인, 교사 변인 등 학교 내외의 다양한 맥락과 요인들이 복합적으로 상호작용하면서 과학 탐구 수업에 부정적인 영향을 미치기 때문이라고 보고 있다(변태진 등, 2019; 조현준 등, 2008; Bevins et al., 2019; Brown, 2017). 과학 탐구 수업을 저해하는 이들 요인 중에서 특히 교육의 질을 좌우하는 결정적 요인 중 하나는 수업을 계획하고 가르치는 교사 변인이다. 실제로 상당수의 과학 교사는 탐구 수업의 중요성을 인식하고 있음에도 불구하고, 어떻게 탐구를 통해 과학을 지도해야 하는지 잘 알지 못해 탐구 수업을 실천하는 데 어려움을 겪고 있다(양일호 등, 2006; 전경문, 2017; Akuma & Callaghan, 2019; Chi et al., 2018; Ireland et al., 2012).

교사가 과학 탐구 수업의 실행에 어려움을 느끼는 이유 중 하나는 과학 탐구 수업의 의미와 지도 방법이 구체적으로 정의되지 않고 있다는 것으로(Crawford, 2014), 과학 탐구 수업에 대한 부족한 안내는 교사의 과학 탐구 수업의 실천을 어렵게 만든다(김민희와 김영수, 2015; 윤혜경 등, 2011; Herranen et al., 2019; Mesci et al., 2020; NRC, 2000). 또한, 학생들이 과학적 현상을 탐구할 때 사용하는 선지식이나 학생들이 겪는 어려움을 교사가 명확하게 파악하지 못하면 학생들에게 적절한 피드백을 제공하기 어렵다는 점(양정은과 최애란,

2020; Brown, 2017)도 과학 탐구 수업을 시도하는 교사에게 부담으로 작용한다. 이에 더하여, 과학 교사들은 탐구 수업 실행의 저해 요인으로 교사 자신의 문제점을 제기하기도 하였는데(이수아 등, 2007), 교사의 탐구에 대한 이해 및 탐구 수행 능력의 부족(박정희 등, 2004; 조현준 등, 2008; 팽애진과 백성혜, 2005; Crawford, 2007; Zion *et al.*, 2007), 탐구 지도를 위한 교육학적 지식과 기술 부족(Akuma & Callaghan, 2019), 탐구 교수 경험이나 자신감의 부족(Bevins *et al.*, 2019; Roehrig & Luft, 2004) 등 교사의 내재적 원인이 교사의 과학 탐구 수업 실천을 어렵게 만든다(Akuma & Callaghan, 2019). 이와 같은 이유로 과학 교사들은 과학을 가르치는 방법으로 탐구 수업보다 설명식 수업을 더 선호하거나(Kim & Tan, 2011), 학생들에게 사고의 과정이나 목적 없이 주어진 절차만을 따르게 하는 등 자율성이 제한된 형태로 탐구 수업을 진행하고 있다(변태진 등, 2019; Anderson, 2007).

이상으로 살펴본 바와 같이 과학 교사는 과학 탐구 수업을 실행할 때 여러 가지 어려움을 겪고 있고, 이러한 과학 교사의 어려움은 과학 탐구 수업의 성공적인 실행을 저해한다. 따라서 과학 탐구 수업이 성공적으로 이루어지기 위해서는 과학 교사에게 과학과 탐구에 대한 이해와 더불어 학생들의 과학 개념 및 탐구에 대한 지식의 정도나, 탐구 수행 능력 수준, 문화적 배경 등과 같은 학생이 가지는 다양한 특성이나 학생들이 겪는 어려움에 대한 이해를 바탕으로 탐구 수업을 설계하고 수행할 수 있는 전문성이 요구된다. 다시 말해, 교사의 탐구 수업에 대한 전문성은 과학교육에서 탐구 수업의 질적 변화를 이끄는 중요한 요인 중 하나라고 할 수 있다(전경문, 2017).

교사의 전문성은 크게 전문적 지식(professional knowledge)과 전문적 수행(professional performance/practice)의 두 가지 측면으로 구분된다(소경희, 2003). 이러한 교사 전문성의 두 가지 측면은 상호 보완적인 관계에 있는데(Barendsen & Henze, 2019), 그중에서도 교사 지식은 교사의 이론적, 실제적 지식에 더하여 교사의 신념(beliefs)까지 포괄하는 것으로, 교사의 교수에 대한 생각(thinking)과 교수 활동(performance) 모두를 아우르는 개념이다(이기영과 박재용, 2014; Fenstermacher, 1994). 교사 지식에 대한 연구는 시대의 변화와 과학교육의 흐름에 따

라 다양한 관점으로 다루어져 왔는데, 최근 Gess-Newsome (2015)은 여러 연구자와의 합의를 통하여 교사 지식의 모델을 ‘PCK Summit Consensus Model’로 정리하였다. 이 모델에서는 교사 지식을 교사 전문지식 기반(teacher professional knowledge bases: TPKB), 주제 특정한 교사 전문지식(topic specific professional knowledge: TSPK), 교수내용지식(pedagogical content knowledge: PCK)의 세 가지 측면으로 구분하여 설명하고 있다.

TPKB는 교육 전문가와 연구자들이 일반적으로 가르침을 위해 교사에게 필요하다고 여겨지는 지식을 여러 유형으로 구분한 것으로, 내용 지식(content knowledge), 평가 지식(assessment knowledge), 학생에 대한 지식(knowledge of students), 교육과정 지식(curricular knowledge), 교육학적 지식(pedagogical knowledge)으로 이루어져 있다. TPKB는 교사가 자신만의 TSPK를 형성하여 PCK의 형태로 실천하는 데 기반이 된다. TSPK는 특정 주제를 특정 학생에게 가르치는 데 필요한 교사의 지식으로, 교사의 교수 전략이나 내용 표현, 학생 이해, 과학 실천, 마음의 습관에 대한 지식으로 구성되어 있다. 이 모델에서는 TSPK와 PCK를 구별하면서, TSPK는 교사의 신념이나 지향, 선지식, 상황이라는 확대/여과(amplifiers/filters) 장치를 거쳐 교실에서 교사의 실천을 통해 PCK로 개발되고 표현된다고 설명하였다. 이러한 관점에서 TSPK는 PCK의 자원이라고 할 수 있다.

앞서 살펴본 TPKB와 TSPK는 교직의 특성을 반영하여 교사의 일반적(general)인 전문성을 표준화한 것이다. 이와 달리 이 모델에서는 PCK를 교사의 지식 기반과 교사 행동을 모두 고려하는 개별 교사의 개인적 능력으로 설명하며, PCK를 ‘교사가 주제 특정한 수업을 특정한 교실 상황에서 계획하고 수행하기 위한 지식뿐만 아니라, 교사의 가르치는 행동을 포함하는 능력’이라고 정의하였다. TPKB, TSPK, PCK는 서로 정보를 주고받으며 상호작용하는 관계에 있으며, 이러한 교사 전문지식의 세 가지 측면은 교실에서 교사의 실천과 학생의 학습 결과로부터 정보를 얻고, 다시 학생의 학습 결과를 신장하기 위한 방향으로 교사 전문지식이 활용되고 신장된다. 이러한 교사 전문지식과 학생의 학습과의 관계는 교사 전문성 향상에 중요한 역할을 한다(Gess-Newsome, 2015).

한편, 최근 세계 여러 나라의 교육과정 정책에서는 거듭되는 ‘변화 없는 혁신’에 대한 비판의 목소리와 함께, 교사를 학교 교육의 ‘변화의 주체(agent of change)’로 인식하며, 학교 변화를 위한 교사의 ‘행위주체성(agency)’을 교사의 전문성을 이해하는 중요한 차원으로 간주하고 있다(소경희와 최유리, 2018; Ryder *et al.*, 2018). 과학교육에서 교사의 행위주체성은 과학교육의 전문가로서 판단을 내리고 실천하며, 과학교육을 다양한 정도로 책임지는 교사의 위치로 이해된다(Martin, 2020). 교사행위주체성(teacher agency)의 정도는 교사 전문성의 측면에서 구분되기도 하는데(Menter & Hulme, 2013), 어떻게 하면 좋은 수업을 가르칠 수 있을까에 대한 교사 자신의 가치와 판단을 바탕으로 얼마나 창의적이고 비판적이며 자율적인 행동을 하는지에 따라 교사행위주체성의 정도를 가늠할 수 있다(소경희와 최유리, 2018). 이러한 교사행위주체성의 성취에 영향을 미치는 결정적 요인 중 하나는 교사의 사회적 관계이다(유용모와 김미숙, 2020; 이성희, 2021; 임성은 등, 2021). 따라서 학생은 교실 공동체 구성원으로서 교사와 역동적인 관계를 맺고 상호작용하므로(박준형 등, 2015), 과학 탐구 수업에서 교사행위주체성이나 교사전문성을 정확히 이해하기 위해서는 교사의 수업 계획과 가르치는 방식의 효과를 관찰하는 것뿐만 아니라(곽영순, 2008), 교실 내 과학 교사의 주체적인 수업 행동과 실천의 질을 좌우하는 데 영향을 미치는 학생의 요구와 인식까지도 총체적으로 고려할 필요가 있다.

그러나 우리나라의 경우, 과학 탐구 수업에서 학생의 시각에서 바라본 교사의 모습에 대한 정보는 부족한 편이며, 실제 교실에서 과학 탐구 수업이 어떻게 수행되고 있는지, 교사가 과학 탐구 수업을 어떻게 가르치고 있는지에 대하여도 연구된 바가 거의 없다(서형두, 2003; 이동승과 박종석, 2017). 이러한 상황 속에서, 과학 탐구 수업에서 교사의 전문성을 판단하는 방법의 하나로 교사의 전문성에 대한 학생의 인식을 조사하는 것이 중요하다고 할 수 있다(Knight & Waxman, 1991). 직접 측정이 어려운 교사의 전문성은 학생의 인식 조사를 통해 간접적으로 측정할 수 있는데(이기영과 박재용, 2014), 교실에서 교사와 역동적인 관계를 맺고 있는 학생은 교사를 지속적이고 직접적으로 관찰할 수 있다. 따라서 교사에 대한 학생의 인식을 조사하는

것은 수업과 교실 상황에 대한 구체적이고 실제적인 정보를 제공하며(송진웅과 나지연, 2014; 진화영, 2009; Ferguson, 2010), 더 나아가 학생으로부터 얻은 정보를 탐구를 가르치는 과학 교사의 전문성 계발과 수업 개선을 위한 기초 자료로 활용할 수 있다는 점에서 그 의미가 있다(서희정 등, 2007). 또한, 교사의 수업 행동은 학생에 대한 이해와 학생과의 관계에 크게 영향을 받으며(NRC, 1996), 성공적인 교수·학습의 시작은 교사와 학생의 상호작용으로부터 출발하므로 교육의 실제 수요자인 학생들이 과학 탐구 수업과 탐구 수업을 가르치는 교사를 어떻게 인식하고 있는가에 관한 연구도 함께 이루어져야 한다.

그동안 거듭된 학교 개혁의 실패에 대해 근본적인 변화 없는 혁신이라는 비판이 제기되어 왔는데, 이는 과학 교사에 대한 학생의 요구나 인식과 같은 교사를 둘러싼 구체적 맥락들을 고려하지 않은 채 탈맥락적인 교사 교육이 이루어져 왔기 때문이기도 하다. 실제로 초등학생들은 과학 수업에 대해 ‘교사가 잘 가르치는 것’을 중요하게 인식하고 있었는데(김영신 등, 2020; 박준형 등, 2015), 과학교육자가 인식하는 유능한 과학 교사와 학생이 좋아하고 바라는 과학 교사의 모습은 다소 다를 수 있으므로(조희형 등, 2009; 한재영, 2011), 탐구를 가르치는 교사의 전문성 계발과 내실 있는 탐구 수업의 실천을 위해서는 탐구 수업에서 초등학생들이 바라는 좋은 과학 교사의 모습을 알아보기 위한 연구가 필요하다. 학생에 의한 교사 평가는 그 결과의 신뢰성에 대한 논란이 있지만, 다수의 연구에서 평가의 실제적 주체자로서 학생이 주는 정보는 교사 교육이 ‘탈맥락적인 전문성’을 기르는 것에서 벗어나 실질적인 수업 개선을 위한 기초 자료로 활용될 수 있음을 인정하고 있다(곽영순, 2008; 서희정 등, 2007).

그러나 그동안 과학 탐구 수업에서 과학 교사의 모습을 다룬 연구는 과학 탐구 및 과학 탐구 지도에 대한 교사의 인식(고민석 등, 2013; 박정희 등, 2004; 성혜진과 임희준, 2019; 윤혜경 등, 2011; 전경문, 2017; Güngören & Öztürk, 2021), 과학 탐구 수업 실행 저해 요인과 그에 대한 교사의 인식(이동승, 2014; 조현준 등, 2008; Akuma & Callaghan, 2019; Kim & Tan, 2011), 과학 탐구 수업에서 예비 교사들이 선호하는 과학 교사의 이미지(송하영과

김영신, 2010) 등과 같이 교사의 인식을 다룬 연구가 대부분이며, 과학 탐구 수업에서 교사들의 수업 유형이나(양일호 등, 2004; 정진우 등, 2006), 과학 탐구 수업 교사 실행 전문성 및 효능감(김선영, 2017; 인수정과 최애란, 2018; 최상희와 이영희, 2015; Lotter & Miller, 2017; Mesci *et al.*, 2020) 등 교사에만 초점을 두어 다루어지고 있다. 또한, 좋은 과학 수업의 특징이나 유능한 과학 교사의 자질에 대한 학생의 인식(김영신 등, 2020; 박준형 등, 2015; 정연수, 2018; 한재영, 2011), 과학 교사 효과성에 대한 학생의 인식(이기영과 박재용, 2014) 등 학생의 관점에서 바라본 과학 교사의 모습을 다룬 연구가 이루어지고 있지만, 이들 연구는 대부분 학생이 인식하는 과학 교사의 모습을 탐구에 초점을 두지 않고 과학 수업 전반에서 다루고 있거나, 좋은 과학 수업의 특징을 이루는 하나의 요인으로만 다루고 있다. 과학 탐구 수업에서 교사에 대한 학생의 인식을 다룬 연구는 초등교사의 탐구 수업 실행 전문성 수준에 대한 교사와 학생의 인식을 비교한 연구(최지미, 2015) 외에는 거의 없어, 과학 탐구 수업에서 학생이 바라는 과학 교사의 모습을 조사한 연구는 매우 미흡한 실정이다.

특히 우리나라의 초등교사들은 과학 탐구 수업의 중요성을 충분히 인식하고 있지만, 과학 탐구를 처음 접하는 초등학생을 대상으로 과학 탐구 수업을 지도하는 데 실질적인 어려움을 느끼고 있다(전영석과 전민지, 2010; 조현준 등, 2008). 앞서 살펴본 바와 같이, 과학 탐구 수업에서 과학 교사의 구체적인 수업 행동과 실천에 학생의 요구와 인식이 상당한 영향을 주므로, 과학 탐구 수업에서 과학 교사의 모습에 대한 학생들의 인식을 깊이 있게 이해할 필요가 있다.

이에 이 연구에서는 요인 분석을 통해 과학 탐구 수업에서 초등학생들이 바라는 과학 교사의 모습을 이루는 요인들을 추출하여 이들 사이의 구조적 연관성을 분석하고자 한다. 이를 위해 이 연구에서 설정한 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 과학 탐구 수업에서 초등학생들이 바라는 과학 교사의 모습은 어떠한 요인으로 구성되어 있는가?

둘째, 과학 탐구 수업에서 초등학생들이 바라는 과학 교사의 요인들은 어떤 구조적 연관성을 갖는가?

II. 연구 방법

1. 연구 대상

과학 탐구 수업에서 초등학생들이 바라는 과학 교사의 모습을 조사하기 위하여 실시한 예비 설문 조사에 서울시 소재 S초등학교 6학년 학생 107명이 참여하였고, 예비 설문조사 결과를 바탕으로 설문 문항의 내용과 개수를 수정하여 실시한 연구 설문 조사에는 서울시와 수도권 소재 초등학교 5학년~6학년 학생 762명(5학년 372명, 6학년 390명)이 참여하였다.

연구 설문조사 결과를 분석하는 과정에서 부정형 문항에서 3점 이상의 척도에 응답하거나 일관되지 않게 응답하는 등 부적합 반응을 보여 설문조사의 신뢰도와 타당도에 영향을 미칠 것으로 의심되는 학생들의 응답 자료는 분석 대상에서 제외하였다.

이에 따라, 이 연구에서는 Table 1과 같이 예비 설문조사에서 6학년 학생 105명, 연구 설문조사에서 5학년~6학년 학생 349명(5학년 153명, 6학년 196명)의 응답 자료를 최종 분석 대상으로 사용하였다.

2. 측정 도구

과학 탐구 수업에서 초등학생들이 바라는 과학 교사의 모습을 살펴보기 위하여 예비 설문 조사지와 연구 설문 조사지를 제작하여 검사 도구로 사용하였다. 먼저, 과학 탐구 수업에서 과학 교사 전문성이나 교사 지식에 관한 문헌 연구에 기초하여 문항 내용을 선정하였고, 학생들이 ‘과학 탐구 수업에서 내가 바라는 과학 선생님의 모습’이 어떠한지에 초점을 맞추어 응답할 수 있는 자기 보고 형식의 질문들로 검사 도구를 제작하였다. 특히, 검사 도구의 문항 내용을 구성하는 단계에서 교사의 전문지식을 다룬 선행연구 중 Gess-Newsome (2015)이 교사 지식을 이루는 요소 간 상호관련성에 관하여 동

Table 1. Participants of this study

구분	학년	학생 수(명)
예비 설문조사	6학년	105
연구 설문조사	5학년	153
	6학년	196

료 연구자들과의 협의를 통해 정리한 결과인 ‘PCK Summit Consensus Model’을 참고하였다.

Gess-Newsome (2015)과 그의 동료들이 정리한 모델에 제시된 교사 지식의 요소 중에서 과학 탐구 수업에서 과학 교사의 모습에 관하여 학생들이 관찰을 통해 파악할 수 있다고 생각되는 요소들을 Fig. 1에서 음영으로 표시한 것과 같이 선정하였고, 이를 검사 도구의 내용 구성에 반영하여 예비 설문 조사지를 제작하였다. 학생들은 표면적으로 나타나는 교사의 수업 행동을 중시하며, 이를 통해 교사에 대한 인식을 형성하므로(김영신 등, 2020), 예비 설문 조사지의 문항 내용을 선정할 때 교육과정 지식(curricular knowledge)이나 과학 실천(practice), 사고의 습관(habits of mind) 등과 같이 표면적으로 드러나지 않아 학생들이 관찰을 통해 인식하기 어려울 것으로 판단되는 과학 교사의 모습은 다루지 않았다. 그리고 교사 전문지식 기반에서는 내용 지식(content knowledge), 평가 지식(assessment knowledge), 학생에 대한 지식(knowledge of students), 교육학 지식(pedagogical knowledge)을, 주제 특정한 전문지식에서는 교수 전략(instructional strategies), 내용 표현(content representations), 학생 이해(student understandings)에 대한 지식 등을 과학 탐구 수업을 가르치는 교사에게 초점을 두어 예비 설문 문항 내용

구성에 반영하였다.

이처럼 문헌 연구에 기초하여 제작한 예비 설문 조사지는 총 50개의 5점 척도(1=전혀 중요하지 않음, 2=중요하지 않음, 3=덜 중요함, 4=중요함, 5=매우 중요함) 리커트(Likert) 형식의 문항으로 구성하였다. 그리고 제작한 예비 설문 조사지를 활용하여 S 초등학교 6학년 학생 105명을 대상으로 예비 설문 조사를 실시하였다. 예비 설문조사 결과 수집된 응답 자료를 대상으로 SPSS 18.0 프로그램을 사용하여 신뢰도를 검증하였고, 학생들의 응답에 영향을 주는 공통 요인의 구조를 살펴보기 위해 주성분 분석법(principal component analysis) 중 배리맥스(Varimax) 회전 방식을 사용하여 탐색적 요인 분석을 실시하였다. 신뢰도 검증 결과, 50개의 문항 중 2개 문항의 제거지수(alpha if item deleted)가 높게 나타났으며, 탐색적 요인 분석 결과, 요인 구조가 복잡하게 나타나 요인 구조를 단순화할 필요가 있었다.

이에, 검사 도구의 신뢰도를 높이고 과학 탐구 수업에서 초등학생들이 바라는 과학 교사의 모습을 이루는 요인 구조를 추출하기 위하여 다음과 같은 과정을 거쳤다. 첫째, 신뢰도 검증 결과, 제거지수가 높게 나타난 문항들을 제거하였다. 둘째, 탐색적 요인 분석 결과, 요인부하량(factor loading)이 .40

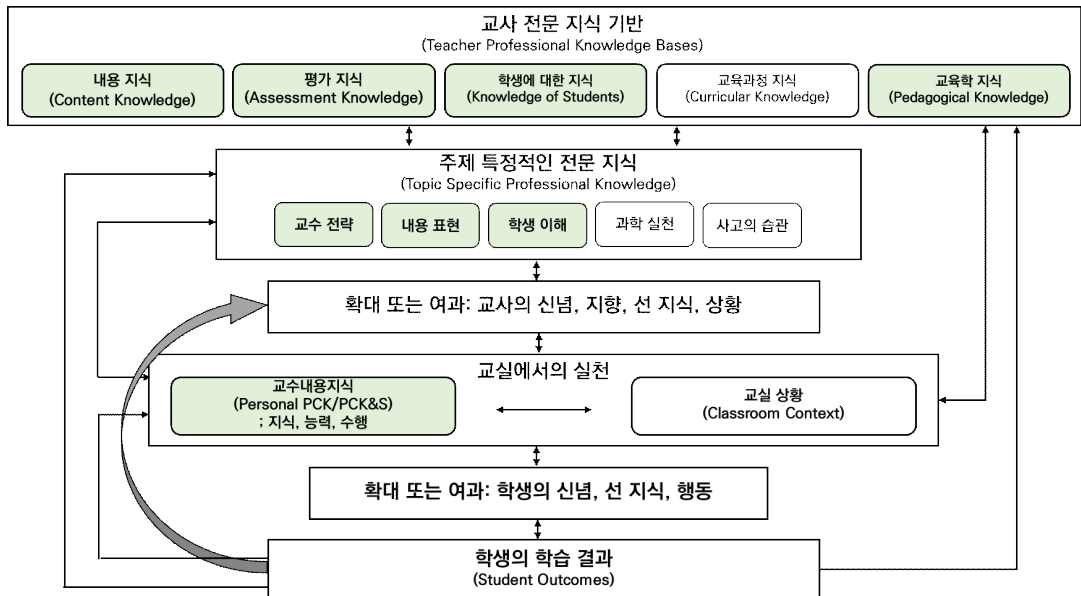


Fig. 1. Components of ‘PCK Summit Consensus Model (Gess-Newsome, 2015)’ reflected in preliminary questionnaire.

미만으로 낮게 나타난 문항들을 제거하거나 의미가 유사한 문항과 통합하여 요인을 추출하기 위한 과정을 반복하였다. 셋째, 내용 타당도 검증 과정에서 의미가 유사한 문항을 통합하거나 삭제하였고, 용어에 긍정 또는 부정의 가치가 부여되어 학생의 응답에 영향을 줄 수 있다고 의심되는 문항을 제거하거나 문항 내용의 표현 방식을 수정하여 26개의 문항으로 설문 조사지를 재구성하였다. 넷째, 검사도구의 신뢰도를 높이기 위하여 학생들이 성실하게 응답하였는가에 대한 여부를 판단하는 데 도움이 되는 3개의 부정형 문항과 학생들에게 자신이 응답한 설문 문항 중 ‘과학 탐구 수업에서 과학 교사의 모습으로 가장 중요하다고 생각하는 10개 문항’을 선택하게 하는 장치를 포함하였다. 한편, 학생들이 ‘과학 탐구 수업에서 과학 교사의 모습으로 가장 중요하다고 생각하는 10개 문항’을 선택한 결과는 학생들이 설문 문항에 성실하게 응답하였는가를 확인하는 것뿐만 아니라, 연구 결과 분석 단계에서 요인 구조와 더불어 학생들의 인식을 종합적으로 살펴보는 데에도 활용하고자 하였다.

연구 설문 조사지는 예비 설문조사 결과에 대한 신뢰도 검증 및 탐색적 요인 분석, 과학교육 전문가의 내용 타당도 검증 과정을 거쳐 수정·보완할 필요가 있는 문항들을 삭제, 수정, 통합하는 방식으로 재구성하여 Table 2와 같이 총 29문항의 5점 척도의 리커트 형식의 자기 보고식 설문 문항들로 제작하였다. 처음 연구 설문 조사지는 인쇄물 형식으로 제작하였으나, COVID-19로 인한 비대면 수업 상황이 지속됨에 따라 인쇄물을 이용하여 설문조사를 진행하는 데 한계가 있어 설문 방법과 설문지의 형식을 바꾸어 진행할 필요가 있었다. 이에 따라, 실제 연구 설문조사 단계에서는 온라인 설문 형태로 연구 설문 조사지를 제작하여 활용하였다. 이때, 비대면 수업의 특성상 설문문의 초점(과학 탐구 수업에서 과학 선생님이 이랬으면 좋겠다)과 설문 방법, 문항의 의미 등이 학생들에게 정확히 전달되지 않을 수 있다는 점을 고려하여 Fig. 2와 같이 학생용 설명 영상을 제공하였다. 학생용 설명 영상은 설문문의 초점과 설문 방법, 설문 문항의 의미, 설문 응답 시 유의 사항에 대한 구체적인 안내를 포함하고 있다. 학생들이 설문조사에 참여하기 전 학생용 설명 영상을 시청하여 설문문의 목적이나 방법 등을 충분히 숙지한 상태에서 연구 설문조사에 참여하

도록 하였다. 또한, 연구 설문조사를 진행하는 교사들에게도 교사용 해설서를 제공하여 학생들에게 연구의 목적과 문항의 본래 의미를 바르게 전달하도록 하였다.

3. 자료 수집 및 분석

과학 탐구 수업에서 초등학생들이 바라는 과학 교사의 모습을 살펴보고, 그 요인을 추출하기 위하여 수도권 및 서울 소재 초등학교 5학년~6학년 학생들을 대상으로 연구 설문조사를 실시하였다. 연구 설문조사는 COVID-19로 인한 비대면 수업 상황을 고려하여 온라인 설문 형태로 진행하였고, 학생들은 비대면 원격수업을 통해 스마트 기기를 활용하여 연구 설문조사에 참여하였다.

연구 설문조사 결과 수집된 762개의 설문지를 대상으로 코딩 작업을 진행하였고, 그중에서 극단 반응(extreme response)이나 묵종 경향성(acquiescence), 무성의한 응답(insincere response) 등 부적합 반응을 보여 설문조사의 신뢰도와 타당도에 영향을 미칠 것으로 의심되는 설문지를 제외하였다. 이 과정에서 학생들이 ‘과학 탐구 수업에서 과학 교사의 모습으로 가장 중요하다고 생각하는 10개 문항’을 선택한 결과와 연구 설문조사 응답 결과를 교차 검토하였을 때 일관된 응답을 보이지 않은 학생들의 설문지는 분석 대상에서 제외하였다. 또한, 부정형 문항에서 3점(=덜 중요함) 이상에 응답한 설문지도 분석 대상에서 제외하여 최종적으로 349명의 응답 결과를 분석 대상으로 삼았다.

확인적 요인 분석에서 절대적인 표본의 크기는 존재하지 않지만, 여러 학자의 의견을 종합해 보면 200개~400개 정도가 바람직하다(우종필, 2012). 이러한 견해에 따르면 이 연구에서 설정한 표본의 크기는 확인적 요인 분석을 실행하기에 적합하며, 확인적 요인 분석에서 일반적으로 사용하는 추정법인 최대우도법(maximum likelihood)에도 적합한 표본 크기라고 할 수 있다. 한편, 온라인 플랫폼에 설문조사의 목적 및 방법 등을 자세하게 제시하여 설문조사에 별다른 문제가 없을 것으로 기대했지만, 그런 기대와 달리 연구 설문조사 참여 학생 수와 최종 분석 대상 학생 수의 차이가 크게 나타났다. 이는 상당수의 학생이 연구 설문조사에 불성실하게 참여하였다는 것을 뜻하며, 이와 같은 학생들의 응답 특성은 온라인 설문조사 시 학생들의 부정적

Table 2. Questionnaire for exploratory factor analysis

문항 번호	설문 내용
1	과학 탐구 활동과 관련된 과학 개념을 설명한다.
2	과학적으로 탐구하는 방법을 알고 있다.
3	학생들이 과학 탐구에서 겪는 어려움을 알고 있다.
4	과학 탐구 활동과 관련된 학생들의 사전지식을 파악하고 있다.
5	학생들의 과학탐구능력 수준을 파악하고 있다.
6	학생 개인의 탐구 능력이나 특성을 고려하여 수업을 진행한다.
7	탐구의 과정과 결과를 모두 평가한다.
8	탐구 능력이나 태도를 평가한다.
9**	탐구와 관련된 지식만을 평가한다.
10	탐구 활동을 평가하기 위해 다양한 평가 방법을 활용한다.
11	평가 결과에 대한 정보를 제공한다.
12	학생 스스로 탐구를 계획하고 수행하게 한다.
13**	탐구 문제를 해결하는 데 필요한 모든 방법을 알려준다.
14	탐구하는 목적을 분명히 알려주고 수업을 시작한다.
15	학생들이 탐구에 대한 흥미와 호기심을 불러일으키는 질문을 한다.
16	학생들이 탐구 과정과 결과에 대해 의사소통할 기회를 제공한다.
17	탐구 활동에서 학생들이 과학적으로 생각하도록 격려한다.
18	과학탐구기능에 대해 설명한다.
19	탐구 문제 해결을 위해 다양한 시도를 해보게 한다.
20	탐구 문제를 해결해 나가는 과정을 권장한다.
21	탐구에 필요한 충분한 시간을 제공한다.
22	모둠 활동으로 탐구를 수행할 때 역할 분담이 적절히 이루어지도록 지도한다.
23	탐구 활동에서 학생들 사이의 협력을 강조한다.
24	탐구 과정에서 학생들의 질문에 힌트나 실마리를 제공한다.
25	탐구 결과를 확인하고 필요한 조언을 해준다.
26**	탐구 활동에서 일부 학생의 의견만 받아들인다.
27	정보통신기술과 기기를 탐구에 활용하는 방법을 안내한다.
28	탐구 활동과 관련된 안전 사항을 지도한다.
29	실험기구의 사용 방법을 알려준다.

* 전체 신뢰도: Cronbach's α =.825, ** 부정형 문항 표시.

반응을 줄이기 위해 별도의 방안을 마련할 필요가 있음을 시사한다.

최종적으로 선별한 연구 설문조사 응답 자료를 대상으로 SPSS 18.0 프로그램을 이용하여 신뢰도를 검증한 후, 자료로부터 요인을 추출하기 위하여

탐색적 요인 분석을 실시하였다. 탐색적 요인 분석에서 요인 추출 모델로 주성분분석법(principle component analysis)을 적용하였고, 회전 방식으로는 하나의 요인에 높게 적재되는 변인의 수를 줄여서 요인의 해석에 중점을 둔 방식인 베리맥스(Varimax)

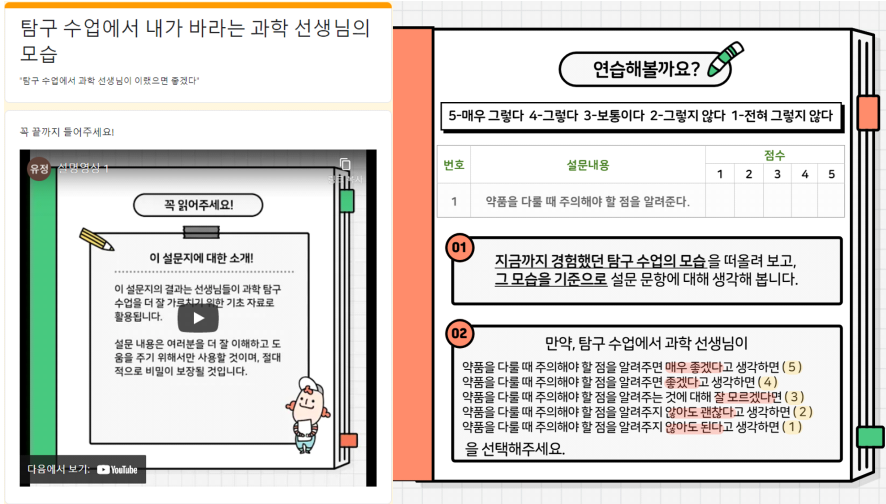


Fig. 2. Guidance materials for online surveys (video guide and exercise questions).

직각 회전 방식을 적용하였다. 또한, 요인의 수를 결정하기 위하여 스크리 검증(scree test) 및 고유값 검증(eigen value test) 결과와 요인별 누적 분산(variance)을 기준으로 한 요인 수 결정 방식을 함께 적용하였다. 한편, 요인 추출 과정에서 요인 구조의 복잡성을 줄이고, 요인의 설명력을 높이기 위한 과정을 반복하였다. 이때, 공통성(communalities)이 .40 미만인 문항, 요인부하량이 .40 미만인 문항, 요인 간 요인부하량의 차이가 .10 미만인 문항, 2개 미만으로 묶이는 문항을 순차적으로 제거하였다. 이 과정을 반복하여 최종적으로 26개 문항 중 15개 문항을 선별하였고, 그 결과 전체 누적 분산이 54.44%에서 58.04%로 나타나 자료에 대한 요인 구조의 전체 설명력이 증가하였다.

탐색적 요인 분석 결과에 따라 최종적으로 선별된 15개 문항의 응답 결과를 대상으로 SPSS 18.0 프로그램을 이용하여 신뢰도 검증을 거친 후, 탐색적 요인 분석(SPSS 18.0, 주요소분석법-배리맥스 회전)을 실시하여 최종적으로 공통 요소를 추출하였다. 탐색적 요인 분석 결과 추출된 공통 요소들을 바탕으로 과학 탐구 수업에서 초등학생들이 바라는 과학 교사의 모습에 대한 요인 구조를 살펴보기 위하여 Amos 21.0 프로그램을 이용하여 확인적 요인 분석을 실시하였다.

확인적 요인 분석은 구성 개념과 측정 항목 간의 관계 및 구성 개념 간의 관계를 검증하는 것으로, 측정 모델의 전반적인 적합도를 평가할 수 있어서

구성 개념 타당성(construct validity)을 검증하는 데 유용하다(우종필, 2012; 최창호와 유연우, 2017). 일반적으로 측정 도구가 구성 개념을 제대로 측정했는가를 나타내는 구성 개념 타당성은 집중 타당성(convergent validity)과 판별 타당성(discriminant validity), 법칙 타당성(nomological validity)으로 구분된다. 이 연구에서는 구성 개념과 측정 항목들의 일치성 정도를 나타내는 집중타당성과 서로 다른 구성 개념 간의 차이를 나타내는 정도인 판별타당성을 살펴보았다(이기영과 박재용, 2014; 최창호와 유연우, 2017). 여기서 집중타당성은 잠재변수와 관측변수 간의 요인부하량이 높을수록, 판별타당성은 잠재변수 사이의 상관 정도가 낮을수록 구성 개념이 타당하다고 판단할 수 있다(이기영과 박재용, 2014; 최창호와 유연우, 2017). 또한, 확인적 요인 분석 모델의 적합도를 파악하기 위하여 절대적합지수(absolute fit index) 중 Normed χ^2 , RMR, GFI, RMSEA 값을, 증분적합지수(incremental fit index) 중 IFI, CFI 값을 살펴보았다. 확인적 요인 분석 모델의 구성 개념 타당성을 검증한 후에는 완성된 확인적 요인 분석 모델에서 구성 개념(잠재변수)들이 어떠한 구조적 연관성을 내포하고 있는지를 살펴보기 위하여 구성 개념들 사이의 상관관계(측정 오차가 제외된 잠재변수 간 상관관계)를 분석하였다.

탐색적 요인 분석과 확인적 요인 분석을 통해 요인 구조를 확인한 후, 요인 구조와 더불어 과학 탐구 수업에서 초등학생들이 바라는 과학 교사의 모

습을 종합적으로 살펴보기 위하여 연구 설문조사 단계에서 학생들이 ‘과학 탐구 수업에서 과학 교사의 모습으로 가장 중요하다고 생각되는 10개 문항’을 선택한 결과를 5개 요인에 따라 분류하였다. 또한, 그 결과를 요인별 설명 분산과 비교하여 분석하였다.

한편, 학년에 따라 학생들의 인식에 차이가 있는지 확인하기 위하여 SPSS 18.0 프로그램을 이용하여 5학년 학생들과 6학년 학생들의 요인별 평균값의 차이에 대하여 독립표본 *t*-검정(independent samples *t*-test)을 실시하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 과학 탐구 수업에서 초등학생들이 바라는 과학 교사의 모습을 이루는 요인 추출

과학 탐구 수업에서 초등학생들이 바라는 과학 교사의 모습이 어떠한지를 조사하기 위하여 서울과 수도권 소재 초등학교 5학년~6학년 학생 762명(5학년 372명, 6학년 309명)을 대상으로 연구 설문 조사를 진행하였고, 그중에서 성실하게 응답한 349명(5학년 153명, 6학년 196명)의 응답 자료로부터 과학 탐구 수업에서 초등학생들이 바라는 과학 교사의 모습을 이루는 요인을 추출하기 위하여 탐색적 요인 분석을 실시하였다.

요인 추출 모델로 주요소분석법을, 회전 방식으로 배리맥스(Varimax) 직각 회전 방식을 이용하여 탐색적 요인 분석을 실시한 결과, Table 3과 같이 5개의 공통 요소가 추출되었고, 공통 요소들의 전체 누적 분산은 58.04%, 고유값과 설명 분산의 범위는 각각 1.40%~2.27%과 9.30%~15.17%로 나타났다. 각 공통 요소에 부하된 문항 수는 2개~5개로, 공

통 요소에 부하된 문항들의 내용 특성을 종합하여 각 공통 요소의 이름을 I. 교수 전략, II. 평가 전략, III. 사전 지도, IV. 학생 이해, V. 학습 발달로 정하였다.

Table 4는 공통 요소를 추출하기 위하여 사용하였던 회전된 요소 행렬(rotated component matrix)의 요인부하량(factor loading)을 정리한 것으로, 요인부하량은 추출된 요인과 각 문항(변인) 사이의 상관관계를 나타낸다. 일반적으로 요인부하량은 .5 이상이고, 교차요인부하량(cross factor loading)이 .4 미만일 경우 유의한 것으로 해석하는데(최창호와 유연우, 2017), 각 요인에 부하된 변인들의 요인부하량의 범위가 .571~.847이며, 각 요인에 부하된 요인부하량이 다른 요인과 모두 .10 이상 차이가 나므로 적절하게 구분되었다고 볼 수 있다.

탐색적 요인 분석 결과, 추출된 요인의 특성을 각 요인에 부하된 문항들의 특성을 통해 살펴보면, 요인 I(교수 전략)은 교사가 교과 내용에 대한 학생들의 이해와 탐구를 촉진하기 위하여 사용하는 다양한 교수 전략을 의미한다. 요인 I은 학생들의 탐구 문제 해결 과정 권장하기(20), 학생들의 탐구에 대한 흥미와 호기심을 유발하는 발문 사용하기(15), 학생들이 탐구 활동에서 과학적으로 생각하도록 격려하기(17), 학생들이 탐구 문제를 해결하기 위해 다양한 시도를 하도록 권장하기(19), 학생들이 탐구 과정과 결과에 대하여 의사소통할 기회 제공하기(16)와 같은 5개의 하위 구성 요소로 구성되어 있다.

요인 II(평가 전략)는 과학 탐구 수업에서 학생들의 성취 수준을 점검하고 학습의 개선을 위한 교사의 평가 방법 및 전략을 의미한다. 요인 II는 학생들의 탐구 활동을 평가하기 위하여 다양한 평가 방법 활용하기(10), 학생들의 탐구 과정과 결과를

Table 3. Results of exploratory factor analysis

요소	I	II	III	IV	V
고유값	2.27	1.95	1.57	1.52	1.40
설명 분산(%)	15.17	13.00	10.47	10.11	9.30
누적 분산(%)	15.17	28.16	38.63	48.74	58.04
부하된 문항 수	5	4	2	2	2
부하된 문항 번호	15, 16, 17, 19, 20	7, 8, 10, 11	28, 29	4, 5	25, 14

I: 교수 전략, II: 평가 전략, III: 사전 지도, IV: 학생 이해, V: 학습 발달.

Table 4. Factor loadings of rotated component matrix

구분	문항 번호 (변인)	공통 요소(요인)				
		I	II	III	IV	V
I. 교수 전략	15	.571	.055	-.053	.155	.348
	16	.663	.073	.057	.128	.229
	17	.675	.312	-.009	.038	-.061
	19	.692	.008	.127	-.008	.113
	20	.627	.056	.277	.202	-.050
II. 평가 전략	7	.092	.686	.113	.276	-.217
	8	.100	.645	.062	.247	-.221
	10	.153	.638	.055	-.049	.217
	11	.035	.711	-.073	-.006	.265
III. 사전 지도	28	.202	.056	.847	.012	.101
	29	.047	.038	.834	-.048	.137
IV. 학생 이해	4	.065	.155	-.032	.810	.202
	5	.234	.103	-.008	.788	.012
V. 학습 발달	14	.114	.059	.166	.035	.643
	25	.145	.001	.068	.117	.711

추출 방식: 주요요소 분석법(principal component analysis).

회전 방식: 베리맥스(Varimax).

모두 평가하기(7), 학생들의 탐구 능력이나 태도 평가하기(8), 평가 결과에 대한 정보 제공하기(11)와 같은 4개의 하위 구성 요소로 이루어져 있다.

요인 III(사전 지도)은 과학 탐구 수업에서 탐구 활동이 원활히 이루어지도록 교사가 학생들에게 탐구와 관련하여 제공하는 사전 지도나 안내를 의미한다. 요인 III을 구성하는 하위 구성 요소로는 실험기구의 사용 방법 알려주기(28)와 탐구 활동과 관련된 안전 사항 지도하기(29)가 있다.

요인 IV(학생 이해)는 과학 탐구 수업에서 학습의 주체인 학생에 대한 교사의 이해와 지식의 정도를 의미한다. 요인 IV는 교사가 과학 탐구 활동과 관련된 학생들의 사전지식을 파악하는 정도(4)와 학생들의 과학 탐구능력 수준을 파악하고 있는 정도(5)와 같은 하위 구성 요소로 구분된다.

요인 V(학습 발달)는 과학 탐구 수업에서 학생이 성취 수준을 달성하고, 유의미한 학습이 이루어질 수 있도록 교사가 학생의 학습 발달을 지원하는 방법이나 전략을 의미한다. 요인 V는 수업 시작

전 학생들에게 탐구하는 목표를 분명히 알려주기(14)와 학생들의 탐구 결과를 확인하고 필요한 조언 제공하기(25)와 같은 하위 구성 요소로 이루어져 있다.

2. 과학 탐구 수업에서 초등학생들이 바라는 과학 교사의 모습에 대한 요인 구조의 타당도 분석

탐색적 요인 분석을 통해 추출한 과학 탐구 수업에서 학생들이 바라는 과학 교사의 모습에 대한 요인 구조의 적합도를 검증하기 위하여 Amos 21.0 프로그램을 이용하여 확인적 요인 분석을 실시하였다. Table 5와 같이 탐색적 요인 분석 결과 추출된 5개의 요인(구성 개념)과 각 요인에 부하된 15개의 문항(관측 변수)을 대상으로 확인적 요인 분석을 실시한 결과, 과학 탐구 수업에서 초등학생들이 바라는 과학 교사의 모습에 대한 모델은 Fig. 3과 같이 나타났다.

Table 5. Constructs and observed variables for confirmatory factor analysis

구성 개념	문항(관측 변수)
I. 교수 전략	15. 학생들이 탐구에 대한 흥미와 호기심을 불러일으키는 질문을 한다. 16. 학생들이 탐구 과정과 결과에 대해 의사소통할 기회를 제공한다. 17. 탐구 활동에서 학생들이 과학적으로 생각하도록 격려한다. 19. 탐구 문제 해결을 위해 다양한 시도를 해보게 한다. 20. 탐구 문제를 해결해 나가는 과정을 권장한다.
II. 평가 전략	7. 탐구의 과정과 결과를 모두 평가한다. 8. 탐구 능력이나 태도를 평가한다. 10. 탐구 활동을 평가하기 위해 다양한 평가 방법을 활용한다. 11. 평가 결과에 대한 정보를 제공한다.
III. 사전 지도	28. 실험기구의 사용 방법을 알려준다. 29. 탐구 활동과 관련된 안전 사항을 지도한다.
IV. 학생 이해	4. 과학 탐구 활동과 관련된 학생들의 사전지식을 파악하고 있다. 5. 학생들의 과학탐구능력 수준을 파악하고 있다.
V. 학습 발달	14. 탐구하는 목표를 분명히 알려주고 수업을 시작한다. 25. 탐구 결과를 확인하고 필요한 조언을 해준다.

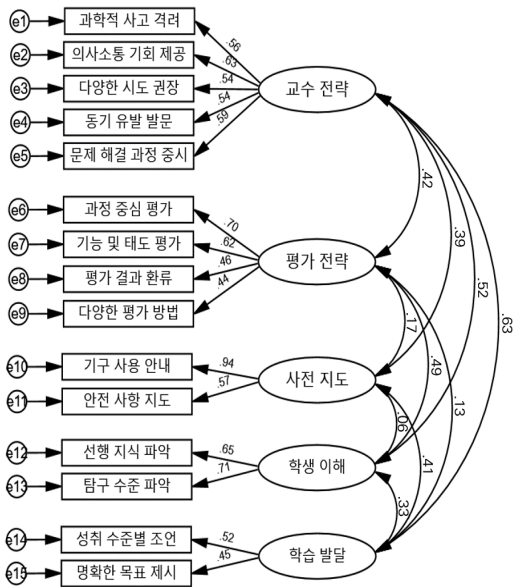


Fig. 3. Confirmatory factor analysis model for science teacher desired by elementary school students in scientific inquiry-based instruction.

확인적 요인 분석 모델을 산출한 후, 측정 도구에 대한 신뢰도와 타당도를 검증하였다. 먼저, 측정 도구의 신뢰도를 검증하기 위하여 Cronbach's α 계수를 살펴보면, 일반적으로 Cronbach's α 계수가 0.7 이상이면 신뢰도가 있는 것으로 판단하는데(배병렬, 2009), 측정 도구의 전체 신뢰도는 .757로 구

성 개념을 측정하는 도구로 적절하다고 간주할 수 있다.

또한, 측정 도구의 타당도를 검증하기 위하여 확인적 요인 분석 모델의 구성 개념들이 관측 변수에 의해서 얼마나 잘 측정되었는가를 점검하는 척도로 사용되는 구성 개념 타당성(construct validity)을 검증하였다(김동현, 2014; 우종필, 2012). 일반적으로 구성 개념 타당성 중 집중타당성을 검증하기 위하여 요인부하량과 유의성(critical ratio: C.R.), 평균 분산추출(average variance extracted: AVE), 개념신뢰도(composite reliability) 값을 산출하는 방법이 사용되며, 판별타당성을 검증하기 위하여 $AVE > \phi^2$ (ϕ : 구성개념 간 상관계수), $[\phi \pm 2 \times S.E.(\text{표준오차})]$ 가 1.0을 포함하는지의 여부, 자유모델과 제약모델 간의 χ^2 차이를 분석하는 방법이 사용된다(우종필, 2012; 이학식과 임지훈, 2009; 최창호와 유연우, 2017). 이 연구에서도 확인적 요인 분석 모델의 구성 개념 타당성을 검증하기 위하여 위와 같은 방법을 이용하여 집중타당성과 판별타당성을 확인하였다.

먼저, Table 6과 같이 확인적 요인 분석 모델의 집중타당성을 검증한 결과, 3가지 경로(평가 전략 → 다양한 평가 방법, 평가 전략 → 평가 결과 환류, 학습 발달 → 명확한 목표 제시)를 제외한 나머지 모든 경로의 표준화된 요인부하량(standardized factor loading)이 .5 이상으로 나타났고, C.R. 값은 4.311~7.413의 범위로 모두 1.965 이상으로 나타났

Table 6. Convergent validity verification of confirmatory factor analysis model

	비표준화계수	S.E.	C.R.	p	표준화 계수	AVE	개념 신뢰도
교수 전략 → 동기 유발 발문	1.000	-	-	-	.540		
교수 전략 → 의사소통 기회 제공	1.095	.142	7.727	***	.633		
교수 전략 → 다양한 시도 권장	.922	.130	7.074	***	.542	.503	.834
교수 전략 → 과학적 사고 격려	1.015	.141	7.183	***	.556		
교수 전략 → 문제 해결 과정 중시	1.034	.139	7.413	***	.586		
평가 전략 → 다양한 평가 방법	1.000	-	-	-	.441		
평가 전략 → 기능 및 태도 평가	1.696	.279	6.086	***	.619	.500	.794
평가 전략 → 평가 결과 환류	1.218	.226	5.378	***	.464		
평가 전략 → 과정 중심 평가	2.072	.334	6.199	***	.696		
사전 지도 → 안전 사항 지도	1.000	-	-	-	.569	.791	.877
사전 지도 → 기구 사용 안내	1.559	.330	4.730	***	.940		
학생 이해 → 선행 지식 파악	1.000	-	-	-	.651	.559	.717
학생 이해 → 탐구 수준 파악	1.079	.165	6.558	***	.707		
학습 발달 → 명확한 목표 제시	1.000	-	-	-	.453	.998	.665
학습 발달 → 성취 수준별 조언	1.083	.251	4.311	***	.516		

※ 집중타당성 검증 기준

- standardized factor loading: .5~.95(7 이상이면 바람직) from Bagozzi & Yi (1998).
- 유의성: C.R.=1.965 이상.
- AVE(Average Variance Extracted): .5 이상.
- 개념신뢰도(Construct Reliability): .7 이상.

※ 전체 신뢰도: Cronbach's α =.757.

다. 또한, AVE 값은 .500~.998로 모두 .5 이상으로 나타났으며, 개념신뢰도는 한 가지 구성 개념(학습 발달)을 제외하고 모두 .7 이상의 수치를 보여 이 연구에서 산출한 확인적 요인 분석 모델은 집중타당성이 있는 것으로 검증되었다.

또한, 확인적 요인 분석 모델의 판별타당성을 검증하기 위하여 $AVE > \phi^2$ (ϕ : 구성 개념 간 상관계수), [$\phi \pm 2 \times S.E.$ (표준오차)]가 1.0을 포함하는지의 여부와 자유모델과 제약모델 간의 χ^2 차이를 분석하였다. 이를 위하여 구성 개념 중에서 상관이 가장 높은 쌍인 교수 전략과 학습 발달을 선택하여 검증하였다.

‘교수 전략 ↔ 학습 발달’을 [$AVE > \phi^2$]의 식에 적용한 결과, 교수 전략과 학습 발달의 상관계수의 제공은 .40이고, 교수 전략과 학습 발달의 AVE 값은 각각 .503과 .500으로 두 구성 개념의 AVE 값이 모두 상관계수의 제공(.40)보다 크기 때문에 판별타

당성이 있는 것으로 확인되었다. 또한, 교수 전략과 학습 발달 사이의 상관계수 .63과 두 구성개념 간의 공분산 분석 결과(Estimate: .085, S.E.: .020, C.R.: 4.226) 중 표준오차 .020을 [$\phi \pm 2 \times S.E.$] 식에 대입하였을 때, 그 범위는 .590~.670으로 1을 포함하지 않기 때문에 판별타당성이 있는 것으로 나타났다. Table 7은 교수 전략과 학습 발달 간 자유모델과 제약모델 간의 χ^2 차이를 분석한 결과로, 두 구성 개념 간 자유로운 상관을 갖는 자유모델과 두 구성 개념 간 공분산(covariance)을 1로 고정한 제약모델의 χ^2 차이를 비교하면 $df=1$ 일 때 $\Delta\chi^2=233.4$ 로 두 모델 간 유의한 차이를 보여 판별타당성이 있는 것으로 검증되었다. 일반적으로 $df=1$ 일 때, 자유모델과 제약모델 간 χ^2 의 차이가 3.84보다 크면 유의하다고 판단한다(우종필, 2012; 최창호와 유연우, 2017). 이상의 결과를 종합해 볼 때, 이 연구에서 산출한 확인적 요인 분석 모델은 구성 개념들의 측정

Table 7. $\Delta\chi^2$ between free model and constrained model

모델 유형	χ^2	df	$\Delta\chi^2/df$
비제약 모델	122.1	80	233.4 / 1
제약 모델	355.5	81	

도구에 대한 신뢰성과 타당성이 모두 양호하다고 할 수 있다.

한편, Table 8은 확인적 요인 분석 모델의 적합도를 나타낸 것으로, 일반적으로 사용되는 판단 준거를 함께 제시하였다. 확인적 요인 분석 모델이 적합하지를 판단하기 위한 모델적합도지수(model fit index) 중 자료의 공분산행렬과 연구모델의 공분산행렬이 얼마나 적합한지를 보여주는 절대적합지수(absolute fit index)와, 연구모델이 영모델(null model, 잠재 변수 간 상관이 0인 모델)에 비하여 얼마나 잘 측정되었는가를 보여주는 증분적합지수(incremental fit index)를 활용하였다(이기영과 박재용, 2014). 이때, 모델적합도를 판단하기 위하여 절대적합지수 중에서 Normed $\chi^2(\chi^2/df)$, AMOS에서는 CMIN/df), RMR (Root Mean-square Residual), GFI (Goodness of

Table 8. Model fit of confirmatory factor analysis

모델적합도지수	판단 준거	측정값	
절대 적합 지수	Normed χ^2	<2	1.526
	RMR	<.05	.030
	GFI	>.9	.954
	AGFI	>.9	.931
	RMSEA	<.05	.039
증분 적합 지수	IFI	>.9	.952
	TLI	>.9	.935
	CFI	>.9	.951

Table 9. Correlation between constructs

구성 개념	교수 전략	평가 전략	사전 지도	학생 이해	학습 발달
교수 전략	1	-	-	-	-
평가 전략	.417	1	-	-	-
사전 지도	.391	.167	1	-	-
학생 이해	.518	.492	.060	1	-
학습 발달	.633	.135	.408	.326	1

Fit Index), AGFI (Adjusted Goodness of Fit Index), RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation) 값을, 증분적합지수 중에서 IFI (Incremental Fit Index), TLI (Turker-Lewis Index), CFI (Comparative Fit Index) 값을 사용하였다.

이들 지수를 통해 확인적 요인 분석 모델의 모델 적합도를 분석한 결과, 절대적합지수에서 Normed $\chi^2=1.526$, RMR=.030, GFI=.954, AGFI=.931, RMSEA=.039로 모든 지수가 판단 준거에 부합하였다. 또한, 증분적합지수에서도 IFI=.952, TLI=.935, CFI=.951로 모두 판단 준거인 .9보다 크게 나타나 확인적 요인 분석 모델의 적합도가 양호하다는 것을 확인하였다. 여기서 GFI나 AGFI 등은 표본의 크기가 증가할수록 높은 수치를 보이지만, RMSEA와 CFI는 표본의 크기에 영향을 가장 적게 받는 모델적합도지수이다(우종필, 2012). 분석 결과 나타난 모델적합도지수들에 비추어 볼 때, 이 연구에서 표본의 크기로 인한 문제는 없었음을 알 수 있다.

확인적 요인 분석 모델의 구성 개념 타당성과 모델적합도를 검증한 후, 측정 오차가 제외된 구성 개념 간 상관관계를 구체적으로 살펴보기 위하여 Fig. 3에 나타난 구성 개념들 사이의 상관관계를 Table 9와 같이 재구성하였다. 확인적 요인 분석 결과, 구성 개념 간 상관관계는 .060~.633으로 넓은 범위의 상관을 보였는데, 그중 교수 전략 ↔ 학습 발달 사이의 상관관계는 .633으로 가장 강하게 나타났다. 이를 통하여 과학 탐구 수업에서 학생들은 과학 교사의 모습으로 학생들의 학습 발달을 지원하기 위한 방향으로 다양한 교수 전략을 구사하는 것을 중요하게 인식하고 있음을 알 수 있다. 이러한 연구 결과는 학생들이 과학 수업을 가르치는 교사가 수업을 이해하기 쉽게 잘 가르치는 것을 중요하게 인식한다는 다수의 연구 결과(김영신 등, 2020; 박준형 등, 2015; 한재영, 2011)와 같은 맥락

에 있다고 할 수 있다.

김영신 등(2020)은 초, 중, 고등학생들이 원하는 과학 교사의 자질을 선호와 기피의 이미지 측면에서 분석하여 학생들이 공통으로 교사가 학생의 이해를 돕는 교수 전략을 구사하는 것을 과학 교사의 자질로 선호하고 있음을 보고하였다. 특히 초등학생들은 시청각 자료나 이야기 등을 활용하여 설명하거나 실험이나 체험 중심으로 과학 수업을 운영하여 학생들이 학습 내용을 이해하기 쉽고 재미있게 설명하는 것을 과학 교사의 중요한 자질로 인식하고 있었다. 박준형 등(2015)의 연구에서 초등학생들이 인식하는 과학 수업의 특징을 분석한 결과에 따르면 학생들은 과학 수업의 주요 요소 중 하나로 교사를 중요하게 인식하고 있었고, 특히 초등학생들은 과학 수업에서 교사가 학습 내용을 이해하기 쉽게 잘 가르치는 것을 상당히 중요하게 인식하고 있었다. 한재영 등(2011)의 연구에서는 중, 고등학생을 포함한 여러 교육 주체들을 대상으로 과학 교사의 수업 능력에 대한 인식을 조사하였고, 그 결과 학생들은 과학 교사가 학생의 수준에 적절하며 쉽고 재미있게 설명해 주는 수업 진행 능력이 있는 교사를 가장 유능하다고 인식하고 있음을 확인하였다. 이처럼 과학교육에서 이루어진 다수의 연구 결과는 학생들이 과학 교사가 학습 내용을 이해하기 쉽게 설명해 주는 것을 가장 중요하게 인식하고 있음을 밝히고 있다. 이러한 선행 연구의 결과와 같은 맥락에서, 초등학생들은 과학 탐구 수업에서 과학 교사가 학습 내용을 이해하기 쉬운 형태로 전달하고, 학생의 학습 발달을 지원하는 방향으로 수업 전략을 구사하는 것을 중요하게 인식하고 있었다.

한편, ‘교수 전략 ↔ 학생 이해’도 .518로 비교적 강한 상관을 보였다. 이러한 연구 결과는 중학생을 대상으로 과학 교사의 효과성에 대한 학생의 인식을 교사 지식의 관점에서 살펴본 이기영과 박재용(2014)의 연구 결과와 연결된다. 이기영과 박재용(2014)은 과학 교사의 효과성에 대한 중학생의 인식을 다룬 연구에서 교사의 효과성과 관련된 5개의 요인(실체론적 지식, 구문론적 지식, 학생 이해 지식, 교수 전략 지식, 학생 평가 지식)을 추출하였다. 이 5개의 요인 중에서 학생 이해 지식과 교수 전략 지식 간 상관이 다른 요인들에 비해 상대적으로 높게 나타났는데, 이는 학생들이 자신의 이해 수준에

적절하며, 학습의 부담을 줄여줄 수 있는 수업 전략을 활용하는 교사를 효과적인 교사로 인식하고 있음을 시사하였다. 이와 같은 맥락에서 초등학생들은 과학 교사가 학생이 사전 지식이나 탐구 수준 등에 대한 충분한 이해를 바탕으로 과학 탐구 수업을 효과적으로 진행하는 모습을 중요하게 인식하고 있음을 알 수 있다. 이러한 학생의 인식은 성공적인 과학 수업 실천은 교사의 학생에 대한 이해를 바탕으로 이루어진다는 다수의 연구 결과(곽영순, 2008; 양정은과 최애란, 2020; 이기영, 2009; Park & Oliver, 2008)와도 관련된다.

반면에, ‘사전 지도 ↔ 학생 이해’ 사이의 상관계수는 .060으로 상대적으로 약한 상관을 보였다. 이는 학생들의 인식과는 별개로 교사가 탐구 활동 전 안전 사항을 지도하거나 기구 사용 방법을 안내하는 것은 교사가 학생의 선행 지식이나 탐구 수준을 파악하는 정도와 큰 관련이 없다는 점을 고려한다면 당연한 결과라고 생각할 수 있다.

확인적 요인 분석 모델의 구성 개념 간 상관관계를 분석한 결과를 바탕으로 살펴본 학생들의 인식을 종합하면, 학생들은 전반적인 과학 수업에서만 아니라, 과학 탐구 수업에서도 과학 교사가 학생들에 대한 이해와 요구를 반영하여 학습 발달을 지원하는 방향으로 탐구 수업을 운영하는 것을 중요하게 인식하고 있다고 할 수 있다.

3. 연구 결과에 대한 종합 고찰

이 연구에서는 과학 탐구 수업에서 초등학생들이 바라는 과학 교사의 모습에 대하여 탐색적 요인 분석을 실시하여 5개의 요인(교수 전략, 평가 전략, 사전 지도, 학생 이해, 학습 발달)을 추출하였고, 확인적 요인 분석을 통하여 요인 사이의 구조적 관련성을 살펴보았다. 이 연구에서 산출한 요인 구조에 기초하여 연구의 결과를 종합적으로 고찰하면 다음과 같다.

첫째, 탐색적 요인 분석 결과를 Gess-Newsome(2015)의 ‘PCK Summit Consensus Model’에 비추어 살펴본 결과, Fig. 4에서 음영으로 표시한 것과 같이 TPKB의 평가 지식, 학생에 대한 지식, 교육학 지식, TSPK의 교수 전략, 학생 이해와 관련된 요인들이 추출되었음을 알 수 있었다. 5개의 요인 중에서 I. 교수 전략은 TPKB의 교육학 지식과 TSPK의 교수 전략에, II. 평가 전략과 IV. 학생 이해는

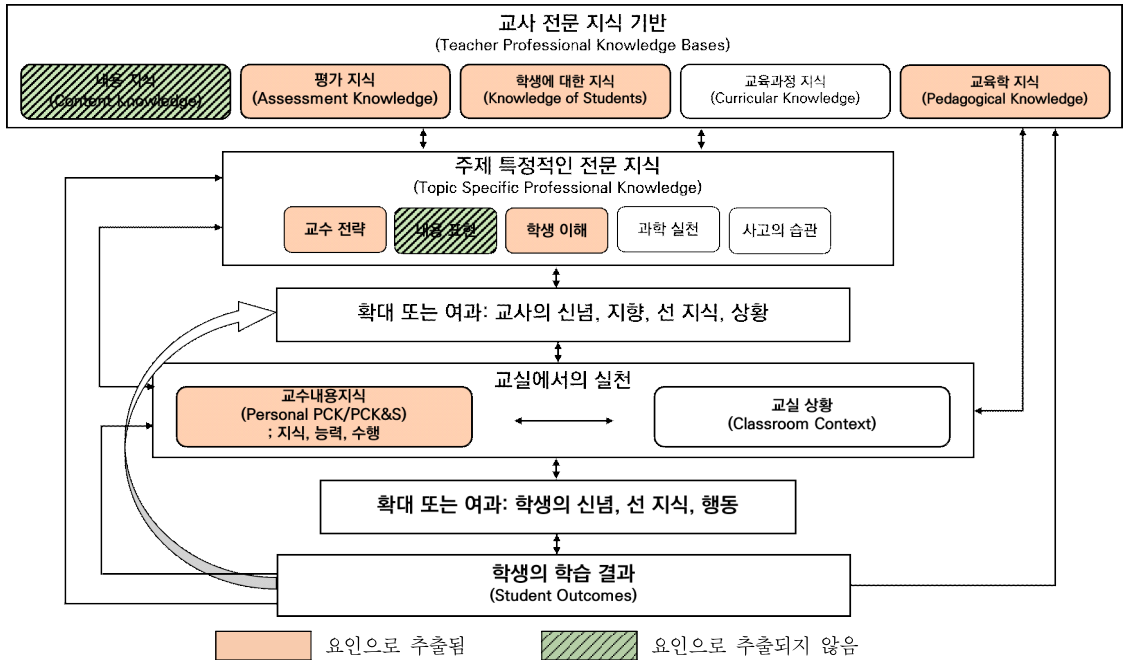


Fig. 4. Components of PCK Summit Consensus Model (Gess-Newsome, 2015) related to extracted factors.

각각 TPKB의 평가 지식과 학생에 대한 지식에, V. 학습 발달은 TSPK의 학생 이해에 해당하였다. 이때, III. 사전 지도는 TPKB 및 TSPK와 관련이 없었다. 이러한 결과는 학생들이 과학 탐구 수업에서 교사가 교육학 지식 및 평가 지식, 학생에 대한 지식에 기초하여 학생들의 이해를 돕기 위한 적절한 교수 전략을 구사하는 것을 중요하게 인식하고 있다는 것을 알려준다.

반면, 설문 문항 중 교사의 ‘내용 지식’이나 ‘내용 표현’과 관련된 문항은 요인으로 추출되지 않았다. 이는 교사가 어떠한 자질을 함양하고 있더라도 학생들이 인지할 수 있는 형태로 표현되지 않는다면 학생들은 교사가 그 자질을 갖추고 있지 않다고 인식(김영신 등, 2020)하기 때문으로 설명할 수 있다. 교사의 내용 지식은 내재적인 것으로, 학생들이 이해할 수 있는 형태로 표현되지 않는다면 학생들은 교사가 가지고 있는 내용 지식의 질적, 양적 수준을 파악하기 어렵다. 따라서 이러한 암묵적 성격의 내용 지식을 학생들이 인지할 수 있도록 학생들이 원하는 형태로 표현하는 것이 중요하며(김영신 등, 2020; 이선경 등, 2009), 이를 위하여 교사는 교과 내용에 대하여 정확히 알아야 할 뿐만 아니라, 그것을 학생들이 이해하기 쉬운 형태로 표현하는

능력과 태도를 갖추어야 할 것이다(소경희, 2003; 이선경 등, 2009; 조벽, 2002; Barendsen & Henze, 2019).

둘째, 과학 탐구 수업에서 초등학생들이 바라는 과학 교사의 모습을 살펴보기 위하여 설문조사 단계에서 학생들이 ‘과학 탐구 수업에서 과학 선생님의 모습으로 가장 중요하다고 생각하는 10개 문항’을 선택한 결과를 탐색적 요인 분석으로 추출한 5개 요인과 비교하여 분석하였다. 이를 위하여 Fig. 5와 같이 학생들이 과학 탐구 수업에서 과학 교사의 모습으로 가장 중요하다고 생각한 10개 문항을 선정하여 응답한 결과를 요인별 학생 응답 비율로 나타내고, 이를 탐색적 요인 분석으로 얻은 요인별 설명 분산과 비교하여 나타내었다.

요인별 학생 응답 비율을 살펴보면, 학생들은 과학 탐구 수업에서 바라는 과학 교사의 모습으로 I. 교수 전략 > II. 평가 전략 > III. 사전 지도 > V. 학습 발달 > IV. 학생 이해의 순서로 중요하게 인식하였다. 이에 비해 요인별 설명 분산은 I. 교수 전략 > II. 평가 전략 > III. 사전 지도 > IV. 학생 이해 > V. 학습 발달의 순서로 설명력이 높은 것으로 나타났다. 요인별 학생 응답 비율과 요인별 설명 분산을 비교하여 살펴보면, IV. 학생 이해와 V. 학

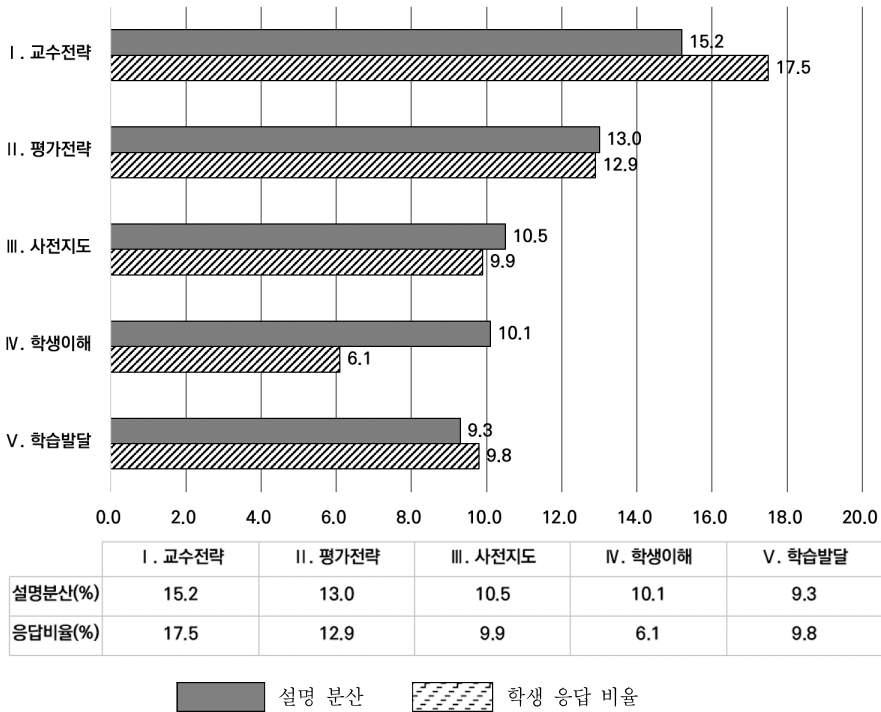


Fig. 5. Comparison of description variance and student response ratio by factor.

습 발달의 크기 순서에 차이가 있지만, 다른 요인들(I. 교수 전략, II. 평가 전략, III. 사전 지도)의 순서가 일치하는 것으로 보아 이 연구에서 추출한 요인 구조가 학생들의 인식을 잘 반영하고 있음을 알 수 있다.

요인별 학생 응답 비율과 요인별 설명 분산을 종합적으로 살펴보면, 5개의 요인 중에서 I. 교수 전략은 응답 비율과 설명 분산이 각각 17.5%와 15.2%로 가장 높게 나타났다. 이러한 연구 결과는 학생들이 과학 탐구 수업에서 과학 교사가 효과적인 방식으로 잘 가르치는 것을 중요하게 인식하고 있음을 확인한 선행연구 결과(김영신 등, 2020; 박준형 등, 2015; 이기영과 박재용, 2014; 한재영, 2011)와 일치한다. 또한, II. 평가 전략의 응답 비율과 설명 분산은 각각 12.9%와 13.0%로 두 번째로 높게 나타났다. 과학 탐구 수업에서 초등학생들은 과학 교사가 적절한 평가 방법을 활용하는 모습을 두 번째로 중요하게 인식하고 있었는데, 이는 중학생을 대상으로 교사의 효과성에 대한 학생의 인식을 연구한 이기영과 박재용(2014)의 연구에서 학생들이 인식하는 교사의 ‘학생평가 지식’의 중요도가 가장 낮

게 나타난 것과 서로 다른 결과를 보인다. 이처럼 연구 결과가 다른 까닭은 중·고등학생들을 대상으로 교사의 수업 능력에 대한 인식을 조사한 한재영(2011)의 연구에서 학교급과 성별에 따라 학생들이 교사의 ‘평가 결과의 활용’에 대한 능력의 중요도를 다르게 인식하고 있다고 보고한 점에 비추어 볼 때, 학교급 및 학생 특성에 따라 과학 탐구 수업에서 과학 교사의 모습에 대한 인식이 다를 수 있기 때문으로 설명할 수 있다. 따라서 과학 탐구 수업에서 학생들이 바라는 과학 교사의 모습을 구체적으로 밝히기 위해서는 연구 대상의 범위와 수를 확대하여 후속 연구를 진행할 필요가 있다.

한편, III. 사전 지도, IV. 학생 이해, V. 학습 발달에 대한 설명 분산 결과를 살펴보면, 각각 10.5%, 10.1%, 9.3%로 그 설명력에서 큰 차이를 보이지 않았다. 또 이들 요인에 대한 학생 응답 비율을 살펴보면 각각 9.9%, 6.1%, 9.8%로, 학습 발달과 사전 지도에 대해 학생들이 인식하는 중요도는 유사하게 나타났지만, 학생 이해에 대한 응답 비율은 비교적 낮게 나타났다.

셋째, 이 연구는 5학년~6학년 학생들을 대상으

로 과학 탐구 수업에서 과학 교사에 대한 인식을 조사한 것으로, 연구 대상에 두 개 학년의 학생들이 혼합되어 있기에 학년에 따른 학생의 인식 차이 여부를 추가로 확인할 필요가 있다. 이를 위해 확인적 요인 분석 모델의 구성 개념별로 독립적인 두 집단의 평균값을 비교 검증하였다. Table 10은 과학 탐구 수업에서 과학 교사의 모습에 대한 5학년과 6학년 학생들의 인식 차이를 나타낸 것으로, 5개의 구성 개념에 대한 *t*-검정 결과, 모든 구성 개념에서 유의확률(*p*)이 0.05보다 크게 나타났으므로 통계적으로 두 집단 간 차이는 5% 수준에서 유의하지 않았다. 즉, 5학년과 6학년 학생들은 과학 탐구 수업에서 과학 교사의 모습에 대한 인식에 차이가 없었다. 그러나 학년군, 학교급, 성별, 학업 성취 수준 등 학생들의 다양한 특성에 따라 과학 탐구 수업에서 학생들이 바라는 과학 교사의 모습은 다를 수 있으므로 연구 대상의 범위를 넓혀 과학 탐구 수업에서 과학 교사의 모습에 대한 학생의 인식을 조사하는 연구가 후속될 필요가 있다.

지금까지의 논의를 정리하면, 과학 탐구 수업에서 초등학생들이 바라는 과학 교사의 모습은 교수 전략, 평가 전략, 사전 지도, 학생 이해, 학습 발달의 5개 요인으로 구성되며, 초등학생들은 5학년과 6학년의 구분 없이 과학 탐구 수업에서 학생에 대한 충분한 이해와 지식을 바탕으로 효과적인 수업 전략과 적절한 평가 방법을 활용하여 수업을 운영하는 교사를 원하고 있음을 알 수 있다. 이는 과학 교사가 탐구 수업을 효과적으로 실행하기 위해서

는 교사 전문지식 기반에 더하여 주제 특정한 전문지식과 교실에서의 실천과 관련된 교수내용지식을 획득해야 한다는 것을 의미한다.

그동안 과학교육에서 성공적인 수업의 조건으로 수업을 가르치는 교사에게 전문지식이나 능력, 태도나 신념 등을 함양할 것을 강조해 왔다(곽영순, 2011; 인수정과 최애란, 2018; Crawford, 2016). 이와 더불어 조벽(2002)은 Axelrod (1976)의 연구를 바탕으로 유능한 교사의 핵심 특성을 정리하였는데, 그는 수업에 대한 교사의 ‘전문지식’, ‘강의 기술’, ‘마음가짐’은 학생에 대한 세심한 배려를 전제하여 실천되어야 한다고 주장하였다. 이러한 의견을 종합하면, 교사가 무엇을 어떻게 가르쳐야 하는지를 잘 알며 열의를 가지고 학생들에게 충분히 설명하고자 하는 마음가짐을 가지는 것도 중요하지만, 교사가 수업을 설계하고 운영하는 모든 과정의 밑바탕에 학생에 대한 이해와 배려가 있어야 한다는 것을 알 수 있다. 이러한 맥락에서, 과학 탐구 수업에서 초등학생들이 바라는 과학 교사의 모습을 확인하기 위한 시도는 Fig. 6과 같이 교사의 과학 탐구 수업에 대한 전문성 및 태도를 함양하려는 노력이 교육의 실제 수요자인 학생으로부터 출발한다는 점에서 그 의미가 있다고 할 수 있다. 따라서 이 연구의 결과는 과학 탐구 수업의 질을 개선하고 과학 탐구 수업에서 교사 전문성을 신장하는 데 도움을 주는 기초 자료로 유의미하게 활용할 수 있을 것이라 기대한다.

Table 10. 5th and 6th grade students' perception of science teachers in scientific inquiry-based instruction

구성 개념	집단	평균	표준편차	사례 수	<i>t</i>	<i>p</i> (Sig. 2-tailed)
교수 전략	5학년	4.30	.55	154	-.060	.952
	6학년	4.30	.50	194		
평가 전략	5학년	4.00	.72	154	.108	.914
	6학년	3.99	.63	194		
사전 지도	5학년	4.64	.57	154	.382	.703
	6학년	4.62	.53	194		
학생 이해	5학년	4.12	.68	154	.349	.727
	6학년	4.09	.72	194		
학습 발달	5학년	4.54	.51	154	1.268	.206
	6학년	4.46	.54	194		

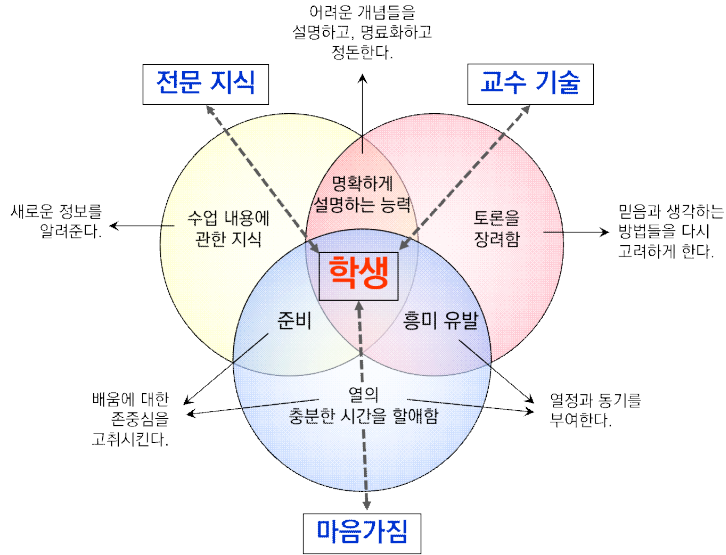


Fig. 6. Characteristics of competent teachers (Cho, 2002).

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 과학 탐구 수업에서 초등학생들이 바라는 과학 교사의 모습과 관련된 요인을 탐색적 요인 분석을 통해 추출하였고, 확인적 요인 분석을 통해 요인들 사이의 구조적 연관성을 살펴보았다. 이들 요인 분석 결과를 바탕으로 과학 탐구 수업에서 초등학생들이 바라는 과학 교사의 모습을 요약하고, 과학 탐구 수업과 관련된 교사의 전문성 계발 및 교사 교육의 측면에 주는 시사점을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 과학 탐구 수업에서 초등학생들이 바라는 과학 교사의 모습을 이루는 요인을 찾기 위하여 탐색적 요인 분석을 실시한 결과, 5개의 요인(교수 전략, 평가 전략, 사전 지도, 학생 이해, 학습 발달)이 추출되었다. 추출된 요인들은 과학 교사의 과학 탐구 수업 실행과 관련하여 교수·학습의 대상이자 주체인 학생들의 인식을 드러내는 실제적인 정보를 제공한다. 과학교육자가 생각하는 유능한 과학 교사와 학생들이 좋아하는 교사의 모습은 다를 수 있다는 점을 고려할 때, 탐색적 요인 분석의 결과는 과학 탐구 수업에서 학생들이 바라는 과학 교사의 모습을 몇 개의 요인으로 간추려 줌으로써 과학 교사에게 자신의 탐구 수업을 개선하고 과학 탐구 수업과 관련된 전문적 지식과 능력을 계발할 수 있

는 조건을 제시한다는 점에서 그 의미가 있다.

둘째, 확인적 요인 분석으로 5개의 구성 개념들 사이의 구조적 연관성을 살펴보았을 때, 교수 전략과 학생 이해, 교수 전략과 학습 발달은 다른 구성 개념들과 비교할 때 상대적으로 더 강한 상관을 보였다. 이러한 결과는 초등학생들이 과학 교사가 학생에 대한 이해를 바탕으로 학생의 학습 발달을 지원하는 교수 전략을 구사하여 과학 탐구 수업을 실행하는 것을 중요하게 인식하고 있다는 것을 보여준다. 성공적인 과학 탐구 수업은 학생에 대한 교사의 이해를 전제하므로, 과학 탐구 수업을 가르치는 교사는 학생들을 충분히 이해하고, 학생들의 요구 사항을 탐구 수업 설계 및 실행에 반영할 때 성공적인 과학 탐구 수업이 이루어질 수 있을 것이다. 이때, 탐구 수업의 설계 및 실행은 학생들이 이해하기 쉬운 형태로 전개하고 학생들의 학습 발달을 지원하는 방향으로 모색할 필요가 있다.

셋째, 학생들이 ‘과학 탐구 수업에서 과학 선생님에게 가장 중요하다고 생각하는 10개 문항’을 선정한 결과와 탐색적 요인 분석으로 추출한 5개 요인의 설명 분산을 비교하여 분석한 결과, 학생들은 공통으로 과학 탐구 수업을 가르치는 교사에게 교수 전략과 평가 전략을 가장 중요한 두 요인으로 인식하고 있었다. 이러한 결과는 초등학생들이 과학 교사가 학생들의 사고와 참여를 촉진하는

교수 전략을 구사하고, 탐구 능력이나 태도 평가, 다양한 평가 방법의 활용, 평가 결과에 대한 정보 제공 등 학생들의 발달을 지원하는 다양한 평가 전략과 방법을 사용하는 것을 중요하게 생각하고 있음을 시사한다.

넷째, 확인적 요인 분석 모델의 구성 개념별로 5학년과 6학년 학생들의 평균값의 차이에 대해 독립 표본 t -검정을 실시한 결과, 5학년과 6학년 학생들은 과학 탐구 수업에서 바라는 과학 교사의 모습에 대한 인식에 유의미한 차이를 보이지 않았다. 이 결과로만 보면, 5학년과 6학년 학생들이 원하는 과학 교사의 모습이 같다고 할 수 있지만, 이 연구에서는 개별 학생들의 인식을 심층적으로 다루지 않았기에 그 결과를 참으로 단정하기에는 한계가 있다. 또한 학교급과 성별에 따라 학생들이 교사의 ‘평가 결과의 활용’에 대한 능력의 중요도를 다르게 인식하고 있다고 보고한 점(한재영, 2011)을 상기할 때, 과학 탐구 수업에서 학생들이 바라는 과학 교사의 모습을 구체적으로 확인하기 위해서는 연구 대상의 범위를 다양화하거나 연구 방법을 달리하여 후속 연구를 수행할 필요가 있다.

다섯째, 이 연구에서 추출한 요인들을 교사의 전문적 지식과 기능의 구성 요소들을 정리한 ‘PCK Summit Consensus Model (Gess-Newsome, 2015)’에 비추어 살펴보았을 때, 교사 전문지식 기반에서는 평가 지식, 학생에 대한 지식, 교육학 지식, 주제 특정한 전문지식에서는 교수 전략, 학생 이해와 관련된 요인이 추출되었음을 알 수 있었다. 따라서 과학 탐구 수업에서 학생들의 관점에서 바라본 과학 교사의 모습은 교사의 전문성과 관련지어 이해할 수 있으며, 반대로 과학 탐구 수업에서의 교사 전문성을 이해하고 개발할 때 학생의 인식과 요구를 충분히 고려할 필요가 있다. 또한, 설문 문항에 반영하였던 PCK Summit Consensus Model의 구성 요소 중에서 내용 지식이나 내용 표현과 관련된 요소는 추출되지 않았다. 이는 초등학생들이 과학 교사의 모습으로 교사의 내용 지식과 관련된 모습을 중요하게 인식하지 않아서가 아니라, 교사의 내용 지식과 같은 내재적인 자질이 충분히 표현되지 않으면 학생들은 그것을 파악하기 어렵기 때문이라고 할 수 있다. 이러한 연구 결과에 비추어 볼 때, 과학 탐구 수업에서 과학 교사는 교과 내용을 잘 알고 있는 것과 동시에 그것을 학생들이 이해하기

쉬운 형태로 표현하는 능력까지 갖추기 위해 노력할 필요가 있다.

이 연구에서는 과학 탐구 수업에서 초등학생들이 바라는 과학 교사의 모습을 구체적으로 드러내기 위해 탐색적 요인 분석과 확인적 요인 분석을 순차적으로 수행하였다. 성공적인 과학 탐구 수업의 실행을 위해 과학 교사는 전문지식, 교수 기술, 마음가짐 등과 같은 다양한 측면을 종합적으로 아우를 수 있어야 하지만, 교사의 수업 설계와 실행에 있어 무엇보다 중요한 것은 학생에 대한 이해와 배려가 전제되어야 한다는 점이다(조벽, 2002). 이러한 맥락에서 이 연구는 과학 탐구 수업 장면과 관련된 과학 교사의 모습에 대한 실제적인 정보를 학습의 주체인 학생의 관점에서 살펴보았다는 데 그 가치가 있다. 이 연구의 결과는 과학 탐구 수업을 지도하는 과학 교사에 대한 학생의 인식을 이해하는 것 외에도 다음과 같이 과학 탐구 수업과 관련된 교사의 전문성 개발 및 교사 교육의 측면에서 유용하게 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

첫째, 이 연구의 결과는 과학 탐구 수업에 관한 교사의 전문성을 개발하는 데 이론적 근거를 제공해 줄 수 있다. 성공적인 과학 탐구 수업은 학생들의 탐구에 대한 이해와 능력을 심화하는 것이다. 이를 달성하기 위하여 과학 교사는 학생들의 다양한 수준과 요구를 반영한 교수 전략과 평가 전략 등을 설계하고 구사할 수 있어야 한다. 그러므로 이 연구에서 얻은 결과는 교사가 탐구 수업을 설계하고 실행할 때 고려해야 할 측면이 무엇인지에 대한 정보를 제공함으로써 효과적인 과학 탐구 수업의 기반이 되는 교사 전문성을 높이는 데 이바지할 수 있을 것이다.

둘째, 이 연구의 결과는 과학 교사 양성 프로그램을 개선하는 데 기초 자료로 활용될 수 있다. 과학 탐구 수업을 지도하는 과학 교사는 과학 탐구 수업의 질을 좌우하는 핵심적인 변인 중 하나로, 과학 탐구 수업에 대한 과학 교사의 능력과 자질은 과학 교사 양성 프로그램을 통해 함양될 수 있다. 그러나 현재 진행되고 있는 과학 교사 양성 프로그램은 여러 연구자의 지적에도 불구하고, 실천적인 면보다는 이론적인 면에 치중되어 있으며, 과학 탐구 교육을 직접 다루는 프로그램조차 실천적 측면이 미흡한 실정이다. 과학 탐구 수업은 교사의 이론적 지식과 실천적 지식의 연계가 필수적인 영역

이다. 따라서 과학 교사의 탐구 수업에 대한 학생들의 경험적 증거를 다룬 이 연구의 결과를 과학 교사 양성 과정의 교수요목(syllabus)에 반영한다면, 이론과 실천의 조화를 꾀하는 것은 물론 학생의 발달에 중심에 둔 탐구 교육으로의 이행을 촉진하는데 도움이 될 것으로 기대한다.

참고문헌

고민석, 김은애, 허진미, 양일호(2013). 초등학교 교사의 탐구에 대한 신념과 과학과 수행평가의 실제. *대한지구과학교육학회지*, 6(2), 124-135.

곽영순(2008). 과학과 교과교육학 지식 유형별 교사 전문성의 특징 연구. *한국과학교육학회지*, 28(6), 592-602.

곽영순(2011). 초등 과학수업 실태 점검 및 개선 방안 연구. *한국지구과학학회지*, 32(4), 422-434.

교육부(1997). 과학과 교육과정. 교육부 고시 제1997-15 호.

교육부(2014). 초등학교 교사용 지도서 과학 3-1. 미래엔.

교육부(2015). 과학과 교육과정. 교육부 고시 제2015-74 호.

김동현(2014). 초등학교 과학 학습정서 검사 도구 개발. *한국교원대학교 박사학위논문*.

김민희, 김영수(2015). 2007 개정 교육과정에 따른 초등학교 과학 교과서의 탐구과정 내용 분석과 학생들의 탐구과정에 대한 인식 및 탐구 사고력 조사. *생물교육*, 43(1), 17-26.

김선영(2017). 예비 생물교사의 과학 탐구 교수 학습의 효과성 탐색-과학 탐구 교수 효능감을 중심으로. *생물교육*, 45(1), 16-29.

김영신, 조윤정, 임수민(2020). 초, 중, 고등학생들의 과학 교사 자질에 대한 이미지. *과학교육연구지*, 44(1), 61-73.

김효준, 송진웅(2019). 미국 차세대과학교육표준(NGSS)과 한국 미래세대과학교육표준(KSES)의 종합적 비교와 TIMSS Science Framework 준거를 통한 수행기대의 물리 내용 요소 분석. *새물리*, 69(9), 916-931.

박재용, 이기영(2011). 중학교 과학 자유 탐구 수행 실태 및 교사와 학생의 인식. *교과교육학연구*, 15(3), 603-632.

박정희, 박예리, 김정률(2004). 탐구 학습에 관한 중등 과학 교사들의 인식. *한국지구과학학회지*, 25(8), 731-738.

박준형, 나지연, 정용재, 송진웅(2015). 초등학교들이 생각하는 과학수업의 특징: 과학수업 문화 분석틀 개발을 위한 기초 연구. *한국과학교육학회지*, 35(3), 499-508.

배병렬(2009). Amos 17.0 구조방정식모델링: 원리와 실제. 청람.

변태진, 백종호, 심현표, 이동원(2019). 2015 개정 교육과정 '과학탐구실험'운영 실태 조사. *한국과학교육학회지*, 39(5), 669-679.

서형두(2003). 물 속에서 물체의 무게에 대한 과학 수업의 탐색적 사례 연구. *한국교원대학교 박사학위논문*.

서희정, 박재원, 원정애, 백성혜(2007). 초등학교의 과학 수업에 대한 평가가 교사의 수업 행동에 미치는 영향. *초등과학교육*, 26(1), 12-23.

성혜진, 임희준(2018). 과학 탐구 활동의 유형과 과학 탐구의 특징에 대한 초등학교의 인식. *초등과학교육*, 37(4), 391-401.

성혜진, 임희준(2019). 과학 탐구 활동의 유형과 과학 탐구의 특징에 대한 초등 교사의 인식. *초등과학교육*, 38(2), 163-172.

소경희(2003). '교사 전문성'의 재개념화 방향 탐색을 위한 기초연구. *교육과정연구*, 21(4), 77-96.

소경희, 최유리(2018). 학교 중심 교육 개혁 맥락에서 교사의 실천 이해: '교사 행위주체성'개념을 중심으로. *교육과정연구*, 36(1), 91-112.

송진웅, 나지연(2014). 창의융합의 과학교육적 의미와 과학 교실문화의 방향. *교과교육학연구*, 18(3), 827-845.

송하영, 김영신(2010). 예비 과학 교사가 보유한 과학 교사에 대한 이미지. *과학교육연구지*, 34(1), 33-46.

양일호, 서형두, 정진우, 권용주, 정재구, 서지혜, 이혜정(2004). 초등 과학 교사들의 수업에서 나타나는 교수 행동 요소와 수업 유형 분석. *한국과학교육학회지*, 24(3), 565-582.

양정은, 최애란(2020). 교사학습공동체 교사들의 과학 실천 기반 수업을 위한 PCK 구성. *한국과학교육학회지*, 40(5), 565-582.

오필석(2020). 과학교육에서 기능 중심의 과학 탐구에 대한 비판적 고찰. *한국과학교육학회지*, 40(2), 141-150.

우종필(2012). 우종필 교수의 구조방정식모델 개념과 이해. *한나래*.

유용모, 김미숙(2020). 일반교 교육역량 강화 사업에 나타난 교사 행위주체성(teacher agency). *학습자중심교과교육연구*, 20(18), 905-935.

윤혜경, 강남화, 김미정(2011). 과학 탐구 지도에 대한 초등교사의 인식: 한국, 싱가포르, 미국의 초등교사를 대상으로. *초등과학교육*, 30(4), 574-588.

이기영(2009). 지구과학 교사의 주제-특정적 PCK 분석: 예비 교사와 현직 교사 사례. *한국지구과학학회지*, 30(3), 330-343.

이기영, 박재용(2014). 교사 지식의 관점에서 학생들이 인식하는 과학 교사 효과성 요인 분석. *한국과학교육*

- 학회지, 34(7), 625-634.
- 이동승(2014). 탐구 중심 수업의 적용에서 초등교사가 겪는 변화와 어려움. 대구교육대학교 석사학위논문.
- 이동승, 박종석(2017). 과학탐구 수업실행 전문성 요소에 의한 '과학탐구'관련 연구동향 분석. 대한화학회지, 61(4), 197-203.
- 이선경, 오필석, 김혜리, 이경호, 김찬중, 김희백(2009). 과학 교사의 교수내용지식과 실천적 지식에 관한 연구 관점 고찰. 한국교원교육연구, 26(1), 27-57.
- 이성희(2021). 생태학적 “교사 행위주체성”의 한계와 대안. 교육사회학연구, 31(1), 129-154.
- 이수아, 전영석, 홍준의, 신영준, 최정훈, 이인호(2007). 초등 교사들이 과학 수업에서 겪는 어려움 분석. 초등과학교육, 26(1), 97-107.
- 이학식, 임지훈(2009). 구조방정식 모형분석과 AMOS 16.0. 범문사.
- 인수정, 최애란(2018). 중학교 과학 교사들의 과학 탐구 교수 효능감에 대한 인식. 한국과학교육학회지, 38(3), 379-392.
- 임성은, 김종욱, 김찬중(2021). 사회적 실천지향 SSI 수업을 시행하면서 직면하는 초등 교사의 어려움 탐색-구조와 행위주체성 관점에서. 한국과학교육학회지, 41(2), 115-131.
- 전경문(2017). 과학 실천의 측면에서 초등학교 예비교사들의 과학 탐구에 대한 인식 조사. 교과교육학연구, 21(6), 644-653.
- 전영석, 전민지(2010). 과학 자유탐구를 지도할 때 발생하는 어려움. 한국초등교육, 20(1), 105-115.
- 전화영(2009). 과학 교사 학습 공동체의 현황과 참여 교사의 수업 전문성: ‘신나는 과학을 만드는 사람들’을 중심으로. 서울대학교 박사학위논문.
- 정연수(2018). 좋은 과학수업에 대한 중학생의 인식 연구. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 정진우, 이근준, 김진국(2006). 중학교 과학 실험 수업에서 초입 과학 교사들의 탐구 지도 수준 분석. 한국지구과학회지, 27(4), 364-373.
- 조벽(2002). 조벽 교수의 명강의 노하우 & 노하우. 해냄.
- 조현준, 한인경, 김효남, 양일호(2008). 초등학교 과학 탐구 수업 실행의 저해 요인에 대한 교사들의 인식 분석. 한국과학교육학회지, 28(8), 901-921.
- 조희경, 김희경, 윤희숙, 이기영(2009). 과학교육의 이론과 실제. 3판. 교육과학사.
- 최상희, 이영희(2015). 미국 초등교사교육 과정 과학교육 방법론 수업(Science Methods Course)의 과학적 탐구 활동을 통한 예비교사들의 과학교수학습에 대한 자기 효능감 및 PCK 이해의 향상. 초등과학교육, 34(4), 406-418.
- 최지미(2015). 초등교사의 과학 탐구 수업 실행 전문성에 대한 교사와 학생의 인식. 대구교육대학교 석사학위논문.
- 최창호, 유연우(2017). 탐색적 요인분석과 확인적 요인분석의 비교에 관한 연구. 디지털융복합연구, 15(10), 103-111.
- 팽애진, 백성혜(2005). 과학 실험 수업에 대한 중등 과학 교사의 신념 사례 연구. 한국과학교육학회지, 25(2), 146-161.
- 한국과학창의재단(2019). 미래세대 과학교육표준: 모든 한국인을 위한 과학적 소양. 한국과학창의재단.
- 한재영(2011). 과학 수업에서 무엇이 가장 중요한가: 학습지도 능력에 대한 다양한 관점. 과학교육연구지, 35(2), 138-148.
- Akuma, F. V., & Callaghan, R. (2019). A systematic review characterizing and clarifying intrinsic teaching challenges linked to inquiry-based practical work. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(5), 619-648.
- Anderson R. D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1-12.
- Barendsen, E., & Henze, I. (2019). Relating teacher PCK and teacher practice using. *Research in Science Education*, 49(5), 1141-1175.
- Bevins, S., Price, G., & Booth, J. (2019). The I files, the truth is out there: Science teachers' constructs of inquiry. *International Journal of Science Education*, 41(4), 533-545.
- Brown, J. C. (2017). A metasynthesis of the complementarity of culturally responsive and inquiry based science education in K 12 settings: Implications for advancing equitable science teaching and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(9), 1143-1173.
- Chi, S., Liu, X., Wang, Z., & Han, S. W. (2018). Moderation of the effects of scientific inquiry activities on low SES students' PISA 2015 science achievement by school teacher support and disciplinary climate in science classroom across gender. *International Journal of Science Education*, 40(11), 1284-1304.
- Concannon, J. P., Brown, P. L., Lederman, J. S., & Lederman, N. G. (2020). Investigating the development of secondary students' views about scientific inquiry. *International Journal of Science Education*, 42(6), 906-933.
- Crawford, B. A. (2007). Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(4), 613-642.
- Crawford, B. A. (2014). From inquiry to scientific practices in the science classroom. In *Handbook of*

- research on science education, volume II (pp. 529-556). Routledge.
- Crawford, B. A. (2016). Supporting Teachers in Inquiry/ Science Practices, Modeling, and Complex Reasoning in Science Classrooms. In Southern Africa Association of Maths, Science, and Technology Education Annual Conference, Pretoria, South Africa, January (pp. 12-15).
- Fenstermacher, G. D. (1994). The knower and the known: The nature of knowledge in research on teaching. In L. Darling-Hammond (Ed.) *Review of Research in Education*, 20, 3-56.
- Gess-Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK Summit. In *Re-examining pedagogical content knowledge in science education* (pp. 38-52). Routledge.
- Güngören, S. Ç., & Öztürk, E. (2021). What do pre-service science teachers views about the nature of scientific inquiry?. *International Journal of Progressive Education*, 17(1), 421-438.
- Gyllenpalm, J., Rundgren, C. J., Lederman, J., & Lederman, N. (2021). Views about scientific inquiry: A study of students' understanding of scientific inquiry in grade 7 and 12 in Sweden. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 1-19.
- Herranen, J., Kousa, P., Fooladi, E., & Aksela, M. (2019). Inquiry as a context-based practice -A case study of pre-service teachers' beliefs and implementation of inquiry in context-based science teaching. *International Journal of Science Education*, 41(14), 1977-1998.
- Ireland, J. E., Watters, J. J., Brownlee, J., & Lupton, M. (2012). Elementary teacher's conceptions of inquiry teaching: Messages for teacher development. *Journal of Science Teacher Education*, 23(2), 159-175.
- Jones, A., Scanlon, E., Gaved, M., Blake, C., Collins, T., Clough, G., & Twiner, A. (2013). Challenges in personalisation: Supporting mobile science inquiry learning across contexts. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 8(1), 21-42.
- Kim, M., & Tan, A. L. (2011). Rethinking difficulties of teaching inquiry based practical work: Stories from elementary pre-service teachers. *International Journal of Science Education*, 33(4), 465-486.
- Knight, S. L., & Waxman, H. C. (1991). Students' cognition and classroom instruction. *Effective Teaching: Current Research*, 239-255.
- Kyle Jr, W. C. (1980). The distinction between inquiry and scientific inquiry and why high school students should be cognizant of the distinction. *Journal of Research in Science Teaching*, 17(2), 123-130.
- Lederman, N. G., Lederman, J. S., & Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(3), 138-147.
- Lotter, C. R., & Miller, C. (2017). Improving inquiry teaching through reflection on practice. *Research in Science Education*, 47(4), 913-942.
- Martin, J. (2020). Researching teacher agency in elementary school science using positioning theory and grammar of agency. *Journal of Science Teacher Education*, 31(1), 94-113.
- Martin, R. E., Sexton, C. M., Franklin, T. J., Gerlovich, J. A., & McElroy, D. (2009). *Teaching science for all children: An inquiry approach*. Pearson.
- Menter, I., & Hulme, M. (2013). *Developing the teacher*. In: M. Priestley & G. Biesta (eds.) *Reinventing the curriculum: New trends in curriculum policy and practice*. Bloomsbury Publishing. pp. 165-186.
- Mesci, G., Schwarts, R. S., & Pleasants, B. A. (2020). Enabling factors of preservice science teachers' pedagogical content knowledge for nature of science and nature of scientific inquiry. *Science & Education*, 29, 263-297.
- Moote, J. (2019). Investigating the longer-term impact of the CREST inquiry-based learning programme on student self-regulated processes and related motivations: Views of students and teachers. *Research in Science Education*, 49(1), 265-294.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. National Academy Press.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards*. National Academy Press.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Committee on a conceptual framework for new k-12 science education standards. National Academy Press.
- NGSS Lead States (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. The National Academies Press.
- 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.

- Roehrig, G. H., & Luft, J. A. (2004). Constraints experienced by beginning secondary science teachers in implementing scientific inquiry lessons. *International Journal of Science Education*, 26(1), 3-24.
- Ryan, C. (2009). *Current challenges in basic science education*. Paris: United Nations Educational Scientific and Cultural Organisation.
- Ryder, J., Lidar, M., Lundqvist, E., & Östman, L. (2018). Expressions of agency within complex policy structures: Science teachers' experiences of education policy reforms in Sweden. *International Journal of Science Education*, 40(5), 538-563.
- Taylor, J. C., Tseng, C.-m., Murillo, A., Therrien, W., & Hand, B. (2018). Using argument-based science inquiry to improve science achievement for students with disabilities in inclusive classrooms. *Journal of Science Education for Students with Disabilities*, 21(1), 1-14.
- Wellington, J., & Ireson, G. (2008). *Science learning, science teaching*. Routledge.
- Zion, M., Cohen, S., & Amir, R. (2007). The spectrum of dynamic inquiry teaching practices. *Research in Science Education*, 27(4), 423-447.

채유정, 서울신용산초등학교 교사(Chae, Yoojeong; Teacher, Seoul Shinyongsan Elementary School).

† 박재용, 서울교육대학교 교수(Park, Jaeyong; Professor, Seoul National University of Education).