



과학수업에서의 어려움과 해결방안에 대한 과학교사의 인식 -KTOP (Korean Teaching Observation Protocol) 분석을 이용하여-

김학태, 박종원*

광주광역시 창의융합교육원, 전남대학교

Science Teachers' Perceptions About Difficulties and Their Resolution in Science Teaching: Using KTOP (Korean Teaching Observation Protocol) Analysis

Haktae Kim, Jongwon Park*

Gwangju Institute of Creative Convergence Education, Chonnam National University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 16 January 2023

Received in revised form

1 March 2023

Accepted 3 March 2023

Keywords:

good science teaching,
perception of science teachers,
observation protocol, teachers'
difficulty

ABSTRACT

The aim of this study was to explore science teachers' perceptions of good science teaching. To this end, the Korean Teaching Observation Protocol (KTOP), which was developed for the purpose of observing and improving science teaching, was utilized. In the first survey, teachers were asked whether they thought each item in the KTOP was important for good science teaching, the extent to which they implemented these items, and the level of difficulty in implementing them. The second survey asked teachers what they believed to be the reasons and solutions for the KTOP items that they had responded as difficult to implement. The responses obtained from 63 teachers in the first survey and 35 teachers in the second survey were categorized based on the characteristics of the responses. The categorized contents were then summarized and discussed for their features. As a result, science teachers responded that all items in KTOP, except for one, are important for good science teaching. However, it was also shown that the level of execution was low in cases where implementation was difficult. For the 13 KTOP items that were considered important but difficult to implement and showed relatively low implementation level, many respondents (69%) attributed the reason to both students and teachers. However, the most common response (60%) was that the teacher should solve those difficulties. From this, it was found that understanding and supporting teachers, as well as enhancing their competencies, are more important for good science teaching than external factors. We hope that this research findings will help to better understand the specific difficulties that science teachers face in their classes and contribute to practical efforts that aim to address these challenges.

1. 서론

좋은 과학수업이 무엇인지를 정의하는 것은 쉬운 일이 아니지만, 좋은 과학수업을 위해 노력하는 일은 충분히 가치있는 일이다. 특히 과학학습에서 다양한 실제 활동을 강조하지만 실제 활동을 개념 형성 및 이해와 연결짓지 못하는 경우가 있고(Roth & Garnier, 2007), 초등 과학에서 과학의 본성이 효과적으로 지도되고 있지 않거나(Akerson *et al.*, 2019), 탐구활동이 참과학이 아닌 인위적인 연습 형태로 구성되어 있다는(Allchin *et al.*, 2014) 등의 비판이 제기되면서, 과학 교육학자들은 좋은 과학수업의 특징 또는 좋은 과학수업이 되기 위한 조건에 대한 연구들을 수행해 왔다.

예를 들어, 미국의 국립연구위원회 (NRC: National Research Council)에서는 과학교사가 알고 수행할 수 있어야 하는 기준을 6개 영역(탐구기반 과학 프로그램의 설계, 학습의 안내와 촉진을 위한 활동, 교사의 지도와 학생의 학습에 대한 평가, 과학 학습을 위한 환경 조성, 학생 커뮤니티 생성, 학교 과학 프로그램의 설계와 개발)으로

제시하였다(NRC, 1996, pp. 29-52). 최근 OECD 보고서에 의하면, 탐구에 기반한 수업이 과학학습 성취에 긍정적인 영향을 주기 위해서는 탐구에 기반한 수업지도를 위한 교사의 능력이 전제되어야 하고, 충분한 시간과 훈련 및 자원(예를 들어 실험 도구)이 지원되어야 하며, 탐구 활동뿐 아니라 관련된 과학내용을 함께 다루도록 설계되어야 하고, 과학적 방법에 대한 학생의 부족한 경험을 보상해 줄 수 있어야 한다고 하였다(Mostafa *et al.*, 2018, p. 28). 그리고 Windschitl *et al.*(2012)은 과학수업에 영향을 미치는 가장 중요한 요인을 교사로 보고, 과학 교사에게 핵심적으로 중요한 요소를 계획과 실행으로 나누어 제안하였다. 즉 계획 단계에서는 '주요 핵심 개념(big idea) 구성하기', 실행 단계에서는 '학생의 생각을 이끌어내기' '학생이 실제 활동의 의미를 형성하도록 돕기' 그리고 '학생이 증거에 기반한 설명을 하도록 하기'가 중요하다고 하였다.

좀 더 구체적으로, Kloser(2014)는 문헌을 통해 10개의 CST(Core of Science Teaching) 항목을 추출한 뒤, 그것을 교사와 교수에게 제시하고 응답자로부터 추천받은 항목들과 합쳐서 델파이 기법을 통해

* 교신저자 : 박종원 (jwpark94@jnu.ac.kr)

본 논문은 김학태의 2022년도 석사 학위 논문의 데이터를 활용하여 재구성하였음.

이 논문은 2020년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2020S1A3A2A01095782).

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2023.43.2.111>

최종적으로 9개 항목(탐구에 참여, 교실담화 촉진, 학생의 생각 사용과 평가, 학생에 대한 피드백, 모델의 구축과 해석, 과학과 적용의 연결, 과학과 현상의 연결, 핵심 아이디어/영역간 개념/활동에의 집중, 교실에서의 사회적 집단 형성)을 좋은 과학 수업을 위해 고려해야 할 핵심 항목으로 선정하였다. 그리고 Supovitz and Turner(2000, p. 969)는 Flora and Panter(1999)의 연구를 이용하여, 혁신적으로 개선된 과학학습 지도, 즉 좋은 과학수업의 정도를 다음 두 영역으로 나누어 제시하였다. 첫째, 학생이 실제 활동에 참여하고, 자신만의 탐구를 설계하여 시행하며, 노트에 반추한 내용을 쓰고, 확장된 과학탐구나 프로젝트를 수행한다. 둘째, 학생이 논의할 수 있도록 하고, 증거에 기반하여 자신의 주장을 할 수 있도록 지원하며, 개념을 다른 학생에게 설명하도록 격려하고, 협력적인 그룹활동을 하도록 한다. Bouwma-Gearhart(2012)는 좋은 과학교사는 학생이 과학내용 이해와 실행을 위해 능동적 학습에 참여하도록 하고, 학생에게 도전을 제공해 주며, 협동적 학습을 격려하고, 다양한 학습과 앎의 방법을 허용하고 격려하며, 학생과 효율적으로 상호작용하고, 진정한 이해를 평가함으로써 학생의 이해가 증진되고 자신의 학습을 메타인지적으로 인식할 수 있도록 하는 교사라고 하였다. 그리고, 일반적으로 좋은 과학수업에 대한 것은 아니지만, Kang and Park(2010)은 미국의 7학년 과학수업을 관찰하여 학생들의 흥미나 창의성을 높일 수 있는 수업 활동은 다음과 같은 특징이 있다고 하였다: (1) 학생 수준에 맞춘 수업, (2) 충분한 시간을 통한 자율적인 실험활동, (3) 학습내용의 반복, (4) 학생과의 자유로운 상호작용, (5) 다양한 매체의 활용, (6) 게임 등 다양한 학생 활동.

국내에서는 Kwak(2003)이 문헌조사를 통해 좋은 수업에서 고려될 필요가 있는 범주로, 교육과정 및 교과내용 측면, 수업 방법에 대한 측면, 학습자에 대한 이해, 학습 환경, 평가, 교사의 전문성 개발 노력의 6개로 설정하고, 좋은 과학수업으로 추천된 과학수업 사례에서 이러한 범주들이 어떻게 발현되고 있는지를 조사하였다. 그 결과, 좋은 과학수업에서는 수업상황과 학생수준에 따라 적절하게 교육과정을 재구성하고, 다양한 수업전략과 방법을 사용하며, 실험활동을 강조하고, 협동적이고 개방적으로 학생들이 수업에 적극적으로 참여할 수 있는 분위기를 만들며, 수업과 연계하여 다양한 평가방법을 사용한다고 하였다. 그리고 좋은 과학수업을 위해 과학교사들은 스스로 수업개선 노력을 하고, 연수 등에 활발히 참여하여 자신들의 실천적 지식을 공유하는 노력을 한다고 하였다. Lee(2016)는 교육내용, 교육방법, 교육환경 및 분위기, 그리고 평가의 4가지 영역에서 총 32개의 항목으로 구성된 좋은 과학수업틀을 제시하였다. 그리고 이 수업틀을 이용하여 좋은 과학수업 사례로 추천된 수업을 분석한 결과, 일상생활 사례를 활용하고 학생의 흥미를 고려한 수업, 다양한 교육방법을 통해 학생의 흥미와 동기를 자극하고 학생간 상호작용과 협력을 통해 학생이 직접 참여하여 학생이 책임을 가지는 자기주도적 수업방법, 학생을 신뢰하고 존중해주는 분위기를 조성하는 수업이 좋은 수업사례에서 관찰된 주요 특징들이라고 하였다.

좋은 과학수업을 위해 무엇을 고려할 필요가 있는지를 알기 위해, 수업 관찰 분석틀을 활용할 수도 있다. 예를 들어, 교사 준비의 수월성을 위한 아리조나 협력단의 평가 촉진 그룹 (Evaluation Facilitation Group of the Arizona Collaborative for Excellence in the Preparation of Teachers)에서 개발한 RTOP (The Reformed Teaching Observation

Protocol) (Sawada *et al.*, 2002)은 3개의 대범주 (수업 설계와 실행, 내용지식-명제적 지식과 과정적 지식, 교실환경-의사소통에 의한 상호작용과 교사/학생간 관계)에 대해 25개 항목으로 구성되어 있으며, 구체적인 사용 지침서가 함께 제공되고 있다 (Piburn & Sawada, 2000). 이 외에 오레곤 그룹에서 개발한 O-TOP (OCEPT-Teacher Observation Protocol) (Wainwright *et al.*, 2003)도 있다. RTOP과 O-TOP은 일반수업을 위한 수업 관찰 분석틀이지만, 과학수업을 분석하고 개선하기 위한 목적으로도 활용되어 왔다. 예를 들어, Singer *et al.*(2011)은 과학교사의 전문성 발달을 위한 프로그램이 탐구에 기반한 교육적 실행을 촉진하는데 긍정적인 영향을 주는지 알아보기 위해 RTOP을 사용하였다. 그리고 RTOP에서 높은 점수를 받은 과학교사의 탐구 수업을 받은 학생이 비교그룹에 비해 성취도가 높게 나왔다는 연구도 있어(Blanchard *et al.*, 2010), RTOP이 좋은 과학수업 인지를 판단할 수 있는 도구로 활용될 수도 있다고 본다.

특히 과학수업 관찰과 분석을 위한 틀로는 KICE(2006)에서 개발한 과학과 수업평가 기준도 있다. Kang & Jhun(2019)은 KICE(2006)에서 개발한 과학과 수업평가 기준을 전문적 지식, 지식과 실천연계, 실천의 3개 영역에서 15개 평가요소로 구성되도록 수정하여, 예비 과학교사와 경력 과학교사가 과학수업에서 어떠한 측면에 주목하는지를 비교하는데 활용하였다.

그리고 Park *et al.*(2014)은 과학수업을 관찰하고 분석하여 과학수업을 개선하기 위한 목적으로 KTOP(Korean Teaching Observation Protocol)을 개발하였다. KTOP은 크게 4개의 범주(기본철학, 목표, 활동, 평가)와 10개의 중범주(구성주의, 과학의 본성, 개념이해, 탐구, 사고의 발달, 동기유발과 흥미, 연관성, 학습전략과 매체 활용, 협동과 의사소통, 평가)에 대해 총 30개 항목으로 구성되어 있다(부록 1 참고). KTOP은 높은 내용 타당도(5점 만점에 평균 4.4점)와 함께 평가자간 일치도(72%~90%)와 연구자와 교사간 평가결과에 대한 상관관계($\alpha = 0.96$)를 통해 매우 높은 신뢰도를 확보한 바 있다(Park *et al.*, 2014). 이러한 KTOP은 교육실습에 적용되어, KTOP이 예비교사의 과학수업을 개선하는데 안내역할을 하고 수업개선에도 도움을 주는 것으로 나타난 바 있고(Kim *et al.*, 2017), 과학교사의 일상적 과학수업 개선에도 효과를 보인 바 있다(Park *et al.*, 2015; Park *et al.*, 2017).

이와 같이 좋은 과학수업에 대한 다양한 연구 결과들 중, 어느 것을 활용할 것인지 결정하는 것은 쉬운 일이 아니다. 이는 좋은 과학수업에 대해 다양한 요구와 관점이 있기 때문이기도 하고(Kennedy, 2010), 좋은 과학수업은 과학수업 자체보다는 학생의 성취결과로 봐야 한다는 다른 관점도 있기 때문이다(Linn, 2000, p. 2). 실제로 좋은 과학수업에 대한 연구들을 살펴보면, 좋은 과학수업인지 판단하기 위해서는 과학교사의 실행뿐 아니라, 교사의 실행에 의한 학생의 반응과 행동, 교사의 실행에 의해 궁극적으로 나타나는 학생의 학습목표 성취 정도, 그리고 좋은 과학수업을 위한 교사의 피드백과 노력 등이 다양하게 포함되어 있다. 예를 들어, 좋은 과학수업의 요소에 대한 진술문을 보면, “교사는 특정한 말이나 글로 (학생에게) 피드백을 제공하고...”와 같이 교사의 실행을 중심으로 제시된 경우도 있지만(Kloser, 2014, p. 1197), “(교사는) 학생이 능동적 학습에 참여하도록 하고, ...”와 같이 추구하고자 하는 학생의 활동을 중심으로 제시한 경우(Bouwma-Gearhart, 2012, p. 181)도 있다. 또 KTOP의 경우에도 교사의 실행(e.g., 교사는 핵심개념을 적절하게 설명하고 ...)과 원하는 학

생의 활동(학생은 자신만의 이해와 모델을 구성하고 ...)이 함께 포함된 경우도 있다(Park *et al.*, 2014). 이 외에 Kwak(2003)은 '교사의 전문성 계발 노력'과 같이 좋은 과학수업을 위한 조건이나 배경도 중요하게 고려되어야 한다고 하였다.

이와 같이 좋은 과학수업에 대해 다양한 관점이 있지만, 본 연구에서는 연구자가 직접 참여하고 개발하여 그 내용을 잘 알고 있고, 그리고 높은 타당도와 신뢰도가 확보되어 있으며, 실제 과학수업 개선에도 효과적으로 영향을 준 것으로 밝혀진 바 있는 KTOP을 좋은 과학수업을 위한 기준으로 활용하였다. 또한 KTOP은 30개 항목별로 각각의 항목이 잘 구현된 과학수업과 그렇지 못한 과학수업 예시를 제시하여, 교사들이 쉽게 KTOP 항목의 의미를 이해할 수 있도록 되어 있다. 실제로 Jeong *et al.*(2014)에 의하면, 9시간에 걸친 비교적 짧은 연수를 통해서도 과학교사들이 KTOP을 이용하여 과학수업을 분석하고 개선안을 제안할 수 있었다고 하였다.

좋은 과학수업이라고 판단되는, 또는 좋은 과학수업을 위해 추구할 만한 구체적인 방향과 기준은 정할 수 있지만, 여러 가지 현실적인 문제들로 그러한 방향과 기준이 일상적인 학교 과학수업에서 잘 실현되고 있다고 할 수는 없을 것이다. 즉 일상적 학교 과학수업에서 상황에는 교육과정, 교육청의 교육방향, 학교의 교육환경, 학생의 특성 등에 의해 좋은 과학수업을 어렵게 하는 여러 가지 요인과 이유들이 있을 수 있다(Hoban, 2005). 이에 실제 과학수업에서 과학교사가 겪는 어려움과 딜레마에 대한 연구들도 있어왔다. 예를 들어, Kemp *et al.*(2002)는 탐구활동에서 학생이 자신의 경험과 지식으로 가설을 제안하도록 하는 것이 중요하지만, 실제로 학생들이 오개념을 가지고 있는 경우에는 그러한 활동이 어렵다고 하였다. 또 학생이 그룹활동에서 자신의 생각을 제안하면서 다른 생각에 도전하는 논쟁활동에서도 학생에게 모든 주도권을 줘야 하는지, 아니면 주어진 학습목표에 도달하기 위해 교사가 어느 정도 통제를 해야 하는지를 결정하는 것이 어렵다고 하였다. Zion *et al.*(2007)은 열린 과학탐구를 지도할 때 과학교사가 어려움을 겪는 이유가 과학교사가 탐구의 본질을 잘 이해하지 못하기 때문이기도 하지만, 학생들이 열린 탐구에 필요한 지식과 탐구기능, 그리고 과학적 글쓰기 기능이 낮기 때문이기도 한다고 하였다. 또 고등학생들이 탐구프로젝트를 계획하고 수행하여 보고서까지 쓸 수 있도록 하는 데에는 2년 간의 시간이 충분하지 않다는 지적도 하였다.

국내에서 Yoon(2008)의 연구에 의하면, 과학실험 수업에서 초등교사들은 교육과정과 지원체제, 학생, 그리고 학교 실험 실습의 본성과 관련된 딜레마를 겪는다고 하였다. 즉 교육과정에 제시된 실험을 대안적인 방법으로 대체하는 것이 어렵고, 실험수업을 위해 필요한 자원이 부족한 경우가 많으며, 학생들이 실험활동을 탐구적이고 적극적으로 수행하지 않는다는 점과 실험수업에서 학생의 통제와 안전문제가 어려운 문제라고 하였다. 또 초등교사들은 실험결과가 예상과 다르게 나오거나, 실험결과로부터 일반화하는 과정이 가능하지 않을 때 어려움이 있다고 하였고, 탐구의 경험과 지식의 습득이라는 두 가지 목적을 함께 달성하는 데에도 어려움이 있다고 하였다. Lee(2016)의 연구에서도 좋은 과학수업으로 생각되는 항목들이 실제 수업사례들에서 잘 관찰되지 않은 경우가 있어, 이러한 항목들은 교사들이 실제로 구현하기 어려운 항목들이라는 것을 알 수 있다. 예를 들어, 좋은 과학수업으로 추천된 수업사례임에도 불구하고, 추론능력

이나 창의적 사고력 발달을 위한 수업, 학습자의 특성이나 능력을 반영한 수업, 학생에게 균등한 기회가 주어지는 수업, 그리고 지식과 탐구기능 외에 정서적 측면을 평가하는 수업 등은 실제로 거의 관찰되지 않았다고 하였다.

과학교사의 실제적인 어려움을 이해할 필요가 있는 이유는, 이러한 어려움의 해결이 곧 좋은 과학수업으로 갈 수 있는 출발점이 될 수 있기 때문이다. 즉 Lampert(1985)는 딜레마를 조절하고 딜레마에 대처하는 것이 교사의 수업지도에서 중요한 측면이라고 하였다. 따라서 좋은 과학수업을 위해서는 이론적인 측면에서의 좋은 과학수업의 기준(예를 들어, KTOP)을 고려하는 것 뿐 아니라, 좋은 과학수업을 힘들게 하는 실제적인 어려움을 파악하고 이에 대해 적절하게 대처하고 해결하려는 노력이 함께 필요하다고 하겠다. 이에 본 연구에서는 좋은 과학수업을 힘들게 하는 교사의 어려움을 함께 조사하고, 이에 대한 해결방안을 교사들이 어떻게 인식하고 있는지를 조사하고자 한다.

좋은 과학수업을 하고자 할 때 교사가 겪는 어려움을 이해하려는 노력은 실행에 기반한 교육적 접근(Practice-Based Educational Approach)을 위한 것이다(Grossman *et al.*, 2009; Korthagen & Kessels, 1999). 여기에서 실행이란, 행위자의 특정 믿음이나 목적, 또는 감정 등에 의해 나타나는 특정 행동보다는, 일상적으로 반복되어 나타나는 체화된 행위를 의미하는 것으로 보았다(Ha, 2014, p. 209). 즉 본 연구에서는 특정 학습모형을 적용하여 학생의 성취도와 흥미가 향상되는지를 보기 위해 특별히 설계된 수업 실행과 같이 과학교사가 특정한 상황에서 특정한 전략이나 정신적 작용을 통해 인과적으로 나타나는 특징들을 알아보기 위한 행위보다는, 일상적인 과학수업 지도 상황에서 반복적이고 때로는 무의식적으로 일어나는 지도 실행(teaching practice)에 초점을 두었다. 이때 수업 전과 후에 학생과 교사가 서로 인사하는 행위와 같이, 그 시대의 사회적 환경이나 조건에서 암묵적으로 받아들여지는 실행보다(Turner, 1994), 본 연구에서는 규범적 관점에서의 실행에 한정하였다(Rouse, 2007). 여기에서 규범적 관점에서의 실행이란, 적절하거나 좋다고 판단되는 합의된 수준의 실행을 의미한다. 예를 들어, 과학수업에 교사가 시범을 사용하는 실행은, 학생의 학습을 돕는데 일반적으로 도움이 된다고 합의된 '좋은' 실행으로 볼 수 있다. 앞서 제시한 KTOP(Park *et al.*, 2014)이나 CST(Kloser, 2014) 등도 좋은 과학수업 실행을 위해 제안한 규범적 관점에서의 실행의 예가 된다.

이러한 규범적 관점에서의 실행은 '격려'와 '제한'의 의미로 활용되게 된다. 즉 규범적 관점에서 볼 때 좋은 실행은 격려하게 되고, 그렇지 않은 실행은 하지 않도록 제한하게 된다. 예를 들어, 학생이 능동적으로 학습에 참여하도록 안내하는 것이 과학교사의 좋은 실행이라면, 학생이 수동적으로 학습하는 상황이 되지 않도록 하는 제한 역할도 한다는 것이다. 이러한 측면에서 본 연구에서는 좋은 과학수업을 위해 과학교사가 교실이나 실험실에서 어떤 지도 실행(teaching practice)을 하면 좋다고 생각하는지에 초점을 맞추었다.

마지막으로 언급할 필요가 있는 것은 교사의 실제 실행과 인식과의 관계이다. 좋은 과학수업 실행을 분석하기 위해서는 교실이나 실험실에서의 실제 수업을 관찰하는 것이 필요할 것이다. 그러나 본 연구가 수행되는 기간에는 COVID-19로 인해 실제 수업상황을 관찰하는 것이 어려웠다. 그럼에도 불구하고, 교사의 인식이 실제 실행에 영향을 줄 수 있다는 근거(Joram & Gabriele, 1998)에 따라, 좋은 과학수업의 실행

에 대한 교사의 인식을 조사하고자 하였다. 예를 들어, Korthagen(2004)은 교사의 지식이나 실제적 기능에 기반한 역량과 같은 외적인 요인은 교사의 지도실행에 실제로 영향을 미치지 않지만, 학습과 지도에 대한 믿음, 전문가로서의 교사 정체성에 대한 인식, 또는 교사로서 주어진 임무와 책임에 대한 인식과 같은 내적인 요인도 교사의 지도실행에 중요하게 영향을 미친다고 하였다. Kellner et al.(2011)은 예비 교사들이 과학과 수학을 지도할 때 학생이 어떠한 어려움을 가질 수 있다고 생각하는 지에 대해 조사하고, 그러한 인식이 교사교육의 출발점이 되어야 한다고 강조하였다. Weinburgh(2003)는 과학교사들이 과학적 방법을 단순히 선행적이고 정해진 과정이라고 잘못된 인식을 하는 경우가 많은데, 이러한 인식도 참다운(authentic) 탐구지도에 방해역할을 할 수 있다고 보았다. 이에 이러한 잘못된 인식을 변화시키기 위해 8주간의 프로그램을 실시하여 긍정적인 결과를 얻었다고 보고하였다.

이러한 배경하에 본 연구에서는 KTOP을 이용하여 과학교사가 좋은 과학수업을 위해 무엇이 중요하다고 인식하는지, 그러한 측면을 실제로 어느 정도 실행하고 있다고 생각하는지, 그리고 그러한 실행을 어렵게 하는 요인은 무엇이고, 그러한 요인을 해결하기 위한 방안은 무엇이라고 생각하는지를 조사하고자 하였다. 이에 구체적인 연구 목적을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 과학교사들은 좋은 과학수업을 위해 KTOP의 항목들이 중요하다고 생각하는가?

둘째, 과학교사들이 좋은 과학수업을 위해 중요하지만, 실행하기 어려워 실제 실행정도가 낮다고 한 KTOP 항목들은 무엇인가?

셋째, 두 번째 연구목적에서 나타난 측면들을 해결하기 위해 과학교사들은 어떤 해결방안들을 제안하는가?

II. 연구방법

1. 설문

과학교사를 대상으로 한 설문은 2단계로 실시되었다. 1차 설문은 KTOP의 30개 항목별로, 각 항목이 좋은 과학수업을 위해 중요하다고 생각하는지, 각 항목을 자신의 과학수업에서 잘 실행하고 있다고 생각하는지, 그리고 각 항목을 실행하는데 어려움의 정도가 어느 정도인지 리커트 척도(5점 척도)로 응답하도록 하였다. 이때 각 항목의 의미를 이해하는데 도움이 될 수 있도록 Figure 1과 같이 항목에 대한 정의와 함께 항목이 잘 실행된 수업 사례와 반례를 제시하였다. 1차

설문지의 오류를 점검하고, 설문지가 연구목적에 부합하는지, 그리고 응답자가 설문 목적에 맞게 응답할 수 있는지 등을 점검하기 위해 과학교육학 전문가 1명과 과학교사 5명이 참여하여 5회의 세미나와 5회의 사전 적용 과정을 거쳤다.

2차 설문은 1차 설문에서 좋은 과학수업을 위해 중요하지만, 실행하기 어려워 실행정도가 낮다고 응답한 항목을 추출하여, 실행의 어려움에 대한 구체적인 내용과 그러한 어려움을 해결하기 위한 방안을 서술형으로 응답하도록 하였다. 본 연구에서는 1차 설문을 분석한 결과, 13개 항목이 실행하기 어려운 주요 항목으로 추출되었고, 따라서 2차 설문은 13개 항목으로 구성되었다. 설문지는 각 항목별로 “(어렵다고 응답한) 항목과 관련된 어려움은 무엇입니까? 가능하다면 구체적인 예를 들어 설명해 주십시오”와 “응답한 어려움이 어떻게 하면 해결될 수 있겠습니까?”로 구성되어 있다. 2차 설문지의 경우에도 오류를 점검하고, 연구목적에 부합된 형식인지, 그리고 응답자가 설문 목적에 맞게 응답할 수 있는지 등을 점검하기 위해 과학교육 전문가 1인과 과학교사 5명이 5회의 세미나와 3회의 사전 적용 과정을 거쳤다.

2. 조사 대상

1차 설문에 참여한 교사는 총 63명의 중등 과학교사이다. 중학교 교사가 20명(32%), 고등학교 교사가 43명(68%)이며, 10년 미만의 경력교사는 28명(44%)이고 그 이상의 경력교사는 35명(56%)이었다. 전공별로 보면, 물리, 화학, 생명과학, 지구과학 분야별로 각각 12명(19%), 11명(18%), 25명(40%), 15명(24%)이었다.

2차 설문에 참여한 교사는 총 35명의 중등 과학교사이다. 중학교 교사가 12명(34%), 고등학교 교사가 23명(66%)이며, 10년 미만의 경력교사는 18명(51%)이고 그 이상의 경력교사는 17명(49%)이었다. 전공별로 보면, 물리, 화학, 생명과학, 지구과학 분야별로 각각 6명(17%), 6명(17%), 17명(49%), 6명(17%)이었다. 1차와 2차에 참여한 교사들은 모두 설문에 앞서 설문 응답에 자발적으로 동의한다고 응답하였다.

3. 자료 수집 및 분석

1차 설문(3개의 질문)에서 30개 항목에 대해 63명으로부터 얻은 총 정량적 응답수는 5,670개였다. 이 응답으로부터 KTOP 항목별로 중요도, 실행도, 어려움에 대해 순위를 정하였다. 그리고 이들 3 영역

[항목 1] 학생들이 학습에 능동적으로 참여하였다.	
정의	학생들이 교사의 강의를 수동적으로 듣기보다는 모둠별 활동, 발표, 토론, 게임 등의 다양한 활동을 하거나, 서로의 의견을 교환하고 발표하는 활동을 통해 수업에 적극적으로 참여하였다.
반례	<ul style="list-style-type: none"> 수업 대부분이 교사의 강의 중심으로 진행되었고, 교사의 단답식 질문에 답하는 활동과 노트 필기 이외의 수업 참여 활동은 거의 없었다. 실험 수업이나 모둠 활동에서 한 두 명의 학생이 주도적으로 활동을 진행하고, 나머지 학생들은 수동적으로 참여하거나 거의 참여하지 않는다.
예	<ul style="list-style-type: none"> 학생이 먼저 주요 결과를 예상하고, 시범을 관찰한 후, 관찰 결과를 학생들이 활동지에 적으면서 예상과 비교해 보면서 수업이 진행되었다. 관찰 현상에 대해서 왜 그러한 현상이 일어나는지를 교사가 일방적으로 설명하지 않고 학생들이 모둠별로 서로 의견교환을 하면서 이유를 찾아갔다.

Figure 1. Introduction of each item of KTOP used in the first survey

Table 1. Example of KTOP item-based analysis of descriptive responses in the 2nd survey

항목	어려움		
	대범주	중범주	내용
1.1 능동적 학습참여 (58)*	학생(28)	태도와 인식(21)	- 능동적 참여 비율이 높지 않음(6) - 학생의 학습에 대한 동기와 관심이 부족(5) - 발표나 의견 개진에 학생들이 가지는 불안감과 거부감(3) ... [생략]
		역량 부족(4)	- 학생들이 어려워하는 학습 내용(2) - 중학교 자유학년제에서 학습 준비가 부족하여 성취도가 낮음 - 매년 학생 수준의 변화(낮아짐)
	학생의 다양한 수준(3)	- 학생들의 수준이 다양(2) - 선행학습으로 (다 알고 있다고 여겨) 참여활동이 순조롭지 않음	
	교사(7)	수업 준비와 과정(7)	- 수업 준비 시간 등이 부족함 (3) - 수업 자료개발이 어려움 (2) ... [생략]
... [생략]			

* 괄호 안의 숫자는 응답수를 의미함.

간 상관관계를 알아보았다.

1차 설문결과를 분석하여, 중요하다고 생각하지만, 실행하기 어렵
워, 실행정도가 낮은 항목으로 13개 항목이 추출되었다. 2차 설문에서
13개 항목(2개 질문)에 대한 35명의 서술식 응답수는 총 650개였다.
이 중에서 응답하지 않거나 해결방안 또는 어려움이 없다는 응답 등
으로 분석에서 제외된 응답수는 72개였고, 따라서 실제 분석에 사용
된 응답수는 578개였다.

2차 설문에 대한 분석을 위해 먼저 응답내용을 요약하고, 공통적인
내용의 응답을 모아 대범주로 분류하였다. 대범주 안에서 다시 하위
공통점에 따라 중범주, 또는 소범주로 나누는 귀납적 방식으로 응답을
분류하였다. 이러한 방식의 구체적인 분석과정을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 좋은 과학수업을 위해 실제로 실행하기 어려운 이유에 대한
서술식 응답을 13개 응답별로 대범주와 중범주로 분류하고, 범주별
응답수와 비율을 구하였다. Table 1은 13개 응답 중의 하나인 항목
(1-1) ‘능동적 학습참여’에 대한 분석결과 예이다.

Table 1과 같은 분석 결과를 하나의 문장으로 요약하였다. 예를
들어, 항목 (1-1) ‘능동적 학습참여’의 분석결과는 “학생의 수동적인
태도와 인식이 가장 큰 어려움이며, 학생의 수준차이와 역량부족도
어려움의 원인이다. 그리고 수업 시수가 부족하여 진도를 위한 강의
식 수업이 이뤄지고, 능동적 참여를 위한 수업 준비와 과정이 어렵
고, 수능 위주의 입시제도 등으로 실행하기 어렵다”로 요약될 수

있었다.

둘째, 13개 항목에 대해 분석한 후, 다시 분석 결과를 범주별로
재정리하였다. 예를 들어, Table 1에서 나타난 ‘학생’ 범주는 다른
12개 KTOP 항목에서도 나타나, 이들 ‘학생’ 범주에 속한 내용들을
다시 모아 정리한 결과 예시는 Table 2와 같다. 그리고 Table 2의
‘학생’ 범주에 대한 분석 결과를 하나의 문장으로 다음과 같이 요약하
였다. “학생의 수동적 태도로 항목 실행의 어려움이 가장 크다. 그리
고 학생의 탐구 역량과 행동 역량도 부족하며, 낮은 성취도와 다양한
학생 수준으로 인해 지도에 어려움이 있다.”

셋째, 좋은 과학수업을 위한 어려움의 해결방안에 대한 서술식 응
답결과도 마찬가지로 Table 1과 Table 2와 동일한 방법으로 분석하였
다. 즉 먼저 항목별로 실행을 위한 해결방안을 분류하여 정리하고,
다시 범주별로 재정리하였다. 그리고 표의 결과를 하나의 문장으로
요약하였다.

예를 들어, 항목 (9-5) ‘탐구기능 지도’를 위해 과학교사들은 “교사
는 항목 실행의 중요성을 인식하고 실행 방식의 정교화, 구체적인
탐구활동 구상으로 수업 방법을 개선한다. 교육과정에 활동을 반영한
과목을 개설하는 등 내용 구성의 개선이 필요하다”고 응답을 요약할
수 있었다.

마찬가지로 범주별로 요약한 응답들 중, ‘교육과정’ 범주에 대한
응답을 다시 모아 정리한 내용은 다음과 같다. “(KTOP) 항목의 실행

Table 2. Example of category-based analysis of descriptive responses in the 2nd survey

대범주	범주		합계 (비율, %)
	중범주	소범주	
학생 215(37.20)*	태도와 인식	107(18.51)	학생 요구 2(0.35)
			수동적인 태도 89(15.40)
			심리적 요인 16(2.77)
	역량 부족	81(14.01)	낮은 성취도 28(4.84)
			탐구 역량 29(5.02)
			행동 역량 24(4.15)
학생의 다양한 수준	27(4.67)	다양한 수준 27(4.67)	

* 괄호 앞의 숫자는 응답수이고, 괄호 안의 숫자는 응답 비율을 의미함.

을 위해 교육과정상의 내용 축소 및 난이도 조절이 필요하다. 활동 시간 확보를 위해 과학 시수 확보 및 블록 타임제 운영이 요구된다. 국가수준에서 자료가 제공되거나 교과서에 활동이 포함되어 편성될 필요가 있다.”

III. 결과

1. KTOP 항목별 중요도(1차 설문 결과)

1차 설문에서는 먼저 KTOP의 각 항목이 좋은 과학수업을 위해 중요하다고 생각하는지를 물었다. 그 결과, 항목 8-3(학생들이 활동지, 게임, 역할극 등 다양한 학습 활동에 적극적으로 참여하였다, 응답평균 3.86)을 제외하고는 모두 중요하다고 응답(응답평균, 4.02~4.83)한 것으로 나타났다(전체 응답평균, 4.38).

좀 더 구체적으로, 중요하다고 응답한 상위 11개 항목을 보면 (Figure 2), 과학교사들이 좋은 과학수업을 위해 어떤 측면이 특히 중요하다고 생각하는지를 알 수 있다.

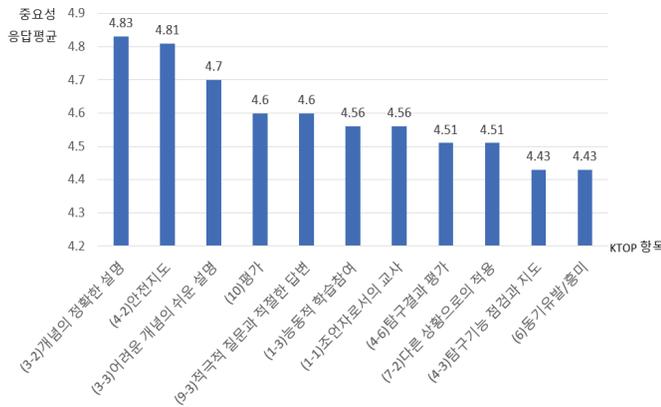


Figure 2. Top 11 KTOP items that science teachers thought were important for good science teaching

2. KTOP 항목별 실행 정도(1차 설문 결과)

KTOP의 각 항목을 일상적인 과학수업에서 얼마나 실행하고 있는지 물었을 때, 응답평균이 3.50으로 ‘그저 그렇다’와 ‘잘 실행하고 있다’의 중간 정도인 것으로 나타났다. 좀 더 구체적으로 과학교사들이 실제 수업에서 잘 실행하고 있다고 응답한 상위 10개 항목을 보면 Figure 3과 같다.

이 결과를 Figure 2와 비교해 보면, 7개 항목이 서로 겹치는 것으로 보아, 중요하다고 생각하는 항목들은 실제 실행정도도 높은 경향이 있다는 것을 알 수 있다. 이때 중요하다고 생각하지만, 실행정도가 상위 순위에 들어가지 못한 항목(즉 Figure 2에는 포함되어 있지만, Figure 3에는 포함되어 있지 않은 항목)이 있는데, 그것은 (1-3) 능동적 학습참여, (1-1)조언자로서의 교사, (4-6)탐구결과 평가, (7-2)다른 상황으로의 적용이었다. 따라서 이러한 항목에 대해서는 왜 중요하다고 인식하는데, 실행정도는 낮은지에 대한 이유 분석이 필요한데, 이에 대한 구체적인 분석은 2차 설문분석 결과에서 논의 될 것이다.

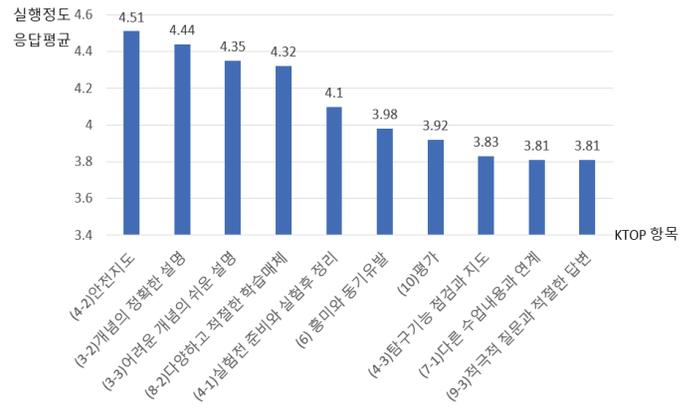


Figure 3. Top 10 KTOP items that science teachers said were highly implemented

그에 반해, Figure 4와 같이 잘 수행하지 못하고 있다고 응답한 하위 10개 항목을 보면, 과학교사들이 좋은 과학수업을 위해 실제 실행할 수 있도록 특별히 안내하고 격려해 줄 필요가 있는 측면이 무엇인지 알 수 있다. 즉 Figure 4의 결과는 좋은 과학수업을 위한 교사 연수를 계획할 때 참고할 수 있을 것이다.

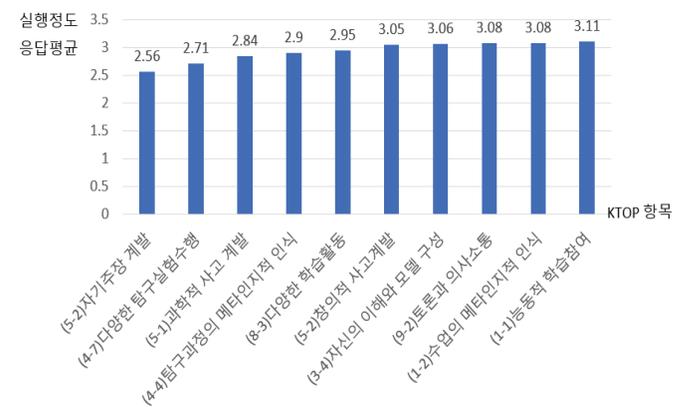


Figure 4. The bottom 10 KTOP items that science teachers said as having low implementation

3. 실행하기 어려운 항목(1차 설문 결과)

KTOP 항목별로 실제 수업에 실행하기 어려운 항목이 무엇인가에 대해 물었을 때, 응답평균은 3.14, 즉 보통으로 나타났다(3.0=그저 그렇다, 5.0=어렵지 않다). 좀 더 구체적으로, 실행하기 어렵다고 응답한 상위 10개 항목을 보면(Figure 5), 과학교사들이 좋은 과학수업을 위해 실제로 실행할 수 있도록 돕기 위한 항목이 무엇인지 알 수 있다. 이때 Figure 4의 결과와 비교해 보면, 실행정도가 낮다고 한 하위 10개 항목들 중 8개 항목이 Figure 5에 포함되어 있는 것으로 보아, 실행정도가 낮은 주요 요인이 실행하기 어렵기 때문이라고 추론할 수 있다. 이에 대한 구체적인 분석은 ‘4. 세 영역간 상관관계’에서 논의할 것이다.

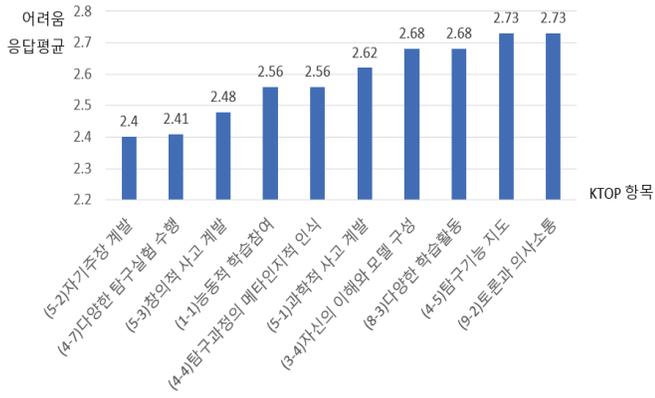


Figure 5. Top 10 KTOP items that science teachers said were difficult to implement

Table 3. Correlation between response types (n=1,890)

	중요도	실행정도	어려움
중요도	1	.495**	.277**
실행정도	.495**	1	.711**
어려움	.277**	.711**	1

**p < .01

4. 세 영역간 상관관계(1차 설문 결과)

좋은 과학수업을 위해 과학교사들이 중요하다고 생각하는 항목, 실제로 과학수업에서 실행하는 항목, 그리고 실행하기에 어렵다고 응답한 항목들간의 상관관계를 알아본 결과는 Table 3과 같다. 그 결과, 앞서 추론한 바와 같이 중요하다고 생각하는 항목은 실행정도도 높은 것으로 나타났고($\alpha=.495, p<.01$), 중요하다고 생각되는 항목은 어려움이 적다(어려움에 대한 응답의 경우 5점= ‘어렵지 않다’)고 응답하였다($\alpha=.277, p<.01$). 그리고 가장 강한 상관관계를 보인 것은 실행정도와 어려움과의 관계로, 어렵지 않은 경우에 실행정도가 높고, 어려운 경우에 실행정도가 낮은 것으로 나타났다($\alpha=.711, p<.01$).

Table 3의 결과에 의하면, 좋은 과학수업을 위해 KTOP 항목의 실행을 위해서는 각 항목들이 중요하다는 인식뿐 아니라, 각 항목의 실행에 어려움이 없어야 한다는 것을 확인할 수 있었다. 이때, 중요성에 대해서는 거의 모든 항목에 과학교사들이 중요하다고 생각하고 있었으므로, 실제 실행에 미치는 중요한 요인은 실제 실행하기에 어려움이 어느 정도인가라고 할 수 있다.

Figure 6은 어려움(응답평균, 3.14)과 실행정도(응답평균 3.50)에 대해 응답평균을 기준으로 나누어 다음 4가지 영역으로 나타낸 것이다: 어렵지 않아 실행정도가 높은 항목(1사분면), 어렵지만 실행정도가 높은 항목(2사분면), 어려워 실행정도가 낮은 항목(3사분면), 어렵지 않지만 실행정도가 낮은 항목(4사분면).

Figure 6에서 관심을 가질 필요가 있는 영역은 실행정도가 낮은 3사분면과 4사분면이다. 먼저 4사분면에 ‘중요하고 실행하기 어렵지 않은데 실행정도가 낮은 항목’으로 3개 항목이 있는데, 그것은 (2)과학의 본성 지도, (3-5)학생의 메타인지적 이해 확인, (8-1)활동지, 게임, 역할극 등 다양한 학습활동 제공으로 나타났다. 이러한 경우에는 교사가 수업에서 실현하는 데에는 특별히 어려움이 없지만, 교육과정에서 잘 다루지 않거나(과학의 본성 지도), 익숙하지 않아서(메타인지적 이해), 또는 편의에 의해 다양한 활동을 제공하지 않기 때문으로 추론해 볼 수 있다.

본 연구에서 특별히 관심을 가지는 영역은 3사분면에 위치한 ‘중요하지만, 실행하기 어려워, 실제 실행정도도 낮다’고 응답한 13개 항목들로, 구체적인 응답결과는 Table 4와 같다.

Table 4의 13개 항목에 대한 대체적인 특징을 보면, 학생이 자신의 학습 및 실험활동에 대해서 메타인지적인 인식을 하면서(1-2, 4-4), 그룹활동과 토론 및 논증 활동을 통해(9-1, 9-2, 5-2) 자신의 이해를 인식하고 변화 및 구성해 나가면서(3-1, 3-4) 능동적으로 수업에 참여(1-1)하도록 하는 것이 실행하기 어려워 실행정도가 낮았고, 또 다양한 탐구활동을 통해(4-7) 탐구기능을 기르고 탐구결과를 평가하며(4-5, 4-6), 나아가 과학적 사고와 창의적 사고를 기르도록(5-1, 5-3) 지도하는 것도 실행하기 어려워 실행정도가 낮은 것으로 나타났다.

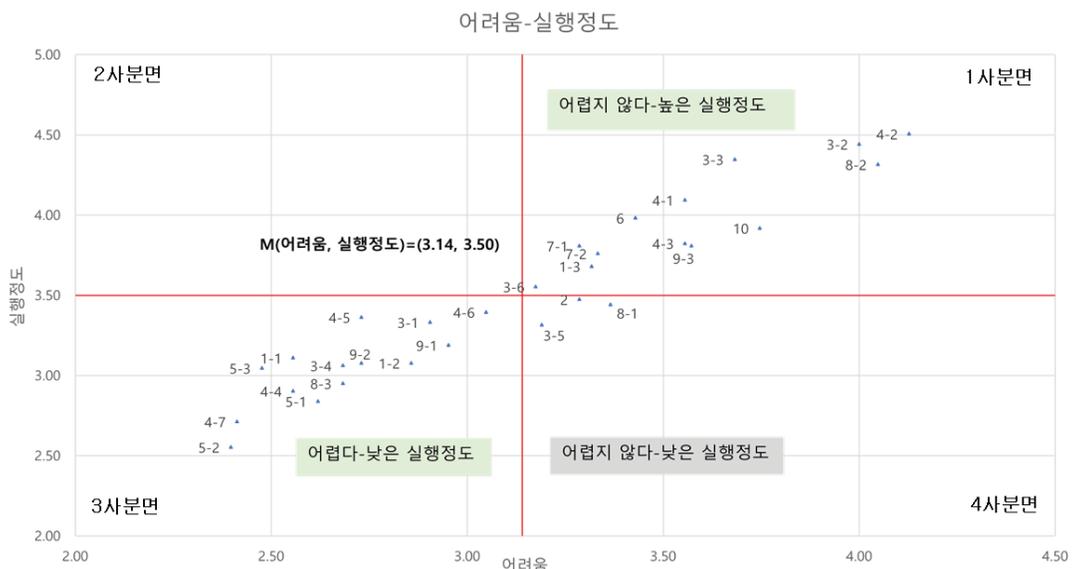


Figure 6. Classification of KTOP items according to difficulty and degree of implementation

Table 4. KTOP items that are important but have low implementation due to difficulty

범주		응답			
대범주	중범주	항목	중요도 M (SD)	실행정도 M (SD)	어려움 M (SD)
기본 철학	1. 구성주의	1-1 능동적 학습참여	4.56 (0.62)	3.11 (0.90)	2.56 (1.04)
		1-2 수업의 메타인지적 인식	4.25 (0.93)	3.08 (1.11)	2.86 (1.13)
목표	3. 개념이해	3-1 선행지식 반추 및 개념변화	4.25 (0.78)	3.33 (1.08)	2.90 (1.12)
		3-4 자신의 이해와 모델을 구성	4.25 (0.78)	3.06 (1.05)	2.68 (1.16)
	4. 탐구	4-4 탐구과정의 메타인지적 인식	4.33 (0.67)	2.90 (0.93)	2.56 (0.98)
		4-5 탐구기능 지도	4.38 (0.68)	3.37 (1.17)	2.73 (1.11)
		4-6 탐구결과의 평가	4.51 (0.67)	3.40 (1.06)	3.05 (1.14)
		4-7 다양한 탐구실험 수행	4.08 (0.90)	2.71 (1.10)	2.41 (1.06)
		5. 사고의 계발	5-1 과학적사고를 계발	4.19 (0.80)	2.84 (1.05)
5-2 논증 활동	4.02 (0.96)		2.56 (1.17)	2.40 (0.99)	
5-3 창의적 사고 계발	4.29 (0.92)		3.05 (1.13)	2.48 (1.12)	
활동	9. 협동과 의사소통	9-1 그룹 활동 통한 협력적 학습	4.19 (0.90)	3.19 (1.16)	2.95 (1.25)
		9-2 토론과 발표 통한 의사소통	4.32 (0.69)	3.08 (1.10)	2.73 (1.10)
평균			4.28 (0.14)	3.05 (0.24)	2.69 (0.20)

5. 실행하기 어려워 실행정도가 낮은 항목에 대한 이유(2차 설문 결과)

Table 4의 13개 항목에 대한 응답을 KTOP 항목별로 응답유형을 나누어 분석하였고, 다시 응답유형을 범주별로 모아서 분석하였다. 그 결과, 항목별 응답을 하나의 문장으로 요약할 수 있었다. 이를 통해, 과학교사가 중요하다고 생각하지만, 실행하기 어려워, 실행정도가 낮은 이유를 다음과 같이 KTOP의 13개 항목별로 정리할 수 있었다.

(1-1) 학생의 능동적 참여: 학생의 수동적인 태도와 인식이 가장 큰 어려움이며, 학생의 기초역량도 부족하다. 수업 시수가 부족하여 진도를 위한 강의식 수업이 이뤄진다. 능동적 참여를 위한 수업 준비와 과정이 어렵고, 수능 위주의 입시제도 등으로 실행하기 어렵다.

(1-2) 수업의 메타인지적 인식: 학생들의 소극적 태도로 인해 학생들이 자신의 인지 상태를 드러내게 하는 것이 어렵고, 수업 시수가 부족하여 진도를 위한 강의식 수업이 이뤄진다. 교사가 이러한 항목을 실행해야 할 필요성을 느끼지 못하는 경우도 있다. 그리고 학생의 역량 부족과 다양한 수준 등으로 실행하기 어렵다.

(3-1) 선행지식 반추 및 개념변화: 선행지식과 오개념을 확인하는 과정이 쉽지 않다. 학생의 소극적 태도로 학생으로부터 응답을 얻기 어렵고, 학생의 선개념 수준이 낮거나 인지 상태를 구체적으로 드러내지 못하는 등 학생 역량이 부족하기도 하다. 아울러 교사의 개념변화 모델에 대한 이해 부족 등 교사 역량도 부족하여 실행하지 못하는 경우가 있다.

(3-4) 자신의 이해와 모델을 구성: 학생의 수동적 태도와 인식, 수업 시수 부족으로 어려움을 겪으며, 이러한 활동을 위한 학생 역량이 부족하며 학생 수준이 다양하여 항목을 실행하기 힘들다.

(4-4) 탐구과정의 메타인지적 인식: 실행을 위한 수업 시간이 짧고, 실험 수업이 부족하다. 학생들의 기초 탐구기능 역량과 탐구에 대한 학생들의 흥미도 낮으며, 교육과정에는 철차 중심의 확인 실험이 주로 제시되어 있다.

(4-5) 탐구기능 지도: 학생들이 탐구기능 학습을 어려워하며 교육 과정에 이를 위한 내용 구성이 부족하고 시간표 구성상 수업 시간이 짧다. 교사가 항목을 소홀하게 다루기도 하고 지도를 위한 교사역량도 부족하다.

(4-6) 탐구결과의 평가: 학생들이 정답 지향적인 태도를 가지고 있으며, 낮은 탐구 역량으로 탐구결과 평가시 자신들의 잘못으로만 인식하기도 한다. 수업시간표 구성상 이러한 활동을 위한 시간이 짧고, 교육과정은 확인 실험 위주로 구성되어 있으며, 수업 준비와 과정이 어려워 교사가 실행을 못하는 경우가 있다.

(4-7) 다양한 탐구실험 수행: 교사는 다양한 유형의 탐구실험 준비와 수업과정을 어려워하고, 시수 부족으로 강의식 수업을 진행하게 되며 교육과정 또한 확인 실험 위주로 편성되어 있다. 실험 준비를 위한 예산 부족과 준비과정에 어려움도 있다.

(5-1) 과학적 사고 발달: 과학적 사고를 학생들이 어려워하고 교육 과정에 과학적 사고가 강조되어 있지 않으며, 이러한 활동을 위한 교과 시수도 많지 않다. 지도에 대한 필요성을 느끼지 못하는 교사도 있고, 필요한 지도역량도 부족하다.

(5-2) 논증 활동: 학생들은 자기주장 발표를 어려워하고 주장 계발을 위한 역량도 부족하다. 교사는 학생의 주장 계발 지도에 소극적이며 지도를 위한 수업 준비와 과정을 어렵게 느낀다.

(5-3) 창의적 사고 발달: 창의적 사고 발달을 위한 활동에 대해 교사의 이해가 낮고 지도 역량도 부족하며 활동에 필요한 기능을 갖추지 못하였다. 학생은 수동적이고 정답 지향적 태도 등을 가져 창의성 활동이 어렵다. 교육과정상 활동에 필요한 시간도 부족하다.

(9-1) 그룹 활동을 통한 협력적 학습: 그룹 활동에서 발생하는 무임승차 현상과 소수에 의한 수업 주도 현상 등의 어려움이 있고, 교사는 수업 준비와 과정에 어려움이 크다. 학생은 그룹 활동에 소극적인 태도를 보인다.

(9-2) 토론과 발표를 통한 의사소통: 학생들은 토론과 발표를 어려워하고 소극적인 태도를 보이며 토론 역량과 경험이 부족하고 다양한 수준을 보인다. 교사도 토론 지도역량이 부족하고 교육과정

상 수업시수가 부족하여 교사는 이 항목을 실행하지 않는 경우가 많다.

이와 같이 KTOP 항목별로 정리해보면, 항목별 어려움의 내용이 유사한 경우가 많이 있음을 볼 수 있다. 따라서 교사의 유사한 응답들을 모아, 학생, 교사, 교육과정, 외적요인, 평가의 영역으로 범주화하여 재구성한 결과는 Table 5와 같다. Table 5에 의하면, KTOP의 13개 항목에 대해서 실행하기 어려운 이유로 학생(37.2%)과 교사(32.2%) 그리고 교육과정 범주(22.3%)에 속한 내용이 비슷하게 많았고, 그 중에서 학생범주와 교사범주가 가장 높은 것으로 나타났다. 즉 과학 교사가 좋은 과학수업을 하는데 있어서의 가장 큰 어려움은 학생과 교사에게 있다는 인식을 보였다.

Table 5에서 학생과 교사 범주의 내용을 요약하면, 학생이 보다 기본적인 학업역량을 고르게 갖추고 학습에 대한 능동적인 태도와 인식을 가지는 것이 중요하며, 교사도 마찬가지로 좋은 과학수업 실행을 하고자 하는 태도와 인식을 갖고, 보다 전문적인 학습지도 역량을 갖추어 수업준비를 능동적으로 하는 것이 중요하다는 것을 알 수 있다.

6. 실행하기 어려워 실행정도가 낮은 항목을 위한 개선방안(2차 설문 결과)

2차 설문에서는 중요하지만, 실행하기 어려워 실행정도가 낮은 13개 항목의 개선방안에 대한 의견을 물었다. 이에 대한 응답을 분석하여 13개 항목별로 종합 정리한 결과는 다음과 같다. 이를 통해, 과학교사가 13개 항목에 대해 각각 어떠한 개선 의견을 제시했는지를 구체적으로 알 수 있었다.

(1-1) 능동적 학습 참여: 교사는 능동적 참여 활동을 위해 수업 방법을 개선하고 자료를 개발할 필요성이 있다. 과학 수업 시수를 확보하거나 항목 실행 방식과 횟수를 적정화하여 실행을 위한 시간적 여유를 확보하여야 한다. 아울러 교사는 학생 활동을 더 허용해 주고 학교에서는 자유로운 발표와 의사소통 문화 정착이 필요하다.

(1-2) 수업의 메타인지적 인식: 교사는 메타인지적 인식을 위한 구체적 활동을 구상하고, 수업 방식의 변화를 모색하며 활동지 개발과 개선 등을 해야 한다. 또, 이 실행의 중요성을 인식하여 실행 의지를 갖는 것도 중요하다.

(3-1) 선행지식 반추 및 개념변화: 학생들이 선행지식을 반추하도록 돕고, 오개념이 있는 경우 개념변화를 위해 교사가 구체적 활동이나 탐구활동을 구상하는 것을 포함하여 수업 방법을 개선하고 자료를 개발하는 것이 중요하다.

(3-4) 자신의 이해와 모델 구성: 교사는 구체적 활동이나 탐구 문제를 구상하고 수업 방식 및 구성에 변화를 모색하는 등, 수업 방법을 개선하고 자료를 개발하는 것이 중요하다. 아울러 교사는 허용적이고 개방적 태도를 가지도록 노력해야 한다. 또 적극적인 의사소통이 이뤄지는 학교 문화 개선도 필요하다.

(4-4) 탐구과정의 메타인지적 인식: 교사는 구체적 활동을 구상하고 수업 방식과 구성을 변화시키고 실행 방식을 정교화한다. 수업 방법을 개선하고 자료를 개발하고, 항목의 중요성을 인식하고 실행 의지를 가져야 한다. 교육과정에 항목에 관련된 실행을 반영하고, 자료를 교사에게 제공하며, 활동 시간의 여유를 위한 블록 타임제 도입 등 교육과정 개선도 필요하다.

(4-5) 탐구기능 지도: 교사는 항목 실행의 중요성을 인식하고 실행 방식을 정교화하고 구체적인 탐구활동을 구상하여 수업 방법을 개선한다. 교육과정에도 활동을 반영한 과목 개설 등 내용과 구성을 개선할 필요가 있다.

Table 5. Summary of the difficulty of implementing KTOP items by category

범주	어려움 내용 요약	응답유형별 빈도 (%)	
학생	학생의 수동적 태도로 실행의 어려움이 가장 크다. 탐구 역량과 행동 역량도 부족하며, 기초학력 부족과 다양한 학생 수준으로 지도에 어려움이 있다.	태도와 인식	107(18.5)
		역량부족	81(14.0)
		다양한 학생 수준	27(4.7)
교사	실행을 위한 수업 준비와 과정이 어렵다고 느껴 종종 교사가 실행하지 않는다. 실행 중 부작용으로 어려움을 겪기도 하며, 교사 자신의 역량 부족(수업 구성과 진행역량, 항목 이해역량)과 함께 실행에 대한 인식 부족 등 태도와 인식 문제도 있다.	태도와 인식	32(5.5)
		역량부족	37(6.4)
		수업준비과정	82(14.3)
		미실행	35(6.1)
교육과정	실행을 위한 과목 시수가 부족하여 진도 중심 수업으로 진행된다. 수업 시간 편성이 짧은 것도 어려움 중 하나이다. 교과서에 관련된 실행을 위한 활동 구성이 적다. 또한 교육과정의 내용도 항목을 실행하기에 적절하지 못한 못한 점이 있다.	시수부족	64(11.1)
		내용구성	34(5.9)
		시간표구성	31(5.4)
외적 요인	많은 수의 학생으로 실행하는데 어려움이 있다. 수능 중심 등 입시 위주의 교육 환경과 실험을 위한 예산 부족 등의 문제가 있으며, 사회변화, 업무 환경 등의 외적 요인도 어려움으로 작용하고 있다.	입시	8(1.4)
		사회변화	2(0.4)
		수업환경	13(2.3)
		업무환경	1(0.2)
		실험준비	8(1.4)
		코로나19	2(0.4)
평가	항목 실행에 평가는 항목 실행을 종종 방해하기도 한다. 또한 교사는 학생활동을 평가에 반영하기 어려워한다. 그렇다고 평가에 반영하지 않으면 학생 활동을 이끌기 어려운 딜레마를 겪는다.	평가의 특성	14(2.4)

(4-6) 탐구결과 평가: 교사는 탐구결과 평가의 중요성을 인식하고 실행하도록 노력하며, 학생 수준을 고려하는 등 수업 방법을 개선하고 자료를 개발해야 한다. 탐구 활동시 여유가 필요하므로 시수 확보, 블록 타임제 운영 등이 가능하도록 교육과정이 개선되어야 하며, 학교 수업에 대한 인식 변화(지식보다 배움으로 접근)도 필요하다.

(4-7) 다양한 탐구실험 수행: 교사는 다양한 탐구실험을 수행할 수 있도록 지도 방식의 정교화와 구체화 노력을 하고, 항목 실행의 중요성을 인식해야 하며, 연수 등을 통한 전문성 향상이 필요하다. 실험 관련 예산 확보 등 실험수업 인프라도 개선되어야 한다.

(5-1) 과학적 사고 발달: 과학적 사고를 계발하기 위해서는 과학사를 이용하는 등 수업 방법 개선 및 자료개발이 필요하고, 이를 위해 교사는 항목의 중요성을 인식하고 개선을 위해 노력하며 교사간 협력 강화 및 연수를 통해 전문성이 향상되어야 한다.

(5-2) 논증 활동: 학생들에게 자기주장을 할 수 있는 충분한 활동 시간을 제공하도록 교육과정이 재구성되고, 개선책 모색이 필요하다. 이를 위해 교사는 항목의 중요성을 인식하고 실행을 위해 노력하며 교육과정도 이를 반영하여 구성되어야 한다. 또 교사간 협력 및 연수가 필요하다.

(5-3) 창의적 사고 발달: 창의적 사고를 계발하기 위한 다양한 측면의 수업 방법 개선 및 자료개발이 필요하며 이를 위해 교사간 협력 및 연수가 필요하다. 이 항목의 중요성에 대한 교사의 인식과 함께 강한 실행 의지가 필요하다. 교육과정에 해당 내용이 잘 반영되어

자료가 보급되고, 허용적이고 개방적인 교사의 태도와 학교 문화 개선도 동반되어야 한다.

(9-1) 그룹 활동을 통한 협력적 학습: 교사는 그룹 편성 및 역할 분배의 구체화 방안을 마련해야 하며, 관계 및 정의적 요소를 고려한 학교와 수업 문화 개선, 그룹 활동을 평가에 반영하기 위한 구체적 방안 마련과 개선이 필요하다.

(9-2) 토론과 발표를 통한 의사소통: 교사는 의사소통이 활발히 일어나도록 충분한 활동 시간 제공, 지도 방식의 구체화, 의사소통 도구 활용, 학생 수준 고려 등 다양한 측면에서 수업 방법을 개선하며, 교실 안의 허용적이고 개방적인 분위기 조성이 필요하다.

위에서 KTOP 항목별로 정리된 교사의 의견들을 유사한 내용으로 모아 다시 교사, 교육과정, 정의적 요소, 외적 요인, 평가, 그리고 학생 범주로 범주화될 수 있었고, 각 범주별 응답분포는 Table 6과 같다.

Table 6의 내용을 Table 5와 비교해 보면, KTOP 항목을 실행하는데 있어서의 어려움은 학생과 교사, 그리고 교육과정에 대한 내용이 대부분이었으나, 이러한 어려움을 해결하기 위한 방안은 대부분 교사에 두었음을 알 수 있다. 오히려 학생을 통한 해결방안은 제일 적었다. 이로부터, 좋은 과학수업을 어렵게 하는 원인이 학생에게 있더라도 그러한 문제의 해결은 교사가 적극적으로 해야 한다는 인식이 강하다는 것을 알 수 있다. 앞선 분석과 마찬가지로 Table 6의 분석결과를 범주별로 하나의 문장으로 요약한 결과는 Table 7과 같다.

Table 6. Response by category of the solutions to difficulties in implementing KTOP items

		범주		합계 (%)
대범주	중범주	소범주		
교사	352(60.90)	수업 방법 개선 및 자료개발	교육과정 재구성 및 개선책 모색	163(28.20)
			수업 규칙과 도구	45(7.79)
			학생 수준 고려 및 동기유발	32(5.54)
			교사의 실행 의지와 중요성 인식	70(12.11)
			전문성 향상	24(4.15)
교육과정	101(17.47)	내용의 구성	수업 자료와 방법 공유	18(3.11)
			내용 및 난이도	29(5.02)
			교과서	9(1.56)
			시수 편성	29(5.02)
			시수 확보	24(4.15)
정의적 요소	59(10.21)	관계 및 상담	수업 시수 조정	5(0.87)
			자료를 제공	19(3.29)
			국가수준의 자료 제공	19(3.29)
			시간표 구성	15(2.60)
			시간표 구성	15(2.60)
외적 요인	33(5.71)	수업 환경	문화와 인식 개선	36(6.23)
			정의적 요소	44(7.61)
			분위기 조성	8(1.38)
			교사, 학생 관계 형성	9(1.56)
			상담 활동	6(1.04)
평가	21(3.63)	평가	수업 인프라	23(3.98)
			입시제도	7(1.21)
			업무 환경	2(0.35)
			행정업무	2(0.35)
			코로나19	1(0.17)
학생	12(2.08)	기초학력 및 기본소양 교육	코로나19	1(0.17)
			평가	21(3.63)
			평가	21(3.63)
		보충 학습	6(1.04)	
		문제력 및 말하기 교육 강화	6(1.04)	
합계				578(100)

Table 7. Summary of responses by category to the solutions to difficulties in implementing KTOP items

항목	해결방안 내용 요약
교사	교사는 교육과정 재구성 및 수업 개선책을 적극적으로 모색해야 한다. 이를 위해 교사는 KTOP 항목의 중요성을 인식하고 실행 의지를 갖추며, 구체적인 활동, 실행 방식 등을 수립한다.
교육과정	실행을 위해 교육과정상의 내용 축소 및 난이도 조절이 필요하다. 활동 시간 확보를 위해 과학 시수 확보 및 블록 타임제 운영이 요구된다. 국가수준에서 자료가 제공되거나 교과서에 활동이 반영될 필요가 있다.
정의적 요소	교사는 허용적이며 개방적 태도를 지닐 필요가 있으며, 수업을 참여를 통한 배움의 장으로 인식하는 변화가 필요하다. 이와 함께 교사와 학생, 학생들 간의 좋은 관계 유지를 위한 노력, 상담 및 생활 지도 강화가 필요하다.
외적 요인	실험실 환경 개선과 실험 예산 확보 등 탐구 수업을 위한 인프라가 확충되어야 한다. 입시제도의 개선, 행정업무 경감, COVID-19 상황 종료도 필요하다.
평가	활동을 평가하고 기록하는 방안 마련과 개선이 필요하다. 하지만 활동을 평가에 반영하는 것이 좋은지 아닌지는 딜레마 상황이다.
학생	학생들의 문해력 및 말하기 역량과 더불어 기초학력과 기본 소양 교육이 필요하다.

IV. 논의 및 결론

본 연구는 KTOP을 이용하여 좋은 과학수업을 위해 과학교사들이 어떠한 측면을 중요하다고 생각하는지, 좋은 과학수업을 위해 중요하다고 생각되는 측면을 얼마나 실행하고 있는지, 그리고 실행하기 어려워하는 측면은 무엇이고, 그러한 어려움을 해결하기 위한 방안은 무엇이라고 생각하는지를 조사하였다.

조사 결과, 좋은 과학수업을 위해 과학교사는 한 개의 KTOP 항목(8-3: 다양한 학습활동에 적극 참여, 응답 평균, 3.86)을 제외하고 29개의 모든 항목을 과학 수업에서 실행하는 것이 중요하다고 인식하고 있었다(응답 평균, 4.38). 이는 앞서 48명의 중등과학교사를 대상으로 KTOP 항목이 좋은 과학수업을 위해 중요하다고 생각하는 지에 대해 조사한 연구에서(Park et al., 2014) 5점 척도에 대한 응답평균이 4.4로 나온 결과와 거의 일치하였다. 그리고 이 경우에는 모든 항목에 대한 응답평균이 4.0 이상이었다. 본 연구에서는 8-3 항목의 응답평균이 가장 낮았는데, 응답 평균이 3.86으로 나타나 이전의 연구결과와 큰 차이는 아니었다.

그리고 KTOP 항목에 대해서 실제 실행 정도는 보통보다 약간 높은 정도라고 응답하였고(응답 평균, 3.50), 실행하기 어려운 정도도 보통 정도라고 응답하였다(응답 평균, 3.14). 이때 좋은 과학수업을 위해 중요하다고 생각하는 측면들은 실제 수업에서도 실행정도가 높을 것으로 예상할 수 있지만, 실제 실행에 있어서는 여러 가지 어려움이 있을 수 있고, 따라서 실행정도도 중요하다고 생각하는 만큼 높지 않다는 것을 알 수 있었다.

이러한 해석은 중요도와 실행정도 및 어려움 정도에 대한 응답 간 상관관계 분석을 통해서도 확인할 수 있었다. 즉, 중요하다는 인식과 실행정도는 높은 유의미한 상관관계를 보였고($\alpha=.495, p < .01$), 어렵다고 인식하는 경우에는 실행정도가 낮은 경향을 강하게 보였다($\alpha=.711, p < .01$).

좋은 과학수업을 위해 중요하다고 응답한 29개 KTOP 항목 중에서, 특히 실행하기 어려워 실행정도가 낮다고 응답한 13개 항목을 추출할 수 있었다. 이들 13개 항목들의 내용을 요약해 보면, 학습에 대한 메타인지적 인식과 그룹활동과 토론 및 논증 활동을 통해 학습에 능동적으로 참여하고, 어려운 개념을 정확하고 설명하여 학생들이 자신의 이해를 인식하고 구성하며 과학적 사고와 창의적 사고를 계발해 나가는 측면, 그리고 실험에 대한 메타인지적 인식과 다양한 유형의 탐구활동을 통해 탐구기능을 계발해 나가는 측면들이 실행하기

어려워 실제 실행정도가 낮다는 것을 알 수 있었다.

이러한 연구결과는 과학교사의 전문성 발달을 위해 어떠한 측면에 관심을 가질 필요가 있는지를 안내해 준다. 예를 들어, 메타인지적 인식을 통해 학생들이 자신의 이해를 인식하고 구성하는 측면은 많은 연구에서 강조되어 왔지만(e.g., Zohar & Barzilai, 2013), 우리나라 과학교육에서는 비교적 적게 논의되어 왔다. 예를 들어, 기초적인 분석이지만 ERIC에서 키워드를 metacognition과 source: "science education"으로 검색해 보면 385편의 논문이 있지만, 한국과학교육학회지 논문 제목에 '메타인지'가 포함된 연구는 5편에 불과해, 우리나라 과학교육 환경에서 이에 대한 연구와 확산에 관심을 가질 필요가 있다는 것을 알 수 있다.

그에 반해 '창의'가 과학교육학회지 논문제목에 포함된 경우는 총 48건으로 상대적으로 많았다. 이러한 경우에는 과학적 창의성에 대한 연구가 상대적으로 많이 수행되었지만, 창의적 사고 계발을 위한 수업의 실행정도가 낮은 이유가 학교 현장에서 창의성을 지도하는데 있어서의 실제적인 어려움 때문이라고 예상할 수 있다. 실제로 응답을 살펴보면, 이 항목을 실행하기 어려운 이유로 교사의 역량부족(21%)과 태도 및 인식부족(15%), 그리고, 교육과정 상의 시수부족(15%) 등이 있었다. 따라서 창의적 사고 계발을 위한 수업을 이해서는, 교육과정 상에 창의성 지도를 위한 시간확보가 필요하고, 교사의 인식과 역량 계발에 관심을 가질 필요가 있다는 것을 알 수 있었다.

이 외에도 본 연구에서는 13개 항목별로 구체적으로 실행하기 어려운 이유들을 분석하였다. 이러한 어려움을 다시 특성에 따라 분류해 본 결과, 과학교사들은 학생(37.2%), 교사(32.2%), 교육과정(22.3%), 외적 요인(5.9%), 평가(2.4%)의 5개 영역에서 그 이유를 제시하였다. 즉 과학교사들은 좋은 과학수업을 위해 학생과 교사, 그리고 교육과정 범주를 거의 비슷하게 어려운 요인으로 생각하고 있었다. 좀 더 구체적으로 보면, 학생의 수준이 다양하고, 능동적인 학습을 위한 태도와 인식, 그리고 필요한 기초 역량이 부족해서 좋은 과학수업을 하는데 어렵다고 하였고, 교사는 좋은 과학수업에 대한 인식과 역량 부족, 그리고 수업준비 과정의 부담을 어려움으로 들었다. 교육과정 측면에서 보면, 주어진 시간표에 따라 한정된 시간 안에 주어진 내용을 지도하는 것이 다양한 교육적 실행을 하는데 어려움을 주는 것으로 판단하였다.

흔히 좋은 과학수업을 하기 어려운 이유로 외적인 요인(예를 들어, 입시나 수업 환경 등)을 많이 언급한 경우가 많다. 예를 들면, 교사의 수업설계와 협력에 필요한 시간 부족, 어려운 작업조건과 환경, 그리

고 국가나 교육청 주도의 의무적인 평가 등을 과학수업의 변화를 방해하는 요인으로 언급하기도 한다(Davis, 2003). 그러나 본 연구에서는 좋은 과학수업을 어렵게 하는 외적인 요인이 5.9%로 응답율이 매우 낮은 점이 흥미로운 결과 중의 하나라고 할 수 있다.

즉 위의 13개 항목을 보다 잘 실행하기 위한 해결방안에 대해, 과학 교사들은 주로 교사 범주, 즉 자신들에게서 해결방안을 찾고자 하였다(60.9%). 이 외에 교육과정(17.5%), 정의적 요소(10.2%), 외적 요인(5.7%), 평가(3.6%), 학생(2.1%)을 통한 해결방안을 제시하고 있었지만 교사범주에 비해 상대적으로 매우 적었다. 교사 범주의 내용을 요약하면, 실행하기 어려운 항목을 실행할 수 있기 위해 과학교사들은 좋은 과학수업에 대한 이해를 바탕으로 보다 적극적인 의지를 가지고 구체적인 방안을 수립하여 실천할 필요가 있다고 하였다. 이와 같이 좋은 과학수업을 위해 교사가 중심이 되어야 한다는 관점은 긍정적인 인식이라고 평가된다. 왜냐하면, 많은 연구자들이 교육의 변화와 혁신은 결국 교사로부터 일어난다고 강조해 왔기 때문이다(e.g., Barber & Mourshed, 2007; Wilson, 2013). 예를 들어, Adey(2004)는 과학교육 개선의 궁극적인 목표는 학생의 긍정적인 발달인데, 이는 교실에서의 과학교사의 실행 변화와 개선을 통해 가능하므로, 과학교사의 전문성 발달이 중요하다고 강조한 바 있다. 따라서, 본 연구결과에 의하면 좋은 과학수업을 위한 변화와 개선을 위해 과학교사를 위한 안내와 역량 강화 및 구체적인 지원에 초점을 맞출 필요가 있다고 하겠다.

본 연구는 과학교사의 학습과 지도에 대한 인식이 실제 학습지도에 중요한 역할을 할 수 있다고 가정하였다. 따라서 이러한 가정에 대한 실제적인 검증 연구가 필요할 것이다. 예를 들어, 교사 인식의 유형에 따라 실제 수업의 개선노력에 어떠한 차이가 있는지를 보는 연구가 필요할 수 있다. 또는 교사의 인식 변화를 위한 노력이 실제 수업 실행에서의 변화에 영향을 주는 지를 알아보기 위한 연구도 필요할 것이다. 물론, 이러한 과정에서 인식과 실행의 관계가 선형적이고 일방적이기만은 아닐 것이다. 즉 인식으로부터 실행으로의 방향도 있지만, 반대방향도 있을 수 있다. 즉 실제 실행에서의 변화가 가능하도록 도왔을 때, 인식의 변화가 일어나는지에 대한 연구도 가능할 것이다.

국문요약

본 연구는 좋은 과학수업에 대한 과학교사의 인식을 알아보기 위해 수행되었다. 이를 위해 과학수업을 관찰하고 개선하기 위한 목적으로 개발된 KTOP(Korean Teaching Observation Protocol)을 이용하여, 1차로 KTOP의 각 항목들이 좋은 과학수업을 위해 중요하다고 생각하는지, 어느 정도로 실행하고 있는지, 그리고 어느 정도로 실행하기 어렵다고 생각하는지를 조사하였고, 2차로 실행하기 어려운 KTOP 항목들에 대한 이유와 해결 방안은 무엇이라고 생각하는지를 조사하였다. 1차로 63명과 2차로 35명의 과학교사로부터 얻은 응답은 응답의 특성에 따라 유형별로 분류하고, 분류한 내용을 요약하여 그 특징을 논의하였다. 그 결과, 과학교사들은 1개의 항목을 제외한 KTOP의 모든 항목들이 좋은 과학수업을 위해 중요하다고 응답하였으나, 실행하기 어려운 경우에는 실행정도가 낮은 것으로 나타났다. 중요하지만 실행하기 어려워 실행정도가 상대적으로 낮은 것으로 나타난 13개

KTOP 항목에 대해서는 그 이유를 학생과 교사에게 있는 것으로 많이(69%) 응답하였으나, 어려움에 대한 해결방안은 교사에게서 찾아보려는 응답(60%)이 가장 많았다. 이로부터 좋은 과학수업을 위해서는 외적인 환경보다는 교사들에 대한 이해와 지원, 역량 강화 등이 중요하다는 것을 알 수 있었다. 본 연구 결과가 과학수업에 대한 교사의 어려움을 구체적으로 이해하고, 어려움을 해결하기 위해 실제에 기반한 노력에 기여할 수 있기를 바란다.

주제어 : 과학교사의 인식, 교사의 어려움, 수업 관찰틀, 좋은 과학학습지도

References

- Adey, P. (2004). *The professional development of teacher' practice and theory*. Kluwer Academic.
- Akerson, V. L., Carter, I., Pongsanon, K., & Nargund-Joshi, V. (2019). Teaching and learning nature of science in elementary classrooms: Research-based strategies for practical implementation. *Science & Education, 28*, 391-411.
- Allchin, D., Andersen, H. M., & Nielsen, K. (2014). Complementary approaches to teaching nature of science: integrating student inquiry, historical cases, and contemporary cases in classroom practice. *Science Education, 98*(3), 461-486.
- Barber, M., & Mourshed, M. (2007). *How the world's best-performing school systems come out on top*. McKinsey & Company.
- Blanchard, M. R., Southerland, S. A., Osborne, J. W., Sampson, V. D., Annetta, L. A., & Granger, E. M. (2010). Is inquiry possible in light of accountability?: A quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. *Science Education, 94*, 577-616.
- Bouwma-Gearhart, J. (2012). Science faculty improving teaching practice: Identifying needs and finding meaningful professional development. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education, 24*(2), 180-188.
- Clotfelter, C. T., Ladd, H. F., & Vigdor, J. L. (2007). Teacher credentials and student achievement in high school: A cross-subject analysis with student fixed effects. *Economics of Education Review, 26*(6), 673-782.
- Davis, K. S. (2003). "Change is hard": What science teachers are telling us about reform and teacher learning of innovative practices. *Science Education, 87*(1), 3-30.
- Flora, D.B., & Panter, A.T. (1999). *Technical report: Analysis of the psychometric structure of the LSC surveys*. L.L. Thurstone Psychometric Lab.
- Grossman, P., Compton, C., Igra, D., Ronfelt, M., Shahan, E., & Williamson, P. (2009). Teaching practice: A cross-professional perspective. *Teachers College Record, 111*(9), 2055-2100.
- Grossman, P., Hammerness, K., & McDonald, M. (2009). Redefining teaching, re-imagining teacher education. *Teachers and Teaching: Theory and Practice, 15*(2), 273-289.
- Ha, H. (2014). Critical discussion on practice turn in social theory: Focusing on Anthony Giddens and Pierre Bourdieu. *Korean Journal of Sociology, 48*(1), 205-233.
- Hoban, G. F. (2005). Developing a multi-linked conceptual framework for teacher education design. In G. F. Hoban (Ed.), *The missing links in teacher education design: Developing a multi-linked conceptual framework*. Springer.
- Jeong, J.-S., Park, J., Park, J., Kim, Y., & Park, Y.-S. (2014). Developing and applying in-service program for spreading the practical on-site cooperation model(POCoM). *Journal of the Korean Association for Science Education, 34*(3), 261-272.
- Joram, E., & Gabriele, A. J. (1998). Preservice teachers' prior beliefs: Transforming obstacles into opportunities. *Teaching and Teacher Education, 14*(2), 175-191.
- Kang, J., & Jhun, Y. (2019). A comparison of viewpoints on the good lesson between elementary school pre-service teachers and experienced teachers. *Journal of Korean Elementary Science Education, 38*(1), 31-42.
- Kang, N.-H., & Park, Y. (2010). Identification of instructional components to increase students' interest and creativity in American science classrooms. *Journal of Science Education (Kyoungpook National University), 34*(2), 421-431.

- Kellner, E., Gullberg, A., Attorps, I., Thorén, I., & Tärneberg, R. (2011). Prospective teachers' initial conceptions about pupils' difficulties in science and mathematics: A potential resource in teacher education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9, 843-866.
- Kemp, E. K., Tzou, C. T., Reiser, B. J., & Spillane, J. P. (2002). Managing dilemmas in inquiry science teaching. In P. Bell, R. Stevens, & T. Satwicz (Eds.), *Keeping learning complex: The Proceedings of the fifth international conference of the learning sciences (ICLS)* (pp. 206-213). Lawrence Erlbaum.
- Kennedy, M. M. (2010). Against boldness. *Journal of Teacher Education*, 61(1-2), 16-20.
- KICE (Korea Institute for Curriculum and Evaluation). (2006). *Class evaluation manual: Science class evaluation standard*. Research Report, 2006-24-7.
- Kim S., & Park, J. (2017). Application of the KTOP(Korean Teaching Observation Protocol) for observing and improving science teaching in teaching practicum. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(6), 961-970.
- Kloser, M. (2014). Identifying a core set of science teaching practices: A delphi expert panel approach. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(9), 1185-1217.
- Korthagen, F. A. J., & Kessels, J. P. A. M. (1999). Linking theory and practice: Changing the pedagogy of teacher education. *Educational Researcher*, 28(4), 4-17.
- Korthagen, F. A. J. (2004). In search of the essence of a good teacher: Towards a more holistic approach in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 20(1), 77-97.
- Kwak, Y. -S. (2003). Case study of science classroom analysis. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 23(5), 484-493.
- Lampert, M. (1985). How do teachers manage to teach? Perspectives on problems in practice. *Harvard Educational Review*, 55(2), 178-195.
- Lampert, M. (1995). Managing the tensions in connecting students' inquiry with learning mathematics in school. In D. N. Perkins, J. L. Schwartz, M. M. West & M. S. Wiske (Eds.), *Software goes to school: Teaching for understanding with new technologies* (pp. 213-232). Oxford University Press.
- Lee, B. (2016). Secondary science teachers' concepts of good science teaching. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(1), 103-112.
- Linn, R. L. (2000). Assessments and accountability. *Educational Researcher*, 29(2), 4-16.
- Mostafa, T., Echazarra, A., & Guillou, H. (2018). The science of teaching science: An exploration of science teaching practices in PISA 2015, OECD Education Working Papers, No. 188, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/f5bd9e57-en>
- NRC (1996). *National science education standards*. National Academy Press.
- Park, J., Kim, Y., Heong, J. -S., Park, Y. -S., Park, J. (2017). Expansive application of the POCOM(Practical On-site Cooperation Model) for practical improvement of science teaching. *Journal of Science Education (Kyungpook National University)*, 41(3), 365-381.
- Park, J., Kim, Y., Park, J., Jeong, J-S., & Park, Y-S. (2016). Korean science teachers' perceptions and actual usage of educational theories and teaching strategies in their teaching. *Journal of Baltic Science Education*, 15(4), 411-423.
- Park, J., Kim, Y., Park, Y-S., Park, J., & Jeong, J-S. (2015). Development and application of the practical on-site cooperation model(POCoM) for improving science teaching in secondary schools. *Journal of Baltic Science Education*, 14(1), 45-63.
- Park, J., Park, Y-S., Kim, Y., Park, J., & Jeong, J-S. (2014). The development of the Korean teaching observation protocol(KTOP) for improving science teaching and learning. *Journal of Baltic Science Education*, 13(2), 259-275.
- Piburn, M., & Sawada, D. (2000). *Reformed teaching observation protocol(RTOP) reference manual*, ACEPT Technical Report No. IN00-3. Arizona Collaborative for Excellence in the Preparation of Teachers.
- Roth, K., & Garnier, H. (2007). What science teaching looks like: An international perspective. *Educational Leadership*, 64(4), 16-23.
- Rouse, J. (2007). Social practices and normativity. *Philosophy of the Social Sciences*, 37(1), 46-56.
- Sawada, D., Piburn, M. D., Judson, E., Turley, J., Falconer, K., Benford, R., & Bloom, I. (2002). Measuring reform practices in science and mathematics classrooms: The reformed teaching observation protocol. *School Science and Mathematics*, 102(6), 245-253.
- Singer, J., Lotter, C., Feller, R., & Gates, H. (2011). Exploring a model of situated professional development: Impact on classroom practice. *Journal of Science Teacher Education*, 22(3), 203-227.
- Supovitz, J. A., & Turner, H. M. (2000). The effects of professional development on science teaching practices and classroom culture. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 963-980.
- Turner, S. (1994). *The social theory of practices*. University of Chicago Press.
- Wainwright, C. L., Flick, L., & Morrell, P. (2003). The development of instruments for assessment for instructional practices in standards-based teaching. *The Journal of Mathematics and Science: Collaborative Explorations*, 6, 21-46.
- Weinburgh, M. (2003). Confronting and changing middle school teachers' perceptions of scientific methodology. *School Science and Mathematics*, 103(5), 222-232.
- Wilson, S. M. (2013). Professional development for science teachers. *Science*, 340(6130), 310-313.
- Windschitl, M., Thomson, J., Braaten, M., & Stroupe, D. (2012). Proposing a core set of instructional practices and tools for teachers of science. *Science Education*, 96(5), 878-903.
- Yoon, H-G. (2008). Elementary teachers' dilemmas of teaching science practical work. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 27(2), 102-116.
- Zion, M., Cohen, S., & Amir, R. (2007). The spectrum of dynamic inquiry teaching practices. *Research in Science Education*, 37(4), 423-447.
- Zohar, A., & Barzilai, S. (2013). A review of research on metacognition in science education: Current and future directions. *Studies in Science Education*, 49(2), 121-169.

저자정보

김학태(광주광역시 창의융합교육원 교육연구사)
박종원(전남대학교 교수)

[부록] KTOP

항목		내용
기본철학	1. 구성주의	1-1. 학생들이 학습에 능동적으로 참여하였다.
		1-2. 학생들이 학습목표와 수업과정, 학습결과를 메타인지적으로 인식하도록 하였다.
		1-3. 교사는 학생 활동을 돕는 조연자 역할을 하였다.
목표	2. 과학의 본성	2. 학생들이 과학의 본성을 이해하도록 도왔다.
		3-1. 학생들이 자신의 선행지식을 반추하도록 돕고, 오개념이 있는 경우에는 개념변화 모델을 활용하였다.
	3. 개념이해	3-2. 핵심적인/주요 개념을 올바르게 정확하게 설명하였다.
		3-3. 어려운 개념과 추상적 개념(기호, 그래프, 등)을 쉽게 이해할 수 있도록 하였다.
		3-4. 학생들이 능동적으로 탐색하고 추론하여 자신의 이해와 모델을 구성해 나가는 활동을 하였다.
		3-5. 학생들이 자신, 또는 다른 학생의 이해를 메타인지적으로 인식하도록 하였다.
4. 탐구	3-6. 학생들이 기본적으로 이해한 개념을 보다 복잡하고 넓은 상황으로 확장할 수 있도록 하였다.	
	4-1. 실험에 필요한 준비가 잘 되었고, 실험 후 정리 활동이 잘 되었다.	
	4-2. 실험 시작 전과 수행 과정 중, 중요한 안전지도가 잘 이루어졌다.	
	4-3. 학생들이 사전에 습득하고 있는 탐구기능을 점검하고, 필요한 경우 잘못된 탐구기능을 바로 잡기 위한 지도가 이루어졌다.	
	4-4. 학생들이 실험을 기계적으로 따라하기보다는 탐구과정을 메타인지적으로 인식하도록 하였다.	
	4-5. 필요한 경우, 탐구기능(관찰, 변인통제, 가설설정, 실험설계, 표와 그래프 작성 등)을 익히기 위한 지도가 이루어졌다.	
	4-6. 탐구결과를 목표나 가설이나 예측과 비교하여 평가하거나, 탐구결과에서 나타난 오류의 원인을 추론하는 활동을 하였다.	
5. 사고의 계발	4-7. 학생들이 다양한 유형의 탐구실험(가설 검증 실험, 귀납적으로 법칙/규칙성 찾기 실험 등)을 수행하였다.	
	5-1. 학생들이 과학적 사고(연역, 귀납, 귀추 등)를 계발하도록 격려했다.	
	5-2. 학생들이 (지지)증거를 이용한 논증과 토의를 통해 자신의 주장을 계발하도록 하였다.	
6. 동기유발/흥미	5-3. 학생들이 다양한 활동을 통해 창의적 사고를 계발하도록 격려했다.	
	6. 적절한 방법을 활용하여 흥미와 동기를 유발시켰다.	
	7. 연관성	7-1. 다른 수업이나 다른 과목에서 배운 내용들과 연계하여 지도하였다.
7-2. 학생들이 수업내용을 다양한 상황(일상생활, 기술/공학, 환경적 상황 등)에 적용하고 연관시켰다.		
8. 학습전략/매체 활용		8-1. 비유, 개념도 등과 같은 다양하고 적절한 수업전략들을 활용하였다.
	8-2. 컴퓨터, 그림, 그래프, 동영상, 시범 등 다양하고 적절한 학습매체를 활용하였다.	
	8-3. 학생들이 활동지, 게임, 역할극 등 다양한 학습활동에 적극적으로 참여하였다.	
9. 협동과 의사소통	9-1. 학생들이 그룹 활동을 통해 협력적으로 학습하도록 격려했다.	
	9-2. 토론과 발표 등을 통해 학생과 교사간, 학생간 의사소통이 활발하게 일어났다.	
	9-3. 학생들이 적극적으로 질문하고 답하며, 교사는 학생의 질문에 적절하여 답변해 주었다.	
평가	10. 평가	10. 학습목표와 연관된 적절한 평가를 수행하였다.