

초등교사들의 과학철학교육에 대한 인식 조사

강은주 · 김지나[†]

Elementary School Teachers' Perceptions of Philosophy of Science Education

Kang, Eunju · Kim, Jina[†]

국문 초록

본 연구에서는 광역시 및 도소재의 초등교사 150명을 대상으로 과학철학교육에 대한 인식을 조사하였다. 과학철학교육에 대한 인식 조사 문항은 과학철학에 대한 관심과 경험, 과학철학의 활용이 어려운 이유, 과학철학을 과학교육에 도입할 수 있는 방안, 과학교육에서 과학철학 활용의 기대 효과에 대한 내용을 바탕으로 5점 Likert 척도로 구성하였다. 조사 결과, 과학철학의 관심과 필요성에 대한 초등교사들의 인식은 대체로 높은 것으로 나타난 반면, 과학철학의 학습 및 지도 경험은 적은 것으로 나타났다. 또한, 과학철학 활용이 어려운 이유에 대해 교사들은 교사 연수와 교수 학습 방법 개발이 부족하다고 응답하였다. 과학교육에서 과학철학을 도입하는 방안으로 개념 학습 및 탐구 방법과 병행하는 것이 필요하다고 생각하고 있었으며, 과학철학 활용의 기대 효과에 대한 초등교사의 인식은 전반적으로 높았다. 본 연구 결과는 초등과학교육에서의 과학철학 도입 방향에 대한 기초적인 자료를 제공한다는 점에서 의의를 찾을 수 있다.

주제어: 과학철학교육, 인식 조사, 초등교사

ABSTRACT

This study investigated the perception of science philosophy education targeting 150 elementary school teachers in metropolitan cities and provinces. The questionnaire survey on the perception of the philosophy of science education was composed of a 5-point Likert scale based on the interest and experience of the philosophy of science, the reason for difficulty in using it, and the introduction method, the expected effect. As a result of the survey, elementary school teachers' awareness of the interest and necessity of the philosophy of science was generally high, while the experience of learning and teaching the philosophy of science was low. In addition, to the reason why it was difficult to utilize the philosophy of science, teachers answered that there was insufficient teacher training and development of teaching and learning methods. As a way to introduce the philosophy of science in science education, it was thought that it was necessary to combine the concept learning and inquiry method, and elementary school teachers' perception of the expected effect of using the philosophy of science was generally high. The results of this study are meaningful in that they provide basic data on the direction of the introduction of the philosophy of science in elementary science education.

Key words: philosophy of science education, perception survey, elementary school teacher

I. 서 론

4차 산업혁명 시대를 살아가고 있는 현대사회는

급격한 변화를 맞이하고 있으며, 미래사회는 복잡하고 다양한 문제가 지속적으로 야기될 것이다 (OECD, 2018). 이에 따라 미래사회에 필요한 인재

상과 과학교육에도 변화가 진행되고 있다. 차세대 과학표준(NGSS, 2013)은 지식습득이 아닌 문제 해결 중심의 미래사회가 요구하는 역량에 초점을 두고 있으며, 2015 개정 교육과정에도 과학적 소양을 강조하고 있다(MOE, 2015). 과학적 소양은 포괄적인 과학교육의 목표로 오래전부터 거론되었으며(Millar, 2006), 21세기에 들어서면서 과학과 현대사회 관계가 다원화됨에 따라 과학 관련 사회 문제의 이해와 의사결정과 관련하여 그 의미가 지속적으로 확대되어 왔다(Lee, 2009). Song *et al.* (2019)은 과학적 소양을 과학과 관련된 역량과 지식을 갖추고, 개인과 사회의 문제해결에 민주시민으로서 참여하고 실천하는 태도와 능력이라고 정의하고, 과학교육의 범위는 학교뿐만 아니라, 학교 밖까지 확장될 수 있음을 제시하였다. 이는 다양한 문제가 야기되는 미래사회에서 과학적 소양의 중요성이 증가할 수밖에 없으며(Lee *et al.*, 2019), 과학교육이 과학뿐만 아니라, 과학, 기술, 사회의 상호작용과 철학적 고찰이 중요해지고 있음을 시사한다(Matthews, 1994, 1998). 최근 들어 중요한 화두가 되고 있는 인공지능, 기후변화 등 과학기술 관련 쟁점들을 볼 때, 과학기술의 생성 과정을 이해하고, 그 과정에 개입할 수 있는 능력은 현대사회를 살아가는 사람들에게 필요한 교양이 되고 있다(Seo, 2019). 이러한 과학적 소양을 기르기 위해서 과학의 본성을 우선적으로 이해할 필요할 필요가 있다(AAAS, 1993; NRC, 1996). 과학의 본성은 과학이 무엇이고 어떻게 구성되고 변화되어 왔으며, 어떠한 속성과 가치를 지니는지에 대한 총체적 이해로, 과학철학, 과학사, 과학사회학, 과학심리학을 공유하고 있다. 이 중 과학철학은 과학의 본성에서 가장 넓은 부분을 차지하고 있다(McComas & Olson, 1998). 이는 과학철학이 과학의 방법이나 과학적 인식의 기초에 대한 철학 탐구이며, 자연 과학의 성과를 분석하고 반성하여 과학적인 개념을 규정하고, 과학의 전체를 세우며 방법을 탐구하는 분야이기 때문이다.

과학철학교육은 과학의 개념과 지식 생성 과정, 과학과 사회적, 문화적 요소와의 관련에 대한 것으로(Losee, 1993), 과학의 본성에 대한 이해에 도움을 줄 수 있다(Psillos & Curd, 2008). 또한 과학철학 기반의 과학 수업은 제시된 과학 주제에서 나아가 더 넓은 지적 및 문화적 환경 구성 요소 사이의 연관성을 보여줌으로써 학생들의 삶을 개선하고, 학생

들이 자신의 사회와 문화에 기여할 수 있도록 해준다(Matthews, 2012). 과학철학과 관련된 연구는 주로 Matthews (1994)에 의해 주도적으로 진행되어 왔다. Matthews (1994)는 과학철학이 과학을 개인적, 윤리적, 문화적, 정치적 문제와 관련시킴으로써 과학과 교육과정을 흥미 있게 만들 수 있으며, 학생들에게 철학을 행하는(do philosophy) 기회를 제공함으로써 ‘무슨 의미인가? 어떻게 알게 되었는가?’에 대한 질문을 통해 합리적이고 비판적인 사고를 기르는 데 긍정적인 영향을 줄 수 있다고 주장하였다.

우리나라에서도 1990년 이후부터 과학철학 및 과학사를 과학교육에 적용하려는 연구들이 진행되었다(Yang, 1992). 대학원생 및 일반 대학생을 대상으로 과학철학교육을 적용하여 과학의 본성에 대한 인식을 분석한 연구(Kwon & Park, 1995; Lee & Beak, 2019; Song & Kwon, 1991), 예비교사 및 교사의 과학철학적 관점을 조사한 연구(Jeong *et al.*, 2005; Kang, 2013; Kang & Youn, 2001), 중학생들에게 과학사를 이용한 소집단 토론 수업을 적용하여 과학의 본성 및 과학철학적 관점을 분석한 연구(Jang *et al.*, 2002; Kang *et al.*, 2004), 중학생을 대상으로 과학사 읽기 활동을 적용하여 과학철학적 관점의 변화를 분석한 연구(Kang & Kim, 2013), 교사들이 가진 과학철학적 관점이 초등학교 수업에 미치는 영향을 분석한 연구(Kim, 1999), 과학사 프로그램이 초등학생들의 과학철학적 관점에 미치는 영향을 분석한 연구(Yoo, 1998)가 이루어졌다. 그 중 초등학생과 관련된 연구 결과로, Kim (1999)은 현대 과학철학적 관점을 가지고 있는 초등교사의 수업에서 Klopfer의 과학교육 목표에 도달하는 정도가 더 높게 나타남을 확인하였다. Yoo (1998)는 과학사를 주제로 한 교수학습 프로그램을 6학년 초 등학생들에게 적용했을 때, 학생들의 과학철학적 관점이 상대주의적 관점으로 변화된 경우가 많이 나타남을 보여주었다. Son (2007)은 철학교육을 초등학교 교육에 적용함으로써 학생들이 사물이나 현상에 대한 균형 잡힌 견해를 갖도록 하는 데 도움을 줄 수 있다고 주장하였다. Im (2009)은 과학교과에서 중요 활동에 해당되는 관찰과 실험, 가설과 검증의 과정이 철학교육에서의 탐구공동체 활동과 유사한 측면이 있다고 하였다. 이상의 선행연구를 종합해볼 때, 과학철학교육과 관련된 초등학교급

연구는 초등교사의 과학철학적 관점으로 인한 영향을 알아본 연구가 주로 진행되었음을 확인할 수 있다. 또한 초등교육에서 철학교육의 긍정적인 효과와 과학교육과 철학교육의 밀접한 관련성이 있다는 것을 알 수 있다.

미래사회에 요구되는 과학적 소양의 중요성을 생각해보는 때 과학교육에서 과학철학교육의 필요성은 증대할 것으로 생각된다. 과학철학에 대한 이해는 과학의 본성에 대한 이해와 과학적 소양 신장에 있어 중요한 부분이며, 과학철학의 중요성에 대한 교사들의 이해 부족은 학생들의 과학의 본성에 대한 이해에 영향을 미칠 수 있다(Yang, 1992). 교사는 교육을 실행하는 주체로서 교육 활동이 일어나기 위한 기본 요소 중 가장 중핵적인 요소이며(Yu, 2002), 교사의 인식은 교육 현장에서의 실행에 영향을 미치는 주요 요인이다(Fuller, 1969; van den Berg & Ros, 1999). 이러한 맥락에서 초등과학교육을 실행하는 주체인 초등교사들이 가진 과학철학교육에 대한 인식을 우선적으로 알아볼 필요가 있다.

본 연구에서는 초등교사들의 과학철학에 대한 경험과 관심 정도, 과학교육에서 과학철학 활용의 어려운 점, 과학철학 활용의 도입 방안, 과학교육에서 과학철학을 활용했을 때 기대되는 효과를 조사하여 초등과학교육에서의 과학철학 도입 방향에 관한 기초 자료를 제공하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 설문은 과학 수업 경험이 있는 초등교사를 대상으로 실시되었다. 초등학교에는 다양한 교과 전담교사가 있으며, 학교 여건에 따라 과학 수업을 하지 않는 교사들도 있다. 따라서 설문지의 서두에 과학 수업 경험의 유무에 대한 확인 질문을 제시하고, 과학 수업 경험이 있는 경우에만 설문에 참여하도록 안내하였다. 그 결과, 총 150명의 초등교사들이 설문에 응답하였다.

설문에 참여한 연구 대상의 기본 정보는 Table 1과 같다. 남녀 비율은 40명(26.7%), 110명(73.3%)이었으며, 이 중 교직 경력이 5년 이하 23명(15.3%), 6년~10년 37명(24.7%), 11년~20년 78명(52.0%), 21년 이상은 12명(8.0%)이었다.

Table 1. Subjects of perception survey on philosophy of science education (N=150)

성별	빈도(%)	
	남	40(26.7)
여	110(73.3)	
교직 경력	5년 이하	23(15.3)
	6년~10년	37(24.7)
	11년~20년	78(52.0)
	21년 이상	12(8.0)

2. 설문지 개발

설문지는 과학철학에 대한 관심과 경험, 과학철학의 활용이 어려운 이유, 과학철학을 과학교육에 도입할 수 있는 방안, 과학교육에서 과학철학 활용의 기대 효과 4가지 범주로 구성되었다.

과학철학에 대한 관심과 경험은 과학사에 대한 교사의 인식을 조사한 Chung and Jung (1995)의 설문 문항에서 일부를 추출 및 수정하여 과학철학에 대한 관심 정도와 필요성, 과학철학에 대한 학습 경험과 지도 경험으로 구성하였다.

과학교육에서 과학철학의 활용이 어려운 이유를 알아보기 위한 설문 내용은 Henke and Höttecke (2014) 및 Höttecke and Silva (2011)가 제시한 과학철학사(HPS) 교육에서의 어려운 점을 바탕으로 구성하였다. 과학철학 활용이 어려운 이유에 해당되는 문항 내용은 ‘과학철학의 활용 방법에 대한 지식 부족’, ‘교사 연수 부족’, ‘교수 학습 방법 개발 부족’, ‘교육과정 및 교과서에서의 강조 부족’이다.

과학철학을 과학교육에 도입할 수 있는 방안은 Henke and Höttecke (2014), Maurines and Beaufils (2013)의 연구 결과를 참고하여 ‘과학사 영역에 포함’, ‘개념 학습 및 탐구 방법과 병행’, ‘과학철학 학습의 결과에 대한 평가’로 구성하였다. 그 외 Chung and Jung (1995)이 과학사의 도입 방안에 대한 설문 문항으로 제시한 ‘독립된 단원 추가, 별도의 교과서 개발, 읽기 자료 제시’를 과학철학으로 수정하여 설문 문항을 추가하였다.

과학교육에서 과학철학 활용의 기대 효과에 대한 설문 범주는 Matthews (1994)가 제시한 과학철학교육의 8가지 효과에 대한 내용으로 구성하였다. Matthews (1994)는 학생들에게 과학철학을 가르칩

으로써 ‘과학적 개념 이해’, ‘과학 개념 및 이론의 발달 과정과 과학 지식의 생성 과정 이해’, ‘이론과 증거와의 관계에 대한 이해’, ‘탐구 방법에 대한 이해’, ‘오개념 변화’, ‘STS에 대한 이해’, ‘과학에 대한 흥미 및 관심 증진’에 도움을 줄 수 있음을 제시하였다.

설문지 문항은 Table 2와 같이 22개의 문항이며, 각각의 문항은 5점 Likert 척도로 구성되었다. ‘전혀 그렇지 않다’, ‘그렇지 않다’, ‘그저 그렇다’, ‘그렇다’, ‘매우 그렇다’의 다섯가지 항목 중 자신의 생각을 응답할 수 있도록 하였다. 그리고 과학철학에 대한 관심과 경험, 과학철학의 활용이 어려운 이유, 과학철학을 과학교육에 도입할 수 있는 방안, 과학교육에서 과학철학 활용의 기대 효과에 대한 교사

들의 추가 의견을 자유롭게 기술하도록 하였다. 개발한 설문지는 과학교육전문가 1인과 박사과정 2인이 주 1회 세미나를 통해 총 4회 수정 및 보완하였으며, 검사 도구의 Cronbach α 신뢰도는 .741로 나타났다.

3. 자료 수집 및 분석

본 설문 내용과 관련하여 교사들이 과학철학이 무엇인지를 인식하고 설문에 참여할 수 있도록 설문 문항 서두에 설문의 목적과 과학철학의 정의를 요약하여 안내 자료로 제공하였다. 과학철학의 정의는 2015 과학지도서에 제시된 과학의 본성에 대한 내용 중 과학철학과 관련된 내용을 발췌하여 구성하였다. 발췌된 내용은 과학철학이 과학의 정의,

Table 2. Composition of questionnaire survey on teachers' perceptions of philosophy of science education

범주	내용
과학철학에 대한 관심과 경험	과학철학에 대한 관심도
	과학철학에 대한 학습 경험
	과학철학을 활용한 학습지도 경험
	과학교육에서 과학철학 도입 필요성
과학철학의 활용이 어려운 이유	한계1-과학철학의 활용 방법에 대한 지식 부족
	한계2-과학철학 관련 교사 연수 부족
	한계3-과학철학 활용을 위해 개발된 교수 학습 방법의 부족
	한계4-교육과정 및 교과서에서의 강조 부족
과학철학을 과학교육에 도입할 수 있는 방안	방안1-독립 단원으로 추가하여 과학철학을 다룸
	방안2-과학사 영역에 과학철학을 포함하여 다룸
	방안3-별도 교과서 개발하여 과학철학을 다룸
	방안4-개념 학습 및 탐구 방법과 병행하여 과학철학을 다룸
	방안5-과학철학 학습의 결과에 대한 평가
	방안6-읽기 보조 자료의 형태로 과학철학을 다룸
과학교육에서 과학철학 활용의 기대 효과	효과1-개념 이해
	효과2-과학 개념 및 이론의 발달 과정과 과학 지식의 생성 과정 이해
	효과3-이론과 증거와의 관계에 대한 이해
	효과4-과학적 탐구 방법 이해
	효과5-오개념 변화
	효과6-다양한 학문 간 융합적 이해
	효과7-과학, 기술, 사회 관계 이해
	효과8-과학에 대한 흥미 및 관심 증진

과학 지식의 특성, 과학적 방법의 의미를 다루고 있는 학문이라는 것과 과학철학으로 과학의 본성을 이해할 수 있다는 것이다.

초등교사 150명의 설문 결과는 과학철학교육에 대한 관심과 경험, 과학철학 활용이 어려운 이유, 과학철학교육의 도입 방안, 과학철학교육의 기대 효과의 4가지 범주에 대하여 기술통계 분석이 실시되었다. 각 범주에서 추가 서술 응답을 제시한 교사는 모두 21명이었다. 이 중 설문지 문항의 내용을 그대로 서술한 경우를 제외한 9명의 서술 내용을 발췌하였다. 그리고 설문 문항의 응답 근거를 파악하기 위해 과학철학을 활용한 학습지도 경험이 있다고 응답한(‘대체로 그렇다’, ‘그렇다’, ‘매우 그렇다’로 긍정적으로 응답한 경우) 교사와 과학철학을 활용한 학습지도 경험이 없다고 응답한(‘그렇지 않다’와 ‘전혀 그렇지 않다’로 부정적으로 응답한 경우) 교사로 나누어 정리하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 과학철학에 대한 관심과 경험에 대한 인식

과학철학의 관심과 경험에 대한 문항은 과학철학에 대한 관심 정도, 과학철학에 대한 학습 경험과 지도 경험, 과학교육에서 과학철학 도입 필요성에 대한 것으로 각각의 문항에서 매우 그렇지 않다 1점~매우 그렇다 5점으로 조사하였다. 과학철학에 대한 관심과 경험에 대한 초등교사들의 응답률과 평균은 Fig. 1과 같다.

과학철학의 필요성에 대한 초등교사들의 인식은

평균 3.97점으로 가장 높게 나타났다. ‘매우 그렇다’, ‘그렇다’로 응답한 수는 82.7%로, 대부분의 초등교사들이 과학철학교육이 필요하다고 인식하였다. 과학철학교육에 대한 관심은 평균 3.34점이며, ‘매우 그렇다’, ‘그렇다’로 응답한 수는 52.7%로 나타났다. 지도 경험과 학습 경험은 각각 평균 2.27점, 평균 2.39점으로 나타났다.

초등교사들의 과학철학에 대한 관심도와 과학교육에서 과학철학 도입 필요성에 대한 인식은 높은 편으로 나타났다. 그러나 교사들이 생각하는 과학철학 도입의 필요성에 비해 과학철학에 대한 관심도는 상대적으로 조금 낮은 편으로 나타났다. 이러한 결과는 과학사에 대한 교사들의 관심도와 필요성에 대해 조사한 Chung and Jung (1995)의 연구 결과와 유사한 경향으로 보여진다. Chung and Jung (1995)은 과학사의 필요성에 대한 교사들의 인식에 비해 관심도가 낮게 나타난 것으로 보고하였으며, 이는 과학사와 관련하여 교사들의 경험이 부족하기 때문이라고 하였다. 본 연구에서도 설문에 참여한 초등교사들의 과학철학의 학습 경험 정도는 평균은 2.39점으로, 과학철학의 관심과 도입의 필요성에 비해 낮게 나타남을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 예비교사들이 과학철학의 중요성과 수업에서 활용 방안에 대한 지식이 부족함을 보고한 King (1991)의 연구 결과와 같은 맥락으로 보여진다. 설문에 참여한 교사들은 학습 및 지도 경험은 부족하지만 과학철학이 필요하다는 것에는 어느 정도 동의하고 있었다. 과학철학을 활용한 학습 지도 경험에서 긍정적으로 응답한 교사 중 교사 A,

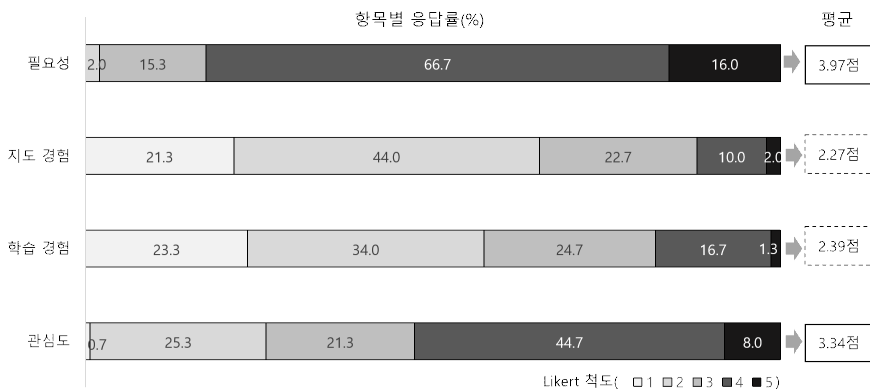


Fig. 1. Elementary school teachers' perceptions of interest and experience of philosophy of science.

교사 B, 교사 C는 과학철학교육의 관심과 필요성에 대해 다음과 같이 추가 의견을 제시하였다.

“과학과 철학이 서로 대립하는 것이 아니라, 서로 상호 보완적이라는 것을 어릴 때부터 학습케 할 필요가 있다. 특히 초등학생들은 사고가 유연하기 때문에 시기적으로 더 적합하다.”-교사 A

“과학교육학 같은 것 공부할 때 과학의 본성과 관련하여 과학철학에 대한 것을 공부한 적이 있다. 그러나 이것을 인식해서 활용하기보다는 과학 수업 중에 과학철학과 관련된 부분을 포함시켜서 이야기한 적은 있다.”-교사 B

“과학뿐만 아니라 어떤 과목이든 철학 없이 이론과 기술만으로 접근하는 교육은 위험하다고 본다. 의미를 찾고 내면화하는 과정에 과학철학이 필요하다고 본다.”-교사 C

교사 A는 사고가 유연한 초등학생을 대상으로 과학과 철학의 상호보완성을 교육할 필요가 있음을 제시하였다. 교사 B는 과학교육학을 학습하는 과정에서 과학철학교육을 접한 적이 있으며, 과학 수업 중 의도하지 않았지만 과학철학 관련 부분을 학생들에게 이야기한 적이 있다고 하였다. 교사 C는 철학이 모든 교과목의 필수적인 부분이라는 측면에서 과학 교과 또한 철학교육이 기반되어야 하며, 과학의 의미를 찾고 내면화하기 위해 과학철학교육이 필요하다고 하였다. 이러한 결과는 현대 교양 및 과학교육에 특화된 철학교육이 필요하다는 Haro (2020)의 견해와 일치한다.

과학철학교육의 지도 경험이 없다고 응답한 교

사들 중에서는 과학철학교육의 관심과 경험에 대한 추가 응답이 나타나지 않았다.

2. 과학철학 활용이 어려운 이유에 대한 인식

과학철학의 활용이 어려운 이유에 대한 문항은 과학철학의 활용 방법에 대한 지식 부족, 과학철학 관련 교사 연수 부족, 과학철학 활용을 위해 개발된 교수 학습 방법의 부족, 교육과정 및 교과서에 서의 강조 부족에 대한 것으로 각각의 문항에서 매우 그렇지 않다 1점~매우 그렇다 5점으로 조사하였다. 과학철학 활용이 어려운 이유에 대한 인식은 과학철학 활용을 위한 한계점이 될 수 있으며, 동시에 교사들이 과학철학 활용을 위해 무엇을 요구하는지 살펴볼 수 있다. 과학교육에서 과학철학 활용이 어려운 이유에 대한 초등교사들의 응답률과 평균은 Fig. 2와 같다.

초등교사들은 과학철학교육의 활용이 어려운 이유에 대해 한계2-교사 연수의 부족(3.77점), 한계3-교수 학습 방법 개발의 부족(3.67점), 한계1-활용 방법에 대한 지식 부족(3.54점), 한계4-교육과정 및 교과서에서의 강조 부족(3.47점) 순으로 나타났다. 특히, 교사 연수의 부족에 대해 ‘매우 그렇다’ 또는 ‘그렇다’로 응답한 비율은 72%로 나타났다.

과학철학의 활용이 어려운 이유에 대한 각 항목별 평균은 모두 3점 이상으로 나타났다. 이러한 결과로 볼 때 초등교사들은 과학철학의 활용이 어렵다고 인식하고 있으며, 특히 과학철학과 관련된 ‘연수의 부족’이 과학철학을 활용하는 데 있어 한계점이 될 수 있다고 생각하였다.

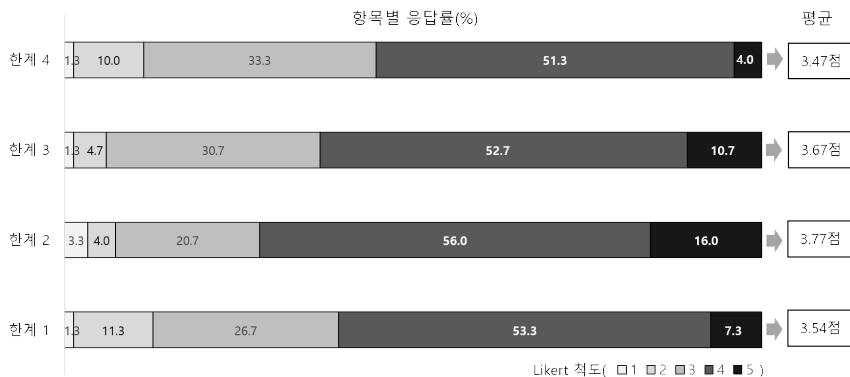


Fig. 2. Elementary school teachers' perceptions of the reason why it is difficult to use philosophy of science.

과학철학의 지도 경험에서 긍정적으로 응답한 교사 중 교사 A는 과학철학의 활용이 어려운 이유에 대해 다음과 같이 추가 의견을 제시하였다.

“교대에서 과학철학교육을 잘 하지 않기 때문에 실제로 교사들은 과학철학을 제대로 경험한 적이 없을 것 같다. 과학철학에 대한 교육을 받은 적이 있다면 과학 수업시간에 이와 관련된 부분을 학생들에게 소개할 수 있다. 예로 들어서 과학철학과 관련하여 과학수업시간에 우리가 감각기관을 통해 현상을 설명하는 것이 틀릴 수 있다는 점을 소개할 수 있다. 예로 들어 자를 흔들었을 때 휘어져 보이지만 실제 휘지 않은 것처럼...(중략)...”-교사 A

교사 A는 과학철학 활용이 어려운 이유가 교사 교육과정에서 과학철학교육이 이뤄지지 않기 때문에 과학철학에 대한 교사들의 경험이 없다는 점을 추가 의견으로 제시하였다. 교사 A는 과학철학의 학습 경험과 관련된 설문 문항에서 ‘매우 그렇다’라고 응답한 교사이다. 교사 A는 교육대학교에서 과학철학을 접할 수 없으나, 다른 경로를 통해 과학철학에 대한 경험이 있으며, 이와 관련하여 수업 시간에 학생들에게 과학철학적인 부분을 소개한 경험이 있는 것으로 보여진다. 이러한 결과는 교사들이 과학철학을 적용하기 위한 전문적 지식과 자신감이 부족하다고 주장한 Wang and Marsh (2002)의 연구 결과와 유사한 경향으로 보인다. 따라서 교사 교육에서 과학철학교육을 강조하거나 초등교사들에게 과학철학을 경험할 수 있는 기회를 제공하는 것은 과학철학의 활용에 대한 인식을 높일 수 있는 방안이 될 수 있다고 사료된다.

과학철학을 활용한 지도 경험이 없다고 응답한 교사 중 교사 E, 교사 F, 교사 G는 과학철학 활용이 어려운 이유에 대해 다음과 같이 추가 의견을 제시하였다.

“실제 수업시간에 활용한 적이 없어서 어렵다고 생각한다.”-교사 E

“과학철학이라는 것 자체가 어렵게 느껴진다. 선생님들이 과학철학을 쉽게 이해할 수 있는 연수가 먼저이다. 그 다음 구체적인 수업 적용 방안을 소개한다면 교사들이 과학철학을 적용한 과학수업 실행이 쉬울거라 생각한다”-교사 F

“과학이라는 것 자체도 어찌든 거리감을 느끼는 사람도 있는데, 거기에 철학까지 접목한다면 더 쉽게 다가가지 못할 수 있다.”-교사 G

교사 E는 과학철학을 과학수업에 활용한 경험의 부재를 과학철학 활용의 어려운 점이라고 추가 의견을 제시하였다. 교사 F와 교사 G는 과학철학이 어렵게 느껴질 수 있다고 하였다. 이는 철학교육에 대한 일반적인 인식이 전공자들만의 전유물이라고 생각하는 데 머물러 있으며, 일상생활과 괴리되어 있다고 생각하는 경우가 많다는 Kim (2016)의 견해와 일치한다. 또한 과학철학에 대한 거리감은 Fig. 1과 같이 초등교사들이 인식하고 있는 과학교육에서 과학철학 도입에 대한 필요성과 관심에 비해 과학철학의 학습 경험이 상대적으로 적은 것과 관련 있다고 보여진다. 과학철학을 활용한 지도 경험이 없는 교사 F는 과학철학을 쉽게 이해할 수 있는 연수와 수업 적용 방안이 소개될 필요가 있다고 하였다. Henke and Höttecke (2014)는 과학철학교육을 과학교육에서 구현하기 위해서는 교사 교육 프로그램과 교육 자료가 교사들의 요구 사항을 고려하여 맞춤형으로 제공될 필요가 있다고 주장하였다. 이러한 측면에서 본 연구에서 조사한 과학철학 활용의 한계점을 반영하여 교사들을 위한 과학철학교육 프로그램이 마련될 필요가 있다고 판단된다.

3. 과학철학을 과학교육에 도입할 수 있는 방안에 대한 인식

과학철학을 과학교육에 도입할 수 있는 방안에 대한 문항은 독립된 단원으로 추가, 과학사 영역에 추가, 별도의 교과서 마련, 개념 학습 및 탐구 방법과 병행, 평가, 읽기 보조 자료로 제시에 대한 것으로 각각의 문항에서 전혀 필요하지 않다 1점~매우 필요하다 5점으로 조사하였다. 과학교육에서 과학철학교육의 도입 방안에 대한 초등교사들의 인식에 대한 항목별 응답률과 평균은 Fig. 3과 같다.

초등교사들이 생각하는 과학철학의 도입 방안은 방안4-개념 학습 및 탐구 방법과 병행(3.98점), 방안2-과학사에 추가(3.59점), 방안6-읽기 보조 자료로 도입(3.66점), 방안5-평가(3.01점) 순으로 높게 나타났다. 가장 평균 점수가 높은 ‘방안4개념 학습 및 탐구 방법과 병행’에서 ‘매우 그렇다’와 ‘그렇다’에 해당되는 응답률은 84.7%로 나타났다.

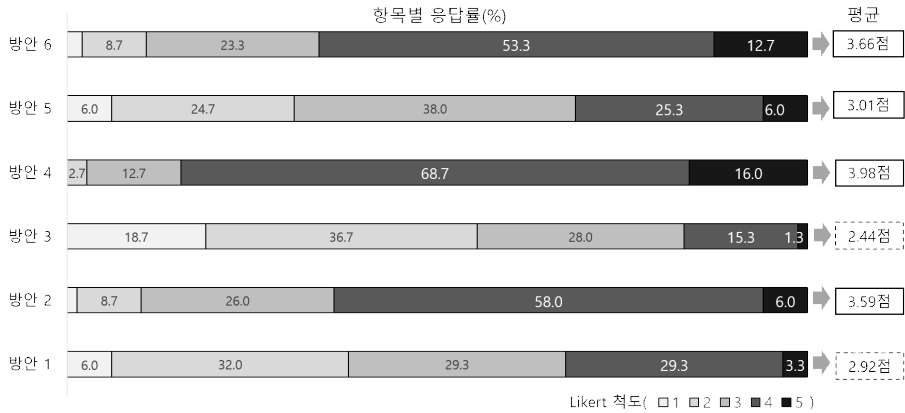


Fig. 3. Elementary school teachers' perceptions on the introduction of philosophy of science in science education.

초등교사들이 생각하는 과학철학의 도입 방안에서 평균 3점 이상을 보인 항목은 과학사에 추가, 개념 학습 및 탐구 방법과 병행, 읽기 보조 자료 제시로 나타났다. 평가로 도입하는 방안에 대한 초등교사의 인식은 3.01점으로 보통 수준으로 나타났다. 독립 단원으로 추가하거나(방안 1) 별도 교과서를 개발하여 과학철학을 도입하는 것(방안 3)에 대한 점수는 낮은 것으로 나타났다.

과학철학을 활용한 지도 경험에서 긍정적으로 응답한 교사 중 교사 A, 교사 B, 교사 C, 교사 D는 과학철학의 도입 방안에 대해 다음과 같이 추가 의견을 제시하였다.

“과학 교과에 도입하는 방향으로 독립된 단원으로 추가하는 방향으로 제시될 필요가 있다. 지금의 탐구 단원처럼 첫 단원에 제시해서 왜 우리가 과학을 배워야 하고, 과학이 무엇인지 생각해볼 수 있도록 도입하는 방법을 생각해 볼 필요가 있다.”-교사 A

“매 수업과 실험과정에서 과학철학과 관련된 부분을 녹여내도록 해야 한다. 이를 위한 보조자료가 있다면 좋을 것 같다.”-교사 B

“과학철학이 과학교육에 접목되기 위해서는 교사는 이야기 능력이 뛰어나야 된다고 생각한다. 과학과 관련된 이야기 거리를 통해서 아이들이 “왜요?”하고 생각할 수 있는 거리. 아이들에게 생각하는 방법, 사고하는 방법을 제시할 수 있다. 과학철학에 흥미롭게 다가갈 수 있도록 과학철학을 소개할 필요가 있다.”-교사 C

“과학철학은 주관적일 수 있으므로 평가로 활용될 경우,

객관성 확보에 어려움이 있다고 생각한다.”-교사 D

교사 A는 과학철학을 현재 교과서에 제시된 탐구 단원과 같은 형태로 제시하여 명시적으로 도입할 필요가 있다고 서술하였다. 한편, 교사 B는 간접적으로 매 수업과 실험과정에 과학철학교육 관련 내용이 포함될 수 있는 보조자료가 필요함을 추가 의견으로 제안하였다. 이러한 결과는 초등학생들에게 철학교육을 독단적으로 제시하는 것은 현실적으로 어려움이 있으며, 교과 수업에서 자연스럽게 제공될 필요가 있다는 Son (2007)의 견해와 일치한다. 교사 C는 설문 문항 외에 과학철학의 도입 방안으로 스토리텔링의 방식을 제안하였다. Im (2009)은 토론식 방법으로 어린이 철학교육을 교과에 적용할 수 있으며, 그 중 가장 중요한 것이 교사가 리드하는 질문이라고 보고 있다. 이러한 관점에서 교사 C가 제시한 교사의 이야기 능력은 학생들의 적극적인 참여를 유도할 수 있고, 학생들의 사고를 확장시킬 수 있는 방안이 될 수 있다고 판단된다. 교사 D는 과학철학이 주관성을 전제로 하고 있다는 점에서 평가로 활용될 경우, 어려움이 발생할 수 있다고 하였다.

과학철학을 활용한 지도 경험이 없다고 응답한 교사 중 교사 G, 교사 H, 교사 I는 과학철학의 도입 방안에 대해 다음과 같이 추가 의견을 제시하였다.

“과학철학을 도입한다면 별도의 교과서를 만들거나 새로운 단원에 넣는 것이 교사들과 학생들에게 부담이 될 수

있다. 과학철학이라는 용어를 꼭 제시하지 않더라도 과학철학교육에 대한 내용을 추출하여 실험과정이나 읽기 자료 등으로 제시하는 게 좋다고 생각한다”-교사 G

“읽기 자료로 이용하는 방안이 가장 실현 가능하다고 생각한다. 그러나 사실상 수업에 제대로 적용하기 위한 구체적인 방법을 잘 모르겠다.”-교사 H

“과학철학을 학생들에게 간접적으로 전달될 수 있도록 지도서에 과학철학적 부분이 포함되는 것이 좋을 것 같다. 과학철학과 관련된 배경 지식이 있다면 아이들에게 다양한 사례를 많이 들려주면서 왜 이런 개념들이 나오게 되었는지, 과학이 무엇인지 이야기해줄 수 있을 것 같다.”-교사 I

교사 G는 과학철학을 별도의 과목이나 별도의 단원으로 다루는 것보다는 과학교과 내용에 적합한 과학철학 내용을 포함하여 소개하는 것을 제안하였다. 교사 H는 읽기 자료의 형태로 과학철학을 도입하는 것이 현실적이라고 제안하였으나, 구체적인 방안이 없다고 하였다. Kang and Kim (2013)은 과학사 읽기 자료가 중학생들의 과학철학적 관점 변화에 도움을 줄 수 있으며, 교사의 역량이나 수업 진도 등에 크게 영향을 주지 않기 때문에 현장에서 쉽게 적용할 수 있다고 하였다. 이러한 맥락에서 읽기 자료 형태로 과학철학교육 자료를 개발하여 학생들에게 제공하는 것은 교사들에게 부담을 주지 않으면서 쉽게 적용할 수 있는 방법이 될 수 있다고 판단된다.

교사 I는 과학철학을 도입하는 방법으로 지도서에 과학철학 관련 내용이 포함되는 방안을 제시하였다. 지도서는 교사들이 관련 내용 지식을 잘 이해할 수 있도록 도움을 주며(Ball & Cohen, 1996), 교육과정에 기반하여 교수 학습 방법 등을 구체화하여 제시하고 있다(Jeon, 2006). 이러한 측면에서 전 교과를 지도하는 초등교사의 경우, 지도서의 의존도가 상당히 높은 편이다(Han & Noh, 2003). 따라서 과학철학을 지도서에 포함하여 제시하는 것은 교사의 과학철학교육 도입과 실행에 도움을 줄 수 있다고 생각한다.

한편, 과학사와 과학철학을 도입한 교과서는 교사와 학생에게 현대 과학지식에 부합하는 과학철학적 관점을 균형 있게 가질 수 있도록 도와줄 수 있다(Youn, 2017). 그러나 과학철학의 도입 방안

서 별도 교과서 개발과 독립된 단위 제시에 대한 교사들의 회의적인 응답 결과를 볼 때, 과학철학의 도입 방안에 대한 신중한 고려가 필요하다고 판단된다. 교사들은 과학철학교육이 필요하다고 생각하지만, 과학철학이 별개의 교과나 단원이 아닌, 기존의 개념 학습 및 탐구 방법에 포함하여 가르칠 필요가 있다고 생각하고 있었다.

4. 과학교육에서 과학철학 활용의 기대 효과에 대한 인식

과학철학 활용의 기대 효과로 대표적인 8가지(과학적 개념 및 이론 이해, 과학 개념 및 이론의 발달 과정과 과학 지식의 생성 과정 이해, 이론과 증거의 관계 이해, 과학적 방법에 대한 이해, 오개념 변화, 다양한 학문 간 융합적 이해, STS 이해, 과학에 대한 흥미 및 관심 증진)를 제시하고 각각의 문항에서 매우 그렇지 않다 1점~매우 그렇다 5점으로 조사하였다. 과학철학 활용의 효과에 대한 초등교사들의 응답률과 평균은 Fig. 4와 같다.

과학철학 활용의 기대 효과에 대한 교사들의 인식은 효과7-STS 이해(4.32점), 효과2-과학 개념 및 이론의 발달 과정과 과학 지식의 생성 과정 이해(4.21점), 효과6-다양한 학문 간 융합적 이해(4.20점), 효과4-과학적 탐구 방법 이해(4.15점), 효과3-이론과 증거의 관계 이해(4.11점), 효과1-개념 이해(3.91점), 효과8-과학에 대한 흥미 및 관심 증진(3.87점), 효과5-오개념 변화(3.72점) 순으로 높게 나타났다. 과학철학 활용의 효과에서 ‘효과7-STS 이해’와 ‘효과2-과학 개념 및 이론의 발달 과정과 과학 지식의 생성 과정 이해’에서 ‘매우 그렇다’와 ‘그렇다’에 해당되는 응답률은 각각 90.0%, 88.0%로 높게 나타났다. 과학과 교육과정은 과학적 개념 이해와 과학적 탐구 방법 함양을 통하여 과학적 소양을 기르는 것에 목표를 두고 있다. 이러한 과학과 교육과정의 목표와 본 연구에서 교사들의 응답 결과를 볼 때, 교사들이 인식하고 있는 과학철학 활용의 기대 효과는 과학교육과정의 목표와 부합되는 부분이 있는 것으로 나타났다.

과학교육에서 과학철학 활용의 기대 효과에 대한 각 항목별 평균은 모두 3점 이상으로, 과학철학 활용의 효과에 대해 전반적으로 높은 기대를 가지고 있는 것으로 나타났다. 가장 높은 점수를 보인

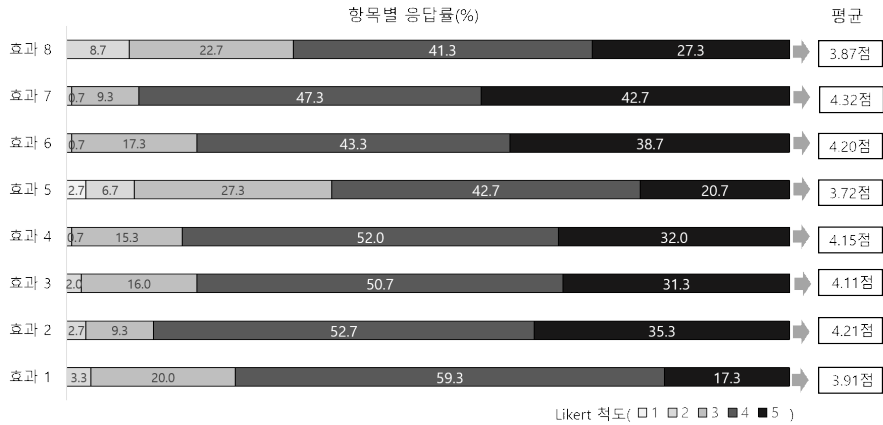


Fig. 4. Elementary school teachers' perception of expected effects of philosophy of science in science education.

항목은 ‘과학, 기술, 사회 관계 이해’로 나타났다. Cheon (2015)에 의하면 과학철학과 STS와의 만남은 과학에 대한 더 나은 이해를 가능하게 해준다. 이는 과학, 기술, 사회 관계가 과학사, 과학철학, 과학사회학, 과학정책 등과 매우 밀접한 관계에 있기 때문이다(Cheon, 2015).

과학철학을 활용한 지도 경험에서 긍정적으로 응답한 교사 중 교사 B, 교사 C는 과학철학 활용의 기대 효과에 대해 다음과 같이 추가 의견을 제시하였다.

“여러 가지 교과를 통합적으로 학습하게 되는 초등학교에서 과학철학교육을 도입하는 것은 학생들에게 사고의 폭을 넓힐 수 있을거라 생각한다. 또 보통 학생들은 과학을 왜 공부해야 하는지, 과학이 무엇인지 생각할 수 있는 기회가 없다. 과학철학교육으로 과학이 무엇이고, 왜 필요한지를 생각할 수 있다.”-교사 B

“과학철학교육이 교육적으로 효과적일 수 있다고 생각한다. 하지만 학습 부진 학생이나 학습 의욕이 낮은 학생에게는 동기로 작용하지 못할 것 같다.”-교사 C

교사 B는 과학철학교육이 학생들의 사고 과정에 도움이 될 수 있으며, 과학철학을 활용한 교육으로 인해 과학의 정의와 필요성에 대해 생각할 수 있는 기회를 제공할 수 있다고 하였다. 교사 B는 철학교육 자체가 사고 교육이라고 주장한 Son (2007)의 견해와 같이 과학철학을 과학교육에 적용함으로써 자발적인 독자적 사고를 하는 데 도움이 될 수 있

다고 생각하고 있었다. 교사 C는 ‘과학에 대한 흥미 및 관심 증진에 도움을 줌’과 관련하여 과학학습의 동기적인 측면에서 도움을 준다고 생각하고 있었다. 그러나 이와 관련된 추가 의견에서 학습 능력이나 학습 의욕이 낮은 학생들에게는 과학철학교육이 효과적이지 않을 수 있다고 하였다. Lee and Beak (2019)은 과학사, 과학철학을 이공계열과 인문계열 학생들의 수업에 적용했을 때 이공계열 학생들은 거시적 관점에서 전공 과학 개념에 대한 이해를 높이게 되었으며, 인문계열 학생들은 교양 수준에서 과학 지식을 접하고 과학과 사회의 밀접한 연관성을 재인식할 수 있었다고 하였다(Lee & Beak, 2019). 이러한 관점에서 초등교사들 또한 과학교육에 과학철학을 활용했을 때 모든 학생에게 일률적인 효과를 기대하기보다는 학생들의 특성에 따라 달라질 수 있다고 생각하고 있었다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 초등교사들을 대상으로 과학철학에 대한 관심과 경험, 과학철학의 활용이 어려운 이유, 과학철학을 과학교육에 도입할 수 있는 방안, 과학교육에서 과학철학 활용의 기대 효과로 나누어 과학철학교육에 대한 전반적인 인식을 조사하였다.

초등교사들이 가지고 있는 과학철학에 대한 관심도와 필요성에 대한 인식은 평균 3점 이상으로 높게 나타났다. 그러나 과학철학의 학습 경험과 과학철학을 활용한 지도 경험은 적은 것으로 나타났

다. 이와 관련된 교사들의 서술 응답에서 예비 초등교사 교육에서 과학철학에 대한 부분을 잘 다루지 않는다는 응답이 있었다. 이것으로 미뤄볼 때 예비 교사교육에서의 과학철학교육 경험 부재는 초등교사들의 과학철학 학습 경험 및 지도 경험 부족과 밀접한 관련이 있다고 사료된다. 또한 설문에 응답한 상당수의 교사들이 과학교육에서 과학철학의 도입이 필요하다고 생각하고 있었으나, 과학철학에 대한 관심은 상대적으로 낮은 이유도 과학철학 학습 및 지도의 경험 부족으로 설명할 수 있다. 그러므로 예비교사들이 과학철학을 쉽게 이해하고 관심을 가질 수 있도록 과학철학교육을 예비 초등교사 교육에 포함시킬 필요가 있다.

과학교육에서 과학철학의 활용의 어려운 점에 대한 인식은 모든 항목에서 평균 3점 이상으로 나타난 것으로 보아 초등교사들이 과학철학을 과학수업에 활용하는 것은 한계가 많다. 특히, 초등교사들은 과학철학과 관련된 교사 연수가 부족하기 때문에 과학철학 활용이 어렵다고 생각하고 있었다. 따라서 과학교육과 관련된 연수에서 과학철학에 대한 부분을 일부 포함하여 초등교사들에게 과학철학을 과학수업에 활용하기 위한 교수 학습 방법과 구체적인 사례를 소개할 필요가 있다.

초등교사들은 과학교육에서 과학철학을 도입하는 방안으로 ‘개념 학습 및 탐구 방법과 병행, 과학사에 추가, 읽기 자료로 제시’를 긍정적으로 생각하고 있었다. 그러나 별도의 교과서를 마련하거나 독립 단원을 추가하는 것에는 긍정적이지 않았다. 초등교사들은 과학철학을 과학교육에 도입하는 것이 필요하다는 것에는 동의하고 있으나 과학철학을 현재 실행되고 있는 초등과학교육에 포함하여 도입하는 것을 선호하고 있는 것으로 보인다. 따라서 기존의 개념학습 및 탐구 학습 방법에서 과학철학을 적용할 수 있는 주제 및 방법 등에 대한 구체적인 방향이 탐색될 필요가 있다. 또한, 과학사와 관련하여 읽기 자료 형태로 제시하는 것도 초등과학교육에서 과학철학을 도입할 수 있는 방안이 될 수 있을 것이다.

과학교육에서 과학철학 활용의 기대 효과에 대한 교사들의 인식은 모든 항목에서 평균 3점 이상으로 높게 나타났다. 특히, ‘STS 이해’, ‘과학 개념 및 이론의 발달 과정과 과학 지식의 생성 과정 이해’, ‘다양한 학문과의 융합적 이해’, ‘과학적 탐구

방법 이해’, ‘이론과 증거의 관계 이해’에서 매우 긍정적인 인식을 보였다. 이러한 결과는 초등교사들이 인식하고 있는 과학철학 활용의 기대 효과가 과학과 교육과정의 목표와 부합되는 부분이 있음을 보여주는 것이다. 초등교사들은 초등과학교육에서 과학철학을 활용하는 것이 과학교육 목표 달성에 도움이 되는 것으로 인식하고 있었다.

교사는 교육을 실행하는 주체이며 중핵적인 요소이다. 예비 초등교사 및 초등교사들에게 과학철학교육의 경험을 제공하는 것은 과학의 본성 이해에 도움이 될 수 있으며, 나아가 과학수업에서 과학철학교육을 실행하는 데 도움이 될 것이다. 따라서 과학철학교육과 관련된 교사들의 요구를 고려한 과학철학 교육 프로그램의 개발, 예비교사를 위한 과학철학 교육 프로그램의 개발에 대한 논의가 추후 이루어져야 할 필요가 있다.

참고문헌

- American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for science literacy: A project 2061 report*. New York: Oxford University Press.
- Ball, D. L., & Cohen, D. K. (1996). *Reform by the book: What is-or might be-the role of curriculum materials in teacher learning and instructional reform?* *Educational Researcher*, 25(9), 6-8.
- Cheon, H. (2015). *Philosophy of science and STS, re-visited*. *Korean Journal for The Philosophy of Science*, 18(3), 1-27.
- Chung, W. H., & Jung, H. R. (1995). *A study on the appreciation of science teachers to the education of science history*. *Journal of Science Education*, 5(1), 331-360.
- De Haro, S. (2020). *Science and philosophy: A love-hate relationship*. *Foundations of Science*, 25, 297-314.
- Fuller, E. (1969). *Concerns of teaching: A developmental conceptualization*. *American Educational Research Journal*, 6(2), 207-226.
- Ghaith, G., & Yaghi, H. (1997). *Relationships among experience, teacher efficacy, and attitudes toward the implementation of instructional innovation*. *Teaching and Teacher Education*, 13(4), 451-458.
- Han, K., & Noh, S. (2003). *An analysis on the utilization of teacher's guides for science in elementary school*. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 22(1), 51-64.

- Henke, A., & Höttecke, D. (2014). Physics teachers' challenges in using history and philosophy of science in teaching. *Science & Education*, 24(4), 349-385.
- Höttecke, D., & Silva, C. (2011). Why implementing history and philosophy in school science education is a challenge: An analysis of obstacles. *Science & Education*, 20(3), 293-316.
- Im, Y. (2009). How can methodology of children philosophy education be applied to subject matter education?. *Journal of the New Korean Philosophical Association*, 55(1), 323-347.
- Jang, M., Hong, S., & Jeong, J. (2002). Science philosophy perspective on science knowledge of science gifted 2nd graders in middle school and effects of discussion and reading activities. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 23(5), 397-405.
- Jeon, Y. (2006). Understanding American teachers' use of teachers' manuals: Two case studies. *The Journal of Korean Teacher Education*, 23(3), 5-24.
- Jeong, J., Yang, I., Jeong, J., Wee, S., & Lee, H. (2005). The relation between preservice teachers' philosophical views on science and types of responses to alternative hypotheses. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 25(2), 133-145.
- Kang, K. (2013). Analysis of pre-service science teachers' views on the philosophy of science. *Educational Research Institute*, 15(1), 69-84.
- Kang, K., & Youn, M. (2001). A study on philosophical view of pre-service teachers & in-service teachers. *Institute for Education of School Subjects*, 5, 319-338.
- Kang, S., Kim, Y., & Noh, T. (2004). The influence of small group discussion using the history of science upon students' understanding about the nature of science. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 15(1), 104-115.
- Kang, Y., & Kim, J. (2013). Change of middle school students' philosophical perspectives on science through reading materials of science history. *Teacher Education Research*, 52(1), 21-32.
- Kim, S. (1999). Elementary science instruction analysis according to teacher's understanding toward science (Master's thesis). Korea National University of Education Graduate School, Chungbuk.
- Kim, S. (2016). Philosophy practice: Learner-centered science philosophy education. *Proceeding of 2016 Fall Conference* (pp.81-89). Chungnam: The Korean Association of General Education.
- Kimball, M. (1968). *Understanding the nature of science: A comparison of scientists and science teachers*. *Journal of Research in Science Teaching*, 2(1), 3-6.
- King, B. B. (1991). Beginning teachers' knowledge of and attitudes toward history and philosophy of science. *Science Education*, 75(1), 135-141.
- Lee, J., & Beak, J. (2019). A case study of undergraduate students majoring in science/engineering and humanities/social sciences who solved the convergence problem based on history and philosophy of science in problem-based learning program. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 39(4), 499-510.
- Lee, K., Han, S., Bea, C., & Hong, H. (2019). Hilary Putnam's internal realism and its implications for science curriculum. *The Korean Society For Curriculum Studies*, 37(1), 1-27.
- Lee, M. (2009). Toward to definition of 'scientific literacy'. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 28(4), 487-494.
- Losee, J. (1993). *A historical introduction to the philosophy of science* (3rd Ed.), Oxford University Press.
- Matthews, M. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. Routledge.
- Matthews, M. (1998). In defence of modest goals for teaching about the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(2), 161-174.
- Matthews, M. (2009). Teaching the philosophical and worldview components of science. *Science & Education*, 18(6), 697-728.
- Matthews, M. (2012). Mario bunge, systematic philosophy and science education: An introduction. *Science & Education*, 21(10), 1393-1403.
- Maurines, L., & Beaufile, D. (2013). Teaching the nature of science in physics courses: The contribution of classroom historical inquiries. *Science & Education*, 22(6), 1443-1465.
- McComas, W. F., & Olson, J. K. (1998). The nature of science in international science education standards documents. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education. Rationales and strategies* (pp.41-52). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer.
- Millar, R. (2006). Twenty first century science: Insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499-1521.
- Ministry of Education [MOE]. (2015). *National science curriculum No. 2015-74*.
- National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington: National Academy Press.

- OECD (2018). The future of education and skills. Education 2030.
- Psillos, S., & Curd, M. (Eds.). (2008). The routledge companion to philosophy of science. New York, NY: Routledge.
- Seo, M. (2019). A popularization of philosophy of science in the age of 'convergence'. Korean Journal for The Philosophy of Science, 22(1), 31-44.
- Soh, W., Kim, B., & Woo, J. (1998). The effects of teachers' philosophical perspectives of science on their students' conceptions of the nature of science. Journal of the Korean Association for Science Education, 18(1), 109-121.
- Son, D. (2007). The mission of elementary education and philosophical education. Korean Journal of Teaching Philosophy, 23(38), 13-25.
- Song, J., Kang, S., Kwak, Y., Kim, D., Kim, S., Na, J., Do, J., Min, B., Park, S., Bea, S., Son, Y., Son, J., Oh, P., Lee, J., Lee, H., Im, H., Jeong, D., Jeong, J., Kim, J., & Jeong, Y. (2019). Contents and features of 'Korean Science Education Standards (KSES)' for the next generation. Journal of the Korean Association for Science Education, 39(3), 465-478.
- Van den Berg, R., & Ros, A. (1999). The permanent importance of the subjective reality of teachers during educational innovation: A concerns-based approach. American Educational Research Journal, 36(4), 879-906.
- Wang, H. A., & Marsh, D. D. (2002). Science instruction with a humanistic twist: Teachers' perception and practice in using the history of science in their classrooms. Science & Education, 11(2), 169-189.
- Yang, S. (1992). History of science, philosophy of science, science education. The Korean Association for Science Education Academic thesis presentation, 83-84.
- Yoo, J. (1998). The effect of the history of science program on perception change and perception on the nature of science: For 6th grade students of elementary school (Master's thesis). Seoul National University Graduate School, Seoul.
- Yoon, Y. (2009). Philosophy education plan related to mathematics and science inquiry subjects. Philosophical Ethics Education Research, 25(41), 165-181.
- Youn, S., & Seo, H. (2016). Perspectives on philosophy of science embedded in genetics units of 'life science I' textbooks of high schools. Biology Education, 44(3), 395-412.
- Youn, S. (2017). Perspectives on philosophy of science in high school life science curriculum implementation by 2009 revised science curriculum (Doctoral dissertation). Pusan National University Graduate School, Busan.
- Yu, H. (2002). Policy directions based on new for teacher education. The Journal of Korean Teacher Education, 19(3), 127-145.

강은주, 옥포초등학교 교사(Kang, Eunju; Teacher, Okpo Elementary School).

† 김지나, 부산대학교 교수(Kim, Jina; Professor, Pusan National University).