

ORIGINAL ARTICLE

파인만의 ‘과학 강의’를 통해 예비교사가 받아들여게 된 과학에 대한 인식론적 신념 탐색

김주원¹ · 임성만^{2*}

(¹여울초등학교 교사, ²한국교원대학교 교수)

Exploring the Scientific Epistemological Beliefs That Pre-service Teachers Accepted through Feynman’s ‘Science Lectures’

Ju-Won Kim¹ · Sungman Lim^{2*}

(¹Yeoul Elementary School, ²Korea National University of Education)

ABSTRACT

The purpose of this study is to examine what epistemological beliefs pre-service teachers have about science depending on the situation, and to explore in-depth changes in epistemological beliefs through disciplinary reading. For this purpose, 77 essays written by pre-service elementary school teachers after reading Feynman's ‘the meaning of it all’ were analyzed using an inductive analysis method. As a result of the study, the epistemological beliefs of pre-service teachers were divided into two situations: ‘science in subject learning’ and ‘science in daily life’, and the epistemological beliefs formed in the ‘science handled by scientists’ situation were analyzed after reading the book. Each situation was divided into sub-categories of ‘Impression of Knowledge’, ‘Source of Knowledge’, ‘Justification of Knowledge’, ‘Variability of Knowledge’, ‘Structure of Knowledge’, and ‘Value of Knowledge Acquisition’ to reveal differences in sophisticated beliefs and naive belief levels. As a result, it was derived that Feynman's science lecture influenced pre-service teachers in terms of establishing new perspectives and recontextualizing existing epistemological beliefs. This study is meaningful in that pre-service teachers' scientific epistemological beliefs may vary depending on the situation, and that the scope and depth of epistemological beliefs may be expanded to include scientists' beliefs in science through disciplinary reading.

Key words : epistemological beliefs, scientific epistemological beliefs, science, preservice teacher, disciplinary reading

I. 서론

신념은 개인의 삶에 깊숙이 스며들어 암묵적으로 영향을 미치며, 때로는 지식보다도 더 강렬하게 작용하기도 한다(Pajares, 1992). 인식론이 지식의 본질 그

자체에 대한 탐구 과정이라면, 인식론적 신념은 지식이 무엇인가에 대해 개인이 지니는 믿음을 가리킨다(Hofer, 2000). 내가 알고 있는 것은 무엇이고, 이러한 앎은 어디에서 왔으며, 어떤 과정을 통해 형성되었는지 그리고 내가 알고 있는 것은 절대적인 진리인지 주관에 개입한 상대적 진리인지에 대한 믿음이 인식론적

Received 29 March, 2023; Revised 27 April, 2023; Accepted 30 April, 2023

*Corresponding author : Sungman Lim, 250 Taeseongtabyeon-ro, Gangnae-myeon, Heungdeok-gu, Cheongju-si, Chungbuk 28173, South Korea

E-mail : elektee@naver.com

© The Korean Society of Earth Sciences Education. All rights reserved.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

신념이다.

과학 교육이 다루는 부분 또한 과학 지식의 본성에 대한 내용과 믿음을 포함하고 있어서 과학에 대한 인식론적 신념에 대해 고민하지 않을 수 없다. 과학을 하나의 '삶'이라 전제할 때, 과학에 대한 인식론적 신념은 과학이 가진 본성은 무엇이고 과학 지식은 어떻게 형성되며 이러한 지식이 정당화되는 방식은 어떤 것인지에 관한 믿음이라 할 수 있다. 과학에 대한 인식론적 신념은 학습자의 과학 학습에 다양한 방식으로 영향을 미친다(Hammer, 1994; Karakolidis, Pitsia & Emvalotis, 2019; Qian & Alvermann, 1995; She, Lin & Huang, 2019). 예컨대, 지식을 객관적이고 절대적인 진리 체계로 인식하는 소박한(naive) 신념을 가진 학습자는 새로운 대안적 지식에 대하여 유보하는 태도를 지닐 것이고, 반대로 세련된(sophisticated) 신념을 가진 학습자는 수용적인 태도를 보일 것이다. 또한, 지식 습득이 짧은 시간에 일어난다고 믿는 소박한 신념의 학습자는 장기적인 노력이 필요한 사고 과정을 탐탁지 않아 할 것이다. 이렇듯 과학에 대한 인식론적 신념은 과학 학습 개념의 이해와 형성 과정에서 학습 태도와 사고 양식을 좌우하기도 한다.

역으로 학습자의 인식론적 신념이 교수-학습이 이루어지는 교실에서 변화하거나 새롭게 형성될 수도 있다. 교사가 갖는 인식론적 신념은 실제 수업 활동에 영향을 미칠 수 있으며(Lederman, 1999), 이에 따라 학습의 결과로 학습자의 인식론적 신념이 변화한다는 것이다(양미경, 2006). 국내외 연구에서 교사의 인식론적 신념에 따라 실험 수업의 양상이 달라지는 등 교수-학습에 미치는 영향을 확인한 바 있다(김선영, 2012; 유종열, 2016; 황신영과 정영란, 2017, Dorsah, Shahadu & Kpemuonye 2020; Wu *et al.*, 2021). 이는 교사의 언어 행위와 교수 과정을 통해 암묵적으로 드러나는 인식론적 신념이 학생의 인식론적 신념에 영향을 미칠 수 있음을 함의하며, 교사 교육 차원에서 교사의 인식론적 신념에 대해 분석하고 그 폭과 깊이를 확장하는 방법을 마련해야 할 당위성을 부여한다.

인식론적 신념에 대한 논의에서는 신념의 형성을 둘러싼 맥락을 고려할 필요가 있다. 한 개인은 일생을 살아가며 다양한 사회·문화적 상황 속에 위치하게 되는데(Holland, Lachicotte, Skinner, & Cain, 1998), 사회 구성주의의 기초에서 볼 때 모든 것은 맥락에 의존되기에 어떠한 것에 대한 객관적이며 보편적인 기술은 불가능하

다(김종욱과 김찬중, 2021). Hammer & Elby(2002)는 인식론적 신념의 맥락 의존성을 주장하면서 개인 내에서도 다른 맥락에 따라 각기 다른 신념이 작동한다고 보았다. 학교와 가정, 사회 혹은 더 하위의 상황에서도 개인이 어느 맥락에 놓이느냐에 따라 인식론적 신념이 다르게 형성될 수 있다는 것이다. 과학 교육으로 적용하자면 일상에서 습득되는 과학과 학교 교육에서 다루지는 과학에 대한 학습자의 인식 또한 달라질 수 있다. 그러나 여전히 인식론적 신념과 관련한 다수의 연구는 맥락이 결여된 채 이루어진 한계가 있다. 이들 연구에서 다수 활용하는 EBI(Epistemic Beliefs Inventory)(Schraw & Olafson, 2002)의 경우도 특정 맥락을 담지 않고 일반적인 형태로 설문 문항을 진술하고 있어 다소 포괄적인 수준에서 인식론적 신념을 파악하는 데 그치고 있다. 보다 심층적이고 구체적으로 인식론적 신념을 이해하기 위해서는 복잡다단한 맥락의 영향성을 고려해야 한다.

인식론적 신념은 인지적 차원에서 학습이 이루어질 수 있다. 흔히 인식론적 신념은 '대상에 대한 태도'라는 점에서 정의적 영역으로 설명되지만, 대상에 대한 인지·지각·평가를 수반하고 있어 인지적 속성 또한 지닌다(홍수진, 2015). 한 예로 이현옥과 문지영(2018)은 과학자들의 일상생활을 다각적으로 보여주는 다큐멘터리를 통해 학습자들이 가진 과학에 대한 인식의 변화를 이끌어내기도 했다. 인식론적 신념의 변화를 매개하는 방법으로 교과 독서를 적용해 볼 수도 있다. 교과 독서는 특정 교과 학습을 위해 교과서나 관련 도서를 읽고 교과 학습에 필요한 지식을 습득하는 독자 활동을 의미한다(이순영 외, 2019). 과학 교육에서도 교과 독서에 관하여 다수의 연구가 이어졌다. 임성만(2021)은 교과 독서를 통해 예비교사가 과학 교육에 대한 자기 생각을 인식하고 반추하는 역할로 작용할 수 있음을 확인하였다.

소결하면, 학습자의 과학에 대한 인식론적 신념은 과학 학습에 다양한 방식으로 영향을 주기 때문에 수업에서 고려해야 할 중요한 변인이라고 할 수 있다. 그 중에서도 교사의 인식론적 신념은 학습자의 인식론적 신념을 변화시킬 가능성을 지닌다는 점에서 교사 양성 과정에서 주요하게 다루어질 필요가 있다(Girlfoyle *et al.*, 2020; 주찬연, 2021). 이때 인식론적 신념의 맥락 의존성을 고려하여 맥락에 따른 예비교사의 인식론적 신념을 확인하고, 이를 시작으로 신념 이해의 폭과 깊

이를 확장하는 데까지 나아가야 한다. 이때 교과 독서는 인식론적 신념의 인지적 측면을 자극하는 매개로서 작용할 수 있을 것이다.

본 연구는 초등 예비교사가 과학에 대해 맥락에 따라 어떤 인식론적 신념을 가지는지 인식론적 신념의 맥락 의존성을 고찰하고, 이들이 지닌 과학에 대한 인식론적 신념에 영향을 줄 수 있는 도서로 ‘파인만의 과학이란 무엇인가?’를 적용하여 신념에 어떤 변화가 이루어질 수 있는지 탐색하고자 한다. 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 초등 예비교사의 맥락에 따른 과학에 대한 인식론적 신념은 어떠한가?

둘째, 초등 예비교사의 과학에 대한 인식론적 신념에 파인만의 ‘과학 강의’는 어떤 영향을 미쳤는가?

II. 연구 방법

1. 연구 참여자

이 연구는 예비교사가 맥락에 따라 과학에 대해 어떤 인식론적 신념을 가지는지를 살피고, 교과 독서를 통한 인식론적 신념의 변화양상을 심층적으로 탐색하는 것에 목적이 있었다. 연구를 위해 충청권에 있는 초등 교사 양성기관인 K 대학교 초등 예비교사 77명을 연구 참여자로 선정하였다. 77명의 연구 참여자들은 각자 다른 심화전공이지만 모두 ‘초등과학교육방법론’ 강의를 수강하고 있는 학생들이었다.

2. 자료 수집

연구 자료는 ‘초등과학교육방법론’ 강의를 수강하는 과정에서 수집하였다. 과학에 대한 인식론적 신념에 영향을 줄 수 있는 도서로 ‘파인만의 과학이란 무엇인가?’를 선정하였다. 이 책은 물리학자 리처드 파인만이 1963년 워싱턴 대학교에서 강연한 내용을 엮은 것으로, 과학자의 관점에서 과학이란 무엇이고 과학적인 사고방식이 사회의 다른 분야에 어떤 영향을 미치는지를 이야기한다. 책을 읽은 후 형식에 제한을 두지 않은 에세이 1편씩을 제출하게 하였다. 수집된 에세이는 선정된 도서와 관련성이 없는 2편을 제외하여 총

75편이었다. 에세이는 한글파일이나 워드 파일로 제출받아 분석하였으며 연구 참여자별로 평균 1쪽(1200자 내외)이었다. 모든 연구 자료는 연구 참여자의 동의를 얻어 수집하였다.

3. 자료 분석

인식론적 신념을 최초로 연구한 Perry(1968) 이후로 다수 연구자가 인식론적 신념의 구인을 탐색하였다(Hoer & Pintrich, 1997; Ordóñez *et al.*, 2009; Schraw *et al.*, 2002; 박병기와 채선영, 2006). Hofer & Pintrich(1997)는 기존 연구를 검토하여 인식론적 신념의 구인을 크게 ‘지식의 본질(nature of knowledge)’과 ‘앎의 본질(nature of knowing)’이라는 두 가지 핵심 차원으로 설정하였다. Schommer(2002)는 ‘지식의 안정성’, ‘지식의 구조’, ‘앎의 정당화’, ‘학습 속도’, ‘학습 능력’으로 인식론적 신념의 요소를 구성하고, 양극단에 소박한 신념과 세련된 신념을 상정하여 발달 양상의 수준을 가늠하였다. 이에 더하여 홍수진(2015)은 ‘지식 습득의 가치’를 구인으로 설정하여 타당도를 확인하였다. 연구자들이 제시하고 있는 공통적인 요소들을 살펴보면 지식 관련 특성으로 ‘지식의 근원’, ‘지식의 정당화’, ‘지식의 가변성’, ‘지식의 구조’, ‘지식 습득 가치’를, 학습 관련 특성으로 ‘학습 속도’, ‘학습 능력’을 인식론적 신념의 구인으로 상정하고 있다. 본 연구에서는 지식과 관련한 특성에 집중하기 위하여 학습 관련 특성 구인은 제외하였다.

한편, 과학 교육 분야에서 과학 지식과 과학자에 대한 이미지에 관련하여 연구가 활발히 진행되고 있다(강훈식과 이지영, 2010; 김동렬 2015; 송영욱과 최혁준, 2020; 임성만 외, 2008). 이들 연구에서는 지식에 대해 떠올리는 인상이 그 교과를 대하는 태도나 전공 진로 선택에 영향을 미친다고 일관되게 보고하고 있다(이현욱과 문지영, 2018). 이는 과학에 대한 인상이 과학 지식에 대한 신념에 영향을 준다는 것을 의미하며, 인식론적 신념의 구인으로서의 가능성을 방증한다.

본 연구에서는 인식론적 신념 구인과 관련된 선행 연구를 고찰한 결과를 종합하여, 인식론적 신념을 지식의 본질(nature of knowledge) 차원에서 ‘지식의 가변성’, ‘지식의 구조’, ‘지식 습득 가치’를 구인으로 설정하고, 앎의 본질(nature of knowing) 차원에서 ‘지식의 근원’, ‘지식의 정당화’를 구인을 설정하였다. 여기에 ‘지

Table 1. Analysis framework of epistemological belief

인식론적 신념의 구인	내용(소박한 신념 ↔ 세련된 신념)
지식의 인상	대상을 떠올렸을 때 마음속에 새겨지는 느낌
지식의 근원	지식은 외부 세계로부터 형성된다. ↔ 지식은 내부 세계로부터 형성된다.
지식의 정당화	지식의 정당화는 권위에 의존한다. ↔ 지식의 정당화는 개인의 사고 과정을 거쳐 이루어진다.
지식의 가변성	지식은 절대적이며 불변의 것이다. ↔ 지식은 상대적이며 끊임없이 변화한다.
지식의 구조	지식은 분절적이고 구분되는 것이다. ↔ 지식은 통합되고 결합한 것이다.
지식 습득 가치	지식을 통해 외재적 가치를 습득할 수 있다. ↔ 지식을 통해 내재적 가치를 습득할 수 있다.

식의 인상'을 더하여 분석틀(Table 1)을 도출하였다. 이 때 발달 수준의 양극단을 소박한 신념과 세련된 신념으로 두고 각 구인에 관한 내용을 설정하였다.

'지식의 인상'은 지식을 마음속으로 떠올렸을 때 순간적으로 떠오르는 느낌이다. '지식의 근원'은 지식이 형성되는 출발점을 의미하며, 지식이 외부 세계에서 형성된다고 생각하는 소박한 신념과 내부 세계에서 출발점을 찾는 세련된 신념으로 나눌 수 있다. '지식의 정당화' 구인은 지식을 정당화가 무엇에 의해 이루어지는지에 관한 것으로, 권위에 의존한다고 생각하는 소박한 신념과 개인의 사고 과정을 거쳐 이루어진다고 보는 세련된 신념으로 구분할 수 있다. '지식의 가변성'은 지식을 절대적이고 변하지 않는 것으로 보는 소박한 신념과 상대적이며 끊임없이 변하는 것으로 보는 세련된 신념으로 나눌 수 있다. '지식의 구조'는 지식을 분절적이고 구분되는 것으로 바라보는 소박한 신념과 통합적이고 결합한 것으로 여기는 세련된 신념으로 수준으로 나뉜다. '지식 습득 가치'는 지식을 통해 얻을 수 있는 가치에 관한 것으로 가치를 지식의 외부에서 찾는 소박한 신념과 지식 그 자체에서 내재적 가치를 추구하는 세련된 신념으로 구분할 수 있다.

수집된 75개의 개방형 서술형 응답을 분석틀에 따라 분석하기 위해 귀납적 분석법에 따라 분석하였다. 귀납적 분석은 연구 참여자가 기술한 문장을 반복적으로 읽으면서 의미 있는 진술을 찾아내어 공통적 속성을 도출한 후 귀납적으로 범주화하는 연구 방법이다 (Colaizzi, 1978). 이에 본 연구에서는 연구 참여자가 제출한 에세이에서 과학에 대한 인식론적 신념이 드러난 부분만을 발췌하여 이를 문장 단위로 나누어 총 266개의 진술문을 추출하였다.

진술문 중 일부 표본을 추출하여 그 안에 포함된 맥락을 구분하여 범주화하는 예비조사를 하였다. '맥락'이라는 용어는 여러 의미를 포괄하는 광의의 단어이지

만 본 연구에서는 둘러싼 환경이나 상태를 의미하는 '상황'의 의미로 좁혀서 사용하고자 한다. 예비조사 결과, 파인만의 '과학 강의'가 투입되기 전을 진술한 문장에서 교과 학습 상황과 일상생활 상황의 두 가지의 맥락이 나타났다. 파인만의 '과학 강의'가 투입된 후 과학자가 다루는 과학이라는 새로운 상황 맥락에서의 과학에 대한 의미가 도출되었다.

따라서 예비교사가 기존에 가진 과학에 대한 인식론적 신념을 교과 학습, 일상생활이라는 두 가지 상황으로 나누고, 파인만의 '과학 강의'를 읽고 접한 과학자가 다루는 과학이라는 새로운 상황 맥락을 추가하여 총 세 가지의 상황에 따른 인식론적 신념을 분석하였다. 분석틀의 하위요소인 지식의 인상, 지식의 근원, 지식의 정당화, 지식의 가변성, 지식의 구조, 지식 습득 가치를 6개의 범주로 변별하여 분석하였다. 질적 분석의 타당도를 확보하기 위해 분석한 결과를 질적 연구 경험을 가진 과학교육전문가 1인에게 내용타당도를 의뢰하여 검증받았다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 맥락에 따른 예비교사의 과학에 대한 인식론적 신념

연구 참여자들이 '파인만의 과학이란 무엇인가?'를 읽고 쓴 에세이에서 드러난 과학에 대한 인식론적 신념을 분석한 결과, 교과 학습 상황과 일상생활이라는 두 가지 맥락에서 과학에 대한 인식론적 신념이 각각 다르게 드러났다. 이는 연구 참여자들이 기존에 가지고 있던 과학에 대한 인식론적 신념을 진술한 것으로 '파인만의 과학이란 무엇인가?'가 투입되기 전에 해당한다. 분석틀의 하위요소인 지식의 인상, 지식의 근원,

지식의 정당화, 지식의 가변성, 지식의 구조, 지식 습득 가치를 범주로 설정하여 상황별로 6개의 범주, 9~10개의 주제 묶음으로 범주화하였고, 주제별로 구체적인 사례를 제시하였다(Table 2, Table 3). 연구 참여자들이 보인 맥락에 따른 과학에 대한 인식론적 관점의 구체적인 차이 양상은 아래와 같다.

가. 교과 학습에서의 과학

여기서는 교과 학습 상황에서 참여자들이 갖는 과학에 대한 인식을 지식의 인상, 지식의 근원, 지식의 정당화, 지식의 구조 및 지식 습득의 가치 측면에서 범주화하여 제시해볼 것이다.

연구 참여자들의 과학에 대한 인식론적 신념을 분석해본 결과, 교과 학습 상황에서 지닌 신념이 가장 많이 도출되었다. 이는 예비교사들이 오랜 시간 학생으로서 과학을 접해왔기 때문으로 보인다. 학창 시절 가졌던 과학이라는 지식의 인상 즉, 과학을 떠올렸을 때 마음에 새겨지는 느낌에 대해서 과학을 ‘재미없고 어

려운 과목’, ‘미지와 무념의 영역’으로 인식하는 등 대체로 부정적이었다. 과학을 ‘마치 높은 벽’처럼 느꼈다고 하거나, 학교에 다니며 과학을 필연적으로 접하지만, 머릿속에 정리된 게 없다고 응답하기도 하였으며, 단지 학교에서 배우는 교과목 이름으로만 생각하는 ‘무념’의 상태로 답하였다. 과학 지식의 근원으로는 여과 없이 받아들여야 하는 정전으로서 ‘교과서’를 지목했다. 이는 외부 세계에서 지식의 근원을 상징하는 소박한 신념을 지니고 있음을 보여준다. 그와 유사한 맥락에서 과학지식은 ‘실험’과 ‘과학자’에 의해 정당화되는 것으로 인식하고 있었다.

과학의 정당화를 위한 또 다른 과학적 원리로는 관찰을 심판으로 삼는다는 것이다. 관찰의 과정은 철저하게 이루어지고, 여러 번의 확인 과정을 거친다. 이렇게 철저한 과정과 여러 번의 확인 과정을 거쳤기 때문에, 사람들은 과학은 정확하고 믿을 수 있다고 여기게 된다. (연구 참여자 01)

연구 참여자 01은 ‘실험’을 주관성이 개입하지 않는

Table 2. Scientific epistemological beliefs in subject learning situation of elementary preservice teachers

범주	주제 묶음	주제
지식의 인상	재미없고 어려운 과목	- 과학은 심오하고 재미없는 어려운 것이라는 생각이 깔려 있었기 때문이다. - 학창 시절부터 과학은 내게 어렵지만 하고 마치 높은 벽이 있는 것처럼 느껴졌다.
	미지와 무념의 영역	- 학교에 다니면서 과학을 배웠지만, 과학이 무엇인지, 과학적으로 사고한다는 게 무엇인지 정리된 것이 없었다. - 과학은 그저 학교에서 배우는 과목들의 이름 중 하나였을 뿐이었으니까.
지식의 근원	교과서	- 우리 과학 수업의 모습을 떠올려보자. 학생들은 관찰, 추론, 의심하기보다는 교과서 속 지식을 이해하기 바쁘다. - ‘실험이 잘못되어 결과가 잘못 나온 것이다’, ‘결과는 교과서에 나온 것이 맞는 것이다’라고 많이들 말씀하셨다.
지식의 정당화	객관적인 실험	- 같은 조건 아래 같은 실험을 하면 늘 같은 결과값이 나오기 때문이다. - 실험이나 측정, 관찰과 같은 과학의 과정을 보편적으로 객관적 과정이라 인식한다.
	과학자에 의한 증명	- 똑똑한 과학자들이 밝혀낸 사실이니 당연히 정답이라고 생각했다. - 아주 유명한 과학자가 발견하고 증명해낸 것이니, 의심하지 않고 받아들이는 것이 맞지 않나?
지식의 가변성	정해진 하나의 정답	- 내가 지금까지 해온 과학은 항상 정답이 있었다. - 보통 우리는 과학이 명쾌하고, 답을 정확하게 내려주는 과목이라고 생각한다.
지식의 구조	이해가 없는 파편적 지식	- 나는 과학이라는 학문이 초심자에게 친절하지 않다고 생각한다. 가장 먼저 과학은 새로 외워야 할 용어가 굉장히 많다. - 시험이야 공식을 암기해서 어찌어찌 점수를 받을 수는 있지만 이해를 하는 것이 너무 힘들었기에 과학이라는 것이 어렵게 다가온 것이다.
	교과 내 한정	- 제가 떠올린 과학은 그저 우리가 흔히 말하는 ‘물화생지’에 지나지 않았습시다. - 과학의 성격들을 과학 안에서만 적용되는 것이라는 좁은 시야로 바라보았다.
지식 습득 가치	학업을 위한 수단	- 다시 말해, 저에게 과학은 그저 시험을 치르기 위한 과목에 불과했다는 생각이 들었습니다. - 나는 과학을 수단으로 보았다. 창의성, 탐구력 등 다양한 역량을 기르기 위한 과학으로만 생각했다.

객관적 과정으로서 인식하고 있는데, 과학자의 증명을 의심 없이 무비판적으로 수용하는 정당화 양상을 보이기도 했다. 지식을 이해하고 형성하는 데 있어 개인의 사고 과정을 거치지 않기 때문에 이는 지식 정당화의 측면에서 '세련된 신념'을 지녔다고 보기 어렵다.

지식의 가변성 측면에서 연구 참여자 02는 과학을 '정해진 하나의 정답'을 쫓아가는 것으로 인식했다. 이는 곧 절대적인 진리로서 과학을 바라보았다고 할 수 있다.

내가 지금까지 해온 과학은 항상 정답이 있었다. 그리고 실험은 그 정답을 확인하는 과정이었다. 정답을 향해 정해진 길을 따라가는 방식이었다. 학생들은 과학자의 실험을 그대로 따라하는 수동적인 존재였다. 그리고 실험의 결과가 정답과 다를 경우 그것은 실패한 실험이 되었다. (연구 참여자 02)

이와 관련된 진술문을 분석한 결과, 대체로 연구 참여자들은 참여자 02와 같이 과학 학습 맥락에서 자신을 수동적인 존재로 위치시키고 있으며, 이는 과학을 하나의 변하지 않는 진리로 바라보는 데서 기인하고 있음을 확인할 수 있었다. 주목할 만한 점은 연구 참여자 03이 언급하였듯이 과학을 불변의 대상으로 인식하는 데서 나아가 이러한 수동적인 위치를 선호하는 학습자도 있음을 알 수 있다.

아이들은 과학이 문학처럼 애매모호하지 않고 답이 하나로 정해져 있는 교과라고 생각하기도 하며, 심지어는 이러한 생각 때문에 과학을 좋아하고 이과계열을 선택하는 친구들도 있다. (연구 참여자 03)

한편, 지식의 구조는 '이해가 없는 파편적 지식'과 '교과 내 한정' 요인으로 분석되었다. 과학 지식의 구조를 '외워야 할 용어, 공식'으로서 분절적으로 인식하고, 지식을 과학 교과 내에서만 적용할 뿐 과학 밖으로 통합시키지 못하는 소박한 신념을 보였다. 지식의 구조에 대한 한정된 인식은 좁은 수준에서의 지식 습득 가치와 연관되기도 하였다. 다수의 참여자가 갖는 지식 습득 가치는 '학업을 위한 수단'이라는 외재적 가치 습득에 초점이 맞춰져 있었다. '시험'을 위한 또는 '사고 역량'을 기르기 위한 수단으로서 과학을 바라본 것이다. 얕에 도달하기 위한 이해 과정이 선행되지 않아도 교과 내에 주어진 분절된 지식을 암기하고 이를

시험 문제 해결을 위해 사용할 수 있다면, 그것이 과학을 학습하는 이유로 충분하다고 인식하고 있음을 확인할 수 있다.

나. 일상생활에서의 과학

다음으로 일상생활 상황에서 참여자들이 갖는 과학에 대한 인식을 지식의 인상, 지식의 근원, 지식의 정당화, 지식의 구조 및 지식 습득의 가치 측면에서 범주화하면 Table 3과 같다.

교과 학습 상황에서 학습자는 필연적으로 과학에 대해 접한다면 일상생활에서는 실생활과 연계된 자연스러운 상황에서 과학을 인식하게 된다. 이렇듯 교과 학습 상황과는 상이한 일상생활의 맥락 속에서 연구 참여자들은 과학에 대해 다음과 같은 인식론적 신념을 가졌다.

지식의 인상 범주에서는 '맹목적인 믿음'과 '무관심의 영역'이라는 요인이 도출되었다. 과학에 대해 '마법 주문'과도 같다고 설명하며, '과학적'이라는 단어를 접하면 무조건적인 신뢰감을 갖는다고 응답했다. 이러한 신봉적인 태도와는 상반되게 무관심을 보인 진술도 있었다. 과학자와 같은 전문가들에게 과학을 미뤄두고 그것을 구체적으로 인식하거나 이해하는 것에 공력을 들이지 않는다는 것이다. 지식의 근원은 '매체'라는 외부적 요인에서 찾았다. 이는 지식의 정당화 요인인 '매체의 보도를 통한 검증'과도 이어지는데, 뉴스, 인터넷 광고, 기사 등 '매체'를 통해 지식을 얻는 과정에서 충분한 숙고와 비판적 사고과정 없이 과학 지식이 검증되었다고 받아들이는 것이다. 이렇듯 순박한 신념에서 이루어진 지식의 정당화는 자연스럽게 과학을 객관적인 사실로 인식한다. 일상생활 속에서 연구 참여자들은 과학을 '확실하고 명쾌한 것'이라고 진술하며 절대적인 진리로서 과학을 바라보는 순박한 신념을 나타냈다.

일상에서 과학에 대한 지식은 미디어에 의해 형성되는 듯 하다. (연구 참여자 04)

광고에서는 충분한 관찰 없이 특정한 관찰 결과만 가지고 결론을 도출하지만 우리는 그것을 검증된 사실이라고 받아들인다. (연구 참여자 05)

한편, 일상생활 상황에서 도출된 과학에 대한 인식

Table 3. Scientific epistemological beliefs in the daily life of elementary preservice teachers

범주	주제 묶음	주제
지식의 인상	맹목적인 믿음	- 일상에서 ‘과학적으로 증명된 사실’은 마치 마법 주문과 같다. 어떤 사실에 대해 의심하고 있더라도 이 말이 붙으면 곧바로 수긍하게 된다. - 많은 사람들이 ‘과학적’이라는 단어에 무조건적인 신뢰감을 느낀다.
	무관심의 영역	- 생활 속에서 과학적인 것과 비과학적인 것을 구분하며 생활하지는 않았다. - 과학을 과학자와 전문가들만의 일로 미뤄두고 그 원리와 이론에 대해서는 알려고 하지 않는다.
지식의 근원	매체	일상에서 과학에 대한 지식은 미디어에 의해 형성되는 듯하다. 우리는 TV나 뉴스에서 과학을 접한다.
지식의 정당화	매체의 보도를 통한 검증	- 과학은 시시때때로 발전하고 기술은 매 순간 진보하기 때문에 최신 업데이트된 미디어의 정보만이 가장 가치 있는 것이라 생각했다. - 광고에서는 충분한 관찰 없이 특정한 관찰 결과만 가지고 결론을 도출하지만 우리는 그것을 검증된 사실이라고 받아들인다.
지식의 가변성	객관적인 사실	- 과학은 확실하고 명쾌한 것이라고 생각해왔다. - 가장 이론적이고 가장 객관적인 사실의 영역이었다.
지식의 구조	기술과의 통합	- 과학에서는 기술의 측면에 한해서지만 이를 실생활에 적용하여 인간이 잘 살 수 있도록 하는 목적을 가졌다.
	사회와의 통합	- 과학은 그 자체로 독립적인 것이 아니라, 사회와 인간과 연결되어 있기에 매우 중요한 문제이다.
지식 습득 가치	생활의 유용성	- 과학의 이론들을 바탕으로 과학 기술이 발전했고 현대문명이 발전했으며 우리의 삶이 확실하게 풍요로워졌다. - 과학이 우리의 삶을 편리하게 만들어는 틀림없다.
	과학 기술의 부작용 인식	- 과학과 기술이 발전함에 따라 우리의 생활이 윤택해지고 있지만, 이로 인한 사회적 문제들이 발생하고, 이를 악용한 전쟁이 발생하고 있다. - 처음에는 마취나 의학적인 목적을 위해 생겨난 화학약품이었지만 그것의 사용설명서가 없는 특성과 그것을 쾌락적인 목적, 부정적인 방법으로 오용하는 사람들로 인해 사회가 마비되고 있다.

론적 신념은 과학과 사회, 기술과의 통합과 과학의 가치를 언급한 응답이 많았다. 먼저 지식의 구조를 살펴보면 ‘기술과의 통합’과 ‘사회와의 통합’요인이 있다. 교과 학습 상황에서와는 다르게 연구 참여자들은 일상 생활에서 과학에 대해 과학-사회-기술(STS)의 연결성을 인식하고 있는 것으로 나타났다. 즉, 지식은 통합된 것이라는 세련된 신념으로 지식의 구조를 인식한 것이다. 연구 참여자 06은 과학을 다이어마이트, 비행기, 공장 기계 등의 기술과 연결되었고 이로 인해 발생하는 문제를 사회적 문제로서 인식하였다.

광산 개발을 위해 발명된 다이어마이트가 전쟁 살상 무기로 쓰인 사실을 우리는 익히 잘 알고 있지 않은가. 비행기의 발명은 이동의 시·공간적 제약을 없애고 우리나라의 K-pop 아이돌 가수가 전 세계 곳곳을 돌아다니며 공연을 할 수 있게 만들었지만, 그 비행기를 타고 중국 우한(武漢) 코로나바이러스가 우리나라로 전해졌고 전용기에서 생성된 이산화탄소로 인한 환경 문제가 심각하게 불거져 미국의 팝가수 테일러 스위프트는 1년에

전용기 사용으로 8293톤의 탄소를 배출한 셀럽이라는 오명을 남기기도 했다. 얼마 전에도 공장의 자동 소스 배합 기계에 몸이 끼어 사망한 내 또래의 여성 노동자에 관한 뉴스가 세상을 떠들썩하게 했다. 빵 공장의 자동화된 기계들은 대량 생산을 가능케 하여 우리가 매일 다양한 종류의 맛있는 빵을 먹을 수 있게 했지만, 한번 작동하면 멈추지 않고 돌아가는 기계로 인해 불의의 인명 사고가 발생한 것이다. (연구 참여자 06)

일부 시민들이 벌이는 ‘SPC 불매 운동’에 동참해서 내가 잠시 빵 섭취를 끊으면 이 문제가 해결되는가? 성공한 가수가 자신의 수입으로 전용기를 산 것을 욕하면 되는가? 우리는 어떤 과학을 통해 이 사회를 어떻게 바라보아야 하는가? (연구 참여자 06)

연구 참여자 06은 다이어마이트에 관하여 광산 개발을 위한 유용성의 측면에서 과학 기술을 바라보기도, 전쟁 살상 무기라는 일종의 부작용으로서 과학을 대하기도 했다. 이처럼 일상생활 상황에서 과학의 지식 습득 가치는 ‘생활의 유용성’과 ‘과학기술의 부작용

인식'이라는 외재적인 가치를 중심으로 분석되었다. 이는 과학을 그 자체로서의 가치로 두고 본질적인 내용에 관심을 가지는 것이 아닌, 다른 가치를 실현하는 '수단'으로서 바라보는 순박한 신념을 나타낸다.

소결하면, 연구 참여자들이 기존에 가지고 있던 과학에 대한 인식론적 신념을 추출하여 분석한 결과 교과 학습 상황과 일상생활 상황이라는 두 가지 맥락이 도출되었다. 연구 참여자들은 학생 또는 교사로서 위치했던 경험을 떠올리며 교과 학습 상황에서 과학에 대해 어떤 인식을 가지고 있었는지 진술하였다. 교과 학습 상황과는 별개로 사회 속 시민으로서 위치했던 기억에서는 일상생활 상황에서 가지고 있었던 과학에 대한 인식을 응답하였다. 연구 참여자들이 기존에 가지고 있던 과학에 대한 인식론적 신념은 전반적으로 소박한 신념 수준의 양상을 보였다. 이는 교사들이 과학에 대해 비교적 전통적인 인식론적 신념을 가지고 있다는 연구 결과(Akerson et al., 2000; Yang et al., 2005)를 지지한다.

그러나 일상생활 상황 중 지식의 구조와 같이 일부 측면에서는 '세련된 신념' 수준을 보였으며, 같은 인식론적 신념의 구인에서 '소박한 신념'을 보였더라도 세부적인 내용은 달랐다. 예를 들어, 교과 학습과 일상생활 맥락에서 모두 지식의 정당화가 소박한 신념 수준에서 이루어졌지만, 교과 학습에서는 실험과 과학자에 기대어 지식을 정당화하였고 일상생활에서는 매체의 보도를 통해 정당화하는 등의 차이를 보였다. 즉, 한 개인이라도 맥락에 따라 상반된 신념을 가질 수 있으며, 유사한 수준의 신념을 가지더라도 구체적인 내용에서는 차이를 나타낼 수 있음을 확인할 수 있다. 이와 같은 결과는 인식론적 신념에 대한 발달론적 접근보다는 맥락주의적 접근을 지지한다.

2. 파인만의 '과학 강의'가 예비교사의 과학에 대한 인식론적 신념에 미친 영향

연구 참여자들에게 '파인만의 과학이란 무엇인가?'가 투입된 후 나타난 과학에 대한 인식론적 신념의 변화 양상은 크게 '과학자가 다루는 과학'이라는 새로운 맥락 형성'과 '기존의 과학에 대한 인식론적 신념 재맥락화'로 나눌 수 있다. 구체적인 내용은 아래와 같다.

가. '과학자가 다루는 과학'이라는 새로운 맥락 형성

연구 참여자들은 교과 학습 상황이나 일상생활 상황과 같이 실제 경험한 맥락 속에서 과학에 대한 인식론적 신념을 가지고 있었다. 과학자의 관점에서 과학이란 무엇인지에 다른 파인만의 '과학 강의'가 투입된 후, 연구 참여자들은 '과학자가 다루는 과학'이라는 새로운 맥락을 형성했다. 앞선 교과 학습 상황과 일상생활에서의 과학과 마찬가지로 지식의 인상, 지식의 근원, 지식의 정당화, 지식의 가변성, 지식의 구조, 지식 습득 가치를 범주로 설정하여 상황별로 6개의 범주, 9~10개의 주제 묶음으로 범주화하였다. 교과독서 후 형성한 과학자가 다루는 과학에 대한 인식론적 신념의 구체적인 내용은 Table 4와 같다.

파인만의 '과학 강의'가 투입된 후 연구 참여자들은 과학자가 다루는 과학에 대한 간접적인 경험을 통해 인식론적 신념을 형성했다. 먼저 지식의 인상은 '역동적 학문'과 '가능성의 영역' 요인으로 분석되었다. 과학의 정적이지 않고 끊임없이 변하는 모습을 '어린아이'와 비유하기도 하였다. 또, 과학자의 이미지에 대해 신비주의적 인상을 가졌던 연구 참여자들은 과학이 거창한 것이 아니라 누구나 할 수 있다는 인식을 가지게 됐다. 지식의 근원 범주에서는 '의심과 상상력'이 도출되었다. 이는 외부세계에서 지식의 근원을 찾은 앞선 두 가지의 맥락과는 반대되는 결과이다. 인간 내부세계의 '의심'과 '상상력'을 통해 지식이 형성되었다고 본 연구참여자 07은 이에 대한 주관성까지 인식하며 지식의 근원 범주에 있어 '세련된 신념' 수준을 보여 주었다.

과학적 아이디어의 근원적 원천은 상상력이다. 과학자는 이론을 제시할 때 그 누구도 지금까지 제시하지 못했던 것을 생각해내야 하기 때문이다. 그러므로 사람의 주관에 의지한다. (연구참여자 07)

지식의 정당화는 '이론의존성을 지닌 관찰'과 '추론·비판의 사고과정'요소가 분석되었다. 교과 학습 상황에서 지식의 정당화 범주에서도 '관찰', '과학자'의 키워드가 공통적으로 도출되었는데, 교과 학습 상황에서 관찰을 객관적인 과정으로 보았다면, 여기에서는 불확실성을 지닌 주관적 과정으로 바라보았다.

Table 4. Pre-service elementary teachers' scientific epistemological beliefs handled by scientists

범주	주제 묶음	주제
지식의 인상	역동적 학문	- 끊임없이 변동하고 나아가며 절대 정적이지 않은 학문 - 하루가 다르게 끊임없이 성장하는 어린이 같은 것
	가능성의 영역	- ‘과학자’라고 하니 거창하게 느껴지지만 결국 과학자는 이런 추측을 내놓는 사람인 것이다. 그렇다면 누구나 과학을 할 수 있는 것 아닌가? - 누구나 과학자가 될 수 있음을 깨닫게 되었다.
지식의 근원	의심과 상상력	- 과학은 불완전하기 때문에 그것이 정말로 옳은지 의심을 하는 과정에서 시작한다. - 과학적 아이디어의 근원적 원천은 상상력이다. 과학자는 이론을 제시할 때 그 누구도 지금까지 제시하지 못했던 것을 생각해내야 하기 때문이다. 그러므로 사람의 주관에 의지한다.
지식의 정당화	이론의존성을 지닌 관찰	- 관찰을 통해 검증된 규칙이라고 하더라도 얼마든지 틀릴 수도 있다. - 관찰에는 한계가 있고, 또한 그 관찰들을 종합해 만들어진 일련의 규칙들 역시 불확실성을 내포하므로 언제나 변화할 수 있는 것이다
	추론·비판의 사고과정	- 이전에 알지 못했던 자연현상을 발견하고 이를 토대로 추론과 비판의 과정을 거쳐 지식의 체계를 만들어가는 것이다. 과학은 외부세계의 자연현상을 과학자의 내부세계인 과학적 사고를 통해 재구성된다.
지식의 가변성	잠정적인 결론	- 가설을 세우고, 반복된 관찰을 통해 규칙을 만든 후, 반증되지 않고 여전히 살아남아 있다면, 그것은 잠정적인 결론이 됩니다. - 현재의 과학은 단순히 지금까지의 관찰 결과들을 가장 잘 설명할 수 있는 것일 뿐이다.
지식의 구조	기술과의 통합	- 과학과 기술은 밀접한 관련이 있다 느꼈다. - 과학은 기술과 접목되어 사회의 전반적인 변화를 가져왔다.
	사회·윤리와의 통합	- 핵무기나 생명과학 분야를 통해서도, 지금 과학은 가치지향적이며 윤리적 문제를 고려하여 접근해야 한다고 생각한다. - 이러한 문제의 가치 판단에 있어 인류애, 인간적 가치와 같은 도덕적 윤리 등이 함께 논의되어야 할 것이다.
지식 습득 가치	‘앎’ 그 자체의 성취감	- 과학의 탐구로 인한 성과가 경제적·정치적인 이익을 줄 수 있지만, 이는 과학이 주는 지적 인 성취에 비하면 아무것도 아니라는 말이다. - 과학자들이 과학을 탐구하는 것은 단지 재미있기 때문이라고 그는 말한다. 본질적인 과학의 가치는 ‘앎’ 그 자체인 것이다.
	가치 중립	- 좋은 아이디어인지 나쁜 아이디어인지 그 어떤 권위자도 판단할 수 없다 - 과학자들은 사회를 변화시킬 하나의 발견을 하기 위해 노력하는 것이며, 이를 어떻게 응용하고 사용할지는 후대에 달린 것이다.

관찰에는 한계가 있고, 또한 그 관찰들을 종합해 만들어진 일련의 규칙들 역시 불확실성을 내포하므로 언제나 변할 수 있는 것이다. (연구참여자 08)

또, 교과 학습에서 과학자가 증명해낸 결과물을 의심하지 않고 받아들였다면, 여기에서는 과학자의 내부 세계에서 일어나는 사고과정에 주목하였다.

과학은 외부세계의 자연현상을 과학자의 내부세계인 과학적 사고를 통해 재구성된다. (연구참여자 09)

지식의 가변성 범주에서도 과학 지식을 ‘잠정적인 결론’으로 인식했다. 과학이 ‘단순히 지금까지의 관찰 결과들을 잘 설명할 수 있는 것’일 뿐 불확실성을 지닌 상대적 진리라는 ‘세련된 신념’을 보였다. 지식의 구조 범주에서는 일상생활 상황과 마찬가지로 ‘기술’

및 ‘사회’와 과학을 통합하여 인식하였으며 이에 더하여 인류애, 인간적 가치와 같은 도덕적 문제를 고려하는 과학의 윤리적 측면에 주목했다. 지식 습득 가치 범주에서는 ‘앎 그 자체의 성취감’과 ‘가치 중립’ 요소가 분석되었다. 연구 참여자들이 교과독서를 통해 과학자에 대해 가장 많이 인식한 내용 중 하나가 과학자가 과학의 본질 그 자체의 즐거움 즉, 내재적 가치를 추구한다는 것이다.

파인만은 본 책에서 과학자들이 과학을 탐구하는 이유를 단순히 ‘재미있기 때문’이라고 했다. 과학의 탐구로 인한 성과가 경제적·정치적인 이익을 줄 수 있지만, 이는 과학이 주는 지적인 성취에 비하면 아무것도 아니라는 말이다. (연구참여자 10)

한편, 일상생활 상황에서는 외재적 가치에 주목하

며 과학의 유용성 또는 부작용을 언급했던 것에 반해 과학자가 다루는 과학에 대한 인식에서는 가치중립적인 요소가 추출되었다. 과학 그 자체는 어떠한 의미나 특정한 가치를 지니지 않는다는 것이다. 예컨대, 바이러스에 대한 연구가 있다고 하면 그 연구는 바이러스에 관한 지적 호기심을 충족시켜주는 것일 뿐 다른 정치적 함의나 경제적 가치의 성격을 갖지 않는 순수한 연구인 것이다.

기술 그 자체에는 그 기술을 어떻게 써야 한다는 설명서가 달려 있지 않기 때문에 결국 그 기술의 역할은 전적으로 인간의 손에 달려 있다. (연구참여자 11)

종합해보면, 교과독서를 통해 과학자의 입장에 대한 관점을 정립한 후 갖게 된 과학에 대한 인식론적 신념은 전반적으로 세련된 신념 수준의 양상을 보였다. 기존에 가지고 있던 교과 학습, 일생 생활 상황에서의 과학에 대한 인식론적 신념이 전반적으로 소박한 신념 수준의 양상을 보인 것과 상반된 결과이다. 구체적인 내용에서도 교과 학습, 일생 생활, 과학자가 다루는 과학이라는 세 가지 상황에서 추출된 과학에 대한 인식론적 신념은 각자 다른 양상을 나타내었다. 이는 맥락에 따라 인식론적 신념이 달라짐을 입증한 기존의 연구와 맥을 같이 한다(Hammer & Elby, 2002; Lemake, 1990; 박영순, 2002; 윤혜경 외, 2015).

연구 참여자들은 교과독서가 투입된 후, 파인만의 '과학 강의'를 통해 일상적으로 접하기 어려웠던 과학자와의 대담을 이루고 과학자가 다루는 과학이라는 새로운 상황 맥락을 접하게 되었다. 경험 속의 학습자, 교사, 시민으로서의 주체가 아닌 타자였던 과학자에 이입하여 과학에 대한 새로운 관점을 정립하였다. 직접적인 경험이 이루어지지 않은 맥락에 대해 영상물 매개를 통한 간접적인 이해를 도모하여 과학의 인식의 변화를 꾀한 이현옥과 문지영(2018)의 연구처럼 본 연구에서는 교과독서가 매개로서 기능할 수 있음을 확인하였다.

나. 기존의 과학에 대한 인식론적 신념 재맥락화

'The Meaning of it all' 이란 제목이었던 책이 '과학이란 무엇인가?'로 해석된 것이 안타까웠다. 단지 파인만이 저명한 물리학자라는 이유로 모든 것의 의미라는 책

을 과학으로 한정 짓지 않았나 라고 생각했다. 물론 그는 과학에 관해서 이야기하고 있다. 그런데 그는 단지 과학이 어떤 것인지 설명하는 것이 아니라 과학을 통해 어떻게 세상을 바라볼 것인지에 대해 세 번의 강연을 걸쳐 끊임없이 이야기하고 있었다. (연구참여자 12)

연구참여자 12는 파인만이 '과학이란 무엇인가?'라는 질문을 던지고 그 답을 과학 밖에서 찾을 수 있도록 시선을 넓혀주었다고 진술했다. 과학을 통해 세상을 바라보고자 했던 파인만의 의도대로 연구 참여자들은 책을 통해 확립한 과학자가 다루는 과학에 대한 인식론적 신념을 확장하여 적용하였다. 연구 참여자들이 파인만의 '과학 강의'를 통해 형성한 새로운 인식론적 신념은 기존에 형성한 과학에 대한 인식론적 신념에 영향을 주었다. 과학자가 다루는 과학에 대한 인식론적 신념을 다른 맥락에 확장 적용함으로써 과학을 바라보는 인식의 틀이 변화되는 재맥락화 양상을 보였다. 구체적인 내용은 아래와 같다.

과학 시간에도 아이들은 '안락사', '즐기세포'와 같은 과학의 윤리적 문제에 대해 자기 생각을 다른 사람과 나누고 정의할 필요가 있다고 생각한다. 학문의 경계를 허물고 통합적인 관점에서 아이들 각자가 과학철학자가 될 수 있어야 한다는 것이다. 과학철학이 없다면 과학의 반성도 없으며, 반성 없는 진보는 빛이 바랜다고 생각하기 때문이다. (연구 참여자 13)

하지만 많은 예비교사는 대학에서 과학기술 윤리에 대한 교육을 받지 않았다. 실제로 교원양성기관인 우리 학교를 보아도 과학기술 윤리 교육을 실시하지 않고 있으며 관련된 강좌 또한 부족하다. 따라서 대한민국의 교육을 책임질 예비교사들을 대상으로 하는 과학기술 윤리와 관련된 교육이 필요하다. (연구 참여자 14)

먼저, 과학 기술의 윤리적 측면에 대한 인식이 확장되었다. 연구 참여자는 교과독서를 통해 '지식의 구조' 범주에서 윤리적 요소와 과학을 통합시켰다. 연구 참여자 13은 이를 확장하여 교과 학습 상황에서도 다루어져야 할 인식으로 바라보고 있다. 이는 '지식 습득 가치' 범주에서 과학을 가치 중립적으로 바라본 것과 연결된다. 과학은 단지 자연현상을 설명하는 학문일 뿐, 그것을 어떻게 응용하고 사용할지는 사용자에게 달렸다는 것이 가치 중립적 인식이다. 따라서 과학자

가 다루는 과학에 대한 인식을 교과 학습 상황으로 확장하여 학습자가 윤리적 측면을 인식할 수 있도록 과학기술 윤리와 관련된 교육이 필요하다는 것이다. 한편, 연구 참여자 14는 교육 대학교 교과 학습 상황에 주목하였다. 연구 참여자 14는 과학의 윤리적 측면에 관련한 교육이 예비 교사 양성 과정에 포함되어있지 않다는 점을 지적하며 교육 대학교 수업 과목으로 마련되어야 할 필요성을 주장하였다.

학교에 가서 수많은 학생들을 만나야 하는 예비교사에 있어서 올바른 과학적 인식을 가지고 과학의 본성에 대해 정확히 이해하는 것만큼 중요한 것은 없다고 생각한다. 이 책을 읽으면서, 과학의 본성을 확실하게 단계 되었다. (연구 참여자 17)

과학본성을 이해한 후 전체적인 과학에 대한 관점 변화는, 과학이란 잠정적으로 가변성이 있고, 이를 정의하거나 탐구하는 주체의 주관이 반영될 수 있다는 점이었다. (연구 참여자 18)

언제 어디서나 동일한 관찰이 이루어져야 과학의 객관성이 보장되는데, 특정한 이론이 배경으로 서로 다른 관찰을 일으킨다면 과학의 객관성이 보장될 수 없고, 따라서 과학적 진리는 상대적일 수 밖에 없다는 인식이다. (연구 참여자 19)

다음으로, 과학의 본성에 대한 이해를 높이고 기존에 가진 인식론적 신념에 관하여 소박한 신념을 세련된 신념으로 재배치하였다. 과학의 본성(Nature of Science)의 이해는 과학 교육의 중요한 목표로서 자리매김하고 있다(임성만 외, 2010). 과학에 대한 인식론적 신념의 분석들을 살펴보면 각 구인의 세련된 신념 수준의 내용은 과학의 본성과 관련되어 있다. 가령, 과학 지식의 잠정성과 관찰의 이론 의존성에 대한 이해는 지식의 가변성 구인의 세련된 수준인 상대적인 진리로서 지식을 인식하는 것과 연관 되어있다. 연구 참여자들은 과학의 본성 이해를 통해 기존의 인식론적 신념이 변화하는 양상을 보였다. 이는 연구 참여자들이 교과독서를 통해 과학자들이 다루는 과학을 이해하는 과정에서 학습한 과학의 본성을 통해 세련된 신념을 정립하고 그것을 기존에 가진 소박한 신념에 재배치함으로써 변화가 나타난 것이라고 할 수 있다.

내가 만나게 될 학생들 중에서도 학창시절의 나처럼 과학을 어렵게 느끼는 학생이 분명 존재할텐데 학생들에게 과학의 본성을 이해하고 과학은 얼마든지 들릴 수 있음을, 우리는 그러한 불확실성을 즐기는 존재임을 알려준다면 좀 더 흥미를 가지고 혹은 좀 더 친근하게 과학에 다가갈 수 있지 않을까? (연구 참여자 14)

1951년 노벨 화학상 수상자 글렌 T. 시보그는 "과학자들의 연구 동기를 유도하는 힘의 기본 방향은 실용적인 목표가 아니라 지적 호기심과 발견에 대한 욕망이다."라고 했으며, 수학적 핵심 난제 중 하나인 푸앵카레 추측을 증명한 그레고리 페렐만은 "내가 우주의 비밀을 쫓고 있는데 어떻게 백만 달러를 쫓겠는가?"라며 상금을 거부했다. (연구 참여자 15)

그렇기에 과학 교육은 과학이 주는 삶의 기쁨을 학생들이 경험할 수 있는 방향으로 이루어져야 한다고 생각한다. (연구 참여자 16)

마지막으로, 연구 참여자들은 과학의 내재적 가치를 발견하였다. 기존에 '학업을 위한 수단', '생활의 유용성' 등 외재적 측면의 과학 지식의 가치를 인식했던 연구 참여자들은 과학자의 지적 즐거움 추구에 주목했다. 과학을 다른 가치를 실현하는 '도구'로 바라보는 것이 아니라 과학 그 자체로서의 본질적인 가치를 찾는 것이다. 과학자가 다루는 과학에 국한되지 않고 나아가 연구 참여자 14는 과학의 불확실성에 대한 인식을 교수학습 상황에 가져와 과학에 흥미를 느끼게 하는 요소로 활용하고자 하는 의지를 나타내었다. 마찬가지로 연구 참여자 16은 과학의 내재적 가치에 초점을 두어 과학이 주는 삶의 기쁨을 학생들이 경험할 수 있게 하는 과학 교육을 추구했다.

종합하면, 연구 참여자들은 파인만의 '과학 강의'에서 습득한 '과학 기술의 윤리성', '과학의 본성', '과학의 내재적 가치' 측면에서 기존의 과학에 대한 인식론적 신념을 재맥락화하였다. 이는 특정 맥락에 특정한 인식론적 신념을 국한하여 활성화하는 것이 아니라 맥락에 따른 인식론적 신념들이 상호작용하여 재맥락화될 수 있음을 함의한다. 이는 인식론적 신념이 고정되고 분절적인 개념이 아니라 역동적으로 상호작용하는 자원으로서 활용될 가능성을 지니고 있음을 보여주는 결과라 할 수 있다.

Table 5. Summary of elementary preservice teachers' scientific epistemological beliefs depending on the situation

과인만의 ‘과학 강의’ 상황	투입 전		→	투입 후
	교과 학습에서의 과학	일상생활에서의 과학		과인만의 ‘과학 강의’에서 받아들인 과학에 대한 인식
지식의 인상	재미없고 어려운 과목	맹목적인 믿음		역동적 학문
	무념과 미지의 영역	무관심의 영역		가능성의 영역
지식의 근원	교과서	매체		의심과 상상력
지식의 정당화	객관적인 실험	매체의 보도를 통한 검증		이론의존성을 지닌 관찰
	과학자에 의한 증명		추론·비판의 사고과정	
지식의 가변성	정해진 하나의 정답	객관적인 사실		잠정적인 결론
지식의 구조	이해가 결여된 파편적 지식	기술과의 통합		기술과의 통합
	교과 내 한정	사회와의 통합		사회·윤리와의 통합
지식 습득 가치	학업을 위한 수단	생활의 유용성		‘얕’ 그 자체의 성취감
		과학기술의 부작용 인식		가치 중립

지금까지 분석한 연구 참여자들이 기존에 지녔던 인식론적 신념과 ‘파인만의 과학 강의’를 투입한 이후 변화한 신념의 양상을 도해하면 Table 5와 같다.

초등 예비교사인 연구 참여자들은 과학자가 다루는 과학 맥락에서의 인식론적 신념을 교과 학습 상황에서의 인식론적 신념에 적용하고자 하는 의지를 가장 크게 보였다. 즉, 교사의 인식론적 신념이 교수·학습에 영향을 미친다는 선행 연구(Aytaç & Uyangör, 2020; Bahcivan et al, 2019; Dorsah et al., 2020; Mardiha & Alibakhshi, 2020; Wu et al., 2021; 김선영, 2012; 유종열, 2016; 황신영과 정영란, 2017)와 비교하면, 본 연구에서도 예비교사의 과학에 대한 신념이 교수·학습 상황에서 학습 요소로 활용되어 학습자들의 교과학습에서의 인식론적 신념에 영향을 줄 수 있다는 가능성을 보였다. 또한, 과학자가 다루는 과학에 대한 접근이 교사가 과학에 대한 인식론적 신념에 영향을 준다는 것을 시사한다.

다른 의미에서 접근해보면 교과독서를 통해 인식론적 신념의 폭과 깊이를 확장시킬 수 있다는 가능성을 확인하였다. 과학자가 다루는 과학에 대한 새로운 관점을 정립한 것에 그치지 않고 다른 맥락에서의 인식론적 신념에 영향을 주어 기존의 인식의 틀이 변화되는 재맥락화 양상을 보였다. 교과독서를 통한 과학의 인식에 대한 긍정적 변화를 확인했던 임성만(2021)의 연구처럼 본 연구에서도 교과독서가 초등 예비교사의 과학에 대한 인식의 폭과 깊이를 확장하는 역할로서 기능할 수 있음을 확인할 수 있었다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 초등 예비교사가 맥락에 따라 과학에 대해 어떤 인식론적 신념을 가지는지를 살피고, 교과 독서를 통한 인식론적 신념의 변화양상을 심층적으로 탐색하고자 하였다. 이를 위해 파인만의 ‘과학 강의’를 접하고 작성한 에세이를 질적으로 분석하여 살펴보았다. 연구 결과를 종합하면 다음과 같다.

첫째, 초등 예비교사가 가지는 과학에 대한 인식론적 신념은 교과 학습과 일상생활 상황에 따라 차이를 보였다. 교과 학습 상황과 일상생활 상황이라는 두 가지 맥락에서 초등 예비교사들이 기존에 가지고 있던 과학에 대한 인식론적 신념이 도출되었다. 두 가지 맥락에서 초등 예비교사의 과학에 대한 인식론적 신념은 전반적으로 소박한 신념 수준의 양상을 보였다. 이처럼 인식론적 신념의 발달 수준에서는 비슷한 양상을 나타내는 듯 보였지만, 소박한 신념을 가지기까지 세부적인 내용에서는 차이를 보이기도 하였다. 이는 개인이라도 맥락에 따라 상반된 신념을 가질 수 있으며, 유사한 수준의 신념을 가지더라도 구체적인 내용에서는 차이를 나타낼 수 있음을 보여준다.

둘째, 교사양성과정에서 교과독서를 통해 인식론적 신념의 폭과 깊이가 확장될 가능성을 확인하였다. 교과독서를 통해 기존 신념에 더하여 과학자가 다루는 과학에 대한 인식론적 신념을 새롭게 정립하였다. 직접적인 경험이 부족한 맥락에서 교과독서의 매개를 통해 간접적인 이해가 이루어졌다. 새로운 맥락에서 형

성된 인식론적 신념은 기존의 인식론적 신념에 영향을 주었다. 파인만의 ‘과학 강의’에서 습득한 신념을 기존의 맥락에 확장 적용하여 과학을 바라보는 인식의 틀이 변화되는 재맥락화 양상을 보였다. 특히, 초등 예비교사인 연구 참여자들은 과학자가 다루는 과학에 대한 인식론적 신념을 교과 학습 상황에 적용하려는 경향이 가장 크게 나타났다.

이상의 연구 결과를 바탕으로 후속 연구에 대한 제언은 다음과 같다.

첫째, 맥락에 따른 인식론적 신념을 적재적소에 활용하는 방안이 필요하다. 본 연구에서는 개인이 한 대상에 대해 가지는 인식론적 신념이 다양할 수 있음을 밝히고, 맥락에 따른 인식론적 신념이 유연하게 변화할 수 있음을 확인하였다. 달리 말해, 학습자는 다양한 인식론적 신념을 맥락에 따라 차별적으로 활성화하는 자원으로서 활용할 수 있다. 이를 교육 현장에 활용하기 위해 학습자가 어떤 신념들을 가지고 있는지 확인하고 맥락에 따라 다양한 방향으로 인식론적 신념을 활성화 할 수 있는 연습이 이루어져야 한다. 이를 위해 학습자 본인이 가진 인식론적 신념이 무엇인지 지식의 본질에 대한 믿음을 성찰하는 것이 선행되어야 한다. 이를 위해 인식론적으로 사고하고 반추하는 활동으로 본 연구에서 활용했던 에세이나 저널 쓰기 등의 방법을 활용할 수 있다. 또한, 특정 맥락에서 가장 적절하고 유용한 신념은 어떤 것인지 후속 연구를 통하여 정교화하는 것이 필요하다.

둘째, 인식론적 신념의 폭과 깊이를 확장하기 위한 교과독서의 세부적인 활성화 방안이 필요하다. 본 연구에서 교과독서를 통해 과학과 관련한 간접 경험을 하고 새로운 관점을 생성할 수 있다는 것을 확인하였지만, 교육 현장에 적용할 수 있는 구체적인 교수·학습 방법을 마련하지 못했다는 점에서 한계가 있다. 학습자의 수업 참여도가 낮은 것은 동기부여나 학습전략의 문제이기 이전에 지식에 대한 관점에서 기인하는 근본적인 문제일 수 있다. 교과독서를 통해 인식론적 신념의 변화를 이끌어낼 수 있다는 점은 체계적인 교과독서 교수·학습방안을 마련해야 할 당위성을 부여한다. 또한, 학생의 인식론적 신념에 영향을 미치는 요소로서 교사의 언어 행위와 교수 과정에도 주목할 필요가 있다. 예비교사의 인식론적 신념이 학생들에게 미치는 영향이 지대한 만큼, 학습자를 대상으로 하는 교육 현

장과 더불어 교사양성과정 측면에서도 교과독서 활성화를 위한 세분화되고 체계적인 방안이 필요하다.

국문요약

본 연구의 목적은 예비교사가 상황에 따라 과학에 대해 어떤 인식론적 신념을 가지는지를 살피고, 교과독서를 통한 인식론적 신념의 변화양상을 심층적으로 탐색하는 것이다. 이를 위해 초등 예비교사들이 ‘파인만의 과학이란 무엇인가?’를 읽고 쓴 에세이 77편을 귀납적 분석법을 이용해 분석하였다. 연구 결과로, 기존에 예비교사가 지녔던 인식론적 신념을 ‘교과 학습에서의 과학’, ‘일상생활에서의 과학’의 두 가지 상황으로 구분하고, 교과독서 후에 ‘과학자가 다루는 과학’ 상황에서 형성된 인식론적 신념을 분석하였다. 각 상황은 ‘지식의 인상’, ‘지식의 근원’, ‘지식의 정당화’, ‘지식의 가변성’, ‘지식의 구조’, ‘지식 습득 가치’를 하위 범주로 세분화하여 세련된 신념과 소박한 신념 수준에서 차이를 밝혔다. 그 결과로 파인만의 과학 강의가 예비교사에게 새로운 관점 정립, 기존의 인식론적 신념 재맥락화 측면에서 영향을 주었음을 도출하였다. 본 연구는 예비교사가 가지는 과학에 대한 인식론적 신념이 상황에 따라 상이할 수 있음을 밝히고, 교과독서를 통해 과학자가 다루는 과학에 대한 신념을 포괄하는 방향으로 인식론적 신념의 폭과 깊이가 확장될 가능성을 확인하였다는 점에서 의미가 있다.

주제어: 인식론적 신념, 과학에 대한 인식론적 신념, 예비교사, 교과독서

References

- 강훈식, 이지영(2010). 초등학생들의 과학 수업에 대한 이미지와 이미지 형성에 영향을 미치는 요인. 한국과학교육학회지, 30(4), 519-531.
- 곽영순(2002). 구성주의 프로파일로 표현된 예비교사들의 신념변화. 한국지구과학학회지, 23(3), 242-258.
- 김동렬(2015). 초등 예비교사들의 생명영역 탐구 수행

- 경험이 과학자 이미지와 과학 교수 불안에 미치는 영향. *科學教育研究誌*, 39(1), 1-14.
- 김선영(2012). 구성주의에 기반한 모의수업 활동이 예비 생물교사의 인식론적 신념, 과학교수 효능감 및 교수 동기에 미치는 영향. *한국과학교육학회지*, 32(7), 1157-1168.
- 김종욱, 김찬중(2021). 과학 관련 사회적 문제 (SSI) 교육 맥락에서 초등학생의 위치짓기 양상-실천 지향기 후변화 동아리 활동을 중심으로-. *한국과학교육학회지*, 41(6), 501-517.
- 박병기, 채선영(2006). 사적 인식론의 재개념화 및 그 타당성 검토. *教育心理研究*, 20(4), 829-854.
- 송영욱, 최혁준(2020). 의미분석법에 의한 중등학생의 과학·수학 이미지 측정도구 개발 및 적용. *교육과학연구*, 51(2), 91-109.
- 양미경(2006). 학습자의 인식론적 신념: 연구의 동향과 과제. *열린교육연구*, 14(3), 1-25.
- 양일호, 한기갑, 최현동, 오창호, 조현준(2005). 연구논문: 초등 신규 교사의 과학 본성에 대한 신념. *초등과학교육*, 24(4), 360-379.
- 유종열(2016). 사회과 예비교사의 인식론적 신념과 좋은 수업에 대한 인식 간의 관계 연구. *사회과교육*, 55(2), 1-17.
- 윤초희(2012). 학습자의 인식론적 신념. *教育心理研究*, 26(1), 327-351.
- 윤혜경, 강남화, 김병석(2015). 예비 과학 교사의 과학, 과학 학습, 과학 교수에 대한 인식론적 신념: 인식론적 신념의 맥락 의존성. *한국과학교육학회지*, 35(1), 15-25.
- 이순영, 최숙기, 김주환, 서혁, 박영민(2019). *독서교육론*. 서울: 사회평론아카데미.
- 이현욱, 문지영(2018). 과학자들의 일상과 연구과정을 다룬 다큐멘터리를 통한 대학생들의 과학 및 과학자에 대한 인식변화 탐색. *한국과학교육학회지*, 38(2), 293-304.
- 임성만(2021). 지구과학 예비교사와 초등 예비교사의 과학 독서감상문에 담긴 과학 교과독서의 의미 비교. *대한지구과학교육학회지*, 14(1), 69-79.
- 임성만, 양일호, 정운영(2010). 초등 과학영재 지도교사의 과학의 본성에 대한 인식 및 교수태도 분석. *과학교육연구지*, 34(2), 396-404.
- 임성만, 임재근, 최현동, 양일호(2008). 초,중,고 학생과 예비 교사 및 초등 교사가 생각하는 과학자에 대한 이미지 분석. *초등과학교육*, 27(1), 1-8.
- 주찬연(2015). 과학사 기반의 유전 수업에서 나타난 예비교사의 과학지식, 과학학습, 과학교수 상황에 대한 인식론적 신념 변화. *한국교원대학교 석사학위논문*.
- 홍수진(2015). 과학과 예술의 융합지식에 관한 인식론적 신념 측정을 위한 탐색적 연구. *경희대학교 일반대학원 박사학위논문*.
- 황신영, 정영란(2017). 생물실험수업에서 나타난 예비교사와 경력교사의 반성적 사고에 관한 사례 연구. *생물교육*, 45(2), 305-318.
- Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Influence of a reflective explicit activity-based approach on elementary teacher's conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 295-317.
- Aytaç, A., & Uyangör, N. (2020). A relational study of pre-service teachers' epistemological beliefs, educational philosophy tendencies and teaching-learning conceptions. *Educational Policy Analysis and Strategic Research*, 15(4), 49-68.
- Bahcivan, E., Gurer, M. D., Yavuzalp, N., & Akayoglu, S. (2019). Investigating the relations among pre-service teachers' teaching/learning beliefs and educational technology integration competencies: A structural equation modeling study. *Journal of Science Education and Technology*, 28, 579-588.
- Colaizzi, P. E. (1978). *Psychological research as the phenomenologist view it existential phenomenology*. New York: Oxford University Press.
- Dorsah, P., Shahadu, I., & Kpemuonye, A. K. N. (2020). Pre-service teachers' scientific epistemological beliefs and science teaching efficacy beliefs: A correlational study. *European Journal of Education Studies*, 7(9), 37-55.
- Guilfoyle, L., McCormack, O., & Erduran, S. (2020). The "tipping point" for educational research: The role of pre-service science teachers' epistemic beliefs in evaluating the professional utility of educational research.

- Teaching and Teacher Education, 90, 103033.
- Hammer, D. (1994). Epistemological beliefs in introductory physics. *Cognition and Instruction*, 12(2), 151-183.
- Hammer, D., & Elby, A. (2002). On the forms of personal epistemology. In B. K. Hofer, & P. R. Pintrich (Eds.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pp. 169-190). Psychology Press.
- Hofer, B. K. (2000). Dimensionality and disciplinary differences in personal epistemology. *Contemporary Educational Psychology*, 25(4), 378-405.
- Hofer, B. K., & Pintrich, P. R. (1997). The development of epistemological theories: Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of Educational Research*, 67(1), 88-140.
- Holland, D., Lachicotte Jr, W. S., Skinner, D., & Cain, C. (2001). *Identity and agency in cultural worlds*. Harvard University Press.
- Karakolidis, A., Pitsia, V., & Emvalotis, A. (2019). The case of high motivation and low achievement in science: What is the role of students' epistemic beliefs? *International Journal of Science Education*, 41(11), 1457-1474.
- Lederman, N. G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), 916-929.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, learning, and values*. Praeger.
- Mardiha, S. M., & Alibakhshi, G. (2020). Teachers' personal epistemological beliefs and their conceptions of teaching and learning: A correlational study. *Cogent Education*, 7(1), 1763230.
- Ordonez, X. G., Ponsoda, V., Abad, F. J., & Romero, S. J. (2009). Measurement of epistemological beliefs: Psychometric properties of the EQEBI test scores. *Educational and Psychological Measurement*, 69(2), 287-302.
- Pajares, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307-332.
- Perry, W. G. (1968). *Patterns of development in through and values of students in a liberal arts college: A validation of a scheme*. Cambridge, MA: Bureau of Study Counsel. Harvard University.
- Qian, G., & Alvermann, D. (1995). Role of epistemological beliefs and learned helplessness in secondary school students; Learning science concepts from text. *Journal of Educational Psychology*, 87(2), 282-292.
- Schommer, M. (2002). An evolving theoretical framework for an epistemological belief system. In B. K. Hofer, & P. R. Pintrich (Eds.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pp. 103-118). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Schraw, G., & Olafson, L. (2002). Teachers' epistemological world view and educational practices. *Issues in Education*, 8(2), 99-149.
- Schraw, G., Bendixen, L. D., & Dunkle, M. E. (2002). Development and validation of the Epistemic Belief Inventory (EBI). In B. K. Hofer, & P. R. Pintrich (Eds.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- She, H. C., Lin, H. S., & Huang, L. Y. (2019). Reflections on and implications of the Programme for International Student Assessment 2015 (PISA 2015) performance of students in Taiwan: The role of epistemic beliefs about science in scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(10), 1309-1340.
- Wu, D., Liao, T., Yang, W., & Li, H. (2021). Exploring the relationships between scientific epistemic beliefs, science teaching beliefs and science-specific PCK among pre-service kindergarten teachers in China. *Early Education and Development*, 32(1), 82-97.