

초등 예비교사가 인식적 행위주체로서 고안한 생명과학 관련 지식 구성 활동의 인식적 목표 및 특성 탐색

하희수*

서울대학교 교육종합연구원

Exploring the Epistemic Goals and Features of Biology-Related Knowledge Construction Activities Shaped by Pre-Service Elementary Teachers as Epistemic Agents

Heesoo Ha*

Center for Educational Research, Seoul National University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 18 January 2021

Received in revised form

8 February 2021

21 February 2021

Accepted 25 February 2021

Keywords:

epistemic agency, epistemic agent, epistemic goal, knowledge construction, pre-service teacher education

ABSTRACT

This study aims to explore the epistemic goals that pre-service elementary teachers can construct in their biology-related knowledge construction activities, how these goals are constructed, and how the shaping of the knowledge construction activities around the goals was afforded or constrained. The research participants were 26 pre-service teachers, divided into 11 groups of two or three to engage in the activity. Their discussions and products were collected and used as data for this study. The analysis revealed that the teachers constructed three types of epistemic goals: making sense of natural phenomena, proposing the most effective course of action, and proposing solutions to problems based on their causes. Construction of different types of goals depended on the conclusions the pre-service teachers expected to draw based on the explored natural phenomena. It was found that the elicitation of the pre-service teachers' epistemic goals could facilitate their shaping of the knowledge construction activity as an evidence-based justification. The participants planned the construction of mechanistic explanations of natural phenomena with the epistemic goals of 'making sense of natural phenomena' or 'proposing solutions to problems based on their causes.' However, enacting their knowledge construction plans with sophisticated epistemic features was constrained due to the limited resources available. This study can contribute to developing instructional strategies that facilitate learners' epistemic agency and addressing epistemic agency in the development of pre-service teacher education methods.

1. 서론

과학 교수학습이 교사의 지식 전달에 머무르는 것이 아니라 학생의 지식 구성 과정이 될 수 있도록 지원하기 위한 노력이 이어지고 있다. 이러한 맥락에서 학생이 지식을 구성하고 그러한 지식 구성 활동을 형성하는 실행이 탐색 되고 있는데, 인식적 행위주체성(epistemic agency)은 이러한 인식적 실행을 탐구하기 위해 논의되는 주된 개념 중 하나라 할 수 있다. 인식적 행위주체성은 “학생들이 과학적 지식을 구성할 책임을 지닐 수 있으며 책임을 지는 것”(Miller *et al.*, 2018, p. 1058)이라고 정의되며, 과학 수업 속 지식 구성 과정을 지속하고 발전시키는 데에 기여하는 실행으로부터 포착된다. 이러한 실행은 학습자가 자신의 학습 및 사회문화적 배경에서 비롯된 경험과 지식을 활용한 것으로, 인지적·문화적 자원들을 활성화하였다고 설명된다(Barton & Tan, 2010; Sharma, 2007; Stroupe, Caballero, & White, 2018; Zimmerman & Weible, 2018). 그 예로 학생이 과학 개념에 대한 교사의 설명을 그와 관련된 자신의 일상 경험에 관한 논의로 확장하는 모습으로부터 인식적 행위주체성을 논한 Sharma(2007)의 연구가 있다. 과학교육에서 인식적 행위주체성을 중심으로 한 문헌은

과학 수업에서 학습자가 지식 구성 과정의 주체가 되어야 함을 강조 해왔으며, 인식적 행위주체성은 과학 수업에서 구성되는 지식이 어디에서 비롯되고 누가 어떠한 지식 구성 과정을 이끌어가는지 탐색할 수 있게 해주는 개념이라 할 수 있다.

과학교육에서 논의되는 인식적 행위주체성의 기반이 되는 행위주체성에 관한 사회문화적 측면의 문헌(Engeström, 1987, 2006; Giddens, 1984; Sewell, 1992; Holland, Lachicotte, Skinner, & Cain, 1998)은 행위주체성을 특정 목적을 성취하고자 자원을 활성화하는 실행을 바탕으로 논한다. 대표적으로 Engeström(1987, 2006)은 한 사회적 활동을 구성하는 주요 요소로 행위주체와 그 활동에서 행위주체가 지향하는 목표를 명시화하여, 행위주체의 실행이 특정 목표를 달성하고자 이루어짐을 분석할 수 있는 이론을 제시했다. 이러한 문헌을 바탕으로 하였을 때 인식적 목표는 지식 구성 과정을 통해 성취하고자 하는 것이라고 할 수 있으며, 과학교육 문헌에서 인식적 목표의 설정은 과학 학습이 이루어지는 교실 공동체와 과학 공동체에 의미 있어야 된다고 논의된 바 있다(Berland *et al.*, 2016). 이때 과학 공동체에 의미 있음은 자연 현상에 대한 설명을 생성해내는 과학의 지향점과 부합함을 의미하며, 교실 공동체에 의미 있음은 이러한 과

* 교신저자 : 하희수 (snudunoy717@snu.ac.kr)

** 이 논문은 2020년도 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2020S1A5B5A16083113).

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2021.41.1.47>

학 학습자들의 배경에서 비롯된 지식 구성 방법을 반영하거나 스스로 자연 현상에 대한 의미 형성이라는 과학의 인식적 목표를 이해하는 목표를 고안하는 것으로 설명된다. 하지만 한 공동체에 의미 있는 지식 구성 활동이 다른 공동체에게도 의미 있도록 하기란 어려운 일이며, 이와 관련하여 학생들에게 지식 구성 활동을 형성하기 위한 권한을 많이 부여하는 것은 과학적 지식 구성 활동의 특성이 반영된 정교한 인식적 실행이 이루어지기 어려울 것이라는 우려가 제기되어왔다(Stroupe *et al.*, 2018; Russ & Berland, 2019). 이러한 우려 및 어려움과 맞물려, 사회문화 이론과 비교하여 과학교육에서는 인식적 행위주체성을 논의할 때 목표 지향성은 주목받지 못하거나 암묵적으로 다루어져 왔다. 이에 본 연구에서는 학습자가 지니는 인식적 목표를 명시적으로 이끌어내는 지식 구성 활동을 과학 교수학습 맥락에 도입하고, 이 활동에서 인식적 목표가 어떻게 고안되었으며 그 목표를 중심으로 어떻게 지식 구성 활동이 형성되었는지 탐색하고자 하였다.

본 연구는 학습자의 지식 구성 활동 형성 과정 중에서도 정교한 인식적 특성을 지닌 활동의 형성이 어떻게 촉진되거나 제한되었는지에 주목했다. 이러한 연구 초점은 학습자가 과학 수업에서 지식 구성 활동의 형성에 참여할 수 있는 기회를 확대하는 것과 과학적으로 정교한 수준의 인식적 실행 및 이해를 구성할 수 있도록 지원하는 것이 함께 이루어지기 어렵다는 논의(Stroupe *et al.*, 2018; Russ & Berland, 2019)에서 비롯된다. 이때 인식적 특성은 학습자의 실행으로부터 인식적 이해를 탐색하는 관점(Berland *et al.*, 2016; Hutchison & Hammer, 2010; Sandoval, 2005)을 바탕으로 탐색되었다. 이 관점은 한 활동에서 어떠한 지식이 어떻게 구성되는지에 관한 이해를 학습자의 실행과 별개의 것으로 여기기보다도 그들의 실행으로부터 탐색할 필요가 있다고 주장하는 관점이다. 인식적 이해는 과학 학습에서 구성되는 지식은 무엇이고 어떻게 정당화되며, 지식 구성 활동은 어떠한 활동인지에 대한 답으로 구체화된다. 선행문헌에서 도출한 인식적 이해의 예로, 지식의 정당화 측면에서는 어떤 정보의 출처가 지닌 권위를 바탕으로 그 정보를 정당화할 수 있다고 여기는 것과 한 지식 주장을 자료에 대한 해석을 바탕으로 정당화하는 것이 있다. 인식적 이해의 정교성은 과학적 공동체에서 이루어지는 실행 및 공유되는 인식적 이해를 중심으로 판단되며, 이러한 기준에 따라 앞선 예에서는 후자가 더 정교화된 인식적 이해로 논의된다. 학습자의 실행으로부터 인식적 이해를 탐색하는 관점은 학습자가 지식 구성 과정에 참여할 때 그들의 인식적 이해를 바탕으로 그들의 실행과 활동을 형성함을 전제로 하고 있기에, 인식적 행위주체가 형성하는 지식 구성 과정을 탐색할 수 있게 해주며 그 정교화 여부 또는 수준 또한 분석할 수 있게 해준다는 점에서 본 연구의 목표에 부합한다. 이에 본 연구는 이러한 관점에서 학습자가 인식적 행위주체로서 형성하는 지식 구성 활동의 인식적 특성을 탐색하고자 하였다.

본 연구는 학습자의 인식적 행위주체성을 촉진하기 위해 인식적 목표를 명시화하는 지식 구성 활동을 예비교사 교육의 맥락에 도입하고, 예비교사들이 인식적 행위주체로서 형성하는 지식 구성 활동의 인식적 특성을 탐색하였다. 교사들이 학습자로서 경험한 과학 학습은 그들이 추후 교사로서 학교 현장에 도입할 교수학습 전략에 참조하는 선례가 될 수 있다(Sexton, 2004). 이는 초·중등 학교 현장에서 인식적 행위주체성을 촉진하는 지식 구성 활동이 이루어질 수 있게 하려

면 예비교사들이 직접 이러한 활동에 인식적 행위주체로서 참여해보고 과학적 지식 구성 과정에 대한 인식적 이해를 정교화하는 과정이 필요함을 암시한다. 또한 예비교사 교육의 맥락에서 예비교사들이 인식적 행위주체로서 지식 구성 과정을 형성해볼 수 있도록 지원하는 교수학습 전략의 구축 및 그러한 활동에서 이루어지는 그들의 실행에 대한 탐색이 필요하다고 할 수 있다(Windschitl, 2003). 이에 본 연구는 인식적 행위주체성을 중심으로 예비교사의 실행을 탐색하는 초기 시도로서 추후 인식적 행위주체성 중심의 예비교사 교육 전략의 구축에 기여하고자 하였다.

정리하자면, 본 연구에서는 학생의 인식적 행위주체성을 그들이 고안한 인식적 목표를 추구하고자 자원을 활성화하는 실행으로 보고, 학습자가 인식적 목표를 명시화하여 그 목표를 중심으로 지식 구성 활동을 형성하는 인식적 행위주체로서 자리하도록 촉진하는 교수학습 활동을 예비교사 교육에 도입하였다. 그리고 이러한 활동에서 드러나는 예비교사의 인식적 행위주체성을 탐색하여, 예비교사의 인식적 행위주체성에 대한 이해 및 이를 촉진하는 교수학습 전략의 구축에 기여하고자 하였다. 구체적인 연구 질문은 다음과 같다. 인식적 행위주체성을 촉진하고자 인식적 목표를 명시화한 지식 구성 활동을 초등 예비교사 교육에 도입하였을 때,

첫째, 초등 예비교사들이 형성한 인식적 목표는 무엇인가?

둘째, 초등 예비교사들은 어떻게 그러한 인식적 목표를 형성했는가?

셋째, 정교한 인식적 특성을 지닌 지식 구성 활동의 형성은 어떻게 촉진되거나 제한되었는가?

II. 연구 방법

1. 연구 맥락 및 연구 참여자

이 연구에는 교육대학교의 전공필수과목인 ‘생물학’ 강좌를 수강한 교육대학교 2학년 학생들 총 26명이 참여했고, 연구자가 교수자로서 강좌를 진행했다. 2020년 1학기에 진행된 해당 강좌는 과학과 교육 과정 중 초등학교 수준에서 다루어지는 생명과학 분야 핵심 개념을 중심으로 한 수업이 이루어졌으며, 교수학습 활동은 주로 교수자의 강의 및 학습자들의 논의 형태로 이루어졌다. 강좌는 비대면으로 이루어졌으며, 본 연구에서 탐색한 활동 또한 온라인으로 상호작용할 수 있는 Zoom, Slack 플랫폼을 활용하여 진행되었다. 학생들은 활동 과정에서 필요한 경우 실험실의 기자재를 활용할 수 있었다.

예비교사들은 2~3명씩 한 모둠을 이루었으며, 총 12개의 모둠이 만들어졌다. 모둠 구성에 있어서는 우선 학생들에게 자율적으로 모둠을 구성할 수 있도록 안내하여 개별 활동이 원활히 이루어질 수 있도록 지원하고자 하였다. 자율적으로 모둠을 구성하지 않은 학생들의 경우에는 교수자가 학생들의 사회적 관계를 고려하여 모둠을 배정하였다. 또한 중등교육에서 이과 계열에 속하였던 학습자들이 한 모둠에 배정되지 않고, 그들과 다른 학습자들이 활발히 상호작용할 수 있도록 조율하였다. 12개의 모둠 중 한 조는 설계된 탐구활동의 진행 방법 및 그에 관한 교수자의 안내에도 불구하고 탐구활동이 이루어지지 않았기에, 이 조를 제외하고 총 11개의 조를 대상으로 본 연구 분석이 이루어졌다. 연구 결과에서는 분석한 조 중 본 연구의 연구 질문에 대하여 명료한 분석 결과 및 심층적인 논의를 제공할 수 있는

세 조를 선정하여 제시하였다. 각 조는 숫자로, 예비교사의 이름은 알파벳으로 표기되었다(예: 1조의 학생 A는 '1A'로 표기).

2. 인식적 목표가 명시화된 지식 구성 활동의 설계와 진행 과정

인식적 목표가 명시화된 지식 구성 활동은 교육대학교의 생물학 강좌에 도입되어 비대면으로 진행되었다. 활동은 크게 네 단계로 진행되었다. 활동의 첫 단계는 예비교사들이 과학적 지식 구성 과정이 지닌 인식적 특성을 이해할 수 있도록 지원하는 단계로, 귀납적·연역적 탐구활동을 중심으로 한 과학적 지식 구성 과정의 소개, 과학적 지식을 구성하는 과정에서 이루어지는 근거 기반의 지식 주장 고안 및 과학 지식의 표상에 대한 설명 및 활동이 이루어졌다. 이때 과학적 논변활동과 논변의 구조(Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2008; Toulmin, 1958)에 대해 간략히 다루어져, 학습자가 근거를 기반으로 한 지식 주장의 정당화에 대해 인식할 수 있도록 지원했다. 두 번째 단계는 예비교사들이 앞으로 구성할 지식이 누구를 위한 것인지, 즉 지식의 청중(audience)을 설정하고 그 청중을 위해 어떠한 지식을 어떻게 구성할지에 관하여 인식적 목표를 설정하는 단계이다. Berland *et al.*(2016)는 학습자가 교사를 청중으로 삼을 때에 그들의 지식 산물이 평가될 것이라고 여기게 되며, 그와 반대되는 인식적 특성으로는 지식 구성 과정에의 참여자들이 청중으로서 함께 지식을 구성해가는 것이라고 보았다. 이는 인식적 목표가 청중과 밀접히 연관되어 있음을 암시하며, 본 연구에서는 이전에 착안하여 학습자가 스스로 자신들이 고안할 지식의 청중을 설정하고 이로부터 인식적 목표를 이끌어 내고자 하였다. 청중은 거주지, 습관, 취향, 특징 등 여러 방면에서 구체화될 수 있으며, 반드시 포함해야 할 점으로는 그 사람이 어떤 질문 또는 문제를 고민하고 있으며, 이를 해결하기 위해 어떠한 과학적 지식이 필요인지 구체화하는 것이라고 안내되었다. 이때 청중을 '초·중등 학생'으로는 설정하지 않도록 안내되었는데, 이는 '좋은 성적을 얻을 수 있도록 지식 전달하기'와 같이 전통적인 평가 중심 수업에서의 교사 중심적 인식적 목표가 설정되는 것을 방지하기 위함이었다. 인식적 목표를 고안하는 이 단계는 그 뒤에 이루어질 활동을 형성해가는 기준점을 고안하는 것으로 여길 수 있으며, 이 단계에서는 조별로 초안을 만든 뒤 전체 논의를 통해 서로 인식적 목표를 공유하고 비판적 의견을 주고받은 뒤 다시 조별로 수정하는 과정을 거쳤다. 세 번째 단계는 자료 수집과 분석을 포함한 지식 구성 활동 계획을 세우는 단계로, 이전 단계에서 고안한 청중을 위한 과학 지식을 구성할 계획을 세우도록 안내되었다. 마지막 단계는 계획에 따라 지식을 산출하는 과정이었다. 각 단계가 끝날 때마다 전체 논의에서 조별로 이루어진 활동을 발표하고 어떻게 수정하거나 다음 단계를 어떻게 진행할 수 있을지 의견을 주고받았다. 마지막 단계의 끝에 이루어진 전체 논의에서는 세 번째 단계에서 세웠던 계획과 대비하여 실제로는 어떻게 지식 구성 과정이 수행되었고, 어떠한 지식 산물이 산출되었는지 공유하고 검토하는 논의가 이루어졌다.

실제 강좌에서는 비록 학습자들이 활동의 설계 의도와 같이 순차적으로 인식적 목표를 설정하고 그 목표를 중심으로 지식 구성 활동을 형성해나가기에 기대하였으나, 학습자들이 활동을 진행하는 과정에서 인식적 목표 또는 그에 따른 지식 구성 계획을 이후 단계에서 수정할 수 있을 것으로 생각되었으며 실제로도 그러하였다. 만약 활동의

진 단계에 구성된 인식적 목표와 계획을 수정 불가능한 것으로 고정하면 학습자들이 실제 수행과정을 담지 못한 발표 및 지식 산물을 산출할 것을 우려하여, 예비교사들에게는 활동의 전 단계에서 이미 고안한 바를 수정해야 하는 경우 근거를 들어 그 수정 과정을 밝히도록 안내했다.

3. 자료 수집 및 분석

가. 자료 수집

본 연구는 학습자들의 실행에서 나타나는 인식적 특성을 탐색하고자, 활동에서 이루어진 예비교사들의 논의와 활동 결과물을 수집했다. 조별 논의는 Slack으로 진행된 논의 기록을 스크랩하였으며, Zoom으로 이루어진 조별 논의는 녹화되었고 논의 내용이 전사되었다. 다만 활동의 초반에 Zoom으로 이루어진 조별 논의가 녹화되지 않은 경우가 있었는데, 이러한 경우 활동의 단계별로 이루어진 전체 논의에서 조별로 이루어진 논의를 물어 어떠한 논의가 이루어졌는지 파악하고자 하였다. 전체 논의 또한 Zoom으로 이루어졌으며, 이 또한 녹화 및 전사되었다. 두 플랫폼 밖에서 이루어진 활동 과정은 학기 말에 제출된 보고서, 활동 일지 및 소감문을 통해 파악되었다. 연구자는 매주 조별 논의와 활동 과정을 검토하였고, 각 조에서 주목할만한 실행과 그 실행으로부터 나타나는 인식적 특성에 대한 필드노트를 작성하였다. 또한 활동의 단계별 진행 과정에서 학습자들의 실행이 보이는 인식적 특성이 명료히 드러나지 않은 부분을 단계별 조별 발표가 이루어진 전체 논의에서 질문하여, 그들의 인식적 이해 및 실행이 지니는 특성을 보다 명료히 포착하고자 했다.

나. 자료 분석

수집한 자료 중 예비교사들의 조별 논의 및 산출물들이 주된 분석 자료로 활용되었으며, 다른 자료들은 분석 결과를 명료히 하고 타당성을 확보하기 위한 보조 자료로써 활용되었다. 본 연구의 첫 번째 연구 질문은 인식적 행위주체성을 촉진하기 위해 인식적 목표를 명시화하는 지식 구성 활동을 예비교사 교육의 맥락에 도입했을 때, 예비교사가 어떠한 인식적 목표를 어떻게 고안하는지 탐색하는 것이었다. 이를 위해 먼저 수집한 자료 전체를 반복적으로 검토하며 각 조의 활동 과정을 파악했고, 그중 인식적 목표의 고안 및 수정이 나타난 부분을 추렸다. 그리고 이 부분에서 나타난 인식적 목표를 코딩하고 유목화하였는데, 이때 '이 과학 지식을 구성하는 이유가 무엇인지', '이 과학 지식을 어떻게 구성하고자 하는지'를 기준으로 유목화가 이루어졌다. 이때 분석 단위는 활동의 각 단계를 기본으로 하되, 단계 내에서 인식적 목표가 전환될 때는 전환이 나타난 맥락에서 분석 단위를 구분하였다. 그 다음에는 각 유형의 인식적 목표가 어떻게 고안되었는지 탐색하고자, 수집한 자료 중 추려진 부분을 검토하며 각 유형의 인식적 목표가 어떻게 고안되었고, 인식적 목표가 전환된 경우에는 전환된 이유가 무엇인지 분석했다.

두 번째 연구 질문은 예비교사들이 형성한 지식 구성 활동의 정교화된 인식적 특성은 어떻게 촉진되거나 제한되었는지 탐색하는 것이었다. 이를 위해 먼저 학습자의 실행으로부터 인식적 이해를 탐색하

Table 1. The epistemic features of the activity that were coded for each aspect

측면	인식적 특성
지식의 본성 (수준 구분)	1. 자연 현상에 관한 기술 2. 현상에 영향을 미치는 요인에 대한 설명 3. 자연 현상이 일어난 기작에 대한 설명
지식의 정보원	· 실증적 실험 · 선행문헌 · 온라인상에 공개된 자료 · 뉴스 기사 · 자연 현상에 대한 관찰
정당화 과정 (수준 구분)	1. 지식 산물은 정당화되지 않아도 된다. 2. 지식 산물은 정보원의 권위로 정당화될 수 있다. 3. 지식 산물은 그와 관련된 자료의 첨부 및 정보원의 권위로 정당화될 수 있다. 4. 지식 산물은 자료에 대한 우리의 추론으로 정당화될 수 있다.

는 문헌 및 과학 수업에서 이루어지는 지식 구성 과정의 인식적 특성에 관한 선행문헌(Berland *et al.*, 2016; Hutchison & Hammer, 2010; Schwarz *et al.*, 2005)을 기반으로 하여 각 조에서 활동의 단계별로 나타난 인식적 특성을 코딩했다. 이때 자료로부터 드러나는 인식적 특성을 포함하며 분석 틀을 수정했고, Table 1과 같이 최종 틀이 고안되었다. 그리고 ‘지식의 본성’과 ‘정당화 과정’ 측면의 인식적 특성은 ‘자연 현상이 일어난 기작에 대한 설명을 자료를 바탕으로 정당화하는’ 과학자 공동체의 지식 구성 과정이 지니는 특성과 대비하여 그 수준을 구분하였다. 그다음, 첫 번째 연구 질문에 대한 분석 결과와 함께 자료를 반복적으로 검토하며, 인식적 목표를 중심으로 하여 각 측면에서 어떻게 정교화된 인식적 특성을 지닌 지식 구성 활동의 형성이 촉진 또는 제한되었는지 탐색했다. 그 결과는 크게 세 가지 주제로 정리되었으며, 연구 결과에서는 초점 집단에서 이루어진 실험 중 각 주제가 잘 드러난 부분과 함께 제시되었다.

자료 분석의 타당성 확보를 위해 예비교사의 조별 논의 및 산출물과 더불어 그들의 인식론적 이해를 구체적으로 묻은 전체 논의 자료, 그들의 일지, 소감문, 연구자의 필드노트를 참고하여 연구자의 해석을 검토하였다. 또한 각 연구 질문에 대한 분석 과정과 결과를 과학교육 분야 연구자 2인과 함께 검토하며, 분석 과정에서 잘못된 해석이 있는지 살펴보고 합의된 해석을 도출하는 과정을 거쳤다.

III. 연구 결과 및 논의

본 연구의 연구 질문에 따라 먼저 인식적 행위주체성을 촉진하기 위해 학습자가 인식적 목표를 명시화하는 지식 구성 활동을 예비교사 교육의 맥락에 도입했을 때, 예비교사가 어떠한 인식적 목표를 어떻게 고안했는지 분석한 결과를 제시하고자 한다. 그리고 이 연구 결과를 바탕으로 하여, 활동에서 정교화된 인식적 특성은 어떻게 촉진되거나 제한되었는지 논의하고자 한다.

1. 예비교사가 고안한 인식적 목표의 유형 및 고안 과정

예비교사들이 고안한 인식적 목표의 유형은 ‘자연 현상에 대한 의미 형성하기’, ‘실용적 선택안 제시하기’, ‘문제 현상의 기작에 기반한 해결책 제시하기’로 크게 세 가지로 구분되었다. 각 유형의 인식적 목표 및 그 고안 과정을 제시하고, 어떻게 서로 다른 유형의 인식적 목표가 고안되었는지 논의하도록 하겠다.

가. 자연 현상에 대한 의미 형성하기

첫 번째 유형의 인식적 목표는 자신의 탐구하는 자연 현상에 대한 의미를 형성하는 것으로, 이러한 인식적 목표가 드러난 조들의 탐구 주제로는 ‘흡연자의 영양보조제 섭취가 그의 면역력 향상에 도움이 되는지’, ‘코로나19의 확산으로 환경오염이 줄었는지’ 등이 있었다. 예비교사들은 그 현상과 관련하여 자신이 기존에 알고 있던 정보를 점검하는 활동을 계획하였는데, 이는 대표적으로 ‘코로나19의 확산으로 환경오염이 줄었는지’ 탐색한 1조의 논의 과정에서 잘 드러난다. 아래는 1조에서 탐구 주제의 선정과 인식적 목표의 고안이 이루어진 논의의 일부이다.

1A: 실험이나 활동이 가능한 게 더 좋을 것 같긴 한데.

...

1B: 아니면 굳이 실험을 안 해도 관련된 논문에서 찾아도 찾을 수 있을지도! 실험할 여력이 안 된다던.

...

1A: 이번 코로나 사태로 다시 일회용품 사용이 늘어서 환경에 악영향을 준대.

1B: 오

1A: 공기질이랑 이산화탄소 배출량 같은 건 또 많이 줄어서.

1C: 오잉 신기하네.

...

1A: 이 사태가 지구에 긍정적 영향이 크지 부정적 영향이 크지.

1B: 오오

1A: 궁금한걸?

- 1조에서 활동의 2단계에 이루어진 조별 논의의 중

위 논의에서 예비교사들은 코로나19의 확산으로 인해 환경오염의 정도가 변화했음에 관하여 접한 정보를 공유하고, 환경오염의 정도 변화에 대해 두 정보가 상반됨에 주목하여 이를 탐구 주제로 세웠다. 즉, 자신이 알고 있던 선지식 또는 일상에서 접한 정보 중 그 정보가 입증된 정보인지 불분명함에 주목한 것이다. 이에 예비교사들은 그들이 접한 정보를 가설로 세우고, 가설을 검증하고자 자료를 수집하여 분석하는 활동을 진행하겠다는 계획을 세웠다. 1조는 구체적인 자료 수집 방법에 대해 전체 논의에서 “공기 질 보고서 및 전 세계의 공기 질을 주기적으로 측정해오고 있는 AirVisual이라는 사이트의 자료를 활용하여 최근 몇 년간의 주요 국가 대기질을 조사”하겠다고 발표하

였다. 온라인상에 공개된 자료를 분석하여 자연 현상에 관한 기술을 고안하고자 계획한 것이다. 이 조의 사례에서 드러나는 바처럼 자신이 알고 있던 선지식 또는 정보의 사실 여부에 주목한 예비교사들은 그 정보에서 다루는 자연 현상에 대하여 이해하고자 하는 인식적 목표를 세웠다. 이러한 사례는 예비교사들이 지식 구성 활동의 인식적 목표를 고안할 수 있는 기회를 제시했을 때, 예비교사들이 그들의 관심사를 반영하여 그들에게 의미 있으면서도 근거 기반의 정당화가 이루어질 수 있는 인식적 목표를 세울 수 있음을 보인다.

위 1조의 사례는 지식의 본성 측면에서 자연 현상에 대한 기술을 구성하는 것이 목표가 되었다고 해석된다. 하지만 ‘흡연자의 영양보조제 섭취가 그의 면역력 향상에 도움이 되는지’ 탐구하고자 한 조에서는 영양보조제 섭취가 면역력에 어떻게 변화를 일으키는지 탐색하겠다고 계획하여, ‘자연 현상에 대한 의미 형성하기’의 목표하에서 탐구하는 자연 현상에 대한 기사를 구성하고자 계획할 수 있음을 보였다. 이는 과학교육 문헌에서 과학적 공동체와 같은 정교한 인식적 목표로 논의되는 ‘자연 현상에 대한 의미 형성(sense-making)’과 부합한다 할 수 있다. 하지만 활동의 마지막 단계에서 이들이 계획한 바와 같이 기사에 대한 설명을 고안한 조는 없었는데, 이에 관해서는 정교한 인식적 특성을 제한한 요인에 관한 단락에서 논의하도록 하겠다.

나. 실용적 선택안 제시하기

두 번째 유형의 인식적 목표는 ‘실용적 선택안 제시하기’였다. 많은 조가 ‘경구피임약이 유방암 발병에 미치는 영향’, ‘스테로이드 도핑을 고민하는 보디빌더’ 등 인체 생리적 현상에 관한 주제를 선정하였고 그와 관련하여 생활에서 운동, 경구피임약 복용 등과 같은 활동 중 효과적인 방식을 제안할 수 있는 지식 산물을 구성하는 것을 인식적 목표로 설정했다. 이러한 인식적 목표가 고안되는 과정이 드러난 대표적인 예로 효과적인 손 세정 방법을 도출하고자 한 조의 사례가 있다. 다음은 2조에서 전체 논의 전 Slack으로 이루어진 조별 논의 중 일부이다.

- 2A: ‘대장균 배양을 효과적으로 하는 방법’, ‘자외선 살균기의 살균력 검증’, ... ‘효과적인 손 소독 방법’, ‘마스크 종류에 따른 성능 차이’. 주제 이렇게 생각해봤는데 어때?
 2B: 오, 괜찮은 것 같아. 자외선 살균력 검증은 비용적인 측면에서 너무 현실성 없는 듯... ... 효과적인 손 소독 방법 괜찮은 것 같아! ... 일단 학교 실험실에 있는 기구들 사용 가능한지 물어보자!
 ...
 2A: 총 다섯 가지 경우를 비교해보자! 손 소독제, 비누, 물, 햇빛, 알코올 ... 청중은 코로나19로 인해 위생에 관심이 많아진 사람들로 잡자! ... 청중이 싫어하는 것과 좋아하는 것은 뭘까?
 2B: 청중이 좋아하는 것은 아무래도 쉽고 간편하고 경제적인 거겠지. 싫어하는 건 반대일 거고.
 - 2조에서 활동의 2단계에 이루어진 조별 논의 중

위 담화에서 예비교사 2A는 조별 논의 전에 자신이 고민한 주제들을 나열하고, 조원 2B에게 같이 진행하고자 하는 주제를 선정하도록 제안하였다. 이때 제안된 주제들은 위 논의가 이루어진 시점이 코

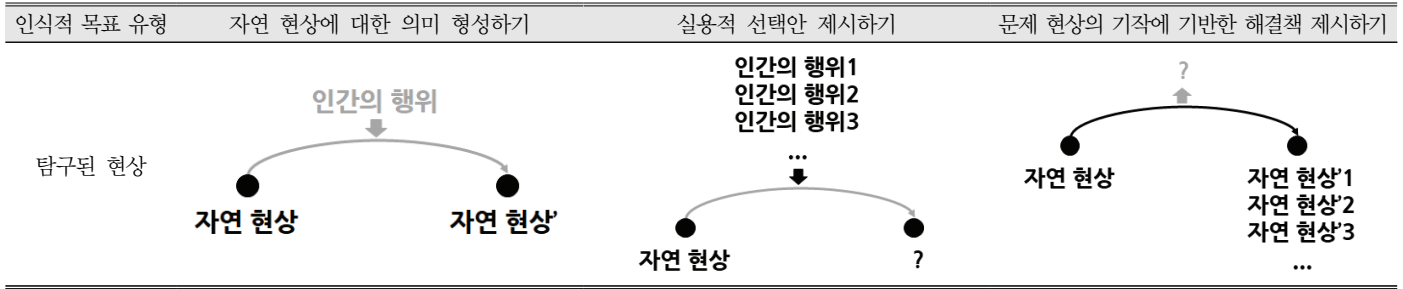
나19가 전 세계에 확산하던 때라는 점으로 미루어볼 때 예비교사들이 일상에서 관심을 두던 주제들임을 알 수 있다. 또한 이들은 그들이 고안할 지식을 ‘코로나19로 인해 위생에 관심이 많아진 사람들’로 설정했고, 이는 그 뒤의 전체 논의와 2차 조별 논의를 통해 ‘학원 강사’로 수정되었다. 이 ‘학원 강사’는 좁은 강의실에서 많은 학생을 마주하는 사람이라고 묘사되었는데, 이는 두 조원 중 한 명의 상황을 반영한 것으로 그들이 일상생활에서 마주하는 관심사를 반영하여 과학 지식 구성 활동을 형성하고자 했음을 알 수 있다.

실용적 선택안을 제시하겠다는 인식적 목표의 형성은 사람이 어떤 행위를 할 때 택할 수 있는 방법이 다양하다는 점에 주목하고 ‘효과적인’ 또는 ‘최적의’ 방법을 찾고자 한 조들에서 나타났다. 이러한 목표 하에서는 각 선택안이 ‘효과적인 방법’이 될 수 있는 대안적 가설들로 세워지며, 각 방법을 취했을 때 자연 현상에 나타나는 변화에 관한 자료를 수집하고 비교하여 ‘효과적인 방법’을 찾아 정당화하는 과정이 계획되었다. 구체적으로 2조의 경우에는 서로 다른 방법으로 손을 씻고, 손의 균을 배지에 찍어 배양한 균 콜로니의 크기를 비교하였다. ‘실용적 선택안 제시하기’의 인식적 목표 또한 자연 현상에서 나타나는 변화를 탐색한다는 점에서는 ‘자연 현상에 대한 의미 형성하기’와 공통되지만, 궁극적으로 도출하고자 하는 지식 주장이 자연 현상의 기사를 밝히는 것이 아니라 그 자연 현상에 효과적으로 변화를 야기하는 방법을 택하는 데에 있어, 이를 대안적 가설들로 세워 그들이 선정한 기준에 부합하는지를 검토하는 인식적 실행이 이루어진다는 점에서 구분된다.

다. 문제 현상의 기사에 기반한 해결책 제시하기

세 번째 유형의 인식적 목표는 ‘문제 현상의 기사에 기반한 해결책 제시하기’로, 이는 문제가 되는 현상이 일어나는 이유에 대해 이해하고 문제를 해결하기 위한 해결책을 제시하는 것을 목표로 하는 것을 의미한다. 이 인식적 목표가 드러난 조의 연구 주제로는 ‘경구피임약의 섭취가 인체에 미치는 부작용’, ‘영양보조제 섭취의 면역력 증진의 효과’, ‘카페인의 각성 효과’ 등이 있다. 대표적으로 ‘카페인의 각성 효과’에 관하여 탐구한 3조에서는 커피의 소비가 일상화되었는데 그 이유가 ‘카페인을 통한 각성 효과를 기대’하기 때문이나, 그들 중 “한 사람은 조금만 먹어도 밤에 잠을 못 잘 정도로 민감한 반면, 다른 한 사람은 아무리 많이 마셔도 큰 효과를 보지 못한다”는 점에 주목했다. 이에 예비교사들은 본인들의 커피 섭취에 대한 정보를 담아 청중을 설정하고, 이들을 위해 카페인 섭취 시 어떻게 각성 효과가 나타나는지 탐색한 뒤, 이를 바탕으로 “카페인에 민감하게 반응하는 대상과 민감하게 반응하지 않는 대상 모두에게 적절한 대안을 제시”하겠다는 계획을 세웠다. ‘문제 현상의 기사에 기반한 해결책 제시하기’ 목표는 ‘카페인의 각성 효과’처럼 예비교사들이 문제를 해결하고자 그들에게 문제가 되는 자연현상을 탐색하였다는 점에서 ‘자연 현상에 대해 이해하기’와 구분된다. 또한 탐구하는 현상이 일어나는 기사에 대한 이해를 바탕으로 가능한 해결책을 도출하겠다고 계획했는데, 이는 여러 해결책이 대안적 가설들로 미리 제시되어있는 것이 아니라 현상이 일어나는 기사에 대한 설명을 바탕으로 대안적 가설들을 고안하겠다는 계획이기에 ‘실용적 선택안 제시하기’와 구분된다.

Table 2. The structure of the explored phenomena under the three types of epistemic goals



→ : 시간의 흐름에 따라 자연 현상의 변화가 일어나는 기작
 ● : 특정 순간 자연 현상의 모습
 ? : 활동을 통해 도출하고자 하는 지식
 회색 : 각 유형의 인식적 목표를 보인 조의 실행에서 드러나지 않기도 한 요소

라. 세 인식적 목표 유형에 관한 종합 논의

예비교사들이 고안한 인식적 목표의 유형은 그들이 탐구하기로 선택한 자연 현상에 대한 지식을 바탕으로 어떠한 결론을 얻고자 하는가에 따라 구분되었다. 이는 예비교사들이 자신 또는 지인들을 그들이 고안할 지식의 청중으로 설정하고, 자연 현상에 대한 지식이 필요한 이유에 있어서 ‘자연 현상에 대한 의미 형성(sense-making)’ 외에도 ‘지식을 일상 활동에 적용 가능한지’의 측면에서 실용성을 지니는지 고려했기 때문인 것으로 해석된다. 이로 인해 예비교사들이 탐구하기로 한 현상은 자연 현상 및 그 자연 현상과 관련한 청중의 활동을 포함했고, 이러한 구조에서 무엇을 자료로 하여 어떤 측면의 결론을 도출하고자 하는지에 따라 인식적 목표의 유형이 달라졌다 (Table 2).

‘자연 현상에 대한 의미 형성하기’는 선행문헌에서 논한 자연 현상에 대해 탐구하고자 하는 인식적 목표와 가장 부합하는 유형으로, 다른 유형의 인식적 목표보다 자연 현상에 대한 이해를 바탕으로 일상생활에 실용적인 해결책을 도출하겠다는 의도는 적었다. ‘실용적 선택안 제시하기’와 ‘문제 현상의 기작에 기반한 해결책 제시하기’의 유형은 과학지식이 일상생활에 실용성을 지녀야 한다는 점이 강조된 것으로, 자연 현상에 대한 이해를 추구하는 기초과학에 비하여 인간이 현실적으로 당면한 구체적인 문제들을 해결하고자 하는 응용과학의 특성을 반영하는 것으로 이해될 수 있다. 다만 두 인식적 목표 유형은 인간의 활동 방법을 가설로 세워 검증할지 아니면 자연 현상에 대한 지식을 바탕으로 인간의 활동 방법에 대한 대안적 가설을 고안할지에 따라 구분되었다. 그리고 ‘실용적 선택안 제시하기’의 목표하에서는 자연 현상의 기작에 대한 설명이 없더라도 결론을 도출할 수 있었기에, 최종산출물에서 자연 현상이 일어난 기작에 대한 설명이 제시되지 않은 조들이 많았다. 한편 ‘문제 현상의 기작에 기반한 해결책 제시하기’의 목표를 고안한 조에서는 결론을 도출하기 위해 자연 현상의 기작에 대한 설명이 필요하였고, 이에 관한 설명을 고안하겠다는 계획을 세웠다. 예비교사들은 그들의 일상생활에 실용성을 지닌다는 점에서 그들이 선택한 탐구 주제에 관심을 가진 것이고, 이로 인해 교실 공동체에게 유의미한 인식적 목표가 고안될 수 있었다. 하지만 두 유형의 인식적 목표를 중심으로 진행된 활동에서 자연 현상에 대한 기작은 탐색될 필요가 없었거나 예비교사들이 직접 제한된 시간 내에 자료를 수집하여 근거 기반의 지식 주장을 고안하기에는 한계가 있었다. 이러한 분석 결과는 교실 공동체와 과학 공동체

모두에게 의미 있는 지식 구성 활동을 형성하는 어려움에 대한 선행 문헌의 논의(Berland et al., 2016; Russ & Berland, 2019; Stroupe et al., 2018)를 구체화하며, 과학 지식 구성 과정에서 학습자들에게 의미 있는 인식적 목표가 지니는 특징을 밝힌다. 하지만 지식의 실용성을 중심으로 한 두 인식적 목표 유형을 어떻게 바라보고, 정교한 수준의 인식적 특성을 지닌 지식 구성 활동이 이루어질 수 있도록 지원하기 위해 활용할 수 있을지에 관한 추후 논의가 필요하다.

예비교사들의 논의 과정에서 나타난 인식적 목표의 주된 특징으로는 활동의 맥락에 따른 전환 가능성이 있다. 이러한 전환이 나타난 대표적으로 사례로 ‘경구피임약이 유방암 발병에 미치는 영향’에 대해 탐구하고자 한 조가 있다. 이들은 지식 구성 활동의 계획 및 수행과정까지 경구피임약의 복용에 따라 어떠한 인체생리적 현상이 나타나는지에 관한 설명을 구성하였으며, 이는 ‘자연 현상에 대한 의미 형성하기’ 유형에 해당하는 인식적 목표를 중심으로 형성된 활동으로 분석되었다. 하지만 그들의 탐구 결과를 바탕으로 청중을 위한 최종 지식 산물을 도출하는 과정에서는 그러한 지식을 바탕으로 경구피임약 복용이 적절한지에 관하여 제안하는 것으로 인식적 목표가 전환되었다. 이러한 전환은 그들이 도출한 지식이 청중에게 의미 있기 위해서 현상에 대한 이해뿐만 아니라 일상생활에서 실용성을 지녀야 한다는 인식이 반영된 것으로 해석된다. 그리고 이러한 전환이 청중을 위한 최종 지식 산물을 고안하는 과정에서 이루어졌다는 점은 구체적인 청중의 설정이 이러한 전환을 촉진하였을 가능성을 암시한다. 각 과학 교수학습 활동에서 추구하는 바에 따라 이러한 맥락에 따른 인식적 목표의 전환에 대한 해석이 상이할 수 있으며, 이때 교수자가 어떻게 지원해야 할지에 관한 추후 논의가 필요하다.

2. 정교한 인식적 특성을 촉진하거나 제한한 요인

예비교사들이 인식적 목표를 명시하고 이를 바탕으로 형성한 지식 구성 활동에서 정교한 수준의 인식적 특성을 지닌 지식 구성 활동의 형성을 촉진하거나 제한한 요인들은 크게 세 가지 측면에서 도출되었다.

가. 정당화 과정 측면의 정교화 촉진 요인: 예비교사의 인식적 목표 명시화

예비교사들에게 청중을 위해 어떠한 지식을 구성할지, 즉 인식적 목표를 고안하여 명시화하도록 하는 것은 근거 기반의 지식 주장 정

당화가 수반되는 지식 구성 활동의 형성을 촉진할 수 있었다. 앞서 살펴본 1조와 2조의 논의에서 드러나듯이, 예비교사들은 자신들의 관심사를 반영하면서도 자료 수집의 가능 여부를 탐구할 주제 설정의 준거로 활용하였고, 이는 그들이 추후 구체적으로 지식 구성 과정을 계획할 때 자료의 수집 및 분석 과정을 수행할 수 있는 지식 구성 활동의 계획으로 이어졌다. 그 예로 코로나19의 확산으로 환경오염이 줄었는지 밝히는 것을 목표로 한 1조에서는 그 목표에 도달하고자 자신들이 활용할 수 있는 자료를 알아보았고, 2018~2020년도 우리나라의 미세먼지의 농도 수치를 공개한 자료를 찾았다. 그리고 이를 활용하여 각 해의 미세먼지 농도를 그래프로 나타내어 비교하는 탐구 과정을 설계 및 수행하였으며, 2020년도에 미세먼지의 농도가 이전보다 확연히 감소하였다는 결론을 도출했다.

이처럼 예비교사들이 근거 기반의 정당화를 계획하는 데에는 인식적 목표를 명시화하고 탐구 주제를 선정할 때 그들 스스로 자료 수집 및 분석이 가능한지 판단하는 것이 중요한 역할을 했다. 예비교사들이 이를 탐구 주제 선정의 주된 준거로 삼았음은 그들이 직접 근거를 기반으로 정당화 및 검토하는 실행을 수행할 수 있어야 한다는 점을 인식하였음을 의미한다. 근거 기반의 정당화가 이루어져야 한다는 인식에는 과학에서의 지식 구성 과정에 대한 교수자의 지원 또한 반영된 것으로 해석된다. 교수자는 활동의 첫 단계에 과학자 공동체에서 이루어지는 근거 기반의 지식 구성 과정에 대해 강조하였고, 예비교사들이 참여할 수 있는 간단한 근거 기반의 정당화 활동을 마련하는 등 지식의 정당화 측면에서 정교화된 인식적 이해를 구성할 수 있도록 지원하였다. 또한 활동 초반에 지식을 구성할 계획을 세울 때는 어떻게 자료를 수집하여 가설을 검증할 것인지 고려하라는 명시적인 안내를 제공하여, 지식 주장의 정당화에 대해 고려할 수 있도록 지원했다. 이러한 근거 기반의 정당화에 대한 명시적 지원이 학습자의 정교화된 인식적 실행을 촉진한다는 점은 선행문헌에서도 보고된 바 있다

(Osborne, Erduran, & Simon, 2004). 본 연구에서는 이러한 강조가 학습자들이 근거 기반의 정당화를 내포한 인식적 목표를 세우는 데에 기여할 수 있으며, 예비교사들이 이 목표를 중심으로 한 지식 구성 활동을 형성하는 인식적 행위주체로서 역할을 할 수 있음을 보여준다.

나. 지식의 본성 측면의 정교화 촉진 요인: ‘자연 현상에 대한 의미 형성하기’ 또는 ‘문제 현상의 기작에 기반한 해결책 제시하기’ 유형의 인식적 목표 설정

예비교사가 고안한 지식은 주로 현상에 관한 기술에서 그쳤으며, 현상의 기작에 관한 설명 구성은 자연 현상이 일어나는 기작에 대한 의미를 형성하고자 하거나 문제 현상의 기작에 기반한 해결책을 제시하고자 계획할 때 나타났다. 예비교사들은 근거 기반의 지식 주장 정당화 및 검토가 이루어질 수 있는 인식적 목표를 고안하였으나, 이때 근거가 무엇인지에 있어서 차이를 보였다. ‘자연 현상에 대한 의미 형성하기’와 ‘실용적 선택안 제시하기’를 목표로 한 많은 조에서는 주로 자연 현상에 대해 기술을 하는 데에 그쳤다. 그 대표적인 예로 1조의 지식 구성 활동이 있다. 1조에서 탐색한 자연 현상인 ‘코로나19의 확산으로 인한 대기질의 변화’의 구체적인 기작으로는 예비교사들이 세운 가설인 ‘코로나19의 확산으로 인해 인간 활동이 감소한 것이 자연 현상의 변화에 기여하였는가’가 있을 것이다. 하지만 이점은 구체적으로 탐색 되지 않고 당연히 그러할 것으로 여겨졌는데, 이는 1조에서 만든 최종산출물에서 “인간의 활동이 줄어들었더니” 환경오염이 줄었으며, 이를 유지하기 위해서는 “꾸준한 환경보호가 필요”하다고 한 점에서 드러난다. 또한 ‘실용적 선택안 제시하기’를 목표로 한 경우, 각 방법을 택하였을 때 탐색하는 대상에서 나타나는 변화를 보고 그 방법의 효과를 판단 가능하므로 현상이 일어나는 기작에 대한 설명이 필요하지 않았다. 이는 대표적으로 어떤 손 세정



Figure 1. The final knowledge products in group 2: a knowledge construction report for a presentation (left) and a poster for the audience (right) the group

방법을 택하는 것이 가장 효과적으로 균을 씻어낼 수 있는지 탐색한 2조의 사례에서 드러났다. 앞서 설명한 바와 같이, 2조의 경우에는 서로 다른 방법으로 손을 씻고 손의 균을 배지에 찍어 배양한 균 콜로니의 크기를 비교하였다. 그리고 에탄올, 계면활성제 등 손 세정에 쓰이는 물질이 어떻게 손에서 균을 분리해내는지에 관한 문헌을 찾아 그들의 실험 결과를 뒷받침하였다(Figure 1 좌측). 하지만 그들이 설정한 청중인 ‘학원 강사’를 위한 지식 산물에서는 이 기작에 대한 설명을 생략하였는데(Figure 1 우측), 그 이유는 학원 강사가 글을 자세히 읽을 시간이 부족하기 때문이라고 설명했다. 이는 기작에 대한 설명이 생략되더라도 그들이 고안한 인식적 목표를 달성 가능함을 의미한다. 인식적 행위주체성에 관한 선행문헌에서는 1조의 사례처럼 학습자가 자연환경의 현상을 파악하는 과정으로부터 인식적 행위주체성이 드러난다고 논하여(Stroupe *et al.*, 2018; Zimmerman & Weible, 2018), 이 또한 학습자들이 근거를 바탕으로 결론을 도출하는 과정에 참여했다는 점에서 인식적 행위주체가 지식 구성 활동을 형성하였으나 그 지식의 본성이 현상의 기작에 관한 설명 고안을 기준으로 본다면 낮은 수준인 것으로 이해할 수 있다.

‘문제 현상의 기작에 기반한 해결책 제시하기’ 유형에 해당하는 인식적 목표를 고안한 조에서는 모두 탐구하는 현상이 일어나는 기작에 대한 설명을 고안하겠다는 지식 구성 계획을 세웠다. 이는 이러한 유형의 인식적 목표를 고안한 조의 예비교사들이 지식 구성 활동을 통해 해결책이 도출되기 위해서는 탐구하는 대상이 왜 문제가 되는지 그 기작을 이해해야 했기 때문이다. 예를 들어, ‘카페인의 각성 효과’를 탐색하고자 한 3조의 예비교사들은 자신들이 똑같이 커피를 마시더라도 그에 대한 각성 효과 및 생리적 반응이 다름에 착안하여 탐구 주제를 고안했다. 그리고 Figure 2에 제시된 ‘탐구활동 내용구성’ 중 ‘4. 본론’에 열거된 바와 같이 자신들이 생각하기에 카페인의 각성 효과에 영향을 미칠 수 있는 개인의 특성을 제시하였고, 자신들이 동일한 조건의 커피 복용을 통해 나타나는 서로 다른 증세들을 비교하며 각 요인에 관한 선행문헌을 검토하여 현상의 차이를 설명한 뒤, 각자에게 적절한 커피 복용 방법에 대해 제안하겠다는 탐구 문제를 설정했다. 이는 1조에서 탐구한 환경오염과 같이 그 대상의 변화를 밝히는 것을 목표로 하거나 2조에서 효과적인 손 세정 방법을 찾기

위해 관찰하는 대상의 상태 변화가 결정적인 근거로 활용되었던 것과 비교된다. 3조처럼 ‘문제 현상의 기작에 기반한 해결책 제시하기’ 유형에 해당하는 인식적 목표를 고안한 조에서는 궁극적으로 도출하고자 하는 결론이 현상의 기작에 대한 설명을 필요로 했고, 이 때문에 지식의 본성 측면에서 정교한 수준에 해당하는 인식적 특성을 지닌 지식 구성 활동을 계획한 것으로 분석된다. 하지만 기작에 대한 설명을 구성하겠다는 계획은 그 계획에 따라 지식을 구성할 때 이루어지지 못했는데, 이에 관해서는 다음 단락에서 논의하도록 하겠다.

다. 제한 요인: 활용 가능한 시간적·물리적 자원의 한계

예비교사들이 현상이 일어난 기작에 대한 설명을 고안하고 자료에 대한 추론을 직접 하겠다고 한 계획은 활용 가능한 시간적·물리적 자원의 한계에 따라 낮은 수준의 인식적 특성으로 전환되는 모습이 나타났다. 탐구하는 현상이 일어나는 기작에 대한 설명을 구성하겠다고 계획한 경우, 예비교사들이 주목한 대상은 ‘면역계’, ‘인체’와 같이 지나치게 포괄적이었고, 직접 기작에 대한 설명을 구성하기 위한 자료를 수집하기에는 시간적·물리적 자원이 부족하였다. 이에 예비교사들은 선행문헌을 바탕으로 한 탐구활동을 계획했는데, 예비교사들이 주목한 현상에 관한 기존의 연구 결과들을 자료로 하여 이를 종합적으로 체계화하고자 한 것이다. 예를 들어, 3조의 경우에는 카페인 섭취 속도, 카페인의 각성 효과에 영향을 미치는 심리적 요인 등 중 특정 측면에 주목한 연구들을 수집하고, 각 연구의 결과들이 서로 어떻게 연관되는지 복합적으로 연계시켜 카페인의 각성 효과가 나타나는 기작에 대한 설명을 구성하고자 계획했다. 하지만 각 특성을 포함한 카페인의 생리적 기작에 대해 다른 문헌을 찾고 엮을 수 없었고, 이 모두의 최종산출물에서는 예비교사들이 찾아낸 문헌을 바탕으로 카페인의 생리적 효과에 영향을 미칠 수 있는 요인들이 열거되었다(Figure 3). 이처럼 목표로 했던 현상의 기작에 대한 설명을 구성하지 못하면서, 이를 바탕으로 도출할 것으로 계획되었던 각 예비교사에게 적합한 커피 복용 방법은 ‘3A의 경우 카페인의 각성 효과를 심하게 느끼지는 않지만, 커피 의존도가 높아지지 않도록 적당량 복용이 필요하다’라는 일반적이며 현상 위주로 도출되었다(Figure 4). 3조처럼 현상이 일어나는 기작에 대한 설명을 고안하고자 한 경우, 예비교사가 직접 한정된 자원을 활용하여 근거 기반의 정당화를 수행하기 어려운 대상을 탐구하기로 계획되었고 따라서 그 대상에 관한 선행문헌의 연구를 통합하여 기작을 밝히고자 계획했다. 하지만 예비교사들은 그들이 자료로 활용하고자 한 선행문헌에서 원하는 자료를 찾지 못했고, 그에 따라 탐구하는 현상에 영향을 미치는 각 요인이 열거된 설명을 고안하는 데에 그쳤다. 이때 현상에 영향을 미치는 각 요인을 밝힌 것은 선행문헌이며, 예비교사들의 역할은 선행문헌의 연구 결과를 전달하는 데에 그쳤다. 선행문헌의 연구 결과를 이해하고 전달하는 과정에서 연구 결과에 대한 검토가 이루어질 가능성 또한 있었으나 본 연구에서 수집된 자료에서는 이러한 실행이 드러나지 않아, 근거 기반의 지식 주장 정당화 및 검토 과정이 이루어졌다고 해석하기 어려웠다.

예비교사들은 앞서 살펴본 바와 같이 지식 구성 활동의 탐구 주제와 인식적 목표를 고안할 때는 자료 수집의 가능성을 탐구 주제 선정의 주된 준거로서 삼았음에도 활용 가능한 시간적·물리적 자원의

1. 머리말
2. 도입
2. 1. 카페인이란?
2. 2. 카페인의 종류와 특징
2. 3. 커피의 종류와 특징
2. 4. 작용·부작용
3. 전개
3. 1. 두 대상의 생활패턴
3. 2. 두 대상의 카페인에 대한 반응, 특징 및 특이사항
4. 본론
4. 1. 마시는 속도
4. 2. 심리적 요인
4. 3. 생활 패턴에 따른 카페인에 대한 반응 양상
4. 4. 유전적 요인
5. 대안 탐구 및 제시
5. 1. 커피의 종류를 바꿔보기
5. 2. 다른 음식으로 카페인 섭취
5. 3. 생활습관 개선

Figure 2. The table of contents created by group 3 in the second phase of the activity

4. 결론

4. 1. 마시는 속도
보통 하루 5-6잔 정도의 커피는 신체에 별 영향을 끼치지 않는다. 단지 과다섭취자의 경우 단시간에 많은 양을 마시면 카페인중독(불안, 초조, 불면, 두통, 설사)의 현상이 나타날 수 있다.⁵⁾
일반적으로 사람에 따라 카페인 분해속도가 다르므로, 자신이 어떤 속도로 마셨을 때 가장 상쾌한 기분이 되는지 스스로 판단하고 자신의 속도를 조절하는 것이 좋다.

4. 2. 심리적 요인
평균적으로 매일 116mg(200ml 한 잔 기준 50~150mg)의 카페인을 섭취한 대학생 2,100명을 조사하였을 때 일상생활에 영향을 줄 만큼 과도한 금단증상을 겪은 사람의 비율은 6.19%였다. 금단증상을 회피하기 위해 카페인을 함유한 식품을 섭취한 경험이 있는 사람은 22.1%였고 이들 중 DSM-IV의 카페인 금단의 연구진단 기준에 부합하는 사람은 2.67%였다. 이들이 겪은 증상의 빈도로는 피로(37.7%), 기면(17.6%), 두통(14.5%), 불안(8.3%), 우울(6.0%)의 순서였으며 한 가지 이상의 금단 증상을 경험한 적이 있는 사람은 전체의 48.8%에 달했다.⁶⁾

4. 3. 생활 패턴에 따른 카페인에 대한 반응 양상
생활패턴과의 상관관계에 대한 분석자료는 없으며 이에 따라 영향이 없는 것으로 간주하도록 한다.

4. 4. 유전적 요인
카페인 이 몸에서 분해되는 정도는 건강, 연령, 성별에 따라 큰 차이가 있다.⁷⁾

Figure 3. Part of group 3's final knowledge product: An explanation of the physiological effects of caffeine

OOO 환자의 경우 카페인에 심하게 민감한 편은 아니다. 낮에는 괜찮지만 밤에 커피를 마시면 수면에 방해받는 정도의 중간민감도를 보인다.

다른 특징을 살펴보면 만성적 심한 중독 증상을 보이지 않지만 과제가 많거나 시험기간에 순간적으로 커피 의존도가 높아진 후에는 관리가 필요할 것으로 보인다.

일시적으로 커피 섭취량을 늘렸다 갑자기 그 양을 줄일 경우 급성 금단증상이 나타날 우려가 있으므로 커피 외에 다른 카페인 함유 식품으로 천천히 대체해 나가길 권장한다. 환자의 평소 생활패턴이나 커피의 특성을 고려하면 그 대안으로 차가 가장 적합할 것으로 판단된다. 커피에는 없는 차의 대안 성분인 카페인과 길항작용을 일으키기 때문에 카페인의 적당한 각성효과는 얻으며 금단증상은 예방할 수 있다.

적당한 카페인의 섭취는 집중력 향상, 암 예방 등에 도움이 돼 오히려 건강에 좋으므로 위와 같은 경우를 제외하고는 평소 하루에 커피 한잔을 마시는 습관은 유지해도 좋다. 커피를 마시지 않으면 무기력감을 느끼는 약한 중독, 금단증상을 보이기도 하는데 이는 일주일에 이틀정도 커피 대신 차를 섭취하여 충분히 예방할 수 있다.

Figure 4. Part of group 3's final knowledge product for the audience: A suggestion regarding the consumption of caffeine

제약으로 탐구하는 현상이 일어나는 기작에 대한 설명을 고안하지 못하였다. 또한 직접 현상을 탐구하여 자료를 수집하기 어려운 것으로 판단되는 경우 탐구하고자 계획한 자연 현상의 기작에 관한 정보를 얻고자 다른 연구 결과를 그대로 전달하는 역할에 그치기도 하였다. 즉, ‘지식의 본성’ 측면에서 목표한 바를 달성하려고 시도하면서 ‘지식의 정당화’ 측면에서 낮은 수준의 활동으로 구현된 것이다. 인식적 행위주체성은 지식 구성 활동에서 인식적 목표를 성취하기 위하여 자원을 활성화하는 실행 과정으로 구현된다는 점에서, 이러한 분석 결과는 학습자들의 인식적 목표 설정에서 근거 기반의 정당화 주체에 대한 강조가 필요하며 그들이 고안한 인식적 목표를 실행에 반영할 수 있도록 지원할 수 있는 교수학습 전략이 필요함을 암시한다. 또한 이러한 분석 결과는 학습자가 과학 지식 구성 과정에 대한 그들의 인식적 목표와 인식적 이해를 실행에 반영하기 위해서 주어진 자원의 제한을 고려한 연구의 계획이 필요함을 암시한다. 추후 학습자들이 인식적 행위주체로서 그들에게 주어진 자원의 제약을 이해하고 이를 고려한 탐구활동을 계획할 수 있도록 지원해줄 교수학습 전략이 요구된다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 학습자의 인식적 행위주체성을 촉진하기 위하여 인식적 목표를 명시화하는 지식 구성 활동을 설계하여 예비교사를 위한 생물학 강좌에 도입하였고, 이 활동에 참여한 예비교사들이 어떠한 유형의 인식적 목표를 어떻게 고안하였으며, 이 목표를 중심으로 정교한 수준의 인식적 특성을 지닌 지식 구성 활동이 형성되도록 촉진하거나 이를 제한한 요인을 탐색했다. 분석 결과, 예비교사들이 고안한 인식적 목표의 유형은 ‘자연 현상에 대한 의미 형성하기’, ‘실용적 선택안 제시하기’, ‘문제 현상의 기작에 기반한 해결책 제시하기’로 도출되었다. 각 인식적 목표 유형은 예비교사들이 자연현상을 탐구하여 어떠한 결론을 도출하고자 하는지에 따라 서로 다르게 고안되었다. 예비교사가 인식적 목표를 명시화하는 활동 구조는 이들이 근거 기반의 지식 주장 정당화가 수반되는 지식 구성 활동을 고안하도록 촉진할 수 있는 것으로 분석되었다. 예비교사가 고안한 지식은 지식의 본성 측면에서 주로 현상에 관한 기술에 그쳤으며, 현상의 기작에 관한 설명 구성은 자연 현상이 일어나는 기작에 대한 의미를 형성하고자 하거나 문제 현상의 기작에 기반하여 해결책을 제시하고자 계획할 때 나타났다. 그러나 예비교사들이 활용 가능한 시간적·물리적 자원의 한계에 따라 기작에 대한 설명 산출 과정에서 정교한 수준의 인식적 특성을 지닌 지식 구성 활동이 제한될 수 있는 것으로 분석되었다.

본 연구는 다음과 같은 의의를 지닌다. 먼저, 본 연구는 예비교사 교육의 맥락에서 인식적 행위주체성을 촉진하는 교수학습을 시도했다. 예비교사들은 추후 학교 현장에서 다양한 교수학습 활동을 도입하는 주체로, 그들이 학습자로서 경험한 교수학습 활동은 그들의 추후 교사로서 학교 현장에서 고안하고 도입하는 교수학습 활동에 큰 영향을 미친다(Sexton, 2004). 이에 예비교사들이 이러한 교수학습 활동에 어떻게 참여하며, 그에 관하여 어떠한 이해를 구성하는지 탐색하는 것은 중요하다(Windschitl, 2003). 본 연구는 예비교사들이 직접 탐구활동에서 인식적 행위주체로서 자리할 수 있는 기회를 마련하였다는 점에서 그 의의를 지닌다. 또한 이들의 실행으로부터 드러나는 인식적 특성을 탐색하여 논하여, 추후 예비교사 교육에서 인식적 행위주체성을 논하기 위한 기반이 될 수 있을 것이다.

본 연구는 인식적 행위주체성이 지니는 목표 지향성을 강조하고, 과학 지식을 구성하는 활동에서 학습자로부터 인식적 목표를 명시적으로 이끌어내었을 때 이들이 고안할 수 있는 인식적 목표의 유형을 도출했다. 선행문헌(Berland *et al.*, 2016; Hutchison & Hammer, 2010; Lemke, 1990)에서 과학적 지식 구성 과정의 인식적 목표는 ‘자연 현상에 대한 이해’와 ‘교사의 기대 충족’이라는 두 가지 유형으로 논의되어왔다. 본 연구의 연구 결과는 학습자에게 인식적 목표의 고안을 명시적으로 요청했을 때 이들이 자연 현상에 대한 의미 형성이라는 목표를 고안하는 인식적 행위주체로서 자리할 수 있음을 보였다. 한편 연구 결과에서는 이 밖에도 지식의 실용성이 강조된 다양한 유형의 인식적 목표가 고안될 수 있는 것으로 나타났는데, 이러한 인식적 목표를 어떻게 바라보고 활용할 것인지에 관한 추후 논의가 필요하다. 본 연구에서는 인식적 목표를 명시화하고 이루어지는 지식 구성 활동에서 이루어지는 실행을 깊이 있게 분석하기 위해 특정 맥락에서 이루어진 사례를 분석하였기에, 다른 맥락에서는 더 다양한

유형의 인식적 목표가 고안될 수 있을 것으로 생각된다. 추후 연구에서는 다양한 맥락에서 인식적 목표가 고안되는 과정과 그 유형을 분석하여, 학습자가 인식적 행위주체로서 형성해가는 지식 구성 과정을 이해하고 이를 지원하는 교수학습 전략을 고안할 수 있을 것이다.

마지막으로 본 연구는 학습자들이 인식적 행위주체로서 위치했을 때, 그들이 인식적으로 정교화된 탐구활동을 고안해낼 수 있는지, 정교화된 수준의 탐구활동을 고안하기 위해서 어떠한 교수학습 전략이 필요한지에 대해서 탐색하고 논의했다. 학생들이 과학 지식을 구성하는 활동의 형성 과정에 참여할 수 있는 범주를 넓히는 것과 과학적으로 정교한 수준의 인식적 실행 및 이해를 구성할 수 있도록 지원하는 것 사이의 딜레마는 인식적 행위주체성에 관한 문헌(Stroupe *et al.*, 2018; Russ & Berland, 2019)에서 계속 이어져오고 있다. 본 연구는 이러한 딜레마를 다루기 위한 방안 중 하나로서 예비교사들이 지식 구성 활동의 인식적 목표를 명시화하고 이를 중심으로 활동 과정을 구상하는 방안을 도입했고, 이때 예비교사들이 고안한 인식적 목표의 특성을 드러내어 과학 지식 구성 과정에서 교실 공동체에 의미 있는 인식적 목표의 고안 가능성을 논하였다. 또한 자연 현상의 기작에 대한 근거 기반의 설명 구성이라는 인식적 목표를 실행에 반영하기 위해서 주어진 자원의 제한을 고려하여 연구 계획을 수립하도록 지원할 필요가 있음을 보였다. 추후 연구에서는 예비교사들이 운용 가능한 자원을 고려한 인식적 목표 및 탐구 주제의 고안을 탐색하여, 이들이 인식적 행위주체로서 과학적으로 정교한 수준의 지식 구성 과정을 계획하고 수행할 수 있도록 지원할 수 있는 전략을 모색할 수 있을 것으로 기대한다.

본 연구는 예비교사들의 인식적 행위주체성을 촉진한 탐구활동에서 드러나는 인식적 특성을 탐색하기 위하여 인식적 특성과 이에 영향을 미친 요인이 예비교사들의 실행으로부터 명료하게 드러나는 대표적인 사례들을 분석하고 논의하였다. 이는 인식적 행위주체성을 촉진하는 교수학습에 관한 논의(Stroupe *et al.*, 2018; Miller *et al.*, 2018; Russ & Berland, 2019)를 확장하나, 활동이 이루어진 맥락이 연구 결과에 반영되었을 수 있으며 일반화할 수 없다는 제한점을 지닌다. 예를 들어, 본 연구 결과는 학습자들의 인식적 목표 고안을 촉진하고 이를 명시화하고 논의함으로써 더 다양한 인식적 목표가 나타남을 보였지만, 본 연구에서 보인 바보다 더 다양한 형태로 논의가 이루어질 수 있고 인식적 목표 또한 다른 과학 학습 맥락에서는 다양하게 나타날 수 있다. 추후 문헌에서는 다양한 과학 교수학습 맥락에서 학습자가 인식적 행위주체로 자리할 수 있는 활동을 도입하고 학습자의 실행을 탐색하여, 인식적 행위주체성을 촉진하기 위한 교수학습 방안을 정교화하고 일반화된 전략을 구축하는 데에 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

국문요약

본 연구에서는 학습자의 인식적 행위주체성을 촉진하기 위하여 인식적 목표를 명시화하는 지식 구성 활동을 설계하여 초등 예비교사를 위한 생물학 강좌에 도입하였고, 이 활동에 참여한 예비교사들이 어떠한 유형의 인식적 목표를 어떻게 고안하였으며, 이 목표를 중심으로 정교한 수준의 인식적 특성을 지닌 지식 구성 활동이 형성되도록 촉진하거나 이를 제한한 요인을 탐색했다. 이를 위해 활동에 참여

한 예비교사들의 실행 및 산출물을 녹음 및 수집했으며, 녹음 자료는 전사하여 본 연구의 분석 자료로 활용하였다. 분석 결과, 예비교사들이 고안한 인식적 목표의 유형은 ‘자연 현상에 대한 의미 형성하기’, ‘실용적 선택안 제시하기’, ‘문제 현상의 기작에 기반한 해결책 제시하기’로 도출되었다. 각 인식적 목표 유형은 예비교사들이 탐구하기로 선택한 자연 현상에 대한 지식을 바탕으로 어떠한 결론을 얻고자 하는가에 따라 서로 다르게 고안되었다. 예비교사가 인식적 목표를 명시화하는 활동 구조는 이들이 근거 기반의 지식 주장 정당화가 수반되는 지식 구성 활동을 고안하도록 촉진할 수 있는 것으로 분석되었다. 예비교사가 고안한 지식은 지식의 본성 측면에서 주로 현상에 관한 기술에 그쳤으며, 현상의 기작에 관한 설명 구성은 자연 현상이 일어나는 기작에 대한 의미를 형성하고자 하거나 현상의 기작에 대한 이해를 바탕으로 문제해결을 위한 해결책을 제시하고자 계획할 때 나타났다. 그러나 예비교사들이 활용 가능한 시간적·물리적 자원의 한계에 따라 기작에 대한 설명 산출 과정에서 정교한 수준의 인식적 특성을 지닌 지식 구성 활동이 제한될 수 있는 것으로 분석되었다. 본 연구는 학습자의 인식적 행위주체성을 촉진하는 교수학습 전략의 고안 및 인식적 행위주체성을 중심으로 한 예비교사 교육에 대한 논의에 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

주제어: 인식적 행위주체성, 인식적 행위주체, 인식적 목표, 지식 구성 활동, 예비교사 교육

References

- Barton, A. C., & Tan, E. (2010). We be burnin'! Agency, identity, and science learning. *Journal of the Learning Sciences*, 19(2), 187-229.
- Berland, L. K., Schwarz, C. V., Krist, C., Kenyon, L., Lo, A. S., & Reiser, B. J. (2016). Epistemologies in practice: Making scientific practices meaningful for students. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(7), 1082-1112.
- Engeström, Y. (1987). *Learning by expanding: An activity theoretical approach to developmental research*. Helsinki, Finland: OrientaKonsultit.
- Engeström, Y. (2006). Development, movement and agency: Breaking away into mycorrhizae activities. In K. Yamazumi (Ed.), *Building activity theory in practice: Toward the next generation*. Osaka: Center for Human Activity Theory, Kansai University.
- Giddens, A. (1984). *The constitution of society: Outline of the theory of structuration*. Berkeley, CA: University of California Press.
- Holland, D., Lachicotte, W., Skinner, D., & Cain, C. (1998). *Identity and agency in cultural worlds*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Hutchison, P., & Hammer, D. (2010). Attending to student epistemological framing in a science classroom. *Science Education*, 94(3), 506-524.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Erduran, S. (2008). Argumentation in science education: An overview. In S. Erudran, M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 117-136). Dordrecht: Springer.
- Lemke, J. A. (1990). *Talking science: Language, learning, and values*. Norwood, NJ: Ablex.
- Miller, E., Manz, E., Russ, R., Stroupe, D., & Berland, L. (2018). Addressing the epistemic elephant in the room: Epistemic agency and the next generation science standards. *Journal of Research in Science Teaching*, 55, 1053-1075.
- Russ, R. S., & Berland, L. K. (2019). Invented science: A framework for discussing a persistent problem of practice. *Journal of the Learning Sciences*, 28(3), 279-301.
- Sandoval, W. A. (2005). Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. *Science Education*, 89(4), 634-656.
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., ... Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for students. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632-654.
- Sewell, W. H. Jr. (1992). *A theory of structure: Duality, agency, and*

- transformation. *American Journal of Sociology*, 98(1), 1-29.
- Sexton, S. S. (2004). Prior teacher experiences informing how post-graduate teacher candidates see teaching and themselves in the role as the teacher. *International Education Journal*, 5(2), 205-214.
- Sharma, A. (2008). Making (electrical) connections: Exploring student agency in a school in India. *Science Education*, 92(2), 297-319.
- Stroupe, D., Caballero, M. D., & White, P. (2018). Fostering students' epistemic agency through the co-configuration of moth research. *Science Education*, 20(18), 1-25.
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020.
- Windschitl, M. (2003). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice?. *Science Education*, 87(1), 112-143.
- Zimmerman, H. T., & Weible, J. L. (2018). Epistemic agency in an environmental sciences watershed investigation fostered by digital photography. *International Journal of Science Education*, 40(8), 894-918.

저자 정보

하희수(서울대학교 교육종합연구원 연수연구원)