

# 과학 학습의 지식구성 과정에 대한 실제적 인식론 분석

맹승호

(서울교육대학교)

## Practical Epistemology Analysis on Epistemic Process in Science Learning

Maeng, Seungho

(Seoul National University of Education)

### ABSTRACT

The purpose of this study is to clarify the specific terms of *epistemic* and *epistemological* by reviewing the literature on epistemological understanding of science learning, examine the necessity of epistemic discourse analysis based on the view of social epistemology, and provide an exemplar of practical epistemology analysis for elementary children's science learning. The review was conducted in terms of meaning and terminology about epistemic or epistemological approach to science learning, epistemology of/for science, and methodologies for epistemic discourse analysis. As an alternative way of epistemic discourse analysis in science classroom I employed practical epistemology analysis (by Wickman), evidence-explanation continuum (by Duschl), and DREEC diagram (by Maeng *et al.*). The methods were administered to an elementary science class for the third grade where children observed sedimentary rocks. Through the outcomes of analysis I sought to understand the processes how children collected data by observation, identified evidence, and constructed explanations about rocks. During the process of practical epistemology analysis the cases of four categories, such as encounter, stand-fast, gap, and relation, were identified. The sequence of encounter, stand fast, gap, and relation showed how children observed sedimentary rocks and how they came to learn the difference among the rocks. The epistemic features of children's observation discourse, although different from scientists' discourses during their own practices, showed data-only conversation, evidence-driven conversation, or explanation inducing conversation. Thus I argue even elementary children are able to construct their own knowledge and their epistemic practices are productive.

**Key words:** practical epistemology analysis, epistemic discourse, epistemology for science learning

### I. 서 론

2015 교육과정(MOE, 2015)은 과학 교과의 성격을 ‘과학 지식과 탐구 방법을 학습’하는 것으로 정의하며, 과학 교과의 목표로서 ‘과학적으로 탐구하는 능력을 기른다’와 ‘과학의 핵심 개념을 이해한다’를 구분하였다. 또한, 과학과 교육과정의 내용 체계에서 ‘기능’이라는 범주로 ‘문제 인식, 탐구설계와

수행, 자료의 수집/분석/해석, 수학적 사고와 컴퓨터 활용, 모형의 개발과 사용, 증거에 기초한 토론과 논증, 결론 도출 및 평가, 의사소통’을 포함하고 있다. 이 항목들은 미국의 Next Generation Science Standards(NGSS Lead States, 2013)에서 과학적 실행(scientific practices)으로 제시했던 요소들과 유사하다. 2015 개정 과학과 교육과정은 과학 탐구를 과학의 방법으로서 과학교육의 범주 안에 포함하였지

만 학생들이 습득해야 할 ‘기능’으로 다름으로써 과학적 실행의 요소들을 과학 지식 또는 과학의 핵심 개념과 분리하여 제시한 것이다. 이와 관련하여 NRC(2012)는 “과학자들이 수행하는 과학 활동들은 과학자와 기관 간의 네트워크, 과학자들이 말하고 글을 쓰는 특별한 방식, 자연 현상 또는 그 시스템을 표현하는 모델을 개발하기, 기대되는 결과를 추론하기, 적절한 기기를 활용하고, 관찰과 실험을 통해 가설을 검증하기 등과 같은 **여러 활동들의 총체**”(NRC, 2012, p. 43)라고 과학적 실행의 의미를 서술한 바 있다. 그리고 과학적 실행의 요소들 중에서 ‘모델을 구성하기, 설명을 구성하고 발전시키기, 비판과 평가(논증활동)에 참여하기’ 등이 특히 중요하다고 하였다. 이러한 특징은 Inquiry and National Science Education Standards (NRC, 2000)에서 학교 과학 탐구를 수행하는데 필요한 본질적 특징으로 제기했던 다섯 가지 요소와 그 흐름을 같이 하고 있다. 즉, 1) 과학과 관련된 문제를 인식하고, 이를 해결하는 활동에 참여한다. 2) 과학적 문제 해결에 필요한 설명을 개발하고 평가할 수 있게 해주는 증거를 중요하게 생각한다. 3) 증거에 기반하여 설명을 이끌어낸다. 4) 대안적인 다른 설명과 비교하여 자신의 설명을 평가한다. 5) 자신의 설명에 대해 동료와 이야기하고, 이를 정당하다고 주장한다. 여기서 강조된 것은 무엇이 증거가 될 수 있고, 증거를 어떻게 찾고, 그 증거를 이용하여 설명을 어떻게 만들어 내느냐가 과학 탐구에서 중요하다는 것이다(Duschl, 2003). 이와 같이 과학교육 정책 문서들에서 과학적 실행을 도입하고, 과학 탐구에서 증거와 설명을 강조한 것은 과학 탐구의 절차를 익히거나 관찰, 측정, 분류 등의 과정 기능(process skill) 요소를 이해하는 것을 넘어서 과학 지식을 학습할 때 학생들이 그것을 어떻게 알게 되고, 왜 그것이 옳다고 믿고, 또 이를 타인에게 어떻게 이해시킬 수 있는지 등을 판단하는 과학 학습의 인식론적 측면을 강조한 것이다(Duschl, 2008; NRC, 2007).

과학 학습에 대한 인식론적 이해는 과학 지식이란 무엇인가, 그리고 학습자가 과학 지식을 어떻게 이해하게 되는가에 대한 해명이라 할 수 있다. 과학 학습의 인식론적 특성에 대한 과학교육계의 선행 연구들에서 학습자의 인식론적 신념(epistemological beliefs), 과학 지식 구성 과정에서 사용되는 인식론적 자원(epistemological resources), 과학 지식을 구성하는 과정의 실행을 언급한 인식적 실행

(epistemic enactments/practices), 과학 교육의 인식적 목적(epistemic goals)과 인식 문화(epistemic culture) 등 다양한 용어와 관점들이 적용되었다. 이러한 복잡함은 영어권의 과학교육 연구에서도 epistemological과 epistemic이라는 두 용어가 혼용되고 있기도 하지만, 국내 연구에서도 인식, 인식적, 인식론적 등과 같이 유사한 용어가 사용되면서 과학 지식 구성 과정에 대한 이해와 과학 지식의 특성 또는 과학의 본질적 속성에 대한 이해가 혼용되고 있는 것과도 관련되어 있다. 또한, 과학 학습의 맥락에서 과학 지식의 구성 과정을 과학 지식 및 지식 습득에 대한 개인의 신념으로써 이해하려는 관점과 학습자 간의 사회적 상호작용을 통해 이해하려는 관점이 공존하며 발생하는 복잡함도 있다. 이러한 복잡함은 그대로 과학 지식을 구성하는 과정에 대한 인식론적 이해를 조사하는 방법에 영향을 준다. 리커트 척도의 검사지 또는 평가 문항, 인터뷰나 글쓰기를 통해 개인의 인식론적 신념을 조사하기도 하며, 과학 학습이 실제로 행해지는 과학 수업의 대화를 통해 과학 지식 구성에 대한 인식론적 이해를 조사할 수도 있다.

과학 학습의 인식론적 특성에 대한 과학교육 연구 분야의 현황에 비추어 이 연구는 현재 이 분야의 연구에 사용되는 용어들의 의미를 파악하고, 과학 수업의 대화를 통해 과학 지식 구성 과정의 인식론적 특성을 분석하기 위한 방법으로써 실제적 인식론 분석(practical epistemology analysis, Wickman, 2004)의 필요성과 분석 방법의 사례를 제시하고자 한다. 논문의 이후 내용은 먼저 과학 학습의 인식론적 이해와 관련된 다양한 용어와 관점에서 인식적, 인식론적, 그리고 지식구성 과정에 대한 이해를 비교 검토한다. 둘째, 과학의 인식론과 실천적/실제적 인식론에 대한 선행 연구를 비교하여 실제적 인식론 분석의 필요성을 고찰한다. 셋째, 지식구성 담화 연구와 실제적 인식론 분석을 비교하여 고찰하고, Wickman(2004)의 실제적 인식론 분석법과 Duschl(2003)의 증거-설명 연속선을 함께 고려한 학습 담화 분석 사례를 제시한다.

## II. 이론적 배경

### 1. 인식, 인식론, 그리고 지식구성 과정

과학 학습의 인식론적 특성에 대한 과학교육 연

구 중 대표적인 것은 과학에 대한 학습자들의 인식론적 신념(epistemological beliefs)이다. 인식론적 신념 연구는 개인의 인식론(personal epistemology)을 다루고 있는데, Hofer and Pintrich(1997)는 개인의 인식론적 신념은 지식의 확실성, 지식의 단순성, 지식의 원천, 지식을 알게 되는 과정의 정당화 등의 측면에서 파악할 수 있다고 보았다. 즉, 과학 학습의 맥락에서 개인의 인식론 연구의 주된 초점은 과학 지식의 본질적 특성에 대한 신념과 과학 지식을 알게 되는 과정의 본질적 특성에 대한 신념이라 할 수 있다. 예를 들면, Conley *et al.*(2004)은 과학 지식의 원천, 과학 지식의 확실성, 과학 지식의 발달과정, 과학 지식의 정당화 측면에서 초등학생들의 인식론적 신념을 조사하였다. 또한, 학생들이 가진 개인적인 인식론적 신념을 평가하여 과학 지식 및 과학 활동에 대한 실증주의적 관점과 구성주의적 관점을 구분하였고(Tsai, 1999, 2000), 과학 지식의 잠정성(tentativeness)과 과학 공동체의 사회문화적 측면을 파악하였다(Liu & Tsai, 2008).

학습자가 가진 과학 지식의 본성 및 과학 지식 구성의 본성에 대한 인식론적 신념에 덧붙여 Schommer-Aikins(2002)는 학습 자체에 대한 신념 또한 개인의 인식론적 신념에 중요한 요소가 됨을 주장하였다. Lee *et al.*(2008)은 과학 학습에 대한 고등학생들의 인식론적 신념을 조사하여 과학 학습의 목표와 학습의 과정에 대한 신념이 투영된 과학 학습에 대한 개념을 파악하였다. 그밖에 개인의 인식론적 신념이 과학 학습에 어떻게 영향을 주는지를 조사하는 연구도 진행되었다. 즉, 지식의 본성과 지식을 알게 되는 과정에 대한 또한, 개인의 인식론적 신념이 학습자의 반성적인 추론(reflective reasoning) 능력에 영향을 줄 수 있으며(King & Kitchener, 1994), 과학적 사고와 추론 능력 및 구성주의 학습에 대한 인식과도 상관이 있음(Tsai, 2000; Yang, 2005)이 보고되었다.

반면, Hammer and Elby(2003)는 학습자의 인식론적 신념이 정형화된 개인의 심리적 이해라기보다는 학습자의 경험에서 얻은 여러 자원들의 영향을 받아 맥락에 따라 다양하게 형성된다고 보았다. 이들은 과학 수업에서 학생들이 지식을 구성할 때 그들의 일상생활 경험과 학교의 문화, 수업의 맥락에 따라 여러 유형의 인식론적 자원(epistemological resources)을 활용하게 된다고 밝히고 있다. 이에 덧붙여 Hammer *et al.*(2005)은 인식론적 자원이 활용되

는 개별적인 상황과 맥락을 학습자들이 어떻게 인식하고 기대하는가를 바탕으로 과학 학습의 양상을 해석하기 위하여 인식론적 프레임(epistemological framing)을 제안하였다. Lee and Kim(2016)은 과학적 설명 모델을 구성하는 수업에서 자연 현상의 원인에 대해 학생들이 사고할 것을 요구하는 질문(wonderment questions, Chin & Brown, 2002)을 수행했을 때 활성화된 개념적 자원(conceptual resources, Hammer & Elby, 2002)을 바탕으로 그들이 형성한 상황 인식에서 인식론적 프레임과 학습자 간의 지위 부여 양상(positioning)을 연구하였다. Ha and Kim(2017)은 인식론적 자원과 인식론적 프레임을 적용하여 과학 수업에서 학생들의 모델링 및 소집단 논증활동 양상을 연구하였다. Kim과 그 동료들이 사용했던 인식론적 프레임(Ha & Kim, 2017)이라는 번역 용어는 Hammer *et al.*(2005)이 제안했던 본래 의미에 비추어 본다면, 학생들이 학습 상황을 어떤 관점에서 이해하는가를 강조한 것이므로 **상황인식의 틀 구성**이라는 의미가 부각되어야 할 것이다. 번역의 제한점을 제외하면 Kim과 그 동료들의 연구는 상황 인식의 틀 구성과 학습자의 지위 부여를 조사하기 위하여 수업 담화에서 어휘 선택과 그것의 사용 방식, 지식 활용 정도 및 개념과 현상의 연결 형태 등을 분석했다는 점에서 단순한 개인의 인식론적 신념뿐만 아니라, 그것을 통해 학습자들이 과학 지식을 구성하는 과정을 파악하고자 했다는 점에서 그 의미가 크다.

인식론적 신념, 인식론적 자원, 인식론적 프레임 등의 연구 관점에서 공통적으로 사용한 **인식론적**(epistemological)이라는 표현의 적합성에 대해 Greene *et al.*(2016)은 영어권 국가들의 과학교육 연구 분야에서 사용되어 온 두 용어, epistemic과 epistemological을 아래와 같이 구분하였다.

“Epistemic은 지식 또는 알게 되는 방식(knowledge or the way of knowing)을 의미하는 그리스어 episteme가 기원인 형용사로서 **‘지식과 관련된’** 또는 **‘지식에 대한’**이라는 의미를 갖는다.” (p. 2)

“Epistemology는 그리스어 episteme(지식)과 logos(이론)로 구성된 용어로서 단어 자체의 의미는 **지식에 대한 이론**을 말한다.” (p. 2)

위와 같은 구분에 의하면 학습자들이 가진 지식에 대한 인식 또는 지식 구성 과정에 대한 생각이

나타내는 형용사는 ‘epistemic’이 적합하며, 지식 또는 지식 구성에 대한 이론을 다루는 상황의 특징을 다루는 형용사는 ‘epistemological’이 적합하다고 할 수 있다. Greene *et al.*(2016) 역시 Kitchener(2002)의 주장을 빌어 인식론적 신념은 지식의 이론(또는 지식 구성과정의 이론)에 대한 신념(beliefs about the theory of knowledge)을 의미하며, 주로 철학자와 같은 전문가의 신념을 다루는 것이라 하였다. 아울러 학생들이 가진 지식(또는 지식 구성 과정)에 대한 신념(beliefs about knowledge)은 epistemic belief로 사용하는 것이 더 적합하다고 밝히고 있다. 그러나 앞서 언급했던 인식론적 신념, 인식론적 자원, 인식론적 프레이밍과 같이 학습자의 지식 또는 지식 구성 과정을 다루는 과학교육 연구의 많은 논문들에서 이미 epistemic belief 대신 epistemological belief가 구분 없이 사용되고 있다.

영어권의 용어 epistemic을 도입한 국내 연구로서 Maeng *et al.*(2013)은 학생들의 논증 활동에서 형성되는 담화를 분석하는 방법에 대한 고찰에서 epistemic enactments (Duschl, 2003)를 ‘인식적 실행’으로 번역하여 사용하였다. Duschl(2003)은 증거에 기반한 설명을 구성하는 과정에서 학생들이 수집한 데이터 중 어떤 데이터를 증거로 선택하고, 어떤 데이터는 무의미한 것일지를 의논하고 결정하기, 선택된 증거들에서 패턴을 찾는 데 어떤 개념이나 기술이 적용될 수 있는지를 결정하기, 도출된 패턴에 대해 기술할 수 있는 다양한 설명 진술들에 대해 논쟁하고, 어떤 설명이 더 타당한지 결정하기 등을 ‘인식적 실행’의 요소로서 제시하였다. 한편, Oh(2014)는 epistemic belief를 ‘인식적 믿음’으로 번역하여 지식과 지식을 알게 되는 과정(knowing)에 대한 믿음을 의미한다고 밝혔다. 그는 과학 수업에서 학생들이 지식을 얻게 되는 방식에 대한 교사들의 믿음을 인식적 믿음이라 지칭하고, 초등 교사들의 교사 공동체 학습 과정에서 인식적 믿음이 변화하는 양상을 조사하였다. 그밖에 Oh and Ahn(2015)은 과학교육의 epistemic goals를 ‘인식적 목적’으로 번역하고, Duschl(2008)의 주장을 빌어 과학 지식을 어떻게 알게 되고, 왜 그것을 믿게 되는가, 과학 수업을 통해서 어떻게 지식이 구성되고 발달되는가를 인식적 측면에서 다루어야 할 과제로 언급하였다. Oh and Ahn(2013)은 NGSS에 제시된 과학적 실행(scientific practices)의 8가지 요소들을 “과학자들

이 자연 세계를 연구하여 과학 지식을 생산하고 발전시키는 동안 수행하는 인식 행위(epistemic practice)”로 보고, 인식 행위를 설명이나 논증활동과 같은 담화 행위를 중심으로 분석하였다. 그밖에 Kwon and Kim(2016)은 Berland *et al.* (2016)이 제안했던 실행의 인식론 프레임워크(epistemologies in practice framework)을 도입하여 학생들이 실험 설계 활동을 수행하는 동안 구현된 논증 담화에서 학생들이 생각하는 epistemic goals를 ‘인식적 목표’로, 그리고 학생들의 지식 구성 양상을 나타내는 epistemic considerations을 ‘인식적 이해’로 번역하여 보고하였다.

Maeng *et al.*(2013), Oh(2014), Oh and Ahn(2013, 2015), 그리고 Kim과 그 동료들의 연구에서 공통적으로 학생들의 지식과 지식 구성 과정에 대한 이해를 epistemic한 것으로 인식하고, 이를 ‘인식적’이라는 용어로 번역하여 사용하였다. 이러한 양상은 Greene *et al.*(2016)의 구분대로 적절한 용어를 선택한 것으로 볼 수 있다. 그러나 한국어의 단어 ‘인식(認識)’의 의미는 “사물을 분별하고 판단하여 알게 되는 것”을 의미하며, “인식이 높다, 인식이 부족하다, 또는 인식이 바뀌다” 등과 같은 형태로 사용된다. 영한사전에서 ‘인식’은 awareness, realization, understanding, perception 등으로 번역되어 제시된다. 따라서 국내 연구자들이 사용했던 형용사 “인식적”의 의미는 영어의 epistemic보다는 perceptual에 더 가깝다고 할 수 있다. 반면, 국내 연구에서 “인식적”이라고 번역하여 차용한 외국 문헌들에서 epistemic은 그 의미가 명확히 다르게 구분된다. 앞서 언급했던 Duschl(2003)뿐만 아니라, Duschl(2008)은 “과학적 지식 주장을 평가할 때 사용되는 증거 즉, 무엇이 증거로서 중요한가, 과학적 지식 주장을 정당화할 때 무엇이 중요한가 등과 같이 과학 지식을 산출하고 평가할 때 사용되는 인식적 프레임워크(epistemic framework)이 과학교육에서 중요함”(p. 277)을 주장하였다. 이러한 관점은 epistemic의 의미를 이해하기 위해서 무엇이 증거로서 중요하고, 무엇이 설명으로서 적절한가를 판단하고, 이를 지식 구성 과정에 적용하는 것이 중요함을 강조하는 것이다. Jiménez-Aleixandre and Crujeiras(2017)도 “과학적 지식 주장을 정당화하거나 설명 모델을 수정하는데 사용되는 기준 또는 준거를 체득하는 것이 인식적 인지(epistemic cognition)의 적절한 요소”(p.

70)이며, “자연 현상에 대한 설명, 이론, 또는 모델을 평가하는 증거 및 하나의 설명이 다른 설명들보다 더 타당하다고 선택하는데 필요한 증거를 이해하는 것”(p. 69)을 인식적 목표(epistemic goal)로 정의하였다. 따라서 영어 문헌에서 사용된 epistemic은 학습자들이 과학 지식을 구성하는 과정에서 데이터, 증거, 설명 주장, 이론 등의 적합성을 판단하는데 사용되는 증거를 이해하고 활용하는 것을 의미한다고 볼 수 있다. 그러므로 영어의 epistemic을 인식 또는 인식적으로 번역하는 것은 그 의미를 왜곡할 수 있으며, 오히려 epistemic을 “**지식구성 과정에 대한**”과 같은 의미의 수식어구로 번역하여 사용하는 것이 적절하다고 판단된다. 이후 이 논문에서 사용하는 지식구성 과정에 대한 서술은 모두 영어 단어 epistemic과 관련된 것이다.

## 2. 과학의 인식론과 실천적/실제적 인식론

앞서 논의했던 과학에 대한 인식론적 신념 연구들에서 다루었던 과학에 대한 개인의 인식론(personal epistemology of science)은 전문 과학자가 수행하는 과학 및 그들이 생산한 과학 지식의 본질적 특성(nature of science and scientific knowledge)에 대한 개인의 신념을 의미하였다(Russ, 2014). 즉, 과학자들이 과학 지식을 찾아내는 원천이 무엇인가, 과학자들이 그들의 지식 주장을 발전시키고 정당화하는 방식은 어떠한가에 대한 진술과 이해를 말하는 것이다(Sandoval, 2005). 따라서 이러한 관점에 의하면 과학에 대한 인식론적 신념은 과학의 본질적 특성 또는 과학 지식의 인식론적 특성에 대한 개인의 인식론적 생각(personal epistemological idea)을 의미한다. 이때 개인은 전문 과학자들이 수행하는 과학 및 과학 지식의 특성, 과학 지식의 위계, 과학 지식의 생성 과정 등에 대한 인식론적 생각을 갖게 되지만, 과학 수업에서 과학을 학습할 때 학습자 나름대로 과학 지식을 구성하는 과정에 대해 갖는 인식론적 생각도 있을 수 있다. Sandoval(2005)은 전자의 것을 형식적 인식론(formal epistemology), 후자의 것을 **실천적 인식론(practical epistemology)**으로 규정하였다. 여기서 실천적 인식론은 학교 과학 수업에서 과학 탐구를 실행하는 동안 학생들이 “지식이 무엇인지, 그 지식을 산출하는 방법은 어떤 것인지, 그리고 그 지식 주장을 평가하는 기준은 무엇인지에 대한 생각”(p. 648), 즉 practice(실천

와 연계된 인식론적 신념을 말한 것이다. 이는 과학 탐구의 실행과 인식론적 신념이 분리되는 것이 아니라, 과학 탐구를 통해서 학습자가 스스로 과학 지식을 구성하고 평가하는데 사용된 의사 결정에 반영되어 드러나는 생각을 의미하는 것이며, 과학 실행의 상황과 맥락, 지식의 내용에 따라 달라지는 것으로 보았다.

이에 대해 Russ(2014)는 과학의 인식론(epistemology of science)과 과학(학습)을 위한 인식론(epistemology for science)을 구분하여 정의하였다. 즉, 과학의 인식론 관점에서 학습자들이 수행하는 활동과 지식 구성 과정은 과학자들이 수행하는 활동과 지식 구성 과정을 따른다. 여기서 과학의 인식론은 앞서 언급한 것과 같이 과학 또는 과학지식의 본질적 특성과 유사한 것으로 인식되며, 학습자가 과학 지식의 본질적 특성을 파악하여 이를 체득하는 것이 중요하다. 이 관점에서 과학의 인식론은 정형화된 것으로서 교사는 학습자의 인식론적 생각이 과학자의 인식론적 생각을 지향할 것을 요구하게 된다(Russ, 2014). 반면, 과학을 위한 인식론 관점에서는 어떤 실행과 경험이 자연 세계에 대한 과학 지식 구성에 유용하고 생산적인가 즉, 인식론적 생산성(epistemological productivity, Elby & Hammer, 2001)을 판단하여 과학자들이 가진 인식론적 생각과 학습자들이 가진 인식론적 생각이 상호 보완적으로 작용할 수 있게 한다(Russ, 2014). 이 관점에서 중요한 것은 과학 학습 상황에서 학습자가 단지 과학자의 지식 구성 방식을 좇는 것이 아니라, 학습자 스스로 자연세계에 대한 지식과 어떻게 상호작용하는지를 조사하여 그것이 과학 지식을 구성하는데 얼마나 생산적인가를 이해하는 것이다. 따라서 과학 수업에서 학습 활동을 수행하는 동안에 학생들이 과학 지식을 어떻게 구성하는지 그 실제적 모습을 규명하는 것이 더 중요하게 제기되는 것이다.

Sandoval(2005)의 실천적 인식론과 Russ(2014)의 과학(학습)을 위한 인식론에서 공통적으로 강조하는 것은 학습자가 과학 지식을 구성하는 과정에 대한 인식론적 생각 또는 지식구성 과정 그 자체의 모습이다. 이러한 관점은 “지식과 지식을 알아내는 과정에 대한 신념은 학습자의 인식론적 이해가 실행되고 적용되는 심리적 활동을 드러내는 과정으로서 이해되어야 한다”는 Hofer(2016)의 주장과도 일치한다. Wickman(2004)은 이와 관련하여 학습자

가 “특정한 수업 실행의 과정에서 사용되는 인식론적 생각을 **실제적 인식론(practical epistemology)**”으로 규정하였다(p. 325). Sandoval(2005)과 Wickman(2004)은 동일하게 practical epistemology라는 용어를 사용했지만 그 의미와 접근 방식은 조금 차이가 있어서 번역 용어를 구분하였다. Sandoval(2005)은 과학탐구 활동을 실천하는 동안에 드러나는 학습자의 인식론적 신념을 강조한 것이어서 실천적 인식론으로 번역하였다. 반면에 Wickman(2004)의 경우, 학습 상황에서 “학습자의 인식론적 생각은 그들이 실행하는 행동과 그들이 동료 학습자와 주고받는 대화를 통해 드러난다고 보며, 학습자들이 수업 실행에 참여하면서 무엇을 지식으로 중요하게 생각하는가, 그 지식을 어떻게 습득하고 알게 되는가를 그들의 대화를 근거로 분석한다.”(p. 327) 즉, 학생들이 과학 학습 과정에서 과학지식을 구성하는 과정의 실제적 모습을 강조한 것이어서 실제적 인식론으로 번역하였다. Wickman(2004)이 제안했던 실제적 인식론의 관점은 과학 학습의 맥락에서 과학 지식을 구성할 때 형성되는 인지 과정(epistemic cognition)의 특징을 규명한 Kelly(2016)의 주장과 부합한다. 즉, 과학 지식 구성 과정의 인지 현상은 1) 학습자 간에 서로 공유된 사회적 상호작용을 통해 형성된다, 2) 과학을 학습하는 특정한 시간과 공간에서 서로 공통된 규범을 공유하며 실행하는 사회적 활동을 통해 형성된다, 3) 학습자 간에 다양한 기호와 도구 및 글들을 소재로 서로 주고받는 대화들을 사용하는 과정에서 형성된다, 4) 어떤 지식이 중요하고, 누구의 지식이 중요한지 판단하고 평가하고 정당화하는 활동의 결과로서 형성된다. 이러한 특징은 실제적 인식론이 개인의 인식론 또는 개인의 지식구성 과정을 의미하는 것이 아니라, 학습자 간의 사회적 활동과 대화를 통해서 형성되는 사회적 인식론(social epistemology, Goldman & Whicomb, 2011)의 관점에 해당함을 말해준다.

Wickman(2004)과 Wickman and Östman(2002)은 과학 지식을 학습하는 상황에서 학습자의 행동과 언어를 분석하기 위한 네 가지 범주로서 상황직면(encounter), 지탱(stand fast), 간극(gap), 연관(relations)을 포함하는 실제적 인식론 분석을 제안하였다. **상황 직면**은 학습자가 대화와 행동을 통해 직면하고 상호작용하게 되는 특정한 상황을 말한다. 그 상황에서 주고받는 대화나 행동에 대해 그 실행에 참여하

는 학습자들이 이미 친숙하여 의문을 갖지 않는 경우에 그 대화나 행동은 **지탱**의 범주에 해당한다. 학습자가 의문을 갖게 되는 대화나 행동과 직면하게 될 때 **간극**이 형성된다. 간극은 개념의 이해 측면에서 보면 Piaget의 인지적 비평형과 유사한 것처럼 보이지만, 실제적 인식론 분석의 측면에서는 이전에 친숙하게 인식했던 지탱의 범주에 포함되지 않는 용어, 언어 사용 방식, 행동 양식 등을 모두 포함하는 더 포괄적인 것이다. 학습자가 수업 상황에서 간극을 인식하고 나서 이전에 친숙했던 지탱 상황과 새롭게 인식한 대화와 행동 간의 연관을 파악하게 되는 것이 **연관**이다. 과학 수업 상황에서 학습자들의 대화에 내포된 상황직면, 지탱, 간극, 연관은 일정하게 고정된 것이 아니라, 다양한 순서와 형태를 가지며 연속적으로 이어지고 변화하며 과학 지식의 의미를 구성하게 된다. 실제적 인식론 분석은 학습자의 지식 구성 과정을 “관습적이며 사회적으로 공유된 실행으로서 이해하고 학습자들 간의 실제적인 언어 사용을 통해 언어와 그 의미, 그리고 관련된 세계가 서로 연관된 하나의 속성으로서 이해되어야 한다”(Wittgenstein, 1967)는 인식론적 관점에서 출발하였다. 또한, 학생들의 지식구성 과정에 반영된 언어 사용과 그들이 행위 및 상황의 연결을 종합적으로 고려한 점에서 단순히 인식론적 신념을 본 것이 아니라, 지식을 구성하는 행위의 인지적 과정(epistemic cognition)을 파악한 것으로 볼 수 있다.

### 3. 지식구성 담화 연구의 대화 분석 방법 고찰

이 장에서는 지식구성 과정에 대한 담화(epistemic discourse)를 명시적으로 강조하여 고유한 담화 분석 방법을 모색했던 연구들을 고찰한다. Russ(2014)가 제안한 과학을 위한 인식론의 관점에서 학습자와 지식의 상호작용으로서 중요하게 제기되는 것이 학생들의 과학 활동의 결과물(artifacts)과 그들이 과학적 실행을 수행할 때 생산하는 지식구성과정의 담화이다(Kelly & Takao, 2002; Sandoval, 2014; Sandoval & Millwood, 2005). 과학 학습 상황에서 실행되는 지식구성 과정에 대한 담화 연구로서 Oh and Ahn(2013, 2015)은 Oh and Campbell(2013)의 담화의 양상(discourse modes) 분석 기준에 따라 각각 초등학교와 고등학교의 과학 수업에서 과학 지식이 구성되고 학습되는 동안의 담화를 구분하여 담화적-인식적 기제(discursive-epistemic me-

chanism) 즉, 지식구성 과정에서 수행되는 담화 행위의 측면에서 조사하였다. 이들은 수업 담화를 구성하는 개별 발화(utterances)보다는 발화의 교환들을 묶어서 특정한 의미를 구성하는 주제별 에피소드 및 그 하부 단위로서 세그먼트를 분석 단위로 하여 담화의 양상을 정의하였다. 그래서 개별 발화의 교환들이 과학적 의미를 형성하는데 어떤 역할을 하는지에 따라 재생하기, 재구성하기, 이야기하기, 탐색하기, 정교화하기, 경험에 근거하여 지식 구성하기, 공유된 지식 구성하기, 논쟁하기, 협상하기, 도움 주기 및 메타담화(meta-discourses) 등으로 담화 양상을 구분하였다. 이들은 담화의 양상이 교사의 해설 중심 수업과 실험 활동 중심 수업에서 서로 연결되는 구조(discursive sequences)를 파악하여 우리나라 학교 과학 수업에서 지식구성 과정과 관련된 고유한 맥락적 특성이 있음을 규명하였다. 연구 결과로 과학 교사의 해설 중심 수업은 재생하기-재생하기, 이야기하기-재생하기, 재구성하기-재생하기 등과 같이 교과 내용지식을 반복하거나, 재생하기-정교화하기, 재생하기-재구성하기, 재생하기-이야기하기처럼 재생된 과학 지식을 확장하거나 강화하는 담화 양상의 연결 구조를 가짐을 밝혔다. 그리고 실험활동 중심 수업에서는 탐색하기-공유된 지식 구성하기-정교화/재구성/이야기하기와 같이 실험을 통해 과학 현상을 체험하고, 그 경험을 설명할 수 있는 새로운 과학 지식을 도입한 후에 이를 확장 또는 강화하는 담화 양상의 연결 구조가 있음을 제시하였다.

Oh and Ahn(2013, 2015)의 연구들은 담화 양상들 간의 연결을 통해 과학 수업의 흐름을 파악할 수 있다는 장점이 있는 반면, 각 에피소드 또는 세그먼트에서 수행된 교사-학생들 간의 담화 즉, 개별 발화들이 어떻게 학습자의 과학 지식을 구성하게 되는지 그 과정을 구체화하지 못했다는 한계를 보였다. 이들이 사용했던 Oh and Campbell(2013)의 담화 양상 프레임워크는 그 분석 단위에 해당하는 담화 장면이 어떤 맥락을 나타내는지를 서술해 주는 일종의 담화 장르(discourse genre, Christie & Martin, 1997)의 유형으로 볼 수 있다. 따라서 담화 양상의 연결 구조는 결국 어떤 장면들이 연결되는가, 또는 어떤 담화 장르들이 연결되는가를 나타내어 그 수업의 흐름이 어떻게 진행되는가를 표현하게 된다. 그러므로 담화 양상의 연결 구조로 우리가 파악할 수 있는 것은 지식구성 과정이 포함된 수업의 형태

이며, 학생들의 과학 학습 과정 즉, 특정한 과학 지식을 어떻게 구성하는지 그 과정을 구체적으로 명명하기는 어렵다는 한계를 갖는 것이다.

이와 유사한 결과를 Maeng and Kim(2011)은 과학 수업의 양태(teaching modality)의 변화 과정으로 제시한 바 있다. Maeng and Kim은 과학 수업의 담화 레지스터(discourse register)를 이론적 틀로 하여 과학 수업 장면들을 개인적 협력개방 담화, 지위적 협력개방 담화, 개인적 협력통제 담화, 지위적 협력통제 담화, 지위적 독립통제 담화, 명령적 독립통제 담화라는 6개의 담화 언어 코드(discourse language code)로 구분하고, 이들 담화 언어 코드의 연결 관계를 통해 과학 수업의 다양한 양태의 변화를 파악하였다. Oh and Ahn(2013, 2015)의 담화 양상의 연결구조 분석 및 Maeng and Kim(2011)의 담화 언어 코드 분석은 공통적으로 담화 장면들 간의 연결 관계를 잘 묘사한 반면, 그 과정에 내포된 학습자들의 학습과정 및 지식구성 과정을 세밀하게 드러내지 못하였다. 다만, Maeng and Kim(2011)의 연구에서 담화 언어의 텍스트 구성적 특징 즉, 발화문들의 주제부(Themes)와 설명부(Rhemes)의 연결 관계를 바탕으로 성공적인 과학 학습자, 긍정적인 과학 담화 참여자, 단순한 담화 참여자, 비성공적 과학 학습자 등과 같은 학습자의 교수법적 지위 부여(pedagogic subject positioning) 양상을 조사한 것은 지식구성 과정에 대한 담화 언어 분석 방법으로서 중요한 의미를 갖는다. 왜냐하면 단순히 담화의 유형을 구분하고 분류하거나 담화의 묶음을 분석한 것이 아니라, 학생들이 주고받는 담화 언어, 발화들의 교환 양상을 그 자체로 분석함으로써 과학 지식이 만들어지는 구체적 과정을 파악하는 방법을 제시할 수 있었기 때문이다.

Berland et al.(2016)은 학생들이 과학적 실험에 참여하여 과학 지식을 구성하는 동안 어떤 목적을 가지고 있는지, 그리고 그 목적을 수행하기 위해 어떤 정보가 유용한지를 결정할 때 암시적으로 드러나는 인식론적 생각(epistemological ideas)을 조사하는 실험의 인식론 프레임워크(epistemologies in practice framework)을 제안하였다. 실험의 인식론 프레임워크는 지식구성 활동의 목적이 과학자의 공동체에서 지향하는 목적뿐만 아니라, 과학을 학습하는 학교 또는 비형식적 학습 환경의 공동체에서 지향하는 목적에 유의미하고 유용해야 한다고 주장한다. 즉, 학생들이 과학 수업에서 과학 지식을 구성하기 위

하여 과학적 실행에 의미있게 참여하는 것은 과학자들이 자연 현상의 원리와 과정을 증거에 기반하여 설명하는 모델을 구성하는 것과 같은 맥락에서 볼 수 있어야 한다는 것이다. 실행의 인식론 프레임워크는 또한, 학생들이 과학 학습 상황에서 그들의 지식구성 과정에 영향을 주는 네 가지 고려사항(epistemic considerations)으로서 산출된 지식의 본성(nature), 일반화 과정(generality), 정당화 과정(justification) 및 활용 주체(audiences) 등을 제시하였다. 저자들은 이 네 가지 고려사항을 학생들이 과학 수업에서 과학적 실행을 수행하면서 과학 지식을 산출할 때 고려해야 할 질문의 형태로 제시하였다. (1) 과학적 실행의 결과로 얻게 된 과학 지식은 학생들이 알고자 하는 자연 현상을 설명하는데 얼마나 적합한가? [지식의 본성에 대한 고려사항] (2) 과학 수업의 특정한 상황에서 과학적 실행으로 얻은 지식은 자연 현상을 설명하는 더 일반적인 지식과 얼마나 어떻게 연관되는가? [지식의 일반화 과정에 대한 고려사항] (3) 학생들은 과학적 실행을 통해 얻은 증거를 그들이 산출한 과학 지식과 어떻게 연결시키고, 그것으로 자신의 주장을 어떻게 뒷받침하는가? [지식의 정당화 과정에 대한 고려사항] (4) 과학적 실행으로 산출한 과학 지식은 누구를 위한 것인가? 그리고 그들은 이 지식을 어떻게 활용할 것인가? [지식의 활용 주체에 대한 고려사항]

Kwon and Kim(2016)은 Berland *et al.*(2016)이 제안한 실행의 인식론 프레임워크를 중학생들이 광합성에 대한 실험을 설계하는 활동에서 구현된 논증 담화를 분석하는데 도입하여 실험 설계 활동의 세부 단계별로 학생들의 논증활동의 양상과 그들이 가진 지식구성 활동의 목적과 고려사항들을 조사하였다. 이들의 연구에서 학생들은 실험 설계를 제안할 때 광합성에 이산화탄소가 필요한지 여부를 알아보려는 과학적 의미 형성이라는 목적을 가지고 있었고, 실험 재료에 대한 이해와 광합성 과정에 대한 데이터를 바탕으로 자신의 주장을 정당화하였다. 그리고 각자 자신을 지식을 구성하는 존재로 인식하여 논증활동을 진행했다. 학생들이 여러 가지 실험 설계 중 하나를 선정할 때는 지식구성 활동의 목적을 자신의 의견이 다른 동료의 의견을 이기는 것으로 인식하였고, 논증의 과정에서 정당화는 데이터에 근거하기보다는 권위에 의존하는 경향이 많았다. 선정된 실험 설계를 정교하게 다듬는 단계에서 학생들은 그 실험 설계가 과학적으로 타당한지를 검

토하는 것을 지식구성 활동의 목적으로 인식하였다. 또한 소집단 내 협력자 관계를 형성하며, 그 실험 설계가 타당함을 보여줄 수 있는 방안을 모색하였다. Kwon and Kim(2016)의 연구는 실행의 인식론 프레임워크를 적용하여 학생들의 지식구성 과정을 파악하고, 그것이 논증활동의 양상에 주는 영향을 탐색한 반면, 지식구성 과정에 영향을 주는 네 가지 고려사항에 대한 제한적인 이해로 인해 학생들의 논증 담화에 담긴 지식구성 과정이 정확히 인식되지 못하는 한계가 있었다. 즉, 지식의 본성에 대한 고려사항을 수업 활동으로 구성한 지식의 성격에 대한 학생들의 인식으로 보고 있으며, 지식의 정당화 과정에 대한 고려사항은 학생들이 무엇에 근거해서 자신의 주장을 정당화하는지를 구분하는 것으로 보았다. 또한, 지식의 활용 주체에 대한 고려사항을 논증활동에서 자신을 어떤 역할을 하는 것으로 인식하는지를 구분하는 방식으로 보고하였다.

과학 학습에서 학습자들의 지식구성에 대한 담화를 분석했던 선행 연구들의 사례는 주로 학생들의 지식구성 담화의 유형 및 담화의 진행 양상 그 자체를 기술하는 형태로 제시되었다. 그래서 지식구성 과정에서 학생들이 지식을 구성하는데 사용한 지식구성의 추론 양상을 비교하여 높은 수준에 도달한 지식구성 담화와 낮은 수준에 도달한 지식구성 담화를 구분하거나, 그것의 발달 방향과 경로를 표현하기는 어려웠다. 그러므로 학생들의 담화 언어의 사용 및 담화의 특징에 근거하여 학생들이 실제로 과학 지식을 구성하는 과정을 구체적으로 묘사하고, 그들이 지식을 구성하는데 적용된 추론의 과정을 비교할 수 있는 지식구성 담화 분석 방법을 도입할 필요성이 제기되었다.

### III. 지식구성 담화의 실제적 인식론 분석 사례

앞서 고찰했던 Wickman(2004)의 실제적 인식론 분석은 그 동료들의 후속 연구를 통해 과학교육(Lidar *et al.*, 2006; Lundqvist *et al.*, 2009; Hamza & Wickman, 2013), 체육교육(Quennerstedt, 2013), 그리고 수학교육(Ligozat *et al.*, 2011) 등 여러 분야에서 적용되어 왔다. 실제적 인식론 분석의 폭넓은 적용 가능성은 이 분석법이 학습 상황에서 학생들이 사용한 언어와 그들의 행동, 수업 상황의 맥락을 모



두 반영하여 그들이 학습 내용 및 자연 세계와 상호작용하는 과정을 가시적으로 보여줄 수 있기 때문이다. 한편, 학생들이 과학 수업에서 과학적 활동을 수행할 때 그들의 대화와 행동으로 드러나는 실제적 인식론은 일관된 체계를 가지고 있다기보다 맥락 의존적이다(Khishfe & Abe-El-Khalick, 2002). 학생들이 가진 실제적 인식론은 정형화된 양상을 보이는 것이 아니라, 상황과 맥락에 따라 변화하고 또 발달할 수 있으므로 학생들의 실제적 인식론이 과학자의 형식적 인식론으로 발전되어 가는 양상(Sandoval, 2005) 또는 더 생산적인 지식구성 과정의 인식론으로 발전되어 가는 양상(Russ, 2014)을 이해하는 것 역시 중요한 과제로 논의되었다.

과학 수업의 논증활동에서 생성된 지식구성 과정의 담화를 분석하는 방법으로서 Maeng *et al.* (2013)은 Maeng and Kim(2011)의 담화 레지스터 분석에서 텍스트 간 의미 연결 관계를 Duschl(2003)의 증거-설명 연속선(Evidence-Explanation Continuum) 위에 표현하여 학생들의 담화에서 지식이 구성되는 양상을 파악하는 DREEC (Discourse Register on the Evidence-Evaluation Continuum) 다이어그램을 제안하였다. DREEC은 담화 레지스터 분석 단계와 증거-설명 연속선의 표상 단계로 나뉜다. 담화 레지스터 분석은 대화자들의 발화들에서 주제부와 설명부를 구분하고, 주제부와 주제부 간의 연결 및 설명부와 설명부 간의 연결 관계가 논증활동의 협력적 구성을 어떻게 만들어 가는지를 파악한다. 증거-설명의 연속선 표상 단계는 학습자의 논증 활동을 데이터 - 증거 - 패턴 - 설명에 이르는 연속선 및 그 사이의 변형적 담화(transforming discourse, Duschl, 2003)에 맞추어 그래픽으로 나타낸다 (DREEC과 증거-설명의 연속선에 대한 자세한 소개는 Maeng *et al.*(2013)을 참고). DREEC 분석은 학생들이 수행한 논증 활동을 데이터, 증거, 패턴 및 설명에 이르는 대화적 형성(dialogic framing, Ford & Wargo, 2012) 과정으로 보고, 담화자들이 지식을 구성하는 과정에서 형성하는 추론의 수준(epistemic level, Kelly & Takao, 2002)을 비교할 수 있었다

논문의 이후 내용은 Wickman(2004)이 제안한 실제적 인식론과 Duschl(2003)의 증거-설명의 연속선 및 Maeng *et al.*(2013)의 DREEC을 통합하여 초등학교 3학년 학생들이 과학적 실험을 수행하는 동안 드러내는 지식구성 담화와 지식구성 과정의 변화 양상을 분석한 사례를 제시한다.

### 1. 연구 참여자 및 학습의 맥락

이 연구 사례의 참여자들은 대학 부설초등학교의 3학년 한 학급 학생 중 연구자의 연구 소개를 듣고, 수업 관찰 및 수업 중 대화 녹음에 동의한 16명이다. 학급 담임 교사는 연구 참여 학생들을 한 모둠에 4명씩 배정하였다. 연구 참여에 동의한 학생들은 4명이 한 모둠이 되어 책상을 붙여서 앉았고, 각 모둠 테이블의 중앙에 보이스 레코더를 놓고, 학생들이 수업 활동을 수행하는 동안 나누는 대화를 녹음하였다. 수업 중에 연구자는 교실 뒤에 비디오카메라를 설치하고, 수업을 촬영하면서 학생들의 수업 활동 및 대화하는 장면들을 관찰하였다. 수업 관찰 후 보이스 녹음 파일과 비디오 파일을 각각 녹취하여 전사본(transcription)을 작성하였다. 이 때 보이스 녹음과 비디오 촬영 장면을 서로 비교하면서 대화에 참여한 학생들의 이름과 활동 장면을 구분하였다. 이 논문에서는 참여 학생들 중 비디오카메라에 가까이 앉아 있어서 학생들의 과학적 실험 참여를 충분히 파악할 수 있었던 한 모둠 4명 학생들의 지식구성 담화를 분석하였다.

이 논문에서 분석된 대화 장면들은 2009 교육과정의 3학년 2학기 지층과 화석 단원 중에서 퇴적암의 특징을 관찰하고 학습하는 장면을 일부 추출한 것이다. 지도 교사는 Fig. 1과 같은 시퀀스로 해당 차시의 수업을 진행하였다.

### 2. 퇴적암에 대한 지식구성 담화의 실제적 인식론 분석

연구에 참여했던 초등학생들이 퇴적암을 관찰하는 활동을 수행하면서 그들이 암석에 대한 지식을

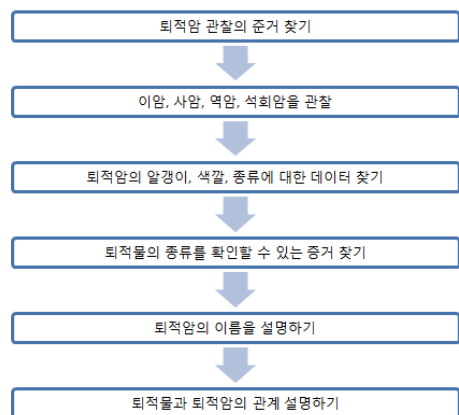


Fig. 1. Teaching sequence for the unit of sedimentary rocks.

구성하는 과정을 실제적 인식론 분석의 방법으로 조사한 결과는 아래와 같다. 분석 결과는 학생들의 담화를 제시하고, 각 발화들이 실제적 인식론 분석의 네 요소(encounter, stand fast, gap, & relations) 중 무엇에 해당하는지, 그리고 그 발화들이 증거-설명 연속선의 요소(data, evidence, pattern, & explanation)들과 어떻게 연결되는지를 중심으로 서술한다. 아래 담화 자료에 등장하는 학생들의 이름은 모두 가명이다.

#1. 데이터 중심 대화

(주연: 이암 / 서현: 역암 / 명우: 사암 / 경수: 석회암 관찰)  
이 명우 빨리 관찰하세요. 알갱이의 크기. [Encounter]  
02 서현 다 썼어요.

03 명우 (사암) 알갱이의 크기는 **훌만하다**. [Stand fast] [Data]

04 주연 알갱이의 크기.

05 경수 (석회암) 알갱이의 크기 **안보여** [Gap] [Data]  
오. 제 꺼.

06 주연 **당신 보여요?** [Gap]

07 서현 (역암) 네. [Gap]

08 교사 돌보기 곧 가져올 거예요.

09 주연 아 그래요? 그러면 알갱이의 크기는 돌보기 오면 합니다.

10 명우 (사암) **아니예요 저는 훌만하다** [Gap] [Data]  
라고 했어요.

11 주연 네?

12 명우 훌만하다.

13 경수 (석회암) 선생님 제 꺼 알갱이의 [Gap]  
크기를 볼 수가 없어요.

14 주연 **엄청 작으세요?** [Relation] [Data]

15 주연 (이암) **1mm보다 작으세요?** [Relation] [Data]

(발화문 앞의 괄호에 그 학생이 관찰한 암석의 종류, **볼드체는 발화의 중심 정보를 표현**)

Fig. 2는 장면 #1의 실제적 인식론 분석 결과를 DREEC 다이어그램으로 재구성한 것이다. 가로축은 발화자의 발화의 순서를 표시하고, 세로축은 발화의 중심 정보들이 Duschl(2003)의 증거-설명 연속선에서 어느 수준에 해당하는지를 나타낸다. 각 발화들이 실제적 인식론 분석의 네 요소들 중 무엇에 해당하는지를 각각 표시하였다. 즉, E는 encounter, S는 stand fast, G는 gap, 그리고 R은 relation에 해당한다. 이렇게 하여 실제적 인식론 분석에서 학습자들의 지식구성 과정에서 데이터 - 증거 - 패턴 - 설명에 이르는 전개 양상을 파악할 수 있다.

이 장면에서 명우는 사암, 서현은 역암, 주연은 이암, 경수는 석회암을 들고 관찰하고 있었다. 학생들은 각자 서로 다른 퇴적암을 관찰하면서 관찰 결과를 서로 비교하는 대화를 나누고 있었다. 명우(01)는 알갱이의 크기를 관찰하자는 발화로 이 장면에서 학생들이 접하는 상황을 규정한다. 사암의 “알갱이 크기가 훌만하다”(명우 03)와 석회암에서 “알갱이의 크기가 안 보인다”(경수 05)는 학생들이 각각 암석을 관찰해서 얻은 데이터를 그대로 진술한 것이다. 명우(03)는 사암의 알갱이 크기를 관찰하여 그 크기가 흙 입자의 크기와 비슷하다는 것으로 인식하여 특별한 문제없이 받아들인다. 그러므로 지탱의 데이터로 볼 수 있다. 그러나 경수(05)는 석회암에서 알갱이 크기가 안 보여서 특이한 상황으로 인식한다. 즉, 퇴적물이 쌓여서 만들어진 암석인데, 퇴적물 알갱이가 안 보이는 간극 상황이 발생한 것으로 인식하는 것이다. 이에 대해 역암을 관찰한 서현에게 알갱이가 보이느냐고 묻는 주연(06)과 보인다고 대답하는 서현(07), 그리고 훌만한 알갱이가 있다고 강조하는 명우(10)는 암석 알갱이의 크기에 대한 서로 다른 사례들 간의 간극을 형성한다. 알갱이를 볼 수 없다는 경수(13)의 발화에

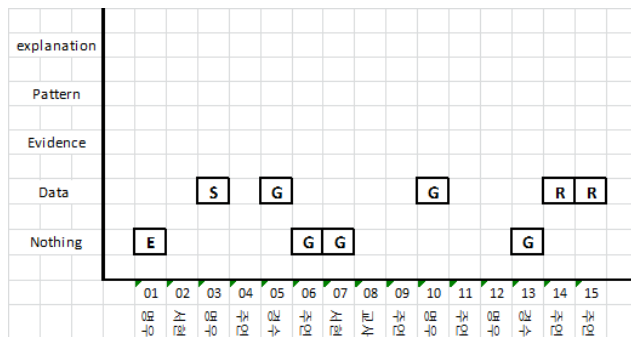


Fig. 2. DREEC diagram for epistemic discourse #1 (E: encounter, S: Stand fast, G: Gap, R: Relation).

대해 주연은 흠만하다, 안 보인다, 보인다 등의 답변 차이의 간극을 1mm 라는 정량적 표현과 연결하여 그것보다 더 작다고 기술한다. 이것은 자신이 관찰한 퇴적암(이암)의 알갱이 크기에 대한 주연 나름대로의 협상을 의미한다. 주연은 이암 입자의 크기를 자료 측정한 데이터를 근거로 이와 같은 발화를 제시한 것이 아니었다. 퇴적암 입자의 크기에 대한 친구들의 서로 다른 의견에 대해 의문을 느끼고, 나름대로 관련성을 찾으려는 시도에서 “1mm보다 작다”는 표현을 쓴 것으로 볼 수 있다. 주연의 이러한 입장은 아래 주연(16)의 발언에서 확인할 수 있다. 이 장면의 담화에서 학생들은 각자 관찰한 암석의 알갱이 크기에 대한 데이터만을 제시하고, 그것을 통해 무언가를 주장할 수 있는 지식 구성 과정으로 더 발전하지는 못하고 있다. 그러므로 이 담화에서 학생들의 지식 구성 과정에 대한 인식과 실행 수준은 낮다고 할 수 있다.

#2. 증거를 파악하는 대화

- (주연: 이암 / 서현: 역암 / 명우: 사암 / 경수: 석회암 관찰)
- 16 주연 (이암) 알갱이의 크기가 뭐예요 이게?[Encounter]
- 17 명우 흠만하다라고 쓰세요. [Stand fast]
- [Data]
- 18 서현 아니 안 보인다고 쓰세요. [Stand fast]
- [Data]
- 19 명우 (사암) 전 있는데요. 아예 흠 알갱이. [Gap]
- 이거. [Evidence]
- 20 주연 1mm보다 작다라고. [Gap]
- [Evidence]
- 21 경수 그럼 안 보인다. [Stand fast]
- 22 서현 아 알갱이의 종류... [Relation]
- 23 주연 (이암) 1mm보다 작은 건가요? 이게?[Relation]
- 24 경수 (석회암) 저 잘 안 보인다고 썼어. [Stand fast]
- 어요.
- (발화문 앞의 괄호에 그 학생이 관찰한 암석의 종류, 볼드체는 발화의 중심 정보를 표현)

장면 #2의 실제적 인식론 분석 결과를 DREEC 다 이어그램으로 표시하였다(Fig. 3). 주연은 앞서 이암 알갱이의 크기가 1mm보다 작다고 한 뒤에 다시 그와 같은 크기를 가진 알갱이가 뭐냐고 질문한다(16). 장면 #1은 알갱이가 보이는지 여부가 이슈였다면, 장면 #2는 알갱이의 크기가 무엇인가가 이슈가 되었다. 따라서 주연(16)의 발화는 새로운 이슈를 직면하게 되는 상황을 만든다. 그러나 명우(17)는 흠만하다, 서현(18)은 안 보인다고 하여 이전에 관찰한 데이터를 반복하여 제시함으로써 이 상황을 지탱한 것으로 인식한다. 또한, 알갱이가 안 보인다는 서현의 발화에 대해 명우(19)는 흠의 크기에 해당하는 알갱이가 있음을 증거로 알갱이가 안 보인다는 서현의 진술을 부정하여 간극을 형성한다. 이에 대해 주연(20)은 명우의 흠 알갱이라는 증거와 다르게 “1mm보다 작다”를 증거로 제시하여 알갱이의 크기를 표현한다. 주연의 대답에 서현(22)은 “알갱이의 종류”가 중요함을 인식하는 연관을 보인다. 주연(23)은 비록 ‘점토’라는 용어는 알지 못하지만, 이암을 구성하는 알갱이를 “1mm보다 작은 것”으로 명명하는 연관을 나타낸다. 장면 #2에서 학생들의 담화는 여전히 관찰한 데이터를 주고받는 것처럼 보이지만, 알갱이의 크기가 어느 정도인가를 강조했다. 장면 #1과 달리 알갱이의 크기가 어떤 종류인가를 다루고 있다. 그런 까닭에 학생들의 지식 구성 과정에 대한 인식과 실행은 데이터만을 인식하는 수준에서 증거를 파악하는 수준으로 약간 발전한 것이라 할 수 있다.

#3 설명을 이끌어내는 대화

- (주연: 역암 / 서현: 사암 / 명우: 이암 / 경수: 관찰 종료)
- 25 명우 (이암) 어 이렇게 굵으니까 알갱이. [Encounter]
- 이거 나와요. [Data]

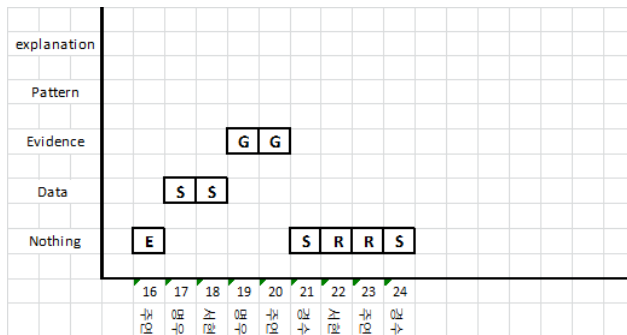


Fig. 3. DREEC diagram for epistemic discourse #2 (E: encounter, S: Stand fast, G: Gap, R: Relation).

- 26 명우 이것 좀 봐봐요. 이렇게 굵으니까 알갱이가 나와요.
- 27 서현 근데 그거 **그냥 가루 아니에요?**[Gap] 그냥?
- 28 명우 **가루? 아닌데?** 이렇게 굵으니까[Gap] [Data] 알갱이가 나와요. **봐봐요.**
- 29 서현 (사임) 갈색 하얀색이랑. 하얀색 그 다음 살구색.
- 30 경수 알갱이가 주변 주변에 있고. [Stand fast]
- 31 주연 **알갱이의 크기는 알갱이를 부수면 [Gap] 더 작아지지 않아요.** [Evidence 1]
- 32 교사 기본적으로 이루고 있는 **알갱이의 [Gap] 크기는 변하지 않아요.** [Evidence 2]
- 33 주연 (역암) 그럼 **여러 가지데?** [Relation] [Explanation]
- 34 경수 보이지 않는다.
- 35 주연 **여러 가지.** [Relation] (발화문 앞의 괄호에 그 학생이 관찰한 암석의 종류, **볼드체**는 발화의 중심 정보를 표현)

이 수업에서 교사는 학생들에게 퇴적암을 관찰할 때 못을 사용할 것을 제시하였다. 못은 광물을 끊어서 굳기를 서로 비교하는데 사용하는 것이 적절하다. 초등학교에서 대표적으로 잘못 시행하는 사례 중 하나인데, 못으로 이암, 사암, 역암, 석회암을 끊어보게 하여 암석의 간단한 정도를 비교하는 것이다. 장면 #3에서 명우(25)는 이암을 못으로 끊어서 나온 가루들을 발견하고 “알갱이가 나온다”고 말한다. 이전에 이암을 관찰했던 다른 친구들이 알갱이가 매우 작거나 보이지 않는다고 한 것과 달리 명우는 못으로 끊어서 알갱이가 있음을 발견했다고 생각하였다. 이는 새로운 상황을 직면하게 된 것이며, 명우는 이암 가루를 발견한 데이터를 제시하였다. 그러나 이것에 대해 서현(27)은 알갱이가 아니라 가루라는 의견을 보여 간극을 형성한다. 명

우(29) 역시 가루가 아니라 알갱이라며 반대 주장을 제시하여 간극이 발생한다. 수업 시간 내내 알갱이의 크기에 관심이 많았던 주연은 알갱이를 부수면 그 크기가 작아진다는 증거를 제시하여 명우와 서현의 발화에 대한 또 다른 간극을 형성한다(주연, 31). 이 때 교사가 제시한 (이미 암석화된) 퇴적암을 구성하고 있는 알갱이의 크기는 변하지 않는다는 말은 주연에게 자신의 증거와 반대되는 증거로 인식되어 또 다른 간극을 형성하게 된다. 그래서 주연(33)은 자기가 관찰하고 있던 역암의 알갱이가 여러 가지라고 설명하여 명우의 데이터와 자신의 의견을 서로 연결시키게 된다. 이 장면에서 학생들의 지식 구성과정에 대한 인식과 담화는 데이터에서 증거를 도출하지는 않았으나, 데이터를 매개로 기존 경험과 지식에서 증거를 찾고, 교사의 언급을 (권위적) 증거로 하여 설명을 하려는 양상을 보였다. 이런 점에서 앞의 장면 #1과 장면 #2에 비해 다소 발전된 지식 구성과정을 보였다고 할 수 있다. Fig. 4는 장면 #3의 실제적 인식론 분석을 DREEC 다이어그램으로 표현한 것이다.

#### IV. 결론

이 논문은 과학 학습에 대한 인식론적 이해와 관련된 과학교육 연구에 사용된 접근 방식과 용어들의 의미를 파악하고, 과학 수업의 대화를 통해 과학 지식구성 과정의 인식론적 특성을 조사하는 실제적 인식론 분석의 필요성을 검토하여 초등학교 과학 수업을 소재로 실제적 인식론 분석의 사례를 제시하였다.

과학 학습의 인식론적 이해는 개인의 인식론적 신념, 학습자의 인식론적 자원 및 인식론적 프레이밍(또는 상황인식의 틀 구성) 등 다양한 용어와 접

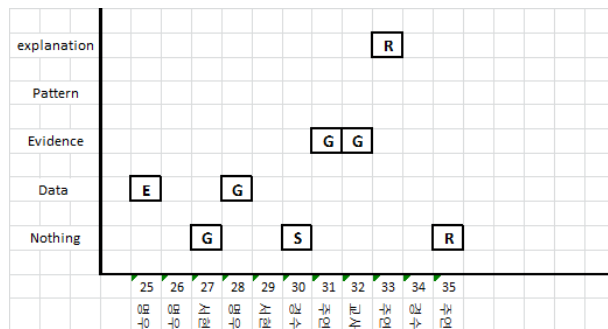


Fig. 4. DREEC diagram for epistemic discourse #3 (E: encounter, S: Stand fast, G: Gap, R: Relation).

근 방식이 있었으며, 인식, 인식적, 인식론적 등과 같은 epistemic에 대한 국내 연구들의 번역을 대체하여 “지식구성 과정의 양상을 의미하는 것”을 제안하였다. 과학 학습을 위한 인식론으로서 실천적 인식론은 학습자가 과학지식을 구성하는 활동에서 드러나는 인식론적 생각을 강조하였고, 실제적 인식론은 과학을 학습할 때 형성되는 담화 언어를 근거로 그들이 과학 지식을 구성하는 과정을 구체적으로 파악할 수 있다는 특징이 있었다.

과학 학습에서 지식구성 과정의 담화 분석 방법으로 담화 양상 분석, 담화 레지스터와 언어 코드 분석, 실행의 인식론 프레임워크 등을 다룬 선행연구에 대하여 학생들이 과학 지식을 구성하는 실제적 과정을 구체적으로 묘사하고 그들이 지식을 구성하는데 적용된 추론의 과정을 비교할 수 있는 지식구성 담화 분석 방법의 필요성을 제안할 수 있었다. 관련된 대안적 방법으로서 실제적 인식론 분석(Wickman, 2004)과 증거-설명적 연속선(Duschl, 2003) 및 DREEC 다이어그램(Maeng et al., 2013)을 통합하여 초등학교 3학년의 퇴적암 관찰 수업을 소재로 지식구성 과정의 변화 양상을 분석하였다. 그 결과, 학생들의 지식구성 담화는 담화의 장면에 따라 다양하게 상황직면, 지탱, 간극, 연관의 연결 양상을 보였으며, 데이터를 나열하거나, 데이터에서 증거를 파악하고, 설명을 이끌어내는 등 지식구성 과정의 측면에서 변화되는 모습을 보였다. 이러한 특징은 초등학생들이 비록 과학자의 과학 지식에 대한 이해를 고려한 과학의 형식적 인식론(Sandoval, 2005)과는 다르더라도 그들이 과학적 실행에 참여하면서 과학 지식을 구성할 수 있는 인식론적 생산성(Elby & Hammer, 2001)을 갖춘 실제적 인식론의 양태로 볼 수 있다. 이런 점에서 이 연구의 실제적 인식론 분석은 Russ(2014)가 제안했던 과학(학습)을 위한 인식론의 관점에 더 부합한다고 볼 수 있다.

이 연구에서 고찰한 과학 학습의 인식론적 이해라는 주제는 그 중요성에 비해 그동안 국내 과학교육계에서 특히, 초등학교 교실의 과학 수업에서는 충분히 연구되지 못했던 분야이다. 과학 학습의 인식론적 이해를 과학의 인식론적 관점에서 개인이 가진 과학 지식에 대한 인식론적 신념으로 접근하면 이는 학생들이 가진 과학의 본성에 대한 이해를 조사하는 연구의 한 부분으로 치부되는 경향을 초래할 수 있다. 비록 Sandoval(2005)은 과학 탐구의 맥락에서 학생들이 과학 활동을 수행할 때 드러나

는 과학 지식에 대한 인식론적 신념을 실천적 인식론으로 접근하였지만, 이 역시 개인의 인식론적 신념을 파악하는 형태로 인식될 수 있다. 이 연구에서 사례 연구로 조사했던 실제적 인식론 분석 및 DREEC 다이어그램 분석은 학생들의 인식론적 생각을 조사한 것이 아니라, 학생들의 대화를 분석하여 학생들이 과학 지식을 구성하는 실제 모습을 묘사한 것이다. Wickman그룹의 실제적 인식론 분석은 학습 담화에서 상황직면, 지탱, 간극 및 연관의 흐름을 분석하여 학습자들이 지식을 어떻게 구성하는지를 잘 묘사할 수 있다. 그러나 실제적 인식론 분석의 묘사적(descriptive) 특징은 반면에 지식구성 과정의 인식론적 특징 즉, 과학 활동에서 수집한 데이터에서 증거와 패턴 및 설명을 만들어 가는 과정을 단계적으로 파악하는데는 한계가 있었다. 이 연구에서 실제적 인식론을 DREEC 분석과 접목시킴으로써 학습 과정의 대화 분석과 함께 지식을 구성하는 단계적 양상을 분석할 수 있었다. 그런 점에서 지식을 구성하는 과정에 대한 이론적 접근이라는 본질적 의미의 인식론 분석이 가능할 수 있었다.

학생들이 가진 인식론적 신념 및 그들의 학습 과정에서 지식구성 과정의 담화에 드러난 실제적 인식론은 학습의 주제와 상황, 맥락에 따라 다양한 양상을 보일 수 있다. 또한, 이 연구의 사례에서 Duschl(2003)의 증거-설명 연속선과 DREEC 다이어그램 분석으로 비교한 것처럼 학생들의 실제적 인식론은 다양한 변화와 발달의 양상을 나타낼 수 있다. 특히 과학 학습을 시작하는 초등학생들의 경우, 개방적인 과학 학습의 규범과 교사의 적절한 인식론적 전환(epistemological move, Lidar et al., 2006)을 통해 인식론적 생산성을 높여 가는 방향으로 그들의 실제적 인식론을 발달시키는 것이 중요하다. 이에 후속 연구로서 초등학생들이 다양한 과학 주제에 따라 형성하는 실제적 인식론의 양상과 그것의 변화 및 발달 과정을 추적 조사하는 과제의 수행이 필요함을 제안한다.

## 참고문헌

- Berland, L. K., Schwarz, C. V., Krist, C., Kenyon, L., Lo, A. S. & Reiser, B. J. (2016). Epistemology in practice: Making scientific practices meaningful for students. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(7), 1082-1112.

- Chin, C. & Brown, D. E. (2002). Student-generated questions: A meaningful aspect of learning in science. *International Journal of Science Education*, 24(5), 521-549.
- Christie, F. & Martin, J. R. (1997). Genre and institution: Social process in the workplace and school. New York, NY: Continuum.
- Conley, A. M., Pintrich, P. R., Vekiri, I. & Harrison, D. (2004). Changes in epistemological beliefs in elementary science students. *Contemporary Educational Psychology*, 29, 186-204.
- Duschl, R. (2008). Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. *Review of Research in Education*, 32, 268-291.
- Duschl, R. A. (2003). Assessment of inquiry. In J. M. Atkin & J. Coffey(Eds.), *Everyday assessment in the science classroom* (pp. 41-59). Arlington, VA: NSTA Press.
- Elby, A. & Hammer, D. (2001). On the substance of a sophisticated epistemology. *Science Education*, 85(5), 554-567.
- Ford, M. J. & Wargo, B. M. (2012). Dialogic framing of scientific content for conceptual and epistemic understanding. *Science Education*, 96(3), 369-391.
- Goldman, A. I. & Whitcomb, D. (2011). *Social epistemology: Essential readings*. New York, NY: Oxford University Press.
- Greene, J. A., Sandoval, W. A. & Braten, I. (2016). *Handbook of epistemic cognition*. New York, NY: Routledge.
- Ha, H. & Kim, H-B. (2017). Exploring responsive teaching' effect on students' epistemological framing in small group argumentation. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(1), 63-75.
- Hammer, D. & Elby, A. (2002). On the form of a personal epistemology. In B. K. Hofer & P. R. Pintrich (Eds.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pp. 169-190). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Hammer, D. & Elby, A. (2003). Tapping epistemological resources for learning physics. *The Journal of the Learning Sciences*, 12, 53-90.
- Hammer, D., Elby, A., Scherr, R. E. & Redish, E. F. (2005). Resources, framing, and transfer. In J. P. Mestre (Ed.), *Transfer of learning from a modern multidisciplinary perspective* (pp. 89-120). Greenwich, CT: Information Age Publishing.
- Hanza, K. M. & Wickman, P-O. (2013). Supporting students' progression in science: Continuity between the particular, the contingent, and the general. *Science Education*, 97, 113-138.
- Hofer, B. K. (2001). Personal epistemological research: Implications for learning and teaching. *Journal of Educational Psychology Review*, 13, 353-383.
- Hofer, B. K. (2016). Epistemic cognition as a psychological construct: Advancements and challenges. In J. A. Greene, W. A. Sandoval, & I. Braten (Eds.), *Handbook of epistemic cognition* (pp. 19-38). New York, NY: Routledge.
- 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, 88-140.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. & Crujeiras, B. (2017). Epistemic practices and scientific practices in science education. In K. S. Taber & B. Akpan (Eds.), *Science education: An international course companion* (pp. 69-80). Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.
- Kelly, G. J. (2016). Methodological considerations for the study of epistemic cognition in practice. In J. A. Greene, W. A. Sandoval, & I. Braten (Eds.), *Handbook of epistemic cognition* (pp. 393-408). New York, NY: Routledge.
- Kelly, G. J. & Takao, A. (2002). Epistemic levels in argument: An analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. *Science Education*, 86, 314-342.
- Khishfe, R. & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551-578.
- King, P. & Kitchener, K. (1994). *Developing reflective judgement: Understanding and promoting intellectual growth and critical thinking in adolescents and adults*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Kitchener, R. (2002). Folk epistemology: An introduction. *New Ideas in Psychology*, 20, 89-105.
- Kwon, J-S. & Kim, H-B. (2016). Exploring small group argumentation shown in designing an experiment: Focusing on students' epistemic goals and epistemic considerations for activities. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(1), 45-61.
- Lee, C-E. & Kim, H-B. (2016). Understanding the role of wonderment questions related to activation of conceptual resources in scientific model construction: Focusing on students' epistemological framing and positional framing. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(3), 471-483.
- Lee, M-H., Johanson, R. E. & Tsai, C. C. (2008). Exploring Taiwanese high school students' conceptions of and approaches to learning science through a structural equa-

- tion modeling analysis. *Science Education*, 92, 191-220.
- Lidar, M., Lundqvist, E. & Östman, L. (2006). Teaching and learning in the science classroom: The interplay between teachers' epistemological moves and students' practical epistemology. *Science Education*, 90, 148-163.
- Ligozat, F., Wickman, P.-O. & Hamza, K. (2011). Using practical epistemology analysis to study the teacher's and students' joint action in the mathematical classroom. In M. Pytlak, T. Rowland, & E. Swoboda (Eds.), *Proceedings of the Seventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 2472-2481). Rzeszow, Poland: University of Rzeszow.
- Liu, S. Y. & Tsai, C. C. (2008). Differences in the scientific epistemological views of undergraduate students. *International Journal of Science Education*, 30, 1055-1073.
- Lundqvist, E., Almqvist, J. & Östman, L. (2009). Epistemological norms and companion meanings in science classroom communication. *Science Education*, 93, 859-874.
- Maeng, S. & Kim, C.-J. (2011). Variations in science teaching modalities and students' pedagogic subject positioning through the discourse register and language code. *Science Education*, 95(3), 431-457.
- Maeng, S., Park, Y.-S. & Kim, C.-J. (2013). Methodological review of the research on argumentative discourse focused on analyzing collaborative construction and epistemic enactments of argumentation. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(4), 840-862.
- Ministry of Education(MOE) (2015). 2015 revised science curriculum. Ministry of Education 2015-74 [Issue 9].
- National Research Council (2000). Inquiry and the national science education standards. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council (2007). Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8. R. A. Duschl, H. A. Schweingruber, & A. W. Shouse (Eds.). Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council. (2012). A framework for k-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. Committee on a conceptual framework for new K-12 science education standards. Washington, DC: The National Academies Press.
- NGSS Lead States (2013). Next generation science standards. Achieve Inc.
- Oh, P. S. & Ahn, Y. (2013). An analysis of classroom discourse as an epistemic practice: Based on elementary science classrooms. *Elementary Science Education*, 32(3), 269-284.
- Oh, P. S. & Ahn, Y. (2015). Exploration of discursive-epistemic mechanisms in high school earth science lessons. *Journal of Korean Earth Science Society*, 36(4), 390-403.
- Oh, P. S. (2014). Characteristics of teacher learning and changes in teachers' epistemic beliefs within a learning community of elementary science teachers. *Elementary Science Education*, 33(4), 683-699.
- Oh, P. S. & Campbell, T. (2013). Understanding of science classrooms in different countries through the analysis of discourse modes for building 'Classroom Science Knowledge' (CSK). *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(3), 597-625.
- Quennerstedt, M. (2013). Practical epistemologies in physical education practice. *Sport, Education and Society*, 18 (3), 311-333.
- Russ, R. (2014). Epistemology of science vs. epistemology for science. *Science Education*, 98, 388-396.
- Sandoval, W. A. (2005). Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. *Science Education*, 89, 634-656.
- Sandoval, W. A. & Millwood, K. (2005). The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and Instruction*, 23(1), 23-55.
- Schommer-Aikins, 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. 103-108). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Tsai, C. C. (1999). Laboratory exercises help me memorize the scientific truths: A study of eighth graders' scientific epistemological views and learning in lab activities. *Science Education*, 83, 654-674.
- Tsai, C. C. (2000). Relationships between student scientific epistemological beliefs and perceptions of constructivist learning environments. *Educational Research*, 42, 193-205.
- Wickman, P.-O. (2004). The practical epistemologies of the classroom: A study of laboratory work. *Science Education*, 88, 325-344.
- Wickman, P.-O. & Östman, L. (2002). Learning as discourse change: A sociocultural mechanism. *Science Education*, 86, 601-623.
- Wittgenstein, L. (1967). *Philosophical investigations* (3rd ed.). Oxford, UK: Blackwell.
- Yang, F. Y. (2005). Student views concerning evidence and the expert in reasoning a socio-scientific issue and personal epistemology. *Educational Studies*, 31, 65-84.