

# 초등 예비교사의 과학 수업 시연에서 지식 구성적 도구로서 수업 언어의 작동 과정: 실천적 인식론과 AIR 모델의 복합 분석

송승규 · 맹승호<sup>†</sup>

## The Working Processes of Elementary Pre-service Teachers' Teaching Language as an Epistemic Tool in Science Teaching Simulation: Integrated Analysis of Practical Epistemology and the AIR Model

Song, Seung Kyu · Maeng, Seungho<sup>†</sup>

### 국문 초록

이 연구는 계절에 따라 기온이 다른 까닭을 다룬 초등 예비교사 3명의 과학 수업 시연에서 그들의 과학 수업 언어에 담긴 지식구성적 인지과정 양상을 실천적 인식론 분석과 AIR 모델을 복합적으로 적용하여 분석하였다. 그 결과를 바탕으로 세 예비교사의 수업 언어가 학생의 학습을 촉진하는 지식 구성적 도구로서 작동하는 과정을 파악하였다. 가설 수립 단계의 수업 시연에서 세 예비교사는 가설 세우기라는 지식 구성적 목표를 직면 발화를 통해 명시적으로 제시하였다. 목표 달성을 판단하기 위한 성취 준거로서 세 예비교사는 이전에 학습한 지식 정보와 연계 여부를 주요 준거로 삼았다. 그러나 신뢰할 만한 과정은 세 예비교사 모두 충분히 드러나지 않았다. 가설 검증 단계의 수업 시연에서 세 예비교사는 직면 발화를 통해 실험 결과 공유하기, 실험 결과를 가설과 비교하기와 같은 지식구성에 관한 목표를 제시하였고, 정착된 언어사용으로서 실험의 조건을 사용하였고, 그것과 실험을 통해 얻은 실증적 증거 간의 상관성 연관을 주요 성취 준거로 활용하였다. 세 예비교사는 실험에서 얻은 상관성에 근거하여 태양의 남중고도 차이 때문에 계절에 따라 기온이 달라진다는 인과성 가설을 검증하려 했으나, 이는 간극을 형성하였고 해소되지 않았다. 즉, 실험 결과에 근거하여 가설을 검증하고자 했지만, 신뢰할 만한 과정을 구현하지는 못했음을 보여주었다. 수업 언어를 분석한 이 연구의 결과는 초등 예비교사가 학생의 지식구성 과정을 촉진하기 위하여 수업의 어느 지점에서 자신의 수업 언어를 개선하는 것이 필요한지 알려 주었다는 의의가 있다.

**주제어:** 초등 예비교사, 수업 언어, 실천적 인식론, AIR 모델, 지식 구성적 도구

### ABSTRACT

This study investigated the specific aspects of three elementary pre-service teachers' epistemic cognition depicted in their science teaching language during a simulation teaching experiment on the seasonal change of air temperature. The integrated analytic methods of practical epistemology analysis and the AIR model were used. Also, the working processes involved in the language teaching as an epistemic tool to promote student learning were identified. At the hypothesis-forming stage of the simulation teaching, three pre-service teachers explicitly presented the epistemic learning goal of hypothesis-creating through giving encounters. As the epistemic ideals about assessing the achievement of an epistemic goal, the teachers mainly used the criterion whether the new knowledge was connected with the previously learned

이 논문은 2019년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 인문사회분야 중견연구자지원사업의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2019S1A5A2 01049249).

이 논문은 송승규의 2022년도 석사학위 논문을 수정, 보완하여 작성되었음.

2024.08.20(접수), 2024.09.11(심통과), 2024.09.20(최종통과)

E-mail: smaeng@cloud.snue.ac.kr(맹승호)

knowledge. However, all the three pre-service teachers needed to disclose the reliable process in enough detail. At the hypothesis testing stage of the simulation teaching, they presented their epistemic goals, such as sharing the results of the experiments and comparing the results with the hypothesis through encounters. They used the experimental conditions as standing fast language use. The similarity relations between the empirical evidence obtained through the experiments and the language used for the experiments were employed as the epistemic ideals for the hypothesis test. However, based on the correlation obtained from the experiment, pre-service teachers tried to verify the causal hypothesis that the seasonal change in the air temperature occurred due to the differences in the Sun's meridian altitude. The mismatch between the correlation and causality created a gap, which needed to be resolved, i.e., the reliable process was not satisfied. The results of analyzing the teaching language in this study are significant because they inform the elementary pre-service teachers of the points at which they need to improve their teaching language to facilitate the students' knowledge construction process.

**Key words:** elementary pre-service teacher, teaching language, practical epistemology, the AIR model, epistemic tools

## I. 서 론

초등 예비교사의 과학 수업 역량을 증진하기 위해 교육대학교의 과학교육학 강좌에서 모의수업 시연을 포함하여 진행되는 사례가 많다. 예비교사의 모의수업 시연은 학습 이론이나 수업모형에 맞추어 과학 모의수업을 구성하여 시연하며, 수업 상황을 임의로 가정하고 진행하므로 예비교사의 수업 의도 및 수업 실행 역량을 확인할 수 있어서 예비교사의 수업 전문성 계발에 매우 중요하다.

예비교사의 수업 전문성과 관련하여 과학 수업 계획의 특징(양찬호 등, 2014), 교육실습 수업 설계 및 실행의 어려움(김민환 등, 2021), 수업 계획과 수업 실행의 불일치 유형(정주원, 이봉우, 2016) 등이 연구된 바 있다. 이 연구들은 주로 예비교사의 수업 운영 및 관리에 초점을 두고 과학 수업 전문성을 다루었으며, 수업 설계 및 실행에 영향을 주는 요인을 파악하여 예비교사의 과학 수업 실행을 개선하는 데 필요한 방안을 모색하였다. 윤혜경과 송영진(2017)은 초등 예비교사의 과학 수업에 대한 이해를 전문적 시각(professional vision; Goodwin, 1994)의 관점에서 접근하여 예비교사 자신의 수업 영상에 대한 반성적 면담을 통해 예비교사의 선택적 주목(수업의 어느 측면에 주목하고 무엇을 중요하게 인식하는가)과 교육적 추론(학생의 사고나 학습에 대해 어떤 추론을 하는지)을 조사하였다. 이들은 예비교사가 학생의 사고와 학습에 더 주목하게 하고, 예비교사의 교육적 추론 수준을 향상할 수 있도록 협력적 반성 활동과 같은 적절한 스캐폴딩이 필요함을 제안하였다. 그러한 성과에 함께 위 연구들은 예비교사가 진행한 수업의

실천적 특징이 아니라 수업 계획 관련 면담이나 수업 시연 후 면담을 통해 그들의 과학 수업에 관한 인식 및 수업 계획 및 실행의 어려움을 분석한 연구라는 점에서 예비교사의 과학 수업 실행의 적절성 및 수업 역량을 제고하기 위한 구체적인 논점을 제공하는데 한계가 있었다.

예비교사의 수업 실행 양상을 구체적으로 조사했던 선행연구 중에는 예비교사가 과학 수업모형을 구현하는 과정에서 겪는 교수전략의 제한점을 조사하거나(손연아 등, 2007), 과학 수업모형의 단계별로 예비교사의 질문유형 빈도를 분석하여 예비교사의 수업모형 이해 정도 및 적용 양상을 확인한(조인희 등, 2012) 바 있으며, 조미현과 백성혜(2020)는 예비교사의 수업 담화에서 나타나는 교사 발화를 반응적 교수(responsive teaching)의 관점에서 분석하여 예비교사의 반응적 교수 활동 유형을 파악하였다. 또한, 심수연과 김희백(2014)은 예비교사의 수업 담화를 분석하여 설명구성을 돕는 비계설정의 특징을 예비교사의 학습 접근 양식 및 교수 지향과 관련지어 조사하였다. 교수전략에 대한 예비교사의 이해 및 적용 양상, 그리고 예비교사가 갖춰야 할 교수 방법 및 전략의 지향점 등은 학생의 과학 지식구성 과정과 직간접적 연관이 있지만, 예비교사의 교수전략 활용이나 교수 유형, 학습 접근 양식 등은 과학 수업의 내용과 주제, 및 실행 맥락에 따라 달라진다. 그러므로 따라서 특정한 교수 유형을 기준으로 예비교사의 수업 실행의 적절성을 판단하기보다, 실제 수업 상황에서 예비교사의 과학 지식구성의 과정을 파악하여 교수전략 및 상호작용의 적절한 실행 정도를 조사하는 연구가 필요하다.

학생들의 과학 지식구성 과정에 초점을 두고 예비 교사의 과학 수업 전문성을 이해한다면, 학습자로서 학생들이 과학 수업에서 어떻게 지식을 구성하고 그 지식을 알게 되는지를 조명하는 지식 구성적 성장(epistemic growth; Barzilai & Chinn, 2018)의 관점을 이해하는 게 중요하다. 이 논문에서는 지식 구성적 성장에 관련된 여러 관점 중에서 예비교사의 과학 수업 전문성과 관련하여 Chinn 그룹이 제안한 지식구성의 인지과정에 관한 AIR 모델(Aim - Ideals - Reliable process model of epistemic cognition; Chinn *et al.*, 2011, 2014)을 살펴보고자 한다. AIR 모델은 특정한 상황과 맥락에서 지식구성의 인지과정 활용 양상을 기술하기 위한 규범적 논의를 제시할 수 있으므로(Barzilai & Chinn, 2018) 초등 예비교사의 과학 수업 시연 맥락에서 그들의 수업 언어가 학생의 지식 구성적 성장을 촉진할 수 있는지를 분석하고 예비교사가 지식구성의 인지과정을 활용하는 양상을 분석하는 데 적절하다고 판단되었다.

Chinn 그룹의 연구자들은(Barzilai & Chinn, 2020; Chinn *et al.*, 2011, 2014) 철학자나 심리학자의 인식론적(epistemological) 과정이 아니라 학습자 또는 일반인(layman)이 지식에 대한 이해 및 지식을 알게 되는 과정(ways of knowing)에 초점을 두며, 학습자(일반인)가 지식 또는 지식에 관련된 결과물의 성취에 작용하는 복합적인 인지과정으로서 지식구성의 인지과정(epistemic cognition; Greene *et al.*, 2016)을 강조한다. Chinn *et al.*(2011)은 철학 및 심리학 분야에서 지식구성의 인지과정에 관련된 연구 문헌들을 종합하여 지식구성의 인지과정에 필요한 주요 범주로서 지식구성에 관한 목표와 가치(epistemic aim and value), 지식 및 지식 관련 결과물의 구조, 지식 및 지식 관련 결과물의 근원과 정당화 과정, 지식구성에 관한 목표 달성을 촉진 또는 방해하는 성향(epistemic virtues and vices), 지식구성에 관한 목표를 성취하기 위한 신뢰할 만한 과정 등을 설정했다. Chinn *et al.*(2014)은 앞서 Chinn *et al.*(2011)이 설정한 5가지 요소 중에서 지식구성에 관한 목표 및 가치(Aim and value), 지식구성에 관한 성취 준거(epistemic Ideals), 지식구성을 위한 신뢰할 만한 과정(Reliable processes)을 중심으로 지식구성의 인지과정을 파악하는 프레임워크로서 AIR 모델을 제안하였다.

AIR 모델에서 **지식구성에 관한 목표와 가치(A)**는

지식 또는 지식 관련 최종 결과물을 성취하는 목적이 무엇인지에 관한 것이다. 즉, 정확한 진실을 알아내거나 정확한 지식을 이해하는 것을 목표로 삼을 수도 있지만, 자기의 이익을 위해 타인을 설득하는 데 유용한 정보를 찾는 것과 같이 지식구성과 직접 관련이 적은(non-epistemic) 목표나 가치를 우위에 두고 지식구성 활동을 수행할 수도 있다. 따라서 지식구성의 인지과정을 이해하려면 지식구성에 관한 목표와 그 목표에 부여한 가치를 먼저 판단해야 한다. **지식구성에 관한 성취 준거(I)**는 학습자가 지식구성에 관한 목표에 도달했는지를 판단하는 데 사용되는 기준이나 준거를 말한다. 지식구성에 관한 성취 준거는 Chinn *et al.*(2011)이 제시했던 지식구성의 인지과정 구성 요소 중에서 지식 및 지식 관련 결과물의 구조와 지식 및 지식 관련 결과물의 근원과 정당화 과정 요소를 함께 고려하여 제안되었다. Chinn *et al.*(2014)는 지식구성의 목표 달성에 필요한 일반적인 성취 준거의 범주로서 설명의 내적 구조가 일관성 있는 인과관계를 갖추고 있는지, 다른 지식과 연계된 설명인지, 현존 또는 예상되는 실증적 증거에 충분히 연관된 설명인지, 신뢰할 만한 권위자의 증언에 기반한 설명인지, 명료하고 이해할 수 있게 구성된 설명인지 등을 제시하였다. 이와 같은 일반적 범주의 성취 준거는 지식구성 활동의 주제에 맞게 변형될 수 있으며, 지식구성의 목표에 따라 서로 다른 범주의 성취 준거가 선택되거나 변형될 수 있다.

AIR 모델의 세 번째 요소인 **지식구성을 위한 신뢰할 만한 과정(R)**은 지식 및 지식 관련 결과물이 신뢰할 만한 방법과 과정을 통해 산출했는지를 명시적으로 판단하게 해 주는 인과적 관계의 종합 및 그것의 발생 조건을 포함한다. 지식구성을 위한 신뢰할 만한 과정은 관찰이나 기억, 지식구성을 촉진 또는 방해하는 성향, 감정을 유발하는 과정 등과 같은 개인적 과정뿐만 아니라, 동료 간의 검토, 조사 활동, 미디어를 활용한 과정 등의 사회적 과정도 포함된다. AIR 모델에서 지식구성을 위한 신뢰할 만한 과정은 Chinn *et al.*(2011)이 제시했던 지식구성의 인지과정 요소 중에서 지식의 근원과 정당화 과정, 지식구성에 관한 목표 달성을 촉진 또는 방해하는 성향을 함께 다루고 있다.

한편, 과학 수업에서 교사가 제공하는 다양한 시각 자료 및 영상 매체, 소프트웨어, 학습 활동지와 같은

교수학습 도구, 질문이나 피드백과 같은 교사의 언어, 모둠 활동이나 전체 토의와 같은 수업의 루틴, 대화 규범을 포함한 교실 문화 등 학습 환경은 학생의 지식구성 활동을 촉진하는 지식 구성적 도구(epistemic tools; Settlage & Southerland, 2019; Stroupe *et al.*, 2019)의 기능을 가지며, 그 결과 학습자의 지식 구성적 성장에 기여할 수 있다. 학교 과학 수업에서 지식 구성적 도구는 탐구활동을 지원하는 수준을 넘어 학생들이 과학자의 실행과 유사한 방식의 사고를 통해 과학 지식을 구성할 수 있게 한다(Settlage & Southerland, 2019). Sezen-Barrie *et al.* (2020)은 과학 수업에서 지식구성을 위한 담화 활동(discursive activities)을 지식 구성적 도구로서 강조하며, 학생들이 이 지식구성에 관련된 다른 도구를 활용하여 지식구성의 과정을 경험할 수 있도록 전문적인 과학 기능 간의 관계를 잘 조직하고, 적절한 상호작용 환경을 설계하고 제공할 수 있어야 한다고 주장하였다. 이와 같은 논의는 초등 예비교사의 과학 수업 시연 맥락에서도 학습자의 지식 구성적 성장의 관점에서 지식 구성적 도구로서 수업 언어를 활용하는 양상을 파악하고 이를 향상하기 위한 노력이 필요하며, 이를 위한 구체적인 분석 방법이 중요함을 보여준다. 이 연구에서는 지식 구성적 도구로서 수업 언어의 분석을 위해 실천적 인식론 분석 방법을 도입하였다.

과학 수업에서 학생들의 과학 지식구성 과정을 실천적 인식론 분석(Practical Epistemology Analysis, 이하 PEA, Wickman, 2004) 방법을 적용한 연구의 사례(맹승호, 2018, 2021; Maeng, 2021; Jacobson & Wickman, 2008; Lidar *et al.*, 2006, 2010; Lundqvist *et al.*, 2009)들은 과학 수업에서 교사와 학생 또는 학생 간의 담화를 구성하는 수업 언어가 지식 구성적 도구로서 역할을 할 수 있음을 보여주었다. 실천적 인식론 분석은 학습의 과정을 학습자 간 담화(discourse)의 변화(Wickman & Östman, 2002)로서 간주하며, 담화의 장면에서 정착, 직면, 간극, 연관의 네 가지 범주<sup>1)</sup>에 해당하는 언어사용이 어떻게 구현되는지를 조사하여 지식구성 과정을 파악한다(맹승호, 2021; Maeng, 2021; Wickman & Östman, 2002; Wickman, 2004). 즉, 교사와 학생 및 학생 간의 언어 상호작용을 분석하여 특정한 과학 실행에 활용되는

실천적 인식론(practical epistemology)을 파악함으로써 학습자가 담화 언어를 통해 지식을 구성하는 과정을 상세히 기술할 수 있다(Wickman & Östman, 2002; Wickman, 2004). 이런 특징을 고려하여 이 연구는 앞서 논의했던 지식구성의 인지과정에 관한 AIR 모델에 근거하여 초등 예비교사의 과학 수업 시연을 분석할 때 실천적 인식론 분석을 함께 적용하였다.

이상의 논의를 종합한 이 연구의 목적은 초등 예비교사의 과학 수업 시연 맥락에서 그들의 과학 수업 언어에 담긴 지식구성의 인지과정 양상을 실천적 인식론과 AIR 모델의 관점에 근거하여 분석하고, 예비교사의 수업 언어가 학생의 학습을 촉진하는 지식 구성적 도구로서 작동하는 과정을 파악하는 것이다. 연구 문제는 아래와 같다.

- 초등 예비교사의 과학 수업 시연에서 지식 구성적 도구로서 수업 언어는 실천적 인식론과 AIR 모델을 종합한 관점에서 볼 때 어떤 과정으로 작동하는가?

## II. 연구 방법

### 1. 연구 참여자 및 자료 수집

초등 예비교사의 과학 수업 시연에서 지식 구성적 도구로서 수업 언어에 담긴 지식구성의 인지과정 양상을 파악하기 위하여 과학 교육학 강좌를 수강한 초등 예비교사 중 과학 수업 시연 영상 제출에 동의한 예비교사 3명이 연구에 참여하였다. 연구에 참여한 초등 예비교사는 2015 개정 과학 교육과정의 6학년 2학기 계절의 변화 단원 중에서 ‘계절에 따라 기온이 다른 까닭’에 관한 차시의 모의수업을 시연하였다. 초등 예비교사 3명이 시연한 계절에 따라 기온이 다른 까닭을 다루는 수업은 2015 개정 과학 교육과정에서 “[6과14-02] 계절에 따른 태양의 남중고도, 낮과 밤의 길이, 기온 변화를 설명할 수 있다”는 성취기준에 관련된 차시이다. 이 차시에 관하여 교육과정은 연계된 탐구활동으로서 열 전구와 모래를 이용한 모형실험을 진행하여 태양의 남중고도 차이가 기온의 차이에 영향을 주는 것을 확인하고 이를 바탕으로 계절에 따라 기온이 달라지는 까닭이 태양의 남중고도와 관련됨을 이해할 수 있게 지도(교육부 2015)할

1) 실천적 인식론 분석에 사용되는 네 범주(정착, 직면, 간극, 연관)에 관한 내용은 연구 방법 섹션에서 자세히 서술하였다.

것을 제시하였다.

Table 1에 세 예비교사의 수업 개요를 간단히 정리하였다. 세 예비교사의 과학 수업 시연에서 학습 목표로서 탐구 문제를 교사가 직접 제시하고, 가설을 수립하고 실험을 설계한 후 변인을 확인하고, 실험 결과를 근거로 가설을 검증하는 수업의 전체적인 흐름은 유사하게 구성되었다. 그러나 학습 목표를 제시할 때 사용한 소재 및 예비교사가 선택한 주요 실험의 종류는 부분적으로 차이가 있었다. 예비교사 A는 모래에 열 전구를 비추는 실험과 모눈종이에 손전등을 비추는 실험 두 가지를 모두 다루었고, 예비교사 B는 모래에 열 전구를 비추는 실험만을, 예비교사 C는 모눈종이에 손전등을 비추는 실험만을 선정하여 수업을 구성하였다.

Table 1에서 보는 것처럼 세 예비교사의 과학 수업 시연에서 공통으로 포함된 학습 활동 단계 중 가설 수립 과정, 그리고 가설을 검증하는 정리 단계의 수업 장면을 이 연구의 주요 자료로 선정하였다. 이후 연구 결과도 가설 수립 및 가설 검증의 장면을 중

심으로 서술한다.

연구를 위해 초등 예비교사 3명의 과학 수업 시연 영상과 그들이 작성한 교수학습 과정안, 수업 시연에 활용했던 교수 자료(PPT, 학생 활동지)를 수집하였다. 교육대학교의 과학 수업 시연 맥락에서 이들의 수업은 모두 모노로그 형태로 진행되었으며, 수업 영상에서 구현된 예비교사의 발화 전체를 전사(transcription)한 발화문을 주요 분석 자료로 수집하였다.

## 2. 자료 분석

초등 예비교사의 과학 수업 시연 맥락에서 그들의 과학 수업 언어에 담긴 지식구성인 인지과정 양상 및 예비교사의 수업 언어가 작동하는 과정을 파악하기 위하여 실천적 인식론 분석의 네 범주(직면, 정착, 연관, 간극)와 AIR 모델의 세 요소(목표, 성취 준거, 신뢰할 만한 과정)를 복합적으로 적용하여 예비교사의 수업 언어를 분석하였다. 분석을 위해 먼저 예비교사의 과학 수업 영상 발화문 중 가설 수립 및 가설 검증의 장면에서 예비교사가 담화를 진행할 때 설정한 세

Table 1. Brief summary of three pre-service teachers' simulation teaching

	예비교사 A	예비교사 B	예비교사 C
도입 및 학습 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>계절에 따른 태양의 남중고도 변화 정보 확인</li> <li>계절별 생활 모습의 차이를 소재로 학습 목표 제시: 계절에 따라 기온이 달라지는 까닭을 태양의 남중고도를 이용하여 설명하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>여름/겨울에 지구와 태양 거리 퀴즈</li> <li>거리가 가까울 때 여름임을 소재로 학습 목표 제시: 계절에 따라 기온이 달라지는 까닭에 대한 가설을 세우고 검증하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>난로 주변의 온도 질문 후, 계절별 지구와 태양 간 거리 정보 소개</li> <li>거리가 계절변화의 이유가 아님을 언급 후 학습 목표 제시: 계절에 따라 기온이 달라지는 까닭 이야기하기</li> </ul>
학습 활동	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>1차 가설 수립</b> 및 실험 설계 안내: 태양의 남중고도 때문에 계절별 기온이 달라질 것이다.</li> <li>열전구를 각도를 서로 다르게 하여 모래에 비추고 온도 차이 비교하는 실험 설계 및 통제할 변인 찾기</li> <li>실험 절차 안내 및 실험 수행</li> <li>모래의 온도변화를 비교하여 가설 검증</li> <li>열전구의 각도에 따라 모래의 온도가 다른 이유를 설명할 수 있는 <b>2차 가설 수립</b>: 남중고도가 높으면 지면에 도달하는 태양에너지가 많을 것이다.</li> <li>손전등과 모눈종이를 이용한 실험 설계 및 통제할 변인 찾기</li> <li>실험 절차 안내 및 실험 수행</li> <li>전등빛이 도달한 모눈의 개수 비교</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>월별 태양의 남중고도와 낮의 길이 그래프를 참고하여 모둠별로 <b>가설을 수립</b>: 계절에 따라 태양의 남중고도가 달라지면 기온이 변할 것이다.</li> <li>열 전구와 모래를 이용하여 가설을 검증할 수 있는 실험을 설계하기</li> <li>통제할 변인 찾기</li> <li>실험 시 주의 사항 안내</li> <li>실험 결과를 발표하고, 실험 결과에 근거하여 <b>초기 가설을 수정하기</b></li> <li>최종 가설을 바탕으로 검증하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>가설 수립하기</b>: 계절에 따라 태양의 남중고도가 달라져서 기온이 변할 것이다. 또는, 남중고도가 다르면 지면에 도달하는 태양 에너지량이 달라서 기온이 변할 것이다.</li> <li>실험 설계하기: 손전등과 모눈종이를 이용한 실험</li> <li>조각 변인 찾기</li> <li>손전등이 비추는 각도에 따라 불빛이 비춰진 모눈의 개수 비교하여 <b>가설 검증</b></li> <li>실험 결과를 실제 상황에 적용하기: 태양의 남중고도가 높을수록 지면에 도달하는 태양 에너지량이 커짐</li> <li>남반구에서 태양의 남중고도가 높을 때와 기온이 높을 때를 알아보기</li> </ul>
정리 활동	<ul style="list-style-type: none"> <li>남중고도가 높아지면 지면에 닿는 태양 에너지가 많아져서 기온이 높아진다.</li> <li>태양의 남중고도가 달라지기 때문에 계절이 변한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>태양의 남중고도가 다르면 지면에 도달하는 태양 에너지량이 달라지므로 계절에 따라 기온이 변한다.</li> <li>1년 내내 기온의 변화가 적은 나라에서 태양의 남중고도 차이 알아보기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>계절에 따라 태양의 남중고도가 달라지기 때문에 기온이 달라진다.</li> </ul>

부 목표가 지식구성에 관한 목표인지 또는 지식구성과 관계가 없는 목표인지를 구분하였다. 예를 들어, 계절에 따라 기온이 달라지는 이유에 관한 가설을 문장으로 구성하는 목표는 지식 구성적 목표에 해당하지만, 가설 수립 활동지에 있는 빈칸 채우기를 목표로 삼는 경우 지식구성과 관계없는 목표에 해당한다. 그래서 지식 구성적 목표를 다른 수업 장면만을 선정하여 분석 대상으로 선정하였다. AIR 모델의 요소 중 지식구성에 관한 목표와 가치(A)에 관한 분석은 예비교사가 지식 구성적 목표와 가치에 관해 제시하는 수업 언어로서 실천적 인식론의 네 범주 중 직면(encounter) 범주에 해당하는 발화를 조사하여 분석하였다. 직면은 학습 상황에서 담화 참여자들 간에 또는 참여자와 사물(또는 현상) 사이에 접하게 되는 말(utterances)이나 사물(artifacts) 또는 현상(phenomena)을 의미한다. 수업 장면에서 예비교사가 제시하는 직면 발화를 조사하면, 지식 구성적 목표로서 그리고 그 목표와 관련된 가치 있는 결과물로서 무엇을 언급하는지를 파악할 수 있다.

AIR 모델에 근거한 분석의 두 번째 과정은 예비교사가 진행한 수업 시연 영상의 각 장면에서 지식 구성적 목표 달성 여부를 판단하는 데 적절한 성취 준거(I)를 다루고 있는지를 분석하였다. 성취 준거에 관한 예비교사의 수업 언어 분석을 위해 실천적 인식론의 정착(stand fast) 범주가 적용되었다. 정착은 학습 과정에 참여하는 담화자 간에 의미가 이미 공유되어 담화 내에서 사용을 주저하지 않고 별도의 질문 없이 형성되는 언어사용을 말한다. 정착된 언어사용은 담화에 참여한 학습자에게 인식된 대상이나 장면 또는 현상에 해당하는 것이며, 동일한 대상이나 현상이더라도 상황의 변화에 따라 정착 여부가 달라질 수 있다. 앞서 직면 발화에 해당하는 말이나 사물, 현상은 담화 참여자에게 특정한 언어사용으로서 정착될 수도 있고, 그렇지 못할 수도 있다. 직면 발화와 정착된 언어사용을 함께 조사하면 직면 상황에서 지식 구성적 목표 달성 여부를 판단하는 데 어떤 성취 준거가 사용되는지 파악할 수 있다. 이에 덧붙여 성취 준거의 적절성을 판단하기 위하여 예비교사가 지식구성에 관련된 결과물을 제시하거나 평가하고 토의할 때 사용한 성취 준거를 Chinn *et al.*(2014)가 제시한 지식구성에 관한 성취 준거의 다섯 가지 일반적 범주 항목과 비교하였다. 즉, 예비교사의 수업 언어에 적

용되거나 내포된 성취 준거가 무엇인지 파악한 후에 그 준거가 설명의 내적 구조가 가진 일관성 및 인과 관계, 다른 지식과 연계된 설명 여부, 현존 또는 예상되는 실증적 증거와 연관성, 신뢰할 만한 권위자의 증언에 기반 여부, 명료하고 이해할 수 있게 구성된 설명 여부 등의 범주 중 어느 항목에 해당하는지를 함께 분석하여 성취 준거의 적절성을 판단하였다.

AIR 모델에 근거한 예비교사의 지식구성에 관한 인지과정 분석의 마지막 단계로서 지식구성에 관한 목표를 달성하기 위해 신뢰할 만한 지식구성 과정(R)을 다루고 있는지를 조사하기 위해 실천적 인식론 분석의 연관(relations)과 간극(gap) 범주를 적용하여 분석하였다. 학습 상황에서 직면한 대상(말, 사물, 또는 현상)에 해당하는 언어사용은 담화 참여자가 그 언어사용 대상과 연계되거나 이전에 경험했던 다른 대상과 유사성(similarity) 또는 차별성(difference)에 근거한 연관을 구현함으로써 담화 참여자에게 정착된다(Wickman & Östman, 2002). 학습 과정에서 담화 참여자가 직면한 말, 사물, 또는 현상이 이전에 정착된 언어사용에 대하여 유사성 또는 차별성의 측면에서 새로운 연관을 요구하는 상황이 되면 간극이 발생한다. 학습의 상황에서 담화 참여자는 간극을 인식하지 못할 수도 있다. 그러나 간극을 인식하고 새로운 연관을 수립하면 간극이 해소되고 새로운 대상(말, 사물, 현상)은 담화 참여자에게 정착되고 그 의미가 이해되며, 학습의 사회적 과정이 형성된다(Wickman & Östman, 2002). 간극이 해소되면 지식 구성적 목표를 위한 신뢰할 만한 과정이 잘 형성되어 학습이 이루어진 사례에 해당하며, 간극이 해소되지 않고 존속된다면 지식구성을 위한 과정이 충분히 작용하지 못한 사례로 간주하여 분석하였다.

모의수업 시연에서 예비교사는 학생의 예상되는 반응을 상정하고 이에 대응한 담화를 독백의 형태로 진행한다. 그러므로 예비교사는 교사와 학생 간에 이미 대상의 의미나 대상 간의 관계가 공유된 언어를 가정하여 수업 언어를 구성한다고 볼 수 있으므로 정착된 언어사용을 파악할 수 있다. 또한, 예비교사가 수업 장면에서 어떤 말이나 사물, 또는 현상에 관한 수업 언어를 사용하는지 살펴보면, 수업을 구성하고 진행할 때 교사와 학생 간에 무엇을 직면하고자 하는지를 알아낼 수 있다. 예비교사의 수업 언어를 분석하여 기존에 공유된 의미 또는 정착된 언어사용과 새

로운 직면 상황 사이에 어떤 연관을 설정하는지를 조사하면, 예비교사가 의도한 간극 및 간극의 해소 여부 및 그 과정을 알아낼 수 있다. 예비교사가 적절한 새로운 연관을 활용하여 간극이 해소되면 예비교사가 수업에서 의도한 지식구성의 과정과 방법이 신뢰할 만한 것으로 볼 수 있다. 그러므로 과학 수업 시연이 비록 예비교사가 학생 없이 혼자서 진행하는 맥락이라 하더라도 실천적 인식론 분석을 적용하는 데 큰 무리는 없다고 판단되었다.

### III. 연구 결과

세 예비교사의 과학 수업 시연에서 구현한 수업 언어가 지식 구성적 도구로서 지식구성 과정에 작용하는 과정을 이해하기 위하여 지식구성에 관한 AIR 모델 및 실천적 인식론 분석 방법을 적용하여 분석한 결과를 각 예비교사의 본시 학습 활동 중 가설 수립 장면과 가설 검증에 관한 장면으로 구분하여 제시한다.

#### 1. 예비교사 A의 수업 언어 분석 및 지식 구성의 인지과정 양상

예비교사 A는 가설 검증의 절차를 두 번 반복하여 진행했다. 첫 번째 가설은 태양의 남중고도와 계절별 기온의 관계에 대한 것이고 열 전구로 모래를 가열하는 실험을 통해 이 가설을 검증하고자 했다. 두 번째 가설은 태양의 남중고도와 지면에 도달하는 태양 에너지양에 관한 것이었고, 손전등을 모눈종이에 비추는 실험을 통해 검증하고자 했다. 아래 장면 A-1은 첫 번째 가설 수립에 관한 발화이다.

**[장면 A-1]** 첫 번째 가설 수립

- A27 첫 번째 활동, 가설 세우기부터 시작해 보도록 하겠습니다.
- A28 오늘 우리가 계절에 따라 기온이 달라지는 까닭이 무엇인지 알아본다고 했어요.
- A29 여름에는 태양의 남중고도가 가장 높아지고 겨울에는 태양의 남중고도가 가장 낮아집니다.
- A30 여름에는 기온이 가장 높고 겨울에는 기온이 가장 낮습니다.
- A31 이 설명을 바탕으로 여러분이 계절에 따라 기온이 달라지는 까닭이 무엇인지 모둠원들과 함께 토의해봅시다.
- A32 그리고, 모둠원과 함께 세운 가설을 여기 보이는 실험 활동지에 우리 조의 가설은? 부분에 적어보도록 합시다.
- A33 그러면 우리 조가 세운 가설을 발표해 볼 모둠 있나요?
- A34 2 모둠에서는 태양의 남중고도 차이 때문에 계절에 따라

기온이 달라질 것이라고 말해주었어요.

A35 5 모둠에서는 태양의 남중고도 차이가 계절에 따라 기온이 달라지는 데 영향을 미칠 것이다. 라고 얘기해주었어요.

A36 어, 둘이 비슷한 말이죠, 어떻게 보면.

A37 선생님이 세운 가설은 태양의 남중고도 차이 때문에 계절에 따라 기온이 달라질 것이다. 라고 세워봤습니다.

(밑줄: 정착된 언어사용, 굵음: 직면, 기울임: 연관 및 간극)

장면 A-1은 계절에 따라 기온이 달라지는 까닭이 무엇인지 알아본다는 학습 목표를 제시한 후에 예비교사 A가 학생들과 가설을 세우는 장면이다. 이 장면의 발화에서 교사는 PPT 슬라이드의 ‘가설 세우기’ 화면과 ‘우리 조의 가설은?’이라고 표시된 모둠 실험 활동지를 학생들에게 직면하게 했다. 또한, “가설 세우기를 시작해 보도록 한”(A27)다는 교사의 말과 “계절에 따라 기온이 달라지는 까닭이 무엇인지 모둠원들과 함께 토의해 보”(A31)라는 교사의 말 역시 학생들이 직면하는 주요 대상이다. 이러한 직면은 이 장면의 담화에서 지식구성에 관한 목표(A)가 계절에 따라 기온이 달라지는 까닭을 설명하는 가설 세우기 임을 명시적으로 보여준다. 예비교사의 과학 수업 시연에서 지식구성에 관한 목표는 주로 교사가 제시하는 발화를 직면함으로써 형성되었다.

예비교사 A는 가설 세우기(A27), 계절에 따른 기온(A28, A30), 태양의 남중고도(A29) 등을 사용할 때 별다른 부연 설명 없이 말하고 있다. 예비교사의 이러한 발화는 과학 수업 시연의 맥락에서 교사와 학생 간에 이미 공유된 정착된 언어사용을 가정하고 수업을 진행하였음을 보여준다. 또한, 예비교사 A는 A29와 A30에서 태양의 남중고도가 여름에 높고 겨울에 낮으며, 기온도 여름에 높고 겨울에 낮음을 주지하지 않고 언급하였다. 예비교사 A의 이 발화는 여름에 태양의 남중고도와 겨울에 태양의 남중고도 간의 차별성 연관, 그리고 여름의 기온과 겨울의 기온 간의 차별성 연관이 형성되었으나, 이 내용에 관하여 교사와 학생 간에 그 의미가 충분히 인식된 것으로 설정하고 수업을 진행하고 있음을 말해준다. 아울러 예비교사 A는 계절에 따른 남중고도와 기온의 변화를 정착된 언어사용으로 제시하고 “이 설명을 바탕으로 모둠원과 함께 토의해 볼”(A31) 것을 언급함으로써 지식구성에 관한 목표인 가설 수립을 위한 적절한 성취 준거(I)는 앞서 정착된 언어사용에서 언급했던 태양의 남중고도와 기온 관계의 반영 여부임을 나타내고 있

다. 이 성취 준거는 지식구성에 관한 성취 준거의 일반 범주 중에서 다른 지식 정보와 연계성 범주에 해당한다.

이후 학생이 수립한 가설(A34, A35)과 교사가 수립한 가설(A37)은 유사하게 “태양의 남중고도 차이 때문에 계절에 따라 기온이 달라질 것이다”라고 제시되었다. 이 가설은 태양의 남중고도와 계절별 기온 간의 인과 관계를 설정한 것이다. 즉, 남중고도 차이와 기온 차이 간에 새로운 연관을 설정하여 지식구성 과정의 일환으로서 간극을 제시한 것이다. 이 장면에서 지식 구성적 목표는 가설 수립이었으며, 가설 수립을 위한 성취 준거로서 태양의 남중고도와 계절별 기온 반영 여부가 사용되었으므로 지식 구성적 목표에 해당하는 결과물이 제시되었다고 볼 수 있다. 그러나 학생들이 이 성취 준거를 반영하여 두 변인 간의 인과 관계를 적용하는 가설을 수립하게 되는 과정이나 방법은 제시되지 않았고, 가설 명제 자체가 새로운 연관 즉, 간극이 되었다. 그래서 이 간극은 해소되지 않았으며, 이 장면의 발화에서 지식구성을 위한 신뢰할 만한 과정(R)은 적절하게 수행되지 못했다고 분석되었다.

아래 장면 A-2는 첫 번째 가설을 검증하기 위해서 서로 다른 각도로 열 전구를 모래에 비추고 모래의 온도변화를 관찰하는 실험을 한 후에 그 결과를 바탕으로 가설을 검증하는 장면이다.

**[장면 A-2]** 열 전구를 모래에 비추는 실험 결과에 근거한 가설 검증

- A111 이제 선생님과 함께 **실험 결과를 정리해 보도록** 합니다.
- A112 실험에서 열 전구와 모래가 이루는 각이 클 때는 모래의 온도가 어떻게 변하였나요?
- A113 처음에는 23도로 동일했는데 나중에 재 보니까 **48도까지 올라갔습니다.**
- A114 아주 잘 말해주었어요.
- A115 반대로 열 전구와 모래가 이루는 각이 작았을 때는 모래의 온도가 어떻게 변하였나요?
- A116 23도에서 이번에는 **36도까지만 올라갔습니다.**
- A117 그러면 이제 이 두 실험 결과를 합쳐서 어떻게 정리할 수 있을까요?
- A118 우리 원래 세웠던 가설이 뭐였죠?
- A119 태양의 남중고도 **차이 때문에 계절에 따라 기온이 달라질 것이**었어요.
- A120 그러면 **그 가설과 실험 결과를 한번 비교해 봅시다.**
- A121 실험 결과를 정리한 표에서 비교해 보니까 계절에 따라

기온이 달라지는 까닭이 무엇인가요?

A122 맞습니다.

A123 태양의 남중고도 차이 때문에 계절에 따라 기온이 달라집니다.

(**밑줄:** 정착된 언어사용, **굵음:** 직면, **기울임:** 연관 및 간극)

장면 A-2에서 예비교사 A가 학생들에게 제시했던 말, “실험 결과를 정리해 보도록 합시다”(A111)와 “가설과 실험 결과를 비교해 봅시다”(A120)는 학생들이 이 수업 장면에서 직면하게 된 과제에 해당한다. 이 직면을 통해 이 장면에서 지식구성에 관한 목표(A)는 실험 결과를 발표하고 그것을 가설과 비교하여 일치 여부를 알아내는 것임을 알 수 있었다.

실험 결과를 정리해 보자는 교사의 말을 직면하여 예비교사 A는 앞서 진행했던 실험에서 설정한 변인이었던 열 전구와 모래가 이루는 각과 모래의 온도(A112, A115)에 대해 별다른 해설 없이 교사와 학생 간에 정착된 언어사용으로 제시하였다. 두 변인의 관계에 대해 앞선 장면의 가설 및 실험 설계 과정에서 모래의 온도가 다를 것임을 이미 언급하였기 때문에 “각이 클 때 - 48도까지 올라감”(A112, A113)과 “각이 작았을 때 - 36도까지 올라감”(A115, A116)이라는 차별성 연관은 간극을 형성하지 않았다. 예비교사 A의 발화는 이 차별성 연관에 대해 교사와 학생 간에 이미 의미가 공유되었다고 간주하고 있다. 실험 결과 정리라는 지식구성에 관한 목표 달성에 대한 성취 준거(I)는 구체적인 실험 데이터를 제공하는 것이라 할 수 있다. 이는 성취 준거의 일반 범주 중에서 다른 지식 및 실증적 증거와 연계성에 해당한다.

그러나 가설과 실험 결과를 비교해 보자는 교사의 말을 직면한 후에, 예비교사 A는 “실험 결과를 정리한 표를 비교해 보”(A121)는 것을 근거 삼아 가설이 검증되었다고 수업 발화를 진행하였다. 그래서 태양의 남중고도와 계절에 따른 기온의 관계는 “차이 때문에 - 달라질 것이다”(A119)에서 “차이 때문에 - 달라집니다”(A123)로 확정되었다. 가설을 검증하는 지식구성에 관한 목표를 성취하기 위한 신뢰할 만한 과정(R)은 가설을 뒷받침할 수 있는 실증적 자료로서 실험 결과를 제시하여 진행되어야 한다. 그러나 앞서 실험 결과를 정리하는 발화에서 제시된 언어사용은 열 전구와 모래가 이루는 각이 크면 모래의 온도변화가 크다 및 각이 작으면 온도변화가 작다는 상관성에 관한 진술인 것에 반해, 가설 및 검증의 진술은 태양



의 남중고도 차이와 계절에 따른 기온 간의 인과 관계로 진술되었다. 이러한 수업 언어는 새로운 간극을 형성하였고 이 간극은 해소되지 않은 채로 남았다. 그러므로 가설 검증에 관한 지식 구성적 목표는 신뢰할 만한 과정과 방법에 따라 적절하게 성취되었다고 보기 어렵다.

**[장면 A-3] 새로운 가설 수립**

- A133 앞선 실험에서 열 전구와 모래가 이루는 각이 커지면 모래의 온도가 더 올라갔습니다.
  - A134 실제 자연현상으로 이야기를 해보아도 태양의 남중고도가 높아지면 기온이 더 높아집니다.
  - A135 그 결과를 얻었는데, 그럼 그러한 현상이 발생하는 이유는 무엇일까요?
  - A136 이것도 가설을 세워보도록 합시다.
  - A137 남중고도에 따라서 기온이 더 많이 올라갔다는 사실은 바로 지표면, 땅이 받는 에너지의 양이 관련 있습니다.
  - A138 이 점을 참고해서 모둠에서 자유롭게 가설을 세워보도록 합니다.
  - A139 한 번 그러면 어떤 가설을 세웠는지 말해볼 모둠이 있나요?
  - A140 3 모둠은 태양의 남중고도에 따라서 기온이 달라지는 까닭이 무엇인지 가설을 세워봤는데, 남중고도가 높을수록 태양 에너지양을 더 많이 받을 것이다. 라고 적어주었어요.
  - A141 그러면 태양의 남중고도가 높을수록 일정한 면적에 받는, 지표면에 도달하는 에너지양이 더 많을 것이다. 라는 가설을 한 번 세워봤어요.
- (밑줄: 정착된 언어사용, 굵음: 직면, 기울임 연관 및 간극)

장면 A-2에서 간극이 존속된 채로 남았던 태양의 남중고도 차이 때문에 계절에 따라 기온이 달라진다는 설명 진술은 장면 A-3에서 새로운 가설 수립에 관한 예비교사 A의 발화를 매개로 다시 언급되었다. 장면 A-3에서 예비교사 A는 열 전구와 모래가 이루는 각 - 모래의 온도 간의 관계(A133)와 태양의 남중고도와 기온의 관계(A134)를 서로 유사성 연관으로 제시하였다. 이 유사성 연관은 앞선 장면 A-2의 실험 결과를 실제 자연현상에 비추어 진술한 것으로서 교사와 학생 간에 이미 정착된 언어사용으로 인식되었다. 그러나 그와 같은 실험 결과가 발생하는 이유는 무엇일지(A135), 그것에 관한 가설을 세워보자는(A136) 예비교사 A의 발화는 이 장면에서 새로운 직면이 되었다. 이 직면은 이 장면에서 예비교사 A가 시도하는 지식구성에 관한 목표(A)가 태양의 남중고도

가 높아지면 기온이 더 높아지는 현상이 발생하는 이유에 대한 가설을 수립하는 것임을 말해준다.

예비교사 A는 새로운 가설 수립을 안내한 후에 기온이 더 많이 올라간 것과 땅이 받는 에너지의 양이 관련 있음(A137)을 추가하여 두 변인이 서로 유사성 연관이 있음을 제시하였다. 기온과 지면이 받는 에너지양의 관계는 이 수업 장면에서 새로운 가설을 수립하는 데 중요한 요인이었다. 그러나 예비교사 A는 이 유사성 연관 역시 별다른 해설이나 사용하는 데 주저함 없이 언급하였으며, 교사와 학생 간에 정착된 언어사용으로 제시할 뿐이었다. 이 유사성 연관은 이후 학생들이 가설을 수립할 때 참고해야 할 조건으로서 예비교사 A의 직면 발화에 다시 제시되었으며(A138), 이 조건은 새로운 가설 수립이라는 목표 달성 여부를 판단하는 중요한 성취 준거(I)가 되었다. 이 성취 준거는 지식 구성적 목표 달성에 필요한 성취 준거의 일반 범주 중 다른 지식과 연계성 범주에 해당한다.

이후 학생들이 수립한 가설을 발표하고 학급 전체가 공유하는 가설로서 “태양의 남중고도가 높을수록 일정한 면적에 받는, 지표면에 도달하는 태양 에너지 양이 더 많을 것”(A141)이라는 명제를 제시하였다. 이 가설에서는 남중고도와 지표면에 도달하는 에너지양 사이에 새로운 연관을 나타내며 간극이 형성되었다. 이 연관 및 간극은 이 장면의 발화에서는 더 이상 언급되거나 해소되지 않은 채로 남았다. 이는 앞서 장면 A-1의 가설 수립 사례와 마찬가지로 성취 준거를 만족하는 지식 구성적 목표의 달성이지만, 지식 구성을 위한 신뢰할 만한 과정(R)으로서 새로운 가설을 수립하는 데 필요한 조건이나 논리적 관계를 명시적으로 제시하지는 못하였다. 또한, 이 가설 수립은 태양의 남중고도가 높으면 기온이 높아지는 현상의 원인을 밝히고자 하는 것이었는데, 단지 그 현상을 설명할 수 있는 원리를 일방적으로 안내하는 것에 그쳤다는 한계도 있었다.

**[장면 A-4] 손전등을 모눈종이에 비추는 실험 결과에 근거한 가설 검증**

- A196 선생님과 함께 실험 결과를 정리해 봅시다.
- A197 첫 번째로 손전등과 모눈종이가 이루는 각이 컸을 때는 몇 칸의 모눈이 칠해졌나요?
- A198 1모둠 8칸, 2모둠은 10칸, 3모둠 9칸, 4모둠 12칸, 5모둠 9칸이네요.
- A199 맞아요, 다 비슷하게 나왔죠?

- A200 선생님은 9칸이 나왔습니다.  
 A201 그럼 두 번째로 손전등과 모눈종이가 이루는 각이 작았을 때는 몇 칸이 칠해졌나요?  
 A202 1모듬은 18칸, 2모듬 20칸, 3모듬 21칸, 4모듬 19칸, 5모듬 20칸이 나왔네요.  
 A203 선생님도 비슷하게 20칸이 나왔습니다.  
 A204 그러면 손전등과 모눈종이가 이루는 각이 컸을 때랑 작았을 때 손전등의 빛의 양에 변화가 있나요?  
 A205 아니죠.  
 A206 손전등의 빛의 양은 두 번의 실험에서 모두 동일했습니다.  
 A207 그러면 둘 중 모눈 한 칸당 에너지를 더 많이 받을 때는 언제인가요?  
 A208 바로 손전등과 모눈종이가 이루는 각이 컸을 때 더 많은 에너지를 받게 됩니다.  
 A209 그러면 실험 결과를 실제 자연현상으로 바꾸어서 말해보시다.  
 A210 손전등을 태양으로 또 모눈종이를 지표면, 땅으로 바꾸어서 한 번 얘기해 볼까요?  
 A211 태양의 남중고도가 높아질 때 일정한 면적 당 받는 태양 에너지양이 더 많습니다.  
 (말줄: 정착된 언어사용, **굵음**: 직면, **기울임**: 연관 및 간극)

장면 A-4는 태양의 남중고도가 높을수록 일정한 면적의 지표면에 도달하는 태양 에너지양이 더 많을 것이라는 새로운 가설을 검증하기 위하여 손전등을 모눈종이에 서로 다른 각도로 비추는 실험을 한 후 그 결과를 발표하고 가설을 검증하는 내용을 담고 있다. 이 장면의 수업 발화는 예비교사 A가 질문을 제기하고, 그에 답변을 제시함으로써 점진적으로 가설 검증의 과정을 진행한다는 특징이 있었다. 함께 실험 결과를 정리해 보자(A196)는 예비교사 A의 발화는 이 장면의 전체 담화를 안내하는 직면 발화에 해당한다. 이 직면은 지식구성에 관한 목표(A)가 실험 결과에 근거하여 가설을 검증하는 것임을 말해준다. 예비교사의 발화에서 가설 검증이라는 말은 명시적으로 언급되지 않았지만, 실험 결과를 서술하기 위하여 손전등과 모눈종이가 이루는 각(A197, A201), 손전등의 빛의 양(A204), 모눈 한 칸당 에너지(A207) 등이 교사와 학생 간에 정착된 언어사용으로 구현되었다. 또한, 실험 결과 정리에 관한 교사의 직면 발화는 가설 검증이라는 지식 구성적 목표의 달성 여부를 판단하는 데 적절한 성취 준거(I)가 실험 결과에 근거하여 가설과 비교하는 것임을 내포하고 있다. 이와 같은 성취 준거는 지식 구성적 목표 달성에 필요한 성취

준거의 일반 범주 중 실증적 증거에 연계성 범주에 해당한다.

모듬별로 실험 결과와 데이터를 발표하고 이를 정리한 후에, 예비교사 A는 가설을 검증하기 위하여 몇 단계의 추론적 의사소통을 구성하였다. 예비교사 A가 제시한 첫 번째 추론은 손전등과 모눈종이가 이루는 각이 클 때와 작을 때 손전등의 빛의 양에 변화가 있는지에 관한 질문(A204)과 두 경우 빛의 양은 동일하다는 답변이었다(A206). 손전등에서 비추는 빛의 양이 동일하다고 할 때 두 번째 추론은 실험 결과에서 모눈 한 칸당 에너지를 더 많이 받을 때는 언제인지에 관한 질문(A207) 및 손전등과 모눈종이가 이루는 각이 클 때 모눈 한 칸에 더 많은 에너지를 받는다는 답변이었다(A208). 첫 번째 추론과 두 번째 추론을 통해 정착된 언어사용인 “손전등의 빛의 양”과 “모눈 한 칸당 에너지”에 대하여 손전등 빛의 양이 “동일함”과 “더 많은 에너지를 받게 됨”은 서로 차별성 연관을 형성하며 간극이 발생했다. 이 간극이 발생한 조건이 손전등과 모눈종이가 이루는 각이 컸을 때(A208)임을 함께 언급했던 예비교사 A는 세 번째 추론으로서 실험 결과를 실제 자연현상으로(A209) 즉, 손전등을 태양에, 모눈종이를 지표면에 비교하여 (A210) 태양의 남중고도가 높을 때 일정한 면적 당 받는 태양 에너지양이 더 많다(A211)는 가설 검증의 결론을 도출하였다. 세 단계의 추론을 통한 예비교사 A의 결론으로 간극이 해소되었으므로 이 장면의 수업 시연에서 지식 구성적 목표를 달성할 수 있도록 신뢰할 만한 과정(R)이 구현되었다고 볼 수 있다. 이 장면의 수업 언어에서 교사가 제시한 추론적 의사소통을 통해 가설은 확인되었으나, 애초 이 가설 수립의 목적이었던 태양의 남중고도 차이가 계절별 기온 변화의 원인임을 설명하는 것은 유보된 채 수업 시연이 종료되었다.

예비교사 A의 과학 수업 시연에서 수업 언어의 구현 양상을 실천적 인식론과 AIR 모델의 요소를 적용하여 분석한 결과를 종합하면 Table 2에 제시하였다.

## 2. 예비교사 B의 수업 언어 분석 및 지식 구성의 인지과정 양상

예비교사 B의 과학 수업 시연에서 구현된 수업 언어는 계절에 따라 기온이 달라지는 까닭에 관한 가설을 설정하고, 이를 검증하기 위하여 열 전구를 모래

**Table 2.** Summary of teacher A's teaching language analysis by the AIR model and practical epistemology

지식구성에 관한 목표와 가치 (A) (epistemic Aim and value)	지식구성을 위한 성취 준거 (I) (epistemic Ideals)	지식구성을 위한 신뢰할 만한 과정 (R) (Reliable epistemic processes)
가설 수립 1 직면: 가설 세우기, 모둠원과 토의 (A-1)	정작: 가설, 남중고도, 계절 기온 연관: 남중고도 - 여름/겨울 - 낮/낮 기온 - 여름/겨울 - 낮/낮(이 설명을 바탕으로) <다른 지식 정보와 연계성>	간극: 남중고도 차이 때문 - 기온 달라짐 (새로운 차별성 연관) 간극 존속(R: <b>unsatisfied</b> )
가설 검증 1 직면: 실험 결과 정리, 가설과 비교 (A-2)	정작: 열 전구와 모래가 이루는 각, 모래의 온도 연관: 각이 클 때 - 48도까지, 각이 작을 때 - 36도까지 (실험 결과 제시: 상관성) <다른 지식, 실증적 증거와 연계>	간극: 남중고도 차이 때문에 - 기온 달라짐 (인과성 가설 검증 → 새로운 연관) 간극 존속, R: <b>unsatisfied</b> )
가설 수립 2 직면: 현상의 이유, 가설 세우기 (A-3)	정작: 각이 커지면 - 온도 올라감 남중고도 높 - 기온 올라감 (유사성 연관) 직면: 참고하여 가설 세우기 <다른 지식 정보와 연계성>	연관: 기온 올라감 - 땅이 받는 에너지양 (유사성 → 정작) 간극: 남중고도 - 지표면에 도달하는 태양 에너지양 (새로운 연관 제시) 간극 존속(R: <b>unsatisfied</b> )
가설 검증 2 직면: 실험 결과를 정리 (A-4)	정작: 손전등-모눈종이가 이루는 각 손전등의 빛의 양, 모눈 한 칸당 에너지 <실증적 증거와 연계성>	추론적 의사소통에 의한 가설 검증 연관: 손전등의 빛의 양 - 동일함, 모눈 한 칸당 에너지 - 각 클 때 더 많음 (차별성 연관) 간극: 남중고도 높음 - 일정한 면적 - 태양 에너지양 많음(간극 해소, R <b>successful</b> )

에 비추는 실험을 진행한 후에 초기 가설을 수정하여 최종 가설을 정립하고 이를 검증하는 내용을 담고 있었다. 예비교사 B의 과학 수업 시연에서 가설을 수립하는 장면 B-1의 수업 언어는 AIR 모델의 세 요소가 명시적으로 드러나지 않았다. 그래서 연구를 위해 장면 B-1과 실험 결과에 근거하여 초기 가설을 수정하고 검증하는 장면 B-2를 묶어서 AIR 모델의 요소 및 실천적 인식론 분석의 적용 결과를 아래에 제시한다.

**[장면 B-1] 모둠별 가설 수립**

- B28 계절에 따라 기온이 달라지는 까닭은 무엇일까요?
- B29 모둠 실험 보고서에 **우리 모둠의 가설을 적어보도록 하겠습니다.**
- B30 1모둠 친구들 질문 있나요? 가설을 설정하는 게 어렵다고요?
- B31 월별 태양의 남중고도와 낮의 길이가 나타나 있죠?
- B32 그렇다면 이를 활용해서 가설을 한번 세워봅시다.
- B33 2모둠은 계절에 따라 기온이 달라지는 까닭은 태양의 남중고도가 높아지면서 기온이 높아지기 때문일 것이라고 가설을 설정해 주었네요.
- B34 이제 이 가설을 검증해 보면 되겠어요.  
(밑줄: 정착된 언어사용, 굵음: 직면, 기울임: 연관 및 간극)

**[장면 B-2] 실험 결과에 근거한 가설 수정 및 검증**

- B137 우리 실험한 결과를 바탕으로 모둠별로 토의를 해서 수정한 최종 가설을 발표해 보겠습니다.

- B138 1모둠은 맨 처음 가설은 낮의 길이가 다르기 때문에 계절별로 기온이 다를 것이라고 했어요.
- B139 온도가 각각 25도에서 시작해서, 5분 동안 전등을 켜 모래의 온도는 35도였는데, 10분 동안 전등을 켜었는데 40도까지밖에 올라가지 않았다고 했습니다.
- B140 그래서 1모둠에서는 남중고도를 추가해서 계절별로 **남중고도와 낮의 길이가 다르기 때문에** 기온이 다를 것이라는 가설로 수정했습니다.
- B141 2모둠은 맨 처음에 계절별로 남중고도가 다르기 때문에 기온이 각각 다를 것이라는 가설을 세웠습니다.
- B142 그래서 실험을 어떻게 했습니까?
- B144 각도를 낮게 한 모래는 온도가 35도까지 올라갔고 각도를 크게 한 모래는 온도가 45도까지 올라갔습니다.
- B145 2모둠은 처음 가설 그대로 계절별로 남중고도가 다르기 때문에 기온이 다를 것이라는 가설을 완성했습니다.
- B146 자 그러면 계절에 따라 기온이 달라지는 까닭은 무엇입니까?
- B147 (학생 대답을 가정하여 다른 예비교사) 계절별로 남중고도가 다르기 때문에 기온이 달라집니다.
- B148 그러면 왜 계절별로 남중고도가 다르면 기온이 달라질까요?
- B149 왜 남중고도가 높으면 기온이 높아지고 남중고도가 낮으면 기온이 낮아질까요?
- B150 남중고도가 높게 되면 우리가 실험을 통해서도 확인할 수 있었는데 일정한 면적에 도달하는 태양에너지의 양이 많아집니다.
- B151 반대로 남중고도가 낮게 되면 일정한 면적에 도달하는

태양에너지의 양이 남중고도가 높을 때보다 적게 됩니다.

B152 그렇기 때문에 **남중고도가 높을수록 일정한 면적에 도달 하는 태양에너지의 양이 많아서** 기온이 높아진다는 것을 확인할 수 있겠습니다.

(밑줄: 정착된 언어사용, 굵음: 직면, 기온: 연관 및 간극)

모둠별 가설을 수립하는 장면 B-1에서 예비교사 B는 학생들에게 월별로 태양의 남중고도와 낮의 길이 데이터를 표시한 그래프를 제시하고 계절에 따라 기온이 달라지는 까닭에 관한 가설을 실험 보고서에 적게 하였다(B29). 그래프 자료와 교사의 말을 직면한 학생들은 가설 수립 및 기록이라는 과제를 인식하게 되며 이것은 이 장면에서 지식구성에 관한 목표(A)가 되었다. 예비교사 B의 수업 언어에서 가설에 포함될 변인인 태양의 남중고도, 낮의 길이, 가설 설정, 가설 검증 등과 같은 용어는 별다른 해설이 필요 없이 정착된 언어사용으로 제시되었다. 이와 같은 정착된 언어사용은 예비교사 B가 그래프에 표현된 태양의 남중고도 또는 낮의 길이를 활용해서 가설을 세워보라고 언급했을 때(B32) 가설 수립이라는 지식구성적 목표 달성에 필요한 성취 준거(I)가 교사와 학생 간에 이미 공유된 정보에 근거한 것임을 알려 준다. 이 장면에서 예비교사 B의 수업 언어는 가설 수립의 과정에서 특별한 연관은 제시되지 않았다.

장면 B-2에서 예비교사 B는 열 전구를 모래에 비추는 실험의 그 결과를 바탕으로 모둠별로 토의하여 가설을 수정하고 최종 가설을 발표해 보게 하였다(B137). 교사의 말은 과제를 제시하는 직면 발화에 해당하며, 이는 이 수업 장면에서 지식구성에 관한 목표(A)가 가설 수정 및 검증이며, 실험 결과를 반영하여 가설을 수정하거나 검증했는지 목표 달성 여부를 판단하는 중요한 성취 준거(I)임을 잘 보여준다. 이후 수업 답화는 1 모둠과 2 모둠에서 각각 실험 결과를 발표하고, 그 결과에 근거하여 초기 가설을 수정하거나 가설을 확정하였다. 이것은 성취 준거의 일반 범주 중에서 실증적 증거와 연계성 범주에 해당한다.

장면 B-2의 전반부 담화에서 정착된 언어사용 중 “모래의 온도”(B139, B144)는 1 모둠과 2 모둠의 실험 결과 및 가설 수정, 가설 검증에 중요한 매개로 작용하였다. 1 모둠의 실험 결과에서 모래의 온도는 처음 25도에서 시작해서 열 전구를 5분 동안 비추는 경우 “35도였는데”와 10분 동안 모래에 비추었을 때 “40

도까지 밖에 올라가지 않았다”(B139)라는 두 정보 간에 차별성 연관을 나타냈다. B139에서 예비교사 B의 수업 발화는 “35도였음”과 “40도까지 밖에”는 온도 차이가 크지 않다는 의미로 제시되었고, 결국 이 차별성 연관은 낮의 길이가 다르기 때문에 계절별로 “기온이 다를 것”(B138)이라는 1 모둠의 초기 가설 및 정착된 언어사용에 대해 간극을 형성하였다. 이 간극은 열 전구를 5분 동안 비추는 실험과 10분 동안 비추는 실험에서 모래의 온도 차이가 10도인 결과와 15도인 결과 사이에 어떤 의미가 있는지를 규명해 주어야 해소될 수 있었다. 그러나 예비교사 B의 수업 발화는 1 모둠의 설명 가설을 “낮의 길이가 다르기 때문에”(B138)에서 “남중고도와 낮의 길이가 다르기 때문에”(B140)라는 가설로 수정하는 방식으로 진행되었고, 앞선 간극은 해소되지 않은 채 유지되었다. 따라서 1 모둠의 실험 결과에 근거하여 가설을 수정하는 지식구성에 관한 목표에 대해 예비교사 B의 수업 발화는 신뢰할 만한 과정(R)을 적절하게 제시하지 못했음을 알 수 있다.

반면에 2 모둠의 실험 결과 및 가설 검증에 관하여 예비교사 B의 수업 발화를 보면, 모래와 전등의 각도를 낮게 한 경우 35도까지 올라간 결과와 각도를 크게 한 경우 45도까지 올라간 결과는 정착된 언어사용인 모래의 온도에 대해 역시 차별성 연관을 나타냈다. 이 차별성 연관은 “계절별로 남중고도가 다르기 때문에 기온이 다를 것”(B141)이라는 처음 가설과 간극을 형성하지 않았고, 처음 가설 그대로 최종 가설을 완성했다, 즉 가설을 검증한 것으로 정리되었다(B145). 2 모둠의 가설 검증은 이어지는 교사의 발화 즉, “계절에 따라 기온이 달라지는 까닭은 무엇입니까?”(B146)와 “왜 계절별로 남중고도가 다르면 기온이 달라질까요?”(B148)를 직면하게 했다. 이 직면에 대하여 예비교사 B는 새로운 지식구성에 관한 목표(A)로서 남중고도가 높으면 기온이 높아지고 남중고도가 낮아지면 기온이 낮아지는 까닭에 대한 추가 설명을 제시하는 것임을 질문 형태로 제시하였다(B149). 그러나 이 목표에 대한 성취 준거는 명시적으로 드러나지 않은 채 예비교사 B는 남중고도가 높으면 일정한 면적에 도달하는 태양에너지의 양이 많아진다는(B150) 진술을 제시함으로써 새로운 간극을 형성한 채 수업을 종료하였다. 이러한 수업 언어 양상은 예비교사 B가 지식구성을 위한 인지과정의 측

**Table 3.** Summary of teacher B's teaching language analysis by the AIR model and practical epistemology

지식구성에 관한 목표와 가치 (A) (epistemic Aim and value)	지식구성을 위한 성취 준거 (I) (epistemic Ideals)	지식구성을 위한 신뢰할 만한 과정 (R) (Reliable epistemic processes)
가설 수립 (B-1) 및 가설 수정검증 (B-2)	정착: 남중고도, 낮의 길이, 가설 수정, 모래의 온도, 모래와 전등의 각도	<1모둠> 연관: 모래의 온도 - 35도/40도(차별성) 간극: 낮의 길이 달라서 기온 다름(간극 존 속 가설 수정, R: <b>unsatisfied</b> )
	<1모둠> 연관: 모래의 온도 - 35도였는데 / 40도 까지 밖에 (차별성)	<2모둠> 연관: 모래와 전등의 각도, 모래의 온도 - 35 도/45도 (차별성 → 정착)
직면: 모둠 가설 기록하기 직면: 수정한 최종 가설 발표하기	<2모둠> 연관: 모래와 전등의 각도, 모래의 온도 - 35도/45도 (차별성)	직면: 왜 남중고도 다르면 기온이 달라질까? 간극: 남중고도 높으면 지면에 도달하는 때 양에너지양 많음 (간극 존속, R: <b>unsatisfied</b> )
	<실증적 증거와 연계성>	

면에서 적절한 성취 준거와 신뢰할 만한 과정을 충분히 구현하지 못했음을 말해준다.

예비교사 B의 과학 수업 시연에서 수업 언어의 구현 양상을 실천적 인식론과 AIR 모델의 요소를 적용하여 분석한 결과를 종합하면 Table 3에 제시하였다.

### 3. 예비교사 C의 수업 언어 분석 및 지식 구성의 인지과정 양상

예비교사 C의 과학 수업 시연은 태양의 남중고도와 기온이 관련 있을 것이라 가정하고, 손전등을 모눈종이에 비추는 실험을 진행하여 가설을 검증하였다. 수업 시연에서 예비교사 C는 교사의 발문에 학생이 가상으로 답하는 방식으로 수업 언어를 구현하였다. 예비교사 C의 과학 수업에서 가설 수립 장면(C-1)은 가설을 세워본다는 지식구성에 관한 목표 외에 AIR 모델의 요소가 충분히 드러나지 않아서 가설을 검증하는 장면(C-2)과 함께 연구 결과를 구성하였다.

#### [장면 C-1] 가설 수립

C50 실험을 하기 전에 먼저 **가설을 세워볼 거예요.**

C51 아까 영상에서 **거리 때문에 여름에 더운 게 아니라는 것**을 알았는데 그럼 무엇 때문에 여름에 덥고 겨울에 추울 것 같은지 생각해 봅시다.

C52 지연이가 한번 생각을 얘기해 볼까요?

C53 저는 계절에 따라 기온이 달라지는 이유가 우리가 저번 시간에 **남중고도를 배웠으니까** 뭔가 **태양이 내 머리 위에 바로 떠 있을 때 제일 더울 것** 같은 생각이 들었어요.

C54 지연이는 지난 시간에 배운 태양의 남중고도를 생각하면서 제일 높이 떠 있을 때, 머리 위에 있을 때 더웠던 경험을 얘기해 주었습니다.

C55 그럼 지연이가 말한 대로 과연 **태양의 남중고도랑 계절의 기온이랑 관련이 있을지** 우리 한번 실험을 해봅시다.

(밑줄: 정착된 언어사용, 굵음: 직면, 기울임: 연관 및 간극)

[장면 C-2] 실험 결과에 근거한 가설 검증

C113 우리 조별로 **실험한 결과를 같이 나눠보도록 할 거예요.**

C114 손전등과 모눈종이가 이루는 각이 수직일 때 **색칠된 모눈 종이의 칸수가 많았어요?** 적었어요?

C115 **수직일 때 더 적었어요**

C116 손전등과 모눈종이가 이루는 각이 60도일 때는 80칸이 색칠됐고 수직일 때는 55칸이 색칠되었어요.

C117 전등 빛을 100만큼의 에너지를 갖고 있다고 생각을 해봤을 때, 이 100의 에너지를 80칸이 나눠 가질 때랑 55칸이 나눠 가질 때 둘 중에 이 작은 한 칸이 더 많은 햇빛을, 전등 빛을 받는 경우는 언제일까요?

C118 바로 55칸일 때 작은 한 칸이 많이 가질 수 있죠.

C119 모눈종이 한 칸에 도달하는 빛의 양은 각이 수직보다 작을 때 많을까요, 수직일 때 많을까요?

C120 **수직일 때 더 많아요**

C121 네 맞습니다. 수직일 때 더 많이 받을 수 있어요.

C122 **이 실험에서 알 수 있는 것은 무엇일까요?**

C123 **태양의 남중고도가 높을수록**, 수직일 때 빛을 **더 많이 받으니까** 태양에너지 **양도 더 많아져요**

C124 **태양에너지를 많이 받을수록** 기온은 어떻게 될까요?

C125 **기온은 높아집니다.**

(밑줄: 정착된 언어사용, 굵음: 직면, 기울임: 연관 및 간극)

장면 C-1에서 가설을 세워볼 거라는 예비교사 C의 말은 학생들이 직면하게 되는 말에 해당하며, 이 수업 장면에서 지식구성에 관한 목표(A)가 가설을 수립하는 것임을 밝혀주었다. 이후 교사의 발화에서 여름에 지구와 태양까지의 거리 때문에(거리가 가까워서) 더운 게 아님을 정착된 언어사용으로 제시하였

**Table 4.** Summary of teacher C’s teaching language analysis by the AIR model and practical epistemology

	지식구성에 관한 목표와 가치 (A) (epistemic Aim and value)	지식구성을 위한 성취 준거 (I) (epistemic Ideals)	지식구성을 위한 신뢰할 만한 과정 (R) (Reliable epistemic processes)
가설 수립 (C-1) 및 가설 검증 (C-2)	직면: 가설 세우기 정착: 남중고도 직면: 실험 결과 공유하기 실험에서 알 수 있는 것	정착: 손전등-모눈종이가 이루는 각, 색 칠된 모눈종이의 칸 수, 한 칸에 도 달하는 빛의 양, 태양의 남중고도 <실증적 증거와 연계성>	연관: 모눈종이의 칸수 - 수직일 때 적음 도달한 빛의 양 - 수직일 때 많음 (차별성 연관 → 간극 형성) 연관: 남중고도 높음 - 빛 많이 받음 - 태양 에너지양 많음 (유사성) (간극 해소, <b>R successful</b> ) 간극: 태양에너지 많이 받음 - 기온 높아짐 (존속, <b>R: unsatisfied</b> )

고(C51), 학생의 가상 대화에서 남중고도를 배웠음이 (C53) 역시 정착된 언어사용으로 제시되었다. 두 정착된 언어사용은 이 장면에서 가설 수립을 위한 성취 준거(I)로서 태양의 남중고도가 필요함을 언급한 것으로 볼 수 있다. 이에 예비교사 C는 태양의 남중고도와 계절의 기온이 관련 있음을 추측 가설로 제시하였다(C55). 그러나 이 발화는 명확하게 가설의 형태를 갖춘 문장으로 표현되지 않았다. 그런 점에서 가설 수립이라는 지식구성에 관한 목표를 충분히 달성하지는 않은 것으로 해석되었다.

장면 C-2에서 예비교사 C는 조별로 실험한 결과를 같이 나눠본다는 직면 발화로 시작하였다(C113). 실험 결과를 공유한 뒤에 “이 실험에서 알 수 있는 것은 무엇일까요?”(C122) 역시 교사의 직면 발화로 제시되었다. 두 직면 발화는 이 수업 장면에서 실험 결과에 근거하여 결론적 주장을 제시하고 가설을 검증하는 것이 이 장면의 지식구성에 관한 목표(A)임을 말해준다. 이 장면에서 정착된 언어사용으로 제시된 것은 “손전등과 모눈종이가 이루는 각”과 “색칠된 모눈종이의 칸수”(C114), “모눈종이 한 칸에 도달하는 빛의 양”(C119), 및 “태양의 남중고도”(C123)였으며, 이미 실험 과정에서 안내된 용어와 개념이었다. 이는 실험에서 관찰한 결과를 정확히 정리하고, 이것을 근거로 태양의 남중고도를 이용하여 가설을 검증하는 것이 이 장면에서 지식구성에 관한 목표를 달성하는 데 필요한 성취 준거(I)를 보여준다. 이러한 성취 준거는 지식 구성적 목표를 위한 성취 준거의 일반 범주 중 실증적 증거와 연계성 범주에 해당한다.

손전등을 모눈종이에 비추는 실험에서 색칠된 모눈종이의 칸수는 손전등과 모눈종이가 이루는 각이 “수직일 때 더 적었”(C115)는데, 모눈종이 한 칸에

도달하는 빛의 양은 “수직일 때 더 많”(C120)이었다는 실험 결과는 정착된 언어사용에 대하여 차별성 연관을 나타냈고, 간극을 형성하였다. 이에 대해 이 실험 결과를 근거로 태양의 남중고도가 높을수록 (지면이) 빛을 더 많이 받아서 (지면에 도달하는) 태양 에너지 양이 더 많아짐을 알 수 있다는 교사 또는 학생의 발화(C123)는 유사성 연관을 나타내며 앞서 형성한 간극을 해소하는 역할을 하였다. 이러한 수업 언어의 흐름은 간극을 해소하여 지식구성에 관한 목표를 달성하기 위하여 신뢰할 만한 과정(R)이 적절하게 구현된 것으로 해석할 수 있었다. 이후 예비교사 C는 “태양에너지를 많이 받을수록 - 기온이 높아진다”는 새로운 연관을 제시하여(C124-C125) 가설을 검증하고 결론으로 정리하려 했다. 그러나 이 연관은 태양 에너지양과 기온 사이에 새로운 상관성을 제시하는 간극이 되었으며, 이에 대한 추가 발화 없이 이 간극은 존속되었다. 마지막 간극은 예비교사 C의 수업도 앞서 예비교사 A의 경우와 유사하게 지면이 받는 태양 에너지의 양과 기온 간의 관계를 규명하지 않은 채 두 현상이 서로 연관됨을 주장하는데 그치는 양상을 보여준다.

예비교사 C의 과학 수업 시연에서 수업 언어의 구현 양상을 실천적 인식론과 AIR 모델의 요소를 적용하여 분석한 결과를 종합하면 Table 4에 제시하였다.

#### IV. 논의 및 결론

이 연구는 초등 예비교사 3명의 과학 수업 시연에서 그들의 과학 수업 언어에 담긴 지식구성의 인지과정 양상 및 예비교사의 수업 언어가 학생의 학습을 촉진하는 지식 구성적 도구로서 작동하는 과정을 파악하기 위하여 실천적 인식론 분석의 네 범주(직면,

정착, 연관, 간극)와 AIR 모델의 세 요소(목표, 성취 준거, 신뢰할 만한 과정)를 복합적으로 적용하여 분석하였다.

과학 수업 시연 주제인 “계절에 따라 기온이 다른 까닭”에 대하여 세 예비교사는 모두 가설 수립 및 가설 검증의 절차를 따라 수업을 진행하였다. 세 예비교사는 가설 세우기에 해당하는 지식구성에 관한 목표를 명시적으로 제시하는 직면 발화를 중심으로 수업을 진행하였다. 직면 발화로써 수업을 구성하는 양상은 탐구활동 중심의 과학 수업에서도 교사가 수업의 흐름을 주도하고 있음을 말해준다. 이는 초등학교 과학 수업에서 안내된 탐구 형태의 수업이 많은 것에 연관된 현상으로 볼 수 있으며, 수업 시연 맥락이어서 더 도드라지는 특징이 되었다. 가설 수립이라는 지식 구성적 목표 달성을 판단하는 데 필요한 적절한 성취 준거에 대하여 세 예비교사는 이전에 학습한 내용으로서 남중고도, 낮의 길이, 계절별 기온, 땅이 받는 에너지양 등과 같이 다른 지식 정보와 연계 여부를 가설 수립 판단의 주요 준거로 삼았다. 그러나 세 예비교사 모두 가설 수립에 관한 지식 구성적 목표를 성취하기 위하여 신뢰할 만한 과정은 충분하게 구현하지 못하였다. 예비교사 A의 수업은 태양의 남중고도 차이 때문에 계절별 기온이 달라진다는 인과성 가설을 수립하는 데 필요한 과정이나 방법을 제시하지 않은 채 가설 명제가 새로운 간극으로 남았다. 예비교사 B와 예비교사 C의 수업 언어는 가설 수립에 관련된 신뢰할 만한 과정에 해당하는 별다른 연관을 형성하지 못했다. 가설 수립에 관한 예비교사의 수업 언어 양상은 지식구성의 인지과정 측면에서 볼 때 지식 구성적 목표의 결과물로서 가설의 형태 및 가설 수립에 필요한 정보뿐만 아니라 지식 구성적 목표를 달성할 때 필요한 신뢰할 만한 과정으로서 가설 수립의 논리적 근거와 일관성, 가설 수립의 절차와 방법 등에 관한 인식이 필요함을 말해준다.

세 예비교사가 가설 검증 맥락의 수업 시연을 진행할 때 수업 언어의 특징을 보면 다음과 같다. 실험 결과 공유하기, 또는 실험 결과를 가설과 비교하거나 가설을 수정하여 최종 가설을 발표하기 등과 같은 지식구성에 관한 목표는 가설 수립과 마찬가지로 교사의 직면 발화를 통해 진행되었다. 또한, 세 예비교사는 가설을 검증할 때 실증적 증거와 연계성 범주에 해당하는 성취 준거를 활용하였다. 즉, 열 전구와 모

래가 이루는 각도 또는 열 전구를 비추는 시간을 달리하여 모래의 온도를 조사하는 실험, 그리고 손전등과 모눈종이가 이루는 각도를 다르게 하여 모눈종이에 비추고 모눈 한 칸에 비친 빛의 양을 조사하는 실험에서 각각 실험의 조건은 정착된 언어사용에 해당하였으며, 정착된 언어사용과 실험을 통해 얻은 실증적 증거 간의 연관을 나타내는 수업 언어가 구현되었다. 가설 검증 과정의 수업 언어에서 구현된 연관은 모두 실험 조건에 따라 모래의 온도 또는 모눈에 비친 빛의 양에 관한 상관성을 나타내는 연관이었다. 세 예비교사의 수업 시연에서 실험을 통해 확인한 지식은 태양의 남중고도가 높으면 지면이 태양에너지를 많이 받아서 지면의 온도가 높아진다는 상관성에 관한 것이었다. 이 상관성에 근거하여 애초 탐구 문제였던 계절에 따라 기온이 달라지는 까닭에 대해서 “태양의 남중고도가 높아지면 기온이 높아진다”(예비교사 A), “남중고도가 높을수록 태양에너지의 양이 많아서 기온이 높아진다”(예비교사 B), “(지면이) 태양에너지를 많이 받을수록 기온은 높아진다”(예비교사 C)와 같이 지면의 온도와 기온을 바로 동일시하는 진술을 제시하였다. 지면의 온도와 기온의 관계 즉, 지면이 태양에너지를 받아 가열되고 지면에서 방출되는 복사열에 의해 공기의 온도가 높아지는 과정에 관한 설명이 초등학교 과학 교육과정의 범위에 적합한지는 논쟁의 여지가 있다. 그러나 이 연구의 수업 시연에서 세 예비교사는 실험을 통해서 얻은 상관성 정보에 근거하여 태양의 남중고도 차이 때문에 계절에 따라 기온이 달라진다는 인과성 가설을 검증하거나 수정된 최종 가설로 정리함으로써 탐구 문제에 대하여 간극을 형성하였고, 그 간극은 해소되지 않은 채 존속되었다. 예비교사의 수업 언어의 양상은 비록 실험 결과에 근거하여 가설을 검증하고자 했지만, 가설 검증에 관한 지식구성에서 신뢰할 만한 과정을 구현하지는 못했음을 보여주었다.

그동안 초등 예비교사의 과학 수업 전문성 연구 및 예비교사를 위한 과학 교육의 많은 부분은 과학 교과 지식의 적절한 변환 및 과학 탐구 기능의 전달을 통해 학생들의 과학 개념 이해를 촉진하는 과학 수업의 기획, 구성, 및 실행 능력에 집중하는 경우가 많았다. 그러나 현대 과학 교육 연구의 방향은 과학 학습의 개념적 목표(conceptual goal)뿐만 아니라 사회적 목표(social goal)와 지식 구성적 목표(epistemic goal)

를 조화롭게 다룰 것을 강조한다(Duschl, 2008). 그러므로 초등 예비교사의 과학 수업 전문성은 지식구성의 대상과 목표 및 가치 있는 결과물을 선정하고 그것의 성취 준거를 인식하여 그 지식을 구성하기 위한 신뢰할 만한 과정에 초점을 두는 과학 학습의 지식 구성적 측면을 고려한 수업 역량의 관점에서 재조명되어야 할 것이다. 아울러 지식구성의 사회적 측면에서 볼 때 초등 예비교사의 과학 수업 전문성은 적절한 수업 언어를 구현함으로써 교사와 학생 간에 사회적 상호작용을 통해 지식구성의 과정을 충분히 실행할 수 있는 수업 역량도 필요하다. 이런 관점에서 이 연구에서 복합 적용했던 실천적 인식론과 지식구성의 인지과정에 관한 AIR 모델은 초등 예비교사의 과학 수업 전문성 신장을 위해 예비교사의 과학 수업 시연을 연구하기 위한 적절한 접근이라 할 수 있다.

연구에 참여한 초등 예비교사의 수업 언어 구현 양상을 실천적 인식론과 AIR 모델에 근거하여 분석한 결과, 직면 발화를 통해 지식 구성적 목표를 제시하였고, 정착된 언어사용에 근거하여 지식구성을 위한 성취 준거를 활용하였으며, 부분적으로나마 적절한 연관을 형성하여 간극을 해소함으로써 지식구성을 위한 신뢰할 만한 과정을 실행할 수 있었음을 보여주었다. 또한, 수업 주제에 따라 간극이 존속되어 지식구성을 위한 신뢰할 만한 과정이 형성되지 못하는 지점도 규명되었다. 이는 연구를 위한 수업 언어 분석 방법론적 측면만이 아니라, 예비교사 교육의 측면에서도 초등 예비교사가 학생의 지식구성 과정을 촉진할 수 있도록 어느 지점에서 자신의 수업 언어를 개선해야 하는지 인식하게 해 준다는 점에서 연구의 의의가 있다.

## 참고문헌

교육부(2015). 과학 교사용 지도서(6학년 2학기 과학). 서울: 미래엔.

김민환, 김성훈, 노태희(2021). CHAT을 이용한 사회문화적 관점에서 교육실습에 참여하는 예비과학교사의 수업 설계 및 실행 과정 분석. 한국과학교육학회지, 41(4), 311-324.

맹승호(2018). 과학 학습의 지식구성 과정에 대한 실제적 인식론 분석. 초등과학교육, 37(2), 173-187.

맹승호(2021) 초등학생의 퇴적암과 화성암 관찰 활동에 대한 실천적 인식론 분석의 에너지 주제 적용 가능성

탐색. 에너지기후변화교육, 11(1), 65-77.

손연아, 신종란, 민병미 (2007). 생물 예비 교사의 수업 시연에서 나타난 과학 수업모형 적용 과정 분석. 생물교육, 35(3), 495-507.

심수연, 김희백 (2014). 생물 예비 교사들의 탐구 수업 시연에서 나타난 설명 구성 비계 설정. 생물교육, 42(1), 95-114.

양찬호, 이지현, 노태희 (2014). 중등 예비 과학교사들의 수업 계획에서 나타나는 특징. 한국과학교육학회지, 34(2), 187-195.

윤혜경, 송영진(2017). 과학 수업 비디오에 기초한 반성 활동을 통한 초등 예비교사의 전문적 시각의 변화. 한국과학교육학회지, 37(4), 553-564.

정주원, 이봉우(2016). 교육실습에서 중등 예비 과학교사들의 수업계획과 실제 수업의 불일치 분석. 한국과학교육학회지, 36(3), 435-443.

조미현, 백성혜(2020). 예비 과학교사들의 반응적 교수 유형 및 실행의 제약점 분석. 한국과학교육학회지, 40(2), 177-189.

조인희, 손연아, 김동렬(2012). 생물 예비교사의 과학 수업모형을 적용한 수업 시연에 나타난 질문 유형 분석. 과학교육연구지, 36(2), 167-185.

Barzilai, S., & Chinn, C. A. (2018). On the goals of epistemic education: Promoting apt epistemic performance. *Journal of the Learning Sciences*, 27(3), 353-389.

Barzilai, S., & Chinn, C. A. (2020). A review of educational responses to the “post-truth” condition: Four lenses on “post-truth” problems. *Educational Psychologist*, 55(3), 107-119.

Chinn, C. A., Buckland, L. A., & Samarapungavan, A. (2011). Expanding the dimensions of epistemic cognition: Arguments from philosophy and psychology. *Educational Psychologist*, 46(3), 141-167.

Chinn, C. A., Rinehart, R. W., & Buckland, L. A. (2014). Epistemic cognition and evaluating information: Applying the AIR model of epistemic cognition. In D. Rapp & J. Braasch (Eds.), *Processing inaccurate information: Theoretical and applied perspectives from cognitive science and the educational sciences* (pp. 425-453). Cambridge, MA: MIT Press.

Duschl, R. (2008). Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. *Review of Research in Education*, 32(1), 268-291.

Goodwin, C. (1994). Professional vision. *American Anthropologist*, 96(3), 606-633.



- Greene, J. A., Sandoval, W. A., & Bråten, I. (2016). An introduction to epistemic cognition. In J. A. Greene, W. A. Sandoval, & I. Bråten (Eds.), *Handbook of epistemic cognition* (pp. 13-28). New York, NY: Routledge.
- Jakobson, B., & Wickman, P. (2008). The roles of aesthetic experience in elementary school science. *Research in Science Education*, 38(1), 45-65.
- Lidar, M., Almqvist, J., & Östman, L. (2010). A pragmatist approach to meaning making in children's discussions about gravity and the shape of the earth. *Science Education*, 94(4), 689-709.
- 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(1), 148-163.
- Lundqvist, E., Almqvist, J., & Östman, L. (2009). Epistemological norms and companion meanings in science classroom communication. *Science Education*, 93(5), 859-874.
- Maeng, S. (2021). Explicating epistemic process in elementary students' language use by practical epistemology and discourse register analyses. *Research in Science Education*, 51(1), 153-170.
- Settlage, J., & Southerland, S. A. (2019). Epistemic tools for science classrooms: The continual need to accommodate and adapt. *Science Education*, 103(4), 1112-1119.
- Sezen-Barrie, A., Stapleton, M. K., & Marbach-Ad, G. (2020). Science teachers' sense making of the use of epistemic tools to scaffold students' knowledge (re) construction in classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(7), 1058-1092.
- Stroupe, D., Moon, J., & Michaels, S. (2019). Introduction to special issue: Epistemic tools in science education. *Science Education*, 103(4), 948-951.
- Wickman, P. (2004). The practical epistemologies of the classroom: A study of laboratory work. *Science Education*, 88(3), 325-344.
- Wickman, P., & Östman, L. (2002). Learning as discourse change: A sociocultural mechanism. *Science Education*, 86(5), 601-623.

---

송승규, 서울혜화초등학교 교사(Seung Kyu Song; Teacher, Seoul Hyehwa Elementary School)

† 맹승호, 서울교육대학교 교수(Seungho Maeng; Professor, Seoul National University of Education)