

Data-Text 변형 담화의 측면에서 본 세 초등 예비교사의 모의수업 시연 사례의 비교

맹승호

Comparison of Three Preservice Elementary School Teachers' Simulation Teaching in Terms of Data-text Transforming Discourses

Maeng, Seungho

국문 초록

이 연구는 세 초등 예비교사의 과학 모의수업 시연에서 data-text의 변형 담화가 구현되는 양상을 탐색하여 교사의 인식론적 대화가 학습자의 과학지식 구성에 어떻게 작용할 수 있는지 조사하였다. 계절에 따른 별자리의 변화를 주제로 모의수업을 시연한 초등 예비교사 3명이 연구에 참여하였고, 그들의 모의 수업 시연의 수업 담화 중 교수법적 발화에서 data-text의 변형 담화에 해당하는 발화를 선택하여 수업의 흐름에서 학습자의 과학지식 구성에 어떤 역할을 하는지 분석하였다. 연구 결과, 데이터에서 증거로 변형하는 담화와 증거에서 여러 모델에서 설명을 도출하는 변형 담화를 구현했던 예비교사의 수업은 학습자의 과학지식 구성에 기여할 수 있었다. 그러나 데이터를 인식하는 변형 담화 또는 증거를 찾는 변형 담화에 멈추거나 변형 담화가 발견되지 않은 예비교사의 교수법적 발화는 학습 목표로서 과학 지식을 전달할 수 있었지만, 학습자의 과학지식 구성을 효과적으로 유도하지 못했다. 세 예비교사의 모의수업 시연에서 구현된 교수법적 발화를 data-text의 변형 담화 측면에서 발전적인 부분과 제한적인 부분을 비교함으로써 과학적 의사소통 능력의 관점에서 예비교사의 과학 수업 역량을 증진시키기 위해 고려해야 할 지점을 논의하였다.

주제어: Data-Text 변형 담화, 증거에 기반한 설명, 모의수업, 예비교사, 과학 수업 역량

ABSTRACT

This study investigated the aspects of how three preservice elementary school teachers conducted the data-text transforming discourses in their science simulation teaching and how their epistemological conversations worked for learners' construction of scientific knowledge. Three preservice teachers, who had presented simulation teaching on the seasonal change of constellations, participated in the study. The results revealed that one preservice teacher, who had implemented the transforming discourses of data-to-evidence and model-to-explanation, appeared to facilitate learners' knowledge construction. The other two preservice teachers had difficulty helping learners construct science knowledge due to their lack of transforming discourses. What we should consider for improving preservice elementary school teachers' teaching competencies was discussed based on a detailed comparison of three cases of preservice teachers' data-text transforming.

Key words: Data-text transforming discourse, evidence-based explanation, simulation teaching, preservice teachers, science teaching competencies

I. 서 론

초등 예비교사의 과학 수업 역량을 증진하기 위해 다수의 교육대학교에서 모의수업 시연을 과학 교육학 강좌에 포함하여 진행하고 있다. 예비교사들은 모의수업을 통해 과학 학습 이론이나 주요한 수업 모형에 맞추어 과학 수업을 구성하여 시연하는 경험을 가지며, 동료의 모의수업 시연에 대해 함께 토의하는 과정에서 수업에 대한 반성의 기회를 통해 자신의 수업 역량을 개선하고 발전시킬 수 있다. 모의수업 시연을 소재로 수행되었던 과학교육 연구들은 예비교사들이 모의수업에서 학습 과제에 적합한 수업 모형을 선정하여 수업을 조직하고 원활하게 수업을 진행하거나 실험을 재구성하는 것과 관련된 교수전략 실행에 어려움을 겪고 있음을 보고하였다(김경순 등, 2011; 노태희 등, 2010; 손연아 등, 2007). 그 밖에 예비교사의 모의수업 시연 후 그들의 반성적 저널을 분석하여 수업에 대한 반추 양상을 조사한 연구들은(윤혜경, 2013, 2014) 학습자와 학습, 내용 지식, 평가, 수업 지도 등의 요소 중에서 수업 지도에 더 많은 초점을 두고 있음을 밝혔다.

초등 예비교사들이 모의수업 시연에 대하여 교수전략 실행 또는 수업 지도에 더 많은 관심을 보이는 양상을 과학 교과와 특성에 접목하여 해석하면, 과학 수업에서 탐구에 기반한 과학지식 구성의 과정을 어떻게 조직하고 실행할지에 관한 문제로 귀결될 수 있다. 이와 관련하여 국가 수준의 과학 교육과정의 문서들은 과학 탐구 수업에서 탐구를 계획하고 실행하는 것을 넘어 학생들이 탐구를 통해 증거에 기반한 설명을 구성하는 과정을 강조한다(e.g. 한국과학창의재단, 2019; National Research Council [NRC], 2012). 즉, 과학 탐구를 실행하는 동안 증거에 해당하는 데이터를 찾고, 그것이 증거로서 적절한지 판단하고, 그 증거를 이용하여 자연 현상에 대한 설명을 구성하여 과학지식을 구성하는 경험을 익히는 것이 중요하며(Duschl, 2003, 2008), 과학 탐구에 대한 이러한 접근은 과학 탐구 과정에 포함된 행위보다 탐구의 실행과 결과로 형성되는 지식구성 과정의 과정을 강조하는 과학 학습의

인식론적 접근이라 할 수 있다(Duschl, 2008; NRC, 2007).

과학 학습에 대한 인식론적 이해와 관련하여 Duschl *et al.* (2021)는 과학지식을 구성하는 과정을 데이터 - 증거 - 모델 - 설명의 연속선상에서 각 요소 간의 변형적 대화(transforming discourse/conversation)의 진행 과정으로 인식하고 이를 “Data-Text!”라 지칭하여 과학교육에 적용할 것을 주장하였다. Duschl *et al.* (2021)은 과학교육을 과학의 내용과 과학적 과정으로 구분하거나, 탐구를 통한 과학의 개념과 원리를 발견하는 과정을 강조하는 전통적 과학교육의 패러다임을 대체하는 새로운 관점에서 “과학에 대한 증거 - 설명 중심의 접근”(the Evidence-Explanation Approach to science)을 제안하였다. 증거 - 설명 중심의 접근은 새로운 시도는 아니며, Duschl (2003)에서 과학 탐구에 적합한 평가의 관점에서 처음 제안된 이후, 인식론적 측면에서 과학 탐구의 지향점으로서(Duschl, 2008; Duschl & Grandy, 2008), 그리고 최근 수정된 프레임워크로 다시 과학교육계에 소개된 것이다. 증거 - 설명 중심의 접근은 2000년대 이후로 과학 교수학습 과정에서 논증활동(argumentation)의 중요성이 강조되었던 것과 유사한 맥락에서 제기되었으며(Sandoval *et al.*, 2019), 논증활동을 통한 협력적 의미 구성과 학습자의 인식론적 대화(epistemological conversations)의 실행을 연결하여 파악한다. 여기서 인식론적 대화의 실행은 단지 논증활동에 포함된 대화뿐만 아니라 모델 구성이나 각종 과학적 표상(representation)을 포함하는 포괄적인 과학적 실행(scientific practices)의 언어 활동을 의미하며, 증거에서 설명으로 연결되는 변형의 과정을 중재하는 역할을 한다.

Duschl *et al.* (2021)은 과학에 대한 증거 - 설명 중심의 접근에서 과학지식을 구성하는 데 사용되는 인식론적 대화의 실행을 과학적 실행의 한 요소로 보았으며, 이를 data-text라고 규정하였다. Data-text는 과학 활동에서 관찰을 통한 데이터 수집 과정부터 설명을 구성하여 과학지식을 형성하기까지 진행되는 데이터 변형의 과정을 종합하여 지칭한 은유적 표현이다. 과학지식을 형성하는 과정에서 과학 활동에서 수집한 데이터가 증거로, 증거에서 모델로, 모델에서 과학적 설명으로 변형되

1) Data-Text라는 용어 자체가 은유적 표현이기 때문에 이를 한글 또는 한자어로 번역하면 그 의미가 왜곡될 여지가 크므로 이 논문에서는 번역 없이 원어를 그대로 사용하였다.

는 과정을 마치 우리가 어떤 문서(text)를 읽고 그 문서에 포함된 다양한 어휘와 문장을 인식하고 학습자의 인지 과정을 통해 이를 변형하여 문서의 의미를 파악하는 것과 유사한 과정으로 이해하여 data-text라는 용어를 사용한 것이다.

Data-text는 관찰과 측정의 방법을 통해 기초 데이터를 습득하고, 그 데이터들이 증거로 사용될 수 있는지를 조사하고, 또 그 증거 및 증거들 간의 패턴으로 과학적 모델을 개발하고, 그 패턴이나 모델을 이용하여 과학적 설명을 도출하는 복합적인 변형의 과정에 대한 집합체이다 (Duschl et al., 2021, p. 1164).

아래 Fig. 1은 Duschl et al. (2021)이 data-text의 다양한 변형 담화의 유형을 증거 - 설명의 연속선 위에 표현한 다이어그램의 일부를 번역하여 제시한 것이다. 증거 - 설명의 연속선 및 인식론적 변형 담화의 유형은 과학 탐구의 전형적 흐름(e.g., *THE scientific method*)과 유사하게 명명되어 있지만, data-text의 변형 담화의 양상은 과학의 주제나 영역, 그리고 현상의 맥락에 따라 다양하게 나타날 수 있다.

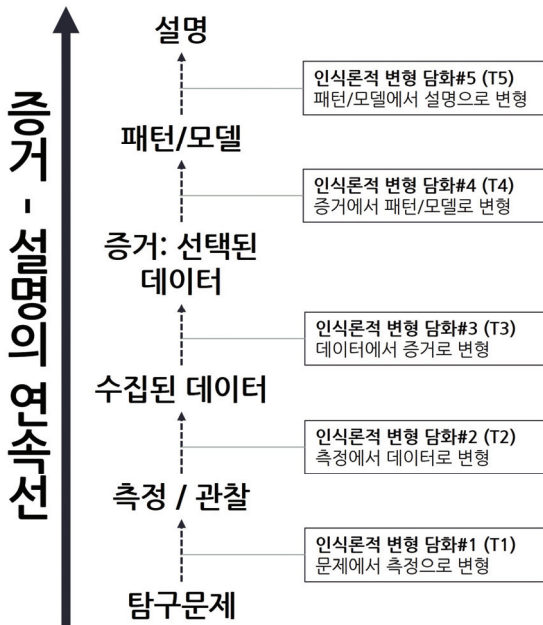


Fig. 1. Evidence-Explanation Continuum and data-text transformation (partially translated into Korean from Duschl et al., (2021), p. 1168)

과학 수업에서 교사는 data-text의 변형과 관련된 인식론적 대화를 진행함으로써 학생들에게 무엇이 데이터로, 증거로, 또 과학적 설명으로서 적절하고 타당한지를 생각하고 토의하게 할 수 있다(Duschl et al., 2021). 그러므로 초등 예비교사들이 과학에 대한 증거 - 설명 중심의 접근을 고려하여 data-text의 변형 과정을 이해하고 이를 교수활동에 실행할 수 있다면, 과학지식을 구성할 때 사용되는 언어와 담화의 중요성을 인식할 수 있으며 과학 교수학습이 사회적 과정으로 형성됨을 경험할 수 있을 것이다. 초등 예비교사를 위한 교사교육 과정에서 많이 시행하는 과학 모의수업 시연 맥락의 연구도 그 수업에서 다루는 주제에 따라 예비교사들이 초등학생의 과학지식 구성을 어떻게 안내하고 조직하는지에 초점을 두고 수업 상황에서 구현되는 data-text의 변형 과정을 파악한다면, 예비교사들의 과학 수업 역량을 증진시키기 위한 중요한 시사점을 제공할 수 있을 것이다. 이에 본 연구는 계절에 따른 별자리의 변화를 주제로 다룬 초등 예비교사의 모의수업 시연에서 data-text의 변형 담화가 구현되는 양상을 분석하여 교사의 인식론적 대화가 학습자의 과학지식 구성에 어떻게 작용할 수 있는지 살펴보고자 하였다. 관련된 연구 문제는 다음과 같다.

- 계절에 따라 별자리가 달라지는 까닭을 다룬 과학 모의수업에서 초등 예비교사의 data-text 변형 담화는 학습자의 과학지식 구성에 어떻게 작용하는가?

II. 연구 방법

이 연구는 초등 예비교사들의 과학 모의수업 시연에서 진행된 수업 담화 중 data-text 변형 담화를 중심으로 자세히 서술하는 기술적 사례 연구 (Merriam, 1998)의 형태로 진행되었다.

1. 연구 참여자

과학에 대한 증거 - 설명 중심의 접근에서 강조하는 data-text의 변형은 과학의 학문 영역 및 학습 주제에 따라 그 양상이 다르게 발현될 수 있다. 이 연구에서 연구자는 한 학기 동안 과학교육론 2개 강좌를 진행하고, 강좌 후반부에 예비교사들에게 지구과학 주제의 모의수업 시연을 요청하였다. 모

의수업 시연은 코로나19 상황 때문에 수업의 청중으로서 초등학생은 물론 동료 예비교사들이 배석하지 않은 상태로 예비교사 1인의 개인 발화 형태로 진행되었다. 해당 강좌에서 연구자는 예비교사의 모의수업 시연 영상을 Zoom을 활용한 실시간 온라인 강의에서 다른 예비교사들과 함께 시청하고, 각각 시연 영상에 대해 수업 비평을 작성하게 하였다. 해당 강좌에서 예비교사들은 4명이 한 팀이 되어 모의수업을 준비하였으나, 수업 시연은 대표자 1명이 진행하였다. 모의수업을 시연을 준비했던 16팀의 예비교사 중에서 “계절에 따라 별자리가 달라지는 까닭”을 소재로 모의수업을 준비하고 시연한 초등 예비교사 3명이 연구 참여자로 선정되었다. 아래 Table 1에 연구에 참여한 예비교사들의 심화전공과 그들의 모의수업 시연에 대한 정보를 제시하였다.

Table 1. Participant pre-service teachers presenting the simulation teaching and their personal information

예비교사 (가명)	심화전공	수업의 특징	수업 영상 시간
진영	초등교육	협력적 모델 구성 수업	19분
기현	국어교육	전진적 분화를 강조한 의미 학습	10분
장연	국어교육	인지발달이론의 인지적 비평형 강조	16분

2. 자료 수집 및 분석

초등 예비교사의 과학 모의수업 시연에서 구현된 data-text의 변형 담화를 조사하기 위하여 그들의 모의수업 시연 영상 및 각 영상의 전사본(transcriptions)을 연구 자료로 수집하였다. 모의수업 영상 및 전사본의 발화문에 제시된 수업 내용의 흐름을 이해하는데 보완이 필요할 경우를 대비하여 예비교사들이 팀원들 간의 협의로 작성한 수업 지도안, 그리고 수업 시연에 사용했던 파워포인트 슬라이드를 함께 수집하였다. 모의수업 시연을 준비하는 과정은 팀원들 간의 협의를 거쳐 진행되었으므로 수업지도안과 수업 슬라이드 자료는 연구 참여자 개인의 자료로 보기는 어렵다. 그러나 모의수업 시연 영상에서 각 참여자의 수업 발화의 분석을 보완하는 용도로만 사용되었으므로 연구 자료

에 포함하는 데 큰 문제는 없다고 판단하였다.

이 연구에서 수집한 자료는 예비교사 1인의 단독 발화로 진행되는 모의수업 시연 맥락의 담화이므로 과학지식 구성과 관련된 교수법적 담화(instructional discourse)에 해당하는 발화는 예비교사가 수업을 설계하고 과학지식을 구성하는 전략 및 그 안에 내포된 인식론적 특성을 파악할 수 있다고 판단하였다. 여기서 교수법적 담화는 Bernstein(2000)이 규정한 교육적 담화(pedagogic discourse) 중 학습 내용을 선택하고, 학습의 순서를 제시하며, 학습 전개 과정을 조절하거나 학습의 양상을 평가하는 데 사용되는 담화를 의미한다.

자료 분석을 위해 먼저 예비교사의 모의수업 시연 담화에서 교수법적 담화에 해당하는 장면들을 선택하였고, 각 발화 중에서 과학에 대한 증거-설명 중심의 관점에서 볼 때 data-text의 변형과 연관된다고 판단되는 발화를 선택하여 그것이 Fig. 1에 표시된 인식론적 변형 담화의 유형 중 무엇에 해당하는지를 판단하였다. 예비교사의 교수법적 발화에서 data-text의 변형 담화를 판단한 후에 전체적인 수업의 흐름에서 각 변형 담화가 학습자의 과학지식 구성에 어떤 역할을 하는지를 고려하여 연구 결과를 기술하였다.

III. 연구 결과

이 연구에 참여했던 세 초등 예비교사의 과학 모의수업 시연에서 구현된 교수법적 발화 중에서 data-text의 변형 담화에 해당하는 사례를 분석하여 비교한 결과는 아래 Fig. 2와 같다. 세 예비교사의 모의수업 시연에서 수업의 특징도 달랐을 뿐만 아니라 data-text의 변형 담화를 구현한 양상 또한 다르게 제시되었다. 그림에서 보는 것처럼 진영과 기현은 부분적으로 data-text의 변형 담화를 구현하였으나, 장연은 변형 담화 없이 설명에 해당하는 교수법적 발화만 명시적으로 제시된 차이가 있었다. 각 예비교사에 따라 자세한 분석 결과를 아래에 기술하였다.

1. 진영의 사례: 협력적 모델 구성 수업

진영은 탐구학습을 진행하되, 협력적 모델 구성을 반영하여 계절별로 별자리가 달라지는 현상이

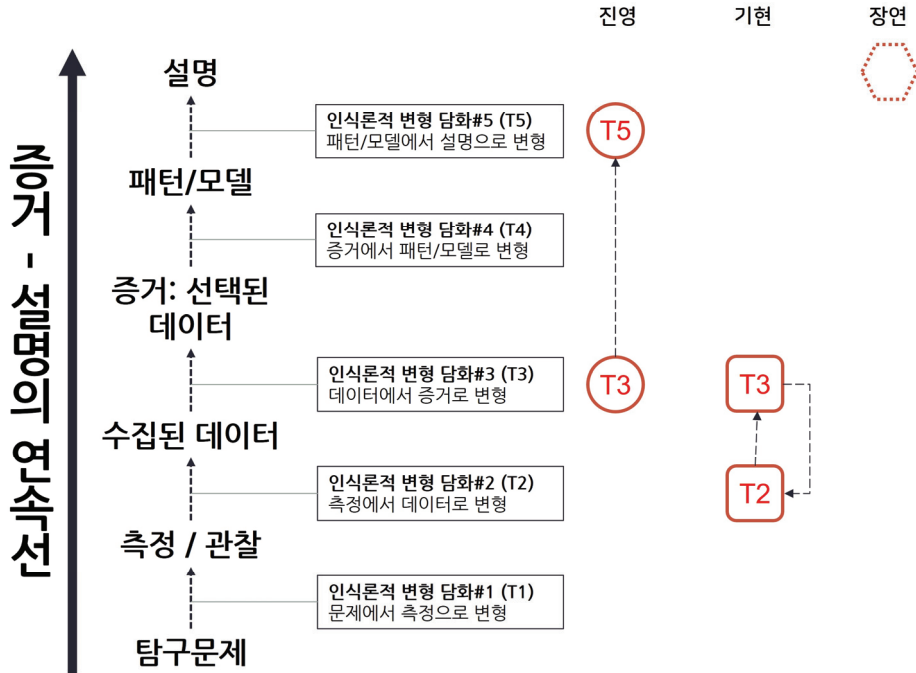


Fig. 2. Three pre-service teachers' data-text transforming discourses

지구의 공전에 의한 것임을 학습할 수 있도록 모의 수업을 설계하였다. 진영의 모의수업은 먼저 학생들이 스텔라리움으로 1년 동안 별자리의 위치가 동에서 서로 변하는 현상을 관찰하게 하고, 이러한 현상이 나타나는 까닭을 예상하여 초기 설명 모델을 만들게 하였다. 또한, 학생들이 모듈별 토의를 통해 초기 설명 모델을 설정한 근거와 이유를 찾고, 설명 모델을 글과 함께 그림으로 표현하게 하였다. 이후 모듈별로 작성한 설명 모델을 지구의(地球儀)를 활용한 모형실험을 통해 검토하여 오류를 발견하거나 타당하지 않은 부분이 있는지 찾아보게 하였다. 또한, 다른 모듈의 설명 모델도 지구를 활용한 모형실험으로 비교하여 어느 모델이 더 설득력이 있는지 생각해 보게 하였다. 끝으로 학급 전체 토의를 통해 1년 동안의 별자리의 위치가 변하는 현상을 설명할 수 있는 모델 중 가장 설득력 있다고 판단된 지구의 공전 모델을 최종 모델로 선정하고, 이 설명 모델을 적용하여 1년 동안 별자리의 위치 변화를 논리적으로 서술하게 하였다.

진영은 학습 목표를 안내한 후 학생들에게 스텔라리움 화면을 보여주면서 1년 동안 별자리의 위치가 어떻게 변하는지 관찰하는 장면을 시연하였다.

11월 29일 밤 10시의 밤하늘이에요. 뭐가 보이죠? **카펠라, 베텔거스, 프로키온이라는 별이 보입니다.** 이 별자리에 집중해서 여러분들이 1년 동안의 별자리의 위치 변화를 관찰해볼길 바랍니다. 11월 29일에서 12월 29일로 넘어갑니다. 이동한 거 보이나요? 그다음은 2월 29일입니다. **새로운 별자리가 등장했죠? 아르크투루스라는 별입니다.** 별들은 4월 29일에 이렇게 이동을 했고요, 5월 29일에는 **베텔거스라는 별이 화면에서 사라졌네요. 그리고 새로운 별, 베가가 나타났어요. 별자리는 계속 이동하고 있어요.** 그다음 6월 29일, 8월 29일이 되니까 베가가 화면에서 유일하게 보이는 강조된 별이네요. 그다음 10월 29일을 볼까요? **새로운 별 두 개가 나왔는데 무슨 별이에요? 그렇죠. 카펠라랑 베텔거스가 보여요.** 어딘가 익숙한 별자리죠? **1년이 지난 11월 29일이 되니까 별자리가 어떻게 됐어요? 네. 1년 전이랑 똑같아졌어요.** (볼드체: 예비교사의 교수법적 발화 중 data-text 변형 담화에 해당하는 문장을 표시한 것임. 이하 동일)

진영이 별과 별자리를 혼용해서 잘못 사용한 것은 차치하더라도, 비록 모의수업 시연의 맥락이었지만 스텔라리움 화면을 관찰한 결과를 학생들에게 직접 제시하는 형태의 교수법적 발화로 진행된 것은, 과학지식 구성의 측면에서 볼 때 data-text의 변형 과정 중 T2 즉, 학습자가 관찰하여 얻은 데이터를

인식하는 과정이 배제된 양상으로 볼 수 있다.

반면에, 진영은 교사가 제시한 데이터를 근거로 별자리의 움직임에 대한 증거를 찾게 하는 data-text의 변형 담화 T3에 해당하는 교수법적 발화를 진행하였다.

별자리는 어떻게 이동했는지 발표해 볼 수 있는 친구 있나요? 영석이 발표해 주세요. 영석이는 별자리가 동쪽에서 서쪽으로 이동한 걸 관찰할 수 있대요.

별자리의 움직임에 관한 데이터는 교사가 직접 제시하였으나, 이 발화는 학생에게 발표를 요구하는 방식으로 제시되었다. 이런 형태의 담화는 초등학교 수업에서 전형적으로 보이는 교사의 질문 - 학생의 응답/발표 - 이에 대한 교사의 대응 순서의 담화이다. 진영의 “별자리는 어떻게 이동했는지”는 앞서 스텔라리움 화면을 관찰하여 얻은 데이터를 종합하는 기술(descriptions)을 요구하는 질문으로서, 이후 별자리의 위치 변화와 지구의 공전을 연결해 줄 수 있는 증거를 찾게 하는 data-text의 변형 담화 T3에 해당한다. 그러나 진영은 이것을 발표하게 함으로써 정답을 요구하는 형태의 발문으로 제시하는 한계를 보였다.

학생들이 별자리의 위치 변화에 관한 증거를 인식하게 한 후에 진영은 별자리가 동에서 서로 이동하는 현상의 원인에 대한 탐구 문제를 인식하기 위한 교수법적 발화를 전개하였다.

우리가 관찰한 대로 별자리는 동쪽에서 서쪽으로 이동하는 모습을 보이는데, **그렇다면 이런 현상은 왜 나타나는 걸까요?**

진영의 이 발화는 의식적으로 구성되었다기보다 계절별로 별자리가 달라지는 까닭을 지구의 공전으로 설명하기 위한 자연스러운 흐름이었다. 그러나 진영의 이 발화를 통해 학생의 지식구성 과정은 학습 목표(문제) 제시 ⇒ 스텔라리움 관찰 ⇒ 별자리의 위치 데이터 ⇒ 별자리의 위치 변화증거 ⇒ 다시 탐구 문제로 이어지는 흐름을 갖게 되었다. 이러한 흐름은 초등 예비교사의 모의수업 또는 교육실습 수업에서 학생들의 흥미 또는 동기유발을 위한 짧은 교수법적 발화 후에 학습 목표를 함께 읽는 전형적인 도입 방식이 과학지식 구성을 위한 인식론적 측면에서는 적합하지 않을 수도 있음을 보여준다. 즉, 과학 탐구를 위한 문제 인식 과정은

단순한 동기유발 차원이 아니라 자연 현상에 대한 관찰과 측정을 통해 데이터를 수집하고 그것을 근거로 형성될 수도 있기 때문이다.

증거에 기반하여 탐구 문제를 인식한 후에 진영은 문제 해결을 위한 데이터 수집이 아니라 문제에 대해 학생들에게 예상하고 발표하게 하는 교수법적 발화를 진행하였다.

이런 현상이 나타나는 까닭을 한 번 발표해 볼 친구 있나요?

네, 수영이 발표해 주세요. 아, 수영이는 별자리가 실제로 동쪽에서 서쪽으로 움직이기 때문에 지구에서도 그렇게 보이는 거라고 생각을 했다고 합니다. 좋아요, 또 다른 친구? 네. 현성이 발표해 주세요. 아, 현성이는 별자리는 가만히 있는데 지구가 움직이기 때문에 별자리가 움직이는 것처럼 보이는 거라고 얘기를 해줬습니다.

위와 같은 교수법적 발화는 탐구 문제로 인식한 별자리의 위치 변화를 설명하기 위한 초기 설명 모델을 구성하기 위해 제시된 것으로 볼 수 있다. 그러나 과학지식 구성 과정의 측면에서 보면, 증거를 바탕으로 별도의 추론에 근거하여 초기 설명 모델을 작성하지 않고 단지 탐구 문제의 결과를 예상하여 발표하게 하는 형태의 발화는 data-text의 변형 담화의 역할을 하지 못하였다.

이후 진영은 학생들의 설명 모델을 문장과 그림으로 표현하게 지시하고, 네 모둠의 서로 다른 설명 모델을 가상으로 설정하여 발표하는 장면을 제시하였다. 그 후에 각 모둠의 설명 모델을 비교하여 평가하기 위한 모형실험을 진행하였다.

이 앞에 있는 지구의(地球儀), 별자리 카드, 태양 역할을 하는 전등, 그리고 지구에 있는 우리를 표현하는 관측자 모형이 있어요. 이 모형들을 활용해서 각자 자기 모둠의 설명 모델을 표현해 볼 수 있을 것 같아요. 자, 선생님이 이 모형들을 나눠줄 테니까 **각 모둠에서 자기의 모델과 다른 모둠의 모델을 이 모형으로 표현해 보면서 비교해 보세요.** 자, 이렇게 비교하고 평가한 모델을 활동지 2번에 정리해 보면 됩니다. **그러면 ‘아, 이 모양은 뭔가 이상하다,’ ‘이 모델은 뭔가 설득력이 더 있는 것 같다.’ 이런 생각이 들겠죠. 그러면 원래 처음에 모델을 수정할 수도 있어요.**

위의 발화에서 “자기의 모델과 다른 모둠의 모델을 ~비교해 보세요”와 “이 모양은 뭔가 이상하다, 이 모델은 뭔가 설득력이 더 있는 것 같다~모델을 수정할 수도 있어요”는 모형실험을 활용하여 학생들

에게 자기 모둠 및 다른 모둠의 설명 모델을 비교하고 평가하여 각 모델의 문제점이나 설득력을 검토하게 하는 교수법적 발화에 해당한다. 이러한 발화는 모델을 평가하여 더 적합한 설명을 선택하기 위한 인식론적 과정을 학생들이 경험할 수 있게 해주는 data-text의 변형 담화 T5에 해당한다.

진영은 학생들이 모형실험을 한 뒤에 각 모둠의 설명 모델을 비교하는 가상 담화를 구현한 뒤에, 별자리가 직접 동에서 서로 움직이는 모델과 별자리는 움직이지 않고 지구만 서에서 동으로 움직이는 모델 중에서 학급 전체의 최종적인 설명 모델을 선택하게 하는 교수법적 발화를 제시하였다.

반 전체가 다 같이 한 번 최종 모델을 선택해 봅시다. **이 두 가지의 모델 중에서 1년 동안 별자리의 위치 변화를 더 잘 설명할 수 있는 모델은 무엇일까요?** 손 들고 발표해 보세요. 재준이 발표해 주세요. 재준이는 이 모델이 더 설명을 잘할 것 같아요? 이유는 무엇인가요? 아, 지구가 있을 때 별자리가 다 같이 매년 한 바퀴씩 도는 것보다 별자리랑 태양은 가만히 있고 지구가 도는 것이 더 설득력 있다고 생각을 했어요.

모의수업 시연이었으므로, 각 모둠의 설명 모델에 대해 학생들이 직접 토론하고 논증활동을 진행하는 형태를 재현할 수는 없었다. 그러나 진영은 학급 전체의 최종적인 설명 모델을 선정할 때 학생들에게 두 모델 중 하나를 선택하게 하는 발화를 진행하였다. 여러 설명 모델 중에서 최종적인 설명을 구성하는 과정은 data-text의 변형 담화 T5에 해당한다. 설명 구성을 위한 진영의 교수법적 발화는 비록 data-text의 변형 담화에 해당하기는 했지만, 단순히 선택하는 방법으로 진행했다는 점에서 서로 경쟁하는 모델 간의 설득력을 비교하는 것에 근거하지 못하는 한계를 보였다.

진영은 최종적인 설명 모델을 이용하여 수업의 도입부에서 관찰했던 1년 동안 별자리의 움직임을 설명할 수 있음을 밝히고, 그 모델이 지구의 공전을 안내하는 순서로 수업을 마무리했다.

그러면 이 모델을 우리의 최종 모델이라고 생각하고 별자리의 이동을 설명해 봅시다. 우리 처음에 ‘스텔라리움’으로 관찰했을 때 별자리가 어디에서 어디로 이동했나요? 동쪽에서 서쪽으로 이동하는 걸 볼 수 있었어요. 그러면 이 모델대로라면 우리가 지구는 어느 방향에서 어느 방향으로 이동한다고 생각할 수 있을까요? 그렇죠. 지구가 서쪽에서 동쪽으로,

지구, 태양을 중심으로 서쪽에서 동쪽으로 돈다고 생각할 수 있을 것 같아요. **우리가 함께 선정한 이 최종 모델이 지구의 공전이라는 현상입니다.** 우리 지구의 공전이 뭘 한 번 설명 다 같이 읽어볼까요. 지구가 태양을 중심으로 1년에 한 바퀴씩 서쪽에서 동쪽으로 회전하는 것.

진영은 지구의 공전이라는 지식 정보에서 출발하여 계절에 따라 별자리가 달라지는 현상을 설명하는 과학 교과서의 접근을 따르지 않았다. 반대로 1년 동안 별자리를 관찰하여 얻은 데이터에서 별자리가 동에서 서로 움직인다는 증거를 근거로 그 현상을 설명할 수 있는 설명 모델을 추출하여 최종적인 학급 전체의 설명 방식을 선정하고, 그 모델을 지구의 공전이라고 정리해 주는 순서로 수업을 구성하였다. 진영의 과학 수업 구성을 인식론적 관점에서 해석해 보면, 탐구 문제에서 데이터와 증거를 찾고 패턴화하여 설명을 구성하는 전형적인 증거-설명 중심의 접근은 아니었지만, 관찰한 데이터를 종합하여 증거를 구성하고, 그 증거를 설명할 수 있는 모델을 제안하고 비교하여 최종 모델을 선택하는 방식으로서 부분적인 data-text의 변형 과정을 포함하였다고 볼 수 있다.

2. 기현의 사례: 전진적 분화를 강조한 유의미 학습 수업

기현은 유의미 학습 이론의 관점에서 전진적 분화의 원리 즉, 유의미 학습을 촉진하기 위해 일반적인 개념으로서 이전 차시에서 학습한 지구의 공전을 선행조직자로 제시한 뒤에 지구의 공전에 의해 발생하는 구체적인 사례로서 계절에 따른 별자리의 차이를 학습하게 하는 순서로 수업을 구성하였다. 이에 따라 다음과 같이 지구의 공전에 대해 먼저 언급한 뒤에 본 수업의 내용을 전개하였다.

여러분, 우리 지난 과학 시간에는 공전에 대해서 배웠어요. 그럼 공전은 무엇이었을까요? 그렇죠. 공전은 태양을 중심으로 지구가 1년에 한 바퀴씩 서에서 동으로 회전하는 걸 말했어요.

기현은 지구의 공전을 언급한 뒤에 탐구 문제를 인식하기 위한 장면으로서 스텔라리움을 활용하여 오리온자리와 전갈자리의 위치를 보여주었다.

오리온자리가 남서쪽 하늘에 보여요. 그 뒤에 전갈자리가 나

타나기 시작하고, 전갈자리가 완전히 하늘에 떠올랐을 때는, 어? 오리온자리가 사라지고 보이지 않네요. **왜 전갈자리와 오리온자리는 만날 수 없을까요?** 아, 문희는 오리온자리가 이동하면 전갈자리도 함께 이동하는 것 같다고 이야기를 해줬네요. 그러면, 오늘 배울 내용인 탐구 문제를 다 같이 읽어 보도록 하겠습니다. 시작 계절에 따라 보이는 별자리가 달라지는 까닭을 알아봅시다.

기현은 스텔라리움에서 관찰한 오리온자리와 전갈자리의 위치 변화를 교사의 발화로 제시하였다. 그러나 “왜 전갈자리와 오리온자리는 만날 수 없을까요?”라는 질문을 통해 학생들에게 별자리의 이동에 대한 문제를 인식하게 하는 교수법적 발화를 구성하였다. 현상에 근거하여 탐구 문제를 인식하게 한 것과 달리, 기현은 이 탐구 문제를 더 구체적으로 안내하지 못한 채, 학습 목표로서 교과서에 제시된 탐구 문제를 단순히 읽는 것으로 대체하였다. 그런 까닭에 탐구 문제에서 데이터를 얻기 위한 관찰 활동으로 변형되는 담화는 형성되지 못하였다. 문제에서 측정/관찰 활동으로 연결되는 data-text의 변형 담화가 형성되지 못하는 양상은 이 연구에 참여한 세 예비교사의 모의수업 시연에서 공통적으로 발견되었다. 과학 수업에서 탐구 문제 인식과 탐구 문제에서 출발하여 관찰 및 측정 활동을 전개하기 위한 교수법적 발화와 절차에 대한 지도를 교사 양성 과정에서 강조할 필요성이 있다.

이후 기현의 수업은 학생들이 스텔라리움으로 봄, 여름, 가을, 겨울의 계절별 별자리를 관찰하는 활동을 교사가 제공하는 방식으로 진행되었다. 그러나 기현은 각 계절에 밤하늘에서 어떤 별자리가 보이는지 질문하는 교수법적 발화를 통해 학생들에게 관찰 활동에서 데이터를 찾게 하는 data-text의 변형 담화 T2를 형성하였다.

첫 번째 활동으로 ‘스텔라리움’이라는 프로그램을 활용해서 계절별 밤하늘의 모습을 직접 살펴보는 시간을 가져볼게요. 지금 4월 23일, 여기는 봄 밤하늘 모습입니다. **관찰해보고 어떠한 별자리가 보이는지 자유롭게 말해볼까요?** 맞아요. 처녀자리도 보이고 저 위에는 사자자리도 보이고 있습니다. 잘했어요. 6월 23일이 된다면 밤하늘에는 **어떤 변화가 일어날지 한번 관찰해보도록 할게요. 하늘의 모습이, 어떠한 변화를 우리 관찰할 수 있었나요?** 어, 민우? 민우는 왼쪽에서 오른쪽으로 별자리들이 이동한 것처럼 보인다고 얘기해 줬어요. ... (중략) ... 그럼 여러분, **우리 위치 표현을 사용해서 조금 더 정확하게 얘기하면 어떻게 말할 수 있을까요?** 그렇

죠. 동쪽에서 서쪽으로 별자리들이 이동하는 것처럼 보였다고 말할 수 있겠죠. 이렇게 우리 봄, 여름, 가을, 겨울 사계절의 밤하늘을 모두 살펴보았는데 여러분, **계절별로 어떠한 차이점이 있었나요?** 그렇죠. 계절별로 보이는, 관찰할 수 있는 별자리가 달랐음을 알 수 있습니다.

위의 담화 사례에서 기현은 학생(민우)이 별자리가 왼쪽에서 오른쪽으로 이동한다고 답한 것에 대해 이를 별자리 이동의 평면적인 이해로 인식하고, 관찰한 데이터를 과학적 표현에 맞추어 다시 기술하게 하는 교수법적 발화를 보인다. 즉, “위치 표현을 사용해서 더 정확하게 얘기하면 어떻게 말할 수 있을까요?”라고 추가 발문을 통해 학생들이 별자리의 이동을 동서남북 방위를 이용하여 기술하도록 요구하였다. 이러한 담화는 인식한 데이터를 재표상(representation)하여 증거로 변형하는 data-text의 변형 담화(T3)에 해당한다. 그러나 이어지는 기현의 “계절별로 어떠한 차이점이 있었나요?”라는 교수법적 발화는 증거로 변형된 데이터를 다시 단순화시켜 계절별로 관찰되는 별자리가 다르다는 서술로 퇴보하는 한계를 보였다.

기현은 지구의 공전 개념을 선행조직자로 제시하고, 스텔라리움에서 별자리의 이동을 관찰한 후, 별자리를 배경으로 지구의 공전을 몸짓으로 재현해보는 역할 놀이 활동을 후속 학습 과제로 진행하였다. 교실 벽면에 별자리 그림을 붙여두고, 교사가 가운데 서서 태양 역할을 하며, 학생들은 지구 역할을 하고 교사 주위를 시계 반대 방향으로 돌면서 각자 어떤 별자리를 관찰할 수 있는지 보게 하는 활동이다.

먼저 제 자리에서 볼 때는 어떤 별자리가 보였는지 이야기해 볼까요? 민선은 어떤 별자리가 보였나요? 거문고자리, 백조자리, 전갈자리가 보였대요. 민선이가 관찰한 별자리들은 모두 여름철 별자리들만 보였네요. 네, 이렇게 각자 선 위치에 따라서 보이는 별자리가 달랐대요. 그럼, 두 번째 질문, 각자 시계 반대 방향으로 한 발짝씩 이동하면서 볼 때는 어떤 별자리를 관찰할 수 있었나요? 아까는 전갈자리랑 특정한 여름철 별자리만 보였는데 이제는 사자자리도 보이고, 처녀자리도 보였대요. 그러면 우리 제자리에서 볼 때와 시계 반대 방향으로 한 걸음씩 이동하면서 볼 때 어떠한 차이가 있었나요? 관찰할 때 어떠한 다른 점이 있었나요? 볼 수 있는 별자리가 달라졌다, 또, 여러 별자리들을 관찰할 수 있었다고 하네요. 마지막으로 이 질문 하나만 던질게요. 여러분들이 지구가 되어서 돌면서 이동할 때 별자리들은 어떠한 변화

가 있었나요? 그렇죠. 별자리들은 선생님이 벽면에 붙여놓은 그대로 이동하지 않고 가만히 있었음을 알 수 있어요.

후속 학습 과제로 제시한 역할 놀이 활동에서 학생들이 체험을 통해 얻은 데이터를 인식할 수 있도록 기현은 지구 역할을 한 학생들에게 멈춰서 볼 때와 위치를 이동하면서 볼 때 어떤 별자리가 보였는지, 두 상황에서 보이는 별자리가 어떤 다른 점이 있었는지, 그리고 지구 역할을 하는 학생이 이동할 때 벽에 붙은 별자리는 어떤 변화가 있었는지 질문하였다. 이 질문들은 모두 활동의 결과에서 수집한 데이터를 인식하게 하는 data-text의 변형 담화 T2에 해당하는 교수법적 발화로 볼 수 있다.

앞서 스텔라리움 관찰 활동에서 기현은 학생들이 관찰한 데이터를 인식하고, 데이터를 재표상하여 증거로 인식할 수 있게 하였지만, 지구의 공전 역할 놀이에서는 단순히 데이터를 인식하는 교수법적 발화만을 진행하였다. 데이터에서 증거로 변형되는 담화는 더 이상 진행되지 않았으며, 증거를 바탕으로 모델이나 설명을 구성하는 담화 역시 진행되지 않았다. 이것은 지구의 공전을 선행조직자로 제시하여 학생들이 이미 알고 있는 개념으로 설정하고, 지구의 공전에 의해 서로 다른 별자리가 보이는 현상을 지구의 공전에 의한 구체적인 사례로서 접근했던 기현의 수업 설계에 따른 당연한 귀결이었다.

여러분, **별자리는 어떤 변화가 있었나요?** 민지, 네, 맞아요. 별자리는 움직이지 않고 이렇게 가만히 자기 자리에 있었음을 알 수 있습니다. **그럼 지구는 어떠한 변화가 있었나요?** 지웅이. 지웅이는 지구가 태양 주위를 돌면서 이동하고 있다고 말했네요. **그럼 지웅이가 말해준 내용을 지난 시간에 배웠던 내용으로 한번 표현해 볼까요?** 그렇죠. **"지구는 태양 주위를 공전하고 있다"고 말할 수 있겠죠.** 그렇다면 **지구가 공전함에 따라서 나타나는 변화에는 뭐가 있을까요?** 맞아요, 밤하늘에 볼 수 있는 별자리가 달라지겠죠. 그래서 **"지구가 공전하면 계절에 따라서 볼 수 있는 별자리가 달라진다"는 걸 알 수 있습니다.**

역할 놀이를 끝낸 후, 기현은 별자리와 지구는 각각 어떤 변화가 있었는지 질문하여 “별자리는 가만히 있고, 지구가 태양 주위를 공전한다”는 정보를 유도하였고, “지구가 공전하면 계절에 따라서 볼 수 있는 별자리가 달라진다”는 결론을 제시하는 교

수법적 발화를 구성하였다.

기현의 모의수업 시연에서 데이터에서 증거로 변형하는 data-text의 변형 담화 T3에 해당하는 교수법적 발화가 제시되었지만, 그 증거는 이후 모델이나 설명을 구성하는 단계의 변형 담화로 발전되지 못했다. 역할 놀이 활동에서 수집된 데이터 역시 증거나 모델, 또는 설명으로 변형되는 교수법적 발화는 진행되지 않았다. 이와 같은 결과는 전진적 분화의 원리에 근거한 유의미 학습 이론에 맞추어 구성되었던 기현의 모의수업 시연이 가진 근본적 한계라고 해석될 수 있다. 유의미 학습 이론에 따라 지구의 공전이라는 사전 지식을 선행조직자로 두고 스텔라리움으로 관찰한 데이터와 별자리를 배경으로 한 지구의 공전 역할놀이의 데이터를 지구의 공전에 의한 결과물로서 확인하는 흐름으로 진행될 수밖에 없었다.

3. 장연의 사례: 인지적 비평형을 강조한 수업

장연의 수업은 피아제의 인지발달이론을 적용하여 계절에 따라 보이는 별자리가 달라지는 까닭을 학습할 때 현상을 관찰하여 인지적 비평형을 느끼고, 이를 해소하기 위한 동화와 조절의 평형화 과정을 실현하는 것을 목표로 구성되었다. 장연은 동기유발 단계에서 학생들이 계절 별자리가 그 계절 외에 다른 계절에도 관측되며, 특정한 계절에는 관측되지 않는다는 것을 발견하여 인지적 비평형을 느끼게 하였다. 이어서 별자리를 배경으로 지구를 회전시키는 실험을 통해 별자리의 위치 변화를 관찰한 후, 별자리의 위치 변화를 지구의 공전과 연관시켜 이해하는 동화의 과정을 진행하고, 계절 별 별자리가 관측되는 양상에 대한 조절을 형성하여 인지적 평형화를 유도하였다. 과학교육학 교수자의 관점에서 장연의 수업이 인지발달이론을 적절하게 적용하여 구성한 것은 아니었다. 그러나 교육대학교 과학교육학 강좌의 모의수업 시연 맥락에서 자주 접할 수 있는 양상이어서 이 연구의 결과로 포함하였다.

장연은 수업의 도입부에서 학생들을 봄, 여름, 가을, 겨울 모둠으로 구성하고 스텔라리움에서 각 모둠의 대표 별자리를 찾게 하였다. 장연은 인지발달이론을 과학 수업에 적용하기 위해 “계절별 대표 별자리는 그 계절에 보인다”는 인식과 실제 관찰한 별자리 사이에 불일치를 부각하고자 하였다.

그럼, **우리 모둠의 별자리를 다른 계절에서도 볼 수 있을까요?** 지금 볼 수 있다는 말과 볼 수 없을 것 같다는 말이 동시에 들렸는데 여러분들이 예상한 것이 맞을지 스텔라리움을 통해 관측해 보도록 하겠습니다. … (중략) … 네. 스텔라리움으로 관측하니까 어땠나요? **계절별 대표 별자리가 꼭 그 계절에서만 관측되나요?** 아니죠. 여러 계절에 걸쳐 관측되죠. 그렇다면 **같은 방향의 하늘에서 관측이 되었나요?** 네, 맞아요. 서로 다른 방향에서 관측된 걸 확인할 수 있었어요. 그럼 **사계절 내내 우리 모둠의 별자리를 계속 관측할 수 있었나요?** 네. 보이지 않는 계절도 있었을 거예요. 오늘은 계절에 따라 보이는 별자리가 달라지는 까닭을 알아보도록 하겠습니다.

장연은 네 계절별 모둠 학생들이 자기 모둠의 별자리가 다른 계절에도 보이는지를 소재로 학생들의 인지적 비평형을 유발하고자 하였다. 이를 위해 장연은 모둠의 계절 별자리가 그 계절에만 보이는지, 다른 계절에도 볼 수 있는지, 또 같은 방향의 하늘에서 보이는지, 그리고 사계절 내내 보이는지 질문하는 교수법적 발화를 보였다. 장연의 이와 같은 교수법적 발화 형태는 학습자의 인지적 비평형은 그들이 가진 오개념에 기인하여 유발된다고 바라보는 관점 때문이었다. 장연은 자신의 모의수업 시연의 배경을 서술하는 장면에서 아래와 같이 제시하였다.

“피아제의 이론을 구체적으로 적용하기 위해 특히 학생들이 쉽게 가질 수 있는, 계절별 대표 별자리는 그 계절에만 보인다는 오개념이 잘못된 이유에 대해서 직접적인 의문을 제기하여 다음 활동에서 조절의 과정을 거칠 수 있도록 하였습니다.” (장연의 모의수업 개요 발표문 중에서)

그러나 장연의 교수법적 발화는 “예/아니오” 중 하나를 선택하게 하는 닫힌 질문 형태였으며, 모든 질문에 “아니오”에 해당하는 답변이 나올 수밖에 없는 질문이었다. 그래서 각 질문에 대한 학생들의 응답 정보는 데이터를 수집하거나 인식하는데 적절하지 않았다. 따라서 장연의 이 교수법적 발화는 data-text의 변형 담화에 해당한다고 보기 어렵다. 인지적 비평형은 기존의 개념 체계로 설명될 수 있는 상황과 그 개념 체계로 설명이 충분하지 않은 상황 간의 비교와 대조를 통해 가능할 수 있다. 그러므로 단순히 “예/아니오”를 선택하는 질문이 아니라 충분한 데이터와 증거를 바탕으로 설명 모델을 구성할 수 있는 상황이 필요하다. 따라서 이와 같은 선택형 닫힌 질문 형태의 교수법적 발화를 통

해 학생들에게 인지적 비평형이 적절하게 유발될 수 있다고 보기 어렵다.

계절 별자리가 그 계절에만 보이는 것이 아니며, 또 계절에 따라 보이는 별자리가 서로 다르다는 사실에서 인지적 비평형이 유발되었을 것이라 전제를 둔 장연은 비평형을 해소하기 위하여 먼저 학생들에게 계절이 바뀌면 보이는 별자리가 다른 이유가 무엇일지 예측해 보게 하고, 지구의를 활용한 실험으로 그 예측이 맞는지 확인하는 과정을 진행하였다.

계절이 바뀌면 보이는 별자리가 달라지는 이유는 무엇일까요? 예지는 별이 태양하고 멀기 때문이라고 생각하는군요. 네, 승아는 잘 모르겠다고 하네요. 이제 모둠별로 각자의 별자리가 어떤 계절에서 보이지 않는지 스텔라리움으로 찾아보고 별자리가 그 계절에서 보이지 않는 **이유를 예측해 보도록 하겠습니다.**

… (중략: 모둠별 예측 내용 발표) …

이제 여러분들이 **예측한 내용이 맞을지 실험을 통해서 확인해 보도록 하겠습니다.**

장연은 학생들이 인지적 비평형을 해소하는 데 필요한 구체적인 데이터를 수집하는 탐구활동을 제공하는 대신에 인지적 비평형을 초래한 상황의 원인을 예측하게 하였다. 이 예측은 데이터나 증거에 근거한 모델이 아니라 단순한 예측일 뿐이었다. 더욱이 학생들에게 실험활동을 제시하면서 “예측한 내용이 맞을지 실험을 통해서 확인해” 본다는 장연의 교수법적 발화는 이 실험을 설명 구성에 필요한 데이터를 수집하는 활동이 아니라 학생들의 예측의 옳고 그름을 판단하는 확인 실험으로 인식하고 있음을 보여준다. 즉, 장연이 인식하는 탐구를 통한 과학지식의 구성 과정은 데이터와 증거에 기반한 설명을 구성하기보다는 기존의 생각이나 지식을 확인하는 방식이었다. 초등학교 과학 교과서에 특히 지구과학 관련 단원에 많이 제시되는 모형실험은 이처럼 확인 실험의 형태로 구성된 경우가 많다. 장연의 교수법적 발화는 과학 교과서에 제시된 모형실험이 탐구를 통한 과학지식 구성을 어렵게 할 수도 있음을 보여주는 사례라 할 수 있다.

모형실험 활동이 끝나고 장연은 학습 과제를 정리하면서 앞서 학생들이 인지적 비평형을 느꼈다고 전제했던 사례와 관련된 질문을 제시하였다. 이 장면에서 장연의 교수법적 발화는 “계절별 별자리

들이 그 계절에서만 보였나요?” 또는 “다른 계절에서도 같은 시간에 똑같은 방향에서 보였나요?”와 같이 여전히 예/아니오 중 선택하는 형태의 질문이 많았다.

그럼 이제 실험에 대해 같이 이야기를 나누어 볼 거예요. 우리 모두의 별자리가 특정 계절에서 관측되지 않았죠. 반대 계절, 즉 봄의 별자리들은 가을에 관측되지 않았고 여름 별자리들은 겨울에, 가을 별자리들은 봄에, 겨울 별자리들은 여름에 관측되지 않았어요. 그렇다면 **우리 모두의 별자리가 특정 계절에 관측되지 않는 이유는 무엇일까요?** 네, 맞아요. **태양과 같은 방향에 있어서, 태양 빛 때문에 관측되지 않았어요.** 여러분이 실험했을 때 **계절별 별자리들이 그 계절에서만 보였나요?** 아니죠. 한 계절뿐만 아니라 두 계절, 세 계절에 걸쳐서 보였어요. **이때 다른 계절에서도 같은 시간에 똑같은 방향에서 보였나요?** 아니죠. 혹시 자기 모두의 대표 별자리가 어느 계절에 어느 하늘에서 보였는지 발표해 볼 학생이 있을까요? 네, 성진이. 아, 성진은 봄철 대표적인 별자리 사자자리를 가지고 실험했는데 겨울에는 동쪽 하늘에서, 여름에는 서쪽 하늘에서 볼 수 있었군요. 그렇다면 **왜 계절에 따라 별자리가 관측되는 곳이 달라지는 것일까요?** 여러분들이 실험을 모두 잘 한 것 같아요. 모두들 동시에 잘 대답해주었네요. **맞아요. 지구가 태양 주위를 공전하여 계절마다 지구의 위치가 달라지기 때문이죠.**

장연은 이 담화에서 계절별 별자리가 봄-가을 또는 여름-겨울과 같이 “반대 계절”에 관측되지 않는 이유가 “태양과 같은 방향에 있어서 태양 빛 때문에 관측되지 않는다”는 설명을 제시하였고, “계절에 따라 별자리가 관측되는 곳이 달라지는” 이유는 “지구가 태양 주위를 공전하여 계절마다 지구의 위치가 달라지기 때문”이라는 설명을 제시하였다. 이 두 가지 설명은 장연의 수업에서 전제로 했던 학생들이 느끼는 인지적 비평형을 해소하기 위한 평형화 과정의 결과물에 해당한다. 과학 탐구 문제에 대한 설명은 그것의 근거가 되는 원리나 증거, 또 이를 뒷받침해 주는 데이터를 바탕으로 주장되어야 할 것이다. 그러나 모의수업 시연 맥락에서 두 설명은 학생들의 답변으로부터 도출하는 방식으로 구성하기는 했지만, 장연의 교수법적 발화에는 이 두 가지 설명이 도출되기 위한 근거 자료를 언급하는 과정은 제시되지 않았다.

장연의 모의수업 시연에서 구현된 교수법적 발화를 종합해 보면, 피아제의 인지발달이론을 적용하여 인지적 비평형을 유발하고자 했고 이를 해소하

기 위한 설명을 제공하려고 했지만, 전체적으로 학습 목표로 설정된 과학지식을 전달하는 측면에서 모의수업이 구성되었으며, 증거에 기반한 설명을 지향하는 data-text의 변형 담화는 발견되지 않았다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서 계절에 따른 별자리의 변화를 주제로 다룬 초등 예비교사 3명의 모의수업 시연에서 교사가 구현한 담화가 data-text의 변형 담화의 관점에서 학습자의 과학지식 구성에 어떻게 작용할 수 있는지를 비교하였다. 연구에 참여한 세 예비교사 중 학습자의 협력적 모델 구성을 강조했던 진영은 별자리의 위치 변화 데이터를 종합하여 증거를 탐색하게 하는 data-text의 변형 담화 T3과 모형실험을 활용하여 여러 모두의 설명 모델을 비교, 평가하여 더 적합한 설명을 선택하게 하는 data-text의 변형 담화 T5를 구현했다. 진영의 모의수업은 별자리의 위치를 관찰하여 얻은 데이터에서 별자리가 동에서 서로 움직인다는 증거를 근거로 그 현상을 설명할 수 있는 모델을 추출하고, 그 모델이 지구의 공전이라고 정리해 주는 흐름으로 지식을 구성하게 하는 data-text의 변형 과정을 포함하였다.

유의미 학습 이론의 전진적 분화의 원리를 적용했던 기현은 지구의 공전을 선행조직자로 제시한 후 계절별로 밤하늘에 어떤 별자리가 보이는지 질문하여 관찰 활동에서 데이터를 찾게 하는 data-text의 변형 담화 T2를 보였으며, 별자리의 위치 변화 데이터를 재표상하여 증거로 인식하게 하는 data-text의 변형 담화 T3을 구현하였다. 그러나 기현의 교수법적 발화는 이어지는 역할놀이 활동에서 데이터를 인식하게 한 후에 더 이상 data-text의 변형 담화 없이 지구의 공전이 원인이 되어 계절별 별자리가 달라진다는 결론을 제시하고 종료되었다. 모의수업 시연에서 인지적 비평형을 유발하고자 했던 장연이 보여준 예/아니오를 선택하는 형태의 질문은 학습자가 데이터를 인식하는데 적절하지 않았으며, 인지적 비평형 유발 및 이를 해소하기 위한 설명 제공에 적절하지 않은 교수법적 발화가 구현되었다. 또한, data-text의 변형 담화는 발견되지 않았으며, 최종적인 결과로서 과학지식을 전달하는 측면에서 모의수업이 구성되었다.

모의수업 시연에서 학습자의 과학지식 구성의

양상을 조사하기 위해 이 연구에서 도입했던 과학에 대한 증거-설명 중심의 접근 및 data-text의 변형 담화가 과학 교수학습에 가장 바람직한 접근이라고 주장할 수는 없다. 그러나 탐구를 통해 얻은 데이터 중 어떤 데이터가 증거로서 중요한지, 증거들을 바탕으로 설명을 도출할 때 필요한 과학의 원리로 무엇이 적절한지, 그리고 선택된 증거와 원리를 바탕으로 어떤 설명이 더 타당한지 등을 판단하고 결정하게 하는 인식론적 대화의 특징을 이해하는 것은 과학지식을 구성하는 합리적인 절차로서 매우 중요하다.

이 연구의 결과는 비록 세 명의 초등 예비교사의 사례로 제한되었지만, 예비교사의 모의수업 시연에 구현된 교수법적 발화를 data-text의 변형 담화 측면에서 발전적인 부분과 제한적인 부분을 상세하게 기술함으로써 과학적 의사소통 능력의 관점에서 예비교사의 과학 수업 역량을 증진시키기 위해 고려해야 할 지점을 파악해 볼 수 있었다. 첫째, 예비교사들의 과학 탐구에서 과학지식 구성을 위한 교수법적 발화는 data-text의 변형 담화 중 데이터 수집 및 인식에 많이 머물러 있었다. 인식한 데이터에서 탐구 문제를 해결하는데 필요한 증거를 구분하고 선택하는 인식론적 대화를 강조하는 것이 필요하다. 둘째, 증거를 바탕으로 증거들 간의 규칙성이나 패턴을 인식하여 설명 모델로 이어지는 과정에 대한 지도와 경험이 필요하다. 이 연구에 참여한 예비교사들이 data-text의 변형 담화 T4를 구현한 사례는 발견되지 않았다. 초등학교 과학 수업에서 데이터와 증거의 관계, 증거와 모델의 관계를 심층적으로 제시하기 어렵더라도 최종적인 설명 구성의 근거를 확보하는 인식론적 대화가 강조하는 것이 필요하다. 끝으로 이 연구에 참여한 세 예비교사의 모의수업 시연에서 공통적으로 탐구 문제에서 측정/관찰 활동으로 연결되는 data-text의 변형 담화 또한 발견되지 않았다. 초등 예비교사의 모의수업 또는 교육실습 수업에서 동기유발을 위한 짧은 활동 후에 학습 목표를 제시하는 전형적인 도입 방식이 과학지식 구성을 위한 인식론적 측면에서는 적합하지 않을 수 있다. 과학 수업에서 학생들이 탐구 문제를 인식하게 하는 적절한 지도 방법 및 탐구 문제에서 출발하여 관찰 및 측정 활동을 전개하기 위한 인식론적 대화 방식을 지도하는 것이 필요하다.

참고문헌

- 김경순, 윤지현, 박지애, 노태희(2011). 중등 과학 예비교사들의 수업시연 계획 및 실행에서 나타난 교과교육 지식의 요소. *한국과학교육학회지*, 31(1), 99-114.
- 노태희, 윤지현, 김지영, 임희준(2010). 초등 예비 교사들이 과학 수업 시연 계획 및 실행에서 고려하는 교과교육학지식 요소. *초등과학교육*, 29(3), 350-363.
- 손연아, 신종란, 민병미(2007). 생물 예비교사의 수업 시연에서 나타난 과학 수업 모형 적용 과정 분석: 마이크로티칭 기법을 활용하여. *한국생물교육학회지*, 35(3), 495-507.
- 윤혜경(2013). 과학 모의수업에 대한 반성 저널 쓰기와 토론을 통한 초등 예비교사의 생산적 반성 증진. *초등과학교육*, 32(2), 113-126.
- 윤혜경(2014). 수업 반성 저널의 메타 분석 활동을 통한 초등 예비교사의 생산적 반성 증진. *초등과학교육*, 33(2), 322-334.
- 한국과학창의재단(2019). 미래세대 과학교육 표준: 모든 한국인을 위한 과학적 소양. 한국과학창의재단.
- Bernstein, B. (2000). *Pedagogy, symbolic control and identity: Theory, research, critique* (Rev. ed.). Lanham, MD: Rowman & Littlefield.
- Duschl, R., Avraamidou, L., & Azevedo, N. H. (2021). Data-Texts in the sciences: The evidence-explanation continuum. *Science & Education*, 30, 1159-1181.
- 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.
- Duschl, R. A. (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., & Grandy, R. E. (Eds.). (2008). *Teaching scientific inquiry: Recommendations for research and implementation*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Merriam, S. B. (1998). *Case Study research in education: a qualitative approach*. San Francisco: Jossey Bass.
- 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, cross-cutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academies Press.

Sandoval, W. A., Enyedy, N., Redman, E. H., & Xiao, S. (2019). Organising a culture of argumentation in elementary science, *International Journal of Science Education*, 41(13), 1848-1869.