



과학 모델링 활동에 나타난 교사의 담화 분석 -지구과학 교사 연수 사례-

엄흥진¹, 심현진^{2*}

¹선주고등학교, ²경북대학교

A Discourse Analysis of Science Teachers' Scientific Modeling Activities: A Case from Earth Science Teacher Training

Heungjin Eom¹, Hyunjin Shim^{2*}

¹Seonju High School, ²Kyungpook National University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 5 April 2024

Received in revised form

26 April 2024

Accepted 25 June 2024

Keywords:

in-service teacher, small group, scientific modeling, discourse, linguistic expression, teacher training

ABSTRACT

We developed a small-group training program for in-service teachers focused on scientific modeling. We collected the discourses of the teachers who participated in the activity and analyzed them by type. The training program employed a collaborative approach in which a small group completed tasks and produced outputs based on the theme of 'galaxies and the Universe' to enable practical application in classes. Three in-service science teachers participated in the training program. Their discourses were recorded, transcribed, and classified into types based on individual turns and interaction units. The language expressions of the teachers reflected the unique characteristics of the teaching profession, with each participant having preferred language expression types, albeit with a generally low prevalence of specific language expression types across the participants. Differences in discourse characteristics related to the modeling theme, task presentation method, and model types, revealed that variations in the proportion of interaction unit types during the modeling design, build, and evaluation stages were primarily influenced by the teachers' familiarity with the modeling theme. While the task presentation method also influenced interaction types, model types had little impact on the distribution of interaction types. Considering these findings, training programs on modeling for in-service teachers should include a checklist to encourage sufficient interaction between participants as well as propose proper questions that can be effectively addressed through collaboration.

1. 서론

과학 모델링(scientific modeling)은 자연현상을 설명하고 예측하기 위해 사용되는 다양한 모델을 구성, 제작, 수정하는 활동이다(Kang, 2017). 모델링 활동은 탐구 질문으로부터 그것을 과학적 방법으로 해결하는 과학자의 연구 활동과 밀접한 관련이 있으며(Oh, Choi, & Paik, 2021), 대상과 대상의 특성에 대한 심도 있는 탐구를 통해 과학적 문제 해결 과정을 경험하고 과학적 사고 능력을 향상시킬 기회를 제공한다. 이러한 관점에서 미국과학교육위원회는 과학교육에서 모델링을 주요 활동으로 제시하며(NRC, 2012), 영국은 과학교육을 위한 국가 전략 프레임워크에서 모델링을 과학적 사고의 핵심 요소로 강조하고 있다(Hardman, 2017). 한국 과학과 교육과정에서도 2007 개정 교육과정 이래 모델의 활용(2007, 2009 개정 교육과정)과 모델링 활동(2015, 2022 개정 교육과정)이 꾸준히 강조되고 있다(MEHRD, 2007; MOE, 2011; 2015; 2021). 특히 지구과학 분야에서는 모델과 모델링 관련 과학교육 연구가 활발한데(Cho & Nam, 2017), 지구과학 분야에서 다루는 대상과 현상의 시공간적 규모가 크고 실험 조작이 불가능한 경우가 대부분이기 때문이다. 교사가 수

업에서 모델링을 활용한 교수학습을 수행하기 위해서는 모델링 과정을 이해하고, 모델을 제작하여 활용할 수 있어야 하지만(Cho, Kim, & Choe, 2017), 막상 현장 교사들은 모델링을 명확하게 이해하지 못하거나(Kang, 2017) 교육에 활용하기 어려워하는 경향이 있다(Cho, Nam, & Oh, 2017). 이는 교사 양성 과정에서 모델링 기반 교수학습을 접할 기회가 적었기 때문으로 풀이된다(Gilbert, 2004). 따라서 교사들의 모델링 활용 역량 향상을 위해 현직 교사들에게 모델의 설계, 제작 등 모델링을 경험할 수 있는 연수 기회를 제공하는 것이 필요하다(Justi & Gilbert, 2002).

과학 교과서에 제시된 모델을 구성, 제작하는 모델링 활동은 주로 탐구 활동의 성격을 지니며, 실험 수업을 주로 모둠으로 진행하는 한국 학교 현장의 특성상 모둠 활동의 일환으로 진행되는 경우가 많다(Oh, Choi, & Paik, 2021). 모둠 활동을 통해 구성원들은 서로의 생각, 이론, 탐구 결과를 공유함으로써 공동의 지식을 구성하고 확장할 기회를 얻는데, 이때 지식 공유의 주요 매체는 언어이다. 따라서 과학 교수학습 활동에서는 학습자들의 상호작용을 강조하며, 언어적 상호작용이 활발할수록 의견 교환과 정보 습득이 많아 효과적인 학습이 이루어진 것으로 본다(Lumpe & Staver, 1995; Richmond & Striley, 1996). 언어적 상호작용과 담화 분석에 대한 여러 연구는 구성

* 교신저자 : 심현진 (hjshim@knu.ac.kr)
http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2024.44.4.301

원의 균형 있는 참여가 과제 성취도와 탐구 능력의 수준 결정에 영향을 미친다는 것을 보여준다(Lim, Heo, & Kim, 2009; Ku *et al.*, 2007). 중·고등학생들과 예비교사를 대상으로 진행된 모둠 활동 연구들은 집단의 특성(크기, 구성, 수준, 학습 내용 등)에 따른 발화 유형과 참여자의 특성을 분석하여 수업 목표에 적합한 모둠 활동 전략을 제시한 바 있다(Cha *et al.*, 2005; Han, Park, & Ryu, 2011; Kang *et al.*, 2001; Lee *et al.*, 2002; Lee, Yoon, & Kang, 2014; Lim & Noh, 2001; Park & Lee, 2012). 즉, 담화 분석은 모둠 활동의 효과를 파악하고 모둠 활동 전략을 수립하는 수단으로 사용될 수 있다.

현직 교사를 대상으로 한 직무 연수와 자격 연수에서도 분임 토의라는 방식으로 모둠 활동이 흔히 도입되는 편이나, 전공 전문성과 관련해서는 여전히 강의식 연수의 빈도가 높다. 과학 교사를 대상으로 한 전공 연수의 주된 목적은 과학 내용 지식과 탐구 과정 지식, 교육과정에 대한 지식 등의 함양을 통한 전문성 신장이다(Sim, 2006). 그럼에도 불구하고 조사에 따르면 연수 경험에 대한 교사들의 만족도는 낮은 편이다(Cho, Ha, & Cha, 2008; Jeong & Kim, 2010; Kim *et al.*, 1991; Lee *et al.*, 2007; Sim, 2006). 낮은 만족도의 원인으로는 교육 현장에 실제적으로 도움이 되지 않는 교육 내용, 수동적인 입장에서 연수 참여 등이 있다(Choi, 2002; Kim *et al.*, 1991). 이를 해결하기 위해서는 수요자의 요구를 반영한 프로그램과 교사들이 능동적으로 참여할 수 있는 연수 방식이 대안이 될 수 있으며(Cha *et al.*, 2002; Nam *et al.*, 2012), 방법론적 측면에서 능동적 참여를 이끌 수 있는 가장 좋은 수단 중 하나가 모둠 활동이다(Driver, 1995; Fox, 1995; Tobin, 1997). 따라서 본 연구에서는 현직 교사 대상의 연수에서 모둠 활동의 질을 평가하고 연수 프로그램의 효과를 파악하고자 하는 목적으로 모둠 활동 과정에서 나타난 교사들의 언어적 상호작용을 분석하고자 한다.

담화 분석은 발화의 상황과 맥락을 고려해야 하므로 질적인 분석에 기초한 사례연구 방식으로 진행되어야 한다(Chin 2007; Chung & Shin, 2021; Creswell, 2012; Kayima & Jakobsen, 2020). 본 연구에서는 지구과학(천문학)의 ‘은하와 우주’ 분야에서 모델링 소재를 추출하여 이를 활용한 교사 연수 프로그램을 개발하고, 현직 교사로 구성된 소집단을 연수 프로그램에 참여토록 해 교사들의 담화로부터 개별 진술과 상호작용의 특성을 확인하는 사례연구를 진행하였다. 교사들로 구성된 소집단이 연수에 참여하여 과제를 수행하는 과정에서 나타난 복잡한 상호작용으로부터 모델링 소재의 친숙도가 모델링 방식에 미친 영향, 교사 간 협력 및 지식 공유에서 나타난 특성, 사회적 상호작용 과정을 통한 전문 지식의 함양 방식, 모델링 활용 역량 등을 분석하여 향후 모델과 모델링 활용을 통한 방식의 현직 교사를 대상으로 한 연수를 개발·운영하기 위한 시사점을 얻고자 하였다.

II. 연구방법

본 연구는 정량적인 자료 분석 결과에 정성적인 해석을 조합한 혼합 연구 방식으로 계획하고 수행하였다(Bryman, 2006; Creswell & Plano-Clark, 2007). 교사를 대상으로 한 연수 프로그램을 체계적으로 개발하고, 이를 현직 교사로 구성된 소집단에 적용하여 산출물과 담화를 수집하였다. 담화 내용은 전사한 후 분석틀을 이용하여 정량적 분석과 정성적 해석을 수행하였다. 이를 통해 결과에서 나타난

추세와 패턴을 객관적으로 식별할 수 있을 뿐만 아니라(정량적 분석), 연구 참여자의 태도와 행동을 탐색할 수 있었다(정성적 해석). 연구의 순서는 연수 프로그램 기획과 개발, 투입, 자료 수집, 분석 및 해석이다.

1. 연수 프로그램 기획과 설계

연수 프로그램은 현직 교사를 대상으로 소수의 참여자들이 협력하여 모델링을 활용해 산출물을 완성하는 과제로 내용을 구상하였다. 과학 교과에서 다루는 실제 대상과 현상은 과학 이론을 연결하여 설명해야 하는 복잡한 사려가 많아 모형을 활용하는 것은 대상의 속성을 이해하는 데 효과적이다(Oh, Jon, & Yoo, 2007). 과학과 교육과정이 개정될 때마다 최신의 과학 개념과 이론이 소개되고, 현장 교사들은 도입 시기에 어려움을 겪는다. 현직 교사를 대상으로 실시한 요구 분석에서도 새롭게 도입된 개념과 지식에 대한 이해, 수업에 활용할 탐구 소재 및 교수 방법에 대한 재교육의 기회를 요구하였다. 이를 토대로 연수 프로그램은 2015 개정 과학과 교육과정(MOE, 2015)에서 명시된 기능 중 ‘모형의 개발과 사용’에 초점을 맞추고, 소재는 2015 개정 과학과 교육과정의 지구과학I 교과에 새롭게 도입된 외부은하의 분류, 활동은하의 규모 모형, 우주팽창 모형 실험, 우주 모형으로 선정하여 기획하였다.

연수 프로그램의 개발은 교수체제설계(Instructional System Design; ISD)에서 가장 널리 활용되는 방식인 ADDIE 모형(Leshin, Pollock, & Reigeluth, 1992)을 따랐다. 분석(A) 단계에서는 교육과정 및 교과서를 탐색하였고, 주제 선정과 프로그램의 개발에 대한 요구를 알아보기 위해 설문조사를 실시해 그 결과를 바탕으로 내용과 프로그램의 유형을 선정하였다. 설계(D) 단계에서는 프로그램 개발의 목표를 명세화하였고, 현직 교사 4인으로 구성된 개발팀을 조직하여 프로그램에 포함되어야 할 내용과 프로그램의 구성을 협의하였다. 개발(D) 단계에서는 프로그램의 타당도와 신뢰도 확보를 위해 천문학 전공자, 지구과학교육을 전공한 현직 교사 및 과학교육 전문가 총 6인으로 구성된 세미나 그룹에서 현직 교사를 대상으로 한 연수 프로그램 내용 구성의 타당성, 실제 연수 실행에 있어 활동의 이해와 수행에 대한 용이성, 연구 목적 달성 기능 여부를 검토하였다. 실행(I) 단계에서는 연구 참여자와 동일한 조건의 집단에 예비 투입(pilot test)하여 소요 시간, 난이도, 자율적인 활동(별도 진행자 없이 활동 안내서에 기반한 자율적인 수행) 가능 여부 등을 검토하여 프로그램을 수정 및 보완하였다. 이후 평가(E) 단계에서 프로그램의 내용 및 수행의 타당성을 최종 검토, 확보하였다. 최종 개발된 연수 프로그램은 총 4차시로, 전체적인 설계와 구성, 차시별 산출물, 활용하는 모델의 유형과 특징을 Table 1에 제시하였다.

교사들이 다양한 모델링을 수행할 수 있도록 차시별로 소재에 적합한 모델 유형을 선택하였다(Harrison & Treagust, 2000b; Gilbert, 1991; Gilbert, Boulter, & Elmer, 2000). 1차시에서는 시각 자료를 분석 및 분류하여 분류 체계를 모델링하고, 이를 분류도(flowchart)의 형태(maps, diagrams, tables)로 표현하도록 하였다. 2차시는 구체적인 사물을 사용하여 크기를 축소화하거나 확대하는 규모 모형(scale model)을 실물로 제작하도록 하였다. 3차시는 추상적인 개념을 구체적으로 표현되(concept process model), 행동이나 활동으로 표현할

Table 1. Composition and operation guide of the developed training program

Contents of the training program						
Class	Theme	Task	Outputs	¹⁾ Type of Models used	²⁾ Representation mode of model	²⁾ Types of modeling teaching activities
1	'How can radio galaxies be classified?'	<ul style="list-style-type: none"> • Designing a classification system • Applying the designed system to data 	Classification system (flowchart drawings)	Maps-diagrams-tables	Visual mode (diagram)	Learning to create new models
2	'Various types of active galaxies, but only one entity?'	<ul style="list-style-type: none"> • Building a 3-dimensional scale model of a large-scale object • Interpreting the observation based on the model 	3-dimensional scale model	Scale models	Concrete mode	
3	'Looking for a new universe expansion experiment...'	<ul style="list-style-type: none"> • Designing a new model experiment • Evaluating the developed experiment 	Model experiment (prescription writings)	Concept process models	Gesture mode Symbolic mode	Learning to reconstruct a model
4	'The cosmological constant (Λ) created by Einstein's mistake'	<ul style="list-style-type: none"> • Converting datapoints into plots (charts) • Representing mathematical and physical interpretation of the plots 	Scatter plots with line overplotted (datapoints converted to charts)	Maps-diagrams-tables	Visual mode (graph)	
Talk about your impressions of participating (discussion)						

Table 2. List of information about research participants

Participant	Working school level	Total teaching years	Teaching years in high school	Major and degree
Teacher A	High school	12	8	Earth Science Education Major & Master's course in Science Education
Teacher B	Middle School	11	1	
Teacher C	Middle School	4	-	

수 있도록(gesture mode model) 하였다. 4차시에서는 1차시와 유사하게 자료를 다른 형태로 표현하고 시각화하여 그림 모델(diagrams)을 제작하도록 유도하였다.

2. 연수 프로그램 투입

지구과학을 전공한 현직 교사 중 목적적 표집(purposeful sampling; Creswell, 2012; Maxwell, 2005; Spradley, 2016; Strauss & Corbin, 1998) 방식으로 연수 참여에 적극적인 3명의 교사를 참여자로 선정하였다. 친분이 두터운 참여자들을 대상으로 한 예비 투입(pilot test)에서 사적 발화의 비중이 높고, 모델링 과정에서 토의와 합의를 거치지 않은 채 독단적으로 모델을 제작하는 상황이 빈번히 관찰되는 문제가 있어, 이러한 문제를 해소하고 상호존중의 태도를 갖고 언어적 상호작용을 통한 아이디어 교류와 협력이 이루어질 수 있는 참여자를 선정하였다. 소집단을 3인으로 구성한 이유는 소외 구성원을 없애고 활발한 상호작용을 위해서이다(Lim, Kim, & Lim, 2020). Table 2에 연구 참여자의 일반적인 정보가 제시되어 있다.

참여한 교사들은 연수 프로그램을 진행할 당시 고등학교(교사 A)와 중학교(교사 B, C)에 근무하고 있었고, 교사 A, B, C의 교직 경력은 각각 12년, 11년, 4년이다. 은하 및 우주 분야에서의 교수 경험을 확인

한 결과, 교사 A는 고등학생을 대상으로, 교사 B는 중·고등학생, 교사 C는 중학생을 대상으로 은하와 우주팽창에 관한 내용을 교수한 적이 있었다.

참여자들은 2021년 8월 8일, 약 8시간(오전 2차시, 오후 2차시) 동안 대면 모둠 활동 방식으로 소집단 연수에 참여하였다. 연수 프로그램에서 안내된 과제를 개별 또는 협력하여 모델링 산출물을 제작하였고, 안내서에 제시된 활동에 대한 토의와 평가 활동을 진행하였다. 연구자는 활동의 전체적인 흐름을 이해하기 위해 비참여 관찰(non-participant observation)을 진행하였다(Cooper, Lewis, & Urquhart, 2004).

3. 자료 수집

모든 차시의 활동 내용은 참여자의 동의를 얻어 동영상으로 촬영하였고, 녹음된 대화는 텍스트로 전사하였다. 전사 작업 후 녹화 영상을 보면서 텍스트에 기재된 내용과 상황을 확인하고, 불확실한 부분은 연구자가 참여 관찰하며 작성한 관찰 기록과 대조하여 확인하였다(Seong & Choi, 2007). 언어로 표현되지 않은 잠시 멈춤, 오래 멈춤, 동시에 말함, 분석 불가 등은 기호로 처리하고(Wodak, 1999), 대화 중 상대방의 질문 및 의견 제시에 대해 행동으로 긍정 혹은 부정의 의미를 전달한 경우는 맥락이 끊기지 않도록 괄호 안에 기재하였다(Seong & Choi, 2007).

정리한 텍스트를 '개별 진술'과 '상호작용' 단위로 구분하였다. '개별 진술'은 한 사람의 발언이 발화된 뒤 자발적으로 혹은 다른 사람의 발언이 시작되면서 이전 발언이 종료되는 부분까지로 정의하였다(Joo, Kim, & Noh, 2012; Joo, Kim, & Noh, 2014). 하나의 발화는

1) '모델의 유형(Model Typology)'은 각 차시의 결과물 형태에 근거하여 결정하였다(Harrison & Tregust, 2000b).
 2) 교사가 교수활동에서 모델을 활용할 때, 모델이 가지는 교육적 의미와 활용 방법에 근거하여 '모델의 표현 모드'와 '모델링 교육 활동 유형'을 결정하였다(Gilbert, Boulter, & Elmer, 2000).

둘 이상의 연속된 문장으로 구성될 수 있고, 이때 각 문장은 연속적이거나 같은 맥락에서 제시되어야 한다는 기준도 적용하였다. 그리고 2개 이상의 개별 진술이 하나의 초점에 맞추어져 있을 때 포함된 개별 진술들을 묶어 ‘상호작용’으로 정의하였다(Joo, Kim, & Noh, 2014; Kim, 2005). 질문, 의견 제시 등으로 인해 대화의 초점이 바뀌었을 때는 새로운 상호작용 단위가 시작되는 것으로 간주하고(Hogan, 1999), 구분한 상호작용 단위마다 내용을 고려하여 제목을 붙였다.

4. 자료 분석

개별 진술에 대한 분석과 상호작용에 대한 분석을 위해 각각에 적용 가능한 분석틀(Table 3, 4)을 개발하였다. 개별 진술의 경우, Hogan (1999)이 개발하고 이후 국내 다수 연구(Kang, Kim, & Noh, 2000; Kim & Choi, 2009; Seong & Choi, 2007)에 적용된 분석틀을 본 연구의 상황에 적합하도록 일부 수정, 보완하여 활용하였다(Table 3). 질문, 응답, 의견 제시, 의견 받기의 범주로 구분하였으며, 각각의 범주에서 진술의 구체성과 정교성을 고려하여 진술 유형의 층위를 나누고 코드를 부여하였다. 분류 코드의 숫자가 클수록 구체성과 정교성이 요구되

는 고차원의 인지적 진술을 의미한다(Kim & Choi, 2009).

상호작용 단위의 분석틀은 Joo, Kim, & Noh (2014)의 연구에서 사용한 분석틀을 모형의 설계/제작/평가로 이어지는 과제 해결 과정에 중점을 두고 일부 수정하여 활용하였다(Table 4). 역시 설계/제작/평가 범주에서 상호작용의 수준을 고려하여 단순한 상호작용과 정교한 상호작용으로 구분하였다. 정교한 상호작용에는 참여자들의 의견이 누적되어 총체적인 결론이 도출되는 누적형, 의견을 수용하여 교정 혹은 수정이 일어나는 교정형, 수용이 일어나지 않을 때 논쟁을 통해 설득이 일어나는 설득형, 갈등이 해결되지 않는 논쟁형이 있다.

개발한 분석틀을 텍스트에 적용하여 분류를 수행한 뒤, 분석틀을 보완하고 이를 텍스트에 다시 적용해 검토하는 지속적 비교 방법(constant comparative method; Strauss & Corbin, 1990)을 사용해 최종적으로 분석틀을 확정하였다. 확정된 분석틀을 사용해 두 명의 저자가 분석을 별도로 수행한 다음 교차 분석하여 분석자 간 일치도(intercoder agreement)를 검증하였다(Cohen, 1960; Staver & Lumpe, 1995). 다섯 차례의 확인 및 검토 과정을 거쳐 0.97의 Cohen’s Kappa 계수를 확보하였으며, 자료 분석 과정에서 촬영 영상, 녹음된 대화 텍스트, 관찰일지, 산출물, 활동 후 진행된 토의 및 평가 인터뷰 등의

Table 3. Scheme for dialogue analysis: turn types

Category	Description	Type	Code
Question (질문)	Turn that asks question to other participants	Simple question (단순 질문) <i>question that can be answered by yes or no, question that requires prompt answer to check the surface meaning</i>	CQ1
		Related question (관련 질문) <i>question that asks to check content knowledge related to the tasks</i>	CQ2
		Elaborative question (정교화 질문) <i>question that requires the detailed and specific explanation to the content knowledge, question that invokes cognitive conflicts for scientific concepts</i>	CQ3
Response (응답)	Turn that is made in reaction to other participants' words	Simple response (단순 응답) <i>answer with yes or no, answer that repetitively confirms the idea</i>	CR1
		Related response (관련 응답) <i>answer to briefly explain the related content knowledge</i>	CR2
		Elaborative response (정교화 응답) <i>answer that provides explanation using scientific concepts and knowledge, answer that uses analogy, answer that contains causal links between phenomena</i>	CR3
Making Suggestion (의견 제시)	Turn that suggests something to other participants	Explanation (설명) <i>delivery of additional information</i>	E
		Simple suggestion (단순 제안) <i>suggestion that does not require a prompt action</i> <i>suggestion that requires a prompt action, and simple action</i>	CS1
		Specific suggestion (구체화 제안) <i>suggestion that request a specific action with more than one steps</i>	CS2
		Elaborative suggestion (정교화 제안) <i>suggestion that request a specific action by presenting logical reasons, detailed examples, pros and cons.</i>	CS3
Receiving Opinion (의견 받기)	Turn that takes other participants' suggestions (i.e., in reaction to Cognitive - Making Suggestion)	Acceptance (수용) <i>agreeing to the suggestions</i>	CO1
		Simple counterargument (단순 반론) <i>a prompt objection to the suggestion</i>	CO2
		Accommodative expansion (확장적 반론) <i>agreeing to the suggestions, and adding one's own opinions</i>	CO3
		Logical counterargument (논리적 반론) <i>presenting counterarguments with based on logical reasons</i>	CO4
Others (기타)		Mumble (혼잣말)	O
		Incompletely ended expression (불완전한 종료)	I

Table 4. Scheme for dialogue analysis: interaction types

Category	Subcategory	Type	Code
Design (설계)	Simple (단순)	Simple design (단순 설계) <i>episode consists of limited number of questions and answers simple questions and answers about design</i>	DS
		Cumulative design (누적 설계) <i>new information is cumulated through interaction</i>	DE-Cu
	Elaborative (정교화)	Corrective design (교정 설계) <i>one participant's idea is corrected by others</i>	DE-Co
		Persuasive design (설득 설계) <i>agree with other participants' opinions differences in opinions between participants disappeared</i>	DE-Pe
		Disputed design (논쟁 설계) <i>different opinions are confronted with each other, and disagreement is not resolved</i>	DE-Di
Build (제작)	Simple (단순)	Simple build (단순 제작) <i>episode consists of limited number of questions and answers simple questions and answers about build</i>	BS
		Cumulative build (누적 제작) <i>new information is cumulated through interaction</i>	BE-Cu
	Elaborative (정교화)	Corrective build (교정 제작) <i>one participant's idea is corrected by others</i>	BE-Co
		Persuasive build (설득 제작) <i>agree with other participants' opinions differences in opinions between participants disappeared</i>	BE-Pe
		Disputed build (논쟁 제작) <i>different opinions are confronted with each other, and disagreement is not resolved</i>	BE-Di
Evaluate (평가)	Simple (단순)	Simple evaluate (단순 평가) <i>episode consists of limited number of questions and answers simple questions and answers about evaluate</i>	ES
		Cumulative evaluate (누적 평가) <i>new information is cumulated through interaction</i>	EE-Cu
	Elaborative (정교화)	Corrective evaluate (교정 평가) <i>one participant's idea is corrected by others</i>	EE-Co
		Persuasive evaluate (설득 평가) <i>agree with other participants' opinions differences in opinions between participants disappeared</i>	EE-Pe
		Disputed evaluate (논쟁 평가) <i>different opinions are confronted with each other, and disagreement is not resolved</i>	EE-Di

내용을 지속적으로 비교·검토하며 삼각검증(triangulation)을 유지하였다(Guba & Lincoln, 1981). 대화와 인터뷰 텍스트 등 수집한 자료는 기본적으로 참여자의 표현에 의존한 자료로, 상호작용에 있어 참여자 간 친밀도, 나이나 경력 차이에 의한 위계 등 심리적 영향을 배제할 수 없다. 또한, 이 연구가 단일사례를 다루고 있으며 3명의 참여자에 의존하기 때문에 참여자 개인의 특성이 결과에 크게 반영되었고 연구 결과를 일반화하는 데에는 제한점이 존재한다.

Table 5~6은 분석틀을 적용해 개별 진술 분석과 상호작용 분석을 진행한 예시를 보여준다.

III. 연구 결과 및 논의

4차시에 걸쳐 진행된 소집단 연수 프로그램 동안 교사들의 담화를 텍스트로 전사하여 분류한 결과, 과제와 관련이 없거나 끝맺음이 불완전한 발화를 제외하고 총 999개의 개별 진술 단위와 총 127개의

상호작용 단위가 확인되었다(Table 7). 이를 바탕으로 담화에 나타난 특성을 분석하였다.

1. 참여자의 특성

소집단 연수 프로그램에 참여한 3명의 교사는 연수 내용을 수업에 활용하는 데에 관심이 많았고, 주어진 과제를 해결하기 위해 개념 이해, 협력, 경험 공유 및 수업에의 적용 방안 탐색 등을 주제로 한 담화를 나누었다. Table 8은 2차시에서 모델을 제작하는 담화의 일부로, 교사 A가 실제 수업에서 모델 제작 활동을 실시할 때 나타날 수 있는 오개념의 형성과 표현의 오류 등 한계를 언급하고 있다. 이처럼 교사들은 협력 과정에서 모델과 모델링의 적용에 대한 아이디어 및 전략을 공유하며, 연수 프로그램의 활용성을 점검하는 데에 중점을 두는 태도를 보였다.

Table 5. Excerpt from a group activity about model experiment on expansion of the Universe

Episode	Person	Line	Turn	Code (turn)	Code (interaction)
[3차시] OHP를 이용한 우주팽창모형실 험의 제안	C	17	“여기 이거 거의 똑같은 건데 하나만 배울 인쇄된 거거든요.”	CR2	DE-Cu
	A	18	“뭐가 배울 인쇄되었다고?”	CQ1	
	B	19	“OHP, 거기에 점들이 인쇄예요.”	CR1	
	C	20	“여기 OHP 두 장에 이제 하셔야 할 게 임의의 한 은하를 선택해서서 두 장을 똑같이 겹치게 해 보세요 그러면 그 중심으로 가까이 있는 애들은 조금씩 멀어지고 ...”	CS3	
	A	21	“오 이거 좋다. 이게 (지금까지 한 것 중에) 제일 좋다.”	CO1	
	C	22	“... 멀리 있는 은하는 (두 점 사이에) 엄청 거리가 멀리 떨어져 있어요.”	E	
	A	23	“근데 이거 어떻게 만든 건데? (가장자리 직사각형 테두리가) 똑같은데 어떻게 배울이 달라진 건데?”	CQ2	
	B	24	“안에다 확대된 그림을 넣었나 봐요. 테두리는 똑같이 하고.”	CR2	
	C	25	“하나를 인쇄하고, 그거를 배울 확대해서 복사한 거예요.”	CR2	
	A	26	“아. 그러면 테두리를 일치시키면 되는 거야?”	CQ2	
	C	27	“아니요 하나의 은하를 지정하셔야 해요 하나 해 보시고 다른 것들도 다 해 보세요 그러면...”	CR2	
	A	28	“테두리를 없애면 좋을 것 같다. 있으니까 방해가 되네.”	CS1	
	[3차시] OHP를 이용한 우주팽창모형실 험의 활용과 보완	A	51	“이게 몇 배로 확대했는지는 모르는 거죠?”	
C		52	“네.”	CR1	
A		53	“애들 보고 복사기로 해 보라고 해도 이렇게 나올까?”	CQ1	
C		54	“학생들한테 복사기를 사용해서 배울 확대하라고요?”	CQ1	
A		55	“네네. 예를 들면, A4를 B4 이런 식으로 확대하라고 하면 이렇게 나올까? 110%인가 그러면?”	CR1	
C		56	“그러면 점도 막 커지거나 하지 않을까요?”	CQ3	
A		57	“그러게 이거 두 개는 지금 점이 거의 똑같은데... 신기하네.”	CQ3	
C		58	“은하들의 크기가 변하면 안 될 것 같아요.”	CR2	
A		59	“그렇지. 그러면 확대 복사는 하면 안 된다는 말인데 어떻게 해야 하지?”	CQ1	
B		60	“뭔가 점의 크기는 고정시키고 생 노가다를 해야 하나... 간단한 기술이 있을 것 같지는 않은데 말이에요.”	CR1	
	A	61	“그럼 단순히 확대하면 안 될 것 같고 ...”	CR1	BS
	B	62	“저는 그렇게 해요. 만약 한다고 하면 (시간이 흐름에 따라) 팽창하는 것만으로 생각하잖아요? 그래서 거꾸로 돌려보는 거예요. 우주가 실제 (중심으로서의) 한 점이 있을까?하면 점점 옛날에 어디 모여 있는 게 보일 것 같아서...”	CS1	

Table 6. Excerpt from a group activity about the comparison of cosmological models

Episode	Person	Line	Turn	Code (turn)	Code (interaction)
[4차시] 임계밀도가 1인 우주모형의 물질과 에너지	C	40	“우선 저기 두 (성분), 물질이랑 에너지, 암흑에너지 이렇게 더해서 1인 경우에 평탄 우주라고 하던데, 사실 왜 그런지에 대해서 생각은 안 해 봤습니다.”	E	EE-Co
	B	41	“더해서 1인 경우에 (평탄 우주라고)?”	CQ3	
	C	42	“네 두 개 합이 1이면 무조건 평탄 우주예요. 그래서 암흑에너지 0.3, 0.7인 것도 암흑에너지가 있으니까 가속 팽창하는 평탄 우주고, (물질이) 1.0이고 (암흑에너지가) 0이다 이러면 가속 팽창하지 않는 평탄 우주인 거죠.”	CR3	
	A	43	“근데 그계 머릿 속으로 그려져요? 가속 팽창하지 않는 평탄 우주가?”	CQ3	
	C	44	“아니요. 사실 거의 시험(을 치를) 용으로...” (다같이 웃음)	CR1	
	A	45	“그러니까 내가 (책과 자료를) 뒤져봤을 때는 결국은 관측 가능한 물질을 썼을 때 0.3 밖에 안 나온 거지. 그래서 임계밀도만큼 1이 채워져야 평탄 우주가 되는데 그만큼 모자란 게 있어야 하니까 암흑에너지가 있을 것이다, 해서 0.7을 (암흑 에너지의 양으로) 잡았다 이걸 어디서 봤는데.”	E	
	C	46	“네 임계밀도가 현재의 기준점이니까.”	CO1	
	A	47	“그렇지. 근데 그 현재가 임계밀도를 만족한다는 것도 이게 가속 팽창을 하더라도 그러니까 열린 우주라 하더라도 1에 가까울 수 있다 이거인 거지. 딱 1이 아니고 1.xxx ... 1보다 약간 더 크거나 작을 수도 있잖아요? 그러면 열린 우주가 될 수도 있는 거고 그래서 사실 우리 우주가 평탄 우주가 맞냐 이것도 사실 잘 모르겠어요.”	CQ3	

Episode	Person	Line	Turn	Code (turn)	Code (interaction)
[4차시] 우주모형에 따른 우주의 척도인자 변화 그래프 작성 및 해석	B	48	“근데 (그래프를 그리던 종이를 가리키며) 애(이 모형)는 더해서 딱 0인데? 근데 평탄 우주가 아닌 거예요?”	CQ3	EE-Co
	A	49	“이건 허블이 얘기한 그런 거 암흑 물질, 암흑 에너지 이런 개념 자체가 없을 때, 우주는 그냥 등속도로 팽창한다는 가정을 했는 거 아닐까?”	CR3	
	B	50	“저는 가속 팽창하면 열린 우주인 줄 알았거든요. 지금까지.”	E	
	A	51	“그거랑은 완전 별개의 개념인 거지. 가속 팽창, 감속 팽창, 등속 팽창하고 우주에 뭐 열렸다? 이거하고는 완전히 개념이 다른 거. 그래서 난 그 두 가지가 연결이 안 돼요.”	E	
	B	52	“그러면 지금 이야기하는 거는 우주의 모양에 영향을 주는 게 아니고, 우주가 빠르게 가속되느냐 안 되느냐의 문제는 열린 우주냐? 닫힌 우주냐 평탄 우주랑은 별개의 이야기라는 거예요?”	CR3	
	A	53	“그러니까.”	CR3	
	B	54	“(다른 모형을 가리키며) 애는 (총 밀도가 임계 밀도의 단위로) 6.0이잖아요?”	CQ2	
	C	55	“그런데 애는 이제 물질만 있는 거니까 계속 감소하는 거죠. 팽창하는 힘이 없어요.”	CR3	
A	56	“6.0 이거는 닫힌 우주인 거겠네. 이렇게 보면.”	CR3		

Table 7. Quantitative classification of discourse in each class

Unit category	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Total
Turn units	290	359	168	182	999
Interaction units	41	47	21	18	127

Table 8. Example of discourse sharing information on errors that occur in classes using models

Episode	Person	Line	Turn	Code (turn)	Code (interaction)
[2차시] 모형 제작 방식에 대한 검토	B	59	“(망을 들어 보이며) 이것을 채우는 것은? (재료를 가리키며) 저것들로 채우면 안 되냐?”	CQ1	BE-Di
	A	60	“그런데, 모형을 만들 때는 조심해야 할 것 같아.”	CQ1	
	B	61	“모형으로 만드는 방식이요?”	CQ1	
	A	62	“응, 오히려 오개념을 만들 수 있을 것 같고, 잘 표현된 그림이나 사진, 이런 종류의 것들을 제시하는 것도 좋은 방법인데... 이처럼 모형을 만드는 것은 한계가 많아. 아무래도 학생들이 잘 만들지도 못하고, 더 볼품없을 것 같아.”	CR3	

활동에 참여한 교사 A, B, C 각자가 선호하는 진술 유형의 분포를 살펴보면 Figure 1과 같다. 교사들의 언어 표현은 목적과 상황에 따라 다양할 것으로 보이지만 실제 사용하는 언어 표현은 제한적이며, 선호하는 언어 표현도 확인할 수 있었다. 교사 A의 경우 상대적으로 ‘질문’ 사용이 빈번하였고, 교사 B는 ‘의견 제시’, 교사 C는 ‘응답’ 유형의 진술이 높은 비율로 나타났다. 선호하는 언어 표현의 분포는 차시에 따라 크게 달라지지 않았다.

관찰일지에 기록된 내용은 ‘교사 A: 이해가 될 때까지 질문하고, 비판적으로 이해하고자 함’, ‘교사 B: 가장 먼저 행동하고, 활동 전개를 주도함. 아이디어를 꾸준히 제시함’, ‘교사 C: 교사 A의 질문에 주로 응답하는 역할, 상호작용할 때 관련 활동과 학습 내용의 연결 및 정리함’으로, 활동 중 각 참여자의 역할이 자연스럽게 배분되었음을 확인할 수 있다. 교사들의 교수학습 상황에서의 언어 표현은 교직 생활을 하면서 체화되고 강화되기 때문에(Kang, 2014) 선호하는 언어 표현의 진술 유형은 교직 생활, 교수학습관과 관련이 있다고 판단된다(Lee, Chang, & Kim, 2013). 연수 프로그램을 마친 후 진행된 개별 면담에서 각자의 이상적인 교사상과 이상향의 수업을 묻는 질문에 교사 A는 “지식과 개념을 정확하게 가르치는 교사이며, 이를 통해 학생들이 명확한 이해에 도달하는 수업”을, 교사 B는 “학생들이 스스로 지식과 원리를 스스로 깨우치도록 돕는 교사이며, 정확한 지식에 도달하지 못하더라도 탐구의 방법, 또는 탐구의 경험을 제공하는 수

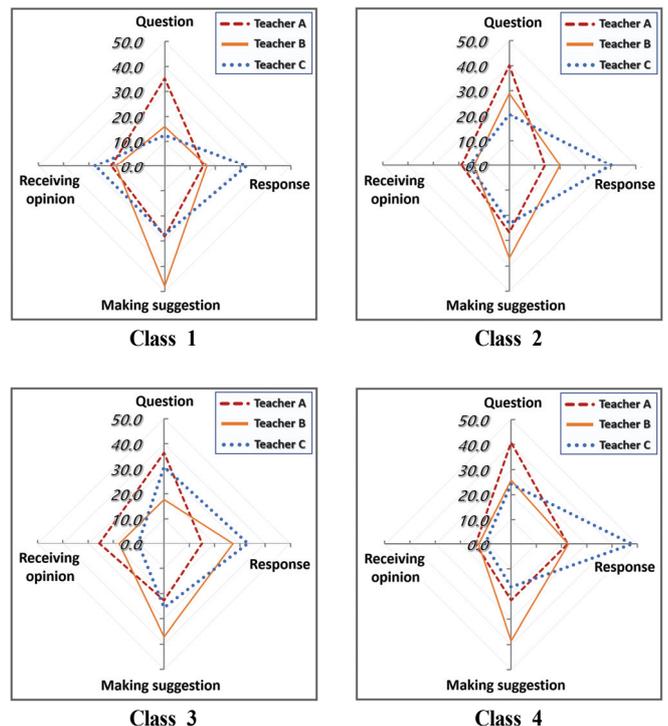


Figure 1. Proportion (%) of turn units by category for the three teachers. Panels Class 1 to Class 4 are the results of each class

Table 9. Example of discourse showing clear communication through interaction

Episode	Person	Line	Turn	Code (turn)	Code (interaction)
[2차시] 활동은하핵통일 모형 중 제트 제작하기	B	52	“(은하 카드를 분류도에 갖다 대며) 붙이는 게 어디에 있지?”	CQ1	BS
	A	53	“붙이는 거? ... (접착 스프레이를 내밀며) 이 스프레이 새것이지?”	CQ1	
	B	54	“그건 종이에 붙일 때 잘 되지 싶은데요.”	CS3	
	A	55	“아, 그래?”	CQ1	
	B	56	“네, 종이와 종이를 붙일 때 사용하라고 되어 있어서요.”	E	
	A	57	“여기 풀도 있고... 뭐, 다양하게 있긴하네.”	CS1	
	B	58	“양면 테이프로 붙여도 되겠네요!”	CS1	

업”을 위해 노력하고 있었다. 교사 C는 “지식은 수업을 통해 전달되는 것이 아니라 학생들이 구성하는 것이며, 탐구를 통해 이해하는 것이 중요해 교사는 (학생들이 탐구할 수 있도록) 판을 깔아주고 탐구를 도와주는 수업 도우미”가 되어야 한다고 답했다. 이를 종합해 보면, 세 교사가 추구하는 교수학습관과 교사상은 서로 다르며, 프로그램 활동 중 선호한 진술 유형은 각자가 지향하는 교수학습 방향과 일치한다는 것을 확인할 수 있었다. 명확한 이해를 추구하는 교사 A는 ‘질문’을, 학생들에게 경험을 제공해야 한다고 생각하는 교사 B는 ‘의견 제시’를, 학생들에게 도움을 주어야 한다고 생각하는 교사 C는 ‘응답’을 선호하였다. Table 9는 이들의 상호작용을 통해 의사소통이 명확화되어 가는 과정의 한 예시로, ‘질문’(교사 A)과 ‘의견 제시’(교사 B) 유형의 진술을 통해 교사와 학생이 상호작용하듯이 상대방이 스스로 문제를 해결할 수 있도록 유도하는 과정이 나타났다.

한편, 참여자들의 진술에는 공통적으로 ‘의견 받기’ 유형의 비율이 매우 낮았다. ‘의견 제시’에 비해 ‘의견 받기’의 비율이 낮다는 것은 타인의 의견을 수용하거나 반론을 제기하는 언어 표현에 낯설다는 것을 의미한다(Lim, Kim, & Lim, 2020). 학생을 대상으로 언어적 상호작용을 조사한 선행 연구에서는 ‘의견 받기’ 진술이 차지하는 비율이 ‘의견 제시’ 진술의 절반에 불과하다는 점을 한국 교육에서 의견 교환을 통해 타인의 의견을 수용하는 토론 경험 제공이 부족한 탓으로 해석하였다(Lee *et al.*, 2002). 교사들의 경우에도 고등교육 이전에 체화된 언어 습관이 고착되어 ‘의견 받기’ 유형의 진술 비율이 낮았던 것으로 사료된다.

2. 모델의 소재와 유형에 따른 상호작용의 특성

Table 10은 상호작용 단위 분류틀(Table 4)을 사용하여 차시별 담화를 분석한 결과이다. 프로그램 전체에서는 모델의 ‘설계(Design)’에

관한 상호작용이 대략 13%, ‘제작(Build)’에 관한 상호작용이 대략 61%, ‘평가(Evaluate)’에 관한 상호작용이 26%를 차지하였으며, 차시별로는 상호작용의 각 유형이 차지하는 비율이 조금씩 달랐다. 1, 2차시에서는 3, 4차시에 비해 ‘설계’가 차지하는 비율이 낮고 ‘제작’이 차지하는 비율이 높았으며, 특히 ‘제작’의 경우 1, 2차시에서는 정교한(elaborative) 상호작용이 훨씬 많은 반면, 3, 4차시의 경우 단순한(simple) 상호작용이 조금 더 많았다.

이러한 차이가 나타난 이유로 우선적으로 모델링 소재의 차이를 들 수 있다. 1, 2차시의 모델링 소재(전파은하, 활동은하핵통일모형)는 2015 개정 과학과 교육과정의 교과서에서 주요 키워드로 다루지 않는 다소 생소한 대상인 반면, 3, 4차시의 모델링 소재(우주팽창, 우주의 가속팽창)는 교과서에서 증점적으로 다루는 개념으로 참여자들이 친숙하게 접한 경험이 있다. 생소한 대상을 모델링으로 제작하는 과정은 추상적인 개념을 실물로 창조하는 활동인 반면, 친숙한 소재의 경우 교사들이 교과서와 교사용지도서에서 삽화라는 모형을 경험하였기 때문에 3, 4차시에서 제시한 모델링은 모형을 재구성하는 활동이다. 때문에 친숙한 소재의 경우 자신의 주장을 적극적으로 개진하며 충분한 설계를 선행한 뒤 제작에 돌입했지만, 생소한 소재를 다룰 때는 설계 단계에서 제작을 위한 논의가 체계적으로 이루어지지 못하고 다음 단계인 제작으로 진행했다. 한편, 제작 단계에서는 생소한 소재를 이용할 때 명확한 이해에 도달하기 위한 다양한 수준의 정교한(elaborative) 상호작용이 나타났고, 친숙한 소재를 이용할 때는 기존 지식과 확신을 바탕으로 단순한(simple) 상호작용이 이루어지는 경향이 있었다.

매 차시에서 요구한 과제 해결 방식 역시 소재에 대한 친숙함 못지 않게 상호작용의 특성에 영향을 준 것으로 확인되었다. 1, 2차시에서는 새로운 모델을 제작해야 하고, 3, 4차시에서는 기존에 알고 있던 모델을 다른 방식으로 혹은 다른 형태로 재구성하는 과제가 부여되었

Table 10. Discourse distribution (frequency, proportion [%]) of interaction unit categories

Unit category		Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Total
Design	Simple	0 (0.0%)	2 (4.3%)	1 (4.8%)	1 (5.6%)	16 (12.6%)
	Elaborative	2 (4.9%)	3 (6.4%)	4 (19.1%)	3 (16.7%)	
Build	Simple	7 (17.1%)	3 (6.4%)	7 (33.3%)	7 (38.8%)	78 (61.4%)
	Elaborative	23 (56.1%)	24 (51.0%)	5 (23.8%)	2 (11.1%)	
Evaluate	Simple	0 (0.0%)	2 (4.3%)	2 (9.5%)	2 (11.1%)	33 (26.0%)
	Elaborative	9 (21.9%)	13 (27.6%)	2 (9.55)	3 (16.7%)	
Total		41 (100.0%)	47 (100.0%)	21 (100.0%)	18 (100.0%)	127 (100.0%)

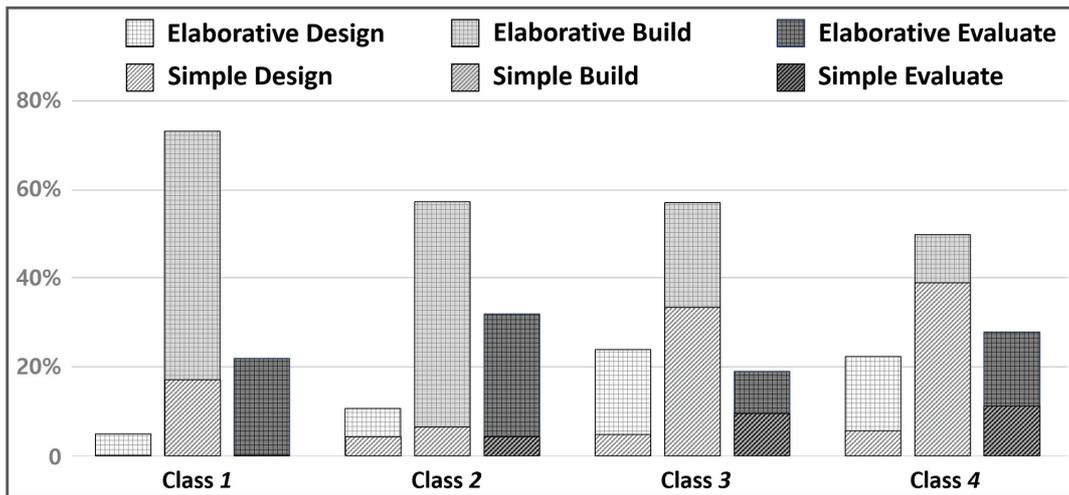


Figure 2. Proportion (%) of discourse based on interaction units at each modeling stage

다(Table 1). 3, 4차시에서 ‘평가’ 단계의 상호작용 숫자가 상대적으로 적은 까닭은, 모델을 재구성하는 과정을 통해 (이미 알고 있던) 자신의 지식 체계를 재점검하고 확인해 보는 과정은 있었지만, 이 과정이 모델 자체를 평가하고 개선, 보완할 필요성을 제기하지는 않았기 때문이라고 해석할 수 있다. 정교한 제작보다 단순한 제작의 비율이 높은 것도 동일한 이유로 판단된다.

반면, 활용한 모델의 유형과 표현 방식은 상호작용 유형별 비율과 크게 관련이 없는 것으로 보인다. 1차시와 4차시에 활용된 모델은 모두 시각적으로 표현된 모델(visual mode model, maps-diagrams-tables)로 분류되, 그래프, 표 등이지만 Figure 2에서 확인할 수 있는 것과 같이 두 차시에서의 유형별 상호작용 분포 양상에 큰 차이가 있다. 모델의 제작 과정을 비교한 결과, 1차시의 경우 정교한 제작이 단순한 제작보다 높은 비율을 보이는 반면, 4차시의 경우 단순한 제작이 정교한 제작보다 더 높은 비율을 보인다. 설계와 평가 단계에서도 일치하는 경향을 확인할 수 없다. 정리하면, 모델링 활동에서 대화를 통한 상호작용에 영향을 미치는 요소는 모델의 유형보다는 내용 소재와 과제 제시 방식이라고 할 수 있다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 은하와 우주 분야의 교과 내용으로 모델링 활동 과제를 해결하는 연수 프로그램을 개발하여 현직 교사로 구성된 소집단에 적용하고, 활동 중 나타난 담화를 분석하였다. 기존 교육과정이나 교과서를 통해 교사들이 친숙하게 느끼는 소재(우주팽창)와 다소 생소한 소재(전파은하, 활동은하)를 연수 프로그램의 소재로 하여 교수활동으로서의 소재 활용에 대한 친숙도에 따라 참여 교사들의 언어적 상호작용의 특성을 살펴보았다. 또한 소재에 적합하게 다양한 유형의 모델을 제작, 재구성하는 경험을 제공하고 각각에 대한 교사 집단의 상호작용을 분석함으로써 향후 모델링 활용에 관한 교사 연수를 기획, 실시할 때의 시사점을 찾고자 하였다. 활동 참여를 통해 발화된 개별 진술과 상호작용을 분석한 결과, 다음의 결론을 도출하였다.

첫째, 참여 교사들의 개별 진술 유형으로는 타인의 의견을 수용하는 ‘의견 받기’의 비율이 낮았으며, 교사들이 선호하는 진술 유형은

학교 현장에서 교사의 역할인 지식 확인, 개념 이해, 그리고 질문에 상응하는 의견 제시를 통한 간접 답변이었다. 교사들의 모습과 태도의 많은 부분은 교직 사회에서 체화되었을 것이며, 상호 간 예의를 중요시하는 교직 문화, 수용적 태도로 일관하는 교사 집단의 일반적 특성 등으로 미뤄볼 때 담화에서 반론으로 논쟁을 만드는 모습보다는 수용적인 태도에 기인한 진술의 빈도가 높았다. 한편, 활동을 수행하는 동안 참여자들이 선호하는 언어 표현이 다르다는 것을 확인할 수 있었다. 각자의 선호하는 언어 표현은 교수활동에서 지향하는 바와 높은 관련이 있었고, 이는 교직에서 형성된 교사상, 저마다의 교수학습관에 기인하는 것으로 판단된다.

둘째, 모델링 소재와 과제 해결 방식은 모델링 단계에서 양적/질적 상호작용에 영향을 미쳤다. 친숙한 소재를 사용한 경우, 생소한 소재에 비해 모델의 ‘설계’ 단계에서 상호작용을 더 많이 하였고, 반면 ‘평가’ 단계에서 다양한 상호작용이 일어나지는 않았다. 이와 반대로 생소한 소재의 경우 설계, 평가보다 ‘제작’에 치중하는 경향을 보였지만, 상호작용 횟수가 절대적으로 많고, 단순함을 넘어서 정교한 상호작용이 활발히 일어났다. 이는 친숙한 소재에 대해서는 자신의 지식에 대한 자신감을 바탕으로 과제를 수행하게 되며, 알고 있는 지식을 확인하는 과정이라고 판단하기 때문에 평가에 방점을 두지 않는 경향이 있는 것으로 해석할 수 있다. 모델링 활동에서 다양한 사람들과의 상호작용은 모델의 타당성을 확보하는 과정이기 때문에(Oh, Choi, & Paik, 2021), 충분한 양적/질적 상호작용이 이루어질 때 모델링 활용 교수학습은 효과적이다. 양적인 부분에서는 모델링 단계별 상호작용이 균형 있게 발생하도록 유도하고, 이를 점검하는 장치로 체크리스트를 제공할 수 있다. 질적인 부분에서는 활동 중 상황에 맞는 적절한 수용과 반론으로 각 단계에서 정교화를 위한 토론을 유도할 필요가 있으며, 이를 위해 각 단계를 마무리하는 시점에 점검 또는 활용 문제를 구체적으로 제시하여 공동의 답변을 구성할 기회를 제시할 수 있다.

이를 바탕으로 향후 현직 교사를 대상으로 한 모델링 활용 연수를 실시할 때 고려할 점은 다음과 같다. 평가 단계에서 논의할 점을 구체적으로 제시하여 모델 평가의 중요성을 보완하는 것이 필요하다. 또한 제작에 들어가기 전 설계 단계에서 최종 결과물을 예측해 보고, 충분한 시간 조율을 통해 새로운 개념의 이해와 상호 간 의견 교환이

이루어질 수 있도록 해야 한다. 모델링을 활용한 탐구는 수정·보완을 위한 토의와 토론 활동을 거쳐 현상에 대한 설명체계를 구성하는 일련의 과정이기 때문에(Kang, 2017), 모델의 다양성(multiplicity)과 활용, 평가에 대한 이해를 진작시킬 필요가 있다.

국문요약

과학 모델링을 활용한 현직 교사 대상의 소집단 연수 프로그램을 개발하고, 참여한 교사들의 활동 중 담화를 유형별로 분석하였다. 연수 프로그램은 소집단이 ‘은하와 우주’ 내용을 소재로 협동하여 산출물을 제작하는 과제 해결 방식을 따르고 있으며, 추후 교실 수업에 실제 적용이 가능하도록 구상하였다. 3명의 현직 과학 교사를 참여자로 선정하여 이들의 담화를 녹음, 전사하였고, 개별 진술과 상호작용 단위로 유형 분류를 수행하였다. 교사들의 언어 표현에는 교직 사회의 고유한 특성이 반영되었으며, 저마다의 선호하는 언어 표현 유형이 존재하는 반면 특정 언어 표현 유형의 비중은 공통적으로 낮게 나타났다. 모델링 소재와 과제 제시 방식, 사용된 모델의 유형에 따른 담화 특성 차이가 존재하는지 살펴보았을 때, 설계, 제작, 평가 단계에 해당하는 상호작용의 비율 차이는 주로 모델링 소재의 친숙도에 영향을 받는 것으로 파악되었다. 과제 제시(해결) 방식 또한 상호작용 유형에 영향을 주는 반면, 모델의 유형은 상호작용의 유형별 분포에 별 영향이 없었다. 이를 고려하면, 현직 교사를 대상으로 한 모델링 연수를 실시할 때는 충분한 상호작용이 이루어질 수 있도록 체크리스트를 제공하고, 공동 작업을 통해 답변할 수 있는 적절한 문제를 제시할 필요가 있다.

주제어 : 현직 교사, 소집단, 과학 모델링, 담화, 언어 표현, 교사 연수

References

Bryman, A. (2006). Integrating Quantitative and Qualitative Research: How Is It Done? *Qualitative Research*, 6(1), 97-113.

Cha, J., Kim, K., Kang, S., & Noh, T. (2002). Analysis of Secondary Science Teachers' Needs for Education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 22(3), 517-524.

Cha, J., Park, H., Kim, K., & Noh, T. (2005). Verbal Interactions in Cooperative CAI by Group Composition. *Journal of the Korean Chemical Society*, 49(6), 575-583.

Chin, C. (2007). Teacher questioning in science classrooms: Approaches that stimulate productive thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(6), 815-843.

Cho, E., Kim, C., & Choe, S. (2017). An Investigation into the Secondary Science Teachers' Perception on Scientific Models and Modeling. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(5), 859-877.

Cho, H. & Nam, J. (2017). Analysis of Trends of Model and Modeling-Related Research in Science Education in Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(4), 539-552.

Cho, H., Nam, J., & Oh, P. (2017). A Review of Model and Modeling in Science Education: Focus on the Metamodeling Knowledge. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(2), 239-252.

Cho, J., Ha, M., & Cha, H. (2008). A Survey on Elementary School Teacher's Perceptions about the Professionalism of Science Contents and In-service Programs. *Korean Journal of Teacher Education*, 24(4), 237-256.

Choi, K. (2002). Science Teachers Perception and Improvement Direction On In-service Science Teacher Education. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 3, 89-103.

Chung, H., & Shin, D. (2021, April 30). Exploring Limitations in Applying Blosser's Question Category System for Science. *Journal of the Korean Earth Science Society. The Korean Earth Science Society*, 42(2), 221-244.

Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20(1), 37-46.

Cooper, J., Lewis, R., & Urquhart, C. (2004). Using participant or non-participant observation to explain information behaviour. *Information Research*, 9(4). Retrieved March 3, 2024 from <http://informationr.net/ir/9-4/paper184.html>.

Creswell, J. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed.). Boston, MA: Pearson.

Creswell, J., & Plano-Clark, V. (2007). *Designing and conducting mixed methods research*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.

Driver, R. (1995). Constructivist approaches to science teaching. In Steffe, L. P., & Gale, J.(Eds.), *Constructivism in education*, (pp. 385-400). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Fox, R. (1995). Teaching through discussion. In Desforges, C.(Eds.), *An introduction to teaching: Psychological perspectives*, (pp. 132-149), Oxford: Blackwell Publishers Ltd.

Gilbert, J. K. (2004). Models and Modelling: Routes to More Authentic Science Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 115-130.

Gilbert, J. K., Boulter, C. J., & Elmer, R. (2000). Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education. In: Gilbert, J. K., Boulter, C. J.(eds). *Developing Models in Science Education*, (pp. 3-17). Dordrecht: Springer.

Gilbert, S. (1991). Model building and a definition of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(1), 73-79.

Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1981). Effective evaluation: Improving the usefulness of evaluation results through responsive and naturalistic approaches. Jossey-Bass.

Han, K., Park, H., & Ryu, J. (2011). A case study on the learning characteristics of science-gifted students in jeonnam province -focused on verbal and nonverbal interactions in small group-. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 30(1), 51-60.

Hardman, M. A. (2017). Models, matter and truth in doing and learning science. *School Science Review*, 98(365), 91-98.

Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000b). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026.

Hogan, K. (1999). Discourse patterns and collaborative scientific reasoning in peer and teacher-guided discussions. *Cognition and Instruction*, 17(4), 379-432.

Jeong, J., & Kim, Y. (2010). An Analysis on Elementary School Teachers' Expectation and Reality for Science Experiment in-service Training Program. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 29(3), 316-325.

Joo, Y., Kim, K., & Noh, T. (2012). The Effects of Grouping by Middle School Students' Collectivism in Science Cooperative Learning and Their Perceptions. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 32(10), 1551-1566.

Joo, Y., Kim, K., & Noh, T. (2014). A Comparison of Verbal Interaction Patterns in Science Cooperative Learning Based on Grouping by Middle School Students' Collectivism. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 34(3), 221-233.

Justi, R. S., & Gilbert, J. K. (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387.

Kang, H. (2014). La Culture française : Une compréhension sur la théorie sociale du langage chez P. Bourdieu. *ASSOCIATION CULTURELLE FRANCO-COREENNE*, 28(0), 127-164.

Kang, N. (2017). Korean Teachers' Conceptions of Models and Modeling in Science and Science Teaching. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(1), 143-154.

Kang, S., Han, S., Jeong, Y., & Noh, T. (2001). Comparison of Verbal Interaction Patterns in Small-Group Discussion by Learning Strategies. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 21(2), 279-288.

Kang, S., Kim, C., & Noh, T. (2000). Analysis of verbal interaction in small group discussion. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 20(3), 353-363.

Kayima, F., & Jakobsen, A. (2020). Exploring the situational adequacy of teacher questions in science classrooms. *Research in Science Education*, 50(2), 437-467.

Kim, H., & Choi, B. (2009). Development of the instructional model emphasizing discussion and the characteristics of verbal interactions during its implementation in a science high school. *Journal of the*

- Korean Association for Science Education, 29(4), 359-372.
- Kim, J., Kim, I., Jeong, G., Kim, B., & Goo, I. (1991). Improvement Ways for In-Service Training of Science Teachers. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 11(1), 97-115.
- Kim, K. (2005). Effects of cooperative CAI and reciprocal peer tutoring CAI in chemistry concept learning: Conceptual understanding and verbal interactions. (Unpublished doctoral dissertation). Seoul National University, Seoul.
- Ku, Y., Park, K., Lee, K., & So, R. (2007). Study on Student's Thoughts and Achievement According to the Group Style in MBL Experiment Class. *Journal of Science & Science Education*, 32(0), 67-76.
- Lee, E., Yoon, J., & Kang, S. (2014). Exploring the Effects of Grouping by Learning Style of Gifted-Student in Science on the Verbal Interaction. *Journal of the Korean Chemical Society*, 58(4), 406-417.
- Lee, H., Chang, J., & Kim, H. (2013). Pre-service Biology Teachers' Professional Teaching Ability focusing on Dialogic Discourse. *BIOLOGY EDUCATION*, 41(2), 181-197.
- Lee, H., Chang, S., Seong, S., Lee, S., Kang, S., & Choi, B. (2002). Analysis of student-student interaction in interactive science inquiry experiment. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 22(3), 660-670.
- Lee, J., Moon, S., Park, K., & Ahn, B. (2007). Development and Evaluation of Advanced Science and Technology Oriented In-service Program for Science Teachers -Centered on BT, BIT, and NBT Topics of Biology-. *Biology Education*, 35(3), 425-451.
- Leshin, C., Pollock, J., & Reigeluth, C. (1992). *Instructional design strategies and tactics*. New Jersey: Englewood Cliffs, Education Technology Publications.
- Lim, H., & Noh, T. (2001). Verbal Interactions in Heterogeneous Small-group Cooperative Learning. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 21(4), 668-676.
- Lim, K. Heo, H., & Kim, Y. (2009). Team Leaders' Interaction Patterns in Online Team Project. *Journal of Korean Association for Educational Information and Media*, 15(4), 295-317.
- Lim, Y., Kim, Y., & Lim, S. (2020). The effect of role assignment on the types and patterns of verbal interactions in middle school students' science inquiry activities. *Journal of Science Education*, 44(2), 167-182.
- Lumpe, A. T., & Staver, J. R. (1995). Peer collaboration and concept development: Learning about photosynthesis. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(1), 71-98.
- Maxwell, J. (2005). *Qualitative Research Design: An Interactive Approach*. 2nd Edition, Thousand Oaks: Sage.
- Ministry of Education (MOE). (2011). *National Curriculum of Science*. (pp. 4-77). Seoul: Ministry of Education.
- Ministry of Education (MOE). (2015). *The general explanation of 2015 revised national curriculum*. Notification No. 2015-74 [issue 1]. Sejong: Ministry of Education.
- Ministry of Education (MOE). (2021). *Announcement of major changes in 2022 Revised National Curriculum* (November 24, 2021). Sejong: Ministry of Education.
- Ministry of Education and Human Resources Development (MEHRD). (2007). *National Curriculum of Science*. (pp. 222-251). Seoul: Ministry of Education and Human Resources Development.
- Nam, J., Ko, M., Lee, S., Go, M., & Sung, H. (2012). Development of Mentoring Program Model for In-service Science Teacher Education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(10), 1613-1626.
- National Research Council (NRC). (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. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.
- Oh, P., Jon, W., & Yoo, J. (2007). Analysis of Scientific Models in the Earth Domain of the 10 Grade Science Textbooks. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 28(4), 393-404.
- Oh, W., Choi, K., & Paik, S. (2021). Science teachers' perceptions in modeling-based inquiry activities. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 21(23), 849-867.
- Park, J., & Lee, K. (2012). The Impact of Grouping Methods on Free Inquiry Implementation: The Case of Two Middle Schools Adopting Different Grouping Methods. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 32(4), 686-702.
- Richmond, G., & Striley, J. (1996). Making meaning in classrooms: Social processes in small-group discourse and scientific knowledge building. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(8), 839-858.
- Seong, S., & Choi, B. (2007). Case Study on Verbal Interactions of Teacher-Small Group Students in Science Experiments. *Journal of the Korean Chemical Society*, 51(4), 375-386.
- Sim, J. (2006). Secondary School Science Teachers' Perceptions about Professionalism and In-service Training Program for Experiment. *Biology Education*, 34(1), 27-37.
- Spradley, J. (2016). *Participant Observation*. Reissue Edition. Long Grove, IL: Waveland Press, Inc.
- Staver, J. R., & Lumpe, A. T. (1995). Two investigations of students' understanding of the mole concept and its use in problem solving. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(2), 177-193.
- Strauss, A., & Corbin, J. (1990). *Basics of Qualitative Research: Grounded Theory Procedures and Techniques*. Newbury Park, CA: Sage Publications.
- Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory* (2nd ed.). Newbury Park, CA: Sage Publications, Inc.
- Tobin, K. (1997). Alternative perspectives on authentic learning environments in elementary science. *International Journal of Education Research*, 27(4), 303-310.
- Wodak, R. (1999). Critical Discourse Analysis at the End of the 20th Century. *Research on Language and Social Interaction*, 32(1-2), 185-193.

저자정보

엄홍진(선주고등학교 교사)
심현진(경북대학교 교수)