

초등학생의 과학적 의사소통 능력 함양을 위해 예비 초등교사들이 작성한 수업과정안의 특징

나지연[†] · 장병기
(춘천교육대학교)

The Characteristics of Lesson Planning of Pre-service Elementary Teachers to Develop Scientific Communication Skills for Elementary School Students

Na, Jiyeon[†] · Jang, Byung-Ghi
(Chuncheon National University of Education)

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the characteristics of lesson planning of pre-service elementary teachers to develop scientific communication skills for elementary school students. For this purpose, lesson plans and lesson planning journals written by the 53 pre-service teachers were collected and analyzed. The results of the research were as follows. The pre-service elementary teachers used an implicit and contextual approach to develop scientific communication skills. Teaching and learning activities for enhancing scientific communication were mainly conducted in words or in writing. There were many activities expressing elementary school students' thoughts and presenting the results of experiments in the lesson plan. There were many cases in which the pre-service teachers' lesson plans did not include the evaluation of scientific communication skills. In their lesson plans, there are a lot of mutual activities between teachers and students, team and whole students, and inter-students within teams together, and students' individual activities from requests of teachers. We found that the pre-service teachers had various difficulties when they planned the science lesson to develop scientific communication skills. The pre-service teachers were less likely to refer to specialized materials related to science education when planning their classes.

Key words: scientific communication skills, lesson plan, pre-service elementary teachers

I. 서 론

과학적 소양은 1950년대 말에 등장하여 현재 과학교육의 중요한 목표로 강조되고 있으며(DeBoer, 2000), 21세기에 들어와서는 그 의미가 과학적 의사소통 능력과 같은 언어적 측면으로 확대되었다(Lee, 2009). Norris and Phillips(2003)는 과학 관련 내용을 듣고, 읽고, 말하고, 쓰는 능력이 과학적 소양의 한 부분이라고 주장하였으며, 과학개념 이해

와 탐구 실행을 위해 언어적 의사소통이 중요함을 강조하였다. 따라서 학생들이 과학의 언어를 이해하고 적절하게 사용할 수 있도록 과학적 의사소통 능력을 키워주고, 이에 적합한 교육 기회를 제공하는 것은 과학적 소양을 함양하는 데에 필수적이다(Graber & Nentwig, 2001; Ha, 2008). 또한 과학을 배우는 것 자체가 과학 공동체 내에서의 의사소통 방식을 체득하고 과학 문화에 입문하는 과정(Lemke, 1990)이라는 측면에서도 과학적 의사소통 능력 함

양은 과학교육에서 중요하다.

정보통신기술의 발달과 제 4차 산업혁명의 도래로 인해 우리 사회와 주변의 생활환경이 지속적으로 변화하면서(Schwab, 2016; Trilling & Fadel, 2009) 교육의 변화가 불가피해졌다(Linn, 2003). 이로 인해 지식의 전달과 개념의 습득이 주를 이루던 교육에서 벗어나 비판적 사고력, 의사소통 능력, 협력, 창의성과 같은 학습역량들이 강조되고 있다(Binkley, et al., 2012; Nature, 2015; Partnership for 21st Century Skills, 2010). 우리나라에서도 이러한 사회 변화에 대응하기 위해 핵심역량 관련 연구들이 실시되었으며(Kwak et al., 2014; Ha & Shin, 2016), 특히 2015 개정 교육과정은 총론과 교과 수준에서 각각 핵심역량을 도입하였다(Ministry of Education, 2015a). 과학적 의사소통 능력은 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제 해결력, 과학적 참여와 평생 학습 능력과 함께 핵심역량 중 하나로 2015 개정 과학과 교육과정에 도입되었다(Ministry of Education, 2015b). 2015 개정 과학과 교육과정은 과학적 의사소통 능력을 “과학적 문제 해결 과정과 결과를 공동체 내에서 공유하고 발전시키기 위해 자신의 생각을 주장하고 타인의 생각을 이해하며 조정하는 능력”(Ministry of Education, 2015b, p. 4)으로 정의하고 있으며, 말, 글, 그림, 기호 등과 같은 의사소통 방법을 이용하여 다양한 매체를 통해 제시된 과학기술 관련 정보를 이해하고 표현하고, 논증할 수 있는 능력을 포함한다고 하였다. 이러한 교육의 변화가 학교에서 구현되려면 무엇보다 교사의 역할이 중요하다(Kwak, 2015). 즉, 교사들이 과학적 의사소통 능력에 대한 이해나 인식이 부족하거나, 과학적 의사소통 능력과 관련된 수업 계획을 구성할 수 있는 능력이 갖추어져 있지 않다면, 2015 개정 과학과 교육과정에서 추구하는 방향은 구현되기 어렵다. 따라서 과학적 의사소통에 대한 교사나 예비교사의 수업 계획에 관심을 가질 필요가 있다.

수업계획서, 교수·학습지도안, 수업지도안 혹은 교수·학습과정안이라고도 불리는 수업과정안은 수업을 실행하기 전에 교사가 작성하는 교수·학습 계획 문서로서 교사의 시각과 계획된 수업 내용, 수업 단계 및 전략 등을 보여준다(Hong, 2013; Lee et al., 2012). 따라서 간접적일지라도 수업과정안을 통해 해당 교사의 수업을 이해할 수 있으며, 수업전문가로서의 능력을 확인할 수 있다(Hong,

2017; Jacobs et al., 2008). 과학교육 분야에서는 초·중등 예비교사들의 수업과정안과 수업 계획의 과정에 대한 조사가 이루어져 왔다. 초등 예비 과학 교사들의 과학 수업과정안 작성 전략과 특징을 분석한 연구(Jang, 2006; Strangis, et al., 2006), 중등 예비과학교사들의 과정안과 수업 계획에서 나타나는 특징을 조사한 연구(Yang et al., 2014), 교육실습에서 중등 예비과학교사들의 수업 계획과 실제 수업의 불일치를 분석한 연구(Jung & Lee, 2016) 등이 있었다. 그러나 이러한 연구들은 일반적인 과학 수업에 대한 예비교사들의 수업과정안을 분석한 연구이며, 수업의 목적을 특정 주제로 한정된 경우는 찾아보기 어렵다. 따라서 본 연구에서는 과학적 소양 함양의 일환이자 과학과 핵심역량의 요소 중 하나인 과학적 의사소통 능력을 함양시키는 수업이 초등학교 현장에서 필요하다는 전제하에 초등학교의 과학적 의사소통 능력 함양을 위해 예비 초등교사들이 작성한 수업과정안의 특징을 살펴보고자 한다. 이를 통해 과학적 의사소통 능력 함양 교육과 관련된 예비 초등교사의 교사 전문성 신장에 시사점을 제공하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상 및 연구 맥락

본 연구는 초등학생의 과학적 의사소통 능력 함양을 위해 예비교사들이 작성한 수업과정안의 특징을 살펴보고자 1개 교육대학교 3학년 학생 53명이 작성한 수업과정안을 수집하여 분석하였다. 해당 수업과정안은 초등과학교육 관련 강좌의 일환으로 수강생인 예비교사들에게 부여되었던 과제이며, 과제를 부여하고 1주 후에 수집되었다. 연구자는 예비교사들에게 초등학교의 과학적 의사소통을 함양시킬 수 있는 수업을 계획하고, 수업과정안과 학습활동지(선택사항) 등을 작성하여 제출하도록 요청하였다. 실제 교수실행을 염두에 두어 과정안을 작성하도록 안내하였으며, 예비교사들이 과학적 의사소통을 함양할 수 있다고 생각하는 수업의 특징을 살펴보기 위하여 수업의 내용, 단원, 대상을 예비교사들이 자유롭게 선정할 수 있게 하였고, 과정안 양식에 제한을 두지 않았다. 또한 과제 수행 과정과 수업 계획 의도를 파악하기 위하여 자기보고식 수업계획 일지를 작성하게 하였다. 수업계획

일지에는 수업 계획 과정, 참고자료, 수업 계획 시 겪은 어려움, 수업 계획 시 느낀 점, 수업 의도 등을 기술해줄 것을 요청하였고, 분량의 제한은 두지 않았다.

수업과정안 작성 과제를 부여하기 전에 핵심역량의 등장 배경, 2015 개정 과학과 교육과정의 취지와 방향, 교육과정에서 제시된 과학과 핵심역량의 정의에 대해 안내하였다. 과학적 의사소통 능력에 대한 안내는 예비교사의 과정안 작성에 영향을 미칠 수 있으며, 일반적으로 교사가 교육과정 문서를 대면하고 교육을 실행하는 상황을 감안하여 교육과정 문서의 정의에 대해 설명하되, 예시 과정안과 자료는 제공하지 않았다.

수업과정안을 제공한 예비교사들은 1학년 때 과학 교양 2개 과목을 수강하고, 2학년 때 초등과학 교육 관련 강좌(I) 1개와 참관실습(2주)을 이수하였다. 과정안 작성 시점은 3학년 2학기 말이며, 그 당시 예비 초등교사들은 기말과제 발표를 제외하고는 초등과학교육 관련 강좌(II)의 강의를 모두 이수하였다. 초등과학교육 관련 강좌(I)를 통해 수업과정안 작성 방법에 대해 교육을 받았으며, 초등 교과교육 과목들을 통해 수업 시연 및 수업과정안 작성 경험이 있었다. 예비교사들이 작성한 수업과정안의 수와 단원은 Table 1과 같으며, 수업과정안에 나타난 교수·학습모형은 Table 2와 같다. 주로 POE, 순환학습모형, 탐구학습모형이 등장하였다.

2. 자료 분석 방법

수집된 수업과정안의 특징을 구체적으로 살펴보

기 위해 수업과정안을 과학적 의사소통 능력을 교육하는 방법, 과정안의 각 활동에 제시된 과학적 의사소통의 수단, 내용, 대상, 방식, 형태, 과학적 의사소통 평가 방법 측면에서 분석하였다. 이러한 분석 측면의 하위 범주는 선행연구(Hong, 2013; Jeon, 2013; Ministry of Education, 2014; Ministry of Education, 2015b; Spektor-Levy *et al.*, 2009)들을 바탕으로 마련하였다.

Spektor-Levy *et al.*(2009)은 과학적 의사소통 능력을 함양하기 위한 수업으로 명시적이면서 특정 내용 영역에 통합하여 진행하며, 수행기반 평가 과제를 제시하는 방식을 제안하였다. 또한 과학적 의

Table 2. Model of teaching and learning represented in lesson plans (n=55)

교수·학습모형	빈도(%)
POE	10
순환학습모형	9
탐구학습모형	9
발견학습모형	4
STS 학습모형	4
경험학습모형	3
개념변화학습모형	1
STEAM 수업모형	1
협동학습모형	1
불명확	13

*복수응답.

Table 1. Overview of pre-service teachers' lesson plan

학년	3	4	5	6	계			
단원별 과정안 수	액체와 기체	3	화산과 지진	6	온도와 열	4	연소와 소화	6
	동물의 생활	1	물의 상태변화	5	산과 염기	3	계절의 변화	5
	우리 생활과 물질	1	거울과 그림자	3	우리 몸의 구조와 기능	2	전기의 작용	2
	지층과 화석	1	식물의 생활	1	용해와 용액	1	생물과 환경	2
	소리의 성질	1	식물의 한살이	1	렌즈의 이용	1		
	자석의 작용	1			날씨와 우리 생활	1		
				물체의 빠르기	1			
				식물의 구조와 기능	1			
과정안 수	8	16	14	15	53			

사소통 능력을 정보검색, 과학적 읽기, 듣기와 관찰하기, 과학적 글쓰기, 정보 표현, 지식 표현의 6개 하위 학습 능력으로 구분하여 수업 프로그램을 구성하였다. 따라서 본 연구에서는 Spektor-Levy *et al.*(2009)의 제안을 바탕으로 예비교사의 과정안에 나타난 과학적 의사소통 능력을 교육하는 방법을 명시적인지 암묵적인지, 맥락적인지 탈맥락적인지 분석하였다.

본 연구에서는 의사소통의 일반적 정의와 Spektor-Levy *et al.*(2009)의 제안을 고려하여 과학적 의사소통 형태의 하위 범주를 말하기, 듣기와 관찰하기, 읽기, 쓰기로 설정하였다.

앞서 제시한 바와 같이 2015 개정 과학과 교육과정은 과학적 의사소통 능력을 말, 글, 그림, 기호 등과 같은 의사소통 방식을 이용하고, 다양한 매체를 통해 제시된 과학기술 관련 정보를 이해·표현하며, 논증할 수 있는 능력이라고 설명하였다. 또한 Jeon(2013)의 연구는 초등학생의 과학적 의사소통 능력 검사 도구를 개발하면서 과학적 의사소통 형태로 글, 수, 표, 그림의 4개 상위 범주와 12개의 하위 범주(예, 표, 도표, 그래프 등)를 제시하였다. 본 연구에서는 의사소통의 수단으로 말과 글이 차이가 있으나 수업 상황에서 이들이 복합적으로 나타나기 때문에 명확하게 구별하기 어려우며, 표, 그래프 등 또한 과학적 의사소통의 중요한 부분으로 판단하여 과학적 의사소통 수단의 하위 범주를 말 또는 글, 표, 그림, 기호 등으로 설정하였다.

Jeon(2013)은 SAPA, UNESCO 프로그램과 같은 해외 교육 자료와 뉴질랜드, 싱가포르, 대만, 호주, 미국 등의 교육과정 문서를 바탕으로 과학적 의사소통을 “과학적 지식과 소양을 바탕으로 사실, 현상, 원인 등에 대한 과학적 설명과 주장을 다양한 형태로 전달, 교환, 공유하는 능력”(Jeon, 2013, p. 50)이라고 정의하였다. 이 정의를 바탕으로 과정안의 활동에 나타난 과학적 의사소통의 방식을 분석하는 하위 범주를 일방향 전달, 쌍방향 교환, 공동작업을 통한 공유로 설정하였다. 이렇게 분석을 위해 사용할 범주를 선행연구를 바탕으로 설정하였다. 그러나 과정안 분석 과정에서 이렇게 설정된 범주에 속하지 않는 내용이 발견되면 일부 범주를 추가하였다.

과정안에 제시된 과학적 의사소통 대상을 분석하기 위한 범주는 학교 수업 활동에서 일반적으로

일어나는 상호작용의 대상을 기준으로 설정하기 위하여 Hong(2013)의 연구에 제시된 범주(학생과 학생, 교사와 전체학생, 모둠 내 학생 간 등)를 사용하였다.

과정안에 나타난 과학적 의사소통 내용은 과학교육에서 다루는 내용이 다양하기 때문에 범주를 분석 전에 설정하지 않고, 과정안에 나타난 과학적 의사소통의 내용을 귀납적 군집화를 통해 분석하였다(Miles & Huberman, 1994). 예를 들어 연구자 1인이 예비교사가 작성한 수업과정안에서 과학적 의사소통이 일어나는 활동을 추출하고, 이 때의 활동 내용을 정리하였다. 이렇게 추출된 내용을 유사한 것끼리 귀납적으로 묶고 더 이상 겹쳐지는 내용이 없을 때까지 작업을 반복한 후 범주명을 설정하였다.

과정안에 나타난 과학적 의사소통 평가 방법은 Ministry of Education(2014)에 제시된 과학과 평가 방법을 바탕으로 관찰법, 구술, 포트폴리오, 논술형 등의 범주를 설정하였다.

예비교사 양성 교육에 시사점을 제공하기 위해 수업계획 일지를 분석하여 예비교사가 수업과정안을 작성할 때에 겪는 어려움과 참고한 자료를 조사하였다. 이 부분은 과정안에 나타난 과학적 의사소통의 내용 범주를 설정할 때와 마찬가지로 귀납적 군집화에 의해 분석하였다(Miles & Huberman, 1994). 귀납적 군집화 과정을 과정안 작성 시 예비교사들이 겪은 어려움 분석 과정을 예로 들어 설명하면 아래와 같다. 먼저 연구자 1인이 예비교사가 작성한 수업계획 일지에서 과정안 작성 어려움에 대해 기술한 부분을 추출한 후 유사한 내용을 귀납적으로 묶고, 더 이상 겹쳐지는 내용이 없을 때까지 작업을 반복한 후 범주명을 설정하였다.

과정안의 각 활동에 제시된 과학적 의사소통의 정도(양), 수단, 내용, 대상, 방식, 형태 분석은 학생의 과학적 의사소통의 행위를 중심으로 이루어졌다. 예를 들어 교사가 지진의 개념과 발생지역 등의 과학지식을 말로 전달하고, 학생이 이를 듣고 이해하는 활동이 과정안에 제시되었을 경우, 본 연구에서는 의사소통 방식은 ‘말 또는 글’, 내용은 ‘과학지식 혹은 개념’, 대상은 ‘교사와 전체학생’, 목적은 ‘일방향 전달’, 형태는 ‘듣기와 관찰하기’로 분류하였다.

범주 설정이 이루어진 후, 연구자 1인과 연구자 외 1인이 원자료의 12%를 서로 독립적으로 분석하였다. 분석 결과가 일치하지 않는 경우는 분석의

기준과 범주명을 재설정한 뒤, 재분석하였다. 재분석 후 분석자간 일치도는 92.8%였으며, 일치하지 않는 의견에 대해서는 논의를 통해 확정하였다. 연구자 1인이 그 외의 모든 응답을 다시 분류하였다 (Miles & Huberman, 1994). 본 연구는 빈도분석을 실시하였으며, 연구에 사용된 분석 각 범주명은 III. 연구결과와 표 항목과 같다. 본 연구는 모집단에 비하여 적은 수의 예비 초등교사들이 작성한 자료를 수집하였고, 비교집단 설정 없이 예비교사의 자유 선정에 의해 작성된 과정안을 분석하였기 때문에 연구결과를 일반화하는 데는 한계가 있다.

III. 연구 결과 및 논의

초등학생의 과학적 의사소통 능력 함양을 위해 예비 초등교사들이 작성한 수업과정안과 수업계획 일지를 분석한 결과는 다음과 같다.

먼저 과학적 의사소통 능력을 가르치기 위한 방법을 명시적·맥락적 접근, 명시적·탈맥락 접근, 암묵적·맥락적 접근으로 구분하여 분석한 결과는 다음과 같다. 총 53개의 과정안이 모두 과학적 의사소통 능력을 암묵적이고 맥락적인 접근 방식으로 다루었다. 즉, 교사가 직접적으로 과학적 의사소통 능력에 대해 설명하거나 교육적 개입을 하지 않고, 과학지식을 가르치거나 과학 탐구 혹은 실험을 수행하는 과정에서 교육 주체들 간의 의사소통이 일어날 수 있는 활동을 제공하여 학생 스스로 과학적 의사소통을 인식하게 하는 방법으로 과정안을 구성하였다. 그러나 Spektor-Levy *et al.*(2009)의 연구 결과에 따르면 계획된 교육적 개입 없이는 학생들의 과학적 의사소통 능력 함양이 제한된 범위에서만 이루어졌다. 또한 Spektor-Levy *et al.*(2009)은 과학적 의사소통에 대한 체계적인 교육이 필요하며, 특히 과학 관련 주제에 통합된 과학적 의사소통 능력을 명시적으로 지시하고, 다양한 상황에서 해당 능력을 구현할 수 있는 기회를 제공해야 한다고 주장하였다. 예비교사들이 작성한 과정안은 과학지식이나 탐구 혹은 실험과 과학적 의사소통 능력 함양을 위한 활동이 통합된 맥락적 접근을 하였다는 측면에서 긍정적이다. 그러나 과학적 의사소통에 대한 명시적 접근이 포함된 과정안이 없었다. 과학적 의사소통 함양을 위한 교육이 모두 명시적 방법을 택할 필요는 없지만, 교육적 효과를 고려하

여 ‘명시적·맥락적 접근’의 교육 또한 필요하며, 이러한 수업계획을 할 수 있도록 예비교사에게 안내할 필요가 있다.

한 예비교사는 아래와 같이 수업과정안 작성의 어려움을 토로하였는데, 의사소통을 중심으로 하는 명시적 접근과 암묵적 접근 사이의 고민이 드러나 있다. 여기서 주목할 점은 수업 계획 시에 예비교사는 자신의 학창시절에 받았던 수업을 떠올리고, 실제로 과학적 의사소통을 함양하는 것을 주목적으로 하는 수업을 받아본 경험이 없어서 수업 계획을 어려워하고 있다는 것이다. 본 연구에서는 앞서 연구방법에서 제시한 바와 같이, 일반적으로 교사가 교육과정 문서를 대면하고 교육을 실행한다고 했을 때 교육과정에 제시된 정의만으로 수업 설계가 가능한가에 대한 근본적 의문을 바탕으로 예비교사들에게 과정안을 작성하도록 할 때에 교육과정 문서의 정의에 대해 설명하되, 예시 과정안과 자료는 제공하지 않았다. 즉, 예시 과정안이나 자료 없이 정의만으로는 경험하지 않은 형태의 수업을 고안하기 어렵다는 것을 알 수 있다. 따라서 교육과정이 개정되거나 새로운 교육적 변화가 요구되는 상황일 때 예비교사 양성 과정에서 이러한 변화를 반영한 수업을 직접 체험할 수 있는 기회를 제공할 필요가 있다. 특히 과학적 의사소통 능력을 명시적이고 맥락적으로 접근하여 가르치는 방법을 예비교사들이 학생이 되어 직접 체험할 수 있는 기회 제공이 필요하다.

“실제 나의 초등학교, 중학교 때의 과학 시간을 떠올려 보면, 실험 위주의 수업이거나 혹은 정해진 지식 전달만을 중시하는 수업이었다. 과학적 의사소통 능력이 ‘과학적 문제 해결 과정과 결과를 공유하고 발전시키기 위해 자신의 생각을 주장하고 타인의 생각을 이해하며 조정하는 능력’이라고 하는데, 의미는 이해가 가지만 실제로 이런 수업을 해본 경험이 없어서 어떤 식으로 수업을 구성해야 할 지 막막했다. 사회 시간처럼 단순히 학생들 간의 토의 수업을 진행하여 학생들 간의 의사소통이 활발하게 진행되면 되는 것인지, 아니면 과학적 문제를 해결하는 활동을 하되 중간중간 학생들이 서로의 의견과 주장을 공유하도록 해야 하는 것인지 결정을 내리기 쉽지 않았다.”

(예비교사의 수업계획 일지, 24번에서 발췌)

Table 3은 예비교사들이 작성한 과정안의 활동에 나타난 과학적 의사소통 수단을 나타낸 것이다. 예

Table 3. Means of scientific communication skills represented in lesson plans (n=162)

범주	빈도(%)	범주	빈도(%)
말 또는 글	110(67.9)	기호	2(1.2)
표	15(9.3)	행동	2(1.2)
그림	14(8.6)	도식	1(0.6)
의사소통 수단의 자유 선택	7(4.3)	수	0(0.0)
의사소통 수단의 복합	6(3.7)	식	0(0.0)
그래프	5(3.1)	도표	0(0.0)

*복수응답.

비교사들이 제시한 활동은 주로 말이나 글(67.9%)을 통해 과학적 의사소통을 하도록 구성되어 있었다. 그러나 표(9.3%)와 그래프(3.1%)로 의사소통하는 경우는 빈도가 낮게 나타났으며, 수나 식, 도표는 나타나지 않았다. 수업은 기본적으로 말이나 글을 통한 언어적 의사소통을 통해 이루어지기 때문에 ‘말 또는 글’ 범주에 해당하는 부분이 다수를 차지할 수밖에 없고 초등학생의 수준에서 수, 식, 도표 등의 표현이 어려울 수 있다. 그러나 과학이 수학적 사고와 표현을 도구로 활용한다는 점과 과학적 의사소통의 다양한 방식을 학생들이 체득할 필요가 있다는 점, 2015 개정 과학과 교육과정의 교수·학습 방향에서 수학적 사고를 학습 내용과 관련지어 지도할 것을 권고했다는 점에서 다양한 방식의 과학적 의사소통 방식을 학생들이 접할 수 있도록 수업을 계획할 필요가 있다. 다만, 2015 개정 수학과 교육과정에 따르면 1~2학년군에서 표와 ○, ×를 이용한 그래프, 3~4학년군에서 그림그래프, 막대그래프, 꺾은선 그래프, 5~6학년군에서 띠그래프, 원그래프를 학습하므로(Ministry of Education, 2015c) 학생의 수준과 타 교과와의 교육과정 내용을 점검하여 수업을 계획할 수 있도록 안내할 필요가 있다.

Table 3을 살펴보면 과학적 의사소통 수단을 학생들이 자유롭게 선택할 수 있게 하는 ‘의사소통 수단의 자유 선택’은 4.3%에 불과하였다. 과학적 의사소통의 다양한 수단을 습득한 후에는 학생들이 자신의 학습 결과를 정리하여 발표할 때에 의사소통 수단을 선택할 수 있는 자유를 제공할 필요가 있다.

Table 4를 살펴보면 예비교사들이 작성한 과정안

Table 4. Contents of scientific communication skills represented in lesson plans (n=153)

범주	빈도(%)	범주	빈도(%)
아이디어, 추리, 예상	40(26.1)	과학지식 혹은 개념	15(9.8)
실험결과	39(25.5)	과학적 방법	14(9.2)
현상	19(12.4)	사실	5(3.3)
주장 혹은 근거	19(12.4)	평가	2(1.3)

*복수응답.

은 학생들의 ‘아이디어나 추리, 예상’(26.1%)과 같이 자신의 생각을 표현하게 하는 과학적 의사소통 활동을 가장 많이 계획하였으며, 그 다음으로는 ‘실험결과’(25.5%)를 제시하게 하는 의사소통 활동을 계획하였다. ‘현상’(12.4%)을 설명 혹은 기술하거나 ‘주장이나 근거’(12.4%)를 제시하는 활동 또한 과정안에 등장하였다. 이를 통해 예비교사들은 수업에서 주로 학생들의 생각과 실험결과를 표현하도록 지도할 것임을 알 수 있다. 과학적 의사소통의 중요한 부분이 과학적 주장을 생성하고 근거를 들어 타인과 논증하는 것이므로 주장과 근거를 들어 논증할 수 있는 기회를 제공하는 수업 계획이 필요하다.

Table 5는 수업과정안에 나타난 과학적 의사소통의 대상을 나타낸 결과이다. ‘모둠 내 학생 간’의 의사소통이 35.3%를 차지하였으며, 그 다음으로 ‘교사와 전체학생’, ‘모둠과 전체집단’의 의사소통이 19.0%를, 학생이 혼자 과학 관련 내용에 대한 보고서를 글이나 그래프 등의 수단을 통해 작성하거나 활동을 하는 등 ‘학생 개인별’로 과학적 의사

Table 5. Communicator for scientific communication represented in lesson plans (n=153)

범주	빈도(%)	범주	빈도(%)
모둠 내 학생 간	54(35.3)	불명확	4(2.6)
교사와 전체학생	29(19.0)	모둠과 모둠	3(2.0)
모둠과 전체집단	29(19.0)	학생과 학생	2(1.3)
학생 개인별	27(17.6)	학생 개인과 타 모둠	0(0.0)
학생 개인과 전체 학생	5(3.3)		

*복수응답.

소통을 하는 경우가 17.6%를 차지하였다. 이러한 결과는 예비교사들이 주로 과학적 의사소통을 모둠 내 학생들끼리 하도록 수업을 계획하거나, 교사가 전체 학생을 대상으로 발문하는 전통식 수업, 모둠의 학습결과를 전체 학생들에게 전달하는 발표식 수업을 주로 사용한다는 것을 보여준다. 그러나 모둠 내 학생 간 의사소통은 학생의 과학적 의사소통을 교사가 한눈에 파악하기 어렵고, ‘교사와 전체학생’, ‘모둠과 전체집단’ 간 의사소통의 경우 일방향 전달식 교육이 되기 쉽다. 따라서 과학적 의사소통 능력을 함양하기 위해서는 모둠 활동 시 교사의 순회지도에 유의할 필요가 있으며, 교사 발문 시 피드백을 제공하고, 대상의 범위를 다양하게 하는 과학적 의사소통 함양 활동을 계획할 필요가 있다.

예비교사들이 작성한 과정안에 나타나는 과학적 의사소통의 방식을 살펴보면 일방향 전달이 34.6%, 공동작업을 통한 공유가 34.0%를 차지하였다. 또한 개인의 학습 내용을 정리하기 위한 ‘개인의 정리’ 범주가 17.0%를 차지하였고, 학생 혹은 교사와 학생 간의 쌍방향 교환을 목적으로 하는 경우는 13.1%에 불과하였다. Ha and Shin(2016)의 연구에 따르면 초등학교 교사들은 과학적 의사소통 능력을 키우는 데에 적합한 수업 방법으로 협동학습을 선택(54.7%)하였다. 이는 본 연구에서 ‘공동작업을 통한 공유’가 다수를 차지한 것과 일맥상통한다. 그러나 예비교사의 과정안에서는 ‘일방향 전달’이 34.6%가 가장 많이 나타났다. 과학적 의사소통이 “과학적 문제 해결 과정과 결과를 공동체 내에서 공유하고 발전시키기 위해 자신의 생각을 주장하고 타인의 생각을 이해하며 조정하는 능력”(Ministry of Education, 2015b, p. 4)임을 감안했을 때 공유와 조정하는 능력 향상을 위하여 ‘쌍방향 교환’이나 ‘공동작업을 통한 공유’를 활발히 할 수 있는 활동 제시가 필요하다.

Table 6. Ways of scientific communication skills represented in lesson plans (n=153)

범주	빈도(%)	범주	빈도(%)
일방향 전달	53(34.6)	쌍방향 교환	20(13.1)
공동작업을 통한 공유	52(34.0)	불명확	2(1.4)
개인의 정리	26(17.0)		

*복수응답.

Table 7은 예비교사의 과정안에 나타난 과학적 의사소통의 형태를 정리한 것이다. 예비교사들은 과학적 의사소통의 74.5%를 말하기를 통해 일어나도록 수업을 계획하였다. 앞서 언급한 바와 같이 수업은 기본적으로 말이나 글을 통한 언어적 의사소통을 통해 이루어지기 때문에 말하기가 다수를 차지할 수밖에 없다. 그러나 대중으로서 과학 문화를 향유하고, 사회과학적 쟁점에 대한 논의에 적극적으로 참여하기 위해서는 ‘말하기’뿐만 아니라, ‘듣기와 관찰하기’, ‘읽기’ 등의 능력 또한 필요하다. 따라서 이에 대한 활동을 보충할 필요가 있다.

예비교사들이 수업을 계획하면서 과학적 의사소통을 어떻게 평가하는지를 살펴본 결과는 Table 8과 같다. 예비교사들의 과정안에는 평가내용이 포함되어 있지 않은 경우가 33.9%로 가장 높게 나타났다. 또한 본 과정안 작성 과제의 방향이 과학적 의사소통의 함양에 있었음에도 불구하고 과학적 의사소통에 대한 평가는 하지 않고, 과학 지식이나 개념을 평가하거나 과학탐구 기능과 태도를 평가한 경우도 25.8%를 차지하였다. 초등과학교육 관련 강좌(I)를 통해 수업과정안 작성 방법 지도 시에 수업의 목표 및 방향과 일치하는 평가 방법을 과정안에 제시해야 한다는 강의 내용을 수강하였음에도 불구하고, 평가내용 자체가 없거나, 본 과정안의 방향과 무관한 내용만 평가하는 과정안을 작성하였다. 이를 통해 교육과정, 학습 목표, 수업, 학생평가가 일관성을 유지해야 함(Anderson, 2002; Liu et al., 2008)에도 불구하고, 예비교사의 과정안은 이러한 일관성이 부족했음을 알 수 있다. 따라서 이러한 일관성에 대한 예비교사교육이 필요하다고 할 수 있다.

과학적 의사소통의 평가로는 교사에 의한 관찰법이 전체 평가 방법 중 56%(총 25개 중 14개)를 차지하였으며, 보고서 및 활동지를 통한 평가가 28%(25개 중 7개)를 차지하였다. 그러나 평가 과정을 통해 다양한 의사소통이 가능하면서 이를 가장 적절하게 평가할 수 있는 방법을 선정하는 것이 필요하다.

Table 7. Forms of scientific communication skills represented in lesson plans (n=153)

범주	빈도(%)	범주	빈도(%)
말하기	114(74.5)	듣기와 관찰하기	17(11.1)
쓰기	21(13.7)	읽기	1(0.7)

*복수응답.

Table 8. Evaluation methods for scientific communication skills represented in lesson plans (n=62)

범주	빈도(%)	범주	빈도(%)
평가 계획 없음	21(33.9)	포트폴리오	0(0.0)
과학적 의사소통 평가 안함	16(25.8)	프로젝트 결과물 평가	0(0.0)
교사평가	관찰법	논술형	0(0.0)
	보고서 및 활동지	토론	0(0.0)
동료평가(체크리스트)	2(3.2)	실기	0(0.0)
교사평가	서술형 주관식	실험실습	0(0.0)
	구술	선다형 평가	0(0.0)

*복수응답.

따라서 관찰법과 보고서 평가뿐만 아니라, 다양한 평가 방법을 통해 과학적 의사소통을 평가할 필요가 있다.

Table 9는 예비교사들이 과학적 의사소통 함양을 위한 과정안을 작성하는 과정에서 겪은 어려움을 정리한 것이다. 예비교사들에게 과학적 의사소통 함양과 관련된 어려움만 작성하도록 하지 않고, 과학적 의사소통 함양을 위한 과정안 작성 과정에서 겪은 어려움을 작성하도록 하였는데, 그 이유는 지도안 작성에서 과학적 의사소통 함양이라는 요소가 등장하면서 겪는 어려움이 전체 어려움 중에서 어느 정도인지 차지하는 비율을 확인하고자 했기 때문이다. 예비교사들은 학생의 수준과 능력에 적

합한 수업을 계획하는 데에 가장 많은 어려움을 겪었으며(20.0%), 그 다음으로 과학적 의사소통 함양이 가능한 차시를 선정하는 데에 어려움을 겪었다(13.3%). 예비교사들은 다양한 어려움을 제시하였는데, 이 중 과학적 의사소통과 관련된 어려움을 살펴보면 ‘과학적 의사소통 함양이 가능한 차시 선정’, ‘과학적 의사소통에 대한 본인의 이해 부족’(6.7%), ‘과학적 의사소통에 적합한 교사의 발문 작성’(5.3%), ‘과학적 의사소통 능력 함양 활동 구성’(4.0%), ‘과학적 의사소통과 의사소통의 차이를 반영한 계획 수립’(2.7%)이 있었다.

2015 개정 교육과정에서는 국어, 과학, 사회(통합 사회, 역사 포함), 수학, 실과, 음악, 미술, 영어 등에

Table 9. The difficulties of pre-service elementary teachers in writing lesson plans (n=75)

범주	빈도(%)	범주	빈도(%)
학생의 수준과 능력에 적합한 수업 계획	15(20.0)	과학적 의사소통과 의사소통의 차이를 반영한 계획 수립	2(2.7)
과학적 의사소통 함양이 가능한 차시 선정	10(13.3)	시간 배분	2(2.7)
학생의 흥미나 참여 예측	7(9.3)	기타	2(2.7)
과학적 의사소통에 대한 본인의 이해 부족	5(6.7)	수업 활용 자료 준비	1(1.3)
과학개념 교육 계획	5(6.7)	학생의 주의집중 유도	1(1.3)
과학적 의사소통에 적합한 교사의 발문 작성	4(5.3)	실제 현장에 적용 가능한 수업 계획의 어려움	1(1.3)
수업모형의 선택과 적용	4(5.3)	과정안 작성의 어려움	1(1.3)
의도에 맞는 수업 활동 구성	4(5.3)	평가 구성	1(1.3)
자신의 불충분한 내용 지식	3(4.0)	수업 상황 예측	1(1.3)
과학적 의사소통 능력 함양 활동 구성	3(4.0)	수업의 각 단계별 연관성 유지	1(1.3)
무응답	2(2.7)		

*복수응답.

서 ‘의사소통능력’을 교과 핵심역량으로 제시하였다. Ha and Shin(2016)의 연구결과에 따르면 대부분의 교사들은 각각의 핵심역량들을 효과적으로 학습할 수 있는 교과가 따로 존재하며, 특히 사고력이나 탐구능력은 과학 교과에서 효과적으로 가르칠 수 있지만, 의사소통능력은 국어에서 향상시킬 수 있다고 인식하였고, 과학에서 효과적으로 가르칠 수 있다고 응답한 경우는 11.3%였다. 예비교사의 수업계획 일지를 살펴보면 작은 수이기는 하지만 “과학적 의사소통을 함양하기 위한 수업과 의사소통을 함양하기 위한 국어수업이 별다른 차이가 없게 느껴질 수도 있겠다”는 고민을 토로하였다(2.7%). 따라서 이러한 결과를 살펴볼 때 과학적 의사소통과 국어과에서 제시한 의사소통의 차이, 과학적 의사소통과 일반적인 의사소통의 차이를 드러내어 예비교사 교육 및 교사교육을 할 필요가 있겠다.

Table 10은 예비교사들이 과학적 의사소통 함양을 위한 과정안을 작성하는 과정에서 참고한 자료를 정리한 것이다. 예비교사들은 교사용 지도서, 교과서 등의 교과용 도서(39.2%)를 가장 많이 참고하였으며, 그 다음으로 온라인 동영상(9.5%), TV 프로그램(8.1%), 지식in이나 블로그 같은 인터넷 검색 자료(8.1%)를 많이 활용하였다. 이는 Jeong(2009)의 연구에서 중등 예비교사들이 기존 수업과정안, 인터넷 자료, 교사용 지도서, 그리고 교과서 등을 참고하여 수업과정안을 작성하는 것과 유사한 결과이다. 본 연구 결과에서 과학관련 전문 온라인 사

이트(4.1%), 전공서적(4.1%), 학술논문(2.7%), 대학 강의자료(1.4%), 교사 연구대회 자료(1.4%) 등 과학교육과 관련된 전문자료에 대한 참고 비율은 저조하였다. 예비교사의 과정안 작성 교육 시에 전문 자료를 참고할 수 있도록 안내할 필요가 있으며, 예비교사들이 수월하게 접근 가능한 자료 제공 또한 필요하다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 초등학생의 과학적 의사소통 능력 함양을 위해 예비 초등교사들이 작성한 수업과정안의 특징을 살펴보았다. 이를 위해 1개 교육대학교 3학년 학생 53명이 작성한 수업과정안과 수업계획 일지를 수집하여 분석하였다. 수집된 수업과정안의 특징을 구체적으로 살펴보기 위해 수업과정안을 과학적 의사소통 능력을 교육하는 방법, 과정안의 각 활동에 제시된 과학적 의사소통의 수단, 내용, 대상, 방식, 형태, 과학적 의사소통 평가 방법 측면에서 분석하였다. 그 결과는 다음과 같다.

첫째, 예비교사의 과정안은 직접적으로 과학적 의사소통 능력에 대해 설명하거나 교육적 개입을 하지 않고, 암묵적이고 맥락적인 접근 방법으로 과학적 의사소통 능력을 함양하는 것으로 나타났다. 둘째, 예비교사들이 제시한 과학적 의사소통 함양 교수·학습 활동은 주로 말이나 글을 통해 과학적 의사소통을 하도록 구성되어 있었고, 과학적 의사소통 수단을 학생들이 자유롭게 선택할 수 있게 하는 경우는 소수에 불과하였다. 셋째, 예비교사들이 작성한 과정안은 학생들의 아이디어, 추리, 예상과 같이 자신의 생각을 표현하게 하는 과학적 의사소통 활동을 가장 많이 계획하였으며, 그 다음으로는 실험결과를 제시하게 하는 의사소통 활동을 계획하였다. 그러나 주장과 근거를 들어 논증할 수 있는 기회를 제공하는 경우는 부족하였다. 넷째, 모둠 내 학생, 교사와 전체학생, 모둠과 전체집단 간의 의사소통과 학생이 혼자 보고서를 작성하거나 활동을 하는 ‘학생 개인별’ 과학적 의사소통이 주를 이루었으며, 쌍방향 교환보다는 일방향 전달 및 공동작업을 통해 공유하는 과학적 의사소통이 주로 나타났다. 다섯째, 예비교사들의 과정안에는 평가 내용이 포함되지 않은 경우와 과학적 의사소통을 평가하지 않은 경우가 다수 있었으며, 과학적 의사

Table 10. The reference materials of pre-service elementary teachers in writing lesson plans (n=74)

범주	빈도(%)	범주	빈도(%)
교과용 도서	29(39.2)	전공서적	3(4.1)
없음	9(12.2)	학술논문	2(2.7)
온라인 동영상	7(9.5)	스마트폰 어플리케이션	2(2.7)
TV 프로그램	6(8.1)	일반도서	1(1.4)
인터넷 검색 자료	6(8.1)	대학강의자료	1(1.4)
과학관련전문 온라인 사이트	3(4.1)	교생 실습 자료	1(1.4)
초등학생용 과학교육 도서	3(4.1)	교사연구대회 자료	1(1.4)

*복수응답.

소통을 평가한 경우에도 대부분 관찰법이나 보고서, 활동지 평가를 실시하였다. 여섯째, 예비 초등교사들은 과학적 의사소통 함양을 위한 과정안을 작성하면서 과학적 의사소통 능력의 함양이 가능한 차시를 선정하고 적합한 발문과 활동을 구성하는 데에 어려움을 겪었으며, 과학적 의사소통에 대한 이해 부족과 과학적 의사소통과 의사소통의 차이를 반영하여 계획을 수립하는 데에 어려움을 겪었다. 일곱째, 예비교사들은 과정안을 작성하기 위하여 교과용 도서와 온라인 동영상, TV프로그램, 인터넷 검색 자료들을 주로 활용하였으며, 과학교육과 관련된 전문자료에 대한 참고 비율은 저조하였다.

위의 연구결과로 도출된 시사점은 다음과 같다. 첫째, 과학적 의사소통 능력에 대한 예비 교사의 지도 능력을 향상시키고, 예비교사가 학교 현장에서 과학적 의사소통 함양 수업을 실천하게 하려면 예비교사 양성 교육과 강의 개선이 필요하다. 본 연구 결과에 따르면 예비교사들은 자신의 학창시절에 경험하지 못했던 새로운 교육적 변화를 반영하여 수업을 계획하는 것을 어려워하였고, 특히 과학적 의사소통 함양이 가능한 차시 선정, 과학적 의사소통에 대한 본인의 이해 부족, 과학적 의사소통에 적합한 교사의 발문 작성, 과학적 의사소통 능력 함양 활동 구성, 과학적 의사소통과 의사소통의 차이를 반영한 계획 수립을 어려워하였다. 따라서 이를 반영하여 예비교사에게 안내하는 교육이 필요하다. Jeong(2011)의 연구에 따르면 수업과정안 작성 능력은 체계적이고 지속적인 연수와 노력이 있어야 신장되며, 수업과정안 작성 능력 신장에 침착지으나 직접 참여하면서 습득하는 워크숍이 도움이 될 수 있다. 따라서 본 연구결과에서 제시된 예비교사 과정안의 특징들을 기반으로 하여 전문가나 교사교육자가 과학적 의사소통 함양에 적합한 방향으로 과정안을 침착하는 교육적 활동과 예비교사가 학생으로서 직접 과학적 의사소통 함양 교육을 명시적으로 경험할 수 있는 기회를 제공할 필요가 있다.

둘째, 과거의 수업을 답습하는 방식에서 벗어나 교육적 변화에 적응하려는 예비교사의 노력이 필요하다. 예비교사들은 주로 교과용 도서와 인터넷 검색을 활용하였으며, 암묵적 접근 방법으로 과학적 의사소통 능력 함양 과정안을 작성하였고, 기존의 교사용 지도서에서 제공하던 모듈활동이나 교

사의 강의, 활동지 작성 등을 답습하는 등 기존의 수업과 다를 바가 없었다. 자신이 설계한 수업에 대해 독립적이고 반성적으로 성찰하는 과정을 통해 좀 더 유연하고 개방적인 교사(Hong, 2017)로 성장할 필요가 있으며, 이를 본인의 수업 계획에 반영하려는 노력 또한 필요하다.

셋째, 과학적 의사소통 능력 함양을 위한 교육을 현장에서 적극적으로 실시할 수 있도록 참고자료의 개발과 제공이 필요하다. 본 연구결과에 따르면, 예비교사들은 과학적 의사소통 함양을 위한 과정안을 작성하면서 과학교육과 관련된 전문자료에 대한 참고 비율은 저조하였다. 이는 예비교사의 노력과 관심의 결과일 수도 있지만, 관련 전문자료의 부족 때문이라고 할 수 있다. 따라서 예비교사들에게 과정안 작성 교육을 할 때에 전문자료를 참고할 수 있도록 안내할 필요가 있으며, 예비교사들이 수월하게 접근 가능한 자료 제공 또한 필요하다. 특히 예비교사들은 학생의 수준과 본인이 교육해야 하는 내용의 범위 설정을 어려워하였는데, 과학적 의사소통 능력 함양 교육이 현장에서 구현되기 위해서는 과학적 의사소통 능력의 발달 과정 및 단계와 교육 방법에 대한 자료를 제공할 필요가 있다. 이러한 자료를 제공하기 위해서는 과학적 의사소통 능력의 발달 과정 및 단계에 대한 연구와 학교급간 연계망, 교육 기대 수준에 대한 연구가 선행될 필요가 있다.

다른 핵심역량과 비교하면 과학적 의사소통 능력은 초등교사가 인식하는 중요성에 비해 실현가능성은 낮은 것으로 보고되었다(Ha & Shin, 2016). 따라서 과학적 의사소통 함양을 위해 작성된 예비교사 과정안의 특징을 분석한 본 연구의 결과를 바탕으로 예비교사 양성 교육과 과학적 의사소통 능력과 관련된 교육 자료들이 개발되어 이러한 실현가능성을 높일 수 있기를 기대한다.

참고문헌

- Anderson, L. W. (2002). Curricular alignment: A re-examination. *Theory into Practice*, 41(4), 255-260.
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M. & Rumble, M. (2012). Defining twenty-first century skills. In P. Griffin, B. McGaw & E. Care (Eds.), *Assessment and teaching of 21st century skills*, (pp. 17-66). Springer Netherlands.

- DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.
- Graber, W. & Nentwig, P. (2001). Scientific literacy: From theory to practice. In H. Behrendt, H. Dahncke, R. Duit, W. Graber, M. Komorek A. Kross & P. Reiska (Eds.), *Research in science education-past, present, and future*, (pp. 61-70). London: Kluwer Academic Publisher.
- Ha, E. (2008). A case analysis on the features and persistence factors of middle school students' science discourse during after-school group activities. Unpublished Doctoral Dissertation, Seoul National University.
- Ha, J. & Shin, Y. (2016). Analysis of awareness of teachers for core competencies and scientific core competencies. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 35(4), 426-441.
- Hong, M. H. (2013). Activity types in lesson plans on social studies by elementary pre-service teachers. *Journal of Social Studies Lesson Study*, 1(1), 1-21.
- Hong, M. H. (2017). A study on lesson plans construction using narrative in social studies instruction. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 17(7), 597-619.
- Jacobs, C. L., Martin, S. N. & Otieno, T. C. (2008). A science lesson plan analysis instrument for formative and summative program evaluation of a teacher education program. *Science Education*, 92(6), 1096-1126.
- Jang, M.-D. (2006). Analysis of pre-service teachers' lesson planing strategies in elementary school science. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 25(2), 191-205.
- Jeon, S. S. (2013). Development of scientific communication skills test for elementary school students. Unpublished Doctoral Dissertation, Korea National University of Education.
- Jeong, H. (2009). A study on the actual conditions of secondary student teachers' instruction design during the teaching practicum. *The Journal of Curriculum & Evaluation*, 12(3), 1-30.
- Jeong, H. (2011). An analysis of the perception of lesson plan design among novice teachers. *The Journal of Korean Education*, 38(2), 29-53.
- Jung, J. & Lee, B. (2016). Analysis on the mismatch between instructional design and teaching practice of pre-service science teachers in teaching practicum. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(3), 435-443.
- Kwak, Y. S., Son, J. W., Kim, M. Y. & Ku, J. O. (2014). Research on ways to improve science curriculum focused on key competencies and creative fusion education. *Journal of the Korea Association for Science Education*, 34(3), 321-330.
- Kwak, Y. S. (2015). An exploration of teacher professionalism required for changes in future schooling and curriculum reconstruction. *Journal of Research in Curriculum Instruction*, 19(1), 93-111.
- Lee, H.-K., Lee, S.-K., Kim, H.-J. & Park, H.-B. (2012). An analysis of the form and the content of elementary school lesson plan in Korea. *The Journal of Elementary Education*, 25(4), 1-29.
- Lee, M.-J. (2009). Toward to the definition of 'Scientific Literacy'. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 28(4), 487-494.
- Lemke, J. (1990). *Talking science: Language, learning and values*. Norwood: Ablex Publishing.
- Linn, M. (2003). Technology and science education: Starting points, research programs, and trends. *International Journal of Science Education*, 25(6), 727-758.
- Liu, X., Zhang, B., Liang, L. L., Fulmer, G., Kim, B. & Yuan, H. (2009). Alignment between the physics content standard and the standardized test: A comparison among the United States New York State, Singapore, and China Jiangsu. *Science Education*, 93(5), 777-797.
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2nd ed.). New York: Sage Publications.
- Ministry of Education (2014). *Elementary school science teacher's guide book -general introduction*. Seoul: Mirae-N.
- Ministry of Education (2015a). *The elementary and secondary school curriculum [초·중등학교 교육과정 총론]*, MOE public announcement, 2015-74 [Appendix 1]. Retrieved January 8, from <http://ncic.go.kr/>
- Ministry of Education (2015b). *The science curriculum [과학과 교육과정]*, MOE public announcement, 2015-74 [Appendix 9]. Retrieved January 8, from <http://ncic.go.kr/>
- Ministry of Education (2015c). *The elementary school curriculum [초등학교 교육과정]*, MOE public announcement, 2015-74 [Appendix 2]. Retrieved January 8, from <http://ncic.go.kr/>
- Nature (2015). *Building the 21st century scientist*. Retrieved January 20, 2017, from <http://www.nature.com/news/stem-1.17959>
- Norris, S. P. & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87(2), 224-240.
- Partnership for 21st Century Skills (2010). *Framework for*

- 21st century learning. Retrieved January 10, 2017, from <http://www.p21.org/about-us/p21-framework>
- Schwab, K. (2016). The fourth industrial revolution. New York: Crown Business.
- Strangis, D. E., Pringle, R. M. & Knopf, H. T. (2006). Road map or roadblock? Science lesson planning and pre-service teachers. *Action in Teacher Education*, 28(1), 73-84.
- Spektor-Levy, O., Eylon, B. S. & Scherz, Z. (2009). Teaching scientific communication skills in science studies: Does it make a difference? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(5), 875-903.
- Trilling, B. & Fadel, C. (2009). 21st Century skills: Learning for life in our times. 한국교육개발원 역(2012). 21세기 핵심역량: 이 시대가 요구하는 핵심스킬. 서울: 학지사.
- Yang, C., Lee, J. & Noh, T. (2014). The characteristics of lesson planning of pre-service secondary science teachers. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(2), 187-195.