

STEAM 프로그램이 예비 과학교사의 의사소통역량에 미치는 영향: STEAM 교육에 대한 경험과 성찰

김선영* · 전재형¹

조선대학교 · ¹광덕고등학교

The Effects of STEAM Program on Preservice Science Teachers' Communication Competency: Their Experiences and Reflection on STEAM Education

Sun Young Kim* · Jae Hyeong Jeon¹

Chosun University · ¹Gwangdeok High School

Abstract : This study examined the effects of STEAM program on preservice science teachers' communication competency and further explored their experiences of and reflection on STEAM program. The study design is one group pretest-posttest with mixed methodology using both quantitative and qualitative data. The STEAM program consists of three stages: introduction of STEAM, participation in STEAM activities, and reflection on the STEAM program. The preservice science teachers improved their communication competency after the STEAM program ($p < .01$). The preservice science teachers represented statistically higher scores on the three subscales of communication competency: Interpretation ability, self-presenting ability, and understanding others' viewpoints. In addition, the preservice science teachers reflected on their STEAM experiences. During the first stage of 'Presentation of the Problem Situation,' the preservice science teachers mentioned that they roused their curiosity due to everyday experience-related, social issues or present issues. In the stage of 'Creative Design,' the preservice science teachers mentioned that they selected the final idea through mutual consent of the members, the practical possibility of everyday life, the previous experience-based decisions, or persuasive power. Further, about 87.5% of preservice science teachers mentioned that they were fully engaged in the 'Emotional Learning' stages due to the application of integrated thinking, everyday related issues, and communication among group members. About 85% of the preservice science teachers mentioned that they could challenge new problems in future situations.

keywords : STEAM, preservice science teacher, communication competency, reflection

*교신저자 : 김선영 (sykim519@chosun.ac.kr)

**이 논문은 전재형의 2016년도 석사 학위논문을 기초로 보완 연구를 수행하여 작성한 것임.

***2019년 02월 25일 접수, 2019년 04월 21일 수정원고 접수, 2019년 04월 30일 채택

<http://dx.doi.org/10.21796/jse.2019.43.1.136>

I. 서론

현대사회에서 과학기술의 발달은 가속화되고 있으며, 끊임없이 새로운 지식과 정보가 생성됨에 따라 다양한 문제가 발생하고 있다. 현대사회의 다양한 문제는 개인이 가진 지식만으로 해결하기 어려워지고 있으며, 구성원 간의 협력과 소통을 통한 융합적 사고에 기반한 문제해결능력을 바탕으로 합리적 의사결정을 요하는 일이 많아지고 있다. 이러한 시대적·사회적 요구를 반영하여 문제 해결 능력 및 융합적 사고를 기르기 위해 융합인재교육(STEAM)이 강화되고 있다(MEST, 2011). 융합인재교육(STEAM)은 과학, 기술, 공학, 예술, 수학 등의 여러 분야의 지식의 융합, 문제해결력의 함양, 타인과의 협력을 바탕으로 한 융합적 소양을 갖춘 인재를 양성하는 교육이다(Baek *et al.*, 2011; KOFAC, 2012). 2015개정 과학과 교육과정(MOE, 2015)에서도 학생들의 인성과 감성을 함양하고 창의성을 계발하기 위해 과학교과의 내용을 기술, 공학, 예술, 수학 등 다른 교과와 통합 및 연계하여 지도하도록 명시하고 있다. 아울러 과학적 문제 해결 과정과 결과를 공유하고 발전시키기 위해 타인과 의사소통할 수 있는 능력을 강조하고 있으며, 사회적 문제에 관심을 가지고 의사결정 과정에 참여하도록 명시하고 있다(MOE, 2015).

STEAM 교육은 소통을 바탕으로 타인을 이해하고 협력하며 배려할 수 있는 인성 교육을 강조하고 있다(Baek *et al.*, 2011). 미래사회의 문제를 효과적으로 해결하기 위해서는 협력과 배려심을 바탕으로 소통하는 능력이 중요하다. Baek *et al.* (2011)은 STEAM 교육의 핵심 역량으로 ‘배려’(Caring), ‘창의’(Creativity), ‘소통’(Communication), ‘융합’(Convergence)으로 구성된 4C-STEAM을 제안하였다. ‘배려’는 타인을 배려하고 존중하는 태도, 자신감과 자아효능감 등과 같은 요소를 의미하며, ‘창의’는 문제해결력, 창의력, 문제를 확인하고 정보를 수집·분석하는 능력, 의사결정능력 등의 요소를 의미한다. ‘소통’은 언어적·시청각적 소통, 소통 및 협력하는 태도 등의 요소가 포함

된다. 마지막으로 ‘융합’은 STEAM 융합 지식을 이해하고 설계하는 능력과 더불어 STEAM 융합 지식을 활용하고 응용하는 능력, 언어 사회·문화·윤리 등의 맥락적 지식을 이해하는 능력을 의미한다. 이러한 STEAM의 핵심 역량의 하위 요소를 살펴보면, 융합적 지식을 활용하는 문제해결 과정에서 타인을 위한 배려 및 존중, 소통 능력 및 태도, 협력 등 의사소통능력을 강조하고 있음을 알 수 있다.

의사소통은 사람들의 대인관계 상황에서 필수적인 활동이며, 자신의 생각과 감정, 아이디어를 타인과 교환함으로써 협력적으로 문제를 해결하는데 중요한 기능이다(Lee *et al.*, 2003; You, Ryoo, & Lee, 2015). Trenholm과 Jensen(2000)은 외부 수행역량(performance competence)과 내부 프로세스 역량(process competence)으로 구성되는 대인간 의사소통역량 모델은 제안하였다. 외부 수행역량은 시각적으로 관찰가능한 의사소통 수준을 의미한다. 내부 프로세스 역량은 사회적으로 적절한 방법으로 의사소통할 수 있는 인지적 활동으로 정의되며, 해석능력, 목표설정능력, 역할수행능력, 자기제시능력, 그리고 언어적·비언어적 능력 및 관계관리 능력으로 구성된다(Trenholm & Jensen, 2000). 또한 2015개정 과학과 교육과정(MOE, 2015)에서는 과학과 핵심 역량 중의 하나로 과학적 의사소통 능력을 제시하고 있으며, “과학적 문제 해결 과정과 결과를 공동체 내에서 공유하고 발전시키기 위해 자신의 생각을 주장하고 타인의 생각을 이해하며 조정하는 능력”(p. 4)이라고 정의하고 있다.

한편, STEAM 교육활동은 상황제시, 창의적 설계, 감성적 체험, 그리고 새로운 상황에의 도전으로 이루어지며(KOFAC, 2012), 각 단계의 활동을 수행하는데 의사소통역량은 매우 중요하다. 특히 창의적 설계(Creative Design)와 감성적 체험(Emotional Touch)은 STEAM 교육의 핵심 요소라고 할 수 있다(Yakman & Lee, 2012). 창의적 설계는 “학습자들이 주어진 상황에서 지식, 제품, 작품 등과 같은 산출물을 구성하기 위하여 창의성, 효율성, 경제성, 심미성을 발현하여 최적

의 방안을 찾아 문제를 해결하는 종합적인 과정”(KOFAC, 2012, p. 46)이다. 학생들은 창의적 설계 단계를 통해 자기주도 학습, 협력, 다양한 아이디어 창안 및 의사결정 기회를 경험할 수 있다(Baek *et al.*, 2011). 감성적 체험 단계에서는 Hands-on, 성취의 경험, 새로운 도전이 이루어지며, 자기주도적 학습이 가능한 모든 활동과 경험을 의미한다(KOFAC, 2012). STEAM 교육의 창의적 설계와 감성적 체험의 경험을 통해 학생들은 융합적 사고에 기반하여 아이디어를 선정하고, 문제해결을 위한 ‘소통’ 과정에 참여하게 되며 이 과정에서 배려, 협력, 개방성, 다양성, 협동심 등을 경험할 수 있다(Baek *et al.*, 2011). 지금까지 의사소통능력을 향상시키기 위한 다양한 연구들이 선행되어 왔다. 예를 들어 Yu *et al.* (2011)은 대학생의 의사소통능력에 영향을 미치는 요인으로 성실한 수업 참여, 교수와의 상호작용의 기회 증대, 그룹 스터디 활동 등이라고 보고한 바 있다. Noh *et al.* (2000)은 고등학생을 대상으로 한 공통과학의 협동학습에서 학생의 의사소통 불안에 따른 상호작용의 효과성을 살펴본 바 있다. Pak & Kim(2014)는 초등학교 영재 학생들을 대상으로 STEAM 프로그램을 적용하여 설명, 정당화, 근거 제시 등의 과학적 의사소통능력이 향상되었음을 보고한 바 있다. STEAM 활동을 통해 학생들은 아이디어를 고안하고 문제를 해결해나가는 과정에서 다른 사람과의 소통과 배려를 추구하게 된다(Baek *et al.*, 2011). 본 연구에서는 이러한 과정에서 나타난 예비 과학교사의 의사소통역량을 양적·질적 자료를 토대로 면밀히 살펴보고자 한다.

STEAM 관련 선행연구를 살펴보면, 교과 기반 중심 STEAM 교육 연구(Guem & Bae, 2012; Kim *et al.*, 2014; Kim, Lee & Kim, 2013), 특정한 주제를 선정하여 적용한 주제 기반 STEAM 교육 연구(Lee, Choi, Park & Jung, 2013), 그리고 스토리텔링(Park, 2013), 포트폴리오(Kang, Ju & Jang, 2013), 오픈소스 소프트웨어(Kang, Kim & Kim, 2012), PBL(Kwon, Nam & Lee, 2012), 스마트 교육(Bae, Kim & Kim, 2014) 등

과 같은 다양한 교수학습방법을 접목시킨 STEAM 교육 연구가 이루어져 왔다.

또한, STEAM 교육 효과를 살펴보면, 인지적 측면에서는 과학 학업 성취도 향상(Choi & Hong, 2013), 문제해결력 향상(Cho & Lee, 2014; Lee, Baek & Lee, 2013) 및 창의성 함양(Kim, Ju & Lee, 2013)을 나타냈으며, 정의적 측면에서는 인성 함양(Kwon, Nam & Lee, 2012), 정서지능 함양(Ryu & Lee, 2013), 과학 태도 향상(Park, 2013), 과학학습동기 향상(Bae, Yun & Kim, 2013) 및 과학학습흥미도 향상(Kang, Kang & Lee, 2013) 등을 나타냈다. 그러나 의사소통역량 요소를 면밀히 살펴본 연구는 제한적이다. 이처럼 교과, 주제, 활동 기반으로 구성된 STEAM 교육은 초등학생, 중학생, 고등학생을 대상으로(예, Cho & Lee, 2014; Kang, Kim & Kim, 2012; Yoon, Kim & Kim, 2013) 다양한 교과와 주제로 연구가 이루어져왔다. 교사 및 예비교사를 대상으로 한 연구는 STEAM에 대한 인식 조사 연구(Ahn & Kwon, 2012; Han & Lee, 2012; Lee, 2014; Lee & Yoon, 2014; Son, 2012)가 주로 이루어져 왔으며 예비교사를 대상으로 STEAM을 경험하도록 하고 그 효과성을 살펴본 연구는 제한적이다. STEAM 교육을 학교 현장에서 구현하고, 학교 현장 적용 가능성과 교육적 효과를 높이기 위해서는 STEAM과 관련한 교사 자신의 경험이 매우 중요하게 작용한다(Lee, Park & Kim, 2013; Lim, Kim & Lee, 2014; Shin & Han, 2011; Son, 2012). 따라서 과학교사양성 과정에서 예비 과학교사들이 STEAM을 직접 경험하고 성찰해 볼 기회를 제공함으로써 예비 과학교사들의 STEAM 교육에 대한 경험을 면밀히 살펴보고 이를 구체화하고자 한다.

본 연구는 예비 과학교사를 대상으로 STEAM 프로그램을 경험하도록 한 후 협력적으로 문제를 해결하는데 중요한 요소 중의 하나인 의사소통역량의 변화를 살펴보았다. 또한 STEAM 수업 후 예비 과학교사들의 STEAM 교육에 대해 어떠한 경험과 성찰을 하는지 살펴보았다. 따라서 연구 문제는 다음과 같다.

1. STEAM 교육 프로그램 경험 후 예비 과학 교사들의 의사소통역량은 어떠한 변화가 있는가?
2. 예비 과학교사들은 STEAM 교육에 대해 어떠한 경험과 성찰을 하는가?

II. 연구방법

1. 연구대상

광역시 소재 사범대학에 재학하는 예비 과학교사들(여학생 10명, 남학생 6명)이 본 연구에 참여하였다. 연구 참여자들은 <과학탐구교육> 교과목을 수강하는 2학년에 재학 중인 예비 과학교사들이며, 교과목은 STEAM 교육 프로그램을 중심으로 운영되었다. 예비 과학교사들은 본 교과목을 통해 STEAM 교육에 대해 처음으로 학습하였으며, 대부분의 예비교사들은 당해 학기에 조별 과제를 수행한 적은 있으나, 팀 기반 수업을 경험하지 않았다.

2. 수업처치

예비 과학교사들은 한 학기 동안 STEAM 교육 프로그램에 참여하였다(Figure 1). 먼저 예비 과학교사들은 4차시에 걸쳐 STEAM 교육 관련 이

론을 학습하였다. STEAM에 대해 학습한 후, 실생활에 밀접한 4가지 주제 중심으로 각 4차시에 걸쳐 STEAM 수업을 경험하였다. 마지막으로 STEAM 프로그램에 대해 성찰하는 기회를 가졌다(Figure 1).

본 연구의 STEAM 수업은 과학기반의 총 4가지 주제(각 4차시, 총 16차시), 즉 생물영역의 시각 및 뇌(자동차 번호판), 물리영역의 소리(충간소음 줄이기), 지구과학 영역의 지진(지진에 강한 내진 설계), 화학영역의 혼합물 분리(간이정수기)의 영역으로 구성하였다(Kim & Jeon, 2016). STEAM 수업은 식별이 잘 될 수 있는 자동차 번호판을 어떻게 만들 수 있을까?, 충간소음을 줄이기 위해서는 어떻게 해야 하는가?, 지진에 강한 건축물을 어떻게 구상할 수 있는가?, 오염된 물을 정화하기 위한 간이 정수기를 어떻게 만들 수 있을까?의 문제 중심으로 구성되어 있으며, 일상생활과 관련된 주제를 통해 문제 상황을 해결할 수 있도록 하였다(Kim & Jeon, 2016). 각 STEAM 수업은 문제상황 제시 단계, 문제를 해결하기 위한 방안을 고안하는 창의적 설계 단계, 문제 해결 방안에 따른 산출물을 생성하고 문제가 제대로 해결되었는지 평가하는 감성적 체험 단계, 그리고 새로운 문제への 도전의 4단계로 구성되었다(Figure 1).

상황제시 단계에서는 실생활에서 접할 수 있는

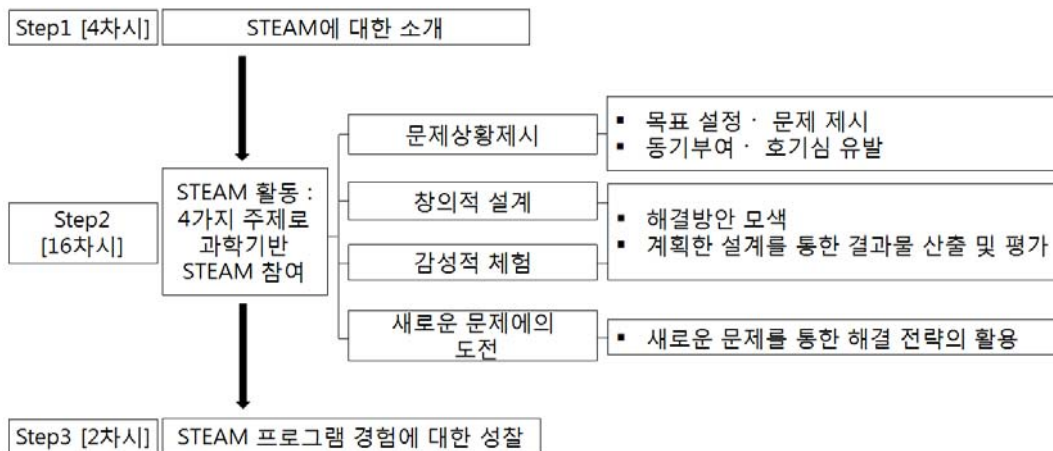


Figure 1. STEAM program

문제를 통해 관련 자료를 제시하여 호기심을 유발하고 문제 해결을 위한 융합적 사고를 할 수 있도록 하였다. 창의적 설계 단계에서는 문제 해결을 위해 해결방안을 모색하며 산출물 구성을 위한 설계를 하도록 하였다. 감성적 체험 단계는 설계를 바탕으로 결과물을 산출하도록 하였다. 또한, 평가 기준에 따라 산출물의 장단점에 대해 논의하는 시간을 가졌다. 마지막으로 새로운 문제에 대한 도전 단계에서는 성취와 실패의 경험을 바탕으로 새로운 문제에 도전 할 수 있도록 하였다. 예를 들어, 지진에 강한 건축물 설계 활동은 네팔의 카트만두에서 진도 7.9의 지진 상황을 제시하여 내진 설계의 중요성에 대해 생각해 볼 수 있도록 하였다. 또한 내진 설계를 적용한 건축물에 대해 알아보고 이를 바탕으로 창의적 설계 단계에서 지진에 강한 건축물을 설계 하도록 하였다. 감성적 체험 단계에서는 모둠별로 선정된 자료를 이용하여 제작을 하였으며, 평가 단계에서는 임의적인 지진을 일으켜 견고성을 평가하는 기회를 가졌다. 새로운 문제의 도전 단계에서는 원자력 발전소, 중요문화재 등에서의 내진 설계 적용 사례를 살펴보고 지진이 일어났을 때의 대처 요령에 대해 생각해보며 도전할 수 있도록 구성하였다(Kim & Jeon, 2016).

3. 자료수집 및 분석

연구설계는 단일집단 사전-사후비교설계로 이루어졌으며, 양적 자료와 질적 자료를 함께 활용하여 예비 과학교사들의 의사소통역량과 STEAM 교육 경험 및 성찰에 대해 면밀히 살펴보았다. 사전검사는 수업의 첫 주에 이루어졌으며, 사후검사는 16주 후의 학기말에 이루어져 두 검사 사이의 영향력을 배제하고자 하였다.

1) 의사소통역량 검사도구

예비 과학교사들의 의사소통역량의 변화를 살펴보고자 Lee *et al.* (2003)이 개발한 생애능력 검사도구(A Study on the Development of

Life-Skills) 중 의사소통역량에 대한 총 49문항을 사용하였다. 검사도구는 자기 보고식으로 5단계 리커트 척도를 사용하였다. 검사도구는 해석능력(14문항), 역할수행능력(14문항), 자기제시능력(7문항), 목표설정능력(7문항), 메시지전환능력(7문항)의 5가지 하위영역으로 구성되어 있다(Table 1). 해석능력은 정보수집과 경청의 요소로 구성되어 있다. 역할수행능력은 고정관념적 사고 극복과 창의적 의사소통으로 구성되어 있다. 또한, 자기제시능력은 자신의 생각을 꾸밈이 없이 드러내는 자기 드러내기 요소로 이루어져 있다. 그리고, 목표설정능력은 자신의 의견을 명료하게 발표하는지 알아보기 위해 주도적 의사소통으로 구성되어 있다. 마지막으로 메시지 전환능력에서는 타인과의 관점을 이해하는지 살펴볼 수 있는 요소로 구성되어 있다(Lee *et al.*, 2003). 본 연구에서의 의사소통역량 검사도구의 신뢰도(Cronbach's α)는 0.869이다. 사전·사후검사 후 의사소통역량의 각 하위 영역별로 t-test를 실시하였다.

2) 질적 자료

예비 과학교사들의 의사소통역량을 구체적으로 살펴보기 위해 STEAM 수업 장면을 녹화하고 전사하였다. 또한 STEAM 프로그램을 경험한 후, 예비 과학교사들로 하여금 STEAM 프로그램 경험에 대해 성찰하도록 하였다. 이 때 Yoon(2014)이 개발한 반구조화된 면담 질문을 본 연구의 목적에 맞게 수정·보완하여 제시함으로써(Table 2) 예비 과학교사들이 STEAM 프로그램의 4단계, 즉 상황제시, 창의적 설계, 감성적 체험, 새로운 문제에 대한 도전의 경험에 대해 성찰할 수 있도록 하였다.

자료 분석은 과학교육 전문가 1명과 과학교육 전공 석사 2명이 공동으로 분석하였다. 수업전사 자료를 통해 예비교사들의 의사소통역량에 대해 면밀히 살펴보았다. 과학교육 전문가 1인과 과학교육 전공 석사 2인은 의사소통역량의 각 하위영역(Table 1 참조)을 코딩 범주로 설정하여 수업

Table 1. Subscales of communication competency instrument

| 능력 요소 | 하위 요소 | 행동 지표 | 문항수 |
|-----------|--------------|---|-----|
| 해석 능력 | 정보수집 | 상대방의 대화 내용 및 의도 파악, 선택적 정보 수집, 귀납적 정보 수집, 비언어적 정보 수집 | 7 |
| | 경청 | 상대방의 언어적 비언어적 정보에 대한 이해 표시, 상대방의 말을 되풀이·반복 확인, 상대방의 말을 요약하여 이해하고 대화 전개 | 7 |
| 역할 수행 능력 | 고정 관념적 사고 극복 | 성별 고정관념, 출신 지역·거주 지역에 따라 대화의 차이를 둬, 신체적 조건에 대한 편견을 드러내는 대화, 자기편견을 드러내는 대화, 권위·전문성에 대한 편견을 드러냄 | 7 |
| | 창의적 의사소통 | 상대방과의 관계속성에 따라 대화 차이를 보이지 않음, 나의 의견과 다른 타인의 의견을 이해하고 수용함, 긍정적이며 광의적인 시각에서 대화함 | 7 |
| 자기 제시 능력 | 자기 드러내기 | 자신의 생각을 꾸밈이 없이 드러냄, 자신의 약점을 솔직하게 드러냄, 타인에게 불편을 줄 수 있는 자신의 선호도를 드러냄 | 7 |
| 목표 설정 능력 | 주도적 의사소통 | 자신의 의견을 명료하게 발표함, 타인과 계획적이며 적극적으로 대화함, 몸짓이나 억양을 사용해 의사를 적극적으로 전달함 | 7 |
| 메시지 전환 능력 | 타인관점 이해 | 상대방의 말을 이해하고 있음을 드러내 보임, 상대방의 입장에서 생각하면서 대화함, 상대방의 심리변화를 파악하면서 대화함 | 7 |

Table 2. Framework of reflective journal

| 범 주 | 질문 |
|---------------|---|
| 상황 제시 | <ul style="list-style-type: none"> 문제 해결의 필요성을 느끼며 자연스러운 융합이 이루어지도록 호기심을 유발하였는가? 어떤 점이 호기심을 유발하였는가? |
| 창의적 설계 | <ul style="list-style-type: none"> 주어진 문제에 대한 구체적인 해결방안이 어떻게 제시되었는가? 문제 해결 중 의사소통은 원활하였는가? 충돌되는 의견은 어떻게 해결하였는가? 아이디어 착안점은 무엇인가? 여러 다른 의견 중 최종 아이디어는 어떻게 선택되었는가? |
| 감성적 체험 | <ul style="list-style-type: none"> STEAM 활동에 쉽게 몰입할 수 있었는가? 그 이유는 무엇인가? |
| 새로운 문제에 대한 도전 | <ul style="list-style-type: none"> 경험한 STEAM 활동 이외의 여러 상황에 대해서도 문제해결을 할 수 있는가? |

전사 자료를 분석하였다. 이를 위해 의사소통역량의 하위영역에 대해 면밀히 토의 후 각 영역별로 코딩을 실시하고 토론 과정을 거쳤다. 또한 성찰보고서를 통해 STEAM 프로그램의 각 단계에서 어떠한 경험을 하였는지 살펴보았다. 수업 전사 자료와 성찰보고서를 반복적으로 읽고 의미

를 추출하여 코딩한 후 범주화하였다. 의견이 일치하지 않는 부분에 대해서는 토론을 통해 합의점을 도출하였으며, 예비교사들의 STEAM 교육 경험에 대해 개념화하는 단계를 거쳤다(Miles & Huberman, 1994).

Ⅲ. 연구결과 및 논의

1. 의사소통역량

예비 과학교사들은 STEAM 프로그램 후 의사소통역량이 통계적으로 유의미하게 향상되었다($p < .01$). 의사소통능력은 해석능력, 역할수행능력, 자기제시능력, 목표설정능력, 메시지전환능력의 총 5개의 하위영역으로 구성되어 있다. 하위영역 별 검사결과를 살펴보면, 예비 과학교사들은 해석능력, 자기제시능력, 메시지전환능력에서 통계적으로 유의미한 향상을 나타냈다($p < .01$). 즉, 상대방의 의도를 파악하기 위한 정보수집과 의견을 주의 깊게 청취하는 경청의 자세를 바탕으로 한 해석능력, 자신의 의사를 표현하는 자기드러내기, 그리고 타인의 관점 및 의견을 이해하려는 모습에 유의미한 차이를 나타냈다($p < .01$). 반면에 역할수행능력과 목표설정능력에는 통계적으로 유의미한 차이를 나타내지 않았다($p > .05$). 이는

예비 과학교사들이 기존의 개인적인 지식과 내면화된 관념적인 사고로 인하여 고정관념을 극복하는데 어려움을 나타냈으며 창의적·주도적으로 의사소통하는데 어려움이 있었음을 의미한다($p > .05$) (Table 3).

Pak & Kim(2014)은 초등영재 학생을 대상으로 STEAM 프로그램을 적용 후 과학적 의사소통능력이 향상되었다고 보고한 바 있다. 또한 Yu *et al.* (2011)은 타인의 이해, 소통 지향, 동료와의 활발한 교류 및 학습활동이 의사소통역량 강화에 도움이 된다고 보고한 바 있다. STEAM은 융합적 지식을 바탕으로 배려와 더불어 다른 사람과의 소통을 추구하여 창의적 설계와 감성적 체험을 한다는 점에서(Back *et al.*, 2011) 다른 협력 학습이나 팀 기반 학습과 차별화된다고 할 수 있다. 이는 단순한 언어적 소통에서 벗어나 타인의 관점을 이해하는 태도를 바탕으로 소통을 하게 된다는 것을 의미하며 나아가 인성과 감성 교육이 가능함을 의미한다. 본 연구에서 예비 과

Table 3. The t-test results of preservice science teachers' communication competency

| | | 사전검사 | | 사후검사 | | <i>t</i> | <i>df</i> | <i>p</i> |
|-------------|---------------|--------|-------|--------|-------|----------|-----------|----------|
| | | 평균 | 표준편차 | 평균 | 표준편차 | | | |
| 해석능력 | 정보수집 | 28.06 | 2.89 | 29.81 | 2.79 | -2.369 | 15 | .032* |
| | 경청 | 24.88 | 2.36 | 27.56 | 2.80 | -3.875 | 15 | .001** |
| 역할수행 능력 | 고정관념적 사고극복 | 28.12 | 4.30 | 27.50 | 4.07 | 0.761 | 15 | .458 |
| | 창의적 의사소통 | 24.00 | 2.31 | 25.06 | 2.93 | -1.473 | 15 | .162 |
| 자기제시 능력 | 자기 드러내기 | 23.94 | 3.13 | 25.63 | 2.83 | -2.334 | 15 | .034* |
| 목표설정 능력 | 주도적 의사소통 | 24.31 | 3.59 | 25.06 | 4.12 | -1.039 | 15 | .315 |
| 메시지전환 능력 | 타인관점 이해 | 25.06 | 3.34 | 27.63 | 2.78 | -3.082 | 15 | .008** |
| | 총점 | 178.38 | 12.99 | 188.25 | 15.06 | -3.320 | 15 | .005** |

* $p < .05$; ** $p < .01$

학교사들은 상황제시, 창의적 설계, 감성적 체험, 새로운 문제에 대한 도전의 각 단계에서 다양한 정보 수집을 위해 구성원 간에 활발한 의사소통에 참여하였으며, 상대방의 의견을 주의 깊게 듣는 경향이 이루어졌다고 판단된다. 예비 과학교사들은 문제 상황에 대한 해결 방안을 구상하는 과정에서 자신의 생각과 의견을 말하고, 상대방의 의견을 경청하고 받아들이는 등 타인관점을 이해하는 모습도 나타냈다. 또한, 모둠 안에서 제시된 다양한 정보를 공유하고 장단점을 분석하는 과정에서 언어적·비언어적 표현을 통해 자기제시능력이 향상되었다고 보여진다.

다음은 통계적으로 유의미한 차이를 나타낸 세 하위영역, 즉 해석능력, 자기제시능력, 및 메시지 전환 능력이 STEAM 활동 중에 어떻게 나타났는지에 대한 질적 자료를 분석한 결과이다.

1) 해석능력

해석능력은 '정보수집'과 '경청'의 하위영역으로 나뉜다. '정보수집'은 상대방이 말하는 요점을 알기 위해 직접적인 대화를 포함하여 얼굴표정과 몸짓 등과 같은 비언어적인 방법을 활용하는 것과 상대방과 자신의 의견이 다를 때 의견 차이를 보이는 점이 무엇인지를 파악하는 것을 의미한다 (Lee *et al.*, 2003). 예를 들어, 4조의 층간소음 줄이기 활동 중 창의적 설계 단계에서 예비 과학교사 A4는 그림을 활용한 비언어적인 표현과 더불어 의견을 제시하였으며, 이에 예비 과학교사 B4는 예비 과학교사 A4의 의도를 파악하기 위해 직접적인 질문을 하는 모습을 나타냈다. 또한, 2조의 지진에 강한 내진설계 활동 중에는 예비 과학교사 A4가 스프링을 적용한 면진설계에 대해 설명하고, 예비 과학교사 B4가 스프링의 활용의 장점을 언급하며 예비 과학교사 A4의 요점을 확인하는 모습을 나타냈다. 이처럼 예비 과학교사들은 상대방의 의견을 명확하기 이해하기 위해 언어적·비언어적 방법으로 상대방의 요점을 확인하고 이해하려는 모습을 보였다.

예비 과학교사 A4: 그런데, 우리가 실험하려고 하는 상자에 크기가 딱 들어맞아야 해. [그림을 가리키며] 공간이 생기면 안 돼. 무슨 말인지 알겠지? 공간이 있으면 새니까.

예비 과학교사 B4: 왜 딱 맞아야 해?

예비 과학교사 A4: 그림 상으로 봐봐. 여기로 공기가 새어 나오면 안 되지. 공기가 새어 나오면 그게 또 소음을 전달하는데. 그 소리를 이 안에서 머금게 해야지. 스펀지를 잘라서 사용해야 된다고 해도 금방 할 수 있을 거야.

예비 과학교사 B4: 응~ 스펀지 자르는 건 금방 할 수 있지.

(4조 '층간소음 줄이기' STEAM 활동 중)

예비 과학교사 A2: 이게 그거야? 됐어, 그럼 그렇게 하자. 그런데 그걸 어떻게 잘 설계하느냐는 거지. 그러니까 스프링에 대한 단점을 지지하는 구조를 있는 걸로 해서...그런데 지지 구조를 다른 걸로 해도 되고...그런데 우리가 생각하는 스프링이 길잖아. 그러니까 짧고 튼튼한 걸 사용해서.

예비 과학교사 B2: 그럼, 지금 말하는 게 일본에서 했던 것처럼 스프링을 사용하면 S파와 P파에 대해서 지 지도 되면서 움직임도 잡아준다는 거지?

예비 과학교사 A2: 응, 다 해결된다는 거지. 그래서 그거에 대해 스프링만 있다면 쉽게 무너지니까. 어느 정도 지지할 수 있는...

예비 과학교사 B2: 그렇다면, 구체적으로 어떤 스프링을 사용할지 정해야 될 것 같아...이런 펜에 들어있는 스프링?

예비 과학교사 A2: 이걸 너무 얇고 너무 길어. 그렇지 않나? 될 수 있는 대로 어떤 스프링이든지 구해달라고 하는데.

예비 과학교사 C2: 좀 촘촘하며 사이사이가 좁은 것.

예비 과학교사 A2: 그럼 될 수 있으면 크고 촘촘하고 두꺼운 거.

(2조 '지진에 강한 내진설계' STEAM 활동 중)

해석능력의 두 번째 영역인 '경청'은 상대방의 의견을 들으면서 고개를 끄덕이거나 이해하고 있다는 표현을 나타내고, 상대방의 말을 요약하여 되풀이함으로써 주요 의미를 확인하고 이해하면서 대화를 전개해 나가는 것을 의미한다(Lee *et al.*, 2003). 예를 들어, 2조의 변호판 만들기 활동에서는 숫자로 구성된 기존의 번호판에 한글을 적용시켜 재구성하자는 의견에 모둠원들이 긍정적인 반응을 나타내며 동의하는 모습을 보였다. 또한, 지진에 강한 내진설계 활동 중 1조에서는 지진에 적합한 구조를 설계하기 위해 스티로폼의 활용에 대해 언급하고 있는 상황으로 상대방의 말을 요약 되풀이하며 모둠 구성원들이 경청을 통해 서로 소통하고 있는 모습을 보였다.

예비 과학교사 C2: 아니면 숫자 대신 '승용', '승합'...

예비 과학교사 A2: 오~ 그건 관찰을 것 같아. 굳이 숫자로 표시해야 할 이유가 없잖아. 어차피 두 개의 숫자로 되어 있는 거 같은 숫자의 글자로 바꾸는 것도 관찰겠어.

예비 과학교사 D2: 맞아 맞아.

예비 과학교사 A2: 글씨로 하자!

(2조 '번호판 만들기' STEAM 활동 중)

예비 과학교사 B1: 우리가 눌러서 압축시켜 사용해.

예비 과학교사 A1: 응 탄성력이 있으며 지지할 수 있는...그런데 지지할 수 있는 것도 잘 생각해야 되는 게 우리가 면진구조 도식화된 것을 보면 불안해 보였잖아. 그래서 여러 개를 세워서 물량으로 보완하자니 스티로폼 아래 또 하나의 스티로폼 바닥을 설치해야 되나?

예비 과학교사 C1: 그러니까 맨 아래에 면진구조처럼 스티로폼을 설치해야 된다는 거지?

예비 과학교사 B1: 응, 스티로폼 한 개를 더 사용해야지.

(1조 '지진에 강한 내진설계' STEAM 활동 중)

2) 자기제시능력

자기제시능력은 자기드러내기를 의미하며, 이해하기 힘들고 잘 모르는 것에 대해서 타인에게 불편을 줄 수 있더라도 자신이 생각하는 바를 있는 그대로 상대방에게 전달함으로써 자신의 의사와 선호도를 비교적 분명하게 밝히는 것을 의미한다(Lee *et al.*, 2003). 본 연구에서 예비 과학교사들은 전체적인 활동 중에 발생하는 대화에서 '잘 모르겠다', '이해하기 힘들다', '못 미더웠다'와 같이 자신의 의사를 명확하게 전달하며 표현하는 모습을 보였다.

예비 과학교사 A1: 그럼, 글자 수는 7글자로?

예비 과학교사 B1: 꼭 전남이라고 2글자 안 해도 되지.

예비 과학교사 A1: 무슨 말인지 잘 모르겠어.

예비 과학교사 C1: 차량번호는 4개로 그대로 하고.

예비 과학교사 B1: 다 그대로인데, 가운데 글자를 쓰고.

예비 과학교사 A1: 한글?

예비 과학교사 B1: 응, 한글로 사용해도 상관없고, 아니라면 그걸 나타내는 가, 나, 다 이렇게 해도 상관없고 어차피 우리가 보고 만약 신고할 목적이라면 자동차 번호판에 '가'를 보았다고 말했다 할 때, 충분히 알아볼 수 있는 거잖아. 이해됐어?

(1조 '번호판 만들기' STEAM 활동 중)

예비 과학교사 B3: 그렇다면, 고무줄을 나무 사이사이를 묶는다면...엮는 방법을 사용하면 될 것 같아. 유동성 있게.

예비 과학교사 C3: 그렇게 할 수도 있고 아니라면 나무젓가락 사이에 고무줄을 넣어 모양을 만든다면...

예비 과학교사 A3: 난 무슨 말인지 이해하지 못했어.

예비 과학교사 C3: 여기에 고무줄을 끼운다면 움직이지 않을까?

예비 과학교사 A3: 음, 그렇다면 고무줄끼리 서로 잡아당기는 힘은 있겠지만 반대되는 힘은 없을 것 같아. 구조물을 세울 수 있는 힘이 있어야지. 내가 생각한 건 아까 우리가 흔들리는 것만 생각 했었잖아. 그렇다면 흔들림에 지지할 수 있는 것도 필요해. 내가 방금 생각했던 건 스티로폼이었는데 스티로폼을 사용하기엔 뽕힐 것 같아. 지지해야 하는 부분도 생각해야 될 것 같아. 유동성도 좋은데 지지하는 거에도.
(3조 '지진에 강한 내진설계' STEAM 활동 중)

예비 과학교사 A2: 음, 면진구조처럼 유동성 있는 바닥구조를 만들어 보면 거기에서 먼저 해결되고 윗부분은 우리가 생각했던 부분으로 부가적으로 해결하면 될 것 같아...

예비 과학교사 C2: 난 면진구조는 조금 지지를 못 할 것 같다는 생각이 들어. 아까 3가지의 구조를 다 보여줬는데 3개 중에선 오히려 못 미더웠어.

예비 과학교사 A2: 그렇지만 우리는 그렇게 생각하는데 도식화된 걸 봐서 그렇지 많을 수도 있잖아. 그리고 보통 본다면 1번부터 3번까지가 발달 순서이잖아. 그게 아니더라도 생각해 볼만한 가치가 있기 때문에 설명이 되어 있겠지. 그래서 그걸 똑같이 따라 하기보단 그거에 의의를 두는 거지. 기둥이

아니더라도 직접적으로 전달이 덜 되도록 그런 부분을 생각해 보자.

(2조 '지진에 강한 내진설계' STEAM 활동 중)

3) 메시지 전환능력

메시지 전환 능력은 타인관점 이해를 의미하며 소통과정에서 자신이 언급한 내용에 대해 어떻게 생각하는지 상대방의 입장에서 생각하면서 대화를 이어나가고, 상대방의 감정을 배려하고 이해하고 있음을 말이나 몸짓 등의 방법으로 표현하는 것을 의미한다(Lee *et al.*, 2003). 예비 과학교사들은 “그 생각은 못 했었는데, 똑똑하네”, “아, 그럴 수도 있겠다”, “정말 좋은 아이디어다”라고 표현하면서 상대의 의견에 동감을 표하며 창의적인 발상에 격려하는 모습까지도 보였다.

예비 과학교사 B4: 동그란 고무줄이지? 그렇다면 그걸 잘라서 사용해도 되잖아.

예비 과학교사 A4: 오~ 고무줄을 끊을 수도 있구나. 그 생각은 못 했었는데. 똑똑하네.

예비 과학교사 B4: 그럼 우물자로 하고 고무줄로 연결시키면 되겠네.

예비 과학교사 A4: 그런데 제진구조를 다시 생각해 본다면 층간 구조를 단단히 하는 것 같아.

(4조 '지진에 강한 내진설계' STEAM 활동 중)

예비 과학교사 B3: 응 그렇긴 한데 공기가 가장 소리 전달을 잘 시키지 못했는데 공기를 사용하지 않고 여기에 무엇을 채우는지 갑자기 궁금해졌어.

예비 과학교사 A3: 내 생각은 그렇거든. 공기를 사용하고자 계란판만 이용한다면 계란판의 재질 때문에 소리 에너지를 흡수할 것 같은데 이것만 있을 땐 소리가 튕겨서 울릴 것 같아.

예비 과학교사 B3: 아~ 그럴 수도 있겠다.

예비 과학교사 A3: 그래서 그 소리를 최대한 굴절시켜서 밖으로 내보내고 진동 에너지로 바꿔서 옆으로 퍼지게끔 하자는 거지.

(3조 '충간소음 줄이기' STEAM 활동 중)

예비 과학교사 A1: 나는 생각해 본 게, 페트병에 뚜껑이 있잖아. 그 뚜껑을 버릴 이유가 없지 않을까? 송곳으로 뚫어서 탈지면을 사용해도 되지 않을까?

예비 과학교사 B1: 오~ 물이 정수되는 시간의 제한은 없다고 했으니까.

예비 과학교사 C1: 천천히 흘러가겠네.

예비 과학교사 A1: 응 뚜껑 안쪽에 탈지면을 대고.. 송곳을 이용해서 구멍을 여러 개 뚫으면 될 거야. 그리고 각 단계마다 이런 방법을 거치다 보면 마지막 단계에서는 정수된 물이 나올 거야.

예비 과학교사 B1: 정말 좋은 아이디어다.
(1조 '간이정수기 만들기' STEAM 활동 중)

2. 예비 과학교사들의 STEAM 교육 경험에 대한 성찰

예비 과학교사들은 STEAM 프로그램을 경험 후 상황제시 단계, 창의적 설계 단계, 감성적 체

험 단계, 새로운 문제 도전 단계의 경험과 학습에 대해 성찰하도록 하였다.

1) 상황제시 단계에서의 문제 해결의 필요성

STEAM 프로그램의 상황제시 단계에서 '문제 해결의 필요성을 느끼며 자연스럽게 융합이 이루어지도록 호기심을 유발하였는가?', 호기심을 유발하였다면, 어떤 점이 호기심을 유발하였는가?'라고 질문하였다. 예비 과학교사들은 실생활 관련(40.0%), 사회적 이슈(26.7%), 당면한 문제(26.7%)라고 답하였다(Figure 2).

상황제시에서 실생활에 연결되는 부분이 많았기 때문에 나와 관련이 있는 문제구나 하면서 더 집중할 수 있었고 문제 해결의 필요성을 느꼈다 (S 예비 과학교사).

상황제시에서 문제 해결의 필요성을 느끼며 자연스레 호기심도 유발하게 되었는데 그 이유는 우리 주위에서 일어나고 있는 여러 사건·사고를 다뤘기에 편하게 접근할 수 있었고 훗날 우리에게도 일어날 수 있는 사건, 일어난 사건(지진, 충간소음 사고 등)이었기에 문제 해결의 필요성을 느끼며 호기심을 유발할 수 있었다 (K 예비 과학교사).

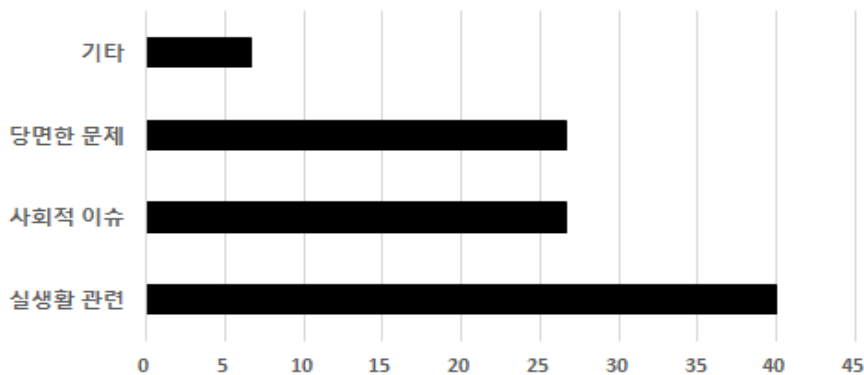


Figure 2. Preservice science teachers' reflection on 'Presentation of the problem situation' (%)

도입 부분에서 나온 문제들은 거의 우리가 현재 당면한 문제들이었다. 그래서 생각하는 데 있어서 더 진지하게 생각할 수 있었다. 또한 현재 당면한 문제들이었기에 문제 해결에 많은 필요성을 느낄 수 있었다 (Y 예비 과학교사).

예비 과학교사들은 STEAM 프로그램의 첫 번째 단계인 상황제시 단계에서 실생활과 관련되어 있거나 사회적 문제 또는 당면한 문제이므로 문제 해결의 필요성을 느끼게 되었다고 답하였다. Han & Lee(2012)는 교사들이 언급한 STEAM 교육이 필요한 이유 중의 하나로 실생활 응용력 향상, 수업 시간에 학생들의 능동적 참여라고 한 바 있다. 실생활과 관련된 문제와 사회적으로 언급되고 있는 이슈를 활용하여 STEAM 프로그램을 구성한다면 학생들이 문제를 인식하고 관심을 가질 수 있을 뿐만 아니라 흥미와 호기심을 유발하여 수업을 진행하는데 적극적인 자세로 임하게 될 수 있음을 의미한다.

2) 창의적 설계 단계에서의 아이디어의 착안점

창의적 설계 단계에서는 구체적인 해결방안을 탐색하고 설정하는 단계이다. ‘주어진 문제에 대한 구체적인 해결방안이 어떻게 제시되었는가?, 문제 해결 중 의사소통은 원활하였는가?, 충돌되는 의견은 어떻게 해결하였는가?’라고 질문하였다. 예비교사들은 모둠원의 의견에 경청하는 자세를 통해 합의점을 찾아나갔으며(예, J 예비 과학교사, M 예비 과학교사) 개인적인 경험과 성향의 차이에 따른 의견 충돌이 있었으나 서로의 의견을 이해하게 되면서 원활한 의사소통이 일어났다고(예, L 예비 과학교사) 언급하였다. 이처럼 예비 과학교사들은 해결방안을 탐색하고 설정하는 과정에서 의견 충돌이 있기는 하였으나 점차 의사소통이 원활해졌으며, 충돌되는 의견에 대해서는 의견을 절충하고 보완되는 과정을 거쳤다고 하였다.

이번 과학탐구교육 조별 활동 중에서 조원들과 의사소통이 불편하거나 안 좋았던 적은 없었다...조원의 의견이 아무리 자신과 맞지 않다고 해도 계속 들어주고 잘못된 부분이 있다면 서로 잡아주려고 했기 때문에 문제 해결을 하는 중 의사소통은 매우 원활하였다 (J 예비 과학교사).

조원들 사이의 대화에서 그 중 한 명이 방향을 잡고 그에 대한 생각이 나오면 옆에서 그 의견을 포함하며 더 좋은 의견이 나오고 또한 다른 방향으로 생각해보기도 하면서 조원들 사이의 의사소통을 통해 문제에 대한 구체적인 해결방안이 나왔다. 조원들 모두 문제 해결을 하기 위해 적극적으로 참여하였으며, 조원들의 의견을 다 주의 깊게 경청하고 고민해봤다 (M 예비 과학교사).

한 부분에 대하여 조원들끼리 많은 의견을 내기 때문에 의견에 대해 충돌되는 부분이 활동하는 동안 아예 없지는 않았다. 사실 처음에는 조원들끼리 이야기하면서 많은 충돌이 있었다. 그런데 시간이 지나고 활동을 많이 해보면서 이야기를 많이 하다 보니 서로에 대해 알고 이해하면서 점점 의사소통이 원활해졌던 것 같다 (L 예비 과학교사).

‘아이디어 착안점은 무엇인가? 여러 다른 의견 중 최종 아이디어는 어떻게 선택되었는가?’와 같은 질문에 예비 과학교사들은 모둠원의 합의(50.0%), 일상생활의 실용 가능성에 중점을 둬(28.6%), 기존 경험에 의한 최상의 선택(14.3%), 설득력 강한 주장(7.1%)으로 응답하였다(Figure 3). 예를 들어, C 예비 과학교사는 의견 조율을 통한 구성원의 합의라고 답하였으며, S 예비 과학교사와 Y 예비 과학교사는 실제 적용 가능성에 주안점을 두어 아이디어를 선정하였다고 하였다. 또한 G 예비 과학교사는 평소 신뢰를 바탕으로

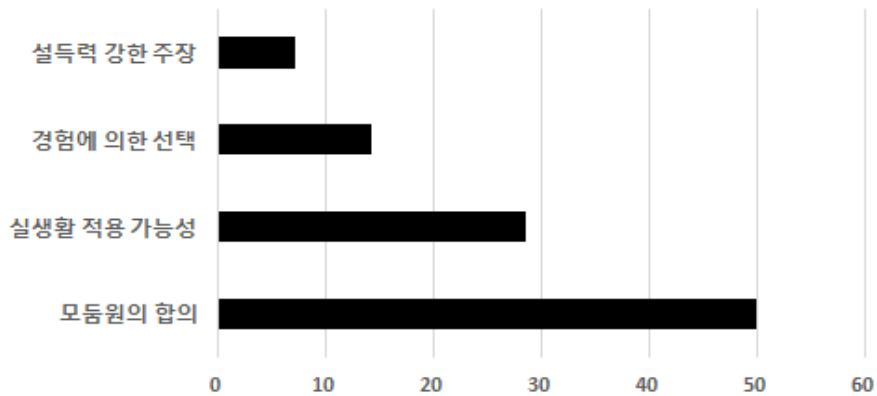


Figure 3. Preservice science teachers' reflection on 'Creative design' (%)

로 설득력 강한 주장을 하는 사람의 아이디어가 선택되었다고 답하였다.

아이디어의 착안점은 좀 더 효율적으로 문제 해결을 할 수 있는지와 구할 수 있는 재료로 이루어지는지를 보고 결정하게 되었고, 여러 의견 중 최종 아이디어는 여러 의견들을 조율하여 만들거나 더 좋은 것이라 생각하는 것에 대해 다수의 의견으로 결정하였다 (C 예비 과학교사).

실제 가지고 다니기에 불편함이 없는가가 가장 중요했으며, 정말로 산출물이 제작되었을 때 실제로 사용하는 집단에게 자문을 구하여 아이디어 선택에 도움을 얻었다 (S 예비 과학교사).

이론에서 말하는 것과 내가 지금껏 살면서 들었던 내용 그리고 직접 경험했던 것들을 토대로 결정되었으며 보안할 것은 나중에 만들면서 생각해보자로 넘어가게 되었다 (Y 예비 과학교사).

최종 아이디어가 선택되는 과정은 나중에 가장 많이 주장하는 사람 쪽이 우세하게 아이디어가 선택 되는 것 같았다. 아이디어에 대한 받침 의견에서 자기가 경험해

보지 못한 내용에 대해서 말하거나 아님 평소 말하는 이의 정보 신뢰성에서 기인한다고 생각한다 (G 예비 과학교사).

이처럼 약 79%의 예비 과학교사들이 모동원의 합의와 실생활 적용 가능성에 의해 최종 아이디어를 선택하였다고 답하였다. 예비교사들은 토의와 토론을 통해 다양한 의견을 교환하는 모습을 보였으며, 이 과정에서 합의, 다수결, 의견 수렴 및 조율이 이루어졌다. 또한 아이디어를 채택하는 과정에서 예비 과학교사들은 채택 되지 못한 의견도 다시 한 번 고려하여 상대방의 의견을 수용하려는 모습을 보였다. 이러한 결과는 STEAM 교육을 통해 다른 관점을 가진 사람들을 보다 더 잘 이해하고 서로 소통하는 법을 학습할 수 있음을 나타낸다(KOFAC, 2012; Yakman & Lee, 2012).

3) 감성적 체험 단계에서의 몰입

'STEAM 활동에 쉽게 몰입할 수 있었는가? 몰입할 수 있었던 혹은 없었던 이유는 무엇인가?'라고 질문하였다. 약 87.5%의 예비교사들은 몰입하기 쉬웠다고 답하였으며, 12.5%의 예비교사들은 몰입하기 어려웠다고 하였다. STEAM 활동에 몰입하기 쉬웠다고 답한 예비교사들의 응답을 살펴보면, STEAM 활동에 몰입할 수 있었던 이유로 융합적 사고의 적용(46.2%), 실생활과

관련된 문제(30.8%), 모듈원 간의 소통(23.1%)이라고 답하였다(Figure 4). 예를 들어 C 예비 과학교사는 여러 분야를 연관시켜 활용하는 융합적 측면을 통해 활동에 몰입할 수 있었다고 답하였다. 또한, L 예비 과학교사는 현재 사회가 당면한 문제이기 때문이라고 답하였으며, B 예비 과학교사는 모듈원간의 소통과 상호작용으로 재미있게 활동할 수 있었다고 답하였다.

여러 분야를 활용하는 활동이어서 아는 내용이 나오면 더 신나고 모르는 분야는 연관을 지어 알 수 있다는 것이 몰입을 시키는 것 같다 (C 예비 과학교사).

동떨어진 내용이 아닌 실제로 보고 듣고 접해봤던 문제들이기에 더욱 몰입해서 활동할 수 있었다 (L 예비 과학교사).

호기심유발에서도 말했던 것처럼, 번호판을 만들기 위한 활동을 하기 위해 요즘 화제의 사건을 동영상 보여줌으로써 쉽게 STEAM 활동에 몰입 할 수 있었다. 그리고 강의식 수업이 아닌 모듈별 활동을 통해 수업을 함으로써 조원들과 상호작용하고 의사소통 할 수 있었기에 재미있는 활동을 할 수 있었다 (B 예비 과학교사).

반면, STEAM 활동에 몰입하기 어려웠던 이유로 산출물을 제작하는 과정의 어려움을 꼽았다.

쉽게 몰입하기 어려웠다. 생각했던 제품을 고안한 대로 만들기란 정말로 많은 어려움이 따른다. 한계가 발생했을 때 다른 경우의 수를 생각하지 않은 학생이 포기하지 않도록 하기 위해 활동 그 자체에는 몰입하기 어려울 것 같다고 생각한다 (S 예비 과학교사).

이처럼 대부분의 예비 과학교사들은 STEAM 활동에 몰입할 수 있었다고 긍정적인 측면에서 응답하였다. 예비 과학교사들은 목표를 설정하고 문제를 해결하는 과정에서 융합적 사고를 적용하고, 모듈원간의 소통과 상호작용이 이루어져야 하는 등의 기존의 이론적 수업에서 벗어나 새로운 수업 방식을 경험하였다고 하였다. 몰입은 내재적으로 동기화된 경험에서 나타나며, 감성적 체험에서 흥미, 동기, 나아가 성취를 경험함으로써(KOFAC, 2012) 몰입할 수 있었던 것으로 생각된다. 반면에, 몰입하기 어려운 이유로는 설계에 따른 실제 제작이 용이하지 않았음을 지적하였다. 도전적 과제를 해결하는 과정에서 성취와 실패를 경험하고, 나아가 실패의 가치에 대해 생각해 볼 수 있는 기회의 제공이 필요함을 시사한다.

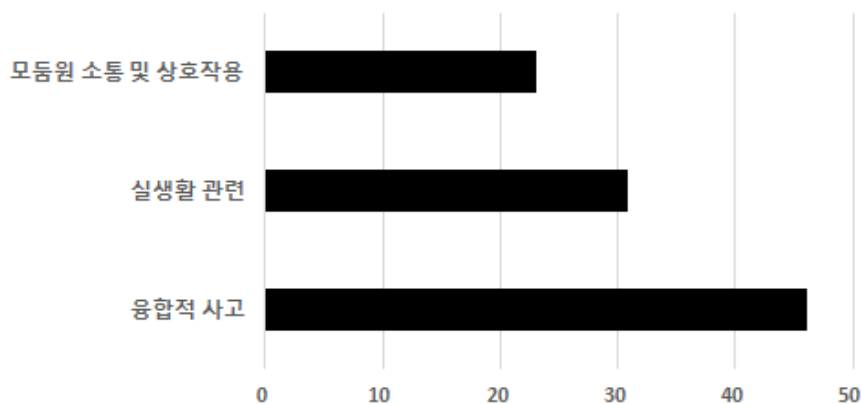


Figure 4. Preservice science teachers' reflection on 'Emotional learning' (%)

4) 새로운 문제에 대한 도전

마지막으로 새로운 문제에 대한 도전 단계와 관련하여 ‘경험한 STEAM 활동 이외의 여러 상황에 대해서도 문제 해결을 할 수 있다고 생각하는가? 주어진 문제 상황에서 어떻게 문제 해결을 할 것인가?’와 같은 질문을 하였다(Figure 5). 약 85%의 예비 과학교사들은 새로운 상황에서도 문제를 해결할 수 있다고 응답하였다. 반면, 약 15%의 예비교사들은 해결하기 어렵다고 답한 의견도 있었다. 긍정적으로 답한 예비교사들의 새로운 문제에 대한 도전 방법을 살펴보면, 문제를 해결하기 위해서는 원인을 파악해야 한다(45.5%), 융합적 사고를 적용해야 한다(36.4%), 문제를 정확히 인식해야 한다(18.2%)라고 응답했다(Figure 5).

예를 들어, K 예비 과학교사는 문제에 대한 원인을 찾음으로써 해결방안을 모색할 수 있을 것이라 답하였다. L 예비 과학교사는 문제를 해결하는 방법으로 ‘융합’을 꼽았다. 또한 J 예비 과학교사는 STEAM 수업을 통해 어떠한 문제점이 있는지 개선의 여지가 있는지에 대한 생각을 보다 구체적으로 할 수 있다고 답하였다.

이번 STEAM 활동을 통해서 다른 상황에 대해서도 문제를 해결할 수 있을 것 같다고 생각하였다. 주어진 문제에 대해서

원인을 먼저 찾은 다음 그 원인을 해결하기 위한 방안들을 여러 가지 생각하고 그 중 가장 타당한 방안을 실행하는 것이 가장 적합한 문제해결 방안이라고 생각한다(K 예비 과학교사).

활동을 하면서 문제를 해결하는 과정에서 한 가지 방법이 아닌 여러 방법을 융합해서 그것을 활용할 수 있다는 사실을 배웠고 실제로 활동을 통해 느낄 수 있었다. 경험한 활동 이외의 여러 상황에 대해서도 융합을 통한 해결 방법을 활용할 수 있었고 생각했다(L 예비 과학교사).

예전 같으면 아마 문제를 보고 이러한 문제가 화두가 되고 있구나 정도에서 생각이 그쳤다면 지금 해왔던 것처럼 이론을 떠올려 보고 이러한 문제는 이러한 부분에서 문제점이 있고 또한, 개선할 여지가 어느 부분에 있는지 생각을 더 구체적으로 할 수 있을 것 같다(J 예비 과학교사).

예비 과학교사들을 문제를 인식하고 원인을 파악한 뒤 다양한 방법의 융합을 통해 문제를 해결할 것이라고 응답하였고, 새로운 문제에 대한 도전정신과 자신감을 나타냈다. 반면에, 새로운 문제를 해결하는데 확산적 사고의 필요성을 제시

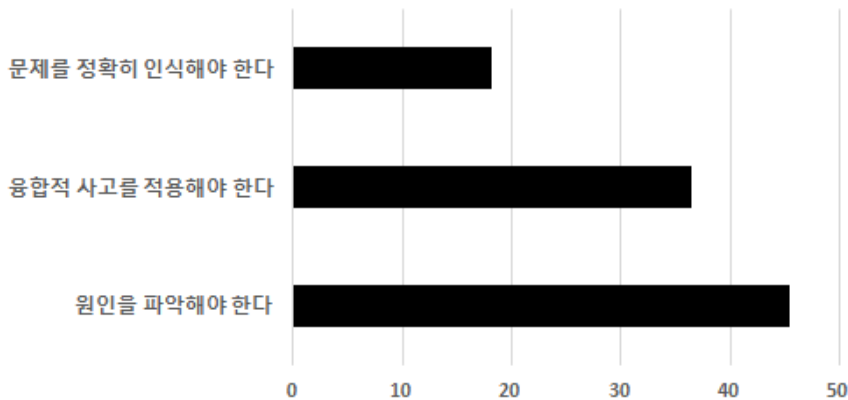


Figure 5. Preservice science teachers' reflection on 'Challenge to new problem' (%)

하며 지속적인 STEAM 프로그램의 적용과 경험의 필요성을 제시한 응답도 살펴볼 수 있었다(예, R 예비 과학교사).

사실 몇 번의 STEAM 활동을 했다고 해서 주변에서 볼 수 있는 문제에 대한 해결을 쉽게 하지 못할 것 같다. 아직 여러 상황에 처해진 문제점을 인식하기도 쉽지 않을뿐더러 그런 문제를 해결할 수 있는 사고가 그렇게 발달되어 있지 않은 것 같아서 쉽게 문제 해결방안을 떠올릴 것 같진 않다 (R 예비 과학교사).

예비 과학교사들의 STEAM 교육에 대한 반성적 성찰에 관한 모식도를 STEAM의 각 단계에 따라 나타내면 Figure 6과 같다. 예비 과학교사들은 창의적 설계 단계에서는 ‘모둠원의 합의’를 통해 아이디어의 착안점을 도출하였으며, 감성적 체험 단계에서 몰입할 수 있었던 이유 중의 하나로 ‘소통과 상호작용’을 언급하였다. 이와 같이 STEAM 활동의 각 단계에서 예비 과학교사들이 ‘소통’, ‘합의’, ‘설득’하는 과정에 참여하였음을 알 수 있었다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 예비과학교사를 대상으로 STEAM 프로그램을 적용한 후 의사소통역량에 미치는 영향을 살펴보았다. 또한 STEAM 프로그램 후 예비 과학교사들이 STEAM에 대해 어떠한 경험과 성찰을 하는지 살펴보았다. 예비 과학교사들은 STEAM 교육의 이론적 배경에 대해 학습하고, 4가지 주제의 과학기반 STEAM 프로그램을 16차시에 걸쳐 경험한 후 자신의 경험에 대해 성찰할 기회를 가졌다. STEAM 프로그램은 상황제시, 창의적 설계, 감성적 체험, 새로운 문제제의 도전으로 이루어졌다. 연구결과로부터의 결론은 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서 STEAM 교육에 참여한 예비 과학교사들의 의사소통역량이 통계적으로 유의미하게 향상되어, STEAM 교육을 통해 의사소통역량에 긍정적 영향을 미칠 수 있음을 시사한다. 본 연구에서 예비 과학교사들은 16차시의 STEAM 프로그램 경험을 통해 해석능력, 자기제시능력, 그리고 타인관점이해 능력이 향상되어 사회적 맥락에서 적절히 의사소통할 수 있는 인지적 능력 향상이 이루어질 수 있음을 의미한다. 본 연구에서 예비 과학교사들은 초기에 소통의

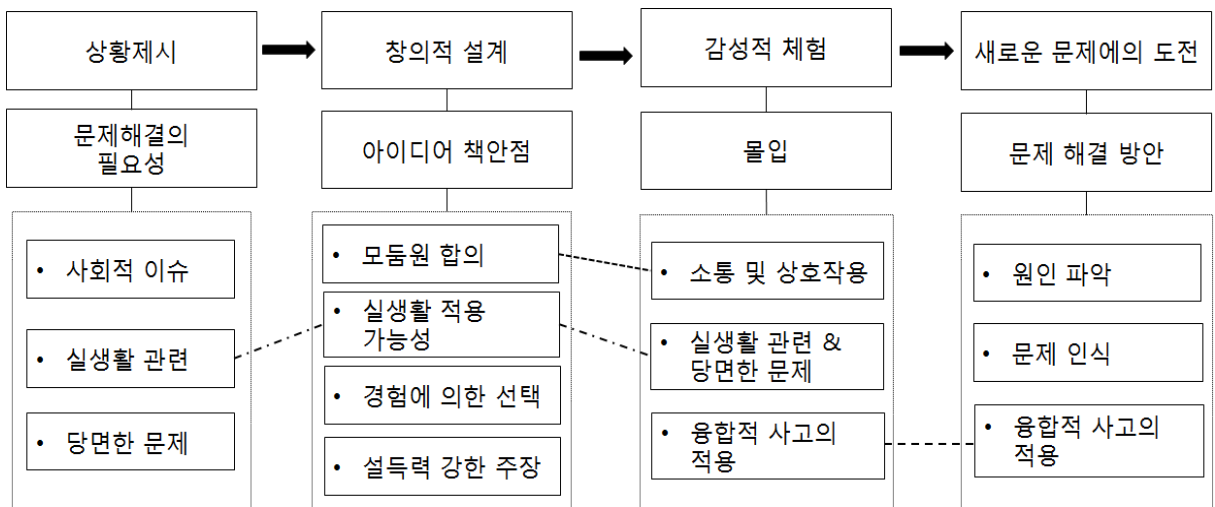


Figure 6. Preservice science teachers' reflection on STEAM experiences

과정이 원활하지 않기도 하였지만 시간이 지날수록 상대방의 의견을 듣고 해석하며, 자신의 의견이나 감정을 표출하는데 익숙해졌다. 예비 과학교사들은 ‘조원의 의견이 아무리 자신과 맞지 않다고 해도 계속 들어주고 잘못된 부분이 있다면 서로 잡아주려고 했기 때문에’ 의사소통은 원활했다고 하였다. 또한 ‘시간이 지나고 활동을 많이 해보면서 이야기를 많이 하다 보니 서로에 대해 알고 이해하면서’ 점차 의사소통이 원활해졌다고도 하였다. STEAM 교육 활동은 융합적 지식과 사고를 활용하며, 이 과정에서 정보를 수집하고 경청하는 해석능력, 자기를 드러냄으로써 자신의 의사와 선호도를 분명하게 밝히는 자기제시능력, 그리고 타인의 관점을 이해하는 능력이 향상될 수 있음을 의미한다. STEAM 활동 과정에서 구성원 또는 모듈원 간의 의사소통의 기회를 충분히 제공하여 다양한 의견교환이 이루어질 수 있도록 교수학습 환경을 조성할 필요가 있다. 더불어 의사소통의 과정에서 서로간의 의견 충돌과 갈등을 해결하기 위한 다양한 노력이 이루어질 수 있도록 지도가 필요할 것이다.

둘째, STEAM 활동의 주제를 실생활과 관련된 주제이거나 학생들이 접할 수 있는 당면한 문제의 형태로 제시함으로써 학생들의 동기를 유발하고 융합의 필요성을 느낄 수 있도록 할 뿐만 아니라 STEAM 수업에 적극적으로 참여하도록 할 수 있을 것이다. 본 연구에서 예비 과학교사들은 STEAM의 첫 번째 단계인 상황제시 단계에서 ‘실생활과 관련이 있는 주제’이기 때문에, ‘사회적으로 이슈’가 되고 있기 때문에, 또는 ‘당면한 문제’이기 때문에 문제해결의 필요성을 느꼈다고 답하였다. STEAM의 문제 기반 주제들을 통해 동기, 호기심을 유발할 수 있으며, 이는 STEAM 수업이 지향하는 문제 해결이나 의사결정 과정에 능동적으로 참여할 수 있는 기반이 될 것이다.

셋째, 창의적 설계 단계에서 예비 과학교사들은 모듈원의 합의를 통해 최종 아이디어를 선정하였다고 응답하여, 이견을 조율하고 의사결정을 하는데 소통의 중요성을 인식하고 있음을 나타냈다. 감성적 체험 단계에서도 예비 과학교사들은

활동에 몰입할 수 있었던 이유로 ‘융합적 사고의 적용’, ‘실생활 관련 문제’, 그리고 ‘모듈원간의 소통’이라고 답함으로써 상황제시 단계와 창의적 설계 단계를 거쳐 ‘소통’과 ‘융합적 사고’를 활용하는 것의 중요성을 인식하고 이는 감성적 체험 단계에서 활동에 몰입할 수 있는 원동력이 될 수 있음을 시사한다. STEAM 프로그램은 타인의 관점을 이해하고 소통하는 의사소통역량과 더불어 협동심, 도전정신, 융합에 대한 태도에 영향을 줄 수 있으며 이러한 요인들은 몰입에 효과적인 요소로 작용할 수 있을 것이다.

STEAM 프로그램이 학교교육현장에서 효과적으로 구현되기 위해서는 STEAM의 주제가 당면한 실생활 관련 문제로 학생들의 동기유발 요소가 충분해야 할 것이다. 또한 학생들이 문제를 해결하기 위해서는 다양한 분야의 지식을 활용하여 융합의 필요성을 느낄 수 있도록 해야 할 것이다. 상황제시에 주어진 문제를 해결하기 위해 목표를 설정하고 해결하는 과정은 기존의 이론과 지식 위주의 수업의 틀에서 벗어나 융합적 사고 적용이 필요함을 학생들 스스로 느낄 수 있도록 교수학습 환경을 구성할 필요가 있음을 시사한다. 뿐만 아니라 STEAM 활동의 모듈원을 구성할 때, 각자의 역할과 책임을 부여함으로써 모듈원 모두가 ‘소통’에 참여할 수 있도록 교수학습 환경을 구성할 필요가 있다. 또한, 모듈원 간의 소통의 기회를 충분히 제공하여 논쟁과 비판과 같은 상호작용을 통해 해결방안을 탐색하도록 할 필요가 있다.

본 연구에서 예비 과학교사들은 STEAM 교육을 통해 언어적·비언어적 소통, 합의, 타협, 융합적 사고의 적용 등을 경험할 수 있었으며, 이는 궁극적으로 의사소통을 바탕으로 배려, 협력, 타인에 대한 존중, 문제 해결을 경험할 수 있는 교육이 될 수 있음을 시사한다. 사범대학의 교사 양성과정에서 다양한 STEAM 교육 경험을 제공하고 자신의 STEAM 교육 경험에 대한 성찰을 해 봄으로써 예비 과학교사들이 앞으로 학교현장에서 STEAM 교육을 이해하고 구현하는데 도움이 될 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- Ahn, J., & Kwon, N. (2012). Investigation on the feasibility and teachers' perception in the STEAM program development and application. *Journal of Science and Science Education, 25*(1), 83-89.
- Bae, D., Kim, B., & Kim, J. (2014). The effect of making bridge model STEAM program based SMART education on interest and STEAM literacy. *The Korean Journal of Technology Education, 14*(1), 158-176.
- Bae, J., Yun, B., & Kim, J. (2013). The effects of science lesson applying STEAM education on science learning motivation and science academic achievement of elementary school students. *Journal of Korean Elementary Science Education, 32*(4), 557-566.
- Baek, Y. S., Park, H., Kim, Y., Noh, S. G., Park, J., Lee, J., Jeong, J., Choi, Y., & Han, H. (2011). STEAM education in Korea. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction, 11*(4), 149-171.
- Cho, B., & Lee, J. (2014). Effects of STEAM education on elementary school student's creativity and learning flow. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction, 14*(9), 87-105.
- Choi, Y., & Hong, S. (2013). Effects of STEAM program concerning circumjacent organisms on the elementary science gifted students. *Biology Education, 41*(4), 569-588.
- Guem, Y., & Bae, S. (2012). Effect of elementary technology-based STEAM education on attitude toward technology of elementary school students. *Journal of Korean Practical Arts Education, 25*(3), 195-216.
- Han, H., & Lee, H. (2012). A study on the teachers' perceptions and needs of STEAM education. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction, 12*(3), 573-603.
- Kang, C., Kang, K., & Lee, S. (2013). The effects of activity-based STEAM education program on middle school students' interest in science learning. *Journal of Science Education, 37*(2), 338-347.
- Kang, I., Kim, H., & Kim, D. (2012). A case study on the learning effects of the STEAM education using open-source softwares in terms of students' interest in and attitudes toward science. *Secondary Education Research, 60*(4), 1105-1134.
- Kang, J., Ju, E., & Jang, S. (2013). The effect of science-based STEAM program using a portfolio on elementary students' formation of Science concepts. *Journal of Korean Elementary Science Education, 32*(4), 593-606.
- Kim, B., Lee, H., & Kim, J. (2013). Development of T-STEAM program in middle school technology subject and its application. *The Korean Journal of Technology Education, 13*(1), 131-151.
- Kim, D., Ko, D., Han, M., & Hong, S. (2014). The effects of science lessons applying STEAM education program on the creativity and interest levels of elementary students. *Journal of the*

- Korean Association for in Science Education*, 34(1), 43-54.
- Kim, J., Ju, H., & Lee, K. (2013). The effects of STEAM program based on life science for science-related affective domain and creativity in high school students. *Biology Education*, 41(4), 531-543.
- Kim, S. Y., & Jeon, J. H. (2016). The effects of STEAM education program on preservice biology teachers' attitude toward convergence, problem solving ability, and pedagogical knowledge. *Biology Education*, 44(1), 100-113.
- Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity [KOFAC]. (2012). *A study on the action plans for STEAM education*. Seoul, Korea: Author.
- Kwon, S., Nam, D., & Lee, T. (2012). The effects of STEAM-based integrated subject study on elementary school students' creative personality. *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, 17(2), 79-86.
- Lee, D., Choi, Y., Park, S., & Jung, J. (2013). To the effect of topic-based STEAM education program for STEAM literacy of elementary school students. *Journal of Korean Practical Arts Education*, 26(1), 195-212.
- Lee, J. W., Park, H. J., & Kim, J. B. (2013). Primary teachers' perception analysis on development and application of STEAM education program. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 32(1), 47-59.
- Lee, M. (2014). The effect of teacher's training and teaching experience for integrative education on teacher's concerns regarding STEAM. *Korean Journal of Educational Research*, 52(1), 251-271.
- Lee, S., Baek, J., & Lee, J. (2013). The development and the effects of educational program applied on STEAM for the mathematical prodigy. *Education of Primary School Mathematics*, 16(1), 35-55.
- Lee, S. J., Jang, Y. K., Lee, H. N., & Park, G. W. (2003). *A study on the development of life-skills: Communication, problem solving, and self-directed learning*. Seoul, Korea: KEDI.
- Lee, S., & Yoon, J. (2014). An IPA analysis of teachers' perceptions on STEAM course design and implementation. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 14(9), 485-505.
- Lim, S., Kim, Y., & Lee, T. (2014). Analysis of elementary school teachers' perception on field application of STEAM education. *Journal of Science Education*, 38(1), 133-143.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Ministry of Education, Science and Technology [MEST]. (2011). *2009 revised science curriculum*. Seoul, Korea: Author.
- Ministry of Education [MOE]. (2015). *2015 revised science curriculum*. Seoul, Korea: Author.
- Noh, T., Seo, I., Han, J., Jeon K., & Cha, J. (2000). The effect of grouping by students' communication apprehension in cooperative learning. *Journal of Science Education*, 20(1), 174-182.

- Pak, A., & Kim, Y. K. (2014). The effects of STEAM program on the scientific communication skills and the learning flow of elementary gifted students. *The Korean Society of Elementary Science Education, 33*(3), 514-523.
- Park, S. (2013). The effects of STEAM program using storyline on elementary students' creative personality and science-related attitude. *Journal of The Korean Association of information Education, 17*(4), 487-496.
- Ryu, J. J., & Lee, K. (2013). The effects of brain-based STEAM teaching-learning program on creativity and emotional intelligence of the science-gifted elementary students and general students. *Journal of Korean Elementary Science Education, 32*(1), 36-46.
- Shin, Y., & Han, S. (2011). A study of the elementary school teachers' perception in STEAM education. *Journal of Korean Elementary Science Education, 30*(4), 514-523.
- Son, Y. (2012). Pre-service science teachers' perception of STEAM education and analysis of science and art STEAM class by pre-service science teachers. *Biology Education, 40*(4), 475-493.
- Trenholm S., & Jensen, A. (2000). *Interpersonal communication*. England, UK: Oxford University Press.
- Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the US as a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education, 32*(6), 1072-1086.
- Yoon, S. (2014). *The development and application of STEAM teaching-learning program for high school science club* (Master's thesis). Korea National University of Education, Chungbuk, Korea.
- Yoon, J., Kim, B., & Kim, J. (2013). The effects of T-STEAM program on interest and academic achievement in middle school technology subject. *Korean Journal of Teacher Education, 29*(3), 157-175.
- You, J. W., Ryoo, D., & Lee, M. (2015). Examining factors related to problem solving, communication, and career competencies for students in a college of natural sciences. *Journal of Educational Studies, 46*(2), 31-56.
- Yu, H. S., Ko, J. W., & Lim, H. N. (2011). Examining learning experiences influencing on the communication skills and high-order thinking skills. *The Journal of Educational Administration, 29*(4), 319-337.

국 문 요 약

본 연구는 예비 과학교사들을 대상으로 STEAM 프로그램을 개발·적용한 후 의사소통 역량에 미치는 영향을 살펴보았다. 또한 예비 과학교사들이 STEAM 프로그램을 경험한 후 그들의 경험에 대해 어떠한 성찰을 하는지 면밀히 살펴보았다. 본 연구는 단일그룹 사전-사후 검사 설계로 양적자료와 질적자료 모두를 활용한 혼합 연구이다. STEAM 프로그램은 STEAM에 대한 이론적 배경 소개(4차시), 과학기반 4가지 주제의 STEAM 활동에의 참여(16차시), 그리고 STEAM 프로그램에 대한 성찰(2차시)로 구성되었다. 예비 과학교사들은 STEAM 프로그램 후 의사소통역량이 향상되었다. 특히 예비 과학교사들은 의사소통역량의 하위요소 중 정보수집과 경청으로 이루어진 해석능력, 자기제시능력, 타인관점이해 능력이 향상되었다. 또한, 예비 과학교사들은 STEAM 프로그램에 대한 성찰을 통해 상황제시 단계에서 실생활과 관련되어 있거나 사회적·당면한 문제이기 때문에 문제해결의 필요성을 느끼고 호기심이 유발되었다고 하였다. 창의적 설계 단계에서 예비 과학교사들은 모둠원의 합의, 일상생활의 실용 가능성, 기존 경험에 의한 최상의 선택, 그리고 설득력 강한 주장에 의해 최종 아이디어가 선택되었다고 하였다. STEAM 활동에 몰입할 수 있었던 이유로는 융합적 사고의 적용, 실생활 관련 문제, 모둠원 간의 소통이라고 답하였다.

주제어: STEAM, 예비 과학교사, 의사소통역량, 반성적 성찰