



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

2018년 2월  
석사학위 논문

# 과학과 핵심역량 측정도구 개발 및 적용 가능성 탐색

조선대학교 대학원

과 학 교 육 학 과

박 구 름

# 과학과 핵심역량 측정도구 개발 및 적용 가능성 탐색

Developing Science core competency measurement tool  
and its application

2018년 2월 23일

조선대학교 대학원

과학교육학과

박 구 름

# 과학과 핵심역량 측정 도구 개발 및 적용 가능성 탐색

지도교수      박 영 신

이 논문을 교육학 석사학위신청 논문으로 제출함

2017년 10월

조선대학교 대학원

과 학 교 육 학 과

박 구 름

## 박구름의 석사학위논문을 인준함

위원장 조선대학교 교수 안건상



위원 조선대학교 부교수 안경진



위원 조선대학교 부교수 박영신



2017년 11월

조선대학교 대학원

# 목 차

## ABSTRACT

I. 서론 .....	1
II. 이론적 배경 .....	4
A. 21세기 과학교육의 목적 .....	4
B. 융합인재교육의 의미 .....	5
C. 역량(Competency) .....	7
1. 역량의 정의 .....	7
2. 과학과 핵심역량 .....	10
D. STEAM에서 요구되는 역량 .....	13
III. 연구 방법 .....	17
A. 과학과 핵심역량 측정도구 개발 .....	18
1. 1차 설문지 .....	18
2. 2차 설문지 .....	19
B. 과학과 핵심역량 측정도구에 따른 STEAM 프로그램 분석 .....	23
1. STEAM 프로그램 선정과 구성 .....	23
2. STEAM 프로그램 분석 .....	25

IV. 연구 결과	26
A. 과학과 핵심역량 측정도구	26
1. 1차 설문지 결과	26
2. 2차 설문지 결과	38
B. 과학과 핵심역량 측정도구를 적용한 STEAM 프로그램 분석	42
1. STEAM 프로그램 : 기후변화에서의 과학역량 반영 정도	42
2. STEAM 프로그램 : 물 부족에서의 과학역량 반영 정도	70
V. 결론 및 제언	108
참고문헌	110

## 표 목 차

표 1. PISA 2006의 과학적 역량 정의	8
표 2. 미래 사회 한국인의 핵심 역량	9
표 3. 2015 교육과정 개정의 비전과 총론의 주요 개정 방향	10
표 4. 총론의 핵심역량과 그 의미	11
표 5. 과학과 핵심역량과 그 의미	12
표 6. STEM, STEM-A, STEAM, 4C-STEAM 유형의 비교	14
표 7. 연구절차	17
표 8. 과학과 교과 역량의 하위요소(예시)	23
표 9. STEAM 프로그램: 기후변화 고등학생용의 차시별 주제	24
표 10. STEAM 프로그램: 물 부족 고등학생용의 차시별 주제	24
표 11. STEAM 프로그램 분석 방법	25
표 12. 과학적 사고력의 정의	28
표 13. 과학적 사고력의 1차 하위항목	28
표 14. 과학적 탐구 능력의 정의	30
표 15. 과학적 탐구 능력의 1차 하위항목	31
표 16. 과학적 문제 해결력의 1차 하위항목	33
표 17. 과학적 의사소통 능력의 1차 하위항목	35
표 18. EC의 평생학습을 위한 기본능력	36
표 19. EU의 평생학습역량 기본 요소	37
표 20. 과학적 참여와 평생 학습 능력의 1차 하위항목	37
표 21. 과학과 핵심역량의 1차 하위항목	38
표 22. 과학과 핵심역량의 하위항목 및 조작적 정의	41
표 23. STEAM 프로그램: 기후변화(1차시) 분석 결과	43
표 24. STEAM 프로그램: 기후변화(2차시) 분석 결과	45
표 25. STEAM 프로그램: 기후변화(3차시) 분석 결과	48
표 26. STEAM 프로그램: 기후변화(4-5차시) 분석 결과	52
표 27. STEAM 프로그램: 기후변화(6차시) 분석 결과	55



표 28. STEAM 프로그램: 기후변화(7차시) 분석 결과	58
표 29. STEAM 프로그램: 기후변화(8차시) 분석 결과	62
표 30. STEAM 프로그램: 기후변화(9차시) 분석 결과	65
표 31. STEAM 프로그램: 기후변화(10차시) 분석 결과	68
표 32. STEAM 프로그램: 물 부족(1차시) 분석 결과	72
표 33. STEAM 프로그램: 물 부족(2차시) 분석 결과	78
표 34. STEAM 프로그램: 물 부족(3차시) 분석 결과	82
표 35. STEAM 프로그램: 물 부족(4차시) 분석 결과	86
표 36. STEAM 프로그램: 물 부족(5차시) 분석 결과	90
표 37. STEAM 프로그램: 물 부족(6차시) 분석 결과	94
표 38. STEAM 프로그램: 물 부족(7차시) 분석 결과	98
표 39. STEAM 프로그램: 물 부족(8차시) 분석 결과	101
표 40. STEAM 프로그램: 물 부족(9차시) 분석 결과	104
표 41. STEAM 프로그램: 물 부족(10차시) 분석 결과	105

## 그림 목 차

그림 1. Ewha-STEAM 융합모형의 세 차원 -----	15
그림 2. Ewha ITEP에서 도출한 핵심 지식과 핵심 역량 -----	15
그림 3. 1차 설문지 -----	18
그림 4. 1차 설문지 코딩 방법 -----	19
그림 5. 2차 설문지 -----	20
그림 6. 작성된 2차 설문지 예시 -----	22
그림 7. 과학적 사고력의 코딩 결과 -----	27
그림 8. 과학적 탐구 능력의 코딩 결과 -----	29
그림 9. 과학적 문제 해결력의 코딩 결과 -----	32
그림 10. 과학적 의사소통 능력의 코딩 결과 -----	33
그림 11. 과학적 의사소통 능력의 정의 -----	35
그림 12. 과학적 참여와 평생 학습 능력의 코딩 결과 -----	36
그림 13. 2차 설문지 리커트 척도 결과 -----	39
그림 14. STEAM 프로그램: 기후변화 분석 결과 -----	70
그림 15. STEAM 프로그램: 물 부족 분석 결과 -----	106
그림 16. STEAM 프로그램: 기후변화와 물 부족 분석 결과 비교 -----	107

# ABSTRACT

## Developing Science core competency measurement tool and its application

Park Gu-Reum

Advisor : Prof. Park Young-Shin, Ph.D.

Department of Science Education

Graduate School of Chosun University

To solve new scientific problems occurring in the 21st century, the talent equipped with scientific knowledge is required. In school education, the curriculum is performed for the purpose of cultivating the talent equipped with the high-level of creativity required for the future science/technology society. The recently-notified 2015 revised curriculum suggested the core competencies for 'creativity convergence-type talent' required for the future society, to meet the national/social demand for cultivating creativity convergence-type talent, and also aimed to cultivate the scientific thinking ability, scientific inquiry ability, scientific problem-solving ability, scientific communication ability, and scientific participation, and lifelong learning ability by learning science. Therefore, this study aims to suggest the analysis tool to measure scientific core competencies, and also to understand its applicability, by drawing the sub-items and operational definition of scientific core competencies. Based on it, this study drew research questions like 'What are the sub-items and operational definition of scientific core competencies in the 2015 revised curriculum?', and 'Could the sub-items of scientific core competencies be measured through STEAM educational program?'.  
The method for this study was divided into two stages. By developing the

measurement tool to measure the scientific core competencies and then applying/analyzing it to STEAM educational program, its applicability was verified. In the process to develop the measurement tool, first, ten experts in science education were asked to fill out the questionnaire about the definition through the actual examples of five scientific core competencies. By coding the collected questionnaires in the division of definition and example and then comparing the literature research, the sub-items of scientific core competencies were initially developed. In order to establish the validity and reliability of the developed sub-items, another 35 experts in science education were asked to fill out the Likert-scale questionnaire like checking if the sub-items of each core competency would be valid and then writing additional opinions about items. Putting together the results of survey, the sub-items were modified through cross-check between researchers. At this time, comparing them with sub-items of scientific core competencies suggested by the training data update center of 2015 revised curriculum, the measurement tool was finally completed. In order to see the applicability of the developed measurement tool, it was applied to the STEAM educational program developed by The Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity. The STEAM educational program selected the climate change and water shortage as a theme that was closely related to the researcher's major, which was composed of ten sessions each. Also, judging that the core competencies would be highly reflected to the program for the upper grades, the one for high school students was selected. The results of this study are like below.

First, the sub-items of scientific core competencies measurement tool developed by this study include (1) logical thinking, critical thinking, and creative thinking of scientific thinking ability, (2) setting up basis/designing inquiry, data collecting through basic inquiry function, analyzing/interpreting data, and drawing/generalizing conclusions of scientific inquiry ability, (3) understanding scientific problems in daily life, selecting/evaluating data, suggesting problem-solving measures, and seeking for practice methods of scientific problem-solving ability, (4) using diverse expression methods, demonstrating with scientific grounds, accepting/mediating others' opinions, and understanding information from diverse media of scientific

communication ability, and (5) understanding communal problems, talking about social issues, self-directedly and continuously participating, and adapting to/utilizing new scientific technologies of scientific participation and lifelong learning ability.

Second, in order to see the applicability of the developed scientific core competencies measurement tool, it was applied to STEAM educational program. In the results of analyzing the climate change program, it was reflected in the order of scientific communication ability(39%), scientific inquiry ability(21%), scientific thinking ability(19%), scientific participation and lifelong learning ability(15%), and scientific problem-solving ability(6%). In case of the water shortage program, it was reflected in the order of scientific communication ability(23%), scientific inquiry ability(23%), scientific thinking ability(20%), scientific participation and lifelong learning ability(20%), and scientific problem-solving ability(14%).

This study could draw conclusions and suggestions like below. Establishing the validity and reliability of the sub-items and operational definition of scientific core competencies, the possibility to develop the concrete items and definition of measurement tool was shown. It also verified that the scientific core competencies could be reflected to STEAM educational program, and the core competencies were differently concentrated in accordance with the theme of program and lesson composition. The developed core competencies measurement tool is expected to be used as guidelines in case when developing science programs & STEAM educational programs for the cultivation of students' scientific core competencies. In the science education, STEAM programs including scientific core competencies should be developed/applied.

## I. 서론

과학교육의 목표는 자연 현상과 사물에 대한 흥미와 호기심을 가지고 탐구하여 과학의 핵심개념을 이해하고, 일상생활의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결할 수 있는 과학적 소양을 기르는 것이다(교육과학기술부, 2011). 과학적 소양이란 일반 시민들이 현시대를 살아가면서 마주하게 되는 과학적 문제나 사회적 이슈에 대하여 옳고 그름을 판단할 수 있는 능력을 말하며, Choi *et al.*(2011)은 21세기에 접어들어 발생하는 새로운 과학과 관련한 사회문제를 해결하기 위해 필요한 역량으로 21세기 과학적 소양을 제안하기도 하였다. 2009 개정 과학과 교육과정에서는 과도한 분과적 교육의 한계를 극복하기 위해 융합형 교육을 대안으로 내놓았으며, 이과와 문과의 구분을 넘어서 학생들에게 완성도 높은 심화교육을 제공하여 미래의 과학기술사회에서 요구되는 높은 수준의 창의성과 인성을 갖춘 인재를 양성하는 것을 목표로 하였다.

또한 우리나라 국가 경쟁력의 자산인 미래 과학기술 발전을 주도할 창조적이고 융합적인 인재 양성을 위해 초·중등학교 수준에서부터 과학기술에 대한 흥미와 이해를 높이고 융합적 사고와 문제 해결 능력을 배양할 수 있는 STEAM교육이 필요하다고 하여 교육과학기술부(2010)에서는 ‘과학기술-예술융합’강화를 제시하고 STEM 교육에 예술을 포함한 STEAM 교육을 주요 정책으로 발표하였다. 우리나라에서 정의하는 STEAM 교육은 미국이나 영국의 STEM교육(Science, Technology, Engineering, Mathematics)에 예술(광범위하게는 인문학까지 포함)활동을 덧붙여 Arts를 추가한 것이다. 이것은 기존의 STS(Science, Technology, Society)의 확장된 개념으로서 과학기술공학의 사회시스템과의 연계성을 중요시한 것이다(최정훈, 2011). 우리나라에서는 STEAM을 ‘융합인재교육’이라 하며, 현재까지 다양한 측면에서 연구가 수행되고 있다.

‘융합’과 더불어 학계에서 큰 관심을 받고 있는 키워드는 바로 ‘역량’이다. 학교에서는 교과를 기반으로 한 교육을 해왔고, 학생들이 이러한 교육과정을 통해 지식을 습득하였다. 현대사회는 과학기술사회로 많은 지식이 형성되어 새로운 과학지식에 대한 이해가 큰 부담감으로 다가오고 있다. 이러한 21세기 사회에서 학생들이 살아가는데 필요한 것이 바로 역량이다. 역량(Competency)이라는 개념은 현대사회의 변화에 맞춰 적응하는 개인의 능력을 표현하는 개념으로 주목받고 있다. 역량은 과학적 지식이나 원리적 지식을 자동적으로 적용하는 능력이 아니라, 반성적 성찰 과정을 통해 실천적 상황에 적합한 지식과 기능을 가동시키고 활용하여 문제를 해결해가는 능력을 말한다(박

민정, 2009). 한편, OECD에서 성공적인 삶을 살아가기 위해서 필요한 능력으로 핵심역량을 규정하려고 하면서, 역량에 대한 관심이 학교교육, 직업 분야에 한정되지 않고, 사회적 차원에서 인간의 일생을 고려하여 이루어지고 있다(유현숙 외, 2002). OECD(2003)는 성공적인 삶과 살기 좋은 사회를 실현하기 위해서는 어떠한 역량이 필요한가라는 물음에서 출발하여 1997년부터 2003년까지 DeSeCo(Definition and Selection of Competencies) 프로젝트를 진행하였으며, 이를 시작으로 핵심역량이 교육적으로 중요하게 떠오르고 있다.

21세기 글로벌 지식기반사회는 이전 사회와는 다른 인재를 요구하고 있으며, 그에 따라 전통적인 지식중심 패러다임에서 벗어나 현대사회에서 요구되는 기술, 역량, 능력, 태도 등을 학교교육을 통해 길러주어야 한다는 문제의식이 커지고 있다(고은정과 정대홍, 2014). 그리고 기후문제, 환경문제, 초고령화 사회의 도래, 저성장 시대의 도래 등 도전적인 과제들을 인류, 국가, 개인이 마주하게 되면서 이를 효과적으로 해결하기 위해 역량 교육이 강조되고 있다. 또한 이번 교육과정 개정의 지향점에서도“미래사회가 요구하는 핵심역량 함양을 기반으로 바른 인성을 갖춘 창의·융합형 인재 양성을 추구한다”처럼 역량의 필요성을 강조하고 있다(이찬승, 2015).

이에 따라 2015 개정 교육과정은 본격적으로 핵심역량의 개념을 국가 교육과정에 도입하고 있다. 핵심역량은 “사회 공동체 구성원으로서의 역할을 성공적으로 수행하기 위해 학습자에게 요구되는 지식, 기능, 태도의 총체를 말하는 것으로, 초·중등교육을 통해 모든 학습자가 길러야 할 기본적인, 필수적이며, 보편적인 능력”을 의미하며, 교과에 무관하게 범교과적으로 길러져야 하는 “핵심역량”과 교과별로 특수하게 길러질 것으로 기대되는“교과역량”으로 구분된다(송진웅과 나지연, 2015; 이광우 외, 2014).

시대의 변화와 발전에 따라 학교교육에서는 STEAM교육의 강화와 핵심역량의 함양을 목표로 하고 있으며, 교육과정이 개정되면서 과학과에서 함양해야할 과학과 핵심역량이 제시되었다. 2015 개정 교육과정에서는 과학을 배움으로써 다양한 탐구 중심의 학습이 이루어지도록 하며, 기본 개념의 통합적인 이해 및 탐구 경험을 통하여 과학과 핵심역량을 함양하는 것을 목표로 한다. 과학과에서 제안한 교과역량은 과학과 핵심역량으로 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제 해결력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생 학습 능력으로 5가지가 제시되어 있다(교육부, 2015). STEAM 교육에서의 학습내용을 핵심역량을 위주로 하여 재구조화하려는 교육정책에 힘입어 학생들이 STEAM교육을 통해 역량을 키울 수 있도록 하는 것은 매우 중요하다. 이를 위해 학생들이 과학적 사고를 통해 탐구하고 소통하여 과학적 문제를 해결하고 더 나아

가 사회적 문제를 해결할 수 있도록 과학교육의 역할이 매우 중요하며, 과학교육에서는 교육부(2015)에서 제시한 과학과 핵심역량이 STEAM교육을 통해 길러질 수 있도록 앞장서야 한다. 따라서 과학과 핵심역량을 함양시킨 STEAM교육 프로그램이 개발될 수 있도록 교육 프로그램 개발에 있어서 하나의 가이드를 제공하여 학생들의 과학과 핵심역량을 강화하고자 한다.

본 연구의 목적은 과학과 핵심역량이 STEAM교육 프로그램에 반영될 수 있는지를 확인할 수 있는 측정도구를 개발하고 이의 적용 가능성을 확인하는 것이다. 이를 위해 2015 개정 교육과정에 제시된 과학과 핵심역량의 각 역량에 대한 하위항목과 그의 조작적 정의를 제시함으로써 측정도구를 개발하고, 이를 적용하여 STEAM교육 프로그램을 분석하고자 한다.

이와 같은 연구 목적을 바탕으로 다음과 같이 연구 문제를 정리하였다.

첫째, 2015 개정 교육과정에서 제시한 과학과 핵심역량의 하위항목과 조작적 정의는 무엇인가?

둘째, 과학과 핵심역량의 하위항목이 STEAM교육 프로그램을 통해 측정될 수 있는가?



## II. 이론적 배경

본 장에서는 연구에 필요한 이론적 배경을 알아보고자 과학교육의 목적인 과학적 소양과 21세기 과학교육의 역할, STEAM교육의 정의와 필요성 그리고 21세기에 들어 대두되고 있는 역량에 관해 알아보았다.

### A. 21세기 과학교육의 목적

과학교육의 궁극적인 목표는 과학적 소양을 함양하는 것이다. 과학적 소양이란 사회 과학적 이슈에 대해 옳고 그름을 판단할 수 있는 능력으로 과학교육에서는 지식, 기능, 태도, STS 4가지의 과학탐구의 목표로 나눌 수 있다. 미국을 중심으로 세계 여러 나라의 과학 교육과정에서 강조되고 있는 과학적 소양은 우리나라에서도 과학과 교육과정의 목표로 계속해서 제시하고 있다(최은지, 2013; 신동희와 노국향, 2002). 과학적 소양 함양을 위해 교육과학기술부(2011)에서는 자연 현상과 일상생활의 문제 속 과학개념을 이해하여 과학적으로 탐구할 수 있는 능력을 기르며, 현상에 대한 호기심과 흥미를 가져 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 기르고, 과학과 기술 및 사회의 상호관계를 인식해야 함을 목표로 두고 있다. Park(2010)의 초임교사들의 과학탐구에 대한 인식을 조사한 연구에 의하면 과학적 소양을 함양하기 위해서는 Hands-ON(실험기능), Minds-ON(사고기능), Hearts-ON(정의적 영역)의 탐구과정과 그 기반이 되는 Contents-ON(개념습득)이 필수적이라고 언급하였다. 백남진(2015)의 과학적 소양에 기반하여 과학과 성취기준의 개발 방향을 탐색하기 위한 연구에서는 과학적 소양을 ‘과학의 내용에 대한 지식의 이해’, ‘과학적 탐구’, ‘과학의 본성에 대한 이해’, ‘과학적 태도’의 측면으로 파악하였다.

한편, 학교 교육에서는 미래사회에 대비하기 위해 융합인재 양성을 목표로 새로운 교육 정책을 수립하며 수업 개선을 주도하고 있다. 또한 국가적 차원에서 새로운 교육적 흐름으로 융합교육의 한 형태인 STEAM교육을 주목하고 있다(김현진, 2014; 교육과학기술부와 한국과학창의재단, 2012). 즉, 과학적 소양과 창의·인성교육과 함께 21세기를 대처할 창의적인 미래인재를 양성하기 위한 공통의 목적으로 STEAM교육을 강화한 것이다. 이러한 STEAM교육이 제시된 이유는 실생활의 첨단 과학기술은 높아졌으나 학교의 수학, 과학, 기술 교육은 이를 따라가지 못하고 있는 실정으로 과학, 기술

의 비약적 발전에 따른 학교 교육의 근본적인 변화가 필요하기 때문이다(최은지, 2013). 21세기 사회는 ‘정보의 홍수’라는 시대로 불리며, 지식의 양이 거대하게 늘어났고 지식이 중요 생산 수단으로 새로운 가치를 만들어내고 국가 발전의 원동력이 되는 지식기반사회가 되었다(이근호 외, 2012). 배우고 익힌 지식을 단순히 축적하는 것이 아니라 기본 지식에 대한 이해와 개인의 경험을 바탕으로 실제 문제 상황을 효과적으로 해결할 수 있는 실천적 수행 능력이 강조되고 있다. 그리고 이와 같은 사회의 급속한 변화는 학교 교육에도 새로운 변화를 요구하고 있다(소경희 외, 2013). 따라서 미래 사회의 변화된 상황에 맞추어 지금까지의 학교 교육의 목표와 내용, 방법에서는 담아내지 못했던 새로운 가치에 주목하고, 이에 적합한 교육 목표와 운영 체계를 수립할 필요가 있는데, 이와 같은 교육 개혁의 새로운 가치로서 핵심 역량을 고려해 볼 필요가 있다(박재진 외, 2014; 이광우 외, 2009; 소경희, 2007).

과학교육의 궁극적인 목표인 과학적 소양 함양을 위해 우리 과학교육은 여러 교육 정책을 제시하고 있다. 2010년부터 지금까지 꾸준히 실행되고 있는 STEAM교육과 21세기의 시대에 맞춰 지식보다 역량을 기반으로 한 교육과정이 주요 정책으로 떠오르고 있다. 이어지는 장에서는 STEAM교육과 역량교육이 무엇인지 알아보하고자 한다.

## B. 융합인재교육의 의미

STEAM 교육은 미국의 STEM교육에 예술(Arts)을 융합시켜 과학 수업에 예술적인 기법을 접목하는 융합적 교육 방안으로 좁은 의미의 예술이란 디자인과 같은 미술이나 음악이 생각되어지지만, 넓은 의미에서의 예술은 Fine Arts의 미술과 음악 외에 Liberal Arts에 해당하는 사회, 역사 등의 인문 교양 분야, Language Arts에 해당하는 언어 소통, Physical Arts의 체육과 무용, 현재는 Technology로 분류 되어진 Practical Arts의 실과가 있다. 거의 대부분의 과목이 Arts에 해당된다고 볼 수 있다(이효녕 외, 2013; 김진수, 2012).

융합인재교육(STEAM)이란 여러 분야의 융합적인 내용을 창의적 설계(Creative Design)와 감성적 체험(Emotional Touch)으로 경험하여 과학 기술과 관련된 여러 분야의 융합적 지식, 과정 본성에 대한 흥미와 이해를 높임으로써 창의적이고 융합적으로 문제를 해결할 수 있는 융합적 소양(STEAM Literacy)을 갖춘 인재를 양성하는 교육으로 창의적 설계, 감성적 체험, 내용통합으로 구성되어 있다(백운수 외, 2011).

또한 STEAM 교육은 상황제시, 창의적 설계, 감성적 체험의 3단계로 나눌 수 있다. 상황 제시는 학생들이 학습해야 할 내용과 활동사항을 학생 자신의 문제로 인식할 수 있도록 문제 상황을 제시해주는 단계로 학생들로 하여금 자발적이고 적극적인 참여를 권하게 되는 학습단계이며, 과학에 대한 관심과 흥미를 높이면서 학습을 요구하는 단계이다. 다음 창의적 설계는 학생들의 문제해결능력을 함양시킬 수 있는 단계로 학생들의 문제를 인식하고 이를 해결하기 위해서 해결방안에 대해 생각하고 이를 설계할 수 있는 단계이다. 또한 문제의 해결책을 설계하는 과정에서 STEAM에서의 공학과 기술 분야를 두드러지게 이용할 수 있는 단계이다. 마지막으로 감성적 체험은 문제에 대해 경각심을 느꼈던 학생들이 창의적 설계기반의 문제를 해결함으로써 성공의 기쁨을 느끼는 단계로 앞으로 다른 새로운 문제에 직면했을 때, 도전의식을 가지고 그 문제를 해결할 수 있는 태도를 가질 수 있는 단계이다(박영신 외, 2012). 이를 토대로 박영신 외(2012)가 초·중등학생들을 위한 기후변화 및 물부족 STEAM 프로그램을 개발하여 투입한 결과, 문제를 해결하고 난 후의 산출물에 대해 서로 논리적이고 비판적으로 평가하거나 스스로 반성적 사고를 하며 소통하는 것도 감성적 체험에 해당한다고 언급하였다. 김방희 외(2013)는 중학교 기술 교과 수업에 적용할 수 있는 12개의 기술 교과 중심인 T-STEAM 프로그램을 개발하여 중학교 1학년 10명을 대상으로 6차시에 걸쳐 투입하여 창의적 설계, 감성적 체험에 대한 검사 도구를 Likert 5단계 척도를 활용하여 실시한 결과 모두 유의미한 결과로 효과적임을 확인할 수 있었다. 김수금 외(2014)는 동국대학교 과학영재교육원에서 개발된 융합형 영재프로그램 중 무게중심 확인실험 프로그램을 투입하였다. 초등 영재학생 10개 집단 120명과 중등수학영재학생 24명을 대상으로 진행하여 설문조사와 실험 후 토의결과를 살펴보았을 때, 학생들 스스로 문제를 제기하고 해결하며 그 과정에서 창의적이고 융합적으로 사고함을 확인할 수 있었다.

## C. 역량(Competency)

### 1. 역량의 정의

지식기반사회에 들어서면서 ‘역량’이라는 용어가 전 사회적인 관심사로 새롭게 부각되고 있다. 지식기반사회에서는 기존의 사실이나 지식에 대한 단순한 수용이나 암기보다는 그러한 지식을 종합하고 분석하는 능력이나 새로운 지식을 창출할 수 있는 창의력을 더 요구하고 있다. 이러한 능력은 최근 ‘역량’이라는 용어와 결부되어 자주 회자되고 있다(소경희, 2009). 정보·통신 기술의 급속한 발달과 보급으로 인해 그 어느 때보다 다양한 정보와 지식이 생성되고 유통되고 있는 21세기 지식 기반 사회에서는 많은 양의 지식을 소유하는 것보다 질 높은 지식을 선별하고, 이를 우리의 삶에 유용한 지식과 정보로 만들어 낼 수 있는 능력이 요구되고 있다(박재진 외, 2014; 조운동과 윤용식, 2014; OECD, 2006).

McClelland(1973)의 ‘지능 검사에 대한 역량 검사의 우위성’이라는 논문에서 전통적인 지능관련 검사들이 업무 성과나 인생의 성공 여부를 예측하지 못하므로 직무 성과를 예측할 수 있고, 인종과 성, 사회경제적 계층에 따른 편견을 배제할 수 있는 역량 변수를 찾아내기 위해 역량이라는 개념을 제안하였다. 역량은 많은 용어들과 혼용하여 아직까지 사용됨으로써 그 해석에 혼란을 가져오는 경우가 많다. 가장 빈번하게 능력(ability)과 동일하게 사용되며, 핵심기술(core skills), 일반적 자질(generic skills), 핵심역량(key competence), 일반역량(generic competence) 등 다양한 용어들과 유사한 의미로 사용되고 있다(박민정, 2008).

OECD에서는 성공적인 삶과 살기 좋은 사회를 실현하기 위해서는 어떤 역량이 필요한가라는 물음에서 출발하여 DeSeCo 프로젝트를 진행하였으며, 보고서에 따르면, 역량은 ‘특정한 상황이나 맥락에서 발생하는 복잡한 요구들을 개인의 심리·사회적 특성들을 동원하여 성공적으로 해결하는 능력’을 뜻한다(Rychen & Salganik, 2003). 또한 핵심역량에 대한 개념과 하위 범주를 제시하고 있다. 1997년부터 2003년까지 프로젝트를 진행하며 얻은 결과로, 핵심역량이란 개인의 성공적인 삶을 위해 개인적·사회적 차원에서 가치 있는 결과물을 산출할 수 있는 능력으로 정의하며, 자율적으로 행동하기, 도구를 상호작용적으로 활용하기, 이질적인 집단과 상호작용하기의 3가지 범주로 나뉜다. 2000년부터 시행되고 있는 PISA는 학생들이 개인적, 사회적, 세계적인 맥락에서

알고 있고, 가치를 두고 생각할 수 있는 것들을 명확히 하는 평가이다. 3년 단위로 2000년은 읽기 역량, 2003년은 수학적 역량, 2006년은 과학적 역량, 2009년은 다시 읽기 역량 측정에 중심을 두고 있다. 과학적 역량은 과학 지식과 그것의 종합적인 이해를 포함하며, 표 1과 같이 개인의 능력 및 태도를 의미한다고 언급하였다(박재진, 2013). 과학적 역량이 읽기 역량 및 수학적 역량과 다른 점은 자신이 알지 못하는 것을 인식하고 적절한 정보를 찾으며 이를 조직화하여 활용하는 일련의 행동 및 경향성이 포함되어 있다는 점이다(OECD, 2007).

표 1. PISA 2006의 과학적 역량 정의(박재진, 2013; PISA, 2006)

- 
- 과학과 관련된 논쟁에서 문제를 규명하고, 새로운 지식을 습득하며, 과학 현상을 설명하고 증거에 입각한 결론을 도출하기 위한 과학 지식의 이해와 그 지식의 활용
  - 인간의 지식 및 탐구의 한 형태로서 과학의 특징 이해
  - 과학·기술이 어떻게 우리의 물질적·지적·문화적 환경을 형성하는지에 대한 인식
  - 사려 깊은 국민으로서 기꺼이 과학과 관련된 논쟁에 동참하고 과학에 관한 아이디어를 지니려는 자세
- 

OECD의 DeSeCo 프로젝트 이후, 세계 각국에선 역량을 중심으로 교육과정을 개편하였다. 2000년 이후 우리나라도 지식기반사회에 필요한 국민의 지적 역량 및 학습 역량이 국가 경쟁력의 근원임을 인식하고, 역량의 육성이 필요함을 강조하며 이와 관련된 연구들이 지속적으로 수행되어져 왔다(이광우 외, 2008). 이에 한국교육과정평가원에서는 2007년부터 2009년까지 3년 동안 연구를 수행하여 핵심 역량기반의 국가 교육과정의 설계방향을 제시하고자 하였다. 이광우 외(2009)는 역량을 ‘다양한 현상이나 문제를 효율적으로 혹은 합리적으로 해결하기 위해 학습자에게 요구되는 지식, 기능 태도의 총체’로 정의하였다. 이광우 외(2008)는 ‘미래 사회 한국인의 핵심 역량’을 설정하기 위해 문헌 분석을 통해 초·중등학교와 고등교육의 교육목표 및 생애 단계별 핵심 역량 영역 및 요소 설정 관련 자료를 수집하여 전문가 180명을 대상으로 델파이 조사를 실시하였으며, 전문가 협의회 등을 거쳐 핵심 역량(안)을 설정하였다. 학교교육, 직업세계, 평생학습사회에서 요구하는 핵심 역량을 비교 종합하여 표 2와 같이 미래 사회 한국인의 핵심 역량 10가지를 제시하였다.

표 2. 미래 사회 한국인의 핵심 역량(이광우 외, 2008)

핵심 역량 영역	하위 요소
창의력	창의적 사고 기능, 창의적 사고 성향
문제해결능력	문제 인식, 해결 방안의 탐색, 해결 방안의 실행과 평가, 논리적 사고력, 비판적 사고력
의사소통능력	말하기, 듣기, 쓰기, 읽기
정보처리능력	정보 수집, 정보 분석, 정보 활용, 정보 윤리, 매체 활용능력
대인관계능력	타인 이해 및 존중, 협동, 갈등 관리, 관계 형성, 리더십
자기관리능력	자아정체성 확립, 여가 선용, 건강관리, 합리적 경제 상황, 기본생활습관, 자기주도적 학습능력
기초학습능력	기초적 읽기, 기초적 쓰기, 수리력
시민의식	공동체 의식, 준법정신, 환경의식, 윤리의식, 봉사정신
국제사회 문화	우리 문화 이해, 다문화 이해, 문화 향유 능력, 국제 사회 이해, 외국어 소양
진로개발능력	진로인식, 진로탐색, 진로설계

또한 변화된 사회에 맞춰 학교 교육 방향을 근본적으로 재조정하려는 노력이 세계 각국에서 이루어지고 있으며 그 결과, 교육 개혁의 핵심 키워드로 핵심역량이 등장하게 되었다(이근호 외, 2012). 교육 분야에서 역량과 관련된 논의들이 자주 거론됨과 동시에 현대사회를 살아가는데 필요한 능력을 기르는데 기존의 학교교육이 한계가 있다는 비판이 제기되고 있다. 이를 보완하기 위해 미래의 성공적인 삶을 위해 필요한 역량을 바탕으로 학교교육을 재구조화 하여야 한다는 입장에서 역량을 학교교육에 도입하려는 시도가 점차 확대되고 있다(김경진, 2010)

핵심역량이 교육에서의 키워드로 등장하고 이를 학교교육에 도입시키려는 시도로 우리나라 2015 개정 교육과정에 핵심역량이 언급되기도 하였다. 이어지는 장에서는 2015 개정 교육과정의 개정 방향 중 하나인 핵심역량을 살펴보고, 과학과에서 제시한 과학과 핵심역량에 대해 알아보하고자 한다.

## 2. 과학과 핵심역량

최근 고시된 2015 개정 교육과정의 큰 방향성은 국가교육과정개정연구위원회(이하, 개정연구위)의 총론 분야 연구결과(김경자 외, 2014)에 기초하여, 2014년 9월 교육부의 ‘2015 문·이과 통합형 교육과정 총론 주요 사항(시안)’(교육부, 2014)을 통해 발표되었다. 개정연구위가 밝히는 2015 교육과정은 ‘창의·융합형 인재 양성’과 ‘모든 학생의 행복한 학습’이라는 비전을 추구하기 위해, ‘모든 학생의 기초 소양’, ‘교육 내용의 실질적 감축’, ‘범교과 학습 및 통합적 학습’, ‘핵심역량’, ‘안전교육’, ‘학교 현장의 전문성과 자율성’을 새로운 교육과정의 주요 총론 개정 방향으로 잡고 있다(송진웅과 나지연, 2015).(표 3).

표 3. 2015 교육과정 개정의 비전과 총론의 주요 개정 방향 (송진웅과 나지연, 2015; 김경자 외, 2014)

<b>개정의 비전</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 창의·융합형 인재를 양성한다.</li> <li>② 학습의 질을 개선하여 모든 학생의 행복한 학습을 추구한다.</li> </ul>
<b>총론의 주요 개정 방향</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 인문·사회·과학기술에 대해 “모든 학생이 갖추어야 할 능력”, 즉 기초 소양을 함양해야 한다.</li> <li>② 학습에 대한 과학적 연구 및 이론을 반영하고 교육 내용의 실질적 감축을 통해 모든 학생의 학습을 우선에 두는 교육과정을 개발해야 한다.</li> <li>③ 범교과 학습의 개념과 성격을 명료화하는 한편 주제의 방만함을 정련하고 주제의 통합적 학습이 이루어질 수 있도록 제시 방법을 개선하고 지원 자료를 개발해야 한다.</li> <li>④ 미래 인재상으로 창의·융합형 인재를 지향하고 핵심역량 반영 방안을 모색해야 한다.</li> <li>⑤ 국가·사회 및 학교 현장의 요구를 반영하기 위해 안전교육을 강화하고 학교 현장의 전문성과 자율성을 존중하고 지원해야 한다.</li> </ul>

2015 교육과정에서는 박순경 외(2014)가 제안한 핵심역량의 아이디어를 받아들였으며, 이를 토대로 교육과정이 추구하는 인간상을 구현하기 위해 교과와 창의적 체험활동을 포함한 학교에서 이루어지는 모든 교육 활동을 통해 중점적으로 기르고자 하는 능력 6가지를 표 4와 같이 제시하였다(교육부, 2015)

표 4. 총론의 핵심역량과 그 의미 (교육부, 2015)

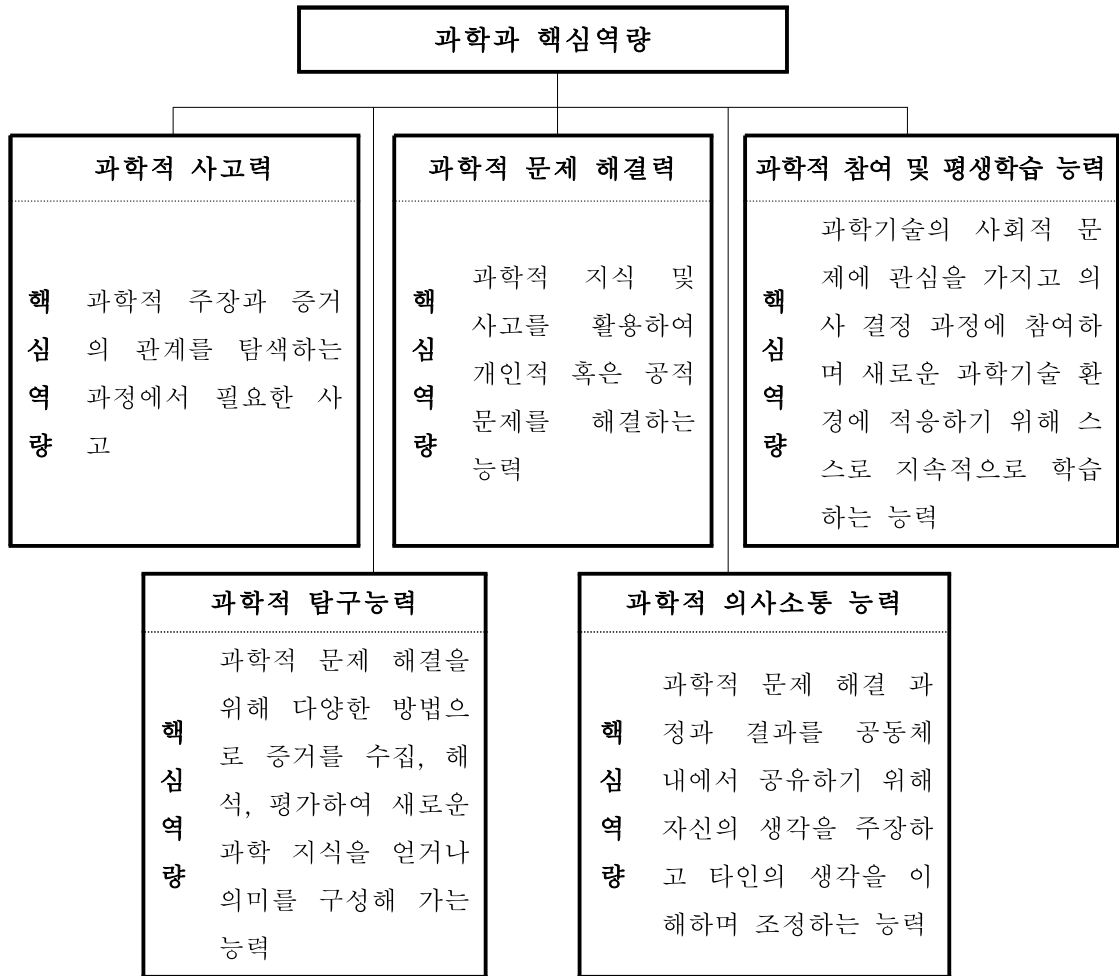
핵심역량 요소	의 미
자기관리 역량	자아정체성과 자신감을 가지고 자신의 삶과 진로에 필요한 기초 능력과 자질을 갖추어 자기 주도적으로 살아갈 수 있는 역량
지식정보처리 역량	문제를 합리적으로 해결하기 위하여 다양한 영역의 지식과 정보를 처리하고 활용할 수 있는 역량
창의적 사고 역량	폭넓은 기초 지식을 바탕으로 다양한 전문 분야의 지식, 기술, 경험을 융합적이고 활용하여 새로운 것을 창출하는 역량
심미적 감성 역량	인간에 대한 공감적 이해와 문화적 감수성을 바탕으로 삶의 의미와 가치를 발견하고 향유하는 심미적 감성 역량
의사소통 역량	다양한 상황에서 자신의 생각과 감정을 효과적으로 표현하고 다른 사람의 의견을 경청하며 존중하는 역량
공동체 역량	지역·국가·세계 공동체의 구성원에게 요구되는 가치와 태도를 가지고 공동체 발전에 적극적으로 참여하는 역량

과학에서는 다양한 탐구 중심의 학습이 이루어지도록 하며, 기본 개념의 통합적인 이해 및 탐구 경험을 통하여 과학과 핵심역량을 함양하도록 한다. 이와 같이 과학은 ‘일상의 경험과 관련이 있는 상황을 통해 과학 지식과 탐구 방법을 즐겁게 학습하고 과학적 소양을 함양하여 과학과 사회의 올바른 상호 관계를 인식하며 바람직한 민주 시민의 양성’을 교육목표로 두고 있다(교육부, 2015). 전통적으로 과학과 교육과정에서 과학교육의 목표는 개념적 이해→과학 탐구능력→흥미/호기심과 태도→과학·기술·사회(STS) 관계의 인식 순서로 4가지 목표가 차례로 강조되어 왔다. 이전의 교육과정들과 달리 2015 과학과 교육과정은 목표를 흥미/호기심과 태도 → 과학 탐구능력→개념적 이해→과학·기술·사회(STS) 관계의 인식→평생학습능력의 순서로 5가지를 제안하고 있다. 즉, 개정 교육과정에서는 ‘자연 현상에 대한 호기심과 흥미를 갖고, 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다’를 가장 중요한 첫 번째 목표로 강조하고 있으며, ‘과학 학습의 즐거움과 과학의 유용성을 인식하여 평생 학습 능력을 기른다’는 과학에 대한 평생학습능력에 대한 목표를 새롭게 포함하였다(송진웅과 나지연, 2015).

이와 같은 일반 핵심역량과 별도로, 과학과 교육과정에서는 ‘과학적 사고력’, ‘과학적 탐구능력’, ‘과학적 문제해결력’, ‘과학적 의사소통 능력’, ‘과학적 참여와 평생학습능력’ 등 5가지의 과학과 핵심역량의 개념을 도입하고 있다(표 5).



표 5. 과학과 핵심역량과 그 의미(교육부, 2015)



곽영순(2016)은 과학과 핵심역량의 특징을 다음과 같이 언급하였다. 첫째, 과학과 핵심역량은 다차원적, 총체적 개념으로 인지적 역량, 인성 역량, 사회적 역량까지 포괄한다. 손민호(2011)는 역량의 개념을 보다 통합적이고 총체적인 개념으로 파악해야 한다고 언급하였다. 둘째, 과학과 핵심역량은 과학과 내용지식을 전제로 하며, 학습 가능한 능력이다. 핵심역량은 모든 개인에게 필요하며, 훈련과 개발에 의해 향상될 수 있고 학습을 통해 획득할 수 있는 지식과 기술, 특성을 통합한 형태로 규정된다(윤현진 외, 2007). 셋째, 과학과 핵심역량을 규명함에 있어서 환원주의적 사고를 경계할 필요가 있다. 이찬승(2015)은 2015개정 교육과정의 총론 핵심역량과 교과별 일반역량이 올바르게

정의되었다고 보기 어려우며, 반드시 포함되어야 할 역량이 빠지거나 중복되는 경우와 같은 문제점을 제기하였다. 넷째, 과학과 핵심역량은 ‘과학 탐구’를 기업교육과 평생학습의 맥락에서 재해석한 것이다.

이와 같이 역량으로 대변되는 지식의 속성은 실용성, 자본적 잉여가치가 있는 지식(강현석, 2000). 공적 실천에의 참여능력, 지식의 관리와 경영, 사회적 맥락에서 요구되는 능력 등이다(Lave & Wenger, 1991). 그 결과 학교교육과정을 통해 가르쳐야 할 내용으로 핵심역량이 강조되며, 기존의 ‘객관적이고 절대적인 지식에 대한 소유’보다는, 핵심역량 교육을 통해 지식의 활용과 공유, 또 다른 새로운 지식 생산을 위한 지식의 소비 등에 필요한 기본적인 능력을 길러줄 수 있도록 학교 교육과정을 재편하도록 촉구하고 있다(곽영순, 2016).

연구자는 창의·융합형 인재 양성을 위한 STEAM 교육을 통해 핵심역량이 함양될 수 있음을 의미 있는 것으로 보았다. 따라서 이어지는 장에서는 STEAM교육에서 역량을 탐색한 연구를 살펴보았다.

## D. STEAM에서 요구되는 역량

앞서 살펴본 STEAM교육과 핵심역량을 연결한 융합형 인재의 역량에 대한 연구는 STEAM 연구와 함께 진행되어왔다. 백윤수 외(2011)는 4C-STEAM 유형과 함께 4C가 추구하는 핵심역량을 제시하였다. 표 6은 현재 과학기술 교육에서 언급되고 있는 STEM 유형에 대하여 정리한 것으로, 백윤수 외(2011)가 제안한 4C-STEAM 유형은 학생들의 과학기술공학에 대한 흥미와 동기 유발의 극대화하고 창의·인성 교육을 포함한 융합인재교육의 유형이다. 4가지 핵심역량에는 Convergence(융합적 지식 및 개념 형성)와 Creativity(창의성), 타인과의 Communication(소통), Caring(타인에 대한 배려)이 포함된다.

신진경 외(2013)의 연구에서는 4C 핵심역량을 준거(틀)로 하여 STEAM 연구시범학교의 보고서 26개(초등학교 11개, 중학교 8개, 고등학교 7개)를 학교급 별로 분석하였다. 그 결과, 초등학교 11개 중 1개 학교만 핵심역량의 4개 영역을 모두 실천하고 있었으며, 대부분의 학교에서 다양한 역량이 실천되지 못하였다. 중학교는 대부분의 핵심역량이 골고루 실천되고 있었으며, 고등학교도 7개의 학교 중 5개의 학교가 4개 영역을 모두 실천하고 있었다.

표 6. STEM, STEM-A, STEAM, 4C-STEAM 유형의 비교(백윤수 외, 2011)

STEM	과학기술에 대한 성취도 향상 및 흥미와 유의미성을 높이기 위한 노력과 경제, 공학적 사고와 공학적 소양의 필요성 강조	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인간 가치 추구를 위한 문제해결, 기술적 설계활동 관점의 ‘공학’개념 포함</li> <li>• STEM을 위해 Arts분야를 포함하여 교육을 할 수도 있음</li> </ul>
STEM-A	예술(미술)을 통한 STEM교육	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The STEM-A 미션: 예술(미술) 몰입을 통한 STEM 교육의 확장</li> </ul>
STEAM	현대사회에서 요구되는 공학적 사고, 수학, Arts를 도입하여 STEM 관련성 확대	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arts의 범위는 예술, 경영 및 인문·사회 등의 모든 분야. 즉, S, T, E, M에 포함되지 않은 다른 모든 학문 분야로 확장이 가능</li> </ul>
4C-STEAM	STEAM 분야 내용/개념 + 창의적 설계와 감성적 체험을 강조	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4C: 융합적 지식 및 개념 (Convergence), 창의성(Creativity), 소통(Communication), 배려(Caring)</li> </ul>

김성원 외(2012)는 우리나라 융합인재교육의 방향과 목표에 대해 구체화하고, 현장에서 교사들이 융합인재교육을 실행하는 데에 가이드라인이 될 수 있는 모형으로 Ewha-STEAM을 제시하였다. 핵심역량이란 창의·융합형 인재가 갖추어야 하는 기본 역량으로, 각 교과를 기반으로 하되 여러 학문 영역에 전이되어 문제를 해결할 수 있는 교과기반 통합 역량과 미래 사회에서 새로움을 창조하고 지속가능한 발전을 이끌어 나가기 위해 요구되는 창의·인성 역량으로 나누어 제시하였다(그림 1).

이신동과 김소연(2015)의 연구에서는 Ewha-STEAM모형을 이용하여 STEAM프로그램을 개발한 뒤, 5명의 초등영재들을 소집단 단일대상으로 25회 적용해 내용타당도를 검증한 결과, 모든 항목에서 타당한 것으로 나타났다.

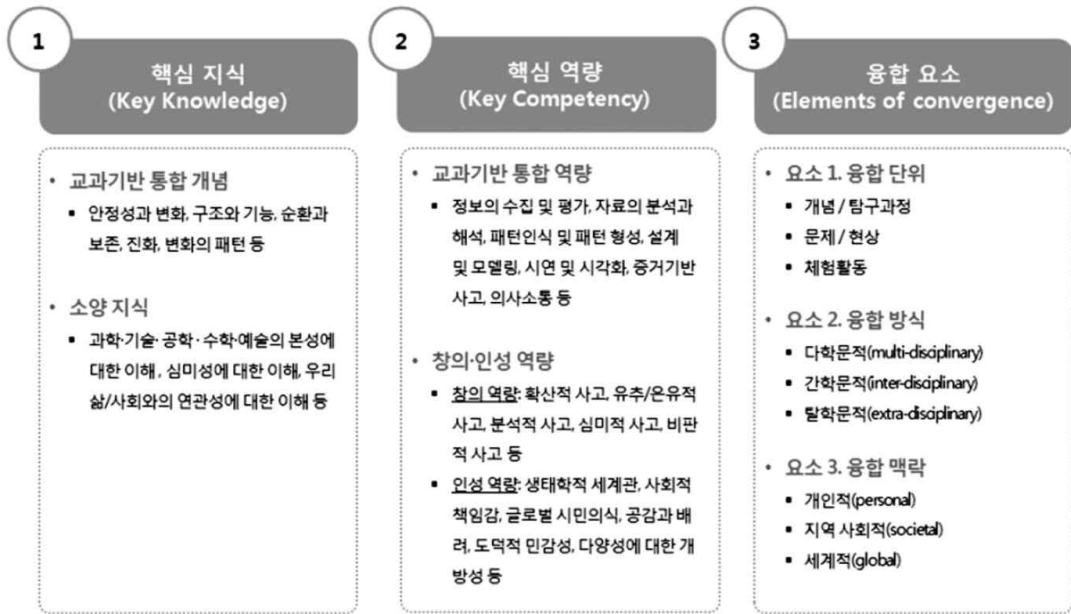


그림 1. Ewha-STEAM 융합모형의 세 차원(김성원 외, 2012)

신동희 외(2012)의 연구에서는 김성원 외(2012)의 융합 모형을 기반으로 Ewha ITEP(사범대학 예비 교사를 주요 대상으로 하는 융합형 교사 교육 프로그램)가 추구하는 핵심 지식과 핵심 역량을 도출하고, 이를 중심으로 여러 전공 교과를 융합하여 융합 교수·학습 프로그램을 개발하였다. Ewha ITEP가 도출한 핵심역량은 비판적 문제해결력, 의사소통 및 협동 능력, 정보 기술 능력, 창의·혁신적 사고 능력, 진로탐색 및 설계 능력이다(그림 2).

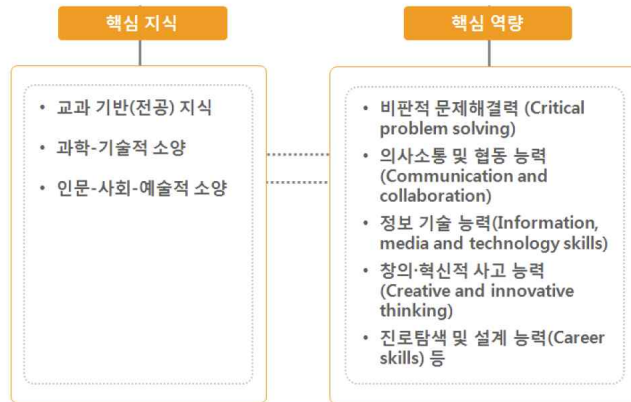


그림 2. Ewha ITEP에서 도출한 핵심 지식과 핵심 역량(이신동 외, 2015)

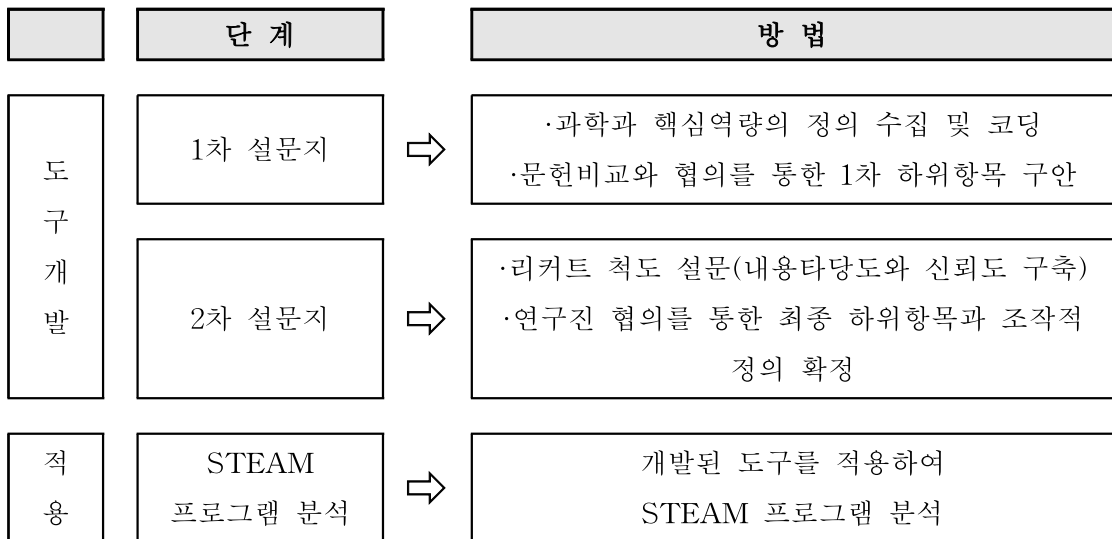
이를 기반으로 개발된 프로그램은 간학문적, 범학문적 융합 교육의 특성을 반영하여 수학, 과학, 사회, 문학, 공학 등의 분야에서 다양한 융합을 시도했다. 특히 내용의 융합을 넘어서 비판적 문제 해결력, 의사소통 및 협동, 비판적 사고력 등 역량 강화가 강조되었다. 또한, 이를 실제 교사 교육 과정에 적용, 보완하는 과정이 필요하다고 말하고 있다. 이를 위해서는 우리나라 교사 교육에 융합형 프로그램이 정착하기 위해서는 프로그램 개발 외에도 제도적 뒷받침이 필요하다(신동희 외, 2012).

이러한 연구를 바탕으로 과학교육에서는 STEAM교육 프로그램이 정착되고 이를 통해 과학과 핵심역량이 함양될 수 있도록 앞장서야 할 것이다. 이를 위해 과학과 핵심역량이 STEAM교육 프로그램에 반영될 수 있는지를 확인할 수 있는 측정도구를 개발하고 이의 적용 가능성을 확인하고자 한다.

### Ⅲ. 연구방법

본 연구는 과학과 핵심역량의 하위항목과 조작적 정의를 개발하고, 이를 STEAM 프로그램에 적용하여 적용 가능성을 확인하는 것을 목표로 한다. 연구는 크게 과학과 핵심역량 측정도구 개발과 적용으로 두 단계로 나누어진다. 도구의 개발 단계 과정은 과학과 핵심역량 측정도구를 개발하는 과정으로 첫째, 5가지 핵심역량에 대한 과학교육계의 전문가들이 생각하는 정의가 무엇인지 관련 경험과 사례를 들어 설문지를 작성하도록 하였다. 설문지는 응답자가 작성한 내용을 정의와 사례로 나누어 분석하여 코딩하고 내용타당도 구축을 위해 각 핵심역량과 관련된 문헌을 참고하여 1차적으로 하위항목을 구안하였다. 둘째, 구안된 하위항목의 타당도와 신뢰도를 확인하고자 2차 리커트 척도 설문을 진행하였다. 각 하위항목이 타당하다고 생각되면 체크하고 항목별로 수정·보완 할 사항을 작성하도록 하였다. 이 설문의 답변을 정리하여 최종적으로 과학과 핵심역량의 하위항목 조작적 정의를 완성하였다. 연구의 두 번째인 도구의 적용 단계는 개발된 도구의 활용가능성을 알아보려고 한국과학창의재단(2012)의 STEAM 프로그램을 선정하여 도구를 적용하였다(표 7).

표 7 연구절차



## A. 과학과 핵심역량 측정도구 개발

### 1. 1차 설문지

연구자는 과학과 핵심역량의 측정도구를 개발하기 위해 핵심역량의 하위항목과 조작적 정의를 구안하고자 과학교육계의 전문가들을 대상으로 설문지를 투입하였다. 설문지는 2015 개정 교육과정에 명시된 과학과 핵심역량 5가지에 대한 내용으로 구성되어 있으며, 과학교육계의 전문가들은 이를 어떻게 정의하고 있는지 알아보기 위해 설문이 진행되었다. 그림 3과 같이 과학과 핵심역량 5가지의 내용을 제시하고 설문을 응답하는 사람들이 생각하는 정의를 기술하게 한 뒤, 수업이나 다른 과학 활동에서 적용된 사례를 언급하여 본인의 정의를 뒷받침하게 하였다. 설문지는 과학교육전문가 즉, 과학교사, 과학관 교육자, 과학교육 전공자 등을 대상으로 본 연구자는 과학교육전문가 10명에게 설문지를 투입하였다.

**설문지**

다음은 과학과 교육과정에 고시된 5가지 과학과 핵심역량의 정의입니다. 각 역량에 대한 본인의 경험 및 사례를 들어 정의를 작성해주시십시오.

<p>과학과 핵심역량 측정도구 개발 및 STEAM 프로그램 분석에의 적용 본 연구는 STEAM프로그램이 미래 사회가 요구하는 '창의융합형 인재'를 양성하는 데에 초점이 있는지 알아보고자 합니다. 따라서 2015 개정 교육과정에 고시된 '창의융합형 인재'가 갖추어야 할 핵심역량 중 과학과 핵심역량을 정의하고, 과학과 핵심역량 측정 도구를 개발하기 위해 STEAM 프로그램을 분석하고자 합니다. 이 설문지를 수렴한 자료는 표절됨을 거쳐 각 연방에 대한 정의를 기록드리고자 합니다. 여러분의 응답한 내용은 연구 목적으로만 사용될 것이며, 정당한 답변 부탁드립니다. 감사합니다.</p> <p style="text-align: right;">조선대학교 과학문화교육센터 082-***** 조선대학교 일반대학원 과학교육학과 박구름 010-*****</p> <p>수입된 자료를 연구의 목적으로 사용하는 것에 동의하시겠습니까? <input type="checkbox"/> 동의한다 <input type="checkbox"/> 동의하지 않는다</p> <p style="text-align: center;">- 정 보 -</p> <p>*귀하의 간단한 정보를 수집하려고 합니다. 해당하는 것에 체크해주세요.</p> <p>□ 교 사                      □ 장 사                      □ 대학원생                      □ 기 타 (                      )  <input type="checkbox"/> 중학교   <input type="checkbox"/> 고등학교</p> <p style="text-align: center;">2015 개정 교육과정의 '과학과 핵심역량'</p> <p>2015 개정 교육과정이 추구하는 인간상을 구현하기 위해 교과 교육을 포함한 학교교육 전 과정을 통해 중점적으로 가르쳐야 하는 <b>핵심역량</b>은 아래와 같이 정의하고 있습니다.</p> <p>가. 자기결의 역량 자아정체성과 자신감을 가지고 자신의 삶과 직전에 필요한 기초 능력과 자질을 갖추어 자기주도적으로 살아갈 수 있는 능력</p> <p>나. 지식정보처리 역량 문제를 합리적으로 해결하기 위하여 다양한 영역의 지식과 정보를 처리하고 활용할 수 있는 능력</p> <p>다. 창의적 사고 역량 특별한 기초 지식을 바탕으로 다양한 현을 분야의 지식, 기술, 경험을 융합적으로 활용하여 새로운 것을 창출하는 능력</p> <p>라. 심리적 감성 역량 인간에 대한 공감적 이해와 문화적 감수성을 바탕으로 삶의 의미와 가치를 발견하고 향유하는 능력</p> <p>마. 의사소통 역량 다양한 상황에서 자신의 생각과 감정을 효과적으로 표현하고 다른 사람의 의견을 경청하여 존중하는 능력</p> <p>바. 공동체 역량 다양한 국가, 세계 공동체의 구성원에게 요구되는 가치와 태도를 가지고 공동체 발전에 적극적으로 참여하는 능력</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>이에 대해서 과학과 교육과정에서는 다음과 같이 5개의 과학과 핵심역량을 정의하고 있습니다. 과학에서는 다양한 탐구 중심의 학습이 이루어지도록 합니다. 또한 기본 개념의 통합적인 이해 및 탐구 경험을 통하여 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제 해결력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생 학습 능력 등의 과학의 핵심역량을 함양하도록 합니다.</p> <p>가. 과학적 사고력 나. 과학적 탐구 능력 다. 과학적 문제 해결력 라. 과학적 의사소통 능력 마. 과학적 참여와 평생 학습 능력</p>	<table border="1"> <tr> <td style="width: 20%; text-align: center;">정의</td> <td>과학적 수직과 수평의 관계를 탐색하는 과정에서 필요한 시금이다. 과학적 체계화 및 지역화, 과학의 지식과 방법, 과학적인 증거와 이론을 토대로 합리적이고 논리적으로 추론하는 능력, 우리 과학의 눈높이에 대해 비판적으로 고찰하는 능력, 다양하고 독창적인 아이디어를 산출하는 능력 등을 포함한다.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">본인의 정의</td> <td></td> </tr> </table> <p>나. 과학적 탐구 능력</p> <table border="1"> <tr> <td style="width: 20%; text-align: center;">정의</td> <td>과학적 문제 해결을 위해 실험, 조사, 토론 등 다양한 방법으로 증거를 수집, 해석, 평가하여 새로운 과학 지식을 얻거나 의미 부여 구성해 가는 능력을 말한다. 과학적 탐구를 위해서는 과학 탐구 기술과 지식을 통합하여 적용하고 활용하는 능력이 필요하며 과학적 사고력이 이 과정에 기초가 된다.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">본인의 정의</td> <td></td> </tr> </table>	정의	과학적 수직과 수평의 관계를 탐색하는 과정에서 필요한 시금이다. 과학적 체계화 및 지역화, 과학의 지식과 방법, 과학적인 증거와 이론을 토대로 합리적이고 논리적으로 추론하는 능력, 우리 과학의 눈높이에 대해 비판적으로 고찰하는 능력, 다양하고 독창적인 아이디어를 산출하는 능력 등을 포함한다.	본인의 정의		정의	과학적 문제 해결을 위해 실험, 조사, 토론 등 다양한 방법으로 증거를 수집, 해석, 평가하여 새로운 과학 지식을 얻거나 의미 부여 구성해 가는 능력을 말한다. 과학적 탐구를 위해서는 과학 탐구 기술과 지식을 통합하여 적용하고 활용하는 능력이 필요하며 과학적 사고력이 이 과정에 기초가 된다.	본인의 정의	
정의	과학적 수직과 수평의 관계를 탐색하는 과정에서 필요한 시금이다. 과학적 체계화 및 지역화, 과학의 지식과 방법, 과학적인 증거와 이론을 토대로 합리적이고 논리적으로 추론하는 능력, 우리 과학의 눈높이에 대해 비판적으로 고찰하는 능력, 다양하고 독창적인 아이디어를 산출하는 능력 등을 포함한다.								
본인의 정의									
정의	과학적 문제 해결을 위해 실험, 조사, 토론 등 다양한 방법으로 증거를 수집, 해석, 평가하여 새로운 과학 지식을 얻거나 의미 부여 구성해 가는 능력을 말한다. 과학적 탐구를 위해서는 과학 탐구 기술과 지식을 통합하여 적용하고 활용하는 능력이 필요하며 과학적 사고력이 이 과정에 기초가 된다.								
본인의 정의									

그림 3. 1차 설문지

설문지 투입 후, 응답자들이 각 핵심역량에 대해 어떠한 사례를 들어 정의하였는지 의견을 종합하였다. 응답한 내용을 정의에 해당하는 부분과 사례에 해당하는 부분으로 나누어 분석하였으며 정의에 해당하는 부분은 실선 밑줄과 빨간색으로, 사례에 해당하는 부분은 점선 밑줄과 파란색으로 표시하여 코딩하였다(그림 4).

가. 과학적 사고력

정의	과학적 <b>주장과 증거</b> 의 관계를 탐색하는 과정에서 필요한 사고이다. 과학적 세계관 및 자연관, 과학의 지식과 방법, 과학적인 증거와 이론을 토대로 <b>합리적이고 논리적으로 추론</b> 하는 능력, 추리 과정과 논증에 대해 <b>비판적으로 고찰하는 능력</b> , 다양하고 <b>독창적인 아이디어</b> 를 산출하는 능력 등을 포함한다.
본인의 정의	1 구슬을 사용하여 롤러코스터를 만들 때 각 구간의 경사를 조절하여 끝까지 구슬이 도달할 수 있도록 하기 위하여 중간에 구슬이 멈추지 않게 하기 위하여 구간별로 일정한 경사(너무 심할 경우 레일에서 이탈 또는 경사가 낮을 경우 중간에 멈춤)를 계산하고 360도 회전 시에도 구슬의 무게, 중력, 경사, 원심력 등을 고려하여 안정적으로 돌기 위하여 각각의 요소들에 대해 생각하고 적용 시키는 것. <b>현상에 영향을 주는 요소 찾기</b>
	2 일상생활에서 발생하는 문제 상황에서 <b>논리적이고</b> 과학적으로 생각하는 능력
	3 * 정의: <b>현상과 사물</b> 에 대하여 인식하거나 문제를 해결하기 위해 <b>경험과 증거를 바탕으로 형성된 체계적이고 논리적인 사고</b> 의 틀 * 사례 - <b>화강암의 특징</b> 에 대한 자신의 지식을 통해, 화강암과 <b>오사한 모숫(파턴, 귀납)</b> 의 암석을 보고, 이걸 화강암이라고 인식하는데 사용되는 사고 과정 - 간이 망원경을 만들기 위해 <b>최소 비용</b> 과 작업으로 <b>최대함의 효과</b> 를 낼 수 있는 방법을 구상하는 사고 과정. - 고장난 드론의 고장 <b>원인</b> 을 찾기 위해 원인이 될 수 있는 요인 중 <b>활류</b> 이 높은 순서를 구상하는 사고 과정
	4 ▪ 대륙이동설에 대하여 초등학생을 대상으로 해설 및 수업했던 사례입니다. ▪ 대륙이동설에 대한 <b>증거</b> 를 확인하며 <b>탐색</b> 하는 과정과 <b>추론</b> 하는 과정 속에서 각자의 주장을 <b>논리적으로</b> 설명할 수 있도록 유도 하였다. ▪ <b>지형학적 증거</b> (해안선의 일치) : 세계지도를 실제로 대략적으로 오려 퍼즐처럼 맞춰보게 했다. ▪ <b>지질학적 증거</b> (지질 구조의 연속성) : 두 종류의 케이크(지질에 비유)에 굽은 빨대를 꽂았다 빼 내어 빨대 안에 남아 있는 케이크의 잔여물을 보고 어떤 케이크였는지를 맞춰보게 하였다. ▪ <b>생물학적 증거</b> (고생물 화석의 분포) : 바다를 건널 수 없는 생물화석을 제시하며 의견을 나누었다. ▪ <b>기후학적 증거</b> (빙하의 분포와 이동방향) : 그림 자료로 대신하여 설명하였다. ▪ 위 활동 과정을 정리 기록하여 자신의 생각을 발표하게 하였다.
	5 과학적 사고력이란 학생들이 <b>자연 현상</b> 들에 대해 <b>궁금증</b> 을 가지는 "Why?"에서 시작되어, 현상과 사물에 대해 나름대로의 <b>논리성을 갖추어 해석</b> 해 나가는 일련의 과정을 일컫는다.
	6 큰 배가 물에 뜰 수 있을까?(부력, 중력)하늘은 왜 푸를까?(과학의 빛의 굴절, 분광, 광학), 무지개는 왜 일곱 빛깔을 가지고 있을까?(분광, 굴절, 빛의 스펙트럼과 특성) 이렇게 머릿속에서 떠오르는 <b>질문을 해결</b> 하기 위해서 <b>다양한 생각</b> 들을 꺼내고 이를 <b>구조화</b> 하는 과정을 말할 수 있습니다.

그림 4. 1차 설문지 코딩방법

정의에 해당하는 부분을 종합하여 코딩하고 핵심역량 5가지의 사전적 정의와 선행 연구에서의 정의를 이용하여 과학과 핵심역량의 하위항목에 대한 내용타당도를 구축하였으며, 과학교육 전문가와 동료연구자와의 의논을 통해 과학과 핵심역량의 하위항목을 1차적으로 구안하였다.

## 2. 2차 설문지

1차적으로 구안된 과학과 핵심역량의 하위항목이 타당한지를 알아보기 위하여 그림과 같이 2차 설문지를 작성하였다. 설문지는 각 핵심역량 하위항목을 제시하였으며, 리



커트 척도 설문지로 하위항목이 역량의 내용에 맞게 구성되어 있다고 생각하면 체크하도록 하였다. 또한 하위항목에 대해서 수정·보완해야 할 사항이 있으면 의견란에 작성할 수 있도록 구성하였다(그림 5).

다음은 2015 개정 교육과정에서 설명하는 과학과 핵심역량입니다.

과학적 사고력	과학적 주장과 증거의 관계를 탐색하는 과정에서 필요한 사고이다. 과학적 세계관 및 자연관, 과학의 지식과 방법, 과학적인 증거와 이론을 토대로 합리적이고 논리적으로 추론하는 능력, 추리 과정과 논증에 대해 비판적으로 고찰하는 능력, 다양하고 독창적인 아이디어를 산출하는 능력 등을 포함한다.
과학적 탐구 능력	과학적 문제 해결을 위해 실험, 조사, 토론 등 다양한 방법으로 증거를 수집, 해석, 평가하여 새로운 과학 지식을 얻거나 의미를 구성해 가는 능력을 말한다. 과학적 탐구를 위해서는 과학 탐구 기능과 지식을 통합하여 적용하고 활용하는 능력이 필요하며 과학적 사고력이 이 과정에 기초가 된다.
과학적 문제 해결력	과학적 지식과 과학적 사고를 활용하여 개인적 혹은 공적 문제를 해결하는 능력이다. 일상생활의 문제를 해결하기 위해 문제와 관련 있는 과학적 사실, 원리, 개념 등의 지식을 생각해 내고 활용하며 다양한 정보와 자료를 수집, 분석, 평가, 선택, 조직하여 가능한 해결 방안을 제시하고 실행하는 능력이 필요하다. 문제 해결력은 문제 해결 과정에 대한 반성적 사고 능력과 문제 해결 과정에서의 합리적 의사 결정 능력도 포함한다.
과학적 의사소통 능력	과학적 문제 해결 과정과 결과를 공동체 내에서 공유하고 발전시키기 위해 자신의 생각을 주장하고 타인의 생각을 이해하며 조정하는 능력을 말한다. 말, 글, 그림, 기호 등 다양한 양식의 의사소통 방법과 컴퓨터, 시청각 기기 등 다양한 매체를 통하여 제시되는 과학기술 정보를 이해하고 표현하는 능력, 증거에 근거하여 논증 활동을 하는 능력 등을 포함한다.
과학적 참여와 평생 학습 능력	사회에서 공동체의 일원으로 합리적이고 책임 있게 행동하기 위해 과학기술의 사회적 문제에 대한 관심을 가지고 의사 결정 과정에 참여하며 새로운 과학기술 환경에 적응하기 위해 스스로 지속적으로 학습해 나가는 능력을 가리킨다.

**과학과 핵심역량 설문지**

다음은 기존에 수집된 설문지를 바탕으로 하여 코딩화하여 나눈 과학과 핵심역량 카테고리입니다.  
 각 역량의 분류 내용과 본인의 생각이 일치하는 항목에 모두 체크해주시고, 적절하지 않거나 수정이 필요한 부분은 의견을 남겨주세요.

과학과 핵심역량	내 용	✓	의 견
과학적 사고력	과학적으로 사고하기		
	논리적으로 사고하기		
	비판적으로 사고하기		
	창의적으로 사고하기		
과학적 탐구 능력	과학적 문제 인식하기		
	다양한 탐구 기능을 통해 자료 수집하기		
	수집된 자료 분석하기		
	결과 해석하여 결론 도출하기		
과학적 문제 해결력	일상생활 속 과학적 문제 인식하기		
	문제와 관련한 과학적 요소 파악하기		
	반성적 사고하기		
	해결방안 제시하고 실행하기		
과학적 의사소통 능력	다양한 방법으로 소통하기		
	논증하기		
	의견 조율하기		
	다양한 매체의 사용법 알기		
과학적 참여와 평생 학습 능력	공동체 문제 인식하기		
	SSI 또는 STS 문제에 대해 관심 갖기		
	자발적으로 학습하기		
	일상생활 속 과학 이해하기		

그림 5. 2차 설문지

2차 설문은 1차 설문의 대상과 겹치지 않도록 하였으며, 과학교육 전문가 35명(과학교사 12명, 과학관 해설사 8명, 과학교육 대학원생 5명, 예비교사 10명)에게 투입하였다.

### 과학과 핵심역량 설문지

다음은 기존에 수집된 설문지를 바탕으로 하여 코딩화하여 나눈 과학과 핵심역량 카테고리입니다.  
 각 역량의 분류 내용과 본인의 생각이 일치하는 항목에 모두 체크해주시고, 적절하지 않거나 수정이 필요한 부분은 의견을 남겨주시고.

과학과 핵심역량	내용	✓	의견
과학적 사고력	과학적으로 사고하기		'과학적 사고력' 역량의 내용이 '과학적으로 사고하기'는 적합하지 않아 보입니다. (단순히 복사 붙여넣기, 끼워 맞추기의 느낌) '과학적'이 무엇인지 언급없이 너무 포괄적인 단어입니다. 세부 내용으로는 적합하지 않아 보입니다. (아래의 세 가지 사고하기 내용처럼 세분화 필요)
	논리적으로 사고하기	✓	
	비판적으로 사고하기	✓	
	창의적으로 사고하기	✓	
과학적 탐구 능력	과학적 문제 인식하기	✓	가설의 내용이 언급되었으면 합니다.
	다양한 탐구 기능을 통해 자료 수집하기	✓	중학교 1학년 과학, 고등학교 생명과학1의 첫 단원에서 언급됩니다.
	수집된 자료 분석하기	✓	중학교에서도 과학적 탐구 과정 중 가설을 설정하는 것을 교과서에서 언급하며 중요히 다루고 있습니다. 좌측 내용엔 기본적 탐구 과정과 통합적 탐구 과정이 절반 정도씩만 섞여있습니다.
	결과 해석하여 결론 도출하기	✓	과학적 탐구 능력이라는 핵심 역량을 키우기 위해선 언급되지 않은 다른 탐구 과정들도 녹여내도록 내용을 작성할 필요가 있을 듯 합니다.
과학적 문제 해결력	일상생활 속 과학적 문제 인식하기		'인식'은 보다 '과학적 탐구 능력' 핵심 역량에 해당되는 요소라고 보여집니다. 물론 문제 해결을 위해선 문제를 인식하는 것이 가장 첫 번째라고 할 수 있겠으나, 이는 과학적 탐구 능력이라는 핵심 역량과 중복되어지게 됩니다. 세부 내용이 여러 핵심 역량속에 중복되어지는 것은 뚜렷한 방향성을 제시해주기 보단 핵심 역량이라는 것에 대해 다소 애매하고 모호한 느낌을 줄 수 있습니다.
	문제와 관련한 과학적 요소 파악하기	✓	
	반성적 사고하기	✓	
	해결방안 제시하고 실행하기	✓	
과학적 의사소통 능력	다양한 방법으로 소통하기	✓	
	논증하기	✓	
	의견 조율하기	✓	
	다양한 매체의 사용법 알기	✓	단순히 사용법만 알면 의사소통 능력이 발달하지 않습니다. 사용법을 넘어 활용 방안을 함께 제시해주어야 의사소통 능력이 배양됩니다.
과학적 참여와 평생 학습 능력	공동체 문제 인식하기	✓	
	SSI 또는 STS 문제에 대해 관심 갖기	✓	
	자발적으로 학습하기		자발적으로 학습한다는 내용이 너무 포괄적이며 방향성이 드러나있지 않습니다.
	일상생활 속 과학 이해하기	✓	

그림 6. 작성된 2차 설문지 예시

2차 설문지 투입 후, 하위항목의 타당한 정도를 체크하고, 응답자가 작성한 수정·보완 사항(그림 6)을 2015개정 교육과정 연수자료 업데이트 센터에서 제시된 과학과 교과 역량의 하위요소(예시) 문서(표 8)와 비교하여 과학교육전문가와 연구자 2인과의 지속적인 수정과 협의를 통해 과학과 핵심역량 측정도구를 최종적으로 개발하였다.

표 8. 과학과 교과 역량의 하위요소(예시)(2015 개정 교육과정 연수자료 업데이트 센터, 2016)

과학과 교과 역량	
요소	하위요소(예시)
과학적 사고력	· 논리적 사고 · 비판적 사고 · 창의적 사고 · 융합적 사고
과학적 탐구 능력	· 문제인식 및 가설 설정 · 탐구 설계 및 수행 · 자료 분석 및 해석 · 결론 도출 및 일반화 · 과학적 모델 사용 · 수학과 컴퓨터의 활용
과학적 문제해결력	· 문제 발견 및 인식 · 정보 수집 및 선택 · 정보 분석 및 평가 · 다양한 해결 방안 제시 · 반성적 사고 · 합리적 의사결정
과학적 의사소통 능력	· 과학 이슈의 이해 · 과학적 용어의 사용 · 과학적 도해의 사용 · 과학적 논증의 사용 · ICT 활용
과학적 참여와 평생학습 능력	· 환경에 대한 책무성 · 과학기술의 사회성 · 과학연구의 윤리성 · 협업능력 · 안전 의식 · 최신 과학기술 정보 습득 · 과학 관련 진로 개발

## B. 과학과 핵심역량 측정도구에 따른 STEAM 프로그램 분석

최종적으로 구안된 과학과 핵심역량의 측정도구가 적용 가능성이 있는지를 확인하기 위해 STEAM 프로그램을 선정하여 분석하였다.

### 1. STEAM 프로그램 선정과 구성

본 연구자는 박영신 외(2012)의 기후변화와 물 부족을 주제로 한 각 10차시의 STEAM 프로그램 중 고등학생용을 선정하였다. 연구자의 전공과 밀접한 주제의 기후변화와 물 부족을 선정하였으며, 고학년의 프로그램일수록 학생들이 함양할 수 있는 핵심역량이 더욱 다양하게 반영되었을 것이라 판단하여 고등학생용 프로그램을 선정하였다. STEAM 프로그램은 교사용과 학생용으로 나누어져 있으며, 본 연구자는 교사용

차시별 상세계획안의 교수학습과정안, 수업자료 및 활동지를 분석하였다. 선정된 첫 번째 STEAM 프로그램은 ‘기후변화: 이산화탄소를 줄일 수 있을까요?’를 주제로 이산화탄소 감축과 관련된 첨단기술로서 이산화탄소 플라스틱의 원리를 이해하고, 이 기술이 필요하게 된 배경을 학생들이 직접 조사하면서 기후변화의 심각성과 기후변화에 대한 국가적 이해관계를 파악하는 과정의 수업이다. 각 차시의 주제는 표 9와 같다.

표 9. STEAM 프로그램: 기후변화 고등학생용의 차시별 주제

고등학생용_기후변화: 이산화탄소를 줄일 수 있을까요?		
상황 제시	1차시	이산화탄소 플라스틱이 무엇일까요?
	2차시	기후가 변하면 어떻게 될까요?
	3차시	우리지역의 기후가 변했나요?
창의적 설계	4-5차시	왜 온실 효과라고 부를까요? (1)(2)
	6차시	이산화탄소는 온실기체일까요?
	7차시	온실기체의 특징은 무엇일까요?
	8차시	미세조류란 무엇일까요?
감성적 체험	9차시	이산화탄소 감축 장치 만들기
	10차시	생활 속의 이산화탄소 줄이기

두 번째 STEAM 프로그램은 ‘물 부족: 도시의 물 관리’를 주제로 도시의 물 관리 시스템 전반에 대한 이해를 바탕으로, 학생들이 직접 도시의 물 관리 방안을 설계 및 표현해보는 내용과 활동으로 구성된 수업이다. 각 차시의 주제는 표 10과 같다.

표 10. STEAM 프로그램: 물 부족 고등학생용의 차시별 주제

고등학생용_물 부족: 도시의 물 관리		
상황 제시	1차시	이용가능한 수자원을 모으자!
	2차시	필요한 곳으로 물을 배달하자!
	3차시	다 쓴 물과 빗물은 어떻게 처리할까?
창의적 설계	4차시	물 정화 키트 설계자가 되자!
	5차시	내가 만든 물 정화 키트의 성능은?
	6차시	물 저장 키트를 만들어 보자!
	7차시	물 저장 키트로부터 도시의 물 관리에 이르기까지
감성적 체험	8차시	도시의 물 관리 시스템 모델을 만들어 봅시다!

## 2. STEAM 프로그램 분석

표 11은 연구진이 개발한 과학과 핵심역량 측정도구를 적용하여 박영신 외(2012)의 STEAM 프로그램을 분석한 것이다. 표 11의 ①은 프로그램의 차시목표, ②와③은 연구진이 분석한 결과로 ②는 차시에 함양되어 있는 역량, ③은 ②의 역량을 프로그램의 교수학습과정안, 수업자료, 활동지에서 분석하여 정리하였다.

표 11. STEAM 프로그램 분석 방법

1차시_이산화탄소 플라스틱이 무엇일까요?																		
①	- 이산화탄소 플라스틱의 생산 과정을 알아낸 것이 왜 우리나라 경제에 중요한 이슈가 되는지 이해한다. - 기후 변화에 적절하게 대응하는 것이 어떤 의미가 있는지 인식한다.																	
②	과학적 의사소통 능력_과학적 근거로 논증하기 과학적 의사소통 능력_상대방의 의견 수용 및 조율하기 과학적 참여와 평생 학습 능력_사회적 이슈에 대해 이야기하기 과학적 참여와 평생 학습 능력_자기주도적이고 지속적으로 참여하기																	
③	<p><b>교수학습 과정안</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>학습과정</th> <th>교수-학습 활동</th> <th>학습자료 및 유의점</th> <th>교사자료</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>동기유발 ( 10 분)</td> <td>1) 과학카패 중 이산화탄소의 두 얼굴 동영상 보여 주기 → 첨단과학 기술 이슈와 관련된 상황 제시 ● KBS 과학카패 동영상(2011년 8월 1일 방송분 서브코너) ▶ 이산화탄소를 이용한 플라스틱도 만들고 종이도 만든다. ▶ 이산화탄소를 이용한 플라스틱도 만들고 종이도 만든다. ▶ 이산화탄소를 이용한 플라스틱도 만들고 종이도 만든다.</td> <td>과학카패 동영상 CD 또는 편집된 파일을 사용한다 (전체 동영상 중</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">전개 ( 35 분)</td> <td>3) 이산화탄소 플라스틱이 왜 중요할까?에 대해 토의한다. 예상되는 토의의 방향: ▶ 이산화탄소를 줄일 수 있는 방법이다. ▶ 왜 이산화탄소를 줄여야 하지? ▶ 이산화탄소가 온실효과를 유발한다. ▶ 온실효과를 유발하는 이산화탄소가 많다. ▶ 지구 온난화가 인간에게 심각한 피해를 준다. 그래서 이산화탄소를 줄여야 한다. 이산화탄소를 줄이려면 어떻게 해야 하지? ▶ 대기 중 이산화탄소를 흡수 저장한다. → 이산화탄소 포집·저장기술에 대한 설명 ▶ 이산화탄소를 재활용한다? → 이산화탄소 활용 기술 설명 ▶ 토의 결과를 발표한다. 5) 이산화탄소 플라스틱에 대한 읽기 자료를 나누어주고 좀 더 자세히 알아본다.</td> <td>상대방의 의견을 수용하며 의견조율을 통해 의사결정할 수 있다. 상대방의 의견을 수용하며 의견조율을 통해 의사결정할 수 있다. 상대방의 의견을 수용하며 의견조율을 통해 의사결정할 수 있다. 상대방의 의견을 수용하며 의견조율을 통해 의사결정할 수 있다.</td> <td>사회적 이슈에 대해 이야기하기 지구온난화가 인간에게 심각한 피해를 주는 것은 알고, 지구온난화를 발생시키는 이산화탄소를 줄이기 위한 방안에 대해 이야기할 수 있다.</td> </tr> <tr> <td>6) 토의 후 학생들이 좀 더 자세히 알고 싶은 게 무엇인지 발표하게 한다. → 문제 인식의 과정 예상되는 질문들: 온실효과가 왜가요? 왜 지구가 더워지나요? 지구가 더워지면 어떤 피해를 주나요? 제가 되나요? 우리나라도 정말로 더워지나요? 우리도? 이산화탄소 플라스틱은 어떻게 만들어지나요? 이산화탄소를 포집, 저장하는 방법은?</td> <td>토의 후 발표 과정은 문제 인식의 과정이다</td> <td>자기주도적이고 지속적으로 참여하기 활동과 주어진 자료를 학습하고 난 후, 학생들이 좀 더 자세히 알고 싶은 것이 무엇인지 발표하게 함으로써 자기주도적이고 지속적인 참여를 유도할 수 있다.</td> </tr> </tbody> </table>	학습과정	교수-학습 활동	학습자료 및 유의점	교사자료	동기유발 ( 10 분)	1) 과학카패 중 이산화탄소의 두 얼굴 동영상 보여 주기 → 첨단과학 기술 이슈와 관련된 상황 제시 ● KBS 과학카패 동영상(2011년 8월 1일 방송분 서브코너) ▶ 이산화탄소를 이용한 플라스틱도 만들고 종이도 만든다. ▶ 이산화탄소를 이용한 플라스틱도 만들고 종이도 만든다. ▶ 이산화탄소를 이용한 플라스틱도 만들고 종이도 만든다.	과학카패 동영상 CD 또는 편집된 파일을 사용한다 (전체 동영상 중		전개 ( 35 분)	3) 이산화탄소 플라스틱이 왜 중요할까?에 대해 토의한다. 예상되는 토의의 방향: ▶ 이산화탄소를 줄일 수 있는 방법이다. ▶ 왜 이산화탄소를 줄여야 하지? ▶ 이산화탄소가 온실효과를 유발한다. ▶ 온실효과를 유발하는 이산화탄소가 많다. ▶ 지구 온난화가 인간에게 심각한 피해를 준다. 그래서 이산화탄소를 줄여야 한다. 이산화탄소를 줄이려면 어떻게 해야 하지? ▶ 대기 중 이산화탄소를 흡수 저장한다. → 이산화탄소 포집·저장기술에 대한 설명 ▶ 이산화탄소를 재활용한다? → 이산화탄소 활용 기술 설명 ▶ 토의 결과를 발표한다. 5) 이산화탄소 플라스틱에 대한 읽기 자료를 나누어주고 좀 더 자세히 알아본다.	상대방의 의견을 수용하며 의견조율을 통해 의사결정할 수 있다. 상대방의 의견을 수용하며 의견조율을 통해 의사결정할 수 있다. 상대방의 의견을 수용하며 의견조율을 통해 의사결정할 수 있다. 상대방의 의견을 수용하며 의견조율을 통해 의사결정할 수 있다.	사회적 이슈에 대해 이야기하기 지구온난화가 인간에게 심각한 피해를 주는 것은 알고, 지구온난화를 발생시키는 이산화탄소를 줄이기 위한 방안에 대해 이야기할 수 있다.	6) 토의 후 학생들이 좀 더 자세히 알고 싶은 게 무엇인지 발표하게 한다. → 문제 인식의 과정 예상되는 질문들: 온실효과가 왜가요? 왜 지구가 더워지나요? 지구가 더워지면 어떤 피해를 주나요? 제가 되나요? 우리나라도 정말로 더워지나요? 우리도? 이산화탄소 플라스틱은 어떻게 만들어지나요? 이산화탄소를 포집, 저장하는 방법은?	토의 후 발표 과정은 문제 인식의 과정이다	자기주도적이고 지속적으로 참여하기 활동과 주어진 자료를 학습하고 난 후, 학생들이 좀 더 자세히 알고 싶은 것이 무엇인지 발표하게 함으로써 자기주도적이고 지속적인 참여를 유도할 수 있다.		
학습과정	교수-학습 활동	학습자료 및 유의점	교사자료															
동기유발 ( 10 분)	1) 과학카패 중 이산화탄소의 두 얼굴 동영상 보여 주기 → 첨단과학 기술 이슈와 관련된 상황 제시 ● KBS 과학카패 동영상(2011년 8월 1일 방송분 서브코너) ▶ 이산화탄소를 이용한 플라스틱도 만들고 종이도 만든다. ▶ 이산화탄소를 이용한 플라스틱도 만들고 종이도 만든다. ▶ 이산화탄소를 이용한 플라스틱도 만들고 종이도 만든다.	과학카패 동영상 CD 또는 편집된 파일을 사용한다 (전체 동영상 중																
전개 ( 35 분)	3) 이산화탄소 플라스틱이 왜 중요할까?에 대해 토의한다. 예상되는 토의의 방향: ▶ 이산화탄소를 줄일 수 있는 방법이다. ▶ 왜 이산화탄소를 줄여야 하지? ▶ 이산화탄소가 온실효과를 유발한다. ▶ 온실효과를 유발하는 이산화탄소가 많다. ▶ 지구 온난화가 인간에게 심각한 피해를 준다. 그래서 이산화탄소를 줄여야 한다. 이산화탄소를 줄이려면 어떻게 해야 하지? ▶ 대기 중 이산화탄소를 흡수 저장한다. → 이산화탄소 포집·저장기술에 대한 설명 ▶ 이산화탄소를 재활용한다? → 이산화탄소 활용 기술 설명 ▶ 토의 결과를 발표한다. 5) 이산화탄소 플라스틱에 대한 읽기 자료를 나누어주고 좀 더 자세히 알아본다.	상대방의 의견을 수용하며 의견조율을 통해 의사결정할 수 있다. 상대방의 의견을 수용하며 의견조율을 통해 의사결정할 수 있다. 상대방의 의견을 수용하며 의견조율을 통해 의사결정할 수 있다. 상대방의 의견을 수용하며 의견조율을 통해 의사결정할 수 있다.	사회적 이슈에 대해 이야기하기 지구온난화가 인간에게 심각한 피해를 주는 것은 알고, 지구온난화를 발생시키는 이산화탄소를 줄이기 위한 방안에 대해 이야기할 수 있다.															
	6) 토의 후 학생들이 좀 더 자세히 알고 싶은 게 무엇인지 발표하게 한다. → 문제 인식의 과정 예상되는 질문들: 온실효과가 왜가요? 왜 지구가 더워지나요? 지구가 더워지면 어떤 피해를 주나요? 제가 되나요? 우리나라도 정말로 더워지나요? 우리도? 이산화탄소 플라스틱은 어떻게 만들어지나요? 이산화탄소를 포집, 저장하는 방법은?	토의 후 발표 과정은 문제 인식의 과정이다	자기주도적이고 지속적으로 참여하기 활동과 주어진 자료를 학습하고 난 후, 학생들이 좀 더 자세히 알고 싶은 것이 무엇인지 발표하게 함으로써 자기주도적이고 지속적인 참여를 유도할 수 있다.															

## IV. 연구결과

본 장에서는 먼저 과학과 핵심역량 측정도구 즉, 5가지의 핵심역량의 하위항목과 조작적 정의가 무엇인지 살펴보고 이를 적용하여 한국과학창의재단(2012)의 STEAM 프로그램(기후변화, 물 부족)을 분석하고자 한다. 과학과 핵심역량이 STEAM 프로그램에 얼마나 함양될 수 있는지를 파악하고, 프로그램 특성별로 어떠한 역량이 더욱 강화될 수 있는지 알아보하고자 한다.

### A. 과학과 핵심역량 측정도구

측정도구를 개발하기 위해 먼저 핵심역량에 대한 과학교육계의 전문가 10명의 정의와 실험적 사례를 수집하기 위한 1차 설문지와 문헌비교를 진행하였다. 이를 토대로 1차 핵심역량 하위항목을 구안하고 내용타당도와 신뢰성을 구축하기 위하여 리커트 척도 설문지를 과학교육계의 전문가 35명에게 시행하였다. 과학교육 전문가 1인과 연구자 2인과 함께 설문결과를 살펴보고 수차례 협의하여 핵심역량의 하위항목과 조작적 정의를 구안하였으며 2015개정 교육과정 연수자료 업데이트 센터에 제시된 예시자료와 비교하여 과학과 핵심역량 측정도구를 최종적으로 개발하였다.

#### 1. 1차 설문지 결과

과학과 핵심역량 5가지에 대한 과학교육 전문가의 정의를 살펴보고자 하여 진행된 1차 설문지로 10명의 전문가에게 의견을 구하였다. 연구자는 설문의 응답 내용을 정의와 사례로 나누어 분석한 뒤, 코딩하고 각 과학과 핵심역량과 관련된 문헌을 참고하여 1차적으로 하위항목을 구안하였다.

##### a. 과학적 사고력

그림 7은 10명의 과학교육 전문가들이 작성한 과학적 사고력에 대한 응답을 한 개의 표로 정리한 뒤, 정의와 사례를 나누어 분석하여 코딩한 결과이다.

가. 과학적 사고력

정의	과학적 <b>주장과 증거</b> 의 관계를 탐색하는 과정에서 필요한 사고이다. 과학적 세계관 및 자연관, 과학의 지식과 방법, 과학적인 증거와 이론을 토대로 <b>합리적이고 논리적으로 추론</b> 하는 능력, 추리 과정과 논증에 대해 <b>비판적으로 고찰하는 능력</b> , 다양하고 <b>독창적인 아이디어</b> 를 산출하는 능력 등을 포함한다.
1	구슬을 사용하여 볼리코스터를 만들 때 각 구간의 경사를 조절하여 끝까지 구슬이 도달할 수 있도록 하기 위하여 중간에 구슬이 멈추지 않게 하기 위하여 구간별로 일정한 경사(너무 심할 경우 레일에서 이탈 또는 경사가 낮을 경우 중간에 멈춤)를 계산하고 360도 회전할 경우에도 구슬의 무게, 중력, 경사, 원심력 등을 고려하여 안정적으로 돌기 위하여 각각의 요소들에 대해 생각하고 적용 시키는 것. <b>현상에 영향을 주는 요소 찾기</b>
2	일상생활에서 발생하는 문제 상황에서 <b>논리적이고</b> 과학적으로 생각하는 능력
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>정의: <b>현상과 사물</b>에 대하여 인식하거나 문제를 해결하기 위해 <b>경험과 증거를 바탕으로 형성된 체계적이고 논리적인 사고</b>의 틀</li> <li>사례 - <b>화강암의 특징</b>에 대한 자신의 지식을 통해, 화강암과 <b>유사한 모습(대단, 귀납)</b>의 암석을 보고, 이걸 화강암이라고 인식하는데 사용되는 사고 과정                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 같이 망원경을 만들기 위해 <b>최소 비용</b>과 작업으로 <b>최대함의 효과</b>를 낼 수 있는 방법을 구상하는 사고 과정.</li> <li>- 고장난 드론의 고장 <b>원인</b>을 찾기 위해 원인이 될 수 있는 요인 중 <b>확률</b>이 높은 순서를 구상하는 사고 과정</li> </ul> </li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>대륙이동설에 대하여 초등학생을 대상으로 해설 및 수업했던 사례입니다.</li> <li>대륙이동설에 대한 <b>증거</b>를 확인하며 <b>답색</b>하는 과정과 <b>추론</b>하는 과정 속에서 각자의 주장을 <b>논리적으로 설명</b>할 수 있도록 유도 하였다.</li> <li><b>지질학적 증거</b>(해안선의 일치) : 세계지도를 실제로 대략적으로 그려 퍼즐처럼 맞춰보게 했다.</li> <li><b>지질학적 증거</b>(지질 구조의 연속성) : 두 종류의 케이크(지질에 비유)에 굵은 빨대를 꽂았다 때 내어 빨대 안에 남아 있는 케이크의 잔여물을 보고 어떤 케이크였는지를 맞춰보게 하였다.</li> <li><b>생물학적 증거</b>(고생물 화석의 분포) : 바다를 건널 수 없는 생물화석을 제시하며 의견을 나누었다.</li> <li><b>기후학적 증거</b>(빙하의 분포와 이동방향) : 그림 자료로 대신하여 설명하였다.</li> <li>위 활동 과정을 정리·기록하여 자신의 생각을 발표하게 하였다.</li> </ul>
5	과학적 사고력이라 학생들이 <b>자연 현상</b> 들에 대해 <b>궁금증</b> 을 가지는 'Why?'에서 시작되어, 현상과 사물에 대해 나름대로의 <b>논리성을 갖추어 해석</b> 해 나가는 일련의 과정을 일컫는다.
6	큰 배가 물에 뜰 수 있을까?(부력, 중력)하늘은 왜 푸를까?(과학의 빛의 굴절, 분광, 광학). 무지개는 왜 일곱 빛깔을 가지고 있을까?(분광, 굴절, 빛의 스펙트럼과 특성)

	이렇게 머릿속에서 떠오르는 <b>질문을 해결</b> 하기 위해서 <b>다양한 생각</b> 들을 꺼내고 이를 <b>구조화하는 과정</b> 을 말할 수 있습니다. 하나의 질문에 대해서 다양한 생각들을 이끌어 내고 그에 대한 답을 찾아가면서 답들 간의 연결고리를 통해 <b>해답을 찾아가는</b> 과정입니다. 학생들은 각자 질문에 대해서 다양한 생각을 가질 수는 있으나 그 질문을 해결하기 위해서 그 의문에 대한 구체적인 질문을 하기 어려워하며 질문들 간의 연결고리를 찾기 못합니다. 이에 과학적 사고력이라 떠오르는 질문의 답을 해결하기 위해서 다양한 생각을 이끌어 내고 <b>과학적 증거 이론</b> 을 토대로 <b>논리적으로 추론</b> 해 가는 능력을 말할 수 있습니다.
7	우리를 둘러싼 <b>자연현상</b> 에서 <b>궁금한 것</b> 을 <b>발견</b> 하고 <b>원인</b> 을 찾아 모두가 공유할 수 있도록 정리한 것이 과학적 지식이라면 이런 활동에서 끊임없이 사용되는 과정이 '과학적 사고'라고 생각한다. 과학적 사고는 <b>과학적 문제 상황을 해결</b> 하기 위한 '사고'이며 자연현상을 있는 그대로 <b>관찰</b> 하고 <b>발견</b> 하는 <b>직관</b> 과 <b>발산적 사고</b> 를 구성해나가는 <b>논리적 구성력, 귀납적, 연역적, 유추적 사고와 같은 기능적 요소</b> 가 필요하다고 생각한다.
8	다양한 <b>증거</b> 를 <b>확보</b> 하고 그 증거를 과학적으로 분석함으로써 하나의 <b>결과를 도출하는 능력</b> 을 말하는 것으로, 예를 들어 CSI 과학수사대 교육프로그램을 통해서 본 과학적 사고력은 사건현장에서 <b>발견된 증거</b> 즉 족적, 혈흔, 지문, 압호 등 <b>다양한 증거를 확보</b> 하고 이 증거들을 하나하나 과학적으로 분석, 각각의 <b>증거들의 공통점</b> 을 통해 범인을 찾아 <b>사건을 해결하는 능력</b> 이라고 할 수 있겠다.
9	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 증거에 기반하여 절차적으로 <b>상황을 판단</b>하는 능력</li> <li>- 증거의 <b>신뢰성</b>을 <b>판별</b>할 줄 알고, 그 증거로부터 어떠한 <b>사실</b>을 <b>해석</b>해 내야 하는지를 따져볼 수 있으며, 그에 따라 자신의 판단에 대해 <b>신념</b>을 가지되, 과학의 <b>불확실성</b>에 대해서도 <b>인정</b>할 줄 알아야 한다.</li> <li>- 다시 말해, 어떤 이슈가 발생했을 때 믿음만한 <b>정보 및 증거를 수집</b>하고 그를 바탕으로 <b>문제의 원인이 무엇인지</b>를 <b>판단</b>하고, 그 이슈에 대해 <b>자신의 신념</b>을 가지는 것이다.</li> </ul> <p>예를 들어, 지구온난화 이슈에 대해서 현재의 <b>상황을 판단할 만한 적절한 증거</b>(예, 믿음만한 출처의 지구 기온 데이터, 과거 30년 이상의 축적된 데이터 등등)가 무엇인지를 파악하고, 그를 찾아 분석해 본 뒤 지구온난화에 대한 본인의 <b>인식을 명확히 정리</b>할 줄 아는 것이다.</p>
10	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 자신의 생각을 <b>과학적인 근거</b>를 바탕으로 제시하는 것을 말할. 수업 시간에 상황을 주어주고 학생들 각자 생각을 <b>근거를 바탕으로 주장</b>을 내세우고 다른 학생의 의견을 <b>비판적으로 고찰하는 능력</b>을 말할.</li> <li>- 예를 들면 지구과학1 1단원에서 나오는 생명가능지대의 내용을 바탕으로 지구에만 생명체가 존재하는 이유에 대해 학생들에게 질문한 후 과학적인 근거와 함께 자신의 생각을 말해보게 함. 그리고 친구들의 <b>의견을 서로 비교하고 자신의 생각을 정교화</b>함.</li> <li>- 학생들에게 다양한 실험활동을 제시하고 그 활동을 통해 과학적 사고력을 함양시키는 것을 말할. 예를 들면 망원경 만들기 활동을 통해 망원경의 원리에 대해 생각해보고 렌즈의 역할이 무엇인지 상은 어떻게 맺히는지 등 여러 조건 속에서 직접 마주하게 만들어주는 활동을 통해 스스로 <b>과학적 원리를 이해</b>하고 <b>적용해보는 시간</b>을 갖게 해줌</li> <li>- 고등학교 1학년 대상으로 발명품 아이디어 경진대회를 통해 자신이 생각하고 편리한 <b>과학적 도구를 찾아내고 아이디어를 제시하는 활동</b>을 통해 <b>과학적인 지식</b>을 습득하는 일련의 과정을 말할.</li> </ul>



응답자의 정의와 사례를 코딩한 것을 바탕으로 하고 이 외에 조희형 외(2009)의 과학적 사고력에 대한 정의를 참고하여 내용타당도를 구축하였다. 조희형 외(2009)에 의하면 과학적 사고력이란 과학자가 과학적 방법을 적용하여 연구하는 과정에서 필요한 사고로 논리적 사고, 비판적 사고, 창의적 사고로 나뉘질 수 있고, 논리적 사고는 귀납적 사고와 연역적 사고로 구분된다(표 12).

표 12. 과학적 사고력의 정의(김희영, 2013; 조희형, 2009)

과학적 사고		정 의
논리적 사고	귀납적 사고	감각 기관을 이용한 관찰에서부터 분류, 묘사의 과정을 말하며, 과학 교육의 기본이 되는 사고
	연역적 사고	과학적 설명, 예상, 추리, 가설 검증을 위해 중요한 역할을 하며, 과학 원리로서 설명할 수 있고, 주어진 자료의 해석을 통해 현상을 분석하는 사고
비판적 사고		명제의 진위, 논증의 타당성과 증거의 평가, 분석한 결과의 이용 등에 사용되는 사고
창의적 사고		다양한 방법으로 자신의 생각과 지식을 표현하는 활동을 의미, 이는 독창적이고 가치 있는 결과를 만들어가는 상상력을 요구하는 사고.

10명의 과학교육 전문가의 응답을 코딩한 것과 이의 내용타당도를 위해 참고한 문헌을 비교하여 과학적 사고력의 하위항목을 1차적으로 구안하였다. 과학적 사고력은 과학적으로 사고하기, 논리적으로 사고하기, 비판적으로 사고하기, 창의적으로 사고하기의 4가지 하위항목으로 구성되었다(표 13).

표 13. 과학적 사고력의 1차 하위항목

과학과 핵심역량	하위 항목
과학적 사고력	과학적으로 사고하기
	논리적으로 사고하기
	비판적으로 사고하기
	창의적으로 사고하기

## b. 과학적 탐구 능력

그림 8은 10명의 과학교육 전문가들의 응답 중 과학적 탐구 능력에 대한 정의와 사례를 나누어 분석하여 코딩한 결과이다.

나. 과학적 탐구 능력	
정의	과학적 문제 해결을 위해 <b>실험, 조사, 토론 등 다양한 방법</b> 으로 증거를 수집, 해석, 평가하여 새로운 과학 지식을 얻거나 의미를 구성해 가는 능력을 말한다. 과학적 탐구를 위해서는 과학 탐구 기능과 지식을 통합하여 적용하고 활용하는 능력이 필요하며 과학적 사고력이 이 과정에 기초가 된다.
본인의 정의	1 문제가 서로 다른 A, B, C의 광물을 가지고 A와 B의 굳기 비교, B와 C의 굳기 비교를 통해 직접 실험하지 않고 A와 C의 굳기 비교를 할 때 앞선 두 실험을 통한 결과 및 과정을 토대로 과학적 지식을 통한 유추 또는 과학적 사고를 통해 결과를 예상하는 것
	2 문제를 인식할 수 있는가 문제를 해결하기 위해서 실험을 설계(변인통제/절차 등을 고려)하거나 자료(민율만한 자료)를 수집하고 분석(컴퓨터를 활용하여 표/그래프로 표현)하는 능력. 결론을 낼 수 있는가
	3 * 정의 특정 현상을 알아보거나, 과학적 문제를 해결하기 위해 민감하게 인식하고, 지속적으로 노력하는 태도를 바탕으로 객관적이고 실현 가능한 해결 방법을 구성하고 이를 과학적 탐구 방법을 통해 실천에 옮기어 의미 있는 결론을 얻기 위해 필요한 능력. * 사례 - 거리에 따른 빛의 세기의 관계의 탐구에서 거리에 따라 빛의 세기가 감소하는 것은 알지만 어느 정도의 비율로 감소하는지에 대하여 인식하고, 이를 해결하기 위해 광원이 빛의 세기, 광원까지의 거리를 변화시키고, 주변의 빛의 영향을 최소화시키는 등 다양한 방법을 통해 얻은 많은 양의 객관적 데이터를 통해 거리에 따른 빛의 세기의 관계를 정량적으로 알아냄.
	4 <ul style="list-style-type: none"> <li>초등학생 대상 탐구 발표 수업사례입니다. - 문제를 해결하기 위해 원인이 되는 대상을 파악하기</li> <li>주제 : 곤충의 구조와 특성, 적응과 진화과정 이해           <ul style="list-style-type: none"> <li>지질시대부터 현재까지 살아남을 수 있었던 곤충의 필살기 알아본다.</li> <li>다양한 곤충의 계통도와 진화 과정을 통해 곤충의 환경 적응을 이해한다.</li> <li>가장 많은 수를 차지하는 딱정벌레목의 사슴벌레를 실물 표본해 보며 구조와 특성을 이해한다.</li> <li>생물자원으로서의 곤충의 종류와 특성을 이해한다.</li> </ul> </li> <li>곤충 실물표본을 통해 곤충의 특징적 구조와 적응-진화과정을 이해하며, 생물자원으로서의 활용가치에 대하여 탐구해 보았다. 약용곤충은 물론 농업 기술에 사용되는 곤충을 알아보고 해충피해를 막을 수 있는 방법 등에 대해 조사 발표하였다.</li> </ul>
5	과학적인 문제를 해결해 나가기 위해 자신이 가지고 있는 나름대로의 과학적인 탐구 능력과 논리성을 갖추어 자료를 조사하고, 탐구하고, 해석하며 결론을 도출해내는 일련의 과정을 일컫는다.
6	과학관 교육 프로그램 중에서 한 프로그램을 예를 들어 설명하자면, 프로그램의 수업 진행 방법은 다음과 같습니다. 미리 수업 전에 자기 주도적으로 과제를 수행하기 위해 책과 인터넷을 통해 필요한 자료를 조사해 옵니다. 수업 시간에는 친구들과 짝을 지어 생각을 나누는 시간을 갖으며 토론 시간 이후에는 실험을 설계하며 관찰 및 실험을 통해 기존에 정립하였던 이론과 실험을 연결하여 생각을 정리합니다. 마지막으로 결론도출 및 발표과정을 통해 최종적으로 과학적 이론을 구조화하게 됩니다. 이 수업은 과학적 탐구능력을 기르기 위해 필요한 과정을 모두 포함하고 있습니다. 과학적 탐구 능력이란 과학적 문제 해결을 위해 수집한 과학적 지식과 의견공유를 통해 습득한 다양한 정보를 구조화하는 능력이라고 할 수 있습니다.
7	학습자가 스스로 과학적 원리를 탐구하여 과학적 원리에 대한 지식을 구성하고 원리를 장안해 내는 것과 같은 종류의 과정을 스스로 경험하게 하는 것이다. 학생들의 인지적 발달(어떻게 사고하고 추론하는가), 신체적 발달, 사회적 발달(자기 자신을 어떻게 느끼는지에 대한 자아 개념)상태가 다를 수 고려하면서 학생들이 탐구과정에 능동적으로 참여하게 한다. 이를 위해서 학생들이 하고 있는 것에 스스로 의미를 부여하게 하며 신체적인 것뿐이 아닌 정신적 활동이 뒷받침되도록 한다. 활동적 참여를 격려하고 보상해 준다. 이를 위해서 학생과 직접적인 상호작용을 나누고, 구체물을 조작하는 직접적인 경험을 하도록 하며 학습 자료도 사용하고 기존에 배운 학습과 사고부분에 대한 반성적 사고로 궁금한 것을 스스로 해결해 나가고 발견해 나갈 수 있도록 격려하고 열린 공간을 만들어 준다.
8	하나의 과학적 이론에 대하여 학습자의 진정한 지식 습득은 실험의 과정을 통해 그 결과를 확인함으로써 이루어 질수 있다고 하겠다. 예를 들어 지구의 중력 가속도 9.8m/s를 학습자의 완벽한 이해와 이를 통해 정립된 정확한 지식은 실험을 기반으로 학습자 실험 경험치가 수반된다면 이루어진다고 하겠다.
9	- 문제나 상황에 따라 적절한 도구 및 방법을 선정하여 수행하고, 그 결과로 문제나 상황을 해석 및 판단해 내는 능력 - 관찰, 측정, 실험 등 다양한 과학적 탐구 방법 및 관련 도구를 다룰 줄 아는 기능적 요소를 포함한다.
10	- 과학적 문제 해결을 위해 조사, 토론 활동을 통해 새로운 과학 지식을 배우거나 기존의 지식을 정교화하는 과정을 말한다. - 수업 시간에 탐구구조론의 정립과정에 대해 모듈별 발표 수업을 진행하면서 모듈별로 자신이 맡은 과학자들의 업적과 과학의 이론이 발전해나가는 모습을 발표와 토론을 통해 자연스럽게 배우는 일련의 과정을 말한다. - 일기도 해석을 통해 우리나라의 현재 날씨와 향후 날씨에 대해 예측해보는 등 자료해석을 통해 과학적 탐구 능력을 함양시키는 과정임. - 구름 발생 실험 활동을 통해 수업 시간에 배운 단원변화의 개념을 직접 실험활동을 통해 적용시키고 확장시키면서 과학적 탐구 능력을 키워나감.

응답자의 정의와 사례를 코딩한 것을 바탕으로 하고 이 외에 7차 교육과정에 고시된 과학적 탐구 능력의 요소(정미나, 2011; 한국교육과정평가원, 2007)를 참고하여 내용타당도를 구축하였다. 과학적 탐구 능력의 요소는 관찰, 분류, 측정, 예상, 추리의 기초탐구과정과 문제인식, 가설설정, 변인통제, 자료해석, 결론도출의 통합탐구과정으로 구성되어 있다(표 14).

표 14. 과학적 탐구 능력의 정의 (정미나, 2011; 한국교육과정평가원, 2007)

탐구 과정		정 의
기 초 탐 구 과 정	관찰	오감을 사용하여 자연현상이나 사물에 대한 양적·질적 정보나 자료를 수집하는 능력
	분류	특정 기준에 따라 주어진 자료를 묶거나 범주화 하는 능력
	측정	정량적 단위로 사물을 표현하는 능력
	예상	과거의 관찰이나 데이터로부터 미래에 일어날 것을 예측하는 기능
	추리	관찰, 측정, 분류 과정에서 얻어진 자료를 바탕으로 사건이나 현상을 설명하는 포괄적인 결론을 내리거나, 결론을 일반화하는 능력
통 합 탐 구 과 정	문제인식	연구하거나 탐구할 문제, 또는 해결해야 할 문제를 결정한 다음 그것을 진술하는 과정
	가설설정	문제 상황의 원인에 대한 검증 가능한 가정을 진술하는 과정
	변인통제	인과관계를 검증하기 위해 상황이나 사물과 관련된 특성을 조직하고 통제하는 과정
	자료해석	관찰이나 실험으로 얻은 자료를 분석하고 예상이나 추리를 통해 가설과 연관시켜 변인들 간의 의미 있는 관계나 경향을 찾아내는 과정
	결론도출	해석된 자료를 바탕으로 가설에 대한 판단을 내리는 과정으로 수집된 자료의 타당성과 신뢰성을 검토하는 과정

10명의 과학교육 전문가의 응답을 코딩한 것과 이의 내용타당도를 위해 참고한 문헌을 비교하여 과학적 탐구 능력의 하위항목을 1차적으로 구안하였다. 과학적 탐구 능력은 과학적 문제 인식하기, 다양한 탐구 기능을 통해 자료 수집하기, 수집된 자료 분석하기, 결과 해석하여 결론 도출하기의 4가지 하위항목으로 구성되었다(표 15).

표 15. 과학적 탐구 능력의 1차 하위항목

과학과 핵심역량	하위 항목
과학적 탐구 능력	과학적 문제 인식하기
	다양한 탐구 기능을 통해 자료 수집하기
	수집된 자료 분석하기
	결과 해석하여 결론 도출하기

c. 과학적 문제해결력

그림 9는 10명의 과학교육 전문가들의 응답 중 과학적 문제해결력에 대한 정의와 사례를 나누어 분석하여 코딩한 결과이다.

다. 과학적 문제 해결력	
정의	과학적 지식과 과학적 사고를 활용하여 <b>개인적 혹은 공적 문제를 해결</b> 하는 능력이다. 일상생활의 문제를 해결하기 위해 문제와 관련 있는 <b>과학적 사실, 원리, 개념 등의 지식을 생각해 내고 활용하며 다양한 정보와 자료를 수집, 분석, 평가, 선택, 조직</b> 하여 가능한 <b>해결 방안을 제시하고 실행</b> 하는 능력이 필요하다. 문제 해결력은 문제 해결 과정에 대한 <b>반성적 사고 능력</b> 과 문제 해결 과정에서의 <b>합리적 의사 결정 능력</b> 도 포함한다.
본인의 정의	1 예) 과학적 지식 및 계산으로 공을 던져(대표를 쏘아) 정해 진 위치에 떨어뜨리려 했을 때 오차가 발생 했을 경우 다시한번 계산하여 실행 하는 것 외에 바람의 영향, 쏘는 곳과 떨어지는 지점의 고도차 등의 다른 요인들을 생각해 내는 것
	2 문제를 해결하기 위해 <b>과학적인 다양한 방법을 제시</b> 할 수 있는가 근거가 되는 자료를 찾아보고, 선택할 수 있는가
	3 * 정의 문제를 해결하기 위해 자신의 지식, <b>관련 자료의 조사 분석한 지식을 토대로 지속적으로 문제해결방안을 찾아내는</b> 능력이다. 이때 <b>반성적 사고, 합리적 의사결정 능력, 집중력, 끈기가 포함</b> 된다. * 사례 - 앙금생성반응 실험에서 시험관 대신 팔대의 한쪽 끝을 비닐랩과 고무줄 이용하여 막고 실험을 실시하였는데 실험 도중 용액이 일부 새는 경우가 발생됨. 이 문제를 해결하기 위해 랩 대신 비닐을 사용하는 등 학교 내에서 구할 수 있는 물건 중 앙금도 잘 보이고 잘 새지 않는 팔대마개를 찾아보던 중 과학실에 많이 있는 고무마개와 코르크보러를 이용하여 팔대의 크기에 맞게 틈을 낸 후 팔대를 찾아 앙금도 잘 보이고 새지 않는 팔대 시험관을 만들음.
	4 • 중학생 대상 교내 탐구대회에서 수상한 팀의 사례입니다. • 주제 : 공공장소에서의 시각장애인을 위한 안전 설치물 • 자료 조사 과정 <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; gap: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">시각장애인을 안전설치를 조사 인터넷 자료 조사</div> <div style="font-size: 24px;">→</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">시각장애인 대상 불편사항 조사 장애인 단체 직접 면담 조사</div> <div style="font-size: 24px;">→</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">시각장애인 체험 국립과학관 등에서 관람 장애인 체험</div> </div>

5	기준에 습득한 과학적인 지식을 통해 <b>직면한 현상을 과학적인 원리와 논리로 풀어 내아가는 과정</b> 이다.
6	<p>과학관 교육 프로그램 중에서 한 프로그램을 예를 들어 설명하자면, 프로그램의 수업 진행 방법은 다음과 같습니다. 미션이라는 하나의 주제를 주고 그 <b>미션을 해결</b>하기 위해서 <b>필요한 실험을</b> 생각해보게 합니다. 그리고 그 생각한 <b>실험활동을</b> 모두별로 <b>진행</b>하며 <b>실험결과를 정리</b>하며 실험결과+결과+결과를 통합하여 <b>결론을 도출</b>하게 됩니다. 결론은 생각을 정리하고 난 이후에 발표시간을 갖는데 이때 학생들은 실험활동을 진행하는 동안 과정을 통해 다양한 생각을 이어가다보면 해답을 발견하게 됩니다. 이때 생각의 폭 또한 넓어지게 됩니다.</p> <p>과학적 사고과정을 익숙하게 만들어서 <b>합리적인 문제 해결방법</b>을 배우는 것입니다. 또한 <b>사회, 문화, 실생활에 적용</b>할 수도 있습니다. 과학적 문제 해결력이란 어떤 문제를 직면했을 때 <b>달성하고자 하는 목표의 구체적인 방법과 과학 개념을 창출</b>하는 과정과 그리고 <b>과학적으로 문제를 해결</b>하는 능력이라고 말할 수 있습니다.</p>
7	<p>문제해결교육의 중요성은 문제를 해결하는 과정에서 <b>진정한 지식을 획득</b>할 수 있을 뿐 아니라 <b>과학적 지식이나 기능의 필요성 및 적용 가능성</b>을 <b>확실하게 이해</b>할 수 있으며 <b>비판적 사고, 창의적 사고, 의사결정과 같은 높은 수준의 사고기능</b>을 기를 수 있다고 생각한다.</p> <p>과학교육에서의 중요한 부분은 개념적 지식의 습득보다 이런 과학지식을 적용하여 <b>자신의 삶에서 일어나는 여러 가지 문제</b>를 과학적으로 해결하는 능력을 기르는 데 있다. 스스로 다양한 문제를 해결하는 과정에서 과학적 지식과 기능, 필요성을 확실하게 이해할 수 있고 느낄 수 있다.</p>
8	<p><b>과학적 지식</b>을 바탕으로 <b>논리적 사고</b>를 통해 <b>문제를 해결하는 능력</b>으로 일상에서 그 사례를 찾는다면, 교통사고 원인 규명이 좋은 예라고 할 수 있을 것 같다.</p> <p>교통사고의 과실여부와 원인을 밝히기 위해 우리는 사고현장에서 나타난 <b>다양한 증거를 확보</b>한다. 첫째, 두 자동차의 위치 둘째, 자동차의 손상된 부위 셋째, 스키드 마크 넷째, 사고현장의 도로 상황, 다섯째, 운전자 상태 등 증거를 확보하고 하나하나 관련 분야의 지식을 동원하여 <b>사고의 원인 규명</b>을 하게 된다. 증거들 하나하나 사고 원인을 말해주게 되는데 이 <b>개별적 원인들의 공통 사항을 논리적으로 맞추어 가면서</b> 원인을 규명하게 된다. 이러한 행위가 일상에서 과학적 문제 해결력의 적용의 예라고 할 수 있겠다.</p>
9	<p>- <b>상황과 문제를 발견 인식</b>하고, 그에 적합한 <b>해결 방법을 고안해 실행</b>할 수 있는 능력</p> <p>- 증거에 기반해 문제를 찾아내는 과학적 사고력을 바탕으로 하며, 문제 해결 방법을 찾고 실행하는 데에는 과학적 탐구 능력이 뒷받침되어야 한다.</p> <p>- 또한 문제 해결 과정에서 <b>시행착오에 대한 대응 능력</b>도 포함된다.</p>
10	<p>- <b>사회적 이슈나 개인적 문제를 과학적 지식과 사고를 활용</b>하여 <b>문제를 해결</b>해나가는 일련의 과정을 말할.</p> <p>- 수업 시간에 '복귀의 눈물'이라는 다큐멘터리를 시청하고 과학의 발달과 인류에게 편리한 혜택을 주는 반면 다른 생태계에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 생각해보는 시간을 가지고 인간과 자연이 서로 공존하면서 지구 환경을 보호할 수 있는지를 토론을 하면서 <b>문제에 대한 해결책을 제시</b>해보는 등 <b>분석적 사고와 합리적 의사 결정 능력</b>을 <b>향상</b>시키는 과정을 말할.</p>

그림 9. 과학적 문제 해결력의 코딩 결과

응답자의 정의와 사례를 코딩한 것을 바탕으로 하고 이 외에 조연순 외(2000)의 과학적 문제해결력에 대한 정의를 참고하여 내용타당도를 구축하였다. 과학에서의 문제 해결력은 과학적 지식과 탐구 과정을 기반으로 하여 문제에 대해 적절하고 새로운 해결방법을 발견하는 것이라 정의하며, 이를 토대로 ‘문제 확인 및 정의’, ‘가설 설정(문제해결 전략수립)’, ‘정보의 수집 및 선택’, ‘문제 해결방안 구안’, ‘해결방안의 정교화’의 5가지로 구분하였다(최선영 외, 2008; 조연순 외, 2000). 10명의 과학교육 전문가의 응답을 코딩한 것과 이의 내용타당도를 위해 참고한 문헌을 비교하여 과학적 문제해결력의 하위항목을 1차적으로 구안하였다. 과학적 문제해결력은 일상생활 속 과학적 문제 인식하기, 문제와 관련한 과학적 요소 파악하기, 반성적 사고하기, 해결방안 제시하고 실행하기의 4가지 하위항목으로 구성되었다(표 16).

표 16. 과학적 문제 해결력의 1차 하위항목

과학과 핵심역량	하위 항목
과학적 문제 해결력	일상생활 속 과학적 문제 인식하기
	문제와 관련한 과학적 요소 파악하기
	반성적 사고하기
	해결방안 제시하고 실행하기

d. 과학적 의사소통 능력

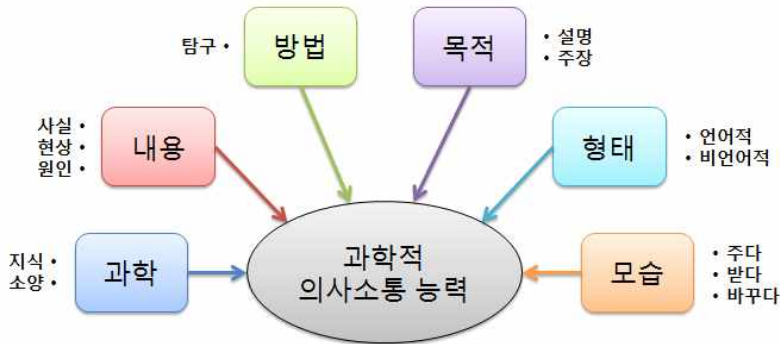
그림 10은 10명의 과학교육 전문가들의 응답 중 과학적 문제해결력에 대한 정의와 사례를 나누어 분석하여 코딩한 결과이다.

라. 과학적 의사소통 능력	
정의	과학적 문제 해결 과정과 결과를 공동체 내에서 공유하고 발전시키기 위해 <b>자신의 생각을 주장하고 타인의 생각을 이해하며 조정하는</b> 능력을 말한다. 말, 글, 그림, 기호 등 <b>다양한 양식의 의사소통 방법</b> 과 컴퓨터, 시청각 기기 등 <b>다양한 매체를 통하여 제시되는 과학기술 정보를 이해하고 표현하는 능력, 증거에 근거하여 논증 활동을 하는 능력</b> 등을 포함한다.
본인의 정의	1 각자 다른 모양의 종이비행기를 접어 여러 번 날린 후 토론을 통해 날개의 모양, 크기, 무게중심, 비행기 몸체의 모양 등을 어떻게 하면 가장 좋은 조건으로 오래, 멀리 날아가는 <b>토론을 통해</b> 각자의 실험 내용을 발표하고 어떤 내용을 통해 이러한 결과가 나왔는지 <b>의견 공유를 통해</b> <b>최상의 조건</b> 의 비행기를 만들어 보는 토론을 통해 저항력, 무게 중심, 공기압 등을 이해하고 이를 실제 비행기에 적용시켜 현재의 비행기 구조와 역할에 대해 확장시켜 이해한다.
	2 <b>과학적 이슈에</b> 대해서 과학적 용어를 이용하여 <b>이야기 나눌 수 있는가</b> 수집 분석한 자료를 <b>잘 전달할 수 있는</b> 능력
	3 * 정의 자신의 주장을 <b>논리적으로</b> 구성하고, 듣는 이가 <b>알아 듣기 쉬운 용어를</b> 사용하여 분명하고 말하거나, <b>다양한 대체와 의사소통 방법을</b> 이용하여 효과적으로 전달하는 것. 또한 <b>남의 말을</b> 경청하는 태도와 자신의 주장과 다른 의견이라도 경청하고 충분히 <b>증거와 논리를 통해</b> <b>다른 의견을 도와주거나 반대하는 의견을</b> 내는 능력. * 사례 대륙이동설에 대한 <b>찬성과 반대를 주장하는 팀을 구성하여 논증활동</b> 을 하던 중, 증거를 통해 자신의 주장은 말하지만 상대방이 이해하기 어려운 단어를 사용하여 주장의 전달효과가 떨어졌고, 반대 측이 발언 중간에 말을 끊고 자신의 감정을 앞세워 강하게 말하므로 의미 있는 토론이 아니라 발언을 하는 사람, 청중 모두가 불쾌한 토론이 됨. 어떤 팀은 관련 자료를 사진과 증거자료를 통해 자신의 주장을 상대가 이해하기 쉽게 또렷하게 발표하고 상대의 발언에 대하여 충분히 경청하고 같은 의견은 동의하고 반대 의견은 논리적으로 반박함.
	4 ▪ 강사 대상 교육 사례입니다. ▪ 주제 : 강의 계획서 작성 및 교육 PPT 작성법 ▪ <b>활동, 기관의 특성에</b> 맞는 강의 계획서 및 PPT 작성 : 기관의 설립 목적, 전시 내용(글, 그림, 영상) ▪ <b>교육 대상의 특성에</b> 맞는 강의 계획서 및 PPT 작성 : 학명 및 학생 수 ▪ <b>강의 환경의 특성에</b> 맞는 강의 계획서 및 PPT 작성 : 강의 장소, 시설(강의실, 프로젝터, 마이크), 소요시간 ▪ <b>교육 예산의 특성에</b> 맞는 강의 계획서 및 PPT 작성 : 강사료, 재료비, 제형비(참여비) ▪ 교육현장은 이상과 상이한 경우가 많아 활동기관장, 담당자의 주관에 좌우하는 경우가 많다. ▪ 교육대상자, 강의 환경, 교육 예산에 따라 제한되는 부분이 많아 특성을 이해하지 못할 경우 최적의 결과를 내기란 쉬운 일이 아니다. 적절한 강의 계획서와 PPT활용 능력은 제한된 부분을 해소하는 가교 역할을 하고 있어 전문성 함양을 필요로 하고 있다.
	5 과학적인 문제를 해결하기 위해 <b>본인 나름대로의 생각정리</b> 와 더불어 <b>동료들과의 소통</b> 을 통해 해결해 나가는 과정
	6 한반에 16명-20명씩 각 조마다 4-5명씩 구성하여 실험을 진행하게 되면 조끼리 학생별로 의견이 다른 일은 빈번하게 일어납니다. 같은 실험을 진행하더라도 실험을 진행하는 과정에서부터 진행하고 나서 나온 결론 또한 제각각 다르게 나옵니다. 4조가 있다면 4조 모두 실험결과가 다르며 결과 또한 어떤

	<p>용어를 써서 표현하였는지 어떠한 관점에서 보았는지에 따라서 다릅니다.</p> <p>이는 실험을 진행하는 동안 의사소통을 하는 과정을 관찰하면 알 수 있는데 비슷한 실험을 관찰하거나 책, 영상들을 통해 관련된 내용을 접한 학생들이 <b>초도적으로 의견을 내면 그 의견의 꼬리의 꼬리를 물어서 결론을 정리</b>하는 것을 알 수 있습니다.</p> <p>이 때 2명과 2명 또는 4명끼리 <b>토론활동을 진행</b>하게 되는데 이때 조별 토론을 통해 결론을 정리하게 되며 조별 토론을 통해 나온 내용을 토대로 각반의 다른 학생들과 <b>의견을 공유</b>하는데 <b>전달하는 능력과</b> 질문을 받고 질문에 대한 <b>응답하는 능력</b>에 따라 학생들이 습득해 가는 내용의 양과 질이 다르게 됩니다.</p> <p>과학적 의사소통 능력이란 과학적 지식 이혼을 바탕으로 <b>자신의 생각을 자신의 언어를 통해 타인에게 전달하는 능력</b>이라고 할 수 있습니다. 원인과 결과 그리고 현상에 대해서 <b>과학적인 설명을 통해 용어를 통해 전달하고 공유</b>할 수 있는 능력을 말할 수 있다.</p>
7	<p>- <b>말하기와 듣기</b></p> <p>과학에 대한 개념을 중심에 놓고 추상적으로 의사소통하기 전에 보고 느낀 자연현상을 자신의 말로 이야기하는 것을 먼저 하게 한다. 쓰기보다 말하기가 앞서듯이, 자연현상에 대한 느낀 바를 남들에 의해 정리된 개념보다는 먼저 이야기 해봄을 통해 학생들의 생각과 이해정도, 바라보는 방향을 파악할 수 있다. 학생들이 다른 학생들에게 질문하고, 교사에게 질문하고, 교사는 학생들에게 질문하는 등 다양한 의사소통이 필요하다. 이런 상호작용은 학생들에게 <b>자신의 생각에 대해서 말하고</b>, 자신의 생각에 대한 피드백을 받고, <b>다른 사람의 생각을 들을 수 있게</b> 하며 교사에게뿐 아니라 친구들에게도 배운다는 사실을 인지하게 된다.</p> <p>- <b>쓰기</b></p> <p>쓰기를 통해 아이들은 생각하고 이해하는 것을 파악할 수 있다. 쓰기 기능이 부족한 학생은 자신의 생각을 <b>그림으로 표현</b>하거나 잘 쓴 사람의 글을 받아 쓰게 하기도 하였다. (처음 쓰기를 하는 학생에게는 빈칸을 채워 넣게 하는 방법으로 도움을 주기도 하였음) 과학에 대한 말하기와 쓰기는 과학시간을 좀 더 생동감 있고 인간적으로 만들고 더 많은 흥미를 가지게 한다. 교사는 학생들의 말하고 쓴 것을 주의 깊게 파악하여 각각의 학생에게 적절한 교수 방법을 적용할 수 있다.</p>
8	<p>과학적 의사소통 능력은 자신이 가지고 있는 다양한 과학적 지식을 논리적으로 구성하고 <b>상대방으로 하여금 이해</b>를 시킬 수 있는 능력이라고 본다. 예를 들어서 컴퓨터 프로그래밍을 통해 논리적인 알고리즘을 만들고 이를 로봇과 연결하여 작동을 시킴으로써 상대방으로 하여금 로봇의 행동을 보여주는 할 등에서 우리는 과학적 의사소통을 각 단계마다 확인 할 수 있다. 첫 번째 프로그래머와 소프트웨어 간에 프로그래밍이라는 행위로 소통이 일어나고, 둘째, 프로그래밍이 로봇에 전송됨으로 인해 로봇이 작동하는 소통이 일어나게 된다. 셋째 로봇의 작동과 로봇의 작동을 인지한 인간(상대방) 간에 소통이 일어나게 되고, 마지막으로 프로그래머와 상대방 간에 과학적 의사소통이 이루어지게 되는데, 이러한 의사소통이 가능하게 되는 것은 ICT 분야의 지식이 충분히 습득되어 있기 때문이다.</p> <p>다시 정리하자면 과학적 의사소통 능력이란? <b>과학적인 지식을 기반으로 논리적인 행위를 통해 상대방을 이해시키는 능력</b>이라고 할 수 있다.</p>
9	<p>- 과학적 행위나 결과물에 대해 <b>다른 사람과 공유</b>하고, <b>비판적으로 수용</b>할 수 있는 능력</p> <p>- 자신의 생각을 다른 사람에게 <b>표현하는 능력</b>과 함께 다른 사람의 <b>의견을 받아들이는 능력</b>도 포함된다.</p> <p>- 과학에서 활용되는 기본적인 <b>의사소통 양식(기호, 용어 등)</b>과 <b>매체(ICT 등)의 특성을 이해</b>하고, <b>다들 잘 아는 것도 포함</b>한다.</p>
10	<p>- 어떤 주어진 상황이나 문제에 대해 해결하는 과정에서 자신의 <b>생각을 잘 정리</b>하고 제시할 때 <b>과학적인 방법으로 의견을 제시</b>하는 것을 말할.</p> <p>- 수업 시간에 미래의 친환경 에너지에 대해 모둠별 발표수업을 진행하면서 미래의 대체 에너지원과 그 원리에 대해 발표를 하도록 하고 발표가 끝난 후 <b>질의응답 시간</b>을 통해 다른 학생들과 <b>의견을 주고받으면서</b> 과학적 증거와 이론에 근거하여 <b>논증 활동</b>을 하는 일련의 과정을 말할.</p>

그림 10. 과학적 의사소통 능력의 코딩 결과

응답자의 정의와 사례를 코딩한 것을 바탕으로 하고 이 외에 전성수(2013)의 과학적 의사소통 능력에 대한 정의를 참고하여 내용타당도를 구축하였다. 전성수(2013)는 과학적 의사소통에 관여하는 요소를 6가지로 나누어 과학과 관련된 지식과 과학적 소양 기반, 의사소통을 통해 전달하고자 하는 내용, 그 내용을 획득한 과학적 방법, 의사소통 하는 목적, 전달 방식, 의사소통 행위의 유형이 관여된다고 말하고 있다(그림 11).



10명의 과학교육 전문가의 응답을 코딩한 것과 이의 내용타당도를 위해 참고한 문헌을 비교하여 과학적 의사소통 능력의 하위항목을 1차적으로 구안하였다. 과학적 의사소통능력은 다양한 방법으로 소통하기, 논증하기, 의견 조율하기, 다양한 매체의 사용법 알기의 4가지 하위항목으로 구성되었다(표 17).

표 17. 과학적 의사소통 능력의 1차 하위항목

과학과 핵심역량	하위 항목
과학적 의사소통 능력	다양한 방법으로 소통하기
	논증하기
	의견 조율하기
	다양한 매체의 사용법 알기

e. 과학적 참여와 평생 학습 능력

그림 12는 10명의 과학교육 전문가들의 응답 중 과학적 참여와 평생학습능력에 대한 정의와 사례를 나누어 분석하여 코딩한 결과이다.

마. 과학적 참여와 평생 학습 능력	
정의	사회에서 공동체의 일원으로 합리적이고 책임 있게 행동하기 위해 <b>과학기술의 사회적 문제에 대한 관심을</b> 가지고 <b>의사 결정 과정에 참여</b> 하며 <b>새로운 과학기술을 환경에 적용</b> 하기 위해 <b>스스로 지속적으로 학습</b> 해 나가는 능력을 가리킨다.
본인의 정의	1. 일자력의 효율성과 위험성의 양면적인 측면에서 정확한 지식 및 경제/사회적 측면에서의 장단점을 스스로 정보 및 지식을 통해 알아보고 이에 대한 해법 및 더 나은 방법/보완을 생각하여 사회적 문제에 대해 <b>합리적인 의사결정 능력</b> 과 근거를 통한 <b>본인의 판단</b> 을 이야기 할 수 있는 <b>능력을</b> 길러야 할 필요가 있으며, 이러한 문제에 대해 <b>상황을 인식하고 대처할 수 있는 관심 및</b> 인식을 가져야 한다.
	2. 나의 선택이 주위 환경에 미치는 영향을 과학적으로 인식, 긍정적인 영향을 위해 <b>지속적인 학습</b> 을 할 수 있는 능력, 이를 위해 <b>여러 명이 함께</b>
	3. * 정의 과학적 참여 : 사회공동체의 일원으로 합리적이고 <b>책임 있게 행동</b> 하기 위해 <b>특정 문제에 대하여 관심을</b> 가지고 문제해결에 대한 <b>자신의 의견을 증거와 논리 통해 정립</b> 하여 <b>의사결정 과정에 참여</b> 하는 것. 평생학습 능력 : 사회공동체의 일원으로 살아가야 할 <b>기초적인 지식의 습득</b> 과 환경변화에 적응하기 위한 <b>새로운 지식을 지속적으로 학습</b> 하려는 <b>설천의지와 행동</b> . * 사례 - 예체능을 편중된 특기적성 방과 후 학교 부서의 문제점을 인식하고 이를 재편하기 위해 학생들의 진로희망사항과 개설희망부서의 조사결과, <b>4차 산업혁명 시대</b> 에 따른 교육변화의 필요성을 바탕으로 특기적성개설 결정 과정에 참여하여 과학기술과 관련된 부서를 3개 추가 개설함. - 4차 산업혁명의 <b>사회적 변화에</b> 적응하고 학생들을 지도하기 위해 4차 산업혁명에 대한 다양한 자료를 찾아보고 이를 이해하기 위해 노력하고, 이와 관련된 자료를 통해 수업과정에서 함께 지도하는 것.
	4. * 강사교육과정 직무능력 표준화 작업 매뉴얼 제작 사례입니다. * 서울 서대문구 평생학습센터와 명지전문대학 협력 매뉴얼 제작 최근 몇 년간 다양한 분야의 평생학습 '마을강사'를 양성하여 왔던 서울 서대문구에서는 강사들의 전문성 함양과 각 직무 능력 표준화 작업을 위하여 전문가 10인의 자문을 얻어 매뉴얼을 제작하였습니다.(16년) * 일정 기간의 이론과 소양 교육 후 인정 되었던 마을 강사는 평생교육 분야는 물론 방과 후 돌봄 교실 등으로 배치되어 강의활동을 하였으나 강의계획서는 물론 PPT, 동영상, 활동지 제작에 어려움을 겪고 있으며 민원이 야기되어 재교육을 필요로 하게 되었습니다. 그러나 이미 몇 해 동안 강의 활동을 해왔던 강사들은 그 필요성을 인지하지 못하고 있습니다. * 이에, 서대문구청 교육지원과에서는 매년 교육과정을 재 수요하지 않은 경우 '마을강사' 활동에 제한을 두게 되었고 매년 실시되는 교육과정 중에는 직무능력 표준화 매뉴얼을 참고할은 물론 컴퓨터 활용법이 포함되어 있습니다. * 한 번의 양성과정을 수요하였다 하더라도 <b>변화하는 교육적 패러다임에 맞는 재교육의 필요성을</b> 인식하고 변화하고 있는 현장에서 융합 교육분야의 전문성을 갖고 동참하고 있습니다.



5	과학적인 문제점을 일상생활에서 해결해 나가며, 과학이 일상생활의 대다수를 차지하는 만큼 단순히 학창시절에 배우는 과학공부가 끝이 아니라, <b>평생을 거쳐 전반적인 학습</b> 이 이루어 져야 하므로 학창시절의 과학공부는 평생을 거쳐 배우게 되는 과학의 기초과정을 배우는 과정이다.
6	과학적 참여와 평생 학습 능력이란 연령에 상관없이 과학적 교육을 학습하고 <b>과학기술발전의 변화를 알고 새롭게 변화하고 진화하는 과학기술 및 산업, 사회생활 기술을 지속적으로 학습</b> 해 나가는 능력이라고 말할 수 있습니다. <b>과학적 소양 함양</b> 과 첨단과학기술에 대한 지적 호기심을 해결하고 <b>생활 속의 과학지식에 대한 이해</b> 를 증진시키는 것입니다. 평생 학습 능력을 기르기 위해선 평생 교육이 이루어져야 하는데 평생교육이란 <b>다양한 시기와 장소에서 이루어지는 것</b> 을 말할 수 있습니다. 현재 과학관에서도 학부모의 미래 사회에 대한 이해와 자녀 이공계 진로 지도를 위한 <b>"학부모 과학아카데미"</b> , 60세 이상 어르신들이 생활 속의 과학지식에 대한 이해를 증진시키기 위해 <b>"청춘과학대학"</b> 이라는 프로그램 모두 평생 학습 능력을 증진시키기 위한 프로그램이 진행되고 있습니다.
7	학생들은 왜 과학을 배워야 하는지 알 필요가 있다. <b>자연현상의 이해와 개념</b> 에 대한 체계적인 이해도 중요하고 그 개념이 자신의 <b>살 속에 어떻게 적용되는 지</b> 예를 연계하여 생각하도록 함도 중요하다. 예를 들면 물체의 빠르기에 대한 이해와 개념에서 실제 우리 주위에서 발견할 수 있는 다양한 생물의 움직임, 빠르기도 비교하고 운송수단에 표시된 속력을 보고 왜 이런 표기가 필요하고 다른 분야에서는 어떤 적용이 이뤄질 수 있는지도 생각해보고 응용할 수 있다.
8	과학적 참여란? <b>과학적인 사회적 이슈에 관심을</b> 가지고 이러한 이슈들을 주제로 한 토론회 또는 심포지움에 참여하여 자신이 가지고 있던 과학적 근거를 토대로 비판적인 사고를 가지고 논리적으로 <b>발견함으로써</b> 이슈화된 <b>과학적 사건에 대해 함께 고민</b> 하는 것 평생 학습 능력이란 과학적 이슈에 관심을 가지고 <b>선적, 언론, 심포지움 등에서 꾸준히 지식을 습득</b> 하는 능력 참고로 국립광주과학관은 <b>"GIST와 국립광주과학관이 함께 하는 과학스쿨"</b> , <b>"필 사이언스 포럼"</b> , <b>"필 사이언스 강연"을 꾸준히 기획</b> 함으로써 학생 및 시민들의 과학적 참여를 유도하고 평생학습의 기회를 제공하고 있다.
9	- 과학이 가지는 <b>사회적 영향력과 책임감</b> 을 이해하고, 다양한 분야에서 <b>과학적 요소를 발견</b> 하여 <b>적용</b> 할 줄 아는 능력 - 과학적 사고력과 탐구 능력을 바탕으로 <b>일상에서 과학에 대한 관심</b> 을 가지고, 그를 <b>지속적으로 유지</b> 하려는 의지를 포함한다.
10	- 새로운 <b>과학기술 환경에 적응</b> 하기 위해 다양한 기자재 및 어플리케이션을 사용하여 <b>조작능력을 향상</b> 시키고 <b>지속적으로 학습</b> 해 나가는 능력을 말할. - 수업 시간에 동물 임상실험과 주라기 공원을 복제하는 과학기술을 개발하고 있는 과학기사를 학생들에게 제시하여 자신이 미처 알지 못한 과학적 뉴스에 대해 <b>알고 과학기술의 사회적 문제에 대해 관심과 효율적인 발안에 대해 생각</b> 해 보는 시간을 갖게 하여 과학에 대한 관심과 흥미를 높인다. - 급속도로 발전해가는 과학기술을 배우고 익히기 위해 스마트기기를 활용하여 새로운 프로그램과 어플리케이션을 조작해보고 작동해보면서 <b>과학적 조작능력을 키우는</b> 일련의 과정을 말할.

그림 12. 과학적 참여와 평생 학습 능력의 코딩 결과

응답자의 정의와 사례를 코딩한 것을 바탕으로 하고 이 외에 박가령(2013)의 평생학습능력에 대한 정의를 참고하여 내용타당도를 구축하였다. 박가령(2013)은 평생학습역량의 구성요소를 국외연구사례를 통해 알아보았다. EC(European Communities)는 2000년‘평생학습 제안서’라는 보고서를 통해 평생학습을 위한 기본능력 6가지를 제시하였다(박가령, 2013)(표 18).

표 18. EC의 평생학습을 위한 기본능력(박가령, 2013)

역량	구성요소
평생학습을 위한 기본능력	디지털 문해력
	외국어 능력
	사회성 기술: 자신감, 자기주도성, 적극적 경영 능력
	학습하는 방법에 대한 학습
	적응성과 변화에 대처하는 능력
	정보변화에 대한 대응력

EC의 보고서를 토대로 EU(European Union)는 2009년에 평생학습 기본역량의 요소를 8가지로 나타내었다(박가령, 2013)(표 19).

표 19. EU의 평생학습역량 기본 요소(박가령, 2013)

역량	구성요소
평생학습의 기본 역량	새로운 지식을 학습할 수 있는 방법과 능력
	사회적 시민 역량
	진취적 사고와 기업가 정신
	모국어 의사소통 능력
	외국어 의사소통 능력
	과학이나 기술을 이해하고 이를 활용할 수 있는 기본능력
	디지털, 사이버, 네트워크를 통해 지식을 습득 및 활용할 수 있는 능력
	문화적 인지와 표현 능력

10명의 과학교육 전문가의 응답을 코딩한 것과 이의 내용타당도를 위해 참고한 문헌을 비교하여 과학적 참여와 평생 학습 능력의 하위항목을 1차적으로 구안하였다. 과학적 참여와 평생학습능력은 공동체 문제 인식하기, SSI 또는 STS 문제에 대해 관심 갖기, 자발적으로 학습하기, 일상생활 속 과학 이해하기의 4가지 하위항목으로 구성되었다(표 20).

표 20. 과학적 참여와 평생 학습 능력의 1차 하위항목

과학과 핵심역량	하위 항목
과학적 참여와 평생 학습 능력	공동체 문제 인식하기
	SSI 또는 STS 문제에 대해 관심 갖기
	자발적으로 학습하기
	일상생활 속 과학 이해하기

1차 설문지를 통해 과학과 핵심역량에 대한 응답자들의 정의와 사례를 코딩하고 관련 문헌을 비교한 결과, 표 21과 같이 과학과 핵심역량의 각 하위항목이 1차적으로 구안되었다.

표 21. 과학과 핵심역량의 1차 하위항목

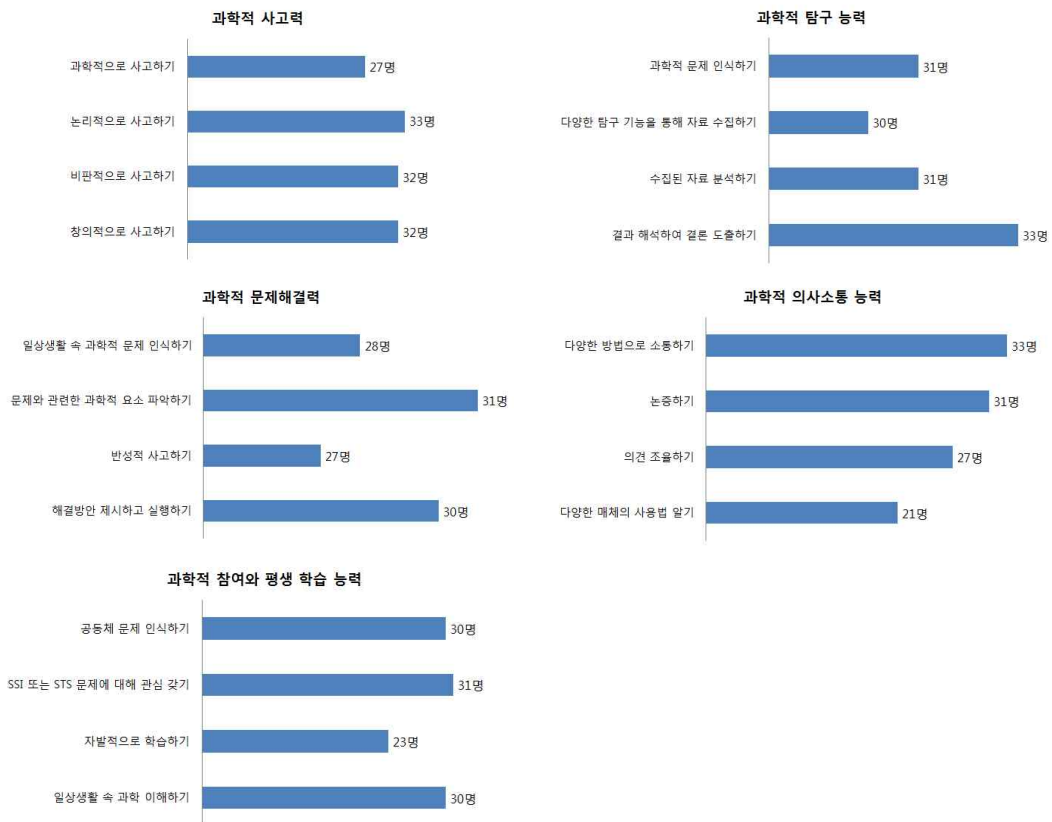
과학과 핵심역량	하위 항목
과학적 사고력	과학적으로 사고하기
	논리적으로 사고하기
	비판적으로 사고하기
	창의적으로 사고하기
과학적 탐구 능력	과학적 문제 인식하기
	다양한 탐구 기능을 통해 자료 수집하기
	수집된 자료 분석하기
	결과 해석하여 결론 도출하기
과학적 문제 해결력	일상생활 속 과학적 문제 인식하기
	문제와 관련한 과학적 요소 파악하기
	반성적 사고하기
	해결방안 제시하고 실행하기
과학적 의사소통 능력	다양한 방법으로 소통하기
	논증하기
	의견 조율하기
	다양한 매체의 사용법 알기
과학적 참여와 평생 학습 능력	공동체 문제 인식하기
	SSI 또는 STS 문제에 대해 관심 갖기
	자발적으로 학습하기
	일상생활 속 과학 이해하기

1차적으로 구안된 과학과 핵심역량의 하위항목이 타당한지 신뢰할 수 있는지 확인하고자 리커트 척도를 이용하여 2차 설문을 진행하였다.

## 2. 2차 설문지 결과

1차 설문지를 통해 구안된 과학과 핵심역량의 하위항목의 내용타당도 및 신뢰도를 구축하기 위해 리커트척도 설문지를 실시하였다. 설문지는 35명에게 실시되었으며, 각

핵심역량의 하위항목이 타당하다고 생각되면 체크표시를 하고 수정·보완할 사항에 대해서는 의견란에 작성하도록 하였다. 35명의 응답자들이 하위항목에 대해 타당하다고 체크한 정도를 나타낸 결과이다(그림 13). 과학적 사고력의 하위항목에서는 과학적으로 사고하기의 일치도가 가장 낮았으며(77%), 논리적으로 사고하기, 비판적으로 사고하기, 창의적으로 사고하기는 80% 이상으로 높은 일치도를 보였다. 과학적 탐구 능력은 하위항목 모두 80% 이상으로 높은 일치도를 나타냈다. 과학적 문제해결력은 반성적 사고하기의 일치도가 가장 낮았으며(77%), 다른 세 항목은 높은 일치도를 보였다. 과학적 의사소통 능력은 의견 조율하기(77%)와 다양한 매체의 사용법 알기(60%) 항목이 낮은 일치도를 나타냈으며 과학적 참여와 평생 학습 능력에서는 자발적으로 학습하기(66%) 항목이 낮은 일치도를 보였다.



설문결과에서 80% 미만의 낮은 일치도를 보였던 5개의 항목을 중심으로 과학교육 전문가 1인과 연구자 2인과 함께 계속적으로 협의하여 과학과 핵심역량의 하위항목을 수정하였다. 또한 2015개정 교육과정 연수자료 업데이트 센터(<http://2015edu.co.kr>)에서 제시된 과학과 교과 역량의 하위요소(예시) 문서와 비교하며 수정과 보완을 반복적으로 수행하며 협의를 통해 과학과 핵심역량의 하위항목과 조작적 정의를 최종적으로 구안하였다. 과학적 사고력이란 현상에 대해 궁금증을 가지고 그 해답을 찾기 위해 과학적인 지식을 이용하고 증거를 찾아 논리적으로 해석하는 과정에서 필요한 능력으로 논리적 사고하기, 비판적 사고하기, 창의적 사고하기로 구성된다. 과학적 탐구 능력이란 과학적 탐구 문제를 인식하고 그 문제를 해결하기 위해서 원인을 파악하고, 관찰, 실험, 측정과 같은 과학적 탐구 기능을 통해 자료를 수집하고 분석하여 결과를 해석하고 결론을 도출할 수 있는 능력으로 가설 설정 및 탐구 설계하기, 기초탐구기능을 통한 자료 수집하기, 자료 분석 및 해석하기, 결론 도출 및 일반화하기로 구성된다. 과학적 문제 해결력이란 과학과 관련한 일상생활의 문제를 인식하고 그 문제를 해결하기 위해서 근거가 되는 자료를 수집하고 분석하여 과학적 사고력을 통해 문제의 해결방안을 고안하고 수행하는 과정을 거쳐 문제를 해결할 수 있는 능력으로 일상생활 속 과학적 문제 파악하기, 자료 선택 및 평가하기, 문제해결방안 제시하기, 실천방법 모색하기로 구성된다. 과학적 의사소통 능력이란 과학적 문제 또는 과학적 이슈에 대한 자신의 의견을 여러 가지 방법을 사용해 표현하고 논증하며, 타인의 의견을 비판적으로 받아들일 수 있는 능력으로 다양한 의사표현 방법 사용하기, 과학적 근거로 논증하기, 상대방의 의견 수용 및 조율하기, 다양한 매체 속 정보 이해하기로 구성된다. 과학적 참여와 평생 학습 능력이란 자신의 행동이 사회에 영향을 미칠 수 있음을 인식하여 관심을 갖고 문제에 대한 효율적인 방안을 제시하며, 스스로 과학 활동에 참여하고 과학기술의 발전에 따라 생활 속의 과학을 학습할 수 있는 능력으로 공동체 문제 이해하기, 사회적 이슈에 대해 이야기하기, 자기주도적이고 지속적으로 참여하기, 새로운 과학기술에 적응하고 활용하기로 구성된다(표 22).

표 22. 과학과 핵심역량의 하위항목 및 조작적 정의

과학과 핵심역량	하 위 항 목	조 작 적 정 의
과학적 사고력	논리적 사고하기	현상에 대해 증거를 바탕으로 설명할 수 있고 분석할 수 있는 사고
	비판적 사고하기	현상이나 논증에 대해 평가할 수 있는 사고
	창의적 사고하기	다양한 방법으로 자신의 생각을 표현할 수 있는 사고
과학적 탐구 능력	가설 설정 및 탐구 설계하기	과학적 문제에 대해 가설을 설정하고 그에 맞는 탐구 설계하기
	기초탐구기능을 통한 자료 수집하기	관찰, 예상, 추론 등 탐구 기능을 통해 자료 수집하기
	자료 분석 및 해석하기	수집된 자료를 통해 요소들 간의 관계를 분석하고 해석하기
	결론 도출 및 일반화하기	분석한 자료의 공통성, 규칙성을 찾아 결론 도출하고 일반화하기
과학적 문제 해결력	일상생활 속 과학적 문제 파악하기	일상에서 일어날 수 있는 문제 중 과학으로 설명할 수 있는 문제 파악하기
	자료 선택 및 평가하기	문제 해결에 적합한 자료 선택하고 평가하기
	문제해결방안 제시하기	문제를 해결할 수 있는 방안을 제시하기
	실천방법 모색하기	문제해결방안을 실천할 수 있는 방법 찾기
과학적 의사소통 능력	다양한 의사표현 방법 사용하기	말, 글, 그림 등 다양한 양식으로 의사 표현하기
	과학적 근거로 논증하기	문제 상황에 대해 옳고 그름을 과학적으로 증명하기
	상대방의 의견 수용 및 조율하기	자신의 생각을 제안하고 타인의 생각을 이해하여 의견을 조율하기
	다양한 매체 속 정보 이해하기	컴퓨터, 시청각 기기 등 다양한 매체를 통해 정보를 습득하고 이해하기
과학적 참여와 평생 학습 능력	공동체 문제 이해하기	개인만의 문제가 아닌 공동체적인 문제임을 이해하기
	사회적 이슈에 대해 이야기하기	사회적 이슈임을 알고 자신의 의견 말하기
	자기주도적이고 지속적으로 참여하기	과학현상, 문제, 행사와 관련하여 스스로 지속적으로 참여하기
	새로운 과학기술에 적응하고 활용하기	발전하는 새로운 과학기술에 적응하고 기술 활용하기

## B. 과학과 핵심역량 측정도구를 적용한 STEAM 프로그램 분석

앞서 개발된 측정도구가 STEAM 프로그램에서 측정될 수 있는지 측정도구의 적용 가능성을 확인하고자 이를 적용하여 한구과학창의재단(2012)의 STEAM 프로그램을 분석하였다. 분석 대상은 기후변화와 물 부족의 2가지 주제의 STEAM 프로그램으로 선정하였다. 각 STEAM 프로그램은 10차시로, 각 차시별로 구성된 교수학습과정안, 활동지, 수업자료를 분석하였다.

### 1. STEAM 프로그램 : 기후변화에서의 과학역량 반영 정도

기후변화 프로그램 1차시는 상황 제시 단계로 최첨단 이산화탄소 저감 기술을 소개하여 기후변화에 대한 대응이 중요함을 인식하는 내용으로 구성되어 있다. 이 차시에서는 이산화탄소 저감 기술인 이산화탄소 플라스틱의 중요성에 대해서 의사소통하는 역량이 함양될 수 있으며, 지구온난화에 대한 대응이 중요하므로 이산화탄소를 줄이기 위한 방안에 대해 이야기를 나누며 참여하고, 기후변화에 더 알아갈 수 있도록 한다. 이산화탄소 플라스틱의 중요성과 이산화탄소를 줄여야만 하는 이유에 대해 토의하는 과정에서 학생들은 과학적인 근거를 들어 이야기하는 활동을 통해 과학적 근거로 논증하기 역량을 함양할 수 있으며 이를 토의하면서 자신의 의견을 제시하고 상대방의 의견도 수용하며 의견조율을 통해 의사결정을 하여 상대방의 의견 수용 및 조율하기 역량을 함양할 수 있다. 또한 지구온난화가 인간에게 심각한 피해를 주는 것을 알고 지구온난화를 발생시키는 이산화탄소를 줄이기 위한 방안이 어떤 것이 있을지 이야기하면서 사회적 이슈에 대해 이야기하기 역량을 함양할 수 있으며, 수업시간의 활동과 주어진 자료를 학습하고 난 후, 학생들이 좀 더 자세히 알고 싶은 것이 무엇인지 발표하게 함으로써 자기주도적이고 지속적인 참여하기 역량을 함양시킬 수 있다. 이 차시를 통해 학습자는 과학적 의사소통 능력의 과학적 근거로 논증하기, 상대방의 의견 수용 및 조율하기, 과학적 참여와 평생 학습 능력의 사회적 이슈에 대해 이야기하기, 자기주도적이고 지속적으로 참여하기 역량을 함양할 수 있다(표 23).

표 23. STEAM 프로그램: 기후변화(1차시) 분석 결과

1차시_이산화탄소 플라스틱이 무엇일까요?			
- 이산화탄소 플라스틱의 생산 과정을 알아낸 것이 왜 우리나라 경제에 중요한 이슈가 되는지 이해한다. - 기후 변화에 적절하게 대응하는 것이 어떤 의미가 있는지 인식한다.			
과학적 의사소통 능력_과학적 근거로 논증하기 과학적 의사소통 능력_상대방의 의견 수용 및 조율하기 과학적 참여와 평생 학습 능력_사회적 이슈에 대해 이야기하기 과학적 참여와 평생 학습 능력_자기주도적이고 지속적으로 참여하기			
<b>교수학습 과정안</b>			
학습과정	교수-학습 활동	학습자료 및 유의점	교사자료
동기유발 (10 분)	1) 과학카페 중 이산화탄소의 두 얼굴 동영상 보여 주기 → 첨단과학 기술 이슈와 관련된 상황 제시 ● KBS 과학카페 동영상(2011년 8월 1일 방송분 서브코너) 참고문헌 참고	과학카페 동영상 CD 또는 편집된 파일을 사용한다. (전체 동영상 중	
전개 (35 분)	2) 이산화탄소 플라스틱이 왜 중요할까?에 대해 토의한다. 예상되는 토의의 방향: ▶ 이산화탄소를 줄일 수 있는 방법이다. 왜 이산화탄소를 줄여야 하지? ▶ 이산화탄소가 온실효과를 유발한다. ▶ 온실효과를 유발하는 이산화탄소가 많다.	토의를 통해 이산화탄소 플라스틱이 왜 중요한지, 이산화탄소를 줄이기 위한 방법은 무엇인지에 대해 자신의 의견을 제시하고 상대방의 의견도 수용하며 의견조율을 통해 의사결정할 수 있다.	
	지구 온난화가 인간에게 심각한 피해를 준다. 그래서 이산화탄소를 줄여야 한다. 이산화탄소를 줄이려면 어떻게 해야 하지? ▶ 대기 중 이산화탄소를 흡수, 저장한다. → 이산화탄소 포집&저장기술에 대한 설명 ▶ 이산화탄소를 재활용한다? → 이산화탄소 활용 기술 설명 4) 토의 결과를 발표한다.	지구온난화가 인간에게 심각한 피해를 주는 것은 알고, 지구온난화를 발생시키는 이산화탄소를 줄이기 위한 방안에 대해 이야기할 수 있다.	
학습정리 (5 분)	5) 이산화탄소 플라스틱에 대한 읽기 자료를 나누어주고 좀 더 자세히 알아보다. 6) 토의 후 학생들이 좀 더 자세히 알고 싶은 게 무엇인지 발표하게 한다. → 문제 인식의 과정 예상되는 질문들: 온실효과가 뭐가요? 왜 지구가 더워지나요? 지구가 더워지면 어떤 피해를 주나요? 제가 되나요? 우리나라도 정말로 더워지나요? 우리도요? 이산화탄소 플라스틱은 어떻게 만들어지나요? 이산화탄소를 포집, 저장하는 방법은	토의 후 발표 과정은 문제 인식의 과정입니다.	
		자기주도적이고 지속적으로 참여하기 활동과 주어진 자료를 학습하고 난 후, 학생들이 좀 더 자세히 알고 싶은 것이 무엇인지 발표하게 함으로써 자기주도적이고 지속적인 참여를 유도할 수 있다.	



기후변화 프로그램 2차시는 상황 제시 단계로 최근에 발생했던 이상 기상 현상을 검색해보고, 그 현상들이 기온/강수량의 변화로 인한 기후변화와 관련된 것임을 인식하는 내용으로 구성되어 있다. 이 차시에서는 기후변화를 주제로 최근 뉴스에서 본 기상 현상 중 기후변화와 관련된다고 생각하는 것을 단순히 글이 아닌 마인드맵을 그리도록 함으로써 본인의 지식 및 의사를 다양한 방법으로 표현할 수 있도록 하고 이 활동을 통해 다양한 의사표현 방법 사용하기 역량을 함양할 수 있다. 조별로 웹이나 신문 및 방송 등 다양한 매체를 통해 전달되는 이상 기상 현상 관련 정보에 대해 찾는 활동을 통해 다양한 매체 속 정보 이해하기 역량을 함양할 수 있다. 조별로 찾아본 기상 현상들이 무엇이고 그 현상이 어떠한 원인으로 발생하게 되었는지에 대해 과학적인 근거를 들고, 이의 특징에 대해 발표하기 활동을 통해 과학적 근거로 논증하기 역량을 함양할 수 있다. 수업의 마지막으로 이상 기상 현상과 지구의 기온 변화가 나타나게 된 원인에 대하여 탐색하고 이를 뒷받침하는 근거에 대해 생각해보는 활동을 통해 논리적 사고하기 역량을 함양할 수 있다. 이 차시를 통해 학습자는 과학적 사고력의 논리적 사고하기, 과학적 의사소통 능력의 다양한 의사표현 방법 사용하기, 과학적 근거로 논증하기, 다양한 매체 속 정보 이해하기 역량을 함양할 수 있다(표 24).

표 24. STEAM 프로그램: 기후변화(2차시) 분석 결과

2차시_기후가 변하면 어떻게 될까요?							
- 최근에 발생한 이상 기상 현상을 기후 변화와 연관시켜 설명할 수 있다.							
<p>과학적 사고력_논리적 사고하기</p> <p>과학적 의사소통 능력_다양한 의사표현 방법 사용하기</p> <p>과학적 의사소통 능력_과학적 근거로 논증하기</p> <p>과학적 의사소통 능력_다양한 매체 속 정보 이해하기</p>							
<p><b>수업자료</b></p> <p>(1) 활동지 3-1: 기후가 변하면 어떻게 될까요?</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">학년</td> <td style="width: 30%;">반</td> <td style="width: 40%;">모둠원</td> </tr> <tr> <td>모둠명</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>기후가 변하면 어떻게 될까요?</b></p> <p style="text-align: center;">- 학습목표 -</p> <p>1. 최근에 발생한 이상 기상 현상을 기후 변화와 연관시켜 설명할 수 있다.</p> <p>1. 최근에 뉴스에 나온 이상 기상 현상 중에서 기후 변화와 관련된 것으로 생각되는 것을 나열해 봅시다. 마인드맵으로 그려봅시다.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-top: 10px;"> <p>예시)</p> </div> </div>		학년	반	모둠원	모둠명		
학년	반	모둠원					
모둠명							

	<p>2) 웹에서 신문 및 방송 기사를 검색하여 이상 기상 현상을 찾아보도록 한다.</p> <p>▶ 조별로 신문사 웹사이트 지정: 한겨레, 경향, 조선, 동아, 중앙, YTN, SBS, KBS, MBC, 지역 방송국.</p>	<p>▶ 이러한 현상들이 기온 변화(또는 지</p>	
<p><b>과학적 근거로 논증하기</b>          조별로 검색한 기상 현상들이 무엇인지 어떠한 원인으로 발생하게 되었는지에 대해 과학적인 근거를 함께 말하며 기상 현상의 특징에 대해 발표할 수 있다.</p> <p>( 35 분 )</p>	<p>▶ <b>다양한 매체 속 정보 이해하기</b>          웹이나 신문 및 방송 등 다양한 매체를 통해 전달되는 이상 기상 현상 관련 정보에 대해 찾아볼 수 있다.</p> <p>▶ 이러한 현상들이 기후 변화 또는 지구 온난화와 구체적으로 어떻게 연관되어 설명할 수 있는지 여부는 그 원리를 설명하고 이해하기가 어려울 수 있으므로 이 차시에서는 강조하지 않음. 다만, 이상 기후와 지구 온난화의 대략적인 연관성을 인식하는 정도를 수업의 목표로 설정함.</p>	<p>▶ 이를 활용하고 이해하기가 어려울 수 있으므로 이 차시에서는 강조하지 않음. 다만, 이상 기후와 지구 온난화의 대략적인 연관성을 인식하는 정도를 수업의 목표로 설정함.</p>	<p>활동지 3-1</p>
<p>학습정리 ( 5 분 )</p>	<p>3) 조별로 찾아본 기상 현상들이 무엇이 있었는지 전체 학급을 대상으로 발표한다.</p> <p>▶ 발표할 때는 검색한 현상의 특징 위주로 발표하되, 검색한 내용에서 그 원인을 무엇이라고 하는지도 함께 발표하게 한다.</p> <p>▶ 이와 같은 이상 기상 현상과 지구의 기온 변화가 나타나게 된 배경 원인은 무엇일지 생각해 보게 한다.</p> <p>예상되는 학생들의 응답:          ▶ 지구 온난화, 온실 효과, 이산화탄소, 화산 폭발, 환경오염, 대기 오염, 자동차 배기가스 등.</p>		
	<p>5) 우리 지역과 우리나라 전체적으로도 기후가 변해</p>		

**논리적 사고하기**  
 이상 기상 현상과 지구의 기온 변화가 나타나게 된 원인에 대하여 탐색하고 뒷받침하는 근거에 대해 생각해볼 수 있다.


기후변화 프로그램 3차시는 창의적 설계 단계로 우리 지역의 기후도 변하고 있나? 이에 대해 기후 요소 데이터를 직접 계산하고 분석하고 변환하여 우리 지역의 기후가 변하고 있음을 파악하는 내용으로 구성되며, 기상청 홈페이지를 통해 정보를 습득하고, 기온과 강수량의 변화 경향을 효과적으로 표현하기 위해 의견을 나누고 우리 지역의 기후 변화 경향을 분석하도록 한다. 이 차시에서는 기상청 홈페이지 등 다양한 매체를 통하여 우리 지역의 구체적인 기후 요소 데이터를 검색하여 찾아보고 알아보는 활동을 통해 다양한 매체 속 정보 이해하기 역량을 함양할 수 있으며, 20년 동안의 평균 기온과 강수량 값을 엑셀로 입력하고 변화 경향을 알아보기 위해 데이터를 효과적으로 표현하기 위한 방법을 찾는 활동을 통해 다양한 의사표현 방법 사용하기 역량을 함양할 수 있다. 또한 이를 찾는 활동을 하면서 학생들은 창의적 사고하기 역량을 함양할 수 있다. 기온과 강수량의 변화 경향을 효과적으로 나타낼 수 있는 방법에 대해 자신의 의견을 제시하고 상대방의 의견을 수용하며 의견을 조율하여 가장 효과적인 방법으로 자료를 나타내는 활동과 월별, 계절별 날씨 변화 경향과 연별 변화도의 자료를 비교 분석하여 우리 지역의 기후 변화 양상에 대한 토의하기 활동을 통해 상대방의 의견 수용 및 조율하기 역량을 함양할 수 있다. 기상청에서 수집한 기후자료인 우리 지역의 연 평균 기온과 강수량 수치를 분석 및 해석하여 장기적인 변화를 파악하고 월별, 계절별 날씨 변화 경향과 연별 변화도의 자료를 비교분석하여 우리 지역의 기후 변화 양상을 해석하는 활동을 통해 자료 분석 및 해석하기 역량을 함양할 수 있다. 사회적으로 이슈가 되고 있는 기후변화와 관련하여 열대야 일수 변화, 농작물 재배 가능 지역의 분포 변화를 조사하고 기후가 어떻게 변화하는지에 이야기하는 활동을 통해 사회적 이슈에 대해 이야기하기 역량을 함양하고, 과연 우리나라의 기후 자료의 변화 경향을 근거로 지구가 더워지는 지구 온난화 현상이 나타난 것인지를 설명하는 활동을 통해 결론 도출 및 일반화하기 역량이 함양될 수 있다. 이 차시를 통해 과학적 사고력의 창의적 사고하기, 과학적 탐구 능력의 자료 분석 및 해석하기, 결론 도출 및 일반화하기, 과학적 의사소통 능력의 다양한 의사표현 방법 사용하기, 상대방의 의견 수용 및 조율하기, 다양한 매체 속 정보 이해하기, 과학적 참여와 평생 학습 능력의 사회적 이슈에 대해 이야기하기 역량을 함양할 수 있다(표 25).

표 25. STEAM 프로그램: 기후변화(3차시) 분석 결과

3차시_우리 지역의 기후가 변했나요?									
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기상청 홈페이지를 활용하여 장기간에 걸친 기상 요소의 변화 경향을 파악하기 위한 자료를 검색할 수 있다.</li> <li>- 우리 지역의 장기간의 기온, 강수량 자료를 분석, 계산하여 기후의 변화 경향을 수학적으로 표현할 수 있다.</li> </ul>									
<p>과학적 사고력_창의적 사고하기</p> <p>과학적 탐구 능력_자료 분석 및 해석하기</p> <p>과학적 탐구 능력_결론 도출 및 일반화하기</p> <p>과학적 의사소통 능력_다양한 의사표현 방법 사용하기</p> <p>과학적 의사소통 능력_상대방의 의견 수용 및 조율하기</p> <p>과학적 의사소통 능력_다양한 매체 속 정보 이해하기</p> <p>과학적 참여와 평생 학습 능력_사회적 이슈에 대해 이야기하기</p>									
<p><b>교수학습 과정안</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>학습과정</th> <th>교수-학습 활동</th> <th>학습자료 및 유의점</th> <th>교사자료</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>총기유발 (10 분)</td> <td> <p>1) 기후의 변화를 알아보려면 무엇을 조사해야 할까? 웹 검색이 필요하면 어디가 좋을까? 기상청 홈페이지에서 기후와 관련된 자료를 찾아보자. 우리 지역의 구체적인 기후 요소 데이터를 보려면 어떻게 해야 할까?</p> <p>▶ "기상청 - 날씨 - 관측 자료 - 지상 관측자료 - 과거 자료 - 요소별 자료"</p> <p>▶ "지점 선택 - 연도 선택 - 요소(평균기온/강수량) 제일 아래 줄에 보면 월별 평균기온(또는 평균 강수량)이 표시되어 있다."</p> </td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>▶ 수업 단계 2), 3)에서 수행한 결과를 확장시켜 1940년 국내 기후의 변화도를 검토해 보는 자료이다.</p> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p><b>다양한 매체 속 정보 이해하기</b> 기상청 홈페이지 등 다양한 매체를 통하여 우리 지역의 구체적인 기후 요소 데이터를 검색하여 찾아보고 알아볼 수 있다.</p> </div>		학습과정	교수-학습 활동	학습자료 및 유의점	교사자료	총기유발 (10 분)	<p>1) 기후의 변화를 알아보려면 무엇을 조사해야 할까? 웹 검색이 필요하면 어디가 좋을까? 기상청 홈페이지에서 기후와 관련된 자료를 찾아보자. 우리 지역의 구체적인 기후 요소 데이터를 보려면 어떻게 해야 할까?</p> <p>▶ "기상청 - 날씨 - 관측 자료 - 지상 관측자료 - 과거 자료 - 요소별 자료"</p> <p>▶ "지점 선택 - 연도 선택 - 요소(평균기온/강수량) 제일 아래 줄에 보면 월별 평균기온(또는 평균 강수량)이 표시되어 있다."</p>		
학습과정	교수-학습 활동	학습자료 및 유의점	교사자료						
총기유발 (10 분)	<p>1) 기후의 변화를 알아보려면 무엇을 조사해야 할까? 웹 검색이 필요하면 어디가 좋을까? 기상청 홈페이지에서 기후와 관련된 자료를 찾아보자. 우리 지역의 구체적인 기후 요소 데이터를 보려면 어떻게 해야 할까?</p> <p>▶ "기상청 - 날씨 - 관측 자료 - 지상 관측자료 - 과거 자료 - 요소별 자료"</p> <p>▶ "지점 선택 - 연도 선택 - 요소(평균기온/강수량) 제일 아래 줄에 보면 월별 평균기온(또는 평균 강수량)이 표시되어 있다."</p>								

<p>2) 1992년 - 2011년까지 20년 동안의 월별 평균기온/평균 강수량 값을 엑셀에 입력한다.</p> <p>▶ 엑셀은 표 형태로 자료를 입력하게 되어 있다. 20년 동안 기온과 강수량의 변화 경향을 알아보기 위해서 데이터를 입력하려면, 표를 어떤 형태로 만드는 것이 좋을지 조별로 의논 후 입력한다.</p>	<p>과거 기상 요소별 자료는 지역을 선택할 수 있으므로 해당 지역의 자료를 찾아서 엑셀로</p>
<p>3) 엑셀의 차트 기능을 이용하여 20년 동안 평균기온/평균 강수량의 변화 경향을 차트로 변환해 보자. 어떤 차트를 사용하는 것이 기온/강수량의 변화 경향을 비교하는데 효과적일까?</p>	<p><b>다양한 의사표현 방법 사용하기</b> 20년 동안의 평균기온과 강수량 값을 엑셀로 입력하고, 변화 경향을 알아보기 위해 데이터를 효과적으로 표현하기 위한 방법을 찾아 사용할 수 있다.</p>
<p>12 월을 조별로 정답히 나눈다.</p> <p><b>창의적 사고하기</b> 기온과 강수량의 변화 경향을 알아보기 쉽게 표를 어떤 형태로 만들어야 할지, 자료를 어떻게 표현할지에 대하여 새롭게 창의적으로 생각하여 나타낼 수 있다.</p>	<p>지 연도별 월 평균 기온과 강수량을 표를 만든다. 차트에서 적절한 차트를 만든다. 엑셀로 표현하려면 엑셀 파일의 값을 어떻게 배열해야 하는가, 차트로 나타낸 데이터를 어떻게 해석할 것인가 등을 학생들 스스로 생각해 한다.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 해당 월에 대한 연도별 자료 입력은 개인별로 하고, 조에서는 자기 조에 할당된 월의 데이터를 어떻게 변환하면 좋을지 토의하고 엑셀 활용 방안을 함께 의논한다.</li> <li>● 각 월의 20년 간 데이터를 봄(3-5월), 여름(6-8월), 가을(9-11월), 겨울(12-2월)로 합하여 계절별로 기후의 변화 경향을 알아보기 위한 데이터 변환 및 차트를 만들어본다.</li> </ul>	<p>차트에서 추세선 기능을 이용하면 대체적인 변화의 경향을 파악할 수 있다.</p> <p><b>상대방의 의견 수용 및 조율하기</b> 기온과 강수량의 변화 경향을 효과적으로 나타낼 수 있는 방법에 대해 자신의 의견을 제시하고 상대방의 의견을 수용하며 의견을 조율하여 가장 효과적인 방법으로 자료를 나타낼 수 있다.</p>
<p>4) 기상청에서 기후자료 "기상청 - 날씨 - 기후자료 - 국내 기후자료 연별 변화도"를 검색하여 우리 지역의 연 평균 기온과 연 평균 강수량의 장기적 변화를 파악해 본다.</p>	<p>수</p>
<p><b>자료 분석 및 해석하기</b> 기상청에서 수집한 기후자료인 우리 지역의 연 평균 기온과 연 평균 강수량 수치를 분석 및 해석하여 장기적인 변화를 파악해볼 수 있다.</p>	

(2) 활동지 3-1: 우리 지역의 기후가 변했나요?

모둠명	모듬원
 <b>우리 지역의 기후가 변했나요?</b>	
<p><b>상대방의 의견 수용 및 조율하기</b> 수집한 자료를 비교 분석하여 우리 지역의 기후 변화 양상에 대한 자신의 의견을 제시하고 조원들의 의견을 수용하며 조율하여 의사를 결정할 수 있다.</p> <p>자료를 파악하기 위한 자료를 검색하여 활용 할 기후의 변화 경향을 수치로 표현 할 수 있</p>	
<p>1. 앞서 했던 월별, 계절별 날씨 변화 경향과 연별 변화도의 자료를 비교하여 우리 지역의 기후 변화 양상에 대하여 토의해 봅시다.</p>	
<p>1) 우리나라의 기온은 어떻게 변하고 있는지 설명해 봅시다. - 지난 100년간 기온 평균값을 토대로 매해 연 평균기온을 비교하여 편차를 표기한 그래프를 보았을 때 1987년 이후 연 평균 기온이 상승하고 있다. 대륙의 영향을 많이 받은 지역일수록 연표차는 커진다. 대륙 내부, 고위도를 갈수록 연교차가 커진다.</p>	
<p>2) 기온 변화와 열대야 일수 변화, 농작물 재배 가능 지역의 분포 변화를 지역별로 조사하여 해 봅시다.</p> <p>농업 : 낮은 저지대 농업지방과는 달리 7~8월의 평균기온이 약 20°C 정도 높고 또한 병해충도 잘 자라지 못 한다.</p>	
<p><b>자료 분석 및 해석하기</b> 월별, 계절별 날씨 변화 경향과 연별 변화도의 자료를 비교 분석하여 우리 지역의 기후 변화 양상이 어떤 지에 대해 해석할 수 있다.</p> <p>는 어떻게 0년대 4 °C 상승 면 상승 2000년 대비 15% 2100년대 17%의 강수량</p>	
<p><b>사회적 이슈에 대해 이야기하기</b> 사회적으로 이슈가 되고 있는 기후변화와 관련하여 열대야 일수 변화, 농작물 재배 가능 지역의 분포 변화를 조사하고 기후가 어떻게 변화하고 있는지에 대해 이야기 나눌 수 있다</p>	
<p>2. 우리나라의 기후 자료(평균 기온, 평균 강수량)의 변화 경향을 근거로 지구가 더워졌다고 할 수 있을까요?</p>	
<p>예시) 생태계 - 봄꽃 주요수종 개화시기 앞 평균 2°C 상승시 전남, 경남, 충북,</p>	
<p><b>결론 도출 및 일반화하기</b> 우리 지역의 날씨와 관련하여 수집된 자료를 분석하고 해석하여 이러한 변화 경향을 근거로 하여 지구가 더워지는 온난화 현상이 일어나고 있다고 설명할 수 있다.</p>	

기후변화 프로그램 4-5차시는 창의적 설계 단계로 실험의 온실에서 온실 효과가 나타나는 원인을 추리하여 온실 효과를 내는 물질은 어떤 특성을 가져야 하는지 탐색하는 내용으로 구성되며, 온실효과 실험 장치를 만들어 관찰하고 예상하는 등의 활동을 통해 얻은 자료를 분석하고 해석하여 온실 효과를 내는 물질의 특성을 탐색할 수 있도록 한다. 두 개의 다른 온실을 만들어 10분 동안 전등 불빛을 비추면 온실 내부의 기온이 어떻게 변할지 예상한 뒤, 이를 직접 실험하여 기온을 측정하고 변화를 관찰하며 변화과정을 작성하는 활동을 통해 기초탐구기능을 통한 자료수집하기 역량을 함양할 수 있다. 온실 내의 기온 변화를 관찰한 결과 두 온실 내부의 온도 변화가 다르게 나온 이유는 무엇인지, 온실 내에서 내부 온도를 높이는 과정이 어떻게 다를지 과학적인 근거를 들어 조별로 토의하는 활동을 통해 과학적 근거로 논증하기 역량을 함양할 수 있다. 검은 색 온실의 온도 변화가 그렇게 나타난 이유에 대해 의견을 도출하는 활동을 통해 논리적 사고하기 역량을 함양할 수 있으며, 검은 온실의 온도 변화가 그렇게 나타난 이유로 제시한 주장의 타당함을 알아보기 위해 가설을 설정하고 탐구실험을 설계하는 활동을 통해 가설 설정 및 탐구 설계하기 역량을 함양할 수 있다. 설계한 온실의 주재료인 필름의 종류에 따라 관찰한 온도 변화를 비교하여 수치를 분석하고 해석하는 활동을 통해 자료 분석 및 해석하기 역량을 함양할 수 있다. 이 차시를 통해 과학적 사고력의 논리적 사고하기, 과학적 탐구 능력의 가설 설정 및 탐구 설계하기, 기초탐구기능을 통한 자료수집하기, 자료 분석 및 해석하기, 과학적 의사소통 능력의 과학적 근거로 논증하기 역량을 함양할 수 있다(표 26).



표 26. STEAM 프로그램: 기후변화(4-5차시) 분석 결과

**4-5차시\_왜 온실 효과라고 부을까요?**

- 열 흡수 필름을 이용하여 만든 온실과 투명한 필름으로 만든 온실과 투명한 필름으로 만든 온실의 차이점을 비교할 수 있다.

- 온실 효과가 무엇인지 그리고 온실 효과의 원인을 알 수 있다.

과학적 사고력\_논리적 사고하기  
 과학적 탐구 능력\_가설 설정 및 탐구 설계하기  
 과학적 탐구 능력\_기초탐구기능을 통한 자료수집하기  
 과학적 탐구 능력\_자료 분석 및 해석하기  
 과학적 의사소통 능력\_과학적 근거로 논증하기

**수업 자료**  
 (1) 수업 자료 4, 5-1: 투명 필름 온실과 검은색 필름 온실 비교 실험

**온실효과 실험장치**

투명 아세테이트      검은색 필름

**기초탐구기능을 통한 자료수집하기**  
 두 개의 온실을 만들어 10분 동안 전등 불빛을 비추면 온실 내부의 기온이 어떻게 변할지 예상해보고, 직접 실험하여 기온 변화를 관찰하며 변화과정을 작성할 수 있다.

▶ 실험을 시작하기 전에 학생들은 조별로 두 필름이 어떻게 다른지 관찰한다.  
 ▶ 10분 동안 전등 불빛을 비추면 두 온실의 기온이 어떻게 변할지 예상해 보게 한다. 학생들은 자신이 그렇게 예상한 이유는 무엇인지 발표한다.

자료 1

1) 10분 동안 1분 간격으로 온도의 변화를 관찰하고, 온실 내부의 기온이 어떻게 변화 했는지 기록해 봅시다.

시간(분)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(투명아세테이트) 온도(°C)	24.9	26.5	27.7	28.5	28.8	29.1	29.2	29.4	29.6	29.6	29.7
(검은색필름) 온도(°C)	24.9	25.0	25.7	26.8	27.4	27.9	28.3	28.5	28.5	28.5	28.7

2) 두 온실의 내부 온도 변화가 다르게 나온 까닭이 무엇인지, 그리고 두 온실에서 내부의 온도를 높이는 과정은 어떻게 다른 것인지 조별로 토의해 봅시다. (모둠장은 모둠원의 의견을 종합하여 밑의 칸에 기입하고 발표합니다.)

초기 - 온실효과 : 투명아세테이트 > 검은 필름

결과 - 처음에는 투명아세테이트의 온도가 높았는데 나중에는 검은 필름으로 만든 온실의 온도가 높았다.

일정시간이 지나면 검은 필름이 온실효과

**과학적 근거로 논증하기**  
 온실 내의 기온 변화를 관찰한 결과, 두 온실 내에서 내부 온도를 높이는 과정이 어떻게 다를지 과학적인 근거를 들어 조별로 이야기해볼 수 있다

전개  
<2차 실험>  
(50 분)

2) 앞의 실험에서 검은 색 필름을 덮은 온실의 온도 변화가 그와 같이 나타난 이유가 무엇인지 질문하고, 조별로 다양한 의견을 도출하도록 한다.

예시 의견

필름의 색깔이 검정색이어서 빛을 잘 흡수하기 때문이다.  
필름이 온실 내부를 바깥 공기와 차단해 주기 때문이다.  
필름의 표면이 매끄러워 빛을 잘 반사하기 때문이다.

3) 과정 2)에서 제시한 토의 결과로 제시한 주장이 타당함을 설득하기 위한 2차 실험을 구상하고 실행할 것임을 알려준다.

▶ 실험을 설계하기 전에 먼저 적절한 가설을 기록하게 한다.

예시 의견

이어서 빛을 잘 흡수한다면, 온실 내부를 차단할 것이다.  
바깥 공기와 차단해 주면, 온실 내부의 온도가 올라갈 것이다.  
다양한 재료를 이용하여 자기 조의 실험을 구상하고 실행한다.

4) 결론 및 토의

▶ 과정 (1)의 실험과 과정 (3)의 실험 결과에서 온실 내부의 온도변화를 비교하여 보자.

▶ 두 실험 결과에 근거하여, 두 실험에서 사용한 재료가 서로 다른 성질을 가진 물질이라면 과정 (1)의 실험에 사용한 검은색 필름은 어떤 성질을 가지고 있는 것일까?

기존의 투명 온실과 검은색 필름 온실의 차이를 생각해 보게 한다.

다양

활동지  
4/5-1

▶ 재료 별로 1분 간격으로 10분 동안 온도변화를 관찰하여 온도가 어떻게 변하는지 기록해 보시다.

시간(분)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(열흡수 필름) 온도(°C)	23.0	23.2	23.8	24.4	24.9	25.3	25.7	26.1	26.5	26.9	27.3
(비닐봉지) 온도(°C)	22.8	25.1	26.9	25.7	26.2	26.6	27.0	27.4	27.8	28.2	28.6
(투명한 필름) 온도(°C)	23.7	24.1	25	28	28.7	29.3	29.9	30.5	31.1	31.7	32.3

**가설 설정 및 탐구 설계하기**  
검은 온실의 온도 변화가 그렇게 나타난 이유로 제시한 주장이 타당함을 알아보기 위해 가설을 설정하고 탐구 실험을 구상할 수 있다.

**논리적 사고하기**  
검은 색 온실의 온도 변화가 그렇게 나타난 이유에 대해 왜 그렇게 나타난 것인지 논리적으로 생각할 수 있다

**자료 분석 및 해석하기**  
첫 번째 실험과 두 번째 실험에서 나타난 온실 내부의 온도변화를 비교하여 수치를 분석할 수 있다.

**과학적 근거로 논증하기**  
투명 온실과 비교하여 검은 온실의 온도 변화가 이와 같이 나타나는 이유가 무엇일지에 대해 여러 가지 과학적인 근거를 들어 말할 수 있다.

기후변화 프로그램 6차시는 창의적 설계단계로 필름의 온실효과 실험을 기체의 상황에 적용하여 4가지의 기체 온실효과 실험을 설계한다. 이를 바탕으로 이산화탄소가 중요한 온실 기체임을 이해하는 내용으로 구성되어 있다. 앞 차시의 필름을 이용하여 온실효과를 설계한 것을 대기 상황에 적용한 실험을 통해 과학적 탐구를 할 수 있으며 탐구 과정에서 실험결과에 대해 예상하고 관찰하는 과정을 조별로 토의하고 발표할 수 있도록 한다. 제시된 실험 상황을 진행하면서 4개의 대기층 실험상자의 기온이 어떤 변화를 보일지 예상하는 과정을 통해 논리적 사고하기 역량을 함양할 수 있다. 그리고 예상하는 이유에 대해 토의하는 활동, 실험 후 온도 상승이 가장 큰 장치의 덮개의 역할이 무엇일지 토의하는 활동을 통해 과학적 근거로 논증하기 역량과 토의하는 동안 의견을 제시하고 조원들의 의견을 받아들이면서 상대방의 의견 수용 및 조율하기 역량도 함께 함양될 수 있다. 4개의 상자가 어떤 순서로 기온이 높아질 것인지, 이유는 무엇인지 조별로 토의하여 가장 설득력 있는 설명을 선정하는 활동에서 서로 비평하면서 비판적 사고하기 역량이 함양될 수 있다. 마지막으로 온도 상승이 가장 큰 장치의 덮개 역할이 어떤 기능을 하는지 실험과정과 결과를 통해 생각하는 활동을 통해 결론 도출 및 일반화하기 역량을 함양할 수 있다. 이 차시를 통해 과학적 사고력의 논리적 사고하기, 비판적 사고하기, 과학적 탐구 능력의 기초탐구기능을 통한 자료수집하기, 결론 도출 및 일반화하기, 과학적 의사소통 능력의 과학적 근거로 논증하기, 상대방 의견 수용 및 조율하기 역량을 함양할 수 있다(표 27).

표 27. STEAM 프로그램: 기후변화(6차시) 분석 결과

6차시_이산화탄소는 온실 기체일까요?																																
- 기체에 의한 온실 효과를 재현해 볼 수 있다. - 이산화탄소가 중요한 온실 기체임을 실험을 통해 증거를 찾을 수 있다.																																
과학적 사고력_논리적 사고하기 과학적 사고력_비판적 사고하기 과학적 탐구 능력_기초탐구기능을 통한 자료수집하기 과학적 탐구 능력_결론 도출 및 일반화하기 과학적 의사소통 능력_과학적 근거로 논증하기 과학적 의사소통 능력_상대방 의견 수용 및 조율하기																																
(2) 활동지 6-1: 이산화탄소는 온실기체일까요?																																
학년 반			모둠원																													
모둠명																																
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p><b>온실기체 실험하기</b></p> <p>기체에 의한 온실 효과를 재현해</p> </div> <div style="width: 60%; border: 2px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;"><b>논리적 사고하기</b></p> <p style="text-align: center;">제시된 실험 상황을 진행하면서 어떠한 실험결과가 나올지 예상하고 관찰하면서 자신의 생각을 논리적으로 말할 수 있다.</p> </div> </div>																																
<p>자료 1</p> <p>3) 백열전등을 켜기 전에 네 상자들이 어떤 순서로 기온이 높아질 것인지 예상해 볼까요?</p> <p style="text-align: center;">( <math>CO_2</math> ) ⇒ ( <math>H_2O</math> ) ⇒ ( 건조공기 ) ⇒ ( 연소기체 )</p> <p>▶ 그렇게 예상하는 이유는 무엇인지 조별로 토의해 봅시다.</p>																																
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%; border: 2px solid blue; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;"><b>과학적 근거로 논증하기</b></p> <p style="text-align: center;">4개의 대기층 실험 장치가 어떤 순서로 기온이 높아질지 과학적인 근거를 들어 예상해보고 설명할 수 있다.</p> </div> <div style="width: 30%; text-align: right;"> <p>다.</p> </div> </div>																																
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%; border: 2px solid blue; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;"><b>상대방의 의견 수용 및 조율하기</b></p> <p style="text-align: center;">4개의 실험 장치가 어떤 순서로 기온이 높아질지에 대해 자신의 의견을 제시하고 조원들의 의견을 수용하며 조율하여 발표할 수 있다.</p> </div> <div style="width: 30%; text-align: right;"> <p>다.</p> </div> </div>																																
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td>13</td> <td>14</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>이산화탄소</td> <td>22.9</td> <td>23.1</td> <td>23.8</td> </tr> <tr> <td>수증기</td> <td>22.6</td> <td>23.2</td> <td>23.6</td> </tr> <tr> <td>건조공기</td> <td>22.9</td> <td>23.0</td> <td>23.2</td> </tr> <tr> <td>연소 기체</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>														13	14	15	이산화탄소	22.9	23.1	23.8	수증기	22.6	23.2	23.6	건조공기	22.9	23.0	23.2	연소 기체			
	13	14	15																													
이산화탄소	22.9	23.1	23.8																													
수증기	22.6	23.2	23.6																													
건조공기	22.9	23.0	23.2																													
연소 기체																																
<p>5) 실험 결과를 근거로 온도 변화가 크게 나타난 순서대로 정리해 봅시다.</p> <p style="text-align: center;">( <math>CO_2</math> ) ⇒ ( <math>H_2O</math> ) ⇒ ( 건조공기 ) ⇒ ( )</p> <p>▶ 앞서 예상한 결과와 비교해 봅시다.</p> <p>▶ 예상한 결과와 일치했나요? 그렇다면 조별 토의에서 선정했던 설명 주장이 타당하다고 할 수 있을까요?  <math>CO_2</math>의 비율이 크므로 처음에 온도 변화가 <math>H_2O</math> 보다 작다가 나중에 온도유지가 잘 되었음</p> <p>▶ 예상한 결과와 일치하지 않았다면, 조별 토의에서 선정했던 설명 주장의 어떤 부분이 오류였다고 할 수 있을까요?</p>																																

	<p>3) 백열전등을 켜기 전에 네 장치들이 어떤 순서로 기온이 높아질 것인지 예상하게 한다. ▶ 그렇게 예상하는 이유는 무엇인지 조별로 토의해 본다. ▶ 조별로 토의한 내용을 전체적으로 발표하고, 그 중 가장 설득력이 있는 설명을 선정해보자.</p>	
	<p>4) 네 장치 위에 백열전등을 비추고 15분 동안 온도 변화를 측정하여 기록한다.</p>	<p><b>비판적 사고하기</b> 나의 조와 다른 조가 서로 예상한 결과값이 어떻게 다른지 왜 다른지에 대해 평가하여 가장 설득력 있는 결과값을 선택할 수 있다</p>
	<p>5) 실험 결과를 근거로 온도 변화가 가장 큰 장치의 순서대로 발표한다.</p>	
<p>학습정리 (10 분)</p>	<p>6) 온도 상승이 가장 큰 장치의 덮개는 어떤 기능을 했는지 조별로 토의하고 발표하게 한다.</p>	<p><b>결론 도출 및 일반화</b> 4개의 실험장치 중 온도 상승이 가장 큰 장치의 덮개의 역할이 무엇인지 앞의 실험과 정을 토대로 결론을 내릴 수 있다.</p>
	<p><b>기초탐구기능을 통한 자료 수집하기</b> 제시된 실험 상황을 진행하면서 4개의 대기층이 어떤 순서로 기온이 높아질 것인지 예상하고, 직접 실험하며 기온변화를 관찰할 수 있다.</p> <p><b>과학적 근거로 논증하기</b> 4개의 실험장치 중 온도 상승이 가장 큰 장치의 덮개의 역할이 무엇인지 과학적인 근거를 내세워 증명할 수 있다.</p> <p><b>상대방의 의견 수용 및 조율하기</b> 온도 상승이 가장 큰 장치의 덮개의 역할에 대해 자신의 의견을 제시하고 조원의 의견을 수용하면 조율하여 결론을 내릴 수 있다</p>	

기후변화 프로그램 7차시는 창의적 설계 단계로 온실효과를 유발하는 기체들의 에너지 선택 흡수 과정을 수학 계산으로 해석하여 온실 기체의 특성을 설명하는 내용으로 구성되어 있다. 이 차시에서는 지구의 대기 복사 평형 과정을 수학적으로 나타내는 과정에서 각 수치의 관계에 대해 생각하고 주어진 자료의 결과를 해석하고 결론을 도출할 수 있도록 한다. 6차시의 실험 결과를 통해 이산화탄소와 수증기처럼 온실 효과를 내는 기체에 질소가 포함되지 않는 기체임을 알았다. 그 이유가 무엇인지, 온실 효과를 내는 기체는 어떤 특징이 있는지 토의하고 대기의 복사평형을 설명하는 식을 정리하여 수치의 관계를 증명하는 과정을 통해 논리적 사고하기 역량, 과학적 근거로 논증하기 역량, 상대방의 의견 수용 및 조율하기 역량을 함양할 수 있다. 대기의 복사평형 식을 통해 수치가 서로 어떤 관계일 때, 온실 효과가 발생하는지에 대해 풀이과정을 이용하여 결론을 내리면서 결론 도출 및 일반화하기 역량이 함양될 수 있다. 마지막으로 지구 대기를 구성하는 기체들의 부피비와 기체들의 선택흡수 파장을 나타낸 그래프를 분석하여 온실 효과를 낼 수 있는 가장 효과적인 기체가 무엇인지 알아내는 활동을 통해 자료 분석 및 해석하기 역량을 함양할 수 있다. 이 차시를 통해 과학적 사고력의 논리적 사고하기, 과학적 탐구 능력의 자료 분석 및 해석하기, 결론 도출 및 일반화하기, 과학적 의사소통 능력의 과학적 근거로 논증하기, 상대방 의견 수용 및 조율하기 역량을 함양할 수 있다(표 28).

표 28. STEAM 프로그램: 기후변화(7차시) 분석 결과

7차시_온실 기체의 특징은 무엇일까요?			
- 지구 대기의 복사 평형 과정을 수학적으로 해석할 수 있다. - 온실 기체들이 공통적으로 나타내는 선택적 에너지 흡수 현상을 이해할 수 있다.			
과학적 사고력_논리적 사고하기 과학적 탐구 능력_자료 분석 및 해석하기 과학적 탐구 능력_결론 도출 및 일반화하기 과학적 의사소통 능력_과학적 근거로 논증하기 과학적 의사소통 능력_상대방 의견 수용 및 조율하기			
<b>교수학습 과정안</b>			
학습과정	교수-학습 활동	학습자료 및 유의점	교사자료
동기유발 (10 분)	1) 태양 복사의 전자기파를 파장과 에너지에 따라 나누어 설명해 준다. 자외선, 가시광선, 적외선의 에너지 그래프. 단파 복사, 장파 복사 수준에서 내용을 설명한다. 2) 알 자시의 실험에서 이산화탄소나 수증기는 온실 효과를 내는 기체임을 알았다. 그러나 질소는 왜 온실 기체가 아닐까? 그렇다면 온실 기체는 어떤 특징이 있어서 온실 효과를 내는 것일까? 조별로 의논해 보자. 이것과 온실 효과의 관계가 있을까? 지구 대기 복사 에너지 흡수 및 에너지 방출	전자기파는 파장에 따라 영역을 구분할 수 있다.	
	<p><b>과학적 근거로 논증하기</b>                      질소가 왜 온실기체가 아닌지, 온실 기체는 어떠한 특징을 가지고 있는지에 대해 과학적인 근거를 들어 증명할 수 있다.</p> <p><b>상대방의 의견 수용 및 조율하기</b>                      온실기체가 온실 효과를 내기 위해 어떤 특징을 가지고 있는지 질소는 왜 온실 기체가 아닌지에 대해 자신의 의견을 제시하고 조원들의 의견을 수용하며 결론을 내릴 수 있다.</p>	<p><b>논리적 사고하기</b>                      이산화탄소와 수증기처럼 온실 효과를 내는 기체에 왜 질소는 포함되지 않은지, 온실 기체는 어떠한 특징으로 온실 효과를 내는 것인지에 대해 논리적으로 생각할 수 있다.</p>	
전개 (30 분)	<p><b>지표면(온도)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 지구 대기를 위의 그림과 같이 하나의 층으로 가정 한 간단한 모델을 제시하고, 이 그림으로 지표면과 대기 상부에서 이루어지는 에너지의 복사 평형을 설명하는 방법을 논의해 본다.</li> <li>▶ 그림에서 A는 대기가 태양 복사 에너지(단파 복사)를 흡수하는 비율이고, B는 지표 복사 에너지(장파 복사)를 흡수하는 비율이다.</li> <li>▶ 물체가 방출하는 복사 에너지는 그 물체의 표면 온도에 비례한다.</li> </ul> <p>▶ 그림에서 지표면에 입사하는 에너지와 지표면에서 방출하는 에너지는 무엇인가? 각각을 수식으로 정리하게 한다.</p> <p>▶ 그림에서 대기층에 입사하는 에너지와 대기층에서 방출하는 에너지는 무엇인가? 각각을 수식으로 정리하게 한다.</p> <p>▶ 그림에서 우주에서 지구로 입사하는 에너지와 대기층의 최상부에서 우주 공간으로 방출하는 에너지는 무엇인가? 각각을 수식으로 정리하게 한다.</p>	다속지	수업자료 7-1
		<p><b>논리적 사고하기</b>                      대기의 복사평형식을 정리하며 각 수치의 관계를 증명하는 과정을 통해 식을 이해할 수 있다..</p>	그림에서 화살표의 방향으로 흡수/방출을 구별하여 수식을 정리하도록 한다.

▶ 즉, 지표면에서 방출하는 복사 에너지는 대기가 단파 복사를 흡수하는 비율과 장파 복사를 흡수하는 비율에 따라 그 양이 결정됨을 알 수 있다.

4) 식 (3)에서  $E$  와  $\sigma T_s^4$ 의 양이 어떤 관계에 있을 때 지구 대기층에 의해 온실 효과가 발생하는 것일까?

- ▶ 식(3)에서 만약  $A < B$  이면, 즉 대기가 태양 복사보다 지구 복사를 더 잘 흡수한다면,  $\sigma T_s^4 > E$  가 된다. 이 상황은 지표면의 복사 에너지가 들어온 태양 복사 에너지보다 더 크다는 것을 말한다. 즉 태양열이 가열하여 형성되는 지표면의 온도보다 지구의 온도가 더 높아지는 온실효과가 일어난다.
- ▶ 식(3)에서 만약  $A = B$  이면, 즉 대기가 태양 복사를 흡수하는 비율과 지구 복사를 흡수하는 비율이 같다면,  $\sigma T_s^4 = E$  가 된다. 이 상황은 지표면이 방출하는 복사 에너지는 입사되는 태양 복사 에너지량과 같다는 것이다. 이와 같은 조건이라면, 지표면의 온도  $T_s$ 는 이론적으로 255K (=18°C)가 된다. 즉, 지구는 지금보다 훨씬 추운 행성이 되는 것이다.
- ▶ 식(3)에서 만약  $A > B$  이면, 즉 대기가 태양 복사를 지구 복사보다 더 잘 흡수한다면,  $\sigma T_s^4 < E$  가 된다. 이 상황은 지표면이 방출하는 복사 에너지가 입사되는 태양 복사 에너지보다 작다는 것이다. 즉 지구 대기를 먼지나 화산재가 덮게 되면 태양 복사에 대한 반사율이 높아지고 흡수율이 낮아져서 지표 복사 에너지가 작아지고, 결과적으로 지구의 온도는 낮아진다.
- ▶ 따라서 온실 효과가 일어나게 하는 온실 기체의 가장 중요한 성질은  $A < b$  이다. 즉 대기가 지구 복사 에너지를 태양 복사 에너지보다 선택적으로 더 잘 흡수하는 것이다.

#### 결론 도출 및 일반화하기

대기의 복사평형 식에서 수치가 서로 어떤 관계일 때, 온실 효과가 발생하는지에 대해 풀이과정을 통해 결론을 설명할 수 있다.



(3) 활동지 7-2 : 대기의 온실기체에 대해 알아보시다.

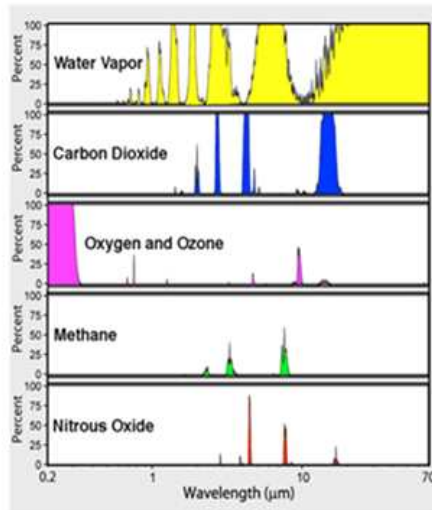
학년	반	모둠원	
모둠명			

**대기의 온실기체에 대해 알아보시다.**

1. 온실 기체가 태양복사는 잘 통과시키지만, 지구 복사 에너지는 많이 흡수하는 성질을 대기의 선택적 흡수라고 합니다. 아래의 자료를 보고, 온실 효과를 낼 수 있는 가장 효과적인 기체는 무엇일까요?

$CO_2$

기체	기호	대기 중 부피비(%)
질소	$N_2$	78.08
산소	$O_2$	20.95
아르곤	$Ar$	0.93
네온	$Ne$	0.0018
헬륨	$He$	0.0005
수소	$H_2$	0.00006
세논	$Xe$	0.000009
수증기	$H_2O$	0 ~ 4
이산화탄소	$CO_2$	0.037
메테인	$CH_4$	0.00017
산화질소	$N_2O$	0.00003
오존	$O_3$	0.000004
먼지		0.000001
프레온(CFCs)	$CFC_k$	0.00000002



문제1 각 기체들의 선택적 흡수율을 비교하여 지구 대기 중 가장 온실효과를 위해 고려한다면 온실 효과

**자료 분석 및 해석하기**  
 지구 대기를 구성하는 기체들의 부피비와 기체들의 선택 흡수 파장을 나타낸 그래프를 분석하여 읽을 수 있으며, 온실 효과에 가장 효과적인 기체가 무엇인지 말할 수 있다.

기후변화 프로그램 8차시는 창의적 설계 단계로 이산화탄소가 지구 온난화를 가속화시키는 주요 온실 기체라면, 지구 대기 중의 이산화탄소 함량을 줄이기 위한 방법에는 어떤 것이 좋을지에 대한 내용으로 구성되어 있다. 지구온난화의 주요원인이 이산화탄소임을 알고 이를 줄이기 위한 방법에는 무엇이 있을지 의견을 나누고 해결방안을 제시하도록 한다. 이 차시에서는 바이오매스를 활용한 에너지 생산과 관련된 동영상을 보고 동영상과 관련하여 새롭게 알게 된 사실이나 더 알고 싶은 것에 대해 적어보고 발표하게 함으로써 자기주도적이고 지속적으로 참여하기 역량을 함양할 수 있다. 조별로 태블릿PC 또는 스마트폰 등 다양한 매체를 이용하여 미세조류의 현미경 사진을 찾는 활동을 하여 다양한 매체 속 정보 이해하기 역량을 함양할 수 있다. 미세조류 3가지 종류의 현미경 사진을 관찰하여 공통점과 차이점을 정리해보는 활동을 통해 기초탐구기능을 통한 자료 수집하기 역량이 함양될 수 있다. 녹조류를 이용하여 바이오 디젤을 만드는 과정에서 대기 중의 이산화탄소량을 줄일 수 있는 방법이 어느 단계에 어떤 것이 있을지 의견을 이야기하고 토의하는 활동을 통해 과학적 근거로 논증하기와 상대방의 의견 수용 및 조율하기 역량이 함양될 수 있다. 마지막으로 대기 중의 이산화탄소량을 줄일 수 있는 방법이 무엇인지 찾아봄으로써 문제해결방안 제시하기 역량이 함양될 수 있다. 이 차시를 통해 과학적 탐구 능력의 기초탐구기능을 통한 자료 수집하기, 과학적 문제해결력의 문제해결방안 제시하기, 과학적 의사소통 능력의 과학적 근거로 논증하기, 상대방 의견 수용 및 조율하기, 다양한 매체 속 정보 이해하기, 과학적 참여와 평생 학습 능력의 자기주도적이고 지속적으로 참여하기 역량을 함양할 수 있다 (표 29).

표 29. STEAM 프로그램: 기후변화(8차시) 분석 결과

8차시_미세조류란 무엇일까요?																																											
- 이산화탄소 포집 및 저장 기술에 대한 예로써 미생물을 이용한 이산화탄소 소비 기술의 원리를 이해한다.																																											
과학적 탐구 능력_기초탐구기능을 통한 자료 수집하기 과학적 문제해결력_문제해결방안 제시하기 과학적 의사소통 능력_과학적 근거로 논증하기 과학적 의사소통 능력_상대방 의견 수용 및 조율하기 과학적 의사소통 능력_다양한 매체 속 정보 이해하기 과학적 참여와 평생 학습 능력_자기주도적이고 지속적으로 참여하기																																											
(2) 활동지 8-1: 미세조류란 무엇일까요?																																											
<table border="1"> <tr> <td>학년</td> <td>반</td> <td>모둠원</td> </tr> <tr> <td>모듬명</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3"> </td> </tr> <tr> <td colspan="3">                     - 학습목표 -                      1. 이산화탄소 포집 및 저장 기술에 대한 예로써 미생물을 이용한 이산화탄소 소비 기술의 원리를 이해한다.                 </td> </tr> <tr> <td colspan="3">                     1. 이산화탄소가 지구 온난화를 가속화시키는 주요 원인 기체라면 지구 대기 중의 이산화탄소                 </td> </tr> <tr> <td colspan="3"> <b>자기주도적이고 지속적으로 참여하기</b>                      제시된 동영상과 보고 동영상과 관련하여 알게 된 내용이나 새롭게 알고 싶은 부분을 발표함으로써 자기주도적이고 지속적인 참여를 유도할 수 있다.                 </td> </tr> <tr> <td colspan="3">                     2. 동영상을 보고 새롭게 알게 된 사실과 더 알고 싶은 것에 대해서 적어봅시다. (2가지 이상)                 </td> </tr> <tr> <td colspan="3">                     미세조류를 이용하여 어떤 형식으로 에너지를 저장할 하는지에 대한 과정에 대한 것을 알고 싶다.                      바이오디젤이 우리생활에 이용되는 곳에 대해서 알고 싶다.                 </td> </tr> <tr> <td colspan="3">                     3) 일반적인 미세조류의 특징에 대해 간단히 설명한다.                 </td> </tr> <tr> <td colspan="3">                     4) 조별로 태블릿 피시 또는 스마트폰을 이용하여 주요 미세조류 "클로렐라, 스피룰리나, 두나리엘라"의 현미경 사진을 검색하여 파워포인트 슬라이드를 만들게 한다.                 </td> </tr> <tr> <td colspan="3">                     ▶ 세 조류들의 사진 자료를 관찰하고 공통점과 차이점을 찾아서 정리한다.                 </td> </tr> <tr> <td colspan="3">                     3) 일반적인 미세조류의 특징에 대해 간단히 설명한다.                 </td> </tr> <tr> <td colspan="3">                     4) 조별로 태블릿 피시 또는 스마트폰을 이용하여 주요 미세조류 "클로렐라, 스피룰리나, 두나리엘라"의 현미경 사진을 검색하여 파워포인트 슬라이드를 만들게 한다.                 </td> </tr> <tr> <td colspan="3">                     ▶ 세 조류들의 사진 자료를 관찰하고 공통점과 차이점을 찾아서 정리한다.                 </td> </tr> </table>	학년	반	모둠원	모듬명						- 학습목표 - 1. 이산화탄소 포집 및 저장 기술에 대한 예로써 미생물을 이용한 이산화탄소 소비 기술의 원리를 이해한다.			1. 이산화탄소가 지구 온난화를 가속화시키는 주요 원인 기체라면 지구 대기 중의 이산화탄소			<b>자기주도적이고 지속적으로 참여하기</b> 제시된 동영상과 보고 동영상과 관련하여 알게 된 내용이나 새롭게 알고 싶은 부분을 발표함으로써 자기주도적이고 지속적인 참여를 유도할 수 있다.			2. 동영상을 보고 새롭게 알게 된 사실과 더 알고 싶은 것에 대해서 적어봅시다. (2가지 이상)			미세조류를 이용하여 어떤 형식으로 에너지를 저장할 하는지에 대한 과정에 대한 것을 알고 싶다. 바이오디젤이 우리생활에 이용되는 곳에 대해서 알고 싶다.			3) 일반적인 미세조류의 특징에 대해 간단히 설명한다.			4) 조별로 태블릿 피시 또는 스마트폰을 이용하여 주요 미세조류 "클로렐라, 스피룰리나, 두나리엘라"의 현미경 사진을 검색하여 파워포인트 슬라이드를 만들게 한다.			▶ 세 조류들의 사진 자료를 관찰하고 공통점과 차이점을 찾아서 정리한다.			3) 일반적인 미세조류의 특징에 대해 간단히 설명한다.			4) 조별로 태블릿 피시 또는 스마트폰을 이용하여 주요 미세조류 "클로렐라, 스피룰리나, 두나리엘라"의 현미경 사진을 검색하여 파워포인트 슬라이드를 만들게 한다.			▶ 세 조류들의 사진 자료를 관찰하고 공통점과 차이점을 찾아서 정리한다.			현미경이 있는 경우 직접 프레파라트를 만들어
학년	반	모둠원																																									
모듬명																																											
- 학습목표 - 1. 이산화탄소 포집 및 저장 기술에 대한 예로써 미생물을 이용한 이산화탄소 소비 기술의 원리를 이해한다.																																											
1. 이산화탄소가 지구 온난화를 가속화시키는 주요 원인 기체라면 지구 대기 중의 이산화탄소																																											
<b>자기주도적이고 지속적으로 참여하기</b> 제시된 동영상과 보고 동영상과 관련하여 알게 된 내용이나 새롭게 알고 싶은 부분을 발표함으로써 자기주도적이고 지속적인 참여를 유도할 수 있다.																																											
2. 동영상을 보고 새롭게 알게 된 사실과 더 알고 싶은 것에 대해서 적어봅시다. (2가지 이상)																																											
미세조류를 이용하여 어떤 형식으로 에너지를 저장할 하는지에 대한 과정에 대한 것을 알고 싶다. 바이오디젤이 우리생활에 이용되는 곳에 대해서 알고 싶다.																																											
3) 일반적인 미세조류의 특징에 대해 간단히 설명한다.																																											
4) 조별로 태블릿 피시 또는 스마트폰을 이용하여 주요 미세조류 "클로렐라, 스피룰리나, 두나리엘라"의 현미경 사진을 검색하여 파워포인트 슬라이드를 만들게 한다.																																											
▶ 세 조류들의 사진 자료를 관찰하고 공통점과 차이점을 찾아서 정리한다.																																											
3) 일반적인 미세조류의 특징에 대해 간단히 설명한다.																																											
4) 조별로 태블릿 피시 또는 스마트폰을 이용하여 주요 미세조류 "클로렐라, 스피룰리나, 두나리엘라"의 현미경 사진을 검색하여 파워포인트 슬라이드를 만들게 한다.																																											
▶ 세 조류들의 사진 자료를 관찰하고 공통점과 차이점을 찾아서 정리한다.																																											
<b>기초탐구기능을 통한 자료 수집하기</b> 세 가지의 미세조류의 현미경 사진을 관찰하여 공통점과 차이점에 대해 정리할 수 있다. 또한 엽록체의 모양을 알고 관찰할 수 있다.		<b>다양한 매체 속 정보 이해하기</b> 태블릿 PC나 스마트폰 등 다양한 매체를 이용하여 미세조류의 현미경 사진을 찾을 수 있다.																																									
<p>미세조류의 일종인 두나리엘라</p>		<p>두나리엘라의 내부 구조</p>																																									

3. 녹조류를 이용하여 바이오 디젤을 만드는 과정에서 대기 중의 이산화탄소량을 줄일 수 있는 방법은 없을까요? 아래 그림을 참고하여 어느 단계에서 어떤 방법이 있을지 조별로 의견을 이야기하고 토의해 봅시다.

#### 과학적 근거로 논증하기

대기 중의 이산화탄소를 줄일 수 있는 방법이 무엇인지 과학적인 근거를 통해 증명하여 이야기할 수 있다.

#### 상대방의 의견 수용 및 조율하기

대기 중의 이산화탄소를 줄일 수 있는 방법이 무엇인지 자신의 의견을 제시하고 조원들의 의견을 수용하며 조율하여 방법을 설명할 수 있다.

고밀도 배양  
자연계 Algal bloom 규명 및 활용

미세조류의 이산화탄소 고정 및 바이오 디젤 생산 과정  
(오희목, 2009)

소각에 의한 폐기처리와 생물학적 처리를 적절하게 검토 알킬알코올의 다용량을 감축,

1. 고기를 덜 먹자!

<고기를 먹는 사람은 채소만 먹는 사람에 비해 연가 2,268Kg의 이산화탄소를 더 배출한다.>

#### 문제해결방안 제시하기

녹조류를 이용하여 바이오 디젤을 만드는 과정을 나타낸 사진을 보고 대기 중의 이산화탄소를 줄일 수 있는 방법이 무엇인지 해결방안을 제시할 수 있다.

기후변화 프로그램 9차시는 창의적 설계 단계로 이산화탄소 감축 장치를 작동하여  
 녹조류의 광합성 과정을 체험하고, 이산화탄소가 감소하는 현상을 경험하는 내용으로  
 구성되어 있다. 이산화탄소 감축 장치를 작동시키고 감축 장치의 각 부품의 기능과 효  
 율성에 대해 생각하고 제작한 감축 장치에 대해 평가할 수 있도록 한다. 이 차시에서  
 는 이산화탄소 감축 장치를 직접 조립해보며 각 부품들의 장치가 어떤 기능을 해야하  
 는지 적어보는 활동 그리고 조별로 조립한 장치가 실제로 광합성을 하여 이산화탄소를  
 감소시킨 것인지를 확인할 수 있는 방법이 무엇인지 작성하는 활동을 통해 논리적 사  
 고하기 역량을 함양할 수 있다. 조별로 만들게 될 이산화탄소 감축 장치에 적용할 수  
 있는 기능과 적용할 수 없는 기능이 무엇인지 이를 토의하는 활동을 통해 상대방의 의  
 견 수용 및 조율하기 역량을 함양할 수 있다. 각 조별로 조립을 끝내고 작동시켜보았  
 을 때, 장치의 작동 과정을 비교하여 서로 차이가 있는 부분, 부족한 부분을 발표하는  
 활동을 통해 비판적 사고하기 역량을 함양할 수 있다. 이 차시를 통해 과학적 사고력  
 의 논리적 사고하기, 비판적 사고하기, 과학적 의사소통 능력의 상대방 의견 수용 및  
 조율하기 역량을 함양할 수 있다(표 30).

표 30. STEAM 프로그램: 기후변화(9차시) 분석 결과

9차시_이산화탄소 감축 장치 만들기							
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 이산화탄소 감축 장치를 조립하고 작동시킬 수 있다.</li> <li>- 녹조류의 광합성을 이용하여 이산화탄소를 감축하여 지구온난화를 완화시킬 수 있는 방법임을 이해한다.</li> <li>- 이산화탄소 감축 장치 각 부분의 기능과 효율성에 대해 설명할 수 있다.</li> </ul>							
<p>과학적 사고력_논리적 사고하기                      과학적 사고력_비판적 사고하기                      과학적 의사소통 능력_상대방 의견 수용 및 조율하기</p>							
<p><b>수업 자료</b></p> <p>(1) 수업 자료 9-1: 이산화탄소 감축 장치의 제작 사례</p> <p><b>이산화탄소 감축 장치의 제작 사례</b></p> <p>▶ 제작 과정의 예시</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p style="text-align: center;"><b>논리적 사고하기</b></p> <p>이산화탄소 감축 장치를 직접 조립해보며 각 부품들의 장치가 어떤 기능을 해야 하는지 과학적으로 생각할 수 있다</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p style="text-align: center;"><b>상대방의 의견 수용 및 조율하기</b></p> <p>조별로 만들게 될 이산화탄소 감축 장치로 적용할 수 있는 기능이 어떤 것이 있는지 자신의 의견을 제시하고 조원들의 의견을 수용하며 조율하여 말할 수 있다.</p> </div> </div> <table border="1" style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 20%; text-align: center;">전개 (35 분)</td> <td style="width: 60%;"> <p>2) 조별로 탁자 위에 놓인 이산화탄소 감축 장치 부품을 소개하고, 직접 조립하여 만들어 보게 한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 이산화탄소 감축장치가 어떤 기능을 해야 하는지 적어보게 한다.</li> <li>▶ 탁자 위에 놓인 부품들을 보고, 조별로 만들게 될 이산화탄소 감축 장치에 적용할 수 있는 기능과, 적용할 수 없는 기능이 무엇일지 토의해 본다.</li> <li>▶ 토의 내용을 바탕으로 적절하게 이산화탄소 감축 장치를 조립한다. (이 때 완성품은 아니지만 대략적인 조립 방향을 알려준다)</li> </ul> </td> <td style="width: 20%; text-align: center; vertical-align: middle;">                 학생 들 만들 중             </td> </tr> <tr> <td></td> <td> <p>3) 조립이 끝나면 조별로 작동시켜 본다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 조별로 장치의 작동 과정을 비교하고, 서로 차이가 있다면 무엇이 있는지 발표하게 한다.</li> <li>▶ 서로 다른 부분이 있다면, 제작한 소문 왜 그렇게 조립하고 만들었는지 설명하도록 한다.</li> <li>▶ 각 조에서 제작한 이산화탄소 감축 장치에서 부족한 부분이 있다면 무엇인지 전체 토의를 통해 논의한다.</li> <li>▶ 조별로 장치에서 수정할 수 있는 부분이 있으면 수정하여 최종 장치를 만든다.</li> </ul> </td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">                 (가능하면 녹조류 배양 후 날짜별로 준비하여 전시해 볼 수도 있다)             </td> </tr> </table>		전개 (35 분)	<p>2) 조별로 탁자 위에 놓인 이산화탄소 감축 장치 부품을 소개하고, 직접 조립하여 만들어 보게 한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 이산화탄소 감축장치가 어떤 기능을 해야 하는지 적어보게 한다.</li> <li>▶ 탁자 위에 놓인 부품들을 보고, 조별로 만들게 될 이산화탄소 감축 장치에 적용할 수 있는 기능과, 적용할 수 없는 기능이 무엇일지 토의해 본다.</li> <li>▶ 토의 내용을 바탕으로 적절하게 이산화탄소 감축 장치를 조립한다. (이 때 완성품은 아니지만 대략적인 조립 방향을 알려준다)</li> </ul>	학생 들 만들 중		<p>3) 조립이 끝나면 조별로 작동시켜 본다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 조별로 장치의 작동 과정을 비교하고, 서로 차이가 있다면 무엇이 있는지 발표하게 한다.</li> <li>▶ 서로 다른 부분이 있다면, 제작한 소문 왜 그렇게 조립하고 만들었는지 설명하도록 한다.</li> <li>▶ 각 조에서 제작한 이산화탄소 감축 장치에서 부족한 부분이 있다면 무엇인지 전체 토의를 통해 논의한다.</li> <li>▶ 조별로 장치에서 수정할 수 있는 부분이 있으면 수정하여 최종 장치를 만든다.</li> </ul>	(가능하면 녹조류 배양 후 날짜별로 준비하여 전시해 볼 수도 있다)
전개 (35 분)	<p>2) 조별로 탁자 위에 놓인 이산화탄소 감축 장치 부품을 소개하고, 직접 조립하여 만들어 보게 한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 이산화탄소 감축장치가 어떤 기능을 해야 하는지 적어보게 한다.</li> <li>▶ 탁자 위에 놓인 부품들을 보고, 조별로 만들게 될 이산화탄소 감축 장치에 적용할 수 있는 기능과, 적용할 수 없는 기능이 무엇일지 토의해 본다.</li> <li>▶ 토의 내용을 바탕으로 적절하게 이산화탄소 감축 장치를 조립한다. (이 때 완성품은 아니지만 대략적인 조립 방향을 알려준다)</li> </ul>	학생 들 만들 중					
	<p>3) 조립이 끝나면 조별로 작동시켜 본다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 조별로 장치의 작동 과정을 비교하고, 서로 차이가 있다면 무엇이 있는지 발표하게 한다.</li> <li>▶ 서로 다른 부분이 있다면, 제작한 소문 왜 그렇게 조립하고 만들었는지 설명하도록 한다.</li> <li>▶ 각 조에서 제작한 이산화탄소 감축 장치에서 부족한 부분이 있다면 무엇인지 전체 토의를 통해 논의한다.</li> <li>▶ 조별로 장치에서 수정할 수 있는 부분이 있으면 수정하여 최종 장치를 만든다.</li> </ul>	(가능하면 녹조류 배양 후 날짜별로 준비하여 전시해 볼 수도 있다)					

(2) 활동지 9-1: 이산화탄소 감축 장치 만들기

학년	반	모동원	
모동명			

### 이산화탄소 감축 장치 만들기

- 학습목표 -

1. 이산화탄소 감축 장치를 조립하고 작동시켜 보고, 녹조류의 광합성을 이용하여 이산화탄소를 줄일 수 있음을 이해한다.
2. 이산화탄소 감축 장치 각 부분의 기능과 필요성을 설명할 수 있다.

---

1. 각 조에서 조립한 장치가 실제로 광합성을 하여 이산화탄소를 감소시켰음을 확인할 수 있는 방법을 적어봅시다.

학교에 배치되어 있는 MBL 센서를 이용하여 이산화탄소의 양을 측정해 본다.

지시약을 이용하여 색깔의 변

**논리적 사고하기**

조별로 조립한 장치가 실제로 광합성을 하여 이산화탄소를 감소시킨 것을 확인할 수 있는 방법이 무엇이 있을지 과학적인 증거를 이용하여 생각할 수 있다.

2. 다음의 화학식을 채워 넣으시오.

$$H_2O + CO_2 \rightarrow ( H_2CO_3 ) \rightarrow H^+ + ( HCO_3^- )$$

3. 시약은 무엇을 알아보기 위한 것일까요?

pH를 알 수 있는 시약

4. 시약의 색깔 변화에 대해서 관찰하고 관찰 결과를 적어봅시다.

산성 : 황색, 중성 : 녹색, 염기성 : 청색 으로 반응하는 BTB 용액으로 이산화탄소의 유무를 확인하였다.

중성 상태의 용액에 BTB용액을 넣으면 녹색을 띄고 이 용액에 입김을 계속 불어 넣으면 노란색을 띄게 된다. 이렇게 시험 실험을 먼저하고 녹조류가 들어 있는 물에 BTB용액을 넣었더니 색깔이 노란색이 되었다.

기후변화 프로그램 10차시는 감성적 체험 단계로 지구 대기 중의 이산화탄소 함량을 줄이기 위한 방법 중 생활 속에서 우리가 실천할 수 있는 이산화탄소 감축 방안을 생각하는 내용으로 구성되어 있다. 지구 온난화의 주범인 이산화탄소가 일상생활 속의 문제로 다가오면서 이산화탄소를 줄이려는 해결책을 제시하고, 지구온난화를 공동체 문제로 인식하여 개인의 참여뿐만 아니라 많은 사람들의 지속적인 관심과 참여를 독려할 수 있도록 한다. 이 차시에서는 친환경 생활로 ‘탄소발자국을 줄인다.’ 라는 내용의 신문기사를 읽고 우리가 그동안 지구 온난화에 어떤 영향을 주고 살아왔는지에 생각해 보는 활동을 통해 일상생활 속 과학적 문제 파악하기, 사회적 이슈에 대해 이야기하기 역량을 함양할 수 있다. 또한 이 신문기사를 읽고 인간들이 배출한 이산화탄소가 모이고 모여 지구 온난화에 영향을 끼침을 알고 나의 작은 습관에서부터 녹색생활을 시작하며 시민 전체의 실천이 함께 이루어져야 함이 중요하다는 것을 알게됨으로서 공동체 문제 이해하기 역량이 함양될 수 있다. 스마트폰 앱을 활용하여 하루 동안의 이산화탄소 배출량을 계산해보는 활동을 통해 새로운 과학기술에 적응하고 활용하기 역량을 함양할 수 있다. 지구 온난화를 약화시킬 수 있는 방안이 있음을 알고, 이를 실천하기 위해 집에서 할 수 있는 일이 무엇이 있을지 찾아 정리하고 기록하는 활동을 통해 실천 방법 모색하기 역량을 함양할 수 있다. 마지막으로 가족들에게 스마트폰 앱을 알려주고 가정에서 나오는 이산화탄소 배출량을 함께 계산하여 자기주도적이고 지속적으로 참여하기 역량을 함양할 수 있다. 이 차시를 통해 과학적 문제해결력의 일상생활 속 과학적 문제 파악하기, 실천방법 모색하기, 과학적 참여와 평생 학습 능력의 공동체 문제 이해하기, 사회적 이슈에 대해 이야기하기, 자기주도적이고 지속적으로 참여하기, 새로운 과학기술에 적응하고 활용하기 역량을 함양할 수 있다(표 31).



표 31. STEAM 프로그램: 기후변화(10차시) 분석 결과

10차시_미세조류란 무엇일까요?											
- 생활 속에서 이산화탄소 발생량을 줄이기 위한 실천 방안을 모색해 본다.											
과학적 문제해결력_일상생활 속 과학적 문제 파악하기 과학적 문제해결력_실천방법 모색하기 과학적 참여와 평생 학습 능력_공동체 문제 이해하기 과학적 참여와 평생 학습 능력_사회적 이슈에 대해 이야기하기 과학적 참여와 평생 학습 능력_자기주도적이고 지속적으로 참여하기 과학적 참여와 평생 학습 능력_새로운 과학기술에 적응하고 활용하기											
<div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <b>교수학습 과정안</b> </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">학습과정</th> <th style="width: 45%;">교수-학습 활동</th> <th style="width: 20%;">학습자료 및 유의점</th> <th style="width: 20%;">교사자료</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>                     동기유발 (10 분)                 </td> <td>                     1) 신문 기사를 읽고 우리는 그동안 지구 온난화에 어떤 영향을 주었을까? 생각해 보게 한다.                      ▶ 자기 자신은 지구 온난화에 어떤 영향을 주고 살았을까? 한 문단 정도의 감상문을 적어 보자.                 </td> <td>                     사회적 이슈에 대해 이야기하기                      신문 기사를 읽고 자신이 지금까지 생활해오면서 지구 온난화에 어떤 영향을 주고 살았는지 생각해 보고 말할 수 있다.                 </td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <div style="margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <b>수업 자료</b> </div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">                     (1) 수업자료 10-1 : 생활 속의 이산화탄소 줄이기                 </div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <b>생활 속의 이산화탄소 줄이기</b> </div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">                     1) 아래 기사를 읽고 우리는 그동안 지구 온난화에 어떤 영향을 주었을까요? 생각해 봅시다.                 </div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">                     [기후변화, 녹색스타일로 맞선다. 프롤로그] 친환경 생활로 '탄소발자국' 줄인다.                 </div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <b>일상생활 속 과학적 문제 파악하기</b>                      생활 속의 나의 행동들의 문제로 인해 지구 온난화에 영향을 끼칠 수도 있음을 알 수 있다.                 </div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">                     우리나라 전체 온실가스 배출량의 43%는 가정·상업·교통 등 비 산업 분야에서 배출된다. 밥을 먹고, TV를 보고, 목욕을 하고, 자동차를 타는 것 등 일상의 거의 모든 활동에서 온실가스가 배출되는 것이다. 이렇게 일상생활에서 온실가스를 배출한 흔적을 '탄소발자국'이라고 한다.                 </div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">                     이제 우리의 과제는 '탄소발자국'을 어떻게 지우는가이다. 그리고 그 해답은 '녹색생활' 실천에 있다. 녹색생활이란 일상생활 속에서 자원과 에너지를 현명하고 친환경적으로 이용해 온실가스를 적게 배출하는 생활 습관을 말한다. 일회용품 사용을 줄이고, 자동차보다는 자전거나 걸기를 이용하고, 에어컨과 난방 기구를 덜 쓰는 작은 습관들에서부터 녹색생활은 시작된다. 더 나아가 학교와 직장에서는 조명을 줄이고, 식당에서 음식쓰레기를 줄이는 것, 관공서에서 친환경 상품을 구매하는 것도 '녹색생활'이다.                 </div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">                     녹색생활을 실천하기 위해선 시민들의 자발적인 의식 전환도 중요하지만 온실가스 감축을 위한 제도적인 지원과 교육도 중요하다. 녹색생활에 참여할 수 있는 동기를 만들어줘야 한다는 얘기다. 환경부는 녹색생활 실천화를 위해 전국 224개 자치단체에 온실가스 줄이기 민간 거버넌스 기구인 '그린스타트 네트워크'를 구성해 운영하고 있다. 그린스타트 네트워크는 녹색생활 실천을 선도전파하는 그린리더를 양성해 체계적인 기후변화 교육을 실시하고 있다.                 </div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">                     그린스타트 네트워크는 친환경 생활로 '탄소발자국' 줄인다.                 </div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <b>공동체 문제 이해하기</b>                      인간들의 배출한 이산화탄소가 모이고 모여 지구 온난화에 영향을 끼침을 알 수 있다. 나의 작은 습관들에서부터 녹색생활을 시작하여 시민 전체의 실천이 중요하다.                 </div> </div>				학습과정	교수-학습 활동	학습자료 및 유의점	교사자료	동기유발 (10 분)	1) 신문 기사를 읽고 우리는 그동안 지구 온난화에 어떤 영향을 주었을까? 생각해 보게 한다. ▶ 자기 자신은 지구 온난화에 어떤 영향을 주고 살았을까? 한 문단 정도의 감상문을 적어 보자.	사회적 이슈에 대해 이야기하기 신문 기사를 읽고 자신이 지금까지 생활해오면서 지구 온난화에 어떤 영향을 주고 살았는지 생각해 보고 말할 수 있다.	
학습과정	교수-학습 활동	학습자료 및 유의점	교사자료								
동기유발 (10 분)	1) 신문 기사를 읽고 우리는 그동안 지구 온난화에 어떤 영향을 주었을까? 생각해 보게 한다. ▶ 자기 자신은 지구 온난화에 어떤 영향을 주고 살았을까? 한 문단 정도의 감상문을 적어 보자.	사회적 이슈에 대해 이야기하기 신문 기사를 읽고 자신이 지금까지 생활해오면서 지구 온난화에 어떤 영향을 주고 살았는지 생각해 보고 말할 수 있다.									

전개 (30 분)	3) 스마트폰 앱 중에서 하루 동안의 CO <sub>2</sub> 배출량을 계산하는 앱이 있음을 알려주고 다운로드하여 설치하게 한다.	일주일 동안 했던 행동의 사례를 먼저 기록한 뒤, 스마트폰 앱을 활용하여 이산화탄소 배출량을 계산한다.	수업자료 10-1
<p style="text-align: center;"><b>새로운 과학기술에 적응하고 활용하기</b>                  스마트폰 앱을 활용하여 하루 동안의 이산화탄소 배출량을 계산해볼 수 있다.</p>			
▶ 조별로 일주일 동안 했던 행동과 CO <sub>2</sub> 배출량			
이름 이수만 류수영 오나미 박재범	행동 배터리충전, 형광등사용, TV보기, 샤워하기 형광등사용, TV보기, 샤워하기 배터리충전, 형광등사용, TV보기, 샤워하기, 버스타기, 스탠드 켜기, 과자 먹기	장소, 날짜 집 PC방 집(11월18일~11월23일) 집(11월18일~11월23일)	CO <sub>2</sub> 배출량 1736.7g 1385.2g 2428g
<p style="text-align: center;"><b>실천방법 모색하기</b>                  지구온난화를 약화시킬 수 있는 방안이 있음을 알고, 이를 실천하기 위해 집에서 할 수 있는 일이 무엇이 있을지 찾아서 정리할 수 있다.</p>			
학습정리 (5 분)	5) 고등학생 수준에서 지구 온난화를 약화시킬 수 있는 방안이 있음을 이해하고, 각자 집에서 어떻게 실천해야 할지 정리하여 기록한다.		
6) 가족들에게도 이것을 알리고, 가정별로 CO <sub>2</sub> 배출량을 계산해 보게 한다.			
<p style="text-align: center;"><b>자기주도적이고 지속적으로 참여하기</b>                  가정에서 나오는 이산화탄소 배출량을 가족과 함께 계산함으로써 자기주도적이고 지속적인 관심과 참여를 유도할 수 있다.</p>			

STEAM 프로그램: 기후변화 10차시 전체에 반영된 과학과 핵심역량을 그래프로 나타낸 것이다. 5가지 핵심역량의 반영정도를 살펴보면 과학적 의사소통 능력(39%), 과학적 탐구 능력(21%), 과학적 사고력(19%), 과학적 참여와 평생 학습 능력(15%), 과학적 문제 해결력(6%) 순으로 반영됨을 확인할 수 있다. 가장 많은 비중을 차지한 과학적 의사소통 능력 중에서도 과학적 근거로 논증하기와 상대방의 의견 수용 및 조율하기 항목이 높은 비율을 보였다. 또한 과학적 사고력의 논리적 사고하기 항목이 같은 비율을 차지하는 것을 볼 수 있다. 이는 프로그램이 주로 모둠 활동으로 이루어졌으며, 대부분의 활동이 토의하기였던 것으로 학생들이 모둠별로 토의를 하면서 과학적 현상에 대해 논리적으로 사고하여 의견을 나눔으로써 함양할 수 있는 역량으로 분석되었다. 과학적 문제해결력의 자료 선택 및 평가하기 항목은 반영되지 않은 것을 확인하였다. 이는 프로그램에서 문제해결을 위한 방법이 한정적으로 제시되어 있어 학생들이 특별히 자료를 선택하고 평가하는 역량이 함양되지 않은 것으로 분석되었다(그림 14).



그림 14. STEAM 프로그램: 기후변화 분석 결과

## 2. STEAM 프로그램 : 물 부족에서의 과학역량 반영 정도

물 부족 프로그램 1차시는 상황 제시 단계로 수업을 통해 학생들은 상수를 확보해야 하는 이유와 그 중요성에 대해 인식하고, 상수 확보에 있어서 저장과 관리의 필요성 및 사례와 원리에 대해 파악하는 내용으로 구성되어 있다. 상수확보에 대한 중요성을 공동체 문제로 인식하고 스마트패드 속 플래시영상을 이용하여 정수과정을 배우도록 한다. 이 차시에서는 물 사용량 모니터링 앱을 이용하여 학생들로 하여금 하루 동안 물을 얼마나 사용했는지 관찰하고 측정하여 하루 평균 물 사용량을 계산하게 하여 기초탐구기능을 통한 자료 수집하기 역량을 함양할 수 있다. 하루 동안 사용하는 물의 양은 많지만, 우리가 사용할 수 있는 수자원으로서의 물은 적으므로 수자원을 확보하는 것과 일본의 요괴인 갖과를 소개하면서 깨끗한 담수를 고정적으로 확보하는 것이 중요하다는 것, 그리고 상수를 깨끗이 관리하는 것도 중요하다는 것을 알려줌으로써 모든 사람들의 노력이 필요하다는 것을 인식하고, 우리 주변의 상수 확보 및 관리나 자신과 관련된 문제로 결국 모든 사람과 연결되는 공동체 문제 이해하기 역량을 함양할 수 있다. 상수 확보와 저장을 위해서 오늘날 활용되고 있는 기술과 사례를 국내와 국외의 입장에서 설명해줌으로써 새로운 과학기술에 적응하고 활용하기 역량을 함양할 수 있다. 스마트패드를 이용하여 ‘사이버정수장 견학’ 플래시 영상을 학습하여 우리나라 정수 과정에 대해 알고 이 내용을 바탕으로 간단한 퀴즈를 풀어보게 하고 스마트패드를 이용하여 한국수자원공사 홈페이지에 접속하고 정수장의 실시간 수질 정보 및 실시간 수자원 영상을 찾아보게 함으로써 다양한 매체 속 정보 이해하기와 자기주도적이고 지속적으로 학습하기 역량을 함양할 수 있다. 마지막으로 수업시간에 배운 상수 확보 및 저장, 관리에 대해 정리해보고, 수업 내용을 옹달샘 노랫말로 바꿔 작성해보는 활동을 통해 창의적으로 사고하기 역량을 함양할 수 있다. 이 차시를 통해 과학적 사고력의 창의적 사고하기, 과학적 탐구 능력의 기초탐구기능을 통한 자료 수집하기, 과학적 의사소통 능력의 다양한 매체 속 정보 이해하기, 과학적 참여와 평생 학습 능력의 공동체 문제 이해하기, 새로운 과학기술에 적응하고 활용하기, 자기주도적이고 지속적으로 참여하기 역량을 함양할 수 있다(표 32).

표 32. STEAM 프로그램: 물 부족(1차시) 분석 결과

1차시_이용 가능한 수자원을 모으자!											
- 지구상 물의 총량에 비해 인간이 이용 가능한 담수 비율이 적음을 이해하고, 그로 인해 담수의 확보 및 관리(정수) 노력의 필요성과 구체적인 방안에 대해 안다.											
과학적 사고력_창의적 사고하기 과학적 탐구 능력_기초탐구기능을 통한 자료 수집하기 과학적 의사소통 능력_다양한 매체 속 정보 이해하기 과학적 참여와 평생 학습 능력_공동체 문제 이해하기 과학적 참여와 평생 학습 능력_새로운 과학기술에 적응하고 활용하기 과학적 참여와 평생 학습 능력_자기주도적·지속적으로 학습하기											
도입 (10분)	<table border="1"> <tr> <td>                             (2) 이 중에서 인간이 이용할 수 있는 물의 양은 얼마만큼일까? 질문한다.                              - 지구상의 물중에서 인간이 이용 가능한 강이나 호수 형태의 담수는 23만년에 불과하고, 이는 총량 중 0.016% 정도 밖에 안 되는 것이다.                         </td> <td>필요한 경우, 학생들에게 질문한다.</td> </tr> <tr> <td>                             (3) 물 사용량 모니터링 앱을 이용하여 학생들로 하여금 나의 평소 하루 평균 물 사용량을 계산해 보게 한다.                         </td> <td>이 과정은 학생들에게 익숙한 앱을 소개하고, 학생들의 사용량을 계산해 보게 한다.</td> </tr> <tr> <td>                             (4) 이렇게 내가 사용하는 물의 양은 많지만, 지구상의 물중에 인간이 이용 가능한 수자원으로서의 물은 적기 때문에 수자원을 확보하는 것은 중요한 일임을 설명한다.                         </td> <td>이 과정은 학생들에게 익숙한 앱을 소개하고, 학생들의 사용량을 계산해 보게 한다.</td> </tr> <tr> <td>                             (5) 왜냐하면 물의 요정인 '갓파' 캐릭터를 보여주면서, 물이 깨끗하고 맑은 물이 아니면 죽게 되는 특징을 가진 담수를 소개한다.                         </td> <td>수업 상황에 따라 '갓파'와 '여름방학' 애니메이션 동영상과 관련할 수도 있다.</td> </tr> <tr> <td>                             (6) 이렇게 소개한 담수를 소개하면서 깨끗한 담수를 고장적으로 확보하는 것이 중요하다는 것, 그리고 상수를 깨끗이 관리하는 것도 중요하다는 것을 알려줌으로써 나뿐만 아니라 모든 사람들의 노력이 필요하다는 것을 인식한다.                         </td> <td>이 과정은 학생들에게 익숙한 앱을 소개하고, 학생들의 사용량을 계산해 보게 한다.</td> </tr> </table>	(2) 이 중에서 인간이 이용할 수 있는 물의 양은 얼마만큼일까? 질문한다. - 지구상의 물중에서 인간이 이용 가능한 강이나 호수 형태의 담수는 23만년에 불과하고, 이는 총량 중 0.016% 정도 밖에 안 되는 것이다.	필요한 경우, 학생들에게 질문한다.	(3) 물 사용량 모니터링 앱을 이용하여 학생들로 하여금 나의 평소 하루 평균 물 사용량을 계산해 보게 한다.	이 과정은 학생들에게 익숙한 앱을 소개하고, 학생들의 사용량을 계산해 보게 한다.	(4) 이렇게 내가 사용하는 물의 양은 많지만, 지구상의 물중에 인간이 이용 가능한 수자원으로서의 물은 적기 때문에 수자원을 확보하는 것은 중요한 일임을 설명한다.	이 과정은 학생들에게 익숙한 앱을 소개하고, 학생들의 사용량을 계산해 보게 한다.	(5) 왜냐하면 물의 요정인 '갓파' 캐릭터를 보여주면서, 물이 깨끗하고 맑은 물이 아니면 죽게 되는 특징을 가진 담수를 소개한다.	수업 상황에 따라 '갓파'와 '여름방학' 애니메이션 동영상과 관련할 수도 있다.	(6) 이렇게 소개한 담수를 소개하면서 깨끗한 담수를 고장적으로 확보하는 것이 중요하다는 것, 그리고 상수를 깨끗이 관리하는 것도 중요하다는 것을 알려줌으로써 나뿐만 아니라 모든 사람들의 노력이 필요하다는 것을 인식한다.	이 과정은 학생들에게 익숙한 앱을 소개하고, 학생들의 사용량을 계산해 보게 한다.
(2) 이 중에서 인간이 이용할 수 있는 물의 양은 얼마만큼일까? 질문한다. - 지구상의 물중에서 인간이 이용 가능한 강이나 호수 형태의 담수는 23만년에 불과하고, 이는 총량 중 0.016% 정도 밖에 안 되는 것이다.	필요한 경우, 학생들에게 질문한다.										
(3) 물 사용량 모니터링 앱을 이용하여 학생들로 하여금 나의 평소 하루 평균 물 사용량을 계산해 보게 한다.	이 과정은 학생들에게 익숙한 앱을 소개하고, 학생들의 사용량을 계산해 보게 한다.										
(4) 이렇게 내가 사용하는 물의 양은 많지만, 지구상의 물중에 인간이 이용 가능한 수자원으로서의 물은 적기 때문에 수자원을 확보하는 것은 중요한 일임을 설명한다.	이 과정은 학생들에게 익숙한 앱을 소개하고, 학생들의 사용량을 계산해 보게 한다.										
(5) 왜냐하면 물의 요정인 '갓파' 캐릭터를 보여주면서, 물이 깨끗하고 맑은 물이 아니면 죽게 되는 특징을 가진 담수를 소개한다.	수업 상황에 따라 '갓파'와 '여름방학' 애니메이션 동영상과 관련할 수도 있다.										
(6) 이렇게 소개한 담수를 소개하면서 깨끗한 담수를 고장적으로 확보하는 것이 중요하다는 것, 그리고 상수를 깨끗이 관리하는 것도 중요하다는 것을 알려줌으로써 나뿐만 아니라 모든 사람들의 노력이 필요하다는 것을 인식한다.	이 과정은 학생들에게 익숙한 앱을 소개하고, 학생들의 사용량을 계산해 보게 한다.										
<p><b>공동체 문제 이해하기</b>                      :학생들이 하루 동안 사용하는 물의 양은 많지만, 우리가 사용할 수 있는 수자원으로서의 물은 적으므로 수자원을 확보하는 것과 일본의 요괴인 갓파를 소개하면서 깨끗한 담수를 고장적으로 확보하는 것이 중요하다는 것, 그리고 상수를 깨끗이 관리하는 것도 중요하다는 것을 알려줌으로써 나뿐만 아니라 모든 사람들의 노력이 필요하다는 것을 인식한다.</p>	<p><b>기초탐구기능을 통한 자료 수집하기</b>                      하루 동안 물을 얼마나 사용했는지 관찰하고 측정하여 하루 평균 물 사용량을 계산한다.</p>										
<p><b>갓파에 대해서</b></p> <p>갓파(河童) 또는 가와타로(川太郎) 또는 가와고(川子)는 일본 민담에 나오는 전설적인 동물이자 물의 요정이다. 대부분의 그림에서 갓파는 아이 크기의 영장류이고, 몸은 거북이의 등딱지를 가진 원숭이나 개구리로 그려진다. 갓파의 뇌에 해당되는 부분에는 물이 고여 있는데, 이 물이 말라버리면 갓파는 죽게 된다. 또한 갓파는 인간에게 접근하여 집골술(接骨術)을 전수해 줌으로써 인간에게 도움을 준다. 갓파는 오이를 광적으로 좋아하며 오이가 갓파의 주식이다. (출처: 위키 백과)</p>											
<p><b>갓파를 소재로 한 일본의 애니메이션 '갓파쿠와 여름방학' 중 일부 장면</b></p>											

- (7) 오늘날 상수 확보와 저장을 위해서 활용되고 있는 기술과 사례들을 설명한다.
- 상수 전용 댐 (우리나라)
  - 소규모 마을 맞춤형 상수 시스템 (아프리카)

전개

**저장기술과 사례**

▶ 「상수 가압용 펌프유닛」: 상수도관에 상수도관에 접속되는 유입구와 상기 유입할 수 있는 제2공간부, 제2공간부 내의 물이 외에도 펌프출입구를 구비하는 케이스 교체 시에 편리하고 비용절감 효과도 커, 예전 물탱크보다 큰 것만큼 물탱크 있다. 이 기술은 세련된 배구관망개선사업에 적용되고 있다.

**새로운 과학기술에 적응하고 활용하기**  
상수 확보와 저장을 위해서 오늘날 활용되고 있는 기술과 사례를 설명하여 발전하는 과학기술에 대해 알고, 이를 이해하고 활용할 수 있다.



‘급수펌프 일체형 물탱크’의 현장설치 사진.

(25분)

(8) 확보된 상수를 보다 깨끗하게 만들기 위해서는 정수 과정을 거쳐야 함을 이야기하며, 우리나라의 정수 과정에 대해서는 '사이버정수장 견학'을 통해 알아보도록 한다.  
- 스마트 패드를 이용해 다음의 주소(참고문헌 3번 참조)에 접속해 '사이버정수장 견학'을 자기 주도적으로 학습한다.

수업자료  
1-3

**사이버정수장 견학 플래시 영상의 내용은 다릅니다.**



1. 취수  
곳입  
(\*원수  
이러  
자동  
감시합니다.)

**다양한 매체 속 정보 이해하기**  
스마트패드를 이용하여 '사이버정수장 견학' 플래시를 상영함으로써 우리나라 정수 과정에 대해 알 수 있다. 스마트패드의 플래시영상이라는 매체를 통해 정보를 습득할 수 있다.



2. 착수정: 취수장에서 들어온 물의 양 및 수위를 조절하는 곳입니다.



3. 약품 투입실: 정수장으로 들어온 물에 이물질 및 유해물질을 제거하기 위하여 각종 정수약품을 투입하는 곳입니다.  
(\*정수 약품(응집제)은 미세한 탁한 물질들(플로이드성 물질)을 큰 덩어리로 뭉치게 하는 역할을 합니다.)



4. 혼화지: 물속에 넣은 약품과 물이 잘 섞이도록 하는 곳입니다.

(9) '사이버정수장 견학'의 내용을 바탕으로 간단한 퀴즈를 내어 학생들의 자기 주도적 학습 성과를 확인한다.

1) 미세부유물질을 거르기 위한 여과지에서 여과층의 구성은 어떻게 구성되어 있나요?

(정답: 모래, 자갈, 안트라사이트)

2) 여과지를 통과한 후 물 속의 각종 세균

(정답: 염소)

**자기 주도적이고 지속적으로 학습하기**  
스마트패드를 이용하여 우리나라 정수 과정에 대해 자기 주도적으로 학습할 수 있도록 제시 하였다. 또한 플래시 영상에 대한 퀴즈를 통해 성과를 확인할 수 있다.

(9) 수업 내용을 바탕으로 하여 상수 확보 및 관리를 소재로 하여 상수 확보 및 관리의 중요성이나 그 과정 등을 잘 전달할 수 있도록 모둠별로 '옹달샘' 노랫말을 바꿔 써 보게 한다.

학생 성향에 따

자료 1


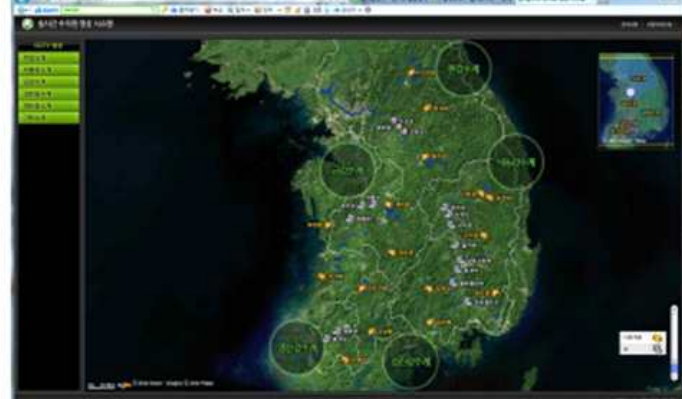
**옹달샘 노랫말 바꿔 부르기**

다음은 여러분이 잘 알고 있는 '옹달샘' 및 저장, 관리에 대해서 정리해 보고.

**창의적 사고하기**  
수업 시간에 배운 상수 확보 및 저장, 관리에 대해 정리해보고, 수업 내용을 창의적으로 생각하여 옹달샘 노랫말을 만들어 볼 수 있다.



옹달샘	
<p>깊은 산속 옹달샘 누가 와서 먹나요? 새벽에 토끼가 눈 비비고 일어나 세수하러 왔다가 물만 먹고 가지요.</p> <p>맑고 맑은 옹달샘 누가 와서 먹나요? 달밤에 노루가 숨바꼭질하다가 목마르면 달려와 얼른 먹고 가지요.</p>	<p>원수 있는 취수장 수위조절 착수정 약품 투입실에는 유해물질을 제거해 약품하고 물들이 잘 섞이게 하지요</p> <p>응집시서 불순물 제거하게 하지요. 침전지 여과지 염소 투입실 지나서 정수지도 지나서 배수지로 가지요.</p>



<p>정리 2 -선택 (15분)</p>	<p>(9) 이번에는 스마트 패드를 이용해서 한국수자원공사 홈페이지를 방문하여 자기 학교나 집 주변 지역 정수장의 실시간 수질 정보 및 실시간 수자원 영상을 찾아보게 한다. 참고문헌 4번 참조 첫 번째 (물정보관&gt;실시간 자료) 참고문헌 4번 참조 첫 번째 (실시간 수자원 영상) - 이를 통해 이론적으로 학습한 상수 확보 및 관리가 실제로 우리 주변에서 어떻게 일어나고 있는지를 알 수 있다.</p> <p>(10) 확인한 자료를 바탕으로 하여 우리 주변의 상수 확보 및 관리에 있어서 생각해 볼 쟁점은 무엇인지를 발견하고 발표하게 한다.</p> <p>(11) 우리 주변의 상수 확보 및 관리는 결국 나와 관련된 문제임을 언급하면서 지속적인 관심을 가질 것을 이야기 하며 수업을 마무리한다.</p>	<p><b>다양한 매체 속 정보 이해하기</b> 스마트패드라는 매체를 사용하여 한국수자원공사 홈페이지에 접속하고, 정수장의 실시간 수질 정보를 습득할 수 있다.</p>
<p><b>우리 지역 주변의 정수장의 수질은 어떨까요?</b> - 스마트 패드를 통해 <a href="http://www.kwater.or.kr">http://www.kwater.or.kr</a>에 접속하여 수질정보를 클릭하면 원하는 자료를 얻을 수 있다.</p> 		<p><b>공동체 문제 이해하기</b> 우리 주변의 상수 확보 및 관리는 나 자신과 관련된 문제라고 언급하면서 결국 모든 사람들과 관련된 공동체의 문제임을 인식할 수 있다.</p>
<p><b>우리 지역의 댐 상황은 어떨까요?</b> - 스마트 패드를 통해 <a href="http://cctv.kwater.or.kr">http://cctv.kwater.or.kr</a>에 접속하여 자기 지역 수계를 선택하여 클릭하면 원하는 자료를 얻을 수 있습니다.</p>		
<p><b>자기 주도적이고 지속적으로 참여하기</b> 학생들에게 스마트패드를 제공하여 정수장의 실시간 수질 정보 및 실시간 수자원 영상을 자기 주도적으로 찾아보게 할 수 있다. 상수 확보 및 관리는 모두의 문제이면서 나와 관련된 문제로 지속적인 관심과 참여가 필요함을 알 수 있다.</p> 		

물 부족 프로그램 2차시는 상황 제시 단계로 인간에게 물은 없어서는 안 될 존재이  
 나 물이 필요한 모든 곳에 충분히 존재하는 것은 아니다. 따라서 물을 필요한 곳에 사  
 용하기 위해서는 자원화된 물을 적절히 보내주는 것이 중요하다. 이 수업은 학생들이  
 상수 보급의 중요성을 파악하고, 효율적인 상수 보급 방안을 이해하는 내용으로 구성  
 되어 있다. 상수도 설치와 관리에 대해 역사적 사례를 살펴보고 효율적인 방안에 대해  
 발표해보고, 스마트 기기를 이용하여 자료를 수집하고 상수보급 게임을 할 수 있도록  
 한다. 이 차시에서는 스마트패드를 통해 환경부 푸르누리 상하수도 종합 정보 시스템  
 에 접속하여 나에게 공급되는 물의 근원지를 알아봄으로써 다양한 매체 속 정보 이해  
 하기 역량을 함양할 수 있다. 국내, 국외 상수도 시설의 설치 및 관리에 대한 사례들을  
 살펴보고 효율적인 상수 보급 방안이 무엇인지 생각해 보고 발표하는 활동을 통해 논  
 리적 사고하기, 과학적 근거로 논증하기 역량을 함양할 수 있다. 스마트폰 앱게임  
 plumber2는 물이 흘러갈 수 있도록 파이프를 움직여 연결시켜주어 단계를 넘어가는  
 파이프 게임으로 이 게임을 통해 여러 가지 모양의 파이프를 이용하여 이를 어떻게 연  
 결시키면 물이 흘러갈 수 있는지를 생각하고 이를 통과하는 과정에서 창의적 사고하기  
 역량을 함양할 수 있다. 이 차시를 통해 과학적 사고력의 논리적 사고하기, 창의적 사  
 고하기, 과학적 의사소통 능력의 다양한 매체 속 정보 이해하기, 과학적 근거로 논증하  
 기 역량을 함양할 수 있다(표 33).

표 33. STEAM 프로그램: 물 부족(2차시) 분석 결과

2차시_필요한 곳으로 물을 배달하자	
<p>- 인간이 물을 사용하는 데 있어서 상수를 적절히 보급하는 것이 얼마나 필요한 일인지를 이해하고, 효율적인 상수 보급의 방법을 모색해 본다.</p>	
<p>과학적 사고력_논리적 사고하기                      과학적 사고력_창의적 사고하기                      과학적 의사소통 능력_다양한 매체 속 정보 이해하기                      과학적 의사소통 능력_과학적 근거로 논증하기</p>	
<p>(4) 스마트 패드로 상수도 정보시스템에 접속하여 자신의 집이나 학교에 공급되는 물이 어디서부터 온 것인지 확인해 보게 한다.</p> <p>- <a href="#">참고문헌 5번 주소</a>에 접속하여 해당 지역을 누르면 알 수 있다.</p>	<p><b>우리나라의 상수도 정보시스템</b></p> <p><a href="#">환경부 푸르노리 상수도 종합 정보 시스템</a>에 접속합니다. 지도에서 각 해당 학교 인근 지역을 클릭하면,</p> <p>[예] 광주광역시시의 경우,</p>   <p>-각화정수장, 덕남 정수장, 지원정수장, 용연정수장의 4개 정수장이 있습니다.</p>

전개 1  
(25분)

(6) 다음 사례를 통해 역사적 혹은 국가별로 상수도 시설을 어떻게 설치, 관리했는지 설명한다.  
- 고대 로마                      - 영국 런던  
- 이스라엘                      - 우리나라

수업자료  
2-2

(7) 사례를 보았을 때, 효율적인 상수 보급 방안은 무엇인지 생각해 보고 발표하게 한다.

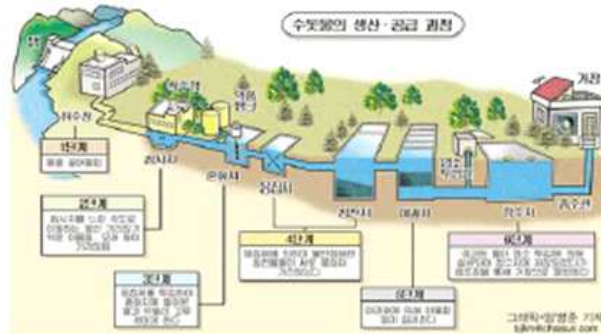
**나라의 상수도**  
**논리적 사고하기**  
네 국가의 사례를 살펴보고, 각 국가들이 사용한 상수 보급 방안 중 가장 효율적이라고 생각하는 나라는 어디인지 왜 그렇게 생각하는지 논리적으로 사고할 수 있다

**과학적 근거로 논증하기**  
네 국가가 사용한 상수 보급 방안 에 대해 과학적인 근거를 들어 가장 효율적이라고 생각하는 곳을 정하고 발표하는 시간을 통해 논리적으로 발표할 수 있다.

**우리는 어떻게 상수도를 관리할까요?**

수돗물의 안전성 확보를 위해 한국수자원공사에서는 250개 항목에 대하여 수질검사를 실시하고 있다 (세계보건기구에서 권장하는 151개의 항목보다 99개 많음). 특히 수돗물의 공급과정에서 오염여부를 확인하기 위해 급수관로 및 수도꼭지에서도 철저한 수질검사가 이루어지고 있다.

※각국의 수질검사 현황: WHO(151항목), 미국(102항목), 일본(117항목), 한국수자원공사(250항목)



**서울시의 상수도 관리**

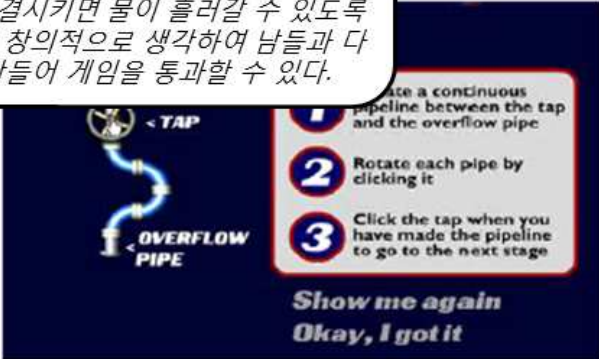

각 취수장에 설치된 유해물질 자동 감시시스템으로 상수원수의 수질을 철저히 감시하고, 상수도 배관망의 네트워크화를 통하여 24시간 무단수 체계를 구축하였다. 특히 더구나 정수장이나 가압장에서 직접 급수하던 방식을 간접급수방식으로 전환하여 돌발적인 사고에 대응할 수 있도록 갖추었다. 2005년 6월부터는 원수에서 수도꼭지까지 수돗물 수질자동감시시스템을 구축하여 탁도, pH, 잔류염소에 대해 시민에게 인터넷을 통해 실시간으로 매시간 수질정보를 공개하고 있다.

(출처: 한국수자원공사 홈페이지)

<p>정리 (15분)</p>	<p>(8) 앱 게임을 통해 상수 보급을 재미있게 체험하게 한다. 스마트 패드로 앱을 다운받게 한 뒤, 모동원이 변갈아가며 게임을 수행하고, 10분 뒤에 가장 높은 레벨까지 올라간 모동에게 시상한다.</p>	<p>앱 게임으로는 plumber2가 적절하다. 학생들이 좋아할 만한 적절한 보상을 준비하여 제공한다.</p>	<p>수업자료 2-3</p>
---------------------	---	---	---------------------





**창의적 사고하기**  
*plumber2*는 파이프를 연결시켜 물이 흘러갈 수 있도록 해 단계를 넘어가는 파이프 게임이다. 이 게임을 통해 여러 가지 모양의 파이프를 어떻게 연결시키면 물이 흘러갈 수 있도록 할 수 있는지 창의적으로 생각하여 남들과 다른 답을 만들어 게임을 통과할 수 있다.

각을 많이 자극할 수 있습니다.

물 부족 프로그램 3차시는 상황 제시 단계로 학생들이 하수 처리와 관련한 실제 피해 사례를 탐색함으로써 하수 처리의 중요성에 대해 깨닫고, 구체적인 하수 처리 과정과 방법에 대해 학습하게 된다. 특히 도시에서는 물 부족과 관련하여 빗물을 잘 처리해서 수자원화 하는 것이 중요함을 알고, 빗물 처리 방법과 개인 수준에서 할 수 있는 빗물 처리 관련 실천 방안을 이해하는 내용으로 구성되어 있다. 영화 속 캐릭터의 탄생 비화와 생활용품과 관련한 에피소드를 생각해보게 하고, 이를 설명함으로써 하수 처리의 중요성을 인식하게 하며 개인적 수준에서 하수 처리와 빗물처리와 관련하여 할 수 있는 실천을 생각해 보게 한다. 이 차시에서는 만화 ‘닌자 거북이’와 영화 ‘괴물’의 공통점이 무엇인지 각각의 내용을 상기하면서 닌자 거북이와 괴물의 탄생 원인을 생각하면서 논리적 사고하기 역량을 함양할 수 있다. 닌자 거북이와 괴물 모두 생활 속 오염물질들을 하수구에 무단 방류하여 만들어진 존재로 생활 속에서 발생하는 화학물질 중 오염물질로 인한 문제라는 것을 알아가면서 또한 오늘날 하수 처리 과정과 방법에 대해 알고 일상생활에서 올바른 하수 처리 방법이 왜 필요한지 배움으로써 일상생활 속 과학적 문제 파악하기 역량을 함양할 수 있다. 우리 생활 속에서 발생하게 되는 오염물질의 하수 처리를 올바르게 하지 않는다면 공동체적인 문제로 기이한 생명체 등 여러 문제가 발생할 수 있다는 것을 알고, 하수 처리를 제대로 하지 않아 상수가 오염되고 발생했었던 집단의 문제 상황의 사례들을 제시함으로써 공동체 문제 이해하기 역량을 함양할 수 있다. 다음은 ‘하이힐’과 ‘파라솔’이 만들어진 이유에 대해 닌자 거북이와 괴물을 연관시켜 생각해봄으로써 창의적 사고하기 역량이 함양될 수 있다. 빗물 처리에 관련하여 개인적으로 실천할 수 있는 방안을 제시하고 ‘비가 오기 전 내 집 앞 하수구 쓸기’ 캠페인의 내용을 실천할 수 있는 방법에 대해 생각해봄으로써 실천방법 모색하기 역량을 함양할 수 있다. 마지막으로 ‘비가 오기 전 내 집 앞 하수구 쓸기’ 캠페인 사례를 보고 이러한 캠페인 실천을 권유함으로써 자기주도적이고 지속적으로 참여하기 역량이 함양될 수 있다. 이 차시를 통해 논리적 사고하기, 창의적 사고하기, 과학적 문제해결력의 일상생활 속 과학적 문제 파악하기, 실천방법 모색하기, 과학적 참여와 평생 학습 능력의 공동체 문제 이해하기, 자기주도적이고 지속적으로 참여하기 역량을 함양할 수 있다(표 34).

표 34. STEAM 프로그램: 물 부족(3차시) 분석 결과

3차시_다 쓴 물과 빗물은 어떻게 처리할까?	
- 하수 처리 문제로 인한 피해 사례를 통해 하수 처리의 중요성을 이해하고, 하수 처리 과정과 방법에 대해 알 수 있다. - 물 부족과 관련하여 도시에서는 특히 빗물을 처리하는 과정이 필요함을 알고, 이를 위해 자신이 할 수 있는 실천 방법을 깨닫는다.	
과학적 사고력_논리적 사고하기 과학적 사고력_창의적 사고하기 과학적 문제해결력_일상생활 속 과학적 문제 파악하기 과학적 문제해결력_실천방법 모색하기 과학적 참여와 평생 학습 능력_공동체 문제 이해하기 과학적 참여와 평생 학습 능력_자기주도적이고 지속적으로 참여하기	
 <p>&lt;닌자 거북이&gt;</p>	 <p>&lt;영화 '괴물'&gt;</p>
<p><b>일상생활 속 과학적 문제 파악하기</b>                      닌자 거북이와 괴물 모두 생활 속 오염물질들을 하수구에 무단 방류하여 만들어진 존재로 우리 생활 속에서 발생하는 화학물질 등 오염물질로 인한 문제라는 것을 알 수 있다.</p>	<p><b>논리적 사고하기</b>                      만화 '닌자 거북이'와 영화 '괴물'의 공통점이 무엇인지 각각의 내용을 상기하면서 닌자거북이와 괴물의 탄생 원인을 논리적으로 생각할 수 있다.</p>
<p>도입 1 (5분)</p>	<p>(1) '닌자 거북이'와 '괴물' 포스터를 보여주고, 두 개의 공통점이 무엇인지 생각해 보게 한다.</p> <p>(2) 닌자 거북이와 괴물은 모두 하수구에 오염물질을 무단 방류하여 만들어진 존재라는 공통점이 있음을 설명한다.                      - 닌자 거북이는 하수구에 흘러들어온 방사능 물질에 의해, 영화 괴물은 포름알데히드를 하수구에 무단 방류했기 때문에 돌연변이를 일으켜 만들어진 캐릭터이다.</p> <p>(3) 이처럼 하수 처리를 제대로 하지 않으면 생물체에게 제기할 수 없는 문제가 생길 수도 있음을 인식시킨다.</p>
<p><b>공동체 문제 이해하기</b>                      우리생활 속에서 발생하게 되는 오염물질의 하수 처리를 올바르게 하지 않는다면 공동체적인 문제로 기이한 생명체 등 여러 문제가 발생할 수 있다는 것을 알 수 있다.</p>	<p><b>창의적 사고하기</b>                      하이힐과 파라솔이 만들어진 이유에 대해 닌자거북이와 괴물을 연관시켜 창의적으로 생각해볼 수 있다.</p>
	<p>&lt;파라솔&gt;</p> 

**하수 처리의 방법**

분류식 하수도



합류식 하수도



**일상생활 속 과학적 문제 파악하기**  
 오늘날 하수 처리 과정과 방법에 대해 알고 일상생활에서 올바른 하수 처리 방법이 왜 필요한지 과학적인 문제가 발생할 수 있음을 알 수 있다.

하수 처리의 방식에는 2가지가 있다. 분류식 하수 오수만 처리장으로 보내지게 된다. 따라서 수질 오수도는 오염된 물과 빗물이 같은 관을 타고 움직이며, 주로 다발 지역에 설치된다.

전개 1 (15분)	(7) 오늘날의 하수 처리 과정과 방법을 간단히 설명한다.	수업자료 3-2
	(8) 이러한 하수 처리를 제대로 하지 않으면 물 순환 과정에서 다시 상수가 오염됨으로써 피해를 받게 됨을 아래 사례를 통해 이야기한다. - 1892년 독일 함부르크 엘베 강 - 1991년 우리나라 대구 페놀 사건 등	수업자료 3-3

**1953년 일본 미나마타병**



**공동체 문제 이해하기**  
 하수 처리를 제대로 하지 않아 상수가 오염된 사례를 제시하여 하수 처리가 올바르게 이루어지지 않을 시 집단의 문제가 될 수 있음을 알 수 있다.

미나마타병은 수은이 어패류 체내에 들어가, 그것을 많이 먹은 사람에게서 발병한다는 것을 밝혀냈다. 공업용수가 바닷물에 희석되어도 먹이사슬을 통해 그 축적농도가 증가된 물고기를 섭취한 갈매기, 고양이는 물론 인체에까지 수은중독 증세가 나타난 것이다. 이 사건으로 43명이 사망하고, 111명이 치유불능의 마비증상으로 일생을 고통으로 보내게 되었으며 기형으로 태어난 어린이만도 19명에 이르렀다.



<p>정리 (10분)</p>	<p>(11) 도시 차원 뿐 아니라, 개인적 수준에서도 빗물과 관련하여 할 수 있는 실천이 있음을 이야기한다. -수업 상황에 따라서 학생들로 하여금 실천방안을 생각해 보게 할 수도 있다.</p> <p>(12) '비가 오기 전 내 집 앞 하수구 쓸기' 캠페인에 대해 소개하고, 학생들의 실천 다짐을 유도하며 수업을 마무리한다.</p> <p>-하수구가 이물질로 막혀 있으면 빗물이 하수도로 흘러들어가지 못해 침수 피해가 나기도 하고, 쓰레기가 도면 빗물이 지면을 흐르면서 오염되어 보</p>	<p>필요에 따라서는 학생들로 하여금 우리 집 주변의 우수처리시설(빗물처리맨홀이나 우수관)을 찾아서 조사해 보는 과제를 내 주어</p>	<p>수업자료 3-5</p>
<p><b>실천방법 모색하기</b> 빗물 처리에 관련하여 개인적으로 실천할 수 있는 방안이 있음을 알고, '비가 오기 전 내 집 앞 하수구 쓸기' 캠페인의 내용을 실천할 수 있는 방법에 대해 알 수 있다.</p> <p>할 수 있는 일은 비가 오기 전에 평소 집 앞 관련한 캠페인 사례는 다음과 같습니다.</p>			
<p><b>자기주도적이고 지속적으로 참여하기</b> '비가 오기 전 내 집 앞 하수구 쓸기' 캠페인을 보고, 앞으로 캠페인 실천을 지속적으로 참여할 수 있도록 한다.</p> <p><b>&lt;캠페인 내용&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 단독주택이 많은 마을을 대상으로 내 집 앞 내가 쓸기 거리 캠페인</li> <li>- 도로 및 도시 지역에서 유출되는 비점오염 물질량이 많음을 자료를 배포하여 알리고 내 집 앞 내가 쓸기에 참여토록 권유</li> <li>- 내 집 앞 쓰레기는 비가 올 때 상수원수인 하천으로 흘러들어 가고 있음을 이해시키는 방향으로 추진</li> <li>- 대상 마을을 방문하여 주민과 함께 집 앞 쓸기를 실천수범하여 주민들의 동참을 적극 권유</li> </ul>			

물 부족 프로그램 4차시는 창의적 설계 단계로 학생들은 물 부족과 관련하여 물 정화가 중요한 이유에 대해 실제 사례를 바탕으로 파악한다. 이어 키트를 통해 물 정화 방안을 모색하는 활동을 하게 되는데, 물 정화 키트의 구성 재료에 대한 상세한 탐색을 통해 각 재료의 특성을 확인하고, 그를 바탕으로 물 정화 키트를 직접 설계해 보는 내용으로 구성되어 있다. 이 차시에서는 아프리카의 흙탕물 음용과 질병 발생의 사례를 들어 인간이 건강하게 이용가능한 수자원을 확보하려면 물을 정화하는 것이 필수적임을 알게 되며 일상생활 속 과학적 문제 파악하기 역량을 함양할 수 있다. 또한 물 정화의 필요성을 알고 오염된 물과 위생환경으로 발생하게 되는 주요 질병 등 여러 공동의 문제가 발생할 수 있음을 학습하여 공동체 문제 이해하기 역량을 함양할 수 있다. 물 정화 키트를 만들기 전 물 정화에 적합한 재료를 스스로 찾아오게 함으로써 알맞은 재료를 찾아 가설을 설정하고 탐구를 미리 설계해볼 수 있으며 또한, 재료의 특성을 파악한 후 물 정화를 위해 필요한 재료의 순서를 설계함으로써 가설 설정 및 탐구 설계하기 역량을 함양할 수 있다, 물 정화 키트의 재료를 관찰하고, 각 재료의 특성을 성능, 색, 모양 등 다각도로 관찰하고 오염물을 부어 성능을 확인하고 냄새 정화, 색깔 정화, 부유물 정화 등 각 효과에 따라 재료를 배열하는 작업을 통해 기초탐구기능을 통한 자료 수집하기 역량을 함양할 수 있다. 키트에서 주어진 재료가 아닌 물을 정화할 수 있는 다른 재료의 특성을 과학적으로 설명하고 제시하여 재료의 필요성을 토의를 통해 논리적으로 말하는 활동을 통해 과학적 근거로 논증하기 역량을 함양할 수 있다. 토의를 통해 추가해야 할 재료가 무엇인지 자신의 의견도 제시하고 조원들의 의견도 나누면서 상대방의 의견 수용 및 조율하기 역량을 함양할 수 있다. 마지막으로 물 정화 키트에 주어진 재료가 아닌 다른 재료를 제시하면서 학생의 창의적 사고하기 역량을 함양시킬 수 있다. 이 차시를 통해 과학적 사고력의 창의적 사고하기, 과학적 탐구 능력의 가설 설정 및 탐구 설계하기, 기초탐구기능을 통한 자료 수집하기, 과학적 문제해결력의 일상생활 속 과학적 문제 파악하기, 과학적 의사소통 능력의 과학적 근거로 논증하기, 상대방의 의견 수용 및 조율하기, 과학적 참여와 평생 학습 능력의 공동체 문제 이해하기 역량을 함양할 수 있다(표 35).

표 35. STEAM 프로그램: 물 부족(4차시) 분석 결과

<b>4차시_물 정화 키트 설계자가 되자!</b>	
<p>- 물 부족과 관련하여 물 정화가 필요한 이유를 사례를 통해 알 수 있다.</p> <p>- 물 정화 키트에 포함되어 있는 다양한 재료들의 효율성을 직접 탐색하고, 그를 바탕으로 효율적인 물 정화 키트를 직접 설계한다.</p>	
<p>과학적 사고력_창의적 사고하기</p> <p>과학적 탐구 능력_가설 설정 및 탐구 설계하기</p> <p>과학적 탐구 능력_기초탐구기능을 통한 자료 수집하기</p> <p>과학적 문제해결력_일상생활 속 과학적 문제 파악하기</p> <p>과학적 의사소통 능력_과학적 근거로 논증하기</p> <p>과학적 의사소통 능력_상대방의 의견 수용 및 조율하기</p> <p>과학적 참여와 평생 학습 능력_공동체 문제 이해하기</p>	
<p><b>오염된 물로 인한 설사병으로 죽는 아이들, 매일 1명</b></p> <p>오염된 물과 비위생적인 환경은 어린이에게 여러 질병을 일으킨다. 농촌과 도시 빈민지역의 주민들은 노전에서 배설을 하며 인근의 강에서 물을 씻고, 물을 길어다 먹는다. 오염된 물로 인한 설사병으로 날마다 6천 명의 어린이가 생명을 잃는다. 또한 아무데나 널려있는 배설물과 쓰레기는 장티푸스, 발진티푸스, 페스트 등 무서운 전염병을 퍼뜨리는 주요 원인이 되고 있다.</p> <p>(2) 아프리카의 흙탕물 음용과 질병 발생 등을 사례로 들어 인간이 건강하게 이용할 수 있는 수자원을 확보하려면 물을 정화하는 것이 필수적임을 설명한다.</p> <p>- 이와 함께 도시에서도 상수 관리와 보급 시에 물을 정화하고 있음을 이전 시간에 배웠다고 상기시킨다.</p>	<p><b>일상생활 속 과학적 문제 파악하기</b></p> <p>아프리카의 경우 극심한 가뭄 현상으로 흙탕물을 음용하고 있으며 이러한 문제로 일상생활에서 수많은 질병이 발생하므로 물을 정화하는 것이 필수적임을 과학적으로 파악할 수 있다.</p>
<p><b>오염된 물과 위생환경으로 발생하는 주요 질병</b></p> <p><b>설사</b></p> <p>매년 40억 건의 설사병이 보고되며 이로 인해 1년에 220만 명이 사망한다. 이 중 대부분이 5세 미만 어린이이다. 비누와 물로 손을 깨끗이 씻기만 하면 설사의 3분의 1을 예방할 수 있다. 매일 설사병으로 사망하는 5세 미만 어린이는 5천 명에 이른다.</p> <p><b>결막염</b></p> <p>오염된 물로 눈을 씻거나 하면 결막염을 일으키는 질병으로 1년에 약 6백만 명이 결막염으로 실명한다. 안전한 물을 공급하면 결막염 비율을 25% 감소시킬 수 있다.</p> <p><b>콜레라</b></p> <p>세계적으로 심각한 질병이며 긴급 상황 시 발병 위험성이 더 높아진다. 안전한 물 공급과 공중위생의 개선, 정결한 위생습관 등으로 예방할 수 있다.</p>	<p><b>공동체 문제 이해하기</b></p> <p>인간이 건강하게 이용할 수 있는 수자원을 확보하기 위해서 물 정화하는 것은 필수적으로 정화되지 않은 물을 음용할 시 질병 등 여러 공동의 문제가 발생할 수 있음을 알 수 있다.</p> <p>으로써 팔다리에 심한 고통을 느끼게 되는 질환이다. 미세한 전으로 물을 걸러 마시거나 감염자의 물 접근 제한, 안전한 우물 설치, 살충제 등을 통해 예방할 수 있다.</p> <p><b>주열충증</b></p> <p>약 2억 명이 감염되어 이 중 2천만 명은 심각한 정도에 이른다. 안전한 물과 적절한 위생시설을 통해 77% 감소시킬 수 있다.</p> <p><b>기생충</b></p> <p>개발도상국 인구의 10%가 감염되어 있다. 감염 정도에 따라 영양실조와 빈혈을 일으키고, 지능 발달에 영향을 주고, 성장과 교육에 장애를 가져온다.</p>

## 물 정화 키트의 원리, 구성물 소개

### 키트의 원리

사람이나 동물에게 자연치유능력이 있듯이 자연계에도 스스로 오염물질을 정화할 수 있는 능력이 있는데, 이것을 자정작용 또는 자연정화작용이라 한다. 이 키트는 이러한 다중 여과의 원리를 이용하여 지표수가 지하수로 흘러들어가면서 정화하는 과정을 모사한 것으로서 오염된 물이 땅속으로 스며들면서 자갈층에 의해 크기가 큰 먼지 입갱이들을 먼저 걸러내고, 그 다음에 모래층에 의해 미세한 오염물질들이 제거 된다. 특히 여기서 사용되는 리적 특성의 재료들과 중금속과 같은 유기물을 걸러내는 활성탄과 같은 재료들의 각 특성은 각각의 작용 역할이 있으므로 그

**가설 설정 및 탐구 설계하기**  
과제를 제시하여 물을 정화할 수 있는 적합한 재료가 무엇인지 스스로 생각하고 찾아보게 하여 탐구를 미리 설계해 볼 수 있다.

전개 1 (20분)	<p>(3) 우리가 지금부터 초점을 맞추고자 하는 것은 바로 '물 정화'이며, 어떻게 하면 물을 잘 정화할 수 있을지를 모색해 보는 활동을 이제부터 진행할 것임을 안내한다.</p> <p>(4) 모둠별로 물 정화 키트를 나누어 주고, 학생들로 하여금 나누어 받은 키트의 재료를 관찰하고, 각 재료의 특성을 파악하게 한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-재료의 성능, 가격, 색, 모양 등을 다각도로 탐색하도록 한다.</li> <li>-재료의 성능은 각 재료에 흙탕물 등을 붓고 정화 성능을 실험하여 확인할 수 있다.</li> </ul>	이 과정에서 학생들에게 미리 수업 안내를 하고 물 정화에 적합한 재료를 스스로 찾아와보게 하는 과제를 제시해도 좋다.	수업자료 4-3
---------------	---	---	----------

정화재료	특징	사진	참고
------	----	----	----

**기초탐구기능을 통한 자료 수집하기**  
물 정화 키트 안의 각 재료들의 성능, 색, 모양을 다각도로 관찰하여 특징을 알고, 각 재료에 오염물을 부어봄으로써 성능을 확인할 수 있다.

모래	자갈에서 걸러지지 못한 부피의 이물질을 2차적으로 걸러주는 역할을 함		일반적으로 사용되는 모래 (굵은 모래 및 가는 모래) 단가: 1L당 400 원
무연탄	모래 대응으로 주로 이용되기도 하며, 유기물을 분해할 수 있는 효능도 있음		참고문헌 13번 참조 단가: 1L당 800 원
화산석	마그마 용출에 의해 생성되어 방사성 물질이 적어 인체에 무해할 뿐만 아니라 항균력과 탈취력 및 정화 능력이 뛰어남		참고문헌 13번 참조 단가: 1kg당 1,400 원

## 물 정화 키트 설계

주어진 키트의 재료를 자세히 관찰해 봅시다. 여러 가지 측면에서 각 재료를 세심하게 관찰해 보세요.

재료명	예상 성능	색	모양 및 크기	가격
자갈				
모래				
모양탄				

**과학적 근거로 논증하기**  
주어진 재료가 아닌 물을 정화할 수 있는 다른 재료의 특성을 과학적으로 설명하여 재료의 필요성을 토의를 통해 논리적으로 말할 수 있다.

**상대방의 의견 수용 및 조율하기**  
토의를 통해 추가해야 할 재료가 무엇인지 자신의 의견도 제시하고 상대방의 의견도 수용하며 의견 조율을 통해 의사를 결정할 수 있다.

모동별 토의를 통해 주어진 키트의 재료 외에 물 정화를 위해 사용하면 좋을 것으로 예상되는 재료가 있다면, 위의 표에 추가하세요.

효과적인 물 정화를 위한 키트의 구성과 모습(어떤 재료를 어떤 순서로 넣을 것인지)을 그려보세요. 그리고 우리 모둠에서 키트 설계에 있어서 중점을 둔 측면은 무엇인지 적으세요.

<물 정화 키트 설계도>

자갈
모래
화산석
무연탄
석류석

<우리 모둠의 물 정화 키트의 중점 사항>

자갈 위에 역질막을 위해 사용하였다. 그리고 화산석은 항균력을

**가설 설정 및 탐구 설계하기**  
위에서 파악한 재료의 성능을 이용하여, 물 정화를 위해 필요한 재료를 가지고 물 정화를 위한 순서를 설계할 수 있다.

**기초탐구기능을 통한 자료 수집하기**  
관찰을 통해 재료의 성능을 파악한 것을 토대로 각각의 효과, 예를 들어 냄새 정화, 색깔 정화, 부유물 정화 등 효과에 따라 필요한 재료를 선택할 수 있다.


전개 2 (15분)

(5) 재료 특성을 파악할 결과를 바탕으로 '물 정화'를 위한 재료의 선택과 구성 순서를 설계하게 한다.  
-이 때, 예술성, 경제성, 효과성을 두루 고려하도록 하며, 효과성에 있어서도 냄새 정화, 색깔 정화, 부유물 정화 중 어느 기준에 초점을 맞추지를 선택하도록 한다.  
-주어진 재료 뿐 아니라, 다른 어떤 재료를 추가하면 좋을지 등을 창의적으로 토의하게 한다.

**창의적 사고하기**  
물 정화 키트에 주어진 재료가 아닌, 물을 정화할 수 있는 다른 재료를 창의적인 사고를 통해 생각해볼 수 있다.

물 부족 프로그램 5차시는 창의적 설계 단계로 학생들은 자신들의 설계를 바탕으로 직접 물 정화 키트를 제작하는 활동을 하게 된다. 그리고 자신들이 만든 물 정화 키트의 성능을 다각적으로 확인한다. 이 과정에서 학생들은 자신의 설계에 대한 반성과 자신감들을 경험하게 될 것이며, 물 정화에 있어서 고려해야 할 점이 많음을 이해하게 되고, 이것이 도시의 물 관리 과정에 현실적으로 어떻게 적용될 수 있을지를 생각해 보는 내용으로 구성되어 있다. 이 차시에서는 설계된 키트에 하수를 부어 물의 정화가 잘 되는지 물의 색 또는 부유물들을 관찰하고, 탁도계나 색도계를 사용하여 정량적인 값을 측정함으로써 기초탐구기능을 통한 자료 수집하기 역량을 함양할 수 있다. 또한 모듈별로 만든 키트의 성능을 실험을 통해 확인하고 각 모듈이 중점을 둔 사항에 따라 결과가 나왔는지를 이야기하며 자료 분석 및 해석하기 역량을 함양할 수 있다. 정화 실험 시, 탁도계나 색도계 대신 기술의 발전으로 만들어진 MBL이나 탁도 및 부유물 측정기를 사용하여 보다 정밀한 결과를 얻음으로써 새로운 과학기술에 적응하고 활용하기 역량을 함양할 수 있다. 물 정화 키트를 냄새, 색깔, 부유물 등 모듈별로 중점을 둔 사항에 따라 재료의 배치 순서, 개수 등 실험 상황을 설계하며 가설 설정 및 탐구 설계하기 역량을 함양할 수 있다. 키트의 성능을 확인해보는 실험을 통해 관찰된 결과가 어떤 의미를 지니고 있는지, 예를 들어 부유물을 제거하기 위해서는 재료의 배치 순서를 어떻게 배열해야 하는지 결론을 내림으로써 결론 도출 및 일반화하기 역량을 함양할 수 있다. 모듈별로 설계한 키트를 기능성, 예술성, 경제성에 따라 평가하는 시간을 가져 각 모듈이 중점을 둔 사항이 반영되었는지를 판단하는 활동을 통해 비판적 사고하기 역량을 함양할 수 있다. 마지막으로 자신들이 만든 키트의 설계의도와 실험 결과에 대해 비교하며 잘 만들어졌는지 과학적으로 설명하고 논리적으로 발표하는 활동을 통해 과학적 근거로 논증하기 역량을 함양할 수 있다. 이 차시를 통해 과학적 사고력의 비판적 사고하기, 과학적 탐구 능력의 기초탐구기능을 통한 자료 수집하기, 자료 분석 및 해석하기, 가설 설정 및 탐구 설계하기, 결론 도출 및 일반화하기, 과학적 의사소통 능력의 과학적 근거로 논증하기, 과학적 참여와 평생 학습 능력의 새로운 과학기술에 적응하고 활용하기 역량을 함양할 수 있다(표 36).

표 36. STEAM 프로그램: 물 부족(5차시) 분석 결과

5차시_내가 만든 물 정화 키트의 성능은?		
- 자신이 고안한 물 정화 키트 설계를 바탕으로 직접 키트를 제작하고, 실험을 통해 그 성능을 확인할 수 있다. - 자신이 만든 키트에 대해 발표하고 반성적 평가를 수행한다.		
과학적 사고력_비판적 사고하기 과학적 탐구 능력_가설 설정 및 탐구 설계하기 과학적 탐구 능력_기초탐구기능을 통한 자료 수집하기 과학적 탐구 능력_자료 분석 및 해석하기 과학적 탐구 능력_결론 도출 및 일반화하기 과학적 의사소통 능력_과학적 근거로 논증하기 과학적 참여와 평생 학습 능력_새로운 과학기술에 적응하고 활용하기		
단계 1 (15분)	(4) 모듈별로 각자의 설계도에 따라 물 정화 키트를 만든다. (5) 모듈별로 완성한 물 정화 키트의 성능을 실험하게 한다. -이 때, 두 가지 종류의 하수를 정화하게 된다. 하나는 탁도 및 이물질 제거. 다른 하나는 물 위에 부유한 기층 제거이다. -실험 과정에서 탁도계나 색도계를 활용하여 보다 정량적인 측정치를 하면 좋다. 실험 결과 확인 시, 모듈별로 중점을 두고자 했던 사항(예: 냄새, 색깔, 부유물 등)이 과연 잘 반영되었는지를 점검하게 한다.	정화 성능 실험 시, 탁도계나 색도계 대신 탁도 및 부유물 측정기를 이용하거나 MBL을 사용하면 보다 정밀한 결과를 얻을 수 있다.
기초탐구기능을 통한 자료 수집하기 설계한 키트에 하수를 부어 정화가 되는지 물의 색 또는 부유물들을 관찰하고, 탁도계나 색도계를 사용하여 정량적인 값을 측정할 수 있다.	자료 분석 및 해석하기 모듈별로 만든 키트의 성능을 실험을 통해 확인하고 각 모듈이 중점을 둔 사항에 따라 결과가 나왔는지를 이야기할 수 있다.	새로운 과학기술에 적응하고 활용하기 정화 실험 시, 탁도계나 색도계 대신 기술의 발전으로 만들어진 MBL이나 탁도 및 부유물 측정기를 사용하여 보다 정밀한 결과를 얻을 수 있다.
1. 탁도 및 이물질 제거 (1) 재료: 자갈, 모래, 무연탄, 활성탄, 석류석 (2) 재료 배치 순서: 상단에서부터 자갈, 모래, 무연탄, 활성탄, 석류석 순으로 충전 (3) 실험 대상: 굵은 모래와 가는 모래를 섞은 휴방물 (4) 결과: 탁도 실험에서는 총 두 번에 걸쳐 휴방물(그림 2(b)) 휴방물의 탁도가 투명해진 것을 볼 수 있다. 그 후 세척한 이후에 정화를 하였으며, 최종적으로 미세 볼 수 있었다.	가설 설정 및 탐구 설계하기 물 정화 키트를 냄새, 색깔, 부유물 등 중점을 둔 사항에 따라 재료의 배치 순서, 개수 등 실험 상황을 설계할 수 있다.	
	 <p>자갈 모래 무연탄 활성탄 석류석</p> <p>그림 1. 물 정화 키트</p>	

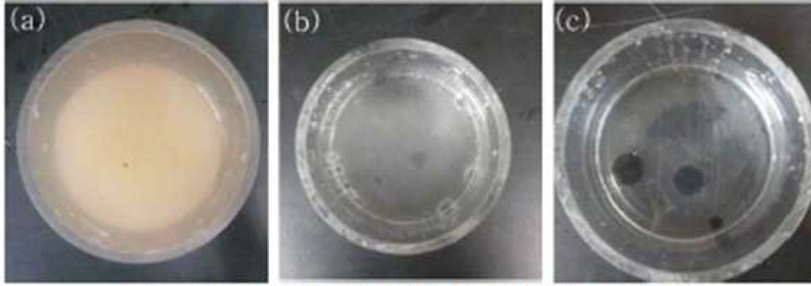


그림 2. 탁도 및 이물질 제거, (a)혼합물, (b)1회 정화, (c)2회 정화

## 2. 물에 떠 있는 기름 제거

- (1) 재료: 자갈, 모래, 무연탄, 활성탄, 석류석
- (2) 재료 배치 순서: 상단에서부터 자갈, 모래, 무연탄, 활성탄, 석류석 순으로 중진
- (3) 실험 대상: 물에 부유시킨 기름
- (4) 결과: 물로부터의 기름 제거는 1회 정화를 한 결과이며, 그림에서 보듯이 물에 부유해 있던 기름 (그림 3(a))이 1회 정화(그림 3(b))로 완벽히 제거되는 것을 관찰할 수 있었다.

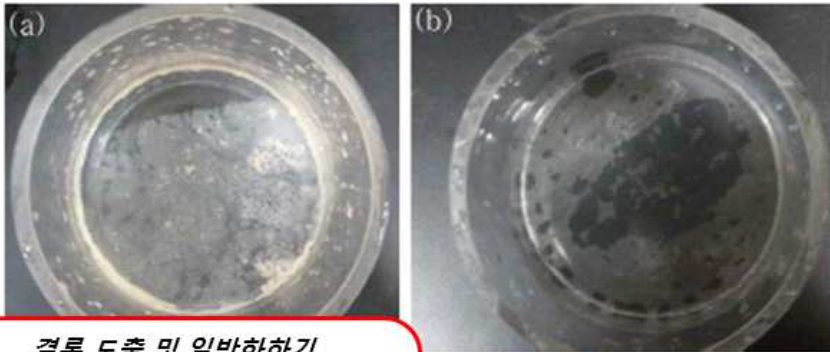


그림 3. (a)물과 기름, (b)1회 정화

### 결론 도출 및 일반화하기

키트의 성능을 확인해보는 실험을 통해 나온 결과가 어떤 의미를 지니고 있는지 예를 들어, 부유물을 제거하기 위해서는 재료의 배치 순서를 어떻게 해야 하는지 결론을 내릴 수 있다

재료 배치가 효율이 가장 좋은 것으로 나타났지만, 기준은 아니다. 즉, 재료의 배치 순서, 재료의 개수, 재료의 종류 등 가지 상황이 달라진다면 정화에 있어 효율은 다양한 형태로 차이를 보이게 될 수 있다. 또한 재료의 중진 두께에 따라 정화 효율이 달라질 수도 있다. 따라서 여러 가지 경우에 대해 상황 설정을 하여 그 실험으로부터 얻어진 결과가 의미하는 것이 무엇인지를 토론하고 이해하는 것이 이 실험에서 의도하는 주된 교육 목적이고 효과라 할 수 있다.



전개 2  
(25분)

- (6) 모둠별로 자신의 키트를 다각도로 평가해 보게 한다.  
- 예술성, 경제성, 기능성의 세 가지 측면에서 점수를 매겨 보게 한다.
- (7) 모둠별로 자신들이 만든 키트의 설계 의도와 실험 결과를 발표하게 한다.
- (8) 모둠별 발표를 모두 듣고 난 뒤, 학생들로 하여금 가장 잘 만든 물 정화 키트를 거수로 투표하게 한다.  
- 최우수 키트로 선정된 모둠에게 적절한 보상을 제공한다.

**비판적 사고하기**  
모둠별로 설계한 키트를 기능성, 예술성, 경제성에 따라 평가하는 시간을 가져 각 모둠이 중점을 둔 사항이 반영되었는지 판단할 수 있다.

**과학적 근거로 논증하기**  
모둠별로 자신들이 만든 키트의 설계 의도와 실험결과에 대해 비교하며 잘 만들었는지 과학적으로 설명하며 논리적으로 발표할 수 있다.

키트의 성능을 확인해 보세요. 설계할 때 의도했던 대로 그런 결과가 나왔는지 생각해 보세요.


물 정화 키트의 설계 의도	
물 정화 키트의 성능 확인 결과	*탁도 정확도: 28 → 21 냄새는 나지 않음. 색이 약간 탁하다  *부유 기물 정확도:
오차의 원인 및 개선할 점	모래가 덜 씻겼다. 모래를 깨끗이 씻어야 한다. 자갈, 모래, 화산석, 무연탄, 석류석 순서로 넣었다. 처음 흙탕물의 냄새는 안 좋았지만 화산석에 거른 후 냄새를 없앴다. 걸보기에 맑기 정도는 순서대로 거른 후 처음보다 맑아졌다.




자신이 만든 물 정화 키트를 평가해 봅시다. 각 영역별로 3점 만점을 기준으로 점수를 매겨 보세요. (점수만큼 별에 색칠을 해보세요.)

기능성	예술성	경제성
☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆

물 부족 프로그램 6차시는 창의적 설계 단계로 학생들은 도시에서 물 부족과 관련하여 물 저장이 중요한 이유에 대해 실제 사례를 바탕으로 파악한다. 이어 키트를 통해 물 저장 방안을 모색하는 활동을 하게 되는데, 물 저장 키트의 구성 재료에 대한 상세한 탐색을 통해 각 재료의 특성을 확인하고, 그를 바탕으로 물 저장 키트를 직접 설계하는 내용으로 구성되어 있다. 이 차시에서는 아스팔트로 인해 불투수율이 높아져 발생한 우리나라 도시의 침수 피해 사례를 살펴봄으로써 물이 땅 속으로 저장되지 않아 발생하는 일로 일상생활 속 과학적 문제 파악하기 역량을 함양할 수 있다. 도시의 불투수율이 증가하면서 도시의 여러 곳에 침수 피해 사례를 살펴보고 공동체 문제 이해하기 역량을 함양할 수 있다. 물 저장 키트를 만들기 전 물 저장에 적합한 재료를 스스로 찾아오게 함으로써 알맞은 재료를 찾아 가설을 설정하고 탐구를 미리 설계해볼 수 있으며 또한, 재료의 특성을 파악한 후 물 저장을 위해 필요한 재료의 순서를 설계함으로써 가설 설정 및 탐구 설계하기 역량을 함양할 수 있다, 물 저장 키트의 재료를 관찰하고, 각 재료의 특성을 성능, 색, 모양 등 다각도로 관찰하고 오염물을 부어 성능을 확인하고 각 재료의 효과에 따라 재료를 배열하는 작업을 통해 기초탐구기능을 통한 자료 수집하기 역량을 함양할 수 있다. 키트에서 주어진 재료가 아닌 물을 저장할 수 있는 다른 재료의 특성을 과학적으로 설명하고 제시하여 재료의 필요성을 토의를 통해 논리적으로 말하는 활동을 통해 과학적 근거로 논증하기 역량을 함양할 수 있다. 토의를 통해 추가해야 할 재료가 무엇인지 자신의 의견도 제시하고 조원들의 의견도 나누면서 상대방의 의견 수용 및 조율하기 역량을 함양할 수 있다. 마지막으로 물 저장 키트에 주어진 재료가 아닌 다른 재료를 제시하면서 학생의 창의적 사고하기 역량을 함양시킬 수 있다. 이 차시를 통해 과학적 사고력의 창의적 사고하기, 과학적 탐구 능력의 기초탐구기능을 통한 자료 수집하기, 가설 설정 및 탐구 설계하기, 과학적 문제 해결력의 일상생활 속 과학적 문제 파악하기, 과학적 의사소통 능력의 과학적 근거로 논증하기, 상대방의 의견 수용 및 조율하기, 과학적 참여와 평생 학습 능력의 공동체 문제 이해하기 역량을 함양할 수 있다(표 37).

표 37. STEAM 프로그램: 물 부족(6차시) 분석 결과

6차시_물 저장 키트를 만들어 보자!	
<p>- 도시에서 물 부족과 관련하여 물 저장이 필요한 이유를 사례를 통해 파악할 수 있다.</p> <p>- 물 저장 키트에 포함되어 있는 다양한 재료들을 직접 탐색하고 그 결과를 바탕으로 물 저장 키트를 설계한다.</p>	
<p>과학적 사고력_창의적 사고하기</p> <p>과학적 탐구 능력_가설 설정 및 탐구 설계하기</p> <p>과학적 탐구 능력_기초탐구기능을 통한 자료 수집하기</p> <p>과학적 문제해결력_일상생활 속 과학적 문제 파악하기</p> <p>과학적 의사소통 능력_과학적 근거로 논증하기</p> <p>과학적 의사소통 능력_상대방 의견 수용 및 조율하기</p> <p>과학적 참여와 평생 학습 능력_공동체 문제 이해하기</p>	
<p>도입 (10분)</p>	<p>(1) 3차시 때 도시에서 빗물을 처리하는 것이 중요함을 배웠음을 상기시키며, 도시는 특히 아스팔트 등으로 인해 불투수율이 높아져 물에 관한 많은 문제가 발생하고 있음을 이야기한다.</p> <p>(2) 우리나라 도시의 침수 피해 사례를 보여주면서 도시의 불투수율이 증가하면서 물이 땅 속으로 저장되지 않아 피해가 늘어나고 있다고 설명한다.</p> <p>- 이와 함께 도시에서 물을 저장하는 것은 곧 상수 확보로도 연관될 수 있고, 침수 피해는 곧 하수에 의한 침수로 연관되는 것임을 설명한다.</p>
	<p><b>일상생활 속 과학적 문제 파악하기</b> 아스팔트로 인해 불투수율이 높아져 발생한 우리나라 도시의 침수 피해 사례를 살펴봄으로써 물이 땅 속으로 저장되지 않아 발생하는 일임을 알 수 있다.</p>
	<p><b>물 저장의 필요성: 도시 침수 사례</b></p> <p>광복길 서울에 '물 폭'</p>  <p><b>공동체 문제 이해하기</b> 도시의 불투수율이 증가하면서 물이 땅 속으로 저장되지 않아 도시의 여러 곳에 침수 피해가 발생하는 것을 볼 수 있다.</p> <p>[물바다 된 강남역] 광복길인 15일 서울에 시간당 50mm 안팎의 폭우가 쏟아져 시내 일부 상습 침수구역과 도로가 물바다로 변했다. 지난해 집중호우 당시 침수 피해가 컸던 강남역 인근 도로가 이날 또 물에 잠기면서 차량과 보행자가 통행하는 데 큰 불편을 겪었다. 사진은 누리꾼들이 트위터에 올린 강남역 침수 장면 모음. 2012.8.15 &lt;출처: 트위터&gt; photo@yna.co.kr</p>

<p>전개 1 (20분)</p>	<p>(3) 우리가 지금부터 초점을 맞추고자 하는 것은 바로 '물 저장'이며, 어떻게 하면 물을 잘 저장할 수 있을지를 모색해 보는 활동을 이제부터 진행할 것임을 안내한다.</p> <p>(4) 모둠별로 물 저장 키트를 나누어 주고, 학생들로 하여금 나누어 받은 키트의 재료를 관찰하고, 각 재료의 특성을 파악하게 한다.</p> <p>-재료의 성능, 가격, 색, 모양 등을 다각도로 탐색하도록 한다.</p> <p>-재료의 성능은 각 재료에 물을 붓고 저장 성능을 실험하여 확인할 수 있다.</p>	<p>이 과정에서 학생들에게 미리 수업 안내를 하고 물 저장에 적합한 재료를 스스로 찾아와보게 하는 과제를 제시해도 좋다.</p>	<p>수업자료 6-2</p>
<p><b>저장재료</b></p> <p><b>기초탐구기능을 통한 자료 수집하기</b> 물 저장 키트 안의 각 재료들의 성능, 색, 모양을 다각도로 관찰하여 특징을 알고, 각 재료에 물을 부어봄으로써 저장 성능을 확인할 수 있다.</p>		<p><b>가설 설정 및 탐구 설계하기</b> 과제를 제시하여 물을 저장할 수 있는 적합한 재료가 무엇인지 스스로 생각하고 찾아보게 하여 탐구를 미리 설계해 볼 수 있다.</p>	
<p>정이끼(2)</p>	<p>물 흡수 능력이 뛰어나고 건조 후 재사용 가능</p>		<p>500원</p> <p>참고문헌 15번 참조 1,000원</p>
<p>एको흙밥(1)</p>	<p>친환경적이고 경제성이 좋으며, 수분 흡수제로서 널리 이용됨</p>		<p>참고문헌 15번 참조 1,300원</p>
<p>산란옥(3)</p>	<p>물 흡수력이 좋으나 장시간의 침수가 요구됨</p>		<p>참고문헌 15번 참조 2,000원</p>
<p><b>물 저장 키트의 원리, 구성물 소개</b></p> <p><b>키트의 원리</b></p> <p>물 저장에 관한 키트는 물 부족 문제를 해결하기 위한 가장 적극적인 방법들으로써 자연의 물 순환으로 인하여 생성되어 지표나 지하로 흘러들어가는 물을 저장하고자 하여 고안된 방법이다. 즉, 증발되는 수분의 손실을 막고 이들을 다시 인간 생활의 활동에 활용할 수 있도록 하여 물 부족의 원인을 근본적이지는 않지만 어느 정도 해소할 수 있게 한 것이다.</p>			

### 물 저장 키트 설계

주어진 키트의 재료를 자세히 관찰해 봅시다. 여러 가지 측면에서 각 재료를 세심하게 관찰해 보세요.

재료명	예상 성능	색	모양	크기	가격
스펀지	물 흡수 ↑	노란색			
		초록색			
		살구색	잘잘하다.		1,300원
		살구색	크기가 크고 각짐		13,500원

**창의적 사고하기**  
물 저장 키트에 주어진 재료가 아닌, 물을 저장할 수 있는 다른 재료를 창의적인 사고를 통해 생각해볼 수 있다.

**기초탐구기능을 통한 자료 수집하기**  
관찰을 통해 재료의 성능을 파악한 것을 토대로 물 저장을 위한 재료를 선택할 수 있다.


모동별 토의를 통해 주어진 키트의 재료 외에 물 저장을 위해 사용하면 좋을 것으로 예상되는 재료가 있다면, 위의 표에 추가하세요.

효과적인 물 저장을 위한 키트의 구성과 모습(어떤 재료를 어떤 순서로 몇 개 넣을 것인지)을 그려보세요. 그리고 우리 모둠에서 키트 설계에 있어서 중점을 둔 측면은 무엇인지 적으세요.

<물 저장 키트 설계도>	<우리 모둠 물 저장 키트의 중점 사항>
<p><b>가설 설정 및 탐구 설계하기</b> 위에서 파악한 재료의 성능을 이용하여, 물 저장을 위해 필요한 재료를 가지고 물 저장을 위한 순서를 설계할 수 있다.</p>	
<p><b>과학적 근거로 논증하기</b> 주어진 재료가 아닌 물을 저장할 수 있는 다른 재료의 특성을 과학적으로 설명하여 재료의 필요성을 논리적으로 말할 수 있다.</p>	<p><b>상대방의 의견 수용 및 조율하기</b> 토의를 통해 추가해야 할 재료가 무엇인지 자신의 의견도 제시하고 상대방의 의견도 수용하며 의견을 통해 의사를 결정할 수 있다.</p>
<p>전개 2 (15분)</p> <p>-이 때, 예술성, 경제성, 효과성을 두루 고려하도록 한다. -주어진 재료 뿐 아니라, 다른 어떤 재료를 추가하면 좋을지, 저장 기능 향상을 위해 어떤 모양으로 하면 좋을지 등을 창의적으로 토의하게 한다.</p>	<p>활동지 6-1</p>


물 부족 프로그램 7차시는 창의적 설계 단계로 학생들은 자신들의 설계를 바탕으로 직접 물 저장 키트를 제작하는 활동을 하게 된다. 그리고 자신들이 만든 물 저장 키트의 성능을 다각적으로 확인한다. 이 과정에서 학생들은 자신의 설계에 대한 반성과 자신감 등을 경험하게 될 것이며, 물 저장 키트가 도시의 물 관리와 어떻게 관련되는지를 이해하게 되고, 현실적으로 어떻게 적용될 수 있을지를 생각해보는 내용으로 구성되어 있다. 이 차시에서는 설계한 물 저장 키트에 물을 부어 아래쪽 비커에 모아지는 양을 측정하고, 물이 모아지는 데까지 걸리는 시간 즉 투과 시간을 계산하는 활동을 통해 기초탐구기능을 통한 자료 수집하기 역량을 함양할 수 있다. 물을 부었을 때 물이 빠져나간 시간이 3-4초인 것을 고려하면 주어진 재료들이 물을 충분히 흡수할 시간적 여유가 없다는 것을 알 수 있다. 물을 서서히 빠져 나가게 하기 위해 재료에서 물이 빠지는 구멍을 최소화하면 물을 더 많이 흡수할 것이란 생각을 할 수 있으며 이를 통해 논리적 사고하기 역량을 함양할 수 있다. 실험의 결과를 바탕으로 물 부족을 해결하기 위해 물 저장 계획이 필요하며, 녹지공간을 만드는 데에 있어서 어떤 재료, 어떤 구조가 효율적인지 좋은 대안을 제시하며 문제해결방안 제시하기 역량을 함양할 수 있다. 키트의 성능을 확인한 후, 모둠별로 실험의 결과가 의미하는 것이 무엇인지 과학적인 근거를 가지고 논리적으로 증명하며 토론하고 모둠별로 자신들이 만든 키트의 설계 의도와 실험 결과에 대해 비교하여 잘 만들었는지 설명하고 발표하는 활동을 통해 과학적 근거로 논증하기 역량을 함양할 수 있다. 모둠별로 설계한 키트를 기능성, 예술성, 경제성에 따라 평가하는 시간을 가져 각 모둠이 중점을 둔 사항이 반영되었는지를 판단하는 활동을 통해 비판적 사고하기 역량을 함양할 수 있다. 이 차시를 통해 과학적 사고력의 논리적 사고하기, 비판적 사고하기, 과학적 탐구 능력의 기초탐구기능을 통한 자료 수집하기, 과학적 문제해결력의 문제해결방안 제시하기, 과학적 의사소통 능력의 과학적 근거로 논증하기 역량을 함양할 수 있다(표 38).

표 38. STEAM 프로그램: 물 부족(7차시) 분석 결과


7차시_물 저장 키트로부터 도시의 물 관리에 이르기까지	
<p>- 자신이 고안한 물 저장 키트 설계도를 바탕으로 직접 키트를 제작하고, 실험을 통해 자신이 개발한 키트의 효율성에 대해서 평가할 수 있다.</p>	
<p>과학적 사고력_논리적 사고하기                      과학적 사고력_비판적 사고하기                      과학적 탐구 능력_기초탐구기능을 통한 자료 수집하기                      과학적 문제해결력_문제해결방안 제시하기                      과학적 의사소통 능력_과학적 근거로 논증하기</p>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>실험 과정</b></p> <p>물 저장 실험은 재료의 물 저장 효율을 알아보기 위하여 비커에 약 300mL의 물을 담은 후 용기에 재료를 넣고 용기 하부에 같은 용량의 비커를 설치하고 상부에서 약 300mL의 물을 부었다. 그 결과 스펀지의 경우 약 50mL의 저장 효율을 보였으며, 이끼는 약 60mL의 저장 효율을 보였다(그림 1).</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; width: 40%;"> <p><b>기초탐구기능을 통한 자료 수집하기</b>                              설계한 키트에 물을 부어 아래쪽 비커에 모아지는 양을 측정하고, 물이 모아지는 데까지 걸리는 시간 즉 투과 시간을 계산하여 볼 수 있다.</p> </div>  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p><b>논리적 사고하기</b>                              물을 부었을 때 물이 빠져나간 시간이 3-4초인 것을 고려하면, 주어진 재료들이 물을 충분히 흡수할 시간적 여유가 없다는 것을 알 수 있다. 물을 서서히 빠져나가게 하기 위해 재료에서 물이 빠지는 구멍을 최소화하면 물을 더 많이 흡수할 것이라 생각할 수 있다.</p> </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p><b>고찰</b></p> <p>물 저장 실험의 경우 물이 재료 중을 통과하는 시간을 달리 해준다면, 재료 흡수력에서 차이를 보일 것이다. 즉, 이 실험에서의 물종과 용기는 300mL의 물을 부었을 때 빠져나가는 시간이 대략 3-4초라는 점을 고려한다면, 이들 재료들이 물을 충분히 흡수할 시간적 여유가 없었을 것이다. 따라서 물이 빠지는 구멍의 크기를 최소화하여 물의 침수조건에서 서서히 빠져나가게 한다면 재료들의 흡수효율은 서로 상이한 결과를 보일 것이다. 이 실험의 결과를 바탕으로 첫째, 도심지에서 물 부족 해결하기 위해서 도심지 물 저장 계획을 세워 볼 수 있다. 즉, 녹지공간을 만드는데 있어서 어떤 재료를 사용해야 하며, 어떤 구조로 만들어야 가장 효율이 좋은지 그 대안을 제시할 수 있다. 둘째, 도심지에서 필요로 하는 물의 양을 저장하기 위해서는 어느 정도의 저장 공간이 필요한지 수학적으로 계산하여 저장 공간을 계획할 수 있다. 이 실험의 주목적은 자연 상태에서 물의 저장 능력을 이해하는 것이며, 이것으로부터 도심지에서의 물 저장 공간 필요성과 적용 가능성을 스스로 터득하는 것이라 할 수 있다.</p> </div> <div style="border: 1px solid yellow; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p><b>문제해결방안 제시하기</b>                              실험의 결과를 바탕으로 물 부족을 해결하기 위해 물 저장 계획이 필요하며, 녹지공간을 만드는데 있어서 어떤 재료, 어떤 구조가 효율적인지 좋은 대안을 제시할 수 있다.</p> </div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p><b>과학적 근거로 논증하기</b>                              키트의 성능을 확인한 후, 모둠별로 실험의 결과가 의미하는 것이 무엇인지 과학적인 근거를 가지고 논리적으로 증명하며 토론할 수 있다.</p> </div>	
<p>전개 1 (15분)</p>	<p>다.                      -이 때, 수학적 요소를 추가하여 물이 투과하는 데까지 걸리는 시간, 즉 투과 속도를 계산해 보는 활동을 추가할 수 있다.                      (6) 아래쪽 비커에 모아진 물의 양이 의미하는 것이 무엇인지 생각해 보고 발표하게 한다.                      -아래쪽 비커의 물은 지하수를 의미한다. 따라서 아래쪽 비커의 물이 많을수록 땅 속에 저장되는 지하수의 양이 많다는 의미가 된다.</p>

전개 2 (25분)	<p>(7) 모둠별로 자신의 키트를 다각도로 평가해 보게 한다. - 예술성, 경제성, 기능성의 세 가지 측면에서 점수를 매겨 보게 한다.</p> <p>(8) 모둠별로 자신들이 만든 키트의 설계 의도와 실험 결과를 발표하게 한다.</p> <p>(9) 모둠별 발표를 모두 듣고 난 뒤, 학생들로 하여금 가장 잘 만든 물 저장 키트를 거수로 투표하게 한다. - 최우수 키트로 선정된 모듬에게 적절한 보상을 제공한다.</p>	<p>물 관리와 관련하여 하고, 다음 시간에 대해 볼 것이고, 그 경험을 되도록 많이 한다.</p>	<p><b>비판적 사고하기</b> 모듬별로 설계한 키트를 기능성, 예술성, 경제성에 따라 평가하는 시간을 가져 각 모듬이 중점을 둔 사항이 반영되었는지 판단할 수 있다.</p>
	<p><b>과학적 근거로 논증하기</b> 모듬별로 자신들이 만든 키트의 설계의도와 실험결과에 대해 비교하며 잘 만들었는지 과학적으로 설명하며 논리적으로 발표할 수 있다.</p>		

### 물 저장 키트 성능 실험 및 평가

 선생님의 안내에 따라 자신이 만든 물 저장 키트의 성능을 확인해 보세요. 설계할 때 의도한대로 성능이 확인되었나요? 그렇지 않다면, 왜 그런 결과가 나왔는지 생각해 보세요.

물 저장 키트의 설계 의도	하수 처리된 물을 효율적으로 저장하여 사용하기 위해서
물 저장 키트의 성능 확인 결과	<p>*물 저장량: 스펀지: 75mL 14초                   청이끼: 162mL 30초</p> <p>*물 저장 속도: 흡입: 100mL 18초                   산란목: 50mL 12초</p>
오차의 원인 및 개선할 점	실험하는 각각의 재료들의 양이 같지 않아서 오차의 범위가 크게 나왔다.

 자신이 만든 물 저장 키트를 평가해 봅시다. 각 영역별로 3점 만점을 기준으로 점수를 매겨 보세요. (점수만큼 별에 색칠을 해보세요.)

기능성	예술성	경제성
☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆



물 부족 프로그램 8차시는 창의적 설계와 감성적 체험이 결합된 단계로 학생들은 지금까지의 수업 내용을 바탕으로 하여 도시의 물 관리 시스템의 이상적 모델을 만들기 위해 자신들이 무엇을, 어떻게 해야 할지에 대한 프로젝트를 고안하고 계획해보는 내용으로 구성되어 있다. 모둠별로 의견을 나누어 어떤 모델이 가장 효율적일지 생각하고, 이를 다양한 방법으로 나타내고 표현할 수 있도록 한다. 이 차시에서는 실험의 결과를 바탕으로 물 부족을 해결하기 위해 물 저장 계획이 필요하며,, 녹지공간을 만드는 데에 있어서 어떤 재료, 어떤 구조가 효율적인지 좋은 대안을 제시하여 문제해결방안 제시하기 역량을 함양할 수 있다. 토의를 통해 이상적인 물 관리 시스템을 고안하고 어떤 방식으로 표현할지 의사결정하며 상대방의 의견 수용 및 조율하기 역량을 함양할 수 있다. 가장 이상적이라고 생각하는 물 관리 시스템을 어떤 모양으로 만들지 어떤 방식으로 표현할지 생각하여 고안할 때 창의적 사고하기 역량을 함양할 수 있다. 토의를 통해 이상적인 물 관리 시스템을 계획하고, 이를 표현하기 위해 UCC나 PPT를 이용한 웹 기반 방식, 모형 만들기, 그림 그리기 등과 같은 다양한 의사표현 방법 사용하기 역량을 함양할 수 있다. 이 차시를 통해 과학적 사고력의 창의적 사고하기, 과학적 문제해결력의 문제해결방안 제시하기, 과학적 의사소통 능력의 다양한 의사표현 방법 사용하기, 상대방의 의견 수용 및 조율하기 역량을 함양할 수 있다(표 39).

표 39. STEAM 프로그램: 물 부족(8차시) 분석 결과

8차시_도시의 물 관리 시스템 모델을 만들어봅시다!											
- 앞서 학습한 정보를 바탕으로 모둠별로 생각하는 도시의 이상적인 물 관리 시스템 모델을 고안하기 위한 프로젝트 계획서를 작성해 본다.											
과학적 사고력_창의적 사고하기 과학적 문제해결력_문제해결방안 제시하기 과학적 의사소통 능력_다양한 의사표현 방법 사용하기 과학적 의사소통 능력_상대방의 의견 수용 및 조율하기											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">수업 단계</th> <th style="width: 55%;">활동 내용</th> <th style="width: 15%;">학습자료 및 유의점</th> <th style="width: 10%;">교사자료</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">도입 (10분)</td> <td>           (1) 오늘부터 2차시에 걸쳐 모둠별로 각각 이상적이라고 생각하는 도시의 물 관리 시스템 모델을 고안하고 그것을 만들어 보는 활동을 하게 될 것임을 안내한다. 그리고 결과물 발표를 통해 시상할 것임도 이야기한다.            (2) 도시의 물 관리 시스템 모델을 고안할 때에는 지금까지 수업을 통해 학습했던 '상수 확보 및 저장, 관리, 상수 보급, 하수 처리, 키트의 원리와 기능' 등을 되도록 모두 고려, 반영하도록 하게끔 안내한다.            - 그러기 위해서는 도시의 물 관리 시스템이 과학적 효율성(기능성) 뿐 아니라 경제성, 예술성 등 다양한 측면을 총체적으로 가져야 함을 인지시킨다.         </td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <div style="border: 2px solid orange; border-radius: 20px; padding: 10px; margin-top: 10px; text-align: center;"> <p><b>문제해결방안 제시하기</b></p> <p>실험의 결과를 바탕으로 물 부족을 해결하기 위해 물 저장 계획이 필요하며, 녹지공간을 만드는데 있어서 어떤 재료, 어떤 구조가 효율적인지 좋은 대안을 제시할 수 있다.</p> </div>				수업 단계	활동 내용	학습자료 및 유의점	교사자료	도입 (10분)	(1) 오늘부터 2차시에 걸쳐 모둠별로 각각 이상적이라고 생각하는 도시의 물 관리 시스템 모델을 고안하고 그것을 만들어 보는 활동을 하게 될 것임을 안내한다. 그리고 결과물 발표를 통해 시상할 것임도 이야기한다. (2) 도시의 물 관리 시스템 모델을 고안할 때에는 지금까지 수업을 통해 학습했던 '상수 확보 및 저장, 관리, 상수 보급, 하수 처리, 키트의 원리와 기능' 등을 되도록 모두 고려, 반영하도록 하게끔 안내한다. - 그러기 위해서는 도시의 물 관리 시스템이 과학적 효율성(기능성) 뿐 아니라 경제성, 예술성 등 다양한 측면을 총체적으로 가져야 함을 인지시킨다.		
수업 단계	활동 내용	학습자료 및 유의점	교사자료								
도입 (10분)	(1) 오늘부터 2차시에 걸쳐 모둠별로 각각 이상적이라고 생각하는 도시의 물 관리 시스템 모델을 고안하고 그것을 만들어 보는 활동을 하게 될 것임을 안내한다. 그리고 결과물 발표를 통해 시상할 것임도 이야기한다. (2) 도시의 물 관리 시스템 모델을 고안할 때에는 지금까지 수업을 통해 학습했던 '상수 확보 및 저장, 관리, 상수 보급, 하수 처리, 키트의 원리와 기능' 등을 되도록 모두 고려, 반영하도록 하게끔 안내한다. - 그러기 위해서는 도시의 물 관리 시스템이 과학적 효율성(기능성) 뿐 아니라 경제성, 예술성 등 다양한 측면을 총체적으로 가져야 함을 인지시킨다.										


<p>전개 (30분)</p>	<p>(3) 모둠별로 이상적이라고 생각하는 도시의 물 관리 시스템은 무엇인지를 토의하게 한다.                  (4) 토의 결과를 정리하고, 각 모둠이 생각한 물 관리 시스템을 어떤 방식으로 표현할지 토의하게 한다.                  - UCC나 ppt를 활용한 웹 기반 방식, 모형 만들기, 그림 그</p>	<p>결과물의 형태를 제한하여 공통의 방식 내에서 창의적 표현을 하도록 유도한다. 이 경우, 평가가 쉬워지지만 학생들의 창의력 유려</p>	<p>활동지 8-1</p>
			<p>활동지 8-1</p>

**상대방의 의견 수용 및 조율하기**  
 : 토의를 통해 자신의 의견을 제시하고 상대방의 의견을 수용하여 이상적인 물 관리 시스템을 고안하고, 어떤 방식으로 표현할지 의사결정할 수 있다.

**프로젝트 계획서**

**우리가 생각할 때 이상적인 도시의 물 관리 시스템 모델은 무엇인가요?**

- 상수 확보(저장, 관리 포함) 방안, 상수 보급 방안, 하수 처리 방안, 물 관리 시스템에 드는 비용 문제 등을 모두 고려하도록 하세요.



**창의적 사고하기**  
 가장 이상적이라고 생각하는 물 관리 시스템을 어떤 모양으로 만들지 어떤 방식으로 표현할지 창의적으로 생각하여 고안할 수 있다.

**이를 표현하기 위한 방법으로는 무엇이 적합할까요?**

표현 방법 (그림, 모형, UCC, ppt, CAD 등 다양한 방법들을 고려해 보고 결정하세요.)	필요한 준비물
<p><b>다양한 의사표현 방법 사용하기</b>                      토의를 통해 이상적인 물 관리 시스템을 계획하고, 이를 표현하기 위해 UCC나 PPT를 이용한 웹 기반 방식, 모형 만들기, 그림 만들기 등 다양한 방법의 의사표현을 사용할 수 있다</p>	

물 부족 프로그램 9차시는 감성적 체험 단계로 학생들은 자신들이 세운 계획서에 맞게 실천하는 과정을 경험하고, 자신들이 산출해 낸 도시의 물 관리 시스템 모델을 발표하는 내용으로 구성되어 있다. 모둠별로 제안한 모델을 서로 평가하며 가장 이상적인 모델을 생각해 보고, 이 모델을 실제로 제안할 수 있는 방법에 대해 찾아볼 수 있도록 한다. 이 차시에서는 토의를 통해 각 기준에 맞는 도시의 물 관리 시스템의 이상적인 모델이 어떤 것인지 이야기하며 상대방의 의견 수용 및 조율하기 역량을 함양할 수 있다. 모둠별로 결과물을 살펴보면, 각각의 기준에 맞게 고안된 이상적인 모델이 무엇인지 평가하며 비판적 사고하기 역량을 함양할 수 있다. 모둠별로 개발하고 제시한 물 관리 시스템 모델을 정책적으로 제안할 수 있는 방법은 무엇인지 생각하며 실천방법 모색하기 역량을 함양할 수 있다. 이 차시를 통해 과학적 사고력의 비판적 사고하기, 과학적 문제해결력의 실천방법 모색하기, 과학적 의사소통 능력의 상대방의 의견 수용 및 조율하기 역량을 함양할 수 있다(표 40).

물 부족 프로그램 10차시는 감성적 체험 단계로 학생들은 도시의 물 관리 과정에 많은 분야의 직업이 관련되어 있음을 인식하고, 이를 통해 도시의 물 관리 과정의 복잡성과 상호성을 함께 깨닫게 된다. 또한 자신의 진로 탐색을 직접적으로 할 수도 있고, 자신의 진로와 관련지어 도시의 물 관리에 대한 책임감을 느껴볼 수 있는 내용으로 구성되어 있다. 이 차시에서는 도시의 물 관리 과정에 많은 분야의 직업이 관련되어 있음을 학습함으로써 진로 탐색과 동시에 물 관리 과정에 지속적으로 참여할 수 있도록 유도할 수 있다. 이 차시를 통해 과학적 참여와 평생학습능력의 자기주도적이고 지속적으로 참여하기 역량을 함양할 수 있다(표 41).

표 40. STEAM 프로그램: 물 부족(9차시) 분석 결과

9차시_도시의 물 관리 시스템 모델 콘테스트	
<p>- 학생들이 직접 작성한 프로젝트 계획서에 따라 활동을 수행하고, 그 결과물을 창의적으로 산출해 내어 발표 및 공유한다.</p> <p>- 다양한 측면을 고려하여 가장 이상적인 물 관리 시스템은 무엇일지 종합해 본다.</p>	
<p>과학적 사고력_비판적 사고하기                      과학적 문제해결력_실천방법 모색하기                      과학적 의사소통 능력_상대방의 의견 수용 및 조율하기</p>	
<p><b>상대방의 의견 수용 및 조율하기</b>                      토의를 통해 각 기준에 맞는 이상적인 모델이 어떤 것인지 자신의 의견과 상대방의 의견을 조율하여 결정할 수 있다.</p>	
<p>정리 (15분)</p>	<p>(4) 프로젝트 수행에 대한 학생들의 노고를 치하하고, 한 자리에 모여 다양한 측면에서 어느 모둠의 모델이 가장 이상적인지를 토의하게 한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 예술성의 측면에서 가장 훌륭한 모델은?</li> <li>- 경제성을 가장 잘 고려한 모델은?</li> <li>- 상수 확보(저장과 관리)가 뛰어난 모델은?</li> <li>- 상수 보급이 훌륭한 모델은?</li> <li>- 하수 및 빗물 처리가 두드러지는 모델은?</li> </ul> <p>(5) 각각의 질문에 모두 동일한 모둠이 선정되지는 않을 것이다. 이를 통해 모든 측면을 총체적으로 고려하는 것이 이상적이기는 하지만, 현실적으로 어려움과 한계도 많음을 공감시킨다. 그렇지만 도시의 이상적인 물 관리 시스템을 개발하기 위해서는 이렇게 다양한 측면에서 접근하는 것이 중요함을 언급하며 수업을 마무리한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 필요한 경우, 학생들이 개발한 물 관리 시스템 모델을 정책적으로 제안할 수 있도록 하는 방안을 모색하도록 유도할 수 있다. 이는 후속적인 프로젝트로 진행될 여지가 있다.</li> </ul>
<p><b>비판적 사고하기</b>                      모둠별로 결과물을 살펴보고, 각각의 기준에 맞게 고안된 이상적인 모델은 무엇인지 평가할 수 있다.</p>	
<p><b>실천방법 모색하기</b>                      모둠별로 개발(제시)한 물 관리 시스템 모델을 정책적으로 제안할 수 있는 방법은 무엇일지 생각해볼 수 있다</p>	

표 41. STEAM 프로그램: 물 부족(10차시) 분석 결과

10차시_도시의 물 관리, 내 손안에 있소이다.									
- 도시의 물 관리를 위해서는 많은 분야의 직업이 관계되어 있음을 알고, 자신의 진로 및 책임과 연계지어 도시의 물 관리에 대해 생각해 본다.									
과학적 참여와 평생 학습 능력_자기주도적이고 지속적으로 참여하기									
<p>진행 2 (15분)</p> <p>(7) 개별 활동지를 나눠주고, 도시의 물 관리 시스템에 있어서 자신은 무엇을 하고자 하는지 자신의 진로와 관련지어 적어보게 한다.</p> <p>- 직업 카드에 있는 직업 중 하나를 고를 수도 있고, 자신의 관심 직업이 따로 있다면 그 직업을 적고 어떻게 도시의 물 관리에 관련될 수 있을지를 적어보게 한다.</p> <p>(8) 활동지에 적은 바를 발표시킨다. 그리고 교사는 학생들이 발표하는 직업의 이름을 모두 칠판에 적는다.</p>	<p><b>자기주도적이고 지속적으로 참여하기</b></p> <p>도시의 물 관리 과정에 많은 분야의 직업이 관련되어 있음을 알려줌으로써, 진로 탐색과 동시에 물 관리 과정에 지속적으로 참여할 수 있도록 유도할 수 있다.</p>								
<p>정리 (10분)</p> <p>(9) 칠판에 적은 직업들의 목록을 보면서 도시의 물 관리와 관련하여 우리 반 학생들이 미래에 할 수 있는 일들이 어떻게 많다는 점을 이야기한다. 또한 도시의 물 관리와 관련한 직업의 분야는 비단 과학이나 공학적 분야만이 아니라, 매우 다양함을 인식시킨다.</p>									
<p><b>나의 희망 직업과 도시 물 관리</b></p> <p>앞서 도시의 물 관리에 관련한 다양한 직업들에 대해 공부했습니다. 참으로 많은 직업들이 있죠? 사실 도시라는 공간은 일부 사람들에게 의해서 이루어질 수 없습니다. 물론 여러분도 그 주인공 중 한 명이죠!</p> <p>나의 희망 직업은 무엇인가요? 도시 물 관리와 어떤 관련을 지어볼 수 있을까요?</p> <p>- 앞서 공부한 직업 중의 하나일 수도 있고, 전혀 다른 직업일 수도 있습니다. 전혀 다른 직업이어도 좋습니다. 도시의 물 관리 과정과 내가 원하는 희망 직업이 어떤 관련성이 있을지 자유롭게 상상하여 적어주세요.</p>									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>나의 희망 직업</th> <th>도시 물 관리 과정과의 관련성</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>예) 의사</td> <td>예) 수질 오염으로 인한 질병, 수인성 질병 등을 연구하여 병을 치료하는 의사가 될 수 있다.</td> </tr> <tr> <td>예) 가수</td> <td>예) 자연에 있는 물을 깨끗하게 보존하고, 물을 사용할 때에도 되도록 오염시키지 말 것을 시민들에게 홍보하는 노래를 부를 수 있다.</td> </tr> <tr> <td>예) 은행원</td> <td>예) 은행원이 되어 물을 이용한 사업을 하는 사람에게 돈을 빌려줄 것이다. 또한, 물을 통한 일을 하는 사람에게도 투자하는 방법을 알려줄 것입니다.</td> </tr> </tbody> </table>	나의 희망 직업	도시 물 관리 과정과의 관련성	예) 의사	예) 수질 오염으로 인한 질병, 수인성 질병 등을 연구하여 병을 치료하는 의사가 될 수 있다.	예) 가수	예) 자연에 있는 물을 깨끗하게 보존하고, 물을 사용할 때에도 되도록 오염시키지 말 것을 시민들에게 홍보하는 노래를 부를 수 있다.	예) 은행원	예) 은행원이 되어 물을 이용한 사업을 하는 사람에게 돈을 빌려줄 것이다. 또한, 물을 통한 일을 하는 사람에게도 투자하는 방법을 알려줄 것입니다.	
나의 희망 직업	도시 물 관리 과정과의 관련성								
예) 의사	예) 수질 오염으로 인한 질병, 수인성 질병 등을 연구하여 병을 치료하는 의사가 될 수 있다.								
예) 가수	예) 자연에 있는 물을 깨끗하게 보존하고, 물을 사용할 때에도 되도록 오염시키지 말 것을 시민들에게 홍보하는 노래를 부를 수 있다.								
예) 은행원	예) 은행원이 되어 물을 이용한 사업을 하는 사람에게 돈을 빌려줄 것이다. 또한, 물을 통한 일을 하는 사람에게도 투자하는 방법을 알려줄 것입니다.								

STEAM 프로그램: 물 부족 10차시 전체에 반영된 과학과 핵심역량을 그래프로 나타낸 것이다. 5가지 핵심역량의 반영정도를 살펴보면 과학적 의사소통 능력(23%), 과학적 탐구 능력(23%), 과학적 사고력(20%), 과학적 참여와 평생 학습 능력(20%), 과학적 문제 해결력(14%) 순으로 반영됨을 확인할 수 있다. 그 중 과학적 탐구 능력의 기초탐구기능을 통한 자료 수집하기, 과학적 사고력의 창의적 사고하기, 과학적 의사소통 능력의 과학적 근거로 논증하기, 과학적 참여와 평생 학습 능력의 공동체 문제 이해하기 항목이 높은 비율을 보였다. 이는 프로그램이 주제에 맞는 키트를 제공하여 학생들이 키트의 재료를 파악하고 직접 설계하는 활동으로 이루어져 있어 키트를 설계하며 기초탐구기능을 함양하고 창의적으로 생각하며, 문제를 해결하는 데 있어 토의를 통해 과학적 근거로 논증할 수 있으며 이를 해결해야 하는 이유에 대해 학습함으로써 공동체 문제임을 이해할 수 있음을 확인하였다. 또한 과학적 문제해결력의 자료 선택 및 평가하기 항목과 과학적 참여와 평생 학습 능력의 사회적 이슈에 대해 이야기하기 항목이 반영되지 않은 것을 확인하였다. 이는 프로그램에서 문제해결을 위한 방법이 한정적으로 제시되어 있어 학생들이 특별히 자료를 선택하고 평가하는 역량이 함양되지 않은 것으로 분석되었으며, 물 부족 현상이 사회적으로 어떠한 영향을 주는지 학생들의 의견을 이야기하는 활동이 부족한 것으로 분석되었다(그림 15).



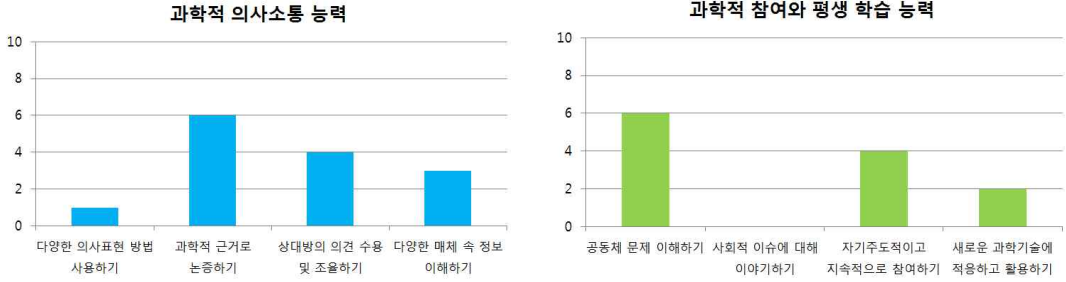


그림 15. STEAM 프로그램: 물 부족 분석 결과

STEAM 프로그램: 기후변화와 물 부족을 비교하여 보았을 때, 기후변화 프로그램은 기후변화 문제와 관련한 실험이 학생들에게 한정적으로 제시되어 과학적 문제해결력의 반영 정도가 낮고 비교적 과학적 의사소통 능력의 반영 정도가 높음을 확인할 수 있다. 물 부족 프로그램은 물 부족 문제와 관련한 실험키트가 제공되지만 주어진 재료를 모두 사용하는 것이 아니라 학생들이 설계하는 점으로 보아 과학적 문제해결력의 반영 정도가 비교적 높아진 것을 볼 수 있으며, 5가지의 역량이 골고루 반영되어 있음을 확인할 수 있다(그림 16).

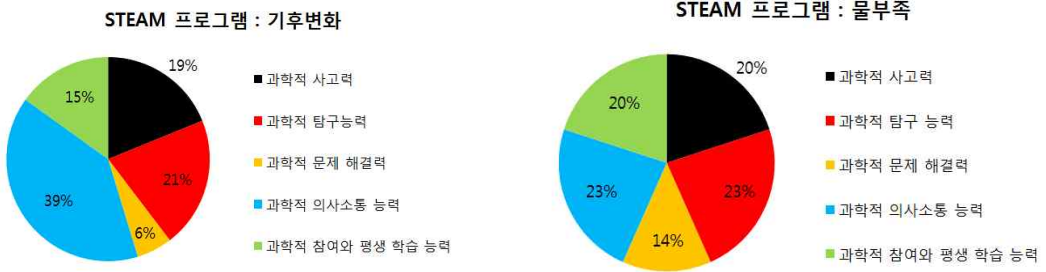


그림 16. STEAM 프로그램: 기후변화와 물 부족 분석 결과 비교



## V. 결론 및 제언

본 연구에서는 과학과 핵심역량을 측정할 수 있는 측정도구를 개발하고 이의 적용 가능성을 살펴보기 위하여 STEAM 프로그램을 선정하여 분석하였다. 이를 통하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

첫째, 연구를 통해 과학과 핵심역량의 하위항목과 조작적 정의에 대한 타당성과 신뢰성을 구축하면서 측정도구의 구체적인 항목 및 정의의 개발 가능성을 볼 수 있었다. 본 연구에서는 과학교육계의 전문가들의 과학과 핵심역량에 대한 정의와 그 사례를 설문하고 이에 대해 협의하여 하위항목과 조작적 정의를 구안하였다. 과학과 핵심역량 5가지의 하위항목은 과학교육계의 전문가들의 실험적인 자료를 기초로 연구진들의 지속적인 협의를 통해 내용 타당도를 구축하였다. 개발된 과학과 핵심역량 측정도구의 적용가능성을 확인하고자 이를 이용하여 STEAM교육 프로그램을 분석하였다. 그 결과, 핵심역량의 대부분의 요소가 골고루 반영되어 있었다. 이를 통해 연구를 통해 개발된 과학과 핵심역량의 측정도구는 측정 가능한 요소들로 구성되어 있음을 판단할 수 있다.

둘째, STEAM교육 프로그램에 과학과 핵심역량이 반영될 수 있음을 알 수 있으며, 프로그램의 주제와 수업구성에 따라 핵심역량이 다르게 편중됨을 확인하였다. 본 연구에서 개발된 과학과 핵심역량의 측정도구는 측정 가능한 도구로 판단하였으며, STEAM교육 프로그램에 나타난 핵심역량의 반영 정도를 살펴본 결과, 프로그램의 구성에 따라 핵심역량의 반영 정도가 다름을 알 수 있었다. 기후변화 프로그램의 경우, 과학적 문제 해결력(6%)이 매우 낮게 나타났으며 그에 반해 과학적 의사소통 능력(39%)은 매우 높게 나타났다. 이는 학생들이 스스로 문제를 해결하는 방법을 모색하는 것이 아닌 제작되어 있는 문제해결방법 즉, 실험을 설계해보는 수업으로 구성되어있기 때문이다. 그 과정에서 학생들의 토의활동의 비중이 높아져 비교적 과학적 의사소통 능력은 높게 나타났다. 물 부족 프로그램의 경우, 5가지의 과학과 핵심역량이 골고루 반영됨을 확인할 수 있었다. 기후변화 프로그램과 달리, 이는 주어진 실험재료에 따라 학생들이 직접 선택하여 실험을 설계하는 수업으로 문제해결의 과정을 직접 겪을 수 있도록 구성되어있기 때문이다.

이에 대하여 다음과 같이 제언하고자 한다.

본 연구를 통해 개발된 핵심역량 측정도구가 과학 프로그램 및 STEAM교육 프로그램 개발 시 가이드라인으로 사용되어 학생들이 과학과 핵심역량을 함양할 수 있기를 기대하는 바이다. 과학교육에서는 이와 함께 핵심역량을 함양할 수 있는 수업전략의 개발이 필요하며, 과학과 핵심역량의 하위항목과 조작적 정의에 대해 이해를 높이고 교사의 전문성을 높일 수 있도록 교사 양성 및 연수 프로그램이 이루어져야 할 것이다. 또한 이를 통해 교사들이 직접 과학과 핵심역량이 함양된 STEAM프로그램을 개발하고 실제 현장에 적용할 수 있도록 환경이 조성되어야 할 것이다.

## 참고문헌

- Choi, K., Lee, H., Shin, N., Kim, S., and Krajcik, J. (2011). Re-conceptualization of scientific literacy in South Korea for the 21st century. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(6), 670-697.
- Lave, J., & Wenge, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge university press.
- McClelland, D. C. (1973). Testing for competence rather than for intelligence. *American Psychologist*, 28, 1-14.
- OECD (2003). *Definition and selection of competencies: Theoretical and conceptual foundation(DeSeCo)*. OECD Press.
- OECD (2006). *Schooling for tomorrow: Think scenarios, rethink education*. OECD: Paris.
- OECD (2007). *Giving Knowledge for Free: The Emergence of Open Educational Resources*. OECD. Paris.
- Park, Y-S. (2010). Secondary Beginning Teachers' Views of Scientific Inquiry: With the View of Hands-on, Minds-on, and Hearts-on. *Journal of Earth Science Society*, 31(7), 798-812.
- PISA (2006). *OECD Programme for International Student Assessment*.
- Rychen, D., & Salganik, L. (2003). *Key Competencies for a Successful Life and Well-Functioning Society*. Hogrefe and Huber. Cambridge, 41-62.
- 강현석 (2000). 지식기반사회가 추구하는 지식 개념의 비판적 검토. *교육과정연구*, 18(1), 135-161.
- 고은정, 정대홍 (2014). 과학교과에서의 핵심역량에 대한 세계의 동향에 준거하여 우리나라 현장 교사들의 인식 연구. *한국과학교육학회지*, 34(6), 535-547.
- 교육과학기술부 (2010). *창의인재와 선진과학기술로 여는 미래 대한민국. 2011년 업무보고*. 교육과학기술부
- 교육과학기술부 (2011). *과학과 교육과정, 교육과학기술부 고시 제 2011-361호[별책 9]*
- 교육과학기술부와 한국과학창의재단 (2012). *손에 잡히는 STEAM 교육*. 한국과학창의재단 융합교육정책실.
- 교육부 (2014). *2015 문·이과 통합형 교육과정 총론 주요사항*. 교육과정정책과 9월24일 보도자료.

- 교육부 (2015). 과학과 교육과정. 교육부 고시 제 2015-74호[별책 9].
- 곽영순 (2016). 과학과 역량중심 교육과정. 파주:교육과학사.
- 김경자, 강태중, 강현석, 구정화, 김대현, 김두정, 김이경, 김인석, 김창원, 박경미, 박순경, 박창언, 소경희, 송진웅, 이정진, 이광우, 이승미, 장명희, 최상훈, 최진영, 허숙, 허경철, 홍원표, 황규호, 홍은숙 (2014). 문·이과 통합형 교육과정 총론 시안 개발 연구 (총괄). 국가교육과정개정연구위원회·교육부.
- 김경진 (2010). 역량의 개념과 교육적 함의. 숙명여자대학교 석사학위논문.
- 김방희, 이희진, 김진수 (2013). 중학교 기술교과의 T-STEAM 프로그램 개발 및 수업 적용. 한국기술교육학회지, 13(1), 131-151.
- 김성원, 정영란, 우애자, 이현주 (2012). 융합인재교육(STEAM)을 위한 이론적 모형의 제안. 한국과학교육학회지, 32(2), 388-401.
- 김수금, 유시규, 김선배 (2014). 창의적 융합교육을 위한 무게중심 프로그램 개발과 적용사례 연구. 수학교육학연구, 24(3), 333-357.
- 김진수 (2012). STEAM교육론. 경기:양서원.
- 김현진 (2014). 자기주도 학습과 문제해결 능력에 초점을 둔 초등학생용 기후변화 STEAM 프로그램 개발과 적용. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 청구논문.
- 박민정 (2008). 대학교육의 기능과 역할 변화에 따른 대안적 교육과정 담론: 역량기반 교육과정의 교육적 함의. 교육과정연구, 26(4), 173-197.
- 박민정 (2009). 역량기반 교육과정의 특징과 비판적 쟁점 분석 : 내재된 가능성과 딜레마를 중심으로. 교육과정연구, 27(4), 71-94.
- 박순경, 김사훈, 김진숙, 백경선, 변희현, 안종욱, 양정실, 이광우, 이근호, 이미경, 이미숙, 이승미, 이혜원, 정영근, 한혜정 (2014). 국가 교육과정 총론 개선을 위한 기초 연구. 한국교육과정평가원 연구보고 CRC 2014-1.
- 박영신, 맹승호, 정원영, 김원강, 김유신, 박기만, 홍철훈, 문병권, 강성승, 박정우, 김문수 (2012). 2012년 융합인재교육(STEAM) 프로그램 개발 최종보고서. 한국과학창의재단
- 박재진 (2013). 과학자의 역량을 기반으로 한 과학영재학생에게 필요한 역량모델 개발. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 박재진, 윤지현, 강성주 (2014). 역량 중심의 과학 영재 교육을 위한 과학자의 핵심 역량 모델 개발 및 타당화. 영재교육연구, 24(4), 509-541.
- 백남진 (2015). 과학적 소양에 기반한 과학과 성취기준의 개발 방향 탐색: 캐나다, 호주, 싱가포르 과학 기준을 중심으로. 교육과학연구, 46(2), 1-29.

- 백윤수, 박현주, 김영민, 노석구, 박종윤, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙 (2011). 우리나라 STEAM 교육의 방향. 학습자중심교과교육연구, 11(4), 149-171.
- 소경희 (2007). 학교교육 맥락에서 본 ‘역량(competency)’의 의미와 교육과정적 함의. 교육과정연구, 25(3), 1-21.
- 소경희 (2009). 역량기반 교육의 교육과정사적 기반 및 자유교육적 성격 탐색. 교육과정연구, 27(1), 1-20.
- 소경희, 강지영, 한지희 (2013). 교과교육과정 개발을 위한 역량 모델의 가능성 탐색: 영국, 독일, 캐나다 교육과정 고찰을 중심으로. 비교교육연구, 23(3), 153-175.
- 손민호 (2011). 역량중심교육과정의 가능성과 한계 - 역량 개념을 중심으로. 한국교육논단, 10(1), 101-121.
- 송진웅과 나지연 (2015). 2015 과학과 교육과정 개정의 주요 방향 및 쟁점 그리고 과학교실문화. 현장과학교육, 9(2), 72-84.
- 신동희와 노국향 (2002). 우리나라 학생들의 과학적 소양 성취도. 한국과학교육학회지, 22(1), 76-92.
- 신동희, 김정우, 김래영, 이종원, 이현주, 이정민 (2012). 융합형 교사 교육 프로그램 개발 연구. 교과교육학연구, 16(1), 371-398.
- 신진경, 최동규, 김지원, 허균, 박종윤, 주동범, 원효현 (2013). 학교연구보고서에 제시된 STEAM 프로그램의 핵심 역량 및 요소 분석. 한국수산해양교육학회, 25(4), 898-914.
- 유현숙, 김남희, 김안나, 김태준, 이만희, 장수명 (2002). 국가수준의 생애능력 표준설정 및 학습체제 질 관리 연구 I. 한국교육개발원 연구보고서.
- 윤현진, 이광우, 김영준, 전제철 (2007). 미래 한국인의 핵심 역량 증진을 위한 초·중등학교 교육과정 비전 연구(I): 핵심역량 준거와 영역 설정을 중심으로. 한국교육과정평가원. 연구보고 RRC 2007-1.
- 이광우, 민용성, 전제철, 김미영, 김혜진 (2008). 미래 한국인의 핵심 역량 증진을 위한 초·중등학교 교육과정 비전 연구(II): 핵심역량 영역별 하위요소 설정을 중심으로. 한국교육과정평가원 연구보고 RRC 2008-7-1.
- 이광우, 전제철, 허경철, 홍원표 (2009). 미래 한국인의 핵심 역량 증진을 위한 초·중등학교 교육과정 설계 방안 연구: 총괄 보고서. 한국교육과정평가원 연구보고 RRC 2009-10-1.
- 이광우, 정영근, 서영진, 정창우, 최정순, 박문환, 이봉우, 진의남, 유정애, 이경언, 박소영, 주형미, 백남진, 온정덕, 이근호, 김사훈 (2014). 교과 교육과정 개발 방향 설정 연

- 구. 한국교육과정평가원 연구보고 CRC 2014-7.
- 이근호, 곽영순, 이승미, 최정순 (2012). 미래 사회 대비 핵심 역량 함양을 위한 국가 교육과정 구상. 한국교육과정평가원 연구보고 RRC 2012-4.
- 이신동과 김소연 (2015). 초등영재의 독립연구능력 향상을 위한 STEAM 프로그램 개발 및 효과분석. 영재와 영재교육, 14(3), 127-147.
- 이찬승 (2015). 2015 개정교육과정의 핵심역량, 심각한 문제 있다!. 교육을 바꾸는 사람들 교육저널.
- 이호녕, 권혁수, 김미랑, 김용기, 남정철, 박경숙, 박병열, 서보현, 손동일, 오영재, 오희진, 이성수, 이영은, 전재돈, 정현일, 조현준, 한인기 (2013). STEM/STEAM 교육의 이해와 적용. 서울:북스힐.
- 조윤동과 윤용식 (2014), 핵심역량 육성의 관점에서 비교한 한국과 일본의 수학과 교육과정. 수학교육학연구, 24(1), 45-65.
- 최은지 (2013). 과학대중화를 위한 자연사박물관 전시물의 과학 커뮤니케이션 반영정도 분석. 조선대학교 석사학위논문.
- 최정훈 (2011). STEAM 교육이 성공하려면. 월간창의교육, 2011년 2월호.