



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](#)

2024년 2월
석사학위 논문

중등과학교과서에 반영된
민주시민역량 분석 및 함양
프로그램 개발

조선대학교 대학원

과학교육학과

이 지 연

중등과학교과서에 반영된
민주시민역량 분석 및 함양
프로그램 개발

Analyzing reflection of democratic citizenship at
secondary level of science textbooks and developing
program for its promotion

2024년 2월 23일

조선대학교 대학원

과 학 교 육 학 과

이 지 연

중등과학교과서에 반영된
민주시민역량 분석 및 함양
프로그램 개발

지도교수 박 영 신

이 논문을 교육학 석사학위신청 논문으로 제출함

2023년 10월

조선대학교 대학원

과 학 교 육 학 과

이 지 연

이지연의 석사학위 논문을 인준함

위원장

김선영

(인)

위원

조광희

(인)

위원

박영신

(인)

2023년 12월

조선대학교 대학원

목 차

ABSTRACT	viii
I. 서론	1
II. 이론적 배경	4
A. 민주시민교육	4
1. 민주시민교육의 출현 배경	4
2. 민주시민교육의 정의	6
3. 민주시민교육의 국내외 연구	10
B. 과학교육에서 나타나는 민주시민교육	16
1. 교육과정과 민주시민교육	16
2. 과학과 교육과정과 민주시민교육	23
3. 과학교육에서 나타나는 민주시민교육의 국내외 연구동 향	27
III. 연구 방법	32
A. 과학과 민주시민 역량 분석 틀을 활용한 교과서 분석	33
B. 민주시민역량 함양을 위한 과학교육 프로그램 개발	41

IV. 연구 결과	44
A. 과학과 민주시민 역량 분석 틀을 활용한 과학과 교과 서 분석	44
1. 중학교 과학1 기후변화, 신재생에너지, 자연재해 주제 소단원별 교과서 분석	44
2. 중학교 과학2 기후변화, 신재생에너지, 자연재해 주제 소단원별 교과서 분석	49
3. 중학교 과학3 기후변화, 신재생에너지, 자연재해 주제 소단원별 교과서 분석	55
4. 중학교 과학1 기후변화, 신재생에너지, 자연재해 주제 소단원별 교과서 분석	61
5. 중등 과학교과서의 기후변화, 신재생에너지, 자연재해 주제에서 나타난 민주시민역량	68
B. 민주시민역량 함양을 위한 과학교육 프로그램 개발	73
1. 과학교육에서의 민주시민역량 함양을 위한 프로그램 개발	74
2. 프로그램 타당성 확인을 위한 현장 과학 교사 자문	83
V. 결론 및 제언	96

참고문헌

부록

표 목 차

표 1. 한국 민주시민 교육의 흐름	5
표 2. 민주시민의 정의	6
표 3. 다양한 분야에서 민주시민 교육의 정의	7
표 4. 외국의 민주시민 교육 비교(이범웅, 2015 수정)	10
표 5. 시기별 민주시민교육 관련 연구 동향의 변화 정리(이인원 외, 2021)	14
표 6. 교육과정에서의 민주시민교육 발전 내용	17
표 7. 2015 교육과정과 2022 교육과정의 추구하는 인간상 비교	18
표 8. 2015 교육과정과 2022개정 교육과정의 핵심 역량(공동체 역량)비교	19
표 9. 2022 개정 교육과정 학교 급별 교육 목표	20
표 10. 학교 교육으로서의 민주시민교육 정의	21
표 11. 과학과 교육과정(교육과학기술부 2012; 교육부 2015b; 2022b) 성격 비교	24
표 12. 과학과 교육과정(교육과학기술부 2012; 교육부 2015b; 2022b) 총괄 목표 비교	25
표 13. 과학과 교육과정(교육과학기술부 2012; 교육부 2015b; 2022b) 세부 목표 비교	26
표 14. 책임 있는 시민권을 위한 과학교육 프레임 워크(European Commission, 2015)	27
표 15. 민주시민역량 분석 틀(DCF)(Park et al., 2022)	30
표 16. 연구 방법 설계	32
표 17. 자문에 참여한 현장 과학교사	33
표 18. 민주시민역량 분석 틀의 과학교육 현장 적용 적합성	34
표 19. 과학교육 현장용 민주시민역량 분석 틀	35
표 20. 본 연구에서 활용된 기후변화, 자연재해, 신재생에너지 내용을 포함 한 과학 교과과정	38

표 21. 과학 교과서 분석 예시	40
표 22. 민주시민 교육프로그램 순서와 대표적으로 나타난 민주시민역량	41
표 23. 중학교 과학1 비판적 사고 예시	45
표 24. 중학교 과학1 정보처리 능력 예시	45
표 25. 중학교 과학1 자기주도역량 예시	46
표 26. 중학교 과학1 의사결정력 예시	46
표 27. 중학교 과학1 교과서 자연재해 주제 소단원별 민주시민역량 빈도	47
표 28. 중학교 과학2 비판적 사고 예시	49
표 29. 중학교 과학2 정보처리 능력 예시	50
표 30. 중학교 과학2 자기주도역량 예시	50
표 31. 중학교 과학2 의사결정력 예시	51
표 32. 중학교 과학2 공감능력 예시	52
표 33. 중학교 과학2 교과서 기후변화, 신재생에너지, 자연재해 주제 소단 원 별, 민주시민역량 빈도	53
표 34. 중학교 과학3 비판적 사고 예시	55
표 35. 중학교 과학3 정보처리 능력 예시	56
표 36. 중학교 과학3 공감능력 예시	57
표 37. 중학교 과학3 자기주도역량 예시	57
표 38. 중학교 과학3 의사결정력 예시	58
표 39. 중학교 과학2 교과서 기후변화, 신재생에너지, 자연재해 주제 소단 원 별, 민주시민역량 빈도	59
표 40. 고등학교 통합과학 비판적 사고 예시	61
표 41. 고등학교 통합과학 의사소통 및 협력 예시	62
표 42. 고등학교 통합과학 자기주도역량 예시	63
표 43. 고등학교 통합과학 공감능력 예시	64
표 44. 고등학교 통합과학 교과서 기후변화, 신재생에너지, 자연재해 주제 소단원 별, 민주시민역량 빈도	65
표 45. 기후변화, 신재생에너지, 자연재해 주제 중등 과학교과별 민주시민 역량 빈도	68

표 46. 기후변화, 신재생에너지, 자연재해 주제 과학 중,고등 학교별 민주 시민역량 빈도 비교	70
표 47. 과학교육 현장의 민주시민역량 함양을 위한 프로그램 활동 및 역량	73
표 48. 민주시민 교육프로그램 동기부여	74
표 49. 민주시민 교육프로그램 개념 이해1	75
표 50. 민주시민 교육프로그램 개념 이해2	76
표 51. 민주시민 교육프로그램 개념 적용1	77
표 52. 민주시민 교육프로그램 개념 적용2	78
표 53. 민주시민 교육프로그램 개념 적용3	79
표 54. 민주시민 교육프로그램 개념 적용4	79
표 55. 민주시민 교육프로그램 정리하기1	80
표 56. 민주시민 교육프로그램 정리하기2	81
표 57. 민주시민 교육프로그램 정리하기3	82
표 58. 개발된 과학교육프로그램의 민주시민역량 포함 여부	84
표 59. 민주시민역량 함양을 위한 과학교육프로그램의 특징	94

그림 목 차

그림 1. 과학과 민주시민역량 함양을 위한 프로그램 자문의견서 분석 예시	43
그림 2. 중학교 과학1에서 나타난 상대적 민주시민역량 반영 그래프	48
그림 3. 중학교 과학2에서 나타난 상대적 민주시민역량 반영 그래프	54
그림 4. 중학교 과학3에서 나타난 상대적 민주시민역량 반영 그래프	60
그림 5. 고등학교 통합과학에서 나타난 상대적 민주시민역량 반영 그래프	67
그림 6. 중등 과학교과의 기후변화, 신재생에너지, 자연재해 주제에서 나타 난 민주시민역량 비율 그래프	69
그림 7. 중학교, 고등학교 과학교과서의 기후변화, 신재생에너지, 자연재해 주제에서 나타난 민주시민역량 비율 비교 그래프	71
그림 8. 과학과 민주시민역량 함양을 위한 프로그램 자문의견서 예시	83
그림 9. 민주시민 교육프로그램 수정(의사소통 및 협력)	85
그림 10. 민주시민 교육프로그램 수정(정보처리 능력)	87
그림 11. 민주시민 교육프로그램 수정(공감능력)	88
그림 12. 민주시민 교육프로그램 수정(사회적 책임감)	90
그림 13. 민주시민 교육프로그램 수정(STS)	91
그림 14. 민주시민 교육프로그램 수정(자기주도역량)	92
그림 15. 민주시민 교육프로그램 수정(의사결정력)	93

ABSTRACT

Analyzing reflection of democratic citizenship at secondary level of science textbooks and developing program for its promotion

Lee JiYeon

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

Department of Science Education

Graduate School of Chosun University

Our society is rapidly changing due to digital transformation, climate environmental changes, and the spread of infectious diseases. To secure national competitiveness in response to these changes, it has become crucial to critically address various social issues that we will face in the future, discern truth from falsehood in a sea of misinformation, and adapt flexibly based on scientific logic and evidence (Korea Science and Creativity Foundation, 2022).

As we enter the era of the Fourth Industrial Revolution and accelerate scientific and technological innovations, there is an increased emphasis on enhancing the core competencies of future generations and cultivating scientific literacy through educational reform. In 2022, the education curriculum was revised to emphasize 'civic education' as a means to adapt to the changing landscape of society and the environment. Therefore, civic education in science is essential. However, civic education is predominantly addressed in specific subjects such as general social studies, politics, and ethics. With the current emphasis on knowledge transfer-oriented teaching methods for entrance exams, it is challenging to achieve the goal of

fostering mature and creative citizens who actively participate and engage in critical thinking as intended by civic education. Additionally, there is a lack of information regarding the content and competencies that students should acquire to become informed civic citizens.

Hence, to nurture mature and creative civic citizens who will lead the future society where science and technology are advancing, civic education in science is required, and research on the competencies that need to be nurtured as civic citizens in the age of scientific revolution is necessary. The existing framework for analyzing civic competencies (Park et al., 2022) was developed based on the theories of previous studies and may require validation for practical application in science education.

In this study, (1) Analyze how well current science textbooks, specifically those addressing social science issues (SSI) related to climate change, natural disasters, and renewable energy, incorporate democratic citizenship competencies using the revised framework; and (2) Develop a program to supplement any identified deficiencies in democratic citizenship competencies based on the analyzed frequencies. The developed program is validated through consultation with science teachers, applied to prospective science teachers, and any issues encountered in real-world applications are identified.

The results of the study indicate that: (1) Analysis revealed that critical thinking, information processing, and communication and collaboration were prominently represented in middle school science textbooks, with autonomy and decision-making skills reflected less

frequently. However, democratic citizenship competencies were more than twice as prevalent in high school science textbooks compared to middle school textbooks, although the frequency of autonomy remained consistent; and (2) Challenges in implementing activities that require collaborative problem-solving were identified, and the lack of content demanding the final practice of decision-making was noted.

As a result, while this study confirms the applicability of the revised democratic citizenship competency analysis framework, continuous research is needed to develop rubrics that assess students' democratic citizenship activities and teachers' proficiency in democratic citizenship instruction. The study also suggests that explicit inclusion of democratic citizenship competencies in science education curricula is necessary to activate democratic citizenship education. The development and application of a program to balance all competencies, especially autonomy and decision-making, are essential for fostering citizens capable of active participation and practice as envisaged in the 2022 revised education curriculum. The study anticipates that the integration of autonomy and decision-making into science textbooks, in line with the 2022 curriculum, will contribute to the cultivation of mature and creative democratic citizens.

1. 서론

현재, 기후변화는 미래의 중요한 문제로 대두되고 있다. 유엔 사무총장안 토니우 구테흐스는 “지구 온난화(global warming)시대는 끝나고 끓는 지구(global boiling)의 시대가 시작됐다.” 며 오늘날의 기후변화와 기후위기에 심각성을 강하게 경고하였다. 21세기에는 기후변화, 신재생 에너지, 인공지능 등의 주제에 대한 관심이 높아져, 이러한 사회과학적 쟁점에 참여하고 토론을 이해하며 생산적인 의견을 제시하기 위해서는 높은 수준의 과학 지식과 과학적 사고방식이 요구되면서 글로벌 이슈와 미래사회를 대비한 새로운 교육의 필요성이 대두되고 있다.

또한 기후 위기뿐만 아니라 사회의 급격한 변화와 시민들 간의 신뢰 부족으로 구성원 간의 갈등과 혐오 문제가 다양하게 표출되면서 사회의 통합이 어려워지고 있는 상황이다. 미디어와 정보의 빠른 전달로 인해 사회는 더욱 빠르게 변화하고 있어, 지식의 통용되는 기간이 짧아지고 빠르게 변화하고 있다. 이에 대응하기 위해 우리는 사회문제에 공감하고 책임감을 가지며, 빠르게 변하는 사회 속에서 다양한 관점에서 비판적으로 사고하고 의사소통과 협력을 통해 합리적이고 논리적인 의사결정을 하여 사회문제 해결할 수 있는 인재를 양성해야 한다.

하지만 현재의 과학교육은 단편적인 지식전달에 중점을 두고 있어 급변하는 미래사회에서 요구되는 창의성과 비판적인 사고, 그리고 인성을 고루 갖춘 인재를 양성하는 데 어려움이 있다(김현섭 외, 2019). 따라서 미래사회에서 요구되는 문제해결 능력과 의사 결정력을 갖춘 인재를 양성하기 위해서는 단순한 지식 전달이 아닌 깊이 있고 질 높은 교육이 필요하다. 이는 미래사회에서 마주할 기후변화, 문화 갈등, 에너지 고갈과 같은 문제를 해결하기 위한 지식을 선별하고 활용할 수 있는 능력을 키워 미래를 이끌어갈 인재로 양성하는 것이 새로운 과제가 되었다.

이에 교육부는 미래를 대비하여 사회에 필요한 인재를 양성하기 위해서 민주시민역량을 강화해야 한다(교육부, 2018)고 강조하고 있다. 이를 위해 비판적 사고력, 창의력, 의사소통능력, 협력능력은 민주시민의 대표적인 자질로 인정되며, 민주시민교육은 미래사회를 대비하기 위한 교육 패러다임 변화

에서 필수적인 역할(교육부, 2018)을 하는 것으로 보고된다. 민주시민 교육은 비판적 사고를 통해 의사 결정력을 향상시키고, 의사소통과 협력을 통해 체계적으로 사고하고 문제해결을 위한 정보를 수집 및 해석하며 공감 능력을 키우고 사회적 책임감을 느낄 수 있는 효과가 있다(Park et al., 2022). 또한 STS(과학, 기술, 사회) 간의 관계를 이해하고 자기 주도적인 의사결정을 표현하는 능력을 향상시켜 자신이 속한 공동체의 문제를 상호 연대하여 해결할 수 있는 창의적인 인재를 양성하는 방향으로 민주시민교육을 활성화하여야 한다(교육부, 2018). 이를 위해 교육부는 “민주시민교육 활성화를 위한 종합계획(교육부, 2018)”과 “교과 교육과정과 연계한 민주시민교육(교육부, 2019)”에 대한 자료를 발행하여 학교에서의 민주시민교육 내용을 강화하고 내실화하고자 하였으며, 최근에 개정된 2022 교육과정의 총론 주요 사항에는 2015 개정 교육과정에는 없었던, 미래사회 및 환경 변화에 대응하는 교육내용을 강화하고 학습자의 공동체 가치 함양과 역량 강화를 위한 민주시민교육이 포함되었다(교육부, 2021).

과학교육에서의 민주시민교육은 2009, 2015, 2022년 교육과정이 개정됨에 따라 점차 중요성을 갖추고 있는 추세이다. 2009 과학과 교육과정에서는 ‘추구하는 인간상’을 통해 처음으로 ‘민주시민’이라는 표현을 사용하였으나, 이는 단순히 총론에서 언급된 것을 반영한 것이었고, 과학교육만의 특정 목표로 제시한 것은 아니었다. 2015 과학과 교육과정에서는 총론에서 언급된 ‘민주시민’이 아닌 과학과만의 성격에서 ‘바람직한 민주시민’으로 성장할 수 있도록 언급되었다. 가장 최근의 2022 과학과 교육과정에서는 성격뿐만 아니라 목표에서도 ‘민주 시민’으로서 참여와 실천을 통해 행동할 수 있는 역량을 기르도록 언급되었다. 2009년부터 시작되어 2022년 과학과 교육과정에 이르기까지 총론-성격-목표로 민주시민에 대한 접근이 점차 세분화되고 있는 점을 통해, 과학교육에서 민주시민 양성을 위한 교육의 필요성이 점차 강조되고 있음을 알 수 있다.

그러나 현재의 학교에서는 지식에 편중되고 명제적 지식에 치중된 민주시민교육의 수업을 진행하고 있다. 이로 인해 이론과 실천의 불일치가 발생하고, 학습자의 요구나 필요를 반영하지 못한 표준적인 교육방식이라는 비판(유제순, 2017)이 있다. 지식 전달 위주의 주입식 교수법은 학생들의 자율적

참여와 비판적 사고를 촉진하는 목적에 부합하지 않아, 성숙하고 창의적인 미래사회의 인재를 양성하기 어려운 상황이다.

또한 학교에서 민주시민교육을 위해 협력적이고 학생 중심의 교수학습법을 도입하더라도, 경쟁적인 평가 방식이 사용되면 교수학습과 평가의 불일치로 인해 민주시민 교육에 대한 효과가 제한(교육부, 2018)된다. 이에 따라 적절한 교수학습법과 평가가 함께 이루어져야 효과적인 민주시민교육이 가능하다. 효과적인 민주시민교육과 교수학습법은 교육의 주체인 교사에게 많은 영향을 받기 때문에 교사들은 민주시민 교육을 위한 연수를 받는 등 노력하고 있지만, 연수 강사 부족 등의 문제로 교원들이 충분한 연수의 기회를 제공받지 못하고 있어, 민주시민을 양성하기에 효과적인 다양한 교육 콘텐츠가 부족(교육부, 2018)한 상황이다.

과학과 교육과정에 민주시민에 대한 참여와 실천을 강조한 만큼 과학교육 현장에서 민주시민 교육을 실행하는 과정에서 활용 가능한 실질적인 민주시민역량 측정 도구가 필요하다. Park et al.(2022)에서는 제시한 민주시민역량 분석 도구는 여러 교육정책과 선행 연구의 이론을 기반하여 하향식(top-down)방식으로 민주시민역량 분석 도구가 개발되었다. 해당 도구를 토대로 과학교육 현장에서 적용 가능한 실질적인 민주시민역량 분석 도구가 개발된다면 현장 과학 교사들이 민주시민 교육을 하는 것에 긍정적인 영향을 줄 것으로 기대한다.

따라서 본 연구에서는 과학교육 현장에 적용 가능한 민주시민 역량 분석 도구를 활용하여 현재 과학과 교육과정이 반영된 과학교과서에 민주시민역량이 얼마나 반영되어 있는지, 민주시민역량의 빈도를 파악하고자 하였다. 또한 과학과에서의 민주시민역량함양을 위해 적합한 민주시민 교육프로그램을 개발하고, 이를 통해 2022 과학과 교육과정이 반영될 과학 교과서에서 민주시민 교육을 효과적으로 발전시킬 방안을 제언하고자 한다.

II. 이론적 배경

2009년부터 과학과 교육과정에서 언급되어온 민주시민교육의 정의와 구성 요소에 대해서 알아보는 것은 시기적절하다. 이를 위해서 기존의 Park et al.(2022)이 개발한 민주시민역량 분석 틀을 이용하여 과학교육 현장에서 활용 가능한 도구로 완성하고 과학교육 현장에서 빈번히 사용되는 교과서를 통해 민주시민역량의 반영 정도를 파악하여 역량함양을 위한 프로그램을 개발하는 것을 이 연구의 목적으로 삼는다. 이에 본 장에서는 연구목적과 관련된 이론적 배경을 살펴보고자 한다.

A. 민주시민 교육

오늘날 과학기술의 혁신과 급격한 발전으로 인해 세대 간, 계층 간, 이념 간의 갈등이 증폭되거나 가시화되고 있다. 이러한 사회의 급격한 변화는 새로운 변화에 빠르게 적응하는 사람과 그렇지 못한 사람 사이에 모종의 위화감(장의선, 2021)과 시민들 사이의 신뢰도를 저해시키고 구성원 간의 갈등과 혐오 문제가 다양하고 복잡하게 표출되면서 사회의 통합이 어려워지고 있는 상황(교육부, 2018)이다. 이러한 맥락에서 교육부는 “차별과 혐오가 없는 포용적 민주주의”를 실현하기 위하여 성숙한 민주시민 양성을 위하여 민주시민교육의 필요성을 언급하고 있으며, 민주시민교육 활성화를 골자로 하는 ‘민주시민교육 활성화’ ‘민주 시민교육 활성화를 위한 종합계획(교육부, 2018)’를 발표하고 2022 개정 교육과정 총론 주요사항에서도 ‘더불어 살아가기 위한 태도를 함양하고 실천’ 할 수 있도록 민주시민교육을 강화(교육부, 2021)한다고 발표하였다. 그렇다면 먼저 사회적 갈등과 혐오문제를 해결하고 성숙한 민주시민을 양성하기 위하여 다루어져야 할 민주시민교육의 출현 배경을 살펴보았다.

1. 민주시민교육의 출현 배경

민주시민 교육은 민주주의 사회인 대한민국 공교육의 근본적인 교육목표라

고 할 수 있다. 민주주의는 특정한 어떠한 계급이 아닌 모든 시민이 국가의 주인이며 국민주권을 가진다. 즉, 민주주의자인 ‘시민’ 없이 민주주의는 작동할 수도 유지될 수도 없으며, 이러한 시민은 태어나면서 저절로 되는 것도 아니고 갑자기 나타나는 것도 아니다. 사람은 성숙한 민주시민이 되기 위하여 민주주의를 작동시킬 수 있는 역량과 권리, 의무를 갖추어야 비로소 시민이 되는 것이다. 민주주의 국가에서 자신의 권리와 의무는 무엇인지를 배우며 민주주의를 작동시킬 수 있는 역량을 길러나가야 한다. 이러한 역량을 함양하고 자신의 권리와 의무를 갖추기 위해서는 교육될 수 밖에 없다는 것이 민주시민교육의 근본적인 출현 배경(장은주 외, 2016)이 된다.

일반적으로 민주시민교육의 출발점은 1987년 민주화 운동 이후가 될 것이다. 물론 1987년 이전에도 민주시민교육을 위한 움직임은 있었다. 1945년 해방이후 권위주의체제에 반하여 미국식 민주주의와 한국식 민주주의 교육이념을 접목시키려는 시도를 처음으로 시작하였으나, 1960년대 군사쿠데타와 ‘재건국민운동’로 인한 권위주의로 인해 민주주의 시민교육 대신 정부주도의 국가주의적 정치교육이 많이 이루어지게 되었다. 하지만 1987년의 6월 시민항쟁 이후 ‘대통령 직선제’를 통해 국민은 민주주의 시대에 걸맞는 가치에 대해 관심있게 되어 한국 민주시민 교육학회가 설립되고, 민주시민교육관련 법안 제도화도 시도(이범웅, 2015)하였다(표 1).

표 1. 한국 민주시민교육의 흐름

년도	사건	내용
1945년	해방	미국식 민주주의와 한국식 민주주의 교육이념을 접목 시도
↓		
1960년대	5.16 군사쿠데타 재건국민운동	정부 주도의 정치교육과 국가주의적 정치교육의 상징인 국민교육헌장의 선포
↓		
1987년	6월 시민항쟁 민주화 운동	한국민주시민교육학회 설립, 민주시민교육관련 법안 제도화 시도

민주주의가 본격적으로 시작되면서 민주주의 사회로서의 역량이 축적되고 다양한 영역에서 민주주의의 실질적 제도들이 시행되면서 민주시민으로서 갖추어야 할 권리와 덕목을 교육하고 역량을 함양하여 성숙한 민주시민을 양성하

기 위해 민주시민교육은 우리 교육의 주된 이념(교육부, 2018)이 되었다. 이렇듯 우리 교육의 주된 이념으로 자리잡은 민주시민교육에 대한 정의를 다음 장에서 살펴보았다.

2. 민주시민교육의 정의

민주시민의 정의

민주시민교육은 민주시민과 교육이라는 단어들로 이루어져 있는 합성어이다. 민주시민교육에 대해 알아보기 전 민주시민교육을 이루고 있는 단어들에 대하여 설명해보고자 한다. 먼저 민주란 민주주의라는 정치체계를 의미하며 민주주의는 국가 공동체에서 모든 국민이 주권을 가지고 의사결정을 하는 정치형태(이범웅, 2015)이다. 이러한 민주주의가 적절히 실행되고 꽃을 피우기 위해서는 민주주의 국가 공동체에서 살고있는 사람이 아닌, 성숙한 민주시민이 있어야 한다. 하지만 민주시민에 대한 사회적 합의가 부족하여 학자마다 말하고자 하는 방향은 비슷하지만 민주시민에 대한 정의는 다르다. 표 2는 선행연구들에서 제시된 민주시민의 정의를 정리한 것이다.

표 2. 민주시민의 정의

민주시민의 정의	
선거연수원 (2014:2)	민주주의에서 주권자로서 그 역할을 실천하고 민주주의 정치체제 속에서 살면서 의사결정에 적극적으로 참여하며, 개인의 권리를 향유함과 아울러 국가에 대한 의무와 책임을 질 수 있는 사람을 의미
이범웅 (2015:43)	민중의 지배통치, 즉 민중에 의한 정치체제 속에서 살며, 그러한 체제 속에서 개인의 권리를 향유하고 국가에 대한 의무와 책임을 질 수 있는 시민을 의미
심성보, (2017:95)	자기가 속한 공동체에 개인적으로 책임지고 참여하며 정의를 추구하는 민주시민성을 갖춘 시민

표 2를 통해 민주시민의 정의를 내려보면 민주주의 공동체 속에서 책임감과 비판적 사고를 가지고 사회문제를 해결하기 위하여 의사소통 및 협력을 하여 의사결정을 내리는 시민이야말로 민주시민(선거연수원, 2014; 이범웅, 2015; 심성보, 2015)이라고 할 수 있겠다.

민주시민은 민주주의를 바탕으로 자신의 삶에서 다양한 가치와 입장을 고려하여 더 나은 방향을 위해 구성원들과 함께 논의하고 모색하는 태도인 민주시민성을 갖춰야 하며(장의선, 2021), 이러한 태도는 태어날 때부터 갖고 있는 것이 아닌 또래 사이 그리고 사회적 공동체들 사이에서 관계를 맺고 지속적이고 의도적인 훈련과 습관의 상호작용 속에서 형성되고 길러지며 노력과 실천을 통해 이루어진 결과다(장의선, 2021, 선거연수원, 2014, 심성보, 2017). 즉, 민주시민성(태도)은 민주시민교육을 통해 길러질 수 있으며, 민주시민교육을 통해 민주시민의 역량(능력)을 함양함으로써 민주시민성을 기를 수 있다. 그렇다면 민주시민성을 기르기 위한 민주시민교육과 이를 통해 함양해야 할 민주시민역량은 무엇인지 알아보려고 하였다.

민주시민 교육

오늘날 다양한 분야에서 민주시민 교육에 대한 개념은 큰 틀에서 같은 방향성을 형성하고 있지만, 사회적으로 합의된 정의가 없어 민주시민교육에 대한 개념이나 민주시민이 갖춰야 할 세부 역량에 대해서는 학자나 기관 등에 따라 약간의 견해 차이가 있음을 부인할 수 없다(장의선, 2021)고 보고되고 있다. 표 3은 교육, 정치, 지역사회 등에서 학자마다 달리 정의해 놓은 민주시민교육을 정리해놓은 표이다.

표 3. 다양한 분야에서 민주시민 교육의 정의

다양한 분야에서 민주시민교육 정의	
2022개정 교육과정 총론 주요사항. 교육부 (2021:15)	학생이 자기 자신과 공동체적 삶의 주인임을 자각하고, 비판적 사고를 통해 자신이 속한 공동체의 문제를 상호 연대하여 해결할 수 있도록 지원하는 교육
민주시민교육의 이해. 선거 연구원(2014:1)	국민이 주권자로서 책임 있는 자세로 선거·정치과정에 능동적으로 참여할 수 있도록 민주적 가치와 지식·능력 등을 체계적이고 지속적으로 함양하는 학습
민주시민교육에 관한 조례. 서울특별시 (2020:제2조(정의))	민주사회의 지속 발전을 위한 지식·가치·태도 등 민주시민으로서 요구되는 자질과 소양을 함양하고 행동으로 이어지도록 하는 교육

<p>문답식 민주시민 교육 60選. 정창화 & 허영식 (2021:4)</p>	<p>국가와 지역사회에서 일어나고 있는 사회정치 현상에 관여하여 인식하고, 사회정치적 상황을 합리적으로 판단하고, 사회 정치과정에 참여하거나 행위를 하는데 필요한 지식, 기능, 가치 및 태도를 갖추도록 하는 교육</p>
<p>민주시민교육의 재발견- 개념과 근거를 중심으로. 장준호(2020:144)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 시민교육은 인간을 공동체에서 행복하고 자유롭게 살아가도록 ‘시민’으로 성장시키는 교육 - 기초역량(양심, 공감, 생각, 표현, 호기심)을 활성화하여 시민역량(가치역량, 관계역량, 사고역량, 소통역량, 학습역량)으로 고양시키는 교육 - 자신 의견을 형성하도록 하여 민주시민·세계시민으로서 공적 사안에 참여하도록 지원하는 교육

표 3을 바탕으로 종합한 민주시민교육을 다음과 같이 정의할 수 있을 것이다. 민주시민교육은 첫째, 국민이 국가의 주권자로서 국가공동체에 책임감과 비판적이고 논리적인 사고를 통해 국가와 지역사회에서 발생하는 사회 정치적 현상에 대해 객관적 지식을 갖추도록 하는 것이며 둘째, 자신이 속한 공동체에서의 사회적 문제 상황을 합리적으로 판단하고, 의사소통과 협력을 통하여 상호 연대하여 해결하여 올바른 의사결정을 할 수 있게 하는 교육(교육부, 2021; 선거연구원, 2014; 서울특별시, 2020; 정창화&허영식, 2021; 장준호, 2020; 이범웅, 2015)이라 볼 수 있겠다. 민주시민교육의 정의에서는 약간의 차이가 있지만 민주시민 교육은 자유 민주주의 사회의 가치를 사회구성원들이 관심을 가지고 사회문제를 해결하기 위해 사회구성원의 민주시민 역량을 강화시켜 성숙한 민주시민을 양성하는 것에 공통된 목적을 갖는다.

민주시민교육에서 가르쳐야 할 내용으로는 먼저 사회에 대한 관심을 가지게 하는 것이 있다. 사회에 관심을 가지게 하기 위해서는 사회의 주인이 자신임을 자각해야 하고, 사회에 주인의식을 가지고 책임감을 길러주고 비판적 사고로 합리적 판단을 제고할 수 있도록 기초 정보를 제공(이범웅, 2015)해 주어야 한다. 다음으로 민주시민교육에서 길러져야 할 역량으로는 ‘민주시민 교육 활성화를 위한 종합계획(교육부, 2018)’에서 민주시민의 역량 6가지를 언급하였다.

- 민주주의의 기본 원리와 핵심 가치에 대한 지식과 이해,
- 타인의 권리와 존엄성을 존중하고 다원성을 인정하는 시민적 관용
- 공공 생활에 적극적으로 참여하고 실천하는 시민적 효능감
- 사회정치적 문제를 객관적으로 파악하는 비판적 사고력
- 대화와 토론으로 문제를 해결할 수 있는 능력과 기술
- 약자를 보호하고 정의와 상생을 원칙에 따른 협력과 연대

교육부에 따르면 민주주의의 기본 원리와 핵심 가치에 대한 지식과 이해, 시민적 관용, 시민적 효능감, 비판적 사고력, 문제해결 능력, 약자 보호와 협력과 연대를 민주시민으로써 향상시켜야 할 역량으로 제시하면서 인권, 평등, 평화 환경 등 다양한 주제로 민주시민교육을 진행하여 단순 지식 습득뿐만 아니라 시민적 가치와 역량을 강화하여 참여와 실천을 할 수 있도록 돕는 포괄적인 교육(교육부, 2018)을 실시해야 한다고 보고되고 있다. 이러한 역량을 높이고 참여와 실천 및 행동으로 이어지기 위한 포괄적인 민주시민교육이 국내외 어떻게 실시되고 있는지 민주시민교육 연구에 대한 동향을 살펴보고자 한다.

3. 민주시민교육의 국내외 연구 동향

국외 연구 동향

OECD 국가의 사회 갈등 지수를 보면 OECD 34개의 가입국 중 한국은 3번째로 사회갈등이 심한 국가로 사회 갈등 지수가 매우 높다(한국경제연구원, 2016). 해외 선진국들은 이러한 사회적 갈등 문제를 의식하고 성숙한 민주시민을 양성하기 위하여 국가적으로 민주시민 교육과정을 운영(교육부, 2018)하고 있다. 예컨대 노르웨이(28위), 스웨덴(33위), 독일(25위)과 같은 유럽 국가는 사회 갈등 지수가 낮은데, 이 국가들의 특징으로는 시민교육이 체계적으로 이루어지고 있다는 것이다. 시민교육을 통해 시민 간의 소통과 이해, 인정과 합의가 가능해지면서 사회적 신뢰가 구축(장준호, 2020)되었다 할 수 있다. 표 4는 세계 주요 5개 국가들의 민주시민교육의 목표와 내용을 정리한 표이다.

표 4. 외국의 민주시민교육 비교(이범웅, 2015:49 수정)

	미국	영국	프랑스	독일	일본
명칭	민주시민교육/ 정치교육	시민교육/ 시민성교육	시민교육	정치교육	공민교육
주체	국가(주 정부)/ 시민사회	국가/시민사회 (국가교육체계 와 시민 사회 와의 긴밀한 연계)	국가/시민사회 (공교육체계와 사회와의 유기 적 연계)	국가/비정부기 구/시민단체 (포괄적이고 다원적 접근)	국가/시민사회 (중앙과 지방 사이에 유기적 연계가 높은 풀뿌리형)
정의	민주시민으로 서 알아야 할 지식, 권리와 책임을 위한 기능, 민주 질 서의 유지·발 전을 위한 태 도를 함양하기 위한 교육	영국의 보편적 가치(개인과 가족의 존중, 사회관계의 유 지, 다양성의 가치와 환경보 존, 정의, 신 뢰, 정의)를 유 지하는 교육	프랑스 혁명 이념(자유, 평 등, 사회적 연 대)을 실현·유 지하고, 프랑 스 시민으로서 자질과 덕성 함양교육	국민을 민주시 민으로서 육성 하고, 정치적· 사회적 비판능 력과 공명한 정치 의사 형 성을 촉진하는 교육	비판적 판단 능력을 배양하 고 활력있는 독립적인 시민 정신을 양성하 는 교육
목	- 시민으로서	-사회·도덕적	-민주주의 가	-정치적 사안	-국제사회에서

표 와 내 용	<p>개인의 민주적 사고와 의사결정 능력, 문제 해결 능력함양</p> <p>-미국적 민주주의 가치와 질서를 유지하기 위해 적극적으로 참여하는 태도 육성</p> <p>-다양한 사회·문화적 차이를 하나의 가치로 통합하고 다문화사회의 유지 능력함양</p>	<p>책임감, 공동체 참여, 정치적 해득력 등을 함양</p> <p>-능동적이고 책임감 있는 시민으로 성장</p> <p>-시민성 교육의 강화와 시민교육의 다양성 추구</p>	<p>치인 토론과 참여능력 배양</p> <p>-참여적이고 자발적인 시민과 인간 창조</p> <p>-민주시민에 대한 이론적 내용보다 적극적 실천강조</p>	<p>에 대해 판단하고 정치에 참여능력, 토론과 비판 능력의 함양</p> <p>-시민들이 자율적으로 미래에 대처할 수 있는 능력함양</p> <p>-정치·사회·경제의 측면에서 민주화 의식을 고양</p>	<p>주체적으로 살아가는 일본인으로서 요구되는 자질과 능력의 육성</p> <p>-인간 존중과 과학적 탐구 정신에 기초하여 현대사회의 문제에 대한 판단력, 공민으로서의 필요한 능력과 태도 함양</p>
------------------	---	---	---	---	--

미국은 민주시민교육 또는 정치교육이라는 명칭으로 국가(주정부)나 시민사회가 주체로 하여 민주시민으로서 질서를 유지하고 발전해야 할 태도와 알아야 할 지식, 권리 그리고 책임까지 함양하기 위한 교육을 실시(이범웅, 2015)한다. 미국은 국가 단위의 표준 교육과정은 없어 시민교육은 주정부 또는 개별 학교에 따라 다르지만, 주로 ‘시민(Civics)’ 나 ‘사회과목(Social Studies)’ 등 교과를 통해 교육이 이루어진다. 미국의 시민교육을 주도하는 시민단체인 시민교육센터(Center for Civic Education)와 사회과 교육협회(National Council for the Social Studies, NCSS)가 있으며 이 두 단체는 민주주의 체제를 유지 및 운영하기 시민교육을 위한 연구를 수행하고 표준 교육과정을 개발하여 주요 목표로 민주시민교육이 포함하며, 교사를 대상으로 시민교육을 보급하여 시민교육을 위한 프로그램들을 제공(김지혜, 2018)한다. 특히 시민교육센터는 연방정부의 지원을 받아 ‘국가표준지침서’와 ‘국가교육향상평가서’를 개발하여 시민교육의 기준이 되고 있다(선거연수원, 2014)고 하며, NCSS에서는 2013년에 사회과 교육자가 더 나은 시민교육

을 실천할 수 있도록 지원하기 위해 사회과에서의 시민교육을 위한 가이드라인을 개발하여 제공하였다.

독일은 과거 나치에 대한 반성을 바탕으로 ‘정치교육’을 필수과목으로 편성·운영하고 있으며, 특히 통일 독일 이후 민주주의 체제 유지와 사회 통합을 위해 민주시민교육을 강화(교육부, 2018)하였다. 1976년에 이루어진 ‘보이텔스 바흐 합의(Beutelsbacher Konsens)’는 1970년대 중반까지 극심했던 사회갈등에도 불구하고 민주주의를 위한 정치교육을 포기하지 않으려는 사회적 노력이며 이를 통해 사회갈등은 막을 내리고 체계적인 학교 정치교육을 실시(옥일남 외, 2018)할 수 있는 기반이 되었다. 또한 독일의 학교에서의 시민교육은 2003년에 ‘독일 청소년과 성인을 위한 정치교육과 교수법 협의회’(GPJE)를 통해 정해진 표준적 지침을 따르고 있다. 해당 지침에서는 학교에서의 시민교육의 목표가 명시적으로 제시되어져 있으며 ‘정치적 판단 능력’, ‘정치적행동능력’, ‘방법론적 활용능력’의 3가지 역량에 대한 교육이 강조(옥일남 외, 2018)되었다고 보고되었으며, 학교교육 외에도 독일 전체 시민교육을 총괄하는 기관인 ‘연방정치교육원’과 각 주별로 ‘주정치교육원’이 설립되어 있어 ‘정치적 사안에 대한 이해를 증진시키고 민주주의 의식을 확고히 하며, 정치적 협력자세를 강화시키는’ 임무를 수행하는데에 초첨(옥일남 외, 2018)을 두고 있다고 한다. 독일은 학교와 지역사회 모두가 책임을 가지고 체계적인 시민교육의 거버넌스를 형성하고 있어 독일에서는 비판적 사고 능력을 강조하며 합리적인 판단능력을 가진 시민들이 사회적 신뢰를 구축하여 사회적 갈등이 일어나지 않도록 다양한 방면에서 지원한다고 하였다.

OECD국가 중 사회 갈등지수가 가장 낮다고 평가된 덴마크의 교육에서 시민교육은 의무교육(0~9학년) 중 모든 교과에 융합된 융합 교과 주제(European Commission/EACEA/Eurydice, 2017)이다. 덴마크 시민교육이 독립된 교과는 아니지만 시민들이 시민권에 높은 관심을 가지고 있으며, 시민으로서 정치적, 사회적 활동에 책임을 가지고 적극적으로 참여하는 전통을 가지고 있다. 학교에서는 민주주의를 기반으로 한 공동 책임, 권리 및 의무에 대하여 가르치고 있으며, 고등학교법 시행령 1조 역시 교육이 “학생의 개인적인 발전에 기여하고 민주사회에 적극적으로 참여할 수 있는 관심과 능력을 키우는데 기

여할 것”으로 규정되고 있다(서공주 외, 2019). 덴마크 교사들은 11가지의 수업 철학 중 “학생들에게 스스로 선택한 훈련을 끊임없이 시킨다. 자기 주도적 인생을 살 수 있게 한다. 동시에 결과에 대한 책임을 감당하는 올바른 자세를 기른다.”, “시험을 위한 수업이 아니라 ‘삶을 위한 수업’을 지향한다. 실생활과 연관된 수업을 한다. 호기심이 최고의 교과서다.”, “학교는 민주주의를 ‘가르치는 곳’이 아니다. 민주주의를 ‘실천하는’ 삶의 현장이 되어야 한다. 학교 운영에 대한 학생들의 참여가 보장되어야 한다.”(서울특별시교육청교육연수원, 2022:7-8)의 3가지 수업 철학에서도 알 수 있듯이 학교에서는 민주시민 교육에 강조점을 두고 있고 실생활에 접목한 삶과 연결지어 학생들이 다양한 주제에 스스로 관심을 갖도록 수업을 진행(서울특별시교육청교육연수원, 2022)한다고 하였다. 또한 덴마크사람들은 ‘비판적 사고(critical thinking)’를 중요하게 생각하여 교육 활동에 있어서도 비판적 사고를 할 수 있도록 수업에서 유도하며 덴마크 학교는 ‘독립적이고 책임감 있는 민주 시민 양성’을 교육 목표로 하여, 실생활 및 삶과 관련된 문제를 수업시간에 다룸으로써 ‘책임감’과 ‘자기 결정력’을 기르고 학생들이 사회에 나가 책임있는 시민으로 살아갈 수 있도록 하는 것이 덴마크 교육의 핵심(서울특별시교육청교육연수원, 2022)이라고 하며 민주시민교육의 중요성을 언급하였다. 덴마크의 민주시민교육은 별도의 필수과목이 아닌 다양한 교과에 연계되어 실생활에 밀접히 관련되어있는 주제로 학생들이 책임감과 비판적 사고를 가지고 스스로 의사 결정할 수 있도록 민주시민교육을 구성하였다. 그렇다면 국내에서는 민주시민교육에 대하여 어떻게 생각하고 어떤 연구를 진행하고 있는지 살펴보자.

국내 연구 동향

우리나라도 사회문제를 의식하고 2022 개정 교육과정의 개정 배경에서 제시된 것처럼 사회의 복잡성과 다양성이 확대되었음을 언급하였고 민주시민 교육을 통하여 우리가 겪고 있는 사회적 갈등과 혐오 문제를 해결하기 위해 서라도 민주시민 교육이 필요하고 강화되어야 한다(교육부, 2018)고 말하고 있다.

국내에 처음으로 민주시민 교육이 연구된 분야는 사회교육이다. 초기 민주 시민 교육은 민주적 정치체계를 정착시키기 위한 교육이었으나 지금의 민주 시민 교육은 자신의 삶과 연관된 다양한 사회현상에 대해 책임감을 가지고 민주적인 절차를 통해 문제해결을 하기 위한 시민역량을 기르는 교육으로 변화하였다. 이쌍철 외(2019)의 연구에서는 우리나라의 민주시민교육 현황과 특징에 대하여 분석하였으며, 주요 특징으로는 수업 방법 면에서 지식 전달 중심의 민주시민 교육이 이루어지고 있고 한국 학생들의 시민의식은 교육 과정적 접근 방식보다는 학교 내의 참여 경험에 많은 영향을 받고 있음을 확인하였다. 이런 특징을 통해 수업 방법의 변화와 학교에서 학생들의 참여 활동과 개방적인 수업 풍도를 조성하여 학교 내에서 학생참여를 활성화해야 함을 시사하였다(이쌍철 외, 2019). 이인원 외(2021)의 연구에서는 시기별로 토픽 모델링 기법을 활용하여 2000년부터의 전반부 10년과 2011년부터 후반부 10

표 5. 시기별 민주시민교육 관련 연구 동향의 변화 정리(이인원 외, 2021:138)

구분	전반부 10년(2000-10)	후반부 10년(2011-20)
지역적	올바른 시민의식 정착, 통일사회 관심	→ 글로벌시대, 다문화사회 관심
학술적	연구모형준거, 도덕적 풍토 고찰 등 탐구연구 지향	→ 프로그램 개발, 사례연구, 등 실증적 연구 지향
사회적	민주정치적 판단력 증진	→ 사회적 합의 방향 및 제도화 쟁점
정치적	매니페스토 등 중립적, 공정성 초점	→ 보이텔스바흐 합의 등 갈등 해소 초점
교육과정	청소년 대상 교육이념 및 정향 중심	→ 학교 교육체제의 특성 및 트렌드 중심

년간의 민주시민교육 관련 연구 주제의 변화상을 지역적, 학술적, 사회적, 정치적, 교육과정의 5가지 측면에서 구분하여 정리하였다(표 5). 특히 교육 과정은 측면에서 전반부 10년 동안은 청소년을 대상으로 민주시민교육의 이념과 정향을 중심으로 연구가 진행되었다면, 후반부 10년에는 학교 교육체제의 특성 및 트렌드를 중심으로 민주시민 교육관련 논의가 진행되었음을 알 수 있었다.

B. 과학교육에서의 민주시민교육

오늘날 학교 교육체제의 특성 및 트렌드는 교육과정을 통해 확인할 수 있었으며, 최근 2022 개정 교육과정(교육부, 2022a)에 언급된 바와 같이 요즘 교육의 트렌드는 인공지능 및 과학기술 발전에 따른 디지털 전환과 사회적으로 이슈가 되고 있는 기후변화에 관련된 문제 해결에 초점이 맞춰져있다. 이렇듯 21세기 과학기술사회에서의 민주시민을 기르기 위해서는 과학교육에서 민주시민교육을 통해 길러져야 하므로, 이 절에서는 과학교육에서의 민주시민교육은 어떻게 나타나고 있는지 알아보려고 하였다. 민주사회에서 살고 있는 시민들은 이러한 문제들에 비판적 사고와 책임감을 가지고 문제해결을 위해 의사소통 및 협력하여 구조적이고 합리적인 의사결정을 하여 행동해야하기 때문에 민주시민교육은 학교 교육의 기본적인 과제라 할 수 있다. 먼저 학교 교육의 가장 기초라 여겨지는 교육과정에서는 민주시민교육이 어떻게 다루어지고 있는지 교육과정에서 나타나는 민주시민교육에 대해서 살펴보고자 한다.

1. 교육과정에서 나타나는 민주시민교육

교육과정

우리나라는 ‘국가 수준의 교육과정’이 존재하며, 고등학교 이하 학교의 교육과정은 바로 이러한 국가 수준의 통제하에 운영 및 시행되고 있다. 교육과정은 무엇을 가르칠 것인가 하는 내용을 구성하고 어떻게 가르칠 것인가에 대하여 논리적으로 조직, 구성, 분석하고 왜 가르쳐야 하는가에 대한 이유를 탐색하여 비판 재구성하는 것이 중요한 과업 중 하나(김재춘 외, 2014)이다. 우리나라의 교육과정은 사회변화와 시대적 요구에 발맞추어 빠르게 발전하고 지속적으로 개정해 나가고 있다. 우리 사회는 인공지능 기술 발전에 따른 디지털 전환과 기후변화 및 감염병 대유행 등의 새로운 변화와 위기에 직면하였다. 이에 대응하기 위하여 교육부는 교육과정을 개정할 필요성을 제기하였고 2022년 교육과정이 새로이 개정되었다. 2022 개정 교육과정에서는 “미래사회가 요구하는 역량함양이 가능한 교육과정”에 중점을 맞춰 미래사회가 요구하는 “포용성과 창의성을 갖춘 주도적인 사람”으로 성장할 수 있도록

미래교육의 기본 방향을 정립하고 기초 소양과 미래역량을 함양할 수 있도록 개선(교육부, 2021)되었다. 이를 위해 2015 교육과정에서 도입된 역량 함양 교육과정과 민주시민교육 등 기초소양 교육을 강화한다고 하였다. 주요 내용 중 하나로 “시민성 함양을 위한 민주시민교육”이 포함되어 있으며 민주사회를 살아갈 학생들이 시민으로서 갖추어야 할 역량과 자질을 함양시키기 위한 교육을 강화하고 모든 교과와 연계하여 내실화를 추진(교육부, 2021)하였다. 그렇다면 이전의 교육과정에서는 민주시민교육을 어떻게 실시하고 있었는지 알아보았다.

교육과정에서 나타난 민주시민교육

교육과정에서의 민주시민교육은 교수요목기 미국에서 시민교육을 위해 만들어진 사회과로 처음 실시되었으며 이 교과의 목적은 ‘민주주의 국가의 성실한 국민’을 양성하는 것이었다. 이 때에는 민주시민교육이나 민주주의 교육 등의 지금같은 표현은 사용하지 않았지만, 민주주의 국가에서 그 공동체의 구성원으로서 갖추어야 할 자질과 역량 등을 함양시키기 위한 목적을 가지고 있었다는 점에서 민주시민교육의 시작(설규주, 2020)이라 할 수 있다. 이후 4차 교육과정부터 사회과 교육과정에서 ‘민주시민’이라는 표현이 등장하였고 5차 교육과정부터는 총론의 추구하는 인간상에서 ‘민주 시민’이라는 표현이 사용되기 시작하여 2022 개정 교육과정으로까지 이어졌다(표 6).

표 6. 교육과정에서의 민주시민교육 발전 내용

교육과정	민주시민교육의 발전내용
교수요목기	사회과 도입
4차 교육과정	사회과 교육과정에서 ‘민주시민’ 표현
5차 교육과정	총론의 추구하는 인간상에서 ‘민주시민’ 표현

이번 2022 개정 교육과정 총론에서 민주시민은 ‘추구하는 인간상’, ‘학교급별 교육 목표’, ‘학교급별 교육과정 편성·운영의 기준’에 명시되어 있다. 먼저 추구하는 인간상에는 한국의 교육기본법에 나타난 민주시민의 자질을 강조하는 교육의 목적이 제시되어 있다.

“교육은 홍익인간(弘益人間)의 이념 아래 모든 국민으로 하여금 인격을 도야하고 자주적 생활 능력과 민주시민으로서 필요한 자질을 갖추게 함으로써 인간다운 삶을 영위하게 하고 민주국가의 발전과 인류공영의 이상을 실현하는데에 이바지 함을 목적으로 한다(교육 기본법 제 2조).”

이러한 교육목적은 2015 교육과정과 2022 교육과정에 공통적으로 제시되고 있다. 교육목적에 따르면 우리나라 학교 교육에서의 민주시민의 양성은 특정 교과만이 아닌 전반적으로 모든 교과에 공통적인 목적이라는 것(이소연 외, 2019)을 알 수 있다. 즉 모든 교육에서는 학생들이 민주시민으로서 필요한 자질을 가질 수 있도록 교육을 해야 한다는 것이다. 이러한 교육 이념과 교육 목적을 바탕으로 2022 개정 교육과정에는 추구하는 인간상의 ‘라’에서 민주시민을 직접 제시하고 있다. 표 7은 2015 교육과정과 2022 개정 교육과정의 추구하는 인간상을 비교해 놓았다. 2015 교육과정에서는 ‘공동체 의식을 가지고 세계와 소통하는 민주 시민으로서 배려와 나눔을 실천하는 더불어 사는 사람’으로 제시되었지만, 2022 교육과정에서는 ‘다양성’과 ‘존중’ 그리고 ‘협력’이 민주시민 자질에 추가되었다. 2015 개정 교육과정 총론 해설서에 의하면 더불어 사는 사람은 ‘공동체 의식과 민주시민 의식을 갖춘 사람’(교육부, 2017)으로 설명되며, 2022년에는 공동체 의식과 민주시민 의식에 대한 자질이 다양성, 존중, 협력적인 측면에서 2015 교육과정에 비해 구체화 되었다.

표 7. 2015 교육과정과 2022 교육과정의 추구하는 인간상 비교

	추구하는 인간상
2015 교육과정 (교육부, 2015a:1)	라. 공동체 의식을 가지고 세계와 소통하는 민주시민으로서 배려와 나눔을 실천하는 더불어 사는 사람
2022 개정 교육과정 (교육부, 2022a:5)	라. 공동체 의식을 바탕으로 다양성을 이해하고 서로 존중하며 세계와 소통하는 민주시민으로서 배려와 나눔, 협력을 실천하는 더불어 사는 사람

교육과정에서는 이와 같은 인간상을 구현하기 위해 학교교육 전 과정에서 중점적으로 기르고자 하는 핵심역량을 제시하였다. 2022 개정 교육과정에서 핵심역량은 자기관리 역량, 지식정보처리역량, 창의적 사고 역량, 심미적 감성 역량, 협력적 소통 역량, 공동체 역량으로 제시되어 있다(교육부, 2022a). 이 중 공동체 역량은 ‘지역·국가·세계 공동체의 구성원에게 요구되는 개방적·포용적 가치와 태도로 지속 가능한 인류 공동체 발전에 적극적이고 책임감 있게 참여하는(교육부, 2022a)’ 역량으로 민주시민교육과 밀접한 관계를 하고 있다. 표 8은 2015 교육과정과 2022 개정 교육과정의 공동체 역량을 비교해 놓은 표이며, 이 둘을 비교해보면 2022 개정 교육과정에서는 개방적, 포용적 가치와 태도, 지속 가능한 인류 공동체, 책임감에 대하여 추가로 언급하여 2015 교육과정보다 구체화 된 공동체 역량을 제시하고 있다.

표 8. 2015 교육과정과 2022 개정 교육과정의 핵심역량(공동체 역량) 비교

	핵심역량(공동체 역량)
2015 교육과정 (교육부, 2015a:2)	바. 지역·국가·세계 공동체의 구성원에게 요구되는 가치와 태도를 가지고 공동체 발전에 적극적으로 참여하는 공동체 역량
2022 개정 교육과정 (교육부, 2022a:6)	바. 지역·국가·세계 공동체의 구성원에게 요구되는 개방적·포용적 가치와 태도로 지속 가능한 인류 공동체 발전에 적극적이고 책임감 있게 참여하는 공동체 역량

총론의 민주시민 교육 관련 내용은 학교 급별 교육 목표에도 제시되어 있다(표 9). 학교 급별 교육 목표는 2015 교육과정과 2022 개정 교육과정에서 동일하게 제시되어 있으며 초등학교 교육 목표에는 민주시민이라는 표현이 명시되어 있지 않았고, 중학교에서는 바른 인성의 민주시민으로서의 자질을 목표하고 있다면 고등학교에서는 세계와 소통하는 민주시민으로서의 자질을 함양하는 것에 목표를 두고 있다.

표 9. 2022 개정 교육과정 학교 급별 교육 목표(교육부, 2022a:7)

	중학교	고등학교
중점 사항	학생의 일상생활과 학습에 필요한 기본 능력을 기르고, 바른 인성 및 민주시민의 자질을 함양하는데 중점	학생의 적성과 소질에 맞게 진로를 개척하며 세계와 소통하는 민주시민으로서의 자질을 함양하는데 중점
세부 목표	4) 공동체 의식을 바탕으로 타인을 존중하고 서로 소통하는 민주시민의 자질과 태도를 기른다.	4) 국가 공동체에 대한 책임감을 바탕으로 배려와 나눔을 실천하며 세계와 소통하는 민주시민으로서의 자질과 태도를 기른다.

교육과정 이외에도 교육부는 ‘민주시민교육 활성화를 위한 종합계획(교육부, 2018)’ 및 ‘범교과 학습주제와 교과 교육과정 연결 맵(교육부)’, ‘교과 교육과정과 연계한 민주시민교육(교육부)’ 등 민주시민교육과 관련된 교수학습자료를 발행하여 범교과 주제로 특정 교과뿐만 아니라 모든 교과와 연계하여 교육할 수 있도록 자료를 지원하고 있다.

표 10은 다양한 보고서 및 연구에서 학교 교육으로서의 민주시민교육을 정의해 놓은 것을 정의한 것이다. 학교 교육으로서의 민주시민교육도 다른 분야에서의 민주시민교육과 방향은 같지만 민주적인 학교문화 속에서 행해지는 교육이라는 점과 학교 교육을 통해 사회과학에서 발생하는 문제점에 관한 이해와 지식을 습득할 수 있다는 점에서 약간의 차이점이 있다. 학교 교육에서의 민주시민교육을 통해 기대되는 결과는 학생 스스로 자신이 속한 공동체에 책임감을 가지고 사회문제를 비판적으로 판단하여 문제가 발생한 사회 과학적인 이유에 대하여 이해하고, 문제를 해결하기 위하여 의사소통 및 협력을 하여 합리적인 의사결정을 통해 행동할 수 있는 시민을 양성하는 것이다.

표 10. 학교 교육으로서의 민주시민교육 정의

	학교 교육으로서의 민주시민교육 정의
민주시민교육 활성화를 위한 종합계획, 교육부(2018:8)	비판적 사고력을 가진 주체적인 시민이 민주주의의 가치를 존중하고 상생할 수 있도록 민주시민으로서의 역량을 향상시키는 교육
학교 민주시민교육의 기본 개념 및 추진원칙, 정원규 외(2019:14)	학생들이 스스로 주권자임을 자각하고, 그에 따라 민주주의 이념과 제도를 충분히 이해하고 활용할 수 있으며, 이를 자신과 우리 사회 전반의 문제에 확장 적용할 수 있도록 성장하는 것을 최대한 지원하는 교육
초중등학교 민주시민교육 활성화를 위한 방향과 과제, 이쌍철 외(2019:22)	민주적인 학교 문화 속에서 민주주의의 이념과 가치, 기능을 배우고, 그것을 자신의 삶과 사회에 적용하는 주권자로서 성장하도록 지원하는 교육
2022 개정 교육과정 총론 주요사항, 교육부(2021:15)	학생이 자기 자신과 공동체적 삶의 주인임을 자각하고, 비판적 사고를 통해 자신이 속한 공동체의 문제를 상호 연대하여 해결할 수 있도록 지원하는 교육
학교수준 민주시민교육을 위한 교육과정 개선방안, 장의선 외(2020:48)	민주주의의 이념과 가치를 바탕으로 학생들이 자율적 주체인 민주시민으로서의 권리 행사와 책임을 다하고, 갈등과 대립을 평화롭게 해결하려는 의지를 가지며, 자유로운 토론과 다수결의 원리를 존중하되 인간의 존엄성과 기회균등의 입장에서 소수자 의견을 보호하고, 다양성에 대한 존중과 삶의 환경에 관심을 가지기 위해 필요한 지식, 가치·태도·기능이 종합된 역량을 함양하도록 하는 교육

오늘날 과학기술이 급격하게 발전하고 있는 사회에서 발생하는 사회과학적 문제를 해결하기 위해 과학적 이해와 지식이 기본적으로 있어야 합리적인 판단이 가능하다. 따라서 과학교육에서도 학생들이 민주시민임을 알게 하고 현재 당면하고 있는 사회과학적 이슈들을 민주 사회적 흐름 속에서 과학적으로 이해하여 문제를 해결하기 위한 민주시민역량을 함양하는 것을 목표로 민주시민교육을 실시하는 것은 중요하다. 그렇다면 과학교육에서 나타난 민주시민교육에는 무엇이 있을지 알아보도록 하자.

2. 과학과 교육과정에서 나타나는 민주시민교육

오늘날, 과학 기술이 발전하면서 다양한 방면으로 편리해졌지만 그와 동시에 에너지 고갈 및 자연파괴, 그리고 기후변화 등 여러 문제도 발생되고 있으며 이러한 문제는 많은 부분 과학적 이해와 지식을 필요로 한다. 학생들은 학교 수업을 통해 과학적 이해와 지식을 획득하고 행동하며, 민주사회에서의 과학적 문제 해결을 위해 참여할 수 있는 태도와 자질을 갖추게 된다. 즉, 학교 수업은 시민의 사회정치적 행위를 위한 기반으로 작용하고 특히 과학사회로 발전된 21세기 현시점에서는 과학교육에서 민주시민교육을 기본적으로 다루어져야 한다.

과학과 교육과정

2022 개정 과학과 교육과정에서는 교육과정 설계의 개요를 새로이 신설하였다. 교육과정 설계의 개요에서 과학과 교육과정은 미래 사회를 살아갈 시민으로서 ‘과학적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람’을 육성하는 것을 목적(교육부, 2022b:3)으로 하였으며 2015 과학과 교육과정과는 달리 과학과 핵심역량을 적시하기보다는 총론에서 제시된 범교과적이고 일반적인 핵심역량과 연계하여, 과학적 탐구와 문제해결 능력, 과학적 의사결정 능력 등과 같은 역량을 함양하는데 초점을 둔다고 진술되어 있다. 과학과 성격 진술에서는 “과학적 소양을 갖춘 민주시민으로서 개인과 사회 문제를 과학적으로 해결하고 참여, 실천하는 ‘역량’을 함양하는 것을 목표로 한다.”라고 적시(교육부, 2022b:5)되어 있으며 ‘과학’ 교과에서는 모든 학생이 과학의 기본 개념을 익히고, 과학 탐구 능력과 태도를 길러, 자연과 일상생활에서 접하는 현상을 과학적으로 이해하고, 민주시민으로서 개인과 사회 문제를 과학적으로 해결하고 참여·실천하는 역량 함양에 중점을 둔다(교육부·한국과학창의재단, 2022).

과학과 교육과정에서 나타난 민주시민교육

과학과 교육과정에는 과학의 성격과 목표에서 ‘민주시민’이라는 표현이 나타난다. 표 11은 과학과 교육과정(교육부 2009; 2015b; 2022b)에서 제시된 과학과 성격을 비교해 놓은 것이다. 2009 교육과정에는 과학과 성격이 별도로 제시되지는 않았지만, 총론의 추구하는 인간상을 통해 과학과 교육과정에 처음으로 민주시민이 언급되었으며, 2015 교육과정에는 과학과 성격이 처음으로 제시되며 과학과의 성격이 민주시민으로 성장함에 있음을 명시하였다. 2022 개정 교육과정에서는 과학과 성격이 학생들을 민주시민으로 성장할 수 있도록 함과 동시에 사회문제를 과학적으로 해결하고 참여·실천하는 역량을 함양에 중점을 두고 있음을 제시하였으며 민주시민이 되기 위해서는 ‘사회문제를 과학적으로 해결하고 참여·실천하는 역량’이 필요하다.

표 11. 과학과 교육과정(교육과학기술부 2012; 교육부 2015b; 2022b) 성격 비교

과학과 성격	
2009 과학과 교육과정 (교육과학기술부, 2012:1)	우리나라의 교육은 홍익인간의 이념 아래 모든 국민으로 하여금 인격을 도야하고, 자주적 생활 능력과 민주 시민으로서 필요한 자질을 갖추게 하여 인간다운 삶을 영위하게 하고, 민주 국가의 발전과 인류 공영의 이상을 실현하는데 이바지하게 함을 목적으로 하고 있다. ¹⁾
2015 과학과 교육과정 (교육부, 2015b:3)	‘과학’에서는 일상의 경험과 관련이 있는 상황을 통해 과학 지식과 탐구 방법을 즐겁게 학습하고 과학적 소양을 함양하여 과학과 사회의 올바른 상호 관계를 인식하며 바람직한 민주시민으로 성장할 수 있도록한다.
2022 과학과 교육과정 (교육부, 2022b:5)	‘과학’ 교과에서는 모든 학생이 과학의 기본 개념을 익히고, 과학 탐구 능력과 태도를 길러, 자연과 일상생활에서 접하는 현상을 과학적으로 이해하고, 민주 시민으로서 개인과 사회 문제를 과학적으로 해결하고 참여·실천하는 역량 함양에 중점을 둔다.

1) 2009 과학과 교육과정의 총론에서 제시된 추구하는 인간상

표 12는 과학과 교육과정(교육부 2009; 2015b; 2022b)에서 제시된 총괄 목표를 비교한 것이고 표 13은 과학과 교육과정에서 제시된 세부 목표를 비교한 것이다. 2009년의 과학과 목표는 과학적 사고력과 창의적 문제 해결력을 토대로 일상생활의 문제를 해결하는 것에 목표를 가지고 있지만 2015 교육과정에서는 과학의 탐구 능력을 통하여 개인과 사회의 문제를 해결하는 것을, 더 나아가 2022년에는 민주시민으로서 참여하고 실천하는 것을 목표로 명시하고 있다. 2009 교육과정에서 목표가 단순히 일상생활의 문제를 해결하는 것이었다면 2015 교육과정에는 개인과 사회의 문제를, 2022 개정 교육과정에서는 개인과 사회의 문제를 해결하고 민주시민으로서 참여하고 실천하는 것으로 점차 과학과에서도 민주 시민으로서의 교육을 강화하고 있다. 이러한 과학과 목표를 달성하기 위하여 세부 목표에서 2009년에는 과학, 기술, 사회의 관계를 인식하는 것에서 그쳤다면 2015 교육과정엔 이 세가지의 관계를 바탕으로 민주시민의 소양을 기를 수 있도록 하였고, 2022 교육과정에서는 민주 시민으로서의 소양을 기를 뿐만 아니라 참여하고 실천하는 능력을 기르는 것을 목표로 제시하고 있다.

표 12. 과학과 교육과정(교육과학기술부 2012; 교육부 2015b; 2022b) 총괄 목표 비교

	과학과 총괄 목표
2009 교육과정 (교육과학기술부, 2012:3)	자연현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 탐구하여 과학의 기본 개념을 이해하고, 과학적 사고력과 창의적 문제 해결력을 길러 일상생활의 문제를 해결할 줄 아는 과학적 소양을 기른다.
2015 교육과정 (교육부, 2015b:4)	자연현상과 사물에 대하여 호기심과 흥미를 가지고, 과학의 핵심 개념에 대한 이해와 탐구 능력의 함양을 통하여, 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하기 위한 과학적 소양을 기른다.
2022 개정 교육과정 (교육부, 2022b:5)	자연현상과 일상생활에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 과학적 탐구를 통해 주변의 현상을 이해하고, 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하는데 민주 시민으로서 참여하고 실천하는 과학적 소양을 기른다.

표 13. 과학과 교육과정(교육과학기술부 2012; 교육부 2015b; 2022b) 세부 목표 비교

과학과 세부 목표		
2009 교육과정 (교육과학기술부, 2012:3)	2015 교육과정 (교육부, 2015b:4)	2022 개정 교육과정 (교육부, 2022b:5-6)
가. 자연현상을 탐구하여 과학의 기본 개념을 이해한다.	가. 자연현상에 대한 호기심과 흥미를 갖고, 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.	가. 자연현상과 일상생활에 대한 흥미와 호기심을 바탕으로, 개인과 사회의 문제를 인식하고, 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
나. 자연현상을 과학적으로 탐구하는 능력을 기른다.	나. 자연현상 및 일상생활의 문제를 과학적으로 탐구하는 능력을 기른다.	나. 과학의 탐구 방법을 이해하고 일상생활의 문제를 과학적으로 탐구하는 능력을 기른다.
다. 자연현상에 대한 흥미와 호기심을 갖고, 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.	다. 자연현상을 탐구하여 과학의 핵심 개념을 이해한다.	다. 자연 현상과 일상생활을 과학적으로 탐구하여 과학의 핵심 개념을 이해한다.
라. 과학, 기술, 사회의 관계를 인식한다.	라. 과학과 기술 및 사회의 상호 관계를 인식하고, 이를 바탕으로 민주시민으로서의 소양을 기른다.	라. 과학과 기술 및 사회의 상호 관계를 이해하고, 개인과 사회의 문제해결에 민주시민으로서 참여하고 실천하는 능력을 기른다.
	마. 과학학습의 즐거움과 과학의 유용성을 인식하여 평생학습 능력을 기른다.	

이렇듯 점차 과학교육에서는 민주시민으로서 참여하고 실천할 수 있는 능력을 기르도록 민주시민으로서의 역량이 중요시 다루어지고 있다. 그렇다면 과학교육에서 민주시민 교육을 위한 연구는 어떻게 실시되고 있는지 과학교육에서 나타나는 민주시민교육의 국내외 연구 동향을 살펴보고자 한다.

3. 과학교육에서 나타나는 민주시민교육의 국내외 연구 동향

국외 연구 동향

유럽연합은 책임 있는 시민의식을 위한 과학교육(European Commission, 2015)보고서를 통해 과학기술이 발전함에 따라 발생하는 새로운 기회와 복잡하게 얽힌 사회과학 문제를 해결하기 위해 모든 시민들은 과학에 대한 지식을 기반으로 의사결정과 지식기반 혁신에 적극적이고 책임감 있게 참여해야 한다고 보고하고 있다. 이 보고서에서는 모든 시민이 사회에 능동적이고 책임감 있게 참여할 수 있도록 과학에 대한 필요한 지식과 과학에 대한 지식을 평생동안 성공적으로 습득하는데 관련된 주요 문제를 파악하고, 지역사회 전반에 걸쳐 지속 가능한 효과를 창출하는데 필요한 책임있는 시민권을 위한 과학교육 프레임워크(FRAMEWORK FOR SCIENCE EDUCATION FOR RESPONSIBLE CITIZENSHIP)의 6가지 주요 목표를 제시하였다(표 14).

표 14. 책임있는 시민권을 위한 과학교육 프레임워크(European Commission, 2015:29-34)

단계	목표
1	과학교육은 유아부터 적극적으로 참여하는 성인까지 모두를 위한 연속적이고 지속적인 학습 의 필수 요소가 되어야 한다.
2	과학교육은 과학을 통한 학습에 중점을 두고 다른 과목과 연계하여 STEM을 STEAM으로 전환 하는 능력에 집중해야 한다.
3	학습 결과의 깊이와 질을 향상 시키기 위해서 교육의 사전 준비와 전문성 개발을 통하여 교육의 질 을 강화시켜야 한다.
4	공식, 비공식 및 비공식 교육 제공자, 기업과 시민 사회 간 협력 을 강화하여 모든 시민이 과학과 관련하여 유의미하게 관여할 수 있도록 보장하고 과학 연구 및 과학 기반의 경력과 고용성, 경쟁력을 증가시켜야 한다.
5	책임있는 연구와 기술 혁신(Responsible Research and Innovation(RRI)) 을 촉진하고 이들의 유익성과 결과를 논의하는 능력을 포함한 과학적 발견에 대한 대중의 이해를 높이기 위해 많은 관심이 필요하다.
6	사회적 요구와 글로벌 발전을 고려하여 지역, 국가 및 국제 수준에서 기술 혁신과 과학교육 전략을 연결 하는 데 중점을 두어야 한다.

국내 연구 동향

국내 과학교육에서 민주시민교육은 2015 개정 과학과 교육과정(교육부, 2015b)에서 처음 언급이 되었고, 2022 개정 과학과 교육과정에는 목표에서 언급될 정도로 과학교육에서도 민주시민교육이 강조되고 있다. 국내에서는 과학교육과 민주시민역량에 대한 연구가 적어, 과학적 소양과 민주시민역량을 연계하여 동향을 파악하였다. Chio et al(2011)의 연구는 미래사회의 사회문제는 기후변화, 생명공학, GMO, 전염병 대처 등과 같이 과학기술과 깊이 연관이 되어있음으로 이에 과학적 지식 및 과학적 사고력을 바탕으로 사회문제에 적극적으로 참여하고 반성적 사고력 및 문제해결력을 강화하는 글로벌 과학 소양의 함양을 추구해야 함을 밝히며 민주시민 교육에서도 글로벌 과학 소양을 함양해야 한다고 강조하고 있다. 문공주 외(2012)의 21세기 과학적 소양에 관한 연구에서는 반성적 탐구모형에서 학생들이 경험하는 문제를 합리적으로 해결할 수 있는 ‘의사결정능력’이 민주주의에서 시민에게 요구되는 가장 중요한 자질임을 이야기하며, 과학교육에서 민주시민 교육은 ‘사회문제에 대한 경험 → 문제의 체계화 → 가설의 설정 → 탐구와 검증 → 일반화’의 사고과정을 거쳐 문제를 합리적으로 해결하는 사고과정과 사고력을 발달시켜야 함을 강조하고 있다.

윤상균(2015)의 과학기술 사회에서 요구되는 시민성을 탐구하는 연구에 의하면 현대사회에 밀접하게 결합되어 있어 강력한 영향력을 행사하는 과학기술에는 비판적인 시각과 시민의 참여가 요구된다고 하였으며, 과학기술 관련 교육의 방향으로 과학기술 시민성의 성격을 규정하고, 이에 대해 함양해야 할 시민의 자질과 덕목을 제시하였다. 이후 미래 민주시민으로서의 과학적 소양을 강조하면서 과학적 소양을 기르기 위한 방법으로 과학적 소양의 통합적 이해와 교육과정에서의 정착, 시민교육을 중심으로 제언하고자 하는 연구(박종원, 2016)와 민주적 과학 탐구에 대한 교사들의 인식과 과학 수업으로 민주시민역량을 기르기 위해 고려해야 할 부분에 대하여 조사하는 연구(정용재, 2016)가 진행되었음을 확인하였다. 특히 정용재(2016)의 연구에서는 과학교육 시 민주시민의 자질을 함양하기 위해서 의사소통과 협력을 기반으로 한 과학 활동과 탐구 수업을 제언하고 있었다. 또한 최근에는 사회과와 과학과 교과 간의 연계 학습을 통한 민주시민성 함양 방안 연구(서현진, 2021)도

실시되어 과학교육에서의 민주시민 교육에 대한 연구가 다양하게 이루어지고 있음을 확인할 수 있었다.

이러한 기초연구의 이론들과 교육정책을 바탕으로 Park et al., (2022)의 연구에서는 민주시민으로 미래사회에 발생하는 문제들에 대하여 반성적 사고를 통해 의사결정력을 발휘할 수 있어야 함에 초점을 두어 과학지식과 과학적 사고에 바탕을 둔 문제해결 과정을 수행할 수 있는데 필요한 역량을 추출하여 민주시민역량 분석 틀(The Democratic Citizenship Framework, DCF)을 개발하였다(표 15). 개발한 분석 틀을 기반으로 교과서에 어떠한 민주시민역량이 얼마나 많이 포함되어 있는지 에너지 주제에 초점을 맞춰 분석하고 민주시민역량이 들어간 에너지 주제 STEAM 교재를 개발하는 연구를 진행되었다. 더 나아가 Park(2023)은 개발된 분석 틀을 통해 예비 지구과학 교사들의 민주시민에 대해 이해를 시키고 민주시민 소양이 어떻게 형성되는지 수업을 통해 변화를 살펴보는 연구를 진행하였으며 이번 개정된 2022 과학과 교육과정에 민주시민교육에 대한 중요한 키워드가 포함되어 있지만 충분한 연구와 교육적 타당성이 부족하다고 지적하면서 개정된 교육과정 속 민주시민교육에 대한 효과성을 확보하기 위한 연구가 진행되어야 한다고 제언하였다.

표 15. 민주시민역량 분석 틀(DCF)(Park et al., 2022:157)

영역	정의	평가 요소
비판적 사고 (critical thinking)	주어진 문제 및 정보에 대해 논리적으로 생각하고 무조건적으로 받아들이지 않고 비판적 관점에서 생각할 수 있도록 함.	논리적 판단
		발산적 사고
의사소통 및 협력 (communication and collaboration)	문제해결과정 중 타인, 동료와 의사소통 및 협력이 필요한 경우로, 자신의 의견을 말하고 타인의 의견을 듣고 이를 모두와 공유하는 활동 전체를 포괄함.	협력학습
		토론학습
		발표 및 제안
정보처리 능력 (information management)	문제를 해결하기 위해 관련된 정보를 찾아보고 이를 분석하며, 이를 새로운 형태로 제시하도록 함.	정보수집
		정보분석
		정보생산
공감 능력 (sympathy)	문제 상황에 대한 동기 및 당위를 부여하는 단계로 문제를 이해하고 공감할 수 있는 자료나 맥락을 통해 나타남. 또는 타인의 상황과 감정을 이해할 수 있는 활동을 제시함으로써 공감 능력을 향상함	정서적 공감
		윤리적 양심
사회적 책임감 (social accountability)	학생들이 책임감을 가질 수 있도록 학생들의 삶과 밀접하게 연관된 주제를 도입할 수 있으며, 사회적 책임감을 느끼고 표현할 수 있는 활동을 추가할 수 있음.	관련성
		책임감
과학기술과 사회의 관련성 (Science, technology, and society)	읽기자료, 또는 데이터를 제공하여, 과학기술 발전과 사회변화의 연관성을 명시적으로 설명할 수 있음.	과학기술이 사회에 미치는 영향
		사회가 과학기술에 미치는 영향
자기주도 역량 (Self-direction)	문제 해결을 목표로 자신이 할 수 있는 일을 스스로 계획하고, 이를 수행하고 평가할 수 있는 활동을 제시	자기 주도적 계획
		자기 주도적 수행 및 평가
의사결정력 (decision making)	문제해결을 위한 자신의 의사를 결정하기 위해 다양한 대안을 생각해보고 이를 통해 최종적 의사결정을 위해 준비하고 결정하는 전반적인 과정	대안탐색
		의사결정

따라서 기존에 개발된 민주시민역량 분석 틀을 과학교육 현장에서 실질적으로 활용할 수 있는 도구로 수정할 필요가 있으며, 수정된 민주시민 분석 도구를 기반으로 한 학생 중심의 과학과 민주시민 수업 콘텐츠가 필요하다. 과학교육에서의 민주시민 교육은 학생들이 주체적으로 의견을 표현하고 서로 협력하여 문제를 해결하는 수업으로 개선이 필요하며, 경쟁과 서열화 중심의 평가에서 학생의 성장과 발달을 고려한 평가로 전환시킬 필요가 있다. 학교 교육에서는 과학교육이 교육과정과 교과서를 토대로 수업이 진행된다는 사실을 고려하면, 교과서 내의 민주시민 관련 내용을 분석해보는 과정이 필요하다. 과학과 교육과정에서 제시하고 있는 민주시민교육의 내용이 과학교과서에 얼마나 충실히 반영되어 있는지 파악하는 연구는 학교 현장에서의 과학적 민주시민교육이 어느 정도 실현되고 있는지를 이해하고 개선점을 제시한다는 점에서 매우 의미가 있다. 특히, 2022 개정 교육과정의 교과서가 나오기 전 2015 교육과정이 반영된 과학 교과서 내의 민주시민 내용을 파악하고, 과학과에서의 민주시민역량함양을 위한 프로그램의 특징을 파악해 2022 개정 교육과정이 반영될 과학교과서에 민주시민역량이 부족한 역량 없이 균형있게 반영할 수 있도록 하는 제언하는 연구가 필요하다.

연구문제

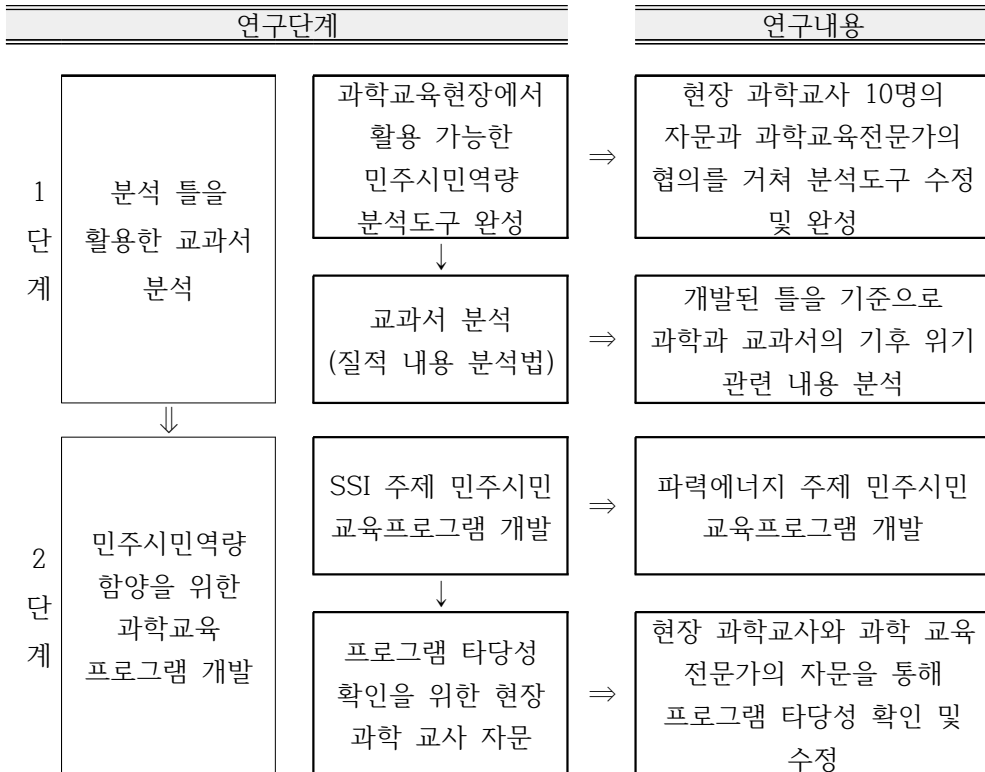
따라서 본 연구에서는 다음과 같은 연구 문제를 제기하고자 한다.

- (1) 현재 학교 현장에서 학생들이 사용하고 있는 과학과 교과서에는 민주시민을 위한 역량은 무엇이 그리고 얼마나 반영되어 있는가
- (2) 과학교육 현장용 민주시민역량 분석 틀을 활용하여 개발한 신재생에너지 주제의 프로그램의 특징은 무엇이 있는가

III. 연구 방법

본 연구는 과학과 교육과정에서 강조되고 있는 민주시민역량 함양을 위해 개발된 분석 틀(Park et al., 2022)이 교육 현장에서 활용가능하도록 수정하여 분석도구를 완성하였으며, 완성된 분석 틀을 활용하여 교사와 학생들이 사용하는 과학교과서에는 민주시민역량이 얼마나 포함되어 있는지, 과학 교육현장에서 적용가능하도록 수정된 틀을 기반으로 개발된 민주시민역량 함양을 위한 프로그램의 특징은 무엇이 있는지를 탐색하기 위하여 다음과 같은 단계로 연구 방법을 설계하였다(표 16). 단계별 자세한 내용은 다음과 같다.

표 16. 연구 방법 설계



A. 과학과 민주시민역량 분석 틀을 활용한 중등 과학 교과서 분석

분석 도구

선행연구(Park et al., 2022)에서 제시된 민주시민역량 분석 틀에 대한 현장 과학 교사 10명의 자문 및 과학 과학교육 전문가와의 협의를 통하여 완성된 민주시민역량 분석 틀을 분석도구로 사용하였다. 과학교육 현장용 분석도구를 완성하기 위하여 현장과학교사 10명에게 연구의 목적과 자문의 활용내용을 밝혀 동의를 구한 후, 분석 틀에 대한 자문을 실시하였다(표17). 자문에서 사용된 과학과 민주시민역량 분석 틀 자문가 의견서[부록1]는 현장과학 교사들이 과학과에서의 민주시민역량이 현장에 적용되기 적절한지를 5단계의 리커트 척도로 평가하고 자신의 의견과 대안을 작성하도록 구성되었다. 자문 의견서에 작성된 현장과학교사들의 의견을 토대로 연구자와 과학교육 전문가 간의 협의를 통해 기존의 민주시민역량 분석 틀을 수정 및 보완하여 분석도구를 완성하였다.

표 17. 자문에 참여한 현장 과학 교사

		학교	과목	경력
1	교사A	고등학교	지구과학	3년
2	교사B	고등학교	지구과학	10년
3	교사C	고등학교	지구과학	15년
4	교사D	중학교	과학	18년
5	교사E	고등학교	지구과학	12년
6	교사F	고등학교	지구과학	12년
7	교사G	초등학교	과학	23년
8	교사H	중학교	과학	10년
9	교사I	고등학교	지구과학	3년
10	교사J	중학교	지구과학	5년

자문의견서를 통해 과학과 민주시민역량 분석 틀에 대한 교사들의 평가를 토대로 리커트 척도에 따라 ‘전혀적절하지 않음’은 1점에서 ‘매우 적절함’은 5점으로 점수를 부여하여 점수를 구하고 백분율(%)을 계산하여 적합성을 구하였다(표 18). 비판적 사고의 논리적 판단의 경우 ‘적절함’이 1명, ‘매우 적절함’이 9명으로 $(4점 * 1명 + 5점 * 9명) / 50 * 100 = 98$ 로 적합성을 도출하였다. 모든 영역에서 평균 87% 이상의 적합성을 나타내고 있으며 비판적 사고가 96%로 가장 높은 적합성을, 공감 능력이 87%의 가장 낮은 적합성을 보였다. 이러한 점은 의견서에 제시된 교사들의 의견을 수렴하여 전문가와의 협의를 거쳐 기존의 민주시민역량 분석 틀을 수정하였다.

표 18. 민주시민역량 분석 틀의 과학교육 현장 적용 적합성

영역	평가 요소	적합성(%)	평균
비판적 사고 (critical thinking)	논리적 판단	98	96%
	발산적 사고	94	
의사소통 및 협력 (communication and collaboration)	협력학습	92	91.33%
	토론학습	90	
	발표 및 제안	92	
정보처리 능력 (information management)	정보수집	92	94%
	정보분석	96	
	정보생산	94	
공감 능력 (sympathy)	정서적 공감	84	87%
	윤리적 양심	90	
사회적 책임감 (social accountability)	관련성	92	92%
	책임감	92	
과학기술과 사회의 관련성 (science, technology, and society)	과학기술이 사회에 미치는 영향	90	90%
	사회가 과학기술에 미치는 영향	90	
자기 주도 역량 (Self-direction)	자기 주도적 계획	92	93%
	자기 주도적 수행 및 평가	94	
의사 결정력 (decision making)	대안 탐색	84	88%
	의사결정	92	

‘비판적 사고’는 교사G의 ‘정의에 쓰여있던 비판적 관점과 논리적 판단의 평가 기준이 어색’하다는 의견과 교사 H의 ‘다양한 관점을 이용한 비판적 사고로의 수정이 필요’하다는 의견을 수용하여 비판적 관점에 관한 정의를 “사회과학적 문제에 대해서 논리적 판단과 다양한 관점에서 수렴적 및 발산적 사고를 하는 것”으로 수정하였으며 교사G의 ‘발산적 사고와 동시에 수렴

적 사고도 중요' 하다는 의견을 수렴하여 평가 요소는 수렴적 사고, 발산적 사고로 변경하고 기존의 논리적 사고는 정의와 평가 기준에 포함하여 수정하였다. 또한 '정보처리능력'의 평가 요소들의 정보수집, 정보분석, 정보생산에 대한 표현에 대하여 교사 G는 '정보라는 표현이 컴퓨팅사고를 연상케 함으로 '정보'라는 표현을 '자료'라는 표현으로 용어 변경 필요' 하다는 의견을 보였지만, 자료와 동시에 정보 또한 과학과에서 필요한 표현이라 판단되어 정보/자료 수집, 정보/자료 분석, 정보/자료 생산으로 수정하였다. '공감 능력'에서 교사C의 '윤리적 양심이 공감능력 항목에 들어가기 애매' 하다는 의견과 교사D의 '윤리적 양심을 평가할 수 있는지 의문' 이 든다는 의견, 그리고 '윤리적 양심이 발현하기 위해서는 정서적 공감과 판단이 선행되어 자신의 행동에 대한 옳고 그름에 대한 양심이 발현하는 것'이라는 전문가의 의견을 수렴하여 윤리적 양심을 정서적 판단으로 변경하였으며 연민을 뜻하는 Sympathy보다는 공감을 뜻하는 Empathy로 변경하였다. '의사결정력'에서의 대안 탐색에서도 교사 I의 '대안 탐색에는 검토 활동과 탐색 활동을 통해 제시한 대안을 평가할 수 있는 활동이 필요' 하다는 의견을 수렴하여 대안탐색에 평가 활동을 추가하였으며 의사결정력의 실천역량을 강조하기 위하여 전문가와 협의하여 최종 실천으로 변경하였다.

현장과학교사의 자문은 바탕으로 과학교육 전문가와의 협의를 통해 역량의 정의를 현장에 적용할 수 있도록 수정하여 과학교육 현장용 민주시민역량 분석 틀을 완성하였고 완성된 분석 틀을 활용하여 과학 교과서의 민주시민역량 분석하였다(표 19).

표 19. 과학교육 현장용 민주시민역량 분석 틀

영역	정의	평가 요소	평가 기준
비판적 사고 (critical thinking)	사회과학적 문제에 대해서 논리적 판단과 다양한 관점에서 수렴적 및 발산적 사고 를 하는 것	수렴적 사고	논리적인 사고를 통해 증거기반 설명을 할 수 있음
		발산적 사고	다양한 관점을 통해 설명을 확장할 수 있음
의사소통 및 협력 (communication and collaboration)	문제해결에 있어 다른 의견에 대해 경청하고 수용하는 등 협력하는 것	협력학습	문제를 해결하기 위해 역할이나 일을 분담하여 진행하고 이를 모아 진행할 수 있음
		토론학습	증거기반으로 설명 하고 의견교환을 하는 논쟁, 논의 과정을 할 수 있음

정보처리 능력 (information management)	문제를 해결하기 위해 관련된 정보나 자료를 찾아보고 이를 분석하 거나 유의미한 자료를 생산하여 활용하는 것	정보/자료 수집	제시된 자료를 읽거나, 추가적인 자료를 찾아보는 등 문제해결을 위해 필요한 정보나 자료를 수집 할 수 있음
		정보/자료 분석	수집된 자료를 바탕으로 정보를 분류하거나 분석, 또는 해석할 수 있음
		정보/자료 생산	분석된 자료를 바탕으로 새로운 정보/자료를 생산하거나 발명, 발견할 수 있음
공감능력 (Empathy)	문제의 상황을 인식하 고, 주어진 상황에 대 해서 정서적으로 같이 이해하고 느끼는 것	정서적 공감	제시된 문제에 주어진 자료를 통 해 정서적 및 감성적 감정을 느 낄 수 있음
		정서적 판단	문제해결 과정에서 윤리적 요소 를 바탕으로 하여 사고를 하고 주체적인 판단을 할 수 있음
사회적 책임감 (social accountabili ty)	자신의 삶과 밀접하게 연관된 상황으로 인지 하고 사회에 대한 소속 감을 바탕으로 책무를 느끼는 것	관련성	자신의 삶과 관련있는 문제임을 인식할 수 있음
		책임감	제시된 문제에 대해 책임감을 느 껴 대안을 생각할 수 있음
과학기술과 사회의 관련성 (Science, technology and society)	과학-기술-사회의 관계 를 이해하고 서로 간에 미치는 영향을 인지하 는 것	과학기술 이 사회에 미치는 영향	과학과 기술이 사회에 미치는 영 향을 설명할 수 있음
		사회가 과학기술 에 미치는 영향	사회가 과학과 기술에 미치는 영 향을 설명할 수 있음
자기주도 역량 (Self-direct ion)	문제해결을 목표로 자 신이 할 수 있는 일을 스스로 계획하고, 이를 수행하고 성찰하는 것	자기 주도적 계획	학습자 스스로 문제해결을 위해 계획을 수립할 수 있음
		자기 주도적 수행 및 성찰	학습자 스스로 자신이 계획한 내 용을 수행하고 이를 성찰할 수 있음
의사결정력 (decision making)	문제해결을 위해 다양 한 대안을 탐색 및 평 가하고 수렴된 의견을 해결책으로 제시하여 행동하는 것	대안 탐색 및 평가	문제해결을 위한 다양한 대안을 탐색하고 옳고 그른지 평가 할 수 있음
		최종 실천	스스로 최종적인 의사결정을 하 고 이를 행동으로 옮겨 실천할 수 있음

연구 대상 및 자료 수집

학교 수준에서 다루는 민주시민교육을 파악하기 위하여 민주시민교육을 나타낸 가장 기본적인 매체인 교과서에서 오늘날 사회적 이슈로 자리하고 있어 민주시민으로서의 관련 지식과 자질을 갖추어야 할 주제로 기후변화와 신재생에너지를 선정하여 과학과 교과서를 수정된 과학과 민주시민역량 분석 틀을 활용하여 분석해보고자 하였다. 교과서는 학교 민주시민교육의 실체를 확실히 하고 있으며, 학교에서의 교육이 교육과정과 이를 실현할 교과서를 토대로 구현된다는 사실을 고려한다면, 학교 민주시민교육 관련 교과서를 분석해 보는 것은 상당한 의미(엄수정 외, 2021)가 있다고 할 수 있다.

본 연구에서는 국내에서 가장 많이 사용하고 있는 출판사 중 국정 교과서 발행한 책 수가 가장 많은 2곳을 선정(교육부, 2022c)하여 2015 개정 교과서인 과학1, 과학2, 과학3, 통합과학을 대상으로 분석을 진행하였다. 과학교육에서는 과학과 사회가 연결되어 있고 하나의 해결책이 아닌 다양한 관점에서 대안을 찾아 문제를 해결할 수 있는 사회과학적 이슈에 대한 주제를 탐구하며 민주시민역량을 함양할 수 있다. 이에 연구자가 지구과학전공자임으로 SSI 중 지구과학과 관련된 3개의 주제를 선정하여 기후변화, 신재생에너지, 자연재해를 주제로 한 소단원을 분석하고자 하였다(표 20). 교육현장에서 활용가능한 민주시민역량 분석 틀을 활용하여 일련의 코딩 과정을 토대로 과학과 교과서에서의 민주시민역량의 패턴을 밝히고, 이를 통해 과학과 교과서에 포함된 민주시민의 역량은 무엇이, 얼마나 포함되어 있는지 빈도를 파악하였으며 어떠한 역량이 포함되지 않았는지 확인하며 과학 교과서에서의 민주시민역량에 대한 자료 수집을 진행하였다.

표 20. 본 연구에서 활용된 기후변화, 자연재해, 신재생에너지 내용을 포함한 과학 교과 소단원

교과목	교과 소단원	
	A	B
과학1	I . 4. 지권의 운동	I . 3. 지권의 운동
과학2	II . 4. 전류의 자기 작용 VII . 1. 수권의 분포와 물의 가치 IX . 1. 재해·재난의 원인과 피해 IX . 2. 재해·재난의 대처 방안	II . 2. 전류, 전압, 저항 VII . 2. 해수의 특성과 순환 VIII . 1. 열 IX . 1. 재해·재난과 안전
과학3	II . 1. 기권의 층상구조와 특징 II . 4. 날씨 변화 VI . 2. 전기 에너지	II . 1. 기권과 지구 기온 II . 3. 기압과 날씨 VI . 2. 전기 에너지의 발생과 전환
통합과학	2.IV.02. 에너지 흐름과 물질의 순환 2.IV.03. 지권의 변화와 판의 운동 4.VIII.03. 지구 환경의 변화 4.VIII.04. 에너지의 사용과 환경 4.IX.03. 태양 에너지의 생성과 전환 4.IX.04. 태양광 발전, 핵발전, 풍력 발전 4.IX.05. 신재생에너지와 지속 가능한 발전	II .2.03. 지권의 변화 IV.1.03. 지구 환경 변화와 인간 생활 IV.1.04. 에너지의 전환과 효율적 이용 IV.2.03. 태양 에너지 생성과 전환 IV.2.04. 발전과 지구 환경 IV.2.05. 에너지 문제를 해결하기 위한 인류의 노력

자료 분석

본 연구에서는 질적 내용 분석법(qualitative content analysis)을 활용(Hsieh & Shannon, 2005)하여 교과서를 분석하였다. 질적 내용 분석법은 자료를 분석하고 자료의 의미를 해석하는 질적 방법 중 하나이며, 문서자료, 그림 또는 텍스트 내용 등의 다양한 자료에 담긴 내용들을 분석함으로써 자료의 의미와 현상 이해하고 지식을 생성하기 위한 방법(엄수정 외, 2021)이다. 질적 내용 분석법은 3가지 방법으로 분류(Hsieh & Shannon, 2005)되는데 먼저 전통적 내용 분석(conventional content analysis)은 귀납적 접근을 통해 사전에 분석 틀을 따로 두지 않고 코딩 절차를 시작하는 방법으로 주로 면담 또는 개방형질문에 응답한 자료를 분석할 때 활용된다. 지시적 내용 분석(directed content analysis)은 연역적 접근을 통해 기존의 이론이나 선행 연구를 이용하여 사전에 분석 틀을 두고 코딩 절차에 들어가는 방법으로 기

존 이론의 지지나 확장 측면에서 유용하다. 마지막으로 총괄적 내용 분석(summative content analysis)은 자료를 분석하면서 맥락적으로 의미 있는 키워드를 추출하여 사용 빈도나 방식에 초점을 맞춰 분석하고 해석함으로써 내용이나 맥락에 내재되어 있는 의미를 파악하는 측면에서 유용(엄수정 외, 2021; 손행미, 2017)하다. 본 연구에서는 지시적 내용 분석을 활용하였으며 선행연구를 토대로 사전에 과학과 민주시민역량 분석 틀을 두고 과학과 교과서에서 나타나는 민주시민역량에 대하여 분석하였다.

과학 교과서 분석은 표 21와 같이 진행하였다. 먼저 맨 상단에 과목과 출판사, 내용에 해당하는 단원을 작성하고 내용부분에는 교과서 페이지를 첨부하였다. 해당 페이지에 있는 내용을 분석하여 해석 및 의견을 작성한 후 민주시민역량의 빈도를 입력하였다.

예시에서는 A 출판사의 통합과학 9-5 단원 중 해보기 활동의 내용을 과학 교육전문가와 협의를 통해 분석한 것이며 (1) 2014년 우리나라에서 사용한 총 에너지 중 신재생에너지가 차지하는 비율을 알아보기 위해서는 제시된 그래프에 포함된 내용을 분석해야 함으로 이는 정보처리 능력이 포함된다고 해석하였다. 또한 (2) ‘우리나라의 지형, 에너지 소비 형태 등을 고려하여 우리나라에서 개발해야 할 신재생 에너지 종류를 선택하고 그 까닭을 토의해보자’의 경우 먼저 학생들이 살고 있는 우리나라의 지형과 에너지 소비 형태에 대한 내용은 학생들의 삶과 밀접한 관련이 있으므로 사회적 책임감이 발생하며, (3) 우리나라의 지형과 에너지 소비 형태를 고려하기 위해서는 정보/자료를 수집해야 하고, 신재생 에너지 종류를 선택하고 그 까닭을 이야기하기 위해서는 비판적 사고가, 토의를 통한 의사소통 및 협력의 역량까지 요구되고 있다. 하지만 정서적 공감이나 판단 또는 자기 주도적 계획 및 평가와 함께 의사결정이 요구되는 활동은 제시되고 있지 않다. 교과서 내용의 하단 부분에 (4) ‘스스로 확인하기’는 학습자가 스스로 할 수 있도록 만들어진 활동이지만 학습자가 스스로 계획을 수립하고 수행 및 평가를 할 수 있도록 요구되는 활동은 아니라 판단되어 자기주도 역량은 포함하고 있지 않다고 해석하였다. 이 예시에서는 비판적 사고가 4번, 의사소통 및 협력 2번, 정보처리 능력이 2번, 사회적 책임은 3번, STS는 2번이 나타났으며 공감 능력과 자기주도역량, 의사결정력은 나타나지 않았다.

이렇게 과학 교과서의 각 페이지에서 요구되는 민주시민역량에 대하여 해석하고 이를 통해 나온 민주시민역량 빈도를 확인하여 표에 작성하는 분석과정을 진행하였다.

표 21. 과학 교과서 분석 예시

과목	통합과학	출판사	A	단원	9-5			
내용								
DC	CT 4	CC 2	IM 2	EM	SA 3	STS 2	SD	DM
해석 및 의견	<p> - 2014년 우리나라에서 사용한 총 에너지 중 신재생 에너지가 차지하는 비율은 얼마인가? = <u>정보처리능력</u> - 우리나라에서 신재생에너지 기술 개발이 필요한 까닭을 토의해보자 = <u>사회적 책임감, 비판적 사고, 의사소통 및 협력</u> - 우리나라에서 가장 많이 사용되고 있는 신재생 에너지 종류를 찾고 그 까닭을 설명해보자 = <u>사회적 책임감, 정보처리 능력, 비판적사고</u> - 우리나라의 지형, 에너지 소비 형태 등을 고려하여 우리나라에서 개발해야 할 신재생에너지 종류를 선택하고 그 까닭을 토의해보자 = <u>사회적 책임감, 정보처리능력, 비판적 사고, 의사소통 및 협력, STS.</u> - 연료전지를 이용하는 자동차의 배출구에서 배출되는 물질은 가솔린 자동차의 배출 가스과 어떻게 다른지 대기 환경에 미치는 영향과 관련지어 설명해보자 = <u>비판적 사고, STS</u> </p>							

B. 민주시민역량 함양을 위한 과학교육프로그램 개발

본 장에서는 과학 교과서에서의 민주시민역량 빈도를 통해 부족한 역량의 보완점을 강구하고 역량 간의 균형을 맞추고자 과학교육프로그램과 과학 수업에서 적용 가능한 민주시민역량 함양을 위한 교육프로그램을 개발하였으며, 현장 과학 교사 10인의 자문을 통하여 민주시민 교육프로그램에 민주시민역량이 적절히 포함되어 있는지에 대한 타당성을 확인하였다. 자문을 통해 타당성이 확인된 민주시민 교육프로그램을 예비 과학 교사에게 적용하여 현장에서 문제점을 파악하고 과학과에서의 민주시민 교육의 효과적인 발전 방향에 대하여 제언하고자 하였다.

과학교육에서의 민주시민역량 함양을 위한 프로그램 개발

과학과 민주시민 교육프로그램의 주제로서 기후변화와 파력에너지를 선택하여 환경문제와 신재생에너지에 대한 중요성을 강조하며 학습자의 민주시민역량을 함양시키고 기후변화와 파력에너지에 대한 깊은 이해를 제공하여, 민주 시민으로서 행동하는 것을 목표로 설정하였다. 프로그램은 동기부여, 개념 이해, 개념 적용, 정리하기로 구성하였으며 민주시민역량이 빠짐없이 들어갈 수 있도록 프로그램을 개발하였다(표 22).

표 22. 민주시민 교육프로그램 순서와 대표적으로 나타난 민주시민역량

차례	대표적으로 나타난 민주시민역량
동기부여	공감 능력, 사회적 책임감
개념 이해	비판적 사고, 정보처리 능력, STS
개념 적용	자기 주도역량, 의사소통 및 협력
정리하기	의사 결정력

첫째, 동기부여에서는 공감 능력과 사회적 책임감을 높이기 위하여 기후변화와 실제 사례를 활용하였으며 둘째, 개념 이해에서는 비판적 사고와 정보처리 능력을 향상시키기 위해 다양한 질문과 학습자료를 개발하였다. 이를 통해 학습자는 과학적 원리와 환경 문제, 그리고 과학기술과 사회의 관련성에 대하여 이해한다. 셋째, 개념 적용을 통해 앞서 배운 개념을 학습자가 스스로 문제를 해결하고자 계획을 세우고 수행 및 평가하도록 자기 주도성을

부여하고 모듬별 실험을 통하여 의사소통과 협력을 통하여 문제해결 방안을 찾는 탐구실험을 진행한다. 마지막으로 정리하기 과정에서는 학습자와 밀접한 문제를 제시하여 이를 해결을 위하여 의사결정을 하며, 대안 탐색 수준을 넘어서 효과적인 변화를 위해 최종 실천까지 이끌어 내는 활동으로 개발하였다. 대표적으로 나타난 민주시민역량 외에도 프로그램 전반에 걸쳐 민주시민역량은 중복되어 다양하게 나타나도록 개발하였다.

프로그램 타당성 검토

개발된 민주시민역량 함양을 위한 과학과 민주시민 교육프로그램에 민주시민역량이 적절히 구현되었는지와 현장 적용에 타당한지를 파악하기 위하여 과학과 민주시민역량 분석 틀 자문에 응했던 현장 과학 교사 10명에게 연구의 목적과 자문의 활용내용을 밝혀 동의를 구한 후, 프로그램에 대한 자문을 실시하였다. 자문에서 사용된 민주시민역량 함양을 위한 프로그램 자문의견서[부록2]는 민주시민역량을 함양하는 프로그램의 구현 여부를 판단하고, 과학 교사들이 의견이나 대안을 기록할 수 있도록 구성하였다. 이렇게 구성된 자문의견서를 토대로 민주시민역량 함양을 위한 과학 교육프로그램에 대한 의견을 수집하였다.

자문의견서를 통해 수집된 자료를 분석하여 개발한 프로그램을 민주시민 교육으로 적용하기에 타당한지 확인하고 현장 과학 교사의 의견을 수렴하여 프로그램의 민주시민역량과 현장 적용성을 강화하고자 하였다. 수집된 의견서를 바탕으로 연구자는 (1) 현장 과학 교사가 판단한 민주시민역량 포함 여부를 파악하여 민주시민역량이 적절히 포함되었는지 프로그램의 목표 달성과 교육프로그램의 타당성을 확인하고, (2) 과학 교사가 제시한 의견을 수렴하고 과학교육 전문가와의 협의를 거쳐 민주시민역량과 과학교육 현장 적용성을 강화하고자 개발된 프로그램을 완성하였다(그림 1).

영역		민주시민 역량 함양을 위한 프로그램 예시	
(1)	정의 (하위 요소)	주어진 문제에 대해서 논리적 판단과 다양한 관점에서 수렴적 및 발산적 사고를 할 수 있다. (수렴적 사고, 발산적 사고)	
	비판적 사고 (critical thinking)	프론트 그림 예시	<p>㉔ 어떤 모양이 효과적으로 전력을 만들 수 있을까요?</p> <p>파력발전기를 설계하기 위해 고려해야 할 점을 이야기해보도록 해요. 먼저 구조물을 만들기 위해서는 파도의 특성을 이해해야겠지요? <u>파도의 움직임에 대해 우리가 어떤 부분을 더 자세히 알아야 할까요?</u> 또한 <u>파도의 힘이 어떻게 전기로 만들어질 수 있을까요?</u> 파도의 힘을 전기로 바꾸는 터빈에 대해 생각해봅시다. <u>바람으로 만들어지는 풍력발전기, 파도로 만들어진다는 것은 어떻게 가능할까요?</u> 우선 파도에 대해서 알아봅시다.</p>
포함 여부	해설	파력 발전기를 설계하기 위해 고려해야 할 점에 대하여 파도의 움직임, 전기생산원리, 풍력 발전이 파도로 만들어지는 원리 등에 대하여 다양한 관점에서 수렴적 및 발산적 사고를 할 수 있도록 제시하였다	
있다 ()	(2) 의견		
없다 ()			

그림 1. 과학과 민주시민역량 함양을 위한 프로그램 자문의견서 분석 예시

IV. 연구 결과

본 장에서는 과학교육 현장에서 활용 가능한 민주시민역량 분석도구를 활용하여 과학 교과서에 어떠한 민주시민역량이 어느 정도 포함되어 있는지 알아보았다. 또한 민주시민역량 함양을 위한 과학교육프로그램을 개발하고 민주시민역량 포함정도를 확인한 후 수정과정에 대하여 서술하였다.

A. 과학과 민주시민역량 분석 틀을 활용한 교과서 분석

현장 과학 교사의 의견과 과학교육 전문가와의 협의를 통해 완성된 과학교육 현장용 민주시민역량 분석 틀을 활용하여 사회과학적 이슈(SSI) 중 기후변화, 신재생에너지, 자연재해를 주제로 선정하여 과학 교과서의 민주시민역량을 분석하였다.

1. 중학교 과학1 기후변화, 신재생에너지, 자연재해 주제 소단원별 교과서 분석

먼저, 중학교 과학1에서 사회과학적 이슈 주제로 나타난 민주시민역량을 분석하였다. 중학교 과학1에서 가장 많이 나타난 역량은 비판적 사고이며, ‘지진발생 시 지역에서 흔들린 정도가 다르게 느껴지는 까닭’이나 ‘화산활동과 지진활동이 특정한 지역에서 많이 나타나는 까닭’ 등을 생각해보도록 하는 질문에서 많이 발견되었고, 표 23는 지진 발생 시 서울과 경주에서 흔들린 정도가 다르게 나타난 까닭에 대하여 논리적인 사고를 통해 증거 기반으로 설명하도록 요구되고 있으므로 비판적 사고가 나타난다고 분석된 예시이다.

표 23. 중학교 과학1 비판적 사고 예시

<p>교과서 내용</p>	 <p>● 서울과 경주에서 흔들린 정도가 다르게 나타나는 까닭은 무엇일까?</p>
<p>분석 내용</p>	<p>- 비판적 사고 : 서울과 경주에서 흔들린 정도가 다르게 나타난 까닭에 대한 질문을 통하여 논리적인 사고를 통해 수렴적 사고 가능</p>


정보처리 능력은 대부분 ‘해보기’ 또는 ‘탐구활동’을 통해 지진, 화산대의 분포표를 해석하거나, 인터넷 검색을 통하여 최근 10년간 발생된 지진과 화산의 분포도를 수집하는 등에서 발견되었으며 표 24에서는 태평양과 대서양에서 지진이 주로 발생하는 지역과 대표적인 지진대와 화산대의 분포 위치를 확인하기 위해 지진 발생지점과 화산활동 지점에 대한 자료를 분석해야 하므로 정보처리 능력이 나타나는 예시라 할 수 있다.

표 24. 중학교 과학1 정보처리 능력 예시

<p>교과서 내용</p>	 <p>● 태평양과 대서양에서 지진이 주로 발생하는 지역은 어디인가?</p> <p>● 지진대와 화산대는 대체로 어떻게 나타나는지 쓰고, 대표적인 지진대와 화산대의 위치를 지도에 표시해 보자.</p>
<p>분석 내용</p>	<p>- 정보처리능력 : 세계지도에 지진대와 화산대의 분포자료를 통해 지진이 주로 발생하는 지역을 알아보는 활동을 통해 자료 분석 가능</p>


과학 1에서 자기 주도역량과 의사 결정력은 각각 1개씩 나타났으며 자기주도역량은 표 25와 같이 ‘영화를 보고 있을 때, 길을 걷고 있을 때 지진이 발생하면 어떻게 대처’ 할지에 대하여 학습자의 일상생활에서 지진이 발생했을 때 대처하는 방법에 대하여 스스로 계획을 수립하는 활동으로 나타났다.

표 25. 중학교 과학1 자기주도역량 예시

교과서 내용	<p>사고력 키우기 </p> <p style="text-align: right;">자기주도역량</p> <p>영화를 보고 있을 때, 길을 걷고 있을 때 지진이 발생하면 어떻게 대처해야 하는지 설명해 보자.</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
분석 내용	<p>- 자기주도역량 : 지진이 발생을 어떻게 대처할지에 대한 문제해결을 목표로 자신이 할 수 있는 일을 스스로 계획해보며 자기 주도적 계획 가능</p>

의사결정력은 표 26 ‘건물의 상부가 심하게 흔들리는 것을 줄이기 위한 방법을 토의하고 설계’ 하는 활동을 통해 지진 발생 시 기존 건물의 상부가 심하게 흔들리는 문제점을 해결하기 위한 대안을 탐색하여 설계해보고, 기존 건물에 학습자들이 생각한 구조를 보완하여 대안을 검토해보는 활동을 통해 의사 결정력이 나타난 예시이며 의사결정을 하는 과정에서 모둠별 토의 활동이 포함되어 있으므로 의사소통 및 협력도 포함되어 있다.

표 26 중학교 과학1 의사결정력 예시

교과서 내용	<p>지진에 견딜 수 있는 건물 만들기</p> <p>1. 모둠별로 다음과 같은 준비물을 사용하여 그림과 같이 4층 ~ 6층 건물을 만든 다음, 아래쪽을 잡고 흔들어 보자. 의사소통 및 협력, 의사결정력</p> <p>2. 건물의 상부가 심하게 흔들리는 것을 줄이기 위한 방법을 토의하고, 설계를 바탕으로 내부 구조를 보완해 보자.</p> <p>준비물 : 가베판 판자(약 12cm × 12cm) 5매 ~ 7매, 밀자철 빔(약 25cm × 15mm) 15개, 1회용 형상판, 실, 안전용 장갑</p> 
분석 내용	<p>- 의사소통 및 협력 : 모둠별로 건물의 상부가 흔들리는 것을 줄이기 위해 방법을 토의하며 협력 및 토론학습 가능</p> <p>- 의사결정력 : 상부가 심하게 흔들리는 문제를 해결하기 위한 대안을 찾아보고 보완해보는 활동을 통해 대안 탐색 및 평가 가능</p>

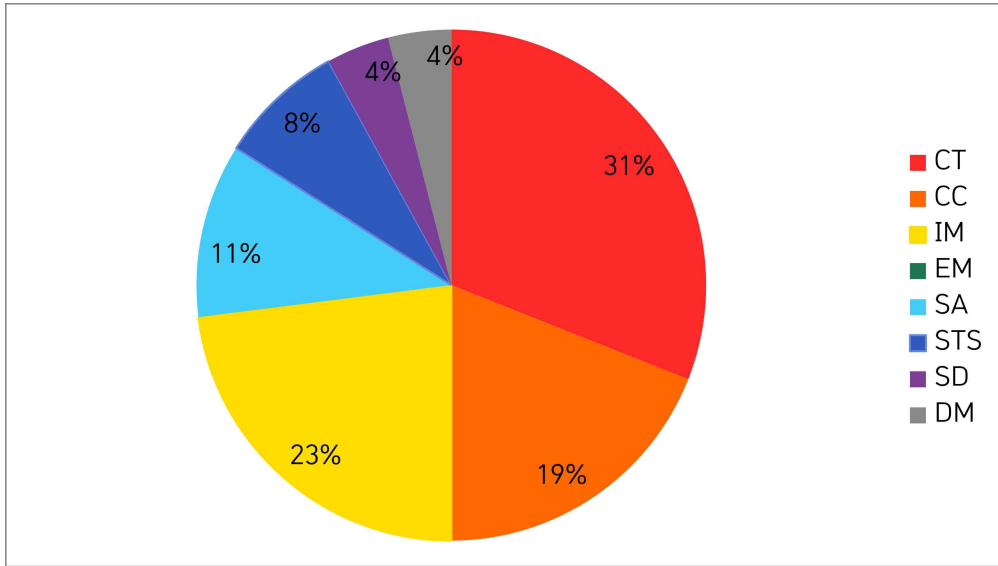
중학교 과학1에서는 지진대와 화산대, 판의 경계와 지각 변동에 의한 자연 재해에 대하여 다루고 있는 내용을 포함하고 있으며 이외의 기후변화, 신재생에너지와 관련된 내용은 포함하고 있지 않았다. A교과서에서는 총 2개의 소단원을, B 교과서에서는 총 1개의 소단원으로 자연재해 주제를 다루고 있으며 주로 지진대와 화산대에 관련된 단어를 위주로 다루어지고 있었다(표 27).

표 27. 중학교 과학1 교과서 자연재해 주제 소단원별 민주시민역량 빈도

중학교 과학1		CT	CC	IM	EM	SA	STS	SD	DM	계
	소단원 명									
A	1-4-2. 지진대와 화산대	2	1	1			1			5
	1-4-3. 판의 경계와 지각 변동	3	1	2				1		7
	총량	5	2	3			1	1		12
B	1-3-3 화산대와 지진대	3	3	3		3	1		1	14
	총량	3	3	3		3			1	14
	교과 총량	8 (31%)	5 (19%)	6 (23%)		3 (11%)	2 (8%)	1 (4%)	1 (4%)	26

Note: CC(비판적 사고), CT(의사소통 및 협력), IM(정보처리 능력), EM(공감 능력), SA(사회적 책임감), STS(과학기술과 사회의 관련성), SD(자기 주도역량), DM(의사결정력)

중학교 과학1 교과서 분석을 통해 보여진 민주시민역량 비율에 대한 그래프는 <그림2>와 같다. 이 그래프를 통해 비판적 사고 31%, 정보처리 능력 23%, 의사소통 및 협력 19%로 3개의 영역이 70% 이상 지배적으로 나타나고 있음을 알 수 있다. 또한 공감 능력이 하나도 나타나지 않을 것을 알 수 있으며, 자기 주도역량과 의사 결정력도 부족하게 나타났음을 알 수 있다.



Note: CC(비판적 사고), CT(의사소통 및 협력), IM(정보처리 능력), EM(공감능력), SA(사회적 책임감), STS(과학기술과 사회의 관련성), SD(자기주도역량), DM(의사결정력)

그림 2. 중학교 과학1에서 나타난 민주시민역량 반영 비율

2. 중학교 과학2 기후변화, 신재생에너지, 자연재해 주제 소단원별 교과서 분석

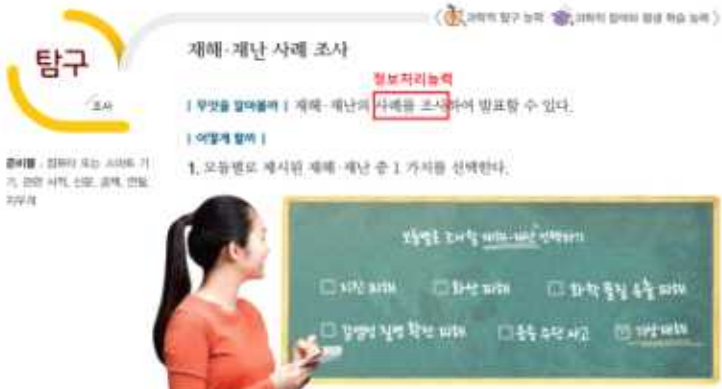
다음으로는 중학교 과학2에서 나타난 사회과학적 이슈 주제의 민주시민역량에 대하여 분석해보았다. 중학교 과학2에서 비판적 사고는 ‘호우 경보나 미세먼지 주의보는 언제 발령되는 것인지’, ‘재해·재난에 대한 대처방안이 과학적으로 타당한지’, ‘재해·재난이 일상생활에 미치는 영향은 무엇인지’, ‘전기자동차의 장점에는 어떤 것이 있을지’, ‘교통수단의 발달은 한 지역에서 발생한 감염성 질병이 다른 지역으로 확산하는 데 어떤 영향을 주었는지 설명해보자’ 등으로 다루어졌으며, 표 28은 호우 경보나 미세먼지 주의보가 발령되는 기준에 대하여 다양한 관점에서 사고하도록 요구되고 있으므로 비판적 사고가 나타난 분석의 예시이다.

표 28. 중학교 과학2 비판적 사고 예시

<p>교과서 내용</p>	 <p>◎ 호우 경보나 미세먼지 주의보는 언제 발령되는 것일까?</p>
<p>분석 내용</p>	<p>- 비판적 사고 : 호우 경보나 미세먼지 주의보 발령 시기에 대한 질문을 통하여 논리적인 사고를 통해 수렴적 사고 가능</p>


정보처리 능력은 ‘재해·재난의 사례조사’, ‘황사나 미세먼지로 발생하는 피해조사’, ‘사고가 발생한 원인 조사’, ‘전기자동차 충전소 위치조사 후 우리지역 전기 자동차 충전소 지도 만들기’ 등을 통해 정보와 자료를 수집하는 것이 주를 이루고 있었으며 표 29는 재해·재난의 사례를 조사하여 분석하는 탐구활동으로, 사례조사를 통해 재해·재난에 대한 정보/자료를 수집하고 수집된 자료를 바탕으로 정보를 분석하는 활동을 통해 정보처리 능력이 나타나는 예시이다.

표 29. 중학교 과학2 정보처리 능력 예시

<p>교과서 내용</p>	
<p>분석 내용</p>	<p>- 정보처리 능력 : 컴퓨터 또는 스마트 기기, 관련 서적을 통해 재해·재난의 사례에 대한 정보나 자료를 조사하며 정보/자료 수집 가능</p>

과학2에서 자기 주도역량이 3%, 의사 결정력이 5%로 적게 나타났으며 자기 주도역량은 ‘재해·재난 사례를 조사하기 위한 계획서를 작성’ 및 ‘나만의 친환경 주택 설계하기’를 통해서만 다루어져 있어 가장 적게 나타났다. 표 30은 우리나라에 개발된 친환경 주택을 조사하여 친환경 주택의 특징을 알아보고 자신의 친환경 주택을 설계해보는 활동을 통해 친환경주택에 대해 조사하기 위해 정보처리 능력을 요구하며 자신만의 친환경 주택을 설계해보므로 학습자 스스로 계획을 세우는 자기주도역량이 나타나는 활동의 예시이다.

표 30. 중학교 과학2 자기주도역량 예시

<p>교과서 내용</p>	
<p>분석 내용</p>	<p>- 정보처리 능력 : 컴퓨터 또는 스마트 기기, 관련 서적을 통해 우리나라에 개발된 친환경 주택에 대한 정보나 자료를 조사하며 정보/자료 수집 가능 - 자기주도역량 : 자신만의 친환경 주택을 설계하기 위해 스스로 계획을 수립하여 자기 주도적 계획 가능</p>

자기 주도역량 다음으로 적은 역량은 의사결정력은 ‘우리 고장에서 나타난 재해·재난에 대한 대처 방안 작성하기’, ‘재해 피해를 줄이기 위한 과학적 대처방안 찾기’ 등으로 재해·재난에 대한 문제해결을 위한 다양한 대처 방안을 찾아보는 활동으로 다루어지고 있었으며 표 31은 재해·재난의 피해를 줄이기 위해 우리 고장에서 발생한 재해·재난을 조사하고 그 중 하나를 선택하여 피해를 줄이기 위한 대처 방안을 찾아보는 활동이며 피해를 줄이기 위한 다양한 방안을 탐색하며 옳고 그른지 토의하는 과정을 통해 의사결정을 할 수 있는 민주시민역량이 포함되어있는 활동의 예시이다. 이 예시에는 의사결정력과 함께 토의활동을 통한 의사소통 및 협력, 학습자의 삶과 관련된 고장에서 발생한 재해·재난에 대한 주제를 통한 사회적 책임감, 스마트 기기나 참고도서 등 다양한 자료를 통한 정보처리 능력이 동시에 요구되고 있는 활동이라 할 수 있다.

표 31. 중학교 과학2 의사결정력 예시

<p>교과서 내용</p>	
<p>분석 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 의사소통 및 협력 : 재해·재난의 피해를 줄이기 위한 대처 방안을 찾기 위해 모둠별로 의사소통 및 토의 활동을 하며 협력 및 토론학습 가능 - 사회적 책임감 : 학생들이 살고있는 고장에서 발생한 재해·재난을 찾아보는 활동을 통해 자신의 삶과 관련이 있다는 것을 이해하며 관련성을 느낌 - 정보처리 능력 : 스마트 기기와 참고도서를 통해 학생들의 고장에서 발생한 재해·재난에 어떤 것들이 있는지 조사하며 정보/자료 수집 가능 - 의사결정력 : 재해·재난의 피해를 줄이기 위한 대처 방안을 찾으며 대안 탐색 및 평가 가능

과학2에는 과학1에서 나타나지 않았던 공감 능력이 ‘재해·재난에서 나타난 피해를 예상’ 해보는 활동과 우리나라에서 발생한 재해·재난의 피해에 대해 정서적 공감을 느낄 수 있는 시각 자료를 통해 제시되었다. 표 32은 최근 우리나라에서 발생한 재해·재난에 대한 시각 자료이며 이 중 감염성 질병은 우리나라 국민이라면 누구든 직접 경험한 코로나 19나, 메르스 등에 대한 정서적 공감이, 뉴스를 통해 빈번히 다루어지는 운송수단 사고 역시 학습자의 일상생활을 통해 충분히 경험을 할 수 있는 재해임으로 정서적 공감이 유발될 수 있는 시각적 자료로 판단된 공감 능력의 예시이다.

표 32. 중학교 과학2 공감능력 예시

교과서 내용	
분석 내용	<p>- 공감 능력 : 일상생활에서 충분히 경험할 수 있는 재해들의 시각자료를 통해 정서적 공감을 느낄 수 있음</p>

중학교 과학2에서 기후변화, 신재생에너지, 자연재해와 관련된 소단원으로 는 재해·재난에 관련하여 재해·재난의 원인과 피해, 대처방안에 대해서 다뤄지고 있으며, 전기자동차나 해양 온도차 발전, 친환경 주택 등에 대한 이야기를 교과서 중간중간에 제시함으로써 신재생에너지도 다뤄지고 있었다.

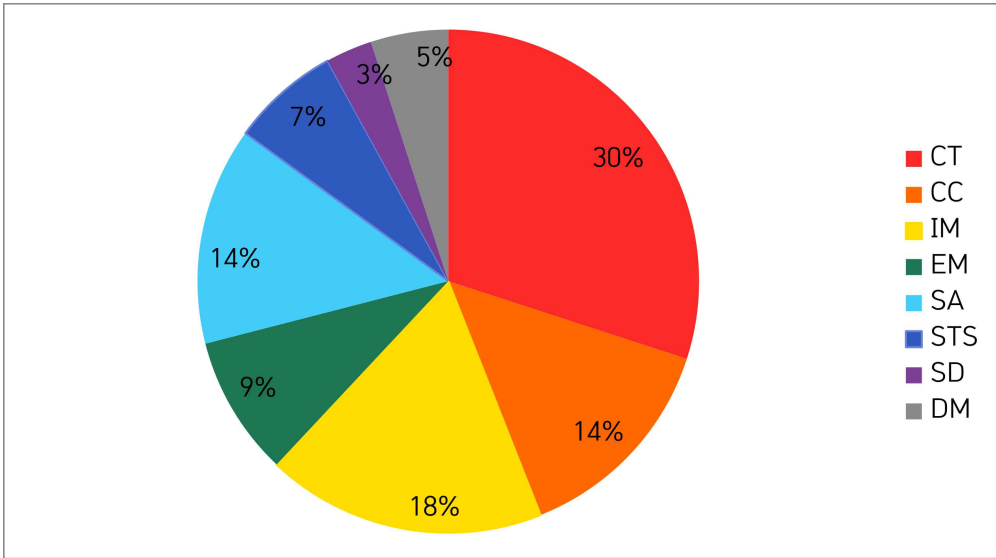
두 출판사의 교과서 모두 5개의 소단원이 분석되었으며 A 교과서의 경우 신재생에너지를 직업과 연계하여 ‘전기자동차를 만드는 사람들’로 제시하였고, B 교과서의 경우에는 창의 융합적으로 접근하여 ‘전지로 달리는 전기 자동차’로 제시하였다(표 33).

표 33. 중학교 과학2 교과서 기후변화, 신재생에너지, 자연재해 주제 소단원별 민주시민역량 빈도

중학교 과학2		CT	CC	IM	EM	SA	STS	SD	DM	계
소단원 명										
A 교 과 서	2-4-2 (전기자동차)	1					1			2
	7-1-2 (물 분쟁)			1	1	1				3
	9-1-1 재해·재난	2	2	1	1			1		7
	9-1-2 재해·재난의 원인과 피해	6		2	1	1	1			11
	9-2-1 재해·재난의 대처 방안	4	3	2		1			1	11
총량		13	5	6	3	3	2	1	1	34
B 교 과 서	2-2-2 전류, 전압, 저항 (전기자동차)			1		1	1			3
	7-2-1 해수의 특성과 순환 (해양 온도차 발전)		1	1		1				3
	8-1-3 열 (친환경주택)			1		1	1	1		4
	9-1-1 재해·재난이 일어나는 원인	3	1	1	1	2				8
	9-1-2 재해·재난에 대처하는 방안	1	1		1				2	5
총량		4	3	4	2	5	2	1	2	23
교과 총량		17 (30%)	8 (14%)	10 (18%)	5 (9%)	8 (14%)	4 (7%)	2 (3%)	3 (5%)	57

Note: CC(비판적 사고), CT(의사소통 및 협력), IM(정보처리 능력), EM(공감 능력), SA(사회적 책임감), STS(과학기술과 사회의 관련성), SD(자기 주도역량), DM(의사 결정력)

중학교 과학2 교과서 분석을 통해 보여진 민주시민역량 비율에 대한 그래프는 그림 3와 같다. 이 그래프를 통해 비판적사고(30%), 정보처리능력(18%)이 가장 많이 나타나고 있으며, 자기주도역량(3%)와 의사결정력(5%)이 가장 부족하게 나타나고 있음을 확인할 수 있다. 또한 중학교 과학1에서는 나타나지 않았던 공감능력이 9%정도 나타나고 있다.



Note: CC(비판적 사고), CT(의사소통 및 협력), IM(정보처리 능력), EM(공감능력), SA(사회적 책임감), STS(과학기술과 사회의 관련성), SD(자기주도역량), DM(의사결정력)

그림 3. 중학교 과학2에서 나타난 민주시민역량 반영 비율

3. 중학교 과학3 기후변화, 신재생에너지, 자연재해 주제 소단원별 교과서 분석

중학교 과학3에서 나타난 사회과학적 이슈 주제의 민주시민역량에 대하여 분석을 진행하였다. 비판적 사고는 ‘지구 평균기온이 높아지는 까닭은 무엇인지’ ‘지구온난화를 줄이기 위한 방법에는 어떤 것들이 있는지’, ‘발전기에서 전기에너지는 어떻게 만들어지는지’ 등으로 나타났으며 표 34는 지구의 평균기온이 높아지는 까닭에 대하여 논리적인 판단과 다양한 관점에서 비판적 사고를 할 수 있는 질문을 제시하고 있다.

표 34. 중학교 과학3 비판적 사고 예시

<p>교과서 내용</p>	
<p>분석 내용</p>	<p>- 비판적 사고 : 지구 평균이 높아지는 까닭에 대한 질문을 통해 논리적인 사고를 통한 수렴적 사고 가능</p>

정보처리 능력은 ‘대기 중 이산화 탄소의 농도와 지구의 평균 기온의 그래프를 통한 자료 분석’, ‘지구 온난화에 대처하기 위한 최근 국제 협력 방안 조사’, ‘발전소에서 전기가 생산되는 과정을 보여주는 자료를 통하여 발전소에서 에너지가 어떻게 전환되는지 조사’ 등을 통하여 교과서에서 그래프나 시각적 자료를 제시하여 이 자료를 분석하는 방법이 주로 나타났다. 표 35는 대기 중 이산화탄소의 양은 기온과 어떤 관계가 있는지 설명하기 위하여 대기 중 이산화 탄소의 농도와 지구의 평균 기온 변화를 나타낸 그래프를 해석하는 활동을 통해 정보처리 능력이 요구되는 활동의 예시이다. 이 활동은 정보처리 능력뿐만 아니라 미래의 지구 평균 기온을 예측해보는 토의활동을 통해 비판적 사고와 의사소통 및 협력에 대한 민주시민역량도 함께 요구

되고 있는 활동이다.

표 35. 중학교 과학3 정보처리 능력 예시

<p>교과서 내용</p>	
<p>분석 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 정보처리 능력 : 이산화 탄소농도와 지구 평균 기온 변화의 그래프를 통해 이산화 탄소의 농도와 지구의 평균 기온의 관계를 설명하는 활동을 통해 정보/자료 분석 가능 - 비판적 사고 : 이산화 탄소에 대한 지구평균 기온의 변화에 대하여 다양한 관점과 논리적 사고를 통해 수렴적 사고 가능 - 의사소통 및 협력 : 이산화 탄소에 대한 지구 평균 기온의 변화에 대해 모두 별로 의사소통 및 토의 활동을 하며 토론학습 가능

과학 3에서는 공감 능력과 자기주도 역량, 의사 결정력도 각각 2개씩만 나타났다. 공감 능력에서는 정서적 공감을 느낄 수 있는 이야기를 제시하였으며, 자기주도 역량으로는 ‘에너지 절약을 실천하기 위한 계획 세우기’, 의사 결정력으로는 ‘지구온난화에 대처하는 과정에서 발생할 수 있는 어려움과 해결방안 검토하기’ 등으로 제시되었다. 표 36는 작은 수력 발전기가 만들어진 이야기에 대해 제시되어 있으며 이 이야기를 통해서 학습자는 제시된 문제로 인해 고통을 받고 있는 타인이 놓인 상황을 정서적으로 공감할 수 있으며 이를 통해 공감 능력이 발휘되게 되는 예시이다. 전기가 들어오지 않는 사회를 바꾸기 위하여 과학 기술통해 발전기를 만든 사례를 보여주고 있으며

로 STS도 함께 나타나고 있다.

표 36. 중학교 과학3 공감능력 예시

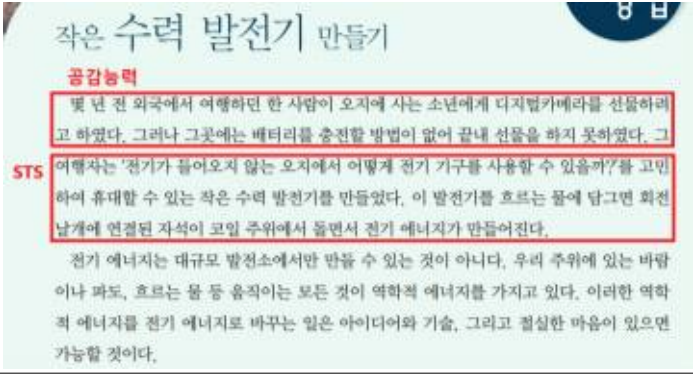
<p>교과서 내용</p>	
<p>분석 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 공감 능력 : 제시된 문제로 인해 고통을 받고있는 타인의 상황을 통해 정서적 공감 가능 - STS : 전기가 들어오지 않는 사회를 위해 휴대용 수력 발전기를 만들게 된 사례를 통해 사회가 과학기술에 미치는 영향 제시

표 37은 학습자가 한 달 동안 에너지 절약을 실천해보는 활동을 제시하고 있는 것이며 이 활동을 통해 학습자는 스스로 에너지 절약을 실천하기 위한 계획을 세우고 실천해보며 자기주도역량을 함양할 수 있는 예시이다.

표 37. 중학교 과학3 자기주도역량 예시

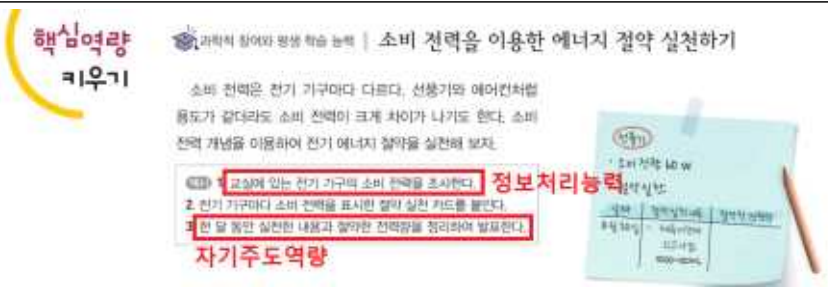
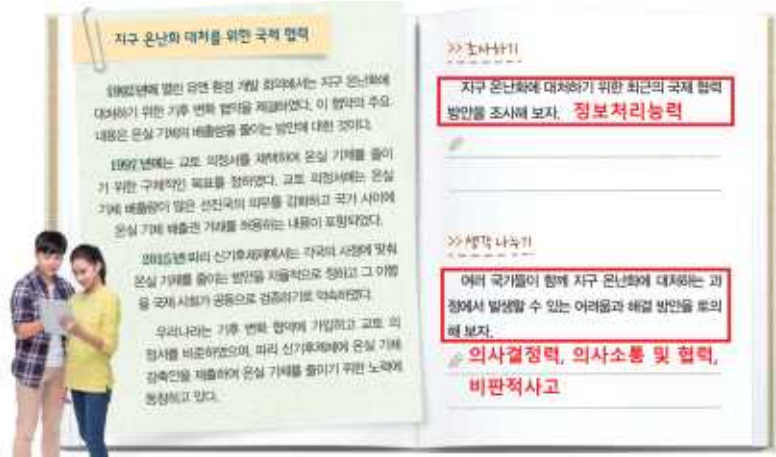
<p>교과서 내용</p>	
<p>분석 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 정보처리 능력 : 교실에 있는 전기 기구의 소비 전력을 조사하며 정보/자료 수집 가능 - 자기주도역량 : 학생 스스로 에너지를 절약하기 위하여 실천 카드를 통해 계획을 세우고 실천해보며 자기 주도적 계획과 수행 및 성찰 가능

표 38은 여러 국가들이 함께 지구 온난화에 대처하는 과정에서 발생할 수 있는 어려움과 해결방안에 대하여 토의해보는 활동이며 이 활동을 통하여 학습자는 문제해결을 위한 다양한 해결방안을 검토하기 위하여 의사 결정력이 요구되는 예시이다. 또한 지구 온난화에 대처하기 위한 최근의 국제협력 방안의 정보/자료를 조사하는 활동에서는 정보처리 능력이 요구되었으며, 지구 온난화에 대처하는 과정에 대한 어려움과 해결 방안을 다양한 관점에서 문제를 바라보며 토의하므로 비판적 사고와 의사소통 및 협력도 함께 나타나는 활동이다.

표 38. 중학교 과학3 의사결정력 예시

<p>교과서 내용</p>	
<p>분석 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 정보처리 능력 : 지구온난화에 대처하기 위한 최근의 국제협력 방안을 조사하며 정보/자료 수집 가능 - 의사결정력 : 지구 온난화에 대처하는 과정에서 발생할 수 있는 어려움과 해결 방안을 탐색하며 대안탐색 및 평가 가능 - 의사소통 및 협력 : 지구 온난화에 대처하는 과정에서 발생할 수 있는 어려움과 해결 방안을 토의해보며 협력 및 토론학습 가능 - 비판적 사고 : 여러 국가의 입장에서 지구 온난화에 대처하는 과정을 살펴 봐야 하므로 다양한 관점에서 발산적 사고 가능

중학교 과학3에서는 기후변화에 대한 ‘지구온난화’에 대한 내용과 신재생에너지에 대한 ‘전기 에너지의 생산’ 등의 내용이 다루지고 있었다. 지구온난화를 통한 온실효과와 온실기체에 대하여 언급하면서 지구 기온의 변화를 알아보는 ‘해보기’ 활동의 내용이 포함되어 있으며 발전기에서 전기에

너지를 생산 및 전환되는 원리에 대한 내용과 함께 간이 발전기를 만들어보는 활동을 다루고 있다.

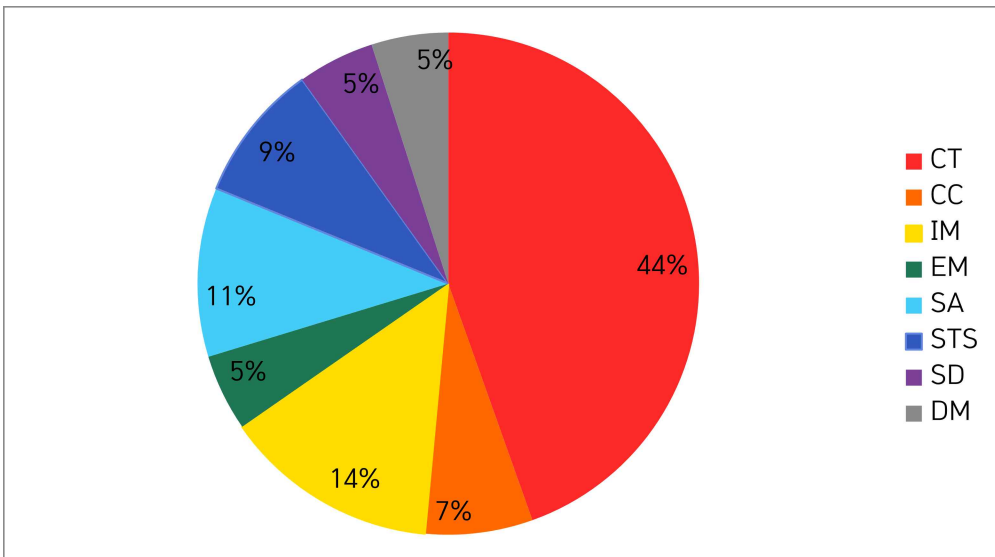
A 교과서에서는 에너지가 전환되는 과정을 다양하게 표현할 수 있도록 ‘과학 핵심 역량 기르기’를 통해 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 의사소통 능력을 다루고 있다고 명시되어 있다. B 교과서에서는 과학적 참여와 평생학습을 위한 토의 토론 활동으로 지구온난화 대처 방안을 제시하고 있으며 지구온난화에 대한 해결방안을 토의할 수 있도록 제시되고 있다 (표 39).

표 39. 중학교 과학3 교과서 기후변화, 신재생에너지, 자연재해 주제 소단원별 민주시민역량 빈도

중학교 과학3		CT	CC	IM	EM	SA	STS	SD	DM	계
소단원 명										
A 교 과 서	2-1-3 지구온난화	4	1	1		1			1	8
	2-4-3 (인공강우)	1		1			1			3
	6-2-2 전기 에너지의 생산	5		1		1				7
	6- 과학 핵심 역량 기르기	1	1	1		1	1			5
	총량	11	2	4		3	2		1	23
B 교 과 서	2-1-3 점점 더워지는 지구	3		1						4
	2-3-3 매일 변하는 날씨	1	1	1	1		1		1	6
	6-2 전기 에너지의 발생과 전환	1				1		1		3
	6-2-1 자석의 운동으로 만드는 전기 에너지	3			1	1	1	1		7
	총량	8	1	2	2	2	2	2	1	20
	교과 총량	19 (44%)	3 (7%)	6 (14%)	2 (5%)	5 (11%)	4 (9%)	2 (5%)	2 (5%)	43

Note: CC(비판적 사고), CT(의사소통 및 협력), IM(정보처리 능력), EM(공감 능력), SA(사회적 책임감), STS(과학기술과 사회의 관련성), SD(자기 주도역량), DM(의사 결정력)

중학교 과학3 교과서 분석을 통해 보여진 민주시민역량 비율에 대한 그래프는 그림 4과 같다. 과학3에서도 과학1과 과학2에서와 동일하게 비판적 사고가 44.74%, 정보처리능력이 15.79%로 가장 높게 나타났으며 공감 능력과 자기 주도역량, 의사결정력이 각 5%로 가장 적게 나타났다. 또한 중학교 과학1과 2에서는 의사소통 및 협력이 3번째로 많이 나타나는 영역이었지만 중학교 과학3에서는 사회적책임감이 3번째로 많이 나타나는 영역이며 의사소통 및 협력은 STS와 함께 7%만 나타나고 있음을 확인하였다.



Note: CC(비판적 사고), CT(의사소통 및 협력), IM(정보처리 능력), EM(공감능력), SA(사회적 책임감), STS(과학기술과 사회의 관련성), SD(자기주도역량), DM(의사결정력)

그림 4. 중학교 과학3에서 나타난 민주시민역량 반영 비율

4. 통합과학 기후변화, 신재생에너지, 자연재해 주제의 소단원별 교과서 분석

마지막으로 고등학교에서 공통적으로 배우는 통합과학에서 사회과학적 이슈 주제의 민주시민역량의 빈도를 분석하였다. 통합과학에서 비판적 사고는 ‘화산이 분출 시 지구 시스템의 각 권에 어떤 영향을 미칠지’, ‘에너지가 보존되는데도 에너지를 절약해야 하는 까닭’, ‘지구의 평균 기온이 계속 상승한다면 어떤 일이 발생할지’ 등을 통하여 다루어졌다. 표 40은 지구의 평균 기온이 계속 상승한다면 미래에는 어떤 일이 발생할지에 대하여 다양한 관점에서 논리적이고 비판적인 사고를 통한 대답이 요구되고 있으므로 비판적 사고가 나타나는 예시이다.

표 40. 고등학교 통합과학 비판적 사고 예시

<p>교과서 내용</p>	 <p style="text-align: right;">지구의 미래</p> <p>북극 지방은 기온이 매우 빠르게 상승하고 있는 지역이다. 과학자들은 현재 추세대로라면 이번 세기 안에 여름철 북극 해의 얼음이 완전히 사라질 수도 있다고 우려한다. <u>만약 지구의 평균 기온이 계속 상승한다면 미래에는 어떤 일이 발생할까?</u> 비판적 사고</p>
<p>분석 내용</p>	<p>- 비판적 사고 : 지구의 평균 기온이 계속 상승한다면 미래에는 어떤 일이 발생할지에 대하여 묻는 질문을 통해 다양한 관점에서 발산적 사고 가능</p>

통합과학에서 두 번째로 많이 나타난 의사소통 및 협력은 모둠별로 ‘지구 온난화’, ‘친환경 에너지’ 등 각 주제에 대하여 토의하거나 조사해보는 활동들을 통하여 다루어졌다. 표 41은 지속 가능한 친환경 에너지 도시를 설계하고, 환경 오염과 지구 온난화 문제해결을 위한 다양한 대안을 구상하는 활동으로, 모둠별로 탐구활동을 진행하고 토의하는 과정에서 의사소통 및 협력의 역량이 나타난 예시이다. 이 활동에서는 환경 오염과 지구 온난화 문제를 해결하기 위한 다양한 대안을 검토하는 활동으로 의사결정력이 나타났으며 친환경에너지 도시의 장점과 지구 환경 문제를 해결하는 방법에 대한 정보/자료를 수집하는 정보처리 능력, 친환경 에너지 도시를 설계하는데 필요한

조건들을 다양한 관점에서 생각해보는 비판적 사고까지 다양한 민주시민역량이 포함되어있는 활동이다.

표 41. 고등학교 통합과학 의사소통 및 협력 예시

<p>교과서 내용</p>	
<p>분석 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 의사결정력 : 환경 오염과 지구온난화 문제를 해결할 수 있는 방안을 탐색하며 대안탐색 및 평가 가능 - 정보처리 능력 : 친환경 에너지 도시가 가지는 장점과 지구환경 문제를 해결하는 방법을 조사해보며 정보/자료 수집 가능 - 비판적 사고 : 친환경 에너지 도시를 설계하는데 필요한 조건을 고려해보는 활동을 통해 다양한 관점에서 발산적 사고 가능 - 의사소통 및 협력 : 친환경 에너지 도시를 설계하기 위해 모둠별로 필요한 조건을 토의하고 발표해보며 협력 및 토론학습 가능

통합과학에서 역시 자기 주도역량이 2%로 가장 적게 나타났으며 ‘자신이 상상하여 압전효과를 이용하여 버려지는 에너지를 모으는 방법 개발하기’, ‘온실 기체의 배출을 줄이기 위해 개인이 가정에서 실천할 수 있는 방법 찾기’, ‘휴대전화 배터리에 저장된 전기에너지를 절약하기 위한 실천방법 찾기’ 등으로 다뤄지고 있다. 표 42는 휴대전화 배터리에 저장된 전기 에너지를 절약하기 위한 실천 방법을 찾아보는 활동을 통해 학습자 스스로 휴대전화 배터리의 전기 에너지 절약을 위한 계획을 세울 수 있는 활동이므로 자기 주도역량이 요구되는 활동의 예시이다. 또한 이 활동에서는 ‘에너지가 전환될 때 총량이 보존됨에도 에너지를 절약해야 하는 까닭’에 대해 물어보며 논리적이고 다양한 관점에서의 에너지 절약의 이유에 대하여 비판적 사고를 요구하고 있고, 화석 연료 사용으로 발생하는 지구 환경 문제를 해결하기 위해...’에서는 사회적 문제해결을 위한 에너지 자급주택이라는 과학기술의 대안을 구상해보도록 하여 STS와 의사 결정력이 포함되어있는 활동이다.

표 42. 고등학교 통합과학 자기주도역량 예시

<p>교과서 내용</p>	<p>스스로 해결하기</p> <p>비판적 사고</p> <p>1. [이해] 에너지가 전환될 때 총량이 보존됨에도 에너지를 절약해야 하는 까닭을 설명해 보자.</p> <p>자기주도역량</p> <p>2. [적용] 휴대 전화 배터리에 저장된 전기 에너지를 절약하기 위한 실천 방법을 찾아보자.</p> <p>3. [창의·융합] 화석 연료 사용으로 발생하는 지구 환경 문제를 해결하기 위해 건물이나 주택의 에너지 효율을 높인 에너지 자급 주택(에너지 제로 하우스)을 구상해 보자. STS, 의사결정력</p>
<p>분석 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 비판적 사고 : 에너지가 전환될 때 총량이 보존됨에도 에너지를 절약해야 하는 까닭에 대한 질문을 통해 논리적인 사고를 통해 수렴적 사고 가능 - 자기주도역량 : 휴대 전화 배터리에 저장된 전기 에너지를 절약하기 위해 학습자 스스로 실천할 수 있는 방법을 찾아 계획을 수립하는 자기주도적 계획 가능 - STS : 과학기술 발달로 늘어난 화석 연료로 사회적 문제야기, 문제 해결을 위한 에너지 자급주택의 과학기술을 구안하는 과정을 통해 과학-기술-사회가 서로에게 미치는 영향 제시 - 의사결정력 : 지구 환경 문제를 해결하기 위한 에너지 자급 주택의 다양한 대안을 구상하고 탐색하며 대안탐색 및 평가 가능

다음으로 적게 나타난 공감능력(5%)은 ‘미국의 화산 폭발 역사상 최악으로 기록된 사건’, ‘소외된 지역의 사람들은 식수, 식량 위생 등 삶의 기본적인 영역에서 생존 위협’에 대하여 학생들이 제시된 문제로 인해 고통받고 있는 타인 또는 상황에 정서적으로 공감하거나 북극지방 얼음이야기와 함께 북극곰의 시각적 자료를 통해 다뤄지고 있다. 표 43은 적정기술을 적용한 장치가 고안된 상황을 제시한 것이며, 현대 과학 기술을 이용해 물을 관리하여 선진국에서는 오염된 물을 통해 전염되는 질병이 적지만 과학기술의 혜택을 받지 못하는 빈곤한 지역의 어려운 상황을 정서적으로 공감하도록 제시함으로써 공감능력이 나타난 예시이고 빈곤한 지역에서 이용할 수 있는 과학기술인 적정기술을 고안하는 내용이므로 이는 STS도 포함되어 있다고 할 수 있다.

표 43. 고등학교 통합과학 공감능력 예시

<p>교과서 내용</p>	<div style="text-align: center;"> <h2>적정 기술을 적용한 장치 고안하기</h2> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 2px 5px; font-size: small;">상황 제시</div> <div style="color: red; font-weight: bold; font-size: small;">공감능력</div> </div> <p>현대 과학 기술을 이용하여 물을 관리하기 시작하면서 선진국에서는 오염된 물을 통해 전염되는 질병이 사라진 지 오래이다. 그런데 아직도 세계 인구 중 약 11억 명은 안전한 식수를 공급받지 못하고 어려움을 겪고 있다. 상대적으로 현대 과학 기술의 혜택을 받지 못하는 빈곤한 지역에서 이용할 수 있는 과학 기술은 없는 것일까? STS</p> <p>최빈국과 개발도상국의 문화·정치·환경적인 변을 고려하여 만들어진 단순하지만 효율이 큰 기술을 적정 기술이라고 한다. 예를 들어 깨끗한 식수가 부족한 지역에서도 안전하게 물을 마실 수 있는 휴대용 정수기인 '생명 빨대', 작은 힘으로도 멀리 떨어진 곳에서 물을 길어 올 수 있는 물통인 '큐 드럼(Q-drum)', 전기 없이도 빛의 산란을 이용하여 어둠을 밝히는 '케트 병 전구' 등은 적정 기술이 적용된 사례이다. 이러한 기술은 간단하지만 전기를 사용하지 않고도 삶의 질을 높인다. 이와 같이 과학 원리를 활용하여 적정 기술을 적용한 장치를 고안해 보자.</p>
<p>분석 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 공감능력 : 안전한 식수에 대한 문제로 어려움을 겪고 있는 대상의 상황을 통해 정서적 공감 가능 - STS : 과학기술을 통해 사회적으로 빈곤한 지역에 혜택을 줄 방법에 대하여 과학기술이 사회에 미치는 영향 제시

중학교 과학에서는 소단원당 2-3페이지 정도로 단편적인 탐구활동을 제시하였지만, 고등학교 통합과학에서는 소단원별 페이지 수가 평균 8페이지로 가장 많게는 12페이지로 구성되어 있어 중학교 과학보다는 맥락이 있는 탐구활동이 제시되었으며 이에 따라 민주시민역량도 많이 나타났다. 또한 통합과학에서는 기후변화, 신재생에너지, 자연재해에 해당되는 주제의 소단원이 모두 존재하였으며 다양한 방법으로 주제에 접근하여 포함되는 소단원 개수도 중학교 과학보다 많은 양을 보인다. 통합과학은 먼저 에너지 흐름과 지권의 변화에 대해 다루면서 지구에서 나타나는 자연재해에 대한 내용이 다루지고, 자연재해에 점차 많아지는 이유로 기후변화를 언급하며 지구 환경의 변화에 대하여 제시하였으며 기후변화를 늦추기 위한 방법으로 신재생에너지에 대하여 배워보는 흐름을 가지고 있다.

A 교과서에서는 자연재해가 발생에 대한 소단원에서 ‘직업 탐색하기’에서 지구 시스템을 연구하는 직업을 언급하였고 ‘과학과 핵심 역량 키우기’를 통해 과학적 사고력과 의사소통 능력, 참여와 평생 학습 능력, 탐구능력, 문제해결력 등을 다루고 있음이 명시되어 있다. B 교과서에서는 몇몇 소단원 끝에 ‘최신 과학’과 ‘토론논술’의 내용을 포함하여 최신 과학기술이 실생활 어디에 활용되고 있는지 제시하고 소단원에 관련된 내용으로 토론을 할 수 있도록 상황을 제시하여 과학적 사고력과 과학적 의사소통 능력을 기를 수 있도록 내용을 구성하였다(표 44).

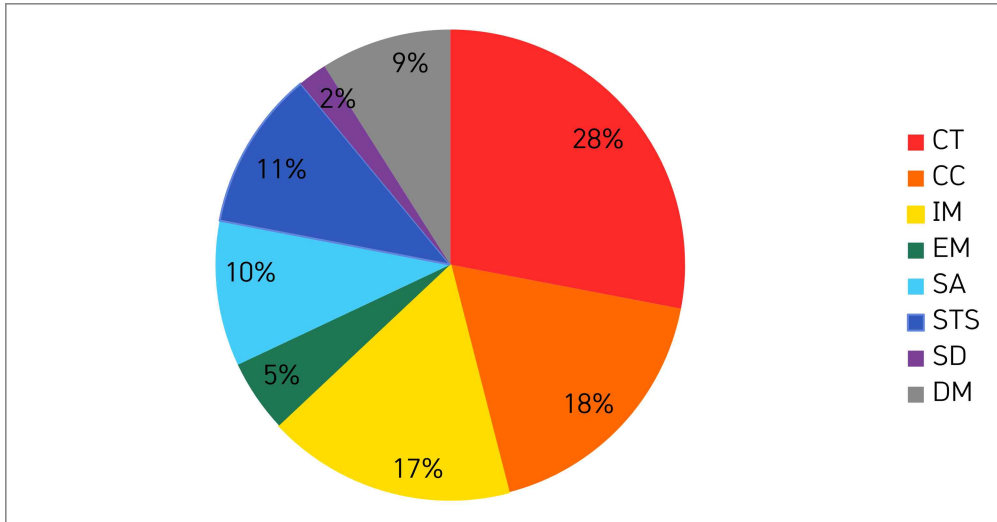
표 44. 고등학교 통합과학 교과서 기후변화, 신재생에너지, 자연재해 주제 소단원별 민주시민역량 빈도

통합과학		CT	CC	IM	EM	SA	STS	SD	DM	계
소단원 명										
A 교 과 서	2부-4-2 에너지 흐름과 물질의 순환	7	4	6		2			1	20
	2부-4-3 지권의 변화와 판의 운동	8	4	7	5	3	2		1	23
	4부-8-3 지구 환경의 변화	9	6	8	2	6	1		3	35
	4부-8-4 에너지의 사용과 환경	4	5	4		3	6		1	23

	4부-9- 과학역량 기르는 생각 열기	2	1						3	
	4부-9-1 전기 에너지의 생산	8	2	4		1		1	2	18
	4부-9-3 태양 에너지의 생성과 전환	3		1		2	1			7
	4부-9-4 태양광 발전, 핵발전, 풍력 발전	5	4	2		1	3		2	17
	4부-9-5 신재생 에너지와 지속 가능한 발전	12	11	7	2	4	6	1	5	48
	4부-9-과학과 핵심역량 키우기						1	1		2
	총량	58	37	32	9	22	20	3	15	196
B 교 과 서	2-2-3 지권의 변화	5	3	5	1	3	1		1	19
	4-1-3 지구 환경 변화와 인간 생활	2	2	3	4	2	1	1	2	17
	4-1-4 에너지의 전환과 효율적 이용	4	2	2		3	3	1	1	16
	4-2-3 태양 에너지 생성과 전환	6	2	3		1	2		1	15
	4-2-4 발전과 지구 환경	5	5	4		1	2		3	20
	4-2-5 에너지 문제를 해결하기 위한 인류의 노력	10	6	4	1	2	7		3	33
	총량	32	20	21	6	12	16	2	11	120
	교과 총량	90 (28%)	57 (18%)	53 (17%)	15 (5%)	34 (10%)	36 (11%)	5 (2%)	26 (9%)	316

Note: CC(비판적 사고), CT(의사소통 및 협력), IM(정보처리 능력), EM(공감 능력), SA(사회적 책임감), STS(과학기술과 사회의 관련성), SD(자기 주도역량), DM(의사 결정력)

고등학교 통합과학 교과서 분석을 통해 보여진 민주시민역량 비율에 대한 그래프는 그림 5와 같다. 통합과학에서는 비판적 사고가 28%, 의사소통 및 협력이 18%로 가장 높게 나타났으며, 자기주도역량이 2%로 가장 적게 나타났고 그 다음으로 적은 역량은 공감 능력(5%)으로 나타났다.



Note: CC(비판적 사고), CT(의사소통 및 협력), IM(정보처리 능력), EM(공감능력), SA(사회적 책임감), STS(과학기술과 사회의 관련성), SD(자기주도역량), DM(의사결정력)

그림 5. 고등학교 통합과학에서 나타난 민주시민역량 반영 비율

5. 중등 과학교과서의 기후변화, 신재생에너지, 자연재해 주제에서 나타난 민주시민역량

학년별 과학과 기후변화, 신재생에너지, 자연재해 주제 민주시민역량

각 교과목에서 보여진 기후변화, 신재생에너지, 자연재해에 대한 소단원 개수는 과학1이 3개, 과학2가 10개, 과학3이 8개, 통합과학이 16개이며 2개의 출판사에서 출판된 중등과학교과에서 위의 주제가 반영된 소단원은 총 41개이다. 이러한 소단원별 민주시민역량의 개수는 과학1이 26개, 과학2가 57개, 과학3이 42개, 통합과학이 316개로 총 442개가 나타났다(표 45). 학년별로 민주시민역량의 빈도를 비교해보면 중학교 1학년이 가장 적게 민주시민역량이 나타난 것으로 보이며, 통합과학에서 가장 많은 역량이 나타난다.

과학1에서 가장 적은 민주시민역량이 나타난 이유는 자유학년제의 시행을 고려하여 학습분량이 2,3학년대비 80% 적게 제시(박재근, 2019)되었기 때문이라고 판단하였으며 과학2가 과학3보다 민주시민역량이 많이 나타난 이유는 과학2에서 자연재해에 대한 주제가 대단원으로 다뤄지고 있었기 때문이라 판단하였다. 중학교 과학에서 나타난 126개의 민주시민역량보다 고등학교 통합과학에서 나타난 민주시민역량이 많은 것은 중학교 과학보다 맥락이 있는 탐구활동을 통하여 더 많이 나타난 것으로 판단하였다.

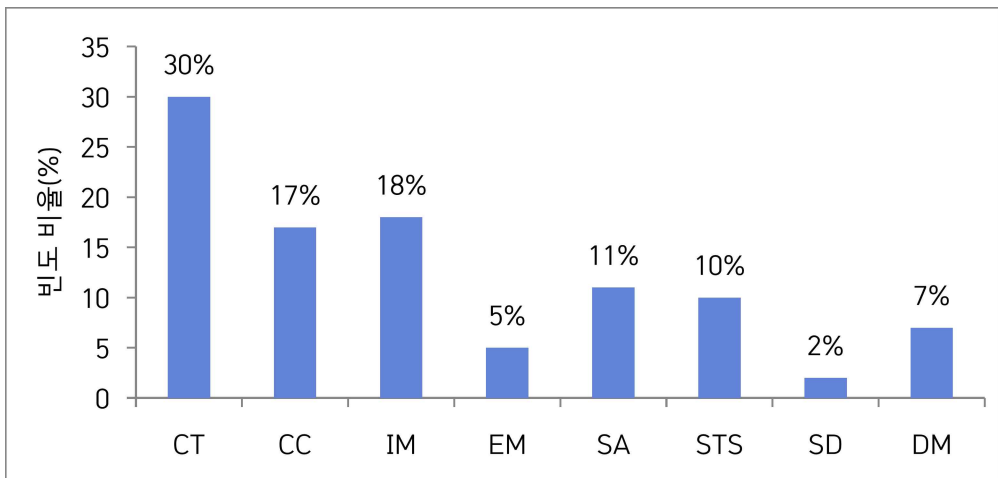
표 45. 기후변화, 신재생에너지, 자연재해 주제 중등 과학교과별 민주시민역량 빈도

전체	CT	CC	IM	EM	SA	STS	SD	DM	계
중학교 과학1	8 (31%)	5 (19%)	6 (23%)		3 (11%)	2 (8%)	1 (4%)	1 (4%)	26
중학교 과학2	17 (30%)	8 (14%)	10 (18%)	5 (9%)	8 (14%)	4 (7%)	2 (3%)	3 (5%)	57
중학교 과학3	19 (44%)	3 (7%)	6 (14%)	2 (5%)	5 (11%)	4 (9%)	2 (5%)	2 (5%)	43
통합 과학	90 (28%)	57 (18%)	53 (17%)	15 (5%)	34 (10%)	36 (11%)	5 (2%)	26 (9%)	316
총량	134 (30%)	73 (17%)	75 (18%)	22 (5%)	50 (11%)	46 (10%)	10 (2%)	32 (7%)	442

Note: CC(비판적 사고), CT(의사소통 및 협력), IM(정보처리 능력), EM(공감 능력), SA(사회적 책임감), STS(과학기술과 사회의 관련성), SD(자기 주도역량), DM(의사 결정력)

모든 교과목에서 비판적 사고(CT)가 가장 지배적인 양으로 나타났으며 민주시민역량의 빈도 총량에서도 134개로 가장 많이 나타난 영역이다. 이에 반해 가장 낮은 영역은 과학1에서 공감 능력(0개), 과학2에서는 자기주도역량(2개), 과학3에서는 공감 능력(2개), 자기주도역량(2개), 의사결정력(2개) 그리고 통합과학에서는 자기주도역량(5개)로 나타났으며, 전체적으로 봤을 때 자기 주도역량이 가장 적게 포함(10개)되어 있음을 확인할 수 있었다. 이에 가장 많이 나타난 비판적 사고(134개)와 가장 적게 나타난 자기주도역량(10개)은 13배가 넘는 차이가 나타났다.

중등 과학교과에서 기후변화, 신재생에너지, 자연재해 주제의 소단원을 통해 보여진 총 민주시민역량에 대한 영역별 비율 그래프는 그림 6과 같다. 그래프를 통해 비판적 사고와 정보처리능력, 의사소통 및 협력에 대한 영역이 총 65%로 절반 이상을 차지하고 있다. 하지만 자기주도역량은 2%로, 이는 비판적 사고의 30%에 1/15정도 되는 비율로 매우 빈약하게 나타나고 있으며, 그 뒤로 공감능력(5%)과 의사결정(7%)이 낮게 나타나고 있음을 확인할 수 있다. 이 중 의사결정력은 평가요소 중 대안 탐색 및 평가만 나타났으며 의사결정에서 강조되는 최종 실천에 대한 요소는 하나도 제시되지 않았다.



Note: CC(비판적 사고), CT(의사소통 및 협력), IM(정보처리 능력), EM(공감능력), SA(사회적 책임감), STS(과학기술과 사회의 관련성), SD(자기주도역량), DM(의사결정력)

그림 6. 중등 과학교과와 기후변화, 신재생에너지, 자연재해 주제에서 나타난 민주시민역량 비율 그래프

중학교, 고등학교 별 민주시민역량 빈도 비교

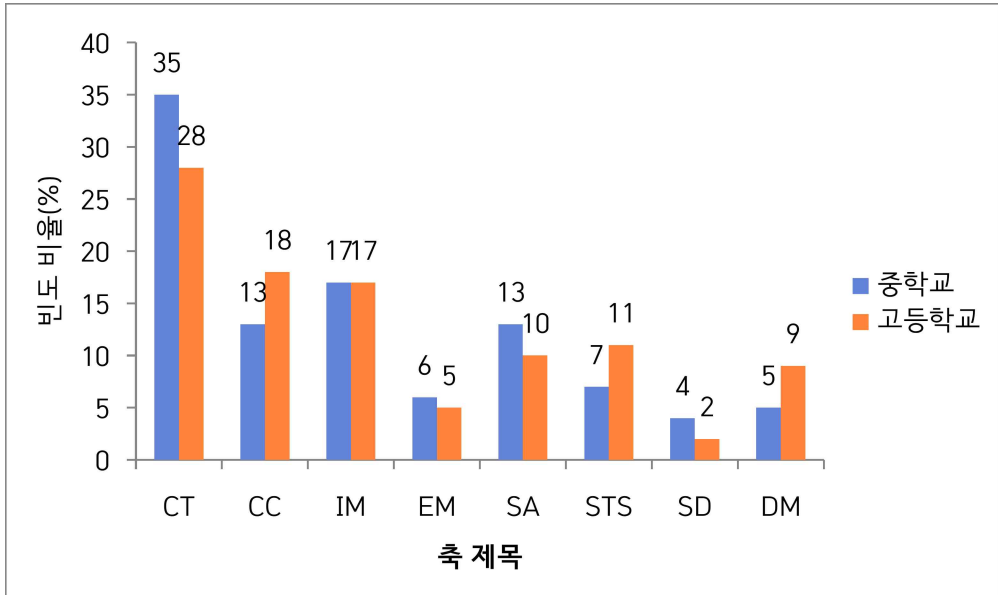
중학교 과학1, 과학2, 과학3에서 나타난 민주시민역량과 고등학교 통합과학에서 나타난 민주시민역량의 빈도를 비교하였다(표 46). 총 민주시민역량의 개수는 중학교 126개, 고등학교 316개로 중학교의 3개의 교과를 합친 민주시민역량보다 2배가 넘게 차이가 난다. 고등학교의 대부분 영역에서도 중학교 2배 이상의 민주시민역량 빈도를 보이고 있지만 자기주도역량의 경우에만 5개로 동일하게 나타났다.

표 46. 기후변화, 신재생에너지, 자연재해 주제 과학 교과 중, 고등 학교별 민주시민역량 빈도 비교

전체	CT	CC	IM	EM	SA	STS	SD	DM	계
교과명									
중학교 과학	44 (35%)	16 (13%)	22 (17%)	7 (6%)	16 (13%)	10 (7%)	5 (4%)	6 (5%)	126
통합 과학	90 (28%)	57 (18%)	53 (17%)	15 (5%)	34 (10%)	36 (11%)	5 (2%)	26 (9%)	316

Note: CC(비판적 사고), CT(의사소통 및 협력), IM(정보처리 능력), EM(공감 능력), SA(사회적 책임감), STS(과학기술과 사회의 관련성), SD(자기 주도역량), DM(의사 결정력)

중학교와 고등학교 과학교과서의 기후변화, 신재생에너지, 자연재해 주제 소단원에서 나타난 민주시민역량의 빈도 비교 그래프는 그림 7이다. 이를 통해 중학교의 해당 주제 소단원에서는 비판적 사고 역량이 35%로 지배적으로 나타나고 있지만, 고등학교에의 비판적 사고는 28%로 줄어들고 STS와 의사결정력에 대한 비율이 4% 씩 높아졌다. 또한 중학교와 고등학교에서 모두 자기주도역량이 가장 낮게 나타나고 있음이 확인되었다.



Note: CC(비판적 사고), CT(의사소통 및 협력), IM(정보처리 능력), EM(공감능력), SA(사회적 책임감), STS(과학기술과 사회의 관련성), SD(자기주도역량), DM(의사결정력)

그림 7. 중학교, 고등학교 과학교과서의 기후변화, 신재생에너지, 자연재해 주제에서 나타난 민주시민역량 비율 비교 그래프

과학과 교육과정이 반영된 과학 교과서는 민주시민역량을 어느 정도 포함하고 있는지 파악하기 위하여 기후변화, 자연재해 그리고 신재생에너지에 관련된 중등 과학 교과서의 소단원을 수정된 민주시민역량 분석 틀을 활용하여 민주시민역량의 빈도를 분석하고자 하였다. 분석을 통해 나타난 내용은 다음과 같다.

첫째, 중학교 1학년의 공감 능력을 제외한 분석한 모든 교과에서 상대적인 반영 빈도는 낮아도 모든 요소가 다 반영되었다. 이를 통해 수정된 민주시민역량 분석 도구가 민주시민역량 교수학습가이드로서 의미가 있었다 할 수 있다.

둘째, 민주시민역량 중 비판적 사고가 매우 지배적으로 나타났으며, 정보처리 능력과 의사소통 협력 또한 두드러지게 나타났지만, 자기 주도역량과 의사 결정력이 매우 부족하게 나타났다. 앞서 두드러지게 나타난 3개의 요소는 과학교과목 특성상 사고하고 소통하며 분석하는 탐구활동이 많았기 때문이라

판단되었으며 자기주도역량과 의사결정력이 낮게 나온이유는 사고, 소통, 분석에 대한 단편적인 탐구활동이 많이 제시되어 학습자가 자기 주도적으로 계획을 세우거나 의사결정을 할 기회가 없었기 때문이라 판단되었다.

셋째, 교과서 분석에서 나타난 의사 결정력은 모두 문제해결을 위한 대안 탐색 수준에서만 나타났으며 최종실천까지 이어진 활동은 없었다. 2022 과학과 교육과정에서는 민주시민으로서 참여하고 실천하는 것을 목표로 하고 있으므로 민주시민으로서의 실천역량을 강화해야할 필요가 있다.

넷째, 중학교 과학1,2,3보다 고등학교 통합과학에서 민주시민역량이 많이 발견된 이유는 단편적이 탐구활동이 아닌 맥락있는 탐구활동을 제시했기 때문이라 판단하였으며, 사회과학문제를 해결하며 민주시민역량을 함양하기 위해서는 사고하며 분석하고 소통하는 단편적인 탐구활동보다는 문제에 공감하여 책임감을 가지고 자기주도적으로 의사결정할 수 있는 맥락이 강화된 탐구활동이 제시될 필요가 있다.

이러한 교과서 분석결과를 바탕으로 단편적인 탐구활동이 아닌 맥락이 있는 탐구활동으로 학습자가 사회과학적 문제에 공감하고 책임감을 느껴, 문제를 해결하기 위해 자기 주도적으로 계획하고 최종적으로 실천까지 할 수 있는 민주시민역량을 균형있게 함양하기 위한 과학교육 프로그램을 개발하였다.

B. 민주시민역량 함양을 위한 과학교육프로그램 개발

개발된 민주시민역량 함양을 위한 과학교육프로그램은 단편적인 이슈전달 보단 맥락을 갖춰 학생들이 문제에 공감하고 책임감을 가져 자기주도적으로 의사결정할 수 있는 SSI 프로그램을 개발하고자 하였다. 이에 기후변화와 신재생에너지인 파력에너지를 주제로 하여 총 7차시로 구성된 중고등학생을 대상으로 하는 과학교육 프로그램을 개발하였다. 이러한 주제를 통하여 환경문제에 공감을 하여 책임감을 갖고 기후변화의 주범인 화석 연료가 아닌 신재생에너지의 필요성을 느끼며 민주시민으로서의 자기주도적으로 의사결정하여 행동할 수 있도록 프로그램을 구성하였다.(표 47).

표 47. 과학교육 현장의 민주시민역량 함양을 위한 프로그램 활동 및 역량

차레	활동	민주시민역량
동기부여 (1차시)	기후변화에 대한 심각성	공감 능력, 사회적 책임감
개념이해 (1차시)	신재생에너지 설명 파력발전 방법의 종류 소개	비판적 사고, STS, 정보처리 능력
개념적용 (3차시)	파력 발전기의 효율을 높이기 위한 방법 토론	의사소통 및 협력 비판적 사고
	파력 발전기 원리 이해를 위한 레고 및 페트병 파력 발전기 실험	자기 주도역량
	토론을 바탕으로 자신만의 파력 발전기 디자인 및 실험 진행	정보처리 능력, 자기 주도역량
	파력발전을 통해 생성된 전류 정보를 수집하여 그래프로 그려보기	정보처리 능력
정리하기 (2차시)	파력에너지 발전소의 장단점 토론	비판적 사고, 의사소통 및 협력
	학교 에너지 하베스팅 탐색 후 건의하기	의사 결정력

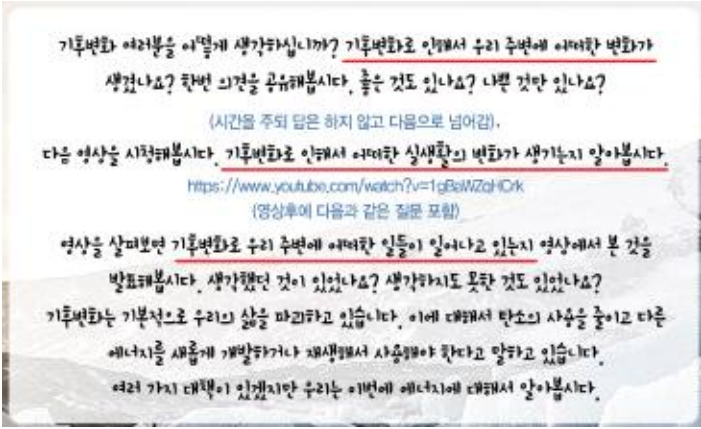
개발된 프로그램의 교육현장 적용 타당성을 검토하기 위하여 현장 과학교사의 자문을 받아 수정하여 과학교육 현장에서 민주시민역량 함양을 위한 프로그램을 완성하였다[부록3]

1. 과학교육에서의 민주시민역량 함양을 위한 프로그램 개발

동기부여

먼저, 동기부여에서는 기후변화로 인해 우리 주변까지 영향을 미칠 수 있는 영상을 보는 것부터 시작한다. 영상을 시청하기 전 기후변화로 인해 우리 주변에 어떠한 변화가 생겼는지 물어보며 비판적 사고 중 발산적 사고를 유도하고 영상을 통하여 학습자는 기후변화로 인해 자신의 주변에도 영향이 미칠 수 있다는 공감능력의 정서적 공감과 사회적 책임감의 관련성이 나타나게 되며, 이러한 기후변화의 대책으로 신재생에너지를 언급하며 에너지 주제로 넘어간다(표 48).

표 48. 민주시민 교육프로그램 동기부여

<p>프로그램 내용</p>	 <p>기후변화 여러분을 어떻게 생각하십니까? 기후변화로 인해서 우리 주변에 어떠한 변화가 생겼나요? 한번 의견을 공유해봅시다. 좋은 것도 있나요? 나쁜 것만 있나요? (시간을 주되 답은 하지 않고 다음으로 넘어감). 다음 영상을 시청해봅시다. 기후변화로 인해서 어떠한 <u>실생활의 변화</u>가 생기는지 알아보십시오. https://www.youtube.com/watch?v=1gBaWZahOrk (영상후에 다음과 같은 질문 포함) 영상을 살펴보면 기후변화로 우리 주변에 어떠한 일들이 일어나고 있는지 영상에서 본 것을 발표해봅시다. 생각했던 것이 있었나요? 생각하지도 못한 것도 있었나요? 기후변화는 기본적으로 우리의 삶을 파괴하고 있습니다. 이에 대해서 탄소의 사용을 줄이고 다른 에너지를 새롭게 개발하거나 재생원에서 사용해야 한다고 말하고 있습니다. 여러 가지 대책이 있겠지만 우리는 이번에 에너지에 대해서 알아보십시오.</p>
<p>주요 역량</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 사회적 책임감 : 기후변화로 인해 우리 주변에 나타난 변화를 생각해보며 자신의 삶과 관련 있는 문제임을 인식할 수 있는 관련성 포함 - 공감 능력 : 기후변화로 인해 우리주변의 변화가 나타나고 있음을 알려주는 영상을 통해 정서적 공감 포함

개념 이해

파력 에너지에 대하여 소개하기 전 신재생에너지에 대하여 설명을 하며 전기는 어떻게 만들어지고 얼마나 오랫동안 더 사용할 수 있을지에 대하여 질문을 하여 비판적 사고의 수렴적 사고를 유도하였다. 또한 최근 나타난 기후 변화와 이에 따른 지구의 상황을 제시하며 공감 능력의 정서적 공감을 유도하였으며 지구를 보호하기 위하여 대체 에너지원인 신재생에너지를 언급하며 사회적 책임감을 가질 수 있도록 포함하였다(그림 49).



표 49. 민주시민 교육프로그램 개념 이해1

<p>프로그램 내용</p>	<p>② 제 2차 산업혁명으로 화석 연료를 이용해 전기를 만들어 낸 이후 지금까지 전기는 우리 생활에 없어서는 안 될 요소로 자리 잡고 있습니다. 그렇다면 전기는 어떻게 만들어지고 얼마나 오랫동안 더 사용할 수 있을까요? 비판적 사고</p> <p>현재 세계적으로 전기를 만들 때 석탄, 가스, 원자력을 주로 사용하고 있으며, 이는 전체 에너지 생산량의 약 75%를 차지합니다. 화석 연료는 화석의 양이 유한하기 때문에 화석을 모두 사용하고 나면 이를 대체하여 전기를 발생할 연료가 필요합니다. 더구나 화석연료로 배출되는 CO2로 지구 온난화가 급속히 진행되어 기후 위기, 최근엔 기후 재앙이라고 표현할 정도로 지구가 돌이키기 힘든 심각한 상황에 놓여있습니다. 우리는 지구를 더 이상 파괴하지 않고 전기를 만들 수 있는 화석 연료의 대체 에너지원을 찾아야 합니다. 이것이 바로 신재생에너지 공감능력</p> <p>신재생 에너지는 신에너지와 재생에너지를 합쳐서 부르는 용어 사회적 책임감</p> <ul style="list-style-type: none"> • 신에너지: 연료전지, 석탄을 액화·가스화한 에너지, 수소에너지 등 • 재생에너지: 태양 광, 태양열, 바이오매스, 풍력, 수력, 해양, 폐기물, 지열 등
<p>주요 역량</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 비판적 사고 : 전기는 어떻게 만들어지고 얼마나 오랫동안 더 사용할 수 있을지에 대하여 논리적인 사고를 통한 수렴적 사고 포함 - 공감 능력 : 기후변화 문제의 심각성을 인식하고 해결 과정을 찾는 과정을 통해 정서적 판단 포함 - 사회적 책임감 : 기후변화와 자신의 삶과 밀접하게 연관되어 있는 문제임을 인식하도록 관련성 포함

신재생에너지에 대하여 소개를 하며 국내 신재생에너지 비중과 신재생에너지로 인하여 변화된 일자리를 그래프로 소개하면서 정보/자료 분석을 할 수 있는 질문을 제시하였고 이러한 정보처리 과정에서 모둠별로 의견을 수렴하거나 공유하면서 의사소통을 할 수 있게 하였다. 또한 과학기술인 신재생에너지로 인하여 사회에서의 일자리에 미친 영향을 통해 학습자가 과학기술과 사회의 연관성에 대해서도 생각할 수 있는 기회를 제공하였다(표 50). 이 외

에도 파력발전의 3가지 종류와 원리, 그리고 파도에 대한 기본적인 개념을 학습하게 되고 파도로 어떻게 에너지가 생산되는지 유도전류에 의해 에너지 생성과정을 관찰하면서 개념을 이해하도록 하였다.

표 50. 민주시민 교육프로그램 개념 이해2

<p>프로그램 내용</p>	<p>다음 그림을 보고 재생에너지의 현황을 알아봅시다.</p>  <p>정보처리능력</p> <p>위의 자료를 보고 다음에 질문에 답해봅시다. 서로 의논해서 해답을 작성해봅시다.</p> <ul style="list-style-type: none"> 재생에너지에는 어떤 종류가 있나요? 비판적사고 재생에너지 중 가장 많은 비중을 차지하는 것은 무엇인가요? 우리나라에 지형적 지리학적 위치를 고려한다면 적절한가요? 우리나라는 어떠한 재생에너지가 관심의 대상이 될까요? <p>다음 그림은 2017년 세계 재생에너지 일자리 현황입니다. 이 그림에서 재생에너지의 현황과 그것으로 만들어지는 일자리를 살펴봅시다. STS</p> 
<p>주요 역량</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 정보처리능력 : 재생에너지의 현황에 대한 그래프에 대한 질문을 통해 정보/자료 분석 포함 - 비판적 사고 : 우리나라에 지형적 지리학적 위치를 고려한다면 어떠한 신 재생에너지가 적절한지 다양한 관점을 통한 발산적 사고 포함 - STS : 재생에너지와 관련된 일자리 현황에 대한 그래프를 제공하여 과학 기술이 사회에 미치는 영향 포함

개념 적용

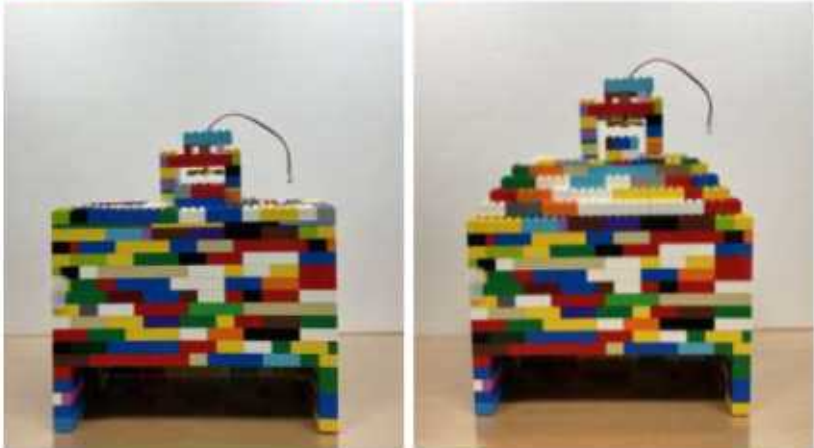
개념 적용 단계에서는 학습자 중심의 탐구 실험을 설계하였다. 학습자는 앞선 단계에서 이해한 파력발전기의 원리와 특징을 파악하고 각 특징의 변수인 터빈 크기, 공기구멍크기, 공기실 크기나 천장의 곡률 등이 에너지 생산에 얼마나 효율적인지 생각해보며 자신만의 파력발전기를 설계하며 학습자는 자신만의 파력 발전기를 설계하며 변수들을 다양한 관점에서 생각하게 되므로 비판적 사고의 발산적 사고와 자기 주도역량의 자기 주도적 계획을 하게 된다. 또한 변수에 대하여 모둠별로 논리적으로 고려하여 설계하였는지 의논하는 협력 및 토론활동을 통하여 의사소통 및 협력이 나타나며 자신이 세운 설계를 수정 및 보완할 수 있는 기회를 제공한다(그림 51).

표 51. 민주시민 교육프로그램 개념 적용1

<p>프로그램 내용</p>	<p style="text-align: center;">비판적 사고, 자기주도역량</p> <p>파력발전기를 설계할 때 무엇을 고려해야 할지 생각해봅시다.</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>고려사항</th> <th>고려대상/그 이유</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>터빈크기</td> <td></td> </tr> <tr> <td>터빈입구 구멍크기</td> <td></td> </tr> <tr> <td>공기실 크기</td> <td></td> </tr> <tr> <td>구조물의 모양</td> <td></td> </tr> <tr> <td>천장의 곡률</td> <td></td> </tr> <tr> <td>기타</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">의사소통 및 협력</p> <p>위의 내용에 대해서 <u>모둠별로(가족, 학습자 단위) 고려대상인지 의논해보고 그 이유에 대해서 설명해봅시다.</u> 또한 대상으로 순위를 정할수도 있습니다. 설계한 발전기에 대해 서로 의견을 공유해봅시다. 누가 설계한 발전기의 형태가 더 많은 에너지를 발생할 것으로 보이나요</p>	고려사항	고려대상/그 이유	터빈크기		터빈입구 구멍크기		공기실 크기		구조물의 모양		천장의 곡률		기타	
고려사항	고려대상/그 이유														
터빈크기															
터빈입구 구멍크기															
공기실 크기															
구조물의 모양															
천장의 곡률															
기타															
<p>주요 역량</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 비판적 사고 : 파력발전기를 설계할 때 고려해야 할 대상에 대하여 다양한 관점을 통한 발산적 사고 포함 - 자기주도역량 : 자신만의 파력발전기를 만들기 위하여 스스로 계획을 수립하는 과정을 통한 자기 주도적 계획 포함 - 의사소통 및 협력 : 파력발전기의 고려사항에 대하여 모둠별로 의논하는 활동을 통한 협력학습 및 토론학습 포함 														

이러한 과정을 통해 설계한 자신만의 파력 발전기가 실질적으로 에너지 생산이 가능한지 페트병이나 레고 등을 이용하여 파력발전소를 만들어 실제로 발생하는 전류를 전류계로 측정해보는 공학실험을 하게 된다(표 52). 이 실험을 통해 학습자는 자기 주도역량과 비판적 사고를 통해 터빈을 잘 돌려 파력발전의 효율을 높이는 방법에 대하여 논리적으로 생각하게 된다.

표 52. 민주시민 교육프로그램 개념 적용2

<p>프로그램 내용</p>	<p>레고를 이용한 나만의 파력발전기 만들기 자기 주도역량 <u>앞서 설계한 자신의 파력발전기를 레고를 이용해 만들어봅시다</u> 자신이 고려한 사항들이 어떻게 하면 잘 나타낼 수 있는지 생각해보며 나만의 파력발전기를 만들어봅시다. <u>터빈은 어디에 놓아야 가장 잘 돌아갈까요? 터빈을 공중에 띄우려면 어떤 구조로 레고를 조립하여야 할까요?</u> 비판적사고</p> 
<p>주요 역량</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 자기주도역량 : 앞서 학습자가 스스로 설계한 파력발전기를 수행하고 성찰해보는 활동을 통해 자기 주도적 수행 및 성찰 포함 - 비판적 사고 : 전기는 어떻게 만들어지고 얼마나 오랫동안 더 사용할 수 있을지에 대하여 논리적인 사고를 통한 수렴적 사고 포함


레고나 페트병으로 자신만의 파력발전기를 구현하기엔 곡률과 크기 등 다양한 부분에서 한계가 있다. 더 정교한 발전소를 개발하기 위해서 학습자가 직접 CAD 프로그램을 통하여 자신만의 3D파력발전기를 만들기 위한 계획을 하고 유의미한 자료를 생산하는 과정 속에서 정보처리능력과 자기주도역량이 나타나게 된다(표 53).

표 53. 민주시민 교육프로그램 개념 적용3

<p>프로그램 내용</p>	<p><u>앞서 생각해본 고려사항을 바탕으로 CAD프로그램을 활용하여 자신만의 파력발전기를 설계해보시다. 정보처리능력, 자기주도역량</u></p> <p>• 옆에 첨부된 링크로 들어가서 구글 브로그인을 한다.</p> 
<p>주요 역량</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 정보처리능력 : 앞서 고려한 사항들과 레고 파력 발전기를 통해 수집한 자료를 통해 자신만의 파력발전소에 대한 자료를 생산하는 활동을 통해 정보/자료 생산 포함 - 자기주도역량 : 자신이 고려하고자 하는 항목을 계획하여 학습자 스스로 파력발전기를 만드는 활동을 통해 자기주도적 계획과 수행 및 성찰 포함

자신이 디자인한 3D프린터로 구현된 파력발전소의 전기에너지 생산을 전류계뿐만 아니라 아두이노를 연결하여 발전량을 수집하고 그래프까지 그려보며 정보처리 능력을 포함하여 개발하였다(표54).



표 54. 민주시민 교육프로그램 개념 적용4

<p>프로그램 내용</p>	<p>앞에서는 우리가 개발한 파력 발전기에서 생산되는 전기를 전류계를 통해 확인할 수 있었습니다. 전류계를 통해서도 전류가 흐르는 것을 확인할 수 있지만 생산된 전류에 대한 데이터를 수집하여 그래프로 시각화한다면 어느 발전기가 가장 효율이 좋은지 한눈에 보일 것입니다. <u>파력발전기에 이즈메이커를 연결하여 데이터를 시각화해볼까요?</u></p> <p>• E2메이커 메인보드에 필요한 데이터를 수집할 수 있도록 코딩하여 업로드한다.</p>  <p style="text-align: right;">정보처리능력</p>
<p>주요 역량</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 정보처리능력 : 이즈메이커를 활용하여 전류에 대한 데이터를 수집하고, 분석하여 시각화된 그래프까지 그려보는 활동을 통해 정보/자료 수집, 분석 생산 포함

정리하기

정리하기 단계에서는 파력발전과 관련된 직종을 알아보는 카드놀이와 파력 에너지 발전소를 국내에 보급되도록 하려면 어떠한 장단점이 있는지 파악하는 토론 시간을 통해 의사소통 및 협력과 비판적 사고도 나타난다(표 55).

표 55. 민주시민 교육프로그램 정리하기1

<p>프로그램 내용</p>	<p>파력발전이 보급되었을 때 장단점이 무엇일까요? 장단점 생각해보고 <u>파력발전에 대한 자신의 찬반의견을 제시하여 친구들과 토론해</u> 봅시다.</p> <p style="text-align: center;">비판적 사고, 의사소통 및 협력</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; width: 30%;"> <p>한 번 설치해 놓으면 거의 영구적으로 사용할 수도 있어.</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; width: 30%;"> <p>파력발전기가 방파제로 활용될 수도 있어</p> </div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; width: 30%;"> <p>파력발전은 소규모 발전이 가능해.</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; width: 30%;"> <p>파력발전은 풍력발전에 비해 전기 발생 출력 변동이 심해 대규모 발전에 제약이 있어.</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; width: 60%;"> <p>현재의 기술로는 초기 제작비가 많이 들어 발전단가가 높아서 석유를 이용한 발전 단가보다 2배 이상 높다고 해. 그렇지만 향후 기술발전에 따라 발전단가는 하락하겠지.</p> </div> </div>
<p>주요 역량</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 비판적 사고 : 지금까지 배운 파력발전에 대하여 다양한 관점에서 논리적 사고를 할 수 있으므로 수렴적 사고, 발산적 사고 모두 포함 - 의사소통 및 협력 : 친구들과의 찬반 의견 교류를 통한 토론학습 포함

마지막으로 파력발전에 생기기 전엔 파도도 그저 버려지는 에너지였지만 다시 사용되어 신재생에너지가 된 것처럼 우리 주변에서 버려지는 에너지를 다시 사용하는 방법에 무엇이 있을지 다양한 관점에서 생각하면서 비판적 사고를 하게 되며 버려지는 에너지를 찾아보기 위하여 우리 주변에 관심을 가지고 문제를 해결하고자 하는 사회적 책임감을 느끼게 된다(표 56).

표 56. 민주시민 교육프로그램 정리하기2

<p>프로그램 내용</p>	<p>나도 에너지 수확 전문가??</p> <p>④ 지구의 에너지 총량은 변하지 않는다고 합니다. 파력과 풍력처럼 에너지가 다시 사용되어 새로운 에너지를 만드는 경우도 있지만 우리 주변에는 다시 사용되지 않고 버려지는 에너지도 많이 존재합니다. <u>이렇게 버려진 에너지를 다시 사용할 방법은 무엇이 있을까요?</u></p> <p style="text-align: right;">비판적 사고 사회적책임감</p> <p>'에너지 하베스팅'이란 버려지는 에너지를 수확(harvesting)하는 것으로 에너지를 재생산하는 기술을 이야기 합니다. <u>우리 주변에서 버려지는 에너지는 어떠한 것들이 있을까요?</u> 대표적인 종류에는 대표적으로 신체 에너지, 진동에너지, 열 에너지, 중력에너지, 위치 에너지, 광에너지 전자기 에너지 등이 있습니다. 압전, 열전, 광전, 전자기 방식으로 활용하면 버려지기 쉬운 에너지를 사용하기 쉬운 전기 에너지로 바꿀 수 있습니다.</p>
<p>주요 역량</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 비판적 사고 : 버려지는 에너지를 다시 사용할 방법에 대한 질문을 통해 수렴적 사고 포함 - 사회적 책임감 : 우리 주변에서 버려지는 에너지에 대하여 생각해보도록 하여 자신의 삶과 관련있는 문제임을 인식하는 관련성 포함

학습자는 자신의 주변 특히 자신의 학교에서 버려지는 에너지에 대하여 모둠별로 조사하게 되고 이를 통해 의사소통 및 협력, 정보/자료 수집으로 인한 정보처리능력이 나타나게 된다(표 56). 수집된 정보/자료를 바탕으로 학교에서 버려지는 에너지를 하베스팅한다면 어디에 무엇을 할지에 대하여 우리학교 에너지 하베스팅 계획서를 작성하고 이를 학교에 건의해보는 행동을 취함으로써 문제 해결을 위한 다양한 검토 및 대안을 탐색하고 최종적으로 실천해보며 의사 결정력을 경험할 수 있도록 개발하였다.

표 57. 민주시민 교육프로그램 정리하기3

<p>프로그램 내용</p>	<p>STS 이렇듯 미래에는 버려지는 에너지를 수확하여 전기에너지로 바꾸는 '에너지 수확 전문가(Energy Harvester)'라는 직업이 생겨날지도 몰라요! 그럼 우리도 우리 주변에서 버려지는 에너지를 조사해보고 전기에너지로 바꿔보는 에너지 하베스터가 되어 볼까요? 사회적 책임감</p> <p>의사소통 및 협력, 정보처리능력</p> <ul style="list-style-type: none"> • 우리 학교에서 버려지는 에너지에는 무엇이 있을지 모둠 별로 조사해봅시다. • 학교에서 버려지는 에너지로 하베스팅을 한다면 어디에 무엇을 설치할지 그림을 그려보고 우리 학교 에너지 하베스팅 계획서를 작성해봅시다. • 작성한 에너지 하베스팅 계획서를 모아 학교에 건의해봅시다. 의사결정력
<p>주요 역량</p>	<ul style="list-style-type: none"> - STS : 미래의 버려지는 에너지를 수확하는 과학기술의 발달로 인하여 에너지 수확 전문가의 사회적 직업이 생긴다는 내용을 통해 과학기술이 사회에 미치는 영향 포함 - 사회적 책임감 : 우리 주변에서 버려지는 에너지에 대하여 생각해보도록 하여 자신의 삶과 관련있는 문제임을 인식하고 이를 해결하기 위해 책임감을 느껴 대안을 찾는 활동을 통해 책임감 포함 - 의사소통 및 협력 : 모둠별로 우리 학교에서 버려지는 에너지를 조사하기 위하여 역할을 분담하여 문제를 해결하는 활동을 통해 협력학습 포함 - 정보처리능력 : 학교에서 버려지는 에너지에 대한 자료를 조사하는 활동을 통해 정보/자료 수집 포함 - 의사결정력 : 버려지는 에너지를 활용할 수 있는 대안은 찾아 계획서를 작성하고 에너지 하베스팅 계획서를 학교에 건의하는 활동을 통해 대안 탐색 및 평가와 최종 실천 모두 포함

이렇게 개발된 과학과 민주시민 교육프로그램에 민주시민역량이 적절히 들어갔는지 확인하기 위하여 현장 과학 교사의 자문을 통하여 타당성을 높이고자 하였다.

2. 프로그램 타당성 확인을 위한 현장 과학 교사 자문

과학과 민주시민역량 함양을 위한 프로그램 자문의견서

개발된 과학교육프로그램의 민주시민 교육의 타당성을 확인하기 위해 민주 시민역량 분석 틀 완성에 자문을 준 10인의 현장 과학 교사에게 재자문을 통하여 의견서를 수집하였다(그림8).

과학과 민주시민 역량 함양을 위한 프로그램 자문자 자문의견서

본 프로그램은 학교 과학교육 현장에서의 민주시민 역량 함양을 위하여 개발된 프로그램으로 사회과학적 이론인 기후변화로 인한 온실효과 효과의 특성을 중 위급한 과학에너지를 통한 주제에 대하여 소개하고자 하였습니다. 민주시민 교육을 통한 민주시민 역량 함양을 위해서는 스스로 중심의 주제로 다루어줘야 하며 학습이 잘 주변에서 나타나 는 주제로 구성되어야 함으로 사회과학적 이슈 중 기후변화의 신재생에너지를 주제로 프로그램을 개발하였습니다. 프로그램은 과학과 민주시민 역량 분석 프레임워크를 기반으로 개발되었으며 다음과 같이 구성되었습니다.

본 프로그램을 위해서 제2주도 용유에 임박하여 실시된 과학발견소의 모습을 보고 무엇인지 왜 저렇게 생겼는지 궁금해 하면서 수업을 시작하게 됩니다. 신재생에너지인 과학에너지를 주류로 주제로 과학발견을 일어나 할 용하고 있는데 대해서 소개합니다. 파도에 대한 기본원인 개념을 완수하고 에너지의 생산과정을 유도전류를 통해 관찰하게 됩니다. 실험으로는 먼저 진동 수평이와 파장을 파악하고 각 특징에 대한 변수를 고려하여 에너지 생산을 효율적으로 하기 위하여 의논해보고 실험적으로 CAD 작업과 3D프린팅을 통해 과학발견소를 만들어보는 공학실험과 동시에 발전소에서 생산되는 전류를 아두이노를 통하여 측정해봅니다. 과학에너지를 대하여 더 알아보기 위하여 과학에너지를 발전소의 보급에 대한 장단점을 파악해보는 토론 시간과 관련 직종을 알아보는 카드놀이, 우리나라에 있는 과학발견소 탐방하기의 내용으로 구성되어 있습니다.

다음 영역은 과학에서 필요로 하는 민주시민 역량이 본 프로그램에 포함되어 있는지 여부를 파악하기 위한 항목을 합니다. 각 영역을 읽고 해당 요소의 포함여부에 대한 귀하의 의견에 체크(V) 표시를 주십시오. 또한 포함 여부에 해당 영역이 "있다"를 체크하였다면 해당 이유에 대한 의견에 간단히 기술했습니다. 자유스럽게 의견을 주시길 바랍니다. (각 예시에는 해당 영역만 흔쾌히 답하여 다양한 영역이 동시에 나타나는 경우도 있지만 본 표의 예시에는 대표적인 영역만 표시하였습니다.)

응답자:

성함: 한성정희

영역	민주시민 역량 함양을 위한 프로그램 예시
정의 (하위 요소)	주어진 문제에 대해서 논리적 판단과 다양한 관점에서 수학적 및 발전적 사고를 할 수 있다. (수학적 사고, 발전적 사고)
비판적 사고 (critical thinking)	<p>어떤 모양이 효과적으로 전력을 만들 수 있을까요?</p> <p>과학발견기를 설계하기 위해 고려해야 할 점을 이야기 해보도록 해요. 먼저 구조물을 만들기 위해서는 파도의 특성을 이해해야겠지요? 파도의 움직임에 대해 우리가 어떤 부분을 더 자세히 알아야할까요? 또한 파도의 힘이 어떻게 전기를 만들어낼 수 있을까요? 파도의 힘을 전기로 바꾸는 터빈에 대해 생각해보십시오. 바람으로 만들어지는 풍력발전기 파도도 만들어낸다는 것은 어떻게 가능할까요?</p> <p>우리 파도에 대해서 알아봅시다.</p>
포함 여부	예
있다 ()	없다 ()
있다 ()	없다 ()

정의 (하위 요소)	<p>중개 역할 과정에서 나타나는 협력 기반의 토론과정 (협력학습, 토론학습)</p> <p>과학발견기를 설계할 때 무엇을 고려해야 할지 생각해보십시오.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>고려대상/그 이유</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>타협하기</td> </tr> <tr> <td>타협할 수 있는점</td> </tr> <tr> <td>타협할 수 없는 점</td> </tr> <tr> <td>타협할 수 있는 방법</td> </tr> <tr> <td>타협할 수 없는 이유</td> </tr> <tr> <td>타협할 수 있는 방법</td> </tr> <tr> <td>타협할 수 없는 이유</td> </tr> </tbody> </table> <p>위의 내용에 대해서 토론별의기유, 연습을 진행, 고려대상인지 의논해보고 그 이유에 대해서 설명해봅시다. 또한 대상으로 순위를 정할수도 있습니다. 설계한 발전기에 대해 서로 의견을 교환해봅시다. 누가 설계한 발전기의 성능이 더 많은 에너지를 발생할 것으로 보시나요?</p>	고려대상/그 이유	타협하기	타협할 수 있는점	타협할 수 없는 점	타협할 수 있는 방법	타협할 수 없는 이유	타협할 수 있는 방법	타협할 수 없는 이유
고려대상/그 이유									
타협하기									
타협할 수 있는점									
타협할 수 없는 점									
타협할 수 있는 방법									
타협할 수 없는 이유									
타협할 수 있는 방법									
타협할 수 없는 이유									
포함 여부	예								
있다 ()	없다 ()								
정의 (하위 요소)	<p>문제를 해결하기 위해 관련된 정보나 자료를 찾아보고 이를 분석하거나 새로운 형태로 제시할 (정보/자료수집, 정보/자료 분석, 정보/자료 생산)</p> <p>다음 그림을 보고 학생에너지의 현황을 설명하십시오.</p> <p>학생에너지는 어떤 문제가 있습니까?</p> <p>학생에너지의 순 가용 비율을 차지하는 것은 무엇입니까? 우리나라에 적절한 지역의 위치를 고려한다면 적절한가요? 우리나라는 어떠한 학생에너지가 생산이 되어야 할까요?</p>								
포함 여부	예								
있다 ()	없다 ()								
있다 ()	없다 ()								

그림 8. 과학과 민주시민역량 함양을 위한 프로그램 자문의견서 예시

자문의견서를 통해 개발된 프로그램에 대한 교사들의 평가를 토대로 민주 시민역량이 적절히 포함되었는지를 확인하였다. 표 58은 과학과 민주시민역량 함양을 위한 자문의견서를 토대로 확인된 포함정도를 정리해놓은 표이다. 비판적 사고와 의사결정력은 모든 교사가 프로그램에 포함되어 있으므로 평가하였으며, 의사소통 및 협력, 정보처리능력, 과학기술과 사회의 관련성, 자기주도역량은 각각 1명의 교사가, 공감능력과 사회적 책임감에서는 각각 2명의 교사가 민주시민역량이 없다고 평가하였다.

표 58. 개발된 과학교육프로그램의 민주시민역량 포함 여부

영역	평가 요소	포함 여부	
		있다	없다
비판적 사고 (critical thinking)	수렴적 사고	10	0
	발산적 사고		
의사소통 및 협력 (communication and collaboration)	협력학습	9	1
	토론학습		
정보처리 능력 (information management)	정보/자료 수집	9	1
	정보/자료 분석		
	정보/자료 생산		
공감능력 (sympathy)	정서적 공감	8	2
	정서적 판단		
사회적 책임감 (social accountability)	관련성	8	2
	책임감		
과학기술과 사회의 관련성 (science, technology, and society)	과학기술이 사회에 미치는 영향	9	1
	사회가 과학기술에 미치는 영향		
자기주도역량 (Self-direction)	자기 주도적 계획	9	1
	자기 주도적 수행 및 평가		
의사결정력 (decision making)	대안 탐색 및 평가	10	0
	최종 실천		

과학과 민주시민역량 함양을 위한 프로그램 수정

과학과 민주시민역량 함양을 위해 개발된 프로그램은 자문의견서에 작성된 현장 과학 교사들의 의견을 토대로 연구자와 과학교육 전문가 간의 협의를 통해 수정되었다.

비판적 사고는 예시로 파력발전을 효과적으로 만들기 위해 생각해볼 점을 질문하여 생각해볼 수 있는 활동으로 제시되었다. 비판적 사고를 포함한 부분은 해당 역량이 적절히 포함되어 있음으로 모든 과학교사가 평가하였으며, 특별한 의견이 없어 수정은 진행하지 않았다.

의사소통 및 협력은 예시로 파력발전기를 설계할 때 고려해야할 사항을 찾아보고 고려사항을 어떻게 해야 파력발전기의 효율이 높아지는지 모둠별 토론을 할 수 있는 활동을 제시하였다. 의사소통 및 협력은 90%의 타당도를 보였지만 교사 H의 ‘고려 대상에 대해 의논을 할 때 어떻게 일을 분담하여 진행할지 모호’하다는 의견을 수용하여 본문에 대상의 담당자를 정하여 역할을 분담하도록 수정하였다(그림 9).

교사 H : 의견을 교환하는 ‘토론학습’의 평가 요소는 들어있으나, ‘협력학습’은 미비. 고려대상에 대한 의논을 할 때 어떻게 일을 분담하여 진행할지에 대해서 모호함.

고려사항	고려대상/그 이유
터빈크기	
터빈입구 구멍크기	
공기실 크기	
구조물의 모양	
천장의 곡률	
기타	

위의 내용에 대해서 모둠별로(가족, 학습자 단위) 고려대상인지 의논해보고 그 이유에 대해서 설명해봅시다. 또한 대상으로 순위를 정하여 파력발전기를 만든다면 고려사항 중 누가 어디를 담당할지 모둠별로 담당자를 정해봅시다. 설계한 발전기에 대해 서로 의견을 공유해봅시다. 누가 설계한 발전기의 형태가 더 많은 에너지를 발생할 것으로 보이나요?

그림 9. 민주시민 교육프로그램 수정(의사소통 및 협력)

정보처리 능력은 예시로 재생에너지의 현황에 대한 그래프 보고 질문에 답을 할 수 있는 활동을 제시하였다. 정보처리 능력은 교사 B가 ‘제시된 자료는 이미 수집, 정리되어 있음’으로 정보처리 능력이 나타나지 않는다고 평가되었으며, 교사 C의 ‘제시된 자료가 현황만 나와서 학생별 답변이 제한되므로 데이터 분석 프로젝트를 제안’ 한다는 의견들을 반영하여 수정하였다.

교사 B : 제시된 자료는 이미 수집되어 있고 분석까지는 아니지만 정리는 되어 있어보임. 지역별 에너지 현황 같은 정리되지 않은 자료를 주고 묻는다면 질문에 답을 하기도 좋을 듯.

교사 C : 자료는 현황만 나와서 학생별 추론한 답변이 제한될 수 있다는 생각이 듦. 재생에너지 발전소의 분포와 지역별 발전량 등의 통계 자료를 제시하고, 학생들이 이를 변환, 분석하여 질문에 따른 모둠별 토의, 발표로 이어지는 데이터 분석 프로젝트를 제안.

먼저 (1)기존 그래프로 정리된 자료가 아닌 지역별 재생에너지 발전 현황 통계 데이터를 제시하여 (2)학생들이 자신이 사는 지역은 몇 번째로 많은 재생에너지를 생산하는지, 가장 많은 에너지를 생산하는 지역과의 에너지 차이는 무엇이 있는지 생각해보는 질문을 추가하였으며 (3)생산되는 재생에너지의 비중을 살펴보고 자료를 분석 및 시각화하여 모둠별로 의논해서 유의미한 자료를 도출할 수 있도록 명시하였다(그림 10).

다음 자료를 보고 지역별 재생에너지의 현황을 알아보고 다음 질문에 서로 의논해서

(1) 답을 작성해봅시다.

지역	태양광	풍력	수력	해양	바이오	재생에너지	연료전지	IGCC
서울	244,804	198	618	-	28,706	69,477	438,474	-
부산	268,850	67	41	-	14,294	39,506	293,478	-
대구	203,414	25	14,518	-	14,158	4,996	14,701	-
인천	222,103	39,490	41,096	-	210,856	9,278	1,497,473	-
광주	323,404	5	8,230	-	3,107	6,438	4,557	-
대전	107,759	379	257	-	-	2,683	37,794	-
울산	147,698	1,745	1,144	-	689,987	6,193	55,559	-
세종	94,225	-	-	-	27,461	4,704	43,834	-
경기	1,764,822	4,680	633,233	454,961	346,957	76,112	1,453,062	-
강원	1,831,240	947,359	713,162	-	2,225,996	22,885	148,294	-
충북	1,407,403	49	731,058	-	8,492	23,435	54,965	-
충남	3,094,979	2,047	57,296	-	2,677,939	13,352	453,170	2,190,755
전북	4,231,407	145,910	238,930	-	3,676,706	21,301	11,215	-
전남	5,198,466	525,511	86,132	13	57,690	61,136	229,324	-
경북	3,076,962	914,994	292,238	-	22,778	50,388	36,159	-
경남	1,823,756	68,197	236,059	-	372,760	15,702	25,672	-
제주	676,330	529,363	3,198	6	1,410,179	43,033	390	-

(2) 지역별 재생에너지 현황을 보고 자신이 사는 지역은 재생에너지를 몇 번째로 생산량이 많나요? 가장 많이 만드는 지역과의 차이는 무엇이 있나요?

(3) 재생에너지 중 가장 많은 비중을 차지하는 것은 무엇인가요? 위의 데이터를 그래프로 시각화 해봅시다. 우리나라에 지형적 지리학적 위치를 고려한다면 적절한가요? 우리나라는 어떠한 재생에너지가 관심의 대상이 될까요?

그림 10. 민주시민 교육프로그램 수정(정보처리능력)

공감 능력의 예시로는 동기부여에 나타난 기후위기 관련 내용으로 폭염에 대한 학습자의 공감을 불러일으킬 내용을 제시하였다. 이에 교사 D가 ‘과학적 사실에 대한 단순 진술’, 교사 H가 ‘정서적 공감과 정서적 판단에 이르기까지 보기 힘들’의 의견을 통해 공감능력이 나타나지 않는다고 평가하였으며, 여러 교사들의 ‘공감 능력은 포함되지만 과거와 현재의 구체적이고 정량적인 데이터를 삼입할 것’에 대한 의견을 반영하여 수정하였다.

교사 D : 과학적 사실에 대한 단순한 진술 느낌이 강함

교사 H : 제시된 자료를 통해 정서적 공감과 판단에 이르기까지의 공감능력이 나타났다 보기 힘들. 오히려 어떻게 생각하는

지 물어보고, 좀더 정서적인 경험을 바탕으로 이야기를 시작하여 답하게끔 하는 것도 좋을 것 같음.

교사 B : 결과를 제시하기 보다는 과거와 현재의 기온을 찾아 정리하고 예전에 비해 더워졌구나를 깨닫게 된다면 정보처리와 공감을 함께 할 수 있을 듯.

교사 J : ‘올 여름은 유난히도 더웠습니다’ 라는 주관적인 문구에 구체적인 정량적 데이터를 삽입하는 것을 제안. 객관적으로 더욱 와닿을 수 있을 것이라 생각함.

먼저, (1)여름에 학습자가 체감한 온도에 대하여 물어보는 질문으로 시작하여, (2)여름 평균기온이 가장 높았던 2018년의 기온과 평년기온을 비교하여 예전에 비해 높아진 기온을 제시하였고, (3)폭염으로 인하여 발생한 피해인 온열질환자에 대한 정보를 명시하여 학생들이 정서적 공감을 얻을 수 있게 하였다. 또한 (4)더워지는 지구에서 더위를 피하기위해 에어컨을 계속해서 사용해도 괜찮은지에 대하여 질문하여 에어컨을 틀면 발생하는 환경적 문제를 생각해보며 정서적 판단이 나타날 수 있도록 수정하였다(그림 11).

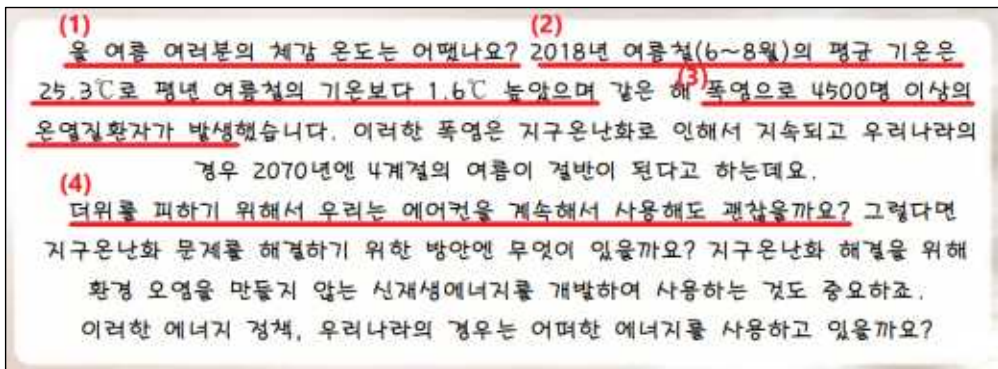


그림 11. 민주시민 교육프로그램 수정(공감 능력)

다음으로 사회적 책임감은 예시로 우리나라의 지형적 특성이 언급된 내용을 제시하여 학습자의 삶과의 관련성을 느끼는 내용을 제시하였다. 이에 교사 D가 ‘관심이 많이 간다는 것을 책임감으로 연결짓기는 무리’, 교사 H가 ‘우리나라가 삼면인 것과 자신의 삶이 밀접하게 연관됐다고 생각하는 학생은 많지 않음’의 의견을 통해 사회적 책임감이 나타나지 않는다고 평가하였으며, 교사 G의 ‘주변 상황에 대한 인식과 이해 그리고 책임감을 제시’에 대한 의견을 반영하여 수정하였다.

교사 D : 관심이 많이 간다는 것을 사회적 책임감으로 연결짓기에는 무리가 있음.

교사 H : 우리나라가 삼면이 바다로 둘러싸여 있다는 것이 학생들의 삶과 밀접하게 연관됐다고 생각하는 학생이 몇이나 있을까 싶음. 아이러니하게도 바닷가 근처에 사는 학생들도 직접적으로 와 닿게 생각하지 않음. 오히려 일자리가 없어 전전긍긍하는 청년들의 삶을 비롯하여 신재생에너지가 주는 일자리의 소중함을 깨달을 수 있는 글귀를 제시하는 것을 제안.

교사 G : ‘우리가 살고있는 대한민국은 삼면이 바다라는 상황을 고려해볼 때 우리는 이러한 환경을 어떻게 안전하게 활용하면 좋을지 관심을 가져야할 필요가 있습니다.’ 처럼 주변 상황에 대한 인식과 이해 그리고 책임감을 나타낼 수 있게 작성해 주면 좋을 듯.

‘우리나라의 경우 삼면이 바다이니 더욱 관심이 많이 갈 수 없네요’를 삭제하고 해양자원을 잘 활용하여 친환경적인 전력 생산과 다양한 일자리를 창출이 가능함을 명시하여 일자리가 없어 전전긍긍하는 청년들, 또는 미래사회를 이끌어갈 학생들의 삶과의 관련성을 제시하였다. 또한 우리나라가 삼면인 바다인 지리적 특성을 어떻게 활용할 수 있을지 관심을 가져야할 필요성에 대하여 제시하여 우리 주변의 상황에 대해 인식하고 책임감을 가질 수 있도록 문장을 보완하였다(그림 12).

재생에너지 관련 일자리가 빠르게 증가하고 있다고 합니다. 해양에너지는 이제 걸음마 단계에 있습니다. 하지만, 지구의 70%를 차지하는 해양자원을 잘 활용한다면 우리가 원하는 전력뿐만 아니라 일자리도 창출할 수 있습니다. 우리도 친환경적인 전력과 다양한 일자리를 위해서 우리나라가 삼면이 바다인 지리적 특성을 어떻게 활용할 수 있을지 관심을 가져야 할 필요가 있습니다.

지구는 지표면의 70%가 바다가기 때문에 많은 학자들이 해양에서 얻을 수 있는 재생에너지에 주목하고 있습니다. 해양에너지를 이용하여 전기를 만드는 방법으로는 파력 발전, 조류발전, 조력 발전, 해수온도차발전, 염도차 발전이 있습니다. 각각 5개의 발전 방법이 어떠한 특징이 있는지 의견을 나눠봅시다.

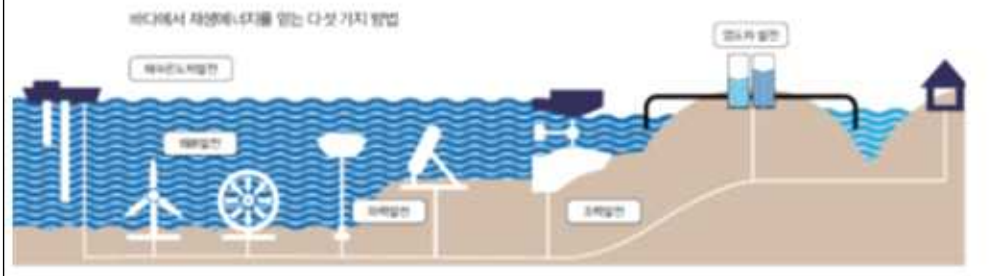


그림 12. 민주시민 교육프로그램 수정(사회적 책임감)

과학기술과 사회의 관련성(STS)의 예시로는 신재생에너지관련 일자리 현황 그래프를 보고 질문에 답을 하는 활동으로 제시하였다. 과학기술과 사회의 관련성은 교사 B가 ‘질문이 일자리와 관련되어 있지 않음’으로 STS가 나타나지 않음’으로 과학기술과 사회의 관련성이 나타나지 않는다고 평가하였으며 해당 의견을 반영하여 질문의 방향을 수정하였다(그림 13).

교사 B : 질문이 ‘일자리’에 대한 생각이 들지 않음. 자칫 태양광이 일자리를 만든다가 아닌 태양광이 지배적인 것으로 보일 듯.

다음 그림은 2017년 세계 재생에너지 일자리 현황입니다. 이 그림에서 재생에너지의 현황과 그것으로 만들어지는 일자리를 살펴봅시다.



1. 어떠한 재생에너지와 관련된 일자리가 가장 지배적인가요? 관련 에너지 생산발전소가 어떻게 에너지를 생산하여 사용하는지, 어떤 부분에서 일자리가 만들어졌을지 이야기해 봅시다.
2. 위의 표에서 가장 적게 일자리가 창출되는 재생에너지는 무엇일까요? 관련 에너지 생산발전소는 어떻게 에너지를 생산하여 사용하는지를 이야기해 보고 관련 일자리가 왜 적은지 토의해봅시다.

그림 13. 민주시민 교육프로그램 수정(STS)

자기 주도역량의 예시로는 파력발전기를 만들기 위해 고려했던 사항들로 설계한 자신의 파력발전기를 만들어보는 활동으로 제시하였다. 자기 주도역량은 교사 H가 ‘학습자가 실행한 수 평가해보는 활동이 미흡’ 하여 자기 주도역량이 나타나지 않는다고 평가하였고, 교사 G의 ‘세부적인 하위 질문을 통해 단계별 해결과정을 제안’을 수렴하여 수정하였다.

교사 H : ‘수행 및 평가’에서 학습자가 실행한 후 이를 평가해보는 활동의 확인이 미흡. 계획대로 설계가 잘 되었는지 각 부분에 대해서 보완해야 할 부분은 없는지 부가적인 설명을 덧붙일 수 있게끔 하여 자기가 조립한 레고에 대해 점수를 부여하게 해줘도 좋을 듯

교사 G : 학생들이 스스로 계획을 수립하여 실행하고 성찰해 보는 활동이 단계별로 드러날 수 있도록 세부적인 하위 질문을 만들어 단계별 해결 과정에 따라 수행될 수 있도록 구성하는 것을 제안

먼저 학생이 스스로 만든 파력발전기를 통해 파력발전을 하여 전력이 잘 생산되는지 평가할 수 있도록 하위 질문을 추가하였다. 파력발전기에 계획한 고려사항이 모두 포함되었는지, 파력발전을 통해 전류가 생성되는지, 자신의 파력발전기는 몇 점인지, 전기를 더 효과적으로 발생하기 위해서 보완해야 할 점이 있는지에 대한 질문을 통해 학습자 스스로 수립한 계획을 실행하고 이를 평가해 볼 수 있도록 수정하였다(그림 14).

레고를 이용한 나만의 파력발전기 만들기

앞서 설계한 자신의 파력발전기를 레고를 이용해 만들어봅시다
 자신이 고려한 사항들이 어떻게 하면 잘 나타낼 수 있는지 생각해보며 나만의 파력발전기를 만들어보고 파력발전을 통해 전력이 생산되는지 평가해봅시다.



- 자신이 만든 파력 발전기는 계획한 고려사항이 모두 포함되었나요?
- 파력발전을 통해 전류가 생성되었나요? 자신이 제작한 파력 발전기는 몇 점인가요?
- 전류를 더 효과적으로 생산하기 위해서는 어떤 점을 보완해야 할까요?

그림 14. 민주시민 교육프로그램 수정(자기주도역량)

마지막으로 의사결정력의 예시로는 학교에서 버려지는 에너지를 찾아보고 이에 대한 에너지 하베스팅계획서를 작성하여 학교에 건의하도록 하는 활동을 제시하였다. 의사 결정력은 모든 현장 과학 교사가 제시한 활동에서 의사 결정력이 나타난다고 평가하였으며, 교사 G는 ‘계획서를 작성한 후 수정하는 단계도 필요’하다는 추가적인 의견을 수렴하여 계획서를 발표하고 피드백을 하여 수정하도록 수정하였다(그림 15).

교사 G : 에너지 하베스팅 계획서를 작성하는 것은 여러 이견이 있을 수 있으므로, 계획서를 작성한 후 다른 모둠의 계획서를 참고하고 발표를 통해 문제점을 탐색해서 최적의 대안으로 계획서를 수정하는 단계를 넣는다면 의사결정을 확연히 드러낼 수 있을 것

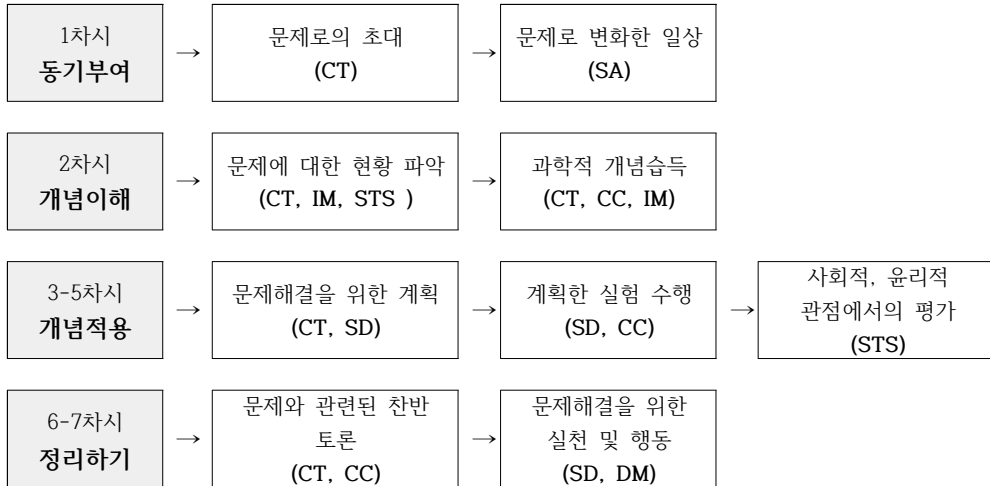
이렇듯 미래에는 버려지는 에너지를 수확하여 전기에너지로 바꾸는 ‘에너지 수확 전문가(Energy Harvester)’라는 직업이 생겨날지도 몰라요! 그럼 우리도 에너지 하베스터가 되어 주변에서 버려지는 에너지를 조사해보고 전기에너지로 바꿔볼까요?

- 우리 학교에서 버려지는 에너지에는 무엇이 있는지 모둠별로 조사해봅시다.
- 학교에서 버려지는 에너지로 하베스팅을 한다면 어디에 무엇을 설치하면 좋을지 그림을 그려봅시다.
- 그림을 바탕으로 우리학교 에너지 하베스팅 계획서를 작성해봅시다.
- 모듬별 계획서를 발표하고 다른 모듬의 계획서에 피드백을 주어 최적의 대안으로 하베스팅 계획서를 수정해봅시다.
- 수정된 하베스팅 계획서를 모아 학교에 건의해봅시다.

그림 15. 민주시민 교육프로그램 수정(의사 결정력)

이처럼 현장 과학교사의 자문을 받아 과학교육현장에서의 민주시민역량 함양을 위한 프로그램의 타당도를 검토하였으며 과학교육에서 민주시민역량 함양을 위한 프로그램에는 다음과 같은 특징이 있음을 확인하였다(표59).

표 59 민주시민역량 함양을 위한 과학교육프로그램의 특징



Note: CC(비판적 사고), CT(의사소통 및 협력), IM(정보처리 능력), EM(공감 능력), SA(사회적 책임감), STS(과학기술과 사회의 관련성), SD(자기 주도역량), DM(의사 결정력)

먼저, 과학과에서의 민주시민역량 함양을 위한 프로그램의 동기부여단계에서 사회과학문제에 대한 주제와 연관지어 시작한다. 동기부여에서 문제로의 초대를 위하여 학습자에게 문제의 심각성을 알 수 있는 자료를 제공하고 정서적 공감과 판단을 통해 공감능력을 구현한다. 또한 해당 문제로인하여 일상에서의 변화된 부분을 찾아보며 자신의 삶과 관련된 문제임을 인식하고 문제에 대한 책임감을 느낄 수 있도록 하여 사회적 책임감까지 이끌 수 있다.

개념 이해 단계에서는 학습자에게 문제에 대한 현황을 파악할 수 있는 데이터와 질문, 과학과 기술 그리고 사회의 상호작용으로 발생한 현상을 제시하며 비판적 사고와 정보처리능력, STS에 대한 역량을 이끌 수 있다. 또한 문제와 관련된 개념을 습득하며 원리를 알아내기 위하여 타인과 소통하며 생각하고 유의미한 데이터를 생성해보는 활동을 통하여 의사소통 및 협력도 구

현할 수 있다.

개념 적용 단계에서는 앞서 이해한 개념을 활용하여 적용할 수 있는 탐구활동을 통해 학습자는 스스로 문제해결을 하기 위하여 계획을 수립하고 수행 및 성찰을 통해 비판적사고, 자기주도역량을 기를 수 있고, 타인과 협력하여 문제를 해결하기 위해 의견을 제시하고 수용하는 과정에서 의사소통 및 협력도 구현가능하다. 또한 계획한 실험에 대하여 사회적 그리고 윤리적인 관점에서 생각해보며 STS까지 포함할 수 있다.

마지막으로, 정리하기 단계에서는 앞서 파악한 문제에 대한 자신의 의견을 정하고 타인과의 토론활동을 통하여 다양한 의견을 존중하고 타당한 의견은 수용하며 의사소통 및 협력을 기를 수 있으며, 문제해결을 위한 다양한 대안을 탐색하고 이를 최종적으로 행동으로 옮겨 민주시민으로서 실천할 수 있는 활동을 제시하여 의사결정력까지 함양시킬 수 있다는 프로그램의 특징을 가지고 있다.

따라서 과학교육 현장에서 민주시민역량을 함양하기 위한 프로그램을 진행하는 것은 일련의 맥락과 흐름이 존재함을 확인하였으며 이를 통해 내린 결론은 다음과 같다.

V. 결론 및 제언

본 연구에서는 학교 현장에서 사용 가능한 과학교육 민주시민역량 분석 도구를 활용하여 현재 중등 과학 교과서에는 어떠한 민주시민역량의 항목이 얼마나 포함되어 있는지, 과학교육에서의 민주시민역량 함양을 위한 프로그램의 특징에는 무엇이 있는지 알아보고자 하였다.

첫째, 과학교육 관점에서 현장에 활용 가능한 민주시민역량 분석 도구를 완성하였다. 기존의 민주시민역량 분석 틀은 선행연구들 및 다양한 보고서에서 발표된 이론들을 통해 만들어진 분석 틀이므로 민주시민 교육이 이루어지는 과학교육 현장에서의 타당성을 확인하기 위하여 현장 과학 교사의 자문을 통하여 의견을 수집하였으며, 수집된 과학 교사의 의견과 과학교육전문가의 논의를 통하여 과학교육 현장에 적용 가능한 민주시민역량 분석 틀로 완성하였다. 이를 통해 과학교육에서 의미하는 민주시민역량은 과학교육을 통해 학습자가 사회문제에 대하여 공감하고 책임감을 느껴 비판적이고 논리적인 사고를 바탕으로 의사소통 및 협력하여 자기 주도적으로 문제를 해결하기 위하여 의사결정을 할 수 있는 역량이라고 정의할 수 있었으며 민주시민역량과 구성하는 하위요소를 확인하였다. 이론적으로 개발된 민주시민역량 틀 (Park et al., 2022)을 이용하여 현장교사의 의견을 반영한 이 연구에서의 민주시민역량틀은 현장성을 고려한 도구로서의 그 의미가 있다고 하겠다. 현장에 있는 교사들은 이 민주시민역량 분석 틀을 활용하여 과학교육에서 민주시민역량을 함양하도록 학생들에게 교수할 수 있으며 더 나아가 지속적인 연구를 통하여 민주시민역량의 평가척도를 개발할 필요가 있다고 하겠다.

둘째, 완성된 민주시민역량 분석 틀을 활용하여 과학과 교육과정이 반영된 과학 교과서에서 사회과학적 이슈 주제의 소단원을 선정하여 과학 교과서에 나타난 민주시민역량을 분석하였다. 과학 교과서에서 가장 지배적으로 나타난 영역은 비판적 사고이며, 의사소통 및 협력과 정보처리 능력도 많이 나타났다. 과학 교과서에서 가장 많은 활동은 주어진 문제에 대해서 자료를 수집

하고 이를 변환하여 해석하는 활동이 많기에 이와 수반하는 과학적 사고과정과 자료 및 정보처리 활동 그리고 의사소통이 많은 것으로 파악된다. 과학 교과서에서 가장 적게 나타난 민주시민역량은 자기주도 역량과 공감능력, 의사결정력이며 이는 과학 교과서 속 내용이 단편적으로 제시되어 있어 학습자가 문제에 공감하여 자기주도적으로 의사결정하도록 구현되지 못한 것으로 판단되었다. 이에 단편적인 탐구활동이 아닌 학습자가 문제에 공감하고 책임감을 느껴 문제를 해결하기 위하여 자기주도적으로 의사결정을 할 수 있도록 맥락이 있는 주제의 내용으로 탐구활동을 구성해야 하며, 교과서 뿐만 아니라 프로젝트형으로 또는 자유 학년제 시간을 이용하여 민주시민적이지니 행동을 수반하는 추가적인 과학과 민주시민역량 함양 프로그램이 교과과정과 연계되어 개발될 필요가 있다.

특히 이번에 개정된 2022 교육과정은 “미래사회를 살아갈 학생들이 주도적으로 삶을 이끌어갈 능력을 함양(교육부,2022)” 할 수 있도록 구성되어 있으며, “포용성과 창의성을 갖춘 주도적인 사람(교육부, 2022)”으로 성장하는 것에 중점을 두고 있는 것을 통해 2022 개정 교육과정에서는 자기주도적인 역량을 중요시 다루고 있다고 판단되며 2022 개정 교육과정이 반영될 과학 교과서에는 학생중심으로 구성하여 자기주도 역량이 이전보다 많이 구현될 것을 기대한다. 또한 2022 개정 과학과 교육과정의 성격과 목표에는 ‘민주시민으로서 개인과 사회문제를 과학적으로 해결하고 참여하고 실천하는 능력을 기를 수 있도록 과학과에서 교육해야 한다(교육부, 2022)’고 말하고 있으며 최근 사회과학적 문제를 포함한 사회의 심각성이 대두되면서 과학과 관련된 사회적 쟁점에 대한 개인의 실천이 강조되고 있으므로 교과서에서도 최종 실천에 대한 내용이 다루어져야 한다. 최종 실천을 구현할 수 있는 활동으로는 학습자 주변의 문제점을 파악하고 해결하기 위해 여러 대안을 찾은 후 이를 건의해보는 활동이 있다. 건의하기 위해 직접 찾아가거나 메일로 건의를 할 수 있으며, 홈페이지의 건의하기 게시판을 이용할 수 있다. 따라서 2022 개정 교육과정이 반영될 과학과 교과서에는 사회 문제에 대한 대책을 찾는 활동에서 더 나아가 학습자가 참여나 실천까지 할 수 있는 활동으로 내용을 구성하여야 한다.

셋째, 과학교육에서의 민주시민역량함양을 위한 프로그램은 단편적인 탐구활동이 아닌 맥락이 있는 주제를 통해 동기부여를 시작으로 학생들이 사회문제에 대해 공감하여 문제를 해결하고자 하는 책임감을 가지고 탐구를 시작하여 검증하고 실천하는 일련의 과정을 따라야 한다는 특징이 있다. 먼저 동기부여에서는 학생들의 삶에서 느낄 수 있는 문제에 대한 정서적 공감이나 판단의 예시를 제시하여 공감능력을 이끌 수 있으며 제시된 문제가 자신의 삶과 관련되어 있다는 것을 이해하여 문제에 대한 책임감을 느끼게 할 수 있다. 개념이해에서는 주제와 관련된 질문을 통해 학생들이 다양한 관점에서 수렴적 또는 발산적으로 사고할 수 있도록 이끌 수 있으며 문제에 대한 현황 데이터 또는 통계수치를 모둠별로 함께 찾아보게 함으로써 데이터 수집 및 분석할 수 있는 정보처리 능력과 협력 및 토론학습 통한 의사소통 및 협력의 역량을 구현할 수 있다. 또한 제시된 문제 속 과학기술이 사회에 또는 사회가 과학기술에 영향을 미친 사례를 제시하여 학생들이 이에 대하여 생각하게 하므로써 과학기술과 사회의 연관성을 이해하며 STS역량도 이끌 수 있다. 이어 개념적용에서는 학생들이 스스로 문제 해결을 위하여 탐구하고 계획해보도록 하는 활동을 통해 자기주도 역량이 길러지게 할 수 있으며 정리하기에서는 개인이 아닌 단체적으로 문제 해결을 위한 행동 또는 환경변화에 대안을 탐색하고 최종적으로 실천으로 옮길 수 있는 활동을 통해 의사결정력도 구현될 수 있다. 이처럼 이야기 중심의 맥락을 갖고 있는 주제와 일련의 과정을 통해 민주시민으로서의 사회문제에 관심을 가지고 문제 해결을 위해 참여하고 실천할 수 있는 역량을 기르도록 과학교육에서도 민주시민 교육프로그램이 활성화되어야 한다.

본 연구는 다음과 같은 과학교육에서의 제언을 할 수 있다. 과학과 교육과정에서 강조되는 민주시민역량의 함양을 목표로 하고 있지만 이에 대한 연구나 교육이 잘 이루어지고 있지 않다. 본 연구를 이를 위한 목적으로 기초자료로 사용될 수 있다고 할 수 있겠다. 특히 기후변화나 신재생에너지 또는 그 외의 사회과학적 이슈에 대해서 학생들은 학교 수업에서 쉽게 접할 수 있도록 교과서의 보충 자료가 제공되어야 할 것으로 판단된다. 단편적인 기후

변화에 대한 내용이라면 지역사회에 접목 가능한 구체적인 지역사회 문제를 제시함으로써 교과서에서 제한적으로 반영되었던 민주시민역량 함양을 활성화할 수 있을 것으로 판단된다. 특히 이러한 현장 수업을 위해서는 교사의 역량이 중요하며 현장 과학 교사를 대상으로 과학교육에 민주시민역량을 자연스럽게 접목시킬 수 있도록 관련된 연수가 진행된다면 민주시민교육에 대한 교사의 고충을 덜어줄 것으로 보인다. 교사연수를 통한 전문성을 바탕으로 학생들에게 다양한 과학과 민주시민교육 콘텐츠가 제공되어 사회문제에 대하여 공감하고 책임감을 느껴 비판적이고 논리적인 사고를 바탕으로 의사소통 및 협력하며 자기 주도적으로 문제를 해결하기 위해 의사결정하여 참여 및 행동할 수 있는 21세기의 성숙한 민주시민이 양성되기를 기대한다.

참 고 문 헌

교육과학기술부(2012). 과학과 교육과정. 교육과학기술부 고시 제2011-361호 [별책 9].

교육부(2015a). 초·중등학교 교육과정 총론. 교육부 고시 제2015-74호[별책1].

교육부(2015b). 과학과 교육과정. 교육부 고시 제2015-74호[별책 9].

교육부(2017). 2015 개정 교육과정 총론 해설. 교육부, 발간등록번호 11-1342000-000226-01.

교육부(2018). 민주시민교육 활성화를 위한 종합계획. 교육부 민주시민교육과.

교육부(2019a). 교과 교육과정과 연계한 민주시민교육. 교육부, 경상북도 교육청 외 16개 시도교육청. 발간등록번호 11-1342000-000375-01.

교육부(2019b). 범교과 학습주제와 교과 교육과정 연결 맵. 교육부, 경상북도 교육청 외 16개 시도교육청. 발간등록번호 11-1342000-000364-01.

교육부(2021). 2022 개정 교육과정 총론 주요사항, 교육부.

교육부(2022a). 초·중등학교 교육과정 총론, 교육부 고시 제2022-33호[별책1].

교육부(2022b). 과학과 교육과정, 교육부 고시 제2022-33호[별책 9].

교육부(2022c). 교육통계연보, 교육부 한국교육개발원.

교육부, 과학기술정보통신부, 한국과학창의재단(2019). 미래세대 과학교육표준. 발행처 : 한국과학창의재단.

교육부·한국과학창의재단(2022). 2022 개정 과학과 교육과정 시안(최종안) 개발 연구, 교육부·한국과학창의재단.

권재원(2021). 과학교육이 나아갈 길, 민주시민교육, 실천교육교사모임, 칼럼 <http://www.edpl.co.kr/news/articleView.html?idxno=1262>.

김성진, 안형수, 박가영. 최미화, 서인호, 한문정, 김혜경, 오현선, 구향모, 강의정, 김대준, 이진우, 류형근. 문무현, 이인순(2019). 고등학교 통합과학. (주)미래엔, 343p.

김성진, 안형수, 조용근, 최미화, 김홍석, 장철한, 김혜경, 권효식, 오현선, 구향모, 강희정, 김대준, 이진우, 류형근, 문무현, 이유진, 유명익(2020). 중학교 과학1. (주)미래엔, 287p.

김성진, 조용근, 최미화, 김홍석, 장철한, 김혜경, 권효식, 오현선, 구향모, 강희정, 김대준, 이진우, 류형근, 문무현, 이유진, 유명익(2020). 중학교 과학2. (주)미래엔, 337p.

김성진, 조용근, 최미화, 김홍석, 장철한, 김혜경, 권효식, 오현선, 구향모, 강희정, 김대준, 이진우, 류형근, 문무현, 이유진, 유명익(2020). 중학교 과학3. (주)미래엔, 337p.

김제춘, 부재율, 소경희, 양길석(2014). 예비·현직 교사를 위한 교육과정과 교육평가, 제 4판, 교육과학사.

김지혜(2018). [미국]미국의 민주시민교육 현황 및 주요 내용. 교육정책 네트워크 정보센터, <https://edpolicy.kedi.re.kr/frt/boardView.do?>

김현섭, 이태교, 방경현(2019). 과학과 핵심역량에 대한 통합과학 교과서의 반영 순위 및 학생들의 인식 비교 분석, 현장과학교육, 13(1), 63-77p.

문공주, 문지영, 조미영, 정윤숙, 김성원, Joseph Krajcik(2012). 21세기 과학적 소양 평가기준 개발 및 교과서 내용 분석에의 적용, 한국과학교육학회지, 32(5), 789-804p

박재근. (2019). 2015 개정 교육과정에 따른 중학교 과학 교과서 탐구 활동에 반영된 과학과 핵심역량의 분석. 생물교육, 47(4), 509-521p.

박종원(2016). 과학적 소양에 대한 세가지 논의 : 통합적 이해, 교육과정의 정착, 시민교육을 중심으로. 한국과학교육학회지, 36(3), 413-422p.

서공주, 정일환, 박찬호(2019). 덴마크, 스웨덴, 핀란드의 민주시민교육과 시사점. 비교교육연구, 29(1), 51-75p.

서울특별시(2020). 서울특별시 민주시민교육에 관한 조례. 서울특별시조례 제7782호.

서울특별시교육청교육연수원(2022). 2022 초·중등 교육전문직원 혁신리더되기 국외 체험 연수 결과보고서:덴마크 교육·문화 탐방을 통한 미래를 선도하는 서울교육 성찰. 서울특별시교육청교육연수원

서현진(2021). 민주시민성 함양을 위한 사회·과학 교과간 연계학습 방안 연구. 사회과교육, 60(4), 121-138p.

선거연수원(2024). 민주시민교육의 이해, 선거연수원(시민교육부)

설규주(2020). 민주시민교육 관점에서 살펴본 2015 개정 교육과정 총론의 개선방향 : ‘교육과정 구성의 방향’을 중심으로. 열린 교육 연구, 28(5), 169-197p.

손행미(2017). 질적내용분석의 이해와 적용. 대한질적연구학회지, 2(1), 56-63p.

심규철, 박종석, 이기영, 손정우, 문홍주, 박재용, 배미정, 소영무, 안성수, 이순영, 전병희, 조향숙(2017). 고등학교 통합과학. (주)비상교육, 346p.

심성보(2017). 한국 민주시민교육의 현황과 과제, 한국학논집, 67, 93-122p.

심승환(2019). 한국민주시민교육의 방향에 관한 교육철학적 고찰: 자율성과 공공성의 조화, 교육사상연구, 33(1), 47-84p.

엄수정, 김종훈, 정수정(2021). 정의지향적 관점에서 비추어 본 민주시민교육 교과서 분석: 경기도 교육청 『더불어 사는 민주시민』을 중심으로. 교육연구, 80(1), 9-31p.

옥일남, 조대훈, 장은주, 이지향(2018). 다문화시대 평생교육 관점에서의 세계·민주시민교육 과제 및 실천방향. 대통령직속 국가 교육회의, 발간등록번호 12-1072603-000005-01

유제순(2017). 교과와 창의적 체험활동의 통합적 설계를 통한 민주시민교육 방안, 내러티브와 교육연구, 5(3), 109~137p.

윤상균(2015). 과학기술사회에서 요구되는 시민성 탐구, 시민교육연구, 47(4), 107~133p.

윤소희(2023). 지속가능발전교육(ESD)을 연계한 가정과 교육과정 연구, 서울대학교 대학원, 교육학박사 학위논문.

이범웅(2015). 한국에서의 민주시민교육의 발전 방향 모색. 초등도덕교육, 49, 33-65p.

이소연, 박은아, 이인화, 손병일, 노유리, 김지혜(2019). 학교 민주시민교육 현황 분석 및 활성화 방안 연구. 한국교육과정 평가원, 연구보고 RRE 2019-2.

이쌍철, 김미숙, 김태준, 이호준, 김정아, 강구섭, 설규주, 임희진(2019). 초중등학교 민주시민교육 활성화를 위한 방향과 과제. 한국교육개발원, 연구보고 RR 2019-04

이인원, 원준희, 이영미(2021). 민주시민교육의 연구동향 분석:네트워크 분석을 통해 파악한 경향과 특징을 중심으로. 현대사회와 행정, 31(2), 113-145p.

임태훈, 백종민, 남경운, 강태욱, 강대훈, 이복영, 장효순, 황인신, 김미경, 이용철, 고현덕, 신미영(2020). 중학교 과학1. ㈜비상교육, 285p.

임태훈, 백종민, 남경운, 강태욱, 강대훈, 이복영, 장효순, 황인신, 김미경, 이용철, 고현덕, 신미영(2020). 중학교 과학2. ㈜비상교육, 335p.

임태훈, 백종민, 남경운, 강태욱, 강대훈, 이복영, 장효순, 황인신, 김미경,

- 이용철, 고현덕, 신미영(2020), 중학교 과학3. (주)비상교육, 326p.
- 장은주, 심성보, 박재영(2016). 민주주의 시민교육 활성화 방안, 경상남도 교육 연구 정보원 2016-56.
- 장의선, 김기철, 박진용, 박태준, 이인태, 강대현(2020). 학교수준 민주시민 교육을 위한 교육과정 개선방안. 한국교육과정 평가원, 연구보고 RRC 2020-3.
- 장의선(2021). 미래형 교육을 위한 민주시민성의 주요 지표와 세부 역량, 기 전문화연구, 42(1), 147-172p.
- 장준호(2020). 민주시민교육의 재발견 - 개념과 근거를 중심으로, 교육논총, 40(3), 135-156p.
- 정용재(2016). 민주 시민 소양 증진을 위한 과학 교실? : 초등교사의 인식을 중심으로 한 탐색적 논의. 한국과학교육학회지, 36(1), 135-145p.
- 정원규, 김형철, 박인혜, 설규주, 오재길(2019). 학교 민주시민교육의 기본 개념 및 추진원칙. 성공회대학교 민주주의연구소.
- 정창화, 허영식(2021). 문답식 민주시민교육 60選, 도서출판 법문사.
- 한국경제 연구원(2016). KERI 경제전망과 정책과제, Keri 경제전망과 정책과제, 26(4)
- 한국과학창의재단(2022). 2021년 과학교육 종합지표 조사 및 분석 결과 보고서, 한국과학창의재단.

Choi, K., Lee, H., Shin, N., Kim, S., & Krajcik, J. (2011). Re-conceptualization of scientific literacy in South Korea for the 21st century. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(6), 670–697p.

European Commission/EACEA/Eurydice (2017). *Citizenship education at schools in Europe–2017*. Eurydice Report. Luxembourg: Publication Office of the European Union. Retrieved from <https://publications.europa.eu/en/search-centre>

European Commission(2015). *Science Education for Responsible citizenship*. Retrieved from <https://op.europa.eu/s/y0ny>

National Council for the Social Studies (NCSS)(2013). *The College, Career, and Civic Life (C3) Framework for Social Studies State Standards: Guidance for Enhancing the Rigor of K–12 Civics, Economics, Geography, and History*. Silver Spring, MD.

Hsieh, H. , & Shannon, S. E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative Health Research*, 15(9), 1277–1288p.

STEIN D. KOLSTO(2001). *Scientific Literacy for Citizenship : Tool for Dealing with the Science Dimension of Controversial Socioscientific Issues*. *Science Education*, 85(3), 291–310p.

Park, Y-S., Mun, K., Hwang, Y., & Green, J.(2022). *The Development of a STEAM Program about Global Energy with a Focus on Democratic*

Citizenship. *Asia-Pacific Science Education*, 8(1), 149–187p.

Park, Y-S. (2023). Exploring Secondary Earth Science Preservice Teachers' Competency in Understanding Democratic Citizenship. *Korean Earth Science Society*, 44(4), 342–358p.

[부록1] 과학과 민주시민역량 분석 틀 자문가 의견서

과학과 민주시민역량 분석 틀 전문가 자문의견서

안녕하십니까?

저는 조선대학교 일반대학원 과학교육학부에서 ‘중등과학교과서에서 반영된 민주시민역량 분석 및 함양 프로그램 개발’에 대하여 연구를 진행하고 있는 석사과정생 이지연입니다.

먼저 귀중한 시간을 할애하시어 본 연구의 자문에 응해주심에 진심으로 감사드립니다. 본 연구는 과학교육에서 민주시민교육 시 필요한 요소 및 역량을 연구하고 본 자문을 통해 수정된 분석 틀을 토대로 과학과 교과서를 분석하여 과학교육에서의 민주 시민 교육이 보다 발전될 수 있도록 하는 목적을 가지고 있습니다.

본 분석 틀은 미래 민주시민역량 분석 틀(Park et al. 2022)²⁾을 기초하여 국내 민주시민 현황과 2022 개정 교육과정에서 요구되는 핵심역량 바탕으로 재구성한 분석 틀임을 밝힙니다. 응답해주신 내용은 순수한 학문적인 연구 목적으로만 사용될 것을 약속드리며 응답이 연구에 활용되는 것에 동의하신다면 동의란에 체크 부탁드립니다.

본 의견서의 응답이 연구에 활용되는 것에 동의합니다.□

2023년 6월

조선대학교 일반대학원 과학교육과
연구자 이지연
(wldus2129000@naver.com)
지도교수 박영신

2) Park, Y-S., Mun, K., Hwang, Y.& James Green. (2022). The Development of a STEAM Program about Global Energy with a Focus on Democratic Citizenship. Asia-Pacific Science Education, 8(1), 149-187

과학과 민주시민역량 분석 틀 자문가 의견서

다음 영역들은 과학과에서 필요로 하는 민주시민역량을 측정하기 위한 항목들입니다. 각 영역을 읽고 적절한 요소인지 귀하의 의견과 가장 가까운 곳에 체크(V) 표시해 주십시오. 또한 평가에서 전혀 적절하지 않음(①) 또는 적절하지 않음(②)을 체크하셨다면 체크하신 이유와 대안에 대해서 의견란에 간단히 기술 부탁드립니다. 영역은 8가지이며 소항목으로 2-3개가 포함되어 있습니다. 자유롭게 의견을 주시길 바랍니다. 중복되거나 필요하지 않은 소항목에 대해서는 삭제하거나 대신 다른 대안의 항목이 포함될 수 있으니 생각하시는 대로 자유롭게 의견 주시길 바랍니다.

응답자: ① 과학교육자 ②초등교사 ③중학교 교사 (과목:) ④고등학교 교사 (과목:)
⑤그 외 ()

성함 () 전화번호() 현장경력 () 년

영역	정의	평가 요소	평가 기준	평가				
				전혀 적절하지 않음	적절하지 않음	보통	적절함	매우적절함
비판적 사고 (critical thinking)	주어진 문제 및 정보에 대해 논리적으로 생각해보고 비판적 관점에서 생각할 수 있도록 함.	논리적 판단	구조적이고 논리적인 사고를 유도하는 실험 및 문제를 제시 (증거를 들어 주장하는 사고과정)	①	②	③	④	⑤
		발산적 사고	주어진 문제 또는 정보에 대한 다양한 관점을 활용한 인지적 접근	①	②	③	④	⑤
	의견 :							
의사소통 및 협력 (communication and collabor)	문제해결과정 중 타인, 동료와 의사소통 및 협력이 필요한 경우로, 자신의 의견을 말하고	협력학습	같은 문제를 해결하기 위해 역할이나 일을 분담하여 진행하고 이를 모아서 진행하는 일련의 활동	①	②	③	④	⑤
		토론학습	논의가 필요한 사항에 대해 의견교환을 하며 토론, 토의, 논의하는 활동	①	②	③	④	⑤

ation)	타인의 의견을 듣고 이를 모두와 공유하는 활동 전체를 포괄함.	발표 및 제안	다양한 형태(포스터, UCC 블로그, SNS, 프리젠테이션 등)로 자신의 의견을 타인에게 전달, 표현하는 것	①	②	③	④	⑤	
의견 :									
정보처리 능력 (information management)	문제를 해결하기 위해 관련된 정보를 찾아보고 이를 분석하며, 이를 새로운 형태로 제시하도록 함.	정보수집	제시된 자료를 읽거나, 추가적인 자료를 찾아보는 등 문제해결을 위해 필요한 정보를 수집하는 단계	①	②	③	④	⑤	
		정보분석	수집된 자료를 바탕으로 정보를 분류하거나 분석, 해석하는 활동	①	②	③	④	⑤	
		정보생산	분석된 자료를 바탕으로 새로운 정보를 만들어 내거나 발명, 발견하는 단계	①	②	③	④	⑤	
의견 :									
공감능력 (Empathy)	문제상황에 대한 동기 및 당위를 부여하는 단계로 문제를 이해하고 공감할 수 있는 자료나 맥락을 통해 나타남. 또는 타인의 상황과 감정을 이해할 수 있는 활동을 제시함으로써 공감능력을 향상함	정서적 공감	제시된 문제에 정서적, 감성적 연민등의 감정을 느끼고 공감할 수 있는 자료제시	①	②	③	④	⑤	
		윤리적 양심	문제를 이해하고 해결과정을 찾는 과정에서 윤리적 요소 등 인간적 요소를 바탕으로 하여 판단 및 사고하도록 함.	①	②	③	④	⑤	
의견 :									

사회적 책임감 (social accountability)	학생들이 책임감을 가질 수 있도록 학생들의 삶과 밀접하게 연관된 주제를 도입할 수 있으며, 사회적 책임감을 느끼고 표현할 수 있는 활동을 추가할 수 있음.	관련성	자신의 삶과 관련이 있다는 것을 이해할 수 있도록 상황이 제시됨.	①	②	③	④	⑤
		책임감	제시된 문제에 대해 책임감을 느끼도록 함.	①	②	③	④	⑤
	의견 :							
과학기술과 사회의 관련성 (Science, technology and society)	읽기자료, 또는 데이터를 제공하여, 과학기술 발전과 사회변화의 연관성을 명시적으로 설명할 수 있음.	과학기술이 사회에 미치는 영향	과학, 기술이 사회에 미치는 영향에 대한 사례	①	②	③	④	⑤
		사회가 과학기술에 미치는 영향	사회가 과학, 기술에 미치는 영향에 대한 사례	①	②	③	④	⑤
	의견 :							
자기주도 역량 (Self-direction)	문제 해결을 목표로 자신이 할 수 있는 일을 스스로 계획하고, 이를 수행하고 평가할 수 있는 활동을 제시	자기 주도적 계획	학습자 스스로 계획을 수립할 수 있는 내용	①	②	③	④	⑤
		자기 주도적 수행 및 평가	학습자 스스로 자신이 계획한 내용을 수행하고 이를 평가해보는 활동	①	②	③	④	⑤

	의견 :						
의사결정력 (decision making)	대안탐색 문제 해결을 위한 자신의 의사를 결정하기 위해 다양한 대안을 생각해보고 이를 통해 최종적 의사결정을 위해 준비하고 결정하는 전반적인 과정	문제 해결을 위한 다양한 대안을 검토하는 활동	①	②	③	④	⑤
	의사결정	스스로 최종적인 의사결정을 하고 이를 표현하는 활동을 제시	①	②	③	④	⑤
	의견 :						

다른 의견이 있으시면 자유롭게 기술해주시오.

감사합니다.

[부록2] 과학과 민주시민역량 함양을 위한 프로그램
자문가 의견서

과학과 민주시민역량 함양을 위한 프로그램
전문가 자문의견서

안녕하십니까?

저는 조선대학교 일반대학원 과학교육학부에서 ‘중등과학교과서에서 반영된 민주시민역량 분석 및 함양 프로그램 개발’에 대하여 연구를 진행하고 있는 석사과정생 이지연입니다.

먼저 귀중한 시간을 할애하시어 본 연구의 자문에 응해주심에 진심으로 감사드립니다. 본 프로그램은 과학과 민주시민역량 함양을 위하여 민주시민역량 분석 도구를 기반으로 개발된 것이며, 과학교육에서의 민주시민 교육이 보다 발전될 수 있도록 하는 목적을 가지고 있습니다.

응답해주신 내용은 순수한 학문적인 연구 목적으로만 사용될 것을 약속드리며 응답이 연구에 활용되는 것에 동의하신다면 동의란에 체크 부탁드립니다. 본 자문의견서는 약 15분 정도 소요됩니다.

본 의견서의 응답이 연구에 활용되는 것에 동의합니다.□

2023년 11월

조선대학교 일반대학원 과학교육과

연구자 이지연

(wldus2129000@naver.com)

지도교수 박영신

과학과 민주시민역량 함양을 위한 프로그램 자문가 자문의견서

본 프로그램은 학교 과학교육 현장에서의 민주시민역량 함양을 위하여 개발된 프로그램으로 사회과학적 이슈인 기후변화로 인한 문제점의 해결책 중 하나인 파력에너지에 관한 주제에 대하여 소개하고자 하였습니다. 민주시민 교육을 통한 민주시민역량 함양을 위해서는 스토리 중심의 주제로 다루어져야 하며 학습자 삶 주변에서 나타나는 주제로 구성되어야 함으로 사회과학적 이슈 중 기후변화와 신재생에너지를 주제로 프로그램을 개발하였습니다. 프로그램은 과학과 민주시민역량 분석 틀[별첨1]을 기반으로 개발되었으며 다음과 같이 구성되었습니다.

동기부여를 위해서 제주도 용수리 앞바다에 설치된 파력발전소의 모습을 보고 무엇인지 왜 저렇게 생겼는지 궁금해 하면서 수업을 시작하게 됩니다. 신재생에너지인 파력에너지의 종류와 국내에서 파력발전을 얼마나 활용하고 있는지에 대해서 소개합니다. 파도에 대한 기본적인 개념을 학습하고 에너지의 생산과정을 유도전류를 통해 관찰하게 됩니다. 실험으로는 앞서 배운 진동 수수형의 특징을 파악하고 각 특징에 대한 변수를 고려하여 에너지 생산을 효율적으로 하기 위하여 의논해보고 실질적으로 CAD 작업과 3D프린팅을 통해 파력발전소를 만들어보는 공학실험과 동시에 발전소에서 생산되는 전류를 아두이노를 통하여 측정해봅니다. 파력에너지에 대하여 더 알아보기 위하여 파력에너지 발전소의 보급에 대한 장단점을 파악해보는 토론 시간과 관련 직종을 알아보는 카드놀이, 우리나라에 있는 파력발전소 탐방하기의 내용으로 구성되어 있습니다.

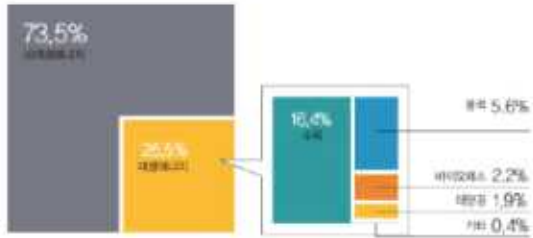
다음 영역들은 과학과에서 필요로 하는 민주시민역량이 본 프로그램에 포함되어 있는지 여부를 파악하기 위한 항목들입니다. 각 영역을 읽고 해당 요소의 포함여부에 대한 귀하의 의견에 체크(V) 표시해 주십시오. 또한 포함 여부에 해당 영역이 '없다'를 체크하셨다면 체크하신 이유와 대안에 대해서 의견란에 간단히 기술 부탁드립니다. 자유롭게 의견을 주시길 바랍니다. (각 예시들에는 해당 영역만 존재하지 않으며 다양한 영역이 동시에 나타나는 경우도 있지만 본 표의 예시에서는 대표적인 영역만 표시하였습니다.)

응답자: ① 과학교육자 ②초등교사 ③중학교 교사 (과목:) ④고등학교 교사 (과목:)
⑤그 외 ()

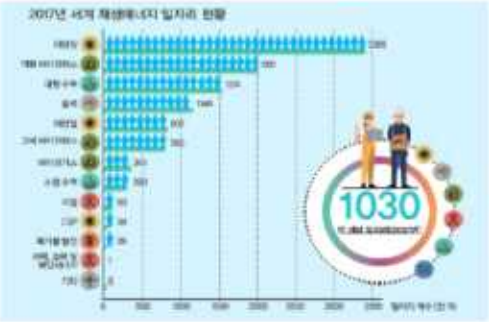
성함 () 현장경력 () 년

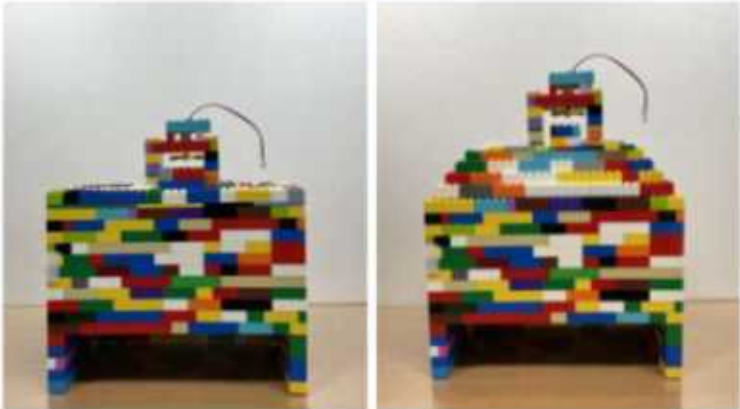
영역		민주시민역량 함양을 위한 프로그램 예시
비판적 사고 (critical thinking)	정의 (하위 요소)	사회과학적 문제에 대해서 논리적 판단과 다양관 관점에서 수렴적 및 발산적 사고를 하는 것 (수렴적 사고, 발산적 사고)

	프로그램 예시	<p>③ 어떤 모양이 효과적으로 전력을 만들 수 있을까요?</p> <p>파력발전기를 설계하기 위해 고려해야 할 점을 이야기 해보도록 해요. 먼저 구조물을 만들기 위해서는 파도의 특성을 이해해야겠지요? <u>파도의 움직임에 대해 우리가 어떤 부분을 더 자세히 알아야할까요? 또한 파도의 힘이 어떻게 전기로 만들어질 수 있을까요? 파도의 힘을 전기로 바꾸는 터빈에 대해 생각해봅시다. 바람으로 만들어지는 풍력발전기, 파도로 만들어진다는 것은 어떻게 가능할까요? 우선 파도에 대해서 알아봅시다.</u></p>														
포함 여부	해설	<p>파력 발전기를 설계하기 위해 고려해야 할 점에 대하여 파도의 움직임, 전기생산원리, 풍력 발전이 파도로 만들어지는 원리 등에 대하여 다양한 관점에서 수렴적 및 발산적 사고를 할 수 있도록 제시하였다</p>														
있다 () 없다 ()	의견															
의사소통 및 협력 (communication and collaboration)	정의 (하위 요소)	<p>문제해결에 있어 다른 의견에 대해 경청하고 수용하는 등 협력하는 것 (협력학습, 토론학습)</p>														
	프로그램 예시	<p>③ 파력발전기를 설계할 때 무엇을 고려해야 할지 생각해봅시다.</p> <table border="1" data-bbox="428 1219 1156 1470"> <thead> <tr> <th>고려사항</th> <th>고려대상/그 이유</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>터빈크기</td> <td></td> </tr> <tr> <td>터빈입구 구멍크기</td> <td></td> </tr> <tr> <td>공기실 크기</td> <td></td> </tr> <tr> <td>구조물의 모양</td> <td></td> </tr> <tr> <td>천장의 곡률</td> <td></td> </tr> <tr> <td>기타</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>위의 내용에 대해서 <u>모둠별보(가족, 학습자 단위) 고려대상인지 의논</u>해보고 그 이유에 대해서 설명해봅시다. 또한 대상으로 순위를 정할수도 있습니다. 설계한 발전기에 대해 <u>서로 의견을 공유</u>해봅시다. 누가 설계한 발전기의 형태가 더 많은 에너지를 발생할 것으로 보이나요.</p>	고려사항	고려대상/그 이유	터빈크기		터빈입구 구멍크기		공기실 크기		구조물의 모양		천장의 곡률		기타	
고려사항	고려대상/그 이유															
터빈크기																
터빈입구 구멍크기																
공기실 크기																
구조물의 모양																
천장의 곡률																
기타																

포함 여부	해설	파력 발전기를 설계하기 위하여 고려해야 할 점에 대하여 모둠별로 의논을 하는 활동이다. 이 활동에서 논의를 위하여 증거 기반 설명을 하고 의견 교환을 하는 과정이 포함됨으로 의사소통 및 협력이 나타난다.
있다 () 없다 ()	의견	
정보처리 능력 (informat ion manage ment)	정의 (하위 요소)	문제를 해결하기 위해 관련된 정보나 자료를 찾아보고 이를 분석하거나 유의미한 자료를 생산하여 활용하는 것 (정보/자료수집, 정보/자료 분석, 정보/자료 생산)
프로 그램 예시		<p>다음 그림을 보고 재생에너지의 현황을 알아봅시다.</p>  <p>위의 자료를 보고 다음에 질문에 답해봅시다. 서로 의논해서 해답을 작성해봅시다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 재생에너지에는 어떤 종류가 있나요? - 재생에너지 중 가장 많은 비중을 차지하는 것은 무엇인가요? 우리나라에 지형적/지리학적 위치를 고려한다면 적절한가요? 우리나라는 어떠한 재생에너지가 관심의 대상이 될까요?
포함 여부	해설	재생에너지의 현황 자료를 보고 질문에 답을 해보는 활동이다. 이 활동에서는 재생에너지 현황에 대한 자료를 바탕으로 정보를 분석 또는 해석하는 활동이 포함됨으로 정보처리능력이 나타난다.
있다 () 없다 ()	의견	

공감능력 (Empathy)	정의 (하위 요소)	문제의 상황을 인식하고, 주어진 상황에 대해서 정서적으로 같이 이해하고 느끼는 것 (정서적 공감, 정서적 판단)
	프로 그램 예시	
포함 여부	해설	신재생에너지에 대하여 공부하기 전 기후 위기에 대한 심각성을 깨닫게 하기 위해 제시된 문장이다. '올 여름은 유난히도 더웠습니다'로 시작하여 지구온난화로 인한 폭염에 대하여 학습자가 정서적으로 공감할 수 있도록 제시하였다.
있다 () 없다 ()	의견	
사회적 책임감 (social accounta bility)	정의 (하위 요소)	자신의 삶과 밀접하게 연관된 상황으로 인지하고 사회에 대한 소속감을 바탕으로 책무를 느끼는 것 (관련성, 책임감)
	프로 그램 예시	<p>🌱 재생에너지 관련 일자리가 빠르게 증가하고 있다고 합니다. 해양에너지는 이제 걸음마 단계에 있습니다. 하지만, 지구의 70%를 차지하는 해양자원을 잘 활용한다면 우리가 원하는 전기에너지뿐만 아니라 일자리도 창출할 수 있는 무한한 가능성을 가지게 됩니다. 우리나라의 경우는 삼면이 바다이니 더욱 관심이 많이 갈 수 밖에 없네요. 좀 더 알아보시다.</p> <p>지구는 지표면의 70%가 바다입니다. 이 때문에 많은 학자들이 해양에서 얻을 수 있는 재생에너지에 주목하고 있습니다. 해양에너지를 이용하여 전기를 만드는 방법으로는 파력 발전, 조류발전, 조석 발전, 해수온도차발전, 염도차 발전 등이 있습니다. 각각 5개의 발전 방법이 어떠한 특징이 있는지 의견을 나눠봅시다.</p>

<p>포함 여부</p> <p>있다 ()</p> <p>없다 ()</p>	<p>해설</p> <p>의견</p>	<p>파력발전에 대하여 학습하기 전 ‘우리나라가 삼면이 바다라는 점’을 언급하여 우리나라가 지닌 지형적 장점을 활용하여 파력 발전에 대한 관심의 필요성을 나타내며 사회적 책임감이 나타나도록 학습자의 삶과 연관된 주제를 제시하였다.</p>
<p>과학기술과 사회의 관련성 (Science, technology and society)</p>	<p>정의 (하위 요소)</p> <p>프로그램 예시</p>	<p>과학-기술-사회의 관계를 이해하고 서로 간에 미치는 영향을 인지하는 것 (과학기술이 사회에 미치는 영향, 사회가 과학기술에 미치는 영향)</p> <p>다음 그림은 2017년 세계 재생에너지 일자리 현황입니다. 이 그림에서 <u>재생에너지의 현황과 그것으로 만들어지는 일자리를 살펴봅시다.</u></p>  <p>1. 어떠한 재생에너지가 세계적으로 지배적인가요? 관련 에너지 생산발전소가 어떻게 에너지를 생산하여 사용하는지 이야기해봅시다. (개별적으로 또는 모둠별로 의견을 수렴 및 공유한다.)</p> <p>2. 위의 표에서 가장 작게 차지하는 재생에너지의 경우는 무엇일까요? 왜 작을까요? 앞으로의 비전은 어떨까요?</p>
<p>포함 여부</p> <p>있다 ()</p> <p>없다 ()</p>	<p>해설</p> <p>의견</p>	<p>재생에너지 일자리 현황에 대하여 살펴보고 질문에 답을 하는 활동이다. 이 활동에서는 재생에너지라는 과학기술로 인하여 생겨나는 일자리로 나타나는 사회의 변화에 대해 제시하고 있으므로 과학기술과 사회의 관련성이 나타난다.</p>

자기주도 역량 (Self-direction)	정의 (하위 요소)	문제해결을 목표로 자신이 할 수 있는 일을 스스로 계획하고, 이를 수행하고 성찰하는 것 (자기 주도적 계획, 자기 주도적 수행 및 평가)
	프로 그램 예시	<p>🟡 레고를 이용한 나만의 파력발전기 만들기</p> <p><u>앞서 설계한 자신의 파력발전기를 레고를 이용해 만들어봅시다</u></p> <p><u>자신이 고려한 사항들이 어떻게 하면 잘 나타낼 수 있는지 생각해보며 나만의 파력발전기를 만들어봅시다.</u></p> <p>터빈은 어디에 놓아야 가장 잘 돌아갈까요? 터빈을 공중에 띄우려면 어떤 구조로 레고를 조립하여야 할까요?</p> 
포함 여부	해설	앞서 설계한 자신의 파력 발전기를 기반으로 자신만의 파력발전기를 만들어보는 활동이다. 이 활동을 통하여 학습자는 스스로 계획한 내용을 실행시켜 봄으로써 자기주도역량이 나타난다.
있다 () 없다 ()	의견	

의사 결정력 (decision making)	정의 (하위 요소)	<p>문제해결을 위해 다양한 대안을 탐색 및 평가하고 수렴된 의견을 해결책으로 제시하여 행동하는 것 (대안 탐색 및 평가, 최종 실천)</p>															
	프로 그램 예시	<p>나도 에너지 수확 전문가??</p> <p>❶ 지금의 에너지 효율은 변하지 않는다고 합니다. 과학과 공학처럼 에너지가 다시 사용되어 새로운 에너지를 만드는 경우도 있지만 우리 주변에는 다시 사용되지 않고 버려지는 에너지도 많이 존재합니다. 이렇게 버려진 에너지를 다시 사용할 방법은 무엇이 있을까요?</p> <p>에너지 하베스팅이란 버려지는 에너지를 수확(harvesting)하는 것으로 에너지를 적성산하는 기술을 이야기 합니다. 우리 주변에서 버려지는 에너지는 어떠한 것들이 있을까요? 대표적인 종류에는 대표적으로 신축 에너지, 진동에너지, 열 에너지, 음향에너지, 위치 에너지, 광에너지 전자기 에너지 등이 있습니다. 일련, 열전, 압전, 전자기 방식으로 활용하면 버려지는 에너지를 사용하기 쉬운 전기 에너지로 바꿀 수 있습니다.</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>에너지원 종류</th> <th>개념</th> <th>원리</th> <th>예시</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>열 에너지</td> <td>열전 소자(TE)는 온도차에 의해 전기를 생성하며, 온도차가 클수록 전압이 높아진다. 산업 현장, 자동차 엔진, 공장 등에서 폐열을 생산</td> <td>열전 소자</td> <td>열전 발전기, 자동차 엔진, 공장 폐열</td> </tr> <tr> <td>진동 에너지</td> <td>압전 소자(PZT)는 기계적 압력이나 진동에 의해 전기를 생성하며, 압력이나 진동이 클수록 전압이 높아진다. 산업 현장, 자동차 엔진, 공장 등에서 폐열을 생산</td> <td>압전 소자</td> <td>진동 발전기, 자동차 엔진, 공장 폐열</td> </tr> <tr> <td>광 에너지</td> <td>광전 소자(PV)는 빛 에너지를 전기 에너지로 변환하며, 빛의 세기와 파장에 따라 전압이 달라진다. 태양광 발전, 건물 외벽, 자동차 엔진, 공장 등에서 폐열을 생산</td> <td>광전 소자</td> <td>태양광 발전기, 건물 외벽, 자동차 엔진, 공장 폐열</td> </tr> </tbody> </table> <p>❷ 어떻게 하베스팅을 버려지는 에너지를 수확하여 전기에너지로 바꾸는 에너지 수확전문가(Energy Harvester)라는 직업이 생겨날지도 몰라요! 그럼 우리도 우리 주변에서 버려지는 에너지를 조사해보고 전기에너지로 바꿔보는 에너지 하베스터가 되어 볼까요?</p> <ul style="list-style-type: none"> • 우리 학교에서 버려지는 에너지에는 무엇이 있을까? 모든 열로 조사해봅시다 • 학교에서 버려지는 에너지로 하베스팅을 한다면 어디에 무엇을 설치할지 그안을 그려보고 우리 학교 에너지 하베스터 계획을 작성해봅시다 • 작성한 에너지 하베스팅 계획서를 모아 학교에 건의해봅시다 	에너지원 종류	개념	원리	예시	열 에너지	열전 소자(TE)는 온도차에 의해 전기를 생성하며, 온도차가 클수록 전압이 높아진다. 산업 현장, 자동차 엔진, 공장 등에서 폐열을 생산	열전 소자	열전 발전기, 자동차 엔진, 공장 폐열	진동 에너지	압전 소자(PZT)는 기계적 압력이나 진동에 의해 전기를 생성하며, 압력이나 진동이 클수록 전압이 높아진다. 산업 현장, 자동차 엔진, 공장 등에서 폐열을 생산	압전 소자	진동 발전기, 자동차 엔진, 공장 폐열	광 에너지	광전 소자(PV)는 빛 에너지를 전기 에너지로 변환하며, 빛의 세기와 파장에 따라 전압이 달라진다. 태양광 발전, 건물 외벽, 자동차 엔진, 공장 등에서 폐열을 생산	광전 소자
에너지원 종류	개념	원리	예시														
열 에너지	열전 소자(TE)는 온도차에 의해 전기를 생성하며, 온도차가 클수록 전압이 높아진다. 산업 현장, 자동차 엔진, 공장 등에서 폐열을 생산	열전 소자	열전 발전기, 자동차 엔진, 공장 폐열														
진동 에너지	압전 소자(PZT)는 기계적 압력이나 진동에 의해 전기를 생성하며, 압력이나 진동이 클수록 전압이 높아진다. 산업 현장, 자동차 엔진, 공장 등에서 폐열을 생산	압전 소자	진동 발전기, 자동차 엔진, 공장 폐열														
광 에너지	광전 소자(PV)는 빛 에너지를 전기 에너지로 변환하며, 빛의 세기와 파장에 따라 전압이 달라진다. 태양광 발전, 건물 외벽, 자동차 엔진, 공장 등에서 폐열을 생산	광전 소자	태양광 발전기, 건물 외벽, 자동차 엔진, 공장 폐열														
포함 여부	해설	<p>우리 학교에서 버려지는 에너지를 모둠별로 조사해보고 에너지 하베스팅 계획을 세워보는 활동이다. 이 활동을 통해 버려지는 에너지를 해결하기 위해 다양한 하베스팅을 탐색하여 에너지 하베스팅 계획서를 작성하게되고 에너지 하베스팅 계획서를 학교에 건의해보는 활동까지 함으로서 의사결정력이 나타난다.</p>															
있다 () 없다 ()	의견																

다른 의견이 있으시면 자유롭게 기술해주시요.

감사합니다.

[부록3] 과학교육 현장에서의 민주시민역량 함양을 위한 프로그램

올 여름 여러분의 체감 온도는 어땠나요? 2018년 여름철(6~8월)의 평균 기온은 25.3℃로 평년 여름철의 기온보다 1.6℃ 높았으며 같은 해 폭염으로 4500명 이상의 온열질환자가 발생했습니다. 이러한 폭염은 지구온난화로 인해서 지속되고 우리나라의 경우 2070년에 4계절의 여름이 절반이 된다고 하네요.

더위를 피하기 위해서 우리는 에어컨을 계속해서 사용해도 괜찮을까요? 그렇다면 지구온난화 문제를 해결하기 위한 방안엔 무엇이 있을까요? 지구온난화 해결을 위해 환경 오염을 만들지 않는 신재생에너지를 개발하여 사용하는 것도 중요하죠.

학습 목표

- 기후변화로 인한 주위 현상의 변화를 알아본다.
- 기후변화에 대처하기 위해 어떤 신재생에너지를 사용해야 하는지 알아본다.

<교수학습 가이드>

학생들이 느낀 여름 기온에 대하여 물어보고, 구체적인 수치로 평년 여름보다 어느정도 높아졌는지, 어떤 피해가 일어났는지를 제시하며 정서적 공감을 할 수 있도록 이끈다. 또한 더위를 피하기 위해 에어컨을 계속해서 사용해도 괜찮을지 물으며 정서적 판단을 할 수 있게 하며 학습 목표를 제시한다.

기후변화 여러분을 어떻게 생각하십니까? 기후변화로 인해서 우리 주변에 어떠한 변화가 생겼나요? 한번 의견을 공유해봅시다. 좋은 것도 있나요? 나쁜 것만 있나요?

(시간을 주되 답은 하지 않고 다음으로 넘어감).

다음 영상을 시청해봅시다. 기후변화로 인해서 어떠한 실생활의 변화가 생기는지 알아봅시다.

<https://www.youtube.com/watch?v=1gBaWZohCrk>

(영상후에 다음과 같은 질문 포함)

영상을 살펴보면 기후변화로 우리 주변에 어떠한 일들이 일어나고 있는지 영상에서 본 것을

발표해봅시다. 생각했던 것이 있었나요? 생각하지도 못한 것도 있었나요?

기후변화는 기본적으로 우리의 삶을 파괴하고 있습니다. 이에 대해서 탄소의 사용을 줄이고 다른

에너지를 새롭게 개발하거나 재생해서 사용해야 한다고 말하고 있습니다.

여러 가지 대책이 있겠지만 우리는 이번에 에너지에 대해서 알아봅시다.

<교수학습 가이드>

기후변화로 인해 우리주변에서 나타난 변화를 생각해보고 관련된 영상을 보여주면서 학생들이 기후변화 문제와 자신의 삶이 관련되어 있음을 인식하고 책임감을 가질 수 있도록 사회적 책임감을 이끈다.

동기부여 _ 바다 위의 저 물건 무엇일까요?

다음 아래 만화를 보고 무슨 대화를 하는지 말해봅시다. 어떤 대화를 하고 있는 것일까요?



이러한 발전기의 내부구조는 어떻게 생겼을까요? 이러한 발전소는 우리나라의 어디에 위치해 있을까요? 우리나라의 에너지 해결을 위해서 중요한 에너지원이 될 수 있을까요? 장단점을 무엇일까요? 모두 알아보도록 하겠습니다. 자, 그럼 출발!

개념 이해 _ 신재생에너지

제 2차 산업혁명으로 화석 연료를 이용해 전기를 만들어 낸 이후 지금까지 전기는 우리 생활에 없어서는 안 될 요소로 자리 잡고 있습니다. 그렇다면 전기는 어떻게 만들어지고 얼마나 오랫동안 더 사용할 수 있을까요?

현재 세계적으로 전기를 만들 때 석탄, 가스, 원자력을 주로 사용하고 있으며, 이는 전체 에너지 생산량의 약 75%를 차지합니다. 화석 연료는 화석의 양이 유한하기 때문에 화석을 모두 사용하고 나면 이를 대체하여 전기를 발생할 연료가 필요합니다. 더구나 화석연료로 배출되는 CO2로 지구 온난화가 급속히 진행되어 기후 위기, 최근엔 기후 재앙이라고 표현할 정도로 지구가 돌이키기 힘든 심각한 상황에 놓여있습니다. 우리는 지구를 더 이상 파괴하지 않고 전기를 만들 수 있는 화석 연료의 대체 에너지원을 찾아야 합니다. 이것이 바로 신재생에너지입니다.

신재생 에너지는 신에너지와 재생에너지를 합쳐서 부르는 용어입니다.

- 신에너지: 연료전지, 석탄을 액화·가스화한 에너지, 수소에너지 등
- 재생에너지: 태양광, 태양열, 바이오매스, 풍력, 수력, 해양, 폐기물, 지열 등

다음 자료를 보고 지역별 재생에너지의 현황을 알아보고 다음 질문에 서로 의논해서 답을 작성해봅시다.

지역	태양광	풍력	수력	해양	바이오	재생폐기물	연료전지	IGCC
서울	244,804	198	618	-	28,706	69,477	438,474	-
부산	268,850	67	41	-	14,294	39,506	293,478	-
대구	203,414	25	14,518	-	14,158	4,996	14,701	-
인천	222,103	39,490	41,096	-	210,856	9,278	1,497,473	-
광주	323,404	5	8,230	-	3,107	6,438	4,557	-
대전	107,759	379	257	-	-	2,683	37,794	-
울산	147,698	1,745	1,144	-	689,987	6,193	55,559	-
세종	94,225	-	-	-	27,461	4,704	43,834	-
경기	1,764,822	4,680	633,233	454,961	346,957	76,112	1,453,062	-
강원	1,831,240	947,359	713,162	-	2,225,996	22,885	148,294	-
충북	1,407,403	49	731,058	-	8,492	23,435	54,965	-
충남	3,094,979	2,047	57,296	-	2,677,939	13,352	453,170	2,190,755
전북	4,231,407	145,910	238,930	-	3,676,706	21,301	11,215	-
전남	5,198,466	525,511	86,132	13	57,690	61,136	229,324	-
경북	3,076,962	914,994	292,238	-	22,778	50,388	36,159	-
경남	1,823,756	68,197	236,059	-	372,760	15,702	25,672	-
제주	676,330	529,363	3,198	6	1,410,179	43,033	390	-

• 지역별 재생에너지 현황을 보고 자신이 사는 지역은 재생에너지를 몇 번째로 생산량이 많나요? 가장 많이 만드는 지역과의 차이는 무엇이 있나요?

• 재생에너지 중 가장 많은 비중을 차지하는 것은 무엇인가요? 위의 데이터를 그래프로 시각화 해봅시다. 우리나라에 지형적 지리적 위치를 고려한다면 적절한가요? 우리나라는 어떠한 재생에너지가 관심의 대상이 될까요?

개념 이해 _ 신재생에너지, 해양에너지

다음 그림은 2017년 세계 재생에너지 일자리 현황입니다. 이 그림에서 재생에너지의 현황과 그것으로 만들어지는 일자리를 살펴봅시다.



- 어떠한 재생에너지와 관련된 일자리가 가장 지배적인가요? 관련 에너지 생산발전소가 어떻게 에너지를 생산하여 사용하는지, 어떤 부분에서 일자리가 만들어졌는지 이야기해 봅시다.
- 위의 표에서 가장 적게 일자리가 창출되는 재생에너지는 무엇일까요? 관련 에너지 생산발전소는 어떻게 에너지를 생산하여 사용하는지를 이야기해 보고 관련 일자리가 왜 적은지 토의해봅시다.

재생에너지 관련 일자리가 빠르게 증가하고 있다고 합니다. 해양에너지는 이제 걸음마 단계에 있습니다. 하지만, 지구의 70%를 차지하는 해양자원을 잘 활용한다면 우리가 원하는 전력뿐만 아니라 일자리도 창출할 수 있습니다. 우리도 친환경적인 전력과 다양한 일자리를 위해서 우리나라가 삼면이 바다인 지리적 특성을 어떻게 활용할 수 있을지 관심을 가져야 할 필요가 있습니다.

지구는 지표면의 70%가 바다이기 때문에 많은 학자들이 해양에서 얻을 수 있는 재생에너지에 주목하고 있습니다. 해양에너지를 이용하여 전기를 만드는 방법으로는 파력 발전, 조류발전, 조력 발전, 해수온도차발전, 염도차 발전이 있습니다. 각각 5개의 발전 방법이 어떠한 특징이 있는지 의견을 나눠봅시다.

<교수학습 가이드>

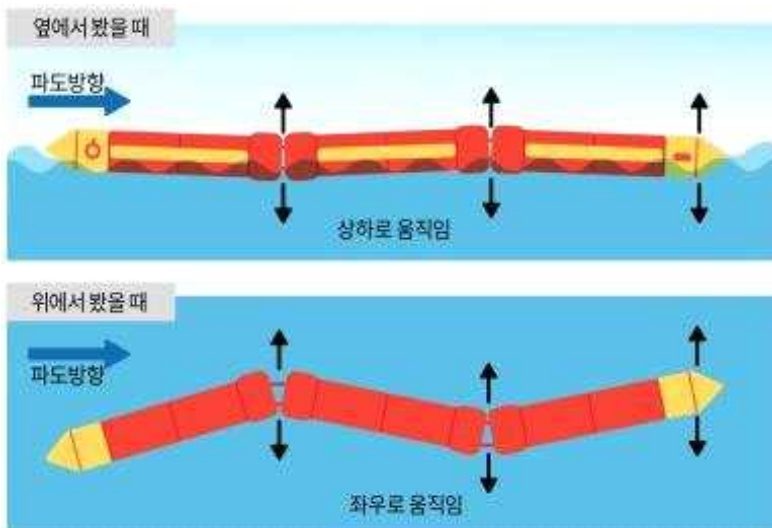
신재생에너지를 설명하며 비판적 사고를 이끌 수 있으며, 지역별 재생에너지의 현황과 재생에너지로 만들어진 일자리 현황에 대한 데이터를 통해 아래 질문에 답하면서 정보처리능력, 사회적책임감, STS를 이끈다.

개념 이해 _ 파력발전의 종류, 가동물체형

자 그렇다면 파력 발전은 어떤 형태로 이루어질까요? 알아보시다.

파력 발전은 에너지를 얻기 위한 작동 원리에 따라 가동물체형,진동수주형,월파형 등으로 나눌 수 있습니다.

• **가동물체형**: 가동물체형 파력 발전은 수면의 움직임에 따라 민감하게 반응하도록 고안된 기구를 사용하는 방식입니다. 파력에너지를 기구에 직접 전달하여 기구의 움직임을 전기에너지로 변환하는 것으로, 기구의 설치 위치에 따라 부유식과 잠수식이 있습니다. 가동물체형 파력 발전은 진자를 내장한 부표를 물에 띄워 파도가 치는 대로 그대로 두면 부표 속에 장치한 진자의 움직임이 회전운동으로 바뀌고, 기어를 통해 발전기를 회전·제어합니다. 위험한 항로 표시나 신호를 위한 불빛을 켜는 데 사용할 수 있고, 파력에너지를 직접 이용하여 에너지 효율이 비교적 높다는 장점이 있습니다. 그러나 파력 발전기가 파도에 직접 부딪쳐야 하므로 구조물이 빨리 취약해진다는 단점이 있습니다. 다음 아래 그림을 보고 어떻게 아래의 운동이 에너지로 전환될 수 있는지 이야기해봅시다.



개념 이해 _ 파력발전의 종류, 진동수주형

진동수주형: 진동수주형 파력 발전은 물기둥 내부로 유입된 파도에 의해 생기는 공간의 변화가 공기실 내부의 공기를 압축시켜 공기의 흐름을 만들어내고, 유도관 내에 설치된 터빈을 회전시켜 전기를 얻습니다. 진동수주형 파력 발전은 발전효율이 다음에 설명할 월파형보다 높고, 파도의 형태와 상관없이 발전이 가능한 장점이 있지만, 파도의 변동성을 제어하기 힘들고 가동물체형 보다는 발전 효율이 낮습니다.

아래 그림은 진동수주형 파력발전기의 구조입니다. 어떻게 터빈이 작동하여 전기가 발생하는지 확인해 봅시다. 과학을 토대로 하여 논리적으로 시나리오를 작성해 봅시다. 어떠한 운동이 에너지를 만들 수 있는지 의견을 공유해봅시다.

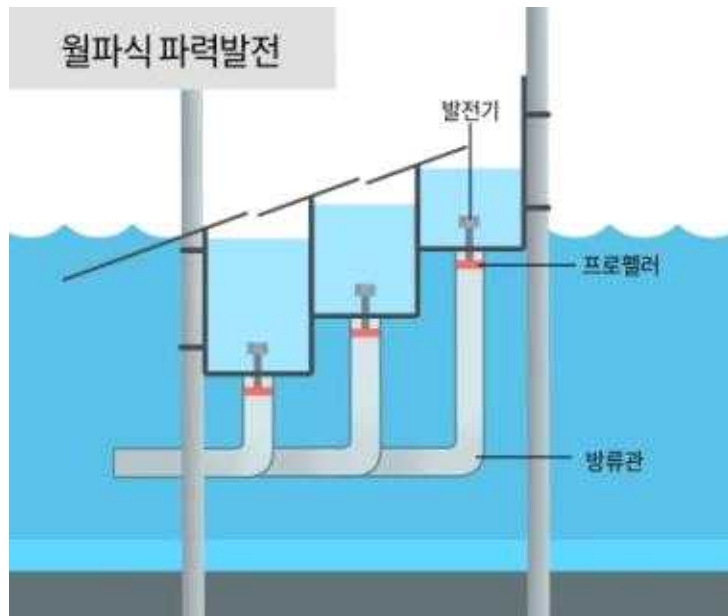


다음 그림에서 파도에 의한 파력발전소에서 에너지가 어떻게 우리에게 전달되는지 알아보십시오. 서로 의견을 나누어 봅시다.



개념 이해 _ 파력발전의 종류, 월파형

- 월파형: 월파형 파력 발전은 파도의 진행 방향 전면에 사면을 두고 운동에너지에 의해 파도가 사면을 넘어서게 되면 위치에너지로 바뀌면서 저수되어 수위차를 발생시킵니다. 이를 이용해 저장된 해수를 저수지 하부로 흘러 통로 하부에 설치된 수차 터빈을 회전시켜 전기를 발생시킵니다. 설치 방법에 따라 부유식, 방파제 방식이 있으며, 일정 수위 이상에서만 발전이 가능합니다.



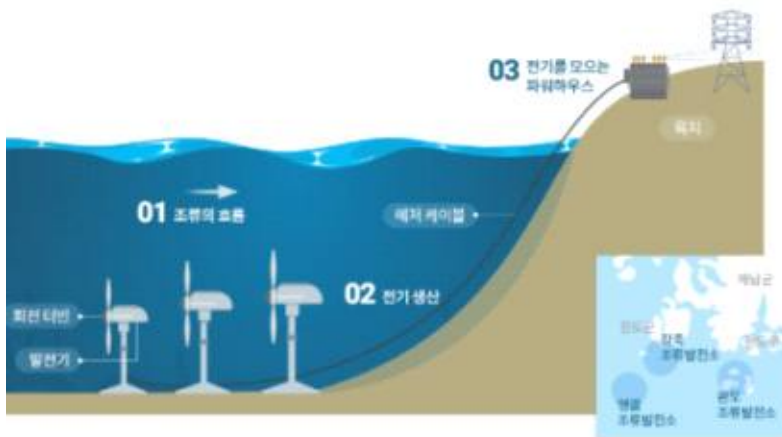
<교수학습 가이드>

파력발전의 종류를 설명하며 각각의 발전원리에 대하여 생각해보게 함으로써 비판적 사고를 이끌 수 있으며, 이때 모듈원끼리 원리에 대하여 토의해보게 하면 의사소통 및 협력까지 이끌 수 있다.

개념 이해 _ 조력발전은 파력이랑 뭐가 다르죠?

다른 방식으로 해양에너지를 이용하는 조력발전은 무엇일까요? 조수의 힘, 조력을 이용하여 발전합니다.

조력은 태양과 달의 인력에 의해 해수면의 수위 차가 발생하는 조석 현상의 단위시간 당 에너지입니다. 조력발전은 밀물 때 수위가 높아져 육지로 이동한 물을 가두었다가 썰물 때 수문을 열어 물이 육지로부터 해양으로 이동할 때 터빈을 회전시켜 발전하는 것입니다. 반대로 썰물 때 수문을 닫아 낮은 해수면 상태에서 밀물이 되면 수문을 열어 밀려 들어오는 물을 이용해 터빈을 회전시켜 발전할 수 있습니다. 조력발전은 공해에 대한 문제가 없고 다른 자원을 사용하지 않고 발전할 수 있다는 장점이 있지만, 초기 시설비용이 많이 들고 효율성이 낮으며 조위의 변화량이 균일하지 않아 발전량을 균일하게 할 수 없고 조수간만의 차가 일정한 시간대에는 발전을 할 수 없다는 단점이 있습니다.



시화호 조력발전소

안산시 대부도와 시흥시 오이도를 잇는 11.2km의 시화 방조제 한복판 작은 가리섬에 세계 최대 조력발전소인 안산 시화로조력발전소는 발전용량 254MW(수차10기), 배수갑문 8문으로 연간 발전량 552GWH의 전기를 생산할수 있는 커다란 규모의 청정 에너지 발전시설입니다



개념 이해 _ 조류발전은 파력이랑 어떻게 다르죠?

해양에너지를 이용한 또 다른 발전 방식인 조류발전은 해수가 빠르게 흐르는 해역의 조류를 이용하여 바닷 속의 터빈을 회전시키는 발전방식입니다.

조류발전은 댐이나 방파제 없이 발전할 수 있고, 밀물과 썰물 때만 발전할 수 있는 조력발전과는 달리 물만 흐른다면 계속해서 발전이 가능하다는 점에서 조력발전과 차이가 있습니다. 또한, 조력발전은 조석에너지를 이용하여 해수면의 높이차를 이용해 터빈을 회전시켜 발전하지만, 조류발전은 항상 일정하게 흐르는 해수의 속도를 이용하여 발전합니다.

우리나라의 조류발전소는 진도 울돌목 조류발전소가 있습니다. 조류발전은 해양 생태계에 거의 영향을 미치지 않고 날씨나 계절에 의한 영향을 받지 않으며 높은 효율성을 가지고 지속적인 발전이 가능하다는 장점이 있습니다. 그러나 장소적 제약이 있고 설치와 유지에 비용이 많이 들며 파도에 의한 시설물의 파손 가능성이 크다는 단점이 있습니다.

실제로 국내 최초의 조류발전소인 전라남도 진도군 울돌목 조류발전소가 2005년 4월에 착공되어 조류가 빨라 고난이도의 해상공사였고 2009년에 완공되었는데, 2018년 선박 충돌로 가동이 중단되었습니다.

울돌목 시험조류발전소는 2018년 충돌사고로 가동이 중단되다가, 이후 2019년에 복구를 완료하였고, 2020년에 사용전 검사를 완료했습니다. 울돌목 시험조류발전소에는 150kW급 발전기가 설치되어 있으나, 사용전 검사 단계에서 80kW급으로 허가를 받아 2022년 현재 80kW급으로 상용 발전을 진행 중에 있습니다.

해양쓰레기가 조류발전소 가동에 방해 요소가 된다는 의견이 있는데요?

문제없습니다. 해양쓰레기의 대부분은 부유하는 양식장에 사용하는 나무 말뚝, 스티로폼, 로프 등이 많고, 홍수 시에 육상 기인의 다양한 부유쓰레기 있으며, 이 부유쓰레기는 떠다니기 때문에 조류발전 수차를 수중에 설치하게 되면 큰 문제를 발생시키지는 않고 있습니다.

즉, 현재 조류발전 관련 기술적인 문제는 거의 없고, 상용화를 위해서는 경제성을 향상시켜야 하는 문제가 있습니다.

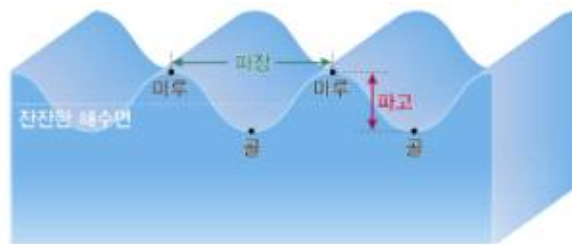
개념 이해 _ 파도의 힘으로 전기를 만들 수 있다고?

어떤 모양이 효과적으로 전력을 만들 수 있을까요?

파력발전기를 설계하기 위해 고려해야 할 점을 이야기 해보도록 해요. 먼저 구조물을 만들기 위해서는 파도의 특성을 이해해야겠지요? 파도의 움직임에 대해 우리가 어떤 부분을 더 자세히 알아야할까요? 또한 파도의 힘이 어떻게 전기로 만들어질 수 있을까요? 파도의 힘을 전기로 바꾸는 터빈에 대해 생각해봅시다. 바람으로 만들어지는 풍력발전기, 파도로 만들어진다는 것은 어떻게 가능할까요? 우선 파도에 대해서 알아봅시다.

슬링키로 파도의 움직임 특성 이해하기

- 관람객들에게 슬링키와 실을 하나씩 나눠주고, 슬링키 가운데 실을 묶은 후 자신이 생각하는 파도의 움직임을 만들어보게 한다.
- 슬링키와 실의 움직임을 통해 파도의 구조를 알아본다.



▲ 파랑의 구조

그렇다면 파도 위에 있는 파도로 풍력발전기를 작동시키는 것을 어떻게 가능할까요? 상상력을 동원하여 증거기반 논리적으로 시나리오를 만들어봅시다.

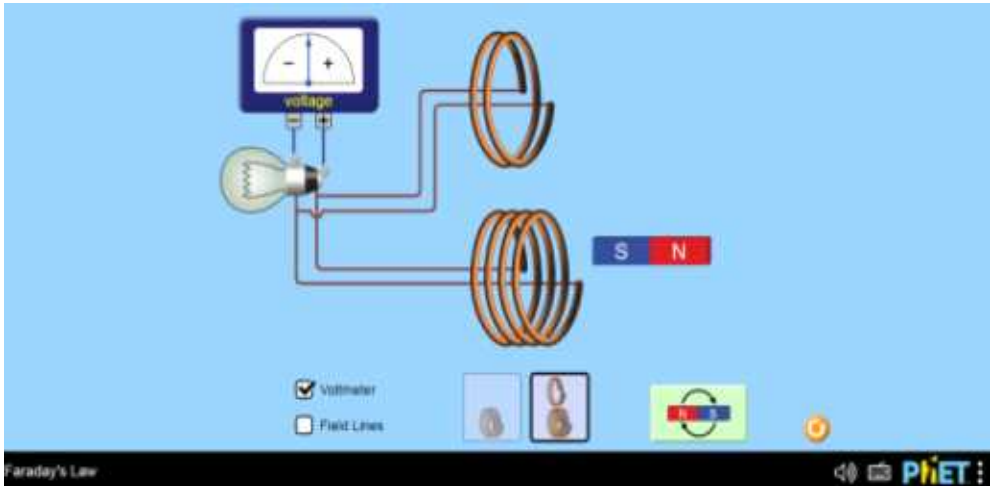


개념 이해 _ 파도의 힘으로 전기를 만들 수 있다고?

온라인 시뮬레이션 활동을 통해 전자기 유도 이해하기

스마트폰이나 패드로 PhET의 패러데이 시뮬레이션에 접속해봅시다.

https://phet.colorado.edu/sims/html/faradays-law/latest/faradays-law_en.html



코일과 자석을 통해 전류를 만들어봅니다. 언제 전구의 불빛이 가장 밝은가요? 움직이고 조정할 수 있는 요인들을 바꿔가며 전구의 불빛이 어떻게 변하는지 알아봅시다

코일과 자석을 통해서 전류가 만들어지는 과정을 말해봅시다. 자석의 세기가 커질 때와 작아질 때의 전류는 어떻게 변할까요?

전기가 생기는 것을 어떻게 알 수 있을까요?

- 전류측정기인 멀티미터를 이용해서 알아봅시다.
- 전동기에 전류계를 연결하였을 때 프로펠러를 돌리면 어떤 일이 발생하나요? 세기를 달리해서 돌려봅시다. 어떤 변화가 일어나는지 기술해봅시다.
- 이러한 세기를 파도의 성질과 연결해보면 어떻게 하면 전기가 더 많이 생산될까요? 이제 이러한 방법으로 파도가 발생하면 어떻게 전류가 흐르는지 알아봅시다.

개념 적용 _ 파력 발전기 설계를 위한 특징

앞

에서 했던 터빈을 돌리기 위해서는 어떠한 힘이 필요한가요?

그 힘을 파도로부터 얻을 수 있을까요? 앞서 배운 파력발전기의 종류를 생각했을 때 각각의 특징은 무엇이었나요? 그 중 진동수주형의 특징엔 무엇이 있었나요?



파력발전기를 설계할 때 무엇을 고려해야 할지 생각해봅시다.

고려사항	고려대상/그 이유
터빈크기	
터빈입구 구멍크기	
공기실 크기	
구조물의 모양	
천장의 곡률	
기타	

위의 내용에 대해서 모둠별로(가족, 학습자 단위) 고려대상인지 의논해보고 그 이유에 대해서 설명해봅시다. 또한 대상으로 순위를 정하여 파력발전기를 만든다면 고려사항 중 누가 어디를 담당할지 모둠별로 담당자를 정해봅시다. 설계한 발전기에 대해 서로 의견을 공유해봅시다. 누가 설계한 발전기의 형태가 더 많은 에너지를 발생할 것으로 보이나요?

개념 적용 _ 나만의 파력 발전기 만들기

레고를 이용한 나만의 파력발전기 만들기

앞서 설계한 자신의 파력발전기를 레고를 이용해 만들어봅시다

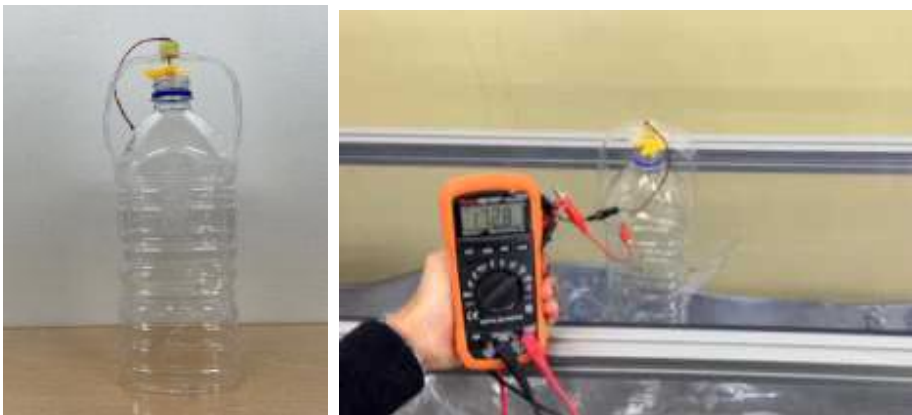
자신이 고려한 사항들이 어떻게 하면 잘 나타낼 수 있는지 생각해보며 나만의 파력발전기를 만들어보고 파력발전을 통해 전력이 생산되는지 평가해봅시다.



- 자신이 만든 파력 발전기는 계획한 고려사항이 모두 포함되었나요?
- 파력발전을 통해 전류가 생성되었나요? 자신이 제작한 파력 발전기는 몇 점인가요?
- 전류를 더 효과적으로 생산하기 위해서는 어떤 점을 보완해야 할까요?

페트병을 이용한 나만의 파력발전기 만들기

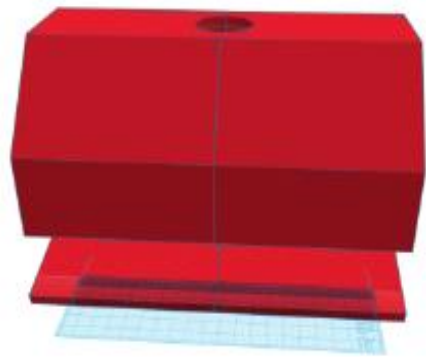
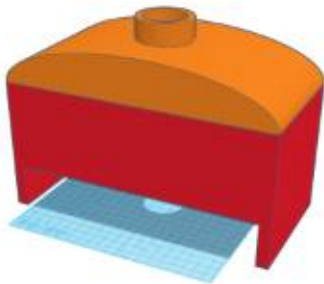
레고가 아닌 주변에서 흔히 구할 수 있는 재료로 파력발전기를 만들어 봅시다. 빈 페트병 등을 이용하여 자신만의 파력발전기를 만들어보고 전류가 흐르는지 실험해봅시다.



개념 적용 _ CAD로 파력 발전기 설계하기

앞서 생각해본 고려사항을 바탕으로 CAD프로그램을 활용하여 자신만의 파력발전기를 설계해봅시다.

- 툴커카드 사이트에 들어가 로그인을 하고 작업평면 위에 우측의 기본도형을 끌어와 자유롭게 변형하여 자신이 만들고자 하는 파력발전기를 설계해 본다.



- 자신이 설계한 파력발전기의 특징은 무엇을 고려하여 만든 것인지 설명할 수 있게 한다.
위의 발전기는 어떠한 특징이 있어 보이는지 묻는다.

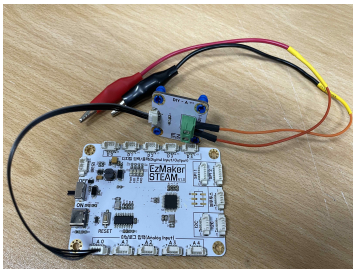
<교수학습 가이드>

- 파력발전의 종류와 발전 원리를 확인하고 자신만의 파력발전기를 설계할 때 다양한 요소를 어떻게 고려하여 설계할지 계획해보고 이를 수행하여 성찰해보는 활동을 통하여 자기주도역량을 이끌 수 있다.
- 설계할 때 모둠별로 토의를 하거나 각자의 역할을 분담하여 설계하도록 한다면 의사소통 및 협력을 이끌 수 있다.
- 학습자가 제작한 파력발전기를 활용하여 직접 생산된 전력을 확인하고 그래프를 그려보게 하며 정보처리능력을 이끌 수 있다.

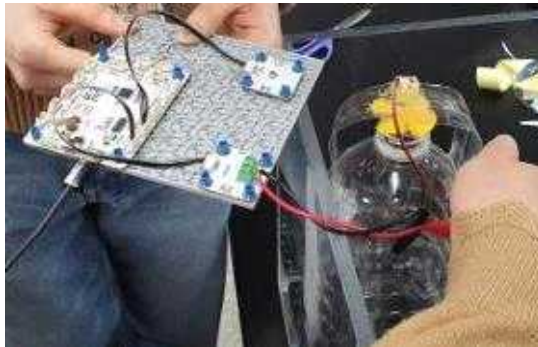
개념 적용 _ 코딩을 활용한 데이터 수집 및 시각화

앞에서는 우리가 개발한 파력 발전기에서 생산되는 전기를 전류계를 통해 확인할 수 있었습니다. 전류계를 통해서도 전류가 흐르는 것을 확인할 수 있지만 생산된 전류에 대한 데이터를 수집하여 그래프로 시각화한다면 어느 발전기가 가장 효율이 좋은지 한 눈에 보일 것입니다. 파력발전기에 이즈메이커를 연결하여 데이터를 시각화해볼까요?

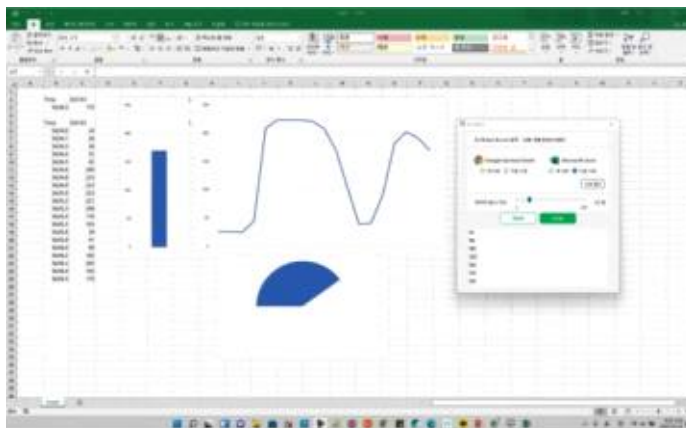
- Ez메이커 메인보드에 필요한 데이터를 수집할 수 있도록 코딩하여 업로드한다.



- Ez메이커와 파력 발전기를 연결해 데이터를 수집합니다.



- 파력발전을 통해 생성되는 전류를 그래프로 확인하고 해석해봅니다. 이때 변수를 다르게 하였을 때 그래프가 어떻게 달라지나요?



정리하기 _ 해양에너지 그리고 파력에너지

해양에너지 기술

해양에너지는 그 이용 방식에 따라 조력, 파력, 온도차, 해류, 염분차 등 여러 형태로 존재하며, 고갈될 염려가 없고, 인류의 에너지수요를 충족시키며, 공해 없는 미래의 이상적이 에너지 자원입니다. 이 자원을 이용해 전기를 생산하는 다양한 기술을 알아보았고, 특히 파력발전에 대해 중점적으로 다루어보았습니다.

- **파력발전**: 연안 또는 심해의 파랑에너지를 이용하여 전기를 생산
- **조력발전**: 조석간만의 차를 동력원으로 해수면의 상승하강운동을 이용하여 전기를 생산하는 기술
- **조류발전**: 해수의 유동에 의한 운동에너지를 이용하여 전기를 생산하는 발전기술

구분	조력발전	파력발전	조류발전
입지 조건	<ul style="list-style-type: none"> • 평균조차: 3m이상 • 폐쇄된 만의 형태 • 해저의 지반이 강고 • 에너지 수요처와 근거리 	<ul style="list-style-type: none"> • 자원량이 풍부한 연안 • 육지에서 거리 30km 미만 • 수심 300m미만의 해상 • 항해, 항만 기능에 방해되지 않을것 	<ul style="list-style-type: none"> • 조류의 흐름이 2m/s 이상인 곳 • 조류흐름의 특징이 분명한 곳






정리하기 _파력 발전, 얼마나 이해했니? 카드놀이

파력 발전을 얼마나 이해했을까요? 아래 카드를 적당한 곳에 놓아보세요.

	가동물체형	진동수주형	윙파형
형태 (구조)			
특징			
장점			
단점			

카드형태로 만들기

		
<p>파도의 움직임을 전기에너지로 전환하는 방식이다.</p>	<p>파도의 상하 움직임을 전기에너지로 전환하는 방식이다.</p>	<p>파도의 위치에너지를 전기에너지로 전환하는 방식이다.</p>
<p>내구성이 취약하다.</p>	<p>에너지 효율이 낮다.</p>	<p>적용지역의 한계가 있다.(조수간만의 차가 큰 해역에는 적용하기가 힘들다.)</p>
<p>에너지 효율이 높다.</p>	<p>주요 장치에 해수에 의한 직접적 영향이 적어 내구성이 좋다.</p>	<p>발생 전력의 변동성이 작아 제어하기가 용이하다.</p>
<p>설치 장소에 구애를 받지 않는다.</p>	<p>전 세계적으로 가장 많은 실증 플랜트 운용 실적을 갖고 있다.</p>	
	<p>안정성 및 유지보수가 용이하다.</p>	

정리하기 _ 진로 : 관련 분야로 진출하려면?

관련 진로를 알아볼까요?



수질환경기사

- 수질오염은 심각한 문제를 일으키고 있어 이에 따른 자연환경 및 생활환경을 관리 보전하여 쾌적한 환경에서 생활할 수 있도록 수질오염에 관한 전문적인 양성이 시급해짐에 따라 자격제도 제정했습니다.
- 진로 : 정부의 환경 관련 공무원, 환경관리공단, 한국수자원공사 등 유관기관, 화공, 제약, 도금, 염색, 식품, 건설 등 오·폐수 배출업체, 전문폐수처리업체 등으로 진출할 수 있다.



해양환경기사

- 물리, 화학, 지질, 생물해양학적 지식과 기술을 갖춘 전문인력으로 하여금 해양개발에 필요한 기초 조사 및 연구를 수행하도록 하기위하여 자격제도 제정.
- 진로 : 중공업, 건설, 전력, 정유, 연안임해공단 환경관련회사, 해양 및 자원개발업체, 대륙붕 개발, 해저석유개발 관련업체 및 관련연구기관에 진출할 수 있다.



해양공학기사

- 해양의 구조물을 둘러 싸고 있는 환경은 육상과는 다르므로 해양의 환경조건을 고려하여 설계와 시공을 할 필요가 있다. 이에 따라 해저토질의 탐사 및 수중 시설물의 설치등 해양개발에 관련된 전문지식과 기능을 갖춘 전문인력 양성이 필요하다.

정리하기 _진로 : 관련 분야로 진출하려면?



해양공학연구자

- 새로운 배를 설계하기도 하고, 효율적인 항만을 만들기도 하며, 바다에 여러 가지 구조물을 설계하기도 합니다. 또, 바다에서 조류나 조석 간만의 차, 파도, 수온 차이 등을 이용해 전기를 만들 수 있는 발전소를 설계하기도 하며 바다에서 일어나는 여러 가지 사고를 방지하기 위한 기술도 개발하고 있습니다.



해양공학기술자

- 해양공학은 바다에서 각종 식량 자원, 광물자원, 에너지자원을 얻기 위해 해양 개발의 기초를 준비하는 분야입니다. 해양공학기술자는 항만개발, 임해공업단지조성 및 개발 등을 위해 전문지식을 이용하여 기초자료를 조사, 분석하고 해양환경을 조사, 관측, 평가, 계획하는 직업입니다.

관련학과

전문대학 및 대학교에서 해양공학, 조선해양공학, 선박해양공학, 환경공학, 산업공학, 산업시스템공학, 자동화공학, 테크노경영공학, 산업정보(공)학, 안전공학

정리하기 _ 파력 발전, 문제점은 없을까?

파력발전이 보급되었을 때 장단점이 무엇일까요?

장단점 생각해보고 파력발전에 대한 자신의 찬반의견을 제시하여 친구들과 토론해봅시다.



한 번 설치해 놓으면 거의 영구적으로 사용할 수도 있어.

파력발전기가 방파제로 활용될 수도 있어

파력발전은 소규모 발전이 가능해.



파력발전은 풍력발전에 비해 전기 발생 출력 변동이 심해
대규모 발전에 제약이 있어.

현재의 기술로는 초기 제작비가 많이 들어가 발전단가가
높아서 석유를 이용한 발전 단가보다 2배 이상 높다고 해.

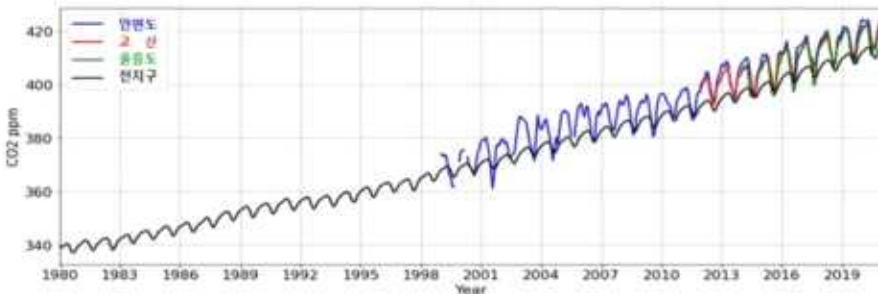
파도가 지속적으로 불어오는 해안선에 위치해야 하니까
입지 선정이 까다로워

<교수학습 가이드>

파력발전에 대한 자신의 의견을 생각해보는 활동을 통하여 다양한 관점에서 사고를 해야함으로 비판적 사고가 요구되며, 친구들과의 토론활동을 통해 의사소통 및 협력까지 이끌 수 있다.

정리하기 _ 우리나라 파력 발전소의 미래

기후변화를 넘어서 기후위기로 우리에게 닥친 여러 가지 상황 중에서 심각한 것은 무엇인가요? 지구온난화로 인해서 자연재해는 극심해지고 이는 재해가 아닌 재난이 되고 재난은 재앙이 된다고 하네요. 점점 증가하는 이산화탄소를 줄이기 위해서는 탄소가 아닌 다른 에너지를 개발하거나 재생해서 사용해야 한다고 합니다.



[연평균 이산화탄소 농도 변화 경향 (안면도, 고산, 울릉도, 전 지구 평균)]

※ 이산화탄소 농도 관측자료 보유 현황 : 안면도(1999~), 고산(2012~), 울릉도(2014~)

그렇다면 우리가 이제까지 알아본 파력에너지, 과연 미래의 에너지로 얼마나 활용성이 있을까요? 삼면이 바다로 둘러싸인 우리나라의 경우는 이러한 파력에너지에 많은 관심을 가지고 에너지를 생산하는데 노력을 해야 할 것입니다. 해양에너지를 활용한 신재생 에너지 확보가 무궁무진하다고 할 수 있겠습니다. 하지만, 파력발전은 초기 제작비가 많이 들어가고, 파도와 바람이 지속적으로 불어오는 해안선에 위치해야하기 때문에 입지 선정이 까다로울수 있습니다. 우리나라에서는 제주도, 울릉도, 독도, 흑산도가 제일 좋습니다.

제주도의 파력발전소는 우리나라의 청정해양에너지를 공급하는 동시에 세계 파력발전시장에서 크게 선전까지 하고 있습니다. 조력 발전소의 경우, 시화호에서 연간 생산되는 발전량은 인구 50만명이 사용할수 있는 전기에너지를 만들고 있다고 하는군요. 연간 발생하는 조력발전소의 전기 에너지는 원유수입을 대체할 수 있어 매년 950억이 절감되고, 이산화탄소 발생량도 줄어 66억원 이상이 절감된답니다. 조력발전은 무한에너지 이지만 역시 초기에 돈이 많이 듭니다.

자연은 언제나 그 자리에 있었다. 우리는 제대로 자연을 활용하는 방법을 몰랐던 것뿐이다.

과연 우리는 해양에너지에 대해서 어떠한 태도를 취해야 할까요? 자연을 파괴하지 않고 자연이 주는 에너지를 잘 활용하는 방법을 생각해보고 개인적으로 할 수 있는 일은 계획을 세워 실천해 봅시다.

정리하기 _ 나도 에너지 수확 전문가?

지구의 에너지는 파력과 풍력처럼 에너지가 다시 사용되어 새로운 에너지를 만드는 경우도 있지만 우리 주변에는 다시 사용되지 않고 버려지고 있는 에너지도 많이 존재한다는거 알고 있나요? 이렇게 버려진 에너지를 다시 사용할 방법은 무엇이 있을까요?

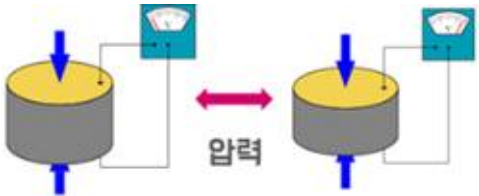
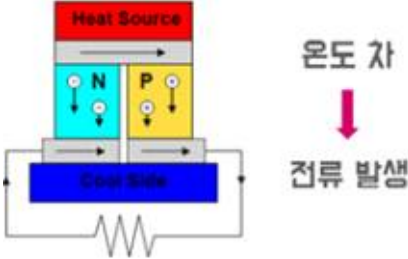

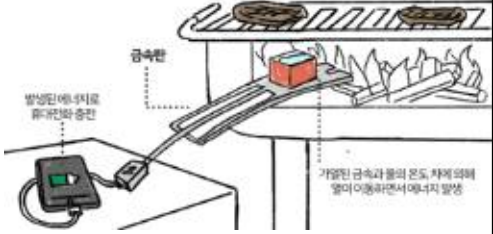
‘에너지 하베스팅(Energy Harvesting)’이란 버려지는 에너지를 수확 (harvesting)하는 것으로 에너지를 재생산하는 기술을 이야기합니다. 우리 주변에서 버려지는 에너지는 어떠한 것들이 있을까요? 대표적인 종류에는 대표적으로 신체 에너지, 진동에너지, 열에너지, 중력에너지, 위치에너지, 광에너지 전자기 에너지 등이 있습니다. 압전, 열전, 광전, 전자기 방식으로 활용하면 버려지기 쉬운 에너지를 사용하기 쉬운 전기 에너지로 바꿀 수 있습니다.

에너지 종류	방법
신체 에너지	신체의 움직임을 통해 발생하는 체온, 정전기, 운동에너지 등을 이용
광 에너지	태양광을 이용
진동 에너지	진동이나 압력을 가해 압전 소자를 발전시키는 방법
전자파에너지	방송전파나 휴대전화 전파 등의 전자파 에너지를 이용
중력 에너지	방지턱, 횡단보도 일시정지선 등에 공기 압력 펌프를 설치하여 차량의 중량을 이용해 공기를 압축시킨 후 압축 공기 발전을 하는 방법
위치 에너지	수력발전소의 방수구 및 화력발전소 냉각수 방수로에서 발생하는 위치에너지 차이를 이용
열 에너지	산업현장에서 발생하는 수 많은 폐열을 이용

<교수학습 가이드>

파력발전에 사용된 파도의 힘도 몰랐으면 버려졌을 힘이라는 것을 강조하며 학습자 주변에서 버려지고 있는 에너지를 찾아 사용할 수 있도록 교수한다. 예시로 학교에서 버려지고 있는 에너지를 하베스팅하도록 계획서를 작성하여 이를 학습자가 직접 학교에 건의하게 함으로써 의사결정력의 최종 실천까지 이끌 수 있다.

정리하기 _ 나도 에너지 수확 전문가?

	압전 하베스팅	열전 하베스팅
개념	<p>압력 혹은 진동의 힘에서 에너지를 수확 특정 물체의 진동이나 압력을 가하면 음전하와 양전하가 분리되는 상황이 일어나며 전하의 밀도 차로 전기가 흐르는 현상을 통해 에너지 생성</p>	<p>열에너지의 온도 차에서 에너지를 수확 흡열과 발열을 이용하여 전기를 생산하며 인체 및 기계의 열 뿐만 아니라 공기의 일교차를 이용해 에너지 생성</p>
원리	 <p>압력</p>	 <p>온도 차 전류 발생</p>
예시	 <p>신발 걸음에 압전 소자가 부착되어 있어 밟을 때마다 전기가 만들어져 배터리를 충전시킴</p> <p>배터리 압전소자</p>	 <p>금속판 발생된 에너지를 충전기와 충전 가열된 금속과 물의 온도 차에 의해 열이 이동하면서 에너지 발생</p>

이렇듯 미래에는 버려지는 에너지를 수확하여 전기에너지로 바꾸는 '에너지 수확 전문가 (Energy Harvester)'라는 직업이 생겨날지도 몰라요! 그럼 우리도 에너지 하베스터가 되어 주변에서 버려지는 에너지를 조사해보고 전기에너지로 바꿔볼까요?

- 우리 학교에서 버려지는 에너지에는 무엇이 있을지 모둠별로 조사해봅시다.
- 학교에서 버려지는 에너지로 하베스팅을 한다면 어디에 무엇을 설치하면 좋을지 그림을 그려봅시다.
- 그림을 바탕으로 우리학교 에너지 하베스팅 계획서를 작성해봅시다.
- 모둠별 계획서를 발표하고 다른 모둠의 계획서에 피드백을 주어 최적의 대안으로 하베스팅 계획서를 수정해봅시다.
- 수정된 하베스팅 계획서를 모아 학교에 건의해봅시다.