creative commons

COMMONS DEED

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

dCollection

교육학석사 학위논문

기후변화 SSI-STEAM수업에서 나타난 교사의 실천적 지식

A Teacher's Personal Practical Knowledge in SSI-STEAM Classrooms Dealing with Climate Change

2021년 2월

서울대학교 대학원

과학교육과 지구과학전공

원 아 랑

기후변화 SSI-STEAM수업에서 나타난 교사의 실천적 지식

A Teacher's Personal Practical Knowledge in SSI-STEAM Classrooms Dealing with Climate Change

지도교수 김 찬 종

이 논문을 교육학석사 학위논문으로 제출함
2020년 12월

서울대학교 대학원
과학교육과 지구과학전공
원 아 랑

원아랑의 석사 학위논문을 인준함
2021년 1월

위 원 장 Sonya N. Martin (인)

부위원장 김 찬 종 (인)

위 원 주 혜 은 (인)

국문초록

교사는 정해진 교과 내용을 단순히 전달하는 것이 아니라 자신의 가치관, 신념, 상황 및 경험에 의해 구성된 실천적 지식에 근거하여 수업을 실행해 나간다. 따라서 수업을 실행하는 교사의 실천적 지식을 정향, 구조, 내용의 측면에서 살펴보는 것은 수업에 반영된 교사의 지식, 갈등 및 시행착오에 대하여 심층적으로 이해할 수 있다는데 의의가 있다. 본 연구에서는 인간의 온실가스 배출로 인해 만들어진 위험이자 위험사회의 결과인 기후변화를 주제로 SSI-STEAM수업을 실행하는 교사의 실천적 지식을 탐색하고자 하였다.

SSI-STEAM수업은 풍부한 실제 사례를 바탕으로 학생들을 사회에서 논쟁의 여지가 있는 주제에 참여시킬 수 있으며 쟁점에 얽혀있는 많은 이해관계와 해결 방안을 다양한 학문적 영역에서 살펴 볼 수 있게 해준다. 이와 같이 기후변화 SSI-STEAM수업이라는 새로운 맥락의 수업을 실행하는 교사의 실천적 지식을 살펴보는 것은 향후 SSI-STEAM수업에 많은 시사점을 제공할 것이다. 본 연구에서 다룬 주요 목적은 다음과 같다. 첫째, 기후변화 SSI-STEAM수업을 실행하는 교사의 실천적 지식을 정향, 구조, 내용의 측면에서 규명한다. 둘째, 기후변화 SSI-STEAM수업에서 나타난 갈등과 그 갈등을 해결하는데 영향을 미친 실천적 지식이 무엇인지 탐색한다.

연구를 위하여 중학교 2학년 학생들을 대상으로 지구과학교육과 교수 1인과 석사과정 중인 지구과학교사 2인이 함께 기후변화 SSI-STEAM수업을 1차로 개발하였으며, 연구 참여 교사가 자신의 실천적 지식에 근거하여 최종으로 재구성하고 수업을 실행하였다. 그 과정에서 7차시의 수업 영상, 교사 면담, 교사의 수업 자료, 수업 소감문이 수집되었으며 반복적 비교 분석법(constant comparison method)에 근거하여 교사의 실천적 지식을 정향, 구

조, 내용의 측면에서 분석하였다.

연구 결과 첫째, 교사는 다양한 교과 수업을 재구성하고 실행했던 3년 동안의 대학봉사 동아리 활동에 기반한 경험적 정향과 교원평가, 교사연수, 다양한 강의를 통하여 실천 지향의 수업이 필요하다는 것을 인식하게 된 사회적 정향에 영향을 받아 기후변화 수업을 재구성하였으며 '인도자', '다양한 교과와 연관된 기후변화', '협력적이고 편안한 학교환경', '눈높이에 맞춘 수업', '개인적 실천'의 5가지 이미지를 가지고 수업을 실행해 나갔다. 둘째, 교사는 기후변화수업을 재구성하는 과정에 있어서 과학수업에 대한 신념과 기후변화 수업 목표 사이의 갈등을 나타냈으며 자신의 실천적 지식의 원리에 영향을 받아 학생들이 기후변화 대응을 위한 개인적 실천 의지를 키울 수 있는 방향으로 수업을 구성하고 갈등을 해결해나감을 확인할 수 있었다. 또한 한정된 수업 시간 안에서 학생들과의 지속적 상호작용과 기후변화 대응을 위한 실천의 방향 모색이라는 수업 목표 사이의 갈등이 나타났다. 교사는 자신이 가진 실천적 지식을 활용하여 최대한 수업시간을 확보하고자 노력하였지만 학생들과 지속적으로 상호작용하지 못하고 기후변화에 대응하기 위해 실천 방안을 모색하는 토의 활동에서 학생들의 다양한 의견 공유를 이끌어내지 못했다. 교사는 수업 소감문에서 이에 대하여 아쉬움을 표현하며 향후 학생들과의 상호작용에 중점을 두고 학생들의 요구에 맞는 과학 수업을 하겠다는 계획을 밝히는데 이를 통해 교사는 갈등 속에서 자신의 실천적 지식을 조정해나감을 알 수 있었다.

본 연구는 교사의 실천적 지식을 탐색하는 것이 교사의 수업 실행을 가장 심도 있게 들여다볼 수 있다는 전제 아래서 연구를 수행하였다. 따라서 교사가 기후변화 수업을 어떻게 구성하고, 실천 지향의 수업에서 학생들의 어떠한 행동을 이끌어내는지 교사의 실천적 지식을 통해 면밀하게 살펴볼 수 있었다. 이는 지금까지 과학교사가 가진 실천적 지식의 일부 양상만을 탐색한 이전의 연구와는 달리 기후변화 SSI-STEAM 맥락에서 교사의 실천적 지식을

정향, 내용 및 구조에 따라 심층적으로 분석하고 그 사이의 갈등을 살펴보았다는데 의의가 있다. 더불어 교직 전반에 대한 이미지를 만들고 결정적 시기라 할 수 있는 초임교사의 실천적 지식을 살펴본 이 연구가 SSI-STEAM교육을 위한 교사교육과 학교현장 사이의 간극을 줄이는데 단초가 되기를 기대한다.

주요어 : 실천적 지식, 과학교사, 기후변화, SSI-STEAM수업
학 번 : 2019-29849

목 차

제 1 장 서론 ····· 1
제 1 절 연구의 필요성 ····· 1
제 2 절 연구 목적 및 연구 문제 ····· 5

제 2 장 이론적 배경 ····· 6
제 1 절 교사의 실천적 지식 ····· 6
1. 실천적 지식의 인식론적 배경 ····· 6
2. 실천적 지식의 정의 ····· 7
3. 실천적 지식의 구성요소 ····· 11
4. 실천적 지식 관련 선행연구 ····· 14
제 2 절 SSI-STEAM교육 ····· 17
1. SSI교육 ····· 17
2. STEAM교육 ····· 25
3. SSI-STEAM교육 ····· 30

제 3 장 연구 방법 ····· 32
제 1 절 연구 절차 ····· 32
제 2 절 연구 맥락 ····· 35
1. 수업 맥락 ····· 35
2. 연구 학교 및 학급 맥락 ····· 38
제 3 절 연구 참여자 ····· 40
제 4 절 자료 수집 ····· 42
제 5 절 자료 분석 ····· 43
제 6 절 연구의 타당도 및 신뢰도 ····· 46

제 4 장 연구 결과 ····· 47
제 1 절 기후변화 SSI-STEAM수업에서 나타난

교사의 실천적 지식 ····· 47
제 2 절 기후변화 SSI-STEAM수업에서 나타난
교사의 갈등 및 해결을 위한 실행 ····· 87

제 5 장 결론 및 제언 ····· 95

참고문헌 ····· 100

부록 ····· 109

Abstract ····· 119

표 목 차

[표 1] 실천적 지식을 개념화한 학자들의 정의 ····· 9
[표 2] 연구 참여자의 기본정보 ····· 40
[표 3] 자료 수집 목록 ····· 42
[표 4] 실천적 지식의 내용 분석틀 ····· 44
[표 5] 실천적 지식의 정향 분석틀 ····· 44
[표 6] 실천적 지식의 구조 분석틀 ····· 45
[표 7] 교사 자신에 대한 이미지, 원리, 규칙 ····· 48
[표 8] 교수학습에 대한 이미지, 원리, 규칙 ····· 59
[표 9] 교수학습 환경에 대한 이미지, 원리, 규칙 ····· 67
[표 10] 교육과정 및 교과내용에 대한 이미지, 원리, 규칙 72

그 림 목 차

[그림 1] 실천적 지식의 정향, 구조, 내용의 관계 ····· 15
[그림 2] 기후변화 SSI-STEAM수업에서 실천적 지식의 정향, 내용, 구조의 관계 ····· 16
[그림 3] 과학적 소양을 증진시키기 위한 요소 ····· 18
[그림 4] 전 세계 평균 온실가스 농도 ····· 20
[그림 5] STEAM의 학습 준거틀 ····· 27
[그림 6] 연구자가 개발한 1차 수업 계획 ····· 35
[그림 7] 교사가 재구성한 최종 수업 계획 ····· 36
[그림 8] 기후변화의 심각성을 알리는 PPT ····· 51
[그림 9] 기후위기 대책본부 활동 안내 PPT ····· 51
[그림 10] 퀴즈게임 PPT ····· 54
[그림 11] 학생들에게 제공된 자료 예시 ····· 57
[그림 12] 기후위기 스티커 만들기 예시 PPT ····· 61
[그림 13] 비유를 활용하여 날씨와 기후를 설명하는 PPT ····· 62
[그림 14] 온실 효과 및 제트기류를 설명하는 PPT ····· 73
[그림 15] ‘비극의 탄생’ 및 ‘공유지의 희극 영상 ····· 74
[그림 16] 기후위기 스티커 시안서 및 마크 디자인 설명 PPT 75
[그림 17] 탄소발자국 계산기 ····· 77
[그림 18] 학생들이 제작한 기후위기 스티커 ····· 79
[그림 19] 기후변화 SSI-STEAM수업에서 나타난 교사의 실천적 지식 ····· 85
[그림 20] 도널드 트럼프의 트위터 PPT ····· 89
[그림 21] 갈등 및 해결을 위한 실행 ····· 89
[그림 22] 갈등 및 해결을 위한 실행 ····· 91
[그림 23] 수업 중에 나타난 교사의 갈등 ····· 93

제 1 장 서론

제 1 절 연구의 필요성

현대사회가 직면한 기후변화 문제는 산업혁명 이래 인간의 온실가스 배출로 인해 “만들어진 위험(manufactured risk)”이자(Giddens, 2009), 사회가 과학기술을 통제하지 못하면서 나타난 위험사회(Risk Society)의 결과이다(Beck, 1997). 이를 입증하듯 기후변화에 관한 정부간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)는 2014년 5차 평가보고서에서 기후 시스템에 대한 인간의 영향이 명백함을 밝히고 1880년부터 2012년까지 지구의 평균 기온이 약 0.85℃ 상승함에 따라 해수면 상승, 해양의 산성화, 빙하의 면적 감소가 나타남을 발표하였고, 2018년에는 2100년까지 지구의 온도상승을 1.5℃ 이내로 막아야 한다는 내용의 「지구온난화 1.5℃」특별보고서를 승인하였다. 기후변화가 현대 사회에서 잠재적 위험으로 대두함에 따라 기후변화를 완화하기 위해서는 세계시민 모두가 공동체 의식을 가지고 기후변화의 원인을 줄이고 기후변화를 완화하기 위한 실천이 동반되어야 한다(신원섭, 전예름과 신동훈, 2020). 이러한 흐름에 맞춰 과학 교육에서도 실천지향을 목표로 하는 기후변화 교육의 필요성이 나타났는데 이는 SSI(Socioscientific Issues)교육과 연관지을 수 있다.

SSI는 학생들이 과학적 지식의 학습을 넘어 도덕적·윤리적 판단과 이에 근거한 민주시민으로서 실천을 요구하는 현실 기반의 논쟁적 문제들이다(Zeidler & Nicols, 2009). 따라서 기후변화뿐만 아니라 유전자 조작 식품, 원자력 발전 사고, 안락사 등 다양한 주제를 포함할 수 있다. 과학 수업에서 이러한 쟁점을 다루는 것은 최선의 방안을 모색해야 하는 비구조화된 문제 상황에 대하여 학생들이 다양한 관점에 따라 해결방안을 모색하거나 정답이 없는 논쟁 상황을 포함한다. 그러므로 SSI교육은 과학

을 넘어 정치, 사회, 경제, 환경 등의 다양한 영역과 복잡하게 연계되어 있는 간학문적인 형태를 보인다(Sadler & Zeidler, 2005). 따라서 하나의 SSI를 다양한 학문과 연계하여 교육한다면 학생들이 문제 상황에 얽혀 있는 가능한 많은 영역의 이해관계를 파악하고 이를 고려한 해결 방안을 찾아나가는데 효과적일 것이다.

이러한 맥락에서 SSI를 각각의 학문 분야의 틀에서 벗어나 전체적인 관점에서 과학, 기술, 공학, 수학, 인문사회를 포함한 예술과 같은 다양한 학문의 융합을 추구하는 STEAM교육과 연계 할 수 있다. 일찍이 SSI교육을 정의하고 연구해온 Zeidler (2016) 역시 STEM은 과학교육이 사회문화적 그리고 정치적 맥락 안에서 이루어지지 못한다는 것을 비판하면서 사회학, 심리학, 역사, 미술, 철학, 교육을 포함하는 인문사회 요소인 Arts를 포함한 STEAM이 STEM을 보안할 수 있다고 제안하였다. SSI에 기반한 STEAM교육은 학생들을 현실 세계에 끌어들이기 위해 풍부한 사례를 제공하고 그들의 사회에서 일반적으로 논쟁의 여지가 있는 주제에 학생들을 참여시킬 수 있으며(Johnson, Macalalag & Dunphy, 2020), 쟁점에 얽혀있는 많은 이해관계와 해결 방안을 다양한 학문적 영역에서 살펴볼 수 있게 해준다.

그러나 SSI교수와 STEAM수업에 대한 교사들의 인식을 살펴본 선행논문에 따르면 많은 교사들이 과학 수업에 이러한 수업 방법을 적용하는데 어려움과 한계를 느끼고 있었다. SSI교육의 필요성에 대한 교사의 인식을 조사하는 연구에서는 대부분의 과학 교사들이 수업에서 SSI도입이 필요하다고 인지하고, 이것이 학생들의 의사결정 능력과 창의성을 향상시켜주며 인성교육에 도움이 될 것이라는데 긍정적인 반응을 보였다(Choi, Cho & Kim, 2000; 이현주와 장현숙, 2011; 양정은 외, 2012). 그러나 이와는 대조적으로 매우 적은 수의 교사들만이 자신의 수업에 SSI를 도입하는 것으로 나타났는데(Lee & Witz, 2009) 전통적인 교수 방법의 고수, 수업 시간의 제약, SSI 관련 교수 자료의 부족 및 대학 입시 위주의 학교 문화가 주요 원인으로 분석되었다(Cross & Price, 1996; Lee, Abd-El-Khalick & Choi, 2006). 이와 마찬가지로 STEAM수업을

하고자 하는 교사들 역시 소극적인 학생들의 수업 참여 기회 감소, 교사의 개념 설명의 부족, 입시 준비 제약, 통합주제 선정에 대한 어려움을 가지고 있었다(이정민과 신영준, 2014; 임수민, 김영신과 이태상, 2014; 최은영, 한광래와 이경학, 2015; 손미현과 정대홍, 2019). 그러므로 SSI-STEAM수업은 선행 연구에서 밝혀진 많은 교사의 어려움과 갈등을 모두 포함하게 될 것이다. 따라서 SSI에 기반한 STEAM수업을 진행하는 교사의 신념을 포함한 지식과 갈등 및 이로 인한 시행착오를 이해하는 것은 향후 SSI-STEAM수업을 개발하고 발전시키는데 많은 시사점을 제공할 것이다.

본 연구에서는 기후변화 SSI-STEAM수업[1)]이라는 특정 새로운 맥락에서 나타나는 과학교사의 경험과 갈등 및 실행을 과학교사의 실천적 지식(practical knowledge)을 이용하여 파악해보고자 하였다. 실천적 지식이란 교사 자신이 가지고 있는 지식을 실제 상황에 따라 자신의 가치와 신념에 의해 재구성하는 지식으로 교사가 특정 내용과 주제를 어떻게 가르쳐야 할 것인지 판단하는 근거가 된다(Elbaz, 1981; 1983). 즉 실천적 지식은 교수 실행을 결정하는 교사의 전문성의 핵심으로(Van Driel, Beijaard & Verloop, 2001) 기후변화 SSI-STEAM수업을 교사가 어떻게 재구성하고 어떻게 가르칠 것인지는 교사의 실천적 지식에 근거하여 결정되는 것이다. 교사의 실천적 지식을 개념화환 Elbaz (1981, 1983)는 교사가 활용하는 지식의 종류를 정교화하기 위하여 실천적 지식을 3가지 양상인 정향(orientation), 내용(content), 구조(structure)로 바라볼 것을 제안하였다. 실천적 지식을 구성하는 내용은 수업을 만들어가는 구체적인 양상으로 기능하나 이것은 실천적 지식의 정향으로 형성되고 드러나는 것이며 결국에는 내용과 정향의 결합으로 드러나는 수업 현상은 교사마다 독특한 구조로 표현된다(홍미화, 2006). 따라서 기후변화 SSI-STEAM수업을 실행하는 교사의 실천적 지식을 정향, 내용, 구조의 양상으로 살펴보는 것은 이러한 수업을 실행하는 교사의 가치관, 신념,

1)기후변화를 주제로 한 융합교육(STEAM)의 성격과 SSI교육 성격을 동시에 가진 수업으로써, 이를 기후변화 SSI-STEAM수업으로 지칭한다.

어려움, 갈등을 포함하는 실천적 지식을 심층적으로 이해하는데 도움이 될 것이다.

이상의 논의를 바탕으로 본 연구에서는 기후변화 SSI-STEAM수업을 실행하는 교사의 수업 사례를 통해 실천적 지식을 정향, 구조, 내용의 관점에서 규명하고자 하였다. 이는 수업 실행에서 과학교사가 지닌 실천적 지식의 일부 양상만을 분석한 이전의 연구와는 달리 새로운 맥락에서 교사의 실천적 지식을 정향, 구조, 내용의 관점으로 심층적으로 분석하고, 그 사이의 갈등을 살펴보았다는데 의의가 있다. 이를 통해 기후변화 SSI-STEAM수업을 실행하는 교사의 지식을 영역별로 살펴볼 수 있으며, 특히 교사가 수업을 실행하는데 있어서 겪는 갈등과 갈등을 해결하기 위해 활용하는 실천적 지식을 알아보는 것은 향후 SSI 및 STEAM교육이 학교 현장에서 활용되는데 많은 시사점을 도출할 수 있을 것으로 기대된다.

제 2 절 연구의 목적 및 연구 문제

본 연구에서는 기후변화 SSI-STEAM수업을 실행하는 중등 과학교사의 실천적 지식을 정향, 구조, 내용의 측면에서 심층적으로 탐색하고자 한다. 또한 수업을 실행하면서 나타난 교사의 갈등과 이를 해결하는데 영향을 미친 교사의 실천적 지식이 무엇인지 심층적으로 탐색하는데 목적이 있다. 이러한 목적을 달성하기 위해서 설정한 연구 문제는 다음과 같다.

(1) 기후변화 SSI-STEAM수업에서 나타난 교사의 실천적 지식(정향, 구조, 내용)은 무엇인가?

(2) 기후변화 SSI-STEAM수업에서 나타난 갈등은 무엇이며, 교사는 어떤 실천적 지식의 영향을 받아 이를 해결해 나가는가?

제 2 장 이론적 배경

제 1 절 교사의 실천적 지식

1. 실천적 지식의 인식론적 배경

지식의 형성과 본질에 관한 인식론적 관점은 객관주의 패러다임과 구성주의 패러다임으로 나눌 수 있다(홍은숙, 2007). 객관주의 인식론에 따르면 지식은 보편타당한 진리로서 인식주체와는 무관한 영역이다. 따라서 객관주의에서의 지식은 인식주체의 경험, 행동, 감정이 배제된 보편적인 특성을 지닌다. 같은 맥락에서 Popper (1972)는 지식을 객관적 측면과 주관적 측면으로 구별하고 인식론을 지식의 객관적 측면만으로 바라봐야 한다고 주장하였다. 또한 지식의 객관적 측면은 인식의 주체가 없으며 개인의 신념과는 무관한 지식을 의미한다고 밝혔다(Popper, 1972).

반면 객관주의 패러다임을 비판하며 등장한 구성주의는 상대주의 인식론에 기반을 두고 있다(조영남, 2003). 구성주의에 따르면 인식주체는 지식을 자신이 처한 상황에 따라 적합한 의미로 구성해나가기 때문에 지식은 주체의 사회·문화적 배경에 영향을 받는다고 이해한다. 따라서 구성주의에서 지식은 합리적으로 증명될 수 있는 것이 아니며 개인과 지식을 분리시킬 수 없다고 바라본다. 교사의 실천적 지식은 이와 같이 객관주의 인식론에서 상대주의 인식론으로의 변화 과정에서 등장하였다. Polanyi (1958)는 구성주의 입장에 서서 기존의 객관주의 인식론은 지나치게 지식의 확실성만을 추구하여 인식주체와 지식을 분리시켰으며 그로 인하여 지식의 본질을 해칠 위험이 있다고 경고하였다. 이러한 맥락에서 Polanyi (1958)는 지식과 개인의 상호작용에 초점을 둔 주관적 지식을 주장하였는데 이를 통하여 교사가 가진 실천적 지식의 관점을 깊이 있게 이해할 수 있다.

물리화학자이자 동시에 철학자인 Polanyi는 주요 저서 「개인적 지식: 후기 비판적 철학을 향하여(Personal Knowledge: Towards a post critical philosophy)」를 통하여 자신의 사상을 체계적으로 밝히고 있다. 개인적 지식은 과학적 지식의 본성과 기원을 다루고 그 지식을 정당화하는 것을 목적으로 하고 있다. 책의 제목인 '개인적'과 '지식'이 서로 모순되어 보일 수 있으나 개인적인 주관적인 것과 서로 다르다는 것을 머리말에서 밝히고 있다(Polanyi, 1958;iv). 주관적인 것이 객관적인 것과 상반되는 개념이라면 개인적인 것은 주관과 객관을 통합하는 개념인 것이다(Polanyi, 1958;iv).

개인적 지식은 명시적으로 나타나는 지식과 그 이면에 숨어있는 암묵적이고 개인적인 지식을 포괄하는 개념이다. Polanyi는 특히 개인적 지식의 암묵성을 강조하는데 이는 암묵적 지식(tactic knowledge)으로써 말할 수 없는 종류의 지식을 뜻한다(남진영과 홍진곤, 2009). 예를 들어 경험이 많은 엔지니어가 자신의 전공 분야에 대해 갖고 있는 지식은 암묵적 지식에 해당되는데, 내가 이해할 수 있는 내용을 행동과 분리시킬 때 그것은 이미 내가 알고 있는 지식이 아닌 것이다(Polanyi, 1958;51). 이때 주체는 지식을 습득하는 과정에서 학문에 대한 신념, 개인의 판단 및 평가, 지적 열정 등 다양한 개인적 관여가 포함된다.

Elbaz (1981)가 Polanyi의 지식관에 근거하여 교사의 실천적 지식을 정교화 하였음을 밝혔듯 Polanyi가 강조한 개인적 참여는 수업의 전문가로서 교사의 지식을 바라보는 관점에 많은 영향을 미쳤다. 교사는 절대적인 지식을 학생에게 전달하는 전달자가 아니라 개인이 가지고 있는 이해체계와 배경지식을 통합하여 지식을 새롭게 구성하는 인식의 주체인 것이다.

2. 실천적 지식의 정의

교육과정의 개발 및 수업행위와 관련하여 교사들이 자신의 실천적 지

식을 어떻게 사용하는지에 대한 연구들은 전문적 지식의 성격을 기술적 합리성의 관점으로 파악하려고 한 접근 방식을 지양하려고 하는 노력에서 비롯되었다고 볼 수 있다(손민호, 2004). 따라서 폴라니의 인식론은 교사의 실천적 지식의 연구를 촉진하는 배경이 되었다. 또한 Schwab (1978)은 논문 'The practical'에서 교육과정의 개발 및 수업활동에 대한 기술적 합리성을 비판하면서 교사의 실천적 지식에 대한 다양한 연구가 이뤄짐을 밝히고 있다(손민호, 2004; 이선경 외, 2009). 대표적으로 Elbaz (1981, 183)는 고등학교 영어교사와의 단일 사례 연구를 통해 교사의 실천적 지식의 개념을 정의하고 세 가지 양상으로 살펴봄으로써 실천적 지식에 대한 통합적 이해를 제공하였다.

Elbaz (1983)는 교사가 교수 행위를 감독하고 형성하기 위해 능동적으로 사용하는 복잡하고 실제적으로 지향된 이해 체계를 가지고 있음을 발견하고 이를 '실천적 지식'이라고 명명하였다. 그리고 교사의 실천적 지식에 대한 특징을 다음과 같이 서술하였다.

> 실천적 지식은 학습자의 학습방식, 흥미, 요구, 강점과 어려움, 그리고 수업 기술과 교실 관리 능력에 대한 직접적인 경험을 포함한다. 교사는 생존과 성공을 위하여 학생과 사회 구조가 무엇을 요구하는지 알고 있다. 교사는 학교가 속해 있는 지역사회를 알고 있으며 지역사회가 용인하는 것과 그렇지 않은 것에 대한 감각을 가지고 있다. 이러한 경험적 지식은 아동 발달, 학습, 사회이론과 같은 영역에 대해 교사가 가지고 있는 교과에 대한 이론적 지식에 영향을 받는다(Elbaz, 1983:5).

이러한 교사의 지식은 많은 학자들에 의해 지속적으로 연구되어 왔다. 그러나 실천적 지식은 복잡한 특성을 가지고 있어 학자의 초점에 따라 다양하게 지칭되었으며 정의된 지식이 의미하는 바가 조금씩 다른 면을 포함하고 있다. 실천적 지식을 개념화한 학자들의 정의를 다음의 <표 1>과 같이 정리하였다.

표 1. 실천적 지식을 개념화한 학자들의 정의

학자	개념	정의
Elbaz (1981)	실천적 지식 (Practical Knowledge)	교사가 자신이 갖고 있는 지식을 실제 상황에 따라 자신의 가치와 신념에 의해 재구성하는 지식으로 교수 행위를 감독하고 형성하기 위해 능동적으로 사용하는 이해체계
Clandinin (1985)	개인적 실천적 지식 (Personal Practical Knowledge)	삶의 전반에 걸쳐 형성된 모든 경험에 기반을 둔 지식으로 교수 활동의 계획에서부터 평가까지 영향을 미치는 교사의 무의식적, 의식적 신념체계
Grimmet & MacKinnon (1992)	장인 지식 (Craft Knowledge)	숙련된 실무자들이 실행의 맥락 속에서 축적한 깊이 있고, 섬세한 실천의 지혜(wisdom of practice)
Van Driel, Beijaard & Verloop (2001)	실천적 지식 (Practical Knowledge)	교수 상황의 맥락에서 발전하는 지식, 개념, 신념, 가치관의 통합 집합

Van Driel (2001)은 실천적 지식을 교수 실행을 결정하는 교사 전문성의 핵심으로 표현하면서 다양한 선행 연구를 바탕으로 실천적 지식이 가지는 특징을 다섯 가지로 정리하였다. 첫째, 실천적 지식은 다른 사람의 직접적인 도움 없이 습득한 행동 지향적 지식이다(Johnston, 1992). 그것은 교사의 경험에 기초하여 축적된 지혜로, 교사는 자신의 교수 실행에 즉각적으로 사용할 수 있다(Carter, 1990; Beiaard & Verloop, 1996). 둘째, 실천적 지식은 개인적, 맥락적 지식이다. 교사가 개인적으로 가치 있다고 여기는 목표를 달성할 수 있게 해주며, 교사가 처한 주변 상황에 영향을 받는다. 셋째, 교사 스스로 알고 있다고 깨닫지 못하는 암묵적 지식이다. 넷째, 실천적 지식은 통합적 지식이다. 즉, 과학적 지식,

형식적 지식, 경험적 지식 및 규범과 가치를 포함한 일상적 지식이 관여되어 있다(Handal & Lauvas, 1987). 마지막으로 교사 자신의 신념은 실천적 지식을 쌓는데 있어서 가장 중요한 역할을 한다. 신념은 학습한 지식을 조직하고 행동을 정의하는데 중심적인 역할을 하기 때문에(Richardson, 1996) 실천적 지식은 신념이 지식에 비해 더 많이 관여되어 형성된 지식이다.

이와 같이 다양한 학자가 개념화한 교사가 가진 실천적 지식은 국내 연구에도 큰 영향을 미쳤다. Elbaz의 개념틀에 근거하여 교사가 지닌 실천적 지식의 정향, 구조, 내용 등을 탐색한 사례연구가 다양하게 수행되었고, 이 연구들은 기존의 이론적 담론을 넘어서 교사의 실천적 지식에 대한 실제적인 예시를 제공하였다(서경혜, 2010). 국내 논문을 살펴보면 김자영 (2002)은 실천적 지식을 "교사 개개인이 그가 가지고 있는 이론적 지식을, 그가 관계하는 실제 상황에 맞도록, 그 자신의 가치관이나 신념을 바탕으로 종합하고 재구성한 지식"으로 정의하고 수학수업에서 나타난 초등교사의 실천적 지식의 구조와 원천에 대하여 고찰하였다. 초등 사회과에서 나타난 교사의 실천적 지식을 정향, 구조, 내용에 따라 살펴본 홍미화 (2006)의 연구에서는 실천적 지식을 "교사가 가르치는 일을 행함에 있어서 학교와 사회 및 학습자의 상황을 고려하여 적극적으로 활용되는 복잡한 일련의 이해 체계로, 교사 자신이 추구하는 교육적 가치를 위하여 이론과 실천 사이를 부단히 오고 가는 과정 속에 새롭게 창조되는 암묵적이고 총체적이며 지혜로운 활동인 메타 프락시스(metapraxis)"로 서술하였다. 마찬가지로 중등학교 기술 실습수업에서 세 교사의 실천적 지식을 연구한 김태우 (2015)는 실천적 지식을 "교사 개개인이 책이나 강의 등을 통해 배운 이론적 지식과 생애 경험을 통해 형성된 가치나 신념 체계를 기반으로 하여 현장경험으로 대표되는 실천적 상황에서 교수 상황에 맞도록 기존 지식을 끊임없이 재구성한 교사의 행동 이면에 놓여 있는 지식"으로 정의하고 기술교과의 실습수업에서 나타나는 교사의 실천적 지식의 형성 원천과 내용 및 구조를 탐색하였다. 함형인 (2020)의 연구에서는 교사의 실천적 지식을 "교사가 다양한 환경과

의 상호작용을 통하여 쌓은 개인적인 경험을 기반으로 학생을 대상으로 가르칠 내용을 가장 바람직하게 전달하기 위한 개인적 지식을 의미하며 교실 수업에서 교사 행위의 근거로써 시간이 흘러감에 따라 변화하는 지식"으로 정의하고 근거이론의 방법을 활용하여 기술교사의 실천적 지식이 형성되는 과정에서의 경험과 의미를 탐색하였다.

따라서 본 연구에서는 선행 연구를 바탕으로 기후변화 수업에 대한 교사의 실천적 지식을 "개인적 신념, 가치관을 바탕으로 기후변화 SSI-STEAM수업에서 자신의 교수 실행을 형상화하고 수업을 구성하는데 활용한 지식"으로 정의하고자 한다.

3. 실천적 지식의 구성요소

교사의 실천적 지식을 정교화한 Elbaz (1981, 1983)는 교사가 활용하는 지식을 개념화하기 위해서 실천적 지식을 세 가지 양상으로 바라보았다. 그녀는 실천적 지식이란 교사가 자신이 갖고 있는 지식을 실제 상황에 따라 자신의 가치와 신념에 의해 재구성한 지식으로 정의하였는데, 이 정의만으로는 교사의 암묵적 지식을 이해하기는 부족하다는 것을 지적하면서 실천적 지식의 세 가지 양상인 정향(orientation), 구조(structure), 내용(content)을 제시하였다. 세 가지 양상은 교사의 실천적 지식을 이해하는 개별적인 분석 관점이 아니며 서로 복합적이고 상호적인 관계임을 강조한다. 실천적 지식을 구성하는 다섯 가지 내용 요소들로 수업이 구성되지만 이것은 모두 실천적 지식의 정향에 근거하여 형성되고 나타나는 것이다. 또한 이러한 교사의 정향과 내용은 구조를 통해 구체적으로 의미가 드러난다. 실천적 지식의 정향, 구조, 내용은 개인과 맥락 사이의 순환적 관계의 토대에서 변화하고 발전해 나가는 것이다(Goodson, 1992; 이선경 외, 2009 재인용). 따라서 교사의 실천적 지식을 총체적으로 살펴보기 위해서는 정향, 구조, 내용을 복합적으로 바라보는 것이 필요하다.

가. 실천적 지식의 정향

Elbaz(1981, 1983)는 실천적 지식의 형성 원천을 정향이란 용어로 제시한다. 정향은 교수 행위의 근원적인 배경이 되는 것으로 상황적 정향(situational orientation), 개인적 정향(personal orientation), 사회적 정향(social orientation), 경험적 정향(experiential orientation), 이론적 정향(theoretical orientation)의 다섯 가지로 구분된다.

상황적 정향은 교사가 처한 특정한 상황 맥락에 의해 발생하는 경험이다. 개인적 정향은 교사 개인의 감정, 목적의식, 가치관 등을 포함하는데 교사는 자신이 의미 있다고 생각하는 방식으로 지식을 활용한다는 가정을 반영하는 정향이다. 사회적 정향은 교사를 둘러싼 사회적 환경 속에서 교사의 지식 형성과 환경을 구조화하는데 있어서 영향을 미친 모든 사회적 요인을 포괄한다. Elbaz (1981)는 경험적 정향과 이론적 정향은 연구 과정에서 개념화되었음을 밝히고 있는데 처음에 개념화된 상황적, 개인적, 사회적 정향 또한 교사의 지식이 자신의 경험에 의해 구조화된다는 것을 이미 암시하고 있지만 이러한 정향들이 교사의 지식이 경험과 어떻게 관련되는지에 대한 관점을 설명할 수 없으므로 경험적 정향의 사용이 정당화되었다고 설명한다. 따라서 경험적 정향은 실천적 지식을 형성할 때 영향을 미치는 교사의 경험을 의미한다. 이론적 정향은 연구 자료의 분석 과정에서 도출되었는데, Elbaz의 연구 대상인 영어 교사 사라(Sarah)는 영문학에 대한 특정 견해를 가지고 있었고 이러한 관점은 이론적 학습 배경에 의해 도출된 것을 확인할 수 있었다. 따라서 이론적 정향은 형식적 교육이나 교사 직전 다양한 교육과정을 통해 교사의 실천적 지식에 영향을 미치는 지식과 이론을 의미한다.

나. 실천적 지식의 구조

실천적 지식의 구조는 실제 수업 상황에서 실천적 지식이 무엇인지 규명하기 위한 핵심적 역할을 한다. 이러한 실천적 지식의 구조를 개념

화하기 위해서 Elbaz(1981)는 일반화의 정도에 따라 구조를 실천의 규칙(rule of practice), 실천의 원리(practical principle), 이미지(image)로 구분하였다.

실천의 규칙은 자주 마주치는 특정한 상황에서 무엇을 해야 하는지 또는 어떻게 해야 하는지에 대한 가장 간략하고 명료한 진술이다. 이러한 규칙은 가장 구체적으로 교수 실행의 방법을 제시한다. 실천의 원리는 규칙보다 더 광범위하고 포괄적이다. 교사 개인의 경험으로부터 유래되는 실천의 원리는 교사가 지금까지 당연하게 생각했던 교수 행위를 의도적으로 숙고하고 반성함으로써 드러나는 진술이다. 위계적으로 가장 상위의 개념인 이미지는 교사의 감정, 가치관, 필요, 신념이 결합되어 가르침을 어떻게 해나가야 하는지에 대한 은유적 지식이다. 따라서 이미지는 가장 일반적이고 포괄적인 진술로서 교사의 사고와 실행을 안내하는 길잡이가 된다.

다. 실천적 지식의 내용

Elbaz (1983)는 교사의 심층 면담을 통해 실천적 지식을 교사 자신에 대한 지식(self knowledge), 교육과정 지식(curriculum knowledge), 교과내용 지식(subject matter knowledge), 교수학습 지식(instruction knowledge), 교수학습 환경지식(milieu of school knowledge)의 5가지 영역으로 구분하였다.

첫째, 교사 자신에 대한 지식은 교사 자신의 가치와 목적에 관한 지식이다. 즉 교사로서 자신을 어떻게 바라보고 스스로가 어떤 역할로 규정하는지에 관련된 지식을 말한다. 또한 타인과의 관계 속에서 자신을 이해하고 판단하는 것, 교수 실행 과정에서 겪는 새로운 시도와 경험적 어려움도 포함된다. 둘째, 교육과정 지식은 교육과정에 대한 이해와 재구성에 관한 지식이다. 교사가 과거에 가르쳤거나 현재 가르치고 있는 교육과정이 반영된 교과서 및 관련 자료들에 대한 포괄적 이해가 포함된다. 셋째, 교과내용 지식은 교과에서 교사가 학습자에게 가르치는 전문 지식

을 의미한다. 교사가 학습자에게 어떤 내용을 수업해야 하며 그 내용이 어떤 가치를 가지고 있는지에 대한 교사의 인식과 관련한 지식이다. 넷째, 교수학습 지식은 학습의 의미에 대한 이해 및 학습자에 대한 이해와 관련된 지식이다. 학습자에 대한 이해를 바탕으로 교사가 원하는 학습의 방향으로 학습자를 이끌기 위해 사용하는 교수 및 교수법적 지식을 포함한다. 다섯째, 교수학습 환경지식은 교사가 속한 교실 및 학교를 둘러싼 사회, 정치, 경제, 문화, 지리적 환경에 대한 이해이다.

4. 실천적 지식 관련 선행연구

Elbaz가 실천적 지식의 내용을 5가지 영역으로 규명한 것과 같이 Shulman (1986, 1987)은 교사가 가르칠 때 의존하는 지식으로 '내용'을 강조하면서 내용지식을 범주화하였다. 초기 Shulman (1986)은 교사의 지식을 교과 내용지식, 교수 내용지식, 교육과정 지식의 세 영역으로 구체화하였다. 후에 이 영역은 다시 교수내용지식, 일반 교육학 지식, 교육과정 지식, 교수 내용지식, 학습자와 학습자의 특성에 대한 지식, 교육상황 지식, 교육 목적의 가치와 철학적 근거에 대한 지식으로 정교화 되었다(Shulman, 1987). 특히 Shulman (1986, 1987)은 교사 자신의 특별한 형태의 전문적 이해를 의미하는 교수내용지식(pedagogical content knowledge; PCK)을 강조하였는데, 교수내용지식은 교사의 교과내용지식과 교육학적 지식이 결합된 지식의 위상을 정립하여 교사가 일반인들과 다른 전문성을 갖추고 있음을 잘 보여주는 이론으로 기능하고 있다(이선경 외, 2009).

몇몇 학자들은 실천적 지식의 내용을 이미지, 원리, 규칙과 같이 일반화의 정도에 따라 각각 단일한 수준으로 교사의 지식을 연구하였다. 이미지 수준으로 교사의 실천적 지식을 분석한 Clandinin (1985)는 초등학교 1학년을 가르치고 있는 교사가 교수 실행에 대하여 "가정으로서의 교실(classroom as home)"이란 이미지를 가지고 있음을 확인하였다. 이때

교사가 갖는 가정의 이미지는 사람들이 서로 모여 상호작용하고 협동하는 공간을 의미한다. Hsieh 와 Spodek (1995)은 유치원 교사의 실천적 지식을 원리 수준에서 규명하였는데 한 유치원 교사는 “교사는 아이들과의 상호작용을 통해 더 높은 수준의 발달을 도와야 한다.”, “교사는 아이들에게 자율성을 주어야 한다.”, “교사는 아이들이 학습을 스스로 할 수 있도록 장려하고 지원해야 한다.”, “교사는 학부모가 자녀 교육에 적극적인 역할을 할 수 있도록 상호작용해야 한다.”라는 원리를 가지고 있었다. 또 다른 교사는 “교사는 아이들에게 반복적인 경험을 제공해야한다.”, “교사는 아이들과 가능한 많이 상호작용해야 한다.”, “교사는 아이들에게 스스로 배우는 법을 가르쳐야 한다.”라는 실행의 원리를 가지고 있었다.

이를 종합해보면 교사의 실제 교수행위를 결정하고 안내하는 실천적 지식은 횡적으로 내용영역의 측면에서 교사 자신에 대한 지식, 교수학습 지식, 교수학습 환경지식, 교육과정 지식, 교과내용 지식으로 분석되기도 하고, 또한 종적으로 지식의 일반화 정도에 따라 이미지, 원리, 규칙 수준의 지식으로 분석되기도 한다(김자영 2002).

홍미화 (2006)는 사회과 수업에서 나타나는 교사의 실천적 지식을 연구하였는데 그 과정에서 Elbaz가 규명한 실천적 지식에 근거하여 정향, 구조 및 내용의 관계를 도식화하여 [그림 1]과 같이 나타내었다.

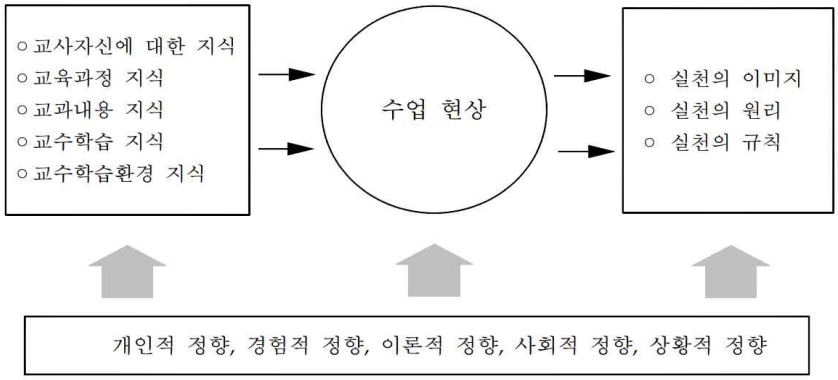


그림 1. 실천적 지식의 정향, 구조, 내용의 관계(홍미화, 2006)

그림에서 실천적 지식을 구성하는 내용들은 수업을 만들어가는 구체적인 양상으로 기능하나 이것은 실천적 지식의 정향으로 형성되고 드러나는 것이며 결국에는 내용과 정향의 결합으로 드러나는 수업 현상은 교사마다 독특한 구조로 표현된다고 설명하였다(홍미화, 2006).

선행 논문을 종합해보면 교사의 실천적 지식은 정향, 구조, 내용의 세 가지 양상으로 탐색해 볼 수 있다. 정향은 실천적 지식의 가장 근원이 되는 지식으로 교사의 수업활동의 근거가 된다. 수업을 구성하는 내용은 실천적 지식을 다섯 가지 영역에 따라 횡적으로 분석될 수 있으며, 교사의 수업 실행에서 구체적으로 표현되는 구조는 실천적 지식의 일반화 정도에 따라 종적으로 분석될 수 있다. 본 연구에서 실행한 기후변화 SSI-STEAM수업은 정규 교육과정이 아닌 연구자가 1차 개발하고, 교사가 다시 재구성하여 만들어진 7차시의 프로젝트 수업이다. 그러므로 기후변화를 주제로 한 교과내용 지식과 교육과정 지식의 구분이 모호하다고 판단하여 두 영역을 묶어 교육과정 및 교과내용 지식으로 범주화하였다. 따라서 본 연구에서 탐색한 기후변화 SSI-STEAM수업에서 나타난 교사의 실천적 지식의 정향, 구조, 내용의 관계는 [그림 2]와 같다.

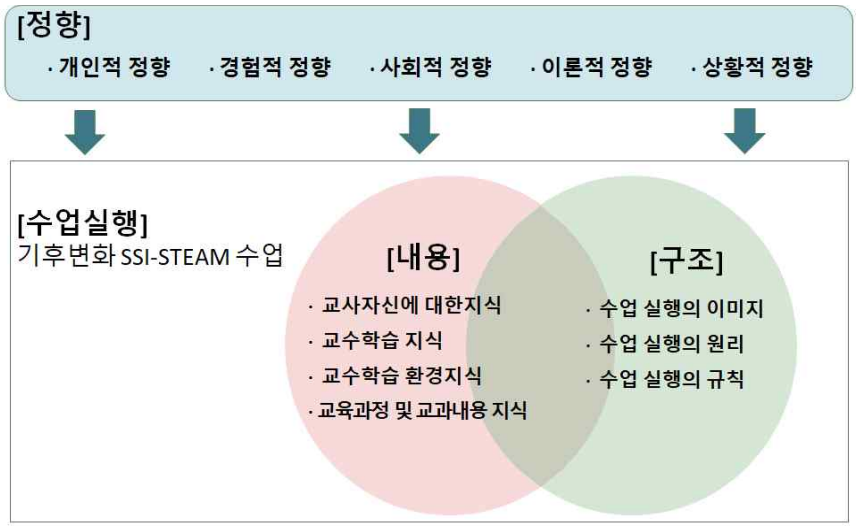


그림 2. 기후변화 SSI-STEAM수업에서 실천적 지식의 정향, 내용, 구조의 관계

제 2 절 SSI-STEAM교육

1. SSI교육

가. SSI교육의 정의

1980년대 초반 '모든 사람을 위한 과학(science for all)', '과학적 소양(scientific literacy)의 함양'을 목표로 하는 STS(Science-Technology-Society)교육운동이 일어났다. STS교육은 지식의 구조와 탐구학습을 강조하는 학문중심 교육과정을 비판하며 등장하였는데 과학 및 기술과 사회의 상호작용과 관련된 내용을 학습하고 과학기술의 발달로 인해 발생하는 여러 가지 사회적 문제를 다루며 그 해결책을 모색하는 교육을 의미한다(Yager, 1996). 따라서 STS교육은 시민들이 갖추어야 할 기본적인 과학적 소양을 함양하는 것을 교육의 목표로 삼는다. Roy (1984)는 STS를 과학교육의 메가트렌드(megatrend)로 묘사하였으며, Hart 와 Robottom (1990)는 과학교육의 패러다임의 전환이라고 표현할 정도로 STS는 교육계에 큰 반향을 일으켰다.

우리나라 역시 1992년 개편된 제6차 과학과 교육과정에 STS 교육철학을 반영하였으며 과학과 기술 및 사회의 상호작용을 다루는 공통 과학이 개설되었다. 제7차 과학과 교육과정에서부터는 과학과 기술 및 사회의 상호관계 인식의 중요성에 대한 목표를 명시함으로써 STS교육의 철학을 강조하고 있다. 그러나 STS교육이 학교 현장에 적용되면서 비판적 시각이 제시되기도 하였다. 그 이유로는 STS 교육과정이 적용된 실제 학교의 교육 자료는 대부분 과학기술과 사회와의 단순 연관성만을 다루고 있으며 전통적인 학교 과학수업을 보다 풍부하고 흥미롭게 하는 것에만 치중되었다는 것이다(Jenkins, 2002). 또한 STS교육이 과학과 기술이 사회에 미치는 영향을 강조하지만 과학과 기술이 사회에서 어떤 수단과 목적을 가지고 사용되어야 하는지에 대한 윤리적 문제에 주의를 기울이지 않으며 학생들의 도덕적, 인격적 발달을 고려하지 않는다는 것이 지

적되었다(Zeidler et al., 2005). 따라서 현대 사회에 일어나는 다양한 사회적 쟁점에 대하여 학생들이 서로 다른 입장을 이해하고 소통하기 위해 도덕적 판단과 추론을 할 수 있는 과학적 소양 함양을 목적으로 하는 교육의 필요성에 따라 SSI(Socioscientific Issues)교육이 등장하였다.

SSI교육은 STS교육을 포괄하면서 과학기술의 발달로 인해 야기되는 과학기술관련 사회쟁점(Socioscientific Issues)에서 발생하는 도덕적, 윤리적 문제에 대해 합리적으로 의사를 결정할 수 있는 과학적 소양을 길러주는 것을 강조하면서 그 과정에서 학생들의 감정적 추론 및 심리적 발달에 대한 고려를 포함한다.

Zeidler et al. (2005)는 SSI수업에서 학생들의 과학적 소양을 증진시키기 위해 상호의존적인 네 가지 영역을 강조한 개념적 틀을 [그림 3]과 같이 제안하였다.

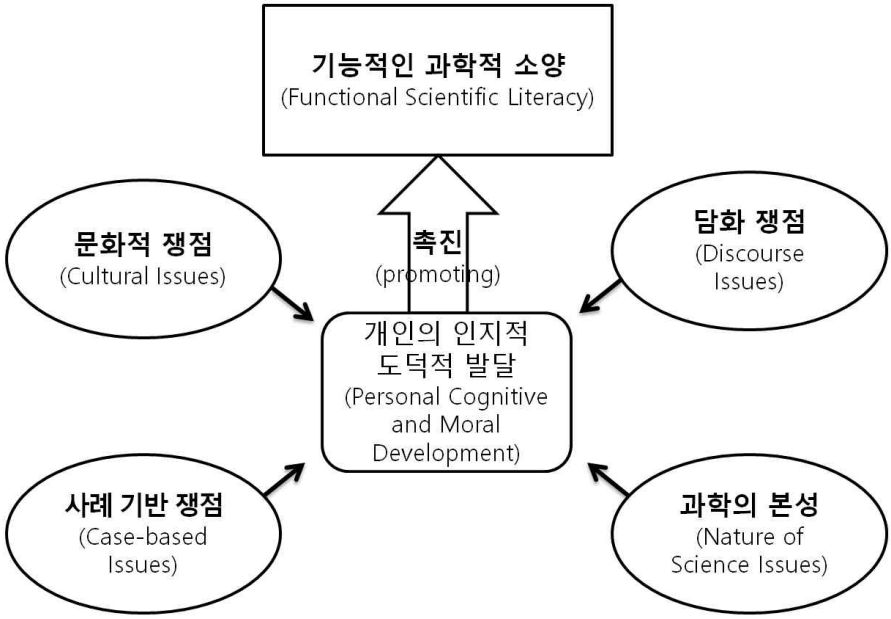


그림 3. 과학적 소양을 증진시키기 위한 요소(Zeidler et al., 2005)

첫 번째는 과학의 본성에 대한 쟁점으로 SSI를 다룰 때 학생들이 과학의 본성에 대한 이해를 바탕으로 문제를 평가하고 결정하도록 지도해야 한다는 것이다. 두 번째로 교실 담화쟁점은 학생들이 SSI에 대하여 또래와의 상호작용을 통해 과학에 대한 학생들의 견해를 표현하고 근거를 평가하는 능력을 키워야 함을 강조한다. 이러한 맥락에서 과학을 가르치는 것은 학생들의 감정 및 도덕적 행동까지도 다룰 수 있다. 세 번째는 문화적 쟁점으로 학생들을 문화적, 자연적 환경과 밀접하게 관련되어 있는 도덕적 행위자로 인식함으로써 학생들이 이끌어내는 도덕적 선택은 자신의 문화적 경험에 의해 영향을 받음을 인정하고 다양한 관점을 표현하는 교실환경 조성을 강조한다. 마지막으로 사례기반 쟁점은 유전자 변형식품, 동물 실험 같은 실제 사례를 통해 SSI교육을 함으로써 학생들의 비판적 사고 능력과 윤리적 발전을 증진시키고자 한다.

나. 기후변화 교육

1) 기후변화의 원인 및 영향

국제사회는 인간의 행동으로 촉발된 기후변화 문제의 위험성을 평가하고 국제적 대책 마련을 위하여 1988년부터 기후변화에 관한 정부간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)를 설립하여 기후변화 문제해결을 위해 노력하고 있다.

기후변화의 원인으로는 자연적 요인과 인위적 요인으로 나눌 수 있다. 자연적 요인은 다시 지구 내적 요인과 외적요인으로 구분할 수 있는데 지구 외적요인은 화산폭발로 인한 성층권의 에어로졸 증가와 대기 순환의 변화가 해수의 순환에 영향을 미쳐 발생하는 엘니뇨와 라니냐가 대표적이다. 지구 외적요인의 예로는 지구 공전궤도와 자전축의 기울기 변화, 태양 활동의 변화가 있다. 인위적 요인으로는 산업 발달과 인간 활동의 증가로 온실가스 증가, 과도한 경작과 산림 훼손으로 인한 토양의 황폐

화 등이 포함된다. IPCC(2014)에 따르면 기후 시스템에 대한 인간의 영향은 분명하며, CO_2, CH_4, N_2O의 농도는 모두 1750년(각각 40%, 150%, 20%)이후 큰 증가세를 보이며 인간 활동으로 인한 온실가스의 배출량이 역사상 가장 높음을 밝히고 있다([그림 4] 참조). 더불어 1950년대 이후 전례 없는 기후변화가 관찰되었으며 대기와 바다의 온도 상승과 빙하 감소 및 해수면 상승을 지적하고 있다.

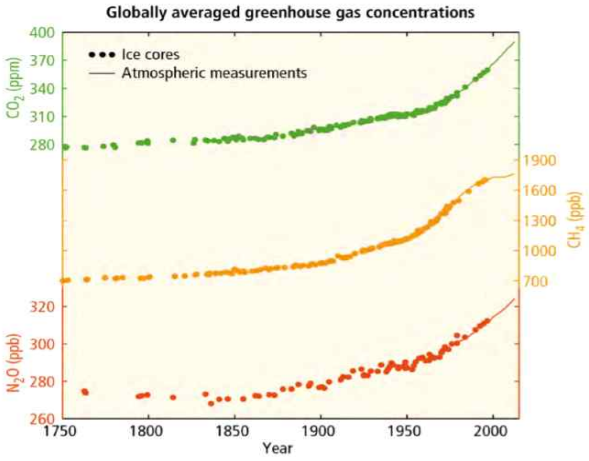


그림 4. 전 세계 평균 온실가스 농도(IPCC, 2014, p.11)

이와 같이 인간 활동에 의한 온실가스의 급격한 증가로 인해 발생한 기후변화는 우리 삶에도 많은 영향을 끼치고 있다. IPCC는 2018년 1.5°C 지구 온난화의 영향에 대한 특별 보고서를 발간하였는데, 주요 내용은 지구 평균 기온이 1.5°C 이상 상승할 때 미치는 영향에 대하여 다루고 있다(IPCC, 2018; 환경부, 2020). 특히 지역과 계절에 따라 2도, 4도 등 다양한 기온 상승 시나리오를 포함하여 각각의 지역과 계절에 대하여 영향평가를 실시하였는데 1.5°C 수준에 비하여 지구 평균 온도가 2°C 높아지는 경우 산호 생태계, 적도부근의 어업, 북극 생태계, 해안 침식의 영향이 심각해질 것으로 예측하고 있다(IPCC, 2018; 환경부, 2020).

2) 기후변화 대응

국제사회는 전세계적 위험으로 인식되고 있는 기후변화에 적극적으로 대응하기 위하여 국가 간 협력을 통해 다양한 방안을 모색해 왔다. 1992년에는 브라질 리우데자네이루에서 유엔기후변화 협약(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)을 채택하였으며, 1997년에는 일본 교토에서 온실가스 배출 감축을 의무화하는 교토의정서(Kyoto Protocol)를 채택하였다. 2015년 채결한 파리 협정(Paris Agreement)에는 지구의 온도 상승을 2℃ 아래로 유지하고 더 나아가 1.5℃의 상승폭을 넘지 않도록 노력한다는 내용이 담겨 있다. 2018년 우리나라에서 개최된 48회 IPCC총회에서는 2100년까지 온도상승을 1.5℃ 이내로 막아야 한다는 내용의 1.5℃ 특별 보고서를 채택하고 발간하였다. 이에 따라 전 세계에서는 2050 저탄소 사회 실천 및 기후변화에 대응을 위해 다양한 정책이 수립되고 실행되고 있다(환경부, 2020).

우리나라에서도 2030까지 온실가스 배출량 전망치(Business As Usual, BAU) 대비 37%를 감축하고자 목표를 설정하고 다양한 감축 기술 개발 및 감축 수단을 지원하고자 노력하고 있다(환경부, 2016). 또한 파리 협정에 단위 NDC(Nationally Determined Contribution) 갱신에 맞추어 국가 온실가스 감축목표 및 이행로드맵을 포함한 기후변화대응 기본 계획을 수립하고 있다(환경부, 2016).

3) 기후변화 교육

인간 활동으로 인한 기후 위험은 명백한 사실이며 이를 대응하기 위해서는 공공의 협력을 바탕으로 한 긴급한 조치가 요구된다. 그러나 학생들에게 기후위기에 대한 심각한 영향으로 인한 위기감만을 섣불리 제공하는 것은 오히려 학생들이 해결 할 수 없는 문제라는 인식으로 인해 무기력함과 절망감을 느끼게 할 수도 있다(Soble, 2007). 따라서 기후변

화 교육은 기후변화의 원인 및 현상, 영향 등의 과학적 개념과 원리를 바탕으로 다양한 과목에서 체계적이고 총체적으로 다루어져야 한다(윤순진, 2009). 또한 기후변화에 대한 과학적 이해를 바탕으로 기후변화에 대응하고 실천할 수 있는 역량을 길러주어야 할 것이다(우정애, 2011).

이는 과학교육에서 중점을 두고 있는 과학적 소양(Scientific literacy)의 함양과도 일맥상통한다. 다양한 과학적 소양에 대한 논의가 있었지만 대표적으로 Roberts (2007)는 과학적 소양을 크게 VisionⅠ과 VisionⅡ로 구분하였다. VisionⅠ은 과학지식의 구조, 과학적 탐구 기능과 같은 과학에 대한 이해를 바탕으로 학교과학은 잠재적으로 과학자를 양성하는데 목표를 두고 있다. 반면 VisionⅡ의 관점에서 학교과학은 과학기술과 관련된 쟁점들에 대하여 시민들이 탐색하고 해결할 수 있도록 하는 역량을 함양하는 것을 목표로 한다. 이후 Sjöström 과 Eilks (2018)은 VisionⅡ를 넘어서 과학교육은 비판적 시각을 갖고 사회정의를 위하여 정치적 활동에 참여할 수 있도록 하는 비판적 실천역량의 함양을 목표로 해야 한다는 VisionⅢ를 제안한다. 즉 VisionⅢ는 다양한 과학관련 쟁점에 대하여 토의하고 논쟁하며 다양한 입장을 고려하여 다수의 안녕을 위한 해결방안을 모색하고 실천으로 행하는 것을 의미한다. 이를 종합해보면 과학교육은 과학에 대한 이해와 탐구를 넘어서서 사회정의를 위한 역량을 과학과 관련한 사회 문제를 해결하는데 요구되는 실천을 강조하고 있다. 기후변화 역시 현대사회가 직면한 심각한 위기 중 하나로 기후변화교육은 이러한 기후변화에 대응하기 위하여 학습자들이 적극적으로 실천을 계획하고 행동으로 실행할 수 있도록 해야 할 것이다.

다. SSI교수 관련 선행연구

실천 지향의 SSI교육은 새로운 흐름의 교육 방법으로 이와 같은 변화가 학교 수업에 정착하기 위해서는 교사의 역할이 매우 중요하다(Van Driel, Beijaard & Verloop, 2001). 성공적인 SSI수업을 위해서는 과학 교

사 스스로가 SSI에 대하여 인식하고, 관련 지식을 갖추고, 이를 수업에 다룰 수 있어야 하기 때문이다(Sadler, Chambers, & Zeidler, 2004). 따라서 교사를 대상으로 SSI에 대한 인식 및 SSI수업 실행과정을 들여다본 연구들을 살펴볼 필요가 있다.

초기 교사를 대상으로 한 SSI연구는 SSI교육의 필요성에 대한 교사들의 인식을 조사하는 연구가 주를 이루었다. 대다수의 과학 교사 및 예비 과학 교사들은 수업에서 SSI도입의 필요성을 인지하고, 이것이 학생들의 의사결정 능력을 향상시키며 창의 및 인성 교육에 도움이 될 것이라는데 긍정적인 반응을 보였다(Choi, Cho & Kim, 2000; 이현주와 장현숙, 2011;양정은 외, 2012). 그러나 많은 교사들이 SSI도입의 중요성을 인식한 것과는 대조적으로 매우 적은 수의 교사들만이 자신의 수업에 SSI를 도입하는 것으로 나타났다(Lee & Witz, 2009). 이에 대한 이유로 Cross와 Price (1996)는 과학 교사들이 전통적인 과학 지식을 가르치는 것과 SSI와 같은 논쟁적인 주제를 다루는 것 사이의 갈등으로부터 벗어나지 못했기 때문이라고 주장하였다. 또한 Lee, Abd-El-Khalick 과 Choi (2006)는 SSI도입에 대한 과학 교사들의 인식을 조사하면서 수업 시간의 제약, SSI 관련 교수 자료의 부족 및 대학 입시 위주의 학교 문화가 SSI 교육을 방해하는 주요 장애물로 분석하였다. 전반적으로 SSI수업을 실행하는 교사들은 전통적인 강의식 위주의 수업 문화를 변화시키는 것과 SSI와 관련된 가치들을 다루는 것에 부담을 느끼는 것으로 나타났다.

최근에는 SSI교수 전문성을 높이기 위해 SSI-PCK 및 SSI수업을 실행하는 교사를 대상으로 한 연구가 진행되었다. 이현주 (2016)는 SSI교수를 위해 교사들이 갖춰야 하는 SSI-PCK 요소를 SSI 교수지향, SSI 교수방법에 관한 지식, 교육과정에 관한 지식, 학생의 SSI 학습에 관한 지식, SSI 학습 평가에 대한 지식, 학습 환경에 관한 지식의 여섯 가지로 규명하였다. 이후 정행남과 유선아 (2017)는 SSI 관련 교수 경험이 많은 과학 교사 5명의 SSI-PCK 특성을 분석하였으며, 권수희와 이현주 (2018)는 예비 과학교사들을 대상으로 SSI-PCK향상을 위한 교사교육 프로그램을 개발하고 적용한 후 예비교사들의 SSI교육에 대한 이해와

교수 효능감이 향상되는 결과를 얻었다. 그러나 과학교사들이 실제 SSI 수업을 구성하고 실행하는 데는 어려움과 한계점이 나타나기도 하였다. 예를 들어 Ekborg et al. (2013)은 과학교사를 대상으로 SSI수업에 대한 연수를 실시한 후 교사들이 어떤 수업 자료를 선택하고 어떻게 재구성하는지 그리고 학생들의 반응은 어떠한지에 대하여 살펴보았다. 그 결과 교사들은 수업을 구성하면서 SSI가 흥미롭고 일상생활에서 쉽게 접할 수 있는 주제라는 것을 느끼면서 수업에 대한 자신감을 가졌으며, 학생들이 과학적 사실을 학습하고 과학지식을 적용하고 정보를 찾아나가는 과정들에 만족감을 보였다. 그러나 교사들은 수업에서 SSI를 학생들의 관심을 불러일으키기 위해 활용하였고 과학기술 사회에서 발생하는 윤리적, 도덕적 측면에 대하여 다루지 않았으며 사회, 과학, 기술의 상호 의존성에 대한 내용도 부족하였다. 따라서 교사들은 SSI를 수업의 일부 사례로 활용할 뿐 문제 상황에 대하여 학생들이 주체적으로 해결방안을 모색하고 합리적인 의사결정을 내릴 수 있는 역량 함양을 목표로 하는 SSI교육의 본질적 이해는 부족한 것으로 나타났다. 정행남과 유선아 (2018)는 20년간 SSI 교육활동을 해온 교사모임에서 6명의 교사를 대상으로 사례연구를 진행하였는데 참여 교사들은 SSI교수경험이 풍부함에도 불구하고 학교교육과정 내 입시 위주 지식 전달에 초점을 두거나 가치 갈등을 둔 토론 수업을 말싸움으로 생각하는 학생들을 마주할 때 어려움을 겪는 모습을 보였다. 그러나 SSI모임에서 교사들은 수업 실행의 어려움을 공유하며 과학교육이 지향해야 할 방향에 대해 서로 의미를 협상하고 그 과정 속에서 SSI 교육활동의 근간이 되는 과학적 소양을 갖춘 민주시민의 양성이라는 목표를 가지고 SSI교수를 발전시켜 나가는 모습을 보였다.

이와 같이 SSI수업에 대한 연수를 받고 수업에 SSI를 도입하는 교사들과 SSI수업에 경험이 풍부한 교사들까지 많은 과학 교사들의 SSI수업 실행과정에 대한 연구들이 있었지만 초임 교사가 어떻게 SSI수업을 구성하고 실행하며 반성해나가는지에 대한 분석 및 고찰은 없었다. 교사가 자신의 교수 행위에 있어 가장 중요한 변화는 경력 3년 이하의 초임교사

시기에 일어나며 이 기간 동안 교사의 태도와 능력이 교직 생활 전반에 결정적인 영향을 미친다(박현주, 2005; 박현주, 성숙경과 정대홍, 2011; Feiman-Nemser, 2001). 따라서 실천 지향의 SSI교육이 학교 현장에 성공적으로 정착하기 위해서 초임 과학교사가 SSI수업을 어떻게 구성하고 실행해나가는지, 그 과정에서 교사가 가지고 있는 실천적 지식에 대한 탐색은 많은 시사점을 제공할 것이며 더 나아가 SSI를 STEAM교육과 연계하여 수업을 구성해 나갈 때 교사에게 필요한 역량과 지원이 무엇인지 알아보는 기회가 될 것이다.

2. STEAM교육

가. STEAM교육의 정의

과학기술이 급속도로 발달함에 따라 과학관련 사회쟁점들은 점점 더 광범위한 영역에서 복잡하고 예측 불가능한 형태로 나타나고 있다. 따라서 현대 사회는 이와 같은 문제 상황을 해결하기 위하여 창의적 문제해결력과 상상력을 지닌 인재를 필요로 하고 있다. 교육 분야에서도 단일 교과가 아닌 다양한 교과의 지식을 연계하여 문제 상황에 접근함으로써 학생들이 융합적 사고력과 실생활에서 필요한 문제해결력을 키우고자 융합인재교육(STEAM)을 추진하게 되었다. STEAM교육은 Yakman (2008, 2010)이 기존의 STEM에 예술(Arts)를 포함하여 STEAM교육을 제안하면서 만들어졌다.

STEAM교육의 전신인 STEM은 1990년대 미국 NSF(National Science Foundation)에서 사용하기 시작하였는데(Bybee, 2010), STEM교육은 과학(Science), 기술(Technology), 공학(Engineering), 수학(Mathematics)교과의 협력과 의사소통을 바탕으로 한 통합적 교육이다(Sanders, 2006).

Sanders (2008)는 STEM교육이 기술과 공학에 초점이 맞춰진 문제

상황에서 과학과 수학 지식을 적용함으로써 학생들이 문제해결력 및 STEM 과목에 대한 흥미를 키울 수 있다고 주장하면서, STEM에서 두 과목 이상을 융합하거나 STEM과 다른 교과목을 융합하여 학습하는 통합적 STEM교육(Integrative STEM)을 제안하였다. STEM교육은 양적으로 학생들의 이공계열의 진학률을 높여 인력 양성에 초점을 둘뿐만 아니라 과학, 기술, 공학, 수학에 연계된 교과의 질적 성장도 강조하고 있다(Kuenzi, 2008).

국제학업성취도 PISA(Program for International Student Assessment) 2009의 결과에 따르면 우리나라 학업성취도는 중국과 핀란드에 이어 3위의 성적을 기록하였다. 그러나 2006년 PISA에서는 주영역인 과학에 대한 흥미가 57개국 중 55위를 차지했으며, 2007년 TIMSS에서는 수학에 대한 자신감과 즐거움이 50개국 중 43위, 과학과목도 자신감이 27위, 즐거움이 29위로 하위권에 머물렀다. 이와 같이 높은 학업성취도에도 불구하고 수학과 과학에 대한 낮은 흥미는 우리나라 학생들이 이공계열로의 진학을 기피하는 현상으로 연결되었다. 교육과학기술부(2010)는 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 세계적인 STEAM교육의 흐름을 반영하여 융합적 사고력을 바탕으로 창의성과 인성을 겸비한 글로벌 인재를 육성하고자 융합인재교육(STEAM교육)을 추진하게 되었다(한국과학창의재단, 2012).

STEAM교육은 STEM교육에 인문 사회 분야를 포함하는 예술(Arts)을 추가함으로써 다섯 교과 간의 통합적 교육방식을 의미한다. 한국과학창의재단 (2012)은 STEAM교육을 '과학기술에 대한 학생들의 흥미와 이해를 높이고 과학기술 기반의 융합적 소양과 실생활의 문제 해결력을 배양하는 교육'으로 정의하고 있다.

나. STEAM교육 관련 선행연구

새로운 흐름의 STEAM교육이 학교 현장에 활발히 도입되기 위해서

는 교사들이 수업에 적용할 수 있는 다양한 STEAM 프로그램이 필요하였다. 따라서 각 시·도 교육청 및 한국과학창의재단은 다양한 STEAM 교육 프로그램을 개발하고 공유하기 시작했으며 이와 관련된 교육적 효과에 대한 연구도 이루어지기 시작하였다.

한국과학창의재단 (2012)은 STEAM은 수학·과학 과목의 이론적 내용 학습뿐만 아니라 실생활과의 연계성을 강조하면서 STEAM의 학습 준거틀을 [그림 5]와 같이 제시한다. STEAM은 학생들이 학습 내용을 자신의 문제로 인식할 수 있도록 하는 상황 제시로 시작되는데 학생들은 그 과정에서 문제를 스스로 정의한 후 이를 해결하기 위해 창의적인 생각을 반영한 활동 결과물을 만들어 낸다. 이와 같은 창의적 설계는 학생들이 단일 학문의 제한된 지식만으로 해결방안을 찾아가는 것이 불가능하므로 여러 학문의 지식들이 자연스럽게 융합된다. 학생들은 자신이 고안한 설계를 통해 문제의 해결방안을 찾고 성공의 기쁨을 느끼며 이러한 과정은 학생들을 다시 새로운 문제에 열정적으로 도전하게 만든다.

그림 5. STEAM의 학습 준거틀(한국과학창의재단, 2012)

이후 개발된 준거 틀에 따른 STEAM프로그램을 수업에 적용한 후 다양한 측면에서 효과를 분석하는 연구들이 수행되었다. 채희인과 노석구 (2013)는 STEAM프로그램이 초등학생들의 과학탐구능력 및 과학에

대한 태도에 미치는 영향을 조사하였는데 수업에 참여한 학생들은 과학 탐구능력이 유의미한 수준으로 향상되었고 과학 인식, 과학 흥미를 포함한 과학에 대한 태도 전 영역에 긍정적인 영향이 나타났음을 알 수 있었다. 이와 유사하게 초등학생에게 STEAM수업을 실시한 후 학생들의 창의성과 학습 몰입을 조사한 연구에서도 STEAM은 창의적 문제해결력, 창의적 인성 그리고 학습 몰입을 향상시키는 것으로 나타났다(조보람과 이정민, 2014). 중·고등학생을 대상으로 한 연구에서는 STEAM프로그램이 과학에 대한 태도, 과학 학습에 대한 인식, 과학 학습 전략을 포함한 과학 흥미를 높이는데 효과적이라는 결과가 도출되었다(강창익, 강경희와 이상칠, 2013; 강희선과 서혜애, 2013; 박주호와 현은령, 2014). 강남화 등(2018)은 STEAM 프로그램이 학생에 미친 효과에 대해 알아보기 위해 총 60편의 논문을 대상으로 메타분석을 실시하였는데, 연구 결과 STEAM의 효과는 논문에서 보고하는 다양한 종속 변수에 있어서 평균 중간정도이며 이에 영향을 주는 조절 변인 중 학생의 정의적 특성, 사고력, 인성 및 진로 의향을 측정하는 연구에서 보다 큰 효과크기가 나타났다. 따라서 STEAM이 학생들의 정의적 영역, 사고력, 인성 및 진로 탐색에 긍정적 영향을 미친다는 것을 통계적 분석으로도 살펴볼 수 있었다. 이상의 논의를 통해서 학생들은 STEAM 수업에 대해 긍정적인 인식을 가지고 있으며 수업에서 도전적인 과제를 스스로 해결해나가는 활동을 통해 과학에 대한 흥미, 자신감 키우고 과학탐구능력을 향상시킨다는 것을 알 수 있다.

학생들의 인지적, 정의적 영역에 긍정적 영향을 미치는 STEAM수업이 보다 효과적으로 이루어지기 위해서는 교사들이 STEAM에 대한 긍정적 인식을 가지고 해당 단원에 맞게 수업을 구성하고 실행하는 것이 중요하다. 따라서 교사들이 STEAM교육에 대해 가지고 있는 이해, 인식을 조사하고 더 나아가 STEAM수업을 실행하는 교사들에 대한 어려움과 성찰에 대한 연구를 살펴볼 필요가 있다.

신영준과 한선관 (2011)은 초등교사 93명을 대상으로 STEAM교육에 대한 인식을 조사하였는데 연구 결과 STEAM교육의 도입이 얼마 되지

않아 STEAM에 대한 교사들의 이해도는 낮은 편이였으나 STEAM의 필요성과 STEAM이 초등교육에 긍정적 영향을 미칠 것이라는 인식은 높게 나타났다. 그러나 STEAM 관련 업무와 수업에 참여할 의향은 부정적으로 나타났으며 교사들은 STEAM을 낯설어하고 이를 수업에 적용하는데 어려워하는 반응을 보였다. 따라서 STEAM을 성공적으로 보급하기 위해서는 관련 교육 내용과 교수전략의 개발, 학교시설과 실험 시설의 확충을 통해 교사의 인식을 개선의 필요함을 제언하였다. 임수민, 김영신과 이태상 (2014)은 STEAM의 현장적용에 대한 초등 교사의 인식을 조사하였는데 교사들은 STEAM의 의미와 목적에 대해 잘 알고 있음에도 실제 수업으로의 적용에는 부정적인 견해를 가지고 있었다. STEAM을 적용한 후에 겪는 어려움에 대한 설문에서는 학생들이 STEAM을 통해 얻은 결과와 교과 수업 내용의 연결을 힘들어한다는 답변이 큰 비중을 차지하였으며 소극적인 학생들의 수업 참여 기회 감소, 교사의 개념 설명의 부족, 입시 준비 제약의 의견들이 뒤를 이었다. 그 외에도 다양한 연구들에서 교사들이 STEAM수업을 하면서 통합주제 선정, 교육과정 재구성, 수업진도, 수업준비, 모둠활동 지도 및 평가에 대한 어려움을 경험하는 것으로 나타났다(이정민과 신영준, 2014; 최은영, 한광래와 이경학 2015; 손미현과 정대홍, 2019).

4차 산업혁명의 흐름에 맞춰 우리나라는 2011년부터 STEAM교육을 도입하였고, 9년이라는 시간이 지나면서 교사들의 STEAM에 대한 이해도가 높아졌음에도 불구하고 학교 현장에서는 많은 교사들이 수업에 STEAM을 적용하고 실행하는데 다양한 한계를 느끼는 것을 선행논문들을 통해 알 수 있다. STEAM교육이 완벽히 현장에 적응하고 다양한 교과 내용 수업에 활용되기 위해서는 그 수업을 구성하고 실행하는 교사의 신념과 의지가 매우 중요하다. 더욱이 초임 교사의 교수 활동에서 길러지는 태도와 인식은 교사로 재직하는 나머지 기간 동안의 학습 지도와 교사의 교육활동 전반에 결정적인 영향을 미친다(Hewson et al.,1999; 박현주, 2005). 즉 초임 교사가 원하는 주제에 맞춰 STEAM수업을 해나가는 과정에서 수업 방법과 그 교육적 효과에 대한 긍정적인 인식이 자리

잡는다면 향후 수업 구성에도 STEAM이 다양하게 적용될 것이다. 따라서 초임교사가 SSI를 주제로 STEAM수업을 구성하고 실행하는데 지닌 실천적 지식을 알아보는 것은 STEAM교육의 학문적 의미를 넘어서서 현대 사회에서 필요한 학생들의 역량을 함양시킬 수 있는 효과적인 융합 교육에 정착에 다양한 시사점을 제공할 것이다.

3. SSI-STEAM교육

SSI는 학생들이 과학적인 지식을 학습하는 것을 넘어서 도덕적 윤리적 추론을 하도록 요구하는 현실 세계를 기반으로 하는 논쟁적 문제들이다(Zeidler & Nicols, 2009). 따라서 지구 온난화, 유전자 조작 식품, 원자력 발전 사고 등 다양한 주제를 포함할 수 있다. 이러한 SSI를 다루는 교육은 최선의 방안을 모색해야 하는 비구조화된 문제 상황에 대하여 학생들이 다양한 관점에 따라 해결방안을 모색하거나 정답이 없는 논쟁 상황을 포함한다. 그러므로 SSI교육은 과학을 넘어 정치, 사회, 경제, 환경 등의 다양한 영역과 복잡하게 연계되어 있는 간학문적인 형태를 보인다(Sadler & Zeidler, 2005). 따라서 하나의 SSI를 다양한 학문과 연계하여 교육한다면 학생들이 문제 상황에 얽혀있는 가능한 많은 영역의 이해관계를 파악하고 이를 고려한 해결 방안을 찾아나가는데 효과적일 것이다.

SSI에 기반한 STEAM교육은 학생들을 현실 세계에 끌어들이기 위해 풍부한 사례를 제공하며 종종 그들의 사회에서 일반적으로 논쟁의 여지가 있는 주제에 학생들을 참여시킨다(Johnson, Macalalag & Dunphy, 2020). Zeidler (2016)는 STEM은 과학교육이 사회문화적 그리고 정치적 맥락 안에서 이루어지지 못한다는 것을 비판하면서 사회학, 심리학, 역사, 미술, 철학, 교육을 포함하는 인문사회 요소인 Arts를 포함한 STEAM이 이러한 비판점을 보안할 수 있다고 제안하였다. STEAM은 융합의 개념을 바탕으로 두 개 이상의 교과나 학문을 단순히 융합하는 것뿐만이 아니라, 두 개 이상의 교과나 학문에서 요구하는 지식, 기능,

태도 등을 완전히 분리하여 하나의 새로운 학문을 만드는 것을 포함한다. 따라서 SSI에 기반한 STEAM교육은 사회문화적, 정치적 맥락에 기초하여 과학교육을 행함으로써 상황적 특성에 맞게 과학관련 사회문제를 이해하고 이를 해결하는데 필요한 도덕성의 함양 및 공동체를 위한 책임 있는 참여와 실천을 가능하게 한다(Zeidler, 2016). 그러므로 SSI를 STEAM과 연계하여 교육한다면 학생들은 과학과 관련된 다양한 사회적 쟁점을 주제로 새로운 지식을 학습하고 이를 통해 의미 있는 대화에 참여하게 되며 더 나아가 지역사회의 다양한 이해관계를 고려한 적극적인 실천가 될 수 있는 기회를 제공할 수 있다.

기후변화는 전 지구적으로 이상기후, 폭우, 가뭄과 같이 현대 사회가 직면한 잠재적 위험 중 하나로 SSI교육에서 많이 다뤄지고 있다. 또한 기후변화는 다양한 학문 간 연계가 반영되어 있는 학습주제로써 자연과학, 인문과학, 사회과학 등 거의 모든 영역에서 접근 가능한 복잡한 현상이다(조성화 외, 2014). 그러므로 기후변화를 SSI-STEAM교육의 관점에서 접근한다면 온실효과, 지구온난화를 포함한 과학적 이해를 바탕으로 다양한 학문의 관점에서 기후변화의 대응방안을 모색하고 실천해보는 기회를 제공할 수 있을 것이다. 이러한 맥락에서 본 연구는 기후변화를 주제로 SSI-STEAM수업을 개발하였으며 이를 연구 참여 교사가 교수학습 상황에 맞춰 재구성하여 수업하였다.

제 3 장 연구 방법

제 1 절 연구 절차

본 연구는 기후변화 SSI-STEAM수업이라는 특정 맥락에서 드러나는 교사의 실천적 지식의 정향, 내용, 구조를 총체적으로 살펴봄으로써 교사의 실천적 지식을 보다 심층적으로 이해하고 더 나아가 수업 상황에서 교사가 겪는 갈등과 이를 해결하는 과정에서 교사의 실천적 지식이 미치는 영향을 탐색해보기 위한 것이다. 교사가 지닌 실천적 지식은 교사의 삶 전반에 걸쳐 축적된 것으로 과학적 지식, 형식적 지식, 경험적 지식 및 규범과 가치를 포함한 일상적 지식이 관여되어 있는 복잡하고 암묵적인 형태로 드러난다(Handal & Lauvas, 1987). 따라서 개인적이고 통합적인 실천적 지식을 파악하기 위해서는 특정 결과를 초래하는 변인을 찾아 이에 대한 처방을 제시하는 양적 연구보다는 현재의 경험에 대한 심층적 이해를 목표로 하는 질적 연구방법(곽영순, 2014)이 적합하다고 판단하였다. 이를 바탕으로 다음과 같은 절차에 따라 연구를 수행하였다.

첫째, 기후변화라는 전지구적 문제를 SSI-STEAM수업에서 어떤 활동으로 구성하고, 적용된 활동이 학생들의 기후변화 대응을 위한 실천 의지와 역량을 키우기 위해서 어떤 내용을 포함시켜야 하는지 그리고 이러한 수업을 재구성하고 실행해나가는 교사의 실천적 지식을 심층적으로 이해할 수 있는 방법은 무엇인지에 대하여 선행 연구를 고찰하고 문헌을 분석하였다. 교사의 실천적 지식은 교사의 내적 요인뿐만 아니라 교사를 둘러싼 상황, 환경 등 다양한 변인을 통해 이해해야 한다. 따라서 Yin(2003)이 정의 한 것과 같이 “실제적 맥락 안에서 이루어지는 동시대 현상에 대한 실증적 탐구이며, 현상의 경계와 맥락이 뚜렷하게 구분되지 않는 상황에 대한 탐구인 사례연구”가 적합하다고 판단하여 질적 사례연구 방법을 채택하였다. 또한 민주시민 양성을 목표로 하는 실천지향의

SSI교육과 STEAM교육을 접목하여 수업을 실행한 연구는 국내에서 찾아볼 수 없었다. 따라서 SSI-STEAM수업을 처음으로 실행하는 교사의 신념, 가치관을 포함한 실천적 지식을 심층적으로 바라보고자 단일 사례 연구 방법을 선택하였다. 단일 사례연구는 하나의 사례에 초점을 맞추고 특정 맥락과 그 안에 내포되어 있는 복잡한 의미에 대하여 심층적으로 분석하고 설명할 수 있으며 이전에는 없었던 특정 사례로부터 새로운 정보를 제공하려는 목적으로 수행되는 연구에 적절한 것으로 알려져 있다(Merriam, 1998). 따라서 본 연구는 연구 결과를 일반화하는 것이 아니라 초임교사로서 기후변화 SSI-STEAM수업이라는 특정 맥락에서 나타난 교사의 실천적 지식을 파악하여 향후 연구를 위한 근거를 마련하고자 하는데 목적을 두고 연구 대상을 선정하였다.

둘째, 중학교 2학년 과학을 담당하고 있는 연구 참여 교사의 일정과 맥락을 고려하여 기후변화 SSI-STEAM수업을 개발하였다. 1차로 개발된 6차시의 기후변화 SSI-STEAM수업은 지구과학교육과 교수 1인과 석사과정에 재학 중인 지구과학교사 2인이 함께 내용의 타당도 및 난이도를 검토하며 수정·보완하였다.

셋째, 교사와의 사전 면담을 통해 개발된 기후변화 SSI-STEAM수업 활동 및 구성에 대하여 논의하였다. 이 과정을 통해서 교사는 자신의 신념, 지식, 학교 환경에 맞춰 수업을 재구성하였으며 최종적으로 7차시의 기후변화 SSI-STEAM수업 계획을 완성하였다.

넷째, 교사가 완성한 7차시의 기후변화 SSI-STEAM수업 계획에 따라 2019년 12월 16일부터 12월 20일까지 서울시 소재 중학교 2학년 학생 31명을 대상으로 수업을 진행하였으며 모든 수업을 녹화하였다. 그 과정에서 수업 동영상, 교사의 수업 자료(PPT, 동영상, 활동지, 플래시 파일)를 수집하고 1차로 분석하였다.

다섯째, 기후변화 수업이 끝난 후 사전 면담 및 1차 분석 결과를 토대로 교사와 심층 면담을 2회에 걸쳐 진행하였다. 면담에서 기후변화 SSI-STEAM수업에 반영된 교사의 실천적 지식과 갈등을 알아보고자 하였으며 마지막으로 교사가 수업을 구성하고 진행하면서 느꼈던 감정과

생각에 대해 자유롭게 기술한 수업 소감문 자료를 수집하였다.

석사과정에 재학 중인 지구과학교사 1인은 수업 개발부터 자료 수집까지 연구의 모든 과정에 함께 참여하여 타당도를 검증하였으며, 자료를 분석하고 결과 및 결론을 도출하는 과정에서는 연구자의 개인적 해석에 그치지 않고 사회적으로 공유되기 위해서 지구과학교육과 교수, 과학교육학 박사 및 석사, 석사과정에 재학 중인 연구자 및 현장 과학 교사로 구성된 과학교육 전문가 11인이 함께 지속적으로 검토하고 보완(peer examination)하여 질적 연구의 타당성을 확보하고자 하였다. 또한 연구 수업과 학교 맥락을 자세하게 서술하고자 하였으며 연구 참여 교사의 언어를 인용하여 심층적으로 연구 결과를 기술(thick description)하고자 하였다. 마지막으로 질적 연구의 결과가 현상을 진실성 있게 대변하기 위해 가장 중요한 연구자 스스로 수집된 자료를 끊임없이 되돌아보는 과정(곽영순, 2014)을 반복하여 합리적으로 기술하고자 노력하였다.

제 2 절 연구 맥락

1. 수업 맥락

본 연구에서 진행된 기후변화 SSI-STEAM수업은 지구과학교육과 교수 1인과 석사과정에 재학 중인 지구과학교사 2인이 1차로 개발하고, 연구 참여 교사가 2차로 재구성하여 진행하였다. 연구자가 1차로 개발한 수업은 [그림 6]과 같다.

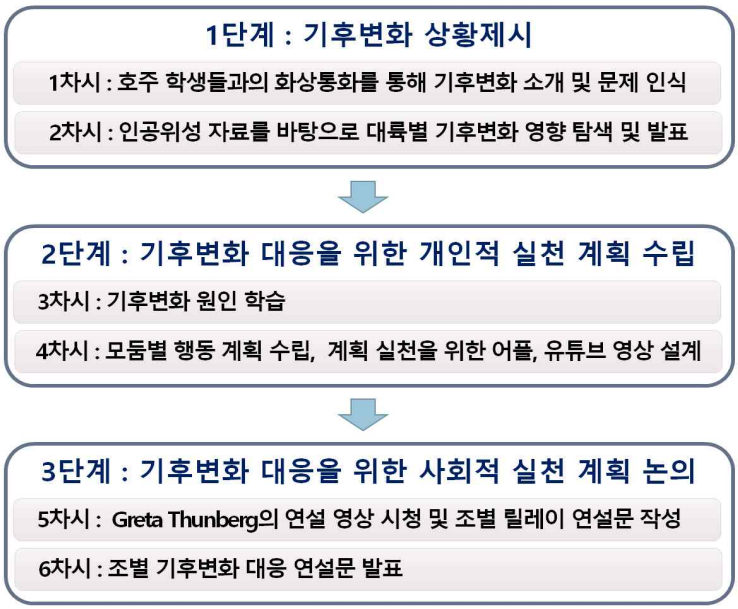


그림 6. 연구자가 개발한 1차 수업 계획

1차로 개발한 수업 계획은 참여 교사의 일정, 중학교 2학년 학생들의 수준, 45분의 정규 과학 수업 시간 등 제한된 상황을 고려하여 만들어졌다. 수업의 목표는 학생들이 기후변화의 영향과 피해를 탐색해봄으로써 기후변화를 둘러싼 경제적, 사회적, 환경적 측면을 살펴보고, 기후변화 원인을 해결하고자 자신의 실천 계획을 수립하고 기후변화 대응을 촉구하는 글을 작성해보는 활동을 통해 기후변화 대응을 위한 개인적·사회적

실천에 참여할 수 있는 역량을 함양하고자 하였다. 또한 기후변화를 이해하고 대응방안을 모색하는 과정을 STEAM과 연계시키기 위하여 한국과학창의재단 (2012)이 제시한 STEAM 학습 준거틀에 따라 상황제시, 창의적 설계, 감성적 체험이라는 3단계로 수업을 구성하고자 하였다. 그러나 기후변화 문제는 명확한 해결방안이 도출되기보다는 사회 전체가 온실가스 감축이라는 공동의 목표를 가지고 노력해나가야 하므로 학생들이 스스로 기후변화 대응을 위한 실천 방안의 탐색 과정에서 다양한 학문의 융합이 이루어지고 그 과정에서 성공의 기쁨을 느낄 수 있도록 하는데 중점을 두었다. 따라서 연구자에 의해 1차 개발된 수업은 '기후변화 상황제시', '기후변화 대응을 위한 개인적 실천 계획 수립', '기후변화 대응을 위한 사회적 실천 계획 논의'의 3단계로 구성하였고, 각 단계 모두 2차시로 배분하여 총 6차시 수업으로 개발하였다.

사전 면담을 통해서 1차 개발된 수업 단계와 활동 계획을 연구 참여 교사에게 안내하였고, 교사는 이를 다시 자신의 신념, 지식, 학교환경에 맞게 재구성하였다. 교사가 최종으로 완성한 기후변화 SSI-STEAM수업 단계 및 활동 계획은 [그림 7]과 같다.

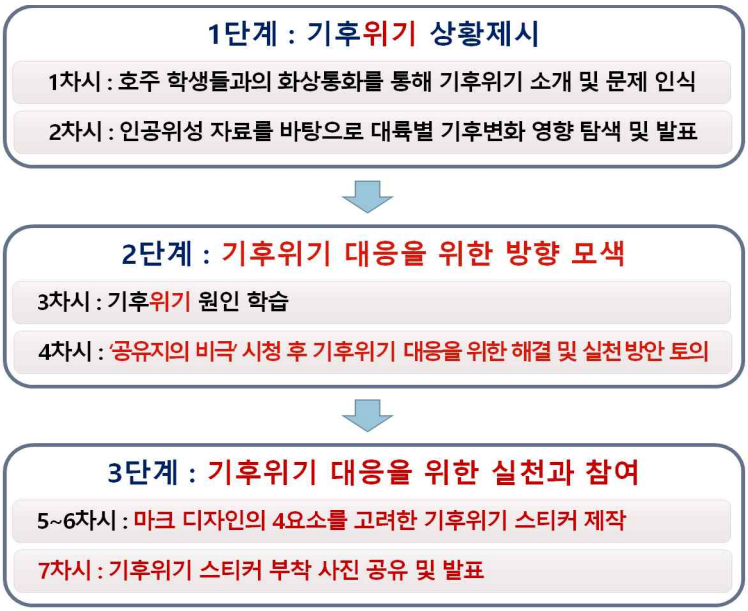


그림 7. 교사가 재구성한 최종 수업 계획

교사는 기후변화의 심각성을 더욱 강조하기 위해서 기후변화 용어를 기후위기로 바꿨으며 6차시의 수업을 1차시 더 추가하여 총 7차시의 수업으로 구성하였다. 또한 2단계의 '기후변화 대응을 위한 개인적 실천 계획 수립'을 '기후위기 대응을 위한 방향 모색'으로 3단계의 '기후변화 대응을 위한 사회적 실천 계획 논의'를 '기후위기 대응을 위한 실천과 참여'로 바꾸고 이에 맞게 수업 내용과 활동을 재구성하였다. 교사는 인공위성 자료를 바탕으로 대륙별로 기후변화의 영향을 탐색하고 기후변화를 사회적, 경제적, 환경적 측면에서 살펴보는 활동이 기후변화 수업에 꼭 필요하며, 다양한 과학적 그래프, 표, 그림 등의 자료를 해석하는 과정이 학생들의 과학적 사고에도 유의미하다는 판단하여 1단계 수업계획과 활동은 큰 수정 없이 최종 수업에 반영되었다.

> "수업에서 제일 좋았던 부분은 아이들은 그걸 많이 봤었거든요 기후변화 해수면 1cm 올라가면 어떤 변화가 일어나고 이런 이야기는 들어봤을 것 같은데. 지구과학 특징인 것 같긴 한데. 이런 그래프나 기온변화 그래프를 보고 자기네들이 자료해석을 해야 하잖아요, 이게 중학교 2학년 때 딱 처음으로 나오는 것 같더라고요. 아이들이 이번 시험 범위가 딱 해수였거든요. 해수면의 온도변화 이야기 나오는 게 있어서 온도분포 이런 것들이 있어서… 아예 교과서 탐구 실험에 나오더라고요. 그냥 그래프만 주고서 자료해석을 해봐라 그런 측면에서 요 부분이 굉장히 아이들에게 도움이 될 것 같고. 지구과학이라고 하면은 천체만 생각하는 것도 많으니까 이런 것들도 지구과학 분야라는 것도 알려줄 수 있을 것 같아서 이 내용은 꼭 들어가야 한다고 생각을 했어요. (1단계 대륙별 기후변화 영향 탐색을 위한 인공위성 자료)이 자료를 보고 굉장히 좋은 경험일 것 같다." [2019.12.06. 면담]

교사는 기후변화 SSI-STEAM수업의 목표를 다음과 같이 설정하였다. 첫째, 기후변화가 심각하다는 것을 이해한다. 둘째, 기후변화 대응을 위해서는 개인적 노력이 필요함을 인식한다. 셋째, 기후변화 대응을 위해 적극적인 목소리를 내는 주체가 학생이 될 수 있음을 깨닫고 기후변화 대응을 위한 실천에 참여한다. 이러한 수업의 목표를 달성하기 위하여 사회교과의 '공유지의 비극'영상을 통해 공동의 문제를 해결하기 위해 개

인적 노력이 필요함을 인식할 수 있도록 2단계 수업을 재구성하였고, 기후변화 대응을 위한 실천 계획을 넘어서서 작은 실천이라도 학생들이 직접 경험해보는 것이 중요하다고 판단하여 기후위기 스티커를 제작하고 부착해보는 활동을 3단계 수업으로 수정하였다. 교사는 [그림 7]과 같이 최종 수업 계획을 완성하고 수업 단계와 활동에 따라 PPT, 동영상, 플래시, 활동지의 자료를 개발하고 수업을 진행하였다.

2. 연구 학교 및 학급 맥락

장용빈 교사가 근무하고 있는 학교는 서울시 강남구 대치동에 위치한 30학급 규모의 공립 중학교이다. 표준화 검사에 의하면 이 학교 학생들의 학업 성취도는 서울에서도 상위권에 속하며 교사의 면담에서도 근무하고 있는 학교는 학구열이 매우 높은 편에 속한다는 말을 자주 들을 수 있었다. 교사는 학구열이 높은 만큼 평가에 대한 민원에 대해 부담을 가지고 있었다. 또한 학교에서 남학생들에 비해 여학생들이 더 열심히 공부하고 잘하는 경향이 있어서 남학생들에게도 과학의 즐거움을 알려주고자 노력하고 있었으며 지필 고사도 가능하면 쉽게 출제하여 학생들이 과학 공부에 벽을 느끼지 않게 하려고 하였다.

> “아이들이 좋아하는 면도 있고 제가 의도한 면도 있는데, 시험을 많이 쉽게 내요. 생각보다 좀 많이 쉽게 내는 편인 거 같아요. 아이들이 공부를 잘하는 것도 있는데, 왜냐면 학구열이 좀 지나친 쪽이기도 하고 해서 아이들이 민감한 부분도 있고 해서 저로서는 민감한 문제들은 최대한 피하자는 게 첫 번째이고. 두 번째는 흥미를 잃어버린 낮은 학생들이나 공부 자체를 안 하는 학생들이 남자애들이 주로 많거든요. 지역은 지역이다 보니까. 여자애들은 굉장히 공부 잘해요. 그럼 남자애들이니까 기본적으로 이과 관심 있어 하는 게 있기 때문에 과학은 어떻게든 조금이라도 공부를 시켜보는 게 어떨까 하는 게… 다행히도 저랑 같이 수업 들어가시는 선생님과 공통적인 생각이서. 시험 보면 전 과목 중에 평균이 제일 높았어요. 이번 중간고사 80점이었어요.

평균이.” [2019.12.06. 면담]

연구 수업이 진행된 학급은 평소 모든 교과 수업에 적극적으로 참하여하고 수업 태도와 분위기가 좋아 당시 2학년 중에서 가장 많은 학부모 공개수업을 진행했던 반이었다. 연구 참여 교사 또한 평소 과학 수업 태도가 좋았기에 연구 수업 대상으로 선정하였는데, 연구 수업을 시작하기 2주 전에 대상 학급에서 작은 다툼이 발생하였다. 교사는 학생 중심의 모둠 활동으로 수업이 진행되다 보니 학생들의 감정이 풀리지 않을 경우 이는 수업에 적극적으로 참여하는데 방해 요인이 될 것이라 판단하고 해당 학급의 담임교사와 지속적으로 이야기하면서 수업 방법에 대하여 고민하였다. 따라서 연구 수업을 진행할 시기에는 다투었던 학생들의 관계가 많이 회복되었고 교사가 감정이 안 좋을 수 있는 학생들을 한 모둠에 배치하지 않음으로써 연구 학급의 학생들은 기후변화 수업에 적극적으로 참여할 수 있었다.

제 3 절 연구 참여자

사례 연구를 통해 기후변화 SSI-STEAM수업을 진행하는 교사의 실천적 지식을 이해하기 위해서는 자신의 사고 과정을 잘 설명할 수 있고 새로운 수업을 시도하는데 어려움이 없는 참여자를 선택하는 것이 매우 중요하였다. 따라서 본 연구에서는 연구 참여자를 정하는데 의도적이고 계획적인 방법 중 하나인 목적 표집 중에서도 연구자가 연구를 실행함에 있어서 어려움을 느끼지 않고 연구할 수 있는 사람을 표집 하는 편의 표집 방법으로 선정하였다. 편의 표집을 함에 있어서 선정 기준은 다음과 같다.

첫째, 주변 사람들에게 과학 수업에 열정이 많고 새로운 방식으로 수업하는 것에 두려움이 없다는 평을 듣는 교사를 선정하였다. 이 수업은 기후변화 SSI-STEAM수업이라는 특정 맥락에서 교사의 지식을 살펴보아야 하므로 교사가 수업에 열정을 가지고 있어야 하며 자신이 지닌 실천적 지식을 적극적으로 활용하여 수업을 재구성하고 실행해나가는 것이 매우 중요하기 때문에 새로운 수업을 시도해보고자 하는 의지가 있는 교사가 적합하다고 판단하였다. 둘째, 연구 참여자가 적극적으로 참여 의사를 밝히고 근무하는 학교에서 연구가 가능한지를 고려하여 선정하였다. 본 연구는 학생들에게 연구 수업하고 지속적인 수업 관찰과 교사 면담을 필요로 하였기 때문에 교사가 적극적으로 연구에 참여하고 면담에 응하고자 하는 의지가 중요하였다. 또한 학교의 관리자와 수업에 참여하는 학생들도 수업 참여와 녹화에 동의해야 했기 때문에 교사가 근무하는 학교에서의 연구 가능성도 중요한 조건이었다. 위와 같은 기준을 적용하여 최종적으로 선정된 연구 참여자의 기본 정보는 <표 2>와 같다.

표 2. 연구 참여자의 기본정보

이름	성별	나이	경력	담당 학년	근무지역	학력
장용빈 (가명)	남	26	1년 차	중학교 2학년	서울 특별시	사범대학교 물리교육과 졸업

장교사는 서울 소재 대학교에서 물리교육을 전공하였고 졸업 후 약 4년 동안 입시학원에서 고등학생을 대상으로 물리를 가르치면서 중등 임용시험을 준비하였다. 연구 당시 장교사는 26살로 그 해 첫 발령을 받은 초임 과학 교사였으며 2학년 부에 속해 담임 및 생활지도 업무를 맡고 있었다. 동료 교사들은 장교사가 초임교사임을 배려하여 학년부에서도 가장 비중이 작은 생활지도3 업무를 배정해주었고, 항상 “신규인데도 잘 하고 있어!”라는 칭찬으로 장교사가 학교에 잘 적응할 수 있도록 도움을 주었다. 장교사는 학교 교사들 중에서 젊은 편에 속해 있었고 수업시간에도 학생들과 농담을 주고받으며 스스럼없이 지냈던 터라 학생들과도 우호적인 관계를 유지하고 있었다. 그는 경기도 안산시에서 태어나 그곳에서 초·중·고등학교를 졸업하였다. 초등학교시절 담임선생님의 추천으로 영재교육원에서 공부하였으며 그 이후 수학과 과학에 더 많은 흥미를 갖게 되었다고 학창시절을 회상하였다. 고등학교 재학시절 장애인 복지관에서 발달장애 학생을 맡아 2년 동안 수학을 가르치면서 교사의 꿈을 키웠다. 그는 교사의 꿈을 위해 사범대학에 입학하여 2학년 때부터 교육소외지역을 돌아다니는 교육봉사 동아리에 가입하였다. 졸업을 앞두고는 동아리 회장으로 뽑힐 만큼 동아리 활동에 적극적이었다. 동아리에서는 매번 가장 좋은 수업으로 뽑히는 학생만이 동아리 수업을 진행할 수 있었기 때문에 장교사는 매 수업마다 최선을 다해 3시간 분량의 수업을 짜임새 있게 구성하고자 노력했다고 말했다. 그는 동아리수업에서 과학이 아닌 음악, 영어, 수학 등 다양한 교과의 수업을 하였는데 이를 통하여 전공이 아닌 교과의 수업에 대하여 다각도로 고민하는 기회를 갖게 되었다. 밤새 고민하며 구생했던 다양한 교과 내용의 동아리 수업들은 학교 현장에서도 큰 도움이 된다며 행복한 표정으로 말하는 교사의 모습에서 수업에 대한 열정을 느낄 수 있었다.

제 4 절 자료 수집

D중학교에서 7차시로 진행된 기후변화 SSI-STEAM수업은 2019년 12월 16일부터 12월 20일까지 장교사와 31명의 2학년 학생들이 참여하였으며 자료를 수집한 과정은 다음과 같다. 첫째, 수업 전 1회 그리고 수업 후 2회의 교사 심층면담을 실시하였다. 이후 데이터를 분석하면서 필요하다고 판단되는 보충 내용을 수집하기 위해 메일과 메신저를 활용하여 2회의 추가 면담을 실시하였다. 둘째, 교실 뒤쪽과 옆쪽에 각각 캠코더를 설치하여 수업의 전 과정을 촬영하였고 수업 중 교사의 음성은 모두 녹음하였다. 또한 연구자는 수업에 함께 참여하여 관찰 일지를 작성하였다. 셋째, 7차시의 수업이 끝난 후 교사는 전반적인 수업에 대한 소감문을 작성하였고, 교사가 수업 중에 활용한 PPT, 동영상, 활동지 및 플래시 자료를 수집하였다. 이 과정을 통해 교사 심층면담 자료, 수업 동영상, 교사의 수업 자료(PPT, 동영상, 활동지, 플래시 파일), 교사의 수업 소감문 및 연구자의 관찰일지가 연구 자료로 수집되었으며 수업된 동영과 면담 자료는 모두 전사하여 연구 결과 분석에 사용되었다. 이를 정리하면 <표 3>과 같다.

표 3. 자료 수집 목록

연구 참여자	종류	자료 형태(시간)	전사량
장용빈 교사	참여 관찰	동영상 파일(350분)	A4 33쪽
	심층 면담	음성 파일(350분)	A4 37쪽
	문서	PPT, 동영상, 활동지, 플래시, 수업 소감문, 메일을 통한 추가 면담	-

제 5 절 자료 분석

질적 연구에서 자료의 분석이란 연구 문제에 대한 해답을 수집된 자료 안에서 찾아가는 과정이자(유기웅 외, 2018), 연구 자료를 조직화하고 다시 해석할 수 있는 단위로 분석한 후 그 안에 숨어 있는 패턴을 찾아내는 작업과 같다(Bogdan & Biklen, 2007). 질적 연구는 방법의 특성 상 자료의 수집과 분석이 동시에 순환적으로 이루어진다(Merriam, 1998; 김영천, 2012). 따라서 본 연구에서는 1차 교사의 심층 면담 자료의 수집과 동시에 분석을 하였으며 연구 수업이 진행되면서부터는 자료의 수집과 분석이 교차하여 이뤄지도록 하였다.

교사의 실천적 지식을 탐색하기 위해 수집한 자료를 반복적으로 비교하는 과정을 통하여 공통적 범주와 속성을 탐색하고 도출하는 반복적 비교분석법(constant comparison method)에 따라서 자료의 분석이 이루어졌다(Merriam, 1998).

1차로 자료에 이름을 붙이고 개념을 도출하여 범주화하는 개방 코딩(open coding)을 실시하였다. 본 연구에서는 실천적 지식에 합당한 문장에 밑줄을 그으며 개념을 찾는 줄 단위 분석을 하였는데 각각의 개념은 교사의 진술을 그대로 인용하는 현장 코드(in vivo code)와 질적 자료의 기본 주제를 한 단어나 짧은 절로 요약하는 설명 코드를 통해 명명되었다. 이 과정에서 수업과 면담에서 반복적으로 나타나는 실천적 지식의 특징적 요소를 구분하였다. 2차 코딩은 개방 코딩된 자료를 바탕으로 교사 지식의 형성 원천인 상황적 정향, 개인적 정향, 사회적 정향, 경험적 정향, 이론적 정향의 5가지 영역과 실천적 지식의 내용영역인 교사 자신에 대한 지식, 교육과정 및 교과내용 지식, 교수학습 지식, 교수학습 환경지식의 4가지 영역으로 범주화하여 하여 횡적 분석을 실시하였다.

<표 4, 5>는 실천적 지식의 정향과 내용을 분석하기 위한 틀로서 Elbaz (1981, 1983)의 정향 및 내용의 범주와 정의를 활용하였고, 코드는 국내 선행 논문(이선경 외, 2009; 김태우, 2015; 김유정과 홍훈기, 2017)을 바탕으로 각 범주에 해당하는 교사 면담 자료에서 도출되었다.

표 4. 실천적 지식의 내용 분석틀(Elbaz, 1981; 1983)

내용	정의	코드
교사 자신에 대한 지식	교사 자신의 가치와 목적에 관한 지식, 교사로서 자신을 어떻게 바라보고 스스로가 어떤 역할로 규정하는지에 관련된 지식	-가치관 -목적의식 -새로운 시도 -자신에 대한 인식 -경험적 갈등 및 어려움
교육과정 및 교과내용 지식	교육과정에 대한 이해와 재구성에 관한 지식, 교과에서 교사가 학습자에게 가르치는 전문 지식	-교과내용 이해 -교과에 대한 인식 -교육과정 이해 -교육과정 재구성에 대한 지식
교수학습 지식	학습의 의미에 대한 이해 및 학습자에 대한 이해와 관련된 지식	-학습의 의미 -학생과의 상호작용 -학습자에 대한 이해 -교수 및 교수법 지식
교수학습 환경지식	교사가 속한 교실 및 학교를 둘러싼 사회, 정치, 경제, 문화, 지리적 환경에 대한 이해	-교실 및 학교 상황지식 -학교의 물리적 환경 지식 -사회적, 정치적, 지역적 환경에 대한 이해 -관리자, 동료교사, 학부모에 대한 심리적 환경지식

표 5. 실천적 지식의 정향 분석틀(Elbaz, 1981; 1983)

정향	정의	코드
상황적 정향	교사가 처한 특정한 상황 맥락에 의해 영향을 받은 경우	특별한 사건
개인적 정향	교사 개인의 감정, 목적의식, 가치관에 영향을 받은 경우	성향, 가치관, 사고방식
사회적 정향	교사를 둘러싼 사회적 환경에 영향을 받은 경우	교육 정책, 학부모, 관리자, 사회적 흐름
경험적 정향	교사 개인의 경험에 영향을 받은 경우	꾸준한 경험
이론적 정향	다양한 이론이나 연구에 영향을 받은 경우	이론적 지식, 독서, 대학원

표 6. 실천적 지식의 구조 분석틀(Elbaz, 1981; 1983)

구조	정의
이미지	교수 실행의 방향성을 안내하는 가장 포괄적인 진술로 교사의 감정, 가치관, 필요, 신념이 결합되어 가르침을 어떻게 해나가야 하는지에 대한 은유적 지식
원리	규칙보다 포괄적인 것으로 교사가 지금까지 당연하게 생각했던 교수 행위를 의도적으로 숙고하고 반성함으로써 드러나는 진술
규칙	자주 마주치는 특정한 상황에서 무엇을 해야 하는지 또는 어떻게 해야 하는지에 대한 가장 간략하고 명료한 진술

<표 6>은 실천적 지식의 구조를 분석하기 위한 틀로서 Elbaz (1981, 1983)의 범주와 정의를 활용하였다. <표 4>를 활용하여 분석된 실천적 지식의 내용을 각각의 범주에 따라 다시 이미지 수준으로 분석하였다. 그리고 도출된 이미지에 따른 원리, 규칙 수준으로 자료를 코딩하여 교사의 실천적 지식을 종적으로 분석함으로써 실천적 지식의 정향, 내용, 구조를 총체적으로 파악하고자 하였다. 마지막으로 분석된 실천적 지식을 원자료와 비교·분석하면서 실천적 지식의 범주 사이의 관계나 갈등에 대한 새로운 의미를 생성하고자 하였다. 따라서 본 연구에서는 실천적 지식의 정향, 내용 및 구조를 구체화하고 수업에서 교사의 갈등과 갈등을 해결하는 과정에 영향을 미친 실천적 지식을 분석하였다.

제 6 절 연구의 타당도 및 신뢰도

본 연구는 질적 단일 사례 연구로서 연구 결과의 타당도와 신뢰도를 높이고자 Lincoln 과 Guba (1985)의 신뢰성 준거(trustworthiness criteria)와 Merriam (2009)의 타당성을 높이기 위한 6가지 구체적 전략을 고려하여 연구 자료를 수집하고 분석하고자 하였다.

첫째, 삼각검증법(triangulation)은 연구대상에 대하여 심층적으로 이해하기 위해 여러 가지 방법과 자료를 수집하고 통합하는 것이다(김영천, 2012). 따라서 본 연구에서는 심층면담 자료, 수업 동영상, 교사의 수업 자료(PPT, 동영상, 활동지, 플래시 파일), 교사의 수업 소감문 및 연구자의 관찰일지와 같이 여러 방법으로 수집한 다양한 자료를 비교·분석함으로써 단일 자료에서 생길 수 있는 해석의 오류를 줄여나갔다.

둘째, 연구 결과에 연구 참여 교사에게 견해를 구하고 확인받는 연구 참여자 확인법(member check)을 통해 연구 수행 당시 교사의 의견을 왜곡하지 않고 제대로 해석하였는지 검토하였다. 이 과정을 통해서 연구의 정확성, 신빙성 그리고 타당도를 확보하고자 하였다(유기웅 외, 2018).

셋째, 동료 검토법(peer examination)을 통해 질적 연구의 타당성을 향상시키고자 하였다. 석사과정에 재학 중인 지구과학교사 1인은 수업 개발부터 자료 수집까지 연구의 모든 과정에 함께 참여하여 타당도를 검증하였다. 또한 연구문제, 질적 연구방법, 연구목적과의 관련성을 비롯하여 자료 분석과 결과도출에 이르는 과정에서는 지구과학교육과 교수, 과학교육학 박사 및 석사, 석사과정에 재학 중인 연구자 및 현장 과학 교사로 구성된 과학교육 전문가 11인이 함께 지속적으로 검토하고 보완하였다.

넷째, 연구 결과를 가능한 풍부하고 심층적으로 표현하고자(rich and thick description) 연구 수업과 학교 맥락을 자세하게 설명하고 연구 참여 교사의 언어를 인용하여 기술하였다. 또한 연구자 스스로가 자료를 반복적으로 되돌아봄으로써 질적 연구의 결과가 진실성 있게 표현되고자 노력하였다.

제 4 장 연구 결과

제 1 절 기후변화 SSI-STEAM수업에서 나타난 교사의 실천적 지식

1. 실천적 지식의 내용 및 구조

가. 교사 자신에 대한 지식

1)이미지

교사는 기후변화 수업에서 **인도자**이다.

장교사가 기후변화 SSI-STEAM수업에서 드러내는 자기 자신에 대한 가장 포괄적이고 일반적인 이미지는 '인도자'이다. 교사는 학생들에게 기후변화 주제를 제시하고 기후변화의 심각성을 알리며 학습의 장으로 초대하는 것이 이 수업에서 가장 중요한 자신의 역할임을 강조하였다. 이는 기후변화 수업이 학생들의 행동을 이끌어내고자 하는 실천지향을 목표로 하는 것과도 연관이 된다. 교사는 학생들이 기후변화의 심각성과 막대한 영향에 대하여 경각심을 가지지 못한다면 기후변화 완화를 위한 규제가 나오더라도 실천으로 이어지지 못한다는 생각에서 출발하여 온실효과 및 지구 온난화의 과학적 지식을 넘어서서 기후변화의 심각성에 대하여 학생들이 깨닫고 대응하기 위한 다양한 실천 방안을 모색하고 행동으로 옮길 수 있도록 방향을 안내하는 인도자의 역할을 중요시하게 된 것이다.

"(수업에서 교사의 역할은) 인도자 성격이 강한 것 같아요. 수업에 집중하게 하고, 주제를 제시하고, 학습의 장으로 초대하는 과정은 교사가 해야 할 가장 큰일이기 때문이죠. 그 외에도 교사가 수업을 전반적으로 주도한다든지, 피드백을 제공하는 조력자의 역할을 수행한다든지 다양한 역할이 있겠지만, 가장 큰 건 인도자의 역할이 아닐까 싶습니다." [2020.02.17. 면담]

"정부의 규제가 실행되기 이전에 선행되어야 할 것이 바로 우리들의 마음가짐이라고 생각합니다. 경제가 힘들고, 부동산 가격이 뛰다 보니 사람들이 문제를 느끼게 되고, 그러니까 여러 공약들이 나오잖아요. 마찬가지라고 생각해요. 또 반대로, 만약 기후 변화에 경각심을 느낀 정부가 등장하게 된다 하더라도, 막상 규제 대상인 사람들이 규제에 대해 전혀 공감하고 있지 못한다면 문제가 생길 거예요." [2020.02.17. 면담]

교사는 인도자로서 학생들에게 신뢰할 수 있는 자료를 제공하고 지속적으로 기후변화에 관심을 가질 수 있도록 수업을 흥미롭게 이끌고자 노력하였다. 이는 학생들을 배려하고 수업에서의 만족감을 줘야 한다는 교사의 신념과도 연결되었다. 교사 자신에 대한 이미지와 그에 따른 실천의 원리 그리고 그것을 뒷받침하는 규칙을 정리하면 <표 7>과 같다.

표 7. 교사 자신에 대한 이미지, 원리, 규칙

[교사 자신에 대한 이미지] : 인도자	
원리1	기후변화의 심각성에 대하여 공감하게 한다.
규칙	• 수업 도입에서 기후변화의 심각성을 나타내는 다양한 자료를 제공한다. • 학생들이 스스로 기후변화의 심각성을 파악 할 수 있는 활동을 활용한다. • 기후변화로 인해 발생 할 수 있는 영향과 피해를 설명한다.
원리2	수업에 흥미를 가질 수 있게 한다.
규칙	• 흥미를 유발할 수 있는 활동으로 기후변화 주제를 소개한다. • 학생들의 관심을 끌 수 있는 퀴즈게임을 도입한다. • 동영상 및 시뮬레이션 자료를 활용한다.
원리3	수업 자료의 출처를 확인하고 신뢰할 수 있는 자료를 제공한다.
규칙	• 수업 자료의 출처를 알린다. • 제공되는 사진 및 그래프 자료에 출처를 기입한다.

2)원리 및 규칙

① <원리1> 기후변화의 심각성에 대하여 공감하게 한다.

- 수업 도입에서 기후변화의 심각성을 나타내는 다양한 자료를 제공한다.
- 학생들이 스스로 기후변화의 심각성을 파악 할 수 있는 활동을 활용한다.
- 기후변화로 인해 발생 할 수 있는 영향과 피해를 설명한다.

장교사는 실천지향의 기후변화 수업에서 인도자의 역할을 수행하고자 다양한 원리를 가지고 수업을 진행하였는데, 첫 번째 원리는 '기후변화의 심각성에 대하여 공감하게 한다.'이다. 7차시의 기후변화 수업은 정규 교육과정에 포함되지 않은 내용으로 학년 말 기말고사가 끝난 이후에 진행되었는데, 당시 수업은 교과목 수업, 연말 축제 준비, 영화 감상과 같이 교사 재량에 따라 다양한 활동이 이루어지고 있었다. 교사는 학생들이 수업에 보다 적극적으로 참여하게 하기 위해서는 기후변화라는 주제에 대하여 깊이 있게 이해하고 몰입할 수 있도록 해야 한다는 생각을 가지고 있었다. 따라서 학생들이 수업의 의의가 무엇인지 이해하고 나아가 기후변화의 심각성에 경각심을 갖게 하는 것을 중요시하고 있었다.

"제가 준비한 기후 변화 수업의 도입은 교사의 역할이 제일 중요하다고 생각해요. 학생들이 그 문제에 대해 심각하다고 인식해야지만 앞으로의 수업이 진행될 수 있기 때문이죠." [2020.02.17. 면담]

"(1-2차시 수업 의도) 처음에는 얘기하고 싶었던 게, 7번 수업했지만, 수업을 할 때 주제가 기후변화라는 것, 기후변화가 심각하다는 것, 왜 심각하다고 얘기하는지에 관한 것들에 초점을 뒀어요. 애들이 기후변화라는 게 심각하구나. 그래서 우리가 수업을 하는 이유가 거기에 있다는 메시지를 전달하는 데 목적을 두었습니다." [2020.02.17. 면담]

모든 수업을 마친 후 교사가 수업 계획에 맞게 직접 제작하고 활용한 PPT 슬라이드를 한 장씩 되돌아보면서 교사가 수업 당시의 상황을 기억할 수 있도록 시간을 주고 면담을 진행하였다. 사후 면담에서도 교사는 기후변화로 인해 초래할 수 있는 위험에 대하여 더 깊이 있게 이야기하지 못했던 것에 대하여 아쉬워하였는데, 이를 통해 교사가 얼마나 '기후변화의 심각성에 대하여 공감하게 한다.'라는 원리를 중요하게 염두에 두고 수업 실행하였는지 이해할 수 있었다. 교사는 학생들이 기후변화의 심각성을 깨닫고 이로 인한 위험이 자신에게도 직접적인 피해로 다가온다는 것을 인식한다면 기후변화를 완화하고자 하는 행동 의지를 더욱 키울 수 있다고 판단하였다.

> "(수업에서 아쉬운 부분은) 기후변화로 인해 어떤 위험이 초래할 수 있는지? 여기 보면 아마 제 기억으로 몇 가지 얘기했는데 해수면 상승할 수 있고 이상기온 심지어 전쟁까지 일어날 수도 있다. 이게 잘 안된 것 같아요. 그렇게 오르면 우리한테 뭐가 안 좋은데? 이런 게 부족했던 것 같아요. 전쟁이라고 하면 또 찾아본 게 있었는데 요즘 시리아 사태도 어떻게 보면 기후변화에 의한 것일 수도 있다는 얘기가 나오고 있어서 이야기했으면 좋았을 것 같은데. 아이들이 심각성을 받아들이려면 기후변화로 인해 우리한테 어떤 피해가 오는지 공감해야지 아이들도 기후변화의 심각성을 공감할 수 있을 것 같아서, 그 효과에 대해 잘 얘기를 못한 것 같아요." [2020.01.07. 면담]

'기후변화의 심각성에 대하여 공감하도록 해야 한다.'는 원리는 교사는 '수업 도입에서 기후변화의 심각성을 나타내는 다양한 자료를 제공한다.'는 규칙으로 나타났다. 교사는 인간 활동에 의한 기온 상승이 얼마나 심각한지를 나타내는 그래프 자료와 함께 국제 사회가 기후변화를 어떻게 바라보고 예측하고 있는지에 대하여 IPCC의 보고서 내용을 바탕으로 재구성하여 [그림 8]과 같이 안내하였다. 또한 '기후변화'를 '기후위기'로 대체하여 학생들에게 경각심을 심어주고자 하였으며 이후 수업에서도 '기후위기'로 용어를 통일하였다. 이후 교사는 '학생들이 스스로 기후변화의 심각성을 파악할 수 있는 활동을 활용한다.'라는 규칙을 가지고 기후위기

대책본부라는 조별 활동을 진행하였다. 학생들은 모둠 별로 하나의 대륙을 선정하여 주어진 자료와 노트북을 통해 해당 대륙의 기후변화 특징과 그로 인해 예상되는 경제적, 사회적, 환경적 측면을 탐색하고 정리하였다. 기후위기 대책본부 활동을 안내하는 교사의 PPT는 [그림 9]와 같다.

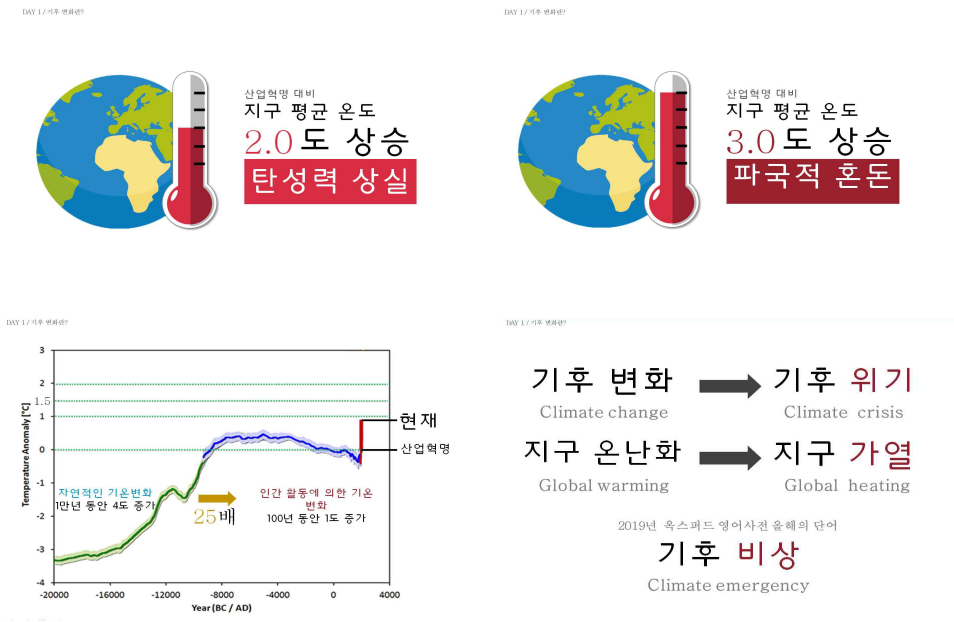


그림 8. 기후변화의 심각성을 알리는 PPT

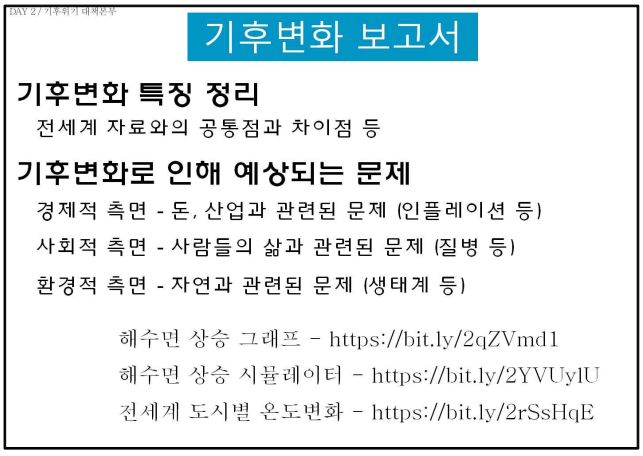


그림 9. 기후위기 대책본부 활동 안내 PPT

교사는 기후변화로 인해 발생할 수 있는 영향과 피해에 대해서도 첫 시간부터 설명하였다. 해수면 상승, 극심한 일교차, 이상기후, 바이러스 발생, 식량 부족 등 다양한 측면에서 기후변화가 영향을 미칠 수 있다는 것을 안내함으로써 학생들이 기후변화의 막대한 영향력을 인지함으로써 기후변화의 심각성을 알리고자 하는 원리를 실행할 수 있었다. '기후변화로 인해 발생할 수 있는 영향과 피해를 설명한다.'라는 규칙은 기후변화라는 주제로 학생들을 초대하고 학습으로 이어질 수 있게 안내하는 인도자로서의 이미지와 연관된다.

교사 : 그래서 기후 변화라고 하면은요 이런 것들을 이야기할 수 있습니다. 해수면 상승, 극심한 일교차, 이상기후가 발생하는 것들, 그리고 바이러스가 발생하기도 해요. 왜 바이러스가 발생하느냐? 그 이제 빙하에 녹아져 있던 것들에 바이러스가 사실 있는 경우도 있거든요. 빙하들이 녹으면 어떻게 되겠어요? 바이러스들이 대기 중에 흩날릴 수도 있다는 것. 그다음에 또 식량이 부족해지기도 합니다. 이런 심각한 문제들, 나중에는 전쟁까지 이어질 수 있어요. 왜? 식량이 부족하고 살 공간이 없어지니까 어떻게 되겠어요? 살 곳을 찾아서 전쟁하게 되겠죠. [2019.12.16. 수업]

② <원리2> 수업에 흥미를 가질 수 있게 한다.

- 흥미를 유발할 수 있는 활동으로 기후변화 주제를 소개한다.
- 학생들의 관심을 끌 수 있는 퀴즈게임을 도입한다.
- 동영상 및 시뮬레이션 자료를 활용한다.

교사가 자기 자신의 이미지인 인도자라는 역할을 수행하고자 가진 두 번째 원리는 '수업에 흥미를 가질 수 있게 한다.'였다. 기후변화 SSI-STEAM수업은 연구자들이 1차로 개발하고, 교사가 이를 다시 재구성하여 수업하였다. 그 과정에서 기후변화의 심각성을 알리고 대응을 촉구하는 연설문 작성 활동이 기후위기 스티커를 제작하고 공유하는 활동으로 바뀌었는데, 교사는 이러한 재구성의 이유를 학생들이 수업에 흥미

를 갖고 참여할 수 있도록 하게 하기 위함이라고 밝혔다. 교사는 수업의 목표가 단순히 기후변화와 관련된 과학지식을 학습하는 것에 그치지 않고 기후변화 완화를 위해 스스로가 실천 계획을 수립하고 행동으로 옮기는 것을 지향하므로 학생들이 수업 자체에 흥미를 느끼고 몰입하는 것을 중요시하였다.

> “연설문 작성 같은 경우는 아이들의 성향을 제 나름대로 생각한 것 같아요. 글을 쓰는 것을 어려워하는 애들이 많더라고요. 확실히. 아이들 독서기록장 같은 것을 보더라도 잘 쓰는 아이들은 굉장히 잘 쓰는데. 예를 들어 한 달 동안에 40권 정도 제가 사인한다고 하면 40권 중에 30권은 매일 가져온 아이들이고 그렇기 때문에. 아이들이 어쨌든 글 쓰는 데 익숙하지 않구나. 만약에 살리고 싶었다면 제가 넣을 수 있었던 부분인 거 같은데. 아이들의 성향 문제도 있고, 또 부끄러워하니까 그래서 그것보다는 아이들이 재미있게 참여할 수 있는 것을 만들자 했던 거 같아요.” [2020.01.07. 면담]

이와 같이 ‘수업에 흥미를 가질 수 있게 한다.’라는 원리는 수업 시간에 교사의 말과 학생들의 활동을 통해 다양한 규칙으로 드러났다. 교사는 평소 과학 수업에도 학생들에게 다양한 흥미 유발 영상이나 활동을 통해 그날 학습할 주제를 소개하였다. 연구 수업에서도 이러한 교사의 규칙은 ‘흥미를 유발할 수 있는 활동으로 기후변화 주제를 소개한다.’로 나타났다. 교사는 기후변화 수업의 시작을 호주 학생들과의 화상통화를 통하여 서로 다른 반구에 살면서 체감하는 기후변화를 자유롭게 공유하는 활동으로 수업을 시작하였다. 호주 학생들과 화상통화는 연구자가 1차 개발한 수업에 있던 활동이지만 장교사 역시 평소 과학 수업에서 학생들이 학습 주제에 대해 관심을 가질만한 영상이나 활동으로 수업을 소개했던 터라 첫 수업 활동으로 만족스러워했다. 또한 장교사는 본인이 근무하는 학교에서 영어로 자유롭게 의사소통을 할 수 있는 학생들이 많으므로 호주 학생들과 어려움 없이 이야기할 수 있으며 교육과정에 없는 기후변화 수업이지만 이와 같은 활동을 통해 자연스럽게 수업을 소개할 수 있다고 판단하였다. 교사의 의도대로 학생들은 호주 학생들과의 화상

통화를 매우 흥미로워하였으며 대화에도 적극적으로 참여하는 모습을 보였다. 호주에서도 사막화와 같은 기후변화를 겪고 있음을 알 수 있었으며 이는 학생들이 기후변화라는 주제에 호기심을 가지고 몰입하기에 충분한 동기유발이 되었다.

또한 수업이 흥미로워야 한다는 원리를 실행하기 위해 교사는 수업시간에 '학생들의 관심을 끌 수 있는 퀴즈게임을 도입한다.'는 규칙을 가지고 있었다. 기후위기 대책본부 활동을 위해 학생들은 모둠별로 하나의 대륙을 선정해야 했는데, 이때 교사는 퀴즈게임을 통해 대륙 선정의 우선권을 부여하였다. 퀴즈의 소재 역시 기후변화와 관련된 개념을 활용함으로써 학생들이 자연스럽게 기후변화와 관련된 개념을 습득할 수 있도록 하였다. 교사가 퀴즈게임을 안내한 PPT는 [그림 10]과 같다.

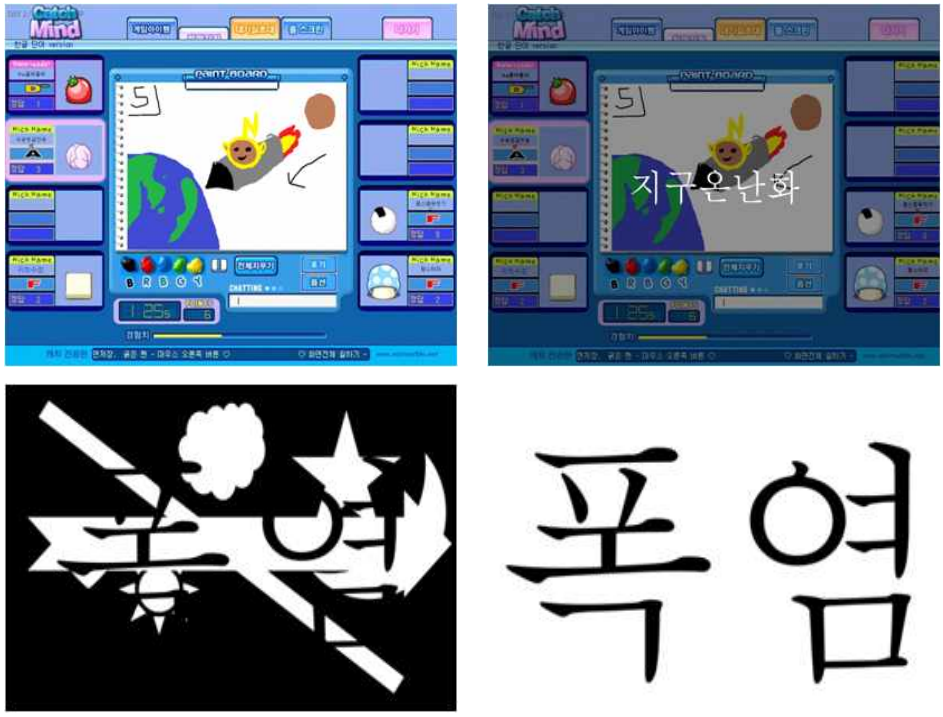


그림 10. 퀴즈게임 PPT

교사는 기후변화 대응을 위한 행동의 주체가 청소년일 수도 있다는 것을 알려주기 위하여 2019년 9월 23일 미국 뉴욕에서 열린 UN 기후행동 정상회의에서 그레타 툰베리가 연설한 영상을 활용하였다. 또한 제트기류의 설명에서도 제트기류가 움직이는 시뮬레이션 자료를 통해 이해와 몰입을 높일 수 있었다. 이와 같이 동영상 및 시뮬레이션 자료를 활용함으로써 수업을 흥미롭게 해야 한다는 교사의 원리가 '동영상 및 시뮬레이션 자료를 활용한다.'라는 규칙으로 구체화되었다.

③ <원리3> 수업 자료의 출처를 확인하고 신뢰할 수 있는 자료를 제공한다.

- 수업 자료의 출처를 알린다.
- 제공되는 사진 및 그래프 자료에 출처를 기입한다.

인도자라는 이미지가 수업에서 표현된 마지막 원리는 '수업 자료의 출처를 확인하고 신뢰할 수 있는 자료를 제공한다.'였다. 교사는 자신의 전공이 아닌 지구과학 과목에서 자주 다루는 기후변화를 주제로 수업하기 위해서 인터넷 검색, tv강연, 온라인 강연, 관련 서적 등 다양한 출처의 자료를 찾아보며 수업을 재구성하였다. 그 과정에서 미래의 기후변화를 예측하는 자료들이 학자마다 상이하다는 것을 깨닫고 수업 자료의 출처를 확인하고 신뢰할 수 있는 자료를 학생들에게 제공하고자 노력하였다. 즉 교사는 안내자로서 인간의 행동이 기후변화에 어떤 영향을 미치는지에 대하여 정확히 파악하는 것이 어려운 수업에서 학생들에게 확실한 정보와 신뢰할 수 있는 자료를 제공해야 한다는 신념을 가지고 있었다.

"아이들이 활동에 집중하고 기본적인 지식 전달하는 게 교사가 어느 정도 하는 게 중요하다고 생각했기 때문에. 교사에게 제일 중요한 것은 리터러시라고 하죠. 출처를 확실하게 밝히고, 교사가 신뢰할 수 있을 만한 정보를 전달하는가. 거기에 시간을 가장 많이 쓴 거 같아요." [2020.01.07. 면담]

“가장 의심스러운 거는 출처죠. 출처. 얼마나 좀 권위 있는데서 나왔나. 솔직히 저희가 지구온도가 1도 오르고 1.5도 올랐을 때 어떤 문제가 생기는지는 사실 예측이잖아요. 그리고 그거는 누구나 얘기할 수 있는 부분인데 그 자료가 어디서 나왔는지가 제일 중요한 것 같아요. 출처 확인하는데 일단 목적을 뒀고. 또한 정확한 정보 전달을 목표로 하려고 했어요. 예를 들어 과학자들이 예견을 하는 부분, 예측하는 부분에서는 꼭 이럴 것이다가 아니라, 이럴 가능성이 어느 정도 된다. 어느 정도 높은 편이다. 그런 뉘앙스를 전달하는 데 목표를 뒀어요.” [2020.01.07. 면담]

교사의 이러한 원리는 수업시간에 자료의 출처를 알린다는 규칙으로 드러났다. 그래프와 기후변화 심각성을 알리는 자료의 출처가 IPCC라는 것을 알리면서 기후 과학자들 역시 과학적 근거를 바탕으로 미래의 기후변화를 예측하고 대응하고자 함을 이야기하였다. 이러한 교사의 설명은 과학자 집단이 어떻게 사회적으로 활동하는지, 그리고 과학이 사회와 어떻게 상호작용하는지에 대하여 학생들에게 알려줌으로써 과학의 본성에 대한 이해를 제공할 수 있다. SSI수업에서 과학의 본성에 대한 이해는 학생들의 인지적·도덕적 발달에 영향을 미치고 이는 다시 과학적 소양의 함양을 촉진시킬 수 있다(Zeidler et al., 2005).

교사 : 예전에 2015년에서는 기후 온도를 2도까지만 올리자고 얘기했는데 작년에 있었던 IPCC라는 기후 과학자들이 모인 그런 곳에서는 오히려 온도를 0.5 정도 낮췄어요. 이게 무슨 뜻이에요? 2도까지는 괜찮을 줄 알았는데 그게 아니라는 거죠. (중략) 혹시 봤는지 모르겠는데 2019년 옥스퍼드 영어사전에서 선정한 올해의 단어 기후 비상. 그래서 지금 세계적으로 기후에 대해서 이야기하고 있는 사람들이 많다는 거예요. 그래서 올해 있었던 유럽 의회 얼마 안 되었죠? 기후가 지금 비상사태다. 이제는 정말 우리가 해결하기 위해 노력해야 한다. [2019.12.16. 수업]

마찬가지로 교사는 학생들에게 제공하는 사진과 그래프 자료에 모두 출처와 링크를 기입하였으며 노트북을 활용해 링크를 접속할 수 있도록 하였다. 따라서 학생들은 기후변화와 관련된 다양한 정보 중 신뢰할 수

있는 자료를 중심으로 대륙별 기후변화의 특징과 영향을 파악할 수 있었다. 이는 교사가 기후변화와 관련된 많은 정보들 속에서 학생들이 출처를 확인하고 신뢰할 수 있는 자료를 접근할 수 있도록 안내하는 인도자의 이미지와도 연결된다. 교사가 출처를 기입하여 학생들에게 제공한 자료는 [그림 11]과 같다.

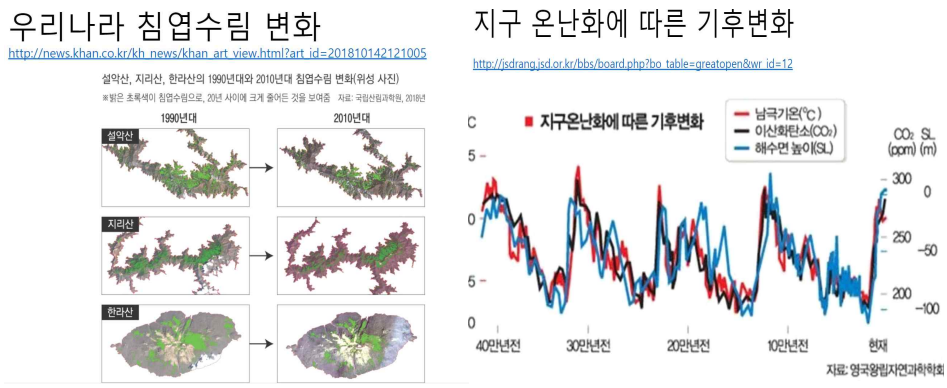


그림 11. 학생들에게 제공된 자료 예시

나. 교수학습에 대한 지식

SSI-STEAM수업은 학생들의 **눈높이에 맞아야 한다.**

장교사가 기후변화 수업에서 드러내는 교수학습 이미지는 '눈높이에 맞는 SSI-STEAM수업'이였다.

"(SSI수업) 이에 대한 수업도 진행해 본 적이 있었어요. 그때도 중학교 2학년을 상대로 진행했었는데 대부분의 학생들이 많이 어려워하더라고요. 그래서 아직 중학교 단계에서는 적용하기 어려울 수 있겠다고 생각했어요." [2020.02.07. 면담]

교사는 중학교 2학년을 대상으로 복잡계를 다루는 SSI수업을 한 경험을 가지고 있었다. 학생들에게 다양한 수업을 접하게 해보고자 정규 교육과정에는 없지만 과학 시간을 활용하여 거대 선박의 지속적 어획으로 기인한 환경 문제를 주제로 SSI수업을 시도했었다. 교사는 학생들이 이러한 쟁점에 얽힌 이해관계를 이해하고 윤리적 관점을 고려한 합리적 의사결정을 하는데 수업의 목표를 두었지만 학생들은 쟁점을 이해하고 자신의 생각을 정리하는 데 어려움을 느끼고 교사의 개인적 의견만을 묻는 기억을 가지고 있었다. 따라서 교사는 기후변화와 같이 SSI를 STEAM과 연계한 수업에서는 다양한 영역이 융합되어 있어 중학교 학생들에게는 내용이 다소 어렵게 느껴질 수 있으므로 수준에 맞춰 수업을 구성해 나가는 것이 중요하다는 생각을 가지고 있었다. 이는 평소 학생들은 눈높이에 맞춰 과학 수업을 할 때 가장 잘 이해하며 좋아한다는 인식과도 일맥상통한다.

> “(학생들이 좋아하는 수업 방식이라고) 느꼈던 부분은 굉장히 사소한 실험들도 좋아한다는 것. 교과서 나와 있는 탐구실험이든 그것 외에 간단한 실험이든 재밌는 실험이라던가, 설명을 할 때도 예를 들어서 비유를 들 때도 제 얼굴을 사진에 넣는다든지 아니면 이런 친근한 수업적인 것을 좋아한다는 것을 많이 느꼈고, 가장 필요하다고 생각하고 도움이 되었던 부분들이 그런 것들.” [2019.12.06. 면담]

장교사는 수업을 할 당시 중학교 2학년 과학 교과 전담 및 담임으로 첫 발령을 받은 초임교사였다. 과거 학원 강사로 근무하면서 고등학생을 대상으로 물리 수업을 한 경험은 있었지만 형식적 교육기관인 학교에서 정규 교육과정에 근거하여 과학 수업을 하는 것은 처음 겪는 경험이었다. 그러므로 교사는 좋은 과학 수업이 무엇인지에 대하여 끊임없이 고민하고 다양한 수업 방법을 시도해 보면서 교수학습에 대한 이미지를 만들어 나가고 있었다. 그 과정에서 학생들이 그들의 눈높이에 맞추어서 과학 개념을 친절히 설명하거나 간단한 비유를 활용하여 수업하는 것을 좋아한다는 것을 체득하였다. 따라서 교사는 이해하기 쉽고 친근하게 느

껴질 수 있는 수업이 좋은 수업이라는 신념에 근거하여 '눈높이에 맞춘 SSI수업'이라는 이미지를 드러냈으며 에에 따른 실천 원리와 규칙들을 정리하면 <표 8>과 같다.

표 8. 교수학습에 대한 이미지, 원리, 규칙

[교수학습 이미지] : 눈높이에 맞춘 SSI수업	
원리1	학생들이 이해하기 쉽게 수업한다.
규칙	• 다양한 예시를 제공한다. • 비유를 활용하여 설명한다. • 지난 시간에 학습한 내용을 정리한다.
원리2	학생들과 소통한다.
규칙	• 열린 문제를 통해 다양한 답변을 할 수 있도록 한다. • 학생들이 활동한 결과물에 대하여 발표할 기회를 제공한다. • 모둠 활동 시간에 학생들의 개별 질문에 지속적으로 응답한다.

2)원리 및 규칙

① <원리1> 학생들이 이해하기 쉽게 수업한다.

- 다양한 예시를 제공 한다.
- 비유를 활용하여 설명한다.
- 지난 시간에 학습한 내용을 정리한다.

교사는 기후변화 수업에서 눈높이에 맞춘 SSI-STEAM수업을 위해 다양한 원리를 가지고 수업을 하였는데, 첫 번째 원리는 '학생들이 이해하기 쉽게 수업한다.'이다. 그는 1년 동안의 과학 수업에서 학생들이 이해하기 쉽게 차근차근 개념을 설명해 줄 때 학생들의 수업 만족도가 가장 높았다는 것을 강조하였다. 이는 평소 가지고 있는 학습자에 대한 이해이며 교육과정 외의 기후변화 수업에서도 학생들의 이해를 우선으로 하는 원리가 드러났다.

"아이들이 제 느낌인지는 모르겠으나, 굉장히 강의식 수업을 좋아해요. 그거에 대한 만족도가 굉장히 높아요. 본인들이 이해가 안 되는 부분들을 제가 예시를 들어 설명해 준다거나 차근차근 설명해 주는걸 굉장히 좋아하는 편이에요. 또는 정돈된 학습지 이런 것들... " [2019.12.06. 면담]

또한 교사는 기후변화라는 주제를 SSI-STEAM수업으로 접근하기 위해서는 학생들이 실생활에서 직접 느낄 수 있는 기후변화를 설명할 수 있는 과학적 지식이 필요하다고 판단하였다. 그러나 기후변화와 관련된 과학적 지식은 지구 온난화, 온실 기체뿐만 아니라 엘니뇨와 라니냐, 대기 대순환, 해류의 흐름, 제트 기류 등 중학교 학생들에게 접근하기 어려운 내용이 많았다. 따라서 학생들이 체감할 수 있는 계절의 온도변화를 설명하고자 제트기류의 개념만 수업시간에 소개하였으며, 사진 자료를 통해 학생들이 이해 할 수 있는 수준으로 설명하였다.

"직접적인 기후변화라고 하면은 아이들이 가장 먼저 느낄 수 있는 것들은 겨울에 더 춥고 여름에 더 따뜻하고 이 부분인거 같은데, 기단 얘기들 하려면 제트기류의 존재는 알아야하지 않을까? 생각했었어요. 찬 공기가 내려오면 추워지는 거고 더운 공기가 올라오면 여름이 되고 하는 건데 이게 왜 더 추워지느냐. 찬 공기가 더 아래까지 내려와서 그렇다. 제트기류 때문에.. 이렇게 하면 아이들이 더 알아들을 수 있지 않을까 싶었다. 제트기류 왜 생기는지 좀 자세하게 이야기하려고 했지만 너무 그렇게 들어가면 아이들이 어려워할 것 같아서. 이런 것 때문에 기후변화가 일어나고 있다. 너희들이 느끼는 기후변화가 제트기류와 큰 연관성이 있다는 것들을 언급해주는 정도로 했던 거 같아요." [2020.01.07. 면담]

학생들의 이해를 우선순위로 하는 교사의 원리는 수업시간에 다양한 규칙으로 나타났다. '다양한 예시를 제공 한다.' '비유를 활용하여 설명한다.' '지난 시간에 학습한 내용을 정리한다.'의 규칙은 7차시 수업 전반에서 지속적으로 드러났다.

에어컨에서 만들어지는 물을 재활용하는 버스와 같이 교사는 기후변

화를 완화하고자 하는 다양한 노력들을 수업시간에 자연스럽게 예를 들어 설명하고 있다. 그뿐만 아니라 수업시간에 마크디자인의 4요소나 과학적 개념을 도입할 때도 가능한 많은 예시를 들며 설명하였으며 기후위기 스티커 제작에는 학생들이 주변에서 쉽게 볼 수 있는 다양한 정보를 알리는 스티커를 [그림 12]와 같이 제시하면서 기후위기 스티커를 구체적으로 설명하였다. 또한 교사는 수업에서 다양한 예시와 함께 비유를 통해 개념을 설명하는 경우를 쉽게 찾아볼 수 있었다.

교사: 유럽 경우에는 기후에 대해 얘기가 많이 나오고 있고 신박한 해결방안이 나오고 있어요. 예를 들어 그런 거야. 버스 에어컨 틀잖아요. 여름에. 에어컨 틀면 물 같은 거 떨어지잖아요. 맞아요?

학생들: 네

교사: 물을 가지고 뭘 이용하느냐 위에다 식물 같은 걸 심어요. 그것을 길러요. 그래서 차에서 이산화탄소를 조금은 줄여 주겠다는 거예요. 이런 대책들이 많이 나오고 있어요. [2019.12.17. 수업]

그림 12. 기후위기 스티커 만들기 예시 PPT

교사는 [그림 13]과 같이 날씨와 기후를 차이점을 기분과 성품으로 빗대어 표현하였고 기후변화가 심각해짐에 따라 나타나는 탄성력 상실을 설명하기 위해 스프링으로 비유하여 설명하고 있다. 마찬가지로 기후변화 대응을 위한 학생들이 실천 하나하나가 모여 큰 영향력을 미칠 수 있다는 것을 알리기 위해 학교 근처에 산불이 나는 것으로 비유하며 학생들에게 친숙하게 설명하고자 한다. 또한 교사는 매 수업 시간마다 지난 시간에 학습한 내용을 다시 확인하고 본 수업을 진행하는 규칙을 가지고 있었다. 이는 프로젝트로 진행되는 수업인 만큼 학생들의 수업 흐름을 끊이지 않도록 하는 교사의 의도가 담겨 있었다.

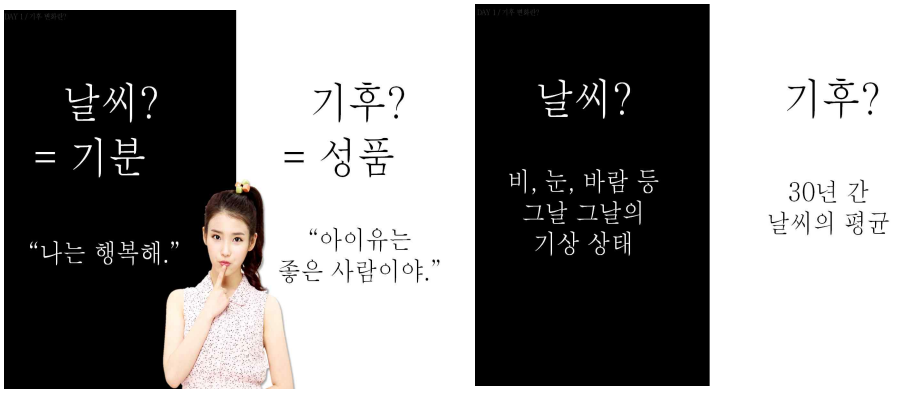


그림 13. 비유를 활용하여 날씨와 기후를 설명하는 PPT

교사: 그럼 이거보다 온도가 0.5도 올라 가면은요. 2.0도가 되면 탄성력 상실이라고 이야기해요. 이게 무슨 이야기냐 하면 우리가 스프링 같은 걸 준비해서 얘를 늘린다고 했을 때 원래는 조금 늘이거나 조금 줄이면 어떻게 돼요?

학생들: 돌아와요.

교사: 다시 돌아오죠. 내가 스프링을 힘껏 해가지고 이 정도 늘였어요. 이 상태는 스프링이 움직일 수 있어요? 없어요? 없어 버리죠. 이런 상태를 이야기하는 겁니다. 1.5도까지는 원래 상태로 돌아갈 수 있는 회복력이라는 게 있었는데 그 이후부터는, 2.0도부터는 없어진다고 하는 겁니다. [2019.12.16. 수업]

교사: 우리도 여러분의 책임으로만 남고 싶지 않다면 우리도 목소리를 낼 줄 알아야한다는 거예요. 만약에 뒤에 대모산에서 갑자기 산불이 났다고 생각해 봅시다. 산불이 점점 퍼지기 시작해요. 관악산으로 퍼져요. 경기도 전역으로 퍼져요. 그럼 어떻게 될까요? [2019.12.17. 수업]

② <원리2> 학생들과 소통한다.

- 열린 문제를 통해 다양한 답변을 할 수 있도록 한다.
- 학생들이 활동한 결과물에 대하여 발표할 기회를 제공한다.
- 모둠 활동 시간에 학생들의 개별 질문에 지속적으로 응답한다.

학생들의 눈높이에 맞춘 수업을 하기 위해서 교사는 '학생들과 소통한다.'한다는 원리를 가지고 지속적으로 학생들이 궁금한 점을 질문하고 자신의 의견을 표현 할 수 있도록 하였다.

"그러니까 해결방안이라는 거는… 사실 수업을 준비하는 데 있어서 학생활동이나 발표가 중요하다고 하는 이유는 수업 자체에 대한 집중도나 수업에 아이들이 공감하고 있냐? 이 느낌의 차이인 것 같아요. 제가 수업을 하루 종일 제 얘기만 하면은 아이들이 받아들여야 하는 부분들이고, 쉽게 말해서 공감은 안 되고 알고만 있는 느낌이죠. 기억에 오래 남는 수업을 이야기하려면 확실히 아이들이 스스로 말을 하거나 쓰게 하는 게 필요한 것 같아요." [2020.01.07. 면담]

"사회쟁점 이슈와 관련된 부분이 나오면 학생들이 (교사에게) 의견을 물어보는데, 이럴 때 항상 학생들이 저는 어떻게 생각하는지 반문하곤 해요." [2020.02.07. 면담]

교사는 기후변화를 위한 대응을 위해서는 자신의 일방적 설명 보다 학생들이 느끼고 공감하는 것이 중요하다고 판단하여 학생들이 지속적으로 말할 수 있는 환경을 조성하였다. 이러한 원리는 3가지의 규칙으로

구체화되었는데 첫째로는 '열린 문제를 통해 다양한 답변을 할 수 있도록 한다.'였다. 기후변화 쟁점은 이산화탄소 배출과 관련된 다양한 행위자들 사이의 이해관계를 이해하고 기후변화를 완화하고자 다양한 해결안을 모색하고 행동으로 옮겨야 한다. 따라서 교사는 학생들에게 열린 문제를 제시함으로써 학생들이 자신의 생각을 깊이 고민하고 타인의 의견에 경청하면서 다양한 입장을 생각해 볼 수 있도록 하였다.

> 교사: 그래서 기후위기의 해결방안이 어떤 것들이 있을까요? 여러분들이 지금까지 만든 문제들, 예시를 보면, 어떤 문제를 썼느냐, 아까 마지막으로 발표한 형민이 같은 경우는요. 경제적 문제는 농산물 가격이 오르거나 내릴 수 있다 이런 이야기들을 해줬어요. 맞아요?
>
> 학생들: 네!
>
> 교사: 여러분들이 다 적었잖아요. 이런 문제를 해결할 수 있는 방안, 뭐가 필요할까요? 어떻게 해결할 수 있어요?" [2019.12.18. 수업]

> 교사: (공유지의 비극 영상 시청 후) 예를 들어 우리가 목초지를 사용한다고 하면 양을 너무 많이 풀어서 문제인 거잖아요? 너무 많이 풀다 보니 어떻게 되는 거예요? 풀이 자라는 속도보다 풀을 먹어 치우는 속도가 빠르기 때문에 결국은 어떻게 돼서 그렇다? 풀이 줄어들 수밖에 없다. 그래서 이것을 해결하려면 뭐가 필요하겠어요? [2019.12.18. 수업]

교사는 '학생들이 활동한 결과물에 대하여 발표할 기회를 제공한다.'라는 규칙을 가지고 학생들과 소통하고자 하였다. 학생들은 기후변화 대책본부 활동을 통해 모둠별로 다른 대륙에서 나타나는 기후변화의 특징 및 영향을 정리한 후 발표하였으며, 기후위기 스티커 또한 제작 후 자신이 선정한 부착 장소에 부착한 것을 사진 찍어 발표하였다. 활동 공유를 통해 학생들은 주어진 시간에 다양한 정보를 습득할 수 있었고 교사는 학생들의 기후변화에 대한 이해도와 생각을 알고 조언할 수 있었다.

교사: 교사: 자 앞에 봅시다. 앞에 봅시다. 혜지야. 어, 자 그러면 이제 조용조용 자 이제 발표를 해 볼 건데요. 가장 먼저 궁금했던 지역은? 평소 나는 진짜 궁금했다?

학생들: 극지방이요.

교사: 극지방 궁금했어요?

학생들: 네!

장교사: 그러면 극지방부터 나와 볼까요. 좋습니다.

학생들: 우와~

태수: 극지방의 기후변화 특징 알려드리도록 할게요. 첫째로는 전 세계 기후변화를 알려드리도록 하겠습니다. 기온상승에 따라 이산화탄소 농도가 증가하고요. 전 세계적 폭염이 일어날 수 있습니다. 전세계적 사막화가 될 수도 있고요. 두 번째 인구밀도감소. 세 번째 거주지 변화. 다음에는 극 지역에 대해 알아보도록 할게요. 기온상승, 해수면 상승하고요, 결빙이 늘어나고 해수면이 올라갑니다. 빙하의 해빙이 이런 것 나와 있네요. [2019.12.18. 수업]

교사는 이러한 모둠 활동 시간에 교실을 순회하면서 학생들의 개별적 질문에 응답하였다. 모둠 활동은 자유로운 분위기에서 이뤄지고 질문하는 학생들이 주목을 받지 않기 때문에 학생들에게는 이해하지 못했던 개념이나 앞으로의 활동에 대한 궁금증을 보다 편하게 물어볼 수 있는 시간이었다. 따라서 학생들은 빙하 감소로 인해 죽어가는 북극곰이 불쌍하다, 호주 산불이 정말 심각한 것 같다 등 자신들의 감정이나 생각을 교사에게 자연스럽게 이야기하였다. 그 과정에서 교사는 상대적으로 모둠 활동을 어려워하는 학생들을 격려하고 조언하면서 학생들과 소통하였다. 그 결과 평소 과학 수업에 소극적이었던 학생들도 모둠 수업에 보다 적극적으로 참여하였으며, 모둠 활동 초반에 대륙별 자료 분석을 어려워하던 모둠도 교사의 도움을 받아 활동 결과물을 잘 만들어내는 효과를 가져왔다.

다. 교수학습 환경에 대한 지식

1)이미지

학교는 협력적이고 편안한 환경이다.

교수학습 환경 이미지는 교사가 바라보는 학교 관리자, 동료교사, 교실 상황, 물리적 공간 등 수업 활동을 둘러싼 학교에 관계되어 있는 사회적이고 정치적인 영향력에 대한 시각을 제공한다. 장교사가 이러한 교수학습 환경에 대해 가지고 있는 이미지는 '협력적이고 편안한 학교환경'이었다.

"굉장히 신규 교사를 배려해 주시는 편이에요. 제가 지금 받은 업무를 보니까 처음에는 몰랐는데 어떤 선생님이 어떤 업무를 하시고 하는지 이제는 보이잖아요. 다른 학교에는 절대 없는 자리인 거 같아요. 학년부에 6명이 있어요. 공식 업무가 생활지도 3이에요. 말도 안 되죠?" [2019.12.06. 면담]

"학년부 선생님들도 마찬가지고. 그 선생님들은 응원해 주시죠. 아유 대단하다. 잘해보세요. 옆에 있는 그 반 담임 선생님도 제가 도와드릴 건 뭐 없을까요? 하고 협조적이신 거고. 과학 선생님들도 어떤 수업자료로 어떻게 수업하는지에 대한 관심이 있으신 거 같아요. 괜찮다면 나중에 해보자." [2019.12.06. 면담]

"(과학실은) 수업 PPT를 미리 띄워 놓고 검토하거나 연습할 수도 있는 공간입니다. 심적으로도 과학실에서 수업 준비를 다 하고 나면 안정감이 생기는 것 같습니다." [2020.08.20. 면담]

장교사는 초임교사로서 학교에서 업무적으로 많은 배려를 받고 있음을 느끼며 동료교사들에게 감사한 마음을 가지고 있었다. 또한 이번 기

후변화 수업 연구를 학교에 알렸을 때도 주변 교사들의 많은 격려와 협조가 있음을 이야기하였다. 학년 말에 진행되는 행사로 수업 시간이 부족해지자 다른 교과목의 교사의 수업을 끌어오기도 하고 연속성 있는 수업을 위해 수업 시간을 교환하기도 하였는데 그 과정에서 많은 교사들이 흔쾌히 부탁을 들어주고 도움을 주며 협조적인 모습을 보였다. 이러한 협조적인 분위기에서 교사는 편안히 기후변화 수업을 진행할 수 있었다. 또한 7차시의 수업은 모두 학교 과학실에서 이루어졌는데 이는 교사가 학교에서도 과학실이라는 물리적 공간에 심리적인 편안함을 가지고 있었다. 과학 교사로서 다양한 활동 수업을 진행함에 있어서 과학실은 부족한 수업 시간과 제한적인 교실 공간의 어려움을 극복할 수 있게 하는 공간이었다. 교사가 가지고 있는 '협력적이고 편안한 학교환경'의 이미지를 구체화한 원리와 규칙을 정리한 것은 <표 9>와 같다.

표 9. 교수학습 환경에 대한 이미지, 원리, 규칙

[교수학습 환경 이미지] : 협력적이고 편안한 학교환경	
원리1	동료교사와 협동하여 수업을 준비한다.
규칙	• 담임교사의 토의하여 모둠을 구성한다. • 실험보조교사와 함께 과학실 수업을 준비한다.
원리2	과학실을 활용하여 수업한다.
규칙	• 책상 배열을 수업에 맞게 배치한다. • 수업에 필요한 프로그램 및 기기들을 설치한다. • 수업에 필요한 물품을 과학 준비실에 미리 세팅한다.

2)원리 및 규칙

① <원리1> 동료교사와 협동하여 수업을 준비한다.

- 담임교사의 토의하여 모둠을 구성한다.
- 실험보조교사와 함께 과학실 수업을 준비한다.

협력적이고 편안한 학교환경의 이미지에 따른 첫 번째 실천의 원리는 '동료교사와 협동하여 수업을 준비한다.'였다. 교사는 평소 과학 수업을 준비할 때 학급 분위기와 학생들의 이해 정도를 파악하기 위하여 동료교사와 의논하며 수업을 준비해나가고 있었다. 또한 교사는 과학 수업에서 학생들의 다툼으로 인하여 교사의 질문에도 아무 답변이 돌아오지 않고 수업이 어려웠던 경험 때문에 교수 활동에는 교실 내 분위기가 매우 중요하다는 인식을 가지고 있었다. 기후변화 수업을 진행하는 학급 역시 최근에 학생들 간의 작은 다툼이 있다는 것을 파악한 교사는 원활한 수업 활동을 위해 해당 학급의 담임교사의 조언이 필요하다고 판단하였다.

"오늘 나올 때 보니까 담임선생님께서 애들 얘기하고 계시더라고요. 화해하려고 하는 것 같아서. 이것은 다음 주까지 지켜봐야 할 것 같다. 오히려 저 처음에 아마 선생님 오셨을 때, 조 짤 때도, 여자애들끼리 남자애들끼리 할까 했었는데 담임선생님께서 그래서 남녀를 섞는 것이 좋을 것 같다고 하시더라고요. 담임선생님께서 조 짜면 한번 봐주신다고 했으니까. 일단은, 이게 조금 걱정이 됩니다." [2019.01.06. 면담]

"일단은 9반 같은 경우는 제가 이 수업을 하는 거기 때문에 수업 조도 짜고 해야 하니까. 담임선생님께 확인을 하고 어떤 아이들이 문제가 있냐고 확인하는 게 중요했던 거 같은데." [2020.01.07. 면담]

동료교사와 협업해야한다는 원리는 2가지 규칙으로 구체화되었는데, 첫 번째 규칙은 '담임교사의 토의하여 모둠을 구성한다.'이다. 교사는 수업을 시작하기 전날까지 담임교사를 통해 학생들의 사이를 파악하였고 담임교사의 조언에 따라 수업 모둠을 결정하였다. 사이가 좋지 않은 학생이 같은 모둠에 있을 경우 원활한 토의와 활동이 힘들기 때문이었다. 장교사는 해당 학급의 담임교사와의 협력을 통해 학생들의 적극적인 모둠 활동을 이끌어 낼 수 있었다. 두 번째 규칙은 '실험보조교사와 함께 과학실 수업을 준비한다.'이다. 장교사가 근무하고 있는 학교는 실험보조교사가 있어서 과학실에서 이뤄지는 실험 및 활동 수업 준비를 함께 준비해 주었다. 장교사는 실험보조교사와 함께 과학실 수업을 준비하면서

수업에 대한 부담감을 덜고 수업 자체에 더욱 집중할 수 있었다.

② <원리2> 과학실을 활용하여 수업한다.

- 책상 배열을 수업에 맞게 배치한다.
- 수업에 필요한 프로그램 및 기기들을 설치한다.
- 수업에 필요한 물품을 과학 준비실에 미리 세팅한다.

협력적이고 편안한 학교환경에 이미지에 따른 두 번째 실천의 원리는 '과학실을 활용하여 수업한다.'이다. 교사는 과학실이라는 공간 자체에 심리적 안정감을 가지고 있었다. 일반 교실은 책상 배치 및 물리적인 수업 준비가 쉬는 시간인 10분 안에 이루어져야 하므로 모둠 책상 배치, 화상 전화를 위한 카메라 및 스피커 설치, 모둠 활동 준비물 세팅, 기후위기 스티커 만들기 준비물 세팅, 모둠 활동 결과물 부착 등의 다양한 준비가 필요한 기후변화 수업을 일반교실에서 진행하는 것은 교사에게 큰 부담감으로 다가왔다. 따라서 교사는 7차시의 수업을 모두 과학실을 활용하여 진행하였다.

"(과학실에서 수업한 것은) 여러 가지 이유가 있습니다만, 가장 큰 이유는 수업 준비에 있습니다. 책상을 움직여 모둠을 만들어야 하고, 준비물, ppt 등 수업 세팅을 미리 해야 편한데, 일반 교실에서 수업하려면 쉬는 시간 동안에 준비해야 하지만 과학실에서는 미리 준비할 수 있기 때문이에요(촬영 세팅에도 도움이 되었던 것 같고요)." [2020.08.20. 면담]

'과학실을 활용하여 수업한다.'는 원리는 세 가지 규칙으로 구체화되었다. 첫 번째 규칙은 '책상 배열을 수업에 맞게 배치한다.'이다. 기후변화 SSI-STEAM수업은 학생들이 기후변화를 둘러싼 다양한 측면을 학습하는 과정에서 친구들과 자연스럽게 이야기하며 기후변화에 대하여 생각하고 대응방안을 모색하도록 구성되었다. 따라서 교사는 7차시 수업 내내 모둠 책상이 되도록 과학실 책상 배치를 바꿔두었다. 이는 매 수업 시간마다 책상 배치를 바꾸며 소모되는 시간을 절약하고 학생들이 자유롭게

모둠 친구들과 대화하는 효과를 가져왔다. 두 번째 규칙은 '필요한 프로그램 및 기기들을 설치한다.'이다. 교사는 호주 학생들과의 화상 통화를 활용하여 기후변화를 다른 나라 학생들과 이야기하며 학습 동기를 유발하고자 하였다. 따라서 필요한 프로그램, 카메라, 스피커, 마이크를 미리 과학실에 설치하고 사전에 점검함으로써 수업이 원활하게 이루어질 수 있도록 하였다. 마지막 규칙은 '수업에 필요한 물품을 과학 준비실에 미리 세팅한다.'로 기후변화 대책본부 모둠 활동과 기후위기 스티커 제작 활동은 다양한 수업 준비물이 필요하였다. 이는 실험보조 선생님의 도움을 받아 수업 전에 미리 모둠 책상에 준비해 두어 수업 시간을 효율적으로 사용할 수 있었다.

라. 교육과정 및 교과내용 지식

1) 이미지

기후변화는 **다양한 교과와 연관**되어 있다. 기후변화 대응에는 **개인적 실천**이 중요하다.

교과내용 지식은 교육과정 지식에 속하는 부분 집합의 성격을 지니고 있으나 교사가 실제 학생들에게 어떠한 내용을 수업하는가는 교육과정이나 교과서의 내용과는 또 다른 측면을 가진다(홍미화, 2006). 장교사가 진행한 기후변화 수업은 정규 교육과정에 속한 내용이 아니므로 교육과정 지식과 교과내용 지식을 구분하는 것이 어렵다고 판단하여 교육과정 및 교과내용의 지식으로 함께 바라보고자 하였다. 교사가 가지고 있는 교육과정 및 교과내용에 대한 이미지는 '다양한 교과와 연관된 기후변화', '개인적 실천'의 2가지로 나타났다. 기후변화와 관련된 내용을 학습하고 기후변화에 대응하고자 하는 실천지향의 수업은 교사가 가진 교육과정 및 교과 내용에 대한 이미지에 많은 영향을 받았다. 교사는 기후변

화가 다양한 학문과 연계되어 있다는 판단하에 다른 교과와 융합하여 수업을 구성해나갔다. 또한 기후변화에 대응하기 위해서는 사회적 실천보다는 개인적 차원의 실천이 중요하다는 인식을 가지고 있었다.

> “제가 학생들에게 물어보지 못해서 모르는 부분이긴 한데 아이들이 이전에 비슷한 주제로 기후변화 수업을 받은 적이 있다면, 좀 더 사실 학교 지금 단계에서 기술가정이나 사회교과에서는 원래 있었고 찾아보니까 기후변화가 나오더라고요. 근데 거기에서 좀 더 우리 생활과 실질적으로 할 수 있는 것을 좀 더 많이 이야기하더라고요. 중학교 단계에서 그런 교과가 있으니까 연계를 하면은 우리가 할 수 있는 것들 기후변화에 대응해서 할 수 있는 것들을 얘기하면 좀 더 좋겠다.” [2019.12.16. 면담]

> “사회 쪽에 생각보다 (기후변화) 내용이 굉장히 많이 나오더라고요. 거기는 아예 교과서 안에 단원이 들어가 있으니까.” [2019.12.16. 면담]

> “아이들에게 어쨌든 내가 기후변화에 대응해서 나도 내가 이러한 노력을 해야만 한다. 그것이 굉장히 중요하다 이런 걸 강조하고 싶다고 생각했어요.” [2019.12.16. 면담]

> “이것만은 알고 가자한다면. 첫째, 기후변화가 심각하다. 둘째, 기후변화는 개인의 노력이 필요하다. 셋째, 적극적인 목소리를 특별한 사람이 아니어도 학생 때 충분히 낼 수 있다. 넷째, 거창하게 얘기하자면, 지구과학 교과에 대해 전반적으로 알아볼 수 있는 기회를 주는 게 굉장히 좋은 거 같아요.” [2019.12.16. 면담]

교사는 다양한 교과 수업의 경험을 바탕으로 기후변화가 기술·가정, 사회 교과의 정규 교육과정에서 다루고 있는 주제라는 것을 알고 있었고 과학, 사회, 기술교과와 융합하여 기후변화 수업 한 경험도 있었다. 그는 기후변화 주제는 많은 학문과 연관되어 있고, 이에 대응하기 위한 실천 지향의 수업이라면 학생들이 기후변화를 더욱 깊이 이해하고 실천하기 위해서 다양한 학문적 측면에서 학습하는 것이 효과적일 것이라는 인식을 가지고 있었다. 따라서 기후변화는 다양한 교과와 연관되어 있는 즉, 간학문적인 성격을 지닌다는 이미지를 가지고 수업을 구성하고 실행하였

다. 또한 기후변화의 대응을 위해서는 시민 개개인이 심각성을 인지하고 스스로가 개인적 차원에서 실행할 수 있는 노력이 중요하다는 것을 강조했다. 그에 따른 이미지는 수업 구성 및 실행에 있어서 학생들이 기후변화 대응을 위한 개인적 차원의 실천을 계획하고 행동하도록 하는 원리와 규칙으로 나타났는데 이를 정리하면 다음 <표 10>과 같다.

표 10. 교육과정 및 교과내용에 대한 이미지, 원리, 규칙

[교육과정 및 교과내용 이미지] : 1) 다양한 학문과 연관된 기후변화	
원리1	다양한 교과 내용을 융합하여 수업한다.
규칙	• 온실효과, 제트기류, 지구 온난화의 개념을 설명한다. • 공동체가 공유경제의 문제점을 해결하는 방법에 대하여 논의한다. • 마크디자인의 4요소를 고려하여 기후위기 스티커를 제작한다.
[교육과정 및 교과내용 이미지] : 2) 개인적 실천	
원리1	기후변화에 대응하기 위한 개인적 노력의 중요성을 인식하게 한다.
규칙	• ‘비극의 탄생’ 및 ‘공유지의 희극’영상을 활용한다. • 관리비 고지서를 통해 가정의 이산화탄소 배출량을 계산한다.
원리2	기후변화에 대응하기 위한 개인적 실천의 기회를 제공한다.
규칙	• 기후위기 스티커를 제작하고 부착한다. • 가정에서 실천할 수 있는 개인적 노력의 예시를 안내한다.

2) ‘다양한 학문과 연관된 기후변화’ 이미지에 대한 원리 및 규칙

① <원리1> 다양한 교과 내용을 융합하여 수업한다.

- 온실효과, 제트기류, 지구 온난화의 개념을 설명한다.
- 공동체가 공유경제의 문제점을 해결하는 방법에 대하여 논의한다.
- 마크디자인의 4요소를 고려하여 기후위기 스티커를 제작한다.

장교사가 ‘다양한 학문과 연관된 기후변화’ 이미지를 구체화한 원리는 ‘다양한 교과 내용을 융합하여 수업한다.’였다. 교사는 사회, 미술, 과학 교과를 융합하여 7차시의 기후변화 수업을 재구성하였고 학생들에게 다

양한 학문적 측면에서 해결방안을 모색할 수 있는 수업을 했다.

> “중요한 주제면 당연히 여러 번 듣는 게 좋죠. 예를 들어 기후변화라고 했을 때, 과학교과에서 과학적으로 받아들이는 그런 기후변화 말고도 얘기할 수 있는 게 많으니까. 기술가정이면은 그쪽 측면에서 어떻게 이야기하는지, 사회교과에서는 어떻게 받아들이는지 이런 것들이 중요하다고 생각했어요. 그래야 기후변화라는 주제에 대해서 인식을 많이 할 거고, 아니면 기후변화라는 주제에 대해서 본인이 흥미를 가지고 있다 면은 다른 교과에도 흥미를 가진다거나 그쪽 측면으로 이야기할 수 있는 역량들을 발달시키면 당연히 좋을 것 같다는 의견 때문인 거 같아요. 가장 중요한 것은 수업이 다채로울 수 있다는 것. 공유지는 사회교과랑 연계가 되는 거겠죠? 넣으려고 했지만 약하게만 넣은 게 미술교과. 스티커 만들고 할 때, 미술적 요소를 고려했으면 좋았을 거란 생각이 들었었어요.” [2020.01.07. 면담]

교사는 비록 STEAM수업을 해본 경험은 없었지만 기후변화가 타교과에서 많이 다뤄지고 있는 교과 내용임을 알고 다른 교과의 교육과정을 비교·분석하며 수업을 구성해 나갈 수 있었다. 다양한 교과가 융합되어 구성된 활동 수업을 함으로써 평소 과학을 어려워하거나 부정적인 인식을 가지고 있었던 학생들도 수업에 적극적으로 참여하며 흥미롭게 수업에 참여하는 모습을 볼 수 있었다. 다양한 교과 내용을 융합하여 수업하고자 하는 원리는 다시 3가지 규칙으로 구체화되었다. 첫 번째 규칙은 ‘온실효과, 제트기류, 지구 온난화의 개념을 설명한다.’였다. 이러한 규칙에 따라 개념을 설명하는 PPT는 [그림 14]와 같다.

그림 14. 온실 효과 및 제트기류를 설명하는 PPT

교사는 과학 교과에서 다뤄지는 온실효과, 지구 온난화, 제트기류의 개념을 차례로 설명하였다. 학생들이 이미 학습한 내용인 공기의 조성비로부터 시작하여 이산화탄소 증가로 인한 온실효과 증대 그로 인해 발생하는 지구 온난화 현상을 설명한 후 학생들이 가장 쉽게 체감할 수 있는 있는 여름은 더 더워지고 겨울은 더 추워지는 현상 설명하고자 제트기류의 개념을 도입하였다. 학생들은 기후변화의 심각성에 대하여 깨닫고 이와 관련된 과학 개념을 학습함으로써 과학 지식을 기반으로 한 기후변화 대응방안을 모색할 수 있었다. 두 번째 원리는 '공동체가 공유경제의 문제점을 해결하는 방법에 대하여 논의한다.'이다. 교사가 이때 활용한 영상은 [그림 15]와 같다.

그림 15. '비극의 탄생' 및 '공유지의 희극' 영상

공유경제는 사회교과에서 나오는 개념으로 교사는 EBS의 '비극의 탄생'과 '공유지의 희극'이라는 동영상을 제공하였다. 공유경제에서 발생하는 문제점을 다루는 '비극의 탄생'영상을 보고 공동이 함께 살아가는 지구라는 행성에서 자원의 유한함을 깨닫고, '공유지의 희극'영상을 통해 학생들의 개개인의 노력이 유한한 자원을 함께 사용하는 인간으로서 얼마나 효과가 있는지 공감하기를 바라는 교사의 의도가 담겨있었다. 마지막으로 수업에서 드러난 규칙은 '마크 디자인의 4요소를 고려하여 기후위기 스티커를 제작한다.'였다. 이러한 규칙을 나타내는 교사의 PPT는 [그림 16]과 같다.

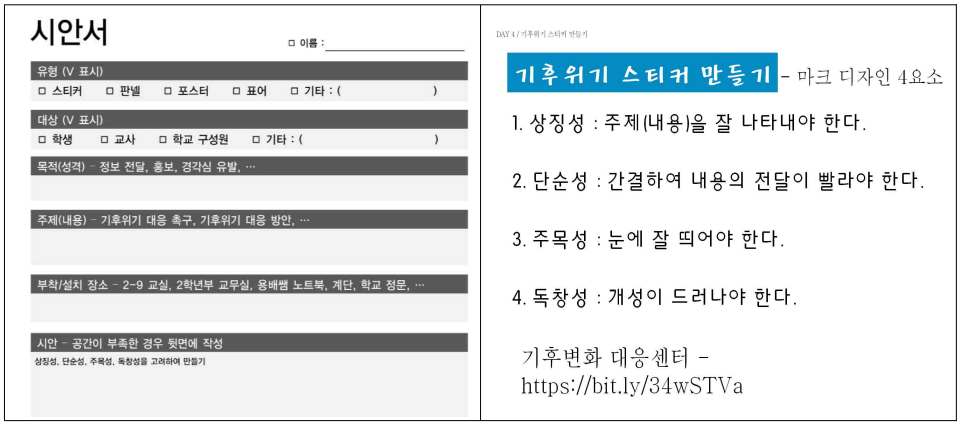


그림 16. 기후위기 스티커 시안서 및 마크 디자인 설명 PPT

교사는 미술교과에서 마크 디자인의 4요소인 상징성, 단순성, 주목성, 독창성을 설명하고 이러한 요소를 고려한 기후위기 스티커를 제작하도록 하였다. 또한 스티커를 제작하기 전에 스티커의 유형, 대상, 부착 장소를 생각하고 4요소를 고려한 시안을 미리 그림으로써 학생들이 기후위기 스티커 만들기의 목표를 명확히 인지하도록 하였다. 이는 미술 교과에서 다양한 마크를 디자인할 때 사용하는 방법이었으며, 학생들이 활동의 목적을 잊고 단순히 만들기에만 집중하지 않도록 하는 교사의 의도가 담겨 있었다.

3) ‘개인적 실천’ 이미지에 대한 원리 및 규칙

① <원리1> 기후변화에 대응하기 위한 개인적 노력의 중요성을 인식하게 한다.

- ‘비극의 탄생’ 및 ‘공유지의 희극’영상을 활용한다.
- 관리비 고지서를 통해 가정의 이산화탄소 배출량을 계산한다.

‘개인적 실천’ 이미지가 구체화된 첫 번째 원리는 ‘기후변화에 대응하기 위한 개인적 노력의 중요성을 인식하게 한다.’였다. 교사는 기후변화

대응을 위해서는 에너지와 자원절약 실천, 환경 친화적 상품 이용, 폐기물 재활용, 나무 심고 가꾸기와 같은 개인적 차원의 노력이 더 중요하다고 생각하였다. 이는 개인이 기후변화의 심각성을 인식하고 대응행동을 하고자 하는 의지가 없다면 국가가 노력한다 해도 실패할 것이라는 교사의 인식에서 비롯되었다. 따라서 교사는 수업에서도 학생들에게 기후변화의 심각성을 깨닫고 청소년인 너희들도 각자 기후변화 대응행동을 위해 실천할 수 있는 주체이며 그러한 개인적 차원의 중요하다는 것을 일깨워주고자 노력하였다.

> "개인적으로 생각해 봤을 때, 정치가나 대통령이 어떤 정책을 펼쳐야 한다고 이야기할 수 있는 것들은 누구나 다 생각해 볼 수 있고, 한 번쯤은 궁극적으로 그래야만 되는 것들이라고 생각한다면… 아이들한테 새로운 메시지를 주고 싶었던 거 같아요. 개인적으로도 이런 움직임들을 하는 게 중요하다. 너희들이 인식하고 있는 것이 중요하다. 그게 좀 더 초점이었던 거 같아요." [2020.01.07. 면담]

이와 같은 원리는 2가지 실천의 규칙으로 나타났는데 첫 번째는 '비극의 탄생 및 공유지의 희극 영상을 시청하고 토의한다.'이다. 영상은 지구라는 공유지에 많은 사람들이 제한 없이 자원을 사용하면서 결국 전체의 손실을 가져오는 공유지의 비극과 이를 해결하기 위한 방안으로 국가나 사회가 아닌 지역 공동체의 구성원들이 모여 자원을 아끼고 서로의 규칙을 만들어 실행하는 노력이 가장 효과적임을 알려주고 있다. 교사는 2개의 영상을 통해 기후변화 문제의 해결방안으로 학생들이 주체적으로 실행하는 개인적 차원이 실천이 중요함을 전달하였다.

> 전 세계 사람들이 공유하는, 이런 공유지에서 제일 가장 큰 문제는 계속 얘기하는 지구 위기란 말이죠. 맞아요? 이 위기를 해결하기 위해선 뭐가 필요할까. 지역 공동체 또는 구성원인 우리의 노력도 꼭 필요하다. 우리의 노력만으로도 가능할 수가 있다는 생각이에요. 아무리 정부가 규제한다고 하더라도 만약에 그 구성원들이 지구에 살고 있는 우리들이 아, 기후위기를 위해

좀 줄여야 하겠다, 이런 마음가짐을 가지면 어떻게 될까요? 충분히 해결할 있는 문제가 된다는 거예요. [2019.12.18. 수업]

교사의 두 번째 규칙은 '관리비 고지서를 통해 가정의 이산화탄소 배출량을 계산한다.'였다. 교사는 자신이 지난달에 받은 관리비 고지서의 전기, 가스 사용량을 바탕으로 [그림 17]과 같이 한국 기후·환경 네트워크에서 제공하는 탄소발자국 계산기를 활용하여 이산화탄소 배출량과 배출량만큼의 이산화탄소를 없애기 위해 심어야 하는 소나무의 수를 학생들과 계산하였다. 이러한 활동을 통해 학생들은 이산화탄소가 각 가정에서 얼마나 많은 양이 배출되는지를 체감하고 모두가 기후변화의 원인인 이산화탄소 배출에 책임 있다는 것을 학습할 수 있었다. 더 나아가 학생들에게 각 가정에서 자신이 이산화탄소 배출 감량에 노력해야 한다는 인식을 갖게 할 수 있었다.

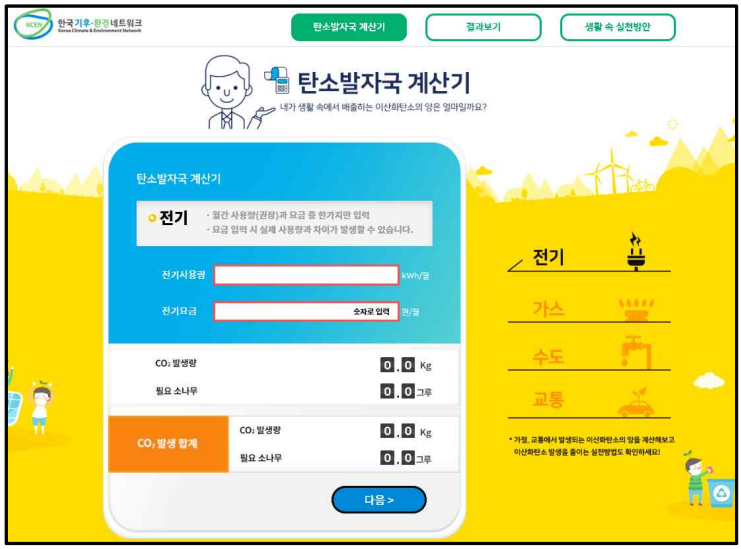


그림 17. 탄소발자국 계산기

② <원리2> 기후변화에 대응하기 위한 개인적 실천의 기회를 제공한다.

- 기후위기 스티커를 제작하고 부착한다.
- 가정에서 실천 할 수 있는 개인적 노력의 예시를 안내한다.

교사가 '개인적 실천'의 이미지에 대해 드러낸 두 번째 원리는 '기후변화에 대응하기 위한 개인적 실천의 기회를 제공한다.'였다. 다양한 활동으로 구성된 7차시의 기후변화 수업은 학생들이 학습한 내용을 바탕으로 기후변화 대응을 위한 개인적 실천을 해나가기에는 수업 시간이 부족하였다. 그러나 교사는 실천지향의 기후변화 수업이므로 가능한 한 개인적 실천의 기회를 제공하고자 노력하였다. 교사는 작은 실천일지라도 학생들이 기후변화 대응을 위한 노력에 첫 발을 디디는 것에 큰 의미가 있다는 것을 강조했다.

"그게 실천과 관련된 부분인 것 같아요. 아이들이 어쨌든 자기가 인식을 하고 했다는 그런 분위기 만들어 나가는 게 필요한 거 같아요. 기후위기 잘 알지 못하고 소극적인 움직임을 보이는 아이들한테, 적극적으로 스티커를 붙일 수 있는 기회를 주는 것이고, 그리고 주변에 알려야지 그런 분위기를 만들어 나가는 사회적 움직임을 만들 수 있을 테니까. 개인적인 실천방안 중 하나니까 아이들이 하나의 실천방안을 시도했다고 보는 게 좋을 것 같아요." [2020.01.07. 수업]

개인적 실천의 기회 제공이라는 원리는 수업에서 2가지의 규칙으로 드러났다. 첫 번째 규칙은 '기후위기 스티커를 제작하고 부착한다.'이다. 교사는 기후위기 스티커 제작 활동이 단순한 만들기 수업에 그치지 않도록 학생들에게 스티커를 제작하는 목적과 부착 장소를 미리 글로 표현하도록 하여 실업의 의도를 한 번 더 상기시켰다. 학생들은 자신이 기후변화의 심각성을 알리고 이산화탄소를 줄이고자 하는 스티커를 제작하여 의도한 장소에 부착하는 활동에 적극적으로 참여하는 모습을 보였다. 또

한 학생들이 부착한 스티커를 사진을 찍은 후 수업시간에 공유함으로써 서로가 기후위기를 어떻게 바라보고 있으며 이산화탄소 배출을 줄이기 위한 다양한 방안에 대하여 서로 이야기할 수 있었다. 수업에서 학생들이 제작한 기후위기 스티커를 부착한 후 찍은 사진은 [그림 18]과 같다.

그림 18. 학생들이 제작한 기후위기 스티커

2. 실천적 지식의 정향

장교사가 기후변화 수업에서 왜 다양한 교과를 융합하여 수업을 실행하였는지, 실천 지향의 기후변화 수업을 시도하고자 한 이유는 무엇인지에 대한 배경은 실천적 지식의 정향을 통해 알아볼 수 있다. 그가 기후변화 수업을 구성하고 실천하는 판단의 근거는 자신의 성장 배경, 교육적 경험, 이론적 지식에 의존한다. 본 연구에서는 기후변화 SSI-STEAM수업에서 드러난 실천적 지식의 내용 및 구조와 관련지어 교사의 실천적 정향을 확인하고자 한다.

가. 경험적 정향

교육봉사 동아리를 통해 다양한 교과의 수업 재구성에 대한 자신감을 갖다.

장교사는 당시 근무하던 학교에 첫 발령을 받은 초임교사로서 대학시절의 다양한 교수 경험이 평소 자신이 수업하는데 많은 영향을 주고 교사의 지식을 성장시켰던 중요한 요인으로 여기고 있었다. 그는 대학 시절 3년 동안 교육봉사 동아리에 가입하여 전국의 교육 소외 지역의 학생들에게 다양한 수업을 해 본 경험을 가지고 있었다. 평소 수학·과학을 좋아해서 사범대학의 물리교육과로 진학했지만 교사가 되기로 마음먹은 결정적 계기는 교육봉사 동아리 활동이었다고 말할 정도로 교사에게 동아리 활동은 큰 영향을 미쳤다.

"(교사를 하게 된) 결정적인 계기는 대학 와서 동아리 때문이에요. 동아리가 교육봉사 동아리였는데, 그것도 되게 우여곡절이 있었는데, 1학년 때 뭣 모르고 재미 있겠다 하고 신청했을 때는 떨어지고, 2학년 때 대학생활 하면서 제일 친한 친구들도 군대 가고 그러니까 뭔가 대학생활 좀 더 의미 있게 보내야 되겠다하다가 그 동아리가 1학년 때 처음 생긴 거거든요? 1년 동안 잘 유지되네? 그러면은 한 번 들어가 볼까? 그 동아리 들어갔던 게 3년 동안 했

죠. 회장도 했었고. 마지막에는 회장하고 나왔고, 동아리 하면서 (수업에 대해)얘기를 많이 했던 것 같아요. 간단하게는 교육 소외 지역이라는 학교, 저희가 컨택 하는 곳은 전교생 100명 이하 학교에요. (중략) 또 하나 수업은 제가 물리 교육과를 나왔으니, 물리 수업은 언제든 할 수 있다는 생각에 무조건 다른 교과를 해보자 했었어요. 첫 수업이 법과 관련된 것. 두 번째 수업은 암호, 수학 쪽이었고. 3번째 수업이 영어. 4번째 수업은 음악. 악기 만들기. 마지막 5번째가 아까 말씀드렸던 '공유지' 사회 쪽이었고. 6번째는 회장하느라… 법은 모의법정 하는 수업이었는데, 그 당시 그 학교에서는 경험하지 못한 것들이 많았다고 생각해서, 아이들이 재미있어 할 만한 살인사건 이런 것들 가정으로 꾸며서 같이 수업하는 선생님이 죽었다는 식으로 스토리 짜서 했어요." [20219.12.06. 면담]

평소 새로운 것에 도전하고 시도해보는 것을 좋아하는 성향의 장교사는 물리교육을 전공하고 있었지만 앞으로 물리 수업은 언제든지 할 수 있다는 판단하에 다른 전공의 교과 수업을 재구성하고자 결심했다고 한다. 당시 수업은 3차시 수업을 3일 동안 진행하여 총 9차시의 수업으로 이루어져 있었다. 그리고 매 동아리 활동마다 가장 좋은 수업으로 뽑혀야지만 학생들에게 수업할 기회가 주어졌기 때문에 장교사는 전날 밤을 새우면서까지 탄탄한 9차시 수업을 만들고자 노력했으며 자신이 만든 모든 수업이 뽑혀서 뿌듯했다고 말하면서 동아리 시절을 회상했다. 따라서 그는 수학, 영어, 사회, 음악 등 다양한 과목의 수업을 해 보았으며 그 과정에서 교과별 교육과정을 찾아보면서 교과마다 같은 주제일지라도 교과마다 학생들에게 전달하고자 하는 수업 목표가 다름을 깨달았다. 또한 이를 통해 하나의 주제를 가지고 다양한 교과를 융합해 수업하면 학생들에게 그 주제를 더 잘 이해시킬 수 있으며 다양한 측면에서 학습 주제를 접근함으로써 학생들에게도 넓은 사고와 다양한 진로에 대한 관점을 갖게 해준다는 것을 알고 교과 융합 수업에 긍정적인 인식을 가지고 있었다. 이러한 경험은 교사가 기후변화 수업을 하는데 있어서도 사회 및 미술 교과와 융합하여 수업하도록 이끌었다.

"오히려 (동아리 활동은) 굉장히 좋은 경험이라 생각을 해요. 이 경험은 다른 선생님은 거의 없을 경험이라고 생각하기 때문에 대부분 자기 교과에 대한 고민은 많이 해봤겠지만, 다른 교과를 하면서 느꼈던 점은 다양한 수업방법이 있고 그 교과마다 하고 싶은 이야기가 확실하게 있다는 것을 알아서 나중에, 지금도 이 기후변화 수업을 구상할 때 보니까 어 이거? 사회교과에서 했던 게 기억이 나고, 기술가정에서 들어 봤던 거 같은데? 하고 이런 것들을 찾아볼 수도 있고 거기서는 어떻게 이야기하는지 관심을 가질 수 있다는 것이 도움이 되는 것 같아요 개인적 욕심으로는 융합 수업이 좋다고는 생각은 하는데, 이건 저 혼자 노력해서 되는 게 아니어서. 처음 들어간 학교라서 이것을 실현하는데 무리가 있기는 하지만 나중에는 큰 도움이 되지 않을 까." [20219.12.06. 면담]

사범대학에서 다양한 교육학 이론 및 전공 지식을 학습하여도 실제 현장에서 학생들에게 수업하는 것은 또 다른 차원이 일이다. 학생들 간 혹은 학생과 교사 간에 예기치 않은 상황이 발생하기도 하고 이를 통해 교사가 갈등을 겪기도 한다. 교사는 이러한 경험을 대학 시절부터 쌓아왔으며 전공이 아닌 교과 수업을 해보면서 수업에 대한 시야를 넓힐 수 있었고 이는 교사가 실제 학교에서 수업을 해나가는데도 긍정적인 영향을 주었다.

나. 사회적 정향

시대의 흐름에 맞는 수업의 필요성을 깨닫다.

교사는 처음으로 정규 과학 교육과정에 맞춰 중학 과학 수업을 하면서 초임교사로서 느끼는 아쉬움에 대하여 성찰하였다. 교사는 학구열이 높은 강남구 소재에 위치한 학교에 근무하면서 평가에 대해 부담감을 느끼고 있었다. 따라서 정규 교육과정 외의 수업을 진행하는 것에 어려움을 느끼고 초임 과학교사로서 평가 진도에 맞춰 과학 교과서에 충실히

수업하자는 목표를 갖게 되었다고 한다.

> “교원평가는 결과는 받아봤는데, (학부모님이) 요구하는 말이 딱 하나 있었는데..(중략) 아마 이런 뉘앙스였던 거 같아요. ‘학생들이 다양한 경험을 많이 좀 더 하게 해주셨으면 좋겠다.’ 같아요. 앞에 말은 구구절절 어떤 것들이 좋았는데, 아마 수업을 들으러 오셨던 부모님 중에 한 분이겠죠. ‘다양한 경험을 하면 좋겠다.’이런 부분인 거 같아요. 제가 요번 1년은 애들한테 미안한 부분인데, 일단 제가 교과서 한 권을 오랜 기간 동안에 나가본 적이 처음이잖아요… 수업준비도 마찬가지고, 45분 수업 내 어느 정도 가르칠 수 있는지도 처음이었고 하다 보니까 교육과정에서 요구하는 내용들을 기말고사 내에 완벽히 끝내는 데 목표를 두었던 거 같아요. 수업 그거와 관련된 부분들이 많이 있어도 최소한으로 데려오고, 진도 나가는데 데 급급한 부분이 있었던 거 같아요. 그 부분이 부모님이 요구하는 부분이고 어떻게 보면 학생들이 요구하는 부분이 아닐까 싶은 생각이 들어요.” [20219.12.06. 면담]

교사는 몇몇의 경험을 통해 새로운 방향의 수업이 필요함을 느끼게 된다. 먼저 교원 평가 결과에서 한 학부모가 학생들이 정규 과학 교육과정 외의 다양한 수업 경험을 했으면 좋겠다는 의견을 듣고 자신의 수업을 반성하는 기회를 갖게 된다. 평소 학생들 역시 수업 방법을 조금씩 바꿔도 과학을 더 흥미로워 하는 것을 느끼고 있었기에 교사는 자신이 학생들에게 다양한 수업 방법이나 교과서 외 과학 관련 내용을 많이 소개하지 못한 것에 대하여 반성하였다. 또한 신규 교사 연수를 통하여 과정중심평가를 도입하고자 하는 것을 알고 시도해보고자 하는 긍정적인 인식을 가지고 있었다. 교사는 과정중심평가를 학습 과정과 평가를 구분하지 않는 새로운 패러다임으로 생각하고 있었는데, 학교 특성상 평가계획은 새 학기가 시작하기 전에 수립돼서 발령을 받아 이미 세워놓은 계획에 따라 평가를 실시할 수밖에 없었다고 한다. 따라서 교사는 다음 해에 지필 고사 없이 수행평가로만 성적을 내는 과목을 선정하는데, 꼭 먼저 신청해 보고 싶다는 의사를 밝혔다. 또한 교사는 수업 연수와 인터넷 강의를 통해 과학 교육에도 학생들이 자신이 배운 지식을 바탕으로 현대

사회의 쟁점에 대하여 자신의 의견을 표현할 수 있고 더 나아가 실천으로 나아갈 수 있도록 하는 것이 필요하다고 느끼고 있었다.

> “가장 강조하는 부분이기도 하고 이야기도 많이 나오는 게 과정중심평가인 것 같은데, 최근에. 취지 자체는 훌륭하죠. 이전에는 없었던 것들이기 때문에. 패러다임을 바꾼 느낌이죠. 예전에는 평가를 할 때 어떻게 한다였다면 평가 자체가 따로 구분되지 않아야 한다는 데 있기 때문에. 그 점에서는 굉장히 마음에 들지만 저게 오히려 가장 큰 문제인 거 같아요. 지금 2015교육과정이 적용 되고 있으니까, 또 교과서도 나오고 하는데, 신규연수 들으면 저부분에 대해서 강조도 많이 하는데, 또 연습도 시키고, 그런데 지금 학교 현장에서 쓰기에는 제일 어려운 부분인 거 같아요. 완전히 녹아들 준비가 안 된 거 같아요. 아이들도 받아들일 준비가 안 된 거 같고. 일단은 과정중심평가를 저는 시도를 해보고 싶거든요. 왜냐면은 이번 1년 동안 시도를 못해봤어요. 제가 올 때 이미 거의 평가가 짜여 있는 상황이었고. 저는 늦게 발령이 났거든요. 2월 26일? 25일 이 때쯤이어서. 이미 업무분장 다 끝나 있고, 이미 제가 할 수 있을 것들이 없었고, 적용을 못한 부분이긴 한데. 그래서 해보고 싶어요. 못해봐서 사실 저게. (중략) 지금 논의되고 있는 게, 내년에 이제 수행평가만 100%로 과목 선정하는 얘기가 나오고 있는데. 저는 한 번 과학이요! 라고 얘기하고 싶거든요.” [20219.12.06. 면담]

> “제 개인적 입장에서는 고등학교는 초점을 맞추는 것이 자신의 미래와 관련된 것에 구체적으로 들어가는 것이 필요하다고 생각하고 초중등 단계에서는 주변 아니면 우리나라, 전세계적으로 어떤 일이 일어나는지 아는 것 중요하고 그리고 정의적인 부분들이 많이 강조되는 부분들이 있기 때문에 지금 수업에서 요구하는 것처럼 전세계적으로 목소리 낼 수 있는 사람이 되자는 것이 최근에는 특히 많이 나오는 거 같아요. 그런 부분에 있어서는 (실천지향의 기후변화수업이) 필요하다고 생각해요. [20219.12.06. 면담]

교사의 실천적 지식의 형성 원천인 정향은 교직에 들어서기 이전의 경험만큼 교직에 들어서서 쌓아가는 다양한 교수 경험을 통해 형성된다. 따라서 초임교사인 장교사는 교사 연수, 인터넷 강의, 교원 평가, 동료

교사의 수업 등 다양한 영향을 받으며 사회적 정향을 형성해 나가고 있었다. 사회적 교육 흐름이 단순히 과학 지식을 탐구하고 알아가는 데 흥미를 느끼는 학습자 중심의 수업을 넘어서서 학생 스스로가 과학관련 사회 쟁점에 관한 과학 지식을 학습하고 올바른 가치판단을 바탕으로 의사결정하고 행동하는 민주 시민으로서의 교육이 필요하다는 데 동의하고 이러한 가치를 두고 실천지향의 기후변화 SSI-STEAM수업을 실행해나갔다.

3. 기후변화 SSI-STEAM수업에서 나타난 교사의 실천적 지식

기후변화 SSI-STEAM수업에서 나타난 교사의 실천적 지식의 정향, 구조, 내용을 정리하면 [그림 19]와 같다.

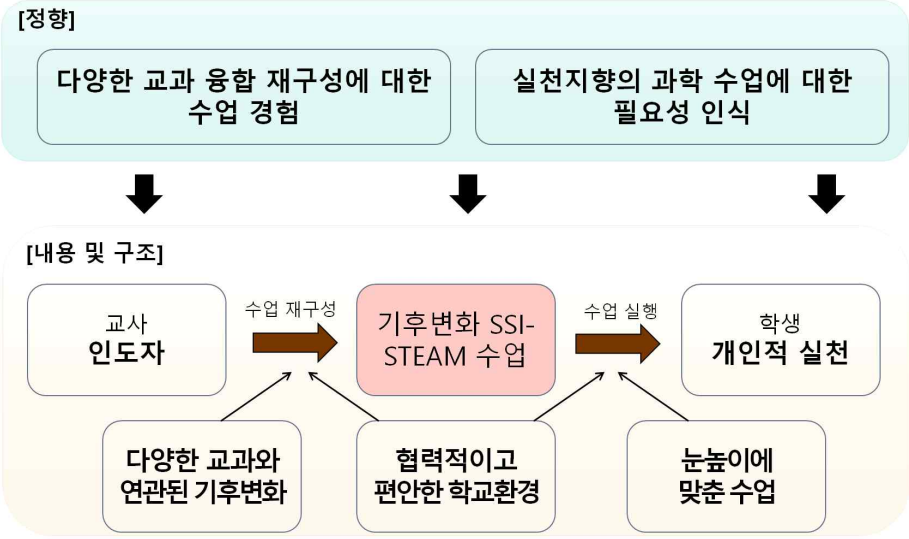


그림 19. 기후변화 SSI-STEAM수업에서 나타난 교사의 실천적 지식

교사는 경험적, 사회적 정향을 근거로 수업을 구성하고 실행해 나갔

다. 인도자로서 교사는 다양한 교과와 연관된 기후변화 수업을 STEAM 방식으로 접근하여 기후변화의 대응 방안을 모색할 수 있도록 재구성하였다. 동료교사의 도움을 받아 학생들에게 눈높이에 맞춘 수업을 실행해 나갔으며 그 과정에서 학생들이 기후변화 대응을 위한 개인적 실천의 중요성을 인식하고 행동으로 옮길 수 있도록 하였다.

제 2 절 기후변화 SSI-STEAM수업에서 나타난 갈등

1. 수업 전에 나타난 갈등 및 해결을 위한 실행

교사는 수업을 실행하기 전에 연구자로부터 제공받은 기후변화 SSI-STEAM수업을 재구성하고 수업 자료를 선정하는 과정에서 크게 2가지의 갈등을 나타냈다. 첫 번째 갈등은 교사가 평소 과학수업에 대해 가지고 인식과 기후변화를 둘러싼 쟁점에 대한 이해 사이에서 발생하였다.

과학수업에 대한 교사의 인식 ↔ 기후변화 둘러싼 쟁점에 대한 이해

장교사는 평소 과학 수업에서는 정치적 요소를 다룰 필요가 없다는 신념을 가지고 있었다. 학생들이 정치적으로 교사의 의견을 묻는 경우에도 아직 가치관이 정립되지 않은 중학생들에게 자신의 생각이 주입될 수 있다는 판단하에 중립적인 태도를 취하고자 노력하였다. 그러나 기후변화 수업을 준비하기 위해 공부하고 기후변화에 얽힌 다양한 이해관계에 대해 알아보는 과정에서 기후변화를 둘러싼 서로 다른 정치적 관점이 있음을 깨닫게 된다. 당시 미국의 대통령이었던 도널드 트럼프는 기후변화의 위기를 강력히 부인하며 파리기후변화협약에서도 탈퇴하였다. 이와 같은 트럼프의 행보는 기후변화의 위험성에 상반되는 행동으로써 전세계적으로 큰 사회적 파장을 불러일으켰다. 따라서 장교사는 학생들에게 기후변화로 인한 자연적 피해와 사회적·경제적 영향이 막대함에도 불구하고 강대국의 지도자는 이러한 위험성을 부인하고 안일하게 행동하고 있다는 것을 보여준다면 학생들이 스스로 기후변화에 대응하여 스스로 목소리를 내고자 하는 실천의지를 키우는데 효과적일 것이라 판단하였다. 그러나 도널드 트럼프를 비판하는 내용을 과학 수업에 넣는 것은 정치적인 비판으로 비춰질 수 있고, 이는 평소 과학 수업에는 정치적 요소를

포함시킬 필요가 없다는 신념과 대비되는 것이었다. 그러므로 교사는 도널드 트럼프가 기후변화의 심각성을 조롱하는 내용의 트위터 자료를 수업에 사용할지에 대하여 많은 갈등을 하게 된다. 장교사의 갈등과 유사하게 이현주와 장현숙 (2011)은 교사는 가치중립적이어야 한다는 인식 때문에 많은 교사들이 SSI수업을 꺼린다고 설명하였다. 또한 Alsop 과 Bencze (2014)는 과거에도 과학기술 교육은 가치중립적이어야 한다는 이상으로 비정치적 이상에 안주해 왔으나 과거부터 현대 과학이 출현하기까지 교육은 정치와 분리되지 못하였으며 과학 기술 교육은 보다 정치적 실천이 필요로 함을 주장하였다.

> "수업 중에 정치적 요소가 자연스럽게 나올 만한 수업은 없다고 생각하거든요. 기본적으로 주제가 정해져 있는 시간에서 사회교과처럼 정치를 배우는 시간이 아니라고 했을 때에는 사실 기후변화정책을 얘기하는 파가 정해진 것도 아니고 좌파나 우파나 다 이 얘기가 안 되고 있는 상황이니까." [2020.01.07. 면담]

> "(기후 변화 정책 마련에 대한 질문)이거는 약간 개인적인 입장이 들어간 것 같아요. 사실 그것들을 피하려고 노력을 많이 했었는데, 앞에서도 트럼프 이야기도 넣을까 말까 고민을 많이 했었는데, 정치적인 색깔을 배제하는 것이 맞으니까." [2020.01.07. 면담]

갈등 끝에 교사는 [그림 20]과 같이 도널드 트럼프 트위터의 자료를 활용하여 수업을 실행하였다. 이는 과학수업에 정치적 요소를 도입할 필요가 없다는 신념보다는 기후변화의 심각성을 알고도 이를 부인하고 기후변화를 방관하고자 하는 사람들을 비판하면서 학생들이게 기후변화 대응을 위한 실천 의지를 더욱 키워주고자 하는 의도가 더 중요하다고 판단했기 때문이었다. 또한 기후변화에는 다양한 이해관계가 얽혀 있으므로 정치적 입장에 대해서도 학생들이 알아야 할 필요가 있다는 인식을 하게 됨에 따라 편파적 입장이 아닌 대표성을 지니는 정치가에 대한 행보 소개는 필요하다는 관점이 생겨났다. 이러한 갈등의 해결 과정에서 교사의 판단과 실행은 교사가 자신을 인도자로서 기후변화의 심각성에

대하여 안내해야 하고, 기후변화 대응에는 개인적 실천이 매우 중요하다는 실천적 지식에 영향을 받은 것으로 이를 정리하면 [그림 20]과 같다.

그림 20. 도널드 트럼프의 트위터 PPT

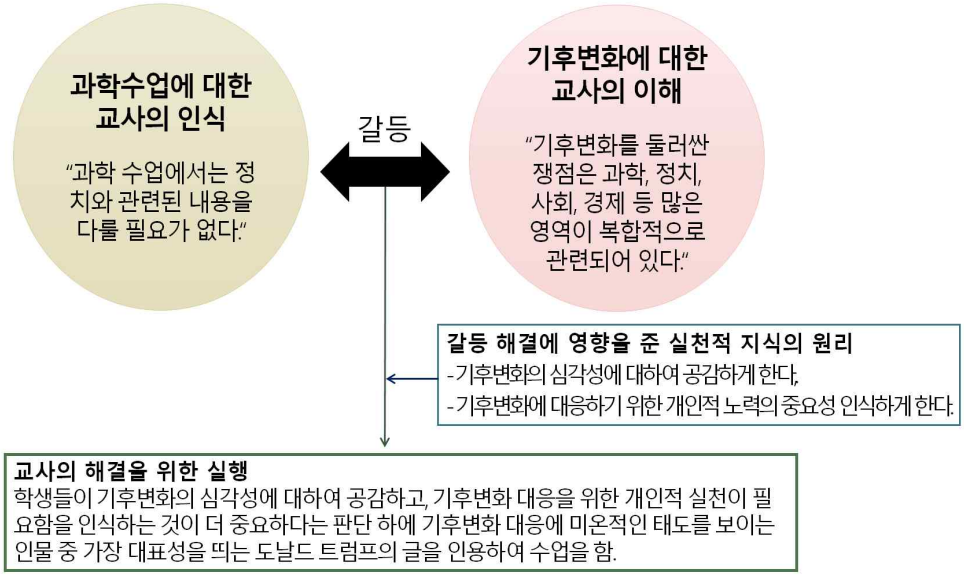


그림 21. 갈등 및 해결을 위한 실행

교사가 수업을 재구성함에 있어서 보인 두 번째 갈등은 실천지향의 기후변화 수업 목표와 그레타 툰베리를 둘러싼 논란 사이에서 나타났다.

실천지향의 기후변화 수업 목표 ↔ 그레타 툰베리를 둘러싼 논란

장교사는 학생들이 기후변화에 대응하기 위해 목소리를 내고 행동하는 주체가 청소년인 학생들이 될 수 있다는 것을 깨닫게 해주고자 하였다. 이러한 수업 의도를 전달하기 위해서는 실제 청소년들이 기후변화 대응을 촉구하는데 큰 영향을 끼치고 있는 예시를 전달하는 것이 가장 효과적이라 판단하였으며 또한 연구자가 1차로 개발한 수업에도 그레타 툰베리를 소개하고 기후변화 연설문을 작성하는 활동으로 구성되어 있었기에 툰베리 자료를 활용하고자 하였다. 그레타 툰베리는 스웨덴의 청소년 환경운동가로 2018년 여름부터 매주 금요일마다 스웨덴 국회의사당 앞에서 기후변화 대책 마련을 촉구하는 시위를 벌였으며 이 시위는 전세계적으로 퍼져 나가 수백만 명의 학생들이 동참하는 '미래를 위한 금요일'운동으로 확산되었다. 따라서 미국 뉴욕에서 열린 UN 기후행동 정상회의에서 그레타 툰베리의 연설 영상은 장교사가 원하는 수업 목표를 전달하기 위해 아주 적합한 자료였다. 그러나 교사는 그레타 툰베리에 대하여 알아보는 중에 그녀의 몇몇 행동이 기후변화를 심화시키는 것으로 비춰져 논란이 되고 있다는 것을 알고 나서는 수업 자료 선정에 대해 갈등하게 된다.

"16살 학생 치고는 말을 잘 하더라고요. 그것이 제일 신기했고. 그렇게 말 잘하는 친구들을 그 나이 때 있을 수 있구나. 저런 애들이 진짜 말 잘하는 친구구나. 그렇다 보니까 얘기하는 것들이 맞는지 틀린 지를 떠나서 이 한 명이 그렇게 적극적으로 목소리를 낼 수 있구나 라는 데에 굉장히 놀랐죠. 조금 안 좋은 쪽으로 얘기하자면, 아무래도 저 아이가 이야기하는 부분이 과장된 부분이 있을 수 있지 않나…" [2019.12.06. 면담]

"그레타 툰베리도 제외할까 고민했었지만 선정한 이유는 먼저 제시해 주신 자료에도 있었고, 특히 수업을 듣는 학생들과 같은 또래라는 점에서 선정하였습니다." [2020.02.07. 면담]

교사는 툰베리의 연설 영상이 학생들 자신도 기후변화 대응을 촉구할 수 있는 주체라는 것을 인식하는데 효과적일 것이라는 판단하에 1차시에 한국 학생들의 기후변화 시위와 함께 영상을 소개한다. 그리고 교사는 연구자의 1차 수업 계획의 기후변화 대응 촉구 연설문 활동을 기후위기 스티커 제작 활동으로 재구성하였다. 연설 영상을 수업 초반으로 옮겨 소개한 것은 수업의 목표가 무엇인지 알려주기 위한 예시로 영상을 제공하고자 하는 의도가 담겨 있었다. 교사의 해결 방안은 안내자로서 기후변화의 심각성에 공감하고 기후변화 대응을 위한 개인의 실천이 중요함을 학생들에게 인식시키고자 하는 원리에 영향을 받은 것이며 이를 정리하면 [그림 22]와 같다. 실제 수업에서 툰베리의 영상이 매우 인상 깊었으며 기후변화 완화를 위해 자신도 노력해야겠다는 학생들의 말을 통해 교사의 수업 의도가 학생들에게 잘 전달되었음을 알 수 있었다.

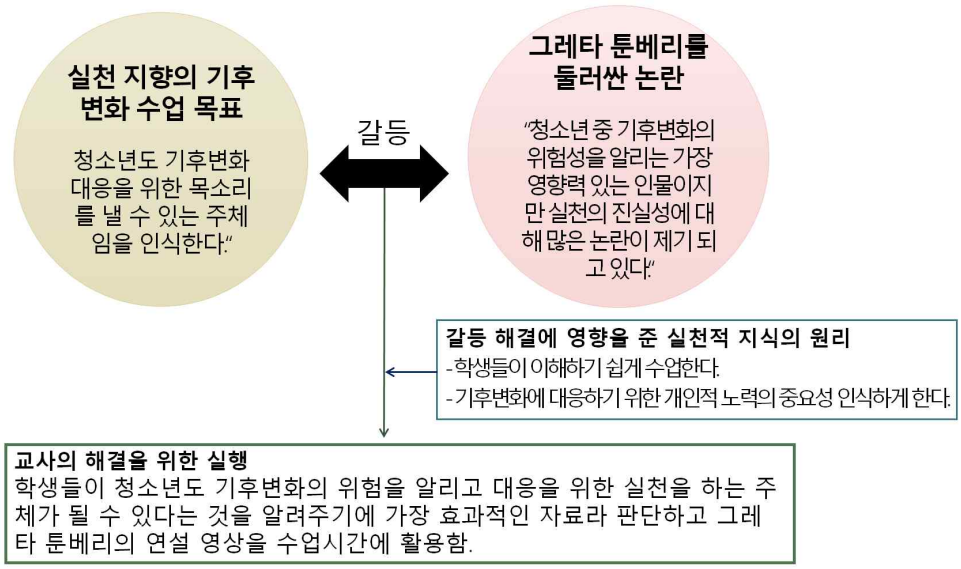


그림 22. 갈등 및 해결을 위한 실행

2. 수업 중에 나타난 갈등

교사는 수업을 실행하는데 있어서 수업시간의 제약에 많은 어려움을 느꼈다. 수업을 실행하기 전에도 많은 내용을 다 담아내기에 5차시는 부족하다 판단하여 다른 교과 교사에게 양해를 구하고 수업시간을 끌어와 7차시로 수업 시간을 바꾸었다. 또한 과학실을 활용하여 주어진 수업시간을 최대한 효과적으로 사용할 수 있도록 노력하였다. 그러나 연말에 수업을 진행하면서 다양한 학교 행사와 겹치면서 수업시간이 45분에서 40분으로 단축되었으며 기후변화대책본부 모둠 활동에서 학생들이 예상보다 보고서 작성에 많은 시간을 소요하면서 수업 시간은 더 부족한 상황이 되었다.

> “제일 크게 걸린 게.. 이걸 한다는 거 자체의 부담보다는 지금 환경이 갑자기 부담적인 환경이 돼서, 수업시간도 잘하면 줄어들 것 같고, 456교시에 합창대회 연습한다고 했고…저는 2주 정도에 걸쳐서 조금 여유 있게 수업하고 싶었던 게 있는데 갑자기 1주일 정도에만 수업을 해야 하는 상황이 그게 조금 부담이에요. 이게 좀 하려던 이야기들을 다 못하게 되면 어떻게 되나… 그게 제일 걱정이에요.” [2019.12.06. 면담]

수업시간의 제약으로 교사는 수업 실행에서 갈등을 보이게 된다. 교사가 의도한 실천지향의 기후변화 수업은 단순히 기후변화의 원인과 영향만을 학습하는 것이 아니라 기후변화에 대응하기 위한 방안을 모색한 후 학생들에게 대응을 위한 실천의 기회를 제공하는 활동까지 포함되어 있었다. 또한 이러한 기후변화 쟁점을 STEAM수업과 연계시켜 다루다 보니 학생들이 주도적으로 탐색하고 결과물을 만드는데 시간이 많이 소요되었다. 기후변화를 주제로 학생들의 의견을 듣고 답변해 주면서 학생들이 기후변화와 관련된 과학 지식을 바탕으로 다양한 해결방안을 모색하고자 의도하였는데 이러한 학생들과의 상호작용 또한 많은 시간이 소요되었다. 이 과정에서 교사의 갈등이 나타나는데 이를 정리하면 [그림 23]

과 같다.

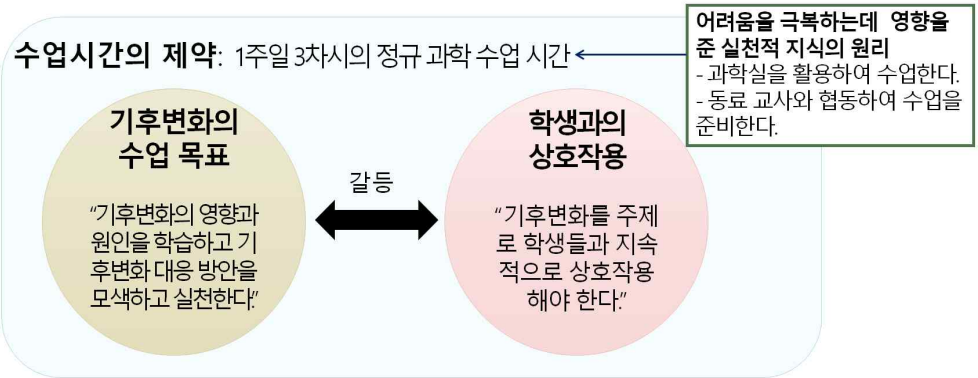


그림 23. 수업 중에 나타난 교사의 갈등

교사는 이러한 갈등을 해결하지 못하고 계획된 순서로 수업을 빠르게 진행하고자 노력하였다. 그 과정에서 '공유지의 비극 및 희극'영상을 통해 기후변화 해결을 위한 공동체의 논의 활동에서 학생들이 서로의 의견을 이야기하며 다양한 의견을 교류하기 보다는 교사 주도의 설명과 제안이 수업의 중심이 되었다. 또한 수업 전반에 학생들과 상호작용하지 못한 부분에 대해서도 교사는 면담과 수업 소감문에서 많은 아쉬움을 남기며 성찰하는 모습을 보였다.

"막상 수업을 구상하다 보니 기대감이 점점 커졌습니다. 학생들에게 교과서에 국한된 내용이 아니라 다양한 활동이 있고, 제가 전하고 싶은 메시지가 있는 수업을 진행할 수 있는 기회라고 생각했기 때문이었습니다. 하지만 시간이 항상 발목을 잡았어요. 5시간의 수업이 7시간으로 늘어나고, 이를 1주일 동안에 진행해야 해서 수업 시간을 잡기 참 어려웠습니다. 기말고사가 끝난 기간이라 서술형 채점이 진행되는 중이었거든요. 그래서 제 수업 시간과 교환하긴 어려워서 7시간 모두 빌려서 수업을 진행해야 했습니다. 또 성격상 PPT에 공을 많이 들이는 편이라 수업 준비 시간도 오래 걸렸고요. 그래서 수업 당시에는 체력적으로 많은 부담을 느끼고 있었습니다. 그렇다 보니 수업에서 가장 아쉬운 점은 학생들의 질문에 대한 피드백이 부족했다는 것입니다. 제가 정신없이 수업을 진행한데다가 7시간의 수업을 제가 구상한 흐름

대로 진행하길 원했기 때문에 생긴 결과가 아닐까 싶습니다. 이 면담 질문을 작성하면서 더욱 아쉽다는 생각이 듭니다. 또 호주 미팅도 정말 좋은 기회인데 잘 살리지 못한 것 같아 아쉽습니다. 그 외에도 제가 수업을 진행하는 과정에서 미숙했던 발문들, 여러 가지가 기억에 남습니다. (중략) 이번 수업을 진행하면서 제가 학생들이 듣고 싶어 하는 내용의 수업이나 수행 평가의 기회를 제공하지 못하고 있진 않았나 하는 생각이 들었어요. 앞으로는 학생들의 요구를 잘 파악해야겠다는 다짐을 하면서 내년을 준비하려고 합니다." [2020.02.07. 교사의 수업 소감문]

제 5 장 결론 및 제언

본 연구는 교사의 실천적 지식을 탐색하는 것이 교사의 수업 실행을 가장 심도 있게 들여다볼 수 있다는 전제 아래서 연구를 수행하였다. 따라서 기후변화 SSI-STEAM수업에서 나타난 교사의 실천적 지식을 정향, 구조, 내용의 모든 양상을 통해 심층적으로 탐색하고, 그 과정에서 교사가 경험한 갈등과 갈등을 해결하기 위한 교사의 실행에 영향을 준 실천적 지식을 원리 수준으로 분석해봄으로써 향후 SSI-STEAM교육에 시사점을 도출하고자 하였다. 이에 따른 본 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 기후변화 SSI-STEAM수업에서 교사는 실천적 지식에 근거하여 수업을 실행해 나갔다. 실천적 지식은 교사가 자신이 가지고 있는 지식을 실제 맥락에 따라 가치와 신념에 의해 재구성하는 지식으로 교수 행위에 직접적인 영향을 미친다. 마찬가지로 연구 참여 교사 역시 자신의 실천적 지식을 기후변화라는 주제에 맞춰 인도자, 다양한 교과와 연관된 기후변화, 협력적이고 편안한 학교환경, 눈높이에 맞춘 수업, 개인적 실천의 5가지 이미지를 가지고 수업을 재구성하고 실행해 나갔다. 이러한 교사의 실천적 지식은 교사의 교육봉사 동아리에서 형성된 경험적 정향과 새로운 실천지향의 과학 수업을 필요로 하는 사회적 정향에 근거하여 형성되었다. 장교사가 대학 시절 경험한 교육동아리에서는 기후변화를 주제로 수업을 하거나 SSI 및 STEAM수업을 하지 않았지만 과학이 아닌 다양한 교과 수업의 경험이 기후변화를 주제로 다른 교과와 연계하여 수업하도록 이끌었다. 또한 교사는 연구 수업을 진행하면서 영향을 미쳤던 경험들을 이야기하면서 학생, 학부모, 교육부, 사회가 실천지향의 과학 수업을 필요로 하고 있으며 자신도 이러한 흐름을 인식하고 수업을 하고자 한다고 밝혔다. 이와 같은 실천적 지식의 형성 원천인 정향은 수업에 직접적으로 드러나지 않더라도 교사가 학교 현장에서 과학 수업을 해나가는데 정체성을 형성하고 방향을 설정하는데 영향을 미쳤다.

둘째, 교사는 실천적 지식의 영향을 받아 수업을 구성하고 실행하지만

수업 환경에 따라 실천적 지식을 조정해 나가면서 수업에서 겪는 갈등을 해결하고 수업을 발전시켜 나감을 확인할 수 있었다. 교사는 수업을 재구성하면서 정치적인 내용을 과학 수업시간에 다룰 필요가 없다는 신념과 정치를 포함하여 다양한 이해관계가 얽혀있는 기후변화를 이해하고 대응해야 한다는 수업목표 사이에서 갈등을 보인다. 교사는 이 과정에서 자신의 실천적 지식의 원리에 영향을 받아 학생들이 기후변화 대응을 위한 개인적 실천 의지를 키울 수 있는 방향으로 수업을 재구성하고 갈등을 해결해 나감을 알 수 있었다. 또한 수업시간의 제약이라는 어려움 속에서 학생과 활발한 상호작용을 해야 한다는 신념과 실천지향의 기후변화 수업을 위해 실천방안을 위한 토의가 필요하다는 목표사이에 갈등이 드러났다. 교사는 자신의 실천적 지식을 활용하여 수업시간의 제약을 극복하고자 노력하였지만 짧은 수업 시간 속에서 일부 학생들만이 수업 결과물 발표를 하였으며 기후변화 대응을 위한 실천 방향을 위한 토의 활동에서도 교사의 짧은 설명으로 마무리하면서 갈등을 해결하지 못하는 모습을 보였다. 이에 대하여 교사는 수업 소감문을 통해 향후 학생들과의 상호작용에 중점을 두고 학생들의 요구에 맞는 과학 수업을 하겠다는 계획을 밝히는데 이는 교사가 실천적 지식을 조정하는 과정에서 교사가 자신의 수업을 발전시켜 나간다는 것을 알 수 있다.

본 연구에서는 장용빈교사의 실천적 지식이 기후변화 주제를 어떻게 구성하고, 실천 지향의 수업에서 어떠한 학생들의 실천 계획과 행동을 이끌어내는지 면밀하게 살펴볼 수 있었다. 이는 과학교사가 가진 실천적 지식의 일부 양상만을 탐색한 이전의 연구와는 달리 새로운 맥락에서 교사의 실천적 지식을 정향, 구조 및 내용에 따라 심층적으로 분석하고 그 사이의 갈등을 살펴보았다는데 의의가 있다. 이러한 결론을 바탕으로 본 연구의 제언은 다음과 같다.

첫째, SSI 및 STEAM교육에 대한 다양한 수업 경험과 연수 등의 교사 교육이 이루어져야 한다. 교사는 수업을 실행함에 있어서 이론적 배경이 아닌 실제 자신의 수업 경험을 통해 다양한 교과를 융합하여 기후변화 쟁점을 접근하고 수업을 실행해 나갔다. 과학교사들에게 실천지향

의 SSI교육은 아직까지 생소할 수 있으며 STEAM교육은 대부분의 교사가 잘 알고 있음에도 수업에 다양하게 적용되는데 아직까지도 많은 어려움이 보고되고 있다. 또한 교사는 교사 연수 및 다양한 강의를 통하여 실천지향의 SSI수업의 필요성을 느끼고 연구에 참여하였다. 현장에 있는 많은 교사들이 이러한 수업의 필요성을 깨닫고 SSI 및 STEAM교육을 수업에 적용하고자 한다면 다양한 교과 교사들이 협업하여 주제 통합 수업을 만들고 실행하는 것이 가능해진다. 따라서 현장 교사들에게 SSI 및 STEAM교육에 대하여 안내하고 수업해 볼 수 있는 경험을 제공하며 과학 교육에서 민주시민으로서의 역량을 함양시키기 위해서는 이와 같은 수업이 필요하다는 사회적 흐름을 만들 수 있는 교사 교육이 필요하다.

둘째, 예비 과학교사들에게 교생 실습 외의 대학생 멘토링, 지역 연계 교육 봉사와 같은 다양한 수업 경험이 제공될 수 있는 환경을 조성해야 한다. 보통의 초임 교사들은 교생 실습 기간을 제외하고는 실제 중·고등학생을 대상으로 수업을 해 본 경험이 없을 것이다. 그러나 교생 실습 기간에 예비 과학 교사가 실제 과학 수업을 실행하는 시간은 매우 적으로 이 기간 동안 수업을 구성하고 실행하는 경험을 갖기에는 매우 제한적이다. 본 연구에서 기후변화 수업을 실행한 교사는 대학 시절 3년 동안의 교육 봉사 동아리 활동을 통해 다양한 교과목을 수업한 경험을 가지고 있었다. 이는 교사에게 전공이 아닌 교과의 교육과정을 찾아보고 수업을 계획해보는 소중한 경험으로 기후변화 수업을 실행하는데도 많은 영향을 미쳤다. 따라서 예비 과학교사들에게 대학생 멘토링, 지역 연계 교육 봉사와 많은 수업 경험의 기회를 늘려줄 필요가 있다.

셋째, 현장에 있는 교사들이 자신의 실천적 지식을 공유하고 발전시킬 수 있는 장이 필요하다. 많은 교사들은 현장에서 교과 수업을 하면서 실천적 지식을 몸소 체득하지만 담임 및 행정 업무 등의 이유로 이러한 지식을 공유하지 못하는 경우가 많다. 연구 참여 교사 역시 연구 수업을 위해 많은 교사들과의 협력하며 수업을 실행해 나갔지만 기후변화 수업 구상에 있어서는 조언을 얻을 만한 대상이 없었던 것에 아쉬움을 느끼고 있었다. 학교 현장에서 다양한 경력의 교사들이 모여 사례를 바탕으로

이야기하는 실천적 지식을 공유하는 장이 마련된다면 경력교사는 새로운 수업 아이디어와 방법에 대하여 배울 수 있으며 초임교사는 경력교사로부터 교육의 방향과 수업 노하우 등을 제공받을 수 있다.

넷째, 과학교사의 실천적 지식을 정향, 구조, 내용의 관점에서 심층적으로 살펴볼 필요가 있다. 교사는 수업에서 자신이 평생 동안 쌓아온 지식에 근거하여 교과 내용을 가르치고 학생들과 상호작용하며 학교 환경을 활용한다. 이러한 교사의 지식은 암묵적이며 복합적인 특성을 지니고 있어 하나의 관점으로만 파악하는 것이 어렵다. 따라서 본 연구에서는 과학교사가 새로운 맥락에서 가지고 있는 지식을 정향, 구조, 내용의 관점에서 총체적으로 들여다보고자 하였으며 이는 교사가 지는 실천적 지식을 면밀하게 살펴볼 수 있게 해주었다. 그러므로 다양한 맥락의 수업에서 과학 교사의 실천적 지식을 정향, 구조, 내용의 관점으로 살펴보는 것은 과학교사 교육에 많은 시사점을 제공할 수 있다.

교사의 실천적 지식은 어린 시절 돋보기로 자연관찰을 좋아하던 사소한 경험에서부터 학교 현장 경험에 이르기까지 인생의 전 과정을 통해 만들어진 지식이다. 본 연구는 지금까지 과학교사가 지닌 실천적 지식의 일부 양상만을 살펴보았던 이전의 연구와는 달리 기후변화 SSI-STEAM수업이라고 하는 새로운 맥락에서 초임 과학교사의 실천적 지식을 정향, 구조, 내용의 관점에서 총체적으로 살펴보았다는데 의의가 있다. 더불어 교직 전반에 대한 이미지를 만들고 결정적 시기라 할 수 있는 초임교사의 실천적 지식을 살펴본 이 연구가 SSI-STEAM교육을 위한 교사교육과 학교 현장 사이의 간극을 줄이는데 단초가 되기를 기대한다.

> “그래도 저에게는 이번 수업은 정말 좋은 기회였다고 생각합니다. 교과서 위주의 수업을 진행하던 저에게는 환기를 할 수 있는 기회였어요. 마치 예전의 교육 봉사 동아리 때로 다시 돌아간 기분이었습니다. 그때와 다른 부분은 동아리 때는 팀원들이 있었다면 지금은 저 혼자 수업을 구상해야 했다는 점이었어요. 이번 수업을 구상하면서 수업을 같이 구상할 동료 교사가 있었으면 좋겠다는 생각을 했습니다.” [2020.02.07. 교사의 수업 소감문]

본 연구는 단일 사례연구로서 기후변화 SSI-STEAM수업을 실행하는 교사의 실천적 지식을 심도 있게 알아보는 것을 목표로 하였으므로 기후변화 교육 및 SSI-STEAM교육을 위한 교사의 전문성에 대한 논의로 확장하여 해석하기에는 어려움이 있다. 따라서 다음과 같은 후속 연구를 제안하고자 한다.

첫째, SSI-STEAM수업을 실행하는 교사의 실천적 지식에 대한 연구가 필요하다. 교사의 실천적 지식은 수업을 구성하고 실행하는 과정 속에서 정향, 구조, 내용에 따라 살펴볼 수 있는데 이는 수업 현상에서 나타나는 교사의 복합적이고 암묵적인 지식을 보다 구체적이고 체계적으로 이해할 수 있게 한다. 따라서 다양한 주제를 가지고 SSI-STEAM수업을 실행하는 교사에 대한 실천적 지식의 연구는 향후 SSI교육과 STEAM교육이 어떻게 연계되고 현장에 적용될 수 있을지에 대한 많은 시사점을 제공할 수 있을 것이다.

둘째, 다수의 학생들을 대상으로 한 SSI-STEAM수업의 교육적 효과에 대한 연구가 이루어져야 할 필요가 있다. SSI-STEAM수업은 다양한 학문 영역의 관점에서 쟁점을 탐색 및 진단하고 보다 현실적인 해결방안을 강구할 수 있으며 문제를 해결해 나가는 과정에서 협동, 공감, 의사소통의 경험을 쌓고 사회 공동체로서의 책임감과 민주시민으로서의 역량을 키울 수 있다. 따라서 SSI-STEAM수업에서 학생들의 과학적 태도, 과학에 대한 흥미, 의사소통 능력 등 다양한 교육적 효과에 대한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

강남화, 이나리, 노민정, & 유진은. (2018). 융합인재교육 (STEAM) 프로그램이 학생에 미친 효과에 대한 메타분석. *한국과학교육학회지*, *38*(6), 875-883.

강창익, 강경희, & 이상칠. (2013). 활동 중심 STEAM 프로그램이 중학생들의 과학 학습 흥미도에 미치는 효과. *과학교육연구지*, *37*(2), 338-347.

강희선, & 서혜애. (2013). 중학교 과학영재를 위한생명과학 기반 융합인재교육 (STEAM) 프로그램의 개발과 적용. *과학영재교육*, *5*(3), 162-173.

곽영순. (2014). 교사 그리고 질적 연구. 서울: 교육과학사.

교육과학기술부(2010). 창의인재와 선진과학기술로 여는 미래 대한민국. 2011년 업무보고서.

권수희, & 이현주. (2018). SSI-PCK 향상을 위한 교사교육이 예비 과학교사들의 SSI 교육에 대한 이해 및 교수 효능감에 미치는 영향. *학습자중심교과교육연구*, *18*, 211-136.

김영천. (2012). 질적연구방법론 I. 서울: 아카데미프레스.

김유정, & 홍훈기. (2017). 예비 화학교사들의 실천적 지식 (PPK) 함양을 위한 사례연구-실행공동체 (CoP) 활동의 반성적 논의를 중심으로. *한국과학교육학회지*, *37*(2), 347-358.

김자영. (2002). 초등 교사의 수업 속에 나타난 실천적 지식에 대한 이해, 이화여자대학교 대학원 박사학위논문.

김태우. (2015). 중등학교 기술 실습수업에서 나타나는 모범적인 세 교사의 실천적 지식. 박사학위논문. 한국교원대학교.

남진영, & 홍진곤. (2009). 폴라니의 인식론과 문제해결의 암묵적 차원. *한국수학사학회지*, *22*(3), 113-130.

박주호, & 현은령. (2014). 미술 및 과학· 기술 교과 간 융복합 교육의 효과: 과학· 기술에서 학생 학습성과 인식 변화를 중심으로. *교육방법연구*, *26*(1), 137-161.

박현주. (2005). 초임 중등과학 교사의 과학교수에 대한 인식과 전문성 발달. *한국과학교육학회지*, *25*(3), 421-430.

박현주, 성숙경, & 정대홍. (2011). 수업에 대한 멘토링이 초임화학교사의 교수실행에 미치는 영향. *한국과학교육학회지*, *31*(8), 1055-1076.

서경혜. (2010). 교사공동체의 실천적 지식. *한국교원교육연구*, *27*, 121-148.

손미현, & 정대홍. (2019). STEAM 교육의 한계와 개선방향-STEAM 교육 전문성을 가진 교사의 견해를 바탕으로. *한국과학교육학회지*, *39*(5), 573-584.

손민호. (2004). 연구 전통별로 살펴본 수업에서의 질적 연구의 동향 및 과제. *교육과정연구*, *22*(3), 149-180.

신영준, & 한선관. (2011). 초등학교 교사들의 융합인재교육 (STEAM)에 대한 인식 연구. *초등과학교육*, *30*(4), 514-523.

신원섭, 전예름, & 신동훈. (2020). 2015 개정 초· 중등 교육과정에서 기후변화교육내용 분석. *에너지기후변화교육*, *10*, 121-129.

양정은, 김현정, 김은진, 김성원, & 이현주. (2012). 과학과 관련된 사회, 윤리적 문제 (SSI) 의 도입을 통한 창의, 인성 교육 가능성에 대한 과학교사들의 인식. *한국과학교육학회지*, *32*(1), 113-128.

우정애. (2011). 중학교 과학과 기후변화 교육 프로그램 개발과 적용, 한국교원대학교 대학원 박사학위논문.

유기웅, 정종원, 김영석, & 김한별. (2018). 질적 연구방법의 이해 (2 판), 박영스토리.

윤순진. (2009). 학교 기후 변화 교육의 현황과 과제. *환경교육, 22*(2), 1-22.

이선경, 오필석, 김혜리, 이경호, 김찬종, & 김희백. (2009). 과학 교사의 교수내용지식과 실천적 지식에 관한 연구 관점 고찰. *한국교원교육연구*, *26*, 27-57.

이정민, & 신영준. (2014). 융합인재교육 (STEAM) 수업에서 초등교사들이 겪는 어려움 분석. *초등과학교육*, *33*(3), 588-596.

이현주, & 장현숙. (2011). 과학과 관련된 사회・ 윤리적 문제 (SSI) 교

육 프로그램이 예비 과학 교사들의 SSI 교수에 대한 인식에 미치는 영향. *교과교육학연구*, *15*(4), 913-932.

이현주. (2016). 과학기술 관련 사회쟁점 교육을 위한 교과교육학적 지식 (SSI-PCK) 요소에 대한 탐색. *한국과학교육학회지*, *36*(4), 539-550.

임수민, 김영신, & 이태상. (2014). 융합인재교육 (STEAM) 의 현장적용에 대한 초등 교사들의 인식조사. 과학교육연구지, 38(1), 133-143.

정행남, & 유선아. (2017). 과학 기술 관련 사회쟁점 교육에 대한 과학 교사들의 SSI-PCK 사례연구. *한국과학교육학회지*, *37*(4), 679-691.

정행남, & 유선아. (2018). SSI 교사모임의 특성과 교사 전문성 발달과의 관련성에 관한 사례연구. *한국과학교육학회지*, *38*(3), 431-440.

조보람, & 이정민. (2014). 융합인재교육 (STEAM) 이 초등학생의 창의성과 학습몰입에 미치는 효과. *학습자중심교과교육연구, 14*, 87-105.

조성화, 김찬국, 박년배, 김진화, 신현수, 육혜경, ... & 이지형. (2014). 기후변화 융합인재교육 (STEAM) 프로그램 개발. *한국환경교육학회 학술대회 자료집*, 7-10.

조영남. (2003). 초등교사를 위한 구성주의 교수-학습환경 개발에 관한 연구. *초등교육연구*, 16(1), 179-205.

채희인, & 노석구. (2013). STEAM 활동이 초등학생의 과학탐구능력 및 과학에 대한 태도에 미치는 영향. *과학교육연구지*, *37*(3), 417-433.

최은영, 한광래, & 이경학. (2015). G 지역에서 융합인재교육 (STEAM) 에 대한 초등 예비교사, 현직교사, STEAM 리더스쿨 교사들의 어려움과 요구사항. *대한지구과학교육학회지*, *8*(3), 355-366.

한국과학창의재단. (2012). 손에 잡히는 STEAM 교육 무엇이 아이들을 즐겁게 하는가. 한국과학창의재단 융합교육정책실.

함형인. (2020). 기술교사의 실천적 지식 형성과정에 관한 연구, 충남대학교 대학원 박사학위논문.

홍미화. (2006). 교사의 실천적 지식으로 읽는 초등 사회과 수업. 한국교원대학교 대학원 박사학위논문.

홍은숙. (2007). 구성주의 인식론이 특수교육에 주는 시사점. *특수교육학 연구*, *42*(1), 77-96.

환경부. (2016). 교토의정서 이후 신 기후체제 파리협정 길라잡이. 환경부 대변인실.

환경부. (2020). 환경부 한국 기후변화 평가보고서 2020(기후변화 과학적 근거)－기후대기－환경정책. (n.d.).

Beck, U. (1997). 위험사회: 새로운 근대(성)을 향하여 (홍성태, 역). 서울: 새물결. (원서출판 1986).

Beijaard, D., & Verloop, N. (1996). Assessing teachers' practical knowledge. *Studies in Educational Evaluation*, *22*(3), 275-86.

Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (2007). Research for education: An introduction to theories and methods.

Bybee, R. W. (2010). What is STEM education?. *Science*, 329(5995), 996-996.

Carter, K. (1990). Teachers' knowledge and learning to teach. *Handbook of research on teacher education, 2*, 291-310.

Choi, K. H., Cho, H. H., & Kim, J. H. (2000). The effects of ethical education in science classes on middle school students' attitude toward science. *Journal of The Korean Association For Science Education*, *20*(4), 642-651.

Clandinin, D. J. (1985). Personal practical knowledge: A study of teachers' classroom images. *Curriculum inquiry, 15*(4), 361-385.

Cross, R. T., & Price, R. F. (1996). Science teachers' social conscience and the role of controversial issues in the teaching of science. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, *33*(3), 319-333.

Ekborg, M., Ottander, C., Silfver, E., & Simon, S. (2013). Teachers' experience of working with socio-scientific issues: A large scale and in depth study. *Research in Science Education*, *43*(2), 599-617.

Elbaz, F. (1981). The teacher's "practical knowledge": Report of a case study. *Curriculum inquiry*, *11*(1), 43-71.

Elbaz, F. (1983). Teacher thinking. A study of practical knowledge. Croom Helm Curriculum Policy and Research Series.

Feiman-Nemser, S. (2001). From preparation to practice: designing a continuum to strengthen and sustain teaching. *Teachers College Record*, 103(6), 1013-55.

Giddens, A. (2009). 기후변화의 정치학 (홍욱희, 역). 서울: 에코리브르. (원서출판 2009).

Goodson, I. (Ed.). (1992). *Studying teachers' lives*. Psychology Press.

Handal, G., & Lauvas, P. (1987). The practical theory of teachers. *Promoting reflective teaching: supervision in action. Milton Keynes: SRHE and Open University Educational Enterprises Limited*, 9-29.

Hart, E. P., & Robottom, I. M. (1990). The science technology society movement in science education: A critique of the reform process. *Journal of Research in Science Teaching*, *27*(6), 575-588.

Hewson, P. W., Tabachnick, B. R., Zeichner, K. M., & Lemberger, J. (1999). Educating prospective teachers of biology: Findings, limitations, and recommendations. *Science Education*, *83*(3), 373-384.

IPCC. (2014). *Climate Change 2014 Synthesis Report: Summary for Policymakers*. Geneva: IPCC

IPCC. (2018). *Global warming of 1.5℃, An IPCC Special Reprot on the impacts of global warming of 1.5℃ above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty: Summary for Policymakers*. Geneva: World Meteorological Organization.

Jenkins, E. W. (2002). Linking school science education with action. *Counterpoints*, *210*, 17-34.

Johnson, J., Macalalag, A. Z., & Dunphy, J. (2020). Incorporating socioscientific issues into a STEM education course: exploring teacher use of argumentation in SSI and plans for classroom implementation. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, *2*(1), 1-12.

Johnston, S. (1992). Images: A way of understanding the practical knowledge of student teachers. *Teaching and teacher education, 8*(2), 123-136.

Kuenzi, J. J. (2008). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: Background, federal policy, and legislative action. Congressional Research Service Report for Congress (RL33434)

Lee, H., & Witz, K. G. (2009). Science teachers' inspiration for teaching socio scientific issues: Disconnection with reform efforts. *International Journal of Science Education, 31*(7), 931-960.

Lee, H., Abd El Khalick, F., & Choi, K. (2006). Korean science teachers' perceptions of the introduction of socio scientific issues into the science curriculum. *Canadian Journal of Math, Science & Technology Education, 6*(2), 97-117.

Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). Naturalistic inquiry. California: Sage.

Merriam, S. B. (1998). *Qualitative Research and Case Study Applications in Education. Revised and Expanded from" Case Study Research in Education.".* Jossey-Bass Publishers, 350 Sansome St, San Francisco, CA 94104.

Polanyi, M. (1958). Personal knowledge: Towards a post-critical philosophy. NY: Harper Torchbooks, 266-67.

Popper, K. R. (1972). *Objective knowledge* (Vol. 360). Oxford: Oxford

University Press.
Richardson, V. (1996). The role of attitudes and beliefs in learning to teach. Handbook of research on teacher education, 2(102-119).
Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/science literacy. I SK Abell & NG Lederman (Eds.). Handbook of research on science education (pp. 729-780).
Roy, R. (1984). STS: The megatrend in education. In *Proceedings of 1984 International Congress on Technology and Technology Exchange, Pittsburgh.*
Sadler, T. D., Chambers, F. W., & Zeidler, D. L. (2004). Student conceptualizations of the nature of science in response to a socioscientific issue. *International Journal of Science Education, 26*(4), 387-409.
Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching, 42*(1), 112-138.
Sanders, M. (2006, November). A rationale for new approaches to STEM education and STEM education graduate programs. In *93rd Mississippi Valley Technology Teacher Education Conference, Nashville, TN.*
Sanders, M. (2008). STEM, STEM Education, STEMmania: a series of circumstances has once more created an opportunity for technology educators to develop and implement new integrative approaches to STEM education championed by STEM education reform doctrine over the past two decades. *The Technology Teacher, 68*(4), 20-27.
Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational researcher, 15*(2), 4-14.
Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new

reform. *Harvard educational review, 57*(1), 1-23.

Sjöström, J., & Eilks, I. (2018). Reconsidering different visions of scientific literacy and science education based on the concept of Bildung. In *Cognition, metacognition, and culture in STEM education* (pp. 65-88). Springer, Cham.

Sobel, D. (2007). Climate change meets ecophobia. *Connect Magazine, 21*(2), 14-21.

Hsieh, Y., & Spodek, B. (1995). Educational Principles Underlying the Classroom Decision-Making of Two Kindergarten Teachers.

Alsop, S., & Bencze, L. (2014). Activism! Toward a more radical science and technology education. *Activist Science and Technology Education, 9*, 1.

Van Driel, J. H., Beijaard, D., & Verloop, N. (2001). Professional development and reform in science education: The role of teachers' practical knowledge. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching, 38*(2), 137-158.

Yager, R. E. (Ed.). (1996). *Science/technology/society as reform in science education*. Suny Press.

Yakman, G. (2008, February). STEAM education: An overview of creating a model of integrative education. In *Pupils' Attitudes Towards Technology (PATT-19) Conference: Research on Technology, Innovation, Design & Engineering Teaching, Salt Lake City, Utah, USA.*

Yakman, G. (2010). What is the point of STE@ M?‐A Brief Overview. *Steam: A Framework for Teaching Across the Disciplines. STEAM Education, 7.*

Yin, R. K. (2003). Case study research: design and methods,(3rd) Sage Publications. *Thousand Oaks, California*, 2278-0181.

Zeidler, D. L., & Nichols, B. H. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education, 21*(2),

49.
Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research based framework for socioscientific issues education. *Science education, 89*(3), 357-377.
Zeidler, D. L. (2016). STEM education: A deficit framework for the twenty first century? A sociocultural socioscientific response. *Cultural Studies of Science Education, 11*(1), 11-26.

부 록

[부록 1] 기후위기 스티커 제작 시안서

시안서

□ 이름 : _____

유형 (V 표시)
□ 스티커 □ 판넬 □ 포스터 □ 표어 □ 기타 : ( )

대상 (V 표시)
□ 학생 □ 교사 □ 학교 구성원 □ 기타 : ( )

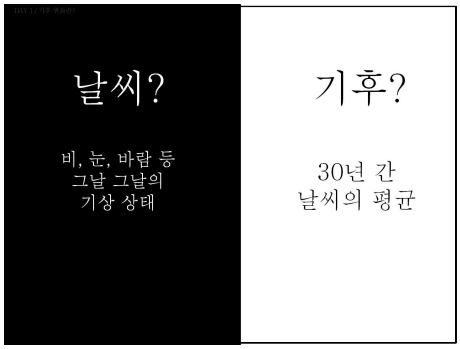
목적(성격) – 정보 전달, 홍보, 경각심 유발, …

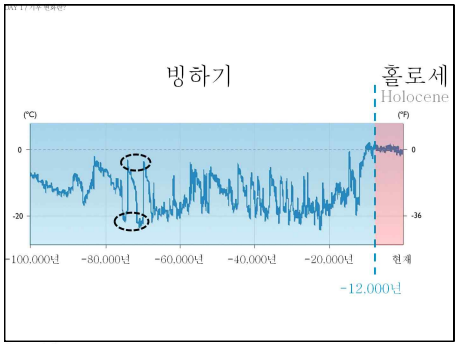
주제(내용) – 기후위기 대응 촉구, 기후위기 대응 방안, …

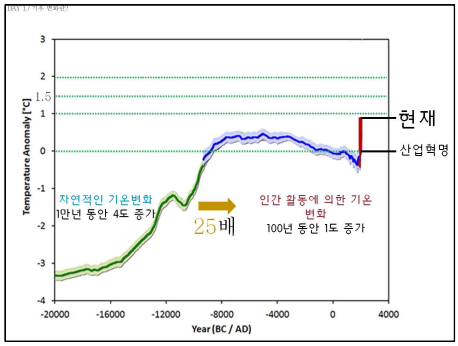
부착/설치 장소 – 2-9 교실, 2학년부 교무실, 용배쌤 노트북, 계단, 학교 정문, …

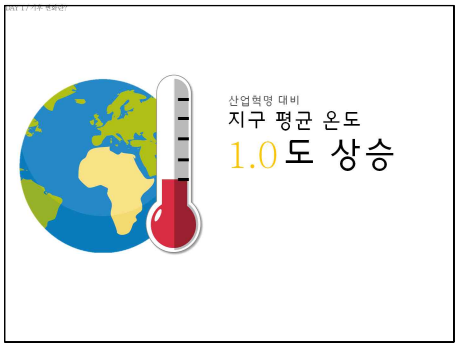
시안 – 공간이 부족한 경우 뒷면에 작성
상징성, 단순성, 주목성, 독창성을 고려하여 만들기

[부록 2] 교사의 1-2차시 수업 PPT

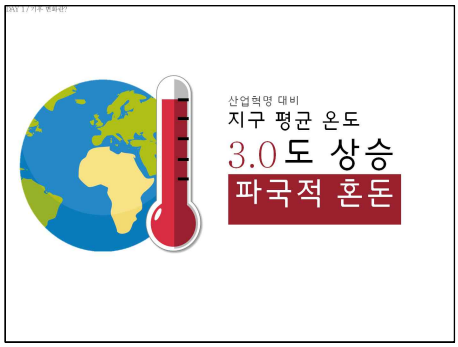


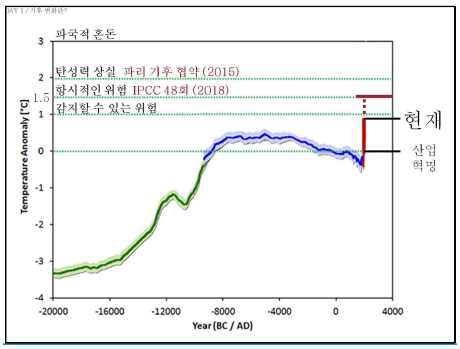




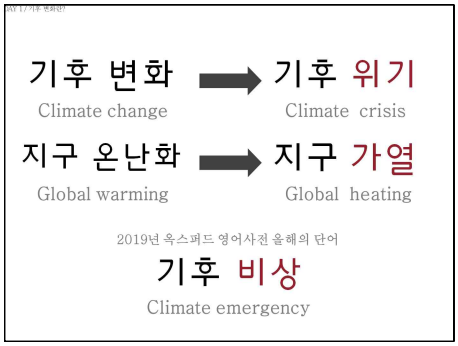


산업혁명 대비
지구 평균 온도
2.0도 상승
탄성력 상실


산업혁명 대비
지구 평균 온도
3.0도 상승
파국적 혼돈


파국적 혼돈
탄성력 상실 파리 기후 협약(2015)
항시적인 위협 IPCC 48회(2018)
감지할 수 있는 위협
1.5
현재
산업 혁명
Temperature Anomaly (°C)
Year (BC / AD)

해수면 상승
극심한 일교차
이상 기후
바이러스
식량 부족
THERMOMETER


기후 변화
Climate change
기후 위기
Climate crisis
지구 온난화
Global warming
지구 가열
Global heating
2019년 옥스퍼드 영어사전 올해의 단어
기후 비상
Climate emergency

2019년 11월 28일 유럽 의회
기후 비상사태 선언

Donald J. Trump
@realDonaldTrump
팔로우
In the beautiful Midwest, windchill temperatures are reaching minus 60 degrees, the coldest ever recorded. In coming days, expected to get even colder. People can't last outside even for minutes. What the hell is going on with Global Waming? Please come back fast, we need you!
오후 6:28 - 2019년 1월 28일
49,468 리트윗 195,547 마음에 들어요
128,166 49,468 195,547

PERSON of the YEAR
TIME
GRETA THUNBERG
THE POWER OF YOUTH
타임지 선정 올해의 인물
그레타 툰베리

LESS MEAT LESS HEAT
#ECOLOGANIST
EXXONSHELL
CLIMATE JUSTICE

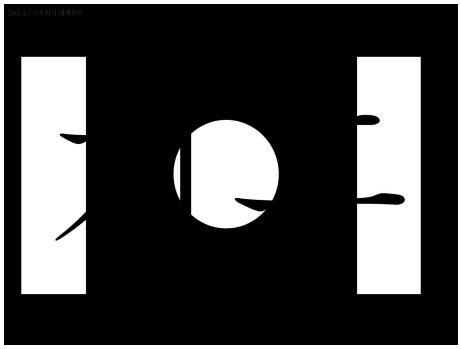
THERE IS NO PLANET B
Gov't grade in Climate Action- F
정부의 기후위기 대응점수 빵점
기후를 위한 결석 시위 School Strike 4 Climate

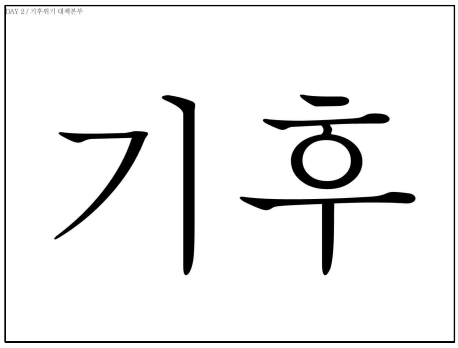
제천시 재난안전대책본부 상황실
기후위기
대책본부

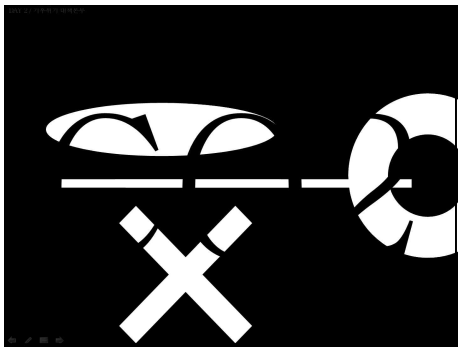
한국
호주
미국(아메리카)
아프리카
NORTH POLE
SOUTH POLE
극지역
중국(아시아)

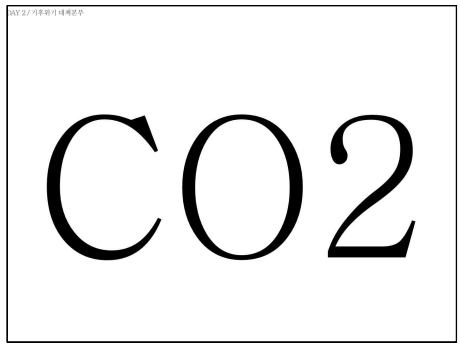
Catch Mind
PAINT BOARD
지구온난화

Catch Mind
PAINT BOARD
BOOK
대책




기후





기후변화 보고서

기후변화 특징 정리

전세계 자료와의 공통점과 차이점 등

기후변화로 인해 예상되는 문제

경제적 측면 - 돈, 산업과 관련된 문제 (인플레이션 등)

사회적 측면 - 사람들의 삶과 관련된 문제 (질병 등)

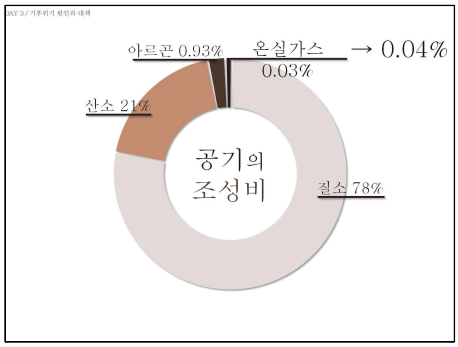
환경적 측면 - 자연과 관련된 문제 (생태계 등)

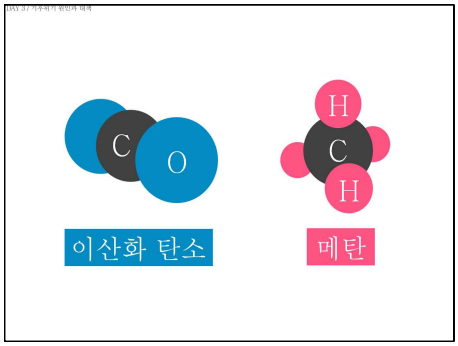
해수면 상승 그래프 - https://bit.ly/2qZVmd1

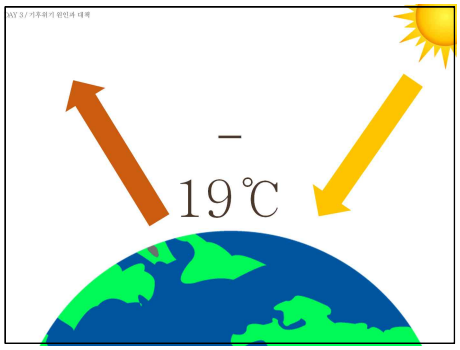
해수면 상승 시뮬레이터 - https://bit.ly/2YVUylU

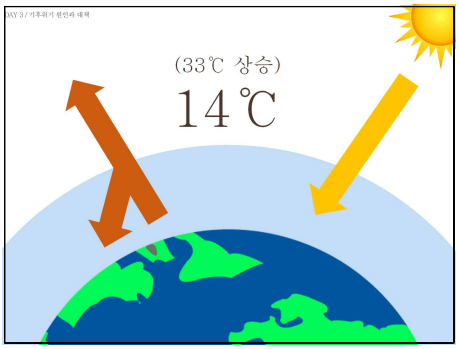
전세계 도시별 온도변화 - https://bit.ly/2rSsHqE

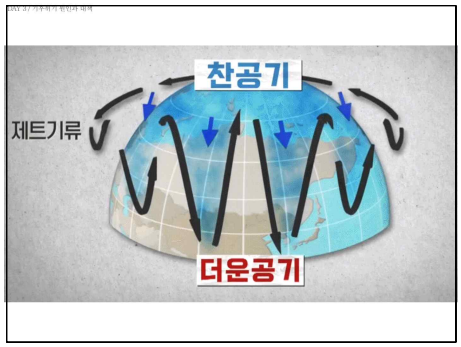
[부록 3] 교사의 3-4차시 수업 PPT

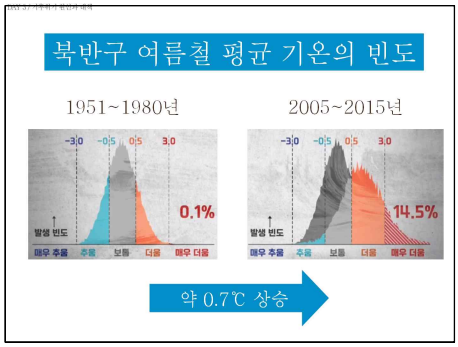












기후 위기의 해결 방안

에너지와 자원절약 실천

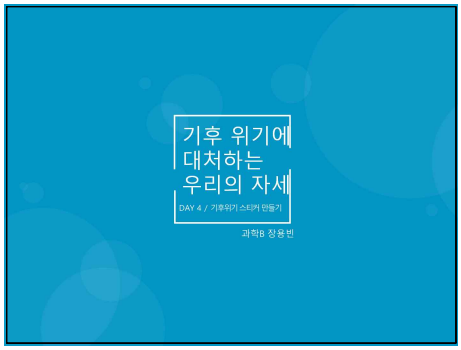
환경친화적 상품 이용

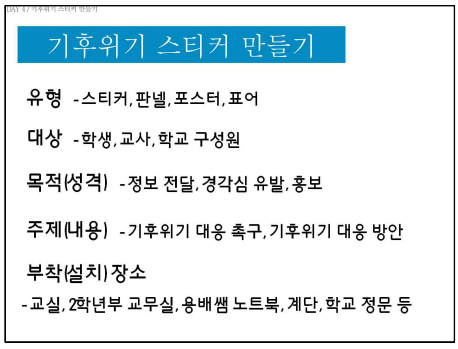
폐기물 재활용

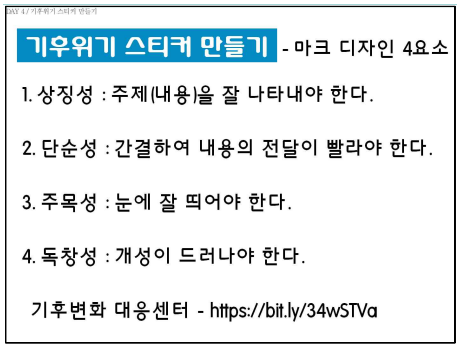
나무 심고 가꾸기

전기요금 고지서 / 가스요금 고지서
자동차 1달 주행거리

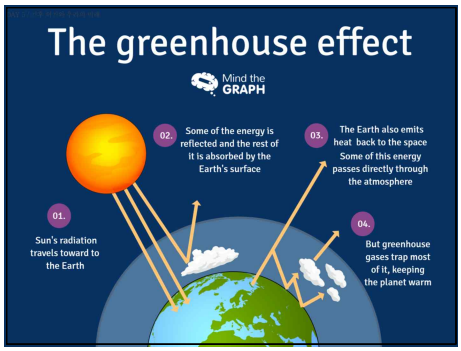
[부록 4] 교사의 5-6차시 수업 PPT

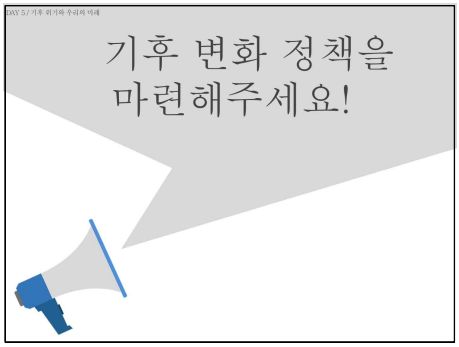




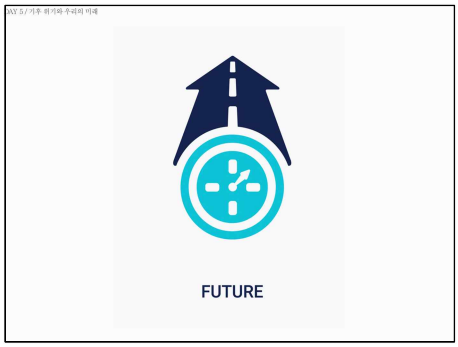


[부록 5] 교사의 7차시 수업 PPT


The greenhouse effect
Mind the GRAPH
01. Sun's radiation travels toward to the Earth
02. Some of the energy is reflected and the rest of it is absorbed by the Earth's surface
03. The Earth also emits heat back to the space Some of this energy passes directly through the atmosphere
04. But greenhouse gases trap most of it, keeping the planet warm


DAY 5 / 기후 위기와 우리의 미래
기후 변화 정책을
마련해주세요!

DAY 5 / 기후 위기와 우리의 미래
에너지와 자원절약 실
환경친화적 상품 이용
폐기물 재활용
나무 심고 가꾸기


DAY 5 / 기후 위기와 우리의 미래
FUTURE

Abstract

A Teacher's Personal Practical Knowledge in SSI-STEAM Classrooms Dealing with Climate Change

A-Rang Won

Department of Science Education

The Graduate School

Seoul National University

Teachers do not simply deliver a set of teaching knowledge, but rather are engaged in classes based on practical knowledge reconstructed by their own values, beliefs, situations and experiences. Therefore, it is meaningful to look at the practical knowledge of the teacher who conducts the class in terms of orientation, structure, and content in depth to understand the teacher's knowledge, conflict, and trial and error in the class. In this study, we sought to explore the practical knowledge of a teacher conducting SSI-STEAM classes under the theme of climate change, which is a risk and a result of a

dangerous society caused by human greenhouse gas emissions.

SSI-STEAM classes can engage students in controversial topics in society based on rich real-world cases and allows them to look at many of the interests and solutions involved in issues in a variety of academic domains. Looking at the practical knowledge of the teacher conducting classes in a new context, climate change SSI-STEAM classes, will provide many implications for future SSI-STEAM classes. The main purpose of this study is as follows : First, we identify the teacher' practical knowledge of conducting climate change SSI-STEAM classes in terms of orientation, structure, and content. Second, we explore the conflicts that emerged in the Climate Change SSI-STEAM class and what practical knowledge has influenced in resolving those conflicts.

For the study, one earth science education professor and two earth science teachers under a master's course together developed the first climate change SSI-STEAM class, and the participating teacher finally reconstructed and conducted classes based on his practical knowledge. In the process, class videos, teacher interviews, teacher's teaching materials, and class impressions were collected, and practical knowledge of teachers was analyzed in terms of orientation, content and structure based on the Constant comparison method.

The results of the study are as follows. First, the teacher reconstructed climate change classes, influenced by experiential orientation based on three years of university volunteer club activities, and by the social orientation of recognizing the need for action-oriented classes through teacher evaluation, teacher training, and various lectures. Classes were conducted with five images under the theme of climate change: 'Guide', 'Climate Change Associated with Various Subjects', 'Cooperative and Comfortable School

Environment', 'Classes Tailored to the Eye Level' and ' Personal Action to Cope with Climate Change'. Second, the teacher expressed a conflict between his belief in the science class and climate change class goals in the process of reconstructing the climate change class, and was able to organize the class and resolve the conflict in a way that could foster students' personal will to cope with climate change, influenced by his practical knowledge. In addition, a conflict emerged between the continuous interaction with students and the goal of finding a direction for action to respond to climate change within a limited class time. The teacher tried to secure class time as much as possible by utilizing his practical knowledge, but he could not continue to interact with the students and deeply seek various measures with the students to cope with climate change.

This study was conducted on the premise that exploring teachers' practical knowledge can provide the most in-depth look into teachers' practice. Therefore, we were able to look closely at how the teacher organizes the climate change class and how he leads the action of the students in the action-oriented class through the teacher's practical knowledge. This is meaningful that unlike previous studies that have explored only some aspects of practical knowledge that science teachers have so far, we have analyzed teachers' practical knowledge in depth according to orientation, content and structure in the context of the climate change SSI-STEAM class and looked at conflicts between them. In addition, we expect that this study, which examines the practical knowledge of a novice teacher, will serve as the first step in narrowing the gap between preliminary teacher education and school sites for SSI-STEAM education.

keywords : Practical Knowledge, Science Teacher,

Climate Change, SSI-STEAM Class

Student Number : 2019-29849