



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



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

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

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

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

[Disclaimer](#)

2018년 8월
석사학위논문

과학 관련 사회적 쟁점
(Socio-Scientific Issues, SSI)을
활용한 국외 교수학습 프로그램 분석

조선대학교 대학원

과학교육학과

김 건 희

과학 관련 사회적 쟁점
(Socio-Scientific Issues, SSI)을
활용한 국외 교수학습 프로그램 분석

Analysis of International Socio-Scientific
Issues(SSl) Teaching and Learning Programs

2018년 8월 24일

조선대학교 대학원

과학교육학과

김 건 희

과학 관련 사회적 쟁점
(Socio-Scientific Issues, SSI)을
활용한 국외 교수학습 프로그램 분석

지도교수 박 현 주

이 논문을 교육학 석사학위신청 논문으로 제출함

2018년 8월 24일

조선대학교 일반대학원

과학교육학과

김 건 희

김건희의 석사학위논문을 인준함

위원장	조선대학교	교수	<u>조 광 희 (인)</u>
위 원	조선대학교	교수	<u>이 재 관 (인)</u>
위 원	조선대학교	교수	<u>박 현 주 (인)</u>

2018년 5월

조선대학교 대학원

목 차

표 목차	iii
그림 목차	iv
논문 요약	v
I . 서론	1
1. 연구의 필요성 및 목적	1
2. 연구의 내용	4
3. 용어의 정의	4
가. SSI(Socio-Scientific Issues)	4
4. 연구의 제한점	5
II . 이론적 배경	6
1. SSI(Socio-Scientific Issues)	6
가. SSI(Socio-Scientific Issues) 정의 및 성격	6
나. SSI(Socio-Scientific Issues) 교육	9
다. SSI(Socio-Scientific Issues) 교수·학습 준거	11
2. 선행연구 고찰	18
III . 연구방법	21
1. 연구 절차	21
2. 연구 대상	24
3. 분석틀	27

4. 자료 수집 및 자료 분석	33
IV. 연구 결과 및 논의	34
1. 국외 SSI 프로그램 수업 분석	34
가. 학습 소재	34
나. 학습 대상	37
다. 과학 연계 교과	38
라. 차시 구성	39
마. 활동 유형	40
2. SSI 준거에 따른 프로그램 분석	43
가. 상황제시(Starting Point)	43
나. 과학적 증거(Nature of Scientific Evidence)	44
다. 사회적 내용(Social Content)	46
라. 과학적 지식의 사용(Use of Scientific Knowledge)	47
마. 이해관계에 대한 갈등 수준(Level of Conflict of Interest)	49
바. 평가(Assessment)	50
V. 결론 및 제언	52
1. 결론	52
2. 제언	53
참고문헌	55
ABSTRACT	65
부 록	66

- 표 목 차 -

<표 II-1> SSI의 다양한 정의	6
<표 II-2> SSI 교육과 SSI 교육이 아닌 것(Zeidler & Kahn, 2014)	9
<표 II-3> Presley et al.,(2013) & Sadler, Murakami(2014) SSI 교수·학습 준거	11
<표 II-4> SSI 준거(Ekborg, Ideland & Malmberg, 2009; 박현주, 백윤수, 심재 호, 2016)	14
<표 II-5> 국내 SSI 선행 연구 동향	18
<표 III-1> SSI 분석틀 검증 전문가 집단	23
<표 III-2> 연구 대상	24
<표 III-3> SSI 프로그램 분석틀	27
<표 IV-1> 국외 SSI 프로그램 소재 분류	34
<표 IV-2> 국외 SSI 프로그램 학습 대상	37
<표 IV-3> 국외 SSI 프로그램의 과학 연계 교과	38
<표 IV-4> 국외 SSI 프로그램 차시 구성	39
<표 IV-5> 국외 SSI 프로그램 활동 유형	40
<표 IV-6> 국외 SSI 프로그램의 상황 제시	43
<표 IV-7> 국외 SSI 프로그램의 과학적 증거	44
<표 IV-8> 국외 SSI 프로그램의 사회적 내용	46
<표 IV-9> 국외 SSI 프로그램의 과학적 지식의 사용	47
<표 IV-10> 국외 SSI 프로그램의 이해관계에 대한 갈등 수준	49
<표 IV-11> 국외 SSI 프로그램의 평가	50

- 그림 목 차 -

[그림 II-1] SSI와 교사, 학생간의 교육학적 관계(Zeidler & Nichols, 2009) ……	8
[그림 II-2] SSI 준거(Presley et al., 2013; Sadler & Murakami, 2014) ……	13
[그림 III-1] 국외 SSI 프로그램 분석을 위한 연구 절차 ……	21
[그림 IV-1] 국외 SSI 프로그램 소재 ……	36

논문 요약

과학 관련 사회적 쟁점(Socio-Scientific Issues, SSI)을 활용한 국외 교수학습 프로그램 분석

김 건 희

조선대학교 일반대학원 과학교육학전공

(지도교수 박 현 주)

본 연구는 과학 관련 사회적 쟁점(Socio-Scientific Issues:SSI)을 활용한 국외 교수학습 프로그램을 분석하여, SSI 교육을 구현하고자 하는 교사들이 프로그램을 개발 하고자 할 때 참고할 수 있는 기초 자료로 제공하려는 목적을 가진다. SSI는 일상생활에서 과학과 관련된 많은 논쟁과 논란을 가지고 있는 사회적이고 윤리적 특성을 띤 문제이다. SSI를 도입한 수업은 학생들에게 과학 관련 사회 문제에 관심을 가질 수 있게 하며, SSI를 해결하기 위한 의사결정 과정에서 과학적 방법을 사용하고, 자신의 가치관을 형성하며 과학적 소양을 함양할 수 있는 기회를 제공한다. 그러나 학교 현장에서 SSI 적용은 교수 학습 자료의 부족과 수업 설계 시 투자해야 하는 시간적 부담으로 인해 제한이 있다. SSI 교육을 희망하는 교사에게 SSI 프로그램의 제공은 교사의 새로운 교수·학습적 시도를 위해 필요하다.

본 연구는 SSI 교재 및 관련 도서, 연구, 과학 교육 사이트에 수록된 총 46개의 국외 SSI 프로그램을 대상으로 하여 다음의 연구 문제를 확인하였다. 첫째, SSI 수업 구성을 위한 학습 소재, 학습대상, 과학 연계 관련 교과, 차시, 활동 유형 등을 분석한다. 둘째, SSI 준거 요인에 따라 상황제시, 과학적 증거, 사회적 내용, 과학적 지식의 사용, 이해관계에 대한 갈등 수준, 평가 등을 분석한다.

본 연구 문제의 결과는 다음과 같다. 첫째, SSI 수업을 위해 사용되는 학습 소재는 주로 '환경·생태계' 영역이며 학습자가 소속된 학교 및 지역사회의 실

제 환경과 생태계 문제를 통해 학습자의 흥미를 높이고 수업 참여를 유도한다.

학습 대상, 과학 연계 교과, 차시 구성, 활동 유형에 따라 분석한 결과 SSI 프로그램은 특정 학습 대상을 선정하지 않거나 특정 학교 급을 학습 대상으로 선정하지 않는다. 과학과 타 교과를 비슷한 수준으로 연계하며 특정 학습 대상을 선정하지 않는 경우가 많았다. 프로그램의 구성 역시 주로 정해진 차시 구성이 없는 경우가 대부분이다.

즉, SSI 수업을 위해 교사는 SSI의 소재를 선정할 때 학습자의 실제 삶의 직접적인 관련이 높은 소재를 활용해야 한다. 또한, SSI 프로그램은 학교 급에 영향을 받지 않고 교과 간의 경계가 없으며 주로 정해진 차시 구성이 없어 교사가 의도하는 바로 자유롭게 설계가 가능하다.

둘째, SSI 준거에 따라 분석한 결과 SSI 프로그램은 현실성 있는 참 상황을 상황제시로 가장 많이 사용하고 사실검증 가능한 내용을 과학적 증거로 다루고 있다. 경제·사회 분야의 사회적 내용을 주로 포함하며 비판적 사고를 가장 많이 필요로 한다.

사회적 내용의 이해 뿐 아니라 과학적 지식, 과학적 증거의 사용의 준거를 포함하고 있는 SSI 프로그램은 고등사고 능력, 토론 기술, 과학논증능력을 함양할 수 있는 기회를 통하여 학생들을 과학의 본성에 대한 이해를 가진 사람으로 성장하도록 돕는다.

개인적 갈등 수준의 문제를 주로 다루며, 증거 기반 추론을 주로 평가하는 SSI 프로그램 평가 방법은 수업 과정이 모두 평가로 이루어 질 수 있는 즉, 수업 자체가 곧 평가인 과정중심 평가가 가능함을 보여준다.

그러나, SSI 준거 중 사회적 내용에서 다문화에 관한 내용이 거의 나타나지 않고 있어 다문화 성격을 가진 다양성, 다원성 및 인권 관련 등의 사회적 내용을 강조한 SSI 프로그램의 개발이 필요할 것으로 보인다.

교과에서 SSI의 활용은 여전히 교사의 역할에 의문을 남긴다. 그러나 SSI 교육에서 교사는 모든 과학적, 사회적 지식의 전문성을 갖출 필요는 없다. 새로운 과학 개념과 낯설고 어려운 소재라도 SSI 수업으로 구현가능하다. SSI 교육에서 교사는 지식의 한계를 인정하며 학생들과의 토론 활동에서 나올 수 있는 다양한 사회적 문제에 대하여 고려하고 인식하는 것이 더 필요하다.

* 키워드 : 과학 관련 사회적 쟁점(Socio-Scientific Issues, SSI), 교수학습 프로그램

1. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

현대사회에서 우리가 접하고 있는 여러 매체들은 대부분 과학과 관련된 내용을 내포하고 있으며, 이를 포함하지 않은 것을 찾아보기 어렵다. 이 주제들은 과학이라는 단일적 성격보다 사회, 경제, 문화 등 여러 분야와 연관되어 있다. 언론 및 뉴스에서 빼놓을 수 없는 소재인 환경문제(예: 지구온난화, 미세먼지, 원전사고)와 스쳐 지나가는 1~2분 내외의 식품 광고(예: 커피 속 카페인나트륨, 식품 내의 무첨가물 강조, 우유 성분 내 체세포의 수 언급)에서 까지 우리는 해당 주제와 연관된 과학 관련 정보들을 자연스럽게 접하고 있다.

여러 매체들이 제공하는 과학 관련 정보들에 대하여 우리는 자연스럽게 노출되며, 이를 통하여 해당 정보를 수용하기도 한다. 그러나 이러한 정보들은 종종 체계화되어 있지 않고 애매모호하게 나열만 되어 있거나(Ekberg, Ideland, & Malmberg, 2009), 심지어 신뢰하기 어렵거나 정확하지 않은 정보들을 제공하기도 한다(Hu et al., 2007). 그러나 전문가 외의 일반 대중들은 충분한 전문성을 가지고 있지 않은 이상, 그럴듯한 사실처럼 보이는 과학적 정보를 그대로 받아들이기 쉽다. 그럴기 때문에 우리는 주어진 과학 관련 정보들에 대하여 있는 그대로 수용하는 것이 아니라, 항상 비판적이고 세심하게 살펴야 할 필요가 있다. 이러한 정보들은 정책 결정에서부터 개인의 의사 결정에 이르기까지 다양한 수준에서 개인 및 사회, 더 나아가 국가적으로 영향을 미칠 수 있기 때문이다(Ratcliffe & Grace, 2003).

현대 사회에서는 과학적 지식과 여러 유형의 증거를 확인하여 결정해야 하는 문제들이 끊임없이 발생한다. 특히 대중들은 과학 및 기술 분야에 관심을 보이고(Ratcliffe & Grace, 2003), 미래 세대 역시 과학과 연관된 정보들에 대한 관심이 계속될 것이라는 전망 속에서(Durant, Evans, & Thomas, 1989), 이와 관련된 과학적 문제들은 끊임없이 또한 다양한 형태로 나타나게 될 것이다. 그러나 학생들은 과학과 관련된 문제에 직면했을 때 자신만의 신념에만 근거하여 결정하고, 그 과정에서 본인이 가진 개인적 생각대로 판단하는 경향

이 있다(이은미, 2014). 학생들은 과학에 대한 정보의 객관성과 타당성을 파악하는 역량을 가져야 하며 과학적 방법을 통하여 자신만의 가치관을 형성하는 것이 필요하다(Zeidler et al., 2009).

자신의 가치관을 바탕으로 학생들이 자신이 직면한 문제에 대하여 판단하고 선택할 때 과학적 의사 결정이 가능하기 때문이다(Sadler, 2004). 이러한 역량은 과학적 소양과 관련 있으며, 여러 나라와 더불어 우리나라의 교육과정에서 요구하는 역량이다.

과학 교육연구자들은 합리적으로 의사결정을 하며 가치 판단할 수 있는 능력인 과학적 소양을 미래 사회의 시민으로서 필요한 자질 중 하나로 요구하고 있다(NRC, 2011; Sadler, 2004). 우리나라 2015 개정 과학과 교육과정에서는 자연현상과 사물에 대하여 호기심과 흥미를 가지고, 과학의 핵심 개념에 대한 이해와 탐구 능력의 함양을 통해 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하기 위한 과학적 소양을 기르는 것을 목표로 한다(교육부, 2015).

이러한 소양을 함양시키기 위하여, 우리나라에서는 모든 사람들이 과학과 기술에 대하여 어느 정도 이해할 수 있도록 교육해야 한다는 필요성이 대두되었다(김종웅, 조현욱, 1998). 1980년대 전후 과학과 기술 및 사회를 접목시킨 STS(Science-Technology-Society 이하 STS) 교육이 시작되면서, STS 교육을 위한 많은 연구가 진행되고 다양한 수업모형이 개발되었다. 그러나 STS 교육이 전통적 과학 수업을 흥미를 높이는 방향으로만 진행되어 왔으며(Jenkins, 2002), 과학적 소양의 함양이라는 목표를 달성하기 위하여 과학, 기술 및 사회 간의 상호 관계를 강조하고 있으나, 학생들의 사회적 및 정서적 발달을 이끌어 내기 위한 이론적 틀이 부족하고 과학적 지식과 탐구 기술의 습득에만 초점을 두고 있는 한계를 가졌다(Hodson, 2003).

2000년대부터 과학교육계는 이러한 STS를 보완한 과학 관련 사회적 쟁점(Socio-Scientific Issues, 이하 SSI)를 다룬 SSI 교육에 대해 관심을 가지기 시작했다(Zeidler et al., 2004; Fowler, Zeidler, & Sadler, 2009). SSI 교육은 과학의 도덕적 차원, 학생들의 도덕적 추론 및 감성적 발달을 고려하면서 STS가 제공하는 모든 것을 포괄하는 더 넓은 교육적 접근이다(Zeidler et al., 2002).

SSI는 일상생활 및 우리 사회에서 직면하고 있는 과학과 관련된 논쟁이 될 만한 문제(Kuhn, 1993; Sadler & Zeidler, 2004)를 말한다. 과학뿐 아니라 과

학과 얽혀있는 경제, 사회, 정치, 환경들과 같은 여러 영역을 포함한 간학문 성격을 띠고 있어(Sadler & Zeidler, 2005), 학생들에게 하나의 영역에 국한되지 않고 다양한 학습 영역에서 과학적 소양을 기를 수 있게 돕는다.

과학 관련 사회적 쟁점을 활용한 SSI 교육은 현대사회에서 우리가 국면하고 있는 비단 과학만의 문제로만 보기 어려운 사회적이면서 윤리적인 문제들에 대하여 판단하고 가능할 수 있도록 하는 과학적 소양을 함양할 수 있는 교육적 방법이다(Zeidler & Kahn, 2014).

SSI 교육은 학생들에게 미래 시민으로서 책임감 있는 행동을 실천하는 방향을 제시하는 것을 목적으로 두고 있다(Sadler, 2004; Zeidler & Keefer, 2003; Zeidler et al., 2009). 학습자에게 과학적 소양에 대한 더 넓은 사회적, 문화적 관점을 조성하며(Zeidler et al., 2005), 과학 기술이나 환경에 관련된 여러 문제들을 직면하게 하여 문제들에 대한 자신의 가치관과 입장을 명확하게 할 수 있도록 돕는다.

그러나, 학교 현장에서 SSI 교육방법과 같은 새로운 교육 시도의 적용은 SSI 교수 학습 자료의 부족과(Nuangchalem, 2009), 교사들에게 과학 시간이 과학이 아닌 내용을 다루는 것에 대한 부담감을 주기도 한다(Lee & Witz, 2009). 또한 새로운 방식의 SSI 수업을 위하여 교사가 자신만의 프로그램을 구성하기 위해 시간의 투자는 교사에게 부담감을 주기도 하여 확산되기 어렵다(Ratcliffe et al., 2005).

SSI 수업 구현을 희망하는 교사에게 프로그램의 제공은 새로운 교수·학습적 시도를 위해 필요하며(박현주, 백윤수, 심재호, 2016), SSI에 대한 정보를 제공 할 수 있다(Zeidler & Kahn, 2014).

본 연구에서는 과학 관련 사회적 쟁점을 다루고 있는 국외 SSI 교재 및 관련 도서, 연구에 포함된 SSI 프로그램을 수집하여, SSI 수업 구성을 위한 프로그램의 학습 소재, 학습 대상, 과학 연계 교과, 차시 구성, 활동 유형 등을 분석하고 선행 연구를 통해 추출한 SSI 준거 요인에 따라 국외 SSI 프로그램을 분석하였다.

본 연구는 과학 관련 사회적 쟁점을 활용한 SSI 교육을 구현하고자 하는 과학 교사들에게 프로그램 개발 및 설계 시 참고할 수 있는 기초 자료를 제공하고자 하는 목적을 가지고 있다.

2. 연구의 내용

본 연구의 목적에 따라 설정한 연구의 문제는 다음과 같다.

첫째, SSI 수업 구성을 위한 학습 소재, 학습대상, 과학 연계 관련 교과, 차시, 활동 유형 등을 분석한다.

둘째, SSI 준거 요인에 따라 상황제시, 과학적 증거, 사회적 내용, 과학적 지식의 사용, 이해관계에 대한 갈등 수준, 평가 등을 분석한다.

3. 용어의 정의

본 연구에서 사용하는 용어인 과학 관련 사회적 쟁점, SSI(Socio-scientific Issues)은 다음과 같이 정의하였다.

가. SSI(Socio-Scientific Issues)

SSI(Socio-Scientific Issues)는 일상생활에서 많은 논쟁 및 논란을 가진 과학에서의 사회적, 윤리적 특성을 띠고 있는 문제이다. 인간을 위해 일하는 동물 문제(동물 실험, 구조 동물, 서커스 동물), 유전자 변형 식품, 휴대전화와 가전제품에서 나오는 전자파의 위험성, 우주개발권 등을 예로 들 수 있으며 과학의 사회, 정치, 경제, 문화, 윤리적 속성을 반영한다(Fowler, Zeidler, & Sadler, 2009). 여러 이해 관계자들의 다양한 관점을 수용하고 있어, SSI에 대한 명확한 답은 정해져 있지 않다. 이러한 특성으로 인해 SSI는 토론 및 논쟁을 필요로 한다(Zeidler et al., 2002; Sadler & Zeidler, 2005; Sadler et al., 2006). SSI에 대한 토론 및 논쟁은 학습자의 의사결정이 중요하다. 해당 SSI에 대한 의사결정은 과학적인 측면만 고려하여 결정하는 것이 아닌 다양한 사회적 요인을 고려해야 한다(Sadler, Romine, & Topçu, 2016).

본 연구에서는 과학 관련 사회적 쟁점(Socio-Scientific Issues, SSI)의 용어를 사용하였다.

4. 연구의 제한점

본 연구는 다음과 같은 제한점을 가지고 있다.

연구 대상이 되는 프로그램이 국외의 사례를 바탕으로 하여 국내의 실정과 다를 수 있다. 분석한 SSI 프로그램은 학습자가 거주하는 곳 즉, 국가 및 지역 사회의 문화적 특성을 반영하고 있다. 지역, 국가 및 국제적 차원의 정치적, 사회적 프레임을 다루기도 하는 SSI 학습 소재는 각 국가마다 중요하게 여기는 문제의 성격과 특성을 다를 수 있어, 소재의 예시가 국내에서 그대로 적용하기에는 제한이 있다.

II. 이론적 배경

본 연구는 해당 장에서 연구의 이론적 근거가 되는 SSI 정의 및 성격, SSI 교육, SSI 교수·학습 준거와 SSI 선행 연구에 대하여 제시하였다.

1. SSI(Socio-Scientific Issues)

가. SSI(Socio-Scientific Issues) 정의 및 성격

과학 관련 사회적 쟁점(Socio-scientific issues; SSI)은 일상생활에서 과학과 관련된 많은 논쟁 및 논란을 가진 사회적이고 윤리적 특성을 띤 문제이다. SSI는 과학에 기초를 두고 있으며(Ratcliffe & Grace, 2003), 사회·정치·경제·문화 등 여러 분야의 이해 당사자들의 다양한 관점을 수용한다.

SSI는 문제에 대한 정확한 답을 정하기 어렵고, 개방적 성격을 가지며 비형식 토론을 필요로 하는 의사결정 과정에서 학습자의 논쟁과 토의를 가능하게 한다(Zeidler et al., 2002; Sadler et al., 2005; Sadler et al., 2006).

SSI에 대하여 중점을 두고 있는 부분은 학자마다 다양하지만, 각자 내포하고 있는 SSI의 정의 및 특성은 유사하다.

<표 II-1>은 SSI에 대한 여러 학자들의 다양한 정의를 나타낸 것이다.

<표 II-1> SSI의 다양한 정의

학자(년도)	정의
Aikenhead (2006)	적절한 과학지식을 적용할 수 있으며, 쟁점을 포함하고 있는 실제적 상황을 다룬 문제
Fowler, Zeidler & Sadler (2009)	대중 전체가 관심을 가지는 도덕과 윤리를 포함하는 과학적 문제
Ratcliffe & Grace (2003)	과학을 기반으로 하고 있으며, 지역·국가·세계적 관점으로 언급되며 언론에서 자주 보도되는 도덕적 추론을 포함하는 문제
Sadler & Zeidler (2005)	과학에 도덕과 윤리를 포함하고 있으며, 다양한 관점 및 가치관을 가진 이해관계자들이 얽혀있는 정해진 하나의 해결책이 없는 문제
Zeidler et al., (2009)	실생활과 연결되어 있으며 사회적으로 공유되고 있는 문제

SSI는 기본적으로 증거를 기반으로 한 추론과 다양한 관점에서의 협상, 참여 및 분석이 필요한 문제에 중점을 두고 있다. SSI를 통해 학생들은 문제의 근간을 이루고 있는 과학적 원리를 고려하고, 문제에 대한 협상을 할 수 있는 과학 자료를 분석한다(Zeidler & Nichols, 2009). SSI를 기반으로 한 토론과 협의의 결과로 발전하는 과학 지식은 개인적으로 관계있으며, 사회적으로 공유된다(Sadler, Romine & Topçu, 2016).

SSI는 윤리적 추론과 가치를 포함하며, 개인 차원에서부터 지역, 국가 및 국제적 차원의 문제에 의견을 제시한다. 다양하고 광범위한 차원의 문제에 대하여 참여할 수 있도록 유도하며, 의사결정 더불어 정치적, 사회적 프레임을 다루고 지속 가능한 개발을 고려한다(Ratcliffe & Grace, 2003).

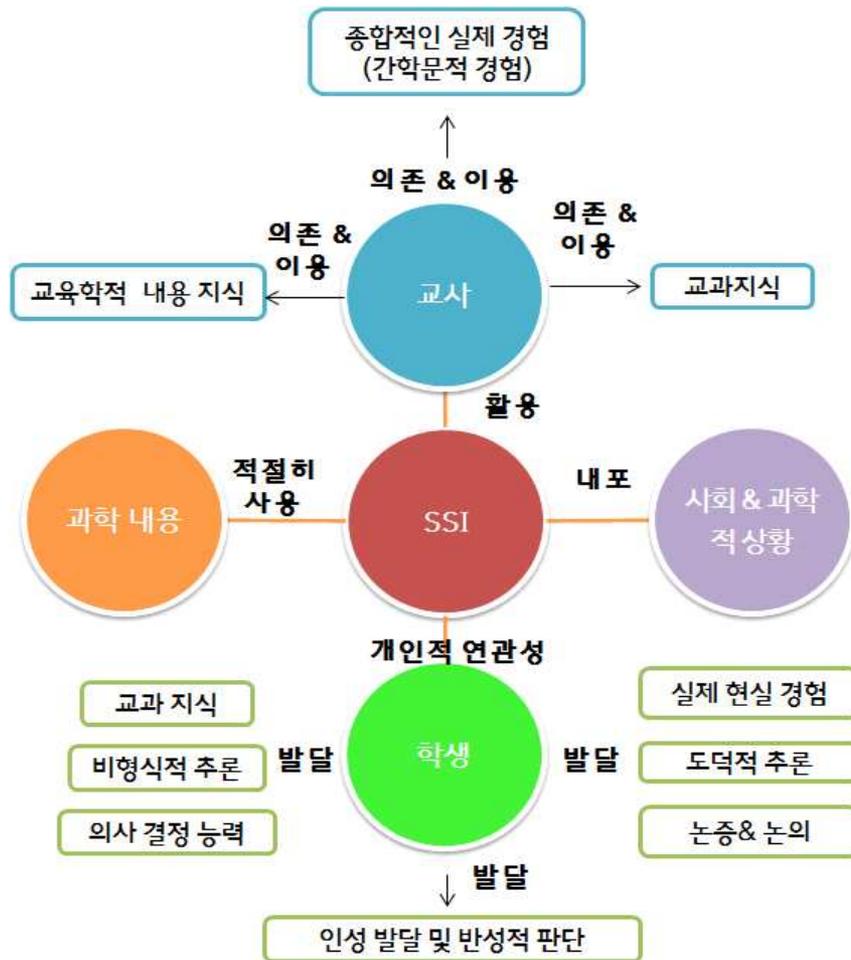
Sadler(2004)는 SSI를 해결하기 위한 의사결정에서 적어도 세 가지의 상호과정이 필요로 함을 언급했다. 첫째, 과학 관련 사회적 쟁점에 대해 협상하고 결정을 내리기 위해 개인은 과학에 대한 필수 지식을 가지고 있어야 한다. 둘째, 과학과 기술에 의존하고 있는 사회에서 사회 및 정치적으로 활동하는 참여자는 과학의 본성(NOS)에 대한 이해가 필요하다. 셋째, 과학 관련 사회적 쟁점에 대한 결정을 내리는 개인은 이러한 문제와 관련된 도덕적·윤리적 차원에 대한 이해가 필요로 하다. 과학 교육에서 과학 관련 사회적 쟁점을 포함한다면 이 프로그램은 도덕적 구성 요소를 명시적으로 포함시켜야 한다.

도덕적이면서 과학적 상황이나 맥락에서 다루어진 SSI는 과학적 소양을 필요로 한다. 흥미와 동기 부여, 비판적 사고와 과학적 본성은 과학적 소양의 중요한 요소이며, 과학 교육에서 매우 중요하다. 생활 속에서 매일 직면하는 문제를 해결할 수 있는 관점과 결정은 과학적 과정을 사용하는 능력을 필요로 한다. SSI는 학습의 이해와 궁극적으로 결정을 내리는 능력을 개발할 수 있는 과학적 소양의 함양에도 중요한 역할을 할 수 있다(Roberts, 2007).

‘문제를 기반으로 한’ 교과 과정을 가르치는 아이디어는 사실상 새로운 개념은 아니다(Zeidler & Kahn, 2014). 이전부터 과학, 기술 및 사회(STS)는 많은 학교에서 필수 요소였으며, 일상에서 과학과 관련된 문제들에 대하여 결정할 필요성을 인식하게 해주는 노력이었다. 그러나 STS는 과학적 개념을 현안의 맥락에서 단순히 제시함으로써, 과학의 본성 및 학생의 정서적 본질에 대한 몇 가지 중요한 측면을 잃어버리기도 한다(Zeidler & Keefer, 2003). 이에 반

해 SSI는 STS의 과거 개념에서 상향되거나 뛰어넘는 선에서 진행된다(Zeidler & Kahn, 2014).

Zeidler & Nichols(2009)는 SSI를 학교 현장에서 구현 할 때의 과학 내용, 사회·과학적 상황 및 교사, 학생간의 교육학적 관계를 [그림 11-1]과 같이 나타냈다.



[그림 11-1] SSI와 교사, 학생간의 교육학적 관계(Zeidler & Nichols, 2009)

나. SSI(Socio-scientific issues) 교육

SSI를 기반으로 한 교육은 국제 과학 교육협회 및 여러 국가들로부터 다양하게 연구되어 오고 있으며, SSI 교육의 구현을 위한 여러 교수·학습 준거가 개발되고 있다(Eilks, 2010, Presley et al., 2013, Saunders & Rennie, 2013).

SSI 교육은 과학을 기반으로 한 사회 문제와 관련된 학생들의 참여와 해당 문제의 과학 및 사회적 차원에 대한 관심을 요하는 공통적인 특징을 가진다(Sadler, Romine, & Topçu, 2016).

SSI를 기반으로 한 교육을 이해하기 위해서는 SSI 교육의 특징과 SSI 교육에서 벗어나는 내용을 대조하는 것이 도움이 된다(Zeidler & Kahn, 2014).

<표 II-2>에서는 Zeidler & Kahn(2014)이 나타낸 SSI 교육과 SSI 교육이 아닌 것에 대한 특징을 나타냈다.

<표 II-2> SSI 교육과 SSI 교육이 아닌 것(Zeidler & Kahn, 2014)

SSI 교육	SSI 교육이 아닌 것
문제 해결 및 논쟁을 위해 여러 학문을 활용하고, 주어진 문제를 분석할 수 있는 기술 및 과학적 개념과 문제에 대한 상황을 설명하는 것	과학적 탐구에서 특정한 옳은 방법을 강조하거나, 예상 가능한 결과를 가르치는 접근법
연구를 기반으로 하여, 고차원적인 문제 해결 및 논쟁을 위해 여러 학문을 사용하고, 주어진 과제를 분석할 수 있는 연구 기술 및 과학적 개념과 문제에 대한 상황을 설명하는 것	과학적 탐구에서 한 가지 옳은 방법을 강조하거나, 예상 가능한 결과를 가르치는 접근법
실제 세계와 실제의 자료를 통하여 학생들이 자신의 미래에서 사회적 문제해결자로서의 역할을 하게하는 것	지나치게 단순화하거나 전형적인(형식적인) 상황을 사용하여 학생들의 실제 삶(생활)과 연관성이 없는 것
과학적 논쟁과 담론 기술을 통해 정보를 전달하는 사람이 실제 과학 연구와 토론, 논쟁 그리고 의도된 과학 문제를 사용하는 것	증거를 기반으로 하지 않고 학생들의 의견을 내놓기만 하는 난해한 토론을 강조하는 것
쟁점이 많은 문제에 대하여 학생들이 도덕적/윤리적 신념을 가지고 면밀히 살필 수 있는 적	비교적 안전한 주제에 의존하고, 정서적인 연관성이 있는 주제를 피하고, 도덕적/윤

절하고 의미 있는 상황 및 자신과 다른 의견과 관점에 대하여 열린 마음을 가지고 관용을 가지도록 지도하는 것	리적 딜레마와 관련된 주제를 사용하지 않는 것
잠정적인 과학적 근거를 포함하며 과학의 본성 모형을 통한 논리적 접근, 이성적인 논쟁과 회의론, 창의성, 과학과 비과학의 차이에 대하여 이해하는 것	전통(과거)의 과학적 접근법, 변화하는 사회 상황과 문맥 및 과학적 과정에 기여하는 개인의 영향에 대하여 이해하지 못하는 것

SSI의 실제적인 구현을 위하여 교사들은 학생들에게 과학에 대한 개념적 연결을 탐구하게 하고, 학습 내용을 기반으로 하여 토론과 비판적 사고 및 의사결정(Klosterman & Sadler, 2010)에 참여할 수 있는 기회를 제공해야 한다(Sadler, Romine, & Topcu, 2016). 또한 SSI 교육에서 교사는 학생들이 증거를 바탕으로 의사를 표현하는 것을 유도하는 역할을 수행한다(Zeidler & Nichols, 2009).

SSI 교육에 대한 교사들의 인식을 살펴보면, 교사들은 SSI 교수·학습에 대하여 만족하고 있으며(Nuangchalerm, 2009), 현행 교육과정에서의 SSI 교육의 적용의 필요성과 더불어 적용되지 않고 있는 현장에 대해 문제를 인식하였다(위수민, 임성만, 2013). SSI 교육을 수행한 학생들 또한 과학과 관련된 사회 및 윤리적 문제에 대한 경험의 중요성을 인식하고(Levinson et al., 2001), SSI를 활용한 수업을 통해 다뤘던 과학과 관련된 사회적 문제에 대해 흥미를 가지며, 과학이 자신의 삶과 연관되고 있음을 인식한다(Tal & Kedmi, 2006).

학생들은 SSI를 구현한 수업을 통하여 교사가 제공한 과학 관련 사회적 쟁점이 가진 특성을 인식하고, 이 문제에 대한 여러 가지 관점들에 대하여 알아가고 평가하는 과정에 시간을 투자한다(Zeidler & Nichols, 2009).

대부분 현장 과학 수업은 현대의 사회적 문제에 중점을 두고 있어도, 사회적이고 과학적인 지식을 필요로 하는 의사결정에 대한 참여활동은 주로 빠져있는 경우가 많다(Zeidler & Nichols, 2009). SSI 교육은 논란이 많은 문제에 대한 탐색과 토론 및 의사결정이 중요한 요인으로서, 이러한 현장 상황에 대해 보완 가능하다(Klosterman & Sadler, 2010).

SSI 교육을 통한 학습 동기 유발과 과학적 추론 함양의 긍정적 효과는 여러 연구를 통해 나타나고 있다(Wee et al., 2007; Tal & Kedmi, 2006).

다. SSI(Socio-scientific issues) 교수·학습 준거

SSI 교육이 추구하는 목표를 달성하기 위하여 신중하게 고안된 SSI 교수·학습 준거는 SSI가 가지고 있는 복잡한 특징을 인식하고, 학생들의 사회·과학적 추론 기술을 개발하는 데 도움을 줄 수 있다(Sadler 2011).

여러 학자들은 효과적인 SSI 수업을 달성하기 위해 SSI 교수·학습 자료 설계 시 고려되어 하는 요인에 대해 SSI 교수·학습 준거로 나타냈다.

Presley et al.,(2013)과 Sadler & Murakami(2014)는 SSI 교수·학습 준거를 핵심요소와 기타요소로 구분하였으며 핵심요인으로 설계 요소(Design elements), 학습자 경험(Learner experiences), 교사 속성(Teacher attributes)로, 교실 환경(Classroom Environment)과 주변 환경의 영향(Peripheral Influences)을 핵심 요소를 정의하고 영향을 미치는 기타요인으로 나타냈다.

<표 II-3>는 Presley et al.,(2013)과 Sadler & Murakami(2014)가 제시한 SSI 교수 학습·준거에서 핵심 요인과 핵심 요인에 영향을 주는 기타 요인의 특성과 기능을 나타낸다.

<표 II-3> Presley et al.,(2013) & Sadler, Murakami(2014) SSI 교수·학습 준거

항목	NO	항목	특성/기능
핵심 요인	1	설계 요소 (Design elements)	<ul style="list-style-type: none"> - SSI 수업에 대한 지침사항 전달 - 과학 관련 사회적 쟁점(SSI) 전달 - 학습 경험이 비판적 사고, 의사 결정, 논증 및 다른 고등 사고에 참여할 수 있는 기회 제공 - 다양한 자료 매체를 사용하여 교실 활동을 실제 활동으로 연결 - 기술을 사용하여 학습 경험 촉진
	2	학습자 경험 (Learner experiences)	<ul style="list-style-type: none"> - 문제와 관련된 과학적 아이디어와 이론에 직면 - 문제와 관련된 과학적 자료 수집 및 분석 - 문제의 사회적/윤리적 측면에 직면 - 문제로 주어진 과학 주제의 성격 고려
	3	교사 기여 (Teacher)	<ul style="list-style-type: none"> - 문제와 관련된 과학 내용 이해 - 문제와 관련된 사회적 고려 사항 이해

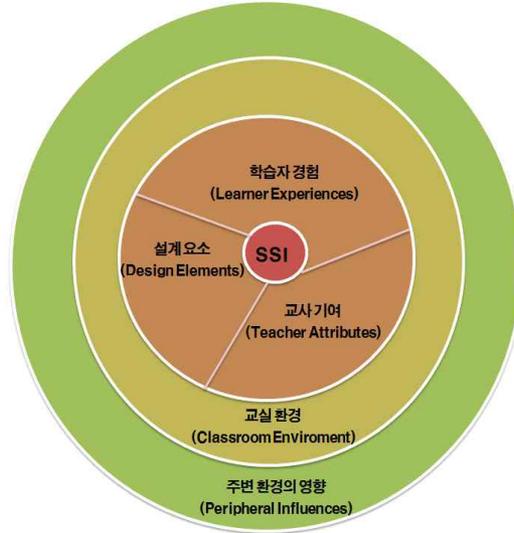
		attributes)	<ul style="list-style-type: none"> - 자신이 가진 지식의 한계에 대하여 정직하기 - 교실 내에서 유일한 권위를 가지지 않음을 알며, 지식의 전달자 역할 수행
기타 요인	4	교실 환경 (Classroom Environment)	<ul style="list-style-type: none"> - 협력적이고 상호 작용하는 분위기 - 모든 참가자(교사와 학생)이 서로에 대한 존중 - 다른 시각 및 관점에 대하여 존중 - 공동체 참여와 성과에 대한 높은 기대감
	5	주변 환경의 영향 (Peripheral Influences)	<ul style="list-style-type: none"> - SSI 교육을 실시하는 교사에 대한 지원 및 격려 - SSI 교육을 적용할 수 있는 교육과정의 유연성 - SSI 교육의 촉진을 위한 지역 사회에 관한 문제 인식 - SSI 기반 교육과정에서 지역 또는 국가 수준의 교육과정 사이의 연관성 - 학교 환경, 지역사회, 국가 차원의 영향

교실에서 SSI를 기반으로 한 교육을 효과적으로 구현하기 위한 교수·학습 프로그램을 계획할 때는 몇 가지 측면을 고려해야 한다. <표 11-3>에 나타난 요인들과 그 기능 및 특성은 교실에서 교사를 위한 단계별 안내를 나타내는 것은 아니며, 성공적인 SSI 프로그램 구현을 위하여 필요한 요소를 나타내는 것이다(Presley et al., 2013).

Presley et al.,(2013); Sadler & Murakami(2014)는 SSI를 기반으로 하는 교수·학습 준거의 핵심을 구성하는 요인으로 설계 요소, 학습자 경험, 교사 기여를 주장했다. 이러한 핵심 요인에 영향을 미치고 있는 기타 요인은 교실 환경과 주변 환경의 영향으로 보고 있다.

위 요소와 이에 대한 기능 및 상호연관성을 고려한다면 성공적인 SSI 프로그램을 구현하고자 하는 교사에게 가이드라인을 제시하며, SSI 교수·학습 프로그램 개발 및 구현에 도움을 줄 수 있다(Presley et al., 2013; Sadler & Murakami, 2014).

아래의 그림 [11-2]는 Presley et al.,(2013); Sadler & Murakami(2014)의 SSI 준거를 나타내고 있다.



[그림 11-2] SSI 준거(Presley et al., 2013; Sadler, Murakami, 2014)

Ekborg, Ideland & Malmberg(2009)는 SSI 교육 접근 방법으로 SSI 준거를 학교 과학 과목(School science subject), 도입: 상황제시(Starting point), 과학적 증거(Nature of scientific evidence), 사회적 내용(Social content), 과학적 지식의 사용(Use of scientific knowledge), 이해관계에 대한 갈등의 수준(Level of conflict of interest)으로 구성하였다.

이를 바탕으로 박현주, 백윤수, 심재호(2016)은 SSI의 준거의 영역을 한국 현장에 맞추어 학습 대상 학년(grade), 교과(subject), 도입: 상황 제시(starting point), 과학적 증거의 본성(Nature of scientific evidence), 사회적 내용(social content), 과학적 지식의 사용(use of scientific knowledge), 관심의 갈등 수준(level of conflict of interest), 평가와 성찰(assessment of reflect)등 9가지 요소로 구분하였다.

SSI 준거 요소를 바탕으로 하여 교수·학습 준거로서 SSI 프로그램을 살펴 보면, 핵심적으로 다루고 있는 소재와 더불어 전반적인 프로그램의 구성과 특징을 파악할 수 있다.

아래의 <표 11-4>는 Ekborg, Ideland, & Malmberg(2009)와 박현주, 백윤수, 심재호(2016)의 SSI 준거와 준거 요소를 나타낸다.

<표 II-4> SSI 준거(Ekberg, Ideland, & Malmberg(2009); 박현주, 백윤수, 심재호(2016)

학자(년도)	Ekberg & Ideland & Malmberg (2009)	박현주, 백윤수, 심재호 (2016)
준거 요소		학습 대상 학년 (Grade)
	학교 과학 과목 (School Science Subject)	교과 (Subject)
	도입 (Starting-Point),	도입: 상황 제시 (Starting Point)
	과학적 증거 (Nature of Scientific Evidence)	과학적 증거의 본성 (Nature of Scientific Evidence)
	사회적 내용 (Social Content),	사회적 내용 (Social Content)
	과학적 지식의 사용 (Use of Scientific Knowledge),	과학적 지식의 사용 (Use of Scientific Knowledge)
	이해관계에 대한 갈등의 수준 (Level of Conflict of Interest)	관심의 갈등 수준 (Level of Conflict of Interest)
		평가와 성찰 (Assessment of Reflect)

(1) 대상 학년(Grade)

대상 학년은 SSI을 구현한 교육의 학습의 대상을 의미한다. SSI 교육과정에서는 해당 학생들의 수준에 따라서 학습 난이도를 조정 가능하다(Zeidler & Kahn, 2014). 같은 주제를 가지고 초등학교, 중학교, 고등학교 등 학교 급에 따라 프로그램의 방향을 달리할 수 있다(Wilson, Scott, & Lopez, 2010).

(2) 교과(School Subject)

교과는 SSI 소재를 활용하는 교과를 의미하며, SSI 교유과정에서 교과는 한 가지 단일 교과에 그치지 않고 STEAM에서도 활용이 가능하다(박현주, 백윤수 & 심재호(2016)). 교육과정의 교과 연계를 나타내며, SSI는 전통적인 과학 수

업과 달리 생명과학, 화학, 물리학, 기술 등 모두 포함하기도 하며 과학 내에서는 보편적으로 다루고 있는 과학 개념과 이론과 과정을 포함한다(Ekberg, Ideland, & Malmberg, 2009).

(3) 상황제시(Starting Point)

상황제시는 학습자의 학습 동기 유발과 몰입을 위하여, 종종 언론 및 대중매체에서 제보되는 사건이나 실제 우리와 관련된 주제들을 다룬다(Ratcliffe & Grace, 2003). 학습자들에게 현실성 있는 실제적(Authentic)이고 현실적인 참상황, 이해관계에 따른 논쟁과 갈등 상황, 픽션(Fiction) 또는 논픽션(Nonfiction) 상황을 포함한다.

이러한 상황제시의 설정은 실제 상황과 가상 상황 둘 다 가능하며, 이러한 범주 사이의 경계를 엄격하게 구분 짓지 않는다. 광범위한 모든 상황에 대하여 활용하는 것보다, 사례에 대하여 제한을 두고 일반적인 상황을 주로 이용한다.

(4) 과학적 증거(Nature of Scientific Evidence)

과학적 증거는 사실 검증 가능한 문제, 과학적 지식에 근거하지만 감정과 가치 경제 등에 따른 의사결정이 필요한 문제, 과학 지식과 인류 삶의 경계선에서 아직 의견이 일치할 보지 못하고 있는 문제, 빅데이터 또는 통계 내용의 문제로 옳고 그름의 판단이 어려운 경우 등의 과학적 지식에 대한 의사결정을 포함한다.

과학적 증거는 SSI 주제를 과학적 근거에 기초해 나타난다. 과학 지식은 잠정적이고, 많은 연구를 거듭하여 이론과 법칙이 발달해 나간다. 과학적 증거를 평가하는 것은 과학적 지식 측면에서 중요하다(Ekberg, Ideland, & Malmberg, 2009).

(5) 사회적 내용(Social Content)

사회적 내용은 언론 소양(Media literacy), 경제·사회·정치, 자아정체성, 다문

화, 가치·윤리·도덕, 환경에서 나타난 사회적인 내용을 포함한다.

현대 사회에서의 과학은 정치, 경제, 윤리 등 많은 학문이 통합되어 있다 (Nowotny et al., 2001). 사회적 내용으로부터 과학이 학생들의 사회 및 정치적 활동에 참여할 수 있게 해 주고, 복잡한 사회 내에서 취해야 할 행동에 대하여 이해하도록 돕는 역할을 한다(Ratcliffe & Grce, 2003; Elam & Bertilsson, 2003).

(6) 과학적 지식의 사용(Use of Scientific Knowledge)

과학적 지식의 사용은 SSI를 해결하는데 필요한 과학적 태도와 역량을 말한다. 과학적 지식은 과학적 비판적 사고, 정보탐색, 과학적 의사결정, 과학적 탐구능력, 위험평가, 비용 효과 등을 포함한다.

과학 지식은 의사 결정에 영향을 미치며, 과학을 기반으로 하지 않는 의사결정일지라도, 과학은 사건을 명확하게 하고 다른 대안에 대해서 이해할 수 있도록 돕는다(Ekborg, Ideland, & Malmberg, 2009).

(7) 이해관계에 대한 갈등 수준(Level of Conflict of Interest)

SSI는 서로 다른 수준의 갈등에 대하여 다룬다. SSI에서 나타나는 문제들은 복잡하고 서로 간의 다른 이해관계를 가지며, 여러 갈등을 포함하고 있다.

Mogensen & Mayer(2005)는 이러한 갈등 수준을 개인적(The individual) 갈등 수준, 사회적(The Societal) 갈등 수준, 구조적(The Structural) 갈등 수준으로 구분했다.

개인적 갈등 수준은 개인의 필요와 욕구 사이의 딜레마로부터 일어나며, 사회적 수준의 갈등은 다양한 집단 혹은 타인과의 다양한 이해관계 속에서 나타난다. 구조적 갈등 수준은 정치적 의견과 경제적 메커니즘, 자유시장 등의 사이에서 주로 나타난다. 청소년기의 학생들은 대부분 개인적 갈등 수준에서부터 시작하지만, 가족과 학교 그리고 지역 및 사회의 수준까지도 도달 가능하다 (Ekborg, Ideland, & Malmberg, 2009).

(8) 평가와 성찰(Assessment of Reflect)

평가와 성찰은 학습과 관련된 정보를 제공하고 있는 중요한 항목이며, 이러한 평가는 목표와 일치해야 하고 학생들이 일관성을 가지고 있는지 확인하는 것이 필수적이다(Zeidler & Kahn, 2014). SSI 구현의 성공 여부를 평가할 때는, 학생들이 SSI 활동을 수행하면서 도출된 산출물이 증거를 기반으로 하고 있는지 판단한다. SSI 구현의 성공 여부를 평가할 때, 학생들이 조사한 자료 및 다른 신뢰할 수 있는 자료에서 나온 데이터를 종합하고 통합할 수 있는 능력을 근거로 하여 증거 기반 추론을 평가하는 방법이 가장 중요하다(Zeidler & Kahn, 2014).

이러한 SSI 평가는 주로 학생의 증거 기반 추론, 토론과 회의 참여, 대안적 평가로 이루어진다(Zeidler & Kahn, 2014). 학생의 증거 기반 추론의 평가는 과학적 증거의 사용, 증거를 사용하는 자료의 질 및 신뢰성, 과학 내용의 이해도에 의하여 평가한다. 또한 토론과 회의의 학생들의 참여도와 특정 주제와 이해 관계자를 일치시키며 진술하는지에 의하여 평가한다. 토론과 회의에 관한 진술에 대한 평가는 주로 루브릭 점수를 활용하여 평가하며, 해당 평가의 항목은 평가 전 교사가 학생들에게 제시한다.

또한, SSI를 구현하는 동안에는 다양한 방법의 대안적 평가가 가능하다. SSI의 대안적 평가 방법으로는 포스터 보드 프레젠테이션, 논문, 책자, 특정 대상에게 보내는 편지, 온라인 토론 게시판, 스토리 보드, 토론회 또는 비디오 및 역할극 등이 있다(Zeidler & Kahn, 2014, Weizman, Shwartz, & Fortus 2008, Applebaum, Zeidler, & Chiodo, 2010).

2. 선행연구 고찰

본 연구에서는 먼저, 국내 SSI 연구 동향을 알아보기 위해 National Digital Science Library;NDSL(www.ndsl.kr/), 국회전자도서관(dl.nanet.go.kr/), 한국교육학술정보원;Riss(www.riss.kr/)을 이용하여 2000년부터 2018년 동안의 국내 SSI 관련 연구를 바탕으로 조사하였다.

국내에서는 SSI를 ‘과학 기술과 관련하여 사회적으로 쟁점화된 주제(김희백, 이선경, 1996)’, ‘과학과 관련된 사회·윤리적 문제(이현주, 2016)’, ‘과학 관련 사회적 쟁점(조현국(2014)’, ‘과학-사회적 쟁점(송인화, 2015)’, ‘과학 관련 사회적 문제(양일호 외 4인, 2015)’ 등으로 나타내고 있다. 하여, 주제 키워드를 ‘SSI’, ‘과학 관련 사회적 쟁점’, ‘과학 관련 사회·윤리적 쟁점’, ‘과학 관련 사회적 문제’, ‘과학 관련 사회적 문제’로 선정하였고, 해당 키워드를 통하여 나타난 국내 SSI에 대한 선행 연구는 학술지 57편, 학위논문 51편으로 총 108편이었다.

<표 II-5>는 국내 SSI 논문 108편의 연구 영역의 동향을 분석한 것이다. 연구 영역이 2개 이상을 포함하고 있는 선행 연구의 경우 그 영역을 중복으로 포함하여, 국내 SSI 선행 연구 해당 대상이 총 130개로 실제 연구 영역보다 더 많다.

<표 II-5> 국내 SSI 선행 연구 동향 단위 : 개 (%)

이름/문헌 분석	인식 조사	SSI 효과성	SSI 교수학습 적용	SSI 프로그램 개발	합계
18 (13.9)	23 (17.7)	42 (32.3)	28 (21.5)	19 (14.6)	130 (100)

국내 SSI 관련 선행 연구는 SSI 프로그램 개발, SSI 프로그램 적용, SSI 프로그램의 효과성, SSI에 대한 인식조사, SSI 문헌 분석 등 다양한 범위에서 이루어졌다.

SSI 교육에 대한 관심이 커지기 시작하면서, 교사들의 SSI 교육을 위하여 교과교육학적 지식인 PCK 요소를 도출하고(이현주, 2016), 과학사를 활용한 과학 윤리 수업의 가능성을 탐색하여 수업에 적절한 수업 모형을 개발하고자 하

였으며(신동희, 신하윤, 2012), 조현국(2014)은 국내의 SSI를 다룬 문헌 조사를 통해 SSI 연구에 대한 조망 및 국내 연구에서 나타난 의사결정의 의미와 모형, 의사결정에 영향을 미치는 요인에 대하여 분석하였다.

이러한 SSI 교수법에 대하여 현장 교사의 인식(유정숙, 최성연, 이현주, 2011)뿐 아니라 예비 교사들의 인식조사(이현주, 장현숙, 2011) 또한 수행하였으며, SSI 소재를 활용하여 수업에 참여했던 학생들에 대한 인식조사도 이루어졌음을 볼 수 있었다. 양정은 외(2012)의 ‘과학과 관련된 사회, 윤리적 문제(SSI)의 상황제시를 통한 창의, 인성 교육 가능성에 대한 과학교사들의 인식 연구’에서는 연구 대상인 과학교사들은 SSI를 활용한 창의·인성 교육에 대하여 SSI가 가능성을 열어줄 수 있다는 데에 긍정적인 인식을 가지고 있다는 것을 나타냈다. 또한 학습자인 학생은 SSI에 대한 이해정도는 낮았으나 SSI를 학습하는 것이 중요하다고 인식하고 있었다(이현옥, 2015).

또한 SSI를 적용하여 고연주, 최윤희, 이현주(2015)는 소집단 논증 활동에서의 적용 가능성을 탐색하였으며, 양일호 외 4인(2015)은 논증 구조 유형에 대하여 분석하였다. 임태훈(2006); 위수민, 윤지영, 임성만(2014); 임미현, 정슬아(2013)는 의사 결정의 변화와 요인에 대한 양상을 탐구하였다. 더불어 SSI 적용으로 나타나는 임성민(2015)은 예비 과학 교사들의 도덕적 감수성 조사연구를 통하여 윤리적/도덕적 민감성의 변화에 대해서 나타냈으며, 이현주, 정가윤(2013)은 문화역사적 활동 이론의 관점에서 바라본 과학 관련 사회 쟁점 수업에서 과학교사의 교수활동에 대한 분석 연구를 통하여 의사소통의 유형에 대하여 나타냈다. 장지영 외 4인(2012)은 중학생들을 대상으로 하여 SSI의 맥락에 따른 인성적 태도와 가치관에 대하여 나타냈다.

국내의 SSI 연구는 SSI 교육의 효과성에 대한 연구가 가장 두드러지게 나타났다. SSI는 가치관 및 인성의 긍정적인 효과, 의사소통, 논증, 윤리적/도덕적 민감성과 더불어 정보기술 및 미디어 활용 능력에서까지 긍정적인 효과를 보였다. 또한 과학의 본성(NOS) 및 과학적 태도를 SSI 도입함으로써 함양할 수 있음을 나타냈다. 김재덕, 고연주, 이현주(2017)는 SSI 수업을 적용하여 초등 학생의 비판적 사고, 문제해결력, 협업적 노력 등에 대하여 유의미한 효과를 보였다. 또한 SSI를 통하여 바람직한 환경관과 더불어 합리적인 의사 결정 함양이 가능함을 보였다(임윤정, 2012). 이용섭, 김순식(2014); 송인화(2015); 박진향(2016)의 SSI 적용으로 나타난 내용 지식의 이해도의 향상에 대한 효과

성 연구는 전통적인 교육법과 다른 교육방법의 새로운 시도로 인하여 나타났던 국외의 학교 관계자(교사&학부모&교육과정 설계자)들의 우려에 대하여 경험적 증거를 제공할 수 있는 수 있는 기반(Sadler et al., 2016)을 마련한다. 과학 내용 지식 학습에 대한 우려가 국내에서도 나타날 수 있는 가능성에 대하여 SSI 교육의 구현에 타당성을 제공하여 SSI를 통한 과학 내용 지식 습득에 대한 학생들의 학습을 지원할 수 있는 중요한 연구이다.

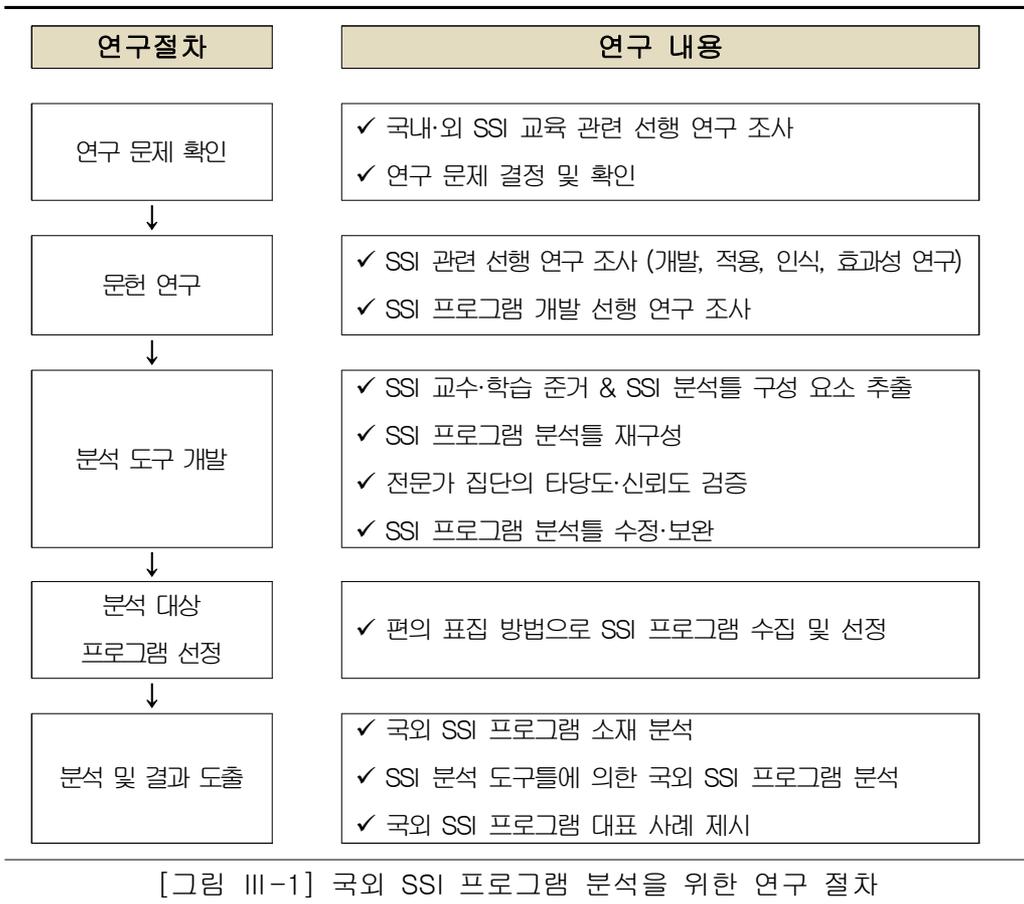
SSI 프로그램 개발에 관한 국내 연구는 학술지 10편 및 학위논문 9편이었다. 국내 SSI 프로그램 개발 관련 연구는 국내 실정에 맞추어 프로그램 개발도 있었지만 기존의 SSI 프로그램을 재구성하여 제시되고 있다. SSI 연구 동향에 대하여 비교했을 때 효과성 및 적용 연구에 비해 프로그램 개발의 연구는 부족해 보인다. 새로운 교육 방법과 프로그램에 대하여 교사들은 수업용 교재 및 자료의 결핍으로 인해 어려움을 느낀다(현종오 외 4인, 2010). 이를 위해 SSI 프로그램 개발을 위한 가이드라인을 제시하는 연구가 보다 주요하게 이루어져야 할 것으로 보인다.

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구 절차

본 연구는 연구 문제 확인, 문헌 연구, 분석 도구 개발, 분석 대상 프로그램 선정, 분석 및 결과 도출 단계에 따라 수행하였다. 자료 수집은 편의 표집으로서 문헌분석을 바탕으로 한 탐색적 조사(Exploratory investigation) 방법을 사용하여 국외 SSI 프로그램의 특성을 분석하기 위하여 수행되었다.

이 연구의 연구 목적에 따른 연구 절차는 그림 [Ⅲ-1]과 같다.



연구 문제 확인 단계에서는 먼저, SSI 교육의 연구 동향과 방향에 관한 문헌 조사를 통하여 SSI 교육에 대한 교사와 학생들의 긍정적인 인식과 더불어 많은 SSI 교육의 긍정적인 효과성을 파악하였다. 그러나 교수·학습 자료의 부족과 더불어 교사들이 느끼는 시간적 한계와 같은 문제로 인하여 SSI 교육의 도입에 어려움이 있음을 확인하였다. 이러한 이유로 효과적인 SSI 교육의 도입을 위해서는 개발된 SSI 교수·학습 자료에 대한 수집 및 분석이 필요함을 도출하였다. 국외 SSI 프로그램 개발과 관련된 선행 연구의 고찰 과정에서 국내보다 국외에서 많이 개발되고 시행되고 있는 SSI 프로그램에 대하여 연구 방향을 설정하고 문제를 확인하였다.

연구의 문헌 연구 단계에서는 국외에서 사용하는 SSI 교재와 SSI를 구현한 수업에 대하여 저술한 원문 도서와 이 도서를 번역하여 옮긴 이론서를 참고하여 수록된 국외 SSI 프로그램을 수집하였다. 수집 과정에서 해당 교재 및 도서 문헌에서 참고한 연구를 탐색적 조사 방법으로 추적하여 SSI 관련 연구에서 설계된 프로그램 또한 연구 대상으로 수집하였다. 또한 국외 과학 교육 관련 웹 사이트인 The Science Education Resource Center at Carleton College에서 SSI, Socio-Scientific Issues를 키워드로 하여 검색된 SSI 프로그램도 조사하였다.

연구의 분석 도구 개발 단계에서는 선행 연구를 통하여 추출한 SSI 교수·학습 준거(Presley et al., 2013; Sadler & Murakami, 2014; Ekborg, Ideland, & Malmberg, 2009; 박현주, 백윤수, 심재호, 2016)를 바탕으로 분석틀을 재구성하였다. 재구성된 SSI 분석틀은 과학교육 전문가 1인, 현장 교사 2인, 박사학위 과정 1인, 석사학위 과정 2인으로 구성된 SSI 전문가 집단이 1차, 2차 협의를 통하여 내용 타당도를 검증하였다. 이 전문가 집단은 SSI 프로그램 개발 연구를 하거나, 현장 교사로서 SSI 프로그램을 개발한 경험이 있는 경력을 가지고 있다. <표 III-1>는 SSI 분석틀의 검증을 위하여 구성된 전문가 집단이며, 구성한 SSI 분석틀은 <표 III-3 >로 나타내었다.

<표 III-1> SSI 분석틀 검증 전문가 집단

SSI	- SSI 프로그램 개발 연구 경력을 가진 과학 교육 관련 교수 1인
전문가	- SSI 프로그램 개발 경력을 가진 교사 2인(박사 과정)
집단	- SSI 프로그램 개발 연구 경력을 가진 연구원 3인(박사 과정 1인, 석사 과정 2인)

연구의 분석 대상 프로그램 선정 단계에서는 개발된 SSI 프로그램을 편의 표집하여 연구 대상을 선정하였다. SSI 선행 연구 중 연구자가 개발한 SSI 프로그램을 포함하고 있는 경우가 있을 경우, 해당 프로그램 또한 연구 대상으로 포함하였다.

연구의 분석 및 결과 도출 단계에서는 연구 대상이 되는 총 46개의 국외 SSI 프로그램을 번역하고 요약하여 정리하였다. 연구자는 해당 프로그램을 SSI 수업 구성과 관련된 학습 소재, 학습 대상, 과학 연계 교과, 차시 구성, 활동 유형과 선행연구를 통하여 추출한 SSI 준거 요인에 대하여 분석하였다. 연구자는 분석의 일관성, 객관성, 타당성을 확보하기 위해 5주 동안 일주일에 한 번씩 해당 분석틀에 대한 SSI 프로그램을 매주 새롭게 분석하였다. 총 5차례 분석하여 나온 분석 결과를 서로 비교하여 일관성을 확인하고, 분석 결과가 다른 경우 SSI 분석틀의 타당도를 검증한 전문가 집단에게 공유하여 수정 및 보완을 통해 객관성과 타당성을 확인하였다.

먼저, SSI 분석틀의 SSI 수업 구성 영역의 요소인 학습 소재는 국외 SSI 문헌 및 교재를 대상으로 SSI 프로그램에서 다루거나 언급하고 있는 소재들을 모두 수집하였으며, 선정된 SSI 학습 소재를 예시로 제시하고 각 성격에 맞추어 영역 별로 분류하였다. 더불어 대상 학년, 과학 연계 교과, 차시 구성, 활동유형에 따라 분석하였다.

SSI 준거 영역은 학습 동기 및 몰입을 위한 상황제시, 과학적 관점과 사회적 관점에 대한 구분을 위한 과학적 증거, 사회적 내용, 과학적 지식의 사용, 이해당사자 간의 이해관계를 나타낼 수 있는 이해관계에 대한 갈등 수준, 평가를 포함한다. 이를 통하여 SSI 프로그램의 수업을 위한 소재, 활동 내용, 평가와 SSI 준거에 해당하는 특징을 나타내었다.

2. 연구 대상

본 연구는 SSI 프로그램 교재 및 관련 도서, 국외 SSI 연구 및 과학 교육 사이트에서 제공하고 있는 SSI 프로그램을 대상으로 하였다.

연구 대상으로서 SSI 프로그램 교재는 Zeidler & Kahn(2014)의 IT'S DEBATABLE!(National Science Teachers Association)이며, SSI 관련 도서는 Yager(2010)가 저술한 'Exemplary Science For resolving Societal Challenges'와 서혜애, 신명경(2015)의 '사회문제를 해결하는 과학수업'이다. SSI 관련 연구는 SSI 프로그램 교재 및 관련 도서에서 참고문헌으로 제시된 연구들을 중심으로 선정하였으며, The Science Education Resource Center; SERC(<https://serc.carleton.edu/index.html>)에서 'SSI', 'Socioscientific', 'Socioscientific Issues'를 키워드로 하여 검색된 SSI 프로그램이다.

본 연구의 연구 대상이 되는 SSI 프로그램은 총 46개로, <표 III-2>와 같으며, 분석한 모든 SSI 프로그램은 학습 소재, 프로그램 내용, 활동유형, 평가에 대하여 [부록 1]으로 나타내었다.

<표 III-2> 연구 대상

분류	저자(년도)	도서명/연구명	프로그램 명	NO.
프로그램북 (교재)	Zeidler & Kahn (2014)	'IT'S DEBATABLE!'	A fair Shot	1
			A need for Speed	2
			Animals at Work	3
			Food Fight	4
			Mined over Matter	5
			Pharma's Market	6
			Space Case	7
도서 /이론 서	Yager (2010)/ 서혜애, 신명경 (2015)	'Exemplary Science For resolving Societal Challenges'/ '사회문제를 해결하는 과학수업'	Applications of Biology as Part of a Preservice Program for Science Teachers	8
			Beach Nourishment: A Community Crisis	9
			Clean—At What Cost?	10
			Emerging Disease Research	11
			Environmental Science Summer Research Experience for Young Women, E.S.S.R.E	12
			Explore ! Program	13

분류	저자(년도)	도서명/연구명	프로그램 명	NO.		
도서 /이론 서	Yager (2010)/ 서혜애, 신명경 (2015)	'Exemplary Science For resolving Societal Challenges'/ '사회문제를 해결하는 과학수업'	Global Warming:Turning Up the Heat	14		
			How can Nanotechnology keep me from getting sick?	15		
			Marijuana Safety	16		
			Oil Spill in Tampa Bay, What a Mess!	17		
			Red Tide: A Community in Crisis	18		
			Issues-Based Learning and Inquiry in Environmental Science: Meeting the Third Goal of the National Science Education Standards	19		
			Tahoma Outdoor Academy	20		
			The Case of the Sick Coral	21		
			The Hands-on Outdoor Learning Adventure (HOLA) Program	22		
			Who Ate Our Corn?	23		
연구	Atabay& Topcu, (2017).	The development of a socioscientific issues-based curriculum unit for middle school students: Global warming issue	Global warming	24		
			Ekborg, Ideland, Malmberg, (2009)	Science for life – a conceptual framework for construction and analysis of socio-scientific cases	Are mobile phones hazardous	25
					Climate-friendly food in school	26
					Laser treatment and nearsightedness	27
					Me, my family and global warming	28
					To hear or not to hear	29
You are what you eat	30					
연구	Feierabend & Eilks, (2010)	Raising students' perception of the relevance of science teaching and promoting communication and evaluation capabilities using authentic and controversial socio-scientific issues in the Framework of climate change	A chemistry lesson plan on climate change	31		
			The use of bioethanol as an alternative fuel	32		

분류	저자(년도)	도서명/연구명	프로그램 명	NO.
연구	Ratcliffe et al., (2003)	Science Education For Citizenship Teaching	The use of methyl bromide	33
		Socio-Scientific Issues	The use of vaccination for MMR	34
	Sadler, Romineb , Topçu(2016)	Learning science content through socio-scientific issues-based instruction : a multi-level assessment study	The use of biotechnology for identifying and treating sexually transmitted diseases	35
	Sadler & Murakami, (2014)	Socio-scientific Issues based Teaching and Learning: Hydrofracturing as an Illustrative context of a Framework for Implementation and Research	Hydraulic Fracturing	36
	Zeidler & Sadler, (2008)	Advancing Reflective Judgment through Socioscientific Issues	Chemical Additives	37
SEFC	Latourelle et al., (2016)	Extinction Is it inevitable	Extinction	40
		Has Our Knowledge of Neuroscience Led to Ethical Dilemmas?	Neuroscience	41
		Human Cloning Is it biological plagiarism	Human Cloning	42
		Which Strategy is Best to Ensure the Conservation of Endangered Species	The Conservation of Endangered Species	43
		Who Owns Rights To Pharmacogenetic Information?	Designer drugs	44
	Richard Kujawa, (2016)	Hazardous Waste and Toxics: Real Data for Real Places	Hazardous Waste and Toxics	45
	Smyth, Curt & Eric, 2017)	Climate Change from the Socio-Environmental Systems Perspective	Climate Change	46

3. 분석틀

본 연구의 분석틀은 Presley et al.,(2013)과 Sadler & Murakami(2014)가 제시한 SSI 교수 학습 준거 및 Ekborg, Ideland & Malmberg(2009), 박현주, 백윤수, 심재호(2016)의 ‘교수 학습 프로그램 개발연구’의 SSI 준거 요소를 바탕으로 구성 하였다.

SSI 프로그램 분석틀의 영역과 영역 내 하위 요소는 <표 III-3>과 같다.

<표 III-3> SSI 프로그램 분석틀

영역		요소
SSI 수업	학습 소재	기술공학
		사회·경제
		생명윤리
		식품·건강
		에너지
		유전공학
		의료·질병
		정치·법
		환경·생태계
		기타
		학습 대상
	중학생	
	고등학생	
	기타	
	과학 연계 교과	기술·가정·공학
		도덕·윤리
		사회·정치·경제
		기타
	차시 구성	0~5차시
		5~10차시
10차시 이상		
기타		
활동 유형	ICT 활용	
	산출물 제작	
	실험	
	역할극	
	토론	
	현장체험	

영역		요소
SSI 준거	상황제시 (Starting Point)	실제 현실을 반영하는 참 상황
		논쟁 및 갈등상황
		픽션 또는 논픽션 상황
	과학적 증거 (Nature of Scientific Evidence)	과학 지식과 인류 삶의 경계에서 아직 의견의 일치를 보지 못한 문제
		과학적 지식에 근거하나 감정 및 가치에 따른 의사결정
		과학적 지식에 의한 의사결정
		빅데이터 또는 통계 내용의 문제로 옳고 그름의 판단이 어려운 문제
		사실 검증 가능한 내용
	사회적 내용 (Social Content)	가치·윤리·도덕
		경제·사회·정치
		다문화
		언론 소양
		자아정체성
		환경
	과학적 지식의 사용 (Use of Scientific Knowledge)	과학적 의사결정
		과학적 탐구능력
		변화를 위한 행동
		비판적 사고
		비용 효과
		위험평가
		정보탐색
	이해관계에 대한 갈등 수준 (Level of Conflict of Interest)	개인적 갈등 수준(The individual)
		사회적 갈등 수준(The societal)
구조적 갈등 수준(The structural)		
평가 (Assessment)	대안적 평가	
	자기 반성적 평가	
	지식 평가	
	토론 및 회의 참여도	
	학생의 증거 기반 추론	
	특정한 평가 방법이 없는 경우	

<표 III-3>의 SSI 분석들의 영역은 크게 SSI 수업과 SSI 준거로 구분하였다. SSI 수업은 학습 소재, 학습 대상, 과학 연계 교과, 차시 구성, 활동 유형의 요소로 구분하며 SSI 준거는 상황제시, 과학적 증거, 사회적 내용, 과학적 지식의 사용, 이해관계에 대한 갈등 수준, 평가의 요소로 구분된다.

가. SSI 수업

(1) ‘**학습 소재**’는 SSI 프로그램의 학습 소재로 기술공학, 사회·경제, 생명윤리, 식품·건강, 에너지, 유전공학, 의료·질병, 정치·법, 환경·생태계, 기타로 구분하였다. SSI의 학습 소재는 논란 및 논쟁의 여지가 있는 문제를 주로 다루며, 학습 소재와 관련된 과학적 지식 뿐 아니라 사회적이고 문화적 측면을 학생들이 이해할 수 있는 환경을 제공해야 한다.

(2) ‘**학습 대상**’은 SSI 프로그램의 대상을 의미한다. 해당 분석들의 학습 대상의 유형은 초등학생, 중학생, 고등학생, 기타로 구분하였다.

SSI 프로그램은 학생들의 수준에 따라 학습 난이도를 조정 가능한 유연성을 가진다(Zeidler & Kahn, 2014). 또한 SSI 프로그램은 특정한 학습 대상을 두지 않는 경우가 있어 동일한 소재를 가지고 학교급에 따라 프로그램의 방향을 다르게 진행할 수 있다(Wilson, Scott, & López, 2010). 또한 학습 대상으로 대학생 및 교사와 예비 교사도 포함하기도 한다(Nuangchalem, 2009; 유정숙, 최성연, 이현주, 2011; 위수민, 임성만, 2013).

(3) ‘**과학 연계 교과**’는 SSI 프로그램이 과학과 함께 연계한 교과이며 기술·가정·공학 도덕·윤리, 사회·정치·경제, 기타로 구분하였다. SSI 프로그램은 학문의 경계에 상관없이 간학문적 접근이 가능하다.

SSI는 과학을 기반으로 하고 있으며 물리, 생명과학, 지구과학, 화학, 환경과학 등 모든 과학 과목에서 타 학문과의 연계가 가능하다(Feierabend & Eilks, 2010).

(4) ‘**차시 구성**’은 프로그램을 운영하는데 소요되는 차시이다.

프로그램 차시 구성은 SSI 프로그램의 구현을 위해 설계된 총 차시를 말하며, 차시 구성의 유형은 0~5차시, 5~10차시, 10차시 이상, 기타로 구분하였다.

국외 SSI 프로그램은 설계된 활동을 유동적으로 움직일 수 있다. 선택 단원을 구성하여 교사가 임의로 필요에 의하여 선택하거나 선택하지 않을 수도 있다. 또한 선정된 과학 관련 사회적 쟁점에 대한 과학적 배경 지식을 수업 전 미리 습득하고 오게 하는 Flipped Learning이 가능하고, 활동의 한 부분을 과제로 변경 할 수 있다.

(5) ‘활동 유형’은 SSI 프로그램에서 사용하는 활동으로 ICT 활용, 산출물 제작, 실험, 역할극, 토론, 현장체험으로 구분하였다.

국외 SSI 프로그램 활동은 글쓰기, 토론 및 토의, 역할극, 모의재판 등의 집단 활동 형태를 띠고 있다. 역할극과 글쓰기를 통하여 학생들 간의 의사소통을 장려하는 SSI 교육과정의 협력적 성격은 상대방과의 다양한 대화 및 협업에 효과적으로 준비하고 참여하며, 타인의 아이디어를 기반으로 하여 자신을 분명하고 설득력 있게 표현할 수 있도록 돕는다(Zeidler & Kahn, 2014).

나. SSI 준거

(1) ‘상황 제시’는 학습자의 동기 유발과 몰입을 위한 SSI 프로그램의 시작점이며, 실제-현실을 반영하는 참 상황, 논쟁 및 갈등상황, 픽션 또는 논픽션 상황으로 구분된다.

(2) ‘과학적 증거’는 과학 지식과 인류 삶의 경계선에서 아직 의견의 일치를 보지 못하고 있는 문제, 과학적 지식에 근거하지만 감정, 가치에 따른 의사결정이 필요한 문제, 과학적 지식에 대한 의사결정, 빅데이터 또는 통계 내용의 문제로 옳고 그름의 판단이 어려운 경우, 사실 검증 가능한 문제로 구분된다.

과학 지식과 인류 삶의 경계선에서 아직 의견의 일치를 보지 못하고 있는 문제의 예로는 휴대전화 전자파 및 전자레인지의 마이크로전자파의 위험성, 유전자 조작(GMO) 식품의 소비 문제를 들 수 있으며 과학적 지식에 근거하지

만 감정, 가치에 따른 의사결정이 필요한 문제의 예로는 사드배치, 방사성 폐기물 처리장 문제를 들 수 있다. 빅데이터 또는 통계 내용의 문제로 옳고 그름의 판단이 어려운 경우는 대용량 오픈데이터를 이용한 식량문제 해결을 예로 들 수 있다. 사실 검증이 가능한 문제는 에어컨, 냉장고 등의 프레온 가스로 인한 오존층 파괴 등이 해당된다.

(3) ‘사회적 내용’은 가치·윤리·도덕, 경제·사회생활·정치, 다문화, 언론 소양(Media literacy), 자아정체성, 환경으로 구분한다.

SSI의 준거의 사회적 내용은 과학 내의 사회적 내용을 인식하고 취해야 할 행동에 대하여 인식하게 유도하며(Ratcliffe & Grce, 2003; Elam & Bertilsson, 2003), 더 나아가 사회 및 정치적 활동에 참여하도록 하여 미래의 민주 시민으로서 가져야 하는 책임을 인식하게 한다.

(4) ‘과학적 지식의 사용’은 SSI를 해결하는데 필요한 과학적 태도와 역량을 말하며 과학적 의사결정, 과학적 탐구능력, 변화를 위한 행동, 비판적 사고, 비용 효과, 위험 평가, 정보 탐색으로 구분한다.

학생들은 논란 여지가 있는 문제에 대하여 정보를 ‘검색’하기도 하지만, 주어진 과학 관련 사회적 쟁점의 여러 관점을 읽고 평가하는데 시간을 투자한다. 과학적 데이터의 신뢰성을 확인하는 과정의 시행착오를 통하여 다양한 주장과 데이터의 유효성을 평가하는 방법을 배울 수 있다.(Zeidler & Kahn, 2014).

(5) ‘이해관계에 대한 갈등 수준’은 개인적(The individual) 갈등 수준, 사회적(The societal) 갈등 수준, 구조적(The structural) 갈등 수준으로 구분한다.

SSI는 서로 다른 수준의 갈등에 대하여 다를 수 있다. SSI에서 나타나는 문제들은 복잡하고 서로 간의 다른 이해관계를 가지고 있어, 여러 갈등을 포함하고 있다.

개인적 갈등 수준은 개인의 필요와 욕구 사이의 딜레마로부터 일어나며, 사회적 수준의 갈등은 다양한 집단 혹은 타인과의 다양한 이해관계 속에서 나타난다. 구조적 갈등 수준은 정치적 의견과 경제적 메커니즘, 자유시장 등의 사이에서 주로 나타난다. 청소년기의 학생들은 대부분 개인적 갈등 수준에서부터 시작하지만, 가족과 학교 그리고 지역 및 사회의 수준까지도 도달 가능하

다(Ekberg, Ideland, & Malmberg, 2009).

(6) ‘평가’는 대안적 평가, 자기 반성적 평가, 지식 평가, 토론 및 회의 참여도, 학생의 증거 기반 추론, 특정한 평가 방법이 없는 경우로 구분하였다.

SSI는 대안적 평가 방법으로 포스터 보드 프레젠테이션, 논문, 책자, 특정 대상에게 보내는 편지, 온라인 토론 게시판, 스토리 보드, 토론회 또는 비디오 및 역할극 등을 이용한다(Zeidler & Kahn, 2014; Weizman, Shwartz, & Fortus 2008, Applebaum, Zeidler, & Chiodo, 2010).

학생의 증거 기반 추론을 평가하기 위해서 과학적 증거의 사용, 증거를 사용하는 자료의 질 및 신뢰성, 과학 내용의 이해도에 의하여 평가하며, 토론과 회의 참여에 대한 평가는 학생들의 토론 및 회의 참여도와 특정 주제와 이해 관계자를 일치시키며 진술하는지에 의하여 평가한다. 증거 기반 추론 및 토론과 회의에 관한 진술에 대한 평가는 주로 루브릭 점수 통하여 실행된다.

4. 자료 수집 및 자료 분석

가. 자료 수집 및 분석

본 연구는 국외 SSI 교재와 도서를 대상으로 수록된 SSI 프로그램을 추출하고, 해당 교재 및 도서에서 참고하거나 인용하고 있는 SSI 연구 중 프로그램 개발에 대한 연구를 목적표집 하였다. 수집하는 과정에서 SSI 선행 연구의 경우 프로그램의 적용 및 효과성이 연구의 목적이더라도 연구자가 SSI 프로그램을 설계 및 개발한 과정을 포함 하고 있을 경우 수록된 해당 프로그램 또한 수집하였다.

국외 SSI 프로그램들은 관련 연구 및 도서의 성격에 따라 여러 유형과 형식으로 제시되고 있기 때문에 분석틀에 맞추어 프로그램을 분석하기 위하여 국외 SSI 프로그램을 한글로 번역하였다. 다음으로 SSI 소재분석, 재구성한 SSI 분석틀의 요소에 대한 체크리스트 형태의 자료를 만들었다. 차후 번역한 한글 파일을 체크리스트 형태의 자료와 비교하여 체크하고 기술 통계로 나타내었다.

분석한 결과의 일관성, 객관성, 타당성을 확보하기 위해 연구자는 5주 동안 일주일 간격으로 해당 분석틀에 대한 SSI 프로그램을 분석하였다. 5주 후 분석된 총 5개의 기술통계로 나타낸 자료들의 결과를 매칭하여 비교하였다. 비교 과정에서 다른 결과가 나온 경우, 전문가 집단(SSI 프로그램 개발 연구 경력을 가진 교수 1인, 교사 2인, 박사과정 1인, 석사과정 2인)과의 피드백 과정을 통해 분석 결과를 일치시켰다.

마지막으로 SSI 프로그램의 대표 사례를 선정하기 위해 SSI 교재, 관련 도서, 연구의 분석 과정에서 소재나 학습 대상, 관련 교과, 프로그램 구성, SSI 준거에서 두드러지는 특징을 가진 총 3개의 프로그램을 연구자가 대표성을 고려하여 선별하여 분석하고 연구의 결론 및 시사점을 제시하였다.

IV. 연구 결과 및 논의

1. 국외 SSI 프로그램 수업 분석

본 연구는 국외 SSI 수업 구현을 위한 SSI 프로그램의 학습 소재, 학습 대상, 과학 연계 교과, 차시 구성, 활동 유형에 따라 아래와 같이 분석하였다.

가. 학습 소재

국외 SSI 프로그램의 학습 소재는 연구대상인 46개 프로그램에서 학습 소재로 다루고 있는 예시를 모두 포함하였다. 일부 프로그램이 한 가지 이상의 소재를 다룰 경우, 해당하는 소재를 모두 수집하여 본 연구의 SSI 프로그램 소재는 총 프로그램 수 보다 많다.

총 10가지 영역으로 분류한 국외 SSI 프로그램의 소재는 61개이며, 분석한 결과는 <표 IV-1>과 같다.

<표 IV-1> 국외 SSI 프로그램 소재 분류

영역	소재 예시	비율(%)
기술공학	나노 기술로 치료하는 질병, 수압 파쇄법, 은나노 입자, 인공 달팽이관, 전기 생산을 위한 석탄 연소, 휴대전화 전자파 위험성,	6 (9.8)
사회·경제	근시를 위한 레이저 치료법에 대한 보험 책임자, 유조선 항해에 대한 결정권, 의약품 광고,	3 (4.9)
생명윤리	서커스 동물, 시험관 아기, 실험에 이용되는 동물, 안락사, 인간 복제, 인간을 위하여	5 (8.2)
식품·건강	다이어트, 마리화나 안정성, 불소가 함유된 물의 안정성, 영양, 유전자 변형 식품, 에너지 음료, 청소년 비만, 콜레스테롤, 패스트푸드 소비량, 학교 매점에서 판매되는 식품, 화학첨가물	11 (18.0)
에너지	가상 국립환경/에너지 센터, 대체 에너지원, 대체 연료로 사용하는 다이오메탄올, 메틸브로마이드 사용,	4 (6.6)
유전공학	약물 유전학 정보, 줄기세포 연구의 도덕성, 장기이식배분, GMO 식품 소비	4 (6.6)

의료·질병	가다실 백신 예방접종 선택권, 유행성 이하선염 및 풍진(MMR)에 대한 백신 적중, 신종 전염병 및 전염병 관리, 합성의약품	4 (6.6)
정치·법	비만세, 제한속도 수치감축	2 (3.3)
환경·생태계	6대 멸종 위기 동/식물, 공원의 생태계 탐구, 기후변화, 농작물 해충(회색담배나방 유충), 도시를 오염시키는 라돈, 맹금류의 이동, 멸종, 산호 표백화, 수질 오염, 쓰레기 투기, 온실효과와 환경보호, 유해 폐기물과 유독물질, 적조현상, 지구온난화, 침략성 식물종, 학교 근처 환경의 현장 연구, 해변 조성 VS 해변 보존, 환경에 대한 지속 가능성, 희토류 원소(희귀 물질) 채취,	19 (31.1)
기타	데이트 강간 및 약물, 알코올 중독의 유전적 형질, 창조론과 진화론	3 (4.9)
합계		61 (100)

분석 결과 10가지 영역 중 환경·생태계(31.1%) 영역이 가장 많았으며, 식품·건강(18.0%), 기술공학(9.8%) 순으로 나타났다.

국외의 SSI 프로그램은 주로 환경·생태계에 관한 소재를 대해 다루고 있다. 특히, 환경·생태계 영역의 소재를 사용하고 있는 SSI 프로그램은 주로 학습자가 살고 있는 주변 환경의 문제에 대하여 초점을 맞추고 있다. 예를 들면 학습자의 학교 근처의 공원의 생태계를 탐구하거나, 학습자가 소속된 지역 사회의 문제 중 하나인 농작물 해충 등을 소재로 활용한다. 학습자의 실제 삶과의 직접적인 관련성이 높은 소재를 활용한 SSI 프로그램은 학생들에게 수업에 대한 흥미를 유도하고, 참여를 촉진시킨다. 지역 사회 문제를 기반으로 한 SSI는 학생들에게 과학과 자신의 삶 및 지역 사회와의 연관성을 반영하며 확인할 수 있는 환경을 제공한다.(Driver, Leach, & Millar, 1996; Driver Newton, & Osborne, 2000; Sadler, 2004; Zeidler, 2003).

식품·건강 영역에 관한 SSI 프로그램의 소재는 교내의 매점에서 판매하고 있는 식품의 적절성과 화학첨가물, 불소가 함유된 물의 안정성, 다이어트 등이다. 학생들은 환경과 더불어 건강과 같이 자신과 관련이 있는 주제에 흥미를 느낀다. 학습에 대한 동기부여 또한 과학 관련 사회적 쟁점이 소재로 다루어질 때 높게 나타나는 경향이 있다(Ratcliffe & Grace, 2003).

SSI 프로그램의 소재는 과학적, 윤리적 또는 사회적 이유로 일반적인 해결책만 가능하거나, 수용할 수 없다면 적절하지 않다(Eilks & Marks, 2008). SSI

프로그램 내에서 여러 활동을 통하여 학생들이 자신의 생각과 의견을 표현할 수 있는 기회를 마련할 수 있도록 유도할 수 있어야 한다. 그래서 SSI 프로그램은 휴대폰 전자파의 위험성, 인간을 위해 실험에 이용되는 동물, 비만세, 예방접종 선택권 와 같이 주로 ‘딜레마’를 가진 소재를 사용한다. 딜레마를 기반으로 한 SSI 프로그램 소재는 학생들의 동기를 유발시키고, 학습을 격려한다. 또한 토론을 장려하고 허용하는 학급 분위기를 만드므로(Feierabend & Eilks, 2010; Sadler & Murakami, 2014), SSI 소재의 선정은 아주 중요하다.

또한 여러 영역의 학문을 고려하여 선정된 SSI 소재를 활용한 프로그램은 학생들에게 실용적이고 의미 있는 사회적 배경을 제공하는 데 도움이 되는 과학적 및 비과학적 분야의 통합이 가능하다(Zeidler & Kahn, 2014). Tahoma Outdoor Academy 프로그램에서는 환경을 소재로 하여 과학, 언어, 건강과 신체활동을 통합적인 맥락에서 가르칠 수 있도록 설계하였다. 학생들은 환경에서의 과학적 탐구 뿐 아니라 자연 환경에서의 인간의 행동 및 자연과 관련한 대한 책을 읽고 시를 쓰거나, 암벽 등반하기, 지도 그리기 등 일반적으로 서로 관련성이 없어 보이는 과목을 통합하였다.

이처럼 신중하게 고안한 SSI 소재를 활용하여 설계된 SSI 프로그램은 언어 능력, 과학 내용, 사회적 문제, 수학 및 예술 등 다양한 성격을 가진 학문들 간의 연결이 가능하게 할 것이다.



[그림 IV-1] 국외 SSI 프로그램 소재

나. 학습 대상

국외 SSI 프로그램의 학습 대상은 초등학생, 중학생, 고등학생, 기타로 구분하였다. 단일 학교 급을 학습 대상으로 선정하지 않거나 초·중·고 학습 대상 외에 나타난 예비교사 및 대학교 학부생, 분석 프로그램에서 특정 학습 대상이 지정되어 있지 않은 경우가 기타에 해당한다.

<표 IV-2>와 [그림 IV-2]는 국외 SSI 프로그램의 학습 대상을 분석한 결과이다.

<표 IV-2> 국외 SSI 프로그램 학습 대상

단위 : 명(%)

초등학생	중학생	고등학생	기타	합계
2 (4.4)	6 (13.0)	14 (30.4)	24 (52.2)	46 (100)

국외 SSI 프로그램의 학습 대상은 기타(52.2%)의 경우가 가장 많았고, 고등학생(30.4%), 중학생(13.0%), 초등학생(4.4%) 순으로 나타났다.

SSI 프로그램은 정해진 학습 대상이 없고 단일 학습 대상이 아니며 대학생이나 예비교사를 대상으로 하는 기타의 경우가 많았다. 전체 학년 군을 대상으로 하거나, 중학생과 고등학생을 대상으로 하고 고등학생과 대학생 또는 초·중·고 전 학교 급을 대상으로 하기도 한다. 또한 설계한 프로그램에 해당하는 학습 대상을 처음부터 선정하지 않는 경우도 종종 보인다.

SSI 프로그램은 소재를 수정하지 않고도 학습자의 수준에 따라 학습 난이도가 조정이 가능한 유연성을 가진다(Zeidler, 2014). 설계된 프로그램은 교사가 포맷을 크게 변화시키지 않고도 동일한 소재를 이용하여 학교 급에 따라 프로그램의 방향을 다르게 진행하면서 수업이 가능하다(Wilson, Scott & López, 2010).

다. 과학 연계 교과

국외의 SSI 프로그램이 과학과 연계한 교과는 기술·가정·공학, 도덕·윤리, 사회·정치·경제, 기타로 구분하였다. SSI 프로그램은 과학을 기반으로 연계할 때 하나의 교과를 이용하기도 하지만 여러 교과를 동시에 연계하기도 하기 때문에 과학 연계 교과의 분석 결과는 연구 대상 수 보다 많다.

<표 IV-3>, [그림 IV-3]은 국외 SSI 프로그램의 과학 연계 교과를 분석한 결과이다.

<표 IV-3> 국외 SSI 프로그램의 과학 연계 교과 단위 : 개(%)

기술·가정·공학	도덕·윤리	사회·정치·경제	기타	합계
16 (27.1)	16 (27.1)	18 (30.5)	9 (15.3)	59 (100)

국외의 SSI 프로그램이 과학을 기반으로 하여 연계한 교과는 사회·정치·경제(30.5%), 기술·가정·공학(27.1%) 및 도덕 윤리(27.1%) 순 이며, 그 외는 기타 교과 과목(15.3%)이다.

기타 교과 과목은 수학, 종교, 음악 및 글쓰기, 신체활동(체육) 에 해당한다. 기타 교과 과목을 다룬 HOLA : The Hands-on Outdoor Learning Adventure(활동중심 야외학습 탐험), 활동 중심의 야외 학습 탐험 프로그램이다. 학생들은 환경을 탐색하면서 활동으로 도입된 음악 및 체육 교과로, 신체를 사용하여 문제를 제시하거나 음악을 사용하여 질문하고 답한다. 이를 통해 전통적 수업에서 하는 선택형 질문 보다 더 높은 점수를 성취하는 결과를 나타냈다. 신체적 활동으로서 노래하고 춤추는 활동은 학생들이 질문에 답변할 때 다른 학생들의 답을 모방하는 것을 감소시킬 수 있다(Pinou, Drucker, & Studley, 2010).

이처럼 SSI를 활용한 교육과정의 장점 중 하나는 SSI 프로그램이 여러 학문의 연계가 가능하다는 것이다. SSI 프로그램은 독해 기술, 과학 지식, 사회 내용, 수학 및 예술 등의 다양한 학문을 혼합할 수 있는 내용으로 설계 가능하다.

라. 차시 구성

국외 SSI 프로그램의 차시 구성은 0~5차시, 5~10차시, 10차시 이상, 기타 구분하였다. 기타는 정해진 차시 구성이 없는 경우가 이에 해당한다. 프로그램의 차시 구성에 대한 분석 결과는 <표 IV-4>와 같다.

<표 IV-4> 국외 SSI 프로그램 차시 구성

단위 : 개(%)

0~5차시	5~10차시	10차시 이상	기타	합계
3 (6.5)	7 (15.2)	7 (15.2)	29 (63.1)	46 (100)

국외 SSI 프로그램의 차시는 기타(63.1%)가 가장 많았고, 다음으로 5~10차시(15.2%)와 10차시(15.2%)로 구성되고 있으며, 0~5차시로 구성된 프로그램(6.5%)이 가장 적게 나타났다.

10차시 이상으로 구성된 국외 SSI 프로그램은 최대 6~8개월이 소요되기도 하고, 2주 간의 캠프를 통하여 시행되기도 하였다. 분석 결과로 SSI 프로그램이 상대적으로 많은 시간 소요를 필요로 하는 것처럼 보일 수 있다. 그러나, 50분으로 구성된 두 차시로도 충분히 SSI 프로그램 운영이 가능하며, 교사의 의도대로 교육과정에 맞추어 프로그램을 탄력적으로 줄이거나 늘릴 수 있다. 학생들에게 문제에 대한 배경지식을 얻는 과정을 과제로 설정하거나, Flipped Learning을 이용하여 문제에 대한 과학 개념 및 지식을 먼저 학습하게 한 후, 논쟁이나 토론의 활동을 중심으로 수업을 진행하는 것도 가능하다.

분석 결과에 따르면 SSI 프로그램은 기타 즉, 정해진 차시 구성이 없는 경우가 대부분으로 SSI 프로그램은 차시에 구매 받지 않고, 교사의 의도에 따라 수업 진행이 가능하다는 것을 보여준다.

마. 활동 유형

국외 SSI 프로그램의 활동 유형은 ICT 활용, 산출물 제작, 실험, 역할극, 토론,

현장체험으로 구분하였다. SSI 국외 프로그램은 한 가지의 활동이 아니라, 프로그램 학습 목표에 따라 한 프로그램에서 다양한 활동을 사용한다. 프로그램 활동 유형에 대한 분석은 총 프로그램 수 보다 많으며 분석 결과는 <표 IV-5>과 같다.

<표 IV-5> 국외 SSI 프로그램 활동 유형 단위 : 개(%)

ICT 활용	산출물 제작	실험	역할극	토론	현장체험	합계
24 (20.5)	16 (13.7)	21 (17.9)	15 (12.8)	33 (28.2)	8 (6.8)	117 (100)

국외 SSI 프로그램은 활동 유형으로 토론(28.2%)을 가장 많이 사용하였다. 다음으로 ICT 활용(20.5%), 실험 활동(17.9%)을 사용하였으며, 뒤이어 산출물 제작(13.7%), 역할극(12.8%), 현장체험(6.8%) 순으로 나타났다.

SSI 교육의 특징 중 하나인 토론은 학생 뿐 아니라 교사에게도 과학 내용 지식이 SSI에 관한 논쟁에서 주요한 역할을 하고 있다는 기회를 제공한다(Eilks & Marks, 2008). 토론 활동이 원활하게 진행되기 위해서는 학생들이 자신의 의견에 대하여 자신감을 가지고 말할 수 있는 학습 분위기를 조성하는 것이 중요하다. 서로의 의견에 대하여 존중하며 협업 및 양방향적 성격을 가진 분위기의 조성은 교사와 학생 모두 SSI 수업에 안정감을 느끼고, 수업에 대하여 더 의미 있게 느끼게 하며 책임감을 가질 수 있게 한다. 이러한 분위기의 조성을 위해서는 시간의 투자가 필수적이나(Presley et al., 2013), 토론 활동은 학생들에게 과학 관련 문제에 대하여 참여하며, 과학적이고 비판적인 태도를 가진 현대 시민으로 학생들을 준비시킬 수 있다.

국외 SSI 프로그램의 활동 유형 결과를 보면, 특정한 활동 유형을 사용하고 있다고 보기 어렵다. 그러나 여기서 주목할 만 한 점은 주로 실험에만 집중되어 있는 전통적 과학 수업에서의 활동 유형과 달리 SSI 프로그램은 토론의 비중이 높고, ICT 활용, 역할극 및 산출물 제작, 현장체험과 같은 다양한 활동을 활용하고 있다는 것이다.

ICT 활용의 유형은 학생들이 여러 언론 매체에서 기사로 보도된 과학 관련 사회적 쟁점에 대한 10개의 연구 보고서를 찾아서 비평하는 활동이다. 인터넷

기반의 정보 기술 시대(3차 산업 혁명)를 지나 제 4차 산업 혁명 시대가 도래한 현 시점에서, 우리는 정보 습득보다는 쏟아지는 여러 정보들에 대하여 변별하고, 유연하게 대처할 수 있는 능력이 필요하다(Damian, 2016). 교실에서의 단순 지식 습득이 아니라, 학교 안과 밖에서 학생들은 자신이 학습한 지식을 실생활에서 적용하고 체험하는 프로젝트 기반 학습이나 문제 중심의 학습이 일상화가 될 것이다. 이 때 매체는 학습의 주요 원천이 되며, 실생활을 연결해 줄 수 있다. 국외 SSI 프로그램의 활동 유형 중 ICT 활용에 해당하는 활동은 학생들에게 대중 매체에서 나오는 정보와 콘텐츠를 제대로 읽어내고 주제적이고 효율적으로 사용하는 능력을 함양하도록 도울 수 있을 것이다.

산출물 제작은 포스터 만들기, 논문 및 컨퍼런스 구두 발표 등으로 나타난다. 한 프로그램에서는 활동 종료 후 과학 학술모임이나 학회와 유사한 형태로 행사를 진행하여, 수업시간에 제작한 포스터 및 논문을 발표한다. 산출물 제작 활동에서 하나의 문제를 연구하여 연구 보고서를 만드는 체험은 다양한 학년 수준에서 다르게 진행될 수 있다. 그러나 SSI 프로그램의 활동에서 궁극적으로 이루고자 하는 목적은 학년 수준에 관계없이 본질적으로 동일하다(Zedier & Kahn, 2014)

실험은 일반적인 과학 수업의 활동처럼 주어진 실험 활동의 순서에 따라 따라하는 형태가 아니라, 학생들이 그룹을 만들어 문제를 선정하고, 직접 가설 설정 후 연구문제를 도출하며 그에 대한 실험을 설계하고 수행한다. 이러한 SSI 프로그램 실험 활동을 위해서는 학생들이 교실 내외에서 과학 관련 사회적 쟁점을 과학적으로 조사하고, 평가하고 다루기 위해서 교과 탐구 맥락에서의 실험이 되도록 교사의 유도가 필요하다.

현장체험은 대학 및 연구소에 방문하여 해당 문제에 대한 전문가들과 함께 실험 활동을 통하여 현장 중심 학습 경험을 가지는 활동이다. 전문가 그룹과의 현장체험 뿐 아니라 비만세 관련 SSI 프로그램은 학생들이 부모님과 함께 가까운 마트를 방문한다. 이 활동을 통하여 건강한 음식과 건강하지 않은 음식에 대하여 파악하는데, 이러한 유형의 체험 또한 현장체험일 수 있다.

또한 학생들은 주어진 문제에 대하여 타인의 관점에 대하여 이해할 수 있도록 역할극 활동을 통하여 과학 관련 사회적 쟁점에 대한 다양한 입장의 이해 관계자들을 대변한다. 사회적 논쟁을 모방하는 것은 사회 내에서 사회 과학적 문제의 처리에 대한 자신의 반성을 불러일으킬 수 있는 잠재성이 있다

(Feierabend & Eilks, 2010).

SSI 프로그램 활동은 전통적인 과학 수업에서 나타나는 활동보다 다양한 방법으로 구현이 가능하다. 또한, 전통적 과학 수업에서 개별적으로 수행하는 매체의 검색 및 개인의 산출물 제작 활동과는 달리 2인 이상의 팀이 되어 수행하는 전략, 예를 들면 Think-Pair-Share, Numbered Heads Together 등을 활용한다.

Think-Pair-Share 전략은 학생들이 제시된 질문에 먼저 개별적으로 답을 하고, 다음으로 전체 수업 토론에 참여하기 위하여 반 친구들과 토론하며 생각을 공유하는 활동이다. Numbered Heads Together 전략은 그룹 활동으로 학생들에게 번호를 할당하고, 학생들에게 문제와 질문을 제시한다. 그 후 그룹으로 함께 해결책을 작성하고 무작위로 번호를 뽑아 수업에서 발표하게 한다. 이 전략은 그룹의 모든 구성원들이 활동에 참여하도록 유도한다.

이러한 SSI 프로그램의 활동들은 여러 대화와 협업에 효과적으로 준비하고 참여하면서, 타인의 생각을 기반으로 해서 자신을 분명하고 설득력 있게 표현할 수 있도록 한다.

2. SSI 준거에 따른 프로그램 분석

SSI 준거에 따른 프로그램 분석은 Ekborg, Ideland & Malmberg (2009), 박현주 외(2016)의 SSI 준거를 기반으로 상황제시, 과학적 증거, 사회적 내용, 과학적 지식의 사용, 이해관계에 대한 갈등 수준, 평가로 구분한다.

가. 상황제시(Starting point)

국외 SSI 프로그램의 상황제시는 실제 현실성 있는 참 상황과 논쟁 및 갈등 상황 및 픽션 또는 논픽션 상황으로 구분된다. 이에 대한 분석 결과는 <표 IV-6>와 같다.

<표 IV-6> 국외 SSI 프로그램의 상황제시

단위 : 개(%)

실제 현실성 있는 참 상황	논쟁 및 갈등 상황	픽션 또는 논픽션 상황	합계
16 (34.8)	17 (36.8)	13 (28.3)	46 (100)

국외 SSI 프로그램은 상황제시로 논쟁 및 갈등 상황(36.8%)을 가장 많이 사용하고, 다음으로 실제 현실성 있는 참 상황(34.8%) 픽션 또는 논픽션 상황(28.3%) 순으로 사용한다.

위에서 분석한 SSI 프로그램의 소재에 대한 결과와 같이 국외 SSI 프로그램은 ‘딜레마’를 가진 소재를 사용하기 때문에, 주로 프로그램의 상황제시로 논쟁 및 갈등상황으로 이끌어 나가는 것이다. 논쟁 및 갈등상황을 상황제시로 사용한 Animals at Work - Should animals perform in circuses? 프로그램은 인간을 위해 일하는 동물들의 사례를 상황제시로 나타내며 특히 서커스에서 일하고 있는 동물에 대한 논쟁과 갈등 상황을 사용하였다. 해당 프로그램은 서커스에서 일하는 동물들에만 국한된 것이 아니라, 인간의 삶에 도움을 주는 구조용 돌고래, 시각 장애인을 위한 반려동물, 공항에서 일하는 탐지견 등과 같이 여러 분야에서 인간을 위하여 일하고 있는 동물들의 문제에 대하여 학생

들이 인식하고 논쟁하며 갈등하게 한다. 학생들은 해당 문제에 대한 갈등을 해결하기 위하여 조사하는 과정에서 필요한 과학 내용 지식을 스스로 습득할 수 있는 기회를 가진다(Klosterman & Sadler, 2010).

실제 현실성 있는 참 상황의 대표적 사례는 Climate-friendly food in school? 프로그램이다. 대상 학생의 학교에서 판매되고 있는 식품에 대하여 먼저, 친환경적인지 그렇지 않은지에 대하여 판단하는 것이 아니라 무엇을 팔고 있는지에 대하여 파악한다. 상황제시로 현실성 있는 참 상황들과 같이 학습자와 연관 있는 맥락에서 과학 개념을 제시하는 것은 학습자의 내재적 동기를 강화시키며 과학을 의미 있게 다가오게 함으로써, 학생들의 학습을 발전시킬 수 있다(Krajcik & Blumenfeld, 2006; Blumenfeld et al., 1991).

픽션 또는 논픽션 상황의 대표 사례는 Space Case : Do humans have the right to colonize and use resources on extraterrestrial planets?(우주 사례 : 인간은 지구 밖의 행성의 자원을 사용하거나 개척할 권리를 가지고 있는가?)이다. 이 프로그램은 우주 밖의 자원의 사용 및 개척권에 대한 논픽션 상황을 상황제시로 설정하였다. 과학에 관한 연구 및 뉴스 기사들에 대한 예시보다는 사실에 가까운 실제 현실을 설명하는 것은 실제 예시보다 가상의 예시가 사실에 가까운 묘사가 가능하다는 것을 보여준다(Haraway, 1989).

SSI 프로그램의 상황제시는 실제 상황과 가상의 상황 사이에 구분을 짓지 않고, 이러한 범주 사이의 경계를 엄격하게 구분 짓지 않는다(Ekberg, Ideland, & Malmberg, 2009). SSI를 활용한 프로그램은 해당 문제의 특정 측면을 바라보는 것이 아니라, 학생들이 과학적 측면과 더불어 인간적 측면 모두를 고려하여 문제의 복잡성을 인식하는 데 도움을 준다.

나. 과학적 증거(Nature of Scientific Evidence)

국외 SSI 프로그램의 과학적 증거는 과학 지식과 인류 삶의 경계에서 아직 의견의 일치를 보지 못한 문제, 과학적 지식에 근거하나 감정 및 가치에 따른 의사결정, 과학적 지식에 의한 의사결정, 빅데이터 또는 통계 내용의 문제로 옳고 그름의 판단이 어려운 문제, 사실 검증 가능한 내용으로 구분하였다.

이에 대한 분석 결과는 <표 IV-7>와 같다.

<표 IV-7> 국외 SSI 프로그램의 과학적 증거

단위 : 개(%)

과학 지식과 인류 삶의 경계에서 아직 의견의 일치를 보지 못한 문제	과학적 지식에 근거하나 감정 및 가치에 따른 의사결정	과학적 지식에 의한 의사결정	빅데이터 또는 통계 내용의 문제로 옳고 그름의 판단이 어려운 문제	사실 검증 가능한 내용	합 계
10 (21.7)	11 (23.9)	9 (19.6)	2 (4.4)	14 (30.4)	46 (100)

국외 SSI 프로그램의 과학적 증거는 사실 검증 가능한 내용(30.4%)이 가장 많았고, 과학적 지식에 근거하나 감정 및 가치에 따른 의사결정(23.9%), 과학 지식과 인류 삶의 경계에서 아직 일치를 보지 못한 문제(21.7%) 순이다. 뒤이어 과학적 지식에 의한 의사결정(19.6%), 빅데이터 또는 통계 내용의 문제로 옳고 그름의 판단 어려운 문제(4.4%) 이다.

분석한 결과를 보면 수집된 프로그램이 환경을 소재로 분석한 SSI 프로그램이 대부분으로, 유해 폐기물과 유독물질 및 사회 환경 시스템 관점에서 바라보는 기후 변화 등 데이터를 통하여 사실 검증이 가능한 경우로 사실 검증 가능한 내용을 다루고 있다.

과학적 지식에 근거하나 감정 및 가치에 따른 의사 결정은 과학적 지식의 정립이 잘 되어 있는 사례들이다. 분석한 프로그램에서는 비만세 및 제한 속도 감축, 해변조성과 같이 기존의 과학적 증거와 더불어 윤리, 정치, 경제 등 다른 차원의 문제가 얽혀 있어 과학적 지식만으로 결정하기 어려운 경우이다. The climate change before the court과 같이 지구 온난화를 위하여 이산화탄소를 줄이기 위하여 합법적인 운전 연령을 올리는 것과 같은 사례를 들 수 있다.

과학 지식과 인류 삶의 경계에서 아직 의견의 일치를 보지 못한 문제는 원자력 발전과 지구 온난화의 주된 요인, 안락사 등의 경우이다. Are Mobiles hazardous? 프로그램과 같이 휴대전화에서 나오는 전자파가 위험한지, 위험하지 않은지와 같은 경우이다.

과학적 지식에 의한 의사 결정은 오해의 소지가 있거나 잘못 알려진 정보들을 파악하여, 과학적 지식을 기반으로 의사를 결정하는 것이다. 다이어트를 소재로 한 You are what you eat? 프로그램은 TV 쇼에서 과체중을 가지고 있는 사람들에게 체중을 절감하고 건강을 증진시키는 방법으로서 여러 방법에 대하여 제공한다. 이렇게 제공된 정보들에 대하여 사실을 검증하는 것과 같은 경우이다.

다음으로 빅데이터 또는 통계 내용의 문제로 옳고 그름의 판단이 어려운 문제는 논란의 여지는 상대적으로 적을 수 있지만, 알코올 중독의 유전적 결정과 같이 정확하게 판단하기 어려운 통계에 대한 과학적 내용을 담은 사례들이다(Ekberg, Ideland, & Malmberg, 2009).

SSI 프로그램을 구현 시에는 문제에 대하여 정확한 결정을 내리지 않는다(Ratcliffe & Grace, 2003). 과학에서 무엇이 참인지, 거짓인지에 대하여 말하는 것은 위험한 일이다. 과학은 지속성과 잠정적 성격을 가지고 있다. 관찰과 실험적 증거, 합리적인 논증과 회의적인 태도에 기반을 두고 있으나 완전히 의존하지는 않는다. SSI가 가지고 있는 가치와 여러 입장으로 인하여 과학 내용에 대한 해석은 서로 다른 이유를 가지고 있다.

다. 사회적 내용(Social Content)

국외 SSI 프로그램의 사회적 내용은 가치·윤리·도덕, 경제·사회·정치, 다문화, 언론 소양, 자아 정체성, 환경으로 구분하였다. 국외 SSI 프로그램의 사회적 내용은 하나의 사회적 내용을 다루고 있지 않고, 한 프로그램에서 다양한 사회적 내용을 담고 있어 분석의 합이 프로그램 수 보다 많으며 이에 대한 분석 결과는 <표 IV-8>과 같다.

<표 IV-8> 국외 SSI 프로그램의 사회적 내용

단위 : 개(%)

가치· 윤리·도덕	경제· 사회·정치	다문화	언론 소양	자아 정체성	환경	합계
31 (23.8)	30 (23.1)	1 (0.8)	27 (20.7)	17 (13.1)	24 (18.5)	130 (100)

국외 SSI 프로그램은 사회적 내용으로 가치·윤리·도덕(23.8%), 경제·사회·정치(23.1%) 순으로 다루고 있다. 뒤이어 언론 소양(20.7%), 환경(18.5%), 자아 정체성(13.1%), 다문화(0.8%) 순이다.

Zeidler et al., (2005)는 SSI의 목적 중 하나로 과학과 사회과목 사이의 상호 의존과 도덕과 윤리적 능력을 발달과 촉진을 언급한다. 과학 관련 사회적 쟁점의 상황에서 학습하는 것은 학생들의 도덕적 민감성을 증가시켜 전반적인 도덕 발달에 기여 한다(Fowler, Zeidler, & Sadler, 2009).

사회적 내용을 담고 있는 SSI 프로그램은 복잡하고 이해하기 힘들어질 수 있지만, 학습에 대하여 더 많은 동기를 유발하게 한다(Lindahl et al., 2011). 사회적 내용을 바탕으로 학생들이 사회 및 정치, 경제적 활동에 참여하며 복잡한 사회 속에서 취해야 할 자신의 행동을 학습하도록 하는 역할을 돕기 때문이다.

하지만 분석 결과 다른 사회적 내용들은 비슷한 비율로 다루지고 있으나, 다문화에 관한 사회적 내용은 거의 나타나지 않고 있다. 분석한 국외 SSI 프로그램 중 다문화 주제로 ‘인종 차별’을 사용한 사례가 있었으나, 이 또한 Applications of Biology as Part of a Preservice Program for Science Teachers 프로그램 내에서 학생들이 연구하도록 교사가 제시해주는 연구 과제 중 하나로서 간접적으로 제시된 것이다.

국외 SSI 프로그램의 대부분의 사례들은 개인의 의무와 책임, 선택에 대하여 강조하고 있다. SSI 프로그램은 과학적 지식 뿐 아니라 사회와 일상생활에서 느끼는 자아정체감, 사회정치적 활동과 같은 여러 사회적 관점을 포함해야 한다(Aikenhead, 2006). 우리나라 또한 상대적으로 다문화교육 정책 분야와 사회 다문화교육 분야의 연구는 미비한 현 시점에서(전재영, 2011), 다문화의 성격을 가진 다양성과 다원성 및 인권 관련 등의 SSI 프로그램이 강조되고 개발되어야 할 것으로 보인다.

라. 과학적 지식의 사용(Use of scientific knowledge)

국외 SSI 프로그램의 과학적 지식의 사용은 과학적 의사결정, 과학적 탐구능

력, 변화를 위한 행동, 비판적사고, 비용효과, 위험평가, 정보 탐색으로 구분된다. 국외 SSI 프로그램의 과학적 지식의 사용은 한 프로그램에서 다양한 과학적 지식의 사용을 필요로 하고 있어, 해당 결과의 분석 수가 프로그램 수보다 많다. 이에 대한 분석 결과는 <표 IV-9>와 같다.

<표 IV-9> 국외 SSI 프로그램의 과학적 지식 사용 단위 : 개(%)

과학적 의사결정	과학적 탐구능력	변화를 위한 행동	비판적 사고	비용 효과	위험 평가	정보 탐색	합계
33 (23.7)	20 (14.4)	13 (9.3)	29 (20.9)	11 (7.9)	14 (10.1)	19 (13.7)	139 (100)

국외 SSI 프로그램은 과학적 지식의 사용으로 과학적 의사결정(23.7%)을 가장 많이 사용하였다. 뒤이어 비판적 사고(20.9), 과학적 탐구능력(14.4), 정보 탐색(13.7%), 위험평가(10.1%), 변화를 위한 행동(9.3%), 비용효과(7.9) 순이다.

SSI 프로그램에서 다루는 과학 관련 사회적 쟁점들은 주로 정확한 ‘정답’을 가지고 있지 않고(Ratcliffe & Grace, 2003), 윤리, 경제, 가치 등 다양한 관점으로 인해 과학 내용에 대한 해석은 일치하지 않는다(Ekberg, Ideland, & Malmberg, 2009). 따라서 과학적 증거에서 다양한 자료를 검토 후 과학적 의사결정을 사용하는 것은 중요한 요인 중 하나이다.

SSI 프로그램에서 다루는 문제가 윤리적 측면을 수반할 때는 서로 다른 이해관계로 인하여 갈등이 유발될 수 있다. 기후 변화의 문제를 다룬 SSI 프로그램의 경우, 윤리적 문제와 NOS(과학의 본성) 문제를 같이 논의하는 것이 적절할 수 있다. 예를 들어 기후 변화에 대하여 학습 할 때 인간이 지구를 보호해야 하는 도덕적 의무를 가졌는지에 대한 토론이 가능하다. 기후 변화 문제에 대한 연구를 수행하면서 학생들은 과학에 대한 문화적 영향과 함께 과학의 주관성 및 잠재성에 대하여 직면 할 수 있다.

또한 SSI는 다양한 이해 당사자를 포함하기 때문에 서로 다르고 다양한 이해관계를 가진다. 여기서 나오는 의견의 불일치는 학생들이 협상의 과정을 통하여 갈등을 해결하기 위하여 학생들이 가진 주장의 정당성을 높이는 것을 요구

하게 된다. 자신의 입장과 다른 반대 입장에 대한 증거와 정당한 해결책을 요구하는 다양한 관점을 제시하면서 과학적 추론의 질을 향상시킨다(Berkowitz, 1997, Zeidler & Keefer, 2003).

신중하게 고안된 SSI 프로그램은 다루고 있는 과학 관련 사회적 쟁점의 복잡성을 인식할 수 있게 한다. 여러 관점에서 문제를 조사하고, 정보에 대하여 비판적인 관점을 취하는 능력을 포함하여 학생들의 사회·과학적 추론 기술의 개발을 돕는다(Sadler, 2011).

마. 이해관계에 대한 갈등 수준(level of conflict of interest)

국외 SSI 프로그램의 이해관계에 대한 갈등 수준은 개인적 갈등 수준, 사회적 갈등 수준, 구조적 갈등 수준으로 구분한다(Mogensen & Mayer, 2005). 국외 SSI 프로그램은 하나의 갈등 수준에 국한되지 않고 개인적, 사회적, 구조적 모두 포함하고 있거나 개인적, 사회적 갈등 등 여러 갈등 수준을 포함하고 있어 프로그램 수보다 많다. 이에 대한 분석 결과는 <표 IV-10>와 같다.

<표 IV-10> 국외 SSI 프로그램의 이해관계에 대한 갈등 수준 단위 : 개(%)

개인적 갈등 수준	사회적 갈등 수준	구조적 갈등 수준	합계
42 (56.0)	22 (29.3)	11 (14.7)	75 (100)

국외 SSI 프로그램의 이해관계에 대한 갈등은 개인적 갈등 수준(56.0%), 사회적 갈등 수준(29.3%), 구조적 갈등 수준(14.7%) 순으로 나타났다.

SSI 프로그램은 과학 관련 사회적 쟁점의 문제 상황에서 서로 다른 수준의 갈등을 포함하여 이 갈등을 겪는 이해 당사자들에 대하여 토론할 수 있게 한다. SSI 프로그램에서 다루고 있는 문제의 갈등의 정도의 수준에 따라 개인의 참여는 다르게 나타난다.

개인적 수준의 갈등은 개인의 필요와 욕구에서의 딜레마로부터 일어난다. 개인적 수준의 갈등은 동시에 사회적 수준의 갈등 일 수 있으며, 구조적 갈등의 수준일 수 있다. 예를 들어 가다실 백신의 접종과 같이 국가에서 지정한 필수

예방 접종의 선택은 개인적 갈등의 수준 일 수 있으나, 사회적 갈등 수준을 수반한다. 환경 보호와 관련된 문제인 지구 온난화, 동·식물의 멸종, 환경 오염 등은 개인별 책임을 요구하는 개인적 갈등 수준에서 해당 사항에 대한 사회 구조의 갈등 또한 수반하고 있다.

사회적 수준의 갈등은 집단과 혹은 다른 사람 사이에서의 다양한 이해관계 속에서 일어난다. 사회 구조적 갈등은 정치적 의견과 경제적 메커니즘, 자유 시장 사이에서도 나타날 수 있다(Ekberg, Ideland & Malmberg, 2009).

학생들은 과학 관련 사회적 쟁점에 대하여 개인적 수준에서부터 시작하여 가족, 지역 더 크게 세계 수준의 갈등 까지 고려하는 수준에 도달할 수 있다(Ekberg, 2007).

바. 평가(Assessment)

국외 SSI 프로그램의 평가는 대안적 평가, 자기 반성적 평가, 지식 평가, 토론 및 회의 참여도, 학생의 증거 기반 추론, 특정한 평가 방법이 없는 경우로 구분하였으며 이에 대한 분석 결과는 <표 IV-11>와 같다.

<표 IV-11> 국외 SSI 프로그램의 평가

단위 : 개(%)

대안적 평가	자기 반성적 평가	지식 평가	토론 및 회의 참여도	학생의 증거 기반 추론	특정한 평가 방법이 없는 경우	합계
17 (20.2)	3 (3.6)	17 (20.2)	13 (15.5)	18 (21.4)	16 (19.1)	84 (100)

국외 SSI 프로그램의 평가는 주로 학생의 증거 기반 추론(21.4%), 지식평가(20.2%), 대안적 평가(20.2%)를 사용하였고, 그 뒤로 특정한 평가 방법이 없는 경우(19.1%), 토론 및 회의 참여도(15.5%), 자기 반성적 평가(3.6%) 순이다.

SSI 프로그램에서 주로 사용하는 평가 방법인 증거 기반 추론은 증거의 사용과 자료의 출처, 자료의 질에 대하여 판단한다. 학생들은 문제에 대한 정보들

을 책, 신문, 텔레비전, 인터넷 정보 등과 같이 다양한 방법을 통하여 습득할 수 있다. 그러나 대부분 학생들은 정보에 대한 출처의 신뢰성을 평가하는 방법에 대하여 학습하지 않는다. 이 평가는 학생이 증거로 가져온 출처가 신뢰성이 있고 타당성이 있는지에 대하여 고려한다. 정보에 대한 출처를 평가할 수 있는 능력은 사회 문제에 대한 협상에서 종종 상충되는 견해를 이해하고 선택하는 데 중요하다.

대안적 평가 방법은 학생들이 산출한 결과물 등을 평가하는 방법과 수업 진행 과정에서 학생의 참여와 수업 토론과 작문 활동에 대하여 매일 혹은 매주, 매달 평가 등 지속적으로 평가한다. 산출물은 포스터 제작, 연구 논문, 비디오 및 광고 제작, 이해 당사자에게 보내는 편지, 학생들이 작성한 활동지 등이며 이렇게 산출된 결과물은 수업 뿐 아니라 교외의 과학 학술모임이나 학회에 참석하며 교외의 과학 활동에도 참여할 수 있는 환경을 제공한다.

지식 평가는 국외 SSI 프로그램은 활동 종료 후에 루브릭(Rubric) 점수를 사용하며, 루브릭 점수의 기준은 교사가 사전에 학생들에게 전달한다. 루브릭 점수는 학생들의 요구에 따라 기준을 변경할 수 있다. 이 점수는 지식 평가, 토론 및 회의의 참여도 등을 평가하는데 사용 가능하다.

일부 학부모들과 학교 관계자들은 SSI를 기반으로 한 교육이 학생들에게 과학 내용의 학습을 지원할 수 있는가에 대한 우려를 표현다. 그러나 SSI 프로그램을 통해 학습한 지식 평가 또한 이루어지고 있으며, SSI 학업 성취도에 대한 많은 SSI 효과성 연구들은 SSI 교육이 과학 지식의 성취에도 긍정적 효과가 있음을 보여준다.

SSI 프로그램 평가는 특정한 평가 방법이 없는 경우 또한 적지 않게 나타난다. 평가 방법이 없는 프로그램은 주로 프로그램이 학습한 지식 평가의 점수보다 학생의 수업 참여 및 토론과 대화를 강조하는 경우이다. 이 결과를 통해 SSI을 구현한 학습은 평가가 그렇게 강조되지 않아도 됨을 보여준다.

국외 SSI 프로그램은 활동 종료 후 평가를 위해서 루브릭(Rubric) 점수를 주로 사용한다. 해당 루브릭 점수에 대한 기준은 교사가 사전에 학생들에게 전달하였으며, 지식 평가 및 토론 및 회의의 참여도 등에 사용 가능하다.

SSI 프로그램은 지속적으로 대화와 토론, 논쟁에 학생들을 참여시키며 상호 작용하는 학습 경험을 만든다. 이 과정에서 학생들에게 증거를 기반으로 한 추론, 토론 참여 등 여러 평가를 요구하고 있다.

V. 결론 및 제언

1. 결론

과학 관련 사회적 쟁점(SSI)은 과학 기술의 발전과 환경 문제의 증가로 인해 더욱 복잡하고 다양해질 것이다(Sadler, 2004). 향후 과학 수업에서는 SSI를 활용하여 과학과 사회 문제를 통합함으로써, 과학 수업의 분위기를 변화시킬 수 있을 것이다. 본 연구는 국외 SSI 프로그램을 분석하여, SSI 교육을 시도하는 교사들에게 프로그램 설계 및 개발 시 참고 가능한 기초 자료를 제공하고자 하였다.

이를 위해 국외 SSI 프로그램을 수집하여 프로그램을 이용한 SSI 수업을 위한 소재, 학습 대상, 관련 교과, 차시 구성, 활동 유형에 따라 분석하고 SSI 준거에 따라 상황제시, 과학적 증거, 사회적 내용, 과학적 지식의 사용, 이해 관계에 대한 갈등 수준, 평가로 분석하였다. 해당 연구의 결과에 따른 주요 결론은 다음과 같다.

첫째, 국외 SSI 수업을 위해 다루는 학습 소재는 ‘환경·생태계’ 영역을 가장 많이 다루고 있다. 주로 학생들이 소속된 학교와 지역사회의 환경 및 생태계 문제를 다루어 학생들의 흥미를 높이고 수업 참여를 유도하고 있다. 학생과 개인적 연관성이 높은 SSI 소재는 학생들에게 과학 내용에 사회적, 윤리적 상황을 내포하여 과학적 상황에 익숙하게 하고 생활에 기본이 되는 필요 정보를 구별하여 학생들의 실제 현실 경험을 발달시키는 기회를 마련한다.

국외 SSI 프로그램은 전체 학년 군을 대상으로 하거나, 특정 학습 대상을 선정하지 않는 경우가 많다. 과학과 연계한 타 교과로는 사회·정치·경제 과목이 가장 많았으나, 타 교과와 비교하여 두드러지는 수준은 아니며 연계의 수준이 거의 비슷하다 또한 차시를 구성할 때에도 정해진 차시 구성이 없는 경우가 대부분이다.

SSI 프로그램은 활동 유형 중 토론을 가장 많이 활용하며 전통적 과학 활동 유형과 달리 자료 매체 검색 및 분석, 산출물 제작, 실험, 역할극, 토론, 현장 체험 등의 다양한 활동을 이용한다.

즉, SSI 수업은 학교 급에 영향을 받지 않고 교과 간의 경계가 없으며 정해

진 차시 구성이 없어 교사가 의도하는 바로 자유롭게 설계가 가능함을 시사한다.

둘째, SSI 준거에 따라 분석한 결과, 국외 SSI 프로그램은 실제 현실성 있는 참 상황을 상황제시로 가장 많이 사용하고 사실검증 가능한 내용을 과학적 증거로 다룬다. 경제·사회 분야의 사회적 내용을 주로 포함하며 비판적 사고를 가장 많이 필요로 하고 있다. 사회적 내용의 이해 뿐 아니라 과학적 지식, 과학적 증거의 사용의 준거를 포함하고 있는 SSI 프로그램은 고등사고 능력, 토론 기술, 과학논증능력을 함양할 수 있는 기회를 통하여 학생들을 과학의 본성에 대한 이해를 가진 사람으로 성장하도록 돕는다. 개인적 갈등 수준의 문제를 주로 다루며, 증거 기반 추론을 주로 평가하는 SSI 프로그램 평가 방법은 수업 과정이 모두 평가로 이루어 질 수 있는 즉, 수업 자체가 곧 평가인 과정중심 평가가 가능함을 보여준다.

그러나, SSI 준거 중 사회적 내용에서 다문화에 관한 내용이 거의 나타나지 않고 있어 다문화 성격을 가진 다양성, 다원성 및 인권 관련 등의 사회적 내용을 강조한 SSI 프로그램의 개발이 필요할 것으로 보인다.

2. 제언

연구 결과를 통해 과학 교사들이 SSI 프로그램을 설계하고 수업에서 구현하고자 할 때 참고할 만한 점은 다음과 같다.

교사는 SSI 수업 시 소재를 선정 할 때 실제 사회에서 자주 언급되며, 논쟁의 여지가 있는 문제를 채택하는 것이 바람직하다. 주의 깊게 고려하여 선정한 SSI 소재는 학생들에게 관련 과학 지식 뿐 아니라 사회적이고 문화적인 측면을 이해할 수 있는 환경을 제공한다. 더불어 소재의 선정에서 학생들이 자신의 문제를 선택할 수 있다면, 학습에 대한 더 큰 흥미를 유발하게 할 수 있을 것이다. SSI의 소재는 구현된 학문적 능력과 학생 흥미 모두에 순응하도록 주제를 조절 가능하다.

SSI는 종종 첨단 과학을 포함하고, 대부분 불확실한 문제에 대하여 다루고 있다. 교사는 때때로 SSI와 관련된 과학 지식과 더불어 모든 내용을 알고 있어야 하는가에 대한 의문을 가질 수 있다. 성공적인 SSI를 구현한 교육을 위

해서 교사는 해당 문제의 모든 사회적 차원의 이해나 동일한 수준의 전문성을 가지는 것보다 SSI와 관련된 잠재적인 정치적, 경제적 및 윤리와 도덕적 과제에 대하여 인식하는 것이 중요하다.

학생들이 느끼는 학교에서 학습한 과학 지식과 실생활에 필요한 과학 지식 사이의 괴리감은 과학과 관련된 사회 문제를 통해 사회에서 과학 기술이 실질적으로 중요한 역할을 하고 있음을 인식하게 함으로써 좁힐 수 있다.

과학 교육에서 SSI의 활용은 여전히 교사의 역할에 대한 의문을 남긴다. 효과적인 SSI 학습을 위해 필요한 것은 교사가 학생들의 생각의 표현에 대하여 장려할 수 있는 교실 환경의 조성이고 편안한 분위기를 만드는 것이다. 교사는 과학 관련 사회적 쟁점으로부터 나오는 윤리적이고 도덕적인 질문에 대하여 사전에 해결책을 찾기 위하여 고심할 필요가 없다. 윤리적이고 도덕적인 철학과 그에 대한 전문적 지식을 필요로 하지 않는다. 오히려 교사는 과학 관련 사회적 쟁점의 도덕적이고 윤리적인 차원을 인식하도록 학생들에게 인식시키며, 학생들의 의사결정을 돕고, 잠재적인 이해관계자들에 대한 입장을 비판적으로 반영하도록 권장해야 한다.

참고문헌

- 고연주, 최윤희, 이현주 (2015). 과학관련 사회쟁점 (SSI) 맥락에서의 소집단
 논증활동 분석틀 개발: 담화클러스터와 담화요소의 분석. 한국과학교육학
 회지, 35(3), 509-521.
- 교육부 (2015). 초·중등학교 교육과정(교육부 고시 제 2015-74 호). 교육부.
- 김재덕, 고연주, 이현주 (2017). 과학관련 사회쟁점 수업이 초등학생의 과학과
 핵심역량 함양에 미치는 효과. 학습자중심교과교육연구, 17, 339-362.
- 김종웅, 조현욱 (1998). STS(과학-기술-사회)교육에 대하여. 순천대학교 과학
 과 사회, 6, 11-28.
- 김희백, 이선경 (1996). 과학· 기술과 관련하여 사회적으로 쟁점화된 주제에
 대한 중· 고등학생의 태도. 한국과학교육학회지, 16(4), 461-469.
- 박진향 (2016). 생명과학 관련 SSI 수업에서 나타난 고등학생들의 과학지식,
 가치관, 의사결정능력에 대한 인식 변화. 부산대학교 석사 학위논문
- 박현주, 백윤수, 심재호 (2016). SSI(Socio-Scientific Issues) 교수·학습프로
 그램 개발 연구. 한국과학창의재단.
- 양일호, 김기영, 임성만, 김은애, 김성운 (2015). 과학 관련 사회적 문제 (SSI)
 상황에서 반박자료와 감정이입상황에 따른 초등학생의 의사결정 변화. 대
 한지구과학교육학회지, 8(1), 66-75.
- 양정은, 김현정, Gao, L., 김은진, 김성원, 이현주 (2012). 과학과 관련된 사
 회· 윤리적 문제 (SSI) 의 도입을 통한 창의· 인성 교육 가능성에 대한
 과학교사들의 인식. 한국과학교육학회지, 32(1), 113-128.
- 유정숙, 최성연, 이현주 (2011). 과학과 관련된 사회· 윤리적 주제 교수에 대
 한 과학, 사회, 윤리 교사들의 인식. 교과교육학연구, 15, 415-432.
- 이용섭, 김순식 (2014). '우주와 지구'분야에서 초등 예비교사들의 SSI 프로그
 램 수업 적용 효과. 대한지구과학교육학회지, 7(3), 338-346.
- 이은미 (2014). 대중매체의 과학 관련 정보에 관한 중등학생의 평가 능력. 한
 국교원대학교 박사 논문, 104-110.
- 이현욱 (2015). 기술의 본성에 대한 개념틀 개발 및 과학기술관련 사회쟁점
 (SSI) 수업에서 기술의 본성 인식변화 탐색 (Doctoral dissertation, 이화

- 여자대학교 대학원).
- 이현주 (2016). 과학기술 관련 사회쟁점 교육을 위한 교과교육학적 지식 (SSI-PCK) 요소에 대한 탐색. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(4), 539-550.
- 이현주, 장현숙 (2011). 과학과 관련된 사회·윤리적 문제 (SSI) 교육 프로그램이 예비 과학 교사들의 SSI 교수에 대한 인식에 미치는 영향. *교과교육학연구*, 15, 911-930.
- 이현주, 정가윤 (2013). 과학관련 사회쟁점 수업에서 과학교사의 교수활동에 대한 분석 : 문화역사적 활동이론의 관점에서. *학습자중심교과교육학회지*, 13(5), 413-433
- 임미연, 정슬아 (2013). 생명공학 SSI 수업에서 나타난 영재 중학생들의 의사결정 변화의 유형 분석. *교과교육학연구*, 17, 1501-1522.
- 임성민 (2015). 물리학과 관련된 사회윤리적 문제에 대한 예비 물리교사들의 도덕적 감수성 조사. *한국물리학회지*, 65(1), 57-65.
- 임윤정 (2012). 고등학생의 자원고갈 문제에 대한 환경관과 의사결정 유형 분석. 이화여자대학교 석사 학위논문.
- 임태훈 (2006). 과학-사회 관련 문제에 대한 과학의 본성과 의사결정 요인 분석. 서울대학교 박사 학위논문.
- 위수민, 임성만 (2013). 원전 사고 관련 SSI 에 대한 초등 예비교사들의 이해도와 교육 필요성에 대한 인식. *과학교육연구지*, 37(2), 294-309.
- 위수민, 윤지영, 임성만 (2014). 지구과학 관련 사회적 문제 (socio-scientific issue) 와 관련된 논증적 글쓰기를 통해 알아본 예비교사들의 논증구조 발달 분석. *대한지구과학교육학회지*, 7(1), 11-23.
- 서혜애, 신명경 (2015). 사회문제를 해결하는 과학 수업. 북스힐
- 송인화 (2015). 'CSI: 영화를 통해 본 과학-사회적 쟁점'의 운용 사례를 통해 본 융복합교과의 운용과 기초역량의 강화. *교양교육연구*, 9(1), 265-293.
- 신동희, 신하윤 (2012). 과학사 활용 과학 윤리 수업 모형 개발. *한국과학교육학회지*, 32(2), 346-371.
- 장지영, 문지영, 유호숙, 최경희, 김성원 (2012). 과학과 관련된 사회 윤리적 문제 (SSI) 의 맥락에 따른 중학생들의 인성적 태도와 가치관 분석. *한국과학교육학회지*, 32(7), 1124-1138.

- 전재영 (2011). 다문화교육 연구 실태를 통해 본 개선 방향. *다문화교육연구*, 4(2), 17-41.
- 조현국 (2014). 과학 관련 사회적 쟁점을 다룬 국내 학술 논문에 대한 문헌 연구. *교과교육학연구*, 18, 191-213.
- 현종오, 안종제, 임혁, 박창용, 김현정 (2010). *현행 과학교육과정 실행의 실태 분석 및 차기 교육 과정 개정의 방향*. 서울: 한국과학창의재단.
- Aikenhead, G. S. (2006). *Science education for everyday life: Evidence-based practice*. Teachers College Press.
- Applebaum, S., Zeidler, D. L., & Chiodo, K. L. (2010). Using socioscientific issues as contexts for teaching concepts and content. *Exemplary science for resolving societal challenges*, 147-171.
- Atabey, N., & Topcu, M. S. (2017). The development of a socioscientific issues-based curriculum unit for middle school students: Global warming issue. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(3), 153-170.
- Berkowitz, M. W. (1997). The complete moral person: Anatomy and formation dalam JM Dubois, ed., *MoralIssues in psychology: Personalist contributions to selected problems*, 11-42.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational psychologist*, 26(3-4), 369-398.
- Damian Wolf. (2016). 8 Ways Live Streaming For Education Is Going To Change The Future Of Learning(<https://elearningindustry.com/8-ways-live-streaming-for-education-future>)
- Driver, R., Leach, J., & Millar, R. (1996). *Young people's images of science*. McGraw-Hill Education (UK).
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). *Establishing the norms of*

- scientific argumentation in classrooms. *Science education*, 84(3), 287–312.
- Durant, J. R., Evans, G. A., & Thomas, G. P. (1989). The public understanding of science. *Nature*, 340(6228), 11–14.
- Eilks, I. (2010). Making chemistry teaching relevant and promoting scientific literacy by focusing on authentic and controversial socio–scientific issues. In Annual Meeting of the Society for Didactics in Chemistry and Physics, Potsdam, Germany.
- Ekborg, M., Ideland, M., & Malmberg, C. (2009). Science for life—a conceptual framework for construction and analysis of socio–scientific cases. *Nordic Studies in Science Education*, 5(1), 35–46.
- Elam, M., & Bertilsson, M. (2003). Consuming, engaging and confronting science: The emerging dimensions of scientific citizenship. *European Journal of Social Theory*, 6(2), 233–251.
- Feierabend, T., & Eilks, I. (2010). Raising Students' Perception of the Relevance of Science Teaching and Promoting Communication and Evaluation Capabilities Using Authentic and Controversial Socio–Scientific Issues in the Framework of Climate Change. *Science Education International*, 21(3), 176–196.
- Fowler, S. R., Zeidler, D. L., & Sadler, T. D. (2009). Moral sensitivity in the context of socioscientific issues in high school science students. *International Journal of Science Education*, 31(2), 279–296.
- Haraway, D. J. (1989). *Primate visions: Gender, race, and nature in the world of modern science*. Psychology Press.
- Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645–670.
- Hu, M., Lim, E. P., Sun, A., Lauw, H. W., & Vuong, B. Q. (2007). Measuring article quality in wikipedia: models and evaluation. In Proceedings of the sixteenth ACM conference on Conference on

- information and knowledge management (pp. 243–252). ACM.
- Jenkins, E. W. (2002). Linking school science education with action. *Counterpoints*, 210, 17–34.
- Klosterman, M. L., & Sadler, T. D. (2010). Multi-level assessment of scientific content knowledge gains associated with socioscientific issues-based instruction. *International Journal of Science Education*, 32(8), 1017–1043.
- Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. C. (2006). Project-based learning. *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*.
- Kuhn, D. (1993). Connecting scientific and informal reasoning. *Merrill-Palmer Quarterly* (1982–), 74–103.
- 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.
- Levinson, R., Turner, S., Koulouris, P., Desli, D., Douglas, A., Evans, J., & Kirton, A. (2001). The teaching of social and ethical issues in the school curriculum arising from developments in biomedical research : a research study for teachers.
- Lindahl, B., Rosberg, M., Ekborg, M., Ideland, M., Malmberg, C., Rehn, A., ... & Winberg, M. (2011). Socio-scientific issues: a way to improve students' interest and learning?. *US-China Education Review B*, 1(3), 342–347.
- Mogensen, F. & Mayer M. (2005). *A Comparative Study on Ecoschool Development process*, ENSI/SEED, Wien.
- National Research Council. (2011). *Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. Committee on Highly Successful Science Programs for K-12 Science Education. Board on Science Education and Board on Testing and Assessment, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC; The National Academies Press.

- Nowotny, H., Scott, P., Gibbons, M., & Scott, P. B. (2001). Re-thinking science: Knowledge and the public in an age of uncertainty (p. 12). Cambridge: Polity.
- Nuangchalem, P. (2009). Development of socioscientific issues-based teaching for preservice science teachers.
- Pinou, T., Drucker, M., & Studley, E. (2010). Barnard Environmental Studies Magnet School, a grades preK-8 school, is located in an urban New Haven district in Connecticut. It is bordered by the West River, which empties into Long Island Sound. Environmental studies is the connecting theme that weaves throughout the curriculum. Overarching environmental units connect the core curriculum to schoolwide studies of local rivers and organisms that live in them. Barnard Environmental Magnet School has partnerships with local specialists that work with Exemplary Science for Resolving Societal Challenges, 235.
- Presley, M. L., Sickel, A. J., Muslu, N., Merle-Johnson, D., Witzig, S. B., Izci, K., & Sadler, T. D. (2013). A framework for socio-scientific issues based education. *Science Educator*, 22(1), 26.
- Ratcliffe, M., & Grace, M. (2003). *Science education for citizenship: Teaching socio-scientific issues*. Maidenhead: Open University Press.
- Ratcliffe, M., Bartholomew, H., Hames, V., Hind, A., Leach, J., Millar, R., & Osborne, J. (2005). Evidence-based practice in science education: the researcher-user interface. *Research papers in Education*, 20(2), 169-186.
- Richard Kujawa. (2016). *Hazardous Waste and Toxics: Real Data for Real Places*, SERC(<https://serc.carleton.edu/index.html>)
- Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/science literacy. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 729-780). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science*

- Teaching 41: 513–536.
- Sadler, T. D. (2004). Moral and ethical dimensions of socioscientific decision-making as integral components of scientific literacy. *Science Educator*, 13(1), 39.
- Sadler, T. D., Amirshokoohi, A., Kazempour, M., & Allspaw, K. M. (2006). Socioscience and ethics in science classrooms: Teacher perspectives and strategies. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 353–376.
- Sadler, T. D. (2011). Situating socio-scientific issues in classrooms as a means of achieving goals of science education. In *Socio-scientific Issues in the Classroom* (pp. 1–9). Springer, Dordrecht.
- Sadler, T. D., Romine, W. L., & Topçu, M. S. (2016). Learning science content through socio-scientific issues-based instruction: a multi-level assessment study. *International Journal of Science Education*, 38(10), 1622–1635.
- Sadler, T. D., & Murakami, C. D. (2014). Socio-scientific Issues based Teaching and Learning: Hydrofracturing as an Illustrative context of a Framework for Implementation and Research. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 14(2), 331–342.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2004). The morality of socioscientific issues: Construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science Education*, 88,4–27.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112–138.
- Saunders, K. J., & Rennie, L. J. (2013). A pedagogical model for ethical inquiry into socioscientific issues in science. *Research in Science Education*, 43(1), 253–274.
- Tal, T., & Kedmi, Y. (2006). Teaching socioscientific issues: classroom culture and students' performances. *Cultural Studies of Science Education*, 1(4), 615–644.

- Wee, B., Shepardson, D., Fast, J., & Harbor, J. (2007). Teaching and learning about inquiry: Insights and challenges in professional development. *Journal of Science Teacher Education*, 18(1), 63–89.
- Weizman, A., Shwartz, Y., & Fortus, D. (2008). The driving question board. *The Science Teacher*, 75(8), 33.
- Wilson, C., Scott, T. P., & López Jr, J. D. (2010). Who Ate Our Corn?. *Exemplary Science esolving for Societal Challenges*, 51.
- Yager, R. (2010). *Exemplary science for resolving Scocital challenges*. Arlington, VA: NSTA Press.
- Zeidler, D. L. (2003). The role of moral reasoning and discourse on socioscientific issues in science education.
- Zeidler, D. L., K. A. Walker, W. A. Ackett, and M. L. Simmons. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education* 86 (3): 343–367.
- Zeidler, D. L., & Kahn, S. (2014). *It's debatable!: Using socioscientific issues to develop scientific literacy K–12*. Arlington, VA: National Science Teachers Association Press.
- Zeidler, D. L., & Keefer, M. (2003). The role of moral reasoning and the status of socioscientific issues in science education. In *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education* (pp. 7–38). Springer, Dordrecht.
- Zeidler, D. L., & Nichols, B. H. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49–58.
- Zeidler, D. L., & Sadler, T. D. (2008). *The Role of Moral Reasoning in Argumentation: Conscience*.
- Zeidler, D. L., T. D. Sadler, S. M. Applebaum, and B. E. Callahan, (2009). Advancing reflective judgment through socioscientific issues. *Journal of Research in Science Teaching* 46 (1): 74–101.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L & Howes, E. V. (2004). *Beyond STS: A Research-Based Framework for Socio Scientific Issues Education*, Wiley InterScience.

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.

ABSTRACT

The purpose of this study is to provide the teachers who want to implement the SSI education as basic data for the development of the program by analyzing the overseas teaching and learning program using Socio-Scientific Issues (SSI). SSI is a social and ethical issue with many controversies and controversies related to science in everyday life. The SSI-based lessons provide students with an opportunity to engage with science-related social issues, use scientific methods in decision-making to solve SSI, form their own values and cultivate scientific literacy to provide. However, the application of SSI at the school site is limited due to the lack of teaching materials and the time required to invest in the lesson design. The provision of SSI programs to teachers who want SSI education is necessary for teachers' new teaching and learning.

This study examined 46 SSI programs in SSI textbooks, related books, research, and science education sites. First, analyze the learning material, subject, science related subject, time, activity type for SSI class composition. Second, we analyze the situation presentation, scientific evidence, social contents, use of scientific knowledge, level of conflict on interests, and evaluation according to SSI reference factors.

The results of this study are as follows. First, the learning material used for SSI class is mainly 'environment · ecosystem' area, and it enhances the interest of learners and engages in class through the real environment and ecosystem of the school and community where the learner belongs.

As a result of analyzing according to the subjects of learning, the science - related subject, the time structure, and the type of activity, the SSI program does not select a specific learning target or select a specific school target. There are many cases where students do not select specific learning subjects by linking science and other subjects at similar levels. Most of the program's configuration is mainly composed of no set time frame.

In other words, for the SSI class, the teacher should utilize materials that are directly related to the student's actual life when selecting SSI material. However, the SSI program is not affected by the school level, there are no boundaries between the curriculum, and there is no set time frame, so the teacher can design freely as intended.

Second, according to the SSI criterion, the SSI program uses the most real situation as a situation presentation and treats the fact that can be verified as scientific evidence. It mainly includes social content in the economic and social fields, and it requires the most critical thinking.

The SSI program, which includes not only an understanding of social content, but also a reference to the use of scientific knowledge and scientific evidence, will provide students with an understanding of the nature of science through the opportunity to develop high thinking, Help them grow into people.

The SSI program evaluation method, which mainly focuses on the problem of the level of personal conflict, shows that the class process can be all evaluated, that is, the course itself can be assessed by the course itself.

However, there is little information about multiculturalism in the social content of SSI standards, so it is necessary to develop an SSI program that emphasizes social content such as diversity, pluralism and human rights with multicultural character.

The use of SSI in the curriculum still questions the role of the teacher. However, in SSI education, teachers do not need to have the expertise of all scientific and social knowledge. New science concepts and strange and difficult materials can be implemented in SSI classes. In SSI education, teachers recognize the limitations of knowledge and need to consider and recognize the various social issues that may arise from student discussion activities.

* **Keywords:** Socio-Scientific Issues (SSI), Teaching and Learning Program

부 록

[부록 1] 국외 SSI 프로그램

NO.	학습 소재	프로그램 명	학습 대상	프로그램 내용	활동 유형	평가
1	예방 접종	소개 : 가다실 백신 접종은 11-17세 에게 필수적인가? 면역계에 대한 연구 프로젝트 (Introduction: Should the Gardasil Vaccination Be Required for All 11-17 Year Olds? An Immune System Research Project)	고등 학생	- 예방 접종을 받으면 암에 걸릴 가능성 없을까? 라는 발문으로 가다실 예방 접종에 대한 일반적인 배경 지식을 학생들과 학습하며, 의무적인 백신 접종을 소재로 하여 찬성 및 반대의 입장에 대하여 토론한다.	- 학생은 팀별로 약 10분간 프로젝트를 발표하게 하고 5분 동안 질문과 답변한다.(면역계를 통한 여행에 대하여 포스터/파워포인트/팸플렛/공연 등 사용) - '학생 의견 진술 자료'를 활동지를 활용하여 10가지 진술을 작성하고 토론을 수행한다.	- 수행한 프로젝트에 대한 루브릭 점수로 평가(필요한 정보 전달을 했는지, 필요한 어휘가 포함되었는지, 정보가 정확한지, 팀 구성원이 동등하게 참여했는지, 프로젝트가 명확하게 제시 되었는지, 프로젝트가 창의적인지)
		암의 생물학적 작용 (The Biology of Cancer)	고등 학생	- 암의 특성에 대하여 이해할 수 있도록 암에 관련된 파워포인트 자료를 통해 관련 과학 지식을 얻고, 학생들은 현미경으로 정상 세포와 암세포를 비교한다.	- 파워포인트 유인물에 있는 '생각해야 할 질문'에 함께 대답하며, 건강한 세포와 암 세포를 비교하는 슬라이드를 관찰한다.	- 학생들은 셀 슬라이드의 관측과 '생각해야 할 질문'인 파워포인트의 유인물에 대한 응답으로 평가
		그것은 나에게 일어날 수 없는 일이다! 성병의 감염/질병 (It Can't Happen to Me! Sexually Transmitted Infection/Diseases)	고등 학생	- 다른 사람들에게 질병을 퍼뜨릴 수 있는 책임 및 이러한 질병이 신속하게 퍼질 수 있음에 대한 주제로 감염된 체액의 공유 과정을 모방한다. 물과 지표를 사용함으로써 학생들이 감염이 된 사람의 입장을 경험한다.	- 시뮬레이션 활동을 통해서 사람을 통해 전파되는 성병에 대하여 모델링한다. - 미스터라-파괴 연구라는 실험을 통하여 질병 감염에 관한 실험 활동 진행한다.	- 연구로 얻은 지식에 대한 생각 및 자신의 행동이나 느낌에 대한 통찰력, 그리고 여전히 가지고 있는 의문이 포함되었는지에 대하여 평가
		논쟁의 기술 : 연구와 토론 (The Art of Argument: Research and Debate)	고등 학생	- 학생들은 11-17세의 필수 예방 접종에 대하여 찬성하거나 반대하는 역할을 맡으며, 토론의 방향에 대해 공동으로 연구한다.	- 학생들에게 의무 백신에 대한 논쟁에 대하여 말을 역할을 무작위로 배정하여 진행한다.	- 토론에 대하여 루브릭 점수로 평가

		입장을 다시 생각해 보기, 가다실 토론과 과학의 본성 (Rethinking Positions and Relating the Gardasil Debate to the Nature of Science, NOS)	고등학생	<ul style="list-style-type: none"> - 학생들은 더 완전한 논증을 만들고, 자신의 의견을 재평가하기 위해 첫 번째 수업에서 원래의 자신의 입장 진술문을 다시 살펴보는 기회를 가진다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 문제와 관련하여 나올 수 있는 타협안을 논의한다. - 학생들은 특별로 NOS/가다실 포스터를 제작하고, 활동 시트를 제출한다. 	-진술의 질, 토론회 질문에 대한 학생들의 대답, NOS(과학의 본성) 그룹 토론 및 발표에 대한 루브릭 점수를 바탕으로 평가됨(증거에 대한 자료, 결론의 다양성, 과학적 및 비과학적 주장)
2	제한 속도 감축	표면이 젖어있을 때의 미끄러짐-미끄럼 운동 시 마찰과 가속도 (Slippery When Wet (Momentum and Friction on the Slip 'n Slide))	초등학생	<ul style="list-style-type: none"> - 학생들이 속도, 질량, 운동량 및 마찰에 대한 개념을 조사하기 위하여 Slip'n Slide 활동에 참여한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 학생들은 비누로 문질렀을 때와 문지르지 않았을 때 미끄러짐에 대한 자신의 시간을 기록하고 계산하여, 자신의 중량을 기준으로 하여 속도에 대한 마찰의 감소 효과를 확인하는 체험 실험 활동을 실시한다. 	
		자료 분석 - 미끄러움 운동에 대한 데이터 분석 및 해석 (Data Driven - Analyzing and Interpreting Slip 'n Slide Data)	초등학생	<ul style="list-style-type: none"> - 학생들은 Slip'n Slide 활동에서 얻은 결과를 분석하고 해석하여, 속도와 질량간의 관계 및 속도와 마찰과의 관계에 대한 결론을 도출한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 질량을 입력하여 데이터를 완성한 다음 (시트에 지침에 따라 kg으로 변환) 비누 사용 여부에 상관없이 속도를 계산한다. 학생들은 속도와 질량의 함수인 운동량을 계산하는 활동을 한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 학생들에게 결과에 따라서 어떠한 요인들이 차를 더 빨리 멈추게 하거나 더 빠르게 할 수 있을지 결정하도록 하여 답안에 대하여 평가한다.
		속도 죽이기? - 속도와 자동차의 안전에 대한 연구 : 전반전/후반전 (Speed Kills? -Research on Speed and Automobile Safety: 2 periods)	초등학생	<ul style="list-style-type: none"> - 차량으로 인한 사망자 수를 줄이기 위하여 Driversburg의 가상 도시에서 속도 제한 수치를 감소시켜야 하는지에 대한 여부와 관련해서 다양한 데이터 자료를 조사한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 학생들은 속도가 차량 사고에 미치는 영향에 관한 통계 및 정보에 대한 기사를 분석한다. - 속도 제한 수치를 감축하지는 법안을 제안하고, 이 법안에 대한 토론과 결과에 대하여 투표한다. - 제한 속도 감축 문제에 대하여 다양한 이해 관계자(트럭 운전사, 학부모, 경찰관) 역할극을 통하여 주장을 표현한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 학생의 기사 요약을 검토하여 정확성과 완성도를 확인한다.
		시청과의 홀 미팅 : 우	초등학생	<ul style="list-style-type: none"> - 학생들이 조사하고, 기사 연구에서 수집한 증거를 사용하여 가상의 도시 	<ul style="list-style-type: none"> - 교통 사망자를 줄이기 위해 속도 제한을 낮추어야 하는지 결정하기 위하여 	<ul style="list-style-type: none"> - 편지에 대하여 평가한다.(데이터의 정확성, 표

		<p>리는 속도 제한 수치를 줄여야 할까? (Town Hall Meeting: Should We Reduce Speed Limits?)</p>		<p>인 Driversburg에서 제한 속도의 감속의 여부를 논의한다.</p>	<p>학생들은 마을 회관 회의에 참여하도록 구성한다. - 제한 속도에 대한 최종 결론은 논쟁이 끝난 후 비밀 투표에 의하여 결정한다. - 학생들은 도시 및 주 교통부에 연구 결과를 설명하고 속도 제한에 대한 의견을 표명하는 편지 작성한다.</p>	<p>현의 명확성, 논증의 설득력 및 형식/문법) - 학생들은 타운 홀 미팅 활동의 모든 단계에 참여하여 평가받는다.</p>
3	일하는 동물들	<p>모든 분야에서 일하고 있는 동물들 분류/논증/과학의 본성 (All Sorts of Working Animals - Classification/Argumentation/ NOS)</p>	초등학생	<p>- 학생들이 동물과 인간이 함께 협력하여 일할 수 있는 다양한 분야에 대하여 소개하며, 일하고 있는 동물들의 사진을 분류하고 그 기준에 대해 토의한다.</p>	<p>- 팀활동으로 일하는 동물 사진을 제공하여, 학생들이 자신의 기준으로 해당 사진을 분류하고 그룹화 한다. - 팀 별로 서로 비교하며, 서로 다를 경우 분류 방법에 대하여 토론한다.</p>	
		<p>마차를 끄는 말- 물건을 짐을 끄는 동물들; 당기는 힘 (Putting the Horse Before the Cart - Draft Animals; Pulling Forces)</p>	초등학생	<p>- 무거운 카트를 운반하여 대륙 횡단 철도를 건설하는 것을 도와 준 논문 말 "Blind Tom"의 실화에 대하여 학생들에게 소개하며, 짐을 움직이는 작업이 어떤 요인을 받는지 스프링 저울로 무게를 달아보는 실험을 통해 알아본다.</p>	<p>- 학생들은 하중의 짐의 무게, 경사, 경사의 표면 상태를 포함하여 무게를 가진 물건을 당기는 것을 더 어렵게 만드는 요인에 대해서 실험을 수행한다.</p>	
		<p>당신의 후각을 따라가라 - 감각을 사용하여 추적하는 동물들 (Follow Your Nose - Tracking Animals Using Senses)</p>	초등학생	<p>- 학생들에게 잃어버린 물건을 찾기 위해 어떤 방법이 필요한지에 대하여 동물의 추적 활동을 시뮬레이션하도록 유도한다. 후각에 대해 학습하고 냄새가 동물에게 왜 중요한지 알아본다.</p>	<p>- 코튼 볼에 추출물을 묻혀 냄새 표시 카드를 표시한 후, 향기 중 하나를 '찾는' 게임을 진행한다. 게임을 통하여 냄새의 경로를 파악하고 거리를 측정하는 등의 게임 활동 진행한다.</p>	
		<p>구조를 위하여 사용하는 반향 위치 측정- "인락돌고래의 구조" (Dolphins With a "Porpoise"-Using Echolocation for Rescue)</p>	초등학생	<p>- 동물의 후각 사용에 관한 이전 수업의 토론을 검토하며 도입으로 돌고래의 구조 : 미션을 위한 훈련" 비디오를 시청한 후, 자신의 반향 위치 능력에 대한 실험을 진행한다.</p>	<p>- 학생들은 돌고래가 되어 눈을 감고 공을 벽 쪽으로 굴러서 공이 벽을 치는 소리가 들릴 때 가지 걸리는 초 수를 계산하여 데이터를 기록하는 활동을 한다. 학생들은 눈가리개와 테니스 공을 사용하여 자신의 위치를 확인함으로써 자신의 반향 위치 능력을 테스트한다.</p>	

		<p>소화 : 동물 도우미를 만나다 - 치료 및 서비스를 위한 동물에 대한 소개와 학습된 행동 (Meet Some Animal Helpers - Therapy and Service Animals; Bios and Learned Behaviors)</p>	초등학생	<p>- 학생들이 4마리의 동물 도우미에 대하여 읽고 동물과 인간의 유대 관계에 대한 아이디어를 나눈다. 학생에게 언어를 사용하지 않고 행동을 가르치고, 노력하는 동물 훈련에는 엄청난 시간과 인내 및 헌신이 필요로 한다는 생각을 강화시킬 수 있도록 한다.</p>	<p>- 동물 도우미(안내견, 서비스 견, 치료에 사용되는 고양이, 말 등)에 대한 몇 가지 사진을 제공하며, 동물들이 무슨 일을 돕고 있는지 해당 일을 돕기 위해 어떤 훈련 방법으로 배우고 있는지에 대하여 파악한다. - 학생들에게 조련사, 봉사 동물, 봉사 동물을 이용하는 사람들이 동물 훈련에 대해 배우기 위해 역할극을 진행한다.</p>	<p>- 봉사 동물을 훈련시키는 단체에 대하여 편지를 작성한다. - 루브릭 점수(37지 이상의 배운 지식 및 정확성, 편지 활동에서 내용 및 적절한 문법의 사용유무)</p>
		<p>일하는 동물에 대하여 당신은 어떻게 생각하십니까? - 가치 판단 (How Do You Feel About Working Animals? - Values Clarification)</p>	초등학생	<p>- 학생들은 평소 선호하는 동물에 대하여 이야기하며 이 동물이 일하는 것에 대하여 어떻게 느끼는지 의견을 표현한다. 이 활동의 목적은 일하는 동물 문제에 대하여 서로의 가치를 명확하게 하고 학생들이 질문에 대하여 정답이 없음을 이해하도록 돕는 것이다.</p>	<p>- 인터넷에서 일하는 동물의 4가지 표지판을 찾아 만드는 활동을 진행한다. - 4가지 동물 중 학생들은 어떤 동물이 되고자 하는가? 대한 질문에 대하여 토론하며 발표를 진행한다.</p>	<p>- 일하는 동물에 대하여 자신의 설명할 때 수업시간에 배웠던 사실을 기반으로 했는지 평가한다.</p>
		<p>서커스 동물 - 동물의 식습관과 서식지 조사 (Circus Animals - Investigating Diets and Habitats)</p>	초등학생	<p>- 학생들이 서커스에서 공연하는 동물 중에 알게되며 해당 동물이 생존하기 위해 필요한 음식에 대하여 학습한다. - 학생들은 자신이 서커스 동물이라고 생각하고, 해당 동물의 관점에서 편지를 작성한다.</p>	<p>- Peter Spier가 저술한 Peter Spier's Circus(Dragonfly Books 1995). 찬성/반대 유인물, "음식을 얼마나 많이 먹는가?" 유인물에 대하여 작성한다. - 학생들은 동물 애호가의 입장에서 매일 트레이너/조련사/관리자 에게 편지를 작성한다.</p>	<p>- 편지를 작성하는 활동에서 동물의 입장에서 쓰여졌는지, 동물이 요구하는 적어도 다섯가지의 필요사항이 언급되었는지, 적절한 문법과 구조가 포함되어 있는지에 대하여 루브릭 점수로 평가한다.</p>
		<p>대형 천막 아래서 : 서커스에서 일하는 동물에 대한 토론 - 연구, 역할극 (Under the Big Top: Animals in the Circus Debate - Research and Role-Play)</p>	초등학생	<p>- 학생들은 서커스와 관련된 다양한 이해 관계자들에 대한 이야기를 듣고 토론하며, 논쟁의 여지가 있는 이 문제에 대하여 서로 질문하며 답을 찾는다.</p>	<p>- 서커스 동물에 관한 다양한 사람들에 대한 입장을 읽고, 서로 반대되는 입장을 맡으며 직소(jigsaw) 활동을 통해, 각 입장에 대한 과학적 증거를 학습한다.</p>	<p>-자신과 반대되는 관점에 대해서도 적어도 두 가지 주장을 이해 관계자에게 쓰거나 말했는지 평가한다.(학생이 서커스 주인의 역할을 맡았다면 출연하는 동물 서커스 당사자에 대한 논거를 제공했는지에 대하여 평가한다.)</p>
		<p>당신의 입장은 무엇입니까? - 논증, 대화</p>	초등학생	<p>- 학생들은 동물들이 서커스에서 공연해야 하는지 여부에 대한 문제에 대해</p>	<p>- 서커스 소유자, USDA 검사관, 동물 관리 단체 회원, 시의회 등 역할을 맡</p>	<p>학생 프로젝트를 평가한다.(증거의 사용/이해관계</p>

		(Where Do You Stand? -Argumentation/Dialogue)		여 '대립' 할 것이다. 활동의 첫 부분에서 학생들은 문제에 대한 감정을 나타내며, 문제에 대한 의견을 발표하기 위하여 서로 토론한다.	아 역할극을 진행한다. - 두 이해 관계자간의 대화를 포함하는 만화 개발(동물 및 조련사, 동물 조직 회원 및 시의회 의원 등)/ 문제에 대한 이해 관계자들 사이의 장면을 묘사하는 인형극의 개발/ 시의회에서 문제에 대하여 투표할 회의에 대한 사안을 개발 등의 프로젝트를 수행한다.	자 의견/과학 내용 이해/ 논증 활동에 대하여 평가
		알고 있는 동물들에 관한 전체 수업을 담은 e-book; 전자책 (Culminating Project (Whole Class e-book on Working Animals))	초등 학생	- 학생들은 일하는 동물에 대한 정보를 확인하고, 설명하며 이를 전달하고자 전자책을 만드는 활동을 한다.	- 학생들은 알고 있는 동물들에 대한 정보를 다른 사람에게 전달할 수 있는 전자책을 개발한다.	학생들은 전자 책 페이지의 질과 종합성에 대하여 평가(일하는 동물에 대하여 분명하게 식별했는지, 적어도 3가지 이상 포함되었는지, 그림 및 사진 유무, 책을 만들기 위한 기술 사용, 창의성)
4	비만세	초기 토론 : 건강하지 않은 음식을 파는 학교에 대하여 비만세를 부과해야 할까? (Initial Debate : Should Schools Charge More Money for "Unhealthy" Foods?)	초등 학생	- 건강한 식사를 장려하기 위한 노력의 일환으로 미국을 비롯한 일부 국가에서는 건강에 해로운 음식에 대해 더 많은 돈을 청구하는 방안을 고려하고 있으며 이를 '비만세' 라고 정의하고 있다. - 이 프로그램에서는 학생들이 먹기를 희망하는 음식군에 대하여 토론하고, '건강에 해로운(건강하지 않음)' 음식을 포함한 학교 급식이 '건강한 음식보다 더 많은 비용이 부과되는 문제에 대하여 토론한다.	- 학생들에게 비공식적인 SSI 질문("학교 구내 식당은 건강에 해로운 음식에 대하여 더 많은 돈을 청구해야 할까?")에 대하여 그들의 처음 의견에 대해 평가하고, 다른 학생들의 의견을 들은 후에 "건강한 것"과 "건강하지 않은 것"에 대한 의미를 명확히 하기 시작한다. - 아래의 활동 유형 중 하나를 택하여 수행함 1) 종이투표 : 학생 1명당 1개의 메모지 2) Mimio 전자 투표 (미미오 전자 투표) : 미미오 3) 의사 결정 라인 : 한쪽이 "예"로 지정되고 다른 쪽이 "아니오"로 지정하여 교실 바닥에 테이프로 고정함 4) "heads-down" 투표 : 자료가 필요하지 않음	- 학생들에게 SSI 질문에 대한 사전평가로 사용될 "Fantasy Lunch" t-chart를 완성하게 한다. 학생들이 작성한 차트를 바탕으로 평가한다.

<p>식품군 소개 : 나의 건강 접시 (Introduction to the Food Groups : My Healthy Plate)</p>	<p>초등학생</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 식품군에 대한 학생의 지식의 구축에 중점을 두고 있으며, “나의 접시” 프로그램 활동을 통해 권장되는 음식의 비율을 시각적으로 전달한다. - 이 활동을 하는 동안 아이들은 음식을 분류하고, “나의 접시”에서 음식군과 비율을 검토하고 자신의 “건강한 접시”를 만드는 방법에 대하여 기설을 세우고 검증한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 과일, 채소, 단백질, 곡류(탄수화물), 유제품 등 5가지 식품군을 포함한 건강식을 만드는 기회를 통해 학습한다. - 학생들은 활동 단백질, 유제품, 과일, 채소, 곡물 및 다른 주요 식품군에 대해 이름을 붙일 수 있고, 음식을 적절한 카테고리(범주)로 정확하게 분류한다. - 권장 사항에 맞는 비율에 가까운 식사를 계획한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 루브릭 점수로 평가한다(나만의 접시 활동에서 음식군이 모두 포함되어 있는지)
<p>당신의 음식은 얼마나 건강한가요?-방부제의 효과 (How Fresh Is Your Food? The Effects of Preservatives)</p>	<p>초등학생</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 장기간의 관찰 조사를 통해서 학생들은 다양한 음식물의 부패 속도를 관찰하며, 방부제의 효과에 대하여 학습한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 학생들은 곰팡이 균의 성장에 영향을 미치는 요소를 이해하기 위하여 관찰 실험을 진행한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 학생들은 매일 일지에 “당신의 음식은 얼마나 신선합니까?”에 대한 실험의 관찰을 작성하며, 일지를 평가받는다.
<p>6가지 영양소 - 미스터리 게임과 칼로리 라벨읽기 (The Six Nutrients Mystery Matching Game and Reading Labels Carousel)</p>	<p>초등학생</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 학생들은 영양소에 대한 리벨을 읽는 방법에 대하여 학습하고, 6가지 영양소에 대하여 각 중요성을 파악할 수 있도록 한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 컴퓨터 게임을 통하여 학생들에게 식품 영양소와 리벨을 읽는 기술을 익힐 수 있도록 한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 소품과 영양소 카드 게임을 통하여 각 정보들에 대하여 파악하고 있는지에 대하여 평가한다.
<p>소화 : 좋은 영양소의 길 (Digestion : The Path to Good Nutrition)</p>	<p>초등학생</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 학생들은 소화 과정에 대해 배우고 소화 시스템을 통하여 음식의 경로를 따라갈 수 있는 ‘Digestive vests’를 만든다. 소화 시스템을 만드는 활동을 통하여 기계적 소화, 화학적 소화에 대하여 이해하고 소화 기관에 대하여 학습한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 학생들은 소화 과정에 대해 배우고 소화 시스템을 통하여 음식의 경로를 따라갈 수 있는 ‘Digestive vests’를 만드는 활동을 한다. - 학생들이 소화 기관에 들어간 음식을 여러 가지 방법으로 (노래, 춤, 연극 등)을 시연한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 학생들은 일지에 소화 다이어그램을 작성한다. 이 소화 다이어그램에 대하여 루브릭 점수로 평가한다.
<p>지방 찾기.. 치즈버거의 재판 (Find the Fat ... and Cheeseburgers on Trial!)</p>	<p>초등학생</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 학생들은 여러 과자 제품에 대한 종이 백(그리스 시험)을 실시해서 지방의 양을 정확히 설명하고 지방을 대체할 수 있는 저지방 음식을 구별한다. 학생들은 제공된 책자를 사용하여 건강식품이 중요한 이유는 무엇입니까라는 	<ul style="list-style-type: none"> - 기름의 확인이 가능한 종이 그리스 테스트를 통해 고지방 식품과 저지방 식품을 구별하는 활동을 진행한다. - 또한 건강식에 관한 연구 자료를 나누어 주며 해당 기사의 전문가가 되게 한다. 다른 학생들과 건강식 섭취의 장 	<ul style="list-style-type: none"> - 건강식 관련 그룹 토론 참여에 대하여 평가한다.

				질문에 대해 탐구하고 치즈버거가 '건강한 음식인지', '건강에 해로운 음식인지'에 대한 평가를 실시한다.	점과 중요성에 대하여 토론한다.	
		어린 소비자 : 음식 광고의 개발과 평가 (Kids as Consumers : Evaluating and Creating Food Commercials)	초등 학생	- 좋은 영양소에 대한 지식과 더불어, 광고주가 종종 건강에 해로운 음식을 아이들에게 판매하는 방법을 이해함으로써 학생들은 어린이를 대상으로 광고에 대하여 토론한다.	- 학생들은 어린이를 대상으로 한 건강 식품에 대한 광고를 직접 만든다.	- 제작한 광고에 대하여 루브릭 점수로 평가 한다. - 식품의 건강 유무에 대한 이유를 3가지 이상 들었는지, 광고를 아동에게 어떻게 어필하고 있는지?
		마지막 토론과 편지쓰기 : 학교는 건강하지 않은 음식에 대하여 비민세를 부과해야 하는가? (Final Debate and Letter Writing : Should Schools Charge More Money for "Unhealthy" Foods?)	초등 학생	- 학생들은 학교가 건강에 해로운 음식에 대해 더 많은 돈을 청구해야 하는지에 대한 질문에 대하여 투표를 진행하고 자신의 입장에 대하여 결정한다.	- 첫 수업에서 진행한 '가상의 점심식사'를 다시 읽고 와서 학교장에게 본인의 생각을 담아 편지를 보내는 활동을 진행한다.	- 교장선생님에게 보내는 편지가 위의 학습을 진행하면서 배웠던 개념이 5가지 이상 포함되어 있는가 평가한다.
		마트 현장 체험과 먹을 것인가 말 것인가에 대한 슬라이드쇼 (Field Trip to Supermarket and "Eat This, Not That" Slide Show)	초등 학생	- 학생들이 슈퍼마켓을 방문하여 자신이 구입하고자 하는 음식 사진을 찍고 대체할 수 있는 건강한 음식을 찾는다.	- 학생들은 근처 마트의 현장학습을 통하여 판매되고 있는 식품을 구별하여 그것이 건강한지 건강하지 않은지 결정한다.	- 건강에 해로운 음식일 경우 건강한 다른 대안을 만든다. 학생들은 "먹을 음식, 그렇지 않을 음식"에 대하여 발표한다. 최소 10가지 이상의 슬라이드와 20장 이상의 사진을 찍어야 하며, 관찰일기를 바탕으로 평가된다.
5	희토류 채굴	희토류 원소 소개/지구의 희귀 물질 소개 (Introduction to Rare Earth Elements)	고등 학생	- 희토류 원소(희귀 물질 원소, REEs)로 만드는 제품 및 재료와 이러한 물질에 대하여 중국과의 의존도에 대한 딜레마에 대하여 학생들에게 소개한다.	- 학생들에게 REEs를 채굴할 수 있는 곳과, 그들이 의존하고 있는 제품이 앞으로 제공되지 않는 이유에 대한 아이디어를 브레인스토밍 하게 하며, 화이트보드 활동을 이용한다. - 광물 소비 시트 활동지 완성한다.	- 학생들은 수업 토론에 참여함으로써 관찰되고 평가되며, 학생들이 작성한 광물 소비 시트 자료를 평가한다.

	<p>락 앤 롤 : 판 구조와 암석 주기 (Rock and Roll: Plate Tectonics and the Rock Cycle)</p>	<p>고등 학생</p>	<p>- 학생들은 평생 동안 소비하는 광물의 총량을 계산한다. 우리가 매년 소비하는 '수요 측면'의 광물 생산을 살펴보는 것이며, 광물 자원의 공급(이용 가능성)이 바뀌면 삶이 어떻게 영향을 받을지에 대하여 고민하게 한다.</p>	<p>- 특정 상품에 대한 온라인 검색을 수행한다. - 유인물을 작성한다.</p>	
	<p>구성 원소, 암석 및 광물 (Elements, Rocks, and Minerals)</p>	<p>고등 학생</p>	<p>- 학생들에게 가능한 다양한 광물을 보여 주며, 광물 표본을 구별할 수 있는 전통적인 방법(예 : 모스 경도 척도, 줄무늬 색, HCl과의 반응성)이 무엇인지 설명하게 된다.</p>	<p>- 경도, 줄무늬 및 산성 물질과의 반응과 같은 특징을 기반으로 암석과 광물을 구별하는 테스트를 수행한다.</p>	<p>- 학생들이 팀에서 일하면서 협업하는 방법과 참여, 집중도 따라 평가한다.(그룹 이해 정도, 참여 정도, 협업 정도)</p>
	<p>케이크 채광 : 광물 자원의 확인과 매립/개간 (Cake Mining: Identification and Reclamation of Mineral Resources)</p>	<p>고등 학생</p>	<p>- 광석 및 기타 지구 물질을 나타내는 활동으로 적용하여, 학생들은 채광 및 개간(가척) 계획을 개발하고 광산의 경제적 및 환경적 영향에 대하여 이해한다.</p>	<p>- 학생들이 광산에 대하여 배운 것을 케이크를 활용하여 시뮬레이션 활동 진행(만들기 활동) - 화이트보드에 학생들의 대답을 쓰고, 읽기 과제에 대하여 검토한다.</p>	<p>- 학생들은 학급 토론 참여 수준에 따라 평가한다. - 케이크 활동을 할 때 학생들은 일하는 시간, 과제 수행 시간, 계획에 대한 깊은 생각, 그룹 발표에 따라 평가된다.</p>
	<p>더 깊게 파고 들기 : 논란이 여지가 있는 문제를 탐구하기 (Digging Deeper: Exploring the Controversy)</p>	<p>고등 학생</p>	<p>- REEs가 미국에서 채굴되어야 하는지에 대한 문제에 관하여 주요 자료들에 대하여 조사한다.</p>	<p>- 직소 협동학습 전략을 사용한다.</p>	<p>-참여도 및 협동성 - 팀 발표는 또한 정확성과 완전성에 대하여 평가한다.</p>
	<p>의사 결정 과정 (The Decision-Making Process)</p>	<p>고등 학생</p>	<p>- 학생들은 자원 공급에 대한 자립성을 가지기 위해, 희토류 광물을 채굴하기 시작해야 하는가에 대하여 논쟁을 하며 서로 의견을 교환한다.</p>	<p>- 녹색 기술 중소기업 소유자(제품 제조 및 신기술 개발에 REEs가 필요함), 지역 사회 시민 (제한된 광산 근처에 삼), 광업 회사(REEs 탐사 및 광업 계약), 환경 단체, 미군 (장비에 있는 유해 물질 사용, 국가 안보 문제), 정치인들(특히 외교 정책과 중국과의 관계에 관심이 있음) 의 역할을 무작위로 배당하여 역할극 진행한다.</p>	<p>-그룹 의사 결정 활동에 참여도에 따라 평가한다. -SSI 질문은 의사 결정 과정을 얼마나 잘 적용했는지에 따라 평가한다.</p>
	<p>토론 : 미국은 희토류 원소를 채취해야 할</p>	<p>고등 학생</p>	<p>- 희토류 물질이 채굴되어야 하는가에 대한 질문에 대하여 공감대를 형성</p>	<p>- 문제에 대하여 반 구조적인 토론에 참여하며, 학생들은 단원 중 배운 내용,</p>	<p>- 토론과 보고서는 요약 평가로 사용한다.(토론 평</p>

		까? (Debate: Should the United States Mine Rare Earth Elements?)		하려는 목표를 위해 토론 진행한다.	주제에 대한 생각과 의견(예와 타당성을 가지고) 무엇인지, 그리고 이 단원에서 배운 내용이 미래에 어떤 결정을 내릴지, 어떻게 영향을 미치는데 대하여 3-5p 분량의 보고서를 작성한다.	가 시트는 토론에 참여한 사람과 토론의 질을 파악하기 위하여 보관
6	제약 시장	우리는 가족 : 미국에서의 처방약 사용의 보급 (We Are Family: Prevalence of Prescription Drug Use in the United States)	고등학생	- 학생들에게 현재 제약 산업의 상황에 대한 사회적 및 윤리적 측면과 더불어 미국에서 의약품 사용에 대한 유행과 관련하여 학생들과 자신의 가족의 현재와 미래에 대한 처방약의 관련성에 대해 토론한다.	- 의약품 사용의 성행에 대한 통계 데이터를 분석하고 가족을 위한 '제약 요인'을 계산한다. - 연령 집단을 기준으로 미국에서 취한 의약품 수를 파악한 후에 제약 산업과 관련된 몇 가지 문제에 관하여 전반적인 토론한다. - 우리는 가족' 평가지 작성한다.	- 우리는 가족' 평가지의 정확도를 평가하고, 토론을 통하여 참여도에 따라 관찰한다.
		병안에 무엇이 들어 있나? 제약 성분 연구 (What's in the Bottle? Research on Pharmaceutical Composition)	고등학생	- 제약 화합물 및 약물의 빈 병/용기를 살펴보며 화학 공식과 일상 의약품 간의 관계를 인식한다.	- 처방되고 처방전 없이 구입할 수 있는 의약품에 대하여 인터넷 조사를 실시한다.(약물 프로필 시트를 완성)	- 학생 프로필 시트의 정확도와 완성도를 평가한다.
		약물은 어떻게 작용하나? 분자 모형과 약물-표적 상호작용 (How Do Drugs Work? Molecular Models and Drug-Target Interactions)	고등학생	- 일반적인 약물 및 화합물의 기본 구조에 대하여 학습하며, 학생들은 약물이 어떻게 표적과 상호작용 하는지에 대하여 알아본다.	- 분자 모형 키트(또는 대체 물질을) 사용하여 일반적인 약물 화합물의 모형을 만드는 활동을 진행한다. - 약품관련 데이터 베이스 자료를 찾는 활동을 진행한다.(약물은 어떻게 작용하는가 유인물 작성)	- '약물은 어떻게 작용하는가?' 시트의 완성도와 정확성을 평가한다.
		약물은 어떻게 만들어 집니까? 약 합성하기 (How Are Drugs Made? Creating a Synthetic Drug)	고등학생	- 학생들은 미국의 의약품 개발 및 규제에 관한 자료를 읽으며, 아스피린의 핵심 구성 요소를 확인하고, 그 제조 방법을 설명하여 제약 개발 및 승인을 둘러싼 규정 및 과정에 대해 토론한다.	- 아스피린을 합성하는 실험실 활동을 진행한다.	- 실험 절차의 성공적인 수행과 과제에 대한 완성도와 정확도를 토대로 평가한다.
		바이옥스 : 사례 연구 (Vioxx: A Case	고등학생	-바이옥스 사례 연구를 통해 시장에서 의약품을 제거하는 과정에 대하여 학	-의약품 규제와 관련된 과학적, 윤리적, 경제적 고려 사항을 다루기 위하여	- 질문에 대한 응답 및 최종으로 작성한 권장 사

		Study)	습한다. 임상 시험과 관련된 목적과 과정을 명확히 밝힐 수 있을 것이며, 의약품 시장에서 제거함으로써 오는 복잡한 과학적, 윤리적, 경제적 결과를 인정하게 된다.	'Amanda의 부재 : 바이옥스를 시장에서 차단해야 하나?' 라는 온라인 활동을 진행한다. - 바이옥스에 관한 온라인 사례 연구를 수행하며 서면으로 추천서를 작성한다.	항에 의하여 평가한다.	
		소의회 청문회 : 처방 약은 TV에서 금지되어야 하나? (Congressional Subcommittee Hearing: Should Prescription Drugs Be Banned From TV?)	고등 학생	- 학생들이 '소비자에게 직접 호소하는(DTC)' 제약 광고가 텔레비전에서 금지되어야 하는지에 대한 여부를 조사하고 토론한다.	- 특정 역할에 배정되며, 가상의 의회의 소위원회가 개발한 보고서에 기반하여 문제에 대한 법안을 작성한다.	- 학생들은 2주간의 활동 뿐 아니라, 발표 및 토론에 대하여 반성 보고서를 작성해 왔는데 이 보고서를 토대로 평가한다.(이해 수준, 주요 쟁점에 대한 이해, 논쟁의 복잡성에 의하여 평가)
7	우주 개발원	지구 밖 외부 공간의 소유자는 누구인가? - 그림과 퍼즐을 이용한 문서 연구 (Who Owns Outer Space? - Video and document research using Jigsaw)	고등 학생	- 학생들이 외계인의 인간 거주지에 대한 아이디어를 소개하는 비디오를 시청하며 다양한 문서를 사용하여 연구를 수행하고, 행성의 자원 활용과 개척 방법에 관련된 사회-과학적 문제를 탐구하기 시작한다.	- 아래의 네 가지 질문에 대하여 전문가 그룹이 되어 직소 활동을 수행한다.(인류를 태양계로 확장시키는 것이 지구의 사회 및 문화에 어떠한 영향을 미치게 될까?/ 인간의 정착 및 우주에서의 다른 활동을 규제하는 법적 시스템, 윤리적 시스템 및 기타 유효한 시스템은 무엇인가?/ 우주 정착은 우주의 식민지화일까? /인간은 타 행성의 자원을 활용하고, 환경을 개척할 권리를 가지는가?)	- 질문에 대하여 제출한 답변을 평가한다.
		지구 밖 외부 공간의 소유자는 누구인가? - 그림과 퍼즐을 이용한 문서 연구, 우주 관련 이해 관계자들 :UN, 국가기관, 합의 단체, 특별 이익 집단 (Space Players (Role-play a meeting between the United Nations, national agencies, settlement	고등 학생	- 학생들이 외계 행성 정착에 관한 의사 결정과 관련된 다양한 이해 관계자의 역할을 맡게 됨. - 학생들은 동료들과 함께 우주 탐사/자원 수집(착취)에 관한 질문을 분석하고 할당된 이해 관계자의 입장에서 토론한다.	- UN, 국가 단체, 정착을 원하는 단체, 특별 이익 단체 등 역할을 맡아서 토론을 준비한다.	- 학생들은 팀의 연구 참여와 회의 참석에 대하여 평가 받는다.

		companies, and special interest groups)				
		행성에 대한 자세한 사실들 - 행성에 대한 상세한 모델 및 포스터를 개발하고 합의 신청서 작성 (Planetary Particulars (Developing a detailed model and poster of their planet and completing an application for settlement))	고등 학생	- 학생들은 외계 행성에 대한 상세한 입체 전시물, 포스터, 정착 신청서 등을 개발하기 위하여 행성의 거리, 크기 및 구성요소 등 우주와 관련하여 다른 천체 사이의 관계에 대한 광범위한 연구를 수행한다.	- ‘우주의 어느 곳에서나 정착을 할 수 있다면, 어떤 특징을 가지고 있는 행성을 찾겠습니까?’에 대한 질문에 대하여 합의를 이끌어 내는 활동을 진행한다. - 합의에 관한 입체 건축물(디오라마) 및 포스터를 제작하는 활동을 하며, UN에 제출할 합의안에 대한 세부 신청서를 작성하여 검토한다.	- 학생들은 포스터 보드와 디오라마, 유인물에 대한 채점 정보에 따라 평가된다.
		UN 투표 - 행성에 대한 제안서 발표 및 행성에 대한 합의를 이끌어 내기 위한 UN의 찬/반 투표 United Nations Vote - Presentation of planet proposals and United Nations vote on approval or denial of planetary settlement application)	고등 학생	- 학생들이 자신의 행성 정착에 대한 승인 또는 거부에 대한 투표를 위하여 자신의 디오라마, 포스터 및 신청서 등을 포함하여 자신의 행성에 대한 제안서를 UN에 제출하는 활동 진행한다.	- 디오라마, 포스터 및 프로그램을 사용하여 자신의 행성 정착을 위하여 본인의 ‘사례’에 대하여 제시하는 5분의 발표를 진행한다. 발표 후에 투표로 우주 개발권에 관한 의사결정을 하는 역할 활동을 수행한다.	- 학생들은 질문에 대한 페이지 뿐 아니라 프로젝트에 대한 평가를 받는다.
8	가상 국립 환경/에너지를 위한 센터, 도시를 오 시키는 라돈 (Radon)	과학교사를 위한 생물학 적용 (Applications of Biology as Part of a Preservice Program for Science Teachers)	생물학 응용 교과를 듣는 예비 과학교사	- 각 학생에게 강좌 수업 중에 대중 언론매체의 기사에서 10개의 보고서를 찾아 비평하도록 요구함 - 학생들은 역할 연극, 논쟁, 도서관 검색, 브레인스토밍, 문제 해결, 개별과 모둠 프로젝트의 보고, 사례연구, 학급 토의, 다양한 공동체 조직에서의 발표와 같은 다양한 학습 경험에 참여	- 학생 프로젝트 - 학생들은 역할 연극, 도서관 검색, 브레인스토밍, 문제 해결, 개별과 모둠 프로젝트의 보고, 사례연구, 학급 토의, 다양한 공동체 조직에서의 발표와 같은 다양한 학습 경험에 참여한다.	- 각 학생이 수행한 조치들을 기록하고 증거를 조합하여 자신의 입장을 정교화하는 기말 보고서를 준비한다. - 수업 프로젝트는 모두의 노력으로 진행되기 때문에, 개별 학생의 평가가

	데이트/강간/약물, 지구 온난화, 대체 에너지원, 자유 변형 식 품, 청 소 년 에 너 지 음 료, 노 병, 시 수 질 재 오 염, 활 용, 스 테 리, 양, 복 제			<p>하게 됨</p> <ul style="list-style-type: none"> - 연구한 문제와 이슈들은 모두 학생들이 직접 찾아내고 확인한다. 		<p>각 모둠의 다른 학생들에 의해 완성한다.</p>
9	해양 보존	해변조성 : 위기에 처한 공동체 (Beach Nourishment: A Community Crisis)	15~18 세 (10~12 학년 학생)	<ul style="list-style-type: none"> - 플로리다의 Seaside City는 몇 년 동안 심각한 해변 침식 때문에 고통 받아 왔다. 학생들은 이 마을의 시민이 되어 해변을 폐쇄할 것인지, 관광 산업의 중요성 때문에 해변을 복구하는 것을 재정적으로 지원할 것인지에 대하여 토론하고 투표로 결정한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 학생들이 다양한 관점을 가지고 해변 복구를 조사하기 위한 인물로 가정하여 해변 침식과 복구의 운영에 대하여 비판적으로 추론하고 논쟁하는 역할놀이를 진행한다. - 블랙박스 활동 및 논쟁과 같은 수업 활동을 진행한다. 	
10	나노 기술	세탁하기 위해 드는 비용은? (Clean-At What Cost?)	고등 학생	<ul style="list-style-type: none"> - 은나노 입자를 항균제로 결합시킬 수 있는 제품 소개하며, 학생들은 제품을 조사하고 학급 전체를 대상으로 발표하며 기술이 사회에 주는 시사점을 토론한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 역할놀이 논쟁을 통해, 학생들은 여러 가지 관점들로부터 기술을 조사한다. - 은나노 입자가 세균에 미치는 효과를 검증하는 실험을 수행 (제조업자들의 주장과 자신들의 실험결과를 연결한다). 	<ul style="list-style-type: none"> - 사전사후, 관찰평가
11	신종 전염 병 (바이러스)	Emerging Disease Research (전염이 되는 질병 연구)	고등 학생	<ul style="list-style-type: none"> - 7주간의 글쓰기 심화프로젝트를 개설하여, 고등학교 학생들을 연구도제로서 참여하도록 한다. - 학생들은 신종 전염병과 이 전염병 	<ul style="list-style-type: none"> - 문제중심학습(PBL)을 활용하는 프로젝트로, 학생들은 글쓰기 활동에 여러 차례 참여하고, 신종 전염병을 관리하는 방법들에 대해 형식적, 비형식적 의 	<ul style="list-style-type: none"> - 글쓰기 산출물은 참 평가 전략에 따라 평가한다. - 학생들이 추진한 연구 프로젝트의 산출물에 대해

				을 관리하는 것에 대해 학습한 후, 전염병을 일으킬 수 있는 가상의 바이러스를 임의로 설정하고 연구한다.	<p>시소통을 진행한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 학생들은 과학적 의사소통 유형 가운데 최소한 4개 최대 7개 종류를 익혀야 한다. (뉴스 보도, 공보책자, 주간 신문, 프로젝트 웹 페이지, 공식 서면 발표 또는 공식 구두 발표 등을 포함) 	발표 할 때, 학생들이 활용하는 문장의 구조, 전달하는 방식, 발표하는 능력이 얼마나 성공적인가 초점을 두고 평가한다.
12	숲에 서 질소 순환 과	Environmental Science Summer 여학생들을 위한 환경과학 여름 연구 경험 (Research Experience for Young Women, E.S.S.R.E)	9학년, 10학년 여학생들	<ul style="list-style-type: none"> - 표준 미세기후와 미생물학 프로토콜을 사용하여 여러 가지 중요한 미생물과 무척추동물의 밀도 및 무기 영양분의 분포를 측정하며, 자신들의 관측 결과에 기초하여 가설을 설정하고, 통제된 현장 실습을 독자적으로 설계하여 가설을 검증한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 3~4명이 팀을 이루어 현장 연구 조사 수행한다. 또한, 여학생들은 숲 보호 지역에서 의미 있는 변화를 만들기 위한 방법을 제안하기 위하여 학교 관리자와 이사회를 대상으로 발표한다. 	
13	식물 생활사	체험활동 프로그램 : 브룩빌 공원은 어떤 종류의 수계 동물이 살고 있으며, 상호 어떻게 연관되어 있는가? (Explore! Program)	고등학생	<ul style="list-style-type: none"> - 고등학교 방과 후 과학심화 프로그램이며 환경과학 주제로 6단계 활동으로 구성하고 대학 교수진과 심수향해스쿠버클럽(AVSC) 회원들과 함께한다. - 학생들은 4개 대학을 방문하고 그 대학에서 제공하는 교육과 전문 직종에 대한 정보 및 공원 생태계에 초점을 맞추고 관련 정보를 학습한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 그룹 프로젝트 보고서를 검토하면서 연구문제를 도출한다. (동물 생활사, 사람의 영향, 물리적 조건, 생물적 환경, 종 사이의 관계, 상호 의존성 등) - 또한 대학교 해양과학 연구소를 방문하는 체험활동을 진행한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 반성적 평가 루브릭 채점방법 - 사전 및 사후 평가 (자연현상에 대해 의문을 가지는 지/개별 또는 그룹으로 정보와 아이디어를 수집하고 공유하면서 직업하는 지/테크놀로지와 도구를 활용/다양한 방법을 동원하여 자료와 결과를 발표/사실과 정보에 근거한 결론을도출)
14	지구 온난화	지구 온난화 : 온도상승 (Global warming: Turning Up the Heat)	고등학생과 예비교사	<ul style="list-style-type: none"> - 학생들은 교사의 안내를 받기보다 유명한 연구를 수행하는 과학자의 안내를 받으며, 다양한 상호작용을 통해 필수적인 핵심 개념을 배우고 도전적인 과제를 완성한다. - 학생들은 모듈을 공동 집필한 과학자들과 동일한 탐구과정에 참여하기 위해 연구소를 방문하며, 학생들은 환경 관련 문제에 대한 결론을 도출하기 위해 실제 자료를 조속한다. 학생들은 실중재 오염으로 인해 펜실베이니아 	<ul style="list-style-type: none"> - '지구 온난화 : 온도상승' 활동 내용에서는 동위원소에 대한 간단한 소개와 빙하층의 표면 온도를 연구하는 방법을 소개한다. - 모듈을 구성하는 활동지를 완성하는데 약 35-40분 소요한다. - CHANCE의 독특한 평가 기록 도구인, 진행노트(a Progressive Notebook)에 9가지의 개방형 질문에 대한 답을 기록한다. - 학생들은 후에 스크립 해양연구소에 	<ul style="list-style-type: none"> - 학습 평가는 학습내용의 통합과 적용을 독려하는 사전 현장답사 과제, 현장중심 학습경험, 사후 현장답사 과제의 3가지 과정을 포함하는 통합 모델로 이루어진다. - 학생들이 지식과 탐구 기능을 발휘하도록 만드는 과제를 제시하고 수행평가를 포함하고 있다.

				서부에 사는 특별한 양서류 개체군이 감소하는 증거를 제공한 연구를 분석한다.	서 하와이 마우나로아로부터 수집한 자료를 가지고 대기 내 CO2 변화를 측정, 후에 그린란드로 이동하여 광의 기후 변동을 이해하기 위해 빙핵 샘플을 가져오는 실험 활동을 진행한다.	
16	마리화나의 안정성	Marijuana Safety (마리화나의 안정성)	11~12학년 학생	- 학생들에게 약물의 효과와 뇌의 특정 영역에 미치는 효과를 탐색하는 기회를 제공하며, 교실에서 논쟁과 크고 작은 그룹 토론을 통하여 기본전환용 약물과 위험의 개인적인 한계점에 대한 자신들의 핵심 신념과 직면하도록 한다.	- 교실 안에서의 논의 & 논쟁활동 - 크고 작은 그룹 토론	
17	석유 유출	Tampa 만의 석유 유출, 엉망이군 (Oil Spill in Tampa Bay, What a Mess!)	15~18세 (10~12학년 학생)	- 탐파만에 불어 닥친 허리케인 때문에 유조선이 모래톱에 좌초된 상황에서 유조선의 선체가 찢어져 열리면서 수천 갤리의 연유가 담과 어귀에 쏟아지는 상황 도입으로 시작한다. - SSI 단원을 하는 동안 학생들은 기름 유출, 기름 오염, 기름에 대한 의존성을 포함하여 기름의 영향에 대하여 조사하는 활동을 펼친다.	- 학생들은 기름 제거 방법과 청소를 위한 자원 마련 방법, 앞으로 유조선이 들어오도록 허락할 것인지 여부의 결정권이 부여된 가상의 마을 주민으로서 역할 놀이에 참여한다. - 더 나아가 기름 배달이 허락되었을 경우, 학생들은 미래의 기름 유출 사고를 막기 위하여 더 좋은 유공선을 제조하도록 하기 위한 법률과 가이드라인을 만든다.	- 블랙박스 활동 및 논쟁과 같은 수업 활동을 평가한다.
18	적조 현상	적조: 위험에 빠진 공동체 (Red Tide: A Community in Crisis)	15~18세 사이의 10~12학년 학생	- 인간이 환경에 미치는 영향에 대한 단원의 일부분으로 발표, 탐파만에 불어 닥친 허리케인 때문에 유조선이 모래톱에 좌초된 상황에서 시민들은 해변을 폐쇄할 것인지, 관광 산업의 중요성 때문에 해변을 복구하는 것을 재정적으로 지원할 것인지에 대하여 투표하도록 요청한다.	- 여름 관광 시즌 동안 나타난 적조 현상 때문에 고통을 받음, 학생들은 다양한 형태의 조류의 구조, 특성, 지리적 적조를 일으키는 원인으로 알려진 karenia brevis라는 유해한 적조에 대한 이슈를 비판적으로 추론하고 논쟁하기 위하여 시나리오에서 기대권을 가지고 있는 다양한 인물들의 역할을 맡는다.	
19	온실 효과	환경과학에서 이슈 기반 학습 및 탐구 (Issues-Based Learning and Inquiry in Environmental Science: Meeting the	11학년	- 학생들은 학교 지역사회를 위한 온실 설계, 지역에서 지정한 공원을 위해 57년 숲 운영 수확 계획 마련, 그리고 북부 원주민들을 위한 수자원 미폐기물 처리 시스템을 고안한다. - 각 주제에 내에서 학생들은 그룹마	- 학생들이 만든 정보지를 최고점 활동 시간에 사용한다. - 각 그룹은 독립변인과 종속변인 사이의 관계를 분석하고 자신들의 이론을 도출하는 과정을 보여주기 위해 비디오를 찍으며, 다른 학생 그룹은 '과학하	- 평가를 전문가 그룹 요소, 그룹 보고서, 인터뷰 세 부분으로 나눈다. - 보고서는 설계성, 연구와의 관련성을 평가한다. - 언어적 의사소통 능력,

		Third Goal of the National Science Education Standards)		다 자신의 연구주제를 선택하고, 자신의 방법을 개발하고, 검증을 거쳐 탐구결과를 보고서와 학회 자료의 형태로 논문을 작성해 봄으로써 개방적 탐구를 수행한다.	는 공동체'로서 활동을 하면서 자신들의 연구방법과 분석에 대해 발표한다.	알고 있는 지식을 평가하며, 학생 개별적으로 지식이나 핵심 내용을 얼마나 많이 알고 있는지를 평가하기 위해 수업 마지막 주에 총괄평가를 실시한다.
20	환경에 대한 무, 환경의 지속가능성과 과감 임감	Tahoma 야외 학교 (Tahoma Outdoor Academy)	도심 지역의 한 고등학교의 학생들	- 세 명의 교사가 야외 환경교육과 생태학을 자신의 학생들의 요구에 맞춘 기존 자료로 편집하여 설계하였으며, 해당 학년의 1년 동안 진행되는 프로그램은 먼저 물에 대한 단원(9월~12월분)으로 시작 한다.	- 1일에 한 번씩 만나서 하루 종일 야외학습에 참가 - 모든 학생들은 과학 한 시간, 언어영역 한 시간, 그리고 건강 및 피트니스 한 시간 수업에 참여한다. - 1년 동안 진행되는 프로그램은 물에 대한 단원으로 시작, 레크리에이션과 같은 활동을 통해 자연 세계와의 연결 탐색, 언어 영역에서는 강 바다, 인간 삶에서 그것들이 하는 역할에 대한 책을 읽음, 과학시간에 수서생태계를 공부하고 마을에 있는 강을 찾아가 건강한 강에 한 가지씩을 탐색하는 야외 조	- 학습결과를 평가하기 위해 교사는 전형적인 퀴즈에서 간단한 반성적 의견에 이르기까지, 그리고 통합적 연구와 연구보고서도 활용한다. - 종종 수업은 일반적인 주제 위에 구축되며 과학, 언어영역, 그리고 피트니스 기능과 개념들의 적용이 필요한 통합된 평가를 적용한다.
21	산호 표백화	병들어가는 산호의 사례 : 해양 소양 원칙 (The Case of the Sick Coral)	하와이 지역의 고등학교 학생	- 고등학교 학생들이 산호가 차등화된 감염 정도에 따라 어느 정도 표백되는지에 대한 가설을 만들고 테스트하도록 안내한다. - 학생들은 산호 표백화 사건의 원인을 조사하는 연구를 고안하고 실행하는 임무를 맡으며, 학생들은 산호 표백화의 개념에 대해 소개를 받고 산호의 생물학과 생리학에 대한 토의를 통해서 과학탐구로 활동을 진행한다.	- 산호 표백화에 대한 설명이 정확하지를 결정하는 실험을 고안하며 실험을 수행한다. - 조사한 자신의 자료를 모으고 조사하면서 탐구의 교수 단계에서의 능동적 참여자가 되며, 형식적 연구보고서로 절정에 이르며 과학 기사 형태, 과학 보고서 형태로 제출한다. - 전통적인 방식으로 목표로 설정한 내용을 다룰 수 있을 뿐 아니라, 비전통적 방식(포스터, 에세이, 시, 구두로 이야기 만들기, 프로젝트에 효과적으로 참여할 수 있는 능력 보여주기)로도 가능하다.	- 프로젝트 그 자체로 핵심 활동과 총괄 평가를 자연스럽게 이끌어 나가며, 수업 단계에서 형성 평가를 지속적으로 실시할 수 있는 기회를 많이 제공한 다. - 총체적 수행 기반 평가를 탁월하게 해낼 수 있음. 파워포인트를 이용한 형식적 발표 뿐 아니라 과학 포스터, 오픈 하우스를 포함한다.
22	우리 주변의 환경(동식)	활동중심 야외학습 탐험 (HOLA : The	유치원에서	- 교외 정원, 그린하우스, 공원 인근에 위치한 자연보호 센터를 활용할 수 있는 지리적 여건을 이용하여 학년별	- 다양한 활동은 학교 내 구성원(교사, 학부모, 학교장) 학생과 학생간의 대화와 토론을 포함한다.	- 과학적 지식을 학습한 후 교육과정과 학습내용에 대해 공식적으로 평한다.

	물)	Hands-on Outdoor Learning Adventure)	8학년 까지의 학생들	로 환경을 보호하는 개인별 책임에 관련된 특별 주제와 활동에 참여한다.(3학년 : 대서양 연어가 회귀하는 것에 대한 연구, 4학년 : 레크리에이션용 선박들이 이동하는 수로의 생물체 개체군에 대한 연구, 6학년 : 서쪽 강에서 카누를 타면서 새를 관찰하는 연구)	- 학년별 특정 동물도 선정하여 연계시키고 있으며, 이 동물들을 학년별 특별 환경 연구를 진행하는 과정에서 주요 주제로 적용함(1학년 : 온도 변화에 따라 도마뱀의 변태 과정을 연구, 2학년 : 애벌레에서 나비까지의 한 살이, 4학년 : 비다거북의 이주 패턴)	- 대안적 평가 방법 사용 : 학생들은 개방형 질문에 대해 1개 이상의 정답을 찾는다. 교사는 학생 상호 간의 토론과 대화 과정을 관찰하고 평가한다.	
23	농 작 물 의 해충	누가 우리 옥수수를 먹었는가? (Who Ate Our Corn?)	초등학 교 2학년 3-5학 년, 중학생, 고등학 생	- 교사들이 지역 USDA/ARS 연구 실험실에서 개최되는 2일간의 미니 여름 프로그램에 참여함으로써 교사들이 자신의 학생들에게 '대중 담화에 지적'으로 참여하고 과학적이고 기술적 고려를 다룬 문제들을 가지고 논쟁하는 데 참여하도록 돕는다.	<ul style="list-style-type: none"> · 실험 활동 : 해충 키우기 · 실험 활동 : 스스로 주제에 대한 질문을 만들어 질문의 답을 찾기 위해 실험 · 실험 활동 : 스스로 정한 기설 설정을 통하여 실험 · 열린 탐구 (연구 프로젝트) 	<ul style="list-style-type: none"> · 꼭두각시 인형을 만들어서 다른 학생들에게 한살이에 대해 인형극으로 풀어내기 · 한 살이에 대한 큰 삽화 만화책 제작 · 질문을 스스로 제기하고 답을 하면서 발레의 한 살이에 영향을 주는 먹이 유형을 탐색 · 프로젝트를 학교 내에서 발표함 · 연구소 곤충학자와의 자문을 통하여 곤충의 한살이의 길 이외에 대한 온도 변화의 효과에 대해 알아냄 	<ul style="list-style-type: none"> - 학생 연구 발표일 (Student Research Presentation Day, SRPD)로 학생 그룹/ 학급 연구물을 발표함(프로그램 관계자들의 학교 방문 및 학교장, 교육청의 과학 담당 장학관이 함께 초대됨) - 학년 말 행사에 과학 학술모임이나 학회와 유사하게 진행되어 포스터와 논문을 발표 - 발표일의 활동들은 '실질적 학습'에 대한 테스트가 됨
24	지구 온난화	지구 온난화 (Global warming)	중학생	- 지구 온난화와 관련된 영상을 시청하고, 학생들에게 '해당 영상에 대하여 어떻게 생각하는지', '영상이 무슨 문제를 다루고 있는지', '이 주제가 왜 문제인지'에 대하여 의문을	-비디오 시청후 교사의 질문에 답하기 위해 그룹으로 백과사전, 잡지, 서적을 사용하여 해당 지식을 습득한다. - 실험실 활동을 통하여 결과를 해석하며, 기후변화 전문가와의 인터뷰를	-총 3차의 중간고사 실시 - 학생들이 산출한 포스터 평가	

			가진다.	진행한다.	
25	휴대 전화 전자파의 유해/무해성	휴대전화 사용은 위험할까? (Are mobile phones hazardous?)	- 같은 신문으로부터 나온 휴대전화 사용에 대한 기사를 비교하며, 이 제공된 기사들을 바탕으로 미래에 새로운 휴대폰을 구매할 때 자신의 선택에 대하여 결정하기 위해 토론한다.	- 제공된 기사를 통하여 정보를 찾는 활동을 진행한다. - 자신이 사용하는 휴대전화에 대한 결과에 따라 의사결정을 하며, 미래 휴대전화 구입 시에 본인의 선택을 결정한다.	
26	지구 온난화	나와 우리가족과 지구 온난화 (Me, my family and global warming)	- 학생은 자신과 본인 가정에서 이산화탄소 배출을 줄일 수 있도록 돕는 방법에 대한 아이디어를 찾는다. - 학생들은 생태학적이고 과학적이면서 경제적이고 사회 측면을 고려한 다른 대안을 조사한다.	- 학생들은 가족들이 사용하는 운송 수단에 대한 경로를 찾고, 모터를 이용한 탈 것을 어떻게 이용할 것인지 찾는다. 이산화탄소 배출 감소를 위하여 가정에서 할 수 있는 실질적인 계획을 만들어 내는 활동을 진행한다.	
27	레이저 치료법	근시를 위한 레이저 치료법 (Laser treatment and near sightedness)	- 한 여성이 시력 향상을 위한 레이저 치료를하기로 결정한 상황을 도입으로 한다. 레이저 치료는 많은 비용이 드나, 이 비용은 보험처리가 되지 않는다. 이러한 문제 상황을 제시하여 학생들의 이러한 문제에 대한 자신의 의사 결정을 하기 위해 토론한다.	- 학생들은 레이저 치료가 가치가 있는 치료법이라면 개인과 사회 중 누가 비용을 지불해야 하는지에 대한 문제를 결정한다.	
28	인공 달팽이관	듣지 않을 것인가? (hear or not to hear? 들들 것인가?)	- T.S Boyle(2007)이 쓴 Talk, talk에서 선천적 청각장애를 가진 DANA라는 여자주인공과 그의 남자친구가 여자주인공의 인공 달팽이관 수술에 관하여 다른 관점을 가지고 있는 상황으로 시작한다. 학생들은 자신과 다른 관점의 주장에 관하여 이해하는 것을 배운다.	- 서로 다른 관점을 이해할 수 있도록 교사와 학생이 서로 토론하는 활동을 진행한다.	
29	다이어트	너는 무엇을 먹니? (You are what you eat?)	- 과체중인 사람에게 그들의 건강을 증진시키는 방법과 생활습관을 변화시킬 수 있는 방법에 대하여 제안하고 있는 스웨덴의 '너는 무엇을 먹니'라는 TV 쇼를 차용하며, 학생들에게 음식에 대한 정보를 비교하고, 운동이나 건강에 대하여 주어진 조언들 및 정보	- 학생들은 자신의 생활 습관에 대하여 의사 결정을 하게된다.	

				들에 대하여 면밀히 조사하도록 유도한다.		
30	교내 매점의 식음	학교에 있는 음식은 친환경적일까? (Climate-friendly food in school?)		- 학교 매점에서 어떠한 음식을 제공하고 있는지 확인하여, 학생들은 만약 다른 음식으로 대체할 수 있다면 어떤 음식으로 대체할 것인지에 대하여 찾는다.	- 학교 교장선생님께 교내 매점의 음식에 대하여 변경을 요청하는 편지를 쓴다.	
31	기후 변화	기후 변화의 법정 소환 (The climate change before the court)	중학생 (15-16세)	- Youtube에 게시된 텔레비전의 정치적 풍자인 '지구 온난화를 유리하게 바라보기' 비디오를 이용한다. 비디오의 기후 변화와 그 결과에 대한 사실은 왜곡되고 과장되어 있으며, '독일 북해 연안에서 더 따뜻한 여름과 그림자가 드리워진 해변을 누가 환영하지 않는가?' 라는 미디어 클립이 예비토론을 유발한다. - 시나리오는 잠재적인 운전자 수를 줄이고 이산화탄소 배출을 줄이기 위하여 합법적인 운전 연령을 최대 21세 까지 올리자고 제안하는 다소 도발적인 내용을 법안으로 한다.	- 각 그룹은 역할극 활동이나 비즈니스 게임을 사용하여 학습자가 기후 변화와 관련된 논쟁적인 문제를 다루는 동안 사회적 또는 정치적 의사 결정 과정을 모방한다.(선정된 6가지 역할은 위원회, 환경 보호 전문가, 운송 및 무역에 종사하는 사람, 기후 연구자, 자동차 산업 종사자)	- 사전, 사후 학습 그룹의 토의를 통하여 학생 성과를 관찰한다.
32	대체 연료로서의 바이오 에탄올 사용	대체 연료로서의 바이오 에탄올의 사용 (The use of bioethanol as an alternative fuel)	중학생	- 재생 가능 에너지원에 관하여 특정 의견을 발표한 정치 잡지 기사를 통해, 이산화 탄소 배출량을 줄여야 할 필요성을 토대로 한다. 연료 생산을 위한 재생 가능한 에너지 원의 사용에 대하여 직소 모형 및 실험을 통하여 구체적으로 다룬다.	- 모든 일반 자동차 연료가 적어도 30%가 바이오 에탄올로 구성되어 있어야 한다고 명시한 법안에 대하여 비즈니스 게임을 도입하여 의회위원회에서 진행되는 의사 결정 과정을 모방한다. - 직소 모형을 사용하여 전문가는 실험실에서 학습 상황 단계로 이동하여 총 6가지 실험을 실시한다.	- 사전, 사후 학습 그룹의 토의를 통하여 학생 성과를 관찰한다.
33	브롬화 메틸의 사용과 생체의	브롬화메틸의 사용 (The use of methyl bromide)		- 메틸 브로마이드의 지속적인 사용에 대한 금지에도 불구하고 널리 사용되고 있는 상황에 대해 문제로 설정하고 학생들과 효과적인 농약인 브롬화	- 메틸브로마이드와 그 사용법에 대한 간략한 정보를 제시하고 이와 관련된 기사를 제공하여 학생들이 정보에 대한 위험평가를 실시한다.	

	학 문제			메틸의 사용과 생체 의학 문제에 대하여 판단한다.	
34	유행성 이하선염 및 진균 (MMR)에 대한 백신 접종의 영향	유행성 이하선염에 대한 백신 접종 (The use of vaccination for MMR)		<ul style="list-style-type: none"> - MMR 백신 사용과 관련된 문제, 특히 백신 접종과 자폐증과의 연관성 및 위험성의 증거에 대한 기사를 제공한다. 주장을 평가하는데 초점을 맞추고 어떠한 기여도 없이 다른 사람의 공헌으로부터 이익을 얻는 '무임 승객'이라는 개념을 탐구한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - MMR(홍역/유행성 이하선염/풍진) 백신 접종 문제에 대하여 토론하며, 학생들이 해당 문제에 대해서 중립적인 입장을 택해야 하는지, 자신의 입장을 밝힐 것인지, 일부러 반대의 입장에 있을 것인지에 채택한다.
35	전염되는 바이러스 질병	전염되는 바이러스 질병 (sexually transmitted diseases)	중등학교 학생	<ul style="list-style-type: none"> - 바이러스 성 질병의 새로운 변형이 출현하고 있는 상황을 중심으로 구성된다. 학생들에게 전염이 가능한 성병에 걸릴 수 있는 새로운 갈등 상황이 개인과 공동체에 어떻게 영향을 미치는지에 대한 문제와 더불어 질병을 일으키는 병원균을 확인하기 위해 생명공학 기술을 어떻게 활용할 수 있는지에 대하여 학습한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 많은 소그룹 활동과 토론을 통하여 학생들은 동료와 협력하여 고려중인 이슈에 대한 이해와 이 문제와 관련된 과학 원리 및 문제를 조사하는 데 사용한 생명 공학 도구 및 문제의 사회적 차원을 개발하도록 장려한다. - 교사의 강의, 실험실 현장 경험(DNA 추출) 및 학생들이 실제 실시간 PCR 결과의 데이터를 분석할 수 있는 기회를 포함하는 다중 실험실 시뮬레이션 (PCR)을 통하여 제공한다.
36	수압 파쇄법	수압 파쇄법 (Hydraulic Fracturing)		<ul style="list-style-type: none"> - 에너지 회사의 수압 파쇄와 환경 문제 사이의 연관성에 대하여 학생들이 이 증거에 대한 추가적인 문제를 찾는 기술을 강화시키고자 진행된다. - 환경 비용을 외부화 하는데 과학이 어떻게 사용될 수 있는지와 권력(정치적, 경제적)이 지식이 얼마나 큰 영향을 미칠 수 있는지에 대한 예를 제시한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 학생들은 기술의 잠재적인 위험성에 관한 공공 발표, 정책에 관한 규제 결정을 고려하는 정부 기관에 대하여 정책 권고 초안을 작성하거나 에너지 및 기후 변화에 미치는 수압 파쇄의 잠재적 영향에 대한 토론을 진행한다. - 수압 파쇄법에 대한 다양한 자료 매체(예: 뉴스, 인터넷의 연구 및 주장, 영화)의 일반적인 주제와 논쟁의 측면에서 문제에 관한 전문가와 옹호자외의 의사소통, 사례 관련 자료에 대하여 접근 가능성 및 분석 활동을 진행한다.

37	화 학 첨 가제,	화학 첨가제 (Chemical Additives)	고등 학생	<ul style="list-style-type: none"> - 화학 첨가물 문제에 자신의 입장에 대한 정당성 뿐 아니라 문제에 대한 자신의 입장을 설명하도록 유도하는 7 가지 표준 질문을 통하여 의견을 교환하는 방식으로 프로그램을 진행한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 화학 첨가물 관련하여 교사와 1:1 토론을 진행한다. - 구조화되지 않은 문제를 설명하는 시나리오를 제공하여 인식론적 관점을 도출한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 해당 문제에 대한 학생의 추론이 얼마나 발달했는지에 대하여 평가한다.
38	알코올유전적 결정	알코올중독의 유전 (Genetic Determination of Alcoholism)	고등 학생	<ul style="list-style-type: none"> - 알코올 중독의 유전자 결정의 문제에 자 자신의 입장을 설명하도록 유도하는 7가지 표준 질문을 통하여 의견을 교환하는 방식으로 프로그램을 진행함 	<ul style="list-style-type: none"> - 알코올 중독이 유전적 결정에 따르는가에 대한 교사와 1:1 토론 활동 - 구조화되지 않은 문제를 설명하는 시나리오를 제공하여 인식론적 관점을 도출함 	<ul style="list-style-type: none"> - 해당 문제에 대한 학생의 추론이 얼마나 발달했는지에 대하여 평가한다.
39	과 학 과 종교/창 조론vs진 화론	과학과 종교 (Science and Religion)	고등 학생	<ul style="list-style-type: none"> - 과학과 종교/창조론과 진화론문제에 자신의 입장에 대한 정당성 뿐 아니라 문제에 대한 자신의 입장을 설명하도록 유도하는 7가지 표준 질문을 통하여 의견을 교환하는 방식으로 프로그램을 진행함 	<ul style="list-style-type: none"> - 과학과 종교와 다른 입장의 차이를 보이는 진화론과 창조론 문제에 대하여 교사와 1:1 토론 활동 - 구조화되지 않은 문제를 설명하는 시나리오를 제공해 인식론적 관점을 도출함 	<ul style="list-style-type: none"> - 해당 문제에 대한 학생의 추론이 얼마나 발달했는지에 대하여 평가한다.
40	멸종	멸종 : 불가피한 일인가? : 행성의 황폐화를 막고 우리 자신의 종을 구할 수 있습니까? (Extinction : Is it inevitable)	고등학 생 또는 생명 과학 과목을 듣는 학부생	<ul style="list-style-type: none"> - 학생들은 과거의 대량 멸종과 동식물 종의 손실률에 관한 6대 멸종이라는 기사를 통해, 기사에 관한 에세이를 작성한다. 멸종 차트를 만들며 멸종 위기에 직면한 종에 대한 이해 관계자에 대한 행동을 토론하는 활동을 선택한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 학생들은 멸종 및 보존과 관련된 문제에 소그룹으로 토론한다. - 종 및 보존과 관련된 문제에 학생들에게 다음 학급에 제출할 자신의 견해나 결의안을 자세히 설명하는 간행물을 작성하는 활동을 진행한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 교사가 수업을 하는 목표에 따라 평가가 달라진다. - 학습 목표에 따라 각 단계 별 과제에 대한 루브리크 점수를 작성하고, 미리 루브리크 점수 기준을 제시하여 연구에 점수를 매김. 내용/개념 또는 논쟁의 여지가 있는 문제에 대한 이해 평가를 포함할 수 있다.
41	신 경 과 학과 리적 레마	신경 과학은 우리에게 윤리적 딜레마를 안겨줄까? (Has Our Knowledge of Neuroscience Led to Ethical Dilemmas?)	일반 생물학 과정을 이해하 고 있는 학생	<ul style="list-style-type: none"> - 신경 윤리학(뇌 주사, 치료 및 개선과 관련된 도덕적 원칙 및 표준)이라고 하는 생명 윤리의 새로운 하위 요소를 다룬다. 신경계에 대한 우리의 지식이 확증됨에 따라, 이 지식에서 비롯된 윤리적 문제도 커지고 있음. 이 활동의 첫 번째 부분은 학생들이 심리적 질병과 관련된 오명(누명)에 대 	<ul style="list-style-type: none"> - 학생들은 양극성 장애의 윤리적 함의 중 일부를 논의하고 있는 전문가와 함께 한다. - G2C 온라인을 이용한 약물 강화에 관한 연구 정보를 찾는 활동을 진행한다. - 신경 윤리와 관련하여 논쟁의 여지가 있는 주제에 관한 의견서를 작성하며, 	<ul style="list-style-type: none"> - 이 활동을 위한 추가적인 학생 학습 성과를 평가하는 것은 교사의 의도에 달려있다. - 이 활동은 반 토론에 참여하는 학생들을 포함하며, 교사는 학생들의 토론 참여를 평가할 수 있다.

				하여 토론한다.	윤리적인 문제에 대하여 토론한다.	
42	인간 복제	인간 복제 : 생물학적 표절인가? (Human Cloning : Is it biological plagiarism)	고등학생 또는 1년차 학부생	<ul style="list-style-type: none"> - 학생들에게 복제라는 과학적 개념을 배우고, 인간 복제의 이점과 결과를 탐구하며 자신의 지식과 관점을 전달하도록 한다. - 학생들은 박사의 윤리 및 복제에 관한 문서(Primer on Practice and Cloning)이라는 제목의 기사를 읽는 것으로 시작하며, 교사와 토론을 진행한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 학생 복제 윤리 문제에 관한 위원회에 정보를 제공하는 자문팀이 존재함. 팀은 온라인으로 연구를 진행하고, 연구 경로를 기록한 저널을 유지하면서 프레젠테이션 형식으로 질문에 답한다. - 다른 활동으로는 학생들이 인간 복제에 대한 정보를 조사하고 제시함. 연구를 통해 학생들은 복제 기술 및 관련 법률에 대해 배우고 그룹 또는 개인 과학자의 견해에 관한 관점을 배울 수 있다. - 모든 주제에 대한 학생 인터넷 검색에 유용한 웹 사이트 평가 워크 시트가 포함된다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 교사가 수업을 하는 목표에 따라 평가가 달라진다. - 학습 목표에 따라 각 단계 별 과제에 대한 루브릭 점수를 작성하고, 미리 루브릭 점수 기준을 제시한 다음, 이를 사용하여 자신의 연구에 점수를 매김. 내용/개념 또는 논쟁의 여지가 있는 문제에 대한 이해 평가를 포함할 수 있다. - 저널, 구두 발표, 시각적 프레젠테이션 및 토론을 통하여 평가한다.
43	멸종 위기 식물의 위독	멸종 위기에 처한 종을 보존하기 위해 가장 좋은 방법(전략)은 무엇일까? (Which Strategy is Best to Ensure the Conservation of Endangered Species)	고등학생 또는 생명과학 과정보다 학부생	<ul style="list-style-type: none"> - 학생들은 멸종 위기 종에 대해 학습하며 일간이 멸종 위기 종의 문제를 해결하기 위하여 취한 행동들에 대하여 학습한다. 학생들이 동물원에서의 경험에 대하여 생각하고, 동물을 사육하는 이유에 대하여 생각하며, 이 문제를 해결하기 위하여 동물원 및 수족관의 역할에 대한 의견을 제시한다. - 학습 자료 섹션의 추가 활동으로 호랑이의 사육에 관한 과학계의 논란에 대하여 학습함. 학생들은 과학자들이 쓴 기사를 읽고, 의견을 개선하며 반 친구들과 문제를 상의하여 연구한 추가 정보를 바탕으로 결론에 도출한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 학생들은 동물원에 대한 그들의 느낌 및 일부 종들이 멸종 위기에 놓여 있는 이유에 대하여 토론한다. - 사육하는 프로그램 및 멸종 위기 종의 생존 계획에 관한 연구 및 답변 질문과 함께 4종의 생존 계획의 성공 여부를 평가하는 보고서를 작성한다. - 추가 활동으로 야생 호랑이 보호와 관련된 과학적 논쟁에 대하여 학습 후 해당 주제에 관하여 과학자들이 쓴 기사를 읽고, 추가 연구를 수행하면서 동료와 협력하여 합의점에 도달해야한다. - 학생들은 과학적 증거에 근거하여 그들의 입장을 설명하기 위한 간단한 논문을 작성한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 교사가 수업을 하는 목표에 따라 평가가 달라진다. - 학습 목표에 따라 각 단계 별 과제에 대한 루브릭 점수를 작성하고, 미리 루브릭 점수 기준을 제시한 다음, 이를 사용하여 자신의 연구에 점수를 매김. 내용/개념 또는 논쟁의 여지가 있는 문제에 대한 이해 평가를 포함할 수 있다.
44	약물 전보 유전 정보	약물 유전학 정보에 관한 권리는 누구에게 있는가? (Who Owns Rights To	고등학생	<ul style="list-style-type: none"> - 학생들은 합성 의약품의 이점, 위험 및 윤리적 관심사를 검토한다. - 학생들은 합성 의약품의 윤리적 문제라는 제목의 기사를 읽으며 시작 	<ul style="list-style-type: none"> - 학생들이 문제의 배경이 되는 연구에 대하여 설명하고, 잘 알지 못하는(숙련되지 않은) 학생들이 이해할 수 있는 다양한 관점을 지원하기 위하여 기사에 	<ul style="list-style-type: none"> - 이 활동을 위한 추가적인 학생 학습 성과를 평가하는 것은 교사의 목표에 달려 있다

		Pharmacogenetic Information?)		<p>하며, 합성약품에 대하여 자주 묻는 질문에 대한 정보를 읽는다.</p>	<p>관한 윤리적 문제를 탐구한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 상위 활동으로 상위 학생들이 특정 관점을 지지하는 증거를 수집하여, 인간의 DNA 정보의 소유권에 대한 다양한 견해를 제시할 수 있도록 한다. 	
45	유해 폐기물과 유독 물질	유해 폐기물과 유독 물질 (Hazardous Waste and Toxic)	대학생	<ul style="list-style-type: none"> - 학생들은 온라인 데이터베이스와 직접 협력하여 환경적 위험을 가지고 있는 지리적 위치와 위험성에 대한 특징 및 위험요소를 제거할 수 있는 방법을 탐구한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 위험 폐기물, 유독 물질 등 환경 정화에 대한 정책 및 실천의 개선에 대하여 토론한다. - 실험실 외부에서 독립적인 활동으로 컴퓨터실에서 과제를 수행한다. - 학생들은 Superfund의 국가 우선 순위 목록에서 유해 폐기물의 위험성에 대하여 확인하고 평가하며, 사전 설계되어 있는 워크시트를 작성하고 자기 주도적인 연구를 수행한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 지시된 활동을 위해 숫자나 짧은 서면의 답변이 되는 기본 기술 습득을 평가한다. - 개방형 및 선택적 프레젠테이션 활동을 위해서 일반 작문/ 프레젠테이션 평가방법을 사용한다. 루브릭 점수 표는 여기서 사용할 수 없다.
46	기후 변화	사회 환경 시스템의 관점에서의 기후 변화 (Climate Change from the Socio-Environmental Systems Perspective)		<ul style="list-style-type: none"> - 학생들에게 기후 변화를 막기 위해 제정하는 정책 수립과 관련하여 할 수 있는 일에 대하여 생각해보도록 권장한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 국가 기후 평가의 저자가 나타냈던 과학적 증거를 요약, 이상 기후와 관련된 소그룹 활동에 참여한다. - 기후 시스템과 모험에 대한 토론을 시작한 후 온라인 기후 모델 DICE 모델링하며, 탄소 저감 정책의 장단점에 대한 인식을 높이기 위한 탄소 배출 게임 진행한다. - 총 평가, 역할, 대상, 형식, 주제 (RAFT), Op-Ed 작문 연습한다. - 학생들은 사회-환경적 문제를 분석하는 도구로서 시스템 렌즈의 가치를 탐구하고 올바른 과학적 및 경제적 효과를 이용하여 기후 변화에 막대한 영향을 억제하기 위한 탄소 배출 규제에 대하여 논쟁하는 최종 과제인 Op-Ed에 소개한다. 	<ul style="list-style-type: none"> - Op-Ed 과제에서 사용될 수 있으며 학생의 준비 과정을 안내하는 루브릭 점수가 포함되어 있다. 수업 시간에 학생들과 함께 루브릭 기준을 정한다. - 평가를 위한 루브릭은 교사가 학생의 응답의 질을 평가하는데 사용한다.