

해저드리터러시
융합교육연구소

해저드리터러시
교육 프로그램

해저드 리터러시
융합 교육 연구소

1.5도의 약속: AI와 기후공학으로 미래를 설계하다!



1. 수업 프로그램 설명

「1.5도의 약속: AI와 기후공학으로 미래를 설계하다」는 생성형 AI 기반 바이브 코딩(Vibe Coding)을 활용하여 학생들이 직접 기후변화 시뮬레이터를 설계하고 제작하는 탐구 프로그램입니다. 참가자들은 2100년의 미래 기후 시나리오를 먼저 설정한 후, 이를 실현하기 위한 2050년의 전조 현상과 현재의 대응 전략을 역으로 설계하는 역추론(Backcasting) 과정을 수행합니다. 또한 기후변화와 기후공학 기술을 탐구하고, 자연·사회·경제 변수를 연결하여 기후위기의 복잡한 상호작용을 이해합니다. 이어 생성형 AI와 협력하여 자연어 프롬프트만으로 기후변화 시뮬레이터를 구현하고, AI가 생성한 모델을 과학적 근거를 바탕으로 평가·수정하며 모델을 정교화합니다. 이를 통해 학생들은 코딩 문법보다 과학적 모델링과 시스템 사고에 집중하고, 기후공학 기술의 효과와 한계를 종합적으로 분석하며 미래 사회를 위한 과학적 의사결정 능력을 기를 수 있습니다. 특히 AI를 단순한 도구가 아닌 공동 설계자(AI Co-engineering)로 활용하여 미래 문제를 탐구하고 해결하는 새로운 학습 경험을 제공합니다.

수업 대상	고등학생(1~2학년 권장, 20~30명 내외)	교육 방법	생성형 AI 기반 바이브 코딩(Vibe Coding), 프로젝트 기반 탐구
운영 장소	컴퓨터실 또는 노트북 활용이 가능한 일반 교실	수업 시간	2차시(100분, 차시당 50분)
준비물	노트북(또는 PC), 인터넷 접속 환경, 생성형 AI 사용 계정(ChatGPT 등), 활동지 및 필기구		

2. 교육 프로그램 목표(해저드리터러시 연계)

① 기후위기와 기후공학 기술의 원리 및 특성을 이해하고, 다양한 위험요인과 사회·환경적 영향을 과학적으로 설명할 수 있다.
② 생성형 AI 기반 바이브 코딩을 활용하여 기후변화 시뮬레이터를 설계·수정하고, 변수 간 인과관계와 시스템적 상호작용을 분석하며 미래 대응 방안을 탐색할 수 있다.
③ 기후공학 기술의 효과와 한계를 종합적으로 평가하고, 지속가능한 사회를 위한 책임 있는 의사결정과 실천 방안을 제안할 수 있다.

목표	지식·이해		사고·기능					가치·태도			심리·정서			행동·실천		
	A1	A2	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2	E3
목표①	O	O	O													
목표②			O	O	O	O			O					O		
목표③				O		O	O	O	O				O	O	O	O

3. 핵심 개념

- 기후변화와 지구 시스템의 상호작용
- 기후공학 기술의 원리와 영향
- 시스템 사고와 인과관계 모델링
- 미래 시나리오와 역추론
- 지속가능한 기후 의사결정

4. 프로그램 전개

활동의 전개		
1차시	2100년의 경고: 미래를 진단하고 해결책을 설계하다	① 기후위기 이해 : 기후변화와 기후공학 기술의 원리 및 사례를 탐색한다. ② 미래 시나리오 설정 : 2100년에 발생할 수 있는 기후위기 시나리오를 분석하고, 해결하고 싶은 사회적 메시지를 선정한다. ③ 역추론(Backcasting) : 2100년의 목표를 달성하기 위해 2050년의 전조 현상과 현재의 정책·기술적 대응 전략을 역으로 설계한다. ④ 시스템 모델 설계 : 지구 평균기온, CO_2 농도, 식량 생산량, 경제적 비용, 사회적 불평등 등 핵심 변수를 선정하고 변수 간 인과관계와 피드백 구조를 설계한다.
2차시	AI와 함께 만드는 1.5도의 약속: 기후변화 시뮬레이터 제작	① AI 기반 바이브 코딩 : 자연어 프롬프트를 활용하여 생성형 AI와 함께 기후변화 시뮬레이터를 제작한다. ② AI Co-engineering : AI가 생성한 모델을 과학적 근거를 바탕으로 평가하고, 변수 추가·삭제, 인과관계 수정, 계수 조정을 통해 모델을 정교화한다. ③ 시뮬레이션 실행 및 분석 : 다양한 기후공학 기술과 정책을 적용하여 결과를 비교하고 효과와 한계를 분석한다. ④ 결과 공유 및 성찰 : 수정 전·후 모델을 비교하고, 시스템 사고와 과학적 의사결정 과정을 바탕으로 지속가능한 기후 대응 방안을 토의한다.

5. 재해·재난 이해를 위한 이론적 배경과 활동 사례

기후위기는 자연·사회·경제 시스템이 상호작용하는 복합재난(complex hazard)으로, 단순한 개별 현상의 이해보다 다양한 요소 간의 상호작용과 피드백을 종합적으로 이해하는 시스템 사고(Systems Thinking)가 요구된다(Meadows, 2008; Sterman, 2000). 또한 국제사회는 기후위기 대응을 위해 미래의 위험을 예측하는 것을 넘어, 바람직한 미래를 설정하고 이를 실현하기 위한 현재의 행동을 역으로 설계하는 역추론(Backcasting)의 중요성을 강조하고 있다(Robinson, 1990; Wiek & Iwaniec, 2014). 이에 본 프로그램은 학생들이 2100년 미래 기후 시나리오를 먼저 설정한 후, 2050년의 전조 현상과 현재의 정책 및 기술적 대응 전략을 역으로 설계하도록 구성하였다.

학생들은 IPCC의 미래 기후 시나리오(IPCC, 2023)를 바탕으로 기후위기의 영향을 분석하고, 기후공학 기술의 효과와 한계를 탐색한 후 생성형 AI 기반 바이브 코딩(Vibe Coding)을 활용하여 기후변화 시뮬레이터를 직접 제작한다. 생성형 AI는 코딩을 대신 수행하는 도구가 아니라 학생과 함께 모델을 설계하고 수정하는 AI Co-engineering 환경을 제공하며(Mollick, 2024), 학생들은 AI가 생성한 모델을 과학적 근거를 바탕으로 반복적으로 평가·수정하는 과정을 통해 변수 간 인과관계와 피드백 구조를 이해하고 과학적 의사결정을 수행한다. 이러한 활동은 모델 기반 탐구(Model-Based Inquiry)의 핵심 과정인 모델 생성–평가–수정을 포함하며(Gilbert, 2004; Schwarz et al., 2009), 기후위기에 대한 해저드 리터러시와 시스템 사고를 함께 함양하도록 설계하였다.

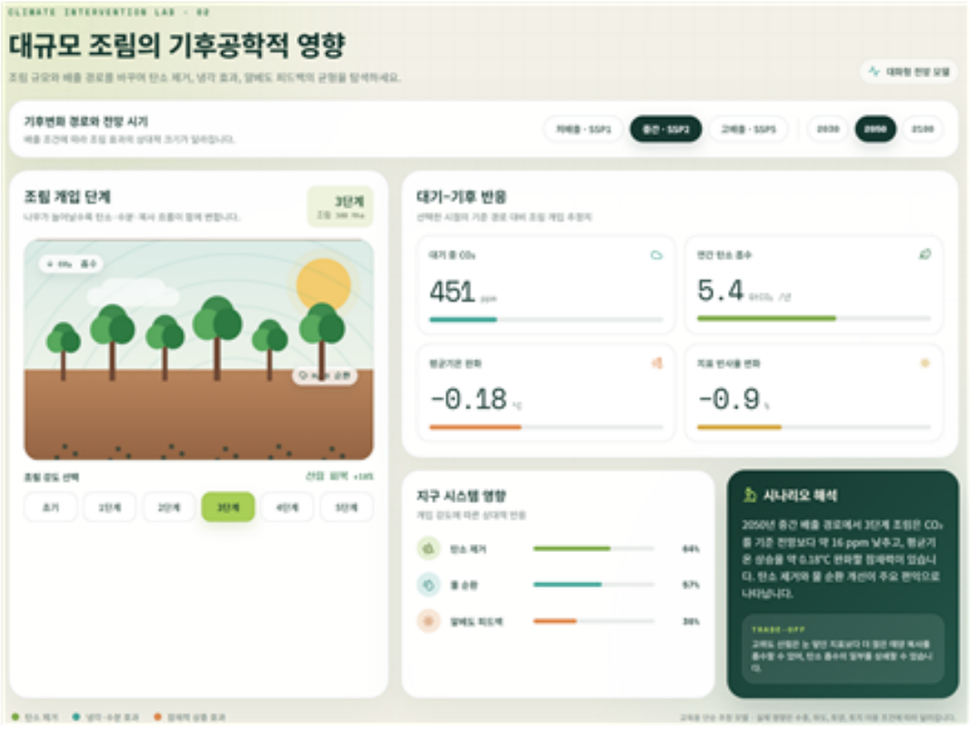

그림 1. 바이브코딩 기반 기후위기 시스템 개발 결과물

6. 지도상 유의점

생성형 AI가 제시한 결과를 그대로 수용하기보다 과학적 근거를 바탕으로 비판적으로 검토하고 수정하도록 지도한다. 또한 기후공학 기술의 효과뿐 아니라 종료충격(termination shock), 환경·사회적 영향 등 잠재적 한계를 함께 고려하도록 하며, 학생들이 2100년 미래 시나리오와 현재의 대응 전략을 연결하여 변수 간 인과관계와 시스템적 상호작용을 중심으로 탐구할 수 있도록 안내한다. 토의 과정에서는 다양한 의견을 존중하고, 근거 기반의 의사결정을 통해 지속 가능한 해결 방안을 모색하도록 지도한다.

7. 참고문헌

- 이현주, 신동희, 신은혜, 최영진, 이지희, 심미경, 문소영, 문민경. (2025). 미래 시민역량으로서의 해저드 리터러시: 다차원적 개념틀 개발. 한국과학교육학회지, 45(3), 337-351.
- 최영진, 이현주, 신동희(2025). 2022 개정 교육과정에 나타난 재해·재난 교육 내용 분석. 교육과정연구, 43(4), 53-78.
- 오현석, 이효녕. (2021). 지구 시스템 내 물질 순환에 대한 중·고등학교 학생들의 시스템 사고 수준 및 특성. 과학교육연구. 45(3). 275-291
- Park, W., Lee, H., Ko, Y., & Lee, H. (2023). “Safety” and “integration”: examining the introduction of disaster into the science curriculum in South Korea. Journal of Curriculum Studies, 55(5), 580-597.
- United Nations Disaster Relief Organization. (1980). Natural disasters and vulnerability analysis. United Nations.

1.5도의 약속: AI와 기후 공학으로 미래를 설계하다!

주제	2100년의 경고: 미래를 진단하고 해결책을 설계하다
무엇을 배울까요?	• 기후변화와 기후공학의 원리 이해 • 2100년 미래 시나리오와 2050년 전조 현상 분석 • 역추론(Backcasting)을 활용한 해결 전략 설계

1 기후위기 변수 탐구

① 지구온난화(기온 상승)로 인해 함께 달라지는 현상들을 최대한 많이 찾아 적어보세요. 자연 현상뿐 아니라 사회·건강·경제와 관련된 변수도 좋습니다.

② 변수 조사

번호	변수명(현상)	변화 방향, 미치는 영향 등 자세히 설명 (그냥 상승한다X)	조사 출처/근거
1			
2			

2 2100년 마주할 최악의 미래 설정

기상청 시나리오 분석 결과 보고된 세 가지의 미래 중, 우리 모둠이 반드시 막아야 할 '최악의 미래'를 하나 선택하세요. (택1)

[1] 2100년 최악의 미래 선택

[ ]	사건 A. 식량 붕괴: 기온 대비 강수량 불균형으로 농경지 가뭄 심화, 쌀 생산량 40% 폭락 및 과일 재배 한계선 소멸.
[ ]	사건 B. 도시 침수: 여름철 국지성 극한 강우 빈도가 폭증하여 도심 하천 상시 범람 및 저지대 침수 상시화.
[ ]	사건 C. 생태계 스트레스: 기후 스트레스로 인해 토착 동식물의 서식 영토가 파괴되고 외래종 및 해충 창궐.

[2] 2100년 최악의 미래 핵심 변수 선택

☐ 평균 기온 상승도 (식량 붕괴, 생태계 파괴와 연관)
☐ 연간 폭우(극한 강우) 일수 (도시 침수와 연관)
☐ 여름철 연속 폭염 일수 (생태계 스트레스, 가뭄과 연관)

[3] 2100년 수사 보고서 작성

- ✓ 온난화로 인해 우리가 고른 핵심 지표인 [[2]번 중 상세한 변수 택 1]가 현재(2026년) 기준선보다 무려 (_____ °C / _____ 일) 만큼 (상승 / 하락) 하였습니다.
- ✓ 이 급격한 변화는 환경에 [예: 농지의 수분을 모두 말려버리는 / 도심 배수관을 역류시키는 등등] 물리적 변화를 일으켰고, 이는 결국 우리가 목격한 [사건:]이라는 대재앙을 폭발시켰습니다.

[4] 2050년 전조증상 규명: 골든타임의 경고 신호

시간을 대재앙의 딱 절반인 2050년으로 되돌려 봅시다. 2100년의 파국은 갑자기 찾아온 것이 아닙니다. 2050년 데이터는 이미 어떤 신호를 보내고 있었나요?

- ✓ 2050년대 데이터를 보니, 우리가 고른 핵심 지표가 이미 현재보다 (_____ % 혹은 _____ 수치) 만큼 변하며 위험 궤도에 진입했습니다.
- ✓ **당시 인류가 이 수치를 보고 느꼈어야 할 위험성을 한 줄로 요약한다면?**
  (예시: "2050년에 이미 폭우 일수가 현재의 2배로 치솟아 대재앙이 예고되어 있었다.")
- ✓ **수사관의 한 줄 평:**

[6] 과거를 바꿀 해결책과 '대가(Trade-off)' 선택하기

2050년의 인류가 정신을 차렸다면 어떤 개입을 했어야 할까요? 기술의 '부작용'까지 함께 고려하여 선택하세요.

우리가 선택한 2050년의 해결책 (택 1):

☐ 기술 개입(SAI 등): 인공 부유물을 띄워 인위적으로 온도를 낮춘다. (부작용: 햇빛 감소로 곡물 생산량 감소 우려)

☐ 정책 개입(탄소세 등): 이산화탄소 배출에 막대한 벌금을 매긴다. (부작용: 기업 회생 불능, 물가 폭등 우려)

☐ 시민 규제(에너지 배당 등): 개인의 화석연료 사용량을 강제로 제안한다. (부작용: 이동의 자유 제한, 삶의 질 폭락)

✓ **예시**: 우리는 2050년에 위험 수치로 치솟은 [2-1의 핵심 변수]를 강제로 떨어뜨리기 위해 [선택한 해결책]을 도입하기로 했습니다. 비록 [선택한 해결책의 부작용]이라는 대가를 치르더라도, 2100년의 더 큰 파국을 막기 위해서는 이 방법이 최선이라고 판단했기 때문입니다.
✓ **나의 역추론 결과**:

3 기후공학 조사

아래 4가지 기후공학 기술 중 하나를 선택하여, 최소 2곳 이상의 자료를 찾아 조사하세요. (교과서, 뉴스 기사, 논문, 정부·국제기구 보고서 등)

① 성층권 에어로졸 주입(SRM) ② 해양 구름 미세화(MCB) ③ 대규모 조림(Afforestation)
④ 우주 반사경

내가 선택한 기술 1: ( )

원리·작동 방식	
기대효과(장점)	
부작용·리스크·한계	
참고 자료 출처 (ai 포함 2곳 이상)	자료명/ 저자기관/ 연도(또는URL):

4 나만의 기후위기 시뮬레이터 만들기

1) 내 시뮬레이터로 전달하고 싶은 사회적 메시지를 하나 골라보세요.

아래 5가지 중 하나를 선택하고, 그 이유를 적어보세요.

- ☐ **기후 딜레마 경고형**: 기술이 문제를 해결하는 동시에 새로운 위기를 낳는다는 경고
- ☐ **기후 불평등 고발형**: 기후위기와 기술의 영향이 약자에게 더 가혹하다는 고발
- ☐ **예산 대 비용 효율형**: 가성비와 현실적 비용 대비 효과를 냉정하게 평가
- ☐ **대국민 행동 촉구형**: 기술보다 시민 개개인의 행동 변화가 핵심임을 강조
- ☐ **미래 세대 경고 편지형**: 미래 세대의 시선에서 현재의 선택을 경고하는 편지 형식
- ☐ **기타**:

▶ 선택한 이유는? 내가 선택하고 싶은 종속 변인은? 이 시뮬레이션의 목적은?

구분	나의 선택 및 내용 작성
선택한 메시지 유형	
선택한 이유	
시뮬레이션의 최종 목적 개발 목적 등	

▶ 시뮬레이션의 주요 기능 및 인터랙션의 흐름은?

(어떤 요소들을 조작할 수 있고, 어떤 변화나 결과가 나타나야 하나요?)

함께 연동되는 부작용 (변수·방향/강도)	**이 설계가 메시지를 어떻게 전달하나요?**
사용자가 조작하는 것 (버튼/슬라이더)	**즉시 일어나는 변화 (변수·방향/강도)**

5 성찰

내가 만든 시뮬레이터에서 하나의 선택은 어떤 연쇄적인 결과를 만들었나요?
(변수 간의 연결 관계와 그로 인해 발생한 변화(예상했던 효과와 부작용)를 설명하고, 이를 바탕으로 과학기술의 발전이 사회적 선택이나 윤리적 딜레마와 어떻게 연결되는지 자신의 생각을 서술해 보세요.)

내가 만든 시뮬레이터는 어떤 위험을 줄이려고 했나요?
그 과정에서 새롭게 발생한 위험이나 한계는 무엇이라고 생각하나요?