

환경교육 자원 맵 개발 및  
AI 기반 교사 수업설계 활용체계 마련 연구

최종보고서

2026. 2

수행기관:

국립공주대학교 산학협력단

# 제 출 문

본 보고서를 『환경교육 자원 맵 개발 및 AI 기반 교사 수업설계 활용체계 마련 연구』의 최종산출물로 제출합니다.

2026. 2

역할	이름	소속(직위)
책임연구원	이재영	국립공주대학교(정교수)
	김문옥	광덕산환경교육센터(센터장)
선임연구원	이다희	광덕산환경교육센터(부장)
	최유진	세종국제환경교육연구소(소장)
연구보조원	강정운	행정초등학교(교사)
	박준일	운양여고(교사)
보조원	김경림	국립공주대학교(학부생)
	이용준	국립공주대학교(학부생)

교육부장관·한국환경보전위원장 귀하

# 목차

<b>제1장 서론</b> .....	1
1. 연구 배경과 문제 인식 .....	1
2. 연구 목적 및 과업 확장의 의미 .....	2
3. 연구 범위 및 방법 .....	4
<b>제2장 환경교육 자원과 교육과정 연계의 이론적·정책적 배경</b> .....	7
1. 환경교육 자원 개념과 유형 .....	7
2. 2015·2022 개정 교육과정과 환경교육의 위치 .....	9
3. 국내 환경교육 정책 및 플랫폼 현황 .....	11
4. AI 활용 교육지원 시스템 관련 국내외 선행사례 .....	18
<b>제3장 환경교육 DB의 한계와 전환 필요성</b> .....	38
1. KEED.NET의 주요 내용과 의의 .....	38
2. KEED.NET의 한계와 가치 재평가 .....	39
<b>제4장 2022 개정 교육과정 기반 환경교육 내용 분석</b> .....	46
1. 분석 대상 및 기준 설정 .....	46
2. 교과·학교급별 환경교육 관련 성취기준 분석 .....	47
3. 환경교육 내용 체계 재구조화 .....	67
4. 종합 비교 및 시사점 .....	74
<b>제5장 환경교육 주제 체계화 및 교과 연계 분석</b> .....	76
1. 국내·외 환경교육 주제 분류 체계 검토 .....	76
2. 교육과정 키워드 기반 환경교육 주제 도출 .....	78
3. 환경교육 주제 범주화 결과 .....	82
4. 교과-주제 연관성 분석 .....	83
5. 교과 확장 가능성 및 통합적 접근 시사점 .....	88

<b>제6장 시·도교육청 환경교육 콘텐츠 DB 구축</b> .....	<b>90</b>
1. 교육청 환경교육 콘텐츠 현황 개요 .....	90
2. 환경교육 콘텐츠 메타데이터 체계 설계 .....	91
3. 콘텐츠 분류 및 데이터셋 구축 결과 .....	94
4. DB 활용 가능성 평가 .....	110
<b>제7장 교사 요구를 반영한 플랫폼 설계</b> .....	<b>113</b>
1. 플랫폼 구축의 기본 철학과 원칙 .....	113
2. 교사 공통 요구사항 및 우려 사항 .....	114
3. 사용자 유형별 요구 반영 .....	118
4. 두 가지 자원맵 모형의 비교 .....	120
5. AI 기반 기능 구조 개요: : 교사-AI 상호작용 방식 중심 .....	124
<b>제8장 AI 기반 수업설계 플랫폼 설계안</b> .....	<b>127</b>
1. 플랫폼 개요 및 설계 원칙 .....	127
2. 이론적 기반: 배움의 수레바퀴 모형 .....	129
3. 시스템 아키텍처 및 주요 기능 .....	131
4. 부가 기능 .....	142
5. 개발 과정 및 성과 .....	143
6. 한계 및 향후 발전 방향 .....	144
<b>제9장 플랫폼 구축·운영 및 정책 연계 방안</b> .....	<b>146</b>
1. 제안 배경(문제의식) .....	146
2. 문제 원인 진단 .....	146
3. 정책 목표 .....	149
4. 정책 추진 세부과제 .....	149
5. 추진 로드맵 .....	153
6. 기대 효과 .....	155
7. 결론: 형식의 통일이 아닌, 의미의 공명(共鳴)을 목표로 .....	156
<b>부록 1. AI 기반 환경교육 자원맵 플랫폼 이용 후 평가지</b> .....	<b>157</b>
<b>부록 2. AI 기반 환경교육 자원맵 플랫폼 설명 PPT 자료</b> .....	<b>162</b>

# 표 목차

표 1. 시도교육청별 운영 중인 독자 AI 플랫폼 비교	18
표 2. 서울특별시교육청 senGPT(센GPT)의 특징	19
표 3. 경기도교육청 하이러닝의 특징	20
표 4. 강원특별자치도교육청 강원아이로(AI-ro)의 특징	21
표 5. 울산광역시교육청, 우리아이의 특징	22
표 6. 충북교육청과 충남교육청의 플랫폼 특징	23
표 7. 대전교육청, 인천교육청, 세종교육청의 플랫폼 특징	23
표 8. 국내 주요 교사용 수업자료 플랫폼 비교 분석	25
표 9. AI 활용 상업용 국내 사이트 특징 비교	26
표 10. 외국의 AI 기반 수업 지원 정책 비교	32
표 11. 외국의 AI 기반 교사 지원 환경교육 관련 사이트 비교 요약	37
표 12. 해외 플랫폼들의 공통 경향과 시사점	37
표 13. KEED.NET의 한계와 대응 전략	40
표 14. KEED.NET의 한계와 전환 방향	42
표 15. 수학과와 학교급별 환경 관련 성취기준 분석표	49
표 16. 과학과와 학교급별 환경 관련 성취기준 분석표	51
표 17. 사회과와 학교급별 환경 관련 성취기준 분석표	53
표 18. 외국어 교과와 학교급별 환경 관련 성취기준 분석표	55
표 19. 음악과 미술 교과와 학교급별 환경 관련 성취기준 분석표	56
표 20. 체육 교과와 학교급별 환경 관련 성취기준 분석표	58
표 21. 실과(기술·가정) 교과와 학교급별 환경 관련 성취기준 분석표	59
표 22. 도덕(윤리) 교과와 학교급별 환경 관련 성취기준 분석표	61
표 23. 정보 교과와 학교급별 환경 관련 성취기준 분석표	63
표 24. 환경 교과와 학교급별 환경 관련 성취기준 분석표	65
표 25. 12개 교과 × 4대 주제 영역 관련성 매트릭스	67
표 26. 12개 교과 × SDGs 5P 관련성 매트릭스	69
표 27. 4대 주제 영역 × 5P 기본 구조(개념 매트릭스)	71
표 28. 교과별로 달라지는 '동일 성취기준'의 수업 설계(예시)	75

표 29. 환경 주제의 유형 구분 .....	77
표 30. 분석에 사용된 시·도교육청별 환경교육 콘텐츠 수 .....	90
표 31. 환경교육 콘텐츠 메타데이터 구성 요소 .....	91
표 32. 콘텐츠 분류를 위한 분석 요소 및 기준 .....	94
표 33. 시·도교육청별 환경교육 콘텐츠 자료유형 분포 .....	95
표 34. 차시 재분류 기준 .....	95
표 35. 시·도교육청별 환경교육 콘텐츠 차시 분포(재분류 기준 적용) .....	96
표 36. 시·도교육청별 환경교육 콘텐츠 관련 교과 분포(건) .....	97
표 37. 시·도교육청별 환경교육 역량 분포(건) .....	99
표 38. 시·도교육청별 환경교육 콘텐츠 장소 분포(건) .....	100
표 39. 시·도교육청별 환경교육 콘텐츠 주제 분포(건) .....	102
표 40. 시·도교육청별 환경교육 콘텐츠의 SDGs 17개 목표 분포 .....	105
표 41. 시·도교육청별 교수·학습방법 분포(발췌 핵심 항목) .....	106
표 42. 성취기준의 유형 구분 .....	107
표 43. 성취기준의 유형에 따른 분포 .....	108
표 44. 배움의 4단계 .....	109
표 45. 배움의 4과정 .....	109
표 46. 전체 성취기준 4×4 분포 결과(복수라벨 허용, 조합별 누적) .....	109
표 47. 관점의 전환: “자료 접근”에서 “의미 연결”로 .....	121
표 48. 나뭇가지형(Tree-based) DB .....	122
표 49. 리좀형(Rhizome-based) DB .....	123
표 50. 목표 사용자 유형 및 플랫폼 지원 방향 .....	128
표 51. 배움의 수레바퀴 모형의 학습이론적 기반 .....	129
표 52. 플랫폼 기술 스택 .....	131
표 53. 멀티에이전트 시스템 구성 .....	133
표 54. 내보내기 지원 형식 .....	135
표 55. 온톨로지 차원 정의 .....	136
표 56. 온톨로지 관계 타입 .....	137
표 57. 온톨로지 기반 RAG 하이브리드 검색 아키텍처 범례 .....	139
표 58. 내 수업 관리 기능 구성 .....	142
표 59. 개발 단계별 주요 내용 .....	144
표 60. 프로토타입의 한계 및 향후 고도화 방향 .....	145

표 61. 문제 원인 진단 요약 .....	148
표 62. 통합 메타데이터 표준(EDU-EE Core)의 항목과 예시 .....	149
표 63. 제작 및 운영 구조 개선 방안 .....	150
표 64. 추진 로드맵 .....	155
표 65. 기대 효과 .....	156

# 그림 목차

〈그림 1〉 환경부 환경교육 통합플랫폼 구성도 .....	16
〈그림 2〉 제주특별자치도교육청, 바당의 구성 .....	22
〈그림 3〉 KEED.NET의 메인 홈페이지 .....	39
〈그림 4〉 AI 기반 기능 구조 개요: 교사-AI 상호작용 방식 중심 .....	124
〈그림 5〉 배움의 수레바퀴 순환 구조 .....	129
〈그림 6〉 HITL 멀티에이전트 아키텍처 .....	132
〈그림 7〉 HITL 멀티에이전트 워크플로우 .....	134
〈그림 8〉 품질 검증 항목별 가중치 .....	135
〈그림 9〉 다차원 온톨로지 구조 예시 .....	137
〈그림 10〉 온톨로지 기반 RAG 하이브리드 검색 아키텍처 .....	138
〈그림 11〉 온톨로지 기반 검색 프로세스 .....	140
〈그림 12〉 3D 온톨로지 맵 인터페이스 .....	141

# 제1장 서론

## 1. 연구 배경과 문제 인식

### 가. 환경교육 자원의 분산과 비체계성

- 현재 환경교육 자원은 환경부, 교육부, 시·도교육청, 산하기관, 공공기관, 민간단체 등 다수의 주체에 의해 개별적으로 생산·관리되고 있으나, 이를 통합적으로 조망하거나 연계할 수 있는 체계는 충분히 마련되어 있지 않다.
- 동일하거나 유사한 환경교육 주제와 내용의 자료가 여러 기관에서 중복 개발되는 사례가 빈번하며, 축적된 자료 간의 연결성·누적성·발전성이 확보되지 못하고 있다.
- 환경교육 자원의 분류 기준이 기관별·플랫폼별로 상이하여, 동일한 자료라도 어떤 곳에서는 ‘기후변화’, 다른 곳에서는 ‘지속가능발전’, 또 다른 곳에서는 ‘환경보전 활동’ 등으로 분산 분류되고 있어 사용자(교사)의 탐색 부담을 가중시키고 있다.
- 다수의 환경교육 자료 플랫폼이 존재함에도 불구하고, 교사가 교육과정 성취기준이나 수업 맥락에 맞추어 자료를 탐색·선별·조합하기 어려운 구조로 운영되고 있다.
- 환경교육 자원 대부분은 ‘자료 목록 제공’이나 ‘콘텐츠 열람’ 중심으로 설계되어 있으며, 교사의 수업 설계 과정(단원 분석-목표 설정-활동 구성-평가 설계)을 직접적으로 지원하지 못하고 있다.
- 교육과정 개정(특히 2022 개정 교육과정) 이후, 환경교육 관련 내용이 여러 교과에 분산·융합되어 제시되고 있음에도, 이를 교과·성취기준 단위로 체계적으로 연결해 주는 자원 구조는 미흡한 상황이다.
- 일부 시·도교육청 및 산하기관에서는 우수한 환경교육 콘텐츠를 지속적으로 개발·보급하고 있으나, 해당 자료가 다른 지역이나 학교급, 교과 맥락으로 확장·재구성될 수 있는 구조적 장치가 부족하다.
- 환경교육 자료의 축적이 ‘양적 증가’ 중심으로 이루어지면서, 교사 입장에서는 무엇을 선택해야 하는지, 어떻게 조합해야 하는지 자신의 수업 맥락에 어떻게 맞춰야 하는지에 대한 판단 부담이 오히려 증가하는 역설적인 상황이 발생하고 있다.
- 이러한 분산적·비체계적 자원 구조는 환경교육을 일회성 체험이나 부가 활동으로 인식하게 만들 위험이 있으며, 정규 교육과정 속에서 지속적·연속적·심화된 학습으로 자리 잡는 데 한계를 초래하고 있다.

## 나. 교사 주도 수업설계의 구조적 한계

- 학교 현장에서 수업설계의 책임은 원칙적으로 교사에게 있으나, 실제로는 교육과정 해석, 자료 탐색, 활동 구성, 평가 설계까지 대부분의 과정이 교사 개인의 경험과 역량에 과도하게 의존하고 있다.
- 환경교육은 특정 교과에 한정되지 않고 여러 교과에 분산·융합되어 있어, 교사가 자신의 교과 성취기준과 환경교육 주제를 연결하기 위해서는 추가적인 해석·번역 작업이 요구되며, 이는 상당한 시간과 노력을 필요로 한다.
- 다수의 교사들은 환경교육의 필요성과 교육적 가치를 인식하고 있음에도 불구하고, 교육과정 상의 위치가 불명확하거나 평가 부담이 크거나 수업 시수 확보가 어렵다는 이유로 환경교육을 수업 안에서 구조적으로 설계하기 어려운 영역으로 인식하고 있다.
- 환경교육 관련 자료는 다양하게 제공되고 있으나, 교사 입장에서는 자신의 수업 목표와 직접적으로 연결되는지, 학습자의 수준과 학교급에 적합한지, 기존 수업 흐름과 조화롭게 통합될 수 있는지를 판단해야 하며, 이러한 판단 부담이 수업설계 진입 장벽으로 작용하고 있다.
- 특히 초등학교의 경우, 교과 통합 수업의 가능성은 크지만 교사 1인이 모든 교과와 환경교육 내용을 동시에 설계·조정해야 하는 부담이 존재하며, 중·고등학교의 경우에는 교과 전문성이 강화된 만큼 환경교육을 ‘본 교과 밖의 추가 과제’로 인식하는 경향이 나타난다.
- 교사 개인의 환경교육 경험이나 연수 이력에 따라 수업의 질과 깊이가 크게 달라지는 등, 환경교육 수업의 편차가 구조적으로 발생하고 있으며, 이는 교육 기회의 불균형으로 이어질 가능성이 있다.
- 수업설계 과정에서 참고할 수 있는 환경교육 우수사례나 수업안이 존재함에도 불구하고, 이를 자신의 교과·단원·학년 맥락에 맞게 재구성하는 데 필요한 지원 도구나 가이드가 충분히 제공되지 않고 있다.
- 결과적으로 교사 주도 수업설계는 의욕과 문제의식이 높은 일부 교사에게는 가능하지만, 다수의 교사에게는 시간·정보·전문성의 제약으로 인해 지속적으로 수행하기 어려운 구조로 작동하고 있다.
- 이러한 구조적 한계는 환경교육이 특정 교사의 헌신이나 개인적 역량에 의존하는 영역으로 남게 만들며, 학교 차원 또는 교육과정 차원에서의 보편적 확산과 정착을 저해하는 요인으로 작용하고 있다.

## 2. 연구 목적 및 과업 확장의 의미

- 본 연구는 2022 개정 교육과정의 취지를 반영하여, 학교 환경교육의 질적 제고와 현

장 활용성 강화를 목적으로 추진되었다. 이를 위해 본 연구는 환경교육 자원을 체계적으로 정리·분석하고, 교육과정과의 연계를 강화함으로써 교사와 학교 현장에서 활용 가능한 기반을 마련하고자 하였다.

• 구체적으로 본 연구의 초기 목적은 다음과 같다.

- ① 첫째, 2022 개정 교육과정에 제시된 교과별 성취기준을 분석하여 환경교육과의 관련성을 체계적으로 도출하고, 환경교육 내용을 교과·학교급별로 구조화하고자 하였다.
- ② 둘째, 환경교육 주제를 교육과정 기반으로 재정리하고, 교과-성취기준-환경교육 주제 간의 연계 관계를 가시화함으로써 환경교육의 통합적 이해를 도모하고자 하였다.
- ③ 셋째, 시·도교육청을 중심으로 개발·보급되고 있는 환경교육 콘텐츠를 수집·분류하여 환경교육 콘텐츠 데이터베이스(DB)를 구축하고, 향후 국가 차원의 환경교육 자원 관리 및 활용을 위한 기초 자료를 제공하고자 하였다.

• 그러나 연구 수행 과정에서 진행된 초·중·고 교사 면담 및 검토 의견을 통해, 기존의 연구 목적만으로는 학교 현장에서 실제로 요구되는 지원 수준에 충분히 도달하기 어렵다는 한계가 확인되었다. 다수의 교사들은 환경교육 자료가 일정 수준 축적되어 있음에도 불구하고, 이를 자신의 교과와 단원, 학습자 수준에 맞게 재구성하여 수업으로 설계하는 과정에서 상당한 어려움을 겪고 있음을 지적하였다. 특히 자료의 양적 축적이나 단순한 목록 제공 방식만으로는 교사의 수업설계 부담을 실질적으로 경감하기 어렵다는 점이 반복적으로 제기되었다.

• 이러한 교사들의 현장 인식은 환경교육 자원에 대한 접근 방식이 ‘자료의 제공’ 중심에서 ‘수업설계 지원’ 중심으로 전환될 필요성을 시사하였다. 이에 본 연구는 기존의 과업 범위를 확장하여, 환경교육 자원을 단순히 체계화·디지털화하는 데 그치지 않고, 교사가 주도적으로 자신의 수업을 설계할 수 있도록 지원하는 새로운 활용 체계를 모색하고자 하였다.

• 특히 본 연구는 환경교육 자원, 교육과정 성취기준, 환경교육 주제, 교육청 콘텐츠 DB를 유기적으로 연결하고, 이를 기반으로 AI 기술을 활용하여 교사의 수업설계 과정을 지원하는 플랫폼 개념을 제안하는 것을 추가적인 연구 목적으로 설정하였다. 이는 교사를 대체하는 자동화된 수업 생성이 아니라, 교사의 전문성과 판단을 존중하면서도 자료 탐색, 연계, 구성 과정에서의 부담을 완화하고자 하는 지원적 도구로서의 AI 활용을 전제로 한다.

• 종합하면, 본 연구의 목적은

- ① 2022 개정 교육과정 기반 환경교육 내용과 자원을 체계화하고, 교육청 환경교육 콘텐츠의 활용 가능성을 제고한다.
- ② 나아가 교사 면담 및 시범 검토 결과를 반영하여 AI 기반 환경교육 자원맵 및 교사 주도 수업설계 지원 플랫폼의 개념과 방향을 제시함으로써, 학교 환경교육의 지속적 확산과 질적 성장을 도모한다.

### 3. 연구 범위 및 방법

#### 가. 연구의 범위

- 본 연구는 2022 개정 교육과정에 기반한 학교 환경교육의 실질적 실행력 강화를 목표로 하며, 연구 범위는 교육과정 분석, 환경교육 자원 체계화, 콘텐츠 데이터베이스 구축, 그리고 교사 주도 수업설계 지원 방안 도출을 중심으로 설정하였다.
- 첫째, 교육과정 분석 범위는 2022 개정 교육과정에 따라 운영되는 초등학교, 중학교, 고등학교의 교과 교육과정을 대상으로 하였다. 특히 환경교육과의 관련성이 높은 교과를 중심으로 교과별 성취기준을 분석하고, 환경교육 내용 요소와의 연계 가능성을 검토하였다. 이를 통해 환경교육이 특정 교과에 국한되지 않고 다양한 교과에서 통합적으로 다루어질 수 있는 구조를 파악하고자 하였다.
- 둘째, 환경교육 내용 및 주제 체계화 범위는 교과 성취기준 분석 결과를 토대로 환경교육의 핵심 영역, 주요 주제, 세부 내용 요소를 도출하는 데까지를 포함한다. 이 과정에서는 기존 환경교육 정책 문서, 국가환경교육표준, 선행연구에서 제시된 분류 체계를 종합적으로 검토하여, 교육과정과 현장 적용을 동시에 고려한 환경교육 주제 체계를 구성하였다.
- 셋째, 환경교육 자원 및 콘텐츠 DB 구축 범위는 최근 3년간 시·도교육청 및 관련 공공기관을 중심으로 개발·보급된 환경교육 콘텐츠를 대상으로 하였다. 수업자료, 교수·학습 자료, 프로그램 자료 등 학교 현장에서 활용 가능한 자료를 중심으로 수집·분류하였으며, 향후 확장 가능한 메타데이터 구조 설계를 연구 범위에 포함하였다.
- 넷째, 연구 범위의 확장 영역으로서, 교사 면담 및 검토 과정에서 확인된 현장 요구를 반영하여, 기존의 환경교육 자원 체계화 결과를 실제 수업설계로 연결할 수 있는 AI 기반 교사 주도 수업설계 지원 플랫폼의 개념과 활용 방향을 연구 범위에 포함하였다. 이는 당초 과업에서 도출된 분석 결과와 DB를 실제로 '활용 가능하게 만드는 방식'에 대한 연구로서, 기존 과업의 연장선상에서 설정된 범위이다.

#### 나. 연구의 방법

- 본 연구는 정량적 분석과 정성적 검토를 병행하는 혼합 연구 방법(mixed methods)을 적용하였으며, 연구 목적과 범위에 따라 다음과 같은 단계별 방법을 활용하였다.
- 첫째, 교육과정 문서 분석을 통해 2022 개정 교육과정의 교과별 성취기준을 검토하고, 환경교육과의 관련성을 체계적으로 분석하였다. 교과별 성취기준 텍스트를 대상으로 환경교육 핵심 개념 및 키워드를 중심으로 분석하였으며, 연구진의 전문가 검토와 함께 AI 기반 텍스트 분석을 병행하여 분석 결과의 객관성과 일관성을 확보하고자 하

였다.

- 둘째, 환경교육 내용 및 주제 체계화 분석을 위해 교육과정 분석 결과, 기존 환경교육 분류 체계, 국가환경교육표준 등을 종합적으로 검토하였다. 이를 바탕으로 환경교육 영역-주제-내용 요소로 이어지는 구조를 설정하고, 교과 성취기준과의 연계 관계를 표와 도식 형태로 정리하였다.
- 셋째, 환경교육 콘텐츠 수집 및 DB 구축 단계에서는 시·도교육청 및 관련 기관에서 제공하는 환경교육 콘텐츠를 수집하고, 자료의 유형, 대상 학교급, 교과 연계 가능성, 주제, 활용 방식 등을 기준으로 분류하였다. 이를 통해 환경교육 콘텐츠 데이터셋을 구성하고, 향후 플랫폼 연계를 고려한 메타데이터 구조를 설계하였다.
- 넷째, 교사 면담 및 검토 방법으로는 초등학교, 중학교, 고등학교 교사를 대상으로 환경교육 자료 활용 경험, 수업설계 과정에서의 어려움, 기존 자료 체계의 한계 등에 대한 의견을 수렴하였다. 이를 통해 환경교육 자원 체계화 결과의 현장 적합성을 검토하고, 추가적으로 필요한 지원 요소를 도출하였다.
- 다섯째, 시범적용 및 검토 단계에서는 일부 교사를 대상으로 교육과정 분석 결과와 환경교육 자원 체계화 내용을 활용하여 수업설계 가능성을 검토하였다. 이 과정에서 교사들이 자료를 탐색하고, 성취기준과 연계하여 수업을 구상하는 과정을 분석함으로써, 실제 활용 단계에서 발생하는 문제점과 개선 방향을 도출하였다.
- 마지막으로, 이러한 연구 결과를 종합하여 AI 기반 환경교육 자원맵 및 교사 주도 수업설계 지원 플랫폼의 개념, 기능 구조, 활용 시나리오를 도출하였다. 이는 기술 구현을 목적으로 한 개발 연구가 아니라, 향후 정책적·제도적 추진을 위한 기획·설계 수준의 연구로서, 교사의 전문성과 자율성을 지원하는 방향에서 AI 활용의 원칙과 범위를 제시하는 데 중점을 두었다.

## 다. 연구 수행절차

### 1) 1단계: 교육과정 기반 환경교육 내용 분석

- 본 단계에서는 2022 개정 교육과정을 중심으로 초·중·고 교과별 성취기준을 분석하고, 환경교육과의 관련성을 체계적으로 도출하였다. 교과별 성취기준을 대상으로 환경교육 핵심 개념 및 주제를 중심으로 분석 기준을 설정하였으며, 연구진의 전문적 검토와 AI 기반 텍스트 분석을 병행하여 분석의 일관성과 객관성을 확보하였다. 이를 통해 환경교육이 여러 교과에 분산·융합되어 제시되는 구조를 종합적으로 파악하였다.

### 2) 2단계: 환경교육 자원 및 주제 체계화

- 1단계 분석 결과를 토대로 환경교육 영역, 주제, 내용 요소를 재구조화하고, 교과-성취기준-환경교육 주제 간 연계 관계를 체계적으로 정리하였다. 또한 국내·외 환경교육 정책 문서와 선행연구를 검토하여 교육과정 기반 환경교육 주제 체계를 확정하고, 이를

표와 도식 형태의 환경교육 내용 체계표로 개발하였다. 이 단계에서는 교육과정 분석 결과가 실제 수업 설계로 연결될 수 있는 구조적 틀을 마련하는 데 중점을 두었다.

### 3) 3단계: 환경교육 콘텐츠 DB 구축 및 현장 검증

- 본 단계에서는 시·도교육청 및 관련 기관에서 개발·보급된 환경교육 콘텐츠를 수집·분류하여 환경교육 콘텐츠 데이터베이스를 구축하였다. 동시에 초·중·고 교사를 대상으로 면담 및 검토를 실시하여, 기존 환경교육 자원 구조와 체계화 결과의 현장 적합성을 점검하였다. 일부 교사를 대상으로 시범적용을 수행하여 자료 탐색, 성취기준 연계, 수업 구상 과정에서 나타나는 실제 활용상의 어려움과 개선점을 도출하였다.

### 4) 4단계: AI 기반 교사 주도 수업설계 지원 체계로의 확장

- 마지막 단계에서는 교사 면담 및 시범적용 결과를 종합하여, 기존의 환경교육 자원 체계화 방식이 '자료 제공' 중심에 머물러 있음을 확인하고, 이를 '수업설계 지원' 중심으로 전환할 필요성을 도출하였다. 이를 바탕으로 환경교육 자원맵과 교육과정 분석 결과, 콘텐츠 DB를 유기적으로 연계하고, AI 기술을 활용하여 교사가 주도적으로 수업을 설계할 수 있도록 지원하는 플랫폼의 개념, 기능 구조, 활용 시나리오를 제안하였다.

# 제2장 환경교육 자원과 교육과정 연계의 이론적·정책적 배경

## 1. 환경교육 자원 개념과 유형

### 가. 환경교육 자원

- 환경교육 자원(environmental education resources)이란 환경교육의 목표와 내용을 구현하기 위해 활용될 수 있는 모든 유형의 자료, 장소, 프로그램, 인적·물적 요소를 포괄하는 개념이다. 이는 단순한 교수·학습 자료에 국한되지 않고, 교육과정, 지역 환경, 사회적 맥락, 학습자의 경험까지 포함하는 확장된 개념으로 이해될 필요가 있다.
- 전통적으로 환경교육 자원은 교재, 활동 자료, 체험 프로그램, 시청각 자료 등 개별 콘텐츠 단위로 인식되어 왔다. 이러한 접근은 특정 수업이나 프로그램을 운영하는 데에는 일정한 도움을 주었으나, 교육과정 전체 속에서 환경교육이 어떻게 위치하며, 어떤 방식으로 누적·확장될 수 있는지에 대한 구조적 이해를 제공하는 데에는 한계를 지니고 있었다.
- 최근에는 환경교육이 특정 교과나 단일 활동에 머무르지 않고, 다양한 교과와 학습 맥락 속에서 통합적으로 다루어져야 한다는 인식이 확산되면서, 환경교육 자원에 대한 개념 역시 '자료' 중심에서 '구조와 관계' 중심으로 전환될 필요성이 제기되고 있다. 즉, 개별 자원이 무엇인가보다, 그 자원이 어떤 교육과정 요소와 연결되며, 다른 자원과 어떻게 관계 맺고 있는가가 중요해진 것이다.

### 나. 환경교육 자원의 유형

- 이러한 관점에서 환경교육 자원은 다음과 같이 유형화할 수 있다.
- 첫째, 교육과정 기반 자원으로서 교과 성취기준, 핵심 아이디어, 내용 요소 등 교육과정 자체를 환경교육의 중요한 자원으로 본다. 이는 환경교육이 외부에서 '추가되는 내용'이 아니라, 이미 교육과정 내부에 내재된 요소임을 드러낸다.
- 둘째, 콘텐츠 기반 자원으로서 교수·학습 자료, 프로그램, 수업안, 활동 자료 등 실제 수업에 직접 활용 가능한 형태의 자원을 포함한다.
- 셋째, 공간·지역 기반 자원으로서 지역의 자연환경, 생활환경, 사회·문화적 맥락을 교육 자원으로 인식하는 관점이다.
- 넷째, 인적·사회적 자원으로서 교사, 전문가, 지역 주민, 기관 간 협력 구조 등도 환경교육의 중요한 자원으로 간주된다.
- 문제는 이러한 다양한 환경교육 자원이 실제 현장에서는 서로 분절된 상태로 존재하

며, 교사가 이를 종합적으로 인식하고 활용하기 어렵다는 데 있다. 개별 자원은 존재하지만, 그것들이 교육과정과 어떻게 연결되는지, 다른 자원과 어떤 관계를 맺는지에 대한 '지도(map)'가 부재한 상황인 것이다.

#### 다. 환경교육 자원맵

- 이러한 맥락에서 환경교육 자원맵(resource map)은 단순한 자료 목록이나 데이터베이스를 넘어, 환경교육 자원들 간의 관계를 구조적으로 드러내는 개념적·실천적 도구로서 중요한 의미를 갖는다. 자원맵은 개별 자원을 나열하는 것이 아니라, 교육과정-주제-자원-수업을 연결하는 관계망을 시각화하고 구조화함으로써, 교사가 자신의 수업 맥락에 맞는 자원을 탐색하고 조합할 수 있도록 지원한다.
- 특히 2022 개정 교육과정과 같이 교과 간 연계와 융합이 강조되는 상황에서는, 환경교육 자원맵이 교과별 성취기준과 환경교육 주제를 연결하는 중간 매개 구조로 기능할 수 있다. 이는 환경교육을 별도의 추가 과제가 아니라, 정규 교육과정 속에서 의미 있게 재구성할 수 있는 기반을 제공한다는 점에서 정책적·교육적 의의를 지닌다.
- 요컨대 환경교육 자원맵은 분산된 환경교육 자원을 구조적으로 통합하고, 교육과정과의 연계를 명확히 하며, 교사의 수업설계 과정을 지원하는 '활용 중심 자원 체계'로서, 환경교육의 지속성과 확장 가능성을 높이는 핵심적인 기제로 이해될 수 있다.

## 2. 2015·2022 개정 교육과정과 환경교육의 위치

- 우리나라 학교 환경교육의 위상과 역할은 교육과정 개정을 거치며 점진적으로 변화·확대되어 왔다. 특히 2015 개정 교육과정과 2022 개정 교육과정은 환경교육을 바라보는 국가 차원의 인식 전환과 정책적 방향성을 비교적 분명하게 보여주는 두 개의 전환점이라 할 수 있다.

### 가. 2015 개정 교육과정에서의 환경교육: 특정 교과 중심의 한계와 가능성

- 2015 개정 교육과정에서 환경교육은 주로 선택 교과(환경)를 중심으로 제도화되었으며, 일부 교과(과학, 사회, 기술·가정 등)에 환경 관련 내용이 부분적으로 반영되는 방식으로 운영되었다. 이 시기의 환경교육은 지속가능발전교육(ESD)의 국제적 흐름을 반영하고자 했으나, 실제 학교 현장에서는 환경 교과 개설 여부, 교사의 전문성, 학교 여건 등에 따라 적용 수준의 편차가 크게 나타났다.
- 즉, 환경교육은 제도적으로는 존재했으나, 특정 교과에 의존하거나 비교과·체험활동 중심으로 운영되거나 담당 교사의 개인적 역량과 의지에 좌우되는 경향이 강했다. 이로 인해 환경교육은 학교 교육과정 전반을 관통하는 핵심 가치라기보다는, ‘가능한 경우에만 실행되는 선택적 영역’으로 인식되는 한계를 지니고 있었다.

### 나. 2022 개정 교육과정과 생태전환교육의 강화

#### 1) 교육기본법을 바탕으로 한 정책적 전환

- 2022 개정 교육과정은 이러한 한계를 인식하고, 환경교육의 위상을 근본적으로 재정립하려는 시도를 본격화하였다. 특히 교육기본법에 명시된 지속가능한 사회와 생태적 전환에 대한 국가의 책무를 교육과정 차원에서 구체화하면서, 환경교육은 단순한 교과 내용이 아니라 교육의 지향점이자 핵심 가치로 재위치화되었다.
- 이 과정에서 등장한 핵심 개념이 바로 생태전환교육이다. 생태전환교육은 환경 문제에 대한 지식 전달을 넘어, 인간과 자연, 사회와 생태계의 관계를 근본적으로 성찰하고 전환하는 교육을 지향한다. 이는 환경교육을 특정 교과의 영역으로 한정하지 않고, 학교 교육 전반을 관통하는 방향성과 원리로 확장하려는 시도라고 볼 수 있다.

#### 2) 모든 교과에서의 환경교육·기후변화교육 확대

- 2022 개정 교육과정의 또 다른 중요한 변화는 환경교육과 기후변화교육이 모든 교과에 걸쳐 확장되었다는 점이다. 환경과 기후위기는 특정 교과에서만 다룰 수 있는 주제가 아니라는 인식 아래, 각 교과의 성취기준 속에 환경적·생태적 관점이 다양한 방식으로 반영되었다.

- 이로 인해 환경교육은 과학 교과에서는 생태계, 기후 시스템, 에너지 전환의 문제로, 사회 교과에서는 환경 정의, 지속가능한 사회, 정책과 제도의 문제로, 국어·예술 교과에서는 생태적 감수성과 표현, 기술·가정 교과에서는 생활 속 실천과 전환의 문제로 확장되며, 교과 고유의 성격 속에서 환경교육이 재맥락화되는 구조를 갖게 되었다.
- 그러나 이러한 확장은 동시에 새로운 과제를 동반한다. 환경교육이 여러 교과에 분산되면서, 교사들은 자신의 교과 성취기준 속에 포함된 환경교육 요소를 스스로 해석하고 수업으로 재구성해야 하는 상황에 놓이게 되었으며, 이는 환경교육의 구조적 가시성 저하와 수업설계 부담 증가로 이어질 가능성도 내포하고 있다.

### 3) 학교 자율시간과 적용 방식의 다양화 가능성

- 2022 개정 교육과정은 환경교육의 확장을 단일한 실행 모델로 강제하지 않고, 학교와 시·도교육청의 여건에 따라 다양하게 적용할 수 있는 구조를 동시에 제시하고 있다. 대표적인 사례가 학교 자율시간, 창의적 체험활동, 그리고 이른바 ‘16+1’과 같은 운영 체제이다.
- 이러한 구조는 환경교육이 특정 교과 수업 속에서 통합적으로 이루어질 수도 있고, 학교 자율시간을 활용한 주제 중심 프로젝트로 운영될 수도 있으며, 지역 특성과 연계된 생태·환경 프로그램으로 확장될 수 있는 유연한 적용 가능성을 제공한다.
- 이는 환경교육을 획일적인 프로그램이 아니라, 지역·학교·교사의 맥락에 따라 다르게 구성될 수 있는 교육적 실천 영역으로 열어두었다는 점에서 중요한 진전이라 할 수 있다. 동시에 이러한 다양성은, 교사가 교육과정과 자원을 연결하여 스스로 수업을 설계할 수 있는 지원 체계가 마련되지 않을 경우, 오히려 현장의 혼란과 부담으로 전환될 위험성도 내포한다.

## 다. 소결

- 종합하면, 2015 개정 교육과정에서 2022 개정 교육과정으로의 변화는 환경교육을 특정 교과의 선택적 영역에서 모든 교과를 관통하는 생태전환교육의 핵심 요소로 확장·재정립하는 과정으로 이해할 수 있다. 이러한 변화는 환경교육의 가능성을 크게 확장시키는 동시에, 교육과정-자원-수업설계를 연결하는 새로운 매개 구조의 필요성을 강하게 제기하고 있으며, 이는 본 연구에서 환경교육 자원맵과 AI 기반 수업설계 지원 체계를 제안하게 된 중요한 배경이 된다.

### 3. 국내 환경교육 정책 및 플랫폼 현황

#### 가. 생태전환교육 및 환경교육 동향

##### 1) 교육부

###### 가) 2022 개정 교육과정 기반 생태전환교육의 전면 도입

- 교육부는 '2022 개정 교육과정'을 통해 생태전환교육을 특정 과목에 국한하지 않고 전 교과에 반영하는 정책을 본격화하고 있다.
- ① 교과 통합적 접근: 기후·생태 변화에 대응하는 역량을 기르기 위해 국어, 사회, 과학 등 주요 교과뿐만 아니라 도덕, 영어 등 모든 과목의 성취기준에 생태적 가치와 지속가능성을 포함한다.
- ② 새로운 선택과목 신설: 고등학교 학점제와 연계하여 '기후변화', '지속가능발전' 등 전문화된 선택과목을 신설하여 학생들의 심화 탐구 기회를 보장한다.
- ③ 교수·학습 방법의 혁신: 단순 지식 전달에서 벗어나 실제 삶의 맥락 속에서 문제를 정의하고 해결하는 '질문 중심 수업'과 '탐구 활동'을 강화하여 비판적 사고력을 함양하는 데 중점을 둔다.

###### 나) 학교 탄소중립 실천 체제 강화 및 중점학교 확대

- 기후위기 대응 역량을 실질적으로 키우기 위해 학교 현장을 탄소중립 실천의 장으로 바꾸는 '탄소중립 중점학교' 사업이 심화·확대되고 있다.
- ① 범부처 협력 모델: 교육부를 중심으로 환경부, 농림축산식품부, 해양수산부 등 6개 부처가 협업하여 부처별 전문분야(산림 교육, 해양 환경 등)를 학교 교육과정에 결합한 패키지형 지원을 실시한다.
- ② 중점학교 및 선도모델 운영: 2021년 5개교로 시작한 탄소중립 중점학교를 매년 확대하고 있으며, 기존 우수 학교를 '선도모델'로 지정하여 지역 내 거점 학교로서 사례를 확산하도록 유도한다.
- ③ 특수교육 및 소외계층 포용: 2023년부터는 특수학교를 중점학교로 최초 선정하는 등 장애학생을 포함한 모든 학생에게 체계적인 기후·환경 교육 기회를 제공하기 시작한다.

###### 다) 지능형 환경교육 인프라 및 디지털 전환

- 교육의 디지털 전환(Digital Transformation)과 연계하여, AI 및 에듀테크를 활용한 지능형 환경교육 환경을 구축하고 있다.
- ① AI 기반 맞춤형 학습: 인공지능 디지털 교과서(AIDT) 도입 준비와 병행하여, 환경

교육 분야에서도 AI 챗봇 및 맞춤형 원격 교육 운영 체계를 제공하여 개별 학습 이력을 관리하고 맞춤형 피드백을 강화한다.

- ② 미래형 교수·학습 자료 개발: 가상·증강현실(VR·AR) 및 지능형 정보기술과 융합한 환경교육 자료를 대폭 확충하고, 전국 모든 교실에 기가급 무선망을 구축하여 디지털 환경수업이 가능하도록 인프라를 정비한다.
- ③ 통합 정보 플랫폼 고도화: 분산된 환경교육 자원을 한곳에 모은 '국가 환경교육 통합 플랫폼'을 사용자 친화적으로 개선하고, AI 기능을 통해 교사의 수업 설계를 돕는 지능형 검색 기능을 도입한다.

#### 라) 국가환경교육계획(2026~2030)과 사회적 확산

- 최근 수립된 '제4차 국가환경교육계획'은 학교를 넘어 사회 전체의 환경 실천 역량을 강화하는 데 목표를 두고 있다.
  - ① 환경교육 의무화 및 전문인력 양성: 공무원과 공공기관 직원의 환경교육 이수율 의무화하고, 환경교육 전문인력인 '환경교육사'의 고용을 국·공립 기관에 의무화하여 안정적인 교육 활동을 지원한다.
  - ② 지역 환경교육 거점 구축: 시도교육청별로 '학교 환경교육지원센터'를 설치할 수 있는 근거를 마련하고, 유아기후환경교육관 등 지역 내 교육 거점을 확산하여 학교와 지역 사회를 잇는 생태계를 조성한다.
  - ③ 국제 협력 강화: 한·중·일 환경교육네트워크 등 국제사회와의 협력을 통해 한국의 생태전환교육 모델을 세계와 공유하고 글로벌 환경 시민성을 함양한다.
- 
- 시사점 요약: 교육부의 정책은 "단순 지식 전달에서 실천 중심의 생태적 전환"으로, 그리고 "아날로그 방식에서 AI 기반의 지능형 교육"으로 빠르게 변화하고 있음. 이는 'AI 활용 환경교육 수업지도안 개발 앱'이 현재 국가 정책 기조(디지털 전환 + 생태전환)에 매우 부합함을 시사한다.

### 2) 시·도교육청

- 2단계로 전국 17개 시·도교육청 수준의 주요 정책과 뉴스를 주제별로 정리한다. 각 교육청은 교육부의 큰 방향성을 바탕으로 지역적 특색을 살린 구체적인 실천 모델을 구축하고 있다.

#### 가) 지역 특화 생태전환교육 교육과정 및 교재 개발

- 각 시·도교육청은 지역의 생태적 특성을 반영하여 학교 현장에서 즉시 활용 가능한 인정 도서와 교육과정을 독립적으로 개발하고 있다.
- ① 서울시교육청의 선도적 교재 보급: 전국 최초로 초등 3·4학년 및 중학교용 '생태전환 교육' 인정 교과서 3종을 승인하여 2025년부터 학교자율시간에 활용할 수 있도록 한

다. 이는 단순한 보조 자료를 넘어 정규 교육과정 내 체계적인 학습 권리를 보장하기 위한 조치이다.

- ② 경기도의 유아 단계 정책화: 경기도교육청은 유치원 단계부터 생태적 삶이 스며들 수 있도록 정책실행연구를 진행하고, 가정과 연계된 생태전환교육 자료를 배포하여 생애 초기 교육을 강화한다.

#### 나) 탄소중립 실천을 위한 민·관·학 협력 및 거버넌스 구축

- 단독 행정이 아닌 지자체, 시민사회, 유관기관과 협력하여 학교를 탄소중립의 거점으로 만드는 노력이 두드러진다.
- ① 환경교육도시 지정과 협력: 인천, 부천 등 지자체가 '환경교육도시'로 신규 지정됨에 따라, 해당 지역 교육청은 시청/구청과 협력하여 지역 맞춤형 탈탄소 교육 모델을 공동 추진한다.
- ② 민관 협력 리더 양성: 서울 북부교육지원청과 도봉구청의 협력 사례와 같이, 학교 밖 자원과 연계하여 청소년 기후 리더를 양성하고 민관 협력 체계를 공고히 한다.
- ③ 대규모 실천 한마당: 서울시교육청은 6월 환경의 달을 맞아 천여 개 이상의 학교가 참여하는 '생태전환교육 한마당'을 개최하여, 각 학교의 탄소중립 실천 사례를 공유하고 확산하는 플랫폼 역할을 수행한다.

#### 다) 현장 밀착형 체험 교육 및 학교 지원 사업

- 지역 교육지원청(기초)을 중심으로 학생들의 감수성을 자극하는 실질적인 체험 프로그램과 동아리 지원이 활발하다.
- ① 학교로 찾아가는 교육: 대전서부 및 동부교육지원청은 전문가가 직접 학교를 방문하는 '생태전환교실'을 운영하여 일선 교사들의 수업 부담을 줄이고 전문성을 보충한다.
- ② 지역 자원 공유학교: 김포교육지원청은 '미래그린 공유학교'를 통해 지역 생태기관과 협력하여 습지 탐사, 생태숲 교육 등 교실 안에서 하기 어려운 심화 탐구 프로그램을 제공한다.
- ③ 학생 주도 동아리 활성화: 경기형 탄소중립 교육의 일환으로 학생 스스로 기획하고 실천하는 생태환경 동아리를 지원하여, 학습자가 교육의 주체가 되도록 유도한다.

#### 라) 학교 공간의 생태적 혁신 (그린스마트 미래학교)

- 학교 시설 자체를 환경교육의 교재로 활용하기 위해 친환경 공간 혁신 사업을 병행한다.
- ① 공간 자체가 자원: 그린스마트 미래학교 사업과 연계하여 노후 학교를 탄소중립형 건물로 개축하고, 옥상 정원이나 태양광 발전 시설 등을 교육용 가시화 장치로 활용한다.
- ② 탄소중립 연구학교 운영: 고촌중학교 등 특정 학교를 연구학교로 지정하여 탄소중립 교육과정과 공간 혁신이 결합했을 때의 교육적 효과를 분석하고 이를 타 지역으로 전파한다.

- 시사점 요약: 전국 시·도교육청은 '지역성(Localization)'을 핵심으로 삼아 교육과정을 재구성하고 있다. 이는 추진 중인 '환경교육 자원맵'에서 교육지원청 단위의 특색 자원을 메타데이터로 연결하는 기능이 현장의 요구와 정확히 일치함을 뒷받침한다.

### 3) 교육지원청

#### 가) 지역 특색 생태 자원 연계 교육과정 운영

- 각 지역 교육지원청은 관할 지역의 지리적·생태적 강점을 활용하여 교과서 밖의 생생한 탐구 환경을 제공한다.
- ① 해안 및 갯벌 중심 환경 특구(서천교육지원청): 2025 환경교육선도지원청으로 지정되어 지역 교사, 군청, 민간 연구소가 협업하는 추진단을 구성한다. 지역 특색 사업으로 '해안 중심 환경교육 특구'를 운영하며 지역의 연안 환경 자원을 교육과정에 내재화한다.
- ② 지역 생태환경 기반 자료 개발(파주교육지원청): '파주 FOREST 생태환경교육' 사업을 통해 파주 관내 교원과 전문가들이 협력하여 지역 생태환경 기반 체험 프로그램 12종을 개발 및 공개한다.
- ③ 에너지 및 도시숲 연계(안산교육지원청): 재생에너지와 도시숲이라는 안산 지역의 특색 자원을 학교 교육과정과 연결하여 학생들이 삶 속에서 환경 문제를 이해하도록 지원한다.

#### 나) 학교 현장 밀착형 수업 및 전문성 지원

- 교사의 수업 부담을 줄이고 전문성을 높이기 위해 교육지원청이 직접 학교를 지원하는 사업이 활발하다.
- ① 찾아가는 기후환경 교실 및 컨설팅: 일선 학교로 직접 찾아가는 체험형 기후환경 교실을 운영하고, 학교 방문 컨설팅을 통해 탄소중립학교 운영을 위한 맞춤형 조언을 제공한다.
- ② 생태전환교육 직무연수 실시(대전교육청 등): 지역 인근의 생태환경 자원을 활용한 현장 탐방 및 체험형 연수를 운영하여 교원의 지도 역량을 강화한다.
- ③ 수업 자료 개발 및 보급(김포교육지원청): 유·초등용 '생태와 평화를 꿈꾸는 김포', 중등용 '기후 위기를 다스리는 방법' 등 학교급별 맞춤형 수업 자료를 개발하여 관내 학교에 보급한다.

#### 다) 학생 주도 실천 및 공유학교 운영

- 학교 밖 자원을 활용하거나 학생이 주체가 되는 실천 문화를 조성한다.

- ① 지역 연계 공유학교(김포 미래그린 공유학교): 지역 생태기관, 경기 생태학교와 협력하여 초3~중3 학생들을 대상으로 습지 탐사, 생태숲 교육 등 전문화된 프로그램을 운영한다.
- ② 학생 주도 환경 동아리 지원: 앓이 실천으로 이어지도록 관내 수십 개의 생태환경 및 융합과학 동아리에 재정적 지원을 제공하며, 학생 융합체험 한마당 등을 개최하여 성과를 공유한다.
- ③ ESG 교육(전북 지역 교육지원청 등): 전문 강사와 교사의 협력 수업을 통해 초·중·고 학생들에게 환경(E)뿐만 아니라 사회(S), 투명경영(G)의 가치를 교육하는 프로그램을 추진한다.

### 라) 민·관·학 협력 거버넌스 활성화

- 지자체 및 지역사회와 협력하여 교육의 범위를 지역 전체로 확장한다.
- ① 생태전환교육추진단 협의회: 교육지원청 주도로 관내 교사, 지자체 공무원, 환경 단체가 참여하는 협의체를 구성하여 지역 밀착형 환경교육 방향을 설정한다.
- ② 환경교육도시 협력 체계: 지자체가 환경교육도시로 지정된 지역의 경우, 교육지원청은 시청/구청과 연계하여 지역사회의 실천 문화를 학교로 파급시키는 역할을 수행한다. 이는 교육지원청을 중심으로 지역 생태 자원, 지자체, 학교, 민간 단체가 연결되어 실천 중심의 교육을 만들어내는 기초 단위 네트워크 구조를 가리킨다.
- 시사점 요약: 기초 교육지원청은 '실행의 핵심' 단위로서, 본 연구에서 개발하고 있는 앱 시안에서 강조한 '지역 특색 자료'를 공급하는 가장 중요한 원천이다. 특히 서천, 김포, 파주 등에서 진행하는 지역 특화 교육과정 자료를 앱의 데이터셋에 우선 반영한다면 현장 교사들에게 매우 차별화된 가치를 제공할 수 있다.

## 나. 환경부의 환경교육 통합플랫폼

### 1) 개발 목적

- 국가 전체의 환경교육 자원 통합관리 및 서비스 제공을 위해 구축된 환경교육 통합정보 시스템이다. 산재돼 있던 정보·자료·서비스를 한 곳에서 범부처·지자체·민간 자원까지 통합하여 국민과 교육 주체가 쉽게 접근·활용할 수 있도록 한다. 수요자 중심 자원 활용 확산, 데이터 축적·통합 관리로 교육 품질 향상 기반 마련, 자원 공유·소통·네트워킹 강화를 목표로 한다.
- 비판적 관점에서 보면 목적 정의는 광범위하지만 구체적 효과 지표(예: 참여율, 학습 성과 등)가 명확히 제시되지 않아 플랫폼 구축 이후 성과 평가가 어렵다는 비판이 있

을 수 있다. 그러나 범정부·다층 환경교육 자원을 연결하는 디지털 인프라 마련 자체가, 정책적 일관성 및 공공서비스의 질을 강화하는 중요한 토대가 되고 있다.

## 2) 주요 구성 요소

- 플랫폼은 아래와 같은 서비스·정보 영역으로 구성된다.
- ① 온라인 학습: 환경 분야별 학습자료 및 과정 (기후변화, 대기, 물, 폐기물 등) 제공
- ② 프로그램·콘텐츠: 교육자료, 콘텐츠, 환경교육 교구, 우수사례, 도서, 용어사전 등
- ③ 전문가·강사 정보: 환경교육 전문가, 환경교육사 관련 정보 및 신청
- ④ 교육기관·시설 정보: 국가환경교육센터, 광역·기초 환경교육센터, 사회환경교육기관
- ⑤ 참여·신청: 시설 예약, 우수환경교육 프로그램 신청, 공모전·이벤트 참여 안내
- ⑥ 소개·정책·자료실: 국가환경교육센터 소개, 정책·제도 자료, 실태조사 등



〈그림 1〉 환경부 환경교육 통합플랫폼 구성도

## 3) 주요 정보와 자료

- ① 교육자료: 카드뉴스, 인포그래픽, 학습자료 등 다양한 콘텐츠가 주제·대상별로 제공
- ② 주제 분류: 기후변화, 자원순환, 대기, 생물다양성, 지속가능발전 등 환경교육 핵심 주제를 포괄
- ③ 대상 별 자료: 유아, 아동, 청소년, 성인 모두에게 맞춘 자료와 프로그램이 존재

- ④ 교육기관 정보: 환경교육센터 및 사회환경교육기관, 강사·전문가 네트워크 정보
  - 프로그램 카테고리는 있어도 프로그램 상세 목록이 제대로 채워져 있지 않거나 빈 경우도 보인다(검색 시 일부 프로그램 목록 없음).
  - 방대한 47,000여 건의 환경교육 콘텐츠 데이터를 통해 사용자 맞춤형 검색 및 자료 활용 가능성이 확보된다.

#### 4) 활용 현황

- 유아부터 성인까지의 환경교육 콘텐츠와 온라인 강좌를 제공하고 있으며, 공지사항, 공모 및 환경교육 행사 안내를 제공하고 있으며 환경교육사 관련 정보 및 양성과정 안내도 포함하고 있다. 그러나 실제 프로그램 참여 데이터, 사용자 이력 데이터 등 체계적 활용 지표는 공개되어 있지 않아, 플랫폼의 교육 효과 및 참여도 파악은 어렵다.
- 환경교육사업과 전문인력 양성, 공모전·이벤트 참여 등을 통합하여 환경교육 생태계 전체를 하나의 플랫폼에서 볼 수 있는 구조를 마련했다고 볼 수 있다.

#### 5) 한계점

- 프로그램 메뉴에 일부 명시적 프로그램 목록이 없는 경우가 있다.
- ① 플랫폼 기능이 정보 제공 중심으로 구성되어 있어, 사용자 맞춤형 학습경로 설계, 학습 이력 관리 등 심화 학습 지원 기능은 제한적일 수 있다.
- ② 데이터 제공량은 많으나 실제 참여 분석, 성과 지표, 피드백 루프가 부족하여 정책적 활용 관점에서 한계가 존재할 수 있다.
- ③ 단일 플랫폼으로 통합된 데이터가 제공된다는 점 자체가 환경교육 정보의 접근성 확대에 중요한 진전이라는 점은 부정하기 어렵다.

#### 6) 개선 방안

- 기존 사례 분석을 통해 찾을 수 있는 개선 방안의 방향은 다음과 같다.
- ① 프로그램 데이터 관리 강화: 실제 교육 프로그램 목록을 최신화하고, 검색 가능한 상태로 유지
- ② 학습 이력 관리·맞춤 서비스 확대: 사용자별 맞춤 학습 경로, 이력 데이터 저장 및 분석 기능 추가
- ③ 성과 지표 도입: 플랫폼 이용 통계, 학습 성과, 참여도 지표를 시각화하고 공개
- ④ 현장 피드백 반영 체계 강화: 교사·학습자 피드백을 통해 자료 품질 개선 및 추천 알고리즘 고도화
- 플랫폼이 정책적으로 확장될 경우 개인 정보 보호 및 학습 데이터 활용에 대한 법·제도 정비도 필요해질 수 있다. 이상의 개선이 이루어진다면 정부·학교·지역사회 환경교육 연계와 확장성을 확보하는 핵심 인프라로 자리매김할 수 있다.

## 4. AI 활용 교육지원 시스템 관련 국내외 선행사례

### 가. 시도교육청별 인공지능(AI)을 기반으로 한 플랫폼 현황

#### 1) 개발 배경

- 2023년 전국 11개 시도교육청(서울, 인천, 광주, 대전, 울산, 세종, 강원, 전북, 전남, 경북, 제주)이 공동으로 활용하기 위한 통합 플랫폼 프로젝트이다. 한국지능정보사회진흥원(NIA)이 위탁받아 추진 중인 인공지능(AI) 맞춤형 교수학습 플랫폼 구축 사업으로부터 시작되었다. 모든 교육청이 개별적으로 플랫폼을 만드는 비효율을 줄이고 데이터 표준화와 민간 에듀테크(AI 코스웨어 등) 생태계 연결을 쉽게 하기 위해 시작하였다.
- 2024년 1차 플랫폼 구축을 완료하고 2025년 서울시교육청 등 순차 개통하였으나, AI 분석 모델은 2026년 본격 탑재하고 고도화할 예정이다. 2025년 현재 각 시도교육청별로 운영 중인 독자 플랫폼을 살펴보면 다음과 같다.

#### 2) 주요 기능

- 이 플랫폼은 ‘직접 모든 콘텐츠를 만드는 것’보다는 ‘연결’에 초점을 맞추고 있다.
- ① 구글, 네이버 등 민감 플랫폼 및 다양한 에듀테크 서비스를 하나의 계정으로 이용할 수 있는 통합 로그인
  - ② 온·오프라인 수업을 구성하고 저작도구를 통해 교사의 자료 제작을 지원하는 지능형 수업 설계
  - ③ 학생의 학습 이력 데이터를 수집하여 교사와 학생에게 시각화된 분석 결과를 제공하는 학습 분석
  - ④ 민간의 다양한 AI 코스웨어나 학습 도구를 교사가 선택하여 수업에 바로 활용 가능한 에듀테크 유통

표 1. 시도교육청별 운영 중인 독자 AI 플랫폼 비교


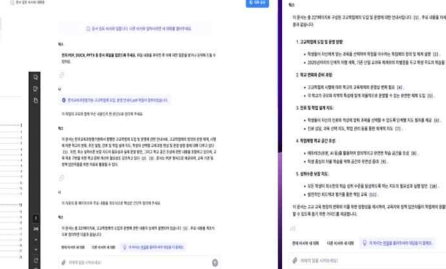
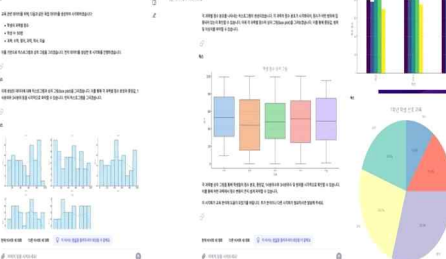
교육청	서울교육청	경기도교육청	강원도교육청	울산교육청	제주교육청
플랫폼명	senGPT	하이러닝	강원아이로(AI-ro)	우리아이	바당
주소	gov.wrks.ai	hi.goe.go.kr	airo.gwedu.kr	wooriai.use.go.kr	미공개
핵심 정체성	보안형 생성형 AI	실시간 AI교실	기초학력 허브	학습 관리 시스템(LMS)	맞춤형 통합 플랫폼
특징	대화형 서비스	실시간 수업 도구 내장	민간 공공 AI 코스웨어 연동	네이버 웨일 스페이스 연동	통합 인증(SSO)
	내부 데이터 유출 방지	쌍방향 소통 강화	기초학력 진단, 보정	학급 운영 및 과제 관리	교육 격차 해소 방점
	행정 업무 자동화 특화	AI 진단 및 문제 추천	게임이피케이션	포트폴리오 누적	진단-처방-학습의 선순환

### 3) 시도교육청별 운영 중인 독자 AI 플랫폼 비교

#### 가) 서울특별시교육청, senGPT(쎄GPT), gov.wrks.ai

- 서울특별시교육청 소속 교원들의 교육 및 행정을 보조하기 위한 AI 업무지원시스템으로 최신 AI와의 무료 대화, 업무 보조 도구 등을 제공하고 있다. 특히 민감한 학생 정보와 교육 데이터를 다루기 때문에 오픈AI의 등 일반 상용 AI 서비스에서 사용자가 입력한 데이터를 AI 학습용으로 다시 사용되지 않도록 차단된 엔터프라이즈 환경을 제공하는 워크 AI를 활용하고 있다.

표 2. 서울특별시교육청 senGPT(쎄GPT)의 특징

	<p>‘신중한 똑쟁이’ 메뉴를 통해 최신 AI와 무료 대화, 그림 생성, 이미지 인식이 가능</p>
	<p>‘문서 검토’ 메뉴를 통해 PDF 파일의 요약 및 질의 응답이 가능</p>
	<p>엑셀 등 데이터 분석을 통한 데이터 시각화 가능</p>

※ 출처: 생성형 AI 기반 교원 행정업무지원시스템 senGPT 이용 매뉴얼, 서울특별시교육청


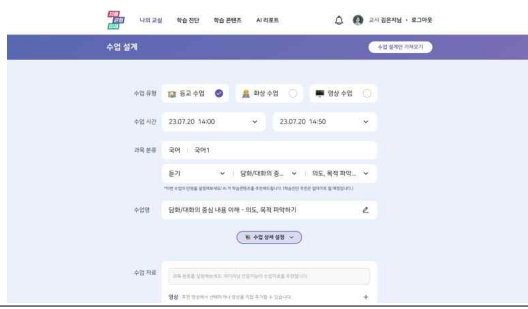
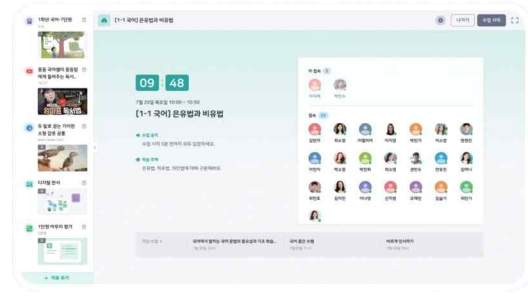
#### 나) 경기도교육청, 하이러닝, hi.goe.go.kr

- 경기도교육청의 하이러닝은 미래교육을 지향하고 교사의 수업설계와 학생의 맞춤형 교육을 지원하는 AI 기반의 맞춤형 교수학습 플랫폼이다.
- 학생에게는 개인별 수준에 맞는 맞춤 학습을, 교사에게는 효율적인 수업 설계와 학생

지도를 지원하는 편리한 교수·학습 설계와 학생-교사간 상호 소통가능한 미래형 수업 환경을 제공하고 있다.

- 기존의 온라인 수업 도구 Zoom, 구글 클래스 등이 화상 연결이나 자료 탑재에 그쳤다면 하이러닝은 AI가 학생의 데이터를 분석해 주고 선생님은 누가 이해를 못 했는지 바로 알 수 있고 교실 내 학력 격차를 줄이는 데 효과적인 것으로 기대된다.

표 3. 경기도교육청 하이러닝의 특징

	<p>AI, 빅데이터, EBS 콘텐츠 기반의 5개 교과(국어, 사회, 수학, 과학, 영어)에 대한 AI 진단, 추천, 리포트 제공</p>
	<p>나만의 과목을 개설하고 수업 유형과 단원에 맞게 수업 차시를 만들 수 있음</p>
	<p>교사와 학생이 교실에서 스마트단말기를 사용해 서로 상호작용 가능</p>

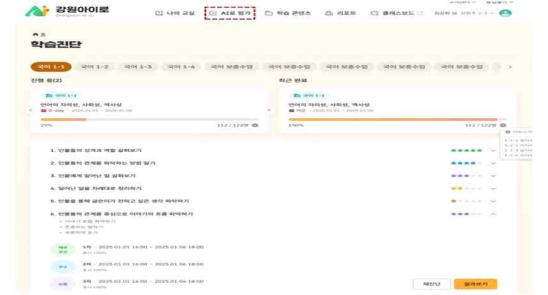
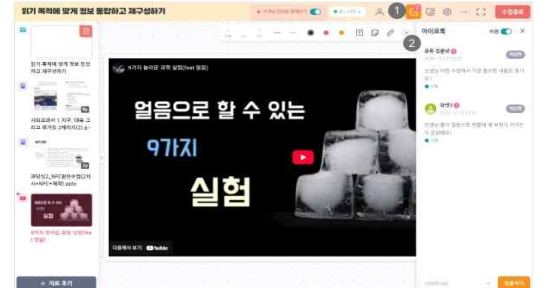
※ 출처 : 2025 에듀테크(하이러닝) 활용 교육 기본계획, 경기도교육청, 2025.02.

**다) 강원특별자치도교육청, 강원아이로(AI-ro), airo.gwedu.kr**

- AI를 활용하여 학생들의 학력 향상을 지원하는 강원도형 맞춤형 교수 학습 플랫폼으로 민간과 공공 AI 코스웨어를 한곳에 모아 둔 Hub 역할을 수행한다. 학생은 학생 자신에 대한 AI 분석을 통해 수준을 이해하고 자동으로 오답 노트를 만들어주어 시험 대비를 할 수 있다.
- 교사는 학생들의 학습 진도와 성취도를 실시간으로 모니터링하며 구체적인 데이터 기반으로 학생들을 상담하고 지도할 수 있다. 최신 ICT 기술을 활용해 학생 학습 현황,

수업, 운영 등 학급 관리, 학습도구, 소통도구, 자료 연동 등 다양한 수업도구 지원과 같이 학교 현장의 다양한 요구사항과 필요에 맞춰 교육용 AI 및 학습 관리 시스템 기반의 온라인 교수·학습 플랫폼을 제공하고 있다.

표 4. 강원특별자치도교육청 강원아이로(AI-ro)의 특징

	<p>‘AI로 평가’로 평가 문항이 자동으로 생성 되면 과목별 학습진단을 통해 종합결과 조회</p>
	<p>등교수업을 통해 교재, 영상, 문제풀이 등 온라인 수업 가능</p>

※ 출처 : 강원아이로 이용가이드(교사용), 강원도교육청

#### 라) 울산광역시교육청, 우리아이, wooriai.use.go.kr

- 상용 생성형 AI를 사용할 때 발생하는 개인정보 유출 문제와 콘텐츠 노출 우려를 해소하기 위해 만들어진 울산 교육 전용 인공지능 플랫폼으로 블렌디드 러닝 온 오프라인 혼합 수업의 거점 역할에 집중되어 있다.
- 오픈AI의 GPT-4와 네이버의 하이퍼클로바X 등 AI 모델을 연동하여 단순히 질문하고 답하는 기능을 넘어 수업과 학습에 최적화된 다양한 모드를 제공한다. 웨일 스페이스 기반의 학급 운영 및 수업 자료 통합 관리(LMS)에 최적화된 플랫폼이다.
- 교사는 여러 에듀테크 도구인 패들렛, 핑커벨, 카훗 등 우리아이 플랫폼내에 링크를 걸어 통합 관리하며 수행평가 자료나 과정 중심 평가의 근거 데이터로 학생들이 제출한 과제물을 추적하기에 용이하다.
- 학생은 선생님이 올려준 자료를 실시간으로 확인하고 공부할 수 있으며 스스로 학습 이력을 관리하는 포트폴리오로 활용할 수 있다.

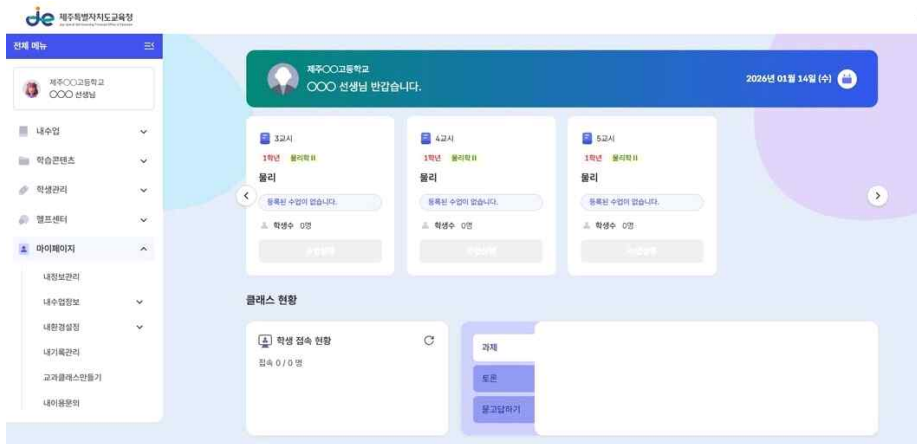
표 5. 울산광역시교육청, 우리아이의 특징

	<p>하이브리드 엔진(Multi-LLM) OpenAI GP T-4와 네이버 하이퍼클로바X를 통해 논리적 추론, 한국의 역사, 문화 등</p>
	<p>DALL-E 3 등을 활용하여 텍스트로 묘사한 내용을 고품질의 이미지로 그려줍니다. '프롬프트 템플릿' 맞춤형 도우미를 통해 교사는 수업 지도안 구상</p>

※ 출처 : 울산광역시교육청, 우리아이 누리집

마) 제주특별자치도교육청, 바당

- 인공지능 맞춤형 교수학습 플랫폼(AIEP)으로 인공지능이 학생의 학습 수준을 분석하여 개별 맞춤형 문제와 콘텐츠를 추천하고 교사에게 학습 이력 관리 도구를 제공한다.
- 플랫폼은 크게 학생용과 교사용으로 나뉘며 학생용은 나만의 AI 학습 내비게이션을 통해 AI가 가이드라인을 잡아주어 자기주도 학습이 가능하며 초중고 학습 이력 데이터를 누적하여 장기적인 학습 성장을 확인할 수 있는 포트폴리오를 활용할 수 있다.
- 교사용은 다양한 디지털 콘텐츠(EBS, 교과서 자료 등)를 끌어와 수업안(큐레이션)을 만들 수 있으며 과제검사, 채점 등 반복적인 업무를 AI가 대신 처리해주며 AI 리포트를 통해 학생을 상담하고 개별화 교육을 진행할 수 있다.

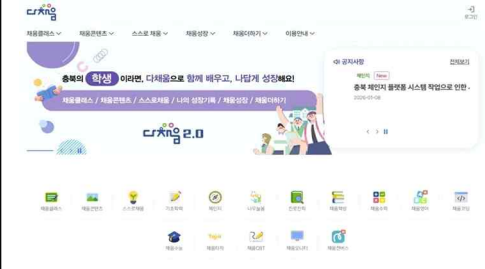



<그림 2> 제주특별자치도교육청, 바당의 구성

**바) 충북교육청과 충남교육청의 플랫폼**

- 그 외 학생 맞춤형 교육을 지향하는 충북교육청의 다채움, 충남교육청의 마주온 AI 에듀테크 기반의 교수학습 플랫폼이 있다. 충북 다채움은 학생을 기록하고 진단하여 개별 맞춤 처방을 내리는데 집중하는 데이터 축적 중심이라면 충남 마주온은 수업에 필요한 AI 코스웨어 외부 도구를 빠르고 편하게 가져다 쓸 수 있는 환경을 만드는데 집중한 도구 활용 및 연결 중심의 플랫폼이다.
- 충북교육청 다채움은 2026년 충북형 AI 교육 2.0을 기반으로 지능형 교육비서로 전환하고자 한다. 충남교육청은 마주온 플랫폼과 인공지능 수업 레시피라는 AI 생태계를 바탕으로 지능형 스마트교실을 지향한다.

표 6. 충북교육청과 충남교육청의 플랫폼 특징

구분	충북 다채움	충남 마주온
주소	dcu.cbe.go.kr	majuon.cne.go.kr
기반 기술	자체 구축 중심(교육 맞춤형 설계)	네이버 웨일 스페이스 기반
키워드	성장 관리, 다차원 진단, 자기주도	소통(메신저), 연결(Hub), 에듀테크
수업 도구	채움클래스를 통한 수업 평가 일원화	웨일 클래스 및 연동된 외부 도구
특화 기능	기초학력 보장을 위한 AI 맞춤형 문제 추천	AI 서술 논술형 평가
장점	학생의 성장과정 포트폴리오 기록	네이버 UI로 사용이 쉽고 직관적
홈페이지		

- 그 외 대전광역시교육청, 인천광역시교육청, 세종특별자치시교육청은 다음과 같이 AI 플랫폼 구축 및 고도화를 계획하고 있다.

표 7. 대전교육청, 인천교육청, 세종교육청의 플랫폼 특징

대전교육청	인천교육청	세종교육청
기존 교수학습지원센터를 기반으로 AI 기능을 탑재하여 고도화	메타버스(가상현실)와 AI의 융합	스마트시티와 연결된 캠퍼스형 교육
과학교육과 AI를 접목	메타버스 기반의 진로교육과 AI 학습 플랫폼 연동 인천무크(i-M OOC)	학교 간 경계를 허무는 공동교육과정(Campus)
	2025년 인천 AI 디지털교육 추진 계획 내 2026년 AI맞춤형 교수 학습 플랫폼 구축	

## 나. 국내 상업용 사이트

### 1) 비바샘 (Vivasam, 비상교육 자료 플랫폼)

- 개요: 초·중·고 교사용 수업 자료, 멀티미디어 자료, 문제은행, 창의융합 수업 자료 등을 제공하는 플랫폼이다.
- 특징: 교과서 출판사와 연계된 자료를 제공하며 교과 중심 수업 연계성이 높다. 다양한 형식(문서 자료, PPT, 이미지, 영상 등)을 제공하고 테마관, 창의융합 자료 카테고리 존재한다. 로그인 기반, 자료 알림 서비스를 제공한다.
- 장단점: 교과 중심 자료가 조직적으로 잘 갖춰져 있고 자료 품질이 비교적 안정적인 것이 장점인 반면, 교과 중심이기에 융합 주제나 비교과 주제 자료는 상대적으로 한계 있을 수 있다. 자료의 메타데이터(주제 태그, 난이도 등)가 AI 검색형 시스템 기준으로는 약할 가능성이 있다.

### 2) ITDA (잇다) 플랫폼

- 개요: 교사가 수업자료를 수집·제작·공유할 수 있는 플랫폼
- 특징: 자료 업로드 및 공유가 가능하고, 나만의 자료를 만들고 다른 교사와 공유가 가능하며 자료 수집과 편집, 재구성이 쉬운 툴을 제공한다.
- 장단점: 교사 참여 중심 플랫폼, 현장감 있는 자료가 지속적으로 축적될 가능성 높은 반면, 약점으로는 검수 체계 및 품질 관리가 상대적으로 약할 수 있고 메타데이터나 태깅 체계가 정교하지 않을 가능성이 있다.

### 3) 미래엔 선생님 자료실 (앰티치 등 교사용 자료실)

- 개요: 출판사 미래엔이 제공하는 교과서 기반 교사용 자료 및 수업 자료 제공 사이트
- 특징: 교과서 자료, 평가 자료, 멀티미디어 자료, 수업 혁신 자료를 제공하고, 자유학기제, 창의체험활동 관련 자료도 포함하며, 자료가 체계적으로 정리되어 있고, 과목별 탐색이 용이하다.
- 장단점: 교과서 기반 자료라 커리큘럼 연계성이 좋고 자료 형식이 다양한 것이 장점인 반면, 비교과 주제나 융합 주제 자료는 상대적으로 미흡할 수 있고 공개 범위가 제한될 수 있다.

### 4) KERIS / KERIS 디지털 리터러시 교수학습자료

- 개요: 한국교육학술정보원(KERIS)이 디지털 리터러시 교수학습자료를 교사용으로 제공한 사례가 있다.
- 특징: 교과 연계 디지털 리터러시 수업자료, 활동지, 교수학습 과정안 등이 포함되어 있고 다양한 과목(국어, 사회, 과학 등)과 연계된 디지털 리터러시 주제를 다루며 차시

별 자료가 정리되어 있어 선택 활용이 가능하다.

- 장단점: 비교과·융합 주제(디지털 리터러시)는 교과 경계를 넘는 주제로, 환경교육과 유사한 특성을 가진다. 자료 양이 상당하고 범위가 넓은 반면 환경교육 전문 콘텐츠는 포함되지 않고 메타데이터·검색 태그 체계가 AI 최적화 수준은 아닐 가능성이 있다.

표 8. 국내 주요 교사용 수업자료 플랫폼 비교 분석(비환경 분야 사례를 중심으로)

주요 플랫폼	메타데이터 구조	검색·태그 방식	자료 포맷 구성	시사점 및 한계
비바샘 (Vivasam) 비상교육	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 교과서 단원 중심 계층 구조(학교급 → 교과 → 단원 → 차시)</li> <li>- 핵심 메타필드: 교과, 학년, 단원, 학습목표, 평가기준</li> <li>- 세부 태그는 주제어 기반(예: '융합', '창의', '토론')</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 필터형 검색(교과, 학년, 단원, 활동유형)</li> <li>- 자동완성 기능 있으나 자연어 검색은 미흡</li> <li>- 주제별 자료 큐레이션 기능 존재('테마관')</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PDF, PPT, HWP, e-Book, 동영상 등 다중 형식</li> <li>- 대부분 교과서 중심 자료이므로 '차시별 완결형 구조'</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 교과서 연계형 DB 구조는 안정적이지만, '주제 간 연결성(semantic link)'이 약함</li> <li>→ 우리 플랫폼에선 교과·단원 기반 계층 구조 + 의미 기반 태그(semantic tag)를 병행함</li> </ul>
ITDA (잇다 플랫폼, 에듀넷 산하)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 단순 업로드형 구조</li> <li>- 메타필드: 제목, 작성자, 학교급, 교과, 키워드(자유 입력)</li> <li>- 교사 커뮤니티 기반, 사용자 생성 콘텐츠(UGC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기본 텍스트 검색 + 태그(해시태그형) 병행</li> <li>- 필터 항목 제한적(학교급, 교과 중심)</li> <li>- 사용자가 직접 태그 입력 → 비일관성 존재</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 대부분 HWP, PPT, PDF 업로드</li> <li>- 포맷·용량·구조 자유도 높음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 교사 참여형 구조는 이상적이거나, 태깅 불일치·품질관리 부재 문제가 존재함</li> <li>→ 자원맵에서는 '자동 메타태깅(AI) + 검수자 보정 체계' 필수적임</li> </ul>
미래엔 교사자료실 (엠티처 포함)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 교과서 연계형 정형 구조</li> <li>- 메타필드: 학년, 교과, 단원, 학습목표, 평가요소, 활동유형</li> <li>- 자동 연결: 교사용 지도서 → 학습자료 → 평가자료</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 고정 필터형(학년·교과·단원 중심)</li> <li>- 자연어 검색 지원 제한</li> <li>- 내부 추천 기능 존재('관련 단원' 자동 노출)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PDF, PPT, 이미지, e-Book 등</li> <li>- 교사용 지도안 + 학생활동지 세트 구조</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 안정적인 단원별 체계는 환경교육에도 참고 가치 높음</li> <li>→ 다만 환경교육은 비교과·융합형 주제가 많으므로, 단원형 계층 구조만으로는 불충분함</li> <li>→ 주제 기반 유연한 태그 조합형 구조 필요함</li> </ul>
KERIS 디지털 리터러시 교수학습자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 주제 기반 + 교육과정 연계형 메타 구조</li> <li>- 메타필드: 주제, 교육과정 코드, 교과, 학년, 핵심개념, 학습목표</li> <li>- 자료마다 활동유형(탐구, 토의, 실천 등) 표시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 교과·학년·주제 필터 + 키워드 검색 병행</li> <li>- 일부 자료는 '교과군별 자료지도'로 시각화 제공</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- HWP, PPT, 영상, 인터랙티브 콘텐츠 혼합</li> <li>- 일부는 SCORM/HTML5 형태(이러닝 호환)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 국가교육과정 연계형 메타데이터 구조를 적용한 가장 좋은 사례.</li> <li>→ 환경교육 자원맵도 성취기준 코드와 직접 연결되도록 DB 구조 설계 필요함</li> <li>→ HTML5 기반 콘텐츠 호환 구조는 AI 자동 분석 및 재조합 가능함</li> </ul>

### 5) 종합 비교 요약

- 교과·단원 중심의 안정성과 주제·의미 중심의 유연성을 결합해야 한다. KERIS와 비바샘의 구조를 기반으로, 크레존의 주제·핵심역량 구조를 통합. “교육과정 코드 + 주제어 + 활동유형 + 핵심역량”의 다층 메타데이터 체계를 제안
- 자동 태깅 + 수동 검수 하이브리드 구조 도입 → ITDA형 교사 자율 참여 구조의 장점을 살리되, 비일관성 문제를 AI 태깅으로 보정. → 교사 입력 키워드 + AI 의미 분석 결과를 비교·병합하는 방식
- 머신리더블 포맷 중심의 자료 저장 방식 필요 → PDF 중심 구조는 AI 검색·추천 불가. → 향후 HTML5, JSON, CSV, SCORM 등 분석 가능한 구조화 데이터 포맷으로 전환
- 사용자 경험(UX) 측면에서 교사의 사고 흐름 반영 → 검색 → 필터링 → 탐색 → 설계의 4단계 UI(박준일 연구안의 ‘교사 여정’) 적용. → 교사는 자료를 찾는 것이 아니라, AI와 함께 수업을 ‘공동 설계’하도록 유도
- 지속가능한 오픈 생태계 구축 → 크레존의 ‘공공성’ + ITDA의 ‘참여성’ + 비바샘의 ‘전문성’을 결합. → 교사, 연구자, 기관이 함께 운영하는 오픈 아카이브 + AI 어시스턴트형 플랫폼으로 설계

표 9. AI 활용 상업용 국내 사이트 특징 비교

항목	주요 경향	시사점
1. 메타데이터 구조	대부분 교과·단원 중심 계층 구조 + 일부 주제 기반 보조 태그	환경교육 자원맵은 교과 연계 + 주제 기반 다차원 구조(MDA) 병행 필요
2. 검색·태그 방식	전통적 필터형 중심 (교과, 학년, 단원, 주제)	교사 친화적 자연어 입력 + 의미 기반 자동 태깅이 필요
3. 자료 포맷	PDF·PPT 중심, 일부 HTML·e-Book 제공	AI 분석·추천이 가능한 머신리더블 포맷(HTML/JSON) 중심으로 전환
4. 운영 방식	교사 커뮤니티형(ITDA) vs. 출판사형(비바샘·미래엔) vs. 공공형(KERIS·크레존)	환경교육 자원맵은 이 셋을 결합한 혼합형(공공+참여+전문성) 구조 필요
5. 품질관리 및 갱신	정기 업데이트는 제한적, 사용자 후기 반영 미흡	교사 피드백(별점·리뷰) + AI 추천 알고리즘 피드백 구조 필요

- 기존의 국내 수업자료 플랫폼들은 “교과서-단원 중심”의 폐쇄형 구조에 머물러 있지만, 환경교육 자원맵은 “의미 기반(semantic), 다차원 분석(MDA), AI 조력형” 구조로 진화해야 한다.
- 즉, 비바샘의 체계성 + 크레존의 융합성 + ITDA의 참여성 + KERIS의 표준성을 결합하는 것이 한국형 환경교육 AI 플랫폼의 핵심 전략이다.

## 다. 외국의 AI 기반 수업 지원 정책 비교

- 아래는 교육부에서 제공한 8개국(미국, 캐나다, 영국, 프랑스, 독일, 일본, 중국 및 뉴질랜드)의 사례를 중심 내용 기준으로 요약한 것이다.<sup>1)</sup>

### 1) 미국의 생성형 AI 기반 질문 중심 수업 운영 사례

- 미국은 국가적 차원의 프로젝트와 대학의 윤리 가이드라인을 통해 생성형 AI를 교육 현장에 통합하고 있다.

#### 가) 추진 배경 및 정책

- 행정명령 및 TF 설립: 2025년 4월, 도널드 트럼프 대통령은 청소년의 AI 전문성 함양을 위한 행정명령에 서명하고 '백악관 AI 교육 태스크포스'를 설립했다.
- 맞춤형 교육의 실현: AI를 통해 학생의 지식 수준과 학습 방식을 추적하여 전통적 환경에서 어려웠던 '개별화된 교육'을 확장 가능한 형태로 구현하고자 한다.

#### 나) 주요 운영 사례

- 대통령 AI 챌린지(Presidential AI Challenge): K-12 학생과 교사가 AI 솔루션으로 지역사회 문제를 해결하는 국가 프로젝트이다.
- 핵심 질문(Guiding Questions): "AI로 더 나은 직업을 얻는 방법", "더 안전한 디지털 미래를 만드는 방법" 등 탐구 중심의 질문을 제시한다.
- 트랙별 활동: 초등(반려동물 찾기 앱 제안), 중등(학교 에너지 절약 시스템 계획) 등 학교급별 맞춤형 프로젝트를 운영한다.
- UCLA의 윤리 가이드라인: 대학 차원에서 AI의 윤리적 활용을 위해 학문적 정직성, 데이터 보안, 편향성 평가 등 구체적인 지침을 제공한다.

#### 다) 교육적 시사점

- 교사는 정서적 지원과 총체적 평가에 집중하고, AI는 기능적 지원자 역할을 맡는 교수-학습 구조의 변화를 꾀하고 있다.

### 2) 캐나다의 생성형 AI 기반 질문 중심 수업 운영 사례

- 캐나다는 비판적 사고와 디지털 시민성 함양을 목표로 AI를 질문 중심 수업(IBL)의 조력자로 활용한다.

---

1) 교육정책네트워크(2026) 기획기사 '생성형 AI 기반 질문 중심 수업 운영 사례' <https://edpolicy.vedi.re.kr/frt/webzine/selectOverseaWebzineList.do?strCurMenuId=10090&nTbWebzineSeq=2289>에 소개된 내용을 요약한 것임

### 가) 추진 배경 및 정책

- 범캐나다 AI 전략: 2017년부터 추진된 전략을 바탕으로 AI 인재 양성과 교육 현장의 디지털 전환을 자연스럽게 연결하고 있다.
- 질문 중심 수업의 정의: 학생이 탐구 질문을 만들고 AI를 통해 이를 확장 및 검증하며 비판적 통찰력을 얻는 과정을 중시한다.

### 나) 주요 운영 사례

- 초등 STEM 수업(토론토 교육청): 도시 설계 프로젝트에서 AI 이미지 생성기를 '보조 도구(Companion tool)'로 활용한다.
- 수업 절차: 전통적 설계(AI 없이 구상) → AI 시각화(아이디어 확장) → 비교 및 최종안 도출의 단계를 거친다.
- 학습 효과: 학생들은 AI의 산출물을 비판적으로 검토하며 정보 활용의 최종 결정권이 자신에게 있음을 인지한다.
- 민관 파트너십 기반 지원: '21세기 캐나다(C21)'와 '델(Dell)' 등이 협력하여 실질적인 AI 활용 사례를 수집하고 교육청 단위의 실행 모델을 공유한다.

### 다) 교육적 시사점

- AI를 '정답을 주는 도구'가 아닌 '질문의 질을 높이는 보조 수단'으로 한정하여 교사와 학생 간의 인간적 상호작용을 유지하고자 한다.

## 3) 영국의 생성형 AI 기반 질문 중심 수업 운영 사례

- 영국은 교사의 업무 부담 경감과 고품질 교육 자원의 형평성 있는 보급에 초점을 맞추고 있다.

### 가) 추진 배경 및 정책

- 교사 업무 효율화: AI를 활용해 교육 자료 생성(62%) 및 수업 계획(42%) 업무를 지원하며, 2023년 대비 교사의 AI 활용률이 급증했다.
- 교육과정 개편: 2028년 시행을 목표로 미디어 리터러시를 포함한 시민교육을 필수화하고 AI 관련 기술 교육을 강화할 예정이다.

### 나) 주요 운영 사례

- 오크 내셔널 아카데미의 'Aila': OpenAI의 GPT-4o에 검증된 국가 교육과정 데이터를 결합(RAG 기술)하여 개발된 AI 수업 보조 도구이다.

- 성과: 사용 교사의 85%가 업무량 감소를 체감했으며, 취약 지역 학교에서 활용도가 더 높게 나타나 교육 격차 해소에 기여하고 있다.
- 얼리 어답터 학교의 챗봇 활용: 정답 대신 유도 질문을 던지는 자체 챗봇을 '제2의 교사'로 활용하여 학생의 메타인지 능력을 향상시킨다.

#### 다) 교육적 시사점

- AI 도입 전 교직원의 동의와 공감을 얻는 과정을 선행하여 일자리 상실에 대한 불안감을 해소하고 협력적 도입 분위기를 조성했다.

### 4) 프랑스의 생성형 AI 기반 질문 중심 수업 운영 사례

- 프랑스는 기술에 대한 맹신보다 '책임감 있고 비판적인 사용'을 강조하며 원칙 중심의 접근을 취한다.

#### 가) 추진 배경 및 정책

- 학교 현장 AI 활용 지침(2025): 공론화 과정을 거쳐 수립된 이 지침은 AI가 교사의 교육적 자율성을 대체할 수 없음을 명시한다.
- 환경적 책임 강조: 단순 검색으로 해결 가능한 경우 에너지 소모를 줄이기 위해 AI 사용을 지양하는 '절제된 활용' 원칙을 도입했다.

#### 나) 주요 운영 사례

- 초등학교: 학년별 단계적 도입의 일환으로 기본 원리만 학습하고 생성형 AI 직접 사용은 금지한다.
- 중·고등학교: 교사의 지도하에 제한적으로 허용하며, 고등학생은 명시된 프레임워크 내에서 자율적으로 활용한다.
- 평가 방식의 조정: 단순 결과물보다 추론 과정과 문제 해결 역량을 평가의 중심에 두며, AI 탐지 도구의 낮은 신뢰도를 경고한다.

#### 다) 교육적 시사점

- 유럽 5개국 공동 프로젝트인 'AI4T' 등을 통해 교사들이 데이터 편향성을 이해하고 수업을 설계할 수 있도록 체계적인 연수를 제공한다.

### 5) 독일의 생성형 AI 기반 질문 중심 수업 운영 사례

- 독일은 연방 주 차원에서 안전한 교육용 챗봇을 보급하여 질문 중심 수업을 실현하고 있다.

#### 가) 추진 배경 및 정책

- 교육용 플랫폼 통합: 16개 연방 주는 교사와 학생이 안전하게 사용할 수 있는 교육 전용 AI 챗봇 보급에 주력하고 있다.
- 질문 중심 수업과의 연계: AI가 적절한 탐구 자료를 제공하고 심화 질문을 유도하여 학생의 자기주도적 학습 역량을 강화하는 조력자 역할을 수행한다.

#### 나) 주요 운영 사례

- 교육용 AI 챗봇 'Telli': 오픈소스 기반으로 개발되어 독일 전역 공립학교에 단계적으로 도입 중인 챗봇이다.
- 교사 활용: 핵심 주제 입력 시 다양한 난이도의 '탐구형 질문 목록'을 즉시 생성하여 수업 설계 시간을 단축한다.
- 수업 사례: 영어 수업에서 가상의 대화 파트너(페르소나)를 설정해 실제 업무 상황을 시뮬레이션하거나 역사 수업에서 배경 정보를 탐색하는 데 활용한다.

#### 다) 교육적 시사점

- AI를 '정답 자판기'가 아닌 '협력적 탐구 파트너'로 인식하게 함으로써 학생의 비판적 사고와 AI 리터러시를 동시에 배양한다.

### 6) 일본의 생성형 AI 기반 질문 중심 수업 운영 사례

- 일본은 '질문하는 힘'과 '분별하는 힘'을 AI 시대의 핵심 역량으로 정의하고 파일럿 학교를 통해 성과를 확산하고 있다.

#### 가) 추진 배경 및 정책

- 잠정 가이드라인 및 실증 사업: 문부과학성은 'AI 파일럿 학교'를 선정하여 교무 행정 효율화와 학습 활동 적용 가능성을 검증하고 있다.
- 인간 중심의 활용: AI 산출물은 참고 자료일 뿐이며 최종적인 판단과 책임은 인간에게 있음을 강조한다.

#### 나) 주요 운영 사례

- 츠클바시의 체계적 모델: AI 이해부터 교과별 심화 활용(Unit 1~4)까지 단계별 모델을 운영한다.
- 협동학습의 일원(페르소나) 활용: AI를 '박식한 선배'나 '동급생' 역할로 설정하여 학

생 간의 비판적 논의를 활성화하는 촉매제로 사용한다.

- 탐구학습 지원 시스템(미래교실): 그룹 논의 내용을 실시간 가시화하고 AI가 사고 확장을 위한 다각적인 질문을 던지는 시스템을 실증 중이다.

#### 다) 교육적 시사점

- 학생들이 AI의 제안에 대해서는 더 자유롭게 비판하고 검증하는 경향을 활용하여 논의를 심화시키는 전략이 효과적임을 확인했다.

### 7) 중국의 생성형 AI 기반 질문 중심 수업 운영 사례

- 중국은 'AI+' 정책 기조 아래 국가 스마트 교육 플랫폼을 중심으로 교육 디지털화를 강력하게 추진하고 있다.

#### 가) 추진 배경 및 정책

- 국가 전략 과제: AI 기술을 교육 전반에 적용하는 '지능화'와 교육 데이터 통합을 목표로 하며, 학생의 사고 능력 양성을 최우선으로 한다.
- 지방정부의 독자적 시스템: 지역 실정에 맞는 AI 시스템을 구축하여 교육 격차를 해소하고자 한다.

#### 나) 주요 운영 사례

- 베이징시의 '질문 체인' 수업: AI가 블룸의 교육목표 분류학에 기반한 다층적 질문 체인(기억→이해→분석→창조)을 생성하여 수업을 디자인한다.
- 상하이시 민항구의 'Zingo': 지역형 AI 모델을 개발해 학생 작품을 자동 채점하고 사고 흐름을 시각화하여 실시간 토의에 활용한다.
- 서부 지역 교사 연수: 31만 명의 교사를 대상으로 AI 소양 향상 특별 연수를 실시하여 동부 연안과의 교육 격차를 줄이고자 노력한다.

#### 다) 교육적 시사점

- 소극적인 학생들이 대화형 AI 파트너와의 상호작용을 통해 자신감을 회복하고 언어 출력량을 획기적으로 늘리는 성과를 보였다.

### 8) 뉴질랜드의 생성형 AI 기반 질문 중심 수업 운영 사례

- 뉴질랜드는 학교 단위의 자율성을 존중하며 지역 및 문화적 맥락(마오리 문화)을 반영한 AI 교육을 실천한다.

### 가) 추진 배경 및 정책

- 학교 단위 정책 수립: 각 학교는 구성원 모두가 이해할 수 있는 자체 AI 정책을 문서화하고 평가의 진위성 확보 방안을 마련해야 한다.
- 교사 역할의 변화: 지식 전달자에서 수업 설계자 및 '학습 진위성 검증자'로 교사의 무게중심이 이동하고 있다.

### 나) 주요 운영 사례

- 뉴 윈저 학교의 'Learn-Create-Share': AI로 음악과 영상을 생성하고 시각 자료를 프로젝트에 결합하는 등 창의성 증진에 집중한다.
- 비판적 사고 훈련: '가짜 찾기' 게임 등을 통해 AI 이미지의 편향성을 발견하고 데이터 주권(마오리 데이터 활용 문제 등)에 대해 토론한다.
- 학생 주도 AI 도구 개발: '레벨 2 비즈니스 스터디' 수업에서 학생들이 보고서 작성 보조 도구 '워드프레임'을 직접 개발하여 실무적 가치를 인정받았다.

### 다) 교육적 시사점

- AI가 생성한 점수는 반드시 전문가 집단의 재검토를 거치는 등 평가의 안전성과 공정성을 최우선 가치로 확보하고 있다.

표 10. 외국의 AI 기반 수업 지원 정책 비교

국가	주요 프로젝트 및 도구	주요 특징 및 운영 방식
미국	대통령 AI 챌린지 UCLA 가이드라인	국가적 프로젝트를 통해 실제 지역 문제 해결 장려 대학 차원의 윤리적 가이드라인 강조
캐나다	21세기 캐나다(C21) 이니셔티브 토론토 교육청 STEM 수업	디자인 씽킹과 AI 시각화 도구 결합 AI를 사고 확장용 '보조 도구'로 정의
영국	오크 내셔널 아카데미 'Aila'	검증된 국가 교육과정 데이터 기반(RAG 기술)으로 환각 현상 최소화 및 교사 업무 경감
프랑스	학교 현장 AI 활용 지침(2025) AI4T 프로젝트 +1	학년별 단계적 도입(초등은 직접 사용 금지) 인간 중심 활용 및 환경적 책임(절제된 사용) 강조
독일	교육용 AI 챗봇 'Telli'	오픈소스 기반의 안전한 교육 전용 챗봇 보급 교사의 질문 목록 생성 및 학생의 자기주도 탐구 지원
일본	AI 파일럿 학교 퀘스트 에듀케이션(미래교실)	질문하는 힘과 '분별하는 힘' 육성 강조 AI를 페르소나(동료, 전문가 등)로 설정해 협동학습 촉진
중국	스마트 교육 공공 서비스 플랫폼 지역별 AI(Zingo 등)	AI+ 국가 전략 하에 다층적 '질문 체인' 생성 동부 연안 대도시 중심의 선도적 인프라 투자 및 활용
뉴질랜드	인공지능의 날(Day of AI) 학교별 AI 정책	학교별 자율적인 AI 정책 수립 의무화 마오리 문화 및 언어 보존을 위한 데이터 주권 논의 병행

## 9) 연구 시사점

### 가) 환경적 책임과 '절제된 활용' (프랑스 사례)

- 시사점: 프랑스는 AI 구동 시 발생하는 에너지 소비 등 환경적 부담을 고려해 '절제된 활용'을 강조한다.
- 앱 적용: 수업지도안 개발 시, "단순 검색으로 가능한 활동은 AI 사용 지양"과 같은 환경 윤리 가이드를 포함하거나, AI 활용의 환경적 비용을 학습자에게 안내하는 모드를 제안한다.

### 나) 검증된 데이터 기반의 지도안 생성 (영국 사례)

- 시사점: 영국의 'Aila'는 인터넷의 불확실한 정보 대신 검증된 국가 교육과정 데이터를 우선 참조하여 환각 현상을 줄였다.
- 앱 적용: 환경교육은 정확한 과학적 팩트가 중요하므로, 앱이 지도안을 생성할 때 신뢰할 수 있는 환경부 자료나 학술 데이터베이스를 우선적으로 참조하도록 설계해야 한다.

### 다) 단계별 질문 체인 설계(중국·독일 사례)

- 시사점: 중국은 블룸의 교육목표 분류에 따른 다층적 '질문 체인'을 AI로 생성하여 깊이 있는 학습을 유도한다. 독일의 Telli 또한 탐구형 질문 목록을 즉시 제공한다.
- 앱 적용: 앱 기능에 '수준별 환경 탐구 질문 생성기'를 탑재하여, 교사가 주제만 입력하면 학생들의 비판적 사고를 자극할 수 있는 단계별 발문 리스트를 제공하도록 구현할 수 있다.

### 라) 지역성 및 문화적 맥락 반영 (뉴질랜드·일본 사례)

- 시사점: 뉴질랜드는 마오리족의 관점을 반영한 데이터 주권을 중시하며, 일본은 지역 사회의 구체적인 소재(카츠오부시 등)를 AI가 제안하게 하여 시각을 확장한다.
- 앱 적용: 환경교육은 지역 기반(Place-based) 학습이 중요하므로, 사용자가 설정한 지역의 환경 현안(예: 서천군의 갯벌 보전)을 AI가 자동으로 인식하여 맞춤형 지도안을 제안하는 기능을 강화할 수 있다.

### 마) AI의 페르소나 활용 (일본·독일 사례)

- 시사점: AI를 '환경 운동가', '에너지 전문가', '미래 세대' 등 다양한 페르소나로 설정하여 학생과 대화하게 함으로써 다각적인 관점을 제공한다.
- 앱 적용: 지도안 개발 앱에서 역할극(Role-play) 시나리오를 생성할 때, AI가 특정 환경 이해관계자 역할을 수행하도록 프롬프트를 자동 설계해주는 기능을 포함할 수 있다.

## 라. 외국의 AI 기반 교사 지원 환경교육 관련 사이트 비교

- 외국에서는 이미 여러 교육 플랫폼·앱들이 교사 현장에서 활용되고 있고, 특히 환경·기후·지속가능발전 교육과 결합된 사례들도 꽤 있다. 다만 대부분이 영어 기반이고, 한국 맥락에 바로 들어맞지는 않지만 시사점이 많다. 아래는 5개 추천 플랫폼/앱 + 특징 및 장단점 요약이다.

### 1) LabXchange (Teach For All / Harvard 등 연계)

#### 가) 개요 / 주요 기능

- STEM + 기후 교육 리소스를 제공하는 온라인 플랫폼. 영상, 시뮬레이션, 대화형 콘텐츠 등이 포함된다.
- 교사와 학생이 함께 학습 경로를 구성할 수 있는 기능이 있다.

#### 나) 강점 / 장점

- 다양한 수준의 콘텐츠가 있어 초·중·고 수준 모두 활용 가능
- 대화형 및 멀티미디어 기반 자료가 많아 학생 흥미 유발
- 경로 설계 기능 있어서 교사도 커리큘럼을 맞춤 구성 가능
- 오픈 접근성: 무료로 활용 가능

#### 다) 단점 / 한계

- 한국어 번역·현지화가 미흡
- 모든 콘텐츠가 환경교육 중심은 아니고, 범 STEM 중심
- 자료 검색·분류 체계가 교사 관점 기준과 완전히 일치하지 않을 가능성

### 2) ESA Climate for Schools (유럽 우주기구 기후교육 팩)

#### 가) 개요 / 주요 기능

- ESA Climate Office가 제공하는 유럽 우주기구(ESA)의 기후 변화 관련 교실용 자료 패키지. 지구 관측 위성 데이터를 기반으로 한 수업 자료와 학습 팩 제공된다.
- 과학 교과와 연계 가능한 자료 중심

#### 나) 강점 / 장점

- 실제 위성 데이터와 기후 시스템 자료를 연결하여 ‘실제 세계 감각’ 제공
- 과학적 근거 기반 콘텐츠로 높은 신뢰성

- 과학/지리/지구 시스템 수업과 자연스럽게 결합 가능

#### 다) 단점 / 한계

- 환경교육·사회 중심 주제(정의, 행동 등) 쪽 콘텐츠는 상대적으로 취약
- 일부 콘텐츠가 고등학교 수준 이상이거나 고난도 과학 지식 필요
- 한국 교육과정·언어와 연결시키려면 추가 해석·번역 필요

### 3) Earth Hero (앱)

#### 가) 개요 / 주요 기능

- 기후 행동을 촉진하는 개인 및 공동체 행동 중심 앱. 개인 탄소발자국 계산, 행동 제안 기능 포함된다.

#### 나) 강점 / 장점

- 학생이 직접 행동 목표를 설정하고 실천 → ‘행동 중심 학습’ 가능
- 실생활과 연결성이 강해 학생 참여 유도
- 앱 기반이라 접근성과 지속적인 사용 가능성

#### 다) 단점 / 한계

- 교육자용 가이드나 지도안이 부족할 가능성
- 단독으로는 수업 구성 요소가 부족 → 보완 자료 필요
- 앱 내 데이터, 추천이 영어 중심이거나 외국 맥락 기반일 가능성

### 4) Illuminate: Climate Change Simulation Game (워털루 대학)

#### 가) 개요 / 주요 기능

- 기후 변화 시뮬레이션 게임. 온실가스 배출, 기후 리스크 대응 전략 등을 학생들이 직접 실험해 보는 구조
- uwaterloo.ca

#### 나) 강점 / 장점

- 학생이 시나리오 중심으로 의사 결정하면서 기후 변화 역학 체험
- 게임 기반이라 높은 몰입도

- 복합적 사고(경제, 사회, 환경 간의 상호작용) 유도

#### 다) 단점 / 한계

- 교사용 가이드나 활동지 구성은 제한적
- 일부 내용이 고등학생 수준에 적합, 초등 수준에는 다소 높은 난이도
- 한국어 버전이 없을 가능성 높고, 수업 시간 맞춤화 필요

### 5) SAPHIR (지속가능발전교육 저작 도구 / 웹앱 기반)

#### 가) 개요 / 주요 기능

- 교육 설계자 및 교사용 리소스를 만드는 도구. 교육활동을 만들고 번역하고 공유할 수 있는 PWA 기반 플랫폼
- 선생님들이 코딩 없이 활동 콘텐츠를 제작하고 학생과 상호작용할 수 있도록 설계되었다.

#### 나) 강점 / 장점

- 활동 제작-번역-공유 기능 통합 → 지역화, 다언어 지원 가능
- 교사가 직접 콘텐츠를 만드는 도구 제공됨 → 맞춤형 수업 설계 가능
- 온라인/오프라인 혼합 운영 가능

#### 다) 단점 / 한계

- 아직 보급도가 높지 않아서 자료 수가 부족
- 완전한 수업 시스템 기능이라기보다는 콘텐츠 제작 보조 도구 중심
- UI/UX가 익숙하지 않은 교사에게는 진입 장벽

### 6) 종합 비교

- 소개한 5개 해외 플랫폼·앱을 한국에서 추진 중인 환경교육 자원맵(또는 교사용 수업 자원 AI 플랫폼)과 비교하면서, ① 적용 가능성, ② 기술적·교육적 적합성, ③ 시사점을 함께 정리하면 다음과 같다.

표 11. 외국의 AI 기반 교사 지원 환경교육 관련 사이트 비교 요약

플랫폼/앱	강점 요약	주의점 / 한계	시사점
LabXchange	멀티미디어 + 경로 설계 기능	현지화 필요	우리 플랫폼도 '학습 경로 제안' 기능 추가
ESA Climate for Schools	실제 위성 기반 과학 자료	사회/정의 주제는 약할 수 있음	과학 기반 콘텐츠와 연결할 수 있도록 설계
Earth Hero	행동 중심·실천 유도	교육 설계 요소는 부족	학생 행동 유도 모듈을 우리 플랫폼에 삽입
Illuminate	시뮬레이션 게임 중심	난이도 조정·현지화 필요	시뮬레이션 기반 활동 카테고리 포함
SAPHIR	콘텐츠 제작·공유 도구	자료 양 아직 적음	교사 자체 제작 기능과 지역화 기능 중요성 확인

표 12. 해외 플랫폼들의 공통 경향과 시사점

항목	해외 플랫폼들의 공통 경향	우리 시스템에 반영할 방향
콘텐츠 구조	대부분 태그 기반 또는 경로 기반 구조	→ 다차원 분석(MDA) 기반의 의미 태그 체계 확정 필요
검색 방식	자연어 검색 + 필터 결합형이 대세	→ 교사가 문장으로 질의하면 AI가 태그를 자동 인식
AI 활용도	콘텐츠 추천, 학습 경로 생성, 자동 설계 등	→ "AI 수업 디자인 튜터" 기능으로 발전 가능
참여 구조	교사·학생의 상호작용 및 공유 기능 강화	→ 교사 제작·후기·평가를 반영하는 순환 생태계 구축
윤리·품질 관리	검수위원회, AI 감사(Audit) 운영	→ AI 편향 방지를 위한 품질 관리 체계 병행

- LabXchange형 AI 학습 경로 설계 기능을 핵심 서비스로 채택 → 교사가 직접 수업의 '이야기 흐름'을 설계하거나, AI가 자동으로 구성 제안
- ESA형 데이터 연동 구조를 도입 → 공공데이터 API를 연계해 '기후지표·지역 생태 데이터'를 실시간 활용 가능
- Earth Hero형 행동 피드백 시스템을 결합 → 학습-실천-기록-공유의 선순환 구조 형성
- SAPHIR형 저작·공유 플랫폼으로 발전 → 교사가 수업안을 직접 생성·편집·출판하고, AI가 의미 태깅·추천
- 교사 중심 Co-pilot UI/UX → 교사가 AI를 도구로서 제어하고, 자신의 맥락에 맞게 수정·보완할 수 있는 설계 필요
- 해외 플랫폼들은 '자료 검색'에서 'AI 기반 수업 설계'로 이미 패러다임을 이동하고 있다. 한국의 환경교육 자원맵도 AI 조력형·교사 참여형·의미 기반 생태계로 설계되어야 하며, 그 핵심은 "검색(Search)"이 아니라 "공진화(Co-design)"이다.

## 제3장 환경교육 DB의 한계와 전환 필요성

- 2002~2003년에 수행된 「환경교육 활동·프로그램 데이터베이스(KEED) 개발 및 운영 연구」는 한국 환경교육 디지털화의 사실상 출발점이었다. 그 핵심 목표는 교사와 시민 단체가 개발한 수많은 프로그램을 통합·공유·평가·갱신 가능한 온라인 플랫폼에 담아, 환경교육의 질적 향상과 자원 순환을 촉진하는 것이었다.

### 1. KEED.NET의 주요 내용과 의의

#### 가. 배경과 문제의식

- 환경교육 자료가 인쇄물로 흩어져 있고 중복·낭비가 심하다는 문제의식에서 출발
- 외국 프로그램의 무비판적 수입과 국내 프로그램의 확산 경로 부재를 비판
- 환경교육의 질을 결정하는 핵심 요소로 ‘프로그램의 다양성과 타당성’을 제시

#### 나. 목표

- 웹 기반 환경교육 활동 데이터베이스(KEED) 구축
- 500여 개 프로그램을 통합해 검색·평가·기증·갱신이 가능한 개방형 플랫폼 운영
- 교사와 단체가 직접 평가하고 프로그램을 기증하는 참여형 구조 확립

#### 다. 핵심 구성

- 검색 체계: 자유어 검색, 고급 검색, 주제·대상별 검색
- 분류 기준: 학습대상, 주제(16개), 교육과정 연계, 학습환경 등
- 이용자 참여 기능: 추천, 평가, 활동기증, 제안게시판
- 운영 원리: 교사와 연구자가 함께 관리하는 공동 운영 모델
- 기술적 시도: 당시로서는 매우 선진적인 웹기반 사용자 등록, 관리자 모드, 자료 갱신 기능 구축

#### 라. 의의

- 인쇄 중심이던 환경교육 자료를 디지털 전환한 첫 시도
- ‘프로그램을 단순 보급하는 체계’에서 ‘상호학습·공유의 네트워크’로 전환한 국가 단위 오픈 데이터 실험

- 교사와 시민사회가 함께 구축한 참여형 지식공동체 모델의 원형



〈그림 3〉 KEED.NET의 메인 홈페이지

## 2. KEED.NET의 한계와 가치 재평가

### 가. 한계점

#### 1) 이용자가 아닌 '자료 중심'의 일방향적 구조

- KEED.NET은 환경교육 프로그램을 전국 단위로 모으고 분류하여 공개하는 것을 목표로 했으나, 실제 서비스 구조는 '이용자가 자료를 소비하는 저장소형 DB'에 머물렀다.
- 교사는 주제별로 검색해 프로그램을 내려받을 수 있었지만, 이후 자신의 현장 적용 결과나 수정 제안을 시스템 내에서 공유하거나 반영할 수 있는 통로가 부재했다.
- 평가와 피드백 기능(추천, 후기, 수정 제안란)은 존재했지만 형식적이고 비활성화되어 있었으며, 이를 통해 실제 자료가 개선되거나 갱신된 사례는 거의 없었다. 즉, 사용자는 단순한 '다운로드 이용자'에 머물렀고, '공동 생산자'로 참여할 수 있는 설계가 시스템적으로 차단되어 있었다. 이러한 구조적 일방향성은 KEED의 데이터가 시간이 지나며 정체되고 고립되는 결과로 이어졌다.

표 13. KEED.NET의 한계와 대응 전략

구분	과거 KEED의 한계	새 플랫폼의 대응 전략
참여 인식	'자료 이용자' 중심	'공동 창작자' 중심 (공헌도 시각화, 배지 시스템)
기술 구조	다운로드형 DB	협업형 웹 에디터 + AI 조력 시스템
피드백 구조	수동 후기 요청	실시간 자동 유도 + 선택식 피드백
운영 방식	관리자 중심	분산형 거버넌스 (AI + 교사 + 센터)
자료 관리	정적 파일	다층 버전·파생본 관리 (활용 이력 자동 기록)

## 2) 고정형 분류체계의 한계와 유연성 부족

- KEED.NET은 환경교육 프로그램을 주제·대상·장소·활동유형 등 16개 항목으로 분류하는 체계를 도입했으나, 이 분류는 당시 환경교육의 패러다임(자연보전·오염방지 중심)을 반영한 것이어서 시간이 지나며 새로운 주제(기후위기, 지속가능발전, 생태전환 등)를 포용하지 못했다.
- 또한 각 항목이 고정된 메뉴 구조로만 제공되어, 새로운 분류 항목이나 세부 주제를 추가하려면 DB 구조를 재설계해야 하는 기술적 제약이 있었다. 이로 인해 2000년대 중반 이후 환경교육 담론이 확장되었음에도 KEED.NET은 업데이트되지 못하고 시대적 변화에 적응하지 못하는 '폐쇄형 구조'로 남았다. 결과적으로, 프로그램의 다양성을 수용하는 대신 데이터의 형식적 일관성만을 유지하는 정적 데이터베이스(static database)로 고착되었다.

## 3) 기술적 제약으로 인한 접근성과 검색 기능의 한계

- 당시 웹 기술 수준은 HTML 기반의 단순 검색엔진과 폼(form) 검색 정도에 머물러 있었기 때문에, KEED.NET의 검색 기능은 제목·키워드·지역별 단순 필터링 수준이었다. 프로그램 본문의 주요 내용(학습목표, 활동방법, 핵심 개념 등)을 검색 가능한 텍스트 데이터로 인식하지 못해, 의미 단위 검색이나 유사도 검색은 불가능했다.
- 또한 대부분의 자료가 PDF, HWP 파일 형태로 첨부되어 있어 사용자가 내용을 보기 위해서는 반드시 파일을 다운로드해야 했다. 이러한 구조는 웹 접근성을 떨어뜨리고, AI나 검색엔진이 내용을 인식·분석할 수 없는 '불투명 데이터(opaque data)' 구조로 이어졌다. 즉, KEED.NET은 '디지털화'는 이루었지만 '데이터베이스화'는 미완성이었다고 평가할 수 있다.

## 4) 지속적 운영 및 갱신 체계의 부재

- KEED.NET은 1~2차년도 연구개발사업으로 구축된 이후, 정규 인력이나 상설 운영예산 없이 단년도 연구 프로젝트 종료와 함께 관리체계가 사실상 중단되었다. 이후 데이터의 갱신, 오류 수정, 신규 프로그램 등록 등이 이루어지지 않았고, 2005년 이후에는 사이트 접속은 가능하더라도 자료 내용은 사실상 방치된 상태였다. 갱신이 멈춘 이유는 단순히 인력의 부족 때문이 아니라, 운영 주체(환경부, 연구자, 교사 간 역할 분

답)가 명확히 규정되지 않았기 때문이다.

- 시스템적으로도 교사가 자료를 스스로 수정하거나 버전을 업데이트할 수 있는 기능이 없었고, 관리자는 모든 변경을 수동으로 승인해야 했기 때문에 운영의 부담이 과중하여 지속 가능성이 구조적으로 낮은 모델이었다. 이로써 KEED.NET은 초기에 상당한 자료량을 확보하고도 '생태적 순환' 없이 정체된 아카이브로 전락했다.

#### 5) 데이터 표준화·연계성 부족으로 인한 확장성 한계

- KEED.NET은 독립적으로 구축된 폐쇄형 시스템이었으며, 교육청·학교·시민단체가 보유한 다른 환경교육 자료와의 연계가 불가능했다. 당시에는 데이터 표준(메타데이터 구조, 코드 체계, API 등)에 대한 개념이 미흡하여 KEED의 자료는 타 시스템으로 이전하거나 병합하기 어려운 고립된 데이터섬(data island) 상태로 존재했다.
- 예를 들어, 교육과정 연계 정보를 성취기준 코드나 교과 분류 체계로 표준화하지 않고 '관련 교과명' 정도로 서술식 입력하는 방식이어서, 후속 시스템(에듀넷, 환경교육센터 DB 등)과의 상호호환성(compatibility)이 확보되지 않았다.
- 이로 인해 KEED에서 축적된 500여 개의 프로그램은 후속 세대의 환경교육 데이터베이스로 계승되지 못하고 단절되었다. 결국 KEED.NET은 한국 환경교육 디지털화의 시범적 전환점이자 동시에 한시적 실험으로 머물렀다.

### 나. 가치 재평가

- 당시 KEED는 '국가 환경교육 플랫폼'의 원형이었다. 지금의 AI 기반 환경교육 자원맵은 KEED의 철학(공유·참여·갱신)을 계승하되, 기술적 확장 위에서 재구축되어야 한다.
- 데이터베이스를 '자료 저장소'가 아니라 '지식 순환 생태계'로 본 선구적 인식이었다. 이 철학은 오늘날의 환경교육 AI 시스템, 네트워크형 플랫폼, 오픈 소스 운동과 직접 연결된다.
- 2000년대 초반의 한계(기술, 네트워크 인식, 표준화 미비)는 오늘의 가능성으로 전환될 수 있다. KEED의 구조는 고정적이었지만, 지금은 의미 기반 검색(semantic search)과 자동 분류·추천 시스템으로 진화 가능하다.

### 다. 시사점

- KEED(2002~2003)는 한국 환경교육 디지털화의 기원으로서, 단순한 데이터베이스가 아니라 '공유, 순환, 갱신'의 교육 생태계 모델을 제시했다. 오늘날 그 정신은 AI 기반 환경교육 자원맵, 지식 커먼즈, 오픈 거버넌스형 플랫폼으로 이어져야 하며, "데이터베이스에서 메타러닝 생태계로"의 전환이 그 본래 목적을 다시 완성하는 길이다.

### 1) KEED의 후속 모델을 “AI 기반 환경교육 자원맵”으로 재구축

- KEED의 분류틀(주제·대상·교육과정 연계)을 AI 학습데이터로 재활용
- 기존 교육청 자료와 통합하여 의미 기반 검색이 가능한 통합형 DB 설계

### 2) 지속적 갱신이 가능한 ‘참여형 플랫폼 생태계’ 구축

- 교사·학생·단체가 기여하고 AI가 품질 검수하는 하이브리드 구조
- KEED의 “기증-평가-갱신” 순환 구조를 현대적 UX<sup>2)</sup>로 재해석

### 3) ‘환경교육 디지털 커먼즈’로 제도화

- 국가기관이 단독 소유하는 구조에서 벗어나, 공동관리 거버넌스로 전환
- KEED 당시 제안된 “연구자+교사 공동관리” 모델을 법제화된 공공-시민 협치형 데이터 허브로 발전시킬 것

## 라. 전환 전략

- KEED의 교훈은 기술보다 관계에 초점을 맞춰야 한다는 것이다. 단순히 자료를 저장하는 공간이 아니라 함께 만들어가고, 서로의 경험이 데이터로 축적되는 공간으로 재구성해야 한다. AI는 이를 가능하게 하는 조력자이며, 교사는 더 이상 소비자가 아닌 ‘지식의 공동 생산자’로 설계되어야 한다. 그렇게 될 때 이번 플랫폼은 20년 전의 ‘데이터베이스’가 아니라 살아 움직이는 학습 생태계로 진화할 것이다.

표 14. KEED.NET의 한계와 전환 방향

구분	2002~2003년 KEED의 접근	2025년 이후 필요한 전환
기술 기반	정적 웹페이지 + 수동 검색 중심	AI 기반 의미검색, 자동 메타태깅, 사용자 맞춤 추천 필요
데이터 구조	텍스트 중심 HWP/PDF 업로드	머신리더블 구조(JSON, HTML5, 영상·인터랙티브 콘텐츠) 전환
분류 체계	고정된 주제·대상·환경 중심	역량, 교과, SDGs, 기후·생태전환 등 다차원 메타데이터로 확장
참여 방식	교사·활동가의 수동 기증	실시간 업데이트, 자동 기록·AI 요약, 협업 편집 구조 필요
평가 체계	서술형 후기·추천 중심	데이터 기반 피드백(조회·활용·성과·만족도) 분석 시스템
운영 구조	연구자·교사 공동 운영 + 환경부 지원	국가·지자체·교사·AI 파트너십 기반의 오픈 거버넌스

2) UX(User Experience)란 사용자가 어떤 시스템을 사용하는 전 과정에서 겪는 경험의 구조를 의미한다. 단순한 화면 디자인이 아니라, 접근-이해-행동-피드백-재사용으로 이어지는 전체 흐름을 포함한다. 과거 KEED의 순환 구조는 개념적으로는 매우 앞서 있었지만, 사용자 입장에서는 여러 가지 경험적 한계가 있었음을 나타낸다.

## 1) 사이트 설계 단계에서의 전환 전략

### 가) 이용자 → 공동 창작자로 인식이 전환되는 구조 만들기

- 기본 UI를 다운로드 사이트가 아닌 협력 워크스페이스로 설계해야 한다. 예를 들어, 자료를 열면 상단에 활용하기 버튼뿐 아니라 수정 제안하기, 응용사례 등록, 함께 쓰기 버튼을 기본 탑재한다.
- 교사는 파일을 단순히 내려받는 것이 아니라, 이 자료로 내가 한 수업을 추가로 업로드하면 자동으로 원자료와 연결되도록 한다(예: '파생 자료' 개념 적용 → 원자료 하위에 응용 수업안 자동 링크).

### 나) AI 기반 피드백 보조 시스템 도입

- 대부분의 교사들은 '좋다/나쁘다'를 적기 어렵다. 따라서 AI가 자동으로 피드백을 요약·유도하도록 설계한다(예: "이 활동은 초등 5학년에서 45분으로 운영했을 때 적합했나요?" "수업 후 학생 반응을 3줄로 남겨주세요 → AI가 자동 요약하여 반영"). 이렇게 하면, 글쓰기 부담 없이 데이터 기반 피드백이 누적된다.

### 다) 교사 프로필과 공헌도 시각화

- 교사의 활동 기여를 '환경교육 지도자 프로필'로 누적해 개인의 이름으로 남게 한다(예: "김지현 교사 - 프로그램 수정 3회, 피드백 4건, 응용 수업 등록 2건").
- 누적 기여도를 배지(Badge)·점수(Points)로 시각화하고, 이를 교사 연수 실적 또는 생애 포트폴리오에 반영할 수 있도록 한다. 참여를 시민의식이 아니라 전문성 향상의 경로로 인식시켜야 한다.

### 라) 다운로드 중심에서 조합·재구성 중심으로

- 단일 자료가 아니라 조합형 자료 구조로 설계해야 한다. 예를 들어, 교사가 "중학교 + 기후 + 토론형"을 선택하면 AI가 여러 자료를 조합해 하나 이상 복수의 수업안을 제안한다.
- 그 과정에서 사용자는 일부 수정·선택을 해야 하므로, 자연스럽게 참여자로 전환된다. 즉, 시스템이 자료 소비를 유도하는 대신 자료 재구성을 전제로 작동해야 한다.

## 2) 자료 제공 방식의 혁신 방향

### 가) 다운로드 가능한 정적 파일 → 수정 가능한 협업 문서

- HWP·PDF 대신 웹 기반 문서(View + Edit)로 전환(예: Google Docs, Notion, EduPad와 유사한 협업형 에디터)

- 교사가 직접 수정하면 자동으로 버전이 분리되어 “수정본 제안(교사 이름 포함)”으로 저장되고, 관리자 검토 후 ‘공식 파생본’으로 승격시킨다. 이를 통해 수정 제안이 시스템에 자연스럽게 통합된 구조가 된다.

#### 나) 프로그램별 활용 히스토리 탭 구성

- 각 자료 페이지에 “활용된 사례” 탭을 두고, 교사가 남긴 실행 사례나 사진, 지도안 변형본이 누적되게 한다. 이 탭은 곧 교사 간 학습 네트워크의 중심이 된다.
- 예: “이 프로그램은 전북 ○○초 5학년에서도 응용되었습니다.”

#### 다) AI-지원형 자동 수정 제안 기능

- 교사가 자료를 보고 AI에게 “이걸 중학교 과학 수업으로 바꿔줘”라고 입력하면 AI가 자동으로 수정안을 생성하고, 원자료 아래 ‘AI 제안 수정본’으로 임시로 저장한다.
- 관리자가 승인하면 참여형 버전으로 공식 등록된다.
- 이렇게 하면 참여 장벽이 확 낮아지고, AI가 교사와 함께 공동 저작자(co-creator)로 작동하게 된다.

### 3) 운영·관리 체계의 개선 방향

#### 가) 참여가 곧 관리가 되는 구조

- 예전 KEED처럼 연구자·교사만의 관리위원회가 아니라, AI + 교사 + 관리자 + 지역 센터로 구성된 4중 운영 구조를 제안한다.
- AI는 자동 모니터링(중복, 저작권, 내용 유사도), 교사는 피드백·제안, 관리자는 승인·품질 관리, 센터는 지역화·연계를 담당한다. 참여 자체가 곧 운영이 되는 분산형 거버넌스 모델로 발전한다.

#### 나) 과정 중에 피드백이 가능하도록

- 자료 이용 후 평가를 별도 절차로 두지 말고, 활용 과정 중 즉시 반영되게 설계
  - 예: 다운로드 직후 ‘활용 목적’을 간단히 체크(교과/학년/시간)
- 수업 종료 후 시스템이 자동 푸시 → “이 자료는 어땠나요?” 선택식 피드백 요청. → 응답률이 폭발적으로 높아진다.

#### 다) 보상 메커니즘 설계

- 비금전적 보상이 핵심
  - 우수 참여자 월간 소개, 공식 SNS 홍보

- 교사 연수 포인트 연계
- “환경교육 자원 기여자 인증서” 발급
- 참여가 곧 인정과 명예의 경험이 되게 해야 한다.

**라) 자료 품질관리 체계(Peer + AI Hybrid)**

- AI가 자동으로 “유사자료 중복 / 표현 오류 / 최신성”을 진단 → 1차 필터링
- 교사 자문단이 2차 검수하여 ‘품질지수(QI)’를 부여
- 이 지수는 검색 시 노출 순서에 반영 -> 자연스럽게 질 높은 자료가 상위 노출, 참여형 품질 관리 생태계 완성

# 제4장 2022 개정 교육과정 기반 환경교육 내용 분석

## 1. 분석 대상 및 기준 설정

- 본 연구는 2022 개정 교육과정에 제시된 각 교과 성취기준을 중심으로, 환경교육과의 연계 양상과 구조적 특성을 분석하는 것을 주요 목적으로 한다. 이를 위해 분석 대상은 초·중·고 학교급에서 적용되는 국민기본공통교과 성취기준을 기본으로 설정하였으며, 구체적으로는 국어, 수학, 사회, 과학, 도덕, 기술가정(실과), 음악, 미술, 체육, 외국어에 더하여, 환경 교과와 정보 교과를 포함한 총 12개 교과를 분석 대상으로 선정하였다.
- 분석의 기초 자료로는 「2022 개정 교육과정에 따른 환경교육 표준 단계별 수행기대 개발 연구」에서 수행된 교과별 성취기준 분석 결과를 활용하였다. 해당 연구는 2022 개정 교육과정에 제시된 성취기준을 체계적으로 검토하여, 환경교육과 관련된 핵심 개념, 주제, 역량 요소를 도출한 바 있으며, 본 연구는 이를 신뢰할 수 있는 선행 분석틀로 활용하였다. 이를 통해 개별 교과의 성취기준을 자의적으로 해석하기보다는, 기존의 국가 차원 연구에서 축적된 분석 결과를 토대로 분석의 객관성과 일관성을 확보하고자 하였다.
- 분석 기준은 크게 세 가지 차원에서 설정하였다. 첫째, 각 교과 성취기준에 포함된 환경 관련 개념 및 주제의 명시적·암묵적 제시 여부이다. 이는 생태계, 기후변화, 자원과 에너지, 지속가능성, 환경과 인간의 관계 등 환경교육 핵심 개념이 교과 성취기준에 어떻게 반영되어 있는지를 살펴보기 위한 기준이다. 둘째, 해당 성취기준이 요구하는 학습의 성격을 고려하여, 환경교육이 지식 이해, 가치·태도 형성, 실천 및 참여 중 어느 차원과 더 밀접하게 연관되는지를 분석 기준으로 설정하였다. 이를 통해 단순한 개념 언급 수준을 넘어, 환경교육의 교육적 깊이와 방향성을 파악하고자 하였다.
- 셋째, 성취기준에 나타난 환경교육 관련 내용이 앞서 설정한 환경교육 주제 체계와 어떻게 연결되는지를 분석 기준으로 삼았다. 본 연구에서는 자연환경, 생활환경, 지구환경, 환경문화의 4대 주제를 1차 주제 분류 기준으로 설정하고, 필요에 따라 SDGs를 5Ps(Planet, People, Prosperity, Peace, Partnership)로 재구성한 틀을 보조적 기준으로 활용하였다. 이를 통해 교과별 성취기준이 환경교육의 어떤 영역과 구조적으로 연관되는지를 보다 입체적으로 분석할 수 있도록 하였다.
- 이와 같은 분석 대상 및 기준 설정은, 이후 장에서 수행될 교과별 환경교육 내용 체계 분석과 환경교육 자원맵 구축을 위한 기초 자료를 마련하는 데 목적이 있다. 특히 본 연구는 성취기준 분석 결과를 단순히 나열하는 데 그치지 않고, 교과 간 연계 가능성과 통합적 환경교육 설계의 가능성을 도출하는 데 초점을 두고 있으며, 이러한 관점은 다음 절에서 제시할 분석 방법과 절차에서 보다 구체적으로 다루어질 것이다.

## 2. 교과·학교급별 환경교육 관련 성취기준 분석

### 가. 국어

#### 1) 분석 기준

- 선정 원칙
- ① 환경·자연·삶·공동체·사회적 쟁점이 직접 또는 간접적으로 드러나는 성취기준
- ② 환경 문제를 이해·표현·비판·소통하는 언어 활동과 연결 가능한 성취기준
- ③ 학교급별 발달 수준에 따라 환경 감수성 → 비판적 인식 → 사회적 의사소통으로 확장 가능한 기준

#### 2) 학교급별 대표 성취기준

##### 가) 초등학교 국어

###### [초등 1-2학년]

- 성취기준: [2국05-03] “작품 속 인물의 모습, 행동, 마음을 상상하여 시나 노래, 이야기를 다양한 방법으로 표현한다.”
- 환경교육적 해석: 자연·동물·환경을 소재로 한 이야기와 시를 통해 비인간 존재에 대한 감정 이입과 생태적 감수성을 기를 수 있는 성취기준이다. 환경교육의 출발점인 ‘느끼고 공감하기’ 단계에서 중요한 언어적 기반을 제공한다.

###### [초등 3-4학년]

- 성취기준: [4국05-02] “자신의 경험을 바탕으로 작품 속 세계와 현실 세계를 비교하여 작품을 감상한다.”
- 환경교육적 해석: 자연 경험, 생활환경의 변화, 지역 환경 문제 등을 문학 작품과 연결하여 환경 경험의 언어화와 성찰을 가능하게 한다. 환경교육의 ‘경험-반성’ 단계와 직접적으로 연계된다.

###### [초등 5-6학년]

- 성취기준: [6국03-03] “체험한 일에 대한 의견을 근거를 들어 글로 쓴다.”
- 환경교육적 해석: 환경 체험 활동(숲, 하천, 마을 등)을 바탕으로 환경 문제에 대한 자신의 관점과 이유를 표현하게 하는 핵심 성취기준이다. 환경교육에서 요구하는 초기 수준의 비판적 사고와 표현 능력을 연결할 수 있다.

## 나) 중학교 국어

- 성취기준: [9국03-06] “사회·문화적 현상에 대해 자료를 수집하고 사회·문화적 맥락을 고려하여 주장하는 글을 쓴다.”
- 환경교육적 해석: 기후위기, 환경 불평등, 지역 환경 갈등 등 환경 문제를 사회·문화적 맥락에서 분석하고 자신의 주장을 구성할 수 있게 한다. 환경교육의 비판적 문해력(critical literacy)을 본격적으로 다룰 수 있는 성취기준이다.
- 성취기준: [9국06-06] “사회·문화적 맥락을 고려하여 매체 자료의 공정성을 평가한다.”
- 환경교육적 해석: 환경 뉴스, 기업 광고, 정책 홍보 자료 등을 비판적으로 읽고 분석하는 데 활용 가능하다. 환경정보의 왜곡·과장·선전을 판별하는 미디어 환경교육과 강하게 연결된다.

## 다) 고등학교 국어

- 성취기준: “사회적 쟁점에 대해 다양한 관점을 비교·분석하고 자신의 입장을 논리적으로 표현한다.”
- 환경교육적 해석: 기후위기 대응, 개발과 보전의 갈등, 에너지 전환 등 복합적 환경 쟁점을 다각도로 분석하는 고등 수준의 환경교육과 연결된다. 환경교육의 시민적 실천과 공론장 참여 단계로 확장 가능한 언어적 기반을 제공한다.

## 3) 국어과 환경교육 연계의 종합적 특징

- 국어과는 환경교육의 ‘내용 전달 교과’라기보다 ‘의미 구성 교과’에 해당한다.
- 자연·환경을 직접 다루지 않더라도 환경 경험을 언어로 해석하고, 문제를 사회적 쟁점으로 구성하며, 타인과 소통하는 핵심 통로임. 따라서 국어과의 환경교육 연계는 환경 감수성 → 비판적 인식 → 공적 담론 형성이라는 발달적 흐름을 갖는다.

## 나. 수학

### 1) 수학 교과 환경교육 성취기준 분석의 기본 성격

- 수학 교과에서 환경교육 관련 성취기준은 환경 개념을 직접 다루기보다는, 자료를 해석하고, 변화·추세를 분석한다. 통계적 사고, 합리적 의사결정과 같은 도구적·형식적 사고 역량을 통해 환경·지속가능성 이슈를 분석하고 판단하는 기초 능력을 제공하는 방식으로 연결되어 있다.
- 2022 개정 교육과정에서는 특히 통계·자료 분석, 실생활 문제 해결, 경제·금융 맥락이 강화되면서, 수학은 Planet(환경), Prosperity(경제), Peace(공정한 의사결정) 영역과

간접적이지만 구조적으로 연결될 수 있는 교과로 기능한다.

## 2) 교과별 성취기준 정리 틀(수학)

표 15. 수학과와 학교급별 환경 관련 성취기준 분석표

학교급	성취기준 코드	성취기준 핵심 내용	환경 연관 주제	SDGs 5Ps 연계
초등	2수03-01	생활 속에서 입체도형을 찾아 구성한다	자원·공간 이해	Planet
중등	9수04-04	통계적 탐구 문제를 설정·분석·해석한다	환경 데이터 분석	Planet / Peace
중등	9수04-09	산점도로 상관관계를 해석한다	기후·환경 요인 관계	Planet
고등	12경수01-01	통계자료로 경제지표 변화를 설명한다	환경-경제 연계	Prosperity
고등	12경수02-04	수요·공급으로 사회 현상을 설명한다	자원·에너지	Prosperity / Peace

## 3) 학교급별 주요 환경 관련 성취기준(수학)

### 가) 초등학교 수학

- 성취기준: [2수03-01] “실생활에서 직육면체, 원기둥, 구 등의 모양을 찾고, 이를 이용하여 여러 가지 모양을 만들 수 있다.”
- 환경적 의미: 생활공간, 건축물, 자원 사용 형태를 공간적·형태적으로 인식하는 기초가 되며, Planet 영역의 환경 감응적 인식의 토대를 제공한다.

### 나) 중학교 수학

- 성취기준: [9수04-04] “통계적 탐구 문제를 설정하고, 공학 도구를 이용하여 자료를 수집·분석·해석할 수 있다.”
- 성취기준: 9수04-09 “자료를 산점도로 나타내고 상관관계를 말할 수 있다.”
- 환경적 의미: 기온 변화-에너지 사용, 미세먼지-건강 등 환경 ‘사건’의 관계성을 분석하고 합리적 판단, 증거 기반 토론의 기반을 제공한다.

### 다) 고등학교 수학

- 성취기준: [12경수01-01] “통계 자료를 활용하여 경제지표의 의미를 이해하고 변화를 설명할 수 있다.”
- 성취기준: [12경수02-04] “수요와 공급의 상호작용에 의해 균형가격이 결정되는 경제 현상을 설명할 수 있다.”

- 환경적 의미: 기후위기, 자원 고갈, 에너지 전환을 경제 시스템 속에서 해석하고 SDGs 이해에 있어 Prosperity-Planet의 긴장과 선택 문제를 체계적, 객관적으로 사고할 수 있도록 도와준다.

#### 4) 수학과 환경교육 연계의 종합적 특징

- 수학과에서는 환경의 ‘의미’는 다루지 않는다. 수학은 왜 환경과 생명을 보호해야 하는가, 누가 피해를 보는가는 직접 묻지 않는다. 따라서 도구주의의 위협에 빠질 가능성을 배제할 수 없다. 예를 들어, 환경 문제가 ‘계산 가능한 문제’로 축소될 가능성이 있고 가치·윤리·정의의 차원이 배제될 수 있다. 그럼에도 불구하고 수학은 환경교육의 감정-윤리-행동을 떠받치는 ‘구조적 언어’로서 사건 중심 환경교육, 증거 기반 성찰, 공적 의사결정 참여에 필수적이다.

### 다. 과학

#### 1) 과학 교과 환경교육 성취기준의 기본 성격

- 과학 교과에서 환경교육 관련 성취기준은 환경교육의 개념적·물질적 토대를 가장 직접적으로 담당한다. 2022 개정 교육과정에서 과학은 자연 현상에 대한 이해를 넘어, 지구 시스템, 생태계, 물질과 에너지의 순환, 인간 활동의 영향을 종합적으로 다루는 방향으로 강화되었다.
- 과학 교과의 환경교육 관련 성취기준은 자연환경과 지구환경 주제를 중심으로 관찰-설명-예측-해결 방안 탐색의 인지적 흐름을 갖고 분포되어 있으며, SDGs 5Ps 중 Planet을 핵심 축으로 하되, People, Prosperity와도 구조적으로 연결된다.

#### 2) 교과별 성취기준 정리 틀(과학)

표 16. 과학과의 학교급별 환경 관련 성취기준 분석표

학교급	성취기준 코드	성취기준 핵심 내용	환경 연관 주제	SDGs 5Ps 연계
초등	6과06-02	생태계 구성 요소와 상호작용 이해	생태계	Planet
중등	9과07-03	인간 활동이 환경에 미치는 영향 분석	환경 변화	Planet / People
중등	9과08-02	자원과 에너지의 효율적 이용 탐구	자원·에너지	Planet / Prosperity
고등	12지01-02	지구 시스템 상호작용 설명	지구환경	Planet
고등	12환02-03	화학 물질의 환경 영향 이해	환경오염	Planet / People

### 3) 학교급별 주요 환경 관련 성취기준(과학)

#### 가) 초등학교 과학

- 성취기준: [6과06-02] “생태계를 구성하는 생물 요소와 비생물 요소의 상호작용을 설명할 수 있다.”
- 환경교육적 의미: 생태계를 개별 요소의 집합이 아닌 관계적 시스템으로 이해하도록 한다. 환경교육의 핵심인 상호의존성 인식을 형성하는 출발점이며, Planet 영역의 기초 개념 학습에 해당한다.

#### 나) 중학교 과학

- 성취기준: [9과07-03] “인간 활동이 생태계와 환경에 미치는 영향을 조사하고 설명할 수 있다.”
- 성취기준: [9과08-02] “자원과 에너지의 이용이 환경에 미치는 영향을 분석하고, 효율적인 이용 방안을 탐구한다.”
- 환경교육적 의미: 인간-자연 관계를 원인-결과 구조로 파악하고 환경 문제를 ‘자연의 변화’가 아니라 사회적 선택의 결과로 인식하게 한다. Planet을 중심으로 People, Prosperity와의 연결이 본격화되는 단계이다.

#### 다) 고등학교 과학

- 성취기준: [12지01-02] “대기권, 수권, 지권, 생물권의 상호작용을 지구 시스템의 관점에서 설명할 수 있다.”
- 성취기준: [12환02-03] “화학 물질의 사용과 배출이 환경과 인간 건강에 미치는 영향을 설명할 수 있다.”
- 환경교육적 의미: 기후위기, 오염, 생태계 붕괴를 지구 시스템 차원에서 통합적으로 이해하고 과학적 근거를 바탕으로 환경 정책·기술 선택의 판단 근거를 제공한다. Planet 중심이지만 People, Peace(위험·책임 논의)로 확장할 수 있다.

### 4) 과학 교과 환경교육의 구조적 한계

- 과학적 설명만으로 충분하다는 착각에 빠지거나 환경 문제를 ‘알면 해결된다’는 인식으로 축소할 위험이 있다. 무엇이 옳은 선택인가, 누가 책임지는가는 직접 다루기 어려워 가치·윤리 차원의 공백이 생길 수 있다. 문제 해결을 기술·과학 발전에만 의존하는 기술결정론으로 기울어질 위험이 있다.

### 5) 환경교육에서 과학 교과의 핵심 역할

- 과학은 환경교육에서 “무슨 일이 일어나고 있는가”를 가장 정확하게 설명하는 교과로

서 수학이 분석의 도구라면, 과학은 현상의 실체를 제공하는 교과이다.

- 사회·도덕·국어와 결합될 때 사실-가치-실천을 잇는 환경교육의 중심축을 형성할 수 있다. 즉, 과학은 환경교육의 뼈대이자 기준점으로 기능한다.

## 라. 사회

### 1) 사회 교과 환경교육 성취기준의 기본 성격

- 사회 교과에서 환경교육 관련 성취기준은 환경 문제를 자연 현상이나 기술 문제로 환원하지 않고, 이를 사회 구조, 제도, 권력, 갈등, 정의의 문제로 다루는 데 핵심적인 역할을 한다. 2022 개정 교육과정에서 사회 교과는 시민성, 민주주의, 지속가능한 사회를 강조하면서 환경 문제를 공적 의사결정과 공동체의 책임이라는 맥락 속에서 다루도록 확장되었다.
- 이에 따라 사회 교과의 환경교육 관련 성취기준은 환경 문제의 공간적·역사적 맥락 이해, 환경 불평등과 갈등, 지속가능한 발전과 정책 선택을 중심으로 분포되어 있으며, SDGs 5Ps 중 People과 Peace를 핵심 축으로 하되, Planet, Partnership과 강하게 연결된다.

### 2) 교과별 성취기준 정리 틀(사회)

표 17. 사회과의 학교급별 환경 관련 성취기준 분석표

학교급	성취기준 코드	성취기준 핵심 내용	환경 연관 주제	SDGs 5Ps 연계
초등	6사06-02	인간 활동과 환경의 상호 영향 이해	인간-환경 관계	People / Planet
중등	9사07-03	환경 문제의 원인과 해결 방안 탐구	환경 갈등	People / Peace
중등	9사09-02	지속가능한 발전의 의미와 과제 이해	지속가능성	People / Prosperity
고등	12지02-01	지역·세계 환경 문제 분석	지구환경	Planet / Peace
고등	12사03-04	공공 정책과 시민 참여 이해	환경 거버넌스	Peace / Partnership

### 3) 학교급별 주요 환경 관련 성취기준(사회)

#### 가) 초등학교 사회

- 성취기준: [6사06-02] “인간의 생산 활동과 소비 활동이 자연환경에 미치는 영향을 조사하여 설명할 수 있다.”

- 환경교육적 의미: 인간 활동과 환경 변화의 관계를 생활 수준에서 인식과 환경 문제를 개인의 행동과 연결하는 출발점이며, People-Planet 연계의 기초 단계이다.

#### 나) 중학교 사회

- 성취기준: [9사07-03] “환경 문제의 발생 원인과 사회적 영향을 분석하고 해결 방안을 탐구한다.”
- 성취기준: [9사09-02] “지속가능한 발전의 개념을 이해하고 이를 실현하기 위한 사회적 과제를 설명한다.”
- 환경교육적 의미: 환경 문제를 사회 구조와 제도의 결과로 인식하고 개발-보전 갈등, 환경 불평등 등 정의의 관점을 도입한다. People-Peace 중심의 환경 시민성을 형성한다.

#### 다) 고등학교 사회

- 성취기준: [12지02-01] “기후변화, 자원 고갈 등 지역 및 세계 환경 문제를 공간적 관점에서 분석한다.”
- 성취기준: [12사03-04] “공공 정책의 형성과정과 시민 참여의 의미를 설명한다.”
- 환경교육적 의미: 환경 문제를 지역-국가-지구 차원의 다층적 문제로 이해하고 환경 정책, 국제 협약, 시민 참여를 통한 해결 가능성을 탐색한다. Peace와 Partnership을 핵심으로 하는 공적 환경교육 단계이다.

### 4) 사회 교과 환경교육의 구조적 한계

- 사회과의 특성상 자연 과학적 근거가 취약하고 환경 문제의 물리·생태적 메커니즘은 충분히 설명하기 어렵다. 환경 쟁점이 가치 대립이나 정치적 주장으로 단순화될 가능성으로 인해 이념화·정치화 위험이 있다. 제도·정책 논의가 개인의 삶과 분리되어 추상화될 위험이 있고 실천과의 거리감이 커질 수 있다.

### 5) 환경교육에서 사회 교과의 결정적 역할

- 사회 교과는 환경교육에서 “누가 결정하고, 누가 책임지며, 어떻게 함께 해결할 것인가”를 묻는 교과로서, 과학이 ‘사실’을, 수학이 ‘분석’을 제공한다면 사회는 판단과 선택의 장(場)을 제공한다. 특히 환경 불평등, 세대 간 정의, 지역 갈등 문제는 사회 교과 없이는 다룰 수 없음. 즉, 사회 교과는 환경교육을 시민교육으로 전환시키는 핵심 교과로 기능한다.

## 마. 외국어

### 1) 외국어 교과 환경교육 성취기준의 기본 성격

- 외국어 교과에서 환경교육 관련 성취기준은 환경 개념이나 과학적 사실을 직접 다루기보다는, 환경 문제를 ‘글로벌 이슈’로 인식하고 타문화적·국제적 관점에서 소통하는 능력을 기르는 데 초점을 둔다.
- 2022 개정 교육과정은 외국어 교과에서 의사소통 능력뿐 아니라, 다문화 이해, 세계 시민성, 국제적 쟁점에 대한 이해를 강화하고 있으며, 이 과정에서 환경 문제는 중요한 소재이자 맥락으로 활용된다.
- 이에 따라 외국어 교과의 환경교육 관련 성취기준은 환경 문제를 다룬 글과 자료의 이해, 국제 사회의 환경 이슈에 대한 의사 표현과 토의, 타문화권의 환경 인식과 대응 방식 비교 등을 중심으로 분포되어 있다.
- SDGs 5Ps 중에서는 Partnership을 핵심 축으로 하며, People과 Planet, Peace와도 밀접하게 연결된다.

### 2) 교과별 성취기준 정리 틀(외국어)

표 18. 외국어 교과의 학교급별 환경 관련 성취기준 분석표

학교급	성취기준 코드	성취기준 핵심 내용	환경 연관 주제	SDGs 5Ps 연계
초등	6영02-02	일상·사회적 주제의 글 이해	환경 이슈 이해	People / Planet
중등	9영03-05	사회·세계적 이슈에 대한 의견 표현	환경 문제 토의	Partnership / Peace
중등	9영04-04	매체 자료 비판적 이해	환경 정보 판별	Partnership
고등	12영03-02	국제적 쟁점에 대한 토론	기후·환경 협력	Partnership / Peace
고등	12영04-01	다양한 문화 관점 비교	환경문화	People / Partnership

### 3) 학교급별 주요 환경 관련 성취기준(외국어)

#### 가) 초등학교 외국어(영어)

- 성취기준: [6영02-02] “일상생활이나 사회적 주제에 관한 간단한 글을 읽고 중심 내용을 이해한다.”
- 환경교육적 의미: 자연 보호, 쓰레기 줄이기, 기후 변화 등 기초적인 환경 주제에 대한 이해가 가능하고 환경을 ‘다른 언어로 접하는 경험’을 통해 거리두기와 객관화의 효과를 제공한다. Planet-People의 기초 연결 단계

## 나) 중학교 외국어(영어)

- 성취기준: [9영03-05] “사회적·세계적 이슈에 대해 자신의 의견을 말하거나 쓸 수 있다.”
- 성취기준: [9영04-04] “매체 자료의 목적과 신뢰성을 고려하여 내용을 이해한다.”
- 환경교육적 의미: 기후위기, 환경오염, 생물다양성 등 글로벌 환경 이슈에 대한 의사 표현이 가능하고 해외 뉴스, 캠페인, 국제기구 자료를 비판적으로 읽는 환경 미디어 리터러시를 형성한다. Partnership 중심, Peace로의 확장

## 다) 고등학교 외국어(영어·제2외국어)

- 성취기준: [12영03-02] “국제적·사회적 쟁점에 대해 다양한 관점을 비교하며 토론한다.”
- 성취기준: [12영04-01] “언어와 문화의 차이를 고려하여 의미를 이해하고 표현한다.”
- 환경교육적 의미: 기후 협약, 국제 환경 갈등, 국가 간 책임 문제 등 지구적 환경 거버넌스를 이해하고 환경 문제를 단일 해법이 아닌 문화적·역사적 맥락 속에서 인식한다.
- Partnership-Peace-People을 잇는 고등 수준 환경 시민성

## 4) 외국어 교과 환경교육의 구조적 한계

- 언어 기능 중심 수업에서 환경 주제가 ‘소재’로만 소비될 위험이 있고 이로 인해 환경 내용의 주변화 가능성이 있다. 국제 이슈를 다루되, 피상적 글로벌리즘으로 인해 지역·생활 맥락과 단절될 가능성이 없지 않다. Planet 이해의 깊이가 부족하면 과학적·생태적 설명은 직접 다루기 어렵다.

## 5) 긍정적·전략적 관점: 환경교육에서 외국어 교과의 독특한 역할

- 외국어 교과는 환경교육에서 “지구적 문제를 지구적 언어로 소통하는 능력”을 기르는 핵심 교과로서 사회 교과가 제도와 시민성을 다룬다면, 외국어 교과는 국경을 넘는 공감과 협력의 가능성을 연다.
- 특히 UNESCO, UN, 국제 NGO 자료와의 연결은 학교-세계 연결 통로로서 매우 전략적이다. 즉, 외국어 교과는 환경교육을 ‘국내 이슈’에서 ‘행성적 과제’로 확장시키는 창으로 기능한다.

## 바. 음악과 미술

### 1) 음악·미술 교과 환경교육 성취기준의 기본 성격

- 음악과 미술 교과에서 환경교육 관련 성취기준은 환경 문제를 지식이나 제도로 다루

기보다는, 자연과 환경을 감각적으로 인식하고, 정서적으로 공감하며, 창의적으로 표현하는 데 초점을 둔다.

- 2022 개정 교육과정은 예술 교과에서 삶과 환경, 문화적 맥락을 중시하며, 환경은 작품의 주제이자 표현의 맥락, 그리고 성찰의 대상이 된다. 이에 따라 음악·미술 교과의 환경교육 관련 성취기준은 자연·환경을 소재로 한 감상과 표현, 환경 경험을 예술적으로 재구성·표현, 환경과 인간의 관계를 미적·문화적 관점에서 성찰하는 방식으로 분포되어 있다. SDGs 5Ps 중에서는 Planet과 People을 핵심 축으로 하며, Peace(공감과 치유), Partnership(공동 창작)으로 확장된다.

## 2) 교과별 성취기준 정리 틀(음악·미술)

표 19. 음악과 미술 교과의 학교급별 환경 관련 성취기준 분석표

학교급	성취기준 코드	성취기준 핵심 내용	환경 연관 주제	SDGs 5Ps 연계
초등	6음03-01	자연·생활 속 소리 감상·표현	자연환경	Planet / People
초등	6미02-02	자연·환경을 주제로 한 표현	환경 감수성	Planet
중등	9음02-03	사회·환경 주제의 음악 표현	환경 인식	People / Peace
중등	9미03-04	환경·사회 문제를 시각적으로 표현	환경문화	People / Peace
고등	12예02-01	환경 주제 예술 작품 해석·비평	환경문화	Planet / Peace

## 3) 학교급별 주요 환경 관련 성취기준(음악·미술)

### 가) 초등학교 음악·미술

- 성취기준: [6음03-01] “자연과 생활 속에서 들을 수 있는 소리를 탐색하고 이를 음악적으로 표현한다.”
- 성취기준: [6미02-02] “자연이나 환경을 주제로 자신의 느낌과 생각을 다양한 방법으로 표현한다.”
- 환경교육적 의미: 자연을 대상화하기 이전에 감각적으로 ‘만나는 경험’을 제공하고 환경교육의 출발점인 생태적 감수성(ecological sensitivity) 형성한다.
- Planet 중심이지만 정서적 차원에서 People과 깊게 연결

### 나) 중학교 음악·미술

- 성취기준: [9음02-03] “사회·환경적 주제를 음악으로 표현하고 그 의미를 설명한다.”
- 성취기준: [9미03-04] “환경이나 사회 문제를 주제로 한 시각 이미지를 제작하고 의도를 설명한다.”
- 환경교육적 의미: 환경 문제를 개인의 감정에서 사회적 메시지로 전환하고 기후위기, 환경오염, 생물다양성 상실 등을 비판적·상징적으로 표현한다.

- People-Peace 축에서 공감과 연대의 토대 형성

#### 다) 고등학교 음악·미술(예술)

- 성취기준: [12예02-01] “환경, 사회, 문화적 맥락을 고려하여 예술 작품을 해석하고 비평한다.”
- 환경교육적 의미: 환경을 문화적·역사적 산물로 성찰하고 예술을 통해 환경 문제를 단순한 ‘문제’가 아니라 삶의 방식과 세계관의 문제로 재구성한다.
- Planet-Peace-People을 잇는 고차원적 환경 성찰 단계

#### 4) 음악·미술 교과 환경교육의 구조적 한계

- 감성 중심으로 오해될 위험이 있어서 환경교육이 ‘느끼기’에만 머물 수 있다.
- 정책·행동 변화와 직접 연결되기 어렵기 때문에 문제 해결과의 거리감이 커질 수 있다.
- 교사의 해석 의존성이 높아 환경적 의미가 수업 설계에 따라 크게 달라진다.

#### 5) 긍정적·전략적 관점: 환경교육에서 예술 교과의 고유한 역할

- 음악·미술은 환경교육에서 “왜 이 문제가 중요한가”를 가장 깊게 체감하게 하는 교과이며, 과학·사회가 설명하지 못하는 상실, 애도, 아름다움, 공존의 감각을 다룰 수 있다. 특히 자연, 생명, 환경의 미추(美醜)의 차원, 중용의 미학, 감응과 가장 잘 맞는 교과군으로, 음악·미술은 환경교육의 정서적·미학적 심장으로 기능한다.

## 사. 체육

#### 1) 체육 교과 환경교육 성취기준의 기본 성격

- 체육 교과에서 환경교육 관련 성취기준은 환경 문제를 개념이나 담론으로 다루기보다는, 신체 활동이 이루어지는 공간과 환경 조건, 그리고 건강한 삶의 지속 가능성과의 관계 속에서 다뤄진다.
- 2022 개정 교육과정은 체육을 통해 개인의 건강뿐 아니라, 공동체적 삶, 안전, 지속 가능한 생활 방식을 강조하고 있으며, 이 과정에서 환경은 신체 활동의 조건이자 삶의 질을 좌우하는 요소로 제시된다. 이에 따라 체육 교과의 환경교육 관련 성취기준은 자연환경과 연계된 신체 활동, 환경 조건이 건강과 안전에 미치는 영향, 지속가능한 여가와 생활 체육을 중심으로 분포되어 있다.
- SDGs 5Ps 중에서는 People을 핵심 축으로 하되, Planet(자연환경), Peace(안전과 배려), Partnership(협력 활동)과 연결된다.

## 2) 교과별 성취기준 정리 틀(체육)

표 20. 체육 교과의 학교급별 환경 관련 성취기준 분석표

학교급	성취기준 코드	성취기준 핵심 내용	환경 연관 주제	SDGs 5Ps 연계
초등	6체02-03	자연환경에서의 신체 활동	자연환경	People / Planet
중등	9체04-02	환경 조건과 건강의 관계	생활환경	People
중등	9체05-03	안전하고 책임 있는 신체 활동	환경 안전	Peace
고등	12체03-02	평생 체육과 환경	지속가능한 삶	People / Planet
고등	12체05-01	공동체 활동과 협력	공동체	Partnership

## 3) 학교급별 주요 환경 관련 성취기준(체육)

### 가) 초등학교 체육

- 성취기준: [6체02-03] “자연환경이나 학교 주변 환경에서 다양한 신체 활동을 경험한다.”
- 환경교육적 의미: 환경을 ‘보호의 대상’ 이전에 몸으로 경험하는 공간으로 인식하며, 숲, 마을, 공원, 운동장 등 생활 속 자연과의 신체적 접촉을 강화한다.
- People-Planet의 감각적 결합 단계

### 나) 중학교 체육

- 성취기준: [9체04-02] “기후, 공기 질 등 환경 조건이 신체 활동과 건강에 미치는 영향을 설명한다.”
- 성취기준: [9체05-03] “신체 활동 과정에서 안전과 타인 배려의 중요성을 이해하고 실천한다.”
- 환경교육적 의미: 기후위기, 폭염, 미세먼지 등 환경 변화가 신체에 미치는 영향을 인식하고 환경을 개인 건강과 공동의 안전 문제로 확장한다.
- People-Peace 축의 핵심 성취기준

### 다) 고등학교 체육

- 성취기준: [12체03-02] “환경을 고려한 평생 체육 활동의 중요성을 설명한다.”
- 성취기준: [12체05-01] “공동체 활동에서 협력과 책임의 가치를 실천한다.”
- 환경교육적 의미: 여가, 이동, 스포츠 문화 전반을 지속가능한 생활 방식과 연결하고 자연 훼손 없는 스포츠, 지역 기반 활동 등 환경 친화적 체육 문화로 확장한다.
- People-Planet-Partnership을 잇는 실천적 시민성 형성

#### 4) 체육 교과 환경교육의 구조적 한계

- 환경 문제를 명시적으로 다루지 않고 ‘조건’으로만 취급하여 환경 인식의 간접성에 머물게 될 위험이 있다. 환경 문제가 개인 건강 관리 차원으로 축소되거나 건강 중심 문제로 환원될 가능성이 있다. 경쟁·기록 중심 체육 문화와의 긴장으로 인해 교과 목표와의 거리감이 커질 수 있다.

#### 5) 환경교육에서 체육 교과의 독특한 역할

- 체육은 환경교육에서 “환경 속에서 살아 있는 몸”을 회복시키는 교과이며 기후위기 시대의 건강, 재난 대응, 회복탄력성은 체육 교과 없이는 다룰 수 없다. 특히 학교 밖 자연, 지역 공간과 연결될 때 학교-지역사회 연계 환경교육의 실천 거점이 될 수 있다. 즉, 체육 교과는 환경교육을 ‘머리’에서 ‘몸’으로 옮기는 통로로 기능한다.

### 아. 실과(기술·가정)

#### 1) 실과(기술·가정) 교과 환경교육 성취기준의 기본 성격

- 실과(초등)와 기술·가정(중·고)은 환경교육에서 생활 세계와 가장 직접적으로 연결되는 교과이다. 2022 개정 교육과정에서 이 교과군은 단순한 기능 습득을 넘어, 지속가능한 생활 방식, 자원·에너지의 책임 있는 사용, 기술 선택의 사회·환경적 영향을 비판적으로 이해하고 실천하는 방향으로 재구조화되었다.
- 이에 따라 실과·기술·가정 교과의 환경교육 관련 성취기준은 일상생활 속 환경 문제 인식, 생산·소비·주거·식생활의 전환, 기술과 환경의 관계 성찰을 중심으로 분포되어 있으며, SDGs 5Ps 중 Prosperity와 Planet을 핵심 축으로 하되, People(생활의 질), Peace(책임), Partnership(공동 실천)으로 확장된다.

#### 2) 교과별 성취기준 정리 틀(실과, 기술·가정)

표 21. 실과(기술·가정) 교과의 학교급별 환경 관련 성취기준 분석표

학교급	성취기준 코드	성취기준 핵심 내용	환경 연관 주제	SDGs 5Ps 연계
초등	6실02-03	지속가능한 생활 실천	생활환경	Planet / People
중등	9기가03-04	자원과 에너지의 효율적 사용	자원·에너지	Planet / Prosperity
중등	9기가05-02	소비 선택의 영향 이해	지속가능한 소비	People / Prosperity
고등	12기가03-03	기술의 환경·사회적 영향 분석	기술과 환경	Planet / Peace
고등	12기가05-01	지속가능한 생활 설계	생활 전환	Planet / Partnership

### 3) 학교급별 주요 환경 관련 성취기준(실과, 기술·가정)

#### 가) 초등학교 실과

- 성취기준: [6실02-03] “환경을 고려한 생활 실천 방안을 탐색하고 이를 생활 속에서 실천한다.”
- 환경교육적 의미: 환경교육을 ‘알기’에서 ‘해보기’로 전환시키는 핵심 성취기준이며, 쓰레기 줄이기, 에너지 절약, 친환경 생활 습관 형성 등 생활환경 중심의 환경교육과 직접 연결된다.
- Planet-People의 실천적 결합 단계

#### 나) 중학교 기술가정

- 성취기준: [9기가03-04] “자원과 에너지의 이용이 환경에 미치는 영향을 분석하고 효율적인 이용 방안을 제안한다.”
- 성취기준: [9기가05-02] “소비자의 선택이 환경과 사회에 미치는 영향을 설명한다.”
- 환경교육적 의미: 생산-소비-폐기의 전 과정을 생활 수준에서 이해하고 환경 문제를 개인의 선택과 구조적 문제로 동시에 인식한다.
- Prosperity를 Planet과 긴장 관계 속에서 다루는 중요한 단계이다.

#### 다) 고등학교 기술가정

- 성취기준: [12기가03-03] “기술의 개발과 활용이 환경과 사회에 미치는 영향을 종합적으로 분석한다.”
- 성취기준: [12기가05-01] “지속가능한 삶을 고려하여 주거, 식생활, 소비 생활을 설계한다.”
- 환경교육적 의미: 기술결정론을 비판적으로 성찰하고 책임 있는 기술 선택을 요구하며, 개인의 삶을 넘어 공동체와 사회 수준의 생활 전환으로 확장이 가능하다.
- Planet-Prosperity-Peace-Partnership을 잇는 고등 수준 실천 교육

### 4) 실과-기술가정 교과 환경교육의 구조적 한계

- 생활주의로 축소될 위험이 있고 환경 문제를 개인의 생활 습관 문제로만 환원할 가능성이 있다.
- 구조적·정치적 논의가 부족하여 제도, 산업 구조, 권력 문제까지 확장되기 어렵다.
- 기술 낙관주의 가능성으로 인해 ‘친환경 기술이 해결해 줄 것’이라는 단순화 위험에 노출될 위험이 있다.

## 5) 환경교육에서 실과·기술가정의 핵심적 위상

- 실과·기술가정은 환경교육에서 “이제 무엇을 바꿀 것인가?”를 실제로 묻는 교과로서 과학·사회·수학에서 형성된 인식과 판단을 생활 전환과 실천으로 연결하는 유일한 교과군이라고 할 수 있다.
- 특히 학교 안에서 수업-동아리-가정-지역사회로 확장되는 실천 거점 교과가 될 수 있음. 즉, 실과·기술가정은 환경교육을 ‘선언’이 아니라 ‘삶의 방식’으로 만드는 통로로 기능한다.

## 자. 도덕(윤리)

### 1) 중립적·기술적 관점: 도덕(윤리) 교과 환경교육 성취기준의 기본 성격

- 도덕(윤리) 교과에서 환경교육 관련 성취기준은 환경 문제를 지식이나 기능의 문제가 아니라 가치·책임·의무의 문제로 다룬다.
- 2022 개정 교육과정은 도덕과 윤리에서 인간의 삶, 공동체, 정의, 책임, 공존을 핵심 가치로 제시하며, 환경 문제를 이러한 가치가 시험받는 대표적 영역으로 위치시킨다.
- 이에 따라 도덕(윤리) 교과의 환경교육 관련 성취기준은 인간과 자연의 관계에 대한 도덕적 성찰, 환경 문제에 대한 책임과 정의, 현재 세대와 미래 세대, 인간과 비인간 존재 간의 윤리를 중심으로 분포되어 있다.
- SDGs 5Ps 중에서는 Peace를 핵심 축으로 하되, People(존엄), Planet(공존), Partnership(연대)으로 확장된다.

### 2) 교과별 성취기준 정리 틀(도덕·윤리) - 동일 템플릿 적용

표 22. 도덕(윤리) 교과의 학교급별 환경 관련 성취기준 분석표

학교급	성취기준 코드	성취기준 핵심 내용	환경 연관 주제	SDGs 5Ps 연계
초등	6도04-02	자연과 생명 존중	생태윤리	People / Planet
중등	9도05-03	환경 문제에 대한 책임	환경 책임	Peace
중등	9도06-01	공정성과 정의의 관점 적용	환경 정의	Peace / People
고등	12윤02-02	인간과 자연의 관계 성찰	환경윤리	Planet / Peace
고등	12윤04-01	사회적 책임과 실천	지속가능한 사회	Peace / Partnership

### 3) 학교급별 주요 환경 관련 성취기준(도덕·윤리)

#### 가) 초등학교 도덕

- 성취기준: 6도04-02 “자연과 생명을 소중히 여기는 태도의 의미를 이해하고 이를 실천하려는 마음을 기른다.”
- 환경교육적 의미: 환경교육의 가장 기초적인 윤리 토대인 생명 존중과 공감을 형성하고 자연을 보호의 대상 이전에 함께 살아가는 존재로 인식한다.
- Planet-People의 윤리적 출발점

#### 나) 중학교 도덕

- 성취기준: [9도05-03] “환경 문제에 대해 개인과 사회가 지는 책임을 설명한다.”
- 성취기준: [9도06-01] “공정성과 정의의 관점에서 사회 문제를 분석한다.”
- 환경교육적 의미: 환경 문제를 선의의 선택이 아니라 책임과 의무의 문제로 인식하고 환경 불평등, 세대 간 정의, 지역 간 책임 문제를 도덕적 판단의 대상으로 전환한다.
- Peace 중심의 환경 시민성 형성 단계

#### 다) 고등학교 윤리

- 성취기준: [12윤02-02] “인간과 자연의 관계를 다양한 윤리적 관점에서 성찰한다.”
- 성취기준: [12윤04-01] “사회적 문제에 대한 책임 있는 행동의 의미를 이해하고 실천 방안을 탐색한다.”
- 환경교육적 의미: 인간중심주의, 생명중심주의, 생태중심주의 등 환경윤리의 핵심 쟁점을 다룬다. 따라서 환경 문제를 개인적 선택을 넘어 사회적 실천과 제도 변혁의 문제로 확장한다.
- Planet-Peace-Partnership을 잇는 고등 수준 윤리 교육

### 4) 도덕(윤리) 교과 환경교육의 구조적 한계

- 환경 문제를 ‘착한 행동’의 문제로 단순화하고 도덕주의로의 환원할 위험과 가능성이 있다. 윤리적 성찰이 실제 행동 변화로 이어지지 않고 실천과의 거리감이 커질 수 있다. 현실의 복잡성을 지나치게 축소하거나 경제·정치·과학적 제약 조건을 충분히 반영하기 어려울 수 있다.

### 5) 환경교육에서 도덕(윤리) 교과의 결정적 위상

- 도덕(윤리)은 환경교육에서 “우리는 왜 이렇게 살아야 하는가?”를 묻는 교과이며, 과학·사회·수학이 제공하는 사실과 판단을 가치와 책임의 차원으로 끌어올리는 핵심 연결고리이다. 특히 기후위기 시대의 세대 간 책임, 비인간 존재에 대한 고려, 고통에

대한 공감을 다룰 수 있는 거의 유일한 교과임. 즉, 도덕(윤리) 교과는 환경교육의 규범적 나침반으로 기능한다.

## 차. 정보

### 1) 정보 교과 환경교육 성취기준의 기본 성격

- 정보 교과에서 환경교육 관련 성취기준은 환경 문제를 주제 자체로 다루기보다는, 환경 데이터를 수집·분석·모델링하고, 디지털 기술을 활용해 문제 해결을 설계하는 역량을 기르는 데 초점을 둔다.
- 2022 개정 교육과정은 정보 교과에서 컴퓨팅 사고력, 데이터 리터러시, 인공지능 이해와 활용을 핵심 역량으로 제시하며, 이는 기후위기와 같은 복합 환경문제를 다루는데 필수적인 기반이 된다.
- 이에 따라 정보 교과의 환경교육 관련 성취기준은 환경 관련 데이터의 수집·분석·시각화, 알고리즘을 통한 문제 해결 과정 설계, 인공지능 기술의 사회·환경적 영향 성찰을 중심으로 분포되어 있다.
- SDGs 5Ps 중에서는 Prosperity(기술·혁신)를 핵심 축으로 하되, Planet(환경 데이터), Peace(윤리·책임), Partnership(플랫폼·협업)으로 확장된다.

### 2) 교과별 성취기준 정리 틀(정보)

표 23. 정보 교과의 학교급별 환경 관련 성취기준 분석표

학교급	성취기준 코드	성취기준 핵심 내용	환경 연관 주제	SDGs 5Ps 연계
중등	9정03-02	자료 수집·분석·표현	환경 데이터	Planet / Prosperity
중등	9정04-03	문제 해결 절차 설계	환경 문제 해결	Prosperity
고등	12정03-01	데이터 기반 의사결정	기후·환경 분석	Planet / Prosperity
고등	12정04-02	인공지능의 영향 이해	AI와 환경	Prosperity / Peace
고등	12정05-01	정보 윤리와 책임	디지털 책임	Peace / Partnership

### 3) 학교급별 주요 환경 관련 성취기준(정보)

#### 가) 중학교 정보

- 성취기준: [9정03-02] “문제 해결을 위해 필요한 자료를 수집하고 이를 분석·표현한다.”

- 성취기준: [9정04-03] “문제를 해결하기 위한 절차를 알고리즘으로 설계한다.”
- 환경교육적 의미: 미세먼지, 기온 변화, 에너지 사용량 등 환경 ‘사건’을 데이터로 다루는 기초 역량을 형성하고 환경 문제를 감정이나 주장 이전에 구조화된 문제로 인식하게 한다.
- Planet을 Prosperity(기술 역량)와 연결하는 핵심 단계

#### 나) 고등학교 정보

- 성취기준: [12정03-01] “다양한 데이터를 분석하여 합리적인 의사결정을 내린다.”
- 성취기준: [12정04-02] “인공지능 기술이 사회와 인간의 삶에 미치는 영향을 설명한다.”
- 성취기준: [12정05-01] “정보 사회에서의 윤리적 문제를 이해하고 책임 있는 태도를 기른다.”
- 환경교육적 의미: 기후 모델, 환경 시뮬레이션, 정책 시나리오 분석 등 데이터 기반 환경 의사결정의 토대 제공한다. AI 기술을 환경 문제 해결의 도구로 활용하면서도 에너지 소비, 감시, 불평등 등 부작용을 비판적으로 성찰한다.
- Prosperity-Planet-Peace를 연결하는 고등 수준 환경 역량

#### 4) 정보 교과 환경교육의 구조적 한계

- 기술만능주의 위험: 환경 문제가 기술로 ‘해결될 수 있다’는 과도한 기대
- 데이터 환원주의: 환경의 정서·윤리·문화적 차원이 배제될 가능성
- 접근성 격차 문제: 디지털 역량 격차가 환경교육 격차로 전이될 위험

#### 5) 환경교육에서 정보 교과의 전략적 위상

- 정보 교과는 환경교육에서 “환경 문제를 설계하고 연결하는 메타 교과”로서 특히 본 연구의 핵심인 AI 기반 교사 주도 수업 설계 플랫폼과 가장 직접적으로 연결되는 교과라고 할 수 있다.
- 환경교육 자원맵, 지역 데이터, 정책 자료, SDGs 등을 지능적으로 연결·추천·재구성하는 역할을 수행한다. 즉, 정보 교과는 환경교육의 디지털 신경망으로 기능한다.

### 카. 환경

#### 1) 환경 교과 환경교육 성취기준의 기본 성격

- 환경 교과는 다른 교과들이 환경교육을 부분적·간접적으로 다루는 것과 달리, 환경 문제를 학습의 중심 주제이자 통합 대상으로 삼는 유일한 교과이다.

- 2022 개정 교육과정에서 환경 교과는 기후위기, 생물다양성 감소, 자원·에너지 문제 등 복합적인 환경 문제를 과학적 이해-사회적 맥락-가치 판단-실천으로 연결하도록 설계되었다.
- 이에 따라 환경 교과의 성취기준은 자연환경·생활환경·지구환경·환경문화 전 영역을 포괄하고, 인지적 이해에서 출발해 성찰·참여·실천으로 확장되는 구조를 가지며, 범교과 환경교육을 종합·조정·심화하는 역할을 수행한다.
- SDGs 5Ps 관점에서는 Planet을 중심축으로 하면서, People(삶과 복지), Peace(정의와 책임), Partnership(협력과 거버넌스)을 모두 포괄하는 교과로 위치 지을 수 있다.

## 2) 교과별 성취기준 정리 틀(환경)

표 24. 환경 교과의 학교급별 환경 관련 성취기준 분석표

학교급	성취기준 코드	성취기준 핵심 내용	환경 연관 주제	SDGs 5Ps 연계
중등	9환01-01	환경 문제의 특성 이해	환경문제 이해	Planet
중등	9환02-03	인간-환경 상호작용 분석	인간-환경 관계	Planet / People
중등	9환03-02	환경 문제 해결 방안 탐색	환경 실천	Peace
고등	12환01-02	지속가능한 발전 이해	지속가능성	Planet / Prosperity
고등	12환04-01	환경 참여와 실천	환경 시민성	Peace / Partnership

## 3) 학교급별 주요 환경 관련 성취기준(환경)

### 가) 중학교 환경

- 성취기준: [9환01-01] “환경 문제의 특징과 발생 원인을 자연적·사회적 요인을 고려하여 설명한다.”
- 성취기준: [9환02-03] “인간 활동과 자연환경의 상호작용을 사례를 통해 분석한다.”
- 환경교육적 의미: 환경 문제를 단일 원인이 아닌 복합적 사건으로 인식하고 과학·사회 교과에서 학습한 내용을 환경 문제 중심으로 재통합한다.
- Planet-People의 구조적 연결 단계

### 나) 중학교 환경(실천 영역)

- 성취기준: [9환03-02] “환경 문제 해결을 위한 개인 및 공동체 차원의 실천 방안을 탐색한다.”
- 환경교육적 의미: 환경교육을 인식 수준에서 참여와 행동 단계로 이행하게 하며, 실과·기술·가정, 도덕 교과와의 강한 연계 가능하다.

- Peace 중심의 환경 시민성 형성

#### 다) 고등학교 환경

- 성취기준: [12환01-02] “지속가능한 발전의 의미를 환경·사회·경제적 관점에서 설명한다.”
- 성취기준: [12환04-01] “환경 문제 해결을 위한 사회적 참여와 협력의 중요성을 이해하고 실천 방안을 제안한다.”
- 환경교육적 의미: SDGs, 생태전환, 환경 거버넌스를 종합적 틀로 이해하고 환경 문제를 개인 윤리 차원을 넘어 사회 시스템과 정책, 국제 협력의 문제로 확장한다.
- Planet-Peace-Partnership을 아우르는 최종 단계

#### 4) 환경 교과의 구조적 한계

- 선택 교과로서의 접근성 문제: 모든 학생이 환경 교과를 경험하지 못한다. 환경 교과 하나에 모든 환경교육을 떠맡기는 구조로 인해 과잉 기대의 위험이 있고, 범교과 연계가 없을 경우 타 교과와의 단절이 커지고 고립된 ‘전문 교과’로 축소될 수 있다.

#### 5) 환경 교과의 결정적 위상

- 환경 교과는 환경교육에서 “모든 교과의 학습 결과를 다시 모으는 허브 교과”로서 다른 교과에서 다른 지식(과학)-분석(수학)-가치(도덕)-실천(실과)을 환경문제라는 실제 사건 속에서 재조합한다. 특히 고등학교 환경 교과는 프로젝트 학습, 진로 연계, 지역 사회 협력의 중심 거점이 될 수 있다.

### 3. 환경교육 내용 체계 재구조화

#### 가. 주제 영역

##### 1) 분석의 전제와 목적 (중립적 관점)

- 본 분석은 2022 개정 교육과정에서 도출한 환경교육 관련 성취기준을 바탕으로, 이를 ① 자연환경, ② 생활환경, ③ 지구환경, ④ 환경문화의 4대 주제 영역으로 재분류하고, 각 주제 영역과 12개 교과 간의 구조적 관련성을 비교·분석하는 데 목적이 있다.
- 이는 교과 통합을 위한 최종 결론이 아니라 AI 기반 수업 설계 지원을 위한 ‘중간 구조화 단계’로서, 교과 간 강점과 한계를 가시화하고 이후 주제 통합·프로젝트 설계로 나아가기 위한 토대를 제공한다.

##### 2) 12개 교과 × 4대 주제 영역 관련성 매트릭스(1차)

표 25. 12개 교과 × 4대 주제 영역 관련성 매트릭스

교과	자연환경	생활환경	지구환경	환경문화
국어	●●	●●	●	●●●
수학	●	●●	●●	●
과학	●●●	●●	●●●	●
사회	●●	●●	●●	●●
도덕(윤리)	●●	●●	●	●●●
실과·기술가정	●	●●●	●●	●
체육	●●	●●●	●	●
음악·미술	●●	●	●	●●●
외국어	●	●	●●	●●●
정보	●	●	●●	●●
환경	●●●	●●●	●●●	●●
(비교용) 통합·프로젝트	●●●	●●●	●●●	●●●

※ 참고: 관련성 수준 기준: ●●● 매우 밀접, ●● 중간, ● 낮음

##### 3) 주제 영역별 교과 분포 특징 분석

###### 가) 자연환경 영역

- 강한 교과: 과학, 환경 (핵심) + 체육, 음악·미술(경험·감각 차원)
- 특징: 생태계, 물질·에너지, 자연 현상 이해를 중심으로 인지적 이해 + 감각적 경험의 이중 구조

- AI 설계 시 시사점: 과학·환경 성취기준을 핵심 노드(core node)로 두고 예술·체육은 경험 확장 노드로 연결하는 구조로 적합하다.

#### 나) 생활환경 영역

- 강한 교과: 실과·기술가정, 체육, 환경 + 국어·사회(일상 문제 인식)
- 특징: 소비, 주거, 건강, 안전, 생활 실천 중심으로 개인의 삶과 직접 연결된다.
- AI 설계 시 시사점: ‘오늘의 생활’ 기반 시나리오형 설계에 최적이며 교과 간 연결이 자연스럽게 교사 수요가 가장 높은 영역

#### 다) 지구환경 영역

- 강한 교과: 과학, 사회, 환경 + 외국어, 정보(국제·데이터 맥락)
- 특징: 기후위기, 자원, 글로벌 문제에 초점을 맞추며 스케일 전환이 핵심이다.
- AI 설계 시 시사점: SDGs·5P와의 자동 매핑(auto-tagging)에 가장 적합하고 데이터 기반 탐구, 국제 자료 연계에 유리하다.

#### 라) 환경문화 영역

- 강한 교과: 국어, 도덕, 음악·미술, 외국어 + 사회(문화·제도 맥락)
- 특징: 가치, 의미, 서사, 표현, 윤리를 중심으로 ‘왜 환경 문제인가?’를 다루는 영역
- AI 설계 시 시사점: 단원 말 ‘성찰·표현·확장 활동’ 자동 추천에 적합하고 환경교육의 깊이와 지속성을 좌우하는 핵심 영역

### 4) 이 구조화의 한계

- 고정화 위험: 교과를 특정 주제에 ‘가두는’ 인식이 생길 수 있음
- 성취기준 해석 의존성: 같은 성취기준도 교사 설계에 따라 주제 영역이 달라질 수 있다.
- 학교급 차이의 평면화: 초·중·고의 발달 차이가 이 매트릭스에서는 충분히 드러나지 않는다. 따라서 이 매트릭스는 절대 기준이 아니라 ‘출발 좌표계’로 사용되어야 한다.

### 5) AI 기반 앱으로의 전환 가능성

- 이 구조는 AI 앱에서 다음과 같이 작동할 수 있다. 즉, 이 표는 AI가 ‘교과를 넘도록 안내하는 지도(map)’가 된다.
- ① 입력값: 교과, 학교급, 성취기준, 수업 목표
  - ② 중간 매핑: 4대 주제 영역 × SDGs 5P
  - ③ 출력값: 교과 간 연결 가능한 성취기준, 생활-지구-문화로 확장되는 수업 시나리오, 프로젝트·동아리·지역 연계 추천

## 나. SDGs의 5P

### 1) 분석의 전제와 목적

- 본 분석은 2022 개정 교육과정의 환경교육 관련 성취기준을 바탕으로, 각 교과가 SDGs 5P(Planet, People, Prosperity, Peace, Partnership)와 어떤 구조적 관계를 가지는지를 비교·분석하는 데 목적이 있다.
- 이는 SDGs 17개 목표를 직접 적용하기 전 단계의 중간 범주화이며, 교과의 성격에 따른 강점·편중·공백을 드러내는 분석 틀로 활용된다. 특히 본 연구에서는 이 분석을 AI 기반 교사 수업 설계 플랫폼에서 교과 간 연결을 자동으로 제안하기 위한 논리 구조로 전환하는 것을 염두에 두고 있다.

### 2) 12개 교과 × SDGs 5P 관련성 매트릭스

표 26. 12개 교과 × SDGs 5P 관련성 매트릭스

교과	Planet	People	Prosperity	Peace	Partnership
국어	●	●●	●	●●	●●
수학	●●	●	●●●	●●	●
과학	●●●	●●	●●	●	●
사회	●●	●●●	●●	●●●	●●
도덕(윤리)	●	●●●	●	●●●	●●
실과·기술가정	●●	●●	●●●	●	●●
체육	●	●●●	●	●●	●●
음악·미술	●	●●●	●	●●	●●
외국어	●	●●	●	●●	●●●
정보	●●	●	●●●	●●	●●
환경	●●●	●●	●●	●●	●●●
(비교용) 통합·프로젝트	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●

※ 참고: 관련성 수준 기준: ●●● 매우 밀접, ●● 중간, ● 낮음

### 3) 5P 영역별 교과 분포 특징 분석

#### 가) Planet (지구·생태·자연 시스템)

- 강한 교과: 과학, 환경 (핵심) + 수학, 정보(데이터·모델링 보조)
- 특징: 자연 현상, 생태계, 기후 시스템 이해 중심이며 과학적 사실성과 구조적 설명이 강점
- AI 설계 시 시사점: Planet은 과학·환경을 중심 노드로 설정하고 수학·정보는 분석·시

물레이션 서브 노드로 연결

#### 나) People (삶·건강·존엄·복지)

- 강한 교과: 사회, 도덕(윤리) + 체육, 음악·미술
- 특징: 인간의 삶의 질, 건강, 공감, 존엄성을 강조하며 환경 문제를 '사람의 문제'로 인식하게 한다.
- AI 설계 시 시사점: 생활환경·환경문화 주제와 자동적으로 연계되며, 감정·가치·경험 중심 수업 설계 추천에 유리

#### 다) Prosperity (경제·기술·생활 기반)

- 강한 교과: 수학, 실과·기술가정, 정보 + 과학(자원·에너지)
- 특징: 자원 이용, 기술 선택, 생산·소비 구조를 중심으로 지속가능성의 현실적 조건을 다룬다.
- AI 설계 시 시사점: 진로·프로젝트·문제해결형 수업 설계에 적합하고 '전환 비용', '선택의 딜레마'를 드러내는 설계가 가능하다.

#### 라) Peace (정의·책임·안전·갈등 해결)

- 강한 교과: 사회, 도덕(윤리) + 국어(담론), 체육(안전)
- 특징: 환경 문제를 갈등·불평등·책임의 문제로 다루며 시민적 판단과 공적 의사결정을 강조한다.
- AI 설계 시 시사점: 토론·논쟁·정책 시뮬레이션 수업을 자동 추천하고 환경 정의, 세대 간 책임 주제에 적합하다.

#### 마) Partnership (협력·연대·거버넌스)

- 강한 교과: 외국어, 환경 + 사회, 정보
- 특징: 지역-국가-지구 간 협력 구조를 이해하고 국제기구, 시민사회, 플랫폼 역할 강조
- AI 설계 시 시사점: 국제 자료, 지역 네트워크, 프로젝트 학습과 직접 연결하고 학교-지역사회-세계 연계 설계의 핵심 축

#### 4) 5P 매트릭스 적용의 한계

- Prosperity 편중 위험: 기술·경제 교과 중심으로 SDGs가 오해될 수 있다.
- Planet-People 분리 위험: 생태 문제와 인간 삶이 다시 이원화될 가능성이 있다.
- Partnership의 추상화: 실제 협력 구조가 경험되지 않으면 공허해질 수 있다.
- 따라서 5P는 고정 분류가 아니라 '연결 유도 장치'로 활용해야 한다.

### 5) AI 앱 구조로의 전환 의미

- 이 매트릭스는 AI 앱에서 다음과 같이 작동할 수 있다. 교사가 교과 + 수업 목표를 입력하면 AI가 5P 중 상대적으로 약한 영역을 자동 감지하고 다른 교과·활동·자료를 추천하여 수업을 ‘균형 잡힌 환경교육’으로 확장한다. 즉, 이 구조는 AI가 교사의 설계를 ‘보완’하는 논리 엔진이 된다.

## 다. 4대 주제 × SDGs 5P

### 1) 분석의 전제와 목적

- 본 연구에서 제안하는 4대 주제 영역(자연·생활·지구·문화)과 SDGs 5P(Planet, People, Prosperity, Peace, Partnership)의 결합 구조는, 환경교육의 내용 범주(무엇을 다루는가)와 환경교육의 가치·목표 범주(왜, 어떻게 다루는가)를 서로 직교시키는 이중 분류 체계이다.
- 이를 통해 환경교육은 단순한 주제 나열이나 교과 병렬이 아니라 의미·가치·실천 방향이 내재된 구조적 공간으로 재구성된다. 즉, 이 결합 구조는 환경교육의 ‘지식 지도’가 아니라 ‘의미 지도’로 기능한다.

### 2) 4대 주제 영역 × 5P 기본 구조(개념 매트릭스)

- 이 표는 AI의 가장 핵심적인 개념 좌표계가 된다. 모든 성취기준, 수업 주제, 자료, 활동은 이 20개의 좌표 중 하나 이상에 매핑될 수 있다.

표 27. 4대 주제 영역 × 5P 기본 구조(개념 매트릭스)

주제 \ 5P	Planet	People	Prosperity	Peace	Partnership
자연환경	생태계·자연 시스템	생명 존엄	자원 이용	생태 정의	공동 보전
생활환경	생활 속 자연	삶의 질·건강	소비·기술	안전·책임	공동 실천
지구환경	기후·지구 시스템	불평등·취약성	전환 비용	국제 정의	글로벌 협력
환경문화	자연 인식	가치·서사	문화 산업	윤리·공존	문화적 연대

### 3) 이 구조의 제한점

- 이 구조가 갖는 이론적·실천적 위험을 찾아보면 다음과 같다.
- ① 개념 과잉 구조화 위험: 교사에게는 직관적인데 AI 구조로 가면 오히려 복잡해질 수

있다.

- ② Planet 중심 편향 가능성: 환경교육이 다시 자연·과학 중심으로 회귀할 위험
- ③ 교과 고유성의 희석: 교과의 철학·방법론이 ‘주제 좌표’에 종속될 우려

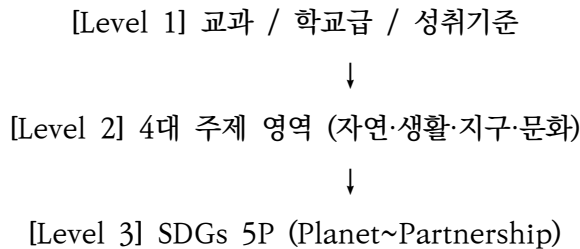
- 그래서 이 구조는 ‘교육과정을 대체하는 체계’가 아니라 ‘교과를 넘도록 돕는 중간 언어’로 설계되어야 한다.

#### 4) 전략적 관점

- 4대 주제 × 5P × 교과 연결 방식(핵심 설계 논리)

##### 가) 온톨로지<sup>3)</sup>의 위계 구조

- AI 내부에서는 다음과 같은 3단 위계 구조로 작동한다.



- 교과는 출발점, 4대 주제는 의미 묶음, 5P는 가치·방향 벡터 역할을 할 수 있음. AI는 이 위계를 통해 교과를 존중하면서도 교과를 넘게 한다.

##### 나) 교과별 ‘핵심 진입점(Core Entry)’ 설정

- 각 교과는 모든 좌표에 동일하게 연결되지 않는다. AI는 교과별로 ‘강한 진입점’과 ‘확장 진입점’을 구분한다. AI는 교사의 교과 입력값을 바탕으로 자연스럽게 확장 좌표를 추천한다.

- 과학

- 핵심: 자연환경 × Planet / 지구환경 × Planet

---

3) 본 연구에서 사용하는 ‘온톨로지(ontology)’란, 환경교육 콘텐츠와 수업 설계 요소들이 어떤 개념들로 구성되어 있으며, 이들 사이가 어떻게 관계 맺고 있는지를 체계적으로 정의한 개념 구조를 의미한다. 이는 단순한 분류 체계나 목록이 아니라, 교과, 성취기준, 환경 주제, SDGs 5P, 활동 유형 등의 요소들이 의미적으로 연결되고 재조합될 수 있도록 하는 개념적 설계도에 해당한다. 특히 AI 기반 플랫폼에서는 이러한 온톨로지가 콘텐츠를 자동으로 탐색·추천·재구성하는 핵심 기준으로 작동하며, 교사의 수업 설계 과정에 맞춰 다양한 경로의 통합적 접근을 가능하게 한다. 따라서 본 연구의 온톨로지는 기술적 개념을 넘어, 환경교육을 통합적으로 이해하고 설계하기 위한 교육적 사고의 구조화 장치로서의 의미를 갖는다.

- 확장: 지구환경 × People / Prosperity
- 국어
  - 핵심: 환경문화 × People / Peace
  - 확장: 생활환경 × Partnership
- 실과
  - 핵심: 생활환경 × Prosperity
  - 확장: 생활환경 × Planet / Peace

#### 다) AI 기반 연계·통합 작동 시나리오: 예시

##### ■ 교사 입력:

- “중학교 사회 / 환경 불평등 / 토론 수업”

##### ■ AI 내부 작동

- 성취기준 → 지구환경 × People × Peace 자동 매핑
- 교과 분석 → 사회 교과는 People·Peace는 강함, Planet은 상대적 약점
- AI 추천 확장
  - 과학: 지구환경 × Planet (기후 데이터)
  - 국어: 환경문화 × Peace (논설문·담론)
  - 정보: 지구환경 × Prosperity (데이터 시각화)
- 결과 출력
  - 교과 통합 수업 시나리오
  - 프로젝트/동아리/지역 연계 옵션
  - 평가 관점(인지-가치-실천 균형)

#### 5) 이 구조가 만들어내는 ‘통합의 방식’

- 중요한 점은, 이 구조는 교과 통합을 강요하지 않는다. 대신, 교사는 자기 교과에서 출발하고 AI는 의미·가치의 결핍 지점을 감지하고 통합은 선택 가능성으로 열려 있다.
- 이는 환경교육의 중요한 원칙과 정확히 겹친다. 즉, 하나의 이상적 환경교육 모델로 수렴하지 않는다. 각 모델·교과는 자기 정체성을 유지한 채 공명한다. 이 온톨로지는 바로 그 ‘공명의 구조’이다.

## 4. 종합 비교 및 시사점

### 가. 분석을 위한 대표 성취기준 설정

- 선택한 성취기준(예시): [중학교 사회] “환경 문제의 원인과 결과를 분석하고, 그 해결을 위한 개인적·사회적 노력을 탐색한다.”(2022 개정 교육과정, 범교과 환경교육 연계 성취기준)
- 이 성취기준은 다음 이유에서 대표성이 있다. 특정 교과(사회)에 속하지만 환경, 윤리, 정치, 경제, 시민성 등 다층적 의미를 내포하며 실제 수업에서는 교사 설계에 따라 전혀 다른 수업이 만들어질 수 있다. 즉, AI 지원이 가장 필요하면서도 기존 교사 역량에 전적으로 의존해 온 영역이다.

### 나. 기존 방식에서의 한계

- 기존 교사 주도 설계 방식의 구조적 한계
  - ① 해석의 단선성: 환경 문제를 ‘지식 전달’ 또는 ‘도덕적 당위’로 축소
  - ② 교과 고립: 사회 교과 안에서만 해결하려다 깊이 또는 확장성 부족
  - ③ 통합의 부담: 통합 수업은 ‘의욕 있는 교사’의 추가 노동으로 인식됨
  - ④ SDGs의 형식적 적용: 목표 번호 나열 수준에 머무르는 경우 다수
- 이 성취기준 하나만 봐도, ‘무엇을 다룰 수 있는가’보다 ‘어떻게 해석되는가’가 교육의 질을 좌우한다.

### 다. 4대 주제 × 5P로 재구조화한 분석

#### 1) 4대 주제 영역으로의 1차 매핑

- 자연환경: 환경 문제의 생태적 원인
  - 생활환경: 일상 속 불평등·노출
  - 지구환경: 국가·지역 간 환경 격차
  - 환경문화: 책임, 인식, 시민성 담론
- 이 성취기준은 단일 주제가 아니라 ‘횡단형 성취기준’임이 드러남

#### 2) SDGs 5P로의 2차 매핑

- Planet: 환경 훼손의 구조적 원인
- People: 취약 계층의 피해

- Prosperity: 발전 모델의 불균형
  - Peace: 환경 갈등·환경 정의
  - Partnership: 공동 해결 필요성
- 5P 전체를 포괄하는 고차 성취기준임이 확인됨

## 라. 교과별로 달라지는 ‘동일 성취기준’의 수업 설계

표 28. 교과별로 달라지는 ‘동일 성취기준’의 수업 설계(예시)

교과	강조 좌표	수업의 성격
사회	지구환경 × People × Peace	환경 정의·정책 토론
과학	지구환경 × Planet	기후 데이터 분석
국어	환경문화 × Peace	논설문·담론 분석
수학	지구환경 × Prosperity	불평등 지표 해석
정보	지구환경 × Partnership	데이터 시각화·공유
도덕	환경문화 × People	책임·윤리 토론

- 여기서 중요한 점: 통합이 목표가 아니며 다중 가능성을 드러내는 것이 목표이다.

## 마. 이 예시가 이론적으로 갖는 의미 (종합)

- 환경교육은 ‘내용’이 아니라 ‘구조’의 문제임이 드러난다. 같은 성취기준도 어떤 주제 좌표에 놓이느냐에 따라 전혀 다른 학습 경험을 만든다. 따라서 교과 통합은 결과가 아니라 과정이며, 통합은 “해야 할 것”이 아니라 의미 좌표가 겹칠 때 자연스럽게 발생한다. 나아가 창의성은 교사에게, 구조적 탐색은 AI에게 맡김으로써 교사의 설계 부담을 구조가 대신할 수 있다.

## 바. AI 기반 앱 개발을 위한 핵심 시사점

- 이 예시는 개발하고자 하는 AI 앱에 대해 3가지 결정적 시사점을 준다.
- ① AI의 역할은 ‘정답 제시’하거나 수업안을 “만들어주는 존재”가 아니라 ‘의미 공간을 열어주는 것’이다. 이 성취기준은 이런 방향으로도, 저런 교과와도 이렇게 연결될 수 있음을 보여주는 구조적 안내자가 되어야 한다.
  - ② 4대 주제 × 5P는 AI의 핵심 탐색 엔진이다. 이 좌표계가 있기에 AI는 교사의 입력(교과·성취기준)을 확장·보완·균형 조정할 수 있다. 즉, 이 구조는 AI의 ‘생각의 지도’이다.
  - ③ 교사 주도성을 훼손하지 않고 확장할 수 있다. 교사의 교과, 교사의 목표에서 출발하고, AI의 구조적 제안을 통해 발전시키며, 결정은 교사의 선택으로 만들어진다.

# 제5장 환경교육 주제 체계화 및 교과 연계 분석

## 1. 국내·외 환경교육 주제 분류 체계 검토

### 가. 현황

- 환경교육의 내용을 체계적으로 분석하고 교육과정과 연계하기 위해서는, 무엇보다 환경교육을 구성하는 주제 분류 체계에 대한 검토가 선행될 필요가 있다. 환경교육은 자연, 사회, 문화, 기술 등 다양한 영역을 포괄하는 특성을 지니고 있어, 주제 분류 방식에 따라 교육의 범위와 강조점이 크게 달라질 수 있기 때문이다.
- 그러나 지금까지 국내·외 환경교육 분야에서는 보편적으로 합의된 단일한 주제 분류 기준이 존재하지 않는 것이 현실이다. 국제기구, 국가, 교육청, 연구기관, 교육 단체 등은 각자의 정책 목표와 교육 맥락에 따라 서로 다른 주제 체계를 제시해 왔으며, 이는 환경교육의 다양성과 확장성을 보여주는 한편, 현장 적용 측면에서는 혼란과 비일관성을 초래해 왔다.
- 국내의 경우에도 환경교육 관련 정책 문서, 연구 보고서, 교육청 자료, 환경교육 콘텐츠 등에서 사용되는 주제 분류 기준은 제각각이다. 어떤 경우에는 ‘기후변화’, ‘에너지’, ‘자원순환’과 같은 문제 중심 분류가 사용되며, 다른 경우에는 ‘자연’, ‘사회’, ‘생활’과 같은 영역 중심 분류, 또는 ‘인식-태도-실천’과 같은 역량 중심 분류가 혼재되어 활용되고 있다. 이로 인해 동일한 환경교육 내용이 서로 다른 분류 체계 속에서 반복적으로 재배치되거나, 교사와 학습자에게 일관된 구조로 인식되지 못하는 문제가 발생하고 있다.

### 나. 유력한 주제 분류

- 이러한 상황 속에서 국가환경교육센터와 모두를 위한 환경교육연구소는 환경교육의 폭넓은 내용을 포괄하면서도 교육 현장에서 이해하기 쉬운 틀로서, 자연환경, 생활환경, 지구환경, 환경문화의 네 가지 주제 영역을 제시한 바 있다. 이 주제 분류는 환경교육을 단순히 환경 문제의 나열로 보지 않고, 인간과 환경의 관계가 형성되는 공간적·사회적·문화적 차원을 함께 고려한다는 점에서 의미를 지닌다.
- 먼저 자연환경 영역은 생태계, 생물다양성, 자연의 구조와 기능 등 자연 그 자체에 대한 이해를 중심으로 하는 환경교육 내용을 포괄한다. 이는 전통적인 환경교육의 핵심 영역으로서, 생태적 감수성과 자연과의 관계 인식을 형성하는 데 중요한 역할을 한다.
- 생활환경 영역은 인간의 일상생활과 밀접하게 연결된 환경 문제를 다루며, 에너지 사용, 자원 소비, 폐기물, 주거와 이동 등 생활 양식의 전환과 관련된 교육 내용을 포함한다.

- 지구환경 영역은 기후변화, 해양오염, 생태계 붕괴 등 국가와 지역의 경계를 넘어서는 전 지구적 환경 문제를 다루며, 환경 문제의 구조적 원인과 국제적 대응을 이해하는데 초점을 둔다.
- 마지막으로 환경문화 영역은 인간의 가치관, 인식, 제도, 문화적 실천과 환경의 관계를 다루는 영역으로, 환경윤리, 환경정의, 생태적 시민성, 문화적 전환 등을 포함한다.

표 29. 환경 주제의 유형 구분

분류	세부주제	비고
1. 지구환경	① 기후변화(기후위기)와 대기(미세먼지, 오존층 파괴 등)	전 지구적 규모의 환경 요소나 시스템
	② 해양(쓰레기, 생태계, 남획, 해수면 상승, 해양오염 등)	
	③ 생물다양성(생태계, 종, 유전자, 멸종, 외래종, 서식지 등)	
	④ 에너지(화석연료, 에너지 전환, 핵 방사능, 신재생에너지 등)	
	⑤ 기타: 사막화, 산불, 빙하, 우주 쓰레기 등	
2. 자연환경	① 숲(숲 생물, 산불, 숲체험, 산림보전, 산림훼손 등)	인간('나')이 접할 수 있는 자연환경 요소나 공간
	② 강(강·하천)과 호소(저수지, 댐)(생물, 수질오염, 훼손, 직강화 등)	
	③ 연안 바다(쓰레기, 양식 등)와 섬(바다 생물, 기름유출, 쓰레기 등)	
	④ 갯벌과 습지(생물, 매립, 간척, 오염 등) + 철새	
	⑤ 기타: 토양오염과 침식, 논밭(농약, 비료 등), 비점오염 등	
3. 생활환경	① 폐기물(자원순환, 아나바다, 일회용품, 플라스틱 등)	인간('나')의 일상 생활과 관계되는 환경
	② 물 오염과 부족(먹는 물, 용수부족, 수도물, 지하수, 물발자국 등)	
	③ 공기(악취, 소음, 진동, 새집증후군, 석면, 흡연, 유해화학물질 등)	
	④ 먹거리와 생활용품(음식물 쓰레기, 장난감 중금속, 식품오염 등)	
	⑤ 기타: 빛 공해, 전자파, 생활녹지(가로수 등), 보행안전 등	
4. 환경문화	① 환경철학과 윤리: 환경권, 생명윤리, 환경정의, 생태문명, 지속가능성 등	인간이 만든 무형의 사상·가치·규범·양식(행위) 또는 그 결과물 등
	② 환경문화예술: 환경예술, 전통(생태)지식, 생태축제, 녹색건축·조경 등	
	③ 친환경경제: 녹색소비, 공정무역, 적정기술, 사회적 기업 등	
	④ 환경법과 제도(협약 등): 보전지역, 국제협약, 기후환경소송 등	
	⑤ 기타: 과학기술(AI, 드론 등), 시민과학(바이오블리츠 등), 환경봉사 등	

- 이 네 가지 주제 분류 체계는 환경교육을 자연 중심·문제 중심 접근에 한정하지 않고, 생활과 사회, 문화와 가치의 차원까지 확장하여 이해할 수 있도록 한다는 점에서 중요한 의미를 갖는다. 또한 교과별 성취기준과 연계할 경우, 자연과학 교과뿐 아니라 사회, 도덕, 국어, 예술, 기술·가정 등 다양한 교과와의 연결 가능성을 열어주는 구조를 제공한다.
- 다만 이러한 주제 분류 역시 국내·외적으로 공식 합의를 거친 유일한 기준이라기보다는, 현실적 활용 가능성과 포괄성을 고려한 하나의 참조 틀로 이해하는 것이 타당하다. 실제로 시·도교육청에서 개발·운영 중인 환경교육 자료와 콘텐츠를 살펴보면, 동일한 주제가 서로 다른 영역에 분산 배치되거나, 주제 간 경계가 모호하게 설정된 사례도 다수 확인된다.

- 이러한 분류 체계의 다양성과 비일관성은, 한편으로는 지역과 학교의 자율성을 반영하는 긍정적 측면을 지니지만, 다른 한편으로는 교육과정 기반 분석과 수업 설계, 자원 활용 측면에서 공통의 언어와 구조가 부재한 상황을 초래한다. 특히 교사 입장에서는 환경교육 주제를 교육과정 성취기준과 연결하고, 다양한 자료를 종합하여 수업으로 구성하는 데 있어 상당한 인지적 부담을 안게 된다.

#### 다. 소결

- 이에 본 연구는 국가환경교육센터와 모두를 위한 환경교육연구소에서 제시한 자연환경-생활환경-지구환경-환경문화의 4대 주제 틀을 절대적 기준이 아닌 분석과 연계의 공통 참조 프레임으로 활용하고자 한다. 이는 이후 2022 개정 교육과정의 성취기준 분석과 환경교육 내용 체계화를 수행함에 있어, 분산된 환경교육 내용을 구조적으로 재배열하고, 교과 간 연계 가능성을 검토하는 데 유용한 분석 도구로 기능할 것이다.

## 2. 교육과정 키워드 기반 환경교육 주제 도출

### 가. 교육과정 키워드 분석을 통해 도출 가능한 환경교육 주제

- 2022 개정 교육과정(환경 교과 포함)과 환경교육 표준 연구보고서에서 공통적으로 반복되는 주요 키워드를 종합할 경우, 다음과 같은 환경교육 주제 군을 도출할 수 있다.

#### 1) 생태계와 생물다양성

- 주요 키워드: 생태계, 생물다양성, 종 다양성, 상호작용, 먹이망, 서식지, 보전
- 특징: 이 주제는 생태계의 구조와 기능, 생물 간 상호작용, 종 다양성과 보전의 의미를 다루며, 환경교육의 가장 기초적이면서도 핵심적인 영역이다. 2022 개정 교육과정에서는 과학 교과를 넘어 사회, 환경, 기술·가정 등에서도 반복적으로 등장하여, 자연을 단순한 배경이 아닌 관계적 존재의 장으로 이해하도록 요구한다. 자원맵에서는 자연환경 영역의 중심 축으로 작동하며, 관찰·탐구형 수업 설계에 적합하다.

#### 2) 기후위기와 지구시스템

- 주요 키워드: 기후변화, 기후위기, 탄소중립, 지구 시스템, 해양, 대기, 극지
- 특징: 기후변화, 탄소중립, 해양·대기·빙하 등 지구시스템 관련 개념을 포함하는 이 주제는 2022 개정 교육과정에서 가장 두드러지게 강화된 영역이다. 이는 기후 문제를 개별 환경 문제의 하나가 아니라, 지구 전체의 상호연결된 시스템 변화로 인식하도록 한다는 점에서 중요한 전환을 보여준다. 과학적 이해와 사회적 대응을 동시에 다루는 주제로, 융합 수업과 프로젝트 학습에 적합하다.

### 3) 자원·에너지와 순환

- 주요 키워드: 자원, 에너지, 재생에너지, 자원순환, 폐기물, 소비
- 특징: 이 주제는 자원 이용, 에너지 생산과 소비, 자원순환과 폐기물 문제를 중심으로, 인간의 물질적 생활 기반과 환경의 관계를 다룬다. 2022 교육과정에서는 생활과 밀접한 주제로 제시되어 학습자의 일상적 선택과 구조적 문제를 연결하도록 유도한다. 생활환경 영역과 지구환경 영역을 잇는 매개 주제로서, 실천 중심 환경교육과의 연결성이 높다.

### 4) 인간 활동과 환경 영향

- 주요 키워드: 산업화, 도시화, 개발, 환경오염, 생태계 훼손
- 특징: 산업화, 도시화, 개발, 환경오염 등 인간 활동이 환경에 미치는 영향을 분석하는 주제로, 환경 문제의 원인 구조를 이해하는 데 초점을 둔다. 이 주제는 환경 문제를 개인의 도덕적 선택으로 환원하지 않고, 사회·경제·기술 시스템의 결과로 인식하게 한다는 점에서 중요하다. 사회 교과 및 비판적 사고 중심 수업과의 연계 가능성이 크다.

### 5) 지속가능한 사회와 전환

- 주요 키워드: 지속가능성, 지속가능한 발전, 생태전환, 사회 전환, 시스템 변화
- 특징: 지속가능성, 지속가능한 발전, 생태전환, 사회 전환 등의 키워드를 포함하는 이 주제는 환경교육을 가치와 방향성의 차원으로 확장한다. 2022 개정 교육과정에서 강조되는 생태전환교육의 핵심 주제로서, 환경 문제 해결을 넘어 사회 시스템의 변화 가능성을 탐구하도록 한다. 장기적 관점의 프로젝트 수업이나 통합 교과 설계에 적합하다.

### 6) 환경윤리·환경정의·시민성

- 주요 키워드: 책임, 공정성, 환경정의, 생태적 시민성, 참여, 연대
- 특징: 이 주제는 책임, 공정성, 환경정의, 생태적 시민성, 참여와 연대의 개념을 중심으로, 환경 문제의 윤리적·정치적 차원을 다룬다. 이는 환경교육을 단순한 과학 지식 전달이 아니라 시민 교육과 사회 참여 교육으로 확장시키는 역할을 한다. 환경문화 영역의 핵심 주제로, 토론·의사결정형 수업과의 연결성이 높다.

### 7) 삶의 방식과 환경 실천

- 주요 키워드: 생활양식, 실천, 선택, 지역, 공동체, 문화
- 특징: 생활양식, 소비 선택, 지역 공동체, 문화적 실천과 같은 키워드를 포함하는 이 주제는 환경교육을 학습자의 삶과 직접 연결한다. 환경 문제를 '먼 이야기'가 아닌 지금 여기에서의 삶의 방식 문제로 인식하게 하며, 학교 자율시간이나 지역 연계 활동에

적합하다. 행동 변화 중심 수업이나 학교 단위 실천 프로젝트와 잘 결합된다.

## 나. 환경교육 주제를 분류하는 대안적 방식 제안

- 위와 같은 키워드 기반 주제들은 하나의 고정된 분류로만 사용될 필요는 없다. 본 연구에서는 다음과 같은 서로 다른 분류 관점을 병행적으로 고려할 수 있음을 제안한다.

### 1) 내용 영역 중심 분류

- 자연환경 / 생활환경 / 지구환경 / 환경문화
- 이 분류 방식은 환경교육의 내용을 자연·사회·문화적 차원에서 균형 있게 조망할 수 있도록 하며, 환경교육을 특정 문제나 활동에 한정하지 않고 인간과 환경의 관계 구조 전체로 이해하도록 돕는다. 국가환경교육 정책이나 자원맵과 같은 상위 체계 설계에 적합하며, 교과 간 연계 구조를 설명하는 데 유리하다.

### 2) SDGs 기반 주제 분류

- 지속가능발전목표(SDGs)를 2단계 주제 분류 기준으로 활용하는 방식
- SDGs 기반 주제 분류는 환경교육을 환경 문제에 한정하지 않고, 빈곤, 불평등, 건강, 도시, 소비, 기후, 생태계 등 사회·경제·환경을 통합적으로 다루는 국제적 공통 언어를 제공한다. 특히 SDGs는 이미 국가 정책, 교육청 사업, 학교 프로젝트 등에서 폭넓게 활용되고 있어, 교육 현장과 행정 체계 모두에서 높은 인지도와 수용성을 지닌 분류 기준이다.
- 본 연구에서 시·도교육청의 환경교육 자료를 분류하는 과정에서도, 자료의 주제가 환경 영역을 넘어 사회·경제적 이슈와 밀접하게 연결된 경우가 많아, 기존의 환경 중심 주제 분류만으로는 내용을 충분히 설명하기 어려운 한계가 확인되었다. 이에 SDGs 17개 목표를 2단계 주제 분류 기준으로 적용함으로써, 환경교육 자료가 다루는 내용의 범위를 보다 명확하게 드러내고, 교육청별·지역별 자료를 비교·분석할 수 있는 공통 기준을 확보할 수 있었다.
- 다만 SDGs 기반 분류는 목표 중심 구조로 인해 개별 교과 성취기준이나 수업 맥락과의 직접적인 연결성이 약해질 수 있다는 한계도 지닌다. 따라서 본 연구에서는 SDGs를 단독 기준으로 사용하기보다는, 교육과정 기반 환경교육 주제(4대 주제 및 7개 하위 주제)를 1차 분류로 설정한 후, 이를 보완하는 2차 분류 기준으로 활용함으로써, 정책적 활용성과 교육과정 연계성을 동시에 확보하고자 하였다.

### 3) 문제·이슈 중심 분류

- 기후위기 / 생물다양성 위기 / 자원 고갈 / 환경불평등 등
- 이 방식은 학습자가 현재 직면한 환경 문제의 심각성과 현실성을 인식하도록 하는 데

효과적이며, 환경교육의 시의성과 사회적 맥락을 강조한다. 특정 시점의 사회적 이슈나 지역 현안과 결합한 프로젝트 수업, 토론 수업, 문제 해결 중심 학습에 특히 적합하다.

#### 4) 과정·전환 중심 분류

- 원인 이해 → 영향 분석 → 대안 탐색 → 실천과 참여
- 환경 문제를 고정된 주제가 아니라 역동적인 변화 과정으로 이해하도록 하는 분류 방식으로, 생태전환교육의 관점과 잘 부합한다. 학습자가 지식 습득을 넘어 사회적 실천과 참여로 나아가는 학습 흐름을 설계하는 데 유리하며, 프로젝트 기반 학습(PBL)이나 탐구 중심 수업 구조와 자연스럽게 연결된다.

#### 5) 역량·가치 중심 분류

- 생태적 감수성 / 시스템 사고 / 비판적 사고 / 의사결정력 / 문제해결력
- 이 분류는 '무엇을 배울 것인가'보다 '어떤 역량과 태도를 기를 것인가'에 초점을 두며, 환경교육을 가치 교육과 시민 교육의 관점에서 재해석하게 한다. 환경교육 표준, 핵심역량 중심 교육과정과의 연계에 적합하며, 평가 기준을 설계하거나 학습 성과를 설명할 때 효과적으로 활용될 수 있다.

#### 6) 수업설계 친화형 분류

- 개념 이해형 / 탐구·실험형 / 토론·의사결정형 / 실천·행동형
- 이 분류는 교사의 실제 수업설계 과정을 출발점으로 하여, 환경교육 주제를 수업 활동의 성격에 따라 재구성한다. 교사가 자신의 수업 맥락과 학습자 특성에 맞는 수업 유형을 선택·조합하는 데 도움을 주며, AI 기반 수업설계 플랫폼에서 프롬프트 구조나 추천 로직으로 활용하기에 특히 적합하다.

### 다. 소결

- 이러한 다양한 주제 분류 방식은 상호 배타적인 대안이 아니라, 서로 다른 층위에서 병행적으로 활용될 수 있는 분석 프레임으로 이해할 필요가 있다. 본 연구는 상위 구조로서의 내용 영역 중심 분류를 유지하되, 교육과정 키워드 분석과 수업설계 지원이라는 목적에 따라 문제 중심, 과정 중심, 역량 중심 분류를 유연하게 결합함으로써, 환경교육의 분석과 활용 가능성을 확장하고자 한다.
- 이처럼 교육과정 키워드 기반 분석을 통해 도출되는 환경교육 주제는 단일한 분류 체계로 고정되기보다는, 분석 목적과 활용 맥락에 따라 유연하게 재조합될 수 있는 구조로 이해될 필요가 있다. 이에 본 연구는 상위 구조로서의 4대 주제 틀을 유지하되, 교육과정 키워드 분석을 통해 도출된 주제 군을 하위 분석 및 수업설계 연계 단위로 활용하고자 한다. 이는 이후 장에서 2022 개정 교육과정 성취기준과 환경교육 주제를

연결하고, 환경교육 자원맵과 AI 기반 수업설계 플랫폼으로 확장하는 데 중요한 분석적 토대가 될 것이다.

### 3. 환경교육 주제 범주화 결과

- 본 연구에서 적용한 「1단계 4개 주제 + 2단계 SDGs 17개 목표」를 결합한 주제 범주화 체계는 환경교육의 의미 구조-자료 분석-정책 연계-플랫폼 활용을 하나의 틀 안에서 연결하려는 시도로서 의의를 지닌다. 동시에 이 체계의 한계를 인식하고, 교육과정 기반 분석과 교사 수업설계 지원이라는 본 연구의 목적에 맞게 유연하게 활용하는 것이 중요하다.

#### 가. 특징

- 이 주제 범주화 체계는 환경교육의 내용을 교육적 의미 구조와 정책적 분류 체계를 동시에 반영하기 위해, 두 개의 서로 다른 분류 논리를 결합한 이중 구조를 채택하고 있다.
- 1단계에서는 자연환경·생활환경·지구환경·환경문화라는 4개 주제를 통해 환경교육의 내용을 인간-환경 관계의 공간적·사회적 차원에서 조망하고, 2단계에서는 SDGs 17개 목표를 활용하여 개별 교육 자료와 활동을 국제적으로 통용되는 정책 언어로 세분화한다.
- 이러한 구조는 환경교육 주제를 단순히 문제 목록이나 교과 단위로 나열하는 방식에서 벗어나, 상위에서는 교육적 의미와 맥락을 유지하고, 하위에서는 실제 자료 분석과 행정적 활용이 가능한 수준의 구체성을 확보한다는 특징을 지닌다. 특히 약 1천 개에 이르는 시·도교육청 환경교육 자료를 분류·분석하는 과정에서, 내용의 다양성과 복잡성을 수용할 수 있는 현실적인 분석 틀로 기능하였다.

#### 나. 장점

- 이 이중 주제 범주화 체계의 가장 큰 장점은 교육과정 기반 환경교육의 의미 구조를 훼손하지 않으면서도, 대규모 자료 분석과 정책 연계를 가능하게 한다는 점이다. 4대 주제는 환경교육을 자연 중심이나 문제 중심으로 환원하지 않고, 생활·사회·문화 차원까지 포괄함으로써 학교 환경교육이 지향해야 할 전체적 방향성을 제시한다.
- 동시에 SDGs 17개 목표를 2단계 분류 기준으로 활용함으로써, 교육청별로 상이하게 개발된 환경교육 자료를 공통의 기준으로 비교·분석할 수 있으며, 환경교육이 기후, 건강, 불평등, 도시, 소비 등 다양한 지속가능발전 의제와 어떻게 연결되는지를 명확히 드러낼 수 있다. 이는 환경교육 자료를 단순한 교육 콘텐츠가 아니라, 국가 및 지역 차원의 지속가능발전 정책과 연계된 교육 자산으로 재위치화하는 데 기여한다.

- 또한 이 구조는 향후 AI 기반 환경교육 자원맵이나 수업설계 지원 플랫폼에서, 상위에서는 교사가 교육적 맥락에 따라 주제를 선택하고 하위에서는 SDGs를 통해 자료를 정밀하게 탐색·추천하는 다층적 검색과 연계 구조를 설계하는 데에도 적합한 장점을 지닌다.

#### 다. 한계

- 반면, 이 주제 범주화 체계는 몇 가지 한계 또한 내포하고 있다. 우선 SDGs는 본래 국제 개발 및 정책 목표로 설계된 틀이기 때문에, 개별 교과 성취기준이나 수업 장면과의 직접적인 연계성이 항상 높다고 보기는 어렵다. 이로 인해 SDGs 분류가 단독으로 사용될 경우, 교사에게는 다소 추상적이거나 행정 중심의 언어로 인식될 가능성이 있다.
- 또한 하나의 환경교육 자료가 복수의 SDGs 목표와 동시에 관련되는 경우가 많아, 분류 과정에서 중첩성이 발생할 수 있으며, 이는 정량적 분석이나 통계 처리 시 해석상의 주의가 요구된다. 더 나아가 SDGs 중심 분류는 환경교육의 윤리적·문화적 차원이나 학습자의 삶의 변화와 같은 질적 요소를 충분히 드러내는 데에는 한계를 지닐 수 있다.
- 따라서 본 연구에서는 이 체계를 고정된 분류 기준으로 절대화하기보다는, 교육과정 기반 4대 주제를 중심 축으로 유지하면서 SDGs를 보완적 분석 도구로 활용하는 방식이 가장 타당하다고 판단하였다. 이는 환경교육의 교육적 정체성과 정책적 활용성을 균형 있게 유지하기 위한 선택이다.

### 4. 교과-주제 연관성 분석

#### 가. 4가지 환경주제 분류의 적용

##### 1) 분석의 기준

- 아래에서는 12개 교과 × 4개 환경주제 분류를 ① 매우 가깝다 / ② 다소 가깝다 / ③ 다소 거리가 있다는 3단계로 나누고 각 판단의 이유를 교과 목표·내용 성격과 연결해서 설명하겠다.
- 본 분석은 각 교과의 교육과정 상 목표, 주요 내용 영역, 지식·가치·실천 중 어느 요소를 중점적으로 다루는지를 기준으로, 환경교육의 4대 분류(자연환경·생활환경·지구환경·환경문화)와의 구조적 친연성을 판단하였다.

## 2) 교과 × 환경교육 4대 분류의 연관성 분석

### 가) 자연환경

매우 가깝다	다소 가깝다	다소 거리가 있다
과학, 환경	기술가정(실과), 체육	국어, 수학, 음악, 미술, 외국어, 정보, 사회, 도덕

- 과학·환경은 생태계, 생물다양성, 자연 현상 이해가 교과 핵심 목표에 직접 포함된다.
- 기술가정·체육은 인간 신체·생활과 자연 환경의 관계를 간접적으로 다룬다.
- 언어·예술·정보 교과는 자연을 대상 그 자체로 다루기보다는 매개나 소재로 활용된다.

### 나) 생활환경

매우 가깝다	다소 가깝다	다소 거리가 있다
기술가정(실과), 환경	과학, 사회, 체육	수학, 음악, 미술, 외국어, 정보, 국어, 도덕

- 기술가정·환경은 에너지, 소비, 자원, 생활양식 등 생활환경 전환을 직접 다룬다.
- 과학·사회는 생활환경 문제를 원인·구조 측면에서 설명이 가능하다.
- 수학·예술 교과는 생활환경을 주제로 삼을 수는 있으나 핵심 목표는 아니다.

### 다) 지구환경

매우 가깝다	다소 가깝다	다소 거리가 있다
과학, 사회, 환경	기술가정(실과), 외국어	국어, 수학, 음악, 미술, 체육, 정보, 도덕

- 과학은 기후 시스템·지구 순환, 사회는 국제 협력·불평등·정책, 환경은 통합적 접근이 가능하다.
- 외국어는 지구환경 이슈의 글로벌 소통 맥락에서 잠재력이 있다.
- 예술·체육 등은 지구환경을 직접 다루기보다는 간접적 주제화가 필요하다.

### 라) 환경문화

매우 가깝다	다소 가깝다	다소 거리가 있다
국어, 도덕, 사회, 환경	기술가정, 음악, 미술, 외국어, 정보	수학, 과학, 체육

- 국어·도덕·사회는 가치, 윤리, 시민성, 서사와 담론을 통해 환경문화를 핵심적으로 다룬다.
- 기술가정·음악·미술·외국어·정보는 일상 속에서의 다양한 문화예술활동 및 생태적 감수

성·표현 측면에서 강점이다.

- 과학·수학은 문화보다는 분석·기술 중심 성격이 강하다.

### 3) 종합 해석: 교과외 “환경교육 역할 분화” 구조

- 이 분석을 통해 드러나는 중요한 점은, 환경교육이 모든 교과에서 ‘같은 방식’으로 구현될 수 없으며, 교과마다 기여 가능한 환경교육의 층위가 다르다는 점이다. 이 구조는 “모든 교과에서 환경교육을 하라”는 선언을 “각 교과는 서로 다른 방식으로 환경교육에 기여한다”는 현실적·설계 가능한 구조로 바꿔준다.

- 과학·환경 → 자연·지구 이해의 핵심 교과
- 기술가정 → 생활 전환의 핵심 교과
- 사회·도덕·국어 → 환경문화·시민성의 핵심 교과
- 예술 → 감수성과 표현의 매개 교과
- 수학·정보 → 분석·모델링·도구 교과

## 나. SDGs를 5가지 주제 분류로 적용

- 아래에서는 5Ps 틀의 교육적 의미를 간단히 짚고 12개 교과 × 5Ps를 매우 가깝다 / 다소 가깝다 / 다소 거리가 있다로 나눈 뒤, 그 이유를 교과 목표·내용 구조와 연결해 설명하였다.

### 1) 분석의 기준

- SDGs의 5Ps는 지속가능발전을 무엇을 보호할 것인가(Planet), 누구의 삶을 중심에 둘 것인가(People), 어떤 사회·경제 구조를 만들 것인가(Prosperity), 어떤 가치와 질서를 지향할 것인가(Peace), 어떻게 협력할 것인가(Partnership)라는 문명적 질문으로 재구성한 틀이다. 이는 교과별 목표가 지향하는 인간상·사회상과 직접적으로 연결될 수 있어, 교과 연계 환경교육 분석에 특히 적합하다.

### 2) 5Ps × 교과 연관성 분석

#### 가) Planet(지구 생태계, 기후, 자연 시스템의 보호)

매우 가깝다	다소 가깝다	다소 거리가 있다
과학, 환경	기술가정(실과), 사회, 체육	국어, 수학, 음악, 미술, 도덕, 외국어, 정보

- 과학·환경은 생태계, 기후 시스템, 자연 현상 이해가 교과 핵심 목표에 포함된다.
- 기술가정·사회는 인간 활동이 자연에 미치는 영향을 간접적으로 다룬다.
- 언어·예술 교과는 Planet을 대상 그 자체보다는 표현·소재로 다룬다.

#### 나) People(인간의 삶, 건강, 존엄, 불평등)

매우 가깝다	다소 가깝다	다소 거리가 있다
도덕, 사회, 국어, 환경	기술가정, 체육	수학, 과학, 음악, 미술, 외국어, 정보

- 도덕·사회는 인간의 존엄, 권리, 불평등을 핵심적으로 다룬다.
- 국어는 삶의 경험과 타자의 이야기를 이해·표현하는 교과
- 환경은 환경문제를 삶의 질과 연결
- 수학·과학은 인간 삶을 직접 다루기보다는 분석 도구 제공

#### 다) Prosperity(지속가능한 경제, 기술, 생활 기반)

매우 가깝다	다소 가깝다	다소 거리가 있다
기술가정(실과), 사회, 정보, 환경	수학, 과학	국어, 도덕, 음악, 미술, 체육, 외국어

- 기술가정은 생산·소비·생활 구조를 직접 다룬다.
- 사회는 경제 구조와 지속가능한 발전 논의
- 정보는 디지털 기술과 사회 변화의 핵심 교과
- 예술·도덕 교과는 번영을 가치적으로 비판할 수는 있으나 중심은 아니다.

#### 라) Peace(정의, 윤리, 시민성, 사회적 신뢰)

매우 가깝다	다소 가깝다	다소 거리가 있다
도덕, 사회, 국어, 환경	외국어, 음악, 미술	수학, 과학, 체육, 기술가정, 정보

- 도덕은 평화·정의·책임을 직접 다룬다.
- 사회는 제도·갈등·민주주의 구조를 학습
- 국어는 공감, 소통, 갈등 이해의 핵심 교과
- 예술은 평화 감수성을 키우는 매개 역할

마) Partnership(협력, 연대, 지역·국제 협력)

매우 가깝다	다소 가깝다	다소 거리가 있다
사회, 외국어, 환경	국어, 정보, 도덕	수학, 과학, 기술가정, 음악, 미술, 체육

- 사회는 협력과 거버넌스를 구조적으로 다룬다.
- 외국어는 국제 협력의 의사소통 기반
- 환경은 지역-국가-지구 협력의 필요성을 전제로 함
- 정보 교과는 협력의 도구 제공에 강점

3) 종합 해석: 5Ps 관점에서 본 교과의 역할 분화

- 이 분석을 통해 드러나는 핵심은 다음과 같습니다.
  - Planet 중심 교과: 과학, 환경
  - People·Peace 중심 교과: 도덕, 사회, 국어
  - Prosperity 중심 교과: 기술가정, 사회, 정보
  - Partnership 매개 교과: 사회, 외국어, 환경
- 즉, 모든 교과가 모든 P를 동일하게 담당하는 것이 아니라, 각 교과는 특정 P에 더 강하게 기여하는 구조를 가진다. 이는 “모든 교과에서 SDGs를 하라”는 추상적 요구를 “이 교과는 이 P에 강하다”는 설계 가능한 지도로 전환해 준다.

4) 연구 및 플랫폼 설계로의 연결 포인트

- 이 5Ps × 교과 분석은 이후에 4대 환경교육 주제 × 5Ps × 교과 매트릭스로 확장 가능하며 AI 수업설계 플랫폼에서는 “이 교과 + 이 P에 강한 자료 추천” “Planet 중심 수업 / Peace 중심 프로젝트” 같은 구조로 직접 활용될 수 있다.

## 5. 교과 확장 가능성 및 통합적 접근 시사점

### 가. 교과통합적 접근

- 본 장에서 분석한 바와 같이, 2022 개정 교육과정 안에서 환경교육은 특정 교과나 단일 주제에 한정되기 어려운 성격을 지닌다. 자연환경·생활환경·지구환경·환경문화라는 4대 환경교육 주제는 서로 분절된 영역이 아니라, 실제 교육과정과 학습자의 삶 속에서는 상호 중첩되고 교차되는 구조를 이룬다. 마찬가지로 SDGs를 5Ps(Planet, People, Prosperity, Peace, Partnership)로 재구성한 틀 역시, 어느 하나의 P만을 독립적으로 다루기보다는 복수의 가치와 목표를 동시에 고려하는 통합적 접근을 요구한다.
- 이러한 특성은 환경교육이 개별 교과 수업 차원에서만 구현되기보다는, 교과 간 연계와 확장, 나아가 학교 전체적 접근(whole-school approach)으로 나아가야 할 필요성을 강하게 시사한다. 예컨대 기후위기를 다루는 수업은 과학 교과의 지구 시스템 이해(Planet)에 그치지 않고, 사회 교과의 정책과 정의(Peace), 기술가정 교과의 생활 전환(Prosperity), 국어·도덕 교과의 가치 성찰(People)을 함께 요청한다. 이는 단일 교과 수업만으로는 충분히 다루기 어려운 학습 과제를 형성하며, 자연스럽게 교과 통합적 접근을 요구하게 된다.
- 이와 같은 통합은 정규 교과 수업의 연계뿐 아니라, 동아리 활동, 진로 교육, 자유학기제 활동, 프로젝트 기반 학습(PBL), 학교 자율시간 등 학교 교육과정의 다양한 공간에서 구현될 수 있다. 특히 환경교육은 학습자의 실제 삶과 지역사회, 미래 진로와 밀접하게 연결된다는 점에서, 교과 수업을 넘어선 실천적·경험적 학습과 결합될 때 그 교육적 효과가 더욱 강화된다. 이러한 맥락에서 환경교육은 교과 간 경계를 허무는 동시에, 학교 안의 여러 교육 활동을 하나의 방향성으로 묶어내는 통로로 기능할 수 있다.

### 나. 학교전체적 접근

- 더 나아가 이러한 학교 전체적 접근은 최근 유네스코가 추진하고 있는 Greening Education Partnership(GEP)의 지향과도 맞닿아 있다. GEP는 교육과정을 넘어 학교 운영, 학습 환경, 교사 역량, 지역사회와의 연계까지 포함하는 전면적인 교육의 생태적 전환을 강조한다. 이는 환경교육을 특정 교과의 책임으로 한정하지 않고, 학교 전체가 지속가능성의 가치와 실천을 학습하는 장이 되어야 한다는 관점을 전제로 한다.
- 이러한 국제적 흐름 속에서, 본 연구에서 제시한 환경교육 주제 체계와 교과 연계 분석은 학교 현장에서 환경교육을 분산된 활동의 집합이 아니라, 통합적 교육 전략으로 재구성할 수 있는 분석적 근거를 제공한다. 특히 4대 주제와 5Ps를 가로지르는 접근은, 교사 개인의 노력에 의존해 왔던 환경교육을 학교 차원의 공동 과제로 전환할 수 있는 가능성을 보여준다.
- 환경교육의 통합적 접근은 궁극적으로 학교 내부의 교과 연계를 넘어, 학교와 지역사회를 연결하는 교육적 통로로 확장될 필요가 있다. 환경 문제와 생태적 전환은 본질적

으로 특정 교실 안에서 완결될 수 없는 성격을 지니며, 학습자가 살아가는 지역의 자연환경, 생활환경, 사회적 쟁점과 긴밀히 연결될 때 비로소 실질적인 의미를 획득한다. 이러한 점에서 환경교육은 학교 교육과 지역사회를 이어주는 가장 중요한 매개 영역 중 하나로 기능할 수 있다.

## 다. 지역사회와의 연계

- 특히 지역의 환경교육 자료집, 환경교육 시설과 기관, 지역 환경 쟁점, 주민 참여 활동 등은 학교 환경교육의 풍부한 학습 자원이 될 수 있음에도 불구하고, 지금까지는 교사의 개인적 네트워크나 일회성 사업에 의존해 활용되는 경우가 많았다. 이는 학교-지역 연계 환경교육이 지속성과 확장성을 확보하는 데 구조적 한계로 작용해 왔다.
- 이러한 한계를 극복하기 위한 중요한 전환점으로서, AI 기반 환경교육 플랫폼은 학교와 지역을 연결하는 새로운 가능성을 제시한다. 만약 AI 플랫폼이 단순히 중앙에서 제공되는 자료를 추천하는 수준을 넘어, 각 지역의 환경교육 자료집, 지역 환경 이슈, 지역 단체와 프로그램 정보를 체계적으로 연결한다면, 환경교육은 훨씬 살아 있는 학습 경험으로 전환될 수 있다. 교사는 자신의 교과와 학습 주제에 맞추어 지역의 환경 자원을 탐색하고, 학습자는 지역의 실제 문제와 연결된 프로젝트와 실천에 참여할 수 있게 된다.
- 이러한 구조는 환경교육을 ‘지식 전달 중심 교육’에서 ‘지역 기반 사회적 학습’으로 확장시키며, 학교를 지역 생태전환의 한 주체로 재위치화한다. 더 나아가 이는 학습자가 지역의 환경 문제를 이해하고 참여하는 경험을 통해, 자신을 지역 시민이자 지구 시민으로 인식하도록 돕는 변혁적 환경교육의 토대가 된다.
- 결국 학교-지역사회 연계 환경교육은 선택적 부가 요소가 아니라, 환경교육이 지향하는 통합성과 실천성을 실현하기 위한 핵심 조건이라 할 수 있다. AI 기반 환경교육 플랫폼이 이러한 연계를 구조적으로 지원할 수 있다면, 이는 환경교육을 학교 내부의 교육과정 차원을 넘어, 지역 사회의 변화와 생태적 전환을 촉진하는 교육적 동력으로 확장시키는 중요한 계기가 될 것이다.

## 라. 소결

- 종합하면, 환경교육은 이제 ① 교과별로 분절된 내용의 추가가 아니라, ② 교과 간 연계와 확장을 통해 교육과정 전체를 재조직하고, ③ 동아리·진로·프로젝트 등 다양한 학습 경로를 연결하며, ④ 학교 전체가 지역사회와 함께 지속가능한 전환의 주체가 되도록 이끄는 통합적 교육의 매개 영역으로 이해될 필요가 있다.
- 이러한 시사점은 다음 장에서 다룰 환경교육 내용 체계의 구체화와, 이후 AI 기반 환경교육 자원맵 및 수업설계 지원 체계가 왜 필요한지를 설명하는 중요한 이론적·실천적 토대가 된다.

# 제6장 시·도교육청 환경교육 콘텐츠 DB 구축

## 1. 교육청 환경교육 콘텐츠 현황 개요

### 가. 전국 시·도교육청 환경교육 콘텐츠 DB 구축 개요

- 본 연구에서는 시·도교육청이 자체적으로 개발·보급한 환경교육 관련 콘텐츠를 체계적으로 수집·분석하여, AI 기반 환경교육 플랫폼 구축을 위한 기초 데이터베이스(DB)를 마련하고자 하였다. 분석 대상은 최근 3년간(2022~2024년) 시·도교육청에서 제작·배포한 환경교육 관련 교수·학습 자료이며, 총 12개 시·도교육청의 자료<sup>4)</sup>가 포함되었다.
- 분석 결과, 전체 수집·분류된 환경교육 콘텐츠는 총 967건(표 30)으로 확인되었다. 이는 학교 현장에서 활용 가능한 다양한 유형의 수업 자료가 상당량 축적되어 있음을 보여주는 동시에, 체계적인 관리와 재구조화의 필요성을 시사한다.
- 시·도교육청별로 환경교육 콘텐츠의 축적 규모에는 상당한 편차가 나타났다. 이는 각 교육청의 정책 우선순위, 전담 조직 및 예산, 생태전환교육 추진 강도 등에 따른 차이로 해석될 수 있다. 그러나 그와 동시에 자료 유형, 저작권 문제 등으로 인해 시·도교육청에서 개발한 모든 자료가 이번 분석에 사용되지 못한 점도 분명히 큰 영향을 주었다. 앞으로 이 부분은 동시에 극복해야 할 과제라고 할 수 있다.

표 30. 분석에 사용된 시·도교육청별 환경교육 콘텐츠 수

시·도교육청	합계
경기	254
경남	46
경북	5
광주	98
대전	54
부산	40
서울	121
인천	38
전남	32
제주	49
충남	65
충북	131
합계	967

4) 이번 분석에 포함되지 않은 일부 교육청에서도 환경교육 자료를 개발, 보급하고 있으나 저작권 문제 등으로 인해 원자료가 제공되지 않아 분석에 포함되지 않았음

## 2. 환경교육 콘텐츠 메타데이터 체계 설계

### 가. 메타데이터 체계 설계의 필요성

- 시·도교육청 환경교육 콘텐츠는 이미 상당량 축적되어 있으나, 자료의 분류 기준이 교육청별로 상이하고, 교사가 실제 수업 설계 과정에서 활용하기에는 탐색·비교·재구성에 한계가 있었다. 특히 기존 콘텐츠 DB는 자료 제목이나 유형 중심의 단순 분류에 머무르거나 성취기준, 교과 연계, 주제 맥락이 불명확한 경우가 많아 AI 기반 수업 설계 지원으로 확장하는 데 구조적 제약을 지닌다. 이에 본 연구에서는 교사의 수업 설계 과정과 AI 활용을 전제로 한 메타데이터 체계를 새롭게 설계하였다.

### 나. 메타데이터 설계의 기본 원칙

- 본 연구에서 설계한 환경교육 콘텐츠 메타데이터 체계는 다음의 원칙을 따른다.
  - ① 수업 설계 중심성: 어떤 수업 설계에 활용될 수 있는가를 기준으로 구조화
  - ② 교육과정 연계성: 교과, 학교급, 성취기준과의 연결 가능성을 핵심 요소로 설정
  - ③ 주제의 다층성 반영: 환경교육의 복합성을 반영하여 단일 주제가 아닌 다중 분류 허용
  - ④ AI 활용 가능성: 검색·추천·재구성·통합 설계를 지원할 수 있는 구조 지향

### 다. 환경교육 콘텐츠 메타데이터 분석 요소 구성

- 본 연구에서는 환경교육 콘텐츠를 12개 메타데이터 영역으로 분석·분류하였다. 이 요소들은 단순 정보가 아니라, AI 기반 수업 설계 및 추천 기능의 핵심 온톨로지로 활용된다.

표 31. 환경교육 콘텐츠 메타데이터 구성 요소

구분	분석 요소	분류 기준
①	시·도교육청	12개 시·도교육청
②	자료 유형	지도안, 활동지, 사례, 참고자료 등
③	학교급	유치원, 초등, 중등, 고등(복수 허용)
④	환경교육 주제	자연·생활·지구·환경문화(4대 주제)
⑤	SDGs 연계	SDGs 17개 → 5P(Planet~Partnership)
⑥	성취기준 연계 여부	명시 / 재매핑 / 미연계
⑦	활동유형	토의·탐구·프로젝트·실험·실천 등 표준 유형으로 재분류
⑧	차시	1차시 / 2~3차시 / 4차시 이상
⑨	과목명	12개 교과 기준으로 재정렬
⑩	환경교육 역량	2022 개정 교육과정 환경교육 핵심역량 6개 기준으로 재매핑
⑪	장소	교실 / 교내 / 학교 밖 / 지역사회
⑫	교수학습방법	강의·토의·PBL·체험·탐구 등으로 통합

## 라. 환경교육 주제 메타데이터 설계

- 4대 주제 영역 × SDGs 5P: 환경교육 주제는 기존 연구와 현장 활용성을 종합하여 다음과 같이 1단계-2단계 구조로 설정하였다.

### 1) 1단계: 환경교육 4대 주제 영역

- 자연환경
- 생활환경
- 지구환경
- 환경문화
- 이 분류는 국가환경교육센터 및 관련 연구에서 반복적으로 활용되어 온 틀로, 국내 환경교육 정책 및 현장 적용과의 정합성이 높다.

### 2) 2단계: SDGs 5P

- Planet
- People
- Prosperity
- Peace
- Partnership
- 이는 환경교육을 생태·사회·경제·문화·거버넌스 차원에서 입체적으로 해석할 수 있도록 돕는다. 각 콘텐츠는 하나 이상의 4대 주제 영역, 하나 이상의 SDGs 5P 범주에 중복 연결 가능하도록 설계하였다. 이를 통해 환경교육 콘텐츠는 단일 주제 자료가 아니라 다중 관점에서 재조합 가능한 학습 자료로 전환된다.

## 마. 성취기준 메타데이터 설계 및 적용 방식

- 성취기준은 교사 수업 설계와 AI 추천 기능에서 가장 중요한 연결 고리이므로, 본 연구에서는 성취기준 연계를 다음과 같은 3단계 기준으로 적용하였다.

### 1) 기존 자료에 성취기준이 명시된 경우

- 교육청 자료에 이미 성취기준 코드가 포함된 경우에는 해당 성취기준을 그대로 메타데이터에 반영하였다.

### 2) 성취기준이 명시되지 않았으나 연계 가능한 경우

- 자료의 학습 목표·활동 내용·학습 맥락을 분석하여 2022 개정 교육과정의 해당 교과 성취기준과 명확히 연결 가능한 경우 관련 교과 성취기준을 연구진이 재매핑하여 추

가하였다. 이 과정에서는 교과목의 목표 및 성취기준 진술과의 의미적 일치성, 수업 적용 가능성을 기준으로 판단하였다.

### 3) 성취기준과의 직접 연계가 어려운 경우

- 계기교육 자료, 캠페인 중심 자료, 정보 제공형 자료 등의 경우에는 성취기준 메타데이터는 의도적으로 생략하였다. 이는 무리한 성취기준 연결로 인해 오히려 교사의 혼란을 가중시키거나 해석 부담을 높이는 것을 방지하기 위한 선택이다.

## 바. 메타데이터 체계 설계의 종합적 의미

- 이와 같은 메타데이터 체계 설계를 통해, 환경교육 콘텐츠 DB는 다음과 같은 전환 가능성을 갖게 된다.
  - ① 교육청별로 흩어진 자료를 공통 언어로 재구조화
  - ② 교과·성취기준·주제 중심의 지능형 검색 및 추천 가능
  - ③ 단일 콘텐츠를 다양한 수업 맥락에서 재활용·재설계
  - ④ AI 기반 수업 설계 지원의 기초 데이터셋 확보
- 이는 다음 절에서 제시할 최근 3년간 콘텐츠 분류 및 데이터셋 구축 결과의 분석 틀을 제공하며, 나아가 4절·5절의 중복성·편중성 분석 및 활용 가능성 평가로 자연스럽게 이어진다.

### 3. 콘텐츠 분류 및 데이터셋 구축 결과

#### 가. 콘텐츠 분류를 위한 분석 요소(항목) 및 기준

- 본 연구에서는 시·도교육청 환경교육 콘텐츠 933건을 대상으로, AI 기반 수업 설계 및 자원 추천에 활용 가능한 데이터셋 구축을 목표로 다음과 같이 12개의 핵심 분석 요소를 설정하였다.

표 32. 콘텐츠 분류를 위한 분석 요소 및 기준

구분	분석 요소	분류 기준
①	시·도교육청	12개 시·도교육청
②	자료 유형	지도안, 활동지, 사례, 참고자료 등
③	학교급	유치원, 초등, 중등, 고등(복수 허용)
④	활동유형	토의·탐구·프로젝트·실험·실천 등 표준 유형으로 재분류
⑤	차시	1차시 / 2~3차시 / 4차시 이상
⑥	교과목명	12개 교과 기준으로 재정렬
⑦	환경교육 역량	국가 환경교육 핵심역량 6개 기준으로 재매핑
⑧	장소	교실 / 교내 / 학교 밖 / 지역사회
⑨	환경교육 주제	자연·생활·지구·환경문화(4대 주제)
⑩	SDGs 연계	SDGs 17개 → 5P(Planet~Partnership)
⑪	교수학습방법	강의·토의·PBL·체험·탐구 등으로 통합
⑫	성취기준 연계 여부	명시 / 재매핑 / 미연계

#### 나. 메타데이터 요소(항목)별 자료 구축 결과

##### 1) 자료 유형

- 전체 콘텐츠의 약 70% 이상이 수업 설계 또는 수업 실행을 직접 지원하는 자료였으며, 특히 「교사용 수업 지도안 + 학생용 활동지」(348건)가 가장 지배적인 유형이었다.
- 경기·충북·광주·제주는 수업 설계형 통합 자료 중심인 반면 부산·서울은 학생용 활동지 또는 계기교육자료 비중이 높았다. 충남은 사례 모음 중심 구조(교사 연수·참고용 성격)가 많았음
- “환경교육 콘텐츠”라는 동일한 명칭 아래, 교육청별로 자료의 목적·활용 맥락이 매우 다르다는 점이 정량적으로 확인된다.
- 이 표 없이 “전체 분포”만 제시했다면 특정 교육청의 과잉 생산·편중 구조가 가려졌을 것이고 AI 플랫폼 설계 시 “모든 자료를 동일하게 추천”하는 치명적 오류로 이어질 수 있었다.

표 33. 시·도교육청별 환경교육 콘텐츠 자료유형 분포

시·도 교육청	교사용 지도안	학생용 활동지	지도안+ 활동지	학생용 교재	사례 모음	계기교 육자료	참고 자료	기타· 복합	합계
경기	14	1	169	0	54	0	0	16	254
경남	0	0	0	28	0	0	0	18	46
경북	0	0	5	0	0	0	0	0	5
광주	0	0	40	16	0	1	3	38	98
대전	25	0	0	0	17	12	0	0	54
부산	0	40	0	0	0	0	0	0	40
서울	46	45	0	0	1	25	4	0	121
인천	19	0	0	0	6	0	13	0	38
전남	0	0	32	0	0	0	0	0	32
제주	0	0	49	0	0	0	0	0	49
충남	0	0	0	0	62	0	0	3	65
충북	21	52	53	0	0	0	5	0	131
합계	125	138	348	44	134	38	25	75	967

## 2) 차시

- 차시는 자료유형이나 학교급과 달리, 자유서술형(예: “1차시”, “2~3차시”, “총 6차시”), 범위형(예: “3차시 내외”, “4차시 이상”), 미기재(공란)가 섞여 있는 전형적인 재코딩 대상 항목이다.
- 그래서 차시는 분류 기준(구간)을 먼저 정하지 않으면 엑셀을 아무리 돌려도 의미 있는 표가 안 나온다. 만약 기준 합의 없이 바로 계산하면, “2~3차시”는 2로 볼 건지 3으로 볼 건지? “총 6차시 프로젝트”는 단일 차시로 볼 건지? 차시 미기재 자료는 제외할 건지 포함할 건지? 등이 명확하지 않아서 수치는 있어도 해석이 불가능한 표가 된다.
- 그래서 차시를 재분류하는 기준을 다음과 같이 적용하여 정리하였다. 이 방식의 장점은 원자료 표현을 과도하게 왜곡하지 않으면서 프로젝트형·연속수업 여부가 바로 드러나고, AI 수업 설계 시 “수업 시간 조건” 필터로 바로 사용이 가능하다는 점이다.

표 34. 차시 재분류 기준

구분	기준
단일 차시	1차시
단기 연속	2~3차시
중기 연속	4~5차시
장기 프로젝트	6차시 이상
미기재	차시 정보 없음

### 가) 전체 경향

- 1~3차시 수업(496건)이 전체의 약 절반을 차지하여, 환경교육 콘텐츠가 주로 단기 또는 단기 연속 수업 중심으로 개발되어 왔음을 보여준다. 반면, 4차시 이상 연속 수업 또는 프로젝트형 자료(205건)도 일정 비중 존재하여, 일부 교육청에서는 비교적 깊이 있는 환경교육 수업 설계가 이루어지고 있음을 확인할 수 있다.
- 차시 정보가 미기재된 자료(232건) 역시 상당하여, 콘텐츠 활용 시 교사의 추가 해석 부담이 존재함을 시사한다.

표 35. 시·도교육청별 환경교육 콘텐츠 차시 분포(재분류 기준 적용)

시·도교육청	1차시	2~3차시	4~5차시	6차시 이상	미기재	합계
경기	2	77	85	64	26	254
경남	23	6	12	0	5	46
경북	0	2	2	1	0	5
광주	83	13	1	0	1	98
대전	0	0	0	0	54	54
부산	40	0	0	0	0	40
서울	80	0	0	0	41	121
인천	3	7	5	0	23	38
전남	14	11	7	0	0	32
제주	1	39	8	1	0	49
충남	0	0	0	1	64	65
충북	8	87	14	4	18	131
합계	254	242	134	71	232	967

### 나) 교육청별 특징

- 경기, 충북, 제주: 2~3차시 및 4차시 이상 연속 수업 자료의 비중이 높아, 프로젝트형·탐구형 환경교육 수업 설계 가능성이 상대적으로 크다.
- 서울, 부산, 광주: 1차시 또는 차시 미기재 자료 중심으로, 계기교육·단발성 수업 활용에 적합한 구조가 두드러진다.
- 충남, 대전: 차시 미기재 비중이 매우 높아, 체계적 수업 설계 지원을 위해서는 추가 메타데이터 보완이 필요한 상태이다.

### 다) AI 기반 플랫폼 설계를 위한 시사점

- 차시 분포 분석 결과는 AI 기반 수업 설계 지원 기능에 중요한 시사점을 제공한다. 교사는 수업 설계 시 가용 차시(시간)를 가장 먼저 고려하는데, 본 분석은 콘텐츠를 차시 조건에 따라 자동 필터링·추천할 필요성을 명확히 보여준다.
- 특히 4차시 이상 자료는 교과 통합, 프로젝트 수업, 동아리·자율활동 설계로 확장될

가능성이 높아 AI 플랫폼에서 ‘심화·확장형 수업’ 카테고리도 별도 관리할 필요가 있다. 차시 미기재 자료의 경우, AI가 교사와의 대화를 통해 차시를 재구성·보완하도록 지원하는 기능이 요구된다.

### 3) 교과

#### 가) 관련 과목명 재분류 기준 및 분석 방법

- 본 연구에서는 환경교육 콘텐츠에 제시된 ‘관련 과목명’을 그대로 집계하지 않고, 자유서술·복수응답·표기 차이로 인한 왜곡을 최소화하기 위해 다음과 같은 표준 교과 분류 기준을 적용하였다.

#### 【과목명 재분류 기준】

- ① 기준 교과: 국어, 수학, 사회(역사 포함), 과학, 도덕(윤리), 실과·기술가정, 음악·미술, 체육, 외국어, 정보, 환경
- ② 창의적 체험활동(자율·동아리·진로)은 별도 범주로 분류
- ③ 교과가 명시되지 않거나 ‘융합’, ‘기타’로만 제시된 경우는 ‘융합·미지정’으로 처리

#### 나) 시·도교육청별 × 교과별 콘텐츠 분포

- 분석 대상 자료 수는 총 967건이다. 복수 교과가 제시된 경우, 각 교과에 모두 1건씩 계수함(따라서 교과 응답 수의 합은 전체 자료 수와 일치하지 않음)

표 36. 시·도교육청별 환경교육 콘텐츠 관련 교과 분포(건)

시·도 교육청	국어	수학	사회	과학	도덕	기술 가정	음악 미술	체육	외국어	정보	환경	창체	융합/ 미지정
경기	40	13	71	118	38	26	32	4	4	0	76	0	50
경남	2	1	31	13	18	16	4	0	1	0	41	0	1
경북	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
광주	13	5	54	46	21	18	9	1	0	0	84	0	14
대전	4	0	24	37	12	18	7	0	0	3	21	0	0
부산	5	0	22	38	14	5	11	0	0	0	20	0	0
서울	35	0	54	31	26	18	15	3	0	2	21	0	9
인천	2	3	9	6	5	4	3	0	0	0	9	0	12
전남	6	8	8	10	0	0	0	0	4	0	0	0	0
제주	23	2	44	25	28	15	19	1	1	7	15	0	0
충남	7	4	6	50	3	33	18	2	1	0	13	1	0
충북	43	7	99	56	37	15	19	0	0	0	68	0	0
합계	180	43	427	435	202	168	137	11	11	12	368	1	86

※ 복수 응답 허용으로 인해 교과별 합계는 전체 자료 수(967건)를 초과함

#### 다) 전체적 경향

- 과학·사회 교과와의 연계가 가장 두드러지며, 다수의 교육청에서 환경교육이 해당 교과를 중심으로 전개되고 있음을 확인할 수 있다.
- 동시에 환경 교과와 직접 연계된 자료도 상당수 존재하여, 환경 교과가 범교과 환경교육의 핵심 축으로 기능하고 있음을 보여준다.

#### 라) 교과 확장성 측면

- 국어, 도덕, 실과·기술가정, 음악·미술 등 비전통적 환경교육 교과에서도 일정 수준 이상의 자료가 확인되어, 환경교육의 교과 확장 가능성이 통계적으로 뒷받침된다.
- 반면 수학, 정보, 체육, 외국어 교과는 상대적으로 연계 자료가 적어, 향후 콘텐츠 개발 및 AI 기반 추천 시 보완이 필요한 영역으로 나타났다.

#### 마) 교육청별 특징

- 경기, 충북, 광주 등 다수 교과와 연계된 자료 분포를 보여 교과 통합형 환경교육의 기반이 비교적 잘 구축된 교육청으로 볼 수 있다.
- 일부 교육청에서는 특정 교과(과학·사회·환경)에 편중된 양상이 나타나, 교과 다양성 측면에서의 한계도 함께 확인된다.

#### 바) AI 기반 플랫폼 설계를 위한 시사점

- 과목명 분포 분석은 AI 기반 환경교육 수업 설계 지원 플랫폼이 특정 교과 전용 도구가 아니라, 전 교과 교사를 위한 공통 설계 도구로 작동해야 함을 정량적으로 뒷받침한다. 교사가 자신의 전공 교과를 선택하면, AI는 해당 교과와 실제로 연계 사례가 존재하는 환경교육 콘텐츠를 우선 추천할 수 있다. 동시에 연계 빈도가 낮은 교과에 대해서는, AI가 타 교과 사례를 변환·재구성하여 제안하는 기능으로 확장될 수 있다.

### 4) 환경교육 역량

#### 가) 환경교육 역량 재분류 기준 및 분석 방법

- 본 연구에서는 시·도교육청 환경교육 콘텐츠에 제시된 '환경교육 역량' 항목을 그대로 집계하지 않고, 표현의 다양성과 혼재를 고려하여 국가 환경교육 표준에서 제시하는 6대 핵심 역량을 기준으로 재분류하였다.
- 2022 개정 교육과정의 환경과 핵심역량에는 ① 환경 감수성, ② 협동과 공동체 역량, ③ 시스템 사고, ④ 환경 정보 활용 능력, ⑤ 창의적 문제해결 역량, ⑥ 의사소통 및

갈등 해결 역량 등 6가지를 제시하고 있어 이를 바탕으로 하였다. 그러나 국가환경교육표준이나 각 시도교육청 별로 자체 개발한 표준의 역량이 있는 경우에는 이를 가급적 반영하여 분류하였다.

#### 나) 시도교육청별 환경교육 역량 분포

- 분석 대상 자료 수: 967건이었으며, 복수 역량이 제시된 경우, 각 역량에 모두 1건씩 계수하였고, 역량 정보가 없는 경우는 '미기재'로 별도 처리하였다.

표 37. 시도교육청별 환경교육 역량 분포(건)

시도교육청	시스템 사고	의사소통 및 갈등 해결	창의적 문제해결	협동과 공동체	환경 정보 활용	환경감수성
경기	51	0	103	110	59	172
경남	19	0	22	19	11	20
경북	2	0	2	1	3	3
광주	42	2	30	21	23	32
대전	10	0	17	16	10	37
부산	6	1	6	4	15	35
서울	42	0	44	42	26	58
인천	11	1	11	11	5	11
전남	5	12	21	14	20	17
제주	15	0	37	16	22	21
충남	4	3	16	27	7	62
충북	42	1	63	66	51	49
합계	249	20	372	347	252	517

※ 복수 응답 허용으로 인해 역량별 합계는 전체 자료 수와 일치하지 않음

#### 다) 전체적 경향

- 환경감수성이 517개로 가장 많은 빈도를 보였으며, 다음으로 창의적 문제해결 역량(372개), 협동과 공동체 역량(347개)가 높게 나타났고, 의사소통 및 갈등 해결 역량이 20개로 가장 적게 나타났다.
- 이는 기존의 환경교육이 초등학교 저학년 수준에서는 자연체험을 중심으로, 초등학교 고학년과 중학교에서는 주로 환경문제 해결을 위한 실천 중심으로 진행되고 있는 현실을 반영한 것으로 보인다.

#### 라) 두드러진 공백

- 의사소통 및 갈등 해결 역량은 거의 모든 교육청에서 명시적으로 드러나지 않았다. 이는 환경교육 콘텐츠가 사회 구조 비판, 제도·정책 맥락 분석, 장기적 전환 시나리오 탐색 등을 충분히 다루지 못하고 있음을 시사한다.
- 이 결과는 '행동은 있으나 성찰은 약한 환경교육', '윤리·감수성 중심이지만 전환 전략은 부족한 구조'와 정확히 맞물린다.

**마) 교육청별 특징**

- 경기·충북·서울: 다양한 역량이 비교적 고르게 분포되어 있어, AI 기반 통합 수업 설계의 기반이 상대적으로 잘 갖추어진 교육청으로 볼 수 있다.
- 일부 교육청은 특정 역량(환경감수성 또는 문제해결)에 강하게 편중된 양상을 보여, 역량 균형 측면에서는 한계도 함께 드러난다.

**바) AI 기반 플랫폼 설계를 위한 시사점**

- 환경교육 역량 분포 분석은 AI 기반 수업 설계 플랫폼이 단순히 ‘많이 등장하는 역량’을 반복 추천하는 것이 아니라, 부족한 역량을 의도적으로 보완하는 방향으로 작동해야 한다는 점을 시사한다.
- 예를 들어, 환경감수성 중심 자료를 선택한 교사에게 시스템 사고 또는 공동체 역량을 결합한 활동을 제안하거나 문제해결 중심 수업에는 시스템 사고 또는 갈등 해결을 위한 의사소통적 관점을 덧붙이도록 유도할 수 있다.

**5) 장소**

**가) 장소 재분류 기준 및 분석 방법**

- 본 연구에서는 환경교육 콘텐츠에 제시된 ‘활동 장소’ 정보를 그대로 집계하지 않고, 표현의 다양성과 혼재(예: 교실, 학교, 야외, 현장, 지역 등)를 고려하여 교실, 교내(운동장 등), 지역사회로 장소 범주로 재분류하였다.

표 38. 시·도교육청별 환경교육 콘텐츠 장소 분포(건)

시·도교육청	교실	교내(야외, 운동장)	학교 밖
경기	233	146	146
경남	46	12	12
경북	5	0	0
광주	92	15	15
대전	53	11	11
부산	0	40	40
서울	120	3	3
인천	34	7	6
전남	32	0	0
제주	49	1	1
충남	25	62	62
충북	129	33	33
합계	818	330	329

※ 복수 응답 허용으로 인해 장소별 합계는 전체 자료 수와 일치하지 않음

#### 나) 시·도교육청별 장소 분포 분석 결과

- 분석 대상 자료 수: 967건
- 복수 장소가 제시된 경우, 각 장소에 모두 1건씩 계수
- 장소 정보가 없는 경우는 '미기재·기타'로 처리

#### 다) 전체적 경향

- 환경교육 콘텐츠는 전반적으로 교실 중심으로 구성되어 있으며, 그 다음으로 교내 공간과 학교 밖 활동이 유사한 비중으로 나타난다. 이는 환경교육이 여전히 교실 수업을 중심으로 운영되면서도, 일정 수준의 현장·체험 활동을 병행하고 있음을 시사한다.

#### 라) 지역사회 연계의 공백

- 대부분의 교육청에서 '지역사회' 공간으로 명시된 콘텐츠가 거의 존재하지 않음이 확인되었다. 이는 앞서 차시·과목·역량 분석에서 드러난 프로젝트형·참여형 환경교육의 잠재력이 실제 지역 연계로까지는 충분히 확장되지 못하고 있음을 보여준다.
- 이 지점은 단순한 운영상의 한계라기보다, 환경교육 콘텐츠 메타데이터 설계 자체에서 '지역사회'를 학습 공간으로 인식하지 못한 구조적 한계로 해석할 수 있다.

#### 마) 교육청별 특징

- 경기, 충남, 충북: 교실·교내·학교 밖을 비교적 균형 있게 활용하고 있다.
- 서울, 전남: 교실 중심 구조가 매우 강하다.
- 부산: 교내 및 학교 밖 활동 비중이 높아, 체험형·현장형 환경교육의 가능성이 상대적으로 크다.

#### 바) AI 기반 플랫폼 설계를 위한 시사점

- 장소 분석 결과는 AI 기반 환경교육 플랫폼이 단순히 수업 자료를 추천하는 것을 넘어, 학습 공간을 재구성하는 도구로 기능해야 함을 강하게 시사한다.
- AI는 교사가 '교실 수업'을 선택했을 때와 '학교 밖 활동'을 선택했을 때 전혀 다른 수업 설계 경로를 제안해야 한다.
- 특히 지역사회 장소가 거의 명시되지 않은 현실을 고려할 때, AI는 교사에게 "이 수업을 지역의 어떤 공간과 연결할 수 있을까?"를 질문하고 대안을 제시하는 확장형 설계 기능을 수행할 수 있다.
- 이는 앞서 논의한 학교-지역사회 연계 환경교육, AI 플랫폼을 통한 살아 있는 환경교육이라는 문제의식과 정확히 맞닿아 있다.

## 6) 환경교육 주제

### 가) 환경교육 주제 재분류 기준 및 분석 방법

- 본 연구에서는 시·도교육청 환경교육 콘텐츠에 제시된 '환경주제' 항목을 그대로 집계하지 않고, 국가환경교육센터와 환경교육 연구에서 널리 활용되고 있는 4대 환경교육 주제 체계를 기준으로 재분류하였다.
- 원자료의 환경주제 서술어(예: 생태, 기후, 자원, 에너지, 가치, 문화 등)를 키워드 기준으로 재매핑하였다.

### 나) 시·도교육청별 × 환경교육 주제 분포

- 분석 대상 자료 수: 967건
- 복수 주제가 제시된 경우, 각 주제에 모두 1건씩 계수
- 주제 정보가 없는 경우는 '미기재/기타'로 처리

표 39. 시·도교육청별 환경교육 콘텐츠 주제 분포(건)

시·도교육청	자연환경	생활환경	지구환경	환경문화	미분류	합계
경기	143	139	82	23	0	387
경남	9	35	24	10	0	78
경북	4	1	1	2	0	8
광주	14	31	49	29	0	123
대전	21	35	27	7	0	90
부산	32	16	9	6	0	63
서울	28	34	50	13	0	125
인천	14	6	6	12	1	39
전남	5	6	28	3	0	42
제주	13	34	36	4	0	87
충남	65	36	7	7	0	115
충북	25	85	67	55	5	237
합계	373	458	386	171	6	1,394

※ 복수 응답 허용으로 인해 주제별 합계는 전체 자료 수와 일치하지 않음

### 다) 전체적 경향

- 자연환경·생활환경·지구환경 주제가 전체 콘텐츠의 대부분을 차지하며, 환경교육이 여전히 자연 인식, 생활 속 실천, 기후·지구 차원의 문제를 중심으로 구성되어 있음을 보여준다.
- 반면 환경문화 주제는 상대적으로 낮은 비중을 보여, 가치, 윤리, 문화, 삶의 방식과 같은 전환적 환경교육 주제의 약세가 확인된다.

#### 라) 교육청별 뚜렷한 차이

- 서울, 광주, 제주, 전남: 지구환경(기후변화, 글로벌 환경문제) 비중이 높다. 충남과 부산은 자연환경 중심 구조가 강하고 충북은 4개 주제가 비교적 고르게 분포되어 있으며, 특히 환경문화 주제 비중이 타 교육청 대비 매우 높게 나타난다. 이는 환경교육이 지역의 환경 조건·정책 방향·교육 철학에 따라 서로 다른 주제적 강조점을 갖고 있음을 정량적으로 보여준다.

#### 마) 구조적 한계

- 다수 교육청에서 환경문화 주제가 보조적 위치에 머물러 있어, 환경교육이 삶의 방식, 가치 판단, 사회·문화적 전환으로까지 충분히 확장되지 못하고 있음을 시사한다. 이 지점은 앞서 분석한 환경교육 역량 분포(비판적 사고·미래 대응 역량의 부재), 장소 분석(지역사회 연계의 약화)와 구조적으로 연결된 결과로 해석할 수 있다.

#### 바) AI 기반 플랫폼 설계를 위한 시사점

- 4대 환경교육 주제 분석은 AI 기반 환경교육 플랫폼의 온톨로지 설계의 출발점이 된다. AI는 단일 주제 중심 자료를 추천하는 데서 그칠 것이 아니라, 서로 다른 주제를 의도적으로 연결하는 방향으로 작동해야 한다. 예를 들어, 자연환경 중심 수업은 환경문화 주제로 확장, 지구환경 중심 수업은 생활환경 실천으로 연결하고 이를 통해 AI는 '주제 간 이동과 통합'을 촉진하는 설계 도구로 기능할 수 있다.

### 7) 지속가능발전목표(SDGs)

- 본 연구에서는 시·도교육청 환경교육 콘텐츠에 제시된 SDGs 연계 정보를 활용하여, SDGs 17개 목표를 1단계 분류 기준으로 적용한 후, 이를 다시 SDGs 5P(People, Planet, Prosperity, Peace, Partnership) 체계로 재구조화하는 2단계 주제 분류 방식을 적용하였다. 이러한 접근은 기존 자료에 대한 충실한 반영과 동시에, 향후 교과 통합 및 AI 기반 수업 설계를 위한 의미 있는 해석 틀을 마련하기 위한 것이다.

#### 가) 분류 원칙

- 1단계 분류에서는 각 환경교육 콘텐츠에 명시적으로 제시된 SDGs 목표(1~17번)를 해석이나 재조정 없이 그대로 반영하였다.

- ① 단일 목표가 제시된 경우: 해당 목표 1개로 분류
- ② 복수 목표가 제시된 경우: 복수 응답으로 모두 분류
- ③ 목표 번호가 열거된 형식의 자료 역시 동일하게 적용

- 이 단계에서는 주제의 의미적 적합성 여부를 판단하지 않고, 자료에 포함된 정책 언어를 있는 그대로 반영하는 것을 원칙으로 하였다.

#### 나) 1단계 분류의 의의

- SDGs 17개 목표 기반 분류는 다음과 같은 의미를 갖는다. 시·도교육청 환경교육 콘텐츠가 어떤 지속가능발전 목표와 주로 연결되어 있는지를 정량적으로 파악할 수 있으며 SDGs 목표의 편중 여부, 공백 영역, 반복적 사용 경향을 객관적으로 확인이 가능하다. 이후 상위 범주로의 재분류(2단계)를 위한 기초 데이터 층의 역할을 수행한다. 즉, 1단계 분류는 환경교육 콘텐츠의 정책적 표기 현황을 충실히 재현하는 분석 단계로서의 성격을 갖는다.

#### 다) 2단계 분류: SDGs 17개 목표의 5P 체계 재분류

- SDGs 17개 목표는 세부적이고 정책적으로 유의미하지만, 교과 간 비교, 환경교육 주제 통합, 수업 설계 지원 측면에서는 목표 간 구조적 관계를 한눈에 파악하기 어렵다는 한계가 있다. 이에 본 연구에서는 SDGs를 보다 상위의 의미 체계로 압축한 5P 프레임(People, Planet, Prosperity, Peace, Partnership)을 2단계 분류 기준으로 적용하였다.
- SDGs 5P 기반 분류는 개별 콘텐츠의 교육적 깊이나 실천 수준을 판단하기 위한 것이 아니라, 환경교육 콘텐츠가 어떤 지속가능발전 가치 영역과 구조적으로 연결될 수 있는지를 조망하기 위한 분석 및 설계용 분류 체계이다. 따라서 본 연구에서는 5P 분류 결과를 절대적 평가 기준이 아닌 교과 연계, 주제 통합, AI 기반 추천 구조 설계를 위한 의미적 중간 단계(intermediate layer)로 활용하였다.

#### 라) 2단계 분류 체계의 활용 방향

- 이와 같은 1단계(SDGs 17개)-2단계(5P) 분류 구조는 이후 다음과 같은 분석과 설계로 확장될 수 있다. 즉, 본 절에서 제시한 2단계 분류는 환경교육 콘텐츠 분석의 종착점이 아니라, 통합적 환경교육 및 AI 기반 수업 설계를 향한 출발점으로서의 의미를 갖는다.

- ① 4대 환경교육 주제 영역(자연·생활·지구·문화)과의 교차 분석
- ② 교과별 SDGs/5P 연계 특성 비교
- ③ 환경교육 역량, 장소, 교수·학습 방법과의 다층적 연결
- ④ AI 기반 수업 설계 플랫폼에서의 핵심 온톨로지 구조로 활용

#### 마) 시·도교육청별 환경교육 콘텐츠의 SDGs 17개 목표 분포

- 전체적으로 SDG 12(지속가능한 생산과 소비), SDG 13(기후변화 대응), SDG 15(육상생태계)가 대부분의 시·도교육청에서 높은 빈도로 나타났다. 이는 현재 환경교육 콘

텐츠가 자원·소비·기후·생태 중심의 주제에 강하게 편중되어 있음을 보여준다.

- SDG 2(기아 종식)은 12개 교육청 자료를 통틀어 전혀 등장하지 않았고, SDG 1(빈곤), SDG 5(성평등), SDG 8(양질의 일자리), SDG 9(산업·혁신) 등은 거의 모든 교육청에서 매우 낮거나 나타나지 않았다. 이는 환경교육이 사회·경제 구조, 불평등, 노동, 산업 전환 문제와의 연결에서는 취약함을 시사한다.
- 수도권(서울·경기·인천)은 SDGs 목표 분포가 비교적 다양하게 나타나는 반면, 일부 지역은 특정 목표(예: SDG 11, SDG 15, SDG 13)에 강하게 집중된 양상을 보였다. 이는 지역 환경교육 정책과 자료 축적 방향의 차이를 반영한 결과로 해석할 수 있다.

표 40. 시·도교육청별 환경교육 콘텐츠의 SDGs 17개 목표 분포

시·도 교육청	SD G1	SD G3	SD G4	SD G5	SD G6	SD G7	SD G8	SD G9	SD G10	SD G11	SD G12	SD G13	SD G14	SD G15	SD G16	SD G17
경기	0	10	37	0	18	14	0	0	0	48	82	133	15	117	0	8
경남	0	5	0	0	4	4	0	0	1	13	27	24	9	9	3	1
경북	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0
광주	0	12	0	0	4	3	5	0	1	5	23	31	5	18	2	7
대전	0	7	3	0	4	5	1	5	0	15	20	27	5	21	0	1
부산	0	3	2	0	5	4	0	0	0	15	4	9	14	27	0	0
서울	7	8	1	3	7	9	0	2	6	2	19	42	13	16	4	4
인천	0	2	8	0	0	0	0	0	0	3	4	13	2	17	0	4
전남	0	1	0	0	0	1	0	0	2	3	3	24	4	10	1	6
제주	0	4	0	0	3	10	0	0	0	7	28	41	5	10	0	0
충남	0	23	5	0	4	1	0	0	0	8	9	13	3	64	1	2
충북	0	0	2	0	1	9	1	0	0	70	41	76	4	21	13	17
합계	7	75	58	3	52	60	7	7	10	189	260	434	79	333	24	50

※ 복수 목표 제시 자료는 복수 응답으로 집계함

## 8) 교수학습방법

### 가) 분석 방법과 결과

- 복수의 교수·학습방법 제시 자료는 복수 응답으로 집계하였고, 분석 대상은 12개 시·도교육청의 전체 환경교육 콘텐츠이다. 교수·학습방법은 강의, 탐구, 조사, 프로젝트, 체험, 견학과 체험, 관찰, 실습, 토의와 토론, 놀이, 창작, 글쓰기, 캠페인, 전시, 해설, 노작, 봉사, 진로 체험, 데이터 분석 등으로 구분된다.

### 나) 탐구·조사·프로젝트 중심 구조의 확산

- 대부분의 교육청에서 탐구, 조사, 프로젝트 유형이 매우 높은 빈도로 나타났다. 이는 환경교육 콘텐츠가 단순 지식 전달보다는 과정 중심·문제 중심 학습을 지향하고 있음을 보여준다. 환경교육의 교수학습 방법론이 이미 '활동 중심'으로 이동했음을 데이터로 확인하였다.

표 41. 시·도교육청별 교수·학습방법 분포

시·도교육청	강의	탐구	조사	프로젝트	체험/견학	토의·토론	창작	관찰	놀이	합계
경기	9	85	150	151	60	16	71	47	65	654
경남	12	18	32	13	4	10	12	6	12	119
경북	0	5	5	1	0	0	0	2	0	13
광주	30	31	44	4	3	2	25	6	15	160
대전	0	6	34	23	0	13	17	5	3	101
부산	0	6	24	0	40	0	19	31	12	132
서울	1	49	64	20	1	35	37	6	11	224
인천	0	7	6	7	1	16	8	3	6	54
전남	2	16	22	6	0	0	14	0	6	66
제주	22	33	39	13	1	7	28	1	6	150
충남	0	3	9	16	4	4	13	42	10	101
충북	14	88	90	55	13	7	51	12	20	350
합계	90	347	519	309	127	110	295	161	166	2,124

※ 하나의 콘텐츠에 2개 이상의 교수·학습방법이 포함될 수 있음

#### 다) 체험 중심 접근의 양면성

- 견학·체험, 관찰, 놀이 등의 비중이 높은 교육청(경기, 부산, 충남 등)이 존재하는 반면, 일부 지역에서는 체험이 거의 나타나지 않았다. 지역 인프라, 환경교육 기관 접근성, 정책 방향 차이가 교수·학습방법의 지역 편차로 드러난다.

#### 라) 토의·토론, 캠페인, 봉사 활동의 제한적 활용

- 토의·토론, 캠페인, 봉사, 진로 체험 등 사회적 실천과 직접 연결되는 방법은 전반적으로 비중이 낮게 나타났으며, 이는 앞서 분석한 Peace, Partnership 영역의 약세와 구조적으로 연결되는 결과로 보인다.

#### 마) 강의 중심 수업은 보조적 위치

- 이번 교수·학습방법 분석은 AI 설계 방향을 매우 명확하게 규정해 준다. 강의는 일부 교육청을 제외하고 전반적으로 낮은 비중인데, 이는 환경교육이 교과 수업이라기보다 '활동 기반 교육'으로 인식되고 있음을 의미한다.
- AI는 '자료 추천기'가 아니라 '수업 구조 설계 도구'여야 함. 교사는 이미 활동 중심

수업을 하고 있으며 문제는 활동을 어떻게 조합하고, 교과·성취기준·주제와 연결하느냐라고 할 수 있다.

- AI 설계 시 4대 환경교육 주제, SDGs 5P, 교과·학교급과 함께 교수·학습방법을 핵심 필터이자 설계 조건으로 포함해야 한다(예: 중학교 과학 + 지구환경 + Planet + 탐구·프로젝트 중심 수업안).

## 9) 성취기준

- 본 연구의 성취기준 분석은 환경교육 콘텐츠를 교육과정에 ‘맞추기’ 위한 작업이 아니라, 환경교육과 교육과정 사이의 연결 구조와 단절 지점을 드러내는 작업이다. 본 절에서는 앞서 도출한 환경교육 관련 성취기준을 단순히 교과·학교급별로 나열하는 방식에서 벗어나, 성취기준이 지향하는 학습의 성격에 주목하여 재분석하였다.
- 이를 통해 환경교육 콘텐츠가 교육과정 안에서 어떤 학습을 주로 요청하고 있으며, 동시에 어떤 학습은 상대적으로 충분히 다루어지지 못하고 있는지를 구조적으로 파악하고자 하였다.

### 가) 성취기준 성격 분석 기준

- 본 연구에서는 환경교육과 연결된 성취기준을 다음의 네 가지 성격 유형으로 구분하였다. 이 구분은 성취기준의 문장 구조와 핵심 동사(이해한다, 분석한다, 실천한다, 성찰한다 등)를 기준으로 적용하였다.
- 전체 자료 967건 중 성취기준 관련 정보가 명시된 자료는 850건이었으며, 성취기준 문장 내 핵심 동사·명사 키워드를 기반으로 하였고 복수범주(multi-label)를 허용하였으며, ‘미분류’는 25건(어느 범주 키워드에도 명확히 걸리지 않은 경우)으로 나타났다.

표 42. 성취기준의 유형 구분

유형	의미
지식·이해	개념, 원리, 현상에 대한 설명과 이해를 중심으로 한 성취기준
기능·과정	조사, 분석, 비교, 해석 등 탐구 과정과 방법을 강조하는 성취기준
실천·참여	행동, 실천, 문제 해결, 참여를 직접적으로 요구하는 성취기준
가치·태도	판단, 토의, 윤리적 성찰, 가치 인식 등을 포함하는 성취기준

표 43. 성취기준의 유형에 따른 분포

범주	건수	비율
지식·이해 중심 (개념 설명, 현상 이해)	597	27.8
기능·과정 중심 (조사, 분석, 모델링)	576	26.8
실천·참여 중심 (행동, 실천, 캠페인)	565	26.3
가치·태도 중심 (판단, 토의, 윤리)	408	19.0
미분류	25	-
합계	2,171	100

#### 나) 성취기준 성격 분석 결과의 특징

- **(탐구·과정 중심 성취기준의 우세)** 분석 결과, 환경교육과 연계된 성취기준은 전반적으로 탐구·과정 중심 성격이 가장 두드러지게 나타났다. 과학, 사회, 기술가정(실과) 교과를 중심으로 조사·분석·해석·문제 탐구를 요구하는 성취기준이 반복적으로 연결된다. 이는 환경교육 콘텐츠가 단순한 지식 전달보다는 문제 인식과 탐구 활동을 중시하는 방향으로 발전해 왔음을 보여준다.
- **(지식·이해 중심 성취기준의 안정적 분포)** 지식·이해 중심 성취기준 역시 상당수 확인되었으며, 특히 기후변화, 생태계, 자원과 에너지와 관련된 개념 이해를 다루는 성취기준이 이에 해당한다. 이는 환경교육이 여전히 과학적 사실과 개념에 대한 이해를 중요한 기초로 삼고 있음을 의미한다. 다만 지식·이해 성격의 성취기준은 탐구·과정 성취기준을 보조하는 역할로 기능하는 경우가 많았다.
- **(실천·참여 성격 성취기준의 제한적 분포)** 실천·참여 성격의 성취기준은 상대적으로 적게 나타났다. 일부 교과(사회, 도덕, 환경)에서만 제한적으로 확인되었으며, 실제 행동, 참여, 사회적 실천까지 직접적으로 요구하는 성취기준은 많지 않았다. 이는 앞서 분석한 환경교육 주제 및 교수·학습방법 분석 결과와도 연결되며, 환경교육이 실천의 중요성을 강조하면서도, 교육과정 차원에서는 이를 충분히 제도화하지 못하고 있음을 시사한다.
- **(성찰·가치 성격 성취기준의 구조적 취약성)** 성찰·가치 성격의 성취기준은 전체적으로 가장 낮은 비중을 보였다. 윤리적 판단, 가치 성찰, 삶의 방식에 대한 성찰을 직접적으로 다루는 성취기준은 극히 제한적이다. 이는 환경교육이 지향하는 전환적 학습(transformative learning)이 교육과정 성취기준 체계 안에서는 충분히 가시화되지 못하고 있음을 보여준다.

#### 다) 성취기준 성격 분석의 교육적 시사점

- 이러한 분석 결과는 환경교육이 교육과정 안에서 ‘무엇을 잘하고 있는지’와 ‘무엇이 구조적으로 어려운지’를 동시에 드러낸다. 탐구·과정 중심 학습은 비교적 안정적으로 자리 잡은 반면 실천·참여, 성찰·가치 영역은 개별 교사의 해석과 의지에 크게 의존하고 있다. 즉, 환경교육은 이미 방법론적으로는 진전되어 있으나, 가치 전환과 사회적 실천을 제도적으로 뒷받침하는 구조는 아직 충분하지 않다는 점이 확인된다.

**라) 배움의 수레바퀴 모형에 기반한 환경교육 성취기준 재구성**

- 본 절에서는 환경교육 관련 성취기준을 기존의 지식·탐구·실천·성찰이라는 기능적 구분을 넘어, ‘배움의 수레바퀴 모형’을 분석 틀로 적용하여 재구성하였다.

표 44. 배움의 4단계

단계	의미
체험(Experience)	감각적 경험, 만남, 사건을 통한 문제 인식
발견(Discovery)	관찰·탐구를 통해 의미와 관계를 발견
창작(Creation)	이해를 바탕으로 새로운 표현·해석·구성 시도
실천(Practice)	사회적 맥락 속에서의 행동, 참여, 변화 시도

- 이 모형은 배움을 4단계의 순환적 흐름과 4개의 내적·사회적 과정이 중첩되어 작동하는 구조로 이해하며, 환경교육의 경험적·전환적 특성을 보다 잘 설명할 수 있는 분석틀을 제공한다.

표 45. 배움의 4과정

과정	의미
탐구(Inquiry)	질문 생성, 조사, 분석, 해석
내면화(Internalization)	의미화, 가치화, 자기 성찰
공유(Sharing)	표현, 소통, 타인과의 의미 교환
사회화(Socialization)	공동 실천, 참여, 사회적 확산

**마) 4단계 X 4과정 분석 결과**

- 전체 자료는 998건이며, 성취기준 있는 자료 850건을 대상으로 분석하였다.
- ‘단계’가 규칙으로도 안 잡힌 자료 13건, ‘과정’이 규칙으로도 안 잡힌 자료 29건, 이들은 “미분류”로 표시했고, 4×4 합산에서는 제외되었다.

표 46. 전체 성취기준 4×4 분포 결과(복수라벨 허용, 조합별 누적)

단계 \ 과정	탐구	내면화	공유	사회화	합계
체험	327	254	210	345	1,136
발견	579	398	328	536	1,841
창작	277	222	233	302	1,034
실천	399	318	258	534	1,509
합계	1,582	1,192	1,029	1,717	5,520

※ 주의: 이 값은 “행(자료) 수”가 아니라, 복수라벨을 반영해 (단계 라벨 × 과정 라벨)의 조합을 모두 더한 누적 건수임. 예: 한 성취기준이 단계=발견+실천, 과정=탐구+사회화로 잡히면 4개 셀에 동시에 +1.

#### 바) 구조적 시사점

- 발견×탐구(579)가 가장 큰 덩어리: 교육과정 성취기준 언어가 기본적으로 이해·분석·탐구에 강하게 기울어져 있음을 반영한다. 사회화 열(체험 345 / 발견 536 / 창작 302 / 실천 534)이 전반적으로 높게 나온 것은, “참여/실천/협력” 같은 단어가 과정 규칙에서 사회화로 같이 잡히기 때문이다(멀티라벨의 효과 포함). 실천 행(399/318/258/534)이 전반적으로 크다는 건, 성취기준 문장에 ‘실천/참여/적용’ 계열 동사가 꽤 자주 등장한다는 의미로 해석할 수 있다.
- 그러나 멀티라벨에서 ‘참여/실천’ 같은 단어가 단계(실천)에도, 과정(사회화)에도 동시에 걸려서 사회화가 실제보다 커 보일 수 있다. “체험”은 원래 경험·관찰을 뜻하지만, 성취기준 문장에는 ‘관찰’이 매우 흔해서 체험×탐구가 커질 가능성이 있다. 따라서 이 전수 결과는 ‘절대적, 객관적 진실’이 아니라 ‘언어 패턴 기반 구조 진단’으로 해석해야 안전하다.
- 그럼에도 이 결과는 “성취기준을 수레바퀴 모델로 번역”했을 때 어디가 과밀/과소인지를 한 번에 보여주는 내부 지도(ontology-map)로 쓸 수 있음을 보여주었으며, 특히 앱에서는 “지금 설계 중인 수업안이 어느 셀에 머무는지”를 표시하고, 빈 셀(예: 창작×공유, 실천×내면화 등)로 확장하도록 제안하는 로직을 만들 수 있을 것으로 기대된다.

## 4. DB 활용 가능성 평가

### 가. 기회요인

#### 1) 교육과정-수업설계-AI를 연결하는 중간층 확보

- 지금까지 많은 AI 교육 플랫폼은 “자료 추천” 또는 “수업안 자동 생성”에 머물렀다. 반면 이번 메타데이터는 교육과정 성취기준 → 배움의 과정 구조 → 수업 설계 흐름을 잇는 중간 추상층을 갖고 있다. 이는 AI가 정답을 주는 도구가 아니라 교사의 사고 과정을 반영·확장하는 설계 파트너로 작동할 수 있는 전제 조건이다.

#### 2) 교사 주도성 회복에 유리한 구조

- 중요한 기회 요인은 교사가 “자료를 고른다”, “성취기준을 연결한다”, “수업의 다음 단계를 판단한다”. 그에 비해 AI는 구조를 가시화하고, 빠진 단계·과정을 제안하고, 선택지를 확장한다. 즉, 의사결정은 교사, 구조화와 확장은 AI가 기회를 제공함으로써 현장 교사들의 거부감을 최소화할 수 있는 설계 철학이다.

### 3) 배움의 수레바퀴 4×4 구조는 AI에 적합한 온톨로지

- 냉정한 기술적 평가에서도 강점이 있다. 4단계 × 4과정은 과도하게 복잡하지 않고 완전히 단순하지도 않으며 멀티라벨 구조를 허용한다. 실제로 전수 분류 결과에서도 대부분의 성취기준이 2~4셀에 자연스럽게 걸린다. 이는 AI에게 상태 진단(state diagnosis), 다음 제안(next-step recommendation), 균형 피드백(balance feedback)을 하기에 이상적인 구조이다.

## 나. 제한요인: 냉정하게 봐야 할 구조적·현실적 한계

### 1) 메타데이터 분류의 해석성 문제 (본질적 한계)

- 성취기준 → 4×4 매트릭스 분류는 규칙 기반, 언어 패턴 기반, 해석 개입이 불가피한 구조이며, 따라서 누군가는 “이건 AI의 객관적 판단이 아니라, 연구자의 관점이 반영된 해석 아닌가?”라고 지적할 수 있으며 이건 피할 수 없는 한계다.

### 2) 교사 사용성의 간극 (가장 현실적인 위험)

- 가장 큰 제한요인은 기술이 아니라 교사의 반응의 폭이 넓을 것이라는 점이다. 많은 교사들은 성취기준-과정-단계 구조에 익숙하지 않으며, “수레바퀴”, “4×4”가 처음엔 추상적으로 느껴질 가능성이 크다. 특히 도구적 요구가 강한 교사에게는 “사유를 요구하는 구조”로 보일 위험이 있고, 이는 잘못 설계하면 “좋은 철학이지만 쓰기 어려운 플랫폼”이 된다.

### 3) 교육과정 외부 영역과의 긴장

- 또 하나의 본질적 한계로 환경교육의 중요한 부분은 사건, 지역 쟁점, 사회적 실천으로 확장하는 것인데 이는 성취기준으로 포섭되지 않는 영역이 많다. AI가 성취기준 중심으로 작동할수록 환경교육의 급진성·전환성이 약화될 위험도 있다.

## 다. 발전·극복 방안: “그래서 어떻게 해야 하는가”

### 1) 분류의 “정확성” 대신 “대화 가능성”을 목표로 전환

- 핵심 원칙 제안: 이 플랫폼은 “성취기준을 정확히 분류하는 시스템”이 아니라 “교사가 분류를 다시 생각하게 만드는 시스템”이어야 한다. 따라서 AI는 항상 “현재 이렇게 분류되어 있다” 그러나 “다르게 보실 수도 있다” 그러니 “조정하시겠습니까?”라고 물어으로써 현재의 분류 결과는 일종의 가설이지 결론이 아님을 확인하도록 도와준다.

## 2) 성취기준 밖의 영역을 “의도적으로 남겨두기”

- 메타데이터에는 C유형(성취기준 비연결)을 제거하지 말고 “교육과정 밖이지만 중요한 환경교육” 영역으로 표시함으로써 AI로 하여금 “이 활동은 성취기준과 직접 연결되지는 않지만, 환경교육적으로는 매우 중요합니다.”라고 알려줌으로써 교육과정 중심주의를 AI가 재생산하지 않도록 한다.

## 3) 플랫폼의 정체성 인식 및 동의

- 본 플랫폼은 교사의 판단을 자동화하거나 대체하기 위한 도구가 아니라, 교사가 자신의 수업 설계 과정을 성찰·확장할 수 있도록 구조적 질문과 대안을 제공하는 사유 보조적 AI를 지향한다.

# 제7장 교사 요구를 반영한 플랫폼 설계

## 1. 플랫폼 구축의 기본 철학과 원칙

### 가. 플랫폼 전환의 출발점: '자원맵'에서 '수업 설계 환경'으로

- 본 연구에서 제안하는 AI 기반 환경교육 플랫폼은 기존 환경교육 자원맵의 단순한 고도화나 기능 확장이 아니다. 이는 환경교육 자원을 바라보는 관점의 전환, 즉 '자료의 축적'에서 '수업 설계의 지원'으로의 전환을 전제로 한다.
- 앞서 살펴본 KEED.NET을 비롯한 기존 환경교육 자원 플랫폼들은 환경교육 자료의 존재를 가시화하고 공유 기반을 마련했다는 점에서 중요한 성과를 거두었으나, 교사가 실제 수업을 설계하는 과정까지 충분히 지원하지는 못했다. 자료는 늘어났지만, 교사는 여전히 자신의 교과·학년·성취기준에 맞는 수업을 혼자서 해석하고 재구성해야 하는 구조에 놓여 있었다.
- 이에 본 플랫폼은 환경교육 자원을 “모아두는 대상”이 아니라 “교사가 사고하고 선택하며 설계하는 과정에 참여하는 요소”로 재정의한다.

### 나. AI 도입의 기본 입장: 대체가 아닌 '사고 지원'

- 본 플랫폼에서 AI는 교사의 역할을 대체하거나 수업안을 자동으로 생성하는 도구로 설정되지 않는다. 오히려 AI는 교사의 사고를 보조·확장·가시화하는 역할을 수행한다.
- 이를 위해 플랫폼은 다음과 같은 원칙을 명확히 한다. 먼저 AI는 수업의 정답을 제시하지 않는다. AI는 교사가 입력한 조건(교과, 학교급, 성취기준, 주제)을 바탕으로 가능한 수업 설계의 방향과 선택지를 제안한다. 최종적인 판단과 결정은 항상 교사에게 있다.
- 이러한 설계는 AI가 교육의 주체가 되는 것에 대한 현장의 우려를 최소화하는 동시에, 교사의 전문성과 자율성을 구조적으로 강화하는 방향을 지향한다.

### 다. 교육과정 중심 설계 원칙

- 본 플랫폼은 환경교육을 독립된 추가 과제가 아니라, 국가 교육과정 안에서 실현되는 교육 활동으로 위치 짓는다. 이를 위해 모든 기능의 출발점은 2022 개정 교육과정의 교과별 성취기준에 둔다.
- 플랫폼은 교과별 성취기준을 단순히 나열하지 않고, 환경교육 주제(자연·생활·지구·문화) 및 SDGs 5P와의 관계 속에서 재구조화한다.
- 이를 통해 교사는 “이 수업이 환경교육에 해당하는가?”를 따로 고민하지 않아도, 자신

의 교과 수업을 설계하는 과정 속에서 자연스럽게 환경교육적 의미와 확장 가능성을 인식할 수 있게 된다.

#### 라. 교사 주도성 보장을 위한 설계 원칙

- 본 플랫폼의 핵심 사용자 집단은 교사이며, 특히 환경교육을 전공하지 않은 다수의 일반 교과 교사를 주요 대상으로 설정한다. 이에 플랫폼은 교사의 부담을 최소화하면서도 주도성을 유지할 수 있도록 다음과 같은 원칙을 따른다.
- 교과와 학교급에서 출발하도록 한다. 환경교육 주제와 SDGs는 선택적으로 탐색할 수 있도록 설계한다. 교과 통합이나 프로젝트 학습은 강요가 아닌 제안의 형태로 제공한다. 이는 환경교육을 '추가 업무'가 아닌, 기존 수업을 재해석하고 확장하는 통로로 인식하게 하는 데 목적이 있다.

#### 마. 구조는 AI가, 의미는 교사가 만든다

- 본 플랫폼의 설계 철학은 다음 문장으로 요약될 수 있다.

**구조는 AI가 제공하고, 의미와 판단은 교사가 만든다.**

- AI는 교사가 보지 못했던 연결 가능성을 보여주고, 균형이 부족한 지점을 보완하며, 교과 간 확장 경로를 제안한다. 그러나 그 제안을 수용할지, 어떤 방향을 선택할지는 전적으로 교사의 교육적 판단에 맡겨진다.
- 이러한 철학은 환경교육이 단일한 이상적 모델로 수렴되는 것을 경계하고, 다양한 교과와 맥락 속에서 서로 공명하며 발전해야 한다는 본 연구의 관점과도 일치한다.

## 2. 교사 공통 요구사항 및 우려 사항

- 다음은 현장 교사들이 환경교육자원맵 시스템을 실제로 활용하려면 어떤 조건이 필요하고 무엇이 불편한지에 대한 생생한 의견이 담겨 있다. 아래는 교사들의 주요 요청사항 요약과 그에 대한 대응 전략 제안을 체계적으로 정리한 내용이다.

### 가. 교사 요청사항 요약

#### 1) 접근성과 편의성: '검색보다 조합이 쉬워야 한다'

- 기존 PDF 기반 자료는 활용이 어렵고 수정 불가능하다. → "편집 가능한 문서(HW

P·Word·Google Docs) 형태로 제공”하면 좋겠다.

- 자료가 너무 많아도 오히려 찾기 어렵다. → AI가 교사의 맥락을 이해해 맞춤형 자료 조합을 제공하면 좋겠다.
- 검색 기반보다는 설계 기반의 접근 필요 → 교사가 원하는 조건(학년, 시간, 장소, 학생 수준)을 입력하면 자동으로 제안받는 방식을 선호한다. (상대적으로 경험이 적고 의지가 낮은 교사일수록)

## 2) 교사 맥락 반영: ‘나의 수업, 나의 학생’ 중심

- 성취기준, 학생 수준, 수업 환경(창체, 동아리 등)을 간단히 입력할 수 있는 구조화된 폼(UI)이 필요하다.
- AI가 나의 맥락을 학습해야 한다. 단순 검색이 아니라 RAG(자신의 자료 반영형 AI)가 되어야 한다.
- AI 활용에 익숙하지 않은 교사들도 쉽게 사용할 수 있도록 프롬프트 엔지니어링을 대신해주는 인터페이스가 필요하다.

## 3) 공유와 신뢰: ‘다른 교사의 사례를 보고 싶다’

- 다른 교사의 수업 사례나 학생 결과물을 함께 볼 수 있으면 더 신뢰가 갈 것이다.
- 경험 많은 교사의 활용 후기나 추천, 자료 재구성 예시가 중요하다.
- 퍼플렉시티처럼 추천·후속 질문 기능이 있어야 한다.

## 4) AI 활용 경험 격차 해소

- 수도권·저경력 교사·영어과 교사는 AI 친숙도가 높지만, 지방·중고등 교사·비문과 교사는 AI에 거리감을 느끼므로 이들에 대한 배려가 필요하다.
- AI 활용법을 알려주는 간단한 연수·가이드라인이 필수적이다.
- AI에 대한 신뢰성, 정확성, 저작권 불안도 해결되어야 참여율이 높아질 것이다.

## 5) 자료 품질과 다양성

- 시도교육청 자료는 질이 제각각이고 한정적이다. 연구논문, 사회환경교육 자료, 책 등 확장된 DB가 필요하다.
- 교과·학년·활동유형별로 태깅이 정교해야 한다. 그렇지 않으면 교사의 입맛에 맞는 지도안을 만들 수 없어 무의미하다고 느낄 수 있다.
- AI가 추천하더라도, 정말 좋은 원자료가 기반이 되어야 한다.

## 나. 요구별 대응 전략 구상

### 1) AI 맞춤형 수업 설계 지원

과제	대응 전략
교사들이 AI를 어렵게 느끼거나 원하는 맥락을 표현하기 힘들	→ '구조화된 프롬프트 입력 폼' 제공: '수업목표-핵심활동-학생특성-시간/장소' 항목별 UI 설계. 프롬프트 문구 자동 생성
교사마다 수업 맥락이 다름	→ RAG 기반 '내 자료 업로드형 AI' 도입: 교사가 보유한 HWP·PDF·DOCX·링크 업로드 시 해당 내용 중심으로 수업안 생성
AI 생성 결과가 비현실적	→ 교과별·학교급별 '템플릿 세트' 제공: 도입-전개-정리 단계별 블록 조합, 현실성 높은 제안
AI 신뢰성 낮음	→ 근거표시(참조 성취기준 코드, 출처 링크) 및 수정 가능한 편집형 출력 제공

### 2) 사용자 친화적 UX/UI 설계

문제	대응 전략
플랫폼 진입장벽 높음	→ 첫 화면에서 '오늘의 추천 프롬프트' 제시 ("이 주제, 이렇게 시작해볼까요?"). AI 온보딩 튜토리얼 제공
초보 교사의 '무엇을 입력해야 할지 모름'	→ 사례 기반 시작 화면: 다른 교사의 대표 수업 시나리오, 학생 결과물, 활용 후기 등 연결
복잡한 결과물 편집 불편	→ AI 결과물을 한글·Word·Google Docs로 자동 내보내기 지원. 활동지·평가루브릭 포함
단발성 이용	→ 교사가 작성한 수업안 자동 저장 → '나의 수업 히스토리' 기반 맞춤 추천 기능 제공

### 3) 교사 커뮤니티·공유 생태계 강화

요구	대응 전략
다른 교사의 실제 수업이 보고 싶음	→ 'AI 설계안 둘러보기' 메뉴: 교사 동의 시 생성된 수업안 공유·리믹스(Remix) 가능
학생 결과물 공유 희망	→ '수업 쇼케이스' 탭: 수업별 사진·영상·결과물 업로드 가능
현장 교사 간 신뢰 확보	→ '이 자료 활용 수업 후기' 연결 기능: 자료 상세페이지에 다른 교사 활용 후기 자동 노출

### 4) AI 활용 역량 격차 해소

문제	대응 전략
교사별 AI 활용 수준 차이	→ 'AI 활용 튜토리얼 모드'와 '고급 모드'를 분리 → 기본모드는 클릭형, 고급모드는 프롬프트 직접 작성 가능
AI에 대한 불신·두려움	→ 결과물 근거표시, 오류 신고 기능, 교사 검증단 운영 → 주기적 'AI와 수업디자인 워크숍' 개최
연수 필요	→ 짧은 영상·슬라이드형 'AI 한눈에 보기 가이드' 제작. 시도교육청 연수 연계

## 5) 자료 품질·다양성·태깅체계 강화

문제	대응 전략
교육청 자료의 질적 불균형	→ ‘공통 메타데이터 표준안’ 설정: 학교급·교과·활동유형·주제·역량·지역성 등
자료 출처 다양화 요구	→ 논문·도서·사회환경교육센터 자료·현장 교사 자원까지 포함하는 오픈 큐레이션 DB 구축
교사가 원하는 자료만 빠르게 보기 원함	→ 다중 필터+AI 추천 결합형 탐색기능: 교과·학년·주제·역량별 조합 가능
‘좋은 자료’ 선별 기준 필요	→ ‘좋아요·활용 횟수·후기’ 기반 신뢰도 지표(교사 인증마크) 도입

## 6) 장기적 확산 전략

### 가) 단계별 적용 계획

- 1단계: AI 맞춤형 조합 기능 (RAG+태깅) → 초기 피드백 수집
- 2단계: 교사 커뮤니티·공유·후기 시스템 → 신뢰 생태계 형성
- 3단계: AI 연계 연수, 지역화 자원 자동 추천 → 전국 확산 기반 구축

### 나) 정책적 연계

- 교육청 환경교육센터 및 시도교육청 플랫폼과 연합 API 연동
- 교사 연수 포인트·성과평가 시스템과 연계 활용 실적 인정

## 다. 종합 제언

- 교사들은 “자료가 많지 않아서가 아니라, 내 수업과 맞지 않아서 사용하지 않는다”고 말한다. 따라서, 환경교육자원맵의 성공 조건은 단순한 ‘자료 제공’이 아니라 ① 나의 맥락에 맞춘 조합, ② 신뢰할 만한 예시, ③ 손쉬운 수정 가능성, ④ AI에 대한 심리적 안정감이다.
- 이 네 가지 축을 중심으로 시스템을 설계한다면, 교사들은 “찾는 플랫폼”이 아니라 “함께 수업을 만들어가는 파트너형 AI 시스템”으로 이 서비스를 받아들일 것이다.

### 3. 사용자 유형별 요구 반영

#### 가. 사용자 유형 분석의 기본 관점

- 본 연구에서 제안하는 AI 기반 환경교육 플랫폼은 모든 교사를 동일한 사용자로 가정하지 않는다. 교사들은 환경교육에 대한 경험과 역량, 의지의 수준, 그리고 학교급과 전공 교과에 따라 매우 상이한 요구와 제약 조건을 가지고 있다.
- 따라서 사용자 요구 분석은 단일 기준이 아니라, ① 교사의 환경교육 준비도(Preparedness)와 ② 교사의 학교급 및 전공에 따른 수업 맥락이라는 두 개의 축을 중심으로 이루어졌다.
- 이 두 축은 서로 독립적이면서도 상호 영향을 주며, 플랫폼 설계에서는 이들이 중첩되는 지점에서 AI의 지원이 작동하도록 하는 것이 핵심 과제로 설정되었다.

#### 나. 교사의 환경교육 준비도에 따른 요구 분석

##### 1) 환경교육 준비도의 개념

- 환경교육 준비도는 단순한 지식 수준을 의미하지 않는다. 이는 다음 세 요소가 결합된 개념이다. 이를 바탕으로 교사 집단은 다음과 같이 구분할 수 있다.
- ① 환경교육 관련 경험과 전문성
- ② 환경교육을 수업에 적용하려는 의지와 동기
- ③ 교육과정 해석 및 수업 설계에 대한 자기 효능감

##### 2) 준비도 수준별 교사 유형과 요구

###### 가) 초보 단계 교사: 환경교육 접근에 부담을 느끼는 교사

- 이 유형의 교사들은 환경교육의 필요성에는 공감하지만, 어디서부터 시작해야 할지 모르거나 자신의 교과와 환경교육을 연결하는 데 어려움을 느낀다. 이들에게 환경교육은 종종 '추가 업무', '전문가 영역', '별도의 프로젝트'로 인식된다. 따라서 플랫폼은 이 교사들에게 '환경교육 진입 장벽을 낮추는 역할'을 수행해야 한다.
- 주요 요구
- ① 자신의 교과와 바로 연결되는 명확한 출발점
- ② 성취기준 중심의 간단한 수업 설계 안내
- ③ 실패 위험이 낮은 기본형 수업 예시

## 나) 중간 단계 교사: 환경교육을 시도해 본 경험이 있는 교사

- 이 유형의 교사들은 환경교육을 단발적으로 적용해 본 경험이 있으며, 보다 수업의 질과 확장성에 대한 고민을 가지고 있다. 그러나 여전히 교과 통합의 부담, 자료 탐색과 재구성에 드는 시간, 평가 방식에 대한 불확실성 등을 한계로 인식하고 있다. 따라서 플랫폼은 이 교사들에게 '설계 사고를 확장하는 도구'로 작동해야 한다.

### • 주요 요구

- ① 기존 수업을 변형·확장할 수 있는 설계 아이디어
- ② 교과 간 연계 가능성에 대한 구조적 안내
- ③ 주제 확장(기후, 불평등, 전환 등)에 대한 맥락 제공

## 다) 심화 단계 교사: 환경교육을 주도적으로 실천해 온 교사

- 이 유형의 교사들은 환경교육에 대한 높은 전문성과 실천 경험을 가지고 있으며, 수업 설계에서도 상당한 자율성과 창의성을 발휘한다. 문제는 '무엇을 할 수 있는가'가 아니라, 다른 교사와의 협업, 학교 차원의 확산, 지역사회와의 연계 등 확장과 지속성의 문제이다. 플랫폼은 이들에게 '네트워크와 공명 구조를 제공하는 장'이 되어야 한다.

### • 주요 요구

- ① 자신의 수업 설계를 공유·재구성할 수 있는 구조
- ② 동료 교사 및 지역 자원과의 연결
- ③ 프로젝트·동아리·학교 전체 접근으로의 확장 경로

## 다. 학교급 및 전공 교과에 따른 요구 분석

### 1) 학교급에 따른 수업 맥락의 차이

- 교사의 요구는 학교급에 따라 수업 구조와 제약 조건이 크게 달라진다. 이에 플랫폼은 학교급에 따라 제안의 깊이와 범위, 통합 수준, 활용 가능한 수업 형태를 다르게 제시할 필요가 있다.

- ① 초등학교: 통합적 접근 가능성은 높으나 교사 개인의 부담이 큼
- ② 중학교: 교과 분화가 시작되며 연계 가능성과 부담이 공존
- ③ 고등학교: 교과 전문성은 높으나 입시·시수 제약이 큼

### 2) 전공 교과에 따른 요구의 차이

- 교사의 전공 교과는 환경교육과의 거리감과 접근 방식에 큰 영향을 미친다. 과학·사회 계열 교사는 환경 주제에 대한 친숙도가 높지만, 주제가 특정 관점(과학적 설명, 사회 구조 분석)에 편중될 가능성이 있다.

- 국어·외국어·예술 교과 교사는 환경을 가치·표현·문화의 문제로 접근할 가능성이 높으나, 환경교육으로 인정받는지에 대한 불안이 존재한다. 수학·정보 교과 교사는 환경교육과의 연결 지점을 찾는 데 구조적 지원이 필요하다. 따라서 플랫폼은 교과별 특성을 고려한 차별화된 진입 경로를 제공해야 한다.
- 공통 요구
  - ① “이 수업이 왜 환경교육인가?”에 대한 명확한 근거
  - ② 교과 정체성을 훼손하지 않는 연계 방식
  - ③ 교과 특성에 맞는 환경교육 접근 경로 제시

#### 라. 사용자 요구 분석의 종합적 시사점

- 이상의 분석을 종합하면, AI 기반 환경교육 플랫폼은 다음과 같은 방향성을 가져야 한다. 이러한 요구 분석은 다음 절에서 제시될 AI 기반 기능 구조(교육과정 기반 검색, 성취기준·주제 연계 추천, 수업 설계 지원)가 왜 현재와 같은 형태로 설계되었는지를 설명하는 직접적인 근거가 된다.
  - ① 단일 사용자 모델을 가정하지 않는다.
  - ② 교사의 준비도에 따라 지원의 깊이와 개입 수준을 조절한다.
  - ③ 학교급과 교과에 따라 출발점과 확장 경로를 달리 제시한다.
  - ④ 환경교육을 ‘해야 할 것’이 아니라 ‘이미 하고 있는 수업을 재해석하는 통로’로 제시한다.

### 4. 두 가지 자원맵 모형의 비교

- 2000년대 초반의 “자료 공유 중심형 데이터베이스(나뭇가지형 DB)”에서 이제 “AI 활용형 생성·조합 중심 데이터베이스(리좀형 DB)”로 이행하고 있다는 관점은 환경교육 자원 플랫폼의 진화 방향을 설명하는 데 탁월한 비유이다. 아래는 두 시스템을 ‘나뭇가지형(Tree-based) DB’와 ‘리좀형(Rhizome-based) DB’로 명명하고, 각각의 구조적 특징, 작동 방식, 장단점, 요구 조건을 비교 정리한 내용이다.

#### 가. 관점의 전환: “자료 접근”에서 “의미 연결”로

- 나뭇가지형 DB는 ‘지식의 저장소’, 리좀형 DB는 ‘지식의 생태계’에 비유할 수 있다. 전자는 질서와 관리 중심의 체계라면, 후자는 관계와 감응 중심의 열린 구조인 반면, 리좀형 DB의 강점은 “모든 교사·학생이 지식 생성의 주체로 참여할 수 있다”는 점이며, 이는 생태문명 전환기 교육 플랫폼의 존재론적 패러다임 전환과도 맞닿아 있다.

표 47. 관점의 전환: “자료 접근”에서 “의미 연결”로

비교 항목	나뭇가지형 DB(정보 접근)	리좀형 DB(의미 연결)
지식 내용과 구조	고정된 정보 위계적·선형적	관계 속에서 생성되는 의미 비위계적·순환적
교사의 역할	자료 수집자·전달자	수업 설계자·공동생성자
학생의 역할	수신자	참여자·공동탐구자
자료의 본질	완성된 산출물	유동적 조합 단위(모듈)
기술 패러다임	검색(Search) 정보의 관리	생성(Generation)과 조합 의미의 생태적 순환
플랫폼 철학	정보 접근성 정답과 재현	의미 연결성(Connectivity) 관계와 창조
교육적 지향	전달 중심(Information Delivery) 효율, 표준화	참여 중심(Meaning Co-creation) 맥락, 감응, 협력

- “자료 접근에서 의미 연결로의 전환”은 단순히 기술적 변화(검색 → 생성)가 아니라, 지식의 구조, 교사의 역할, 교육의 존재 방식 자체가 바뀌는 전환을 말한다. 아래는 앞서 표로 압축되었던 내용을 철학적·교육적 관점에서 풀어서 정리한 확장 설명이다.

### 1) 지식의 생태학으로의 전환

- 환경교육은 단순한 정보 전달이 아니라, 인간과 세계의 관계망을 이해하고 재조직하기 위한 복잡하고 역동적이며 체계적인 행위이다. 리좀형 DB는 이러한 관계적 사유를 기술적으로 구현하는 학습생태계이다.

### 2) 교사의 전문성 재구성과 AI의 역할 재정의

- 교사는 ‘자료를 얼마나 알고 있느냐’보다 ‘어떻게 의미를 연결하느냐’가 중요하다. 즉, ‘정보 전문가’에서 ‘의미의 디자이너’로 이동한다. AI는 단순히 답을 주는 도구가 아니라, 교사의 사유를 확장시키는 감응적 존재이다. 교사가 던진 맥락적 질문에 반응하여, 다양한 연결 가능성을 제시한다.

### 3) 학습의 존재론적 변화

- 학습은 ‘정답에 도달하는 과정’이 아니라, 의미가 생겨나는 경험이다. 학생은 지식을 소유하는 대신, 지식과 함께 존재하는 법을 배우는 존재가 된다. 이 전환은 기술적 혁신이 아니라 교육의 존재론적 변화이다. 나뭇가지형 DB가 ‘지식을 정리하는 도구’였다면, 리좀형 DB는 ‘교사와 AI가 함께 의미를 엮어가는 살아 있는 공간’이다. 즉, 앞으로의 환경교육 플랫폼은 정보의 창고가 아니라 의미의 정원, 그리고 교사는 그 안에서 관계의 조율자이자 새로운 생태적 감응을 촉진하는 예술가가 되어야 한다.

## 나. 나뭇가지형(Tree-based) DB

- 2000~2010년대 전형적 형태 — ‘검색·탐색형 플랫폼
- 이 모델은 교사가 지식을 소비하는 존재로서 기능하던 시기와 맞닿아 있다. 자료는 객체화된 정보로 축적되고, 교사는 그것을 찾아내어 자신의 수업에 ‘적용’하는 존재였다.

### 1) 지식의 구조: 위계적·선형적

- ‘교과-단원-차시-활동’의 트리(tree) 구조 속에서 지식이 정리되고, 각 노드는 분명한 경계와 순서를 가진다. 이 모델에서 교사는 루트(교과나 주제)를 따라가며 필요한 잎(자료)을 ‘찾아’ 사용한다. 이 구조의 장점은 정돈과 표준화이다. 하지만 그만큼 관계가 단선적이며, 자료는 연결되지 않고, 문맥도 살아 있지 않다.

### 2) 교사의 역할: 수집자(Collector)

- 이 모델에서 교사는 ‘어디에 어떤 자료가 있는지’ 아는 전문가이다. 자료를 찾아 편집하고, 수업에 맞게 약간 수정하는 것이 주된 활동이다. 결국 교사의 역량은 자료 접근 능력에 좌우되며, ‘이미 완성된 것’을 운용하는 존재로 한정된다.

### 3) 교육적 경험: 전달 중심의 정보 구조

- 이 모델에서 학습은 ‘정보를 얼마나 잘 전달하고 이해했는가’에 초점이 맞춰진다. 수업은 교사가 ‘가져온 자료’를 학생에게 ‘전달’하는 장면으로 구성되며, 학습자는 정보 수신자이며, 자료는 고정된 진리처럼 기능한다. 이 방식은 산업화 시대의 학교 시스템과 닮아 있어서 효율적이지만, 변화하는 세계와 감응하기 어렵다.

표 48. 나뭇가지형(Tree-based) DB

구분	내용
구조적 특징	위계적 구조. 루트(주제·교과) → 가지(단원·학년) → 잎(지도안·활동자료)로 연결된 트리(tree) 구조. 자료는 정적인 형태로 축적되어 있으며, 사용자는 상위 분류를 따라 내려가며 탐색함.
자료 구성 및 활용 방식	교과, 학년, 주제, 난이도 등의 분류체계에 따라 미리 입력된 자료를 검색·다운로드. 사용자는 자료를 ‘선택’하지만 ‘생성’하거나 ‘조합’하지는 않음.
핵심 기능	검색(Search), 필터(Filter), 다운로드(Download) 중심.
대표 기술 및 예시	키워드 검색엔진, 분류 체계(taxonomy), 메타데이터 기반 DB. 예: ESD 자료센터, 초기 교사연구회 자료실 등.
장점	① 체계적 분류로 접근이 명확함. ② 자료 검증·품질관리 용이. ③ 오프라인 공유나 공공DB 구축에 적합.
단점	① 사용자가 원하는 수업 맥락이나 학생 수준에 맞게 변형이 어려움. ② 자료의 생명주기 짧음(교육과정 개정 시 급격히 노후화). ③ 사용자 피드백·확장성 낮음.
요구 조건	- 표준화된 분류체계(학년, 교과, 주제) - 지속적 자료 업데이트 인력 - 중앙집중형 관리 시스템

## 다. 리좀형(Rhizome-based) DB

- (2020년대 이후 — ‘AI 기반 생성·조합형 플랫폼’)
- 리좀(rhizome)은 중심도, 위계도, 경계도 없는 네트워크적 성장 방식을 상징한다. 정보가 아닌 관계와 맥락이 중심이 되며, 교사는 그 속에서 의미를 연결·조합·생성하는 존재로 변한다.

### 1) 지식의 구조: 비위계적·순환적

- 각 데이터(성취기준, 활동, 주제, 장소, 계절, 감정, 지역자원)는 노드가 되어 서로 다층적으로 연결된다. 하나의 수업은 ‘루트’에서가 아니라, 여러 노드의 관계망 안에서 우연히 피어나는 사건으로 구성되며 의미는 선형적인 흐름이 아니라 감응의 네트워크 속에서 생성된다. 예를 들어, “숲의 탄소 흡수”라는 주제는 ‘과학의 생태계 순환’ ↔ ‘윤리의 책임’ ↔ ‘미술의 나무 표현’ ↔ ‘국어의 생태 시 쓰기’와 같이 연결될 수 있다. AI는 이 연결망을 탐색해 교사에게 의미의 경로를 제시한다.

### 2) 교사의 역할: 조율자(Composer)·공동생성자(Co-creator)

- 이 모델에서 교사는 더 이상 자료를 ‘찾는 사람’이 아니라, 의미를 엮는 사람이다. 자신의 교육 맥락(학년, 지역, 학급 분위기, 철학)에 따라 의미의 관계를 재조직한다. AI는 단순 도구가 아니라, 교사와 함께 공동으로 수업을 설계하는 파트너가 된다.

표 49. 리좀형(Rhizome-based) DB

구분	내용
구조적 특징	중심이 없는 네트워크형·비위계적 구조. 모든 데이터(주제, 성취기준, 학습활동, 자료 등)가 서로 연결 가능한 노드(node)로 존재하고, AI가 이를 관계망으로 엮음. 사용자는 하나의 ‘관심지점’에서 출발해 다방향적 연결을 탐색함.
자료 구성 및 활용 방식	교사가 ‘학년, 교과, 주제, 학습목표, 시간, 장소’ 등을 입력하면, AI가 관련 성취기준과 활동자료, 시청각 콘텐츠를 조합·생성·추천함. 즉, 정적 자료 검색이 아니라 맥락 맞춤형 콘텐츠 구성이 이루어짐.
핵심 기능	생성(Generate), 조합(Compose), 추천(Recommend), 연계(Link).
장점	① 교사 개개인의 상황(교과·학년·학습목표·시간)에 맞는 맞춤형 수업 설계 지원 ② 기존 자료 재활용·확장 용이(모듈형 조합) ③ 사용자 데이터 축적을 통한 지속적 학습·개선 가능 ④ 학습자 중심, 협력적 설계 가능
단점	① 데이터 품질·편향 문제 발생 가능 ② 생성 결과의 신뢰성과 저작권 관리가 어려움 ③ 초기 구축 비용과 기술 유지 비용 높음 ④ 교육현장의 디지털 격차와 AI 활용 역량 차이 존재
요구 조건	- 대규모 정제된 학습데이터(교육과정·성취기준·주제별 자원) - 시맨틱 네트워크 및 메타데이터 표준 - AI 모델의 교육적 검증 체계 - 교사 인터페이스(UI) 설계 및 윤리·저작권 관리 시스템

- 교사는 주어진 콘텐츠를 ‘활용’하는 대신, 자신의 관점에서 ‘조합’하고 ‘변주’하며, 이 때 교사의 전문성은 ‘자료 접근 능력’이 아니라 의미 해석력, 관계 감수성, 통합적 사고로 이동한다.

### 3) 교육적 경험: 생성과 참여의 학습 구조

- 이 모델에서 학생은 ‘정보를 받는 존재’가 아니라, 의미를 함께 엮어가는 존재가 된다. 수업은 교사·학생·자료가 서로 감응하면서 새로운 관계를 만드는 학습 사건(event)으로 작동하며, 지식은 완성된 정보가 아니라, 서로의 관계 속에서 끊임없이 생성되는 과정이 된다. 결국 리츨형 DB는 기술 시스템이 아니라 ‘생태적 학습공간’으로 기능하고, 각 노드는 뿌리처럼 얽혀 있으며, 교사는 그 사이를 걷는 정원사와 같다.

## 5. AI 기반 기능 구조 개요: : 교사-AI 상호작용 방식 중심

- 본 플랫폼의 AI 기반 기능 구조는 단순히 여러 기능을 병렬적으로 제공하는 방식이 아니라, 교사가 수업을 설계하는 사고 방식의 차이를 반영하여 구성되었다. 교사들은 수업을 설계할 때 항상 동일한 방식으로 출발하지 않는다.
- 어떤 교사는 수업의 조건과 요소를 비교적 명확히 설정한 뒤 설계를 시작하는 반면, 다른 교사는 키워드나 문제의식, 핵심 활동 정도만 떠올린 상태에서 점진적으로 수업을 구체화해 나간다. 이에 본 플랫폼은 AI 기반 수업 설계 지원 방식을 다음의 두 가지 유형으로 구분하여 설계하였다.



〈그림 4〉 AI 기반 기능 구조 개요: 교사-AI 상호작용 방식 중심

## 가. 조건 기반 설계 지원 방식

### 1) 개념과 특징

- 조건 기반 설계 지원 방식은 교사가 수업 설계에 필요한 주요 요소를 사전에 비교적 명확하게 제시하는 경우를 전제로 한다. 교사는 교과, 학교급, 차시 수, 수업 목표, 성취기준, 핵심 역량, 활동 유형 등의 조건을 입력하고, AI는 이를 종합적으로 분석하여 일정 수준의 완성도를 갖춘 수업안을 제안한다.
- 이 방식은 특히 수업 설계 경험이 축적된 교사, 학교 내 공개수업이나 연구수업을 준비하는 경우, 비교적 명확한 교육과정 요구가 있는 상황에서 효과적으로 작동한다.

### 2) 주요 기능 구조

- ① 교육과정 기반 검색: 입력된 교과·학교급·성취기준에 따른 자료 탐색
  - ② 성취기준·주제 자동 매핑: 환경교육 주제(자연·생활·지구·문화) 및 SDGs 5P와의 연계
  - ③ 수업안 자동 구성: 목표-활동-평가 흐름을 갖춘 기본 수업 구조 제안
- 이때 AI는 정답형 수업안을 제시하는 것이 아니라, 교사가 검토·수정·재구성할 수 있는 초안(draft)을 제공한다.

### 3) 교육적 의미와 한계

- 이 방식은 교사의 설계 부담을 실질적으로 줄여주는 장점이 있으나, 교사가 AI가 제시한 구조에 수동적으로 의존할 위험도 내포하고 있다. 따라서 본 플랫폼에서는 이 방식을 '완성된 결과 제공'이 아니라 '설계 출발점을 빠르게 만들어 주는 도구'로 위치 짓는 것이 바람직하다.

## 나. 대화 기반 설계 지원 방식

### 1) 개념과 특징

- 대화 기반 설계 지원 방식은 교사가 처음부터 명확한 수업 조건을 갖추지 않은 상태에서, 키워드, 핵심 활동, 문제의식, 학습 동기 등 비구조화된 아이디어를 출발점으로 삼는 경우를 전제로 한다.
- 교사는 AI와의 대화를 통해 수업의 방향을 탐색하고, 아이디어를 구체화하며, 점진적으로 수업 구조를 형성해 나간다.
- 이 방식은 특히 환경교육 초보 교사, 새로운 주제에 처음 접근하는 경우, 탐색적·실험적 수업을 구상하는 상황에서 유용하다.

## 2) 주요 기능 구조

- ① 키워드·주제 입력 기반 대화 시작
  - ② AI의 질문과 제안을 통한 수업 요소 확장
  - ③ 교사의 선택에 따른 설계 경로 분기
  - ④ 점진적 구조화(목표-활동-평가 도출)
- 이 과정에서 AI는 교사의 사고를 대신하지 않고, 질문과 피드백을 통해 사고를 촉진하는 역할을 수행한다.

## 3) 교육적 의미와 한계

- 이 방식은 교사의 주도성과 창의성을 최대한 보장하지만, 수업 설계에 일정 시간이 소요될 수 있으며 명확한 결과물에 도달하기까지의 과정이 길어질 수 있다. 따라서 이 방식은 '탐색과 구상 단계에 최적화된 설계 지원'으로 이해할 수 있다.

## 다. 두 설계 방식의 통합: 상보적 작동 구조

- 본 플랫폼에서 중요한 점은, 위의 두 설계 방식이 서로 대립하거나 선택의 대상이 아니라, 하나의 수업 설계 과정 안에서 상호 전환·결합될 수 있도록 설계되었다는 점이다.
- 예를 들어, 교사는 대화 기반 설계 방식을 통해 수업의 열개와 방향을 잡은 뒤, 조건 기반 설계 방식으로 전환하여 수업안을 정교화할 수 있다. 반대로, 조건 기반 설계로 생성된 수업안을 출발점으로 삼아 대화 기반 설계를 통해 의미와 맥락을 보완할 수도 있다. 즉, 본 플랫폼은 '탐색 → 구조화 → 재탐색 → 정교화'라는 순환적 설계 과정을 전제로 한다.

## 라. 종합적 시사점

- AI 기반 기능 구조를 교사-AI 상호작용 방식 중심으로 설계함으로써, 본 플랫폼은 다음과 같은 장점을 갖는다.
  - ① 교사의 준비도와 성향에 따라 유연하게 접근 방식이 달라진다.
  - ② 수업 설계가 단발적 결과물이 아니라 사고의 과정으로 유지된다.
  - ③ AI는 설계를 주도하지 않고, 설계의 질을 높이는 조력자로 기능한다.
- 이는 환경교육 수업이 정형화된 모범 답안을 따르기보다, 각 교과와 맥락 속에서 다양하게 변주되며 공명해야 한다는 본 연구의 기본 관점과도 일치한다.

# 제8장 AI 기반 수업설계 플랫폼 설계안

## 1. 플랫폼 개요 및 설계 원칙

### 가. 플랫폼의 명칭과 개발 배경

- 본 연구에서 제안하는 플랫폼의 명칭은 'GEP-AI'이다. 이 명칭은 UNESCO의 'Greening Education Partnership'에서 영감을 받아, 환경교육의 글로벌 파트너십을 AI로 지원한다는 의미의 'Greening Education Partnership with AI'와 환경교육 자원을 플랫폼으로 통합하여 수업설계를 지원한다는 의미의 'Greening Education Platform with AI'라는 이중적 의미를 담고 있다.
- 본 플랫폼은 앞서 제시한 '자원맵에서 수업설계 환경으로의 전환'이라는 설계 철학과 사 시범적용 결과를 종합적으로 반영하여 구체화되었다. 특히 교사들이 공통적으로 제기한 '자료는 많으나 수업으로 연결하기 어렵다'는 문제의식을 해결하기 위해, 단순한 자료 검색을 넘어 교사의 수업설계 과정 전반을 지원하는 방향으로 설계되었다.

### 나. 핵심 설계 원칙

- **원칙 1. 교육학 이론 기반 설계:** 본 플랫폼은 이재영(2020)<sup>5)</sup>이 개발한 '배움의 수레바퀴 모형'을 핵심 프레임워크로 채택하였다. 이 모형은 경험학습 이론(Kolb)과 변혁적 학습 이론(Mezirow)을 환경교육의 맥락에서 재구성한 것으로, 학습자가 감각과 체험에서 출발하여 성찰, 창작, 실천으로 순환하는 4단계 구조를 제시한다.
- **원칙 2. 교사 주도성 보장(Human-in-the-Loop):** AI는 교사의 역할을 대체하는 것이 아니라 교사의 사고를 보조·확장·가시화하는 역할을 수행한다. 이를 위해 플랫폼은 교사와의 대화를 통해 교육 맥락을 파악하고, 수업설계의 각 단계에서 교사가 검토하고 수정할 수 있는 구조를 제공한다.
- **원칙 3. 품질 보장 체계:** 수업 계획 단계와 자료 검색 단계에 품질 검증 단계(Quality Gate)를 도입하여, AI가 생성한 결과물의 교육적 적절성을 검증한다. 품질 검증 에이전트가 수업안의 교육과정 정합성, 활동의 적절성, 평가의 타당성 등을 자동으로 점검하며, 기준 미달 시 교사에게 보완 방향을 제안한다. 특히 환경교육 도메인 온톨로지를 기반으로 한 RAG(검색증강생성) 시스템을 통해 환경교육 개념 간의 의미적 관계를 활용한 검증이 이루어지며, 이를 통해 교육 내용의 개념적 정확성과 체계성을 보장한다.

5) 이재영(2020) 생태전환교육을 위한 융합과목 미래 구상 연구 보고서, 서울특별시교육청.

- **원칙 4. 교사 책임성 보장:** AI는 교육 결과물에 대해 윤리적·법적 책임을 질 수 없다. 교육의 본질적 특성상, 학습 내용의 적절성과 교육적 효과에 대한 최종 판단과 책임은 오직 인간(교사)만이 질 수 있고 져야 한다. 따라서 Human-in-the-Loop(HITL)은 단순한 기술적 선택이 아니라, 책임 있는 교육을 위한 윤리적 필수 요소이다. 플랫폼은 수업설계의 모든 주요 단계에서 교사의 검토와 승인을 거치도록 설계되었으며, AI가 제안하는 모든 결과물에 대한 최종 결정 권한과 책임은 교사에게 있다.
- **원칙 5. 현장 실용성과 유연성:** 교사들이 실제 수업 현장에서 즉시 활용할 수 있도록, HWPX(한글 문서), PDF, DOCX(Microsoft Word) 등 학교 현장에서 표준적으로 사용되는 문서 형식으로 내보내기 기능을 지원한다. 또한 추가 프롬프트 입력을 통해 사용자가 필요로 하는 교육 자료를 자유롭게 생성, 편집, 다운로드할 수 있어 다양한 교육 상황에 유연하게 대응할 수 있다. 플랫폼은 HITL 기반 멀티에이전트 시스템으로 설계되어, 교과별·학교급별로 차별화된 지원 경로를 제공할 수 있는 확장 가능한 구조를 갖추고 있다.

#### 다. 목표 사용자 및 요구 반영

- 본 플랫폼의 목표 사용자는 크게 4가지 유형으로 구분된다. 각 사용자 유형별 특성과 요구를 분석하여 차별화된 지원 방향을 설계했다.

표 50. 목표 사용자 유형 및 플랫폼 지원 방향

유형	사용자 요구 사항	지원 방향
초·중·고 교사	환경교육 수업을 설계하고 실행하는 주요 사용자	교과-성취기준 기반 진입, 수업설계 전 과정 지원
예비 교사	교육 실습 및 임용 준비 과정에서 환경 수업 설계 학습	기본형 수업 예시 제공, 단계별 가이드
교육 전문직	환경교육 정책 수립 및 자료 개발 참고	자료 현황 분석, 활용 통계 제공
사회 환경교육 활동가	비형식 환경교육 프로그램 설계 참고	주제 중심 검색, 활동 아이디어 탐색

#### [현장 활용 시나리오] 환경교육 경험이 적은 초임 교사의 수업 설계

- 사용자: 김 교사(교직 2년차, 초등학교 5학년 담임)
- 상황: 환경교육 주간 수업을 담당하게 되었으나, 환경교육 전공이 아니어서 막막한 상황
- 활용 기능: 자연어 입력, 자동 개요 생성, 성취기준 자동 매핑
- 결과: '배움의 수레바퀴 모형' 기반 체계적 수업 설계, 학교급별 적절한 시간 배분 제안

## 2. 이론적 기반: 배움의 수레바퀴 모형

### 가. 모형의 학습이론적 배경

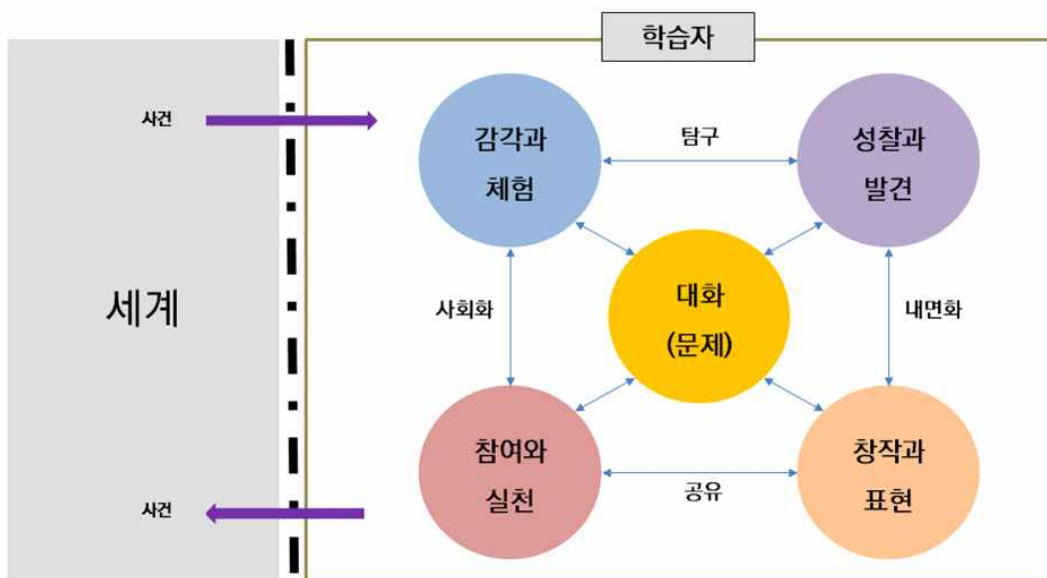
- '배움의 수레바퀴 모형'은 환경교육의 특수성을 반영하여 개발된 학습모형으로, 학습자가 체험에서 시작하여 성찰, 창작, 실천을 순환하며 변혁적 학습을 경험하도록 설계되었다.

표 51. 배움의 수레바퀴 모형의 학습이론적 기반

이론	내용	활용 방안
경험학습 이론 (Kolb)	구체적 경험 → 반성적 관찰 → 추상적 개념화 → 능동적 실험	4단계 순환 구조의 기초
변혁적 학습 이론(Mezirow)	비판적 성찰을 통한 관점 전환	성찰과 발견, 참여와 실천 단계
사회적 구성주의	사회적 상호작용을 통한 지식 구성	공유, 사회화 연결고리
체화된 인지	몸과 감각을 통한 학습	감각과 체험 단계

### 나. 4X4 순환 구조

- 배움의 수레바퀴 모형은 4단계와 4가지 과정(연결고리)로 구성된 8블록 구조이다. 각 단계는 순차적으로 진행되면서도 필요에 따라 순환하고 반복될 수 있는 유연한 구조를 갖는다.



〈그림 5〉 배움의 수레바퀴 순환 구조

### 1) 1단계: 감각과 체험(Sensing & Experiencing)

- 이 단계는 학습의 출발점으로, 학습자가 환경과 직접 상호작용하며 감각적 경험을 하는 단계이다. 핵심 활동으로는 자연 관찰, 오감 활용 탐색, 현장 탐방, 실험 및 실습 등이 포함된다.

### 2) 2단계: 성찰과 발견(Reflecting & Discovering)

- 이 단계는 체험을 바탕으로 깊이 생각하고, 새로운 의미와 패턴을 발견하는 단계이다. 핵심 활동으로는 토론, 성찰 글쓰기, 마인드맵 작성, 데이터 분석 등이 포함된다.

### 3) 3단계: 창작과 표현(Creation & Expression)

- 이 단계는 발견한 통찰을 바탕으로 새로운 가능성을 상상하고, 창의적 산출물을 만드는 단계이다. 핵심 활동으로는 디자인 씽킹, 프로토타입 제작, 예술적 표현, 캠페인 기획 등이 포함된다.

### 4) 4단계: 참여와 실천(Engaging & Acting)

- 이 단계는 창작한 것을 실제로 실행하고, 지역사회에 참여하며 변화를 만들어가는 단계이다. 핵심 활동으로는 캠페인 실행, 봉사활동, 정책 제안, 실천 프로젝트 등이 포함된다.

### 5) 4가지 연결고리: 탐구, 내면화, 공유, 사회화

- 탐구(체험→성찰): 체험에서 질문을 발견하고 탐구하는 과정. 관찰 일지 작성, 의문점 기록, 데이터 수집, 현상 분석 등의 활동을 포함한다.
- 내면화(성찰→창작): 발견한 의미를 자기화하여 창작으로 연결하는 과정. 가치 명료화, 개인적 의미 부여, 관점 정리, 아이디어 구상 등을 포함한다.
- 공유(창작→실천): 창작물을 공유하고 피드백을 통해 실천으로 연결하는 과정. 작품 발표, 동료 피드백, 협력 프로젝트, 전시회 개최 등을 포함한다.
- 사회화(실천→체험): 실천의 결과가 새로운 체험으로 이어지며 순환을 완성하는 과정. 지역사회 참여, 캠페인 실행, 변화 체험, 새로운 문제 발견 등을 포함한다.

#### [현장 활용 시나리오] 지역 연계 프로젝트 수업을 준비하는 중학교 교사

- 사용자: 박 교사(중학교 과학, 교직8년차)
- 상황: 학교 인근 하천의 수질 오염 문제를 주제로 3차시 프로젝트 수업을 계획 중
- 활용 기능: 질문 에이전트, 자료 검색, 프로젝트 차시 설계
- 결과: 배움의 수레바퀴 4단계가 녹아든 프로젝트 구조, 지역 맥락 반영 맞춤형 수업

### 3. 시스템 아키텍처 및 주요 기능

#### 가. 기술 스택 선정 원칙

- 플랫폼 기술 스택 선정 시 다음 5가지 원칙을 적용하였다.
- 교육 현장 적합성: 학교 환경에서 안정적으로 작동하고, 다양한 기기와 브라우저를 지원해야 한다.
- 개발 생산성: 빠른 프로토타이핑과 반복적 개선이 가능해야 한다.
- 확장성: 사용자 증가와 기능 확장에 유연하게 대응할 수 있는 구조를 갖추어야 한다.
- 한국어 지원: AI 모델의 한국어 처리 성능과 응답 품질이 높아야 한다.
- 비용 효율성: 교육 기관의 예산 제약을 고려하여 운영 비용이 합리적이어야 한다.

표 52. 플랫폼 기술 스택

영역	기술 스택	내용
프론트엔드	Next.js + TypeScript	SSR 지원으로 초기 로딩 최적화, App Router 활용, 타입 안정성 확보
UI 컴포넌트	Radix UI + Tailwind CSS	웹 접근성 표준 준수, 커스터마이징 용이
AI 오케스트레이션	HITL 기반 멀티에이전트	교사 질의응답 및 확인 단계를 포함한 단계별 워크플로우 제어
대규모 언어 모델	Google Gemini 2.5 Flash	한국어 성능 우수, 비용 효율적, 웹 검색 병행 가능
벡터 데이터베이스	Supabase (pgvector)	PostgreSQL 통합으로 관리 용이, 하이브리드 검색 지원
파일 저장소	Google Cloud Storage	대용량 교육자료 저장에 적합
배포	Vercel	Next.js 최적화, 자동 배포 및CDN 지원

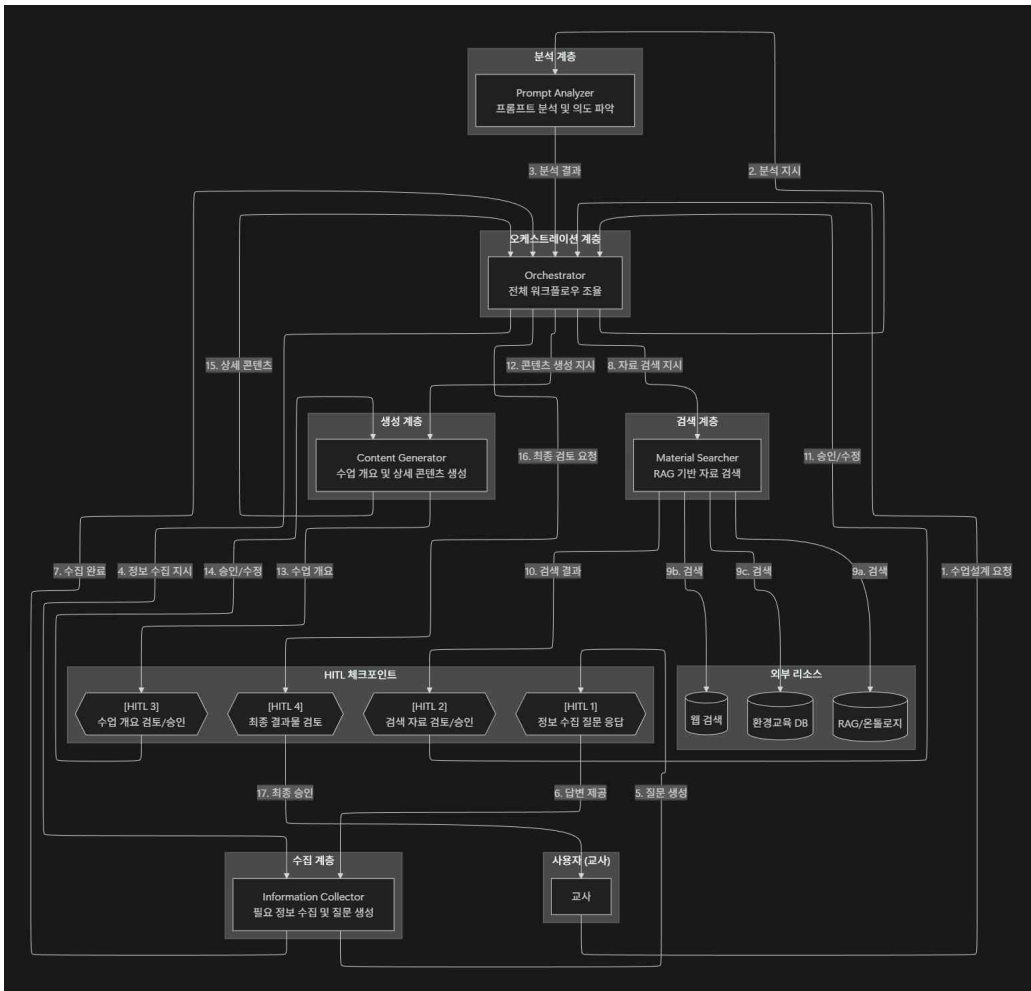
#### 나. 멀티에이전트 기반 수업설계 지원 구조

##### 1) HITL 멀티에이전트 아키텍처

- 본 플랫폼의 핵심 기능인 AI 기반 수업설계 지원은 HITL(Human-in-the-Loop) 기반 멀티에이전트 시스템으로 구현되었다.
- 오케스트레이터(Orchestrator)는 전체 워크플로우를 조율하고 시스템 상태를 관리하는 중추적 역할을 담당한다. 각 에이전트의 실행 순서와 흐름을 제어하며, 에이전트 간 통신을 중재하고 결과를 통합하여 일관된 수업설계 프로세스가 진행되도록 한다. 플랫폼에는 5개의 전문 에이전트가 협업하는 구조로 설계되었다.
- 프롬프트 분석 에이전트(Prompt Analyzer)는 교사가 입력한 요청을 분석하고 교육적

의도를 파악하는 역할을 수행한다. 이 에이전트는 교사의 명시적 요구뿐 아니라 암묵적 요구사항까지 추론하여, 후속 에이전트들이 활용할 수 있는 구조화된 형태로 변환한다.

- 정보 수집 에이전트(Information Collector)는 교사와의 질의응답을 통해 수업 맥락에 필요한 정보를 수집한다. AskHuman 시스템을 통해 학교급, 학년, 학생 특성, 수업 목표 등 수업설계에 필수적인 정보를 교사에게 질문하고, 수집된 정보를 구조화하여 다른 에이전트에 제공한다.



〈그림 6〉 HITL 멀티에이전트 아키텍처

- 자료 검색 에이전트(Material Searcher)는 RAG(검색증강생성) 기반 벡터 검색을 통해 수업 맥락에 적합한 환경교육 자료를 검색한다. 검색 결과가 충분하지 않을 경우 웹 검색을 병행하여 최신 정보를 확보하며, 검색된 자료의 맥락 적합성을 평가하고 관련성 순위를 매겨 콘텐츠 생성 에이전트에 전달한다.
- 콘텐츠 생성 에이전트(Content Generator)는 수집된 정보와 검색된 자료를 바탕으로 수업 개요 및 상세 지도안을 생성한다. 활동지, 평가계획, 루브릭 등 교육 자료를 작

성하며, 내부 품질 검증 로직을 통해 생성된 결과물의 교육적 적절성을 점검한다.

- 모든 주요 단계에서는 HITL 확인/승인 시스템이 작동하여 교사의 수동 승인 및 피드백을 받는다. 교사는 각 단계에서 생성된 결과물을 검토하고, 필요시 수정을 요청하거나 추가 정보를 제공할 수 있다. 이를 통해 AI가 제안하는 모든 결과물에 대한 최종 결정 권한과 책임은 교사에게 귀속된다.

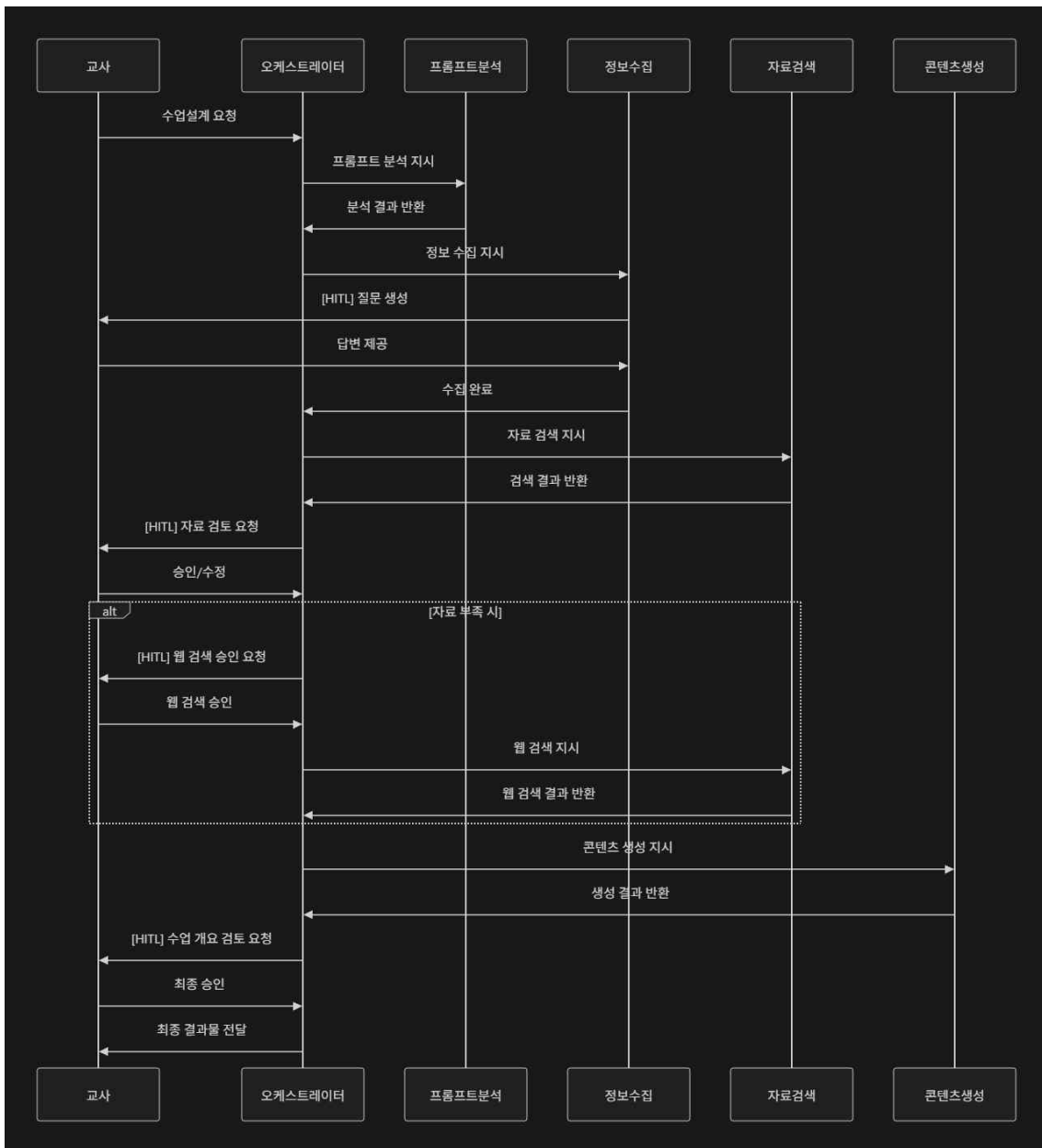
표 53. 멀티에이전트 시스템 구성

에이전트	주요 역할
오케스트레이터 (Orchestrator)	전체 워크플로우 조율 및 상태 관리, 에이전트 간 통신 중재
프롬프트 분석 에이전트 (Prompt Analyzer)	교사 입력 분석 및 교육 맥락 파악, 암묵적 요구사항 추론
정보 수집 에이전트 (Information Collector)	교사 질의응답을 통한 수업 맥락 정보 수집, HITL 질문 생성
자료 검색 에이전트 (Material Searcher)	온톨로지 기반RAG 검색, 필요 시 웹 검색 병행, 맥락 적합성 평가
콘텐츠 생성 에이전트 (Content Generator)	수업 개요 및 상세 지도안 생성, 활동지·평가계획 작성, 품질 검증 수행

## 2) HITL기반 멀티에이전트 워크플로우

- HITL 멀티에이전트 워크플로우는 교사의 수업설계 요청부터 최종 결과물 전달까지 6개의 주체(교사, 오케스트레이터, 프롬프트 분석, 정보 수집, 자료 검색, 콘텐츠 생성)가 순차적으로 상호작용하는 구조로 설계되었다.
- 워크플로우는 교사가 수업설계 요청을 전달하면서 시작된다. 요청은 먼저 프롬프트 분석 에이전트(Prompt Analyzer)에게 전달되어 교육적 의도와 요구사항이 파악되고, 분석 결과는 오케스트레이터(Orchestrator)에게 전달된다. 오케스트레이터는 전체 프로세스의 중심 허브로서 각 에이전트의 실행 순서와 흐름을 제어한다.
- 오케스트레이터는 분석 결과를 바탕으로 정보 수집 에이전트(Information Collector)에게 정보 수집 지시를 내린다. 정보 수집 에이전트는 수업설계에 필요한 추가 정보를 확보하기 위해 HITL 질문을 생성하여 교사에게 전달한다. 이 단계에서 학교급, 학년, 차시, 학생 특성, 수업 목표 등 맥락 정보를 질문하며, 교사가 답변을 제공하면 정보 수집 에이전트는 이를 구조화하여 오케스트레이터에게 보고한다.
- 오케스트레이터는 수집된 정보를 바탕으로 자료 검색 에이전트(Material Searcher)에게 자료 검색 지시를 내린다. 자료 검색 에이전트는 RAG 기반 벡터 검색을 수행하여 수업 맥락에 적합한 환경교육 자료를 탐색한다. 검색 결과는 첫 번째 HITL 검토 단계(자료 검토)를 거쳐 교사의 승인을 받는다. 이 과정에서 검색된 자료가 충분하지 않을 경우, 두 번째 HITL 검토 단계(웹 검색 승인)를 통해 교사가 웹 검색 실행을 승인하면 추가 자료를 확보한다.

- 교사의 자료 승인이 완료되면 오케스트레이터는 콘텐츠 생성 에이전트(Content Generator)에게 콘텐츠 생성 지시를 내린다. 콘텐츠 생성 에이전트는 수집된 정보와 검색된 자료를 종합하여 수업 개요, 상세 지도안, 활동지, 평가계획 등을 생성한다. 생성된 결과물은 세 번째 HITL 검토 단계(수업 개요 검토)를 거쳐 교사의 최종 승인을 받은 후 전달되어 워크플로우가 완료된다.
- 이러한 워크플로우 구조는 AI가 자동으로 처리하는 단계와 교사가 직접 개입하는 3단계 HITL 검토(자료 검토, 웹 검색 승인, 수업 개요 검토)를 명확히 구분하여, 효율성과 교육적 책임성을 동시에 확보한다.



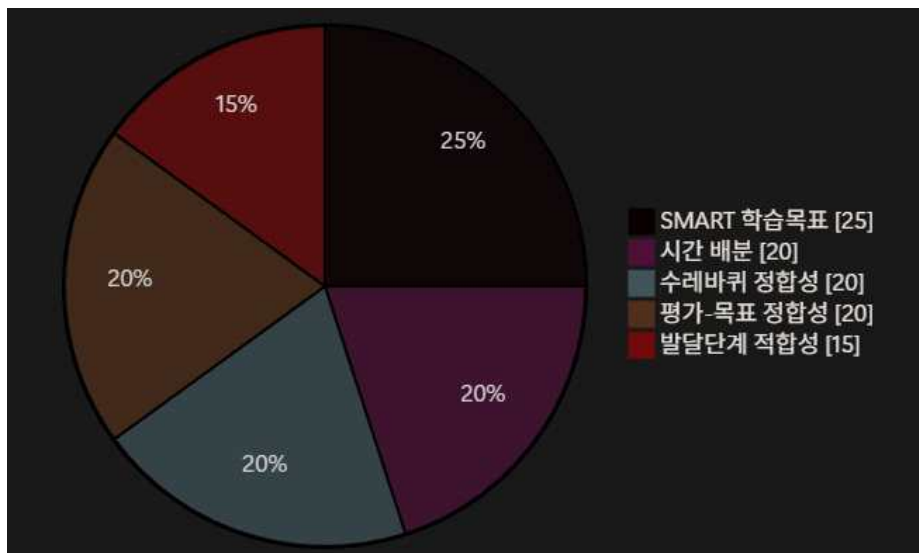
〈그림 7〉 HITL 멀티에이전트 워크플로우

표 54. 내보내기 지원 형식

형식	특징	용도
HWPX	한글 문서 형식, 표·이미지 포함, 학교 공문서 양식 준수	공식 수업지도안, 학교 제출용
PDF	인쇄용 고품질PDF, 레이아웃 고정	수업 자료 배포, 인쇄물
DOCX	Microsoft Word 형식, 편집 용이	동학년 공동 수업설계, 협의회 자료
HTML	웹 페이지 형식, 온라인 공유 용이	온라인 학습 플랫폼 업로드
Markdown	경량 마크업 형식, 버전 관리 용이	개발자 친화적 문서화
JSON	구조화된 데이터 형식	API 연동, 데이터 분석

### 3) 품질 검증 기능

- 콘텐츠 생성 에이전트는 수업안의 교육적 적절성을 보장하기 위해 5가지 항목에 대한 품질 검증 기능을 수행한다.
- 첫 번째 검증 항목은 SMART 학습목표 검증(25%)이다. SMART는 Specific(구체적), Measurable(측정 가능), Achievable(달성 가능), Relevant(관련성), Time-bound(시간 제한)의 약자로, 효과적인 학습목표 설정의 국제적 기준이다. 이 검증에서는 '이해하다', '알다' 등 모호한 동사를 감지하고, '설명하다', '분류하다', '비교하다' 등 측정 가능한 행동 동사 사용을 권장한다.
- 두 번째 검증 항목은 시간 배분 합리성 검증(20%)이다. 수업의 도입(10-20%), 전개(60-70%), 정리(15-25%) 단계별 시간 비율이 적절하게 배분되었는지 확인하여, 학습 활동이 효과적으로 구성되도록 한다.



〈그림 8〉 품질 검증 항목별 가중치

- 세 번째 검증 항목은 배움의 수레바퀴 정합성 검증(20%)이다. 교사가 선택한 학습 단계(감각과 체험, 성찰과 발견, 창작과 표현, 참여와 실천)와 실제 설계된 활동이 적절하게 매칭되는지 확인하여, 이론적 프레임워크와 실제 수업 내용의 일관성을 보장한다.
- 네 번째 검증 항목은 평가-목표 정합성 검증(20%)이다. 수업 초반에 설정된 학습목표가 평가 기준과 루브릭에 적절히 반영되었는지 확인하여, 목표-활동-평가 간의 정렬(alignment)을 보장한다.
- 다섯 번째 검증 항목은 발달단계 적합성 검증(15%)이다. 학교급과 학년에 따른 문장 길이, 어휘 수준, 개념의 복잡도가 학습자의 발달 단계에 적합한지 확인하여, 교육 내용의 수준 적절성을 보장한다.

**[현장 활용 시나리오] 교과 융합 수업을 설계하는 고등학교 교사**

- 사용자: 이 교사(고등학교 사회)
- 상황: 동료 국어 교사와 함께 '기후위기와 청소년의 목소리' 주제로 사회-국어 융합 수업 준비
- 활용 기능: 복수 교과 성취기준 매핑, 웹 검색으로 최신 기후 뉴스 반영, 협업 형태 내보내기
- 결과: 복수 교과 성취기준 자동 연결, 교과 간 논리적 연결성 유지, 동료 교사와 협업 가능한 형태로 내보내기

## 다. 온톨로지 기반 RAG 검색 시스템

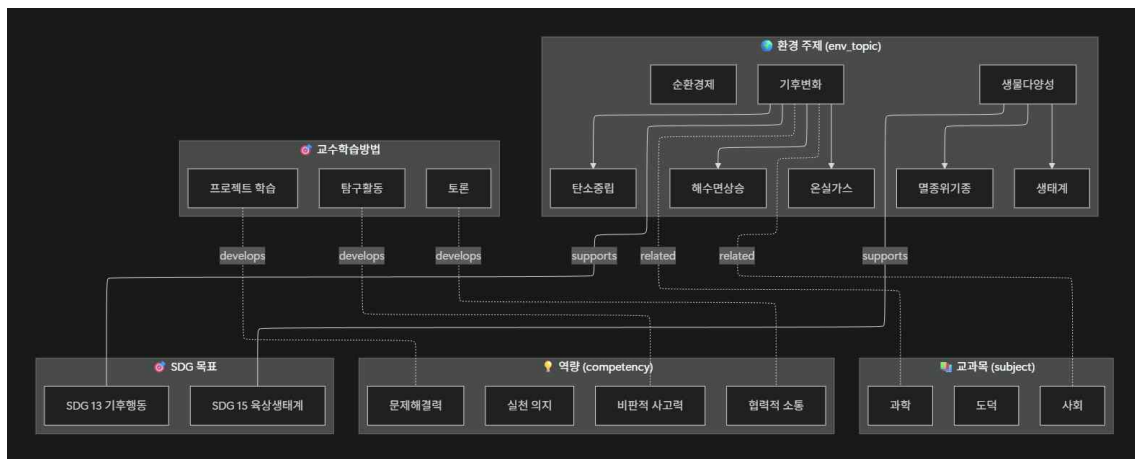
### 1) 다차원 교육 온톨로지 설계

- 환경교육 자료의 체계적 분류와 의미 기반 검색을 지원하기 위해, RDF/OWL 표준을 기반으로 한 다차원 교육 온톨로지 시스템을 구축하였다. 온톨로지는 지식을 개념(노드)과 관계(엣지)의 그래프 구조로 표현하여, 단순 키워드 매칭을 넘어 개념 간 의미적 연관성을 활용한 검색을 가능하게 한다.

표 55. 온톨로지 차원 정의

차원(Dimension)	설명	예시
env_topic	환경 주제	기후변화, 탄소중립, 생물다양성, 순환경제, 수질오염 등
subject	교과목	과학, 사회, 도덕, 국어, 실과, 미술 등
competency	환경교육 역량	비판적 사고력, 문제해결력, 협력적 소통 능력, 실천 의지 등
teaching_method	교수학습 방법	토론, 프로젝트 학습, 탐구활동, 체험학습, 협동학습 등
activity_type	활동 유형	실험, 현장학습, 조사활동, 만들기, 캠페인 등
resource_type	자료 유형	교육영상, 활동지, 교사용 지도서, 읽기자료, 사진/그림 등
sdg_goal	UN SDGs 목표	SDG 13(기후행동), SDG 15(육상생태계), SDG 14(해양생태계) 등
school_level	학교급	초등 저학년, 초등 고학년, 중학교, 고등학교
grade	학년군	초등 1~2학년군, 3~4학년군, 5~6학년군 등

- 본 플랫폼의 온톨로지는 환경교육 자료의 다면적 특성을 반영하여 9가지 차원(Dimension)으로 구성되었다. 각 차원은 독립적인 분류 체계를 가지면서도 상호 연결되어, 복합적인 검색 조건과 자료 간 관계 추론을 지원한다.
- 각 차원의 노드는 계층 구조(broader/narrower)를 가지며, 768차원 벡터 임베딩을 포함하여 의미 기반 유사도 검색을 지원한다. 예를 들어, '기후변화' 주제는 '탄소중립', '온실가스', '기후위기'와 같은 하위 개념과 연결되어 있어, '기후변화' 검색 시 관련 하위 개념의 자료도 함께 검색된다.



〈그림 9〉 다차원 온톨로지 구조 예시

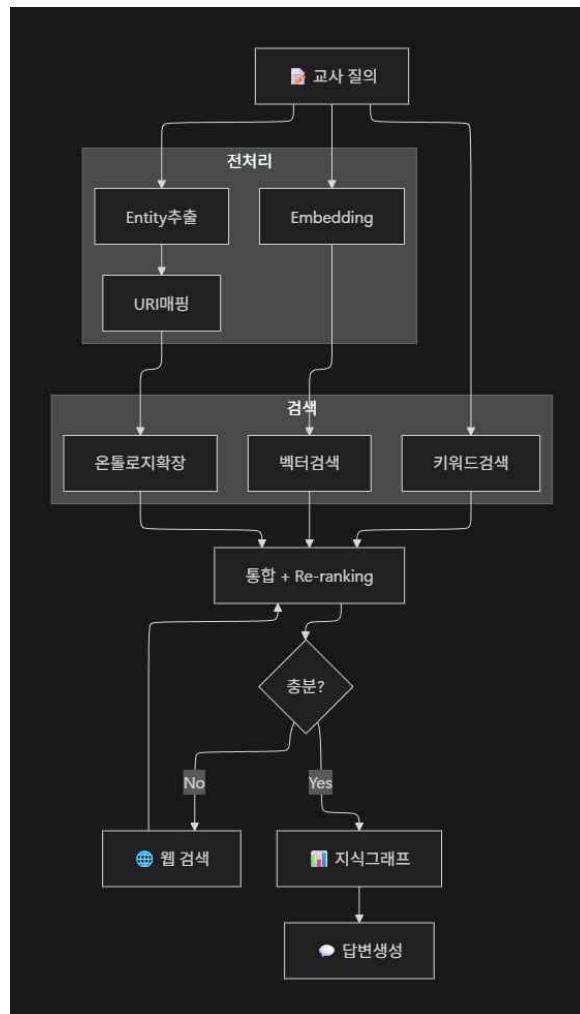
- 온톨로지 노간의 관계는 10가지 타입으로 정의되어, 개념 간 다양한 의미적 연결을 표현한다. 이러한 관계는 검색 시 컨텍스트 확장과 자료 추천에 활용된다. 각 관계는 가중치(0.0~1.0)와 신뢰도를 가지며, 검색 결과 순위 산정과 추천 정확도 향상에 기여한다. 관계 정보는 수동 입력(manual), 자동 추론(automatic), 검증 완료(verified)의 세 가지 방식으로 구축되며, 자동 추론된 관계는 전문가 검토를 통해 신뢰도를 높인다.

표 56. 온톨로지 관계 타입

관계 타입	설명	활용 예시
broader	상위 개념	'탄소중립' → '기후변화' (상위 주제)
narrower	하위 개념	'기후변화' → '온실가스', '해수면상승'
related	연관 개념	'기후변화' ↔ '에너지', '생물다양성'
requires	필요 조건	'탄소발자국 계산' → '탄소중립 개념 이해' (선수학습)
complements	보완 관계	'토론 활동' ↔ '조사 활동'
applies_to	적용 대상	'프로젝트 학습' → '과학', '사회' (적용 교과)
develops	역량 개발	'캠페인 활동' → '실천 의지', '협력적 소통'
supports	SDG 지원	'기후변화 교육' → SDG 13
suitable_for	적합 대상	'그림책 활용' → '초등 저학년'
contradicts	대립 관계	개념 간 상반되는 관점 표현

## 2) 하이브리드 검색 아키텍처

- RAG 검색 시스템과 온톨로지를 통합하여, 벡터 유사도 검색과 지식 그래프 기반 검색을 결합한 하이브리드 검색 방식을 구현하였다. 이를 통해 단순 의미 유사성뿐 아니라 교육적 맥락과 개념 간 관계를 반영한 검색 결과를 제공한다.
- 검색 과정은 입력 단계에서 시작된다. 교사가 입력한 질의는 두 가지 경로로 동시 처리된다. 첫째, Query Embedding 과정을 거쳐 768차원 벡터로 변환되어 벡터 검색에 활용된다. 둘째, Gemini 모델을 통해 질의에서 환경 주제, 교과목, 학교급 등의 엔터티가 추출되어 온톨로지 URI로 매핑된다.
- 하이브리드 검색 단계에서는 세 가지 방식이 동시에 작동한다. 벡터 검색은 의미적으로 유사한 문서를 탐색하고, 키워드 검색은 단어가 직접 일치하는 문서를 탐색한다. 온톨로지 확장은 추출된 개념의 상위/하위/연관 개념을 그래프 탐색하여 검색 범위를 확대한다. 세 검색 결과는 가중치 기반으로 통합되어 최종 순위가 결정된다.



〈그림 10〉 온톨로지 기반 RAG 하이브리드 검색 아키텍처

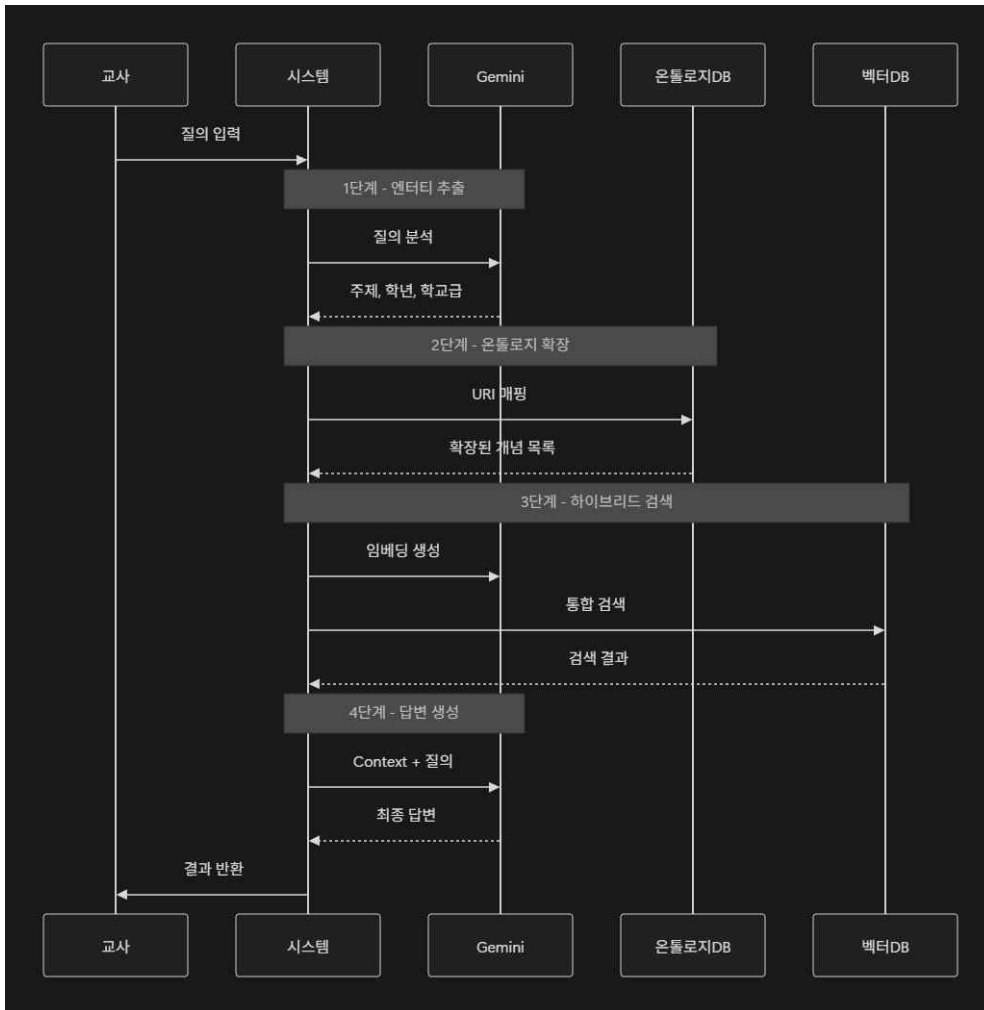
- 하이브리드 검색의 기본 가중치는 벡터 검색 70%, 온톨로지 확장 30%로 설정되어 있으며, 교사의 검색 의도에 따라 조정 가능하다. 온톨로지 확장 깊이는 1~3단계로 설정할 수 있어, 좁은 범위의 정확한 검색과 넓은 범위의 탐색적 검색을 모두 지원한다.
- 자료 충분성 판단 단계에서는 통합된 검색 결과가 수업설계에 충분한지 평가한다. 검색 결과가 충분하지 않을 경우 웹 검색을 병행하여 최신 정보와 추가 자료를 확보하고, 이를 기존 검색 결과와 통합한다.

표 57. 온톨로지 기반 RAG 하이브리드 검색 아키텍처 범례

단계	구성요소	설명
전처리	Query Embedding	768차원 벡터 변환
	Entity Extraction	Gemini 기반 개념 추출
	URI Mapping	온톨로지 URI 매핑
검색	벡터 검색	pgvector 코사인 유사도
	키워드 검색	Full-text Search
	온톨로지 확장	그래프 탐색 (depth 1~3)
통합	RRF 통합	순위 기반 결과 통합
	가중치 적용	Vector 70% + Ontology 30%
	Re-ranking	맥락 적합성 평가
출력	지식 그래프	노드-엣지 시각화
	답변 생성	Gemini 2.5 Flash

### 3) 6단계 검색 프로세스

- 온톨로지 기반 RAG 검색은 6단계의 체계적인 프로세스로 진행된다. 각 단계는 이전 단계의 결과를 활용하여 점진적으로 검색 품질을 향상시킨다.
- 1단계 (엔티티 추출): Gemini 모델이 교사의 검색 질의에서 환경 주제, 교과목, 학교 급, 학년 등의 엔티티를 자동 추출한다. 명시적 정보뿐 아니라 맥락에서 암묵적 의도도 파악한다.
- 2단계 (URI 매핑 및 컨텍스트 확장): 추출된 엔티티를 온톨로지의 URI로 매핑하고, 그래프 탐색을 통해 관련 개념을 확장한다. broader, narrower, related 관계를 따라 설정된 깊이(1~3)까지 탐색한다.
- 3단계 (쿼리 임베딩): 원본 질의를 Gemini text-embedding-004 모델로 768차원 벡터로 변환한다.
- 4단계 (하이브리드 검색): 쿼리 임베딩과 확장된 온톨로지 개념을 결합하여 Supabase pgvector에서 관련 자료를 검색한다. 벡터 유사도와 온톨로지 관련성을 가중치로 통합한다.
- 5단계 (지식 그래프 구성): 검색 결과와 온톨로지 관계를 기반으로 지식 그래프를 구성하여 자료 간 연결 관계를 시각화 데이터로 변환한다.



〈그림 11〉 온톨로지 기반 검색 프로세스

- 6단계 (답변 생성): 검색된 자료(Context)와 지식 그래프 정보를 종합하여 Gemini 2.5 Flash가 맥락에 적합한 답변을 생성한다. 출처 인용([1], [2])과 개념 간 관계를 반영한 체계적 설명을 제공한다.

**[현장 활용 시나리오] 교과 연계 환경수업을 계획하는 초등 교사**

- 사용자: 김 교사(초등학교 4학년 담임)
- 상황: '탄소중립'을 주제로 과학-사회 연계 수업을 계획하며, 4학년 수준에 맞는 활동을 찾고 있음
- 활용 기능: 온톨로지 기반 검색으로 '탄소중립' 입력 시 상위 개념(기후변화), 하위 개념(탄소발자국, 온실가스), 연관 교과(과학, 사회)가 자동 확장됨
- 결과: 4학년 수준에 적합한 탄소발자국 계산 활동지, 온실가스 실험 자료, 사회과 SDG 연계 자료가 함께 검색됨. 선수학습으로 '온실효과' 개념 자료가 추천됨

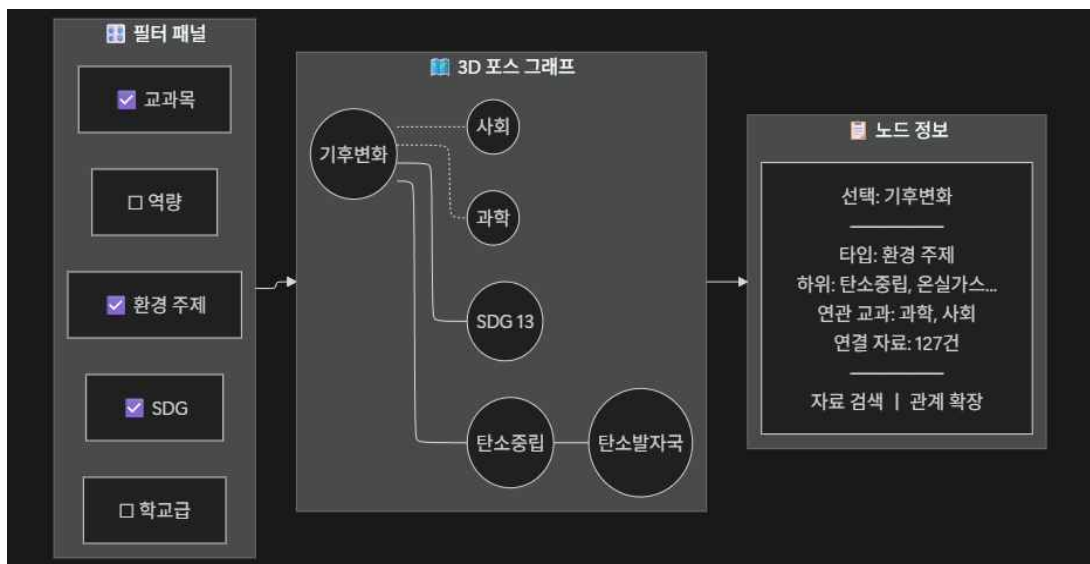
[현장 활용 시나리오] 수업 자료를 신속하게 탐색해야 하는 교사

- 사용자: 최 교사(초등학교 3학년 담임)

- 상황: 내일 환경의 날 계기 교육을 위해 20분 내외 활동 자료가 급하게 필요
- 활용 기능: 3D 온톨로지 맵에서 '환경 주제' 차원만 필터링 후 '환경의 날' 노드 클릭
- 결과: 환경의 날과 연결된 자료 목록이 즉시 표시되고, 3학년 수준 필터 적용으로 적합한 영상자료와 간단한 활동지가 검색됨

#### 4) 3D 온톨로지 맵 시각화

- 온톨로지의 복잡한 구조를 직관적으로 이해할 수 있도록, 3D 포스 그래프(Force-Directed Graph) 기반의 인터랙티브 시각화 기능을 제공한다. 교사는 온톨로지 맵을 통해 환경교육 개념 간 관계를 탐색하고, 특정 노드를 클릭하여 연결된 자료를 직접 검색할 수 있다.
- 시각화 기능은 다음과 같은 인터랙션을 지원한다.
  - 차원 필터링: 9가지 차원 중 관심 있는 차원만 선택하여 표시. 복잡한 그래프를 단순화하여 특정 관계에 집중할 수 있다.
  - 줌/패닝/회전: 3D 공간에서 마우스와 터치를 통한 자유로운 탐색
  - 노드 클릭: 특정 개념 선택 시 해당 개념의 상세 정보와 연결된 자료 목록 표시
  - 관계 하이라이트: 선택된 노드와 연결된 관계를 색상과 선 굵기로 구분하여 표시
  - 뷰 전환: 3D 네트워크 뷰, 계층 트리 뷰, 연결 행렬 뷰 간 전환
- 온톨로지 기반 검색은 다음과 같은 교육적 이점을 제공한다.
  - 개념 확장: '기후변화'를 검색하면 '탄소중립', '온실가스' 등 관련 자료도 함께 제공
  - 교과 연계: 특정 환경 주제와 연결된 교과별 성취기준 자동 매핑
  - 선수학습 제안: 'requires' 관계를 통해 효과적인 학습 순서 안내
  - 역량 기반 검색: 특정 환경교육 역량 개발에 적합한 활동과 자료 추천



〈그림 12〉 3D 온톨로지 맵 인터페이스

## 4. 부가 기능

### 가. 내 수업 관리 기능

- 플랫폼은 교사가 생성한 수업안을 체계적으로 관리할 수 있도록 5가지 핵심 기능을 제공한다.
- 첫 번째 기능은 수업안 저장이다. AI가 생성한 수업안을 교사의 개인 저장소에 저장할 수 있으며, 수업 개요, 상세 지도안, 활동지, 평가계획 등 수업설계 과정에서 생성된 모든 산출물이 함께 저장된다.
- 두 번째 기능은 수업안 조회이다. 저장된 수업안 목록을 조회할 수 있으며, 학교급, 환경교육 주제, 생성일 등 다양한 기준으로 필터링하여 원하는 수업안을 신속하게 찾을 수 있다.
- 세 번째 기능은 수업안 수정이다. 수업 목표, 활동 내용, 시간 배분 등을 교사가 직접 편집할 수 있으며, 추가 프롬프트를 입력하여 AI가 특정 부분을 재생성하도록 요청하는 것도 가능하다.
- 네 번째 기능은 폴더 관리이다. 학기별, 주제별, 학년별로 폴더를 생성하여 수업안을 분류 관리할 수 있어, 다수의 수업안을 효율적으로 정리하고 접근할 수 있다.
- 다섯 번째 기능은 버전 관리이다. 수업안의 수정 이력이 자동으로 기록되며, 필요 시 이전 버전으로 복원하는 것이 가능하며, 수정 과정에서의 실수나 변경 사항을 안전하게 관리할 수 있다.

표 58. 내 수업 관리 기능 구성

기능	내용
수업안 저장	AI 생성 수업안을 개인 저장소에 저장(개요, 지도안, 활동지, 평가계획 등 포함)
수업안 조회	저장된 수업안 목록 조회, 학교급/환경주제/생성일 기준 필터링
수업안 수정	수업 목표, 활동 내용, 시간 배분 등 직접 편집, 추가 프롬프트로 AI 재생성 가능
폴더 관리	학기별, 주제별, 학년별 폴더로 분류 관리
버전 관리	수업안 수정 이력 자동 기록, 이전 버전 복원 가능

#### [현장 활용 시나리오] 기존 수업을 개선하고자 하는 경력 교사

- 사용자: 정 교사(중학교 환경, 교직15년차)
- 상황: 강의 중심 수업을 학생 참여형으로 개선하고 싶음
- 활용 기능: 기존 수업 분석, 재구성, AI 개선안 제안, 추가 프롬프트로 세부 조정
- 결과: 기존 수업 객관적 분석, 배움의 수레바퀴 모형 기반 개선안, 경력 교사 노하우 존중하는 구조 개선

## 나. 커뮤니티 및 공유 기능

- 수업안 공유 기능을 통해 교사는 자신이 설계한 수업안을 다른 교사들과 공유할 수 있다. 공유된 수업안에는 댓글과 별점 평가를 남길 수 있어, 수업안의 현장 적용 결과에 대한 피드백이 축적된다. 팔로우 기능과 컬렉션 기능을 통해 관심 있는 교사를 팔로우하고 우수 수업안을 큐레이션할 수 있다.

### [현장 활용 시나리오] 커뮤니티에서 우수사례를 발굴하는 장학사

- 사용자: 서 장학사(A교육지원청)
- 상황: 관내 환경교육 우수 수업 사례를 발굴하여 장학자료로 제작하고자 함
- 활용 기능: 커뮤니티 인기순 정렬, 학교급 필터, 북마크
- 결과: 동료 교사 실제 평가 기반 검증된 사례 발굴, 다양한 필터로 효율적 탐색

### [현장 활용 시나리오] 커뮤니티에서 영감을 얻는 신규 교사

- 사용자: 유 교사(고등학교 환경)
- 상황: 올해 처음 환경 교과를 담당하게 되어 다른 교사들의 수업 사례가 궁금함
- 활용 기능: 커뮤니티 탐색, 북마크, AI 수업 변형
- 결과: 검증된 수업 사례 접근, AI 맞춤 변형, 댓글로 경력 교사 조언 획득

## 5. 개발 과정 및 성과

### 가. 개발 방법론 및 단계

- 본 플랫폼은 애자일(Agile) 방법론을 기반으로 개발되었다. 환경교육 전문가, 현장 교사, 연구진 간의 긴밀한 협업을 통해 반복적인 개선 절차를 거쳤으며, 제9장의 시범적용 결과가 개발 과정에 지속적으로 반영되었다.
- 애자일 방법론은 전체 기능을 한 번에 완성하는 전통적 개발 방식과 달리, 짧은 개발 주기(스프린트)를 반복하며 점진적으로 기능을 완성해가는 접근법이다. 매 주기마다 작동하는 버전을 산출하고, 이해관계자의 피드백을 수렴하여 다음 주기에 반영하는 것이 핵심이다. 이를 통해 개발 초기에 예측하지 못한 요구사항 변화에 유연하게 대응할 수 있으며, 최종 산출물이 실제 사용자의 요구에 부합할 가능성이 높아진다.

표 59. 개발 단계별 주요 내용

단계	개발 내용	피드백 반영
1단계	기반 구축: 프로젝트 초기화, 기본 UI 프레임워크, DB 스키마 설계, AI 프로토타입	연구진 초기 사용성 검토
2단계	핵심 기능: 멀티에이전트 시스템, 온톨로지 RAG 검색, Human-in-the-Loop 구현	현장 전문가 시범 적용
3단계	고도화: 성능 최적화, UI/UX 개선, 내보내기 기능, 커뮤니티 기능, 웹 검색 통합	최종 프로토타입 개발

## 나. 기대 효과

- 수업 준비 시간 단축: 자료 검색 및 수업설계에 소요되는 시간을 50% 이상 절감할 수 있을 것으로 기대한다.
- 수업 품질 향상: 배움의 수레바퀴 모형이라는 이론적 기반 위에서 수업을 설계함으로써, 환경교육의 교육적 효과가 증대될 것으로 기대한다.
- 교사 역량 강화: AI와의 협업 경험을 통해 교사의 디지털 리터러시가 향상되고, 환경 교육 수업설계에 대한 자기 효능감이 높아질 것으로 기대된다.
- 자료 접근성 향상: 전국 17개 시·도교육청의 환경교육 자료를 통합 검색할 수 있게 됨으로써, 지역 간 자료 접근성 격차가 해소될 것으로 기대된다.

## 6. 한계 및 향후 발전 방향

### 가. 프로토타입의 한계 및 향후 고도화 방향

- 본 플랫폼은 프로토타입 단계로서 몇 가지 기술적·기능적 한계를 가지고 있으며, 향후 정식 서비스 개발 과정에서 이를 단계적으로 보완할 필요가 있다.
- 첫째, 데이터베이스 및 검색 정확도 측면에서 현재는 특정 시점의 자료만 포함된 정적 데이터베이스로 운영되고 있어 신규 자료의 실시간 업데이트가 지원되지 않는다. 이를 해결하기 위해 자료 수집 파이프라인을 자동화하여 최신 자료가 지속적으로 반영되도록 해야 한다.
- 둘째, 개인화 추천 기능 측면에서 현재는 교사의 이전 사용 이력이나 선호도에 기반한 맞춤형 추천 기능이 구현되지 않았다. 향후 교사 프로필(담당 교과, 학년)과 플랫폼 사용 이력을 분석하여 개인화된 자료 추천 기능을 제공하고, 현재 열람 중인 자료와 유사한 자료를 자동으로 제안하는 기능을 추가해야 한다.
- 셋째, 협업 기능 측면에서 현재는 교사 간 실시간 협업 기능이 미완성 상태이다. 향후 동학년 교사, 교과 융합 수업 담당 교사 등이 함께 수업안을 편집하고 의견을 교환할 수 있는 실시간 협업 기능을 개발해야 한다.

표 60. 프로토타입의 한계 및 향후 고도화 방향

기능	한계	고도화 방향
데이터베이스	정적 데이터베이스 운영으로 신규 자료 실시간 업데이트 미지원	자료 수집 파이프라인 자동화로 최신 자료 지속 반영
개인화 추천	교사 사용 이력·선호도 기반 맞춤형 추천 기능 미구현	교사 프로필 및 사용 이력 분석 기반 개인화 추천, 유사 자료 자동 제안
협업 기능	교사 간 실시간 협업 기능 미완성	공동 편집 및 의견 교환이 가능한 실시간 협업 기능 개발

### 나. AI 활용의 윤리적 고려

- 환경적 역설(Environmental Paradox): AI 모델의 학습과 추론에는 상당한 에너지가 소비된다. 플랫폼은 필요한 경우에만 AI를 활용하고, 가능한 경량 모델을 선택하며, 캐싱 전략을 통해 불필요한 API 호출을 최소화하는 등 지속가능한 AI 사용을 지향한다.
- 데이터 및 정보 윤리: AI가 생성하는 환경 관련 정보의 정확성을 보장하기 위해 품질 검증 체계를 운영하며, 할루시네이션(Hallucination) 가능성에 대해 교사에게 명확히 안내한다.
- 교육적 윤리와 책임: AI는 교사의 전문적 판단을 보조하는 도구이지 대체재가 아니며, 교육적 결과에 대한 최종 책임은 인간(교사)에게 있음을 명확히 한다. 학생들이 AI 의존 없이 비판적 사고력을 기를 수 있도록 균형 있는 활용을 권장한다.

# 제9장 플랫폼 구축·운영 및 정책 연계 방안

## 1. 제안 배경(문제의식)

- 최근 17개 시·도교육청이 개발한 환경교육 자료를 분석한 결과, 형식, 구성요소, 주제 분류 체계 모두가 일관성을 보이지 않으며, 자료 간의 연결성과 상호활용성이 극히 낮은 것으로 나타났다.
- 일부 교육청은 교재 중심, 일부는 가이드북, 사례집, 활동지 모음집 형태로 개발하였으며, 동일 교육청 자료 내에서도 표기 체계와 분류 기준이 불일치하였고, 주제 분류 역시 “기후변화”, “에너지”, “자원순환”, “생물다양성” 등 핵심 개념은 공유하지만, 세부 주제, 활동유형, 학교급 구분의 기준이 달랐다.
- 이로 인해, ① 자료를 통합 DB 형태로 구축하기 어렵고, ② 검색·추천 등 AI 기반 활용 체계로 발전시키기 어려우며, ③ 현장 교사들은 필요한 자료를 신속히 찾거나 조합하기가 어려웠다.
- 이러한 결과는 단순히 표준의 부재 때문이 아니라, 환경교육 자료를 의미 단위로 조직화하고 공유할 수 있는 공통 언어(semantic framework)가 부재했기 때문으로 진단하였다.

## 2. 문제 원인 진단

### 가. 거버넌스의 한계: 분권-표준 간 균형 부재

- 시·도교육청별로 독립적인 사업 구조와 예산 집행 체계를 갖고 있어, 국가 차원의 통합 방향과 메타데이터 표준이 존재하지 않는다.
- 각 지역은 자율적으로 자료를 개발하되, 중앙의 검수·분류·연계 기준이 부재하여 결과적으로 자료의 상호운용성(Interoperability)이 떨어지게 된다.
- 중앙 부처(교육부, 환경부) 간 협력 체계 또한 충분히 정립되지 않아, 학교환경교육(교육청)과 사회환경교육(지자체, 환경부)의 분절이 지속된다.
- 결과적으로 ‘정책의 다층성’은 존재하지만 ‘플랫폼의 일관성’은 부재한 상태가 될 수 있다. 즉, 여러 기관이 제각각의 목표와 분류체계를 사용하면서 국가적 통합 플랫폼 구축이 어려운 구조이다.

## 나. 제작 방식의 문제: 단년도 용역 중심의 산출물 생산 구조

- 대부분의 교육청 사업이 단년도 공모·성과 중심 사업으로 추진되어 장기적 운영·갱신 보다 “그해 완성물 제출”에 초점이 맞춰지게 된다.
- 사업 종료와 동시에 유지관리 인력이 해체되고, 누적·개선·연계의 데이터 흐름이 끊어지는 구조적 문제가 반복된다.
- 외부 용역사나 개인 연구자 중심으로 개발되면서, 현장 교사의 실제 활용성 검토나 사용자 중심 설계 과정이 부족하다.
- 결과적으로 자료의 질은 높을 수 있으나 플랫폼 내 연결성·검색성·지속가능성이 낮고 동일한 유형의 자료가 여러 지역에서 중복 생산되어 효율성·공공성 측면에서도 손실이 발생한다.

## 다. 분류체계의 불일치: 공통 언어 부재

- 자료의 분류 기준(학교급, 교과, 주제, 활동유형 등)이 지역마다 상이하여 전국 단위 검색 체계 구축이 사실상 불가능한 상태이다.
- 일부 교육청은 교과 중심으로, 일부는 주제 중심으로, 또 다른 곳은 역량 중심으로 자료를 분류하였다.
- 교육과정과의 연계 방식도 ‘성취기준’으로 연결한 곳이 있는 반면, 단순히 ‘학년·과목명’만 표기한 곳도 존재하여 일관된 메타데이터 체계가 없었다.
- “기후·에너지”, “자원순환”, “생물다양성” 등 주요 주제어가 공통적으로 등장하더라도 세부 분류(예: 탄소중립, 순환경제, 지역생태 등)의 정의나 적용 기준이 달라 의미적 연결(semantic linking)이 불가능한 구조이다.
- 결과적으로, 검색·추천·비교·분석이 불가능하고 AI 기반 의미검색 시스템 구축의 전제가 결여된 상태이다.

## 라. 기술적 제약: 정적 포맷 중심의 비상호작용형 데이터 구조

- 대부분의 자료가 PDF나 HWP 파일 형태로 저장되어 있으며, 이는 사람이 읽을 수는 있지만 AI나 검색엔진이 인식하기 어려운 비구조화 데이터이다.
- 자료의 본문 내용, 핵심 키워드, 학습목표, 활동유형 등이 메타데이터로 분리되어 있지 않아 텍스트 기반 검색 및 AI 분석이 불가능하다.
- 일부 자료는 이미지 중심으로 제작되어 OCR(문자인식) 없이는 분석 자체가 어렵고, 파일명 규칙 또한 통일되어 있지 않아 자동 분류·매핑이 기술적으로 불가능한 상태라고 판단된다. 따라서 기존 자료를 AI 기반 환경교육 플랫폼으로 이전·통합하기 위해서는 대규모 데이터 정제 및 메타데이터 보강 작업이 필수적이다.

#### 다. 유지관리 부재: 지속적 갱신·검수 체계의 결여

- 플랫폼이나 자료가 한 번 업로드되면 이후 업데이트나 오류 수정이 거의 이루어지지 않고 새로운 교육과정 개정, 정책 변화, 사회적 이슈(예: 탄소중립, 기후위기 등)가 반영되지 않아 자료의 시의성과 현장 활용도가 급속히 저하될 위험이 있다.
- 자료 검수·보완을 담당할 상설 운영기구나 데이터 관리 인력이 존재하지 않는다. 그 결과, 과거 자료가 그대로 남아 노후화·중복·비활성화된 콘텐츠가 누적되는 악순환이 지속된다.
- 갱신 체계의 부재는 결과적으로 교사 신뢰도 하락으로 이어져, 플랫폼이 일회성 성과물로 인식되는 원인이 된다.

#### 바. 평가 지표의 왜곡: ‘양적 실적’ 중심의 사업 평가 구조

- 교육청 사업의 평가 지표가 자료의 ‘생산 건수’나 ‘참여 인원수’ 중심으로 설계되어 있으며 ‘활용도’, ‘피드백 반영’, ‘자료의 개선 주기’와 같은 질적 성과 지표가 부재하다.
- 지역별 특색이나 다양성을 강조하는 지표가 오히려 전국 통합 체계 구축을 방해하는 요인으로 작용하기도 한다(예: “지역 특화 프로그램” 가점 항목이 많아 오히려 표준화 회피를 유도).
- 이런 평가 방식은 단기 실적 위주의 행정문화와 결합하여 자료는 많지만 축적되지 않는 구조, 즉 “디지털 유산은 있으나 생태계는 없는 상태”를 초래한다.

표 61. 문제 원인 진단 요약

구분	주요 내용
거버넌스 한계	분권형 개발 구조로 인해 국가-시도 간 상위 메타데이터 표준 부재
제작 방식 문제	단년도 사업, 용역 중심 제작 → 형식 완성물 위주, 재사용성·상호운용성 미흡
분류체계 불일치	교육청별 주제, 교과, 활동유형 분류 기준 상이, 공통 분류어·코드 부재
기술적 제약	자료 대부분이 PDF 형태로 저장 → 검색 불가, AI 태깅 불가능
유지관리 부재	제작 후 업데이트나 검수, 버전 관리 체계 미비
평가 지표 왜곡	‘지역 특색 강조’가 가점으로 작용하여 국가적 통합성 약화

#### 사. 요약: 문제의 본질

- 17개 시·도교육청의 환경교육 자료는 양적으로는 풍부하나, ‘의미를 공유할 수 있는 공통 구조’와 ‘지속적 갱신 메커니즘’이 부재한 상태이다.
- 기술적·제도적 기반이 정적(Static)이고 단절적이어서 ‘데이터베이스’는 존재하지만 ‘지식 생태계’는 부재하다. 결과적으로, 전국 단위로는 “자료의 양은 많으나, 연결되지 않는 아카이브” 상태에 머물러 있다. 따라서 이번 정책의 핵심 과제는, 다양성의 혼란을 표준화로 억누르는 것이 아니라 의미와 상호작용의 생태계로 전환하는 것이다.

### 3. 정책 목표

- “형식의 표준화”에서 “의미의 표준화”로 전환: 교육청이 생산하는 모든 환경교육 자료를 의미(semantic) 기반으로 연결·검색·재구성 가능한 지식 생태계로 구축한다.
- 이러한 의미 체계를 바탕으로 AI를 활용하여 교사들이 주도적, 상호적으로 자신의 환경 관련 수업을 설계할 수 있는 역량을 강화하고 지원하는 시스템을 구축한다.

### 4. 정책 추진 세부과제

#### 가. 의미 기반 분류체계(시맨틱 택소노미) 구축

- 국가 차원의 환경교육 시맨틱 분류체계(Environmental Education Semantic Taxonomy)를 제정한다.
  - 1차 대분류: 기후·에너지 / 생태·자연 / 생활·소비 / 사회·문화
  - 2차 중분류: 탄소중립, 자원순환, 생물다양성, 해양, 숲, 기후정의, ESG 등
  - 3차 소분류: 교육활동 유형, 핵심 개념, 적용 맥락
- 기존 시·도 자료는 이 체계에 따라 재태깅(semantic tagging)을 수행한다.

#### 나. 통합 메타데이터 표준(EDU-EE Core) 제정

- 모든 환경교육 자료는 공통 메타데이터 규격으로 관리한다. → 국가 단위 검색 및 AI 추천 시스템에 즉시 연동 가능하도록 설계한다.

표 62. 통합 메타데이터 표준(EDU-EE Core)의 항목과 예시

구분	분석 요소	분류 기준
①	시·도교육청	12개 시·도교육청
②	자료 유형	지도안, 활동지, 사례, 참고자료 등
③	학교급	유치원, 초등, 중등, 고등(복수 허용)
④	환경교육 주제	자연·생활·지구·환경문화(4대 주제)
⑤	SDGs 연계	SDGs 17개 → 5P(Planet~Partnership)
⑥	성취기준 연계 여부	명시 / 재매핑 / 미연계
⑦	활동유형	토의·탐구·프로젝트·실험·실천 등 표준 유형으로 재분류
⑧	차시	1차시 / 2~3차시 / 4차시 이상
⑨	과목명	12개 교과 기준으로 재정렬
⑩	환경교육 역량	국가 환경교육 핵심역량 6개 기준으로 재매핑
⑪	장소	교실 / 교내 / 학교 밖 / 지역사회
⑫	교수학습방법	강의·토의·PBL·체험·탐구 등으로 통합

## 다. AI 자동 태깅 및 교사 맞춤형 검색 시스템

- AI가 문서의 본문을 분석해 핵심 주제·활동유형·학교급 자동 태깅
- 교사는 ‘학교급 + 주제 + 활동유형’으로 손쉽게 자료를 검색·조합
  - 예: “중학교 + 기후정의 + 프로젝트형 + 90분” 검색 시
- 전국 자료 중 의미적으로 가장 유사한 수업안 추천

## 라. 제작 및 운영 구조 개선

- 환경교육 자료의 제작·운영 구조는 단일 부처·단년도 성과 중심의 폐쇄형 체계에서 벗어나, 표준화 → 검수 → 개방 → 갱신 → 평가의 다섯 단계가 유기적으로 순환하는 지속적·참여형 생태 시스템으로 전환되어야 한다. 이러한 체계가 정착될 때 비로소 환경교육 자료는 한 번 만들어지는 산출물’이 아니라 ‘함께 진화하는 공공지식’이 될 것이다.

표 63. 제작 및 운영 구조 개선 방안

과제	정책 수단
제작 표준화	교육부 제공 템플릿 내에 메타데이터 입력란 내장
품질 검수	AI 태깅 결과 + 전문가 패널 검수(하이브리드 검수 체계)
오픈 접근성	기본 CC BY, JSON-LD 공개, API 형태로 시도별 재사용 가능
버전 관리	수정·개정 이력 관리 및 공개
평가 연동	공모사업 심사 시 ‘메타데이터 적합성·재사용성’ 평가 항목 포함

### 1) 제작 표준화: 메타데이터 입력이 내장된 저작 템플릿 보급

- 현재 각 교육청 및 기관별로 제작하는 환경교육 자료의 형식과 항목이 상이하여, 자료 간 비교·검색·분류가 불가능한 상황이다. 이를 해결하기 위해, 환경교육 자료 제작용 표준 템플릿을 보급해야 한다.
- 이 템플릿은 단순한 문서 양식이 아니라, 자료 작성 단계에서부터 메타데이터를 자동 입력·저장할 수 있도록 내장된 구조로 설계해야 한다. 예를 들어, 교사가 수업안 작성 시 ‘학교급·교과·핵심 주제·학습목표·활동유형·핵심역량’ 등의 항목을 선택만 해도 해당 정보가 자동으로 데이터베이스에 기록되어, 추후 검색·추천 시스템에서 즉시 활용될 수 있다.
- 이 표준 템플릿은 한글, Word, PPT, Google Docs 등 주요 오피스 도구와 호환되어야 하며, 작성 즉시 구조화 데이터 형태로 변환되어 플랫폼으로 자동 업로드되는 시스템과 연계될 수 있다.
- 나아가, 교육청·학교·민간단체가 동일한 규격으로 자료를 개발함으로써 전국 단위 환경교육 자료의 통합성과 상호운용성을 확보할 수 있다.

## 2) 품질 검수: AI 자동 태깅과 전문가 검토의 하이브리드 검수 체계

- 기존에는 자료의 검수 과정이 인력 중심으로 이루어져 시간·비용이 많이 들고, 평가자의 주관에 따라 일관성이 떨어졌다. 새로운 체계에서는 AI 자동 태깅(Auto-tagging)을 1차 검수로 활용하여, 자료의 주제, 학교급, 교과, 핵심역량, 활동유형 등을 자동으로 인식·분류하게 해야 한다.
- 이어서 2차 단계에서 교사 및 분야별 전문가가 AI 태깅 결과를 확인·보정하는 하이브리드 검수 모델을 도입한다. 이렇게 하면 품질 관리의 효율성과 정확성을 동시에 높일 수 있으며, 검수 과정에서 생성된 피드백 데이터는 다시 AI 학습에 반영되어 시간이 지날수록 태깅 정확도가 개선되는 자기 학습형 품질 관리 체계가 완성된다.
- 또한, 검수 결과는 ‘적합’, ‘보완 필요’, ‘미승인’ 등 단계별로 관리되어 플랫폼 내에서 즉시 반영되며, 교사·개발자에게 자동 피드백됨. 이를 통해 환경교육 자료의 신뢰성과 일관성, 그리고 데이터 품질의 표준화를 실현할 수 있다.

## 3) 오픈 접근성: 공공·민간 공동 활용이 가능한 API 구조 확립

- 지금까지는 시·도 단위로 자료가 각각 보관되어 있고, 외부에서 그 데이터를 불러와 활용할 방법이 없었다. 새로 구축되는 시스템은 모든 자료가 오픈 메타데이터(Open Metadata) 원칙에 따라 공개되며, 교육청·학교·기관·민간 플랫폼이 API(Application Programming Interface)를 통해 데이터를 실시간으로 불러오고 재활용할 수 있도록 설계한다.
- 예를 들어, 한 지역의 환경교육센터 웹페이지나 교사 커뮤니티 사이트에서도 국가 환경교육 자원맵의 DB를 그대로 연결해 ‘맞춤 검색 창’을 운영할 수 있다.
- 이러한 구조는 데이터의 재사용성을 극대화하고, 새로운 서비스나 앱, AI 툴의 개발을 촉진하여 환경교육 생태계의 확장성을 높게 된다. 다만, 자료의 저작권·출처·활용 조건은 CC BY 4.0(저작자 표시) 또는 BY-SA(동일조건변경허락) 라이선스로 통일하여, 공공성과 투명성을 보장한다.

## 4) 버전 관리: 개정·보완 이력을 자동 기록하는 지속적 업데이트 체계

- 과거의 플랫폼은 자료가 한 번 업로드되면 갱신이나 보완이 거의 이루어지지 않았다. 이는 데이터베이스가 시간이 지날수록 ‘죽은 정보’로 변질되는 원인이었다. 새 시스템에서는 모든 자료에 대해 버전 관리 기능(Version Control)을 도입하여, 수정·보완 시마다 자동으로 변경 이력을 기록하고, 이전 버전과의 차이를 시각적으로 비교할 수 있도록 한다.
- 교사나 연구자가 보완 제안을 제출하면, 승인 후 ‘보완본 v2.1’, ‘개정본 v3.0’ 등으로 자동 등록되어 자료의 생애주기(Life Cycle)가 명확하게 관리될 수 있다. 이렇게 축적된 수정 이력은 단순히 기술적 관리의 의미를 넘어, 교사의 참여도와 학습 공동체의 발전 과정을 보여주는 지표로 활용될 수 있다.
- 궁극적으로, 환경교육 자료가 한시적 성과물이 아니라 지속적으로 진화하는 살아있는

지식 자산(Living Resource)으로 관리될 수 있도록 한다.

#### 5) 평가 연동: 성과평가와 예산지원 체계를 데이터 기반으로 전환

- 지금까지의 환경교육 사업 평가는 대부분 양적 성과(개발 건수, 참여 인원 등)에 치중되어, 실제 현장 활용도나 교육 효과를 반영하지 못했다. 앞으로는 자료의 활용 빈도, 조회수, 다운로드 후 피드백율, 교사 추천도, 응용 수업 등록 건수 등 실제 이용 데이터를 기반으로 한 데이터 중심 평가 체계를 도입해야 한다.
- 이러한 데이터는 플랫폼 내에서 자동 집계되어, 각 교육청·기관의 사업성과 평가 및 차기 예산 배분의 근거로 활용할 수 있다. 예를 들어, “해당 지역 자료의 재활용률이 높은 경우”에는 차년도 사업 가점을 부여하거나, “활용 피드백 반영률이 낮은 경우”에는 개선 권고를 부여한다.
- 또한, 평가 결과는 관리자뿐 아니라 참여 교사에게도 공개되어 자기 피드백과 자율적 품질 개선을 유도할 수 있다. 이를 통해 단순한 성과 관리가 아니라, 데이터 순환 기반의 정책 피드백 구조(Data Feedback Loop)가 형성된다.

### 마. 거버넌스 체계 및 인센티브 설계

#### 1) 국가-시도-현장-AI의 4중 거버넌스 구조 확립

- 기존 환경교육 자료 관리 체계는 중앙(교육부 또는 환경부, 시도교육청) 주도의 하향식(top-down) 구조로 운영되어 왔으며, 지역 단위의 다양성과 현장 교사의 참여가 충분히 반영되지 못했다.
- 향후 체계는 국가(정책 총괄) - 시도(운영 및 지역화) - 현장(교사 및 기관 참여) - AI(데이터 관리 보조)의 4중 순환형 거버넌스 모델로 전환할 필요가 있다.
- 중앙은 표준, 원칙, 기술 인프라를 제공하고, 시도교육청은 지역별 특성에 맞게 자원을 관리·보완하며, 교사는 현장에서의 활용과 피드백을 통해 지속적 갱신을 유도한다. AI는 단순 기술이 아니라 데이터 품질 감시자(guardian)로 작동하며, 중복자료 탐지, 최신성 점검, 저작권 검증 등을 자동 수행한다.
- 이를 위해 “국가 환경교육 아카이브 운영위원회”를 신설하여, 중앙정부·지자체·교육청·환경교육센터·교사 네트워크·AI 기술전문가가 공동으로 정책을 조정한다. → 교육부와 기후부가 함께 운영하는 국가환경교육센터에서 관리한다.

#### 2) 정례적 협의·조정 메커니즘 운영

- 분기별로 “시도별 환경교육 자료 협의회”를 개최하여 분류체계의 변경, 용어 정의, 주제 갱신, 기술 업그레이드 등을 논의하고 합의 기록을 남긴다.
- 연 1회 “시맨틱 워크숍(Semantic Workshop)”을 열어, 각 지역의 자료를 실제로 연결·비교·태깅하는 과정을 공동 실습하면서 분류 체계의 충돌을 조정하고 표준 용어를

확정한다.

- 이 과정을 통해 중앙의 표준이 지역 다양성을 억압하는 것이 아니라 상호 호환 가능한 의미 표준(semantic standard)으로 발전하도록 유도한다.

### 3) 데이터 품질 및 윤리 감사(Audit) 제도 도입

- 플랫폼 운영과정에서 AI가 자동 생성하거나 수정하는 데이터의 편향, 특정 지역·교과 중심의 노출 불균형, 저작권 침해 위험을 상시 모니터링한다.
- 이를 담당하는 데이터 품질·윤리위원회를 설치하여, 매년 1회 '데이터 신뢰도 평가 보고서'를 발간하고 공개한다.
- 이러한 제도적 장치는 플랫폼의 투명성과 신뢰성을 제고하며, 교사·기관이 안심하고 자료를 공유할 수 있는 환경을 조성한다.

### 4) 참여 인센티브: '공헌도 기반 생태계' 구축

- 단순한 이용자 중심 구조에서 벗어나, 기여도가 곧 전문성으로 인정받는 구조로 설계해야 한다. 교사·기관이 자료를 등록·수정·활용 후 피드백을 남기면, 그 활동이 자동으로 '공헌지수(Contribution Index)'에 반영된다.
- 일정 점수 이상이 누적되면 교육부 명의의 "환경교육 자료 기여자 인증서" 발급, 시도 교육청 연수 포인트 인정, 국가 환경교육 네트워크 홈페이지·SNS를 통한 우수사례 홍보, 정책 자문위원 참여 기회 제공 등의 혜택을 부여한다.
- 인센티브는 금전적 보상보다 전문성 인정과 사회적 명예 중심으로 구성되어야 하며, 이를 통해 교사가 "플랫폼의 공동 저자(co-author)"로서 자긍심을 가질 수 있도록 유도한다.

### 5) 교사 공동체 기반 운영

- 플랫폼 내에서 교사들이 스스로 소규모 협력그룹(Cluster)을 형성하여 주제별·학교급별 자료를 함께 개발하고 검토할 수 있도록 지원한다.
- 각 클러스터는 지역환경교육센터나 교사연구회와 연계되어 자료 품질 관리, 신규 콘텐츠 제작, 피드백 수집을 담당한다.
- 이렇게 형성된 공동체는 운영자의 역할을 분산시키며, 플랫폼이 '정부의 사이트'가 아니라 '현장의 학습 생태계'로 인식되도록 한다.

## 5. 추진 로드맵

### 가. 1단계 (2025~2026): 기반 구축 및 시범 운영

- 목표: “기술적 가능성과 사용자 수용성 검증”
- 국가 차원의 환경교육 시맨틱 분류체계 및 메타데이터 표준(EDU-EE Core) 제정
- 3개 시·도(예: 인천, 세종, 전북)를 선정하여 파일럿 프로젝트 추진
- AI 자동 태깅 시스템의 베타 버전 개발 및 시험 적용
- 기존 교육청 자료(약 1만 건)를 정제·전환하여 표준화된 데이터로 이관
- 교사 대상 연수 및 사용자 중심 UX 테스트 실시

#### 나. 2단계 (2026~2027): 전국 확산 및 통합 플랫폼 오픈

- 목표: “운영의 통합과 개방 생태계 형성”
- 모든 시·도교육청의 자료를 통합하고, 국가 환경교육 자원맵 정식 오픈
- 공공 데이터 및 교육과정 코드와 연계하여 AI 기반 검색·추천 시스템 완성
- 각 교육청별 담당자와 교사협의회를 구성하여 지역화 자료 및 신규 콘텐츠 생산을 지원
- 교사 참여형 피드백·응용사례 등록 시스템 정식 운영
- 오픈 API 제공을 통해 민간·출판사·학교 플랫폼에서도 동일 DB를 활용

#### 다. 3단계 (2027~2028): 고도화 및 품질관리 체계 정착

- 목표: “지속가능한 운영과 품질의 자가진화 구조 정착”
- 데이터 품질 감사 및 AI 윤리 감사 제도 본격 도입
- 자료의 활용도·피드백률·만족도 등을 실시간으로 분석하는 성과 분석 대시보드 구축
- AI 조력형 “수업 설계 도우미” 기능 정식 오픈
- 시도별 교사 네트워크와 공동 운영위원회 활성화
- 평가 및 예산 배분을 데이터 기반으로 전환

#### 라. 4단계 (2029 이후): 생태계 확장 및 국제 연계

- 목표: “지속가능발전교육(ESD) 기반의 글로벌 환경교육 지식공동체”
- 한국형 환경교육 자원맵의 시맨틱 구조를 국제 표준(UNESCO ESD Hub, UNEP Open Data)과 연동
- 동아시아 환경교육 네트워크(한·중·일)와 데이터 상호교환 체계 구축
- 시민·학생이 참여할 수 있는 오픈러닝 서비스로 확장
- 인공지능 기반 다국어 번역 및 글로벌 교사 커뮤니티 운영

표 64. 추진 로드맵

단계	기간	주요 내용
1단계: 기반 구축	2025년~26년	시맨틱 분류체계 및 메타데이터 규격 제정, 파일럿 구축(3개 시도)
2단계: 통합 시스템 구축	2026년~27년	전국 자료 재태깅 및 통합 아카이브 오픈, AI 자동 태깅 적용
3단계: 확산 및 고도화	2027년~28년	교사 맞춤형 추천 서비스, 지역화 모듈, 지속적 데이터 품질 관리

## 6. 기대 효과

### 가. 자료 활용성의 비약적 향상

- 교사는 단순 검색이 아니라 의미 기반 조합형 검색을 통해 자신의 교육 맥락(학교급, 시간, 교과, 지역)에 맞는 수업안을 즉시 설계
- 중복된 자료 개발이 줄어들고, 현장의 실제 수업 적용률과 만족도가 크게 향상

### 나. AI 기반 맞춤형 교육 지원

- AI가 교사의 질의(예: “중학교 1학년, 기후정의 주제, 45분 실천형 수업”)에 따라 최적의 수업안을 제시함으로써 교사 개인화 서비스 실현
- AI는 단순 도구가 아니라 교사의 공동 설계자(Co-designer)로 작동
- 이를 통해 교사의 수업 준비 부담이 감소하고, 창의적·자율적 수업 설계가 가능

### 다. 정책 연계성과 데이터 기반 의사결정 강화

- 플랫폼 내에서 축적되는 활용·만족도·성과 데이터를 환경부·교육부 정책 평가 및 예산 편성의 근거로 활용
- 객관적 데이터가 정책 개선으로 환류되는 “데이터 피드백 루프(Data Feedback Loop)”가 형성
- 각 교육청은 자율성과 책임성을 동시에 확보

### 라. 지역 다양성과 통합성의 조화

- 각 시·도의 특색 있는 자료를 유지하면서도, 통합 분류체계 덕분에 전국 단위 검색·비교·공유가 가능
- 지역 특화 콘텐츠가 전국으로 확산되며, 지역 간 상호 학습과 협력 네트워크가 활성화

#### 마. 지속가능한 관리 체계 확립

- 버전 관리, 자동 검수, AI 품질 진단 기능으로 자료가 오래될수록 오히려 가치가 축적되는 구조 형성
- 교사와 연구자의 참여가 곧 데이터 품질 향상으로 이어져 플랫폼이 스스로 진화하는 ‘살아있는 학습 생태계’로 작동

표 65. 기대 효과

구분	기대 효과
자료 활용성 제고	전국 어디서든 주제·교과·활동유형 기준으로 자료 검색 및 조합 가능
AI 기반 교육 지원	자동 추천·수업 설계 도우미 기능으로 교사의 설계 부담 완화
정책 연계성 강화	탄소중립교육, 지속가능발전교육 등 범정부 정책과 연동 가능
지역 다양성의 보존	형식의 통일이 아닌 의미의 연결로 지역 특색과 통합성 병행 실현
지속 가능한 관리 체계	오픈 메타데이터 및 버전 관리로 장기적 유지보수 가능

### 7. 결론: 형식의 통일이 아닌, 의미의 공명(共鳴)을 목표로

- 본 정책 제안은 “자료 축적의 시대”를 넘어 “의미 순환의 시대”를 여는 전환점을 지향한다. 20여 년 전 만들었던 KEED(기존 환경교육 DB)의 철학—공유, 참여, 갱신—을 계승하면서도, 인공지능과 참여 거버넌스를 결합하여 ‘데이터베이스에서 지식 생태계로’ 나아가는 새로운 모델을 제시하였다.
- 지금까지의 환경교육 자료 개발은 양적 축적의 단계에 머물러 있었다면, 이제는 질적 연결과 의미 통합의 단계로 나아가야 함. ‘나뭇가지형 DB’가 아니라 의미와 관계의 생태계(Semantic Ecology)를 만드는 것이 지속가능한 환경교육 정책의 핵심이다.

# 부록

## 부록 1. AI 기반 환경교육 자원맵 플랫폼 이용 후 평가지와 결과

- 본 이용 후 평가 활동에는 총 36명의 교사(18명) 또는 환경교육 활동가(18명)가 참여하였으며, 평가 결과를 요약하면 다음과 같다.

### Q1. 사이트를 처음 열었을 때, 첫인상은 어떠셨나요?

- 참가자 36명의 응답 평균은 4.58로 대체로 긍정적이었음
- 교사의 응답 평균은 4.94로 매우 높았고, 환경교육 활동가 평균은 4.22로 나타났다.

### Q2. GEP-AI가 제안하는 '기본 아이디어'가 선생님의 환경교육 준비 및 실천에 얼마나 유용해 보이시나요?

- 참가자 36명의 응답 평균은 4.44로 대체로 긍정적이었음
- 교사의 응답 평균은 4.83로 매우 높았고, 환경교육 활동가 평균은 4.06으로 나타났다.

### Q3. 전체적인 화면 구성(레이아웃)은 눈에 잘 들어오고 직관적인가요?

- 참가자 36명의 응답 평균은 4.31로 대체로 긍정적이었음
- 교사의 응답 평균은 4.78로 매우 높았고, 환경교육 활동가 평균은 3.83으로 나타났다.

### Q4. AI를 활용해 환경 수업 자료를 설계하는 과정(기능)이 얼마나 유용하다고 느끼셨나요?

- 참가자 36명의 응답 평균은 4.50로 대체로 긍정적이었음
- 교사의 응답 평균은 4.89로 매우 높았고, 환경교육 활동가 평균은 4.11로 나타났다.

### Q5. 환경 교육 자료 분류 및 태그 시스템이 원하는 자료를 찾는 데 얼마나 도움이 되셨나요?

- 참가자 36명의 응답 평균은 4.39로 대체로 긍정적이었음
- 교사의 응답 평균은 4.72로 매우 높았고, 환경교육 활동가 평균은 4.06로 나타났다.

**Q6. 이 사이트를 학교 현장에서 사용하신다면, 구체적으로 '언제', '어떤 상황'에서 활용하게 될 것 같으신가요? (예: 학기 초 환경 프로젝트 수업을 기획할 때, 수행평가 자료를 찾을 때 등)**

전공이 아닌 과목(ex. 생태와 환경)의 수업과 평가 초안을 구성할 때
고등학교 1학년 통합과학2 생물다양성 또는 지구온난화 수업, 고등학교 3학년 교양 환경 교과 수업에서 활동형 수업 구성에 활용할 수 있을거 같아요.
수행평가
학기초 수업디자인을 구성할때
학기 초 교육과정, 지도안 설계할때, 다음 학기를 준비할때, 정기고사 후 뜨는 시간에 수업을 구상할 때, 공동교육과정을 운영할 때, 수행평가를 실시할때
환경 동아리 계획 및 운영, 교과 융합 수업에 유용하게 사용할 수 있을 것 같음
환경동아리연구활동때, 중학교 자유학기제 주제선택 환경관련 수업과정안 설계시, 과학교육과정안에서 환경관련단원에서 수업과정안 작성시
영어교사인데, 정기고사 후 이벤트 수업 일환으로 영어랑 연결해서 수업 구상
환경 수업을 계획할 때, 프로젝트 수업을 구상할 때, 수행평가 작성할 때
각 과목과 연결된 프로젝트 수업 기획할 때 도움이 될 수 있음.
교과 내 환경 관련 단원의 활동 수업 기획, 환경 관련 동아리나 창의적 체험활동 기획
환경관련 업무나 과목을 맡을 경우 학기 초 수업계획과 같은 활동을 기획 할 때 활용, 학기말 수업량 유연화 기간에 활동을 할 때 사용할 것 같다.
1. 학기 초 평가 계획을 세울 때, 수행평가를 하기 위하여 자료를 수집하고 설계하는 과정 2. 동아리활동이나행사준비를위한기본적인설계
창의적 체험활동으로 환경 교육을 할 때, 환경 관련 학교자율 특색활동을 할 때, 다른 교과와 환경 관련 주제를 연계하여 융합형 수업을 설계할 때, 환경 동아리 활동을 계획할 때, 나이스 동아리활동 입력 할 때
각 학기 초에 수업 지도안을 대략적으로 구상하거나, 창의적 체험활동의 자율활동, 동아리 활동, 진로 활동 운영 시에 환경과의 연계를 통한 다채로운 수업 구상에 적극 활용할 수 있을 것 같습니다.
학기 초 평가계획 작성
계속 사용해 봐야만 이 사이트의 활용도가 확장되겠지만, 현재 시점에서 기대되는 상황을 적어보았습니다. 1. 환경 프로젝트 수업설계(현재의 플랫폼 내에서 가장 적합해 보임) 2. 자유학기제 수업이나 과학교과 수업시 환경 관련성이 높은 단원의 수업 구상설계 3. 창체/계기교육시 환경수업 설계 및 활동자료 구상 4. 수행평가 아이디어 제공(교수학습 및 평가계획이나 채점기준표를 작성하는 것까지는 어려워 보임)
통합 수업 준비할때, 동아리 수업 기획할 때
학기초 프로그램 기획할때와 평가지표 기준을 정할때
학년 초 환경동아리 프로젝트 활동 기획
교과 연계하여 환경교육 시
학기 초 환경 수업 계획시
자유학력제 프로젝트기획시

타 기관의 수업 의뢰 시 초기 수업 기획 시 참고자료로 활용
학기초, 프로젝트 기획
학교 수업 설계시 마무리 정리 단계
환경 동아리활동 계획시 연간 수업 기획할 때
학기 초 환경 프로그램 수업 기획
심화된 학습을 계획하고 구성할때
학기 초 프러젝트 계획 때
학교 수업 연계프로그램 의뢰가 들어왔을 때
연초마다 교과서 연계 프로젝트 수업 기획할때
학기 시작전이나 학기 초 환경교육 프로그램 기획 시
학교 맞춤 수업을 개발하는 단계에서 학년급별 교육과정에 대응한 수업을 만들기 위해
학기 초 환경프로젝트 수업을 기획할 때, 교과 관련하여 많은 자료를 찾을 때

## Q7. 현장 활용성을 높이기 위해 이 사이트에 '반드시 추가되었으면 하는 기능' 이 있다면 무엇인가요?

사이트 처음 들어갈 때 사용법(메뉴명이나 튜토리얼 같은 것)
채점기준 명확하게 / 수행평가인지 체험활동인지에 따른 차별
활동지의 모범답안 예시 등
시연 영상, 이 사이트와 학교 현장을 연결/연수해줄 수 있는 코디네이터의 교사
수업을 구성했을 때 시뮬레이션 기능(예시, 구체적 수업 시연 상황 등)이 있으면 좋겠어요. 사용법 가이드 영상,
학생들의 활동 결과를 같이 공유해서 수업 시간에 다같이 나눌 수 있도록 하면 좋겠어요
교과 특성을 반영해 환경과 쉽게 접목할 수 있었으면 합니다. '영어수업에 적용하고 싶은데, 콜라보가 쉽지 않네!'라고 느끼면 멈추고 나가게 되더라고요. 귀한 자료 시사이트를 만들고 구성해주셔서 정말 감사합니다.
배부되기 전 무료 사용기간을 정한 후 각 과목과 연계된 지도안 샘플을 많이 확보된 후 배부 된 후 약간의 사용료를 지불할 수 있어야.
선생님들의 대화 속에서 있었던 것처럼 질문에 대한 답변 뿐만 아니라 다양한 분야의 창의적인 후속 질문도 예시로 들어주면서, 이 얘기도 해줄까? 하는 기능도 있으면 좋겠습니다. 이 때 말하는 후속 질문은 교사로서 수업 설계와 관련된 질문 뿐만 아니라 일반인을 대상으로 개인의 호기심을 유발하고, 더 질문하고 싶어지게끔 해주는 질문도 조금은 섞어주면 좋을 것 같습니다. 교사의 호기심과 공부는 자연스럽게 학생에게도 전달될 수 있다고 생각합니다.
커뮤니티의 기능도 있으니, 해당 페이지에 근거 없는 부정적인 내용을 올리거나 하는 일들이 있으면 자동 삭제되거나 안보이게 되는 기능이 필요하다고 생각합니다.
기존에 먼저 사용하신 분의 자료를 추천하는 형태의 기능(자료 제안 및 추천 기능)
지역별로우선추천하는기능(대전광역시서구의활동이었다면?)
수업자료활용지역을미리선택하는기능

<p>시와 대화 중에 교사가 적극적으로 개입하여 방향을 조정할 수 있는 휴먼인더루프 기능, 수업 주제를 입력하면 연관 있는 성취기준이 상위에 뜨도록 하는 기능, 웹자료(동기유발 영상자료, 활동지 등)를 가져올 수 있는 기능, 나이스 관련 자료(영어 입력 자료) 생성 기능, 시가 추천해주는 학급 맞춤형 수업 꾸러미(학년, 학생 특성을 입력하면 '선생님 안녕하세요? 오늘은 사회과와 과학과의 [00], [00]성취기준을 달성할 수 있는 4차시의 '플라스틱 문제' 수업은 어떤가요?'라고 제안하는 기능)</p>
<p>각 성취기준 속의 주요 내용이 제시되는 것이 추가된다면, 더욱 활용 가능성이 상승할 것 같습니다.</p>
<p>영상 및 학생 중심 활동지</p>
<p>저는 &lt;자료 검색&gt; 기능이 필요하다고 생각합니다 과거의 수업자료를 활용한 시수업설계 기능도 좋지만, 시가 만들어 준 수업을 바로 수업에 활용하기는 어려우므로 당연히 교사의 수정 및 보완이 필요할 겁니다. 그렇기 때문에 시가 만들어 준 수업지도안을 바탕으로, 실제수업을 운영하는 과정에서 교사가 사용한 수업자료를 다시 DB화하여 검색할 수 있도록 하는 것이 이 사이트의 목적(잘 개발된 환경교육 자료의 사용도 높이기)을 살리기 위해 필요하다고 생각해요. 혹은 &lt;교사커뮤니티&gt;와 &lt;자료검색&gt;을 함께 통합해도 좋을 것 같구요!!(지금 사이트의 모습에서는 두 탭의 큰 차이점이 느껴지지 않는 것 같아요.) 만약 서버 구축이 어려워 이 기능을 없애시려는 거라면 시 수업설계 기능에서 출처표시가 될 때 관련 수업자료를 바로 볼 수 있는? 정도라도 되어야 하지 않을까 하는 생각이 듭니다.</p>
<p>설계한 자료가 수정가능한 파일로 다운로드 가능했으면 함</p>
<p>학교가 있는 지역의 이용할 수 있는 사회환경시설</p>
<p>지역별 환경교육 자원 정보를 찾아볼 수 있는 기능</p>
<p>파일추가 기능</p>
<p>수업 설계에 필요한 항목별 선택이 완료된 후, 최종 선택사항 전체 확인 후 수업지도안 설계로 진행</p>
<p>문답을 통한 결과로 최종 수업지도안 제작</p>
<p>환경 과목 전공자 이외의 타 전공자들의 충분한 의견이 반영되길 바랍니다. 또한 모범답안 위주의 수업안보다 새로운 수업방안을 제시해 주면 좋겠습니다.</p>
<p>활동에 대한 평가내용을 볼 수 있음 좋겠다</p>
<p>분류태그 시스템이 조금더 구체적이면 좋겠습니다</p>
<p>우수사례 공유, 처음 접하는 입장에서 프로그램을 기획하기 전 사례를 통한 연구 필요</p>
<p>질의응답을 통해 계속 수정 보완해 가며 프로그램을 개발 하기에 더 적합하면 좋겠음. 질문 시 계속 창이 새로 생겨서 보기 어려움. 프로그램 개발 후 상호 교류할 수 있는 게시판과 사용 후기 게시창. 개인의 개발 자료를 누적하여 볼 수 있는 인벤토리.</p>
<p>전달 방식에서 복수선택이 있었으면 좋겠습니다.</p>

**Q8. 그 외 디자인, 문구, 기능 등 개선이 필요하거나 아쉬웠던 점이 있다면 자유롭게 적어주세요.**

<p>교수학습 모듈만 왜 새로운 창으로 띄우는지 궁금해요. 페이지 새로 들어갈 때 화면구성요소들이 너무 액션이 큼니다. 애니메이션을 줄이면 더 좋을 것 같아요. 화면을 내리면 메뉴창도 같이 내려갑니다. 메뉴는 고정하는 게 더 편리할 듯 합니다.</p>
<p>다운로드가 안되는 문제</p>
<p>지역교육청이나 지역사회에서 생태에 대해 중점을 두고 있는 사안이나 아이디어가 반영되면 업무에 효율적일 것 같습니다.</p>

아직 제대로 사용해보지 않아서 심박하게 보입니다.^
좋은 자료 만들어주시고 알려주셔서 고맙습니다!
훌륭합니다.
실제 활용이 되었을 때에는 많은 홍보와 접근의 편의성-네이버나 구글에서 사이트를 검색했을 때 빠르게 찾아 들어갈 수 있는-이 있으면 좋겠습니다. 메인 화면 왼쪽의 사이드 바도 형이 약간 혼동을 줄 수 있을 것 같습니다. 개인적으로는 겹쳐진 사람모양이 '마이페이지' 이런 느낌이 납니다. 처음 탐색하는 단계여서 그럴 수 있지만, 마이페이지 같아서 들어가면 커뮤니티 활동이 나와서 약간은 색다른? 느낌입니다.
GEP 소개 자료를 넣어주시면 좋을 것 같습니다. 학습자료, 표준자료 등
[프롬프트-수업 정보-블럭 선택]의 과정이 좀 더 간단하게 개선되었으면 좋겠다. 사전에 입력할 것이 많다고 느껴졌다. 한번 학년과 학급특성을 설정해 놓으면 그 정보가 저장되어서 다음엔 입력하지 않도록 했으면 좋겠다.
[프롬프트-수업정보-블럭선택] 이 하나의 대화창에서 전부 이루어지면 좋을 것 같다.
현재로서는 특별한 점은 발견되지 않았습니다.
1. 외부 자료를 검색하는 것을 어려워하는 버그 외에는 문제점으로 느껴지는 점은 없었습니다. 2. 오늘 준일쌤의 설명을 듣기 전까지는 AI 수업설계와 자료검색이 어떤 차이인지, 인텔로지의 활용방법은 무엇인지 등등 잘 와닿지 않았습니다. 유저 친화적인 가이드라인이 제공되면 좋을 것 같습니다. 3. 기능을 너무 많이 넣다보면 중심을 잃게 된다고 생각합니다. 개인적으로는 새로운 것을 추가하는 것도 좋지만 이 사이트의 목적성을 한번 더 점검하고, 필요하지 않은 기능은 과감히 삭제하고, 자잘한 오류나 버그를 줄이는 것이 사이트의 활용도를 더욱 높이는 방안이라고 생각합니다. 저는 이사이트가 완성될 모습이 너무 너무 기대가 됩니다. 미리 체험하고 의견을 드릴 수 있는 기회를 주셔서 감사드립니다!!!
동영상 설명서
내용을 표형식으로 정리해달라고 부탁했는데, 문장으로만 정리해줌
계획안 양식에 맞춘 정리가 가능했으면 좋겠습니다.
결과 보고가 가독성이 떨어짐
단계별 심화프로젝트
첫 화면에 전체 진행 순서도(흐름도) 제시
다운로드 시 한글파일로
구성 및 자료검색, AI 어시스턴트는 만족합니다. 디자인 선명화 검토 바랍니다.
다운로드가 한글도 가능하면 좋겠음
질문들이 좀더 구체적이고 정교화되면 좋겠다
내 자료 토대로 업그레이드 될 수 있게. 처음부터 다시 시작하지 않도록. 내가 원하는 지역의 자료를 토대로 기획, 기대 학년에 대한 수정이 되도록
환경동아리 수업에도 사용될수있도록 주제 확장이 필요합니다
기존 입력한 내용이 리셋되는 느낌이 있었는데 잘 다루지 못한 이유일 수도 있어요;;
하나의 프로그램 개발을 위해 창이 너무 많이 생김. 새로운 프로그램 개발을 시작할 수 있는 창. 인증된 프로그램이 올라가서 그럴겠지만 향후 더 다양한 환경교육 프로그램을 학습하여 제안해주면 좋겠음.
아즌 좋습니다.

## 부록 2. AI 기반 환경교육 자원맵 플랫폼 설명 PPT 자료

검색을 넘어, 세상과 교실을 잇는 수업 설계로의 전환

# GEP-AI

## AI 기반 환경교육 자원맵 플랫폼

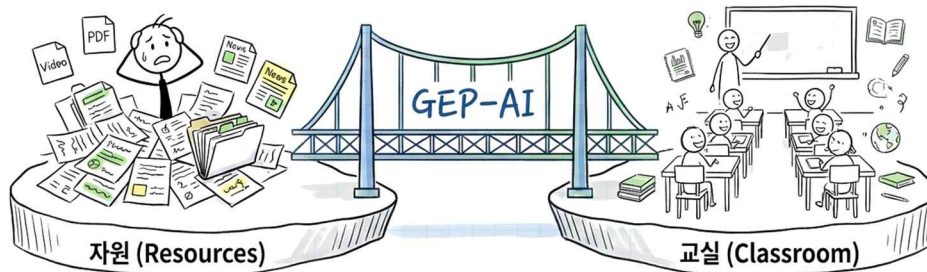
### 풍부한 자료의 역설: 자료는 많으나 수업으로 연결하기 어렵다



자료 검색 중심	수업 설계 과정 지원 부재
단편적 정보	교육과정과의 연계 미흡
맥락 미반영	개별 교사의 교육 철학, 학교, 학생 특성 고려 부족
품질 검증 부재	교육적 적절성 확인 어려움

단순 자원맵에서 수업 설계 환경으로의 전환

## GEP-AI 플랫폼이란?

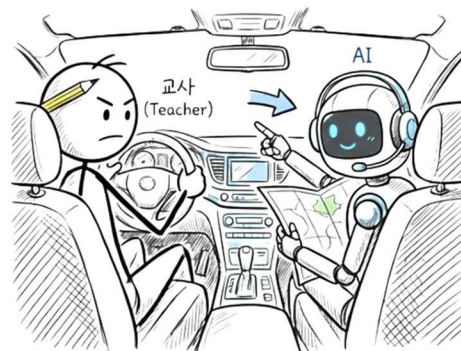


- Greening Education Partnership: UNESCO 에서 추진하고 있는 ESD 프로젝트
- Platform: Greening Education Platform(자원을 수업설계로 통합)

환경교육 자료를 단순 검색하는 것을 넘어, 수업설계의 전 과정을 지원하는 통합 플랫폼

## 핵심 설계 원칙: Human-in-the-Loop(HITL)

1. 교육학 이론 기반: 배움의 수레바퀴 모형
1. 교사 주도성 보장: AI는 보조·확장·가시화 역할(교사가 검토/수정)
1. 품질 보장 체계: 5가지 품질 검증 단계
1. 교사 책임성 보장: AI는 도구일 뿐, 윤리적 책임은 인간에게
1. 현장 실용성: HWPX, PDF, DOCX 등 다양한 형식 지원

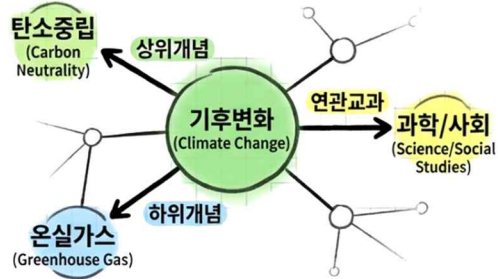


## 단순 검색을 넘어: 온톨로지 기반 RAG 시스템

### 키워드 검색

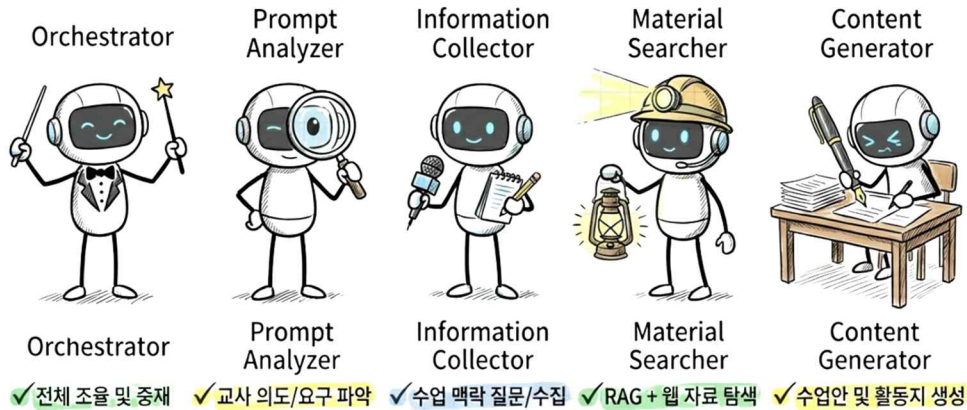


### 온톨로지 관계망 (GEP-AI Way)

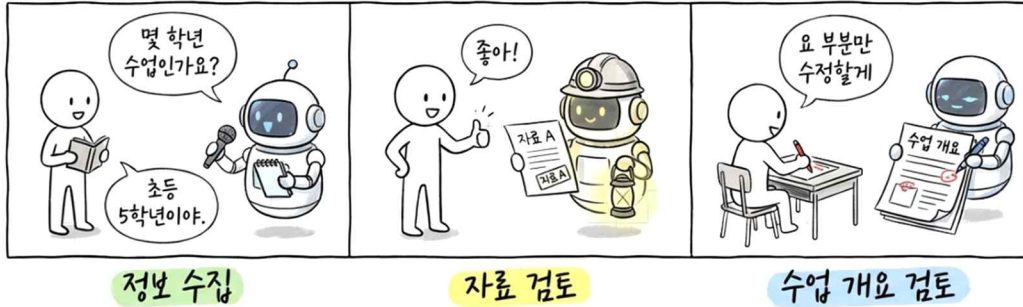


- 하이브리드 검색: 벡터 검색(의미) + 키워드 검색(정확도) + 온톨로지 확장(맥락)
- 9개 차원(환경 주제, 교과, 역량, 학교급 등)으로 메타 데이터 분석 후 자료의 관계망 구축

## 멀티 에이전트 시스템: 5가지 AI 전문가 팀



## HITL 워크플로우: 대화를 통한 수업 설계



정보 수집

자료 검토

수업 개요 검토

- 정보 수집: 시가 부족한 맥락(학생 수준 등)을 역으로 질문
- 자료 검토: 검색된 자료의 적합성을 교사가 확인
- 수업 개요 검토: 생성된 수업 흐름을 교사가 최종 승인/수정

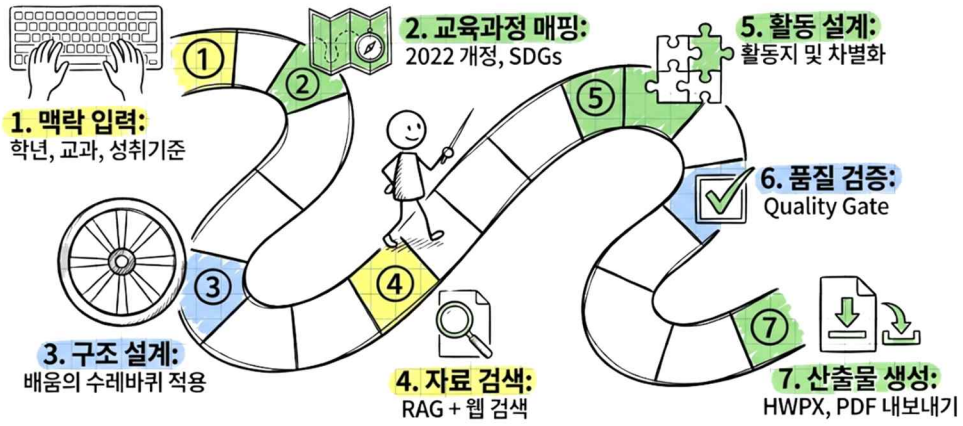
## 품질 검증: 5단계 품질 검증 시스템



시가 생성한 수업안은 5가지 교육적 기준을 통과해야만 교사에게 전달됨

## 7단계 수업 설계 프로세스

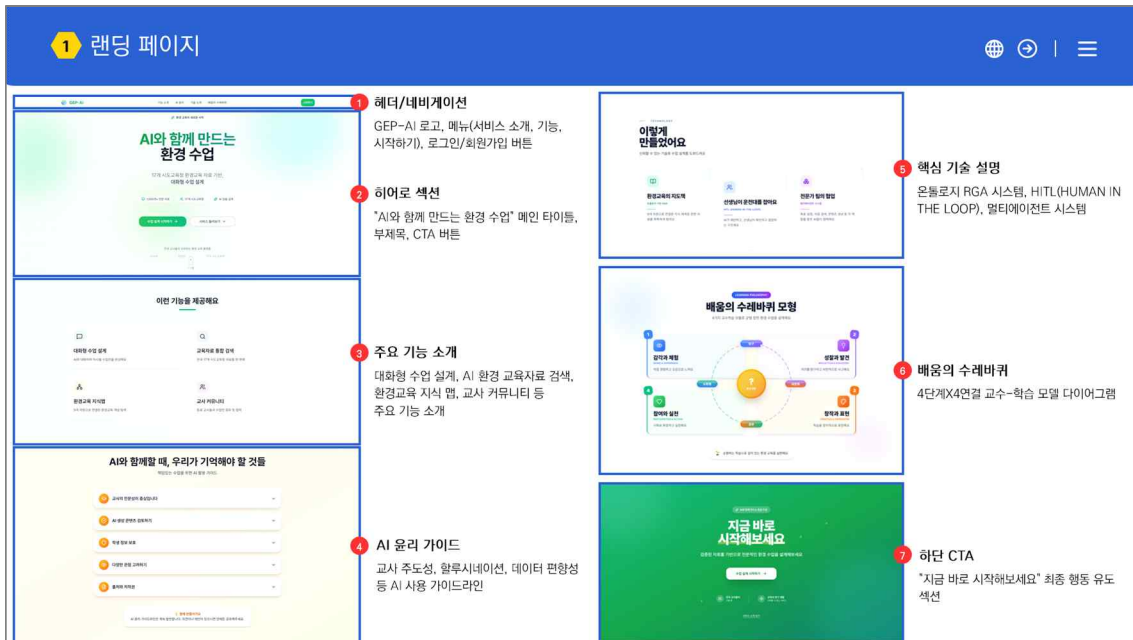
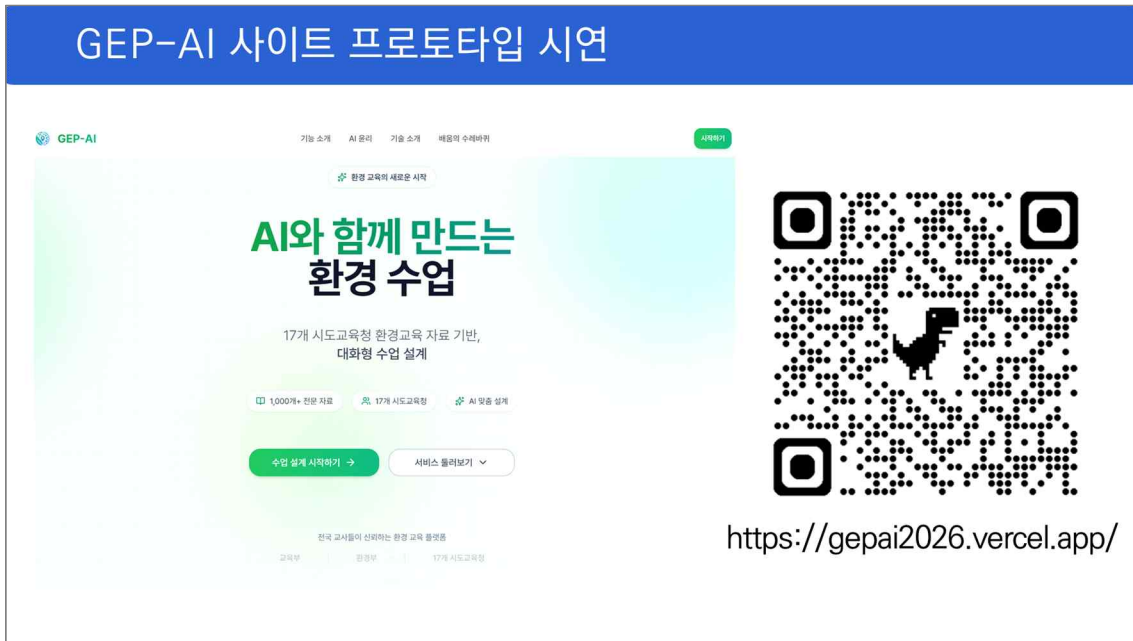
### 7단계 수업설계 프로세스



## 사용자별 맞춤형 활용 시나리오



# GEP-AI 사이트 프로토타입 시연



**1 페이지 헤더**  
"환경교육 지식맵" 타이틀, 설명 문구

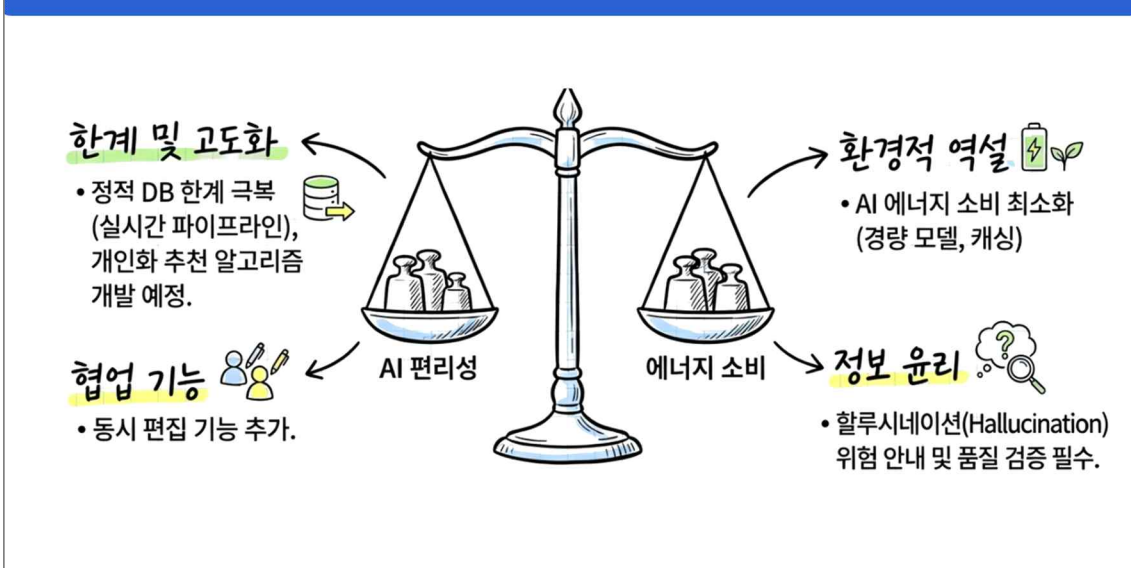
**2 통계 카드**  
전체 노드(280), 관계(1,000+), 환경 주제(73), SDG 목표(17)

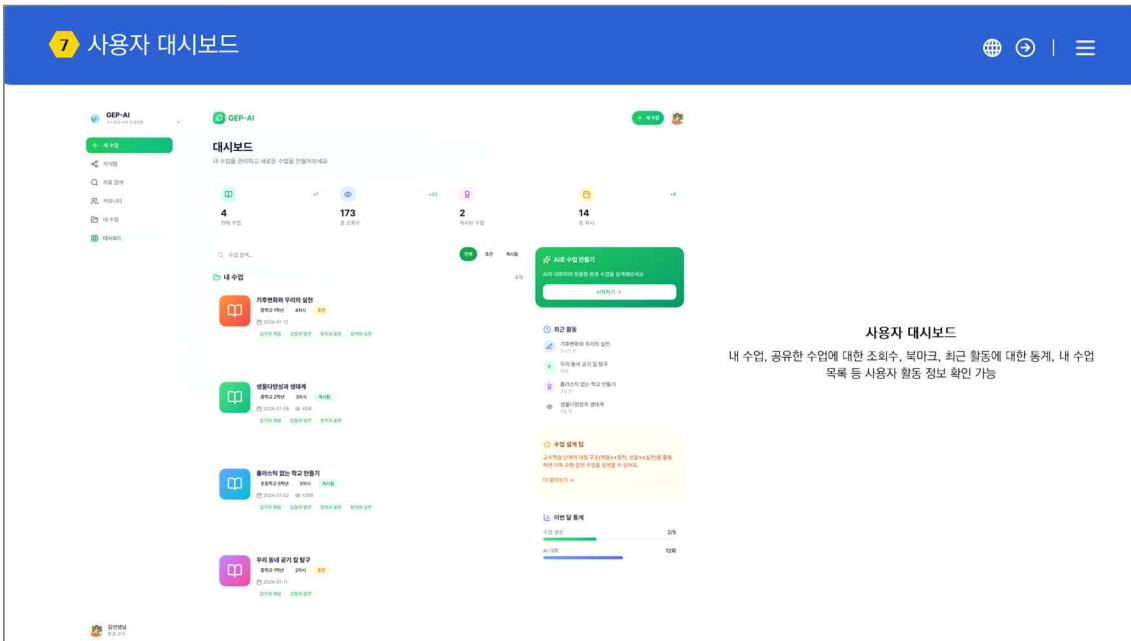
**3 3D/2D 지식맵**  
9차원 온톨로지를 시각화한 3D 인터랙티브 그래프

**4 노드 간 네트워크 및 설명 카드**  
개별 노드 선택 시 노드 간 연결 확인 가능  
개념 설명 카드를 통해 핵심 학습 포인트, 수업 아이디어, 학습 목표, 연결된 노드 등 확인 가능

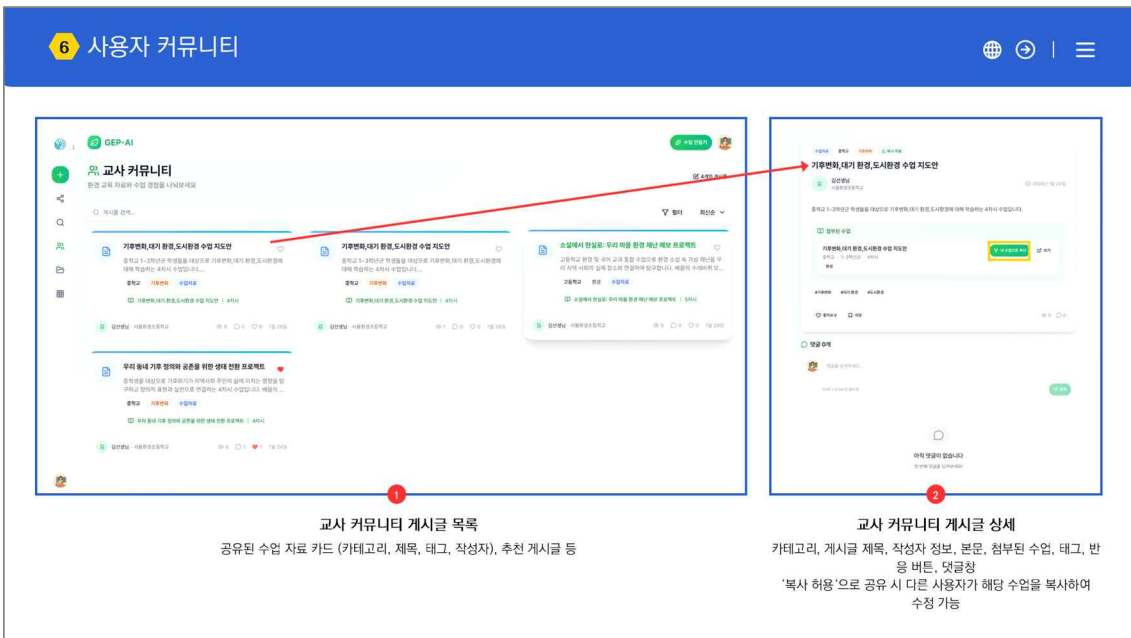
**5 활용 가이드**  
"선생님을 위한 활용 가이드" - 학습 목표, 수업 아이디어, 학습 자료 팁 등 환경교육 지식맵을 활용하는 다양한 방법 안내

## 한계점 및 윤리적 고려사항





**사용자 대시보드**  
내 수업, 공유한 수업에 대한 조회수, 북마크, 최근 활동에 대한 통계, 내 수업 목록 등 사용자 활동 정보 확인 가능



**교사 커뮤니티 게시물 목록**  
공유된 수업 자료 카드 (카테고리, 제목, 태그, 작성자), 추천 게시물 등

**교사 커뮤니티 게시물 상세**  
카테고리, 게시물 제목, 작성자 정보, 본문, 첨부된 수업, 태그, 반응 버튼, 댓글창  
'복사 허용'으로 공유 시 다른 사용자가 해당 수업을 복사하여 수정 가능

**5 내 수업 관리**

GEP-AI 내 수업 관리

내 수업 관리 페이지는 다양한 수업 카드들을 보여줍니다. 각 카드에는 수업 제목, 상태, 시간, 그리고 간단한 설명이 포함되어 있습니다.

**내 수업 관리**

수업 지도안 생성 시 자동으로 '내 수업' 페이지에 결과를 저장  
 생성한 수업 카드 목록 확인 및 수업 자료 수정 및 추가 생성 가능

**4 대화형 AI 수업 설계 - 대화형 수업 설계(HITL)**

대화형 AI 수업 설계 - 대화형 수업 설계(HITL) 페이지는 수업 설계의 세부 사항을 보여줍니다. 좌측에는 'AI 수업 설계' 탭이 있고, 우측에는 '평가 계획' 탭이 있습니다.

**평가 계획**

항목	매우 우수	우수	보통	노력 필요
<b>환경 문제 이해 (지식-이해)</b>	도시 문제와 기후 변화의 연관성을 체계적으로 설명하고, 이를 도시 열섬 및 지구 온난화와 연관하여 시사점으로 이어갈 명확하게 설명함	도시 문제의 중요성을 위한 기본 주제의 설명을 명확하게 설명함	도시 문제와 기후 변화의 관계를 부분적으로 설명함	기본적인 도시 문제와 기후 변화의 관계를 설명하는 데 어려움을 보임
<b>디지털 행동 및 데이터 분석 (탐구-기능)</b>	다양한 디지털 도구와 데이터를 능숙하게 활용하여 지능 환경 문제를 탐색함	주요한 디지털 도구를 활용하여 열섬을 데이터로 설명하여 지도와 도시 문제와 연관성	디지털 도구 사용에 일부 익숙함	디지털 도구 활용 및 데이터 시각화 과정에서 지능적인 접근이 부족함
<b>환경 해결 방안 제시 (탐구-기능)</b>	데이터 분석 결과를 근거하여 지능 시대를 위한 해결책과 실현 가능한 해결책은 구체적으로 제안함	지능 환경 문제를 해결하기 위한 실현 가능한 방안을 제시하고 그 이유를 설명함	핵심 해결책을 제시하나 구체적인 세부사항이 부족함	환경 문제 해결을 위한 지능 시대의 아이디어를 제공하지 않음
<b>환경 감수성 및 지역 인식 (앎-평가)</b>	우리 동네 환경 문제에 깊이 공감하고, 일상 속 현상들을 기후 위기 관점에서 재해석하는 적극적인 태도를 보임	지역 환경의 중요성을 인식하고 기후 행동에 동참함	지역 환경 문제에 관심을 보이나 감수성 표현이 제한적	우리 동네 환경 변화에 대한 관심과 참여 의지가 낮음
<b>협력적 실천 의지 (앎-평가)</b>	모든 활동에서 적극적으로 참여하여 아이디어, 의견과 전략을 위한 구체적인 실천 계획을 수립함	모든 활동에 적극적으로 참여하고 기후 행동 실천을 다짐함	모든 활동에 참여하나 역할 수행이 수동적이며 실천 의지가 부족함	모든 활동에 참여가 지극히 미흡하며 기후 행동 실천에 소극적임

**9 추가 수업 자료 생성**

처시별 수업 지도안 확인 후 수정 요청 또는 평가 계획, 처시별 활동지, 과목별 세부능력 및 특기사항 작성 예시, 보호자 가정통신문 등 추가 수업 자료 생성 요청

**4** **우리 동네 환경 불평등 지도 만들기: 데이터로 보는 환경 정의**

중학교 1-3학년년을 대상으로 공공 데이터를 활용하여 수도권과 비수도권의 환경 시설 격차를 분석하고 지도로 시각화하는 6차시 수업입니다. 환경 정의의 관점에서 지역 불균형 문제를 탐색하고 이를 해결하기 위한 실천 방안을 모색합니다.

**1차시: 감각과 체험: 우리 동네 환경 시설 탐색하기**

**학습 목표**

- 우리 동네에 위치한 다양한 환경 기호 시설과 녹지 공간을 찾아낼 수 있다
- 환경 시설이 주민의 삶에 미치는 긍정적 및 부정적 영향을 요감으로 표현할 수 있다

**도입 (9분)**

- 중심 질문 제시: 공공 데이터로 본 우리 동네의 녹지와 소각장은 왜 특정 지역에만 몰려 있을까? 우리가 만든 지도가 보여주는 진짜 모습은 무엇일까?
- 우리 동네에서 내가 가장 좋아하는 장소와 가기 꺼리는 장소를 포스트잇에 적어 지도판에 붙이기
- 학습 목표 확인 및 오늘의 활동 안내

**전개 (27분)**

**지도 앱을 활용한 우리 동네 환경 시설 보통찾기**

2인 1조로 태블릿 PC의 지도 앱을 활용하여 학교 반경 2km 이내의 공원, 숲 등 녹지 공간과 소각장, 폐기물 처리장 등 환경 기호 시설을 찾아 목록을 작성합니다. 각 시설의 위치를 확인하고 로드뷰 기능을 통해 주변 환경과 관리 상태를 관찰하여 활동지에 기록합니다.

**소요 시간**

- 태블릿 PC, 태블릿

**환경 시설 이미지 카드 분류 및 감각 표현**

제공된 다양한 환경 시설 사진 카드를 제작을 주는 시삽과 부담을 주는 시삽으로 분류합니다. 분류된 시설 근처에 살 때 느끼길 기쁨이나 감지(냄새, 소리, 풍경 등)를 활용하여 이미지를 매칭하고 그 이유를 모둠원에게 공유합니다.

**소요 시간**

- 환경 시설 카드, 색지, 활동지 카드

**정리 (9분)**

**7** **다운로드 형식 선택**

가져오버와 그린워싱: 청소년의 정체성을 넘어 실천으로  
작성일: 2026. 2. 6. 오후 5:30:03

- HWP (한국 문서)  
한컴오피스에서 편집 가능한 HWPX 파일
- PDF (인쇄용)  
전문적인 레이아웃의 인쇄용 PDF 파일
- DOCX (편집용)  
Microsoft Word에서 편집 가능한 문서
- HTML (프린트용)  
브라우저에서 열어 프린트하거나 PDF로 저장
- Markdown  
노션, 오픈스런 등에서 편집 가능
- JSON (원본 데이터)  
프로그램용 원본 데이터

취소 다운로드

**6** **차시별 수업 지도안 생성**

사용자 입력 정보와 환경교육자료 데이터베이스를 기반으로 차시별 수업 지도안(상세) 생성  
수업 개요, 차시별 학습목표, 도입-전개-정리 활동, 교사용 수업 가이드(핵심 발문, 시간 조절 팁, 예상되는 어려움 및 대처 방안, 교사 체크리스트 등) 제공, 직접 편집 및 다 다운로드 가능

**7** **다양한 다운로드 형식**

HWP, PDF, DOCX, HTML, MARKDOWN, JSON 형식으로 다운로드 가능

수업 지도안 | 가져오버와 그린워싱: 청소년의 정체성을 넘어 실천으로 | 참고자료 | 우리 동네 탄소 지도 만들기: 뜨거운 열정의 불꽃을 피우며 | 참고자료

함께야: 고등학교 환경 환경교육  
10개의 참고자료를 찾았습니다.

<p><b>경남, 중동지역학 환경교재(지원순환)2024_3</b> 권두: 96%</p> <p>다양한 경상남도 지방자치단체별 쓰레기 발생량 및 지방자치단체별 연구수에 대한 자료이다. 상 정보 제공 보기</p>	<p>신뢰도 보기</p> <p>다운로드</p>
<p><b>중동지역학 환경교재(지원순환)_2024</b> 권두: 96%</p> <p>다양한 경상남도 지방자치단체별 쓰레기 발생량 및 지방자치단체별 연구수에 대한 자료이다. 상 정보 제공 보기</p>	<p>다운로드</p>
<p><b>인천, 2022 초등 기후위기대응 및 생태환경교육 자료집(지속가능발전 전환 메디고지 프래임워크)_4</b> 권두: 89%</p> <p>이러한 전환 교육의 이론적 토대는 구체적으로 학습 형태와 학습 과정으로 정리하면, 이를 적용 하여 학습 활동을 설계할 때 전환 교육의 가치를 실현할 수 있다. 및 가지 학습 형태와 학습 과정을 정리하고, 예시를 곁들여 구체적으로 설명한다. 상 정보 제공 보기</p>	<p>다운로드</p>
<p><b>인천, 2022 초등 기후위기대응 및 생태환경교육 자료집(지속가능발전 전환 메디고지 프래임워크)_L4</b> 권두: 89%</p> <p>이러한 전환 교육의 이론적 토대는 구체적으로 학습 형태와 학습 과정으로 정리하면, 이를 적용 하여 학습 활동을 설계할 때 전환 교육의 가치를 실현할 수 있다. 및 가지 학습 형태와 학습 과정을 정리하고, 예시를 곁들여 구체적으로 설명한다. 상 정보 제공 보기</p>	<p>다운로드</p>

**5** **참고 자료**

**5-** **신뢰도 보기**

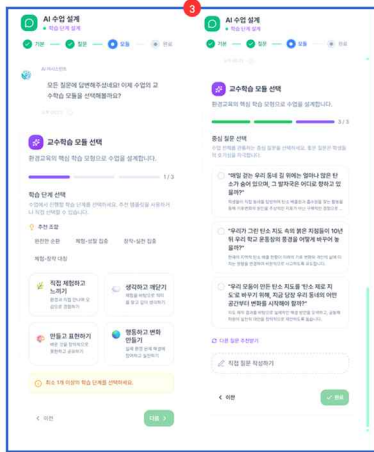
**5-** **다운로드**

**5-** **RAG 기반 관련 자료 검색 결과 표시**  
대화를 통해 수집한 사용자의 요구사항을 분석하여 환경교육 자료 데이터베이스를 검색, 해당 자료를 기반으로 수업 자료 생성

**5-** **참고 자료의 신뢰도 표시**  
낮음/보통/높음

**5-** **참고자료 다운로드**  
참고자료를 직접 다운로드하여 확인 가능

4 대화형 AI 수업 설계 - 대화형 수업 설계(HITL)



3 교수학습 모듈 및 중심 질문 선택

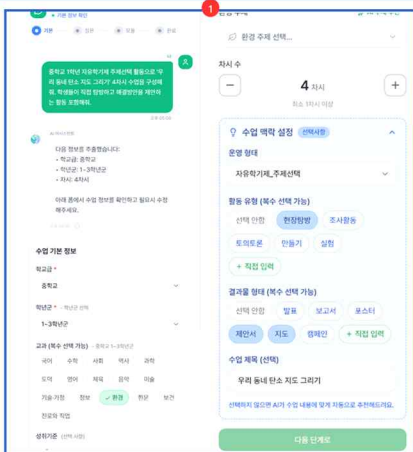
배움의 수레바퀴 모형(4단계X4연결) 기반 교수학습 모듈 선택 중심 질문 선택(AI 추천) 또는 직접 작성



4 수업 개요 최종 확인

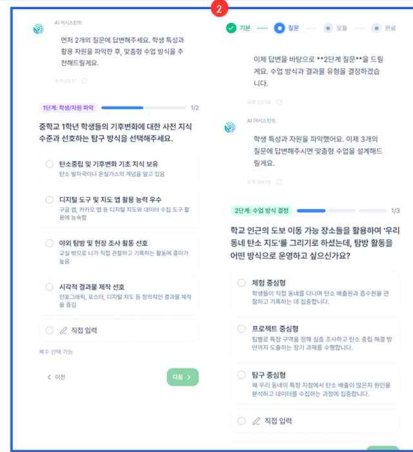
최종 지도안 생성 전 사용자에게 제시할 수업 개요 제시 사용자는 차시별 수업 개요를 확인하여 수정 요청 또는 지도안 생성 진행

4 대화형 AI 수업 설계 - 대화형 수업 설계(HITL)



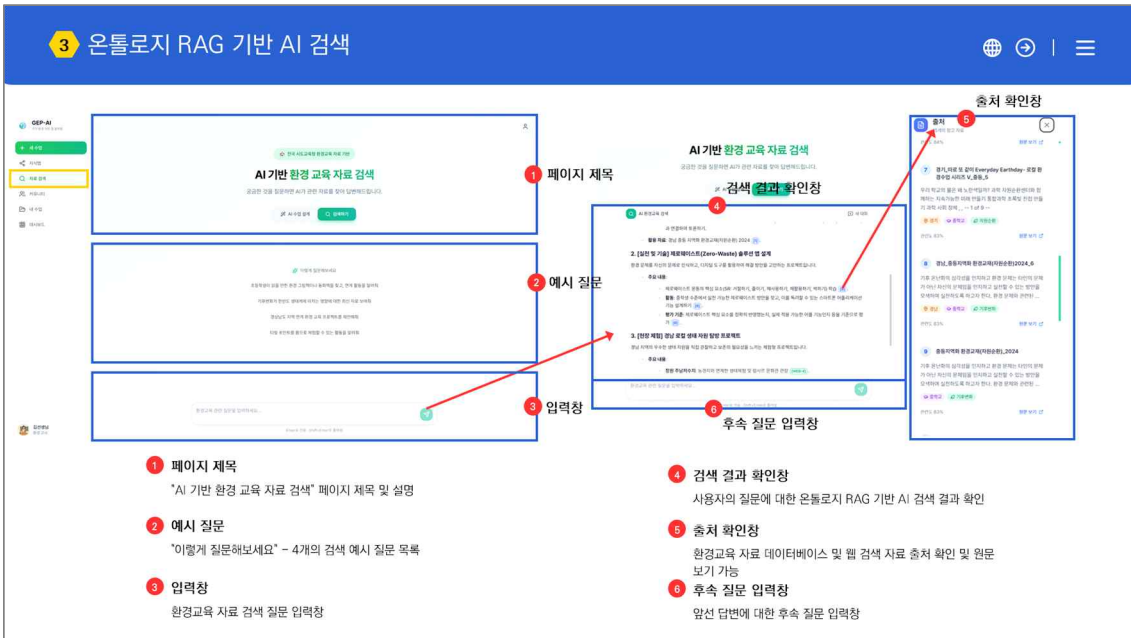
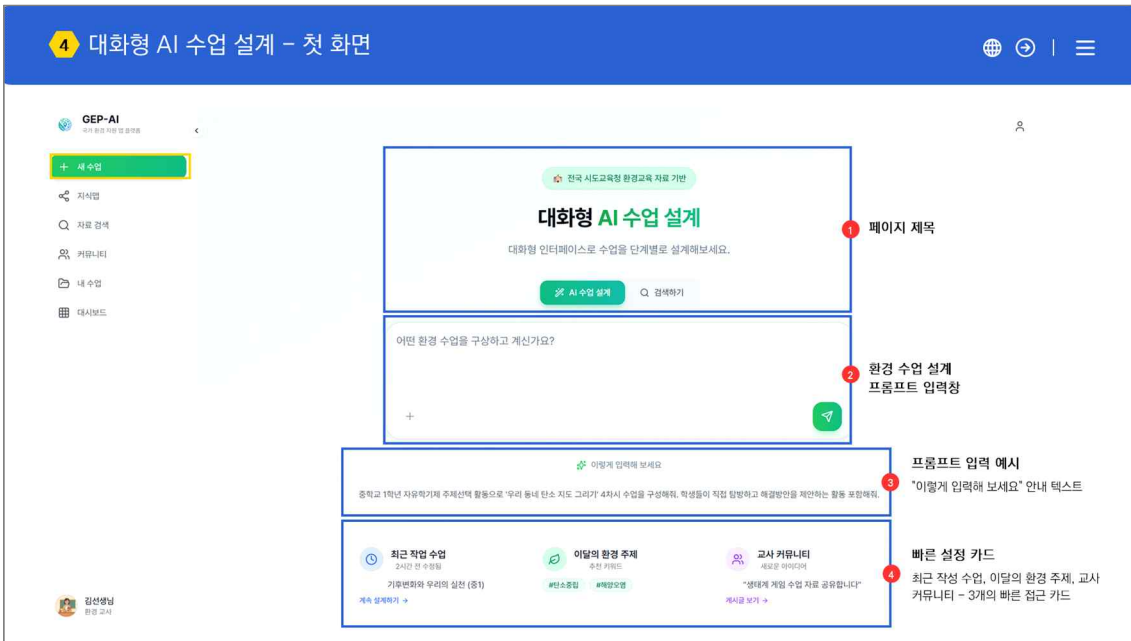
1 수업 기본 정보 입력창

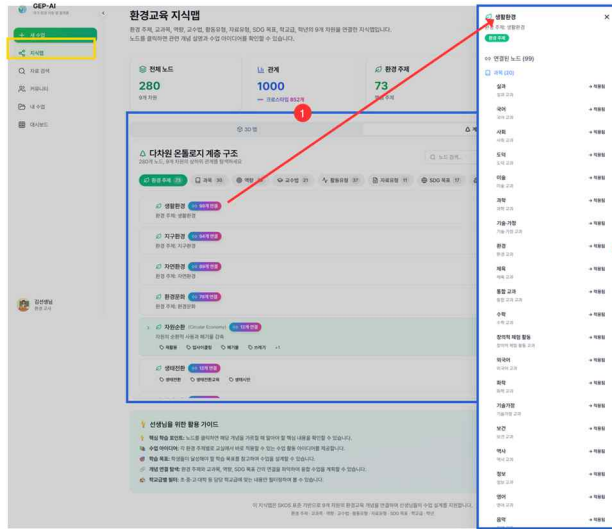
초기 사용자 프롬프트 분석 후 보충이 필요한 수업 기본 정보 요청 학교급, 학년군, 교과목, 성취기준, 환경 주제, 수업 맥락 등



2 1, 2단계 심층 질의응답

사용자가 입력한 수업 기본 정보를 분석한 뒤 동적으로 질문을 생성해 질의응답 1단계에서 학생/자원에 대해 파악한 뒤 2단계에서 수업 방식, 결과물 유형 등에 대한 구체적인 질의응답 진행





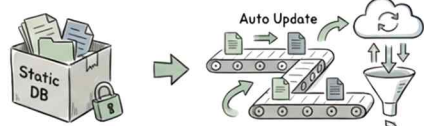
1 계층 트리  
환경 주제(73), 과목(30), 역량(19), 교수법(21), 활동유형(37), 자료유형(11), SDG 목표(17), 학교급(16) 등 차원별 계층 구조 확인 가능

2 상세 정보 패널  
선택한 노드의 상세 정보 - 하위 항목, 관련 노드 수, 상세 설명

## 정식 서비스 개발을 위한 4대 고도화 과제

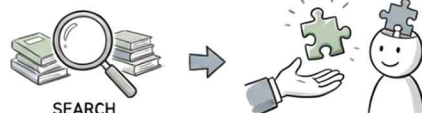
현재의 프로토타입을 넘어, 데이터·사람·지역이 연결되는 정식 플랫폼 개발 필요

### 1. 데이터 파이프라인 자동화



• [AS-IS] 정적 DB → [TO-BE] 신규 자료 수집/ 분석 완전 자동화

### 2. 맥락 기반 개인화 추천



• [AS-IS] 검색 → [TO-BE] 교사 이력 기반 맞춤 추천

### 3. 실시간 협업 환경 구축



• [AS-IS] 독립 작업 → [TO-BE] 동학년/융합 수업, 학교-지역 협업을 위한 실시간 동시 편집

### 4. 지역 연계 콘텐츠 확장



• [AS-IS] 교육청 자료 한정 → [TO-BE] 사회환경교육 기관 자료 통합