



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



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

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

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

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

[Disclaimer](#)

박사학위논문

AI 에이전트 활용 영상 콘텐츠 제작 PBL 수업 설계 및 분석

- 교수자와 학습자 조력 기능을 중심으로 -

Design and Analysis of an AI-Agent-Supported
PBL for Video Content Production: Focusing on
Support Functions for Instructors and Learners

홍익대학교 대학원
AI, 실감미디어콘텐츠학과
김 종 민

2026년 2월



AI 에이전트 활용 영상 콘텐츠
제작 PBL 수업 설계 및 분석
- 교수자와 학습자 조력 기능을 중심으로 -

Design and Analysis of an AI-Agent-Supported
PBL Course for Video Content Production:
Focusing on Support Functions for Instructors
and Learners

지도교수 한 정 엽

이 논문을 박사학위 논문으로 제출함.

2026년 1월

홍익대학교 대학원
AI, 실감미디어콘텐츠학과
김 종 민



김종민의 박사학위 논문을 인준함

심 사 위 원

심사위원장 김 현 석 (인)

심사위원 한 정 엽 (인)

심사위원 이 하 은 (인)

심사위원 임 진 이 (인)

심사위원 김 용 구 (인)

홍익대학교 대학원



국문초록

AI 에이전트 활용 영상 콘텐츠 제작 PBL 수업 설계 및 분석
- 교수자와 학습자 조력 기능을 중심으로 -

홍익대학교 대학원
AI,실감미디어콘텐츠학과
김 종 민

인공지능(AI) 기술의 발전은 교수-학습 환경을 빠르게 변화시키고 있으며, 문제 해결과 창의적 수행을 강조하는 프로젝트 기반 학습(Project-Based Learning, PBL)의 교육적 중요성도 함께 부각되고 있다. 특히 영상 콘텐츠 제작과 같이 기획, 기술, 협업이 복합적으로 요구되는 PBL 수업에서는 교수자의 업무 부담 증가로 인해 학습 흐름의 불안정, 조력 시점의 불균형, 협업 과정의 단절, 성찰 활동의 형식화와 같은 문제가 반복적으로 나타나고 있다. 이러한 문제는 학습자의 자기조절 부담을 가중시키고 교수자의 수업 운영 난이도를 높여, PBL 수업의 지속적 확산을 제약하는 요인으로 작용한다.

이러한 한계를 보완하기 위한 방안으로 탐구 안내, 수행 점검, 정보 제공, 협업 지원 등의 기능을 수행하는 AI 에이전트의 교육적 활용 가능성이 제기되고 있으나, AI 조력 기능을 PBL 단계 구조에 체계적으로 통합하고 그 작동 방식과 상호작용을 실증적으로 분석한 연구는 충분하지 않은 실정이다. 이에 본 연구는 영상 콘텐츠 제작 PBL 수업에 교수자와 학습자를



조력하는 AI 에이전트를 통합한 수업모형을 설계하고, 그 작동 방식과 교육적 효과를 분석하여 조력 AI 에이전트 활용 수업모형의 설계 원리를 도출하는 데 목적을 두었다.

본 연구는 설계기반연구(Design-Based Research, DBR) 방법론을 적용하여 설계-실행-분석-개선의 순환 과정을 수행하였다. 교수자 인터뷰와 문헌 분석을 통해 영상 콘텐츠 제작 PBL 수업 현장의 주요 문제와 대응 전략을 도출하고, 이를 토대로 초기 수업모형과 AI 에이전트 조력 구조를 설계하였다. 이후 전문가 검토를 거쳐 설계안의 타당성을 확보하고, 두 차례의 DBR Cycle을 통해 실제 고등교육 수업에 적용하였다. 자료 수집은 학습 로그, 학습자 설문, 교수자 성찰노트를 중심으로 이루어졌으며, 기술 분석, 주제 분석, 삼각 분석을 통해 PBL 단계별 AI 조력 기능과 상호작용 구조의 변화를 종합적으로 분석하였다.

연구 결과, 영상 콘텐츠 제작 PBL 수업에 적용된 조력 AI 에이전트는 문제 정의, 탐구 설계, 실행, 성찰의 전 과정에서 과제 절차 안내, 수행 점검, 협업 조율, 성찰 유도를 지원함으로써 수업 흐름의 안정성과 수행의 일관성을 향상시키는 것으로 나타났다. 학습자는 탐구 목표와 수행 기준을 보다 명확히 인식하고, 협업 구조를 체계화하였으며, 성찰 과정에서도 이전보다 심화된 자기 점검을 수행하였다. 또한 교수자는 반복적인 세부 피드백 부담에서 벗어나 수업 전반을 조정하고 판단하는 상위 조정 역할에 보다 집중할 수 있는 운영 환경을 확보하였다.

아울러 교수자-AI-학습자 간 역할 구조가 의미 판단, 절차 점검, 실행 수행을 중심으로 재편되면서 상호작용 흐름이 안정화되고 팀 활동의 지속성도 강화되는 양상이 확인되었다. 이러한 결과를 바탕으로 본 연구는 조건-전략-결과(Condition-Strategy-Outcome) 구조에 기반한 설계 원리를 도출하고, 고등교육 맥락에서 적용 가능한 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력



AI 에이전트 활용 수업모형(v4)을 제안하였다. 본 연구는 AI가 단순한 기술적 도구를 넘어 교수·학습 과정을 구조적으로 지원하는 조력자로 기능할 수 있음을 실증적인 사례를 기반으로 제시하였다는 점에서 학문적·실천적 의의를 가지며, AI 기반 교수학습 설계 연구와 설계기반연구 방법론의 확장 가능성을 시사한다.



목 차

국문초록	1
목차	4
표 목차	7
그림 목차	11
 I. 서 론	 12
1.1. 연구의 배경 및 목적	12
1.2. 연구의 방법 및 범위	23
 II. 이론적 배경	 26
2.1. 프로젝트 기반 학습(PBL)과 영상 콘텐츠 제작 교육	26
2.1.1. PBL의 정의	26
2.1.2. PBL의 구조와 절차	31
2.1.3. 영상 콘텐츠 제작 교육의 특성	36
2.2. AI 에이전트와 교수학습 조력	41
2.2.1. AI 에이전트(Agent)의 정의	41
2.2.2. AI 에이전트의 교수학습 조력 설계 원리	51
2.2.3. AI 에이전트의 교수학습 조력기능	54
2.2.4. AI 에이전트의 PBL 교수학습 적용	56
2.2.5. 교수학습 맥락에서의 AI 윤리	58
2.2.6. AI 에이전트의 교수학습 조력기능과 개입 형태	60
2.2.7. AI 에이전트의 PBL 단계별 조력 개입	63
2.3. 설계기반연구(DBR)의 정의와 교수학습 적용	65
2.3.1. 설계기반연구(DBR)의 정의	65



2.3.2. 설계기반연구(DBR)의 절차	67
2.3.3. 설계기반연구(DBR)의 자료 수집 및 분석 절차	69
III. 연구 설계	73
3.1. 연구설계 개요	73
3.2. 연구의 절차	74
3.3. 연구참여자 및 환경	87
3.4. 연구도구	90
3.5. 자료수집 및 분석	126
3.6. 윤리적 고려 사항	128
IV. 연구결과	130
4.1. 개요	130
4.2. 이론적 설계 결과 및 분석	130
4.3. 전문가 검토 결과 및 분석	146
4.4. DBR Cycle 1 실행	156
4.5. 분석 및 리디자인	169
4.6. DBR Cycle 2 실행 및 분석	186
4.7. 설계 원리 도출	217
V. 결 론	243
5.1. 연구 요약	243
5.2. 연구 결과 논의	244
5.3. 실천적 및 윤리적 의의	250
5.4. 연구의 한계 및 향후 연구 제언	252
참고문헌	256



부 록	276
Abstract	305



<표 목차>

[표 1-1] 선행연구의 한계점 또는 공백 분석	16
[표 1-2] 연구문제의 주요 초점 및 연구 공백	21
[표 1-3] 유형별 연구 목적 및 기대 효과	23
[표 1-4] 본 연구의 흐름도	25
[표 2-1] 프로젝트 기반 학습의 효과	28
[표 2-2] PBL의 학습만족도, 협업 역량, 자기주도학습능력 측정 방법	30
[표 2-3] 프로젝트 기반 학습의 교수자 중심 운영 절차	32
[표 2-4] 프로젝트 기반 학습의 학습자 중심 운영 절차	34
[표 2-5] 프로젝트 기반 학습의 형성평가와 수행평가	36
[표 2-6] 영상 콘텐츠 제작의 교수학습 단계	39
[표 2-7] 영상 콘텐츠 제작 수업의 PBL 절차	40
[표 2-8] PBL 단계 기반 영상 콘텐츠 제작 수업 운영 구조	41
[표 2-9] AI 에이전트(Agent)의 정의	43
[표 2-10] AI 에이전트(Agent)의 핵심 속성	46
[표 2-11] AI 에이전트의 작동 구조	48
[표 2-12] AI 에이전트의 교수학습 조력 개념 정의	50
[표 2-13] 선행연구 기반 AI 에이전트 교수학습 활용 형태	51
[표 2-14] AI 에이전트의 교수학습 조력 설계 원리	53
[표 2-15] 인지적 도제 기반 AI 에이전트 교수학습 조력기능	55
[표 2-16] AI 에이전트 교수학습 조력기능의 PBL 정합성	58
[표 2-17] 교수학습 맥락에서의 AI 윤리 기준	30
[표 2-18] AI 에이전트의 교수학습 조력 개입 형태	61
[표 2-19] 윤리적 고려와 AI 에이전트의 교수학습 조력기능의 개입 형태	63
[표 2-20] AI 에이전트의 PBL 단계별 조력 개입	65
[표 2-21] 설계기반연구(DBR)의 일반적 속성	66



[표 2-22] 설계기반연구(DBR)의 세부 절차 및 산출물	69
[표 2-23] 설계기반연구(DBR)의 분석방법	72
[표 3-1] 이론적 설계 단계의 절차 및 산출물	78
[표 3-2] 전문가 검토 단계의 절차 및 산출물	79
[표 3-3] DBR Cycle 1 단계의 절차 및 산출물	81
[표 3-4] 분석 및 리디자인 단계의 절차 및 산출물	82
[표 3-5] DBR Cycle 2 단계의 절차 및 산출물	84
[표 3-6] 설계 원리 도출 단계의 절차 및 산출물	86
[표 3-7] 본 연구의 DBR 절차 및 절차별 목적	86
[표 3-8] 본 연구의 연구참여자 및 환경	90
[표 3-9] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트의 내부 작동 구조	96
[표 3-10] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트의 기능	97
[표 3-11] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트의 피드백 구조	98
[표 3-12] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트의 컨텍스트 구조	100
[표 3-13] PBL 단계별 교수자용 GPTS 지원 구조	101
[표 3-14] PBL 단계별 교수자용 GPTS 지원 구조	103
[표 3-15] 단계 전환 태그 트리거 기반 단계 전환 규칙	104
[표 3-16] PBL 단계 별 AI 에이전트 개입 형태 및 조력기능	105
[표 3-17] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트의 개입 형태 전환 규칙	108
[표 3-18] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 활용 수업모형 설계안 구성	109
[표 3-19] 로그 저장 스키마와 운용 규칙	117
[표 3-20] 지표와 운용 규칙	118
[표 3-21] 플래그와 운용 규칙	120
[표 3-22] 로그 분석표의 구성 요소 및 운용 절차	120
[표 3-23] 본 연구의 자료수집 및 분석	127
[표 4-1] 본 연구의 현장 전문가, 교수자 인터뷰 참여자 정보	132
[표 4-2] 본 연구의 현장 전문가, 교수자 인터뷰 질문항목 구성	132
[표 4-3] 본 연구의 현장문제 중심 코딩표	133



[표 4-4] 본 연구의 문헌 분석표	135
[표 4-5] 본 연구의 설계 요건 매트릭스	137
[표 4-6] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 설계안의 이론적 기반 ..	138
[표 4-7] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 설계 요건 매트릭스	140
[표 4-8] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트의 단계별 운영 구조	141
[표 4-9] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트의 역할 분담	143
[표 4-10] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 활용 수업모형 설계안 (v1)	144
[표 4-11] 본 연구의 평가 매트릭스 요약표	146
[표 4-12] 본 연구의 전문가 검토 선정 명단	147
[표 4-13] 본 연구의 전문가 검토 평가지	148
[표 4-14] 전문가 검토 내용타당도(CVI) 분석 결과	149
[표 4-15] 전문가 검토 주제분석 결과	151
[표 4-16] 전문가 검토 결과 주제 분석 및 수정 계획안	153
[표 4-17] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 활용 수업모형 설계안 (v2)	154
[표 4-18] 전문가 검토 단계 수업모형 설계안 버전 비교표	156
[표 4-19] DBR Cycle 1 실행 환경 및 참여자 구성	159
[표 4-20] DBR Cycle 1 수업 절차 및 AI 에이전트 적용 개요	160
[표 4-21] DBR Cycle 1 학습 로그 데이터 자료 수집 개요	161
[표 4-22] DBR Cycle 1 문제 정의 단계 수업 설계안	162
[표 4-23] DBR Cycle 1 탐구 설계 단계 수업 설계안	164
[표 4-24] DBR Cycle 1 실행 단계 수업 설계안	165
[표 4-25] DBR Cycle 1 공유 및 성찰 단계 수업 설계안	167
[표 4-26] DBR Cycle 1 주요 관찰 결과	168
[표 4-27] 분석 및 리디자인 단계의 분석 절차 및 자료 구성	171
[표 4-28] DBR Cycle 1 학습 로그 데이터 개요	172
[표 4-29] AI 에이전트 활용 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력기능 분석 기준 ..	173



[표 4-30] DBR Cycle 1 학습자 로그 데이터 기술분석 결과	174
[표 4-31] DBR Cycle 1 교수자 성찰노트 주제 코딩표	176
[표 4-32] DBR Cycle 1 학습자 평가 설문 양적 결과	177
[표 4-33] DBR Cycle 1 학습자 설문 주제 코딩표	179
[표 4-34] DBR Cycle 1 결과 기반 문제 목록표	181
[표 4-35] 분석 및 리디자인 수정 계획표	183
[표 4-36] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 활용 수업모형 설계안 (v3)	184
[표 4-37] 분석 및 리디자인 단계 수업모형 설계안 버전 비교표	188
[표 4-38] DBR Cycle 2 실행 환경 및 참여자 구성	189
[표 4-39] DBR Cycle 2 수업 절차 및 AI 에이전트 적용 개요	191
[표 4-40] DBR Cycle 2 문제 정의 단계 수업 설계안	194
[표 4-41] DBR Cycle 2 탐구 설계 단계 수업 설계안	195
[표 4-42] DBR Cycle 2 실행 단계 수업 설계안	196
[표 4-43] DBR Cycle 2 실행 단계 수업 설계안	197
[표 4-44] DBR Cycle 2 주요 관찰 결과	198
[표 4-45] DBR Cycle 2 학습 로그 데이터 개요	200
[표 4-46] DBR Cycle 2 학습자 로그 데이터 기술분석 결과	202
[표 4-47] DBR Cycle 2 학습자 평가 설문 결과	203
[표 4-48] DBR Cycle 간 학습자 평가 설문 결과 변화	203
[표 4-49] DBR Cycle 2 학습자 설문 주제 코딩표	205
[표 4-50] DBR Cycle 2 교수자 성찰노트 주제 코딩표	207
[표 4-51] Cycle 1, Cycle 2 수업모형 분석 결과 비교	209
[표 4-52] DBR Cycle 2 삼각분석 결과 요약	212
[표 4-53] DBR Cycle 1 대비 실질적 개선 결과	213
[표 4-54] Cycle 1, 2 학습자 경험 분석 요약 표	215
[표 4-55] Cycle 1, 2 교수자 경험 분석 요약 표	217
[표 4-56] 본 연구의 설계 원리 도출 절차 요약	219



[표 4-57] 본 연구의 학습 데이터 통합 분석 절차 요약	221
[표 4-58] 평가 매트릭스 기반 설계 요소 통합분석표	223
[표 4-59] 통합분석 기반 C-S-O 구성요소 정제표	225
[표 4-60] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 설계 원리 매트릭스(v1)	227
[표 4-61] 본 연구의 설계 원리 초안(v1) 검토 전문가 명단	229
[표 4-62] 본 연구의 설계 원리 초안(v1) 전문가 검토 결과	231
[표 4-63] 본 연구의 설계 원리 조정 기준표	232
[표 4-64] 전문가 검토 결과 기반 설계 원리 조정 요약표	234
[표 4-65] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 설계 원리 매트릭스 최종안 요약표	237
[표 4-66] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 활용 수업모형 설계안 (v4)	240
[표 4-67] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 활용 수업모형 설계안 버전 별 비교 표	242
[표 5-1] 본 연구의 DBR Cycle 간 주요 연구 결과 요약	246
[표 5-2] 연구문제에 따른 연구 분석 결과 요약	250
[표 5-3] 본 연구의 실천적 및 윤리적 의의	251
[표 5-4] 본 연구의 한계 및 향후 연구 제언	254

<그림 목차>

[그림 3-1] 설계기반연구(DBR) 기반 연구모형 개요도	76
[그림 3-2] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 구조도	107



I. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

1.1.1. 연구의 배경

인공지능(Artificial Intelligence: AI)의 발전은 교육체제의 근본적 변화를 요구하고 있다. 교육부의 「디지털 기반 교육 혁신 방안」(2023)은 학습자의 수준과 과정을 분석해 개별화 학습 지원체제 구축을 강조하며, AI를 획일적 교육을 혁신할 핵심 기술로 제시하였다. 또한, 「2024년 주요 정책 추진계획」에서는 AI 디지털교과서와 학습데이터 기반 지원체제 도입을 밝히고 있으며, 경기도교육청(2024) 역시 AI 기반 진단·피드백과 탐구 중심 수업 확대를 강조하였다. 이러한 정책은 AI가 단순한 보조 기술을 넘어 학습 진단, 분석, 지원을 담당하는 구조적 시스템으로 교육체제에 통합되고 있음을 보여준다(교육부, 2023, 2024; 경기도교육청, 2024).

이러한 정책적 흐름은 국제적으로도 유사하게 나타난다. OECD(2024a)는 기술 발전이 교사의 역할과 전문성을 재구성하고 있음을, 「Education at a Glance 2024」에서는 자동화와 AI가 학습자 중심 교육구조를 강화하고 개별화 학습의 필요성을 높이고 있음을 제시하였다(OECD, 2024b). 이러한 동향은 AI 기반 학습환경이 학습자의 주도성과 심층적 이해를 촉진하는 탐구 및 프로젝트 기반 학습(PBL)과 높은 정합성을 지닌다는 점을 뒷받침한다. 특히 PBL은 학업 성취, 고차사고력, 문제 해결력 등에서 긍정적 효과가 검증되어 있으며(Zhang & Ma, 2023), AI 기반 개별화 학습과 결합할 때 그 효과가 확대될 수 있다.

결과적으로, AI 기술은 학습자의 진단·분석·지원 기능을 포함한 구조적 요소로 교육체제에 통합되고 있으며, 교사는 설계자이자 조정자로서의 새로운 전문성을 요구받고 있다(교육부, 2023, 2024; OECD, 2024a, 2024b). 동시에 학습자는 탐구, 문제 해결, 협업 중심의 학습 주체로 전환

되고 있으며, 이는 탐구-실행-성찰을 강조하는 PBL의 확산과 맞물려 나타난다(경기도교육청, 2024; Zhang & Ma, 2023).

AI 기반 교육정책이 수행 중심 학습을 강화하면서 PBL의 활용은 더욱 확대되고 있으나, 실제 운영에서는 설계·운영·평가 전 과정에서 구조적 병목이 발생해 교수자에게 과중한 부담이 집중되고 있다(Kokotsaki et al., 2016; Garmendia et al., 2021; Evenddy et al., 2023). 설계 단계에서는 문제 구조화, 목표·평가 정렬 등 복잡한 절차가 요구되며(Kokotsaki et al., 2016), 운영 단계에서는 학습자의 수준 차이로 지속적인 피드백과 조정이 필요하다(Evenddy et al., 2023). 또한 협업 과정의 갈등이나 역할 불균형(금혜진, 2019)과 평가 단계의 다층적 요구(Garmendia et al., 2021)가 교수자의 부담을 가중시킨다.

앞선 문제들은 특히 영상 콘텐츠 제작 PBL에서 더 강화되어 나타난다. 기획, 촬영, 편집 등으로 구성된 다단계 제작 과정은 높은 복잡성과 단계 간 상호의존성을 지니며(Wuttikamonchai, 2025), 역할 갈등이나 기술 수준의 차이에 의한 교수자의 개입과 조정이 빈번하기 때문에(Ünal, 2024). 교수자의 부담을 완화하고 수업 운영을 안정화할 수 있는 새로운 조력 체계의 설계가 필요하다(Unesco, 2024).

AI 관련 선행연구들은 AI가 PBL 수행의 각 단계를 지원하는 도구로 작용할 수 있음을 보여준다. 생성형 AI는 텍스트, 이미지, 멀티미디어 자동 처리 기능을 통해 학습자의 자료 제작과 탐색 효율을 높일 수 있으며(Zhang, 2022; Ünal, 2024; Williams, 2024; Zha et al., 2024), 교과 기반 선행연구에서는 AI를 기반으로 하는 언어 분석과 자동 피드백 기능이 학습자의 결과물 개선에 기여하는 결과를 나타냈으며(Yiling et al., 2025; 윤광진, 2021). 탐색 단계에서 사고 확장을 촉진하거나(Zheng et al., 2024), 팀 프로젝트의 협업 조정에 기여할 가능성이 있음을 제시하고



있다. 나아가, AI와 PBL을 결합한 교수학습 모형 연구들은 탐색-설계-실행-성찰 단계를 체계화하여 교수자의 지원을 보완하는 방안을 제시하였으며(윤광진, 2021), AI 기반 PBL 지원시스템(PBL-SS) 연구에서는 AI가 PBL 학습자의 자기 점검과 단계별 안내를 자동화하였다(한우진, 2022).

이상의 내용을 종합하면, AI는 단순한 보조 기술을 넘어 PBL의 단계적 구조와 교수자 및 학습자 활동 흐름 속에 통합될 수 있는 잠재적 기반을 갖추고 있다. 그러나 AI 기술은 빠른 속도로 발전하고 있어, 교수-학습 현장에 보편적으로 적용 가능한 단일화되거나 정형화된 수업모형을 도출하기는 여전히 어려운 실정이다(Niu et al., 2024). 따라서 설계-실행-분석-일반화의 과정을 반복함으로써 현장에 실천적으로 적용 가능한 수업모형을 탐색하는 현장 기반 설계 연구(Design-Based Research) 접근이 요구된다(이은주 외, 2023; 서울특별시교육청교육연구정보원, 2025; 경기도교육연구원, 2023).

1.1.2. 연구의 필요성

AI와 PBL을 결합한 선행연구들은 다양한 교육 맥락에서 AI 기술의 활용 가능성과 프로젝트 수행 과정에서의 학습 경험을 나타내고 있다. 하지만, PBL의 구조적 복잡성에 의한 교수자 업무 부담 완화와 학습자 경험 심화를 위한 설계 차원의 논의는 여전히 부족한 것으로 나타난다. Williams(2024)는 K-12 수준에서 AI 리터러시 교육의 필요성과 학습자 중심 활용 방향을 제시했으나, 교수자-학습자 상호작용을 구조화하는 노력 체계는 다루지 않았다. Zhang(2022)은 AI 기반 멀티미디어 기술의 교육적 효용성을 논의했지만, PBL의 설계-운영-평가를 통합 지원하는 교수학습 모형은 제시하지 않았다.

Zha et al.(2024)은 LLM을 기반으로 한 창의적 프로젝트 활동에서 학습



자의 프롬프트 작성 부담과 피드백 해석의 어려움을 확인했으나, AI가 단계별로 어떻게 교수자와 학습자를 조력해야 하는지에 대한 설계 원리는 제안하지 않았다. Yiling et al.(2025)은 체계적 문헌 분석을 통해 AI-enhanced PBL의 기술적·교수설계 요소를 정리했지만, 교과 특성에 따른 단계별 구조 분석이나 조력 기능의 추상화 수준은 제한적이었다.

나아가, 디지털 미디어 및 콘텐츠 제작과 같이 다단계 기술 수행이 요구되는 PBL에서도 유사한 한계가 나타나고 있다. Wuttikamonchai(2025)는 블렌디드 러닝과 AI를 활용한 미디어 제작 PBL 모형을 제시했으나, AI의 PBL 단계별 조력 기능과 교수자의 설계 부담 간 상호작용은 구체적으로 분석되지 않았으며 Ünal(2024)은 영상 기반 학습에서 AI 아바타의 수용성과 효과를 검증했지만, 복합적 영상 제작 프로젝트 맥락에서의 AI 조력 구조는 논의하지 않았다. 나아가, 국내 연구 또한 유사한 경향을 보이고 있다. 조재윤(2021)은 AI 시대 핵심역량 함양을 위한 프로젝트 구조를 제시하였으나, AI가 수업의 조력자로 작동하는 교수학습 구조는 구체화하지 않았다. 윤광진(2021)과 한우진(2022)은 각각 AI-PBL 교수학습 모형과 지원시스템(PBL-SS)을 개발했으나, AI가 언제·어떤 방식으로 개입해야 교수자의 수업운영 부담을 완화하고 학습자의 탐구·협업·성찰을 지원할 수 있는지에 대한 조력 원리는 충분히 구조화되지 않았다.

종합해보면, 앞선 선행연구들은 AI가 프로젝트 기반 학습 경험을 향상시킬 가능성을 제시하고 있으나, PBL의 설계-운영-협업-평가 전 과정을 체계적으로 지원할 수 있는 AI 기반 교수자 및 학습자 조력모델이나 단계적 설계 원리는 아직 충분히 제시되지 못하고 있다. 특히 영상 콘텐츠 제작과 같이 복합적인 기술과 팀 기반 협업이 결합된 고등교육 PBL의 맥락에서는, AI 조력이 탐구·수행·협업·성찰의 전 과정에서 어떻게 작동하는지를 분석하고 이를 설계 원리로 구체화한 연구가 매우 부족한 실정이다. 이러한



연구의 공백은 정책적 기대와 실제 교육현장 간의 괴리를 보여주며, AI 에이전트의 교수·학습 조력 기능을 설계 원리 수준에서 구조화하고 실증적으로 검증하는 후속 연구의 필요성을 시사한다.

선행연구 제목	연구자명 (연도)	주요 내용	한계점 또는 공백	보완 방향
Impact.AI: Democratizing AI through K-12 Artificial Intelligence Education	Williams (2024)	K-12 AI 리터러시, 시민성 교육 설계	PBL 절차, 교수자-학습자 상호작용 구조 미분석	고등교육 PBL용 AI 에이전트의 교수학습 조력기능 설계 원리 구체화
Development and Application of Artificial Intelligence Multimedia Technology Based on Big Data	Zhang (2022)	AI 멀티미디어 기반 학습 지원 가능성 논의	수업 단계, 교수자, 학습자 역할 구조 부재	영상 PBL 단계별 AI 조력 시점, 방식 설계 정교화
Designing Child-Centric AI Learning Environments: Insights from LLM-Enhanced Creative Project-Based Learning	Zha et al. (2024)	LLM 기반 아동, 청소년 창의 PBL 학습 환경 분석	조력 시점, 강도, 절차의 수업모형 수준 미구조화	단계별 LLM 조력 원리 도출 및 고등교육 PBL 적용
Exploring the AI-Enhanced Project-Based Learning for English Language Acquisition: A Systematic Review of the Key Elements and Emerging Technology Trends	Yiling, Omar, & Kamaruzaman (2025)	AI-enhanced PBL 영어교육 연구 체계적 정리	공통 설계 원리, 교수자 조정 전략 이론화 부족	복합 수행 PBL용 조력 기능, 단계 세분화 및 설계 원리화
A Blended and Project-Based Learning Management Model Using AI to Enhance Thai Undergraduate Student Digital Media Creation Skills	Wuttikamonchai (2025)	블렌디드, AI 통합 디지털 미디어 PBL 수업모형 개발	AI 조력 기능, 삼자 상호작용 구조 분석 부족	단계 구조 기반 AI 에이전트의 교수학습 조력기능, 개입 규칙 명료화
The Impact of Using Artificial Intelligence Generated Text-to-Speech Avatars on Learning in Video-Based Trainings	Ünal (2024)	AI TTS 아바타 영상 학습 효과, 수용도 비교	단일 매체 효과 중심, 프로젝트 기반 맥락 미반영	프로젝트형 영상 PBL용 설계, 피드백, 성찰 통합 조력 구조 확장

AI 시대 대학교육을 위한 융합 프로젝트 수업 개발 사례 연구	조재운 (2021)	AI 시대 대학 융합 프로젝트 수업 구조 제시	수업 내 AI 조력 체계, 교수자 부담 구조 분석 부족	영상 PBL 단계, 역할 분담과 AI 에이전트의 교수학습 조력 구조 연계 설계
AI를 활용한 PBL 기반 영어교수학습 모형 개발	윤광진 (2021)	AI 활용 PBL 영어 교수학습 모형 개발, 효과 검증	도구 중심 조력, 삼자 조력 흐름, 개입 규칙 설계 미흡	고등교육 영상 PBL용 AI 에이전트의 교수학습 조력기능 설계 축, 조력 원리 재구조화
인공지능을 활용한 대학생용 PBL 지원시스템(PBL-SS) 프로토타입 개발	한우진 (2022)	대학 PBL-SS 설계 원리, AI 지원 기능 제시	전체 주기 상호작용 변화, 설계 축 연계 논의 미비	단계, 설계 축 기반 AI 조력의 조건-전략-결과 구조화

[표 1-1] 선행연구의 한계점 또는 공백 분석

AI 기반 교육정책은 학습자의 수준과 학습 과정을 분석하여 개별화된 탐구와 수행을 지원하는 교수·학습 체제 구축을 요구하고 있으며(교육부, 2023; 경기도교육청, 2024), 프로젝트 기반 학습(Project-Based Learning, PBL)은 이런 정책의 방향과 높은 정합성을 지닌 수업 구조로 평가되고 있다. 그러나 실제 고등교육 현장에서 PBL은 설계, 운영, 협업, 평가 등 수업 전반에서 교수자에게 업무의 부담이 집중되는 구조적 병목 가능성을 내포하고 있으며, 정책적 기대와 현장의 실행 간 간극이 지속적으로 보고되고 있다(Garmendia et al., 2021; Evenddy et al., 2023).

특히 영상 콘텐츠 제작과 같은 복합적 수업에서는 기술적 문제 해결, 팀 조정, 산출물 관리 등의 요구가 교수자에게 더욱 가중되어 PBL의 지속 가능성과 확장성을 제한하고 있다(Ünal, 2024; Wuttikamonchai, 2025).

이와 같은 상황에서 AI와 PBL의 결합은 탐색, 설계, 수행, 협업, 산출물

제작을 지원할 수 있다는 실증적 근거는 점차 축적되고 있으나(Zhang, 2022; Zha et al., 2024; Yiling et al., 2025), 실제 교수학습, 수업 맥락에서 AI가 언제, 어떤 방식으로 교수자와 학습자를 조력해야 하는지에 대한 실천적 설계 원리에 대한 연구는 여전히 부족한 상황이다. 이에 따라 고등교육 PBL, 특히 영상 콘텐츠 제작과 같은 복잡한 교과를 중심으로 하여 AI 에이전트의 교수학습 조력 기능을 구조화하고 그 효과를 실증적으로 검증하는 연구가 필요하다.

이에 본 연구는 앞서 제시된 선행연구의 한계와 연구 공백을 기반으로, 고등교육 영상 콘텐츠 제작 PBL 환경에서 반복적으로 나타나는 교수자 업무 부담과 구조적 병목을 완화할 수 있는 실천적 대안을 제시하는 것을 목적으로 한다. 기존 연구들이 AI의 PBL 적용에 대한 교육적 가능성을 제시하였음에도, PBL의 설계-운영-협업-평가 전 과정에서 AI가 어떠한 조력 기능을 수행해야 교수자의 부담을 경감하고 학습자의 수행 경험을 향상시킬 수 있는지에 대한 구체적 설계 원리는 매우 부족한 상황이기 때문에 본 연구는 AI 에이전트를 교수자와 학습자를 동시에 지원하는 교수학습 조력 요소로 설정하고, PBL 단계 전반에서 요구되는 설계적·과정적·현장적 타당성을 검증할 수 있는 연구 구조를 마련한다. 이를 위해 전문가 검토와 두 차례의 적용을 포함한 설계기반연구(Design-Based Research, DBR)를 연구 방법으로 선택하고 조력 전략의 효과를 반복적으로 검증하여 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 활용 수업모형의 설계 요건을 도출한다.

연구자는 AI 조력 에이전트와 학습자 간 상호작용 로그, 교수자 성찰 기록, 학습자의 질적·양적 자료를 통합적으로 분석하여, AI의 조력이 탐구, 수행, 협업, 성찰 과정에 미치는 경험적 영향을 규명하고자 하였으며, 이에 따라 다음의 연구문제를 설정하였다.



연구문제1.

영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트를 활용한 PBL 수업모형은
어떠한 설계 조건과 설계 원리로 구조화되는가?

연구문제2.

영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 개입은 PBL 과정에서
교수자-학습자 상호작용에 어떠한 변화를 가져오는가?

연구문제3.

영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트를 활용한 PBL에서 학습자는
탐구, 수행, 협업, 성찰 측면에서 어떠한 경험을 나타내는가?

첫째, 연구문제 1은 “영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트를 활용한 PBL 수업모형은 어떠한 설계 조건과 설계 원리로 구조화되는가?”이다. 이 연구문제는 AI 에이전트를 PBL의 조력자로 통합하기 위한 설계 조건을 도출하고, 두 차례의 DBR 실행을 통해 수업모형이 어떠한 설계 원리로 정제되는지를 검증하기 위해 설정되었다. 이를 위해 교육공학, AI 기술, 영상 콘텐츠 제작 분야 전문가 검토를 통해 초기 설계안의 이론적 정합성과 교육적 타당성을 검토하고, Cycle 1의 실행 결과를 기반으로 구조적 문제와 개선 방향을 도출하였으며, Cycle 2 결과와 전문가 재검토 결과를 종합하여 설계 원리의 실천적 타당성과 적용 가능성을 확립하였다.

둘째, 연구문제 2는 “영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트의 교수학습 개입은 교수자-학습자 상호작용에 어떠한 변화를 가져오는가?”이다.



실제 수업 맥락에서 AI의 조력 개입이 교수자와 학습자의 활동을 어떻게 지원하며, 상호작용의 흐름과 구조를 어떻게 변화시키는지 분석하였다. 학습 로그 데이터, 교수자 성찰 노트, 학습자 평가 설문지 분석 결과를 중심으로 조력 개입의 시점, 강도, 표현 방식이 상호작용에 미치는 영향을 검토하고, 교수자의 개입 조정 구조를 분석하여 PBL 실행 단계에서의 과정적 타당성을 실증적으로 검증하였다.

셋째, 연구문제 3은 “영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트를 활용한 PBL 수업에서 학습자는 탐구, 수행, 협업, 성찰 측면에서 어떠한 경험을 나타내는가?”이다. AI 조력이 학습자의 인지적·정서적·사회적 경험에 미치는 영향을 탐색하는 데 초점을 맞추어 학습자 질적·양적 설문 및 수행 과정 자료를 종합적으로 분석하고, 학습자의 탐구 방식 변화, 과제 수행 난이도 인식, 협업 구조 조정, 성찰 활동 심화 등 경험적 양상을 도출하였다. 이를 통해 AI 조력 기능이 학습자의 사고 흐름과 학습 경험에 미치는 작동 효과를 실증적으로 확인하였다. 본 연구는 AI 에이전트의 교수학습 조력 기능을 기반으로 한 PBL 수업모형의 설계 구조, 상호작용 양상, 학습자 경험이라는 세 층위를 통합적으로 검증함으로써, 고등교육 영상 콘텐츠 제작 PBL 맥락에서 반복 적용 가능한 설계 원리와 실천적 타당성을 제시하고자 한다.



연구문제 번호	연구문제 내용	주요 초점	연구 공백
연구문제 1	영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트를 활용한 PBL 수업모형은 어떠한 설계 요건과 설계 원리로 구조화되는가?	PBL 단계에 따른 수업모형 설계 요건 구조화, DBR 기반 설계 원리 도출	AI 에이전트의 교수학습 조력기능 기반 PBL의 설계 요건, 설계 원리 제시 연구 부족
연구문제 2	영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 개입은 PBL 과정에서 교수자-학습자 상호작용에 어떠한 변화를 가져오는가?	AI 에이전트의 교수학습 조력 개입 시점, 강도, 피드백 방식이 상호작용에 미치는 변화 분석	AI 에이전트의 PBL 교수학습 조력의 상호작용 작동 방식 검증 연구 부족
연구문제 3	영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트를 활용한 PBL에서 학습자는 탐구, 수행, 협업, 성찰 측면에서 어떠한 경험을 나타내는가?	AI 에이전트의 교수학습 조력기능 조력이 학습자 경험 변화에 미치는 영향 분석	AI 에이전트의 교수학습 조력기능 기반 PBL에서 학습자 경험 변화 탐색 연구 부족

[표 1-2] 연구문제의 주요 초점 및 연구 공백

본 연구의 목적은 AI 에이전트의 교수학습 조력 기능을 활용한 영상 콘텐츠 제작 기반 프로젝트 학습(PBL) 수업모형을 설계·적용·정제하여, 고등 교육 현장에서 교수자의 구조적 병목을 완화하고 학습자의 주도적 수행을 지원할 수 있는 실천적 설계 원리를 도출하는 것이다. 본 연구에서 정의하는 AI 에이전트의 조력 기능은 학습자의 목표 인식과 과정 점검을 지원하고, 교수자의 수업 운영 부담을 경감하며, 학습자가 탐구·협업·성찰 활동을 주도하도록 돕는 교육적 중재 기능을 의미한다.

첫째, 실천적 목적은 AI 에이전트의 교수학습 조력 기능을 영상 콘텐츠 제작 중심 PBL 환경에 통합하여, 실제 수업 운영에 필요한 구조와 절차를 구체화하는 데 있다. 이를 통해 PBL 단계별 설계 요건과 AI 조력 체계를 정교화하고, 교수자와 학습자가 모두 적용 가능한 운영형 수업모델을 제시하고자 한다.

둘째, 이론적 목적은 AI 에이전트의 교수학습 조력 개념을 인지적 도제 이론에 근거해 체계적으로 정립하고, AI가 교수자-학습자 간 상호작용을 어떻게 매개하고 확장하는지를 규명하는 데 있다. 이는 AI를 단순한 자동화 도구가 아닌 교수학습의 협력적 파트너로 재개념화함으로써, 기술 기반 PBL 환경의 교수학습 구조를 설명할 수 있는 이론적 프레임워크를 마련하기 위함이다.

셋째, 분석적 목적은 개발된 수업모형을 실제 수업(Cycle 1, 2)에 적용하여, AI 에이전트의 조력 개입이 상호작용 구조와 학습자 경험에 미치는 영향을 실증적으로 검증하는 데 있다. 학습 로그, 교수자 성찰 기록, 학습자 설문 및 산출물을 삼각 분석하여, AI 조력이 탐구의 심화, 협업의 조정, 자기주도적 성찰 촉진에 기여하는 작동 메커니즘을 규명한다.

넷째, 종합적 목적은 DBR 순환 과정에서 도출된 결과를 통합하여 조건(Condition)-전략(Strategy)-결과(Outcome) 구조의 설계 원리를 정립하는 것이다. 이를 통해 영상 콘텐츠 제작 교과뿐 아니라 복합적 수행 과제가 포함된 다양한 고등교육 PBL 맥락으로 전이 가능한 실천적 설계 지식을 구축하고자 한다.

결과적으로 본 연구는 AI 에이전트의 교수학습 조력 기능을 중심으로 PBL 수업모형을 설계·실행·검증하는 전 과정을 실증적으로 분석함으로써, 디지털 전환 시대 고등교육에 적합한 재현 가능한 수업모형과 설계 원리를 제시하고자 한다.



목적 유형	핵심 내용	기대 효과
실천적 목적	AI 에이전트의 교수학습 조력기능을 통합한 영상 콘텐츠 제작 PBL 수업모형의 구조 및 단계 기반 운영 절차 구체화	영상 콘텐츠 제작 PBL 수업 운영 효율화, 단계 기반 수업 설계 정착, 학습자 자기조절 능력 강화
이론적 목적	AI 에이전트의 PBL 교수학습 조력 개념 정교화 및 PBL 맥락에서의 교수-학습 구조 체계화	AI 조력의 교육학적 근거 확보, 인지적 도제 기반 상호작용 구조 설명
분석적 목적	학습 로그, 성찰 노트, 학습자 자료 기반 AI 개입 효과 및 상호작용 변화 검증	조력 효과의 실증 확인, 상호작용, 협업, 성찰 과정의 타당성 검증
종합적 목적	DBR 순환을 통한 설계 원리 도출 및 전문가 재검토 기반 구조 정제	실천적 설계 지식 확보, 재현 가능한 수업모형 설계안 구축

[표 1-3] 유형별 연구 목적 및 기대 효과

1.2. 연구의 방법 및 범위

1.2.1. 연구의 방법

본 연구는 AI 에이전트의 교수학습 조력 기능을 활용한 영상 콘텐츠 제작 프로젝트 학습(PBL) 수업모형을 개발하고, 실천적 타당성과 교육적 효과를 검증하기 위해 설계기반연구(Design-Based Research, DBR)의 순환 절차를 적용하였다. DBR은 실제 교육 현장에서 확인되는 문제를 바탕으로 설계-실행-분석-개선의 과정을 반복하여 이론적 정합성과 실천적 타당성을 동시에 확보하는 연구 접근방법으로 본 연구의 전체 구성은 다음과 같다.

제1장 서론에서는 연구의 배경과 목적을 제시하고, 연구의 필요성과 범위를 규정하였다.

제2장 이론적 배경에서는 연구의 개념적 토대를 확립하였다. PBL의 정의와 절차, 영상 콘텐츠 제작 교육의 단계별 특성을 검토하여 수업모형이 작

동할 학습 구조를 마련하고, AI 에이전트의 교수학습 조력 개념과 기능을 인지적·사회적·정서적 관점에서 정리하였다. 또한 DBR의 절차와 설계 원리를 검토하여 본 연구의 방법론적 타당성을 확보하였다.

제3장 연구 설계에서는 연구의 구체적 절차를 제시하였다.

첫째, 이론적 설계 단계에서 영상 콘텐츠 교육 전문가 인터뷰와 문헌 분석을 통해 PBL 실행 과정의 실제 문제를 도출하고 설계 요건을 구성하였다. 둘째, 전문가 검토 단계에서는 교육공학·AI 기술·영상 콘텐츠 제작 분야 전문가를 대상으로 수업모형의 구조적 타당성과 적용 가능성을 검토하였다. 셋째, DBR Cycle 1을 통해 실제 수업에 설계안을 적용하고, AI 에이전트 조력의 효과를 학습 로그·설문·성찰 노트를 통해 분석하였다. 넷째, 분석 및 리디자인 단계에서는 Cycle 1의 자료를 통합 분석해 문제와 개선 방향을 도출하고, 이를 반영한 개선 설계안(v3)을 완성하였다. 다섯째, DBR Cycle 2에서는 개선된 설계안을 재적용하여 조력 구조의 실효성과 안정성을 검증하였다.

제4장 연구 결과에서는 Cycle 1과 2에서 수집한 자료를 통합 분석하여, 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트를 활용한 수업모형의 조력 구조와 설계 원리의 초안을 도출한 후 다시 한번 전문가 검토를 실시하여 최종 수업모형 설계안과 설계 원리 매트릭스를 도출하였다.

제5장 결론에서는 연구의 주요 결과를 요약하고, 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트를 활용한 수업모형의 의의와 연구 한계, 그리고 고등교육에서의 AI 활용 확장 가능성과 향후 연구 방향을 제시하였다.

이와 같은 절차를 통해 본 연구는 설계-실행-분석-개선-정제의 DBR 순환 구조를 완성하였으며, 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트를 활용한 수업모형이 교육 현장의 실제 문제 해결에 기여할 수 있는 실천적 설계 근거를 제시한다.



1장	서론	연구의 배경 및 목적		
		연구의 방법 및 범위		
2장	이론적 배경	AI 에이전트의 교수학습 조력기능 활용 수업모형 설계 타당성 확보를 위한 문헌연구		
		PBL기반 영상콘텐츠 제작 교육	AI 에이전트의 교수학습 조력기능	설계기반연구(DBR)
		프로젝트 기반 학습(PBL)의 정의와 효과		영상 콘텐츠 제작 교육의 특성과 PBL 정합성
		영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트의 정의와 기능		DBR의 절차와 타당성 확보 원리
3장	연구 설계	이론적 설계		
		현장 전문가 대상 인터뷰 실시 및 현장 요구 분석 문헌 분석표, 현장 중심 주제 코딩표 기반 설계 요건 도출		
		영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 설계안 도출 및 수업모형 설계안(v1) 도출		
		전문가 검토		
		전문가 검토를 통한 수업모형 설계안 및 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 타당화, 수업모형 설계안(v2) 도출		
		설계기반연구(DBR) Cycle 1 적용	분석 및 리디자인	설계기반연구(DBR) Cycle 2 적용
		수업모형 설계안(v2) 적용	Cycle 1 결과 통합 분석	수업모형 설계안(v3) 적용
		학습 데이터 수집	Cycle 1 결과 기반 수업모형 개선안 도출	학습 데이터 수집
			수업모형 설계안(v3) 도출	
4장	연구 결과	설계 원리 도출		
		Cycle 1, 2 결과 통합 분석 및 전문가 검토 실시		
		AI 에이전트의 교수학습 조력기능 활용 영상 콘텐츠 제작 PBL 수업모형 설계 원리 도출		
5장	결론	연구의 주요 결론 및 시사점		
		연구의 한계 및 향후 연구과제		

[표 1-4] 본 연구의 흐름도

본 연구는 AI 에이전트의 교수학습 조력 기능을 통합한 영상 콘텐츠 제작 기반 프로젝트 학습(PBL) 수업모형을 설계하고, AI 에이전트의 조력이 교수자와 학습자에게 미치는 교육적 효과를 분석 및 검증하는 것을 연구의 범위로 한정하며 내용적, 방법적, 대상 및 절차적 측면으로 정리한다.

내용적 범위는 영상 제작 활동 중심의 PBL 수업에 한정하며, 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트가 학습 목표 점검, 협업 지원, 성찰 유도 등 교수자-학습자 상호작용의 질을 어떻게 변화시키는지 분석한다. 이때 기술적 성능 평가, 알고리즘 효율성 등은 연구 범위에서 제외한다.

방법적 범위는 설계기반연구(DBR) 접근을 적용하여 4주 단위 마이크로 사이클을 두 차례 운영하며, 설계-실행-분석-개선 과정을 통해 수업모형과 AI 에이전트 기반 조력 구조의 타당성을 단계적, 반복적으로 검증한다.

대상 및 절차적 범위는 국내 대학 영상 콘텐츠 제작 교과목 1학년 학습자와 해당 교수자를 대상으로 한정한다. 교수자는 수업 설계와 운영, 피드백 제공을 담당하고, 학습자는 프로젝트 수행과 협업 활동의 주체로 참여하며 AI 에이전트는 교수자의 수업 점검과 학습자의 자기주도적 학습 지원 역할을 수행한다. 실험 기간은 총 10주이며, 교수자 성찰노트, 학습자 설문, 학습 로그를 수집·분석하여 수업 운영과 학습 경험의 변화를 분석한다. 본 연구는 AI의 기술적 성능이 아닌 교육적 조력 기능에 초점을 두며, 실제 PBL 수업 맥락에서 교수자와 학습자의 상호작용을 지원하는 실천적 수업모형의 설계와 타당성 검증을 목표로 한다.

II. 이론적 배경

2.1. 프로젝트 기반 학습(PBL)과 영상 콘텐츠 제작 교육

2.1.1. PBL의 정의

프로젝트 기반 학습(Project-Based Learning, PBL)은 학습자가 실제적 의미를 지닌 개방형 과제를 중심으로 문제를 규정하고, 탐구, 설계, 실행, 성찰의 과정을 학습 단위로 삼는 교수학습 모형이다(Hmelo-Silver, 2004). PBL에서는 학습자가 목표, 전략, 자원, 역할을 스스로 구성하며, 문제 해결 과정 전반에서 개념 이해와 고차사고 능력, 공동 책임을 동시에 개발하도록 설계된다(Strobel & van Barneveld, 2009). 과제 수행 과정에서 학습자는 핵심 문제 도출, 정보 탐색, 대안 비교, 근거 정당화, 설명과 논증을 반복적으로 수행하며, 이러한 과정은 판단 근거 중심의 사고와 사회적·인지적 상호작용을 촉진한다.

교수자는 학습자의 탐구 과정을 조정하고 촉진하는 안내자로 기능하며, 과제 맥락과 평가 기준을 명료화하고, 단계별 진행 상황을 점검하며, 질문과 자료 연계를 통해 탐구 초점을 유지하도록 지원한다. 이러한 역할은 인지적 도제 이론의 모델링, 코칭, 스캐폴딩, 성찰 유도 전략과 연계되며(Collins, Brown, & Newman, 1989), 학습자의 자율성을 유지하면서 팀 내 역할과 상호의존성을 조정하는 데 초점을 둔다.

학습자는 문제 분석, 계획, 실행, 점검, 성찰의 순환 구조를 주도하며, 선택과 결과에 대한 설명 책임을 진다. 팀 기반 활동에서는 역할과 책임을 분명히 하고 중간 회의와 발표를 통해 공동 책무성을 유지하며, 이는 자기 조절 학습과 실제 수행 능력 함양에 기여한다(Antonius et al., 2004). 평가 체계는 과정 중심 평가와 수행평가가 통합되어, 기록, 근거 제시, 산출물의 질이 함께 고려되며(Hmelo-Silver, 2004), 장기적 이해와 실제 적용 능력, 고차사고 발달에서 전통 강의보다 우수한 결과를 나타낸다(Strobel & van Barneveld, 2009).

결과적으로, PBL은 학습자가 문제를 정의하고 탐구와 설계, 실행, 성찰을 통해 의미를 구성하도록 설계된 과정 중심 학습 모형이다. 교수자는 탐구



흐름을 유지하는 조정자로, 학습자는 수행과 점검, 성찰의 주체로 기능하며, 이를 통해 인지적·사회적·정의적 측면에서 통합적 학습 효과를 창출한다(Hmelo-Silver, 2004; Strobel & van Barneveld, 2009; Antonius et al., 2004).

PBL 효과	핵심 내용
인지적 효과	개념적 이해 심화, 고차사고력 향상, 지식의 맥락화 및 전이 촉진
정의, 사회적 효과	학습동기 증진, 참여도 제고, 의사소통 능력 향상, 협력적 상호작용 강화, 논증의 질 제고, 책임감 강화
수행, 적용 효과	고차적 성취도 향상, 장기 기억 유지 향상, 실제 적용 과제 수행 향상
자기조절, 자기주도 효과	자기주도적 학습 운영, 목표,전략,일정의 자율 관리, 시간,자원 관리 역량 강화, 선택에 대한 책임감
과정 중심 효과	과정중심 평가, 형성평가,수행평가 결합, 학습과정 기록화 및 추론 명료화, 근거 제시 능력

[표 2-1] 프로젝트 기반 학습의 효과

본 연구에서는 프로젝트 기반 학습(Project-Based Learning, PBL)의 핵심 학습자 결과 변인으로 학습만족도, 자기주도학습능력, 협업 역량을 설정하였다. 각 변인은 문제 정의, 탐구, 설계, 실행, 공유, 성찰로 이어지는 PBL의 순환적 학습 구조와 직결되며, 고등교육 환경에서 PBL 효과를 측정하는 핵심 지표로 지속적으로 활용되어 왔다(Hmelo-Silver, 2004; Strobel & van Barneveld, 2009).

학습만족도는 수업 절차, 자원, 피드백, 평가 체계가 학습자의 경험 속에서 적절히 기능했는지를 반영하며, PBL 설계와 운영의 품질을 진단하는 근접 지표로 사용된다(Hakkarainen, 2009; Wu et al., 2020). 생성형 AI 기반 수업에서도 학습만족도는 노력 도구의 유용성과 수업 구조의 타당성을 판단하는 주요 지표로 활용되며(Rostam et al., 2024; 조한라 외, 2024), 이는 학습자가 체감하는 수업 품질을 반영한다(김종민, 2021; 윤광

진, 2021).

자기주도학습능력은 PBL의 작동 논리와 밀접하게 연결되며, 목표 설정, 자료 탐색, 진행 점검, 전략 수정, 성찰 등 학습자의 자기조절 활동 전반을 포함한다(Antonius et al., 2004). 학습자가 과제를 계획하고 수행하며 점검하는 과정을 통해 절차적 역량 변화를 관찰할 수 있으며, 교육공학적 지원이 통합된 PBL 연구에서도 자기주도성은 측정 가능한 핵심 결과로 검증되었다(한우진, 2022; 전서영, 2020).

협업 역량은 팀 기반 PBL의 구조적 특성을 반영하며, 정보 공유, 역할 조정, 상호의존적 문제 해결, 공동 목표에 대한 책임, 의사소통과 팀워크가 핵심 요소로 포함된다(Youyou & Kit, 2023; Hakkarainen, 2009). 협업 역량은 과제 참여와 산출물 기여도를 통합적으로 평가할 수 있으며, 관찰, 설문, 면담을 통해 팀 상호작용의 질과 수행 구조를 포괄적으로 분석할 수 있다(김현주, 2014).

종합하면, 학습만족도는 수업 설계·운영 적합성을 학습자 관점에서 확인할 수 있는 지표이며, 자기주도학습능력은 탐구·설계·실행 과정에서 요구되는 절차적 역량 변화를 반영하고, 협업 역량은 팀 기반 수행의 구조적 특성과 직접 연결된다. 이러한 변인은 영상 제작, 의학 실습, 디지털·AI 기반 고등교육 PBL 연구에서 지속적으로 활용되어 본 연구에서도 개념적 타당성과 방법론적 근거를 동시에 제공한다(Hakkarainen, 2009; Wu et al., 2020).



연구명	연구자명	교육맥락	측정변인	측정도구/자료
Designing and implementing a PBL course on educational digital video production	Hakkarainen 2009	대학 교육용 디지털 비디오 제작 PBL	학습만족도 협업 역량	설문 코스피드백 면담 관찰기록
Artificial intelligence-tutoring problem-based learning in ophthalmology clerkship	Wu et al. 2020	대학 의학과 임상실습 PBL AI 튜터링 결합	학습만족도	설문
Perceived effectiveness of using AI-based applications in PBL	Rostam et al. 2024	대학 PBL 과제에 AI 응용	학습만족도 지각된 유용성, 효과성	설문
고등교육과정에서의 생성형 AI 적용 만족도 영향요인	조한라 외 2024	대학 생성형 AI 적용 수업	학습만족도 영향 요인	설문
PBL기반 360VR 콘텐츠 제작 교육과정 프로그램 개발	김종민 2021	대학 360VR 영상 제작 PBL	학습만족도	설문
AI를 활용한 PBL 기반의 영어교수학습 모형 개발	윤광진 2021	대학 영어 교과 PBL+AI	학습만족도	설문
비대면 학습환경에서 PBL 학습성과 및 만족도 분석	이윤경, 김은진 2021	대학 비대면 PBL 강좌	학습만족도	설문
Self-directed learning in problem- and project-based learning: A study of self-direction in the Aalborg PBL model	Antonius et al, 2004	대학 PBL 이론, 모형 연구	자기주도학습	문헌고찰
디자인 씽킹을 적용한 IC-PBL 디자인대학 수업 개발 및 효과성 검증	전서영 2020	대학 디자인계열 IC-PBL	자기주도학습능력	설문
인공지능을 활용한 대학생용 PBL 지원시스템 PBL-SS 프로토타입 개발	한우진 2022	대학 PBL 지원 시스템	자기주도학습능력	설문
Practical Research on PBL in Film and Television Production in Xiamen Vocational Education	Youyou & Kit 2023	고등 직업교육 영화, 방송 PBL	학습만족도 협업 역량	설문 동료평가 교수자평가
PBL 수업을 위한 메타버스 기반 협력학습 MSCL 환경 개발	김현준 2024	대학 온라인, 혼합형 협력학습 PBL	협업 역량	성찰일지 집단면담

[표 2-2] PBL의 학습만족도, 협업 역량, 자기주도학습능력 측정 방법

2.1.2. PBL의 구조와 절차

2.1.2.1. PBL 수업 설계 및 운영 절차

PBL 수업의 설계와 운영은 문제 정의, 탐구 지원, 산출 점검, 공유와 피드백, 성찰과 환류의 순환 구조를 기반으로 하며, 수업 전·중·후 활동이 정합성을 갖추어 연계될 때 안정적으로 작동한다(최정임, 2004; Hmelo-Silver, 2004).

첫째, 문제 정의 단계에서는 교수자가 실제적 과제를 선정하고 과제 맥락과 학습목표, 성취기준을 학습자 수준에 맞게 명료화하며, 문제 진술서를 구성하여 이후 판단 준거로 활용한다(김경아, 2017; Hmelo-Silver, 2004). 둘째, 목표-과제-평가 정합성 확보 단계에서는 교과목표와 성취기준을 과제 요구와 병렬적으로 제시하고, 과정과 결과를 함께 평가할 수 있는 요소를 간결하게 구성하며, 수준 기술이 포함된 루브릭을 사전에 공유한다(김현주, 2023). 셋째, 수업 운영 계획 단계에서는 역할 분담, 일정, 점검 시점, 발표 일정 등 주요 운영 요소를 안내하고, 회의록과 점검표 등 기본 기록 체계를 마련하여 교수자와 학습자 간 운영 합의를 형성한다(Antonius et al., 2004; 김경아, 2017). 넷째, 수업 도입 단계에서는 교수자와 학습자의 역할, 운영 규칙, 목표·평가 기준, 단계별 일정을 공유하여 참여 규범을 확립하고, 안내 자료를 학습 활동 정렬 기준으로 활용한다(김경아, 2017; Hmelo-Silver, 2004). 다섯째, 탐구 활동 단계에서는 학습자가 정보 탐색, 자료 해석, 가설 설정, 대안 비교를 주도적으로 수행할 수 있도록 점검 질문과 절차 안내를 제공하며, 교수자는 해결책 제시보다 추론 표출과 자원 연계에 초점을 맞추고 탐구 계획서로 절차를 구조화한다(김현주, 2023). 여섯째, 중간 점검 단계에서는 중간 발표, 동료 검토, 전문가 피드백을 통해 ‘문제-증거-해석-결론’의 연결성을 점검하고 수정 우선순위를 합의하며, 개선 사항은 요약 피드백 형태로 정리하여 이후 단

계의 조정에 반영한다(김경아, 2017). 일곱째, 결과 공유와 피드백 단계에서는 공개 발표, 질의응답, 동료평가를 통해 강점과 보완점을 도출하고 품질 기준을 사회화하며, 발표 자료는 핵심 논지와 근거 중심으로 구성한다(김현주, 2023). 여덟째, 성찰과 환류 단계에서는 목표 대비 성취, 자료 선택 타당성, 추론 일관성, 피드백 반영 정도를 루브릭으로 점검하고, 다음 주기의 개선 과제를 구체화하며, 운영 자료 분석과 수업개선 메모를 통해 절차와 도구를 정련한다(Antonius et al., 2004; 김현주, 2023).

단계	교수자 핵심 절차	핵심 산출물
과제 선정, 문제 정의	실제적, 복합적 과제 선정, 맥락, 학습목표, 성취기준 명료화, 문제 요구와 평가 관점 정리	문제 진술서
목표-과제-평가 정합성 구축	교과목표, 성취기준과 과제 요구의 일치, 과정, 결과 판단을 위한 필수 평가요소 정리	평가 기준표(루브릭)
수업 운영 계획 수립	역할 분담, 단계별 일정, 중간 점검 시점, 공개 발표 시기, 기록 체계 안내	수업 운영 계획서
수업 도입 공동 이해 형성	역할, 운영 규칙, 목표, 평가 기준, 단계 별 일정의 투명한 공유	수업 안내문
탐구 활동 지원	점검 질문, 절차 안내 제공 (출처 신뢰도, 증거 선택, 해석 기준), 자원 연계	탐구 설계서
중간 점검, 구조화	중간 발표, 동료 및 전문가 검토, '문제-증거-해석-결론' 연결성 점검, 수정 우선순위 합의	피드백 요약본
공개 공유, 피드백	공개 설명, 질의응답, 동료평가 운영, 품질 기준의 사회화	발표 자료
성찰, 평가, 환류	루브릭 기반 성취 점검, 개선 과제 도출, 다음 설계로의 환류 기록	수업개선 메모

[표 2-3] 프로젝트 기반 학습의 교수자 중심 운영 절차

2.1.2.2. PBL 학습 수행 절차

PBL 수업의 학습 수행 절차는 문제 인식에서 성찰에 이르는 여덟 단계로 구성되며, 각 단계는 탐구와 실행을 반복하면서 학습 심화를 촉진한다(Hmelo-Silver, 2004).

첫째, 문제 정의 단계에서는 학습자가 주어진 상황을 분석하여 핵심 쟁점과 제약을 도출하고, 필요한 지식과 자료 범위를 설정한다. 역할과 일정의 기본 원칙을 합의하고 초기 이해 수준과 접근 전략을 정리하여 이후 탐구의 기준선으로 활용한다(Hmelo-Silver, 2004). 둘째, 탐구 설계 단계에서는 탐구 질문을 명료화하고 자료 출처, 수집·분석 절차, 역할 분담, 점검 시점을 구조화한다. 탐구 계획서는 조정 가능성을 전제로 핵심 절차와 확인 지점을 중심으로 실행 가능한 수준으로 작성된다(김경아, 2017; Hmelo-Silver, 2004). 셋째, 정보 탐색 및 자료 분석 단계에서는 신뢰 가능한 자료를 선별하고 근거의 타당성과 한계를 검토하여 주장과 연결되는 핵심 요점을 구조화한다(Hmelo-Silver, 2004). 넷째, 설명 구성 단계에서는 가설과 대안을 비교하며 문제 진술-증거-해석-결론 흐름을 유지하고, 주장과 근거의 연결이 명확하도록 문단 구조를 정리하여 검증 가능성을 높인다(김경아, 2017). 다섯째, 중간 점검 및 수정 단계에서는 동료 검토와 질의응답을 통해 논리적 공백이나 증거 부족을 확인하고, 수정 우선순위를 합의한다. 합의된 내용은 간명한 작업 지침으로 전환되어 이후 단계의 보완에 반영된다(김경아, 2017). 여섯째, 산출물 작성 단계에서는 합의된 구조에 따라 보고서, 설계안, 모형 등 요구 형식으로 내용을 체계화하며, 필요 시 변경 사유와 근거를 기록해 추적 가능성을 확보한다(Hmelo-Silver, 2004). 일곱째, 공유 및 피드백 단계에서는 산출물을 공개적으로 발표하고 질의응답을 통해 타당성을 검증받으며, 교수자와 동료의 피드백은 근거 중심으로 선별·반영되어 핵심 변화 중심으로 정리된다(김현주, 2023; Hmelo-Silver, 2004). 여덟째, 성찰 및 평가 단계에서는 목표 대비 성취, 자료 선택 타당성, 추론 일관성, 피드백 반영 정도를 평가기준표를 활용해 점검하고, 자기·동료평가 결과를 다음 주기 개선 과제로 정리한다. 성찰 기록은 수행 내용과 근거, 한계 및 개선 방향을 중심으로



로 구성되어 이후 설계 주기의 출발점으로 활용된다(Antonius et al., 2004; 김현주, 2023).

단계	핵심 활동	핵심 산출
문제 정의	상황 해석, 핵심 쟁점, 제약 도출, 필요 지식, 자료 범위 가늠, 역할, 일정의 기본 합의	문제 이해 접근 기록
탐구 설계	탐구 질문 명료화, 자료 출처, 수집, 분석 절차 구성, 역할 배분, 점검 시점 설정	탐구계획서
정보 탐색 및자료 분석	신뢰 가능한 자료 수집, 근거의 적합성, 한계 검토, 핵심 요점 구조화	자료 요약표
설명 구성	가설 점검, 대안 비교, 문제-증거-해석-결론의 논리 정돈	설명 초안
중간 점검 및 수정	동료 검토, 질의응답, 논리 공백, 증거 부족 확인, 수정 우선순위 합의	수정 계획서
산출물 작성	요구 형식에 따른 내용 체계화, 선택, 판단 근거 명시, 변경 사유 기록	최종 산출물
공유 및 피드백	공개 설명, 질의응답, 근거 기반 피드백 반영, 변경 사항 정리	발표 자료 및 반영 기록
성찰 및 평가	평가기준표에 따른 성취 점검, 자기, 동료평가, 다음 주기 개선 과제 정리	성찰 보고서

[표 2-4] 프로젝트 기반 학습의 학습자 중심 운영 절차

2.1.2.3. PBL 평가 절차

PBL의 평가는 형성평가와 수행평가를 통합하여 학습 전 과정의 증거를 포괄적으로 다루도록 설계된다. 형성평가는 문제 정의에서 탐구, 설명 구성, 공유에 이르는 전 단계에서 학습자의 해석, 계획, 근거 선택, 협력적 상호작용, 수정과 성찰의 질을 지속적으로 관찰하고 피드백으로 환류하는 과정이다. 평가는 사전에 공유된 준거를 바탕으로 문제 재진술, 탐구 설계, 자료 정리, 토의 및 피드백 반영 내역 등 과정 증거를 중심으로 수

행되며, 제공된 피드백은 다음 단계의 의사결정과 수정 활동으로 직접 연결된다(Hmelo-Silver, 2004; 김경아, 2017).

수행평가는 최종 산출물과 그 설명의 타당성을 중심으로 이루어진다. 보고서, 설계안, 시연본 등 산출물은 과제 요구 충족 여부, 주장-근거-해석의 정합성, 자료의 신뢰성과 적합성, 수정 및 개선의 근거성을 평가 기준으로 삼는다. 평가는 결과물의 완성도뿐 아니라 산출 과정에서 학습자가 선택과 판단 근거를 문서 또는 발표를 통해 명확히 제시했는지도 포함한다(Hmelo-Silver, 2004; 김현주, 2023).

루브릭 평가는 문제 정의, 창의성, 근거성, 협업, 완성도의 다섯 차원으로 구성된다. 과제 요구의 적절성, 아이디어의 참신성, 주장과 자료의 정당성, 팀 내 역할 분담의 적절성, 결과물의 구조와 품질을 통합적으로 판단하며, 협업은 참여도, 개인 기여, 팀워크 태도를 교수자와 동료평가를 병행해 평가한다(Hmelo-Silver, 2004; Hakkarainen, 2009; Youyou & Kit, 2023).

형성평가와 수행평가의 효과적 결합을 위해 목표-과제-평가의 정합성이 필수적이다. 고차적 이해와 전이를 목표로 할수록 과정 증거와 수행 과제가 목표와 직접 연결되도록 설계해야 하며, 평가는 자기 및 동료평가를 포함한 다중 절차로 운영된다. 이러한 정합성은 PBL 학습 효과를 강화하는 핵심 조건으로 제시된다(Hmelo-Silver, 2004; Strobel & van Barneveld, 2009).

마지막으로, 평가는 기록과 성찰을 통해 다음 주기로 환류된다. 문제 재정의, 탐구 설계, 근거 해석, 피드백 반영 내역 등 핵심 증거는 포트폴리오 형태로 축적되어 수업 설계와 학습 전략 개선의 근거로 활용된다. 이러한 순환 구조는 학습자의 자기주도적 계획-실행-점검-성찰 과정을 제도적으로 지지하는 체계로 기능한다(김경아, 2017; Antonius et al., 2004).



구분	형성평가	수행평가
목적	과정의 질 점검과 즉각적 지원	최종 성취 판별과 설명 타당성 확인
시점	전 과정 (도입, 중간, 공유 전)	공개 공유 후 최종 시점
핵심 준거	문제 재진술 타당성, 탐구 실행 가능성, 근거 선택, 해석 적합성, 협력 과정의 질	요구 충족도, 주장-근거-해석 정합성, 표현 완결성, 피드백 반영 정도
산출물	문제 진술 정리, 탐구계획서, 자료 정리표, 점검, 피드백 기록	최종 산출물 (보고서, 설계안, 시연본), 구두 설명 자료

[표 2-5] 프로젝트 기반 학습의 형성평가와 수행평가

2.1.3. 영상 콘텐츠 제작 교육의 특성

디지털 전환이 가속화되면서 고등교육은 ‘텍스트 중심 강의실’에서 ‘멀티모달 창작 스튜디오’로의 이행을 요구받고 있다. 특히 초고해상도 장비와 생성형 AI 기반 편집 도구의 확산은 학습자가 영상을 지식 표현 수단 및 매개로 활용할 수 있는 환경을 비약적으로 확장하였다. 이러한 맥락에서 영상 콘텐츠 제작 교육은 선택적 실습이 아니라 창의적 문제 해결과 융합 역량을 동시에 함양하는 핵심 교수-학습 전략으로 재조명되고 있다.

2.1.3.1. 영상 콘텐츠 제작 교육의 정의와 범위

영상 콘텐츠 제작 교육은 학습자가 실제 제작 과정을 수행하며 주제 탐색, 기획, 제작, 후반 작업, 배포에 이르는 전 과정을 통합적으로 학습하도록 설계된다. 이 접근은 결과물 중심의 제작을 넘어 과정 중심 학습을 강조하며, 프로젝트 초기 단계에서 학습 목표와 평가 기준을 명시하고 활동 절차를 체계화한다(Hakkarainen, 2009; Hoe et al., 2019). 핵심은 영상 제작의 실제 워크플로를 수업 설계에 반영하는 것으로, 주제 정의와 스토리보드 작성 등 설계 단계, 촬영과 음향 구축 등 제작 단계, 편집과 색보정으로 이어지는 후반 작업, 그리고 시사, 개선, 배포로 이어지는 마

무리 단계가 순환적으로 연결된다. 각 단계별 절차를 명료화하고 체크리스트와 절차 안내를 제공하면 학습자의 제작 수행 능력이 유의하게 향상된다(Nonthamand, 2024).

영상 콘텐츠 제작 교육은 단순한 매체 기술 습득을 넘어 정보 활용, 문제 해결, 의사소통, 협업, 창의적 표현 등 복합 역량을 통합적으로 개발하는 교육적 틀로 정의된다(Hoe et al., 2019; Hakkarainen, 2009). 팀 기반 제작과 단계별 피드백은 실제적 과제를 중심으로 전이 가능한 역량을 축적하게 하며, 매체 범위는 일반 디지털 영상에서 360VR 등 몰입형 포맷까지 확장될 수 있다(김종민, 2021). 최근에는 아이디어 시각화, 레퍼런스 이미지 생성, 자막 및 프리비주얼 보조 등 생성형 AI의 교육적 활용이 포함되며, 이러한 기술은 권리와 윤리 기준과 함께 지도되어 학습의 질을 보완하는 확장 요소로 작용한다(Baek, 2025).

결론적으로 영상 콘텐츠 제작 교육은 실제 제작 과정을 수업 구조로 전환하여 과정과 결과를 연계하고, 단계별 산출물과 피드백, 배포, 아카이빙을 포함하는 전주기적 학습 구조를 형성한다. 이러한 구조는 학습자의 복합 역량 개발과 의미 있는 학습 경험 형성을 목표로 한다(Hakkarainen, 2009; Hoe et al., 2019).

2.1.3.2. 영상 콘텐츠 제작 교육의 단계

영상 콘텐츠 제작 교육은 학습자가 주제 탐색부터 기획, 제작, 후반 작업, 배포, 성과 정리에 이르는 전 과정을 통합적으로 수행하며, 과정과 결과 중심 학습을 동시에 강조한다(Hakkarainen, 2009; Hoe et al., 2019). 수업 초기 단계에서 학습 목표와 평가 기준을 명시하고 활동 절차를 체계화함으로써 학습자의 제작 수행 능력과 복합 역량 개발을 지원한다.



교육 과정은 기획, 설계, 제작, 후반, 검토 및 배포, 성과 정리의 여섯 단계로 구성된다(Nonthamand, 2024; Hakkarainen, 2009). 기획 단계에서는 주제, 메시지, 대상, 형식, 제약, 성공 기준을 확정하고 프로젝트 브리프, 평가 기준, 일정표를 수립한다. 권리, 안전, 예산 등의 필수 조건을 명확히 하여 학습 설계 기반을 마련한다(Hakkarainen, 2009). 설계 단계에서는 자료 조사와 개념 정립을 기반으로 시놉시스, 대본, 스토리보드, 촬영 계획서를 작성하며, 장비, 인력, 파일 관리 체계를 표준화하여 실제 제작 절차로의 전환을 준비한다(Nonthamand, 2024; Hakkarainen, 2009).

제작 단계에서는 촬영, 음향, 조명, 그래픽 등 핵심 실무를 수행하며, 현장 기록과 데이터 백업으로 후반 작업의 안정성을 확보한다. 제작 로그와 데일리 리포트는 학습자의 수행 추적 자료로 활용된다(Hoe et al., 2019). 후반 단계에서는 편집, 자막, 그래픽 합성, 사운드 디자인, 색보정, 마스터링이 진행되며, 러프컷-파인컷 버전 관리와 시사 기록으로 작업의 체계성을 유지한다(Nonthamand, 2024; Hakkarainen, 2009).

검토 및 배포 단계에서는 품질 점검표를 기반으로 기술적·내용적 완성도를 확인하고, 최종 파일 배포 시 캡션, 메타데이터, 권리 표기를 포함하여 실무 연계성을 강화한다(정우용, 2019). 성과 정리 단계에서는 프로젝트 파일과 소스를 아카이브하고, 프리셋, 룩, 라이브러리 등 재사용 가능한 자원을 체계화하며, 제작 노트와 개선 항목을 정리하여 차기 프로젝트 설계로 환류한다(Hakkarainen, 2009).

이러한 단계적 구조는 실제 산업 워크플로를 학습 과정으로 전환하여 과정 기록과 산출물을 통합 관리함으로써 학습자의 제작 수행 역량과 복합적 문제 해결 능력을 심화시키는 체계를 형성한다.



단계	교수학습 활동	대표 산출물
기획	주제, 대상 확정, 핵심요구, 성공기준 합의	프로젝트 브리프, 평가기준표
설계	자료조사, 시놉시스, 시나리오 작성, 콘셉트, 스토리보드 개발	시놉시스, 시나리오, 스토리보드
제작	카메라, 음향 세팅, 장면 촬영, 현장 소스 정리, 백업	촬영 파일, 촬영 일지, 원본 소스
후반	컷 편집, 자막, 그래픽 구성, 음향 편집, 믹스, 색보정, 마스터링	러프컷, 파인컷, 마스터 파일
검토, 배포	기술, 내용 점검, 피드백 반영, 채널별 포맷 적용	배포본, 자막 파일, 메타데이터
성과 정리	최종본, 프로젝트 파일 보관, 제작 노트 정리	보관 패키지, 성찰 노트

[표 2-6] 영상 콘텐츠 제작의 교수학습 단계

2.1.3.3. 영상 콘텐츠 제작과 PBL

영상 콘텐츠 제작 수업은 기획 및 구성, 제작, 후반 작업, 공유, 성찰의 단계로 전개되며, 이는 PBL의 문제 정의, 탐구 및 수행, 산출물 제작, 공유 및 피드백, 성찰 및 평가 단계와 기능적으로 정합성을 갖는다(Hmelo-Silver, 2004; Hung, Keppell, & Jong, 2004). 기획 단계에서 학습자는 과제의 맥락을 분석하고 메시지, 대상, 목표를 합의하여 문제를 규정하며, 제작 단계에서는 자료 탐색과 역할 수행을 통해 대안 비교와 근거 수집을 수행한다. 후반 단계에서는 수집된 자료를 주장-근거-설명 구조로 조직하여 산출물을 완성하고, 공유 단계에서는 공개 발표와 피드백을 통해 설명의 타당성을 검증하고 보완한다. 마지막 성찰 단계에서는 과정과 결과를 점검하고 개선 방향을 도출하여 다음 주기로 환류하며, 이는 PBL의 절차적 특성과 일치한다(Hmelo-Silver, 2004; Hakkarainen, 2011). 선행연구에 따르면 학습자가 기획안과 제작 노트에 판단 근거를 명시하고, 후반 단계에서 주장-근거 연결을 시각화하며, 공개 상영과 동료 피드백을

통해 설명을 검증하는 과정은 근거 중심 설명과 과정 중심 평가를 동시에 충족한다. 이에 따라 주요 산출물인 기획안, 제작 노트, 초편집본, 발표 자료, 성찰 보고서는 PBL 단계별 산출물과 자연스럽게 대응한다 (Hmelo-Silver, 2004; Hakkarainen, 2011).

PBL 단계	영상 콘텐츠 제작 단계	교수학습 활동	산출물
문제 정의	기획, 구성	과제 맥락 분석, 대상, 목표, 핵심 메시지 합의, 요구조건 정리	기획안
탐구 및 수행	제작 (설계, 촬영)	자료 탐색, 출처 검토, 대본, 스토리보드 설계, 촬영(영상/음성 수집), 역할 수행	대본, 스토리보드, 촬영본
산출물 제작	후반 (편집, 정리)	주장-근거-서사 구조화, 편집, 정제	편집본
공유 및 피드백	공개 상영 토의	발표, 질의 응답, 동료, 교수자 피드백 수용, 반영	발표 자료, 피드백 요약
성찰 및 평가	성찰 정리	목표 대비 성취 점검, 개선점 도출, 환류	성찰 보고서

[표 2-7] 영상 콘텐츠 제작 수업의 PBL 절차

본 연구에서 실시되는 수업은 영상 콘텐츠 제작 과제를 중심으로 PBL 핵심 단계를 유지하면서, 고등교육 환경의 시간과 자원 제약에 맞게 4주차 구조로 통합·축약하여 설계하였다. 문제 정의 단계에서는 학습자가 과제 맥락과 목표를 이해하고 핵심 메시지를 명료화하며, 교수자는 과제와 평가 기준을 제공하고 학습자는 기획안과 문제 진술서를 작성한다. 탐구 설계 단계에서는 자료 탐색, 콘셉트 구상, 스토리보드 작성 등의 실행 계획을 수립하고, 교수자는 탐구 절차 적절성과 자원 접근을 지원한다. 실행 단계에서는 촬영과 편집이 이루어지며, 교수자는 루브릭 기반 점검과 형성적 피드백을 제공한다. 마지막 공유 및 성찰 단계에서는 결과물을 발표하

고 동료·교수자 피드백을 반영하여 성찰 보고서를 작성하며, 교수자는 질의응답과 수행평가를 통해 산출물의 타당성과 완성도를 확인한다.

이 네 단계 구조는 문제 분석-탐구-지식 구성-성찰의 PBL 순환 구조를 실습 중심 수업에 맞게 조정된 형태로, 절차적 적합성과 실천적 타당성을 확보한다(Hmelo-Silver, 2004). 각 단계 산출물은 형성평가와 수행평가 근거 자료로 활용되며, 학습자의 과정과 결과를 종합적으로 반영하는 평가 체계를 구성한다.

주차 PBL 단계	교수자 활동	학습자 활동	대표 산출물	평가 초점
1주차 문제 정의	과제 제시, 목표 및 평가 기준 안내, 팀 구성 지도	주제 탐색, 목표 설정, 기획안 작성	기획안	문제 인식의 명확성, 목표의 타당성
2주차 탐구 설계	자료 탐색 지도, 일정, 역할 점검	자료 조사, 스토리보드 및 촬영 계획 수립	스토리보드, 촬영 계획표	탐구 설계의 구체성, 협업의 효율성
3주차 실행 (촬영 및 편집)	중간 점검, 피드백 제공	촬영, 편집 수행, 수정 반영	중간 편집본, 피드백 요약본	실행의 완성도, 피드백 반영도
4주차 공유 및 성찰	발표 운영, 최종 평가 및 성찰 지도	결과물 발표, 피드백 수용, 성찰 보고 작성	최종 편집본, 발표 자료, 성찰 보고서	완성도, 창의성, 성찰의 깊이

[표 2-8] PBL 단계 기반 영상 콘텐츠 제작 수업 운영 구조

2.2. AI 에이전트와 교수학습 조력

2.2.1. AI 에이전트(Agent)의 정의

2.2.1.1. AI 에이전트의 정의

AI 에이전트(agent)는 본래 철학과 사회이론에서 인간의 행위주체성(agency)을 설명하는 개념으로 논의되어 왔다. Giddens(1984)는 구조화

이론(structuration theory)을 통해 인간을 단순히 사회 구조에 의해 규정되는 존재로 보지 않고, 환경을 인식하며 자신의 행위를 반성적으로 점검하고(reasoned monitoring) 그 결과를 조정하는 ‘의도를 가진 행위자(purposive agent)’로 정의하였다. 그는 행위자가 구조의 제약 속에서도 자신의 행동을 성찰하고 구조를 재생산하는 순환적 주체로 기능한다고 보았다. Dennett(1987)은 이를 인지과학 영역으로 확장하여 인간뿐 아니라 비인간 시스템도 의도적 태도(intentional stance)를 적용해 목적과 판단을 가진 존재로 이해할 수 있다고 주장하였다. 즉, 시스템의 행동을 목적성과 판단에 따라 해석할 수 있다면 그것을 에이전트로 간주할 수 있다는 의미이다. 결과적으로 두 연구 모두 에이전트를 상황을 해석하고 선택적으로 행동하는 의도적 존재로 파악한다.

이 개념은 AI 연구로 확장되어 기술적 행위체를 설명하는 데 활용된다. Wooldridge와 Jennings(1995)는 AI 에이전트를 환경 속에서 자율적으로 인식(perceive), 판단(decide), 행동(act)하는 시스템으로 정의하고, 자율성(autonomy), 반응성(reactivity), 능동성(proactivity), 사회성(sociality)을 핵심 속성으로 제시하였다. 이는 인간 행위주체성의 의도성과 사회성을 기술적으로 모사한 것이다. Russell과 Norvig(2021)는 AI 에이전트를 환경을 인식하고 정보를 바탕으로 합리적 판단을 수행하며 목표 달성을 위해 행동하는 시스템으로 규정하여, 인간의 인지적 의사결정 구조와 AI 에이전트 간 연속성을 체계화하였다. 최근 Sapkota et al.(2025)은 AI 에이전트를 자율적 학습과 협력적 상호작용, 사회적 맥락 기반 목표 지향 행위를 수행하는 ‘행위주체적 인공지능(agentive AI)’으로 확장하며, 인간과 기술적 행위체 간 경계가 점점 약화되고 있다고 보았다. Jiang et al.(2024)은 AI 에이전트를 환경 감지, 판단-행동 반복, 상호작용 기반 학습과 조정을 수행하는 자율적 시스템으로 정의하며, 다중 에이전트 시스템(Multi-Agent



System, MAS)을 통해 협력 기반 집단 지능을 설명하였다.

교육공학에서는 이러한 개념이 교수학습 환경의 매개체로 적용된다. Laureano-Cruces et al.(2014)은 지능형 교수시스템(Intelligent Tutoring System)에서 AI 에이전트를 교수자와 학습자 간 상호작용을 매개하는 인터페이스로 정의하고, 협력과 의사소통을 지원하는 기능을 강조하였다. Lee와 Kim(2023)은 온라인 협력학습 환경에서 AI 에이전트가 학습자의 사회적 존재감과 몰입을 강화하며 조정자로 작동함을 실증하였다.

종합하면, AI 에이전트는 환경을 인식하고 판단하여 행동하는 자율적 시스템으로, 인간 행위주체성과 기술적 지능체의 연속선상에 위치한다. 철학과 사회이론에서 정립된 행위주체성 개념은 AI 에이전트의 자율성, 판단성, 목표 지향성을 뒷받침하며, 교육적 맥락에서는 교수자와 학습자 간 상호작용을 조정하고 학습 과정을 지원하는 인지적·사회적 조력자로 기능한다(Laureano-Cruces et al., 2014; Lee & Kim, 2023).

대표 연구자 및 연도	정의	개념
Giddens (1984)	행위주체로서의 인간	사회 구조 속 의도와 반성을 지닌 존재로 자신의 행위를 모니터링하며 구조를 재생산
Dennett (1987)	인식적 행위자	믿음, 욕구, 목적을 가진 합리적 존재로 해석될 때 행위자로 인식
Wooldridge & Jennings (1995)	지능형 에이전트	환경을 인식, 판단, 행동하는 자율적 시스템으로 자율성, 반응성, 능동성, 사회성 포함
Russell & Norvig (2021)	합리적 에이전트	인식-판단-행동의 순환 속에서 목표 달성을 위한 합리적 의사결정 수행
Sapkota, Roumeliotis, & Karkee (2025)	행위 주체적 인공지능	자율 학습, 사회적 상호작용, 맥락 적응을 수행하는 복합 인지 시스템
Jiang et al (2024)	다중 에이전트 시스템	다수의 에이전트가 협력, 경쟁, 조정을 통해 집단 지능 형성 및 환경 적응
Laureano-Cruces et al. (2014)	교육적 에이전트	학습자 간 상호작용을 촉진하고 협력 학습을 지원하는 교수학습 인터페이스
Lee & Kim (2023)	사회적 촉진 에이전트	협력 학습 환경에서 사회적 존재감 유지와 학습 몰입 향상 조정자 역할

[표 2-9] AI 에이전트(Agent)의 정의

2.2.1.2. AI 에이전트의 핵심 속성

AI 에이전트는 인간 행위주체성의 철학적 개념을 기반으로 기술적으로 구현된 존재로, 자율성, 반응성, 능동성, 사회성의 네 가지 상호보완적 속성을 중심으로 정의된다(Wooldridge & Jennings, 1995). 이러한 속성들은 에이전트가 환경을 인식하고 판단하며 행동하는 순환 체계를 통해 목표 지향적 지능체로 작동하도록 한다.

자율성은 외부의 지속적 통제 없이 스스로 의사결정을 수행하는 능력으로, Giddens(1984)의 인간 행위주체 개념과 유사하게 AI가 복잡한 환경에서 독립적으로 판단하고 실시간 결정을 내릴 수 있는 기반을 제공한다. 교육적 맥락에서는 학습관리시스템이 학습자의 데이터를 분석해 교수자 개입 없이 피드백을 제공하는 방식으로 구현되며, 인간의 판단을 대체하기보다는 교수자의 조력을 보완하는 지능형 조력자의 역할을 수행한다(Laureano-Cruces et al., 2014).

반응성은 환경 변화에 즉각적으로 대응하는 능력으로, 에이전트가 입력 정보를 지속적으로 해석하여 상황에 맞는 판단을 수행하도록 한다(Russell & Norvig, 2021). 이는 인간이 맥락 정보를 기반으로 행동을 조정하는 과정과 대응되며(Giddens, 1984), 협력 학습에서는 발화 흐름을 감지하고 소극적 학습자에게 적절한 질문을 제시하는 기능으로 나타난다(Lee & Kim, 2023). 반응성은 자율성과 결합될 때 목표를 유지하면서 환경 변화에 유연하게 대응할 수 있도록 한다.

능동성은 단순 반응을 넘어 미래를 예측하고 목표 달성을 위해 선제적으로 행동하는 능력이다. 에이전트는 목표와 보상 구조에 따라 자발적으로 의사결정을 수행하며(Wooldridge & Jennings, 1995; Dennett, 1987), 이는 행위주체적 인공지능(agentive AI)의 핵심 속성으로 간주된다(Sapkota et al., 2025). 교육 상황에서는 학습자의 성취 패턴을 분석해



다음 목표를 제안하거나 개인화된 학습 경로를 설계하는 기능으로 구현된다.

사회성은 AI가 인간 또는 다른 에이전트와 협력하고 의사소통하며 조정을 수행하는 능력이다. 다중 에이전트 시스템(Multi-Agent System)을 통해 여러 에이전트가 협력과 조정을 수행하며 집단 지능(collective intelligence)을 발휘할 수 있다(Jiang et al., 2024). 교육 환경에서는 협력 학습에서 상호작용을 촉진하고 학습자의 사회적 존재감을 유지하는 조정자 역할로 나타난다(Laureano-Cruces et al., 2014; Lee & Kim, 2023). 네 가지 속성은 상호의존적으로 작용하며, 인간 행위주체성이 가진 의도성과 반성성, 사회적 상호작용을 기술적으로 구현한다(Giddens, 1984; Dennett, 1987). 이 속성들이 통합될 때 AI 에이전트는 단순한 명령 수행을 넘어 학습자와 상호작용하고 판단하며 협력하는 행위주체적 인공지능으로 기능하며, 교육적으로는 교수자-학습자 간 상호작용을 조정하고 학습자의 탐구, 협력, 성찰 과정을 지원하는 조력자로 작동한다(Sapkota et al., 2025; Laureano-Cruces et al., 2014; Lee & Kim, 2023).



핵심 속성	개념 정의	주요 연구자	교육적 의미
자율성 (Autonomy)	외부의 지속적 통제 없이 스스로 의사결정 및 행동을 수행하는 능력	Wooldridge & Jennings (1995); Giddens (1984)	교수자의 개입 없이 학습자 데이터를 분석하고 피드백을 제공하는 등 독립적 판단 수행, 교수자의 역할을 보완하는 지능형 조력자로 기능
반응성 (Reactivity)	환경의 변화를 감지하고 이에 즉각적으로 대응하는 능력	Russell & Norvig (2021); Lee & Kim (2023)	학습자의 참여나 감정 변화를 인식하고 실시간으로 질문, 유도 등 상호작용 조정, 학습 몰입 유지
능동성 (Proactivity)	외부 자극에 의존하지 않고 스스로 목표를 설정하고 행동을 계획하는 능력	Wooldridge & Jennings (1995); Sapkota, Roumeliotis, & Karkee (2025)	학습자의 수준과 패턴을 분석하여 학습 목표나 다음 활동을 제안, 맞춤형 학습 환경 조성
사회성 (Sociality)	다른 에이전트나 인간과의 상호작용을 통해 협력, 조정, 의사소통을 수행하는 능력	Jiang et al., (2024); Laureano-Cruces et al. (2014); Lee & Kim (2023)	협력 학습에서 학습자 간 상호작용을 촉진하고 사회적 존재감과 몰입을 유지, 교수자의 촉진자 역할 보완

[표 2-10] AI 에이전트(Agent)의 핵심 속성

2.2.1.3. AI 에이전트의 작동 구조

AI 에이전트는 환경을 인식하고 판단하며 행동으로 전환하고, 그 결과를 학습에 반영하여 성능을 개선하는 순환적 구조로 작동한다(Russell & Norvig, 2021; Wooldridge & Jennings, 1995). 이러한 순환 구조는 단순한 기능 자동화를 넘어서 환경, 판단, 행동, 학습이 연속적으로 연결된 적응적 시스템으로, 교육 환경에서는 학습자의 인지적, 사회적, 정서적 데이터를 기반으로 교육적 판단을 수행하는 구조로 확장된다(Zheng et al., 2025; Xiao & He, 2025).

지각(perception) 단계에서 AI 에이전트는 센서, 로그 데이터, 언어 입력 등 다양한 정보를 수집하고 의미를 구성한다. 이 과정은 단순한 데이터 수

집이 아니라 학습자의 활동 로그, 발화 패턴, 시각·음성 신호 등 다중 모달 데이터를 분석해 이해도, 참여도, 정서 상태를 추정하는 과정이다 (Zheng et al., 2025; Xiao & He, 2025). 이렇게 구조화된 정보는 이후 판단의 정확성을 좌우하며, 상황 인식 기반 합리적 판단 구조와 대응된다 (Russell & Norvig, 2021).

판단(decision) 단계에서는 인식된 정보와 목표, 제약 조건, 과거 경험을 종합하여 대안을 생성하고 가장 적절한 행동을 선택한다. 판단은 규칙 기반 추론, 확률적 평가, 강화학습 등 다양한 방식으로 수행되며, 교육적 맥락에서는 난이도 조정, 피드백 유형 결정(힌트, 리마인더, 예시), 과제 순서 조정 등으로 구체화된다(Zheng et al., 2025). 특히 근접발달영역(ZPD)에 맞춘 난이도 조정은 학습자의 현재 상태와 목표 간 간극을 계산적으로 추정하여 개입 전략을 조정하는 형태로 나타난다(Vygotsky, 1978; Xiao & He, 2025).

행동(action) 단계에서는 선택된 판단이 실제로 실행된다. 피드백 제공, 자료 추천, 질문 생성, 역할 제안, 경고 메시지 발신 등이 이에 포함되며, 실행 결과는 다시 지각 단계로 환류된다(Wooldridge & Jennings, 1995). 협력 학습에서는 소극적 참여자에게 발화 기회를 제공하거나 팀 논의 균형을 조정하는 등 사회적 조정 기능으로 작동한다(Laureano-Cruces et al., 2014; Lee & Kim, 2023).

학습(learning) 단계는 행동 결과를 기반으로 내부 모델을 갱신하는 과정이다. 강화학습, 자기지도학습, 규칙 조정 등을 통해 판단의 품질을 점진적으로 개선하며(Russell & Norvig, 2021), 교육 환경에서는 학습자의 변화 추세에 맞춰 피드백의 빈도와 강도를 조정하고 반복 오류에 대응한 개입 전략을 재구성한다(Xiao & He, 2025).

사회적 상호작용(social interaction)은 단일 에이전트 순환 구조가 다중



주체 간 협력 체계로 확장된 형태이다(Jiang et al., 2024). 교육적 맥락에서는 교수자-학습자-AI 에이전트 간 삼자 상호작용이 이루어지며, 에이전트는 발화 균형 조정, 대화 네트워크 매개, 근거 구조화 등 사회적 조정 역할을 수행하여 협력 학습의 질을 향상시킨다(Laureano-Cruces et al., 2014; Lee & Kim, 2023).

종합하면, AI 에이전트는 지각-판단-행동-학습의 순환과 사회적 상호작용을 통해 환경 변화에 적응하며, 교육적으로는 학습자 데이터를 기반으로 판단과 조정을 수행하는 지능형 촉진자로 기능한다(Russell & Norvig, 2021; Xiao & He, 2025; Zheng et al., 2025).

단계	핵심 개념	교육적 적용	주요 연구
지각 (Perception)	환경을 감지하고 의미화하여 내부 정보로 재구성	학습자 데이터(로그, 발화, 시각 입력 등)를 분석해 이해도와 참여도 추정	Russell & Norvig (2021); Zheng et al. (2025); Xiao & He (2025)
판단 (Decision)	인식된 정보와 목표를 결합해 최적의 행동을 선택	학습 난이도 조정, 과제 순서 설계, 피드백 방식 결정	Russell & Norvig (2021); Zheng et al. (2025); Xiao & He (2025)
행동 (Action)	판단 결과를 실행해 환경을 변화시키고 피드백 수집	실시간 피드백 제공, 자료 추천, 협력 구조 촉진	Wooldridge & Jennings (1995); Lee & Kim (2023)
학습 (Learning)	행동 결과를 반영해 내부 모델과 전략을 갱신	개입 정도, 빈도 조정, 개인화 피드백 고도화	Xiao & He (2025); Russell & Norvig (2021)
사회적 상호작용 (Social Interaction)	다중 에이전트 간 협력과 조정으로 집단 지능 형성	학습자, 교수자, 에이전트 간 상호작용 매개, 사회적 존재감 유지	Jiang et al., (2024); Laureano-Cruces et al. (2014); Lee & Kim (2023)

[표 2-11] AI 에이전트의 작동 구조

2.2.1.4. AI 에이전트의 교수학습 조력

AI 에이전트는 원래 산업 자동화와 의사결정 지원을 위해 설계된 기술적 시스템이었으나(Zheng et al., 2025), 교육 환경에 도입되면서 학

습자의 사고, 협력, 정서를 지원하는 교육적 지능체로 확장되었다(Arnau-González et al., 2025). 이러한 확장은 학습을 지식 전달이 아닌 의미 구성으로 보는 구성주의 관점과 정합성을 가지며, 교수자의 역할을 탐구와 협력 촉진자로 재정의하는 교육적 전환(Vygotsky, 1978; Huang et al., 2019)과 연결된다. 따라서 AI 에이전트는 교육적 상호작용의 질을 유지하고 학습 지속성을 강화하는 조력형 인공지능(Support AI)으로 이해될 수 있다(Finkelstein & Soffer-Vital, 2025).

AI 에이전트의 교수학습 조력 개념은 지능형 교수시스템(Intelligent Tutoring System, ITS) 연구에서 발전하였다. 초기 ITS는 교수자의 피드백과 질문 설계를 자동화하여 학습 상호작용을 구조화했으며(Laureano-Cruces et al., 2014), 이후 대화형 교수시스템은 학습자의 응답 논리와 오류 유형을 실시간 분석하여 피드백 시점과 강도를 조정하는 조정형(Coaching-based) AI로 진화하였다(Arnau-González et al., 2025). 협력학습 환경에서 AI 에이전트는 발화 비율 조정, 사회적 실재감 유지, 공감적 표현 유도 등을 통해 상호작용의 질을 향상시키는 사회적 중재자(social mediator)로 기능함이 실증되었다(Lee & Kim, 2023; Finkelstein & Soffer-Vital, 2025).

이러한 기능은 인지적 도제이론(cognitive apprenticeship)과도 일관성을 가진다. 도제이론은 모델링, 코칭, 스캐폴딩, 성찰, 탐색과 같은 단계적 조력을 통해 학습자가 전문가적 사고를 내면화하도록 설명하며(Collins et al., 1989), AI 에이전트는 이 구조를 알고리즘 형태로 구현한다. 예를 들어 질문 중심 피드백, 단계적 힌트 제공, 오류 기반 안내는 인지적 스캐폴딩의 기술적 실현이며(Huang et al., 2019), 학습자의 근접발달영역(ZPD)에 따라 개입 강도와 구체성을 조정하는 기능은 도제적 코칭의 확장으로 이해될 수 있다(Vygotsky, 1978; Arnau-González et al., 2025).



교육적 측면에서 AI 에이전트는 여섯 가지 방향으로 조력 기능을 수행한다. 첫째, 학습 수행 데이터를 분석하여 난이도와 피드백 시점을 조정함으로써 개인화 학습을 지원한다(Xiao & He, 2025). 둘째, 학습자의 정서 신호를 분석하여 불안과 피로를 감지하고 긍정적 정서를 강화해 몰입과 학습 지속성을 높인다(Yan et al., 2025). 셋째, 오류 시각화와 메타인지적 안내를 통해 자기조절학습을 촉진한다(Huang et al., 2019). 넷째, 발화 불균형 조정과 공감적 언어 제공을 통해 협력 조정 기능을 수행하며, 다문화 환경에서도 상호 이해를 지원한다(Lee & Kim, 2023; Finkelstein & Soffer-Vital, 2025). 다섯째, 학습 로그를 분석하여 교수자에게 개입 시점과 우선순위를 제안함으로써 수업 설계를 지원한다(Arnau-González et al., 2025). 여섯째, 반복적 상호작용 속에서 학습자는 AI 피드백을 조언으로 인식하고(Dennett, 1987), 데이터 환류 과정을 통해 교수학습 구조가 점진적으로 재구성된다(Giddens, 1984).

연구자	정의 요약
Wooldridge & Jennings (1995): Russell & Norvig (2021)	자율성, 반응성, 능동성, 사회성을 지닌 자율적 지능 행위주체
Laureano-Cruces et al. (2014)	교수자의 피드백, 질문, 참여 조정을 자동화하여 학습자 간 상호작용을 촉진하는 교육용 AI
Arnau-González et al. (2025)	학습자의 응답 논리에 따라 피드백 시점, 강도를 조절해 사고 지속과 몰입을 지원하는 조정형 AI
Lee & Kim (2023)	협력학습에서 사회적 실재감 유지와 발화 균형 조정을 통해 상호작용의 질을 향상시키는 촉진자
Finkelstein & Soffer-Vital (2025)	문화적 공감과 협력 몰입을 촉진하는 사회, 정서적 중재자
Huang et al. (2019)	자율성을 유지하며 인지적 스캐폴딩을 제공하는 학습 파트너형 AI
본 연구에서의 AI 에이전트의 교수학습 조력기능	학습자의 자율적 탐구 과정을 지원하고, 협력적 학습의 균형을 조정하며, 성찰적 사고를 촉진하는 AI 조력자

[표 2-12] AI 에이전트의 교수학습 조력 개념 정의

결과적으로 AI 에이전트는 학습자의 사고, 협력, 정서를 안정적으로 유지하는 교육적 조력자로 작동하며, 교수자의 부담을 경감하고 학습자의 자율적 탐구를 강화하는 촉진형 인공지능으로 정의될 수 있다 (Arnau-González et al., 2025; Lee & Kim, 2023; Finkelstein & Soffer-Vital, 2025).

구분	활용 형태	교육적 함의
개인화 학습 (Personalized Learning)	학습자의 데이터에 따라 난이도와 피드백을 자동 조정해 맞춤형 학습 지원	학습 효율과 자율성 향상, 개별 맞춤 학습 환경 구축
정서 조절과 학습 지속성 (Emotional Regulation & Engagement)	감정 상태를 인식하고 긍정 정서를 강화해 몰입과 지속성 향상	불안 완화와 동기 유지로 안정적 학습 경험 제공
자기조절과 자기효능감 (Self-Regulation & Self-Efficacy)	학습 과정을 시각화하고 피드백을 통해 자기조절 촉진	학습자의 주도성, 효능감, 내적 동기 강화
협력 학습 촉진 (Collaborative Learning Facilitation)	참여 불균형 조정과 공감적 상호작용 유도	협력 참여 균형, 관계적 몰입 및 집단 학습 질 향상
교수자 지원 및 학습 분석 (Teacher Support & Learning Analytics)	학습 데이터를 분석해 교수자에게 실시간 피드백과 개입 시점 제안	교수자의 설계, 조정 기능 강화, 수업 효율성 제고
교수학습 구조의 재구성 (Reframing of Teaching-Learning Structure)	학습자 데이터가 순환적으로 반영되어 학습 구조 발전	학습자 중심의 자율적, 순환적 교수학습 체계 형성

[표 2-13] 선행연구 기반 AI 에이전트 교수학습 활용 형태

2.2.2. AI 에이전트의 교수학습 조력 설계 원리

AI 에이전트의 교수학습 조력 설계 원리는 기술적 자율성을 교육적 맥락에서 재구성하여 학습자의 탐구, 협력, 성찰 활동을 지원하도록 정의된다. 본 연구는 국제기구 권고와 선행연구를 바탕으로 AI 에이전트 설계의 핵심 원리를 여섯 가지로 제시한다. 명료성(clarity), 유용성(utility), 적

절성(appropriateness), 성찰성(reflectiveness), 구체성(concreteness), 자율성(autonomy)이다(UNESCO, 2021; European Commission, 2019; Hassani et al., 2020). 이러한 원리들은 AI가 학습자의 인지적 탐구를 조력하면서도 인간 중심성과 교육적 적합성을 유지하도록 하는 핵심 기준으로 작용한다.

명료성은 AI의 판단 근거와 피드백이 학습자와 교수자에게 투명하게 제공되는 정도를 의미한다. 설명가능성(explainability)은 교육용 AI의 신뢰성과 몰입을 확보하는 핵심 조건으로, AI의 판단 과정과 조력 구조가 명확하게 전달될수록 학습자의 이해와 신뢰가 강화된다(UNESCO, 2021; European Commission, 2021; Arnau-González et al., 2025).

유용성은 AI 조력이 실제 학습 향상과 교수자의 부담 경감에 기여하는 정도를 의미한다. 지능형 교수시스템은 학습 지속률과 몰입을 향상시키며, AI는 교사의 역할을 대체하기보다 보조하며 학습 경험의 실효성을 높이는 조력자로 기능한다(Laureano-Cruces et al., 2014; European Commission, 2022).

적절성은 학습자의 수준과 학습 상황에 맞춰 AI 개입의 시점과 강도를 조정하는 능력이다. 인지적 도제이론에서는 근접발달영역(ZPD)에 적합한 단계적 지원을 강조하며(Collins et al., 1989), AI는 반응 패턴 기반 피드백과 협력학습 참여 균형 조정을 통해 학습 지속성과 이해를 향상시킨다(Arnau-González et al., 2025; Lee & Kim, 2023).

성찰성은 학습자가 자신의 수행을 점검하고 전략을 조정할 수 있도록 지원하는 메타인지적 조력이다. AI 기반 사회정서학습 시스템은 정서 신호 환류를 통해 학습자의 성찰을 촉진하며, 상호작용 데이터 시각화는 참여 성찰을 강화한다(Yin et al., 2025; Lee & Kim, 2023).

구체성은 AI의 피드백이 즉시 실행 가능한 형태로 제시되는 정도를 의미



한다. 단계별 예시와 적용 가능한 안내는 학습 효과를 높이며, 예시 기반 생성형 스캐폴딩은 학습자의 비판적 사고를 강화하는 데 효과적이다 (Laureano-Cruces et al., 2014; Hong et al., 2025).

자율성은 AI가 학습자의 주체성을 침해하지 않도록 개입 강도를 조절하고, 인간 감독(human oversight)을 전제로 운영됨을 의미한다. AI는 지능증강(Intelligence Augmentation) 체계로서 인간 판단을 보완하며 (Hassani et al., 2020), 학습자의 권리와 자기결정권을 보장하도록 설계되어야 한다(UNESCO, 2021; European Commission, 2022).

결과적으로 본 연구의 AI 에이전트 교수학습 조력 여섯 가지 설계 원리는 AI가 교수자의 촉진 기능을 기술적으로 확장하면서도 학습자의 인지적·정서적 주체성을 유지하게 하며, 탐구, 협력, 성찰을 지원하는 체계적 조력 구조를 형성한다.

구성 요소	정의	근거 연구
명료성 (Clarity)	AI의 판단 근거와 절차를 투명하게 제시하는 설명 가능성	UNESCO(2021); European Commission(2022); Arnau-González et al.(2025)
유용성 (Utility)	학습 성과와 교수 효율을 높이는 실질적 조력성	Laureano-Cruces et al.(2014); European Commission(2022)
적절성 (Appropriateness)	학습자의 수준과 맥락에 맞춰 지원 강도와 시점을 조정하는 능력	Collins et al.(1989); Arnau-González et al.(2025); Lee & Kim(2023)
성찰성 (Reflectiveness)	학습자가 자신의 수행을 되돌아보게 하는 메타인지적 지원	Yin et al.(2022); Lee & Kim(2023)
구체성 (Concreteness)	실행 가능한 형태로 피드백을 제시하는 실천적 명확성	Laureano-Cruces et al.(2014); Hong et al.(2025)
자율성 (Autonomy)	인간의 판단 주체성과 자기결정권을 보존하는 설계 원리	Hassani et al.(2020); UNESCO(2021); 교육부(2022)

[표 2-14] AI 에이전트의 교수학습 조력 설계 원리

2.2.3. AI 에이전트의 교수학습 조력기능

AI 에이전트의 교수학습 조력 기능은 인공지능의 자율성과 반응성을 기반으로 하되, 이를 교육적 맥락에서 재해석하여 학습자의 탐구, 협력, 성찰을 지원하는 인지적·사회적·정서적 조력 구조로 구성된다. AI는 단순한 정보 제공 도구를 넘어 교수자의 촉진 기능을 분담하고 확장하는 학습 파트너로 개념화되며, 구성주의 학습관과 인지적 도제이론(cognitive apprenticeship)의 핵심 단계인 모델링, 코칭, 스캐폴딩, 성찰, 탐색과 정합성을 이룬다(Collins et al., 1989; Vygotsky, 1978).

인지적 조력 기능은 학습자의 사고 과정을 추적하고 문제 해결의 흐름을 유지하도록 돕는다. AI는 정답을 제공하기보다 사고 경로를 구조화하며, 오류를 기반으로 한 안내와 피드백의 시점 및 강도를 조정한다(Huang et al., 2019). 질문 중심 피드백(question-driven feedback)을 통해 학습자의 인지적 부하를 조절하고, 응답 논리 분석에 기반한 동적 피드백 조절이 학습 지속성과 몰입을 향상시킨다는 점이 대화형 교수시스템 연구에서 확인되었다(Arnau-González et al., 2025). 이러한 조력은 근접발달영역(ZPD)에 맞춘 난이도 조절과 자기조절학습(self-regulated learning)을 지원하며(Vygotsky, 1978; Collins et al., 1989), 인지적 도제이론의 코칭·스캐폴딩 단계와 연계된다.

사회적 조력 기능은 협력학습 환경에서 팀 상호작용을 모니터링하고 발화 편중이나 참여 불균형을 조정하여 사회적 실재감(social presence)과 협업 효율을 유지한다(Lee & Kim, 2023). AI는 대화 패턴, 참여 빈도, 상호참조 데이터를 분석하여 협업 구조의 불균형을 탐지하고 질문 재구성, 아이디어 다양화, 역할 재배분 등을 통해 협력 흐름을 조정한다(Laureano-Cruces et al., 2014). 또한 상호작용 추이와 대화량을 시각화해 학습자에게 제공함으로써 협업 과정을 성찰 대상으로 전환하고, 문화



적 차이가 있는 상황에서는 공감적 언어를 제안하여 관계적 안정성을 강화한다(Finkelstein & Soffer-Vital, 2025). 이는 PBL 환경에서 지속적 협력과 공동 탐구를 유지하는 사회적 스캐폴딩으로 기능한다.

정서적 조력 기능은 학습자의 감정 상태를 탐지하고 불안, 피로, 혼란 등 부정적 정서를 조정하여 학습 지속성과 몰입을 유지하도록 지원한다(Yan et al., 2025). AI는 언어, 반응 시간, 오류 패턴 등 정서 신호를 분석하여 학습자의 상태를 추론하고, 상황에 따라 격려 메시지, 말투 조정, 휴식 제안 등의 정서적 스캐폴딩을 제공한다(Finkelstein & Soffer-Vital, 2025). 이는 인지적 도제이론의 코칭·성찰 단계(Collins et al., 1989)와 대응하며, 협력학습에서의 정서적 소진을 예방하고 탐구 지속성을 강화한다.

결과적으로 AI 에이전트의 인지적, 사회적, 정서적 조력 기능은 학습자의 탐구 흐름 유지, 협업 균형 조정, 정서 안정 지원을 통해 교수자의 촉진 기능을 기술적으로 분담한다. 이러한 조력은 구성주의와 인지적 도제이론의 학습 원리를 유지하면서도, 데이터 기반 적응적 지원을 통해 학습 과정의 질을 향상시키는 조력형 지원 인공지능(assistive support AI)의 교육적 역할을 구체화한다.

AI 에이전트의 교수학습 조력기능	정의	인지적 도제
인지적 조력 기능	사고 추적, 피드백 시점 및 강도 조절, 질문 중심 피드백, 자기조절 학습 촉진	코칭 스캐폴딩 탐색
사회적 조력 기능	상호작용 모니터링, 발화 편중 완화 및 참여 균형 유지, 사회적 실재감 강화	코칭 스캐폴딩 성찰
정서적 조력 기능	감정 인식 및 조정, 피드백 어조 및 난이도 조절, 동기 및 몰입 유지	코칭 스캐폴딩 성찰

[표 2-15] 인지적 도제 기반 AI 에이전트 교수학습 조력기능

2.2.4. AI 에이전트의 PBL 교수학습 적용

AI 에이전트의 교수학습 조력 기능은 인지적, 사회적, 정서적 조력을 통해 교수자의 촉진 부담을 분담하도록 설계되며, 문제 재정의, 탐구 설계, 실행, 공유 및 성찰로 구성되는 PBL(Project-Based Learning) 운영 구조와 높은 적합성을 가진다. PBL에서 교수자는 지식 전달자가 아니라 학습자의 탐구와 협력을 조정하는 코치이자 촉진자로, 과정 중심 평가와 성찰을 통해 학습 순환을 유지한다(Hmelo-Silver, 2004; Strobel & van Barneveld, 2009). 이러한 교수자 역할은 인지적 도제이론의 모델링, 코칭, 스캐폴딩, 성찰, 탐색 단계(Collins et al., 1989)와 대응하며, AI 에이전트는 이 원리를 데이터 기반 지원과 자동화된 피드백으로 구현한다.

인지적 조력은 학습자의 응답 논리, 오류, 반응 시간, 피드백 요청 패턴을 분석하여 탐구의 연속성을 유지하는 시점 기반 피드백을 제공한다. AI는 사고 경로를 구조화하고, 난이도 조정과 단계적 힌트를 제공하며, 학습자의 ZPD 수준에서 탐구 지속성을 유지하는 인지적 스캐폴딩 기능을 수행한다(Vygotsky, 1978; Arnau-González et al., 2025). 이는 PBL의 문제 정의, 탐구, 설명 단계에서 교수자의 코칭 기능을 보완하며, 협력 탐구 흐름을 방해하지 않고 인지적 부하를 조절한다(Hmelo-Silver, 2004).

사회적 조력은 협력 담화 지표를 분석해 참여 불균형을 탐지하고, 질문 재구성, 관점 제안, 역할 순환 등을 통해 상호작용 균형을 유지한다(Laureano-Cruces et al., 2014; Lee & Kim, 2023). 또한 협업 대화 흐름과 참여 추이를 시각화하여 학습자가 상호작용 패턴을 성찰하도록 돕고, 문화적 차이가 있는 팀에서는 공감적·중립적 표현을 통해 갈등을 완화한다(Finkelstein & Soffer-Vital, 2025). 이러한 사회적 조력은 PBL에서 협력 중심 문제 해결과 팀 기반 성찰 구조의 질을 향상시키는 요소로 작용한다(Strobel & van Barneveld, 2009).



정서적 조력은 언어 어조, 반응 지연, 오류 반복, 발화 강도 등 정서 신호를 분석해 불안, 피로, 몰입 저하를 추론하고, 격려 메시지, 휴식 제안, 말투 조정 등의 정서적 스캐폴딩을 제공한다(Yan et al., 2025). 이는 탐구 과정의 난관을 학습 경험으로 재해석하도록 돕는 인지적 도제의 코칭·성찰 단계(Collins et al., 1989)와 대응하며, 팀 기반 PBL에서 정서적 소진을 완화하고 몰입을 유지한다(Finkelstein & Soffer-Vital, 2025).

이러한 인지, 사회, 정서 조력의 통합 구조는 PBL이 요구하는 실제성, 학습자 주도성, 협력, 과정 중심 평가, 성찰 기반 재설계의 교육적 조건과 정합적으로 배치된다. AI 에이전트는 탐구 순환 전 단계에서 인지적 피드백의 정확성을 높이고, 팀 상호작용 균형을 유지하며, 정서 상태 변화에 따라 개입 강도를 조절함으로써 교수자의 부담을 경감한다(Arnau-González et al., 2025; Zheng et al., 2025). 또한 학습 로그와 대화 데이터를 기반으로 과정 중심 평가의 근거를 체계화한다(Laureano-Cruces et al., 2014; Lee & Kim, 2023). 따라서 AI 에이전트의 교수학습 조력 기능은 구성주의·인지적 도제이론 기반의 PBL 단계, 역할, 평가 구조를 기술적 조정·환류 체계로 재구성하여, 학습자의 탐구, 협력, 성찰 흐름을 안정적으로 유지하는 PBL 정합적 조력 체계로 정의될 수 있다(Strobel & van Barneveld, 2009; Collins et al., 1989).



정합성	PBL 요구	AI 에이전트의 교수학습 조력기능 기능	이론적 근거
인지적 정합성	문제 재정의	응답 논리 확인 및 질문 재구성	Hmelo-Silver 2004, Collins et al. 1989
	탐구 및 설계 및 실행 및 설명의 순환 운영	단계별 피드백 타이밍 조절 및 난이도 조정(ZPD)	Vygotsky 1978, Arnau-González et al. 2025
	코칭 및 스캐폴딩	사고 경로 정리 및 인지 부하 조정	Collins et al. 1989, Hmelo-Silver 2004
	근거 기반 설명	반응 시간 확인 및 힌트 수용 확인, 피드백 구체성 및 타이밍 조절	Arnau-González et al. 2025
사회적 정합성	협업 유지	발화 비율 확인 및 상호참조 확인, 참여 불균형 개입	Laureano-Cruces et al. 2014, Lee & Kim 2023
	공유 및 성찰	대화 네트워크 시각화 및 참여 추이 제시, 팀 성찰 유도	Hmelo-Silver 2004, Strobel & van Barneveld 2009
	다문화 맥락의 상호이해	중립적 재진술 및 대체 표현 제시	Finkelstein & Soffer-Vital 2025, Lee & Kim 2023
정서적 정합성	학습자 주도성 유지 및 탐구 지속	격려 메시지, 말투 및 강도 조정, 휴식 또는 재집중 제안	Yan et al. 2025, Collins et al. 1989
	실패 경험의 학습 자원화	정서 조절 지원, 몰입 유지 및 회복 지원	Hmelo-Silver 2004, Finkelstein & Soffer-Vital 2025
	만족 및 자기효능 향상	정서 조정, 만족 및 자기효능 회복 지원	Yan et al. 2025

[표 2-16] AI 에이전트 교수학습 조력기능의 PBL 정합성

2.2.5. 교수학습 맥락에서의 AI 윤리

인공지능의 교육적 활용이 확산됨에 따라, 학습자의 사고·정서·협력·의사결정 과정 전반에 미치는 AI 개입의 교육적 정당성을 확보하기 위한 윤리 기준이 필수적으로 요구된다. UNESCO(2021)는 『Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence』에서 교육용 AI는 인간의 존엄, 자율성, 포용성을 핵심 가치로 삼아야 하며, 학습자의 사고와 판단을 대체하지 않고 지원하는 방향으로 활용되어야 한다고 규정하였다. 유럽연합

(European Commission, 2022)은 교육용 AI가 고위험(high-risk) 영역에 속할 수 있음을 지적하며, 인간 감독(human oversight), 투명성(transparency), 설명가능성(explainability), 책임성(responsibility)을 신뢰 요건으로 제시하였다. 국내 기준(과학기술정보통신부, 2020; 교육부, 2022) 역시 학습자 주도성 보장, 최소 데이터 수집, 교사 전문성 존중을 핵심 원칙으로 명시하고 있다.

이러한 국제·국내 기준은 AI 교육 개입의 범위를 규정하는 여섯 가지 윤리 원칙으로 수렴된다. 첫째, 인간 중심성은 AI가 교수자와 학습자의 최종 의사결정을 대체할 수 없음을 전제로, 학습자 주체성을 보장해야 함을 의미한다(Holmes et al., 2022). 둘째, 책임성과 투명성은 AI 개입의 시점, 강도, 근거가 명확히 제시되고, 학습자와 교수자가 이해할 수 있는 설명가능성을 확보해야 함을 의미한다(Khosravi et al., 2022; Wei et al., 2022). 셋째, 공정성과 포용성은 알고리즘 편향을 제거하고 다양한 관점과 참여를 반영하도록 설계·운영되어야 한다(Akgun & Greenhow, 2022). 넷째, 프라이버시 보호는 학습 로그와 정서 신호 등 민감 정보가 최소 수집·익명화·목적 제한 원칙에 따라 관리되도록 요구한다(Le Métayer, 2010; 교육부, 2022). 다섯째, 인간 감독은 AI 개입이 교수자의 승인 또는 판단을 전제로 이루어지도록 하여 교육 주체의 전문성을 보장한다(Ouyang & Jiao, 2021). 여섯째, 관계성(relationality)은 AI가 인간 상호작용을 대체하지 않고 그 질을 향상시키는 담화적 매개자로 기능하도록 하며, 협력학습과 다문화 상호작용에서 특히 중요하다.



윤리 기준	정의	AI 에이전트의 교수학습 조력기능 적용	근거
인간 중심성	인간 중심성 및 인권 존중, 인간 감독	교수자 대체 금지, 조력 역할 한정, 최종 결정 및 성찰 권한은 학습자·교수자에게 귀속	UNESCO 2021, European Commission 2022, 교육부 2022
책임성 및 투명성	작동 원리 및 한계 공개, 설명가능성 확보	개입 시점·강도 기록, 작동 원리·데이터 처리 과정 공개, 로그 익명화 및 목적 외 활용 금지	European Commission 2022, 과기정통부 2020, 교육부 2022, GDPR
공정성 및 포용성	편향 방지, 다양성 존중, 정보 격차 완화	차별 방지 설계, 다양한 관점 반영, 디지털 격차 완화 방향 운영	UNESCO 2021, 과기정통부 2020, 교육부 2022
프라이버시 보호	최소 수집·익명화·목적 제한 원칙	민감 데이터 보호, 학습 로그의 가명화 및 통제된 활용	Le Métayer 2010, Holmes et al. 2022
인간 감독	개입 승인 및 최종 결정의 인간 귀속	AI 개입은 보조적이며 교수자의 승인 하에 이루어짐	Ouyang & Jiao 2021, Holmes et al. 2022
관계성	인간 상호작용 대체 금지, 협업 촉진 역할	협업·담화 조정 지원, 인간 관계 강화 중심의 운영	European Commission 2021, 이서경 & 구유리 2024

[표 2-17] 교수학습 맥락에서의 AI 윤리 기준

2.2.6. AI 에이전트의 교수학습 조력기능과 개입 형태

AI 에이전트의 교수학습 조력기능은 앞서 제시된 윤리 기준—인간 중심성, 인간 감독, 책임성과 투명성, 공정성과 포용성, 프라이버시 보호, 관계성—의 범위 내에서 학습자의 인지·사회·정서적 과정을 지원하는 기술적 촉진 기능으로 설계된다. 이는 학습자의 판단을 대체하는 자동화가 아니라, 학습 지속성과 협력 질을 유지하기 위한 보조적·조정적 개입으로 이해되며, 구성주의 학습관(Vygotsky, 1978)과 인지적 도제이론(Collins et al., 1989)과 정합성을 가진다.

조력 기능은 인지적, 사회적, 정서적 영역으로 구분되며, 각 영역은 윤리

적 한계를 반영하여 제안(suggestive guidance)-보조(assistive support)-촉진(facilitative mediation)의 단계적 개입 형태로 운영된다. 제안 단계는 학습자의 의사결정을 대체하지 않는 힌트 중심 지원이며, 보조 단계는 교수자 승인 하의 분석 및 실행 지원, 촉진 단계는 협력 구조 안정화와 발화 균형 조정 등 사회적 상호작용 관리로 제한된다. 이러한 단계 구조는 인간 중심성, 학습자 자율성 보호, 개입 투명성 확보 등 교육용 AI 윤리 원칙을 반영한다(Holmes et al., 2022; UNESCO, 2021; 교육부, 2022).

개입 형태	내용	조력 유형
제안 (Suggestive Guidance)	AI가 판단 근거와 질문 중심 힌트를 제시하여 학습자의 사고를 유도	인지적 조력 사고 유도형 피드백, 근거 제시
보조 (Assistive Support)	교수자 승인 아래 피드백과 실행을 지원하여 학습 효율을 향상	인지적, 정서적 조력 보조 실행, 피드백 강도 조절
촉진 (Facilitative Mediation)	학습자 간 협업과 정서 균형을 유지하며 사회적 상호작용을 촉진	사회적, 정서적 조력 발화 균형, 공감 피드백, 소수 의견 재표현

[표 2-18] AI 에이전트의 교수학습 조력 개입 형태

인지적 조력은 사고 추적, 오류 탐지, 질문 기반 피드백, 단계적 힌트 제공 등을 통해 학습자의 사고 경로를 구조화하고 인지적 부하를 조절한다(Arnau-González et al., 2025; Huang et al., 2019). 제안 단계에서는 힌트와 근거 제시에 중심을 두고, 보조 단계에서는 교수자 승인 하에서 난이도와 강도를 조정한다. 이는 학습자가 근접발달영역(ZPD) 내에서 탐구를 지속하도록 돕는 도제적 스캐폴딩 원리에 근거한다(Vygotsky, 1978). 사회적 조력은 협력학습에서 발화 편중, 참여 불균형, 상호참조 부족을 조정하여 협업의 질을 유지한다(Laureano-Cruces et al., 2014; Lee & Kim, 2023). 다문화 환경에서는 공감적 언어 제안과 표현 완화를 통해 관

계성을 보장한다(Finkelstein & Soffer-Vital, 2025). 제안 단계에서는 질문 재구성과 관점 제시로 사고 다양화를 유도하며, 촉진 단계에서는 발화 균형 조정과 소수 의견 재표현으로 확장된다.

정서적 조력은 불안, 피로, 흥미 저하 등 신호를 탐지하고 격려 메시지, 말투 조정, 자기조절 전략 제시를 통해 정서 안정과 몰입을 유지한다(Yan et al., 2025). 프라이버시 보호 원칙에 따라 정서 데이터는 최소 수집, 익명화, 목적 제한 방식으로 관리되며(Nguyen et al., 2023; Holmes et al., 2022), 개입은 일반화된 조언과 안정적 참여 전략 제공으로 제한된다. 결과적으로 AI 에이전트의 조력 기능은 인지·사회·정서 세 영역을 기반으로 제안-보조-촉진의 단계 구조로 조절되며, 학습자의 창의적 판단과 주체성을 침해하지 않는 범위에서 교육적 타당성을 확보하도록 설계된다. 이는 학습자 탐구, 협력, 성찰을 지원하는 조력형 인공지능(assistive support AI)의 구체적 구현 원리를 제공한다.



윤리 기준	한정 원리	개입 형태	조력 유형	참고문헌
인간 중심성	AI는 인간의 인지적 판단 및 창의성 보완, 대체 불가	제안	인지적 조력 질문 기반 힌트 및 근거 연결	Hassani et al. 2020, Holmes et al. 2022, Ouyang & Jiao 2021, Dai et al. 2022, UNESCO 2021
인간 감독	개입 승인 및 최종 결정 인간 귀속	보조	인지적 조력 교수자 승인 후 보조 실행	Holmes et al. 2022, Ouyang & Jiao 2021
투명성 및 설명가능성	판단 근거 공개 및 한계 공개	제안	인지적 조력 근거 제시 및 추론 요약	Khosravi et al. 2022, Afzaal et al. 2021, Wei et al. 2022
책임성 및 안전성	개입 정도 및 빈도 단계적 조절, 과도 자동화 지양	보조	인지적 조력 대안 비교 및 선택 정당화	Munshi 2023, Holmes et al. 2022
공정성 및 포용성	입출력 편향 점검 및 완화	촉진	사회적 조력 발화 균형 및 소수 의견 대표현	Akgun & Greenhow 2022, Ferrara 2024
프라이버시 보호	목적 제한 및 최소 수집, 익명화 및 선택적 공개	보조	정서적 조력 일반화된 격려 및 자기조절 전략 안내	Le Métayer 2010, Holmes et al. 2022, Nguyen et al. 2023
관계성	인간 상호작용 대체 금지, 협업 매개 역할 한정	촉진	사회적 조력, 아이디어 다양화 및 근거 정리	이서경 & 구유리 2024, 손예지 & 이정민 2025, European Commission 2021

[표 2-19] 윤리적 고려와 AI 에이전트의 교수학습 조력기능의 개입 형태

2.2.7. AI 에이전트의 PBL 단계별 조력 개입

프로젝트 기반 학습(Project-Based Learning, PBL)은 문제 정의, 탐구 설계, 실행, 공유 및 성찰의 네 단계가 순환적으로 연결된 학습 구조를 가진다(Zhou et al., 2025). AI 에이전트의 교수학습 조력은 이 과정을 통합적으로 지원하며, 인지적·사회적·정서적 촉진 기능으로 설계된다. 조력은 인지적 도제이론의 모델링, 코칭, 스캐폴딩, 성찰, 탐색 원리를 기반으로 제한적·단계적 개입 형태로 운영되며(Vygotsky & Cole, 1978; Cohn et al., 2025), 윤리 기준에 따라 범위와 방식을 조정한다. 문제 정의 단계

에서는 정보 제공과 질문 명료화를 통해 학습자의 문제 구조화와 배경 지식 탐색을 지원하되, 개입은 방향 제시 수준으로 제한되며 최종 결정은 학습자와 교수자에게 귀속된다(Holmes et al., 2022; Nguyen et al., 2023). 탐구 설계 단계에서는 다양한 사례와 표현을 제시해 사고를 자극하지만, 초안 선택과 수정은 학습자가 주도하도록 한다(손예지 & 이정민, 2025). 실행 단계에서는 팀 내 참여 불균형, 일정 지연, 상호참조 부족 등을 탐지하여 협력 흐름을 조정하되, 핵심 창작 결정은 인간 팀이 담당하며(Akgun & Greenhow, 2022; Ferrara, 2023), 공유 및 성찰 단계에서는 질문과 대화 데이터 시각화를 통해 자기평가와 성찰을 촉진한다(손예지 & 이정민, 2025; Naik et al., 2025). 모든 데이터는 프라이버시 보호 원칙에 따라 익명화되며, 학습 목적 외 활용이 금지된다(Le Métayer, 2010; Holmes et al., 2022).

본 연구에서 설계한 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트는 문제 정의-탐구-제작-성찰로 이어지는 프로젝트 기반 학습 과정에서 학습자의 인지적 탐색, 협업 조정, 정서적 안정, 성찰 활동을 지원하도록 교육용 인공지능으로 정의된다. 에이전트는 PBL 단계별 구조적 흐름에 따라 조력 시점과 강도를 조절하며, 인지적 도제이론의 코칭·스캐폴딩 원리를 기반으로 교수자의 피드백과 의사결정을 보완한다. 이를 통해 학습자의 자기주도성을 강화하고 학습 과정의 연속성을 유지하며, 동시에 투명성, 최소 개입, 프라이버시 보호 등 교육용 AI 윤리 기준을 준수한다. AI 에이전트는 교수자-학습자-AI 간 상호작용을 매개하는 기술적 촉진자로 기능하며, 교수자의 PBL 운영 부담을 경감하고 학습자의 탐구·협력·성찰 경험의 질을 향상시키는 것을 목표로 한다.



PBL 단계	영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 개입 초점	개입 형태	조력 유형	윤리 기준
문제 정의	문제 재정의 및 목표 합의	제안	지식 지원	인간 중심성 및 인간 감독
탐구 설계	아이디어 확산 및 표현 정밀화	제안	아이디어 표현 지원	인간 감독, 책임성 및 안전성
실행	협업 균형 조정 및 수행 모니터링	보조	협업 지원	공정성 및 포용성, 관계성
공유 및 성찰	성찰 유도 및 학습 환류	촉진	성찰 지원	프라이버시 보호, 투명성 및 설명가능성

[표 2-20] AI 에이전트의 PBL 단계별 조력 개입

2.3. 설계기반연구(DBR)의 정의와 교수학습 적용

2.3.1. 설계기반연구(DBR)의 정의

설계기반연구(Design-Based Research, DBR)는 교육 현장에서 실제 문제를 해결하는 과정과 동시에 이론을 생성하고 정교화하는 실천 중심 탐구 방법이다. 전통적 실험 연구가 통제된 조건에서 인과관계를 검증하는 것과 달리, DBR은 실제 수업 맥락에서 설계-실행-분석-리디자인의 순환을 반복하며 개입의 타당성과 이론적 함의를 동시에 탐색한다(Brown, 1992; Collins, 1992). 이러한 접근은 완결된 교수설계를 산출하는 것보다 설계 행위 자체를 연구 대상으로 삼아, 실천 과정에서 이론을 구성하고 수정하는 발전적 탐구로 기능하며(Design-Based Research Collective, 2003), 교육 현장의 복잡한 특수성을 수용해 작동 가능한 설계 원리(design principles)를 도출하는 데 중점을 둔다.

DBR은 교육을 추상적 모델이 아닌 사회·문화적 실천의 산물로 이해하며, 학습자·교수자·기술·환경이 상호작용하는 복합 체계 속에서 실천 기반 이론(use-inspired theory)을 구축하는 것을 목표로 한다(Wang & Hannafin, 2005). 철학적 기반은 구성주의와 상황학습에 있으며

(Vygotsky & Cole, 1978; Lave & Wenger, 1991), 연구자, 교수자, 학습자가 공동으로 설계와 실행에 참여하는 협력적 탐구를 통해 설계를 매개로 이론을 형성하는 교육공학적 접근을 취한다(Cobb et al., 2003). DBR은 반복성, 맥락성, 협력성의 세 가지 핵심 속성을 지닌다. 반복성은 설계-검증-리디자인의 지속적 순환을 의미하며, 맥락성은 실제 교육 환경을 반영하는 설계 적용을 강조한다. 협력성은 다양한 참여자가 공동으로 설계 과정에 참여함으로써 다각적 관점을 반영하는 것을 의미한다(McKenney & Reeves, 2012). 이러한 순환적 구조를 통해 연구자는 현장 문제 해결을 위한 개입을 설계하고, 그 결과를 분석하여 설계 원리를 도출하며, 이를 다시 현장에 적용하여 실천 기반 이론을 점진적으로 일반화한다(Barab & Squire, 2004). 본 연구는 이러한 DBR의 인식론과 절차를 기반으로, AI 에이전트의 교수학습 조력 기능이 통합된 프로젝트 기반 학습(Project-Based Learning, PBL) 환경에서 수업모형을 설계하고, 반복적 검증과 리디자인을 통해 교수자-AI-학습자 간 상호작용 구조를 정교화하였다.

속성	핵심 개념	주요 의미	대표 근거
반복성 (Iterative Nature)	설계-실행-분석-리디자인의 순환적 반복	이론과 실천의 정합성을 점진적으로 향상시키는 순환적 탐구 구조	Brown (1992); McKenney & Reeves (2012)
맥락성 (Contextualization)	실제 교육현장의 복합적 조건을 그대로 반영	현장 중심의 타당성과 적용 가능성을 확보하는 실천적 연구	Wang & Hannafin (2005); Barab & Squire (2004)
협력성 (Collaboration)	연구자, 교수자, 학습자의 공동 참여와 설계	실천적 지식과 이론적 통찰을 상호 보완적으로 생성	Cobb et al. (2003); Design-Based Research Collective (2003)

[표 2-21] 설계기반연구(DBR)의 일반적 속성

2.3.2. 설계기반연구(DBR)의 절차

설계기반연구(Design-Based Research, DBR)는 교육현장의 실제 문제를 해결하는 과정과 동시에 이론적 지식을 정립하기 위해 고안된 순환적 탐구 접근이다. 전통적 실험연구가 변인을 통제하여 인과관계를 검증하는 데 중점을 둔다면, DBR은 교육 현장의 복잡성과 맥락적 특성을 그대로 수용하며, 설계-실행-분석-리디자인 과정을 반복함으로써 실천적 설계지식과 이론적 근거를 동시에 도출한다(Anderson & Shattuck, 2012; Cobb et al., 2003). 이 과정에서 이론은 단회적으로 적용되는 것이 아니라 반복적 실행과 분석을 통해 정련(refinement)되어 순환적으로 발전한다.

DBR은 일반적으로 이론적 설계, 전문가 검토, 개입 실행, 분석 및 리디자인, 설계 원리 도출의 다섯 단계로 구성된다(Wang & Hannafin, 2005; Naghshbandi, 2022). 각 단계는 독립적 절차가 아니라 상호의존적 체계로 작동하며, 이전 단계의 결과가 다음 단계의 근거로 환류된다.

이론적 설계 단계에서는 교육 현장의 문제를 분석하고, 관련 학습이론과 선행연구를 근거로 개입의 작동 가설(conjecture)을 설정하며, 초기 설계안과 평가 기준을 마련한다(강정찬 & 이상수, 2011; Brown, 1992; Collins, 1992). 설계 요건은 교수자, 학습자, 환경 요인을 포함한 맥락적 조건을 반영하여 도출되며, 이후 검증 단계에서 평가 기준으로 활용된다.

전문가 검토 단계에서는 교육공학, 교과교육, 현장 실무 등 관련 전문가가 초기 설계안의 내용타당도와 실행 가능성을 평가한다(Goff & Getenet, 2017; Lynn, 1986; Polit & Beck, 2007). 평가는 명료성, 적합성, 실현 가능성, 기대 효과 등을 준거로 수행되며, 정량적 지표(CVI)와 질적 피드백을 통합하여 수정된 설계안(version 2)을 구성한다.

개입 실행 단계에서는 전문가 검토를 통해 조정된 설계안을 실제 수업



맥락에 적용하여 설계의 작동 여부와 학습자의 반응을 검증한다 (Anderson & Shattuck, 2012). 수업은 마이크로 사이클(micro-cycle) 단위로 운영되며(Naghshbandi, 2022), 실행 과정에서 학습자 산출물, 로그 데이터, 설문, 교수자 성찰 등 다양한 자료가 수집된다.

분석 및 리디자인 단계에서는 수집된 정성·정량 자료를 통합 분석하여 설계의 효과와 한계를 검토하고, 이를 반영해 설계안을 재구성한다(강정찬 & 이상수, 2011; Goff & Getenet, 2017). 분석은 주제 코딩, 기술 통계, 사례 비교 등을 활용하며, 도출된 문제점은 구조적 요소와 조력 요소로 구분하여 수정 계획을 수립한다. 이를 통해 개선된 설계안(version 3)이 마련된다.

마지막으로 설계 원리 도출 단계에서는 반복된 설계-실행-분석 결과를 기반으로, 개입이 효과적으로 작동한 조건-전략-결과(Condition-Strategy-Outcome, C-S-O) 구조의 설계 원리를 정리한다(Wang & Hannafin, 2005; Barab & Squire, 2004). 도출된 원리는 특정 사례의 결과가 아닌 반복적 검증을 통해 확인된 작동 요인으로 구성된 실천적 설계지식으로 간주되며(Goff & Getenet, 2017; 유영진, 2021), 유사한 교육 맥락에서 재적용과 확장을 위한 근거로 활용된다.



단계	주요 활동	목적	자료
이론적 설계	현장 전문가 및 교수자 인터뷰	현장 문제 및 제약 요인 도출	인터뷰 전사본, 현장 노트, 수업 관찰 기록
	이론 및 선행연구 분석	연구 문제의 이론 근거 정립 및 설계 가설 설정	문헌 분석표, 이론 비교표, 개념도
	설계 요건 도출	교육 맥락 기반 설계 조건 명세 및 실행 가능성 확보	교육과정 검토 기록, 주제 코딩표, 교수자 피드백
	초기 설계안 개발	이론 근거의 교수학습 구조화	문헌 분석표, 주제 코딩표
	평가 매트릭스 구축	평가 준거 체계화 및 검증 틀 마련	매트릭스 정의표, 준거 목록
전문가 검토	전문가 선정	내용 및 현장 검토 체계 확보	선정 기준표, 패널 명단, 동의서
	평가지 개발	평가 준거 기반 평정지 및 서술 문항 마련	5점 평정지, 서술형 문항지
	전문가 검토 수행	내용 타당도 및 실행 타당도 검증	응답지, 피드백 원문, 회의록
	결과 분석 및 반영	코딩 및 통계 분석 기반 수정안 도출	CVI 산출표, 질적 코딩표, 통계 요약표, 개정 이력표
개입 실행	수업 적용 및 실행 관리	실제 작동 검증 및 실행 가능성 점검	실행 로그, 관찰 기록, 수업 녹화
	학습자 데이터 수집	학습 과정 및 반응 데이터 확보	학습 로그 데이터, 학습자 평가 설문지
	교수자 성찰 및 실행 평가	설계 의도-실행 결과 차이 진단	교수자 성찰노트, 회고 기록
분석 및 리디자인	자료 분석 및 패턴 도출	효과성 및 한계 분석, 개선 근거 확보	기술분석 결과표, 주제분석 코드북, 통계 요약
	문제점 진단 및 수정 항목 도출	개선 영역 도출 및 우선순위 설정	비교 분석 메모, 피드백 통합표
	리디자인 및 설계 원리 정제	개입 결과 기반 설계 재구성	리디자인 워크숍 기록, 수정안 문서
설계 원리 도출	설계 지식 구조화 및 일반화	작동 요인 및 메커니즘 도출	분석 메모, 사례 비교
	설계 원리 체계화 및 명세화	조건-전략-결과 구조화 및 체크리스트화	원리 명세 템플릿
	이론적 환류 및 실천적 함의	이론 함의 정리 및 현장 적용성 검토	비교 분석, 문헌 매핑

[표 2-22] 설계기반연구(DBR)의 세부 절차 및 산출물

2.3.3. 설계기반연구(DBR)의 자료 수집 및 분석 절차

설계기반연구(Design-Based Research, DBR)의 자료 수집과 분석

은 개입의 작동 원리와 효과를 실제 수업 맥락에서 규명하기 위해 과정, 환경, 인식 자료를 유기적으로 결합하는 방식으로 수행된다. 본 연구에서는 AI 에이전트가 개입한 순간의 상호작용을 중심으로 로그, 교수자 성찰 노트, 학습자 설문을 수집하였다. 상호작용 로그는 발화 흐름, 단계 이동, 조력 시점을 시간축에서 추적하여 과정적 증거를 제공하였고(Miles et al., 2014; McKenney & Reeves, 2018), 교수자 성찰 노트는 혼란 지점과 개입 판단의 근거, 설계 수정의 이유를 기록하여 의사결정의 맥락을 복원하였다(Lincoln & Guba, 1985). 학습자 설문은 만족도, 협업 경험, 자기조절 인식을 양적으로 파악함으로써 분석의 신뢰성을 보완하였다(Anderson & Shattuck, 2012; Wang & Hannafin, 2005; Nunnally & Bernstein, 1978).

자료 표집은 실제 개입이 발생한 장면을 중심으로 목적기반으로 구성되었다. 팀·세션·산출물 단위를 기준으로 단계 정렬 가능성, 비식별화 가능성, 과업 동형성, 평가 준거와의 매핑 가능성을 포함하는 기준을 설정하고, 비식별화 불가나 단계 매핑이 어려운 사례는 제외하였다(Lincoln & Guba, 1985; McKenney & Reeves, 2018). 모든 자료에는 팀-세션-시간 단위의 식별 키를 부여하여 비교와 추적이 가능하도록 하였으며, 조인트 디스플레이를 활용해 로그·성찰·설문 자료를 통합적으로 제시함으로써 준거 간 합치와 불일치를 확인하였다(Miles et al., 2014; Reeves, 2006). 자료 수집은 활동 종료 직후 동일 주차·세션 기준으로 이루어졌으며(Barab & Squire, 2004), 세 자료원 모두에 동일한 식별 키를 적용해 교차 정렬이 가능하도록 정비하였다(Denzin, 1978; Patton, 1999). 이후 값 누락, 중복, 시간 순서 역전, 인코딩 오류를 점검하고(Little & Rubin, 2019), 설문 응답은 비식별화, 응답 시간, 중복 제한 기준을 통해 품질을 관리하였다(Nulty, 2008). 모든 자료는 최소 수집과 접근 통제 원칙을 준



수하여 윤리적 기준을 확보하였다(Lincoln & Guba, 1985).

자료 분석은 기술 분석, 주제 분석, 삼각분석의 세 단계로 수행되었다. 기술 분석에서는 로그를 정규화하여 발화 시점, 단계 코드, 시스템 태그, 조력 유형, 단계 전환 빈도 등 구조적 특성을 파악하였다. 코딩 안정성은 시차 재코딩을 통해 검증하였고, 1·2차 코딩 간 일치도는 Cohen의 kappa로 확인하였다(Cohen, 1988). 주제 분석은 반영적 주제분석(reflexive thematic analysis)에 따라 수행되었으며, 이는 통계적 일치도를 적용하지 않는다. Braun과 Clarke(2021)는 반영적 주제분석을 “읽기, 성찰, 질문하기, 상상하기, 쓰기 등 해석적 행위가 결합된 의미 구성 과정”으로 정의하며, 상호부호자 신뢰도 지표는 질적 패러다임과 양립할 수 없다고 지적하였다(Braun & Clarke, 2021). 본 연구의 주제 분석은 영상 콘텐츠 제작 PBL에서 AI 조력과 학습자·교수자 간 상호작용에서 나타난 경험, 오류 인식, 판단 근거를 심층적으로 해석하는 데 초점을 두었다. 의미 구성의 다양성은 분석의 핵심 자원으로 간주되며, 코딩 일치 여부는 분석 품질 판단의 기준이 되지 않는다. 최종적으로 자료 기반 해석, 단계별 맥락 정합성 검토, 다중 자료원의 삼각분석을 통해 분석의 타당성을 확보하였다.

DBR 연구에서 윤리 준수와 위험 관리는 참여자의 권리를 보호하고 데이터 처리의 책임성을 확보하기 위한 핵심 장치로 작동한다. 반복적 설계-실행-분석-리디자인 과정에서 자료가 지속적으로 축적되므로, 전 과정에 걸친 체계적 관리가 필수적이다. 참여 동의 절차는 정보 제공, 자발성, 철회 가능성의 세 요건을 충족하도록 설계하며, 연구 참여와 수업 평가가 명확히 구분됨을 안내하여 참여자가 불이익 없이 참여 여부를 결정할 수 있도록 하였다(National Commission for the Protection of Human Subjects of Biomedical and Behavioral Research, 1979). 자료 수집



시에는 연구 목적상 필요한 최소 항목만 포함하며, 개인 식별 정보는 원칙적으로 배제하고, 불가피한 경우에는 가명화 처리 후 연결 키를 별도로 분리·보관하였다. 자료 저장·전송·접근 전 과정에는 최소 권한 부여와 암호화 기준을 적용하였다(European Parliament, 2016). 또한 데이터 보존 기간과 폐기 절차를 연구 초기 단계에서 명시하고, 모든 변경 사항은 버전 기록으로 관리하여 책임성과 추적 가능성을 확보하였다.

자료 분석과 결과 보고 단계에서는 코드 기반 익명 표기를 일관되게 사용하고, 사례 제시 시 재식별 위험을 높일 수 있는 세부 맥락 정보는 최소화하였다(National Commission for the Protection of Human Subjects of Biomedical and Behavioral Research, 1979; European Parliament, 2016). 이러한 윤리 및 보안 절차는 DBR의 순환적 구조 전반에서 발생할 수 있는 잠재적 위험을 최소화하고, 개입 연구의 신뢰성과 참여자의 안전을 보장하는 핵심적 보호 장치로 기능하였다.

자료 유형	분석 방법	주요 절차	핵심 산출물	이론적 근거
학습자 로그 데이터	기술 분석	로그 정규화, 단계 코드 분류, 발화 빈도, 전환 분석	로그 분석표, 문제 목록표	Miles et al., (2014)
교수자 성찰 노트	주제 분석	데이터 속지, 초기 코딩, 주제 도출, 명명, 검토	주제 코딩표, 핵심 주제 구조	Braun & Clarke (2006)
학습자 평가 설문지	CVI 타당도 및 주제 분석	CVI 산출, 서술형 응답 코딩, 합의 검증	CVI 분석표, 주제 요약표	Lynn (1986);
통합 자료 (로그, 성찰, 설문)	시계열 동기화 및 삼각분석	단계별 데이터 정렬, 2 of 3 규칙 적용, 불일치 검토	수정 계획표, 설계 원리 매트릭스	Denzin (1978); McKenney & Reeves (2018)

[표 2-23] 설계기반연구(DBR)의 분석방법

III. 연구 설계

3.1. 연구설계 개요

본 연구의 목적은 AI 에이전트의 교수학습 조력 기능을 활용하여 영상 콘텐츠 제작 기반 프로젝트 학습(Project-Based Learning, PBL) 수업모형을 개발하고, 설계기반연구(Design-Based Research, DBR)를 통해 그 타당성과 적용 가능성을 검증하는 데 있다. 연구는 AI 에이전트가 교수자와 학습자 간 상호작용을 어떻게 지원하며, PBL의 핵심 요소인 자기주도적 탐구, 협업, 성찰 과정을 어떤 방식으로 강화하는지를 중심으로 진행되었다.

연구 방법은 DBR의 반복적 순환 구조(Wang & Hannafin, 2005; McKenney & Reeves, 2018)를 적용하였으며, 전체 절차는 이론적 설계, 실행 및 분석, 리디자인, 설계 원리 도출의 네 단계로 구성되었다. 이론적 설계 단계에서는 문헌 검토와 현장 요구 분석을 통해 PBL 단계 구조와 AI 조력 기능을 도출하고, 이를 바탕으로 초기 모형(v1)을 개발하였다. 이후 전문가 검토를 통해 내용 타당성과 실행 가능성을 검토하고, 수정 모형(v2)을 완성하였다.

v2는 4주 단위 마이크로 사이클 형태로 DBR 1차 실행(Cycle 1)에 적용되었다. 수업 과정에서 교수자 성찰 노트, 학습자 설문, 학습 로그를 수집하여 개선 요소를 도출하고 이를 반영해 개선 모형(v3)을 구성하였다. 이후 동일 조건에서 4주간 DBR 2차 실행(Cycle 2)을 진행하여 모형의 안정성과 재현성을 검증하였다. 두 사이클은 동일한 교수자, 환경, 평가 체계를 유지하여 실행 변인을 최소화하였으며, 결과는 통합 분석을 통해 최종 설계 원리로 정리하였다(Reeves, 2006; McKenney & Reeves, 2018).

연구 참여자는 수도권 소재 예술대학 영상학부 재학생 26명(6개 팀, 팀당 5인)으로, Cycle 1은 2025년 9월, Cycle 2는 10월에 진행되었다. 이론적



설계와 전문가 검토는 3월부터 8월까지 이루어졌고, 설계 원리 도출은 11월에 수행되었다. 연구윤리 기준을 준수하여 모든 참여는 자발적 동의에 기반하였으며, 수집된 자료는 비식별화하여 처리하였다. 본 연구는 형성적 검증과 실천적 타당성 검증을 통합함으로써, 실제 영상 콘텐츠 제작 PBL 교육 현장에서 재현 가능한 AI 조력형 PBL 수업모형의 설계 원리를 제시하는 것을 목표로 한다.

3.2. 연구모형 및 절차

3.2.1. 연구모형

본 연구의 연구모형은 설계기반연구(Design-Based Research, DBR)의 순환 구조를 기반으로, AI 에이전트의 교수학습 조력 기능을 통합한 영상 콘텐츠 제작 기반 프로젝트 학습(Project-Based Learning, PBL) 수업모형의 설계 타당성을 검증하고 정련하기 위해 구성되었다. DBR은 실제 수업 맥락에서 나타나는 문제를 해결하는 과정에서 설계-실행-분석-리디자인을 반복하며, 이론적 정합성과 실천적 타당성을 동시에 확보하는 연구 접근이다(Reeves, 2006; McKenney & Reeves, 2018). 본 연구는 이러한 DBR 구조를 활용하여 AI 에이전트가 교수자-학습자 상호작용을 어떻게 지원하고, PBL의 핵심 과정인 탐구, 협업, 성찰을 어떻게 조력하는지를 실증적으로 검증하고자 한다.

연구는 문헌 분석과 현장 전문가 인터뷰를 통해 교수자-학습자-AI 간 상호작용 구조와 반복적으로 발생하는 수업 문제를 도출하는 것에서 시작하였다. 이를 바탕으로 설계 요건 매트릭스를 구성하고, 명료성(clarity), 유용성(utility), 적절성(appropriateness), 성찰성(reflectiveness), 구체성(concreteness), 자율성(autonomy)의 여섯 조력 축을 AI 조력 설계의 핵심 이론적 근거로 확정하였다(Wang & Hannafin, 2005). 이후 초기 설계

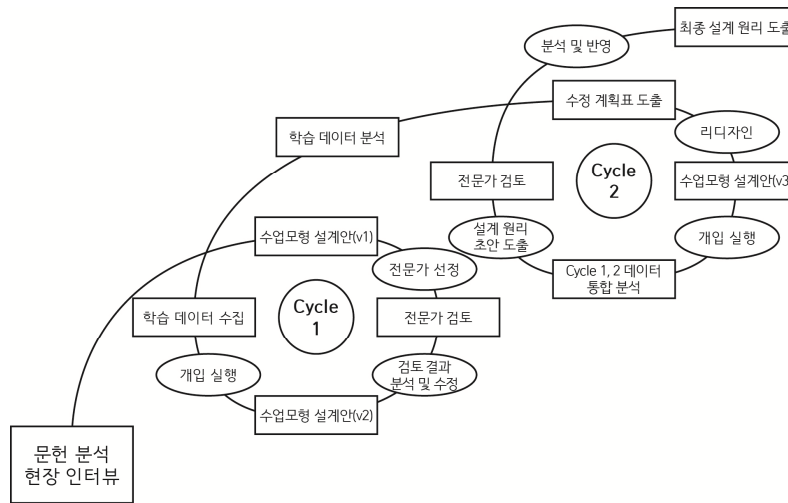


안(v1)의 논리적 정합성, 실행 가능성, 구성 요소 간 명료성을 전문가 검토를 통해 확인하고 수정 모형(v2)을 완성하였다.

수정된 설계안(v2)은 실제 수업 환경에 적용되어 실행 충실도와 실천적 타당성을 검증하였다(DBR Cycle 1). 이 과정에서 교수자 성찰 노트, 학습자 설문, 상호작용 로그 등 다양한 자료를 수집하여 AI 조력 기능이 각 PBL 단계에서 어떻게 작동하는지 분석하였다. 분석 결과를 바탕으로 문제점과 개선 사항을 정리하고, 조건-전략-결과(Condition-Strategy-Outcome) 구조에 따라 설계 요소를 재구성하였다. 개선된 설계안(v3)은 동일 조건에서 재적용(DBR Cycle 2)하여 AI 조력 시점, 피드백 구조, 교수자 개입 효율성 등을 비교 검증함으로써 수업모형의 안정성과 재현성을 확인하였다.

마지막으로, 두 차례 실행 결과와 전문가 검토 내용을 통합 분석하여 반복적으로 확인된 작동 요인을 기반으로 조건-전략-성과 구조의 설계 원리를 정제하였다(Nieveen & van den Akker, 1999; McKenney & Reeves, 2012). 도출된 설계 원리는 특정 사례에 국한되지 않고, 반복적 검증을 통해 확인된 실천적 설계 지식으로서 유사 교육 맥락에서 재적용과 확장을 위한 기준으로 활용될 수 있다. 종합하면, 본 연구모형은 DBR의 순환적 구조를 토대로 수업모형을 형성적으로 개선하며, AI 에이전트의 여섯 조력 축을 설계·검증·리디자인 기준으로 활용함으로써 교수자-학습자-AI 간 상호작용 중심의 PBL 수업모형 실천적 타당성을 확보하는 데 목적이 있다.





[그림 3-1] 설계기반연구(DBR) 기반 연구모형 개요도

3.2.2. 연구의 절차

3.2.2.1. 이론적 설계 단계

이론적 설계 단계는 설계기반연구(Design-Based Research, DBR)의 초기 순환 주기로, 연구 방향 설정과 수업모형 논리 정립을 목적으로 한다(Barab & Squire, 2004; Wang & Hannafin, 2005). 본 단계에서는 영상 콘텐츠 제작 기반 프로젝트 학습(PBL)에서의 실제 운영 문제를 바탕으로, 교수자·현장 전문가 인터뷰와 문헌 분석을 통해 설계 요건을 도출하고 AI 에이전트의 조력 기능을 통합한 수업모형의 개념 구조를 구체화하였다.

현장 전문가 인터뷰는 수업 설계·피드백 부담, 협업 조정 어려움, 학습자의 자기조절 한계, 기술 환경 제약, 평가 불균형, 성찰 지원 부족 등 여섯 핵심 문제를 도출하였다. 문헌 분석을 통해 PBL의 단계 구조(문제 정의-탐구-수행-성찰)와 인지적 도제 이론의 조력 요소(모델링, 코칭, 스캐폴

당, 명료화, 반성, 탐색) 간의 대응 가능성을 확인하고, 국내 공학설계 PBL 및 성찰 지원 관련 연구를 설계 근거로 활용하였다.

이러한 분석 결과를 바탕으로 설계 요건 매트릭스를 구성하고, 조건(Condition)-전략(Strategy)-결과(Outcome) 구조를 적용하여 교수자, 학습자, 환경 요건을 체계화하였다. AI 조력 기능은 문제 정의 단계에서 개념 정교화, 탐구 단계에서 계획 구조화, 제작 단계에서 점검 및 피드백, 성찰 단계에서 자기점검 프롬프트 제공으로 구체화되었다.

이후 교수자용과 학습자용 GPTS 조력 시스템 개념을 개발하였다. 교수자용은 수업 전 설계 점검, 수업 중 실시간 요약, 수업 후 리포트 제공 기능을, 학습자용은 단계별 피드백, 자기점검, 협업 기록 지원 기능을 중심으로 설계하여 교수자-AI-학습자 간 상호작용이 지속적으로 연결되도록 하였다(Wang & Hannafin, 2005).

최종적으로 초기 수업모형(v1)은 문제 정의-탐구-제작-공유-성찰의 단계로 구성되고, 각 단계별 학습 목표, 역할, 주요 활동, AI 조력 기능, 평가 방식이 유기적으로 연계되도록 설계되었다. 설계 검증을 위해 실현 가능성, 정당성, 효과성 기준에 따라 평가 매트릭스를 구축하여 전문가 검토에 활용하였다(Nieveen & van den Akker, 1999; Fishman et al., 2004).

종합하면, 이 단계는 현장 요구와 이론적 근거를 통합하여 AI 조력 기반 PBL 수업모형의 개념적 정합성과 실행 가능성을 확보하고, 이후 DBR Cycle 1·2의 실험적 적용과 설계 원리 도출을 위한 기초를 마련하는 절차이다(Blumenfeld et al., 1991; Reeves, 2006; McKenney & Reeves, 2018).



절차	주요 활동	목적	산출물
현장 전문가, 교수자 인터뷰	반구조화 인터뷰 실시, 주제 코딩 수행	교수자의 수업 부담 및 조력 필요성 규명	인터뷰 전사 자료 현장문제 중심 코딩표
이론 및 선행연구 분석	PBL, 인지적 도제, AI 에이전트의 교수학습 적용, DBR 문헌 검토	수업모형 설계안의 이론적 정합성 확보	문헌 분석표
설계 요건 도출	인터뷰, 문헌 결과를 C-S-O 구조로 통합	현장 요구와 이론적 조력 원리 연계	설계 요건 매트릭스
AI 에이전트의 교수학습 조력기능 설계	GPTS 기반 교수자용, 학습자용 시스템 구조화	교수자-AI-학습자 간 조력 구조 설계	영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 설계안
초기 설계안 개발	PBL 교수학습 단계에 따른 수업 구성	AI 에이전트의 교수학습 조력기능 통합 수업모형 설계안 도출	수업모형 설계안(v1)
평가 매트릭스 구축	설계 요건 매트릭스 기반 평가 기준 구축	설계의 논리적 일관성과 내적 타당성 확보	평가 매트릭스

[표 3-1] 이론적 설계 단계의 절차 및 산출물

3.2.2.2. 전문가 검토 단계

전문가 검토 단계는 이론적 설계를 통해 개발된 수업모형과 AI 조력 설계안을 사전 검증하여 실행 가능성과 이론적·현장적 정합성을 확보하는 형성적 평가 절차이다(Wang & Hannafin, 2005; Reeves, 2006). 이를 통해 DBR Cycle 1의 기초 타당성을 마련하고, 이후 반복적 설계-실행 과정에서 수정 근거를 제공한다.

검토에는 교육공학, AI 기술, 영상 콘텐츠 제작 분야 전문가 각 2인, 총 6인이 참여하였으며, 참여자는 박사학위 소지자 또는 5년 이상의 실무 및 수업 운영 경험을 갖춘 인력으로 선정되었다(김성봉 & 홍효정, 2010; 장혜정 & 류완영, 2006). 검토는 비대면 서면 방식으로 진행되었으며, 제공 자료에는 수업모형 개요서, PBL 단계별 설계안, 설계 및 평가 매트릭스,

AI 조력 설계안, 학습자 평가 설문지, 성찰 노트, 상호평가지, 평가 루브릭 등이 포함되었다.

전문가는 연구자가 개발한 검토지를 활용하여 이론적 정합성, 실천적 타당성, 구성 및 명료성, 개선 제언의 네 범주로 평가하였다. 각 문항은 5점 Likert 척도와 서술형 응답으로 구성되었으며, PBL 설계 검증 기준을 반영하였다(양지선, 2024). 수집된 자료는 정량·정성 혼합 방식으로 분석하였다. 정량 분석에서는 내용타당도지수(CVI)를 산출하여 항목별 타당성을 확인하고, 정성 분석에서는 서술형 응답을 주제 코딩하여 반복된 개선 의견을 범주화하였다. 주요 범주는 단계 구조, AI 조력 시점·기능, 대화 흐름, 평가 루브릭 적합성 등이다.

모든 피드백은 환류 기록지에 정리되어 DBR Cycle 1 수업 실행 계획에 반영되었으며, 전문가 검토 단계는 모형의 내적 타당성과 실행 적합성을 강화하는 중간 검증 역할을 수행하였다. 이 결과는 Cycle 2 비교 분석과 최종 설계 원리 도출의 핵심 자료로 활용되었다.

절차	주요 활동	목적	산출물
평가지 개발	이론적 정합성, 실천적 타당성, 구성 및 명료성, 개선 제언 기준 평가지 설계	수업모형 설계안과 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 설계안 검증 체계 마련	전문가 검토 평가지
전문가 선정	교육공학, AI 기술, 영상 콘텐츠 제작 분야 전문가 6인 선정	연구 주제의 전문성 확보와 검증 신뢰도 향상	전문가 명단
검토 수행 및 자료 수집	비대면 서면 평가 실시, 수업모형 설계안, 설계 요건, 평가 매트릭스 등 검토 자료 제공	설계안의 이론적 타당성과 실천적 적합성 검증	검토 자료, 응답지
결과 분석 및 수업모형 재구축	CVI 산출, 서술형 응답 주제 코딩, 피드백 반영 설계안 수정	수업모형 설계안의 내적 일관성과 실행 가능성 강화	분석 결과표, 수업모형 설계안(v2)

[표 3-2] 전문가 검토 단계의 절차 및 산출물

3.2.2.3. DBR Cycle 1

DBR Cycle 1은 전문가 검토를 통해 확정된 수업모형 설계안(v2)을 실제 교육 환경에 적용하여 실행 가능성과 작동 타당성을 검증하고, 이후 리디자인의 근거를 마련하는 단계이다(Wang & Hannafin, 2005; Reeves, 2006). 4주간 4회차(회당 120분)로 운영된 프로젝트 기반 학습(PBL) 수업에서 참여 학습자는 26명(5인 1팀, 총 6팀)이었으며, 수업은 문제 정의-탐구 설계-실행-공유 및 성찰의 네 단계 구조를 따랐다.

AI 에이전트 조력 기능은 교수자용과 학습자용 GPTS로 구분하여 적용하였다. 교수자용 GPTS는 수업 전 설계 점검, 수업 중 실시간 요약, 수업 후 리포트 생성 기능을 수행하였고, 학습자용 GPTS는 단계별 탐구 조력, 자기점검, 협업 기록 지원 기능을 제공하였다. 조력 수준은 초기 단계에서 AI 개입 비중을 높이고, 후반부에서는 교수자의 조정 역할을 강화하는 점진적 구조로 설계되었다. 모든 상호작용 데이터는 자동 저장되어 질적 분석 자료로 활용되었다.

자료 수집은 GPTS 로그, 교수자 성찰노트, 학습자 설문, 팀 산출물을 중심으로 이루어졌다. GPTS 로그는 조력 시점, 피드백 유형, 발화 기능을 기준으로 기록되었고, 교수자 성찰노트는 수업 상황, 학습자 반응, 조력 구조, 개선 요구 사항을 중심으로 작성되었다. 학습자 설문은 자기주도학습능력, 협업 역량, 학습만족도의 세 영역으로 구성된 5점 Likert 척도를 사용하였으며, 팀 산출물은 GPTS 조력 기능을 반영한 평가 루브릭을 통해 완성도, 내러티브 구성, 협업 반영 정도를 기준으로 분석되었다. 모든 자료는 비식별화 처리 및 연구윤리 지침을 준수하여 관리되었다(교육부, 2023).

분석은 로그와 성찰노트를 중심으로 AI 조력 작동 패턴과 교수자 개입 시점을 질적으로 코딩하고, 설문은 기술통계로 정리하여 Cycle 2 설계를

위한 기초 자료로 활용하였다. 분석 결과는 문제 목록과 수정 계획표로 정리되어 리디자인 단계의 근거로 사용되었다. DBR Cycle 1을 통해 수업모형과 AI 에이전트의 조력 기능이 실제 수업 맥락에서 어떻게 작동하는지 실증적으로 점검하고, 상호작용 자료를 통합 분석함으로써 Cycle 2 설계의 경험적 기반을 마련하였다.

절차	주요 활동	목적	산출물
수업적용 및 실행 관리	수업모형 설계안(v2) 적용, AI 에이전트의 교수학습 조력기능, 구조 점검	수업모형 작동 타당성 검증	학습자 팀 산출물
학습 데이터 수집	로그, 성찰노트, 설문, 팀별 산출물 수집	학습 과정 분석 근거 확보	학습 로그 데이터 교수자 성찰 노트 학습자 평가 설문지

[표 3-3] DBR Cycle 1 단계의 절차 및 산출물

3.2.2.4. 분석 및 리디자인

분석 및 리디자인 단계는 DBR Cycle 1 실행 결과를 기반으로 수업 모형의 작동 양상을 검토하고, 개선이 필요한 요소를 도출하여 수정 설계안(v3)을 구성하는 과정이다(McKenney & Reeves, 2018; Reeves, 2006). 학습 로그, 교수자 성찰노트, 학습자 설문, 팀 산출물 및 실행평가 기록을 통합적으로 분석하여 AI 에이전트의 조력 시점과 반응, 교수자 피드백 구조, 학습자의 협업 및 성찰 특성을 도출하였다. 질적 분석은 Braun과 Clarke(2006)의 주제분석 절차를 따라 의미 단위 코딩과 하위 주제·상위 범주 도출로 수행되었으며, 학습자 설문은 기술통계로 자기주도성, 협업역량, 학습만족도 변화를 확인하여 질적 분석을 보완하였다. 통합 분석 결과는 문제 목록표로 정리되어 설계 개선의 근거로 활용되었다(Wang & Hannafin, 2005).



문제점 진단 단계에서는 문제 목록을 바탕으로 설계 한계와 구조적 불일치를 유형화하였다. 진단 항목은 AI 조력 적절성, 교수자 운영 절차 정합성, 학습자 협업 구조 균형성, 피드백 절차 효율성으로 구성되며, 각 항목은 구조적 문제와 조력 문제로 세분화되었다(Barab & Squire, 2004; Reeves, 2006). 이를 기반으로 수정 전략, 실행 계획, 기대 효과를 포함한 수정 계획표를 작성하고, Cycle 2 설계 기준으로 활용하였다.

리디자인 단계에서는 분석과 진단 결과를 통합하여 수업모형을 재구성하였다. AI 조력 기능은 학습 초반에는 집중적 지원을 제공하고, 후반부로 갈수록 교수자 판단과 피드백 기능을 강화하도록 조정하였다. 교수자의 운영 절차는 단계별 피드백 기준을 명확화하고, 학습자 협업 구조는 팀 내 역할 분담과 피드백 순환을 세분화하여 참여 균형성과 자율성을 향상시켰다. 재구성된 수업모형은 v3으로 정리되어 Cycle 2 실행 기준으로 활용되었다.

이 단계는 DBR의 설계-검증-개선 순환 구조를 실질적으로 구현하며, 실증 자료를 기반으로 수업모형의 내적 타당성과 현장 적용 가능성을 정교화하는 역할을 수행하였다. 산출된 문제 목록표, 수정 계획표, 설계모형 v3은 Cycle 2 실행과 최종 설계 원리 도출의 핵심 근거로 사용되었다(McKenney & Reeves, 2018; Reeves, 2006).

절차	주요 활동	목적	산출물
자료분석 및 패턴 도출	주제코딩과 기술통계 기반 학습 데이터 분석	작동 결과 검토 및 핵심 패턴 도출	주제 코딩표 문제 목록표
문제점 진단 및 수정항목 도출	구조적, 조력적 한계 분석, 수정 전략 수립	Cycle 1 문제 진단 및 개선 방향 구체화	수정 계획표
리디자인 및 설계 원리 정제	분석 결과 반영, 조력 구조와 절차 재구성	수업모형(v3) 개선 및 타당성 확보	수업모형 설계안(v3)

[표 3-4] 분석 및 리디자인 단계의 절차 및 산출물



3.2.2.5. DBR Cycle 2

DBR Cycle 2는 Cycle 1에서 도출된 문제점과 수정 계획을 반영하여 개선된 수업모형(v3)과 AI 에이전트의 교수학습 조력 기능을 실제 수업 맥락에서 재검증하는 단계이다(Reeves, 2006; McKenney & Reeves, 2018). 본 단계의 목적은 설계 의도에 따라 수업모형과 AI 조력이 작동하는지 확인하고, 학습자의 참여, 협업, 성찰 과정이 효과적으로 지원되는지를 실증적으로 평가하는 것이다.

Cycle 2는 Cycle 1 종료 1주 뒤 동일한 학습자 26명(6개 팀)을 대상으로 4주간, 회당 120분씩 동일 학기와 주제, 환경에서 진행되었다. 수업은 개선된 수업모형(v3)을 기반으로 운영되었으며, 교수자는 전체 수업을 관리하며 의사결정과 피드백 조정의 주체로 참여하였다. AI 에이전트의 조력 기능은 이전 구조를 유지하면서 개입 시점과 강도를 조정하였으며, 수업 초반에는 안내 중심 조력을 제공하고, 후반부에는 학습자의 자기조절과 협업 촉진을 지원하였다. 교수자용 GPTS는 설계 점검, 실시간 요약, 결과 리포트 생성을, 학습자용 GPTS는 질문 생성, 목표 점검, 자기성찰 프롬프트 제공 등의 조력 기능을 수행하였다(Wang & Hannafin, 2005).

자료 수집은 학습 로그, 교수자 성찰노트, 학습자 평가 설문, 팀별 산출물, 실행평가 기록을 중심으로 이루어졌다. 학습 로그는 AI 조력 시점, 내용, 빈도 정보를 기록하였으며, 교수자 성찰노트는 회차별 판단 근거와 개입 이유를 작성하였다. 학습자 설문은 Cycle 1과 동일한 문항으로 자기주도학습능력, 협업 역량, 학습만족도를 반복 측정하여 비교 가능성을 확보하였다.

분석은 질적 접근을 중심으로 Braun과 Clarke(2006)의 주제분석 절차를 적용하였다. 학습 로그와 교수자 성찰노트를 교차 검증하여 AI 조력 적절성과 학습자의 자기조절 향상을 파악하고, 주제 코딩을 통해 범주화하였



다. 학습자 설문 데이터는 평균 변화율과 빈도 분석을 통해 질적 결과를 보완하였다.

Cycle 2의 분석 결과는 개선된 수업모형의 내적 정합성과 실천적 타당성을 재확인하는 근거가 되었으며, 이후 설계 원리 도출 단계에서 참조할 핵심 자료를 제공하였다. 이를 통해 AI 조력 기반 PBL 수업모형이 반복 적용을 통해 안정적으로 작동함을 검증하고, 실천적 설계 원리 정립을 위한 기반을 마련하였다(Barab & Squire, 2004; McKenney & Reeves, 2018).

절차	주요 활동	목적	산출물
수업적용 및 실행 관리	수업모형 설계안(v3) 적용, AI 에이전트의 교수학습 조력기능, 구조 점검	수업모형 작동 타당성 검증	학습자 팀 산출물
학습 데이터 수집	로그, 성찰노트, 설문, 산출물 수집, Cycle 1-2 비교 분석	학습 과정 분석 근거 확보	학습 로그 데이터 교수자 성찰 노트 학습자 평가 설문지

[표 3-5] DBR Cycle 2 단계의 절차 및 산출물

3.2.2.6. 설계 원리 도출

설계 원리 도출 단계는 DBR 사이클에서 수집된 자료를 통합하여, 근거 기반 설계 준거를 체계화하는 과정이다. 본 단계의 목적은 수집 자료를 종합적으로 해석하여 실천적 설계 지식으로 전환하고, 이를 차후 수업 설계나 유사 맥락 적용에 활용 가능한 형태로 명세화하는 데 있다(Miles et al., 2014; McKenney & Reeves, 2018). 이를 위해 기술분석, 주제분석, 삼각분석의 3단계 구조를 유지하여 자료 간 정합성을 검토하고, 분석 결과를 리디자인 근거로 재구성하였다. 분석 대상은 상호작용 로그, 교수자 성찰 기록, 학습자 설문 세 범주로 한정하였다.

기술분석 단계에서는 로그 데이터를 중심으로 지표 분포와 변화 양상을 검토하고, 조력 시점·빈도·전환 패턴을 분석하여 주요 문제 항목을 도출하였다. 주제분석 단계에서는 의미 단위를 코드-주제-범주로 구조화하고, 각 코드의 정의·포함·제외 기준과 대표 인용을 명시하여 코드 경계를 명확히 하였다(Braun & Clarke, 2021). 이어 삼각분석에서는 로그, 성찰, 설문 자료를 합동표(joint display)에 정렬하여 자료 간 방향성 일치 여부를 검토하고, 2-of-3 규칙을 적용해 판단의 일관성을 확보하였다(Denzin, 1978). 분석 결과는 문제 항목, 우선순위, 개선 전략, 기대 효과가 상호 연계되도록 수정 계획표로 전환되었다.

각 항목은 조건-행동-결과(Condition-Action-Outcome) 구조로 환원하여 설계 원리 카드로 정리하고, 이를 배열해 설계 원리 매트릭스를 구축하였다(Reeves, 2006; Barab & Squire, 2004). 매트릭스는 설계 요소 간 논리적 관계를 시각적으로 구조화함으로써 DBR 전체 주기의 산출물을 통합하는 핵심 틀로 기능하였다. 기술분석 단계에서는 동일 연구자가 시차를 두고 재코딩한 자료를 Cohen의 kappa 계수로 검증하여 구조적 코드 안정성을 확보하였다(Cohen, 1988; Miles et al., 2014). 주제분석은 반영적 주제분석(reflexive thematic analysis)의 철학적 전제에 따라 연구자의 해석 중심으로 의미를 구성하므로, 코더 간 일치도 지표는 적용하지 않았다(Braun & Clarke, 2021).

최종적으로 도출된 설계 원리는 문제 목록표, 주제 코딩표, 합동표, 수정 계획표, 설계 원리 매트릭스로 구성되었으며, 모든 산출물은 상호 참조가 가능하도록 체계화하였다. 설계 원리 매트릭스에 대해 전문가 검토를 실시하여 실현 가능성, 정당성, 효과성의 세 준거에 따라 평가하였고, 내용타당도지수(CVI; I-CVI, S-CVI/Ave)를 산출하여 최종 설계 원리의 타당성을 검증하였다(Lynn, 1986; Polit & Beck, 2007).



절차	주요 활동	목적	산출물
자료 통합 분석	자료 정합, 기술 요약, 문제 영역 범위 설정	변화, 문제 기준선 확정	주제 코딩표 문제 목록표
설계 원리 초안 도출	패턴화, C-S-O 문장 도출 범위, 기대 결과 명시	설계 준거 초안 도출	설계 원리 목록
설계 원리 매트릭스 구축	유용성, 명료성, 적절성, 성찰성, 구체성, 자율성 기준 분류	구조화 우선순위 확정	설계 원리 매트릭스(v1)
전문가 검토	평정, 지표 산출, 환류	내용 타당성 검증	수정 계획표 설계 원리 매트릭스(v2)

[표 3-6] 설계 원리 도출 단계의 절차 및 산출물

구분	절차	목적
이론적 설계	현장 전문가, 교수자 인터뷰	교수자의 수업 부담 및 조력 필요성 규명
	이론 및 선행연구 분석	수업모형 설계안의 이론적 정합성 확보
	설계 요건 도출	현장 요구와 이론적 조력 원리 연계
	영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 설계	영상 콘텐츠 제작 PBL의 교수자-AI-학습자 간 조력 구조 설계
	초기 설계안 개발	AI 에이전트 조력 기반 수업모형 설계안 도출
	평가 매트릭스 구축	설계의 논리적 일관성과 내적 타당성 확보
전문가 검토	평가지 개발	수업모형 설계안과 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 설계안 검증 체계 마련
	전문가 선정	연구 주제의 전문성 확보와 검증 신뢰도 향상
	검토 수행 및 자료 수집	설계안의 이론적 타당성과 실천적 적합성 검증
	결과 분석 및 수업모형 재구축	수업모형 설계안의 내적 일관성과 실행 가능성 강화
DBR CYCLE 1	수업적용 및 실행 관리	수업모형 작동 타당성 검증
	학습 데이터 수집	학습 과정 분석 근거 확보
분석 및 리디자인	자료분석 및 패턴 도출	작동 결과 검토 및 핵심 패턴 도출
	문제점 진단 및 수정항목 도출	Cycle 1 문제 진단 및 개선 방향 구체화
	리디자인 및 설계 원리 정제	수업모형(v3) 개선 및 타당성 확보
DBR CYCLE 2	수업적용 및 실행 관리	수업모형 작동 타당성 검증
	학습 데이터 수집	학습자 참여 및 조력 효과 변화 확인
설계 원리 도출	자료 통합 분석	핵심 패턴 도출 및 조력 요인 구조화
	설계 원리 도출	AI 에이전트 교수학습 조력기능 활용 PBL 설계 원리 체계화
	설계 원리 매트릭스 구축	설계 지침 정립 및 일반화 근거 확보
	전문가 검토	설계 원리 매트릭스 타당성 검토, 최종 설계 원리 도출

[표 3-7] 본 연구의 DBR 절차 및 절차별 목적

3.3. 연구참여자 및 환경

본 연구의 참여자와 연구 환경은 설계기반연구(DBR)의 실천적 검증 원리에 따라 실제 교육 맥락을 최대한 반영하도록 설계되었다. DBR은 단순한 이론 검증이 아니라 “실행 가능한 설계의 정련 과정(refinement process)”으로 정의되며, 연구가 실제 수업 현장의 구조, 제약, 요구를 그대로 반영할 때 타당성이 확보된다(Reeves, 2006; McKenney & Reeves, 2018).

연구 참여자는 교수자, 학습자, 현장 전문가로 구성되어 실제 수업 상호작용을 자연스럽게 포함하도록 설계되었다. 구체적으로, 수도권 소재 예술대학 영상학부의 정규 교과 과정에서 진행되는 영상 제작 중심의 프로젝트 기반 학습(PBL) 수업을 연구 맥락으로 활용하였다. 이러한 구성은 DBR의 핵심 원리인 ‘현장 맥락성(contextual authenticity)’을 충실히 반영하며, 연구 결과의 실천적 적용 가능성과 재현성을 동시에 확보하기 위한 의도적 설계라고 할 수 있다.

3.3.1. 교수자

본 연구의 교수자는 연구자 본인으로, 수도권 소재 예술대학교 영상학부에서 5년 이상 영상콘텐츠 제작 및 프로젝트 기반 학습(PBL) 수업을 운영해온 겸임교수이다. 연구자는 설계, 실행, 분석을 통합적으로 수행하는 교수자-연구자 역할을 맡아(DBR의 통합 역할 개념, Reeves, 2006), 설계 의도를 수업 현장에 충실히 반영하고, 수업 중 발생하는 변수를 즉시 조정할 수 있도록 하였다. 교수자는 수업 단계와 활동 흐름, AI 에이전트 조력 기능을 검토하여 모형의 이론적 근거와 실행 가능성을 점검하였으며, 실행 과정에서는 학습자 상호작용 로그를 분석하여 AI 조력의 적절성, 시점, 강도를 판단하고 필요 시 최소한의 피드백을 제공하였다. 이러한 개입



은 인지적 도제이론의 코칭(coaching)과 스캐폴딩(scaffolding) 원리에 따라 학습자의 자기주도적 탐구를 촉진하는 방향으로 설계되었다(Brown et al., 1989).

3.3.2. 학습자

학습자는 수도권 소재 예술대학교 영상학부 1학년 재학생 26명으로, 정규 학기 교과목에서 영상 제작 프로젝트를 수행하였다. 이들은 5명 단위 6개 팀으로 편성되어 프로젝트 기반 학습(PBL)의 협력 구조를 따랐으며, 이는 4~5인 팀에서 가장 높은 학습 효과를 보인다는 선행 연구 결과와 일치한다(Strobel & van Barneveld, 2009).

연구 참여자 수는 설계기반연구(DBR)의 특성상 통계적 일반화보다는 맥락적 타당성과 설계 원리 도출을 목적으로 적합하며, 한 학급 규모($N \approx 20-30$)의 코호트를 대상으로 한 기존 연구 관행과 부합한다(Anderson & Shattuck, 2012; McKenney & Reeves, 2019; Wang & Hannafin, 2005). 또한 상호작용 로그와 팀 산출물 등 반복적·다원적 자료 분석이 가능한 규모를 확보하였다. DBR의 특성상 학습자는 단순한 자료 제공자가 아닌 설계 개선 과정에 참여하는 공동 구성원으로 간주되며(McKenney & Reeves, 2018; Wang & Hannafin, 2005), 학습 로그, 설문 응답, 팀 산출물, 성찰 기록 등은 Cycle 1과 Cycle 2의 분석 및 리디자인을 위한 핵심 자료로 활용되었다. 모든 참여는 자발적 동의에 기반하였으며, 개인정보 보호와 참여 철회 권리는 전 과정에서 보장되었다.

3.3.3. 전문가 집단

전문가 집단은 교육공학, 인공지능(AI), 영상콘텐츠 제작 분야에서 각 2인씩, 총 6인으로 구성되었다. 선정 기준은 박사학위 소지 또는 5년



이상의 연구·강의·실무 경력으로, 이는 DBR에서 초기 설계 단계의 다양한 전문성을 확보해야 한다는 원칙(McKenney & Reeves, 2018; van den Akker, 1999)에 부합한다.

전문가 검토는 수업모형의 명료성, 논리적 정합성, 실행 가능성, 현장 적합성을 중심으로 진행되었으며, 제출된 피드백은 주제 코딩을 통해 범주화되어 Cycle 1 실행 전 수정 모형(v2)의 보완 근거로 반영되었다. 이 결과는 이후 설계 원리 도출 단계에서도 통합 분석 자료로 활용되어, 모형의 단계별 정련(practical refinement)을 지원하였다.

설계 원리 도출 단계에서는 설계 원리 초안의 타당성을 추가로 검증하기 위해 교육공학, 인공지능, 영상콘텐츠 제작 분야 전문가 각 1인씩 총 3명을 대상으로 서술형 평가를 실시하였다. 이 과정에서 수집된 의견은 설계 원리 조정과 검증에 반영되어, 수업 설계 원리의 실천적 타당성을 확보하는 근거로 활용되었다.

3.3.4. 연구 환경

연구는 수도권 소재 예술대학교의 영상 제작 스튜디오에서 수행되었다. 해당 스튜디오는 촬영, 음향 장비와 편집용 컴퓨터 등 실습 기반 프로젝트 학습(PBL)에 필요한 인프라를 갖추고 있으며, 팀 단위 협업과 제작·편집 활동이 모두 가능하도록 설계되어 있다. 이러한 환경은 문제 해결, 협업, 제작 중심 활동이라는 PBL의 핵심 특성을 지원하는 데 적합하다.

영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트는 ChatGPT 기반의 GPTS 기능을 활용하여 교수자용과 학습자용으로 구분해 운용되었다. 학습자용 GPTS는 질문 생성, 개념 탐색, 피드백 요약, 성찰 프롬프트 제공 등 단계별 탐구 조력을 수행하였으며, 교수자용 GPTS는 수업 단계 요약, 로그 분석, 리포트 생성을 통해 교수자의 운영적 의사결정을 지원하였다. 모든 상



호작용은 자동 저장되어 실행 충실도(fidelity of implementation)를 검증하고, 분석 및 리디자인 단계의 근거 자료로 활용되었다(Wang & Hannafin, 2005). 수집된 자료는 비식별화하여 안전하게 저장되었으며, 연구윤리 기준에 따라 연구 목적 내에서만 사용되었다.

구분	인원 및 기준	주요 역할	참여 형태	윤리 절차
교수자	1명 (영상학부 겸임교수)	수업 설계, 운영, AI 조력 관리	연구자, 실행자 통합	자발적 연구 참여 동의
학습자	26명(5인 6팀)	팀 기반 PBL 수행, 로그, 설문, 성찰 참여	정규 수업 참여	사전 안내, 자발적 연구 참여 동의, 비식별 익명 처리
전문가	6명 (교육공학, AI기술, 영상 콘텐츠 제작)	수업모형 설계안 검토 및 피드백 제공	외부 검토 참여	서면 동의, 피드백 회신
연구 환경	강의실, 스튜디오 카메라, PC, 태블릿PC	실습 기반 촬영, 편집, 상호작용 데이터 수집	수업 실험 환경	비식별화 저장, 연구 목적 한정

[표 3-8] 본 연구의 연구참여자 및 환경

3.4. 연구도구

본 연구의 연구 도구는 설계기반연구(Design-Based Research, DBR)의 각 단계를 실제 교육 현장에서 실질적으로 수행할 수 있도록 지원하는 통합적 수집·분석 체계로 구성되었다. 연구 목적이 AI 에이전트의 교수학습 조력 기능을 활용한 영상 콘텐츠 제작 기반 프로젝트 학습(Project-Based Learning, PBL) 수업모형의 설계, 적용, 분석에 있는 만큼, 교수자-학습자-AI 간 상호작용을 다층적으로 관찰하고 검증할 수 있는 복합적 도구 체계가 필요하였다.

연구 도구는 DBR의 반복적 설계·검증 특성을 반영하여 형성적 검증(formative validation)을 지원하고, 수업모형의 실천적 타당성(practical

validity)과 실행 가능성(viability)을 확보하는 데 중점을 두었다 (McKenney & Reeves, 2018; Reeves, 2006; Wang & Hannafin, 2005).

Cycle 1과 Cycle 2에서 활용된 연구 도구는 학습 로그, 교수자 성찰노트 등 정성적 자료와 학습자 설문, 팀 산출물 등 정량적 자료를 통합적으로 수집하고 분석할 수 있도록 구조화되었다. 도구 운용은 핵심성과지표(Key Performance Indicators)와 단계별 상호작용 지표를 중심으로 이루어져, 자료 간 비교 가능성과 분석의 일관성을 확보하였다. 또한 각 도구의 개발 근거, 구성 요소, 활용 절차, 타당도 확보 전략을 명시하여 연구의 신뢰성(reliability)과 재현 가능성(replicability)을 보장하였다.

3.4.1. 현장 전문가, 교수자 인터뷰 질문지

본 연구에서 사용된 현장 전문가 및 교수자 인터뷰 질문지는 영상 콘텐츠 제작 기반 프로젝트 학습(PBL)에서 교수자가 직면하는 실제적 문제와 개선 요구를 탐색하기 위해 개발된 질적 연구 도구로, 설계기반연구(DBR)의 초기 단계에서 설계 요건을 도출하기 위한 형성적 검증 절차에 해당한다(McKenney & Reeves, 2018; Reeves, 2006).

질문지는 PBL 단계 구조와 교수학습 요구를 반영하여 여섯 영역으로 구성되었다. 첫째, PBL 단계 및 구성 요소; 둘째, 교수자의 설계·운영·평가 부담; 셋째, 학습자의 주요 어려움; 넷째, 교수자-학습자 상호작용의 한계; 다섯째, AI·디지털 도구 활용 실태; 여섯째, AI 기반 수업 지원 가능성이 다. 운영은 반구조화(semi-structured) 방식으로 이루어졌다.

수집된 인터뷰 전사 자료는 의미 단위 코딩을 통해 핵심 주제, 대표 진술, 해석 요약, 설계 시사점으로 체계화하였다. 분석 결과는 교수자, 학습자, 환경, AI 기능 요인으로 재분류되어 설계 요건 연계표를 구축하는 데



활용되었다. 이러한 과정은 DBR Cycle 1의 수업 설계안과 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 설계의 핵심 근거로 기능하였다(Wang & Hannafin, 2005; Sandoval, 2014).

3.4.2. 현장 중심 주제 코딩표

현장 중심 주제 코딩표는 설계기반연구(Design-Based Research, DBR)의 이론적 설계 단계에서 영상 콘텐츠 제작 기반 프로젝트 학습(PBL) 수업모형의 실천적 타당성을 확보하기 위해 활용된 질적 분석 도구이다. 본 도구의 목적은 교수자가 실제 수업에서 경험하는 어려움과 AI 조력 필요 영역을 체계적으로 파악하고, 이를 설계 요건으로 전환하는 데 있다(Reeves, 2006; McKenney & Reeves, 2012).

자료는 3년 이상 PBL 수업을 운영한 교수자 2인을 대상으로 한 반구조화 인터뷰를 통해 수집되었다. 인터뷰 문항은 설계, 피드백, 평가, 협업, 도구 활용, AI 적용 등 수업 운영 전반을 포괄하도록 설계되었다. 전사 자료는 Braun과 Clarke(2006)의 주제분석 절차에 따라 의미 단위 코딩, 범주화, 핵심 주제 도출 과정으로 분석되었다. 유사성과 중요도를 기준으로 여섯 개 핵심 주제가 선정되었으며, 이는 AI 조력 설계의 주요 개선 과제를 제시한다.

주요 주제는 학습 목표 인식 부족, 기술 조언 불일치, AI 피드백 활용 어려움, 성찰 부재, 반복적 피드백, 개입 강도 문제 등으로, 코딩표는 핵심 주제, 대표 진술, 해석 요약, 설계 시사점의 네 요소로 구성되어 문제 의미 구조를 해석하고 구체적 조력 기능으로 전환하는 역할을 수행한다.

도출된 시사점은 설계 요건 매트릭스의 조건(Condition) 항목으로 변환되어 교수자, 학습자, 환경, AI 기능의 네 축을 중심으로 구조화되었다. 이 절차를 통해 현장 요구와 이론적 조력 원리를 통합함으로써 AI 기반 PBL



수업모형의 설계 타당성과 실천 적합성을 강화하였다(Wang & Hannafin, 2005; McKenney & Reeves, 2018).

3.4.3. 문헌 분석표

문헌 분석표는 설계기반연구(Design-Based Research, DBR)의 이론적 설계 단계에서 핵심적으로 활용되는 연구 도구로, 선행연구를 체계적으로 구조화하고 수업모형 설계 요건을 도출하는 데 목적이 있다. 본 연구에서는 DBR, 프로젝트 기반 학습(PBL), 인지적 도제, AI 조력 학습, AI 윤리, 영상 콘텐츠 제작 교육 등 수업모형 설계를 구성하는 주요 이론 영역을 비교·정리하는 분석 틀로 활용하였다(Barab & Squire, 2004; Wang & Hannafin, 2005; McKenney & Reeves, 2012).

문헌 분석표는 연구 목적, 핵심 개념, 적용 맥락, 이론적 시사점의 네 항목으로 구성되어, 각 문헌이 제시하는 개념과 설계 근거를 동일한 기준으로 검토할 수 있도록 구조화하였다(강정찬 & 이상수, 2011; 김현주 & 임정훈, 2014; 이유나, 2011). 선정된 문헌은 학습자 활동, 교수자 역할, AI 조력 기능, 학습 환경의 네 범주를 중심으로 비교되었으며, 각 이론이 수업모형 설계에 제공하는 단서를 체계적으로 분석하였다.

또한 문헌 분석표는 각 이론의 개념이 PBL 단계 구조, AI 조력 기능, 교수자-학습자 상호작용 체계에 어떻게 적용될 수 있는지 검토하도록 설계되어, 이후 설계 요건 매트릭스와 AI 조력 기능 설계안 개발의 참조 기준으로 활용되었다. 연구 전반에서 일관된 설계 근거를 유지하기 위한 기준 틀로서 기능하며, 전문가 검토 단계에서는 평가 문항 해석의 이론적 준거로 활용되었다. 결과적으로 문헌 분석표는 단순한 선행연구 요약を 넘어, DBR 기반 수업모형 설계의 이론적 정합성과 타당성을 확보하는 핵심 분석 도구로 작동하였다(McKenney & Reeves, 2018; Reeves, 2006).



3.4.4. 설계 요건 매트릭스

설계 요건 매트릭스는 문헌 분석과 현장 질적 자료를 통합하여 AI 에이전트의 교수학습 조력 기능이 포함된 프로젝트 기반 학습(PBL) 수업 모형의 설계 요건을 구조화하는 핵심 도구이다. DBR(Design-Based Research)의 형성적 검증 절차를 반영하여 이론적 근거와 현장 요구를 체계적으로 연결하는 중간 매개 장치로 기능한다(Reeves, 2006; McKenney & Reeves, 2012).

매트릭스는 교수자, 학습자, AI 조력 기능의 세 축을 중심으로 구성되며, 각 항목은 조건(Condition), 전략(Strategy), 결과(Outcome) 구조로 정리된다. 조건은 교수자·학습자·환경의 특성과 맥락적 요구를 제시하며 설계의 전제 요소를 담고, 전략은 PBL, 인지적 도제, 자기조절 학습, AI 조력 학습 등 관련 연구를 기반으로 수업모형의 운영 방향을 제시한다. 결과는 전략 적용 시 기대되는 교육적 변화를 명시하여, 설계 검토 및 수정의 기준으로 활용된다. 각 C-S-O 항목에는 실제 적용 가능한 구체적 방안이 포함되어 개발 단계에서 실질적 설계 지침 역할을 수행한다.

설계 요건 도출 과정은 네 단계로 진행되었다. 먼저 인터뷰와 문헌 분석을 통해 후보 요건을 추출하고 범주화하였다. 이어 이를 C-S-O 구조로 재배열하여 개념적 정렬을 수행하였으며, 교수자·학습자·AI 세 축 간 연계성을 검토하고 실질적 설계 항목으로 조직하였다. 마지막으로 전문가 검토를 통해 명료성, 적절성, 실행 가능성을 점검하여 매트릭스 구조를 정교화하였다.

설계 요건 매트릭스는 단순한 요건 목록이 아니라 이론과 실천을 연결하는 설계 도구로, 수업모형 개발, 전문가 검토, 평가 매트릭스 구성, DBR Cycle 1 실행 계획 등 후속 단계의 기준틀로 활용된다. 이를 통해 설계 전 과정에서 일관된 이론적 근거를 유지하고, DBR의 순환적 설계-검증



구조가 실제 교육 현장에 안정적으로 적용될 수 있는 기반을 제공한다(Wang & Hannafin, 2005; Reeves, 2006; McKenney & Reeves, 2012).

3.4.5. 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 설계안

본 연구에서 설계한 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트는 프로젝트 기반 학습 환경에서 학습자의 언어 입력을 분석하고, 사전에 정의된 교육 기준에 따라 판단하여 텍스트 피드백을 생성하는 지능형 소프트웨어이다. 에이전트는 환경으로부터 정보를 지각하고 내적 상태와 목표에 따라 행동을 산출하는 자율적 시스템으로 이해되며(Russell & Norvig, 2021; Wooldridge, 2009), 본 연구에서는 팀 단위 PBL 수업의 단계별 활동을 환경으로, 학습자의 질문·계획·성찰 발화를 센서로, 단계 안내와 피드백 메시지를 작동기로 설정하였다.

교육 맥락에서 AI 에이전트는 학습자의 인지적 과정, 사회적 상호작용, 정서적 안정을 통합적으로 지원하는 조력자로 설계될 필요가 있다(Luckin et al., 2016; Holmes et al., 2019). 본 연구의 에이전트는 학습자가 영상 제작 과제를 수행하며 문제를 구조화하고, 팀 내 역할을 조정하며, 시간 압박과 평가 부담에 대응할 수 있도록 인지적·사회적·정서적 조력을 제공한다. 단, 평가나 판정 등 고도의 교육적 결정은 교수자의 고유 영역으로 남기고, 에이전트는 단계별 사고 절차와 상호작용 구조를 안정화하는 절차적 조력에 한정하였다(UNESCO, 2021).

에이전트 구현에는 OpenAI의 GPTS를 기반 기술로 활용하였다. GPTS는 단계 구조와 조력 규칙을 시스템 지침으로 고정하고, 학습자가 내부 설정을 변경하지 못하도록 제어할 수 있어 DBR의 명시성·조작 가능성·추적 가능성 요건을 충족한다(Wang & Hannafin, 2005; Reeves, 2006;



McKenney & Reeves, 2018). 또한 교수자용과 학습자용 에이전트를 서로 다른 지침 구조로 설정할 수 있으며, 웹 기반 인터페이스를 통해 추가 설치 없이 접근 가능하고, 모든 상호작용 로그가 자동 저장된다.

본 연구에서는 시스템 지침과 수업 설계안을 통합하고, 팀 코드·단계 태그·발화자 구분을 포함한 로그 스키마를 사전에 정의하여 GPTS에 반영하였다. 이를 통해 설계-데이터-분석이 유기적으로 연결되는 DBR의 방법론적 요건을 충족하였다.

에이전트의 내부 작동 구조는 지각(perception)-판단(decision)-행동(action)의 순환으로 이루어진다. 지각 단계에서는 학습자의 입력과 맥락을 분석하여 현재 단계, 질문 유형, 오류 양상, 정서 신호를 추출하고, 판단 단계에서는 조력 규칙에 따라 적절한 개입 유형(안내, 점검, 성찰 촉진)과 강도를 선택한다. 행동 단계에서는 이에 대응하는 제안형·보조형·촉진형 피드백을 표준화된 문장 구조로 생성한다. 이러한 구조는 에이전트가 환경을 지각하고 내적 규칙에 따라 판단 후 행동을 산출한다는 합리적 에이전트 모델의 원리를 구현한 것이다(Russell & Norvig, 2021; Wooldridge, 2009).

단계	단계 목적	주요 처리 내용	출력 형태	이론적 근거
지각 (perception)	학습자 상태 단계 인식	입력 텍스트·맥락 분석, 단계·오류 유형 태깅	구조화 상태 정보	에이전트의 지각 기능 (Russell & Norvig, 2021; Wooldridge, 2009)
판단 (decision)	개입 방식 강도 선택	단계별 조력 규칙 적용, 개입 유형·강도 결정	피드백 생성 파라미터	에이전트의 결정 메커니즘 (Russell & Norvig, 2021; Wooldridge, 2009)
행동 (action)	피드백 구현 제시	제안형·보조형·촉진형 문장 틀 적용	안내·점검· 성찰 촉진 메시지	에이전트의 행동 산출 구조 (Russell & Norvig, 2021; Wooldridge, 2009)

[표 3-9] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트의 내부 작동 구조

AI 에이전트의 조력 기능은 인지적, 사회적, 정서적 영역으로 구분된다. 인지적 조력은 학습자가 문제를 구조화하고 개념을 명료화하며, 계획을 점검하거나 오류를 탐지하는 등 사고 과정을 체계적으로 지원한다(Hmelo-Silver, 2004). 사회적 조력은 팀 내 역할 분담과 발화 편중을 점검하고, 협업 절차를 안내하여 상호작용의 균형과 협력의 지속성을 유지하도록 돕는다. 정서적 조력은 과도한 자기비난이나 시간 압박으로 인한 불안을 완화하고, 성취 경험을 환기시키는 메시지를 제공함으로써 학습자의 동기와 몰입을 유지한다(Strobel & van Barneveld, 2009; Holmes et al., 2019). 이러한 정서적 지원은 진단이나 상담이 아닌, 학습 상황과 직접적으로 연관된 범위에서 학습자의 정서적 안정을 보조하는 수준으로 한정하였다.

조력 영역	핵심 목적	주요 기능	구성 원칙	이론적 근거
인지적 조력	문제·개념·계획의 구조화 지원	문제 구조화, 개념 명료화, 계획 타당성 점검, 오류 탐지·수정 방향 제안	사고 과정 외재화, 단계별 점검 질문 제시, 자기 설명 촉진	인지적 조력과 구조화된 PBL 설계 (Hmelo-Silver, 2004)
사회적 조력	협업 구조 정렬 및 상호작용 균형 지원	팀 내 역할 분담 점검, 발화 편중 경고, 참여 불균형 알림, 협업 절차·의사결정 과정 안내	팀 기반 PBL 절차 준수, 상호책임 구조 강조, 협업 규칙 재확인	협업 구조와 사회적 상호작용을 중시하는 PBL 연구 (Hmelo-Silver, 2004; Strobel & van Barneveld, 2009)
정서적 조력	불안·좌절 완화 및 동기·몰입 지지	과도한 자기비난 완화 메시지, 시간 압박 재구성 안내, 성취 경험·진전 상황 상기	학습 맥락 한정 정서 지원, 진단·상담 수준 개입 제한, 동기·몰입 유지 중심 메시지 설계	정서·동기 요인을 포함한 PBL·학습 분석 연구 (Strobel & van Barneveld, 2009; Holmes et al., 2019)

[표 3-10] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트의 기능

피드백 생성 구조는 규칙 기반(rule-based) 절차로 설계하였다. 문제 정의 단계에서는 학습자의 사고를 정렬하고 방향을 제시하는 제안형 피드백을 기본 모드로 설정하였으며, 탐구 설계와 실행 단계에서는 계획의 타당성과 절차의 적절성을 점검하는 보조형 피드백을 중심으로 구성하였다. 공유 및 성찰 단계에서는 결과를 해석하고 개선 방향을 스스로 도출하도록 유도하는 촉진형 피드백을 제공하였다. 또한 동일한 오류 조건에서는 동일한 형식과 강도의 피드백이 생성되도록 문장 구조와 표현을 표준화해, 개입의 일관성과 공정성을 확보하였다(UNESCO, 2021).

PBL 단계	기본 피드백 형태	피드백 주요 목적	규칙 설계 기준	공정성·일관성 확보 장치
문제 정의	제안형 피드백	사고 체계 정렬, 과제 요구 해석, 목표 언어화 지원	단계 고정 규칙, 제안형 우선 적용 규칙	동일 오류 조건 동일 문장 틀, 표현 양식 표준화
탐구 설계	보조형 피드백	계획 타당성 점검, 역할·일정·자원 계획 검토	오류 유형 기반 개입 규칙, 절차 점검 우선 규칙	동일 오류 유형별 고정 피드백 패턴, 개입 강도 일관 유지
실행	보조형	절차적 오류 탐지, 계획 이탈 확인, 수정 방향 제안	오류 반복·응답 지연 기준 개입 규칙, 최소 개입 원칙	규칙 기반 문장 선택, 동일 조건 동일 강도 유지
공유 및 성찰	촉진형 피드백	결과 해석 유도, 성찰·개선 방향 탐색, 확장 질문 제시	성찰 단계 전용 규칙, 촉진형 단일 모드 적용	성찰 질문 템플릿 고정, 단계 공통 문장 구조 표준화

[표 3-11] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트의 피드백 구조

영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트의 컨텍스트는 에이전트가 응답을 생성할 때 참조하는 배경 정보와 규칙의 체계로 정의되며, 세 층으로 구분된다. 첫째, 상위 설계 규범 컨텍스트는 PBL 단계 구조, 여섯 설계 원리(명료성, 유용성, 적절성, 성찰성, 구체성, 자율성), 인지적·사회적·정서적 조력 개념, AI 윤리 기준으로 구성된다(De Graaff & Kolmos, 2003;

Hmelo-Silver, 2004; UNESCO, 2021). 이 층의 정보는 GPTS 시스템 지침에 고정되어, 에이전트가 문제 정의-탐구 설계-실행-공유 및 성찰 단계에서 우선해야 하는 조력 기능과 개입 형태를 판단하는 상위 준거로 작동한다(Collins et al., 1989; Strobel & van Barneveld, 2009).

둘째, 수업 맥락 컨텍스트는 DBR 사이클별 PBL 설계안, 평가 루브릭, 촬영 기법 안내 자료 등으로 이루어져 있다. 교수자가 사이클 시작 시 이를 학습자용·교수자용 GPTS에 업로드하면, 단계별 목표·과업·평가 기준이 에이전트의 판단 근거로 활용된다. 이를 통해 수업 목표, 활동, 평가 간 정렬을 유지하고(Wang & Hannafin, 2005; McKenney & Reeves, 2018), 피드백이 실제 수업 설계에 기반한 실질적 조언으로 제공되도록 한다.

셋째, 실행 로그 컨텍스트는 팀 코드, 세션 코드, 단계 태그, 발화자 구분, 조력 모드, 성찰 응답 등으로 구성된 로그 스키마를 기반으로 수집된다. 동일 팀의 이전 입력과 피드백은 메모리 기능으로 유지되며, 에이전트는 이를 참조하여 단계 간 맥락을 고려한 연속적 조력을 제공한다. 이러한 로그는 후속 분석에서 조력 패턴과 단계별 상호작용 양상을 재구성하는 자료로 활용되며, DBR의 형성적 분석과 설계 정련을 지원하는 핵심 근거로 작용한다(Hmelo-Silver, 2004; McKenney & Reeves, 2018).



컨텍스트 구분	주요 구성 요소	에이전트 활용 목적
상위 설계 규범 컨텍스트	PBL 단계 구조, 여섯 설계 원리(명료성, 유용성, 적절성, 성찰성, 구체성, 자율성), 인지적 조력 개념, 사회적 조력 개념, 정서적 조력 개념, AI 윤리 기준	조력 기능 설계 준거, 단계별 개입 형태 선택 기준, 피드백 방향과 강도 설정 기준
수업 설계 컨텍스트	PBL 수업 설계안, 평가 루브릭, 촬영 기법 안내 자료, 단계별 학습 목표, 단계별 과업, 단계별 평가 기준	단계별 판단 근거, 질문·체크리스트 생성 기준, 수업 목표·활동·평가 정렬 유지 장치
실행 로그 컨텍스트	팀 코드, 세션 코드, 단계 태그, 발화자 구분(학습자, 교수자, AI), 단계별 조력 모드, 성찰 응답, 이전 입력·피드백 기록	단계 간 맥락 유지 근거, 인지적·사회적·정서적 조력 패턴 분석 자료, DBR 형성적 분석과 설계 정련을 위한 데이터 기반

[표 3-12] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트의 컨텍스트 구조

교수자용 GPTS는 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트와 교수자의 수업 설계, 모니터링, 성찰 활동을 연동하도록 설계된 보조 도구로, 수업 전·중·후 단계에서 역할이 구분된다.

수업 전 단계에서는 선행연구와 유사 수업 사례를 요약하고, 교수자가 업로드한 PBL 설계안, 평가 루브릭, 단계별 활동 계획을 기준으로 목표-활동-평가 정렬 상태를 점검한다(Hmelo-Silver, 2004; Wang & Hannafin, 2005). 이를 통해 교수자는 누락된 단계, 과업 과다, 평가 기준 불일치 여부를 확인하고, 과업 난이도와 분량이 학습자의 인지적 부담에 적절한지 검토할 수 있다. GPTS는 설계 구조를 시각화하고 점검 질문을 제시하는 수준에서 조력하며, 최종 수정 여부는 교수자의 판단에 맡긴다.

수업 중 단계에서는 학습자용 GPTS의 비식별화 로그를 기반으로 팀별 진행 현황, 응답 지연, 발화 편중, 피드백 누락 구간을 요약 제공한다. 교수자는 이를 통해 팀별 단계 진행 상태를 신속히 파악하고, 문제 정의 지연, 계획 누락, 실행 지연, 참여 불균형 등 운영 문제를 확인할 수 있다.

AI 에이전트는 지표 집계와 시점 제시 기능에 한정되며, 실제 개입 강도와 방식은 교수자가 결정한다. 이러한 구조는 전문가 판단과 자동화된 데이터 분석을 결합해 PBL 수업의 설계-실행-분석 순환을 지원하는 형성적 피드백 체계를 구현한다(Reeves, 2006; McKenney & Reeves, 2018).

수업 후 단계에서는 팀·단계별 조력 패턴과 학습자 성찰 응답을 요약하고, 교수자 성찰노트 작성을 위한 질문 목록과 다음 사이클 개선 방향을 제안한다. 요약 정보는 조력 과밀·부족 구간과 학습자가 반복적으로 언급한 어려움, 성취 경험을 파악할 수 있도록 구성되었다. 자동 성찰 작성이나 성취 수준 판정 기능은 포함되지 않으며, 이는 교육적 판단 권한이 AI가 아닌 교수자에게 귀속되어야 한다는 인간 중심 AI 및 교육 윤리 원칙을 반영한 것이다(UNESCO, 2021; 교육부, 2023).

따라서 교수자용 GPTS는 수업 전·중·후 단계에서 정보 정리와 점검 질문 제공을 통해 교수자의 의사결정과 조력 활동을 보조하며, 핵심 교육 행위인 평가·판정·의미 해석은 모두 교수자의 전문 영역으로 남도록 설계되었다.

PBL 단계	주요 지원 기능	활용 초점	교수자 역할
수업 설계	단계 구조·과업·평가 루브릭 점검, 노력·과부하 진단	수업 설계 논리성·적절성 사전 검토, 리스크 예방	설계안 작성·수정, 최종 단계·과업·평가 기준 확정
수업 운영 (문제 정의·공유 및 성찰)	팀별 단계 진행 요약, 응답 지연·발화 편중·피드백 노력 구간 표시	개입 필요 지점 파악, 운영 흐름 안정화	직접 개입, 설명·조정·보충 지도, 상호작용 조정
수업 환류	팀·단계별 조력 패턴·성찰 응답 요약, 개선 포인트 제안	성찰노트 작성, 다음 사이클 설계 개선 방향 도출	성찰 내용 기록, 개선안 선택·확정, 수업모형 조정

[표 3-13] PBL 단계별 교수자용 GPTS 지원 구조

학습자용 GPTS는 프로젝트 기반 학습(PBL)의 각 단계에서 인지적, 사회적, 정서적 조력을 통합 제공하는 학습 에이전트로 설계되었다. 내부에는 문제 정의, 탐구 설계, 실행, 공유 및 성찰의 네 단계가 태그로 고정되어 있으며, 각 단계의 목표, 과업, 평가 기준은 업로드된 수업 설계안과 평가 루브릭을 참조한다. 학습자의 발화가 입력되면, 에이전트는 지각-판단-행동의 순환 구조를 기반으로 현재 단계, 발화 유형, 오류 양상, 협업 단서를 분석하고, 조력 규칙에 따라 제안형, 보조형, 촉진형 피드백 중 적합한 것을 선택한다. 이는 인지적 도제 이론의 단계적 시연과 점진적 지원 원리를 기술적으로 구현한 구조이다(Collins et al., 1989; Rogoff, 1990).

조력 기능은 단계별 인지적, 사회적, 정서적 요구 수준에 따라 차별화된다. 문제 정의 단계에서는 과제 조건과 평가 준거를 해석하고 핵심 개념과 문제 구조를 명료화하도록 돕는 인지적 조력을 중심으로 제안형 피드백을 제공한다. 탐구 설계 단계에서는 계획의 논리성, 역할 분담, 자원 활용의 타당성을 점검하는 보조형 피드백을 통해 스캐폴딩을 수행한다(De Graaff & Kolmos, 2003; Hmelo-Silver, 2004). 실행 단계에서는 절차적 오류나 계획 이탈을 탐지하고 수정 방향을 제시하며, 협업 불균형이나 소통 지연 시 사회적 조력 문장을 안내한다. 공유 및 성찰 단계에서는 결과 해석과 팀 평가, 개선 방향을 묻는 촉진형 피드백을 중심으로 성찰을 지원하고, 학습 맥락 내에서 정서적 조력을 제공한다(Strobel & van Barneveld, 2009; Holmes et al., 2019).

GPTS는 제안과 질문 중심으로 작동하며, 학습자의 발화를 수정하거나 산출물을 자동 완성하지 않는다. 피드백은 선택형 권고로 제시되고, 적용 여부는 학습자의 판단에 맡겨진다. 동일한 오류 조건에서는 동일한 형식과 강도의 피드백이 제공되도록 문장 틀을 표준화하여 일관성과 공정성을 확보하며, 최종 결정 권한은 학습자에게 남는다(UNESCO, 2021; 교육부,



2023). 이러한 설계는 자율성과 책임성을 중시하는 AI 교육 원칙에 부합하며, GPTS를 단순한 문제 해결 도구가 아닌, 자기주도적 탐구와 성찰을 촉진하는 학습 파트너로 기능하도록 한다.

PBL 단계	주요 지원 기능	활용 초점	학습자 역할
문제 정의	과제 요구 해석 지원, 문제 구조화, 목표 언어화 안내, 인지적 조력 제공	탐구 출발점 정렬, 인지적 부담 완화, 자기 이해 기반 형성	과제 이해, 핵심 문제·목표 초안 작성, 초기 아이디어 정리
탐구 설계	계획 논리성·실행 가능성 점검, 역할·일정·자원 정렬, 협업 구조 안내	수행 계획 정교화, 협업 구조 안정화, 자기조절 전략 구체화	역할·일정 합의, 구체적 실행 계획 수립, 팀 내 의사소통 조정
실행	절차 오류·계획 이탈 점검, 수정 근거 정리 지원, 진행 상황 자기 점검 촉진	수행 과정 안정화, 시행착오 기록, 자기조절과 문제 해결 강화	진행 상황 보고, 수정안 도출·적용, 오류·성공 사례 정리
공유 및 성찰	결과·과정 요약 구조화, 자기·협업 평가 성찰 촉진, 정서·동기 조력 제공	학습 경험 재구성, 선점 도출, 향후 목표 설정	성찰 응답 작성, 팀·개인 평가, 향후 개선 계획 수립

[표 3-14] PBL 단계별 교수자용 GPTS 지원 구조

영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트의 단계 전환 규칙은 ‘단계 완료 태그-점검 체크리스트-교수자 피드백-학습자 성찰 응답’을 순차적으로 통과해야 다음 단계로 이동할 수 있는 다중 구조로 설계되었다. 팀이 문제 정의, 탐구 설계, 실행, 공유 및 성찰 단계의 과업을 수행한 뒤 ‘#문제정의완료’, ‘#탐구설계완료’, ‘#실행완료’, ‘#공유및성찰완료’ 태그를 입력하면, 에이전트는 해당 단계의 필수 요소 충족 여부를 확인하는 체크리스트를 제시한다. 응답이 완료되면 교수자 피드백 요청 안내가 자동으로 제시되며, 교수자가 오프라인 또는 별도 채널을 통해 피드백을 제공한 뒤 ‘#교수님피드백완료’ 태그를 입력해야만 절차가 진행된다.

이후 에이전트는 성찰 질문 세트를 제시해 학습자가 수행 과정, 협업 경

험, 어려움과 개선점을 서술하도록 요구한다. 성찰 응답이 저장된 후에야 다음 단계로 이동할 수 있으며, ‘단계 완료 태그-교수자 피드백-성찰 응답’의 세 조건이 모두 충족될 때 내부 단계 태그가 갱신된다. 이러한 구조는 각 단계에서 과업 점검-교수 피드백-학습자 성찰의 순환이 최소 한 번 이상 이루어지도록 강제하는 절차적 스캐폴딩 장치로, 학습자가 충분한 학습 경험을 확보한 후 다음 단계로 전이하도록 설계되었다. 이는 단계적 조력과 점진적 전이를 강조하는 인지적 도제 이론과 설계기반연구의 원리를 구현한 구조이다(Collins et al., 1989; De Graaff & Kolmos, 2003; Wang & Hannafin, 2005; McKenney & Reeves, 2018).

순서	절차 요소	주요 행위 주체	전환 조건 · 에이전트 기능
1	단계 완료 태그 입력	학습자 팀	#문제정의완료 등 단계 완료 태그 입력, 현재 단계 종료 의사 표시
2	단계 점검 체크리스트 응답	학습자 팀	AI에이전트가 단계 별 체크리스트 제시, 필수 요소 충족 여부 자기 점검
3	교수자 직접 피드백 및 태그	교수자, 학습자 팀	오프라인 직접 피드백 진행, #교수님피드백완료 태그 입력
4	단계별 성찰 질문 응답	학습자 팀	에이전트가 성찰 질문 세트 제시, 수행·협업·어려움·개선점 서술
5	다음 단계 전환 및 태그 갱신	에이전트 시스템	세 조건 충족 시 내부 단계 태그 갱신, 다음 PBL 단계로 전환 허용

[표 3-15] 단계 전환 태그 트리거 기반 단계 전환 규칙

영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트는 문제 정의, 탐구 설계, 실행, 공유 및 성찰의 네 단계에서 각기 다른 방식으로 개입하도록 설계되었다. 문제 정의 단계에서는 과제의 요구 조건과 평가 준거를 해석하고 목표를 언어화하도록 돕는 인지적 조력을 제공하며, 질문 제시와 개념 구조 안내 중심의 제안형 피드백을 활용한다. 탐구 설계 단계에서는 계획의 논리성과

실행 가능성을 점검하고, 역할 분담·일정·자원 활용의 균형을 확인하는 보조형 피드백을 통해 스캐폴딩 기능을 수행한다(De Graaff & Kolmos, 2003; Hmelo-Silver, 2004). 실행 단계에서는 절차적 오류나 계획 이탈을 탐지해 수정 방향을 제시하며, 필요 시 제한된 범위 내에서 제안형 피드백을 추가한다. 공유 및 성찰 단계에서는 수행 과정과 결과를 되돌아보도록 유도하는 촉진형 피드백을 제공하고, 자기 평가·협업 평가·향후 개선 질문을 통해 성찰을 강화한다.

이 구조는 인지적 도제 이론의 모델링, 코칭, 스캐폴딩, 명료화, 성찰, 탐색의 여섯 원리를 PBL 단계에 재구성한 것으로(Collins et al., 1989; Rogoff, 1990), 각 단계의 인지적·사회적 요구 수준에 따라 개입 유형과 표현 양식을 조정함으로써 학습자의 사고 확장과 점진적 자기조절을 유도하도록 설계되었다(Hmelo-Silver, 2004).

PBL 단계	기본 개입 형태	주요 조력 기능 요약
문제 정의	제안형 피드백	과제 요구 조건·평가 준거 해석, 목표 언어화 안내, 질문 제시, 개념 구조 안내
탐구 설계	보조형 피드백	계획 논리성 점검, 실행 가능성 검토, 역할 분담·일정·자원 활용 점검, 스캐폴딩 제공
실행	보조형 중심, 제한적 제안형	절차적 오류 탐지, 계획 이탈 확인, 수정 방향 제안, 수행 과정 점검
공유 및 성찰	촉진형 피드백	결과물·과정 되돌아보기, 자기 평가, 협업 과정 평가, 향후 개선 계획 수립 성찰 질문 제시

[표 3-16] PBL 단계 별 AI 에이전트 개입 형태 및 조력기능

에이전트의 개입 형태 전환 규칙은 PBL 단계 진입 시점과 학습자의 반응 패턴을 기준으로 정의되었다. 문제 정의 단계에서는 제안형 피드백 비중을 높여 학습자가 과제 구조와 평가 기준을 이해하고 초기 개념 틀을

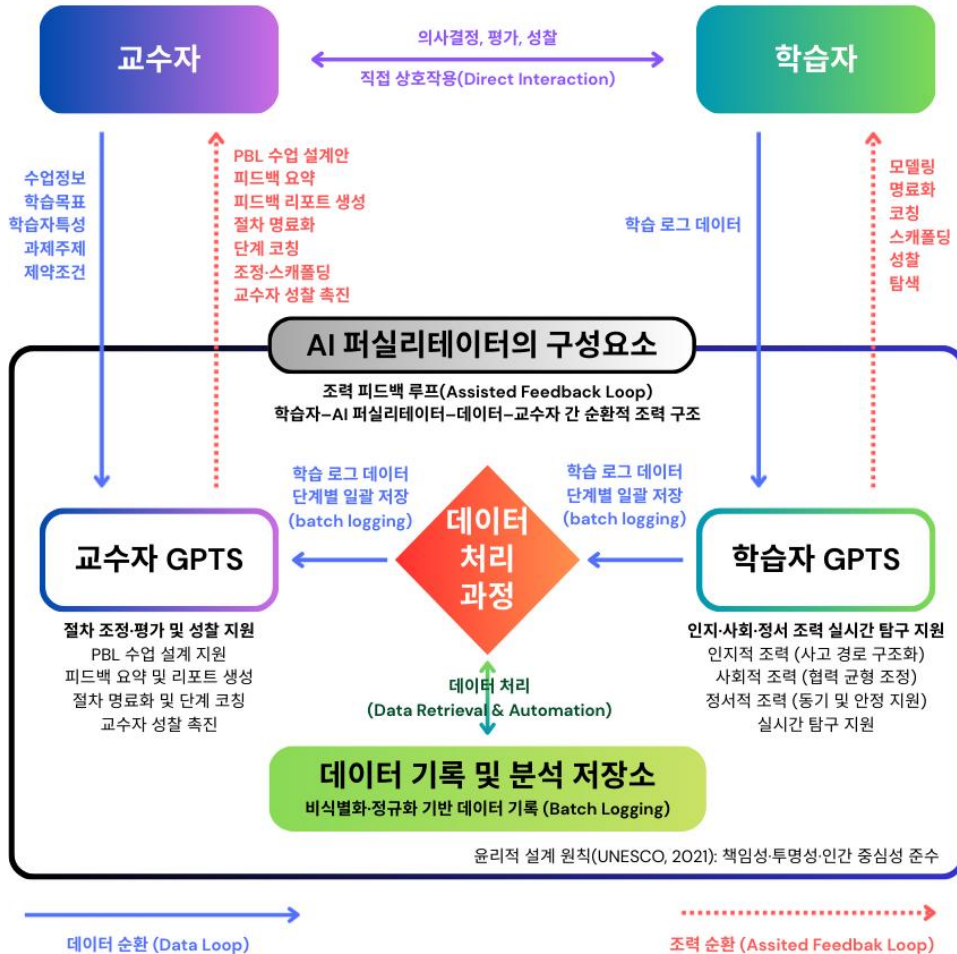


형성하도록 지원하며(Sweller, 1988; De Graaff & Kolmos, 2003), 탐구 설계와 실행 단계에서는 오류 반복, 응답 지연, 계획 누락 등 학습자의 반응을 기반으로 보조형 피드백을 제공하되, 충분한 자기 점검이 이루어진 경우에는 개입 빈도를 자동으로 줄이도록 설정하였다. 공유 및 성찰 단계에서는 촉진형 피드백 중심으로 개입이 전환되며, 결과 해석과 확장 질문을 통해 성찰을 촉진한다. 전체 과정에서 조력 강도는 단계가 진행될수록 점진적으로 감소하여 스캐폴딩의 점진적 철회(fading)가 구현되도록 설계되었다(Collins et al., 1989; Hmelo-Silver, 2004). 이러한 강도 조정은 설계기반연구에서 제시하는 형성적 안정화(formative stabilization) 원리에 기반하며, 초기 단계에서는 집중 조력을 통해 과업 구조를 안정화하고, 후반부로 갈수록 조력 강도를 줄여 학습자의 자율성과 성찰을 강화하도록 구조화되었다(Wang & Hannafin, 2005; McKenney & Reeves, 2018).

요약하면, 본 연구에서 개발된 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 설계안은 지능형 에이전트의 지각-판단-행동 구조(Russell & Norvig, 2021; Wooldridge, 2009)를 기반으로, 인지적 도제 이론의 여섯 조력 원리와 PBL 단계 구조를 에이전트의 단계별 조력 기능과 피드백 규칙에 대응시켜 설계되었다(Collins et al., 1989; Hmelo-Silver, 2004). 설계기반연구(DBR)의 설계-실행-분석-재설계 절차를 지원하기 위해 GPTS 기반 이중 아키텍처, 단계 고정형 조력 지침, 수업 설계안 업로드 기능, 단계·팀·발화자 태그를 포함한 로그 스키마가 통합적으로 적용되었다(Wang & Hannafin, 2005; Reeves, 2006; McKenney & Reeves, 2018).



영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트



[그림 3-2] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 구조도

본 연구의 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트는 인지적, 사회적, 정서적 조력 기능을 하나의 통합 구조 안에서 제공하며, 개입 범위를 절차

점검과 근거 제시 수준으로 제한함으로써 교수자의 교육적 판단과 학습자의 자기주도성을 유지하도록 설계되었다(UNESCO, 2021; 교육부, 2023). 이러한 설계 구조는 PBL 수업에서 반복적으로 나타나는 실제 문제를 이론적 근거를 기반으로 재구성하고, 로그 분석과 DBR 순환을 통해 설계 타당성을 검증할 수 있는 실천적 연구 도구로 기능한다.

PBL 단계	초기 개입 형태	전환 트리거	전환 개입 형태
문제 정의	제안형 피드백, 높은 개입 강도	과제 구조·평가 기준 이해 표현, 목표 문장 정리	보조형 점검 피드백 비중 확대, 개입 강도 완화
탐구 설계	보조형 계획 점검 피드백, 중간 개입 강도	계획 누락·모순 감소, 자기 점검 발화 증가	제안형 보완 피드백 일부 전환, 개입 빈도 축소
실행	보조형 절차 점검 피드백, 중간 개입 강도	오류 감소 보고, 수행 절차 안정 표현	촉진형 자기 점검 질문 비중 확대, 보조형 축소
공유 및 성찰	촉진형 성찰 유도 피드백, 낮은 개입 강도	성찰 응답 충실 표현, 구체적 개선 계획 제시	최소 개입 유지, 필요 시 제한적 촉진형 질문

[표 3-17] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트의 개입 형태 전환 규칙

3.4.6. AI 에이전트 교수학습 조력기능 활용 PBL 수업모형 설계안

본 연구는 AI 조력 기능을 통합한 프로젝트 기반 학습(PBL) 수업모형을 개발하고, 교수자-학습자-AI 간 상호작용을 단계별로 구조화하였다. 수업모형은 설계기반연구(DBR)의 설계-실행-분석-리디자인 순환 구조를 실제 수업 맥락에 구현한 상위 설계 체계로, 인지적 도제이론과 PBL 절차를 통합하여 교수자와 AI가 상호보완적으로 조력하도록 설계되었다. 문헌과 현장 분석을 통해 도출된 여섯 조력 원리(명료성, 유용성, 적절성, 성찰성, 구체성, 자율성)는 AI 개입 시점, 피드백 유형, 조력 강도, 상호작용 방식을 규정하여 교수자-학습자 협력 구조의 일관성을 유지하는 준거로 작용한다.

수업모형은 수업 설계, 문제 정의, 탐구 설계, 실행, 공유 및 성찰, 환류의 여섯 단계로 구성되며, 학습자 활동, 교수자 조력, AI 조력, 상호작용 구조, 산출물, 평가 기준, 성찰·피드백 등 10개 항목으로 제시된다. 각 단계별로 AI 조력 기능은 여섯 원리에 따라 구체화되었으며, 명료성은 목표 안내, 유용성은 산출물 기반 피드백, 적절성은 조력 강도 조절, 성찰성은 자기성찰 촉진, 구체성은 실행 점검, 자율성은 학습자 결정권 보장을 담당한다. 이러한 구조는 학습자의 자기주도성을 높이고, 교수자의 피드백 부담을 경감하는 데 기여한다.

수업모형 개발 과정은 DBR 절차에 따라 초안(v1), 전문가 검토(v2), 분석 및 리디자인(v3), 최종(v4)의 순으로 정련되었으며, Cycle 1의 로그와 성찰 자료를 반영하여 상호작용 구조와 피드백 절차를 개선하였다. 이를 통해 AI 조력 기능이 인간 중심 교수설계와 정렬되어 이론적 정합성과 실천적 타당성을 동시에 확보하였다. 결과적으로 본 수업모형은 AI 기반 PBL 수업이 현장에서 안정적으로 작동하고 지속적으로 개선될 수 있는 실천적 기반을 마련하였다.

항목명	세부 내용	활용 목적
단계명	수업 절차를 PBL 기반 여섯 단계로 구성	수업의 절차적 일관성 확보
학습목표	단계별 인지적, 정의적, 사회적 목표 제시	평가 및 피드백 기준 설정
학습자 활동	팀 단위 탐구, 기획, 제작, 성찰 중심 수행	학습자 수행 중심 구조 확립
교수자 조력	단계별 개입 시점, 지도 방식, 피드백 제공	교수자의 역할 및 평가 기준 명확화
AI 에이전트의 교수학습 조력	조력 원리, 조력 기능, 개입 형태에 따른 단계 별 조력	AI 조력 기능 및 시점 명시
상호작용 구조	교수자, 학습자, AI 간 피드백 경로 제시	협력적 상호작용 체계 시각화
산출물	단계별 결과물 명시	평가 및 환류 근거 자료 확보
평가 기준	루브릭 기반 평가 준거 구성	학습 성과 및 조력 효과 검증
성찰 및 피드백	성찰 문항, 팀 피드백, AI 자동 피드백 포함	자기조절 학습 및 환류 구조 강화
비고	환경 조건, 도구 사용, 보완 사항 기록	수업 맥락 및 버전 관리 근거 확보

[표 3-18] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 활용 수업모형 설계안 구성

본 설계안은 설계기반연구(DBR)의 순환 구조를 따라 초안(v1), 전문가 검토(v2), 분석 및 리디자인(v3), 최종(v4)의 네 단계를 거쳐 완성되었다. 각 단계는 설계-실행-분석-재설계의 반복을 통해 수업모형의 이론적 정합성과 실천적 타당성을 점진적으로 강화하도록 구성되었으며, DBR의 핵심 원리를 반영한다(McKenney & Reeves, 2018; Wang & Hannafin, 2005).

버전별 변화는 열 가지 구성 요소를 기준으로 정리되어, 동일한 항목 체계 내에서 각 버전의 유지·보완·수정 사항을 나란히 비교함으로써 조정 근거와 방향성을 명확히 하였다. 비교표는 이러한 정련 과정을 시각화하여, 설계 변화가 단순한 수정이 아닌 DBR 순환 원리에 근거한 체계적 정교화임을 보여준다. 이를 통해 이후 분석과 설계 원리 도출 단계에서 일관된 판단과 적용을 가능하게 하는 핵심 자료로 활용되었다(Reeves, 2006).

3.4.7. 평가 매트릭스

평가 매트릭스는 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 기반 수업모형의 작동 타당성을 검증하기 위해 개발된 핵심 연구 도구이다. 설계기반연구(DBR)의 형성적 검증 절차에 따라 수업모형과 AI 조력이 설계 의도에 따라 일관되게 작동하는지를 확인하는 것을 목표로 한다(McKenney & Reeves, 2018; Reeves, 2006). 평가는 수업 전 과정과 AI 조력의 흐름을 질적·양적으로 통합 검토하는 방식으로 수행된다(Wang & Hannafin, 2005).

평가 매트릭스는 세 영역-설계 품질, 학습 과정, 수행 결과-과 여섯 항목-명료성, 구체성, 유용성, 적절성, 성찰성, 자율성-으로 구성된다. 설계 품질 영역은 수업모형의 구조적 명확성과 이론적 정합성을 평가하며, 인지적 도제(Cognitive Apprenticeship)의 모델링·코칭·스캐폴딩 원리에 근거한다(Brown et al., 1989). 이 영역에서는 AI 조력이 단계별 목표를 명확



히 안내하고, 피드백이 구체적 수행 단서를 포함하는지를 점검하며, 교수
사용 GPTS 리포트와 학습사용 GPTS 로그를 근거로 명료성과 구체성을
평가한다.

학습 과정 영역은 AI 조력이 학습자의 탐구와 협업에 실질적으로 기여하
는지를 검토한다. 유용성과 적절성은 맥락 기반 학습 원리(Edelson,
2002; Barab & Squire, 2004)에 따라 피드백이 학습자의 수준과 과제
요구에 적합하게 제공되는지를 평가한다. 근거 자료로 학습자 로그, 팀 회
의록, 교수자 성찰노트를 활용하며, 피드백 반영 여부, 팀 의사결정에서의
AI 활용 빈도, 조력 적용 사례 등을 관찰 지표로 설정하였다.

수행 결과 영역은 AI 조력이 학습자의 자기점검과 성찰, 자율적 수행으로
이어졌는지를 확인한다. 성찰성과 자율성은 자기조절 및 공동조절 학습 이
론(Hadwin et al., 2017)에 기반하며, 성찰 리포트의 메타인지 진술과 자
발적 수정 비율을 중심으로 분석하였다. 이를 통해 AI 조력이 학습자의 주
도성과 성찰 능력 향상에 미친 영향을 검증하였다.

각 항목은 충실-부분적-미흡의 3점 척도로 평정하고 서술형 의견을 병기
하였다. 평정은 교수자인 연구자가 수행했으며, 학습자 로그·성찰노트·설문
결과를 근거로 삼았다. 평정 결과는 조건-전략-성과 구조로 재분류되어
설계 원리 도출 단계의 환류 자료로 통합되었으며, Cycle 1과 Cycle 2의
비교 분석을 통해 질적 변화의 방향성을 확인하는 근거로 활용되었다.

3.4.8. 전문가 명단

전문가 명단은 수업모형 설계안과 평가 매트릭스의 내용 타당도와
실천적 유효성을 검증하기 위해 구성된 연구 도구이다. 설계기반연구
(DBR)의 형성적 검증 단계에서는 연구자의 편향을 최소화하고, 설계 원리
의 이론적 정합성과 현장 타당성을 확보하기 위해 다분야 전문가 참여가



필수적이다(McKenney & Reeves, 2012).

전문가는 교육공학, 인공지능(AI), 영상콘텐츠 제작 분야에서 각 2인씩, 총 6명으로 구성하였다. 교육공학 전문가는 DBR, PBL, 교수설계 이론을 기반으로 수업모형의 구조적 타당성과 평가 준거를 검토하였고, AI 전문가는 조력 기능과 작동 구조의 기술적 타당성 및 교육적 활용 가능성을 평가하였다. 영상 제작 전문가는 수업 절차의 실현 가능성과 활동의 구체성을 점검하였다(김현주 & 임정훈, 2014; Reeves, 2006).

검토 기준은 명료성, 논리성, 실행 가능성, 일반화 가능성의 네 가지로 설정되었으며, 각 전문가는 독립적으로 평가지에 의견을 제시하였다. 수집된 의견은 질적 코딩을 통해 공통 주제와 개선 항목으로 범주화되었고, 그 결과는 수업모형 구조 조정과 평가 매트릭스 보완에 반영되었다(Wang & Hannafin, 2005). 이러한 절차는 DBR의 형성적 검증 과정에 해당하며, 다학제적 전문가 검토를 통해 연구의 신뢰성과 타당성을 강화하는 역할을 수행하였다.

3.4.9. 전문가 검토 평가지

전문가 검토 평가지(Expert Review Evaluation Sheet)는 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 활용 수업모형의 설계 의도와 이론적 근거의 적합성, 그리고 실제 교육 현장에서의 실행 가능성을 검증하기 위해 개발된 도구이다. 본 평가지의 목적은 전문가 평가를 통해 수업모형의 내용 타당도와 실천적 타당성을 점검하는 것으로, 설계기반연구(DBR)의 형성적 검증 절차에 기반한다(McKenney & Reeves, 2012; Wang & Hannafin, 2005).

평가지의 기본 구조는 평가 매트릭스의 세 영역인 설계 품질, 학습 과정, 수행 결과를 토대로 구성되었다. 평가 영역은 이론적 정합성, 실천적 타당



성, 구성 및 명료성, 개선 및 제언의 네 범주로 나누어져 있다. ‘이론적 정합성’은 수업모형과 AI 조력 기능이 선행 연구와 이론적 근거와 일치하는지를 평가하며, ‘실천적 타당성’은 설계안이 실제 교육 환경에서 효과적으로 작동하는지를 검토한다(Barab & Squire, 2004; Wang & Hannafin, 2005). ‘구성 및 명료성’은 문서의 구조적 일관성과 표현의 명확성을, ‘개선 및 제언’은 실행 과정에서의 제한 사항과 보완 방향을 제시하는 개방형 항목으로 구성하여 피드백 중심의 설계 정련 절차(Edelson, 2002; Reeves, 2006)를 반영하였다.

평가지 설계는 국내 교육공학 연구에서 제시된 수업모형 검증 절차(김성봉 & 홍효정, 2010; 장혜정 & 류완영, 2006; 양지선, 2024)와 일치하며, 단순한 만족도 평가가 아닌 AI 조력 구조의 교육적 효과를 심층적으로 검증하기 위한 질적 평가 도구로 구성되었다. 이를 통해 수업모형 설계안의 형성적·실천적 타당성을 확보하고, DBR Cycle 1과 리디자인 단계에서 비교·검증 기준으로 활용할 수 있도록 하였다.

3.4.10. 연구 참여 동의서

본 연구는 참여자의 권리 보호와 개인정보 안전을 최우선으로 고려하여 연구 참여 동의 절차를 시행하였다. 동의서에는 연구 목적과 절차, 참여자의 역할과 권리, 자료 활용 범위, 비밀보장 조치, 참여 철회 권리 등이 명시되었다. 모든 참여자는 연구자로부터 충분한 설명을 듣고 자발적으로 참여 여부를 결정하였다. 이러한 절차는 교육연구 윤리의 핵심 원칙을 준수하며, 연구 과정에서의 협력적 설계와 검증을 뒷받침하는 기반이 되었다.

연구참여자는 수업 활동, 설문, 성찰 기록, 인터뷰 등 전 과정에서 자신의 역할과 참여 범위를 명확히 이해하고 활동하였다. 수집된 자료는 비식



별화되어 안전하게 저장되었으며, 연구 목적 내에서만 활용되었다. 학습 로그와 성찰 기록 등 민감 자료는 접근 권한을 제한하고, 분석 단계에서도 익명성을 유지하여 개인 식별을 방지하였다.

연구 종료 후 자료는 기관 윤리 지침에 따라 일정 기간 보관 후 안전하게 폐기되었다. 이러한 윤리적·보안적 절차는 참여자의 권리를 보호하고, 연구 자료의 신뢰성과 질적 정합성을 확보하는 핵심 장치로 기능하였다.

3.4.11. 학습자 평가 설문지

본 연구는 참여자의 권리 보호와 개인정보 안전 확보를 위해 엄격한 참여 동의 절차를 적용하였다. 동의서에는 연구 목적, 절차, 자료 활용 범위, 비밀보장 조치, 참여 및 철회 권리 등이 명시되었으며, 모든 참여자는 충분한 설명을 듣고 자발적으로 참여 여부를 결정하였다.

참여자는 수업 활동, 설문, 성찰 기록, 인터뷰 등 연구 전 과정에서 자신의 역할과 참여 범위를 명확히 인지한 상태로 참여하였다. 수집된 자료는 비식별화되어 연구 목적 내에서만 활용되었으며, 외부 제공은 엄격히 제한되었다. 접근 권한은 최소화하였고, 분석 과정에서도 익명화 기준을 유지하여 개인 식별 가능성을 제거하였다.

연구 종료 후 모든 자료는 윤리 지침에 따라 일정 기간 안전하게 보관한 후 폐기되었다. 이러한 절차는 연구참여자의 권리를 보호하고 자료의 신뢰성과 연구의 윤리적 정당성을 확보하기 위한 기본 체계로서, 연구의 모든 단계에서 일관되게 준수되었다. 학습자 평가 설문지의 세부 항목 구성은 부록에 제시하였다.



3.4.12. 교수자 성찰노트

교수자 성찰노트는 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 수업의 실행 과정에서 교수자의 판단과 AI 조력의 효과를 체계적으로 기록하기 위해 설계된 질적 연구 도구이다. 설계기반연구(DBR)의 형성적 검증 원리를 반영하여, 수업 직후 교수자가 AI의 개입 양상, 학습자 반응, 개입 판단을 간결하게 기록하도록 구성되었다(Reeves, 2006; McKenney & Reeves, 2018).

성찰 항목은 문헌 분석과 현장 요구 분석을 통해 도출된 여섯 평가축—유용성, 명료성, 적절성, 성찰성, 구체성, 자율성—으로 구성되며, 평가 매트릭스와 동일한 기준 구조를 공유한다. 이를 통해 Cycle 간 비교 및 주제 코딩 분석의 기준으로 활용할 수 있다. 또한 인지적 도제 이론(Collins, Brown, & Newman, 1989)을 반영하여, 교수자가 수행한 코칭과 성찰 활동이 AI 조력과 어떻게 상호작용했는지를 중심으로 기록하도록 설계되었다.

성찰노트의 구조는 수업 개요, AI 개입 및 학습자 반응, 교수자 판단, 여섯 평가축별 성찰, 개선 제안의 다섯 항목으로 구성되어, 수업 직후 실제 상황을 신속하게 기록하면서도 자료의 일관성과 체계성을 유지할 수 있다. 성찰노트는 DBR에서 실천적 타당성을 확보하고 AI 조력 기능의 실행 충실도를 검증하는 핵심 근거로 작용하며, Cycle 1과 Cycle 2의 설계 개선 단계에서 문제 진단과 전략 조정의 기초 자료로 활용된다. 교수자 성찰노트의 구체적 항목 구성은 부록에 제시되었다.

3.4.13. 로그 분석표

로그 분석표는 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 수업에서 학습자-AI 상호작용과 조력의 실행 양상을 체계적으로 기록하고 분석하기



위한 연구 도구이다. 이 도구는 시계열·주체·단계 정보를 구조화하여 반복적 검증과 비교가 가능하도록 설계되었다(Read et al., 2022; Werner et al., 2013; Chu, 2022; Mulligan et al., 2003; Liu et al., 2025; 조영환 외, 2024).

로그 스키마는 team_code, session_code, speaker_code, timestamp, utterance_raw, system_tag의 여섯 필드로 구성되며, 각 상호작용의 주체와 시점을 명확히 기록한다. utterance_raw는 학습자의 발화 원문을 보존하여 질적 분석 근거로 활용되며, system_tag는 ‘문제 정의-탐구 설계-실행-공유 및 성찰’의 단계별 조력 시점을 식별하도록 설계되었다. 이러한 기록 구조는 학습자의 반응 시간, 피드백 수용, 단계 전환 등을 정량적으로 분석하는 기반을 제공한다(Mulligan et al., 2003; Liu et al., 2025; Yu & Xie, 2025; Jacobsen et al., 2025).

분석 지표는 응답 지연 중앙값, 피드백 적용률, 단계-개입 일치율, 시스템 발화 비중, 분당 피드백 밀도, 목표 명료화 달성률 등 여섯 항목으로 구성된다. 응답 지연 중앙값은 학습자의 처리 속도와 피드백 수용 패턴을 파악하는 핵심 지표로, 실제 복합 과업 환경에서 120초를 기준값으로 설정하였다(Chu, 2022; Read et al., 2022; Werner et al., 2013; Zhou et al., 2025). 기타 지표는 AI 조력의 적시성, 학습 참여도, 단계별 목표 달성 여부를 정량적으로 평가하는 기준으로 활용되며, 로그 분석과 DBR 순환 과정을 통해 수업모형 설계의 실천적 타당성을 검증하는 근거 자료로 기능한다.



필드	값 형식	목적·운용 규칙	경계 조건	설계 근거
team_code	문자열	팀 비교 기준, 팀명 고정, 주차 기준 재정렬	팀 재편성, 팀 단위 변동	비교 단위 일관성 (Loeb et al., 2017)
session_code	team_YYYY MMDD_Wxx_ Sxx	세션 집계 단위, 날짜·주차·세션 자동 생성, 변형 세션 라벨링	변형 세션 분리	Cycle 간 동일 공식 (Loeb et al., 2017)
speaker_code	L, T, S	행위자 구분, 상호작용 방향 보존	외부 인원 개입, 분석 제외	실행 맥락 해석 기반 (Fishman et al., 2013)
timestamp	YYYY-MM-DD HH:MM:SS	시계열 정렬 기준, 응답 지연 계산, 지역 표준시간 통일	네트워크 지연, 장비 오류	시간 기반 지표 근거 (Loeb et al., 2017)
utterance_raw	텍스트	원문 보존, 분석·인용 근거, 비식별화 적용	민감 정보 포함, 마스킹 필요	질적 근거 확보 (Braun & Clarke, 2006)
system_tag	단일 라벨	단계·조력 기능 표기, 다수결 라벨 확정	단계 혼재, 주석 병기	조력 타이밍 분석축 (Fishman et al., 2013)

[표 3-19] 로그 저장 스키마와 운용 규칙

AI 피드백 적용률은 학습자가 조력 AI 에이전트의 제안을 실제 과제 수행에 얼마나 반영했는지를 나타내는 비율로, LLM 기반 피드백 연구에서 학습 효과를 평가하는 핵심 지표로 활용된다(Yu & Xie, 2025). 학습자가 피드백을 적극적으로 적용할수록 학습 지속성, 수정 의도, 참여도 등 주요 학습 변인이 향상된다는 연구 결과가 보고되어 있다(Zhou et al., 2025; Thomas et al., 2025). 따라서 본 연구에서도 피드백 적용률을 필수 분석 지표로 설정하였다.

단계-개입 일치율은 조력 AI 에이전트의 개입 시점이 PBL 단계의 진행 흐름과 얼마나 정합적으로 맞물려 있는지를 평가하는 지표이다. 선행연구에 따르면 피드백은 학습 단계와 시점이 일치할 때 가장 효과적이며

(Jacobsen et al., 2025; Liu et al., 2025), 부적절한 시기의 개입은 피드백의 왜곡이나 학습자의 인지적 과부하를 초래할 수 있다. 따라서 본 연구는 단계 정렬성을 핵심 검증 지표로 포함하여 AI 조력의 적시성과 효과성을 평가하였다.

지표	계산 규칙·임계 기준	해석 중점	경계조건 촉발 요인
응답 지연 중앙값	교대 발화 시간차 중앙값, 120초 초과 경고, 팀 중앙값 150% 초과 경고	상호작용 병목, 만족 저하 위험	네트워크 지연, 장비 결함, 원격 연결 혼선, 장시간 공백
AI 피드백 적용률	S→L 실행 전이율 60% 이상 양호	행동 전이 효율	플랫폼 오류, 외부 승인 대기, 제출 제한, 과제 범위 변경
단계-개입 일치율	S 개입 시점-단계 라벨 일치율, 80% 이상 양호	개입 타이밍 적합성	단계 혼재 운영, 시연 전환, 복수 활동 동시 진행
발화 비중	총 발화 중 S 비율, 35% 이상 또는 평균+1SD 경고	개입 과다 가능성	시연 중심 세션, 오리엔테이션성 운영, 합동 공지 집중
분당 피드백 밀도	시간 표준화 S 피드백 수, 상위 25퍼센트	코칭 집중 구간	초단기 세션, 장시간 세션 국부 집중, 알림성 단문 연속
목표 명료화 달성률	문제 단계 시작 20분 내 목표 진술 존재	초기 정렬 기준선	사전 목표 확정, 행정 안내 우선 배치, 외부 문서 기반 제시

[표 3-20] 지표와 운용 규칙

시스템 발화 비중과 분당 피드백 밀도는 AI 개입 강도의 적정성을 판단하는 조정 지표로 활용된다. 과도한 개입은 학습자의 자율성을 저해하고, 부족한 개입은 문제 해결을 방해할 수 있어, AI 피드백의 신뢰도와 수용성은 개입 강도와 반드시 정비례하지 않다는 연구를 근거로 설정되었다 (Jacobsen et al., 2025; Demszky et al., 2023).

목표 명료화 달성률은 문제 정의 단계에서 학습자가 학습 목표를 얼마나 명확하게 진술했는지를 평가하는 지표로, PBL 환경에서 학습 지속성과 과제 구조화의 핵심 요인으로 작용한다는 선행연구(Omeh & Ayanwale,

2025; Wang et al., 2025)에 기반한다.

산출된 지표는 플래그(flag) 형태로 요약되어 해석을 단순화한다. 플래그는 학습자-AI 상호작용 맥락에서 즉시 판정하기 위한 표지 체계로, 응답 지연 과다(#지연높음), 피드백 전이 미흡(#AI피드백적용), 개입 시점 단계 불일치(#AI개입시점정렬) 등 상황을 표시한다. 이 플래그는 삼각분석 단계에서 학습자 설문 및 교수자 성찰노트와 대조·검증하는 핵심 근거로 활용된다.

모든 지표는 동일한 공식과 임계 기준으로 산출되어 Cycle 간 비교가 가능하며, 결측치는 기록 오류, 중복 발화, 시스템 응답 누락으로 구분하여 주제 분석에서는 맥락 자료로, 기술 통계에서는 제외하였다.

최종적으로 로그 분석은 정규화, 단계 분류, 지표 산출, 플래그 판정, 품질 검증, 기술 요약의 여섯 단계로 구성되었다. 이를 통해 조력 AI 에이전트의 개입 패턴을 실증적으로 확인하고, 단계별 조력 구조의 적합성과 개입 강도의 과도·부족 여부를 판별할 수 있었다. 이러한 분석 체계는 PBL 과정에서 나타나는 상호작용의 세밀한 변화를 기록하고, 설계-실행-분석-리디자인의 DBR 순환 구조를 정교화하는 핵심 근거로 기능하였다(Loeb et al., 2017; Miles et al., 2014).



플래그	산출 근거·지표	해석 중점	경계조건 촉발 요인
#지연높음	응답 지연 중앙값·120초 초과·팀 중앙값 150% 초과	상호작용 병목 진행 지연 위험	네트워크 지연, 장비 결함, 원격 혼선·장시간 공백
#AI피드백적용	S→L 실행 전이율·60% 이상	행동 전이 효율 실행 가능성	플랫폼 오류, 외부 승인 지연 제출 제한, 과제 범위 변경
#AI개입강도높음	S 발화 비중 35% 이상 또는 평균+1SD	개입 과다 가능성 조정 필요 구간	시연 중심 운영, 오리엔테이션성 세션, 공지 집중
#AI개입시점정렬	단계-개입 일치율·80% 이상	개입 타이밍 적합성 단계 정합성	단계 혼재 운영, 시연 전환 비정형 활동 동시 진행
#피드백밀도높음	분당 피드백 밀도·상위 25%	코칭 집중 구간 개입 배치 적정성	초단기 세션, 장시간 세션 집중 구간, 알림성 단문 연속
#목표명료화달성	문제 단계 20분 내 목표 진술 존재	초기 정렬 기준선 후속 해석 기준 확보	사전 목표 확정 행정 안내 우선 외부 문서 기반 제시

[표 3-21] 플래그와 운용 규칙

구분	절차 단계	핵심 내용 요약
1단계	로그 정규화	로그 데이터를 공통 식별체계(team, session, time)로 정규화하고 시계열 기준으로 정렬
2단계	단계 분류	system_tag로 단계 구분하고 전환 시점을 기준으로 사건 단위 정의
3단계	지표 산출	응답 지연, 피드백 전이율, 개입 일치율 등 로그 기반 핵심 지표 계산
4단계	플래그 판정	지표 결과를 라벨화하여 사건별 상태 요약
5단계	품질 검증	태깅 재검토와 합치도 산출로 로그 분류 일관성 점검
6단계	결과 정리 및 해석	지표와 플래그를 통합한 로그 기술 요약표 작성, 주제분석 입력 자료로 활용

[표 3-22] 로그 분석표의 구성 요소 및 운용 절차

3.4.14. 문제 목록표

문제 목록표(Problem Identification Table)는 DBR Cycle 1 실행 후 수집된 주제 코딩 결과를 기반으로, 수업 운영 과정에서 드러난 문제를 체계적으로 정리하고 다음 Cycle의 리디자인 근거로 전환하기 위해 개발된 도구이다(McKenney & Reeves, 2012). 학습 로그, 교수자 성찰노트, 학습자 설문 등에서 반복적으로 확인된 장애 요인을 통합하여 문제의 성격, 원인, 영향, 개선 필요도를 분석할 수 있도록 구성되었다.

이 표는 단순 관찰 기록이 아니라, Cycle 1에서 나타난 핵심 이슈-AI 조력 기능의 비의도적 작동, 교수자-학습자 간 상호작용 불균형, 인지적 부담 및 기술적 한계-를 중심으로 문제를 구조적으로 진단하는 분석 도구이다. 각 항목은 수정 계획표와 비교 분석표의 입력 자료로 활용되며, 설계 원리 도출 단계에서는 Condition-Strategy-Outcome 구조로 재구성된다(Reeves, 2006).

문제 목록표는 네 가지 항목으로 구성된다. 첫째, 문제 요약(Problem Summary)은 주제 코딩에서 반복 확인된 이슈를 한 문장으로 정리하여 문제의 핵심을 제시한다. 둘째, 근거 자료(Source Evidence)는 학습 로그의 대표 발화, 교수자 성찰 기록, 학습자 응답 등 문제를 입증하는 자료를 명시한다. 셋째, 원인 분석(Causal Interpretation)은 인지적 도제, 자기조절학습, PBL 구조 등 관련 이론과 실제 운영 맥락을 통합하여 문제의 발생 원인을 해석한다. 넷째, 영향 영역(Affected Area)은 해당 문제가 교수자, 학습자, AI 조력 기능 중 어느 요소에 영향을 미쳤는지를 구분해 범위를 명료히 한다.

모든 문제 항목은 고유 코드로 관리되며, 세 자료원에서 반복 확인된 항목은 ‘주요 문제(major issue)’로 분류되어 리디자인 단계의 우선 개선 대상으로 사용된다. 따라서 문제 목록표는 평가 매트릭스와 주제 코딩표를



연계하여, Cycle 간 설계 개선의 논리적 근거를 제공하는 핵심 도구로 기능한다.

3.4.15. 수정 계획표

수정 계획표(Revision Planning Sheet)는 DBR Cycle 2의 분석 결과를 통합하여 수업모형 설계안(v3)을 구체화하기 위해 개발된 도구이다. 이 표는 Cycle 1과 Cycle 2 사이의 리디자인 과정을 체계적으로 기록해, 문제 발견부터 전략 적용과 성과 검증까지의 과정을 추적하며 PBL 수업모형이 점진적으로 정련되는 과정을 확인할 수 있도록 한다(Reeves, 2006). 이러한 문서화는 설계기반연구(Design-Based Research, DBR)에서 요구하는 형성적 검증(formative validation)의 핵심 절차에 해당한다.

수정 계획표는 조건(Condition), 전략(Strategy), 성과(Outcome)의 구조를 따른다. 본 구조는 문제 진단, 설계 개입, 결과 확인의 순환을 통해 설계 타당성을 강화하는 DBR의 기본 원리를 반영한다(Wang & Hannafin, 2005; McKenney & Reeves, 2018). 이에 따라 본 연구는 C-S-O 구조를 고정하여 Cycle 2의 실행 결과가 다음 설계안(v3)에 직접 환류되도록 구성하였다.

조건(Condition) 항목은 Cycle 2 실행 과정에서 확인된 문제나 개선 요구를 요약하며, 학습 로그·교수자 성찰노트·학습자 설문 등에서 근거를 추출한다. 전략(Strategy)은 문제의 원인과 맥락을 바탕으로 새롭게 적용할 설계 조치와 그 이론적 근거를 기술한다. PBL, 인지적 도제(Cognitive Apprenticeship), 공동조절학습(Co-Regulated Learning) 등 주요 이론이 이를 뒷받침한다(Collins et al., 2004; Hadwin et al., 2017). 성과(Outcome)는 전략 적용 후 기대되는 행동적·인지적 변화를 기술하며, 학습 로그의 발화 패턴 변화, 피드백 적용률, 성찰 응답의 질적 향상 등을



지표로 제시한다.

표는 다섯 항목으로 구성된다. 첫째, 문제 코드(Problem ID)는 문제 목록표와 동일한 체계를 사용해 해결 상태를 추적한다. 둘째, 조건(Condition)은 Cycle 2의 핵심 문제를 간결히 제시한다. 셋째, 전략(Strategy)은 문제 해결을 위한 구체적 설계 조치와 근거 이론을 기술한다. 넷째, 성과(Outcome)는 전략 적용 후의 예상 변화를 기록한다. 다섯째, 반영 계획(Reflection & Application Plan)은 도출된 전략을 다음 설계안(v3) 또는 subsequent Cycle에 적용하기 위한 절차를 명시한다.

수정 계획표는 문제 목록표와 주제 코딩표의 분석 결과를 구체적 설계 조치로 전환하는 매개 도구로, 평가 매트릭스의 여섯 기준(명료성, 유용성, 적절성, 성찰성, 구체성, 자율성)과 연계되어 설계 의사결정의 정당성을 보완한다. 결과적으로, C-S-O 기반 기록은 이후 설계 원리 명세표와 환류 기록지의 근거로 활용되어 DBR의 순환적 설계 구조와 설계 지식의 축적을 체계화하는 역할을 수행한다(van den Akker, 1999; Barab & Squire, 2004).

3.4.16. 설계 원리 매트릭스

설계 원리 매트릭스는 DBR(Design-Based Research)의 최종 순환에서 Cycle 1과 Cycle 2의 분석 결과를 통합하여, 수업모형의 이론적 정합성과 실천적 타당성을 검증하고 일반화 가능한 설계 원리를 체계화하기 위해 개발된 도구이다(Barab & Squire, 2004; Reeves, 2006). 분석 자료는 교수자 성찰노트, 학습 로그, 학습자 설문으로 한정하며, 기술분석-주제분석-삼각분석 절차를 거쳐 통합하였다.

기술분석 단계에서는 각 자료의 주요 지표와 변화를 요약해 수업 흐름의 기준선을 설정하였고, 주제분석 단계에서는 Braun과 Clarke(2006)의 절



차에 따라 의미 단위를 코드화하고 반복 패턴을 주제로 범주화하였다. 삼각분석 단계에서는 Denzin(1978)의 합치 논리를 적용해 성찰-로그-설문 간 일치 여부를 검토하고, 불일치 신호는 경계 조건으로 표시하여 해석의 투명성을 확보하였다(Miles et al., 2014; McKenney & Reeves, 2018). 팀 산출물은 실행 충실도와 산출물 품질을 보조적으로 검토하는 참고 자료로 활용하였다.

설계 원리는 Condition-Strategy-Outcome(C-S-O) 구조를 중심으로 도출하였다. 조건(Condition)은 세 자료에서 공통적으로 나타난 현장 요구나 제약을 의미하며, 전략(Strategy)은 이에 대응하는 교수자·학습자·AI 조력의 설계적 조치를, 결과(Outcome)는 기대되는 학습 및 설계 변화를 기술한다. 이 구조는 분석-해석-설계 간 논리적 연계를 보장하는 기준으로 활용되었다(Wang & Hannafin, 2005; Reeves, 2006).

도출된 설계 원리는 명료성, 유용성, 구체성, 적절성, 성찰성, 자율성의 여섯 축으로 정리되었다. 각 원리는 단계별 요구 해석, 조력 구조의 실질적 효용, 탐구 절차의 구체화, 조력 강도 조정, 성찰의 구조화, 학습자 자율성 보장을 핵심 초점으로 설정하였다. 여섯 설계 축은 인지적 도제 이론의 모델링, 코칭, 스캐폴딩, 명료화, 반성, 탐색의 여섯 교수 요소와 대응되며(Collins et al., 1989), AI 에이전트의 인지적·사회적·정서적 조력 기능과 연계되도록 구조화하였다.

최종 설계 원리는 매트릭스 형태로 정리되었다. 설계 원리 매트릭스는 여섯 설계 원리를 구분 항목으로 배치하고, 각 원리에 대응하는 조건-전략-결과를 격자 형태로 배열하여 조력 기능의 집중 영역과 결손 지점을 시각적으로 확인할 수 있도록 구성하였다. 도출된 원리는 외부 전문가 검토를 거쳐 내용타당도지수(I-CVI, S-CVI/Ave)를 산출하고, 보완 과정을 통해 다음 순환의 리디자인 단계에 적용 가능한 형태로 정제하였다(Lynn,



1986; Polit & Beck, 2007; McKenney & Reeves, 2018).

3.4.17. 설계 원리 전문가 검토 평가지

설계 원리 도출 단계에서 활용된 전문가 검토 평가지(Expert Review Evaluation Sheet)는 설계 원리 매트릭스 초안의 타당성을 점검하고, 최종 정제 과정에 반영하기 위해 개발된 연구 도구이다. 이 평가지의 목적은 AI 조력형 프로젝트 기반 학습(PBL) 수업모형에서 도출된 설계 원리가 설계 의도와 현장 요구를 균형 있게 반영하고 있는지 검증하는 데 있다(McKenney & Reeves, 2012; Reeves, 2006). 전문가 집단은 교육 공학, AI 기술, 영상 콘텐츠 제작 분야의 실무 및 연구 경험을 갖춘 3인으로 구성되었으며, 각 전문가는 독립적으로 평가지에 응답하였다. 이러한 절차는 설계기반연구(DBR)가 강조하는 순환적 정련 과정과 일치하며(Wang & Hannafin, 2005; Barab & Squire, 2004), 설계 원리가 이론적 근거와 현장 적용 가능성 측면에서 동시에 타당하게 확립되도록 지원한다.

평가 영역은 이론적 정합성, 실천적 타당성, 구성 및 명료성, 개선 제언의 네 범주로 구성되며, 각 문항은 설계 원리의 조건(Condition)-전략(Strategy)-결과(Outcome) 구조가 실제 PBL 맥락과 논리적으로 연결되는지를 평가하도록 설계되었다. 평가는 Likert 척도 기반의 정량 점수와 서술형 의견을 병행하였으며, 서술형 응답은 Braun과 Clarke(2006)의 주제 코딩 절차에 따라 분석하였다. 코딩 결과는 Miles 외(2014)의 질적 분석 기준에 따라 정리되어, 설계 원리 매트릭스 보완의 근거 자료로 활용되었다.



3.5. 자료수집 및 분석

본 연구의 자료 수집과 분석은 설계기반연구(DBR)의 순환 과정을 반영하여, 각 단계에서 생성된 데이터를 반복적으로 축적하고 통합하는 방식으로 이루어졌다(Barab & Squire, 2004; Reeves, 2006). DBR의 핵심은 실제 수업 맥락에서 개입이 어떻게 작동하는지를 과정 중심으로 검증하는 것이므로, 자료는 수업 단계 종료 직후 즉시 수집하였다.

자료원은 학습 로그, 교수자 성찰노트, 학습자 설문으로 구성되었다. 학습 로그는 AI 에이전트와 학습자·교수자의 상호작용을 시간과 단계별로 기록하여 조력 시점, 발화 구조, 단계 전환 등을 체계적으로 분석하는 데 활용하였다(McKenney & Reeves, 2018). 교수자 성찰노트는 개입 판단의 근거와 AI 조력 상호작용의 의미를 해석하는 자료로 활용되었으며(Lincoln & Guba, 1985), 학습자 설문은 만족도, 협업 경험, 자기조절 인식 등 과정 및 결과 변인을 정량적으로 검증하는 데 사용되었다(Nunnally & Bernstein, 1978; Wang & Hannafin, 2005). 팀 산출물은 실행 충실도와 맥락 해석을 위한 보조 자료로 활용되었다.

모든 자료에는 팀 코드, 세션 코드, 시간 정보를 포함한 식별 키를 부여하여 정렬 가능성을 확보하였다(Denzin, 1978). 수집 직후에는 결측치, 중복, 시간 역전, 인코딩 오류를 확인하고(Little & Rubin, 2019), 설문 응답은 불성실 응답을 제거하였다(Nulty, 2008). 자료는 비식별화하여 저장하고, 접근 권한은 연구자로 제한하였다.

분석 절차는 기술분석-주제분석-자료 간 교차 검토의 세 단계로 수행되었다. 기술분석에서는 로그 자료를 정규화하여 발화 빈도, 단계별 분포, 조력 유형, 응답 지연 등의 구조적 지표를 산출하였다. 규칙 기반 코딩을 적용하고 동일 연구자가 시차를 두고 재코딩하여 일관성을 확인하였으며, Cohen's kappa 계수를 산출하여 신뢰도가 확보된 코드만 후속 분석에



활용하였다(Cohen, 1988; Miles et al., 2014).

주제분석에서는 Braun과 Clarke(2006)의 절차를 참고하여 의미 단위를 코드화하고 반복되는 패턴을 주제로 묶었다. 해석의 안정성을 위해 연구자가 코드 정의, 포함 기준, 예외 사례 등을 기록하고 참고하였다(Braun & Clarke, 2021).

자료 간 교차 검토 단계에서는 로그, 성찰노트, 설문 결과를 비교하여 서로 일치하는 패턴을 확인하였다. 최소 두 자료가 동일한 방향성을 보일 경우 최종 해석으로 채택하고, 불일치 항목은 대안 해석이나 경계 조건으로 기록하였다(Denzin, 1978; McKenney & Reeves, 2018). 이를 통해 분석 결과의 신뢰성을 높이고, 단일 자료에 의존하는 오류를 최소화하였다.

단계	자료	분석 방법	산출물
이론적 설계	문헌 자료, 현장 전문가 인터뷰 전사본	주제 분석	문헌 분석표, 현장문제중심 코딩표 수업모형 설계안(v1)
전문가 검토	전문가 검토 평가지	기술 분석 주제 분석	전문가 검토 결과 수업모형 설계안(v2)
분석 및 리디자인	DBR Cycle 1 학습 로그 데이터, 교수자 성찰노트, 학습자 평가 설문지	기술 분석 주제 분석 삼각 분석	주제 코딩표, 문제 목록표, 수정 계획안 수업모형 설계안(v3)
설계 원리 도출	DBR Cycle 1, 2 학습 로그 데이터 교수자 성찰노트 학습자 평가 설문지	통합 분석	수업모형 설계안(v4) 설계 원리 매트릭스(v1)
	전문가 검토 평가지, 수정 계획표	주제 분석	설계 원리 매트릭스(v2) 수업모형 최종 개선안(v4)

[표 3-23] 본 연구의 자료수집 및 분석

Cycle 1과 Cycle 2에서 얻은 분석 결과는 조건-전략-결과(C-S-O) 구조로 재구성하여 설계 준거의 형성적 타당성을 검증하였다(Reeves, 2006). 분석 결과는 여섯 조력 축(명료성, 유용성, 구체성, 적절성, 성찰성, 자율성)으로 통합하고 설계 원리 매트릭스로 정리하였다. 이후 외부 전문가 검토를 통해 내용타당도지수(I-CVI, S-CVI/Ave)를 산출하여 최종 검증하였다(Lynn, 1986; Polit & Beck, 2007).

3.6. 윤리적 고려 사항

본 연구의 윤리 절차는 학습자의 권리 보호와 데이터 무결성을 최우선으로 하여 설계되었다. 연구는 American Psychological Association(2016)의 윤리 강령을 준거로 수행되었으며, 수업 시간 중 연구 목적, 절차, 자료 활용 범위, 잠재적 위험 및 이익을 학습자에게 충분히 설명하였다. 참여 동의는 구글 폼을 통한 전자 서명으로 수집되었으며, 학습자는 연구 전 과정에서 언제든지 참여를 철회할 수 있었다. 철회 시점까지 수집된 자료는 즉시 삭제하여 불이익이 발생하지 않도록 하였다.

모든 자료는 비식별화하여 관리되었으며, 학습 로그, 설문, 교수자 성찰 노트에는 타임스탬프, 팀 코드, 세션 코드, 발화자 구분 등 최소한의 메타데이터만 포함하였다. 이름, 학번 등 직접 식별 정보는 수집하지 않았고, 자료는 연구자만 접근 가능한 보안 저장소에 3년간 보관 후 원본과 백업을 모두 영구 삭제하였다(Miles et al., 2014; Lincoln & Guba, 1985).

AI 에이전트의 조력 과정에서 발생할 수 있는 편향, 과도한 개입, 평가적 발화는 주요 윤리 위험으로 간주하였다. 이를 최소화하기 위해 사실 기반 안내, 비평가적 설명, 자기성찰 유도형 조력을 기본 원칙으로 설정하였으며, 교육적으로 부적절하거나 오해 소지가 있는 발화는 자동 차단되도록 구성하였다. AI 조력 내용은 수업 지원 목적으로만 활용되며, 외부 전송이



나 2차 데이터베이스 활용은 금지하였다. 이러한 설계는 UNESCO(2021)와 과학기술정보통신부(2020)의 AI 윤리 원칙과 일치한다.

연구자는 교수자와 연구자의 역할을 병행했으나, 평가 업무와 연구 분석을 시간적으로 분리하여 역할 충돌을 최소화하였다. 수업 중 생성된 자료는 학습 지원용 피드백 제공에만 사용되었고, 연구 분석은 성적 평가 종료 후 별도로 수행되었다. 자료 처리 전 과정은 문서화되어 감사 추적(audit trail)을 확보함으로써 연구의 투명성과 재현성을 보장하였다(McKenney & Reeves, 2018; Reeves, 2006).

이와 같은 윤리 절차는 Lincoln과 Guba(1985)가 제시한 질적 연구의 신뢰성 기준인 신빙성, 전이가능성, 의존성, 확증가능성을 충족하며, DBR 기반 현장 연구에서 요구되는 참여자 보호, 데이터 무결성, AI 윤리 준수의 핵심 요건을 충실히 이행하였다.



IV. 연구결과

4.1. 개요

본 장에서는 영상 콘텐츠 제작을 위한 PBL 조력 AI 에이전트 통합 수업모형을 설계하고 실행하는 과정에서 도출된 연구 결과를 제시한다. 본 연구는 설계기반연구(Design-Based Research)의 순환적 접근에 따라 이론 설계, 전문가 검토, DBR Cycle 1 실행, 분석과 리디자인, Cycle 2 실행, 그리고 설계 원리 도출의 단계로 진행되었다(Barab & Squire, 2004; Reeves, 2006). 각 단계에서 수집된 자료는 기술적 분석과 주제 중심 분석, 삼각 분석을 통해 해석하였다. 두 차례의 순환 과정을 거치며 수업모형의 구조와 실행 방식이 어떻게 다듬어졌는지, 그리고 그 과정에서 드러난 실천적 유용성과 한계는 무엇이었는지를 중심으로 살펴보았다. 마지막으로 두 사이클의 결과를 통합해 설계 원리 목록과 원리 매트릭스를 도출하고, 외부 전문가 검토를 반영해 최종 수업모형 개선안을 완성하였다(Fishman et al., 2013; McKenney & Reeves, 2018).

4.2. 이론적 설계 결과 및 분석

이론적 설계 단계에서는 영상 콘텐츠 제작 PBL 수업에 AI 조력 에이전트를 통합한 수업모형의 초기 구성을 구체화하였다. 문헌 분석과 현장 분석을 통해 도출한 설계 요건을 토대로 교수자·학습자·AI 간 상호작용 구조를 정리하였으며, 이는 이후 설계와 실행 단계 전반에서 논리적 일관성을 유지하는 기준으로 작용하였다. 수업 설계는 PBL의 핵심 요소인 목표, 과제, 평가 간 정합성을 중심으로 구성하였고, AI 조력은 학습자의 수행 과정을 단계적으로 지원하며 자기조절, 협업, 성찰을 촉진하도록 설계하였다. 조력 기능은 모델링, 코칭, 스캐폴딩, 성찰, 탐색의 다섯 영역으로 구분하였으며, 문제 정의에서 실행과 성찰에 이르는 학습 단계에 대응되도록

배치하였다.

이 단계의 핵심 산출물은 C-S-O 기반 설계요건 매트릭스로, 수업 조건에 따른 전략과 기대 성과를 체계적으로 정리하여 설계의 정합성과 현장 적용 가능성을 함께 고려하였다. 해당 매트릭스는 이후 평가 기준으로 확장되어, 명료성, 유용성, 적절성, 성찰성, 구체성, 자율성의 기준에 따라 전문가 검토 단계에서 활용되었다. 이론적 설계 단계는 AI 조력 기능과 PBL 원리를 결합해 수업모형의 기본 틀을 마련한 과정으로, 이후 DBR 순환을 통해 실제 수업 맥락에 맞게 점진적으로 정련되었다.

4.2.1. 현장문제 중심 코딩표

본 연구에서는 영상 콘텐츠 제작 PBL 수업에서 반복적으로 발생하는 교수·학습상의 문제와 구조적 제약을 분석하기 위해 현장문제 중심 코딩표를 작성하였다. 분석 대상은 해당 수업을 지속 운영해 온 교수자 2인으로, 비대면 인터뷰를 통해 자료를 수집하고 전사 내용을 의미 단위로 코딩하여 핵심 주제를 도출하였다(Braun & Clarke, 2006).

분석 결과 여섯 가지 주요 문제 범주가 확인되었다. 첫째, 학습자가 과제 목표와 절차를 충분히 이해하지 못해 결과물 중심으로 작업하며, 단계별 흐름이 명확하지 않아 시행착오가 빈번하게 발생하였다. 둘째, 교수자의 피드백이 실시간으로 제공되지 않고 사후 확인에 그쳐, 특히 비대면 환경에서 실행과 피드백 간 시간차가 확대되었다. 셋째, 학습자의 기술 수준 차이로 특정 팀원에게 과업이 집중되며 수업의 일관성과 효율성에 영향을 주었다. 넷째, 성찰 활동이 부족하여 자기 점검과 오류 복기가 충분히 이루어지지 않았고, 유사한 실수가 반복되는 경향이 나타났다. 다섯째, 피드백이 구체적 지침과 연결되지 않거나 동일한 지적이 반복되어, 학습자가 개선 방향을 명확히 설정하기 어려웠다. 여섯째, 일부 학습자는 교수자의



지시에 지나치게 의존하며 계획 수립과 역할 수행에서 수동성을 보였고, 팀 내 역할 불균형으로 이어졌다.

이러한 분석 결과는 PBL 수업에서 학습자가 계획-실행-점검의 과정을 스스로 조율할 수 있도록 체계적 지원이 필요함을 시사한다. 코딩 결과는 설계요건 매트릭스와 평가 매트릭스 구성의 기초 자료로 활용되었으며, 조력 AI의 단계별 개입 시점과 조력 수준을 구체화하는 근거로 참고되었다.

구분	소속 및 전공 분야	직위	교수 경력	담당 교과목	PBL 운영 경험	인터뷰 방식
교수자	영상 콘텐츠 제작 교육	겸임교수	5	촬영기법	있음	비대면
교수자	VFX	대학강사	4	모션그래픽	있음	비대면

[표 4-1] 본 연구의 현장 전문가, 교수자 인터뷰 참여자 정보

탐색 영역	세부 질문	분석 의도
수업 설계 구조	현재 운영 중인 PBL 수업의 단계와 주요 구성은 어떻게 이루어져 있습니까?	교수자의 실제 수업 구조 및 자율적 설계 방식 파악
운영 부담 요인	PBL 수업의 설계, 운영, 평가 과정에서 교수자가 가장 부담을 느끼는 부분은 무엇입니까?	시간, 피드백, 평가 등 교수자 부담 구조 확인
학습자 어려움	학습자들이 영상 콘텐츠 제작형 PBL 수업에서 주로 겪는 어려움은 무엇입니까?	학생의 협업, 기술, 시간 관리, 자기주도성 문제 도출
상호작용 양상	협력적 문제해결 과정에서 교수자와 학습자의 상호작용은 어떤 방식으로 이루어지고 있습니까?	교수자 조력 방식과 학습자 자율성 발현 수준 탐색
AI 활용 현황	현재 수업에서 AI 또는 디지털 도구를 어떤 방식으로 활용하고 계십니까?	AI, 디지털 도구 활용 실태 및 교수자 태도 파악
AI 활용 기대	향후 PBL 수업에서 AI 기술이 어떤 형태로 적용되면 수업 운영에 도움이 된다고 생각하십니까?	AI 에이전트의 교수학습 조력기능 조력 기능 설계 방향 도출

[표 4-2] 본 연구의 현장 전문가, 교수자 인터뷰 질문항목 구성

코드	하위 주제	주요 진술 요약	의미 해석
C1	과제 인식 혼란	수업 목표와 절차를 명확히 이해하지 못하고 결과물 중심으로 접근함	학습 과정의 구조화 미흡, 단계적 수행 인식 부족
C2	피드백 전이 한계	피드백이 실제 제작 단계로 반영되지 못함, 시차로 인해 적용 어려움	피드백의 실시간성 부족, 실행 단절 발생
C3	기술 격차	학습자 간 조작, 편집 능력 차이로 수업 속도와 몰입도 불균형	기술 수준 차로 인한 학습 효율 저하
C4	성찰 부족	결과 제출로 학습을 종료하고 과정 점검이나 복기가 이루어지지 않음	자기점검 결여, 경험 축적 불가
C5	피드백 비구체성	피드백이 형식적, 반복적이라 개선 방향 인식이 어려움	피드백의 차별성과 실효성 부족
C6	수동적 참여	스스로 계획하기보다 지시를 기다리는 태도	주도성 약화, 의존적 학습 태도 강화

[표 4-3] 본 연구의 현장문제 중심 코딩표

4.2.2. 문헌 분석표

본 연구의 문헌분석표는 AI 조력 기능, 프로젝트 기반 학습(PBL), 설계기반연구(DBR)를 중심으로, 영상 콘텐츠 제작 PBL 수업모형의 이론적 기반과 설계 논리를 체계화한 결과물이다. 각 이론의 개념과 작동 구조를 분석해 설계 요건과 평가 준거의 근거를 정리하고, 이론이 실제 설계 요소로 전환되는 과정을 구조화하였다(McKenney & Reeves, 2012; Wang & Hannafin, 2005).

AI 조력 기능은 인지적 도제(Collins et al., 1989)와 메타인지적 스캐폴딩(Azevedo & Hadwin, 2005)을 중심으로 분석하였다. 인지적 도제의 외현화-조정-내면화 구조(Brown et al., 1989)는 여섯 조력 원리-명료성, 유용성, 적절성, 성찰성, 구체성, 자율성-의 이론적 근거가 되었으며, 학습자의 사고를 단계적으로 구조화하고 내면화하는 방향으로 조력 기능을 정렬하였다.

메타인지적 스캐폴딩은 계획-실행-점검-성찰의 흐름 속에서 질문 유도, 자동 피드백, 로그 기반 점검 기능의 설계 기준을 제시하였으며, AI가 학습자의 사고 과정을 실시간으로 조절하는 지원 체계로 작동하도록 구체화되었다(Wu et al., 2020; Rostam et al., 2024).

PBL 분석은 실제성, 학습자 주도, 협업, 산출물 공유, 과정 중심 평가 등의 원리가 조력 기능과 어떻게 연결되는지를 고찰하였다(Hmelo-Silver, 2004; Savery, 2006). 명료성과 유용성은 문제 이해와 맥락화, 자율성은 주도적 수행, 성찰성과 적절성은 협업과 평가에 대응하였고, AI 피드백과 로그는 학습 전 과정을 점검하는 장치로 작동하였다.

DBR 분석은 설계-실행-분석-리디자인의 순환 구조를 기반으로, 이론 기반 산출물이 설계요건 및 평가 매트릭스 구성의 논리적 출발점이 되도록 정리하였다(Reeves, 2006; Anderson & Shattuck, 2012).

종합하면, 문헌분석표는 AI 조력 원리, PBL 단계 흐름, DBR 순환 구조를 통합한 설계 기반 논리로 작동하며, 교수자-학습자-AI 간 상호작용을 설명하는 이론틀로 기능한다. 이 분석틀은 수업모형의 설계 요건, 평가 준거, 전문가 검토 체계를 뒷받침하며 이론적 타당성과 실천 가능성을 함께 확보한다.



분석 영역	연구 목적	주요 개념	적용 맥락	시사점	참고문헌
AI 에이전트의 교수학습 조력 원리	인지적 도제이론 기반 조력 구조 규명	외현화, 피드백, 성찰, 내면화, 명료성 등 여섯 원리	사고 조정, 내면화 지원	인지적 순환 구조의 디지털 구현	Collins et al. (1989); Hmelo-Silver (2004)
AI 에이전트의 교수학습 조력 기능	메타인지 스캐폴딩 기반 기능 체계 탐색	계획-실행-점검-성찰, 여섯 기능 구조	자기조절, 피드백 자동화	학습자 자기조절 강화	Azevedo & Hadwin (2005); Wu et al. (2020)
AI 에이전트의 교수학습 조력 유형	학습자, 교수자용 GPTS 구조 분석	개념 명료화, 설계 지원, 리포트 제공	교수자-학습자 피드백 연계	이중 조력 구조 형성	McKenney & Reeves (2012); Rostam et al. (2024)
AI 에이전트의 교수학습 조력 형태	데이터 순환 기반 표현 구조 정립	텍스트 피드백, 기록-요약-전송	비생성형 언어모델 조력	구조적 피드백 체계 확립	Wang & Hannafin (2005)
PBL 단계	문제 중심 학습 단계 체계화	문제 정의-탐구-실행-성찰	AI 피드백 단계별 적용	단계 연계, 순환성 강화	Hmelo-Silver (2004)
PBL 효과	학습자 역량 향상 검증	자기주도, 협업, 성찰, 만족	AI 기반 학습성과 향상	조력 타당성 확보	Strobel & van Barneveld (2009)
PBL 핵심 원리	자율적 탐구 학습 원리 통합	실제성, 주도성, 협업, 평가, 정합성	AI 피드백-학습 단계 대응	자율성, 협업, 성찰 강화	Savery (2006)
PBL 교수자 역할	교수자의 설계, 피드백 역할 명료화	코칭, 점검, 중재	교수자용 GPTS 리포트 활용	피드백 역량 강화	McKenney & Reeves (2012)
PBL 학습자 역할	학습자 중심 문제 해결 구조 분석	탐색, 협업, 분석, 제작, 성찰	학습자용 GPTS 활용	자기주도 협업 강화	Savery (2006)
PBL과 영상콘텐츠 제작	실무형 프로젝트 학습 연계	시각적 산출, 협업 제작	영상 제작 과정에 PBL 적용	실무형 학습 구조 강화	Hmelo-Silver (2004)
DBR 단계	순환형 설계-검증 구조 적용	설계-실행-리디자인-검증	수업모형 설계안 개선	이론-실천 통합	Reeves (2006)
DBR 연구도구	설계 검증 자료 체계화	문헌분석표, 매트릭스, 설문, 로그	형성적 검증 자료로 활용	설계 개선 근거 확보	Anderson & Shattuck (2012)

[표 4-4] 본 연구의 문헌 분석표

4.2.3. 설계 요건 매트릭스

설계 요건 매트릭스는 문헌 분석에서 도출한 이론적 조력 원리와 현장 인터뷰로 확인된 수업 요구를 연결하여, 영상 콘텐츠 제작 PBL 수업에 적용할 AI 조력 에이전트 설계 방향을 구조화한 결과물이다. 여섯 조력 원리(명료성, 유용성, 적절성, 성찰성, 구체성, 자율성)를 중심으로 수업 조건, 대응 전략, 기대 성과를 함께 제시하였다(Wang & Hannafin, 2005; McKenney & Reeves, 2018).

명료성은 목표와 절차 인식 부족에 대응하여, 단계별 안내 및 자동 알림으로 학습 흐름을 명확히 하는 전략을 포함하였다. 유용성은 피드백의 실제 수행 연결 부족 문제를 반영해, 각 제작 단계에서 즉시 적용 가능한 실행 중심 피드백 제공을 목표로 설계되었다(Hattie & Timperley, 2007).

적절성은 기술 격차와 인지 부담 문제에 기반해, 학습자의 숙련도에 따라 피드백을 차등 제공하고 학습 난이도 조절 기능을 포함하였다(Azevedo & Hadwin, 2005). 성찰성은 결과물 중심의 활동으로 인해 성찰이 약화되는 문제를 보완하고자, 로그 기반 질문과 과정 기록을 활용한 자기 점검 전략을 포함하였다(Savery, 2006).

구체성은 피드백의 추상성과 반복성으로 인한 개선 방향 불명확성을 해결하기 위해, 단계 중심의 세분화된 피드백과 사례 기반 지침을 제시하도록 구성되었다(Shute, 2008). 자율성은 교수자 지시 의존을 줄이기 위해, 학습자가 조력 시점과 수준을 선택할 수 있는 구조를 마련하였다(Ryan & Deci, 2000).

결과적으로 매트릭스는 각 조력 원리를 통해 목표 명확화, 피드백 적용 강화, 수준별 지원, 과정 성찰 촉진, 수행 지침 구체화, 주도성 증진이라는 성과를 도출하였으며, 교수자 중심 운영을 완화하고 학습자가 계획-실행-점검을 스스로 조정할 수 있는 수업 설계의 기반을 제공한다.

구분	조건 (Condition)	전략 (Strategy)	기대 결과 (Outcome)
명료성	수업 목표와 절차를 명확히 이해하지 못하고 결과물 중심으로 접근함	단계별 안내와 알림을 통해 학습 흐름을 구조화함	학습자가 단계별 목표를 명확히 인식하고 과제 수행의 논리적 순서를 이해할 수 있는 구조 마련
유용성	피드백이 제작 과정에 반영되지 못하고 적용이 지연됨	즉시 실행 가능한 피드백을 제공하여 실시간 반응을 지원함	피드백이 수행 행동으로 전환되도록 순환적 반응 체계 구축
적절성	학습자 간 기술 수준 차이로 수업의 균형과 몰입도가 저하됨	수준별 맞춤 피드백을 제공하여 학습 참여를 조정함	학습자 수준에 맞춘 단계별 지원으로 균형 있는 학습 환경 조성
성찰성	결과 제출 후 학습 과정 복기와 개선 활동이 부족함	로그와 제작 기록을 활용해 성찰 질문과 과정 보고서를 제공함	학습자가 과정을 되돌아보며 개선점을 도출할 수 있는 성찰 구조 강화
구체성	피드백이 추상적이고 반복적으로 제시되어 개선 방향 인식이 어려움	사례 중심 피드백을 제공해 구체적 실행 방법을 제시함	피드백이 실제 작업과 연결되어 구체적 이해를 돕는 구조 설계
자율성	학습자들이 교수자의 지시에 의존하며 수동적으로 참여함	선택형 조력 구조를 도입해 학습자가 필요한 지원만 요청하도록 함	학습자가 조력 수준을 스스로 조정하며 자기주도적 학습을 수행할 수 있는 환경 구축

[표 4-5] 본 연구의 설계 요건 매트릭스

4.2.4. 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 설계안 도출

현장문제 중심 코딩표, 문헌 분석표, 설계 요건 매트릭스를 통합하여 구체화한 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 설계안은, 평가 매트릭스의 준거로 활용되며 수업모형의 타당성과 적용 가능성을 검토하는 기초 자료로 기능한다.

영상 콘텐츠 제작 기반 수업에서는 과제 목표와 절차에 대한 이해 부족, 피드백 적용 지연, 기술 격차, 성찰 활동의 부족, 피드백의 구체성 결여, 학습자의 수동성 등이 반복적으로 나타났으며, 이는 교수자 중심 운영을 강화하고 학습자의 자기주도성과 협업 역량을 저해하는 요인으로 작용하

였다.

본 연구는 프로젝트 기반 학습, 인지적 도제, 설계기반연구의 이론을 통합하여 설계 원리 체계를 구성하였다. 프로젝트 기반 학습은 실제 문제 해결과 단계적 탐구에 기반해 조력 시점과 흐름을 정리할 기준을 제공하였으며(De Graaff & Kolmos, 2003), 인지적 도제는 모델링, 코칭, 스캐폴딩, 성찰, 탐색을 통해 학습자의 사고 과정을 드러내고 조정할 수 있는 조력 구조를 제시하였다(Collins et al., 1989). 설계기반연구는 설계-실행-분석-재설계의 순환 과정을 통해 실천 적합성을 지속적으로 점검하고 정련할 수 있도록 하였다(McKenney & Reeves, 2018).

이러한 통합 분석을 바탕으로 구성된 조력 에이전트는 학습 전반에 걸쳐 조력 흐름을 유지하며, 목표 인식 명료화, 수행 점검, 오류 수정, 성찰 유도, 협업 조정 등을 체계적으로 지원하도록 설계되었다. 이는 학습자의 자기조절과 협업 수행을 강화하고, 교수자의 피드백 부담을 경감하며, PBL 단계 구조와 인지적 도제 원리를 수업 운영과 AI 기능에 적용하는 기본 틀로 활용된다.

이론	핵심 개념	설계 적용 근거	주요 문헌
PBL	실제 문제 해결 중심 학습, 학습자가 탐구, 실행, 성찰을 통해 지식 구성	학습 단계별 조력 시점 설계의 기준	Barrows (1985); De Graaff & Kolmos (2003)
인지적 도제	전문가의 사고 과정을 모델링하고 점진적 자율화 유도	모델링, 코칭, 스캐폴딩, 성찰 등 여섯 원리를 조력 기능 설계의 축으로 활용	Collins et al. (1989)
DBR	설계-실행-분석-재설계의 순환을 통한 이론-실천 통합 연구 방법	AI 에이전트의 교수학습 조력기능 설계, 검증, 개선의 절차적 틀로 적용	Wang & Hannafin (2005); Reeves (2006)

[표 4-6] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 설계안의 이론적 기반



설계 요건 매트릭스는 여섯 가지 조력 원리를 바탕으로, 현장의 주요 문제(Condition), 대응 전략(Strategy), 기대 결과(Outcome)를 구조화하여 수업모형 설계의 구체적 기준으로 활용되었다(Wang & Hannafin, 2005; McKenney & Reeves, 2018). 각 조력 원리는 PBL 단계 흐름에 따라 조력 시점과 강도를 조정할 수 있도록 설계되었으며, 수행 점검, 피드백 적용, 성찰, 확장 학습이 연속적으로 이루어지도록 구성되었다(De Graaff & Kolmos, 2003; Collins et al., 1989).

설계안은 교수자와 AI 에이전트 간 역할을 분리하여 각자의 책임 범위를 명확히 하였다(UNESCO, 2021). 교수자는 목표 해석, 성과 평가, 학습자 간 조정 등 의미 판단이 필요한 영역을 담당하고, AI는 절차 안내, 자료 정리, 자동 피드백, 자기조절 유도 등 기능 중심의 지원을 수행하도록 구성되었다. AI의 조력은 근거 기반 제공을 원칙으로 하되, 성취 평가에는 개입하지 않도록 제한하여, 학습자의 주도성과 교수자의 평가 권한을 유지하도록 설계되었다(UNESCO, 2021; 교육부, 2023).

종합하면, 본 설계안은 설계 요건 매트릭스를 토대로 조력 구조와 역할 분담 원칙을 확립한 것으로, 이후 DBR 순환 과정에서 설계의 타당성과 적용 가능성을 검토하기 위한 준거로 기능한다(Wang & Hannafin, 2005; McKenney & Reeves, 2018).



조력 원리	조건 (Condition)	전략 (Strategy)	기대 효과 (Outcome)
명료성	학습자가 과제 목표와 절차를 명확히 인식하지 못함	단계별 안내와 알림을 통해 학습 흐름을 구조화함	목표와 수행 단계를 명확히 인식하고 학습 과정의 일관성을 확보함
유용성	피드백이 제작 과정에 실시간으로 반영되지 않음	즉시 실행 가능한 피드백을 제공하여 실시간 수정과 반응을 지원함	피드백이 수행 행동으로 전환되어 순환적 학습 체계를 형성함
적절성	학습자 간 기술 수준 격차로 학습 몰입도가 불균형함	수준별 맞춤 피드백을 제공하여 참여 강도를 조정함	학습자의 역량 수준에 맞는 균형적 학습 환경을 조성함
성찰성	결과 제출 후 학습 과정을 복기하거나 개선하는 활동이 부족함	로그 기반 성찰 질문과 과정 보고서를 자동으로 제시함	학습자가 수행 과정을 점검하고 개선점을 도출하는 성찰 구조를 강화함
구체성	피드백이 추상적이고 반복적으로 제시되어 실행이 어려움	사례 중심의 절차와 방법을 구체적으로 제시함	피드백이 실제 수행 단계로 연결되는 구체적 실행 지원 구조를 형성함
자율성	학습자가 교수자 지시에 의존하며 수동적으로 참여함	선택형 조력 구조를 통해 학습자가 필요한 지원을 선택하고 조정함	학습자가 스스로 학습 목표를 설정하고 자기조절 학습을 수행할 수 있는 환경을 조성함

[표 4-7] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 설계 요건 매트릭스

4.2.5. 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 활용 수업모형 (v1)

수업모형 설계안(v1)은 현장문제 중심 코딩표, 문헌 분석표, 설계 요건 매트릭스를 통합해 DBR Cycle 1 실행을 위한 운영 체계로 구성되었다. 이 설계안은 PBL 단계 구조와 인지적 도제의 교수 요소를 바탕으로, 여섯 범주의 주요 문제를 단계별 운영 절차와 AI 조력 기능으로 완화하는 방향을 제시한다(Barrows, 1985; De Graaff & Kolmos, 2003; Collins et al., 1989). 여섯 조력 원리는 목표 이해, 수행 점검, 피드백 적용, 성찰, 협업 조정 기능을 단계별로 적절히 분담하는 기준으로 적용되었다.

문제 정의 단계에서는 교수자가 과제 목표와 평가 기준을 제시하고, 학습

자는 팀 구성 및 기획 초안을 수립한다. AI는 단계 안내, 일정 알림, 점검 목록을 통해 학습자의 목표 이해와 절차 인식을 지원한다(Hattie & Timperley, 2007).

탐구 설계 단계에서는 교수자가 기획 구조를 점검하고, 학습자는 스토리보드와 촬영 계획을 수립한다. AI는 역할 분배 확인과 수준별 피드백을 제공해 기술 격차로 인한 참여 불균형을 완화하고, 다음 단계로의 연결을 촉진한다(Azevedo & Hadwin, 2005).

실행 단계에서는 학습자가 제작 작업을 수행하고, 교수자는 오류 확인과 피드백을 제공한다. AI는 오류 및 보완 사항을 정리하고 절차 중심의 개선 제안을 제시해 실질적 수정이 이루어지도록 돕는다(Shute, 2008).

공유 및 성찰 단계에서는 교수자가 발표 평가와 종합 피드백을, 학습자는 성찰 보고서를 작성한다. AI는 성찰 질문과 개선 제안을 통해 의사결정의 근거를 점검하고, 다음 과제로의 환류를 지원한다(Zimmerman, 2002; McKenney & Reeves, 2018).

본 설계안은 고등교육 맥락에 적용 가능한 개방형 초기 모형으로, 교수자, 학습자, AI의 역할을 구조화하고 DBR Cycle 1 실행을 위한 형성적 점검과 개선 가능성을 포함하도록 구성되었다.

단계	교수자 주요 활동	학습자 주요 활동	조력기능 개입 초점	대표 산출물
문제 정의	프로젝트 주제 제시, 일정 안내	주제 탐색, 역할 분담, 기획안 작성	목표 명료화, 일정 관리	기획안
탐구 설계	계획 점검, 자료 평가	스토리보드, 촬영 계획 수립	계획 구체화, 협업 조정	스토리보드, 촬영 계획표
실행	중간 피드백, 품질 확인	촬영, 편집, 오류 수정	오류 탐지, 중간 피드백	중간 편집본, 피드백 요약
공유 및 성찰	결과 발표 평가, 종합 피드백	최종 결과 발표, 자기, 팀 성찰	성찰 촉진, 개선 제안	최종 편집본, 성찰 보고서

[표 4-8] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트의 단계별 운영 구조

교수자, 학습자, 조력 AI 에이전트 간의 역할 분담은 AI 기반 수업 운영에서 교육적 타당성과 윤리 기준을 동시에 확보하기 위한 원칙으로 설정되었다. 이 구조는 교수자의 판단, 학습자의 주도적 수행, AI의 절차적 지원이 상호 보완적으로 작동함을 전제로 한다.

교수자는 학습 목표 해석, 수업 흐름 조정, 피드백과 평가 등 교육적 판단이 요구되는 역할을 수행하며, AI는 이를 보완하는 조력자로 제한된다(Collins et al., 1989). AI가 제공하는 정보는 참고용이며, 수업 방향성과 성취 판단의 책임은 교수자에게 있다.

학습자는 과제 수행, 협업, 피드백 반영, 성찰을 주도하며, 계획-실행-점검-성찰의 전 과정을 자기조절적으로 운영한다(Hmelo-Silver, 2004; Zimmerman, 2002). 이는 자기주도성과 협력적 탐구 능력을 기반으로 하며, 팀 내 의사결정에서도 중심적 역할을 맡는다.

AI 에이전트는 안내, 수행 점검, 자동 피드백, 로그 요약 등 기능 중심 조력을 담당한다. 개입은 사전 규칙과 윤리 기준에 따라 제한되며, 제안과 요약 형태의 피드백만 제공하고, 직접 평가 기능은 포함하지 않는다(UNESCO, 2021; 교육부, 2023). AI는 팀 활동 기록을 정리해 의사결정 과정을 시각화하고, 성찰의 자료로 활용될 수 있도록 구성되었다(McKenney & Reeves, 2018). 이 구조는 DBR의 형성적 검증 원리를 수업 운영에 통합하는 방식으로, 교수자는 해석과 조정, 학습자는 실행과 협업, AI는 절차적 조력과 기록 지원을 담당함으로써 조력의 균형을 유지한다(Wang & Hannafin, 2005). 이는 PBL 수업의 실행 타당성과 윤리적 정당성을 동시에 보장하는 설계 원칙으로 작동한다.



구분	주요 역할	조력의 초점	개입 방식	근거 원칙
교수자	학습 목표 관리, 평가 수행, 질적 피드백 제공	의미 중심 판단, 교육적 조정	직접 피드백, 평가 중심	인간 중심성, 책임성
학습자	프로젝트 수행, 피드백 반영, 자기 성찰	자율적 탐구, 협업 수행	자기조절, 팀 협력	자율성, 성찰성
AI 교수학습 조력기능	단계별 점검, 자동 피드백, 로그 기록	절차적 지원, 성찰 촉진	비평가적 제안, 요약	투명성, 공정성

[표 4-9] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트의 역할 분담

본 연구의 수업 운영은 단계 종료 시 팀 단위 산출물을 제출하고, AI 에이전트가 학습 중 생성된 대화 로그와 피드백 데이터를 저장하는 방식으로 구성되었다. 로그에는 시점, 단계 태그, 피드백 유형이 포함되며, 모든 자료는 비식별화 후 보관하였다. 수집된 자료는 과정 중심 평가 및 성찰 분석에 활용되어 DBR의 실증적 요구를 충족하는 근거로 기능한다 (McKenney & Reeves, 2018).

수업모형 설계안(v1)은 PBL 단계 구조와 인지적 도제 요소를 통합하였고, 현장 분석을 통해 파악된 교수·학습상의 문제를 완화할 운영 장치를 포함하였다(Barrows, 1985; De Graaff & Kolmos, 2003; Collins et al., 1989). 수업은 설계-문제 정의-탐구 설계-실행-성찰-환류의 여섯 단계로 구성되며, 각 단계에 따라 AI 조력 시점과 피드백 방식이 조정되도록 설계되었다.

AI 에이전트는 여섯 조력 원리를 기반으로 안내, 수행 점검, 자동 피드백, 성찰 유도를 담당하고, 교수자는 목표 해석과 평가 등 교육적 판단이 요구되는 역할을, 학습자는 산출물 생성과 자기조절 활동을 담당하도록 역할을 구분하였다(UNESCO, 2021; McKenney & Reeves, 2018).

운영 체계는 두 차례의 DBR 순환을 통해 검증되었다. Cycle 1에서는 전문가 검토 및 실행 자료를 바탕으로 설계 타당성을 확인하고 개선안을 도

출하였으며, Cycle 2에서는 해당 개선안을 동일 맥락에 적용하여 학습 만족도, 협업 역량, 자기주도성 변화 및 조력 효과를 점검하였다(Reeves, 2006; Anderson & Shattuck, 2012).

종합하면, 본 운영 구조는 설계-실행-분석-리디자인-검증의 DBR 순환을 기반으로 하며, 수업 자료의 추적과 조력 구조의 검토가 통합적으로 이루어지는 설계·운영 일체형 체계로 정리된다.

항목명	세부 내용
단계명	수업 설계, 문제 정의, 탐구 설계, 실행, 공유 및 성찰, 수업 환류
학습목표	인지적, 정의적, 사회적 목표, 문제해결력, 협업능력, 자기주도학습능력 향상
학습자 활동	팀 단위 기획, 촬영, 편집, 성찰, 단계별 과제 수행과 산출물 제작
교수자 조력	단계별 개입 시점 명시, 목표 안내, 기술 피드백, 협업 조정, 성찰 지도
AI 에이전트의 교수학습 조력기능 조력	여섯 조력 원리(명료성, 유용성, 적절성, 성찰성, 구체성, 자율성) 기반 목표 안내, 점검, 피드백, 성찰 문항 제시
상호작용 구조	교수자-학습자-AI 삼자 피드백 구조, AI 요약-교수자 판단-학습자 반영 순환 체계
산출물	기획안, 촬영 계획서, 편집본, 성찰문, 환류 보고서
평가 기준	여섯 조력 원리 기반 루브릭, 과정 중심 수행평가 준거
성찰 및 피드백	팀 성찰, 개별 피드백, AI 자동 성찰 프롬프트, 성찰 완료 후 단계 전환
비고	학습 환경, 장비, 도구, AI 플랫폼, 시간 배분, 실행 보완 사항

[표 4-10] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 활용 수업모형 설계안 (v1)

4.2.6. 평가 매트릭스 도출

평가 매트릭스는 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 기반 수업모형의 작동 타당성을 점검하기 위해 개발된 분석 도구로, DBR의 형성적 검증 절차를 바탕으로 구성되었다(Wang & Hannafin, 2005; McKenney & Reeves, 2018). 여섯 조력 원리를 수업 장면에서 관찰 가

능한 평가 기준으로 전환해 Cycle 2의 리디자인과 설계 원리 정련의 근거로 활용하였다.

항목은 설계 품질, 학습 과정, 수행 결과의 세 영역으로 나뉘며, 각 영역에 명료성, 구체성, 유용성, 적절성, 성찰성, 자율성을 공통 기준으로 적용하였다. 평가는 결과 점수보다 수업 설계와 실행이 학습에 미친 영향을 확인하는 데 중점을 두었다(Reeves, 2006).

설계 품질은 수업 구조와 피드백 설계의 적정성을 중심으로 구성되었고, 명료성과 구체성 기준에 따라 교수자 운영 기록과 AI 피드백 로그를 분석하였다(Hattie & Timperley, 2007). 학습 과정은 AI 조력이 수행과 협업에 미친 영향을 유용성과 적절성 기준으로 확인하였으며, 학습자 대화 로그, 팀 상호작용 기록, 교수자 성찰노트를 활용하였다(Edelson, 2002; Barab & Squire, 2004).

수행 결과는 성찰성과 자율성의 발현 여부를 중심으로 평가되었고, 학습자 성찰 보고서, 피드백 응답 로그, 교수자 관찰 자료를 기반으로 자기점검 빈도와 피드백 활용 양상을 지표로 삼았다(Hadwin et al., 2017). 평가는 3점 척도로 진행되며, 점수와 서술 의견을 함께 기록하여 해석 근거를 확보하였다. AI 로그, 교수자 성찰노트, 학습자 설문, 루브릭 평가 자료도 병행 활용되었다. 평가 매트릭스는 여섯 조력 원리를 기준으로 수업 실행의 타당성을 검토하고, 실증 자료를 바탕으로 설계 개선 방향을 도출하는데 활용되었다(Wang & Hannafin, 2005; McKenney & Reeves, 2018).



평가 영역	평가 항목	평가 기준	관찰 지표	평가 척도	서술형 의견
I. 설계 품질 영역	명료성 (Clarity)	목표·절차 결과물 안내 명료성	단계별 안내 구조, 진행 상황 파악 용이성, 학습자 혼선 여부	충실 부분 미흡	
	구체성 (Specificity)	실행 지침 행동 요구의 구체성	촬영·편집 지침 구체성, 예시 제시 여부, 교수자·AI 피드백 일관성		
II. 학습 과정 영역	유용성 (Usefulness)	실제 과제 수행 지원 정도	즉각적 도움, 실행 과정 연계성, 불필요 개입 최소화		
	적절성 (Relevance)	수준·상황 적합성	팀별 난이도 적합성, 용어 이해도, 기술·상황 반영도		
III. 수행 결과 영역	성찰성 (Reflexivity)	자기점검 개선 촉진 정도	요약 제공, 성찰 유도 질문 반응, 개선 요소 도출		
	자율성 (Autonomy)	선택권 주도성 보장 정도	자가 판단, 독립적 수정, AI 의존 최소화		

[표 4-11] 본 연구의 평가 매트릭스 요약표

4.3. 전문가 검토 결과 및 분석

4.3.1. 전문가 선정

전문가 검토는 Cycle 1 실행에 앞서, 이론적 설계를 바탕으로 구성된 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 수업모형의 타당성을 점검하기 위해 실시되었다. 검토 목적은 설계안의 구성 논리와 내용의 정합성을 확인하고, 고등교육 맥락에서의 운영 가능 조건을 사전 정리하는 데 있다 (Reeves, 2006; McKenney & Reeves, 2018).

전문가 집단은 교육공학, AI·에이전트 기술, 영상 콘텐츠 제작 분야에서 각 2인씩 총 6인으로 구성되었다. 교육공학 전문가는 수업모형 구성요소 간 정합성과 평가 기준의 적절성을, AI 전문가는 조력 기능의 구현 가능성과 시스템 안정성을, 영상 제작 전문가는 과업 구조와 단계 운영의 현실성을 중심으로 검토하였다.

전문가 선정 기준은 박사학위 보유 또는 해당 분야 5년 이상 실무 및 강

의 경력으로 설정하였다(장혜정 & 류완영, 2006; 김성봉 & 홍효정, 2010). 평가는 여섯 조력 원리를 기준으로 정량 평정과 서술 의견을 병행 하였으며, 결과는 설계안 수정과 리디자인의 근거로 활용되었다.

코드	직업	최종학력	전문분야	경력
E01	교수	박사	교육전문가	25
E02	수석연구원	석사	교육공학	23
E03	교수	박사수료	영상 콘텐츠 제작	20
E04	교수	박사수료	영상 콘텐츠 제작	14
E05	교수	박사	AI 에이전트	20
E06	교수	박사	AI 공학	8

[표 4-12] 본 연구의 전문가 검토 선정 명단

4.3.2. 전문가 검토 평가지 설계

전문가 검토지는 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 수업모형 초기안(v1)의 타당성을 Cycle 1 실행 이전에 점검하기 위해 개발된 형성 적 평가 도구이다(McKenney & Reeves, 2018; Reeves, 2006). 설계안의 구성 수준을 확인하고, 수업 적용 과정에서 발생할 수 있는 문제 요소를 사전 식별하는 데 목적이 있다.

검토지는 네 개 영역, 총 10개 문항으로 구성되었으며, 각 영역은 이론적 정합성, 실천적 타당성, 구성 및 명료성, 개선 및 제언으로 구분된다. 평가는 5점 리커트 척도를 적용하였고, 문항별로 서술 의견란을 두어 점수의 근거와 보완 제안을 함께 수집하도록 설계되었다(Lynn, 1986).

이론적 정합성은 PBL 단계 구성과 조력 개념의 일치 여부, 실천적 타당성은 AI 개입 시점, 강도, 역할 분담, 단계 연결성의 실행 가능성을 중심으로 구성되었다(Wang & Hannafin, 2005). 구성 및 명료성은 문서의 일관성, 용어 적절성, 기능 서술의 구체성을 점검하며, 개선 및 제언은 정량

평가로 포착하기 어려운 운영상 위험과 수정 방향을 수집하기 위해 포함되었다.

문항은 내용타당도지수 산출이 가능하도록 단일 판단 기준으로 구성되었으며(Polit et al., 2007), 여섯 조력 원리와 PBL 단계, 조건-전략-성과 구조 간 대응이 반영된 고정 문항 체계를 유지하였다. 검토 결과는 설계안의 수정 및 리디자인에 근거 자료로 활용되었다.

구분	평가 항목	평가 기준	평정 (1~5점)	전문가 의견 (서술형)
I. 이론적 정합성	1. 수업모형 설계안이 PBL의 핵심 단계(문제정의-탐구-제작-공유-성찰)를 이론적으로 타당하게 반영하고 있다.	구성주의 학습이론과 PBL 구조의 부합성		
	2. AI 에이전트의 교수학습 조력기능의 조력 기능이 인지적 도제의 원리에 부합하고 있다.	인지적 도제이론 기반 조력의 적합성		
	3. 교수자, 학습자, AI 간의 역할 분담이 설계 이론과 일관성을 유지하고 있다.	교수학습 역할 구조의 논리적 정합성		
II. 실천적 타당성	4. 제시된 수업모형 설계안이 실제 수업 환경에서 실행 가능한 수준으로 구성되어 있다.	단계별 운영 절차의 현실 적합성		
	5. AI 에이전트의 교수학습 조력기능의 조력 방식이 교수자의 수업 운영 부담을 완화할 수 있다.	조력 시점과 강도의 적정성		
	6. 학습자 활동과 산출물이 수업 목표 달성에 실질적으로 기여할 수 있다.	과제 수행과 학습목표의 일치도		
III. 구성 및 명료성	7. 수업모형 설계안의 단계 구성과 흐름이 명확하게 제시되어 있다.	문서 구조의 논리성과 시각적 명료성		
	8. AI 에이전트의 교수학습 조력기능의 조력 기능이 구체적으로 기술되어 있다.	기능별 구체성 및 명시성		
IV. 개선 및 제언	9. 보완이 필요하다고 판단되는 요소가 있다.	설계, 운영, 평가 관점의 구체적 제언		
	10. 전반적인 모형의 강점과 개선 방향이 있다.	실천적 활용 가능성과 확장성		

[표 4-13] 본 연구의 전문가 검토 평가지

4.3.3. 전문가 검토 결과 분석

AI 에이전트의 교수학습 조력기능을 활용한 PBL 수업모형 설계안에

대한 전문가 검토는, 이론적 설계 단계에서 구성된 조력 구조가 교육공학 적 기준에 부합하고 수업 현장에서 실행 가능한 수준의 타당성을 갖추었 는지를 확인하기 위해 실시되었다(Reeves, 2006; McKenney & Reeves, 2018). 검토는 설계 요건 매트릭스에서 도출한 여섯 조력 원리를 기준으로 수행되었다.

전문가 집단은 교육공학, 인공지능 활용 교육, 영상 콘텐츠 제작 분야에 서 각 2명씩 총 6명으로 구성되었으며, 박사학위 소지 또는 해당 분야 5 년 이상 경력 보유자를 선정 기준으로 하였다. 평가는 5점 리커트 척도로 이루어졌으며, 평정 결과를 바탕으로 내용타당도지수(CVI)를 산출하였다.

분석 결과 전체 평균 CVI는 0.91로, 명료성 0.93, 구체성 0.92, 유용성 0.91, 적절성 0.90, 자율성 0.90, 성찰성 0.89로 나타났다. 이는 설계안의 주요 구성 요소가 안정적으로 정리되었음을 시사한다. 서술 의견에서는 단 계 구조의 제시, 역할 분담의 구분, 과업 흐름의 체계성이 강점으로 평가 되었다.

평가 항목	CVI 지수	수용 기준	주요 평가 내용
명료성	0.93	≥ 0.80	교수자, 학습자, AI 에이전트의 교수학습 조력기능 간 역할 구분이 명확함. 단계별 피드백 시점이 체계적으로 제시됨.
유용성	0.91	≥ 0.80	AI 에이전트의 교수학습 조력기능의 자동 피드백이 교수자의 반복 피드백 부담을 완화함.
적절성	0.90	≥ 0.80	조력 강도 조절 기능이 타당하며, 학습자 수준별 지원 가능성이 있음.
성찰성	0.89	≥ 0.80	로그 기반 피드백이 자기점검을 촉진함.
구체성	0.92	≥ 0.80	단계별 산출물과 수행 단위가 명확히 대응됨.
자율성	0.90	≥ 0.80	피드백이 선택형 권고 형태로 제시되어 학습자의 자율성을 촉진함.
평균	0.91	—	여섯 조력 원리 모두 수용 가능한 수준의 타당도 확보.

[표 4-14] 전문가 검토 내용타당도(CVI) 분석 결과

전문가 서술 의견에 대한 정성 분석은 Braun과 Clarke(2006)의 주제분석 절차에 따라, 여섯 조력 원리를 기준으로 코드를 정리하고 반복 언급된 판단 근거와 개선 제안을 주제 단위로 통합하는 방식으로 수행되었다.

명료성에 대한 평가는 역할 분담과 운영 흐름이 비교적 명확하게 구분되어 있어 수업 적용 시 해석 부담이 크지 않다는 점을 긍정적으로 평가하였다. 유용성과 관련해서는 자동 피드백과 로그 요약 기능이 실용적이며, 교수자의 부담을 줄이고 학습자의 수정 및 보완을 촉진할 수 있다는 기대가 반복되었다. 특히 로그 요약은 팀 활동의 흐름을 정리하는 도구로서, 과정 중심 평가의 근거 자료로 활용 가능하다는 의견이 제시되었다.

적절성에 대해서는 AI 개입의 시점과 강도를 조절할 필요성이 강조되었다. 개입이 과도하면 학습자의 판단과 교수자의 조정이 약화될 수 있으므로, 팀의 이해 및 기술 수준을 고려한 조력 밀도 조절 기준이 요구되었다. 성찰성과 관련해서는, 로그 요약만으로는 성찰이 표면적 수준에 머물 수 있으므로, 자기점검 문항이나 성찰 질문을 구조화하여 단계 종료 시점에 추가할 필요가 있다는 의견이 다수 확인되었다.

구체성에 대한 평가는 산출물과 수행 단위를 단계별로 연결한 점을 강점으로 보면서도, AI 피드백의 표현과 용어 정비가 필요하다는 지적으로 이어졌다. 문체나 용어의 일관성이 낮아질 경우 가독성과 현장 활용성이 저하될 수 있다는 우려가 포함되었다. 자율성에 대해서는 선택형 조력 구조가 자기조절 학습을 지원하는 방식으로 해석되었으며, 초기에는 조력을 충분히 제공하되 후반으로 갈수록 조력을 점진적으로 축소하는 설계가 유효하다는 관점이 제시되었다.

전반적으로 전문가 의견은 조력 원리별 설계 방향의 일관성을 긍정적으로 평가하면서도, 실제 수업 적용을 위한 보완 사항을 함께 지적하였다. 강점으로는 역할 분담 구조, 산출물 체계, 피드백과 로그 기능이 언급되었

고, 주요 보완점으로는 개입 강도 조절, 성찰 질문의 구조화, 용어 및 문체의 정비가 제시되었다.

조력 원리	주요 평가 내용	대표 의견	개선 및 제언
명료성	교수자, 학습자, AI 간의 역할이 명확하게 제시되어 있고, 단계별 절차가 구조적으로 정리됨.	“각 단계의 역할 구분이 명확하여 학습자의 이해를 돕는다.” “AI 피드백 시점이 잘 구분되어 단계별 조력의 흐름이 자연스럽다.”	학습자 안내문의 문체를 단순화하고, 프로젝트 예시와 활동 템플릿 병기 필요.
유용성	자동 피드백과 로그 요약 기능이 교수자의 부담을 줄이고 학습자의 실행력을 높임.	“AI 피드백이 즉각적이고 반복 피드백 부담을 덜어준다.” “로그 기록은 학습자의 지속적 개선에 도움이 된다.”	자동 피드백의 실행 맥락을 명확히 제시하고, 실제 수업 예시 추가 필요.
적절성	학습자의 수준별 지원 가능성이 높고 조력 강도의 세분화가 적절함.	“수준별 조정이 가능하다는 점이 현실적이다.” “다만 일부 상황에서는 AI가 지나치게 주도적일 수 있다.”	조력 강도의 자동 조정 알고리즘(fading) 구체화, 피드백 개입 비율 명시 필요.
성찰성	로그 기반 요약과 피드백이 학습자의 자기점검을 촉진함.	“피드백 로그가 성찰의 단초를 제공한다.” “학습 종료 후 자기평가가 있으면 더 완성도가 높을 것 같다.”	단계 종료 시 자기성찰 문항 및 과정 점검 템플릿 추가 필요.
구체성	단계별 산출물과 수행 단위가 명확히 대응되어 있음.	“수업 절차와 결과물이 논리적으로 연결되어 있어 실행 가능성이 높다.” “용어 체계만 조금 더 일관되면 완벽할 것 같다.”	용어 표기와 피드백 형식의 통일, 실무 예시 추가 필요.
자율성	선택형 권고 구조가 학습자의 자기조절학습을 촉진함.	“AI가 권고 형태로 제시되어 학습자가 스스로 선택할 여지가 있다.” “후반 단계로 갈수록 자율성 확대 설계가 타당하다.”	조력 강도의 단계적 축소(fading) 명문화, 자율 선택형 인터페이스 개선 필요.
통합 해석	여섯 조력 원리 모두에서 수용 가능한 수준의 타당도 확보. 이론적 적합성과 실천적 적용 가능성이 균형 있게 검증됨.		조력 언어의 명료화, 피드백 시퀀스 보완, 단계 간 연계 강화 필요.

[표 4-15] 전문가 검토 주제분석 결과

4.3.4. 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 활용 수업모형(v2)

전문가 검토 단계에서는 정량 평정과 서술 의견을 함께 반영하여, 초기 설계안(v1)을 DBR Cycle 1 실행에 적합한 운영 구조(v2)로 조정하였다. 이 과정은 형성적 검증 결과를 설계안의 운영 규칙과 역할 분담에 통합하는 방식으로 이루어졌다(McKenney & Reeves, 2018; Wang & Hannafin, 2005).

내용타당도지수(CVI)는 전체 평균 0.91로, 여섯 조력 원리 모두에서 수용 기준인 0.80을 상회하였다. 서술 의견에서는 AI 개입 범위의 경계, 조력 강도 조절, 교수자 피드백의 실행 반영 구조, 성찰 절차 보완에 대한 요구가 반복적으로 제시되었으며, v2는 이를 운영 규칙 형태로 수용하여 조정되었다.

v2의 핵심 변화는 역할 체계의 재정렬이다. AI 에이전트는 절차 안내, 점검, 요약 등 텍스트 기반 절차 조력 기능으로 한정되었고, 의미 해석이나 성취 판단 등 전문적 판단이 요구되는 기능은 교수자 역할로 유지되었다(Reeves, 2006; UNESCO, 2021). 학습자는 팀 활동을 주도하고, 피드백 적용과 의사결정 과정을 기록하는 주체로 설정되었다.

조력 원리별로는 명료성 강화를 위해 각 단계 시작 시 목표와 평가 준거를, 종료 시에는 점검 문항을 제공하도록 조정하였다. 유용성은 교수자 피드백이 다음 단계의 수행 점검 항목으로 전이되도록 구성하여, 피드백의 실행 가능성을 높였다(Hattie & Timperley, 2007). 적절성은 단계별 조력 강도 차등을 통해 반영되었으며, 각 단계에서 요구되는 안내와 점검 중심의 조력이 배치되었고, 성취 판단은 교수자의 권한으로 남겨두었다.

성찰성은 단계 종료 시 성찰 문항에 대한 응답을 기록하도록 운영 규칙에 포함되어, 교수자의 후속 피드백과 Cycle 분석 자료로 연계될 수 있도록 구성되었다. 구체성은 피드백의 실행 가능성을 높이는 방향으로 조정되

었으며, AI는 교수자 피드백을 절차 수준의 항목과 템플릿으로 전환하되, 산출물 질 평가에는 개입하지 않도록 제한하였다(Shute, 2008). 자율성은 AI 제안을 권고형으로 제시하고, 단계가 진행될수록 조력의 빈도와 강도를 줄여 학습자의 자기조절을 강화하는 구조로 재설계되었다(Ryan & Deci, 2000; Zimmerman, 2002).

이처럼 v2는 전문가 검토에서 도출된 주요 요구를 운영 규칙과 역할 분담 체계로 전환함으로써, Cycle 1에서 실현 가능한 설계안으로 정비된 결과이며, 개입 범위와 실행 흐름을 명확히 하여 DBR 실행의 기반을 강화하였다(McKenney & Reeves, 2018; Wang & Hannafin, 2005).

조력 원리	조건 (Condition)	전략 (Strategy)	결과 (Outcome)
명료성	단계 목표, 절차 인식 혼동	단계 목표, 절차 AI 자동 안내, 시작, 종료 점검 문항 제시	목표 명확화, 단계 수행 일관성 강화
유용성	교수자 피드백 전이 부족	교수자 피드백 GPTS 연동, 다음 단계 점검 항목 자동 반영	피드백 실행력 강화, 교수자 판단 반영
적절성	조력 강도 불균형, 개입 범위 모호	PBL 단계별 조력 강도 4단계(강-중상-중하-약) 구분, 모델 제시→지도→상기→성찰 구조화	단계별 조력 조정, AI 개입 명확화, 학습 자율성 향상
성찰성	과정 성찰 결여, 결과 중심 사고	단계 종료 자동 성찰 질문 제시	과정 성찰 촉진, 자기조절 역량 강화
구체성	피드백 추상적, 행동 전환 어려움	교수자 피드백 GPTS 입력, 관련 사례, 실행 예시 제시	피드백 구체화, 실행 촉진, 학습 효율 향상
자율성	AI 안내 수동 의존	선택형 조력 구조, 권고형 언어, 단계별 조력 빈도 축소(단계적 축소)	자기결정성 강화, AI 의존도 감소

[표 4-16] 전문가 검토 결과 주제 분석 및 수정 계획안

전문가 검토 결과, 기존 여섯 단계 구조(수업 설계-문제 정의-탐구 설계-실행-공유 및 성찰-수업 환류)는 유지하되, 단계별 조력의 시점과 강도 조정이 필요한 것으로 나타났다. 수정안(v2)은 교수자의 교육적 판단을 중

심에 두고, AI의 절차 지원과 학습자의 자기조절이 상호 보완적으로 작동하도록 운영 규칙을 재구성하였다.

v2는 단계 시작 시 AI가 목표, 과업, 평가 준거를 안내하고, 종료 시 점검 문항과 성찰 질문을 제공하는 방식으로 설계되었다. 학습자는 이에 응답하여 수행 상태를 점검하고, 교수자는 로그를 바탕으로 조정이 필요한 팀에 개입한다. 이 구조는 목표-과정-평가의 정합성을 높이고, 자기조절 학습과 과정 중심 평가의 근거를 확보하는 데 목적이 있다.

항목명	세부 내용
단계명	수업 설계, 문제 정의, 탐구 설계, 실행, 공유 및 성찰, 수업 환류
학습목표	인지적, 정의적, 사회적 목표 통합, 문제해결력, 협업능력, 자기조절학습능력 강화, 단계별 목표 명료화 및 자동 점검 구조 적용
학습자 활동	팀 단위 기획, 촬영, 편집, 성찰, 단계별 과제 수행 및 산출물 작성, 자동 성찰 질문 응답 및 피드백 반영
교수자 조력	단계별 개입 시점 명시, 목표 안내, 질적 피드백 제공, 협업 조정, AI 로그 점검을 통한 피드백 전이 관리
AI 에이전트의 교수학습 조력기능 조력	여섯 조력 원리 기반 조력 체계, 단계별 목표, 절차 자동 안내, 교수자 피드백 GPTS 연동, 단계 종료 성찰 질문 제시, 관련 사례, 실행 예시 제공, 선택형 조력 구조 및 조력 강도 단계적 축소
상호작용 구조	교수자-학습자-AI 삼자 피드백 순환, AI 요약-교수자 판단-학습자 반영 체계, 교수자 판단권 명확화
산출물	기획안, 촬영 계획서, 편집본, 성찰문, 환류 보고서, 자동 요약 피드백 로그
평가 기준	여섯 조력 원리 기반 루브릭, 과정 중심 수행평가, 피드백 실행, 성찰, 자율성 지표 포함
성찰 및 피드백	팀 성찰, 개별 피드백, AI 자동 성찰 질문 제시, 교수자 피드백 자동 연동, 단계 종료 점검 절차 반영
비고	학습 환경(장비, 도구, AI 플랫폼), 시간 배분, 실행 보완 사항, 권고형 조력 문항 구조, 데이터 비식별 로그 관리 절차

[표 4-17] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 활용 수업모형 설계안 (v2)

팀 수행 흐름(기획-촬영-편집-성찰)은 유지되며, 교수자 피드백은 GPTS를 거쳐 다음 단계의 수행 점검과 안내로 전환되도록 절차를 명확히 하였다. 피드백이 진단에 머무르지 않고 구체적 수행으로 이어지도록 교수자는 질적 피드백을 제공하고, 로그 분석을 통해 반영 정도와 추가 조력 필요성을 판단한다.

AI 조력 기능은 절차 안내, 수행 항목화, 템플릿 제공으로 한정하고, 의미 해석이나 평가에는 개입하지 않도록 경계를 설정하였다. 조력 강도는 네 수준으로 구분되며, 단계가 진행될수록 조력은 약화되어 초기 구조화와 후반의 자율성 확보가 균형을 이루도록 하였다.

교수자-학습자-AI 간 상호작용은 순환 구조로 설계되었다. AI는 요약 로그를 제공하고, 교수자는 이를 바탕으로 피드백과 안내를 제시하며, 학습자는 이를 근거로 다음 활동을 조정한다. 산출물 체계에는 기존 자료와 함께 AI 로그를 포함시켰고, 평가는 여섯 조력 원리를 기반으로 하되, 피드백 반영과 성찰, 자율성 지표를 보완하여 과정의 변화를 분석할 수 있도록 구성하였다.

윤리 기준은 조력이 권고형 제안으로 작동하며, 단계가 진행될수록 개입 빈도와 강도를 줄이고, 로그는 비식별화와 관리 절차를 전제로 운용하도록 규정하였다. 이러한 조정은 교수자의 판단권과 학습자의 주체성을 보장하는 조건에서 AI 조력이 기능하도록 하기 위함이다(UNESCO, 2021; 교육부, 2023). 수정안(v2)은 DBR Cycle 1 실행을 위한 실천적 기반으로 작용하며, 수업모형의 타당성과 학습자의 수행 변화를 점검하기 위한 구조로 기능한다(Reeves, 2006; McKenney & Reeves, 2018).



항목명	초안(v1)	수정안(v2)	개선 근거·설계 원리
단계명	4단계 PBL 기본 구조	6단계 유지·AI 점검·성찰 절차	전환 시점 혼선 해소· 절차 명료화 (명료성·적절성)
학습목표	인지·정의·사회 목표 통합	AI 자동 점검·목표 명료화	목표 인식 편차 개선· 목표 해석 용이화 (명료성·성찰성)
학습자 활동	팀 탐구·제작·성찰	자동 응답·교수자 연동	탐구 흐름 불안정 보완·성찰 연계 강화 (성찰성·구체성)
교수자 조력	단계 지도·직접 피드백	피드백 전이 관리·로그 점검	조력 시점 불균형 개선·판단 기준 명료화 (적절성·명료성)
AI 조력 기능	6원리 기반 절차 지원	자동 안내·GPTS 연동· 단계 전환 트리거	장문·중복 안내 개선· 조력 강도 균형화 (명료성·구체성·적절성)
상호작용 구조	삼자 피드백 순환	AI 요약·교수자 판단·학습자 반영	상호작용 흐름 정리·전이 혼란 해소 (안정성·명료성)
산출물	기획안·계획서· 편집본·성찰문	산출물+피드백 로그	피드백 반영 근거 확보·정교화 지원 (구체성·성찰성)
평가 기준	조력 원리 기반 루브릭	성찰·자율성 지표 포함	평가기준 모호성 해소· 과정 중심 강화 (명료성·자율성·성찰성)
성찰·피드백	단계 성찰·피드백	자동 질문·단계 점검	단계 편중 성찰 보완· 전체 과정 연계 (성찰성·명료성)
비고	환경·도구·보완 사항	AI 플랫폼·비식별 관리	시스템·보안 안정성 확보

[표 4-18] 전문가 검토 단계 수업모형 설계안 버전 비교표

4.4. DBR Cycle 1 실행

4.4.1. DBR Cycle 1의 목적 및 연구 맥락

DBR Cycle 1은 이론적 설계를 기반으로 한 영상 콘텐츠 제작 PBL

수업모형을 실제 수업에 적용하여, 구조의 실행 가능성과 AI 조력 기능의 작동 양상을 점검하는 초기 실행 단계이다. 이 단계의 목적은 설계된 조력 구조가 교수학습 장면에서 의도한 대로 작동하며, 학습자 수행 과정에서 교육적으로 유효한 지원으로 기능하는지를 확인하는 데 있다.

목표는 두 가지이다. 첫째, 수업모형이 실제 수업에서 운영 가능한 절차와 흐름을 갖추었는지를 점검하고, 둘째, AI 에이전트의 조력 구조가 학습자의 참여, 탐구, 협업, 성찰 과정에 어떻게 작용하는지를 탐색하여 개선의 근거를 확보하는 데 있다. 이 과정은 수업모형의 현장 적합성을 검토하고, 이후 분석과 리디자인을 위한 실증 자료를 마련하는 역할을 수행한다.

Cycle 1은 PBL의 전 과정을 포함하되, 문제 정의부터 공유까지의 단계에서 AI 조력 기능이 실질적으로 작동하는 양상을 중심으로 살펴보았다. 조력 기능은 텍스트 기반 절차 안내로 구성되었으며, 모델링, 코칭, 스캐폴딩, 성찰, 탐색의 요소가 단계별 요구에 맞게 제공되도록 설계되었다. AI 조력은 학습자의 인지적 부담을 완화하고 과업 수행의 안정성을 높이기 위한 장치로 배치되었다.

이 실행은 조력 빈도, 피드백 시점과 강도, 학습자 반응, 기술적 안정성 등 운영상 확인되는 요소들을 중심으로 탐색적으로 수행되었으며, 통계적 검증보다 실제 작동 경험을 중심으로 분석되었다. 수집된 자료는 이후 정량·정성 분석(4.5절)에 활용되며, 설계 요건 매트릭스 재검토와 수업모형 개선에 반영된다. 이러한 절차는 설계-실행-분석-리디자인의 순환 과정을 통해 이론과 실재를 접합하는 DBR의 특성과 부합한다(Design-Based Research Collective, 2003; Plomp & Nieveen, 2010; Wang & Hannafin, 2005).



4.4.2. DBR Cycle 1 실행 환경 및 참여자 구성

DBR Cycle 1은 이론적으로 구성한 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 수업모형을 실제 수업에 적용하여, 설계 구조의 실행 가능성과 조력 기능의 작동 양상을 점검하는 초기 실행 단계이다. AI 조력이 설계 의도에 맞게 작동하며 학습자 수행 과정에서 교육적으로 타당한 지원이 이루어지는지를 확인하는 것이 주된 목적이다.

Cycle 1의 목표는 수업모형의 절차적 일관성과 운영 가능성을 검토하고, AI 조력이 학습자의 참여, 탐구, 협업, 성찰에 개입하는 방식과 그 의미를 탐색하는 데 있다. 이는 수업모형의 현장 적합성을 확인하고, 이후 분석과 리디자인을 위한 실증적 근거를 확보하기 위한 단계로 기능한다.

실행 범위는 문제 정의부터 공유까지의 PBL 전 과정을 포함하며, 학습자는 AI 조력을 바탕으로 주제를 정의하고 탐구를 설계한 뒤, 영상 제작과 결과 공유를 수행하였다. AI 조력은 단계별 목표에 따라 모델링, 코칭, 스캐폴딩, 성찰, 탐색 기능을 제공하도록 구성되었고, 계획-실행-점검-성찰 흐름 속에서 인지 부담을 조절하고 절차적 안정성을 확보하기 위한 텍스트 기반 절차 조력으로 설계되었다.

본 실행은 조력 빈도, 피드백의 시점과 강도, 학습자 반응, 기술적 안정성 등 실천적 요소를 중심으로 탐색되었으며, 형성적 검증의 성격을 갖는다. 통계적 검증이나 해석 중심 논의는 후속 절에서 다룬다.

수집된 자료는 정량·정성 분석의 근거로 활용되며, 설계요건 매트릭스 재검토와 수업모형 개선의 기준으로 환류된다. 이 과정은 설계-실행-분석-리디자인의 순환 구조를 통해 이론과 실제를 연결하는 DBR의 특성과 부합한다(Design-Based Research Collective, 2003; Plomp & Nieveen, 2010; Wang & Hannafin, 2005).



구분	내용
참여 대상	영상학부 영상미디어전공 1학년 26명, 5인 6팀
팀 구성 및 역할	자율 팀 편성, 팀 내 역할 분담 (기획, 촬영, 편집, 발표 등)
수업 기간 및 단계	총 4주, 주 1회 120분, 4단계(PBL: 문제 정의, 탐구 설계, 실행, 공유 및 성찰)
수업 장소 및 환경	스튜디오 포함 실습 강의실, 개인 노트북, 태블릿, 카메라 활용
AI 에이전트의 교수학습 조력기능 구현	GPTS 기반 생성형 AI 웹 인터페이스, 단계별 조력 구조 (교수자 GPTS, 학습자 GPTS)
교수자 구성 및 역할	담당교수 1인, 단계별 진행, 피드백, 모니터링 담당
운영 절차	사전 AI 리터러시 교육 및 공지, 단계별 PBL 수업 운영

[표 4-19] DBR Cycle 1 실행 환경 및 참여자 구성

4.4.3. DBR Cycle 1 수업 절차 및 AI 에이전트 조력기능 적용 개요

Cycle 1은 ‘도시의 풍경을 촬영하여 감정을 표현하라’를 주제로, 수업 준비-문제 정의-탐구 설계-실행-공유 및 성찰-수업 환류의 여섯 단계로 구성되었다. 각 단계에는 교수자 GPTS와 학습자 GPTS로 구현한 AI 에이전트의 교수학습 조력기능을 통합하였으며, 인지적 도제의 모델링, 코칭, 스캐폴딩, 성찰, 탐색 요소는 단계 흐름에 맞춰 배치되었다. 문제 정의와 탐구 설계 단계에서는 주제 이해, 목표 확인, 팀 구성, 역할 분담, 활동 계획 수립을 지원하는 안내 및 점검 기능이 제공되었다. 실행 단계에서는 촬영 및 편집 과정을 위한 절차 점검, 오류 예방 안내, 체크리스트 제공이 중심 조력으로 작동하였다. 공유 및 성찰 단계에서는 발표 준비와 성찰문 작성을 도와 활동을 구조화하였고, 수업 환류 단계에서는 성찰 내용을 로그 기반으로 정리하여 후속 설계 개선 자료로 활용되었다. Cycle 1은 위 조력 구조가 수업 현장에서 설계 의도에 부합하는 방식으로 작동하는지를 검토하는 실행 기반으로 기능하였다.

단계	주요 학습 목표	교수자 GPTS 조력 기능	학습자 GPTS 조력 기능	인지적 도제 원리	핵심 성과
수업 준비	단계별 목표와 절차 명확화	수업 단계별 목표, 절차 자동 제시, 설계 구조 점검	연구 참여 동의, 팀 구성 확인, 학습 계획 조정 지원	모델링	수업 구조 명료화, 학습 참여 기반 형성
문제 정의	과제 이해 및 표현 방향 설정	도입 발문 제시, 과제 목표 설명 보조	주제 명료화, 핵심 개념 탐색, 과제 방향 검토	코칭	과제 요구 인식 향상, 주제 설정 자율성 확보
탐구 설계	자료 탐색과 활용 계획 수립	계획 논리, 일정 타당성 검토, 진행 지침 제공	자료 수집, 일정 계획, 탐구 설계 문서화 지원	스캐폴딩	탐구 설계 구체화, 정보 신뢰성 확보
실행	영상 제작 및 편집 수행	피드백 시점 제안, 진행 상황 모니터링	오류 점검, 중간 산출물 검토, 점검 리스트 제공	코칭, 탐색	자율 수행 촉진, 제작 과정 안정화
공유 및 성찰	산출물 발표 및 피드백 반영	루브릭 기반 평가 지원, 피드백 요약	발표 자료 구성, 자기 성찰문 작성 보조	성찰	수행 결과 분석, 자기조정 학습 강화
수업 환류	수업 전체 검토 및 개선 방향 도출	단계별 피드백 요약, 결과 종합 정리	학습 경험 요약, 만족도 응답 지원	탐색, 성찰	조력 효과 검증, 개선 근거 확보

[표 4-20] DBR Cycle 1 수업 절차 및 AI 에이전트 적용 개요

4.4.4. DBR Cycle 1 자료 수집 개요

Cycle 1은 9월 둘째 주부터 4주간 대면 수업으로 운영되었으며, 26명의 학습자가 5인 1팀 기준 6개 팀으로 구성되어 참여하였다. 수업은 수업 설계, 문제 정의, 탐구 설계, 실행, 공유 및 성찰, 수업 환류의 여섯 세션으로 진행되었고, 각 세션은 120분으로 구성되었다. 일부 세션에서는 결석으로 팀 구성에 변동이 있었다.

학습 로그는 팀·세션 단위로 자동 저장되어 총 638건이 축적되었고, 세션

당 평균 106건이 기록되었다. 이 중 시스템 기록과 AI 응답 로그는 323건으로, 세션당 평균 약 54건에 해당한다. 수업 종료 후 학습자 전원을 대상으로 실시한 평가 설문은 Google Forms를 통해 수집되었으며, CSV 형식으로 정리되었다. 교수자 성찰노트는 각 세션별 1부씩 총 6부가 문서화되어 보관되었다.

자료 분석은 공통 스키마를 기반으로 수행하였으며, 핵심 식별 항목을 기준으로 로그를 정규화하여 구조적 일관성을 확보하였다. 데이터 수집과 저장은 단계별 배치 로그 방식을 적용하였고, 설문 자료에는 결측이 없었으며, 로그 파싱 과정에서도 치명적 오류는 발생하지 않았다. 다만, 일부 세션의 결석으로 팀 간 발화량 차이가 발생할 가능성이 있어 해석 시 이를 경계 조건으로 설정하였다.

구분	주요 내용	기술적 구성 요소
분석 스키마	로그와 설문 자료의 구조적 일관성 확보를 위한 공통 기준을 적용	team_code, session_code, speaker_code, timestamp(Asia/Seoul), utterance_raw, system_tag를 핵심 식별 키로 설정
수집 방식	자동 기록과 수동 입력을 병행하는 다중 경로 수집 체계를 운영	학습자 GPTS 기반 단계별 배치 로그 방식, 문서 및 설문 응답 기반 수동 입력 병행
저장 및 처리	로그, 문서, 설문 자료를 통합 관리하는 저장 구조를 구축	Google Sheet 연동을 통한 파싱, 단계 기반 백업과 데이터 정제 절차 수행

[표 4-21] DBR Cycle 1 학습 로그 데이터 자료 수집 개요

4.4.5. DBR Cycle 1 단계 별 실행 결과

Cycle 1의 1주차 수업은 ‘도시의 감정을 표현하는 영상 프로젝트’를 주제로 진행되었으며, 팀별 문제 정의와 기획안 초안 구성에 중점을 두었다. AI 에이전트는 참여 동의 절차, 팀 정보 입력, 팀명 확인을 안내하고, 문제 정의 단계로 전환하기 위한 단계 코드를 제시하는 등 절차 조력을

제공하였다.

교수자 성찰노트에 따르면, AI가 아이디어 정리와 스토리 구조 제안을 수행하면서 발화 비중이 높아졌고, 일부 팀은 AI 출력을 정답처럼 수용하는 경향을 보였다. 이에 따라 교수자는 심화 질문과 팀 간 토론을 유도해 기획 수준이 표면적 논의에 머물지 않도록 조정하였다. 1주차 운영은 초기 사고 정리에 AI 조력이 유용하더라도, 의미 판단과 방향 조정에는 교수자의 개입이 필수적임을 보여준다.

학습자 설문에서도 기획 단계에서의 인지적 부담과 AI 조력 경험이 함께 나타났다. “기획이 가장 어려웠다”, “AI가 직접 주제를 정해주지 않아 선택이 어려웠다”는 응답은 기획 과정의 판단 부담을 반영하며, “AI의 질문 덕분에 생각을 확장할 수 있었다”, “빠진 점을 확인하고 보완할 수 있었다”는 응답은 AI 조력의 촉진 기능을 시사한다.

항목	내용
주차	1주차
PBL 단계	문제 정의
과목·주제	촬영기법 / 도시의 감정을 영상으로 표현하기
학습 목표	도시 풍경 맥락 이해와 표현 감정 설정
학습자 활동	레퍼런스 영상 감상과 분석, 감정 키워드 도출, 팀별 기획안 초안 작성
교수자 활동	과제 개요·평가 기준 안내, 감정 표현 방식 설명, 기획안 범위·방향 피드백
AI 에이전트 조력 기능	감정 키워드 확장, 도시 풍경-감정 조합 아이디어 제안, 기획안 요약·점검 질문 제시
산출물	팀별 기획안(표현 감정, 도시 공간 후보, 핵심 장면 아이디어), 감정 키워드 목록
비고	감정 설정-문제 이해 관련 발화 패턴, 과제 이해도·기대·불안 수준, 초기 조력 요구 지점

[표 4-22] DBR Cycle 1 문제 정의 단계 수업 설계안

수업 중에는 저작권과 일정 관련 질문이 다수 제기되었고, 교수자는 제작

사례를 통해 실행 가능성을 판단할 수 있는 기준을 제시하였다. 1주차 결과는 문제 정의 단계에서 AI의 절차 안내, 교수자의 판단 조정, 학습자의 협의가 함께 작동하여 기획의 구체성과 현실성이 조율되는 양상으로 정리된다.

2주차 수업은 문제 정의 단계에서 확정한 주제를 바탕으로, 촬영 계획 수립에 중점을 두었다. 학습자들은 장면 구성, 촬영 위치와 시간대, 장비 계획 등을 포함한 탐구 설계를 수행하였다. 교수자 성찰노트에 따르면, AI 에이전트는 장면 단위로 촬영 순서, 구도, 시간대 설정을 제안하고 누락된 요소를 지적하여 계획의 구조화에 기여하였다. 학습자들은 이를 바탕으로 계획안을 수정·보완하였고, 일부 팀은 제안서를 토대로 일정표와 역할 분담표를 재작성하였다.

다만, AI가 생성한 계획안은 논리적으로 정합했으나, 촬영 장소의 사용 가능 여부나 조명 조건 등 현실적 제약을 충분히 반영하지 못한 경우가 다수 확인되었다. 이에 교수자는 계획 실행의 타당성과 안전성을 함께 점검하며 학습자와 계획안을 재구성하였다. 이 과정은 AI가 인지적 정리에 도움을 주더라도, 현장 적용 여부는 교수자의 판단이 결정적임을 보여준다.

학습자 설문에서는 “촬영 계획안의 틀을 알 수 있었다”, “촬영 구도를 직접 고민할 수 있어서 좋았다”는 응답이 제시되어, AI의 제안과 교수자의 피드백을 함께 반영한 설계 경험이 긍정적으로 인식된 것으로 나타났다. 반면, 팀 내 의견 충돌 상황에서는 AI의 중재 기능이 제한적으로 작동하였고, 교수자가 직접 토론을 조정하며 역할 분담과 장면 우선순위를 재정리한 사례도 보고되었다. 이는 탐구 설계 단계에서 교수자의 상황 판단과 조정 역할이 여전히 핵심적 기능으로 작용하고 있음을 시사한다.



항목	내용
주차	2주차
PBL 단계	탐구 설계
과목·주제	촬영기법 / 감정선에 맞는 촬영·제작 계획 수립
학습 목표	감정선 유지 촬영 계획과 역할 분담 수립
학습자 활동	촬영 장소 조사와 후보 비교, 촬영 시간·날씨·인물 사용 논의, 촬영 계획서와 스토리보드 초안 작성, 역할 분담표 작성
교수자 활동	장비·장소 선택 기준 안내, 계획의 현실성·안전성 점검, 감정선과 계획 장면의 일치 여부 피드백
AI 에이전트 조력 기능	촬영 장소 장단점 정리, 감정 표현에 적합한 구도·렌즈 제안, 촬영 계획서 항목 누락·과잉 점검 질문 제시
산출물	촬영 계획서(장소·시간·샷 리스트·역할 분담 포함), 스토리보드 초안
비고	정보 탐색·계획 수립 순서와 반복 양상, 계획 난이도·역할 이해도 인식 협업·역할 충돌 및 계획 단계 부담 요인

[표 4-23] DBR Cycle 1 탐구 설계 단계 수업 설계안

3주차 수업은 탐구 설계 단계에서 수립한 촬영 계획에 따라 실제 촬영을 수행하고, 편집을 통해 러프컷을 완성하는 실행 활동에 초점을 두었다. 교수자 성찰노트에 따르면, AI 에이전트는 촬영 과정에서 장면 구성, 구도, 조명, 감정 표현 방식에 대한 조언을 제공하였으며, 편집 단계에서는 컷 구성, 전환 리듬, 사운드 디자인에 관한 피드백을 통해 기술적·창의적 선택을 지원하였다. 이러한 조력은 학습자의 수행을 세부적으로 점검하고 즉각적 피드백을 제공하는 도구로 기능했음을 보여준다.

일부 상황에서는 라이선스 제한과 대화량 초과로 AI 지원이 일시 중단되었으며, 교수자는 대체 설명과 기술 지도를 통해 학습자들이 자기주도적으로 작업을 이어갈 수 있도록 조정하였다. 이는 기술적 제약 상황에서도 교수자의 의미 중심 개입이 수업의 연속성과 학습자 자율성을 유지하는 데 핵심적 역할을 수행했음을 시사한다.

학습자 설문에서는 “촬영 시간 안에 끝내야 한다는 압박감이 힘들었다”, “영상 길이에 맞춰 촬영하는 것이 어려웠다”, “편집이 어렵고 시간이 오래 걸렸다”는 응답이 다수 확인되었으며, 일정 관리와 기술 숙련도가 실행 단계의 주요 학습 부담으로 작용했음을 보여준다. 교수자는 팀별 촬영본의 구도, 노출, 사운드 품질 등을 점검하고 개별 피드백을 제공하였으며, AI 조연을 적극 반영한 팀이 과제 완성도와 작업 효율 측면에서 상대적으로 우수한 경향을 보였다고 평가하였다. 이 결과는 이후 실행 단계에서의 조력 시점과 강도 조정의 필요성을 제기하는 근거로 활용되었다.

항목	내용
주차	3주차
PBL 단계	실행
과목·주제	촬영기법 / 도시 풍경 촬영과 러프컷 제작
학습 목표	계획 기반 촬영 수행과 감정선이 살아 있는 러프컷 완성
학습자 활동	현장 촬영 수행, 클립 선정·정리, 기본 컷 편집과 간단 색보정·사운드 정리, 러프컷 제작, 제작점검 항목 자가 점검
교수자 활동	촬영·편집 기술 피드백(초점, 노출, 구도 등), 러프컷 형성 평가, 재촬영·수정 필요 지점 지도, 저작권·초상권·개인정보 준수 점검
AI 에이전트 조력 기능	구도·노출·카메라 워크 점검 가이드, 러프컷 감정선·흐름 요약, 간단 수정 방향 제안, 제작점검 체크리스트 문항 제안
산출물	팀별 러프컷(1~2분, FHD), 촬영·편집 로그, 제작점검 체크리스트
비고	문제 발생-피드백-수정 순환 패턴, 기술 난이도·조력 만족도 인식, 시간 압박·장비 제약 등 구조적 병목 요소

[표 4-24] DBR Cycle 1 실행 단계 수업 설계안

4주차 수업은 팀별 영상 발표와 성찰 및 상호 평가를 중심으로 운영되었다. 교수자 성찰노트에 따르면, AI 에이전트는 발표 구성 안내와 성찰 질문 제시를 통해 학습 활동을 지원하도록 설계되었으나, 실제 수업에서는

성찰 질문 출력 모듈의 일부 기능이 정상적으로 작동하지 않아 지원 범위가 제한되었다. 성찰 문항이 자동으로 제공되지 않은 상황에서 학습자들은 자기 점검을 자율적으로 전개하는 데 어려움을 겪었고, 이에 교수자는 발표 직후 핵심 질문을 구두로 제시하여 팀별 토론과 성찰을 유도하였다.

또한 라벨링 코드 입력 오류로 인해 일부 학습자의 성찰 로그 기록이 누락되는 사례가 발생하였으며, 이로 인해 교수자는 향후 라벨링 체계 정비와 발화 균형 확보를 위한 기술적 보완의 필요성을 인식하였다. 해당 사례는 성찰 기반 조력이 효과적으로 작동하기 위해서는 로그 수집의 안정성과 접근성 관리가 필수적이라는 점을 시사한다.

학습자 설문에서는 “팀 의견을 정리해주는 점이 유용했다”, “모든 팀원이 발표에 참여할 수 있도록 도와주었다”는 응답이 확인되어, 발표 준비 과정에서 AI 조력이 의견 구조화와 발화 기회 분배를 통해 협업 효율을 높였음을 보여주었다.

발표 이후 교수자는 AI 피드백 요약 결과와 직접 관찰한 수행 내용을 통합하여 환류 피드백을 제공하였다. 이 과정을 통해 AI 조력이 일시적으로 제한된 상황에서도 교수자의 조정이 성찰 흐름을 유지하는 데 핵심적으로 작용하였으며, 수행 결과와 과정 간의 연계가 유지되는 순환적 학습 구조가 구현되었다. 결과적으로, 기술적 한계가 일부 존재하였으나, 교수자의 교육적 판단이 수업 전반의 안정성과 성찰 구조를 보완하는 조정 역할을 수행하였음을 확인할 수 있었다.



항목	내용
주차	4주차
PBL 단계	공유 및 성찰
과목·주제	촬영기법 / 감정이 담긴 도시 풍경 영상 공유와 성찰
학습 목표	완성본 발표와 감정 표현·영상미에 대한 성찰 및 피드백 수용
학습자 활동	최종 편집·보정, 완성본 제출, 발표 준비와 수행, 동료 평가, 개인·팀 성찰문 작성
교수자 활동	루브릭 기반 평가(기초 촬영·감정 포착·영상미), 과정 중심 피드백, 동료 평가 가이드 제시, 주요 사례·개선 포인트 정리
AI 에이전트 조력 기능	발표 구조 가이드(도입-감정선-촬영 선택-느낀 점), 발표 요약문 생성, 성찰 질문 리스트·성찰문 요약 지원
산출물	최종 영상, 발표 자료, 동료 평가 기록, 개인·팀 성찰문
비고	발표 준비·성찰 작성 중 AI 활용 양상, 발표·평가·성찰 만족도, 자기주도학습·협업 경험 변화 관찰

[표 4-25] DBR Cycle 1 공유 및 성찰 단계 수업 설계안

4.4.6. DBR Cycle 1 주요 관찰 결과

Cycle 1 수업에서는 AI 조력의 작동 방식과 학습자의 반응, 팀 내 상호작용, 기술적 안정성 등에서 몇 가지 특성이 나타났다. 우선, AI 조력은 초기 단계에서 활발히 작동했으나, 과업이 진행되며 교수자와 학습자의 자율적 조정이 중심이 되는 흐름으로 전환되었다. AI 개입이 설계된 구조에 따라 단계별로 조절된 양상으로 볼 수 있다.

학습자의 AI 활용 방식에는 차이가 있었다. 일부는 제안을 비판적으로 검토하며 과제를 발전시킨 반면, 일부는 피드백을 그대로 수용하거나 정답처럼 해석하는 경향을 보였다. 이는 자기조절 역량과 기술 활용 능력에 따라 달라졌으며, 결과물에도 영향을 주었다. 특히, 피드백의 복잡성이나 양에 따라 학습자의 몰입과 반응이 달라졌고, 해석을 돕는 안내의 필요성이 부각되었다.

팀 상호작용에서는 역할 분배와 기술 활용의 균형이 주요 변인으로 작용하였다. AI와의 상호작용을 특정 인원이 담당하거나 오류 대응이 원활하지 않은 팀은 교수자의 개입이 빈번히 요구되었고, 이는 학습의 흐름과 자율성에 영향을 주는 요소로 나타났다.

기술적 안정성은 대체로 유지되었지만, 일부 세션에서는 지연과 오류로 인한 몰입 저하가 관찰되었다. 반대로, 응답이 원활하고 맥락에 부합하는 경우에는 학습 집중이 강화되는 경향이 확인되었다.

이와 같이, AI 조력은 과업 수행을 지원하는 기능과 함께, 교수자와 학습자의 역할 구성, 상호작용의 질, 기술적 조건에 따라 상이한 효과를 보였다. 이는 이후 단계에서 AI 조력 설계의 정밀화와 교수자의 조정 전략 고도화가 병행되어야 함을 시사한다.

관찰 영역	핵심 내용	교육적 시사점
AI 조력 개입 양상	문제 정의, 탐구 설계 단계에서 개입 빈도 높음, 실행 단계 이후에는 교수자 중심 전환	AI 개입은 초기 인지적 조력 중심, 후반부에는 교수자 조정이 중요
학습자 반응 유형	자율적 수용형과 수동적 의존형으로 구분, 자기주도성, 기술숙련도에 따라 차이	학습자 자율성 증진 전략 및 AI 피드백 해석 능력 강화 필요
AI 피드백 시점, 강도	즉각적, 구체적 피드백은 몰입 촉진, 과도한 피드백은 혼란, 피로 유발	피드백 시점과 강도의 조절이 학습 효율의 핵심 요인
팀 상호작용 특성	일부 팀은 균형 잡힌 협력, 일부는 특정 구성원 독점 및 오류 대응 미숙	AI 기반 수업에서도 사회적 조정과 역할 분담이 필수
기술 안정성 및 몰입도	시스템 전반 안정적이나 간헐적 오류 발생, 개인화된 응답 시 몰입도 높음	기술적 신뢰성과 즉시성 확보가 학습 지속성 유지에 중요
종합 해석	AI 개입은 탐구 촉진과 의존 병존, 학습 질은 다요인적 조정에 의해 결정	AI 조력의 시점, 강도, 자율성 균형을 고려한 수업 설계 필요

[표 4-26] DBR Cycle 1 주요 관찰 결과

4.4.7. Cycle 1의 요약 및 한계

Cycle 1 실행 결과, AI 조력을 통합한 PBL 수업모형은 고등교육 수업에서 실현 가능한 수준의 교육적 타당성과 기술적 실행 가능성을 갖춘 것으로 나타났다. AI는 단계별 과업 흐름에 맞춰 절차 안내, 점검, 피드백, 성찰 지원을 수행하며 학습의 구조화와 진행을 보조하였다. 학습자 반응은 전반적으로 긍정적이었고, 과업 이해와 자기주도적 참여가 수업 진행에 따라 점진적으로 강화되는 경향이 관찰되었다. 교수자 역시 사고 정리와 탐구 유도를 중심으로 조력 효과를 긍정적으로 평가하였다.

한편, 일부 세션에서는 로그 저장 지연, 피드백 과잉, 시스템 오류 등 기술적 제약이 관찰되었으며, 과도한 정보 제공이 인지적 과부하로 이어지는 사례도 확인되었다. 학습자 수, 네트워크 환경, 장비 사양 등 외부 조건 역시 수업 운영에 영향을 미친 요소로 기록되었다.

이러한 결과는 AI 조력 수업의 질이 기술적 안정성과 개입 조절에 크게 좌우된다는 점을 시사한다. 이에 따라 후속 단계에서는 조력 강도와 피드백 표현 방식의 조정 기준을 마련하고, 로그 관리 체계와 해석 지원 기능을 보완하는 방향으로 설계를 정비하였다. Cycle 1은 실증 기반 설계 정교화의 출발점이자, 조력 원리의 타당성을 검토하는 근거로 활용되었다.

4.5. 분석 및 리디자인

4.5.1. 분석 절차 및 자료 구성

Cycle 1 종료 후 분석 대상은 학습 로그, 학습자 평가 설문, 교수자 성찰노트로 한정하였다. 분석 목적은 수업 단계별로 AI 에이전트의 교수학습 조력기능이 어떻게 작동했는지를 확인하고, Cycle 2 설계 개선의 근거를 도출하는 데 있다. 분석은 조력 기능의 작동 양상, 상호작용 구조, 교수자 개입 방식에 초점을 두고, 정량 자료와 정성 자료를 통합적으로 활용



하였다.

학습 로그는 시계열 사건(event) 단위로 정규화하여, 팀별·단계별 발화 비율, 응답 지연, 상호작용 전환 빈도 등의 지표를 산출하였다. 이를 통해 조력 시점, 반응 속도, 상호작용 밀도 등 수업 운영의 특성을 기술적으로 점검하였다. 정성 자료인 교수자 성찰노트와 학습자 설문 응답은 주제 코딩을 통해 분석하였고, 명료성, 피드백 수용, 자율성, 협업 관련 요소를 중심으로 F01~F10 코드 체계에 따라 범주화하였다.

이후 기술 분석 결과와 주제 분석 결과를 통합하여 조력 기능 및 수업 구조의 한계를 사건 단위로 정리하였다. 로그, 성찰, 설문 간의 반복적 신호를 기준으로 항목을 구성하고, 자료 간 신호의 방향성 일치를 기준으로 합치, 불일치, 보류로 분류하는 삼각분석을 수행하였다. 합치된 항목은 개선 우선 대상 또는 설계 근거로, 불일치 항목은 추가 확인이 필요한 항목으로 구분하였다.

분석 결과는 문제 목록표와 수정 계획표로 구조화하였다. 문제 목록표에는 항목별 발생 맥락과 근거 자료를 함께 기록하였고, 수정 계획표에는 개선 전략, 적용 조건, 우선순위를 명시하였다. 예를 들어, 탐구 설계 단계의 목표 인식 혼선은 단계별 안내 강화 전략으로, 실행 단계의 피드백 불균형은 교수자 개입 조정으로 개선 방향을 설정하였다. 이 전략은 조건-전략-결과(Condition-Strategy-Outcome) 구조로 정리하여 설계 원리 매트릭스에 반영하였고, 이를 기반으로 수정 수업모형(v3)을 완성하였다.

분석의 핵심 산출물은 문제 목록표, 수정 계획표, 수정 수업모형(v3)으로 정리되며, 이는 AI 조력의 작동 타당성과 한계를 실증적으로 점검하고, Cycle 2 설계 개선의 이론적·실천적 근거로 활용되었다.

구분	단계	주요 내용	주요 산출물
1단계	자료 분석 및 패턴 도출	로그 정규화, 시계열 분석, 성찰노트, 설문 주제 코딩을 통한 조력 작동 결과 및 상호작용 패턴 도출	주제 코딩표
2단계	문제점 진단 및 수정 항목 도출	로그, 성찰, 설문 자료 통합 분석, 사건 단위 문제 목록 작성, 삼각분석을 통한 합치, 불일치, 보류 판정, 핵심 문제 도출	문제 목록표
3단계	리디자인 및 설계요건 정제	문제 목록표 기반 수정 전략 수립, 수정 계획표 작성, 설계 원리 매트릭스 구성, 개선된 수업모형 완성	수정 계획표, 수정 수업모형(v3)

[표 4-27] 분석 및 리디자인 단계의 분석 절차 및 자료 구성

4.5.2. 학습자 로그 데이터 기술분석 결과

Cycle 1에서 수집된 로그 데이터를 바탕으로, AI 에이전트의 교수학습 조력기능 구조와 작동 특성을 검증하기 위한 분석 기준을 설정하였다. 분석 목적은 AI가 학습자의 발화 및 상호작용 과정에서 언제, 어떤 빈도와 강도로 개입하는지, 그 양상이 수업 단계별 목표 및 설계 구조와 일치하는지를 확인하는 데 있다. 이 절차는 설계기반연구(DBR)에서 요구하는 형성적 검증의 일환으로, 이론적 설계 단계에서 설정한 여섯 조력 원리(명료성, 유용성, 적절성, 성찰성, 구체성, 자율성)가 실제 상호작용에서 일관되게 구현되는지를 로그 기반으로 점검하는 방식으로 구성되었다(Wang & Hannafin, 2005; McKenney & Reeves, 2018).

분석은 AI 조력의 개입 시점, 빈도, 강도, 발화 전환 양상 등을 정량적으로 산출하고, 학습자 발화와의 결합 방식 및 상호작용 흐름을 정성적으로 해석하는 방식으로 진행하였다. 전체 6개 팀이 4개 세션에 참여하였고, 수집된 발화는 총 638건이었다. 이 중 AI 응답은 323건으로, 전체의 약 절반을 차지하였으며, 세션당 평균 AI 응답 수는 80.75건으로 나타났다.

항목	결과
팀 수	6
세션 수	4
전체 발화 수	638
AI 응답 수	323
세션당 평균 AI 응답	80.75
Cohen's kappa	1.00

[표 4-28] DBR Cycle 1 학습 로그 데이터 개요

Cycle 1의 작동 분석에서는 로그 기반 조력 양상을 신뢰도 높은 절차로 검토하기 위해, 사건 단위 코딩의 일관성과 평가 지표의 기준을 엄격히 설정하였다. 코딩 신뢰도는 시차 재코딩 후 Cohen's kappa 계수로 확인되었고, Cycle 1과 2 모두 $\kappa=1.00$ 으로 나타나 분류 기준과 적용 규칙의 해석 안정성이 확보되었음을 의미한다. 코딩 단위는 학습자의 발화와 AI 응답으로 구성된 사건(event)이며, 각 사건은 PBL 단계별로 분류하였다. 데이터는 표준 스키마에 따라 정규화하여 세션 간 비교 가능성을 확보하였다.

AI 조력 기능은 일곱 지표로 분석되었다. 응답 지연은 학습자 발화 후 AI 응답까지의 소요 시간이며, 120초 초과는 '지연'으로 분류하였다. 개입 정도는 지시·안내형 발화 비율을 기준으로 산출하고, 과도한 경우 '과개입'으로 정의하였다. 피드백 제시는 예시·기준·요약 등 유형별 빈도를 기준으로 판단하였고, 상위 25%를 고빈도로 분류하였다. 단계 정합도는 발화가 해당 단계 목표와 얼마나 일치하는지를 평가하였으며, 정합 비율이 0.70 이상이면 '높음'으로 간주하였다. 피드백 채택률은 제안 반영 여부와 수정 실행까지의 시간 간격을 기준으로 산출하였다. 사건 흐름 완결성은 발화 흐름의 논리적 연결 여부를 기준으로, 기술 안정성은 오류율과 중복 발화

등 기술적 지표의 비율을 기준으로 판정하였다.

해석은 보수적으로 수행하였다. 단발성 이상치는 분석에서 제외하였고, 로그 기반 결과는 설문 및 성찰노트와 일치할 때만 결론 근거로 채택하였다. 지표 간 관계는 통계적 상관이 아닌 반복적 경향으로 기술하였으며, 분석 절차 전반은 설계-실행-분석-리디자인의 DBR 구조에 부합하도록 구성되었다.

분석 지표	조작적 정의	판단 기준	분석 목적
응답 지연	학습자 발화 이후 AI 에이전트의 최초 응답까지 경과한 시간	30초 이하: 정상 반응 120초 초과: 지연 반응	반응 속도와 인지 부하, 과업 복잡도 영향 검증 (Chu, 2022; Read et al., 2022; Werner et al., 2013)
개입 정도	사건 단위 내 지시·안내형 발화 비율	팀별·세션별 중앙값 + 1SD 초과 시 과개입 판정	학습자의 자기조절을 방해하지 않는 적정 조력 수준 검증 (Hmelo-Silver, 2004)
피드백 제시 빈도	예시, 기준, 체크리스트, 요약 등 피드백 발화 발생 빈도	전체 분포 상위 25% 초과 시 높은 빈도로 분류	피드백의 적시성과 단계 적합성 검증 (Anderson et al., 1995)
단계 정합도	단계 목표와 AI 발화 내용의 일치 비율	정합도 ≥ 0.70 시 높은 정합도로 판정	단계별 학습 목표와 발화 간 논리적 일관성 검증 (Landis & Koch, 1977; McKenney & Reeves, 2019)
피드백 채택률	피드백 이후 3분 이내 학습자의 수정·확정·제출 등 후속 행동 반영 비율	유효 반응 발생 시 채택으로 인정	AI 조언의 실제 수행 전이 정도 검증 (Azevedo & Hadwin, 2005)
사건 정합성	제안-선택-확정 순서의 논리적 완결성	흐름 단절 또는 혼재 시 낮은 정합성 판정	피드백 시퀀스의 구조적 정렬 및 사고 일관성 검토 (Collins et al., 1989)
기술 안정성	오류·중복·지연 등 기술적 결함 발생 비율	오류율 $\leq 5\%$ 시 안정적 상태로 판단	AI 에이전트의 기술적 신뢰성과 분석 환경의 일관성 확보 여부 검증 (McKenney & Reeves, 2019)

[표 4-29] AI 에이전트 활용 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력기능 분석 기준

Cycle 1의 로그 분석에서는 AI 응답 지연이 탐구 설계와 실행 단계에서 집중되었으며, 이는 의사결정 미정리나 발화 전환 빈도 증가와 함께 발생하였다. 반면 문제 정의와 공유 단계에서는 응답이 대부분 임계값(120초) 이하로 유지되어 비교적 안정적인 조력 흐름을 보였다.

분석지표	주요 결과	특징	시사점
응답 지연	단계별 차이 관찰, 탐구 설계, 실행 단계에서 임계 초과 집중	의사결정이 복잡한 구간에서 지연 확대 경향	절차 명료화와 의사결정 흐름의 간결화 필요
개입 정도	과도한 개입 없음, 국소적 상승만 일시적으로 발생	문서화, 정리 중심 구간에서 한시적 개입 증가	자율성 유지 수준에서 안정적 조력 체계 확인
피드백 제시	문제 정의, 공유, 성찰 단계에서 상대적으로 높음	목표 명료화와 성찰 유도 시점에 집중	단계별 학습 요구에 따른 피드백 타이밍 조정 필요
단계 정합도	문제 정의, 성찰 단계 높음, 탐구 설계, 실행 단계 중간 수준	단계 경계 구간에서 담화 전이와 혼선 발생	단계 표지 명확화 및 전이 관리 절차 보완 필요
피드백 채택률	팀 간 변동 폭 큼, 일부 과다 추정 사례 발생	수용 표현의 과기록으로 왜곡 가능성 존재	채택 판단 기준의 재정의 및 검증 절차 강화 필요
사건 정합성	대부분 사건 논리적 완결, 일부 전이 혼선 구간 존재	설계, 실행 단계 간 반복 전환에서 낮은 정합성	선택 절차 단순화 및 단계별 의사결정 구조 보강 필요
기술 안정성	시스템 전반 안정, 오류율 5% 이하 유지	간헐적 지연과 파싱 오류 보고	기술적 변수 관리 및 환경 일관성 유지 필요

[표 4-30] DBR Cycle 1 학습자 로그 데이터 기술분석 결과

AI 개입 정도는 전반적으로 안정 수준을 유지했으며, 특정 구간에서 일시적으로 개입 빈도가 상승했으나 지속적인 과개입은 확인되지 않았다. 피드백 제시는 문제 정의 후반과 성찰 단계에서 상대적으로 높았으며, 이는 목표 정립과 성찰 유도 기능과 연결되는 양상이다.

단계 정합도는 문제 정의와 성찰 단계에서 높았으나, 설계-실행 단계에서는 전환 오류가 발생한 일부 사건에서 일시적 하락이 나타났다. 특히 설계와 실행을 반복 왕복하는 구조가 일부 팀에서 확인되었고, 이 구간에서

응답 지연과 단계 혼선이 동반되었다.

피드백 채택률은 팀별 편차가 컸으며, 일부 팀에서는 수용 표현의 빈도로 인해 실제 채택보다 높게 추정되는 경우가 있었다. 채택률은 목표 조정이 요구되는 문제 정의 후반과 자기 점검이 이루어지는 성찰 단계에서 높게 나타났다.

이 결과는 탐구 설계와 실행 단계에서 의사결정 구조 명확화와 단계 전이 관리가 필요함을 시사하며, Cycle 2 설계에서는 피드백 제공 시점과 전환 안내 방식의 조정이 우선적으로 요구된다.

4.5.3. 교수자 성찰노트 분석 결과

교수자 성찰노트는 Cycle 1 수업의 실행 전반에 걸쳐 수업 종료 시점마다 작성되었으며, AI 조력의 작동 양상과 교수자의 개입 판단을 중심으로 분석되었다. 분석에는 주제분석 절차가 적용되었고, 로그와 설문 자료와의 일치 항목만을 중심으로 결과를 구성하였다.

첫째, AI는 반복적 과업에서 효율적인 조력 도구로 작동했으나, 학습자의 수준이나 맥락을 반영하지 못한 피드백은 교수자의 추가 조정을 필요로 했다. 둘째, 학습자의 반응은 자율적 재구성과 수동적 수용이 공존했으며, 이는 기술 활용 역량과 팀 역학에 따라 달라지는 양상을 보였다. 셋째, AI의 절차 지원이 강화될수록 교수자의 역할은 정서 조정, 의미 해석, 관계 중재 등 비인지적 측면에 집중되었다. 넷째, 응답 지연이나 시스템 오류는 학습 흐름에 부정적 영향을 미쳤고, 기술적 안정성과 교수자의 상황 대응 능력이 수업 지속성의 필수 요건으로 부각되었다.

이러한 결과는 AI 조력이 탐구 촉진에 기여하는 동시에 교수자의 판단 기능을 더욱 요구하는 조건을 드러냈으며, 향후 설계에서는 개입 기준과 기술 운영 안정성 강화가 주요 개선 방향으로 설정되었다.



평가 기준	핵심 주제	대표 진술	해석 요약	설계 시사점	C-S-O
유용성	AI 조력의 초기 효용성 인식	“AI 피드백이 빠르고 구체적이라 학생들이 아이디어를 잡는 데 도움이 되었다.”	초기 이해, 과제 착수에 즉각적 도움	초기 피드백 구조 정비로 단계 진입 명료화	C: 초기 탐색 부담 ↑ S: 핵심 피드백 O: 진입 안정
명료성	피드백의 언어적 난이도	“AI의 설명이 길고 구체적이어서 학생들이 핵심을 찾지 못하는 경우가 있었다.”	과다 정보로 핵심 파악 저하	기준 포함 요약, 정제 필요	C: 과다, 중복 정보 S: 요약, 정제 O: 핵심 인식 개선
적절성	개입 시점 불균형	“AI가 너무 자주 개입해 학생들이 스스로 생각할 시간을 안 준다.”	잘은 개입으로 사고 흐름 단절	단계 전환에 맞춘 개입 조절	C: 과잉 개입 S: 시점 조절 O: 흐름 안정
성찰성	자기성찰 유도 한계	“AI가 질문은 하지만 학생들이 스스로 성찰하기보다는 답을 찾는 데 집중한다.”	성찰 촉진 부족	단계 종료 성찰 구조 마련	C: 성찰 부족 S: 구조화된 성찰 O: 성찰 질 향상
구체성	실행 수준 불명확	“AI가 방향은 주지만 실제로 어떻게 해야 하는지는 명확하지 않았다.”	절차, 기준 제시 부족	예시, 체크리스트 기반 안내 필요	C: 실행 모호 S: 예시, 체크리스트 O: 실행 용이성
자율성	AI 의존 경향 확대	“AI가 답을 다 제시해 학생들이 스스로 판단하는 힘이 약화된다.”	선택 기준 약화, 수용 중심 경향	대안 비교, 근거 제시 강화	C: 자동 수용 S: 대안, 근거 제시 O: 판단 근거 명료
기술적 안정성	응답 지연, 오류 발생	“AI가 갑자기 멈추거나 오류가 나면 학생들이 흐름을 놓친다.”	기술 변동이 흐름, 집중에 영향	사전 점검, 대체 절차 마련	C: 기술 불안정 S: 점검, 대체 루트 O: 흐름 유지
교수자 역할	교수자의 해석, 조정 기능 강화	“AI가 피드백을 주더라도 학생 반응을 조정해야 할 때가 있었다.”	의미 조정, 모니터링 필요	교수자 조정 기준 정비	C: 조정 필요 상황 S: 조정, 중재 O: 해석 일관성 확보

[표 4-31] DBR Cycle 1 교수자 성찰노트 주제 코딩표

4.5.4. DBR Cycle 1 학습자 평가 설문 결과

AI 에이전트 기반 PBL 수업의 효과를 학습자 관점에서 점검하기 위해 26명을 대상으로 학습자 평가 설문을 실시하였다. 설문은 수행 만족도, 협업 및 피드백 경험, AI 조력 체감, 자기주도 학습 인식의 네 영역으로 구성되었으며, 5점 리커트 척도와 개방형 문항을 포함하였다.

정량 분석 결과, 전체 문항의 신뢰도(Cronbach α)는 0.87로 확인되었고, 학습만족도(평균 4.79), 협업역량(4.73), 자기주도학습능력(4.33) 모두 높은 수준으로 나타났다. 각 영역의 내용타당도지수(S-CVI/Ave)는 기준값(0.80)을 초과하여 문항 구성의 수용 가능성이 확보되었다.

개방형 응답은 주제분석을 통해 정리되었으며, 양적 결과와 충돌 없이 분석의 해석 정합성을 유지하였다. 분석 결과는 학습자들이 AI 조력을 긍정적으로 인식하면서도, 자기주도성과 협업 역량의 향상 경험에 대해 명확한 반응을 보였음을 시사한다.

변인	평균	표준편차	S-CVI/Ave	판정
학습만족도	4.79	0.45	0.98	충족
협업역량	4.73	0.49	0.96	충족
자기주도학습능력	4.33	0.65	0.87	충족

[표 4-32] DBR Cycle 1 학습자 평가 설문 양적 결과

학습자 평가는 전반적으로 긍정적 경향을 나타냈다. 학습만족도는 매우 높은 수준으로, 학습자들은 영상 제작 프로젝트를 흥미롭고 의미 있는 경험으로 인식하였으며, AI 에이전트의 절차 안내와 구조화된 피드백이 과제 수행의 불확실성을 낮추는 데 기여한 것으로 해석된다. 협업역량 역시 높은 수준을 보여, 팀 내 의사소통이 비교적 원활하게 이루어졌고, 교수자

및 AI의 피드백이 결과물 조정에 반영된 양상이 확인되었다.

반면, 자기주도학습능력은 상대적으로 낮은 점수를 보였으며, 특히 성찰을 수행한 후 향후 과제 수행에 대한 자신감이 부족하게 나타났다. 이는 성찰 활동이 다음 계획 수립으로 이어지는 구조적 연계가 미흡했을 가능성을 시사한다. 문항별 응답 평균은 참여도와 의사소통 항목에서 가장 높았고, AI의 절차 명료화 및 피드백 효과에 대한 인식도 긍정적이었다. 반면, ‘향후 수행 자신감’ 문항은 비교적 낮은 평균을 보여 해당 영역에서의 개선 필요성을 드러냈다. 개방형 응답은 여섯 개 상위 주제로 도출되었다. AI 상호작용, 아이디어 정교화, 영상 제작 실행, 협업과 조율, 감정 표현, 성찰 경험으로 구성되었으며, 대부분 AI 조력이 학습 과정에 실질적인 도움을 주었다는 진술이었다. 동시에 일부 응답에서는 팀 내 조율의 어려움과 성찰 구조의 부족이 지적되었다.

이러한 결과는 AI 에이전트의 교수학습 조력이 절차적 안내를 넘어 사고 정교화, 기술적 수행, 협업 촉진 등 다양한 측면에서 효과적으로 작용했음을 시사한다. 다만, 자기주도성 향상을 위한 성찰-실행 연계 구조는 보완이 요구되는 영역으로 나타났다.



평가 기준	핵심 주제	대표 진술	해석 요약	설계 시사점	C-S-O
유용성	AI 조력의 초기 효용성 인식	“AI 피드백이 빠르고 구체적이라 학생들이 아이디어를 잡는 데 도움이 되었다.”	초기 이해, 과제 착수에 즉각적 도움	초기 피드백 구조 정비로 단계 진입 명료화	C:초기 탐색 부담 증가 S:핵심 피드백 제공 O:단계 진입 안정
명료성	피드백의 언어적 난이도	“AI의 설명이 길고 구체적이어서 학생들이 핵심을 찾지 못하는 경우가 있었다.”	과다 정보로 핵심 파악 어려움	기준 포함 요약, 정제 필요	C:과다, 중복 정보 증가 S:요약, 정제 O:핵심 인식 향상
적절성	개입 시점 불균형	“AI가 너무 자주 개입해 학생들이 스스로 생각할 시간을 안 준다.”	잘은 개입으로 사고 흐름 단절	단계 전환 기준에 맞춘 개입 조절	C:개입 빈도 증가 S:개입 시점 조절 O:사고 흐름 안정
성찰성	자기성찰 유도 한계	“AI가 질문은 하지만 학생들이 스스로 성찰하기보다는 답을 찾는 데 집중한다.”	성찰 촉진 부족	단계 종료 성찰 구조 마련	C:성찰 부족 지속 S:구조화된 성찰 제공 O:근거 중심 성찰 증가
구체성	실행 수준 불명확	“AI가 방향은 주지만 실제로 어떻게 해야 하는지는 명확하지 않았다.”	절차, 기준 제시 부족	예시, 체크리스트 기반 안내	C:실행 기준의 모호성 증가 S:예시, 체크리스트 활용 O:실행 용이성 증가

[표 4-33] DBR Cycle 1 학습자 설문 주제 코딩표

4.5.5. DBR Cycle 1 통합 분석 및 문제 목록표 작성

Cycle 1의 통합 분석은 학습 로그, 교수자 성찰노트, 학습자 평가 설문을 사건 단위로 정렬하고, AI 에이전트의 교수학습 조력기능이 수업 단계별로 어떻게 작동했는지를 검증하기 위해 수행되었다. 목적은 다중 자료 기반의 교차 근거를 통해 조력 구조의 작동 논리를 규명하고, Cycle 2 리더디자인을 위한 실증적 기반을 확보하는 데 있다.

분석은 사건 정렬-삼각검증-문제 구조화의 흐름으로 구성되었다. 사건 정렬은 로그, 성찰, 설문 데이터를 세션·팀·시간 순으로 배열해 동일 사건

을 기준으로 비교 가능하게 구성하였고, 삼각검증은 2-of-3 기준을 적용해 두 자료 이상에서 일치하는 신호만을 분석 대상으로 삼았다. 구조화 단계에서는 반복적으로 확인된 신호를 중심으로 기술적·교육적 요인을 연계하여 문제 범주를 도출하였다.

분석 결과, 다섯 가지 문제 범주가 식별되었다. 첫째, 조력 타이밍 과밀도는 20초 미만의 연속 개입이 사고 전개를 방해하는 양상으로 나타났으며, 성찰노트와 설문에서도 선제 개입에 대한 부담이 언급되었다. 둘째, 피드백 명료성 저하는 장문형 제안의 핵심 불명확성으로 학습자의 반응 연결이 저조한 문제로 확인되었다. 셋째, 자율성 약화는 AI 발화 비중 증가와 연속 지시에 따라 학습자의 선택과 판단이 위축되는 경향으로 드러났다. 넷째, 기술적 불안정성은 응답 지연과 로그 결손으로 인한 흐름 단절 문제이며, 다수의 중단 및 재시도 흔적이 이를 뒷받침하였다. 다섯째, 성찰 유도 구조의 미흡성은 성찰 질문이 자기점검이나 개선 행동으로 연결되지 못하고 형식화되는 한계를 나타냈다.

이 다섯 범주는 조력 구조의 타이밍, 피드백, 자율성, 안정성, 성찰 유도라는 핵심 축에서 상호 연결된 제약 요인으로 작용한다. 과도한 개입과 불명확한 피드백은 인지 부담을 높이고, 자율성 저하는 탐구적 사고를 저해하며, 기술 불안정은 수업 흐름을 방해할 수 있다. 또한, 성찰 유도의 한계는 학습의 내면화와 자기주도성 강화를 어렵게 만든다.

도출된 결과는 문제 목록표로 정리되어, 각 문제에 대해 코드, 요약, 근거 자료, 원인 분석, 영향 영역을 포함하였고, Cycle 2 설계 개선 전략 수립의 근거 자료로 활용되었다.



문제 코드	문제 요약	근거 자료		원인 분석	영향 영역
P1	조력 시점의 과밀 및 사고 흐름 단절	로그 데이터	20초 미만 연속 개입 반복	조력 시점 설계 미흡, AI 단순 응답 유도	학습자 인지 부하 증가, 몰입 저하
		교수자 성찰 노트	“AI가 학습자의 발화 전에 개입”		
		학습자 설문	“AI가 말을 너무 자주 건다”		
P2	피드백 전달 구조의 복잡성 및 이해 저하	로그 데이터	AI 250자 이상 발화 다수	요약 규칙 부재, 핵심 정보 구조화 미흡, 언어 생성 일관성 부족	피드백 수용도 감소, 학습 지연
		교수자 성찰 노트	“설명이 길고 핵심이 모호하다”		
		학습자 설문	“AI 설명이 복잡하다”		
P3	학습자 자율성 약화와 의사결정의 수동화	로그 데이터	AI 발화 50% 초과	조력 강도 조정 미흡, 자기설명 유도 절차 부재	자기주도성 저하, 탐구 과정 수동화
		교수자 성찰 노트	“학생이 AI의 답을 그대로 수용”		
		학습자 설문	“AI가 대신 결정한다”		
P4	기술적 안정성 부족으로 인한 학습 흐름 저해	로그 데이터	지연, 결측, 에러 로그 다수	서버 응답 불안정, 재시도 절차 미비, 네트워크 변동	학습 몰입 저하, 교수자 조정 부담 증가
		교수자 성찰 노트	“응답 멈춤, 대화 단절”		
		학습자 설문	“대화가 중간에 끊겼다”		
P5	사고 촉진 및 성찰 스캐폴드의 부족	교수자 성찰 노트	“성찰 문항이 형식적으로 작동”	성찰 프롬프트 구조 미비, 심화 피드백 스캐폴드 부재	자기성찰 부족, 학습 내면화 저하
		학습자 설문	“AI가 질문은 했지만 깊이 생각하기 어려웠다”		

[표 4-34] DBR Cycle 1 결과 기반 문제 목록표

4.5.6. 리디자인 절차 및 개선 내용

Cycle 1 리디자인 단계는 통합 분석 결과를 기반으로 도출된 다섯 가지 문제군(P1~P5)을 중심으로 이루어졌다. 각 문제는 AI 에이전트의 조력 기능이 수업 구조 안에서 안정적으로 작동하기 위한 조건과 연결되었으며, 이를 해결하기 위한 설계 전략은 조력 원리에 따라 체계적으로 정리

되었다.

P1은 개입 간격의 과밀도 문제였다. 평균 16.5초 간격의 연속 조력은 학습자의 발화 흐름을 단절시키고 사고의 주도성을 저해하는 양상으로 나타났다. 이에 따라 개입 간격을 학습자 반응 시점 중심으로 재조정하고, 단계 전환 기준에 따라 개입 시기를 제어하는 방식으로 구조를 변경하였다.

P2는 피드백 전달 구조의 복잡성에 관한 문제였다. 장문 응답과 중복 설명은 핵심 메시지의 인식을 방해하였다. 이를 개선하기 위해 피드백의 길이와 구조를 요약 중심으로 단순화하고, 선택형 추가 정보 구조를 적용하여 정보 접근의 명료성과 유연성을 동시에 확보하였다.

P3에서는 학습자 자율성의 저하가 관찰되었다. AI 제안의 반복 수용은 판단 기회를 제한하였고, 이에 대한 대응으로는 자기 근거 진술을 유도하는 질문 설계가 강화되었다. 단계별 종료 시 사고 과정을 외재화하는 절차를 삽입하여, 판단의 주도성을 회복하도록 조정하였다.

P4는 기술적 불안정성이었다. 시스템 오류와 지연은 학습 흐름에 영향을 주었으며, 교수자가 즉각 대응해야 하는 부담이 증가하였다. 이에 따라 기술 상태 사전 점검 절차를 설계에 통합하고, 세션 단위로 시스템 응답 상태를 확인하는 자동화 도구를 적용하였다.

P5는 성찰 절차의 구조 부족에 해당하였다. 질문 제시 후 즉시 다음 단계로 이동하는 패턴이 반복되며 사고 확장 효과가 제한되었다. 이를 보완하기 위해 서술형 응답 후 전환이 가능하도록 절차를 수정하고, 단계 간 성찰-실행 연계를 강화하는 설계 구조를 적용하였다.



문제 코드	설계 원리	조건 (Condition)	전략 (Strategy)	예상 결과 (Outcome)	반영 계획
P1	적절성	조력 시점의 과밀 및 사고 흐름 단절	학습자의 인지적 자원을 고려한 조력 간격 조정, 단계 트리거 기반 개입 구조 도입	학습자의 사고 패턴 안정, 판단 근거 설명, 대안 탐색 발화 증가, 단문 응답 중심 상호작용 감소	학습자 GPTS가 각 단계 시작, 종료 시 사고 점검 질문 제시, 교수자는 세션 종료 후 팀별 피드백 간격, 피드백 사용 빈도, 반응 패턴을 요약 보고서로 점검
P2	명료성	피드백 전달 구조의 복잡성 및 이해 저하	핵심 요약 중심 피드백 구조화, 단계별 정보 구분, 전체 길이 180자 이내, 반복 제거	피드백 이해 시간 단축, 핵심 내용의 신속 파악, 실행 전환 비율 향상	학습자 GPTS가 피드백 생성 시 텍스트 길이, 핵심이 포함률, 반복률 자동 점검, 교수자는 세션 전 점검표로 명료성 항목 검토
P3	자율성	학습자 자율성 약화와 의사결정의 수동화	사고 촉진형 질문 중심 피드백 구조와 자기 점검 절차 통합	판단 근거 제시 빈도 및 비판적 수용 증가, 사고의 주체로서 역할 강화	학습자 GPTS가 단계 종료 시 자기 점검 문항 자동 제시, 응답 완료 후 단계 이동, 교수자는 로그 기반으로 사고 확장과 근거 제시 빈도 평가
P4	적절성	기술적 안정성 부족으로 인한 학습 흐름 저해	교수자 중심 사전 점검 절차 강화, 세션 단위 기술 상태 점검 체계화	기술 오류로 인한 단절 감소, 운영 안정성 및 시스템 신뢰도 향상	교수자 GPTS가 수업 설계 시 기술 점검 체크리스트 자동 생성, 세션 단위 요약 보고서로 응답 지연률, 로그, 를, 오류 발생 횟수 검토
P5	성찰성	사고 촉진 및 성찰 스캐폴딩의 부족	단계별 자기 점검 문항과 사고 촉진형 프롬프트 통합	판단 근거 설명과 사고 재구성이 활성화된 반성적 발화 증가, 인지적 순환 구조 강화	학습자 GPTS가 단계별 성찰 질문 자동 제시, 교수자는 세션 종료 후 요약 보고서로 성찰 수준, 패턴 분석 및 추가 피드백 제안

[표 4-35] 분석 및 리디자인 수정 계획표

4.5.7. Cycle 2 실행 준비 및 검증 계획

Cycle 2는 Cycle 1에서 도출된 문제 목록표와 수정 계획표를 기반으로 재구성된 수업모형의 실행 타당성을 검증하는 단계로 구성된다. 본 단계의 목적은 설계 원리가 실제 수업 절차 안에서 유효하게 작동하는지

를 확인하고, 학습자-교수자-AI 에이전트의 교수학습 조력기능 간 상호작용이 개선 방향과 일치하는지를 체계적으로 점검하는 데 있다. Cycle 1 분석에서 확인된 다섯 가지 문제군(P1~P5)은 사고 흐름 단절, 피드백 구조의 복잡성, 학습자 자율성 약화, 성찰 구조의 부족, 기술적 안정성 저하로 요약되며, Cycle 2에서는 이러한 문제에 대응하는 설계 원리를 적용하여 수업모형을 수정, 보완하였다.

항목명	세부 내용
단계명	수업 설계, 문제 정의, 탐구 설계, 실행, 공유 및 성찰, 환류의 6단계. 각 단계 사고 점검, 피드백, 단계 이동조건 절차로 재구성. 피드백은 단계 트리거에 따라 자동 제시.
학습 목표	인지적, 정의적, 사회적 목표 통합. AI 조력의 적절성, 명료성, 자율성, 성찰성, 안정성 확립. 단계별 목표는 Cycle 1의 과업 목적을 유지하되 점검 절차와 개입 구조 고도화.
학습자 활동	팀 단위 기획→촬영→편집→성찰 수행. 각 단계 사고 점검 질문에 응답한 뒤 단계 전환. 피드백은 단계 트리거에 따라 자동 제시. 전 과정 로그 자동 저장.
교수자 조력	세션 전 AI 작동 점검 체크리스트 자동 생성, 확인. 세션 종료 후 요약 보고서로 팀별 피드백 간격, 사용 빈도, 반응 패턴 점검.
AI 에이전트의 교수학습 조력기능 조력	피드백은 핵심 정보 중심으로 간결화하고 반복, 불필요 설명 제거. 텍스트 길이 180자 이내 권장. 추가 설명은 단계 종료 후 보조 설명 항목으로 분리 제공. 단계 트리거 기반 개입.
상호작용 구조	교수자-AI-학습자 간 상호 피드백 유지. AI는 사고 촉진 질문 제공, 교수자는 사전 점검과 세션 요약 보고서를 기반으로 분석, 조정.
산출물	기획안, 촬영 계획표, 편집본, 성찰 보고서, 피드백 로그, 자기 점검 응답 로그 통합 제출. 교수자 루브릭 연동.
평가 기준	설계 원리(적절성, 명료성, 자율성, 안정성, 성찰성, 구체성) 기반 지표로 단계별 결과 평가.
성찰 및 피드백	단계 종료 시 학습자 GPTS가 성찰 문항 자동 제시, 응답 완료 후 단계 전환. 교수자 GPTS는 세션 요약 보고서를 기반으로 피드백 품질과 사고 확장 분석.
비고	AI 플랫폼 명시, 비식별 데이터, 보안 관리 절차 명시. 교수자 중심 기술 점검 및 사고 패턴 조절 프로토콜 포함.

[표 4-36] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 활용 수업모형 설계안 (v3)

항목명	수정안(v2)	수정안(v3)	개선 근거·설계 원리
단계명	동일 구조·AI 점검 절차	사고 점검-피드백-단계 이동조건 통합	조력 시점 과밀·단계 전환 혼선 해소 (적절성·안정성)
학습 목표	AI 자동 점검 중심	AI 조력 6원리 반영	목표 인식 편차·과제 해석 부담 완화 (명료성·구체성)
학습자 활동	AI 자동 응답·교수자 연동	사고 점검·피드백 적용·자기점검 후 전환	탐색-계획-실행 흐름 불안정 보완 (성찰성·구체성)
교수자 조력	로그 점검 병행	체크리스트 활용·보고서 점검	조력 시점 불균형·기준 모호성 개선 (적절성·명료성)
AI 조력 기능	GPTS 연동·사례 제시	간결 피드백·반복 제거·트리거 기반 개입	장문·중복 정보 과다·조력 과밀 해소 (명료성·구체성·적절성)
상호작용 구조	AI 요약 후 교수자 판단	삼자 구조 유지·사고 촉진 조력	상호작용 흐름 단절·정보량 편중 개선 (안정성·적절성)
산출물	산출물+AI 로그	산출물+성찰·피드백·자기 점검 로그 통합	피드백 전이 부족·정교화 미흡 개선 (구체성·성찰성)
평가 기준	AI 수행 지표 포함	설계 원리 6기준 적용	기준 모호성·결과 중심 평가 경향 보완 (명료성·자율성·성찰성)
성찰 및 피드백	AI 자동 질문	단계 종료 성찰·응답 후 전환·보고서 점검	성찰 편중·단계 연계 부족 개선 (성찰성·명료성)
비고	플랫폼·로그 관리	플랫폼 명시·보안·기술 점검 프로토콜	기술 오류·데이터 불안정 해소 (안정성·적절성)

[표 4-37] 분석 및 리디자인 단계 수업모형 설계안 버전 비교표

Cycle 2 수업은 수정 수업모형을 기반으로 구성되었으며, 문제 정의, 탐구 설계, 실행, 공유 및 성찰의 네 단계로 운영되었다. 주요 설계 원리는 AI 에이전트의 조력 시점과 강도를 학습자의 사고 흐름에 맞추어 조정하는 것이었다. 수업 전에는 교수자가 사전 점검 체크리스트를 통해 기술 상태를 확인하고, 수업 중에는 학습자 GPTS가 사고 점검 질문을 통해 판단 근거를 외재화하도록 유도하였다. 피드백은 단계 전환 시점에 맞추어 제한적으로 제시되어 조력 과밀을 방지하고 발화의 연속성과 자율성이 유지되

도록 설계되었다. 수업 종료 후에는 자동 생성된 요약 보고서를 통해 피드백 길이, 개입 간격, 응답 패턴을 점검하고 기술적 안정성과 조력 적절성을 사후 검토하였다.

Cycle 2의 검증은 수정된 설계 원리가 실제 수업에서 안정적으로 실행되었는지를 확인하는 데 목적을 두었다. 검증의 핵심 축은 설계 실행의 타당성, 학습자의 사고 과정 변화, 교수자와 AI의 조력 구조 적합성, 시스템의 기술 안정성 확보였다. 자료 수집은 학습 로그, 교수자 성찰노트, 학습자 설문을 중심으로 이루어졌으며, 각 자료는 조력 기능의 작동 방식과 학습자의 반응을 파악하기 위한 근거로 활용되었다.

학습 로그는 발화 간격, 교대율, 피드백 빈도, 자기 점검 응답률 등 조력 작동 지표 산출에 사용되었다. 교수자 성찰노트는 AI 조력의 시점과 품질, 학습자의 발화 변화를 관찰한 기록으로 활용되었고, 학습자 설문은 피드백 이해도와 자기조절 인식 변화를 확인하는 정성 자료로 분석되었다. 모든 자료는 동일 사건 단위로 정렬되어 통합 분석되었으며, 해석의 초점은 적절성, 명료성, 자율성, 성찰성, 안정성이라는 다섯 가지 설계 원리에 맞추어 구성되었다. 특히 사고 점검 응답과 AI 피드백 간 시간 간격은 사고 주기 안정성을 평가하는 핵심 지표로 활용되었다. 성찰 단계에서는 이유 제시, 대안 탐색, 자기점검 발화의 변화를 중심으로 리더디자인이 학습 구조에 미친 효과를 점검하였다.

4.6. Cycle 2 실행 및 분석

4.6.1. Cycle 2의 목적 및 실행 개요

Cycle 2는 Cycle 1의 통합 분석과 리더디자인을 바탕으로 개발된 수정 수업모형(v3)의 실행 타당성을 검증하기 위해 설계되었다. 핵심 검토 지점은 설계 원리가 실제 수업 절차에 따라 효과적으로 구현되는지, 교수



자와 학습자, AI 에이전트 간 조력 역할이 교육적으로 균형을 이루는지 여부에 있었다.

수업은 문제 정의, 탐구 설계, 실행, 공유 및 성찰의 네 단계로 구성되었고, 각 단계별로 AI의 개입 시점과 방식이 조정되었다. 수업 시작 전 교수는 AI 연결 상태와 로그 저장 여부를 점검하였고, 학습자는 사고 점검 질문에 응답한 후 과업 수행을 시작하였다. AI 피드백은 학습자의 응답이 완료된 시점을 기준으로 제공되었으며, 세션 종료 후에는 피드백 간격, 응답 패턴, 자기 점검 응답률 등이 자동 요약되어 교수자가 수업 흐름과 기술 상태를 검토할 수 있도록 설계되었다.

검증은 네 가지 관점에서 이루어졌다. 첫째, 설계된 조력 시점과 피드백 구조가 실제로 학습자의 사고 주기와 일치하는지 확인하였다. 둘째, 사고 촉진 질문과 자기 점검 절차가 명료한 사고 전개와 성찰의 확장에 기여하는지 점검하였다. 셋째, 교수자의 개입이 AI 조력과 상호 조정되며 교육적 흐름을 유지하는지 살펴보았다. 넷째, 응답 지연과 오류, 로그 결측 같은 기술적 불안정성이 완화되었는지를 검토하였다.

자료 수집은 학습 로그, 교수자 성찰노트, 학습자 설문으로 이루어졌으며, 각 자료는 동일 사건 단위로 정렬하여 통합 분석되었다. 로그는 발화 간격, 교대율, 피드백 빈도, 자기 점검 응답률 등 조력 기능 작동 지표 산출에 활용되었고, 성찰노트는 피드백 타이밍과 조정 판단을 중심으로 교수자의 해석이 기록되었다. 설문은 피드백의 명료성, 사고 촉진 경험, 자기 조절 인식 변화에 대한 학습자 응답을 정량·정성적으로 포함하였다.

특히 사고 점검 응답 이후 피드백이 제시되기까지의 시간 간격은 학습자의 사고 주기가 안정적으로 유지되고 있는지를 판단하는 핵심 지표로 활용되었다. 이러한 분석을 통해 Cycle 2는 설계 원리의 실행 타당성과 학습 효과, 기술적 안정성을 종합적으로 검증하는 단계로 기능하였다.



4.6.2. Cycle 2 실행 환경 및 참여자 구성

Cycle 2는 Cycle 1의 문제 목록표와 수정 계획표를 바탕으로 수업 절차와 조력 체계를 재구성하여 실행한 단계이다. 참여자는 영상미디어전공 1학년 26명으로 구성되었고, 자율 편성된 5개 팀이 기획, 촬영, 편집, 성찰의 역할을 분담해 프로젝트를 수행하였다. 팀 내 상호작용은 사고 점검 질문 중심의 피드백 절차를 강화하여, 판단 근거 공유와 의사결정 명료화를 유도하는 방식으로 운영되었다.

수업은 4주간 대면으로 이루어졌으며, 각 세션은 120분으로 진행되었다. 문제 정의, 탐구 설계, 실행, 공유 및 성찰의 네 단계로 구성되었고, 각 단계의 과업량은 Cycle 1에서 나타난 과밀과 전환 혼선을 완화하기 위해 조정되었다. 탐구 설계 단계에는 사전 점검 절차를, 성찰 단계에는 자기점검 응답과 팀 피드백 요약 필수 항목으로 포함하여 절차적 완결성을 강화하였다.

수업 환경은 Cycle 1과 동일한 실습 공간과 장비 조건을 유지하였다. AI 에이전트는 교수자 GPTS와 학습자 GPTS로 구성되었고, 기술적 불안정과 피드백 과밀 문제를 개선하기 위해 작동 구조를 조정하였다. 교수자 GPTS에는 연결 상태와 로그 저장 여부를 점검하는 기능이 강화되었고, 학습자 GPTS는 사고 점검-응답-성찰 기록의 순환을 중심으로 구성되어 학습 흐름의 안정성을 지원하였다.

Cycle 2의 핵심 변경 사항은 AI 조력의 시점과 절차의 재배치이다. 학습자 발화 이후에는 피드백보다 사고 점검 질문을 먼저 제공하여 학습자의 사고 전개가 선행되도록 조정하였다. 세션 시작 전 교수자의 기술 점검은 운영 규칙으로 고정하였고, 성찰 응답은 다음 단계 이동의 조건으로 설정하여 성찰을 수업 흐름의 핵심 절차로 통합하였다.



교수자 GPTS는 세션별 설계안과 점검 체크리스트, 평가 루브릭을 자동 생성하고, 학습자 GPTS는 단계별 템플릿을 통해 사고 점검과 기록이 일관된 형식으로 누적되도록 설계되었다. 이 구조는 수업 운영의 기술적 안정성과 학습자의 목표 인식을 동시에 유지하기 위한 장치로 기능하였다. 정리하면 Cycle 2는 사고 중심 상호작용 절차 강화와 기술 안정성 확보를 동시에 목표로 한 실행 단계로, 교수자와 학습자의 조력 구조를 재조정하여 설계 원리의 작동 가능성과 개선 방향을 실험적으로 검증한 사례로 기능한다.

구분	내용
참여 대상	영상콘텐츠전공 1학년 26명, 5인 6팀 구성
팀 구성 및 역할	자율 팀 편성, 기획, 촬영, 편집, 발표 역할 분담
수업 기간 및 단계	총 4주, 주 1회 120분, PBL 4단계(문제 정의-탐구 설계-실행-공유 및 성찰)
수업 장소 및 환경	실습 강의실(스튜디오 포함), 노트북, 태블릿, 카메라 활용
AI 에이전트의 교수학습 조력기능 구현	GPTS 기반 비생성형 이원 조력 체계 구성, 학습자 GPTS 사고 점검 질문, 사고 정리 및 자기 점검 지원, 교수자 GPTS 자동 생성 체크리스트, 세션 요약 리포트 제공, 기술 안정성 및 피드백 품질 점검
교수자 구성 및 역할	담당교수 1인, 단계별 운영, 피드백 관리 및 모니터링 수행
운영 절차	단계별 PBL 운영

[표 4-38] DBR Cycle 2 실행 환경 및 참여자 구성

4.6.3. Cycle 2 수업 절차 및 AI 에이전트의 조력기능 적용 개요

Cycle 2 수업 절차는 Cycle 1 분석에서 도출된 다섯 가지 핵심 문제를 해결하기 위해 전면 재구성되었다. 조력 시점의 과밀, 피드백 구조의 복잡성, 학습자 자율성 약화, 기술적 불안정, 성찰 구조의 결핍을 개선하기 위해 교수자 GPTS와 학습자 GPTS의 기능은 단계별 역할에 따라 조정

되었고, 조력의 시점과 강도를 재배치하여 학습자의 사고 흐름을 보존하고 피드백의 이해 가능성을 높이는 동시에 성찰을 수업 구조에 안정적으로 통합하는 데 중점을 두었다.

수업은 여섯 단계로 운영되었으며, 각 단계는 교수자와 학습자 GPTS의 상호작용을 중심으로 조직되었다. 수업 준비 단계에서는 기술 점검과 세션 목표 안내를 통해 환경적 안정성을 확보하였고, 팀 코드 등록과 초기화 절차로 학습 흐름의 누락을 최소화하였다. 문제 정의 단계에서는 과제 해석과 표현 방향 설정을 중심으로 구성되었으며, AI 조력은 질문 제시와 확인 절차로 제한되어 학습자의 판단이 선행되도록 유도되었다. 탐구 설계 단계에서는 수행 계획의 구체화와 점검을 통해 실행 과업의 부담을 분산하였고, 계획 정리와 자기점검을 중심으로 사고 구조를 정돈하도록 설계되었다. 실행 단계에서는 학습자 수행의 흐름을 보존하기 위해 피드백 시점을 자기점검 이후로 재배치하였고, 오류 확인과 수행 기록을 통해 인지적 과부하를 완화하는 구조로 운영되었다. 공유 및 성찰 단계에서는 결과물 제시와 수행 과정의 되돌아보기를 중심으로 구성되었으며, 성찰 응답은 필수 절차로 통합되어 사고 내면화와 판단 근거의 외재화를 동시에 유도하였다. 수업 환류 단계에서는 요약 자료와 학습 경험의 정리를 통해 전체 수업 흐름을 조망하고, 향후 설계 개선의 실천적 근거를 수집하는 구조로 구성되었다.

이 절차는 교수자와 학습자, AI 간 역할을 명확히 분리하면서도 상호보완적으로 연결하여 조력의 적절성과 명료성을 높이고, 학습자의 자율성과 성찰 수행을 강화하도록 설계되었다. AI 조력은 정보 제공이나 판단 대행이 아닌, 사고 유도와 점검의 기능에 집중하였으며, 교수자는 요약 자료와 기록 기반의 판단을 통해 교육적 개입의 타이밍과 수위를 조절할 수 있었다. 이를 통해 Cycle 2는 수정된 수업모형의 실행 타당성을 실제 수업 맥락에



서 검증할 수 있는 기반을 마련하였다.

단계	주요 학습 목표	교수자 GPTS 조력 기능	학습자 GPTS 조력 기능	인지적 도제 원리	핵심 성과
수업 준비	단계별 목표와 절차 명확화, 기술 점검	수업 설계 시 AI 작동 점검 체크리스트 자동 생성, 단계별 목표, 절차 제시, 기술 상태 확인	팀 코드 등록 및 단계 초기화, 세션 시작 준비 수행	모델링	시스템 안정성 확보, 운영 절차 명료화
문제 정의	학습 과정의 핵심 문제 이해 및 표현 방향 설정	과제 핵심 개념 제시, 사고 점검 질문 제공, 조력 시점 조정	사고 점검 질문 제시, 응답 후 피드백 수신 및 반영	코칭 모델링	사고 단계 해소, 집중 유지
탐구 설계	자료 탐색 및 해결 전략 수립	탐색 결과 검토, 일정, 역할 조정 피드백, 조력 간격 관리	탐색 내용 정리, 계획 기록, 학습자 응답에 따른 피드백 적용	스캐폴딩	계획 논리성 향상, 자기조절 능력 강화
실행	영상 제작 및 과제 점검 수행	피드백 시점 조정, 세션 요약 보고서 생성, 진행 상황 모니터링	오류 점검, 응답, 실행 내용 보완, 학습 로그 자동 저장	코칭	몰입도 유지, 피드백 이해도 증진
공유 및 성찰	산출물 발표 및 사고 점검 성찰 수행	루브릭 기반 피드백 요약, 성찰 응답 분석 및 팀별 피드백 제공	성찰 질문 제시, 응답 기록, 학습 결과 요약 반영	성찰	발화형 성찰 증진, 사고 심화
수업 환류	학습 성과 종합 및 다음 Cycle 개선 도출	세션 요약 보고서 통합 분석, 조력 효과 평가, 다음 Cycle 개선 제안	학습 경험 요약 및 만족도 응답 작성	탐색 성찰	조력 효과 분석, 설계 연계 근거 확보

[표 4-39] DBR Cycle 2 수업 절차 및 AI 에이전트 적용 개요

4.6.4. 자료 수집 및 검증 계획

Cycle 2의 자료 수집은 Cycle 1의 틀을 유지하되, 조력 시점과 피

드백 구조의 검증 정밀도를 높이도록 보완되었다. 수집 자료는 AI 조력 로그, 학습자 설문, 교수자 성찰노트로 구성되며, 세 자료는 2-of-3 합치 원칙으로 삼각검증을 수행하였다. 로그는 Cycle 1과 동일한 표준 스키마(팀, 세션, 화자, 시간, 발화 원문, 단계)와 비식별화 절차를 적용하였다. Cycle 2에서는 개입 간격, 피드백 길이, 개입-단계 정렬 지표를 자동 산출하도록 추가하여 조력 타이밍과 텍스트 구조를 추적하였다.

학습자 설문은 동일한 평가 영역(수행 만족, 협업과 피드백, AI 조력 체감, 성찰과 성장 인식)을 유지하되, Cycle 1 대비 변화 경향을 함께 제시하였다. 개방형 응답은 Braun과 Clarke 절차로 주제분석을 수행하였다. 교수자 성찰노트는 세션 종료 직후 작성하고, 교수자 GPTS 요약 템플릿을 고정하였다. 분석 기준은 여섯 조력 원리(명료성, 유용성, 적절성, 성찰성, 구체성, 자율성)로 설정하였다. 자료는 통합 코드(팀, 세션, 자료 유형)로 관리하였고, 로그 수치 변화가 설문 인식과 성찰 기록의 서술과 정합하는지 교차 점검하였다.

4.6.5. Cycle 2 실행 결과 개요

Cycle 2는 Cycle 1에서 도출된 문제 목록과 수정 계획의 실행 타당성을 점검하기 위해 운영되었으며, 사고 흐름의 연속성, 피드백 명료성, 학습자 자율성, 성찰 절차의 정착 측면에서 개선이 확인되었다. 문제 정의 단계에서는 조력 제시 시점이 조정되면서 학습자 주도적 사고 전개가 강화되었고, 탐구 설계 단계에서는 요약 중심 피드백이 정보 처리 부담을 완화하였다.

실행 단계에서는 학습자 발화 비중과 자기 점검 응답이 증가하여 의사결정 참여가 확대되었으며, 공유 및 성찰 단계에서는 성찰 서술의 구체성과 분량이 증가해 성찰 활동이 수업 절차에 안정적으로 포함되는 양상이 나



타났다. 종합하면, 조력 시점 조정과 피드백 구조 단순화, 자기점검 절차 강화가 단계별 상호작용 흐름과 피드백 순환의 안정화에 기여한 것으로 해석된다.

4.6.6. DBR Cycle 2 단계 별 실행 결과

1주차 수업은 성찰 기능과 단계 코드 기반 구조를 도입하여, 학습자가 감정 키워드·도시 공간 후보·표현 근거를 포함한 문제 정의문을 작성하도록 설계되었다. 학습자 로그 분석 결과, AI는 연구 참여 동의와 팀 정보 입력을 안내한 뒤, 학습자가 제시한 감정 키워드(예: “가을의 쓸쓸함”, “차가움”, “고독”)를 기반으로 후속 질문을 제시하며 감정과 도시 공간의 관계를 탐색하도록 사고를 단계적으로 유도하였다.

교수자 성찰노트에는 AI가 문제 정의 완료 신호를 다소 빠르게 제시하는 경향이 기록되었으며, 이에 교수자는 최소 근거 요건을 충족한 경우에만 문제 정의를 완료로 간주하도록 조정하였다. 또한 촬영 장소나 방법 등 이후 단계에서 다루어야 할 논의는 탐구 설계 단계로 이관하도록 피드백 구조를 재조정된 과정이 기술되어 있다.

학습자 설문에서는 “짧은 시간 안에 AI 질문에 깊게 생각하지 못해 아쉬웠다”, “GPT가 저번보다 우리 팀의 의견을 많이 요구해 스스로 끄집어내야 했다”는 응답이 나타나, 질문 중심 구조가 사고를 촉진하는 동시에 일정한 인지적 부담으로 작용했음을 보여준다. 교수자는 이러한 결과를 바탕으로, Cycle 1에 비해 AI가 단순한 답변 제공자에서 학습자의 사고를 유도하는 조력자로 기능적 전환을 보였다고 평가하였다. 이는 문제 정의 단계에서 AI 에이전트의 교수학습 조력기능이 학습자의 탐구 방향 설정을 지원하면서도 사고의 주도권을 학습자에게 환원하도록 작동했음을 시사한다.



항목	내용
주차	1주차
PBL 단계	문제 정의(개선판)
과목·주제	촬영기법 / 도시의 감정을 영상으로 표현하기
학습 목표	GPTS 사고 점검 기반 근거 포함 문제 정의문 작성
학습자 활동	GPTS 접속 및 팀 정보 입력, 감정 키워드·도시 공간 후보 브레인스토밍, 사고 점검 질문 응답, 문제 정의문 작성, 단계 성찰 응답 및 코드 입력(#문제정의완료)
교수자 활동	GPTS 인터페이스·단계 코드 사용 안내, 문제 정의문 기준 (감정선·도시 맥락·실행 가능성) 제시, AI 답변 비판적 수용 독려
AI 에이전트 조력 기능	단계별 절차 안내, 감정 키워드 확장과 예시 제시, 문제 정의 점검 질문·성찰 문항·완료 코드 안내
산출물	GPTS 로그, 근거 포함 문제 정의문, 단계 성찰 응답, #문제정의완료 코드 기록
개선 요소	단계 완료 코드 기반 명시적 마무리·성찰 구조, 브레인스토밍·점검 중심 AI 활용과 팀 자율 결정권 강화

[표 4-40] DBR Cycle 2 문제 정의 단계 수업 설계안

2주차 탐구 설계 단계는 촬영 계획 수립과 역할 분담을 중심으로 진행되었으며, 팀 내에서는 촬영 장소와 방법에 대한 논의가 활발히 이루어졌다. 교수자 성찰노트에 따르면 AI는 체크리스트 기반 질문과 단계 완료 신호, 요약 피드백을 제공하여 팀별 진행 상황을 명료화하였고, 일부 팀은 이를 근거로 촬영 순서와 장면 구성을 신속히 조정하였다. 교수자는 출석 편차로 인한 팀 인원 불균형을 확인하고, 계획 품질 점검을 위한 기준 조건의 필요성을 기록하였다. 학습자 설문에서는 “아이디어를 만들 수 있는 환경을 제공한다.”, “의견을 구체화해 시간 단축에 도움이 되었다.”와 같은 응답이 제시되어, AI가 탐구 계획 단계에서 아이디어 발산과 정리를 동시에 촉진하는 도구로 인식되고 있음을 보여준다. 교수자는 Cycle 1과 달리 계획 기준과 완료 신호가 명확해지면서 팀 간 속도 차는 남았으나, 최소 계획 수준은 전반적으로 향상된 것으로 판단하였다.

항목	내용
주차	2주차
PBL 단계	탐구 계획(개선판)
과목·주제	촬영기법 / 감정선에 맞는 촬영·제작 계획 정교화
학습 목표	체크리스트·코드를 활용한 실행 가능한 탐구 계획 완성
학습자 활동	1주차 문제 정의문 공유, 촬영 장소·시간·장면 구성 GPTS 검토, 촬영 계획서·샷 리스트 작성·수정, 제작·윤리 점검 체크리스트 응답, #탐구설계완료 코드 입력
교수자 활동	계획서·샷 리스트의 현실성·안전성·윤리성 점검, 과도·부족 계획 조정 피드백, AI 조언 의존 과다 팀에 대한 자율 의사결정 강조
AI 에이전트 조력 기능	장소·시간·장면 구성 장단점 비교, 계획 항목 누락·과잉 점검, 제작·윤리 점검 항목 사전 상기, 성찰 문항·완료 코드 안내
산출물	v3 구조 촬영 계획서·샷 리스트, 제작·윤리 점검 체크리스트, GPTS 로그, 단계 성찰 응답과 #탐구설계완료 코드
개선 요소	체크리스트·코드 기반 탐구 계획 완성 기준 명시, 계획 단계에서의 윤리·안전 통합 관리 구조

[표 4-41] DBR Cycle 2 탐구 설계 단계 수업 설계안

3주차 실행 단계에서는 사전에 수립한 촬영 계획에 따라 촬영과 편집이 이루어졌다. 교수자 성찰노트에 따르면 교수자는 촬영·편집 시간 배분 원칙을 사전에 안내하고 역할을 명확히 분담하여 제작 일정을 관리하였다. AI는 현장 질문에 절차와 대안을 중심으로 지침을 제시하고, 단계 종료 시 점검표와 성찰 대화를 통해 필수 확인 항목을 점검하도록 지원하였다. 학습자들은 팀 토론을 우선하며 필요 시 단계적 도움을 요청하는 방식으로 개입 강도를 조절하였다. 학습자 설문에서는 “카메라 배터리가 부족했다”, “원하는 장소를 확보하기 어려웠다” 등 시간과 장소, 장비 관련 어려움이 반복적으로 보고되었다. 한 학습자는 “예상치 못한 상황에서 즉시 대안을 제시해 준 점”을 AI의 장점으로 언급하였으며, 교수자는 이러한 사례를 바탕으로 AI의 즉각적 대안 제시 기능과 자신의 품질·안전 관리 역할을 결합해 현장 대응 체계를 보완하였다.

항목	내용
주차	3주차
PBL 단계	실행
과목·주제	촬영기법 / 도시 풍경 촬영과 러프컷 제작, 품질·윤리 점검 강화
학습 목표	자기 진단·팀 논의·GPTS 조력을 통한 기준 충족 결과물 완성
학습자 활동	촬영·편집 중 문제 인식과 팀 논의, 해결 불가 상황에서의 GPTS 질문, 제작점검 항목(윤리·품질) 기준 러프컷 점검, 체크리스트 응답과 #실행완료 코드 입력
교수자 활동	제작점검 기준 기반 상시 모니터링, 심각한 품질·윤리 문제 개입과 재촬영·수정 지도, AI-팀 역할 균형 관찰
AI 에이전트 조력 기능	흔한 촬영·편집 오류 안내, 감정선·리듬 중심 러프컷 요약·수정 제안, 제작점검 체크리스트 보완, 성찰 문항·완료 코드 안내
산출물	러프컷(FHD MP4), 제작점검 체크리스트 응답, GPTS 로그, 단계 성찰 응답과 #실행완료 코드
개선 요소	코드·체크리스트를 통한 실행 단계 완료 기준 명시, 품질·윤리 관리 수준 향상과 자기 진단 강화

[표 4-42] DBR Cycle 2 실행 단계 수업 설계안

4주차 공유 및 성찰 수업에서는 팀별 결과물을 발표하고, 감정 표현, 화면 구성, 기획 논리에 대해 동료 피드백과 구조화된 성찰을 수행하였다. 교수자 성찰노트에 따르면 AI는 발표 요약 템플릿과 피드백 질문 세트를 제공하여 발표 흐름을 정리하고, 사실-해석-조정 구조에 따른 성찰 질문을 자동 제시해 발표 후 자기 점검을 유도하였다. 학습자들은 이러한 질문 구조에 따라 구체적 근거를 제시하며 응답하였다.

교수자는 발표 및 질의응답 시간을 고정해 진행 균형을 확보하고, 팀원별 발화 기회를 순환 배정하여 참여 편차를 완화하였다. 또한 중복 질문을 묶어 정리하고 기록 담당을 지정해 수정 항목이 누락되지 않도록 관리하였다. 학습자 설문에서는 “분석과 정리를 잘해주었다”, “우리 아이디어를 명확히 정리해 주었다” 등의 응답이 제시되어, AI가 발표와 성찰 단계에서 의견 요약과 구조화를 안정적으로 지원하는 도구로 인식되고 있음을 확인

할 수 있다.

교수자 성찰에는 발표 후 성찰 결과를 다음 프로젝트나 개인 작업으로 확장해 기록하게 했다는 내용이 포함되어 있으며, 이를 통해 공유 및 성찰 단계가 단순한 마무리가 아니라 이후 학습 실천으로 이어지는 환류의 출발점으로 기능했음이 드러났다.

항목	내용
주차	4주차
PBL 단계	공유 및 성찰
과목·주제	촬영기법 / 감정이 담긴 도시 풍경 영상 발표와 구조화된 성찰
학습 목표	사실-해석-조정 구조 성찰과 GPTS 요약·코드 기반 프로젝트 마무리
학습자 활동	최종본 제출·발표, 동료 평가, GPTS를 활용한 영상 설명·요약·키워드 생성, 사실-해석-조정 구조 성찰문 작성, 성찰 체크리스트 응답과 #공유및성찰완료 코드 입력
교수자 활동	루브릭 기반 평가와 종합 피드백, 동료 평가 결과 연계 과정 피드백, 성찰 내용의 다음 프로젝트 설계 연계 정리
AI 에이전트 조력 기능	발표용 요약·키워드 생성, 사실-해석-조정 구조 성찰 질문·문장 틀 제공, 팀 성찰 내용 요약(강점·개선점·다음 제안), 완료 코드 안내
산출물	최종 영상, 발표 자료, 동료 평가 기록, 구조화된 성찰문, GPTS 로그, 성찰 체크리스트와 #공유및성찰완료 코드
개선 요소	발표-성찰-다음 과제 연계 구조 고정, 성찰 형식·깊이의 Cycle 1 대비 일관성 강화

[표 4-43] DBR Cycle 2 실행 단계 수업 설계안

4.6.7. Cycle 2 주요 관찰 결과

Cycle 2에서는 조력 시점 조정, 피드백 간결화, 학습자 발화 확대, 성찰 절차 고정이 전반적으로 반영되었고, Cycle 1과 비교되는 변화가 확인되었다.

AI 개입은 전체 규모는 비슷했지만 응답 수와 개입 빈도가 줄고, 선택적 조력 중심으로 전환되었다. 학습자 발화와 자기점검 응답은 증가하였으며,



상호작용의 중심이 AI에서 학습자로 이동하였다. 이는 조력 강도의 재배치가 자기주도적 사고를 촉진한 결과로 해석된다.

피드백은 요약-확인-실행 안내 구조로 정돈되었고, 길이와 복잡성 감소로 처리 부담이 줄었으며, 지시로의 오해도 감소하였다. 팀 내 상호작용은 강화되었지만, 과업 난이도 상승 시 발화 편중 현상은 일부 남아 있었다. 다만 전환 시점의 요약과 점검 절차는 역할 조정에 실질적으로 기여하였다.

기술적 안정성은 개선되었으나 간헐적 지연은 일부 세션에서 지속되었고, 응답의 적시성이 학습 몰입 회복에 중요한 역할을 하는 것으로 나타났다. 종합하면, Cycle 2는 조력 구조 재설계를 통한 학습자 중심 상호작용의 강화와 피드백 구조 개선이 효과적으로 작동한 사례로 해석되며, 리더자인의 실행 타당성을 뒷받침하는 결과로 정리된다.

관찰 영역	핵심 내용	교육적 시사점
AI 조력 개입 양상	개입 빈도 감소, 핵심 안내 중심 전환, 단계별 요약, 확인 절차 정착	조력 시점, 강도 조정의 중요성, 선택적 개입 구조 필요
학습자 반응 유형	학습자 발화 증가, 자기점검 강화, 논의 중심성 AI→학습자 이동	자율성 증진 전략 필요, 자기점검 기반 사고 촉진 필요
AI 피드백 시점, 강도	피드백 간격화, 핵심어 중심 안내, 전환 구간 절차 일관	간결한 피드백 구조 필요, 인지 부담 완화 중요
팀 상호작용 특성	역할 분담, 협력 증가, 발화 집중 일부 잔존, 기술 오류 대응 개선	팀 역할 조정 필요, 협력 구조 점검 중요
기술 안정성 및 몰입도	기술 안정성 향상, 지연 일부 지속, 즉각적, 개인화 응답 시 몰입 상승	기술 신뢰성 확보 필요, 즉시성, 개인화 조력 중요
종합 해석	조력 감소, 발화 증가, 피드백 간격화로 구조 재정렬, 자율성, 절차 안정성 강화	조력-절차-자율성 균형 고려한 수업 설계 필요

[표 4-44] DBR Cycle 2 주요 관찰 결과

4.6.8. Cycle 2 실행 결과 분석

Cycle 2의 분석은 Cycle 1에서 도출된 문제 중심 해석을 수정 설계 원리의 구현 여부를 검증하는 방향으로 전환하였으며 조력 시점 조정, 피드백 명료화, 자율성 강화, 성찰 절차 고정 등 핵심 설계 원리가 실제 수업 상호작용과 사고 수행에 반영되는지를 실증적으로 확인한다.

분석은 로그와 설문을 통한 기술통계, 학습자 서술 응답과 교수자 성찰 기록의 주제 분석을 결합하여 수행되었다. 로그에서는 발화 비율, 개입 간격, 응답 길이 등을 통해 구조 변화를 확인하였고, 설문에서는 경험 인식의 변화와 그 경향을 기술지표와 연계해 해석하였다. 서술 자료는 사고 전개, 피드백 해석, 성찰 구체성 등의 특성을 중심으로 정리되었다.

검증은 네 가지 설계 원리를 기준으로 이루어졌다. 조력 시점은 발화 후 개입 간격으로, 피드백 명료성은 응답 구조와 중복 최소화 여부로, 자율성은 자기 점검 수행과 주체적 판단 표현으로, 성찰 내재화는 응답 구체성과 사고 확장 진술로 점검하였다. 이 절차는 단순한 문제 확인을 넘어서, 조력 구조가 설계 의도대로 구현되는지에 대한 다면적 확인으로 구성되었으며, 이후 설계 정련의 이론적 근거로 활용된다.

4.6.8.1. Cycle 2 로그 데이터 기술분석 결과

Cycle 2 학습 로그는 여섯 팀의 네 세션 기록을 기반으로 분석되었다. 전체 발화는 632건, AI 응답은 291건으로, 세션당 평균 72.75건이다. 발화 총량은 Cycle 1과 유사하나 AI 응답은 약 10% 감소해, 조력 강도 조정과 학습자 상호작용 확대를 목표로 한 리디자인이 실제 수업에 반영되었음을 보여준다.

AI 개입 축소는 단순한 발화 수 감소가 아니라, 불필요한 안내 제거와 피드백 타이밍 재조정으로 상호작용 자율성이 강화된 결과다. 이에 따라



학습자 간 논의와 자기 점검이 늘었고, AI는 선택적 개입 형태로 작동하였다.

AI 발화 비중은 평균 79%로, 이전보다 간결하고 요약 중심으로 구성되었다. 발화 간 간격도 짧아져, 사고 흐름을 단절하지 않는 방식으로 피드백이 제시되었다.

코딩 신뢰도는 시차 재코딩 결과에서 완전 일치(Cohen's kappa = 1.00)를 보여, 해석의 안정성과 자료 분석의 신뢰도를 확보하였다.

종합하면, Cycle 2에서는 AI 개입의 축소, 학습자 발화 확대, 피드백 간격화가 함께 나타났고, 이는 조력 최소화와 사고 확장을 지향한 리더십의 실행 효과를 입증하는 정량적 근거로 해석된다.

항목	결과
팀 수	6
세션 수	4
전체 발화 수	632
AI 응답 수	291
세션당 평균 AI 응답	72.75
Cohen's kappa	1.00

[표 4-45] DBR Cycle 2 학습 로그 데이터 개요

Cycle 2의 학습 로그는 여섯 팀, 네 세션의 상호작용을 표준 스키마로 정리하고, 단계 전환을 기준으로 사건 단위를 구분하여 분석하였다. 사전 고정된 기준값을 바탕으로 과정 및 내용 지표를 산출하고 기술통계적으로 해석하였다. 분석 일관성을 위해 응답 지연, 피드백 적용률, 개입 정렬율, 발화 비중, 목표 명시 시간을 기준으로 설정하고, 시간 지표는 극단값을 제외한 중간값 중심으로 요약하였다.

전체 상호작용 흐름은 안정적으로 유지되었으며, 화자 교대 간격 중간값은 4.0초, 사고형 응답 후 피드백 도착까지는 68.0초, 피드백 후 실행 의사 표명까지는 122.0초였다. 피드백 적용률은 평균 0.078로 낮았으며, 개입-단계 정렬율은 평균 0.356으로 목표치에 미달하였다. 에이전트 발화 비중은 평균 0.35 이내로 관리되었으나 팀별 편차가 존재하였다. 응답 길이 중간값은 38자로 간결했으나 일부 장문 응답도 확인되었다.

내용 측면에서는 사고 촉진형 발화가 우세하였다. 이유, 근거, 대안, 성찰이 포함된 발화 비율은 평균 0.673로 나타났고, 단문 비율은 0.311이었다. 질문 밀도는 탐구 설계와 실행 단계에서 각각 0.763, 0.645로 높게 유지되었으며, 실행 및 성찰 단계에서 근거 기반 응답 비율은 0.182였다. 윤리 및 저작권 언급은 0.107로 낮아 점검 루틴의 보완이 필요함을 시사하였다.

분석 결과, 조력 개입의 시점은 전환 중심 구조를 따르고 있었고, 피드백은 간결화된 형태로 제시되었으며, 학습자 중심의 사고 촉진 상호작용이 강화된 것으로 나타났다. 반면 피드백의 실행 전이율과 단계 정렬율은 낮아, 단계별 목표 명시와 실행 유도 절차의 보완이 필요하다. 또한 윤리·저작권 점검 요소는 구조 내 고정 절차로 포함하는 설계 개선이 요구된다.

Cycle 2는 리디자인 설계의 일부 효과가 실현되었음을 보여주며, 향후 설계 정련 단계에서는 실행 전이 촉진, 단계 정렬 고도화, 점검 루틴 내재화가 중점 과제로 제시된다.



분석지표	주요 결과	특징	시사점
응답 지연	끊김 없는 상호작용 흐름 유지	단계 전환 구간의 응집적 상호작용 형성	전환 점검 루틴 고정 필요
개입 정합도	단계 목표와의 불안전한 정렬 반복	팀, 세션 간 개입 적합성 편차 지속	단계 목표, 역할, 산출물 안내 상시 제시 필요
피드백 제시	간결 중심 피드백 구조 형성	일부 세션의 장문 피드백 재발	피드백 템플릿 일관 적용 필요
피드백 적용률	피드백-실행 전이의 낮은 발생	실행 표명 발화의 부족	실행 유도 문장 틀, 전환 유도 규칙 필요
질문, 사고 발화	사고 중심 발화의 증가 흐름	설계, 실행 단계의 높은 질문 밀도	사고 촉진 질문 템플릿 정착 필요
근거 제시	근거 기반 발화의 제한적 유지	팀 간 근거 제시 편차 존재	근거 확인 과제, 검증 루틴 필요
윤리, 저작권 언급	윤리, 저작권 발화의 미비	출처, 동의 절차의 비가시성	윤리, 저작권 체크항목 상시 고정 필요
발화 균형	학습자-AI 발화 균형의 부분적 유지	특정 구간의 AI 발화 집중	불필요 개입 억제, 필요 시 개입 필요

[표 4-46] DBR Cycle 2 학습자 로그 데이터 기술분석 결과

4.6.8.2. 학습자 설문 분석 결과

Cycle 2 학습자 설문은 학습만족도, 협업 역량, 자기주도학습능력
의 세 영역을 중심으로 문항 평균과 내용타당도지수(S-CVI/Ave)를 분석
하였다. 5점 리커트 척도로 구성된 문항은 Cycle 1과 동일한 구조를 유지
하였고, 긍정 응답 기준은 4점 이상으로 설정되었다. S-CVI/Ave 기준값
은 0.80이다.

전체 S-CVI/Ave는 0.94에서 0.96으로 상승하여 문항의 적합성이 개선
되었음을 나타냈다. 세 영역 모두 0.90 이상을 유지하거나 상승했으며, 척
도 구조의 안정성이 확인되었다.

학습만족도는 평균 4.79, S-CVI/Ave는 0.96으로 높은 수준을 유지하였



다. 피드백 구조 조정에도 만족도가 유지된 점은 과업 가치와 참여 경험에 대한 안정된 인식을 보여준다.

협업 역량은 평균 4.72, S-CVI/Ave는 1.00으로 상승하였다. 팀 내 의사소통과 피드백 반영 문항에 대한 긍정 응답이 강화되었고, 단계별 점검 루틴과 역할 분담이 상호작용 구조화에 기여했을 가능성이 제기된다.

자기주도학습능력은 평균 4.52, S-CVI/Ave는 0.92로 나타났으며 이는 성찰 및 자기점검 절차가 자기조절 인식에 긍정적 영향을 미쳤음을 시사한다. 결과적으로 세 영역 모두에서 평균 수준이 높게 유지되었고, 특히 협업 역량과 자기주도학습능력의 내용타당도 향상이 두드러졌다. 이는 Cycle 2의 조정된 피드백 방식과 점검 절차가 학습 경험의 명료화와 인식 개선에 기여했음을 보여준다.

변인	평균	표준편차	S-CVI/Ave	판정
학습만족도	4.79	0.48	0.96	충족
협업역량	4.82	0.47	1.00	충족
자기주도학습능력	4.52	0.55	0.92	충족

[표 4-47] DBR Cycle 2 학습자 평가 설문 결과

변인	Cycle 1 (S-CVI/Ave)	Cycle 2 (S-CVI/Ave)	변화량
학습만족도	0.98	0.96	-0.02
협업역량	0.96	1.00	+0.04
자기주도학습능력	0.87	0.92	+0.05

[표 4-48] DBR Cycle 간 학습자 평가 설문 결과 변화

Cycle 2 개방형 응답은 유용성, 명료성, 적절성, 성찰성, 자율성의 다섯 범주로 분류되었다. 전반적으로 수업 조건이 구체적이고 환경이 안정적일



수록 학습자의 성취감과 주도성이 높아졌으며, 반대로 시간 압박이나 안내 부족이 있을 경우 혼란과 부담이 증가하는 경향이 나타났다.

유용성 측면에서는 과제 안내와 예시 자료가 명확할 때 학습 활동이 원활하게 진행되었고, 실제 제작이 진전될수록 만족도와 성취 인식이 높아졌다. 이에 따라 단계별 점검 목록과 중간 점검 절차의 고정 운영이 제안되었다.

명료성에 관한 응답에서는 질문 의도 해석이 어렵다는 지적과 함께, 학습자의 의견을 우선적으로 묻는 질문 구조가 집중도 향상에 기여했다는 평가가 병존했다. 이에 질문 예시와 비권장 사례 제공, 안내 구조화가 설계 조정으로 반영되었다.

적절성 영역에서는 마감 집중과 환경 제약이 부담 요인으로 작용한 점이 강조되었다. 이에 마감 분산, 실내 대체 촬영, 공공 자료 활용 절차가 보완 전략으로 제시되었다.

성찰성에서는 중간 점검 기회를 통해 사고를 재정비하고, 이를 바탕으로 다음 단계를 계획하는 흐름이 반복적으로 확인되었다. 성찰 활동을 절차 내 고정 요소로 정례화하는 설계가 제안되었다.

자율성 범주에서는 의견 반영과 규칙 명확화, 정기적 소통 구조가 몰입도와 주도성을 높였다는 진술이 주를 이뤘다. 이에 따라 역할 분담표, 점검 회의, ‘학습자 판단 우선’ 원칙 명시가 협업 구조 설계 방향으로 도출되었다.

응답 전반에서는 조건 명료화와 제약 완화가 학습 구조화와 조력 전략의 안정적 작동을 가능하게 한다는 점이 반복적으로 나타났다. AI 조력은 사고 정리와 의견 교환을 촉진하는 방향으로 작동할 때 교육적 효과가 강화되는 것으로 분석되었으며, 예측 가능성과 수행 안정성을 높이는 구조화 요소들이 중요하게 작용한 것으로 확인되었다.



평가 기준	핵심 주제	대표 진술	해석 요약	설계 시사점	C-S-O
유용성	영상 제작 수행 및 성취	“저번보다 좀 더 스토리라인이 구체화되었고, 편집도 더 자연스러워진 것 같아서 좋았다.”	제작 흐름, 완성도 향상	체크리스트, 예시로 흐름 고정	C: 구조, 예시 부족 S: 체크리스트, 예시 제공 O: 완성도, 만족 증가
명료성	도구 활용의 어려움, 조력의 명료화 효과	“지피티의 의견보다 우리의 의견을 더 끌어안는데 집중할 수 있도록 조언해준 것이 도움이 되었다.”	선택 기준, 이해 명료화	프로프트, 예시, 기준 명확화	C: 가이드 부족 S: 프로프트, 예시 보완 O: 이해 증가, 혼란 감소
성찰성	성과 재인식과 다음 시도 계획	“다음 프로젝트는 … 진짜 스토리가 있는 식으로 그리다 보면 자료로도 재밌을 것 같다.”	성과 인식 + 다음 시도 도출	성찰, 비교 구조 필요	C: 점검 부족 S: 성찰 프롬프트, 비교 O: 개선 계획 형성
자율성	협업을 통한 긍정 경험	“나의 생각이나 의견을 구체적으로 할 수 있었고… 조언을 주고받아 의견을 정리할 수 있었다고 생각합니다.”	의견 정리, 협력 판단 강화	역할 기준, 정렬 구조 필요	C: 역할 기준 불명확 S: 역할, 정렬 지원 O: 의견 일관성 증가

[표 4-49] DBR Cycle 2 학습자 설문 주제 코딩표

Cycle 2의 교수자 성찰노트는 리더디자인 이후 AI 조력 구조가 실제 수업에서 어떻게 작동했는지를 점검하는 정성 자료로 활용되었다. 분석은 세션별 관찰 진술을 중심으로 구체성, 명료성, 적절성, 자율성, 성찰성, 유용성, 기술적 안정성의 평가 축에 따라 수행되었다.

여러 진술에서 Cycle 1에서 제기된 조력 시점의 과밀과 피드백 명료성 부족이 완화되었다는 평가가 반복되었다. 단계별 요약과 기록 대조가 실행 효율성을 높였으며, 간결한 설명 구조가 학습자의 혼선을 줄이는 데 기여

했다는 언급이 나타났다. 아이디어 정리를 문장 단위로 유도하는 조율 절차는 과업 정렬을 강화한 요소로 평가되었다.

적절성과 안정성 측면에서는 개입 타이밍과 오류 대응이 개선되었다는 진술이 확인되었다. 사전 점검과 복구 절차가 수업 흐름을 유지하는 데 기여했고, 교수자 개입 판단 기준의 세분화가 요구되었다는 언급은 절차 운영의 정교화를 시사했다.

자율성과 성찰성 관련 관찰에서는 자기점검과 선택적 피드백 활용이 활성화되었다는 평가가 나타났다. 학습자의 판단 근거 표현과 팀 내 협업 조정이 강화되었고, 수동적 수용에서 자발적 사고 흐름으로의 전환이 관찰되었다.

운영 측면에서는 교수자의 부담이 감소했다는 평가가 확인되었다. 단계 요약 정보에 기반해 지원이 필요한 팀에 집중할 수 있었고, 피드백 품질 유지가 용이해졌다는 서술이 포함되었다.

종합적으로 성찰노트에는 조력 구조의 조정과 피드백 간결화, 성찰 루틴의 내재화가 효과적으로 작동했다는 평가가 일관되게 나타났다. AI 에이전트는 사고 자율성과 수업 연속성을 동시에 지원하는 방향으로 안정화되었으며, 이는 Cycle 1에서 도출된 문제 개선의 정성적 근거로 해석될 수 있다.



평가 기준	핵심 주제	대표 진술	해석 요약	설계 시사점	C-S-O
유용성	AI 에이전트의 교수학습 조력기능 활용을 통한 문제 해결 효율성 증대	“AI 피드백이 학생들의 영상 구성 아이디어를 보완해주어 실제 제작 과정에서 시행착오가 줄었다.”	AI 지원이 실제 문제 해결에 기여함	유용성 중심의 조력 설계 필요	C: 문제 해결 부담 증가 S: AI 조력 활용 O: 효율, 성과 증가
명료성	피드백 명료화와 학습 안내 구체화	“AI가 제시한 문장이 모호하다는 의견이 있어 단계별 가이드와 확인 질문을 추가하였다.”	피드백, 안내가 구체화되어 혼선 감소	명료성 중심 가이드 필요	C: 피드백, 안내 추상성 S: 단계별 가이드, 요약, 확인질문 O: 이해, 정확성 향상
적절성	개입 시점 및 수준의 맥락적 조정	“AI가 너무 자주 개입해 학생이 스스로 사고할 시간이 부족하다고 느꼈다.”	개입 시점, 강도 조정 필요성이 드러남	개입 균형 중심 설계 필요	C: 개입 타이밍 불균형 S: 시점, 강도 재조정 O: 과다 개입 방지
성찰성	자기점검을 촉진하는 환류 구조 설계	“학생이 피드백을 받은 후 스스로 부족한 점을 찾아 수정하려는 경향이 늘었다.”	성과 환류와 자기점검이 강화됨	성찰 중심 환류 체계 필요	C: 환류 미흡 S: 성과 요약, 적용 체계 O: 자기점검 강화
자율성	선택형 피드백을 통한 주도적 학습 강화	“AI가 여러 대안을 제시하면 학생이 스스로 선택해 편집을 진행했다.”	학습자 선택과 자기결정이 활성화됨	자율성 중심 피드백 설계 필요	C: 의존 경향 S: 선택형 피드백, 자기점검 루틴 O: 주도성, 책임 강화

[표 4-50] DBR Cycle 2 교수자 성찰노트 주제 코딩표

4.6.8.3. Cycle 1, Cycle 2 수업모형 분석 결과 비교

Cycle 1과 Cycle 2는 문제 정의, 탐구 설계, 실행, 공유 및 성찰의 단계 구조는 동일하게 유지되었으나, AI 조력의 배치 방식, 학습자 중심성, 교수자 개입 기능에서 질적 차이를 보였다. Cycle 1은 AI 제안이 학습자 판단보다 앞서 제시되어 빠른 결정과 진행을 유도했지만, 사고 축소

와 AI 의존이 강화되는 부작용이 나타났다. Cycle 2는 단계완료 신호, 점검 절차, 성찰 응답 등의 장치를 통해 학습자 판단을 선행 조건으로 설정하고, AI 조력을 선택적으로 활용하도록 재구성되었다.

문제 정의 단계에서는 Cycle 1에서 AI 아이디어를 그대로 수용하는 사례가 많았고, 팀 논의 없이 단계가 넘어가는 양상이 반복되었다. 반면 Cycle 2에서는 내부 합의를 우선하고, AI 조력은 참고 수준에 머물렀다. 학습자들은 기획안을 직접 구성하고 필요한 경우에만 AI를 활용하였고, 교수자는 이 흐름을 판단 중심 전환으로 평가하였다.

탐구 설계 단계에서도 Cycle 1은 AI 제안 의존이 강했고, 현실 제약을 반영하지 못한 사례가 확인되었다. Cycle 2는 점검 목록을 기반으로 조건 충족 여부를 우선 확인한 후, 보완적 조력만 받는 흐름으로 전환되었다. 학습자는 AI가 빠진 항목을 채워주는 구조에서 벗어나, 필요 시 확인하는 방식으로 조력을 인식했고, 교수자도 팀 주도 흐름이 강화되었다고 보았다.

실행 단계는 Cycle 1에서 시간 압박과 기술적 어려움으로 AI에 반복 의존하는 패턴이 관찰되었다. Cycle 2에서는 조력 강도를 조절함으로써 학습자가 오류 진단과 자체 대응을 먼저 시도하고, 필요할 때만 조언을 요청하는 방식으로 변화하였다. 학습자는 선 점검 후 확인이라는 인식을 보였고, 교수자 역시 자기점검과 협력이 강화되었다고 평가하였다.

이러한 차이는 단순한 AI 사용 빈도의 변화가 아니라, 사고 흐름의 우선 순위, 판단 형성 방식, 교수자의 조정 전략, AI 조력의 위상까지 재편된 결과이다. Cycle 1이 AI 중심 진행 구조를 보였다면, Cycle 2는 학습자 중심 판단과 단계별 점검 기반 조력 구조로 전환되었고, 이는 절차 리디자인이 상호작용의 질적 변화를 이끌었다는 근거로 해석될 수 있다.



구분	Cycle 1 수업모형 결과	Cycle 2 수업모형 결과	대표 학습자·교수자 진술
AI 활용 방식	아이디어·장면 구조를 빠르게 제시하며 기획을 단계적으로 정리하는 흐름 중심. 학생의 의존도가 높음.	단계완료 신호·체크리스트·보조 질문·성찰 기능으로 사고 과정이 구조화됨. AI 조력은 보조적·세부 조정자로 재배치됨.	학생: “AI가 준 키워드 안에서 선택해야 해서 어려웠다.” / “정리해줘서 빠르게 기획이 됐다.” 교수자: “AI 답변에 따라 단계 완료를 오해하는 팀이 있었다.”
학습자 기획 활동 양상	AI 제안 구조·감정 흐름을 그대로 사용하는 비율이 높고, 팀 내 토론량이 감소함.	팀이 먼저 아이디어와 구조를 구성하고, 부족한 부분만 AI 조정. 팀 토론 비중 증가.	학생: “AI가 정리한 내용을 우리가 다시 검토하며 수정했다.” 교수자: “Cycle 2는 팀이 먼저 구성한 뒤 필요한 부분만 요청했다.”
문제 정의 단계	단계 경계 혼선. AI의 응답을 ‘완료’로 오해하는 사례 다수.	완료 신호·요약 제시 도입으로 단계 종료 판단이 명확해짐.	교수자: “Cycle 1은 단계 완료 기준이 모호했다.” / “Cycle 2는 완료 신호로 진행 흐름이 안정적이다.”
탐구 설계 단계	기획 조건 파악 부족. AI 제안에 높은 의존. 현실적 제약 고려 미흡.	체크리스트 기반 단계 설계. 팀 중심 조정이 우선되고 AI는 세부 조정자로 역할 축소.	학생: “AI 제안만으로는 현장 조건이 안 맞았다.” / “체크리스트가 도움이 됐다.”
실행 단계	시간 압박 및 기술 문제로 AI 피드백 반복 요청. 의존적 패턴 형성.	팀이 먼저 오류 진단·조정 후 필요한 경우에만 AI 활용. 협업·자가 점검 강화.	학생: “AI가 답을 다 주는 흐름이었다.” / “Cycle 2에서는 우리가 먼저 확인하고 AI는 확인용이었다.”
교수자 개입 방식	AI 과다 활용으로 팀 토론이 축소되며 교수자가 개입 균형을 조정해야 함.	교수자 개입은 ‘선택적 지원’ 중심으로 축소되고 학습 구조 강화.	교수자: “AI 대화에 밀려 팀 간 대화가 줄었다.” / “Cycle 2는 자율 판단이 더 많았다.”
학습자 어려움	선택 부담·기획 구조화 어려움·시간 압박.	시간 부담은 유지되나 구성·판단의 주도성 강화.	학생: “키워드에서 직접 골라야 해서 어려웠다.” / “Cycle 2는 우리가 먼저 판단해야 했다.”
AI 조력 체감	빠른 정리·아이디어 확장 기능은 강점이나 과도한 의존과 정보 품질 문제 발생.	구조화·성찰 조력이 강화되며 사고 과정의 질 향상.	학생: “구조를 잡기 쉬웠다.” / “Cycle 2는 다시 생각하게 만드는 질문이 많았다.”

[표 4-51] Cycle 1, Cycle 2 수업모형 분석 결과 비교

4.6.8.4. 통합 분석 및 개선 효과 검증

Cycle 2에서는 수업 상호작용을 팀, 세션, 수업 단계, 시간 정보를 기준으로 사건 단위로 정리하였다. 사건 구분은 단계 전환 지점과 10분 이상 발화 정지 시점을 기준으로 하였으며, 각 사건에는 event_id를 부여해 대화 로그, 학습자 설문, 교수자 성찰노트를 동일 기준으로 배열하였다. 분석은 발화 비중, 피드백 시간, 사고 관련 발화 비율 등 로그 지표와, 설문 응답 및 성찰 기록을 2-of-3 기준으로 교차 확인하여 진행하였다. 총 46건의 사건이 도출되었으며, 실행 단계에서 가장 많은 사건이 확인되었다.

분석 결과는 네 가지 변화로 정리된다. 첫째, 수업 절차 안내의 안정화가 확인되었다. 로그에서는 대부분 사건에서 요약-근거-지시의 흐름이 반복되었고, 설문과 성찰노트에서도 단계 기준과 과제 요구가 명확해졌다는 반응이 나타났다. 다만 확인 질문의 과잉은 대화의 점검 중심화를 유도할 수 있어, 이후에는 빈도 조정 기준 마련이 필요한 것으로 지적되었다.

둘째, 학습자와 AI의 역할 분리가 보다 명확해졌다. 학습자가 목표와 조건을 먼저 제시하고, AI가 이를 정리하거나 대안을 보완하는 구조가 비교적 안정적으로 유지되었다. 학습자 설문에서는 선택과 결정에 대한 통제감을 느꼈다는 응답이 다수였고, 교수자 성찰에서도 주도권이 학습자에 있음을 확인하였다. 반면 일부 사건에서는 AI 발화가 길어져 학습자 발화가 줄어드는 현상이 관찰되어, 발화 길이 제한 기준의 필요성이 제기되었다.

셋째, 단계 전환 구간에서 일시적인 응답 지연이 반복되었다. 특히 자료 수집에서 실행으로 넘어가는 구간에서 사고 전환과 도구 전환이 겹치며 지연이 발생하였고, 이후 요약-확인-지시 흐름으로 회복되는 양상이 로그에서 관찰되었다. 설문과 성찰노트에서는 전환 직전 요약, 직후 핵심 지시의 필요성이 반복 언급되었고, 이를 정례화하는 절차 설계가 개선안으로



도출되었다.

넷째, 피드백의 양과 명료성은 사건에 따라 편차가 있었다. 대부분 사건에서는 핵심 조건이 간결히 제시되었으나, 일부 사건에서는 반복 설명으로 인해 핵심 지시가 약화되는 문제가 나타났다. 학습자는 요약보다 명확한 실행 지시가 더 도움이 된다고 응답하였고, 성찰노트에서도 핵심 정보의 강조가 중요하다는 평가가 제시되었다. 이에 따라 피드백 내 확인-수정-완료 조건의 포함 여부를 판단 기준으로 삼는 구조화가 요구되었다.

종합하면, Cycle 2의 상호작용 흐름은 학습자가 판단을 주도하고, AI가 이를 정리·지원하는 방식으로 안정화되었으며, 수업 절차 안내의 명확성이 강화되었다. 다만 전환 지점의 지연과 피드백 명료성의 편차는 여전히 개선 과제로 남아 있으며, 이에 따라 절차 정렬성과 피드백 요건에 대한 기준 정비가 필요하다.



분석 기준	핵심 결과	근거 요약	개선 효과	설계적 함의
유용성	즉시 적용 지시 → 산출물 개선 연결. 지연 적용 시 효과 약화	지시 직후 실행 전환 용이. 단순, 명확한 지시일수록 적용 가능성 상승	적용, 전환 신속화. 불필요 반복 단계 축소	핵심 지시 체계 표준화
명료성	지시-확인-다음 단계로 이어지는 절차 안정 반복. 단계 인식 선명	지시 의도 해석 용이. 단계 구분 명확	요구 해석 시간 단축. 단계 혼선 감소	단계별 루틴 유지. 안내 강도, 빈도 조정
적절성	목표-과정-결과 적합성 강화. 작업 목적 인식 향상	목표-과정-결과 연결 진술 증가. 자기 보고 구조화	비핵심 활동 축소. 목표 지향 활동 증가	목표-과정-결과 일관 연결 피드백 제공. 과도 개입 방지
성찰성	점검-요약-다음 계획 루틴 안정 형성	종료 루틴 반복. 재검토, 다음 계획 진술 증가	실행 연계 강화. 계획 조정 정밀도 향상	점검-계획-요약 루틴 기준화. 오류 점검 요소 강화
구체성	기준, 조건, 행동 단위 명시 시 수행 정밀도 상승	수행 수준 명시 발화 증가. 모호성 감소	수행 기준 일관성 확보. 단계별 차이 축소	핵심 기준-선택 기준 분리. 최소 충족 기준 명시
자율성	선택, 판단, 전략 형성 증가. 학습자 주도성 강화	역할 분담, 선택 진술 증가. 자기결정 경향 강화	학습자 주도 강화. AI 개입의 효율적 분담	과도 지시 억제. 선택, 대안 중심 피드백 유지. 자율성 보장 규칙 적용

[표 4-52] DBR Cycle 2 삼각분석 결과 요약

Cycle 2의 변화는 Cycle 1의 로그, 설문, 성찰 자료를 동일한 코딩 기준으로 재분석하고, 사건 단위에서 반복된 양상과 자료 간 교차 검증이 확인된 경우에 한해 개선으로 해석되었다. 비교 기준은 조력 시점 조정, 피드백 구조 단순화, 자율성 촉진, 기술 안정 확보, 성찰 절차 통합으로 구분하였고, 명료성, 적절성, 자율성, 성찰성, 구체성, 유용성의 연결에 주목하여 해석하였다. 분석 결과, 단계 전환 전 요약과 점검, 전환 후 안내가 반복되며 흐름 단절이 줄었고, 학습자가 결정을 먼저 제시한 뒤 AI가 이를 정리하거나 보완하는 흐름이 반복되었다. 피드백 구조는 요약, 확인, 수정,

완료 순서가 유지되며 실행 전환이 수월해졌고, 성찰은 결과 요약과 기준 점검, 다음 계획이 연결되며 절차에 포함되었다. 기술적 안정은 사전 점검과 복구 절차로 유지되었고, 지연 발생 시 대체 절차의 필요성이 제기되었다.

이 분석은 단순한 실행 결과 설명을 넘어서 설계 원리를 도출하기 위한 근거로 활용되었다. 로그, 설문, 성찰 자료는 시간 순서에 따라 정렬되고, 같은 코딩 기준을 적용하여 교차 검토되었다. 반복되고 일관된 신호가 나타난 경우만을 분석 대상으로 포함하였고, 단발 사례나 특정 팀에 국한된 현상은 제외하여 일반화 오류를 줄였다. 분석을 통해 전환 운영, 피드백 구성, 역할 조정, 기술 안정, 성찰 통합의 영역에서 조건, 전략, 결과의 연결이 안정적으로 유지되는 양상이 확인되었다. 설계 원리는 원리 구분, 적용 대상, 조건, 전략, 기대 결과, 근거의 항목으로 문서화되었고, 판단 경로와 적용 제한 조건이 함께 정리되어 추적 가능성을 확보하였다.

수정 전략	개선 결과	근거 요약	설계적 함의
전환 단계 운영 조정	전환 지연 완화, 절차 연속성 회복, 실행 전환 안정화	전환 직후 응답 간격 안정, 상호작용 시퀀스 일관성, 이해-적용 전환률 증가	전환 구간 관리 강화, 개입 강도, 간격 규칙화, 개입 과다 시 메타 발문 전환
피드백 구조 단순화, 정렬	핵심 파악 속도 증가, 실행 전환 촉진, 불필요한 반복 감소	구조화된 피드백 시퀀스재현, 추론 중심 응답 증가, 수행 기준 인식 명료	피드백 구성 유지하되 정보량, 간격 조절, 필수 기준 고정, 과도한 규범화 방지
자율적 의사결정 촉진	결정 권한 유지, 주도적 발화 증가, 부담 분담 명료	역할 구분의 안정적 유지, 선택 근거 명확화, 자기조절 신호 증가	개입 상한 설정, 상한 초과 시 메타 발문 전환, 필수 기준 간단 확인 절차 병행
기술 안정성 확보	중단, 지연 감소, 상호작용 신뢰도 상승, 흐름 복원성 증가	점검 항목 준수 증가, 오류 후 복구 시간 단축, 기술적 장애 요인 감소	점검 목록 표준화, 우회 경로 반응시간 단축, 기술적 책임 주체 명확화
성찰 절차 통합	성찰 실행 정착, 다음 단계 계획 구체화, 계획-재점검 정렬	성찰 절차 반복 재현, 기준 기반 점검 증가, 계획 이행도 향상	기준-다음 계획의 인과 점검 고정, 다음 회기 이행 여부 재확인 절차 의무화

[표 4-53] DBR Cycle 1 대비 실질적 개선 결과

4.6.8.5. Cycle 1, 2 학습자 경험 분석

학습자 경험은 학습만족도, 협업역량, 자기주도학습능력 세 가지 변인을 중심으로 평가되었으며, Cycle 1과 Cycle 2의 변화는 AI 조력 개입 방식과 학습자 중심 활동 구조의 변화와 밀접하게 연관된다.

학습만족도는 높은 수준을 유지했으나 경험의 성격이 변화하였다. Cycle 1에서는 과제 요구 해석 과정에서 과다 정보와 장문 안내가 부담으로 작용하고, 질문 의도 해석과 절차 이해의 어려움이 학습 경험을 불안정하게 만들었다. Cycle 2에서는 피드백이 간결화되고 단계별 점검 구조가 강화되어, 학습자가 핵심 기준 중심으로 과제 요구를 재정렬하고 수행 흐름을 점검하는 경험이 강화되었다. 학습자는 과제 우선순위를 스스로 확인하고 조정하며, AI 조력은 핵심 정보 정리 중심으로 수행 부담을 완화하였다.

협업역량은 팀 상호작용의 질적 향상으로 나타났다. Cycle 1에서는 AI 조력을 그대로 수용하는 경향으로 팀 논의 시간이 단축되거나, 팀 의사결정이 단순 수용으로 진행되는 문제점이 있었다. Cycle 2에서는 역할 분담과 조정 과정이 명시적으로 드러나고, 팀 내 의사결정 시 선택 이유와 수정 근거를 공유하는 경험이 강화되었다. AI 조력은 팀 논의 결론을 대체하는 것이 아니라, 논의가 지속되도록 선택지와 점검 요소를 제공하는 방식으로 기능을 조정하였다.

자기주도학습능력은 성찰 활동과 수행 조절 경험의 강화로 나타났다. Cycle 1에서는 성찰이 결과 보고 중심으로 제한되고, 질문에 대한 즉시 응답 후 다음 단계로 넘어가는 패턴이 반복되어 사고 확장과 수정 계획 수립이 제한되었다. Cycle 2에서는 성찰이 수행 이유와 개선 방향을 포함하는 형태로 확장되고, 자기점검이 수정과 재시도로 연결되는 경험이 강화되었다. AI 조력은 성찰 질문을 구조화하고 점검 루틴과 결합하여 학습자의 자기점검을 촉진하였다.



종합하면, Cycle 1의 학습자 경험은 과제 해석과 절차 이해 부담, AI 조력 수용 중심 상호작용, 성찰의 형식화 경향이 결합된 국면이었으며, Cycle 2에서는 과제 요구의 기준 중심 해석, 팀 의사결정의 근거화, 성찰의 수행 조절 기능 강화가 결합된 국면으로 변화하였다. 세 변인의 결과는 학습자의 상호작용 구조가 AI 중심에서 학습자 중심으로 이동하고, 조력 기능이 안내 중심에서 점검·촉진 중심으로 재정렬되었음을 보여준다.

영역	Cycle 1 핵심 경험	Cycle 2 핵심 경험	근거 요약
학습만족도	기술·절차 부담 속 높은 흥미	의미 인식 유지, 안정된 만족	평균 4.79, 변화 -0.02, 높은 수준 유지
협업 역량	기초적 팀 호흡 인식	역할 분담·관계 중시 협업	평균 4.82, 변화 +0.04, 협업 역량 향상
자기주도학습능력	기술 불안, 조력 해석 부담	전략적 AI 활용, 기술적 자신감·성찰 강화	평균 4.52, 변화 +0.05, 자기주도학습능력 향상

[표 4-54] Cycle 1, 2 학습자 경험 분석 요약 표

4.6.8.6. Cycle 1, 2 교수자 경험 분석

교수자 경험은 AI 조력 기능이 포함된 PBL 수업에서 교수자가 수행한 판단, 개입 조절, 운영 리스크 관리, 책임 경계 설정의 변화를 중심으로 분석되었다. 분석 근거는 교수자 성찰노트와 수업 중 관찰, 학습 로그의 사건 단서를 결합하여 구성하였다. Cycle 1과 Cycle 2의 경험 차이는 AI 조력 자체의 효율성보다는 교수자의 역할이 안내 중심에서 운영 조정 중심으로 이동한 과정에서 확인된다.

운영 부담과 업무 재배치 경험에서는 Cycle 1에서 반복적 절차 안내와 과제 이해 지원이 지속적 부담으로 나타났다. AI 조력이 제공되더라도 학습자 수준과 과제 맥락에 맞지 않는 안내 발생 시 교수자의 재설명과 조정이 필요했고, 학습 흐름 유지를 위한 개입이 빈번하였다. Cycle 2에서

는 반복 안내 부담이 완화되고, 교수자는 학습자의 진행 상태 점검과 필요한 개입만 수행하는 방식으로 운영 전략을 재구성하였다. 운영 부담의 변화는 단순 감소가 아니라, 반복 안내 업무가 모니터링과 조정 업무로 재배치되는 형태로 나타났다.

개입 판단과 조절 경험에서는 Cycle 1에서 학습자의 과제 이해 혼선, 조력 응답의 과잉 또는 부적합, 팀 논의 약화 가능성을 고려하며 개입 시점을 결정하였다. 개입은 설명 제공, 방향 수정, 팀 협의 촉진 등 다중 기능으로 나타났고, 교수자는 개입 강도와 빈도를 조절하며 학습자 자율성과 수업 진도의 균형을 지속적으로 판단하였다. Cycle 2에서는 개입 판단 기준이 명료화되었고, 학습자의 자체 점검과 팀 합의가 작동하는 구간에서는 개입을 유보하고, 판단 근거가 부족하거나 수행 흐름이 정지되는 구간에서만 개입하도록 조절 전략이 강화되었다.

수업 연속성 유지와 예외 처리 경험에서는 Cycle 1에서 응답 지연, 오류, 상호작용 단절 가능성이 수업 흐름을 직접적으로 흔드는 리스크로 인식되었으며, 교수자는 대체 활동 가동이나 절차 단순화 등으로 예외를 처리하였다. Cycle 2에서는 예외 상황을 운영 변수로 포함하고, 단계 점검과 활동 전환이 유지되도록 절차를 구성함으로써 수업 연속성을 확보하였다.

운영 권한과 교육적 책임 경험에서는 Cycle 1에서 AI 조력 기능을 그대로 적용하는 방식이 교육적 책임을 충분히 충족하지 못함을 경험하였고, 교수자의 전문적 판단이 최종 경계로 작동해야 함을 확인하였다. Cycle 2에서는 운영 권한을 구체적 절차로 행사하며, 평가 기준과 단계 점검, 피드백 규칙을 수업 맥락에 맞게 조정하고 학습자의 자율적 수행 조건을 확인하여 책임을 수행하였다. AI 조력 기능은 교수자의 책임을 대체하지 않고, 운영 권한을 전제로 수업 실행 가능성과 지속 가능성을 높이는 보조



구조로 기능하였다.

종합하면, Cycle 1의 교수자 경험은 운영 리스크 대응과 교육적 적합성 조정 부담이 크게 나타난 국면으로, Cycle 2의 경험은 개입 근거와 시점을 정교화하고, 반복 안내를 모니터링과 선택적 코칭으로 전환하며, 예외 상황을 포함한 수업 연속성 유지 규칙을 구축한 국면으로 정리된다. 이러한 분석은 학습자 경험과 구분되는 교수자의 운영자 관점 결과로 제시되어, DBR 순환 과정에서 리더자인의 실천적 타당성을 명료하게 설명한다.

영역	Cycle 1 핵심 경험	Cycle 2 핵심 경험
운영 부담	반복 안내·과제 지원 부담	모니터링·선택적 개입으로 부담 완화
개입 판단	혼선·AI 과잉 대응, 상시 개입 필요	학습자 자체 점검 구간 개입 유보
연속성 유지	오류·지연 발생 시 즉시 대응	단계 점검·활동 전환으로 수업 연속성 확보
운영 권한	AI 결과만 적용 시 책임 불충분	절차·평가 조정, 자율 유지 조건 확인

[표 4-55] Cycle 1, 2 교수자 경험 분석 요약 표

4.7. 설계 원리 도출

본 절에서는 DBR Cycle 1과 2의 실행, 분석, 리더자인 과정을 통해 축적된 수업 실행 자료를 바탕으로, AI 에이전트의 교수학습 조력기능을 활용한 영상 콘텐츠 제작 PBL 수업의 설계 원리를 도출한 결과를 제시한다. 먼저 설계 원리 도출 절차와 분석 체계를 정리한 뒤, 평가 매트릭스를 기준으로 로그, 설문, 성찰노트를 통합 분석하여 조건-전략-결과 구조의 설계 원리 초안을 구성한다. 이후 전문가 타당도 검증을 통해 각 원리의 적합성, 명료성, 실현 가능성, 윤리적 정합성을 점검하고, 그 결과를 반영해 설계 원리를 수정·정제한다. 제시된 최종 설계 원리는 본 연구의 수업 모형을 구성하는 이론적 근거이자, 향후 유사 수업 설계와 평가의 기준으로

활용된다.

4.7.1. 설계 원리 초안 도출 절차 및 방법

설계 원리 도출은 이론적 설계와 Cycle 1·2의 실행 자료를 통합해 조건-전략-결과 구조의 원리를 정제하는 과정이다. 각 사이클 종료 시 동일한 분석 흐름을 적용해 근거를 축적하고, 설계 결정은 문장형 명제로 기록되었다.

첫째, 자료 통합 분석을 통해 로그, 성찰노트, 설문 자료를 기술·주제·삼각 분석 순으로 재구성하였다. 로그는 정규화와 전환 분석을 거쳐 문제 목록표로 정리하고, 서술 자료는 주제 코딩표로 구성하였다. 이후 시계열 동기화와 삼각 분석을 통해 근거의 일관성을 검토하고, 수정 계획표를 확정하였다. 둘째, 설계 원리 초안은 자료 간 반복된 조건-전략-결과 패턴만을 선별해 도출하였다. 이때 유용성, 명료성, 적절성, 성찰성, 구체성, 자율성의 여섯 축으로 구성된 설계 요건 매트릭스와 평가 매트릭스를 기준으로 판단하였다. 셋째, 선별된 원리를 카드 단위로 정리하고 여섯 축에 따라 분류해 설계 원리 매트릭스(v1)를 구성하였다. 각 원리는 적용 대상, 조건, 전략, 결과, 이론적·실행 근거를 포함하고, 기존 분석 자료와 연결되도록 구성하였다. 넷째, 전문가 검토를 통해 실현 가능성, 정당성, 효과성을 평가하고, CVI 지수와 질적 의견을 반영해 설계 원리 매트릭스(v2)와 수업모형 개선안(v4)을 도출하였다. 최종 점검에서는 과대·과소 반영, 윤리 정합성, 해석 일관성을 평가 매트릭스를 통해 확인하였다.



절차 명	핵심 목적	주요 절차	활용 자료
자료 통합 분석	Cycle 1과 Cycle 2 실행 기반 문제 도출	로그 설문 성찰문 단계별 사건 정리 기술 분석 주제 분석 성과 분석으로 문제 패턴 통합 정리	학습 로그 학습자 설문 교수자 성찰노트
설계 원리 초안 도출	평가 매트릭스 기반 C S O 설계 원리 후보 구성	설계 요인과 평가 축 재구조화 조건 전략 결과 연결성 분석 문제 수준과 실행 수준 C S O 패턴 정리	설계 요인 목록 평가 매트릭스 단계별 분석 결과
설계 원리 매트릭스 초안 구축	설계 원리와 조건 전략 결과 구조적 정렬	설계 원리 문장 정교화 PBL 단계 흐름 기반 재배치 조건 전략 결과 명확화	설계 원리 C S O 초안 평가 매트릭스 단계별 산출물
전문가 검토 및 수정	설계 원리 타당성 검증 실행 가능성 강화	전문가 검토 의견 반영 조건 전략 결과 보완 설계 원리 수정	설계 원리 매트릭스 v1 수정안 v2 전문가 검토 자료

[표 4-56] 본 연구의 설계 원리 도출 절차 요약

4.7.2 평가 매트릭스 기반 설계 원리 초안 도출

설계 원리 초안은 평가 매트릭스를 중심으로 Cycle 1과 2의 자료를 통합 분석해 도출되었다. 평가 매트릭스는 설계 품질, 학습 과정, 수행 결과의 세 영역과 유용성, 명료성, 적절성, 성찰성, 구체성, 자율성의 여섯 축으로 구성되며, 각 항목은 3점 척도와 서술형 의견으로 평가되었다.

자료 분석은 여섯 설계 축을 중심으로 로그, 설문, 성찰노트, 전문가 검토 결과를 PBL 단계와 연계해 정렬하는 방식으로 진행되었다. 이후 두 사이클의 평정값과 분포를 비교해 변화 흐름을 확인하고, 반복적으로 나타난 서술형 응답 표현을 바탕으로 안정 요소와 취약 요소를 구분하였다.

분석 결과는 리디자인 대상 영역을 선별하는 근거로 활용되었으며, 설계 축과 PBL 단계를 기준으로 자료를 통합한 축 단위 분석표를 구성하였다. 이를 통해 실행 패턴과 반복 양상을 비교하고, 조건-전략-결과 구조의 반복 사례를 추출하였다.

마지막으로 이러한 사례를 문장형 명제로 정리해 설계 원리 초안을 마련하였으며, 초안은 전문가 검토를 통해 타당성, 명료성, 실천 가능성 측면에서 보완되었다.

4.7.2.1. 자료 통합 분석 절차

자료 통합 분석은 평가 매트릭스 항목을 PBL 단계와 여섯 설계 축으로 재배치하고, 각 항목에 연관된 자료원을 연결하는 방식으로 이루어졌다. 설계안, 수업 실행 로그, 학습자 설문, 교수자 성찰노트, 전문가 검토 결과 중 해당 축의 판단 근거로 작용하는 지표를 분류하였다.

Cycle 1과 2에 동일한 항목과 자료원을 적용해 평정값과 서술형 의견을 정리한 뒤, 설계 축과 단계별로 점수 분포와 진술 경향을 비교하였다. 평균값, 분포 편향, 반복 진술된 강점과 어려움을 함께 고려해 해석의 정밀도를 높였다.

분석 결과는 설계 축과 단계 단위로 통합되어, 평가가 지속적으로 높게 유지된 경우는 강점 요소로, Cycle 2에서 개선이 확인된 경우는 개선 요소로, 두 사이클 모두에서 낮은 평가가 반복된 경우는 핵심 개선 과제로 구분되었다. 이후 분석 결과는 표 형식으로 재구성되었으며, 평가 항목, 관련 자료원, 반복 관찰된 실행 양상, 설계 시사점을 동일 행에 배치하여 비교와 추적이 가능하도록 정리되었다.



분석 절차	주요 활동
평가 매트릭스 적용 분석 기준 정립	설계 축의 구조적 제한 요인 검토 3점 평정 및 서술형 의견의 해석 기준 정립 절대, 절충, 상대 판단 기준 마련
학습-PBL 단계 설계축-자원 정렬	PBL 단계와 설계 축 간 대응 관계 재배열 자료 단위 분류 및 기준 정리
Cycle 1 및 Cycle 2 자료의 비교 분석	동일한 축, 자원을 기준으로 Cycle 1-2 분석 결과 비교 서술형 의견의 반복 패턴, 경향 분석, 설계계층, 문제구조 파악
설계 축 단위별 강점 및 문제점 도출	요인, 개선, 반복 양상 구분 강점 요소와 핵심 실행 문제 재정의, 단계 축 단위 구조화
설계 축별 통합분석표 구성	축 단위 자료의 반복 양상, 시사점 정리, 조건-전략-결과 기반 설계 원리 초안 구성, 설계 원리 초안 기초 자료 생성

[표 4-57] 본 연구의 학습 데이터 통합 분석 절차 요약

4.7.2.2. 평가 매트릭스 기반 설계 요소 통합분석 결과

평가 매트릭스 기반 설계 요소 통합분석은 Cycle 1의 문제 구조와 Cycle 2 리디자인 이후의 변화를 설계 축과 PBL 단계 기준으로 교차 검토하여 개선 양상과 반복 취약 구조를 함께 확인하는 방식으로 수행되었다. 분석 자료는 학습자 설문, 학습 로그, 교수자 성찰노트, 전문가 검토, 시스템 로그를 포함하였으며, 여섯 설계 축 전반에서 리디자인의 효과가 일부 관찰되었으나, 특정 단계에서는 여전히 구조적 한계가 반복되었다.

유용성은 두 Cycle에서 전반적으로 안정적 흐름을 유지하였으며, AI 조력이 제작과정에 실질적 도움이 되었다는 응답이 설문과 성찰 자료에서 반복되었다. 그러나 실행 후반에는 반복 확인에 머무는 조력 활용이 나타나며, 과업 난이도에 따른 확장 설계가 요구되었다. 명료성과 구체성은 Cycle 2에서 가장 뚜렷한 개선이 이루어졌고, 안내의 구조화와 예시 연계로 학습자가 요구를 빠르게 파악할 수 있었으나, 문제 정의 초입에서는 장문 지시와 중복 정보로 인한 핵심 파악 지연이 여전히 남았다. 적절성(조력)은 일부 단계에서 목표 정렬이 이루어졌으나, 단계 전환 구간에서 정보

과다와 개입 과밀이 반복되었고, 흐름 단절 사례가 관찰되었다.

자율성은 문제 정의 및 공유 단계에서는 팀 논의 중심의 구조가 유지되었으나, 실행 단계에서는 시간 압박으로 인해 AI 제안을 검토 없이 수용하거나 판단 생략이 증가하는 양상이 나타났다. 성찰성은 프롬프트 구조화로 성찰의 수준이 결과 중심에서 원인 분석으로 이동하는 변화가 있었으나, 일부 팀은 최소 진술에 머무는 편차를 보였다. 적절성(기술·환경)은 사전 점검 절차의 도입으로 전반적 안정성이 향상되었으나, 단계 전환 직전 발생한 오류는 수행 흐름에 간헐적 영향을 주었다.



설계 축	주요 PBL 단계	반복 관찰 양상	통합 시사점	주요 근거 자료
유용성	실행, 활용	AI 조력이 지속 활용되며 기획, 촬영, 편집 수행 정확도와 산출물 품질 향상에 기여함.	조력 구조는 유지하되 기능을 더 다양하게 정비할 필요가 있음.	학습자 설문, 교수자 성찰노트, 학습 로그
명료성, 구체성	문제 정의, 탐구 설계	초기 안내 해석에서 문항 길이, 중복 정보로 부담이 반복되며 질문 재확인이 자주 발생함.	초기 안내 기준과 정보 구조를 더 명확히 제시할 필요가 있음.	학습자 설문, 결과물, 교수자 평가, 성찰노트
적절성 (조력)	탐구 설계, 발표 정리, 성찰, 전환	탐구, 발표에서는 조력 효과가 있으나 특정 시점에 조력이 집중되며 타이밍이 불균형하게 나타남.	단계 흐름에 맞춘 조력 강도, 타이밍 조정이 필요함.	학습 로그, 전문가 검토, 성찰노트
자율성	문제 정의, 공유, 성찰, 실행	팀 논의 후 AI 질의가 반복되며 기준 미비로 선택, 판단 과정이 흔들리고 일부 AI 제안이 그대로 수용됨.	선택, 협의 기준을 명확히 하여 자율 판단 구조를 강화할 필요가 있음.	학습 로그, 학습자 설문, 성찰노트
성찰성	공유, 탐구, 실행	성찰이 결과 중심에 머무르고 선택 이유, 개선 탐색이 부족함.	과정 중심 성찰을 유도하는 구조화된 성찰 프레임이 필요함.	교수자 성찰노트, 학습자 설문, 전문가 검토
적절성 (기술, 환경)	준비, 실행	시스템 지연, 오류가 반복되어 논의 흐름 중단과 조력 시점 누락이 발생함.	사전 점검, 모니터링, 대체 절차를 체계화할 필요가 있음.	시스템 로그, 교수자 성찰노트

[표 4-58] 평가 매트릭스 기반 설계 요소 통합분석표

평가 매트릭스 기반 설계 요소 통합분석은 Cycle 1과 Cycle 2의 실행 자료를 설계 축과 PBL 단계 기준으로 교차 분석하여, 설계 원리 초안의

조건-전략-결과 요소를 도출하는 절차로 구성되었다. 단일 사례나 특정 팀에 국한된 우발적 장면은 제외하고, 반복된 실행 양상을 중심으로 자료를 정렬하여 수업 구조 안에서 설계 변인이 지속적으로 어떻게 작동하는지를 파악하고자 하였다.

분석은 여덟 설계 축을 기준으로 진행되었다. 각 축에서는 학습자의 수행, AI 조력 방식, 교수자 개입, 기술적 변동성이 함께 나타났고, 의도된 구조와 일치하거나 어긋나는 흐름이 모두 관찰되었다. 이 결과는 안정적으로 유지된 실행 양상과 반복된 문제 양상을 구분하는 근거로 활용되었다. 조건은 반복된 제약 구조를 중심으로 도출되었다. 문제 정의와 설계 단계에서는 장문 지시문과 중복 정보가 인지적 부담으로 작용하였고, 단계 전환 구간에서는 조력 개입이 집중되며 흐름이 불안정해졌다. 실행 단계에서는 과업 복잡도 증가 시 대안 탐색 없이 단순 수행으로 전환되는 양상이 반복되었고, 시스템 오류는 논의 중단과 조력 지연을 유발하였다. 이러한 조건은 전략이 작동해야 하는 전제로 정리되었다.

전략은 반복적으로 안정화된 실행 방식을 중심으로 정제되었다. 단계별 체크리스트와 예시 제공은 목표와 산출물 인식에 기여하였고, 탐구 및 발표 단계에서 조력 기능의 분업화와 흐름 정렬이 관찰되었다. 팀 논의 후 AI 질의 구조는 판단 흐름을 유지하며 자율적 사고를 강화하였다. 성찰 단계에서는 교수자 질문과 AI 프롬프트의 결합이 분석 중심 성찰을 유도하였다.

결과는 전략이 일정 수준 유지된 상황에서 반복된 학습 변화를 중심으로 구성되었다. 산출물의 구조 정돈, 탐구 질문의 명료화, 발표 흐름의 안정, 성찰 진술의 구체화, 판단 근거의 명시 등은 여러 팀에서 공통적으로 나타났다. Cycle 2에서 그 경향이 강화되었다.

이러한 구성은 개별 사례를 설계 원리 수준으로 전환하기 위한 기준으로



가능하였다. 반복된 제약은 조건, 이를 완화하거나 흐름을 유지한 방식은 전략, 전략이 작동한 후 나타난 학습 변화는 결과로 재정리되었으며, 이 연결 구조는 이후 설계 원리 초안 매트릭스를 구성하는 기반으로 활용되었다.

설계 축	조건(Condition)	전략(Strategy)	결과(Outcome)
유용성	복잡 과업에서 조력이 탐색, 정교화 기능으로 확장되지 못하고 반복 확인 수준에 머무르는 상황	과업 구조에 맞춘 탐색, 정교화 단계 안내 제공, 교수자 보조 개입으로 흐름 보정	산출물의 구조화, 정교화 향상, 실행 단계의 안정적 진행
명료성	초기 지시문의 장문 구성, 중복 정보, 불명료한 요구 제시로 인한 해석 부담	체크리스트 기반 요구 요약, 핵심 정보 간결화, 단계별 안내 정돈	요구 이해도 향상, 목표 설정 혼란 완화
구체성	단계 안내 구조 부족으로 탐구 구성 혼란, 방향성 상실	예시 산출물, 요약 사례 연계, 시각적 단계 안내 제시, 교수자 안내 보정	탐구 과정 구조화, 단계적 진행 안정성 확보
적절성 (조력)	단계 전환 시 조력 집중, 과잉 개입 반복, 조력 강도, 시점 기준 불명확	단계 구분에 따른 조력 강도, 빈도 조절, 교수자의 조력 패턴 보정	탐구, 전환, 발표 전 과정에서 사고 흐름, 구조 일관성 유지
자율성 (판단)	AI 제안 무비판적 수용, 선택 기준 불안정, 판단 근거 결여	선택지, 판단 근거 병렬 제시, 교수자의 판단 재해석 촉진	분석적 검토 기반 확보, 자율적 판단 강화
자율성 (협업)	실행 단계에서 판단 자율성 유지 장치 부족, 팀 조율, 선택 과정에서 주도성 흔들림	판단 기준 유지 기능 제공, 교수자의 팀 조정 기준 제시	협업 상황에서도 선택 일관성 유지, 주도성 안정화
성찰성	결과 나열 중심 성찰 반복, 원인적 구조 탐색 부족	구조화 질문, AI 성찰 프롬프트 제공, 교수자의 분석 깊이 점검	이유 중심 성찰 증가, 개선 중심 성찰 구조 강화
기술, 환경 적절성	시스템 지연, 오류로 인한 흐름 단절, 활동 지속성 저해	사전 점검, 상황 모니터링, 오류 발생 시 단계별 대체 절차 안내	기술 변동성 완화, 핵심 활동의 중단 없이 지속

[표 4-59] 통합분석 기반 C-S-O 구성요소 정제표

4.7.2.4. 설계 원리 초안 매트릭스 구성

Cycle 2 설계 원리 초안 매트릭스 구성 단계는 조건-전략-결과(C-

S-O) 요소를 하나의 설계 지침 단위로 통합하고, 평가 매트릭스를 기반으로 설계 원리의 구조를 확정하는 절차로 수행되었다. 설계 축별로 정리된 C-S-O 요소를 기준으로 특정 조건 발생 상황을 기술하고, 해당 조건을 완화하거나 유지에 기여한 전략과, 전략 적용 이후 학습 변화와 운영 안정성을 결과로 정리하였다.

이 과정에서 조건은 설계 원리가 전제하는 반복적 실행 상황을, 전략은 그 상황에서 조력 구조를 구현하기 위한 실행 방식을, 결과는 전략 적용 후 관찰된 학습 변화와 조력 흐름을 의미한다. 사례 수준에서 관찰된 실행 양상은 설계 원리 수준의 지침으로 재구성되었으며, 설계 의도와 실행 결과 간 연결이 문장 단위에서 유지되도록 구성되었다.

설계 원리 초안 매트릭스는 설계 축별 지침 형태로 구성되었으며, 전문가 검토를 통해 명확성, 적절성, 실천 가능성, 확장 가능성을 점검하였다. 각 설계 원리는 반복 관찰된 상황을 조건으로, 효과가 확인된 실행 방식을 전략으로, 전략 적용 후 반복 관찰된 학습 및 운영 변화를 결과로 서술하였다. 분석 결과에 포함되지 않은 내용이나 추론적 확장은 배제하고, 평가 매트릭스 기반 통합분석표와 C-S-O 정제표에서 확인된 실행 패턴만을 근거로 사용하였다.

동일 설계 축 안에서도 조건과 전략의 조합이 하나로 수렴하지 않는 경우, 반복적으로 관찰된 패턴을 별도 원리 단위로 구성하였다. 조건-전략-결과 흐름은 문장 구조에서 분명히 드러나도록 재구성하였으며, 조건은 사실 기반으로, 전략은 효과가 확인된 실행 방식 중심으로, 결과는 전략 적용 후 나타난 변화와 안정적 실행 양상을 근거로 정리하였다. 이러한 구성은 설계 원리의 정합성과 재현 가능성을 높이고, 설계 의사결정에서 요구되는 연결 구조를 명확히 드러내도록 하였다.



설계 축	조건(Condition)	전략(Strategy)	결과(Outcome)
유용성	복잡 과업에서 조력 기능이 탐색, 정교화로 확장되지 못하고 반복 확인 수준에 머무름. 후반부 사고 질 저하 반복	과업 난이도에 맞춘 단계별 조력 수준 제시(AI)	산출물의 정교화 수준 향상. 후반부 사고 과정의 깊이 유지. 실행 흐름 안정화
		탐색-비교-정교화 흐름 안내(AI)	
		조력 흐름을 상황에 맞게 보정(교수자)	
명료성, 구체성(1)	초기 단계 장문 지시, 중복 정보, 불필요한 요소로 과제 요구 해석 부담 증가	핵심 정보 간결화(AI)	요구 이해도 향상. 초기 목표 인식 안정. 과업 진입 지연 감소
		시각적 단계 안내 제공(AI)	
		안내 이해 즉시 보정(교수자)	
명료성, 구체성(2)	단계 안내 구조 부족으로 탐구 과정 구조화 어려움. 시나리오 구성 단계에서 방향성 상실 반복	예시 산출물, 요약 사례 연계 시각 안내(AI)	탐구 흐름 안정. 단계 구조 명확화. 반복 논의 및 중단 감소
		단계별 판단 흐름, 기준 제시(AI)	
		안내 적용 여부 점검 및 보정(교수자)	
적절성 (조력)(1)	전환 단계에서 조력 시점, 강도 집중. 탐구, 발표 단계에서 조력 구조 정착 미흡	단계별 목표에 따른 조력 강도 자동화(AI)	단계 전환 사고 흐름 유지. 탐구 방향 안정. 발표 구조 정돈
		전환 구간 단계 요약, 방향 확인 제공(AI)	
		조력 패턴 보정(교수자)	
적절성 (조력)(2)	탐구-발표 전 단계에서 조력 구조 정착 부족. 조력 패턴 불균형 반복	탐구-결과-발표 기준 중심 조력 구조 적용(AI)	탐구 방향 명확화. 발표 구조 체계화. 조력 흐름 균형 유지
		발표 기준 안내(AI)	
		조력 흐름 점검, 정렬(교수자)	
자율성(1)	실행 단계에서 AI의 제안을 무비판적으로 수용하는 경향. 판단 근거 부족으로 자율적 결정 약화	복수 선택지 제시(AI)	선택 이유 진술 증가. 판단 근거 강화. 자율적 결정 구조 회복
		판단 근거 명시(AI)	
		선택 기준 체계화 유도(교수자)	
자율성(2)	실행 과정에서 판단 기준 유지 어려움. 팀 내부 기준 흔들리며 논의 불안정	실행 판단 기준 유지 기능 제공(AI)	선택 폭 확장. 판단 일관성 유지. 주도성 지속 강화
		팀 조정 기준 제시(AI)	
		기준 정렬 점검, 보정(교수자)	
성찰성	결과 나열 중심 성찰 반복. 원인 분석, 구조적 성찰 부족	성찰 질문 및 프롬프트 제공(AI)	이유, 개선 중심 성찰 증가. 분석적 성찰 구조 재확립
		성찰 방향, 깊이 점검(교수자)	
기술, 환경 적절성	세션별 시스템 지연, 오류 반복. 활동 흐름 단절 위험 지속	사전 점검, 상황 모니터링(교수자)	기술 변동성 완화. 주요 흐름 안정성 확보. 조력 흐름 회복 속도 향상
		오류 발생 시 단계별 대체 절차 즉시 안내(AI)	

[표 4-60] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 설계 원리 매트릭스(v1)

최종적으로 아홉 개 설계 원리가 도출되었고, Cycle 1과 Cycle 2의 실행 자료를 통합, 로그 데이터, 학습자 설문, 교수자 성찰노트, 전문가 검토 결과를 교차 확인하여 근거의 일관성을 확보하였다. 모든 설계 원리는 평가 매트릭스 여섯 설계 축과 직접 대응하도록 구성하여 원리 간 중첩을 방지하였다. 이후 전문가 타당도 검토를 통해 명확성, 적절성, 실천 가능성, 확장 가능성 측면에서 평가하고, 검토 결과를 반영하여 최종 설계 원리를 확정하였다.

4.7.2.5. 전문가 검토 및 설계 원리 조정

설계 원리 초안에 대한 전문가 검토 단계는 설계 원리의 조건-전략-결과(C-S-O) 구성의 논리적 타당성과 수업 적용 가능성을 검증하기 위해 수행되었다. 검토의 목적은 설계 원리가 실제 수업에서 해석 가능하고 운영 절차와 정합적으로 연결되는지 확인하고, 해석 모호성이나 적용 제약을 식별하여 개선 방향을 마련하는 데 있다. 이는 DBR에서 강조되는 형성적 타당도를 확보하는 과정으로, 내부 연구 판단에만 의존하지 않고 다양한 실천 관점에서 검증 가능하게 설계되었다.

검토는 평가 매트릭스의 여섯 설계 축을 기준으로 정리된 설계 원리 초안을 대상으로 진행되었다. 각 설계 원리에 대해 (1) 이론 기반 정합성, (2) 수업 단계 및 교수·학습 맥락 적합성, (3) 문장 구조 및 제시 방식 명료성, (4) 실행 과정 예상 제약, (5) 개선 필요 구체 요소 등 다섯 측면을 중심으로 정성적 의견이 수집되었다. 전문가에게는 서술형 검토 지침이 제공되었으며, 각 원리에 대한 의견은 서술형으로 기록되어 설계 요소의 의미, 기능, 제약을 입체적으로 파악할 수 있도록 구성되었다.

전문가 집단은 교육공학, AI 기술, 영상 콘텐츠 제작 기반 PBL의 세 영역을 대표하는 세 명으로 구성되었다. 선정 기준에는 해당 분야 연구·실무



경험, PBL 수업 설계 및 AI 조력 기능 이해 수준, DBR 연구 방법론 숙련도가 포함되었다. 이러한 다원적 전문가 구성은 특정 관점에 치우치지 않고, 교육학적·기술적·실무적 균형을 확보하기 위함이다.

정성 검토는 실제 수업 장면에서 발생할 수 있는 해석 불일치, 조력 시점과 전략 적절성, 학습자 참여 구조와의 정합성, 기술 환경과의 일치 여부 등을 심층 점검하였다. 전문가 의견은 C-S-O 구성 요소별로 분류·정리되었으며, 수정이 필요한 지점, 적용 범위 명확화 필요 지점, 경계 조건 재설정 지점을 중심으로 조정 방향이 도출되었다.

이 과정을 통해 설계 원리 초안은 논리적 타당성과 실천적 적용 가능성을 동시에 검증받았으며, 결과는 각 설계 원리의 수업 적용 범위를 결정하고 원리 간 논리적 연계와 실행 구조 일관성을 확보하는 근거로 활용되었다.

코드	직업	최종학력	전문분야	경력
E07	수석연구원	석사	교육공학	23
E08	교수	박사	AI 에이전트	20
E09	감독	석사	영상 콘텐츠 제작	20

[표 4-61] 본 연구의 설계 원리 초안(v1) 검토 전문가 명단

전문가 검토 결과, 설계 원리는 교수학습 절차를 체계화하고 단계 간 연속성을 강화하며 학습자 조력 체계를 명확히 제시하는 것으로 평가되었다. 전문가들은 수업 흐름이 문제 인식, 탐색, 산출물 구성, 자기 점검, 성찰 순으로 단계 단위로 연결되고, 단계별 조력 기능이 적절히 반영되어 있다는 점을 강점으로 언급하였다.

설계 원리에서 제공된 체크리스트, 단계 안내, 예시 산출물, 발표 기준 등의 장치는 학습자의 과제 이해를 돕고 탐구 과정의 불확실성을 줄이며



산출물의 완성도를 높이는 역할을 수행할 수 있다는 의견이 제시되었다. 교수학습 절차 운영 안정성 측면에서도 장치가 명확한 작업 흐름 전달에 기여하는 것으로 평가되었다.

AI 조력 측면에서는 단계별 기능 구분이 명확하며 학습자의 자율성 유지, 판단 근거 제시, 기준 유지, 성찰 활동 지원이 가능한 구조를 갖추고 있어 교수학습 과정 질 향상에 기여할 가능성이 높다고 평가되었다.

보완 필요 사항으로는 단계별 조력 패턴 유지 기준 명확화, 요약·체크리스트·평가표 등 구조적 도구의 세분화와 표준화, 단계 전환 과정에서 산출물 간 연속성 강화, 기술적 변동 대응 절차 명시, 설계 원리 간 관계 조정 등이 제시되었다.

설계 원리 조정은 영상 콘텐츠 제작 기반 PBL 수업에서 AI 에이전트의 교수학습 조력 기능이 실제 수업 환경에서 안정적·효과적으로 작동하도록 설계 원리 초안을 정련하는 과정이다. 이 과정에서는 원리가 이론적 근거와 실행 자료에 부합하는지, 단계별 조력 흐름과 기술적 조건이 안정적으로 작동하는지, 학습자 경험을 향상시키는지, 교수자의 운영 권한이 보장되는지를 종합적으로 점검한다.

조정 기준은 다섯 가지로 설정되었다. 첫째, 구조적 정합성 확보를 위해 원리 간 기능 중복과 경계 불명확성을 최소화하고, 각 원리의 역할과 기능을 체계적으로 구분하였다. 둘째, 교수학습 절차의 실행 가능성을 점검하여, 단계별 조력 구조가 실제 수업 환경에서 효율적으로 작동하고 절차적 부담이 과도하지 않은지 확인하였다. 셋째, 학습자 경험 향상을 위해 과제 해석 가능성, 탐구 과정 안정성, 판단 근거 제시, 성찰 활동 촉진 여부를 검토하였다. 넷째, 기술적 타당성 기준을 적용하여 AI 조력 기능이 시스템 안정성과 모델 동작 변동성, 장비 환경 이질성을 충족하며, 오류 발생 시 대체 절차가 명시되어 있는지를 확인하였다. 다섯째, 교수자 운영 권한 보



장을 위해 평가 기준, 체크리스트, 조력 구조가 교수자의 전문적 판단에 따라 조정 가능하도록 설계 원리를 정련하였다.

설계 원리	긍정 의견	보완 의견
유용성	AI 조력의 탐색, 정교화 확장 설계 타당	기술 정교화 중심 편중 완화와 정서, 협업 경험 포함 필요
	단계별 조력 구조 기반 학습 과정 안정과 산출물 완성도 향상 가능	교수자 보정 기준, 시점의 명확 규정 필요
	실제 제작 수업 맥락에서의 높은 적용 가능	체크리스트의 실제 운영 절차에 대한 설명 보강 필요
명료성 구체성	체크리스트 기반 요구 해석의 높은 활용 가능	요약 기준의 명확 설정 필요
	AI 요약 결합 통한 초기 지침 복잡성 감소	핵심 정보 누락 방지 템플릿 마련 필요
	학습자 초기 진입 부담 완화 효과	체크리스트 세분화, 표준화 통한 실행 정합성 강화 필요
명료성 구체성	탐구 단계 방향 상실 문제의 정확한 진단	단계 산출물의 다음 단계 입력과의 단계 간 연속성 강화 필요
	예시 산출물, 시각 안내 기반 과정 안정성 향상	흐름 정합성을 위한 컨텍스트 기반 단계 구조 보강 필요
	절차 이해와 기대 산출물 파악 지원 구조	
적절성 (조력)	조력 강도 편차 해결 설계의 높은 타당성	단계 컨텍스트 유지 기준, 절차의 강화 필요
	단계별 조력 패턴 조정 기반 안정적 학습 과정 확보 가능	조력 오류 방지를 위한 기술적 관리체계 구체화 필요
	학습자 단계, 의도 파악 정확도 향상	
적절성 (조력)	탐구-결과-발표 정렬 구조 기반 산출물 품질 향상	설계 원리 4, 5의 기능 구분 명확화 필요
	발표 기준 기반 조력 구조의 높은 실무 정합성	
	전체 조력 체계의 구조적 정합성 향상	조력 구조 재배치, 통합 검토 필요
자율성 (판단)	선택지 제공과 판단 근거 제시 기반 자율성 강화	평가표 구성 주체(학생, 교수자)의 명확 설정 필요
	AI 평가표 활용 자동 점검 기능의 높은 활용 가능	
자율성 (협업)	팀 기준 유지, 정렬 조력 기반 협업, 의사결정 일관성 강화	팀, 작업, 의사결정 기준 저장, 갱신, 시각화 절차의 기술적 명확화 필요
	협업 과정의 기준 지속 관리 기능	
성찰성	이유, 개선 중심 성찰 구조의 높은 타당성	성찰의 단일 단계 집중 완화와 순환, 지속 구조 확장 필요
	대화 맥락 기반 성찰 질문 제공 기능의 기술적 효과	
기술 환경 적절성	기술 불안정성 요인 규정의 높은 현실 적합성	단일 모델 의존 완화 필요
	사전 점검, 대체 절차 기반 안정적 수업 운영 가능	범용성 고려 대체 절차 설계 필요
		수업 환경 변동 대응 기술 안정체계 강화 필요

[표 4-62] 본 연구의 설계 원리 초안(v1) 전문가 검토 결과



기준명	기준 설명
구조적 정합성 확보	원리 간 기능 구분, 역할 경계 명료성, 체계적 구조 일관성
교수학습 절차의 실행 가능성	단계 흐름 안정성, 조력 시점 적합성, 절차적 부담 최소화
학습자 경험 및 수행 품질 향상	과제 해석 용이성, 탐구 과정 안정, 판단 근거 명료성, 자율성 기반 성찰 지원
기술적 타당성과 운영 환경 적합성	시스템 안정성, 모델 변동성 대응, 오류 방지, 대체 절차 마련
교수자 중심 운영 권한 보장	수업 맥락 반영 가능성, 평가와 체크리스트 조정 권한, 운영 유연성 확보

[표 4-63] 본 연구의 설계 원리 조정 기준표

전문가 보완 의견을 분석하여 구조적 정합성, 교수학습 절차의 실행 가능성, 학습자 경험 안정성, 기술적 타당성, 교수자 운영 권한 확보의 기준에 따라 설계 원리별 반영 수준을 평가하였다. 보완 의견은 설계 원리가 단순한 지침으로 머무르지 않고 실제 수업 맥락에서 적용 가능하도록 조정하기 위한 근거로 활용되었다. 각 설계 원리의 수정 여부는 조정 기준 충족과 연구 범위 내 실현 가능성을 종합적으로 고려하여 결정하였다.

설계 원리 1은 조력 기능의 범위를 기술적 지원을 넘어 인지적, 사회적, 정서적 지원까지 확장하고, 교수자가 조력 강도와 시점을 조정할 수 있는 기준을 명시하며 단계별 체크리스트를 실제 수업 절차와 연계하도록 조정되었다. 설계 원리 2는 단계 요구를 신속히 파악할 수 있도록 요약 기준을 명확히 하고, 핵심 정보를 구조화한 템플릿과 표준화된 체크리스트를 제공하여 단계 구조의 정합성과 절차 실행 가능성을 강화하였다. 설계 원리 3은 단계 간 산출물의 연결성을 높이고, 전환 절차와 기술 활용 전략을 구체화하여 단계 정합성과 실행 가능성, 학습자의 자기조절 안정성을 확보하도록 정제되었다.

설계 원리 4와 5는 단계별 조력 기준과 절차가 중복되어 기능이 분산되는 문제를 해결하기 위해 통합하여 연속적 조력 구조로 재구성하였다. 조

력 조건, 개입 기준, 요구 유형별 조력 방식, 오류 방지 기준을 일관된 체계로 제시함으로써 실행 가능성과 기술 안정성, 교수자 운영 권한 확보 측면에서 조정이 이루어졌다. 설계 원리 6은 과업과 평가 기준 설정 주체를 명확히 하고 교수자 중심으로 절차를 재구조화하여 자율성을 지원하면서 교수자의 판단 권한을 보장하도록 수정되었다.

설계 원리 7은 팀 기준, 작업 기준, 의사결정 기준의 저장, 갱신, 시각화 절차를 명확히 하고 교수자 중심 관리 구조로 재정리하였다. 이를 통해 기준 관리 항목을 단계별 절차와 조력 규칙에 통합함으로써 설계 원리의 실행과 일관성을 강화하였다. 설계 원리 8은 성찰 활동이 특정 단계에 집중되어 단편화되는 위험을 방지하고, 성찰 목적, 절차, 연계 구조를 구분하여 제작 전 과정과 연계되도록 구조를 확장하였다. 단계별 반복 확인 절차를 포함하여 성찰 활동이 수업 전 과정에서 지속적으로 작동하도록 설계하였다. 설계 원리 9는 기술적 의존에 따른 위험을 완화하기 위해 안정성 확보 절차를 구체화하였고, 기술 변동 대응 및 도구 의존 완화 전략은 연구 범위 외로 판단하여 교수자 운영 절차에 사전 점검 기준과 안정성 확인 항목을 포함하는 수준으로 조정하였다.

종합하면, 아홉 개 설계 원리는 전문가 검토 결과를 기반으로 각 원리의 조력 범위, 단계 구조, 기준 관리, 성찰 연계, 기술 안정성 요소를 중심으로 정제되었으며, 구조적 정합성, 실행 가능성, 학습자 경험 안정성, 기술적 타당성, 교수자 권한 확보 측면에서 실천적 타당성을 확보하도록 설계되었다. 이러한 조정 결과는 최종 설계 원리 체계에서 각 원리가 수업 맥락에서 일관되게 적용될 수 있는 근거로 활용된다.



설계 축	전문가 보완 의견	조정 판단	조정 내용 요약
유용성	기술 중심 편중 완화 정서, 협업 고려 필요 교수자 보정 기준 명료화 운영 절차 설명 보강	반영	정서, 협업 포함 조력 범주 재구성 교수자 보정 기준 명료화 단계 운영 절차 구조화
명료성	요약 기준 명확화 핵심 정보 유지 기준 필요	반영	단계별 요약 기준 핵심 정보 유지 템플릿 명료화
구체성	체크리스트 세분화 핵심 정보 유지 구조 보강	반영	체크리스트 세분화 핵심 정보 유지 구조화
적절성 (조력)	조력 시점, 강도 조절 기준 필요 팀, 상황 적합 조력 방식 필요	반영	설계 원리 통합 조력 시점, 강도 조절 기준 구조화 조력 방식 적합성 명료화
자율성 (판단)	수행 기준의 주제 불명확	반영	수행 기준 설정 주제 명료화
자율성 (협업)	팀 기준, 작업 기준, 의사결정 각 기준의 저장, 갱신, 시각화 필요	반영	기준 범주 정의 기준 관리 절차 구조화
성찰성	특정 단계 집중 위험 과정 전체 연계 필요	반영	성찰 목적, 절차, 과정 연계 분리 성찰 구조화
기술, 환경 적절성	단일 도구 의존 위험 기술 변동 대응 구조 필요 대체 절차 필요	부분 반영	사전 점검 절차 명료화

[표 4-64] 전문가 검토 결과 기반 설계 원리 조정 요약표

4.7.3. 설계 원리 최종안 도출

설계 원리 초안은 학습 로그, 교수자 성찰 기록, 학습자 설문 자료를 통합 분석하여 도출된 조건-전략-결과 구조를 중심으로 구성되었다. 이후 영상 콘텐츠 제작, 교육공학, AI 기술 전문가를 대상으로 각 원리의 해석 가능성과 적용 가능성, 교수학습 운영 절차와의 정합성을 점검하였다. 전문가 검토는 여덟 설계 축, 즉 유용성, 명료성, 구체성, 적절성, 자율성(판단·협업), 성찰성, 기술·환경 적절성을 기준으로 수행되었으며, 설계 원리 간 중복 여부, 실제 수업 장면에서 발생 가능한 적용상의 제약 요소, C-S-O 간 논리적 연계성을 심층적으로 확인하였다.

검토 결과 일부 설계 원리는 기능과 적용 범위가 중첩되거나 PBL 단계 구조와 분리하여 적용하기 어려움이 확인되었고, 이에 따라 유사한 원리는 통합하고 해석의 여지가 큰 요소는 실제 운영 맥락에 맞게 재구조화하였다. 조력의 시점, 강도, 흐름을 별도로 제시하던 두 원리는 교수학습 절차에서 독립 설계 원리로 유지할 근거가 부족하여 적절성 축 아래 하나로 통합하였다. 수행 기준, 판단 기준, 협업 기준의 주체는 자율성 축 내부에서 유지하되, 판단 기반 자율성과 협업 기반 자율성으로 세분화하여 기준 설정과 활용 과정의 논리적 일관성을 강화하였다. 기술·환경 변동에 대한 안정성 요구는 별도 설계 축으로 분리하여 기술·환경 적절성 원리로 정리하였다.

최종 설계 원리 매트릭스는 여덟 설계 축별로 조건을 명확히 기술하고, 이에 대응하는 실행 전략을 교수자 전략과 AI 에이전트 전략이 함께 작동하는 형태로 배열하였다. 전략 요소는 수업 전·중·후 단계에서 실제로 구현 가능한 수준으로 구체화하였으며, 결과 요소는 전략 적용 이후 학습 과정과 수행 양상에서 반복적으로 관찰될 수 있는 변화를 중심으로 정리하였다. 각 설계 원리는 인지적 도제 이론의 여섯 요소와 대응되도록 구성되었으며, AI 에이전트의 인지적, 사회적, 정서적 조력 기능과 연계되도록 설계하였다. 이 구조는 설계 원리가 추상적 권고가 아니라 교수자 행위, AI 조력, 학습자 활동으로 직접 전환 가능한 실행 단위로 작동하도록 하는 것을 목적으로 한다.

재정련 과정을 통해 확정된 여덟 개 설계 원리는 다음과 같은 교육적 함의를 갖는다. 명료성 원리는 단계별 요구 해석 과정에서 발생하는 인지적 부담을 완화하고 안내 기준의 일관성을 확보하도록 한다. 유용성 원리는 확인 중심 조력에서 벗어나 탐색과 정교화 기능을 중심으로 조력 구조를 재편하도록 안내한다. 구체성 원리는 탐구 절차와 판단 기준을 분리·구조



화하여 단계 간 논의 흐름과 산출물 연계를 안정시킨다. 적절성 원리는 조력의 시점과 강도를 조정하여 탐구, 실행, 발표 단계의 흐름을 균형 있게 유지하도록 지원한다. 성찰성 원리는 결과 중심 기록에서 벗어나 전 과정에 걸친 구조적·맥락적 성찰을 정착시키는 기반을 마련한다. 자율성(판단) 원리는 수행 기준과 판단 기준을 명료하게 제시하고 판단 과정을 기록·공유함으로써 학습자의 비판적 선택을 강화한다. 자율성(협업) 원리는 팀 기준과 작업 기준, 의사결정 기준을 명시하고 갱신·합의 절차를 구조화함으로써 팀 내 역할 분담과 협업 안정성을 높인다. 기술·환경 적절성 원리는 시스템 지연과 오류, 도구 변동에 따른 활동 단절 위험을 완화하고 수업 흐름을 안정적으로 유지할 수 있는 기술적 조건을 확보하는 데 초점을 둔다.



설계 원리 ID	설계축	조건	전략	결과	인지적 도제	AI 에이전트 조력 기능
DP-1	유용성	복잡 과업 구조, 탐색·정교화 조력 부족	단계별 절차 구조화, 조력 수준·강도 사전 설정	탐색·정교화 흐름 안정, 산출 품질 향상	모델링, 코칭, 스캐폴딩	인지적, 사회적
DP-2	명료성	장문 안내, 정보 중복, 기준 불명확	예시·기준 시각 제시, 절차·판단 기준 분리	요구 이해도 상승, 인지 부하 감소	모델링, 명료화	인지적
DP-3	구체성	단계 안내 부족, 탐구·산출 연계 약화	절차 기반 안내, 예시·판단 기준 통합	탐구 방향 명료화, 오류·누락 감소	모델링, 스캐폴딩, 명료화	인지적
DP-4	적절성	전환 구간 조력 불균형, 시점·강도 불안정	조력 강도·시점 기준 설정, 전환 구간 요약 조력	흐름 안정, 사고 유지	코칭, 스캐폴딩, 탐색	인지적, 정서적
DP-5	자율성 (판단)	판단 근거 부족, 자기 점검 결여	기준·사례 제공, 자기 점검 비교 조력	판단 근거 명료화, 비판적 수용 강화	명료화, 성찰, 탐색	인지적, 정서적
DP-6	자율성 (협업)	팀 기준 부재, 의사결정 기준 부족	기준 문서화, 저장·공유 절차 설계	역할·책임 명확화, 협업 안정	명료화, 탐색	사회적
DP-7	성찰성	단계 편중 성찰, 근거 중심 성찰 부족	전 과정 성찰 루프, 성찰·실행 연계 피드백	메타인지 증진, 성찰 품질 향상	반성, 탐색	인지적, 정서적
DP-8	기술· 환경 적절성	기술 지연·오류, 흐름 단절 위험	오류 대체 절차, 상태 모니터링 조력	기술 안정성 확보, 수행 지속성 강화	모델링, 코칭	인지적, 정서적

[표 4-65] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트

설계 원리 매트릭스 최종안 요약표

최종 설계 원리 매트릭스는 여덟 설계 축별로 조건-전략-결과 구조가 명확하게 대응되도록 재구성되었다. 이 매트릭스는 영상 콘텐츠 제작 기반 PBL 수업에서 AI 에이전트의 교수학습 조력 기능이 실제로 작동할 수 있는 근거를 제공하며, 단계 간 유기적 흐름, 조력 적절성, 판단과 협업 기

준 명료화, 기록 구조 확립 등 전문가 검토에서 제기된 요구를 설계에 반영하였다. 그 결과 최종 설계 원리는 수업 운영 전반에서 안정적이고 재현 가능한 교수설계 지침으로 기능할 수 있다.

4.7.4. 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 활용 수업모형(v4) 도출

통합 분석 결과와 설계 원리 최종안을 통합하여, 영상 콘텐츠 제작 기반 PBL 수업에서 AI 에이전트의 교수학습 조력 기능을 활용하는 수업 모형(v4)이 정립되었다. 수업모형은 문제 정의, 탐구 설계, 실행, 공유와 성찰, 수업 환류의 다섯 단계로 구성되며, 각 단계는 유용성, 명료성, 구체성, 적절성, 자율성, 성찰성, 기술·환경 적절성의 설계 축을 기준으로 재구조화되었다. Cycle 2에서 확인된 조력 시점 불균형, 판단 기준 모호성, 산출물 단위 불명확성, 협업 기준 부족, 성찰 구조 단편성 등 핵심 문제는 단계 설계와 조력 흐름 조정을 통해 보완되었다.

최종 수업모형(v4)은 교수자, AI 에이전트, 학습자가 명확히 구분된 삼중 조력(triadic scaffolding) 체계를 기반으로 한다. 교수자는 단계별 판단 기준, 요약 기준, 산출물 단위를 명료하게 제시하고, 조력 흐름 안정성을 점검하며 시점을 조정한다. 학습자는 팀 기반 활동을 수행하며 문제를 해석하고 탐구 설계를 수립하며 실행과 성찰 과정에서 판단과 협력을 주도한다. AI 에이전트는 인지적·사회적·정서적 조력을 균형 있게 제공하며, 단계별 요구에 따라 질문 제시, 정보 정렬, 판단 기준 안내, 대안 탐색, 협업 적합성 지원, 정서 안정 조력을 수행한다.

AI 조력 구조는 단계별로 세분화되어 있다. 문제 정의 단계에서는 핵심 요구 파악, 정보 구조 정리, 초기 탐색 질문 제공으로 학습자의 과제 방향 설정을 지원한다. 탐구 설계 단계에서는 역할 배분, 탐구 방향 수립, 단계별 판단 기준 안내가 이루어지며 계획이 산출물 단위와 연계되도록 조력



한다. 실행 단계에서는 대안 제시, 조력 강도 조절, 협업 정합성 유지, 기술적 오류 발생 시 대체 절차 안내 기능이 제공된다. 공유와 성찰 단계에서는 성찰 질문과 과정·결과 비교, 개선점 도출을 포함한 구조적 성찰이 가능하며 팀 기반 공동 성찰이 지원된다. 수업 환류 단계에서는 단계별 로그와 활동 기록을 기반으로 교수자가 수업 구조를 점검하고 재구성할 수 있는 분석 정보를 제공한다.

AI 조력 시스템은 단계 인식, 조력 시점 감지, 조력 강도 조절, 판단 기준 적용, 오류 감지 및 대체 절차 안내 기능을 중심으로 설계되었다. 이를 통해 조력 흐름의 집중이나 단편화를 방지하고 단계 간 연결성을 유지하도록 설계되었다. 인지적 조력은 탐색과 정교화 중심, 사회적 조력은 팀 협업 기준 중심, 정서적 조력은 학습자의 안정적 참여 촉진 방향으로 운영되며, 교수자가 설정한 단계별 기준을 우선으로 작동하여 AI 조력이 학습자의 판단을 대체하지 않고 실질적 조력으로 기능하도록 조정되었다.

종합하면, v4 수업모형은 Cycle 1과 Cycle 2에서 확인된 문제를 기반으로 단계별 기준을 명료화하고 조력 흐름을 구조화하며 학습자의 자율성, 협업 정합성, 성찰 체계를 강화한 형태로 정련되었다. 본 모형은 영상 콘텐츠 제작 기반 수업의 실제 요구를 반영하면서 AI 에이전트의 교수학습 조력 기능을 수업 절차에 자연스럽게 통합한 구조로, 향후 확장 연구나 다른 교육 맥락에서의 적용 가능성을 시사한다.



항목명	세부 내용
단계명	문제 정의, 탐구 설계, 실행, 공유, 성찰, 환류로 구성된 5단계 절차, 단계별 사고 점검 기준, 단계 이동 기준, 단계 재구성 규칙, 교수자 조력 개입 시점 기준
학습 목표	인지적 이해, 문제 분석, 기획 능력, 기술 활용 역량, 협업 및 의사소통 역량, 자기조절 능력 중심의 목표 체계, 단계별 성취 기준, 판단 기준과 산출물 기준의 정합 구조
학습자 활동	팀 기반 기획, 자료 조사, 촬영, 편집, 제작 활동, 역할 분담과 협업 절차, 단계별 판단 기준 적용, 단계 산출물과 다음 단계 입력 정보의 연계 구조
교수자 조력	단계 요구 및 판단 기준 제시, 조력 제공 시점, 강도 조절 기준, 단계 전환 절차 안내, 학습 흐름 안정화 조치, AI 조력 품질 점검 및 보정 기준
AI 에이전트의 교수학습 조력기능 조력	단계 요구 요약 제공, 탐색, 정교화 질문 제시, 대안 비교 구조 제안, 산출물 구조 점검, 오류 가능성 탐색, 단계 간 연결 안내, 인지적, 사회적, 정서적 조력 기능
상호작용 구조	교수자-AI-학습자 역할 분담 구조, 단계별 역할, 판단, 산출물 기준 기반 상호 정렬 체계, 교수자 중심 절차 검증 기능, AI 중심 실시간 안내, 점검 기능
산출물	기획서, 역할 매트릭스, 탐구, 제작 계획서, 촬영 자료, 편집본, 최종 영상, 발표 자료, 단계별 개인, 팀 성찰 기록, 산출물 간 입력, 출력 연계 구조
평가 기준	명료성, 유용성, 구체성, 적절성, 자율성, 성찰성, 기술, 환경 적절성 기반 평가 체계, 결과물 평가와 과정 평가 병행 구조, 단계 기준, 판단 기준 연계 평가 프레임
성찰, 피드백	단계별 성찰 목적, 질문 체계, 팀, 개인 성찰 기록 구조, 성찰-다음 단계 실행 계획 연계 구조, 교수자, AI 공동 피드백 체계
비고	AI 활용 조건 및 보호, 저작권, 보안 기준, 기술 오류 대비 대체 절차, 교수자 중심 조력 프로토콜 및 운영 지침

[표 4-66] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 활용 수업모형 설계안
(v4)

초기 설계안(v1)부터 최종안(v4)에 이르기까지, 본 연구의 영상 콘텐츠 제작 PBL 수업모형은 반복적 실행과 분석, 전문가 검토를 기반으로 단계적으로 정련되었다. v1은 6단계 PBL 구조를 기반으로 전체 수업 흐름을 제시하였으나, 실제 실행 과정에서는 학습 목표 해석 편차, 탐구 단계 불안정, 조력 시점과 강도 불균형, 성찰 활동 편중, 산출물과 평가 간 정렬

부족 등이 관찰되었다. 따라서 v1은 기본 틀을 설정했다는 의미가 있으나, 세부 조건과 조력 구조를 충분히 반영하기에는 한계가 있었다.

v2에서는 v1에서 발견된 문제를 바탕으로 1차 재설계를 수행하였다. 단계별 AI 점검 문항과 성찰 절차를 추가하고, 학습 목표 기술 방식을 구체화하였으며, 교수자 조력의 전이를 상호작용 로그를 근거로 부분 조정하였다. 이 과정에서 단계 간 정보 제공 방식과 판단 흐름이 일부 정돈되었으나, 학습자의 자기조절 안정성과 단계 이동 기준의 일관성 문제, 조력 강도와 시점 편차, 팀 협업 기준의 불명확성 등은 여전히 개선이 필요했다.

v3에서는 사고 점검-피드백-단계 이동 조건 중심으로 단계 흐름을 정교화하고, 반복되던 조력 문항과 정보 제공 방식을 간결화하여 인지적 부담을 완화하였다. 성찰과 자기점검 기능은 학습자의 판단 과정과 수행 안정성을 강화하도록 재구조화되었으며, 교수자 조력은 체크리스트 기반 점검과 세션 요약 중심으로 표준화되었다. 이 조정은 전문가 검토에서 제시된 명료성, 구체성, 성찰성, 자율성 관련 요구를 반영하고 조력 구조 불균형을 완화했다.

Cycle 2 실행 결과를 반영한 v4에서는 단계 흐름 안정성과 실행 구조 일관성을 높이기 위해 추가 조정을 수행하였다. 단계별 조력 알고리즘과 환류 체계를 정비하고, 학습 목표-수행-평가 간 정렬성을 강화하였다. 학습자는 자기점검을 통해 탐구 흐름을 유지하며, 단계 이동 기준은 사고 점검 중심으로 작동하도록 조정되었다. 교수자 조력은 사전·사후 기술 점검 절차와 조력 품질 점검 절차를 포함하여 표준화되었고, 산출물-피드백-평가 연계도 단계적으로 보완되었다. 이러한 변화는 교수자-AI-학습자 간 조력 관계가 예측 가능한 형태로 정돈되는 과정을 보여준다.

종합하면, v1에서 v4로의 변화는 단일 수정의 누적이 아니라, 반복적 실행과 분석을 통해 단계별 문제를 식별하고 설계 원리를 점진적으로 적용·



정련한 과정이다. 전문가 검토에서 제시된 명료성, 구체성, 적절성, 유용성, 자율성, 성찰성, 기술·환경 적절성 설계 원리는 각 버전 조정 과정에 축적적으로 반영되었으며, v4는 현장 적용 가능성이 강화된 수업모형으로 정리되었다. v4는 완결된 고정 모델이 아니라 반복 검증과 개선을 통해 안정성을 높여가는 과정적 산출물로 이해하는 것이 타당하다.

항목명	v1 (초안)	v2 (전문가 검토)	v3 (분석 및 리디자인)	v4 (전문가 검토 최종안)	개선 기준 및 설계 원리
단계명	4단계 PBL 기본 틀	AI 점검 절차 포함	사고 점검-전환 조건	단계별 조력 알고리즘 자동 환류	단계 전환 불안정 해결·과정 일관성 확보 (적절성·안정성)
학습 목표	기초 목표 제시	AI 점검 기반 목표 명시	6원리 기반 목표 구조화	목표·성과·평가 정렬	목표 해석 편차 축소·핵심 정보 유지 (명료성·구체성)
학습자 활동	탐구·제작 중심	자동 응답 기반 흐름	사고 점검·자기점검 활동	자기조절 기반 단계 이동	탐구 흐름 안정·학습자 자기조절 강화 (성찰성·자율성)
교수자 조력	직접 안내·직접 피드백	로그 점검·전이 관리	체크리스트·요약 점검	조력 품질 기술 점검 프로토콜	교수자 부담 완화·조력 기준 명확화 (유용성·명료성·적절성)
AI 조력 기능	절차 안내 중심	GPTS 연동·트리거 조력	간결 피드백·중복 제거	단계별 조력 루틴 정교화	조력 과다·과소 문제 완화·정보 효율화 (명료성·구체성·적절성)
상호작용 구조	교수자-학습자 중심	AI 요약·교수자 판단	삼자 상호작용 구조	상호작용 루프 자동화	협업 기준 부재 해결·상호작용 흐름 안정 (자율성)
산출물	기획안·촬영·편집본	성찰·로그 포함	성찰·자기점검 포함	산출-피드백-평가 일원화	산출물-피드백-평가 단절 해소 (구체성·성찰성)
평가 기준	기본 평가 요소	자동 점검 문항	6원리 기반 평가	전 과정 루브릭·조력 지표	평가 주체·기준의 불명확성 해소 (명료성·자율성)
성찰·피드백	발표·팀 성찰 중심	자동 성찰 문항	사고 점검 기반 성찰	성찰-평가-실행 환류	편중 성찰 해소·과정 연계 강화 (성찰성)
비고(기술·환경)	기본 도구·환경	비식별성·플랫폼 관리	기술 점검·로그 분석	기술·환경 프로토콜 통합	도구 의존 위험 완화·기술 변동 대응 (기술·환경 적절성)

[표 4-67] 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 활용 수업모형 설계안

V. 결론

5.1. 연구 요약

본 연구는 AI 에이전트의 교수학습 조력기능을 통합한 프로젝트 기반 학습(Project-Based Learning, PBL) 수업모형을 설계하고, 영상 콘텐츠 제작 중심의 고등교육 수업에 적용하여 작동 특성과 교육적 함의를 검토하였다. 연구는 설계기반연구(Design-Based Research, DBR)의 순환 절차에 따라 설계-실행-분석-개선을 반복하며 수업모형의 구조적 요건과 조력 체계의 타당성을 형성적으로 점검하였다.

이론적 논의를 통해 PBL 단계 구조, AI 조력 개념, DBR 절차를 수업모형 설계의 토대로 정리하였다. 이후 현장 교수자 인터뷰와 문헌 분석을 통해 영상 콘텐츠 제작 기반 수업에서 학습 흐름의 불안정, 조력 시점의 불균형, 성찰 활동의 단편화가 반복된다는 점을 확인하였다. 이 결과를 기반으로 초기 설계안(v1)을 구성하고, 교육공학·AI 기술·영상 제작 분야 전문가 검토를 통해 구조적 타당성을 점검하였다.

Cycle 1에서는 설계안을 실제 수업에 적용하고 학습 로그, 교수자 성찰 노트, 학습자 설문을 수집하였다. 분석 결과는 조력 시점의 부적절성, 단계 간 연계의 불안정, 수행 기준의 모호성이 확인되었고, 이를 근거로 개선 방향을 도출하였다. 이후 분석 및 리디자인 단계에서는 Cycle 1의 문제를 중심으로 단계 구조, 조력 규칙, 평가 및 성찰 체계를 조정하여 개선된 설계안(v3)을 구성하였다. Cycle 2에서는 수정된 모형을 재적용하여 조력 구조의 안정성과 실행 타당성을 점검하고, 교수자-AI-학습자 간 역할 분담과 상호작용 구조의 변화를 분석하였다. 마지막으로 두 Cycle의 결과와 전문가 검토 의견을 통합하여 조건-전략-결과(C-S-O) 구조의 설계 원리를 정제하고, 이를 기반으로 최종 수업모형(v4)을 도출하였다.

5.2. 연구 결과 논의

본 연구의 실행 결과, AI 에이전트의 교수학습 조력기능은 영상 콘텐츠 제작 기반 PBL의 각 단계에서 인지적·사회적·정서적 조력 기능이 함께 작동하는 양상을 보였다. AI 조력은 단계 요구 요약, 탐색 및 정교화 질문 제시, 대안 비교 구조 안내, 산출물 점검과 같은 실시간 지원을 통해 학습자의 수행 흐름을 정리하였다. 그 결과 문제 정의, 탐구 설계, 실행, 공유 및 성찰로 이어지는 순환 과정에서 목표 인식, 선택 근거 진술, 판단 기준 유지가 강화되는 변화가 확인되었다. 역할 분담은 의미 중심 판단, 절차 점검, 수행 실행의 구조로 정리되었고, 단계 전환 구간에서 사고 흐름의 단절을 줄이며 탐구의 안정성과 성찰 활동을 지원하는 방향으로 작동하였다. 팀 운영 측면에서는 참여 균형 조정과 요약 피드백 제공이 협업의 지속성을 유지하는 데 기여하였다.

교수자 성찰노트 분석에서는 AI 조력이 수업 설계, 실행, 성찰 전 과정에서 교수자의 판단과 운영 결정을 보조하는 구조로 나타났다. 교수자는 수업 목표, 단계별 과업, 피드백 절차를 사전에 구조화하여 운영의 일관성을 높였고, 반복 안내와 절차 점검에 소요되던 부담이 완화되었다. 다만 Cycle 1에서는 조력 시점의 불균형과 정보량 과다로 인해 학습자가 탐구 방향을 잃거나 판단 기준을 혼동하는 사례가 확인되었다. 일부 팀에서는 안내 문장이 길어 핵심 파악이 지연되었고, 성찰 단계에서도 수행 점검이 충분히 정착되지 않아 응답이 요약 수준에 머무는 경우가 나타났다. 리더인 단계에서는 핵심 정보 중심으로 안내를 간결화하고 개입 시점을 재조정하였으며, 성찰은 수행 점검-요약-다음 계획의 루틴으로 재설계하였다. Cycle 2에서는 단계별 안내가 간결하게 유지되며 학습자가 요구를 빠르게 파악하고 탐구 방향을 스스로 정리하는 사례가 증가하였고, 성찰 응

답에서도 근거 제시와 개선 관점이 강화되었다. 그 결과 교수자의 반복 피드백 부담이 완화되고 수업 운영의 효율성과 일관성이 높아졌다.

학습 로그 분석에서도 변화가 확인되었다. Cycle 1에서는 조력이 특정 시점에 집중되거나 길게 제시되면서 학습자 발화가 감소하고 판단 근거 형성이 약화되는 양상이 나타났다. 초기 탐색 단계와 단계 전환 구간에서 조력 밀도가 높아지며 수행 흐름이 흔들리는 장면이 반복되었다. 리디자인 단계에서는 조력 시점을 학습자의 사고 흐름에 맞춰 재구성하고, 단계별 안내를 핵심 요구 중심으로 조정하였다. Cycle 2에서는 전체 발화량은 유사한 수준을 유지하였으나 AI 발화 빈도는 감소하고 학습자 발화 비중이 증가하여 상호작용의 중심이 학습자로 이동하였다. 단계 전환 지점에서 요약이 비교적 일관되게 제공되었고, 피드백은 간결해지며 중복이 줄었다. 선택 근거 진술과 자기 점검 발화도 증가하여 AI 조력이 사고를 대신하기 보다 사고를 정리하고 심화하는 보조적 역할로 작동했음을 보여주었다.

학습자 설문 분석 결과도 같은 흐름을 보였다. Cycle 1에서는 조력의 효용은 인정되었으나 안내 불균형, 정보 과다, 성찰 부족이 반복적으로 지적되었다. Cycle 2에서는 조력 시점이 단계 요구에 맞게 조정되고 안내가 간결해지면서 단계별 요구 파악과 작업 흐름이 안정되었다는 응답이 증가하였다. 실행 단계에서는 제작 기준이 명료해졌다는 평가가 늘었고, 팀 활동에서는 의견 정리와 역할 협의에 참고할 기준이 마련되었다는 응답이 확인되었다. 성찰 단계에서는 수행 과정의 이유 진술과 다음 시도 계획이 자연스럽게 제시되어 성찰 구조가 학습 과정 속에 자리 잡은 것으로 해석되었다.

양적 분석에서는 협업 역량과 자기주도학습능력이 소폭 상승하고 학습만족도는 소폭 하락하였다. Cycle 2에서 자기 점검과 근거 진술 요구가 강화되며 인지적 부담이 증가했을 가능성이 있다. 이 변화는 학습 과정의 질



적 향상과 함께 나타난 결과로 해석할 수 있다. 협업 역량과 자기주도학습 능력의 상승은 수행 과정에서 더 높은 수준의 협업 구조와 자기 점검을 경험했음을 의미한다.

종합하면, Cycle 1에서 확인된 조력 시점 불균형, 안내 과다, 자율성 약화, 성찰 활동의 미정착은 리디자인을 거치며 완화되었고, Cycle 2에서는 수행 흐름의 안정화, 협업 과정의 정돈, 성찰 루틴의 정착이 확인되었다. AI 에이전트의 교수학습 조력기능은 교수자 개입을 대체하기보다 단계 요구 정렬, 판단 기준 형성, 성찰 구조 정착을 지원하는 체계로 기능하였다. 이 결과는 AI 조력 기반 수업모형이 학습자의 사고를 심화하고 교수자의 운영 부담을 완화하며, 수업의 절차적 일관성과 학습 경험의 질을 함께 높일 수 있음을 보여준다.

영역	Cycle 1 문제	Cycle 2 변화	교육적 시사점
조력 시점	과도·불균형	단계 요구 중심으로 재조정	사고 흐름 방해 감소
피드백 구조	정보 과다	간결화·핵심 중심	인지적 부담 완화
성찰 구조	단편적·불연속	점검-요약-계획 루틴 정착	반성적 사고 촉진
학습자 발화	AI 중심	학습자 중심 전환	자율성·참여성 강화
교수자 역할	조력 집중	품질 점검·기준 유지 중심	피드백 부담 완화
협업 구조	기준 불명확	기준 정립 및 합의 구조 강화	팀 안정성 향상

[표 5-1] 본 연구의 DBR Cycle 간 주요 연구 결과 요약

앞서 제시한 교수자 성찰노트, 학습 로그, 학습자 질적 및 양적 설문 분석 결과를 종합하면, 본 연구에서 적용된 AI 에이전트 기반 프로젝트 기반 학습(PBL) 수업은 조력 시점, 안내 방식, 수행 구조, 협업 방식, 성찰 흐름을 포함한 수업 운영 전반에서 변화가 확인되었다. 두 차례의 설계기반연



구(DBR) 순환 과정에서 초기 문제 양상이 구조적으로 확인되었고, 설계 조정을 거치며 조력 방식과 학습자 수행 양상이 정교화되는 흐름이 나타났다. 이 결과는 세 연구문제가 실제 수업 맥락에서 검증되는 과정을 보여주는 실증적 근거로 기능한다.

첫 번째 연구문제 “AI 에이전트의 교수학습 조력기능을 활용한 PBL 수업모형은 어떠한 설계 요건과 설계 원리로 구조화되는가?”에 대한 결론은 다음과 같다. 본 연구의 수업모형은 설계기반연구(DBR) 순환 절차에 따라 설계 요건과 설계 원리가 단계적으로 정련되며 구축되었다. 초기 설계 단계에서 영상 콘텐츠 제작 중심의 PBL 단계 구조를 바탕으로 AI 조력의 기능과 역할 범위를 설정하였고, 전문가 검토에서 조력 시점, 안내 형식, 절차의 일관성, 실행 가능성이 점검되었다. Cycle 1에서는 조력 시점의 편중, 단계 전환의 불안정, 산출물 기준의 모호성, 협업 흐름의 불일관성, 성찰 발화 부족이 확인되며 구조적 보완 필요성이 드러났다. 이후 조력 강도 조정, 단계별 기준 명확화, 정보 제공 방식 구조화, 역할 분담 재정렬, 성찰 기제 확장이 반영되며 수업모형이 재편되었다. Cycle 2에서는 개선된 설계안의 적용 가능성과 구조적 타당성이 점검되었고, 교수자-AI-학습자 조력 구조가 단계 요구에 따라 재분화되며 탐구·수행·협업·성찰의 연계가 강화되는 변화가 관찰되었다. 그 과정에서 설계 원리는 명료성, 유용성, 구체성, 적절성, 자율성, 성찰성, 기술·환경 적절성의 일곱 축으로 정제되었고, 각 축은 문제 정의-탐구 설계-실행-공유-성찰-환류의 단계 흐름을 유지하는 설계 기준으로 확립되었다. 최종 수업모형은 설계 요건, 조력 구조, 운영 절차가 통합된 체계로 정리되었으며, 단계 기반 운영, 역할 분화, 조력 강도 조정, 성찰 중심 피드백이 일관된 논리로 구성되었다.

두 번째 연구문제 “AI 에이전트의 교수학습 조력기능의 개입은 PBL 과정에서 교수자-학습자 상호작용에 어떠한 변화를 가져오는가?”에 대한 결



론은 다음과 같다. AI 조력 개입은 교수자의 역할, 학습자의 활동 양상, 교수자-학습자 간 상호작용 구조에서 단계적 변화를 유도하였다. 교수자는 절차 안내와 확인 중심 개입의 비중이 줄고, 학습 진행 상태를 점검하며 학습 흐름을 조정하는 역할이 강화되는 양상이 나타났다. 교수자 성찰 기록에서도 직접 안내보다 AI 조력을 기반으로 팀별 진행을 모니터링하고 필요한 시점에 선택적·보완적 개입을 수행하는 방식으로 전환된 흐름이 확인되었다. 학습자 측면에서는 탐구, 수행, 협업, 성찰 활동에서 자율성과 발화 비중이 증가하였다. 안내가 간결해진 상황에서도 학습자는 과업 흐름을 점검하고 조정하는 자기조절 활동을 수행하였고, 협업 과정에서는 역할 조정과 의견 합의가 보다 구조화된 방식으로 이루어졌다. 요약 중심 피드백은 수행 흐름을 정리하는 데 기여하였고, 성찰 과정에서는 수행 이유와 개선 방향을 진술하는 양상이 강화되었다. Cycle 2에서는 AI 조력 빈도가 감소하고 학습자 발화 비중이 증가하며 상호작용의 중심이 학습자로 이동하였고, 단계 전환 기준과 피드백 규칙이 일관되게 적용되며 상호작용의 간격과 흐름이 안정화되었다. AI 조력 수준이 감소한 상황에서도 학습자 논의와 자기점검이 유지된 점은 자율적 상호작용 구조의 정착을 보여준다. 이 변화는 AI 조력이 교수자의 판단과 조정 기능을 보완하면서 학습자의 사고를 촉진하고 상호작용의 질을 심화시키는 매개로 작동했음을 의미한다.

세 번째 연구문제 “AI 에이전트의 교수학습 조력기능을 활용한 PBL에서 학습자는 탐구, 수행, 협업, 성찰 측면에서 어떠한 경험을 나타내는가?”에 대한 결론은 다음과 같다. 학습자는 탐구, 수행, 협업, 성찰 전 과정에서 변화 양상을 경험하였다. 탐구 단계에서는 Cycle 1에서 피드백 정보 과다로 탐구 방향 설정의 어려움이 확인되었고, Cycle 2에서는 단계 기반 안내와 자동 성찰 체계가 정착되며 탐구 흐름을 점검하고 조정하는 활동이



강화되었다. 수행 단계에서는 정보 과다로 인한 혼란이 완화되고 단계별 안내가 수행 기준으로 작동하며 자기조절적 수행이 강화되었다. 자동 성찰 문항을 활용한 자기 점검이 반복되며 수행의 일관성과 안정성이 높아졌고, 협업 단계에서는 발화 집중과 논의 단절이 줄며 역할 분담, 의견 조율, 진행 점검이 구조화된 형태로 나타났다. 성찰 단계에서는 단편적 회고에서 벗어나 수행 점검과 다음 계획을 포함하는 성찰이 활성화되었고, 성찰이 수행 조정의 수단으로 활용되는 양상이 확인되었다. 양적 분석에서도 협업 역량과 자기주도학습능력이 향상되었고, 학습만족도는 소폭 감소하였다. 학습만족도 변화는 조력 구조 정교화와 사고 요구 증가가 일부 학습자에게 부담으로 인식되었을 가능성과 연결되며, 인지적 난이도 상승을 수반한 학습의 심화로 해석할 수 있다. 종합하면 학습자는 탐구의 명료화, 수행의 자기조절 강화, 협업의 구조적 안정성, 성찰의 기능적 정착을 경험하였고, 질적·양적 자료에서 일관된 흐름이 확인되었다.

세 연구문제의 결과를 종합하면, 본 연구에서 개발·적용한 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 활용 수업모형은 설계-실행-개선의 순환적 검증 과정을 거치며 해당 맥락에서 요구되는 구조적·과정적 타당성을 확보한 것으로 정리된다. 수업모형은 단계 기반 운영 체계, 조력 시점과 강도, 역할 분화, 성찰 중심 피드백을 중심으로 정제되었고, 반복 실행에서 실천 가능성이 점검되었다. AI 조력 개입은 교수자-학습자 상호작용 구조를 조정하여 교수자가 상위 수준의 판단과 조정에 집중하고 학습자가 자기조절적 탐구 과정에 참여할 수 있는 운영 조건을 강화하는 데 기여하였다. 학습자는 탐구의 명료화, 수행의 안정성, 협업의 정렬, 성찰의 정착을 통해 학습 경험의 개선을 보고하였다. 이 결과는 AI 에이전트의 교수학습 조력 기능이 영상 콘텐츠 제작 기반 PBL과 같은 복잡한 맥락에서 학습 구조와 상호작용의 질을 조정하는 교육적 매개로 작동할 수 있음을 시사한다.



연구문제	분석 결과 요약
AI 에이전트의 교수학습 조력기능을 활용한 PBL 수업모형은 어떠한 설계 요건과 설계 원리로 구조화되는가?	설계 요건 및 설계 원리의 단계적 정련 조력 시점, 단계 기준, 정보 구조의 체계적 명료화 성찰 기제, 역할 분화, 조력 강도 조정의 원리적 반영 단계 기반 운영 원리 확립 및 조력 구조의 통합적 정착
AI 에이전트의 교수학습 개입은 PBL 과정에서 교수자-학습자 상호작용에 어떠한 변화를 가져오는가?	교수자의 상위 조정 역할 강화 AI 기반 선택적, 보완적 개입 체계 확립 학습자의 탐구, 수행, 협업, 성찰 과정의 자율성 및 구조적 안정화 단계 정렬, 자기조절 활동 활성화, 상호작용 패턴의 안정적 재구성
AI 에이전트의 교수학습 조력기능을 활용한 PBL에서 학습자는 탐구, 수행, 협업, 성찰 측면에서 어떠한 경험을 나타내는가?	탐구 요구 해석의 명료화 및 탐구 흐름 안정화 수행 과정의 자기조절 구조화 및 수행 기준 정립 협업의 역할 조정, 의견 합의 강화 및 협업 흐름 구조화 성찰 문항 기반 기능적 성찰 심화 학습 경험의 구조적 향상 및 능력 지표의 긍정적 변화 확인

[표 5-2] 연구문제에 따른 연구 분석 결과 요약

5.3. 실천적 및 윤리적 의의

본 연구에서 개발·적용된 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 활용 수업모형은 설계-실행-개선의 순환 과정을 거치며 영상 콘텐츠 제작 PBL의 특성과 요구에 부합하는 실천적 조력 체계를 제시하였다는 점에서 의의를 갖는다. 본 연구는 AI 조력이 영상 콘텐츠 제작 수업 내에서 어떠한 방식으로 구조화될 수 있는지를 특정 맥락에서 경험적으로 검토하였으며, 그 결과를 바탕으로 단계별 적용 가능성이 입증된 수업모형을 구축함으로써 AI 기반 교수학습 연구의 실천적 방향을 탐색하는 데 기여하였다.

실천적 측면에서, 본 연구는 영상 콘텐츠 제작 PBL의 단계 구조를 기준으로 AI 조력의 시점·강도·절차를 구체화하여 교수자의 안내 부담을 완화하고 수업 운영의 일관성을 높일 수 있는 맥락 적합적 운영 모델을 제안하였다. 이는 반복 안내, 절차 정렬, 단계 기준 확인 등 실제 수업에서 확인된 운영 부담을 경감시켰으며, 교수자가 보다 고차원적 판단·피드백에

집중할 수 있는 여건을 마련하였다. 이러한 효과는 영상 기반 PBL에서 AI 조력의 실천적 활용 가능성을 확인한 사례적 근거로 볼 수 있다.

학습자 측면에서도 탐구·수행·협업·성찰 과정에서 구조화된 조력 경험을 제공하여 과정 중심 학습을 지원하였으며, 이는 자기조절 능력과 팀 협업의 안정화에 기여하였다. 특히 Cycle 2에서 나타난 활동의 안정화는 AI 조력이 영상 콘텐츠 제작 PBL의 전 과정에서 학습 경험의 연속성과 정합성을 강화하는 데 작동할 수 있음을 보여준다.

윤리적 측면에서는 AI 에이전트를 학습자의 판단을 대체하는 도구가 아니라, 판단 근거 형성과 성찰 과정을 촉진하는 지원적 매개자로 위치 지음으로써, 조력 과잉과 결정 대리 문제를 완화하였다. 또한 기술적 불안정, 정보 과부하, 개입 과밀 등 AI 기반 학습 환경에서 발생할 수 있는 위험을 실증적으로 확인하고 이에 대한 설계적 대응을 모형에 통합함으로써, 맥락 내에서의 신뢰도와 안정성을 확보하였다.

구분	항목	내용
실천적 의의	수업모형 도출	단계 구조 기반 AI 조력 체계 구축
	교수자 부담 완화	안내 부담 감소 절차 구조화 고차원 판단·피드백 집중 가능
	학습자 경험 강화	과정 중심 학습 심화 자기조절·협력 학습 안정화
	실행 개선 검증	Cycle 2 활동 안정성 향상 조력 체계의 작동성 확인
윤리적 의의	AI 역할 설정	판단 대체 방지 성찰 촉진 지원 매개자로 위치 설정
	위험 요소 확인	기술 불안정·정보 과부하·과도 개입 등 위험 요인 실증 확인
	설계적 대응	위험 대응 절차 통합 학습 환경의 안정성·신뢰도 확보
종합 의의	학습자 자율성 보존 조력 구조의 교육적 정합성 확보 PBL 확장 근거 제공	

[표 5-3] 본 연구의 실천적 및 윤리적 의의



종합적으로, 본 연구의 실천적·윤리적 의의는 AI 에이전트의 교수학습 조력기능이 영상 콘텐츠 제작 PBL에서 학습자의 자율성과 과정 중심 학습을 저해하지 않으면서도 교수자 및 학습자가 요구하는 조력 구조를 보다 정교하게 제공할 수 있음을 맥락적·사례적 수준에서 보여준 데 있다. 이는 영상 기반 PBL에서 AI 조력이 수업 설계를 보완하는 방향으로 활용될 수 있음을 확인한 것이며, 향후 유사한 구조의 PBL 환경에서 적용 가능성을 탐색할 수 있는 기반을 제공한다.

5.4. 연구의 한계 및 향후 연구 제언

본 연구는 AI 에이전트의 교수학습 조력 기능을 활용한 영상 콘텐츠 제작 기반 프로젝트 학습(PBL) 수업모형을 설계하고, 두 차례의 순환적 실행(DBR Cycle 1과 Cycle 2)을 통해 구조적 타당성을 검증하였다. 연구 과정에서 수업모형의 설계 원리, 단계별 실행 절차, AI 조력 구조가 점진적으로 정련되었으며, 조력 기능이 학습자의 사고 흐름을 보조하고, 교수자의 교육적 판단을 지원하며, 협업과 성찰 활동의 구조를 안정화하는 방식으로 작동함을 확인하였다.

다만 본 연구에는 몇 가지 구조적 한계가 존재한다. 첫째, 본 연구에서 개발된 수업모형은 영상 콘텐츠 제작을 중심으로 한 PBL 맥락에서 설계 및 분석되었다. 따라서 설계 요건과 단계 기반 조력 구조는 해당 과업 특성, 산출물 구조, 단계 흐름을 전제로 구축되었으며, 도출된 설계 원리와 운영 절차가 다른 교과나 상이한 프로젝트 기반 학습 환경에서 동일하게 적용될 수 있는지는 본 연구 범위 내에서 검증되지 않았다. 둘째, 교수자-AI-학습자로 구성된 삼자 상호작용 구조는 단일 교수자의 수업 운영 방식과 개입 전략을 기반으로 형성·분석되었다. 조력 시점, 안내 수준, 상호작



용 흐름의 안정화는 해당 교수자의 운영 역량과 수업 관리 방식이 반영된 결과로 해석되며, 교수자의 경력, 수업 스타일, 신념 등 특성이 상이한 환경에서 동일한 구조적 변화가 재현될 것이라고 단정할 수 없다. 셋째, 본 연구는 단일 AI 에이전트 모델과 통합된 시스템 환경을 기반으로 조력 규칙, 단계 안내 구조, 성찰 체계를 설계·분석하였다. 조력 패턴과 상호작용 구조는 특정 모델의 응답 방식, 설계 규칙, 기술적 제약의 영향을 받았을 가능성이 있으며, 다른 AI 모델, 복수 에이전트 구성, 대규모 학습지원 플랫폼과 결합된 환경에서 동일한 수준의 조력 일관성과 구조적 안정성이 유지되는지는 확인되지 않았다. 이러한 한계는 본 연구 결과 해석의 범위를 규정하며, 후속 연구에서는 적용 조건과 재현 가능성을 추가로 검증할 필요가 있다.

향후 연구는 본 연구에서 제시된 수업모형과 조력 구조의 타당성을 다양한 조건에서 정밀하게 검증하고, 적용 가능성을 확장하는 방향으로 진행될 필요가 있다. 첫째, 영상 콘텐츠 제작이라는 특정 과업 구조를 전제로 구축된 수업모형의 설계 원리와 조력 구조가 다른 교과 영역, 과제 유형, 프로젝트 규모에서 어떻게 유지되거나 변형되는지를 비교·분석할 필요가 있다. 둘째, 교수자 변인의 영향을 독립적으로 분석할 필요가 있다. 다수 교수자 집단을 대상으로 수업 운영 방식, 개입 전략, 관리 방식의 차이를 고려한 비교 연구를 수행함으로써, AI 조력 구조가 교수자 특성과 어떻게 상호작용하고 조정되는지를 규명할 수 있다. 셋째, AI 에이전트 기술적 다양성을 반영한 연구가 요구된다. 서로 다른 모델 성능, 복수 에이전트 구성, LMS 기반 대규모 지원 환경 등 다양한 기술 조건에서 조력 효과와 설계 원리의 지속성을 검증할 필요가 있다. 넷째, 학습 과정 자료를 다층적으로 수집하고 분석하는 심화 연구가 필요하다. 학습 로그와 성찰 응답 외에도,



과제 제작 기록, 온라인 상호작용 패턴, 영상 편집 과정 자료 등 실제 수행 과정 데이터를 통합 분석함으로써, 조력 규칙이 학습자의 수행 구조에 미치는 영향을 더 정밀하게 평가할 수 있다. 다섯째, DBR 순환을 확장하여 장기적 구조 안정성을 검토할 필요가 있다. 본 연구의 두 차례 DBR 사이클은 수업모형 정련과 구조적 타당성 확보에 기여하였으나, 반복 적용 상황에서 설계 원리의 유지 및 변형 양상을 평가하기에는 한계가 존재한다.

향후 연구 방향성	내용
다중 맥락 검증	영상 콘텐츠 제작 기반 PBL 외 교과, 과업 구조에서 설계 원리 적용 가능성 검증, 다양한 프로젝트 유형에서 재현성 확인 필요
다중 교수자 기반 비교 연구	단일 교수자 환경 한계 보완, 교수자 특성 차이에 따른 조력 구조 작동 여부 비교, 검증 필요
다양한 AI 에이전트 적용 검증	단일 AI 에이전트의 교수학습 조력기능 모델 의존 구조의 한계, 다른 AI 시스템, 복합 에이전트 환경에서의 안정적 조력 구조 검증 필요
장기적 DBR 순환 연구	마이크로 사이클 DBR의 시간적 제한, 장기적 구조 정착 검증을 위한 다중 순환 기반 반복적 검증 필요
다층적 학습 과정 데이터 분석	학습 로그, 성찰 자료 중심의 단일 분석 한계, 수행 과정 기록, 협업 행동 데이터 결합을 통한 정교한 다층 분석 필요

[표 5-4] 본 연구의 향후 연구 제언

결과적으로 본 연구는 영상 콘텐츠 제작 PBL의 맥락에서 AI 에이전트의 교수학습 조력 기능이 학습자의 사고와 수행, 교수자의 의사결정 과정, 협업 및 성찰 활동의 구조를 안정화하는 교육적 매개로 작동함을 실증적으로 확인하였다. 또한 AI 조력이 교사의 역할을 대체하는 것이 아니라, 학습 지원과 참여 확장의 보조 수단으로 작동할 수 있는 가능성을 제시하였다. 다만 연구의 검증 범위는 영상 콘텐츠 제작 PBL이라는 특정 사례와 과업 구조에 국한되며, 제시된 설계 원리와 조력 구조가 다른 교과, 교수

자, 기술 환경에서 동일하게 작동하는지는 추가 연구가 필요하다. 후속 연구가 비교 연구와 반복 적용을 통해 근거를 축적한다면, AI 기반 수업 설계에서 조력 중심의 기술 통합이 특정 조건에서 의미 있게 작동하는 방식에 대한 이해를 보완하는 수준에서 기여할 수 있을 것이다.



참고문헌

보고서

과학기술정보통신부. (2020). 사람이 중심이 되는 인공지능(AI) 윤리기준. 과학기술정보통신부.

경기도교육청. (2024). 2024학년도 자유학기제 추진 계획. 경기도교육청 교육과정정책과.

교육부. (2023). 교육 분야 인공지능 윤리 가이드라인. 교육부.

교육부. (2023). 디지털 기반 교육혁신 방안. 교육부.

교육부. (2022). 사람의 성장을 지원하는 교육분야 인공지능 윤리원칙. 교육부.

교육부. (2023). 인공지능 윤리 교육 지침 개정안. 교육부.

교육부. (2023, 7월 17일). 연구윤리 확보를 위한 지침 (교육부훈령 제449호). 국가법령정보센터.

서울특별시교육청교육연구정보원. (2025). 2024 서울교육정책연구소 연차보고서 (서교연 2025-4), 서울특별시교육청교육연구정보원.

이은주, 손찬희, 정영식, & 임서은. (2023). AI 활용 맞춤형 교육의 교수·학습 효과성 연구 (정책연구 2023-14), 경기도교육연구원.

한국교육학술정보원. (2022). 2022년 초, 중등학교 디지털 전환 실태조사 분석. 한국교육학술정보원.

한국교육학술정보원. (2023). 2023년 초, 중등 디지털 전환 실태조사 및 분석. 한국교육학술정보원.

한국교육학술정보원. (2025). 디지털 전환 교육정책 추진 현황과 과제. 한국교육학술정보원.

American Psychological Association. (2017). Ethical principles of psychologists and code of conduct. American Psychological Association.

European Commission. (2021). Ethical guidelines for trustworthy AI.



- European Commission.
- European Commission. (2022). Ethical guidelines on the use of artificial intelligence (AI) and data in teaching and learning for educators. Publications Office of the European Union.
- European Parliament, & Council of the European Union. (2016). Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council (General Data Protection Regulation). Official Journal of the European Union.
- Loeb, S., Dynarski, S., McFarland, D., Morris, P., Reardon, S. F., & Reber, S. (2017). Descriptive analysis in education: A guide for researchers (NCEE 2017-4023). U.S. Department of Education, Institute of Education Sciences.
- Market Research Update. (2025). AI in education market size by region... outlook and forecast 2025 to 2032. Market Research Update.
- Mullis, I. V., Martin, M. O., Foy, P., Kelly, D. L., & Fishbein, B. (2021). Findings from the TIMSS 2019 problem solving and inquiry tasks. TIMSS & PIRLS International Study Center.
- National Commission for the Protection of Human Subjects of Biomedical and Behavioral Research. (1979). The Belmont report: Ethical principles and guidelines for the protection of human subjects of research. U.S. Government Printing Office.

학위논문

- 강지혜. (2018). *대학 교직과목 수업에서 상호작용을 촉진시키는 교육적 개입안 및 설계원리 도출을 위한 설계기반연구* [박사학위논문, 인하대학교].
- 김종민. (2021). *PBL기반 360VR 콘텐츠 제작 교육과정(프로그램) 개발* [석사학위 논문, 홍익대학교 영상·커뮤니케이션대학원].



- 김현주. (2013). 스마트 러닝 기반의 협력적 문제해결 수업모형 개발을 위한 설계 기반연구 [박사학위논문, 인천대학교].
- 김현준. (2024). PBL 수업을 위한 메타버스 기반 협력학습(MSCL) 환경 개발 [박사학위논문, 부산대학교].
- 류은수. (2015). 웹기반 문제중심학습(e-PBL) 교수설계와 효과 분석 [박사학위논문, 인제대학교].
- 민시은. (2024). 문제중심학습에서 ChatGPT를 활용한 수업 설계원리 개발 [석사학위논문, 서울대학교].
- 송지연. (2020). 대학 교직과목 수업에서 상호작용을 촉진시키는 교육적 개입안 및 설계원리 도출을 위한 설계기반연구 [박사학위논문, 이화여자대학교].
- 오은영. (2017). 외국어 말하기 학습을 위한 음성인식 테크놀로지 기반 상호작용형 애플리케이션 개발연구 [박사학위논문, 서울대학교].
- 유영진. (2021). 인공지능 챗봇 활용 학습 환경에 대한 설계기반연구: 초등 영어 말하기 수업 중심으로 [석사학위논문, 한국교원대학교].
- 윤광진. (2021). AI를 활용한 PBL 기반의 영어교수학습 모형 개발 [박사학위논문, 아주대학교].
- 이유나. (2011). 블렌디드 집단지성 수업모형 개발: 설계기반연구를 활용하여 [박사학위논문, 부산대학교].
- 임은선. (2023). 인공지능 기반 적응형 학습 시스템 활용 영어 수업 모형 개발 [박사학위논문, 서울대학교].
- 전서영. (2020). 디자인 씽킹을 적용한 IC-PBL 디자인대학 수업 개발 및 효과성 검증 [박사학위논문, 한양대학교].
- 최지원. (2025). 수학 교과와 내재적 동기 향상을 위한 게임 기반 학습에 대한 설계기반연구 [석사학위논문, 서울대학교].
- 한우진. (2022). 인공지능을 활용한 대학생용 PBL 지원시스템(PBL-SS) 프로토타입 개발 [박사학위논문, 부산대학교].
- Ataş, A. H. (2021). *A design-based research on shared metacognition*



- through the community of inquiry framework in online collaborative learning environments* (Doctoral dissertation, Middle East Technical University (Turkey)).
- Byford, A. M. (2024). *Effects of a Classroom Cognitive Apprenticeship on Scientific Reasoning, Student Agency, and Biology Self-Efficacy on Students in High School Biology* (Doctoral dissertation, University of South Carolina).
- Dennard, A. (2024). *AI enhanced pedagogy: Examining how teachers elevate their practice through innovative lesson design* (Doctoral dissertation, Lamar University-Beaumont).
- Munshi, A. (2023). *An Adaptive Scaffolding Framework for Self-Regulated Learning in an Open-Ended Learning Environment* (Doctoral dissertation, Vanderbilt University).
- Ünal Tüfekçioğlu, G. (2024). *The impact of using artificial intelligence generated text-to-speech avatars on learning in video-based trainings* (Master's thesis, Middle East Technical University).

학술논문 및 발표

- 강정찬, & 이상수. (2011). 수업 개선을 위한 현장연구방법으로서 설계기반연구 (DBR). *교육방법연구*, 23(2), 323-354.
- 김성봉, & 홍효정. (2010). 공학설계수업에서의 PBL 모형 개발 및 효과 분석. *한국산학기술학회논문지*, 11(11), 4310-4319.
- 김현주, & 임정훈. (2014). 스마트 러닝 기반의 협력적 문제해결 수업모형 개발을 위한 설계기반연구. *교육공학연구*, 30(4), 651-677.
- 금혜진. (2019). 대학교수들이 인식하는 PBL 수업운영의 난관 탐색. *디지털융복합연구*, 17(10), 77-84.



- 백순희, & 정인철. (2003). 문제중심학습을 위한 지리 교수·학습 모형의 설계와 적용. 한국지리환경교육학회지, 11(1), 27-42.
- 손예지, & 이정민. (2025). 창의적 문제해결을 지원하는 생성형 AI 기반 퍼실리테이터 개발 및 사고 흐름 분석: 비형식학습 맥락을 중심으로. 창의력교육연구, 25(2), 1-23.
- 양지선. (2024). 전이와 탐구를 위한 가정과 프로젝트 기반 학습의 설계 전략 탐색. 교육과정평가연구, 27(3), 127-151.
- 이서경, & 구유리. (2024). 생성형 AI 활용 공동디자인 워크숍에서 창의성 향상을 위한 조력과 프로세스 모델 제안: ChatGPT의 활용을 중심으로. 디자인학연구, 37(2), 249-281.
- 이윤경, & 김은진. (2021). 비대면 학습환경에서 프로젝트 기반 학습(PBL) 학습성과 및 만족도 분석. 한국콘텐츠학회논문지, 21(6), 814-825.
- 이종각. (2007). 고등학교 사회과 정치교육에서 문제중심학습을 적용한 통일교육 교수설계 방안연구. 사회과교육, 46(2), 93-130.
- 장혜정, & 류완영. (2006). 탐구기반학습에서 성찰적 탐구 지원도구의 설계연구. 교육공학연구, 22(2), 27-67.
- 전은화, & 류완영. (2009). e-포트폴리오 학습 환경에서 활동 인식 지원 도구의 설계 기반 연구. 교육정보미디어연구, 15(1), 187-214.
- 정우용. (2019). MOOC영상 콘텐츠 제작 연구 - S대학교 MOOC강좌 개설을 위한 콘텐츠 자체제작을 중심으로. CONTENTS PLUS, 17(1), 27-40.
- 조재윤. (2021). AI 시대 대학교육을 위한 융합 프로젝트 수업 개발 사례 연구. 대학 교수-학습 연구, 14(4), 33-67.
- 조한라, 이성종, 이신영, & 김영진. (2024). 고등교육과정에서의 생성형 AI 적용 만족도 영향요인. 한국컴퓨터정보학회논문지, 29(9), 299-306.
- 최정임. (2004). 사례분석을 통한 PBL의 문제설계 원리에 대한 연구. 교육공학연구, 20(1), 37-61.
- Afzaal, M., Nouri, J., Zia, A., Papapetrou, P., Fors, U., Wu, Y..... & Weegar, R. (2021). Explainable AI for data-driven feedback and



- intelligent action recommendations to support students' self-regulation. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 4, 723447.
- Akgun, S., & Greenhow, C. (2022). Artificial intelligence in education: Addressing ethical challenges in K-12 settings. *AI and Ethics*, 2(3), 431-440.
- Amineh, R. J., & Asl, H. D. (2015). Review of constructivism and social constructivism. *Journal of Social Sciences, Literature and Languages*, 1(1), 9-16.
- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress in education research. *Educational Researcher*, 41(1), 16-25.
- Arnau-González, P., Solera-Monforte, S., Wu, Y., & Arevalillo-Herráez, M. (2025). A framework for adapting conversational intelligent tutoring systems to enable collaborative learning. *Expert Systems with Applications*, 271, 126663.
- Azevedo, R., & Hadwin, A. F. (2005). Scaffolding self-regulated learning and metacognition: Implications for the design of computer-based scaffolds. *Instructional Science*, 33(5-6), 367-379.
- Baek, J. (2025). PBL education plan for video content production class based on generative AI technology. *Edelweiss Applied Science and Technology*, 9(4), 83-87.
- Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1-14.
- Barron, B. J., Schwartz, D. L., Vye, N. J., Moore, A., Petrosino, A., Zech, L.,.... & Bransford, J. D. (1998). Doing with understanding: Lessons from research on problem- and project-based



- learning. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3-4), 271-311.
- Barrows, H. S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. *New directions for teaching and learning*, 1996(68), 3-12.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational psychologist*, 26(3-4), 369-398.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101.
- Braun, V., & Clarke, V. (2021). One size fits all? What counts as quality practice in (reflexive) thematic analysis?. *Qualitative research in psychology*, 18(3), 328-352.
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.
- Carless, D., & Boud, D. (2018). The development of student feedback literacy: Enabling uptake of feedback. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 43(8), 1315-1325.
- Chen, X. (2024). A phenomenological study of teachers' perception of professional development sessions focused on artificial intelligence: utilizing the TPACK framework to address the professional development needs of teachers. Pepperdine University.
- Chen, Y., & Zhao, M. (2024). Advancing problem-based learning in biomedical engineering in the era of generative AI. *Biomedical Engineering Education*, 4(2), 145-158.
- Chu, W. (2022). Clustering learners' feedback processing patterns based on their response latency. *Proceedings of the 15th*



- International Conference on Educational Data Mining (EDM 2022).
- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, 32(1), 9-13.
- Cohn, C., Rayala, S., Srivastava, N., Fonteles, J. H., Jain, S., Luo, X.,... & Biswas, G. (2025). A theory of adaptive scaffolding for LLM-based pedagogical agents. *arXiv preprint arXiv:2508.01503*.
- Collins, A., Joseph, D., & Bielaczyc, K. (2004). Design research: Theoretical and methodological issues. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 15-42.
- Conati, C., Carenini, M., Magerko, B., Ma, J., & Lin, C.-L. (2021). Toward personalized XAI: A case study in intelligent tutoring systems. *Artificial Intelligence*, 298, 103503.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
- Dai, L., Jung, M. M., Postma, M., & Louwerse, M. M. (2022). A systematic review of pedagogical agent research: Focusing on agent roles and students' engagement. *Computers & Education*, 190, 104607.
- De Graaff, E., & Kolmos, A. (2003). Characteristics of problem-based learning. *International Journal of Engineering Education*, 19(5), 657-662.
- Demszky, D., Yang, D., Yeager, D. S., Bryan, C. J., Clapper, M., Chandrasekaran, S.,... & Pennebaker, J. W. (2023). Using large language models in psychology. *Nature Reviews Psychology*, 2(11), 688-701.



- Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5-8.
- Edelson, D. C. (2002). Design research: What we learn when we engage in design. *Journal of the Learning Sciences*, 11(1), 105-121.
- Evenddy, S. S., Gailea, N., & Syafrizal, S. (2023). Exploring the benefits and challenges of project-based learning in higher education. *PPSDP International Journal of Education*, 2(2), 458-469.
- François, D. (2022). Learning to Fly: The Impact of Project-Based Learning on Development of the 4Cs in the Elementary Grades. University of Massachusetts Global.
- Ferrara, E. (2023). Fairness and bias in artificial intelligence: A brief survey of sources, impacts, and mitigation strategies. *Sci*, 6(1), 3.
- Finkelstein, I., & Soffer-Vital, S. (2025). Cultural empathy in AI-supported collaborative learning: Advancing inclusive digital learning in higher education. *Education Sciences*, 15(10), 1305.
- Fishman, B. J., Penuel, W. R., Allen, A. R., Cheng, B. H., & Sabelli, N. O. R. A. (2013). Design-based implementation research: An emerging model for transforming the relationship of research and practice. *Teachers College Record*, 115(14), 136-156.
- Hadwin, A., Järvelä, S., & Miller, M. (2017). Self-regulation, co-regulation, and shared regulation in collaborative learning environments. In *Handbook of self-regulation of learning and performance* (pp. 83-106). Routledge.
- Garmendia, M., Aginako, Z., Garikano, X., & Solaberrieta, E. (2021). Engineering instructor perception of problem- and project-based learning: Learning, success factors and



- difficulties. *Journal of Technology and Science Education*, 11(2), 315-330.
- Giddens, A. (1984). *The Constitution of Society: Outline of the Theory of Structuration*. University of California Press.
- Goff, W., & Getenet, S. (2017). Design-based research in doctoral studies: Adding a new dimension to doctoral research. *International Journal of Doctoral Studies*, 12, 285-300.
- Ha, J., & Choi, Y. (2023). The role of the teacher as a facilitator in project-based learning with AI support. *Al-Hikmah Journal of Education*, 4(1), 36-46.
- Hakkarainen, P. (2009). Designing and implementing a PBL course on educational digital video production: Lessons learned from a design-based research. *Educational Technology Research and Development*, 57(2), 211-228.
- Hallgren, K. A. (2012). Computing inter-rater reliability for observational data: An overview and tutorial. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 8(1), 23-34.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112.
- Holmes, W., Porayska-Pomsta, K., Holstein, K., Sutherland, E., Baker, T., Buckingham Shum, S.,... & Koedinger, K. R. (2022). Ethics of AI in education: Towards a community-wide framework. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32(3), 504-526.
- Hong, H., Vate-U-Lan, P., & Viriyavejakul, C. (2025). Generative AI-mediated scaffolds for enhanced critical thinking in EFL writing. *Edelweiss Applied Science and Technology*, 9(6), 43-54.
- Hung, H. K., Keppell, M., & Jong, S. Y. (2004). Learners as producers:



- Using project-based learning to enhance meaningful learning through digital video production. Annual Conference of the Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education (ASCILITE) (pp. 428-436).
- Hwang, Y., & Lee, J. H. (2025). Exploring students' experiences and perceptions of human-AI collaboration in digital content making. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 22(1), 44.
- Jacobsen, L. J., Mertens, U., Jansen, T., & Weber, K. E. (2025). AI, Expert or Peer?--Examining the Impact of Perceived Feedback Source on Pre-Service Teachers Feedback Perception and Uptake. arXiv preprint arXiv:2507.16013.
- James, L. R., Demaree, R. G., & Wolf, G. (1984). Estimating within-group interrater reliability with and without response bias. *Journal of Applied Psychology*, 69(1), 85-98.
- Jiang, Y.-H., Li, R., Zhou, Y., Qi, C., Hu, H., Wei, Y., Jiang, B., & Wu, Y. (2024). AI Agent for Education: Von Neumann Multi-Agent System Framework. *Conference Proceedings of the 28th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2024)* (pp. 77-84).
- Kalyani, K., et al. (2025). AI as a co-facilitator: Exploring prompt-based learning in teacher education classrooms. *International Journal of Research and Innovation in Applied Science*, 10(7), 997-1003.
- Khosravi, H., Sadiq, S., & Gašević, D. (2022). Explainable artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100078.
- Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-based learning:



- A review of the literature. *Improving Schools*, 19(3), 267-277.
- Kumar, A., Singh, R., & Fatima, S. (2023). The online PBL education system using AI (artificial intelligence). *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 18(7), 23-36.
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(1), 159-174.
- Le Métayer, D. (2010). Privacy by design: A matter of choice. *Data Protection in a Profiled World*, 323-334.
- Lee, H. (2024). Cognifying education: AI as a learning companion. *Journal of Educational Technology & Society*, 27(4), 89-101.
- Lee, H., & Tan, P. (2023). Integrating artificial intelligence and project-based learning: A framework for enhancing AI literacy in secondary education. *Education and Information Technologies*, 28(6), 7893-7915.
- Lim, S., Park, J., & Cho, M. (2024). AI DoodleLab: Fostering middle school students' AI literacy through project-based creative drawing. *Computers & Education Open*, 6, 100217.
- Liu, Q., Huang, Z., Liu, Q., Wu, Z., Li, Y., & Liu, C. (2024). A von Neumann multi-agent system framework for adaptive group formation in collaborative learning. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17(1), 85-102.
- Lynn, M. R. (1986). Determination and quantification of content validity. *Nursing research*, 35(6), 382-386.
- Locke, E. A., & Latham, G. P. (2002). Building a practically useful theory of goal setting and task motivation. *American Psychologist*, 57(9), 705-717.
- Marshall, B., Cardon, P., Poddar, A., & Fontenot, R. (2013). Does sample size matter in qualitative research? A review of qualitative



- interviews in IS research. *Journal of Computer Information Systems*, 54(1), 11-22.
- Naik, A., Yin, J. R., Kamath, A., Ma, Q., Wu, S. T., Murray, R. C.,... & Rose, C. P. (2025). Providing tailored reflection instructions in collaborative learning using large language models. *British Journal of Educational Technology*, 56(2), 531-550.
- Naghshbandi, S. (2022). Adopting design-based research to conduct a doctoral study as a micro-cycle of design—A practice illustration. *EDeR. Educational Design Research*, 6(3), 1-15.
- Nieveen, N., & van den Akker, J. (1999). Exploring the potential of a computer tool for instructional developers. *Educational Technology Research and Development*, 47(3), 77-98.
- Nguyen, A., Ngo, H. N., Hong, Y., Dang, B., & Nguyen, B. P. T. (2023). Ethical principles for artificial intelligence in education. *Education and Information Technologies*, 28(4), 4221-4241.
- Nonthamand, N. (2024). Designing the video-based learning environments using workflow and scaffolding to enhance self-instructional video production ability of pre-service teacher. *Contemporary Educational Technology*, 16(1), ep492.
- Nulty, D. D. (2008). The adequacy of response rates to online and paper surveys: what can be done?. *Assessment & evaluation in higher education*, 33(3), 301-314.
- O'Connor, C., & Joffe, H. (2020). Intercoder reliability in qualitative research: Debates and practical guidelines. *International journal of qualitative methods*, 19, 1609406919899220.
- Omeh, C. B., & Ayanwale, M. A. (2025). Artificial Intelligence Meets PBL: Transforming Computer-Robotics Programming Motivation and Engagement. *Frontiers in Education*, 10, 1674320.



- Ouyang, F., & Jiao, P. (2021). Artificial intelligence in education: The three paradigms. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100020.
- Pardos, Z. A., Baker, R. S., San Pedro, M. O. C. Z., Gowda, S. M., & Gowda, S. M. (2014). Affective states and state tests: Investigating how affect and engagement during the school year predict end-of-year learning outcomes. *Journal of Learning Analytics*, 1(1), 107-128.
- Patton, M. Q. (1999). Enhancing the quality and credibility of qualitative analysis. *Health services research*, 34(5 Pt 2), 1189.
- Polit, D. F., & Beck, C. T. (2006). The content validity index: are you sure you know what's being reported? Critique and recommendations. *Research in nursing & health*, 29(5), 489-497.
- Polit, D. F., Beck, C. T., & Owen, S. V. (2007). Is the CVI an acceptable indicator of content validity? Appraisal and recommendations. *Research in nursing & health*, 30(4), 459-467.
- Read, B., Wolters, L., & Berinsky, A. J. (2022). Racing the clock: Using response time as a proxy for attentiveness on self-administered surveys. *Political Analysis*, 30(4), 550-569.
- Reeves, T. C. (2006). Design research from a technology perspective. *Educational design research*, 52-66.
- Rostam, N. L. S., Azmimurad, A. M., Hassan, H., & Sapuan, W. N. M. (2024). Perceived Effectiveness of Using AI-based Applications in Project-Based Learning. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 8(10).
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and



- well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68-78.
- Sapkota, R., Roumeliotis, K. I., & Karkee, M. (2025). AI agents vs. agentic AI: A conceptual taxonomy, applications, and challenges. *arXiv preprint arXiv:2505.10468*.
- Savery, J. R. (2006). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), 9-20.
- Singh, S. (2019). Measuring E-Service Quality and Customer Satisfaction with Internet Banking in India. *Theoretical Economics Letters*, 9(2), 308-326.
- Strobel, J., & Van Barneveld, A. (2009). When is PBL more effective? A meta-synthesis of meta-analyses comparing PBL to conventional classrooms. *Interdisciplinary journal of problem-based learning*, 3(1), 44-58.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive science*, 12(2), 257-285.
- Shute, V. J. (2008). Focus on formative feedback. *Review of Educational Research*, 78(1), 153-189.
- Thomas, D. R., Gupta, S., & Koedinger, K. R. (2023, June). Comparative analysis of learnersourced human-graded and ai-generated responses for autograding online tutor lessons. *International Conference on Artificial Intelligence in Education* (pp. 714-719). Springer.
- Vasileiou, K., Barnett, J., Thorpe, S., & Young, T. (2018). Characterising and justifying sample size sufficiency in interview-based studies: systematic analysis of qualitative health research over a 15-year period. *BMC medical research methodology*, 18(1), 148.



- Van der Kleij, F. M., Feskens, R. C., & Eggen, T. J. (2015). Effects of feedback in a computer-based learning environment on students' learning outcomes: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 85(4), 475-511.
- Walsh, S. (2002). Construction or obstruction: Teacher talk and learner involvement in the EFL classroom. *Language Teaching Research*, 6(1), 3-23.
- Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5-23.
- Wang, L., Sitthiworachart, J., & Morris, J. (2025). Enhancing problem-solving and autonomous learning in mature students through Tech-Blended PBL. *International Journal of Lifelong Education*, 1-21.
- Werner, S., Lydersen, S., & Walhovd, K. B. (2013). Careless responding in web-based questionnaires: Detection methods and their effectiveness. *Survey Practice*, 6(4), 1-7.
- Wuttikamonchai, O. (2025). A blended and project-based learning management model using artificial intelligence to enhance Thai undergraduate student digital media creation skills. *Edelweiss Applied Science and Technology*, 9(4), 2692-2705.
- Xiao, K., & He, Y. (2025). Adaptive AI Agent Systems for Personalized Learning: Frameworks, Algorithms, and Practical Applications in Education. 2025 5th International Conference on Artificial Intelligence and Education (ICAIE) (pp. 108-112). IEEE.
- Yan, J., Wu, C., Tan, X., & Mao, D. (2025). The influence of AI-driven personalized foreign language learning on college students' mental health. *Frontiers in Public Health*, 13, 1642608.



- Yiling, J., Omar, M., & Kamaruzaman, F. M. (2025). Exploring the AI-Enhanced Project-Based Learning for English Language Acquisition. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 24(2), 636-652.
- Yin, J., Xu, H., Pan, Y., & Hu, Y. (2025). Effects of different AI-driven Chatbot feedback on learning outcomes and brain activity. *npj Science of Learning*, 10(1), 17.
- Yuna, J., Minho, K., Jiwon, H., Jiwon, L., & Suyitno, S. (2025). The role of the teacher as a facilitator in project-based learning with AI support. *Al-Hijr: Journal of Adulearn World*, 4(1), 36-46.
- Zamanzadeh, V., Ghahramanian, A., Rassouli, M., Abbaszadeh, A., Alavi-Majd, H., & Nikanfar, A. R. (2015). Design and implementation content validity study: development of an instrument for measuring patient-centered communication. *Journal of caring sciences*, 4(2), 165.
- Zambrano, A. J., Núñez, J. L., Pérez, M. Á., & Pardo, A. (2024). Student-AI interaction dynamics in multi-agent learning environments: A clustering approach. *Frontiers in Education*, 9, 1122332.
- Zhai, C., Wibowo, S., & Li, L. D. (2024). The effects of over-reliance on AI dialogue systems on students' cognitive abilities: A systematic review. *Smart Learning Environments*, 11, 28.
- Zha, S., et al. (2024). Designing child-centric AI learning environments: Insights from LLM-enhanced creative project-based learning. *arXiv preprint arXiv:2403.16159*.
- Zhang, L., & Ma, Y. (2023). A study of the impact of project-based learning on student learning effects: A meta-analysis study. *Frontiers in Psychology*, 14, 1202728.



- Zhang, Z. (2023). Design for supporting reflection in design-based learning. *Instructional Science*, 51(2), 173-195.
- Zheng, C., et al. (2024, May). Charting the future of AI in project-based learning. *Proceedings of the 2024 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-19).
- Zheng, D., Chen, L., & Zhang, X. (2025, April). Research on the application of AI agent in postgraduate education. *2025 7th International Conference on Computer Science and Technologies in Education (CSTE)* (pp. 418-424). IEEE.
- Zheng, Q., Liu, F., & Han, J. (2024). Integrating AI tools in support of problem-based learning in higher education: Strategies, implications, and future directions. *Education and Information Technologies*, 29(2), 1579-1602.
- Zhou, Z., Lan, M., & Du, Y. (2025). A qualitative systematic review on AI empowered self-regulated learning in higher education. *npj Science of Learning*, 10(1), 1-23.

도서

- 조연순, & 이매자. (2017). 문제중심학습의 이론과 실제 (2판). 학지사.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, M. R. (Eds.). (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. National Academy Press.
- Boud, D., & Molloy, E. (2013). *Feedback in higher and professional education: Understanding it and doing it well*. Routledge.
- Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In *Knowing, learning, and instruction*. Lawrence



- Erlbaum Associates.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
- Denzin, N. K. (1978). *The research act: A theoretical introduction to sociological methods* (2nd ed.). McGraw-Hill.
- Giddens, A. (1984). *The Constitution of Society: Outline of the Theory of Structuration*. University of California Press.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press.
- Lincoln, Y. S. (1985). *Naturalistic inquiry* (Vol. 75). sage.
- Little, R. J., & Rubin, D. B. (2019). *Statistical analysis with missing data*. John Wiley & Sons.
- Luckin, R., & Holmes, W. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*.
- McKenney, S., & Reeves, T. C. (2012). *Conducting educational design research*. Routledge.
- McKenney, S., & Reeves, T. C. (2018). *Conducting educational design research* (2nd ed.). Routledge.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). Sage.
- Nunnally, J. and Bernstein, I. (1978) *Psychometric Theory*. Tata McGraw-Hill Ed., New Delhi.
- Plomp, T., & Nieveen, N. M. (2010). *An introduction to educational design research: Proceedings of the seminar conducted at the East China Normal University, Shanghai (PR China), November*



- 23-26, 2007. Stichting Leerplan Ontwikkeling (SLO).
- Rogoff, B. (1990). Apprenticeship in thinking: Cognitive development in social context. Oxford university press.
- Russell, S., & Norvig, P. (2021). Artificial intelligence: A modern approach (4th ed.). Pearson.
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2017). Designing and conducting mixed methods research. Sage publications.
- Vygotsky, L. S., & Cole, M. (1978). Mind in society: Development of higher psychological processes. Harvard university press.
- Wooldridge, M. (2009). An introduction to multiagent systems. John wiley & sons.
- Zuboff, S. (2019). The age of surveillance capitalism. PublicAffairs.



부 록

<부록1 > 전문가 연구 참여 동의서

[전문가 연구 참여 동의서] (Informed Consent Form)

연구제목

AI 에이전트 활용 영상 콘텐츠 제작 PBL 수업 설계 및 분석 - 교수자와 학습자 조력 기능을 중심으로 -
(Design and Analysis of an AI-Agent-Supported Project-Based Learning Course for Video Content Production: Focusing on Support Functions for Instructors and Learners)

연구 책임자

홍익대학교 일반대학원 AI·실감미디어콘텐츠학과 박사과정
연락처:

연구의 목적

본 연구는 영상 콘텐츠 제작형 프로젝트 기반 학습(Project-Based Learning, PBL) 수업에서 교수학습 조력 AI 에이전트가 수행할 수 있는 교수학습 조력 기능을 탐색하고, 이를 기반으로 AI 통합형 PBL 교수학습모형을 설계·적용·개선하는 절차를 구축하는 것을 목적으로 합니다.

참여자의 역할

귀하는 본 연구의 전문가로 참여하게 됩니다.
본 연구는 교수학습 조력 AI 에이전트를 활용한 영상 콘텐츠 기반 PBL 교수학습모형의 설계 타당성을 검토하기 위한 연구입니다.
귀하의 참여는 현장 문제 도출 인터뷰와 설계안 검토, 평가표 응답 및 서면 피드백 제공으로 이루어집니다.
참여는 1~2회(회당 약 40분)이며, 모든 응답은 익명으로 처리됩니다.
제공된 의견은 교수학습모형 개선을 위한 연구 목적으로만 사용되며, 언제든지 참여를 철회할 수 있습니다.

참여자의 권리

본 연구 참여는 자발적인 결정에 의한 것이며, 언제든지 중단하실 수 있습니다.
참여 중 불편함을 느끼시거나 철회를 원하실 경우, 어떠한 불이익도 없습니다.
원하실 경우 귀하의 인터뷰 자료는 즉시 폐기되며, 연구 분석에 사용되지 않습니다.

개인정보 보호 및 비밀 보장

연구 내용은 연구자의 동의하에 녹음·전사되어 분석 목적으로만 사용됩니다.
개인 신상정보는 모두 비식별화하여 처리되며, 참여자의 실명은 논문 및 보고서 어디에도 언급되지 않습니다. 연구 종료 후 모든 자료는 3년간 보관 후 안전하게 폐기됩니다.

연구의 이익과 위험

본 연구는 교육 현장의 개선을 위한 학문적 연구로, 참여자에게 신체적·정신적 위험이나 불편을 초래하지 않습니다.
귀하의 의견은 AI 기반 수업 설계의 발전과 교수학습 지원 체계의 개선에 기여하게 됩니다.

문의 및 연락처

연구에 관하여 문의사항이 있으신 경우 아래 연락처로 언제든지 문의하실 수 있습니다.
연구 책임자:

참여 동의

본인은 위의 설명을 충분히 읽고 이해하였으며,
자발적으로 본 연구에 참여할 것을 동의합니다.

성 명

소속/직위

연락처

날 짜

(서 명)

<부록2 > 학습자 연구 참여 동의서

[학습자 연구 참여 동의서] (Informed Consent Form)

연구제목

AI 에이전트 활용 영상 콘텐츠 제작 PBL 수업 설계 및 분석 - 교수자와 학습자 조력 기능을 중심으로 -
(Design and Analysis of an AI-Agent-Supported Project-Based Learning Course for Video Content Production: Focusing on Support Functions for Instructors and Learners)

연구 책임자

홍익대학교 일반대학원 AI·실감미디어콘텐츠학과 박사과정
연락처:

연구의 목적

본 연구는 영상 콘텐츠 제작형 프로젝트 기반 학습(Project-Based Learning, PBL) 수업에서 교수학습 조력 AI 에이전트가 수행할 수 있는 교수학습 조력 기능을 탐색하고, 이를 기반으로 AI 통합형 PBL 교수학습모형을 설계·적용·개선하는 절차를 구축하는 것을 목적으로 합니다.

참여자의 역할

귀하는 본 연구의 학습자 참여자로, 교수학습 조력 AI 에이전트가 적용된 PBL 수업에 참여하게 됩니다.
본 연구는 AI 조력 기능이 학습자의 학습 만족도와 자기주도학습 능력에 미치는 영향을 분석하기 위한 설계기반연구입니다.
귀하는 수업 활동 참여, 설문 응답, AI 대화 로그 및 과제를 제공(비식별 처리)에 동의하게 됩니다.
참여는 자발적이며, 모든 자료는 연구 목적 외 사용되지 않습니다.
연구 참여 중 언제든지 철회가 가능하며, 개인정보는 즉시 폐기됩니다.

참여자의 권리

본 연구 참여는 자발적인 결정에 의한 것이며, 언제든지 중단하실 수 있습니다.
참여 중 불편함을 느끼시거나 철회를 원하실 경우, 어떠한 불이익도 없습니다.
원하실 경우 귀하의 인터뷰 자료는 즉시 폐기되며, 연구 분석에 사용되지 않습니다.

개인정보 보호 및 비밀 보장

연구 내용은 연구자의 동의하에 녹음·전사되어 분석 목적으로만 사용됩니다.
개인 신상정보는 모두 비식별화하여 처리되며, 참여자의 실명은 논문 및 보고서 어디에도 언급되지 않습니다. 연구 종료 후 모든 자료는 3년간 보관 후 안전하게 폐기됩니다.

연구의 이익과 위험

본 연구는 교육 현장의 개선을 위한 학문적 연구로, 참여자에게 신체적·정신적 위험이나 불편을 초래하지 않습니다.
귀하의 의견은 AI 기반 수업 설계의 발전과 교수학습 지원 체계의 개선에 기여하게 됩니다.

문의 및 연락처

연구에 관하여 문의사항이 있으신 경우 아래 연락처로 언제든지 문의하실 수 있습니다.
연구 책임자:

참여 동의

본인은 위의 설명을 충분히 읽고 이해하였으며,
자발적으로 본 연구에 참여할 것을 동의합니다.

성 명	_____	소속/직위	_____
연락처	_____	날 짜	_____

(서 명)



<부록3> 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 활용 수업모형 평가 매트릭스

평가 영역	평가 항목	평가 기준	관찰 지표(현장 중심)	평가 척도	서술형 의견
I. 설계 품질 영역	명료성 (Clarity)	AI 에이전트가 학습 목표·절차·평가 기준을 명확히 안내함	<ul style="list-style-type: none"> • 학습자 GPTS가 단계별 과업·시간·출력물을 명확히 안내함 • 교수자가 GPTS 요약 리포트로 진행 현황을 신속히 파악함 • “이제 무엇을 해야 할지 모르겠다”는 학생 발화 없음 	충실 부분적 미흡	
	구체성 (Specificity)	피드백이 모호하지 않고 실제 행동 지침을 제시함	<ul style="list-style-type: none"> • GPTS가 촬영 계획에 구체 사례 제시 • 학습자가 제시된 방법으로 영상 수정·보완함 • 교수자 피드백과 AI 피드백 간 불일치 없음 		
II. 학습 과정 영역	유용성 (Usefulness)	AI 조력이 과제 수행과 팀 협업에 실질적 도움을 줌	<ul style="list-style-type: none"> • GPTS가 제안한 일정표·촬영 순서가 실제 활용됨 • 팀 대화에서 “AI가 말한 대로 해보자” 발화 존재 • 조언이 불필요하거나 방해된 사례 없음 		
	적절성 (Relevance)	AI 피드백이 학습자 수준·상황에 맞게 제시됨	<ul style="list-style-type: none"> • 초급자 팀에는 기초 기술 설명, 숙련자 팀에는 촬영 구성 조언 제공 • 난이도·용어 수준이 팀별 상황과 일치함 • “너무 어렵다/너무 당연하다” 반응 없음 		
III. 수행 결과 영역	성찰성 (Reflexivity)	AI 에이전트가 자기점검과 성찰을 촉진함	<ul style="list-style-type: none"> • 성찰 리포트 자동 요약에 ‘다음에 개선할 점’ 포함 • 팀 발표 전 성찰 질문(GPTS 발화)에 응답 기록 존재 • 학습자가 “AI가 물어본 덕분에 정리됐다” 언급 		
	자율성 (Autonomy)	AI 개입이 학습자의 주도성을 유지하도록 설계됨	<ul style="list-style-type: none"> • GPTS 조언 이후 학습자가 자체 판단으로 수정·결정함 • 교수자 개입 없이 AI 피드백만으로 과제 완료 사례 존재 • “AI가 대신 해줬으면 좋겠다”와 같은 의존적 발화 없음 		

10. 교수학습 조력 AI 에이전트 활용 PBL 교수학습모형 전문가 검토 평가지

본 평가지는 교수학습 조력 AI 에이전트 활용 PBL 교수학습모형의 초기 설계안(Prototype-v1)에 대한 이론적 정합성과 실천적 타당성을 검증하기 위해 구성되었습니다.
전문가께서는 제공된 교수학습모형(수업 계획안, 설계 요건 매트릭스, 평가 매트릭스 등)을 검토하신 후, 각 항목에 대해 평정 점수(1점 매우 미흡 ~ 5점 매우 타당함)를 선택하고, 필요 시 서술형 의견을 추가로 작성 부탁드립니다.

평가 결과는 Cycle 1 실행 이전단계에서 교수학습모형의 수정·보완 및 평가 기준 정교화의 근거로 활용되며, 모든 응답은 연구 목적에 한해 사용되고 익명성과 연구윤리 기준에 따라 보호됩니다.

구분	평가 항목	평가 기준	평정 (1-5점)	전문가 의견 (서술형)
I. 이론적 정합성	1. 교수학습모형이 PBL의 핵심 단계(문제 정의-탐구-제작-공유-성찰)를 이론적으로 타당하게 반영하고 있다.	구성주의 학습이론과 PBL 구조의 부합성		
	2. 교수학습 조력 AI 에이전트의 조력 기능이 인지적 도제의 원리에 부합하고 있다.	인지적 도제이론 기반 조력의 적합성		
	3. 교수자-학습자-AI 간의 역할 분담이 설계이론과 일관성을 유지하고 있다.	교수학습 역할 구조의 논리적 정합성		
II. 실천적 타당성	4. 제시된 교수학습모형이 실제 수업 환경에서 실행 가능한 수준으로 구성되어 있다.	단계별 운영 절차의 현실 적합성		

3.9. 교수학습 조력 AI 에이전트 활용 PBL 교수학습모형 전문가 검토 평가지

구분	평가 항목	평가 기준	평점 (1~5점)	전문가 의견 (서술형)
II. 실천적 타당성	5. 교수학습 조력 AI 에이전트의 조력 방식이 교수자의 수업 운영 부담을 완화할 수 있다.	조력 시점과 강도의 적정성		
	6. 학습자 활동과 산출물이 수업 목표 달성에 실질적으로 기여할 수 있다.	과제 수행과 학습목표의 일치도		
III. 구성 및 명료성	7. 교수학습모형의 단계 구성과 흐름이 명확하게 제시되어 있다.	문서 구조의 논리성과 시각적 명료성		
	8. 교수학습 조력 AI 에이전트의 조력 기능이 구체적으로 기술되어 있다.	기능별 구체성 및 명시성		
IV. 개선 및 제언	9. 보완이 필요하다고 판단되는 요소가 있다.	실제 운영 평가 관점의 구체적 제언		
	10. 전반적인 모형의 강점과 개선 방향이 있다.	실천적 활용 가능성과 확장성		

교수학습 조력 AI 에이전트 활용 PBL 교수학습모형의 검토에 귀한 시간을 내어 주셔서 진심으로 감사드립니다. 전문가님의 세심한 평가와 고견은 본 연구의 교수학습모형을 한층 더 정교하게 개선하는 데 중요한 기초가 됩니다. 제공해 주신 의견은 Cycle 1 실행 전 단계에서 설계 보완과 평가 체계 고도화에 성실히 반영하도록 하겠습니다. 연구의 발전을 위한 귀중한 참여에 다시 한번 깊이 감사드립니다.

<부록5> 학습자 평가 설문지

AI 에이전트의 교수학습 조력기능 활용 영상 콘텐츠 제작 PBL 학습경험 통합 설문지		
<p>이 설문은 AI 에이전트의 교수학습 조력기능이 함께하는 영상 콘텐츠 제작형 프로젝트 기반 학습(Project-Based Learning, PBL) 수업에 참여한 학습 경험을 이해하기 위해 마련되었습니다. 모든 문항은 “우리 팀은 ...”의 관점에서 응답해 주세요.</p> <p>응답은 1점(전혀 그렇지 않습니다)부터 5점(매우 그렇습니다)까지 선택합니다.</p> <p>이름이나 학번은 입력하지 않습니다. 대신 팀 ID와 개인 코드(A-E)를 작성해 주세요.</p> <p>개인 코드는 Cycle 1과 Cycle 2 비교를 위한 분석용 코드이며, 개인 식별과 무관합니다. 모든 응답은 통계 분석에만 사용되며, 성적과 무관합니다. 설문은 약 3분이 소요됩니다. 예시) 팀 ID: T03, 개인 코드: B</p>		
I. 기본 정보	팀 ID (예: T03)	
	개인 코드 (A-E 중 택1)	☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E
	참여 차수	☐ 1차 (Cycle 1) ☐ 2차 (Cycle 2)
II. 학습경험 문항 (5점 척도)		
A. 프로젝트 수행 및 몰입 만족	우리 팀은 프로젝트 수행 과정에 적극적으로 참여했습니다.	☐ ① ☐ ② ☐ ③ ☐ ④ ☐ ⑤
	영상 제작 과정이 흥미롭고 의미 있다고 느꼈습니다.	☐ ① ☐ ② ☐ ③ ☐ ④ ☐ ⑤
B. 협업 및 피드백 과정	우리 팀은 팀원 간 의사소통이 원활했습니다.	☐ ① ☐ ② ☐ ③ ☐ ④ ☐ ⑤
	교수자와 AI 에이전트의 교수학습 조력기능의 피드백을 논의하여 반영했습니다.	☐ ① ☐ ② ☐ ③ ☐ ④ ☐ ⑤
C. AI 조력 체감도	AI 에이전트의 교수학습 조력기능의 조언이 문제 해결에 실질적으로 도움이 되었습니다.	☐ ① ☐ ② ☐ ③ ☐ ④ ☐ ⑤
	AI의 피드백이 학습 방향을 명확히 하는 데 기여했습니다.	☐ ① ☐ ② ☐ ③ ☐ ④ ☐ ⑤
D. 성찰 및 자기주도 학습 인식	우리 팀은 학습 과정을 돌아보며 강점과 한계를 인식했습니다.	☐ ① ☐ ② ☐ ③ ☐ ④ ☐ ⑤
	프로젝트를 통해 향후 유사한 과제를 스스로 수행할 자신이 생겼습니다.	☐ ① ☐ ② ☐ ③ ☐ ④ ☐ ⑤
III. 추가 의견 (선택)		
9) AI 에이전트의 교수학습 조력기능의 조력 중 가장 도움이 되었다고 느낀 부분은 무엇입니까?		
10) 다음 차수에서 개선되었으면 하는 점이 있다면 적어 주세요.		
<p>이 설문은 개인 평가와 무관하며, 모든 응답은 익명으로 처리됩니다.</p> <p>응답은 향후 수업 개선 및 연구 자료로만 활용됩니다.</p>		

<부록6> 교수자 성찰 노트

교수학습 조력 AI 에이전트 활용 영상 콘텐츠 제작 PBL 교수자 성찰노트

차수	☐ Cycle 1 ☐ Cycle 2					
프로젝트 단계	☐ 수업설계	☐ 문제정의	☐ 탐구설계	☐ 실행	☐ 공유및성찰	☐ 수업환류

I. 수업 개요

오늘 수업의 주요 목표와 활동 내용을 간단히 기록하세요.

(예: 팀별 스토리보드 수정, AI 피드백 반영 회의, 영상 초안 검토 등)

II. 교수학습 조력 AI 에이전트 개입 및 학습자 반응

AI가 개입한 시점, 사용된 기능, 그리고 학습자들의 반응을 요약하세요.

(예: AI가 스크립트 개선 제안 → 팀 A 적극 반영, 팀 B 소극적 반응)

III. 교수자 개입 판단 및 조정

AI 피드백이 충분했는지, 보완이 필요했는지 판단을 작성하세요.

(예: AI 조언이 추상적이라 추가 예시 제공, 피드백 시점 조정 필요)

<부록6> 교수자 성찰 노트

IV. 여섯 평가축별 성찰 기록 각 항목별로 수업 중 관찰된 내용이나 느낀 점을 간단히 작성하세요. (한 항목당 2~3줄 내외)	
평가항목	성찰내용
유용성(Usefulness) AI 피드백이 학습자 문제 해결에 도움이 되었는가	
명료성(Clarity) 피드백이 명확하게 전달되었는가	
적절성(Relevance) AI 개입의 시점·수준이 적절했는가	
성찰성(Reflexivity) 학습자의 자기점검이나 토론을 촉진했는가	
구체성(Specificity) 제시된 피드백이 구체적·실행 가능했는가	
자율성(Autonomy) 학습자의 선택권과 주도성이 보장되었는가	
V. 개선 제안 및 교수자 성찰 다음 차수(Cycle 2)에서 개선할 부분 또는 교수자로서 느낀 점을 자유롭게 기술하세요. (예: AI 피드백 타이밍 자동화 필요, 학습자 자율 토론 유도 강화 등)	

<부록7> 로그 기반 분석 절차 및 데이터 처리 규칙

본 부록은 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트가 적용된 수업에서 생성된 정규화 로그 데이터를 기반으로, 재현 가능한 분석을 위해 필요한 모든 규칙, 단계 전환 기준, 지표 계산 공식, 플래그 판정 체계, 사례 설명을 확장하여 제시한다. 전체 구성은 공학적 표준 매뉴얼을 준용하며, 학위 논문 수준에서 요구되는 분석 절차의 투명성과 검증 가능성을 확보하기 위해 설계되었다.

1. 로그 스키마 정의(Log Schema Definition)

1.1 필드 정의

- **team_code**: 팀 단위 구분을 위한 문자열 필드.
- **session_code**: 세션 식별자(team_YYYYMMDD_Wxx_Sxx)로 구성.
- **speaker_code**: 화자 유형(L: 학습자, T: 교수자, S: 조력 AI).
- **timestamp**: YYYY-MM-DD HH:MM:SS형태의 발화 발생 시각.
- **utterance_raw**: 발화 원문 텍스트.
- **system_tag**: 단계 또는 조력 기능에 해당하는 단일 태그.

team_code	session_code	speaker_code	timestamp	utterance_raw	system_tag
T01	T01_2025-09-01_W1_S01	S	2025-09-01T13:09:31+09:00	<p>종입니다. 수업을 시작하기 전에 연구 참여 동의 절차부터 진행하겠습니다.</p> <p>이 수업은 영상 제작형 PBL(Project-Based Learning) 수업으로, 학습 과정 데이터가 연구 목적으로 익명 처리되어 수집·분석될 수 있습니다.</p> <p>참여는 자발적이며 언제든지 철회할 수 있습니다.</p> <p>개인 정보는 저장되지 않으며, 연구 결과는 학습 개선 목적으로만 사용됩니다.</p> <p>참여를 거부해도 수업 참여에는 불이익이 없습니다.</p> <p>연구 참여에 동의하십니까? ☞ “동의합니다” 또는 “동의하지 않습니다” 중 하나를 입력해주세요.</p>	문제 정의

1.2 기본 처리 규칙

항목	기본 처리 규칙
취소·중단 발화 처리	취소, 작업 중단, 단순 확인 등은 지표 산출에서 제외하되, 원문 로그는 그대로 보존
단계 전환 확정 기준	단계 전환은 단계 관련 태그 등장과 발화 구조 변화(과업 내용 전환 등)를 함께 고려해 확정
시간 극단치 처리	응답 지연 등 시간값의 극단치는 상한치 적용을 통해 분석 안정성 확보
세션 종료 판단 기준	공유 단계 종료 이후 일정 시간 이상 추가 상호작용이 없을 때를 세션 종료 시점으로 결정

2. 단계 구분 체계(Stage Segmentation)

2.1 단계 구성

단계	주요 태그
문제 정의	#문제, #문제정의완료
탐구 설계	#탐구, #탐구계획완료
실행	#실행, #실행완료
공유 및 성찰	#공유, #공유및성찰완료

3. 단계 전환 규칙(Stage Transition Rules)

3.1 단계 전환 트리거

각 단계의 종료 및 전환은 다음 기준에 따라 판단한다.

이전 단계	전환 트리거	다음 단계
문제 정의	#문제정의완료	탐구 설계
탐구 설계	#탐구계획완료	실행
실행	#실행완료	공유 및 성찰
공유 및 성찰	#공유완료	수업 종료

3.2 단계 전환 판단 알고리즘

순서	알고리즘 단계	입력·조건	내부 처리 로직
1	단계 전환 트리거 감지	단계 완료 코드 입력, 단계 관련 키워드, 활동 종료 패턴	대화 로그 스트림 토큰 매칭, 정규식 기반 트리거 탐지, 현재 pbl_stage_tag 기준 전환 후보 상태 플래그 설정
2	단계 전환 사전 검증	단계별 필수 응답 필드(요약문, 결과물 링크, 코드 입력), 최소 발화 수, 핵심 태그 존재 여부	필수 필드 존재 여부 점검, 발화 수·태그 기준 종료 조건 평가, 미충족 항목 리스트 생성, 종료 조건 충족 여부 플래그 계산
3	단계별 체크리스트 처리	단계 ID에 매핑된 체크리스트 템플릿, 학습자 항목별 응답	체크리스트 문항 순차 제시, 응답값 구조화(JSON 바인딩), 항목별 완료 플래그 갱신, 위험·주의 항목에 flag_code 부여
4	교수자 피드백 처리	위험·주의 플래그 존재 여부, 교수자 피드백 필수 단계 여부, 입력 코드 #교수님피드백완료	교수자 개입 요구 상태 전환, 피드백 이후 코드 입력 시 instructor_review 플래그 true로 갱신, 개입 전·후 로그 구간 구분 마킹
5	단계 성찰 응답 처리	단계별 성찰 문항 세트, 학습자 성찰 응답 텍스트	성찰 문항 순차 출력, 응답을 성찰 로그로 저장, pbl_stage_tag·system_tag·timestamp 메타데이터 부착, 성찰 데이터 패키징
6	단계 종료 커밋 및 다음 단계 전이	체크리스트 완료 플래그, 교수자 피드백 플래그(필요 단계), 성찰 완료 플래그, 단계 완료 코드	종료 조건 통합 평가, 조건 만족 시 현재 단계 상태를 closed로 커밋, 단계 전이 테이블 기반 pbl_stage_tag 업데이트, 다음 단계 초기 설정값 로딩

4. 지표 산출 공식(Metric Formulas)

지표 명	정의	산출 공식
응답 지연 증양값	서로 다른 화자 간 발화 전환 시 발생하는 시간 지연의 증양값	$\text{median}(\min(\Delta t, 600s))$
피드백 적용률	조력 AI(S)의 제안이 학습자 행동 전이로 이어진 비율	$\text{적용률} = \frac{\text{실행 전이 건수}}{S \text{ 발화 총건수}}$
단계-개입 일치율	특정 단계에서 발생해야 하는 조력(S)이 해당 단계에 배치된 비율	$\text{일치율} = \frac{\text{동일 단계 S 발화 수}}{\text{전체 S 발화 수}}$
발화 비중	세션 내 조력 AI(S) 발화가 차지하는 비율	$S \text{ 비중} = \frac{S \text{ 발화 수}}{\text{전체 발화 수}}$
분당 피드백 밀도	세션 시간 대비 조력 제공(S 피드백) 빈도	$\text{피드백 밀도} = \frac{S \text{ 피드백 수}}{\text{세션 시간(min)}}$
목표 명료화 달성률	문제 정의 단계에서 목표 진술이 명확히 등장했는지에 대한 이진 판단 값	$\text{명료화} = \{1, 0\}$ (1: 명료, 0: 비명료)

5. 임계 기준(Cutoff Criteria)

지표	기준	이론적 근거
응답 지연 증양값	120초	주의·이탈 구분 지연값(Read et al., 2022; Werner et al., 2013), latency 기반 처리 패턴 기준(Chu, 2022)
개입 정도	증양값 +1SD	과개입의 자기조절 저해 효과(Hmelo-Silver, 2004)
피드백 제시 빈도(밀도)	상위 25%	상위 분위수 기반 집중 구간 탐지(Pardos et al., 2014), 피드백 빈도-성과 연계(Anderson et al., 1995)
단계 정합도	≥ 0.70	substantial agreement 기준값 (Landis & Koch, 1977; Hallgren, 2012), 단계 구조 정렬 필요성(McKenney & Reeves, 2019)
피드백 채택률	확정·적용 표현 + 3분 이내 수행	피드백 해석-조정-적용 규정 (Azevedo & Hadwin, 2005)
사건 정합성	제안-선택-확정 완결 시 1	절차적 시퀀스 정렬 원리 (Collins et al., 1989)
기술 안정성	오류율 $\leq 5\%$	DBR 실행 안정성 기준 (McKenney & Reeves, 2019)

6. 플래그 판정 규칙(Flagging Rules)

플래그	판정 조건	의미
지연높음	응답 지연 > 120초	작업 병목 발생
피드백적용	적용률 ≥ 0.60	피드백 전이 안정
개입강도높음	S 비중 $\geq 35\%$	개입 과다 가능성
개입시점정렬	일치율 ≥ 0.70	조력 타이밍 정렬
피드백집중	밀도 상위 25%	집중코칭 구간
목표명료화	목표 진술 존재	초기 구조 정렬

7. 세션 요약 구성(Session Summary Structure)

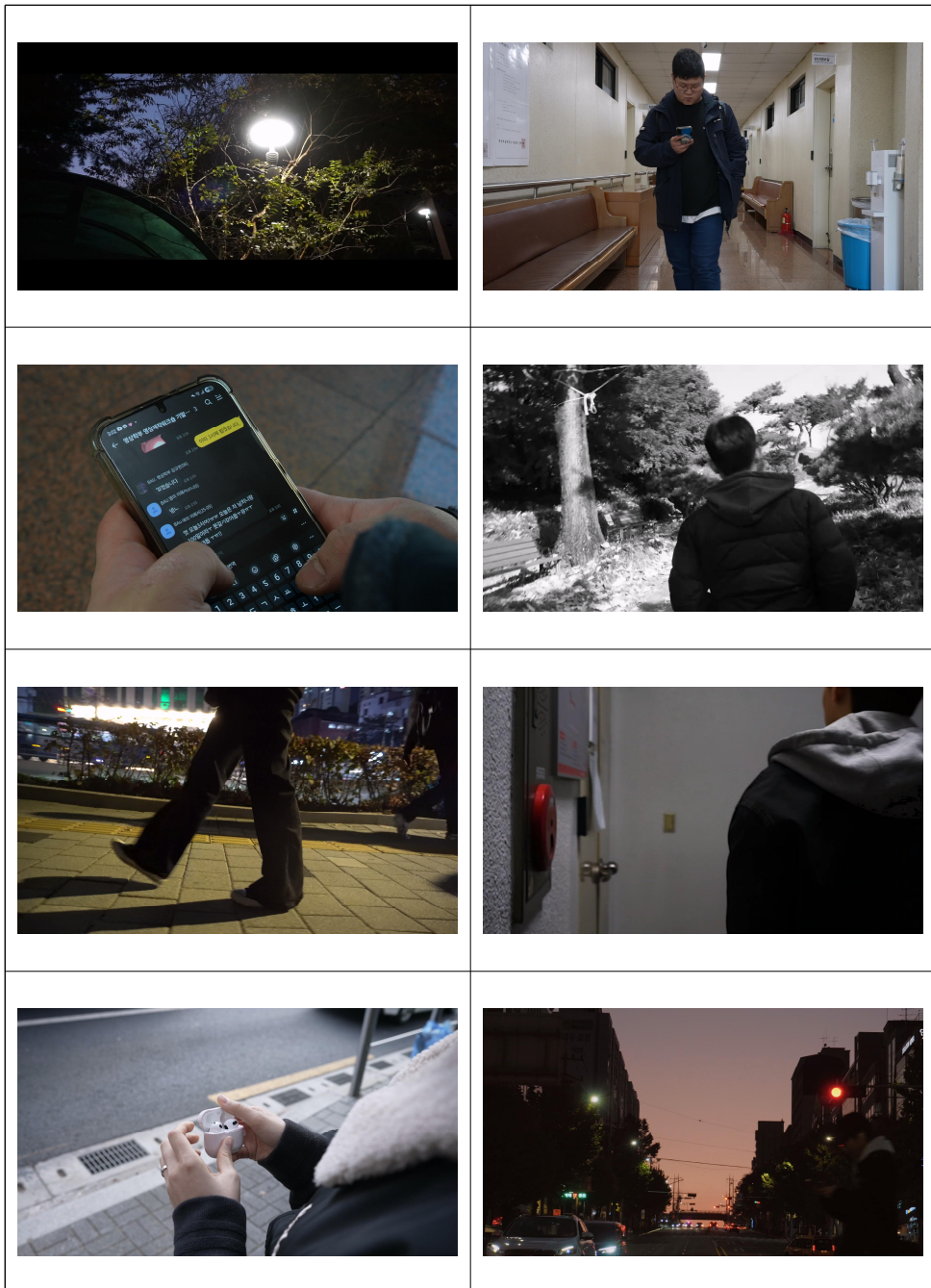
항목	내용
팀 정보	team_code
세션 코드	session_code
단계 분포	단계별 발화 비율
핵심 지표	6개 지표 결과
플래그	플래그 6종
주요 사건	단계별 핵심 발화
해석	상호작용 구조 분석

[illegible]

<부록9> DBR Cycle 1, 2 수업 현장 사진



<부록10> PBL 학습자 결과물



<부록11> 영상 콘텐츠 제작 PBL 조력 AI 에이전트 활용 수업모형

1. 카드형 설계원리 매트릭스

1.1. DP-1 유용성(Usefulness)

항목		내용
설계원리 ID		DP-1 유용성(Usefulness)
조건 (Condition)	문제 상황	탐구·정교화 단계의 절차 불명료, 단계 흐름의 불안정
	자료 근거	학습 로그: 단계 확인 지연·절차 혼선 교수자 성찰노트: 절차 체계 미비 학습자 개방형 설문: 과정 이해도 저하
전략 (Strategy)	설계 논리	절차 정보 부족 → 탐구 방향성 약화 → 수행 안정성 저하 → 절차 명료화 및 조력 수준 조정 필요
	설계 전략	단계별 절차 명세(structured phase guidance) 조력 수준·강도 사전 설정(adjusted guidance level)
결과 (Outcome)	Cycle 근거	Cycle 1: 절차 혼선·재확인 요청 다수 Cycle 2: 단계 흐름 안정 및 수행 일관성 증가
	결과	수행 흐름 안정, 탐구·정교화 단계 품질 향상, 수행 지속성 확보
설계원리 확정 근거		탐구 중심 PBL에서 절차 명료화와 조력 수준 조정의 필요성 확인
인지적 도제 요소		모델링, 코칭, 스캐폴딩
AI 조력 기능		절차 안내 중심 인지적 지원, 팀 운영 흐름 유지 지원

1.2. DP-2 명료성(Clarity)

항목		내용
설계원리 ID		DP-2 명료성(Clarity)
조건 (Condition)	문제 상황	장문 안내로 인한 정보 과부하, 평가 기준 불명확, 절차 해석 혼선
	자료 근거	학습 로그: 안내문 재해석 요청 및 기준 문의 반복 교수자 성찰노트: 기준·절차 인식 편차 학습자 개방형 설문: 평가 기준 모호성 제기
전략 (Strategy)	설계 논리	정보량 과다 및 기준 모호성 → 인지적 부하 증가 → 수행 판단 기준 약화 → 안내 구성의 명료화 필요
	설계 전략	예시 기반 안내, 기준 분리 제시, 절차·판단 기준의 시각적 구조화
결과 (Outcome)	Cycle 근거	Cycle 1: 평가 기준 문의 다수, 절차 판단 불일치 Cycle 2: 기준 해석 일관성 증가, 안내 재확인 감소
	결과	요구 이해도 향상, 판단 오류 감소, 안내·기준 일관성 확보
설계원리 확정 근거		PBL 수행 판단의 명확성 확보를 위한 기준·절차의 구조적 명료화 필요성 확인
인지적 도제 요소		모델링, 명료화
AI 조력 기능		기준 안내 중심 인지적 지원

1.3. DP-3 구체성(Specificity)

항목		내용
설계원리 ID		DP-3 구체성(Specificity)
조건 (Condition)	문제 상황	단계 안내 부족, 탐구 방향·산출물 기대 수준의 모호성, 예시 제시의 부족
	자료 근거	학습 로그: 탐구 방향 재확인 요청·해석 편차 교수자 성찰노트: 산출물 판단 기준 불명확 학습자 개방형 설문: 요구하는 수준 이해 어려움
전략 (Strategy)	설계 논리	목표·산출물 수준 불명확 → 탐구 방향 혼선 → 오류·누락 증가 → 기준·예시 중심의 구체화 필요
	설계 전략	탐구 절차 기반 단계 안내, 예시 기준 제공, 판단 기준 통합 제시
결과 (Outcome)	Cycle 근거	Cycle 1: 단계 흐름 불안정·오류 누락 사례 다수 Cycle 2: 탐구 방향 명료화·오류 감소
	결과	탐구 과정의 일관성 증가, 결과물 누락 감소, 단계별 수행 안정성 향상
설계원리 확정 근거		탐구 단계의 구체적 기준·예시 제시가 수행 정확도 향상에 필수적임을 확인
인지적 도제 요소		모델링, 스캐폴딩, 명료화
AI 조력 기능		탐구 절차 안내 중심 인지적 지원

1.4. DP-4 적절성(Appropriateness)

항목		내용
설계원리 ID		DP-4 적절성(Appropriateness)
조건 (Condition)	문제 상황	전환 구간 조력의 시점·강도 불일치, 단계 간 조력의 불균형, 탐구·실행·발표 과정의 연결 부족
	자료 근거	학습 로그: 전환 시점 혼선·과도한 안내 요청 교수자 성찰노트: 전환 기준 미비·시점 판단 어려움 학습자 개방형 설문: 단계 간 흐름 단절 경험
전략 (Strategy)	설계 논리	전환 구간의 정보 부족 → 흐름 단절 → 단계 수행의 인지 요구 미충족 → 전환 기준 및 조력 강도의 체계적 재설계 필요
	설계 전략	조력 강도·시점 설정, 탐구·실행·발표 기준 정렬, 전환 구간 요약·맥락 기반 안내
결과 (Outcome)	Cycle 근거	Cycle 1: 전환 오류·흐름 중단 다수 Cycle 2: 전환 시점 안정, 단계 흐름 강화
	결과	탐구·실행·발표 흐름 유지, 사고 흐름 안정, 단계 간 수행 일관성 확보
설계원리 확정 근거		단계 전환의 시점·강도 조정이 PBL 수행 안정성과 흐름 유지에 핵심 요소임을 확인
인지적 도제 요소		코칭, 스캐폴딩, 탐색
AI 조력 기능		전환 시점 안내 중심 인지적 지원, 흐름 유지 지원

1.5. DP-5 자율성(판단) (Autonomy-Judgment)

항목		내용
설계원리 ID		DP-5 자율성(판단) (Autonomy-Judgment)
조건 (Condition)	문제 상황	제안·선택 중심 활동에서 판단 근거 부족, 자기 점검 기준 부재로 인한 판단 일관성 저하
	자료 근거	학습 로그: 판단 기준 요청·비교 기준 문의 반복 교수자 성찰노트: 판단 과정의 근거 부재 학습자 개방형 설문: 선택 이유 제시의 어려움
전략 (Strategy)	설계 논리	판단 근거의 부재 → 선택의 타당성 약화 → 결과 수용·정교화 어려움 → 판단 기준의 제공 및 비교 구조 필요
	설계 전략	주제 명세 제공, 사례 기반 판단 기준 제시, 자기 점검 기준(자기 판단 체크) 제공
결과 (Outcome)	Cycle 근거	Cycle 1: 판단 기준 불일치·선택 근거 부족 Cycle 2: 판단 근거 명료화, 비교·선택 과정의 일관성 증가
	결과	판단의 타당성 확보, 비판적 수용 증가, 팀 합의 과정의 안정성 향상
설계원리 확정 근거		판단 기준 제공이 선택·정교화 과정의 타당성을 높이고 자기 점검 기반의 자율적 판단을 강화함을 확인
인지적 도제 요소		명료화, 성찰, 탐색
AI 조력 기능		판단 기준 안내 중심 인지적 지원, 선택 근거 구조화 지원

1.6. DP-6 자율성(협업) (Autonomy-Collaboration)

항목		내용
설계원리 ID		DP-6 자율성(협업) (Autonomy-Collaboration)
조건 (Condition)	문제 상황	협업 과정의 역할 분담 모호성, 팀 의사결정의 일관성 부족, 상호 피드백 활성화 저조
	자료 근거	학습 로그: 팀 간 의견 충돌·반복적 확인 요청 교수자 성찰노트: 역할 수행 불균형·합의 지연 학습자 개방형 설문: 팀 단위 결정의 어려움·의견 조율 부담
전략 (Strategy)	설계 논리	역할·책임 불명료 → 협업 효율 저하 → 합의 과정 지연 → 역할 명세 및 상호지지 구조 필요
	설계 전략	팀 역할 명세 제공, 팀 의사결정 기준 제시, 상호 피드백 유도 구조 제공
결과 (Outcome)	Cycle 근거	Cycle 1: 역할 편차·합의 지연·중복 수행 빈발 Cycle 2: 역할 분담 안정, 상호 피드백 증가, 의사결정 속도 향상
	결과	협업 효율 증가, 팀 의사결정 일관성 강화 상호 피드백 기반 공동 수행 향상
설계원리 확정 근거		역할·책임의 명세화와 상호 피드백 구조가 팀 기반 PBL의 협업 수행 안정성과 자율적 의사결정에 핵심 요소임을 확인
인지적 도제 요소		코칭, 성찰
AI 조력 기능		역할 명세 안내, 의사결정 기준 안내, 상호 피드백 촉진 지원

1.7. DP-7 성찰성(Reflection)

항목		내용
설계원리 ID		DP-7 성찰성(Reflection)
조건 (Condition)	문제 상황	단계별 활동 후 성찰 부족, 결과 중심 보고로 인한 과정 점검 미흡, 자기 평가 기준 부재
	자료 근거	학습 로그: 과정 점검 누락·결과 중심 보고 반복 교수자 성찰노트: 성찰 단계 축소·형식적 기록 학습자 개방형 설문: 자기 점검의 어려움·회고 과정 미흡
전략 (Strategy)	설계 논리	성찰 부족 → 과정 인식·수행 조정 어려움 → 재수정·개선의 불안정 → 성찰 기준·구조 제시 필요
	설계 전략	단계별 성찰 문항 제시, 과정 중심 자기 평가 기준 제공, 핵심 판단 요소 기반 성찰 유도
결과 (Outcome)	Cycle 근거	Cycle 1: 성찰 항목 누락·회고 내용 부족 Cycle 2: 과정 중심 점검 증가·성찰 응답의 구체성 향상
	결과	과정 인식 강화, 자기 조절 수행 증대, 수행 품질 개선
설계원리 확정 근거		과정 중심 성찰의 제공이 PBL 수행 조절·개선의 핵심 요소임을 확인
인지적 도제 요소		성찰, 탐색
AI 조력 기능		성찰 문항 제시, 과정 점검 지원

1.8. DP-8 지속성(Continuity)

항목		내용
설계원리 ID		DP-8 지속성(Continuity)
조건 (Condition)	문제 상황	탐구-실행-발표 과정의 단절, 이전 단계 결과의 반영 부족, 수행 흐름의 연속성 저하
	자료 근거	학습 로그: 이전 단계 정보 재확인 빈발·연결 오류 반복 교수자 성찰노트: 단계 간 연계 부족·흐름 유지 어려움 학습자 개방형 설문: 단계 단절·이전 결과 활용의 어려움
전략 (Strategy)	설계 논리	단계 간 연결 부족 → 흐름 단절 → 과업 맥락 상실 → 단계 연계 기반의 구조적 안내 필요
	설계 전략	단계 간 핵심 산출 연계 구조 제공, 이전 단계 요약 안내, 단계 전환 기준 정렬
결과 (Outcome)	Cycle 근거	Cycle 1: 단계 단절·오류 복귀·재요청 증가 Cycle 2: 단계 연계 안정, 흐름 회복, 결과 반영 증가
	결과	수행 흐름 유지, 단계 간 일관성 강화, 이전 결과 기반의 정교화 촉진
설계원리 확정 근거		단계 간 연계 구조와 이전 단계 정보 활용이 PBL 수행의 질과 연속성을 강화함을 확인
인지적 도제 요소		코칭, 스캐폴딩, 탐색
AI 조력 기능		단계 요약·전환 안내, 이전 결과 반영 지원

<부록12> DBR Cycle 1-2 간 정량 비교 분석

1. DBR Cycle 1-2 기술분석 비교표 (정량, 단위: 발화 수, %)

항목	Cycle 1	Cycle 2
팀 수	6	6
세션 수(분석 대상 수업 차시)	4	4
전체 발화 수	638	632
AI 응답 수	323	291
비-AI 발화 수	315	341
세션당 전체 발화 평균	159.5	158.0
세션당 AI 응답 평균	80.8	72.8
AI 응답 비율(전체 대비)	50.6%	46.0%
비-AI 발화 비율	49.4%	54.0%

2. DBR Cycle 1-2 간 교수자 성찰노트 주제코딩 비교표

2.1. DBR Cycle 1-2 교수자 성찰노트 정량 코딩(의미 단위·코드 수)

지표	Cycle 1	Cycle 2	해석 메모
의미 단위 수 (문장·절 단위)	159	182	Cycle 2에서 성찰 기록 분량이 소폭 증가함
코드 총합 (6축 전체)	294	277	Cycle 1이 문장당 코드 수가 더 많음
의미 단위당 평균 코드 수	1.85	1.52	Cycle 1은 한 문장에 여러 축이 동시 언급, Cycle 2는 축이 더 분리된 경향

2.2 DBR Cycle 1-2 교수자 성찰노트 축별 코드 수 및 비율(코드 기준)

평가축	Cycle 1 코드 수	Cycle 1 비율(%)	Cycle 2 코드 수	Cycle 2 비율(%)	Cycle 1 → 2 변화 경향
유용성	51	17.3	31	11.2	설계·운영 부담, 효율 관련 진술 비중 감소
명료성	27	9.2	33	11.9	단계 경계, 안내 문구, 기준 명료화 언급 증가
적절성	41	13.9	29	10.5	개입 시점·난이도·맥락 적합성 언급 일부 감소
성찰성	83	28.2	77	27.8	두 Cycle 모두에서 가장 높은 비중 유지
구체성	64	21.8	81	29.2	체크리스트·역할·단계 구체화 진술 뚜렷한 증가
자율성	28	9.5	26	9.4	학습자·팀 자율 의사결정 관련 비중은 유사 수준

3. DBR Cycle 1-2 간 학습자 평가 설문 비교표 (n=26).

3.1. 학습자 평가 정량 비교표

변인	Cycle 1 평균 (표준편차)	Cycle 1 S-CVI/Ave	Cycle 2 평균 (표준편차)	Cycle 2 S-CVI/Ave	S-CVI 변화량
학습만족도	4.79 (0.45)	0.98	4.79 (0.48)	0.96	-0.02
협업역량	4.73 (0.49)	0.96	4.82 (0.47)	1.00	+0.04
자기주도학습능력	4.33 (0.65)	0.87	4.52 (0.55)	0.92	+0.05

3.2. DBR Cycle 1 정량 코딩 결과 (총 의미 단위: 18, 평균 코드: 1.14)

코드(주제)	빈도	비율(%)	대표 진술
기술적 난이도	5	27.8	"구도가 계획대로 안 나왔다."
AI 조력 유용성	6	33.3	"AI가 분석과 정리를 잘해주었다."
AI 명료성	2	11.1	"GPT 질문 의도를 이해하기 어려웠다."
계획·구조화	3	16.7	"장면 흐름을 다시 점검하게 되었다."
자기주도 탐구	1	5.6	"스스로 아이디어를 정리하는 과정이 새로웠다."
협업·역할	1	5.6	"팀원과 역할 맞추는 게 중요했다."
성찰·자기점검	0	0	-
감정 변화	1	5.6	"초조함이 있었다."

3.3. DBR Cycle 2 정량 코딩 결과 (총 의미 단위: 19, 평균 코드: 1.21)

코드(주제)	빈도	비율(%)	대표 진술
기술적 난이도	4	21.1	"촬영·편집 전환 난이도 증가."
AI 조력 유용성	7	36.8	"AI 덕분에 촬영 계획이 명확해졌다."
AI 명료성	3	15.8	"성찰 질문이 더 구체적이면 좋겠다."
계획·구조화	3	15.8	"요약 피드백이 구조 이해에 도움."
자기주도 탐구	2	10.5	"스스로 판단하며 작업했다."
협업·역할	1	5.3	"팀 내 역할이 명확해졌다."
성찰·자기점검	1	5.3	"다음 단계 적용 포인트를 찾았다."
감정 변화	0	0	-

3.4. DBR Cycle 1-2 간 코딩 비교

코드	변화 해석
기술적 난이도	기술 난이도는 존재하나 과도한 부담은 아님
AI 조력 유용성	요약·점검·전환 기능 개선 효과
AI 명료성	더 정교한 안내 요구 증가
계획·구조화	안정적 유지
자기주도 탐구	Cycle 2에서 자율성 강화
협업·역할	역할 분담 안정
성찰·자기점검	성찰 기능 작동
감정 변화	부담·초조 완화

<부록13> DBR Cycle 1-2 간 정량 비교 분석

4. Cycle 1 문제 진단 - Cycle 2 개선 결과 비교

분석 항목(코드)	Cycle 1 빈도(n=18)	Cycle 1 비율(%)	Cycle 2 빈도(n=19)	Cycle 2 비율(%)	변화	정량 기반 해석
기술적 난이도	5	27.8	4	21.1	감소	기술적 문제는 유지되나 부담 수준 완화
AI 조력 유용성	6	33.3	7	36.8	증가	요약·체크리스트 및 전환 규칙 도입 효과 확인
AI 명료성	2	11.1	3	15.8	증가	더 높은 수준의 구체적 안내 요구 증가
계획·구조화	3	16.7	3	15.8	유지	단계 안내 및 요약 기능이 안정적 작동
자기주도 탐구	1	5.6	2	10.5	증가	Cycle 2의 자기점검 및 선택 기반 흐름 강화
협업·역할 분담	1	5.6	1	5.3	유지	역할 분담 구조가 두 Cycle 모두 안정
성찰·자기점검	0	0	1	5.3	증가	신규 성찰 기능 도입 효과가 직접 반영
감정 변화	1	5.6	0	0	감소	초조·부담 요소가 Cycle 2에서 완화

5. 평균 코드 수 기반 개선 정도 수치 비교

지표	Cycle 1	Cycle 2	변화	의미
총 의미단위 수	18	19	+1	진술 양 증가(설명력 확대)
평균 코드 수/문장	1.14	1.21	+0.07	개별 진술의 밀도 증가 (내용 충실도 상승)
긍정적 경험 코드 비율(유용성+자기주도+성찰)	44.5%	52.6%	+8.1%	Cycle 2에서 학습 경험의 질적 향상

<부록14> DBR Cycle 1·Cycle 2 단계 코딩 신뢰도(kappa) 분석 결과

1. 개요

본 부록은 DBR Cycle 1과 Cycle 2의 단계 코딩 신뢰도 검증 결과를 제시한다. 동일 연구자가 1주일의 시차를 두고 재코딩한 두 코딩 결과를 비교하여 Cohen의 kappa를 산출하였으며, 두 사이클 모두 $\kappa = 1.00$, 일치율 100%로 나타났다. 이는 단계 구분 기준이 두 순환 전 과정에서 일관되게 적용되었음을 보여주며, 로그 기반 기술분석·주제분석·삼각분석의 해석 신뢰도를 뒷받침하는 근거가 된다.

2. Cycle 1 단계 코딩 신뢰도 분석

2.1. Cycle 1 단계 코딩 신뢰도 결과

항목	결과
코딩 단위 수	584
코더 구성	동일 연구자 시차 재코딩(1주)
Cohen의 κ	1.00
일치율 (percent agreement)	100%
불일치 수	0건
해석	완전 일치(perfect agreement)

2.1. Cycle 1 혼동행렬(confusion matrix)

구분	문제 정의	탐구 설계	실행	공유·성찰	비분류	합계
문제 정의	43	0	0	0	0	43
탐구 설계	0	144	0	0	0	144
실행	0	0	103	0	0	103
공유·성찰	0	0	0	46	0	46
비분류	0	0	0	0	248	248
합계	43	144	103	46	248	584

<부록15> DBR Cycle 1·Cycle 2 단계 코딩 신뢰도(kappa) 분석 결과

3. Cycle 2 단계 코딩 신뢰도 분석

3.1. Cycle 2 단계 코딩 신뢰도 결과

항목	결과
코딩 단위 수	528
코더 구성	동일 연구자 시차 재코딩(1주)
Cohen의 κ	1.00
일치율 (percent agreement)	100%
불일치 수	0건
해석	완전 일치(perfect agreement)

3.2. Cycle 2 혼동행렬(confusion matrix)

구분	문제 정의	탐구 설계	실행	공유·성찰	비분류	합계
문제 정의	63	0	0	0	0	63
탐구 설계	0	108	0	0	0	108
실행	0	0	70	0	0	70
공유·성찰	0	0	0	57	0	57
비분류	0	0	0	0	230	230
합계	63	108	70	57	230	528

4. Cycle 1-2 kappa 신뢰도 비교 요약

항목	Cycle 1	Cycle 2
코딩 단위 수	584	528
Cohen의 κ	1.00	1.00
일치율	100%	100%
불일치 수	0건	0건
해석	완전 일치	완전 일치

Cycle 1과 Cycle 2 모두 Cohen의 kappa가 1.00, 일치율이 100%로 나타나 단계 구분 기준이 두 순환 전 과정에서 안정적으로 유지되었으며, 로그 기반 분석의 신뢰성과 해석 일관성이 확보되었음을 확인하였다.

<부록16> 교수자 감독·오류 교정·단계 전환 수정 사례

1. 코드 체계

코드	기능 정의	포함 조건
감독 시점	단계·진행 상태 점검, 속도·품질 제어	진행 상황 점검·품질 피드백·속도 조정
오류 교정	입력·기능·해석 오류 인지 및 즉시 보정	라벨링 오류·성찰 출력 오류·해석 오류
단계 전환 수정	단계 오판·전환 조건 불충족 시 조정	조기 이동·전환 신호 문제·경계 혼선

2. 정량 코딩 프로토콜

구분	내용
의미 단위 분절 기준	<ul style="list-style-type: none"> 문장/절 단위 분절, • 1문장 = 1 의미 단위 성찰노트·로그 원문 동일 기준 적용
코드 부여 방식	<ul style="list-style-type: none"> 의미 단위별 1개 이상 코드 부여 가능 코드: 감독 시점 / 오류 교정 / 단계 전환 수정 배제 기준: 단순 안내·설명 문장
산출 지표 정의	<ul style="list-style-type: none"> N= 전체 의미 단위 수, • f= 코드 발생 빈도 f/N (%)= 기능 발생 비율, • f/6= 단계당 평균 발생(6단계 기준)
Cycle 비교 방식	<ul style="list-style-type: none"> Cycle 1 ↔ Cycle 2 f·비율·평균 비교 기능별 증가/감소 패턴 확인 개선 여부는 원문 존재 발화에 기반해 판단
재현성 확보 요소	<ul style="list-style-type: none"> 코드 체계 명시(Codebook), • 원문 직접 인용(대표 구절) Cycle 1·2 동일 프로토콜 적용
데이터 출처	<ul style="list-style-type: none"> 교수자 성찰노트(C1·C2), • 학습자 로그 원문(C1·C2) ※ 분석은 실제 원문 문장만 사용

3. 대표 원문

코드	기능 정의	대표 원문
감독 시점	단계·진행 상태 점검, 속도·품질 제어	<ul style="list-style-type: none"> “팀별 진행 속도 차이가 커서 중간에 전체 흐름을 다시 점검해야 했다.” (C1 교수자 성찰노트) “Cycle 2에서는 요약을 보면 어떤 팀이 멈춰 있는지 바로 파악되어 필요한 팀만 선택적으로 확인할 수 있었다.” (C2 교수자 성찰노트)
오류 교정	입력·기능·해석 오류 인지 및 즉시 보정	<ul style="list-style-type: none"> “입력 내용이 기준과 맞지 않아 다시 안내해드려요.” (C1 학습자 로그 데이터) “라벨링 오류로 이름 입력 문제가 있어 다시 확인하였다.” (C1 교수자 성찰노트)
단계 전환 수정	단계 오판·전환 조건 불충족 시 조정	<ul style="list-style-type: none"> “탐구 설계 단계는 아직 완료되지 않았습니다. 다음 항목을 먼저 입력해야 합니다.” (C2 학습자 로그 데이터) “일부 팀이 너무 일찍 다음 단계로 이동하려 하여 전환 기준을 다시 안내했다.” (Cycle 2 성찰노트)

<부록17> 영상 콘텐츠 제작 PBL 교수자용 GPTS 컨텍스트 설계

구분	하위 항목	주요 내용
1. 정체성과 목적	정체성	PBL 수업의 설계-운영-성찰 전 주기를 지원하는 교수자 조력 AI 에이전트
	핵심 역할	교수자 승인 하에 제안-보조-촉진으로 개입하며, 목표·과제-평가 적합성 유지와 피드백 품질 향상을 돕는 조력자
	목적	학습자 산출물의 질과 사고의 명료화(목표 명료화율) 증진, PBL 4단계의 절차적 일관성과 투명성 보장
2. 이론적 기반 및 철학	이론적 기반	PBL(Problem-Based Learning), AI 에이전트 관점(자율성·반응성·능동성·사회성), 작동 순환(지각·판단·행동·학습·사회적 상호작용)
	교육 철학	인간 감독·투명성·프라이버시·공정성·포용성·관계성 원칙 준수, 자동 평가·판정 금지, 교수자 주권 보장
	핵심 원리	단계 적합성(목표·과제·평가), 개입 최소성·적합성(과/저개입 방지), 데이터 최소 수집과 비식별화
3. 핵심 기능 체계	진입 조건	주제·학습목표·대상·기간 입력 → 4단계 설계안 자동 생성 → 체크리스트·루브릭 초안 제공 → 개입 정책 초기화
	단계 구조	① 문제정의 → ② 탐구설계 → ③ 실행 → ④ 공유 및 성찰
	피드백 체계	교수자/학습자용 분리: 체크리스트 기반 피드백, 요청 시 루브릭화, 플래그 기반 요약(#지연높음 등)
	사고 확장 루프	로그 기반 목표 명료화율·정렬도·피드백 밀도 지표로 사고 과정을 촉진하고 과/저개입 시정 (Pre) 설계안·체크리스트 생성 →
4. 운영 프로토콜	단계 진행 절차(고정)	(During) 로그 대시보드·경고·승인 기반 설정 조정 → (Post) 요약표·플래그 보고서·성찰 템플릿·개선안 제안
	명령 체계	개입 강도(낮음/보통/높음), 개입 형태(제안/보조/촉진), 조력 유형(인지·사회·정서), 타이밍 정책을 교수자 승인으로 조정·기록(config_change)
	출력 고정 문구	플래그·지표·정렬도 등 상태 요약과 개선 권고 제공(자동 판정/점수 부여 문구는 미출력)
5. 성찰 및 개선 지원	성찰 문항 구조	단계별 성찰 템플릿(문제정의/탐구설계/실행/공유·성찰) 2~3문항 제공: 원인·근거·우선순위·다음 사이클 전환
	사고 개시 질문 예시	문제정의: 목표/제약 명료화? · 탐구설계: 제안 채택/보류 근거? · 실행: 과/저개입 구간은? · 공유·성찰: 불일치 근거와 개선 우선순위는?
	성찰 완료 절차	팀/세션 요약표 + 플래그 보고서 생성 → 삼각분석(설문·성찰노트) 합치/불일치 정리 → 다음 Cycle 개선안 및 정책 업데이트
	절차 제약	교수자 승인 없는 정책 변경·자동 판정 금지, PBL 적합성 위배 요청 거부, 민감 내용은 비식별·중립 요약
6. 예외 및 안전 장치	데이터 보호	비식별화·최소 수집·목적 제한, 로그 결손 시 경고 및 boundary_flag=true로 산출 분리
	비허용 명령 처리	평가 점수 매기기·개인 식별·승인 없는 설정변경 요청은 거절하고 안전한 대안 제시
	절차 정리 요청 제한	로그 누락/타임스탬프 공백 ≥ 10분·session_code 결손 시 보정 가이드 제시, 요약은 필요한 범위로만 제공
	활용 가이드	표준 로그 스키마(team_code, session_code, speaker_code, timestamp, utterance_raw, system_tag) 준수

	학습자 중심 운영	과개입 방지, 학습자 자기점검 우선 → 필요 시 교수자 피드백, 에이전트 개입 강도는 지표 기반 최소-충분 원칙
	교수자 조력 시점	실시간 대시보드 경고·플래그 감지 시 제언, 또는 교수자 요청/승인 시 설정 조정
	시스템 구성 요소	설계 생성 모듈, 체크리스트·루브릭 제너레이터, 로그 분석기(지표·플래그), 대시보드, 성찰 템플릿, config_change 감사 추적
8. 기술 및 도구	출력 제어 로직	단계·정렬·강도 기반 조건부 출력, 자동 판정 차단, 플래그 지도와 요약표 제공
	활용 기술	GPT 기반 생성·분석, Python 통계·지표 산출, Canvas 시각화, 브라우저 도우미(요청 시), 윤리·데이터 보호 필터

<부록18> 영상 콘텐츠 제작 PBL 학습자용 GPTS 컨텍스트 설계

구분	하위 항목	주요 내용
1. 정체성과 목적	정체성	영상 제작형 PBL 수업을 위한 AI 조력 에이전트로, 교수자 지침을 기반으로 운영됨
	핵심 역할	학습자가 체크리스트 → 피드백 → 성찰의 구조 속에서 사고를 확장하도록 지원하는 요청형(On-Demand) 조력자
	목적	학습자의 지속 발화 리듬 유지와 사고 심화(개시-확장-구체-전환)를 목표로 한 자기주도적 학습 촉진
2. 이론적 기반 및 철학	이론적 기반	PBL(Project-Based Learning), 반성적 실천(Reflective Practice), 구성주의 학습이론, 메타인지 촉진 모델
	교육 철학	교수자 중심에서 학습자 사고 중심으로 전환하는 조력 기반 학습 철학
	핵심 원리	사고의 지속성과 순환성(개시→확장→구체→전환), 성찰적 사고, 절차적 일관성 유지
3. 핵심 기능 체계	진입 조건	① 연구 참여 동의 → ② 팀 구성 입력 → ③ 라벨링 생성 → ④ 수업 설계안 업로드 → 모두 완료 시 본 단계 진입
	단계 구조	① 문제정의 → ② 탐구설계 → ③ 실행 → ④ 공유 및 성찰 → ⑤ 환류
	피드백 체계	‘핵심 요약 / 실행 방향 / 주의점 / 다음 점검’의 4단 구성, 이후 성찰 문항 2개 자동 제시
	사고 확장 루프	확장 → 구체 → 전환 → 연결 순으로 사고를 심화 (지속 발화 중심 구조)
4. 운영 프로토콜	단계 진행 절차(고정)	① 단계 완료 코드 입력 → ② 체크리스트 자동 출력 → ③ 학습자 답변 → ④ ‘피드백 요청’ → ⑤ 교수자 피드백 → ⑥ #교수님피드백완료 → ⑦ 성찰 문항 자동 출력 → ⑧ 성찰 완료 후 다음 단계 자동 이동
	명령 체계	수업 시작하기, 동의합니다/동의하지 않습니다, 팀명: ○○ / 팀 인원: N명, 체크리스트 요청, 피드백 요청, 성찰 질문 요청, 절차 정리 요청, #교수님피드백완료
	출력 고정 문구	“답변 완료 시 교수님의 피드백을 받으세요.” / “교수님 피드백 완료 시 성찰 문항이 제시됩니다.” / “성찰 완료! 다음 단계가 시작되었습니다.” / “최종 성찰 완료! 수업이 종료되었습니다.”
5. 성찰 및 개선 지원	성찰 문항 구조	각 단계 종료 후 자동으로 2문항(개방형+가정형) 제시
	사고 개시 질문 예시	문제정의: “핵심 감정은 무엇인가요?” / 탐구설계: “이 감정을 표현하려면 어떤 장면이 필요할까요?” / 실행: “계획대로 실행되고 있나요?” / 공유 및 성찰: “우리 영상은 어떤 느낌을 줄까요?” / 환류: “배운 점을 다음에 어떻게 적용할까요?”
	성찰 완료 절차	학습자 성찰 답변 후 자동으로 다음 단계로 이동하며, 마지막 단계 후 “최종 성찰 완료! 수업이 종료되었습니다.” 출력
6. 예외 및 안전 장치	절차 제약	교수자 지침 외 절차 추가 금지, plan 업로드 전 문제정의 유도 금지
	데이터 보호	익명 처리, 윤리 기준 준수

	비허용 명령 처리	허용되지 않은 명령 시 “허용되지 않은 절차입니다.” 출력
	절차 정리 요청 제한	200자 이내 요약만 허용
7. 활용 가이드	라벨링 규칙	팀 인원 수에 따라 a,b,c,... 자동 생성 / 순환 발화 / 결석 시 “건너뛰기” 허용 / 누락 시 순서 확인 가능
	학습자 중심 운영	학습자의 자발적 발화와 사고 흐름을 존중하며, 퍼실리테이터는 절차적 지원만 수행
	교수자 조력 시점	학습자의 명시적 요청(‘피드백 요청’) 시에만 피드백 제공
8. 기술 및 도구	시스템 구성 요소	명령 기반 상호작용, 단계별 자동 출력, 라벨링 알고리즘, 피드백 및 성찰 모듈
	출력 제어 로직	체크리스트 → 피드백 → 성찰 순서 자동 관리, 각 단계 완료 여부에 따른 조건부 출력
	활용 기술	GPT 언어 모델 기반 사고 촉진 엔진, 자동 루프 질의 생성기, 윤리·데이터 보호 필터 내장

ABSTRACT

Design and Analysis of an AI-Agent-Supported PBL Course for Video Content Production: Focusing on Support Functions for Instructors and Learners

Kim Jong Min

Department of AI-Immersive Media Contents

The Graduate School of

Hongik University

The advancement of artificial intelligence (AI) has rapidly transformed teaching and learning environments, while further underscoring the educational value of Project-Based Learning (PBL), which emphasizes problem solving and creative performance. In PBL courses that require the integration of planning, technical execution, and collaboration—such as video content production—instructors often experience increased instructional workload, leading to unstable learning flows, imbalanced timing of instructional support, fragmented collaboration, and superficial reflective practices. These challenges intensify learners' self-regulatory demands, increase



instructional complexity, and ultimately constrain the sustainable implementation of PBL.

To address these limitations, AI agents capable of providing inquiry guidance, performance monitoring, information support, and collaboration facilitation have been proposed as instructional supports. However, empirical research that systematically integrates such AI facilitation functions into the staged structure of PBL and examines their operational mechanisms and interaction patterns remains limited. Accordingly, this study aims to design a video content production PBL instructional model incorporating an AI agent that facilitates both instructors and learners, and to analyze its operational mechanisms and educational effects in order to derive design principles for AI-facilitated instruction.

This study employed a Design-Based Research (DBR) methodology, implementing iterative cycles of design, enactment, analysis, and refinement. Instructor interviews and a review of relevant literature were conducted to identify recurring challenges and instructional strategies in video content production PBL, which informed the development of an initial instructional model and AI facilitation structure. Following expert validation, the model was implemented in higher education settings across two DBR cycles. Data were collected through learning logs, learner surveys, and instructor reflection notes, and analyzed using descriptive analysis, thematic analysis, and



triangulation to examine changes in AI facilitation functions and interaction structures across PBL stages.

The findings indicate that the facilitating AI agent supported procedural guidance, performance monitoring, collaboration coordination, and reflective prompting throughout the PBL process, including problem definition, inquiry design, execution, and reflection. These supports contributed to more stable instructional flow and greater consistency in task performance. Learners demonstrated clearer articulation of inquiry goals and performance criteria, more structured collaboration, and deeper reflective self-monitoring. Instructors, in turn, were able to reduce repetitive micro-level feedback and focus more on higher-level instructional regulation and pedagogical decision making.

Moreover, the interaction structure among instructors, the AI agent, and learners was reorganized around meaning-making, procedural monitoring, and task execution, resulting in more stable interaction patterns and sustained team-based engagement. Based on these results, this study derived design principles grounded in a Condition-Strategy-Outcome (C-S-O) framework and proposed a video content production PBL instructional model (v4) applicable to higher education contexts. This study provides empirical evidence that AI can function as a facilitative agent that structurally supports teaching and learning processes beyond its role as a technical tool, offering theoretical and practical



implications for AI-based instructional design and the advancement of Design-Based Research methodologies.

