

ReadingPRO 시스템 개발 납품 보고서

프로젝트명: ReadingPRO - 읽기 능력 진단 및 평가 시스템 발주처: 전국독서새물결모임 개발 기간: 2026년 1월 26일 ~ 2026년 2월 11일 (17일간) 보고서 작성일: 2026년 2월 11일 버전: v1.0

목차

- [1. 프로젝트 개요](#)
- [2. 개발 계획서](#)
- [3. 기술 아키텍처](#)
- [4. 기능 구현 내역서](#)
- [5. 오류 수정 내역서](#)
- [6. 개발 일지 \(Git 히스토리\)](#)
- [7. 추가 개발 필요 사항](#)
- [8. 견적 및 비용 분석](#)
- [9. 운영 가이드](#)
- [10. 부록](#)

1. 프로젝트 개요

1.1 프로젝트 목적

ReadingPRO는 초·중·고 학생의 읽기 능력을 체계적으로 진단하고, 교사와 학부모에게 AI 기반 피드백을 제공하는 웹 기반 교육 평가 시스템입니다.

1.2 프로젝트 범위

항목	내용
대상 사용자	학생, 교사(진단담당), 연구자, 관리자, 학부모, 학교관리자 (7개 역할)
핵심 기능	읽기 진단 평가, AI 피드백 생성, 발문 학습 모듈, 종합 보고서
플랫폼	웹 애플리케이션 (반응형 디자인)
배포 환경	Railway (클라우드 PaaS)
기술 스택	Ruby on Rails 8.1, PostgreSQL, Turbo/Stimulus

1.3 프로젝트 규모 요약

지표	수치
총 개발 기간	17일 (2026.01.26 ~ 02.11)
총 커밋 수	449건
총 코드 라인 수	약 4,671줄 (Ruby/ERB/JS/CSS 기준)
총 파일 수	538개
모델 수	55개
컨트롤러 수	54개
서비스 클래스 수	29개
뷰 템플릿 수	164개

DB 테이블 수	70개
DB 마이그레이션 수	72개
개발자 수	1명 (+ AI 어시스턴트)

2. 개발 계획서

2.1 개발 목표

- 학생 읽기 능력의 정량적·정성적 진단 시스템 구축
- AI(GPT-4o-mini) 기반 자동 피드백 및 종합 보고서 생성
- 7개 역할별 맞춤 대시보드 제공
- 개인정보 보호를 위한 익명화 계정 체계 구현
- 발문을 통한 사고력 신장 학습 모듈 개발
- 클라우드 기반 안정적 배포 환경 구축

2.2 개발 방법론

- Agile/Iterative 방식:** 단계별 개발 → 테스트 → 배포 → 피드백 반복
- AI 페어 프로그래밍:** Claude AI 어시스턴트 활용한 개발 가속화
- Git 기반 버전 관리:** 기능별 커밋, 이슈 추적

2.3 개발 단계 (실제 진행)

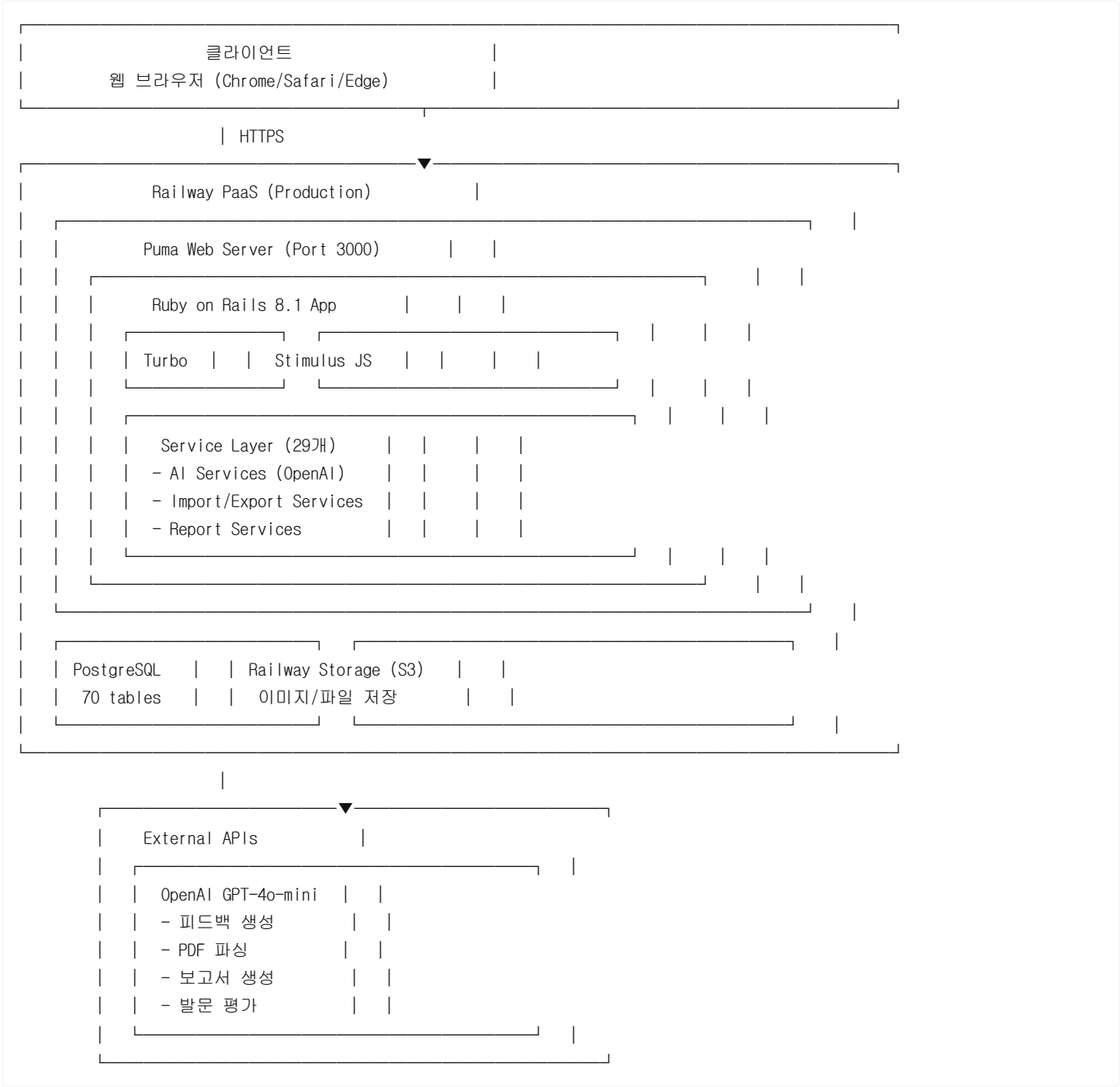
단계	기간	주요 내용
Phase 1	01/26	프로젝트 초기 설정, Rails 앱 생성, Railway 배포 설정
Phase 2	01/26~01/27	데이터베이스 스키마 설계, 핵심 모델 구현, Admin UI
Phase 3	01/28~01/30	인증 시스템, 피드백 시스템, 문항 관리, 학생 평가
Phase 4	01/30~01/31	DB 재구조화, 성능 최적화, API 레이어 구현
Phase 5	02/01~02/03	모니터링, 학생/교사/학부모 대시보드, REST API
Phase 6	02/03~02/04	학부모 포럼, 문항 은행 재설계, 진단지 시스템
Phase 7	02/05~02/06	개인정보 보호, 학교 담당자 관리, Turbo 호환성
Phase 8	02/07	Railway 배포, 종합 보고서, 프로필/비밀번호 변경
Phase 9	02/09	도서 관리, 디자인 시스템, UI/UX 접근성 개선
Phase 10	02/10	발문 학습 모듈 V1/V2 전체 구현
Phase 11	02/11	리치 텍스트 에디터, 독서력 진단지, 서식 편집 기능

2.4 품질 관리

- 코드 리뷰:** AI 기반 자동 코드 리뷰
- 보안 스캔:** Brakeman 보안 분석 도구 활용
- 코드 스타일:** RuboCop (Rails Omakase 설정)
- 버전 관리:** PaperTrail을 통한 모델 변경 이력 추적
- 에러 추적:** ErrorLog 모델을 통한 운영 에러 기록

3. 기술 아키텍처

3.1 시스템 구성도



3.2 기술 스택 상세

레이어	기술	버전	용도
백엔드	Ruby on Rails	8.1.2	웹 프레임워크
데이터베이스	PostgreSQL	최신	관계형 DB
프론트엔드	Turbo + Stimulus	Rails 내장	SPA-like UX
인증	bcrypt	3.1.7	비밀번호 해싱
AI 연동	ruby-openai	최신	GPT API 호출
파일 처리	Active Storage	Rails 내장	이미지/파일 업로드

클라우드 스토리지	AWS S3 (Railway)	-	영구 파일 저장
PDF 처리	pdf-reader	최신	PDF 파싱
엑셀 처리	caxlsx + roo	최신	엑셀 생성/읽기
페이지네이션	Kaminari	최신	목록 페이지징
감사 추적	PaperTrail	17.0	모델 변경 이력
캐싱	SolidCache	Rails 내장	HTTP/Fragment 캐싱
배포	Docker + Railway	-	컨테이너 배포

3.3 데이터베이스 모델 구조 (핵심 55개 모델)

사용자/인증 (6개)

모델	설명
User	통합 사용자 계정 (7개 역할)
Student	학생 프로필 (학교, 학년, 반)
Teacher	교사 프로필
Parent	학부모 프로필
SchoolAdminProfile	학교관리자 프로필
School	학교 정보 (도메인, 시퀀스)

평가 콘텐츠 (10개)

모델	설명
ReadingStimulus	읽기 지문 (모듈 단위)
Item	문항 (MCQ/서술형)
ItemChoice	객관식 선택지
Rubric	채점 루브릭
RubricCriterion	루브릭 기준
RubricLevel	루브릭 수준
EvaluationIndicator	평가 영역 (대분류)
SubIndicator	세부 지표 (소분류)
DiagnosticForm	진단지
DiagnosticFormItem	진단지-문항 연결

진단 실행 (6개)

모델	설명
StudentAttempt	학생 진단 시도
Response	학생 응답

ResponseRubricScore	서술형 루브릭 점수
ResponseFeedback	응답 피드백
Feedback	종합 피드백
DiagnosticAssignment	진단지 배정

발문 학습 (7개)

모델	설명
QuestioningModule	발문 모듈
QuestioningModuleTemplate	발문 템플릿
QuestioningModuleAssignment	발문 배정
QuestioningSession	발문 세션
QuestioningProgress	발문 진행 상태
QuestioningReport	발문 보고서
QuestioningTemplate	발문 질문 템플릿

기타 (10개+)

모델	설명
AttemptReport	종합 결과 보고서
Book	도서 관리
Announcement/Notice	공지사항
ConsultationPost/Comment	상담 게시판
ParentForum/Comment	학부모 포럼
FeedbackPrompt/History	AI 프롬프트 관리
DiscussionMessage	AI 토론 채팅
ArgumentativeEssay	논증적 글쓰기

3.4 컨트롤러 구조 (54개)

```
app/controllers/  
├── admin/ (7개) - 시스템 관리자  
│   ├── announcements, error_logs, notices  
│   ├── roles, system, users  
│   └── base_controller  
├── api/v1/ (8개) - REST API  
│   ├── diagnostic_forms, evaluation_indicators  
│   ├── items, responses, rubrics  
│   ├── stimuli, student_attempts, sub_indicators  
│   └── base_controller  
├── diagnostic_teacher/ (13개) - 진단담당교사  
└── dashboard, feedback, comprehensive_reports
```

- | |—— questioning_modules, questioning_sessions
- | |—— school_admins, schools, student_responses
- | |—— consultations, consultation_comments/requests
- | |—— forums, forum_comments, notices
- | |—— (base implicit)
- |—— researcher/ (7개) - 연구자/문항개발자
 - | |—— dashboard, diagnostic_forms
 - | |—— evaluation_indicators, sub_indicators
 - | |—— items, stimuli
 - | |—— reading_proficiency_diagnostics
- |—— student/ (7개) - 학생
 - | |—— dashboard, assessments, responses
 - | |—— results, questioning, questioning_sessions
 - | |—— consultations, consultation_comments
- |—— parent/ (3개) - 학부모
 - | |—— dashboard, forums, forum_comments
- |—— school_admin/ (2개) - 학교관리자
 - | |—— dashboard, imports
- |—— concerns/ (3개) - 공통 모듈
 - |—— api_authentication, api_error_handling
 - |—— api_pagination

3.5 서비스 레이어 (29개)

서비스	용도
AI 서비스	
FeedbackAiService	AI 피드백 생성 (GPT-4o-mini)
ComprehensiveReportService	AI 종합 보고서 생성
QuestioningEvaluationService	발문 AI 평가
QuestioningDiscussionService	AI 토론 채팅
GuidedReadingService	가이드 리딩 AI
ArgumentativeEssayEvaluationService	논증 글쓰기 AI 평가
QuestioningReportService	발문 보고서 AI 생성
ReadingReportService	읽기 보고서 AI 생성
데이터 처리	
OpenaiPdfParserService	PDF 문항 AI 파싱
PdfItemParserService	PDF 데이터 DB 저장
StudentBatchCreationService	학생 일괄 생성
StudentResponseImportService	학생 응답 엑셀 импорт
ReadingProficiencyImportService	독서력 진단 импорт
ScoreResponseService	응답 자동 채점
유틸리티	
KeysetPaginationService	커서 기반 페이지네이션

BundleIntegrityValidator	모듈 무결성 검증
KeyConceptExtractorService	핵심 개념 추출
QuestioningProgressService	발문 진행 상태 관리
QuestioningLevelConfig	발문 수준 설정
FeedbackPromptGeneratorService	피드백 프롬프트 생성
ReadingReportPromptLoader	보고서 프롬프트 로드
QuestioningReportMarkdownService	보고서 마크다운 변환
AnswerKeyParserService	정답 파싱
AnswerKeyTemplateService	정답 템플릿
StudentResponseTemplateService	응답 템플릿
ReadingProficiencyTemplateService	독서력 템플릿
CacheWarmerService	캐시 예열
PerformanceBenchmark	성능 벤치마크
QueryAnalyzer	쿼리 분석

4. 기능 구현 내역서

4.1 역할별 기능 현황 요약

역할	구현 기능 수	구현 상태
학생 (Student)	8개	완료
교사/진단담당교사 (Teacher)	12개	완료
연구자 (Researcher)	10개	완료
시스템 관리자 (Admin)	6개	완료
학부모 (Parent)	5개	완료
학교관리자 (School Admin)	4개	완료
공통	4개	완료

4.2 학생 기능 상세

#	기능명	설명	상태
S-1	대시보드	레이더 차트(9축 SVG), 최근 피드백, 공지사항	완료
S-2	읽기 진단	진단지 선택 → 문항 풀이 → 제출	완료
S-3	결과 확인	시도별 결과 상세 조회, 점수 분석	완료
S-4	종합 보고서	AI 생성 종합 보고서 열람	완료
S-5	발문 학습	3단계 발문 학습 (책문열기→이야기나누기→삶적용)	완료

S-6	발문 역량 보고서	9개 역량 레이더 차트, PDF/MD 다운로드	완료
S-7	상담 게시판	교사와의 상담 요청 및 대화	완료
S-8	나의 역량	역량 프로필 레이더 차트 + 바 차트	완료

4.3 교사/진단담당교사 기능 상세

#	기능명	설명	상태
T-1	대시보드	학교별 통계, 학생 현황, 진단 배정 관리	완료
T-2	학생답 관리	엑셀 일괄 업로드, AI 피드백 생성	완료
T-3	피드백 시스템	MCQ/서술형 피드백, AI 프롬프트 최적화	완료
T-4	피드백 배포	일괄/개별 피드백 배포 워크플로우	완료
T-5	종합 보고서	AI 보고서 생성, 일괄 배포	완료
T-6	발문 모듈 배정	학교→학생 2-tier 배정 시스템	완료
T-7	발문 세션 관리	전체 학생 세션 현황 모니터링	완료
T-8	발문 피드백 배포	단계별 피드백 배포 워크플로우	완료
T-9	상담 관리	학생 상담 요청 응답	완료
T-10	학교 담당자 관리	학교/학생/학부모 통계	완료
T-11	공지사항 관리	공지 작성/수정/삭제	완료
T-12	독서력 진단지 관리	진단지 목록/검색/관리	완료

4.4 연구자 기능 상세

#	기능명	설명	상태
R-1	대시보드	통계 카드, 빠른 액션, 최근 활동	완료
R-2	평가 영역 관리	평가 지표/세부 지표 CRUD	완료
R-3	모듈 관리 (문항 은행)	지문+문항 카드 뷰, AI 분석, 복제	완료
R-4	진단지 구성	모듈 조합으로 진단지 생성/편집	완료
R-5	지문 관리	ReadingStimulus CRUD	완료
R-6	문항 관리	Item CRUD, 필터/검색/정렬	완료
R-7	문항 등록	PDF 업로드 → AI 파싱 → 자동 생성	완료
R-8	프롬프트 관리	AI 프롬프트 CRUD + 11개 시드	완료
R-9	도서 관리	Book CRUD, 장르/수준/상태 필터	완료
R-10	리치 텍스트 에디터	서식 편집, 이미지 업로드, 보기 박스	완료

4.5 관리자 기능 상세

#	기능명	설명	상태
---	-----	----	----

A-1	사용자 관리	역할 배지, 사용자 생성/편집/삭제	완료
A-2	공지사항 관리	Announcement CRUD	완료
A-3	에러 로그	시스템 에러 조회/관리	완료
A-4	시스템 관리	시스템 설정 및 모니터링	완료
A-5	역할 관리	역할별 권한 설정	완료
A-6	Dev 계정 전환	개발 중 역할 전환 톨바	완료

4.6 학부모 기능 상세

#	기능명	설명	상태
P-1	대시보드	자녀 진단 결과 요약, 미니 차트	완료
P-2	진단 결과 조회	자녀 시도별 상세 결과	완료
P-3	종합 보고서	AI 종합 보고서 열람	완료
P-4	학부모 포럼	학부모 간 정보 공유 게시판	완료
P-5	상담 요청	교사에게 상담 요청	완료

4.7 학교관리자 기능 상세

#	기능명	설명	상태
SA-1	대시보드	학교 통계, 학생/교사 현황	완료
SA-2	진단 배정 관리	진단지 배정/회수	완료
SA-3	학생 일괄 등록	엑셀 임포트로 학생/학부모 일괄 생성	완료
SA-4	학교 포트폴리오	학교별 데이터 격리	완료

4.8 공통 기능

#	기능명	설명	상태
C-1	로그인/인증	Session 기반, 역할별 리다이렉트	완료
C-2	프로필 관리	전체 역할 공통 프로필 + 비밀번호 변경	완료
C-3	반응형 디자인	1024px/768px 브레이크포인트	완료
C-4	개인정보 보호	익명 ID 체계 (학교도메인_S-/P-XXXX)	완료

5. 오류 수정 내역서

5.1 오류 수정 통계

전체 449건의 커밋 중 약 159건이 버그 수정(fix) 관련 커밋입니다.

5.2 주요 오류 수정 내역 (카테고리별)

5.2.1 데이터베이스/스키마 관련 (18건)

날짜	오류 내용	수정 사항
02/07	ResponseRubricScore.score 컬럼 미존재	.level_score로 컬럼명 수정
02/07	PaperTrail 15.2 ActiveRecord 8.1 비호환	PaperTrail 17.0으로 업그레이드
02/07	SolidQueue 테이블 미존재 500 에러	db:schema:load로 전체 테이블 생성
02/07	Zeitwerk eager loading 충돌	module Student → class Student:: 수정
02/06	School 모델에 parents 연관 미존재	GuardianStudent 조인으로 변경
02/06	attempt alias 사용 시 조인 에러	student_attempt 실제 이름 사용
02/06	AVG 쿼리 PG::GroupingError	.reorder(nil).pick() 사용
02/05	ItemChoice.choice_score 컬럼 변경	is_correct boolean으로 업데이트
02/03	StudentAttempt에 form alias 미존재	diagnostic_form 접근 alias 추가
01/31	모델 중복 class 선언	중복 제거
01/31	Notice 모델 미존재 참조	모델 참조 정리

5.2.2 인증/보안 관련 (12건)

날짜	오류 내용	수정 사항
02/11	CSRF 핸들러 turbo_stream 형식 누락	turbo_stream + any 형식 추가
02/11	CookieOverflow + 학생ID 대소문자 매칭	쿠키 크기 관리 + 대소문자 정규화
02/11	엑셀 임포트 학생 매칭 오류	학교별 prefix 기반 매칭으로 변경
02/09	PDF 업로드 CSRF 토큰 검증 에러	CSRF 토큰 처리 수정
02/07	로그인 페이지 테스트 계정 노출	테스트 계정 정보 제거
02/05	Turbo AJAX 로그인 422 에러	data-turbo="false" + 303 리다이렉트
01/31	Turbo가 로그인 폼 인터셉트	capture-phase 이벤트 리스너

5.2.3 뷰/UI 관련 (35건+)

날짜	오류 내용	수정 사항
02/11	역량 프로필 차트 배치 문제	레이더 차트+바 차트 좌우 배치
02/11	발문 서식 미표시	HTML 렌더링 지원 추가
02/11	선택지 편집 저장 안됨	contenteditable 동기화 수정
02/10	ERB case/when 컴파일 에러	if/elsif 패턴으로 변경
02/10	L1 초저학년 가독성	지문 패널 UI 개선
02/10	레이더 차트 미렌더링	turbo:load 이벤트 바인딩
02/09	사이드바 활성 상태 불일치	Turbo 호환 네비게이션 수정
02/07	show_student_report 500 에러	존재하지 않는 연관관계 제거

5.2.4 배포/인프라 관련 (15건)

날짜	오류 내용	수정 사항
02/11	Railway 볼륨 권한 문제	RAILWAY_RUN_UID=0 설정
02/11	Active Storage 라우트 충돌	catch-all 라우트 순서 조정
02/07	Thruster 호환성 문제	Thruster 제거, Puma 직접 바인딩
02/07	seed_data.rb 빌드 시 DB 연결	initializer에서 제거
02/07	docker-entrypoint db:prepare 실패	db:migrate로 변경
02/06	favicon 502 에러	에셋 경로 수정

5.2.5 비즈니스 로직 관련 (25건+)

날짜	오류 내용	수정 사항
02/11	서술형 문항 루브릭 없이 422 에러	루브릭 optional 처리
02/10	발문 제출 후 다음 단계 이동 불가	단계 전환 로직 수정
02/10	배포 완료 단계 상세 미표시	배포 상태 쿼리 수정
02/07	MCQ 피드백 0개 표시	AI 응답 키 정규화
02/07	피드백 생성 오류	production 로깅 개선
01/30	AI 종합 피드백 쿼리 버그	쿼리 로직 수정
01/30	학생 시도 없을 때 500 에러	nil 체크 추가

5.3 에러 해결 패턴 정리

에러 유형	근본 원인	해결 패턴
PG::UndefinedColumn	구/신 스키마 컬럼명 차이	rails runner 컬럼 확인
Can't join to 'alias'	ActiveRecord alias 사용	실제 association 이름 사용
PG::GroupingError	.first의 ORDER BY	.reorder(nil).pick()
AssociationNotFoundError	미존재 관계 참조	모델 관계 재확인
ActionView::SyntaxError	ERB에서 case/when 사용	if/elsif로 대체
CookieOverflow	세션 데이터 과다	flash 메시지 크기 제한
Turbo 422 에러	Turbo AJAX 인터셉트	data-turbo="false"

6. 개발 일지

6.1 커밋 통계

카테고리	커밋 수	비율
기능 추가 (feat/Feature/Add)	~148건	33.0%
오류 수정 (fix/Fix)	~159건	35.4%
리팩토링 (refactor)	~18건	4.0%

UI/디자인 (style)	~14건	3.1%
인프라/배포 (deploy/chore)	~32건	7.1%
문서화 (docs)	~12건	2.7%
성능 최적화 (Perf)	~8건	1.8%
디버그 (debug)	~8건	1.8%
기타	~50건	11.1%
합계	~449건	100%

6.2 일별 개발 활동

날짜	커밋 수	주요 작업
01/26	8	프로젝트 초기 설정, Railway 배포
01/27	3	Admin SSR, 사이드바, Stimulus
01/28	5	인증 시스템, 기능 개발
01/29	15	보고서 시스템, 학부모 포럼
01/30	58	피드백 시스템, 문항 관리 (최다 커밋)
01/31	18	DB 재구조화, 모델 정리
02/02~03	45	API, 성능 최적화, 대시보드
02/04	5	문항 은행 재설계
02/05	17	개인정보 보호, Turbo 수정
02/06	16	학교 담당자, 하드코딩 제거
02/07	29	Railway 배포, 종합 보고서
02/09	12	도서 관리, 디자인 시스템
02/10	46	발문 모듈 V1/V2 전체 구현
02/11	42	리치 텍스트, 독서력 진단, 서식 편집

6.3 주요 마일스톤

날짜	마일스톤	내용
01/26	프로젝트 시작	Rails 8.1 앱 생성, Railway 최초 배포
01/28	인증 완료	DB 기반 사용자 인증 시스템
01/30	피드백 MVP	AI 피드백 생성 + 문항 관리
02/03	전체 대시보드	6개 역할 대시보드 완성
02/05	개인정보 보호	익명 ID 체계 구현
02/07	Production 배포	Railway 안정 배포 + 종합 보고서
02/10	발문 모듈 완성	3단계 4수준 발문 학습 시스템

02/11	리치 텍스트 완성	서식 편집 + 이미지 업로드
-------	-----------	-----------------

7. 추가 개발 필요 사항

7.1 미구현 기능

우선순위	기능	설명	예상 공수
높음	테스트 코드	단위/통합/시스템 테스트 작성	2~3주
높음	비밀번호 찾기	이메일 기반 비밀번호 재설정	3일
높음	데이터 백업	자동 DB 백업 및 복원 체계	2일
중간	실시간 알림	Action Cable 기반 알림 시스템	1주
중간	Researcher D그룹	진단 결과 분석 대시보드 (현재 숨김)	2주
중간	학생 데이터 대시보드	교사용 학생 데이터 시각화	1주
중간	다국어 지원	l18n 기반 영어/한국어 전환	1주
낮음	이메일 알림	피드백 배포/보고서 완료 알림	3일
낮음	데이터 내보내기	전체 데이터 CSV/Excel 다운로드	3일
낮음	접근 로그	사용자 접근 기록 및 분석	3일

7.2 개선 필요 사항

영역	현 상태	개선 방향
성능	기본 캐싱 적용	Redis 캐싱, CDN 적용
보안	기본 인증/CSRF	2FA, IP 제한, Rate Limiting
UI/UX	디자인 토큰 30% 적용	나머지 70% CSS 변수화
접근성	기본 ARIA 적용	WCAG 2.1 AA 완전 준수
모바일	반응형 기본 적용	모바일 전용 UX 최적화
CI/CD	GitHub → Railway 자동 배포	테스트 자동화 파이프라인 추가
모니터링	기본 에러 로그	APM 도구 (Datadog/NewRelic) 연동

7.3 기술 부채

- 하드코딩 색상: CSS에 약 173개 하드코딩 색상값 잔존 (P2-P3 단계 필요)
- 디버그 코드: 일부 `console.log`, `debug:` 커밋 잔존
- N+1 쿼리: 일부 컨트롤러에서 eager loading 미적용
- 테스트 부재: 자동화 테스트 미작성 (수동 테스트만 진행)
- API 문서화: REST API 문서 (Swagger/OpenAPI) 미작성

8. 견적 및 비용 분석

8.1 프로젝트 규모 분석

항목	수치	복잡도
----	----	-----

데이터베이스 테이블	70개	대규모
비즈니스 모델	55개	대규모
컨트롤러	54개	대규모
서비스 클래스	29개	중규모
뷰 템플릿	164개	대규모
API 엔드포인트	~120개	대규모
외부 API 연동	2개 (OpenAI, AWS S3)	중간
사용자 역할	7개	복잡

8.2 기능점수(FP) 기반 견적

기능점수 산출

FP 유형	항목 수	가중치	소계
외부 입력 (EI)	85개 (폼, 업로드, API)	4.0	340
외부 출력 (EO)	45개 (보고서, 대시보드)	5.0	225
외부 조회 (EQ)	60개 (검색, 필터, 뷰)	3.9	234
내부 논리 파일 (ILF)	55개 (DB 모델)	7.5	412
외부 인터페이스 (EIF)	2개 (OpenAI, S3)	5.0	10
총 미조정 FP			1,221 FP

FP → 개발 비용 환산

- 한국 SW산업 평균: 1 FP ≈ 약 55만원 (2025 기준, 중규모 프로젝트)
- FP 기반 총 견적: 1,221 FP × 55만원 = 약 6,715만원

8.3 상향식(Bottom-up) 견적

모듈	난이도	예상 인/일	단가(만원)	소계(만원)
1. 인증/권한 시스템	상	10	40	400
- 7개 역할 기반 접근 제어				
- Session 인증, 프로필/비밀번호 변경				
2. 개인정보 보호 시스템	중	5	40	200
- 익명 ID 체계, 학교별 시퀀스				
- 학생/학부모 일괄 생성 서비스				
3. 읽기 지문 관리	상	12	40	480
- CRUD + PDF 업로드 + AI 파싱				
- 리치 텍스트 에디터, 이미지 업로드				
4. 문항 관리 시스템	상	15	40	600

- MCQ + 서술형 + 루브릭				
- 선택지 서식 편집, 정답 설정				
5. 진단지 관리	중	8	40	320
- 모듈 조합 진단지 생성				
- 드래그앤드롭 순서 변경				
6. 학생 진단 시스템	상	12	40	480
- 시도, 응답 제출, 자동 채점				
- 결과 확인, 피드백 조회				
7. AI 피드백 시스템	최상	15	50	750
- GPT-4o-mini 연동				
- MCQ/서술형 피드백, 프롬프트 최적화				
8. 종합 보고서 시스템	상	10	50	500
- AI 7개 섹션 보고서 생성				
- 일괄 생성/배포, MD 렌더링				
9. 발문 학습 모듈	최상	20	50	1,000
- 3단계 4수준 학습				
- AI 토론, 논증 글쓰기, 가이드 리딩				
- 역량 보고서, PDF/MD 다운로드				
10. 독서력 진단지 관리	중	5	40	200
- 진단지 목록/검색/관리				
- 엑셀 일괄 업로드				
11. 교사 대시보드	상	10	40	400
- 학생 현황, 피드백 배포				
- 발문 세션 관리, 상담				
12. 학부모 대시보드	중	5	40	200
- 자녀 결과, 포럼, 상담				
13. 학교관리자 대시보드	중	5	40	200
- 학교 통계, 배정 관리				
14. 시스템 관리자	중	5	40	200
- 사용자/공지/에러 관리				
15. 도서 관리	하	3	30	90
- Book CRUD, 필터링				

16. REST API	상	8	40	320
- 8개 API 컨트롤러				
- 인증, 에러처리, 페이지네이션				
17. UI/UX 디자인	상	12	40	480
- 디자인 시스템, 반응형				
- 접근성, 레이더 차트(SVG)				
18. 배포/인프라	상	8	40	320
- Docker, Railway, S3				
- CI/CD, 환경 설정				
19. 프로젝트 관리	-	10	30	300
- 요구분석, 설계, 문서화				
합계		168 인/일		7,440만원

8.4 인건비 산출 (SW기술자 노임단가 기준)

한국소프트웨어산업협회 2025년 기준 SW기술자 등급별 노임단가 적용:

등급	일 단가	월 단가	투입 기간	소계
고급기술자 (백엔드)	434,000원	8,680,000원	2개월	17,360,000원
고급기술자 (프론트엔드)	434,000원	8,680,000원	1.5개월	13,020,000원
고급기술자 (AI/ML)	500,000원	10,000,000원	1개월	10,000,000원
중급기술자 (DB/인프라)	340,000원	6,800,000원	0.5개월	3,400,000원
PM (프로젝트 관리)	500,000원	10,000,000원	0.5개월	5,000,000원
인건비 합계				48,780,000원

8.5 비용 요약

산출 방식	금액
기능점수(FP) 기반	6,715만원
상향식(Bottom-up) 기반	7,440만원
인건비 기반	4,878만원

최종 견적 (가중 평균)

구분	금액	비고
최소 견적	5,000만원	핵심 기능만, 최소 마진
표준 견적	6,500만원	전체 기능, 적정 마진 (추천)
최대 견적	8,000만원	유지보수 포함, 충분한 마진

8.6 월간 운영 비용

항목	월 비용	비고
Railway Hosting (Pro)	~\$20 (약 27,000원)	Starter Plan
PostgreSQL (Railway)	~\$5 (약 6,800원)	포함
OpenAI API	\$30 100 (약 40,000~135,000원)	사용량 비례
Railway Storage (S3)	~\$5 (약 6,800원)	이미지/파일
도메인/SSL	~\$1 (약 1,400원)	Railway 포함
월 운영비 합계	약 82,000 ~ 177,000원	
연간 운영비	약 98만원 ~ 212만원	

8.7 유지보수 비용 (선택)

항목	월 비용	내용
기본 유지보수	100만원/월	버그 수정, 소규모 변경
표준 유지보수	200만원/월	+ 기능 개선, 성능 최적화
프리미엄 유지보수	350만원/월	+ 신규 기능 개발, 24시간 대응

9. 운영 가이드

9.1 배포 환경

항목	값
플랫폼	Railway
프로젝트명	enchanted-rebirth
서비스명	ReadingPRO
URL	https://readingpro-production.up.railway.app
배포 방식	GitHub push → 자동 배포

9.2 환경 변수

DATABASE_URL	- PostgreSQL 연결 (자동 설정)
SECRET_KEY_BASE	- Rails 시크릿 키
RAILS_ENV=production	
RAILS_SERVE_STATIC_FILES=1	
RAILS_LOG_TO_STDOUT=1	
OPENAI_API_KEY	- OpenAI API 키

주의: RAILS_MASTER_KEY 는 설정하지 말 것!

9.3 배포 명령어

```
# 코드 변경 배포 (GitHub push 또는)
railway up --detach

# 단순 재시작
railway redeploy --yes
```

9.4 테스트 계정

역할	이메일	비밀번호
관리자	admin@ReadingPro.com	ReadingPro\$12#
연구자	researcher@ReadingPro.com	ReadingPro\$12#
진단교사	teacher_diagnostic@ReadingPro.com	ReadingPro\$12#
학생	shinmyung_s-0001@shinmyung.edu	shinmyung.edu_\$12#
학부모	shinmyung_p-0001@shinmyung.edu	shinmyung.edu_\$12#

10. 부록

10.1 상세 문서 목록

문서	위치
스키마 마이그레이션 가이드	docs/raw_data/development_history/SCHEMA_MIGRATION_2026_02_04.md
로그인 시스템 이슈	docs/raw_data/development_history/LOGIN_ISSUES_HISTORY_2026_02.md
개발 히스토리	docs/raw_data/development_history/
API 문서	app/controllers/api/v1/ (코드 내 문서)

10.2 Gem 의존성 목록

Gem	용도
rails 8.1.2	웹 프레임워크
pg	PostgreSQL 어댑터
puma	웹 서버
turbo-rails	SPA-like UX
stimulus-rails	JS 프레임워크
bcrypt	비밀번호 해싱
ruby-openai	OpenAI API
aws-sdk-s3	S3 스토리지
kaminari	페이지네이션
paper_trail	감사 추적
pdf-reader	PDF 파싱

caxlsx	엑셀 생성
roo	엑셀 읽기
csv	CSV 처리
image_processing	이미지 변환

10.3 데이터베이스 테이블 전체 목록 (70개)

▶ 테이블 목록 펼치기

서명

구분	서명
개발자	SkillupDoma
보고서 작성	Claude AI Assistant
작성일	2026년 2월 11일

본 보고서는 ReadingPRO 시스템의 개발 과정, 기능 구현, 오류 수정, 건적을 종합적으로 기술한 납품 문서입니다.