

# 제주대학교 해양과학대학 지구해양과학과 AI 활용 계획서

## 1. 학과 현황 분석

### 1.1 주요 교육 과정

- 지구시스템과학 및 해양과학 통합 교육
- 해양 물리, 화학, 지질, 생물 분야 융합 연구
- 기후변화 및 해양환경 변화 분석
- 해양-대기 상호작용 연구
- 해양 퇴적물 및 고해양학 연구
- 해양 관측 및 데이터 분석 기법
- 해양 지구물리 탐사 및 해석

### 1.2 현재 문제점

- 광역 해양 관측의 시공간적 한계
- 복잡한 해양-대기 상호작용 분석 어려움
- 장기간 기후 데이터 처리 및 패턴 분석 복잡성
- 해양 환경 변화 예측의 불확실성
- 다중 스케일 해양 현상 통합 분석 한계
- 실시간 해양 재해 예측 시스템 부족

### 1.3 학생별 현재 학습 과정 및 자동화 대상

#### 해양물리 전공 학생 (18명)

- 현재 학습: 해류, 조석, 파랑 분석, 해양-대기 상호작용
- 자동화 대상:
  - AI 기반 해양 순환 모델링 및 예측
  - 실시간 해양 기상 예보 시스템
  - 해양 에너지 및 물질 순환 분석
  - 극한 해양 현상 예측 및 조기 경보

#### 해양화학 전공 학생 (15명)

- 현재 학습: 해수 화학 성분 분석, 해양 오염, 탄소 순환
- 자동화 대상:
  - 자동화된 해수 화학 분석 및 품질 관리
  - 해양 산성화 모니터링 및 예측
  - 해양 탄소 순환 모델링
  - 해양 오염물질 확산 예측 시스템

### 해양지질 전공 학생 (12명)

- 현재 학습: 해저 지형, 퇴적물 분석, 고해양학
- 자동화 대상:
  - AI 기반 해저 지형 자동 분석
  - 퇴적물 분류 및 연대 측정 자동화
  - 고해양 환경 복원 및 예측
  - 해저 자원 탐사 시스템

### 기후해양 전공 학생 (10명)

- 현재 학습: 기후변화, 해수면 변화, 극지 해양학
- 자동화 대상:
  - 기후변화 시나리오 자동 생성 및 분석
  - 해수면 상승 예측 모델링
  - 극지 해빙 변화 모니터링
  - 기후 변화 영향 평가 시스템

## 2. AI 자동화 대상 업무별 계획

### A. 스마트 해양 관측 및 예측 시스템

#### 현재 문제점

- 해양물리 전공 학생 18명이 제한된 관측 장비로 해양 현상 분석
- 광범위한 해역에 대한 연속적 관측 어려움
- 복잡한 해양 순환 패턴 분석의 한계
- 단기 및 장기 해양 예측의 정확도 부족

#### AI 자동화 방안

##### DeepSeek R1 활용:

- 위성 및 부이 관측 데이터 실시간 통합 분석
- 해양 순환 패턴 자동 인식 및 분류
- 다중 스케일 해양 현상 예측 모델
- 해양-대기 결합 예측 시스템
- 극한 해양 현상 조기 경보 시스템

##### Qwen3 Fine-tuning:

- 제주 주변 해역 해양학적 특성 (쿠로시오, 대마난류) 학습
- 제주 연안 용승, 조석, 파랑 특성 분석
- 동중국해 해양 환경 변화 패턴 학습
- 태풍 경로 및 제주 해역 영향 분석
- 계절별 해양 환경 변화 및 예측 패턴

#### 구현 절차

## 1. 통합 해양 관측 네트워크 (5개월)

- 1개월차: 관측 인프라 통합
  - 위성 해석, 해수면 온도 데이터 실시간 수집
  - 해양 관측 부이 네트워크 확장 (20개소)
  - 해안 레이더 시스템 구축 (5개소)
  - 자율 수중 글라이더 운영 시스템 (10대)
  - 연안 해양 관측소 자동화 시스템
- 2개월차: 실시간 데이터 처리 시스템
  - 다중 센서 데이터 품질 관리 자동화
  - 실시간 데이터 동화 시스템 구축
  - 관측 데이터 공백 지역 보간 알고리즘
  - 이상 데이터 자동 탐지 및 보정
  - 표준화된 데이터 포맷 변환 시스템
- 3개월차: AI 해양 순환 모델
  - 딥러닝 기반 해류 예측 모델 개발
  - 조석 및 폭풍 해일 예측 고도화
  - 해양 와류 및 전선 자동 탐지
  - 수직 혼합 및 층화 구조 분석
  - 해양 난류 특성 자동 분석
- 4개월차: 해양-대기 결합 시스템
  - 해양-대기 열 교환 모델링
  - 증발 및 강수 영향 통합 분석
  - 태풍 강도 변화 예측 시스템
  - 해양 기상 단기 예보 모델
  - 기상청 예보 모델 연동 시스템
- 5개월차: 통합 예측 플랫폼
  - 다중 모델 앙상블 예측 시스템
  - 불확실성 정량화 및 신뢰구간 제시
  - 사용자 맞춤형 예측 정보 제공
  - 해양 재해 조기 경보 시스템
  - 예측 성능 자동 평가 및 개선

학생별 학습 과정 변화

해양물리 전공 학생:

- 기존: 수동 관측 데이터 분석 (주 20시간)
- 변화: AI 모델 개발 및 예측 해석 (주 15시간), 고급 해양 물리 현상 연구에 집중

기대효과

- 해양 예측 정확도 70% 향상
- 관측 데이터 품질 90% 개선

- 해양 재해 조기 경보 시간 **80%** 단축
- 연구 생산성 **60%** 증가

## B. 해양 화학 자동 분석 및 모니터링 시스템

### 현재 문제점

- 해양화학 전공 학생 **15명**이 수동 채수 및 실험실 분석에 의존
- 시료 채취 지정 및 빈도의 제약
- 분석 결과의 정확도 및 재현성 한계
- 해양 오염 및 산성화 모니터링 지연

### AI 자동화 방안

#### 자동 해수 분석 시스템:

- 연속 해수 분석기 네트워크 구축
- AI 기반 분석 결과 품질 관리
- 이상 농도 자동 감지 및 알림
- 분석 방법 최적화 및 표준화

#### 해양 오염 및 산성화 예측:

- 오염물질 확산 모델링
- 해양 산성화 진행 예측
- 생태계 영향 평가 시스템
- 완화 및 적응 방안 도출

### 구현 절차

#### 1. 자동 해수 분석 네트워크 (4개월)

- **1개월차: 자동 분석 장비 구축**
  - 연속 해수 분석기 **15대** 설치
  - 영양염, pH, 용존산소 자동 측정
  - 중금속 및 오염물질 자동 분석
  - 총 유기탄소, 알칼리도 측정 시스템
  - 샘플 자동 채취 및 전처리 장비
- **2개월차: AI 품질 관리 시스템**
  - 분석 결과 이상값 자동 탐지
  - 장비 드리프트 보정 알고리즘
  - 분석 정확도 실시간 모니터링
  - 표준물질 자동 검증 시스템
  - 분석 불확실성 자동 계산
- **3개월차: 해양 화학 모델링**
  - 해수 탄소 시스템 모델링

- 영양염 순환 및 분포 예측
- 해양 산성화 진행 모델
- 오염물질 거동 및 분해 모델
- 생지화학 순환 통합 모델
- **4개월차: 통합 화학 모니터링**
  - 실시간 해양 화학 대시보드
  - 화학적 해양 건강도 평가
  - 오염 사고 자동 탐지 시스템
  - 해양 보호구역 수질 관리
  - 국제 해양 화학 데이터 공유

학생별 학습 과정 변화

해양화학 전공 학생:

- 기존: 수동 시료 분석 및 실험 (주 18시간)
- 변화: 자동화 시스템 관리 및 해석 (주 13시간), 첨단 해양 화학 연구에 집중

기대효과

- 분석 효율성 **80%** 향상
- 데이터 신뢰성 **95%** 달성
- 오염 감지 시간 **90%** 단축
- 해양 화학 연구 품질 **85%** 개선

## C. 지능형 해저 지형 및 지질 분석 시스템

현재 문제점

- 해양지질 전공 학생 **12명**이 제한적 해저 탐사 장비 활용
- 해저 지형 매핑의 해상도 및 정확도 한계
- 퇴적물 분석의 주관적 해석 요소
- 고해양 환경 복원의 불확실성

**AI** 자동화 방안

해저 지형 자동 매핑:

- 멀티빔 음향측심 데이터 자동 처리
- **AI** 기반 지형 특징 자동 분류
- 해저 지질 구조 **3D** 모델링
- 해저 사면 안정성 자동 평가

퇴적물 자동 분석:

- 현미경 이미지 기반 입자 자동 분류
- 퇴적 환경 자동 해석 시스템
- 연대 측정 결과 통합 분석
- 고환경 지시자 자동 추출

## 구현 절차 (4개월)

- **1개월차: 해저 탐사 자동화**
  - 자율 수중 로봇 기반 해저 매핑
  - 고해상도 해저 지형 데이터 수집
  - 해저 퇴적물 자동 채취 시스템
  - 수중 카메라 이미지 자동 분석
  - 지구물리 탐사 데이터 통합
- **2개월차: AI 지질 분석 시스템**
  - 퇴적물 입자 크기 자동 분석
  - 광물 조성 자동 분류 시스템
  - 유기물 및 화석 자동 식별
  - 퇴적 구조 패턴 인식
  - 지화학 분석 결과 해석 AI
- **3개월차: 고해양 환경 복원**
  - 과거 기후 자동 복원 시스템
  - 해수면 변화 역사 재구성
  - 고해류 패턴 복원 모델
  - 생물 생산성 변화 추적
  - 극한 기후 사건 탐지
- **4개월차: 통합 지질 정보 시스템**
  - 해저 지질도 자동 생성
  - 지질 위험도 평가 시스템
  - 해저 자원 잠재성 평가
  - 해안 침식 예측 모델
  - 지질 재해 조기 경보

## 학생별 학습 과정 변화

### 해양지질 전공 학생:

- 기존: 수동 퇴적물 분석 및 해석 (주 22시간)
- 변화: AI 지원 지질 해석 및 모델링 (주 16시간), 고급 지구과학 연구에 집중

### 기대효과

- 해저 매핑 효율성 85% 향상
- 퇴적물 분석 정확도 90% 달성
- 고환경 복원 신뢰도 75% 개선
- 지질 연구 생산성 70% 증가

## D. 기후변화 통합 분석 및 예측 시스템

### 현재 문제점

- 기후해양 전공 학생 10명이 복잡한 기후 모델 분석 어려움
- 장기간 기후 데이터 처리 및 패턴 분석 복잡성
- 기후변화 시나리오 불확실성 정량화 한계
- 지역 규모 기후 영향 평가 부족

## AI 자동화 방안

### 기후 변화 시나리오 분석:

- 다중 기후 모델 통합 분석
- 지역별 기후 변화 상세화
- 극한 기후 사건 빈도 변화 예측
- 기후 변화 영향 평가 자동화

### 해수면 상승 정밀 예측:

- 지역별 해수면 변화 예측
- 연안 침수 위험도 평가
- 극지 빙하 융해 영향 분석
- 적응 대책 효과 평가

### 구현 절차 (3개월)

- **1개월차:** 기후 데이터 통합 플랫폼
  - 전지구 기후 모델 데이터 수집
  - 지역 기후 관측 데이터 통합
  - 고해상도 기후 데이터 생산
  - 기후 변화 지표 자동 계산
  - 불확실성 정량화 시스템
- **2개월차:** 영향 평가 모델링
  - 생태계 영향 평가 모델
  - 농업 및 수자원 영향 분석
  - 연안 지역 취약성 평가
  - 경제적 피해 추정 모델
  - 사회적 영향 평가 시스템
- **3개월차:** 적응 전략 지원 시스템
  - 적응 대책 효과 평가
  - 비용-편익 분석 자동화
  - 정책 시나리오 영향 평가
  - 이해관계자 의사결정 지원
  - 기후 리스크 관리 시스템

### 학생별 학습 과정 변화

### 기후해양 전공 학생:

- 기존: 수동 기후 데이터 분석 (주 24시간)
- 변화: AI 기반 기후 모델링 및 정책 분석 (주 18시간), 기후 정책 연구에 집중

#### 기대효과

- 기후 예측 정확도 60% 향상
- 영향 평가 효율성 80% 개선
- 정책 지원 능력 90% 강화
- 국제 기후 연구 기여도 확대

## 3. 통합 시스템 아키텍처

### 3.1 기술 스택

- AI 플랫폼: DeepSeek R1 + Fine-tuned Qwen3
- 해양 관측: 위성 + 부이 + AUV + 글라이더
- 데이터 처리: Python + R + MATLAB + CDO
- 모델링: ROMS + WRF + CESM + Custom AI Models
- 클라우드: NOAA Cloud + AWS + Pangeo
- 빅데이터: Apache Spark + Dask + Xarray
- 시각화: Plotly + Leaflet + Cesium + ParaView
- 데이터베이스: PostgreSQL + MongoDB + NetCDF + HDF5

### 3.2 데이터 통합 및 보안

- 국제 표준: FAIR 데이터 원칙 + CF Convention
- 데이터 공유: GOOS + IODE + World Data Centers
- 품질 관리: UNESCO IOC 품질 관리 절차
- 메타데이터: ISO 19115 + GCMD 표준

## 4. 도입 일정 및 예산

### 4.1 단계별 도입 계획

#### 1단계: 해양 관측 및 분석 시스템 (5개월)

- 통합 해양 관측 네트워크
- 실시간 데이터 처리 및 품질 관리
- AI 해양 순환 예측 모델

#### 2단계: 화학 분석 및 지질 시스템 (4개월)

- 자동 해수 화학 분석 네트워크
- 지능형 해저 지형 분석 시스템
- 퇴적물 자동 분석 및 해석

#### 3단계: 기후 분석 및 통합 플랫폼 (3개월)



- 기후변화 통합 분석 시스템
- 전체 시스템 통합 및 최적화
- 국제 데이터 공유 체계 구축

## 4.2 예산 예산 (총 12개월)

| 구분           | 예산 (만원) |
|--------------|---------|
| 해양 관측 장비     | 60,000  |
| 자동 분석 장비     | 40,000  |
| 해저 탐사 장비     | 35,000  |
| 컴퓨팅 인프라      | 25,000  |
| 소프트웨어 개발     | 30,000  |
| AI 모델 개발     | 20,000  |
| 데이터 시스템      | 15,000  |
| 교육 및 훈련      | 10,000  |
| 운영 및<br>유지보수 | 15,000  |
| 총 예산         | 250,000 |

## 5. 성과 지표 (KPI)

### 5.1 정량적 지표

- 해양 예측 정확도: 70% 향상
- 관측 데이터 품질: 90% 개선
- 분석 효율성: 80% 증가
- 연구 생산성: 75% 향상
- 학습 효과성: 85% 개선
- 취업률: 현재 75% → 목표 90%

### 5.2 정성적 지표

- 종합적 지구해양과학 연구 역량 강화
- 기후변화 대응 전문가 양성
- 국제 해양과학 연구 경쟁력 확보
- 지속가능한 해양 이용 기술 개발

## 6. 산학협력 및 지역 연계

### 6.1 해양과학 연구기관 연계

- 한국해양과학기술원(KIOST) 협력
  - 제주 해역 공동 관측 연구
  - 기후변화 영향 평가 프로젝트
  - 해양 관측 기술 고도화
- 국립기상과학원 협력
  - 해양-대기 결합 예측 모델
  - 태풍 및 해양 기상 연구
  - 기후변화 시나리오 개발

### 6.2 제주 지역 해양환경 기여

- 제주 연안 환경 모니터링 강화
- 제주 기후변화 적응 전략 수립
- 제주 해양보호구역 과학적 관리
- 제주 해양관광 안전성 향상

## 7. 향후 발전 계획

### 7.1 기술 고도화

- 지구시스템 모델 **AI** 가속화
- 위성-해양 통합 관측 시스템
- 해양 디지털 트윈 플랫폼
- 기계학습 기반 기후 예측 혁신

### 7.2 교육 과정 확장

- 기후변화 과학 전문가 과정
- 해양 빅데이터 분석 전문가 양성
- 국제 해양-기후 연구 협력 프로그램
- 해양과학 정책 전문가 과정

### 7.3 연구 영역 확대

- 제주 기후변화 연구센터 설립
  - 동아시아 해양과학 연구 허브
  - **IPCC** 기여 연구 그룹 참여
  - **UN** 지속가능발전목표 해양 연구
-

작성일: 2025년 6월 25일

작성기관: 제주대학교 해양과학대학 지구해양학과