

ALARA 의사결정을 위한 실시간 IoT-ADR 적용 피폭 관리 가능한 디 지털트윈 관제 플랫폼 구축 방향

2025.10.29

(주)넥스트코어테크놀로지
발표자 : 서원기



CONTENTS

- 01. 연구목표 및 연구내용
- 02. 2세부 연구수행 내용
- 03. 4세부 연구수행 내용
- 04. 연구 성과
- 05. 안전관리 플랫폼 레퍼런스



NEXT

01. 연구목표 및 연구내용

CORE

1. 연구목표 및 연구내용

2세부

ALARA 의사결정 S/W 개발 및 통합시스템 구축

SEABURY[®]
Solutions

NEXT CORE
Technology

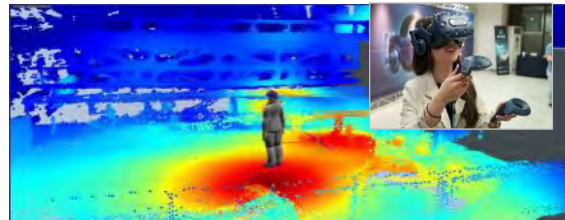
대한방사선방어학회
The Korean Association for Radiation Protection

한국수력원자력

2세부

ALARA 의사결정 S/W 개발 및 통합시스템 구축

- 현장 DB 기반 경상/계획예방정비 ALARA 의사결정 지원모듈
- 비정상/사고시 ALARA 의사결정 지원모듈 개발
- 정상/사고시 피폭선량 예측 연계 ALARA 의사결정 통합관리 시스템 구축



주요 성과물 예시



4세부

방사선 안전관리 시스템 개발

NEXT CORE
Technology

IAE 고등기술연구원
Institute for Advanced Engineering

고려대학교
KOREA UNIVERSITY

NUCARE
Think, analyze & do differently

한국수력원자력

4세부

방사선 안전관리시스템 개발

- 실시간 작업자 위치 추적 및 관리 플랫폼 구축
- 3D 기반 선량 및 안전관리 시스템 구축



주요 성과물 예시



3D 위치 기반 원전 안전작업 관리 시스템

1. 연구목표 및 연구내용

3D-BIM기반(디지털 트윈 기반) 방사선종사자 통합 안전관리 플랫폼



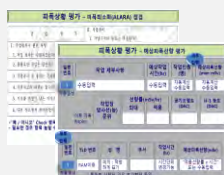
ALARA 의사결정
프로그램 연동 기
반 **작업관리**

실시간 선량 관
제 및 환경 센서
통합 관리

최적 경로 안내
로 피폭 최소화
극대화

**3D 기반 선량
맵 모니터링으**
로 직관적 피폭
관리

ALARA 이행 프로세스 관리



- 피폭상황 평가
- 선량제약치 설정
- 방호방안 탐색
- 최적 방안 탐색
- 최적화 이행
- 성과 평가

통합 안전 모니터링



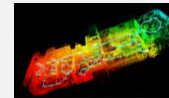
개인선량계



공간선량계

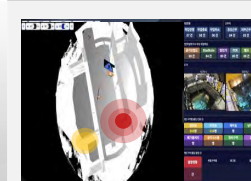
- 개인선량계, 공간선량계 등 장비 모니터링
- 고장/이력 관리

최적 경로 안내



- 공간에 따른 선량 분포 표현
- 최적경로 안내(빨간 점선)
- 최적경로 이탈시 알람 표출

위치기반 선량 MAP 모니터링

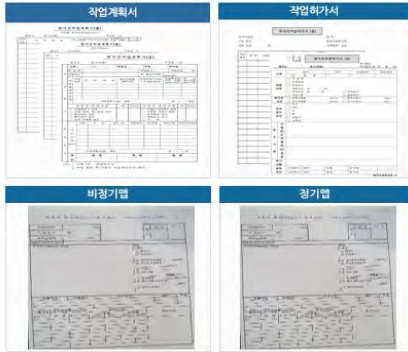


- 작업관리
- 위치별 선량관리(개인선량, 공간 선량 데이터)
- 작업별 안전교육 관리
- 근로자 위험상황 관리

1. 연구목표 및 연구내용

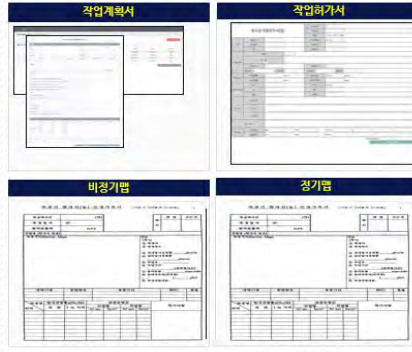
01 ALARA 이행 프로세스 관리 작업 관리 문서 연동

요소 기술



- RAM, ALARA 시스템에서의 각각의 관리 현황
- 작업현황관리 개별 등록 관리

구현 결과



- ALARA 통합 운영 시스템을 통해 작업현황관리 모니터링 및 작업 등록 가능
- RAM, ADR, ALARA 데이터 연동하여 ALARA 통합 작업 현황 관리 가능

02 AIDAK 시스템 연계를 통한 내부 피폭선량 예측진단

요소 기술



- 원전에서 일하는 작업자들이 방사성 물질을 흡입하거나 섭취했을 때 발생하는 내부피폭을 정확하게 평가하고 실시간으로 모니터링하는 기술로 이를 통해 피폭을 최소화하고 안전한 작업 환경을 조성

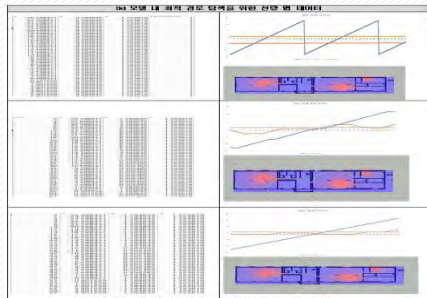
구현 결과



- ICPR OIR 모델 기반 설계 및 함수 모듈을 추적관리
- 방사선원 유발 핵종 및 선량 평가 데이터를 통해 내부 피폭선량 예측 진단

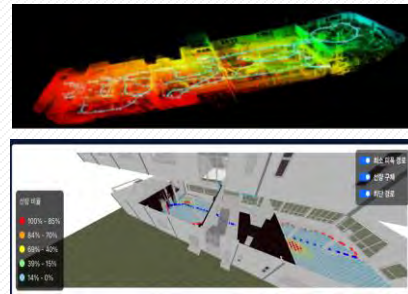
03 작업 공간선량 MAP 형상화 및 최적경로 안내

요소 기술



- 공간 선량 모델 적용하여 3d 모델 내 최적 경로 탐색을 위한 선량 맵 데이터 산출

구현 결과



- 3D 실감몰입형으로 가시화 하여 직관적인 방사선 수치에 대해 파악이 용이함
- 원전 현장의 정해진 시나리오와 현장정보(최적 경로, 피폭량 등)를 기반으로 국내외 규제요건과 정책에 대응할 수 있는 수준의 기술을 확보할 수 있음

04 3D-BIM 디지털 트윈 기반 작업현장 방사선 안전 관리

요소 기술



- IoT-ADR를 통해 실시간 위치추적 적용
- 방사선작업종사자 개인 선량 측정 기술

구현 결과

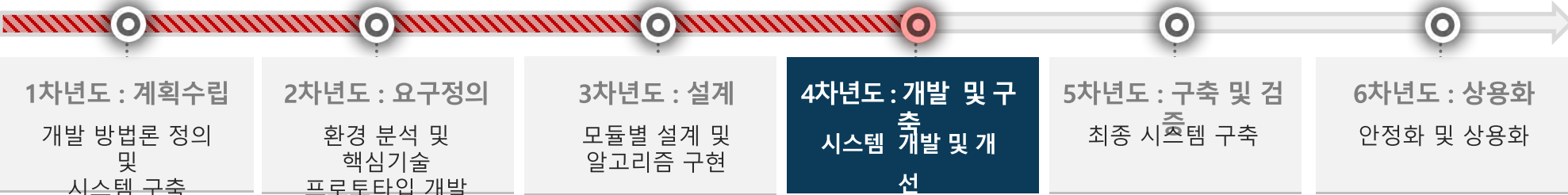


- 원자력발전소 작업지역을 3D 디지털 트윈 기반으로 형상화 하여 작업현황과 선량 센서 등을 연동하여 가시화
- 고 위험지역 근로자 안전관리를 위한 근로자 위치 정보 3D 맵에 매핑하여 표출

02. 2세부 연구수행 내용

1. (2연구) 4차년도 연구목표

4차년도 수행 목표



4차년

1. 비정상/사고시 주요 방사선작업 프로세스 설계

- 방사선 작업 등록/관리 프로세스 모듈 설계
- 방사선 작업 유저 시나리오 분석 및 작성

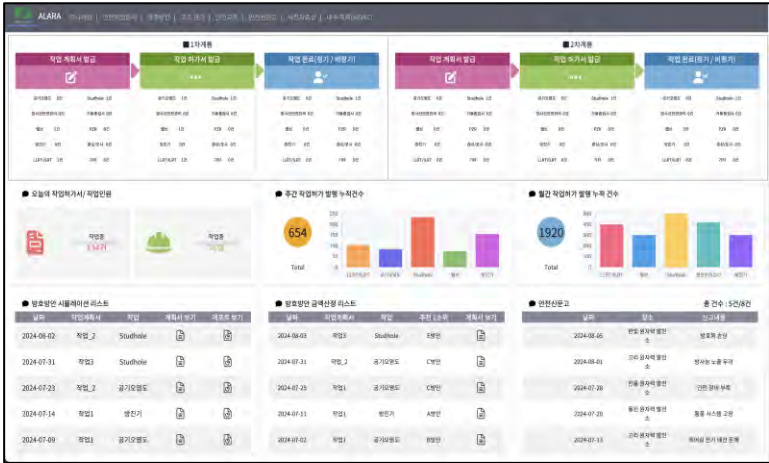
2. 피폭 상황평가 프로세스 PI 및 시나리오 설계

- 피폭 상황평가 프로세스 모듈 설계
- 피폭 상황평가 프로세스 사용자 권한 분석 및 설계
- 평가 도식도 분석 및 프로세스 모듈 설계

5차년

3. ALARA 의사결정 통합관리 시스템 데이터베이스 구축

- ALARA 의사결정 통합관리 시스템 데이터베이스 구성 및 구축

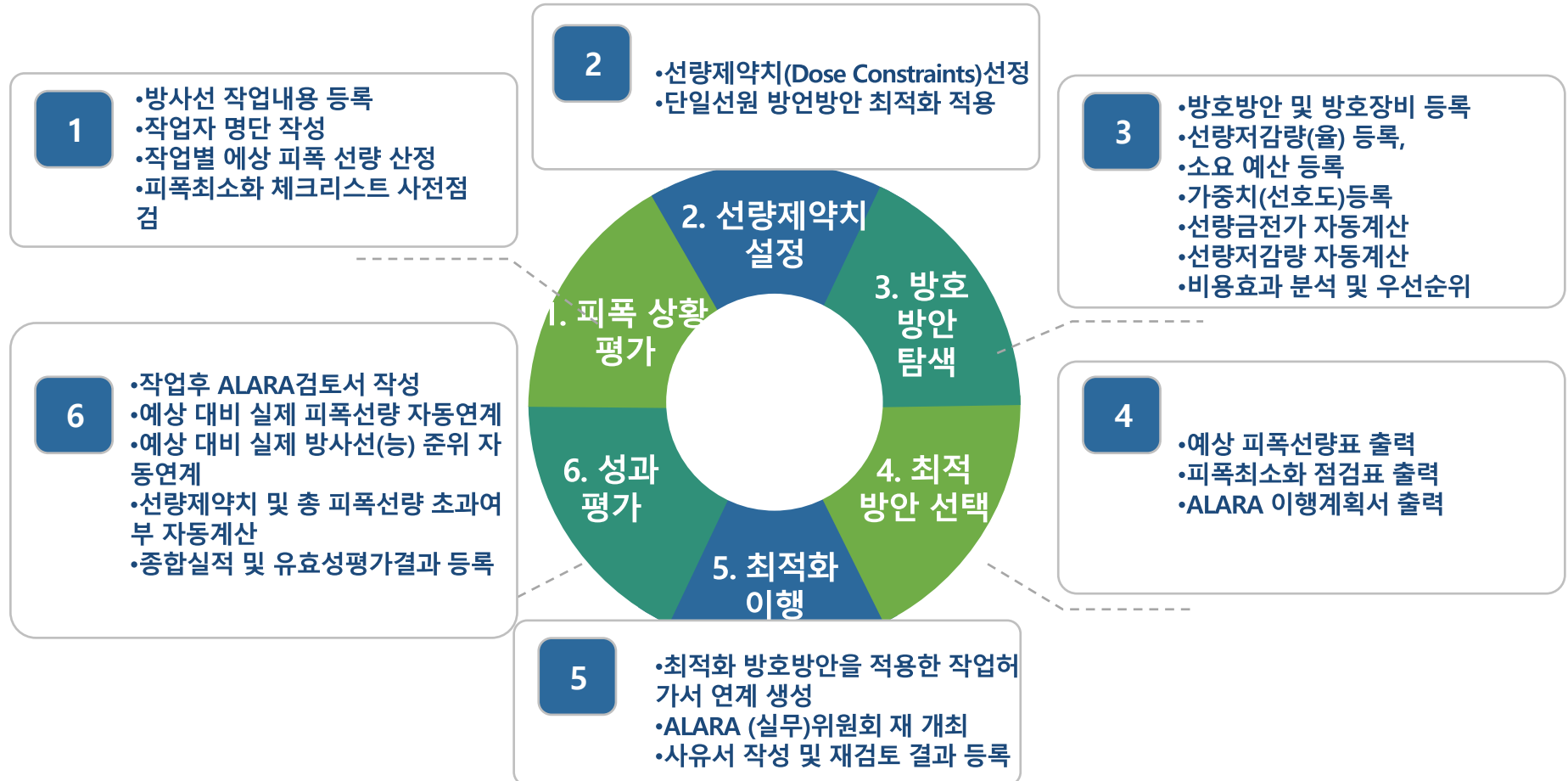


2. (2연구) 4차년도 연구내용

4차년도 수행 목표 내용

01

비정상/사고시 주요 방사선 작업 프로세스 설계



2. (2연구) 4차년도 연구내용

비정상/사고시 주요 방사선 작업 프로세스 설계

작업 프로세스 및 문서 디지털화

(AS-IS) 오프라인 문서

작업계획서

작업허가서

비정기맵

정기맵

(TO-BE) 온라인 디지털 문서

작업계획서

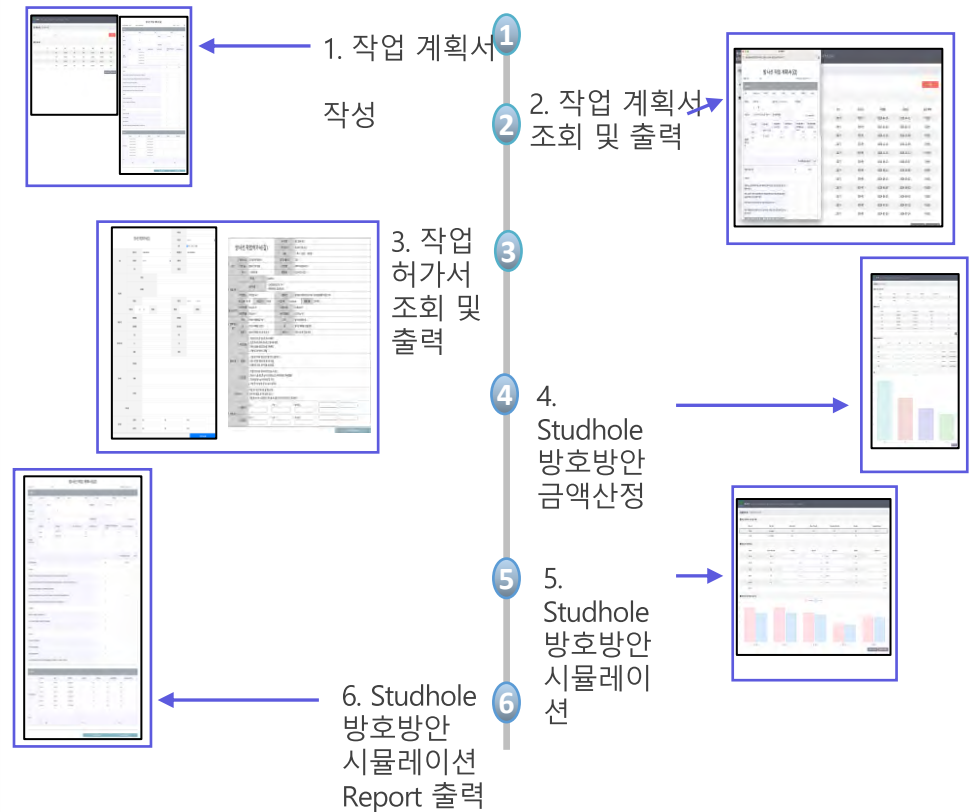
작업허가서

비정기맵

정기맵

비정상/사고시 주요 방사선 작업 프로세스 설계

Scenario 1 (Studhole 작업시)

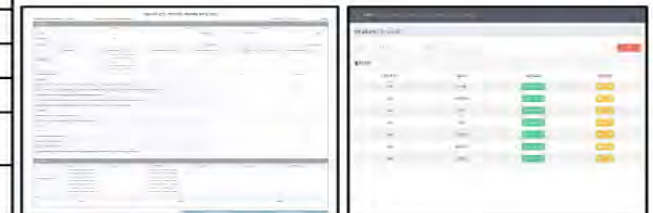


2. (2연구) 4차년도 연구내용



비정상/사고시 주요 방사선 작업 프로세스 설계

ALARA 의사결정 시스템 - 메뉴 구성



1Depth	2Depth	설명
모니터링		원자력 발전소 3D 모델을 통하여 안전 관리 가능
안전 작업 문서	작업계획서 관리	작업 계획서 발행 및 조회, 승인, 삭제 처리기능
	작업허가서 관리	작업 허가서 발행 및 조회, 승인, 삭제 처리기능
	작업완료 관리	작업 완료 문서(정기/비정기 맵) 발행 및 조회, 승인, 삭제 처리기능
방호방안	방호방안 시뮬레이션	등록된 작업계획서를 선택하여 작업자 별 선량 금전가를 입력하여 방호방안 시뮬레이션 및 결과 레포트 발행 기능
	방호방안 금액산정	등록된 작업계획서를 선택하여 방호방안 별 선량 금전가를 입력하여 방호방안 금액산정 추천 순위 확인 기능
코드 관리	발전소 코드 관리	발전소 및 발전소 호기 등록, 수정, 삭제 기능
	작업 코드 관리	발전소 작업 등록, 수정, 삭제 기능
	방호방안 코드 관리	방호방안 등록, 수정, 삭제 기능
	작업전 점검 항목 관리	피폭상황 점검 항목 등록, 수정, 삭제 기능
안전교육		작업 별 시나리오, 시나리오 영상, 교육 영상 조회 기능

2. (2연구) 4차년도 연구내용



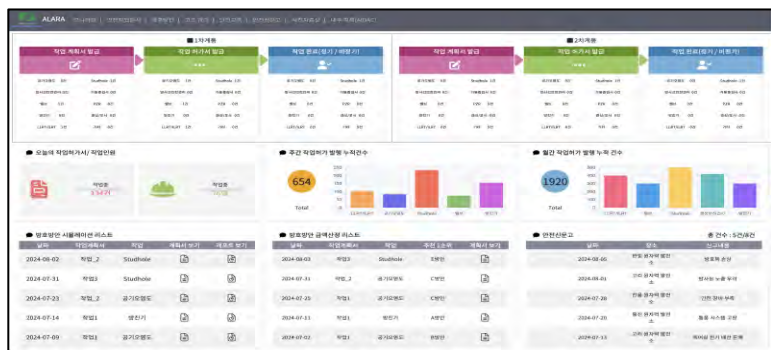
비정상/사고시 주요 방사선 작업 프로세스 설계

ALARA 의사결정 시스템 - 주요기능

01

의사결정을 위한 체계 현황 모니터링

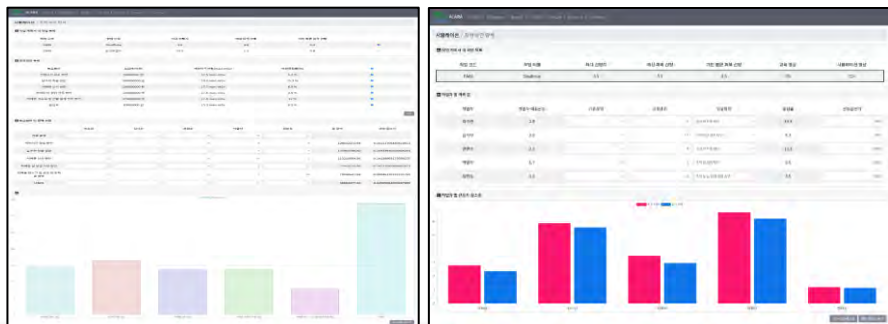
실시간 데이터 시각화와 주요 지표 모니터링



03

최적 방안 탐색

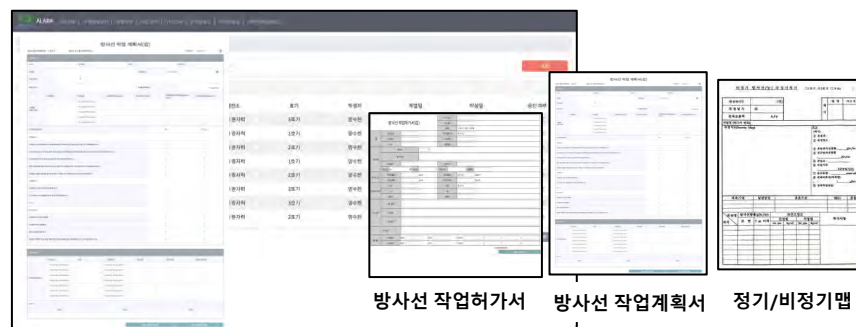
작업 조건, 위험 요소, 규제 요건 등을 종합적으로 고려하여 안전하고 효율적인 방안을 자동으로 도출



02

방사선 작업계획서, 작업허가서 관

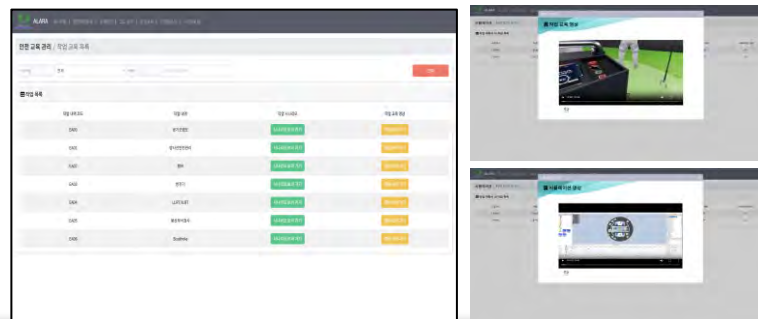
기존에 수기로 작성하던 작업허가서를 디지털화하여 효율성과 정확성 향상



04

시나리오 및 방호방안 시뮬레이션

작업 환경과 조건에 맞는 최적의 안전 조치를 평가, 구현



2. (2연구) 4차년도 연구내용



비정상/사고시 주요 방사선 작업 프로세스 설계

ALARA 의사결정 시스템 - 주요기능

최적방안 선택-Cost Benefit Analysis

일련 번호	방호방안	작업 자 1	작업 자 2	작업 자 3	작업 자 4	작업 자 5	작업 자 6	작업 자 7	작업 자 8	작업 자 9	작업 자 10
비교 기준	피폭상황 평가결과	11	8	13	9	4	18	23	0.8	10	20
1	A 방안	9	7	12	7	2	15	16	0.5	6	10
2	C 방안	8	5	11	5	2	10	17	0.3	4	11
3	D 방안	7	8	12	8	2	6	16	0.2	4	10

방호방안별 금액 선정

방호방안	방역비	검사비	정환금	총 금액	선량금전가
기준 준위	4	8	13		
A 방안	2	5.3	9.2		
C 방안	2.2	6.7	10.4		
D 방안	3.5	4.8	11.1		
E 방안	3.1	6.1	9.5		

최적방안 선택-Cost Effectiveness Analysis

일련 번호	방호 방안	소요예산 (원)	선량금전가 (원)	예상피폭선량 (man-mSv)	선량저감량 (man-mSv)
1	A 방안	90,000,000	150,000,000	자동 display	32.3
2	D 방안	130,000,000	200,000,000	자동 display	41.6

방호방안별 금액 선정

방호방안	방역비	검사비	정환금	총 금액	선량금전가
기준 준위	4	8	13		
A 방안	2	5.3	9.2	25325075.37	-0.043082813392036706
C 방안	2.2	6.7	10.4	15689629.83	-0.023941150560169
D 방안	3.5	4.8	11.1	14945946.12	-0.034981538382431171
E 방안	3.1	6.1	9.5	22252853.11	-0.0337405826572837

선량 준위 대비 선량 금전가 기준

선량 준위 (mSv)	0 ~ 1	1초과 ~ 5	5초과 ~ 10	10초과 ~ 20	20초과
선량금전가 (US\$/man-mSv)	50	200	1,000	4,000	8,500

최적 방안 시뮬레이션 알고리즘

1	A 방안	$[(9\text{천만원}/32.3 \text{ man-mSv}) / (1\text{억}5\text{천만원} - 9\text{천만원})]$ $= 2786377/6\text{천만원} = 4.64\text{E-}02$	2순위
2	D 방안	$[(1\text{억}3\text{천만원}/41.6 \text{ man-mSv}) / (2\text{억원} - 1\text{억}3\text{천만원})]$ $= 3125000/7\text{천만원} = 4.46\text{E-}02$	1순위

$$\text{Extended C.E ratio} = [(\Delta X / \Delta S) / (X_B - \Delta X)]$$

★주) ΔX = 비용증가량, ΔS = 선량저감량, X_B = 선량금전가

2. (2연구) 4차년도 연구내용

ALARA 의사결정 시스템 시연 영상

Chrome 파일 수정 보기 방문 기록 북마크 프로필 탭 창 도움말

ALARA

localhost:8080/main.do

mailplug-Login Projects · GitLab ChatGPT 정보 처리 기사 실기 Central Repository: RF란 무엇인가? 청약 NC 데모링크 온라인 PDF-PPT 번... 개발 클로바노트 - 홈 모든 북마크

ALARA 모니터링 | 안전작업문서 | 방호방안 | 코드 관리 | 안전교육 | 안전신문고 | 사진자료실 | 내부 피폭(AIDAC)

1차계통

작업 계획서

공기오염도 0건	Studhole 1건
방사선안전관리 0건	가동중검사 0건
밸브 1건	PZR 0건
방진기 0건	팬싱/포사 0건
LLRT/ILRT 1건	기타 0건

작업 허가서

공기오염도 1건	Studhole 1건
방사선안전관리 0건	가동중검사 0건
밸브 1건	PZR 0건
방진기 0건	팬싱/포사 0건
LLRT/ILRT 1건	기타 0건

작업 완료(정기 / 비정기)

공기오염도 0건	Studhole 1건
방사선안전관리 0건	가동중검사 0건
밸브 0건	PZR 0건
방진기 0건	팬싱/포사 0건
LLRT/ILRT 0건	기타 0건

2차계통

작업 계획서

공기오염도 0건	Studhole 1건
방사선안전관리 0건	가동중검사 0건
밸브 0건	PZR 0건
방진기 0건	팬싱/포사 0건
LLRT/ILRT 0건	기타 0건

작업 허가서

공기오염도 0건	Studhole 1건
방사선안전관리 0건	가동중검사 0건
밸브 0건	PZR 0건
방진기 0건	팬싱/포사 0건
LLRT/ILRT 0건	기타 0건

작업 완료(정기 / 비정기)

공기오염도 0건	Studhole 1건
방사선안전관리 0건	가동중검사 0건
밸브 0건	PZR 0건
방진기 0건	팬싱/포사 0건
LLRT/ILRT 0건	기타 0건

오늘의 작업허가서/ 작업인원

작업중 134건

작업중 76명

주간 시나리오 실행건수

Total 654

시나리오	실행건수
LLRT/ILRT	100
공기오염도	80
Studhole	220
밸브	70
방진기	180

월간 시나리오 실행건수

Total 1920

시나리오	실행건수
LLRT/ILRT	400
밸브	300
Studhole	480
통산부식검사	400
방진기	340

방호방안 시뮬레이션

날짜	작업계획서	작업	계획서 보기	레포트 보기
2024-08-02	작업_2	Studhole		
2024-07-31	작업3	Studhole		
2024-07-23	작업_2	공기오염도		
2024-07-14	작업1	방진기		

방호방안 코드

방호방안	소요예산	예상피폭선량	예상절감률
작업시간 감소 방안	900000000 원	17.5 man-mSv	5.3 %
납조끼 착용 방안	300000000 원	10.8 man-mSv	15.3 %
차폐물 설치 방안	190000000 원	17.5 man-mSv	6.9 %
차폐용 납 장갑 착용 ...	130000000 원	17.5 man-mSv	3.5 %
차폐용 마스크 및 신...	270000000 원	17.5 man-mSv	12 %

시나리오

작업코드	작업명	시나리오	교육영상
EA00	공기오염도		
EA01	방사선안전관리		
EA02	밸브		
EA03	방진기		
EA04	LLRT/ILRT		
EA05	통산부식검사		
EA06	Studhole		

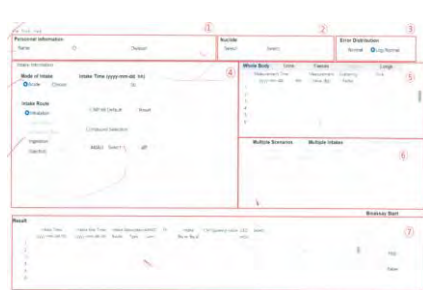
2. (2연구) 4차년도 연구내용



내부 피폭 상황평가 프로세스 PI 및 시나리오 설계

AIDAC 내부 피폭 예측 프로그램 적용

(AS-IS) KIDAK 내부 피폭 계산 모듈



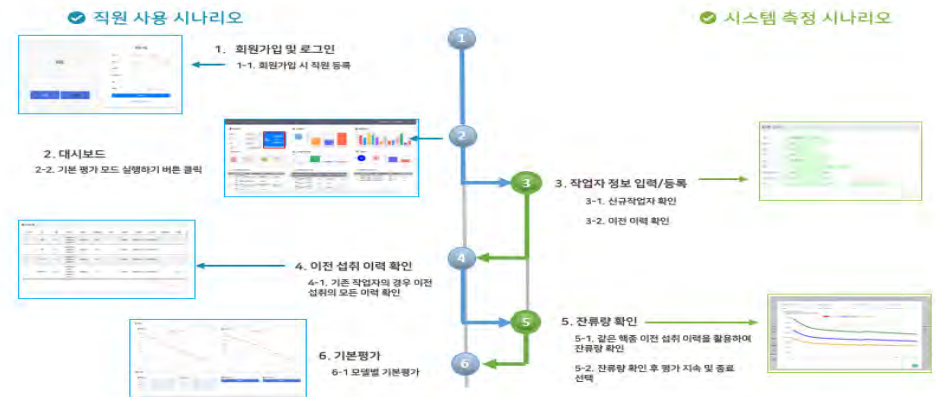
1. 개인 신상정보 및 섭취정보 입력 모듈
 - (1) 개인 신상정보 입력
 - (2) Model 선택
 - (3) 방사성핵종 선택
 - (4) 섭취 유형 선택
 - (5) 섭취경로 선택
 - (6) 관련인자 입력
 - (7) 다중 시나리오 및 반복섭취 모드
2. Bioassay Data 입력 모듈
3. 평가결과 출력
4. 선량계산(Dose Calculation Mode) 모드
5. 사용자 편의성

(To-BE) ADAK 내부 피폭 예측 프로그램

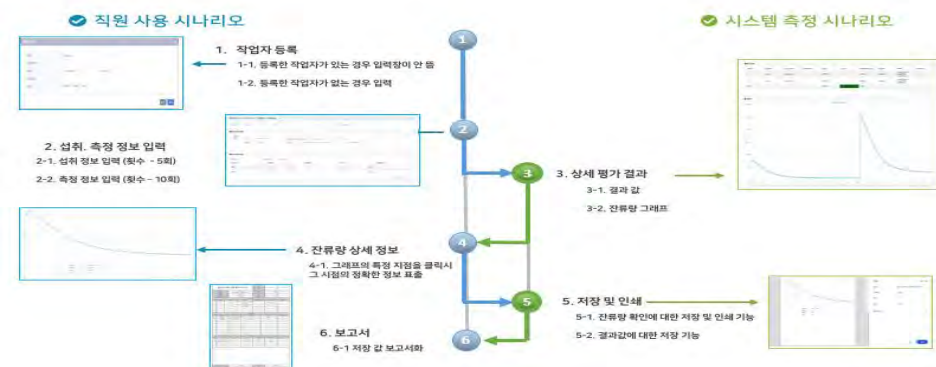


AIDAC 내부 피폭 예측 프로그램 - 시나리오

기본평가모드 시나리오



상세평가모드 시나리오

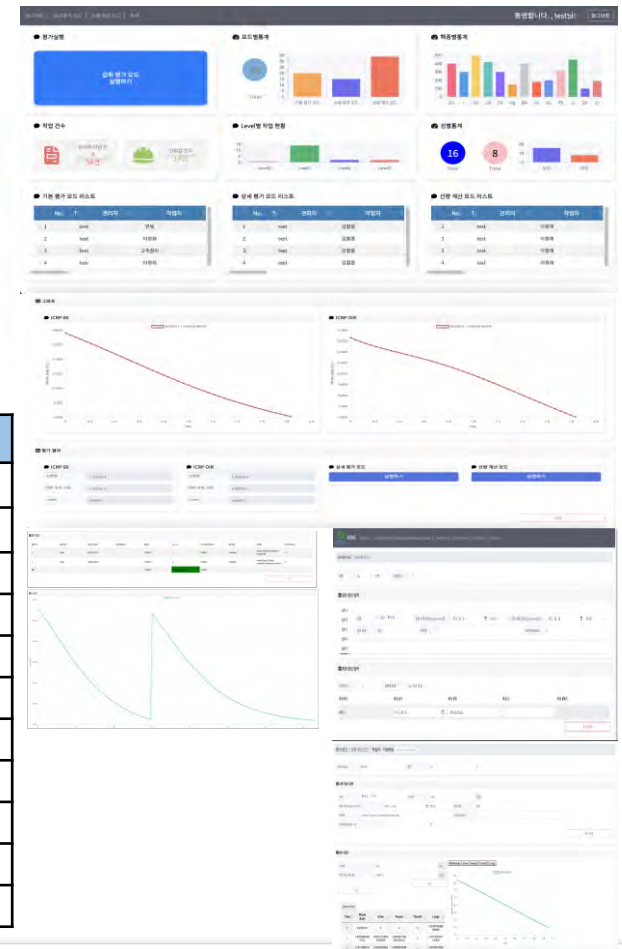


2. (2연구) 4차년도 연구내용



내부 피폭 상황평가 프로세스 PI 및 시나리오 설계

AIDAC 내부 피폭 예측 프로그램 – 메뉴 구성



1Depth	2Depth	설명
모니터링		각 핵종 별, 모드 별, 작업자 성별 등 각종 통계를 대시보드에 실시간 표출 기능
신규 섭취 여부 확인 모드		작업자 이력을 통해 바로 조회하거나, 신규로 처리하여 평가하는 기능
기본 평가 모드	목록 조회	기존의 저장 해 놓은 이력을 목록으로 확인하는 기능
	평가 모드	기본적으로 평가자의 급성 유형으로 피폭 측정하여 평가 실행 및 저장하는 기능
상세 평가 모드	목록 조회	기존의 저장 해 놓은 이력을 목록으로 확인하는 기능
	평가 모드	핵종 별로 섭취 정보 입력, 측정 정보 입력 후 평가 실행하여 결과를 저장하는 기능
선량 계산 모드	목록 조회	기존의 저장 해 놓은 이력을 목록으로 확인하는 기능
	평가 모드	섭취 정보 입력하여, 잔류/배설량 산출 기간을 입력하여 평가 실행하여 결과를 저장하는 기능
관리	핵종 관리	기존 핵종 목록을 관리, 새로운 핵종을 등록, 수정 및 삭제하는 기능
	함수 관리	기존 함수 목록을 관리, 새로운 함수를 등록, 수정 및 삭제하는 기능
	작업자 관리	기존 작업자 목록을 관리, 이력을 확인 할 수 있는 기능

2. (2연구) 4차년도 연구내용



AIDAC 내부 피폭 예측 프로그램 시연 영상

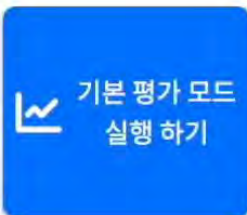
모니터링 | 상세 평가 모드 | 선량 계산 모드 | 관리

환영합니다. , admin님!

로그아웃

평가실행

평가자	admin
ID	admin
부서	EMC부
email	admin@khnpc.co.kr



작업 건수

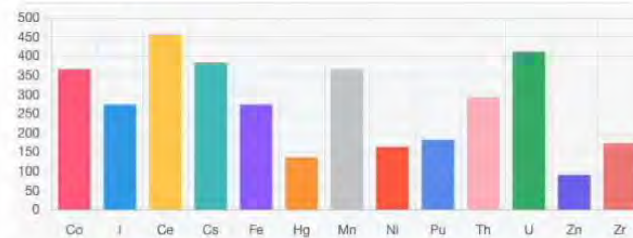


트 모드별통계



AIDAC 내부 피폭 예측 프로그램

트 핵종별통계



트 Level별 작업 현황



성별통계



기본 평가 모드 리스트

No.	관리자	작업자	일자	섭취량	예탁 유효 선량
1	admin	이정재	2024-11-13	1375826152.819	536.572
2	admin	이동국	2024-11-14	16046.338	0.006
3	강서곤	한수원	2024-11-18	37900654.324	871.715
4	admin	이정재	2024-11-09	1141.761	0
5	admin	이정재	2024-11-13	6139579.368	1.842
6	admin	고추참치	2024-11-14	215244.706	0.065
7	admin	이정재	2024-11-22	193575.632	0.058
8	admin	홍기도	2024-11-09	164.647	0

상세 평가 모드 리스트

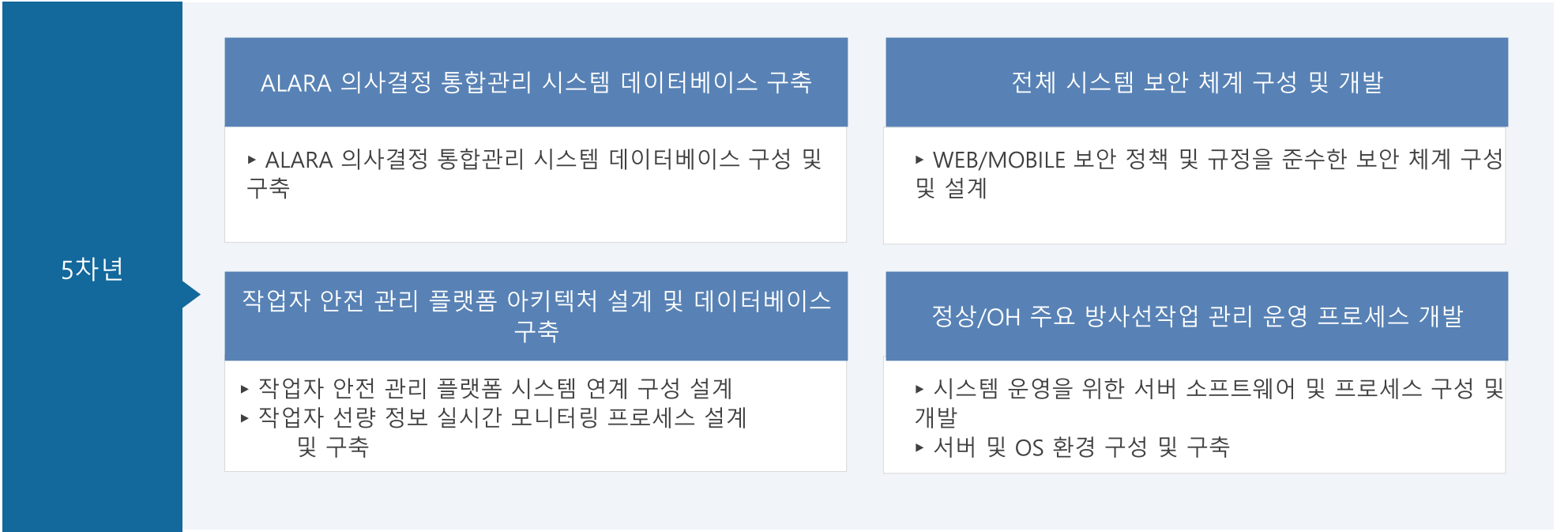
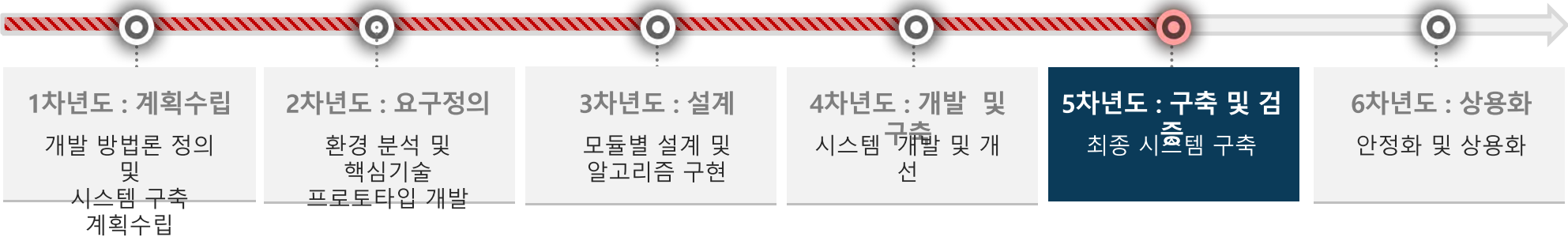
No.	관리자	작업자	일자	p_value	섭취량	예탁 유효 선량
1	admin	김철중	2024-11-13	0	60.405	0.002
2	admin	이정재	2024-11-13	0	133532.2	0.079
3	admin	이정재	2024-11-10	0	472.219	0
4	admin	김철중	2024-11-13	0	12.201	0
5	admin	김철중	2024-11-13	0	20.418	0.001
6	admin	김철중	2024-11-13	0	63.792	0
7	admin	김철중	2024-11-13	0	90.299	0
8	강서곤	한수원	2024-11-14	0	739900	5.253
9	admin	김철중	2024-11-13	0	12.2	0

선량 계산 모드 리스트

No.	관리자	작업자	일자	섭취량	예탁 유효 선량
1	admin	이정재	2024-12-04	1000	0
2	admin	이정재	2024-11-10	123	0
3	admin	이정재	2024-11-11	21	0
4	admin	이정재	2024-11-13	1000	0.001
5	admin	이정재	2024-11-25	1000	0.007
6	admin	이정재	2025-01-07	343	0
7	admin	이정재	2024-11-10	123	0
8	admin	이정재	2024-11-11	100	0
9	admin	이정재	2024-11-13	10000	0.006

3. (2연구) 향후 일정 (5차년도)

5차년도 수행 목표



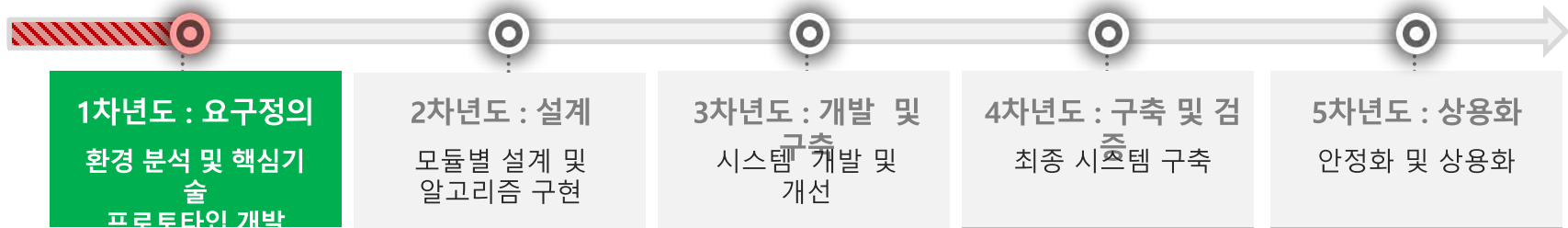
NEXT

03. 4세부 연구수행 내용

CORE

1. (4연구) 1차년도 연구목표

4차년도 수행 목표

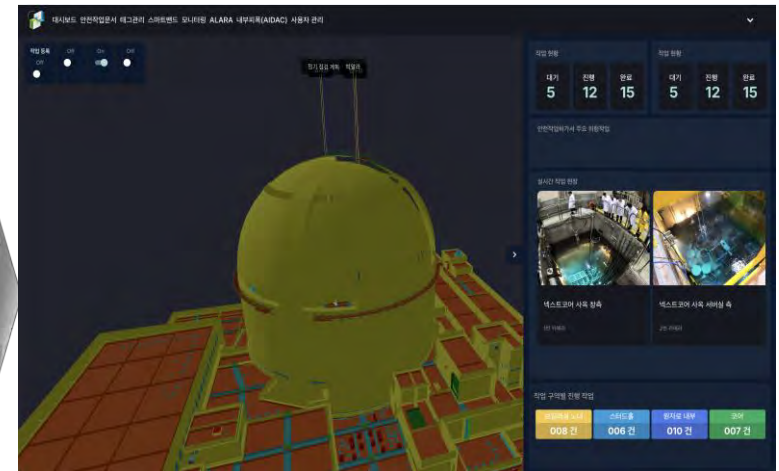


1차년

- 원자력 발전소 기준 안전관리 플랫폼 설계 및 위치 데이터 수집 모듈 설계
 - ▶ 작업자 위치 안전 관리 플랫폼 설계 및 구현 기술 개요
 - ▶ 작업자 위치 수집을 위한 표준 프로토콜 설계
 - ▶ 위치기반 3D Mapping 알고리즘 설계
 - ▶ 작업자 안전 플랫폼 설계 및 클라우드 인프라 구축

5차년

- 작업자 안전관리 플랫폼 이기각자 설계 및 데이터베이스 구축
 - ▶ 작업자 안전 관리 플랫폼 시스템 연계 구성 설계
 - ▶ 작업자 선량 정보 실시간 모니터링 프로세스 설계 및 구축
- 전체 시스템 보안 체계 구성 및 개발
 - ▶ WEB/MOBILE 보안 정책 및 규정을 준수한 보안 체계 구성 및 설계
- 정상/OH 주요 방사선 작업 관리 운영 프로세스 개발
 - ▶ 시스템 운영을 위한 서버 소프트웨어 및 프로세스 구성 및 개발
 - ▶ 서버 및 OS 환경 구성 및 구축
- 작업자 위치데이터 수집 및 위치 기반 3D Mapping 알고리즘 개발
 - ▶ 작업자 위치 수집을 위한 표준 프로토콜 구현
 - ▶ 위치 기반 3D Mapping 알고리즘 구현 및 프로세스 적용
 - ▶ 작업자 안전 플랫폼 구현 및 작업자 위치 검증



2

단

계

목

표

3D-BIM기반 작업자 피폭 검증 모듈 개발

원자력 발전소 기준 안전관리 플랫폼 설계 및 위치 데이터 수집 모듈 설계

```

graph TD
    Entry([입사]) --> NewHire[입사자 관리]
    NewHire --> PhysicalExam[신체검사]
    PhysicalExam -- 정상 --> JobAssign[작업 배정]
    PhysicalExam -- 이상 --> Diagnosis[진단]
    JobAssign --> WorkerMgmt[작업종사자 관리]
    WorkerMgmt --> RiskPatternMgmt[작업종사자 피폭 위험 패턴 관리]
    RiskPatternMgmt --> RiskPatternMgmt
    RiskPatternMgmt --> Exit([작업종사자 피폭 위험 패턴 관리])
  
```

Figure 1 is a flowchart titled "작업 종사자 피폭 위험 패턴 관리 프로세스" (Worker Exposure Risk Pattern Management Process). The process begins with "입사" (Entry), leading to "입사자 관리" (New Hire Management). From "입사자 관리", the process moves to "신체검사" (Physical Examination). If the physical examination is "정상" (Normal), the process proceeds to "작업 배정" (Job Assignment). If the physical examination is "이상" (Abnormal), the process proceeds to "진단" (Diagnosis). From "작업 배정", the process moves to "작업종사자 관리" (Worker Management). From "작업종사자 관리", the process moves to "작업종사자 피폭 위험 패턴 관리" (Worker Exposure Risk Pattern Management). The "작업종사자 피폭 위험 패턴 관리" box is connected to itself, indicating a continuous or iterative process. The process ends with "작업종사자 피폭 위험 패턴 관리" (Worker Exposure Risk Pattern Management).

(3) 시각적 성능 평가 방법

실증 건물 3D 모델링 표준 설계 및 위치 데이터 호환 설계 반영

원자력 발전소 기준 안전관리 플랫폼 설계 및 위치 데이터 수집 모듈 설계

❖ GPS 신호 수신 실험

12-12-2023 04:28:08	0.10	36.641258	127.314362
12-12-2023 04:28:09	0.10	36.641262	127.314354
12-12-2023 04:28:10	0.10	36.641258	127.314339
12-12-2023 04:28:11	0.10	36.641258	127.314331
12-12-2023 04:28:12	0.10	36.641243	127.314323
12-12-2023 04:28:13	0.10	36.641239	127.314316
12-12-2023 04:28:14	0.10	36.641235	127.314308

❖ LTE 정보 및 동작 상태 서버 수신 Data

created_at	entry_id	field1	field2	field3	field4
2023-12-13T10:37:30+00:00	1				
2023-12-13T10:39:49+00:00	2				
2023-12-13T10:50:07+00:00	3	0	0.1	36.641251	127.314461
2023-12-13T10:59:57+00:00	4	0.1	0	36.641247	127.314476
2023-12-13T11:03:38+00:00	5	0.1	0	36.641243	127.314476
2023-12-13T11:08:22+00:00	6	7.1	17	36.641239	127.314461
2023-12-13T11:11:37+00:00	7	4.64	10	36.641239	127.314476
2023-12-13T11:16:06+00:00	8	7.97	20	36.641239	127.314476
2023-12-13T11:18:10+00:00	9	5.4	12	36.641239	127.314476
2023-12-13T11:19:13+00:00	10	0.1	0	36.641243	127.314461
2023-12-13T11:21:11+00:00	11	0.1	0	36.641247	127.314461

Byte Offset 0	Byte Offset 1	Byte Offset 2	Byte Offset 3	Byte Offset 4	Byte Offset 5	Byte Offset 6	Byte Offset 7
U (D)SS1	U (D)SS1	장비 ID	CPS(High)	CPS(Low)	255/H(High)	255/H	255/H(Low)
Byte Offset 8	Byte Offset 9	Byte Offset 10	Byte Offset 11	Byte Offset 12	Byte Offset 13	Byte Offset 14	Byte Offset 15
GPS Status	GPS Latitude	GPS Latitude - High (0.000001)	GPS Latitude - Low (0.000001)	GPS Latitude - Low (0.000001)	GPS Longitude - High (0.000001)	GPS Longitude - High (0.000001)	GPS Longitude - Low (0.000001)
Byte Offset 16	Byte Offset 17	Byte Offset 18					
GPS (Longitude - Low (0.000001))	Off F.	Off F.	CMD	ID	CPS	Dose rate	GPS
			END				

55 55 04 00 00 00 00 64 00 24 2F 1A F5 7F 96 AA 98 FF FF
37 2E 33 31 34 35 38 33 20 20 0D 0A

Dose rate ← lat : 36.641525
lng : 127.314584

❖ 선량률 변환 공식

	Sensitivity(cps/mR/h)	(cpm/mR/h)	cps / (1uSv/h)	cpm / (1uSv/h)
LND 713	7.5	450	0.8552 cps = 1uSv/h	51.31 cpm = 1uSv/h
LND 712	18	1080	2.0525 cps = 1uSv/h	123.15 cpm = 1uSv/h
LND 72329	50	3000	5.7013 cps = 1uSv/h	342.08 cpm = 1uSv/h

```
CP
S array [0] : 65
CPS array [1] : 61
CPS array [2] : 74
CPS array [3] : 44
CPS array [4] : 58
CPS array [5] : 43
CPS array [6] : 0
CPS array [7] : 0
CPS array [8] : 0
CPS array [9] : 0
Average Cps Value : 57.58
Average Svth : 2.946Svth
Average Svth *10 : 290
CPS : 43
```

❖ 공간상량계에 사용되는 검출기는 가스 센서의 일종인 GM 센서로서 방사선에 의해 전리된 값을 이용하여 카운트를 측정하고 카운트 값을 이용하여 선량을 계산함.

❖ 태그와 앵커 모듈의 메시지를 이용하여 거리를 측정

```
static RangeResult tagFinishRange(uint16_t anchor, uint16_t replyDelay) {
    RangeResult returnValue;

    byte target_anchor[2];
    DM1000NgUtils::writeValueToBytes(target_anchor, anchor, 2);
    DM1000NgRTLS::transmitPoll1(target_anchor);
    byte Packet1[] = {0x01, 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0};
    DM1000Ng::getDeviceAddress(&Packet1[1]);
    for(int i=0;i<18;i++)
    {
        Serial.print(Packet1[i],HEX);
        Serial.print(" ");
    }
    Serial.println();
}
```

transmitPoll() 함수의 패킷을 수정
→ Fail : 다른 함수들과 연동된 Packet이 많음

transmitPoll() 함수 안에 New 패킷 추가
→ Fail : Packet1[]을 transmitPoll 함수안에 추가하면 2대 이상의 앵커와 통신 불가

transmitPoll() 함수가 끝나자마자 패킷 제작
→ Success : Packet1[] 제작

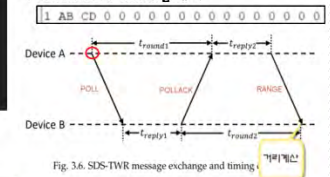


Fig. 3

```
void transmitPoll(byte anchor_address){
    byte Poll[] = {DATA, SHORT_SRC_AND_DEST, SEQ_NUMBER++, 0,0, 0,0 , RANGING_TAG_POLL};
    DM1000Ng::getNetworkId(&Poll[3]);
    memcpy(&Poll[5], anchor_address, 2);
    DM1000Ng::getDeviceAddress(&Poll[7]);
    DM1000Ng::setTransmitData(Poll, sizeof(Poll));
    DM1000Ng::startTransmit();
}
```

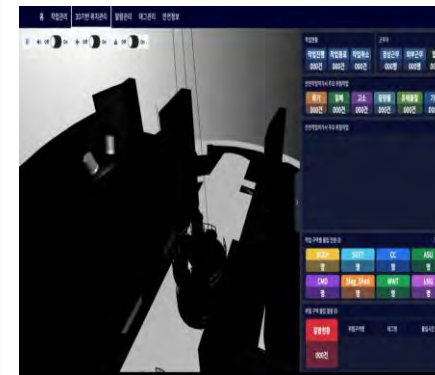

2. (4연구) 1차년도 연구내용

디지털 트윈을 위한 3D-BIM 적용 화면

원자로(3D 콘텐츠)_WEB 1차 적용



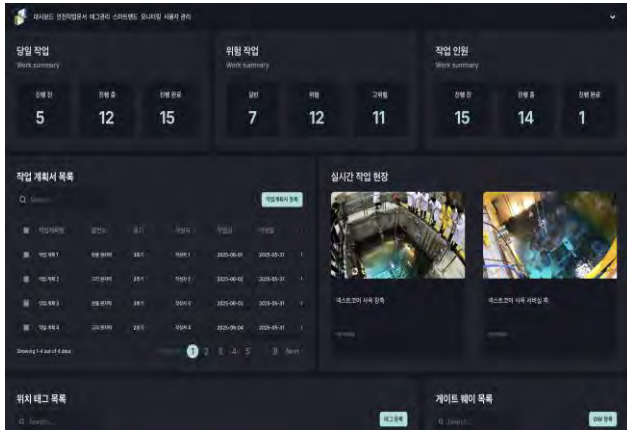
원자로(3D 콘텐츠)_WEB 2차 적용



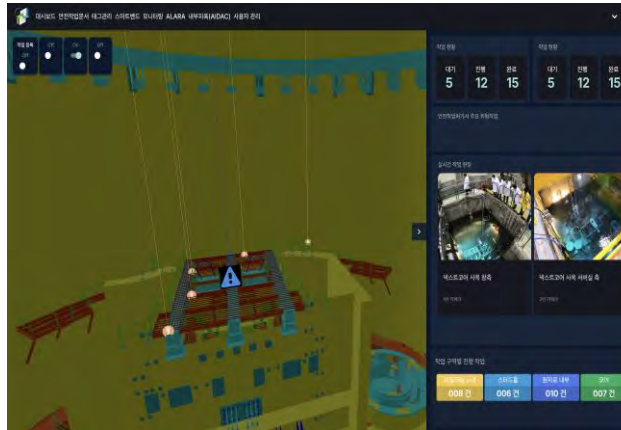
2. (4연구) 1차년도 연구내용

주요 화면

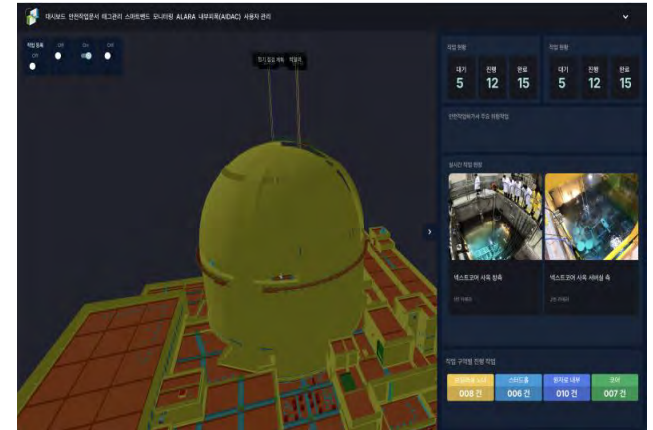
01 대시보드



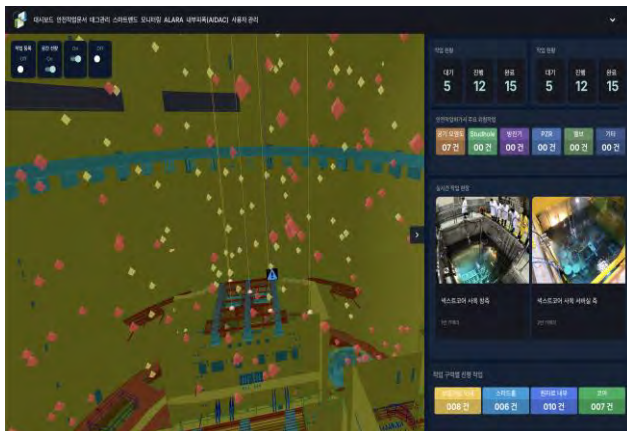
02 작업자 위치 모니터링



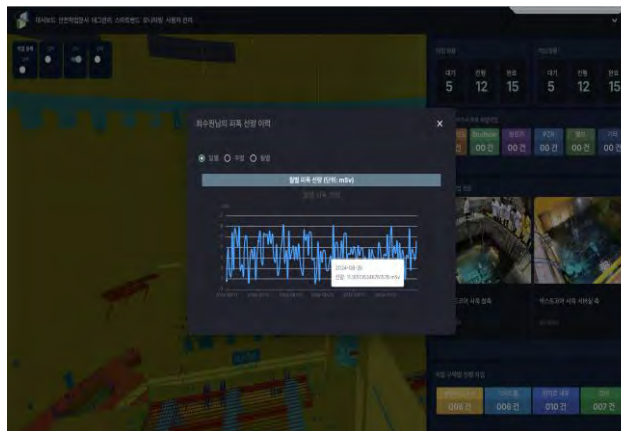
03 위치기반 방사선 작업 관리



04 작업 공간 선량 데이터 확인



05 작업자별 선량 피폭 이력 관리



06 위치기반 작업 내역 확인



2. (4연구) 1차년도 연구내용



방사선 안전관리 시스템 시연 영상

대시보드 안전작업문서 방호방안 태그관리 스마트밴드 모니터링 코드관리 사용자 관리

ALARA 내부피폭(AIDAC) ▾

작업 등록 Off
공간 선정 Off

Studhole 내부 온도 및 미물량 제어

작업 현황

대기	진행	완료
5	12	15

작업 현황

대기	진행	완료
5	12	15

안전작업허가서 주요 위험작업

공기 오염도	Studhole	방진기	PZR	밸브	기타
07 건	00 건	00 건	00 건	00 건	00 건

실시간 작업 현장

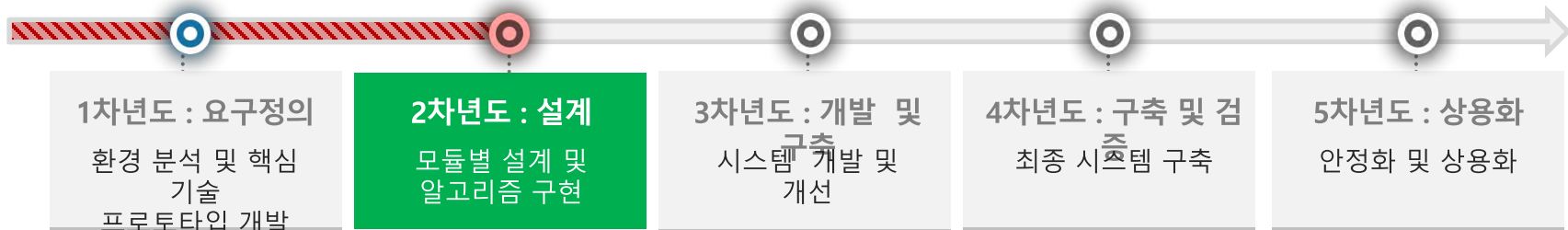
넥스트코어 사육 창측
1번 카메라

넥스트코어 사육 서버실 측
2번 카메라

작업 태그를 클릭하여
작업자별 신상 데이터를 확인하세요

3. (4연구) 향후 일정 (2차년도)

2차년도 수행 목표



2차년

작업자 위치 수집을 위한 표준 프로토콜 구현

- ▶ 센서 및 위치 데이터 표준화를 위한 oneM2M 기반 설계
- ▶ RS-485, RS-232, TCP/IP 통신을 통한 Multi protocol 수집 프로세스 개발
- ▶ JSON, XML, Http 등 연동 방식에 대한 엔진 개발
- ▶ JSON 형태의 패턴 Enrichment 기법 적용
- ▶ Web서비스 기반 Restful 표준 프로토콜 적용

위치 기반 3D Mapping 알고리즘 구현 및 프로세스 적용

- ▶ 3D 콘텐츠 데이터를 이용한 Web GUI 설계
- ▶ 3D 콘텐츠 데이터와 실제 위치데이터 정합 프로세스 설계 및 적용
- ▶ 디지털 Map 구현에 적합한 UI 개발 및 프로세스 적용

작업자 안전 플랫폼 구현 및 작업자 위치 검증

- ▶ 임베디드 시스템 DB 구축 및 구현
- ▶ 위치 데이터 정합 프로세스 구현
- ▶ 임베디드 S/W 파일 시스템 구현
- ▶ Soft Real-Time Scheduler 개발
- ▶ Status Checker 개발

04. 연구 성과

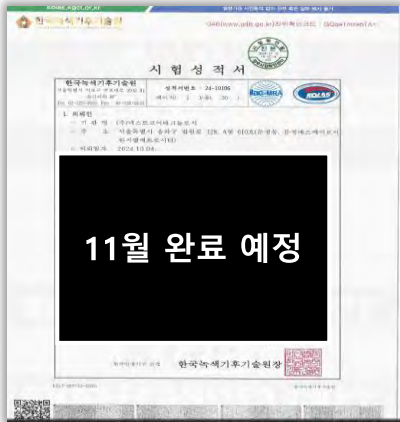
1. 4차년도 연구 성과

정량적 성과 증빙 자료

공인시험

□ 공인시험(11월 완료 예정)

	평가항목(주요성능)	4차년도(%)	5차년도(%)
2세부	ALARA의사결정 선행 이벤트 데이터 인지 오차율	80%	90%
2세부	빅데이터 기반 동시 이벤트 처리속도	10,000m/s	20,000m/s



특허 등록

□ 특허(출원 1건/ 등록 1건) - 방사선 피폭 최소화를 위한 선량 관리 시스템 및 관리 방법



논문 (SCI)

□ 논문 (SCI 1건)

번호	논문명	제출기관	주제명	영역 (SCI)	영역명	연구책임자	연구책임자 (연구책임자)	연구책임자 (연구책임자)	연구책임자 (연구책임자)	연구책임자 (연구책임자)	연구책임자 (연구책임자)	연구책임자 (연구책임자)	연구책임자 (연구책임자)
1	A Multi-Stage Approach to UAV Detection, Identification, and Tracking Using Region-of-Interest Management and Adaptive Video Coding	Applied Sciences	서정원	T14.14 (13)	MDPI	SCB	2.0	24.09.28	2024-04-17	50%			



보고서

□ 연차/담당기관별 산출물

2.1.6	ALARA 플랫폼 운영을 위한 주요 방사선작업 프로세스 설계	보고서	2025.12	텍스트코어테크놀로지
-------	-----------------------------------	-----	---------	------------



S/W 등록

□ 2건(자산 등록, 저작권 등록)

소프트웨어 등록증

등록번호: ANET_20240407
등록일자: 2024년 11월 22일
등록기관: 국가연구개발사업 성과관리(기술정보정책팀)

소프트웨어 등록증

등록번호: ANET_20240407
등록일자: 2024년 11월 22일
등록기관: 국가연구개발사업 성과관리(기술정보정책팀)

12월 완료 예정

저작권 등록증

등록번호: ANET_20240407
등록일자: 2024년 11월 22일
등록기관: 국가연구개발사업 성과관리(기술정보정책팀)

저작권 등록증

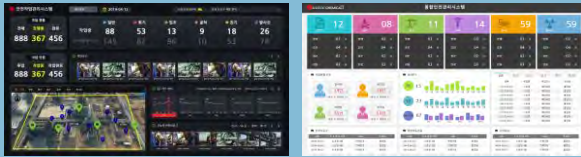
등록번호: ANET_20240407
등록일자: 2024년 11월 22일
등록기관: 국가연구개발사업 성과관리(기술정보정책팀)

텍스트코어테크놀로지 (기술연구소)

05. 안전관리 플랫폼 레퍼런스

롯데케미칼 - 디지털 안전작업관리 시스템

- 수기로 작성하던 작업허가서를 디지털화하여 전 공정의 프로세스를 가시화 및 IoT 환경센터 연동과 GPS 기술을 활용하여 2D지도 구현한 대시보드를 통해 현장의 작업 현황을 실시간 공유하고 통합 모니터링이 가능



한국서부발전 IGCC 발전 근로자 위치기반 안전관리

- 작업자의 안전을 위해 PSM(공정안전관리) 체계를 디지털화하고 작업자의 안전 환경 모니터링을 위해 위치 센서, CCTV 연동 및 영상분석을 통한 위험 가지 기술을 적용하고, 가스측정 및 설비 위험을 감지하여 작업자의 안전 공정 및 위험상황을 모니터링 하는 플랫폼



(주) 한국동서발전 화력발전 위치기반 안전관리

- 근로자의 안전을 위해 PSM(공정안전관리) 체계를 디지털화하고 작업자의 안전 환경 모니터링을 위해 위치 센서, CCTV 연동 및 영상분석을 통한 위험 가지 기술을 적용하고, 가스측정 및 설비 위험을 감지하여 근로자의 안전 공정 및 위험상황을 모니터링 하는 플랫폼



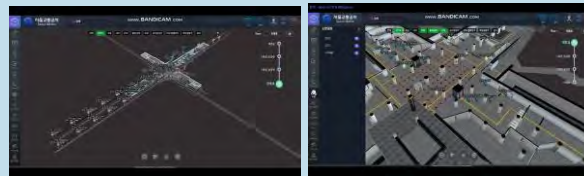
노후산업 화학물질 - 감지 모니터링 시스템

- 여수에 있는 노후화된 산업단지에서 GPS를 활용하여 각 구역별 유해물질 탐지기로 유해물질을 감지하여 화학사고를 모니터링 할 수 있는 시스템을 구축



서울 교통공사 - 스마트 스테이션

- 지하철 역사내 위험 요소를 통합 모니터링하고 3D 시각화 기반으로 실시간 대응이 가능한 스마트 통합 운영 플랫폼입니다.



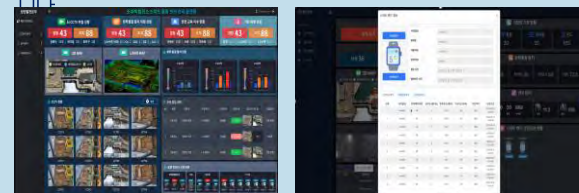
한국중부발전-연료하역 작업 안전관리 플랫폼

- 연료하역시 하역 부두 및 선상에서 발생할 수 있는 위험 요소를 실시간 관리 감독을 통해 산업재해 등 항만시설 안전사고



동서발전 소수력발전 안전관제 플랫폼

작업자 건강, 유해물질 위험 상황 등을 실시간으로 감지하고 CCTV 및 IoT 기반으로 원격 대응이 가능한 산업현장 안전관리 플랫폼입니다.



한국수력원자력 - 스마트 응급 위기 관리 시스템

- 심박수, 체온 등의 데이터를 실시간으로 모니터링하여 작업자의 건강 상태를 확인 가능
- 문제가 발생했을 때 통합 대시보드에 알람을 띄워 관리자가 즉각적으로 상황을 파악하고 적절한 조치를 취할 수 있음



한국수력원자력-ALARA 의사결정의 위한 이행 관리 시스템 + 선량 안전 관리 플랫폼

- 원전 내 분포되어 있는 방사선량의 데이터와 근로자의 실시간 위치 데이터를 디지털화된 안전 관리 문서와 연동하여 근로자의 실시간 안전체계 구축 및 3D BIM 활용 가시성화된 안전 공정 및 위험

