



핵물질가공시설 방사선환경조사 및 환경영향평가 기술개발

한전원자력연료(주)
황철현

Contents



I. 배경 및 목적

II. 추진내용

III. 운영현황 및 향후계획

I

배경 및 목적

배경 및 목적

○ 핵물질가공시설의 방사선환경조사 및 환경영향평가

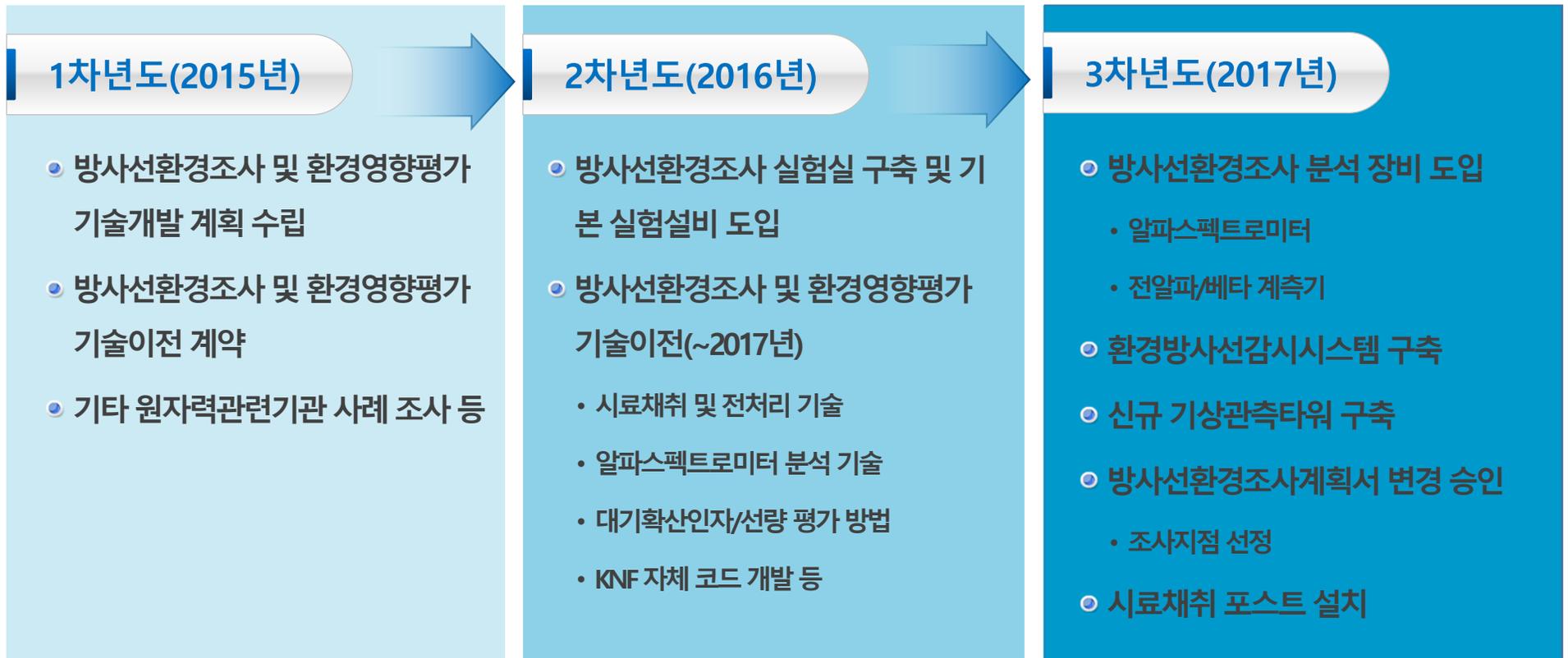
- 원자력안전법 제104조(환경보전)
- 방사선원은 핵연료물질인 '우라늄'이 유일
- 핵연료 1·2동 운영 중, 핵연료 3동 건설 예정
- 대덕부지 내 원자력이용시설 : 한국원자력연구원 하나로, 조사후시험시설 등

○ 외부위탁 수행으로 인한 기술적·비용적 문제

- 방사선환경조사 및 환경영향평가 전문성 부족
- 방사선 비상시 신속 위기 대응 및 자체 판단 능력 부족
- 외부 위탁 용역 비용 발생 및 시설 확대에 따른 비용 증가 예상

배경 및 목적

○ 방사선환경조사 및 환경영향평가 자체수행(2018년)



II

추진 내용

추진내용

01 기술자립 추진

○ 방사선환경조사 및 환경영향평가 기술개발 계획 수립('15.8.)

- 분석종류 : 우라늄 동위원소, 공간감마선량, 전알파/베타
- 조사대상 : 공간집적선량, 공간선량률, 공기중미립자, 표층토양, 하천토양, 지표수, 지하수, 빗물, 농산물(배추, 쌀)
- 조사지점 : 총 48곳
 - 대덕부지 내 한국원자력연구원 부지 내 조사지점 제외
 - 비교지점 선정 : 논산시 한전원자력연료 NSA 공장(피복관 생산 전용 공장)
- 총 투자비용 : 28.6억원

○ 한국원자력연구원(KAERI) 기술 이전 계약('15.12.)

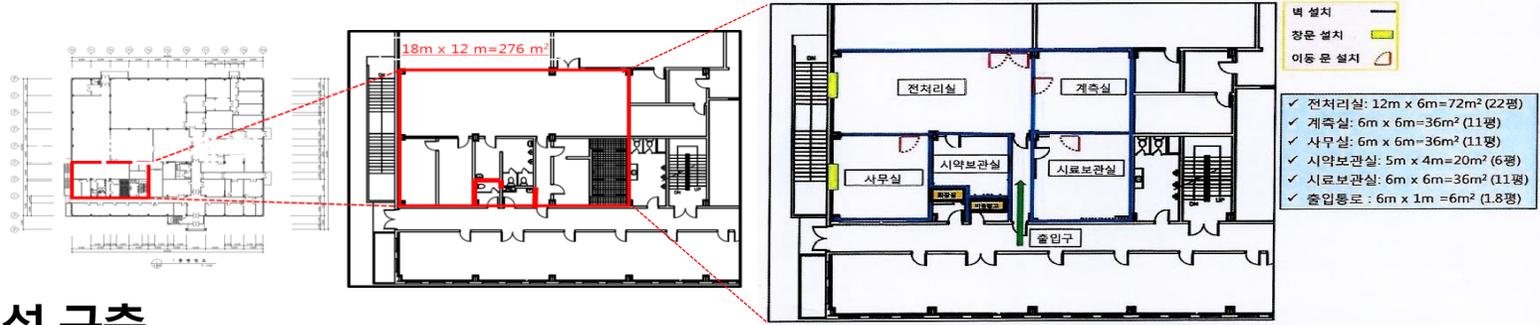
- 기술이전 내용 : 환경시료 우라늄 분석 기술 및 방사선환경영향평가 기술 전수 및 코드개발 등
- 기술이전 기간 : 2016년 1월 ~ 2017년 12월

추진내용

02 시설 구축(방사선환경조사 실험실)

장소 : 핵연료설계동 1층(약 63평)

실험실 설계도면



시설 구축



추진내용

02 시설 구축(방사선환경조사 실험실)

○ 전처리실 : 환경시료 분석용 시료제조



- 산(Acid)처리 장비 : 4 sets
- 전기전착 장비 : 2 sets
- 원심분리기 : 1 set
- 초순수제조기 : 1 set
- 시료 건조로 : 2 sets

○ 방사능분석실 : 우라늄 동위원소 분석 및 전알파/베타 계측



- 알파 스펙트로미터 : 2 sets
- 감마 스펙트로미터 : 1 set
- 저준위 전알파/베타 계수기 : 1 set
- 정밀 전자저울 : 1 set
- 항온항습기 : 1 set

추진내용

02 시설 구축(방사선환경조사 실험실)

○ 시료회화실 : 환경시료 용융 및 회화



- 용융 장비 : 1 set
- 회화로: 2 sets
- 실험대 및 싱크대 : 1 set
- 캐노피 후드 : 2 sets

○ 시료보관실 : 환경시료 보관

○ 시약보관실 : 각종 시약 보관

○ 분석 평가실 : 방사능 분석결과 검토 및 환경정보 실시간 감시

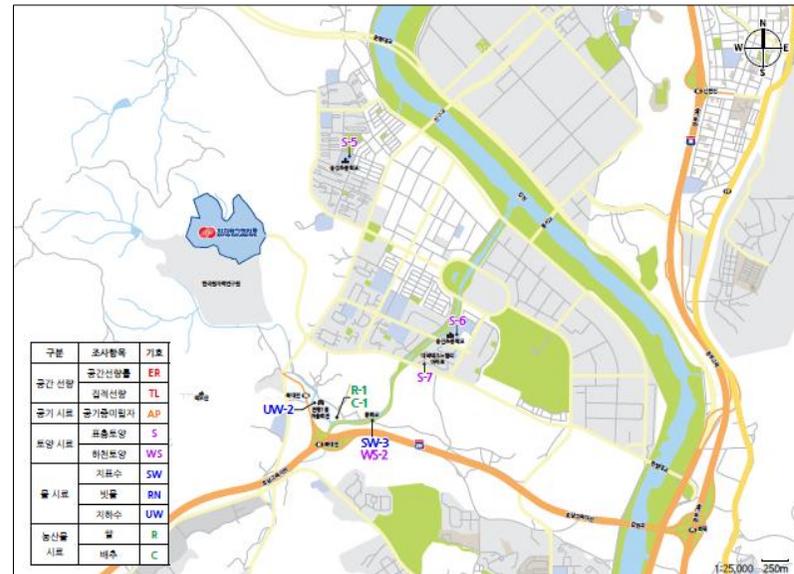
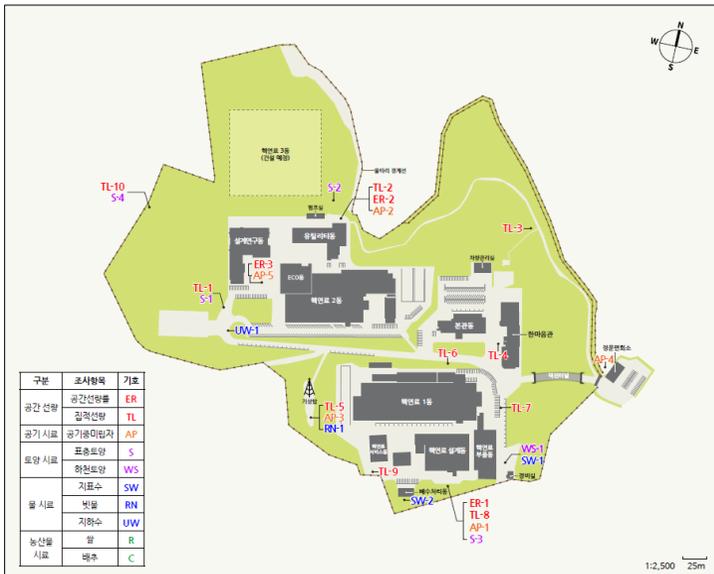


추진내용

02 시설 구축(시료 채취 지점 선정)

환경시료 채취 지점 선정

- 조사지점 : 부지 내(29), 부지 주변(8), 비교지점(11)
- 한국원자력연구원 부지 내 환경조사 지점 → 한전원자력연료 부지



추진내용

02 시설 구축(시료 채취 포스트)

○ 환경시료 채취 포스트 구축

- 설치장소 : 부지내 3곳, 비교지점 1곳
- 설치장비 : 공기시료채집기, TLD 보관함, 빗물채집기, ERMS HPIC

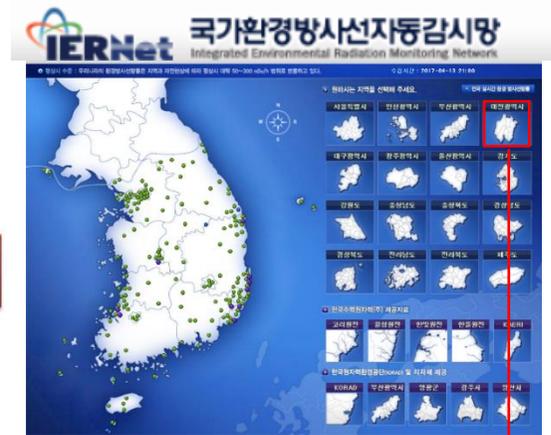
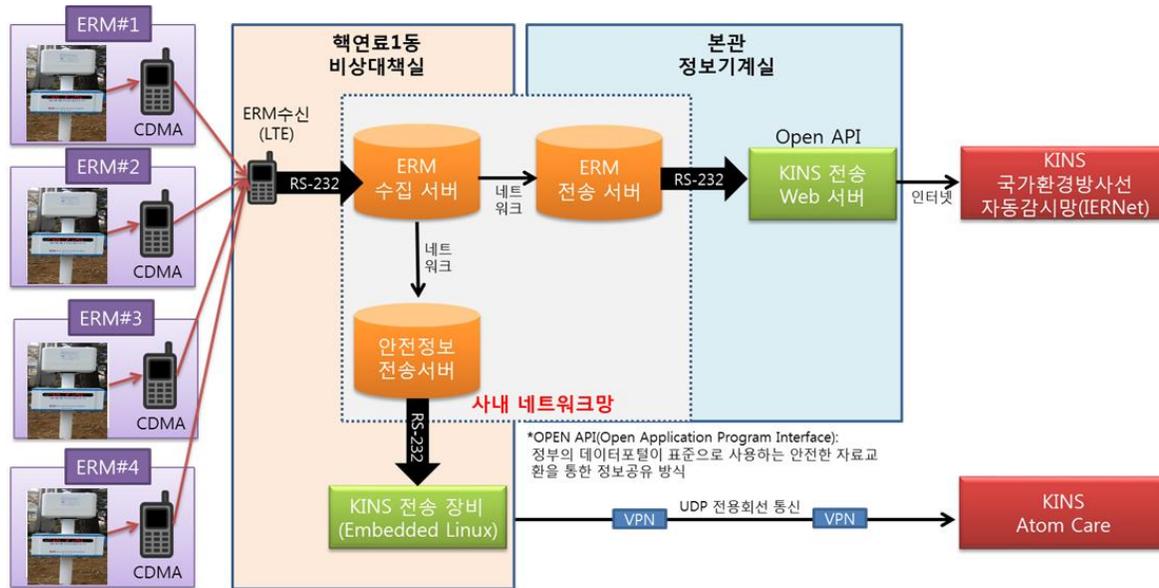


추진내용

02 시설 구축(환경방사선연속감시시스템(ERMS) 구축)

ERMS 구축 및 정보전송

- 기능 : 실시간 공간방사선량률 측정 및 규제기관으로 정보 전송(ERnet)
- 설치장소 : 부지 내 3곳, 비교지점 1곳



| 지역명 | nSv/h | μR/h | 상태 |
|-----------|-------|------|---------|
| 핵연료설계동 앞 | 111 | 11.4 | ● 정상 |
| 핵연료2동 북쪽 | 135 | 13.9 | ● 정상 |
| 설계연구동 청문 | - | - | ● 자료미수신 |
| 논산 NSA 공장 | 128 | 13.2 | ● 정상 |

추진내용

02 시설 구축(기상관측시설 구축)

○ 구축 배경

- 기존 기상탑 관측고도가 대기안정도 기술기준에 부적합하여 환경영향평가를 위한 기상자료로 부적합
- Reg Guide 1.23(rev.1) 2.1 Wind Sped and Direction
- 대덕부지 내 기상관측설비 활용 검토 → 신규 공장 및 자체수행을 위한 신규 기상관측설비 구축

○ 추진방향

- 62m 무인 슬라이드 기상관측탑

| 구분 | 기존 | 신규 |
|-------|-----------------|-----------------|
| 총 높이 | 45m | 62m |
| 관측 높이 | 지표면, 10m, 38m | 지표면, 10m, 60m |
| 관측 대상 | 풍향/속, 온/습도, 강우량 | 풍향/속, 온/습도, 강우량 |
| 점검 방식 | 리프트 이용(유인) | 슬라이드(무인) |

| 수행내용 | 2017년(월) | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|----------|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---|---|---|
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | |
| 1. 기본 및 상세 설계 | | | | | | | | | | | | | |
| 가. 시방서 작성 및 검토 | ■ | ■ | | | | | | | | | | | |
| 나. 공사 계약 | | ■ | ■ | | | | | | | | | | |
| 다. 설계 및 구조 안전성 검토 | | | ■ | | | | | | | | | | |
| 2. 원자력 인허가 | | | | | | | | | | | | | |
| 가. 인허가 변경 신청 | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | |
| 나. 질의답변 및 승인 | | | | | | | ■ | ■ | | | | | |
| 3. 설비 설치 | | | | | | | | | | | | | |
| 가. 기존 기상관측시설 철거 | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | |
| 나. 60m 기상관측시설 신축 | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 다. 기상관측 운영 서버 구축 | | | | | | | | | | | | ■ | |
| 4. 종합 성능시험 | | | | | | | | | | | | | ■ |
| 5. 준공 및 정상운영 | | | | | | | | | | | | | ■ |

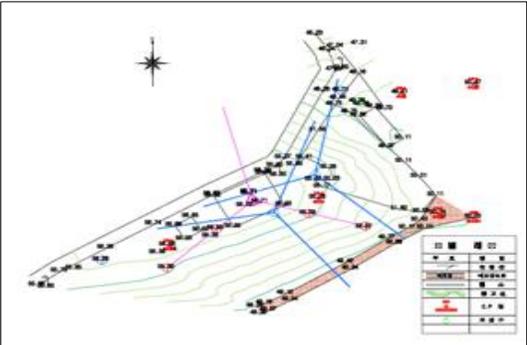
추진내용

02 시설 구축(기상관측시설 구축)

기상관측시설 철거



신규 기상탑 구축



추진내용

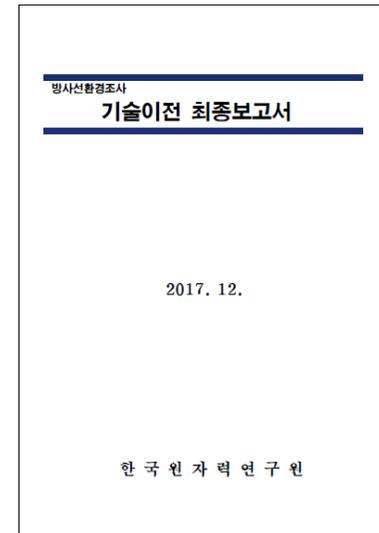
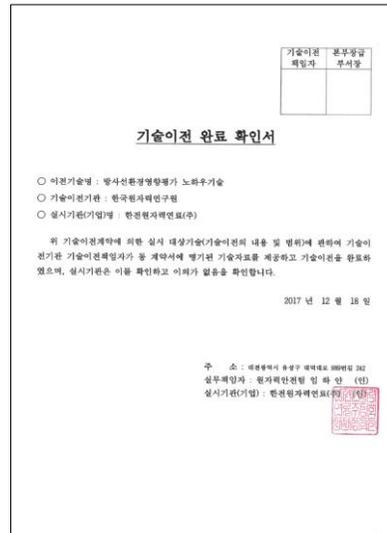
03 기술이전(방사선환경조사 및 평가 기술이전)

○ 방사선환경조사 기술

- 방사능 분석에 대한 이론 교육
- 전알파/베타 방사능 분석 실습 및 측정
- 공간집적선량 측정 및 분석 방법
- 우라늄 동위원소 측정 및 분석 방법
- 데이터 통계 처리 프로그램 개발

○ 방사선환경영향평가 기술

- 기상관측장비 및 자료 관리
- 대기확산평가 코드(XOQDOQ) 교육
- 기체/액체 배출물 선량평가 기술
- 방사능방재 환경영향평가 기술



추진내용

03 기술이전(시료 전처리 및 분석)

알파분광분석을 위한 시료 전처리(토양, 공기중미립자, 물, 농산물)

| 분석 시료 | | STEP 1 | STEP 2 | STEP 3 | 공통 |
|---|------|---|---------------------|-------------------------------------|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> 토양 <input checked="" type="checkbox"/> 공기중미립자 <input checked="" type="checkbox"/> 농산물 | 용융처리 | 온도 프로파일 설정 | 시료 용융 | 용융액 및 질산 교반 | UTEVA Resin Conditioning (질산, 염산, 옥살산) ↓ 전기전착 ↓ 시료 완성 ↓ 방사능 분석 (알파스펙트로미터) * Tracer : U-232 |
| <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> 지표수 <input checked="" type="checkbox"/> 지하수 <input checked="" type="checkbox"/> 빗물 | 산처리 | <ul style="list-style-type: none"> - pH 2.0 설정 - 부유물 제거 | 시료 증발 (350°C, 20hr) | 산처리 (질산, 붕산, 암모니아 용액, Fe carrier 등) | |

추진내용

03 기술이전(프로그램 개발)

- 한전원자력연료 자체 프로그램 개발 : 총 2건
- 정상 운영시 선량평가 코드(RADEC: Radiological Dose Evaluation Code package)
 - "기간별 기상자료 분석 ▶ JFD 산출 ▶ 대기확산인자 및 침적인자평가 ▶ 개인 및 집단 선량평가" 통합평가
 - 기상데이터 연동(MetInfo) 및 Handbook of Dose Coefficients 자동 입력



RADEC - SCLink: 01-516 Dose Calculation Program v1.00x
 KPCO NF: 2018년 9월 월간 보고 (2018.09)
 Copyright KPCO NF, KKH 2017
 작성일시: 2018-10-23 오후 4:50:23

1. 기상상 산출물의 환경인자값

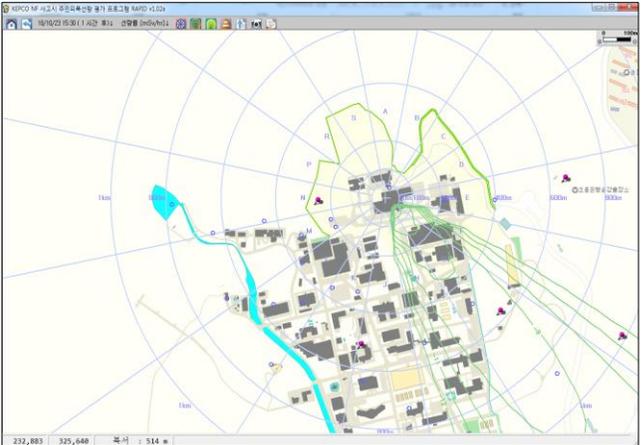
| 핵종 | 특이상수 | 방출형 (Bq/v) | | | 한계 (Bq/v) |
|--------|----------|------------|------|------|-----------|
| | (1/s) | 역산포도 | 직접포도 | 침적포도 | |
| 산-234 | 0.99E-14 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Th-234 | 3.33E-07 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 산-238 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Th-232 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 산-235 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Th-231 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

추진내용

03

기술이전(프로그램 개발)

- 사고시 선량평가 코드(RAPID: Radiological Dose Prediction Code to Provide the Information of Dicision- Making)
 - 사고 시나리오 모드, / 사용자 입력 모드
 - 가우시안(Gaussian) 모델 사용
 - 유효선량, 갑상선 등가선량, 공간선량률, 공기중농도, 지표면 농도 표현 등



추진내용

03 인허가 승인(방사선환경조사 계획서)

○ 원자력안전법 근거 및 인허가 사유

- 원자력안전위원회 고시 제2017-17호 의거 한전원자력연료 자체수행에 따른 변경사항 반영 계획 제출

○ 주요 변경 사항

- 환경조사 지점 : 위탁 기관과의 중복지점 삭제, 핵연료 3동 주변 지점 반영 등
- 환경조사 항목 : ERMS 항목 추가 및 방사능 분석 기기 추가 등

○ 가공시설 가동중 방사선환경조사 계획 변경 승인('17. 6.)

- 변경 내용에 따라 2018년부터 조사 수행

추진내용

04 KINS 방사능 분석 숙련도 시험 참가(2017~2018년)

- 방사선환경조사 자체수행을 위한 방사능 분석 능력 확인
- 규제기관으로부터 방사능 분석 능력 신뢰도 확보
- 시험결과
 - Reference값 대비 상대오차 5% 수준으로 A등급으로 평가됨

| 핵 종 | KNF 분석값 (Bq/kg) | KINS 기준값 (Bq/kg) | 상대오차 | 정확도 |
|-------|--------------------|---------------------|------|-----|
| U-234 | 26.5±1.3 | 25.20±1.0 | 5.0% | A |
| U-238 | 26.5±1.3 | 24.30±1.0 | 5.2% | A |

- 1) A(Acceptable) : 분석값이 인정범위(Checked Interval) 이내에 있음
- 2) W(Acceptable with Warning) : 분석값이 인정범위 안에 있으나 일부 검토가 요구됨
- 3) N(Not Acceptable) : 원인규명을 통하여 분석 결과에 대한 종합적인 검토가 필요함

2017 숙련도 평가결과 (K : 한전원자력연료)

| Code | Final Score | | | | | | | | No. of | No. of | No. of |
|---------|-------------|--------|--------|--------|-----|-----------|-------|-------|----------|---------|--------------|
| of Lab. | Am-241 | Ce-138 | Ce-137 | Ce-136 | Sum | Std. Dev. | U-235 | U-238 | Accepted | Warning | Not Accepted |
| K | 80 | 80 | 80 | 80 | 0 | 0 | 80 | 80 | 4 | 0 | 0 |

| Code | Reported value | Reference value | Relative | % | Accuracy | Precision | MAD | Final Score |
|-------|----------------|-----------------|----------|------|----------|-----------|-----|-------------|
| U-238 | 26.5 | 24.30 | 1.10 | 4.5% | 4.9% | 0.50 | A | A |

| Code | Reported value | Reference value | Relative | % | Accuracy | Precision | MAD | Final Score |
|-------|----------------|-----------------|----------|------|----------|-----------|-----|-------------|
| U-234 | 26.5 | 25.20 | 1.05 | 4.0% | 4.9% | 0.50 | A | A |

III

운영현황 및 향후계획

운영현황



2018년

- **방사선환경조사 및 환경영향평가 자체수행**
 - 방사선환경영향평가: 한국원자력연구원과 분리 평가
 - 대덕부지 종합 평가의 경우 기관 분리의 필요성 검토
- **2018년 상반기 방사선환경조사 보고서 제출**
 - 신규 조사지점의 경우 인근 조사지점 데이터 활용
 - 평상시변동범위 초과 지점 없음
- **2018년 핵물질가공시설 정기검사 수검**
 - 지적사항 2건: 방사선환경조사절차 미준수 등
- **KINS 방사능 분석 숙련도 시험 참여 (A등급)**
- **기상관측시설 시운전 가동**
 - 한국원자력연구원 기상자료 1년간 활용

향후계획



- 2018년 방사선환경조사 연간 보고서 제출
- 전문가 자문 수행 및 교차 분석 수행
- 베타/감마 핵종 방사선환경조사 및 환경영향평가
- 방사선환경조사 및 환경영향평가 품질관리
 - 방사선환경조사 계획서 및 절차서 개정
 - 관련 담당자 전문 교육 이수
- 핵연료 3동 상업가동에 따른 조사계획 검토

Q&A



감사합니다

