

# 02 사용후핵연료의 중성자 분포 영상화 시스템 및 그 방법

구분	등록/출원번호	명칭	상태
특허	10-2524464 / 10-2020-0177249	사용후핵연료의 중성자 분포 영상화 시스템 및 그 방법	등록

KEYWORD 사용후핵연료, 중성자, 영상, 상태, 데이터 🔍

- TRL 1 기초 이론/원리 발표
- TRL 2 실용 목적의 개념 정립
- TRL 3 실험실 규모 성능 검증
- TRL 4 실험실 규모 핵심성능 평가
- TRL 5 시제품 제작 및 성능 평가
- TRL 6 Lab-Scale 시제품 개발
- TRL 7 신뢰성 평가 및 수요기업 평가
- TRL 8 인증 및 표준화
- TRL 9 양산 사업화

## 기술 개요

He-4 검출기를 이용해 사용후핵연료의 중성자 분포를 영상화하여 이상 상태를 직관적으로 파악할 수 있는 솔루션

사용후핵연료에서 방출되는 중성자를 이용하여 사용후핵연료의 영상을 구성, 사용후핵연료의 이상 상태를 직관적으로 파악

사용후핵연료를 데이터 처리하여 영상으로 구성 및 건전성 평가와 검사에 활용

\* He-4 검출기를 이용한 중성자 분포 영상화시스템을 통해 사용후핵연료의 효율적인 관리와 안전성을 확보할 수 있음

## 개발 현황 | 종래 문제점 및 해결과제

### 사용후핵연료 상태 판별 곤란

금속 또는 콘크리트 용기에 봉인 후 건식저장 방식으로 보관되며, 이 과정에서 사용후핵연료의 상태를 파악하기 어려움

### 직관적인 상태 확인 곤란

사용후 핵연료로부터 방출되는 감마선과 중성자를 통해 계측하고, 산출된 선량비를 통해 결함여부/ 위치를 판별하며, 표면검사 후 결함이 의심되는 경우 미세 센서를 그 내부로 삽입해 더욱 정확한 판별이 가능하나, 직관적으로 이상 상태를 파악하기는 미흡함

사용후핵연료에서 방출되는 중성자를 통해 사용후핵연료의 영상을 구성하여, 사용후핵연료의 이상 상태를 직관적으로 파악할 수 있는 시스템 제시

## 기술 핵심 구성

- 사용후핵연료로부터 방출되는 중성자를 He-4 검출기(Arkis사 제품)를 이용하여 고속 중성자(Fast Neutron) 신호 및 열 중성자(Thermal Neutron) 신호가 혼합된 TTL(Transistor-Transistor Logic) 펄스 신호로 변환
- 생성된 TTL 펄스 신호를 신호 처리부와 영상 처리부를 통해 영상으로 구성



## 기술의 우수성 (특·장점)

- 사용후핵연료를 데이터 처리하여 영상으로 구성
  - ➔ 구성된 영상에 의해 사용후핵연료의 내부 이상 상태를 직관적으로 확인
  - ➔ 중성자 분포 영상화 시스템을 통한 DB를 구축
  - ➔ 중성자 카운트값을 앵글에 대하여 맵핑하여 사이노그램을 형성하고, 형성된 사이노그램을 총 회전 반경에 대하여 적분, 사용후핵연료의 중성자 분포를 영상화
- 사용후핵연료의 건전성 평가 및 건전성 검사에 활용
  - ➔ 사용후핵연료 저장/처분 안정성 시스템 구축
  - ➔ 사용후핵연료 건식저장 안전성 실증 기술과 사용후핵연료 안전정보 시스템 구축

## 적용 제품

사용후핵연료 관리시스템  
핵연료 저장소의 안전성 평가나  
핵연료의 추가적인 보안 조치 결정에 참고

원전의 안정적인 운영과  
원활한 해체를 위한 관리시스템

## 시장 동향

### 사용후핵연료 재활용 시장

Global Spent Nuclear Fuel Recycling  
Market Size, 2032 (USD Million)



### 사용후핵연료 발생현황과 포화시점 전망

구분	고리(경)	한빛(경)	한울(경)	새울(경)	신월성(경)	월성(경)
포화율	83.8%	74.2%	80.8%	19.0%	62.9%	98.89%
포화시점	'31년	'31년	'32년	'66년	'44년	

산업통상자원부, 2021.12.07.

- 글로벌 사용후핵연료 재활용 시장 규모는 2022년에 급속히 확장되었으며 2028년까지 크게 성장할 것으로 예측
- 사용후핵연료는 '21년 3분기 기준 총 504,809다발이 발생하였으며, 지속적인 발생으로 저장시설의 포화가 예상됨 (경수로형 원전에서 20,733다발, 중수로형 원전에서 484,076다발)
  - 수원전 설계수명 만료까지 130,520다발(경수로 37,745다발, 중수로 92,775다발)이 추가 발생해 누적 635,329다발(경수로58,478다발, 중수로 576,851다발)의 발생 전망되며, 저장시설용량 고려시 '31년부터 순차적인 포화 전망

## 활용 가능 분야

사용후핵연료 처분 안전성  
검증체계 기반 확립

원전 심층처분 안전성 규명을  
위한 시스템기반 성능평가  
방법론 및 위험도 관리 종합  
안전성 입증체계 구축

원전 종합성능평가  
DB 관리시스템 구축

## 기술이전 문의처

담당자 | 김 경 식 행정원

Tel | 042-860-9868

E-Mail | ksh10358@kinac.re.kr