

# 우리로X 와 AI 활용

UNIST 원자력공학과 | 교수 방 인 철

2023.10.26

2023 추계원자력학회 워크샵:

원자력의 AI Transformation을 위한 산학연 협력





- I. 우리로(URILO)-X 장치 소개
- II. 우리로의 AI 활용 연구
- III. URILO-II 및 URI-SMR 현황 및 AI 적용 계획
- IV. 요약



# 우리로(URILO)-X 장치 소개

## ❖ 우리로(URILO)-X 프로젝트

- ✓ 4차 산업혁명과 피동 안전 기술의 발전에 맞추어, 학생과 연구자들이 이론과 기술을 효과적으로 연계할 수 있는 교육용&연구용 원전 열수력 플랫폼의 필요성이 파악함.

- APR1400 기반의 우리로(URI-LO) 개발 수행. 원자로 계통에 대한 직관적 구조, 내부 현상을 볼 수 있는 가시성을 가짐.
- 실제 원자로 거동을 물리적으로 타당한 범위에서 모의할 수 있도록 설계되었으며, 다양한 신기술을 쉽게 적용이 목적.
- 우리로 AI 연구를 수행 중이고, 자연순환 SMR과 OPR1000에 대한 우리로-X를 후속 구축 및 테스트 하는 단계임.



그림. 우리로(URILO) 실험장치와 활용 예시

# 우리로(URILO)-X 장치 소개

4



2019~

URILO

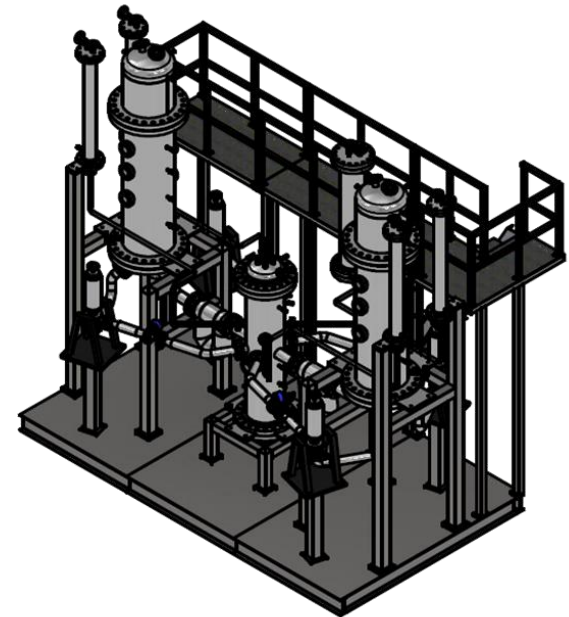
- ❖ APR1400 을 높이 1/8, 직경 1/12로 축소한 아크릴 기반 투명 열수력 종합효과 실험장치
- ❖ APR1400 가시화 교육 플랫폼 & 4차 산업혁명 기술 & 신개념 냉각계통 시험



2023~

URI-SMR

- ❖ 자연순환 피동형 SMR을 높이 1/4, 직경 1/6.3로 축소한 열수력 종합효과 실험장치
- ❖ SMR 신기술 열수력 실험장치 & SMR 교육 플랫폼



2024~

URILO-II

- ❖ OPR1000 을 높이 1/8, 직경 1/10로 축소한 열수력 종합효과 실험장치
- ❖ OPR1000 원전 교육 플랫폼 & 4차 산업혁명 기술 & 신개념 냉각계통 시험 장치



# 우리로(URILO)-X 장치 소개

## ■ 우리로 (URI-LO: UNIST Reactor Innovation Loop)

- ✓ URI-LO는 APR1400을 참조 원전으로, 높이 1/8, 면적 1/144로 축소한 열수력 종합효과 실험장치
- ✓ 원자력 발전소 교육 플랫폼 & 4차 산업혁명 기술 및 신개념 피동냉각계통 시험 장치

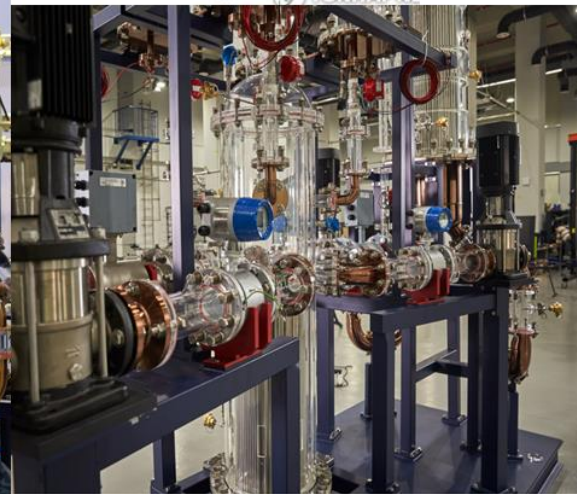
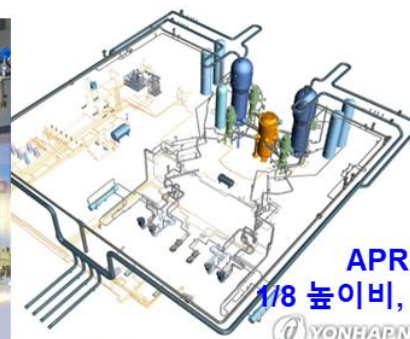


그림. UNIST Reactor Innovation LOop, URI-LO : APR 1400 1/8 스케일 열수력 축소 실험장치

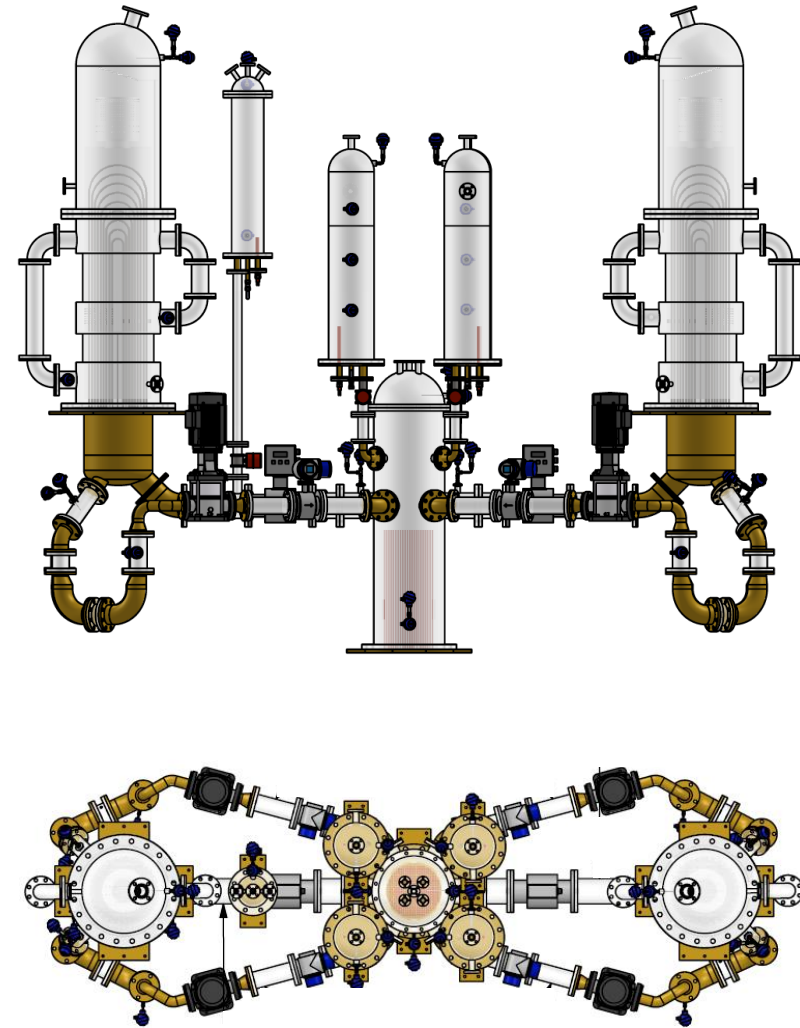
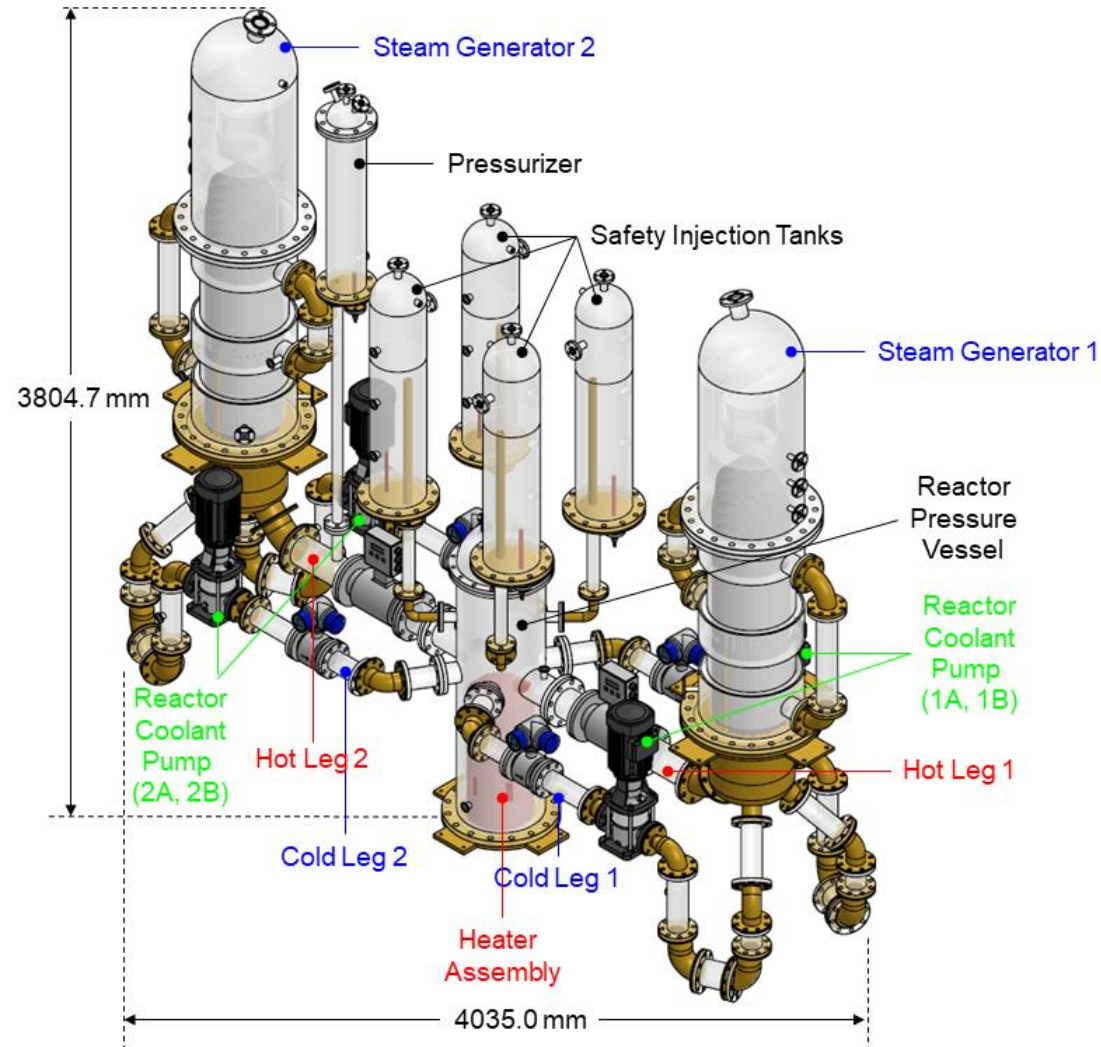


그림. 우리로(URILO)의 상세 설계도



# 우리로(URI-LO) 설계 특징

7

- Advancement of URI-LO
- ✓ CRDM, SIP, CVCS, Spray system

[www.urilo.or.kr](http://www.urilo.or.kr)

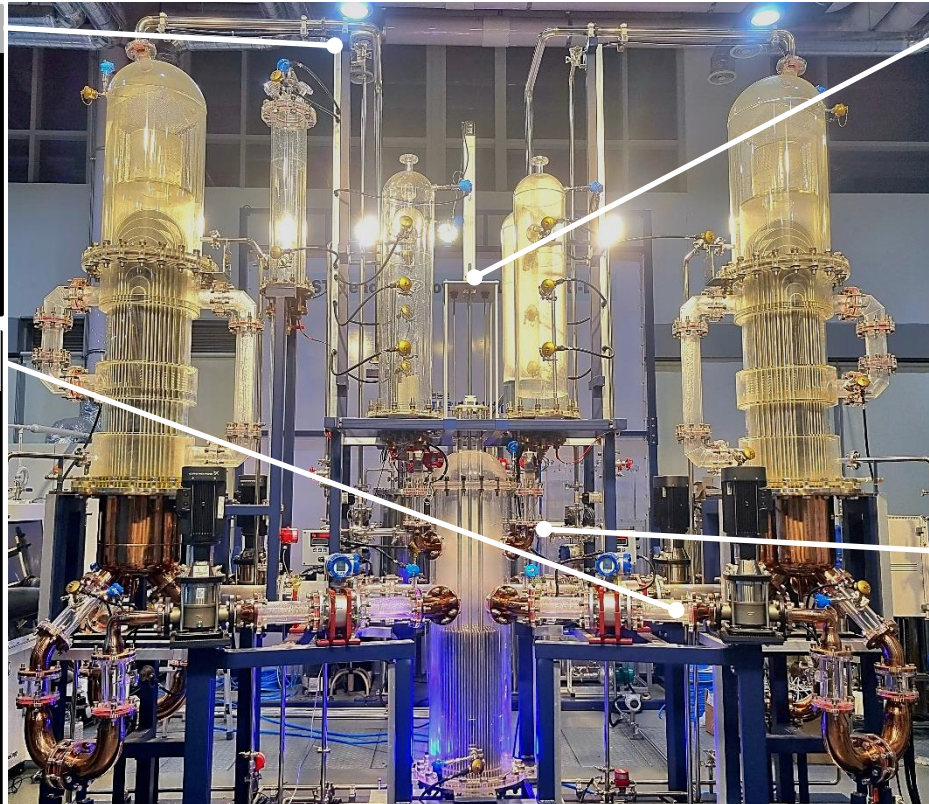
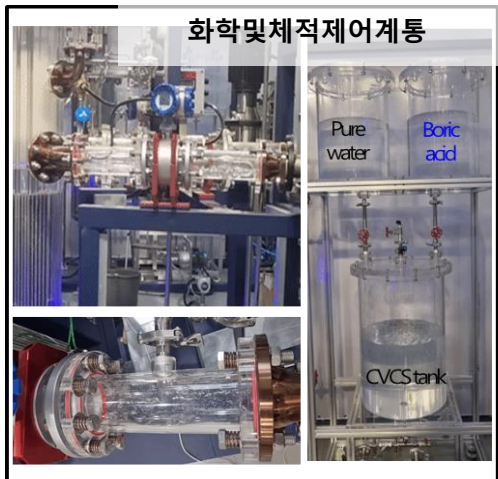


그림. 우리로(URILO)의 설계 특징

# URILO의 AI 연구 사례

8

## I. 소형 IR 모듈 및 AI를 이용한 원전 이상상태 감시 기술

✓ 소형 적외선 카메라가 내장된 PC 모듈과 딥러닝을 활용하여 신속하고 정확한 진단을 위해 기기진단 후 사고를 분류하는 방법을 적용함.

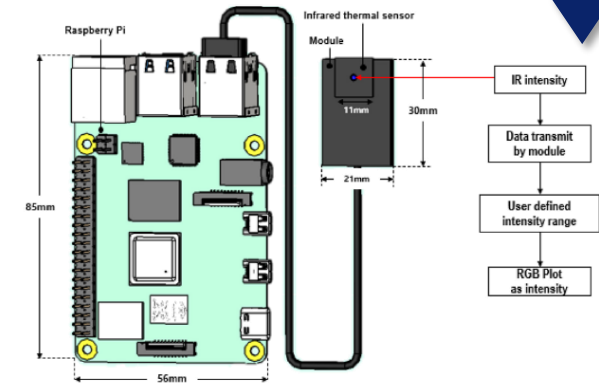
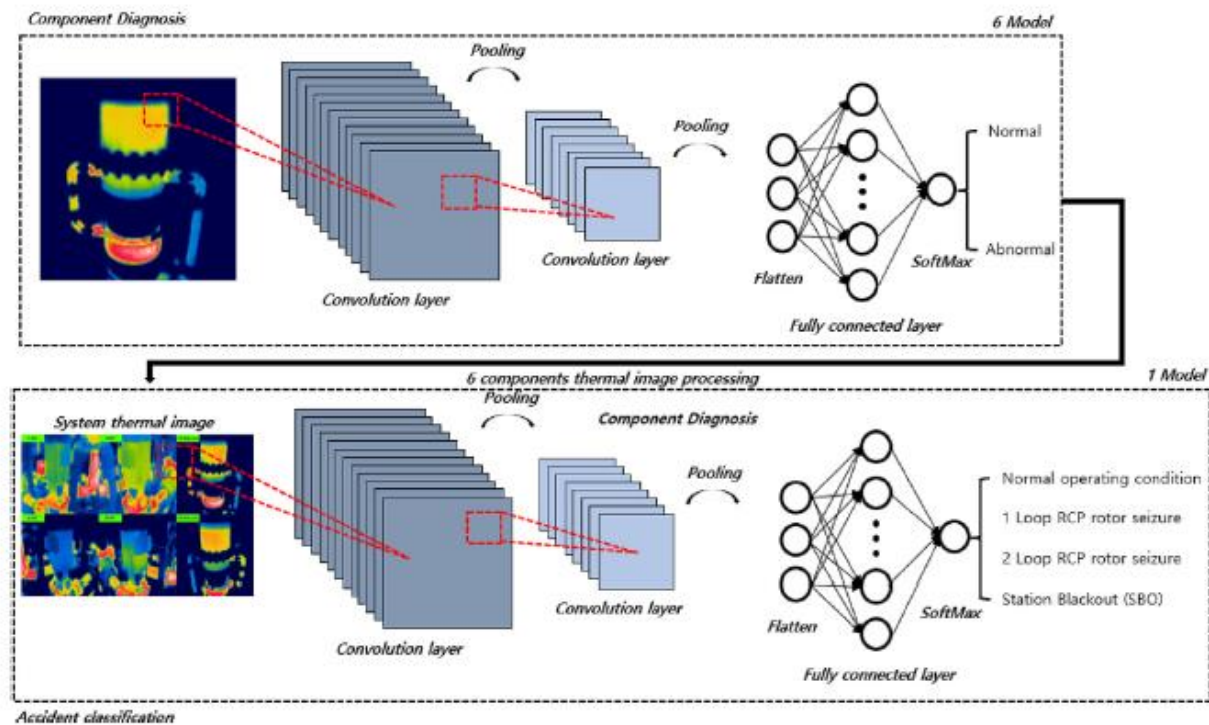
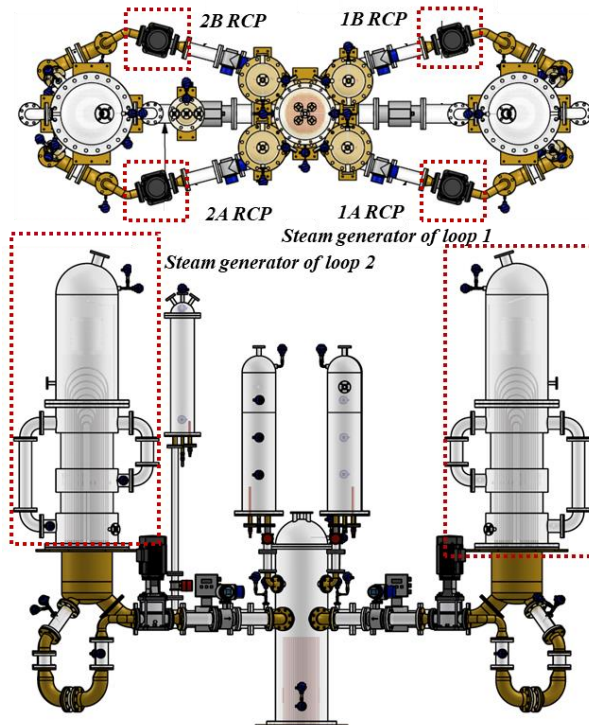


그림. Raspberry Pi기반 IR 모듈



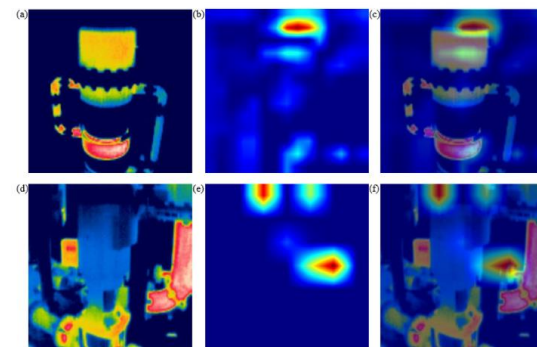
Deep learning  
Data transmit



# URILO의 AI 연구 사례

## I. 소형 IR 모듈 및 AI를 이용한 원전 이상상태 감시 기술

- ✓ 소형 적외선 카메라가 내장된 PC 모듈과 딥러닝을 활용하여 신속하고 정확한 진단을 위해 기기진단 후 사고를 분류하는 방법을 적용함.



Activation map

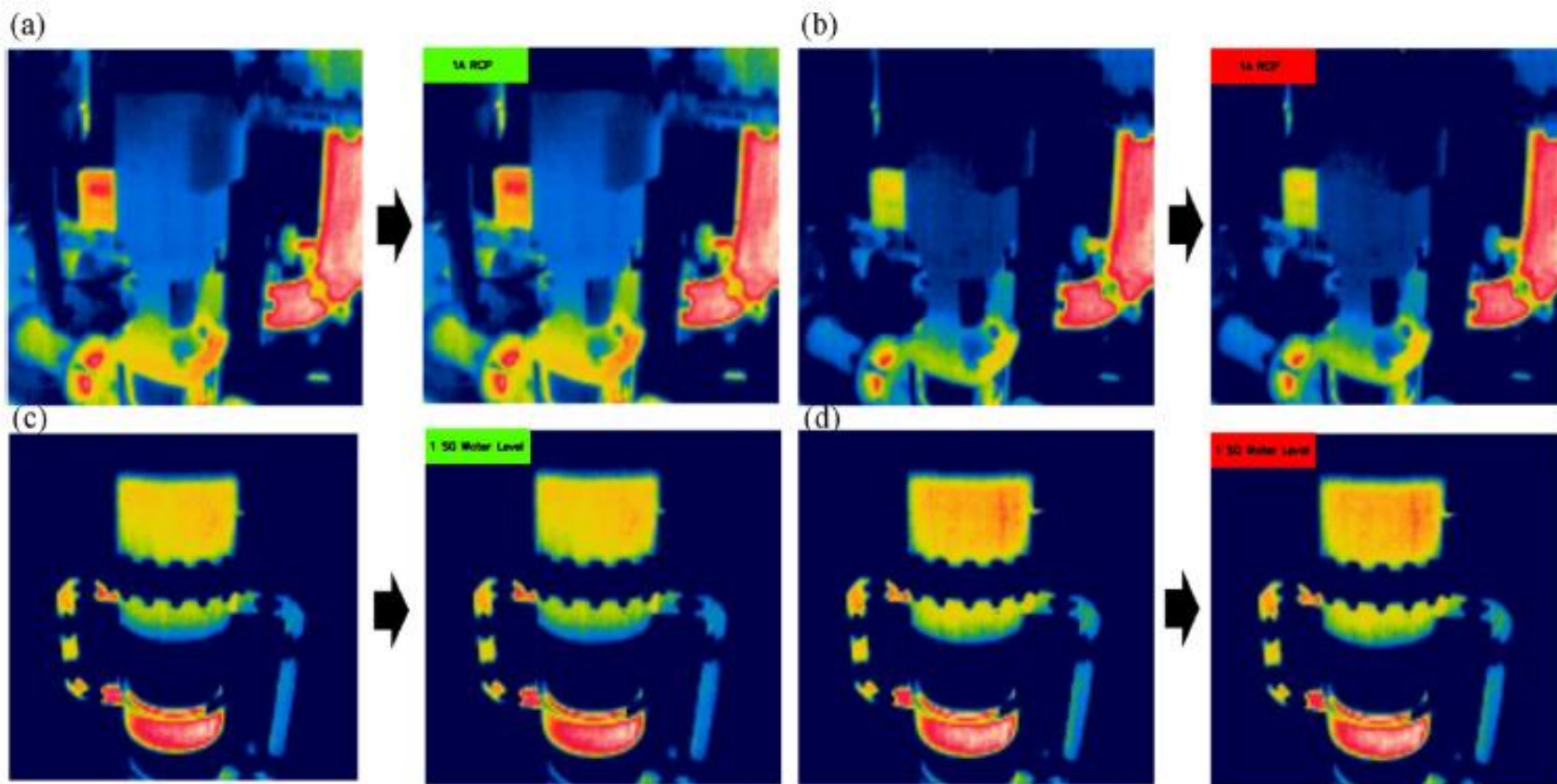
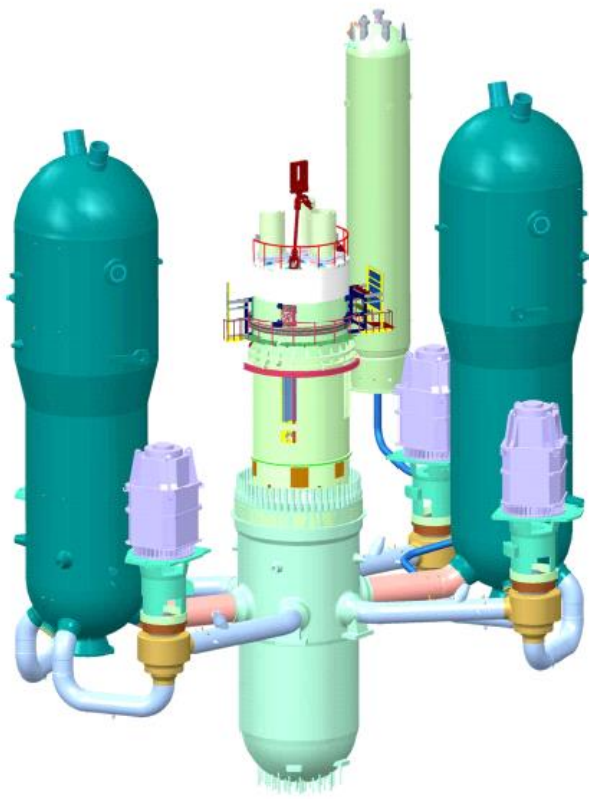


그림. 적외선 모듈로 촬영한 열화상 사진과 AI기반 구성기기 및 이상여부 판단 결과: (a) 정상 RCP, (b) RCP 고장, (c) 증기발생기 정상 수위, (d) 증기발생기 저수위.

# URILO-II 및 URI-SMR 현황 및 AI 적용 계획

## URILO-II 실험장치

- ✓ URILO-II는 OPR1000의 계속운전 관련 연구, AI 등 신기술의 시험대(Test bed) 역할, 원자력 교육을 연구 목표로 함. OPR1000을 높이 1/8, 직경 1/10으로 축소한 열수력 가시화 실험장치 임.



OPR1000

그림. OPR1000 원전 일차계통

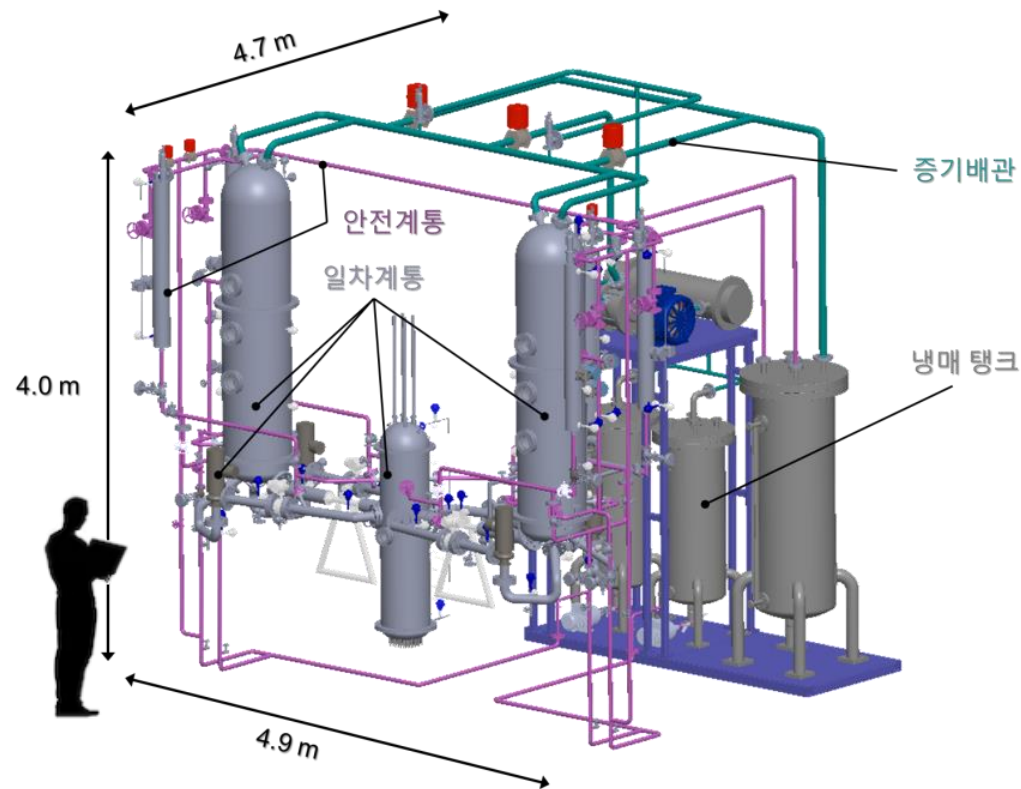


그림. 우리로-II 실험장치 설계도



# URILO-II 및 URI-SMR 현황 및 AI 적용 계획

## ■ URI-SMR 구축 현황

- ✓ 자연순환형 피동형 SMR의 열수력적 거동 시연 및 가시화 혁신 연구 플랫폼 구축 완료.
- ✓ SMR 안전성 및 자연순환 성능 평가와 향후 AI 이상상태 감시 기술 적용/평가를 목표로 함.

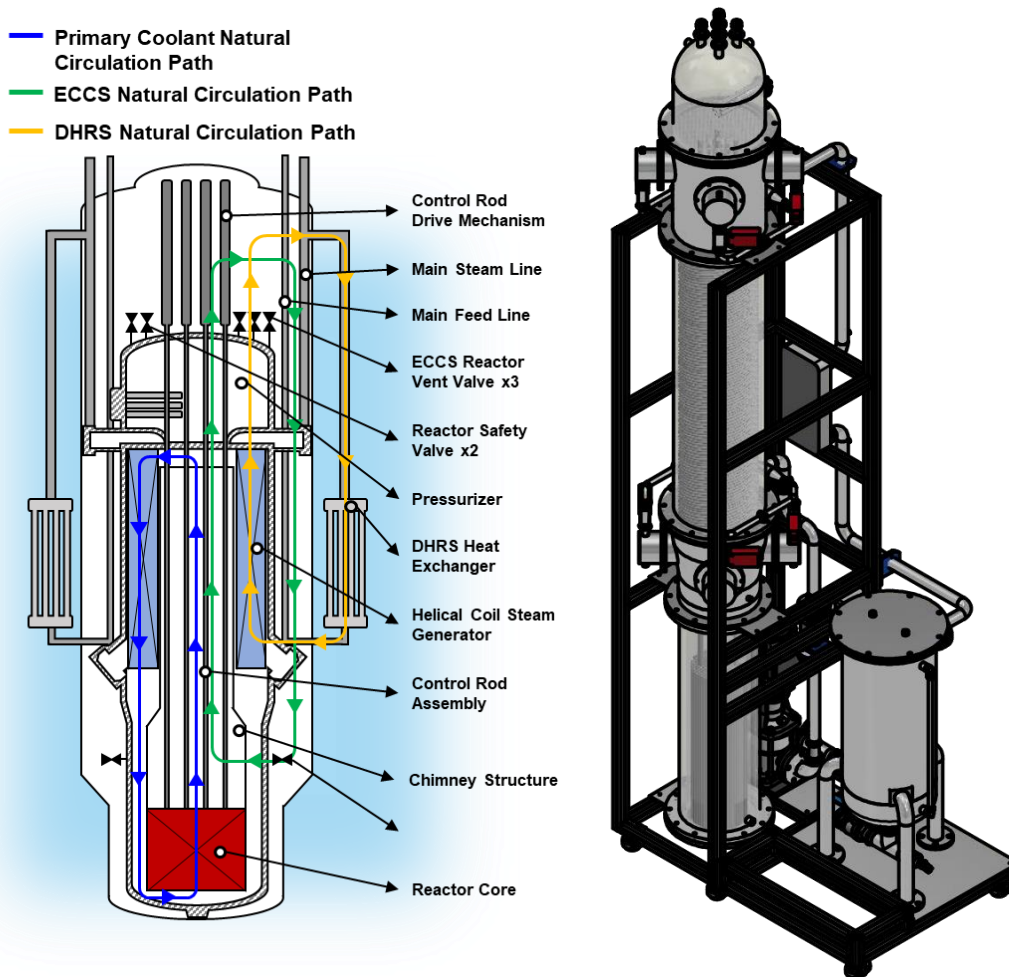


그림. SMR 혁신 플랫폼 URI-SMR 대상 노형 (좌) 및 상사 실험장치 설계 도출 결과 (우)

# 요약

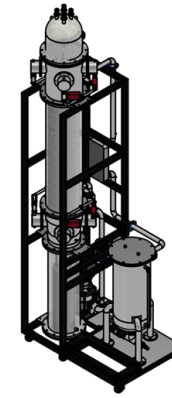
❖ 우리로-X 장치를 활용한 원전의 AI 연구를 수행 중이며, 향후 구축된 추가 장치로 다양한 적용 범위에 대한 데이터를 활용할 수 있을 것으로 기대됨.

- ✓ 소형 적외선 측정과 딥러닝을 통해 원전의 컴포넌트를 파악하고, 각 컴포넌트의 이상상태를 감시하는 기술 연구 수행함.
- ✓ 적외선 촬영과 객체탐지 딥러닝을 통해 원전의 원격 이상상태 감시를 수행함.
- ✓ 음향/진동 AI는 계통 내부의 비등/유동 상태를 판별할 수 있는 가능성을 보임.
- ✓ 향후 URI-SMR과 URILO-II를 활용하여, 다양한 운전 환경과 노형에서 AI 적용 연구를 수행 예정.
- ✓ 모빌리티 활용성 고려.



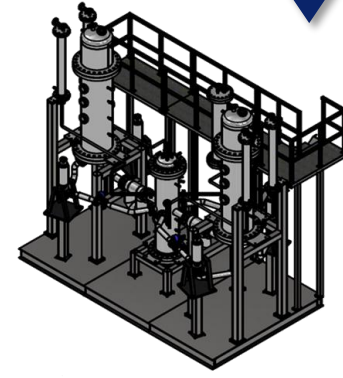
2019~

URILO



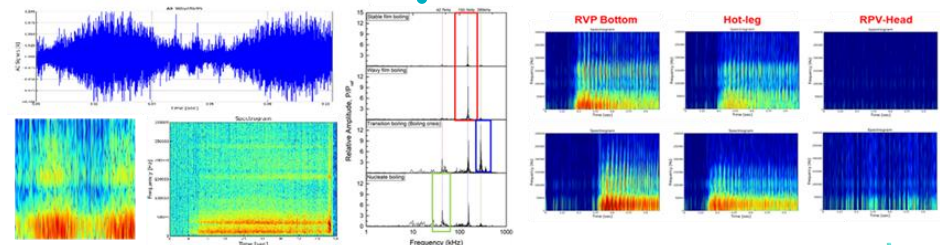
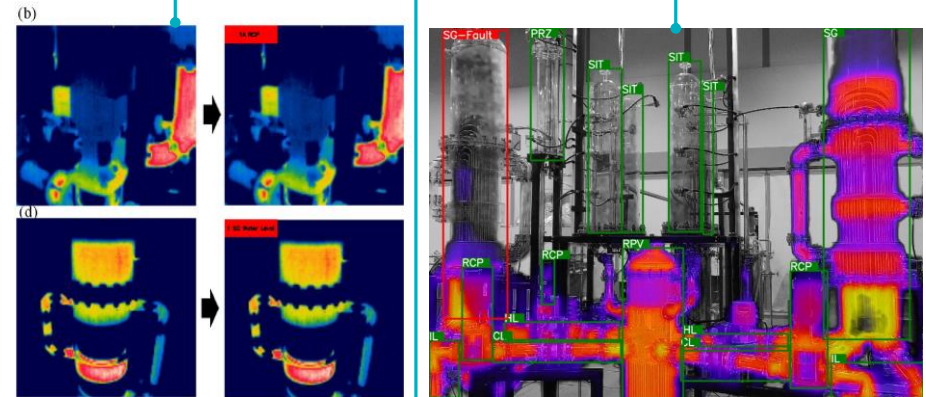
2023~

URI-SMR



2024~

URILO-II





감사합니다.



**Prof. Bang's Research Group**