

혁신형 SMR 개발 계획

2021. 5. 12.

경수로형 SMR 기술 개발 Workshop

CONTENTS

1

추진 배경

2

추진 경과

3

혁신형 SMR 개발 목표

4

혁신형 SMR 개념안

I. 추진 배경

● 배경

- ❖ 대형 원전 초기 투자 비용 증가
 - 수용성 저하, 안전기준 강화 → 건설공기/비용 증가
- ❖ 노후 발전소 대체 및 개발도상국 수요 증가
 - 기존 발전소 대체, 기존 송전망 활용 → 중소형 발전 선호
- ❖ 기후변화 대응 및 탄소 중립
 - 신재생 설비용량 증가, 태양광 및 풍력 등의 간헐성 → 저탄소 보조 전력원 필요
- ❖ 원자력 생태계 유지
 - 가동원전 안전운영 기반 유지, 신성장 동력 발굴

● 전세계적으로 70여종의 SMR 개발중

- ❖ 미국 및 러시아 등 원자력 선진국 주도
- ❖ Gen-III 및 Gen-IV (HTGR, FBR, MSR 등) 개발 경쟁중
- ❖ 경수로형은 대부분 '30년 이전 상용화 목표
- ❖ SMART(건설 인허가) 이외 국내 개발은 기본설계 이전 단계

II. 추진 경과 (1/5)

산학연 협력체계 구축 및 개발방안 수립

● 한수원-KAERI 간 논의 개시

- ❖ SMR 개발 방안 검토 ('19.6 ~, CEO 지시)
- ❖ 한수원-KAERI간 협력방안 논의 ('19.10)
- ❖ 한수원 '혁신형 SMR 개념 개발' 과제 착수

● 혁신형 SMR 추진위원회 ('20.5~)

- ❖ 산학연 전문가 15인으로 구성
- ❖ 산학연 협력체계 및 개발방안 논의

● 혁신형 SMR 포럼 ('20.9)

- ❖ 산학연 기관 대표, 비원자력계 포함
- ❖ SMR 개발 필요성에 대한 공감대 형성
- ❖ 개발 방안에 대한 의견 청취



II. 추진 경과 (2/5)

국회포럼 개최 ('21.4.14)

● 혁신형 SMR 국회포럼

- ❖ 위원장 : 이원욱, 김영식 의원
- ❖ 위원 : 34명 (국회(12), 산(7), 학(8), 연(3), 관(4) 등)
- ❖ 출범식 주제 : 신성장동력 창출과 산업생태계 활성화를 위한 혁신형 SMR 추진전략

● 주요 토의 내용

- ❖ 수출 경쟁력 확보를 위한 혁신 SMR 개발
 - ❖ 적기 개발을 위한 정부 지원
 - ❖ 혁신 원자로 인허가를 위한 규제 기반
- 예타 지원 및 법률 개정안 마련을 위한 TF 운영 필요



II. 추진 경과 (3/5)

혁신형 SMR 기술개발 착수 및 향후 계획

● 개발 목표

- ❖ 2028년 인허가 확보 ('30년 이전 수출시장 진입)
- ❖ 개발/설계 (5년) + 인허가 (3년)

● '혁신형 SMR 기술개발 (I)' 과제 착수

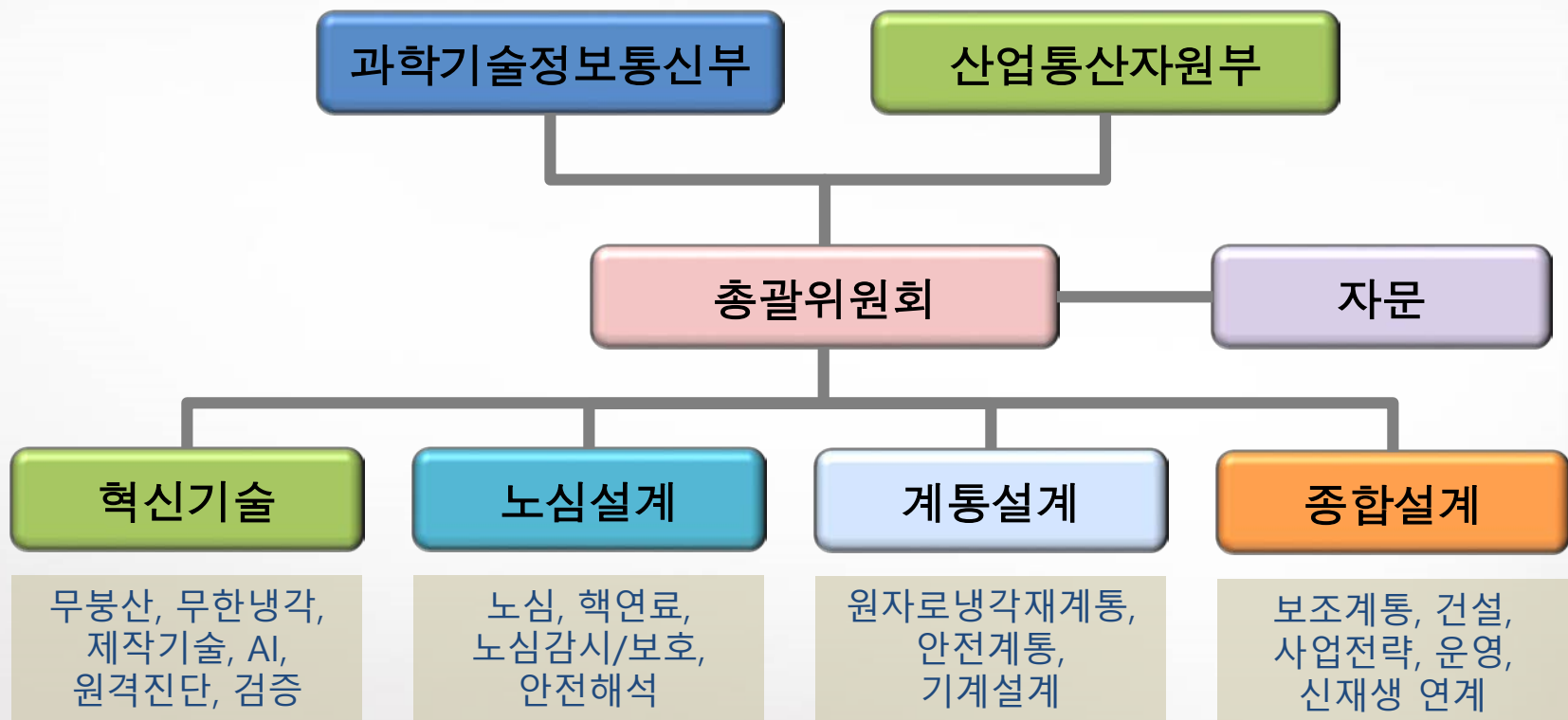
- ❖ 기간/예산 : '21.1 ~ 24.6 / 약 500억원
- ❖ 참여기관 : 한수원, KAERI, 설계사, 학계 등
- ❖ 주요 내용 : 개념설계 및 기본설계
- ❖ 설계 2단계 및 요소기술 개발을 위해 예타 준비중



II. 추진 경과 (4/5)

예비타당성 조사 기획위원회 운영 (1/2)

- 목표 : '23년 요소기술개발 착수 (예산 집행)
 - ❖ '21.9월초 예타 신청 → '22년 상반기 예산 반영
 - ❖ 총괄위원회 kick-off meeting 개최(4/27) 및 기술수요 조사 준비중
- 기획위원회 구성



II. 추진 경과 (5/5)

예비타당성 조사 기획위원회 운영 (2/2)

● 총괄위원회

- ❖ 위원장 : 정동욱 교수 (중앙대 에너지시스템공학부)
- ❖ 위원 : 과기부, 산업부, 연구재단(간사), 에기평, 분과 위원장 등
- ❖ 역할 : 예타 기획 총괄, 기관간 의견 조율 등

● 분과 위원회 : 4개 분과

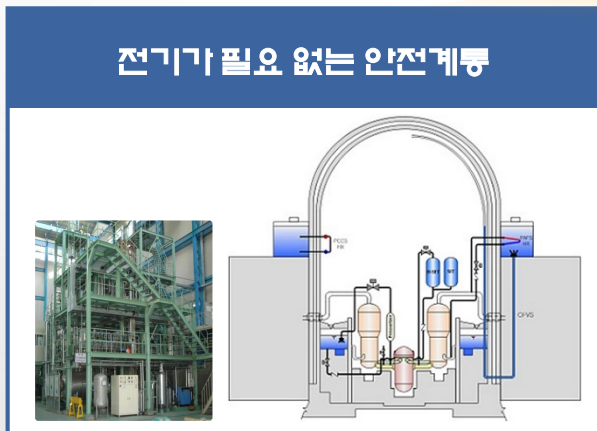
- ❖ 구성 : 각 분과별 산학연 전문가 6 ~ 8인
 - ※ 필요시, 위원 외 전문가 자문 활용
- ❖ 역할 : 기술 검토, 선정 및 로드맵 도출

● 실무위원회

- ❖ 구성 : 분과 간사, 자문기관(보고서 작성 자문) 등
- ❖ 역할 : 기획위 운영 및 의견 수렴, 보고서 구성 등에 대한 자문

III. 혁신형 SMR 개발 목표 (1/3)

안전성 목표



경제성 목표

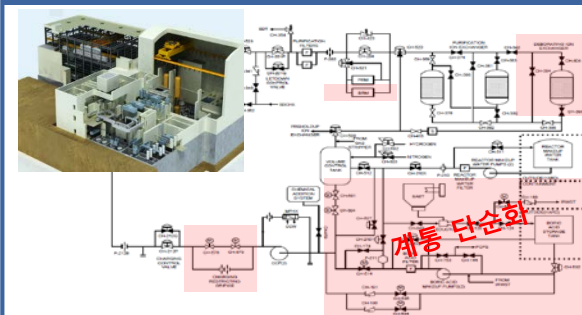
경제성 목표



III. 혁신형 SMR 개발 목표 (3/3)

운전 및 유지보수성 목표

계통 및 안전설비 단순화



운전원 대폭 감소



- 기동/정상/정차 운전 자동화
- 사고시 운전원 조작 불필요

사용후 핵연료, 폐기를 저감



- 장주기 노심 설계
- 무붕산 반응도 제어

운전 및 유지보수성 확보

인공지능, IoT 활용 운전/정비 지원

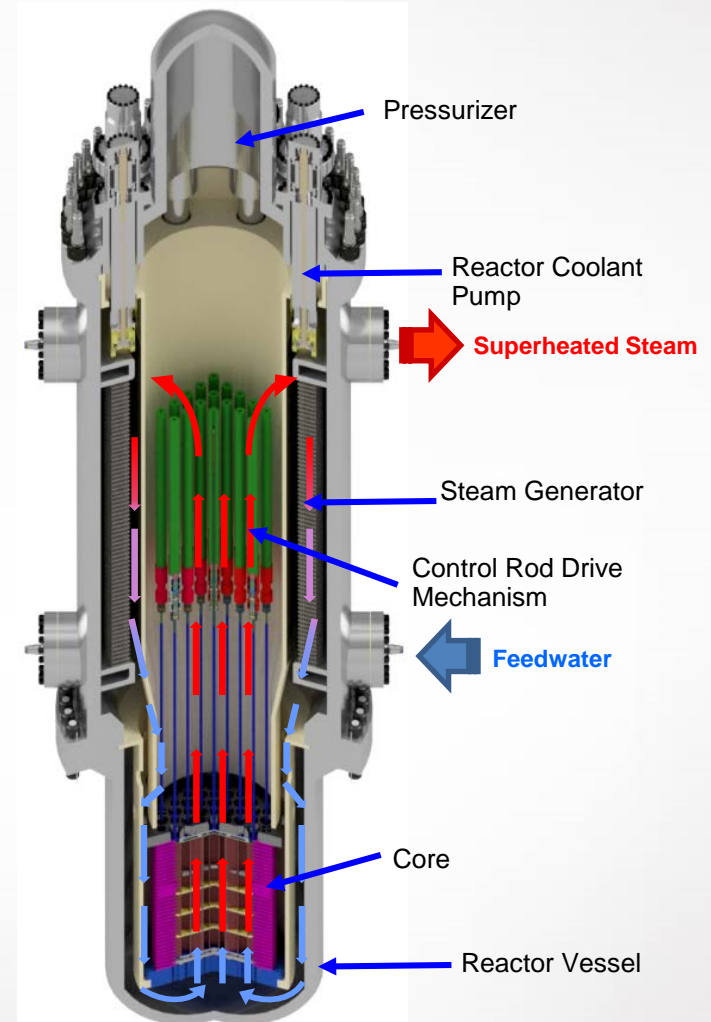


- AI 활용 계통 자동운전
- IOT 원격 진단 예측

IV. 혁신형 SMR 개념안 (1/3)

원자로 냉각재 계통 개념안

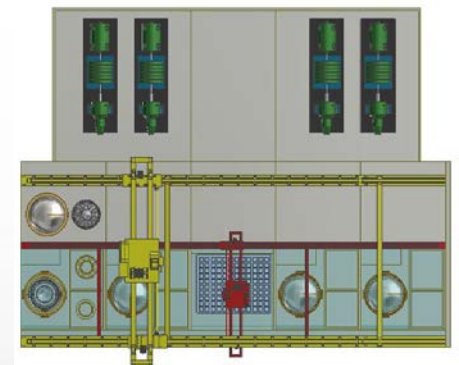
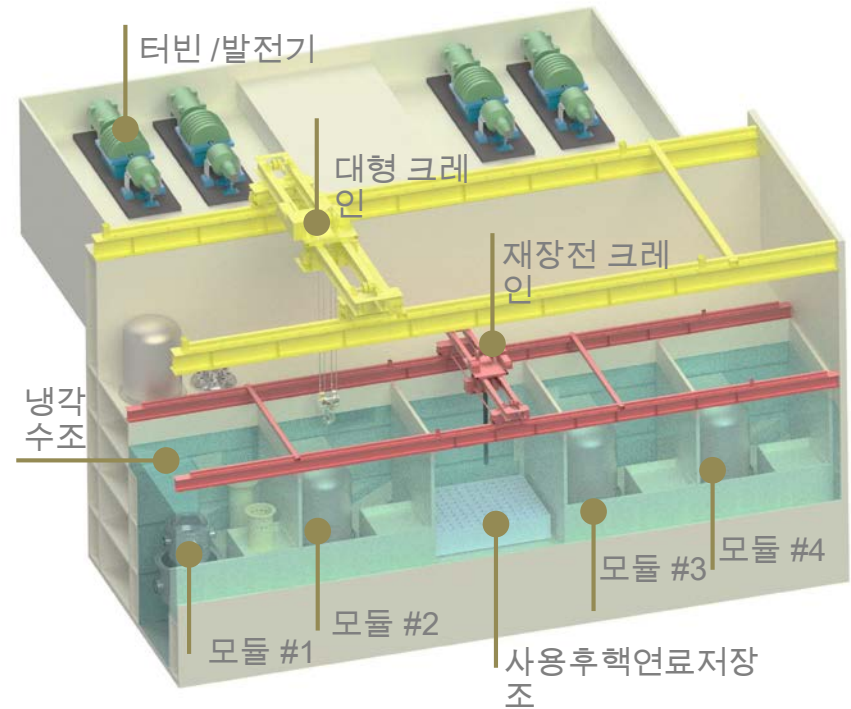
- 일체형 원자로
 - ❖ LB-LOCA 배제
 - ❖ 공장 제작, 건설공기 단축
- Canned motor RCP
 - ❖ 체적/중량 대비 열 출력 증대
- 콤팩트 나선형 SG 배치
- 무붕산 노심 설계
 - ❖ 540 MWth (17x17, 2.4m, 69 FAs)
 - ❖ CVCS 계통 단순화, 폐기물 감소
 - ❖ 장기냉각시 붕산석출/재임계 문제 해소
- 내장형 CRDM
 - ❖ 제어봉 이탈사고 배제
 - ❖ RV 관통부 최소화



IV. 혁신형 SMR 개념안 (2/3)

원자로건물 배치 개념안

- 콘크리트 원자로건물
 - ❖ 항공기 충돌 등 외부사고 대비
 - ❖ 비내압, SC구조 적용
- 4개 모듈 기본 배치
 - ❖ 건설 물량 저감, 운영 편의
 - ❖ 크레인 등 공유
- SFP 일체형 대형 냉각수조
 - ❖ Pool형 안전급 최종 열제거원
 - ❖ 물+공기 장기 냉각
- 안전급 펌프/전원 배제
 - ❖ Fail-safe 피동안전 개념 적용
 - ❖ 비안전급 AC/DC 설계



IV. 혁신형 SMR 개념안 (3/3)

우월성 확보를 위한 5 Core Technologies





THANK YOU

MEMO

해외 경쟁노형 대비 설계특성 비교

구분	혁신형 SMR	미국 N사
모듈당 전기 출력	170 MWe	60 MWe
플랜트 건설 단위	4기 (총 680 MWe)	12기 (총 720 MWe)
노심설계/농축도	무봉산, <5.0%	봉산 사용, <4.95%
안전계통	피동, 단순화	피동, 단순화
RCS 냉각재 순환	강제순환	자연순환
원자로냉각재펌프	캔드 모터	-
증기발생기	나선형	나선형
제어봉구동장치	내장형	외장형
원자로용기 크기 (D/H)	4.5m / 17.0m	3.0m / 20.0m
노심손상빙도	< 10 ⁻⁹ /M·Y	0.3 x 10 ⁻⁹ /M·Y
핵연료 교체 주기	> 24개월	24개월
건설 공기	24개월 (F/C~F/L)	36개월 (F/C~운전)
경제성 확보방안	고용량, 모듈화	대량 생산

