

제21회 원전 수화학 및 부식 워크숍, 세종컨벤션센터, 2026. 6.18~19

# 국내외 SMR 개발현황과 전망

2026.6.19 (금)

강 한옥



한국원자력연구원  
Korea Atomic Energy Research Institute

제21회 원전 수화학 및 부식 워크숍

# 국내외 SMR 개발 현황과 전망

- 01 도입말
- 02 SMR 개요
- 03 글로벌 SMR 상용화
- 04 국내 SMR 현황
- 05 맺음말

CONTENTS

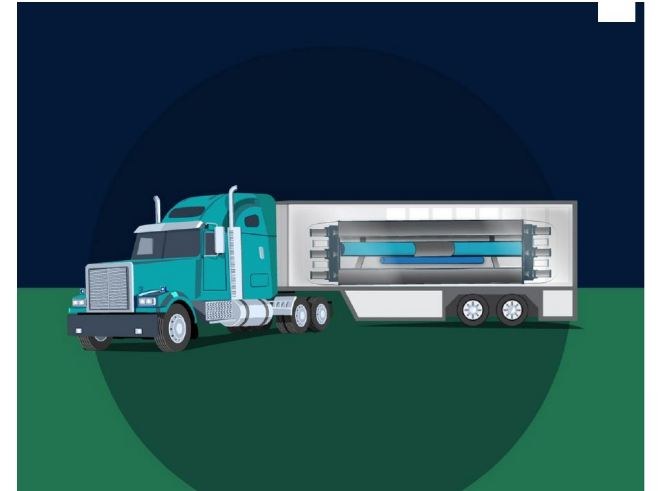
# "우리도 만들고 있습니까?" ...李 대통령 언급한 'MMR' 뭘길래

박건희 기자 2026.06.02 13:44 (머니투데이)

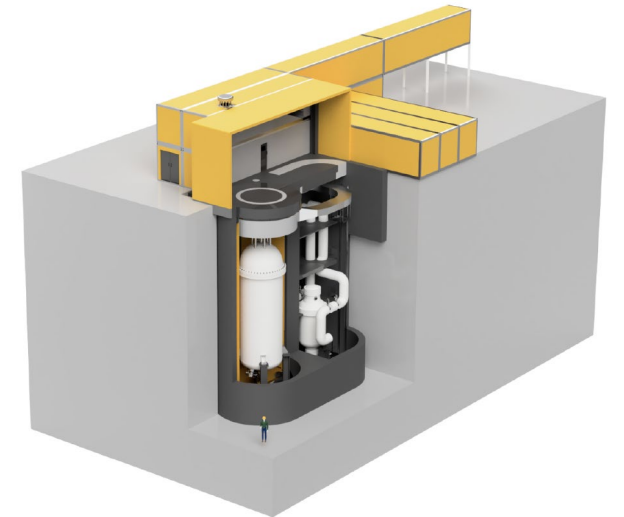
20~30MW급 초소형원자로 'MMR'  
배 부총리 "원자력연 개발...확인해 보겠다"



이재명 대통령이 2일 청와대에서 열린 국무회의 겸 비상경제점검회의에서 발언하고 있다. /사진=뉴스1



트럭에 싣고 다니는 초소형모듈원자로 상상도, 미국 에너지부



초소형 모듈 원자로(MMR) 개념도. USNC 홈페이지



# SMR 특별법 국회 통과… “원전 업계 숙원 풀렸다”

소형 원전 개발에 속도낼 듯  
건설 기간 짧고 비용도 적게 들어  
재생에너지보다 안정적 전력 생산  
정부 과도한 규제 줄이는 게 관건

국내 원전 업계의 오랜 숙원인 소형 원전 개발에 속도가 붙게 됐다.

‘소형 모듈 원자로 개발 촉진 및 지원에 관한 특별법(SMR 특별법)’이 12일 오후 국회 본회의를 통과했다. 최근 AI 데이터센터 전력 수요가 급증하고, 탄소중립 목표를 달성하기 위해 소형 원전 건설이 필요하다는 공감대가 확산하면서 지난 2년간 표류했던 SMR 특별법이 뒤늦게나마 국회를 통과한 것이다.

미국·중국·영국을 비롯한 세계 각국은 AI 시대에 SMR을 신속하게 개발·배치하는 것을 지원하는 법률을 이미 통과시킨 상태다. 하지만 국내에서는 법 제정 관련 논의가 지지부진하면서 대형 원전 강국인 한국이 SMR 경쟁에서 뒤처질 수 있다는 우려가 나왔다. 원전 업계는 이번 법안 통과를 계기로 국내에서 소형 원전 기술 개발과 상용화가 본격도에 오를 것으로 기대한다.

SMR 특별법 주요 내용

1

5년마다 SMR 개발 기본 계획 수립

2

SMR 개발 촉진위원회 설치

3

민간기업 육성, 시스템 실증 위한 부지·비용 지원

4


SMR 특구 지정

5

SMR 기술 표준 국제화 추진

6

전문 인력 양성 정책 추진



◇2년 만에 통과된 SMR 특별법

SMR은 대형 원전의 핵심 장치를 하나로 합쳐 크기를 줄인 소형 원전을 일컫는다. 건설 기간도 짧고 비용도 적게 든다. 사고 발생 확률도 10억년에 한 번꼴로 낮고, 사고 피해도 제한적이다. 재생에너지보다 안정적으로 전력을 생산한다는 것도 장점이다. SMR은 AI 데이터센터 바로 옆에서 24시간 고밀도 전력을 생산해 제공할 수 있다.

세계 각국은 이미 SMR 기술을 선점하기 위해 빠르게 뛰고 있다. 미국과 중국 등 세계 18국이 80여 종에 달하는 다양한 SMR을 개발하고 있다. 대부분 2030년까지 상용화를 목표로 하고 있다.

미국은 국가 차원에서 SMR 관련 기

개발 중인 국산 SMR 기술		자료=과학기술정보통신부
두산에너지빌리티	경남 창원 사업장에 2028년까지 SMR 전용 공장 구축.	
현대건설	미국 미시간주 팰리세이즈 원전에 SMR 2기 건설 프로젝트 착수. 2030년 준공 목표.	
한국수력원자력	혁신형 소형모듈원자로(i-SMR)의 표준 설계 중. 2030년 상용화 목표.	
한국원자력연구원	한국형 소형원자로(SMART100) 설계 개발 중. 2030년 상용화 목표.	

업을 지원하고 있다. 트럼프 행정부는 SMR 배치에 약 9억달러(약 1조3000억원)를 투자하겠다고 밝힌 바 있다. 대표 SMR 기업인 테라파워는 2030년 상업운전을 목표로 차세대 SMR을 개발 중이다. 중국은 2026년 가동을 목표로 육상 SMR을 건설하고 있다.

한국에선 두산에너지빌리티, 현대건설, SK 등 대형 원전 관련 기술을 가진 기업들이 SMR 관련 기술을 개발하고 있으나, 그동안 정책적 뒷받침이 없어 시장 주도권을 뺏길 수 있다는 우려가 컸다.

◇정부, 5년마다 SMR 기본 계획 수립해야

원전 업계는 이번 SMR법 통과로 국내에서도 관련 생태계가 구축될 수 있을 것으로 기대한다. SMR법에 따르면 정부는 앞으로 5년마다 ‘SMR 시스템 개발 기본 계획’을 수립해야 한다. SMR 연구·개발 추진 전략, 자원 조달, 생태계 조성 방안 등이 포함된다. 또 원자력진흥위원

회에 SMR 개발 촉진위원회를 설치, 이를 통해 SMR 관련 주요 사항을 심의·의결할 수 있다. ‘SMR 특구’를 마련, 대학·연구소·기관이 협력해 관련 기술을 보다 빠르게 개발할 수 있도록 지원한다는 계획도 담았다. 과기정통부는 앞으로 ‘3대 국산 SMR 노형 핵심 기술 설계’에 2030년까지 1조2000억원을 투자한다는 계획이다.

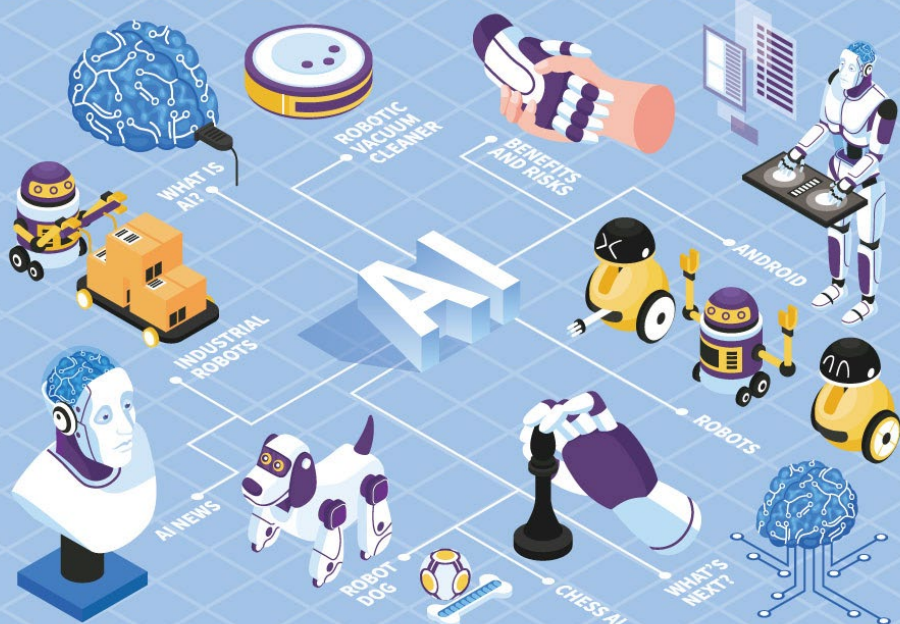
SMR법이 국회를 통과했지만 SMR 개발과 상용화에 속도를 내기 위해선 기존 대형 원전에 맞춰진 인허가 규제 체계가 SMR 특성에 맞게 손질되어야 한다는 지적이 나온다. 정범진 경희대 원자력공학과 교수는 “기존 대형 원전 건설 규제에 맞추다 보면 SMR 건설에 너무 많은 시간과 비용이 들게 된다”면서 “SMR의 안전성을 인정하고 이에 맞춰 과도한 규제는 과감히 풀어야 한다”고 했다.

송혜진·최원우 기자



대한민국 과학기술의 대도약!

# 'K-문샷' 프로젝트로 AI 주권 시대를 열다



## 국가 과학난제 미션 도출

### AI로 과학난제 해결, 과학기술로 AI 한계를 돌파



신약 x AI

신약개발속도  
배 이상 증가



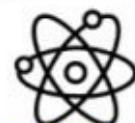
BCI x AI

사람의 신체·인지능력 증강을  
위한 뇌 임플란트 상용화



원자력 x AI

2050년 해양수송 탈탄소화를 위한  
친환경 SMR 선박 조기 실현



핵융합 x AI

한국형 핵융합 소형 실증로  
개발 및 전력생산 실증



태양전지 x AI

보급형 초고효율 다중접합 태양광  
모듈 개발로 글로벌 시장 선점



휴머노이드

미래의 동반자, 휴머노이드와 함께  
성장하는 공존사회



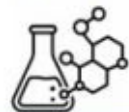
피지컬AI 범용모델

범용 피지컬 AI 모델·컴퓨팅  
플랫폼 내재화



우주 x AI

우주 데이터센터 핵심·  
원천기술 확보



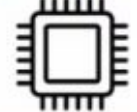
소재 x AI

희토류 완전 안심국가 실현



AI과학자

세계 최고 수준의 AI 과학자 개발



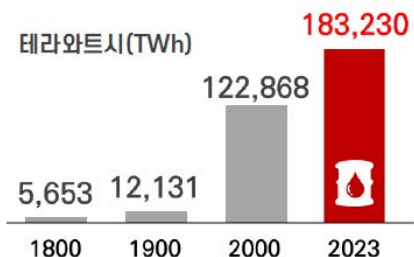
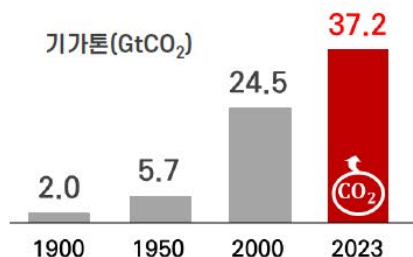
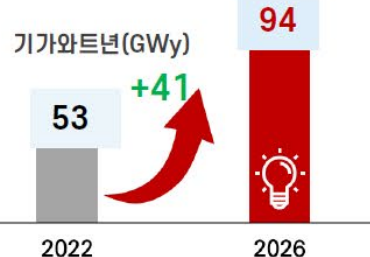
반도체 x AI

초지능 인공지능(ASI)을 위한  
초고성능·저전력 AI 가속기 구현



양자 x AI

오류정정 양자컴퓨터 개발 및  
산업 난제 해결

**세계 경제 성장 및  
에너지 소비 폭증**
**1차 에너지 소비**

**탄소감축 노력에도  
여전히 CO<sub>2</sub> 배출 증가**
**에너지부문 CO<sub>2</sub> 배출**

**AI 산업 성장 및  
전력 수요 급증**
**데이터센터 전력 수요**

**전 세계적 원자력 확대 이행의지**

**빅테크 기업은 24/7 무탄소 안정전원 원자력에 투자**

 쓰리마일 원전 1호기 생산  
전력 20년 독점 구매 계약

 2027년 가동 목표 SMR기  
업 오클로 투자

 960MW급 원전 기반 데  
이터센터 인수

 SMR기업 카이로스파워  
500MW 전력 구매 계약

 원자력 도입 사업 추진  
RFP 공개


MS



오픈AI



아마존



구글



메타



- 국제사회는 **에너지 안보와 기후 변화 대응**을 위한 핵심 기술로 원자력 에너지를 다시 주목하고 있으며, 특히, 전 세계적인 전력 수요 증가와 탈탄소화 목표를 고려할 때, 원자력은 신뢰할 수 있는 **저탄소 전력 공급원**으로서 중요한 역할을 수행할 것으로 예상됨
- 현재는 중국과 러시아가 원자력 발전 확대를 주도하고 있지만, **SMR과 같은 혁신 기술이 시장을 변화**시키며 선진국 중심의 기술 개발과 공급망 확대로 시장 주도권이 서서히 변화할 가능성이 있음

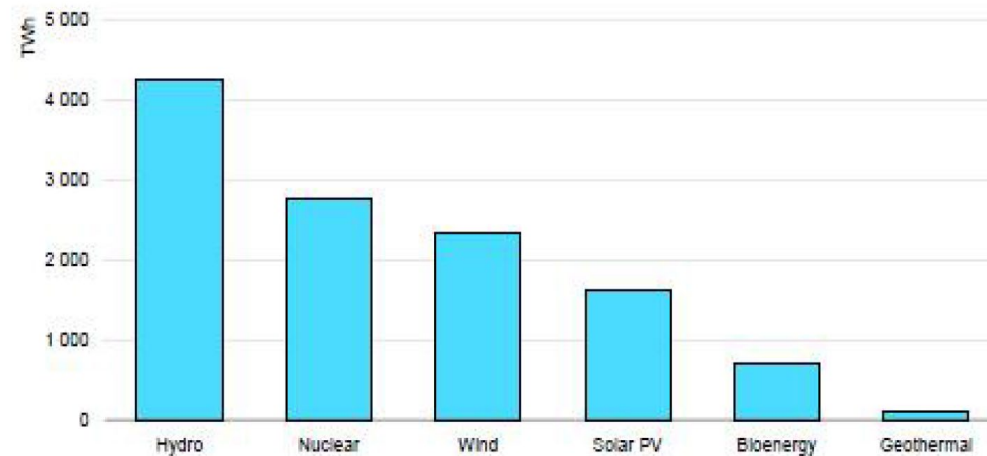
국제원자력 정책브리핑, 2025-01호, 한국원자력연구원

[그림1] 원전 운영 국가 및 현황



[출처: IAEA, Country Nuclear Power Profiles]

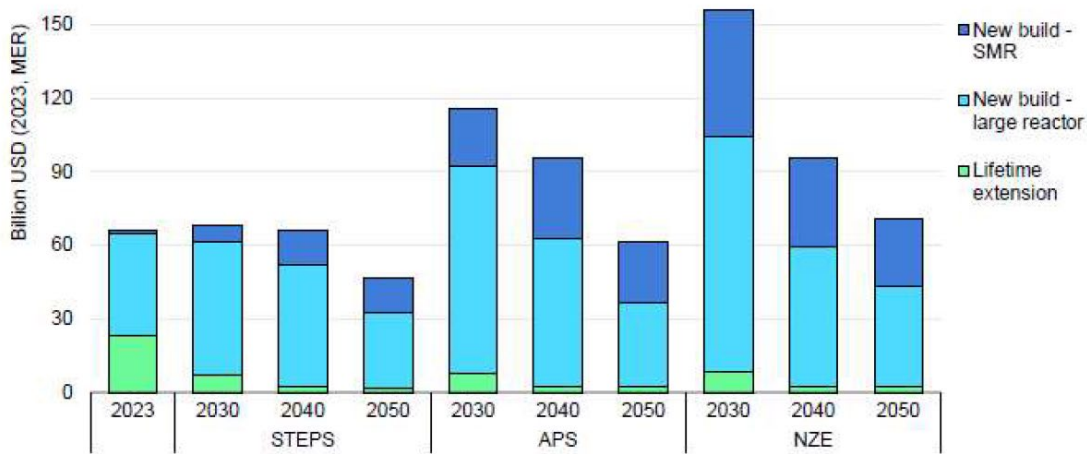
[그림2] 2023년 전 세계 청정에너지 발전원별 전력 생산량



[출처: IEA, The Path to a New Era for Nuclear Energy]

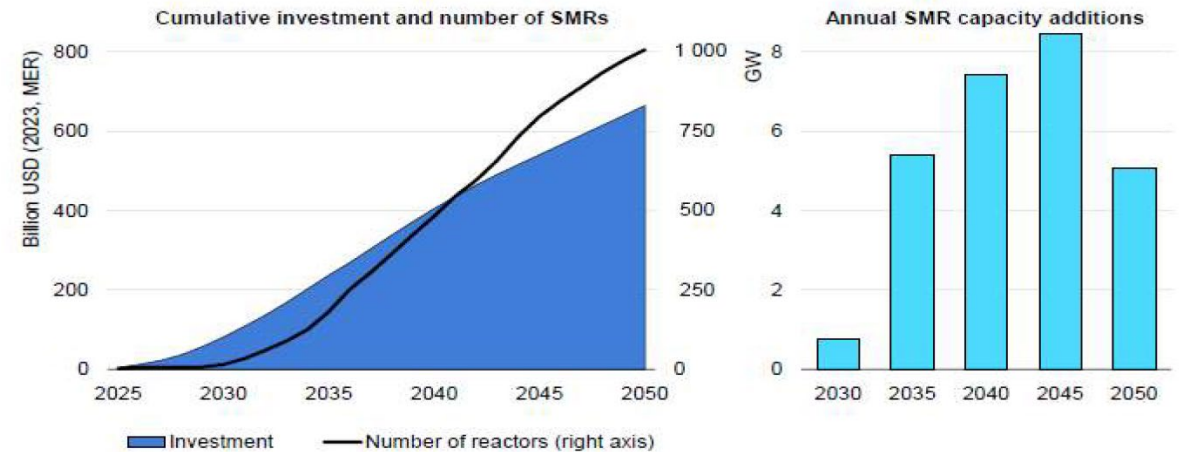
- STEPS는 현재 정책이 유지되는 현실적 기준 시나리오, APS는 각국의 탄소중립 공약이 모두 이행되는 정책 강화 시나리오, NZE는 2050년 탄소중립 달성을 위한 가장 적극적인 전환 시나리오
- SMR의 투자 비중이 꾸준히 증가하여 2050년까지 전체 원자력 투자 중 17~33% 이상 차지할 것으로 예상되며 2024년부터 2050년까지 SMR 누적 설비용량은 약 40~190 GW, **SMR의 누적 투자금은 약 2,900억~9,500억 달러에 달할 것으로 전망**

[그림5] 전 세계 원자력 에너지 투자금 전망 (2023-2050)



[출처: IEA, The Path to a New Era for Nuclear Energy]

[그림7] SMR 누적 투자금 및 설비용량 변화 추이



[출처: IEA, The Path to a New Era for Nuclear Energy]

## [원자력 투자 및 성장 경로 시나리오]

- STEPS(The State Policies Scenario): 기존 정책 기준으로 예상되는 원자력 투자 및 성장 경로
- APS(The Announces Pledges Scenario): 각국 정부가 설정한 모든 에너지·기후 목표가 완전히 달성된다는 가정하에 예상되는 원자력 투자 및 성장 경로
- NZE(The Net Zero Emission by 2050): 2050년까지 CO<sub>2</sub> 순배출 제로 달성을 목표로 예상되는 원자력 투자 및 성장 경로

- 정책 강도: STEPS < APS < NZE
- 원전·SMR 확대 규모: STEPS < APS < NZE

국제 원자력 정책 브리핑 2025-01호, 지속 가능한 미래를 위한 원자력: 글로벌 원자력 산업 현황과 전망, 한국원자력연구원

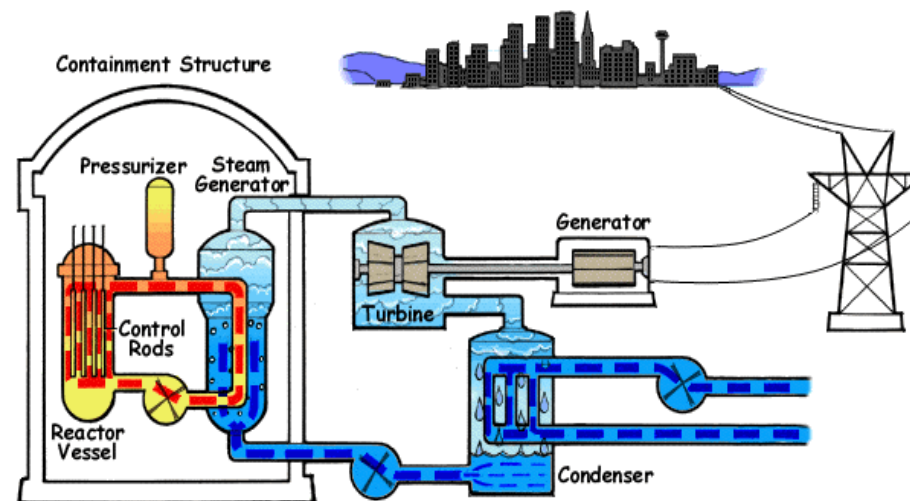
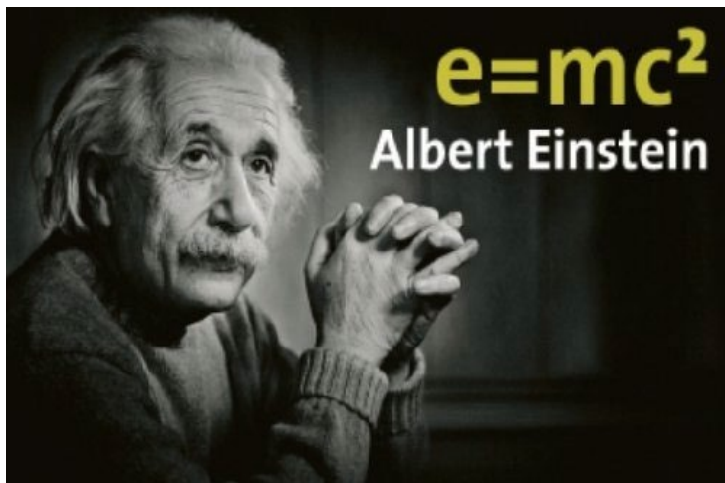


제21회 원전 수화학 및 부식 워크숍

# 국내외 SMR 개발 현황과 전망

- 01 도입말
- 02 SMR 개요
- 03 글로벌 SMR 상용화
- 04 국내 SMR 현황
- 05 맺음말

CONTENTS



from NRC.gov

- Einstein' s special theory of relativity (1905)

$$\Delta E = \Delta m \cdot C^2$$

C : speed of light ( $3 \times 10^{10}$  cm/sec), m : mass

- If **1g of mass** has been converted into energy by fission, the value is...

$$\begin{aligned} \Delta E &= 1 \text{ g} \cdot (3 \times 10^{10} \text{ cm/sec})^2 = 9 \times 10^{20} \text{ g} \cdot \text{cm}^2/\text{sec}^2 \\ &= 9 \times 10^{20} \text{ erg} = 9 \times 10^{13} \text{ joule} \\ &\div 2 \times 10^{13} \text{ cal} = \mathbf{2 \times 10^{10} \text{ kcal}} \end{aligned}$$

U-235 1g이 핵분열할 때 방출되는 에너지는 약  $8 \times 10^4$  J 수준으로, 석탄 3톤의 연소열에 해당



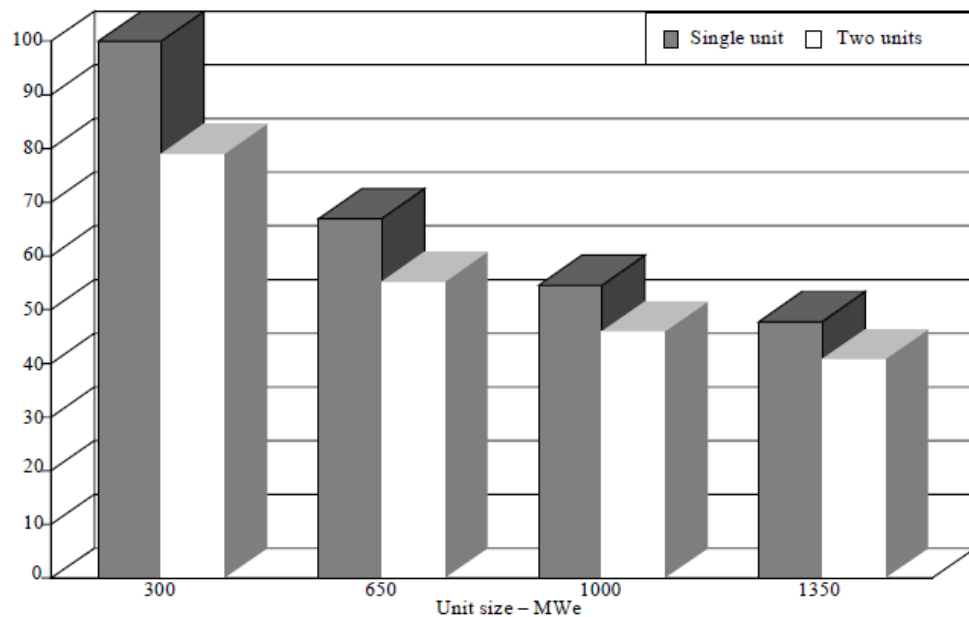
$$\text{Cost}(P_1) = \text{Cost}(P_0) \times (P_1/P_0)^n$$

Cost ( $P_1$ ) = Cost of power plant for unit size  $P_1$

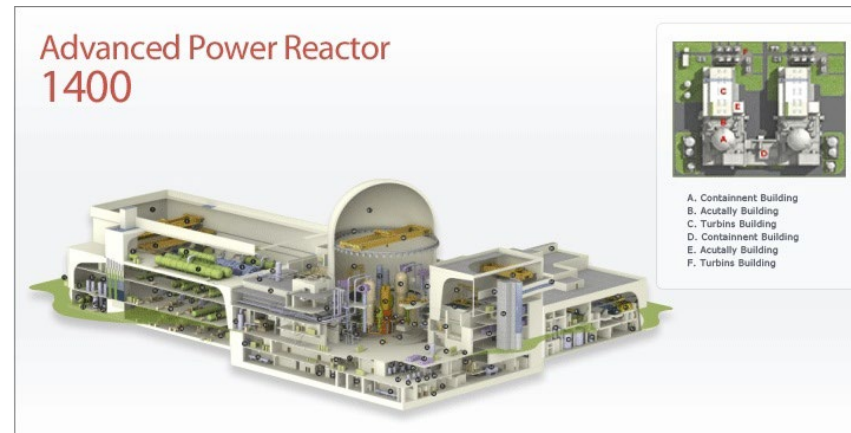
Cost ( $P_0$ ) = Cost of power plant for unit size  $P_0$

$n$  = Scaling factor, in the range of 0.4 to 0.7 for the entire plant.

Figure 3. Specific overnight cost ratio ( $1 \times 300$  MWe Plant = 100)

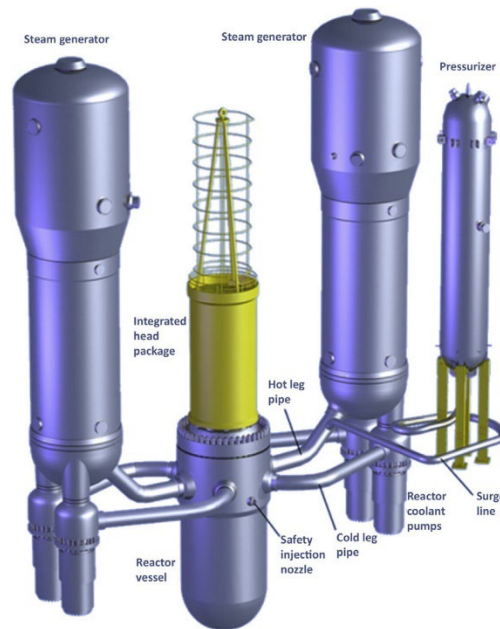


Reduction of Capital Costs of Nuclear Power Plants, OECD, 2000

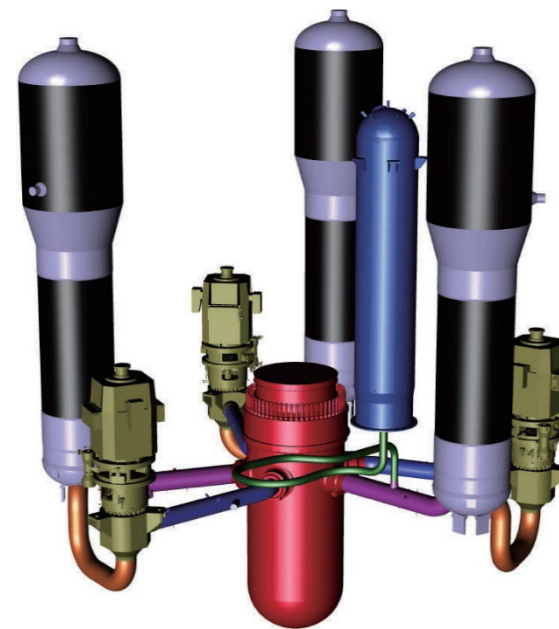




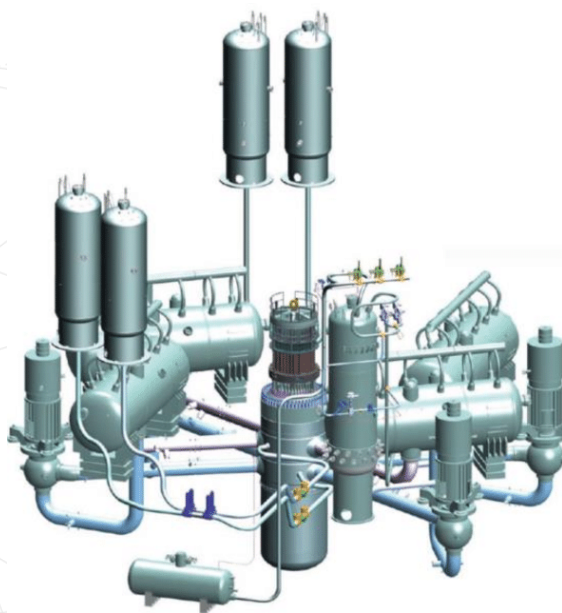
EPR



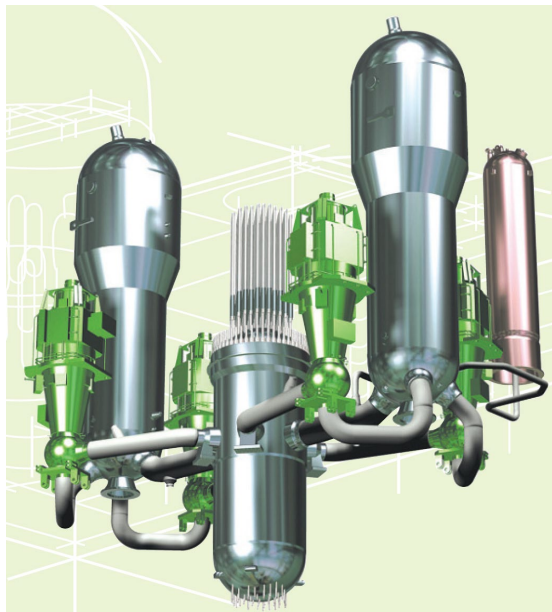
AP1000



HPR1000



VVER



APR1400



ESBWR





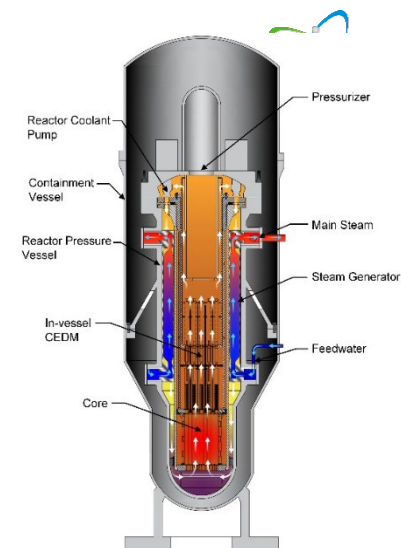
NuScale



ACP100

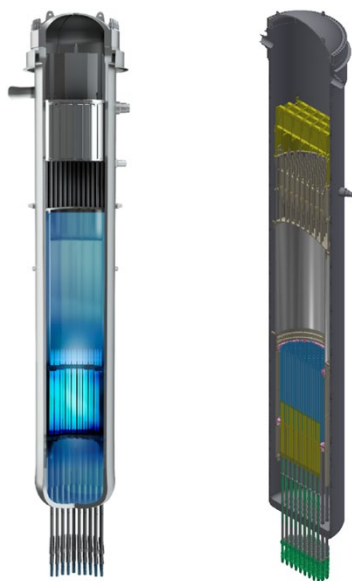


RITM-200

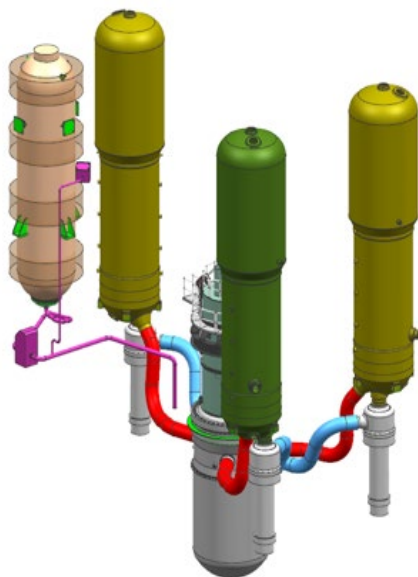


i-SMR

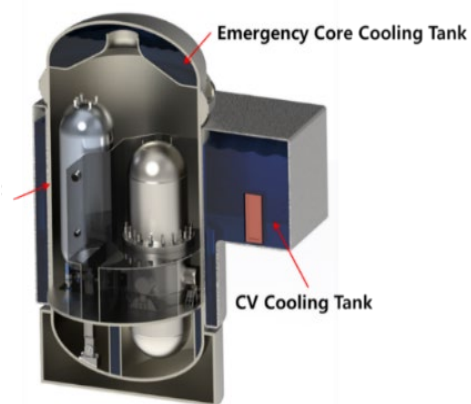
국원자력연구원  
Atomic Energy Research Institute



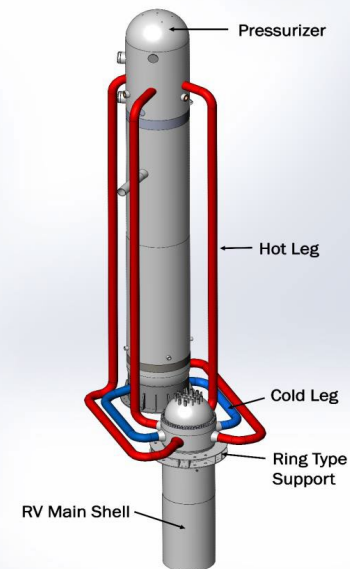
BWRX-300



RR SMR



BANDI



SMR-300

출처: 개발기관 홈페이지

소형모듈원자로(SMR)는 원자로의 부품을 공장에서 모듈형으로 생산하여 현장에서 쉽게 조립할 수 있도록 설계한 300 MWe이하 출력의 원자로

### 중소형원자로(Small and Medium sized Reactor)

대용량 발전원자로와 대비되는 개념으로  
전기출력 규모 700 MWe 이하의 원자로를 통칭

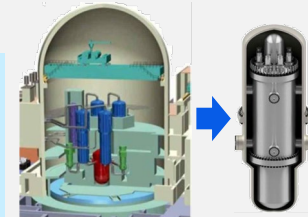
### 소형모듈원자로(Small Modular Reactor)

300 MWe이하의 출력을 가지며,  
원자로 부품을 공장에서 모듈형으로 생산하여 현장에서 쉽게 조립할  
수 있도록 설계한 원자로

#### (참고) 'Modular'의 중의(重義)

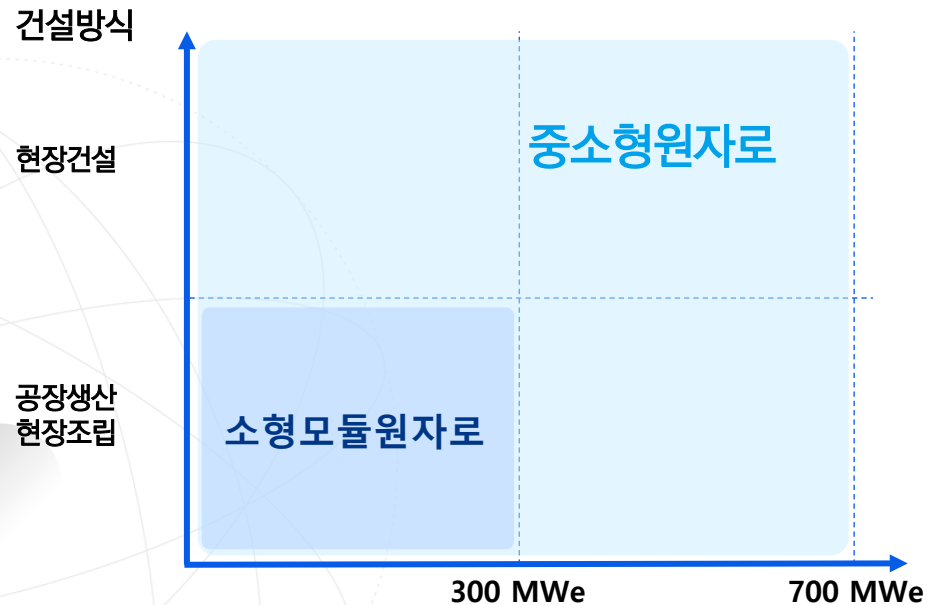
#### 1 Modular design

증기발생기, 원자로냉각재펌프, 가압기 등의  
원전 주요기기들이 일체형으로 설계/제작  
→ SMR을 설명하는데 사용되는 의미



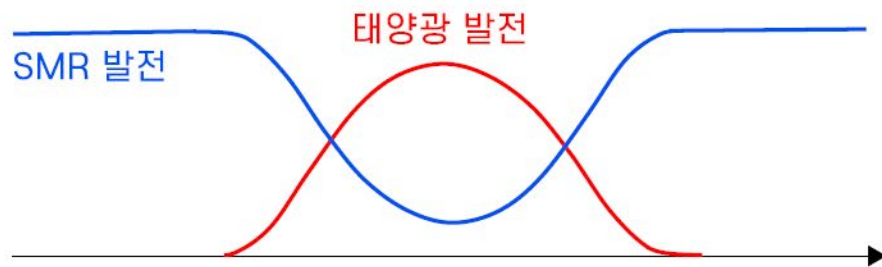
#### 2 Modular construction

공장에서 부분적으로 제조되고 시험을 거친  
Component Module을 현장에서 설치  
→ 공기단축등을 위해 사용되는 건설공법



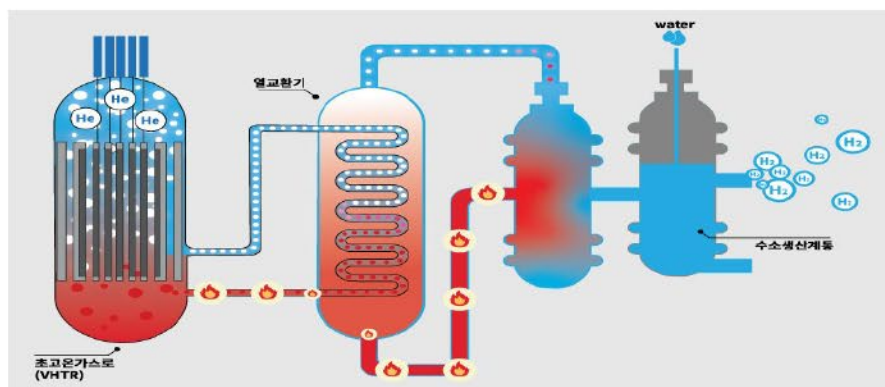


## ① 재생에너지와 조화



기존 화력발전의 역할을  
에너지안보에 기여하는 SMR이 담당

## ③ 산업용 청정에너지



산업 친환경 공정에 필요한  
청정 공정열과 청정수소 공급

## ② 분산에너지



## ④ 선박 추진 엔진



에너지 효율, 운항속도, 연료 무교체 장점으로  
장거리 운항에 적합한 선박

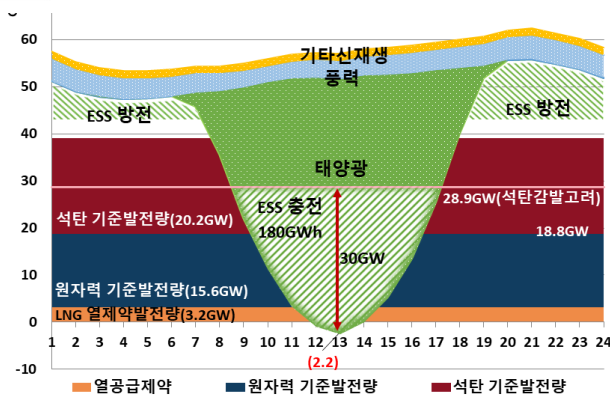
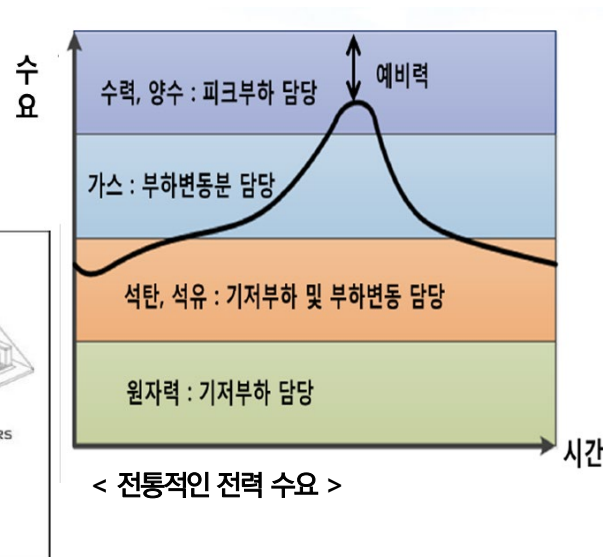
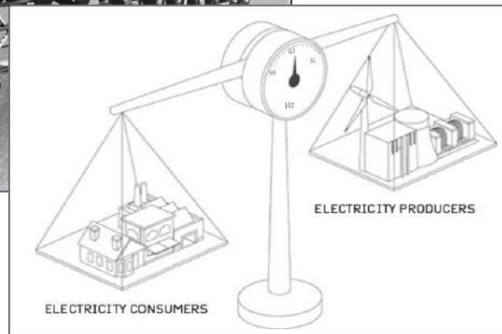
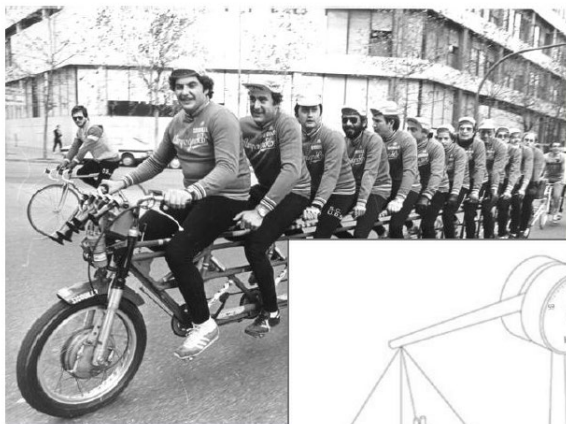
# 청정·안정형(Clean Firm) 전력기술\*

- 기상 조건에 의존하지 않으면서 탄소 배출이 없는 전원으로 원자력(대형, SMR), 심층 지열(Enhanced Geothermal), 수소 전소 발전, 탄소 포집 및 저장(CCS) 결합 화력 발전 등 포함

	기술 분류	가동률 (Capacity Factor)	공간 제약 및 토지 사용	입지 유연성	고유 혜택
0	태양광 / 풍력 (참고용)	20~50% (변동성)	매우 높음 (대규모 토지 필요)	기상/자원 의존 (제한적)	연료비 제로
1	차세대 지열 (SHR)	90% 이상	극도로 낮음 (소형 돔)	지질학적 제한 있음	기존 석유/가스 굴착 인프라 활용
2	첨단 핵분열	90% 이상	극도로 낮음	높음 (모듈형)	막대한 기저부하 및 열에너지 공급
3	핵융합	90% 이상	극도로 낮음	매우 높음	무한한 연료 및 저방사성 폐기물
4	화석연료 + CCS	70~85%	중간	CCS 지질 저장소 의존	기존 화석연료 인프라 재활용
5	BECCS	70~85%	높음 (바이오매스 재배지)	연료 수급지 인근	대기 중 탄소 제거 (마이너스 배출)
6	청정 수소 연소	유연함 (피커 역할)	중간	매우 높음 (수송 가능)	초장기/계절별 에너지 저장 가능

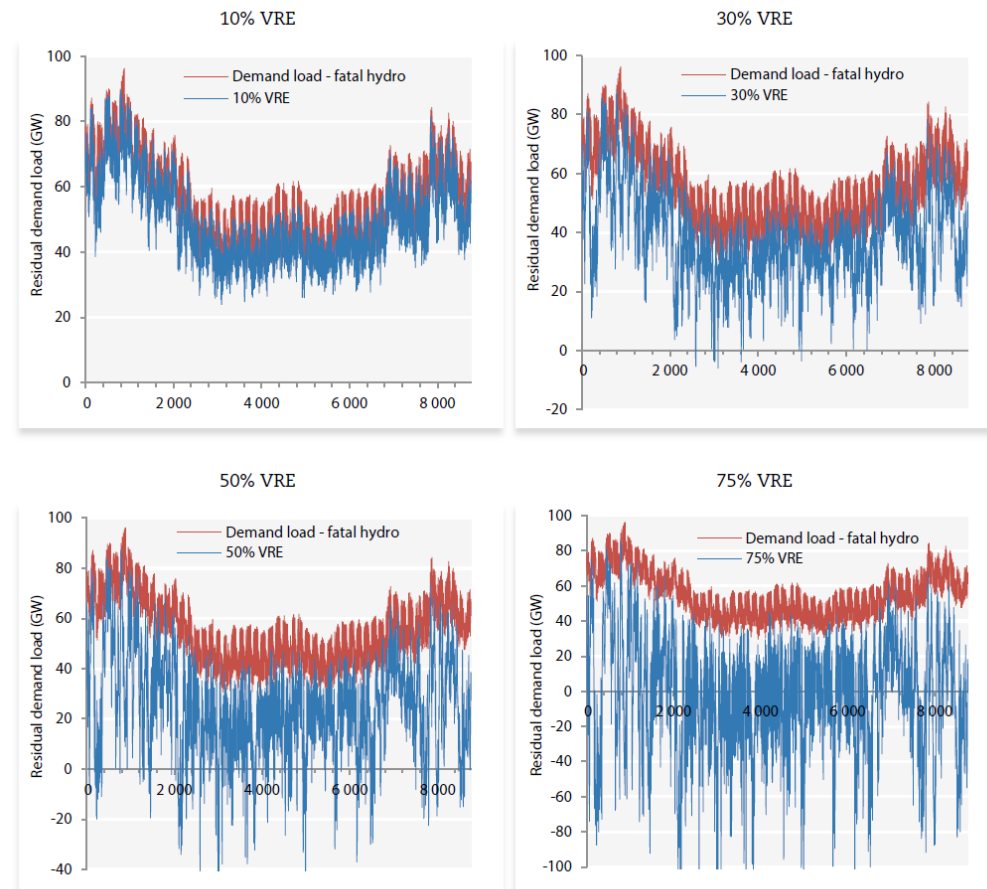
\* CATF(Clean Air Task Force) 청정·안정형 전력 보고서 (2026년 2월)





< 재생에너지 비중 증가에 따른 전력 수요 (일) >

Figure 23. Comparison of the residual load at different VRE generation shares



Note that the figures have a different vertical scale.

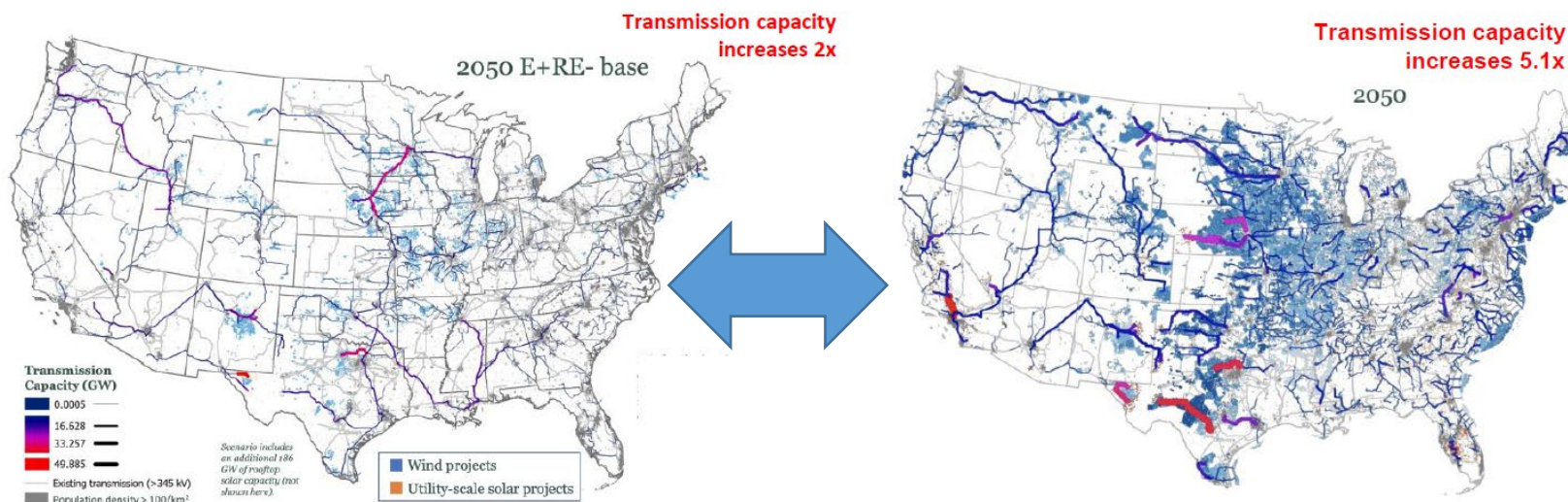
< 재생에너지 비중 증가에 따른 요구 전력 (년) >

The Costs of Decarbonisation: System Costs with High Shares of Nuclear and Renewables OECD/NEA 2019

**Transmission is a potential decarbonization bottleneck: 5x more transmission needed in 2050 for 100% renewable scenario vs only 2x with new nuclear nuclear builds**

Transmission in E+RE- scenario,  
2050; **nuclear expands to 250 GW**

Transmission in E+RE+ scenario,  
2050; **no nuclear**



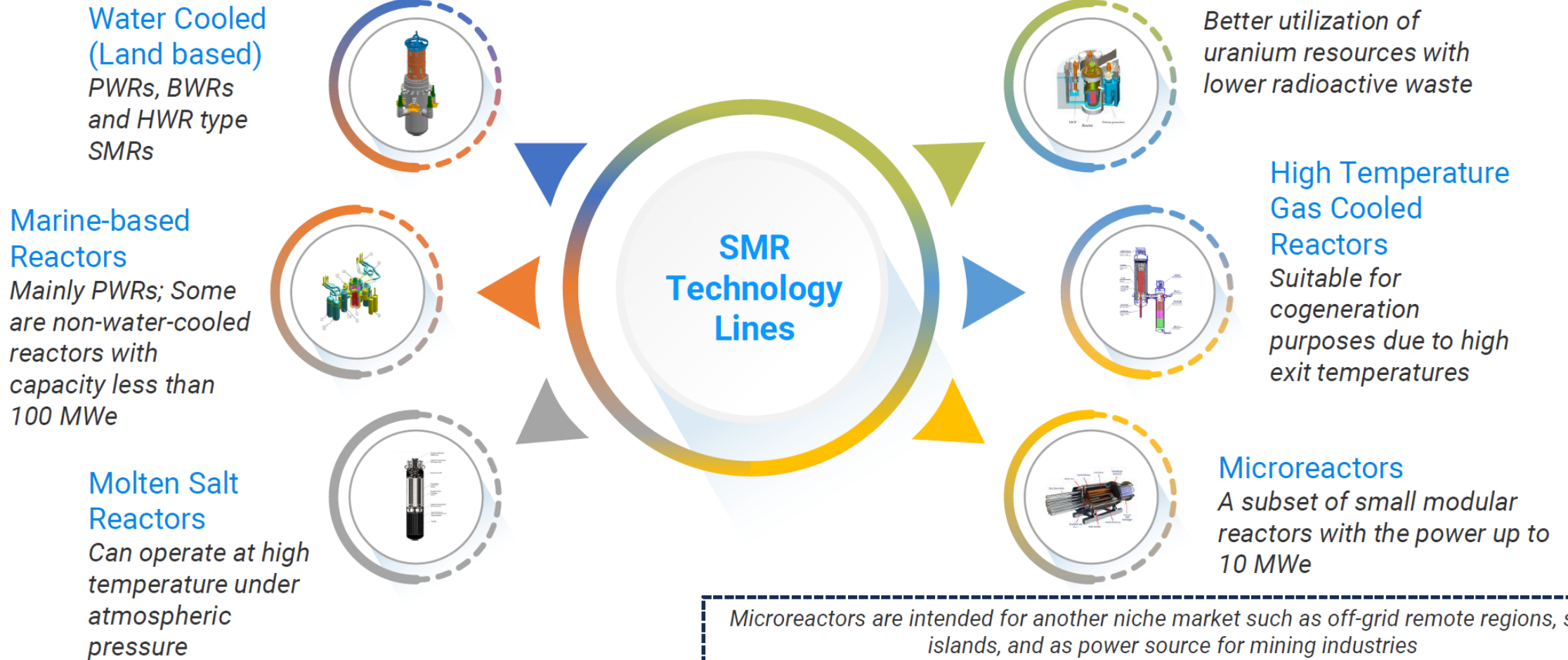


제21회 원전 수화학 및 부식 워크숍

# 국내외 SMR 개발 현황과 전망

- 01 도입말
- 02 SMR 개요
- 03 글로벌 SMR 상용화
- 04 국내 SMR 현황
- 05 맺음말

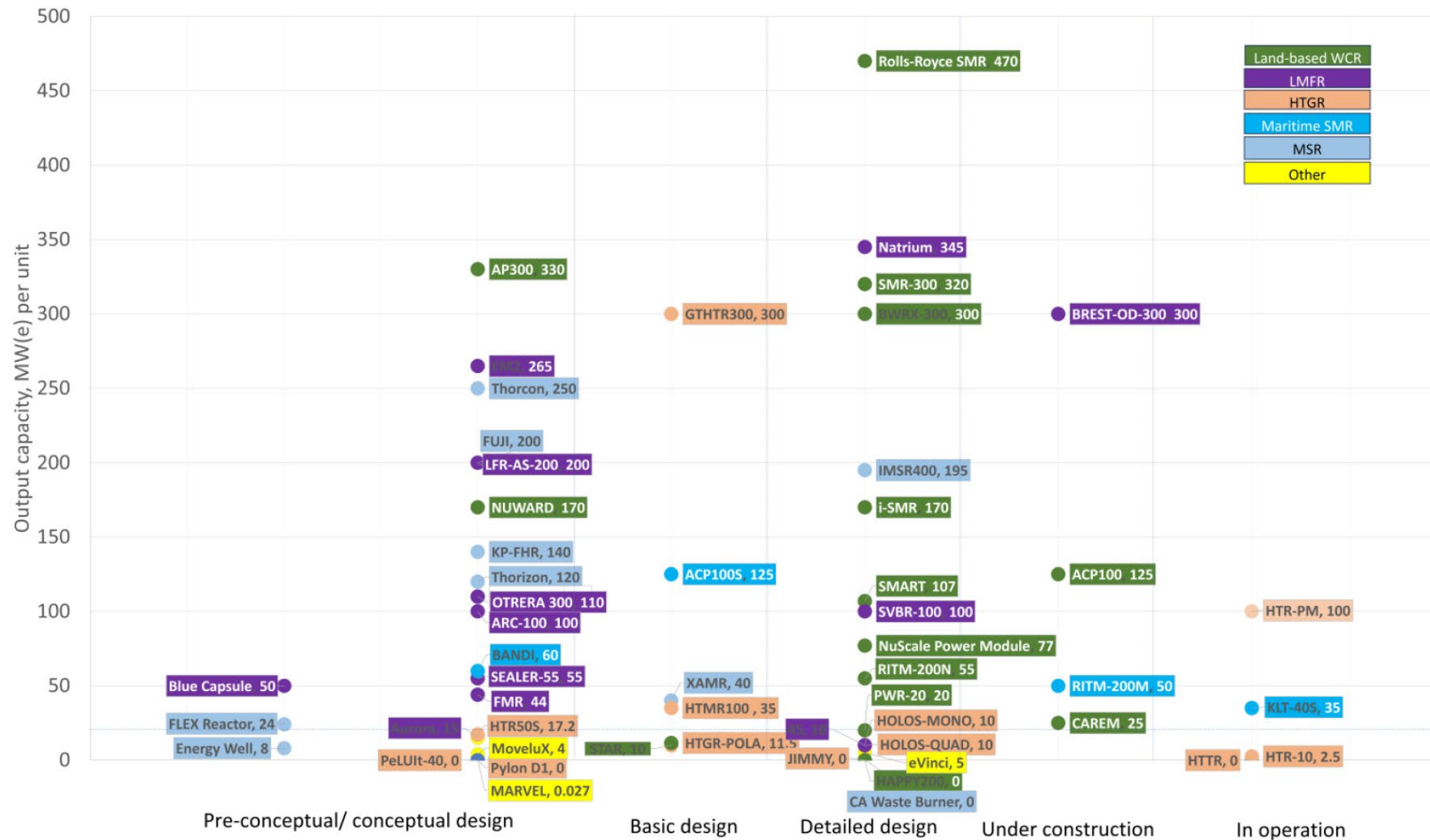
CONTENTS



More than 90 SMR Technology Developers in 18 Member States

# 소형모듈원자로(SMR) 개발 및 상용화 현황

Based on updates from technology developers to IAEA in 2024

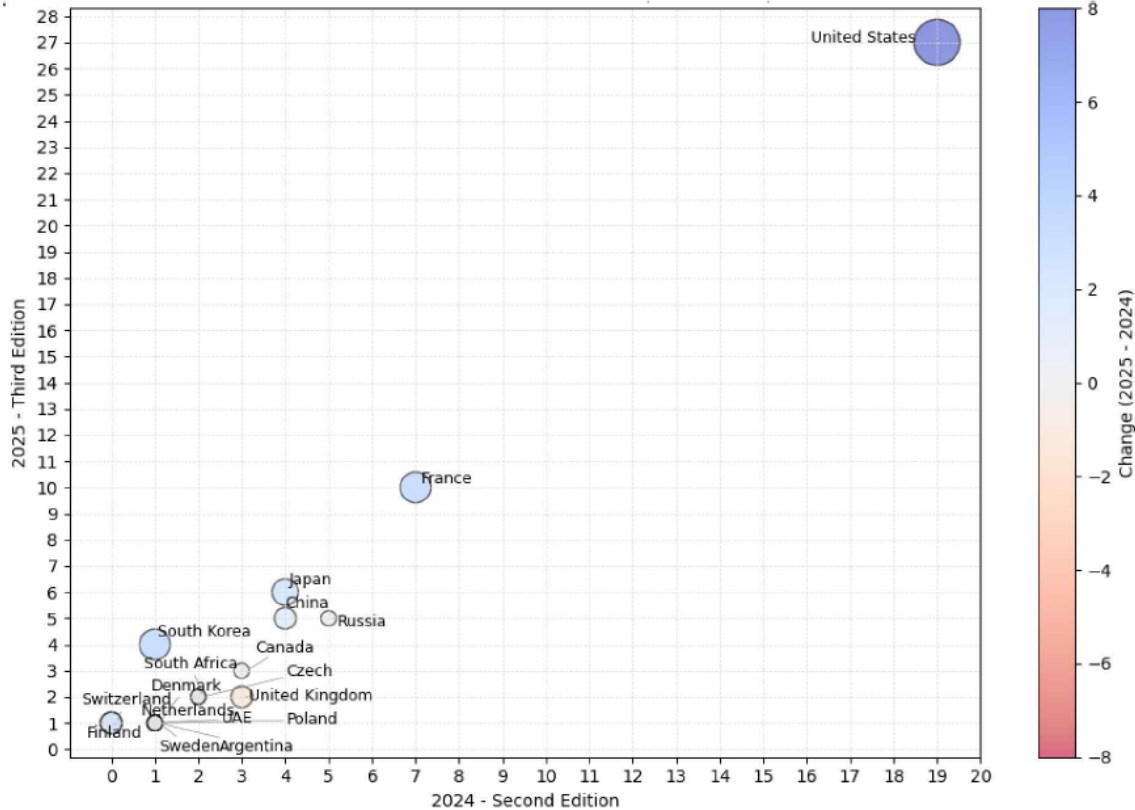


Note: The value displayed with the design refers to the output capacity in MW(e) per unit.



# NEA SMR Dashboard 제3판 (Third Edition) 분석

[그림6] 제2판 및 제3판의 국가별 노형 개수 비교 – Bubble Chart



비고: X축은 2024년(제2판), Y축은 2025년(제3판) 기준 SMR 노형 수, 버블 크기는 노형 수의 증감 폭(2025년-2024년)을 나타내며, 색상은 변화량에 따라 다르게 표현되어 파란색 계열일수록 증가폭이 크고, 흰색일 경우 변화가 없음을 의미.

[출처: NEA SMR Dashboard Second & Third Edition, 글로벌정책연구실 시각화]

[표1] 제3판에서 가장 높은 점수를 획득한 12개 노형

SMR 명	개발사	개발국	총점	비고*
HTTR	JAEA	일본	34	운영 중
CAREM	CNEA	아르헨티나	32	건설 중
KLT-40S	OKBM	러시아	31	운영 중
HTR-PM	INET	중국	31	운영 중
ACP100	CNNC	중국	31	건설 중
Hermes	Kairos Power	미국	30	건설 중
BWRX-300	GE Hitachi	미국	28	인허가 진행 중
Project Pele	BWXT	미국	28	인허가 진행 중
RITM-200N	OKBM	러시아	27	건설 중
ENTRA1 Energy Plants	NuScale	미국	25	인허가 진행 중
RR SMR	Rolls-Royce	영국	25	인허가 진행 중
BREST-OD-300	NIKIET	러시아	25	건설 중

\* 비고 내용은 본 정책 브리핑 작성일 기준이 아닌, 제3판 보고서에 기술된 내용을 기준으로 작성함

[표1] 미국이 개발 중인 개발 중인 주요 SMR 등 선진원자로1)

원자로 구분			개발사	모델명	출력	
					MWe	MWth
SMR 등 선진 원자로	경 수 형	가압경수로 (PWR)	NuScale	NPM	77	250
			Westinghouse	AP300	330	990
			Holtec	SMR-300	300	1,050
	비 경 수 형	비등경수로 (BWR)	GE Hitachi	BWRX-300	300	870
		소듐냉각고속로 (SFR)	TerraPower	Natrium	345	840
		고온가스냉각로 (HTGR)	X-energy	Xe-100	80	200
		불화염냉각고온로 (FHR)	Kairos Power	KP-FHR	150 (75×2)	320
				(시험로) Hermes 1	-	35
				Hermes 2	20 (10×2)	70 (35×2)
		히트파이프 냉각 (Heat Pipe)	Westinghouse	eVinci	5	15
	초 소 형	액체금속냉각고속로 (Liquid Metal Cooled)	Oklo	Aurora Powerhouse	15~50	50~150
		고온가스냉각로 (HTGR)	Ultra Safe Nuclear(USNC)	MMR	3.5~15	10~45
			Radiant	Kaleidos	1.2	1.9
			美 국방부 & BWXT	Project Pele	1~5	정보 없음
	실 증 로	염화염냉각고속로 (MCFR)	TerraPower	MCRE	-	0.3
		용융염원자로 (MSR)	Abilene Christian University	MSRR	-	1

[출처: 각 개발사 공식 홈페이지 등]

[표2] 실증 준비 중인 선진원자로2)

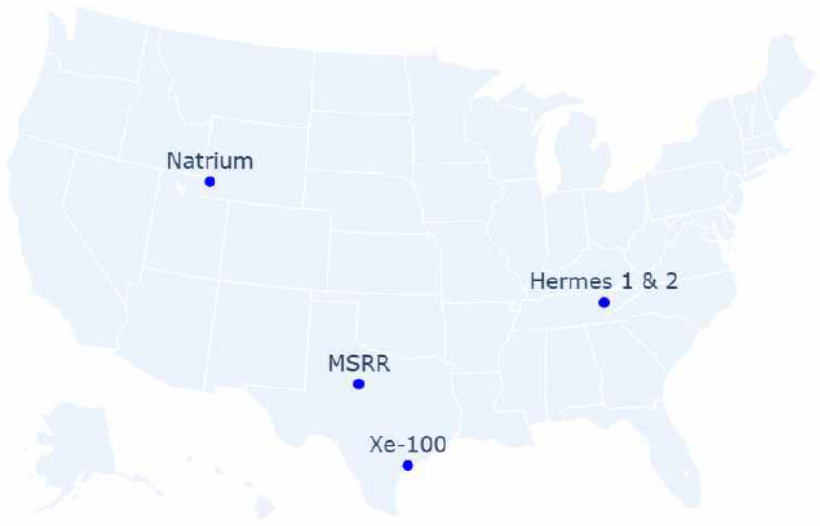
개발사	모델명	사업자	DOE 지원금	DOE 비용 부담	부지	NRC 인허가 현황
TerraPower	Natrium	Pacific Corp	최대 16억 달러	50%	Kemmerer, WY	건설허가 신청 (2024.3.28.)
X-energy	Xe-100	Dow (Long Mott Energy)	최대 12억 달러	50%	Seadrift, TX	건설허가 신청 (2025.3.31.)
Kairos Power	Hermes 1	Kairos	최대 3억 300만 달러	48%	Oak Ridge, TN	건설허가 발급 (2023.12.12.)
	Hermes 2		없음	0%		건설허가 발급 (2024.11.21.)
Abilene Christian University	MSRR	Abilene Christian University	없음	0%	Abilene, TX	건설허가 발급 (2024.9.16.)

과거 DOE가 지원했으나, 현재는 취소된 프로젝트

NuScale	NPM	UAMPS	최대 14억 달러	50%	Idaho Falls, ID	표준설계인가 신청 (2023.1.1.)
---------	-----	-------	-----------	-----	-----------------	--------------------------

[출처: CRS 보고서 및 NRC 홈페이지]

[그림 1] 실증 준비 중인 선진원자로 부지 위치



[출처: 글로벌전략실 시각화]

1) 본 표에 수록된 원자로 관련 정보는 각 원자로 개발사 공식 홈페이지 소개 자료를 기본 출처로 하였으며, 정보가 불충분할 경우 2024년 10월 IAEA에서 발간한 “Small Modular Reactors Catalogue 2024” 자료, 美 원자력규제위원회(NRC) 홈페이지의 원자로 인허가 정보, 그리고 美 의회조사국(CRS)의 보고서를 차적으로 활용하였음.

2) 본 표는 CRS 보고서를 기반으로 하되, 일부 사업자 표기 및 인허가 현황의 오류를 반영하여 수정하였음.

## 개요

- 개발사: Kairos Power, LLC
- 노형: TRISO Pebble Fuel with 용융 불화염
- 냉각재/감속재: FLIBE/흑연
- 열출력/전기출력: 320MW(t)/140MW(e)
- 노심 입구/출구 온도: 550°C/650°C
- 연료 농축도: 19.75 w/o
- 반응도 제어: 제어봉 삽입

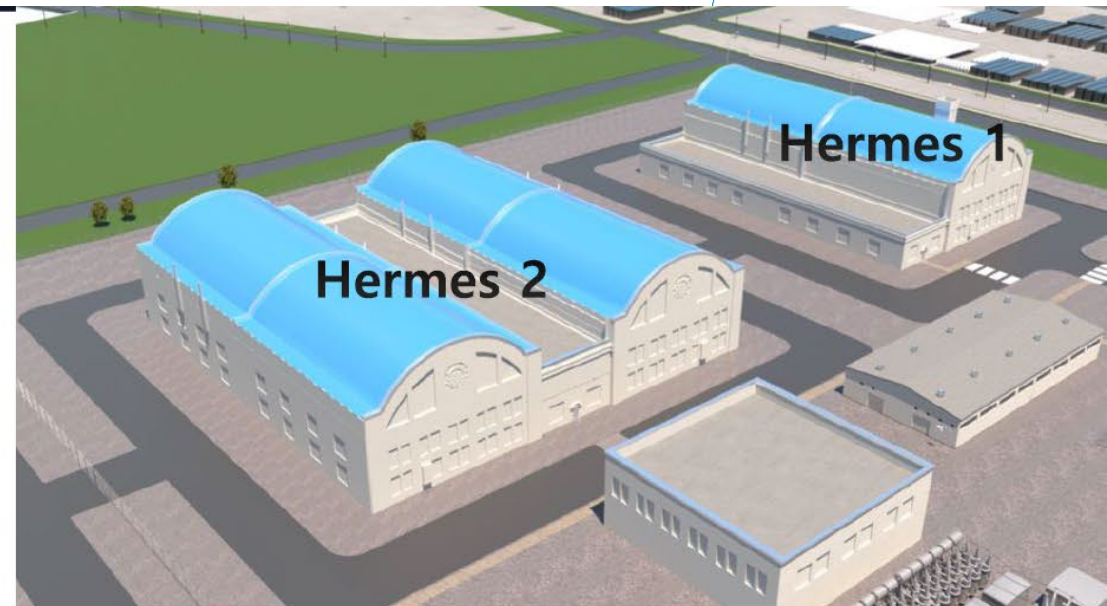
## Hermes 1

- 전력을 생산하지 않는 연구목적 시험로 (35 MWth)
- Part 50 (Class 104 – NonPower)
- `21.10월 건설허가 신청, `23.12월 건설허가 발급
- `24.7월 착공 (`26년 말 건설완료 목표)
- 상징성: 미국 최초로 건설허가를 받은 4세대 원자로



## Hermes 2

- 전력생산 소형 실증로 (35 MWth/10 MWe x 2기)
- Part 50 (Class 104 – NonPower)
- `23.7월 건설허가 신청, `24.11월 건설허가 발급
- `26.4.20. 착공식 개최
- 상징성: 미국 최초로 건설허가를 받은 전기생산형 4세대 원자로



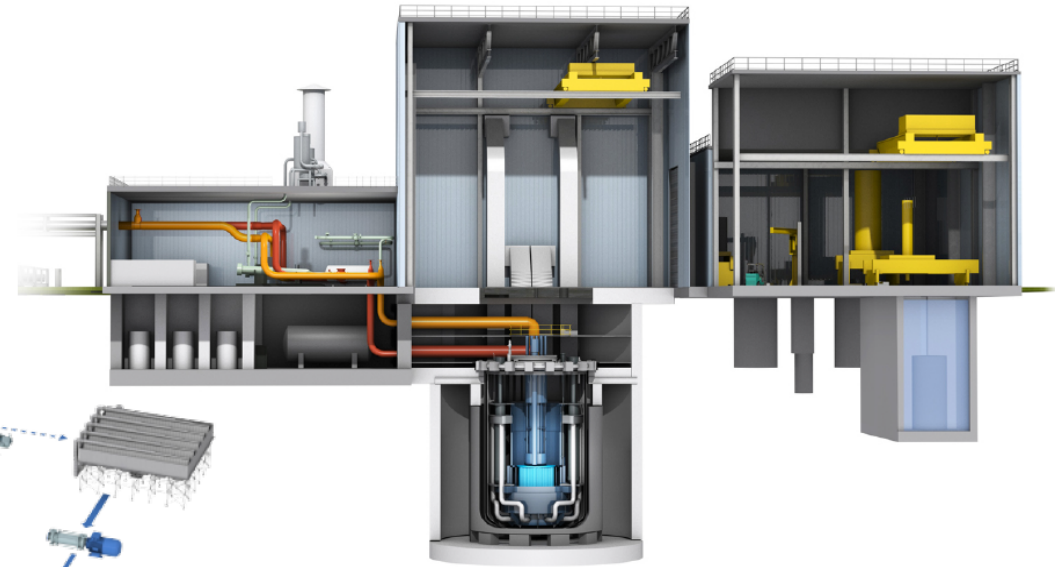


## 건설허가 개요

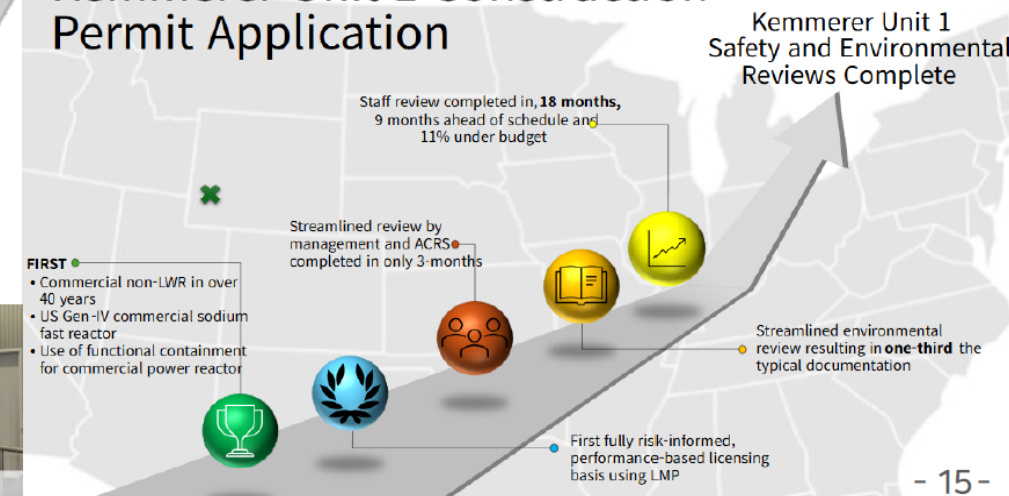
- 신청자: US SFR Owner社 (TerraPower社 자회사)
- 위치: 미국 Wyoming주 Kemmerer (폐쇄 예정 석탄발전소 인근 부지)
- 모델명: Natrium® (Sodium-cooled Fast Reactor)
- 발전소명: Kemmerer 원자력발전소 1호기
- 출력: 약 345 MWe (840 MWth)
- 건설허가 신청일/발급일: 2024.3.28. / 2026.3.9. (약 2년)
- 인허가 체계: 10 CFR Part 50 (건설허가 및 운영허가의 2단계)
- 발전소 특징: 원자로·발전부 분리 구조 (Nuclear Island, Energy Island)

용융염 탱크의 에너지 저장 시스템

- 상징성: ① NRC 최초의 상업용 비경수형 원전 건설허가  
 ② 미국 상업용 Gen-IV SFR 건설허가  
 ③ LMP 방법론을 적용한 리스크정보활용·성과기반 인허가 체계 활용  
 ④ 기능적 격납 전략 적용



## Kemmerer Unit 1 Construction Permit Application





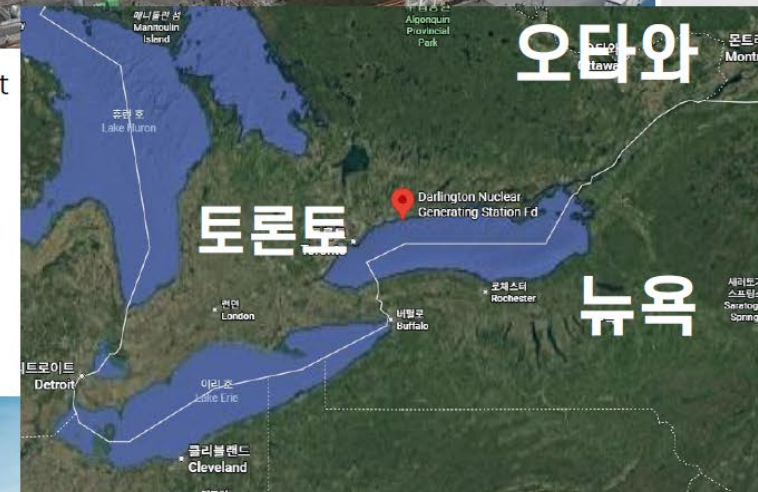
# 캐나다 BWRX-300 운영허가 신청

## Darlington New Nuclear Project (DNNP) 개요

- 사업자: 캐나다 OPG(Ontario Power Generation)社
- 부지: 기존 Darlington 부지
- 소재지: 온타리오주 클레링턴 시 (Municipality of Clarington, Ontario)
- 모델명: BWRX-300 (BWR)
- 건설허가: '22.10월 신청 → 2025.4월 CNSC 발급
- 운영허가: '26.3.25. CNSC에 신청  
(BWRX-300 및 관련 중·저준위 방사성 폐기물 저장 시설에 대한 20년 간의 운영허가)
- 현황:
  - 2025년 4월, OPG社는 총 4개의 계획 호기 중 1호기에 대한 건설허가 취득
  - 원자로압력용기를 포함한 주요 부품의 구매 완료
  - 부지 조성 공사는 이미 2022년부터 진행 중
  - 최근 원자로 건물의 기초를 설치할 수 있는 규제 서류 사항이 해제
- 상징성: G7 국가 중 최초의 SMR 운영허가 신청
- 계획: 2030년 말까지 첫 번째 SMR을 전력망에 연결해 실질적인 에너지 공급을 시작할 계획



YouTube, Darlington New Nuclear Project







(SMR 산업동맹) '24년 2월, EU 집행위원회는 원자력 사업자, 금융기관, 연구기관 간 협력을 통해 SMR 배치 및 상용화를 가속화하기 위해 SMR 산업동맹(European Industrial Alliance on SMRs)\*을 출범함

\* 불가리아, 크로아티아, 핀란드, 프랑스, 헝가리, 네덜란드, 폴란드, 체코, 루마니아, 슬로바키아, 슬로베니아, 스웨덴 총 12개국 350여개 이상의 기관이 참여 중이며 노르웨이는 EU 국가는 아니나 BWRX-300 기술 도입과 관련된 활동에 참여 중

■ (SMR 노형 선정) SMR 산업동맹은 '24년 10월, 프로젝트 작업그룹(PWGs)을 구성하고 총 9개 노형\*의 SMR 프로젝트를 선정

\* ①EU-SMR-LFR, ②CityHeat, ③Project Quantum, ④European LFR AS, ⑤Nuward, ⑥European BWRX-300 SMR, ⑦Rolls-Royce SMR, ⑧NuScale VOYGR SMR, ⑨Thorizon One 등 선정

■ (전략적 행동계획) '25년 9월, SMR 산업동맹은 '30년대 초 유럽 내 첫 SMR 상용화를 목표로 향후 5년간 추진할 로드맵을 제시하는 전략적 행동계획(Strategic Action Plan) 채택



(SMR 개발 배치 가속화 전략) '26년 3월 10일, EU는 파리에서 개최된 Nuclear Energy Summit에서 SMR 개발 및 배치를 가속화하기 위한 전략을 발표함

■ (주요 내용) 해당 전략은 EU 차원의 SMR 산업 육성을 위한 △공급망 구축, △표준화, △투자 리스크 완화, △규제, △공동 프로젝트 추진 등 SMR 산업 생태계 기반을 강화하는 내용의 9가지 실행 방안을 제시





[표2] SMR 산업동맹의 경수형 SMR 프로젝트

프로젝트	주요 참여 기업/기관 (국가)	프로젝트 내용
Nuward	EDF(프랑스)	(Nuward) 170MWe 급 PWR 2기를 결합한 총 340MWe 규모의 SMR로 '26년 상세 설계 및 인허가 신청, '30년 콘크리트 타설 이후 3년간 건설 진행 예정 
Rolls-Royce SMR	Rolls-Royce SMR Ltd (영국)	(Rolls-Royce SMR) 470MWe 급 PWR 기반 SMR로 공장에서 주요 부품을 제작하여 현장 조립하는 모듈화가 핵심이며 '26년 설계 인증 완료 목표 
Project Quantum	Last Energy(미국)	(PWR-20) 20MWe 급 마이크로리액터로 저농축우라늄(LEU)을 연료로 활용하며 영국 및 미국에서 인허가 심사 진행 중 
European BWRX-300 SMR	GVH(미국), OSGE(폴란드)	(BWRX-300) 300MWe급 SMR로 '26년 2월, 폴란드와 설계 개발을 추진하기 위한 협약을 체결하고, 따라 폴란드 규제에 따른 원자로 설계 예정 
NuScale VOYGR	NuScale(미국), RoPower Nuclear S.A(루마니아)	(NuScale Power Module) 77MWe 급 모듈 6기의 SMR을 루마니아에 건설 계획 중이며, '26년 최종 투자 결정 예정 
CityHeat project	Calogena(프랑스), Steady Energy(핀란드)	(Calogena) 지역난방에 활용하기 위한 30MWe급 SMR로 기존 대형 LWR과 동일한 연료를 활용하여 '30년대 초 상용화 목표 

[표3] SMR 산업동맹 非경수형 AMR 프로젝트

프로젝트	주요 참여 기업 (국가)	프로젝트 내용
EU-SMR-LFR project	Ansaldo Nucleare(이탈리아), SCK-CEN(벨기에), ENEA(이탈리아), RATEN(루마니아)	(EAGLES-300) 약 350MWe 규모의 LFR로 '39년 상용화를 목표로 LEANDREA(벨기에) 실험로에서 연료 및 소재 시험을 중심으로 기술 실험을 수행하고 ALFRED 실증로(루마니아)에서 실제 운전 성능 시험 예정 
European LFR AS Project	Newcleo(프랑스)	(LFR-AS-200) 약 200MWe 규모의 LFR로 '30년대 초 30MW 급 실증로(AS-30) 구축 예정이며, '23년도부터 프랑스 규제기관과의 사전 허가 절차 중 
Thorizon One	Thorizon(네덜란드)	(Thorizon One) 약100MWe 규모의 MSR로 '30년대 중반 실증로 가동을 목표로 기존 원자력 시설에서 발생한 장수명 방사성폐기물과 토륨 혼합 연료 활용 계획 중 

제21회 원전 수화학 및 부식 워크숍

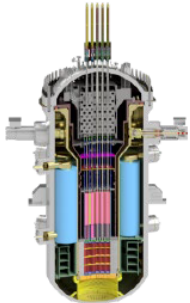
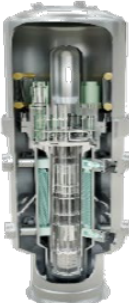
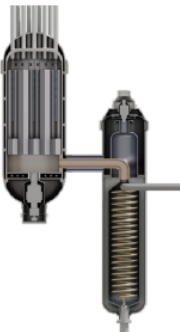
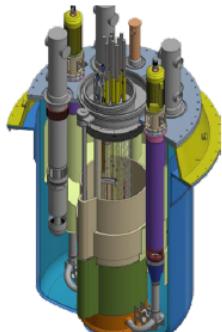
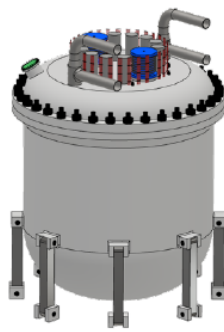

# 국내외 SMR 개발 현황과 전망

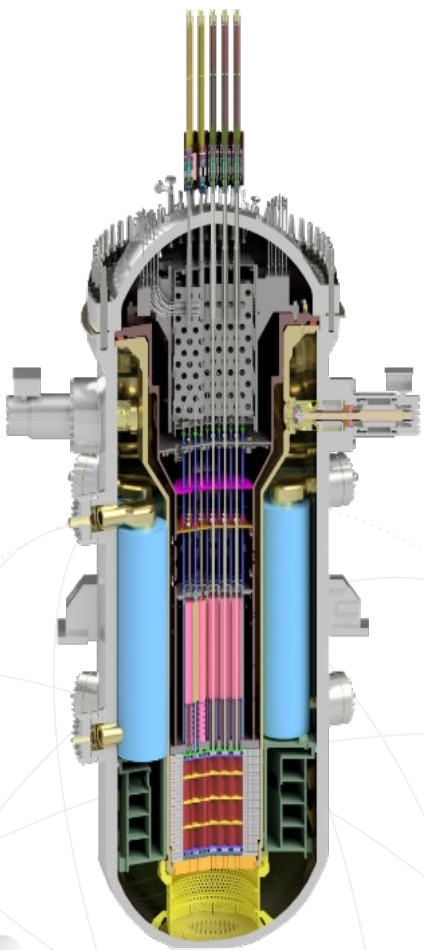
- 01 도입말
- 02 SMR 개요
- 03 글로벌 SMR 상용화
- 04 국내 SMR 현황
- 05 맺음말

CONTENTS



## 소형모듈원자로 & 초소형원자로 (건설/실증 추진)

구분	소형모듈원자로					초소형원자로
	수냉각형		비-수냉각형			
	SMART	i-SMR	고온가스로	소듐냉각고속로	용융염원자로	히트파이프 원자로
냉각재	물(경수)	물(경수)	헬륨	액체소듐	용융염	알칼리금속
출력	110 MW	170 MW/모듈	90 MWth	100 MW	35 MW	100 kWth
주 활용분야	분산전원	분산전원	공정 열 공급	분산전원	선박추진, 해양	우주, 극한환경
국내 연구개발 경과 및 현황	· 세계최초 표준설계인가(12) · 개량형 표준설계인가(24)	· 표준설계(23~28)	· 주요 핵심기술 확보(~23) · 개념설계(24~)	· 기획보대형 SFR 기술을 SMR 로 전환 중 · 기본설계(25~)	· 개념설계(23~)	· 개념설계(25~)
모델						



## 01 차세대 수출형 모델 개발

Proven Tech.

- 검증된 경수로 기술을 최대한 활용

License

- 표준설계를 통해 건설, 운영, 인허가 리스크를 최소화

SMR

- 2020년대 글로벌 에너지 시장 진출할 수 있는 소형 모듈 원자로

## 02 일체형 원자로와 피동안전개념

Long-term

- 후쿠시마 사고와 같은 상황에서도 외부자원 없이 장시간 안전성 확보

No AC Power

- 소외전력 공급에 제약이 있는 열악한 부지 환경에서도 건설성, 운영성 확보

Passive System

- 교류전원에 의존하지 않고 자연력만으로 작동하는 피동안전계통 도입

## 03 “입증된 기술”을 바탕으로 “혁신기술”을 조화롭게 적용

안전성

- 일체형 원자로=LBLOCA 원천 제거 / 피동안전계통=교류전원 및 운전원 조치 불필요

경제성

- 소규모 전력시장 및 비전력 분야의 화석에너지원 대비 경제성 우위

활용성

- 다양한 분야(해수담수화, 지역난방, 공정열공급 등) 활용 / 도시근교 또는 산업단지 건설

기존 대형 경수로의 한계 극복 (노심손상방지 관점에서...)



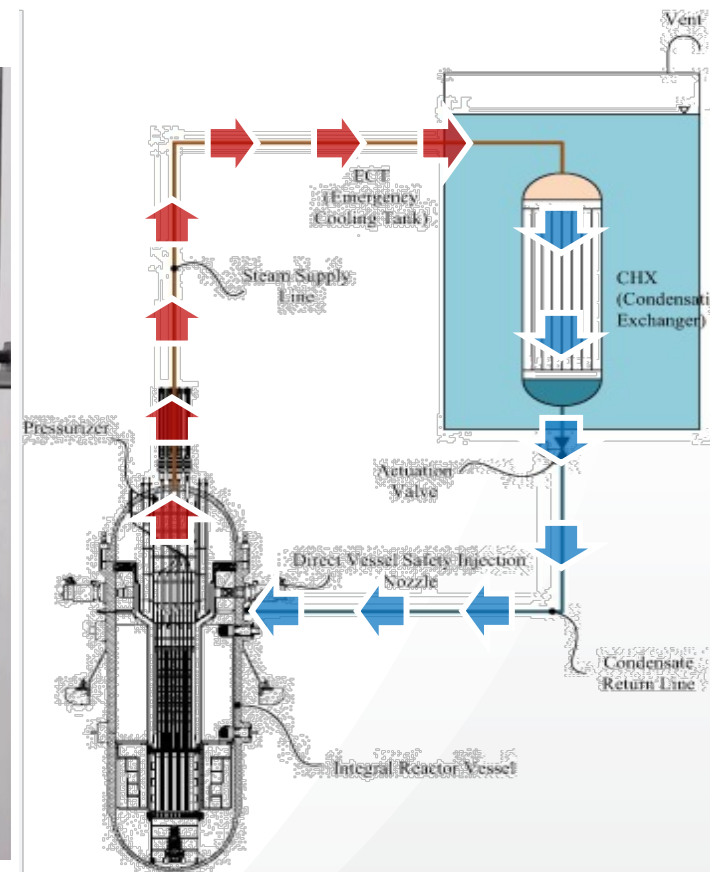
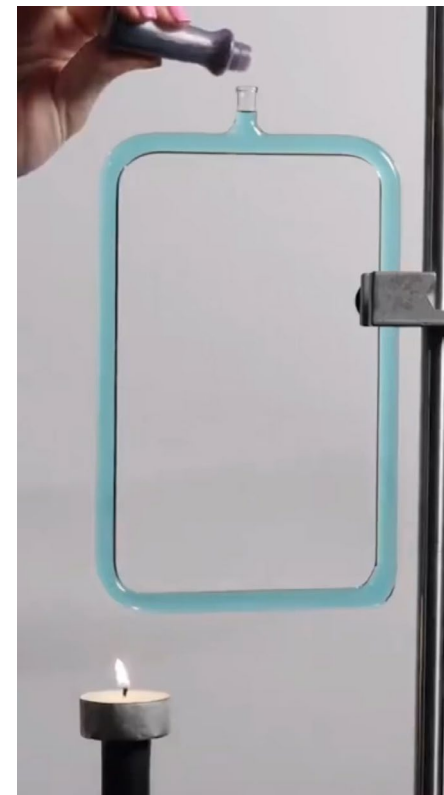
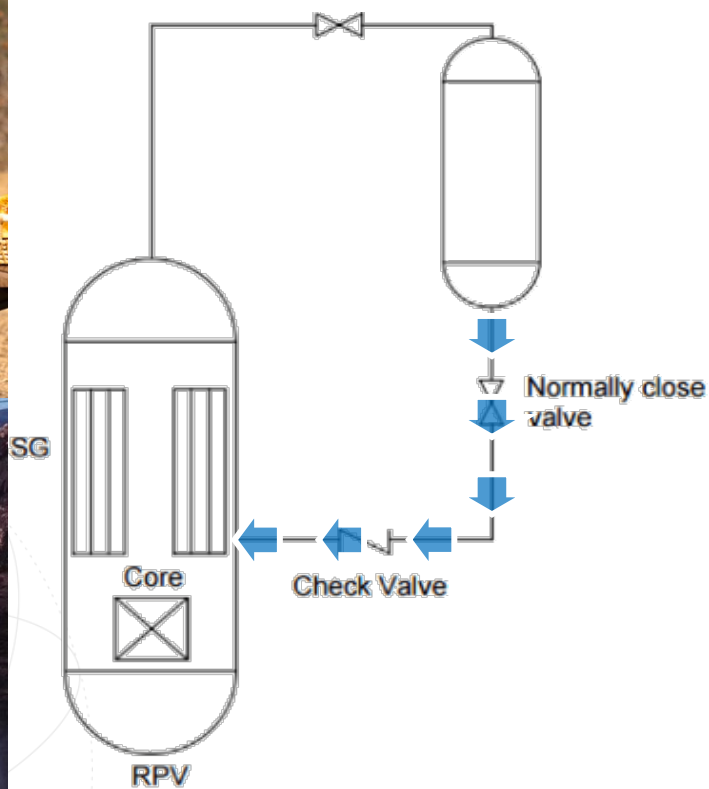
대형배관파단 냉각재상실사고 (LBLOCA)



발전소정전사고 (SBO)



# 피동안전계통 작동원리

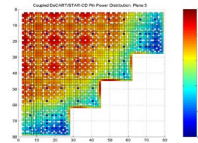


## Technology Development

ROK

SMART Development

- SMART Standard Design
- Technology Validation Licensing
- Safety Enhancement for Post Fukushima Action Plan



Design Documents



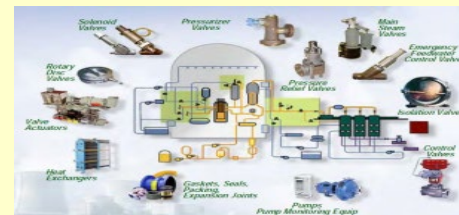
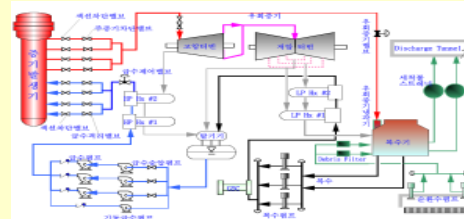
1997 ~ 2014

## Joint Development

ROK &amp; KSA

Pre-Project Engineering

- FOAK Engineering Design
- HCB on K.A.CARE Experts
- Prepare PSAR, Vendor Survey



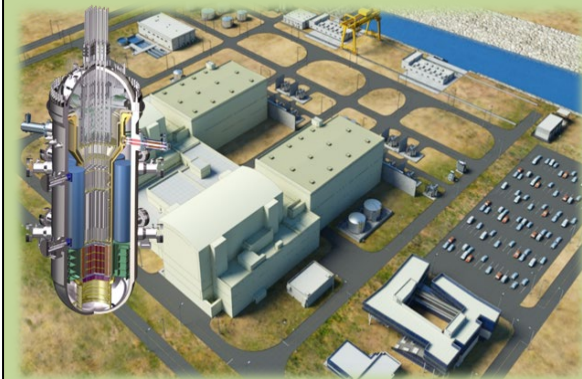
2015 ~ 2018

## Commercialization

K.A.CARE &amp; SPC

FOAK Plant Construction

- 2 FOAK Plants Construction
- Licensing (CP, OL), Operation
- Joint Detail Design



5~6 yr

## 원안위는 SMART100이 원자력안전법 제12조 제5항의 표준설계 인가기준에 부합함을 확인

‘24년 9월 26일 SMART100에 대해 국내 4번째 ‘원자로시설 표준설계인가증’을 발급

참고자료

### SMART100 표준설계인가 신청 현황

2024. 9. 26.

한국원자력연구원  
한국수력원자력  
한국전력기술

□ 피동형 공학적안전설비

○ 피동안전개념이 적용된 공학적안전설비는 ①피동안전주입계통, ②자동감압계통, ③피동전열제거계통, ④격납건물압력및방사능저감계통으로 총 4종이 있음

계통목록	주요기능	작동원리
피동안전주입계통	냉각재주입, 원자로냉각, 노심미임계	중력주입
자동감압계통	원자로 급속감압	압력차 방출
피동전열제거계통	원자로 현열 및 노심 잔열제거	자연순환 냉각
격납건물 압력 및 방사능 저감계통	격납건물 압력제한, 방사능물질 제거	압력차 방출, 자연순환 냉각

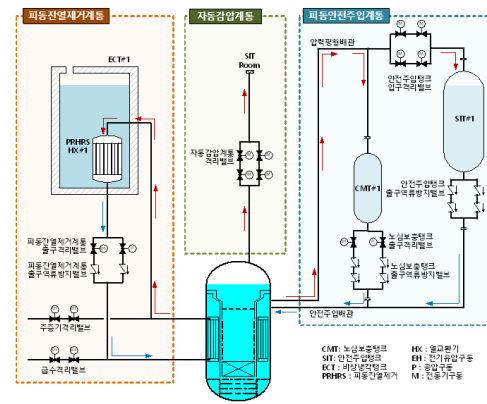


그림 4. 피동안전개념이 적용된 SMART100의 대표적인 공학적 안전설비

### V. 대표 사고해석

□ 소형파단냉각재상실사고(SBLOCA)

○ 소형파단냉각재상실사고 중 노심수위 관점에서 가장 제한적인 사고조건은 안전주입배관 50mm 양단파단이며, 사고과정 동안 원자로의 안전정지 과정은 다음과 같음

< 안전주입배관 50mm 양단순시파단 사건경위 >

----- 사고발생 -----

① 사고로 인해 원자로냉각재계를 입력 급격히 감소  
② 기압기 저압력 → 원자로정지 및 노심보온탱크 작동 (용산수 주입으로 미임계유지 및 노심냉각)  
③ 원자로정지/타는점지로 전함상실 → 급수원프저지  
④ 급수 저유량 → 피동감압제거계통 작동 (노심잔열 및 원자로현열 제거)  
⑤ 안전정지조건 도달 (25%)  
⑥ 기압기 저-저압력 → 안전주입탱크 작동 (용산수 주입으로 미임계유지 및 노심냉각)

----- 잔여냉각 및 사고종결 -----

⑦ 노심보온탱크 저수위 → 자동감압밸브 개방  
⑧ 노심보온탱크 주입완료  
⑨ 피동전열제거계통으로 노심잔열제거 및 안전주입수 (용산수에 의해 노심냉각 및 미임계 유지)  
⑩ 72시간 동안 안전정지상태 이하를 유지

⑪ 72시간 이후 FINSS급 기기로 안전주입탱크 및 비상냉각탱크의 재충수 (정지된 안전정지 유지)  
⑫ 사고 복구조치가 완료되면 정지냉각기능을 활용 하여 상온정지에 도달 (사고종결)

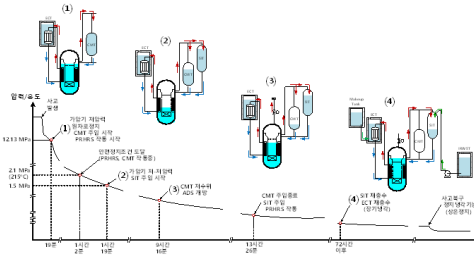


그림 7. 안전주입배관 50mm 양단순시파단 사고대응 과정

제 4 호

### 원자로시설표준설계인가증

1. 법인명 : 한국수력원자력(주), 한국원자력연구원, 사우디 왕립원자력신재생에너지원

2. 주소  
- 한국수력원자력 : 경상북도 경주시 문무대왕면 불곡로 1655  
- 한국원자력연구원 : 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111  
- 사우디 왕립원자력신재생에너지원 : PMGH4JX 12244 Al Olaya, Riyadh Kingdom of Saudi Arabia

3. 대표자  
- 한국수력원자력 : 황주호 (생년월일: 1956.3.22.)  
- 한국원자력연구원 : 주한규 (생년월일: 1962.11.12.)  
- 사우디 왕립원자력신재생에너지원 : H.H. Dr. MAMDOOH AL SAUD (생년월일: 1973.12.31.)

4. 원자로의 명칭 : 스마트100 (SMART100)


5. 종류 : 일체형가압경수로

6. 용량 : 365 MWt

위와 같이 「원자력안전법」 제12조, 같은 법 시행령 제22조제1항 및 같은 법 시행규칙 제9조에 따라 원자로 및 관계시설의 표준설계를 인가합니다.

2024년 9월 26일

원자력안전위원회





Readily available  
Land based Design

## SMART100

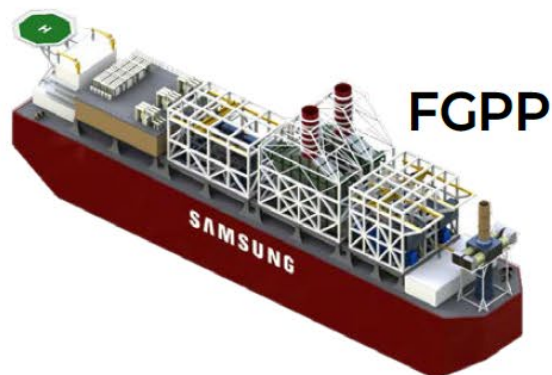


South Korea's Nuclear Safety & Security Commission (NSSC) has granted Standard Design Approval for the SMART100 (System-integrated Modular Advanced Reactor 100)

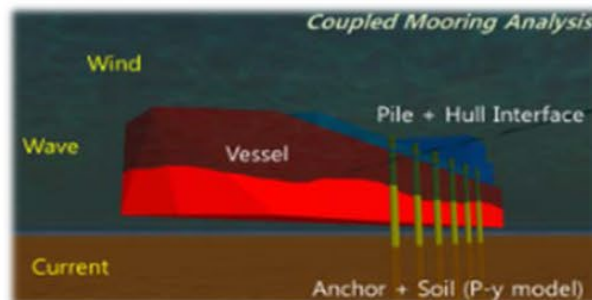
↓  
Marinization



Integration



Pile Mooring



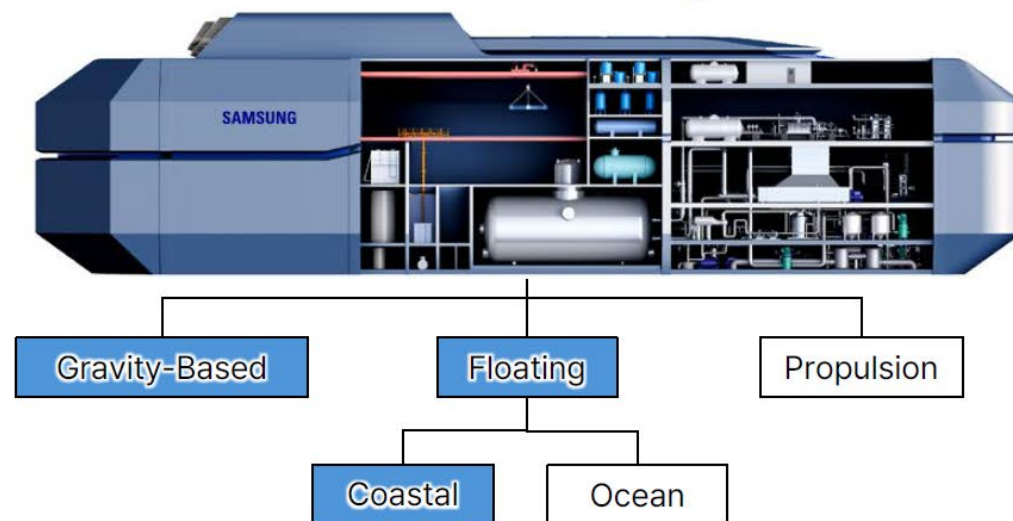
Expert's Review



Risk Assessment with ABS  
Peer Review by NPP AE Expert Group



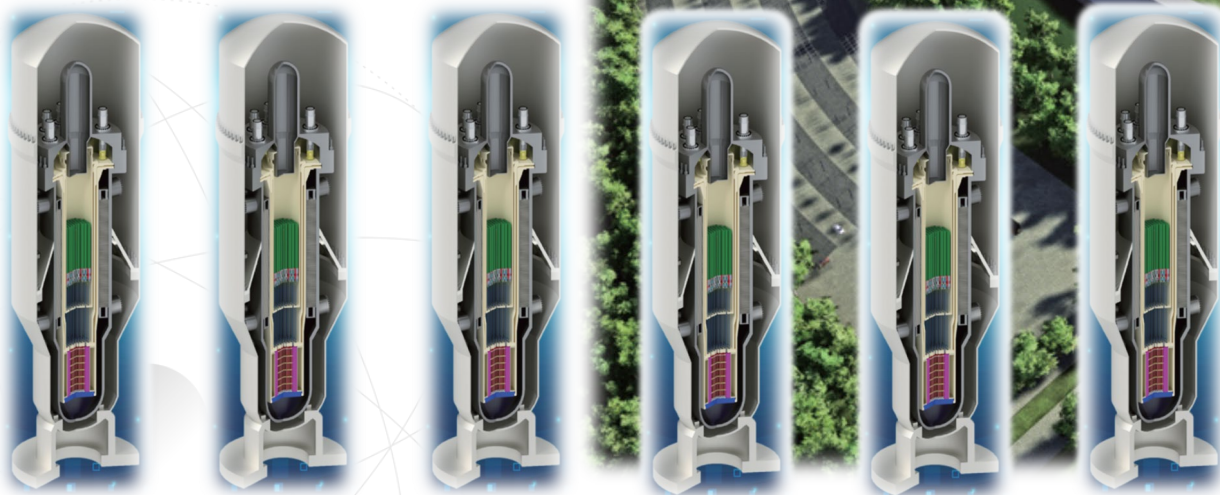
Floating SMR aka "FSMR"



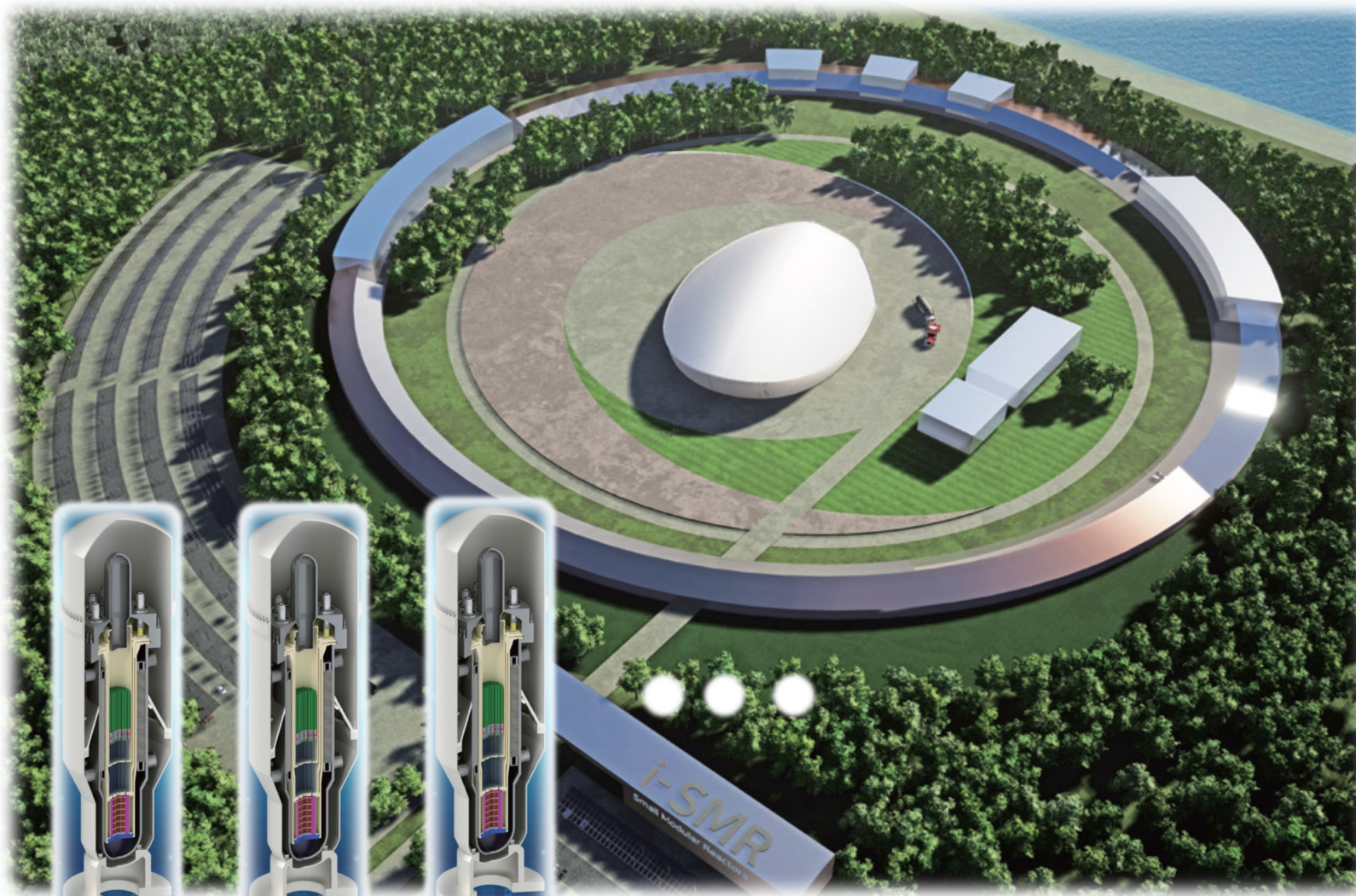
Gap Analysis







i-SMR Reactors



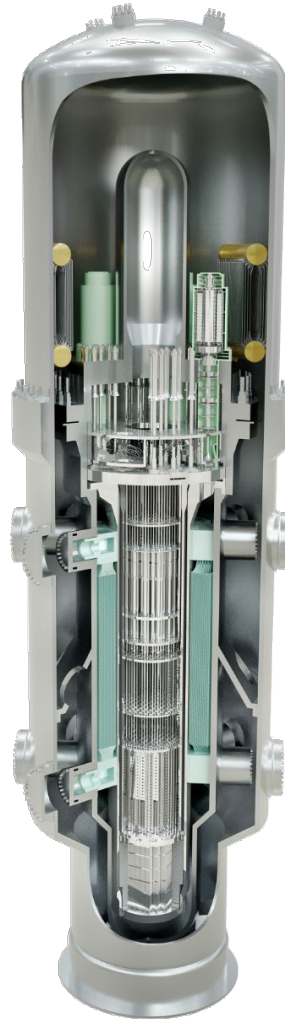
i-SMR Site Plan

### 일반요건

- ❖ 일체형 가압경수로
- ❖ 170MWe (다목적 활용 가능 설계)
- ❖ 4개 모듈 기준
- ❖ 80년 설계수명
- ❖ 최대지반가속도 0.3g (RG1.60 적용시)

### 경제성 및 건설성

- ❖ 순건설단가 : \$3,500 /kWe (Nth 호기)
- ❖ LCOE : LCOE \$65 /MWh (Nth 호기)
- ❖ 건설공기 목표 ≤ 42 개월



### 안전성

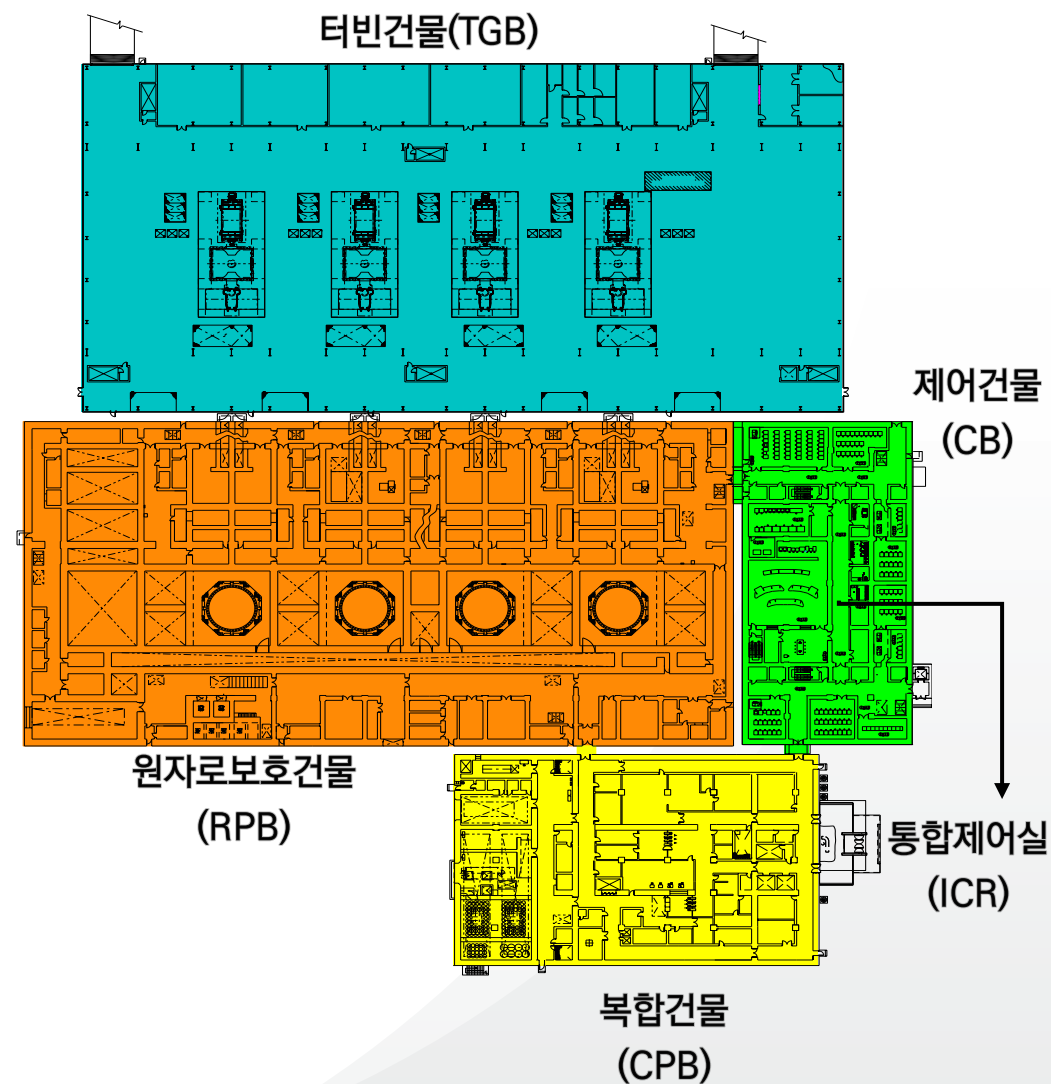
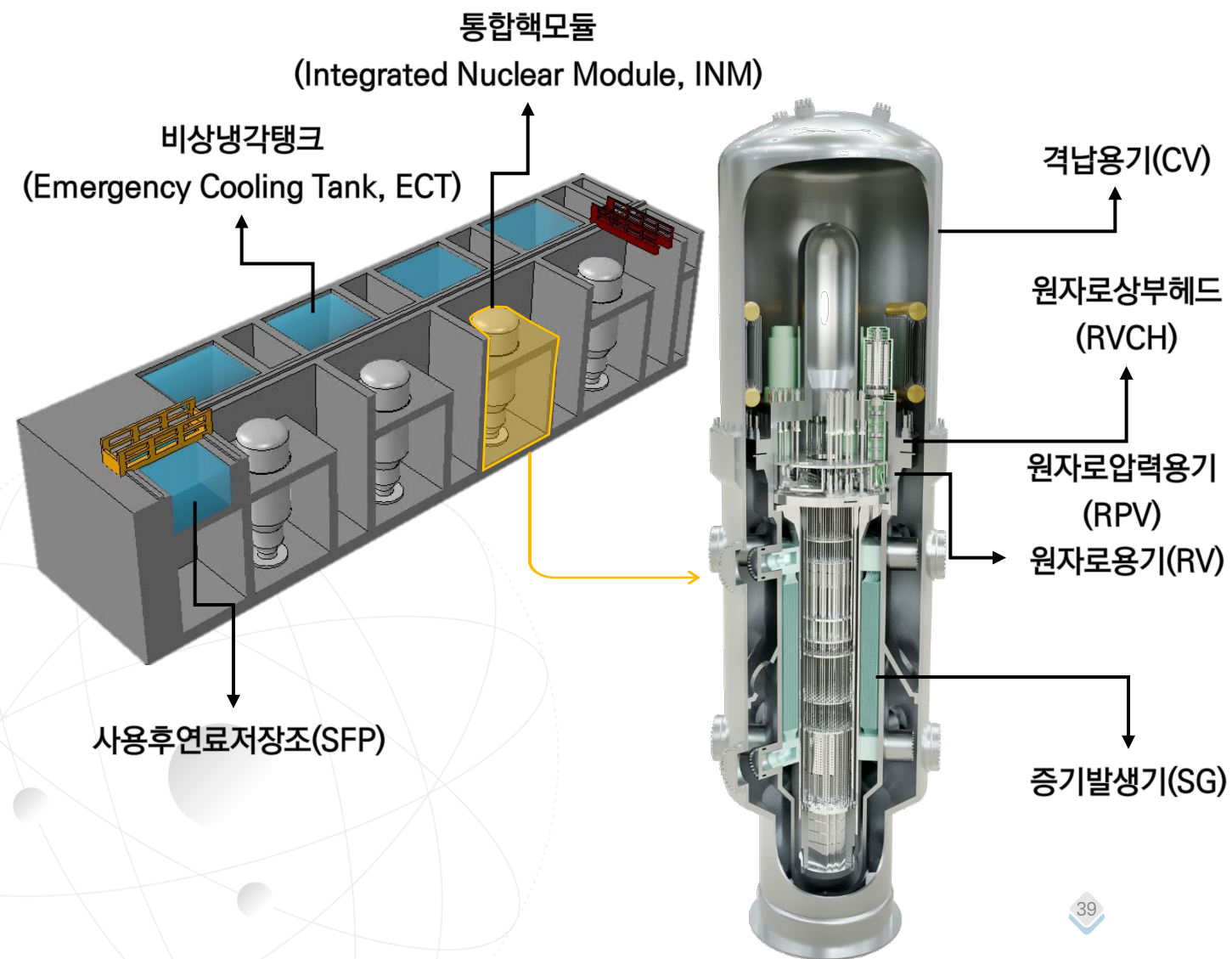
- ❖ CDF : 1.0E-9 /M·Y, LRF : 1.0E-10
- ❖ 운전원 조치 : 불필요 (설계기준사고)
- ❖ LOCA 방호능력
  - RCPB 연결배관은 2인치 이하
  - 설계기준사고시 노심노출 허용하지 않음
- ❖ 중대사고 대처능력 : 중대사고 실질적 배제
- ❖ 방사선비상계획구역 : 부지경계 이내

### 운전성

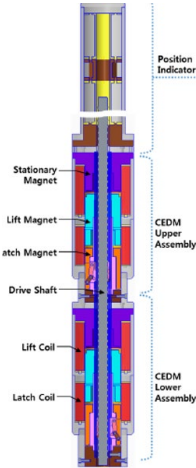
- ❖ 무봉산 운전
  - 제어봉+가연성독봉+MTC 2차반응도제어)
- ❖ 탄력운전 : 100-20-100%,10%(Step),5%(Ramp)
- ❖ 부하탈락성능 : 100% 터빈우회 가능
- ❖ 재장전 주기 : 24개월 이상



## ◆ 주요 기기 명칭

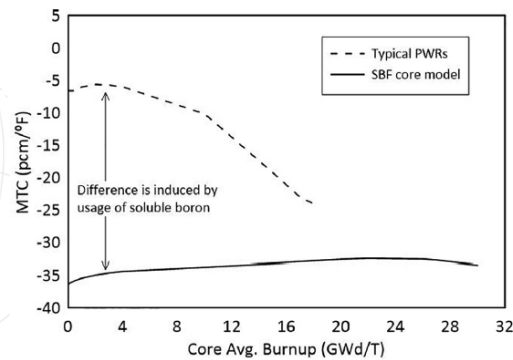


- ✓ (IV-CRDM) 단일 제어봉 집합체 이탈사고 원천 배제

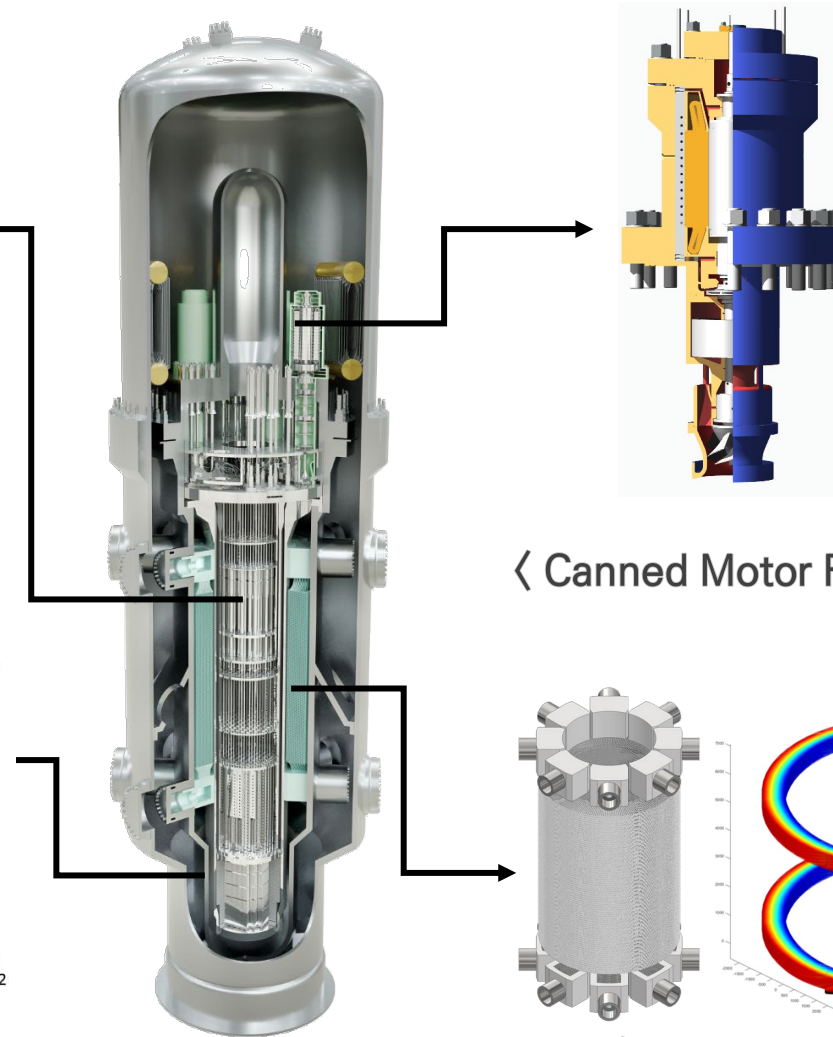


〈 In-Vessel CRDM 〉

- ✓ 봉산희석사고 배제
- ✓ 봉산석출에 따른 재임계 현상 배제
- ✓ PWSCC 완화
- ✓ AOA 저감

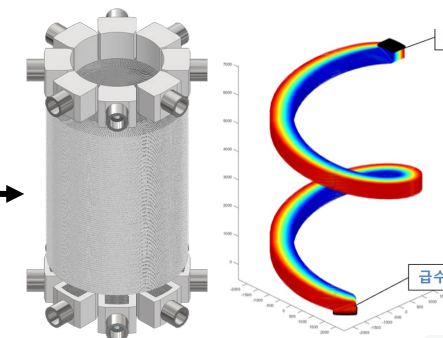


〈 MTC feedback for boron-free core 〉



〈 Canned Motor RCP 〉

- ✓ 안정적인 1차측 냉각재 유량 공급
- ✓ RCP Seal leakage 배제
- ✓ 높은 열출력 구현

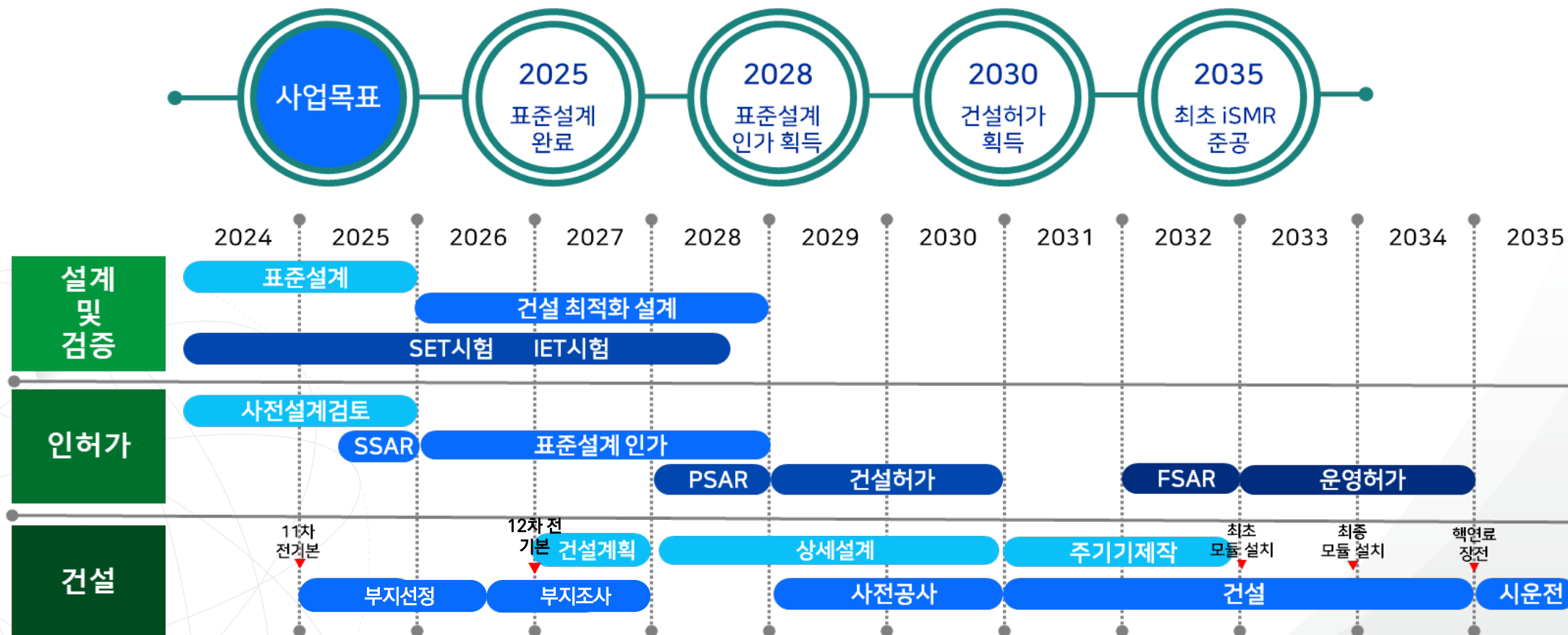


〈 Helical SG 〉

- ✓ 일체형 원자로 구현
- ✓ Dryer 및 Steam separator 불필요
- ✓ MSSV 불필요

## i-SMR Development Milestone (11차 전력수급계획 기준)

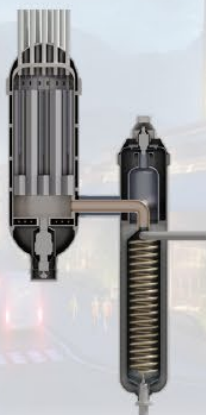
### 표준설계인가 획득(2028) 및 최초원전 준공 (~2035)





## 고온가스로

청정 고온 열 생산 시스템


 POSCO  
 포스코이앤씨


 대우건설


 SK 에코플랜트


 롯데케미칼

산업공정열 공급 및 수소생산



철강



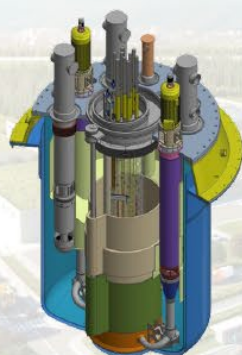
석유·화학



수소생산

## 소듐냉각고속로

장기 운전으로 핵연료 교체 최소화

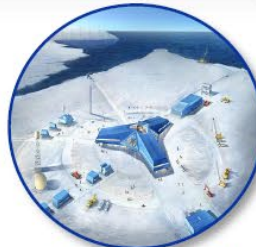


 현대건설


 TerraPower


 Argonne  
 NATIONAL LABORATORY

신재생 연계 유연성 분산전원



격오지 전원



데이터센터

## 용융염원자로

액체 핵연료 사용 및 소형화 유리



 현대건설


 Century  
 센주리


 SAMSUNG


 삼성중공업


 HD한국조선해양

해양 친환경연료 시스템

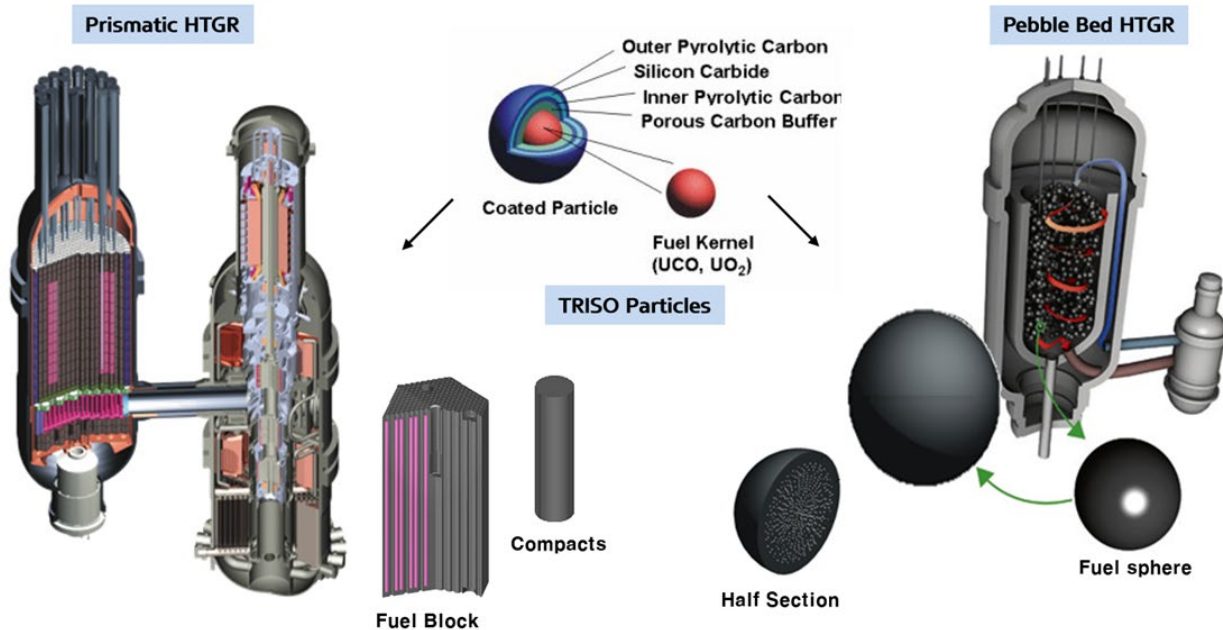


선박 추진

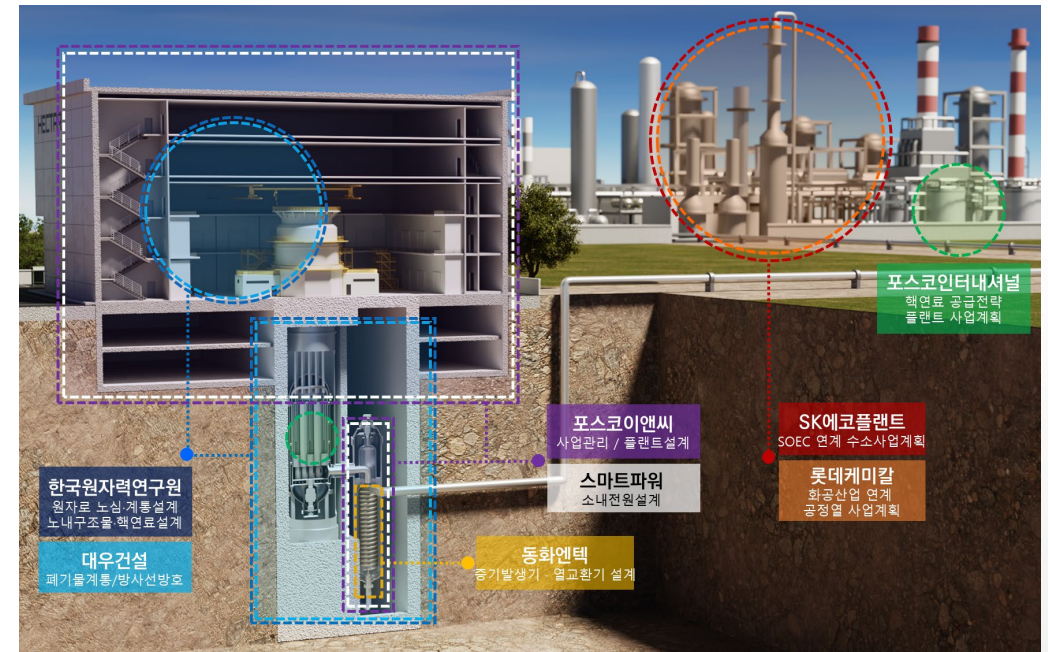


부유식 해양시스템

- ❏ 핵연료로 피복입자핵연료를, 감속재와 반사체로 흑연을, 냉각재로 헬륨을 활용하는  
출구온도 700~950℃인 열중성자로

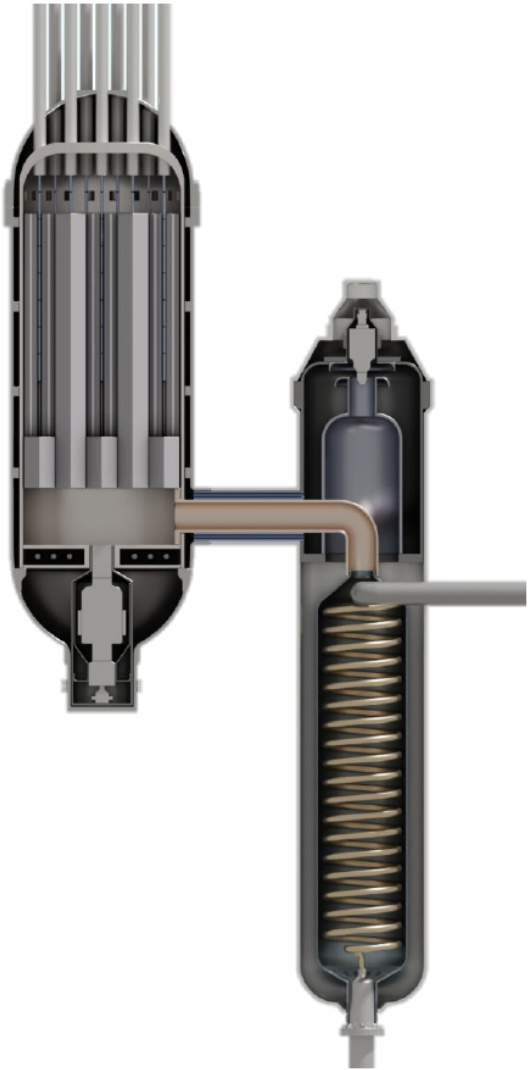


〈 고온가스로 개요 〉



〈 민관합작 차세대 원자로 개발 프로젝트 사업 〉





## 750°C 이상 청정 산업공정열 공급 (90 MWth)

### 개발 현황

- 고온수전해 기술과 연계한 고온가스로 실증 협의 중
- **민관 합작 고온가스로 개발 프로젝트 수행 중** ('24~'27)  
: (목표) 2027년 기본설계 완료
- **변경된 제도에 맞춰 대형 연구사업 기획 중** ('27년 착수 목표)

### 개발 참여 기관 및 역할

- 한국원자력연구원: 원자로 노심·계통 설계, 핵연료 설계, 노내구조물 설계
- 포스코이앤씨: 사업관리 및 플랜트 설계
- 대우건설: 폐기물 계통 방사선 방호
- SK에코플랜트: SOEC 연계 수소사업 기획
- 롯데케미칼: 화학산업 연계 공정열 사업 기획



### 추진경과 KALIMER-600 → PGSFR → SALUS-100

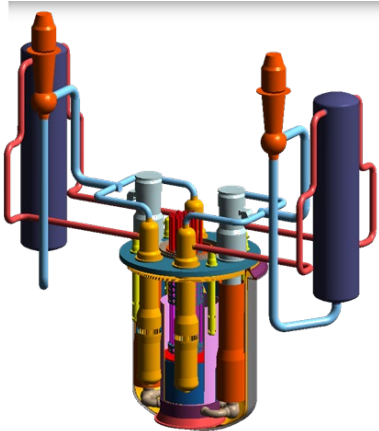
- ① 한국형 SFR 참조노형 → KALIMER-600 개념설계
- ② TRU 소각성능 실증 → PGSFR 공학설계
- ③ 장주기 발전용 SFR → SALUS-100 기본설계 (SFR기반 장주기 선진 소형원자로)

### 추진성과 소각로 개념의 SFR 설계와 발전로 개념의 장주기 SFR 설계 모두 보유



#### ① KALIMER-600

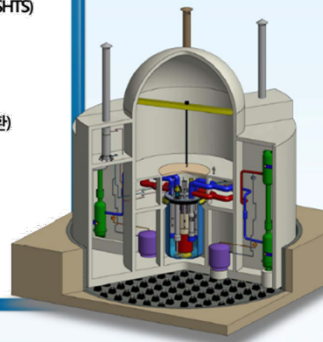
GIF SFR의 대표 노형 중 하나로 선정



#### ② PGSFR

특정기술주제보고서(TR) 규제전문기관 인증

- 원자로 형태: 풀(pool) 형 소듐냉각고속로(SFR)
- 냉각재: 액체소듐(liquid sodium)
- 열전달계통구성: 1차계통(PH-TS) - 중간계통(M-TS) - 2차계통(SHTS)
- 용량(전기출력): 150 MWe
- 원자로 압력: 대기압(~1bar)
- 냉각재 온도: 입구 390°C, 출구 545°C
- 핵연료: 금속연료(초기노심 U-Zr에서 U-TRU-Zr으로 점진 전환)
- 핵연료 교체주기: 12개월
- 비상안전계통 구성: 피동(passive) + 능동(active)
- 잔열제거계통 구성: 피동(passive) + 능동(active)
- 설계수명: 60년
- 중대사고: 후쿠시마 및 TMI 유사사고(SBO 등) 대처설계 반영



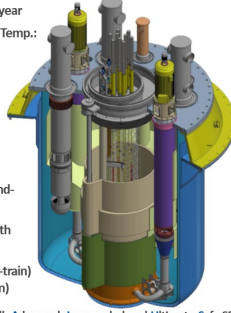
#### ③ SALUS-100

IAEA 설계 안전성 독립 검토 (IAEA-TSR)

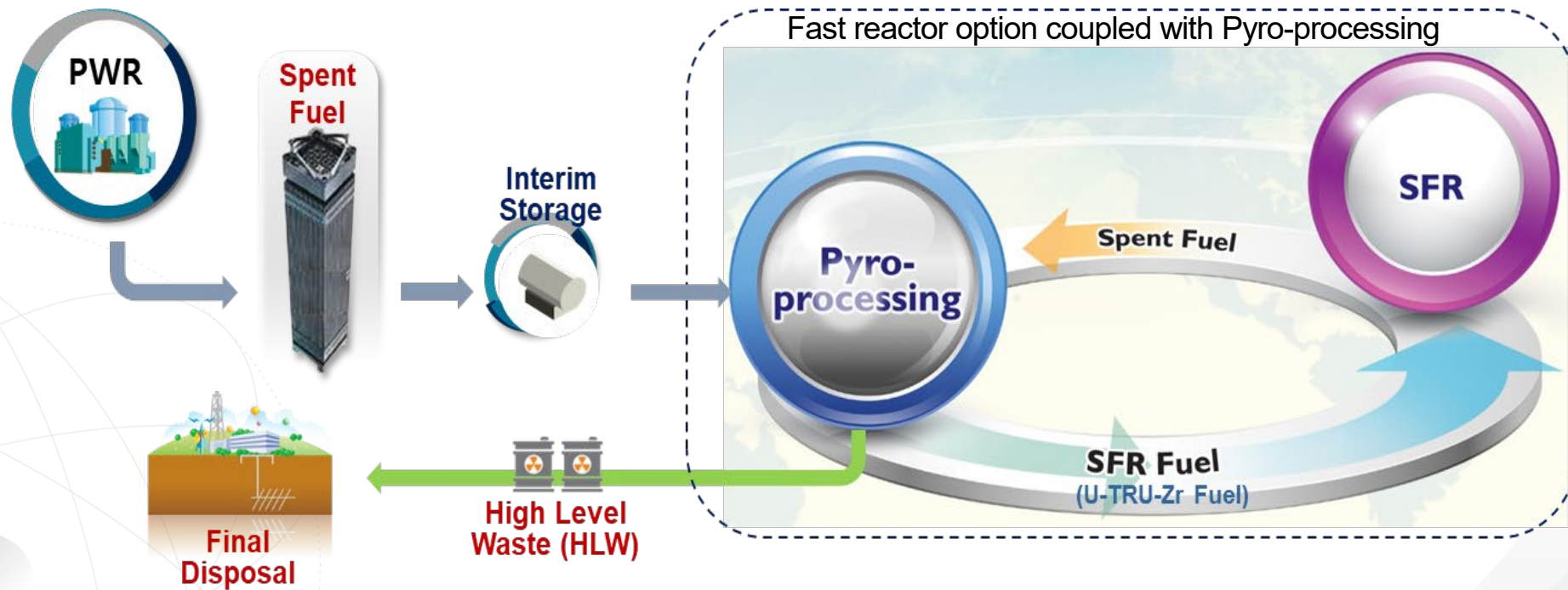
SALUS<sup>®</sup>-100

- ▶ Integrated pool-type SFR
- ▶ Electric output: 100 MWe (267 MWt)
- ▶ Metallic alloy fuel & FC92 cladding
- ▶ U-10%Zr with less than 20 wt.% U-235 enrichment
- ▶ Refueling cycle: ~ 20-year
- ▶ Rx. Core Inlet/Outlet Temp.: 360/510 °C
- ▶ Net plant efficiency: 37.4% (tentative)
- ▶ Power conversion: Superheated steam Rankine Cycle
- ▶ Steam generator: Straight-tube, shell-and-tube type
- ▶ Long-term cooling with natural circulation
- ▶ DHRS: Active DHRS(2-train) + Passive DHRS(2-train)

\* Small, Advanced, Long-cycled and Ultimate Safe SFR



- Pending issues on long-term Spent Nuclear Fuel(SNF) management
- **Fast Reactor coupled with Pyro-processing** could be one of the options
  - To reduce the amount of SNF and its toxicity



TRU: TransUranics (Pu+MA), MA: Minor Actinides (Np, Am, Cm), FP: Fission Products

# 소듐냉각고속로 - 상용화 로드맵



Public

Private

Public-Private Partnership Project (5-year)

Year	~ 2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030 ~	2035~
Classification	Public R&Ds	Public-Private Partnership Project					New CLEAR* Program	Commercialization Project
Project Leadership	Government	<div>Government: 50</div> <div>Private Sector: 50</div>					Private Sector (Business model)	
Major Progress	Concept design of long-cycled SFR (SALUS-100)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Basic design and preparation for licensing</li> <li>Document set for PSAR (FOAK design)</li> </ul>					<ul style="list-style-type: none"> <li>Apply for CP</li> <li>Detailed design</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construction</li> <li>FSAR</li> <li>Apply for OL</li> </ul>

\* New CLEAR(CLEAn Energy by Advanced Reactor) Program



- ❑ 불소 혹은 염소 화합물의 용융염을 냉각재로 사용하는 4세대 원자로
- ❑ 핵연료가 액체 용융염과 함께 녹아있는 형태로 운전 → “액체연료 원자로”

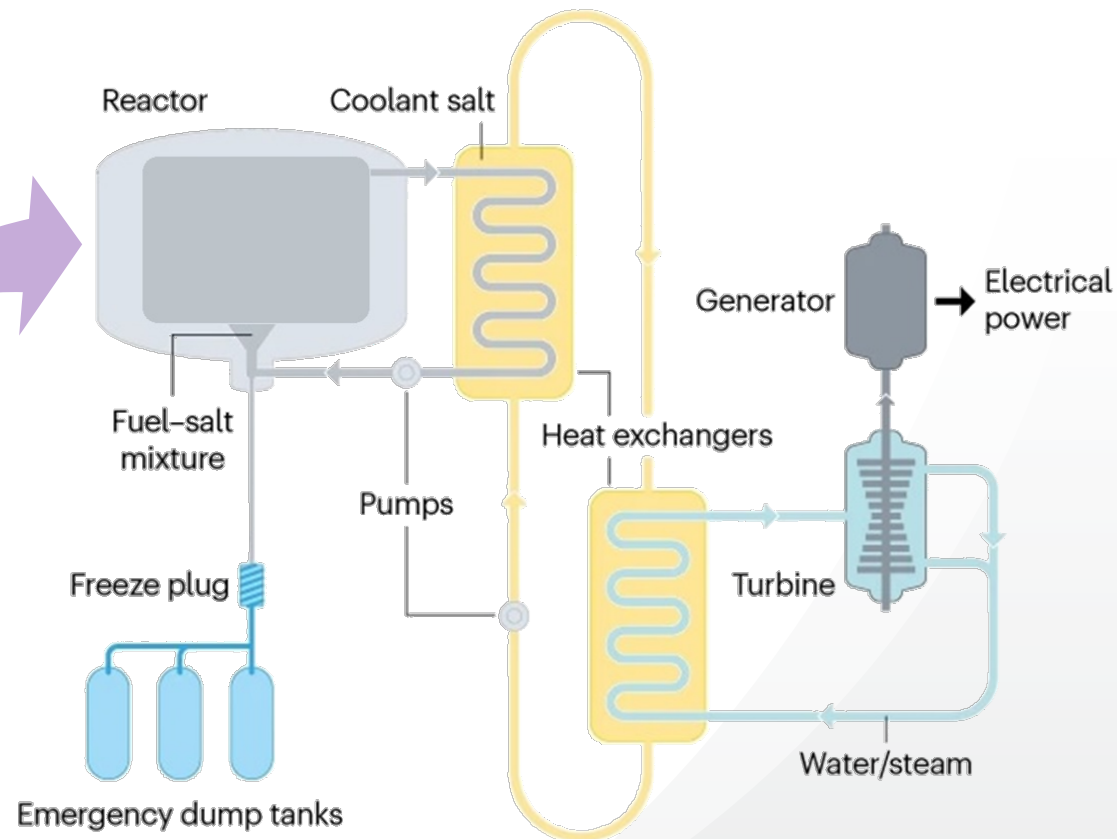
**용융염**

염(또는 공용 염)	녹는점(°C)
NaBF <sub>4</sub> -NaF	384
LiF-NaF-KF [FLiNaK]	454
LiF-BeF <sub>2</sub> [FLiBe]	459
NaCl	801
NaCl-MgCl <sub>2</sub>	445
NaCl-CaCl <sub>2</sub>	507

**핵연료**

ThF<sub>4</sub>  
 UF<sub>4</sub>  
 PuF<sub>3</sub>  
 ThCl<sub>4</sub>  
 UCl<sub>3</sub>  
 PuCl<sub>3</sub>

공용 혼합



[출처] Nature/US DOE/IAEA 자료를 일부 수정

# 용융염원자로와 가압경수형원자로의 운전압력, 운전온도 비교

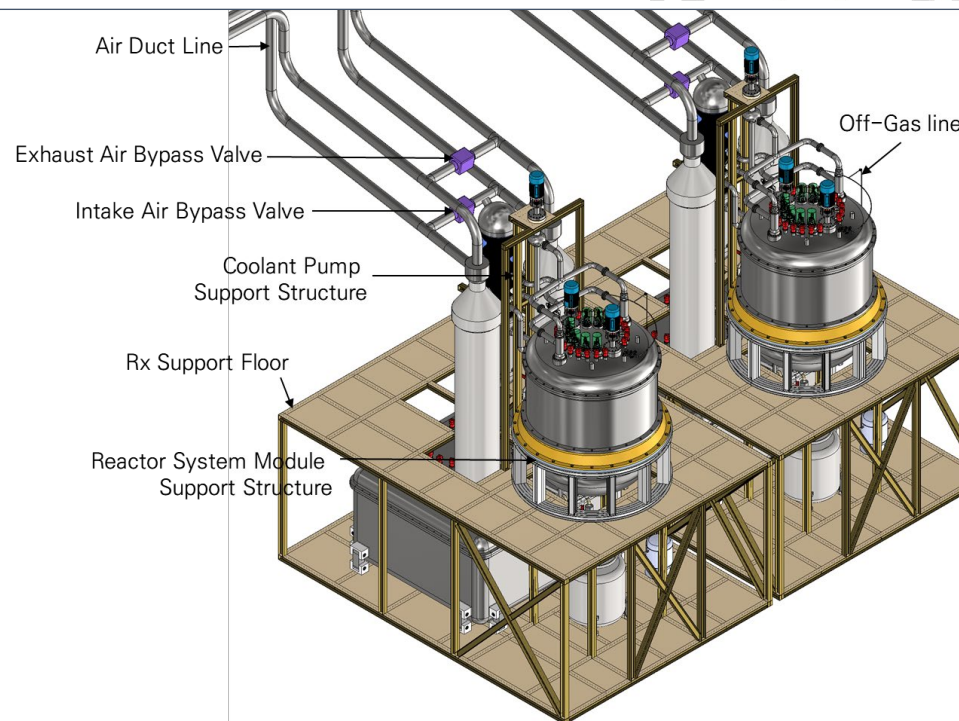
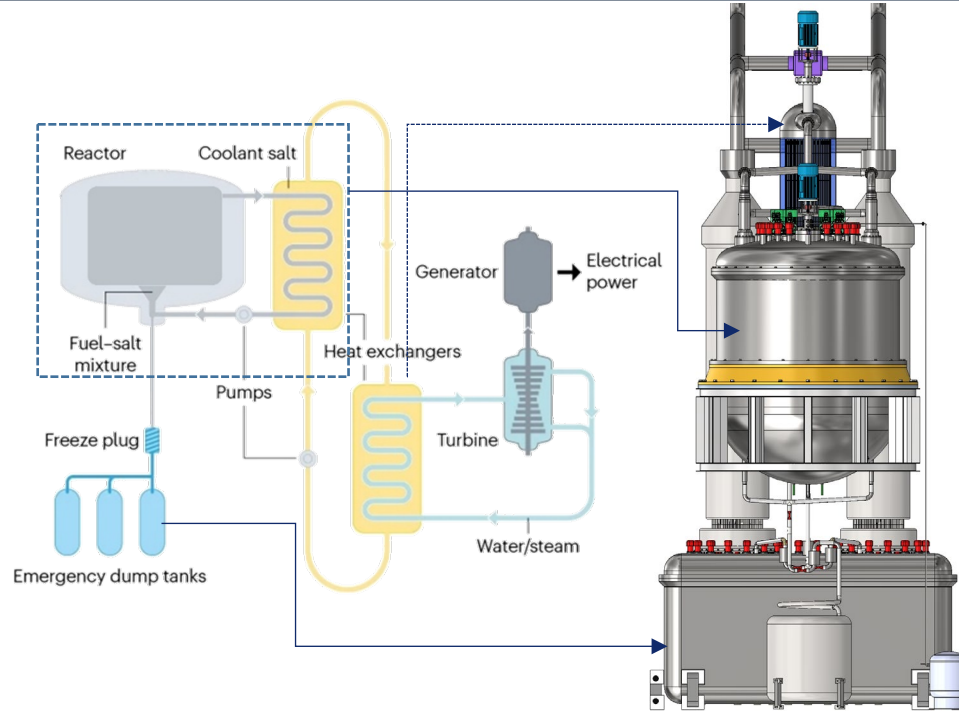


낮은 운전 압력 → 안전성 ↑

높은 운전 온도 → 효율 ↑, 활용 분야 ↑

# MARINA 설계 특성

- 열/전기 출력  
→ 100 MWth(~35 MWe)/모듈
- 중성자 스펙트럼  
→ 고속
- 노심 출구온도  
→ 600 °C 이상
- 주요 특성  
→ 선박 운영기간 동안  
핵연료 교체 無



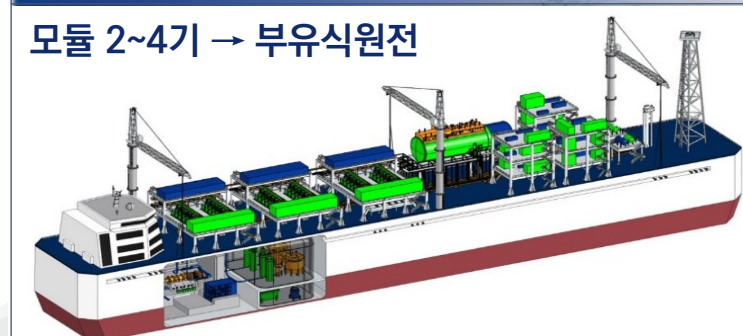
모듈 1기 → LNG 운반선



모듈 2기 → 컨테이너선



모듈 2~4기 → 부유식원전



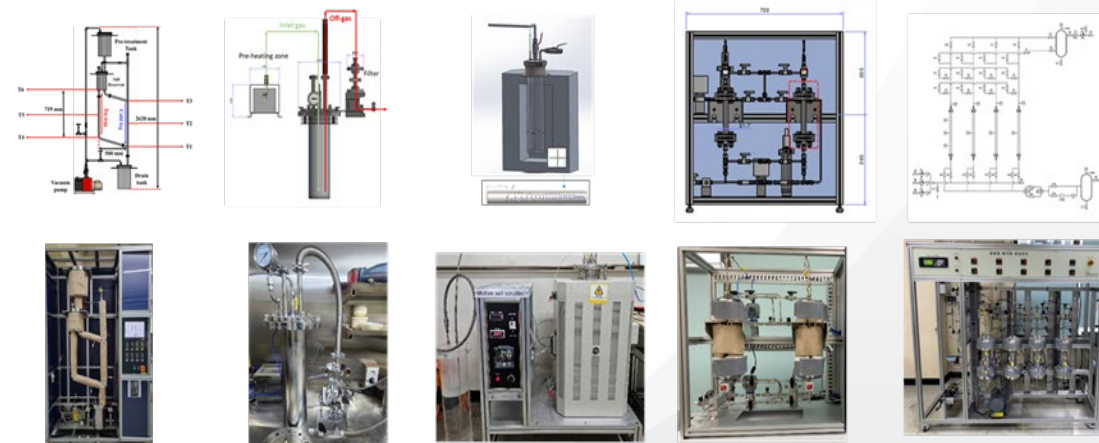
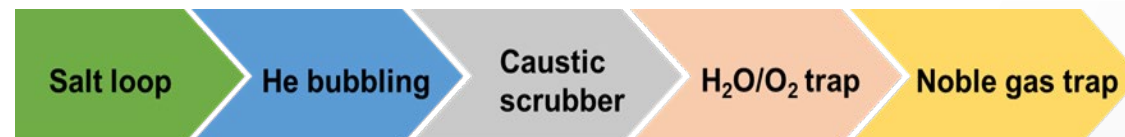


- 액체 핵연료 제조
- 핵분열생성물 관리
- 구조재료 부식특성 평가
- 구조재료 부식저감
- 용융염 열물리/화학 물성 평가
- 용융염 화학분석 및 모니터링



↑ kg 규모 액체핵연료 제조 공정 장치

부식 특성 평가용  
자연순환  
용융염  
Micro-loop →



↑ MSR off-gas 단위공정 장치

# K-문샷: SMR 선박

\* 용융염원자로(MSR) 기반 SMR 선박 개발

- 미션  
→ 해양수송 탈탄소화를 위한  
친환경 SMR 선박 조기 실현
- 과기정통부  
→ 사업 주관 및  
선박탑재용 SMR 개발
- 해수부  
→ SMR 탑재 선박 개발



## 임무

2029년

2032년

2035년

### 해양용 MSR 개발

- 해양용 MSR 기본설계
  - 핵연료 안전성 검증
  - 주요기기·재료 성능 검증

### MSR 탑재 선박 개발

- MSR 탑재용 선박  
기본설계
  - MSR 선박 해양 안전성  
평가모델 개발

### AI 활용 개발 가속화

- SMR 가상원자로 플랫폼  
개발
  - (SMR 범용)

- MSR 선박 종합설계\*
  - \* MSR + 선박 설계 연계
  - 해양용 MSR 임계실험 및  
종합효과시험 완료
  - MSR 선박 종합 안전성  
평가 완료
  - ▼
  - 건조 인허가 준비 완료

- AI 기반 MSR 선박  
개발·검증 플랫폼 구축
  - (SMR 가상원자로 플랫폼  
활용, 선박용으로 특화)

- MSR 선박 건조 착수
  - MSR 상세설계
  - MSR 선박 제작설계
  - MSR 및 선박 인허가 획득



- AI 기반 MSR 선박  
개발·검증 플랫폼  
활용·최적화
  - MSR 선박 상세·제작설계  
및 인허가 대응 등

제21회 원전 수화학 및 부식 워크숍

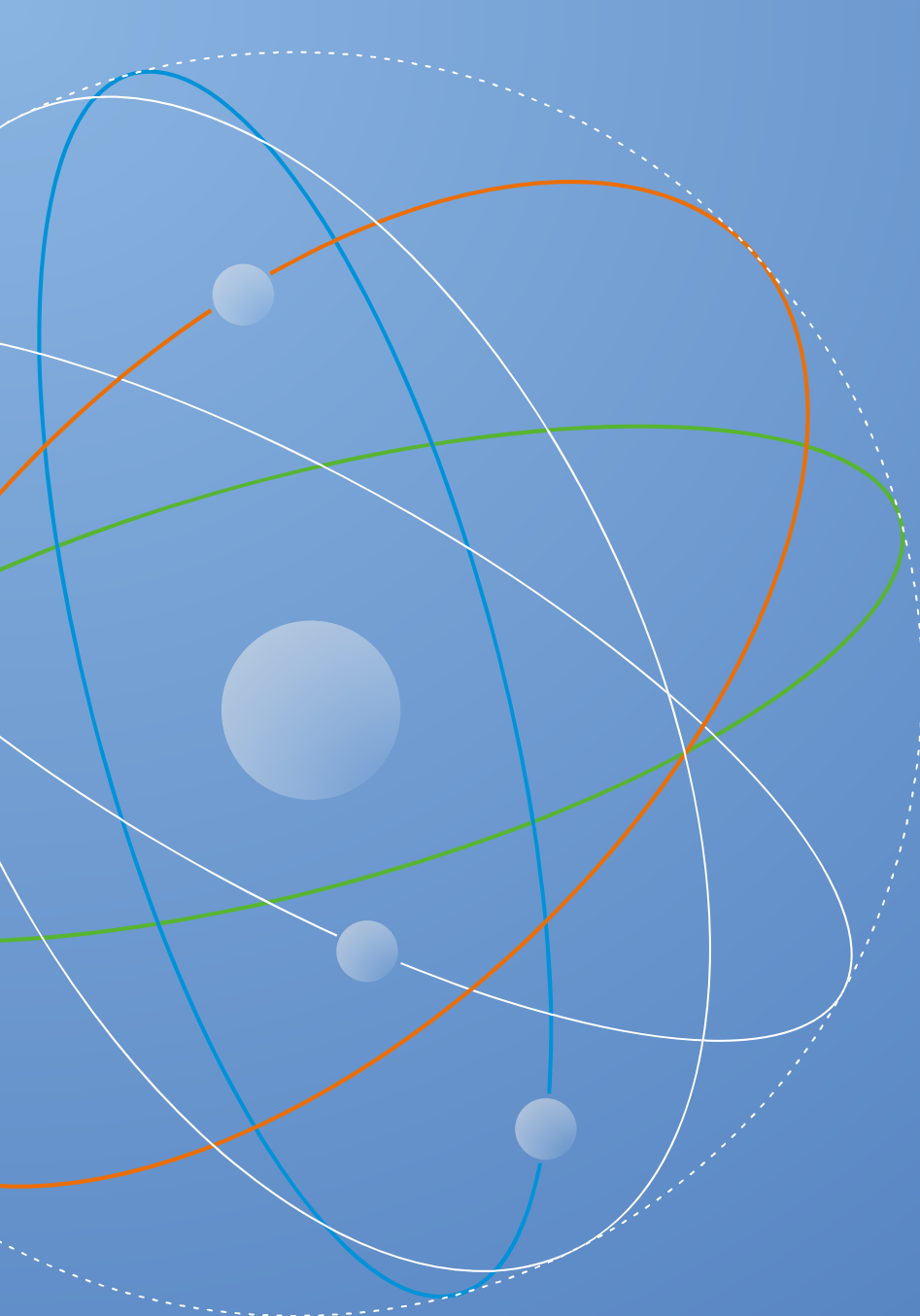
# 국내외 SMR 개발 현황과 전망

- 01 도입말
- 02 SMR 개요
- 03 글로벌 SMR 상용화
- 04 국내 SMR 현황
- 05 맺음말

CONTENTS



- SMR은 재생에너지의 간헐성을 보완하고, AI·데이터센터·산업열·해양·오지 전원 등 새로운 수요에 대응할 수 있는 **무탄소 안정전원**으로 주목받고 있다.
- 상용화를 위해서는 **경제성, 인허가, 연료공급망, 장기운전 신뢰성** 검증이 필요하다.
- 우리나라는 **SMART/SMART100**의 인허가 경험과 **i-SMR 개발, 비경수형 원자로** 연구 기반을 바탕으로 글로벌 SMR 시장 진출을 추진하고 있다.
- 수화학·부식 분야는 SMR의 장기 건전성, 고온재료, 용융염 화학, 해양 적용성 확보를 위한 핵심 기반기술이다.
- i-SMR 무붕산 운전은 붕산희석사고와 붕산석출 문제를 원천적으로 배제시킬 수 있는 장점이 있으나, **1차계통 pH 제어, 부식생성물 거동, AOA 저감, PWSCC 완화** 등 수화학·부식 관점의 최적화가 요구된다.



더 나은 세상을 위한 원자력기술  
국민과 세계가 지지하는 한국원자력연구원



경청해 주셔서  
감사합니다.



한국원자력연구원  
Korea Atomic Energy Research Institute