

# 세계원전시장 인사이트

World Nuclear Power Market **INSIGHT**

## 현안이슈

### SMR 개발현황 및 합의: OECD-NEA의 SMR Dashboard를 활용하여

1. 들어가며
2. SMR의 잠재력과 중요성
3. SMR 개발진행 평가 기준 및 진행상황 평가
4. 결론 및 요약

## 주요단신

### 북미

17

- 미 상원 환경·공공사업위원회, 선진 원자로 상용화 촉진을 위한 법안 통과
- 미국, 한·일-UAE 협력 통해 루마니아에 VOYGR 보급 지원
- MMR 개발사 Oklo, Ohio 주 산·학·연 컨소시엄과 건설 추진 MOU 체결
- 기타단신

### 유럽

22

- 프랑스 ASN, 자국 원자력분야의 안전 여유도 확보 및 기상 이변 대비 역량 강화 필요성 등 제시
- 폴란드 원자력규제청, BWRX-300 설계 자국 규제조건 충족 확인
- 불가리아, Belene원전 재추진 위해 Framatome과 타당성조사 착수 임박
- 아르메니아, 신규 원전 건설 위해 러시아 외 국가들도 고려중
- 유럽연합 집행위, 헝가리-러시아의 Paks 5-6호기 건설계약 변경 승인
- 기타단신

### 아시아

30

- 일본 국회, 원전 60년 이상 운전 허용 등 포함된 법 개정안 통과
- 일본 기업, 영국 부유식 원전 스타트업에 약 1,000억 원 출자
- 일본 센다이지방법원, 오나가와원전 재가동 금지 청구 기각
- 일본 실험용 고속로 '조요', 규제위 안전심사 사실상 통과
- 일본 도쿄전력 가시와자키 가리와 5호기 해수누출 문제는 운전원 실수가 원인
- 중국, 국가 안보상의 우려로 부유식 원전 허가 보류
- 한수원, 핀란드 Fortum과 신규원전 및 SMR 사업화 관련 상호협력 MOU 체결
- 사우디아라비아, 중국과 원자력 분야 포함한 에너지 협력 논의
- 기타단신



# 세계원전시장 인사이드

World Nuclear Power Market **INSIGHT**

Biweekly 격주간 2023 06.09

※ 본 간행물은 한국수력원자력(주) 정책과제의 일환으로 발행되었습니다.

---

**발행인** 양의석

---

**편집인**

박우영	parkw@keei.re.kr	052-714-2271
조주현	joohyun@keei.re.kr	052-714-2035
남경식	ksnam@keei.re.kr	052-714-2192
신재정	jjshin@keei.re.kr	052-714-2054
김선진	sunjin@keei.re.kr	052-714-2018
정진영	jy_jeong@keei.re.kr	052-714-2081
한지혜	jhhan@keei.re.kr	052-714-2089
김유정	yjkim@keei.re.kr	052-714-2294
이유경	rglee@keei.re.kr	052-714-2283

---

**디자인·인쇄** 효민디앤피 051-807-5100

---

본 「세계원전시장 인사이드」에 포함된 주요내용은 연구진 또는 집필자의 개인 견해로서 에너지경제연구원의 공식적인 의견이 아님을 밝혀 둡니다.

# SMR 개발현황 및 함의: OECD-NEA의 SMR Dashboard를 활용하여

에너지경제연구원 원전정책연구팀 김선진 부연구위원 (sunjin@keei.re.kr)

## 1. 들어가며

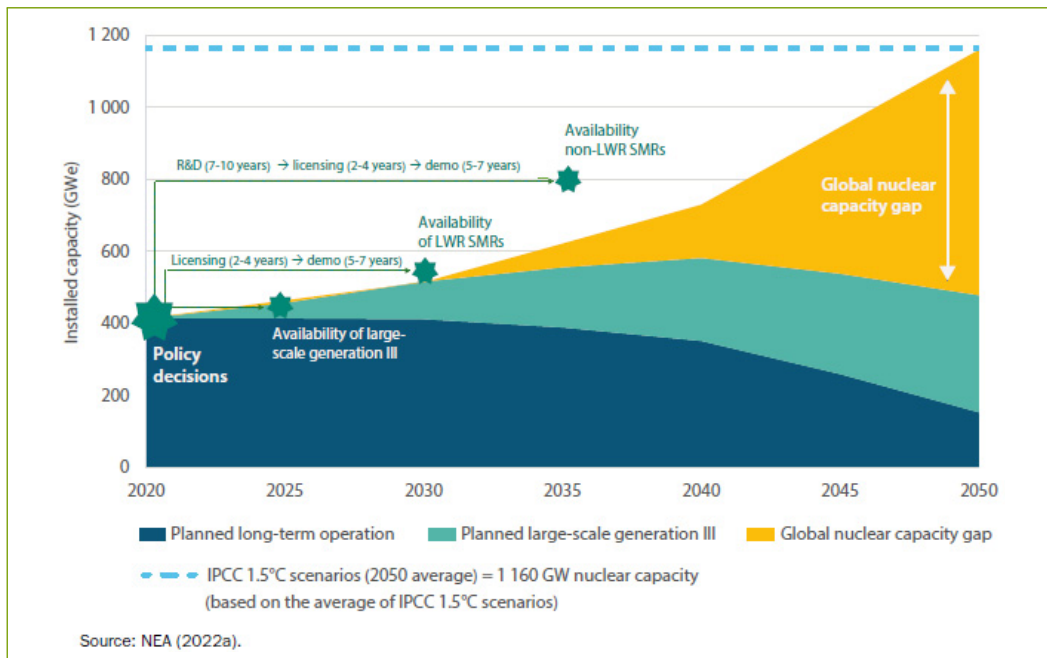
- 2023년 3월, OECD-NEA(OECD-Nuclear Energy Agency)는 SMR 개발 및 보급 진행상황을 분석하는 도구인 Small Modular Reactor(SMR) Dashboard를 공개하고, 이를 활용하여 전 세계에서 개발 중인 SMR 중 21개 노형의 진행정도를 평가하는 보고서를 공개함.
  - 해당 보고서에서는 자료가 공개되었거나 NEA SMR Dashboard에 참여하기 희망하는 원자로를 분석 대상으로 설정했으며, 이에 따라 아르헨티나, 중국, 프랑스, 러시아, 영국 및 미국에서 개발 중인 SMR이 포함됨.
- 본고에서는 OECD-NEA의 Small Modular Reactor(SMR) Dashboard 보고서의 주요 내용을 제시하고자 함.
  - 2장에서는 기후위기 극복을 위한 SMR의 역할과 특징을 제시함.
  - 3장에서는 SMR의 개발 진행상황을 평가하는 6가지 척도(인허가, 부지, 자금조달, 공급망, 지역연계, 연료수급)를 설명하고, 21개 SMR의 진행상황에 대한 평가를 국가별로 제시하였으며, 추가적으로 국가별로 가장 개발이 진척된 SMR의 개발 진행상황 평가 내용을 제시함.
  - 마지막 4장에서는 전체 내용을 요약하며 마무리함.

## 2. SMR의 잠재력과 중요성

■ 보고서는 2050 탄소중립을 달성하기 위해 원자력의 역할이 필수불가결하다고 주장함.

- 2018년에 IPCC가 발간한 보고서<sup>1)</sup>는 2100년까지 지구온도 상승을 1.5℃ 미만으로 제한할 수 있는 시나리오 90가지를 검토하였는데, 검토된 시나리오에서 평균적으로 원전 용량이 전 세계적으로 2020년 394GW에서 2050년까지 1,160GW에 도달해야 한다는 결과를 도출함.
- 2021년 IEA에서 발간한 보고서<sup>2)</sup>는 넷제로 시나리오에서 세계 전력공급의 88%를 가변성 재생에너지, 수력, 원자력 등이 담당할 것이라 예상했으며, 특히 원자력이 가변 재생 에너지를 계통안정성과 공급안정성 측면에서 보완할 수 있을 것이라 전망함.
- 그러나 현재 수립된 각국의 원전정책을 분석해볼 때, 2050년 전 세계 원전용량은 479GW에 그쳐 IPCC가 제시한 1,160GW에 훨씬 못 미침.(<그림 1> 참고)

<그림 1> 세계 계속운전 및 신규 대형 원전 건설로 확보되는 원전 용량과 IPCC가 제시한 원전 필요 규모의 차이(2020~2050)



자료: OECD(2023), Small Modular Reactor (SMR) Dashboard p.13

1) IPCC (2018), "An IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5°C", Intergovernmental Panel on Climate Change, [www.ipcc.ch/sr15/](http://www.ipcc.ch/sr15/) (accessed 5 January 2023).  
 2) IEA (2021), *Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector*, International Energy Agency, Paris, [www.iea.org/reports/net-zero-by-2050](http://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050).

■ 보고서는 기후위기를 극복하기 위해 필요한 원전을 활용하는 데에 있어 SMR의 역할이 중요하다는 점을 강조함.

- 2022년 NEA에서 발간된 보고서<sup>3)</sup>는 2050년까지 전 세계적으로 SMR이 최대 375GW 까지 건설될 수 있을 것으로 예상함.
- 또한 SMR은 소규모 계통과 같이 대형원전이 들어가기 어려우면서 가변 재생에너지 발전 시설의 추가건설이 어려운 경우 대안으로 적용될 수 있다고 평가함.
- 보고서에 따르면, SMR은 다음과 같은 특징을 활용해 경쟁력을 가질 것으로 기대됨.
  - 안전성: 수동 안전 개념이 적용되어 유사시 외부개입 없이도 안전하게 원자로가 정지되도록 설계되어 있음.
  - 유연성: 여러 모듈로 이루어진 특성과 원자로 설계를 통해 부하추종운전이 가능함.
  - 비용 및 경쟁력: 규모의 경제, 설계 단순화, 표준화 및 모듈화, 공장제조를 통해 비용을 절감하고, 디젤발전기보다 더 나은 경제성을 달성하여 화석연료의 대안이 될 것으로 기대됨.<sup>4)</sup>
  - 사용후핵연료 관리: 일부 4세대 SMR 설계 시부터 사용후핵연료 처리 및 감축을 위한 설계가 진행되고 있음.
- 상기의 특징을 활용해 석탄발전 설비·산업용 열병합 발전설비·디젤발전기·지역 난방용 화력발전설비를 대체하거나, 담수시설연계, 수소생산연계, 상업용 원자력 추진선 등에서 SMR이 활용될 것으로 기대됨.

### 3. SMR 개발진행 평가 기준 및 진행상황 평가

#### ● SMR 개발진행 평가 기준

- NEA는 탄소중립에서 핵심적인 역할을 하게 될 SMR의 개발 및 진행상황을 평가하기 위해 Small Modular Reactor(SMR) Dashboard라는 분석틀을 제시하고 인허가, 부지, 자금조달, 공급망, 지역연계, 연료수급 등 6개 분야의 평가척도를 제시하고, 각 척도별로 진행경과를 1~6 단계로 분류하였음. (<표 1> 참조)
- 인허가의 진행은 국제적으로 통용되는 인허가 표준에 따라 사전인허가 단계에서의 규제 기관과의 협력, 설계인허가, 건설 및 운영허가 발급 등으로 분류함.

3) NEA (2022), Meeting Climate Change Targets: The Role of Nuclear Energy, OECD Publishing, Paris, [www.oecd-nea.org/jcms/pl\\_69396/meeting-climate-change-targets-the-role-of-nuclear-energy](http://www.oecd-nea.org/jcms/pl_69396/meeting-climate-change-targets-the-role-of-nuclear-energy).

4) Canadian Small Modular Reactor Roadmap Steering Committee (2018), *A Call to Action: A Canadian Roadmap for Small Modular Reactors*, Ottawa, Ontario, [https://smrroadmap.ca/wp-content/uploads/2018/11/SMRRoadmap\\_EN\\_nov6\\_Web-1.pdf?x64773](https://smrroadmap.ca/wp-content/uploads/2018/11/SMRRoadmap_EN_nov6_Web-1.pdf?x64773).

- 부지확보 진행 정도를 평가하는 데에는 부지소유자가 해당 부지에 건설할 SMR 노형 발표 여부, 특정 SMR 노형을 위한 건설허가 및 준비 진행정도, 그리고 추가적으로 다수 부지에서 부지확보 진행 정도가 반영됨.
- 자금조달상황은 투자계획의 개수와 금액, 그리고 최초호기와 후속호기의 자금조달 상황을 분석하여 평가함.
- 공급망은 공급망 구성 이전에는 공급망 계획 발표, 공급망 계약 발표, 공급망 파트너십 · 조인트벤처 · 컨소시엄 구성여부를 평가하고, 최초호기 건설 착수이후로는 최초호기와 후속호기 사업진행상황 평가를 통해 공급망 활성화 상황을 평가함.
- 지역연계 척도는 SMR이 건설될 지역사회와의 우호적인 관계를 나타내며 정부, 지역정부, 원주민 그룹, 노동조합, NGO, 지역사회, 대학, 소비자 및 자문그룹과의 양해각서, 보증, 간담회 등을 포함함.
- 연료수급은 SMR용 연료 연구개발상황, 공급망계약 체결, 핵연료 가공시설 가동, 연료 계약 체결, 핵연료 장전 순으로 진행상황을 분류함.

〈표 1〉 SMR 개발/진행상황 평가기준

인허가	정보없음	사전인허가	인허가/건축/표준설계인증 신청서 제출	표준설계인증 승인	건설허가 승인	운영허가 승인
	복수의 인허가 건이 존재하면 가점을 부여함					
부지	정보없음	구속력이 없는 합의/MOU/ 발표	부지소유자가 도입을 고려하고 있는 후보로 선정됨	부지소유자가 도입을 발표함	해당부지 건설을 위한 인허가가 발급됨	건설이 시작됨
	복수의 부지가 존재하면 가점을 부여함					
자금조달	정보없음	1개 이상 투자계획 발표	5개 이상 혹은 1억 달러(\$100m) 이상 투자계획	10개 이상 혹은 5억 달러(\$500m) 이상 투자계획	최초호기 자금조달 완료	후속호기 자금조달 절차 진행 중
공급망	정보없음	구속력이 없는 공급망 계획 발표	일부자재에 대해 구속력이 있는 공급망 계약 발표	모든 자재에 대해 파트너십/조인트벤처/ 컨소시엄을 구성	최초호기 건설중/완료	후속호기 건설중/완료
지역참여	정보없음	1개 이상 지역참여계획	3개 이상 지역참여계획	5개 이상 지역참여계획	7개 이상 지역참여계획	10개 이상 지역참여계획
연료	정보없음	구속력없는 합의, 국책연구기관의 연구개발, 연구실 규모의 연료생산	연료업체와의 공급망 계약 체결	핵연료가공시설 가동 혹은 기존 대형원전과 동일한 연료 사용	최초호기 연료계약 체결	핵연료 장전

자료: OECD(2023), Small Modular Reactor (SMR) Dashboard p.28

## ◎ SMR 개발 진행 평가 결과

- 평가대상은 자료가 공개되어 있는 전 세계 21개 원자로로서 개략적인 기술적 지표와 평가결과는 <표 2>와 같음.

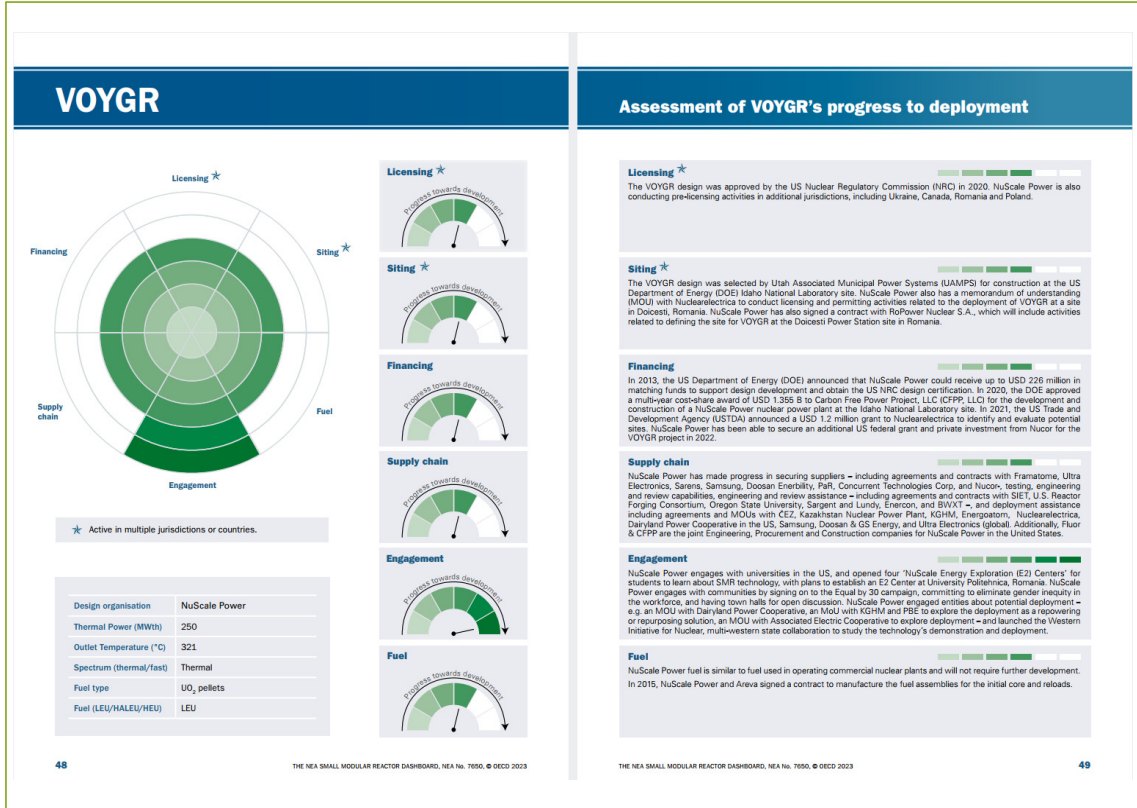
<표 2> 분석대상 SMR 별 기술적 지표

이름	설계회사명	국가	열출력 (MWth)	출력온도 (°C)	Spectrum (thermal/fast)	연료 종류
ARC-100	ARC Clean Technology	캐나다	286	510	Fast	Metallic U-Zr alloy
CAREM	CNEA	아르헨티나	100	326	Thermal	UO2pellets
ACPR50S	CGN	중국	200	321.8	Thermal	UO2pellets
ACP100	CNNC and NPIC	중국	385	319.5	Thermal	UO2pellets
Nuward	EDF	프랑스	540	307	Thermal	UO2pellets
BWRX-300	GE-Hitachi/Hitachi-GE	미국	870	287	Thermal	UO2pellets
Hermes	Kairos Power	미국	35	585	Thermal	TRISO pebble
SEALER-55	Leadcold Reactors	스웨덴	140	432	Fast	Uranium nitride
Stable Salt Reactor – Wasteburner	Moltex Energy	캐나다	750	590	Fast	Molten salt fuel
VOYGR	NuScale Power	미국	250	321	Thermal	UO2pellets
Aurora	OKLO	미국	4	500	Fast	Metallic U-Zr alloy
Rolls-Royce SMR	Rolls-Royce SMR Ltd	영국	1,358	325	Thermal	UO2pellets
KLT-40S	Rosatom	러시아	150	316	Thermal	UO2pellets
RITM-200N	Rosatom	러시아	190	321	Thermal	UO2pellets
RITM-200S	Rosatom	러시아	198	318	Thermal	UO2pellets
Natrium	TerraPower	미국	840	500	Fast	Metallic U-Zr alloy
HTR-PM	INET	중국	500	750	Thermal	TRISO pebble
MMR	Ultra Safe Nuclear	미국	15	630	Thermal	TRISO prismatic
U-Battery	Urenco	영국	10	710	Thermal	TRISO prismatic
eVinci	Westinghouse Electric Company	미국	13	750	Thermal	TRISO
XE-100	X-energy	미국	200	750	Thermal	TRISO-X pebble

자료: OECD(2023), Small Modular Reactor (SMR) Dashboard p.29

■ NEA는 SMR 개발 진행사항 평가결과를 각각 Dashboard 형식으로 <그림 2>와 같이 표현함.

<그림 2> SMR Dashboard의 NuScale의 VOYGR에 대한 평가 사례



자료: OECD(2023), Small Modular Reactor (SMR) Dashboard p.48~49

■ 미국은 가장 다양한 SMR을 개발하고 있으며 본 리포트에는 미국의 8개 SMR이 분석되었음. (<표 3> 참조)

- 미국은 경수형 SMR과 4세대 SMR을 아우르며 다양한 원자료를 개발하고 있음.
  - 그중 VOYGR, BWRX-300, Hermes, Xe-100, Natrium 순으로 빠른 개발 진행상황을 보여주고 있음.



〈표 3〉 SMR 개발/진행상황 평가결과 (미국)

단위: 단계(1~6)

이름	인허가	부지	자금조달	공급망	지역참여	연료
BWRX-300	3	4	5	4	5	4
Hermes	3	4	5	4	3	3
VOYGR	4	4	4	4	6	4
Aurora	2	4	3	2	2	2
Natrium	2	4	4	4	3	3
MMR	2	4	2	4	2	3
eVinci	2	2	3	2	3	2
XE-100	2	3	4	4	6	3

자료: OECD(2023), Small Modular Reactor (SMR) Dashboard

- NuScale Power에서 개발하는 VOYGR은 경수형 · 모듈형 · 육지용 SMR로 가장 진행 상황이 빠르다고 평가되고, 특히 지역참여 부문에서 높은 점수를 획득함.
  - 인허가: (표준설계인증 승인) VOYGR은 2020년 미국 NRC에서 설계인가를 획득하였으며, 우크라이나, 캐나다, 루마니아, 그리고 폴란드에서 추가적으로 사전인허가 절차를 진행하고 있음.
  - 부지: (부지소유주가 도입을 발표함) VOYGR은 미국 아이다호 국립연구소 부지에 건설될 설계안으로 선정되었으며, 루마니아 도이체스티(Doicesti)에 VOYGR를 건설하기 위한 양해각서 체결 등의 활동을 수행하고 있음.
  - 자금조달: (10개 이상 혹은 5억 달러(\$500m) 이상 투자계획) 2013년 설계개발 지원과 인증 획득을 위해 DOE가 지원하는 최대 2억 2,600만 달러의 매칭펀드가 조성되었고, 2020년 DOE는 아이다호 국립 연구소 부지 건설을 위한 13억 5,500만 달러의 비용분담금 지급을 승인하였음. 2021년 미 무역개발청(USTDA)은 루마니아 부지 조사 및 평가를 위한 120만 달러의 보조금 지급을 발표하였으며, 이외에도 미국 연방보조금과 Nucor의 민간 투자를 추가로 확보함.
  - 공급망: (모든 자재에 대해 파트너십/조인트벤처/콘소시엄을 구성) 기자재 공급을 Framatome, Ultra Electronics, Sarens, 삼성, 두산 에너지빌리티, PaR, Concurrent Technologies Corp, Nucor에서 받으며, 엔지니어링, 시험 및 검증을 SIET, U.S. Reactor Forging 컨소시엄, 오레곤 주립대, Sargent and Lundy, Enercon, BWXT에서 받으며, ČEZ, 카자흐스탄 원자력 발전소, KGHM, Energoatom, Nuclearelectrica, 미 Dairyland 전력협동조합, 삼성, 두산, GS 에너지, Ultra Electronics와 현지건설 및 운영사업을 위한 협력을 진행하고 있음.

- 지역참여: (10개 이상 지역참여계획) 뉴스케일파워는 미국 내 대학과 협력하여 학생들이 SMR 기술을 배울 수 있는 4개의 ‘뉴스케일 에너지 탐구(E2) 센터’를 개설했으며, 루마니아 폴리테크니카 대학에 E2 센터를 설립할 계획임. 또한 Equal by 30 캠페인에 서명하고, 조직 내 성 불평등을 없애기 위해 노력하며, 공개 토론을 위한 지역 공청회(Townhall meeting)를 개최하는 등 지역사회와 소통하기 위해 노력하고 있음. 뉴스케일 파워는 Dairyland 전력 협동조합과의 MOU, SMR 사업 기회를 모색하기 위한 KGHM 및 PBE와의 MOU, 연합 전기 협동조합(Associated Electric Cooperative)과의 MOU 등 잠재적 배치에 대해 여러 기관과 협력했으며, 기술의 실증 및 배치를 연구할 위해 서부 주정부와 협력하는 서부 원자력 이니셔티브를 출범시킴.
- 연료: (핵연료가공시설 가동 혹은 기존 대형원전과 동일한 연료 사용) VOYGR 원료는 가동 중인 상업원전에서 사용하는 연료와 유사하여 추가개발이 필요하지 않음. 2015년 뉴스케일 파워와 아레바는 초기 노심 및 재장전을 위한 연료 어셈블리 제조 계약을 체결함.

■ 중국의 SMR은 3개 노형이 분석되었는데, 모든 노형의 개발진행속도가 빠르다고 분석됨. (<표 4> 참조)

- HTR-PM, ACP100, ACPR50S 순으로 빠른 개발진행상황을 보여주고 있음.
  - HTR-PM은 건설을 완료하여 전력망에 연결 후 운영 중에 있으며 ACP100, ACPR50S는 실증호기가 건설 중임.

<표 4> SMR 개발/진행상황 평가결과 (중국)

단위: 단계(1~6)

이름	인허가	부지	자금조달	공급망	지역참여	연료
ACPR50S	5	6	5	5	2	4
ACP100	5	6	5	5	3	4
HTR-PM	6	6	5	5	2	6

자료: OECD(2023), Small Modular Reactor (SMR) Dashboard

- 칭화대학교 원자력에너지 연구소(Institute of Nuclear and New Energy Technology, INET)에서 개발한 HTR-PM은 가스냉각형 · 육지용 SMR로, 현재 KLT-40S와 함께 세계에서 유일하게 건설이 완료된 SMR임. HTR-PM은 지역참여 부문을 제외한 전 부문에서 고루 높은 점수를 받았음.
  - 인허가: (운영허가 승인) HTR-PM 원자로는 정식 허가를 획득하였음. 현재 운영 중에 있으며 전력망에 연결되어 있음.
  - 부지: (건설이 시작(완료)됨) 건설이 완료되어 산둥성의 시다오완(Shidaowan) 원자력 발전소로서 전력망에 연결되어 있음.

- 자금조달: (최초호기 자금조달 완료) 최초호기가 운영 중이며, 자금조달이 완료되었음.
- 공급망: (최초호기 건설중/완료) HTR-PM은 중국 Huanend, 중국핵공업집단공사, 칭화대 원자력신에너지기술연구소로 구성된 컨소시엄이 소유하고 있음. 중국핵공업집단공사(CNNC)는 컨소시엄과 협력하여 엔지니어링, 조달 및 건설(EPC) 서비스를 제공하고 연료를 제조함. 기자재의 최대 93.4%가 중국 내에서 제조됨.
- 지역참여: (1개 이상 지역참여계획) HTR-PM 프로젝트는 칭화대학교 원자력 및 신에너지 연구소를 포함한 컨소시엄이 소유함.
- 연료: (핵연료 장전) HTR-PM 연료는 운영을 위한 허가를 획득함.

■ 러시아의 SMR은 3개 노형이 분석되었으며, 모든 노형의 개발 진행 속도가 타국에 비해 비교적 빠르다고 분석됨. (<표 5> 참조)

- KLT-40S이 가장 빠른 개발 진행속도를 보여주며, RITM-200N(육지용)과 RITM-200S(부유식)는 비슷한 개발 진행속도를 보여줌.

<표 5> SMR 개발/진행상황 평가결과 (러시아)

단위: 단계(1~6)

이름	인허가	부지	자금조달	공급망	지역참여	연료
KLT-40S	6	6	5	5	2	6
RITM-200N	3	4	5	4	3	4
RITM-200S	3	4	6	4	2	4

자료: OECD(2023), Small Modular Reactor (SMR) Dashboard

- 로사토펜에서 개발한 KLT-40S는 경수형·부유식 SMR로, 현재 HTR-PM과 함께 세계에서 유일하게 건설이 완료된 SMR임. KLT-40S은 지역참여 부문을 제외한 전 부문에서 고루 높은 점수를 받았음.
  - 인허가: (운영허가 승인) 두 개의 KLT-40S 원자로로 이루어진 아카데미 로모노소프(Akademik Lomonosov) 부유식 원자력 발전소는 2020년 5월에 상업 가동을 시작함. 원자력 규제기관 Rostekhnadzor는 2019년에 운영업체인 Rosenergoatom에 2029년까지 아카데미 로모노소프를 운영할 수 있는 10년 라이선스를 발급함.
  - 부지: (건설이 시작(완료)됨) 아카데미 로모노소프는 현재 페벡(Pevek) 시에 정박해 있으며, 추콧카(Chukotka)의 차운-빌리비노(Chaun-Bilibino) 에너지 센터의 고립된 전력망에 전기와 열을 공급하고 있음.
  - 자금조달: (최초호기 자금조달 완료) 최초호기가 운영 중이며, 자금조달이 완료되었음.

- 공급망: (최초호기 건설 중/완료) Rosenergoatom가 소유 및 운영을, Afrikantov OKB Mechanical Engineering는 설계 및 기자재 공급을, Kurchatov 연구소는 원자로 설계 자문을, TsKB “Iceberg”는 표준설계를, Krylov 조선 연구소는 scientific supervisor 역할을, Baltiysky Zavod는 부유식 원자력 발전소 건설을, Atomenergo은 해안 및 유압 엔지니어링 시설 설계를, Kalouzhsky Turbine Plant는 터빈 세트의 총괄 설계 및 공급을 담당함.
- 지역참여: (1개 이상 지역참여계획) 페벡에서 Rosenergoatom가 주도한 공청회가 개최 됨.
- 연료: (핵연료 장전) KLT-40S 설계는 현재 쇄빙선에 동력을 공급하는 데 사용되는 기존 KLT-40M 기술을 기반으로 하기 때문에 연료 공급망이 기존에 구축되어 있음. 아카데미 로모노소프 호에 사용되는 연료는 러시아 연료 제조업체인 TVEL의 자회사인 Mashinostroitelny Zavod(MSZ)에서 생산함.

■ 영국의 SMR로 Rolls-Royce SMR와 U-Battery가 분석되었으며, 두 SMR은 지역참여부문에서 높은 점수가 부여됨. (<표 6> 참조)

<표 6> SMR 개발/진행상황 평가결과 (영국)

단위: 단계(1~6)

이름	인허가	부지	자금조달	공급망	지역참여	연료
Rolls-Royce SMR	2	3	4	4	5	4
U-Battery	2	2	2	4	3	2

자료: OECD(2023), Small Modular Reactor (SMR) Dashboard

- Rolls-Royce SMR Ltd에서 개발하는 Rolls-Royce SMR는 경수형 · 모듈형 · 육지용 SMR임.
  - 인허가: (사전인허가) 롤스로이스 SMR의 설계 인증 신청서가 영국 원자력규제청(ONR)에 제출되었으며, 설계가 ONR 일반 설계 평가(GDA) 절차의 1단계에 진입함.
  - 부지: (부지소유주가 도입을 고려하고 있는 후보로 선정됨) 롤스로이스 SMR Ltd는 일반 설계 평가에서 Wylfa 및 Trawsfynydd 부지를 포함하여 영국 원자력해체청 소유의 부지 4곳을 최종 후보로 선정함. 또한 롤스로이스 SMR은 영국 West Cumbria에 SMR을 배치하려는 솔웨이 커뮤니티 전력 회사(Solway Community Power Company)가 우선협상 기술(preferred technology)로 선정됨. 페르미 에너지는 에스토니아의 잠재적 SMR 건설과 관련하여 롤스로이스 SMR을 최종 후보로 선정했으며, 최종 기술 결정은 2023년에 이루어질 예정임.

- 자금조달: (10개 이상 혹은 5억 달러(\$500m) 이상 투자계획) 롤스로이스 SMR은 공공 및 민간 부문의 자금을 합쳐 5억 파운드(미화 6억 8,800만 달러) 이상을 유치함. 영국 정부는 2억 1,000만 파운드(미화 2억 8,900만 달러)를 영국 연구 및 혁신 기금을 통해 지원함. 민간 부문 자금으로 롤스로이스 그룹, BNF 리소스, 엑셀론 제너레이션, 카타르 투자청은 롤스로이스 SMR Ltd를 위해 약 3억 파운드(미화 4억 1,300만 달러)의 자금을 약 3억 파운드(미화 4억 1,300만 달러)의 자금을 롤스로이스 SMR Ltd 사업에 대한 파트너의 지분 투자 형식으로 조달함.
- 공급망: (모든 자재에 대해 파트너십/조인트벤처/콘소시엄을 구성) 롤스로이스 SMR Ltd는 공급망에 대한 통제력을 유지하고 전체 롤스로이스 SMR 발전소를 위한 터키 엔지니어링, 제조 및 조립 공급업체로 자리매김하기 위해 SMR 모듈을 제작할 공장을 개발 및 소유하는 것을 목표로 하고 있음. 롤스로이스 SMR Ltd는 롤스로이스 SMR 개발과 관련된 제품 및 서비스에 대해 몇 가지 주목할 만한 계약을 체결함. SNC-Lavalin은 SMR의 설계 및 조달 분야 작업을 지원하고 있음. 또한 Sheffield Forgemasters와 370만 파운드(미화 510만 달러) 규모의 계약을 포함해 특정 자재에 대한 계약을 체결함.
- 지역참여: (7개 이상 지역참여계획) 롤스로이스 SMR Ltd는 영국의 파트너들과 협력하여 롤스로이스 SMR 배치를 지원하기 위한 관계를 구축하고 있으며, 맨체스터에 본사를 개설하였고, 영국 정부 관계자와 광역 맨체스터 투자청으로부터 SMR 개발에 대한 지지를 받음. 롤스로이스 SMR Ltd는 또한 현지 관할권의 이해관계자들과 협력하여 SMR 모듈을 생산할 공장을 설립할 부지를 모색하고 있음. 롤스로이스 SMR Ltd는 영국 외 이해관계자들과 협력하여 롤스로이스 SMR의 건설 가능성을 모색하고 있음. 이를 위해 체코의 ČEZ, 네덜란드의 ULC-에너지, 에스토니아의 페르미 에너지, 터키의 EUAS 국제 원자력 위원회, 요르단의 요르단 원자력 위원회와 양해각서를 체결함.
- 연료: (핵연료가공시설 가동 혹은 기존 대형원전과 동일한 연료 사용) 롤스로이스 SMR은 설계가 유사한 운영 중인 경수형 원전에서 사용하는 표준 연료를 사용함.

■ 프랑스의 SMR로 NUWARD가 분석되었으며, 지역참여부문에서 높은 점수가 부여됨.

(〈표 7〉 참조)

〈표 7〉 SMR 개발/진행상황 평가결과 (프랑스)

단위: 단계(1~6)

이름	인허가	부지	자금조달	공급망	지역참여	연료
Nuward	2	2	4	4	4	4

자료: OECD(2023), Small Modular Reactor (SMR) Dashboard p.38

- EDF에서 개발하는 NUWARD는 경수형 · 모듈형 · 육지용 SMR임.
  - 인허가: (사전인허가) EDF는 프랑스 원자력안전청(ASN), 핀란드 방사선 및 원자력 안전청(STUK), 체코 원자력안전국(SUJB)와 NUWARD 원자로 설계의 사전인허가 검토를 위한 협력을 진행 중임.
  - 부지: (구속력이 없는 합의/MOU/발표) - NUWARD의 설계 및 엔지니어링사인 EDF는 NUWARD 최초호기 건설에 적합한 프랑스 내 18개의 인허가 원전 부지를 소유하고 있으며 2030년까지 첫 콘크리트 타설을 시행하며 건설을 시작하겠다고 공언함. 또한 EDF는 폴란드에서 NUWARD 부지 조사를 수행하기 위해 Respect Energy와 협력 계약을 체결함.
  - 자금조달: (10개 이상 혹은 5억 달러(\$500m) 이상 투자계획) 프랑스 정부는 NUWARD 개발을 위해 5억 유로(미화 5억 9,200만 달러) 이상의 자금을 지원함.
  - 공급망: (모든 자재에 대해 파트너십/조인트벤처/콘소시엄을 구성) - NUWARD를 개발하기 위해 원자력 및 대체 에너지 위원회(Commissariat a l'énergie atomique et aux énergies alternatives(CEA)는 연구 및 검증을, EDF는 시스템 통합 및 운영을, Naval Group은 구조 및 모듈 기술을, TechnicAtome은 소형 원자로 설계 기술을, Framatome은 원자로 노심 및 연료 설계를, Tractebel은 일반부분(Convention Island) 및 주변기기(Balance of Plant System, BOP)를 담당하며 협력하고 있음. 2022년 EDF는 원자력 개발을 위한 전략적 파트너로서 폴란드 기업 Uniserv, Telefonika Kable, Polimex Mostostal, Sefako, 그리고 Zak Łady Remontowe Energetyki (ZRE) Katowice와 5건의 협력 계약을 체결함.
  - 지역참여: (5개 이상 지역참여계획) 2021년 경제성, 기술적 특징, 라이선스 및 규제 접근 방식, 대중 수용성 등의 주제에 대한 자문을 제공하기 위해 NUWARD 국제 자문 위원회가 설립됨. 2022년 프랑스 대통령은 지지를 표명함. EDF는 핀란드 국영기업인 Fortum과 핀란드와 스웨덴의 신규 원자력 프로젝트 개발을 위한 협력 계약 체결, 브라질의 원자력 운영사인 Eletronuclear와 협력 계약 갱신, 체코경제자유구역청(ČEZ)과 SMR 기술 준비, 에너지, 재무 및 기술 타당성 평가, 공공, 민간 및 학계 협력, 인허가 협력을 위한 양해각서 체결, 폴란드의 Respect Energy와 협력 계약 체결 등의 협력 · 참여 사업을 진행하고 있음.
  - 연료: (핵연료가공시설 가동 혹은 기존 대형원전과 동일한 연료 사용) NUWARD는 설계가 유사한 운영 중인 경수형 원전에서 사용하는 표준 연료를 사용함.

■ 아르헨티나의 SMR로 CAREM이 분석되었으며, 건설이 진행 중에 있어 지역참여부문을 제외한 나머지 분야에서 높은 점수를 받음. (<표 8> 참조)

〈표 8〉 SMR 개발/진행상황 평가결과

단위: 단계(1~6)

이름	인허가	부지	자금조달	공급망	지역참여	연료
CAREM	5	6	5	5	2	5

자료: OECD(2023), Small Modular Reactor (SMR) Dashboard p.32

- 아르헨티나 국립원자력위원회(Argentina's National Atomic Energy Commission)에서 개발하는 NUWARD는 경수형 · 육지용 SMR임.
  - 인허가: (건설허가 승인) 2010년 CAREM 프로토타입 원자로 건설 면허가 승인됨. 2013년에 건설을 시작할 수 있는 허가를 획득하였고, 2014년 착공함.
  - 부지: (건설이 시작됨) CAREM 원자로는 아투차(Atucha) 1·2호기가 위치한 아투차 국유 부지에 건설 중임. 아르헨티나 원자력규제청(ARN)은 2013년 9월에 원자력위원회(CNEA)에 부지 사용 및 건설 허가를 부여함. 2014년 2월에 첫 콘크리트가 타설되어 건설이 시작됨.
  - 자금조달: (최초호기 자금조달 완료) 아르헨티나 정부는 CAREM 최초호기 건설에 정부가 전액 자금을 지원한다는 내용을 입법함.
  - 공급망: (최초호기 건설중/완료) CAREM 건설은 2014년에 착공하여 2022년 현재도 건설이 진행 중임. 아르헨티나 원자력공사(Nucleoelectrica Argentina SA)는 CAREM 건설을 완료하기 위해 중국원자력협회(CNEA)와 계약을 체결함. CNEA는 공급망의 전반적인 조정을 책임지는 기관으로 남아 있음. 현재 계획에 따르면 구성 요소의 최대 70%가 아르헨티나에서 제조될 예정임.
  - 지역참여: (1개 이상 지역참여계획) 아르헨티나는 볼리비아와 CAREM 원자로에 대한 참여가 포함하는 핵에너지의 평화적 이용 분야에서의 협력 활동 개발을 위한 법적 프레임워크를 구축하는 협력 협정을 체결함. 또한 아르헨티나는 인도네시아와 CAREM을 포함한 원자력 에너지에 대한 양자 간 협력을 구축하기 위한 양해각서를 체결함.
  - 연료: (최초호기 연료계약 체결) Combustibles Nucleares Argentinos S.A.(CONUAR S.A.)는 2013년에 CAREM의 연료 제조 계약을 체결하였으며 해당 계약은 현재 유효함.

- 이외에 캐나다 2개 SMR(ARC-100, Stable Salt Reactor)와 스웨덴 1개 SMR (SEALER-55)를 분석함. (〈표 9〉참조)

〈표 9〉 SMR 개발/진행상황 평가결과(캐나다, 스웨덴)

단위: 단계(1~6)

이름	인허가	부지	자금조달	공급망	지역참여	연료
ARC-100	2	4	3	3	4	2
SEALER-55	1	4	3	3	2	2
Stable Salt Reactor – Wasteburner	2	4	3	4	4	2

자료: OECD(2023), Small Modular Reactor (SMR) Dashboard



## 4. 결론 및 요약

- 종합해보자면, 보고서에서는 21개 원자로 중 아르헨티나, 중국, 그리고 러시아에서 개발 중인 SMR의 개발 진행 속도가 빠르다고 평가함.
  - 특히 아르헨티나의 CAREM, 중국의 ACPR50S, ACP100, HTR-PM, 러시아의 KLT-40S는 이미 착공되었거나 건설이 완료되었기 때문에 인허가, 부지, 자금조달, 공급망, 연료수급 부문에서 높은 점수를 얻음.
  - 그러나 이 원자로들은 지역참여계획이 적게 발표되어 지역연계 부문에서 낮은 진행 속도를 보임.
  - 미국과 타 서방 국가들의 원자로는 아르헨티나, 중국, 러시아 원자로에 비해 전반적인 개발 진행 속도가 느리다고 평가되나 지역참여 점수에서는 전반적으로 높은 점수를 획득함.
  
- 보고서에서는 탄소중립을 달성하기 위한 SMR의 역할을 적절하게 정리하고 있고, SMR 개발 상황을 평가할 수 있는 6가지 지표를 제시하고 이를 현재 개발 중인 SMR에 적용하여 서로 다른 SMR간 개발상황을 비교할 수 있는 자료를 제공하였다는 점에서 의의가 있음.
  - 그럼에도 Dashboard에서 제시된 각 항목별 평가 외에 이를 종합한 전체적인 평가를 활용할 시에는 다소 주의가 필요한 부분도 있다고 사료됨.
    - 중국과 러시아의 SMR 개발현황 평가에 있어서 지역참여 부분이 낮게 평가되어 다른 부문은 진행상황이 높게 평가되었음에도 전반적으로 진행상황이 다소 낮게 평가된 점이 있다고 보여짐.
    - 결론적으로, 중국과 러시아의 경우 실질적인 개발 진척상황을 보기 위해서라면 지역수용성이 고려된 종합적인 진행상황에 대한 평가보다는 해당 분야의 평가를 활용하는 편이 보다 적절할 것으로 사료됨.

### 참고문헌



- Canadian Small Modular Reactor Roadmap Steering Committee (2018), *A Call to Action: A Canadian Roadmap for Small Modular Reactors*, Ottawa, Ontario
- IEA (2021), *Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector*, International Energy Agency, Paris
- IPCC (2018), "An IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5°C", Intergovernmental Panel on Climate Change
- NEA (2022), *Meeting Climate Change Targets: The Role of Nuclear Energy*, OECD Publishing, Paris
- OECD(2023), *Small Modular Reactor (SMR) Dashboard*



## 주요단신

### 북미

North America



## ◎ 미 상원 환경·공공사업위원회, 선진 원자로 상용화 촉진을 위한 법안 통과

Congress.gov 2023.03.20., U.S. Senator for Idaho News Release 2023.05.31., Nuclear Newswire 2023.06.02.

- 5월 31일 미 상원 환경·공공사업위원회(Senate Environment and Public Works, 이하 'EPW')는 2023년 4월 상원의원 대표 위원회(bipartisan group of senators)가 발의한 선진 원자로 개발과 관련 초당적 지원을 바탕으로 한 새로운 법안인 'Accelerating Deployment of Versatile, Advance Nuclear for Clean Act(이하 'Advance Act')를 찬성 16대 반대 3으로 통과시킴.

- Advance Act는 원자력 에너지의 보급 확대에 따른 인력 확보의 필요성, 석탄 발전소에서 원자력 발전소로의 전환, 그리고 사용후핵연료 관리 등과 관련된 6개의 주요 내용을 포함함. 이에는 NRC의 원자력 국제협력에서의 역할 제고와 선진원자로 인허가 비용 및 절차 간소화 관련 인력 강화, 우방국과 원전 협력 및 투자 협력 촉진, 환경정화 프로그램 예산 승인 등을 담고 있음.
  - NRC의 원자력 국제협력에서의 역할과 관련해 법안에서는 NRC가 선진 원자로 규제 개발을 위한 국제포럼을 주도할 수 있는 권한을 부여하고, 원자력 프로그램 개발을 희망하는 국가에 대한 지원을 원활하게 하기 위해 미 상무부(Commerce Department)와 미 에너지부(DOE)가 공동으로 추진체(Initiative)를 수립하도록 함.
  - 선진 원자로 개발 및 보급과 관련해서는 NRC로 하여금 규제 비용 절감과 선진 원자로 기술 보급 장려를 위한 보조금 개발, 그리고 기존 석탄 화력 부지를 활용해 신규 원전을 건설하는 경우 해당 시설의 인허가 신청이 적시에 가능하도록 경로 개발을 요구함.
  - 원자력 분야 역량 강화를 위해서 해외자본의 투자를 제한하는 규칙을 현대화하고 가동 중인 원자로의 지속적인 운영과 신규 원자로 건설 시 필요한 자본 투자를 위해 보조금 정책 지원의 확장과 함께, 우방국(영국, 독일, 캐나다, 일본, 프랑스, 이탈리아, 한국)에 대해서는 원자력 기술 인허가 및 이전에 대한 제한이 적용되지 않도록 함.

- 자국의 핵연료 주기 및 공급망 인프라 강화를 위해 NRC가 선진 원자로에 사용될 핵연료를 검증 및 인허가할 수 있는 역량 대비를 위한 협의체를 창설하고, 더욱 안전하고 빠르며 경제적으로 원자로를 건설할 수 있는 최신의 제조기법을 발견하도록 함.
- 또한 방폐물 관리와 관련해 폐광된 우라늄 광산 복구를 목적으로 환경정화 프로그램 (Environmental Cleanup Programs)에 필요한 자금을 승인함.
- 마지막으로, NRC가 선진 원자로 인허가를 안전하게 검토하고 승인하기 위한 전문 인력 고용 및 원자로 인허가가 가능하도록 성능 지표와 이정표 일정을 주기적으로 검토하고 평가하도록 함.

## ◎ 미국, 한·일·UAE 협력 통해 루마니아에 VOYGR 보급 지원

NuScale News Release 2021.11.04., 2023.05.22., 2023.05.24., U.S. Department of State Press Release 2023.05.20., Nuclear Engineering International 2023.05.25.

- 5월 19~21일 Biden 행정부는 일본 히로시마에서 열린 G7 정상회의에서 다국적 파트너(한국, 일본, UAE)와 협력하여 루마니아에 2030년까지 NuScale의 VOYGR 보급 기간을 단축하기 위해 최대 2억 7,500만 달러(약 3,625억 원)<sup>5)</sup>를 지원할 계획이라고 발표함.
  - 해당 Biden 행정부의 발표는 G7 정상회의 중 2027년까지 전 세계 인프라 투자에 6,000억 달러(약 778조 원)를 투자하는 글로벌 인프라 투자 파트너십 목표를 구현하기 위한 구체적인 실행 방안 중 하나임.
  - 이날 발표한 공공-민간 협약(The Public-Private Commitments)에는 루마니아에 미국, 일본, 한국, UAE 4개국이 공급일 확정 계약(long lead materials) 조건의 구매지원과 2단계 선행주기 엔지니어링·설계(Front-End Engineering and Design, FEED) 작업, 프로젝트 관리 전문 지식 제공, 그리고 부지 특성화 및 규제 분석의 지원과 함께 프로젝트 실행을 위한 부지별 일정과 예산 추정치 제공이 포함됨.
    - SMR 프로젝트를 진행하는 참여사로는 일본국제협력은행(Japan Bank for International Cooperation), 한국 DS Private Equity, 루마니아 S.N. Nuclearelectrica S.A., EXIM Bank Romania, 루마니아 Nova Power & Gas S.R.L., UAE 원자력공사(ENEC), 그리고 미국 국제개발금융공사(DFC), 미국 수출입은행(U.S. EXIM)이 있음.

5) 북미 단신 기사 내용 모두 2023년 6월 9일 환율 기준 적용(1달러=1,294원)

- 미국 수출입은행(Export-Import Bank)과 미국 국제개발금융공사(International Development Finance Corporation)는 루마니아에 VOYGR 보급을 위한 자금 조달을 목적으로 각각 30억 달러(약 3.8조 원)와 10억 달러(약 1.2조 원)를 지원하는 의향서 (Letters of Interest)를 발행함.

■ 5월 24일 NuScale은 루마니아 원자력협회(Romania Atomic Forum, ROMATOM)에 가입하여 유럽에서 최초의 VOYGR SMR 기술 보급과 함께, 협회의 원자력 목표와 루마니아의 차세대 첨단 원자력 기술 전문가 지원 계획을 발표함.

- 2001년에 설립된 ROMATOM은 원자력의 안전하고 평화적인 사용을 지원하고, 1970년대 초에 시작된 루마니아 국가 원자력 프로그램(Romanian National Nuclear Program)의 개발을 촉진함.
- 해당 지원 계획 발표는 2021년 NuScale과 루마니아 국영 원자력 발전사 S.N. Nuclearelectrica SA(SNN), 그리고 SNN의 자회사인 RoPower Nuclear S.A(RoPower)와의 기존 원자력 협력을 기반으로 함.
- 2021년 NuScale과 SNN은 루마니아에 VOYGR(462MW, 총 6기 모듈) 보급을 위해 계약을 체결하였으며, 2022년 5월 NuScale과 RoPower는 Doicesti 부지에 VOYGR 6 보급을 목적으로 양해각서를 체결한 바 있음.

◎ **MMR 개발사 Oklo, Ohio 주 산·학·연 컨소시엄과 건설 추진 MOU 체결**

World Nuclear News 2023.05.18., Power Magazine 2023.05.18., Nuclear Engineering International 2023.05.24.

■ 5월 18일 초소형원자로 Aurora를 개발 중인 Oklo Power와 Ohio 주 산·학·연 단체인 Southern Ohio Diversification Initiative(이하 ‘SODI’)는 Aurora 2기(30MW)를 Ohio 주의 Portsmouth 부지에 보급하기 위한 계약을 체결함.

- 구체적으로 SODI는 2028년에서 2033년까지 Portsmouth 부지에 첨단 원자로 보급을 지원하기 위한 특성분석(Characterization), 허가(Permitting), 제염 및 해체(Decontamination and decommissioning, D&D) 연구를 위한 산·학·연 컨소시엄을 구축할 계획임.
  - Portsmouth 부지에서는 Centrus와 DOE가 공동으로 HALUE 생산을 위한 기술개발 및 실증설비 구축을 진행 중임.

- Oklo Power는 초소형 원자로인 Aurora를 개발 중이며, 해당 원자로는 밀폐된 히트파이프(Sealed heat pipe)와 수동형 공랭식(Air-cooling system) 시스템을 갖춘 실험용 증식로-II(Experimental Breeder Reactor-II)의 기술을 활용함.
  - Oklo는 Aurora를 Idaho 국립연구소(INL) 내에 건설하기 위해 2019년에 미 에너지부로부터 부지 사용허가를 부여받음,
  - Oklo는 2020년 3월 INL에 Aurora를 건설 및 운영하기 위한 복합인허가(Combined License) 신청서를 NRC에 제출했으나, NRC는 자료 부족을 이유로 2022년 6월에 이를 반려함.
  - 한편, 2021년 6월 Oklo는 미 에너지부로부터 연료가공 기술 상용화를 위한 자금 1백만 달러(약 13억 원)를 지원받은 바 있음.

## 기타단신

---

### ◎ Constellation Energy, NRG Energy의 South Texas Project 원전의 일부 지분 인수 합의

Power Magazine 2023.06.01., World Nuclear News 2023.06.02., Nuclear Engineering International 2023.06.06.

- 6월 1일 Constellation Energy는 NRG Energy 사가 소유하고 있는 South Texas Project (STP) 원전(총 2,708, PWR 2기)의 지분 44%를 17억 5천만 달러에 인수하기로 합의함.
  - South Texas Project(STP)원전 1·2호기는 1988년 8월과 1989년 7월에 상업운전을 시작하였으며, 기존 최초 운영 허가 기간은 2027년과 2028년까지였으나 계속운전 승인으로 20년간 추가 운영이 가능해져 각각 2047년 2048년까지 가동이 가능함.
  - NRG는 STP에 대한 지분 44%를 Constellation Energy에 매각하기로 최종 합의했다고 발표했으며, 기존 거래액은 17억 5천만 달러로 예상되나 세제 혜택을 반영한 현재 가치는 14억 달러(약 1.8조 원)라고 언급함.
  - 해당 거래는 미국 원자력규제위원회(NRC)와 법무부 및 Texas 공공사업위원회의 규제 승인에 따라 연내 말까지 종료될 예정임.

## ◎ 캐나다 Aecon, BWRX-300 건설에 사용할 철강 공동 생산 위해 파트너십 체결

Aecon News Release 2023.05.30., World Nuclear News 2023.05.31.

- 5월 30일 캐나다 건설사 Aecon은 캐나다 에너지기업 E.S. Fox Limited(‘이하 E.S. Fox’)와 Darlington 부지에 건설을 추진 중인 BWRX-300에 사용할 철강 부품 공동생산을 위한 협력 파트너십을 체결함.
  - E.S. Fox는 건설 및 산업 서비스 제공 업체로 전기, 기계, 구조 및 건설 관련 서비스 분야에서 다양한 프로젝트를 수행 중으로 주로 발전소나 산업시설의 프로젝트에 참여 중임.
    - 2022년 3월 E.S. Fox는 Darlington SMR 부지에서 상수도, 전력, 정보 기술과 도로 서비스를 포함한 초기 부지 준비 작업을 제공하는 2,400만 달러(약 312억 원) 규모의 계약을 체결한 바 있음.
  - 이번 파트너십 체결을 통해 Aecon은 OPG, GE Hitachi, SNC-Lavalin과 통합프로젝트 수행(Integrated Project Delivery, 이하 ‘IPD’) 파트너십의 일환으로 Darlington 부지 내 프로젝트 관리, 건설 계획 및 실행을 포함한 모든 건설 서비스를 제공하게 됨.
  - 양사는 Ontario 주 Cambridge의 Aecon 시설과 Port Robinson의 E.S. Fox 시설에서 공동으로 철강 부품을 제조한 뒤 하위부품(Sub-assemblies)에 용접되어 Darlington 건설 부지로 운송됨. 이후 모듈 형태로 제작해 원자로 건물의 주요 강재 구조를 건설하는데 사용될 계획임.

## 주요단신

**유럽** Europe



### ○ 프랑스 ASN, 자국 원자력 분야의 안전 여유도 확보 및 기상 이변 대비 역량 강화 필요성 등 제시

ASN 2023.05.25., SFEN 2023.05.30.

- 2023년 5월 25일 프랑스 원자력규제청(ASN)은 프랑스의회 과학기술선택평가위원회(OPECST)에 “2022년 원자력 안전 및 방사선방호 보고서”를 제출하면서 원자력 시설에 대한 안전 여유도 확보, 폭염 및 가뭄과 같은 기상 이변 대비, 원자력 공급망 역량 강화가 필요하다고 밝힘.
  - ASN은 해당 보고서를 통해 2022년 원자력안전과 방사선방호 분야에서 1,868건의 검사를 실시한 결과 원자력 시설 안전성과 산업·의료·방사성 물질 이송 관련 방사선 방호는 대체적으로 만족스러운 수준이었다고 평가함.
    - 매년 발간되는 상기 보고서는 프랑스의 원자력안전 및 방사선방호 실태를 비롯해 원자력 시설 및 방사성 물질 이송의 안전성을 감독·개선하고 전리 방사선에 대한 작업자, 대중, 환경 피폭을 최소화하기 위해 ASN이 수행한 모든 조치를 제시함.
  - 그러나 ASN은 작년에 일부 원전에서 발견된 응력 부식(Stress corrosion)에 따른 원자로 가동 정지 횟수 및 기간, Orano의 핵연료주기 시설의 방사성물질 관리 취약성을 지적 하며 향후 15~20년에 걸친 안전 여유도 확보 및 원자력안전·방사선방호 사안 대비의 중요성을 강조함.
  - 또한 ASN은 2022년 폭염 및 가뭄 상황에서 최소한의 원자력 발전량을 유지하기 위해 한시적으로 온배수 상한치를 완화해 5기 원전을 가동하도록 결정을 내린 상황을 언급 하며, 이러한 기후 현상이 향후 몇 년간 지속될 수 있다는 점을 감안해 온배수 방출이 환경에 미치는 영향에 대한 과학적 연구 통합·기술 개발·원자력 시설 적응 역량에 대한 성찰이 필요하다고 진단함.

- 2022년 8월 ASN는 에너지 공급 부족 및 폭염 상황에서 EDF가 가동 중인 5기의 원전 (Golfech · Saint-Alban · Blayais · Bugey · Tricastin)에 대한 온배수 방출을 9월 11일까지 한시적으로 허용한 바 있음.
- 이와 더불어 ASN은 신규 원자력 프로그램 개발을 목적으로 자국 원전 공급망과 원전 운영사의 프로젝트 관리 현황을 평가한 후 원전 공급망의 기술 역량 강화가 필요하다고 진단함.
- 이밖에 ASN은 EDF가 진행 중인 Flamanville EPR의 시운전과 관련하여 고온기능시험 수행과 원자력압력장비 적합성 시연이 진행되어야 한다고 밝혔으며, SMR의 경우 자국의 여러 SMR 업체들과 논의를 지속하고 있다고 덧붙임.
- 2022년 12월 EDF은 2023년 2분기로 예정됐던 연료 장전이 2024년 1분기에 시행될 것이라고 밝힘.

## ◎ 폴란드 원자력규제청, BWRX-300 설계 자국 규제조건 충족 확인

World Nuclear News 2023.05.24., Nuclear Engineering International 2023.05.25.

- 2023년 5월 16일 폴란드 원자력청(PAA)은 폴란드 SMR 개발사인 Orlen Sythnos Green Energy(OSGE)가 2022년 7월 제출한 GE Hitachi가 개발 중인 SMR인 BWRX-300 설계 검토서를 평가한 후 해당 노형이 폴란드 원자력안전 및 방사선방호 요건을 충족한다는 검토 의견을 발표함.
  - ※ OSGE는 폴란드 정유 · 석유화학 대기업 PKN Orlen과 폴란드 화학기업 Synthos가 자국 내 SMR 및 초소형모듈원자로(MMR) 도입을 위해 2021년에 설립한 특수목적회사임.
- OSGE가 제출한 설계검토서는 GE Hitachi가 BWRX-300에 대한 사전인허가 절차인 공급자설계평가(Vendor Design Review, VDR)의 일환으로 2020년 캐나다 원자력안전 위원회(CNSC) 제출한 문서를 토대로 함.
  - 2023년 2월 PPA와 CNSC는 협력각서(Memorandum of Cooperation)를 체결해 BWRX-300을 포함한 SMR의 기술검토와 관련한 사례 경험 공유, 효율적인 차세대 원자로 설계 검토 및 사전인허가 활동 협력, 그리고 SMR 개발에 필요한 기술의 안전성 및 고려사항 해결 등을 위해 협력하기로 함.
- PAA에 따르면 이번 검토 의견은 폴란드에 건설될 BWRX-300 노형의 설계 절차 단계에 반영될 예정임.



- 규제기관의 검토 의견은 사전 인허가 절차의 일환으로 원자력안전·방사선방호 사안에 직접적인 영향을 미칠 수 있는 설계·기술·구성 측면 방식과 투자자가 수립한 계획에 반영될 수 있음.
- PAA는 내·외부 위험에 대비한 원자로 보호, 위험요인 식별, 원자로 제어실 요건, 안전 격납 계통, 안전 계통 분류, 원자로 노심 설계 요건, 제어 및 계측 장치, 폐기물 및 핵연료 관리 시스템 등 BWRX-300 노형의 여러 측면을 분석함.

■ 자국 내 SMR 도입을 적극적으로 추진을 해 온 OSGE는 BWRX-300 노형에 대한 PPA의 긍정적인 검토 의견은 폴란드 내 SMR 도입을 위한 인허가 작업의 중요한 첫 단계라고 밝히며, 다음 단계 진행을 위해 PAA와 논의를 지속할 예정이라고 밝힘.

- 2023년 4월 OSGE는 폴란드 기후환경부에 6개 부지에 GE Hitachi의 BWRX-300 6기 건설에 대한 정부 측의 원칙적 동의(Decision In Principle, DIP)를 요청한 바 있음.
  - DIP는 해당 투자가 공익과 에너지 정책을 포함한 정부 정책에 부합함을 공식적으로 확인하고, 투자자에게 원전 건설·가동 관련 부지 선정·기타 인허가 신청 권한을 부여하는 절차임.
  - OSGE가 발표한 6개의 SMR 건설 후보부지는 에너지집약적인 생산시설이 위치한 Ostroleka, Wloclawek, Stawy Monowskie, Dabrowa Górnicza, Nowa Huta, Tarnobrzeg 특별 경제구역임.

## ◎ 불가리아, Belene원전 재추진 위해 Framatome과 타당성조사 착수 임박

Nucnet 2023.05.31., Bnn.network 2023.05.30.

■ Rosen Hristov 불가리아 에너지부 장관은 Belene 원전용으로 제작된 러시아산 기자재 활용을 바탕으로 자국 두 번째 원전 건설 가능성을 타진하기 위해 프랑스 Framatome과 기술 타당성 조사 시행 가능성을 논의 중이라고 밝힘.

- 2006년 불가리아는 2GW 규모의 Belene 원전 건설을 위한 건설 협약을 체결하고 일부 기자재를 선발주 하였으나, 최종계약을 체결하지 못한 채 2009년에 사업이 중단되었으며, 2012년에 사업이 공식 철회됨.
  - 이후 2018년에 Belene 원전 건설이 재추진되어 2019년 불가리아 정부는 프로젝트 참가 신청서를 제출한 총 13개 업체 가운데, 5개 업체(Rosatom, CNNC, 한국수력원자력, Framatome, GE)를 최종 후보로 선정함. 2020년 6월에는 Rosatom, EDF, GE는 프로젝트 입찰 추진을 위한 컨소시엄 구성을 원칙적으로 합의한 바 있음.



- 올해 3월 불가리아 현지 언론에 따르면 에너지부와 EDF는 Rosatom이 제작한 기자재를 활용해 1,000MW 규모의 신규 PWR 2기 건설을 위한 사전 단계인 선행주기 엔지니어링·설계(FEED) 계약을 체결할 예정으로 알려짐.
- Hristov 장관은 이달 초 Belene 원전 부지를 방문해 보관 중인 러시아산 기자재의 상태가 양호함을 확인하고, 이를 활용한 신규 원전 건설 가능성 분석 작업을 추진할 의사를 밝힘.
  - 불가리아는 2017년 Rosatom에 6억 유로(약 8,389억 원)를 지급하고 Belene 원전용으로 제작된 기자재를 자국으로 운송해 옴.
- Hristov 장관은 Framatome의 기술 타당성 조사가 약 10개월(2024년 중반) 후에 완료 될 것으로 전망하고, 해당 결과를 의회에 제출할 예정이라고 밝힘.

## ◎ 아르메니아, 신규 원전 건설 위해 러시아 외 국가들도 고려중

Nucnet 2023.05.30., Arkanewsagency 2023.06.06.

- Moves Vardanyan Metzamor 원전 소장은 2023년 6월 5일 기자회견에서 아르메니아 정부가 신규 원전 건설을 추진하기 위해 원자력위원회를 공식 설립하고, 러시아, 미국, 한국 업체와 신규 원전 건설 방안을 논의 중이라고 밝힘.
  - Vardanyan 소장은 자국 유일 원전인 Metzamor 2호기(416MW, PWR)의 운전허가 기간이 2036년으로 확정되어, 이를 대체할 신규 원전 건설 작업에 착수해야 한다고 밝힘.
    - 러시아 VVER-440 노형이 도입된 Metzamor 1·2호기는 각각 1969년 및 1975년에 착공에 들어가 1976년과 1980년에 가동을 시작했으나, 1988년에 발생한 지진으로 가동이 정지됨.
    - 이후 1호기는 1988년 영구정지된 후 해체 작업에 들어갔으며, 2호기는 1995년 재가동되어 1차로 2026년까지 10년 계속운전 시행 승인(2012년), 2차로 2036년까지 2차 10년 계속운전을 승인(2023년)을 취득한 바 있음.
  - Vardanyan 소장에 따르면 올해 2월 Rosatom이 아르메니아 내 VVER-1200 PWR 2기 도입을 위해 예비 타당성 조사 보고서를 제출했으며, 한국, 프랑스, 미국도 아르메니아 원자력위원회에 예비 제안서를 제출함.
    - 한국은 1,000MW 및 1,400MW 규모의 원전 건설을, 프랑스와 미국은 모듈식 원전 건설을 제안함.

- Vardanyan 소장은 아르메니아 정부의 공급업체 선정 기준이 노형의 안전성, 자금조달 편의성, 물류가 될 것이라고 덧붙임.
- 지난 5월 Nikol Pashinyan 아르메니아 총리는 의회 연설에서 신규 원전으로 SMR 도입 가능성을 고려하고 있어, 가까운 시일 내 미국을 방문해 SMR 개발업체의 제안을 검토할 예정이라고 밝힘.

## ◎ 유럽연합 집행위, 헝가리·러시아의 Paks 5·6호기 건설계약 변경 승인

World Nuclear News 2023.05.30., Nuclear Engineering International 2023.05.31.

### ■ 2023년 5월 24일 Peter Szijjarto 헝가리 총리는 유럽연합 집행위(EC)가 Paks 5·6호기 (각 1,200MW, PWR) 신규건설 프로젝트의 자금조달·건설 계약 변경을 승인했다고 밝힘.

- Paks 5·6호기(Paks II) 프로젝트는 헝가리와 러시아가 공동으로 Paks 원전에 1,200MW급 PWR 2기를 신규 건설하는 사업이며, 사업결정 당시 1980년대 상업 운전을 개시한 Paks 1~4호기 대체를 목적으로 함.
  - 2014년 헝가리는 러시아와 총 125억 유로(약 17조 원)<sup>6)</sup> 규모의 Paks 5·6호기 프로젝트 계약을 체결함. 러시아가 최대 100억 유로(약 13조 원)를 차관으로 제공하고, 헝가리측이 25억 유로(약 3조 원)를 투자하기로 합의함.
  - 한편, 대체를 고려했던 1~4호기에 대해서는 2022년 12월 헝가리 의회는 러시아-우크라이나 전쟁에 따른 유럽 내 에너지 공급 부족 사태로 2052~2057년까지 20년 계속운전을 시행한다는 정부 계획을 승인함.
- Szijjarto 총리는 법적·기술적·물리적 환경 변화로 인해 올해 4월 러시아와 합의해 Paks 프로젝트의 자금조달·건설 계약을 변경하고 유럽원자력공동체(Euratom) 조약에 따라 이를 EC에 통보했다고 밝힘.
  - Euratom 조약은 회원국이 제3국과의 투자 프로젝트 및 계약과 관련해 변경사항이 발생할 경우 이를 EC에 통보하도록 명시함. 해당 조약의 통보 및 평가는 공공 조달·경쟁·환경 규칙과 관련된 유럽연합기능조약(TFEU)상의 법률 요건과는 별개임.
- Szijjarto 총리는 해당 계약서의 변경된 내용을 공개하지 않았지만, 에너지 가격 변동으로부터 자국 경제 및 소비자를 보호하고 투자를 가속화하기 위한 사안에 대해 양측이 합의에 도달했다고 설명함.

6) 유럽 전체 기사 2023년 6월 8일 환율 기준 적용(1유로=약 1,398원)

- Paks 5·6호기 건설 및 가동을 담당하는 Paks II Ltd는 이번 계약 변경으로, 두 호기의 2030년 초 가동이 가능해졌다고 밝히며, 현재 진행 중인 사전 부지 작업 후에 인허가 절차에 따라 실질적인 건설 작업이 진행될 수 있다고 덧붙임.
- 현재 EU 회원국 다수가 러시아-우크라이나 전쟁 여파로 러시아와의 에너지 협력을 중단하고 있는 상황이나, 헝가리는 러시아와의 원전 건설을 추진 중이며, EU의 러시아 원자력 부문 제재를 반대하고 있음.

## 기타단신

### ◎ 폴란드 PEJ·Westinghouse Electric·Bechtel, 폴란드 신규원전 건설사업에서 역무 구체화 합의

World Nuclear News 2023.05.26., Nuclear Engineering International 2023.05.31., Nucnet 2023.06.02.

- 2023년 5월 25일 폴란드 국영 원자력기업 PEJ과 미국 Westinghouse Electric·Bechtel 컨소시엄은 신규건설 사업과 관련한 각 사의 구체적인 업무와 협력 방안 등을 규정하는 계약을 체결함. 이에 따라 설계는 Westinghouse가, 건설은 Betchel이 주도하고 PEJ는 투자자로서 해당 컨소시엄과 협력하기로 함.
  - PEJ는 프로젝트 인허가 및 엔지니어링 작업이 이미 진행 중이라고 밝히며, 이번 계약이 올해 말에 시행될 설계 작업과 2025년으로 예정된 건설 계약에 토대가 된다고 덧붙임.
    - PEJ은 최초 원전의 설계 작업에 약 18개월이 소요될 것으로 예상함.
    - 최초호기는 2025년에 건설허가를 받아 2026년에 착공, 2033년에 상업운전을 시작할 것으로 예상됨.
  - 또한 PEJ는 자금조달과 관련해 자국 및 EU 은행의 재정 지원 또는 미국 신용기관인 미국 수출입은행(U.S. EXIM) 참여를 고려하고 있다고 밝힘.

### ◎ 슬로바키아, 프랑스 Framatome과 러시아 노형에 사용할 연료 개발 협력 추진

Slovenské elektrárne 2023.05.31., World Nuclear News 2023.06.01.

- 2023년 5월 31일 슬로바키아 원전운영사 Slovenské elektrárne은 핵연료 다변화를 위해 프랑스 Framatome과 가동 중인 4기의 VVER-440(PWR) 노형용 핵연료 공동 개발을 포함한 원자력 협력을 위한 양해각서를 체결함.
  - 현재 슬로바키아는 VVER-440 PWR가 도입된 Bohunice 3·4 호기(각 500MW, PWR), Mochovce 1·2호기(각 500MW, PWR)를 가동 중임.
  - 양측은 양해각서 체결을 통해 핵연료 개발을 비롯해, 원전 운영·유지 보수, 안전·설비 개선, 계측 및 제어, 효율성 개선, 디지털·사이버 보안 영역에서 협력하기로 함.

- Framatome은 기존 연료 설계를 바탕으로 유럽산 VVER 노형용 핵연료 제조 시설과 공급망 구축에 착수할 계획임.
- Slovenské elektrárne은 자국의 Bohunice · Mochovce 원전이 에너지 안보에 기여하고 있으며, 해당 원전의 안전 운영을 위한 핵연료 공급의 다변화가 주요 과제라고 밝힘.

## ◎ 네덜란드 규제기관, 신규 중·저준위 방사성폐기물 처분시설 건설 승인

World Nuclear News 2023.06.01.

- 2023년 6월 2일 네덜란드 원자력안전·방사선방호청(ANVS)은 방사성폐기물관리기구(COVRA)가 현재 중·저준위 방사성폐기물 처분시설 인근에 추진 중인 신규 중·저준위 방사성폐기물 처분시설 건설을 승인함.
  - 2021년 COVRA는 기존 중·저준위 방사성폐기물 처분시설(Zeeland 주 Borssele 지역 소재)의 용량 포화를 대비해 신규 처분시설(설계수명 최소 100년, 4,000m<sup>3</sup>) 건설 계획을 수립 후, 2022년 8월 해당 처분시설 건설을 위한 인허가 변경신청서, 안전 보고서, 환경영향평가(EIA) 보고서를 ANVS에 제출함.
    - 신규 시설은 2050년까지 의료용 동위원소 생산업체 NRG 부지에 보관된 방사성폐기물과 향후 원전 해체 과정에서 발생할 방사성폐기물 보관을 목적으로 함.
  - ANVS는 EIA 위원회의 권고에 따라 COVRA의 EIA 보고서에 홍수나 지진 등 재난 시나리오 정보 및 10년 주기의 안전성 평가 방식을 보완했으며, 2022년 12월~2023년 1월까지 진행된 공론화 절차를 통해 시민, 이익단체, COVRA의 의견을 수렴했다고 밝힘.
  - COVRA는 이번 인허가 승인 취득으로 Borssele 지방정부에 건설허가를 신청할 계획이며, 2025년에 해당 시설을 완공하고자 함.

**주요단신****아시아** Asia

## ○ 일본 국회, 원전 60년 이상 운전 허용 등 포함된 법 개정안 통과

세계원전시장 인사이트 2023.05.12., 時事通信, 朝日新聞 2023.05.31., 原子力産業新聞 2023.06.01.

### ■ 5월 31일 일본 국회 참의원(하원)에서 정부의 GX방침에 따른 원전 운전 기간의 실질적인 연장 등을 위한 현행 관련 법 개정안이 통과됨.

- 일본 정부는 2월 10일 원자력 등 에너지 안보 기여와 탈탄소 효과가 큰 전원의 활용을 내세운 GX방침을 발표한 후 2월 28일 해당 방침에 따른 정책 시행을 위해 개정이 필요한 관련 법안을 국회에 제출한 바 있음.

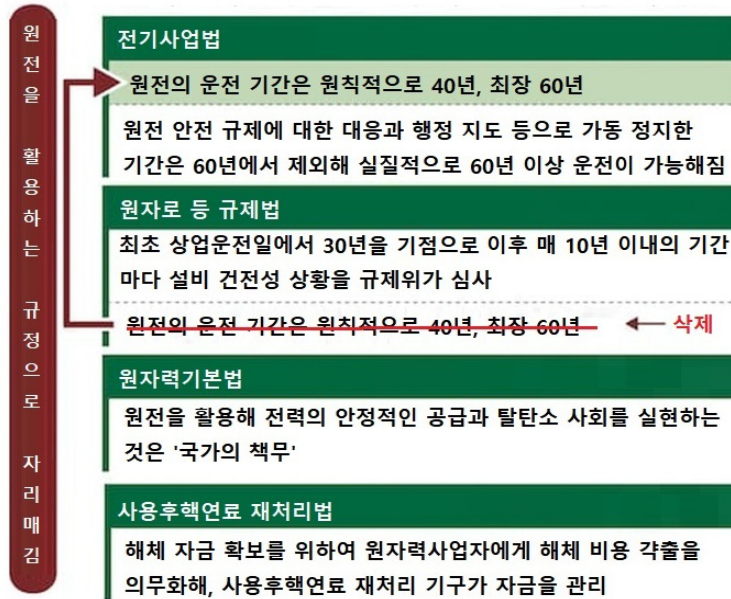
- 당시 원전과 관련해 ‘원자력기본법, 전기사업법, 원자로 등 규제법<sup>※</sup>, 원자력발전의 사용 후핵연료 재처리 등 실시에 관한 법률’이 제출되었고, 이번 국회 통과로 정식 개정됨.

※ 핵연료 물질, 핵연료 물질 및 원자로 규제에 관한 법률의 약어임.

- 개정 내용에 따르면 원전 운전 기간 규정은 안전 관련 규제가 아닌 원전 활용 규정으로 판단해 원자로 등 규제법(규제위 소관)에 있던 원전 운전 기간 조항을 삭제하고, 해당 규정을 전기사업법(경제산업성 소관)으로 이관함.
- 전기사업법에서 신설된 원전 운전 기간 규정에 따르면 원전 운전 기간은 최장 60년으로 제한하지만, 규제위의 심사 지연 등 사업자가 예측하지 못한 사유로 원전 운영을 정지한 기간은 해당 기간만큼 운전할 수 있도록 허용해 사실상 60년 이상 원전 운전이 가능함.
- 원전 관련 모든 시책의 근거법인 원자력기본법도 함께 개정되어 전력 안정 공급과 탈원전 관점에서 원전 활용에 필요한 조치를 하는 것은 정부의 책무라고 규정해 원전 운전 기간 규정의 전기사업법 신설 근거를 강화함.
- 더불어 원전 해체 자금 확보와 일본 내 원전 해체 효율화를 위한 정책 시행을 위해 원자력 발전의 사용후핵연료 재처리 등 실시에 관한 법률도 개정함.

- 한편, 아사히신문은 5월 31일 보도를 통해 경제산업성이 60년이라는 운전 기간 계산에서 제외해 주는 ‘사업자가 예측하지 못한 사유로 정지한 기간’에 대한 내용이 모호하여 사실상 경제산업성의 재량으로 원전의 60년 이상 운전이 결정되는 셈이라고 지적함.

〈일본 국회에 제출된 현행 법 개정안 중 원전 관련 주요 내용〉



자료: 日本經濟新聞(2023.03.30.), 東京新聞(2023.04.28.)을 토대로 편집·작성

## ◎ 일본 기업, 영국 부유식 원전 스타트업에 약 1,000억 원 출자

日本經濟新聞 2023.05.23., RIEF, 産経新聞 2023.05.24.

- 최근 일본 언론 보도에 따르면 일본 Onomichi Dockyard, Imabari Shipbuilding 등 13개 사가 부유식 원전을 개발 중인 영국의 해운 스타트업 Core Power에 약 8천만 달러(약 1,043억 원)<sup>7)</sup>를 출자하여 Core Power 지분 절반을 확보함.
  - Core Power는 2018년 설립된 해운 컨설팅 및 엔지니어링을 중심으로 한 스타트업으로 Terra Power, Southen Company, Orano와 공동으로 부유식 원전 개발을 추진 중이며 2026년에 실증 실험 선박을 제작하고 2030~2032년 상용화를 계획 중임.
  - Core Power가 Terra Power 등과 개발을 추진 중인 부유식 원전은 SMR의 일종인 용융 염화물 고속로(Molten Chloride Fast Reactor, MCFR)를 채택함.

7) 일본 단신 기사 내용 모두 2023년 6월 7일 환율 기준 적용(1엔=9.34원/1달러=1,304원)

- 일본 언론은 MCFR 출력이 1기당 300MW이며, 고온의 연화염 용융액에 녹인 우라늄이 핵분열을 통하여 열에너지를 발생시켜 터빈을 가동하는 구조로 고체 연료를 사용하는 기존 원전과는 달리 가압 설비가 불필요해 소형화가 가능하다고 전함.
- Core Power에 출자한 각 일본 기업의 역할은 명확히 알려지지 않았지만 일본 언론은 Core Power가 일본의 대형 선박 조선 기술 등에 주목 중이며 Core Power 측이 부유식 설비 관련 기술 개발을 위해 일본 기업과 협력할 수도 있다고 전망함.

## ◎ 일본 센다이지방법원, 오나가와원전 재가동 금지 청구 기각

NHK, 産経新聞 2023.05.24., 宮城県 공식 웹사이트 2023.06.07.

- 일본 센다이지방법원은 5월 24일 오나가와 2호기(825MW, BWR)의 중대사고 발생 시에 대비해 수립된 피난 계획이 불충분하다고 주장하며 원전 입지 지역인 이시노마키시의 주민 17명이 도호쿠 전력을 상대로 제기한 오나가와 2호기 재가동 금지 소송을 기각함.
  - 소송에서는 미야기현이 참여하여 이시노마키시가 수립한 피난 계획의 실효성이 쟁점이었으며 센다이지법은 피난 계획의 실효성이 없다는 이유만으로 원전 가동 중단을 요구할 수는 없다고 판결을 내림.
    - 주민들은 원전 사고로 피난령이 내려지면 교통 체증이 발생해 수일간 원전 반경 30km 내에 머물게 되므로 피난 계획의 실효성이 없다고 주장함.
    - 반면, 도호쿠전력은 정부의 원자력방재회의에서 피난 계획을 포함한 긴급 시 대응의 합리성을 인정받았다고 주장함.
  - 오나가와 2호기는 2020년에 규제위의 적합성 심사 중 안전심사에 합격하고, 재가동에 대한 지역 동의를 받아 현재 안전 대책 공사 중으로 2024년 2월 재가동할 계획임.
    - 오나가와 2호기는 2005년 상업운전을 시작해 2011년 3월 동일본대지진으로 자동 정지했고, 약 13m의 지진해일로 취수로에 해수가 유입되어 원자로 건물 지하가 침수된 바 있음.

## ◎ 일본 실험용 고속로 ‘조요’, 규제위 안전심사 사실상 통과

JAEA 2007.06.06., 原子力産業新聞, 텔레朝2023.05.24.

- 5월 24일 일본원자력연구개발기구(Japan Atomic Energy Agency, JAEA)의 실험용 고속로 ‘조요(열출력 100MW, FR)’가 일본 원자력규제위원회의 안전 심사를 사실상 통과함.



- JAEA는 2017년 3월 규제위에 안전 심사를 신청하여 16년 만에 규제위의 인가를 받았으며, 규제위는 향후 해당 결정에 대한 의견 수렴 후 정식으로 인가할 예정이다.
- 조요는 일본 고속증식로의 기초 기술 실증, 연료·재료 조사 시험, 선진 원자로에 필요한 혁신적인 기술의 검증을 위해 1970년 착공되어 1977년 첫 임계 도달한 이후 약 71,000시간 운전 후 2007년 실험 장치 문제로 정지한 이래 현재까지 정지 중임.
- JAEA는 조요에 안전대책비로 207억 엔(약 1,934억 원)을 투입하여 고속로 연구에 활용할 계획임.

## ◎ 일본 도쿄전력 가시와자키 가리와 5호기 해수누출 문제는 운전원 실수가 원인

세계원전시장 인사이트 2023.05.12., 新潟日報 2023.05.25.

- 도쿄전력은 지난 4월 가시와자키 가리와 5호기(1,100MW, BWR) 해수열 교환기 건물에서 발생한 해수 누수는 운전원이 비상용발전기 등의 냉각용 해수 배관 밸브를 잠그지 않은 것이 원인이라고 5월 25일 밝힘.
- 도쿄전력은 원자로 건물 내 비상용 발전기를 냉각하는 배관에 물을 보내기 직전 운전원이 해당 배관과 이어진 공기 제거 배관의 밸브를 개방한 후 잠그는 것을 잊었다고 밝힘.

## ◎ 중국, 국가 안보상의 우려로 부유식 원전 허가 보류

Harvard Kennedy School Belfer Center Journal Article 2018.11.21., Modern Diplomacy 2023.04.04., Global Construction Review 2023.05.31., Construction & Property News 2023.06.03.

- 5월 31일 중국 규제당국은 현지 언론을 통해 자국의 안보 우려로 남중국해에 최초 부유식 원전 건설 계획을 보류했다고 밝힘.
- 중국 국가 에너지 해양 원자력 플랫폼 기술 연구 센터 관계자는 부유식 원전 개발에 10년 이상 연구를 진행해 왔으나, 부유식 원전 건설로 인해 심각한 환경 및 지정학적 결과를 초래하는 사고의 위험성 증가를 간과할 수 없으며 이는 남중국해에 있는 국가 간의 긴장을 고조시킬 수도 있다고 평가함.
- 또한 그는 2022년 9월 러시아에서 유럽으로 향하는 파이프라인 노드스트림(Nord Stream)이 파손되어 가스 누출이 발생한 사건이 중국 정부에 경고성으로 작용하여 부유식 원전 건설 계획의 승인을 보류한 데 영향을 미쳤을 것으로 추정함.

- 이와 같은 안보 우려를 해결하기 위해 연구센터 측은 부유식 원자로를 내륙에 인접하게 건설함으로써 자국은 인근 자원을 활용하고 외부 위협에 대한 방어를 강화할 수 있다고 주장함.

- 한편, 2016년 중국 CGN은 자사의 부유식 SMR 노형인 ACPR50S(60MW)을 탑재한 자국 최초의 부유식 원전 프로젝트를 발표한 바 있으며, 같은 해 중국 CNNC는 ACP100을 기반으로 한 ACP100S 부유식 원전 시범 건설 계획을 발표한 바 있음.

## ◎ 한수원, 핀란드 Fortum과 신규원전 및 SMR 사업화 관련 상호협력 MOU 체결

한국수력원자력 보도자료 2023.06.01., Nuclear Engineering International 2023.06.02.,  
Fortum Press Release 2023.06.07.

- 6월 1일 핀란드와 스웨덴에서 원전을 운영 중인 Fortum은 한국수력원자력(이하 ‘한수원’)과 대형원전을 포함한 SMR 및 원전 운영 정비 분야 등 상호협력 강화를 위해 양해각서(MOU)를 체결함.
  - Fortum은 핀란드의 Loviisa 원전을 소유·운영 중이며, 핀란드의 Olkiluoto 원전과 스웨덴의 Oskarshamn·Forsmark 원전을 타사와 공동 소유 중임.
  - Fortum은 2022년 11월부터 2년간에 걸쳐 핀란드와 스웨덴에서 SMR 건설 가능성 검토를 위한 원자력 타당성 조사(Nuclear Feasibility Study)를 진행 중임.
    - 2년간의 조사 동안 Fortum은 핀란드와 스웨덴의 SMR과 함께 기존 대형원전에 적용되는 정치·법·규제적 조건을 포함한 상업·기술·사회적 요건을 중점으로 살펴볼 계획임.
  - 이날 체결한 MOU에서 양사는 북유럽지역 신규원전 사업, SMR 기술개발 및 사업화, 원전 엔지니어링 사업 등 다양한 분야에서 협력하기로 했으며, 가동 중인 원전의 안전하고 효율적인 운영을 위해 원전 운영 정비 분야의 협력을 강화하기로 함.
    - 한수원의 황주호 사장은 이번 MOU 체결을 바탕으로 한수원이 북유럽지역 원전 사업을 확대할 수 있는 교두보가 될 것이며, Fortum과의 상호협력을 통해 발전하는 동반자 관계로 나아가기를 기대한다고 밝힘.
  - 한수원은 Fortum과 2018년부터 정기적인 원전 운영정비 경험 교류를 통해 유럽지역 진출을 위한 기반을 확보해 왔으며, 양사는 원전을 활용한 열병합 발전 기술과 3D 프린팅 기술 등을 공동 개발하면서 상호 신뢰를 구축해 옴.

- 한편 Fortum은 SMR 보급을 위해 한수원 외에도 영국의 Rolls Royce SMR, 프랑스의 EDF, 스웨덴의 Kärnfull Next, 핀란드의 Outokumpu 및 Helen과 협력 MOU를 체결했으며, 6월 7일에는 Westinghouse와도 SMR 보급 타당성 조사 협력을 위한 MOU를 체결함.

## ◎ 사우디아라비아, 중국과 원자력 분야 포함한 에너지 협력 논의

ZAWYA 2023.06.02., Oil & Gas Middle East 2023.06.05.

- 6월 2일 사우디 Abdulaziz bin Salman Al Saud 에너지부 장관은 중국 Zhang Jianhua 국가 에너지국 국장과 대표단을 만나 양국의 경제 다변화 노력 및 원자력 분야를 포함한 다양한 에너지 분야에서 협력 강화 방안을 논의함.
  - 이날 논의에서 양국은 ‘사우디 비전 2030(Saudi Vision 2030)’과 중국의 ‘일대일로(Belt and Road Initiative)’ 목표를 달성하기 위해 에너지 공급 안전 보장의 중요성을 강조함.
  - 또한 양국은 원유를 석유 화학 물질로 전환하는 기술(Crude-to-chemicals projects, C2C), 탄화수소의 사용과 원자력의 평화적인 사용, 핵연료 및 우라늄 탐사·채굴을 위한 국가적인 프로젝트, 그리고 전력 및 재생에너지, 청정수소와 에너지 효율에 대한 잠재적인 협력에 대해 논의함.
    - 양국은 에너지 공급망에서의 협력을 통해 에너지 공급의 유연성과 효율성을 높이는 데 기여하고자 함.
  - 마지막으로 양국은 기후 문제를 해결하고 이산화탄소 배출 관리를 위한 통합적 체계인 ‘순화탄소경제(Circular Carbon Economy, CCE)’를 채택함.

## 기타단신

### ◎ 일본, 고속로 몬주 해체 2단계 작업 개시

세계원전시장 인사이트 2023.05.12., 福井テレビ 2023.06.01.

- 일본 일본원자력연구개발기구(Japan Atomic Energy Agency, JAEA)는 6월 2일부터 몬주 고속로(280MW, FBR)의 해체 공정 2단계인 나트륨 반출 등 해체 준비 작업을 시작함.
  - 일본은 20세기 중반부터 국책으로 핵연료 주기 정책을 추진했으며, 해당 정책의 핵심 시설로 1조 엔(약 9조 3천억 원) 이상을 들여 몬주 원자로를 개발했지만 사고가 빈발해 22년간 250일만 가동한 후 2016년 경제성을 이유로 공식 폐로를 결정함.
  - JAEA는 2017년 몬주의 해체 계획을 규제위에 제출하여 2018년 3월 해체 인가를 받아 총 4단계로 구성된 해체 공정을 진행 중이며 2047년 해체 완료를 목표로 함.
  - 몬주에서 반출할 액체 나트륨은 약 1,600t으로 전망되며 2028년도부터 순차적으로 반출될 예정으로 4월 28일 JAEA는 영국 원전 해체 엔지니어링 기업인 Cavendish Nuclear와 액체 나트륨 처리를 위한 계약을 체결한 바 있음.

### ◎ 일본 J-POWER, 건설 중 오마원전 내진 평가 수치 오입력해 제출

読売新聞 2023.05.28., 時事通信 2023.05.29.

- 일본 요미우리신문의 5월 28일 보도에 따르면 J-Power가 규제위에 제출한 건설 중인 원전인 오마원전(1,383MW, ABWR) 안전심사 서류의 내진 평가 수치가 잘못되어, 사실상 심사가 중단 되었으며 J-Power는 재발 방지책을 수립 중임.
  - J-Power가 위탁 기업에 맡긴 오마원전의 내진 설계 관련 계산 입력 단위가 km가 아닌 m로 변경되어 3km를 3m로 오입력되었고, 해당 자료를 J-Power가 그대로 규제위에 보고해 오마원전의 내진 평가가 실제보다 취약한 것으로 평가되었음.
    - J-Power는 오마원전을 2008년 착공해 건설 중인 상태에서 2014년 규제위에 신규제 기준에 따른 안전 심사를 신청했으며, 2030년도 가동을 목표로 하고 있음.

## ◎ 일본 도쿄전력 직원, 가시와자키 가리왕원전 내부 서류 무단 반출 및 일부 서류 분실 발생

NHK 2023.05.22., UX NEWS 2023.05.25.

- 5월 25일 도쿄전력은 가시와자키 가리왕원전(총 7기, 1~5호기 1,100MW·BWR, 6~7호기 1,356MW·ABWR) 근무 사원이 재택근무를 위해 6호기 관련 서류를 무단으로 반출하여 귀가 한 후 자택에서 차량에 탑승했을 때 서류를 차량 지붕에 둔 채 운전하여 일부를 분실했으며 직원 정보 관리 교육을 강화하겠다고 밝힘.
  - 직원이 5월 19일 상부에 보고 없이 서류를 반출했고, 5월 20일 가시와자키 가리왕시의 주민이 일부 서류를 주위 도쿄전력에 연락해 도쿄전력이 서류 분실 사실을 파악하게 됨.
  - 분실된 서류는 원자로 건물에서 화재·침수 대책 공사 필요 범위가 제시된 도면으로 도쿄전력은 안전상 중요한 정보나 핵물질방호에 대한 정보는 포함되지 않았다고 설명함.

## ◎ 아르헨티나 Atucha 2호기, 구조지지대 정비에 3개월 소요 예정

Nuclear Engineering International 2023.01.31., World Nuclear News 2023.05.30.

- 5월 30일 Nucleoelectrica Argentina(이하 'NA-SA')는 2022년 10월 Atucha 2호기(745MW, PHWR)의 정기 점검 중 손상된 지지대 수리가 올해 6월 시작되며, 이로 인해 해당 호기가 올해 7월 또는 8월까지 가동이 중단될 것으로 예상된다고 발표함.
  - 작년 10월 정기 점검 중 내부 구조 지지대 4개 중 1개가 원자로 바닥으로 떨어져 Atucha 2호기는 현재까지 운영이 정지됨.
  - 해당 발표에서 NA-SA는 원자로에 발생한 문제의 진단 및 분석을 기계와 유압 연구(Mechanical and hydraulic)를 바탕으로 진행한 이후 문제가 발생한 부품을 추출하기로 했으며, 빠른 시일 내 Atucha 2호기 재가동을 위해서 수리 작업 활용에 최적화된 로봇 및 기술 구현을 목적으로 최첨단 엔지니어링 방법을 사용한 작업 계획을 밝힘.
    - 또한 NA-SA는 원자로에서 발생한 문제는 기계적인 결함으로 환경이나 지역 주민들의 안전에 위협을 초래하지 않는다고 덧붙임.
  - 이와 관련하여 아르헨티나 원자력규제당국은 NA-SA가 2023년 5월 초에 제출한 수리 계획을 검토 중임.

World Nuclear Power Market  
**INSIGHT**



세계원전시장  
**인사이트**