

세계원전시장 인사이트

Biweekly 격주간
2025 04.04

WORLD NUCLEAR POWER MARKET INSIGHT

현안이슈

IEA “The Path to a New Era for Nuclear Energy” 주요내용

1. 들어가며
2. 원전 부문 현황
3. 원전 투자 전망
4. 원전 시장 전망
5. 원전 건설 자금 조달

주요단신

북·남미

15

- 미국 Trump 대통령, 우라늄 등 핵심광물 생산 확대 위한 행정명령 서명
- 미 NRC, Oconee 원전 2차 계속운전 승인
- 미 에너지부, Palisades 원전 재가동 위한 두 번째 대출금 820억 원 지급
- 미 에너지부, SMR 초기 보급 지원 위한 1조 원 규모 자금 지원 재공고
- 미국 Dow-X-energy, Texas 주 부지에 Xe-100 건설허가 신청
- 미국 Oklo, 미 NRC와 Aurora 원자로 인허가 위한 사전 신청 절차 착수
- 기타 단신

유럽

22

- 프랑스 원자력정책 최고위원회, EPR2 원전 6기 건설 정부 대출 승인
- 프랑스 정부, 임기 만료 전 EDF CEO 전격 교체 추진
- 스웨덴 정부, 신규 원전 건설에 대한 국가 대출 계획 법안 의회 제출
- 벨기에 정부와 ENGIE, Tihange 3 및 Doel 4 원전 계속운전 계약 마무리
- 영국 Urenco, 미국 Westinghouse와 eVinci 위한 HALEU 공급계약 체결
- 네덜란드 원자력 연구기관 NRG, 미국 Kairos의 KP-FHR 연료 시험 지원
- 러시아 Rosatom, Leningrad 8호기 첫 콘크리트 타설
- 러시아 Rosenergoatom, 자국 최초로 원전 전력에 대한 친환경 인증서 거래
- 기타 단신

아시아

30

- 인도, Rajasthan 7호기 계통연계
- 카자흐스탄, 원자력 부문 총괄 위한 원자력청 설립 발표
- 카자흐스탄 Kazatomprom, 우라늄 사업 강화 전략 발표
- 일본 규제위, 두 개 원전 건설저장시설 건설 승인
- 일본 가시와자키시, 4월부터 사용후핵연료 누진세 적용
- 기타 단신



에너지경제연구원
Korea Energy Economics Institute



세계원전시장 인사이트

Biweekly 격주간
2025 04.04

발행인 김현제

편집인	조주현	joohyun@keei.re.kr	052-714-2035
	김창훈	hesedian@keei.re.kr	052-714-2210
	유석종	sjryu@keei.re.kr	052-714-2257
	정진영	jy_jeong@keei.re.kr	052-714-2081
	김유정	yjkim@keei.re.kr	052-714-2294
	이유경	rglee@keei.re.kr	052-714-2283
	김지하	jiha@keei.re.kr	052-714-2092

디자인·인쇄 효민디앤피 051-807-5100

※ 본 간행물은 한국수력원자력(주) 정책과제의 일환으로 발행되었습니다.

본 「세계원전시장 인사이트」에 포함된 주요내용은 연구진 또는 집필자의 개인 견해로서 에너지경제연구원의 공식적인 의견이 아님을 밝혀둡니다.

현안이슈

IEA “The Path to a New Era for Nuclear Energy” 주요 내용

에너지경제연구원 원전정책연구실

1 들어가며

- IEA(International Energy Agency)는 2021년에 후쿠시마 원전 사고 이후 어려움을 겪었던 원전이 재도약할 준비가 되어 있다고 예측했으며, 현재 이 예측이 현실화되고 있음.
 - 데이터센터를 포함한 전력 수요가 향후 수십 년간 크게 증가할 것으로 예상되어, 안정적이고 무탄소 전원인 원전의 중요성이 더욱 부각됨.
 - 원전은 정부 정책, 기술 혁신, 민간 부문의 관심을 바탕으로 새로운 시대를 맞이할 준비를 하고 있지만, 이를 실현하기 위해 해결해야 할 주요 과제들도 존재함.
- 2025년 1월 IEA는 “The Path to a New Era for Nuclear Energy” 보고서를 발간하며 전 세계 원전 부문 현황, 투자 전망 및 자금 조달에 관한 통찰력을 제공하고자 하였음.
 - 원자력 관련 국제기구가 아닌 IEA에서 탄소중립 달성을 위한 원전의 가능성에 주목하고 현황 및 전망에 대한 종합적인 보고서를 내었다는 데에 의의가 있음.
 - 이에 본고에서는 해당 보고서의 주요 내용을 소개하고자 하며, 2장에서는 원전 부문의 현황, 3장에서는 원전 투자 전망, 4장에서는 원전 시장 전망, 5장에서는 원전 건설 자금 조달의 내용을 기술함.

2 원전 부문 현황

■ (원전의 역할) 원자력은 수력에 이어 전 세계 두 번째로 큰 저탄소 전력원임.

- 원전은 1990년 후반 전 세계 발전량의 약 18%를 차지했지만 2023년 약 9%로 비중이 하락함.
- 원전은 매년 약 1.5Gt 이산화탄소 배출 방지를 통해 탄소 배출을 저감하며, 화석 연료 수입 의존도를 낮춰 에너지 안보를 강화함.
- 2023년에 선진국에서는 원전이 전력 공급의 17%를 차지했지만, 개도국에서는 그 비중이 약 5%에 불과하였음.

■ (최근 시장 양상) 신규 건설 대부분 중국·러시아 기술 기반으로 기술 리더십이 이동하였으며, 선진국의 신규 착공 난항과 맞물려 설계 다양성 감소가 전망됨.

- 선진국은 2023년 말 기준, 평균 가동년수가 36년 이상이지만, 전 세계에서 3번째로 많은 원전을 보유한 중국은 원전 평균 가동년수가 9년임.
- 2024년 기준, 신규 건설 원전은 63기(71GW)이며 중국이 29기를 차지함.
- 선진국에서 수행한 대부분의 프로젝트가 공기 지연 및 비용 초과를 겪었으나, 중국은 대형 원전을 빠르게 건설하며, 평균 7년, 일부는 5년 만에 완공함.
- 최근 원전 투자는 증가 추세로, 2023년 원전 총 투자액은 약 650억 달러였으며, 신규 건설 투자는 2021년 350억 달러에서 2023년 420억 달러로 증가함.

■ 원전 재활성화의 원동력 1: 계속운전 및 신규 원전에 대한 정책적 지원

- 최근 5년간 13개국에서 64기가 계속운전을 결정해 약 65GW가 증가했고, 이는 세계 원전 설비의 약 15%를 차지함.
 - 미국은 인플레이션 감축법에 따라 원전에 대해 청정에너지 세금 혜택을 제공하여 경제성이 크게 개선됨. 5년간 22기가 계속운전을 신청했고, 30년 이상 운영한 모든 원전이 추가 20년 운영 허가를 신청함.
 - 일본은 2023년 전기사업법의 개정으로 사업자가 예기치 못한 이유로 가동 중단한 기간을 운영 기간에서 제하고 60년 운영을 인정해 사실상 60년 이상 운영을 허용함.
 - 프랑스는 Grand Carenage 프로젝트를 통해 1,300MW 규모의 모든 원전(총 20기)을 계속 운전하기로 결정함.

- 벨기에(2.2GW), 헝가리(2.0GW), 체코(2.0GW), 핀란드(1.1GW), 스페인(1.1GW), 루마니아(0.7GW), 네덜란드(0.5GW) 등 유럽 다수의 국가에서 계속운전을 결정함.
- 멕시코와 남아프리카공화국에서도 각각 원전의 계속운전을 승인함.
- 40개국 이상이 신규 원전 건설을 계획 또는 고려 중이며, 이중 약 10개국은 기존 원전 설비가 없는 국가임.
 - 2023년 12월, 20개 이상의 국가가 2050년까지 전 세계 원전 설비 용량을 세 배로 늘리겠다고 공동 서약했고, 2024년 COP29에서 추가로 6개 국가가 이 서약에 동참함.
 - 30개국 이상이 소형모듈원전(SMR)을 개발 중이거나 설치를 고려 중임. ① 캐나다는 “소형모듈원전 프로그램”을 통해 SMR R&D 프로젝트에 최대 500만 캐나다 달러를 지원, ② 프랑스는 “프랑스 2030 투자 계획”에서 선진 원자로(SMR 포함)에 10억 유로 투자, ③ 미국은 “선진 원자로 실증 프로그램”으로 선진 원자로(SMR 포함)에 30억 달러 이상 지원함.

■ 원전 재활성화의 원동력 2: 기술개발 가속화로 원전 시장 리더십 재편 전망

- 선진 원자로에 대한 R&D가 활발하고 SMR의 경우 80개국 이상이 설계 및 개발 중이며, 일부 회사는 상용화에 가까운 단계까지 진척됨.
 - 원전 산업에서 SMR이 혁신의 중심에 있고, 설계는 10~350MW까지 다양하며, 초소형 원자로도 개발 중으로 담수화, 시추 및 채굴을 포함한 산지와 벽지 등에 전력 공급을 하는 잠재력을 보유함.
 - 영국과 미국에서 대체로 용량이 큰 SMR 설계를 진행 중이며, 캐나다, 인도 등에서 초소형 SMR을 연구 중임.
- 대형 원자로 개발의 경우 안전, 경제성 및 지속 가능성을 개선하기 위해 3세대+ 및 4세대 원자로를 포함한 대형원전을 강화 중임.
 - 중국, 일본, 한국에서는 중형 원자로를 중심으로 기술개발 중임.
 - 4세대 원자로는 기존 원전에서 지속 가능성, 경제성, 안전성을 개선하는 것을 목표로 함. 수냉식, 가스냉각식, 액체금속냉각식, 용융염냉각식 원자로 등 다양한 설계가 개발 중임.
 - 미국은 2021년 제정된 인프라 투자 및 일자리 법(IIJA; Infrastructure Investment & Jobs Act)에 따라 에너지부(DOE)의 선진 원자로 실증 프로그램을 통해 원전 개발을 지원하고, EU는 2024년 탄소중립산업법에 선진 원자로를 포함함.
 - 중국은 실험고속로(CEFR, China Experimental Fast Reactor)와 고온가스냉각로(HTR-PM) 실증 프로젝트를 구축해, 소듐냉각고속로(SFR) 실증 프로젝트를 승인했으며, 러시아는 선진 기술 기반의 고속로 개발을 추진 중임.

- 디지털화와 AI 붐에 따른 데이터센터 전력 수요는 빠르게 증가할 것으로 예상됨.
 - 현재까지 데이터센터 부문에 전력을 공급하기 위해 최대 25GW의 SMR건설 계획이 발표되었고, 대부분 미국에서 이뤄짐.
- 한편, SMR은 기존 석탄·가스발전소의 용도를 변경해 건설하는 것이 유용함.
 - DOE의 연구에 따르면 기존 석탄발전의 원전 대체 시 건설비용을 최대 35% 절감할 수 있고, 300개 이상의 석탄발전소가 원전 대체에 적합한 것으로 알려졌다.
 - SMR로 대체 시 발전량이 기존 석탄·가스 발전소와 유사하다는 점과 계통 연계 및 기존 인프라 활용 면에서 유용함.

■ 원전 재활성화의 원동력 3: 일부 국가에서는 영구정지 원전의 재가동 논의가 진행 중

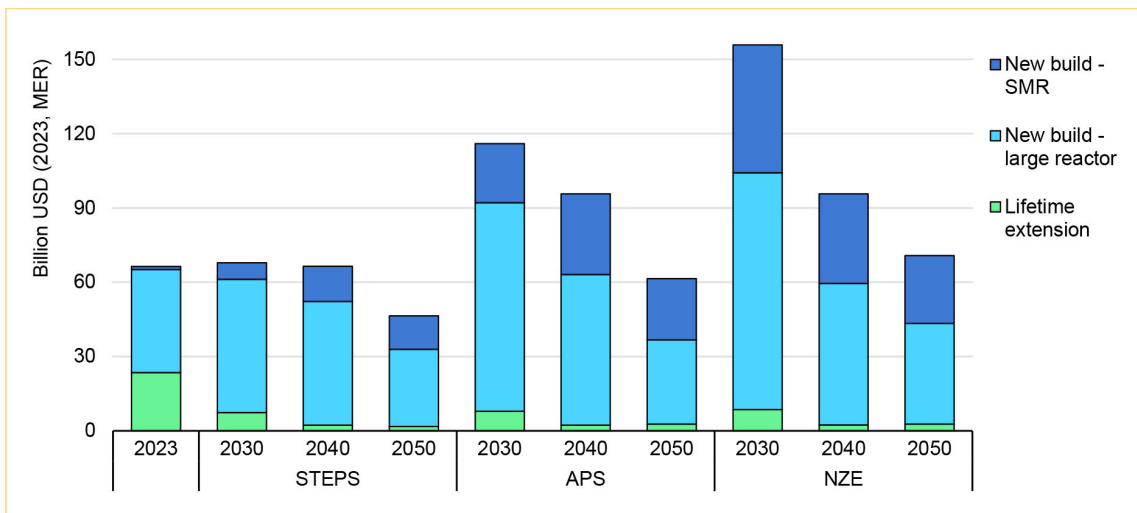
- 미국에서는 데이터센터 전력 수요 증가에 대응하기 위해 해체된 원전 재가동 계획이 발표되었고, 독일에서도 최근 영구 정지된 원전의 재가동 방안이 논의되고 있음.
- 재가동을 위해서는 기술적 상태 평가, 유지보수, 규제 준수 등이 필수적인데, 정치적 또는 시장 관련 이유로 가동을 중단한 후 유지 보수가 부족할 경우 재가동에 기술적 난관과 비용이 수반될 수 있음.
- 냉각 시스템, 배선 등 핵심 부품은 부식 가능성으로 교체가 필요하고, 규제 당국의 승인을 받아야 함. 또한 숙련된 인력 확보와 훈련, 지역 사회와의 소통이 중요함. 주민과 신뢰를 구축하고 안전성을 강조하는 투명한 소통은 필수임.
- 일본은 안전성을 극대화하고 에너지 안보를 보장하며 환경 목표를 달성하기 위해 점진적으로 원전을 재가동 중임. 일본의 사례는 재가동과 관련해 이러한 도전을 해결하기 위한 효과적인 접근법을 보여주며, 다른 국가에 중요한 시사점을 제공함.
 - 일본은 후쿠시마 사고 이후 54기 중 일부는 영구정지하고 33기가 운영 가능하며 이 중 14기를 재가동함. 엄격한 안전 관리 지침을 적용한 선진 사례를 제시함.
- 원전 재가동 여부는 국가별 에너지 수요와 정책적, 경제적 상황에 따라 다를 수 있음.
 - 미국에서는 에너지 수요를 충족하고 기존 인프라를 활용하기 위해 2025년까지 2022년에 영구정지한 850MW Palisades 원전을 포함하여 3개의 원전 재가동을 계획하고 있으며, 정부 차원(미 에너지부의 15억 달러 대출)의 재정 지원도 확보됨.
 - NextEra Energy는 데이터 센터의 전력 수요 증가에 대응하기 위해 Duane Arnold 원전의 재가동을 고려중임.
 - 독일에서는 최근 폐쇄된 원전 재가동에 대한 기술적·경제적 검토 요구가 제기되었으나, 원전 운영사인 E.ON은 경제성이 부족하다고 밝힘.

3 원전 투자 전망

■ (전 세계 투자) IEA의 세계 에너지 전망 2024에 제시된 세 가지 시나리오 모두에서 원전 부문에 대한 전 세계 투자와 설비용량이 증가함.

- 현 정책 시나리오(Stated Policies Scenario, STEPS)에서 투자액은 2023년 약 650억 달러에서 2030년 약 700억 달러로 소폭 증가함.
 - 2030년 투자의 약 80%는 신규 대형원전 건설에, 10%는 SMR 건설에, 나머지 10%는 계속 운전 및 출력증강에 사용되며, 2030년 이후에는 중국의 신규 건설 감소와 전반적인 비용 하락 때문에 다소 감소하여 2050년에 450억 달러에 불과할 것으로 보임.
- 공약 달성 시나리오(Announced Pledges Scenario, APS)에서는 투자가 2030년에 두 배 가까이 증가하여 약 1.2천억 달러에 이르며, 이 중 SMR에 2.5백억 달러가 할당됨.
 - 2040년 이후에는 전체 투자의 3분의 1 이상이 SMR에 투자되며, 이후 비용 절감 및 전력 부문 탈탄소화 심화로 2050년에는 약 600억 달러에 그침.
- 2050 탄소중립 시나리오(Net Zero Emissions by 2050 Scenario, NZE)에서는 2030년에 1,550억 달러 기록 후 2050년에 약 700억 달러로 감소함.

그림 1 시나리오별·유형별 전 세계 원전 투자 전망(2023~2050년, 2023년 달러 환산)



자료: IEA, The Path to a New Era for Nuclear Energy, 2025, p. 45.

- 2050년까지의 누적 투자액은 STEPS 1.7조 달러, APS 2.5조 달러, NZE 2.9조 달러에 달할 것으로 예상됨.

- 원전 설비용량은 2023년 말 416GW에서 STEPS에서는 2050년 650GW, APS에서는 870GW, NZE에서는 1,000GW를 초과함.
- 대형원전이 신규 설비용량 대부분을 차지하며, APS에서는 2024년부터 2050년까지 500GW 이상의 원전이 건설될 것으로 예상됨.

■ (SMR 투자) SMR은 향후 25년 동안 투자 비중이 확대될 것으로 예상됨.

- APS에서는 2050년까지 설비용량 증가분의 약 20%에 해당하는 SMR 1,000기 이상(총 120GW)이 도입되며, NZE에서는 2050년까지 거의 200GW, 즉 1,500기 이상이 도입될 것으로 예상됨.
- 반면, STEP에서는 기술개발 비용 증가로 도입이 더뎠어 2050년 40GW에 불과함.
- SMR 도입비용은 2030년경 최초 SMR의 건설단가가 대형원전의 두 배에 달하며, on-time, on-budget일 경우 선진국에서는 약 10,000달러/kW, 중국과 인도에서는 6,000달러/kW 미만이 될 것으로 가정함.
- APS에서 SMR 비용은 2030년대에 크게 하락하여 2040년대에는 5,000달러/kW 미만으로 대형원전과 동등한 수준에 도달할 것으로 예상됨.
- APS 및 NZE에서 2050년 미국과 유럽의 SMR 비용은 최초호기의 절반 이하이지만, 여전히 주요 SMR 개발업체의 목표보다 높은 수준임.
- APS에 추가로 높은 보급 시나리오를 가정할 경우에는 2040년까지 중국에서 2,500달러/kW, 미국과 유럽에서 4,500달러/kW로 APS보다 약 25% 하락할 것으로 분석됨.

■ (지역별 전망) 2050년까지 원전 설비 증가분의 대부분을 중국이 차지함.

- 선진국에서는 원전 노후화와 제한된 신규 건설로 2030년까지는 설비용량이 대체로 현 수준을 유지하나, 2050년까지 2023년 대비 APS 40%, NZE 60% 증가가 전망됨.
- 중국은 2030년대에 미국을 제치고 세계 최대 원전 운영국이 될 전망으로, 2050년까지 중국의 원전 설비용량은 2023년 57GW에서 STEPS 190GW, APS 280GW, NZE 320GW로 증가할 것으로 예상됨.
- 기타 신흥 개발도상국의 원전 설비용량은 2035년 이후 증가하기 시작하여 2050년 전 세계 원전의 약 4분의 1을 차지할 것으로 예상됨.
- 선진국 투자는 2023년 350억 달러에서 STEPS에서는 2030년까지 감소하나, APS 및 NZE에서는 신규 건설이 계속 운전에 대한 지출 감소를 상쇄함.
- 중국의 투자는 2023년 150억 달러에서 APS에서는 2030년 약 400억 달러(SMR이 약 20% 차지)에 달하나, 2040년에는 설비용량이 240GW에 달하면서 투자는 둔화됨.

- 중국 외 기타 신흥 개발도상국은 2023년 150억 달러에서 APS에서는 2030년 두 배로 증가하여 300억 달러를 상회하나, 이후 다른 지역과 마찬가지로 투자가 둔화하여 2050년 약 100억 달러로 전망됨.

4 원전 시장 전망

■ (발전단가) 발전단가(LCOE) 전망은 정책 지원 수준과 보급률에 따라 상이

- 신규 대형원전의 경우, 2040년 APS에서 중국의 LCOE는 50~70달러/MWh, 미국은 60~100달러/MWh, 유럽은 75~110달러/MWh로 전망
 - SMR의 LCOE는 2040년 APS에서 대형원전과 동일한 이용률 가정 시 중국 85달러/MWh, 미국 110달러/MWh, 유럽 130달러/MWh로 전망
- APS에서 2040년 원전의 LCOE는 중국의 수력이나 미국·유럽의 바이오에너지 등의 저탄소 급전가능 전원보다 경쟁력이 높음.
 - APS에서 원전의 LCOE는 2040년 중국의 석탄화력이나 미국·유럽의 가스화력 LCOE와 비교해서도 경쟁력이 있음.
- 전력량, 용량, 유연성 등을 고려한 VALCOE(Value-adjusted LCOE)를 보면, 자금조달비용이 낮을 경우 2040년 APS에서 중국 및 유럽의 대형원전과 SMR이 저장장치가 없는 유틸리티 규모(Utility-scale) 태양광 발전과 비교하여 경쟁력 있음.

■ (시장 점유율) 원전시장 주도권은 미국, 프랑스, 영국의 신규 건설과 SMR 개발·도입에 힘입어 선진국으로 이동할 가능성이 있음.

- 대형원전 건설 착공 비중은 선진국에서 가장 많이 증가하여 선진국이 2030년대 원전 시장 점유율의 절반 이상을 차지할 것으로 예상되며, 유럽과 미국의 대형원전 기술 점유율도 2030년대 약 45%까지 상승할 전망
 - 미국은 2024~2030년 25GW 이상의 건설 및 2030년대 추가 30GW 건설 시 APS에서 2040년까지 원전시장의 약 20% 점유 가능
 - 유럽도 프랑스의 유럽형 가압경수로(EPR) 건설 계획에 힘입어 2030년 이후 원전 건설이 급증할 것으로 예상되며, APS에서 25%의 시장 점유율을 확보할 것으로 전망
 - 한국과 일본 등 다른 선진국에서도 2035년 이후 원전 건설이 증가할 전망
- 중국은 원전 건설이 2030년대 정점 도달 후 감소하여 2040년 점유율 하락할 전망

- 인도와 중동 등의 신흥 개발도상국에서 2030년대 초반 신규 건설이 증가하는 영향으로 러시아 설계의 시장 점유율이 하락할 것으로 보이지만, 러시아의 국내 및 해외 원전 건설 활동은 여전히 활발할 것으로 예상됨.

- SMR은 APS에서 2025~2040년 선진국이 60% 이상을 차지하며 시장을 선도할 전망
- 미국은 동 기간에 SMR 시장의 3분의 1 이상을 차지하여 선진국 시장 성장을 주도하며, 유럽은 프랑스와 영국이 주도하며 전 세계 SMR 시장의 15%를 차지할 것으로 예상
- 중국은 주로 국내 수요에 초점을 맞추고 있지만 다른 신흥 개발도상국으로의 원전 수출을 통해 2040년 전 세계 SMR 시장의 25%를 점유할 전망
- 러시아의 점유율도 상당하며, 나머지 10%는 캐나다와 인도 등이 차지

■ (SMR 전망) SMR의 개발이 성공적일 경우, 2024~2050년 SMR 시장은 총 6.7천억 달러 규모로서, APS에서는 30개국 이상에서 1,000기 이상, 설비용량이 120GW에 달할 것으로 전망

- APS 에서 SMR 투자는 현재 50억 달러 미만에서 2030년까지 250억 달러로 급증하고, 2040년 350억 달러에 이른 후 둔화될 전망
- SMR은 2050년까지 누적 용량 기준으로 중국, 미국, 유럽연합, 인도, 영국 순으로 선도를 것으로 예상되며, 이들이 2050년 SMR 용량의 약 80% 차지
- 중국은 APS에서 2050년까지 SMR 총 설비용량이 약 35GW에 달할 전망
- 미국은 초도호기가 2030년대 초에 가동될 전망으로, APS에서 2050년까지 총 설비용량이 30GW로 급격히 증가할 것으로 예상되며, 2030년대에는 원전 용량 증가분의 거의 절반이 SMR일 것으로 예상
- 유럽은 SMR 산업 연합의 지원 하에 2030년대부터 도입을 추진하는 것을 목표로 하는데, 프랑스(2050년까지 최대 4GW), 체코(2050년까지 최대 3GW), 핀란드(열 및 전기용 SMR 10~20기 고려)를 비롯해 스웨덴, 슬로바키아, 폴란드, 헝가리, 네덜란드, 루마니아 등이 계획 또는 관심이 있으며, 총 설비용량은 2050년에 약 15GW로 증가할 전망
- 인도도 2030년대 초반까지 SMR을 개발 및 배치할 계획으로, 철강부문의 탈탄소화 및 석탄화력 대체를 중심으로 2050년 APS에서 8GW 전망
- 영국은 2050년까지 대형원전과 혼합하여 24GW의 원전 설비용량을 목표로 하며, 2030년대 초까지 롤스로이스 470MW의 SMR 초도호기 가동을 목표

■ (공급망·인력·안전) 효율적이고 다각화된 공급망 구축과 인력 관련 사전 계획과 대비가 필요

- 특히 우라늄 생산 및 농축 공급망의 경쟁력을 향상시켜야 하며, 연료 공급망 다변화와 함께 차세대 연료와 HALEU 기반 연료 개발이 필요함.

- 2022년 기준으로 주요 우라늄 생산국은 카자흐스탄(43%), 캐나다(15%), 나미비아(11%), 호주(9%) 등이며, 전 세계 농축 우라늄 생산은 Rosatom(40%), Urenco(33%), CNNC(15%), Orano(12%)가 점유 중임.
- 전 세계 원전 산업 전문 인력은 총 110만 명으로 추산되나, 선진국의 경우 기존 인력 상당수가 향후 몇 년 이내에 퇴직함에 따라 전문 인력 부족 문제가 대두
- 우라늄 추출, 방사성폐기물 관리 등 연료 주기 전반에 안전 시스템 보장이 필요함.
- 원전 해체는 방사성폐기물을 안전하게 관리하는 데 중요한 고려 사항임.
 - 2023년 말 기준 전 세계적으로 210기의 원자로가 가동 중단(3분의 2 이상이 미국, 영국, 독일, 프랑스 등에 집중)되었으며, 이 중 23개는 해체됨.
 - 원전 해체 비용은 총투자비용의 약 15%로 추정되며, 대부분 국가에서 운영 중 해체 자금 마련을 법적으로 요구하고 규제 당국이 승인을 총괄함.

5 원전 건설 자금 조달

■ (원전 건설 특징) 원전 건설은 높은 수준의 초기 투자비와 긴 건설 기간이 요구됨.

- 다른 인프라는 민간 부문이나 공공-민간 파트너십으로 자금 조달이 가능하나, 원전 건설은 민간 투자의 영역을 넘어서 정부의 재정적 및 정책적 지원이 필요함.
 - 원전 프로젝트의 경우 건설 후 20년 후에야 안정적인 현금 흐름 창출이 가능해 정부의 확고한 지원 및 안정적인 전력구매계약이 필수임.
- 원전 건설 리스크는 기술적 요구 사항 및 안전 기준 등과 관련한 복잡성과 규제 기관의 법적 요구사항 충족으로 인해 자금 조달에 걸림돌이 됨.
 - 원전은 건설 및 설계 단계의 불확실성과 비용 초과 및 건설 지연 가능성 때문에 표준화된 설계와 공급망을 바탕으로 한 리스크 관리가 필요하며, 정부 지원 및 리스크 분담을 통해 추가 비용 경감의 필요성이 있음.

■ (투자 주체) 원활한 원전 프로젝트 자금 조달을 위해 민간 자본 유치가 필수임.

- 대형원전은 초기 투자비용이 100억 달러 이상에 달해 정부의 지원 없이는 건설이 어려우나, 투자 규모의 방대함과 공공예산의 제약 등으로 인해 향후 수십 년간 원전 설비용량 확대는 민간 자본 확보 여부에 달려있음.
- 민간 참여 시 착공 전에 점진적으로 소유권을 민간으로 이전하는 조건과 시기에 대해

합의하는 것이 중요하며, 그래야만 정부가 건설 리스크에 대한 책임을 지는 동안에도 민간 투자자가 프로젝트 참여 의지를 가질 수 있음.

- IEA에 따르면 민간 금융기관은 원전 금융지원에 중립 또는 긍정적이며, 자금 조달 시 정부의 지원을 중요한 요소로 보고 다음의 세 가지 주요 요인을 고려함.
 - 프로젝트 지연 및 비용 초과 리스크: 예상 수익성을 불확실하게 만들기 때문에 민간 자본 참여를 어렵게 하는 가장 큰 제약 요인임.
 - 기술 신뢰성과 정책 안정성: 프로젝트 수행 실적은 중요한 평가 기준이 되며, 원전 프로젝트 지원 시 국가 정책과 규제 일관성이 필수적인 요인으로 작용함.
 - 원전 수용성: 정치적 여론 등에 영향을 받으므로 대중의 의견과 정부의 정책 변화 고려가 필요함.
- 원전 금융지원 리스크 완화를 위한 두 가지 전략이 필요함.
 - 민간 금융기관이 감당하기 어려운 주요 리스크 또는 장기적인 리스크를 정부가 부담하는 상호 보완적인 리스크 분담이 필요함.
 - 다수의 금융 기관 간 수평적 리스크 분산을 통해 진입 장벽 완화와 참여 확대가 필요함.

■ (자금조달 경로) 원전 투자자금 조달이 용이한 자본시장 마련이 필요함.

- 대체로 가격이나 수익을 보장하는 메커니즘과 디리스팅 메커니즘이 병용됨.
 - 현금유입 측면에서는 PPA(Power Purchase Agreement)¹⁾, CfD(Contract for Difference)²⁾, RAB(Regulated Asset Base)³⁾와 같이 가격이나 수익을 보장하는 메커니즘이 도입됨.
 - 현금유출 측면에서는 ECA(수출신용기관)가 해외 사업에 참여하고 있는 기업에 대출이나, 보증, 보험 등을 제공함으로써 리스크를 관리 및 이전하는 역할을 수행함.
- 공적 자금조달에는 한계가 존재하므로 민간 투자 활성화 방안이 고려되어야 하는데, 신규 원전 사업의 자금조달 경로는 다음 두 단계로 구분됨.
 - 1단계: 정부는 향후 10년 혹은 15년을 원전 건설 집중 기간으로 지정하고 CfD, RAB와 같은 메커니즘을 통해 적기에 완공될 수 있도록 재정적으로 지원해야 함. 기술 개발에 우선순위를 두는 것 또한 필요함. ECA를 활용한 리스크 분담 메커니즘을 도입하는 등 수평적 리스크 분담의 범위를 넓히는 데 주의를 기울여야 함.
 - 2단계: 1단계의 프로젝트를 적기에, 예산에 맞춰 수행하면서 얻은 신뢰를 바탕으로 민간

1) 발전사와 전력 사용자가 동의된 기간 및 가격으로 장기간 거래하는 계약을 의미함.

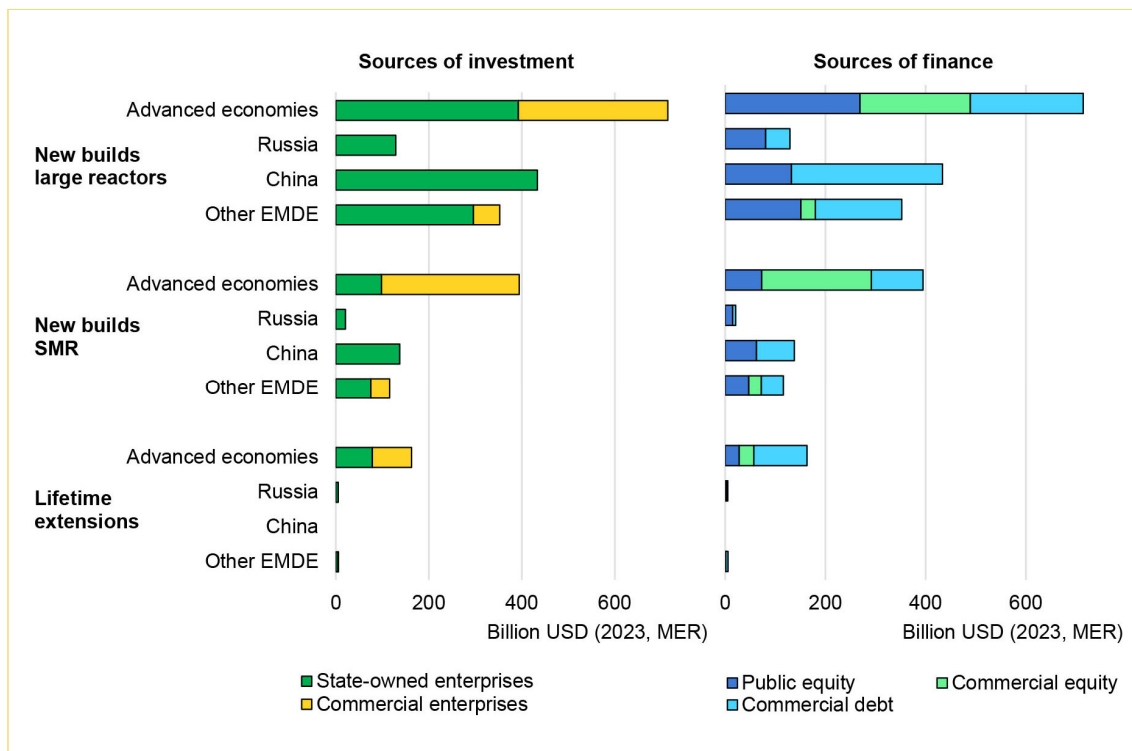
2) 도매 전력가격이 계약 가격 이하로 떨어질 경우 정부가 차액을 보상하는 방식임.

3) CfD에서 파생되어 수익 보장과 디리스팅 메커니즘이 결합된 방식임.

투자가 활성화될 것으로 예상됨. 다양하고 더 많은 참여자가 자본시장에 진입함에 따라 마일스톤 기반의 단기 자금조달이나 리파이낸싱과 같이 자금조달 방식이 다양해짐. 채권, PF, 정부 보증제도, 수출신용보증 제도, 다자간개발은행 대출과 같은 민간 부채금융 방식으로 민간 투자가 진행될 것으로 예상됨.

- 긴 리드타임과 높은 리스크로 인해 지분금융에 대한 의존도가 증가할 수 있으며, 이는 자본비용의 상승을 야기할 수 있음. 또한, 정부 지원 사업에 대한 시중은행의 긍정적 인식 및 평가로 인해 부채금융 또한 증가할 것으로 예상됨.
 - 2024~2037년 동안은 여전히 공기업의 비중이 클 것으로 예상되며, 이는 개발도상국 내 투자 증가가 주요 원인임.
 - 2038~2050년 기간에는 개발도상국보다는 선진국에서 투자가 활발히 이루어지면서 민간 부채금융과 지분금융의 비중이 증가할 것으로 예상되므로 공공자금과 민간 자금의 균형 잡힌 자금 조달이 중요함.
 - 다자개발은행(MDB) 또한 개발도상국의 SMR과 같은 신규 원전 사업의 자금을 조달하는데 도움을 줄 수 있으나, 큰 규모의 자금을 기대하기는 어려울 것으로 보임.
- 최근 원전 지원 정책의 도입에 따라 녹색채권과 전환채권과 같은 탄소중립과 관련된 금융상품으로 채권자본시장에서 자금을 조달하는 경우가 증가함.
 - EU에서 2022년 원전이 지속가능한 경제활동 분류체계에 포함된 이후, 원전 사업자가 기존 혹은 신규 사업에 필요한 자금을 조달하고 리파이낸싱하는 데 녹색채권 혹은 전환채권을 발행할 수 있게 됨.
 - 프랑스 EDF, 캐나다 Bruce Power, Ontario Power Generation, 미국의 Constellation의 녹색 채권, 그리고 일본의 전환채권과 같이 다른 지역에서도 비슷한 움직임을 보이고 있는데, 채권으로 형성된 자본은 주로 기존 원전의 유지·보수에 사용될 예정임.
- SMR이 대체로 20억 달러 이하의 소규모 사업으로 민간 투자자에게 더욱 매력적이기 때문에 원전 분야에 민간 투자가 활성화될 것으로 예상됨.
 - 소규모일수록 적은 금융기관이 참여하기 때문에 자금조달 과정이 간소화됨.
 - 또한, 설계 표준화를 통해 SMR의 발전단가가 기존 대형원전과 비슷한 수준으로 낮아진다면, 기존에 20~30년이었던 투자회수기간이 10년으로 줄어들 수 있음.
 - 동적 리파이낸싱이 예상되는 계약에서 정부 또는 공공 기관이 프로젝트 소유권 지분을 점진적으로 민간 부문으로 이전하며, 이는 인수인계가 완료되는 시운전 날짜까지 이루어짐.

그림 2 APS에서 지역별·조달방식별 원전 누적 투자 전망(2024~2050년, 2023년 달러 환산)



자료: IEA, The Path to a New Era for Nuclear Energy, 2025, p. 90.

주요단신

North and South America

북·남미



■ 미국 Trump 대통령, 우라늄 등 핵심광물 생산 확대 위한 행정명령 서명

U.S. Energy Information Administration 2025.03.13., The White House 2025.03.20., Ux Weekly 2025.03.24.

■ 2025년 3월 20일 미국 Trump 대통령은 우라늄, 구리, 칼륨, 그리고 잠재적으로 석탄을 포함한 핵심 광물의 생산 확대를 위한 행정명령(executive order)에 서명함.

- 행정명령에는 광물 생산 프로젝트 허가를 담당하는 각 행정 부처와 기관장이 국가에너지 지배위원회(National Energy Dominance Council, NEDC) 의장에게 운영 계획, 허가 신청서 또는 기타 승인을 위한 모든 광물 생산 프로젝트 목록 제출 의무가 포함됨.
 - 이를 바탕으로 행정 부처와 기관은 즉각적으로 승인하거나 허가를 즉시 발급할 수 있는 우선순위 프로젝트를 식별하고자 함.
 - 이번 행정명령은 서명 후 10일에서 45일 이내에 다양한 조치를 할 것을 요구함.
- 백악관 보도자료(fact sheet)에 따르면 Trump 대통령은 국방물자생산법(Defense Production Act, DPA)을 활용해 핵심 광물 생산을 촉진할 계획임.
 - 이번 명령에는 군사시설에서의 광물 프로젝트를 위한 임대 계약 체결 기반 마련과 함께 미국 내 핵심 광물 생산 관련 프로젝트 용자·자본지원·기술지원·운영자금 제공 등을 포함함.
 - 또한 Trump 대통령은 미 국제개발금융공사(U.S. International Development Finance Corporation)의 수장이 미 국방부 장관 및 기타 기관장과 협의해 DPA 하의 대출 권한을 활용한 광물 생산을 지원할 수 있도록 승인함.
- 한편, 2025년 3월 미 에너지정보청(EIA)이 발표한 분기별 국내 우라늄 생산 보고서(Domestic Uranium Production Report-Quarterly)에 따르면 2024년 4분기 미국 정광 우라늄(U_3O_8) 생산량은 37만 5,401파운드를 기록했는데, 이는 3분기 생산량인 12만 1,296파운드 대비 약 3배 증가한 수치임.

■ 미 NRC, Oconee 원전 2차 계속운전 승인

U.S. NRC 2025.03.25., PR Newswire 2025.03.31., Duke Energy 2025.03.31., Nuclear Newswire 2025.04.02.

■ 2025년 3월 31일 미 원자력규제위원회(NRC)는 South Carolina 주 Seneca에 위치한 Oconee 원전(총 2,682MW, PWR 3기)의 2차 계속운전을 승인함.

- Oconee 원전의 2차 계속운전 승인으로 1호기는 2053년 2월 6일, 2호기는 2053년 10월 6일, 3호기는 2054년 7월 19일까지 운영이 가능함.
 - 해당 원전의 1차 계속운전 허가 만료일은 각각 2033년 2월 6일, 2033년 10월 6일, 2034년 7월 19일임.
 - Oconee 1호기는 1973년 7월 15일, 2호기는 1974년 9월 9일, 3호기는 1974년 12월 16일에 상업운전을 시작함.
- Duke Energy에 따르면 Oconee 원전은 자사가 North · South Carolina에서 운영 중인 총 11기의 원자로 중 최초로 2차 계속운전 운영 인허가를 받음.
 - Duke Energy는 2025년 4월 South Carolina 주 Hartsville에 있는 Robinson 원전(780MW, PWR)의 1차 계속운전 신청서를 NRC에 제출할 예정이라고 덧붙임.
- 한편, 현재 미국 내 2차 계속운전 승인을 받은 원전은 총 9기(North Anna 1 · 2호기, Turkey Point 3 · 4호기, Peach Bottom 2 · 3호기, Surry 1 · 2호기, Monticello 1호기)임.
 - 2차 계속운전 허가를 신청한 원전은 총 10기(Point Beach 1 · 2호기, St. Lucie 1 · 2호기, Summer 1호기, Browns Ferry 1 · 2 · 3호기, Dresden 2 · 3호기)임.

■ 미 에너지부, Palisades 원전 재가동 위한 두 번째 대출금 820억 원 지급

Reuters 2024.10.01., Energy.Gov. 2025.03.17., Power Magazine 2025.03.17., Nucnet 2025.03.18., Nuclear Newswire 2025.03.19., Ux Weekly 2025.03.24.

■ 2025년 3월 17일 미 에너지부 Chris Wright 장관은 Holtec에 2022년 5월 조기 폐쇄된 Michigan 주의 Palisades 원전(850MW, PWR) 재가동을 위한 두 번째 대출 분할 지원금인 약 5,700만 달러(약 820억 원)⁴⁾를 지급했다고 발표함.

- 미 에너지부에 따르면 이번 자금 지원은 2024년 9월 미 에너지부 대출 프로그램 사무국(Loan Programs Office, LPO)이 Holtec에 최대 15억 2천만 달러(약 2조 원) 규모의

4) 북남미 단신 기사 내용 모두 2025년 4월 4일 환율 기준 적용(1달러=1,467원, 1헤알=260원)

대출 보증 발행을 한 데 따른 두 번째 지급분으로, Palisades 원전 재가동과 미 원자력 규제위원회(NRC)의 규제 준수 비용으로 사용됨.

- 2024년 9월에 승인된 대출 보증은 2022년 8월 Biden 전 대통령이 서명한 인플레이션 감축법안(IRA)에 근거하며 LPO가 원전 재가동 프로젝트에 재정적 지원을 제공함.
- 2025년 1월 LPO는 첫 번째 대출 지원금 약 3,800만 달러(약 546억 원)를 Holtec에 지급함.
- Wright 장관은 이번 조치가 Trump 대통령의 미국 내 에너지 생산 증가와 안보 강화 및 미국 국민의 비용 절감을 위한 목표 실현을 위한 것으로, 미국이 에너지 강국으로서의 입지 확보를 위해서는 저렴하고 신뢰할 수 있으며 안전한 에너지원인 원자력을 활용하는 것이 필요하다고 밝힘.
- Holtec은 미 에너지부의 이번 지원과 관련해 긍정적인 입장을 표명하면서, 2025년 말 까지 Palisades 원전을 재가동하여 약 800MW의 기저부하 전력 생산을 목표하고 있다고 언급함.
 - Holtec의 Patrick O'Brien 대변인에 따르면 Palisades 원전은 2022년부터 가동이 중단 되어 추가적인 보완 작업이 필요한 상태이며, NRC가 2024년 10월 실시한 예비 점검 결과에서 증기발생기 튜브에 추가적인 분석 또는 수리가 필요한 이상 징후가 다수 발견되어 정밀 점검이 요구되는 상황임.
- 한편 2023년 10월 Holtec은 Palisades 원전의 재가동을 위한 재정 지원을 미 에너지부에 요청하면서 NRC에 인허가 절차를 공식적으로 시작하기 위한 서류를 제출했으며, Palisades 원전을 최소 2051년까지 운영할 수 있도록 2차 계속운전 신청을 진행 중임.
 - 2024년 4월 Holtec은 NRC에 Palisades 원전의 2차 계속운전을 위한 의향서(Notice of Intent)를 제출하면서 2026년 3월 24일까지 2차 계속운전 신청서를 제출할 계획이라고 밝힘.
 - Palisades 원전의 1차 계속운전 운영허가는 2031년 3월 24일에 만료될 예정임.

■ 미 에너지부, SMR 초기 보급 지원 위한 1조 원 규모 자금 지원 재공고

Energy.Gov. 2025.03.24, World Nuclear News 2025.03.25., Nucnet 2025.03.25., Power Magazine 2025.03.26.

- 2025년 3월 24일 미 에너지부는 미국의 에너지와 AI 기술력 강화 및 Trump 대통령의 정책 기조에 맞춰 Generation III+ SMR 기술을 미국 내 초기 보급하기 위해 지원하는 9억 달러(약 1조 원) 규모의 자금 지원 공고를 재발표함.

- 이번 발표와 관련해 미 에너지부 Chris Wright 장관은 풍부하고 저렴한 에너지는 미국의 경제 번영과 안보의 핵심이라고 강조하면서, 이번 공고가 선진 원자로를 보급해 전력망에 더 많은 에너지를 공급하고자 하는 선도 기업들의 지원을 촉구하는 것이라고 밝힘.
 - 미 에너지부에 따르면 이번 공고의 심사와 선정은 전적으로 기술적 우수성에 중점을 두고 평가할 것임.
 - 2024년 10월 미 에너지부는 SMR 초기 보급 지원을 위해 9억 달러(약 1조 원) 규모의 자금 지원 신청 공고를 한 차례 발표한 바 있음.
- 재공고와 관련해서 2024년 Biden 행정부 하에 발행된 기존 공고에 신청한 업체들은 이번 새로운 지침에 따라 제안서를 다시 제출해야 심사 대상이 됨.
 - 제안서는 2025년 4월 23일까지 제출해야 함.

■ 미국 Dow·X-energy, Texas 주 부지에 Xe-100 건설허가 신청

World Nuclear News 2025.03.31., PR Newswire 2025.03.31., Nucnet 2025.04.01.

- 2025년 3월 31일 미국 화학기업 Dow와 X-energy는 미 원자력규제위원회(NRC)에 Texas 주에 있는 Dow의 UCC Seadrift Operations 부지에서 고온가스로 Xe-100(80MW) 4기 건설 프로젝트 추진을 목표로 건설허가 신청서를 제출함.
 - Dow와 X-energy가 공동으로 추진 중인 프로젝트는 약 30에이커 부지에서 총 320MWe의 전력을 공급하게 되며, 원자로 1기당 200MWth의 열 출력을 제공해 전력망 기저부하 전력 공급과 함께 산업응용을 위한 고압과 고온의 증기 공급을 지원함.
 - 양사는 2018년 이후 NRC와 사전 협의를 바탕으로 Xe-100 안전성 입증을 위한 선진연료 설계 · 수동 안전장치 · 최신 분석 기법 등을 개발해 옴.
 - 2023년 3월 Dow는 X-energy와 협력하여 Gulf Coast에 있는 부지 한 곳에서 Xe-100 4기의 공동 개발 및 실증을 위한 공동개발 협약(Join Development Agreement)을 체결했으며, 이후 같은 해 5월 양사는 Xe-100 4기 건설을 위해 UCC Seadrift Operations 부지를 최종 선정함.
 - 해당 프로젝트는 Dow의 완전 자회사인 Long Mott Energy LLC를 통해 개발 중임.
 - Dow는 인허가 절차가 최대 30개월 소요될 수 있으며, 자사의 재정적 수익 목표 달성을 전제로 프로젝트 추진 가능성을 확정하면 건설이 시작될 수 있다고 밝힘.
 - X-energy는 Xe-100 건설 프로젝트가 2020년대 후반에 시작될 수 있으며, 2030년에서 2035년 사이에 건설을 마무리하고 실증로를 가동할 수 있다고 언급함.

- 한편 Dow에 따르면 Seadrift 생산 시설은 Dow의 Texas 주 두 번째로 큰 시설(약 4,700에이커)로 1954년에 가동을 시작했으며, 4기의 Xe-100 건설 완료 시 해당 시설은 북미에서 최초로 산업 현장에 공급될 전력망 규모의 선진 원자로가 될 것임.

■ 미국 Oklo, 미 NRC와 Aurora 원자로 인허가 위한 사전 신청 절차 착수

Oklo 2025.03.24., World Nuclear News 2025.03.24., Nucnet 2025.03.28., Ux Weekly 2025.03.31.

- 2025년 3월 24일 미국 MMR 개발사 Oklo는 2027년 말 또는 2028년 초에 Idaho 국립연구소에 자사가 개발 중인 Aurora 원자로의 첫 상업용 보급을 목표로 미 원자력규제위원회(NRC)와 사전 신청 준비 평가(Pre-Application Readiness Assessment) 절차에 착수한다고 발표함.

- Oklo는 2025년 말에 제출 예정인 Aurora 건설 및 운영을 위한 복합인허가 신청서 (Combined License Application, COLA)를 목표로 사전 신청 절차의 일환인 준비 평가를 2025년 3월 말부터 시작할 계획이라고 언급함.
 - Oklo에 따르면 준비 평가를 바탕으로 NRC가 자사의 인허가 자료를 사전에 검토하고 숙지함으로써 양측 모두가 효율적인 심사 절차를 준비할 수 있을 것임.
 - NRC의 선진 원자로 규제 정책에는 신청자가 설계 과정 초기에 NRC와 지속적으로 협의할 것을 권장하고 있으며, 이는 인허가와 규제 절차의 복잡성을 초기에 조율해 절차의 안전성과 예측 가능성을 높이기 위함임.
 - 준비 평가 단계에서는 COLA 1단계 제출에 포함될 부지와 환경 관련 정보를 중점으로 검토를 진행할 계획임.
- 한편, 2025년 3월 25일 Oklo는 대형 데이터 센터 수요처들의 전력 수요 증가에 대응하기 위한 조치로 Aurora 원자로 설계의 계획 설비용량을 기존 50MW에서 75MW로 상향 조정했다고 밝힘.
 - Oklo는 설비용량 확대 결정과 관련해 데이터 센터 발전 방향을 반영한 수요처 중심의 설계 결정으로, 75MW는 데이터 센터 전력 수요 범위를 충족할 수 있는 이상적인 용량이자 연료 효율성을 높일 수 있는 반면에 50MW는 수요보다 작아 확장성 및 유연성이 떨어질 수 있다고 설명함.
 - 또한 Oklo는 단기적인 전력 수요 충족 방안으로 전력 및 백업 솔루션 제공 기업 RPower와 협력 중이며, 이를 바탕으로 전력 수요가 시급한 데이터 센터에 단기적으로 가스 발전 설비 공급이 가능하다고 덧붙임.

- 2020년 3월 11일 Oklo는 NRC에 Aurora의 COLA 신청서를 제출했으나 2022년 1월 6일 NRC는 Oklo가 Aurora 설계의 안전성과 운영 절차에 대한 정보가 부족하다고 판단하여 신청서 심사를 반려함.

기타 단신

■ 미국 Westinghouse, NRC로부터 eVinci 주요설계기준 주제보고서 승인 획득

Westinghouse 2025.03.31.

- 2025년 3월 31일 미국 Westinghouse Electric Company(Westinghouse)는 미 원자력규제 위원회(NRC)로부터 자사가 개발 중인 초소형원자로 eVinci(5MW, Heat Pipe) 설계를 위한 주요설계기준(Principal Design Criteria, PDC) 주제보고서(Topical Report) 승인을 획득했다고 발표함.
- Westinghouse에 따르면 이번 PDC 승인으로 eVinci 원자로를 실제 현장에 보급하고 운영하기까지의 규제 및 인허가 과정이 명확히 설정되어, eVinci 도입을 고려 중인 운영자가 간소화되고 효율적인 인허가 절차를 확보하게 됨.
 - PDC는 원자로 인허가 과정의 핵심 부분으로 원자로 구조물 · 계통 · 구성요소가 각각 어떤 방식으로 작동해야 하는지 구체적인 기준을 제공하며, PDC를 기반으로 설계가 NRC 규정에 명시된 설계 기반과 일치하도록 보장함.

■ 미국 Terrestrial Energy, 기업인수목적회사(SPAC) 통한 상장 추진

GlobeNewswire 2025.03.26., Nucnet 2025.03.27.

- 2025년 3월 26일 미국 SMR 기업 Terrestrial Energy는 자사가 개발 중인 일체형 용융염원자로 (IMSR) 상용화 속도를 높이기 위해 기업인수목적회사(SPAC)인 HCM II Acquisition Corp (HCM II)와 합병을 통한 나스닥(NASDAQ) 상장 계획을 발표함.

- Terrestrial Energy는 North Carolina에 본사를 둔 HCM II와 합병을 통해 약 2억 8,000만 달러(약 4,010억 원)를 조달할 것으로 전망함.
- Terrestrial Energy에 따르면 조달되는 자금은 주당 10달러 기준으로 신규 기관투자자들로부터 5천만 달러(약 716억 원) 규모의 일반주 사모투자(PIPE)와 HCM II의 신탁 제정에 보관 중인 약 2억 3천만 달러(약 3,293억 원)의 현금으로 구성됨.
- Terrestrial Energy에 따르면 이번 거래는 2025년 4분기 내 완료될 예정임.

■ 브라질 국가원자력위원회, 초소형원자로 기술 개발 가능성 검증 착수

World Nuclear News 2025.03.19., Nuclear Engineering International 2025.03.20.

- 2025년 3월 19일 브라질 국가원자력위원회(CNEN)는 자체 기술의 3~5MW급 초소형원자로 개발 가능성 입증을 목표로 3년간의 프로젝트를 시작했다고 발표함.
- 프로젝트는 브라질 과학기술재단(Financiadora de Estudos e Projetos, FINEP)이 승인했으며, 프로젝트의 총예산은 5천만 헤알(약 127억 원)로 이 중 3천만 헤알(약 76억 원)은 FINEP에서 지원됨.
- CNEN은 40피트 컨테이너에 탑재되어 원격 운영과 모니터링이 가능하고 10년 이상 연료 교체가 필요없는 약 3MW 저출력 초소형원자로의 기술 및 지속가능성 타당성 검증을 목표로 하며, 여러 대학과 브라질 해군, 브라질 국방부 산하 국영기업 Amazônia Azul Defense Technologies 등이 참여한다고 밝힘.

주요단신

Europe

유럽



■ 프랑스 원자력정책 최고위원회, EPR2 원전 6기 건설 정부 대출 승인

세계원전시장 인사이트 2024.06.14., World Nuclear News 2025.03.18., Nucnet 2025.03.18.

- 2025년 3월 17일 프랑스 Macron 대통령이 위원장을 맡고 있는 프랑스 원자력정책 최고위원회(Conseil Politique Nucléaire, CPN)는 EDF가 추진 중인 EPR2 원전 6기의 건설비용의 최소 50%를 정부 대출로 충당하는 내용의 기본 협약(framework agreement)을 승인하였다고 밝힘.

※ 프랑스 원자력 정책최고위원회는 총리, 주무장관(에너지, 경제, 연구 등), 대체에너지 및 원자력위원회(CEA), 원자력 안전청(ASN) 대표로 구성됨.

- 이번 협약의 대출 규모에 대한 정보는 알려진 바가 없으며, CPN은 EDF와 협의 후 유럽 위원회에 해당 정부 대출 건 승인을 요청하고 2026년 중반에 최종투자결정을 내릴 계획 이라고 밝힘.
- 프랑스 Macron 대통령에 따르면, 이번 정부 대출 계획은 건설비용 절반 이상을 정부가 지원하는 보조금 대출과 2024년 기준 최대 100유로/MWh의 원자력 발전차액보조계약 (CfD)에 대한 가격 상한선도 포함한다고 밝힘.
- 또한, 프랑스 Macron 대통령은 EDF에 6기 원전 건설 계획 마무리를 촉구하는 동시에 첫 번째 원자로 운영 시기를 3년 연기하여 2038년으로 할 것을 요청함.
 - 2019년 9월 프랑스 정부는 EDF에 Framatome과 공동 개발하고 있는 최신 가압경수로 노형 EPR2 6기 건설 계획안 수립을 요청하였고, 2022년 2월 최대 14기의 EPR2 원전 건설(6기 건설 · 추가 8기 증설 검토) 계획을 발표한 바 있음.
 - EPR2 6기는 Penly, Gravelines, Bugey 부지에 각 2기씩 건설 예정으로 2027년 첫 호기의 콘크리트 타설 작업 착수, 2035~2036년 상업운전 개시를 목표로 하였으며, 총사업비는 당초 517억 유로(약 84조 원⁵⁾)에서 2024년 674억 유로(약 109조 원)로 30% 상향 조정됨.

5) 유럽 단신 기사 내용 모두 2025년 4월 4일 환율 기준 적용 (1유로=1,620원, 1파운드=1,920원)

■ 프랑스 정부, 임기 만료 전 EDF CEO 전격 교체 추진

UxC Weekly 2025.03.24., Nucnet 2025.03.24.

- 2025년 3월 21일 프랑스 대통령실은 공식 성명을 통해 EDF의 Luc Rémont CEO의 7월 임기 만료를 앞두고 신임 CEO로 Framatome CEO인 Bernard Fontana를 지명하였으며, 해당 지명안을 하원 및 상원 의장에게 전달하였다고 밝힘.
 - 이번 조치는 신규 원전 건설 및 EDF의 신규 계약방식 도입 등과 관련하여 수개월 동안 벌어졌던 정부와 Rémont CEO 간의 의견 불일치에 따른 것으로 보도됨.
 - 정부는 Flamanville 원전의 예산 초과 및 건설 지연 등으로 인해 국민 신뢰도가 저하되었으므로 국민들의 동의를 받기 위해서는 최대한 빨리 예산안을 제시해야 한다는 입장이나, EDF는 신규 EPR2 원전 건설에서 자사·정부·채권자 간 비용분담구조가 명확하지 않은 상태에서 정확한 예산을 편성하는 것을 꺼려하는 입장임.
 - 2025년 3월 EDF는 ARENH(Accès Régulé à l'Électricité Nucléaire Historique) 종료를 앞두고 유럽 전역의 대형 산업체와 직접 판매계약을 맺는 CAPN(les Contrats d'allocation de production nucléaire)을 도입하겠다고 밝혔으나, 정부는 EDF가 사기업이 아닌 국민의 것임을 강조하며 프랑스 산업계의 전력수요가 충족되지 않을 것에 대해 우려를 표함.
 - Rémont는 프랑스 언론사 Le Figaro와의 인터뷰를 통하여 비전 및 재정 방향에 있어 프랑스 정부와 EDF의 견해가 일치하지 않는다고 밝힘.
 - Bernard Fontana의 CEO 임명은 프랑스 총리의 추천에 따라 이루어지며 의회에서 고위 공직 임명 절차를 규정한 프랑스 헌법 제13조에 따라 검토한 후 정식 임명될 것임.
 - CEO로 지명된 Bernard Fontana에 대한 청문회는 4월 30일에 진행될 예정임.

■ 스웨덴 정부, 신규 원전 건설에 대한 국가 대출 계획 법안 의회 제출

Reuters 2025.03.27., World Nuclear News 2025.03.28.

- 2025년 3월 27일 스웨덴 정부는 신규 원전 건설을 위한 국가 대출 계획과 발전차액정산계약(CfD)이 포함된 법안을 의회에 제출하였다고 밝힘.
 - 해당 법안은 스웨덴의 신규 원전 투자에 대한 국가 지원의 기본 조건과 형태를 규정함.
 - 정부는 신규 원전의 건설 및 시험 운영, 설계 및 기타 준비 조치 등을 지원할 계획이며, 대출은 대규모 원자로 4기(5,000MW)에 해당하는 금액으로 제한됨.

- 정부는 신규 원자로가 같은 부지에 위치하고 총 300MW 이상인 경우에만 지원받을 수 있으나 특별한 사유가 있는 경우 300MW 미만인 경우에도 지원받을 수 있다고 밝힘.
- 스웨덴 우파 정부는 2045년까지 대형 원전 10기 설비 가동을 목표로 하며, 8월 1일부터 신규 원전 건설을 위한 국가 대출 신청 접수를 개시할 계획이라고 밝힘.

▣ 벨기에 정부와 ENGIE, Tihange 3 및 Doel 4 원전 계속운전 계약 마무리

ENGIE 2025.03.14., UxC Weekly 2025.03.17.

- 2025년 3월 14일 벨기에 원전 운영사 ENGIE는 Tihange 3 및 Doel 4 원전의 10년 계속운전 시행을 위한 계약의 마지막 단계로 벨기에 정부에 핵폐기물에 대한 책임 이양 관련 비용의 첫 번째 분할금을 지불하였으며, 이로써 ENGIE는 벨기에 정부에 모든 핵폐기물에 대한 책임을 이관함에 따라 더 이상 폐기물 처리와 관련 비용에 대한 자사의 책임은 없다고 밝힘.
- Tihange 3호기와 Doel 4호기는 현재 유지 보수 중이며, 두 번째 분할금은 11월 원자로가 재가동될 때 지급될 예정임.
 - 두 원자로는 10년 계속운전을 위한 준비 작업이 진행 중이며, 재가동 이전에 원자력 안전 당국의 계속운전 자료 최종 검증(2025년 6월), 가동 중지 상태 동안 설비작업(Tihange 3호기는 2025년 4월~7월, Doel 4호기는 2025년 7월~10월) 등이 남아있음.
 - Tihange 3 및 Doel 4 원전은 ENGIE와 벨기에 정부의 합작투자 회사(지분 50:50)를 통해 운영될 예정이며, 발전차액보조계약(CfD)을 통해 위험을 분담할 것임.
- 2023년 12월 3일 벨기에 정부와 ENGIE는 Doel 4호기(1,090MW, PWR)와 Tihange 3호기(1,089MW, PWR)의 10년 계속운전 시행에 관한 최종 계약을 체결함.
 - 2024년 7월 유럽위원회는 해당 계획에 대한 심층 조사를 수행한 후 2025년 2월 21일 승인 하며 핵폐기물에 대한 책임을 벨기에 정부로 이전하는 것을 공식화함.
- 한편, ENGIE는 벨기에 Mathieu Bihet 에너지 장관과 신규 원전 증설에 따른 벨기에 미래 에너지 계획에 대해 논의할 의사가 있는 것으로 보도되었으며, 3월 14일 ENGIE는 내부 성명을 통해 원자력 에너지에 관한 연방 에너지 정책 대화에 열려 있다고 밝힘.
 - 2023년 3월 ENGIE는 Doel 4 및 Tihange 3호기의 계속 운전을 발표하는 공식 성명에서 벨기에 신규 원전 증설에 참여할 의사가 없음을 암시한 바 있음.
 - 이에 Bihet 에너지 장관은 글로벌 불안정 속에서 전략적 자율성을 강화하고 안정적이고 저렴한 에너지를 확보하는 데 있어 ENGIE의 참여가 핵심적인 역할을 할 것으로 보인다고 밝힘.

■ 영국 Urenco, 미국 Westinghouse와 eVinci 위한 HALEU 공급계약 체결

세계원전시장 인사이트 2024.05.17., Westinghouse 2025.03.18., Nucnet 2025.03.20.

- 2025년 3월 18일 영국-네덜란드-독일 우라늄 농축 기업 Urenco와 미국 Westinghouse는 차세대 원자력 기술을 위한 연료 공급망 확보를 위해 초소형원자로 eVinci(5MW, Heat Pipe) 보급을 목표로 5년 동안 고순도저농축우라늄(HALEU) 연료를 공급하는 장기 연료농축 계약(agreement)을 체결하였다고 밝힘.

※ Urenco는 영국 정부(33%), 네덜란드 정부(33%), 독일 원전 사업자 E.ON(16.5%)과 RWE(16.5%)가 공동으로 소유하고 있으며, 영국, 네덜란드, 독일, 미국에서 우라늄 농축시설을 가동 중임.

- 이번 계약에 따라 Urenco는 초소형로 도입 후 5년 동안 HALEU를 공급할 예정임.
 - HALEU는 5%~20% 농축된 우라늄으로 개발 중인 대부분의 선진 원자로 설계에 필요하며, 현재 HALEU를 대규모로 생산할 수 있는 인프라는 러시아와 중국만 보유 중임.
- 미 Westinghouse에 따르면 이번 계약은 선진 핵연료 공급 역량을 구축함에 있어 중요한 단계이며, 자사가 개발 중인 eVinci 초소형로는 최대 5MW의 용량을 갖춘 컴팩트한 디자인 덕분에 광산 원격 탐사와 데이터센터 및 지역 사회 등 다양한 산업에 적합하다고 밝힘.
- 한편, 2024년 5월 8일 영국 정부는 2031년까지 Cheshire 주 Capenhurst 부지에 HALEU 제조 시설 구축을 계획한 Urenco에 1.9억 파운드(약 3.65억 원)를 지원한다고 발표한 바 있음.

■ 네덜란드 원자력 연구기관 NRG, 미국 Kairos의 KP-FHR 연료 시험 지원

유럽연합위원회 2020.03.24., 2024.06.24., 세계원전시장 인사이트 2024.08.09., NRG 2025.03.20., 2025.3.31., UxC Weekly 2025.03.24., Nuclear Engineering International 2025.03.28.

- 2025년 3월 20일 네덜란드 원자력 연구기관 NRG는 미국 SMR 개발사 Kairos Power와 불화염 냉각고온원자로(fluoride salt-cooled high-temperature reactor, KP-FHR)의 연료 및 재료 시험을 지원하기 위한 주요 계약(major contract)을 체결하였다고 밝힘.

- NRG는 핵연료 조사시험 및 조사후시험 분야에서 50년 이상의 실적을 보유하고 있으며, 해당 계약에 따라 NRG는 네덜란드 북부 Petten에 위치한 고유속 원자로(High Flux Reactor, HFR)를 사용하여 재료와 연료의 방사선 조사 및 시험을 진행하여 Kairos Power의 KP-FHR 운영에 필요한 성능 범위를 입증할 계획임.

- 1967년부터 운영된 네덜란드 HFR(45MW)은 질병, 진단 및 치료에 사용되는 의료 동위원소를 생산하거나 연구용으로 쓰이는 원자로이며, 유럽 위원회의 공동 연구 센터(European Commission's Joint Research Centre, JRC) 산하 에너지 및 운송 연구소(Institute for Energy and Transport, IET)가 관리하고 NRG가 운영함.
- 한편, 2025년 3월 31일 NRG는 기존의 HFR를 대체하기 위해 몇 년 내 Petten에 신규 연구용 원자로 PALLAS(55MW)를 건설하여 Kairos Power와 협력을 지속할 것이라고 밝힘.
- ※ 2023년 2월 NRG는 네덜란드 원자력 안전·방사선방호청(Authority for Nuclear Safety and Radiation Protection, ANVS)로부터 PALLAS 원자로 건설 인허가를 획득하였으며, 2024년 7월 유럽연합위원회는 네덜란드 정부가 20억 유로(3.2조 원)를 투자하여 해당 원자로를 건설하는 계획을 승인한 바 있음.
- NRG는 Kairos Power와 협력하여 수년간 KP-FHR 원자로에 사용되는 흑연 관련 연구를 수행하고 있으며, 이번 신규 계약은 장기적 관계의 지속성을 의미한다고 밝힘.
- 또한, NRG는 원자로 용기와 스테인리스강 소재에 대한 방사성 시험을 통해 미국 원자력 규제위원회(Nuclear Regulatory Commission, NRC)의 인허가 활동에 대한 안전 및 설계 한계를 입증하는데 Kairos Power와 협력하고 있음.
- Kairos Power는 Tennessee 주 Oak Ridge에 2026년 가동을 목표로 KP-FHR 기술을 적용한 Hermes 실증 용융염원자로(35MW)를 건설 중이며, 해당 원자로는 NRC가 승인한 최초의 4세대 원자로이자 50년 만에 미국에서 허가된 첫 번째 비경수로임.

■ 러시아 Rosatom, Leningrad 8호기 첫 콘크리트 타설

World Nuclear News 2025.03.20., UxC Weekly 2025.03.24.

- 2025년 3월 20일 러시아 Rosatom은 2032년 상업운전을 목표로 하는 Leningrad II 4호기(Leningrad 8호기)의 첫 콘크리트 타설 기념식을 개최하였으며, 해당 호기 건설을 통해 국가 주요 목표인 에너지 믹스 내 '평화적 원자력 에너지 비중 증진' 달성에 기여할 것이라고 밝힘.
- Leningrad 원전 7기 원자로 중 Leningrad 3·4호기(각 1,000MW, LWGR)와 5·6호기(각 1,188MW, PWR)가 가동 중으로, 3·4호기는 각각 2030년 1월, 2026년 12월 폐쇄 예정이며, 2018년 3월부터 상업운전을 시작한 5·6호기는 60년간 운영될 예정임.
- 2024년 3월 15일 Rosatom은 Leningrad 7호기(1,199MW, PWR)가 콘크리트 타설을 시작으로 본격적인 공사에 들어갔으며, 7호기의 연료장전을 2029년, 상업운전을 2030년으로 계획한다고 밝힘.
- Leningrad 1호기(1,000MW, LWGR)는 1974년 11월 상업운전 개시 44년 만인 2018년 12월

영구 정지되었으며, 2호기(1,000MW, LWGR)는 1976년 상업운전에 들어가 2020년 11월에 영구 정지됨.

- Leningrad 원전 5·6호기(Leningrad-II 1·2호기)는 RBMK-1000 노형이 적용된 Leningrad 1·2호기(각 1,000MW, LWGR)를 대체한 것이며, 동일하게 Leningrad 7·8호기(Leningrad-II 3·4호기)가 향후 Leningrad 3·4호기를 대체할 예정임.

■ 러시아 Rosenergoatom, 자국 최초로 원전 전력에 대한 친환경 인증서 거래

Russian Renewable Energy Development Association 2024.08., UxC Weekly 2025.03.24.

- 2025년 3월 21일 러시아 Rosenergoatom은 러시아 JSC Mosenergosbyt와 Leningrad 원전에서 생산된 저탄소 전력의 출처를 확인하는 '친환경 에너지 인증서' 판매 및 구매에 관한 계약(agreement)을 체결하였다고 발표함.

- Rosatom은 이번 계약이 러시아 내 원전 전력에 대한 인증서를 발급한 최초의 사례라고 전하며, 국가 친환경 에너지 인증은 기업이 온실가스 배출을 줄이기 위해 자발적 의무를 이행하고 고객이 친환경 에너지로의 전환을 확인하는 효과적인 도구라고 전함.
- 2023년 4월 8일 러시아 정부는 연방법 489-FZ를 통과시켜 전력 출처를 확인하는 '친환경 에너지 인증서' 개념을 법률에 도입하여 2024년 2월 1일부터 국가 에너지 발전 및 출처 보증 등록 시스템(National System of the Energy Generation Attributes and Guarantee of Origin Registry)을 시행함.
 - 친환경 에너지 인증서는 러시아에서 유일하게 사용할 수 있는 에너지 인증서로서, 2023년 7월 Rosatom은 성명을 통해 국제 인증 시스템에서 탈퇴한다고 밝힌 바 있음.
 - 해당 인증서는 특정 전력이 풍력, 태양열, 수력, 원자력 등의 저탄소 에너지를 사용하여 생산되었음을 증명하고 해당 전력과 별도로 거래되며, 모든 거래는 전용 등록부에 기록됨.
 - 인증서는 에너지원 및 발전 기술, 전력이 생산된 기간, 인증서 등록 날짜와 발전 시설의 설치 용량 및 시운전 날짜, 고유 등록 번호 등으로 구성됨.
- Mosenergosbyt는 러시아 전력 소매 대기업으로 Moscow 지역의 전기 공급을 보장하는 역할을 하며, 친환경 인증서 및 다양한 친환경 도구를 사용하여 탄소 발자국 보상에 대한 고객의 요구를 충족하기 위한 솔루션을 제공할 계획이라고 밝힘.
- Mosenergosbyt는 도매 시장에서 전기를 구매하여 주거, 상업 및 산업용 소비자에게 재 판매하며, 이는 러시아에서 소비되는 전체 전력 중 약 9%에 해당함.

■ 핀란드 Fortum, 신규 원전 타당성 조사 완료 후 협력 대상 업체 압축

Fortum 2025.03.24., World Nuclear News 2025.03.24.

- 2024년 3월 24일 핀란드 Fortum은 2022년 10월부터 2년간 수행하였던 핀란드 및 스웨덴 내 신규 원전 건설의 상업·기술·사회적 측면의 타당성 조사와 기술 공급업체, 잠재적 파트너 및 고객, 이해관계자와의 심층 협의를 완료하였으며, 대형 원전 공급사 두 곳과 SMR 공급사 한 곳과 협력을 이어 나가겠다고 밝힘.
- Fortum은 대형 원전 공급사로 EDF(EPR)와 Westinghouse-현대건설(AP1000), SMR 공급사로 GE-Hitachi(BWRX-300)를 우선 후보로 검토하였다고 밝힘.
- Fortum에 따르면, 설계 변경은 프로젝트 지연과 비용 급증을 일으킬 수 있으므로, 후보 업체와 협력을 강화하여 건설 착수 이전 원전 설계 인허가 위험을 완화하는 것이 목표라고 밝힘.

■ 네덜란드 원자력 안전·방사선방호청, 신규 원전 설계에 대한 검토 결과 발표

World Nuclear News 2025.03.26., Nucnet 2025.03.26., Nuclear Engineering 2025.03.27.

- 2025년 3월 26일 네덜란드 원자력 안전·방사선방호청(Authority for Nuclear Safety and Radiation Protection, ANVS)은 기후 및 녹색 성장부의 요청에 따라 자국 신규 원자로 2기 건설 관련 프랑스 EDF, 미국 Westinghouse, 한수원이 제출한 설계에 대해 자체 연구를 수행한 결과, 세 가지 설계 모두 안전 및 부지 요건을 충족할 것으로 보인다고 밝힘.
- ANVS는 3월 18일 한수원이 2차 기술 타당성 조사를 하지 않고 해당 신규 원전 사업에서 철수하기로 함에 따라, Westinghouse와 EDF만 남았다고 밝힘.

■ 프랑스 Framatome, 스위스 Leibstadt 원전 계측·제어 현대화 사업 수주

Framatome 2025.03.26., World Nuclear News 2025.03.27., Nucnet 2025.03.26.

- 2025년 3월 26일 프랑스 원전설비 제조업체 Framatome은 성명을 통해 스위스 원전운영사 Kernkraftwerk Leibstadt AG로부터 스위스 Leibstadt 원전의 계측 및 제어(I&C) 시스템을 현대화하는 계약을 수주하였다고 밝힘.

- 해당 현대화 사업은 Leibstadt 원전을 최소 2045년까지 장기적으로 운영하기 위한 Kernkraftwerk Leibstadt AG의 지속적인 투자 전략의 일환으로 계약 규모는 비공개임.
- 스위스에서 가장 큰 원자로인 Leibstadt(1,285MW, BWR)는 1984년 12월부터 상업 운전을 시작하였으며, Kernkraftwerk Leibstadt AG, Axpo, Alpiq, BKW Energie를 포함한 7개 스위스 에너지 회사로 구성된 컨소시엄이 소유함.
- Framatome은 17개국 92기 원자로에 설치되었거나 설치 중인 최신 디지털 TELEPERM XS 기술을 기반으로 Leibstadt 원전의 I&C 시스템 현대화를 구현할 계획이라고 밝힘.

■ 폴란드 대통령, 자국 최초 원전 건설 사업에 대한 정부 지원 법안에 서명

Nucnet 2025.03.26., World Nuclear News 2025.03.27., Nuclear Engineering 2025.03.27.

- 2025년 3월 25일 폴란드 대통령 Andrzej Duda는 Lubiatowo-Kopalino 자국 최초 원전 건설 사업의 30%에 해당하는 143.5억 유로 (약 23조 원) 규모의 자금을 지원하는 법안에 서명함.
- 해당 법안은 2025년 1월 내각 승인을 받았고 2월 의회 통과를 거쳐 최종 승인된 이후 대통령이 법안에 서명한 것이며, 현재 EU 집행위원회의 국가보조금 승인을 기다리고 있음.
- 2024년 12월 18일 EU 집행위원회는 폴란드 Lubiatowo-Kopalino 최초 원전 사업의 국가 보조(State Aid)에 대한 조사에 착수하였음.
- 폴란드 Lubiatowo-Kopalino 원전은 Westinghouse의 AP1000 3기로 구성되고, 총비용은 350억~450억 유로(약 57~73조 원)로 추정되며, 70%는 외부 자금으로 충당할 계획임.

■ 러시아 원자력규제기관 Rostekhnadzor, Kursk II 4호기 부지 개발 허가

World Nuclear News 2025.03.18.

- 2025년 3월 6일 러시아 원자력 규제기관 Rostekhnadzor가 Kursk II 4호기에 대한 부지 개발 허가(location licence)를 승인함.
- 앞서 Rostekhnadzor는 3월 6일 Kursk II 3호기에 대한 부지 개발 허가를 발표하였음.
- Kursk 원전 4기를 대체하기 위해 VVER- TOI 노형이 적용된 Kursk II 1~4호기가 건설 중 또는 건설 예정임.
- Kursk 1·2호기(각 1,000MW, LWGR)는 1977년 10월 12일과 1979년 8월 17일에 상업 운전을 시작하여 2021년 12월 19일, 2024년 6월 31일에 영구 정지되었고, Kursk 3·4호기(각 1,000MW, LWGR)는 각각 2029년, 2031년까지 가동될 예정임.



■ 인도, Rajasthan 7호기 계통연계

World Nuclear News 2025.03.17., The Week 2025.03.17., Nucnet 2025.03.18.

- 2025년 3월 17일 인도 원자력공사(NPCIL)는 Rawatbhata 시에 위치한 인도 자체 개발 700MW급 PHWR 노형인 Rajasthan 7호기가 계통에 연계되어 발전을 시작했다고 발표함.
 - NPCIL에 따르면 출력 상승 시험(Power ascension testing) 과정을 거친 이후 인도 원자력 규제위원회(AERB)의 승인을 받아 최대 출력에 도달할 때까지 출력 수준이 단계적으로 상승하며, 안정성 및 성능 검증이 완료되면 상업운전에 돌입하게 됨.
 - Rajasthan 7호기는 2011년 7월 18일에 착공 후 2024년 8월 1일에 연료 장전이 시작되어 2024년 9월 19일 최초임계에 도달함.
 - NPCIL은 2024년 말까지 Rajasthan 7호기가 상업운전에 들어갈 것으로 예상했으나, 현재 까지 상업운전 개시에 대한 공식 발표는 언급되지 않음.
 - NPCIL은 2011년 9월 30일에 착공한 Rajasthan 8호기(700MW, PHWR)가 2025~26년 중에 상업운전을 시작할 것으로 예상함.
 - Rajasthan 원전 부지에는 현재 6기의 원자로(총 1,180MW, PHWR)가 운영 중으로 Rajasthan 7·8호기 완공 시 Rajasthan 원전의 총 설비용량은 기존 1,180MW에서 2,580MW로 증가하게 됨.

■ 카자흐스탄, 원자력 부문 총괄 위한 원자력청 설립 발표

Ux Weekly 2025.03.17., The Astana Times 2025.03.18., World Nuclear News 2025.03.19.

- 2025년 3월 18일 카자흐스탄 Kassym-Jomart Tokayev 대통령은 국가의 원자력 산업을 감독하고 원자력 안전을 강화하기 위해 원자력청(Nuclear Energy Agency)을 설립하는 법령에 서명함.

- 신설된 원자력청은 카자흐스탄 에너지부로부터 주요 책임을 이양받게 되며, 여기에는 우라늄 채굴, 원자력 사용, 방사선 안전 및 소련 시절 핵무기 시험장인 Semipalatinsk 원자력 안전 구역 관리 등이 포함됨.
 - 카자흐스탄 전 에너지부 Satkaliyev 장관이 원자력청 의장으로 임명됨.
- 3월 14일 Tokayev 대통령은 카자흐스탄 국가 자문회의(National Kurultai) 연설에서 수십 년 동안 경제 발전의 토대를 제공하는 새로운 에너지 산업 구축이 전략적으로 중요하며, 디지털화 및 AI의 광범위한 도입과 활용 등의 측면에서 카자흐스탄이 큰 잠재력을 보유하고 있다고 밝힘.
 - 카자흐스탄 정부는 국가 자문회의 연설에서 세 개의 신규 원전 건설과 에너지 생산 및 모든 과정에 대해 효율적으로 운영이 가능한 시스템 구축 등의 계획을 제시함.
- 한편 2024년 10월 카자흐스탄에 원전 도입을 위한 찬반 국민투표가 실시됐으며, 카자흐스탄 중앙선거관리위원회에 따르면 71.12%의 유권자가 해당 계획을 지지함.
 - 2025년 2월 카자흐스탄 정부는 남동부 Almaty 지역의 Zhambyl 지구를 최초 원전 건설의 부지로 공식 선정했다고 발표함.

▣ 카자흐스탄 Kazatomprom, 우라늄 사업 강화 전략 발표

Kazatomprom 2025.03.19., World Nuclear News 2025.03.20., Nucnet 2025.03.20.

- 2025년 3월 19일 카자흐스탄 Kazatomprom은 2024년 전체 재무 결과 발표 자리에서 우라늄 사업에 중점을 두고 있다고 밝히면서, 카자흐스탄 원자력 기업의 지속적인 입지 강화를 목표로 하는 2025~2034년 기간의 개발 전략을 발표함.
 - Kazatomprom에 따르면 자사의 전략적 목표로 우라늄 채굴을 핵심 주력 사업으로 하고 자원 확보 및 효율적인 사업 도모와 함께 핵연료 주기에서의 입지 확대와 희귀금속 및 희귀광물 분야 개발과 확장, 판매 다양화와 거래 기능을 강화할 것임.
 - 이어서 Kazatomprom은 2024년 총 연간 수익은 1.8조 텡게(약 5.1조 원)⁶⁾로 이는 전년 대비 26% 증가한 수치이며, 순영업이익은 5,770억 텡게(약 1.6조 원)로 2023년보다 38% 증가했다고 밝힘.
 - 2024년 연간 순이익과 매출 급증은 우라늄 가격 상승에 기인한 것으로 2024년 초 우라늄 가격은 1파운드당 약 105달러(약 15만 원)였으나, 현재는 1파운드당 약 64달러(약 9만 원)로 하락함.

6) 아시아 단신 기사 내용(일본 제외) 모두 2025년 4월 4일 환율 기준 적용(1텡게=2.92원, 1달러=1,467원)

- 한편 Kazatomprom은 캐나다 Cameco와 공동 투자하는 Inkai JV의 2025년 생산 계획과 관련해 2024년 목표 생산량을 달성하지 못하고 2025년 1월에 발생한 일시적인 생산 중단 결과에 따라 감소할 것으로 전망함.
- 이와 관련해 Kazatomprom은 일시적 생산 중단이 인허가 문제로 발생한 것으로 1월 중 생산이 재개되었으며, Inkai JV의 2025년 생산 목표 감소가 자사의 전체 생산 계획에 큰 영향을 미치지 않고 2025년 동안 충분한 재고를 보유하고 있어 안정적인 공급을 지속할 수 있다고 덧붙임.

■ 일본 규제위, 두 개 원전 건식저장시설 건설 승인

産経新聞 2024.02.27., 세계원전시장 인사이트 2024.02.23./03.08./07.26./08.23.,
 関西電力 2024.03.15., 東京新聞 2024.05.30., 日本経済新聞 2024.08.29.,
 宮城建設新聞 2025.03.13., NHK 2025.03.26., 朝日新聞 2025.03.26./03.27.

■ 3월 26일 일본 규제위는 간사이전력의 다카하마원전과 도호쿠전력의 오나가와원전 부지 내 사용후 핵연료 건식저장시설 설치 계획을 사실상 승인함. 향후 의견 수렴 절차 후 해당 설비의 건설인가가 완료될 예정임.

- 일본 원전운영사는 핵연료순환주기정책의 핵심시설인 재처리공장의 완공 시기가 27번 연기됨에 따라 사용후핵연료의 보관량이 증가해, 건식저장시설 설치를 적극적으로 추진 중임.
- 간사이전력의 다카하마원전 1~4호기는 모두 가동 중이고 사용후핵연료 저장수조는 약 86% 포화됨(2024년 4월 기준). 이에 따라 간사이전력은 2024년 3월 15일 규제위에 건식저장시설 건설 인가 신청서를 제출함.
 - 1호기(826MW, PWR)는 2023년 8월 28일에 상업운전을 재개함. 2호기(826MW, PWR)는 2023년 10월 16일, 3호기(870MW, PWR)는 2016년 2월 26일, 4호기(870MW, PWR)는 2017년 6월 16일에 각각 상업운전을 재개함.
 - 시설에서는 소외 반출 시의 용이성을 고려해 Mitsubishi중공업의 수송 겸용 저장 용기를 활용할 계획임. 해당 용기는 1기당 24다발을 보관할 수 있으며, 설계 수명은 60년임.
 - 건식저장시설은 독립 격납 방식으로 총 두 동을 건설할 계획임. 1동은 2025년 착공해 2027년 운영할 계획이며 최대 10기를 설치해 약 240 다발의 사용후핵연료를 저장 가능함. 2동은 2025년 착공하여 2030년부터 운영할 계획이며 최대 22기를 설치해 약 528다발을 저장함. 건설에 소요되는 비용은 공개되지 않음.

- 도호쿠전력은 오나가와 2호기를 가동 중이며 사용후핵연료 저장 수조의 포화율은 약 75%(2024년 2월 기준)로 2024년 2월 28일 규제위에 건식저장시설 건설 인가 신청서를 제출함.
- 오나가와원전은 총 3기로 구성됨. 1호기(524MW, BWR)는 2018년 12월 영구 정지되었고, 2호기(825MW, BWR)는 2013년 12월 재가동 적합성 심사를 신청해 2024년 12월 상업 운전을 재개함. 3호기(825MW, BWR)는 심사를 미신청함.
- 총 두 동을 건설할 계획으로 1동은 2026년 5월 착공해 2028년 3월 운영할 계획이며 수송 겸용 저장 용기 최대 8기를 설치해 약 552다발의 사용후핵연료를 저장하게 됨. 2동은 2030년 8월 착공해 2032년 6월부터 운영할 계획이며 최대 12기를 설치하여 약 828다발을 저장할 계획임.
- 두 동 설치에 소요되는 총공사비는 약 144억 엔(약 1.4천억 원)⁷⁾으로 제시됨.

■ 일본 가시와자키시, 4월부터 사용후핵연료세에 누진제 적용

세계원전시장 인사이트 2020.04.29./08.21., 朝日新聞 2025.03.18.

- 3월 18일 아사히신문은 일본 기초지자체인 가시와자키시가 4월부터 도쿄전력 가시와자키 가리와 1~4호기 사용후핵연료세에 중간저장시설로 사용후핵연료의 반출 촉진을 위해 설정된 누진제를 적용한다고 보도함.

- 해당 핵연료세는 2020년 10월 1일부터 시행되었지만, 사용후핵연료 반출처가 정해진 이듬해부터 부과됨. 2024년 대상 원자로의 사용후핵연료가 무쓰시 중간저장시설로 수송됨에 따라 누진세 부과 조건이 갖춰져 2025회계연도부터 누진세가 적용됨.
- 가시와자키 가시와원전은 총 7기로 구성되지만 1~4호기만 가시와자키시에 위치해 해당 호기의 사용후핵연료만 누진세 부과 대상임.
- 가시와자키 가리와원전(1~7호기)에서는 총 1만 3,734개의 사용후핵연료를 보관중임. 그 중 가시와자키시에 위치한 1~4호기에서 6,949다발의 사용후핵연료를 보관 중이며, 누진제 대상인 보관 기간 15년 이상인 사용후핵연료는 5,533다발임.
- 도쿄전력은 2024년 9월 4호기의 사용후핵연료 69다발을 무쓰시 중간저장시설로 이송했으며 2025회계연도부터 4호기에서 138다발을 중간저장시설로 반출하고, 2026년, 2027년도에는 각 345다발을 반출할 예정임.
- 가시와자키시는 2003년 일본 최초로 사용후핵연료세를 도입했으며, 2020년 사용후핵연료의 신속한 지역 외 반출을 위해 누진제 적용을 추진함.

7) 일본 단신 2025년 4월 3일 환율 기준 적용(100엔=994원)

- 사용후핵연료세는 ‘기본분’과 ‘경년누진분’으로 구성되는데, ‘경년누진분’은 사용후핵연료 보관 기간이 길수록 세율이 인상됨. 보관 15년 이상인 사용후핵연료만 대상으로 사용후핵연료 저장시설로 반출한 이듬해부터 부과됨.
- ‘기본분’은 개정 전 연료 중량(1kg당 480엔)에 따라 과세했으며, 2020년 개정 후 1kg 620엔으로 세율을 인상함.
- ‘누진분’의 경우 반출처가 정해진 이듬해부터 1년째는 1kg당 50엔, 2년째는 100엔, 3년째 150엔, 4년째 200엔, 5년째(상한) 250엔임. 기본분과 경년누진분이 함께 부과되면 1kg당 최대 870엔임.
- 가시와자키시의 2025년 회계연도 예산안에 따르면 사용후핵연료세 수입은 총 8억 1,387만 엔 (약 80억 원)으로 가시와자키시의 총 세수 중 약 5%에 해당함.

기타 단신

■ 중국 Qinshan 2호기, 정기 점검 완료 후 재가동

World Nuclear News 2025.03.25.

- 2025년 3월 25일 중국 CNNC는 중국 Zhejiang 성에 위치한 Qinshan 2-2호기(650MW, PWR)의 연료 교체와 정비를 위한 정기 점검 완료 후 재가동을 시작했다고 발표함.
- CNNC 산하 Qinshan Nuclear Power에 따르면 이번 정기점검 동안 Qinshan 2단계 2호기(2-2)의 출력이 33MW로 증강했으며, 주요 작업으로 압력용기 사용 중 검사와 격납 건물 압력시험, 비상 디젤 발전기 20년 주기 점검 및 주·보조 터빈 발전기 현대화, 발전기와 주요 변압기 용량 증설 등이 포함됨.
- Qinshan 원전은 총 7기로 3단계로 추진되었는데, 2단계 프로젝트는 CNP-600 PWR 4기로 구성되어 1호기와 2호기는 각각 2002년과 2004년에 상업운전을 시작했으며, 3호기와 4호기는 각각 2010년과 2011년에 상업운전을 시작함.
- 1단계 프로젝트는 중국이 독자적으로 설계한 300MW급 PWR인 CNP-300 노형인 Qinshan-1이 1994년 4월에 상업운전을 시작했으며, 3단계 프로젝트는 CANDU 6 노형의 750MW급 PHWR 2기로 각각 2002년과 2003년에 상업운전을 시작함.

■ 중국 CNNC, Xuwei 원전 1단계 금융 착수 회의 개최

World Nuclear News 2025.03.28., Ux Weekly 2025.03.31.

■ 2025년 3월 26일 중국 CNNC는 Jiangsu성 Lianyungang시에 위치한 Xuwei 원전 프로젝트 1단계 사업 금융 착수 회의를 개최했다고 발표함.

- Xuwei 1단계는 2024년 8월 중국 국무원이 승인한 11기 원자로 중 일부로, 산업용 증기와 전력을 동시에 공급하기 위해 1,208MW급 Hualong One 2기와 660MW급 고온가스 냉각로(HTGR) 1기를 건설하며, 첫 번째 Hualong One은 2025년 말 착공 계획임.
- CNNC는 이번 회의에서 주요 은행 및 금융 기관의 고위 관계자들과 함께 금융기관의 강점을 활용해 Xuwei 원전 프로젝트에 지속적이고 안정적인 금융 지원과 금융 서비스 지원을 제공하겠다고 언급함.

■ 일본 마쓰야마지법, 이카타 3호기 가동 중단 요청 기각

時事通信 2025.03.18.

■ 3월 18일 마쓰야마지방법원은 재가동 중인 이카타원전 3호기의 안전성과 인근 화산의 폭발 우려를 지적하며 인근 주민 약 1,500명이 시코쿠전력을 상대로 가동 중단을 요구한 소송에 대해 원고들의 생명과 신체 등을 침해할 구체적인 위험이 있다는 주장이 입증되지 않았다고 기각함.

- 주요 쟁점은 원전의 내진 기준인 지진지진동의 설정, 구마모토현의 아소산 화산 대책과 대피 계획의 실효성 등이었음. 주민들은 규슈전력이 아소산에서 발생한 과거 최대 규모의 분화가 발생할 수 있다는 점을 가정했어야 했다고 주장함.
- 지법은 규제위가 안전성 평가나 기준에 해당 원자로가 적합하다고 결정한 내용에 불합리한 부분이 없었고, 원고들이 원전 운전 중에 대규모 분화 가능성을 제시할 만한 과학적이고 합리적인 근거를 제시하지 않았으며, 대피 계획도 중대 사고가 발생할 수 있다고 우려되지 않아 합리성 유무에 대해 검토할 필요가 없다고 결론내림.

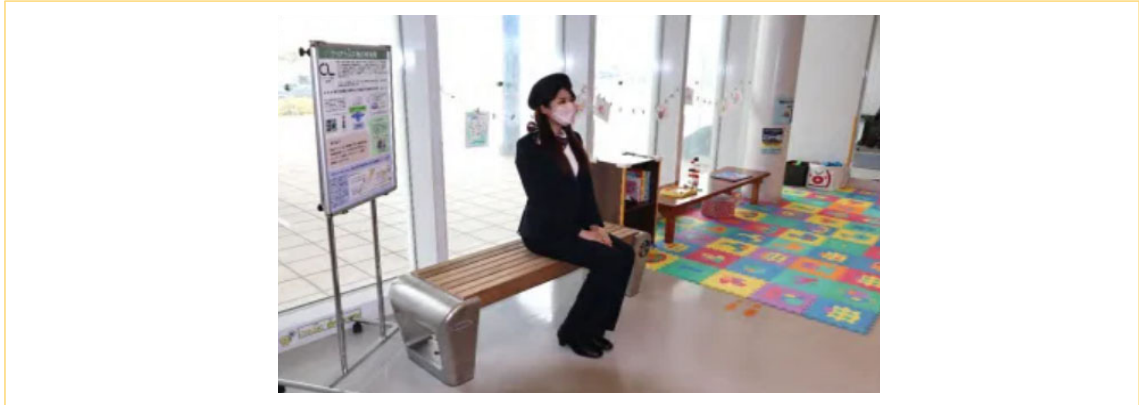
■ 일본 간사이전력, 해체 중 오이 1·2호기의 자체처분 금속으로 벤치 제작

電氣新聞 2025.03.17., 原子力産業新聞 2025.03.19.

■ 3월 14일 간사이전력은 해체 작업 중인 오이 1·2호기의 자체처분 금속을 가공해 벤치로 제작하여 후쿠이현 미하마정 공공시설과 오이정에 위치한 간사이전력의 홍보시설에 설치함.

- 간사이전력은 자사 최초로 원전 자체처분 금속을 재활용한 제품을 대중 이용 시설에 설치함.

그림 오이 1·2호기 자체처분 금속을 가공한 벤치



자료: 原子力産業新聞(2025.03.19.)

