

# 세계원전시장 인사이트

Biweekly 격주간  
2024 12.20

WORLD NUCLEAR POWER MARKET INSIGHT

## 현안이슈

### EU 역내 국경 간 전력 거래 현황 진단

1. 들어가며
2. EU 전력시장의 최근 양상
3. EU 내 국경 간 전력 거래 현황
4. 시사점

## 주요단신

### 북미

13

- 미국 Amazon, Washington 주 Xe-100 건설 추진에 약 5천억 원 투자
- 미국 Meta, 2030년대 초까지 최대 4GW 원전 설비 확보 위한 제안요청서 발행
- 미 에너지부, 우라늄 농축 역량 구축 촉진 위해 6개 기업과 LEU 공급 계약 체결
- 미 NRC, Urenco의 상업용 우라늄 농축도 최대 10%까지 상향 요청 승인
- 미국 Duke Energy, 정책 불확실성으로 미 에너지부 대출 프로그램 검토 일시 중단
- 캐나다 Ontario 주, 원전 포함한 신규 발전 설비 후보지 3곳 논의 착수
- 캐나다 원자력연구소, 연방정부 기관과 해외 진출 위한 협력 체계 구축
- 기타 단신

### 유럽

23

- 영국 EDF Energy, 가스냉각로 원전 연장운전 및 Sizewell B 계속운전 추진
- 스위스 원전 운영사 Axpo, Beznau 원전 2033년까지 계속운전 결정
- 캐나다-프랑스 수출신용기관, 폴란드 최초 원전 건설 금융지원 의향 표명
- 미국 GE Hitachi의 BWRX-300, 영국 GDA 1단계 통과 후 2단계 진입
- 프랑스 TechnicAtome, NUWARD SMR 프로젝트 철수 결정
- 프랑스 EDF, 60억 유로 규모의 ESG 신용공여 확보
- 기타 단신

### 아시아

32

- 일본 경산성 전문가위원회, 에너지기본계획 최종안 공개
- 일본 Mitsubishi중공업, 이카타 3호기에 MOX 연료 공급 예정
- 일본, 프랑스와 고속로 개발·실증 위한 협력 지속 및 강화
- 일본 Kyoto Fusionering, 2030년대 핵융합발전 실증 목표로 산학연계 주도
- 일본 정부, 내년 전기요금 지원 통해 국민 부담 경감
- 기타 단신





# 세계원전시장 인사이트

Biweekly 격주간  
2024 12.20

발행인 김현제

편집인 조주현 joohyun@keei.re.kr 052-714-2035  
김창훈 hesedian@keei.re.kr 052-714-2210  
신재정 jjshin@keei.re.kr 052-714-2054  
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 jtha@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

# EU 역내 국경 간 전력 거래 현황 진단

에너지경제연구원 원전정책연구실 김창훈 연구위원  
(hesedian@keei.re.kr)

## 1 들어가며

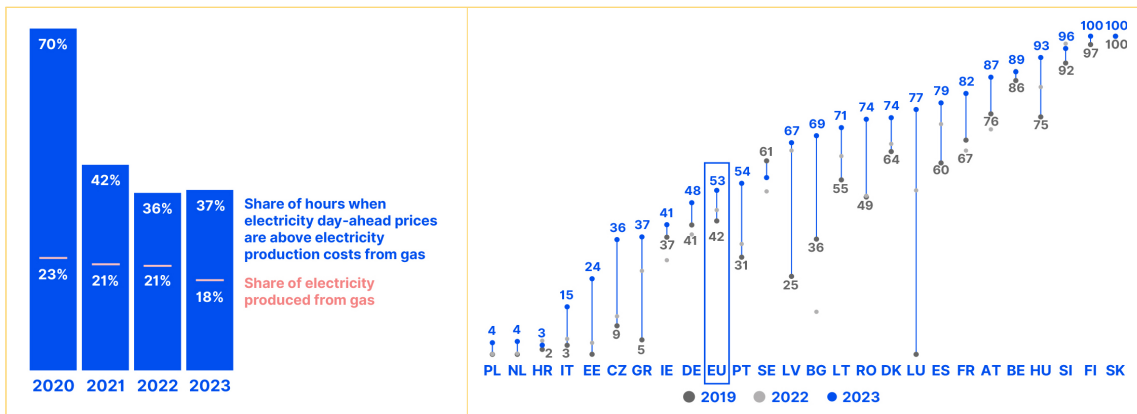
- EU(European Union)는 역내 회원국들의 전력시장에서 재생에너지, CHP(combined heat and power) 및 일부 원전 등 시장 가격신호를 따르지 않는 소위 비응답성(non-responsive) 전원의 비중이 커지고 있음.
  - 유럽지역에서는 재생에너지 등 청정에너지 확대와 함께 에너지원의 수입 의존도를 낮추기 위해 화석연료 발전설비를 단계적으로 퇴출시킴에 따라 화석연료 발전이 제공하던 유연성이 감소하는 현상이 대두됨.
  - 그러나 제도적인 장벽과 시장 운영 방법론 개선의 지체로 구역 간(cross-zonal) 용량 공유를 비롯해 에너지 저장, 수요반응 등과 같은 신규 유연성 자원의 도입이 지연되고 있음.
- 2024년 11월 14일 EU 국가들의 에너지 규제기관들 간의 협의체인 ACER(Agency for the Cooperation of Energy Regulators)은 2024년 시장 모니터링 보고서 “Progress of EU electricity wholesale market integration”을 발간하여 EU 역내의 국경 간 거래를 통한 도매 전력시장 통합(integration) 진척상황을 진단하고 개선방안을 제언함.
  - 이에 본고에서는 상기 ACER 보고서에 나타난 최근의 유럽 전력시장의 양상(2장)과 국경 간 전력 거래 현황(3장)을 정리하고 시사점(4장)을 도출하고자 함.

## 2 EU 전력시장의 최근 양상

### ■ 비응답성 전원의 점유율 증가로 시스템 유연성이 하락하고 전력 가격 변동성이 확대됨.

- 2023년에 EU 지역은 전체 발전량에서 재생에너지가 차지하는 비중이 45%에 달하며 역대 최대 규모를 기록함.
  - 이는 2022년 수립된 REPowerEU의 재생에너지에 대한 공약과 2030년까지 EU의 에너지 공급에서 재생에너지원을 42.5%로 늘린다는 목표에 의한 것임.
  - 풍력과 태양광이 이러한 성장을 주도하고 있는데, 2023년에 태양광 발전량은 18% 급증하였으며, 풍력 발전량은 사상 처음으로 가스와 석탄 발전량을 넘어섬.
  - 가스 발전량이 2022년 대비 2023년에 16%(70TWh) 감소하면서, 재생에너지의 증가와 전력 수요 감소 등과 맞물려 가스발전의 한계가격 결정 역할이 축소됨.
- 재생에너지의 확대와 전통 전원의 단계적 폐지로 비응답성 전원 중심의 광범위한 전환이 진행 중임.
  - 비응답성 발전원은 단기 수요 및 가격 신호에 따라 발전량을 조정하지 않음.
  - 재생에너지 발전은 기술적으로 출력을 조정할 수 있지만, 이상적이지 않은 보조금 제도에 의해 시장 신호에 대한 반응이 제한될 수 있음.
  - 2023년에 잠재적인 비응답성 전원이 발전량의 과반을 차지한 시간의 비율이 55%에 달하는 것으로 나타남.

**그림 1** (왼쪽) 2020~2023년 동안 EU-27의 평균 전력 가격이 가스발전의 생산비용보다 높았던 시간 비율(%); (오른쪽) 2019~2023년 동안 잠재적인 비응답성 전원이 EU-27 총 발전량의 절반 이상을 차지한 시간 비율의 추이(%)

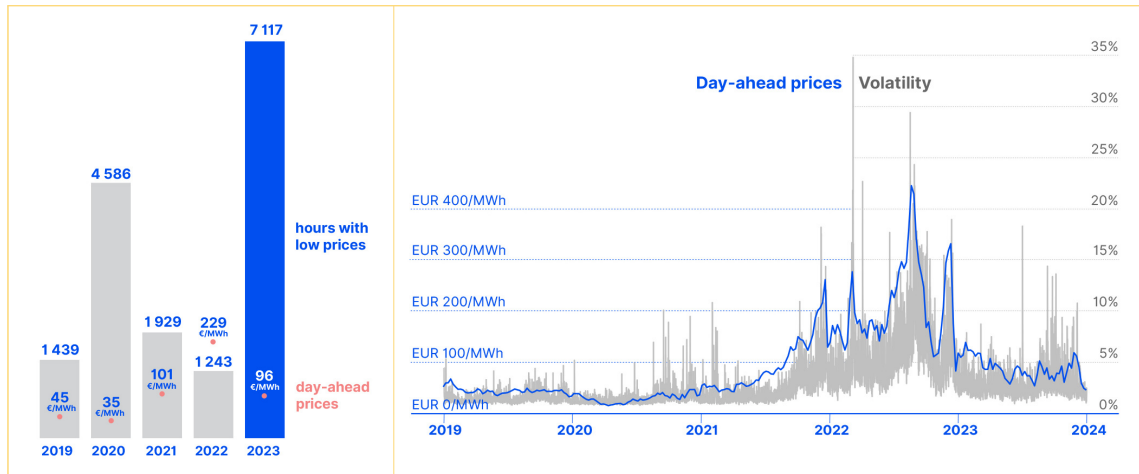


출처: EU ACER, Progress of EU electricity wholesale market integration, 2024 Market Monitoring Report, 2024.11.14, pp.10,11.

- 시장 상황에 대응 가능한 유연성 전원이 부족하여 전력 가격의 변동성이 커졌으며, 2022년 에너지 위기로 인해 이러한 변동성은 더욱 심화됨.
  - 발전부문의 유연성 감소와 수요반응 및 저장장치 보급의 지체로 음(-)의 가격에서부터 매우 높은 가격까지 극단적인 가격 변동이 초래됨.
  - 이러한 변동성은 유연한 재생에너지 전원, 수요반응, 저장장치와 함께 보다 시간적으로 세분화되고 실시간에 가까운 국경 간 거래를 통해 개선될 수 있음.

그림 2

(왼쪽) 2019~2023년 동안 모든 EU-27 입찰구역의 5 EUR/MWh 미만 가격 발생 건수 및 평균 전일 (day-ahead)시장 가격(EUR/MWh);  
 (오른쪽) 2019~2023년 동안 EU-27의 전일시장 전력 가격(EUR/MWh) 및 변동성(%)

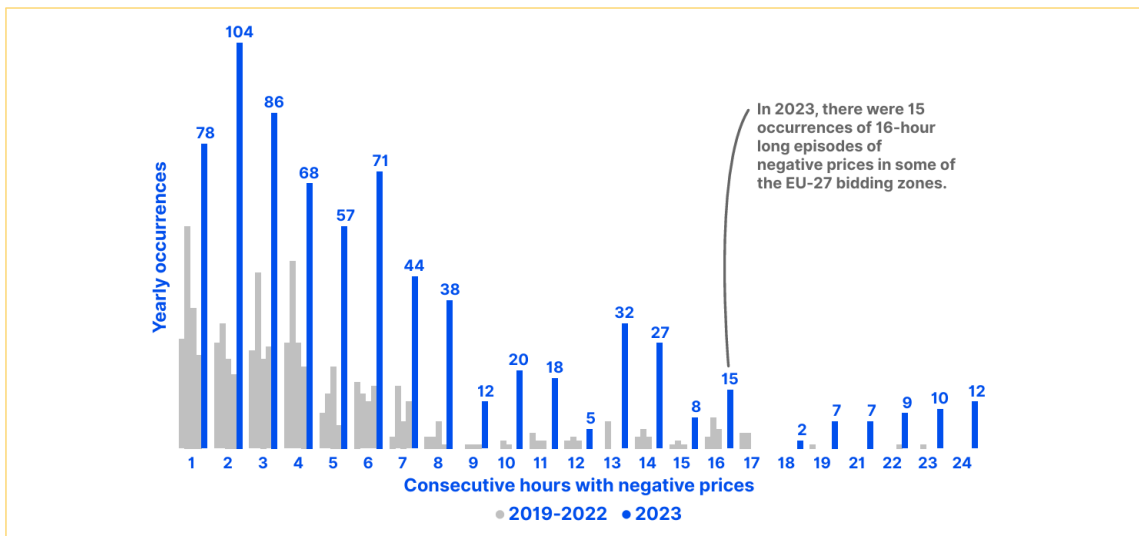


출처: EU ACER, Progress of EU electricity wholesale market integration, 2024 Market Monitoring Report, 2024.11.14, pp.5,11.

- 재생에너지 보급이 전력 가격 하락에 기여하였으나, 전력 과잉 공급으로 인해 투자가 억제될 수 있으며, 가격 규제 및 사업자 보전 등으로 인해 소비자에 돌아가는 혜택이 제한될 수 있음.
  - 2023년에는 평균 전일시장 가격이 에너지 위기 전보다 여전히 높은 수준이었으며, 동시에 낮은 가격 및 음의 가격이 여러 차례 발생하였는데, 특히 재생에너지 발전량이 많고 수요가 낮은 시간대(예: 맑거나 바람이 많이 부는 일요일)에 두드러짐.
    - 유리한 기상 조건에서 풍력과 태양광의 동시 발전으로 공급이 초과되더라도, 일부 비응답성 전원은 수요가 더 높아질 가능성과 재생에너지 발전의 간헐성에 대비해 몇 시간 동안 계속 발전해야 하는 등 운영상의 한계로 인해 단기 수요 변화에 맞춰 출력 조절이 어려움.
    - 음의 가격은 특정 보조금 제도에서 발생 가능한 극단적인 예인데, 이는 전통적 비응답성 전원은 음의 가격에서도 보조금으로 수익 보장의 혜택을 받는 재생에너지 발전원과 경쟁하기 때문에 발생함.

- 과잉 공급 상황으로 연간 평균가격보다 낮은 가격으로 전력을 판매하는 상황이 자주 발생하면 재생에너지 발전의 사업성을 악화시켜 관련 투자를 억제시킬 수 있음.
  - 이로 인해 EU 회원국은 재생에너지 목표를 충족하기 위해 보조금 제도에 의존하게 됨.
- 재생에너지의 증가로 전력 가격은 낮아지고 있으나, 소매가격이 규제되는 지역에서는 소비자가 에너지 위기 전보다 훨씬 높은 전일시장 가격에 노출되어 혜택을 받지 못함.
  - 또한 낮은 시장 가격을 보전하기 위한 보조금은 세금 인상으로 이어질 수도 있음.

**그림 3** 2019~2023년 동안 EU-27의 음(-)의 가격 지속시간별 연간 발생 건수 분포 추이



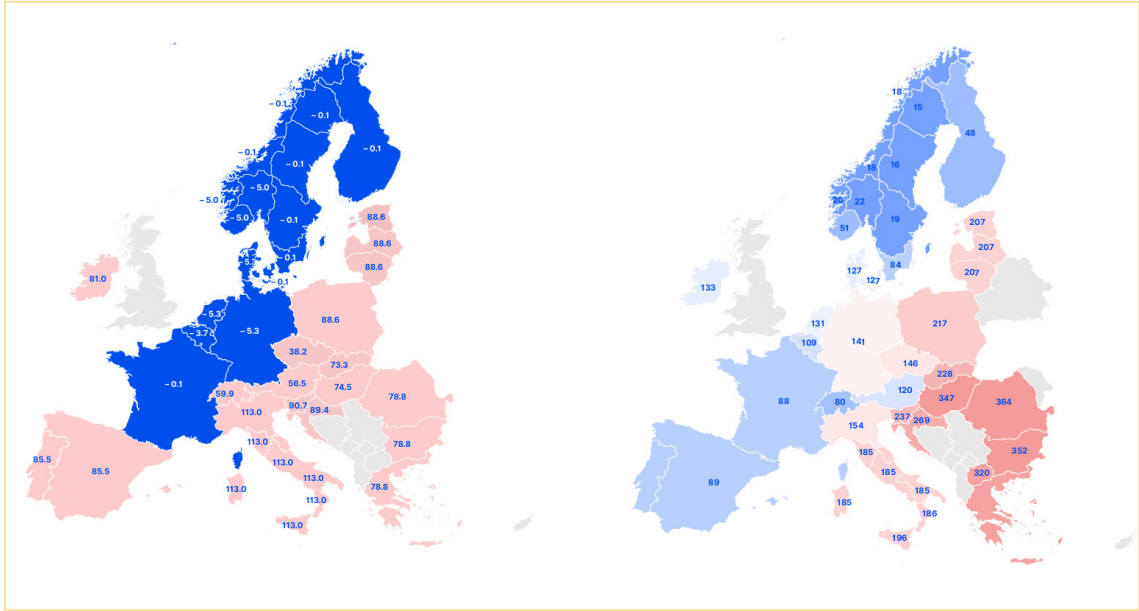
출처: EU ACER, Progress of EU electricity wholesale market integration, 2024 Market Monitoring Report, 2024.11.14. p.12.

## ■ EU 회원국 간에 국경을 넘어 유연성 자원을 활용하고 공유해야 할 필요성이 증가

- 비용담성 전원 용량의 비중이 커지면서 유럽 차원의 대응이 필요한 상황임.
  - 이는 유연성 자원을 국가 간에 공유하고 공급과 수요 모두에서 응답성을 높이는 것을 의미하는 것이며, 경제적이고 효율적인 에너지전환 달성을 위해 더욱 중요해지고 있음.
  - 참고로, 2023년 EU에서는 전력망 혼잡(congestion)으로 인해 12TWh 이상의 재생에너지 전력이 출력제한(curtailed)되었고, 혼잡 관리 비용은 42억 유로에 달하였음.
- 시스템 유연성 부족으로 양(+)의 가격을 보이는 입찰 구역에 인접한 구역에서 음(-)의 가격이 발생하는 경우가 빈번하게 나타나고 있음.
  - 이는 일반적으로 수요가 낮고 비용담성 전력이 수출되지 못할 때 발생하며, 마찬가지로 2024년 하절기에는 동유럽과 서유럽 사이에 큰 가격 격차가 나타났음.

**그림 4**

(왼쪽) 수출 병목현상 예시: 2023년 9월 20일 11시 기준 EU-27/EEA(노르웨이) 및 스위스의 전일시장 가격 (EUR/MWh);  
 (오른쪽) 동유럽과 서유럽 간 가격 격차 예시: 2024년 7월 1일에서 2024년 9월 23일 사이 19시 기준 동일 지역의 전일시장 평균가격(EUR/MWh)

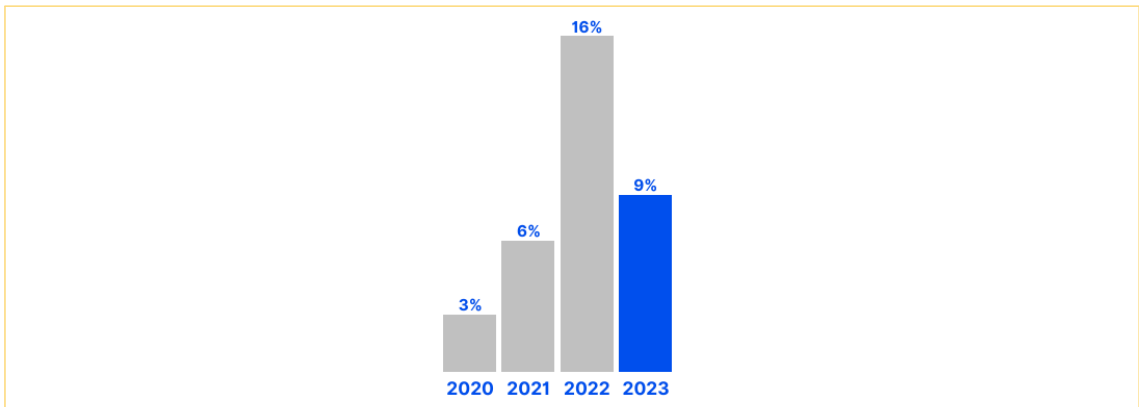


출처: EU ACER, Progress of EU electricity wholesale market integration, 2024 Market Monitoring Report, 2024.11.14, p.15.

- 다만, 가격 변동성 확대로 수요반응 및 에너지저장의 수익성이 더욱 높아지고 있음.
- 가격 변동은 수요반응 및 저장 서비스 확대를 위한 이상적인 차익거래(arbitrage) 기회를 창출할 수 있음.

**그림 5**

EU-27의 대규모 배터리 평균 투자 수익률 추이(2020~2023년)



출처: EU ACER, Progress of EU electricity wholesale market integration, 2024 Market Monitoring Report, 2024.11.14, p.16.

- 소매 시장도 유연성 제공이 가능하나 현재의 규제와 시장구조, 계약 및 가격정책 등으로 인해 소비자 참여가 제한되고 있으며, 이에는 전력망의 디지털화도 필수임.

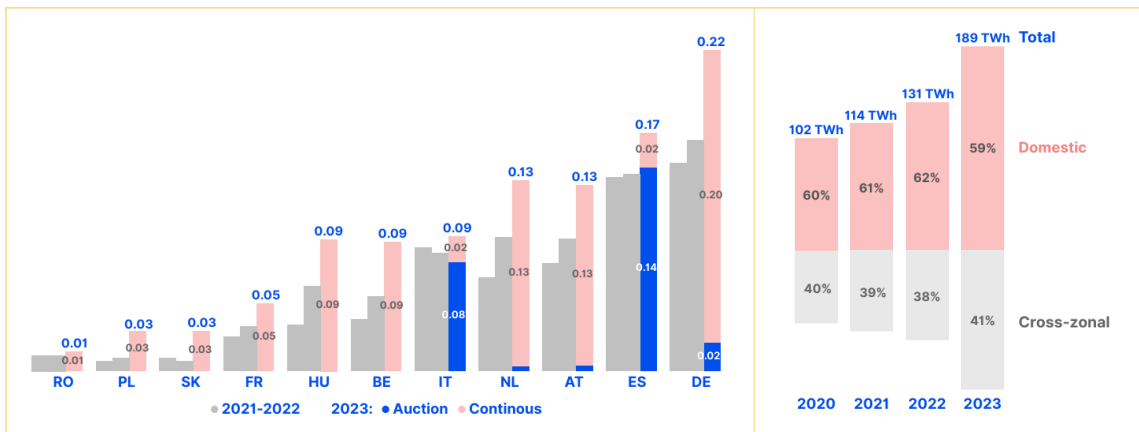
### 3 EU 내 국경 간 전력 거래 현황

■ 전일(day-ahead) 및 당일(intraday) 시장에서의 유동성과 효율성이 전력망 통합에 중요하며, 최근 재생에너지 발전량 증가로 인한 단기 조정 필요성으로 거래량이 확대되고 있음.

- 유럽의 도매전력시장은 전일시장과 당일시장이 연계되어 있음.
  - 2023년 당일시장 거래는 연속 거래(continuous trading) 중심이었음.
  - 연속 거래와 더불어 2024년 6월에는 구역 간(cross-zonal) 용량의 가격을 책정하기 위한 입찰제도가 도입됨.
- 시장 유동성은 참가자들이 큰 가격 변동 없이 쉽게 대량의 거래를 할 수 있도록 하므로 효율적인 전력 거래를 위해 매우 중요함.
- 실제 소비량 대비 거래량 비중을 나타내는 churn factor로 유동성 측정이 가능함.
  - 당일시장 churn factor는 2023년에 50% 상승했는데, 이는 재생에너지 발전량 증가로 인한 단기 조정 수요 증가에 기인한 것이며, 2021년 이후 당일시장 거래량 중 구역 간 거래가 지속 증가하고 있음.

그림 6

(왼쪽) 유럽 주요국 당일(intraday)시장의 거래 유형별 연간 churn factor (2021~2023년);  
(오른쪽) 유럽 각국 당일시장 국내 및 국외 전력 거래량 비중(%) 및 연간 연속(continuous) 거래량(TWh) 추이 (2020~2023년)



출처: EU ACER, Progress of EU electricity wholesale market integration, 2024 Market Monitoring Report, 2024.11.14, p.22.

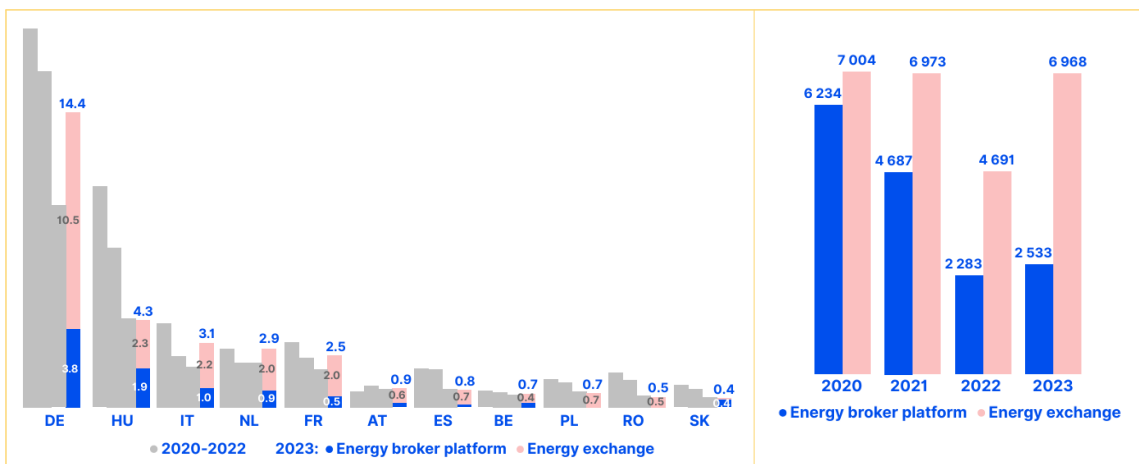


■ 선도(forward) 시장은 2023년에 회복세를 보였으나 구조적 문제점은 상존함.

- 장기(long-term) 시장은 전력부문 탈탄소화를 위한 막대한 투자를 지원하는 데 필수적이며, 장기간 가격을 고정하여 위험을 헤지할 수 있는 주요 도구임.
- 2022년 에너지 위기 동안 선도 거래가 크게 감소하였으나, 2023년에는 안정화되는 모습을 보였으며 전반적인 시장 유동성도 증가함.
  - 시장 유동성 지표인 churn rate는 2023년에 평균 27% 증가함.
- 그럼에도 대부분의 EU 전력 선도 시장의 유동성은 아직 위기 이전 수준을 회복하지 못했으며, 그나마 거래가 독일 허브(hub)에 크게 집중되어 있음.
- 유럽의 전력 선도 시장은 유동성, 접근성, 경쟁 및 투명성 부족, 집중된 시장구조 등 여러 가지 문제로 어려움을 겪고 있는 것으로 보임.
  - 전일 및 당일시장은 상당한 개정과 조화 및 통합을 거쳤지만, 향후에는 선도 시장에 초점을 맞춘 장기 시장의 추가 개발이 필요함.
- 한편, 지난 몇 년 동안 유럽 선도 시장은 중개(brokered) 거래에서 전력 거래소(exchange)를 통한 거래로 중심이 이동되었는데, 에너지 위기 이후 담보(collaterals) 비용이 낮아지며 거래소를 통한 거래량은 위기 이전 수준으로 다시 상승함.
  - 중개 거래를 포함한 장외(OTC) 거래는 안정화되었지만 위기 이전에 비해 낮은 수준임.

그림 7

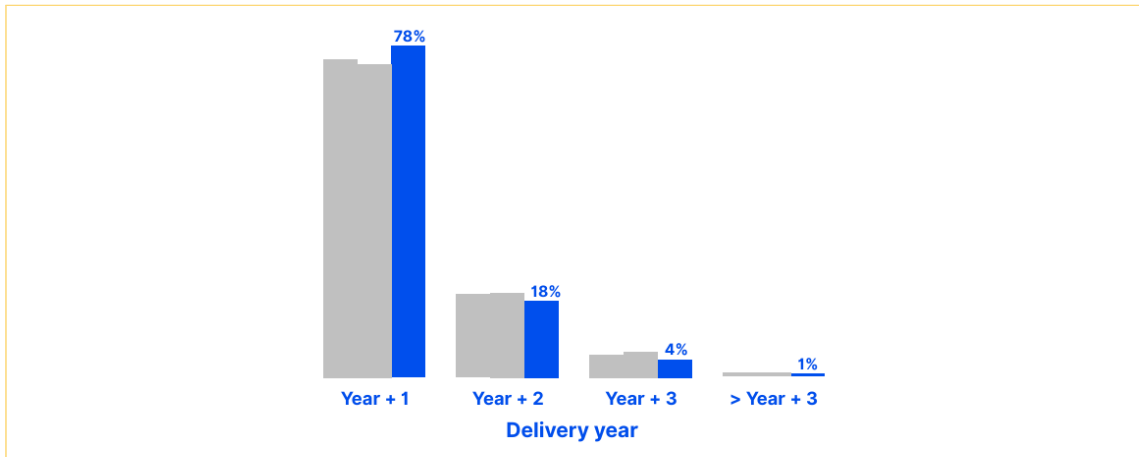
(왼쪽) 일부 유럽 선도 시장의 churn factor 추이(2020~2023년, %);  
 (오른쪽) EU-27의 중개 거래량 및 거래소 거래량 추이 (2020~2023년, TWh)



출처: EU ACER, Progress of EU electricity wholesale market integration, 2024 Market Monitoring Report, 2024.11.14, p.24.

- 유럽에서 가장 유동적인 선도 시장인 독일에서도 대부분의 거래량은 인도시점이 1년 이하로 거래되며, 3년물은 거의 존재하지 않는 실정임.

**그림 8** 독일의 전력 선물 인도시점별 거래량 상대적 비중 추이 (2021~2023년, %)



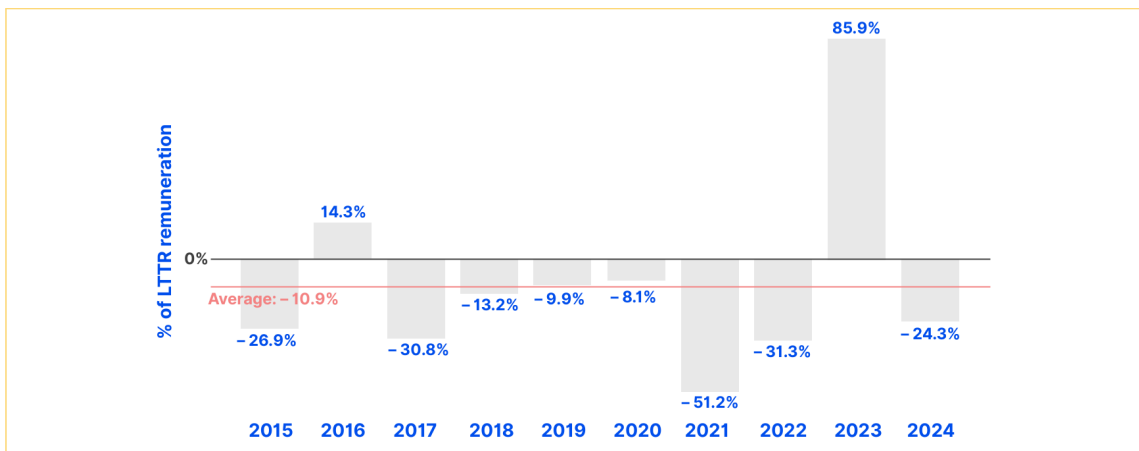
출처: EU ACER, Progress of EU electricity wholesale market integration, 2024 Market Monitoring Report, 2024.11.14, p.25.

■ 장기 송전권(long-term transmission rights, LTTR)의 가치가 시장에서 과소평가되고 있으며, 이는 시장 설계상의 문제점을 드러내고 있음.

- LTTR은 입찰 구역 간의 혼잡과 관련된 위험을 헤지하기 위해 EU가 도입한 주요 시장 도구 중 하나임.
  - LTTR은 두 유형으로 구분되는데, 물리적 전송권(physical transmission rights, PTR)은 두 입찰 구역 간에 전력을 물리적으로 전송하거나 혼잡 기간 동안 보상(renumeration)을 받을 수 있는 권리며, 재무적 전송권(financial transmission rights, FTR)은 혼잡 기간 동안 보상을 받을 수 있는 권한만 부여함.
  - LTTR이 경매되면 송전사업자(transmission system operator, TSO)는 참가자로부터 혼잡 수입을 징수하며, 인도 시점에 LTTR 보유자는 두 입찰 구역 간의 전일 가격 차이가 양(+)인 경우 TSO로부터 해당 차액을 받게 됨.
- 그러나 LTTR의 단점이 대두되고 있는데, 드문 경매 일정(연간 상품의 경우 일반적으로 연 1회, 월간 상품의 경우 월 1회), 유통시장의 부족, 최대 1년의 상품 만기, 스프레드 옵션 발행 등으로 인해 헤지 기능이 제약됨.
- 지난 수년간의 운영 자료를 보면, LTTR로 얻은 수입(income)은 대체로 TSO가 LTTR 보유자에게 지급하는 보상액보다 낮았음.

- 분석 기간 동안 TSO는 총 150억 유로의 수입을 얻은 대신 LTTR 보유자에게 168억 유로를 보상하여 LTTR 보유자에게 18억 3천만 유로가 이전되었으며, 이는 전력망 요금을 통해 전력망 이용자들이 부담하였음.
- 평가 결과에 따르면 시장 참여자는 당일 거래 시장의 혼잡에 대한 헤지 제공의 프리미엄을 지불하는 대신 대체로 LTTR을 보유하여 수익을 내는데 집중함.
- 이는 시장 경쟁이 부족하기 때문으로, 실제로 제공된 용량이 당일시장에서 혼잡에 대비해 헤지하려는 실제 수요를 초과하고 있음.

**그림 9** TSO에서 LTTR 보유자로의 순 재정 이전 추이 (LTTR 보상액 대비 비율)(2015~2024년, %)



출처: EU ACER, Progress of EU electricity wholesale market integration, 2024 Market Monitoring Report, 2024.11.14, p.26.

- **완전하게 결합된 전일 및 당일 시장과 비교했을 때, 밸런싱(balancing) 시장 통합은 아직 덜 진 행된 상황으로, 이로 인해 각국의 밸런싱 시장 간에 높은 가격 스프레드를 발생시킬 수 있음.**
  - TSO는 공급-수요 균형과 주파수 안정성을 보장하는 작업을 실시간으로 수행함.
    - TSO는 1차 예비력(frequency containment reserve, FCR), 자동 2차 예비력(automatic frequency restoration reserves, aFRR), 수동 2차 예비력(automatic frequency restoration reserves, mFRR) 및 3차 예비력(replacement reserves, RR) 등 다양한 서비스를 제공함.
  - 2022년 6월 aFRR 거래 플랫폼과 2022년 10월 mFRR 거래 플랫폼이 마련되면서 EU 밸런싱 시장 통합의 가장 큰 진전이 이루어짐.
    - 프로젝트 이름인 PICASSO로 알려진 aFRR 거래 플랫폼에는 2023년에 오스트리아, 체코, 독일, 이탈리아의 TSO가 참여하였으며, 그 결과 참여한 TSO 간에 aFRR 가격 수렴이 50% 이상 발생하였음.
    - 국경 간 밸런싱 거래로 국내보다 더 저렴한 가격에 조달이 가능할 수도 있음.

## 4 시사점

- EU는 재생에너지 확대 등으로 인한 전력시스템 유연성 부족 문제를 해결하기 위한 일환으로 전력 시장 통합을 통한 국가 간 거래 활성화를 도모하고 있음.
  - 전일 및 당일시장이 통합되어 운영되는 가운데, 향후 장기시장 및 밸런싱 시장에서의 개선 노력도 지속될 것으로 보임.
- 변화하는 전력시스템 및 전력시장에서 시장 중심적이고 국제적인 관점에서의 원전의 역할에 대한 분석이 필요할 것임.
  - 유럽 일부 국가에서 최근 나타나는 원전 재도입 움직임 속에 향후 유럽 전력시장이 어떻게 변화할지 지켜보는 것도 의미 있을 것임.

### 참고문헌

- EU ACER, Progress of EU electricity wholesale market integration, 2024 Market Monitoring Report, 2024.11.14.

## 주요단신

North America

## 북미



## 미국 Amazon, Washington 주 Xe-100 건설 추진에 약 5천억 원 투자

Ux Weekly 2024.12.02.

- 2024년 11월 25일 미국 Amazon은 Washington 주에 위치한 연방 정부 소유의 Hanford 부지 (Hanford Site)에서 Washington 주의 원전 사업자인 Energy Northwest와 협력해 X-energy의 Xe-100(80MW, HTGR) 4기 개발 프로젝트 타당성 연구 지원을 위해 최대 3억 3,400만 달러(약 4,839억 원)<sup>1)</sup>를 제공하겠다고 발표함.

※ Hanford 부지는 1943년 미 정부가 Manhattan Project의 일환으로 핵무기 생산을 위해 개발해 현재 연방 정부 관리 중이며, 일부 구역은 환경 복원 프로젝트에 활용되고 있음. Amazon은 연방 정부로부터 Hanford 부지를 임대하여 Xe-100 건설 프로젝트를 추진함.

- Amazon의 이번 발표는 2024년 10월 자사의 Amazon Web Services(AWS)의 AI 데이터센터 운영에 필요한 전력 확보를 목표로 SMR 개발 및 보급 지원을 위해 Energy Northwest와 체결한 계약의 일환임.
  - Amazon은 초기 운영 단계에서 약 320MW의 전력을 생산하고 향후에는 약 77만 가구에 전력을 공급할 수 있는 12기의 SMR을 보급해 최대 960MW로 확대 가능하다고 밝힘.
- Amazon과 Energy Northwest 간의 계약에는 프로젝트 진행 상황 평가를 위해 2025년과 2026년에 제시된 중요 이정표를 충족해야 하며, 비용 초과나 분쟁 발생으로 의견 조율이 되지 않을 시 Amazon이 투자 중단을 할 수 있는 옵션이 포함됨.
  - X-energy에 따르면 2025년 초에 NRC에 Xe-100 4기 건설허가 신청서를 제출할 예정임.
  - 또한 Washington 주 전력사 Puget Sound Energy(PSE)는 해당 프로젝트에 참여할 수 있는 권리를 계약 조건으로 보유하고 있으며, PSE를 포함한 전력사는 프로젝트에서 생산된 전력을 구매하기 위해 Amazon의 승인을 받아야 하고 프로젝트에 자금을 일부 지원해야 함.
- Amazon이 발표한 투자 계획에 따르면 2039년까지 X-energy와 협력해 미국 전역에 Xe-100을 건설할 예정이며, 이를 통해 총 5,000MW의 설비용량 확보를 목표로함.

1) 북미 단신 기사 내용 모두 2024년 12월 20일 환율 기준 적용(1달러=1,449원, 1캐나다 달러=1,007원)

## ■ 미국 Meta, 2030년대 초까지 최대 4GW 원전 설비 확보 위한 제안요청서 발행

Power Magazine 2024.12.03., Financial Post 2024.12.03., World Nuclear News 2024.12.04., Reuters 2024.12.04., Utility Dive 2024.12.04.

- 2024년 12월 3일 미국 기업 Meta는 데이터센터에 필요한 전력 수요 증가에 따라 2030년대 초까지 최대 4GW 원전 설비용량 확보를 목표로 대형 원전과 SMR 개발사 및 원전 관련 기업 대상 제안요청서(Request for Proposals, RFP)를 발행했다고 발표함.
  - RFP 발행과 관련해 Meta는 급증하는 에너지 수요 충족을 위해서 청정에너지 개발이 지속적으로 우선순위가 되어야 하며, 원자력을 전력망에 통합하는 과정에서 다양한 산업 관계자들과 협력할 수 있는 기회를 만드는 데 주력한다고 밝힘.
  - 구체적으로 Meta는 원전 개발을 가속할 수 있는 개발자들을 찾고자 하며, 단일 원자로에 의존하지 않고 SMR을 포함한 여러 호기를 동시에 보급하여 전력 공급량을 대폭 늘림으로써 비용 절감을 달성할 수 있을 것으로 전망함.
    - Meta는 원전 인허가, 설계, 엔지니어링, 자금 조달, 건설 및 운영 지원이 가능한 파트너사와 협력하기를 희망한다고 덧붙임.
  - Meta에 따르면 자격 심사는 1월 3일에 마감되며, 초기 제안서는 2025년 2월 7일까지 제출해야 됨.

## ■ 미 에너지부, 우라늄 농축 역량 구축 촉진 위해 6개 기업과 LEU 공급 계약 체결

Energy.Gov 2024.12.10., Power Magazine 2024.12.10., World Nuclear News 2024.12.11., Nucnet 2024.12.11., Nuclear Newswire 2024.12.11.

- 2024년 12월 10일 미 에너지부는 러시아산 우라늄 수입 의존도를 줄이고 미국 내에서 우라늄 농축 역량 구축을 촉진하기 위해 6개 기업과 최대 10년간 27억 달러(약 3조 9,118억 원) 규모의 저농축 우라늄(LEU) 공급 계약을 체결했다고 발표함.
  - 미 에너지부와 계약을 체결한 기업은 American Centrifuge Operating, LLC, General Matter, Inc., Global Laser Enrichment, LLC, Louisiana Energy Services, LLC, Laser Isotope Separation Technologies, Inc., Orano Federal Services, LLC이며, 각 기업은 최소 200만 달러(약 29억 원)의 계약금을 보장받으며, 6개 기업이 체결할 수 있는 최대 계약 한도는 10년간 34억 달러(약 4조 9,263억 원)임.

- American Centrifuge Operating, LLC는 Centrus Energy(Centrus)의 자회사이자 Centrus가 Ohio 주 Piketon에 위치한 자사의 농축 시설(American Centrifuge Plant)에서 운영하는 사업 부문임. 미 에너지부와와의 계약에 따라 캐스케이드 방식인 16개의 첨단 원심 분리기를 활용해 HALEU 시범 생산을 진행 중임.
- General Matter, INC.는 2024년에 설립된 기업으로 고농축우라늄(HEU) 생산 방법을 개발하는 데 중점을 두고 있으며, 2024년 10월 17일 미 에너지부의 HALEU 초기 계약(initial contracts)에 선정된 업체 중 한 곳임.
- Global Laser Enrichment, LLC는 3세대 농축 기술인 Silex 레이저 우라늄 농축 기술의 독점 라이선스를 확보한 기업으로, 2024년 11월 Kentucky 주 Paducah에 건설을 계획 중인 Paducah 레이저 농축시설(PLEF)을 위해 Kentucky 주정부 소유 665에이커 규모의 부지를 매입함.
- Louisiana Energy Services, LLC는 Urenco USA의 자회사로 New Mexico 주 Eunice에 우라늄 농축 시설을 운영 중임.
- Laser Isotope Separation Technologies, Inc.는 레이저 우라늄 농축 전문 기업으로, 2024년 12월 15일 2,200만 달러(약 319억 원) 규모의 자금조달 Series A를 완료함.
- Orano Federal Services, LLC는 미국 내 연방 정부와 협력해 원자력 관련 기술과 서비스를 제공 중이며, Tennessee 주 Oak Ridge에 신규 우라늄 농축 시설을 건설할 계획임.
- 미 에너지부에 따르면 자국 내에서 새로운 LEU 생산 능력을 개발하는 것은 신뢰할 수 있는 공급원을 통해 미국 내 기존 원자로 연료 공급을 보장하고, 국내외에서 선진 원자로 보급을 지원하기 위한 기반 마련에 중요함.
- 이번 공급계약은 2024년 6월 미 에너지부가 발행한 LEU 구매 제안 요청서(Request for Proposals, RFP)에 따른 것이며, RFP는 Biden 대통령의 경제 계획인 미국 투자(Investing in America) 의제의 일환임.
  - RFP에서 강조된 주요 요구 사항 중 하나로 확보된 모든 LEU는 미국 내에서 농축과 저장이 되어야 함.
  - 미 에너지부는 RFP를 바탕으로 신규 농축시설이나 기존 농축시설에서 생산된 우라늄을 확보할 계획이며, 확보된 우라늄 생산분을 미 발전사에 판매하여 청정에너지 생산을 지원하고 러시아산 우라늄 수입 의존도를 저감하는 것을 목표로 한다고 덧붙임.
- 한편 미 에너지정보청(Energy Information Administration, EIA)에 따르면 미국은 1992년 이후부터 연료의 대부분을 수입에 의존하고 있음.

- 2023년 미국은 총 5,160만 파운드의 우라늄을 미국 및 해외 공급업체로부터 구매했으며 이는 전년도 4,050만 파운드에서 27% 증가한 수치임.

## ■ 미 NRC, Urenco의 상업용 우라늄 농축도 최대 10%까지 상향 요청 승인

Federal Register 2024.10.08., World Nuclear News 2024.12.13., Nucnet 2024.12.13.

- 2024년 12월 13일 미국 원자력규제위원회(NRC)는 미국에 본사를 둔 Urenco USA(UUSA)의 New Mexico 주 Eunice에 있는 시설에서 상업용 우라늄 농축도를 최대 10%(LEU+)까지 상향하는 인허가 개정 요청을 승인함.
  - 2023년 11월 30일 UUSA는 NRC에 우라늄 농축 한도를 5.5%에서 10%로 늘리기 위한 인허가 개정 요청서를 제출함.
  - UUSA에 따르면 자사의 시설은 북미에서 유일하게 운영 중인 상업용 우라늄 농축 시설로, 농축 한도를 10%까지 늘리는 것은 미국 민간 원자력 산업에서 중요한 진전임.
  - 미 연방관보(Federal Register)에 따르면 NRC는 현재 농축 한도를 U-235 기준 5.5% (저농축 우라늄 또는 LEU)에서 10% 미만(LEU+)으로 늘리는 인허가 개정 신청과 관련된 환경 평가에서 '중대한 영향이 없음(Finding of No Significant Impact, FONSI)'으로 판단을 내림.
    - IAEA에 따르면 IAEA LEU 은행(IAEA LEU Bank)에 저장된 LEU는 최대 4.95%의 농축도를 가지며, 이는 경수로용 연료를 제작하는 데 적합한 농축 수준임.
  - 다음 단계로 NRC는 2025년 늦은 봄까지 UUSA 시설의 개정된 인허가 요건 시행과 관련해 검토를 진행할 계획임.
    - 해당 검토 완료 시 UUSA는 시설 내 모든 캐스케이드(cascade)에서 우라늄 농축도를 최대 10%까지 생산할 수 있는 승인을 받게 됨.
  - UUSA에 따르면 현재 자사는 440만 농축설비용량(SWU)을 보유 중으로 미국 내 농축 수요 3분의 1을 공급하며, 최대 1천만 SWU까지 생산이 가능한 인허가를 보유 중임.
  - 한편 2024년 12월 10일 미 에너지부는 미국 내 안정적인 LEU 공급망 구축을 위해 6개 기업과 LEU 공급 계약을 체결했으며, 여기에는 Urenco의 자회사인 Louisiana Energy Services LLC도 포함됨.



## ■ 미국 Duke Energy, 정책 불확실성으로 미 에너지부 대출 프로그램 검토 일시 중단

Ux Weekly 2024.12.02., Utility Dive 2024.12.02.

- 2024년 12월 2일 미국 North Carolina 주와 South Carolina 주의 전력 및 가스공급을 담당하는 Duke Energy는 차기 미국 Trump 행정부 취임과 새로운 의회 출범에 따라 미 에너지부의 신규 대출 프로그램인 에너지 인프라 재투자(Energy Infrastructure Reinvestment, EIR) 프로그램의 방향성이 불확실하여 해당 프로그램에 대한 검토를 일시 중단한다고 발표함.
  - EIR 프로그램은 2022년 8월 Biden 대통령이 서명한 인플레이션 감축법안(IRA)에서 목표로 하는 기후변화 대응 및 청정에너지 전환 달성을 위해 새롭게 파생된 프로그램으로, 운영이 중단된 에너지 인프라 재정비·재가동·용도변경·대체 및 현재 운영 중인 인프라 효율성을 개선해 탄소배출과 대기오염 감소를 목표로함.
    - EIR은 미 에너지부 대출프로그램 사무국(LPO)의 Title 17 청정에너지 금융 프로그램의 범위에 속하며, 2026년 9월까지 프로그램 운영이 가능함.
    - LPO에 따르면 2024년 10월 31일 기준 EIR 프로그램을 통해 지원 가능한 잔여 대출은 총 2,450억 달러(약 354조 9,805억 원)이며, LPO가 EIR을 포함한 프로그램에 제공할 수 있는 총대출 한도는 3,970억 달러(약 575조 2,133억 원)임.
  - Duke Energy 자회사인 Duke Energy Carolinas와 Duke Energy Progress는 전력 공급과 관련된 탄소 감축 계획 실행 과정에서 EIR 프로그램을 통한 전기요금 소비자에 돌아갈 금전적 및 환경적 이익을 평가하기 위해 컨설턴트를 고용할 계획이었다고 밝힘.
    - 2024년 11월 North Carolina 주 공공위원회(NCUC)는 Duke Energy의 탄소 감축 계획과 관련된 평가 지원을 위해 최대 100만 달러(약 14억 원)의 예산을 승인했으며, 분석 보고서는 2025년 5월 1일까지 제출될 예정이었음.
  - 2024년 11월 27일 Duke Energy는 NCUC에 제출한 문서에서 EIR 프로그램의 방향이 명확해질 것으로 예상되는 2025년 2월까지 추가 분석 작업 및 지출 등을 연기하기로 했으며, 이는 새로운 행정부의 정책 방향 및 프로그램 유지 여부 판단에 따른 것이라고 밝힘.
    - Duke Energy의 프로그램 중단 결정으로 추가 분석은 2025년 2월 이후에 재개될 수 있으므로, 보고서가 5월에 예정대로 제출될지 불확실한 상황임.
  - 한편 LPO는 비원전 청정에너지에 대한 대대적인 지원을 단행했는데, 삼성 SDI와 Stellantis의 합작사인 StarPlus에 최대 75억 4천만 달러(약 10조 9,248억 원),

Rivian New Horizon에 최대 65억 7천만 달러(약 9조 5,186억 원), Sunwealth Holdco 18에 최대 2억 8,970만 달러(약 4,197억 원), 그리고 Invenergy의 자회사에 각각 최대 49억 달러(약 7조 991억 원) 규모의 조건부 대출 보증을 승인함.

## ■ 캐나다 Ontario 주, 원전 포함한 신규 발전 설비 후보지 3곳 논의 착수

World Nuclear News 2024.12.02.

- 2024년 12월 2일 캐나다 Ontario 주 정부는 캐나다 발전사 OPG에 원자력을 포함한 모든 형태의 에너지 발전 프로젝트 추진을 위해 지역사회의 수용성 파악을 목표로 기존 송전망과의 근접성이 있는 Ontario 주 남부의 Wesleyville, Nanticoke, Lambton 지역 세 곳을 중심으로 초기 논의(early conversations)를 시작할 것을 촉구함.
  - OPG는 이번에 선정된 지역 세 곳은 기존의 원전 부지 지역 인근 부지와 과거 석탄 발전소가 운영되었던 부지이므로, 신규 발전소 건설 추진을 위한 적합한 인프라 및 기반 시설이 마련되어 있다고 언급함.
    - Wesleyville의 Port Hope 부지는 약 1,300에이커 규모로 Pickering 원전(총 4,328MW, PHWR 8기)과 Darlington 원전(총 3,736MW, PHWR 4기)이 위치한 Durham 지역 인근에 있음.
    - Nanticoke의 Haldimand County 부지는 과거 석탄발전 부지로 현재 일부는 태양광 시설로 사용 중이며 기존 송전망 구축 및 철도, 부두와 근접함.
    - Lambton의 St Clair Township 부지는 과거 석탄발전 부지로 철도 및 심수 부두 접근성과 기존 발전소 시설 인프라 재활용이 가능함.
  - Ontario 주 정부에 따르면 초기 논의에는 신규 에너지 프로젝트가 지역사회에 제공될 지원 방식과 혜택에 대한 구체적인 사항을 검토하는 데 초점을 맞출 것임.
    - 구체적인 사항으로는 지역사회가 프로젝트에 실질적인 이해관계자로 참여할 기회 제공, 지역사회 인프라 투자와 산업 유치를 지원하는 지방자치단체에 재정적 혜택 제공, 지방자치단체의 재정 수익에 기여 및 관련 일자리와 경제 개발 등이 포함됨.
    - 이와 관련해 OPG는 현재 프로젝트가 초기 단계로 각 지역사회에서 신규 발전 설비 개발 의사가 있는지 파악하고 있으며, 프로젝트는 지역의 동의와 원주민의 참여가 있는 경우에만 가능하다고 언급함.
  - 한편 Ontario 전력계통운영자(Independent Electricity System Operator)는 Ontario 주의 전력 수요가 2050년까지 75% 증가할 것으로 예측했으며, Ontario 주 정부는 2035년

까지 OPG와 협력해 Darlington 부지에 4기의 BWRX-300을 건설할 계획이지만 2050년까지의 수요를 맞추려면 추가 설비용량과 송전망 확장이 필요하다고 전망함.

## ■ 캐나다 원자력연구소, 연방정부 기관과 해외 진출 위한 협력 체계 구축

Canadian Commercial Corporation 2023.11.28., GlobeNewswire 2024.12.09., World Nuclear News 2024.12.12.

■ 2024년 12월 9일 캐나다 원자력연구소(CNL)는 캐나다의 정부 간 계약 전문 국영기업인 Canadian Commercial Corporation(CCC)과 캐나다 원자력 산업의 국제 상업적 기회 창출을 포함한 원자력 산업의 성장과 안전성 및 글로벌 경쟁력 지원을 목표로 협력하기 위해 이해각서 (Letter of Understanding, LOU)를 체결함.

- CCC는 1946년에 설립된 캐나다 정부의 공식 정부 간 계약 기관으로 개발 지원 사업, 방위와 안전 분야 등을 바탕으로 캐나다 기업들이 해외 시장에 진출하고 국제적으로 계약을 체결할 수 있도록 지원함.
  - 2023년 11월 CCC는 루마니아 Cernavoda 1호기(706MW, PHWR)의 계속운전에 필요한 설비개선 작업을 위해 루마니아 원전 운영사 Nuclearelectrica와 계약을 체결함.
- 이번 LOU에 따라 CNL과 CCC는 각 기관의 강점을 활용해 국제적으로 캐나다 원자력 산업의 성장 및 수출 기회를 확대할 계획임.
  - 2024년 11월 페루에서 열린 APEC 정상 회담에서 캐나다 Justin Trudeau 총리는 인도 태평양 지역에서의 원전 협력 강화를 위한 비전선언을 발표하고, 이를 지원하기 위해 CNL은 인도네시아와 필리핀으로 향하는 무역 사절단에 참여하는 등 후속 활동을 추진 중임.
- 구체적으로 캐나다 원자력 전문 지식과 기술 및 해결책을 국제 시장에서 홍보하고 최고 수준의 안전·안보·비확산 유지, 캐나다 기업으로부터 핵심 부품과 기술 및 서비스 조달 활동이 포함됨.
- 또한 CNL은 이번 LOU를 통해 기술과 지적 재산을 수출하게 되며, CCC의 국제시장과 정부 간 계약, 캐나다 원자력 관련 서비스 수출에 대한 전문성을 고려한 지식 이전 및 역량 구축 활동도 포함될 가능성이 있음.

## ■ 미국 Westinghouse, 캐나다 BWXT·Aecon과 MOU 및 전략적 협력 협약 체결

World Nuclear News 2024.12.13., Nucnet 2024.12.13., Westinghouse 2024.12.17.,  
Nuclear Engineering International 2024.12.17.

- 2024년 12월 13일 미국 Westinghouse Electric Company(Westinghouse)는 캐나다 Ontario 주에 본사를 둔 BWXT Canada(BWXT), 캐나다 건설사 Aecon과 함께 캐나다를 포함한 글로벌 신규 원전 건설 프로젝트 개발 및 협력을 위한 양해각서(MOU)를 체결했으며, Aecon과는 추가로 전략적 협력 협약(Strategic Cooperation Agreement)을 체결했다고 발표함.
  - Westinghouse에 따르면 이번 MOU에 따라 BWXT가 AP1000과 AP300을 포함한 자사의 원자로 설계 부품(증기 발생기, 원자로 용기, 압력 용기와 열 교환기 등) 제조를 할 가능성(potential)이 있으며, Aecon은 Vogtle 원전과 다른 프로젝트에서 AP1000 모듈 제작과 핵심 부품 공급 경험을 바탕으로 캐나다와 해외 프로젝트에 필요한 AP1000 및 선진 원자로 핵심 부품 공급 확대 가능성을 모색할 계획임.

## ■ 미 발전사 Energy Northwest, AtkinsRéalis와 SMR 건설 엔지니어링 서비스 계약 체결

AtkinsRéalis 2024.12.12., World Nuclear News 2024.12.12.

- 2024년 12월 12일 미국 Washington 주의 원전 사업자 Energy Northwest는 캐나다 엔지니어링 기업 AtkinsRéalis와 Washington 주 Richland에서 진행 중인 SMR 프로젝트를 위해 엔지니어링 서비스 계약(Engineering Services Contract)을 체결함.
  - 이번 계약에 따라 AtkinsRéalis는 SMR 프로젝트의 설계, 인허가, 건설, 시운전을 지원할 예정이며, 해당 지원 작업은 Richland에 새로 개소한 3만 2,000 평방피트 규모의 AtkinsRéalis 기술 센터(AtkinsRéalis Technology Center, ATC)에서 진행될 예정임.
  - 한편 2024년 10월 Energy Northwest는 북서부 지역에 청정하고 안정적인 에너지 제공 및 AI 데이터센터 운영에 필요한 전력 공급을 위해 Amazon과 Washington 주에 4기의 Xe-100(80MW, HTGR) 개발 사업 계약을 체결함.

- Energy Northwest에 따르면 Amazon과 환경, 안전, 인허가, 위험 분석을 포함한 다년간의 포괄적인 타당성 검토 단계에 착수한 상태임.

## ■ 미국 Last Energy, 미 수출입은행으로부터 영국 초소형원자로 개발 사업 지원 의향서 수령

World Nuclear News 2024.12.13., Nucnet 2024.12.13.

- 2024년 12월 13일 미국 Washington, D.C.에 본사를 둔 초소형 원자로 개발사 Last Energy는 미국 수출입은행(Export-Import Bank of the United States, EXIM)으로부터 영국 South Wales에서 초소형원자로 PWR-20(20MWe) 개발 지원을 위해 1억 370만 달러(약 1,503억 원)의 금융 지원에 관한 의향서(Letter of Intent, LOI)를 받았다고 발표함.
  - 2023년 10월 Last Energy는 Wales에서 3억 9,300만 달러(약 5,695억 원) 규모의 4기 초소형원자로 프로젝트 건설 계획을 발표했으며, 2027년 최초호기의 완공을 목표로한다고 밝힘.
    - 이와 관련해 Last Energy는 해당 프로젝트를 위한 부지 소유권을 확보 후 부지 조사를 시작했으며, 지역 당국과 협력 중이라고 덧붙임.
  - 이번 LOI에 따르면 South Wales에 건설할 4기의 PWR-20 원자로에 필요한 모든 절차, 부품, 제작, 인허가 수수료를 포함한 금융지원을 EXIM이 제공하는 내용이 포함됨.

## ■ 캐나다 Bruce Power, Kinectrics와 포괄적 협력 지속을 위한 계약 체결

World Nuclear News 2024.12.05.

- 2024년 12월 5일 캐나다 Bruce Power는 캐나다 원자력엔지니어링 기업 Kinectrics와 원전 운영을 포함한 계속운전 프로그램, 설비개선 지원, 방사성 동위원소 생산 활동 등을 목표로하는 기존 계약을 지속하기 위해 25억 캐나다 달러(약 2조 5,131억 원) 규모의 10년 포괄적 협력 계약(Master Services Agreement)을 체결함.
  - 양사가 체결한 이번 계약에는 엔지니어링 프로젝트 관리, 정비 작업, 자산 관리, 원자로 운영에 필요한 프로그램과 작업 지원, 부품 공급, 원자력 안전과 인허가 관리, 유지보수 활동 등을 지원하는 내용이 포함됨.
    - Kinectrics는 Bruce Power의 비용 확실성 지원과 유지보수 기간 및 빈도 최소화, 설비

개선 프로그램과 의료 방사성 동위원소 생산을 위한 종합적 서비스(holistic services) 솔루션을 제공함.

- Bruce Power는 2064년까지 Bruce 원전을 가동하기 위해 2020년 1월 6호기(891MW, PHWR)부터 순차적으로 3·4·5·7·8호기의 주요기기교체(Major Component Replacement, MCR) 작업을 진행 중임.
- 한편, Bruce Power는 2030년까지 Bruce 원전의 출력을 7,000MW로 상향하는 ‘Project 2030’ 프로그램의 일환으로 독일의 엔지니어링 및 소프트웨어 기업 BTB Jansky의 시스템을 활용해 공정 데이터 조정과 데이터 검증을 바탕으로 출력을 향상한 프로그램을 구현했다고 밝힘.

## ■ 캐나다 Terrestrial Energy, 미국 EnergySolutions와 부지 선정 위한 MOU 체결

World Nuclear News 2024.12.04., Nucnet 2024.12.05., Data Center Dynamics 2024.12.06.

- 2024년 12월 4일 캐나다 Terrestrial Energy는 미국 Utah 주 Salt Lake City에 본사를 둔 원전 해체기업 EnergySolutions 소유 부지에 일체형 용융염 원자로(Integral Molten Salt Reactor, 이하 ‘IMSR’) 건설과 보급 및 부지 선정을 위해 양해각서(MOU)를 체결함.
  - 이번 MOU 체결과 관련해 Terrestrial Energy는 EnergySolutions가 보유 중인 여러 브라운필드 부지(brownfield sites)를 IMSR 건설 후보지로 평가했으며, 신속한 보급 일정 진행이 가능하도록 탐색 중이라고 밝힘.
    - Terrestrial Energy에 따르면 EnergySolutions가 보유한 여러 부지를 고려 중이며, 그 중 하나로 2013년 5월에 경제성 악화로 조기 폐쇄된 Wisconsin 주 Kewaunee 카운티에 위치한 Kewaunee 원전(595MW, PWR) 부지를 고려 중임.
  - Terrestrial Energy의 Simon Irish CEO에 따르면 EnergySolutions는 원전 프로젝트에 적합한 부지를 소유하고 있으며, IMSR 보급을 위한 부지 선정 및 규제 절차 지원에 필요한 전문 지식을 갖추고 있다고 평가됨.
    - Irish CEO는 IMSR이 성공적으로 보급되고 운영되기 위해서는 부지 선정을 포함한 구매 계약(offtake agreement) 체결, 주 정부 및 연방정부와의 협력이 필수적이라고 덧붙임.

## 주요단신

Europe

## 유럽



## □ 영국 EDF Energy, 가스냉각로 원전 연장운전 및 Sizewell B 계속운전 추진

EDF 2022.4.6., 2024.10.11., 2024.12.04., 2024.12.10., World Nuclear News 2024.12.04., Financial Times 2024.12.05., Nuclear Engineering International 2024.12.04., Nucnet 2024.12.05., 2024.12.11.

- 2024년 12월 3일 영국 원전운영사 EDF Energy가 7개월간의 철저한 검토 과정을 통해 자사가 영국 내에서 운영 중인 개량가스냉각로(Advanced Gas-Cooled Reactors, AGRs) 4개 원전(Heysham 1, Heysham 2, Hartlepool, Torness, 총 5,284MW)에 대해 연장운전을 추진하기로 함.
  - 2026년 3월 폐쇄 예정이었던 Heysham 1, Hartlepool은 1년 추가로 2027년 3월까지, 2028년 3월 폐쇄 예정이었던 Heysham 2, Torness는 2년 추가로 2030년 3월까지 운영 기간을 연장할 예정이며, 정확한 시일은 EDF와 영국 원자력규제청(Office for Nuclear Regulation, ONR)에서 정기적으로 흑연 검사를 진행한 후 결정할 예정임.
    - 2013~2014년의 검사에서 Heysham 1 원전 1호기의 boiler spine(철제 보일러의 얇은 관다발들이 매달려 있는 격자 구조)에서 균열이 발견되어 정밀검사 및 예방 차원으로 Heysham 1 및 Hartlepool 원전이 몇 달간 가동 중지되었다 안전성 입증 후 운영 재개한 바 있음.
    - 또한, 2018년 3월 Hunterston B 원전에서 원자로 노심 흑연벽돌에서 균열이 발견된 영향으로 Torness와 Heysham 2의 폐쇄가 2028년으로 2년 앞당겨진 바 있음.
  - 이번 결정은 Hinkley Point C 신규 원전 건설 지연에 따른 대체 전력 확보를 위한 조치임.
    - 이번 조치를 통해 원전에서 45TWh의 전력을 추가로 생산해 약 93억m<sup>3</sup>의 가스를 대체할 계획임.
    - 이를 통해 영국의 에너지 안보 강화, 가스 수입 의존도 감소, 전력망 안전성 유지에 도움이 될 것으로 기대됨.

- 한편, 2024년 12월 10일 EDF Energy는 영국 동부 Suffolk 해안에 위치한 Sizewell B 원전(1,250MW, PWR)에 대해 7천 5백만 유로(1천 1백억 원<sup>2)</sup>)의 설비개선 작업을 완료하면서, 2035년 폐쇄 예정인 해당 원전에 대해 20년 추가로 2055년까지 계속운전을 추진하기로 함.
  - 2024년 10월 11일부터 11월 30일까지 원전 가동이 일시 정지되었으며, 연료 재장전, 터빈 로터 시스템 교체와 함께 원자로 내부 및 배관 검사와 정기안전검사(10년 주기)도 시행됨.
  - Sizewell B 원전 측은 EDF Energy가 Sizewell B 원전의 20년 계속운전을 계획하고 있기 때문에 이번 작업이 더욱 중요하였다고 밝히면서, 계속운전 최종 투자 결정은 서두르지 않고 장기적 상업 운전에 대한 비용 및 기술적 확실성이 뚜렷해 질 때 결정될 것으로 예상한다고 밝힘.
  - 1995년 2월 14일 Sizewell B 원전은 최초 상업운전 당시 40년의 운영허가를 받음.
    - 2022년 4월 6일 EDF는 Sizewell B 원전을 2055년까지 운영하기 위한 평가 절차에 착수하였다고 밝히며, 해당 평가과정에 Westinghouse, Jacobs, GE, Framatome 등 주요 파트너도 참여하여 2024년에 최종 투자가 결정될 것이라고 밝힌 바 있음.
  - EDF Energy는 영국 내 자사가 운영 중인 5개 원전(AGR 4개 및 Sizewell B)에 대해 2009년 이후 80억 파운드(약 14조 5천억 원)를 투자했으며, 2025년에서 2027년까지 3년간 13억 파운드(약 2조 3천억 원)를 추가로 투자할 계획이라고 밝힘.

## ■ 스위스 원전 운영사 Axpo, Beznau 원전 2033년까지 계속운전 결정

Swissinfo 2024.12.05., World Nuclear News 2024.12.06.

- 2024년 12월 6일 스위스 원전 운영사 Axpo Holdings AG는 대대적인 검토 과정을 통해 안전성을 최우선으로 고려하여 1969년과 1972년에 각각 상업운전에 들어간 Beznau 1·2호기(각 380MW, PWR)를 2033년까지 계속운전하기로 결정하고 3억 5천만 스위스프랑(약 5천 6백억 원) 투자 계획을 발표함.
  - 스위스는 원전 가동 기간에 대한 법적 한도를 정하지 않고 있으며, 10년마다 주기적 안전 평가(Periodic Safety Review, PSR)를 시행하여 스위스 연방원자력안전감독청(ENSI)이 안전성을 인정하면 10년간 계속운전이 가능하며, 최초 운영 면허는 40년으로 발급됨.
  - 2023년 11월 Axpo는 자사가 운영 중인 원전을 당초 계획한 50년에서 60년~80년까지 계속운전을 시행하는 방안을 고려중이라고 밝힌 바 있음.

2) 유럽 단신 기사 내용 모두 2024년 12월 20일 환율 기준 적용  
(1달러=1,449원, 1유로=1,502원, 1스위스프랑=1,612원, 1폴란드즈워티=353원)



- Axpo는 Beznau 원전의 지분을 100% 소유하고 있으며, 이번 계속운전 결정에 따라 Beznau 원전은 9년 연장되어 2033년까지 가동되고 이후 폐로될 예정이다.
- Axpo는 Beznau 원전의 시운전 이래로 해당 원전 2기의 현대화를 위해 25억 스위스프랑 (4조 3백억 원)을 투자해 왔음.

## ■ 캐나다·프랑스 수출신용기관, 폴란드 최초 원전 건설 금융지원 의향 표명

PEJ 2024.12.9., 2024.12.12., World Nuclear News 2024.12.10., 2024.12.13.

- 2024년 12월 9일 폴란드 원자력공사(Polskie Elekrownie Jądrowe, PEJ)가 캐나다 수출개발공사(Export Development Canada, EDC)로부터 자국 Lubiatowo-Kopalino 최초 원전 건설을 위한 60억 즈워티(14억 달러, 약 2조 원) 규모의 투자 의향서(Letter of Intent, LOI)를 전달받았으며, 12일에는 프랑스의 수출신용기관 Bpifrance Assurance Export와 공공개발은행 Sfil로부터 약 150억 즈워티(37억 달러, 5조 2천억 원)의 금융 지원에 관한 LOI를 전달받음.
  - 지금까지 LOI 등으로 PEJ가 확보한 금융지원 규모는 약 950억 즈워티 이상으로 추정됨.
    - 2023년 9월 미국 수출입은행(US Export-Import Bank)이 700억 즈워티(170억 달러, 24조 원)의 투자 의사를 밝힌 것으로 알려지고 있으며, 2024년 11월에는 미국의 국제개발금융공사(US International Development Finance Corporation, DFC)가 40억 즈워티(9억 8천만 달러, 1조 4천억 원)의 금융지원 의향서를 제출함.
  - 한편, 2024년 12월 16일 PEJ는 성명을 통해 Lubiatowo-Kopalino 원전 건설을 위한 채권 금융(debt financing)을 확보하는 주요 작업을 지원하기 위해 프랑스 금융그룹 BNP Paribas France와 글로벌 컨설팅 기업 KPMG Advisory로 이루어진 컨소시엄을 선정하였다고 밝힘.
    - PEJ Leszek Juchniewicz 최고경영자는 해당 컨소시엄이 해당 원전 프로젝트의 자본 및 부채 금융 비중을 최적화하는 자금 구조를 제공할 것이라고 밝힘.
- 2024년 12월 11일 폴란드 Wojciech Wrochna 전략에너지인프라(strategic energy infrastructure) 차관이 Lubiatowo-Kopalino 원전의 1호기의 콘크리트 타설은 2026년에서 2028년으로, 상업운전 개시 계획은 2033년에서 3년 연기하여 2036년으로 수정되었다고 밝힘.
  - 2호기와 3호기의 상업운전 일정 또한 각각 2035년에서 2037년, 2037년에서 2038년으로 연기되었다고 밝혔는데, 이러한 계획 수정은 기술 공급업체 선정 지연, 원자력법 개정, 자금조달 논의 등에 기인한 것으로 보임.

## ■ 미국 GE Hitachi의 BWRX-300, 영국 GDA 1단계 통과 후 2단계 진입

World Nuclear News 2024.12.12.

- 2024년 12월 12일 영국 원자력규제청(Office for Nuclear Regulation, ONR), 환경청(Environment Agency, EA), 웨일즈천연자원부(Natural Resources Wales)는 미국 SMR 개발업체인 GE Hitachi Nuclear Energy(GEH)의 BWRX-300(300MW, BWR) 설계에 대한 일반설계평가(Generic Design Assessment, GDA)의 1단계(Initiation)가 성공적으로 완료되었고 2단계(Fundamental Assessment)가 시작되었다고 밝힘.
  - 2022년 12월 10일 GEH는 당시 영국의 주무부처인 비즈니스·에너지·산업전략부(Department for Business, Energy and Industrial Strategy, BEIS)에 자사가 개발 중인 BWRX-300에 대해 표준설계 허가에 해당하는 GDA를 신청함.
    - GDA 1단계는 2024년 1월 착수되었으며 2단계 절차의 범위와 일정을 합의하는 데 중점을 두었음.
  - GDA 2단계는 ONR와 EA가 잉글랜드 및 웨일즈에 SMR 건설을 위한 BWRX-300 설계의 안전, 보안 및 환경 보호의 적절성을 평가하는 과정으로, 2025년 12월에 완료될 것으로 예상됨.
  - 한편, 2023년 4월 3일에는 Rolls-Royce의 SMR 설계가 GDA 1단계를 통과했으며, 2024년 8월 1일에는 Holtec International의 SMR-300 설계가 GDA 1단계를 완료하였음.

## ■ 프랑스 TechnicAtome, NUWARD SMR 프로젝트 철수 결정

EDF 2023.3.31., UxC Weekly 2024.12.02

- 2024년 12월 2일 EURACTIV는 NUWARD SMR 프로젝트 파트너 기업인 TechnicAtome가 NUWARD 프로젝트 철수를 결정하였다고 보도하며 이는 2024년 7월 2일 프랑스 EDF의 NUWARD SMR 설계 변경 발표에 영향을 받은 것이라 전함.
  - NUWARD 프로젝트는 2019년 9월 17일 프랑스 기업 TechnicAtome, Naval Group, Framatome, Atomic Energy Commission(CEA)와 함께 출범하였으며 2022년 새로운 파트너로 프랑스 Framatome과 벨기에 Tractebel가 합류하였음.
    - NUWARD 프로젝트는 각 170MW 출력의 PWR 2기로 이루어진 SMR 개발을 목표로 함.

- EURACTIV에 따르면, TechnicAtome는 NUWARD 프로젝트에 참여 중인 자사 팀에게 관련 신규 테스트를 모두 중단하도록 하고 계약 해지를 지시하였음.
- TechnicAtome의 철수 소식 이후 다른 파트너 기업의 참여 지속 여부에도 의문이 제기됨.
  - 모듈형 구조 관련 핵심 업체인 Naval Group도 철수를 고려하고 있는 것으로 알려졌으며, 향후 프로젝트 진행 시 CEA의 역할이 기술 지원으로 제한될 가능성이 높음.
  - EDF가 80% 지분을 소유하고 있는 Framatome은 기존의 검증된 기술에 중점을 두어 재설계를 주도할 것으로 예상됨.
- NUWARD SMR 개발은 현재 안전성 및 산업화 관련 기술적 어려움으로 인해 속도가 더딘 상황으로 2025년에 프로젝트의 향후 계획이 발표될 것으로 예상됨.

## ▣ 프랑스 EDF, 60억 유로 규모의 ESG 신용공여 확보

UxC Weekly 2024.12.02.

- 2024년 11월 29일 프랑스 원전운영사 EDF는 자사의 지속가능성 및 탄소중립 약속을 지원하기 위해 미국 Bank of America, 프랑스 Crédit Agricole Corporate, 일본 Mizuho Bank, Mitsubishi UFJ Financial Group(MUFG) 등 36개 금융기관으로부터 1년 단위로 두 차례 갱신 가능한 5년 만기의 60억 유로(약 9조 원) 규모의 신용공여(credit facility)를 체결하였다고 밝힘.
- 이번 신용공여는 Loan Markets Association의 지속가능성 연계 대출 원칙에 따라 온실가스 감축, CO2 배출 방지, 그룹 경영진의 여성 대표성 등 세 가지 주요 환경·사회·지배구조(ESG) 성과 지표에 연동됨.
- EDF는 이번 ESG 신용공여 확보를 통해 지속가능성 목표와 자금조달을 연계하였고 환경 및 사회적 발전에 헌신하는 책임감 있는 에너지 리더로서의 역할을 재확인하게 되었다고 밝힘.

## ■ 영국 정부, 원자력해체청 자회사에 HALEU 운송 역량 강화 위한 자금 지원

World Nuclear News 2024.12.12.

- 2024년 12월 5일 영국 원자력해체청(Nuclear Decommissioning Authority)의 자회사 Nuclear Transport Solutions(NTS)는 영국 정부로부터 고순도저농축 우라늄(High-Assay Low-Enriched Uranium, HALEU) 사용을 위한 운송 역량 강화를 위해 1천 50만 파운드(약 1천 8백만 달러, 약 270억 원) 자금을 지원받음.
  - 해당 자금은 영국 에너지안보·탄소중립부(Department for Energy Security and Net Zero, DESNZ)가 수여하며 다음 네 가지 주요 작업 분야에 지원할 예정임.
    - ① 영국 HALEU 협력 포럼 설립, ② 여러 형태의 HALEU 운송 가능 패키지 개발, ③ HALEU 국내 운송을 위한 도로 운송 솔루션 개발, ④ HALEU 수출을 위한 해운 솔루션 개발
  - NTS는 정부 및 원자력 부문 파트너와 함께 HALEU를 운송하는 데 필요한 핵심 기술, 역량 및 자산을 개발하기 위한 프로그램에 공동 투자하고 수행할 것이라 밝힘.

## ■ 프랑스 Newcleo, 자사 납냉각고속로 SMR에 대해 영국 GDA 신청서 제출

World Nuclear News 2024.12.02., Nucnet 2024.12.03.

- 2024년 12월 2일 프랑스에 본사를 둔 선진 원자로 개발사인 Newcleo는 영국 에너지안보 및 탄소중립부(Department of Energy Security and Net Zero, DESNZ)에 자사의 200MWe급 소형 모듈형 납냉각고속로(LFR) LFR-AS-200의 일반설계평가(Generic Design Assessment, GDA) 승인을 받기 위해 신청서를 제출함.
  - DESNZ의 신청서 승인 결과에 따라 신청서에 대한 GDA 절차는 2025년 초 개시될 예정으로, 일반적으로 약 2년 정도 소요됨.
    - GDA는 영국 원전 설계의 안전성, 보안, 환경 보호, 폐기물 관리 측면이 기준에 부합하는지 평가하는 절차로 개시, 기본평가, 세부평가의 3단계로 이루어짐.

## ■ 스웨덴 Kärnfull Next, 삼성물산과 SMR 사업 개발 협력 양해각서 체결

World Nuclear News 2024.12.06., Nucnet 2024.12.10.

- 2024년 12월 5일 스웨덴 SMR 사업 개발사 Kärnfull Next와 삼성물산이 서울에서 개최된 한-스웨덴 전략산업 서밋(Korea-Sweden Strategic Industry Summit)에서 스웨덴 SMR 프로젝트 개발을 위한 양해각서(MOU)를 체결함.
  - 삼성물산은 Kärnfull Next와 함께 관련 기술 선정, 환경영향평가 등 SMR 건설을 위한 작업에 착수할 예정이며 2032년 SMR 원전 건설을 목표로 비즈니스 모델을 개발 중임.
    - 특히 원전에서 생산되는 전기를 스웨덴 내 데이터센터에 직접 공급하며, 향후에도 다수의 발전소를 건설하고 데이터센터를 유치해 SMR 복합 캠퍼스로 발전시킨다는 계획임.
  - 2022년 3월 Kärnfull Next는 GE Hitachi Nuclear Energy와 BWRX-300 도입을 위한 MOU를 체결한 바 있으며, 자사의 Re:Firm South SMR 사업 일환으로 2023년 8월 24일과 2024년 6월 26일에 각각 Nyköping, Valdemarsvik 지역을 후보지로 선정하고 타당성 조사를 진행 중임.

## ■ 노르웨이 Halden Kjernekraft, SMR 건설 타당성 평가를 위한 계약 체결

World Nuclear News 2024.12.1., Nucnet 2024.12.11.

- 2024년 12월 11일 노르웨이의 Halden Kjernekraft AS는 노르웨이 남동부 Halden에서의 SMR 건설의 타당성 및 대규모 전력 수요 충족도를 평가하기 위해 미국 첨단 엔지니어링 기업 Amentum 및 Oslo에 위치한 자국 엔지니어링 및 자문 기업 Multiconsult Norge와 계약(contract)을 체결함.
  - Amentum과 Multiconsult는 국내외 공급업체에 대한 평가를 실시하고 건설 관련 기술 표준, 환경영향 등의 보고서를 작성할 예정임.
    - 양사는 현재 노르웨이 에너지기술연구소(Institute for Energy Technology, IFE)가 운영했던 핵연료·재료 시험을 위한 연구로 폐로를 위한 엔지니어링 컨셉 및 계획 작업도 수행 중임.
  - Halden Kjernekraft AS는 2023년 11월 19일에 설립된 합작회사로 Halden 지자체가 지분의 20%를, Norsk Kjernekraft와 Østfold Energi가 각각 40%를 소유하고 있음.

## ■ 핀란드 TVO, Olkiluoto 1·2호기 계속운전 및 출력증강 위한 환경영향평가 보고서 제출

세계 원전시장 인사이트 2023.10.27., UxC Weekly 2024.12.09.

- 2024년 12월 5일 핀란드 전력사 TVO는 Olkiluoto 1·2호기(각 890MW, BWR)의 계속운전과 출력증강을 위해 환경영향평가(Environmental Impact Assessment, EIA) 보고서를 자국 경제고용부(Ministry of Economic Affairs and Employment, MEAE)에 제출하였음.
  - Olkiluoto 1·2호기는 각각 1979년 10월 10일과 1982년 7월 10일에 상업운전을 시작하였으며, 2038년에 운영 허가가 만료될 예정임.
    - TVO는 Olkiluoto 1·2호기의 운영 허가를 최소 10년을 추가하여 2048년 또는 2058년까지 연장하고 설비용량을 80MW 증강하기로 하고 2023년 10월 EIA 절차에 착수함.
  - EIA 보고서는 사회, 수역, 어업, 토지이용 및 생물다양성 등의 잠재적 환경 영향을 평가하는 것으로, 60일간의 대중의견 수렴 및 국제 협의 등을 거쳐 최종결론이 내려질 예정임.

## ■ 핀란드, 고준위 방사성폐기물 처리장 최종 승인을 위한 검토 기간 연장

World Nuclear News 2024.12.05., Nucnet 2024.12.05

- 2024년 핀란드 방사선 및 원자력안전청(Radiation and Nuclear Safety Authority, STUK)은 세계 최초 사용후핵연료 최종처분저장소인 온칼로(ONKALO)의 운영허가 신청서 검토 기간을 1년 연장하였음.
  - STUK의 요청에 따라, 핀란드 경제고용부는 2025년 12월 31일까지 STUK의 답변 기간을 연장하는 데 동의하였음. STUK이 제출할 의견을 바탕으로 핀란드 정부는 해당 신청서에 대한 최종 결정을 내릴 예정임.
  - ONKALO는 2015년 11월 12일 정부로부터 건설 허가를 취득하였고, 2016년 12월 1일 착공되었으며, 운영사 POSIVA는 2021년 12월 30일 Olkiluoto 부지에 건설 중인 사용후핵연료 밀봉처리시설 및 ONKALO의 운영 허가 신청서를 경제고용부에 제출하였음.

## ■ 헝가리 Paks II 원전, 예비안전성보고서 승인 획득으로 내년 초 착공 예상

TASS 2024.11.30., World Nuclear News 2024.12.02., Hungarytoday 2024.12.02., Nuclear Engineering 2024.12.03.

- 2024년 11월 29일 헝가리 외교통상부(Foreign Affairs and Trade Minister) 장관 Péter Szijjártó는 페이스북을 통하여 헝가리 원자력청(Országos Atomenergia Hivatal, OAH)이 예비안전성보고서(Preliminary Safety Report)를 승인함에 따라 2025년 초 Paks II 신규 원전의 첫 콘크리트 타설이 이루어질 것이라고 밝힘.
  - OAH는 신규 원전 부지 건설 허가서에 명시되었던 보류 조건(retention point)을 해제하기로 결정한 이후 첫 콘크리트 타설 등 일부 주요 작업을 시작할 수 있게 되었지만 지반 응고(soil solidification) 등의 추가 승인이 필요하다고 밝힘.
  - Paks II 프로젝트는 러시아와 헝가리 간 정부간협정(Intergovernmental Agreement)에 의해 2014년부터 착수되었으며 러시아의 VVER-1200 2기를 신규 건설하는 사업임.

## ■ 러시아 Rosatom, 에티오피아 원자력과학기술센터 설립을 위한 계약 체결

African Initiative 2024.11.26., Nuclear Engineering 2024.12.04.

- 2024년 11월 26일 러시아 Rosatom은 에티오피아 혁신기술부(Ministry of Innovation & Technology, FDRE)와 에티오피아 원자력과학기술센터(Ethiopia Nuclear Science and Technology Centre, NSTC) 설립을 위한 계약(contract)을 체결하였다고 밝힘.
  - 이번 계약은 2019년 4월에 Rosatom과 FDRE가 서명한 협력 로드맵과 2019년 10월에 양국 정부 간 체결한 정부 간 협정(Intergovernmental Agreement)에 따른 것임.
    - Belet Mall 에티오피아 혁신기술부 장관은 이번 파트너십을 통해 양국의 안전한 원자력 에너지 사용 및 혁신을 위해 Rosatom과 협력할 것이라고 밝힘.
  - Rosatom은 에티오피아의 비에너지 및 경제의 다양한 요소와 기술 수요를 평가하여 센터의 주요 시설로 구현할 예정이며, 센터 부지를 파악하고 선정하기 위해 예비 엔지니어링 조사를 실시할 계획임.

## 주요단신

Asia

## 아시아



## ■ 일본 경산성 전문가위원회, 에너지기본계획 최종안 공개

세계원전시장 인사이트 2024.05.03., 經濟産業省 総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会(第67回会合), 東京新聞, 本経済新聞 2024.12.17., 原子力産業新聞 2024.05.16./12.18.

- 12월 17일 일본 경제산업성 전문가위원회는 7차 에너지기본계획의 최종안을 공개함. 최종안에서 일본 에너지정책은 후쿠시마 제1원전 사고의 경험, 반성과 교훈을 잊지 않고 추진하는 것이 가장 중요한 원칙이고, 3E+S\*가 기본적인 정책 방향성이라고 밝힘.

※ 3E+S: 3E는 Energy Security, Economic Efficiency, Environment, S는 Safety.

- 에기본은 일본 중장기 에너지 정책의 기본적인 방향을 제시하며, 에너지정책기본법의 의거해 최소 3년마다 재검토하여 에너지 정세 등을 고려해 개정을 시행함.
  - 2021년 10월 발표한 현행 에너지기본계획(6차)에서는 2013년 대비 온실가스 46% 감축 목표를 고려해 2030년 최적 전원 구성을 제시했고, 발전량 구성에서는 재생에너지 비중을 36~38%, 원자력 20~22%, 화력은 41%(LNG 20%, 석탄 19%, 석유 등 2%)로 설정함.
- 2024년 5월 일본 정부는 에너지기본계획의 개정을 위해 경제산업성 전문가위원회의 위원을 구성하여 논의를 시작함. 향후 최종안은 의견수렴절차를 거쳐 2025년 3월 이내 각의(국무회의)에서 결정될 예정임.
- 원전과 관련해서는 현행 6차 에너지기본계획에 기술된 ‘가능한 한 원전 의존도를 낮추겠다.’는 문구를 ‘필요한 규모만큼 지속적으로 활용하겠다.’로 대체함. 또한, 해체가 결정된 원자로의 선진 원자로 대체를 동일 부지가 아닌 발전사가 소유한 총 원전 부지 안에서 가능하도록 허용함.
  - 최종안에서 원전에 대한 표현 변화 이유에 대해 원전의 변동성이 적고 일정한 출력으로 안정적인 발전이 가능하며, 데이터센터, 반도체 공장 등 새로운 수요 대응에 적합한 전원이라고 밝히며 국민들의 신뢰성 확보에 노력하고 안전 확보를 전제로 필요한 규모만큼 지속적으로 활용하겠다고 기술함.
  - 또한, 원전 사업자의 해체 원전 대체가 동일 부지가 아닌 보유 중인 모든 원전 부지 내



에서 가능하도록 조치한 이유에 대해 선진 원자로의 개발과 기술이 지역 산업과 고용의 유지·발전에 공헌하기 때문이라고 기술함.

- 원전 재가동은 안전 확보를 전제로 하며 국가가 앞장서서 국민의 이해를 구할 수 있도록 노력하고, 원자력 방재 대책 등 신속한 재가동 기간 단축을 위해 민관이 함께 노력하겠다고 기술함.
- 이외 원전 입지 지역과 상생을 위한 정책, 국민 각층과 소통 강화, 후행 주기 절차의 기간 단축 추진, 선진 원자로(개량형 경수로·소형 경수로·고속로·고온가스로·핵융합)의 연구개발 추진과 공급망·원전 인재 유지·강화를 위해 노력하겠다고 밝힘.

■ 한편, 2040년도 발전량 전망에서 재생에너지 비중을 약 40~50%, 원자력은 약 20%, 화력은 약 30~40%로 제시함.

- 2040년도 전망은 이번에 처음 제시되었으며, 6차 예기본에서는 2030년도 발전량에서 원전 비중은 20~22%, 화력은 41%, 재생에너지는 36~38%로 설정함.

표 1 2040년도 일본 에너지 수급 전망

		2023년도(속보치)	2040년도(전망)
에너지 자급률		15.2%	약 30~40%
발전전력량		9,854억 kWh	약 1.1~1.2조 kWh
전원구성	재생에너지	22.9%	약 40~50%
	태양광	9.8%	약 22~29%
	풍력	1.1%	약 4~8%
	수력	7.6%	약 8~10%
	지열	0.3%	약 1~2%
	바이오매스	4.1%	약 5~6%
	원자력	8.5%	약 20%
화력		68.6%	약 30~40%
최종에너지소비량		3.0억 kL	약 2.6~2.8억 kL
온실가스 감축 비중 (2013년도 대비)		22.9% (2022년도 실적)	73% <sup>(注)</sup>

※ 모든 수치는 잠정치로 향후 변동 가능성이 있음.  
 (注) 환경성의 중앙환경심의회와 경제산업성의 산업구조심의회 합동회의 검토 내용을 토대로 한 잠정치

자료: 資源エネルギー庁 'エネルギー基本計画(原案)の概要'(2024.12.) 자료를 토대로 편집·작성

## ■ 일본 Mitsubishi중공업, 이카타 3호기에 MOX 연료 공급 예정

세계원전시장 인사이트 2023.03.31., 原子力産業協会 日本の原子力発電所 2024.11.15.,  
日本経済新聞, 四国電力 2024.11.29., NHK 2024.02.17., 2024.10.23., Business Wire 2024.12.03.,  
アセットアライブ株式会社, ニュースイッチ 2024.12.04.

### ■ 11월 29일 Mitsubishi중공업은 시코쿠전력이 이카타 3호기에서 이르면 2029년도부터 사용할 MOX연료 24다발 제작을 수주했다고 발표함.

- Mitsubishi중공업은 MOX연료를 설계하여 자회사인 Mitsubishi원자연료\*로부터 연료 피복관 등 부품을 공급받아 프랑스 Orano의 Melox공장에서 연료를 생산함.
  - ※ Mitsubishi 중공업은 선진원자로에 활용될 안정적인 신기술 개발 추진을 위하여 2023년 3월 15일 자회사 Mitsubishi 원자 연료가 담당하던 연료·노심·플랜트 설계, 판매 사업을 자사로 흡수함.
- Mitsubishi중공업은 12월 3일 프랑스 Orano와 겐카이 3호기용 40다발, 이타카 3호기용 24다발 등 총 64다발의 MOX연료 생산을 위한 계약을 체결함.
- 시코쿠전력은 이전에도 MOX연료 57다발을 Mitsubishi중공업으로부터 납품받은 적이 있음.
- 시코쿠전력은 MOX연료의 원료가 되는 플루토늄을 영국에 보관 중이며, 전력사 간의 연계·협력을 통하여 다른 전력사가 프랑스에 보유한 플루토늄과 장부상 이전을 통해 프랑스에서 보관 중인 플루토늄을 이카타 3호기용 연료 생산에 사용하기로 함.
  - 시코쿠전력과 규슈전력은 2024년 2월 15일 영국에서 보관 중인 플루토늄 1.7톤의 소유권을 보유 원전의 재가동 진척이 상대적으로 더딘 도호쿠, 도쿄, 주부, 호쿠리쿠, 일본원자력 발전 5개 사가 프랑스에서 보유 중인 플루토늄의 소유권과 교환함.

### ■ 한편, 일본에서 MOX 연료를 사용할 수 있는 원자로는 총 9기가 있으며, 이 중 4기\*가 후쿠시마 사고 후 도입된 신규제 기준 적합성 심사를 통과해 운영 중임.

- ※ 간사이전력의 다카하마 3·4호기, 시코쿠전력의 이카타 3호기, 규슈전력 겐카이 3호기임.
- 심사를 통과하지 않은 5기 중 2기는 적합성 심사 중, 1기는 25년 1월에 상업운전 시작 예정이며, 나머지 2기는 심사를 신청하지 않음.
  - 도마리 3호기, 하마오카 4호기는 심사가 진행 중임.
  - 시마네 2호기는 2024년 12월 7일 시운전을 위해 원자료를 가동해 2025년 1월 상업운전을 시작할 예정임.
  - 가시와자키 가리와 3호기, 오나가와 3호기는 적합성 심사를 신청하지 않음.

## □ 일본, 프랑스와 고속로 개발·실증 위한 협력 지속 및 강화

資源エネルギー庁 2018.04.18., 세계원전시장 인사이트 2022.11.04./2023.03.31., 経済産業省 2024.11.20., 三菱重工業, JAEA, 原子力産業新聞, 日本経済新聞 2024.12.06.,

### ■ 12월 6일 일본원자력개발기구(JAEA)는 2014년부터 프랑스와 진행해 오던 고속로 개발에 일본 원자력발전과 EDF의 참여와 양국의 고속로 개발을 위한 협력 기간 연장을 포함한 R&D 협력 시행약정 체결을 발표함.

- 일본과 프랑스는 2014년에 고속로 개발을 위한 합의를 체결하고, 연구협력을 이어오고 있음.
  - 2019년 합의문서의 개정·기간 연장을 거쳐 2024년 11월 20일 일본 고속로 실증로 개발 진행 상황을 문서에 반영하고 기간도 연장함.
- 일본에서는 JAEA, Mitsubishi중공업, MitsubishiFBR시스템즈가, 프랑스에서는 원자력·대체에너지위원회(CEA)와 Framatome이 참여 중이며, 금번 R&D 협력시행약정에 일본 원자력발전과 프랑스 EDF를 고속로 협력 시행기관에 추가함.
- R&D 협력시행약정에서는 그동안 양국의 고속로 관련 경험을 바탕으로 일본 고속로 실증로와 관련한 중대사고, 노심재료, 연료기술, 수치시뮬레이션 툴 개발, 설계 검토 등의 연구를 추진할 계획임.
  - 일본은 실험용 고속로 조요(열출력 100MW, FR), 몬주 고속로(280MW, FBR)를 운영한 경험이 있으며, 몬주 고속로의 경우 1995년 나트륨 누출 사고 이후 문제가 잇달아 발생해 일본 정부가 2016년 12월 21일 해체를 결정함.
  - 프랑스는 피닉스(250MW, FBR), 슈퍼피닉스(1,242MW, FBR)<sup>3)</sup> 운영 경험을 보유함.
  - 이번 약정 대상에는 일본원자력발전과 EDF가 추가되어 중대사고 대책과 원자로의 재료, 핵연료 취급 방법에 관한 연구 등에서 협력을 강화할 예정임.
- 한편, 12월 6일에는 JAEA, Mitsubishi중공업, Mitsubishi FBR시스템즈는 Framatome과 고속로 설계 협력에 관한 ‘설계 협력 시행약정’도 체결함.
  - 해당 약정을 통해 일본은 향후 실증로에 사용되는 설비 기기와 시스템 설계에 대해 프랑스의 자문을 구할 계획임.

3) 나트륨 냉각형 고속증식로(FBR)를 이용한 원자력 발전소, 피닉스(250MW), 슈퍼피닉스(1,242MW). 피닉스는 1974년에 상업운전을 개시하여 2009년까지 35년간 운영함. 슈퍼피닉스는 1972년 허가, 1974년부터 1981년까지 건설하였으나, 실제 가동은 1996년에 설계용량 대비 절반 수준으로 가동하다가 1년 후 폐로함.

## ▣ 일본 Kyoto Fusioneering, 2030년대 핵융합발전 실증 목표로 산학연계 주도

KISTEP 2024.10.11., FASTプロジェクト事務局 2024.11.12., 日本経済新聞 2024.11.12., 沖縄タイムス 2024.12.12., Kyoto Fusioneering과 KFE 웹사이트 최종 검색 2024.12.13.

### ■ 11월 12일 일본 핵융합 스타트업인 Kyoto Fusioneering\*은 관련 기업 및 연구기관과 연계해 2030년대 핵융합발전 실증을 목표로 하는 FAST(Fusion by Advanced Superconducting Tokamak) 프로젝트를 시작함.

- Kyoto Fusioneering은 2019년 교토 대학의 연구 성과를 바탕으로 설립된 스타트업으로 교토 대학의 연구 성과를 바탕으로 설립되었으며, 핵융합 발전을 위한 핵심 기술 개발 및 상업화를 목표로 함.
  - Kyoto Fusioneering에는 미쓰비시UFJ 은행, 마루베니, J-POWER 등 약 30곳의 기업이 출자했으며, 총 148.1억 엔(약 1,365억 원, '24년 7월 기준<sup>4)</sup>)의 자금을 조달했다고 발표함.
- FAST 프로젝트에서 활용하는 핵융합 기술은 중수소(Deuterium)와 삼중수소(Tritium)의 핵융합을 통한 플라즈마의 생성·유지 기술에 기반을 둔 토카막 방식\*을 활용함.
  - ※ 태양처럼 핵융합반응이 일어나는 환경을 만들기 위해 자기장을 이용해서 초고온의 플라즈마를 가두는 방식임. 도넛 모양의 진공용기 내에서 D자 모양의 초전도 자석으로 자기장을 만들어 플라즈마를 가둠.
- Kyoto Fusioneering은 FAST 프로젝트 진행을 위해 2024년 내에 개념설계 팀을 조직하여 설계를 시작하고, 2030년까지 상세 발전소 설계 완성, 2030년대 초 핵융합발전 연료인 삼중수소의 사용 허가 취득, 이르면 2030년대 중반 혹은 후반에 실증에 나설 계획임.
  - 해당 프로젝트에는 일본 내 외부의 연구자들, 일본 내 기업, 해외 업체 등이 협력 중인 것으로 알려짐.
  - 상세 플랜트 설계 시 기술·자금지원과 관련해서는 Kyoto Fusioneering에 출자 중인 마루베니, 미쓰비시상사, 미쓰이물산, 미쓰이부동산 등이 협력할 것으로 전망됨.
  - 상업로 설계 작업과 입지 준비에는 후지쿠라, 가지마 등이 참여해 추진할 예정임.
  - 이 외에도 미국 General Atomics, 영국의 Tokamak Energy 연구자도 FAST 프로젝트 추진에 협력하는 것으로 알려짐.

4) 일본 단신 기사 내용 모두 2024년 12월 20일 환율 기준 적용(100엔=약 920원)

**그림 1** Kyoto Fusioneering이 중심이 되어 산학연계로 추진되는 FAST 프로젝트



자료: FAST 프로젝트 공식 웹사이트(최종 검색: 2024.12.17.)자료를 토대로 편집·작성

## 일본 정부, 내년 전기요금 지원 통해 국민 부담 경감

세계원전시장 인사이트 2024.07.12., 經濟産業省 2024.11., 日本經濟新聞 2024.12.06., 네츄얼 2024.12.13.

### 12월 6일 일본경제신문은 일본 정부가 2025년 1~3월 사용 전기요금에 대해 긴급 부담 경감 보조금 지원을 재개한다고 밝힘.

- 경제산업성은 전기와 가스요금 부담 경감 지원, 연료유 가격 격변 완화\* 등 고물가 대책 극복을 위해 2024년도 추가경정 예산안에서 약 1.3조 엔(약 12조 원)을 요구함.
  - \* 일본 정부가 주유소 유류 판매가격 급등 방지를 위해 추진하며, 원매사(元賣社)에 보조금을 지급하는 방식으로 이루어짐.
- 일반 가정, 상점 등이 계약한 저압 전력은 2025년 1월~2월 2.5엔(약 23원)/kWh을, 기업 등이 주로 계약하는 고압 전력은 1.3엔(약 12.1원)/kWh을 지원하고, 3월 사용분은 저압 1.3엔(약 12원)/kWh 고압 0.7엔(약 6.5원)/kWh을 지원함.
  - 월 260kWh을 사용하는 도쿄 지역 일반 가정의 경우 2025년 1월~2월에는 약 월 650엔(약 5,900원), 2025년 3월에는 338엔(약 3,100원)이 저렴해짐.

5) 일본의 원매사는 정유사로부터 석유제품을 사들여 석유 대리점에 공급하는 회사임. 한국의 정유사가 각자의 주유소를 통해 소비자에게 판매하는 것과 달리 원매사는 처음에 유통만 담당하다가 기업 흡수합병을 통해 현재는 한국 정유사처럼 정제부터 소매까지 전방위 사업을 영위 중임.

## ■ 한수원, LS일렉트릭과 SMR 연계 AI 데이터센터 개발 위한 MOU 체결

Data Center Dynamics 2024.12.17.

- 2024년 12월 16일 한국수력원자력(한수원)과 LS일렉트릭은 대전 한수원 중앙연구원에서 SMR과 연계된 AI 데이터센터 개발 모색을 위해 양해각서(MOU)를 체결함.
  - 이번 MOU에 따라 양사는 LS일렉트릭의 전력 시스템 및 분산 에너지 자원과 한수원의 SMR 기술을 결합해 AI 데이터센터와 전력망 솔루션 개발을 모색할 계획임.
    - 또한 양사는 스마트넷제로시티 개발 가능성 R&D를 진행할 예정임.
  - 한수원은 170MW의 PWR SMR인 혁신형 소형모듈원전(Innovative Small Modular Reactor, i-SMR)을 개발 중이며, 2025년 말까지 표준설계를 완료하고 2028년 표준 설계인가 획득을 목표로 함.

## ■ 일본 정부, 후쿠시마 원전 제염토 처분 추진 위한 각료회의 설치

NHK 2024.12.04., 福島県 웹사이트 최종 검색 2024.12.17.

- 12월 4일 NHK는 일본 하야시 관방장관이 후쿠시마 원전에서 발생한 제염토의 처분을 논의하기 위한 새로운 회의체를 조직해 연내 첫 회의를 개최할 예정이라고 보도함.
  - 해당 회의에서는 제염토를 공공 토목공사 시 재활용하고, 후쿠시마현 외 지역에서 최종 처분을 추진하기 위한 방안 등을 검토할 방침임.
    - 후쿠시마 사고 수습으로 발생한 제염토는 2045년 3월까지 후쿠시마현 이외 지역에서 최종 처분하도록 법으로 규정되어 있음.
    - 현재 제염토는 일본 정부가 후쿠시마 오쿠마정·후타바정에 설치, 관리 중인 중간저장시설에서 보관되고 있음.

## ▣ 일본 규제위, 자국에서 개발 중인 SRZ-1200 관련해 사업자와 첫 회의 개최

세계원전시장 인사이트 2022.10.07., 原子力産業新聞 2024.12.10., ATENA 웹사이트 최종 검색 2024.12.17.

- 12월 9일 규제위는 전기사업자·원자로 제조사와 선진 원자로 종류 중 하나인 개량형 경수로 규제와 관련해 기술적인 의견을 교환하는 첫 회의를 개최함.
  - 회의에서는 원자력에너지협회(이하 'ATENA')의 이사, Mitsubishi중공업 원전부문 SRZ추진실장 등이 참석함.
    - Mitsubishi중공업, 간사이전력, 홋카이도전력, 시코쿠전력, 규슈전력은 PWR을 기반으로 한 선진 경수로 'SRZ-1200'을 공동 개발 중임.
    - ※ ATENA(Atomic Energy Association)는 2018년 7월 원전 산업계의 지식·자원의 효율적인 활용, 규제 당국과 소통을 통한 효과적인 원전 안전대책을 입안, 산업계의 자주적인 원전 안전성 향상 문화 정착 등을 목적으로 설립됨.
  - ATENA 이사는 SRZ-1200 설계가 상당히 진행되었고 앞으로 설계를 추진하는데 규제를 명확히 예측하기 어려운 부분이 있다고 발언함.
  - 또한, 미쓰비시중공업은 원전 테러 대책을 위한 '특정 중대사고 등 대처 시설'에 대해 합리적인 범위 내에서 설계를 구상할 필요가 있다는 의견을 밝힘.

World Nuclear Power Market  
**INSIGHT**



세계원전시장  
**인사이트**