



Biweekly 격주간  
2023 10.27

# 세계원전시장 인사이트

## 현안이슈

### IEA Net Zero Roadmap 주요내용 및 시사점: 원전을 중심으로

1. 들어가며
2. IEA Net Zero Roadmap(NZR)  
주요 내용 및 변경사항
3. 탄소중립 시나리오에서 원전의 역할
4. 요약 및 시사점

## 주요단신

### 북·남미 12

- 미국 Biden 행정부, 원자력이 포함된 지역 청정수소 허브 사업에 9조 원 지원 계획 발표
- 미국 NRC, 원자력사고보험 기준액 상향 조정
- 미국 NRC, V.C. Summer 1호기의 비상발전기 배관 균열 반복에 대해 경고 조치
- 캐나다 연방정부, SMR이 포함된 약 200억 원 규모의 석탄화력발전 단계적 축소 지원 계획 발표
- 캐나다 NWMO, 심지층처분시설에 대한 동시기반 부지선정 추진
- 기타 단신

### 유럽 18

- EU, 기존 원전 보조금 지급 수용한 전력시장제도 개정 협상안 타결
- 영국과 스웨덴, 전략적 파트너십 체결로 SMR 및 핵연료 공급망 협력 강화하기로
- 영국 Rolls-Royce SMR, SMR 핵연료 설계 위해 Westinghouse와 계약 체결
- 프랑스 핵연료주기기업 Orano, 몽골 우라늄 광산 개발·운영 계약 체결
- 핀란드, Olkiluoto 1·2호기 계속운전 및 출력증강 위한 환경영향평가 절차 시작
- 불가리아, Belene 원전 프로젝트 공식 취소 및 Kozloduy 신규 원전 증설 위해 Westinghouse와 공급망 관련 협력 체결
- 슬로베니아 국영에너지기업, JEK2 설계 변경으로 용량 확대 가능성 시사
- 기타 단신

### 아시아 28

- 한수원, 2조 5천억 원 규모의 루마니아 원전 설비개선사업 참여
- 미얀마, 러시아 Rosatom과 원전 인프라 구축을 위한 MOU 체결
- 일본 간사이전력, 사용후핵연료 반출 로드맵 제시 통해 계속운전 가능해져
- 일본 간사이전력, 40년 이상 운영한 다카하마 2호기 상업운전
- 기타 단신



세계원전시장

**인사이드**

Biweekly 격주간

2023 10.27

**발행인** 김현재

**편집인**

조주현	joohyun@keei.re.kr	052-714-2035
김창훈	hesedian@keei.re.kr	052-714-2210
진태영	tyjin@keei.re.kr	052-714-2158
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 간행물은 한국수력원자력(주) 정책과제의 일환으로 발행되었습니다.

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

## 현안이슈

# IEA Net Zero Roadmap 주요내용 및 시사점: 원전을 중심으로

에너지경제연구원 원전정책연구실 진태영 부연구위원 (tyjin@keei.re.kr)



## 1 들어가며

- 국제에너지기구(International Energy Agency, 이하 'IEA')에서는 올해 9월, 에너지 부문 탄소중립을 위한 시나리오를 다룬 “Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5°C Goal in Reach” 특별보고서를 출판함.
  - 이 보고서는 지난 2021년 5월 출판된 2050년까지 전세계 에너지 부문의 탄소중립 목표 시나리오를 다루는 “Net Zero by 2050” 특별보고서를 업데이트한 내용임.
  - “Net Zero by 2050”에서는 2050년까지 전세계가 탄소중립을 달성하기 위해 에너지 부문에서 필요한 액션들을 다루고 있음. 상세 내용은 아래와 같이 요약할 수 있음.
    - 에너지 부문의 온실가스를 감축하기 위해 청정에너지 활용도 제고와 고효율 에너지 기술 활용, 상용화 이전 단계 에너지 기술에 대한 대대적인 혁신이 강조됨.
    - 또한, 에너지 전환 과정에서 발생가능한 잠재적인 피해를 예상하여 시민참여 촉진 및 소외 계층 배려를 통해 에너지 전환 피해 최소화가 병행되어야 함.
    - 신에너지 및 재생에너지 활성화에 따라 세계 경제가 활성화되면서 위축될 화석연료 사업자들의 입지와, 이로부터 발생가능한 에너지 안보 문제를 함께 해결해야 함.
- 본고에서는 올해 9월 발표된 IEA의 “Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5°C Goal in Reach”에서 주된 변경사항을 제시하고, 원전 부분의 이슈를 요약·제시함.

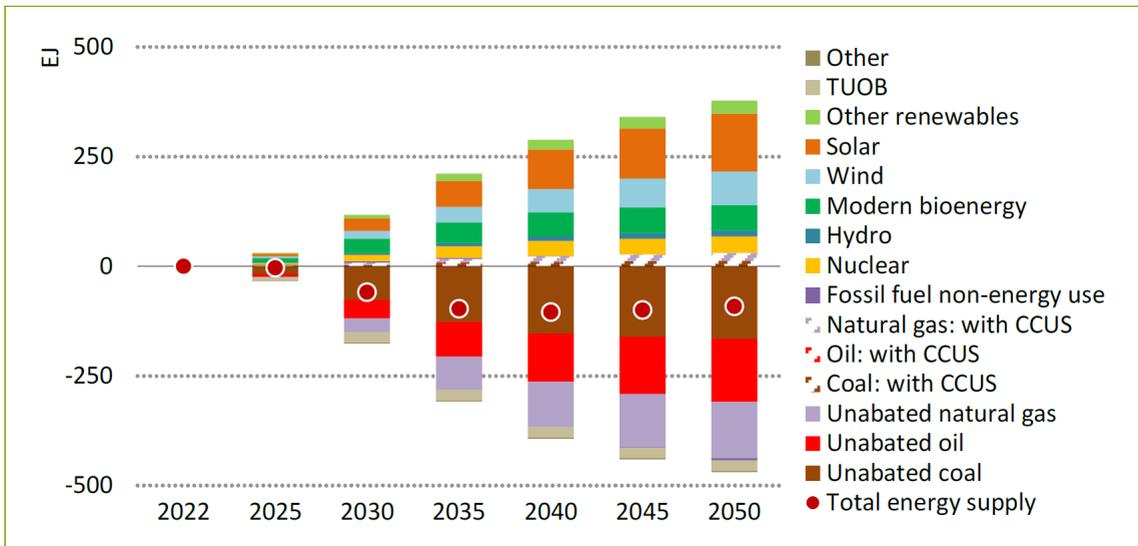
- 2장에서는 2023년 보고서의 주요 내용과 2021년 보고서와의 변경사항을 제시하고,
- 3장에서는 원전 부문에 집중하여 향후 전세계 탄소중립 로드맵에서 원전 부문에 대한 전망과 문제점, 해결방안 등을 요약함.
- 4장에서는 본고의 주요 내용을 요약하고 시사점을 제시함.

## 2 IEA Net Zero Roadmap(NZR) 주요 내용 및 변경사항

■ 2023년도 IEA NZR 보고서의 주요 내용은 총에너지 소비, 발전부문, 최종에너지 소비로 나누어 볼 수 있음.

- (총에너지 소비) 화석연료 사용량이 저배출 에너지원으로 대체되는 형태
  - 화석연료 소비 감소분이 무탄소 에너지와 재생에너지로 전환되나 전환손실을 고려하여 화석연료 소비 감소분보다 적은 양을 청정에너지가 대체함.
  - CCUS 결합 화석연료 소비 증가는 화석연료 감소 대비 훨씬 낮은 것으로 전망되어, CCUS 기술이 개발되어도 화석연료 소비 감축은 피할 수 없음을 나타냄.

**그림 1** 탄소중립 시나리오 에너지원별 공급량 변화(2022-2050)

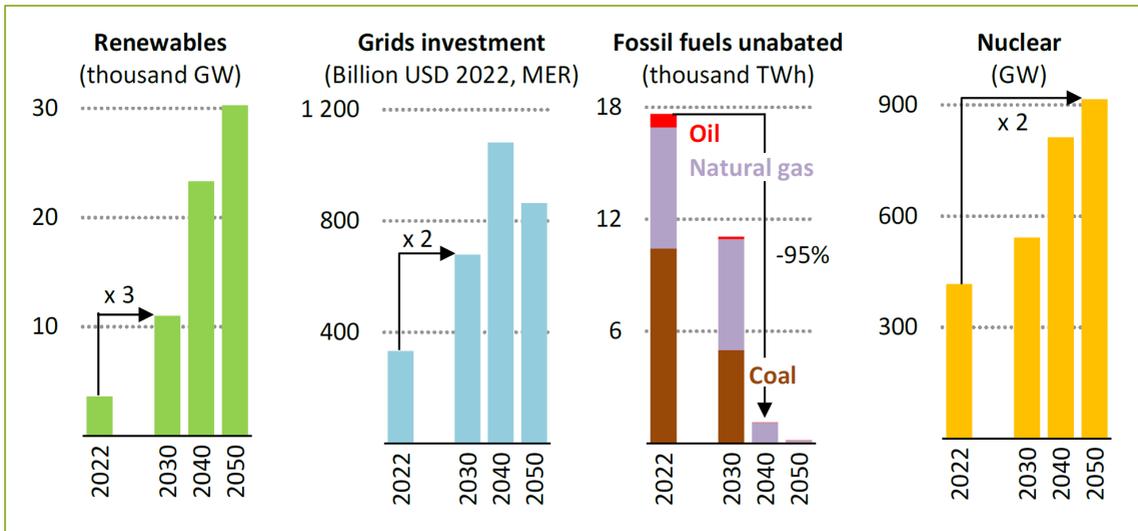


자료: IEA(2023), p.73.

- (발전부문) 발전부문은 탄소중립 달성에 있어 핵심 부문으로 IEA NZR 보고서에선 네 가지 핵심 이정표(milestone)를 제시함.

- 첫째로, 2022년 3,630GW를 기록한 재생에너지 용량이 2030년까지 세 배 확대, 2050년에는 2022년 수준의 8배까지 증가하여 전체 발전량의 90%를 차지할 필요
- 둘째로, 재생에너지를 수용하기 위해 전력망 투자를 2030년까지 두 배 증가시킬 필요
- 셋째로, 발전부문 온실가스 감축을 위해 화석연료 기반 화력발전을 대규모 폐쇄
- 넷째로, 온실가스 감축과 에너지 안보 문제를 해결하기 위한 주요 수단인 원전의 경우 2050년까지 설비규모를 두 배로 확대할 필요

**그림 2** 탄소중립 달성을 위한 발전부문의 네 가지 이정표



자료: IEA(2023), p.80.

- (최종에너지 소비) 2030년까지 최종에너지 소비 중 화석연료 비중은 탄소중립 시나리오에서 9%p 감소하지만 여전히 전체 소비의 절반 이상을 차지
  - 화석연료 감축은 선진국에서 빠르게 진행되나, 신흥국과 개도국의 최종에너지 소비 확대 요인(건물확장 및 차량증가)으로 인해 감소 속도가 더딤.
  - 2050년까지 전세계 최종에너지 소비는 약 340EJ에 이르며, 전기화율은 약 53%를 차지
  - 전기화는 냉난방, 수송부문, 전동기 및 가정부문의 전력 공급, 중공업 용도 수소 생산 등 모든 부문에서 발생
- 2023년도 IEA NZR 보고서에서는 2021년의 탄소중립 시나리오 발표 이후 변경된 세계 각국의 정책 및 기술개발 현황, 실증 프로젝트를 반영한 결과물을 다룸.
  - 2021년 탄소중립 시나리오 발표에서는 COVID-19의 영향력이 있던 때이므로 경기회복 등을 전망했으나, 2023년도 보고서에서는 실추치를 반영한 모습임.

- 일단 COVID-19 이후 총에너지 소비 회복이 빠르게 일어난 점을 반영하여 2030년 최종 에너지 소비가 이전보다 높게 나타남.
- 반면 에너지효율 정책의 효과가 둔화된 것으로 나타남. 그러나 높아진 에너지 소비량 전망에서도 탄소중립을 이뤄야 하므로 에너지 효율의 역할이 더욱 강조될 전망
- 또한, 최근 러시아-우크라이나 전쟁 등 안보 사태를 강조하여 단기적으로 석탄 활용이 늘어난 형태

**표 1** IEA의 탄소중립 시나리오 보고서 간 간단지표 비교

지표	2021 보고서		2023 NZR	
	2030	2050	2030	2050
에너지부문 순배출(Gt)	21.1	0.0	24.0	0.0
총에너지 공급 중 화석연료비중(%)	58%	11%	62%	11%
최종에너지 소비(EJ)	390	340	410	340
태양광 용량 증설(GW)	630	630	820	820
풍력 용량 증설(GW)	390	350	320	350
자동차 판매 중 전기차 비중(%)	60%	90%	65%	95%
총 온실가스 포집(Gt)	1.8	7.7	1.0	6.1
총 온실가스 제거(Gt)	0.3	1.9	0.2	1.7
총 설치 배터리 용량(GW)	590	3,100	1,020	4,200
전기화율(%)	26%	49%	28%	53%
최종에너지 중 수소 및 수소기반 연료 비중	2%	10%	1%	8%

자료: IEA(2023), p.58.

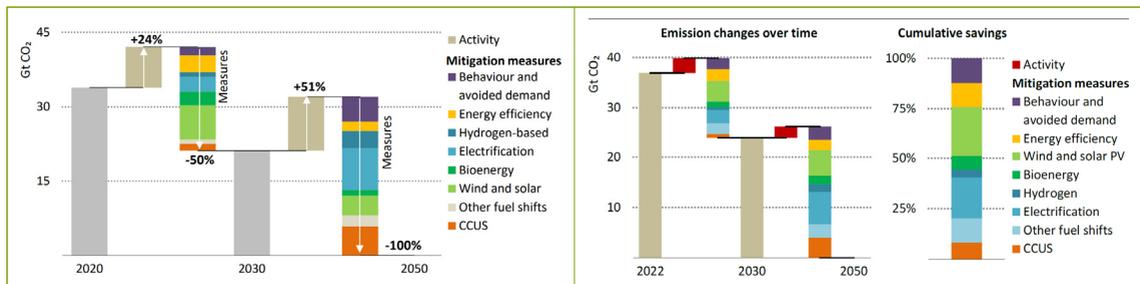
- 2021년 탄소중립 시나리오 발표 이후의 기술현황 업데이트와 정책기조를 반영하여 온실가스 감축에 있어 각 기술별 역할이 일부 변동됨.
  - (변동성 재생에너지, VRE) 태양광 용량 증가세와 풍력의 둔화세를 반영하여 2030의 경우 태양광이 증가하였으나 풍력은 감소함. 풍력의 2050 목표치는 이전과 동일
  - (ESS) 변동성 재생에너지 용량 증가를 반영하여 출력조절을 위한 ESS 용량도 함께 증가
  - (수송부문) 전기차 판매량 증가와 제조공급망 확장을 반영하여 전기차의 역할 확대
  - (일부 탄소중립 기술 둔화) 풍력, 수소 및 CCUS 기술 개발의 둔화를 반영하여 2023 NZR 보고서에서는 그 역할이 일부 제한됨.
- 요약하면, 2021년 보고서에서는 에너지 효율, 재생에너지, 무탄소에너지 및 CCUS, 수소 등 다양한 기술을 적극적으로 활용하는 기조였다면 2023년도 NZR 보고서에서는 과거 수치를 토대로 기술에 대한 선택과 집중이 이루어짐.

- VRE 중에서도 태양광에 집중, 풍력은 잠재력은 인정하므로 2050년까지 꾸준히 개발
- CCUS 및 수소 등 불확실한 기술에 대한 의존도 감소
- 전기화 증가 및 무탄소 전원 활용 증가

■ 탄소중립 시나리오에 있어 주요 감축기술을 “Key mitigation levers”라 명시하면서, 2050년의 기술별 활용도를 그림으로 표기함.

- 2020년 대비 2022년 온실가스 배출 실적치가 상당히 증가한 상황이며, 2030년의 각 기술별 감축기여도가 세부 조정됨.
  - 2030년에는 행동변화와 수요 감축의 역할이 증가한 반면, 에너지효율의 역할 감소
- 2030년과 2050년 모두 CCUS와 수소의 역할은 감소한 것으로 나타남.

그림 3 주요 탄소중립 기술 활용도, 2021(좌) 및 2023(우)



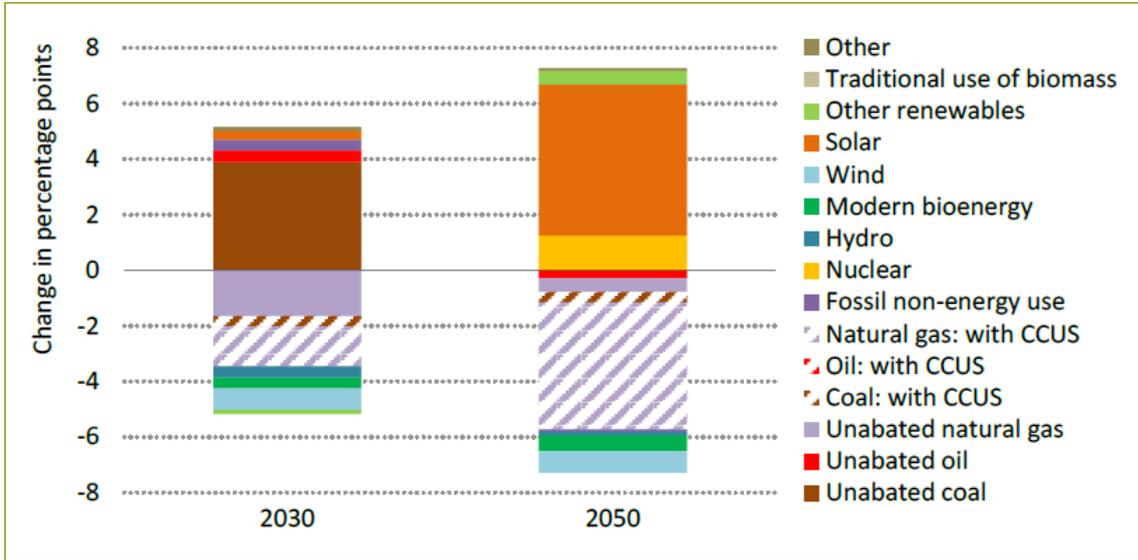
자료: IEA(2021, 2023)

■ 2023 NZR 보고서의 탄소중립 시나리오에서 업데이트된 에너지원별 공급 변동사항도 나와 있음.

- (2030) 천연가스를 제외한 화석연료 소비가 단기적으로 증가, 태양광은 증가한 반면 풍력, 수력, 바이오, 기타 재생에너지 의존도 감소 예상
  - 에너지 안보 및 현재 기술개발 및 실증 프로젝트 성사 현황 반영
  - 예를 들어, 2030년까지 석탄 소비는 2022년 대비 45% 감소할 것으로 전망하였으나, 총 에너지 대비 비중은 2021년 전망 대비 4% 높게 책정됨.
  - 2030년 석탄 및 석유 사용량은 2021년 시나리오 대비 2023년에 더 높지만, 천연가스 소비량은 글로벌 에너지 안보 위기에 대한 우려로 감소할 전망
- (2050) 태양광, 기타 재생에너지, 원전 의존도 증가, 풍력, 바이오 등 의존도 감소 기조
  - 총에너지 공급에서 태양광이 장기적으로 차지하는 비중이 증가
  - 전기화가 수송부문에서 역할이 확대됨에 따라 수소 수요가 하향조정, 이에 따라 블루 수소의 수요가 하락하여 CCUS 기술 수요가 재조정됨.

- CCUS 개발의 진행 속도가 느린 점을 고려한 것이며, 탄소중립 시나리오에서 CCUS 배치 감소를 재생에너지 확대와 전기화로 보충함.

**그림 4** 2021 및 2023 탄소중립 시나리오에서 에너지 공급원 변동사항



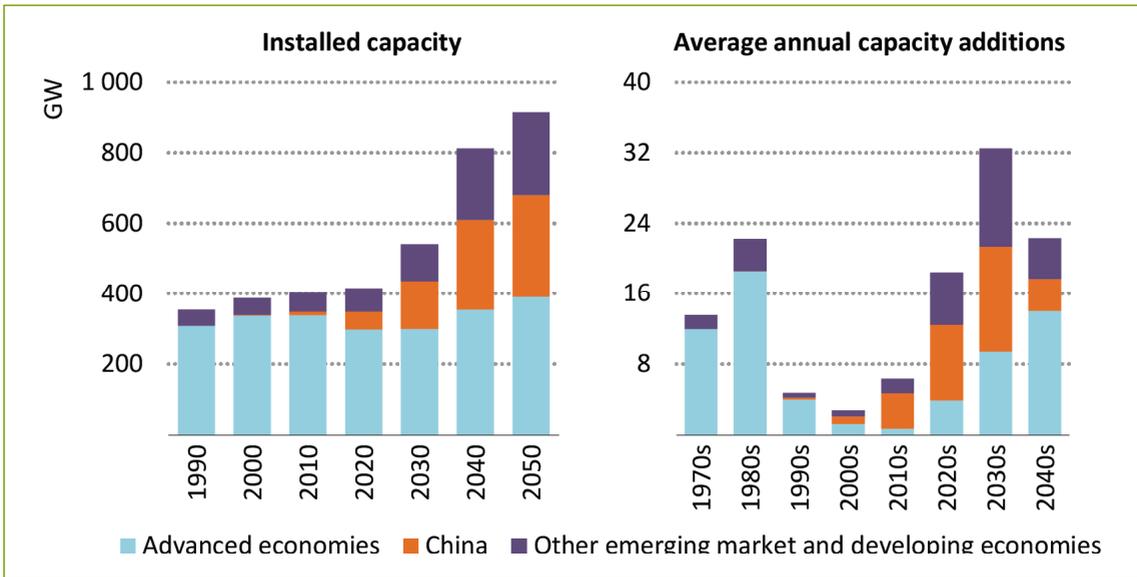
자료: IEA(2023), p.74.

### 3 탄소중립 시나리오에서 원전의 역할

- IEA NZR 보고서에서 원전은 확실히 무탄소 전원으로서 탄소중립 시나리오에서 역할을 가지는 것으로 묘사됨.
  - 특히, 발전부문의 핵심 이정표로서 원전의 용량 확대가 제시되었으며, 재생에너지 확대와 비교하면 큰 증가세는 아니지만 원전의 활용도가 제시되었음.
    - 원전은 확실한 무탄소 전원으로서 에너지를 다변화하는 역할도 수행하므로 탄소중립 및 에너지 안보 확립에 중요한 역할 수행 가능
    - 2022년 전세계 원전 용량 417GW에서 2050년 916GW까지 두 배 이상 증가 전망
    - 그러나 총에너지 소비 증가 및 기타 청정에너지 소비 증가세가 두드러지므로 원전의 비중은 약간 감소함(9% → 8%)
- 온실가스 감축과 에너지 안보를 해결하기 위한 수단으로 여러 국가에서 원전의 역할을 포함한 전략을 발표
  - 캐나다, 중국, 프랑스, 인도, 일본, 대한민국, 폴란드, 영국 및 미국 등이 해당

- 2023년 초 기준 전세계 18개국에서 총 64GW 규모의 원전 건설 중
- 장기적으로 현재 원자력 발전을 수용하는 30개 이상 국가가 탄소중립 시나리오에서 원전 활용을 증가시킬 전망

**그림 5** 탄소중립 시나리오에서 원전 용량 및 평균 추가 용량 (1990-2050)



자료: IEA(2023), p.82.

■ 탄소중립 달성을 위해서는 기술적 혁신(innovation)이 필요하며, 특히 저배출 기술이나 공정 개발이 취약한 난(難)감축 분야에서 특히 중요함.

- 발전 부문, 저탄소 수소생산, 수송부문, 중공업, 핵심광물, 직접공기포집, 항공부문에 대한 기술혁신이 도전과제로 제시되었으며, 발전부문에서는 원전 및 풍력, 태양전지 등의 기술혁신을 강조
  - (발전부문) 소형모듈원자로(SMR)의 상용화가 중국, 유럽 및 북미에서 예상되며, 부유식 해상풍력 단지 확장 및 페로브스카이트 태양전지 효율 향상을 통한 기술혁신이 필요

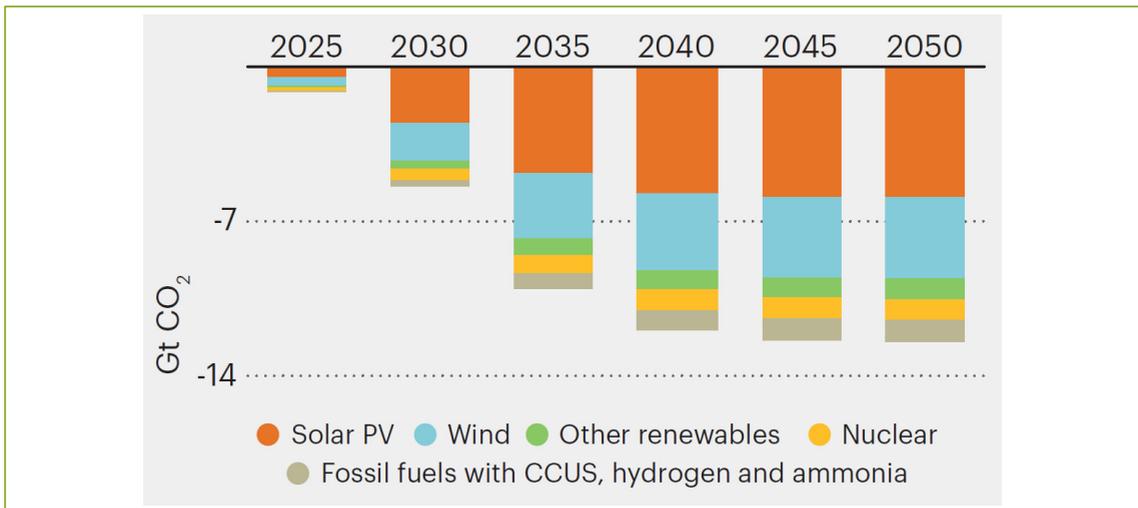
■ IEA NZR 보고서에서는 탄소중립 달성을 위한 원전의 확대를 제시하고 있으며, 2021년 보고서 대비 두드러지는 차이이라고 할 수 있음.

- 원전 확장은 2050년 용량 기준 2021년 보고서 대비 약 15% 증가
- 주요 시장에서 원전에 대한 정책 지원을 강화하고 있으며, SMR 기술개발에 대한 낙관적인 전망을 반영한 결과

■ 저탄소 전력원(Low-emissions sources of electricity)으로서 원전이 포함되어 있으며, 2050년까지 발전부문 온실가스 감축의 역할을 수행

- 주요 감축원은 태양광 및 풍력이라고 할 수 있으나, 확실히 원전도 일부 역할을 수행
  - 저탄소 발전원으로부터의 발전량은 2050년 기준 약 76,603TWh로 예상
  - 태양광 및 풍력은 2050년 기준 54,679TWh로 전망되어 약 71.4% 차지
  - 원전의 경우 6,015TWh로 전망되어 약 7.9%의 저탄소 전력 공급에 기여
- 에너지 안보 강화를 위해서 에너지원의 다변화(diversification)는 필수적이므로, 무탄소 에너지로 분류되는 원전의 활용도 지속적으로 연구할 필요
  - EU Taxonomy에서 언급된 원전이 청정에너지로서 인정받기 위한 조건인 사고저항성 연료 사용, 고준위 방사성폐기물 처분시설 등에 대한 확보 노력 필요
  - 뿐만 아니라 원전을 활용한 전력망 운영비용 감소를 위해 탄력운전 및 부하추종운전 기술에 대한 연구도 꾸준히 지속될 필요

**그림 6** 에너지 탄소중립 기술의 주요 감축 기여도



자료: IEA(2023), p.91.

## 4 요약 및 시사점

- 금번 보고서에서는 최근 발표된 2023 IEA NZR 보고서의 내용을 요약하고 2021년 로드맵과 비교 분석하였으며, 원전의 역할이 확대된 점에 집중하여 탄소중립에서 원전의 역할을 제시함.

- 2023년 보고서에서는 2021년 대비 증가한 에너지 수요와 기술개발 현황, 에너지 탄소 중립 기술의 실증 프로젝트 및 정책상황을 반영하여 기술별 기여도를 조정함.
  - 2021년 이후 큰 변동인 코로나19 종료와 러시아-우크라이나 전쟁으로 인한 에너지 안보 중요성 증가로 인해 단기적으로 화석연료 활용 증가 전망
  - 에너지 효율정책의 효과가 둔화된 것으로 보이나 수요 상승을 고려할 때 효율의 핵심역할 필요
  - CCUS 및 수소는 기술개발이 둔화된 점을 고려하여 2050 전망에서 역할이 축소
  - 보급속도를 고려한 태양광 역할 확대, 세계 각국의 정책기조를 반영하여 원전의 역할 확대 예상

■ 원전은 IEA NZR 보고서상에 확고한 에너지 탄소중립 기술로 분류되어 있으며, 합리적인 탄소 중립 달성을 위해서는 재생에너지뿐 아니라 원전도 확대가 필요하다고 판단됨.

- IEA NZR 보고서에서 원전의 역할이 확대된 것으로 전망했으며, 태양광 및 풍력이 2050년 발전량 기준 71% 이상을 차지할 것으로 전망함.
- 급전 불가능(non-dispatchable) 재생에너지의 계통 통합(grid integration)은 전력망 인프라 증가와 예측의 복잡성 증가에 따른 운영비용 증가를 수반함.
  - 따라서 급격한 재생에너지 확대에 수반되는 전력망 보강비용, 에너지 안보 감소비용을 감수하기보다 기술의 조화를 추구해야 할 것임.
  - 따라서, 전원 간의 투자경쟁 보다는 원전과 신재생의 적극적 활용 및 확대, 핵심 기타 탄소 중립 기술 개발이 병행될 필요가 있다고 판단됨.
- 원전에 대한 기술혁신 역시 강조되는 상황이며, 특히 SMR 기술개발을 통해 온실가스 난감축분야에 기여할 필요



#### 참고문헌

- IEA(2023) Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5°C Goal in Reach
- IEA(2021) Net Zero by 2050 - A Roadmap for the Global Energy Sector

주요단신

북·남미

North and South America



## ■ 미국 Biden 행정부, 원자력이 포함된 지역 청정수소 허브 사업에 9조 원 지원 계획 발표

The White House 2023.10.13., Energy.Gov 2023.10.13., Constellation Press Release 2023.10.16., Power Magazine 2023.10.19., Nuclear Engineering International 2023.10.19.

■ 10월 13일 Biden 행정부는 청정수소 보급 가속화를 위해 총 7개의 지역 청정수소 허브(H2Hubs)에 70억 달러(약 9조 5,000억 원)<sup>1)</sup>를 지원하기로 발표함.

- 미 백악관의 성명서에 따르면 7개의 수소허브는 청정수소의 생산과 저장, 운송, 최종 사용 지원과 함께 연간 300만 톤의 수소 생산을 목표로 하고 있으며, 수소허브 조성을 통해 약 1만 3,600개의 일자리를 창출할 것임.
  - 7개의 수소허브 지역으로 Illinois, California, Pennsylvania, Washington, Minnesota, Texas, 그리고 West Virginia가 선정됨.
  - 이는 2023년 기준 청정수소 생산 목표의 1/3에 해당하는 규모이며, 연간 누적 2,500만 톤의 이산화탄소 배출량 감소가 가능함.
- 이날 Biden 대통령은 미국이 2050년까지 탄소중립 달성과 함께 기후변화에 대처하기 위해서는 청정수소에 대한 연구가 중요하며, 청정수소 발전은 에너지 안보 및 국내 제조업을 강화함과 동시에 전국에 일자리와 경제적 기회를 제공하기 위해서 필수적임을 밝힘.

■ 한편, 10월 16일 Constellation Energy(이하 'Constellation')는 13일 Biden 행정부가 발표한 중서부(Illinois·Indiana·Michigan 주 연합) 수소허브(MachH2) 연방정부 자금 일부인 9억 달러(약 1조 2,000억 원)를 Illinois 주에 위치한 LaSalle Clean Energy Center 원자력 수소 생산시설 건설에 사용할 계획을 발표함.

- 구체적으로 Constellation은 Illinois 주의 수소 생산시설에서 매년 약 3만 3,450톤의 청정 수소를 생산하고 수천 개의 일자리를 창출할 것임을 밝힘.

1) 북미 단신 기사 내용 모두 2023년 10월 26일 환율 기준 적용(1달러=1,355원)

- Constellation에 따르면 LaSalle 청정수소 시설은 New York 주 Oswego에 위치한 자사의 Nine Mile Point 청정에너지 센터에서 활용한 1MW급 규모인 원자력 수소 생산 시설 운영을 기반으로 할 것임.
  - 2023년 3월 Constellation은 Oswego에 위치한 Nine Mile Point 원전(1,962MW, BWR 2기)에서 생산된 전력을 활용해 수소를 생산하는 1.25MW의 수전해 설비 실증 운영을 시작함.
  - 해당 실증 사업은 Constellation과 미국 에너지부가 함께 진행하는 1,450만 달러(약 189억 6천만 원) 규모의 수소 생산 실증 프로젝트 일환으로, 자국의 원전 비용 절감과 청정수소 생산 확대 방안 제시를 주요 목적으로 함.

## ■ 미국 NRC, 원자력사고보험 기준액 상향 조정

NRC 2023.07.14., Ux Weekly 2023.10.19., Federal Register 2023.10.19.

- 10월 19일 미국 원자력규제위원회(NRC)는 올해 7월 자국 보험사들의 통보에 따라 원자력사고 배상을 위한 1차 보험 (primary nuclear liability insurance) 기준액을 정격용량 10만kW 이상의 운영 중인 원자로에 대해 기존 4억 5천만 달러(약 6,100억 원)에서 5억 달러(약 6,777억 원)로 인상할 계획임을 밝힘.
  - 2023년 7월 14일 미국 내 원전 및 원자력 산업에 대한 보험을 제공하는 American Nuclear Insurers(이하 'ANI')는 NRC에 보낸 서한에서 2024년 1월 1일부터 주요 원자력 사고보험 기준액을 인상할 것임을 통보한 바 있음.
    - NRC는 기준액의 상향 조정 이행을 위해 1957년에 제정된 원자력 산업과 관련된 사고 및 재해로 인한 재정적 리스크 관리를 위한 법률인 원자력손해배상법 Price-Anderson Act의 Section 170b 규정을 따름.
  - 또한 ANI의 서한에 따르면 Secondary Financial Protection에 포함된 기업 우발채무를 3,000만 달러(약 404억 원)에서 3,500만 달러(약 471억 원)로 상향 조정할 것이며, 이는 2024년 1월 1일부터 적용될 것임.
    - ※ Secondary Financial Protection은 원전 및 원자력 관련 시설에서 큰 재해가 발생할 경우 재해로 인한 손실을 보상하기 위해 제공되는 보험으로, 원자력 산업의 재무 안전성을 유지하고 재해 발생 시 손실을 최소화하기 위한 역할을 함.
    - 이에 따라 두 개 이상의 원전 사고에서 발생한 초과 손실에 대한 기업의 우발채무 총액은 7,000만 달러(약 945억 원)를 초과할 수 없음.

- 이번 보험료 상승 내용은 향후 미국 내 원전 및 원전 운영시설과 관련된 재정적 보호 요구 사항과 절차를 담은 연방규제법 10 CFR Part 140에 상향된 보험금액이 반영될 예정임.

## ■ 미국 NRC, V.C. Summer 1호기의 비상발전기 배관 균열 반복에 대해 경고 조치

ABC News 2023.10.10., Nuclear Engineering International 2023.10.13.

- 10월 10일 미국 원자력규제위원회(NRC)는 South Carolina 주 Fairfield County에 위치한 V.C. Summer 1호기의 냉각수 공급용 비상 발전기에 연료를 공급하는 배관에서 균열로 인한 연료 누출이 지난 20년간 총 6번 반복된 문제를 지적하며 안전 위반행위에 예비 경고를 발령함.

- NRC에 따르면 2003년 디젤연료 배관에서 처음으로 균열이 발견되었으며, 이후에도 여러 차례 비슷한 문제가 발생됨.
- 특히 2022년 11월 24시간 테스트에서 연료 누출 문제가 심각한 것으로 나타나자, NRC는 배관 교체 등 적절한 조치가 없이는 디젤발전기를 가동할 수 없을 가능성이 높다고 판단함.
- 이에 따라 NRC는 반복되는 배관 균열 문제로 V.C. Summer 원전의 운영사 Dominion Energy에 예비 경고를 내림.
  - Dominion Energy의 대변인은 이번 NRC의 결정이 최종적인 것은 아니며, 해당 사건과 관련해서 충분한 입장 표명이 가능하다고 언급함.
- Dominion Energy에 따르면 시스템 신뢰성 향상을 위한 계획수립이 시작되었으며, 원자로 부품 문제 발생에 대비한 여러 개의 백업 시스템도 설치되어 있음.
- 한편, V.C. Summer 1호기 외에 2·3호기가 2013년 착공된 바 있으나, 부적절한 인력 배치, 원자로 부품 제조 오류, 설계법 위반 등으로 공기 지연 및 비용 초과가 발생하였고, 2017년 3월 Westinghouse의 파산 신청으로 같은 해 7월 건설이 중단되었음.

## ■ 캐나다 연방정부, SMR이 포함된 약 200억 원 규모의 석탄화력발전 단계적 축소 지원 계획 발표

Government of Canada 2023.10.16., World Nuclear News 2023.10.17.

- 10월 16일 캐나다 연방정부는 Nova Scotia 주와 New Brunswick 주에 2030년까지 석탄화력 발전을 단계적으로 축소하는 것을 지원하기 위해 2천만 캐나다 달러(약 196억 원)의 연방 자금 지원계획을 발표함.

- 캐나다 연방정부는 Nova Scotia Power가 석탄화력발전의 전환에 필요한 전력망 시스템 모니터링 및 자동화 개선을 위해 연방자금 1,150만 캐나다 달러(약 112억 원)를 해당 기업에 제공할 예정이며, New Brunswick 주 Point Lepreau에서 ARC Clean Technology Canada가 개발 중인 SMR의 사전개발 지원에 700만 캐나다 달러(약 69억 원)를 제공할 계획임을 밝힘.
- 같은 날 캐나다 천연자원부 Jonathan Wilkinson 장관은 Nova Scotia 주와 New Brunswick 총리와 함께 해당 주에 깨끗하고 신뢰할 수 있는 전력을 개발하고 보급한다는 내용의 공동 정책 성명에 서명하고 목표 달성을 위한 두 가지 협력 프로그램을 발표함.
  - 첫 번째 협력 프로그램에 따르면 주 정부와 연방정부가 2030년까지 석탄화력발전을 단계적으로 축소하고 청정에너지로의 전환을 지원하기 위해 필요한 투자 유치에 주력할 것임.
  - 두 번째 협력 프로그램에는 New Brunswick 주와 Point Lepreau 주의 2035년까지 넷제로 경로로의 이행을 위한 내용이 포함되었는데, 구체적으로 탄소중립 달성을 위한 수단으로 SMR과 해상풍력 활용이 포함되며, 해당 주 두 곳은 배터리와 재생에너지 통합, 태양열과 수소 및 지속 가능한 연료 발전을 위한 스마트 전력망 기술 등을 협력할 계획임.

## ▣ 캐나다 NWMO, 심지층처분시설에 대한 동의기반 부지선정 추진

Nuclear Newswire 2023.10.11.

- 10월 11일 캐나다 방사성폐기물관리기구(Nuclear Waste Management Organization, NWMO)는 중준위 및 고준위 방사성폐기물의 심지층처분과 관련한 동의기반 부지선정 (consent-based siting process) 착수 계획을 밝힘.
  - 동의기반 부지선정은 지역사회의 요구사항에 초점을 맞추고 형평성과 환경정의를 중점으로 하는 접근 방식으로, 사용후핵연료 관리시설 유치가 지역사회의 목표에 부합하는지를 결정하기 위한 계획과 역량 구축(planning and capacity building), 부지 조사와 평가 (site screening and assessment), 그리고 협상과 실행(negotiation and implementation) 총 3단계로 구성됨.
  - 이번 계획은 10월 4일에 NWMO가 발표한 방사성폐기물 통합 전략(Integrated Strategy for Radioactive Waste) 보고서에 따른 것으로, NWMO는 2023년 6월 30일 해당 보고서 검토를 위해 캐나다 에너지 및 천연자원부에 제출함.

- 방사성폐기물 통합 전략에는 NWMO가 캐나다 지역주민들과 협력하여 얻은 피드백을 바탕으로 한 권고사항 실행을 위해 ① 동의기반 부지선정에 따른 지역사회 및 지역주민들의 동의를 확보할 것, ② 시설 설계 시 수자원 보호를 우선시할 것, ③ 시설의 장기적인 관리에 신경 쓸 것, ④ 해당 전략을 빠른 시일 내에 시행할 것 등 총 네 가지 원칙을 포함하고 있음.

## 기타 단신

### ■ 캐나다 Ontario 주 정부, 원자력을 활용한 수소 생산 타당성 연구 지원

Bruce Power News Release 2023.10.12., World Nuclear News 2023.10.13.

- 10월 12일 캐나다 Ontario 주 정부는 캐나다 원자력엔지니어링 기업 Kinectrics와 미국의 연료 전지 제조기업 FuelCell Energy가 공동으로 진행 중인 원자력을 활용한 수소 생산 타당성 연구 지원을 위해 새로 설립된 수소혁신기금(Hydrogen Innovation Fund) 중 25만 캐나다 달러(약 2억 5,000만 원)를 지원할 예정임.
- 이번 지원은 2023년 2월 Ontario 주 정부가 해당 주의 청정전력 시스템에 수소를 통합 시키고 청정수소 활성화를 지원하기 위한 3년간 1,500만 캐나다 달러(약 147억 6,000만 원) 규모의 새로운 수소혁신기금에 선정된 프로젝트 일환임.
  - 1차로 6개 프로젝트에 대해 750만 캐나다 달러(약 73억 8,000만 원)가 지원되었으며, 해당 자금은 Ontario 주의 독립전력시스템운영자(IESO)가 관리함.
- Bruce Power의 지원을 받는 Kinectrics와 FuelCell Energy의 이번 연구는 원자력을 활용한 수소 생산 가능성과 함께 수소가 운송 및 청정 대체 연료 역할을 할 수 있는지에 중점을 둬.

### ■ 캐나다 Bruce Power, Bruce 원전 확장 진행 위한 의향서 발표

World Nuclear News 2023.10.18., Bruce Power News Release 2023.10.19.

- 10월 18일 Bruce Power는 Ontario 주의 증가하는 청정전력 수요 충족과 함께 전력 부문의 탈탄소화 목표를 진전시키기 위해 Bruce 원전 확장 진행 계획 및 원자력 기술 촉진 내용을 포함한 의향서(Expression of Interest, EOI)를 발표함.

- Bruce Power는 EOI를 바탕으로 원자력 공급사들이 Bruce 원전 확장에 관심 표명 및 참여 기회를 제공하고, 원자력 업계가 다양한 원자력 기술을 평가함으로써 공급망 강화 및 청정에너지 개발 지역에서의 사회·경제적 이익 창출이 가능할 것으로 전망함.
- 2023년 7월 Ontario 주 정부는 발전사 OPG와 협력하여 Ontario 주 Darlington 부지에 GE Hitachi의 BWRX-300 원자로 3기 추가 건설 계획과 함께, 장기간에 걸쳐 최대 4.8GW 규모의 원전 추가 건설에 필요한 사전 개발 작업을 시작했다고 밝힘.
- Bruce Power는 해당 부지에서 Bruce 1호기~8호기(총 6,944MW, PHWR)를 가동해 Ontario 주 발전량의 30%를 담당하고 있으며, 추가 발전 설비 건설을 위한 충분한 부지를 확보하고 있다고 언급함.

## ■ 브라질, 프랑스와 원자력 포함한 에너지 분야 협력방안 논의

World Nuclear News 2023.10.18., Bruce Power News Release 2023.10.19.

- 10월 16일 브라질의 광산·에너지부 Alexandre Silveira 장관과 프랑스 에너지전환부 Agnès Pannier-Runacher 장관은 원자력을 포함한 에너지 분야 협력 방안을 논의함.
  - 브라질의 광산·에너지부에 따르면 이번 논의의 주목적은 양국이 원자력 분야에 중점을 두고 에너지 전환 문제 해결방안과 전략적 파트너십 기회를 탐색하기 위한 양국 간의 협력 재건임.
  - 또한 브라질의 광산·에너지부는 2024년 브라질에서 열릴 G20 정상회의에 대해 전망하고 브라질과 프랑스 정부가 공동의제를 통해 지속적으로 성장할 수 있는지도 논의했다고 덧붙임.
  - 한편 브라질은 Angra 1·2호기(총 1,990MW, PWR)를 가동 중이며, Angra 3호기(1,405MW, PWR)는 2010년 5월 착공했으나 자국의 재정 위기에 따른 자원 부족으로 건설 작업 중단과 재개를 반복하다가, 2022년 11월 Electronuclear가 Angra 3호기 건설 재개 추진을 7년 만에 발표하면서 2026년 말까지 상업운전을 시작하는 것을 목표로 하고 있음.

주요단신

유럽 Europe



## ■ EU, 기존 원전 보조금 지급 수용한 전력시장제도 개정 협상안 타결

Le Monde 2023.10.17., World Nuclear News, Nuclear Engineering International 2023.10.19.

- 2023년 10월 17일 유럽 27개국의 에너지 장관들은 올해 3월 EU 집행위원회(EC)가 발표한 EU 전력시장제도 개정안에 기존 원전 보조금 지급을 수용하는 내용의 협상안에 합의함으로써, 원자력을 둘러싼 수개월에 걸친 프랑스와 독일 간의 분쟁을 종결시킴.
  - EU 전력시장제도 개정안은 재생에너지·저탄소에너지 보급을 확대하고 화석연료 가격 변동성, 미래의 전력 가격 급등, 잠재적인 시장 조작 등으로부터 소비자를 보호하며 EU의 산업 경쟁력을 강화하는 것을 목표로 설정하면서, 전력 가격 안정화를 위해 원자력과 재생에너지(풍력·태양광·지열·수력) 기반 신규 설비에 대해 양방향(two-way) 차액정산계약(Contracts For Difference, CfD)을 적용하도록 함.
    - 양방향 CfD는 발전사업자와 정부 및 공공기관이 체결하며, 시장가격보다 계약가격이 낮을 경우 발전사업자에게 계약가격으로 기준과 같이 최저 정산 수준을 보장하고, 이와 반대일 경우 초과 이윤을 최종소비자에게 지급하게 됨.
    - 해당 개정안은 CfD의 적용범위를 신규 발전설비 투자, 기존 발전설비의 설비 개선(repowering) 용 투자, 기존 발전설비의 증설·가동연장 또는 계속운전(원전의 경우)을 위한 투자로 명시함.
  - 그동안 EC의 개정안에 제시된 기존 원전 투자에 대한 CfD 적용을 두고 프랑스와 독일이 이견을 보여 옴.
    - 프랑스는 CfD 보조금을 원자로 56기의 계속운전에 활용할 계획으로 이를 지지했지만, 원전을 포기하고 여전히 화석 연료에 의존 중인 독일은 보조금 지급에 따른 프랑스의 산업 경쟁력 우위를 우려해 기존 원전에 대한 CfD 적용을 반대함.
- 이번에 최종 합의를 본 협상안에서는 신규 저탄소 발전시설에 대한 투자의 경우에는 CfD를 의무 적용하고, 기존 발전시설의 설비 개선(repowering)·증설·계속운전에 관한 투자에는 CfD를 선택적으로 적용하도록 함.

- 프랑스 에너지부 장관 Agnes Pannier-Runacher는 이번 합의는 EU 회원국들이 각국의 고유한 전원 구성에 따라 조치를 취할 수 있도록 하는 타협안이라고 평가하며, 원자력과 재생에너지 발전에 대해 동등하게 대규모 투자를 시행할 것임을 밝힘.
- 이번 합의에 따라 EDF의 적자 요인인 원자력 발전에 대한 고정가격계약판매제도 (ARENH)는 2025년 만료 시 CfD로 대체될 수 있음.
  - 2010년에 도입된 ARENH는 시장 내 공정경쟁 활성화를 위해 EDF 원전 발전량 중 연간 최대 100TWh(25%)를 경쟁 소매전력판매사에 규제가격(42.5유로(약 6만 원)<sup>2)</sup>/MWh)으로 매각하도록 규정했으며, 2022년 4월부터 12월까지 20TWh의 추가 할당 조치(총 120TWh)를 시행하여 확대 운영함.
- 독일 Robert Habeck 부총리는 이번 합의로 전력소비자와 산업부문이 저렴한 전기를 이용할 수 있을 것으로 전망하였으나, 독일 산업계 대표와 정책입안자들은 남은 입법 절차에서 해당 협상안이 수정될 수 있다고 주장하고 있음.
- 양방향 CfD는 진행 중인 사업의 법적 명확성을 유지하기 위해 3년의 전환기간 후에 적용될 것임(단, 하이브리드 해상풍력 사업의 경우 5년의 전환기간 이후 적용).
- 해당 협상안은 유럽의회와 논의를 거쳐 EU법으로 제정될 예정임.

## ■ 영국과 스웨덴, 전략적 파트너십 체결로 SMR 및 핵연료 공급망 협력 강화기로

Government Office of Sweden 2023.10.13., World Nuclear News 2023.10.17.

- 2023년 10월 13일 영국과 스웨덴은 국제협력·안보·국방·기술혁신·과학·에너지·기후·무역·투자 등 양자 관계 전반에 걸친 협력 활성화 및 증진을 목표로 전략적 파트너십을 체결하면서, 원자력 부문에서 SMR 및 핵연료 공급망에 관한 협력을 모색하기로 함.
  - 이번 파트너십은 Ulf Kristersson 스웨덴 총리가 영국을 방문해 Rishi Sunak 영국 총리와 회담을 가진 후 체결되었음. 양국 총리는 연말까지 전략적 양자 파트너십 협정 초안 작성 및 체결을 이행하기로 합의함.
  - 양국은 첨단 원자력 기술을 포함한 상업용 원전 협력을 위한 연락망을 구축해, 규제 기관의 교차 평가, 자금 조달 모델, 부지 선정, 원전 운영 등을 포함하여 신규 원전 도입과 관련한 학습·경험을 공유할 계획임.

2) 유럽 단신 기사 내용 모두 2023년 10월 27일 환율 기준 적용(1유로=1,430원, 1달러=1,354원, 1파운드=1,641원)

- 양국은 SMR 도입 추진에 규제기관 간 협력의 중요성을 인식해 영국 원자력규제청(ONR)과 스웨덴 방사선안전청(SSM)이 원자력 규제 관련 정보 및 모범 사례를 공유할 계획임.
- 또한 양국은 다른 국가들이 러시아산 핵연료 의존도 축소와 에너지원 다변화를 추진하도록 지원하면서, 기존 원전뿐만 아니라 신규 원전 건설 계획 등도 고려하여 양국의 원전 운영상 이익을 위한 탄력적인 핵연료 공급망을 지원하기로 합의함.

## ■ 영국 Rolls-Royce SMR, SMR 핵연료 설계 위해 Westinghouse와 계약 체결

World Nuclear News 2023.10.11., Nucnet 2023.10.11.

- 2023년 10월 11일 영국 엔지니어링 기업 Rolls-Royce SMR Ltd는 자사의 SMR(470MW, PWR) 핵연료 설계 개발을 위해 Westinghouse Electric Company UK Ltd와 계약을 체결함.
  - 영국과 미국에서 시행될 핵연료 설계 작업은 SMR 핵심 부품을 포함하며, Westinghouse의 기존 PWR용 핵연료집합체 설계를 바탕으로 함.
    - Rolls-Royce SMR의 설계수명은 60년으로, 전력과 수소 생산 외에도 지역난방 공급, 담수화, 항공 합성연료(synthetic jet fuel) 제조 등 다목적으로 활용될 예정임.
  - Rolls-Royce SMR Ltd는 핵연료 설계 개발이 영국 규제기관이 진행 중인 일반설계평가(GDA)의 핵심이라고 밝히면서, Westinghouse와의 이번 계약 체결로 영국 내 공급망 활용과 장기적인 원전 산업 지원이 가능하다고 밝힘.
    - GDA는 신규 원전 프로젝트 허가 과정의 일부로, 규제기관이 신규 원자로 설계 부분의 안전, 보안, 환경 보호 측면 등을 평가하며, 3단계로 이루어진 절차는 완료까지 통상 4년이 소요됨.
    - 2022년 3월 Rolls-Royce SMR에 대한 GDA 1단계 심사가 시작되어 현재 GDA 2단계 절차가 진행 중임.
  - Rolls-Royce SMR Ltd는 이번 계약이 2023년 6월 영국과 미국이 체결한 대서양 선언(Atlantic Declaration)을 바탕으로 한다고 언급함.
    - 올해 6월 8일 Joe Biden 미대통령과 Rishi Sunak 영국 총리는 백악관에서 양국 간 21세기 경제 파트너십인 대서양 선언을 발표하고, 민간 원자력 부문에서 파트너십을 통한 공급망 구축, 러시아 의존도 감축, 선진 원자로 도입 등에 합의한 바 있음.

## ■ 프랑스 핵연료주기기업 Orano, 몽골 우라늄 광산 개발·운영 계약 체결

World Nuclear News 2023.10.11., Nucnet 2023.10.12.

- 2023년 10월 12일 프랑스 핵연료주기기업 Orano는 몽골 국영투자회사인 Erdenes Mongol LLC와 몽골 남서부에 소재한 Zuuvch-Ovoo 우라늄 광산 개발·운영을 목적으로 한 약 17억 달러 (약 2.3조 원) 규모의 프로토콜 계약을 체결함.
  - 이번 프로토콜 계약은 Ukhnaa Khurelsukh 몽골 대통령의 프랑스 방문 중에 이루어졌으며, 양국에 상호 이익이 되는 투자 계약의 틀을 제시함.
  - Orano는 몽골 기업과의 협력을 통해 Zuuvch-Ovoo 우라늄 광산을 개발·운영할 예정이며, 올해 말 최종 투자 계약을 체결할 것으로 전망함.
  - Orano는 2021~2022년에 걸친 시범운영기간 동안 우라늄 정광 10톤을 생산해 Zuuvch-Ovoo 우라늄 광산 운영의 경제적·환경적·사회적 타당성을 확인한 바 있음.
    - 이 프로젝트는 Orano 자회사인 Orano Mining(66%)과 몽골 국영 기업 MonAtom(34%)의 합작 투자사인 Badrakh Energy가 담당함.
  - Agnès Pannier-Runacher 에너지부 장관은 이번 계약이 프랑스의 에너지원 다각화에 기여한다고 밝힘.
    - 프랑스는 최근 쿠데타가 발생한 니제르를 비롯해 호주, 카자흐스탄에서 우라늄의 대부분을 수입하고 있는데, 올해 초 Macron 대통령은 에너지 주권 확보와 자국 원자력 산업을 위해 몽골로부터 우라늄을 포함한 중요 자원을 공급받을 예정이라고 밝힘.
  - 몽골은 우라늄 자원이 풍부하지만, 1995년 북동부에 소재한 Dornod 매장지의 노천 광산이 폐쇄된 이후 우라늄 광산 운영이 중단된 바 있음.

## ■ 핀란드, Olkiluoto 1·2호기 계속운전 및 출력증강 위한 환경영향평가 절차 시작

World Nuclear News, Nucnet 2023.10.10.

- 2023년 10월 10일 핀란드 전력사 TVO는 2038년 영구 정지가 계획된 Olkiluoto 1·2호기(각 890MW, BWR)의 최소 10년 계속운전과 출력증강 가능성 분석을 위해 환경영향평가(EIA) 절차를 시작했다고 발표함.
  - 현재 핀란드 전력 수요의 15%를 공급하는 Olkiluoto 1·2호기는 각각 1979년과 1982년에 상업운전을 시작했으며, 2038년에 운영허가 만료가 계획됨.

- 2018년 9월 핀란드 정부는 2018년 말까지 유효했던 두 호기의 운영허가 기간 20년 연장을 승인함.
- TVO는 연간 유지보수 및 투자를 통한 설비개선 작업으로 Olkiluoto 1·2호기의 가동 상태가 우수하다고 언급하며, 두 호기의 운영허가를 최소 10년 연장하는 방안을 고려 중임.
  - TVO에 따르면, 두 호기에 연간 약 5천만 유로(약 714억 원)가 투자되고 있음.
- 또한 TVO는 두 호기의 설비용량을 추가 80MW 상향(890MW → 약 970MW)하는 방안을 고려 중임. 이는 연간 생산량의 1.2TWh 증가를 의미함.
  - TVO는 과거 두 호기의 출력을 기존 660MW에서 890MW로 증강시킨 바 있음.
- TVO는 EIA 보고서 작성 완료 후 계속운전과 출력증강에 관한 결정을 내릴 예정임.

## ■ 불가리아, Belene 원전 프로젝트 공식 취소 및 Kozloduy 신규 원전 증설 위해 Westinghouse와 공급망 관련 협력 체결

Nucnet 2023.10.12./19., Nuclear Engineering International 2023.10.17., World Nuclear News 2023.10.19./25.

- 2023년 6월에 출범한 불가리아 새 정부는 10월 11일 Belene 프로젝트(1,000 MW급 2기, VVER) 투자자 및 공급업체 유치를 승인한 이전 정부의 결정을 철회하면서 해당 프로젝트를 공식 취소함.
  - 불가리아 에너지부는 국영 에너지 회사인 NEK가 발표한 전략적 투자자 선정 절차를 종료하고, 입찰서를 제출한 공급업체에게 취소 결정을 통보할 예정임.
  - 2023년 7월 불가리아 의회의 결정에 따라, 불가리아 새 정부는 우크라이나 정부와 Belene 원전용으로 보유 중이던 기자재를 우크라이나에 판매하는 협상을 시작함.
    - 불가리아 국영 전력기업 NEK은 우크라이나가 Khmelnsky 3·4호기 재건 프로젝트에 활용할 수 있도록 Belene 프로젝트용 기자재를 최소 6.2억 유로(8,845억 원)에 판매할 예정임.
  - Belene 원전 프로젝트는 2006년 러시아와 계약 이후 여러 차례 건설 중단 및 재개를 반복해옴.
    - 2006년 불가리아는 러시아 Rosatom과 Belene 원전 건설 계약을 체결하고 일부 기자재를 선발주하였으나, EU와 미국으로부터의 대러 에너지 의존도 감축 압박과 투자자 확보 실패로 2012년 Belene 프로젝트를 공식 철회함.

- 2018년 6월 불가리아 의회는 정부 보증과 의무적인 장기 전력구매 계약 없이 민간 투자자 유치를 조건으로 Belene 프로젝트 재개를 승인하였으며, 2019년 12월 불가리아 정부는 전략적 투자자 후보 3개 업체(Rosatom, CNNC, 한국수력원자력)와 기기 공급업체 후보 2개 업체(프랑스 Framatome, 미국 GE)를 선정함.
- 2022년 2월 Kiril Petkov 당시 불가리아 신임 총리는 Belene 프로젝트가 이전 정부의 비합리적 지출과 부패의 사례라고 지적하며 해당 원전 건설계획 철회 및 Kozloduy 원전 증설 계획을 발표함.
- 2023년 1월 불가리아 임시 정부는 에너지 공급 확보를 위해 2035~2040년까지 2GW 규모의 Belene 원전 건설 계획을 제시하고, 올해 4월에는 프랑스 EDF와 Belene 원전 재개를 위해 선행주기 엔지니어링·설계(FEED) 계약 체결 시행 계획을 발표함.

■ 한편, 2023년 10월 19일 불가리아의 주요 공급업체들은 Westinghouse Electric과 Kozloduy 7·8호기 증설 및 기타 프로젝트 지원을 위한 양해각서(MOU)를 체결함.<sup>3)</sup>

- 상기 불가리아 파트너 기업들은 건설 기업 Glavbolgarstroy(GBS), 엔지니어링 기업 OSKAR-EL, EnergoService, ENPRO Consult, EQE Bulgaria 등임.
- Rumen Radev 에너지부 장관은 자국 원자력 산업 공급망이 장기적으로 국익에 매우 중요하다고 밝히며, 향후 더 많은 현지 기업들의 Kozloduy 원전 증설 참여를 전망함.
- 불가리아는 2023년 1월부터 Westinghouse의 AP1000 노형(PWR) 2기 도입을 추진해 왔으며, 올해 6월 Westinghouse와 선행주기 엔지니어링·설계(Front-End Engineering and Design, FEED) 프로젝트 계약을 체결한 바 있음.
- 불가리아 정부는 Kozloduy 7·8호기를 증설해 2027년과 2029년까지 가동되는 Kozloduy 5·6호기를 대체할 예정임.
- 불가리아 경제 일간지 Kapital 보도(2023년 10월 19일)<sup>4)</sup>에 따르면, Kozloduy 7·8호기 프로젝트의 설계 및 인허가 단계에 약 2억 유로(약 2,857억 원)가 소요될 것으로 추정됨.
- 2023년 10월 25일 불가리아 각료회의는 Kozloduy 7호기의 착공과 Kozloduy 8호기의 사전 준비 작업을 승인하면서, Kozloduy 7호기·8호기의 완공 일정을 각각 2033년과 2035년 또는 2036년으로 설정함.

3) <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Westinghouse-signs-Bulgaria-supplier-MoUs>  
<https://www.nucnet.org/news/westinghouse-signs-agreement-with-suppliers-on-ap1000-new-build-project-10-4-2023>

4) [https://www.capital.bg/biznes/energetika/2023/10/19/4541267\\_izgrajdaneto\\_na\\_7-mi\\_blok\\_v\\_aec\\_kozlodui\\_moje\\_da/?loginRedirect=Google&authRedirect=login](https://www.capital.bg/biznes/energetika/2023/10/19/4541267_izgrajdaneto_na_7-mi_blok_v_aec_kozlodui_moje_da/?loginRedirect=Google&authRedirect=login)

## ■ 슬로베니아 국영에너지기업, JEK2 설계 변경으로 용량 확대 가능성 시사

SeeNews, World Nuclear News 2023.10.12.

- 2023년 10월 11일 슬로베니아 국영 에너지기업 GEN Energy는 Energetika 2023 컨퍼런스에서 Krško 2호기(이하 JEK2) 규모를 당초 계획보다 확대하여 용량이 2,400MW에 달할 수도 있음을 시사하였으며, 증설 후보 공급업체로 Westinghouse(미), EDF(프), 한국수력원자력을 고려하고 있다고 밝힘.
  - 현재 슬로베니아는 GEN Energija와 크로아티아 전력사 Hrvatska elektroprivreda (HEP)가 공동 소유하고 있는 Krško 1호기(696MW, PWR, 설계수명 40년)를 가동해 자국 전체 전력의 약 40%를 공급함.
    - 해당 원전(설계수명 40년)은 당초 2023년에 영구정지될 예정이었으나, 2015년 중반에 20년 계속운전이 확정됨.
  - GEN Energy 측은 상기 3사를 후보 공급업체로서 동등하게 고려할 것이나, 각각의 장단점이 있어 결정이 쉽지 않을 것이라고 언급함.
    - JEK2 프로젝트와 관련하여 GEN Energija는 2028년 최종투자결정 시행, 2030년대 신규 원전 가동을 목표로 하고 있음.
  - 올해 9월 슬로베니아 정부 장관 및 산업계 관계자로 구성된 신규 실무 그룹은 JEK2 프로젝트 추진 속도를 내기 위해 첫 회의를 개최함.
    - 상기 실무 그룹은 규제 체계 확립과 신규 원전 프로젝트 추진 신속화를 위한 특별 법안을 마련할 계획임.
  - 올해 초 Bojan Kumer 에너지부 장관은 빠르면 2024년에 Krško 2호기 건설 여부를 결정할 수 있을 것이며, 국민투표를 통한 대중의 지지가 필요하다고 밝힌 바 있음.

## 기타 단신

## ■ 영국 정부, 핵융합 분야 인력 양성에 약 1조 원 지원 발표

Gov.UK 2023.10.16., Nucnet 2023.10.18.

- 2023년 10월 16일 영국 정부는 핵융합 기술 분야 인력 양성을 목표로 6억 5천만 파운드(약 1.06조 원) 규모의 자금 지원계획을 발표함.
  - 10월 16일 Andrew Bowie 원자력부 장관은 런던에서 개최된 IAEA 핵융합 에너지 컨퍼런스에서 2021년 10월에 발표된 핵융합 전략 중 핵융합 미래 프로그램의 세부 사항을 설명함.
  - 6억 5천만 파운드(약 1.06조 원) 규모 지원금은 ① 핵연료 주기 실험 시설(최대 2억 파운드(약 3,281억 원)), ② 미래 핵융합 발전소용 부품 R&D(최대 2억 파운드(약 3,281억 원)), ③ 영국 원자력청(UKAEA) 전용 연구 캠퍼스 개선(최대 5천만 파운드(약 820억 원)), ④ 핵융합 기술교육 프로그램(최대 5,500만 파운드(약 902억 원)), ⑤ 핵융합 산업 프로그램(최대 3,500만 파운드(약 574억 원)), ⑥ 기술 이전 허브(최대 1,800만 파운드(295억 원)), ⑦ STEP 프로그램(최대 1,100만 파운드(약 180억 원)), ⑧ 핵융합 R&D(2,500만 파운드(약 410억 원))에 할당됨.
  - 영국 정부는 핵융합 발전이 일자리 창출, 경제 성장, 자국 에너지 안보 강화에 기여할 것으로 전망함.

## ■ 프랑스 핵연료주기기업 Orano, Georges Besse II 우라늄 농축시설 확장 승인

Nucnet 2023.10.20., UxWeekly 2023.10.23.

- 2023년 10월 19일 프랑스 핵연료주기기업 Orano의 이사회는 러시아산 핵연료 의존도 감축을 위해 17억 유로(약 2.4조 원) 규모의 Georges Besse II 우라늄 농축시설(Tricastin 부지 소재) 확장 프로젝트를 공식 승인함.
  - Orano는 Georges Besse II 우라늄 농축시설에 설치된 기존 14기 모듈과 동일한 4기 모듈을 추가 설치해, 기존 750만 SWU(농축서비스단위)의 농축우라늄 생산량을 총 1,000만 SWU로 30% 이상 확대할 계획임.

- Georges Besse II 우라늄 농축시설(원심분리 공정)은 Georges Besse I 우라늄 농축시설(기체확산 공정)을 대체하기 위해 건설되었으며, 2011년 4월 상업 운전을 시작함.
- Orano는 Tricastin 농축회사인 SETH(Société d'Enrichissement du Tricastin Holding)의 주요 주주인 일본-프랑스 농축 투자 컨소시엄(JFEI)과 한국수력원자력의 지원으로 이번 프로젝트가 실현될 수 있었다고 밝힘.
- Orano에 따르면, 첫 번째 신규 농축 우라늄 생산은 2028년부터 가능할 예정임.
- 현재 러시아 Rosatom이 세계 농축 우라늄의 43%를 공급하고 있으며, 그 뒤를 영국-네덜란드-독일 그룹인 Urenco Ltd.(31%), 중국 China National Nuclear Corp.(13%), Orano(12%)가 따르고 있음.

## ■ 러시아 Rosatom, 벨라루스와 방폐물 처분 협력 확대

world Nuclear News 2023.10.18., Nuclear Engineering International 2023.10.19.

- 2023년 10월 17일 러시아 Rosatom 자회사인 핵연료기업 TVEL과 벨라루스 방사성 폐기물 관리청 BelRAO는 방사성폐기물 관리를 위한 장기 협력 협정을 체결함.
  - 양측은 벨라루스 내 방폐물 처분을 위한 인프라 구축·개발과 표층 처분시설(PPZO) 운영을 위한 인력 양성·모니터링에 협력하기로 함.
  - 벨라루스는 자국 최초 원전 건설 후 방폐물 처분 시설을 포함한 방폐물 관리 전략을 수립함.
    - 벨라루스는 러시아로부터 재정지원을 받아 Ostrovets 부지에 자국 최초의 원전을 건설함. 현재 1호기(1,110MW, PWR)는 상업운전 중이고 2호기(1,194MW, PWR)는 올해 5월 계통 연결에 성공함.
  - 올해 초 벨라루스 에너지부 장관 Victor Karankevich는 2030년까지 방폐물 저장 시설의 1단계 진입을 목표로 한다고 밝힌 바 있음.

## ■ 러시아, 부유식 원전 Akademik Lomonosov 1호기 첫 핵연료 재장전 실시 예정

world Nuclear News 2023.10.13., Nuclear Engineering International 2023.10.17.

- 2023년 러시아 최초 상업용 부유식 원전인 Akademik Lomonosov 1호기는 올해 말 처음으로 핵연료를 재장전할 예정임.

- Akademik Lomonosov 원전(각 35MW, KLT-40S 2기)은 2019년 12월에 전력망에 연결되었으며 2020년 5월 상업운전을 시작함.
  - 해당 원전은 러시아 북동부 Chukotka 자치구에 소재한 해체된 Chaunsky 복합화력 발전소와 노후 Bilibino 원전(각 11MW급 LWGR EGP-6 원자로 4기)을 대체함.
- Rosatom 자회사인 핵연료 기업 TVEL은 북해 항로를 통해 Chukotka 자치구 내 Pevek 시에 핵연료를 수송함.
  - 핵연료는 모스크바에 소재한 TVEL의 Elektrostal Machine-Building Plant에서 제조됨.
- Akademik Lomonosov 2호기의 경우 2024년 핵연료의 공급·재장전이 계획됨.
- TVEL은 12~18개월 주기로 핵연료를 부분적으로 교체하는 기존 대형 원전과 달리 Akademik Lomonosov 원전은 몇 년에 한 번씩 전체 원자로 노심이 교체되고 신규 핵연료가 장전된다고 밝힘. 이는 핵연료 재장전 주기가 최대 3.5년임을 의미함.

주요단신

아시아 Asia



## ■ 한수원, 2조 5천억 원 규모의 루마니아 원전 설비개선사업 참여

한국수력원자력 보도자료2023.10.13., World Nuclear News 2023.10.13.,  
Nuclear Engineering International 2023.10.17.

- 10월 12일 한국수력원자력(이하 ‘한수원’)은 루마니아 수도 Bucharest에서 총 2조 5천억 원 규모의 Cernavoda 1호기(706MW, PHWR) 설비개선사업 공동수행을 위해 캐나다 Candu Energy(이하 ‘Candu’)와 이탈리아 Ansaldo Nucleare(이하 ‘Ansaldo’)와 컨소시엄 협약을 체결했다고 밝힘.
  - 해당 원전은 1983년 3월 31일 착공했으며, 이후 1996년 4월 16일에 최초임계 도달, 1996년 7월 11일 전력망에 연결된 이후 같은 해 12월 2일 상업운전을 시작함.
  - 해당 원전은 월성 2·3·4호기와 동일한 CANDU-6(700MW) 노형으로 운영허가 기간은 30년임.
  - 루마니아 원전운영사인 Nuclearelectrica는 Cernavoda 1호기의 30년 계속 운전 시행을 위해 2027년부터 압력관 및 터빈·발전기 구성품 교체 등 설비개선에 착수할 예정임.
    - Cernavoda 1호기는 2026년 말 1차 운영허가가 만료됨.
    - 해당 원전의 설비개선 프로젝트는 ① 1단계 타당성 조사(2017년~2022년), ② 2단계 조달·건설 계약 협의, 작업 계획, 승인 취득(2022년~2026년), ③ 3단계 임시 정지 후 설비개선 작업 완료(2027년~2029년)로 이루어짐.
  - 이번 컨소시엄 협약 체결에서 Candu와 Ansaldo는 원자로 계통과 터빈발전기 계통의 설계 및 기자재 구매를 담당하고, 한수원은 전체 시공을 포함한 방사성폐기물 보관시설 등 인프라 건설을 맡음.

## ■ 미얀마, 러시아 Rosatom과 원전 인프라 구축을 위한 MOU 체결

World Nuclear News 2023.10.11., The Irrawaddy 2023.10.12.

- 10월 11일 미얀마 과학기술부 Myo Thein 장관과 Rosatom의 Alexei Likhachev 사무총장은 미얀마의 원자력 인프라 구축 및 SMR 프로젝트 개발을 위한 협력을 내용으로 하는 양해각서(MOU)를 체결함.
  - Rosatom은 MOU를 바탕으로 양국 간의 인력양성 및 교육훈련 부문을 강화하고, 원자력 개발 프로그램에 참여하는 기관들의 안전 문화를 향상할 것임을 밝힘.
    - Rosatom에 따르면 미얀마 내 원자력 개발은 자사의 모범사례와 함께 IAEA의 권고사항에 따라 진행될 것임.
  - 이번 MOU는 모스크바에서 10월 11일부터 13일까지 개최된 러시아 에너지위크(REW) 국제 포럼과는 별도로 체결됨.
  - 2023년 2월 러시아와 미얀마 정부는 원자력 기술의 평화적 사용에 관한 정부간 협정을 체결하고, 같은 해 6월에는 정부 간의 협정 일환으로 공동 조정 위원회를 개최해 미얀마 내 원전 건설과 인프라 구축에 대해 논의한 바 있음.

## ■ 일본 간사이전력, 사용후핵연료 반출 로드맵 제시 통해 계속운전 가능해져

関西電力 2023.06.12./10.10., 朝日新聞, 中日新聞 2023.10.06., 原子力産業協会, NHK 2023.10.10., 読売新聞 2023.10.13., 中国電力 2023.10.11., 毎日新聞 2023.10.14., 日本経済新聞 2023.06.12./10.13./10.14.

- 10월 13일 일본 후쿠이현은 간사이전력이 사용후핵연료를 후쿠이현 밖 및 프랑스로 반출하겠다는 계획에 동의함. 이에 따라 간사이전력은 후쿠이현에 위치한 40년 이상 운영 중인 원자로 3기의 가동이 가능해짐.
  - 간사이전력은 사용후핵연료 반출 계획을 통해 ① 사용후핵연료 90%는 후쿠이현 밖의 지역에서 확보 예정인 저장시설로 반출하거나 간사이전력의 원전 부지 내에서 일시 보관한 후 롯카쇼무라 재처리공장으로 반출하는 것을 검토, ② 남은 10%인 사용후핵연료 200톤은 2027년~2029년도에 프랑스로 반출, ③ 반출 계획의 실효성을 담보하고자 향후 원칙적으로 발전소 내 사용후핵연료 저장용량을 늘이지 않겠다는 내용을 제시함.
    - 간사이전력은 사용후핵연료 반출 계획에서 현 외 지역에서 확보 예정인 저장시설이 설치될 지역명은 명확히 제시하지 않은 채 2030년경 시설을 운영할 계획이라고 밝힘.

- 2020년 10월 후쿠이현은 간사이전력에 현 내 저장 중인 사용후핵연료를 현 밖의 지역으로 반출하도록 요청했고, 간사이전력은 2021년 후쿠이현에 현 밖의 지역 중에서 사용후핵연료를 보관할 후보지를 2023년 말까지 제시하며, 기한 내 후보지를 제시하지 못하면 40년 이상 운영 중인 미하마 3(826MW, PWR), 다카하마 1·2호기(각 826MW, PWR)의 가동을 정지하겠다고 약속함.
  - 2021년 당시 간사이전력은 2030년경 사용후핵연료 보관량을 약 2,000톤으로 추정함.
- 2023년 6월 간사이전력 사장은 2020년대 후반에 프랑스로 사용후핵연료 약 200톤을 반출하겠다는 계획을 발표하며 후쿠이현과의 약속을 지켰다고 주장했고, 후쿠이현은 반출량이 적어 정부 의견을 수렴한 후 입장 표명을 하겠다고 밝힘.
  - 2023년 8월에는 간사이전력이 야마구치현 가미노세키정에 주고쿠전력과 공동으로 사용후핵연료 중앙집중형 독립저장시설(CISF) 건설을 위한 조사를 시작하기로 결정함.
- 이후 10월 13일 후쿠이현 지사는 후쿠이현을 방문한 니시무라 경제산업대신과 회담하며 간사이전력의 계획을 수용하겠다는 입장을 표명함.
  - 앞서 10월 10일에는 경제산업성 자원에너지청의 자원에너지정책 통괄조정관과 간사이전력의 원자력사업본부장이 후쿠이현을 방문해 간사이전력이 6월에 발표했던 사용후핵연료 관련 계획에 대한 추가 설명과 간사이전력의 향후 사용후핵연료 반출 계획을 제시하는 시간을 가짐.
- 한편, 후쿠이현에는 간사이전력의 원자로 11기가 위치하며, 이 중 4기는 영구정지하여 해체 작업 중이고, 7기는 운영 중임.

## ■ 일본 간사이전력, 40년 이상 운영한 다카하마 2호기 상업운전

日本經濟新聞 2023.08.30., 読売新聞 2023.09.15., 北海道新聞 2023.10.02., 原子力規制委員会 2023.10.04., 原子力産業協會 2023.10.10., 関西電力, 産経新聞, NHK 2023.10.16., 原子力産業新聞 2023.10.17.

- 1975년 11월 14일상업운전을 시작한 간사이전력의 다카하마 2호기(826MW, PWR)가 10월 16일 원자력규제위원회의 최종 검사를 마치고 12년 만에 상업운전을 재개함.
  - 다카하마 2호기는 후쿠시마 사고 후 적합성 심사 등 재가동에 필요한 각종 절차를 통과해 상업운전을 시작한 열두 번째 원자로이며, 간사이전력의 미하마 3호기(826MW, PWR), 다카하마 1호기(826MW, PWR)에 이어 40년 이상 운전할 수 있게 된 세 번째 원자로임.

- 간사이전력은 2011년 11월 예방 정비에 들어간 다카하마 2호기의 가동 재개를 위해 2015년 3월 적합성 심사를 신청했고, 신청 시점의 규제 기준상 40년 이상 운영한 원자로의 경우 계속운전 심사도 신청해야 최장 60년까지 가동할 수 있어, 2015년 4월 계속운전 심사도 신청함.
  - 일본에서는 2023년 5월 30일 원전 60년 이상 운전을 허용하도록 법이 개정되었으며, 법 개정에 따른 새로운 계속운전 제도는 2025년 6월 6일부터 정식으로 시행됨.
- 2016년 4월 다카하마 2호기는 계속운전 인가를 받았고, 2021년 2월 15일에는 적합성 심사를 모두 통과해, 안전대책공사, 지역동의 등 가동 재개에 필요한 각종 후속 절차를 진행해 왔음.
- 2023년 9월 20일부터 예방정비검사의 일환으로 시운전을 시작했고, 10월 16일 원자력 규제청의 검사관이 현장에서 다카하마 2호기의 가동이 안정적으로 유지되는지를 확인하는 최종검사단계인 종합부하성능검사를 통과해 시운전에서 상업운전으로 전환함.

## 기타 단신

### ■ 일본 도카이 제2원전, 안전대책공사 문제 발생으로 공기 지연될 전망

세계원전시장 인사이트 2021.04.02., 原子力規制委員会 2023.10.04., 毎日新聞 2023.10.16., 朝日新聞 2023.10.17., 東京新聞 2023.10.21.

- 10월 16일 일본원자력발전은 안전대책공사 중인 도카이 제2원전(1,100MW, BWR)에 대해 올해 6월 방조제 기초공사에서 발견된 시공 불량으로 인한 공사 중단이 안전 대책 완공 목표(2024년 9월)에 미치는 영향을 확인 중이라고 밝힘.
  - 도카이 제2원전은 1978년 가동을 개시해 2011년 동일본대지진으로 가동 정지한 후 2018년 11월 규제위로부터 20년 계속 운전을 인가받아 현재 안전 대책 공사를 시행 중임.
  - 일본원자력발전은 6월 방조제의 방호벽을 지지하는 기초 부분에 콘크리트가 충분히 채워지지 않거나 철근에 변형이 발생하는 등의 시공 불량을 발견해, 공사를 중단한 후 시공 불량 범위와 방조제의 강도, 공기에 미치는 영향을 조사 중임.

- 일본원자력발전은 시공 불량에 대한 원인 조사에 대해 지하 지반이 점토질이므로 주변 흙이 유입되어 콘크리트가 충분히 채워지지 않았을 가능성이 있고, 철근의 변형은 굴착 시 굴착 기기가 철근에 부딪혔을 가능성이 있다고 추정함.

## ■ 일본 니가타현, 가시와자키 가리외원전의 지역 경제 파급효과 조사 예정

産経新聞 2023.10.18.

- 일본 니가타현은 10월 18일 2023년도 내에 현에 위치한 도쿄전력 가시와자키 가리외원전(총 7기, 1~5호기 1,100MW·BWR, 6~7호기 1,356MW·ABWR) 이 지역 경제에 미치는 효과와 영향에 대해 조사·분석할 계획이며, 분석 결과는 니가타현이 가시와자키 가리외원전의 재가동 동의 여부를 결정할 때 활용할 예정이라고 밝힘.
- 조사에서는 해당 원전이 지역의 경제, 고용, 재정 분야에 미치는 효과와 영향에 대해 ① 재가동하지 않았을 경우, ② 재가동했을 경우, ③ 영구 정지했을 경우로 구분해 분석할 예정임.
- 조사 방법은 조사를 시행할 기관이 니가타현에 제안하면, 현이 해당 내용을 검토하여 결정할 예정임.

World Nuclear Power Market  
**INSIGHT**



**세계원전시장  
인사이드**