



Biweekly 격주간
2023 09.27

세계원전시장 인사이트

현안이슈

세계 원전 2022년 운영현황 보고서 주요내용 및 시사점

1. 들어가며
2. 2022년 원전 운영·건설·연구정지 현황
3. WNA 선정 2023년 주요 이슈 : 캐나다
Darlington 원전의 설비개선 학습효과와
중국 Tianwan 원전의 증기 공급 사례
4. 요약 및 시사점

주요단신

북미 10

- 미 법원, Westinghouse가 제소한 한수원 수출통제위반 소송건 각하
- 미군에서도 이동형 초소형원자로 개발 추진 활발
- 미 국무부, 가나에 SMR 도입 기반 마련을 위해 23억 원 지원
- 캐나다 연방정부, 루마니아 Cernavoda 3-4호기 건설 재개를 위해 약 3조 원 규모 수출금융 지원
- 캐나다 Bruce 6호기, 약 4년간의 설비개선 마치고 상업운전 재개
- 캐나다 원자력 기술 스타트업 Dual Fluid Energy, 르완다 원자력위원회와 실험로 개발 협력 협약 체결
- 기타 단신

유럽 17

- 영국 정부, Sizewell C 원전에 대한 민간 투자 유치 본격 착수
- 영국 정부, 원전 활용한 수소 생산 실증사업 설계 단계에 약 100억 원 지원
- 폴란드 최초 원전 건설, Westinghouse와 Bechtel 간 계약 체결 및 환경허가 취득으로 가속도
- 스웨덴 Vattenfall, Ringhals 원전 인근 신규 원전 건설 부지 확보 작업 시작
- 우크라이나, Westinghouse의 AP300 SMR 도입 추진...양해각서 체결
- 기타 단신

아시아 24

- 신한울 2호기 연료장전 완료
- 말레이시아, 원자력 활용 계획을 포함한 국가원자력기술정책 2030 발표
- 인도네시아 전력사, Seaborg와 부유식 원전 현지 보급을 위한 MOU 체결
- 일본 원전 설비비용률, 신규제기준 도입 후 처음으로 30% 상회
- 일본 광역지자체, 핵연료세 인상 추진
- 일본 대마도시 시장, 고준위방폐물 최종처분시설 적합성 조사 신청 안 해
- 기타 단신



세계원전시장

인사이드

Biweekly 격주간

2023 09.27

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

세계 원전 2022년 운영현황 보고서 주요내용 및 시사점

에너지경제연구원 원전정책연구실 조주현 연구위원 (joohyun@keei.re.kr)
 정진영 전문연구원 (jy_jeong@keei.re.kr)
 한지혜 전문원 (jhhan@keei.re.kr)



1 들어가며

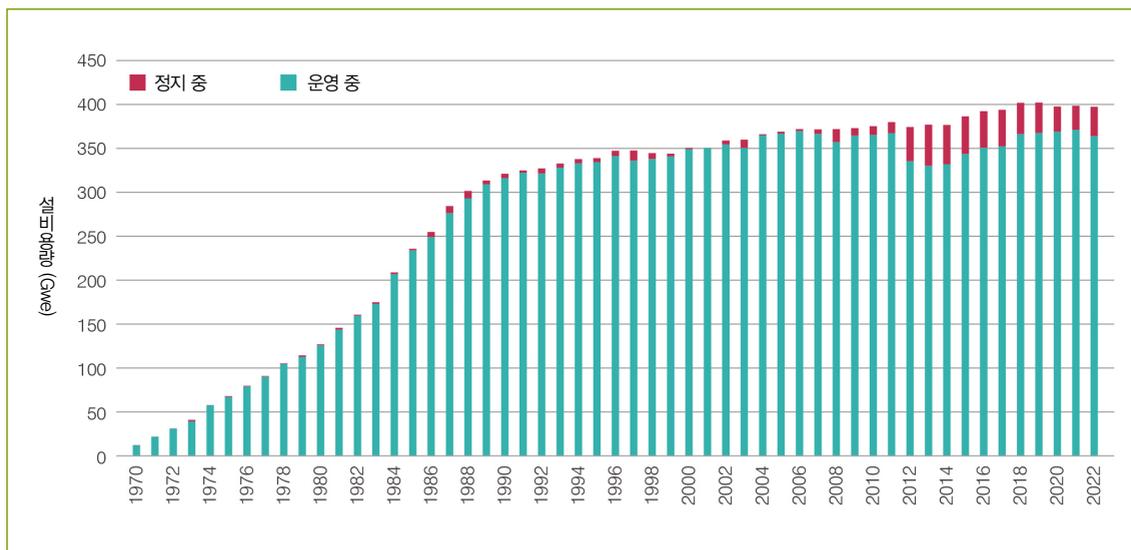
- 전 세계 원전운영사업자들의 모임인 세계 원자력 협회(World Nuclear Association, 이하 ‘WNA’)에서는 매해 중반 World Nuclear Performance Report를 통해, 전 세계 원전의 운영 및 건설, 영구정지에 대한 현황과 주요 이슈를 제시함.
 - WNA는 원자력에 대한 보다 폭넓은 이해를 증진하기 위해 정보 생산, 공통의 산업계 입장 개발, 에너지 관련 논의에 기여하는 것을 목적으로 설립되었으며, 한수원을 포함한 전 세계 주요 원전 운영사들과 연료공급사들이 주요 회원사임.
- 본고에서는 올해 7월 발표된 World Nuclear Performance Report 2023에서 제시한 전 세계 원전 운영 주요 현황과 이슈를 요약·제시함.
 - 2장에서는 2022년 전 세계 원전 운영·건설·영구정지 현황을 제시하고,
 - 3장에서는 보고서에서 주요 이슈로 제시한 캐나다 Darlington 원전의 설비개선 현황, 중국 Tianwan 원전의 열공급의 주요 내용을 정리함.
 - 4장에서는 보고서의 주요 내용을 요약하면서, WNA 사무총장의 평가를 중심으로 시사점을 정리함.

2 2022년 원전 운영·건설·영구정지 현황

■ 2022년 말 기준으로 운영 가능한(operable) 전 세계 원전은 총 437기(394GWe)였으며, 전체 발전량은 2,545TWh를 달성함.

- 전체 437기의 원전 중 아시아에 가장 많이(148기, 34%) 건설되어 있으며, 그 다음은 서·중부유럽(116개, 27%), 북미(113개, 26%) 순으로 나타남.
 - 노형별로는 전체의 약 70%(307기)가 PWR¹⁾이었으며, 그 다음으로 BWR²⁾(61기, 14%), PHWR³⁾(47기, 11%) 순으로 확인됨.
 - 운영 가능한 원전의 용량은 전년도 대비 5GWe 증가했지만, 운영 중(operating)인 원전의 규모는 전년도 대비 7GWe가 감소한 363GWe를 기록함.
 - 정지 중인 원전의 일부는 일본 후쿠시마 사고 이후 재가동 승인 지연에 따른 것임.

그림 1 전 세계 운영 가능한 원자력발전의 설비용량 변화(1970~2022)

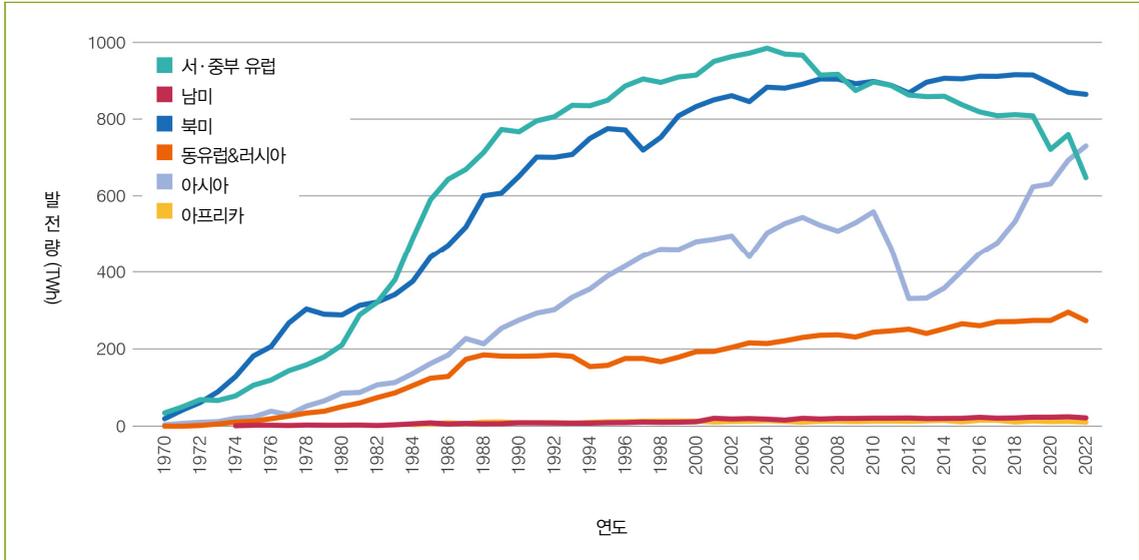


자료: WNA(2023)

- 2022년 전 세계 원자력발전의 발전량은 전년도 대비 108TWh가 감소한 2,545TWh임.
 - 우크라이나를 제외하면 2022년 전 세계 원자력발전량은 2,487TWh로 2021년 대비 85.4TWh 감소함.

1) 가압경수로(Pressurized Water Reactor, PWR)
 2) 비등경수로(Boiling Water Reactor, BWR)
 3) 가압중수로(Pressurized Heavy Water Reactor, PHWR)

그림 2 지역별 원전 발전량 변화(1970~2022)



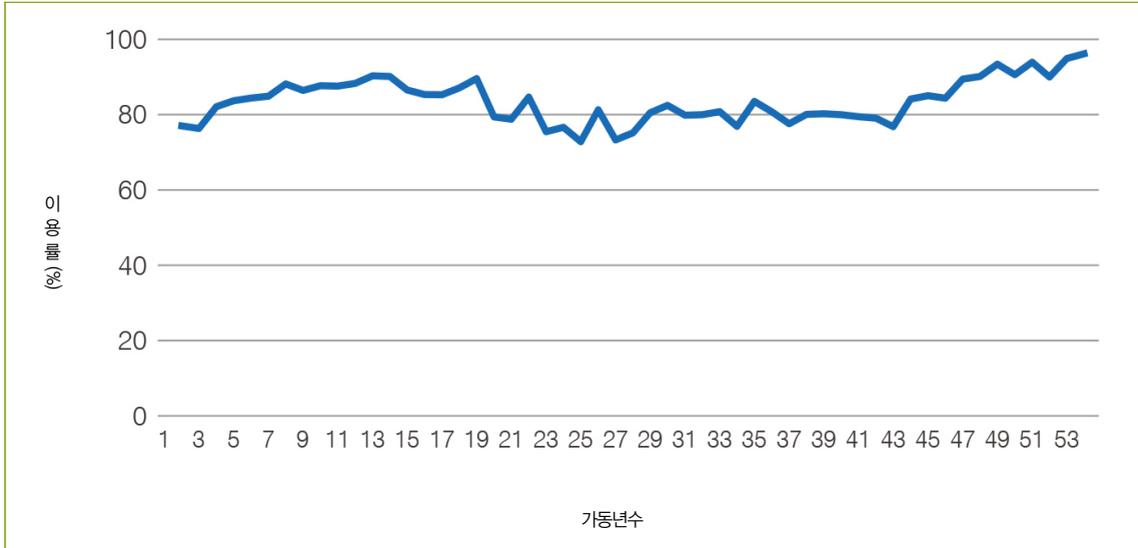
자료: WNA(2023), IAEA PRIS

- 2022년 전 세계 원전의 평균 이용률(capacity factor)은 전년도 대비 1.8%p 감소했지만, 전반적으로 볼 때 2000년 이후 증가추세를 유지하고 있음.
 - 2022년 90% 이상의 이용률을 기록하고 있는 원전의 개수는 1970년 대비 약 4배 정도로 증가하였으며, 전체 원전의 약 70%는 85% 이상의 이용률을 기록함.
 - 노형별로는 BWR의 이용률이 가장 높았으며, 그 다음은 LWGR⁴⁾, PHWR, PWR, FNR, GCR⁵⁾순으로 높은 것으로 나타남.
 - ※ 대부분의 노형들은 최근 5개년('16~'21)의 이용률과 비슷한 수준을 유지한 것에 비해 GCR와 PHWR의 이용률은 낮아진 것으로 확인됨.
 - 지역별 원전 이용률은 북미, 아시아, 동유럽&러시아 순으로 높은 것으로 나타났으며, 대부분의 지역이 최근 5개년 이용률과의 큰 차이는 없는 것으로 제시됨.
 - 특히, 원전의 경우 발전기의 연식과 이용률 간의 상관관계가 명확하게 나타나지 않음. 가동년수가 25~35년인 원전은 평균 80%의 이용률을 유지하고 있으며, 가동년수 45년 이상 장기 운영 중인 원전은 약 80% 이상의 높은 이용률을 기록함.

4) 흑연냉각경수로 (Light Water Graphite Reactor, LWGR)

5) 기체냉각원자로(Gas Cooled Reactor, GCR)

그림 3 가동년수별 원전 이용률 (2022년도 기준)



자료: WNA(2023), IAEA PRIS

■ 아시아에서는 타 지역 대비 원전의 건설과 계통연계가 활발하게 진행되고 있음.

- 2022년 3개국(튀르키예, 중국, 이집트)에서 8기의 원전(8,938MWe)이 신규로 건설을 시작하였으며, 전체 건설되는 신규 원전의 60%가 중국에 위치하고 있음.

표 1 착공을 시작한 원전 현황(2022년도 기준)

이름	국가	모델	정격용량(MWe)	착공날짜
Tianwan 8	중국	VVER V-491	1,100	2022.02.25
Xudabao 4	중국	VVER V-491	1,100	2022.05.19
Sanmen 3	중국	CAP100	1,163	2022.06.28
Haiyang 3	중국	CAP100	1,161	2022.07.07
Ei Dabaa 1	이집트	VVER V-529	1,100	2022.07.20
Akkuyu 4	튀르키예	VVER V-509	1,114	2022.07.21
Lufang 5	중국	HPR 1000	1,100	2022.09.08
Ei Dabaa 2	이집트	VVER V-529	1,100	2022.11.20

자료: WNA(2023), IAEA PRIS

- 2022년 기준으로 건설 중인 원전은 총 60기이며, 아시아에 전체 72%인 43기가 건설 중이며, 노형별로는 대부분 PWR(51기, 전체의 85%)인 것으로 확인됨.
 - 지역별 건설 중인 원전은 아시아(43기) 다음으로 동유럽&러시아(8기), 서&중부 유럽(3기), 북미와 남미(각각 2기), 아프리카(2기) 순임.

- 노형별로는 PWR(51기), FBR(4기), PHWR(3기), BWR(2기) 순서로 나타남.
- 2022년 계통에 연결된 원전은 총 6기였으며, 건설부터 계통연결까지 평균적으로 약 106개월(약 8년 8개월)이 소요된 것으로 나타남.
- 핀란드의 Olkiluoto 3호기는 건설부터 계통연결까지 총 199개월(16년 5개월)이 걸려 계통 연계까지 가장 오랜 기간이 소요되었지만, 파키스탄의 Karachi 3호기는 69개월(5년 9개월) 만에 계통에 연결됨.

표 2 계통에 연결된 원전 현황(2022년도 기준)

이름	국가	모델	정격용량 (MWe)	건설 시작 날짜(A)	최초 계통 연결일(B)	기간(B-A)
Olkiluoto 3호기	핀란드	EPR	1,600	2005.08.12	2022.03.12	199개월
Shin Hanul 1호기	한국	APR 1400	1,340	2012.07.10	2022.06.09	119개월
Barakah 3호기	UAE	APR 1400	1,310	2014.09.24	2022.10.08	96개월
Hongyanhe 6호기	중국	ACPR 1000	1,061	2015.07.24	2022.05.02	81개월
Fuqing 6호기	중국	Hualong One	1,075	2015.12.22	2022.01.01	72개월
Kakrachi 3호기	파키스탄	HPR1000	1,014	2016.05.31	2022.03.04	69개월

자료: WNA(2023), IAEA PRIS

■ 2022년에는 총 5기의 원전(3,271MWe)이 영구 정지됨.

- 국가별로는 영국(3기, 1,460MWe), 미국(1기, 805MWe), 벨기에(1기, 1,006MWe)에서 원전 영구정지가 진행됨.
- 영구정지된 원전의 평균 가동년수는 약 46년(546개월)로 나타났으며, 최소 483개월부터 최대 604개월까지 원전이 가동된 것으로 확인됨.

표 3 영구정지된 원전 현황(2022년도 기준)

이름	국가	모델	정격용량 (MWe)	최초 계통 연결일(A)	영구 정지일(B)	기간(B-A)
Hunterston B2	영국	AGR	495	1977.03.31	2022.01.07	537개월
Palisades	미국	CE 2LP (DRYAMB)	805	1971.12.31	2022.05.20	604개월
Hinkley point B2	영국	AGR	480	1976.02.05	2022.07.06	557개월
Hinkley point B1	영국	AGR	485	1976.10.30	2022.08.01	549개월
Doel 3	벨기에	WH 3LP	1,006	1982.06.23	2022.09.23	483개월

자료: WNA(2023), IAEA PRIS

3 WNA 선정 2023년 주요 이슈 : 캐나다 Darlington 원전의 설비개선 학습효과와 중국 Tianwan 원전의 증기 공급 사례

- 캐나다에서 진행 중인 Darlington 원전의 설비개선사업과 중국이 추진 중인 Tianwan 원전 증기 공급사업의 현황, 축적된 경험, 향후 전망과 관련해 현지 담당자들과의 인터뷰를 통해 주요 시사점을 제시함.

1) 캐나다 Darlington의 원전 설비개선 작업 현황

- Darlington 원전(총 3,512MW, PHWR 4기)은 1990년대 초반부터 가동되어 캐나다 Ontario 주 전력수요의 20%를 공급해오고 있음.
- 2016년 원전운영사인 OPG는 해당 원전의 최대 30년간의 계속운전을 위해 2호기를 시작으로 3호기, 1호기, 4호기 순으로 10년에 걸친 설비개선작업을 시작함.
 - 2007년부터 OPG는 해당 원전의 부품 평가와 설비개선 작업 계획·준비를 수행해왔으며, 총 128억 캐나다 달러(약 12조 원)⁶⁾가 투입된 10년간의 설비개선작업은 2026년 말에 완료될 예정임.
 - Darlington 2·3호기의 설비개선작업은 완료되었고 Darlington 1·4호기의 경우 작업이 진행 중임.
 - 2016년 10월 OPG는 Darlington 2호기를 일시정지한 후 4개월의 설비개선을 거쳐 2020년 6월 전력망에 재연결함.
 - Darlington 3호기의 설비개선작업은 2020년 9월에 시작되었으며, 기존 일정 대비 169일 앞당긴 34개월 만에 완료하고 2023년 7월 17일 온타리오 전력망에 재연결됨.
 - Darlington 1호기는 2022년 2월에, Darlington 4호기는 2023년 7월 19일에 설비개선 작업을 위해 일시 정지됨.
- 해당 원전의 설비개선 작업을 담당하는 OPG의 Subo Sinnathamby는 지난 4년간 순조롭게 진행된 설비개선작업을 통해 축적한 경험, 코로나19 대응 방안, 향후 SMR 건설 계획에 대해 언급함.
 - Sinnathamby 담당자에 따르면 설비개선작업 기간 동안 OPG 임직원, 협력업체, 기술자는 OneTeam 문화를 유지하였고, 2호기 설비개선작업을 통해 작업 품질 개선, 근로자 안전 향상, 후속 원자로 비용 절감 및 작업 일정 성과 개선 등 4,000건의 경험을 축적할 수 있었음.

6) 본문 내용 모두 2023년 9월 25일 환율 기준 적용(1달러(캐나다)=989원, 1위안=182원)

- Darlington 원전의 설비개선작업 팀은 계획, 장비 보강, 운영 및 정비, 작업자 교육, 자재 관리, 작업 실행 및 재가동 전반에 걸친 정보 수집 및 평가, 후속 설비개선 작업에 축적된 경험 통합을 시행함.
- 이에 따라 안전성, 품질, 일정 측면에서 Darlington 3호기의 설비개선작업 실적이 Darlington 2호기와 비교해 20% 이상 향상되었음.
- 또한 코로나19 대응 차원에서 해당 부지 내 사회적 거리 두기 지침 시행, 작업장 소독, 검사 규칙 시행을 통해 바이러스 확산 최소화 및 근로자·지역 사회의 안전을 우선시함.
- Darlington 2호기의 재가동 시행 후 Darlington 3호기의 설비개선작업을 4개월 늦춘 것은 코로나19 상황에서 직원 보호 차원에서 내려진 결정임.
- Darlington 원전은 계속운전을 위한 설비개선작업과 과거 운영 경험 등을 바탕으로 해당 부지 인근에 BWRX-300 SMR 4기를 계획·설계·건설할 예정임.
- 이를 위해 OPG는 GE Hitachi, SNC Lavalin, Aecon과 협력할 계획임.

2) 중국 Tianwan 원전의 증기 공급 사례

- 중국 Jiangsu 성에서 가동 및 건설 중인 Tianwan 원전(TNPP)은 PWR 8기(총 설비용량 9.1GW)로 구성될 예정이며, 총 투자액은 약 1,500억 위안(약 27조 원)에 달할 것으로 예상됨.
- 현재 Tianwan 1~6호기는 가동 중, 7·8호기는 건설 중임. 7·8호기 완공 시 연간 발전량은 70TWh를 상회할 것으로 예상됨.
- Tianwan 원전 증기 공급 사업은 해수담수화 설비에서 생산하는 순수(demineralized water)를 가열하기 위한 열원으로 3·4호기의 2차 계통에서 발생하는 증기(670t/h, 270℃, 6.0MPa)를 활용함. 248℃ 및 1.8MPa 상태의 증기는 Lianyungang시에 소재한 석유화학 산업단지에게 정격 유량 600t/h로 제공됨.
- 해당 사업에는 증기변환장치 4세트가 사용됨. 각 세트에는 과열기(superheater) 1개, 증발기 1개, 1·2차 예열기(preheater) 각각 1개, 공기분리기(deaerator) 1개, 1·2차 급수 펌프 각각 1개가 포함됨.
 - 증기변환장치의 각 세트는 열수요의 최대 33%를 공급할 수 있는 설계 용량을 갖추고 있으나, 4개 세트가 동시에 운영되는 일반적인 상황에서 각 세트는 열수요의 25%를 공급하게 됨.
- Tianwan 3·4호기 담당자인 CNNC Jiangsu Nuclear Power Station의 Zhang Xianggui은 Tianwan 원전의 증기 공급 이점, 자국 내 원전 활용 현황, 원전 비상정지(outage) 대비 방안에 대해 언급함.

- Tianwan 원전의 증기 공급 사업을 통해 석유화학 산업단지에 매년 480만 톤의 증기를 제공함으로써 연간 40만 톤의 석탄 사용을 줄일 수 있다고 전망함. 이는 이산화탄소 107만 톤, 이산화황 184톤, 질소 263톤의 배출량 감소에 해당하는 수치임.
- 2020년 중국 정부가 2030년 탄소 피크 및 2060년 탄소 중립 목표를 제시함에 따라, 원자력은 중국이 청정 저탄소 에너지 체계로 전환하는 데 기여하고 있으며 다용도로 활용되고 있음.
 - 현재 Shandong Haiyang 원전과 Zhejiang Qinshan 원전에서 진행 중인 지역난방 사업은 우수한 성과와 사회적 편익을 입증함. Fuqing 원전과 Sanmen 원전의 경우 산업용 증기 공급을 목적으로 설비개선 작업이 시행될 예정임.
 - Tianwan 원전의 증기 공급 사업은 원자력을 활용해 산업용 증기를 공급하는 최초의 대규모 국책 사업으로 2023년 말에 증기 공급 준비가 완료될 예정임.
- 해당 사업은 설계 당시 원전 비상정지 상황에 대비해 증기 변환장치 4세트를 통한 지속적인 증기 공급 방안을 고려하였음.
 - Tianwan 3·4호기는 정상 가동 중에 증기변환장치에 각각 50%의 가열된 증기를 공급함. 한 원자로가 가동 정지될 경우, 다른 원자로가 증기변환장치에 100% 가열된 증기를 공급해 산업단지에 안정적으로 증기 공급을 보장함.

4 요약 및 시사점

- 금번 보고서에서는 2022년 세계 원전의 주요 현황과 이슈를 제시하였으며, 사업자의 관점이라는 한계는 있으나 원전의 설비개선에서의 학습효과 활용 및 경수로에서 발생한 열을 활용한 증기 공급사례를 제시함.
 - Darlington 원전의 설비개선 작업에서도 첫 대상호기인 2호기의 반복학습 효과를 활용해 3호기의 경우 설비개선 소요기간을 기존 44개월에서 33개월로 약 10개월 단축시킴.
 - 중국의 Tianwan 원전 증기 공급 사업은 원전의 2차 계통에서 발생한 열을 전기로 변환하지 않고 바로 열을 수요처에 공급하는 데에 활용된 사례임.
- Sama Bilbao y León 세계원자력협회 사무총장은 우크라이나-러시아 전쟁 지속에 따른 에너지 안보 문제는 각 나라들로 하여금 탄소중립 달성을 위한 원전의 가치를 재평가하는 계기가 되었다고 평가함.

- 유럽 원자력 동맹(European Nuclear Alliance)은 원자력기술과 재생에너지가 EU의 기후 및 에너지 안보 목표를 달성하는 데 상호 보완적임을 재확인하고 이는 에너지 전환의 필수부분임을 강조함.
 - 한국은 10차 전력수급기본계획을 통해 원전 용량 확대를 제시하였고 일본은 법 개정 등을 통해 기존 원전을 최대한 활용하고 선진 원자로 개발 촉진 정책을 채택함.
 - 캐나다에서는 계속운전을 위한 설비개선이 진행 중이며, 미국은 인플레이션 감축법을 통해 원전에 투자 혜택 및 세제 혜택을 부여하고 있음.
 - 아프리카는 이집트에 4기의 원전이 건설 중이며 우간다, 나이지리아, 가나 등의 국가에서도 원전 건설을 계획하는 것으로 알려짐.
- 동시에 León 사무총장은 탄소중립 달성과 청정에너지에 대한 안정적이고 확실한 접근을 위해서는 원전을 활용한 전력공급이 더욱 증가해야 한다고 강조함.
- 이를 위해 현재 운영 중인 원전의 이용률을 제고하고, 신규원전의 건설속도를 높여야 할 필요성을 제시함.



참고문헌

- Nuclear Status Report 2022(2023) World Nuclear Association
- IAEA Power Reactor Information System, pris.iaea.org

주요단신

북미
North America

■ 미 법원, Westinghouse가 제소한 한수원 수출통제위반 소송건 각하

World Nuclear News 2023.09.19., Korea JoongAng Daily 2023.09.19., Nucnet 2023.09.20.

- 9월 19일 미국 Washington D.C. 연방지방법원은 Westinghouse가 2022년 10월 한국수력 원자력·한국전력(이하 ‘한수원 측’)을 상대로 APR-1400 원자로 기술의 제3국 이전을 막아 달라며 제기한 소송을 각하함.
 - 법원의 판결문에 따르면 원자로 기술 수출통제 집행 권한이 미 정부에 있으므로 Westinghouse는 원자력 기술 등의 제3국 이전 관련 규정인 Part810을 집행하기 위한 소송을 제기할 사적 권한이 없음.
 - 미 연방규정집 810(CFR Part810)은 외국이 미국의 비공개 정보가 포함된 원자력 기술을 미국 혹은 제3국으로 이전할 시 미국에 허가 및 신고해야 하는 대상을 규정한 내용으로 구성됨.
 - Westinghouse 에너지시스템부의 David Durham 사장은 이번 미 법원의 결정이 수출 통제 집행 권한이 미 정부에 있음을 보여주는 것일 뿐 한수원측을 상대로 진행 중인 중재 절차와는 무관하다고 언급하며 자사는 이에 항소할 계획을 발표함.
 - 또한 그는 Westinghouse가 여러 관할권을 넘나들며 미국의 원자력 기술 수출 통제 요건과 지적재산권 준수 의무 등 두 가지 문제를 다루고 있으며, 자사의 지적재산권을 한국이 아닌 제3국가에서 사용하는 것이 주요 분쟁임을 언급함.
 - 이와 관련해 현재 한수원 측은 미 법원의 소송과는 별개로 대한상사중재원을 통해 Westinghouse를 상대로 지적재산권분쟁에 대한 중재 절차가 진행 중임을 밝힘.
 - 한편, 2022년 10월 Westinghouse는 한수원 측이 개발한 APR-1400이 자사가 개발한 System 80의 지적재산권(IRP)을 포함하므로 Part810에 따라 폴란드, 사우디아라비아 등 제3국에 원전 기술 관련 정보 제공을 막아달라는 소송을 제기한 바 있음.

■ 미군에서도 이동형 초소형원자로 개발 추진 활발

Nucnet 2023.09.01., World Nuclear News 2023.09.05., 2023.09.14.

■ 9월 5일 미 공군부는 Alaska의 Eielson 공군기지에 전력과 증기를 공급하기 위한 초소형원자로 (Microreactor) 개발의 부지·설계·건설·운영에 MMR 개발사 Oklo를 선정함.

- Oklo는 초소형원자로의 부지·설계·건설·운영을 하게 되며 미 원자력규제위원회(NRC)로부터 복합운영인허가(combined operating license)를 받으면 미 공군은 Oklo와 30년간 전력구매계약(PPA)을 체결할 계획임.

- Oklo는 초소형 원자로인 Aurora(1.5MW, FNR)를 개발 중이며, 해당 원자로는 밀폐된 히트 파이프(sealed heat pipe)와 수동형 공랭식(air-cooling system) 시스템을 갖춘 실험용 증식로-II(Experimental Breeder Reactor-II)의 기술을 활용함.

- 미 공군의 초소형원자로 시범사업은 국방부의 초소형원자로 보급·건설·운영할 수 있는 군사적 위치 파악을 의무화한 2019 회계연도 국방수권법(National Defense Authorization Act)에 따라 시작됨.

- 해당 법안은 화석연료 의존도를 벗어나 복원력 있는 다양한 대체 에너지를 확보하기 위해 제정됨.

- 해당 법안에 따르면 미 국방부와 미 에너지부는 2027년 12월까지 초소형원자로 1기를 가동하도록 명시하고 있음.

- 2021년 미 공군은 석탄에 의존하여 운영되고 있는 Eielson 공군기지가 첫 번째 초소형 원자로 건설 부지가 될 것임을 밝혔으며, 2022년 9월 전력과 증기를 생산하고 기저부하에 대응할 수 있는 5MW 규모의 초소형원자로 에너지 생산시설(nuclear microreactor energy production facility) 제안 요청을 발표한 바 있음.

■ 또한 9월 14일 미 국방부는 이동식 원자로 개발을 목표로 하는 'Project Pele Initiative'에 따라 이동형 초소형원자로에 대한 엔지니어링·설계 개발을 목표로 X-energy에 두 번째 계약을 제안함.

- 2019년 BWX Technologies(BWXT)와 X-energy는 시제품 원자로의 최종 설계 개발을 위해 선정되었으며, 2022년 6월 시제품 초소형원자로 구축을 위해 Project Pele의 지원 대상으로 BWXT가 선정됨.

- 이번에 제안된 계약 내용은 BWXT가 개발 중인 초소형원자로 시제품 보완에 관한 것임.

- 미 국방부 전략역량실(DOD Strategic Capabilities Office, 이하 'SCO') 프로그램 책임자인 Jeff Waksman은 TRISO와 HALEU 연료 기반 고온가스냉각로인 BWXT 설계 시제품이 2024년에 완공되어 2025년에 가동될 예정이며, 현재 미 에너지부의 최종 규제 승인을 받기 전 단계인 최종 설계 단계에 있다고 언급함.
- Project Pele은 5년 이내에 운송 가능한 고온가스냉각로 기반의 초소형원자로 1기(1MW~5MW)를 설계·건설·실증을 지원하는 정책으로 2019 국방수권법에 따라 마련됨.
- SCO에 따르면 이번 X-energy와의 계약 실행에는 상업용 및 군사용 원자로 설계를 개발하고 NRC로부터 인허가를 받을 수 있도록 자금 지원 내용이 포함됨.
- X-energy는 1년간 초소형원자로 설계 대안들에 대한 분석을 통해 사전 엔지니어링 설계 및 규제 사전 적용 절차를 시작하게 됨.

■ 미 국무부, 가나에 SMR 도입 기반 마련을 위해 23억 원 지원

U.S. Embassy in Ghana 2023.09.13., MyJoyOnline 2023.09.14.

- 9월 13일 미 국무부 국제 안보·비확산 담당 Ann Ganzer 차관보는 가나에 SMR 도입시 필요한 초기 기반 구축을 지원하는 FIRST 프로그램을 통해 SMR 보급 및 에너지 안보 목표 달성을 위한 175만 달러(약 23억 7천만 원)⁷⁾를 지원한다고 발표함.
- 2022년 2월 미국은 SMR 기술의 책임 있는 사용을 위한 기초 인프라(Foundational Infrastructure for Responsible Use of Small Modular Reactor Technology, 이하 'FIRST') 프로그램을 통해 가나의 SMR 도입기반 마련을 위한 협력 협정을 체결함.
 - 당시 협정 체결에는 가나가 FIRST 프로그램에 참여해 이해관계자 참여 지원, 첨단기술 협력, 프로젝트 평가 및 기획 등 SMR 도입에 필요한 지원 내용이 포함됨.
 - 또한 해당 프로그램을 통해 가나는 이해관계자 참여·인허가 규제개발·자금 조달·인력 개발·원자력 안전·안보·비확산을 주제로 교육을 제공받을 예정임.
- 미 국무부의 이번 지원에는 SMR 제어실 시뮬레이터(control room simulator) 제공과 함께, 가나가 원자력 안전·안보·비확산과 관련하여 국제 기준에 부합하는 원자력 인력 양성을 할 수 있도록 원자력 전문가 양성을 위한 학술 교류 활동 등을 적극적으로 지원하는 내용이 포함됨.

7) 북미 단신 기사 내용 모두 2023년 9월 26일 환율 기준 적용(1달러=1,350원)

- 또한 이번 지원 발표를 바탕으로 양국은 민간 원자력 협력을 강화하고, 미국이 가나가 아프리카 선도국가로의 도약 목표를 지지하겠다는 입장을 확인함.
- 한편, 2021년 4월 발효된 FIRST는 협력국이 원자력 안전·보안·비확산 부문의 국제 표준에 부합한 원자력 정책을 개발할 수 있도록 지원하는 정책임.
 - 미국은 FIRST 협력국으로 가나, 케냐, 르완다, 카자흐스탄, 에스토니아, 라트비아, 우크라이나, 루마니아, 세르비아, 태국, 인도네시아, 필리핀과 협력해 오고 있음.

■ 캐나다 연방정부, 루마니아 Cernavoda 3·4호기 건설 재개를 위해 약 3조 원 규모 수출금융 지원

Government of Canada News Release 2023.09.19., World Nuclear News 2023.09.20., Romania Insider 2023.09.20., Nucnet 2023.09.21.

- 9월 19일 캐나다 에너지·천연자원부 Jonathan Wilkinson 장관은 루마니아 남동부에 있는 Cernavoda 3·4호기(각 720MW, PHWR) 건설 재개를 위해 루마니아 원전 운영사 Nuclearelectrica에 22억 2천만 달러(약 3조 원) 규모의 수출금융 지원을 발표함.
 - Cernavoda 3·4호기는 1991년 재원 조달 문제로 건설이 중단되었다가 2002년 재개되었으며, 공정 진행률은 각각 약 15%와 14%로 완공 시점은 2031년, 2032년으로 전망됨.
 - Wilkinson 장관은 Cernavoda 3·4호기 건설이 루마니아의 에너지 안보 지원과 함께 원자력 분야에서의 일자리 창출 및 기업 활동 지원과 2032년까지 석탄화력발전소의 단계적 폐쇄 지원을 밝힘.
 - Cernavoda 3·4호기는 현재 루마니아의 총 전력 수요 21%에서 36%까지 공급이 가능할 것임.
 - 또한 그는 수출금융 지원에 루마니아의 원자력사업자가 캐나다 기업으로부터 공급 및 서비스 구입 등의 내용이 포함될 것이라고 덧붙임.
 - 2021년 8월 루마니아는 캐나다와 Cernavoda 3·4호기 완공 및 1호기 설비개선을 포함한 원자력 협력 강화 목적으로 양해각서(MOU)를 체결한 바 있음.
 - 해당 MOU에는 원전 지원을 포함한 원자력 공급망 강화, SMR 및 인력 개발, 수소 생산 등이 포함됨.
 - 한편 Candu 6 원자로를 적용한 Cernavoda 원전은 총 5기 건설 계획을 목표로 하며, 1·2호기는 각각 1996년 12월과 2007년 11월에 상업운전을 시작함.

- Nuclearelectrica는 Cernavoda 1호기를 2026년 말까지 가동한 후 2027~2029년에 설비 개선 작업을 수행할 계획이며, 루마니아 규제기관의 재가동 승인 시 Cernavoda 1호기는 2060년까지 계속운전이 가능함.
- 해당 프로젝트의 총 예상 비용은 70억 달러(약 9조 원)를 초과함.

■ 캐나다 Bruce 6호기, 약 4년간의 설비개선 마치고 상업운전 재개

World Nuclear News 2023.08.09., 2023.09.15., The Sun Times 2023.09.08., Nucnet 2023.09.18.

- 9월 14일 캐나다 Ontario 주의 Bruce 원전(총 6,944MW, PHWR 8기)을 운영 중인 Bruce Power는 해당 원전 6호기(891MW, PHWR)의 설비개선 작업을 마치고 첫 가동일인 1984년 9월 14일로부터 39년 만에 상업운전을 재개했다고 밝힘.
 - Bruce Power는 2020년 1월에 시작된 6호기의 주요기기교체(Major Component Replacement, MCR) 작업이 본래 계획했던 일정보다 3개월 앞서 완료되어, 올해 말로 목표했던 상업운전 일정을 앞당겼다고 언급함.
 - MCR 작업에는 960개의 피더관(feeder tubes) · 480개의 핵연료 채널(fuel channel) · 480개의 칼란드리아관(calandria tubes)의 제거 및 교체가 포함됨.
 - Bruce 6호기를 포함한 Bruce 원전의 총 8개 호기의 설비개선에 130억 달러(약 17조 5천억 원)가 소요됨.
 - Bruce Power는 2064년까지 Bruce 원전을 가동하기 위해 2020년 1월 6호기부터 순차적으로 MCR 작업을 진행 중이며, 이후 3호기부터 순차적으로 작업을 진행하여 2033년 7월 8호기까지 작업을 완료할 계획임.
 - 현재 1·2호기(총 1,704MW, PHWR)의 설비개선이 마무리되어 가동 중이며, 2023년 3월에 3호기의 설비개선 작업이 시작됨.

■ 캐나다 원자력 기술 스타트업 Dual Fluid Energy, 르완다 원자력위원회와 실험로 개발 협력 협약 체결

Dual Fluid Press Release 2023.09.12., Reuters 2023.09.13., Nuclear Engineering International 2023.09.15.

- 9월 12일 캐나다 원자력 기술 스타트업인 Dual Fluid Energy는 르완다 원자력 위원회(RAEB)와 사사가 개발 중인 실험로 개발에 협력하기 위한 협약을 체결했다고 밝힘.

- Dual Fluid Energy는 2021년에 캐나다 밴쿠버에서 설립되었으며 액체 연료와 납 냉각제 (liquid fuel and lead coolant)를 기반으로 한 원자로 개발을 추진 중임.
- 이번 협약을 통해 르완다 정부는 해당 프로젝트를 위한 부지와 인프라를 제공하기로 했으며, Dual Fluid Energy는 실험로 개발의 기술적 구현을 담당함.
- Dual Fluid Energy의 Goetz Ruprecht CEO에 따르면 실험로는 2026년부터 가동될 것으로 예상되며, 해당 실험로 개발 단계에 필요할 것으로 예상되는 7백만 달러(약 94억 4천만 원)는 RAEB가 조달할 계획임.
 - 해당 프로젝트가 성공적으로 진행되면 RAEB와 Dual Fluid Energy는 실험 결과를 바탕으로 원전 설계, 건설, 운영 관련 테스트 등 다음 기술 단계 준비를 진행할 계획임.
- RAEB의 Fidel Ndahayo CEO는 이번 협약의 목적은 르완다의 증가하는 에너지 수요의 충족과 에너지 산업 부문의 발전에 기여할 수 있다고 기대감을 표시함.

기타 단신

■ 미국 Wyoming 에너지청, 주 내에 BWXT의 초소형원자로 보급에 대한 타당성 조사 수행 계약 체결

World Nuclear News 2023.09.13., Nuclear Engineering International 2023.09.14.

- 9월 13일 Wyoming 에너지청(WEA)은 미국 원전 엔지니어링 기업 BWX Technologies (BWXT)와 BWXT가 개발 중인 초소형원자로를 Wyoming 주 내 보급하기 위한 2단계로 구성된 타당성 조사를 2년 동안 진행하는 계약을 체결함.
 - BWXT가 개발 중인 선진 원자로(BWXT Advanced Nuclear Reactor, BANR)는 삼중 구조 균등성 연료(TRISO)를 사용하는 50MW 규모의 고온가스냉각로임.
 - 타당성 조사의 첫 번째 단계에서는 BWXT가 Wyoming 주 산업과 협력하여 주 내 원자력 활용에 대한 사항 개요와 함께, 해당 주에 BANR 초소형원자로 추가 설계를 위한 엔지니어링 작업을 진행하고 후보 부지도 탐색할 계획임.
 - 두 번째 단계에서는 BWXT가 Wyoming 주에서 BANR 원자로 최종 사용자 요구 충족을 위해 해당 원자로의 설계 기반을 확장하고, 1단계에서 완료된 공급망 활동 검증을 위해 Wyoming 제조업체의 역량 입증도 진행됨.

■ 캐나다 Alberta 주, SMR을 활용한 오일샌드 채굴 타당성 조사 위해 68억 원 투자 발표

CBC News 2023.09.20., World Nuclear News 2023.09.21.

- 9월 19일 캐나다 Alberta 주 정부는 Calgary 지역 본사를 둔 석유 및 천연가스 기업 Cenovus Energy에 오일샌드 채굴 기술 및 모색 등 안전하고 경제적으로 SMR을 활용할 수 방안을 연구하기 위한 다년간의 타당성 조사에 5백만 달러(약 68억 원) 투자를 발표함.
 - Alberta의 기술혁신과 이산화탄소배출저감 지원금은 SMR의 활용 방안 및 향후 규제 승인 추진을 위해 필요한 정보 탐색 등 Cenovus Energy의 연구를 지원하는 데 활용될 계획임.
 - 또한 해당 지원금은 2023년 8월에 발표된 오일샌드의 증기보조 중력배수(steam-assisted gravity drainage operations) 작업에서의 SMR 사용에 대한 초기 타당성 연구를 기반으로 구축될 예정임.
 - Alberta 주는 많은 오일샌드가 매장되어 있는 지역으로 해당 주는 오일샌드 채굴에 필요한 증기를 공급하는 방안을 추진 중이며, SMR을 활용하여 발생한 증기를 오일샌드 채굴에 활용하는 등 SMR 도입 타당성을 위한 연구를 진행 중임.

주요단신

유럽 Europe



□ 영국 정부, Sizewell C 원전에 대한 민간 투자 유치 본격 착수

The Guardian, Gov.Uk, World Nuclear News 2023.09.18., Nuclear Engineering International 2023.09.19.

- 2023년 9월 18일 영국 에너지안보·탄소중립부(DESNZ)는 영국 정부와 프로젝트 시행사인 Sizewell C Limited가 Sizewell C 프로젝트(총 3.2GW, EPR 2기)의 잠재적 투자자를 대상으로 한 사전 자격심사(pre-qualification) 절차를 시작으로 본격적으로 민간 투자 유치에 나선다고 밝힘.
 - 영국 정부는 2022년 11월 Sizewell C 원전에 7억 파운드(약 1.1조 원)⁸⁾를 투자해 EDF와 더불어 지분 50%를 보유한 상태로, 원전 건설·가동 단계에서 필요한 자금을 조달하기 위해 신규 투자자 유치를 계획함.
 - 당초 EDF와 중국 CGN이 Sizewell C 프로젝트 지분을 각각 80%, 20% 보유했으나, 영국 정부가 중국 개입에 대한 안보 우려로 작년 11월 CGN 지분을 모두 인수해, CGN을 프로젝트에서 배제시킴.
 - 2024년 시행될 최종투자결정에서 영국 정부와 EDF는 각각 20% 지분을, 신규 투자자들이 60% 지분을 보유하게 될 것으로 전망됨.
 - DESNZ는 대형 원전 또는 기타 주요 인프라 프로젝트 수행 경험을 보유한 투자자를 유치하여 Sizewell C 프로젝트 위험 관리, 비용 관리 등에 축적된 전문 지식을 활용할 계획임.
 - The Guardian 보도에 따르면, 영국 에너지기업 Centrica, 영국 투자회사 Greencoat Capital, UAE 국부펀드 Mubadala가 Sizewell C 프로젝트 투자에 관심을 표명함.
 - DESNZ에 따르면 잠재적 투자자는 10월 9일까지 사전 자격심사 설문지(PQQ)를 제출해야함. 해당 심사를 통과한 투자자는 Sizewell C 지분 참여 절차에 참가 자격이 주어짐.
 - 또한 DESNZ는 해당 투자자가 국가 안보·투자법 2021(National Security and Investment Act 2021)에 의거해 국가 안보 관련 법률에 명시된 절차를 통과해야한다고 언급함.

8) 유럽 단신 기사 내용 모두 2023년 9월 26일 환율 기준 적용(1달러=1,349원, 1파운드=1,645원)

- 영국 정부는 Sizewell C 원전 개발동의서(DCO) 최종 승인(2022년 7월), 자금조달 모델로 RAB(Regulated Asset Base) 모델 확정 및 Sizewell C 원전 지분 50% 매입(2022년 11월), 착공 준비 지원금 지급(2023년 7월·8월) 등 프로젝트 진행에 속도를 내고 있음.
 - 영국 정부는 2022년 3월 의회에서 신규 원전 자금조달 모델로 RAB 모델을 도입하는 원자력 자금조달 법(Nuclear Energy(Financing) Act 2022)이 통과된 후, 같은 해 11월 인 NNB Generating Company SZC Limited(Sizewell C Limited의 이전 사명)를 RAB 모델 수혜자로 확정된 바 있음.
 - RAB 모델은 전통적으로 영국에서 수도, 가스, 전력망과 같은 독점산업에 적용되는 경제적 규제의 한 유형이며, 원전의 경우 독립규제기관이 사업자가 비용 및 합리적인 투자 수익을 회수할 수 있도록 보장함으로써 투자 위험과 자본 비용을 줄일 수 있도록 함.

■ 영국 정부, 원전 활용한 수소 생산 실증사업 설계 단계에 약 100억 원 지원

EDF Energy 2023.09.13., World Nuclear News 2023.09.14., Nuclear Engineering International 2023.09.19.

- 2023년 9월 13일 영국 에너지안보·탄소중립부(DESNZ)는 Heysham 2원전(각620MW, AGR 2기)를 이용해 생산한 수소를 아스팔트·시멘트 생산 공정의 열원으로 사용하는 Bay Hydrogen Hub-Hydrogen4Hanson 프로젝트의 컨소시엄에 610만 파운드(약 100억 원)를 지원함.
 - EDF, 영국 건축자재 생산업체 Hanson, 영국 국립원자력연구소(NNL), 영국 아스팔트 플랜트용 버너 제조업체인 Vulcan Burners로 구성된 프로젝트 컨소시엄은 원자력 기반 수소 생산을 통해 아스팔트·시멘트 생산의 탈탄소화를 목표로 하고 있음.
 - EDF 주도의 상기 컨소시엄은 1.25GW의 전력을 생산하는 Heysham 2원전에 고체산화물수전해(Solid Oxide Electrolyzer Cell, SOEC) 설비를 설치할 계획임.
 - 컨소시엄은 지역사회 및 산업과의 연계성, 전기·물 공급 근접성 등의 이점을 갖춘 Heysham 2원전에서 생산된 전기와 증기에 SOEC 설비의 고온수전해 공정을 적용해 생산된 수소를 Hanson의 Criggion 아스팔트 공장(웨일스 북부 소재)으로 수송해 화석 연료 대신 사용할 예정임.
 - 컨소시엄 참여업체들은 향후 몇 달에 걸쳐 SOEC 설비의 설계 작업을 진행하고 Heysham 2원전에서 필요한 작업 범위와 비용을 검토할 예정임.
 - 해당 작업 완료 시 2024년 초에 SOEC 설비 건설에 관한 결정이 내려질 예정임.
 - 이번 정부 지원은 저탄소 기술에 자금을 제공하는 10억 파운드(약 1.6조 원) 규모의 탄소 중립 혁신 포트폴리오(Net-Zero Innovation Portfolio) 펀드에서 제공됨.

- 영국 정부는 2022년 11월 해당 컨소시엄에 프로젝트 타당성조사 지원금으로 약 40만 파운드(약 6.5억 원)를 한 차례 지원한 바 있음.
- Heysham 원전 부지는 별도로 관리되는 Heysham 1 원전(각 485, 575MW, AGR 2기)과 Heysham 2 원전으로 구성되어 있음. Heysham 1·2 원전은 각각 1983년과 1988년에 상업운전을 시작하였으며, 2026년과 2028년에 영구정지를 앞두고 있으나 계속운전 가능성도 검토되고 있음.

■ 폴란드 최초 원전 건설, Westinghouse와 Bechtel 간 계약 체결 및 환경 허가 취득으로 가속도

Nucnet 2023.09.21./25., Westinghouse 2023.09.21.

- 2023년 9월 21일 미국 Westinghouse는 Bechtel과 주폴란드 미국 대사관에서 폴란드 Lubiatowo-Kopalino 최초 원전 설계·건설 협력을 위한 공식 계약을 체결하면서 2033년 폴란드 최초호기 가동 개시를 위한 중요한 진전을 이루었다고 밝힘.
 - 폴란드 정부는 2022년 11월 Lubiatowo-Kopalino 최초 원전 건설을 위해 Westinghouse의 AP1000 노형을 선정함. 2023년 7월 폴란드 기후 환경부는 국영 전력기업 PEJ의 최초 원전 건설에 대한 사전허가서(decision-in-principle)를 승인해 해당 프로젝트가 공익 및 국가 에너지 정책에 부합함을 공식적으로 확정함.
 - 이번 Westinghouse와 Bechtel 간의 계약은 2023년 5월에 체결한 계약의 후속 조치이며, 양사는 다음 주 PEJ와 엔지니어링 서비스 계약을 체결할 예정임.
 - 2023년 5월 상기 컨소시엄은 PEJ와 폴란드 최초 원전 건설사업과 관련한 각 사의 구체적인 업무와 협력방안을 규정하는 계약을 체결하면서, Westinghouse가 설계, Bechtel이 건설을 담당하고, PEJ가 투자자로 협력하기로 합의한 바 있음.
 - Westinghouse는 자사의 AP1000 노형 건설 경험이 폴란드 탈탄소화 및 에너지 안보 강화에 도움이 될 것이라고 밝히며, 최초 원전 프로젝트의 인허가 및 엔지니어링 작업이 진행 중이라고 덧붙임.
 - Mark Brzezinski 주폴란드 미국 대사는 미국-폴란드 간 첨단 원자력 기술 개발 및 도입에 관한 협력이 확대되고 있다고 밝힘.
- 한편, 2023년 9월 22일 폴란드 환경보호총국(General Directorate for Environmental Protection, GDOŚ)은 Pomerania주 Choczewo 지자체 내에 위치한 Lubiatowo-Kopalino 최초 원전 부지에 대한 환경 허가를 발급함.

- GDOŚ의 이번 결정은 국내 협의를 비롯해 Espoo 협약에 따른 국외 14개국과의 월경성 (Cross-border) 환경영향평가 협의를 토대로 함.
 - 폴란드 국내 협의는 2023년 7월 20일부터 8월 18일까지, 월경성 협의는 2022년 9월부터 2023년 7월까지 진행됨.
 - ※ Espoo 협약은 국경 간의 환경훼손이 예상되는 계획에 대하여 환경영향평가 실시를 명시함.
- GDOŚ는 2022년 3월 PEJ가 제출한 환경영향평가(EIA) 보고서 검토 후, 최초 원전 건설·가동이 EU 내 자연보호지역인 Natura 2000에 부정적인 영향을 미치거나 자연 서식지 악화를 초래하지 않을 것으로 판단함.
- PEJ는 이번 환경허가 취득으로 건설 허가와 같은 추가 인허가 신청이 가능해졌다고 밝힘.

■ 스웨덴 Vattenfall, Ringhals 원전 인근 신규 원전 건설 부지 확보 작업 시작

Vattenfall, Nucnet 2023.09.21.

- 2023년 9월 21일 스웨덴 국영기업 Vattenfall은 보도자료를 통해 남서부 지역에 위치한 Ringhals 원전 인근에서 신규 원전 건설을 위한 부지 확보 작업을 시작했다고 발표함.
 - Vattenfall은 신규 원전 건설을 위해 바로 반도(Varo Peninsula) 내 부지 구입 절차를 시작했으며, 환경영향평가 보고서 작성과 공급업체 및 노형 선정을 위한 조달 절차도 착수했다고 밝힘.
 - Vattenfall에 따르면 환경영향평가 작업은 Vattenfall이 2022년 여름부터 진행 중인 Ringhals 원전 인근 최소 2기 SMR 건설을 위한 타당성 조사 범위 내에서 진행되며, 주변 지역 연구 및 토양 조사를 포함함.
 - Vattenfall은 신규 원전에 대한 최종 투자 결정이 필수 인허가 취득 후에 내려질 예정 이라고 덧붙임.
 - 현재 Vattenfall은 Ringhals 3·4호기를 가동 중이며, Ringhals 1호기(881MW, BWR)와 2호기(852MW, PWR)의 경우 해체를 진행 중임.
 - Ringhals 1·2호기는 각각 1976년과 1975년에 상업운전을 시작했으며 수익성 감소로 2020년과 2019년에 영구정지됨.
 - 현재 스웨덴 연정은 자국의 전력 수요 증가 대응과 에너지 안보를 위해 신규 원전 건설 확대를 허용하는 환경법 개정안을 준비 중임.

- 해당 법안은 기존 환경법에 명시된 운전 가능 원전 기수 제한(10기) 및 신규 부지 원전 건설 금지 조항을 삭제하고, SMR 건설·도입을 위한 규정 수립을 명시함.

■ 우크라이나, Westinghouse의 AP300 SMR 도입 추진...양해각서 체결

Nucnet 2023.09.14., Nuclear Engineering International 2023.09.15.

- 2023년 9월 12일 우크라이나 국영 원전운영사인 Energoatom와 미국 Westinghouse Electric Company는 Westinghouse의 AP300 SMR(300MW, PWR)의 우크라이나 내 개발·도입에 대한 양해각서를 체결함.
 - Westinghouse의 AP1000(1,100MW, PWR)노형의 축소 버전인 AP300은 주요 기자재, 구조물, 피동형 안전시스템 등에서 AP1000과 동일한 기술을 사용하며 공기 단축 및 비용 절감이 가능함.
 - Westinghouse는 AP300의 건설비용을 약 10억 달러(약 1.3조 원)로 예상하고 있으며, 2027년까지 AP300 SMR의 설계 인증, 2030년까지 착공을 목표로 하고 있음.
 - 양측은 이번 협약에 따라 계약, 인허가, 현지 공급망 분야에서 협력하기 위한 공동 실무 그룹을 구성하기로 합의함.
 - German Galushchenko 우크라이나 에너지부 장관은 향후 10년 내로 SMR 도입이 가능할 것이라고 전망하며, 자국의 원자력 전문가를 활용한 SMR 부품 생산 현지화가 계약 체결의 중요한 요소라고 언급함.
 - Galushchenko 장관은 올해 1월 초 러시아와의 전쟁 중 파괴된 화력발전소를 대체하기 위해 최대 20기의 SMR 건설을 고려하고 있다고 밝힌 바 있음.
 - Energoatom는 Westinghouse와 핵연료 및 원전 건설 부문에서 협력을 지속해오고 있음.
 - 양측은 우크라이나 VVER-440 노형용 핵연료 공급계약(2021년 6월), AP1000 노형 도입 관련 계약(2021년 8월), 우크라이나 전체 원전용 핵연료 공급 및 AP1000 기반 신규 원전 증설(기존 5기 → 9기) 관련 계약(2022년 6월) 등을 체결한 바 있음.

■ 체코, Dukovany 신규 원전 최종 입찰서 접수 기간 약 한 달 연장

World Nuclear News 2023.09.19., Nuclear Engineering International 2023.09.21.

■ 체코 통신사 CTK 보도에 따르면 미국 Westinghouse의 요청으로 체코 국영 전력사 CEZ는 Dukovany 신규 원전(5호기) 최종 입찰서 접수 기간을 기존 10월 2일에서 10월 31일로 연장하기로 했다고 발표함.

- 체코는 Dukovany 원전(1~4호기)에 최소 1,200MW 규모의 5호기 건설을 추진 중으로, 프랑스 EDF, 한국수력원자력, Westinghouse가 신규 원전 입찰에 참여 중임.
 - 상기 3개 기업은 2022년 11월 예비 입찰서를 제출해 각각 EPR1200 노형(EDF), APR-1000 노형(한수원), AP1000 노형(Westinghouse)을 제안함.
- CEZ에 따르면 이번 기간 연장은 프로젝트 일정에 영향을 미치지 않으며, 최종 입찰서 접수 후 관련 평가 보고서를 체코 정부에 전달해 최종 승인을 받을 예정임.
 - CEZ는 또 다른 참가 기업의 요청으로 최종 입찰서 접수 기간을 9월 15일에서 10월 2일로 이미 한 차례 연장한 바 있다고 밝힘.
 - 프로젝트 일정은 2023년 10월 말 최종 입찰 진행, 2024년 공급업체 선정, 2029년 착공, 2036년 가동임.
- Dukovany 5호기 증설 프로젝트는 2020년 기준 약 70억 달러(약 9.4조 원)의 비용이 소요될 것으로 추정되고 있으나 최종 입찰 진행 후 비용이 확정될 예정임.

■ EDF Energy, 영국 Hunterston B 1호기 사용후핵연료 인출 작업 완료

World Nuclear News, Nuclear Engineering International 2023.09.21.

■ 2023년 9월 19일 EDF Energy는 스코틀랜드에 위치한 Hunterston B 1호기(490MW, AGR)의 사용후핵연료 인출 작업을 일정에 맞춰 16개월 만에 완료해, AGR 원전 해체에 있어 주목할만한 진전을 보였다고 발표함.

- EDF Energy는 곧바로 2호기(490MW, AGR)에 대한 작업에 돌입할 예정이라고 밝히며, 2025년 중반까지 Hunterston B 2호기의 사용후핵연료 인출 작업 완료 및 Sellafield

원자력 단지로 사용후핵연료 이송, 2026년 Hunterston B 원전 소유권의 원자력해체청 (NDA) 이전을 목표로 한다고 설명함.

- Hunterston B 1·2호기는 각각 1976년과 1977년에 상업 운전을 시작했으며 2021년 11월과 2022년 1월에 영구정지됨.
- 2021년 6월 영국 정부는 EDF가 운영 중인 총 7기의 AGR 원전의 영구정지 시 NDA가 해체를 담당하도록 해체 협정을 체결함. NDA는 자회사인 Magnox와 공동으로 원전 부지 정화 및 해체를 시행할 계획임.
- EDF는 총 7곳의 AGR 원전 중 3곳(Hunterston B, Hinkley Point B, Dungeness B)에서는 사용후핵연료 인출 작업을 진행 중이며, 나머지 4곳(Heysham 1·2원전, Hartlepool, Torness)을 가동 중에 있음.
- EDF는 Heysham 1 원전과 Hartlepool은 2026년 3월까지, Heysham 2원전과 Torness는 2028년 3월까지 가동할 예정이나, 에너지 안보를 위해 4기 원전의 계속운전을 검토 중임.

■ 핀란드 STUK, 중·저준위 방폐물 최종처분시설의 안정성평가 완료

Nucnet 2023.09.11., Nuclear Engineering International 2023.09.13.

- 2023년 9월 4일 핀란드 방사선·원자력 안전청(STUK)은 전력사 TVO가 운영하는 중·저준위 방폐물 최종처분시설(Olkiluoto 원전 소재)에 대한 정기안전성평가(PSA)결과 해당 시설이 운영 안전성과 장기적 안전성 측면에서 전부 양호하다고 판단함.
- STUK는 TVO가 해당 시설을 운영하는데 필요한 절차와 자원을 갖추고 있다고 밝히며, 2051년 말까지 가동이 가능하다고 덧붙임.
 - 1992년부터 가동된 해당 처분시설은 Olkiluoto 원전에서 발생한 폐기물과 의료 및 연구용으로 발생한 중·저준위 폐기물을 처분함.
- TVO는 2021년 12월 STUK에 해당 시설에 대한 PSA를 제출한 바 있음.
 - 핀란드 원자력법에 따라 STUK는 방폐물 최종 처분시설에 대해 최소 15년 주기로 PSA를 실시함. 중·저준위 방폐물 최종처분시설의 PSA는 2006년에 실시되었으며 2036년 말에 다음 평가가 시행될 예정임.

주요단신

아시아 Asia



■ 신한울 2호기 연료장전 완료

한수원 보도자료 2023.09.20., World Nuclear News 2023.09.20., Nucnet 2023.09.20.

- 9월 20일 한국수력원자력은 국내 자체 기술로 개발한 APR-1400 노형을 적용한 신한울 2호기의 연료 장전이 완료되었다고 발표함.
 - 신한울 2호기(1,400MW, PWR)는 2013년 6월 19일에 착공하였으며, 올해 9월 7일 원자력 안전위원회로부터 운영허가를 받음.
 - 이번 연료 장전을 시작으로 약 6개월간 시운전 시험을 거쳐 상업운전을 시작할 예정임.
 - 국내 28번째 원전인 신한울 2호기에는 냉각재펌프(RCP), 원전계측제어시스템(MMIS) 등 핵심 기자재도 최초로 국산화됨.
 - 한편 신한울 1호기는 2012년 7월 10일에 착공하여 2021년 7월 14일 연료장전 완료, 2022년 6월 9일 최초임계 도달을 거쳐 같은 해 12월 7일 상업운전을 시작함.

■ 말레이시아, 원자력 활용 계획을 포함한 국가원자력기술정책 2030 발표

Malay Mail 2023.09.20., Nuclear Engineering International 2023.09.22.

- 9월 20일 말레이시아 과학기술혁신부(MOSTI)의 Chang Lih Kang 장관은 자국 내 원자력 산업 비전과 목표 달성을 위한 4개의 핵심 전략 분야와 31개의 전략 및 주요 목표가 담긴 ‘말레이시아 국가원자력기술정책 2030(DTNN 2030)’을 발표함.
 - 이번 정책의 일환으로 말레이시아 정부는 원자력의 이용과 안전 관련 사항 논의 등을 위해 관련 정부 기관과 규제 기관, 그리고 민간 부문 및 학계 전문가들로 구성된 원자력 위원회 설립 계획을 언급함.
 - DTNN 2030은 원자력 기술 분야 강화를 위한 총 6개 부문인 의료·농업·제조·환경관리·산업·안전에 초점을 맞추고 있음.

- 해당 정책은 말레이시아가 자국의 사회경제 발전을 위한 원자력 평화적 이용을 목표로 함.
- 구체적으로 Chang 장관은 정책을 바탕으로 한 과학·기술·혁신·경제의 분야에서 원자력 활용을 적극 추진하는 것을 목표로 하며, 이는 연구 및 상업화 분야에서 과학기술 발전의 주요 원동력이 될 것으로 전망함.
- 또한 Chang 장관은 DTNN 2030이 자국 내 2030년까지 원자력 분야 투자 가치 목표인 5억 1,200만 달러(약 162억 원)를 달성하는 데 도움이 될 것이며, 원자력 기술 발전의 장기적인 전략적 방향 수립에 중요하다고 밝힘.
- 현재 말레이시아에는 건설 혹은 운영 중인 원전은 없으며, 2022년 기준 말레이시아의 총발전량은 193.6TWh로 가스 42%, 석탄 41%, 수력 14%, 풍력·태양광·지열 2% 등으로 구성됨.

▣ 인도네시아 전력사, Seaborg와 부유식 원전 현지 보급을 위한 MOU 체결

World Nuclear News 2023.09.12., Nuclear Engineering International 2023.09.14.

- 9월 12일 인도네시아 국영에너지기업 Pertamina NRE는 덴마크 Seaborg와 용융염 부유식 원전 Seaborg's Compact Molten Salt Reactor(100MW, CMSR)를 자국에 보급하는 안에 대한 타당성 조사를 위해 양해각서(MOU)를 체결함.
 - Seaborg는 24년의 설계 수명과 12년의 연료 교체 주기를 목표로 원자로를 개발 중이며, 이후 1척의 선박당 2~8기의 원자로(각 100MW)를 설치할 계획임.
 - 2022년 4월 Seaborg의 원자로 기술과 삼성중공업의 조선 기술을 결합해 턴키방식으로 부유식 원전을 제작 및 판매하는 MOU를 체결한 바 있음.
 - 이번 MOU 체결을 통해 양사는 CMSR의 상업적 보급 타당성과 프로젝트의 초기 실행 범위를 정할 예정이며, 프로젝트의 연구 결과를 바탕으로 200~800MW의 CMSR 개발 및 보급 등 추가적인 협력을 검토할 예정임.
 - Seaborg에 따르면 해당 프로젝트에 10억 달러(약 1조 원)⁹⁾에서 30억 달러(약 5조 원)의 투자가 필요할 것으로 예상되며, 프로젝트가 준비 단계에 이르게 되면 사업 추진을 위해 외국인직접투자(FDI)를 유치할 계획임.

9) 아시아 단신 기사 내용(일본 제외) 모두 2023년 9월 26일 환율 기준 적용(1달러=1,350원)

■ 인도네시아 정부는 2039년까지 자국 내 최초 원전 건설 및 해외투자자 유치계획을 발표하고, 원전 건설을 위해 미국과 전략적 파트너십 및 합의각서를 체결함.

- 2022년 12월 인도네시아 정부는 2039년까지 자국 최초 원전 계획을 밝히며, 신규 건설에 필요한 자금을 지원해 줄 수 있는 투자자들을 유치하고 있다고 밝힌 바 있음.
 - 같은 해 12월 인도네시아 정부는 원전산업 관련 외국인직접투자 활성화를 위한 기관 설립을 검토 중임을 밝힘.
- 2023년 3월 인도네시아와 미국 정부는 에너지 안보와 기후 목표 달성의 일환으로 SMR 기술을 활용한 인도네시아의 원자력 프로그램 개발을 돕기 위해 전략적 파트너십을 체결하고, 이에 필요한 글로벌 인프라 및 투자를 위한 합의각서에 서명함.

■ 일본 원전 설비이용률, 신규제기준 도입 후 처음으로 30% 상회

原子力産業協會 2011.12.08., 2023.08., 세계원전시장 인사이트 2022.01.28./2023.02.03., 原子力産業新聞 2023.09.15.

■ 일본 원자력산업신문이 9월 15일 전력사로부터 입수한 자료를 토대로 발표한 자료에 따르면 2023년 8월 일본 원전의 설비이용률은 33.2%로 나타남. 일본이 2013년 후쿠시마 사고를 계기로 기존보다 안전 규제를 강화한 신규제기준을 시행한 이래 처음으로 30%를 상회하였음.

- 일본에서는 2011년 3월 후쿠시마 제1원전 사고 후 전국의 원전이 순차적으로 예방 정비에 들어가 2013년 9월부터 2015년 8월까지 약 2년간 모두 정지함.
- 2013년 7월 안전규제를 강화한 신규제기준을 도입한 후 2015년부터 2021년까지 10기가 재가동했지만 2022년에는 각 원자로에 필수적으로 설치해야 하는 테러대책설비 공사로 5기가 예방 정비 중이거나 예방 정비에 들어가 2021년보다 설비이용률이 하락함.
 - 2021년 설비이용률은 22.1%였지만 2022년에는 미하마 3호기(826MW, PWR), 오이 3·4 (각 1,180MW, PWR), 겐카이 3·4호기(각 1,180MW, PWR) 총 5기가 테러 대책 공사를 위한 예방 정비 중이거나 예방 정비에 들어가 2022년 설비 이용률이 18.7%로 하락함.
- 이후 해당 5기가 순차적으로 가동을 재개해 2023년 봄 이후 설비이용률이 점차 개선되었고, 2023년 8월에는 다카하마 1호기(826MW, PWR)의 상업운전 재개로 인해 재가동 원자로도 11기로 늘어나 설비이용률이 향상됨.

표 1 일본 원전의 설비이용률 추이

년도	설비이용률	재가동한 원전	출력(MW)
2015	1.2%	센다이 1, 2	1,780
2016	5.0%	센다이 1, 2, 다카하마 3, 4, 이카타 3 (다카하마 4호기는 2016.6./원자로 기동한 이후 기기 문제로 정지한 후 2017.5. 발전 재개)	4,410
2017	8.4%	센다이 1, 2, 다카하마 3, 4, 이카타 3	4,410
2018	15.0%	센다이 1, 2, 다카하마 3, 4, 이카타 3, 오이 3, 4, 겐카이 3, 4	9,130
2019	21.4%	센다이 1, 2, 다카하마 3, 4, 이카타 3, 오이 3, 4, 겐카이 3, 4	9,130
2020	15.5%	센다이 1, 2, 다카하마 3, 4, 이카타 3, 오이 3, 4, 겐카이 3, 4,	9,130
2021	22.1%	센다이 1, 2, 다카하마 3, 4, 이카타 3, 오이 3, 4, 겐카이 3, 4, 미하마 3	9,956
2022	18.7%	센다이 1, 2, 다카하마 3, 4, 이카타 3, 오이 3, 4, 겐카이 3, 4, 미하마 3	9,956
2023.08.	32.2%	센다이 1, 2, 다카하마 3, 4, 이카타 3, 오이 3, 4, 겐카이 3, 4, 미하마 3, 다카하마 1	10,782

자료 : 原子力産業協会 日本の原子力発電所の運転実績(2023.08.)

일본 광역지자체, 핵연료세 인상 추진

佐賀新聞 2023.09.01., あいテレビ 2023.09.13., NHK 2023.09.13.,
日本経済新聞 2023.09.04., 佐賀県 웹사이트 최종 검색 2023.09.07.

■ 일본의 광역지자체인 사가현과 에히메현은 원전 운영사에 부과 중인 핵연료세의 적용 기간 만료가 다가옴에 따라 적용 기간 갱신과 함께 사가현의 원전 지역 안전 대책비 지출 증가로 세율 인상을 결정했고, 원전 운영사도 이에 동의함.

- 2023년 9월 1일 사가현과 규슈전력은 2024년 3월 만료되는 핵연료세의 갱신과 지역의 안전 대책 강화, 산업 진흥, 민생 안정을 위한 세율 인상에 합의함.
 - 현재 규슈전력은 사가현에서 겐카이 3·4 호기(각 1,180MW, PWR)를 운영 중이며, 겐카이 1·2호기(각 559MW, PWR)를 해체 중임.
 - 이번 합의에 따라 사가현이 2024년 4월부터 2029년 3월 말까지 5년간 원자로 열출력에 부과하는 세금은 1년간 1MW당 18만 4천 엔(약 166만 원)¹⁰⁾에서 23만 6천 엔(약 213만 원)으로 인상하고, 해체 중인 원자로에 대해서는 절반을 부과함.

- 핵연료물질 중량에 대해서는 1kg당 500엔(약 4.5천 원)에서 750엔(약 6.7천 원)으로 인상하고 원자로에 장전된 핵연료 가액에 따른 핵연료세는 현행대로 8.5%를 유지함.
- 에히메현도 9월 13일 시코쿠전력에 부과 중인 핵연료세를 2024년 1월부터 인상하는 조례안을 의회에 제출했고 시코쿠전력도 해당 내용에 동의함. 핵연료세는 5년에 1번 개정되며 세수는 원전 방재 대책에 활용될 예정임.
- 현재 시코쿠전력은 에히메현에서 이카타 3호기(890MW, PWR)를 운영 중이며, 이카타 1·2호기(각 566MW, PWR)를 해체 중임.
- 에히메현은 가동 중 원자로의 열출력에 대해 부과하는 세금을 1MW당 4만 4천 엔(약 39만 원)에서 5만 9천 엔(약 53만 원)으로, 해체 중인 원자로는 2만 2천 엔(약 19만 원)에서 2만 9천 500엔(약 26만 원)으로 인상할 예정임.
- 원자로 시설에 보관 중인 핵분열 전 사용후핵연료의 중량에 대한 세금은 1kg당 500엔(약 4.5천 원)에서 600엔(5.4천 원)으로 인상하고, 원자로에 장전된 핵연료 가액에 대한 세율 8.5%는 유지함.

▣ 일본 대마도시 시장, 고준위방폐물 최종처분시설 적합성 조사 신청 안 해

세계원전시장 인사이트 2023.05.26., NHK, 共同通信 2023.09.12., 読売新聞 2023.09.13., 毎日新聞 2023.09.21., 共同通信, 日本経済新聞, 読売新聞 2023.09.27.

- 일본 나가사키현 쓰시마시 시장은 9월 27일 쓰시마시의 고준위방사성폐기물 최종처분시설 적합성 1단계 조사인 문헌 조사 신청을 하지 않겠다고 발표함.
- 시장은 시민들의 합의 형성 불충분과 문헌 조사 신청 시 쓰시마시의 1차 산업과 관광업에 미칠 영향을 우려해 이러한 결정을 내렸음.
- 한편, 9월 12일 개최된 쓰시마시 의회에서는 의원 19명 중 의장을 제외한 18명이 문헌 조사 신청에 대한 의견을 밝혔고, 다수결로 찬성 의견이 채택된 바 있음.
 - 지역 경제 활성화에 도움 된다는 이유로 10명이 찬성했고, 원폭 피해 지역인 나가사키현 지역민들을 배려해야 한다며 8명이 반대해 다수결에 따라 찬성 의견이 채택됨.
- 일본에서 방폐물 최종처분장 후보지 조사를 받으면 1단계 문헌조사의 경우 최대 20억 엔(약 181억 원)의 교부금을 받을 수 있음.

기타 단신

■ 일본 니가타현, 후쿠시마 원전 사고 자체 검증 보고서 발표…향후 가시와자키 가리와원전 재가동 결정에 활용 예정

新潟県, 毎日新聞 2023.09.13., NHK 2023.09.14.

- 일본 니가타현은 도쿄전력 가시와자키 가리와원전(총 7기, 총 8,212MW, 1~5호기 BWR · 6~7호기 ABWR)의 재가동 동의 여부를 논의하기 위한 전제 조건인 후쿠시마 제1원전 사고 관련 자체 검증 보고서를 9월 13일 발표함.
 - 니가타현은 2012년부터 현 내에 위치한 도쿄전력 가시와자키 가리와원전의 안전 대책에 활용할 의도로 도쿄전력의 후쿠시마 제1원전 사고에 대한 ‘원인’, ‘사고가 건강과 생활에 미치는 영향’, ‘피난 방법’에 대한 자체 검증을 진행해 왔음.
 - 보고서에서는 후쿠시마 제1원전 사고 관련 3가지 검증에서 반면교사로 삼아야 할 공통 과제로 정보전달, 피난에 대한 주민들의 지식 함양, 요오드제 정보, 갑상샘 검사, 피난민이 겪는 문제 등 9가지 항목을 정리하고, 향후 보고서 내용을 가시와자키 가리와 원전 재가동 동의 여부에 대한 논의 시 중요한 자료로 활용하겠다고 기재함.
 - 이번에 발표된 보고서를 바탕으로 니가타현은 향후 해당 원전의 재가동 여부를 검토할 것으로 전망됨.
- 한편, 도쿄전력은 가시와자키 가리와 7호기(1,356MW, ABWR)를 2023년 10월, 6호기(1,356MW, ABWR)를 2025년 4월에 재가동할 계획이었지만 원전 방호 관리 부실 문제로 2021년 원자력규제위원회가 사실상 가동 금지 명령을 내린 상태임.

World Nuclear Power Market
INSIGHT



**세계원전시장
인사이드**