

세계원전시장 인사이드

World Nuclear Power Market INSIGHT



현안이슈

OECD-NEA가 바라본 2050년 스위스의 탄소중립 달성에 관한 전망

1. 들어가며
2. 스위스 전원 구성 및 원자력 정책 현황
3. 분석 방법론 및 전원 구성 시나리오 설정
4. 시나리오 분석 결과
5. 결론 및 요약

주요단신

북미 12

- 미 의회, 원자력 연구개발 지원에 2.3조 원 배정 포함한 미 에너지부 예산안 발표
- 미국 NRC, Kairos의 고온소형원자로 안전성 평가 마무리...하반기에 건설허가 발급할 듯
- 미국-인도 정상회담에서 양국 원자력 협력 의지 확인
- 캐나다 OPG-폴란드 OSGE, 폴란드에 BWRX-300 보급 위한 협력 의향서 체결
- 기타단신

유럽 18

- 영-미 정상, 원전분야에서 러시아 의존도 감축 및 첨단 기술개발 협력 위한 협력체 신설 합의
- 프랑스 정부, 원자력 부문 훈련-연구-혁신에 약 1천 4백억 원 이상 투자
- 헝가리 Paks 5-6호기 증설에서 프랑스 역할 확대
- 불가리아, Westinghouse와 Kozloduy 원전 증설 위한 FEED 계약 체결
- 루마니아, 자국 및 중·동부 유럽에 VOYGR 도입 위해 5개 협력사와 양해각서 체결
- 폴란드, Lubiatowo-Kopalino 최초 원전 안전성 평가 시행 및 오스트리아와 환경영향평가 협의 완료
- 독일, Konrad 중·저준위 방사성폐기물 처분시설 완공 2년 지연 전망
- 기타단신

아시아 28

- 파키스탄, 중국과 Chasma 5호기 건설 위한 양해각서 체결
- 중국, 톈문 용융염 원자로 운영허가 발급
- 일본 간사이전력, Orano와 사용후 MOX 연료 재활용 위한 실증 추진
- 일본 간사이전력, 미하마원전 해체작업 공개...해체 방폐물 반출처는 아직도 미정
- 일본 도쿄전력, 후쿠시마 제1원전 원자로 지지대 손상에 대한 보완 대책 발표
- 일본 후쿠시마 제1원전 오염수 방류 설비 시운전 시작...어업단체는 방류 반대
- 기타단신

세계원전시장

인사이트

World Nuclear Power Market **INSIGHT**

Biweekly 격주간 2023 06.23

※ 본 간행물은 한국수력원자력(주) 정책과제의 일환으로 발행되었습니다.

발행인 양의석

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

디자인·인쇄 효민디앤피 051-807-5100

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

OECD-NEA가 바라본 2050년 스위스의 탄소중립 달성에 관한 전망

에너지경제연구원 원전정책연구팀 신재정 부연구위원 (jshin@keei.re.kr)

1. 들어가며

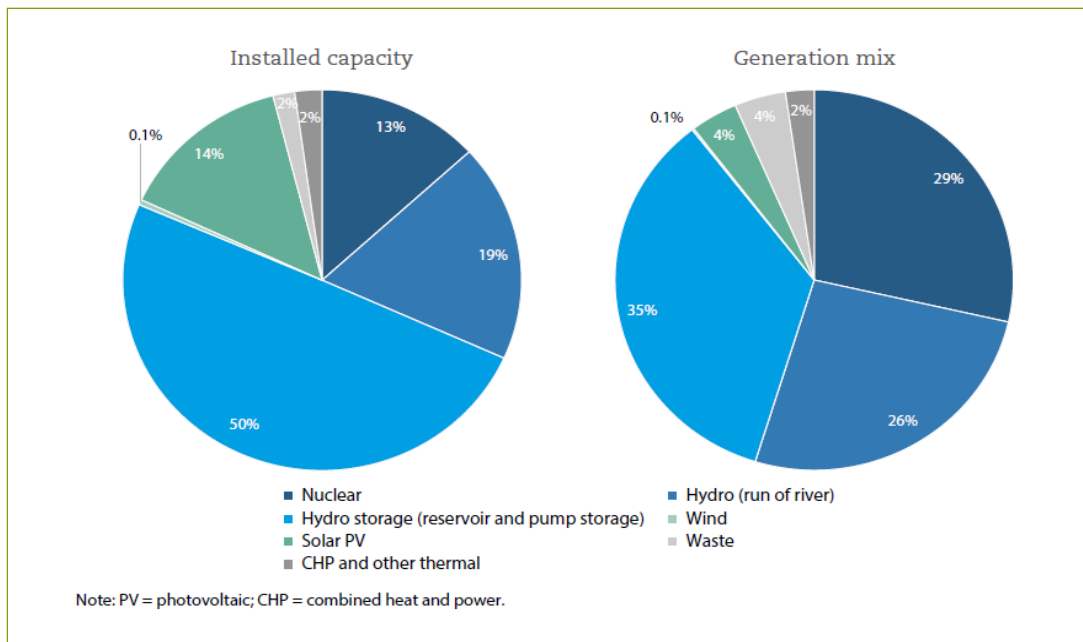
- OECD Nuclear Energy Agency(이하 ‘NEA’)의 일부 회원 국가들이 탄소배출 감축수단의 하나로 원전의 장기 운전을 고려하고 있는 가운데, 스위스는 신규 원전 건설을 법적으로 제재하였을 뿐 기존 원전의 장기 운전에 대한 가능성은 열어둔 상황임.
- 2022년 10월에 발간된 NEA의 ‘Achieving Net Zero Carbon Emissions in Switzerland in 2050: Low Carbon Scenarios and their System Costs’ 보고서(이하 ‘NEA 보고서’)에서는 스위스의 2050년 탄소중립 목표 달성에 필요한 전원 구성을 시나리오로 제시하고 각각의 ‘시스템 비용’을 분석함.
 - 특히 시나리오별로 2050년 전력공급에 있어 재생에너지와 원자력발전의 비중 변화가 시스템 비용에 미치는 영향에 중점을 둠.
 - 시스템 비용의 범위는 발전설비가 전 수명 주기에 걸쳐 전력 생산에 소요한 모든 비용(LCOE)에 더해 발전설비가 전력망에 연결되면서 발생하는 비용까지를 포함함.
 - 전력망 비용은 크게 Profile Cost(변동성 재생에너지 발전량 변화에 대응하여 공급능력을 확보하는 비용), Balancing Cost(발전량의 변동에 대응하여 시스템의 안정성을 확보하는 비용), Connection Cost(가까운 송전망으로의 연결 비용), Grid Cost(송전 비용)로 구성됨. 통상적으로 전력망 비용은 변동성 재생에너지가 늘어나면 늘어날수록 증가함.
- 본고에서는 NEA 보고서의 주요 내용을 요약·정리하여 스위스의 2050년 탄소중립 목표달성을 위해 시스템 비용 측면에서 효율적인 전원구성을 전망하고자 함.

- 본고의 2장에서는 스위스 전원 구성 및 원자력 정책의 현황, 3장에서는 발전원별 비중에 따른 5가지 시나리오를 서술하고, 4장에서는 시나리오 분석의 주요 결과, 마지막으로 5장에서 결론 및 요약으로 마무리 함.

2. 스위스 전원 구성 및 원자력 정책 현황

- NEA는 스위스의 전원 구성은 대부분이 수력발전으로 이루어져 있어 인근의 다른 유럽 국가에 비해 상대적으로 탄소배출 수준이 낮으면서 유연한 전력공급이 가능하다고 평가함.
- 2021년 설비용량 기준으로 저수식 및 양수식 수력발전, 수로식 수력발전, 원자력 발전이 각각 50%, 19%, 13%를 차지함. 발전량 기준으로는 각각 35%, 26%, 29%를 차지함. (<그림 1> 참고)
- 스위스는 2022년 기준 총 4기의 원전(Beznau 1호기, Beznau 2호기, Gösgen, Leibstadt, 총 2,935MW)을 운영 중임. 원자력발전은 수력발전 다음으로 전원 구성에서 비중이 크며, 수로식 수력발전과 더불어 기저발전원 역할을 하고 있음.(<표 1> 참고)

<그림 1> 2021년 스위스의 발전용량 및 발전량 기준 전원 구성



자료: OECD-NEA(2022), Achieving Net Zero Carbon Emissions in Switzerland in 2050: Low Carbon Scenarios and their System Costs

〈표 1〉 스위스의 운영 중인 원전

노형	발전용량(MW)	시운전 시점
Beznau 1	365	1969
Beznau 2	365	1972
Gösgen	985	1979
Leibstadt	1,220	1984
합계	2,935	

자료: OECD-NEA(2022), Achieving Net Zero Carbon Emissions in Switzerland in 2050: Low Carbon Scenarios and their System Costs

- 스위스는 2017년 국민투표를 통해 신규 원전 건설을 금지하는 국가에너지정책 개정안을 통과시킴. 반면, 2016년 국민투표에서 기존 원전의 운영기간을 제한하는 법안은 부결된 바 있음.

3. 분석 방법론 및 전원 구성 시나리오 설정

- NEA 보고서에서 시스템 비용의 최적화에는 NEA의 Power System Model(POSY)이 사용됨.
 - POSY 모형은 NEA에서 Julia를 기반으로 개발한 공개 프로그램으로, 선형 계획법 및 혼합 정수 선형 계획법을 활용하여 비용 최소화된 최적의 전원구성을 도출함.
 - 전원 구성을 최적화하는 데 있어 시간대별 전력수요를 충족함과 동시에 탄소배출 제약을 만족해야 함.
 - 매년 마다 전력 공급 주체가 발전용량을 늘리기 위한 투자 및 기존 자원의 경제적인 운영 두 가지 요소들을 기반으로 분석대상 국가의 전력시스템 비용을 평가함.
- 수력발전과 전력 수입만으로는 스위스의 2050년 늘어나는 전력수요를 감당할 수 없다고 전제하고, 이에 대한 대안으로 현재 운영중인 수력발전 용량과 수요관리 규모를 유지하면서, 원전 장기운전 시나리오(LTO)와 재생에너지 시나리오(VRE only)를 주요 시나리오로 제시함. (〈표 2〉 참고)
 - 우선 아래의 모든 시나리오에서 EU인접국과의 개통연계 용량에 대한 세 가지 시나리오를 적용하고, 수력발전과 수요반응 용량 또한 모든 시나리오에 일괄적으로 적용함.
 - 계통연계의 경우 구체적으로는 스위스의 2022년의 인접 EU 국가와의 연계용량을 기준으로 100%, 50%, 0%(스위스 내 설비로 전력수요 충당)의 시나리오를 설정함.
 - 수력발전의 경우 총 16.57GW(수로식 4.19GW 저수식 8.8GW 양수식 3.58GW)를, 수요 관리는 1.2GW를 가정함.

- 원전 장기운전 시나리오에서는 스위스의 원전 중 가장 최근에 지어진 Gösigen과 Leibstadt 원전(총 2.2GW)의 2050년까지 계속운전(Gösigen 원전은 71년, Leibstadt 원전은 64년 간 운전)을 고려함. 그 외에 부수적으로 필요한 만큼의 유연성 자원과 태양광 및 풍력 발전용량을 가정함.
- 재생에너지 시나리오에서는 원전 활용은 일절 배제하고 공급 제약을 충족시키기에 충분한 규모의 유연성 자원과, 태양광 및 풍력 발전용량을 가정함.
 - 태양광 및 풍력의 비중은 각각 90%, 10%로 재생에너지 발전의 대부분이 태양광에서 비롯함. 구체적인 발전 용량은 주변국과의 전력망 연계를 100%로 가정한 시나리오 기준 각각 18.31GW, 1.17GW를 상정함.
- 정책적으로 실현 가능성은 없지만 비교 목적으로 신규 원전 3.2GW 추가(New nuclear 3.2GW), 신규 원전 1.6GW 추가(New nuclear 1.6GW), 신규 가스발전 추가(New gas)의 3개의 시나리오를 추가함.
 - 신규 원전 3.2GW 시나리오(New nuclear 3.2GW)에서는 신규 Gen III+ 원전 두 기 (3.2GW)가 건설된다고 가정함. 기존 원전의 장기운전은 배제해 2050년까지 운영 중인 기존 원전은 없으며, 나머지 무탄소 전력 공급은 태양광 및 풍력이 제공(전력망 연계 100% 기준 각각 8.4GW, 0.5GW)하는 것으로 가정함.
 - 신규 원전 1.6GW 시나리오(New nuclear 1.6GW)에서는 신규 Gen III+ 원전 한 기 (1.6GW)가 건설된다고 가정함. 나머지 전제는 3.2GW 시나리오와 같음.
 - 신규 가스발전 시나리오(New gas)에서는 원전 이용 없이 2GW의 가스발전 용량을 추가 하고 CO₂ ton당 \$100의 탄소 가격을 책정하는 것으로 가정함. 나머지 무탄소 전력 공급은 태양광 및 풍력이 제공하는 것으로 가정함.

〈표 2〉 전력망 연계와 발전원별 용량에 따른 재생발전원, 배터리, 수전해 설비 규모

(단위: GW)

		원전 장기운전 (2.2GW)	재생에너지 100%	신규 원전 3.2GW	신규 원전 1.6GW	신규 가스발전 (2GW)
현재 계통연계 용량 유지	태양광	11.15	18.31	8.4	13.06	18.3
	풍력	0.68	1.17	0.5	0.81	1.17
	배터리	0	0	0	0	0
	수소(수전해)	1.82	2.77	1.72	1.94	2.78
현재 계통연계 용량의 50%	태양광	14.52	23.45	11.25	16.78	22.73
	풍력	0.91	1.52	0.69	1.07	1.47
	배터리	0	0	0	0	0
	수소(수전해)	1.87	3.96	1.7	2.04	3.64
계통연계 0%	태양광	19.17	33.12	12.72	22.7	27.74
	풍력	1.23	2.18	0.79	1.47	1.81
	배터리	0	1.9	0	0	0
	수소(수전해)	1.87	2.6	1.45	2.58	5.62

자료: OECD-NEA(2022), Achieving Net Zero Carbon Emissions in Switzerland in 2050: Low Carbon Scenarios and their System Costs
 주: 계통연계 정도에 상관없이 수력발전은 총 16.57GW(수로식 4.19GW 저수식 8.8GW 양수식 3.58GW), 기존 화력발전은 0.87GW, 수요관리는 1.2GW, 원자력과 가스발전은 각 시나리오에 명시된 용량이 일괄적으로 활용됨.

4. 시나리오 분석 결과

■ NEA의 분석결과, 스위스의 2050년 탄소중립을 위해서는 Gösgen과 Leibstadt 원전(총 2.2 GW)을 장기운전 하는 방법이 가장 비용 효율적인 것으로 나타남. (〈그림 2〉 참고)

- 인접국과의 전력망 연계 정도 별로 전력 거래 이윤에 의해 절감할 수 있는 시스템 비용이 다르므로, 이를 일괄적으로 비교하기 위해 스위스의 자체적인 순 전력계통 비용¹⁾을 정의함.
 - 자체적인 순 전력계통 비용은 스위스 내의 전력 생산에 들어간 물리적 시스템 비용 (Physical system costs)에서 인접국과의 전력 거래로 발생한 이윤(Net trade revenues, 수출에 의한 수입 - 수입을 위한 비용)을 차감한 것으로 정의함.
- 원전 장기운전 시나리오 하에서 전력망 연계 정도가 100%일 때(물리적 시스템 비용에서 인접국간 전력 거래에 의한 이윤을 뺀) 자체적인 순 전력계통 비용이 11.6억 달러(약 1.5조 원²⁾)로 가장 적음.

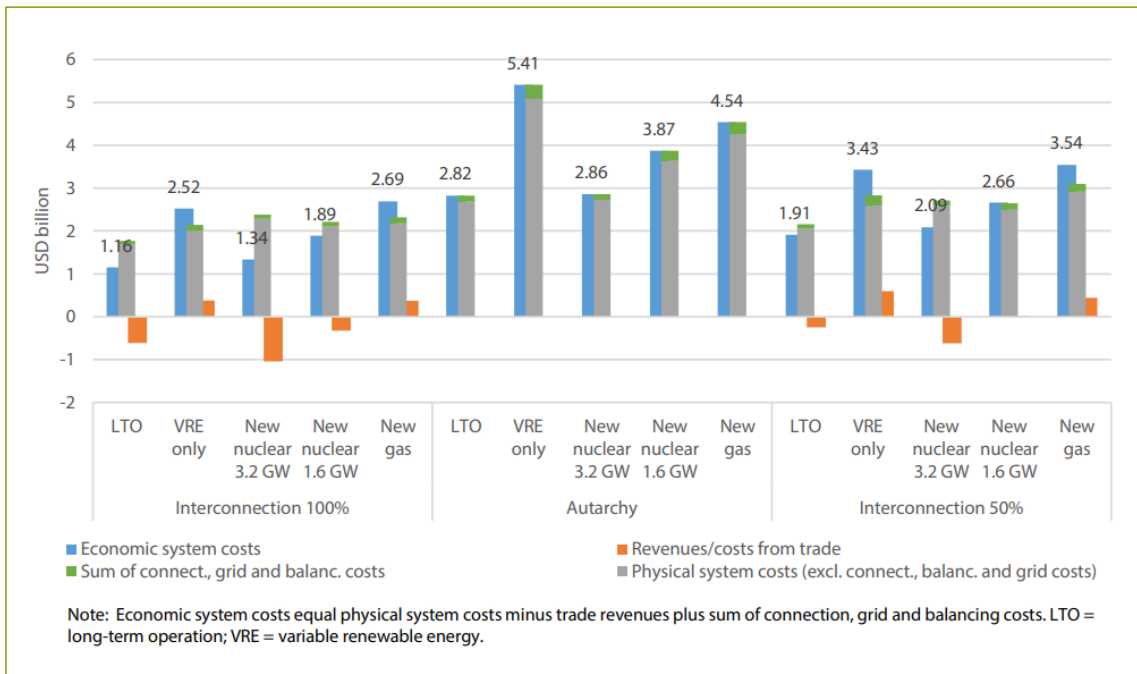
1) NEA 보고서에는 'Economic system costs'로 명시함.

2) 본고의 모든 달러 금액은 2023년 6월 22일 환율 기준으로 환산함.

- 다른 전력망 연계 수준에서도 원전 장기운전 시나리오가 다른 시나리오에 비해 자체적인 순 전력계통 비용이 가장 적음.
- 현재로서는 실현 가능성이 없으나, 3.2GW 규모의 신규 원전을 건설하는 대안이 모든 전력망 연계 수준에서 원전 장기운전 시나리오 다음으로 낮은 자체적인 순 전력계통 비용을 보임.
 - 전력망 연계 100%에서는 13.4억 달러(약 1.7조 원), 50%에서는 20.9억 달러(약 2.7조 원), 0%에서는 28.6억 달러(약 3.7조 원)의 지출규모를 예상함.

<그림 2> 2050년 스위스의 전원구성 시나리오별 시스템 비용 전망

(단위: 백만 달러)

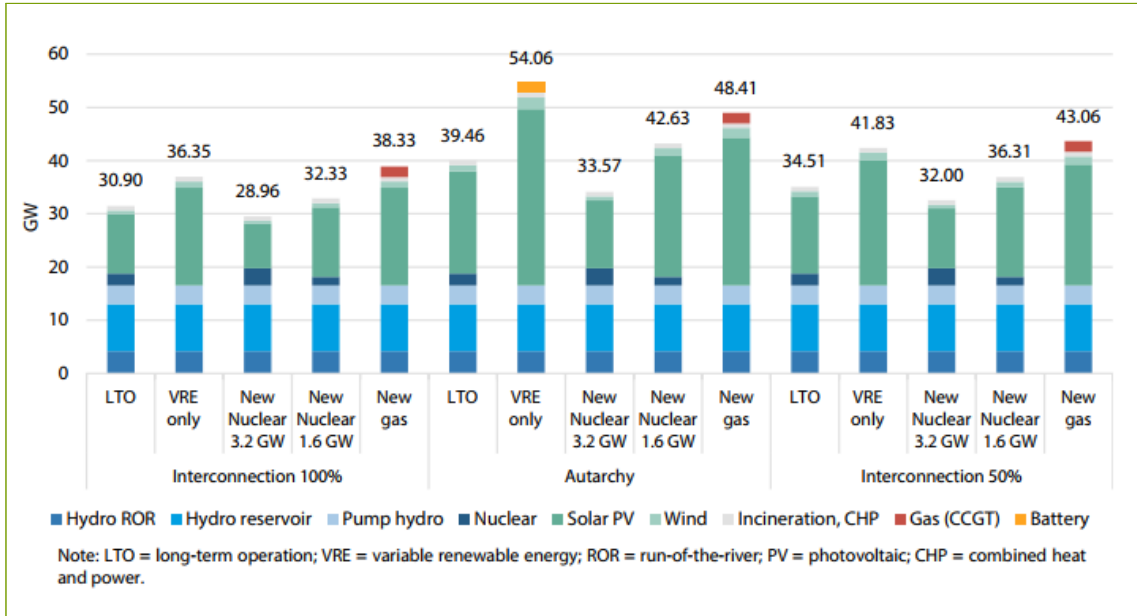


자료: OECD-NEA(2022), Achieving Net Zero Carbon Emissions in Switzerland in 2050: Low Carbon Scenarios and their System Costs

- 재생에너지 시나리오에서는 태양광의 낮은 부하율(load factor)로 인해 2050년 전력 수요를 충족하기 위해 다른 시나리오 대비 더 많은 발전용량을 확보해야 함. (<그림 3>, <그림 4> 참고)
- 특히 인접국과 전력 연계가 전혀 없는 경우 배터리, 수요관리, 재생에너지 출력제한을 비롯한 상당량의 유연성 확보를 위한 노력이 동원되어야 함. (<그림 5>, 참고)

〈그림 3〉 2050년 스위스의 전원구성 시나리오별 발전용량 전망

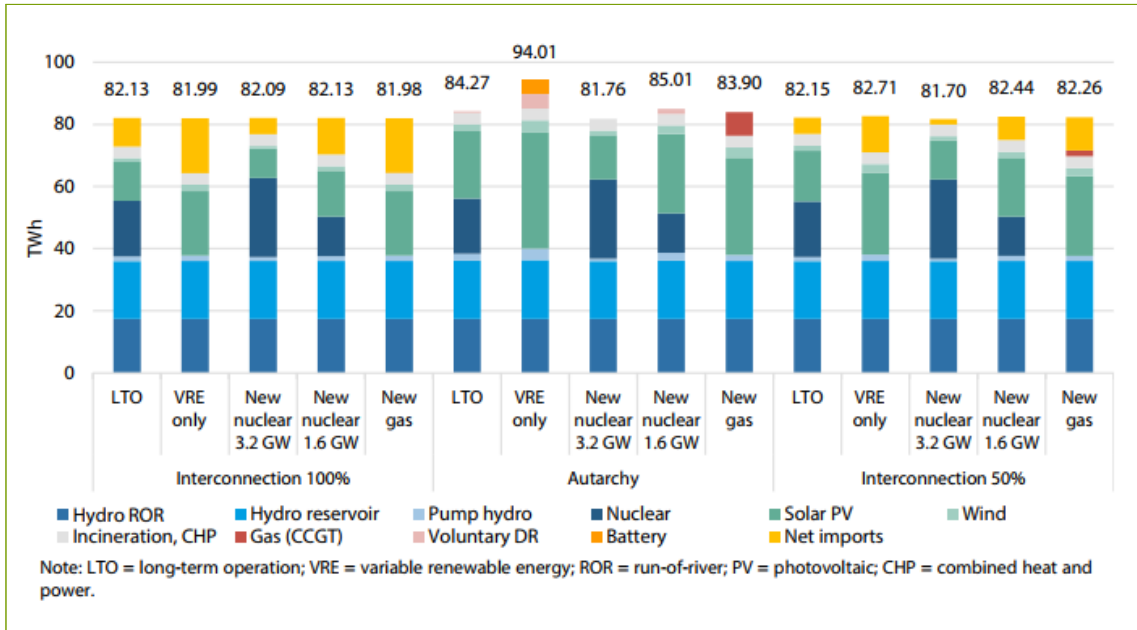
(단위: GW)



자료: OECD-NEA(2022), Achieving Net Zero Carbon Emissions in Switzerland in 2050: Low Carbon Scenarios and their System Costs

〈그림 4〉 2050년 스위스의 전원구성 시나리오별 총 발전량 전망

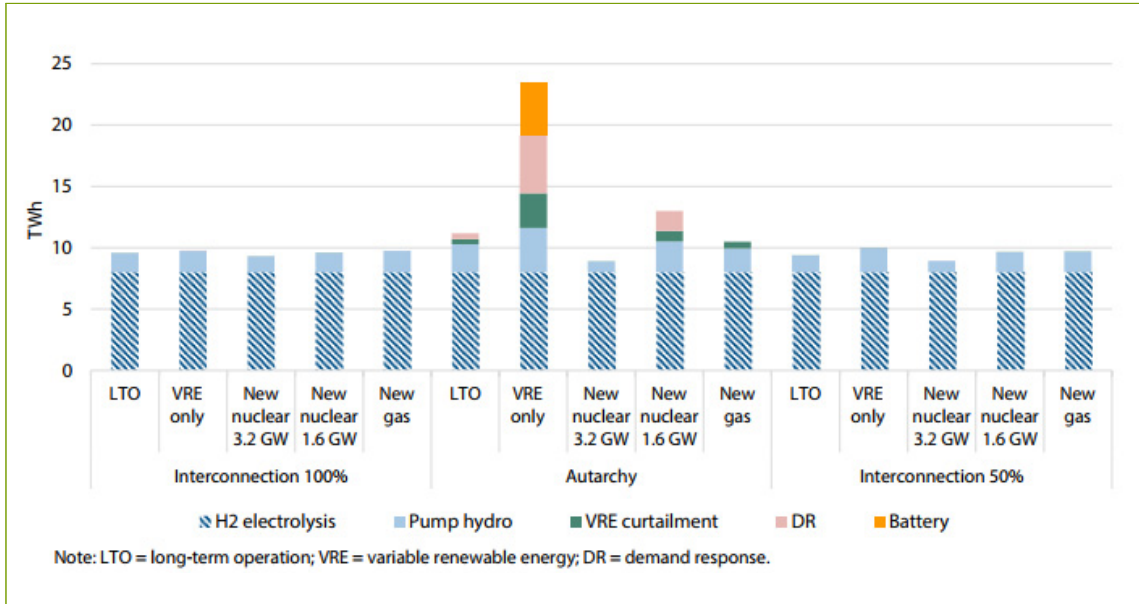
(단위: TWh)



자료: OECD-NEA(2022), Achieving Net Zero Carbon Emissions in Switzerland in 2050: Low Carbon Scenarios and their System Costs

〈그림 5〉 2050년 스위스의 전원구성 시나리오별 유연성 자원의 전력수급 기여도

(단위: TWh)



자료: OECD-NEA(2023), Achieving Net Zero Carbon Emissions in Switzerland in 2050: Low Carbon Scenarios and their System Costs

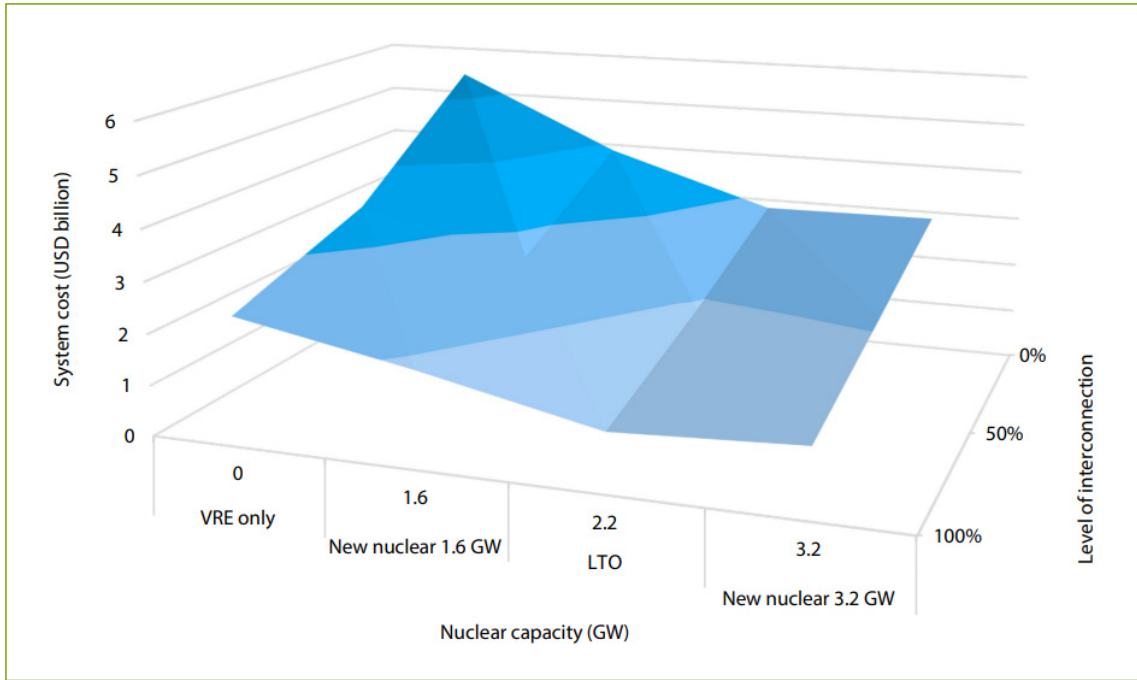
5. 결론 및 요약

- NEA 보고서의 시나리오 분석 결과, 재생에너지(태양광·풍력)만을 배타적으로 사용하기 보다는 재생에너지와 원자력을 기저전원으로 함께 구성하는 것이 더 낮은 시스템 비용으로 2050년 탄소 중립을 달성할 수 있게 할 것으로 전망됨.
 - 이를 위해 스위스에서 가장 최근에 지어진 원전 2기의 2050년까지 장기운전과 2022년 수준의 전력망 연계가 동반되어야 함.
- 또한, 분석결과 장기운전 시나리오보다 비용이 더 들지만 재생에너지만으로 2050년 전력생산을 하고자 한다면 유연성 자원 확보의 부담을 줄이기 위해 2022년 수준의 전력망 연계가 필수적임.
- 특히 NEA 보고서에서는 자급자족으로(전력망 연계 없이) 재생에너지만으로 2050년 탄소중립을 달성하는 것은 매우 고비용일 뿐만 아니라 유연성 자원의 변동성에 의한 전력 공급의 경직성을 일으킬 수 있다고 평가함.

- 결론적으로 기존 수력발전의 활용과 더불어 적정 수준의 원전을 2050년까지 장기운전으로 유지하는 방안이 2050년 탄소 중립 달성을 위한 가장 비용 효율적인 방안임을 보고서는 제시함. (<그림 6> 참고)

<그림 6> 원전 용량 및 전력망 연계 정도 별 2050년 스위스 시스템 비용

(단위: 백만 달러)



자료: OECD-NEA(2023), Achieving Net Zero Carbon Emissions in Switzerland in 2050: Low Carbon Scenarios and their System Costs



참고문헌

- OECD-NEA(2022), Achieving Net Zero Carbon Emissions in Switzerland in 2050

주요단신**북미** North America
◎ 미 의회, 원자력 연구개발 지원에 2.3조 원 배정 포함한 미 에너지부 예산안 발표

Appropriations. House. Gov. Press Release 2023.06.14.

- 6월 14일 미국 의회 예산심의위원회(Appropriations Committee)는 2024년도 예산안 (Fiscal Year 2024) 발표를 통해 미 에너지부(DOE)에 488억 7,900만 달러(약 63.3조 원)³⁾ 예산안을 제시함. 이에는 차세대원자로실증프로젝트(ARDP)와 HALEU 기술개발, 미국 국가핵안보청(NNSA)의 핵안보 관련 지원, 그리고 전력 부문 기술개발 등이 포함됨.
 - 미 의회 예산심의위원회의 2024년도 예산안에 따르면 미 에너지부의 원자력 연구와 개발 및 실증 지원을 위해 17억 8,300만 달러(약 2.3조 원)가 배정됨.
 - 구체적으로 미 에너지부의 차세대원자로실증프로젝트(ARDP)와 SMR 개발에 대한 자금 지원과 첨단 원자로 연료 가용성 프로그램에 대한 지원이 포함됨.
 - 초당적 인프라 투자 및 일자리 법안(IIJA)에 배정된 자금 1조 200억 달러(약 1,320조 원) 중 36억 달러(약 4.7조 원)를 HALEU 가용성 및 기술개발에 지원함.
 - 또한 미국 국가핵안보청(NNSA)의 핵안보 관련 지원에 239억 5,900만 달러(약 31조 원)가 배정됨.
 - 여기에는 미 해군의 원자력 추진선 및 잠수함에 사용되는 원자로에 19억 4,600만 달러(약 2.5조 원), 핵비확산 방지에 23억 8,000만 달러(약 3.8조 원), 그리고 무기 개발 및 지원 활동에 119억 1,400만 달러(약 15.4조 원)의 지원이 포함됨.
 - 마지막으로, 전력 부문 기술개발에 3억 1,560만 달러(약 4,100억 원)가 배정됨.
 - 이에는 에너지 저장 기술 발전을 위한 연구·개발 활동, 변압기 제조 간소화, 그리고 새로운 송전망·배전망·발전 기술을 전력망에 적용하기 위한 지원이 포함됨.

3) 북미 단신 기사 내용 모두 2023년 6월 22일 환율 기준 적용(1달러=1,295원)

◎ 미국 NRC, Kairos의 고온소형원자로 안전성 평가 마무리...하반기에 건설허가 발급할 듯

World Nuclear News 2021.10.05., Nuclear Newswire 2023.06.03.,
Nuclear Engineering International 2023.06.12., NRC News Release 2023.06.15.

- 6월 15일 미국 원자력규제위원회(NRC)는 원자로 안전보장자문위원회(Advisory Committee on Reactor Safeguards, 이하 'ACRS')가 Kairos Power의 Hermes 실증로에 대해 작성한 안전성 평가 결과 보고서를 제출받았으며, 건설허가 발급에 필요한 최종 안전성 평가가 실질적으로 완료되었다고 밝힘.
 - Hermes 실증로는 35MW의 열출력이 가능하며, Tennessee 주 Oak Ridge에 건설 및 2026년 가동을 목표로 함.
 - Kairos Power에 따르면 Hermes 실증로는 저렴한 비용으로 열출력이 가능하므로 불화염 냉각고온원자로(KP-FHR)의 상업운전 시 비용을 사전에 분석할 수 있으며, 다른 원자로 대비 기술·인허가·제조 및 건설 리스크도 완화할 수 있는 장점을 갖춤.
 - 6월 3일 NRC의 원자로 안전보장자문위원회(Advisory Committee on Reactor Safeguards, 이하 'ACRS')는 올해 5월 Hermes 실증로에 대한 건설허가 신청 심사를 마무리한 뒤 결과 보고서를 NRC에 제출하며 이를 승인할 것을 권고함.
 - ACRS는 NRC에 보낸 서한에서 Hermes 실증로의 낮은 열출력, 펄스 형태의 삼중구조 균등성 연료(TRISO) 및 저압 불화염 냉각수를 활용함으로써 효과적인 차단 및 피동형 열제거 기능으로 인해 입지규제에서 제시한 상한치에 비해 낮은 선량이 예상된다고 평가함.
 - 또한 Kairos가 제출한 초기안전성보고서에서 제시한 규제 및 설계 기반을 준수하여 Hermes가 건설될 수 있을 것이며, 이에 따라 NRC는 건설허가를 발급해야 한다고 권고함.
 - 2021년 9월 Kairos Power는 NRC에 Hermes 건설허가 신청서를 제출했으며, NRC는 이번 ACRS 결정을 바탕으로 올해 9월 최종안전성평가를 발행할 계획임. 또한 최종 환경영향평가보고서 완료 또한 같은 시기에 마무리될 예정임.
- 한편, 2020년 12월 Kairos는 Oak Ridge 국립연구소, Idaho 국립 연구소, Materion Corporation, 그리고 미국 전력연구소(EPRI)와 협력하여 Hermes 실증로의 개발 및 건설과 시운전을 위해 미 에너지부의 차세대 원자로 실증 프로그램(ARDP)으로부터 약 3억 3,300만 달러(약 4,311억 원)의 지원을 받은 바 있음.

◎ 미국·인도 정상회담에서 양국 원자력 협력 의지 확인

The White House Fact Sheet 2023.06.22.

■ 6월 22일 미국과 인도 정상회담에서 Biden 대통령과 Modi 총리는 미국-인도 파트너십 구축이 전 세계 탈탄소 노력에 중요한 역할을 할 것이며, 양국의 기후 에너지전환과 에너지 안보에 원자력은 필수 자원임을 확인함.

- 양국 정상은 2023년 2월부터 인도 원자력공사(NPCIL)와 Westinghouse가 인도에 6기 신규 원전 건설을 위한 논의를 진행 중인 점에 주목함. 또한 양국 정상은 양국 원자력 담당부처(미국 DOE, 인도 DAE)가 Kovvada 부지에 신규 원전 건설의 기술적·상업적 계획을 개발할 수 있도록 Westinghouse에 많은 지원을 제공하는 점을 긍정적으로 평가함.
 - 구체적인 노형 및 도입 시점은 언급되지 않았으나, Westinghouse와의 신규 원전 도입 관련 협상 논의가 마무리되면 Kovvada 부지의 원전 설치비용, 건설 소요 기간 등 세부적인 내용이 포함된 프로젝트 제안서가 최종 확정될 것임.
- 또한 양국은 인도를 포함한 제3국에 SMR의 기술 개발과 도입(수출 포함)을 위한 협력을 도모하기로 함.
- 마지막으로, 미국은 인도의 Nuclear Supplier Group(NSG)[※] 참여에 대한 지원 의사를 확인하고 가입 목표를 진전시키기 위해 적극적으로 협력할 것임을 밝힘.

※ Nuclear Supplier Group(NSG)는 1974년 인도의 핵실험에 대응해 원자력 기술을 보유한 국가들로 구성된 국제기구이며, 원자력 수출과 관련된 규정 실행을 통해 핵비확산에 기여하고자 함⁴⁾.

◎ 캐나다 OPG·폴란드 OSGE, 폴란드에 BWRX-300 보급 위한 협력 의향서 체결

World Nuclear News 2023.06.05., Nuclear Engineering International 2023.06.12.

■ 6월 2일 캐나다 원전운영사 OPG와 폴란드 SMR 개발사인 OSGE는 폴란드를 포함한 유럽 국가에 BWRX-300 보급 및 운영을 지원하는 협력 의향서(Letter of Intent, 이하 'LOI')를 체결함.

- 이번 의향서에는 폴란드에서의 SMR 개발 및 보급, 운영 및 유지보수, 인력 교육, 시운전, 규제 지원을 포함한 다양한 SMR 관련 활동이 포함됨.

4) NSG, <https://nuclearsuppliersgroup.org/en/about-nsg?>

- 해당 의향서는 OPG와 OPG의 자회사가 OSGE에 SMR 관련 운영자 서비스를 제공할 수 있는 향후 협정 체결을 위한 것임.
 - 올해 3월 OPG와 OSGE, GE Hitachi Nuclear Energy(GEH), Tennessee Valley Authority(TVA)는 BWRX-300 보급 기간을 단축하고 해당 원자로의 글로벌 보급을 진전시키기 위한 기술 협력 계약(technical collaboration agreement)을 체결한 바 있음.
 - OPG의 Ken Hartwick 사장 겸 CEO는 자사는 다양한 에너지 프로젝트를 통한 지식과 경험을 보유하고 있으므로, 폴란드를 포함한 다른 국가들이 에너지 안보를 강화하고 기후 변화 목표를 달성하도록 도움을 줄 수 있을 것이라는 기대감을 표함.
- 한편, 2021년 12월 GE Hitachi, BWXT Canada, 그리고 OSGE는 폴란드에 2030년까지 최소 10기의 BWRX-300을 보급하는 데 협력하기 위한 LOI를 체결한 바 있음.
- 이와 관련해 2022년 10월 OPG의 자회사인 Laurentis Energy Partners는 OSGE와 폴란드 내 SMR 개발·보급을 위해 양사가 향후 계약 체결 시 적용되는 대부분의 조건에 동의가 이뤄지는 포괄적 협력 계약(Master Service Agreement)을 맺은 바 있음.

기타단신

◎ 미 에너지부, 동의기반 사용후핵연료 처분 후보지 선정을 위한 13개 컨소시엄 선정

U.S. Department of Energy 2022.06.09., World Nuclear News 2023.06.12., Nucnet 2023.06.13.

- 6월 9일 미 에너지부(DOE)는 사용후핵연료 저장 및 처분 관련 지역사회의 동의기반부지선정 (consent-based siting process)에 관심이 있는 대학교와 비영리 단체 및 민간 부문 파트너로 구성된 13개 프로젝트팀에 총 2,600만 달러(약 337억 원) 보조금 지원을 발표함.
 - 미 에너지부는 공정한 선정 과정을 통해 13개의 주를 대표하는 다양한 단체 및 기관들을 보조금 지원 대상으로 선정했으며, 각 팀에 약 200만 달러(약 26억 원)를 지급할 계획임.
 - 또한 미 에너지부와 지역사회는 사용후핵연료 관리시설 유치가 지역사회의 요구사항 및 목표에 부합하는지 여부를 결정하기 위해 계획과 역량구축(planning and capacity building), 부지 조사와 평가(site screening and assessment), 그리고 협상과 실행 (negotiation and implementation) 총 3단계로 구성된 동의기반부지선정에 참여함.
 - 동의기반부지선정은 지역사회의 요구사항에 초점을 맞추고 형평성과 환경정의를 중점으로 하는 접근 방식임.
 - 미 에너지부는 현재 절차의 첫 번째 단계인 계획 및 역량 구축 단계에 있음.
 - 이번 보조금 지원의 목표는 사용후핵연료의 장기 처분 분야의 연구 개발을 촉진하는 것으로, 이는 Biden 대통령의 2035년까지 100% 청정전력망 구축과 함께 2050년까지 탄소 중립 달성 목표 계획의 일환임.

◎ Ohio 주, 선진 원자로 연구 개발청 설립 추진

Energy News Network 2022.05.10., 2023.06.06.

- 6월 6일 Ohio 주 정부는 첨단 원자로 및 상업용 동위원소 생산, 방사성폐기물 감축 및 저장 기술 연구 개발을 위한 Ohio 주 원자력청 설립 추진에 필요한 예산안이 포함된 House Bill 434를 발의함.
 - 해당 예산안에 투입되는 초기 자금은 75만 달러(약 10억 원)로 예상되며, 이후 연구를 위해 연방정부의 원자력 분야 연구용역을 수주해 연구 활동을 이어갈 계획임.

- 그러나, 현지 지역 언론은 해당 예산안이 현재 논의 중인 주 정부 전체 예산안에 포함되지 않아 원자력청 설립을 위한 예산집행이 어려울 수도 있다는 우려를 표함.
 - 올해 예산안은 지난 4월 말 하원을 통과한 후 현재 주 상원 재무위원회(Senate Finance Committee)의 심사를 앞두고 있음.
- 한편, 2019년 Ohio 주는 Ohio 청정 대기 프로그램(Ohio Clean Air Program)법안 통과를 통해 원자력을 포함한 무탄소 발전원에 보조금을 지급한 바 있음.
 - 당시 Ohio 주 Larry Householder 하원의장은 2027년까지 Perry 원전(1,303MW, BWR)과 Davis Besse 원전(925MW, PWR)의 지원을 위해 연간 1억 5,000만 달러(약 2,000억 원)의 보조금 지급을 결정함.

◎ NuScale, Accelerant Solutions와 SMR 인재 양성을 위한 교육 프로그램 개발 파트너십 체결

NuScale Press Release 2023.06.08., Nuclear Newswire 2023.06.09.

- 6월 7일 NuScale Power(이하 ‘NuScale’)는 원자력 산업 인력 양성 기관인 Accelerant Solutions와 SMR 운영 자격 교육 프로그램 개발을 포함한 NuScale 인허가·운영 교육 프로그램(NuScale Licensed Operator Training Program)의 개발 및 실행을 위한 협약을 발표함.
- 이번 협약 체결로 양사는 VOYGR 발전소 운영을 위한 원자력 교육을 보다 빠른 시기에 착수할 계획임.
 - 12개 모듈로 구성된 VOYGR(924MW) 발전소 운영을 위해서는 미국 원자력규제위원회(NRC)가 승인한 최소 3명의 운영허가 소지자가 필요함.
- 한편, NuScale과 Accelerant Solutions는 2020년부터 발전소의 운영 시스템과 운영 절차 및 NuScale 제어실 시뮬레이터(control room simulator)에 대한 운영자 교육 프로그램을 개발하기 위해 협력해 오고 있음.

주요단신**유럽** Europe

● 영·미 정상, 원전분야에서 러시아 의존도 감축 및 첨단 기술개발 협력 위한 협력체 신설 합의

The White house, Gov.uk 2023.06.08., World Nuclear News 2023.06.09.

- 2023년 6월 8일 Joe Biden 미대통령과 Rishi Sunak 영국 총리는 백악관에서 양국 간 21세기 경제 파트너십인 대서양 선언(Atlantic Declaration)을 발표한 가운데, 민간 원자력 부문에서 파트너십을 통한 공급망 구축·러시아 의존도 감축·선진 원자로 도입을 합의함.
 - 양국 정상이 채택한 대서양 선언과 이에 수반되는 실행계획은 양국의 경제, 기술, 상업, 무역 관계를 아우르는 신규 파트너십으로, 공동 성장 촉진, 양질의 일자리 창출, 에너지 전환과 기술 혁신 활용 지원을 목적으로 함.
 - 대서양 선언은 ① 핵심 신흥 기술 분야에서의 양국의 리더십 확보, ② 경제안보와 기술 보호 및 공급망에 대한 긴밀한 협력, ③ 디지털 전환을 위한 협력, ④ 미래 청정에너지 경제 구축, ⑤ 국방·보건·우주 분야 동맹 강화 등 5개 영역을 다루고 있음.
 - 원자력 부문의 경우, 미국과 영국은 양국의 고위 정부 관리가 감독하는 민간 원자력 파트너십(Civil Nuclear Partnership) 구축을 합의함.
 - 세부적으로 2022년 12월에 설립된 에너지 안보 및 경제성에 관한 미국-영국 공동조치그룹(JAG)은 2030년까지 신규 인프라 및 선후행연료 주기 구축 촉진을 위한 공동 조치를 위한 단기적인 우선순위를 설정하고, 러시아산 연료·부품·서비스 의존도를 최소화하며, SMR을 포함한 첨단 원전의 안전하고 지속가능한 국제적 도입을 지원 및 촉진할 예정임.
 - 미국·영국 원자력 협력 공동상임위원회는 올해 연말까지 양국의 합의 사항을 이행하고, 기존에 공유된 공동의 정책 목표와 JAG를 통해 확인된 단기 조치를 이행하기 위한 포럼을 개최하며, 신규 원자력 기술·정책 개발 교류도 촉진할 계획임.

◎ 프랑스 정부, 원자력 부문 훈련·연구·혁신에 약 1천 4백억 원 이상 투자

gouvernement.fr, Nucnet 2023.06.09., nuclearnewsire 2023.06.14.

- 2023년 6월 9일 프랑스 에너지전환부·교육부·직업훈련부는 Macron 대통령이 추진하는 ‘프랑스 2030’ 투자 계획 및 원전 산업 부흥 정책의 일환으로 향후 10년에 걸쳐 원자력 훈련·연구·혁신 원자로 개발에 1억 유로(약 1,424억 원)⁵⁾ 이상을 지원한다고 발표함.
 - ‘프랑스 2030’ 투자계획에서는 SMR 개발 및 방사성폐기물 관리 개선에 10억 유로(약 1.4조 원)를, 원자력 부흥정책에서는 최대 14기의 대형원전 건설 및 기존원전을 계속 운영을 통해 50년 이상 운영한다는 계획을 발표한 바 있음.
 - 프랑스 정부의 신규 일자리 계획은 원전, 방사성폐기물 저장시설, 원자력 연구 시설이 위치한 Normandy 및 Auvergne Rhone-Alpes 지역을 중점으로, 자동화 엔지니어, 보일러 제작사, 전기 기사, 유지보수 분야 기술자, 배관공, 용접공을 대상으로 함.
 - 프랑스 원자력 산업의 역량 구축을 통한 원자력 부흥에 투입되는 정부 지원금은 다음과 같이 구성됨.
 - ‘프랑스 2030’ 투자 계획에 따른 원자력 부문 훈련 프로그램에 4,200만 유로(약 598억 원) 지원
 - 프랑스 핵물리학연구시설인 중이온가속기(Grand Accélérateur national d’Ions lourds, GANIL) 설비개선에 4,000만 유로(약 569억 원) 지원
 - ‘프랑스 2030’ 투자 계획에 따른 SMR인 Nuward(설계수명 60년, 각 170MW, PWR 2기) 프로젝트의 상세설계단계에 공적 자금 지원(금액 미정)
 - ‘프랑스 2030’ 투자 계획에 따른 핵분열·핵융합 분야 혁신원자로 개념설계개발 프로젝트 공모 1차 선정기업(프랑스 Naaréa, 영국 Newcleo)에 2,500만 유로(약 356억 원) 지원
 - ※ Naaréa는 40MW 규모의 용융염로(extrasmall Advanced Modular Reactor)를 개발 중이며, Newcleo는 30MW 규모의 납냉각로(lead-cooled fast neutron reactor) 설계를 진행 중임.
- 한편, 같은 날 프랑스 원자력직업대학(L’Université des Métiers du Nucléaire)⁶⁾은 원전 산업계가 향후 10년간 관련 프로젝트 진행에 필요한 100,000명의 전문 인력을 유치 및 훈련시킬 수 있도록 하는 실행 계획을 에너지전환부에 제출함.

5) 유럽 단신 기사 내용 모두 2023년 6월 23일 환율 기준 적용(1유로=1,424원)

6) <https://www.monavenirdanslenucléaire.fr/>

- 원자력직업대학은 원자력 분야 직업·훈련의 이점 강화, 과학 및 기술 과정에 대한 학생 오리엔테이션 촉진, 여성 및 시골 지역 주민을 포함한 인력 채용 풀 확대, 지속적인 직업 훈련 제안 조정 등 7개 분야에서 30개의 세부적인 조치 방안을 제시함.

◎ 헝가리 Paks 5·6호기 증설에서 프랑스 역할 확대

Budapest times 2023.06.07., hungarytoday 2023.06.08.

- 2023년 6월 6일 Peter Szijjarto 헝가리 총리는 기자회견을 통해 프랑스 Framatome이 독일 Siemens를 대신해 Paks 5·6호기(Paks II, 각 1,200MW, PWR) 신규 원전의 제어계통 부품을 단독으로 공급하게 되었다고 밝힘.
 - Paks 5·6호기 프로젝트는 헝가리와 러시아가 공동으로 기존 Paks 원전에 1,200MW급 PWR 2기를 신규 건설하는 사업으로, 2014년 사업결정 당시 1980년대 상업 운전을 개시한 Paks 1~4호기 대체를 목적으로 함.
 - Szijjarto 총리에 따르면, 당초 제어계통 부품의 대부분은 Siemens가 공급할 계획이었지만, 독일 정부가 대러 제재 조치의 일환으로 Siemens의 참여를 불허하자 프랑스가 단독으로 이를 담당하기로 함.
 - Annalena Baerbock 독일 외무부 장관은 러시아 Rosatom이 Paks 5·6호기 프로젝트의 원자로 공급업체이자 주요 계약자라는 이유로 Siemens의 제어계통 부품 수출 허가를 취소함.
 - 한편, 2024년 4월 프랑스 일간지인 Le Monde 보도에 따르면 프랑스 에너지전환부는 Framatome의 헝가리 신규 원전 프로젝트 참여를 승인하며, 원자력 부문은 EU의 대러 제재의 영향을 받지 않는다고 밝힘.
- 이와 더불어, Szijjarto 총리는 EDF가 미국 GE Steam Power의 원전용 증기 터빈 사업 일부를 인수하는 절차를 밟고 있어, Paks 5·6호기용 증기 터빈 공급에 따른 프랑스의 헝가리 원자력 산업 참여가 대폭 확대될 것이라고 강조함.
 - 2022년 2월 EDF는 GE의 자회사인 GE Steam Power의 원전용 증기 터빈 사업 인수 관련 독점 계약을 체결함.
 - 해당 계약과 관련된 사업에는 신규 원전용 2차측 건물(Conventional Island) 장비 (Arabelle 증기 터빈 포함), EPR2 신규 원전 및 SMR용 증기 터빈, 기존 원전의 유지보수·설비개선이 포함됨.

- 해당 부문은 2015년 GE가 프랑스의 Alstom으로부터 125억 유로(약 17조 원)⁷⁾에 인수했고, 이를 통해 GE는 프랑스에서 원전 관련 사업을 진행해 옴.
- Sziijarto 총리는 EDF 최고경영자와의 회의 후 원자력 확대를 통해 자국 에너지 안보 및 전기 요금 절감이 장기적으로 보장될 수 있다고 강조함.

◎ 불가리아, Westinghouse와 Kozloduy 원전 증설 위한 FEED 계약 체결

Westinghouse 2023.06.14., Nucnet 2023.06.16.

- 2023년 6월 14일 미국 원자력 부품제조업체인 Westinghouse는 불가리아 국영기업 Kozloduy NPP-Newbuild와 기존 Kozloduy 원전 내 AP1000 1기 증설을 위한 선행주기 엔지니어링·설계(Front-End Engineering and Design, FEED) 계약을 체결함.
 - ※ Kozloduy NPP-Newbuild는 Kozloduy 원전 증설을 담당하는 프로젝트 회사로 2012년에 설립됨.
- Westinghouse는 FEED 계약에 따라 불가리아 산업을 비롯해 Kozloduy 원전 내 인프라 수준을 평가하는 작업이 시작되었다고 밝힘.
 - 초기 타당성 조사 이후에 시행되는 엔지니어링 단계의 일환인 FEED는 원전 배치 계획, 인허가 계획, 프로젝트 일정, 건설·가동 관련 비용 추정치를 제시함.
- Westinghouse는 Kozloduy NPP-Newbuild와 올해 초에 공동 설립한 워킹그룹이 규제, 인허가, 설계 요건을 평가하고 프로젝트 실행 방안을 수립 중이라고 설명함.
 - 올해 3월 양측은 AP1000 노형 건설에 필요한 규제, 인허가, 설계 요건 평가를 담당하는 공동 워킹그룹 설립을 합의하고 양해각서를 체결한 바 있음.
- Westinghouse에 따르면 AP1000 노형 증설 프로젝트의 첫 단계인 이번 FEED 작업은 파트너기업 없이 단독으로 수행될 예정임.
 - Westinghouse는 미국 Bechtel과 공동으로 폴란드 최초 원전 건설 관련 FEED 프로젝트를 진행한 바 있음.
- 한편, 2022년 12월 Kozloduy 원전측은 에너지 안보 전략의 일환으로 Westinghouse와 Kozloduy 5호기에 2024년부터 10년간 핵연료 공급을 위한 계약을 체결함.
 - Kozloduy 5·6호기(총 2,006MW, PWR)는 러시아 VVER-1000 노형이며 그동안 러시아로부터 핵연료를 공급받음.

7) 유럽 단신 기사 내용 모두 2023년 6월 23일 환율 기준 적용(1유로=1,424원)

- Kozloduy 1~4호기(총 1,632MW, PWR)는 EU 가입 조건으로 2002년부터 2006년 사이에 영구 정지됨.

◎ 루마니아, 자국 및 중·동부 유럽에 VOYGR 도입 위해 5개 협력사와 양해각서 체결

Nucnet 2023.06.13., Nuclear Engineering International 2023.06.15., UxWeekly 2023.06.19.

- 2023년 6월 13일 루마니아 원전운영사 Nuclearelectrica는 미국·루마니아·한국의 5개 파트너 기업들과 미국 NuScale의 VOYGR을 루마니아를 시작으로 중·동부 유럽 내 도입하기 위한 협력 추진을 골자로 하는 양해각서를 체결함.

- 5개 파트너 기업은 NuScale Power, 미국 엔지니어링기업 Flour Enterprises, 루마니아 인프라 전문기업 E-INFRA, 루마니아 전력기업 Nova Power & Gas, 삼성물산임.
- 6개 사는 기획·인허가·엔지니어링·자금조달·건설·운영·유지 보수·해체 등 전 과정에서 전문성을 결합해 루마니아 최초 SMR 프로젝트 추진에 협력하기로 함.

- 루마니아는 2021년 11월에 미국과 SMR 도입을 위한 협력계약을 체결한 이후 Doicești 지역의 옛 석탄화력발전소 부지에 우선적으로 SMR을 도입하기 위해 NuScale 과 미국 및 다른 국가들과의 협력 중임.

- 2022년 5월 NuScale과 Doicești 지역의 옛 석탄화력발전소 부지에 VOYGR SMR 건설을 위한 양해각서 체결했으며, 같은 해 9월에는 Nova Gas & Power와 SMR 개발을 위한 합작투자법인(RoPower Nuclear)을 설립함.
- 올해 1월에는 RoPower Nuclear와 NuScale은 Doicești 석탄화력 부지에 VOYGR 도입을 고려한 FEED 1단계 계약을 체결함. 이에는 8개월 동안 표준설계개발에 필요한 사전사항 평가, 건설단계 별 비용추정 등이 포함됨.
- 올해 5월에 열린 G7 정상회의에서 미국은 한국, 일본, UAE와 루마니아에 VOYGR 도입을 지원하기 위해 최대 2억 7,500만 달러(약 3,575억 원)⁸⁾를 지원하기로 합의함.

8) 2023년 6월 23일 환율 기준 적용 달러=1,300원

◎ 폴란드, Lubiatowo-Kopalino 최초 원전 안전성 평가 시행 및 오스트리아와 환경영향평가 협의 완료

Gov.pl 2023.06.07., Nucnet 2023.06.09., Nuclear Engineering International 2023.06.15., PEJ 2023.06.12.

- 2023년 6월 12일 폴란드 원자력규제청(PAA)은 2022년 9월 국영 전력기업 PEJ이 제출한 Lubiatowo-Kopalino 최초 원전 안전성 분석 보고서에 대한 검토 의견을 발표하며, 해당 보고서에 제시된 안전 분석 검증 범위의 정확성을 확인함.
 - 안전 분석은 원자력 시설의 안전성 평가 절차의 일환으로, 설계/엔지니어링 단계 및 운영 기간에 체계적으로 수행되며, 원자력 시설의 가동 동안의 원자력 안전 요건 충족 확인을 목표로 함.
 - PAA는 국내외 원자력 안전 요건을 고려해 상기 보고서를 검토한 결과, PEJ의 안전성 검증이 비현실적 상황에서의 원전 작동 방식을 설명하는 결정론적 분석과 원전 특정 계통 또는 구조물에 대한 확률론적 분석을 적절하게 수행했다고 판단함.
 - 폴란드 원자력법 제36d조에 따르면 규제기관의 원전 건설 허가 발급에 앞서, 원전사업자는 환경·기술 요소가 반영된 안전성 분석 보고서를 의무적으로 제출해야함.
 - 또한 PAA는 PEJ의 방법론이 IAEA의 방법론 기준과 일치하는 질적 분석을 토대로 하고 있다고 덧붙임.
 - PEJ는 PAA의 검토 의견이 Lubiatowo-Kopalino 원전 건설 추진을 위한 부지·건설 허가 등 행정 허가 취득을 위한 성과라고 밝힘.
- 이에 앞서, 지난 6월 1일 폴란드의 환경보호총국(General Directorate for Environmental Protection, GDOŚ)은 오스트리아와 자국 최초 원전 건설 부지에 대한 환경영향평가에 관한 양자 협의를 순조롭게 마쳤다고 발표함.
 - GDOŚ에 따르면 양국 정부 관료 및 원전관계자들은 바르샤바에서 양자 협의를 가지고, 외부 위험 상황 발생 시 폴란드 원전의 안전성, 사용후핵연료·방사성폐기물 관리, 원전 부지 지질 구조 및 지진 활동 등을 논의함.
 - 폴란드측은 환경보호총국, 기후환경부, 원자력청, PEJ가, 오스트리아측은 기후보호, 환경, 에너지, 이동성, 혁신 및 기술부와 연방환경청, 빈(Vien) 환경위원회위원, 외부전문가가 참석함.

- 2022년 9월 폴란드는 월경성(Cross-border) 환경영향평가(EIA)협약인 Espoo 협약에 따라 환경영향평가 보고서를 오스트리아에 전달한 바 있음.
- ※ Espoo 협약은 국경 간의 환경훼손이 예상되는 계획에 대하여 환경영향평가 실시를 명시함.
- 양국은 향후 몇 주 내로 폴란드-오스트리아 정부간 협의 내용의 요약본 작성을 마무리하기로 합의함.
- 폴란드는 지금까지 8개국(체코, 에스토니아, 핀란드, 네덜란드, 라트비아, 헝가리, 독일, 슬로바키아)과 환경영향평가에 관한 월경성 협의를 완료한 바 있음.

◎ 독일, Konrad 중·저준위 방사성폐기물 처분시설 완공 2년 지연 전망

World Nuclear News 2023.06.15., UXC Spentfuel 2023.06.16.

- 2023년 6월 13일 독일의 연방환경부 산하 방사성폐기물 관리기관인 BGE는 독일 북부 니더작센주(Niedersachsen) 잘즈기터(Salzgitter)시에 소재한 Konrad 중·저준위 방사성폐기물(LLW/ILW) 처분시설 건설이 2년 정도 늦어져, 당초 계획한 2027년 완공은 어려울 것으로 전망함.
 - Konrad 중·저준위 폐기물 처분시설은 1976년 경제성을 이유로 폐쇄된 Konrad 광산을 개조하여 활용하며, 완공 시 지하 800m에 심지층 동굴처분 방식으로 처분이 이루어질 계획임.
 - 처분 용량은 최대 303,000m³이며 2030년대 초 가동시작을 목표로 함.
 - 해당 시설은 처분시설 건설을 위한 작업자 및 기자재 운반용으로 사용되는 갱도(Konrad 1)와 중·저준위 방폐물 수송 및 처분용으로 사용되는 갱도(Konrad 2)로 구성되며, Konrad 1은 이미 완공됨.
 - BEG는 중·저준위 방폐물 수송 및 처분용으로 사용될 Konrad 2의 계약내용 수정, 강화된 안전요건 대응, 승인절차 소요기간 장기화에 따른 공기 지연으로 인해 완공시점이 2년 정도 늦어질 것으로 판단함.
- 한편, 독일은 중·저준위 방폐물 처분을 위해 작센 안할트(Sachsen-Anhalt) 주의 Morsleben 처분장을 1978부터 1996년까지 운영한 바 있음.

〈독일 Konrad 중·저준위 폐기물 처분시설 추진 현황〉

구분	내용
1976	방사선환경협회, 경제성 이유로 폐쇄된 Korand 광산의 중저준위 폐기물 처분시설로의 적합성 조사 시작
2002	니더작센(Niedersachsen) 환경부, Konrad 처분시설 추진 계획 승인 발표
2007	연방 행정법원, 니더작센 환경부의 계획 승인 확정
2017	연방방사선방호청, Konrad 중저준위 폐기물 처분시설의 운영 책임을 연방환경부 소속 BGE로 이전
2023	BGE, Konrad 중저준위 폐기물 처분시설 완공 연기 발표

자료 : World Nuclear News 2023.6.15. 기사 참고

기타단신

◎ 슬로베니아, 국민 투표 통해 Krško 2호기 건설 여부 결정 계획

Nucnet 2023.06.02.

- 2023년 5월 25일 2023년 6월 7일 주불가리아 슬로베니아 대사는 불가리아 원자력포럼이 개최한 컨퍼런스에서 국민 투표를 통해 슬로베니아 Krško 2호기 건설 여부를 결정할 예정이라고 밝힘.
 - Nataša Bergelj 대사는 슬로베니아 정부가 2027년까지 Krško 2호기 건설 여부를 결정하면, 슬로베니아 국민들이 신규 원전 건설 찬반투표를 진행할 예정이라고 설명함.
 - 현재 슬로베니아는 자국 국영 에너지기업 Gen Energija와 크로아티아 전력사 Hrvatska elektroprivreda (HEP)가 공동 소유하고 있는 Krško 1호기(696MW, PWR, 설계수명 40년)를 가동해 슬로베니아 전체 전력의 20%를 공급함.
 - Krško 1호기는 1983년 상업운전을 시작해 당초 2023년까지 가동될 예정이지만, 2016년 Gen Energija와 HEP는 10년 단위의 주기적안정성평가(PSR)를 조건으로 2043년까지 계속운전을 시행하기로 결정함.
 - 2023년 1월 슬로베니아 환경공간계획부는 환경영향평가 수행 후 Krško 1호기의 2043년까지의 20년 계속운전을 승인함.

◎ 폴란드 민간기업 KGHM, Legnica 경제특별구역과 SMR 도입 관련 의향서 체결

World Nuclear News 2023.06.16.

- 2023년 6월 15일 폴란드 광산 및 제련업체 KGHM은 Legnica 경제특별구역(LSEZ)과 SMR 도입 관련 연구·개발 프로젝트 및 투자 계획 수립 협력을 골자로 한 의향서(Letter of Intent)를 체결함.
 - 양측은 SMR 투자 프로젝트 공동 추진 가능성 논의, 시장에 출시되어 있는 SMR 노형 분석, SMR 부지의 지질학적·지질공학적 조건에 관한 모범 사례 확인, 공공 자금 조달 관련 법률 개정을 포함한 SMR 개발 지원을 시행할 예정임.
 - KGHM은 에너지 공급 확보 및 구리 생산 및 가공 부문의 탈탄소화를 위해 2022년 2월 미국 NuScale과 폴란드 내 VOYGR SMR 도입을 위한 계약 체결을 발표한 바 있음.

- 해당 VOYGR SMR 프로젝트는 각각 77MW 규모의 6기 모듈로 구성된 발전소 건설을 골자로 하며, NuScale은 SMR 부지 탐색 및 선정, 건설 기획, 비용 추정 등을 담당하기로 함.
- 1997년에 설립된 Legnica 경제특별구역은 현재 83개의 글로벌 기업이 입주해있으며, 2022년 7월 미국 SMR 개발업체인 Last Energy 및 폴란드 DB 에너지와 총 200MW 규모의 SMR 10기로 구성된 발전소 건설을 위한 의향서를 체결한 바 있음.

◎ 슬로바키아, SMR 타당성 조사 위해 미국 정부에 약 28억 원 지원금 신청 예정

Nucnet 2023.06.12., Nuclear Engineering International 2023.06.15.

- 2023년 6월 12일 슬로바키아 전력사 Slovenské elektrárne은 슬로바키아 경제부와 공동으로 미국정부의 SMR의 책임 있는 사용을 위한 기초 인프라(FIRST) 프로그램의 일환으로 시행되는 Project Phoenix에 200만 유로(약 28억 원)의 지원금을 신청할 예정이라고 밝힘.
- 미국 정부가 상무부의 SMR 민관 프로그램(SMR PPP)과 연계하여 추진하는 Project Phoenix는 인력 재교육을 통한 지역 일자리 유지 및 유럽 내 발전소의 SMR 전환 가속화를 목표로 하며, 6월 15일까지 동유럽 및 유라시아 국가들을 대상으로 보조금 신청을 받고 있음.
- 한편, 같은 날 Slovenske Elektrarne은 SMR 타당성 조사 수행을 위해 6개 파트너 기업·기관*과 협력 양해각서를 체결했으며, SMR 타당성 조사 완료 후 인허가 절차 및 건설 일정을 개발할 계획이라고 밝힘.
 - ※ 슬로바키아 경제부, US Steel Košice(슬로바키아 철강기업), 슬로바키아 송전망운영사, VUJE(슬로바키아 엔지니어링 기업), 슬로바키아 원자력규제청, 슬로바키아 공과대학교
- 현재 슬로바키아에는 Bohunice 3·4 호기(각 500MW, PWR), Mochovce 1·2호기(각 500MW, PWR)가 가동 중이며 Mochovce 3호기(440MW, PWR)는 올해 1월 31일 계통 연계가 이루어짐.

주요단신

아시아 Asia



○ 파키스탄, 중국과 Chasma 5호기 건설 위한 양해각서 체결

Nucnet 2023.06.20., Reuters 2023.06.20., Power Magazine 2023.06.20.

- 6월 20일 파키스탄 원자력위원회와 중국 핵공업집단(CNNC)은 파키스탄에 HPR 1000 노형을 적용한 Chashma 5호기(1,200MW, PWR) 건설을 위해 48억 달러(약 6조 2천억 원)⁹⁾ 규모의 양해각서(MOU)를 체결함.
 - 파키스탄 중북부에 위치한 Punjab 주 Chashma 원전 부지에는 현재 중국 원자로 CNP 300 노형을 적용한 Chasma 1~4호기(총 1,330MW, PWR 4기)가 가동 중임.
 - Chasma 1~4호기는 2000년부터 2017년 사이 가동을 시작함.
 - 해당 원전 건설 착수를 위해 중국은 1억 4,553만 달러(약 2천억 원)를 지출한 바 있으며, CNNC의 자회사인 CNNC China Zhongyuan Engineering Corp.가 건설 추진을 담당함.
 - 파키스탄의 Shehbaz Sharif 총리는 중국을 가장 신뢰할 수 있는 동맹국으로 생각하며, Chasma 5호기 건설 프로젝트는 자국의 경제적 발전에 중요함과 동시에 양국 모두에게 중요한 이정표가 될 것임을 밝힘.

○ 중국, 토륨 용융염 원자로 운영허가 발급

World Nuclear News 2023.06.15., Interesting Engineering 2023.06.16.

- 6월 15일 중국 국가핵안보청은(NNSA)은 중국 과학아카데미(CAS)에 속한 상하이응용물리 연구소(SINAP)가 2018년 9월 Gansu성 Wuweishi에 건설을 시작한 2MW급 실험용 토륨 용융염 원자로인 TMSR-LF1의 운영허가를 발급함.

9) 아시아 단신 기사 내용(일본 제외) 모두 2023년 6월 22일 환율 기준 적용(1달러=1,295원)

- TMSR-LF1 원자로는 U-235가 20% 이하로 농축된 연료를 사용하며, 토륨 장전량은 약 50kg으로 전환율은 약 0.1임.
- 6월 7일 국가핵안보청은 성명을 통해 실험용 토륨 용융염 원자로의 운영허가 신청 및 관련 기술문서를 검토한 결과 안전 요건을 충족하는 것으로 판단되어 해당 원자로의 운영 허가를 발급한다고 밝힘.
 - 또한 국가핵안보청은 SINAP가 TMSR-LF1 원자로 운영 시 안전 우선 원칙을 준수하고, 운영허가 조건의 규정 준수와 함께 안전한 운영을 보장해야 한다고 제시함.
- 한편, 2019년 12월 중국 생태환경부(Ministry of Ecology and Environment)는 TMSR-LF1 프로젝트에 대한 환경영향평가보고서를 승인 한 바 있으며, 2020년 1월에 TMSR-LF1의 건설 허가를 발급함.
 - 원자로 건설은 2018년 9월에 시작하여 2024년에 완공될 예정이었으나, 기존 완공 예정일 보다 이른 2021년 8월에 완공됨.

◎ 일본 간사이전력, Orano와 사용후 MOX 연료 재활용 위한 실증 추진

毎日新聞 2023.02.10., 日本經濟新聞 2023.06.12., NHK 2023.06.13., 東京新聞 2023.06.20.

- 일본 간사이전력 사장은 6월 12일 다카하마원전에서 사용한 MOX(Mixed OXide fuel) 연료를 프랑스 Orano에서 재처리하는 실증실험을 2030년대 초까지 시행할 계획이라고 밝힘.
- 일본 11개 전력 사업자가 추진 중인 재처리 실증 연구의 일환으로 간사이전력은 다카하마 3·4호기에서 사용한 MOX 연료 중 약 10t과 이외 사용후핵연료 약 190t을 2020년대 후반 프랑스로 이송해 일본 내 사용후 MOX연료의 재처리 여부를 검증할 예정임.
 - NHK는 6월 13일 보도를 통해 간사이전력이 반출할 계획인 약 190t의 사용후핵연료는 후쿠이현 내 보유 원전에서 보관 중인 사용후핵연료의 5% 수준이라고 전함.

〈일본 간사이전력 원전의 사용후핵연료 저장 현황과 저장 용량 (2022년 회계년도 말(2023년 3월) 기준)〉

원자력발전소	사용후핵연료 저장량	저장용량
미하마	1,173다발	1,652다발
다카하마	3,035다발	4,386다발
오이	3,972다발	4,962다발
총	8,180다발	11,000다발

자료: 関西電力ウェブサイト 原子力情報センター(최종검색: 2023.06.22.)을 토대로 편집·작성

◎ 일본 간사이전력, 미하마원전 해체작업 공개...해체 방폐물 반출처는 아직도 미정

関西電力 2022.03.23., 2022.06., NHK, 福井テレビ, 日本経済新聞 2023.06.08.

■ 일본 간사이전력은 6월 8일 미하마 1·2호기(각 340MW·500MW, PWR)의 해체 2단계 공정의 일부인 사용전핵연료 저장고의 해체 작업을 언론에 공개함.

- 미하마 1·2호기의 해체는 2045년도 완료를 목표로 총 4단계로 진행되며, 2017년 1단계 공정인 방사선에 따른 오염 상황 조사 등을 시작해 2021년 완료하여, 2022년도부터 2단계 공정인 방사선 관리 구역 내에 있는 원자로 주변 설비 해체·철거를 시작했으며, 2035년에 해당 공정을 마칠 계획임.
 - 원자로 영역을 해체·철거하는 3단계는 2036~2041년도, 건물 등 해체 철거는 2042~2045년도를 목표로 함.
- 언론에 공개한 2단계 일부 공정은 사용전핵연료 저장고의 해체 작업으로 2023년 4월에 착수해 8월 완료할 예정임.

■ 한편, 사용후핵연료의 반출처와 방사성폐기물 처분장이 결정되지 않아 계획대로 해체 작업이 완료될지는 불투명함.

- 2022년 3월 기준 저준위 방폐물*은 L1이 약 150t, L2가 약 1,410t, L3가 약 14,880t 발생할 것으로 추정되며 이를 최종 처분할 수 있는 처분장은 결정되지 않았음.
 - ※ 일본의 저준위 방폐물은 오염 수준에 따라 L1(상대적 고준위), L2(상대적 저준위), L3(극 저준위)로 구분됨. L1의 경우 심층 처분되며, 한국의 중준위 방폐물에 해당함. 원전 해체폐기물 처분 책임은 사업자에게 있음.

◎ 일본 도쿄전력, 후쿠시마 제1원전 원자로 지지대 손상에 대한 보완 대책 발표

読売新聞 2023.04.14., 세계원전시장 인사이트 2023.04.28., NHK 2023.06.05.

■ 도쿄전력은 6월 5일 후쿠시마 제1원전 1호기(460MW, BWR) 원자로를 지지하는 구조물(Pedestal)의 손상에 대해 향후 크게 손상될 가능성이 작고, 격납용기에 발생한 1cm 이상의 구멍에서 핵연료 잔해 가루가 일부 누출되어도 외부에 미치는 방사선영향은 미미하다는 평가 결과를 규제위에 제시함.

- 2023년 3월 30일 도쿄전력은 후쿠시마 제1원전 1호기에서 로봇투입 조사를 진행하여 구조물의 손상 사실을 파악함.

- 더불어 규제위에 핵연료 잔해를 냉각시키기 위한 물 주입이 불가능할 시에 대비해 추가 배관 설치와 격납용기에서 나오는 기체에 포함된 방사성물질의 제거를 위해 이동식 필터 탑재 배기 설비를 정비하겠다는 방침을 제시함.

◎ 일본 후쿠시마 제1원전 오염수 방류 설비 시운전 시작...어업단체는 방류 반대

東京新聞 2023.06.10./06.19., NHK 2023.06.12.

- 도쿄전력은 6월 12일 후쿠시마 제1원전 오염수 방류를 위한 설비의 시운전을 시작했으며, 약 2주간 설비의 성능을 확인할 계획임.
 - 도쿄전력은 오염수 해양 방류 설비의 주요 공사는 끝났으며, 6월 말 완공을 목표로 함. 시운전에서는 정화 처리한 오염수 대신 담수를 사용해 희석용 해수를 혼합한 후 해저 터널에 통과시켜 펌프의 정상 가동 여부, 문제 발생 시의 물 흐름 차단 성능을 확인함.
- 한편, 오염수 해양 방류와 관련해 일본 경제산업상은 6월 10일 후쿠시마·이바라키·미야기현의 어업단체와 만났지만, 어업자들은 오염수 방류로 인한 악영향을 우려하며 방류에 반대함.

기타단신

◎ 일본 Mitsubishi 계열사, 원전·화력·수력 발전기 부문 통합

NHK 2022.12.26., 三菱重工技報 Vol.59 No.4(2022), 三菱重工 2023.02.14., 三菱電機 2022.03.23., 産経新聞, 三菱電機 2023.05.29., Power Technology 2023.05.30., ニュースイッチ 2023.05.31., 原子力産業新聞 2023.06.02.

■ Mitsubishi중공업과 Mitsubishi전기는 5월 29일 양사의 발전기 사업 부문을 2024년 통합하는 계약을 체결했다고 발표함. 이에 따라 Mitsubishi중공업이 51%, Mitsubishi전기가 49% 출자하여 2024년 4월에 화력·원자력·수력발전기의 설계, 제조·유지보수를 담당하는 신규 회사를 설립할 계획임.

- Mitsubishi전기는 전력 부문에서 발전기, 송·배전망 기자재, 원전 I&C 제조 등을 담당해 옴.
- Mitsubishi중공업은 일본 최초의 가압 경수형 원전인 미하마 1호기 공급을 시작으로 총 24기의 원전 건설에 참여하여 주요 원전 기자재를 공급했으며, 최근 주력 제품인 가스 터빈의 판로 확대를 위해 가스터빈 판매 경쟁력을 강화하고자 함.

- Mitsubishi 중공업은 수소·암모니아를 연소해 발전하는 GTCC(Gas Turbine Combined Cycle) 개발을 진행 중으로 2018년 대형 가스터빈에서 천연가스에 수소 30vol%[※]을 혼합해 사용할 수 있는 가스터빈연소기 개발을 완료한 바 있음.

※ vol%는 물리적인 부피 단위이며 단위 체적 100%에 대하여 특정 가스가 차지하는 비율을 나타낸 것임. 10 vol%란 100% 공간 내에 해당 가스가 10%만큼의 비율을 차지한다는 의미로 VOL(%)와 PPM의 관계는 1vol% = 10,000PPM임.

◎ 일본 규제위, 도마리 3호기 기준 지진동 상향 승인

세계원전시장 인사이트 2021.07.23., 朝日新聞, NHK, 産経新聞 2023.06.09.

■ 일본 원자력규제위원회는 6월 8일 홋카이도전력이 제시한 도마리3호기(912MW, PWR)의 기준 지진동 상향 안을 승인함. 이에 따라 해당 원전의 기준 지진동은 기존 최대 620gal[※]에서 최대 693gal로 상향됨.

※ 지진동은 지진에 의해 발생하는 지면의 움직임으로 단위는 gal임. 한국 내진설계값에 사용되는 단위인 중력가속도(g)와 gal의 관계는 다음과 같음. 1g=980gal.

- 홋카이도전력은 2013년 7월 3일 적합성 심사를 신청한 이래 약 10년 만에 도마리 3호기의 기준 지진동을 인정받게 됨.
 - 규제위는 2015년 12월 홋카이도전력이 제시한 기준지진동을 승인함. 하지만, 2016년 현지 조사를 토대로 원전 주변 지반이 과거의 지진으로 융기되어 부지 내에 활단층 가능성이 있다고 규제위가 지적해 관련 심사가 장기화되었음.
- 향후에는 지진해일 대책 등의 기준이 되는 지진해일 설정 관련 심사, 원전 주변 화산 활동에 대한 평가, 기존 설비를 철거해 새로 설치하는 방조제 관련 심사 등이 진행될 예정임.

World Nuclear Power Market
INSIGHT



세계원전시장
인사이트