Biweekly 격주간
2021 04.30

세계원전시장 인사이트

World Nuclear Power Market INSIGHT

현안이슈

세계 원전정책 동향 업데이트

1. 세계 원전 현황
2. 북미
3. 아시아 및 아프리카
4. 유럽
5. 시사점

주요단신

북미 58
- Illinois 주, 원전 재정지원 검토를 위한 경제성 평가 결과 발표
- Holtec, Oyster Creek 원전 해체기간 단축 가능

유럽 61
- 유럽연합 집행위, EU 분류체계에 원자력 포함 가능성 검토
- 프랑스 Framatome의 3개 프로젝트, 자국 원자력 지원 사업에 포함
- 체코, 러시아와의 외교 분쟁으로 신규 원전 입찰 후보에서 Rosatom 배제

아시아 66
- 일본 후쿠이현 지사, 간사이전력 노후원전 3기 재가동 조건부 동의 표명
- 일본 후쿠이현 원전인근 지역단체장 협의회, 사용후핵연료 중간저장시설 유치 의견서 제출
- 일본 NUMO, 방폐물 최종 처분 후보지 주민과 소통 위한 '대화의 장' 개최
- 도쿄전력 가시와카키 가리와원전, 원자력규제위원회 행정 처분으로 재가동 연기
- 중국, 원전 5기 건설 승인

에너지경제연구원
Korea Energy Economics Institute

세계원전시장 인사이트

World Nuclear Power Market **INSIGHT**

Biweekly **격주간** | 2021 **04.30**

※ 본 간행물은 한국수력원자력(주) 정책과제의 일환으로 발행되었습니다.

발행인	조용성		
편집인	박우영	parkw@keei.re.kr	052-714-2221
	박찬국	green@keei.re.kr	052-714-2236
	조주현	joohyun@keei.re.kr	052-714-2035
	남경식	ksnam@keei.re.kr	052-714-2192
	김해지	kimhj@keei.re.kr	052-714-2090
	한지혜	jhhan@keei.re.kr	052-714-2089
	김우석	wskim@keei.re.kr	052-714-2074
	김유정	yjkim@keei.re.kr	052-714-2294
디자인·인쇄	효민디앤피		051-807-5100

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

현안이슈

세계 원전정책 동향 업데이트

에너지경제연구원 원자력정책연구팀
박찬국 연구위원 (green@keei.re.kr), 조주현 연구위원 (joohyun@keei.re.kr),
한지혜 전문원 (jhhan@keei.re.kr), 김유정 위촉연구원 (yjkim@keei.re.kr),
김우석 위촉연구원 (wskim@keei.re.kr)

1. 세계 원전 현황[1)]

1) 운영 현황

■ 2021년 4월 21일 기준 전 세계 33개 국가[2)]에서 444기의 원자로가 운영 중에 있으며, 총 설비용량은 394.1GW임.

- 지역별로는 북미 113기, 극동아시아 111기, 서유럽 106기, 중앙&동유럽 74기, 중동 및 남아시아 31기, 남미 7기, 아프리카 2기가 운영 중임.
- 노형별로는 PWR 303기, BWR 63기, PHWR 49기, GCR 14기, LWGR 12기, FBR 3기 순임.

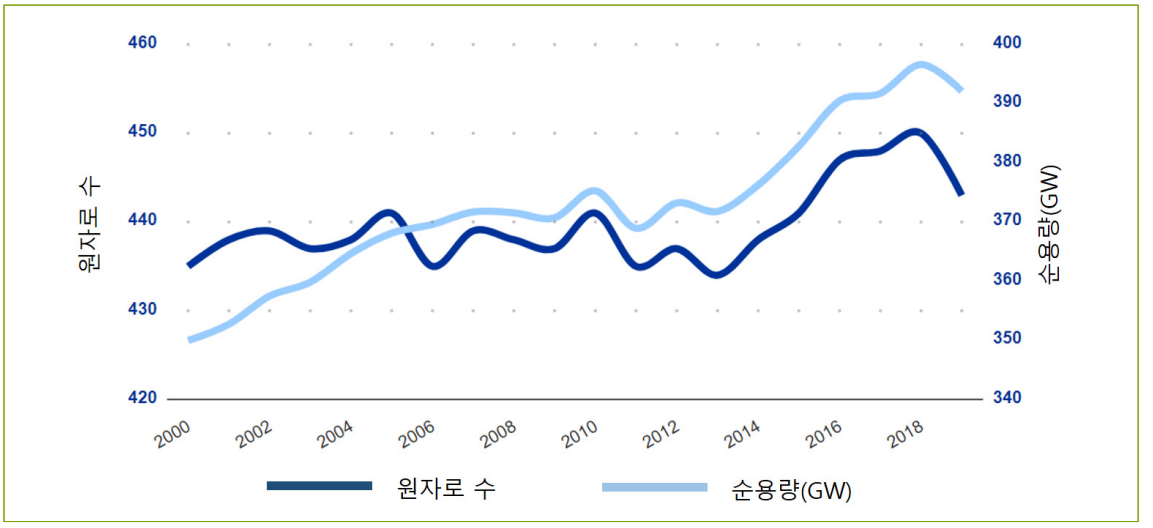
■ 2000년 이후 원전 설비용량의 추이를 살펴보면 2018년까지 꾸준히 증가하였으나 최근 들어 다소 감소 추세에 있으며, 원자로 수 측면에서는 2013년부터 증가하였으나 이 역시 2018년부터 다소 감소하였음.

- 최근에도 중국, 러시아 등에서 신규건설이 꾸준히 진행되고 있지만, 2018년 대비 2020년에 일본에서 9기, 미국 3기가 중지되면서 감소세로 전환되었음.

■ 국가별로는 미국이 94기(96.6GW)로 가장 많으며, 프랑스 56기(61.4GW), 중국 50기(47.5GW), 일본 33기(31.7GW), 러시아 38기(28.6GW), 한국 24기(23.2GW) 순임.

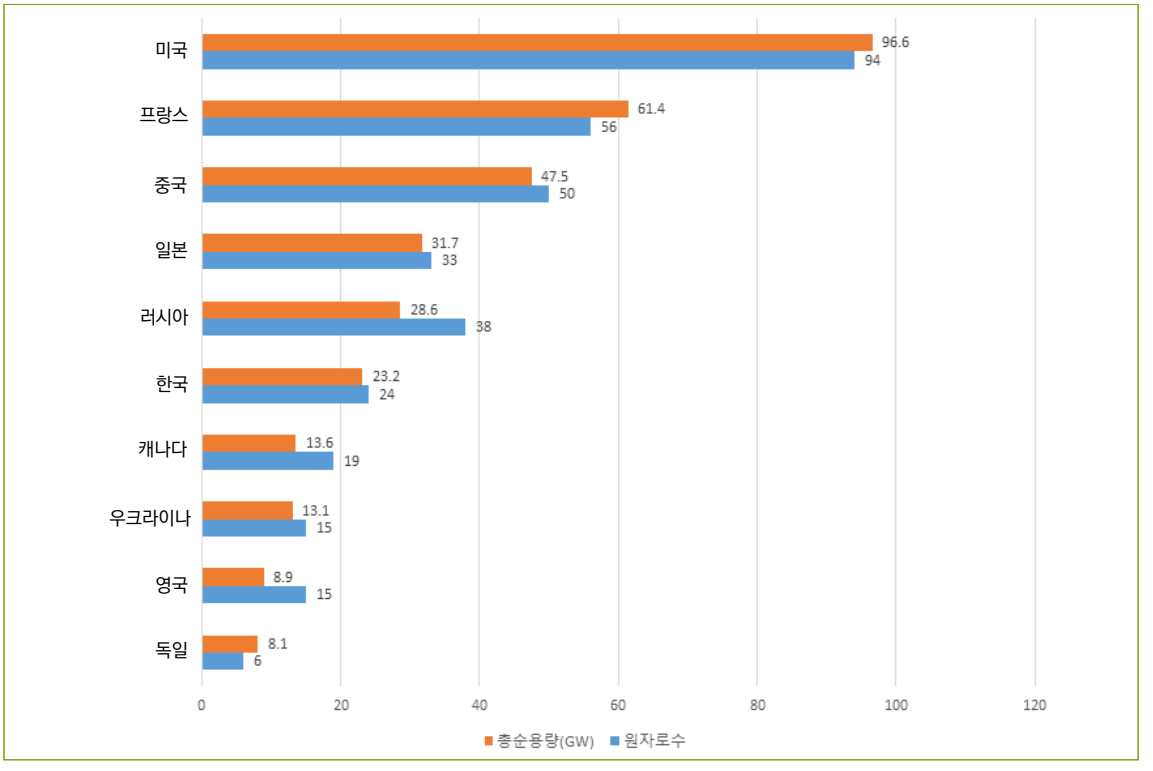
1) https://www.iaea.org/pris/(검색일 : 2021.04.21.)를 참고하여 작성되었음.
2) 대만을 포함하지 않을 경우 32개국임.

〈원자로 수 및 용량 추이〉



자료: IAEA PRIS(검색일 : 2021.04.21.)

〈주요 국가별 원전 운영 현황〉

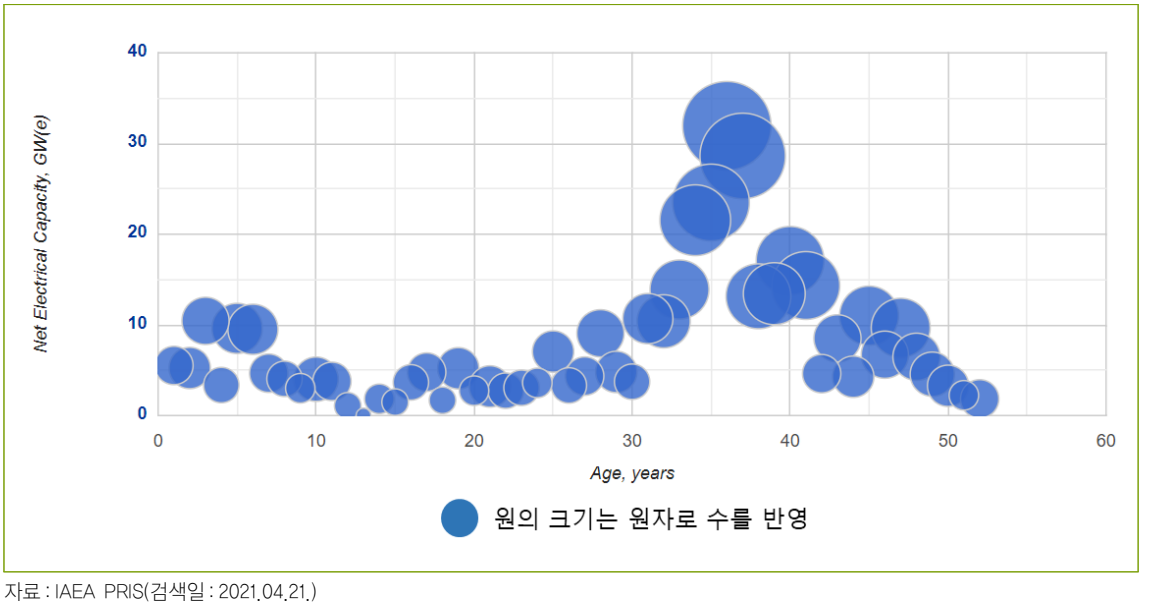


자료 : IAEA PRIS(검색일 : 2021.04.21.)

■ 전체 원전의 평균 가동년수는 31.1년으로 전반적으로 노후화가 진행 중임.

- 가동년수가 10년 미만인 원자로는 58기, 10년 이상 20년 미만인 원자로가 36기, 20년 이상 30년 미만인 원자로가 50기, 30년 이상 40년 미만인 원자로가 196기, 40년 이상 50년 미만인 원자로가 90기, 50년 이상인 원자로가 14기로, 30년 이상된 원자로가 전체의 68%를 차지함.
- 1990년 기준 전체 원전의 가동년수 평균은 10.8년(총 416기), 2000년 기준 18.4년(총 435기), 2010년 기준 25.8년(총 441기)임.

〈2021년 세계 원전 가동년수 분포〉



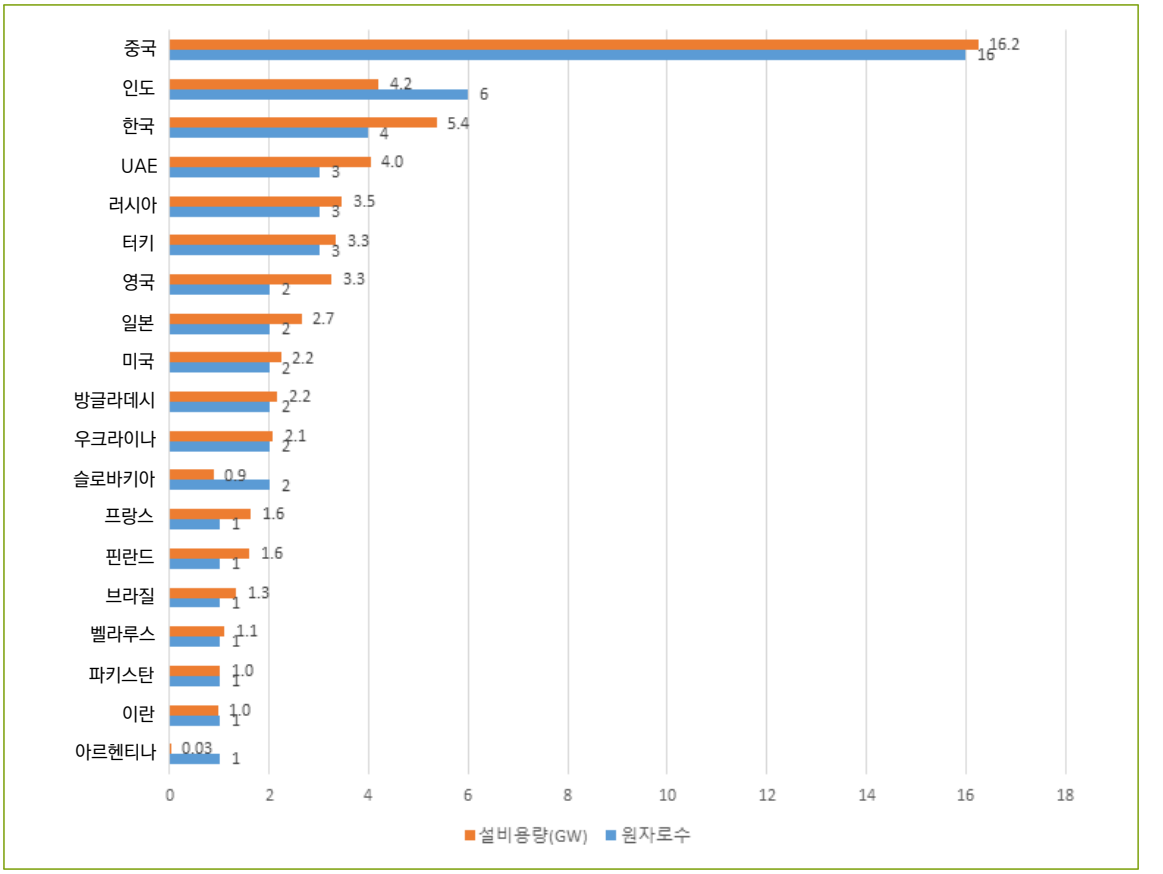
자료 : IAEA PRIS(검색일 : 2021.04.21.)

2) 건설 현황

■ 2021년 4월 기준 전 세계 19개 국가에서 54기의 원자로가 건설 중에 있으며, 건설 중인 원자로의 총 설비용량은 약 57.6GW임.

- 중국이 16기의 원자로를 건설 중에 있으며, 인도가 6기, 한국이 4기, 러시아, 터키, UAE가 각각 3기의 원자로를 건설 중임.

〈국가별 원전 건설 현황〉



자료 : IAEA PRIS(검색일 : 2021.04.21.)
*일본의 경우 현재 3기가 건설 중이나, IAEA 자료에서는 히가시도리 원전을 제외하고 2기로 표기됨.

3) 폐쇄 현황

■ **2021년 4월 기준 전 세계 21개국[3]에서 192기, 총 87.2GW의 원자로가 폐쇄되었음.**

- 미국이 39기의 원자로를 폐쇄하였고 영국과 독일이 각각 30기, 일본이 27기, 프랑스가 14기의 원자로를 폐쇄하였음. 이어 러시아가 9기, 스웨덴이 7기, 캐나다가 6기의 원자로를 폐쇄하였음.
- 불가리아, 이탈리아, 우크라이나가 각각 4기의 원자로를 폐쇄하였음. 슬로바키아와 스페인이 각각 3기, 한국, 리투아니아, 스위스, 대만이 각각 2기, 아르메니아, 네덜란드, 벨기에, 카자흐스탄이 각각 1기의 원자로를 폐쇄하였음.

3) 대만을 제외할 경우 20개국임.

〈IAEA 발표 기준 국가별 원전 운영 · 건설 · 폐쇄 현황 (2021.4)〉

(단위 : 개수, MW)

구분	국가	운영 중		건설 중		폐쇄	
		원자로	설비용량	원자로	설비용량	원자로	설비용량
원전 운영국가	미국	94	96,553	2	2,234	39	18,141
	프랑스	56	61,370	1	1,630	14	5,549
	중국	50	47,518	16	15,975		
	러시아	38	28,578	3	3,459	9	3,032
	일본	33	31,679	2	2,653	27	17,119
	한국	24	23,172	4	5,360	2	1,237
	인도	23	6,885	6	4,194		
	캐나다	19	13,554			6	2,143
	우크라이나	15	13,107	2	2,070	4	3,515
	영국	15	8,923	2	3,260	30	4,715
	스페인	7	7,121			3	1,067
	벨기에	7	5,930			1	10
	스웨덴	6	6,859			7	4,054
	독일	6	8,113			30	18,262
	체코	6	3,932				
	파키스탄	6	2,332	1	1,014		
	대만	4	3,844			2	1,208
	스위스	4	2,960			2	379
	핀란드	4	2,794	1	1,600		
	헝가리	4	1,902				
	슬로바키아	4	1,814	2	880	3	909
	아르헨티나	3	1,641	1	25		
	불가리아	2	2,006			4	1,632
	브라질	2	1,884	1	1,340		
	남아공	2	1,860				
	멕시코	2	1,552				
	루마니아	2	1,300				
	이란	1	915	1	974		
	슬로베니아	1	688				
	네덜란드	1	482			1	55
	아르메니아	1	375			1	376
신규 원전 건설국가	UAE	1	1,345	3	4,035		
	벨라루스	1	1,110	1	1,110		
	방글라데시			2	2,160		
	터키			3	3,342		
원전 폐쇄 국가	이탈리아					4	1,423
	리투아니아					2	2,370
	카자흐스탄					1	52
Total		444	394,098	54	57,315	192	87,248

자료 : pris.iaea.org(검색일 : 2021.04.21.)의 자료를 바탕으로 재구성

*일본의 경우 현재 3기가 건설 중이나, IAEA 자료에서는 히가시도리 원전을 제외하고 2기로 표기됨.

2. 북미

◉ 미국

■ 현황

- 미국은 2021년 4월 현재 94기(설비용량 96,1553MW)의 원자로를 가동 중이며, 2기의 원자로(2,234MW)를 건설 중이고 24기(17,540MW)의 원자로를 해체 중임.
  - 2020년 789TWh의 전력을 발전한 미국 원자력의 발전비중은 약 20%임.

■ 주요 정책

- 미 에너지부 원자력국, 원전 지원 및 신규 시장 진출 계획이 담긴 원자력 전략 비전(DOE-NE Strategic Vision) 발표
  - 원자력국은 "원자력은 미국 전체 발전량의 20%를 차지하고 가장 규모가 큰 무탄소 발전원이나, 경제성 악화 및 설계수명 도래라는 위기에 처해 있음. 따라서 미국의 원자력 핵심 인프라와 공급망을 잃기 전에 청정에너지 공급 및 시장 확대를 위해 차세대 원자로 실증이 필요함."이라고 밝힘.
  - 원자력국은 전략 비전을 미국의 에너지, 환경, 경제문제에 기여하는 차세대 원자력 기술을 발전시킨다는 원자력국의 목표 달성을 위한 청사진이라 소개함.
  - 원자력 전략 5대 비전으로 1) 기존 원전의 계속 운전 유지 2) 차세대 원자로 도입 3) 차세대 연료 주기 개발 4) 미국의 원자력 리더십 유지 5) 원자력국 조직 역량 강화를 제시함.
  - 원자력국은 상기 목표 달성을 위해 1) 2022년까지 원전의 수소 생산 시범사업을 실시하며 2) 2025년까지 초소형상업로 실증을 개시하고 3) 2022년까지 미국 내 고순도저농축우라늄(HALEU) 농축을 실증하고 4) 2021년까지 50개 대학의 원자력 R&D 프로그램에 기금 지원 등을 추진하고자 함.
- 미 에너지부, 차세대 원자로 개발에 7년간 최대 32억 달러 투자
  - 미 에너지부는 2020년 10월 미국의 차세대 원자로 실증 프로그램(Advanced Reactor Demonstration Program)을 통해 TerraPower와 X-Energy에 각각 8,000만 달러를 투자함.
  - 이들 기업은 7년 내로 가동이 가능한 실증로를 건설해야 하며, 7년간 최대 32억 달러를 지원받게 됨.
  - TerraPower가 건설을 추진하는 Natrium 원자로는 350MW급 소듐 냉각 고속로로서, 고온의 열을 저장할 수 있는 용융염 에너지 저장 설비가 포함되어 최대 5시간 동안 발전량을 500MW까지 높일 수 있음.

- X-Energy는 80MW급 고온 가스 냉각로 실증로 4기를 건설하게 되며, 전력 발전 외에도 담수화, 수소 생산 등에 활용이 가능한 것이 특징임.

• Ohio 주, 원전 재정지원제도 폐지

- Ohio 주는 2019년 7월 주내 2기 원전에 2021년부터 2027년까지 1억 5천만 달러를 제공 하는 원전 재정지원제도를 도입하였으나, 2020년 7월 입법을 주도한 Larry Householder 전 하원의장이 발전회사 FirstEnergy로부터의 뇌물 수수혐의로 FBI에 구속되자 제도 폐지 논의가 시작됨.
- Ohio 하원은 원전 재정지원제도 폐지안을 2021년 3월 10일 제출하였고, 폐지안은 3월 24일 상원을 통과해 3월 31일 Mike DeWine 주지사의 서명으로 원전 재정지원제도 폐지가 결정됨.

• 미 에너지부, SMR 건설 프로젝트에 13억 5천만 달러 지원 결정

- 미 에너지부는 2020년 10월 유타주연합전력공급체(Utah Associated Municipal Power Systems, UAMPS)가 아이다호 국립 연구소 부지에 NuScale의 60MW급 SMR 12기를 건설하는 프로젝트인 Carbon Free Power Project(CFPP)에 10년간 13억 5천만 달러 지원을 결정함.
- UAMPS가 추진하는 원전 건설의 특징은 프로젝트 참여 도시와 전력 판매계약을 체결하고 참여 도시는 계약용량에 비례해 건설비용을 부담한다는 점이며, 32개 회원 도시가 CFPP에 참여해 약 200MW의 용량을 계약함.
- UAMPS는 2023년 NRC에 원전 건설 신청서를 제출하고 2025년 착공해 2030년 상업운전 개시를 목표로 함.

■ 주요 이슈

• NRC, 복수의 원자로 출력증강 승인

- 2020년 10월 NRC는 Farley 1 · 2호기(1.7%, 77MW) Watts Bar 2호기(1.4%, 17MW)의 출력증강을 승인하였고, 2021년 2월에는 Oconee 1~3호기의 1.6%(42MW) 출력증강을 승인함.
- NRC는 1977년부터 총 170건의 원자로 출력증강을 승인하였으며, 출력증강으로 상승한 원전 설비용량은 8,010MW임.

• New York 주, 사용후핵연료 보관시설 과세 허용

- New York 주, 재산세법 제102조를 개정, 사용후핵연료를 저장하고 있는 수조 또는 건식 캐스크를 과세할 수 있는 자산에 포함시킴.

- Indian Point 2 · 3호기가 영구 정지됨에 따라 운영사 Entergy와 약 3,300만 달러 규모의 PILOT(Payment in Lieu of Taxes) 계약을 체결한 원전 인근 4개 지방자치단체의 세수 감소가 예상되는 상황이었음.
- PILOT 계약이란 기업(또는 비영리단체)과 지방자치단체가 체결하는 재산세 감면 계약으로, 일반적으로 지방자치단체가 세금을 투입해 제공하는 공공 서비스를 기업이 제공할 경우 그 기여분을 인정해 지방자치단체는 일정 기간 동안 재산세를 감면해주는 대신 기업은 그 기간 동안 일정액을 세금 대신 지방자치단체에 납부하는 제도임.
- 동 계약에 따르면 Indian Point 영구정지 시 Entergy가 4개 지방자치단체에 납부하는 금액은 원전 영구정지 다음 해부터 매해 30%씩 감소해 4년 뒤부터는 90% 감소함.
- New York 주의 사용후핵연료 과세 허용은 Indian Point 원전 영구정지로 세수 감소에 직면한 원전 인근 지방자치단체에 도움이 될 전망임.
- 다만, 사용후핵연료의 실제 과세까지는 시간이 걸릴 전망임.

• New Mexico 주, NRC에 고준위 폐기물 중간저장시설 건설 승인 절차 중단 요구

- New Mexico 주는 2021년 3월 NRC를 상대로 Holtec International(Holtec)이 추진하는 중앙 집중형 중간저장시설(Consolidated Interim Storage Facility, CISF)의 건설 허가 절차 중단을 요구하는 소송을 제기함.
- New Mexico 주는 Holtec이 추진하는 CISF는 수자원 및 농업에 피해를 줄 것이며, NRC의 무책임한 건설 승인은 New Mexico 주에 방사성 폐기물 사고 대응을 위한 인력 훈련 및 장비 구매에 대한 막대한 비용을 떠넘기는 결과로 이어질 것이라고 주장함.
- New Mexico 주는 고준위 방사성 폐기물 영구처분장이 허가되지 않을 것으로 보는 것이 합리적인 만큼, New Mexico 주에 CISF가 건설된다면 사실상 영구 처분장이 될 것이라고 주장함.
- Holtec은 New Mexico 주 Carlsbad에 8,680톤의 방사성 폐기물을 저장할 수 있는 CISF 건설 및 운영을 추진 중임.
- 이후 60년에 걸쳐 최대 1만개의 캐니스터를 보관할 수 있도록 중간저장시설을 확대할 계획임.

◉ 캐나다

■ 현황

• 캐나다는 현재 19기의 원자로(13,554MW)를 가동 중이며, 6기의 원자로(2,143MW)가 영구정지됨

- 2019년 95TWh의 전력을 생산한 캐나다의 원자력은 약 15%의 발전비중을 차지함.

• 캐나다의 19기 원전 중 Point Lepreau를 제외한 18기가 Ontario 주에 위치함.

■ 주요 정책

• 캐나다, SMR 개발을 위한 투자 지속

- 캐나다 정부는 2020년 10월 194MW급 모듈형 일체형 용융염 원자로(Integral Molten Salt Reactor, IMSR)를 개발 중인 Terrestrial Energy에 2,000만 캐나다 달러를 투자함. 투자금은 캐나다 원자력안전위원회(CNSC)의 인허가 확보 관련 사업에 쓰일 예정임.
- Terrestrial Energy는 2020년대 말까지 상업 운전을 목표로 하며, 자사의 IMSR은 냉각재 상실사고의 위험이 없으며, 열 생산이 가능해 수소 생산에도 활용할 수 있다고 주장함.
- 캐나다 New Brunswick 주는 2021년 2월 100MW급 소듐냉각고속로(Sodium-cooled Fast Reactor)를 개발 중인 ARC Clean Energy에 2,000만 캐나다 달러를 투자함.
- 캐나다 정부는 2021년 3월 300MW급 모듈형 용융염 원자로 SSR-W(Stable Salt Reactor - Wasteburner)를 개발하는 Moltex Energy에 5,000만 캐나다 달러 투자를 발표함.
- Moltex Energy가 개발 중인 SSR-W는 사용후핵연료를 연료로 재활용할 수 있으며, SSR-W 원자로에 연계된 열에너지 저장 장치(GridReserve®)를 통해 전력수요가 낮을 때 발전량의 일부를 열에너지로 전환해 저장한 후 전력수요가 높을 때 열에너지를 전기에너지로 변환하여 계통안정성에 기여할 수 있음.

• 캐나다, SMR 개발을 위한 액션 플랜 발표

- 캐나다는 2020년 12월 SMR 개발 및 도입을 위한 SMR 액션 플랜(Canada's Small Modular Reactor Action Plan)을 발표함.
- SMR 액션 플랜은 2018년 발표한 SMR 로드맵(A Call to Action: A Canadian Roadmap for Small Modular Reactors)의 53개 권고안을 토대로 연방 · 주 정부, 민간 기업 등 총 109개 주체의 SMR 도입을 위한 450개 활동 계획을 담고 있음.
- 캐나다 SMR 로드맵은 SMR 도입을 위한 4가지 축으로 1) SMR 실증 및 도입 2) 관련 정책 및 법령 마련 3) 역량 확대와 국민과의 대화 4) 국제 협력 및 시장 구축을 제시하고, 이와 관련된 53개 권고안을 마련하는 것을 제시함.

〈2018년 캐나다 SMR 로드맵 권고안 및 2020년 액션 플랜의 기관별 활동 내역 일부 예시〉

2018년 로드맵 권고안	2020년 액션 플랜 활동 내역	활동주체
권고안 1: 연방 정부는 SMR 실증 사업에 관심 있는 주, 유틸리티, 민간 기관으로부터의 투자를 활용해 하나 이상의 SMR 실증 프로젝트에 기금을 지원해 민간 기업과 비용을 분담한다.	캐나다 연방정부는 전략 혁신 기금(Strategic Innovation Fund)을 통해 SMR 상용화를 위해 캐나다 기업 Terrestrial Energy에 2천만 달러를 지원함.	캐나다 연방정부
권고안 3: 연방 정부는 SMR 실증 프로젝트 과정에서 발생하는 방사성 폐기물 관리 및 처분 비용의 일부를 민간 기업과 분담을 고려한다.	캐나다 연방정부는 2021년 가을까지 기존 방사성 폐기물 정책을 검토해 국제기준에 맞춘 방사성 폐기물 정책을 내놓고자 함. 이 과정에서 원주민을 포함한 이해당사자들과 깊이 있는 논의를 나눌 예정임.	캐나다 연방정부
권고안 9: 캐나다 연방 정부는 원자력을 청정에너지 발전원 개발 프로그램 및 정책에 포함한다.	정부는 원자력을 국제 에너지 및 기후변화 논의에 포함시키고자 하며, 필요한 경우 캐나다는 국제 기후 변화 논의의 장에서 적극적으로 원자력을 해결책으로 제시할 것임.	캐나다 연방정부
권고안 12: 연방 정부, 주 정부는 원자력과 SMR을 포함한 모든 발전원에 대한 캐나다 국민의 시각, 태도, 이해를 평가하기 위한 양적 질적 연구를 실시한다.	정부는 SMR 도입 지지를 얻기 위해서는 투명하고 열린 대화를 통해 국민으로부터 신뢰를 얻어야 함을 인지하고 있기에, 캐나다 유엔 협회(UNAC)와 협력해 청소년들에게 SMR이 UN 지속가능한 개발 목표 달성에 어떻게 기여할 수 있는지에 대한 논의를 하고자 함.	캐나다 연방 정부
권고안 16: 주 정부는 SMR 실증 프로젝트에 재원을 제공하는 등 연방 정부와 협력한다.	Ontario 州는 주내 유틸리티와 Darlington 원전 부지에 300MW급 SMR을 건설하는 프로젝트의 타당성을 조사하고 있음.	Ontario 州
권고안 40: SMR 도입에 관심 있는 유틸리티는 하나 이상의 SMR 실증 프로그램에 참여해 리스크를 분담한다.	Ontario Power Generation은 권고안에 따라 이하 2개의 SMR 최초호기 실증 프로젝트에 참여함. 1) Chalk River 연구소의 GFP MMR 프로젝트 2) Darlington 부지에 300MW급 SMR을 건설하는 프로젝트	Ontario Power Generation

자료: SMR Action Plan - Full List of Actions(검색일 : 2021.04.14.)

3. 아시아 및 아프리카

◉ 일본

■ 현황

- 2021년 4월 기준 33기(31,679MW)를 운영 중이며, 3기(4,141MW)를 건설 중임. 33기 중 25기가 신규제 기준 적합성 심사를 신청해 9기가 가동을 재개※함.
  - 후쿠시마 원전 사고 직전 54기를 운영했지만 원전 사고 후 현재까지 21기(15,877MW)가 영구 정지되었음.

– 적합성 심사는 원자로 설치 변경 허가 심사(이하 '안전 심사'), 공사계획 인가 심사, 보안규정 인가 심사로 구성되며 운영 중인 원전 중에서는 25기가, 건설 중 원전 중에서는 2기가 적합성 심사를 신청함. 현재 안전 심사 단계를 통과한 원전은 16기로 이 중 4기는 40년 이상 가동한 원전임.

※ 가동 재개를 위해서는 적합성 심사를 모두 통과한 후 안전 대책 공사 완료, 지역 동의, 사용 전 검사 합격을 해야 함. 일본에서 원전은 원칙적으로 가동 시작일에서 40년 가동할 수 있으며, 1회에 한해 20년 가동 기간을 연장할 수 있음. 일본 언론은 원자로 기동 시 재가동을 달성한 것으로 판단하고 있음.

• 2019년 총 발전량은 1,032.5TWh로 이 중 원자력이 8%, 가스 34%, 석탄 32%, 수력 8%, 태양광 7%, 풍력 1%를 차지함.[4)]

〈2021년 4월 기준 일본 원전 적합성 심사 현황〉

<table>
<tr><th>원전 보유 형태</th><th>후쿠시마 사고 직전 2011년 2월 말 기준 운영 원전 수</th><th colspan="2">영구 정지 및 적합성 심사 추진 현황</th><th colspan="2">최종 결정 내역 (2021.04.)</th></tr>
<tr><td rowspan="8">상업용 원전 (총 57기)</td><td rowspan="8">총 54기</td><td rowspan="2">상업로 57기 중 영구 정지 결정 (24기)</td><td>후쿠시마 사고 이전 (3기)</td><td colspan="2">– 도카이원전(1998.03.31. 폐쇄)
– 하마오카 1 · 2호기(2009.01.30. 폐쇄)</td></tr>
<tr><td>후쿠시마 사고 (2011.3.11.) 이후 (21기)</td><td colspan="2">– 후쿠시마 제1원전 (6기)
– 적합성 심사 추진 없이 영구 정지 결정(15기)</td></tr>
<tr><td rowspan="6">2021년 4월 운영 중 원전 (33기)</td><td rowspan="4">• 적합성 심사 신청(25기)</td><td rowspan="2">• 적합성 심사 통과 (13기)</td><td>– 가동 재개(9기)
※가동 재개 : 적합성 심사 통과와 안전 대책 공사 완료, 사용 전 검사 합격, 지역 동의가 필요함.</td></tr>
<tr><td>– 가동 재개에 필요한 지역 동의 등 후속 절차 진행(4기)
※ 3기는 40년 이상 된 노후 원전임.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">• 적합성 심사 중 (12기)
※ 적합성 심사는 안전 심사 허가, 공사계획 인가, 보안규정 인가로 구성됨.</td><td>– 안전 심사 통과 후 남은 심사 중(3기)
※1기는 40년 이상 된 노후 원전임.</td></tr>
<tr><td>– 안전 심사 미통과 (9기)</td></tr>
<tr><td>• 적합성 심사 신청 미결정(8기)</td><td colspan="2">– 가동 중단 후 처리 방침 미결정(8기)</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">– 건설 중 원전(총 3기)</td><td colspan="2">• 적합성 심사 신청(2기)</td><td colspan="2">– 오마원전, 시마네 3호기</td></tr>
<tr><td colspan="2">• 적합성 심사 신청 미결정(1기)</td><td colspan="2">– 히가시도리원전 1호기</td></tr>
</table>

※ 적합성 심사를 모두 통과한 원전은 13기이며 이 중 9기는 재가동(간사이전력 다카하마 3, 4호기, 오이 3, 4호기, 규슈전력 센다이 1, 2호기, 겐카이 3, 4호기, 시코쿠전력 이카타 3호기)했고, 4기(도쿄전력 가시와자키 가리와 7, 간사이전력의 노후 원전인 미하마 3, 다카하마 1, 2)는 재가동에 필요한 후속 절차(안전 대책 공사 완료, 지역 동의, 사용 전 검사 합격)를 진행 중임.

자료 : 일본 원자력산업협회 2021.04.06., 원자력규제위원회 신규제 기준 적합성 심사 진청 상황 2021.04.07.자료를 토대로 작성

4) Enerdata, Country Energy Report Japan, 2020.10.

■ 주요 정책

- 일본 정부는 2018년 7월 발표한 제5차 에너지기본계획에서 3E+S 원칙에 따라 2030년 발전량에서 원자력 비중을 20~22%, 재생에너지 22~24%, 화석연료 56%로 설정함.[5] 해당 원자력 비중을 달성하려면 원전 약 30기를 가동해야 함.

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

- 일본은 사용후핵연료를 재처리 후 원전 연료로 재사용하는 순환형 핵연료 주기(Closed-loop Fuel Cycle) 정책을 추진 중이지만, 이 정책의 핵심 시설인 재처리공장 완공 지연으로 사용후핵연료 저장시설 확보가 시급함.

  - 일본 내 보관 중인 사용후핵연료는 2019년 기준 18,000t으로 일본 전체 저장 용량인 약 24,000t의 약 75%를 차지함. 원전 운영사는 건식 저장 시설 설치 등을 통해 2030년까지 총 약 6,000t의 추가 저장 용량을 확보할 계획임.

- 일본 정부는 2021년 여름 제6차 에너지기본계획을 수립할 예정임.

■ 주요 이슈

- 일본, 탄소중립 실행 계획인 '녹색 성장 전략'에서 차세대 원자로 개발 계획 제시

  - 일본은 2020년 12월 25일 발표한 탄소중립 실행 계획인 '녹색 성장 전략'에서 원자력에 대해 의존도는 가급적 낮추겠지만 안전성 강화를 통해 지속적으로 활용할 것이며 차세대 원자로도 개발할 계획이라고 밝힘.

  - 전략에서는 2050년 발전량 참고치※가 제시되었고, 재생에너지 비중을 50~60%, 수소·암모니아의 연료 활용 발전을 약 10%, 원자력과 CO_2 포집을 전제로 한 화력발전의 비중을 30~40%로 설정함.

  ※ 일본 정부는 참고치를 향후 심층 논의를 위한 하나의 수치라고 강조함. 향후 이 수치에 한정하지 않고 다양한 시나리오를 앞으로 분석할 예정임

  - 더불어 원자력과 관련한 목표로 ① 2030년까지 국제 협력을 통한 SMR 기술 실증, ② 2030년까지 고온 가스로를 통한 수소 생산과 관련한 핵심기술 확보, ③ ITER 계획 등 국제 연계를 통한 핵융합 R&D 추진을 제시했음.

- 원전 4기, 테러 대책 시설 완공 후 가동 재개

  - 2020년 테러 대책 시설 공사 지연으로 원전 정기 검사를 겸해 시설 설치 공사를 추진했던 원전 4기 모두 테러 대책 시설 설치를 완료해 가동을 재개※함.

  ※ 일본 언론은 원자로 기동을 재가동 시점으로 판단하여 보도함.

---

5) 2019년 1월 경제산업성에 공식 게시된 '제5차 에너지기본계획 개요'에서는 전원별 비율이 기재되어 있었지만, 현재 게시물에는 전원별 비율이 삭제되어 있음.

- 테러 대책 시설은 항공기가 원전에 충돌하는 테러 공격을 받아도 원격으로 원자로를 제어할 수 있도록 조치한 시설로 원전 상세 설계를 정리한 공사 계획 인가일에서 5년 이내 설치해야 함.
- 테러 대책 시설의 설치 기한을 초과하여도 해당 원전이 정기 검사 중이면 계속 공사를 진행할 수 있으며, 시설 완공 후 사용 전 검사에 합격 시 재가동할 수 있음.
- 2020년 11월 17일 규슈전력 센다이 1호기가 최초로 테러 대책 시설 설치 후 가동을 재개했으며, 12월에는 센다이 2호기도 시설 설치를 완료해 가동을 재개함. 2021년 3월에는 간사이전력 다카하마 3호기가 시설 설치 후 가동을 재개했고 4월 12일에는 다카하마 4호기가 시설 설치 후 가동을 재개함.
- 한편, 2021년 3월에는 이카타 3호기가 테러 대책 시설 설치 기한을 미준수하여 정기 검사를 겸해 시설 설치를 진행 중이며 2021년 10월경 공사 완료·가동 재개할 계획임.

〈재가동 원전의 테러 대책 시설 설치 기한과 비용〉

전력사	발전소	테러 대책 시설 설치 완료	테러 대책 시설 설치 기한	테러 대책 시설 설치 후 원자로 기동	시설 설치 총 공사비	
					최초 전망한 금액	2020년 10월 기준 전망액
규슈전력	센다이 1	○	2020.03.17.	2020.11.17.	430억 엔	2,420억 엔
	센다이 2	○	2020.05.21.	2020.12.22.		
간사이전력	다카하마 3	○	2020.08.03.	2021.03.07.	691억 엔	1,257억 엔
	다카하마 4	○	2020.10.08.	2021.04.12.		
시코쿠전력	이카타 3		2021.03.22.		320억 엔	550억 엔
간사이전력	오이 3		2022.08.24.		1,308억 엔	1,507억 엔
간사이전력	오이 4		2022.08.24.			
규슈전력	겐카이 3		2022.08.24.		2,400억 엔	2,400억 엔
	겐카이 4		2022.09.13.			

자료 : 주니치신문 2020.10.18., 일본원자력산업신문 2020.11.12., 일본 원자력산업협회 2021.04.06., 간사이전력 다카하마 4호기 원자로 기동 예정 발표 2021.04.09. 자료를 토대로 편집·작성

- 일본, 후쿠시마 제1원전 오염수 정화 후 해양방류 결정
  - 일본 정부는 2021년 4월 13일 후쿠시마 제1원전에서 발생하는 오염수를 다단계 정화 처리해 트리튬 이외의 방사성 물질은 해양 방류 가능한 농도 기준 이하로 낮추고 화학적으로 수소와 성질이 같아 제거가 불가능한 방사성 물질인 트리튬은 일본 방류 기준치의 40분의 1 수준으로 농도를 희석해 해양 방류하기로 공식 결정함.

※ 국제방사선방호위원회(ICRP) 권고에 따라 일본 원자력발전소 규제 기준에서는 액체·기체 폐기물에 포함된 방사성물질을 방출할 시, 방사성물질 종류별로 '농도 한도'가 정해져 있음. 일본의 가동 중 원전에서 발생하는 트리튬수는 법정 기준치(1리터당 6만 Bq) 이하면 배수할 수 있음.

- 후쿠시마 제1원전에서는 지하수 유입으로 1일 140㎥(2020년 기준)의 오염수가 발생 중이며, 도쿄전력은 1,047기(137만㎥ 보관 가능)의 탱크를 설치하여 오염수를 방사성물질 제거 장치인 ALPS(Advanced Liquid Processing System) 등으로 정화해 보관 중임.
- 도쿄전력은 2021년 4월 기준 125만㎥가 채워졌으며, 2022년 가을경 탱크가 포화될 것이라 전망함. 탱크에 보관 중인 물의 약 70%는 해양 방류 기준치 이상의 방사성 물질(요오드 129, 스트론튬 90, 루테늄 106 등)이 포함되어 있음.
- 원전 부지 내 탱크 증설은 원전 폐로 작업에 영향을 줄 수 있으므로 정부 전문가위원회는 탱크에 보관 중인 물의 처분 방법에 대해 2016년 9월부터 논의했으며 2020년 2월 해양 방류와 대기 방출이 현실적인 처분 방법이라고 밝히며 최종 결정은 정부에 맡김.

• 일본 최초로 방사성폐기물 최종 처분장 부지 선정 1단계 착수

- 일본 방사성폐기물 최종처분사업자인 일본원자력발전환경정비기구(Nuclear Waste Management Organization of Japan)는 2020년 11월 17일 홋카이도의 기초지자체인 숫쓰정과 가모에나이촌에서 방폐물 최종처분장※ 부지 선정 절차 1단계인 문헌 조사에 일본 최초로 착수함.

※ 일본 방사성폐기물 최종처분장에는 고준위방폐물과 지층처분이 필요한 저준위 방폐물(일본 방폐물 분류 기준)이 처분될 예정임. 한국 중·저준위 방폐물은 일본의 저준위 방폐물에 포함됨.

- 2020년 10월, 숫쓰정 정장은 지역 산업 발전을 위한 재원 확보를 위해 처분장 부지 조사가 교부금을 수령할 수 있는 하나의 수단이라며 부지 조사를 신청했고, 비슷한 시기 가모에나이촌은 경제산업성의 부지 조사 제안을 수락하였음.
- 최종처분장 부지 선정은 3단계에 걸친 조사를 약 20년간 진행하며, 1·2단계에서는 교부금이 지급됨. 조사는 중도 철회 가능하며 철회 시 교부금은 반환할 필요가 없음.

• 일본, 원전 수출 사업 사실상 모두 무산

- 일본 정부는 후쿠시마 사고로 국내 신규 원전 건설 계획이 중단되자 일본 대형 플랜트 업체 도시바, 미쓰비시중공업, 히타치제작소(이하, 히타치)와 연합해 원전 수출을 추진했지만, 2020년 9월 히타치가 영국 원전 건설 계획을 철수함에 따라 결과적으로는 모든 사업이 중단·철수됨.
- 2012년 리투아니아 국민투표에서 원전 건설 반대의견이 다수를 차지해 내정되었던 히타치의 원전 수출이 무산됨. 2010년 합의한 베트남 원전 건설 계획은 2016년 철회됨. 히타치와 도시바, 미쓰비시중공업 등이 관련된 대만 원전 계획도 2014년 취소된 바 있음.

- 미쓰비시중공업은 정부 및 프랑스와 협력해 터키 시놉에서 원전 4기 건설을 추진 중이었지만 안전 기준 강화로 인한 원전 사업비의 대규모 증가로 터키 측과 조건 면에서 이견이 있어 2018년 12월 일본 언론은 사업이 사실상 무산된 것으로 판단 중임.
- 도시바는 2018년 자회사인 웨스팅하우스 경영 악화로 미국·영국 원전 건설 사업에서 공식 철수함.
- 2020년 9월 16일 히타치도 영국 Wylfa Newydd 프로젝트의 총 사업비가 처음에 계획했던 금액보다 최대 2배 정도 늘어날 것으로 전망되는데다 코로나-19의 영향으로 인한 투자 환경 악화로 영국 Wylfa Newydd 프로젝트 철회를 공식 발표함.

〈 일본 정부·기업의 주요 원전 수출 계획 〉

터 키	미쓰비시 중공업	2013년 건설 합의 조건에 대한 이견을 좁히지 못함	사실상 건설 무산
베트남	일본 정부	2010년에 건설 합의 2016년 베트남이 건설 철회	사업 추진 좌절
리투아니아	히타치	2012년 리투아니아 국민투표에서 완전 건설 '반대'	
미 국	도시바	도시바 산하 웨스팅하우스가 대규모 손실로 파산	
		2018년 텍사스州 계획에서 철수	
대 만	히타치 도시바 미쓰비시중공업	2014년 대만이 완전계획 동결 발표	
영 국	도시바	2018년 11월 도시바 자회사 NuGen 해산 발표	
	히타치	건설비 급등 등의 문제 발생	철수

자료 : 아사히신문, 2018.12.06.을 토대로 편집·작성

◉ 중국

■ 현황

- 중국은 50기의 원전(47,518MW)을 가동 중이며, 현재 16기의 원전(15,795MW)을 건설
  - 2020년 366TWh를 발전한 중국 원자력의 발전비중은 약 5%임.

■ 주요 정책

- 노후화된 석탄화력발전소 의존도가 높은 중국은 심각한 대기오염에 직면해 있으며, 원전과 같은 비화석연료 발전원의 비중을 높여 대기오염 문제를 해결하고자 함.

  ※ 2020년 현재 화석연료 발전원의 발전비중은 62%임.

  - 2014년 중국 국무원은 "대기오염과의 전쟁"을 선언하며 화석연료 발전원의 폐쇄를 속도감 있게 추진할 것을 발표하였으며, 2030년까지 1차 에너지 소비의 20%를 비화석 연료로부터 얻겠다는 계획을 발표함.
  - 또한 2030년까지 온실가스 배출량을 2005년 대비 60% 수준으로 낮추고자 함.

- 중국은 2021년 3월 발표한 제14차 5개년 계획에서 2025년까지 원전 설비용량을 70GW로 늘리겠다는 계획을 발표함.
  - 또한 2025년까지 에너지 집약도 13.5%, 탄소 배출량 18% 저감 목표를 제시함.

- 또한 2030년을 정점으로 탄소 배출량을 감소세로 전환, 2060년까지 탄소 중립 달성 목표를 천명하였으며, 그 일환으로 원전 확대를 추진 중임.
  - 2000년부터 2019년 사이 중국 원전의 발전량은 16.74TWh에서 348.35TWh로 증가해 17.32%의 연 평균 성장률을 기록하였으며, 이는 중국 전체 발전량 연 평균 성장률 9.14%를 상회함.

■ 주요 이슈

- 중국 원자력 안전 표준 기술 위원회 설립
  - 원자력 안전 표준 기술 위원회는 중국 생태환경부 산하 기관으로, 원자력 발전소, 핵연료 주기 시설, 핵 물질 및 방사성 폐기물 안전에 대한 국가 표준을 설립하는 기관임.
  - 기술 위원회는 엄격하고 높은 수준의 원자력 안전 기준을 설립하고 원자력 안전 법제화 수준을 한층 높이겠다고 밝힘.

- Changjiang 3호기 착공
  - 2021년 3월 31일 중국 자체개발 Hualong One 노형인 Changjiang 3호기의 건설이 시작됨.
  - 건설비용은 약 60억 달러로, 4호기는 10개월 내로 착공할 예정이며 2개 호기 모두 2026년 내 상업운전을 목표로 함.
  - 최초로 상업운전을 시작한 Hualong One 노형은 2021년 1월 가동을 시작한 Fuqing 5호기이며, 현재 중국에서 9기, 파키스탄에서 1기의 Hualong One 노형이 건설 중임.

◉ 대만

■ 현황

- 대만은 현재 4기의 원전(3,844MW)을 가동 중이며, 2기의 원전(1,208MW)이 영구 정지됨.
  - 2020년 총 30.34TWh의 전력을 생산한 대만 원자력의 발전비중은 12.7%임.

■ 주요 정책

- 대만의 탈원전 정책 도입 배경
  - 2011년 후쿠시마 원전사고를 계기로 대만 국민의 원전 안전성에 대한 우려가 커지자 원전의 계속운전을 추진하던 국민당은 원전 계속운전 계획을 철회함.
  - 이후 탈원전을 공약으로 건 민진당이 2016년 집권한 뒤 탈원전 정책이 본격적으로 추진되었고, 대만은 2025년까지 모든 원전의 가동을 정지한다는 내용을 전기사업법에 포함시킴.
  - 2018년 11월 전기사업법의 탈원전 조항을 삭제하는 국민투표가 시행되어 조항이 삭제되었으나, 대만 정부는 법 조항 삭제와는 별개로 탈원전 정책은 유지될 것이라고 발표함.
- 대만 정부의 탈원전 이후 에너지 공급 계획
  - 대만은 2025년까지 원전의 비중을 점진적으로 낮추는 동시에 안정적인 에너지 공급을 위해 에너지 믹스를 천연가스 50%, 석탄 30%, 재생에너지 20%로 재편하고자 함.
  - 대만은 2017년 “재생에너지개발법”을 개정, 2025년까지 재생에너지 설비용량을 27GW로 늘리고자 하며, 이는 육상풍력 1.2GW, 태양광 20GW, 해상풍력 5.7GW로 구성됨.
- 대만, 제4원전 건설 재개 여부 국민투표 2021년 8월 시행
  - 본 국민투표는 대만의 친원전인사 Huang Shih-hsiu(黃士修)가 제출한 것으로, Huang Shih-hsiu는 2018년 탈원전을 골자로 하는 대만 전기사업법 제95조 1항 폐지에 대한 국민투표를 제출한 바 있음.
  - 대만 선거관리위원회는 5월 27일 국민투표에 대한 자세한 사항을 공지할 예정이며, 투표 결과는 9월 3일 발표됨.
  - 대만의 제4원전은 1999년 건설이 시작되어 공정률이 90%를 넘겼음에도 거센 탈원전 여론으로 인해 2014년 건설이 중단되고 봉인됨.
  - 2021년 3월 Tsai Ing-wen 총통은 제4원전 건설 재개 반대 입장을 재차 밝힘.

◉ 인도

■ 현황

- 인도는 총 23기의 원자로(6,885MW)를 가동 중이며, 6기(4,194MW)의 원자로를 건설
  - 건설 중인 원자로는 인도가 자체개발한 가압중수로 3기, 러시아의 경수로 2기 및 인도가 자체개발한 고속증식로 1기임.
- 2019년 40TWh의 전력을 생산한 인도 원자력의 발전 비중은 3.2%임.

■ 주요 정책

- 인도 정부, 2032년까지 원전 설비용량 22.5GW로 확대
  - 2019년 인도는 2032년까지 원전 설비용량을 22.5GW로 늘리겠다는 계획을 발표함.
  - 인도는 목표 달성을 위해 2031년까지 21기 신규 원전 가동을 계획하고 있으며, 여기에는 자체개발 노형 10기가 포함됨.

■ 주요 이슈

- Kakrapar 3호기, 송전망 연결
  - 인도 자체개발 700MW급 PHWR 노형인 Kakrapar 3호기가 2021년 1월 송전망에 연결됨.
  - Kakrpar 3호기는 2010년 건설이 시작되었으며, 2020년 7월 최초임계를 달성함.
  - 동일한 노형인 Kakrpar 4호기와 Rajasthan 7 · 8호기는 2011년 7월에 착공됨.

◉ 방글라데시

■ 현황

- 방글라데시는 VVER-1200 노형 2기로 구성된 Rooppur 원전을 건설 중임.
  - 1 · 2호기는 2017년과 2018년 건설이 시작되었으며, 2023년과 2024년 가동 예정임.

■ 주요 정책

- 2021년까지 전 국민 전력 공급을 국가 중점 과제로 추진 중인 방글라데시는 안정적인 전력 공급을 위해 2041년까지 원전 설비용량을 7GW로 늘리고자 함.

- 5년마다 발표하는 전력시스템기본계획(Power System Master Plan) 2016년판에 따르면 방글라데시는 2030년까지 총 설비용량을 40GWe, 2041년까지 60GWe로 늘리고자 함.
- 2019년 현재 방글라데시의 총 설비용량은 18,961MW임.

◉ UAE

■ 현황

- UAE는 APR1400 노형 4기로 구성된 Barakah 원전을 건설 중이며, 1 · 2호기가 완공됨.
  - 2021년 4월 Barakah 1호기가 상업운전을 시작하였고, 2호기 역시 연료장전이 완료되는 등 상업운전에 근접함.
  - Barakah 원전은 완공 시 UAE 전력의 약 25%를 공급하게 됨.

■ 주요 이슈

- Barakah 1호기 상업운전 개시
  - 2021년 4월 6일 Barakah 1호기가 상업운전을 개시함.
  - 2012년 건설이 시작된 Barakah 원전의 건설비용은 약 200억 달러임.
- Barakah 2호기 연료장전 완료
  - 2021년 3월 Barakah 2호기의 연료장전이 완료되어 Barakah 2호기는 원자로의 출력을 점진적으로 높여 통을 점검하는 출력상승시험(Power Ascension Test: PAT)에 돌입함.
  - Barakah 3 · 4호기의 공정률은 94%와 87%임.

◉ 터키

■ 현황

- 터키는 Mersin 주에 1,200MW급 VVER-1200 4기로 구성된 Akkuyu 원전을 건설 중이며, 현재 1~3호기의 건설이 진행 중임.
  - 터키는 공화국 100주년인 2026년 완공을 목표로 하며, 1호기는 2023년 가동될 예정임.
  - Akkuyu 원전 건설비는 약 200억 달러이며, 완공 시 터키 전력의 10%를 공급하게 됨.

■ 주요 정책

- 터키는 2017년 4월 안정적인 전력 공급 및 원전의 발전 비중 10% 이상 확보를 목표로 하는 국가 에너지 및 광업 정책(National Energy and Mining Policy)을 발표함.
  - 동 정책은 재생에너지 비중을 2023년까지 30% 이상으로 높이고자 함.
  - 2018년 8월 재생에너지 비중 31%를 달성한 터키는 2023년까지의 재생에너지 비중 목표치를 30%에서 50%로 상향 조정한다고 발표함.

■ 주요 이슈

- Akkuyu 원전 건설공정 목표 상향 조정
  - 2020년 Akkuyu 원전 건설 공정률이 16.25%로 당초 전망치인 8%를 크게 상회함에 따라 터키 에너지천연자원부는 차기 공정률을 일괄적으로 상향 수정함.
  - Akkuyu 원전 건설의 2021년 공정률 목표는 당초 16%에서 27.5%로 조정되었으며, 2022년과 2023년 공정률 목표도 각각 41.25%와 56.25%으로 수정됨.

◉ 이집트

■ 현황

- 이집트는 2026년 최초호기 가동을 목표로 VVER-1200 4기로 구성된 El Dabba 원전 건설을 추진하고 있음.
- 이집트는 2017년 12월 러시아와 원전 건설 계약을 체결하였고, 러시아는 원전 건설 및 핵연료 공급, 원전 가동 첫 10년 동안 이집트에 인력 교육 및 원전 유지보수를 제공함.
  - 총 건설비용은 약 300억 달러이며, 러시아는 이집트에 250억 달러의 차관을 제공함.

■ 주요 정책

- 2016년 이집트는 2035년까지 재생에너지 발전비중을 42%로 높이는 "지속가능한 에너지 전략 2035(The 2035 Integrated Sustainable Energy Strategy)"를 발표함.
  - 이집트는 민간 투자를 유치해 재생에너지 비중을 높이고자 하며, 목표로 하는 전원 구성은 재생에너지 42%, 석탄화력 16%, 원자력 3.3% 등임.
  - 지속가능한 에너지 전략 2035의 목표 달성을 위해 이집트 정부는 유럽 부흥개발은행(EBRD)로부터 2억 2백만 달러의 차관을 제공받음.

■ 주요 이슈

- **이집트-러시아, 코로나19 여파에 따른 El Dabba 원전 건설 일정 조정 합의**
  - 2021년 2월 양국은 코로나19의 여파로 원전 건설 일정 조정에 합의하였다고 발표함. 다만, 양국은 합의내용의 세부사항에 대해서는 발표하지 않음.
  - El Dabba 1호기는 2021년 중순에 건설이 시작될 예정이었음.

◉ 남아프리카 공화국

■ 현황

- 남아공은 2021년 3월 말 기준 Koeberg 원전(총 1,860MW)을 가동하고 있으며 2030년 이후 신규 원전을 건설할 계획임.
- 2019년 남아공의 총 발전량은 252.2TWh이며, 총 12.61TWh의 전력을 생산한 원전의 발전비중은 5%임.[6)]

■ 주요 정책

- 남아공은 전력 부족과 석탄의존 문제를 해결하기 위해 2010년 전력통합자원계획을 통해 2030년까지 9,600MW 규모의 신규 원전 도입을 추진함.
  - 이후, 2018년 IRP는 신규 원전 건설을 취소했지만 2019년 IRP는 Koeberg 원전의 20년 계속운전(2044년까지 가동) 및 신규 원전 건설을 계획함.
  - 2030년 이후를 목표로 2,500MW 규모의 신규 원전 건설이 추진 중이나, 경제성 충족, 모듈형태 제작, 원자력 기술 발전을 전제로 함.

■ 주요 이슈

- 남아공 규제기관, 신규원전 프로젝트에 관한 의견수렴 시행
  - 2020년 11월 남아프리카 에너지 규제기관인 Nersa는 2030년 이후로 2500MW 규모의 신규 원전을 건설하려는 정부 계획에 대해 의견 수렴 절차를 진행함.
  - Nersa는 2021년 2월 5일까지 정부 계획에 대해 의견을 제시할 수 있도록 웹사이트에 의견 수렴안을 게재함. 이후 온라인 플랫폼을 통해 공청회를 개최할 예정임.

---

6) Enerdata, Country Energy Report 2021 및 IAEA PRIS, 2021

- Nersa는 신규 원자력 용량이 약 24,100MW 규모의 석탄 발전 용량 감소분을 대체해 청정한 기저부하 용량을 제공하고 공급/수요 균형을 유지하며 전력 안정성을 개선할 것이라고 밝힘.
- 2020년 6월 남아공 광물 자원 및 에너지부(DMRE)는 2,500MW 규모의 신규 원전 건설을 위해 원자력 산업계를 대상으로 정보제공요청서(Request for Information, RFI)를 발행함.

※ RFI는 프로젝트 비용, 자금조달, 비용 회수, 인허가 시연성(Licensibility), 건설 가능성, 소유 구조, 계약 모델 등의 정보 획득을 목적으로 하며, 접수 기간은 9월 15까지였음.

- 남아공의 신규 원전 건설 프로그램은 ① 기존 가압수형원자로(PWR) 건설, ② 소형모듈원자로(SMR) 건설, ③ PWR과 SMR 조합의 세 가지 옵션을 고려중임. 이 중 PWR은 현재 상업운전 중이며, SMR은 2030년까지 상용화를 목표로 개발될 것으로 예상됨.

4. 유럽

◉ 영국

■ 현황

- 영국은 2021년 4월 기준 총 15기의 원자로(총 발전용량 8,923MW)를 가동 중임.
  - 영국 정부는 기존 7기의 원자로가 2030년까지, 석탄 발전소가 2025년까지 폐쇄되는 상황에서 신규 원전으로 Hinkley Point C 원전(각 1,720MW, 2기)을 건설 중임. Moorside, Wylfa Newydd, Oldbury 프로젝트는 현재 철회된 상황임.
  - 현재 영구 정지된 원자로는 총 30기(총 4,715MW)임.[7]
- 2019년 영국의 총 발전량 가운데 원자력은 약 51.3TWh의 전력을 생산하여 17%를 차지함.[8]

■ 주요 정책[9]

- 2017년 10월 영국 정부는 청정 성장 전략(Clean Growth Strategy)에서 Hinkley Point C를 통해 신규 원자력 용량을 공급하고 경쟁력을 갖춘 가격을 확보할 계획을 밝혔음.

---

7) 영구 정지된 원자로의 용량은 연구로 포함 수치임.
8) Enerdata, Country Energy Report UK 2020
9) World Nuclear Association, Nuclear Development in the United Kingdom https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-t-z/appendices/nuclear-development-in-the-united-kingdom.aspx

- 2011년 영국 정부는 국가정책서(National Policy Statement, NPS)를 발표해 2025년 말까지 신규 원자로 건설을 위한 8개의 부지(Hinkley Point, Sizewell, Moorside, Wylfa Newydd, Oldbury, Bradwell)를 확정하였으나, Hinkley Point C 원전만이 유일하게 건설되고 있음.

• 영국 기업 · 에너지 · 산업전략부는 원자력 프로젝트에 대한 민간 투자를 장려하기 위해 RAB(Regulated Asset-Based, 규제자산기반) 모델에 관한 이해관계자의 의견을 수렴하는 공적 협의를 시행함.(2019년 7월 22일~10월 14일)[10)]

※ 공항이나 상수도 회사의 인프라 프로젝트에 적용된 규제자산기반 모델은 국가가 주도하여 소비자에게 시설 건설비의 일부를 부담하도록 해 기반 시설 건설비를 조달하는 모델로, 원전건설의 경우 전기요금에 신규원전 건설비 일부를 추가로 부과하는 방식으로 설계되었음.

■ 영국 신규 원전 프로젝트 추진 현황

• Hinkley Point C 원전: 2021년 1월 EDF에 따르면 코로나-19로 인해 Hinkley Point C (이하 HPC) 원전의 상업운전이 당초 계획된 2025년 말에서 2026년 6월로 지연되고 프로젝트 비용도 최대 5억 파운드까지 상승할 가능성이 있음.

- HPC 프로젝트 비용은 215억~225억 파운드(2019년 추정치)에서 220억~230억 파운드로 상향 조정될 것으로 예상됨.
- EDF는 코로나19로 작년 건설 작업이 3개월 지연되었고, 올해도 유사한 상황이 발생할 것으로 예상함. 또한 2022년 말 1호기 격납 돔을 설치할 수 있을 것으로 전망함.
- 2016년 9월 영국 정부는 EDF, 중국 CGN과 180억 파운드 규모의 HPC 원전 건설 협정을 체결함. EDF와 CGN는 HPC 원전에 대해 각각 66.5%, 33.5% 지분을 보유하고 있음.

• Sizewell C 원전 : 영국 정부와 원전사업자 EDF는 200억 파운드 규모의 Sizewell C 프로젝트 자금조달 방안에 대해 협상 중임.

- 2020년 12월 영국 기업·에너지·산업전략부는 가격적정성, 법률, 규제, 국가 안보 요건 충족을 중점으로 EDF와의 협상 개시를 발표하며, 규제자산기반(RAB) 모델을 검토하고, 최적의 가치(Value for Money) 측면에서 지분 확보 가능성도 밝힘.

※ 영국 정부는 의회 임기가 끝나는 2024년 말까지, 최소 1기의 원전 투자를 고려 중임.

- 한편 2021년 2월 웨일스 정부와 Sizewell C 컨소시엄은 웨일스 원자력 기업들의 Sizewell C 프로젝트 참여 기회 마련을 위해 양해각서(MOU)를 체결함.

※ 컨소시엄 회원으로 엔지니어링 기업(Atkins, Balfour Beatty Bailey, Laing O'Rourke, Mott MacDonald), 설계, 운영·유지보수, 해체, 엔지니어링·조달·건설 등 원자력 기업(Cavendish Nuclear, Doosan Babcock, EDF), 노동조합(GMB, Unite, Prospect)이 있음.

10) House of Commons Library, Briefing paper # CBP 8176 New Nuclear Power, 2020.3

- 이번 양해각서 체결로 Sizewell C 프로젝트가 건설 승인 취득 시 웨일스 원자력 기업에 최대 9억 파운드 투입, 최대 4,700개 일자리 창출이 전망됨.
- Sizewell C 원전의 착공은 2022년, 완공은 2032년으로 예상됨.

• Bradwell B 원전: 2020년 12월 원전사업자 Bradwell Power Generation은 영국 전력시장규제청(Ofgem)으로부터 Bradwell B 원전의 발전 허가를 취득해 에섹스 Bradwell 부지에 영국형 HPR1000 2기를 건설하는 프로젝트 추진에 진전을 보임.

- 2020년 2월 영국원자력규제청(ONR)은 Bradwell B 원전에 설치될 영국형 HPR1000의 GDA 3단계(전체 설계, 안전 사례, 안전성 주장 검토) 평가 완료
- 2020년 6월 Bradwell Power Generation은 Bradwell 원전의 발전 허가 신청서를 Ofgem에 제출함. Ofgem은 2020년 8월 18일까지 웹사이트를 통해 의견수렴 절차를 진행
- Bradwell Power Generation은 향후 Bradwell 원전의 개발, 건설, 운영에 필요한 인허가 취득 준비를 시행할 예정임.

• Wylfa Newyydd 원전: 2021년 1월 일본 히타치 자회사인 Horizon가 Wylfa Newydd 원전(1380MW, ABWR)과 관련 인프라의 건설 및 운영에 관한 계획신청서인 개발동의명령(Development Consent Order)을 철회함에 따라 해당 프로젝트는 공식적으로 취소됨.

- 2020년 9월 히타치는 해당 프로젝트를 코로나19 영향에 따른 투자 환경 악화로 철회함.
- Horizon은 Wylfa Newydd 원전용 부지 매입에 관심을 표명한 일부 기업들과 합의에 이르지 못해 2018년 6월에 제출한 개발동의명령 신청 철회를 발표

※ 2020년 11월 미국 기업 컨소시엄(Bechtel, Westinghouse, Southern Company)은 영국 정부와 Wylfa Newydd 프로젝트 재추진 협상을 진행한 바 있음.

- Horizon이 2021년 3월 31일까지 상업 또는 공공 부문 사업자들의 부지 매입을 지원하고, 히타치 자회사인 Hitachi Europe가 이후 업무를 인계받을 예정임.

• Moorside 원전: EDF가 참여한 Moorside 청정에너지 허브(Moorside Clean Energy Hub) 컨소시엄은 Moorside 부지에 3.2GW 규모의 신규 원전 건설을 추진 중임.

- 2020년 7월 Moorside 청정에너지 허브 컨소시엄은 영국 북서부 컴브리아주 코플랜드 자치구에 신규 원전 건설 계획서를 제출함.
- 당초 Moorside 부지에는 일본 도시바가 웨스팅하우스의 AP1000 3기를 건설할 계획이었음. 그러나 웨스팅하우스의 파산 신청 여파로 자금 조달에 실패한 도시바는 자회사인 NuGen을 청산하고 2018년 11월 Moorside 원전 프로젝트 추진을 철회함.

■ 주요 이슈

- 영국 녹색산업 혁명 10대 계획 발표를 통해 원자력 지원
  - 2020년 11월 영국 정부는 2050년 탄소 중립 목표 달성을 위한 '녹색산업 혁명'의 10대 계획을 공개함.

    ※ 10대 계획은 해상풍력, 수소, 원자력, 전기자동차, 대중교통·자전거·도보, 항공 및 해운, 주택 및 공공시설, 탄소 포집 및 저장기술(CCS), 자연환경, 금융·혁신 부문으로 구성됨.
  - 영국 정부는 원자력 산업 부문에서 ① 첨단 원자력 기금(Advanced Nuclear Fund)을 통해 최대 3억 8,500만 파운드 지원(최대 2억 1,500만 파운드 규모의 SMR 지원 포함), ② 2030년대 초까지 실증로 설계를 위해 첨단모듈원자로(AMR) 연구 및 개발 프로그램에 최대 1억 7,000만 파운드 지원, ③ AMR 상용화를 위해 규제 체계 및 국내 공급망에 4천만 파운드를 지원할 예정임.
  - 향후 에너지 백서 발간(2020년), Hinkley Point C 원전 가동(2020년대 중반), 영국 SMR 설계 2단계 시행(2021년), SMR·AMR 최초 보급(2030년대 초반)이 계획됨.
- 영국 정부 '에너지백서 2020' 발간을 통해 원자력을 청정에너지로 확인
  - 2020년 11월 14일 영국 정부는 2050년까지 탄소중립 달성을 위해 '녹색산업혁명을 위한 10대 중점계획'을 바탕으로 한 '에너지백서 2020'을 공개함.
  - 에너지백서는 소비자(Consumers), 발전(Power), 에너지 시스템(Energy System), 건물(Buildings), 산업에너지(Industrial Energy), 석유·가스(Oil and Gas)등 총 6개 분야로 구성됨.
  - 영국 정부는 발전 부문에서 대형 원전 건설(최소 1기), SMR 설계, AMR 실증로 구축, 핵융합 프로젝트를 통해 원자력을 지원할 예정임.

〈영국 에너지백서 2020 원자력 부문 내용〉

주요 내용
▸(대형 원전 건설) 의회 임기가 끝나는 2024년 12월 말 Hinkley Point C 원전 외에 최소 1기의 대형 원전에 최종투자결정(FID)이 시행될 예정 ※ 최소 1기의 대형 원전은 건설 기간 중 약 10,000개 일자리 제공 ※ EDF와 200억 파운드 규모의 Sizewell C 프로젝트 협상 개시 ▸(SMR 설계) SMR 설계를 위해 최대 2억 1,500만 파운드 지원, 최대 3억 파운드의 민간 부문 매치펀딩(Match-funding) 전망 ▸(AMR 실증로 구축) AMR 연구·개발 프로그램에 최대 1억 7,000만 파운드 지원, 2030년대 초반까지 AMR 실증로 구축, AMR 상용화 위해 규제 체계 및 국내 공급망에 4천만 파운드 지원 ▸(핵융합 프로젝트) 핵융합 에너지 생산 위해 2040년까지 건설 예정인 구형 토카막 에너지 생산(Spherical Tokamak for Energy Production, STEP) 설계 진행

◉ 프랑스

■ 현황

- 프랑스는 2021년 4월 기준 총 56기의 원자로(총 용량 61,370MW)를 운영하고 하고 있으며, 원자로 1기(1,630MW급 Flamanville 3호기)를 건설 중임.
  - 영구 정지된 원자로는 총 14기(총 5,549MW)[11]이며, 추가적으로 신규 EPR2 6기 건설도 계획 중임.
- 2019년 프랑스 총 발전량 가운데 총 382TWh의 전력을 생산한 원자력의 발전비중은 70.6%임.[12]

■ 주요 정책[13]

- 2005년 7월 제정된 '에너지정책 기본방향에 관한 계획' 법률은 2050년까지 장기 에너지 정책방향을 제시함. 해당 법률은 2015년까지 약 40기의 제3세대원전 EPR(European Pressurized Reactor) 건설 결정이 이루어질 수 있도록 EPR 1호기 건설과 관련된 구체적 결정 추진, 발전·운송·열에너지 부문에서 재생에너지 역할을 명시함.
- 2008년 초, 대통령령에 따라 원자력 정책 최고 위원회(Conseil Politique Nucleaire: CPN)가 설립되어, 발전 측면에서 원자력의 중요성이 강조됨.
- 2012년 취임한 올랑드 대통령은 후쿠시마 사고 이후 Fessenheim 원전 폐쇄 선언과 함께 원전 의존도 감소 정책을 추진함.
  - 2014년 10월 녹색성장을 위한 에너지 전환법(Energy Transition for Green Growth Bill)이 의회를 통과하여 상원에 제출됨. 해당 법안은 원자력 축소(2025년까지 에너지믹스에서 비중 50%로 축소, 원자력 설비용량을 63.2GW로 제한)를 명시함. 해당 법안은 2015년 7월 승인됨.
- 2017년 마크롱 대통령 취임 이후, 같은 해 11월 정부는 원자력 발전 비중을 기존 75%에서 50%로 감축하는 일정을 기존 2025년에서 2030년 또는 2035년으로 연기한다고 발표함.
  - 2018년 11월 마크롱 대통령은 중장기에너지계획(PPE, 2019~2023년 및 2024~2028년)의 일환으로 원자력 발전 비중 감축(기존 75%에서 2035년까지 50%), 2035년까지 58기의 원자로 중 14기 폐쇄, 신규 원자로 건설 가능성을 발표함.

---

11) 영구 정지된 원자로의 용량은 연구로 포함 수치임.
12) IAEA PRIS, 2020
13) World Nuclear Association, Nuclear Power in France, 2020.03.
https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/france.aspx

- 2019년 1월 프랑스 생태전환 및 연대부는 중장기에너지계획(PPE) 초안을 발간함.
  - PPE 초안에서는 2035년까지 총 14기의 원자로 폐쇄가 포함되었음(2028년까지 원자로 4~6기(Fessenheim 원전 2기 포함), 2035년까지 나머지 원자로 영구 폐쇄).

■ 주요 이슈

- 마크롱 대통령, 원자력 중요성 강조
  - 2020년 12월 마크롱 대통령은 원자력 기업 Framatome의 Le Creusot 주조시설을 방문해 원자력이 전원 구성에서 핵심적인 발전원으로 유지되어야 한다고 강조함.
  - 프랑스에서 원자력 발전은 전체 전력의 41% 이상을 차지하고, 전력 가격은 인접 국가와 비교해 kWh 당 평균 40% 정도 저렴한 실정임.
  - 마크롱 대통령은 원자력 발전 비중이 급격히 줄어들면 석탄이나 가스 사용이 늘어날 것이기 때문에 원자력 축소 정책을 급히 시행하지 않을 것이라고 덧붙임.
  - 마크롱 대통령은 코로나-19 극복을 위한 프랑스 경기부양책(France Relance Plan) 하에 4억 7천만 유로를 원자력 부문(원자력 기술 및 훈련 지원, 하도급업체 지원, 프랑스형 소형 모듈원자로(SMR) 설계 및 개발 연구)에 지원할 예정임.
  - 또한 마크롱 대통령은 신규 원자로인 EPR2 개발을 독려함.

※ EDF는 국내외 EPR 건설 경험을 토대로 자회사인 Framatome과 EPR2를 개발 중이며, 2021년 중반까지 EPR2를 공개할 계획임. EPR2는 EPR과 비교해 안전성 개선, 설계 단순화, 최적화가 특징임.

- 프랑스 규제기관, 900MW급 원자로 32기 10년 계속운전 승인
  - 2021년 2월 23일 프랑스 원자력안전규제기관인 ASN은 설계수명 40년인 900MW 규모의 원자로 32기를 10년 계속운전하기 위한 조건을 설정해 실질적으로 50년 가동을 승인함.

※ 1977년~88년에 상업운전을 개시한 900MW 규모의 원자로 32기(Blayais, Bugey, Chinon, Cruas-Meysse, Dampierre, Gravelines, Saint-Laurent, Tricastin)는 프랑스에서 가장 오래된 원자로임.

※ ASN은 주기적안전성평가(PSR)를 통해 모든 원자로를 10년 주기로 검토함. 이는 900MW 규모 원자로에 대해 공통 주제를 다루는 '일반(Generic)' 검토 단계와 각 원자로에 개별적으로 적용되는 '특정(Specific)' 검토 단계로 구성됨.

  - ASN은 일반 검토 단계를 종료하며, EDF가 계획한 안전성 개선방안과 ASN이 규정한 조치 덕분에 900MW 규모의 원자로의 10년 계속운전 가능하다고 밝힘. 단, 40년 이상 가동을 위해서는 설계 연구 개정이나 장비 교체가 필요하다고 덧붙임.
  - ASN은 특정 검토 단계가 시행되는 2031년까지 안전성 개선 방안과 추가 조치가 각 원자로에 개별 적용될 것이라고 밝힘.

- 한편 계속운전과 관련해 2020년 10월 EDF는 원자로 현대화 프로그램(Grand Carénage) 비용 추정치를 기존의 482억 유로에서 490억 유로로 상향 조정했다고 발표한 바 있음.

※ 원자로 현대화 프로그램은 가동 중인 원전의 개·보수를 통해 설계 수명이 40년인 원자로의 계속 운전을 목표로 함. 이에 따라 EDF는 900MW, 1,300MW, 1,450MW 원자로를 10년 주기로 24번의 검사를 수행했으며, 56개의 비상 디젤 발전기 가운데 52개를 시운전함.

- 상향된 추정치는 900MW 규모의 원자로에 대한 PSR에서 확인된 내용(추가 장비 설치 등)과 계획예방정지(10년 주기의 정지 및 검사 포함) 기간 연장, 코로나19의 영향(2020~2022년) 등을 반영함.

◉ 러시아

■ 현황

- 러시아는 2021년 4월 기준 총 38기의 원자로(총 발전용량 28,578MW)를 가동하고 있으며, 총 3기의 신규 원자로(3,459MW)를 건설하고 있음.
  - 영구 정지된 원자로는 총 9기(총 3,032MW)이며, Kursk II 1·2호기, Baltic 1호기(Kaliningrad)를 건설 중임.
- 2019년 러시아의 총 발전량 가운데 총 196TWh의 전력을 생산한 원전의 발전비중은 19.7%임.[14)]

■ 주요 정책 [15)]

- 1986년 체르노빌 사고 이후 주춤했던 러시아의 원전 정책은, 90년대 보리스 옐친 전 대통령령인 '연방 목표 프로그램'을 근거로 2000년부터 본격 추진됨.[16)] 이에 따라 2000년경 원전 건설이 재개됨.
  - 이에 따라 건설이 중단되었던 Rostov 1호기가 첫 번째로 2001년에 시운전을 시작하였고, 2004년 Kalinin 3호기, 2010년 Rostov 2호기, 2011년 Kalinin 4호기가 차례로 가동을 시작함.
  - 2009년 7월에는 자국 원자력 설비용량을 당시 23.1GW에서 2020년 43.4GW로 확대한다는 계획을 발표함.[17)]
  - 또한 원자로 해외 수출을 통해 약 300GW 규모의 신규 원자력 용량공급을 계획함.

---

14) IAEA PRIS, 2020
15) World Nuclear Association, Nuclear Power in Russia, 2020.04. https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/russia-nuclear-power.aspx
16) Bellona, Russian Nuclear Power 2018
17) Bellona, Russian Nuclear Power 2018

- 2020년 4월 푸틴 대통령은 에너지 안보를 위해 2024년까지 원자력 부문의 엔지니어링, 기술, 연구 개발에 관한 종합 프로그램(이하 '원자력 종합 프로그램') 개발을 내각에 지시함.
  - 원자력 종합 프로그램은 순환 핵연료 주기에 기반한 원자력 기술 개발, 핵융합과 플라즈마 기술 개발, 소규모원전을 포함한 참조형(Reference) 원전의 설계 및 건설을 포함함.

■ 주요 이슈

- 러시아, 사하 공화국에 부유식원전을 개량한 SMR 건설 착수
  - 2019년 9월 Rosatom과 사하공화국(The Republic of Sakha)은 RITM-200 기반의 SMR 건설을 위한 협력협정 체결 이후, 다음 해 12월 SMR 전력 구매(Off-take) 계약을 체결함.

※ RITM-200은 쇄빙선, 부유식 원전, 지상형 원전에 활용할 수 있는 다목적 일체형 원자로임. 신세대 원자력 쇄빙선인 Arktika, Sibir, Ural에 RITM-200 원자로가 장착됨.

  - 사하공화국 내 설치될 SMR은 한 기당 6㎡ 규모로 RITM-200 2기(각 50MW 출력)로 구성될 예정임. 해당 발전소의 설계 수명은 60년이며 연료재장전 주기는 6~7년임.
  - Rosatom은 2020년 1월부터 SMR 발전소 부지 작업을 진행하고 있으며, 2027년까지 SMR 가동을 목표로 2024년 건설 허가 취득을 전망함.
  - 한편, Rosatom은 SMR 기반의 최초 부유식 원전인 아카데믹 로모소노프(Akademik Lomonosov)를 극동지역 추코트카(Chukotka) 자치구로 견인해 2020년 5월부터 상업운전을 개시함.

※ Akademik Lomonosov호(길이 144미터, 폭 30미터, 배수량 2만 1,500톤, 설계수명 40년)에는 원자력 쇄빙선에 사용된 35MW급 KLT-40S 원자로 2기가 설치되어 있음. 배에 설치된 원자로는 최대 70MW 규모의 전력과 50Gcal/h의 열에너지를 생산할 수 있음.

※ 부유식 원전은 악천후와 기반 시설 부족으로 화석 연료 운송이 힘든 지역(예, 러시아 극동 및 동부)과 지역 조건상 송전선 설치와 대형 원전 건설이 어려운 지역에 전력 공급이 가능함.

  - 현재 Rosatom은 극동 지역과 열대 지역에서 모두 가동이 가능한 RITM 원자로 기반의 차세대 부유식 원전(FNPP)을 계획하고 있음.
  - 2020년 12월 Rosatom의 엔지니어링 자회사 Atomenergomash는 차세대 부유식 원전 프로젝트를 초안을 개발했으며 건설 준비 중임.

※ 차세대 부유식 원전은 Akademik Lomonosov과 비교해 더 단순해진 설계와 증가된 출력(기존 70MW에서 100MW)을 특징으로 하며, 원자로 유지보수 없이 최대 10년간 가동이 가능함.

  - 2021년 2월 Rosatom 자회사인 FSUE Hydrographic Enterprise는 추코트카 자치구에 신규 부유식 원전 5기 정박을 위한 항만 건설이 2023년에 시작될 수 있다고 밝힘. 해당 부유식 원전은 추코트카 자치구 내 Baim 광물 매장지에 전력을 공급할 예정임.

- 러시아, 원자력 발전 비중 확대 계획의 일환으로 신규 원전 건설 추진
  - 2021년 4월 Rosatom은 Novovoronezh 원전 신규 원자로 2기를 증설할 계획을 밝힘. 두 원자로 건설은 2030년대에 시작될 예정임.

  ※ 현재 Novovoronezh 부지에는 Novovoronezh 4, 5호기(VVER-1000) 및 신규 VVER-1200인 Novovoronezh – II 1 및 Novovoronezh – II 2가 있음.

  - 지난 3월 Rosatom은 중장기 에너지 정책(2030년대~2040년대 대상)으로 원자력 발전 비중을 기존 20%에서 25%로 확대할 계획이며, 이를 위해서는 신규 원자로 24기가 완공되어야 한다고 밝힘.

  ※ Rosatom은 해당 수치가 예비 추정치를 토대로 하며 신규 부지에 원자로 건설이 가능하다고 밝힘.

- 러시아, Leningrad II 2호기 상업운전 개시
  - 2021년 3월 22일 러시아 Leningrad-II 2호기(1,200MW, PWR)는 상업운전을 개시함.

  ※ 해당 원자로는 Novovoronezh-II 1, 2호기와 Leningrad-II 1호기에 이어 신규 노형인 VVER-1200을 장착한 4번째 원전임.

  - 원전 운영사인 Rosenergoatom는 이번 원전 가동으로 자국의 총 원전 수가 38기로 늘어났다고 밝힘. 이는 미국, 프랑스, 중국에 이어 4번째로 높은 수치임.
  - Rosatom은 VVER-1200 프로젝트가 벨라루스(Ostrovets), 핀란드(Hanhikivi), 헝가리(Paks Ⅱ), 이집트(El Dabaa)에서 추진되고 있음을 강조하며, 이번 신규 원전 가동이 러시아뿐만 아니라 전 세계 원자력 시장에 중요한 행사가 된다고 밝힘.
  - Leningrad 6호기로도 알려져 있는 Leningrad II 2호기는 작년에 가동을 중단한 Leningrad 2호기(RBMK-1000)를 대체할 예정임.
  - Leningrad II 2호기는 2020년 7월 최초 연료장전 시행, 10월 전력망 연결, 2021년 1월 최대 전력 수준에 도달함.

◉ 핀란드

■ 현황

- 핀란드는 2021년 3월 말 기준 4기의 원자로(총 발전용량 2,794MW)를 운영 중임. 신규 원전으로 Olkiluoto 원전 3호기(1,600MW)를 건설 중이며, Hanhikivi 1호기(1,400MW) 프로젝트를 추진 중임.
- 2019년 핀란드의 총 발전량은 68.7TWh이며, 약 24TWh의 전력을 생산한 원전의 발전비중은 35%임.[18)]

18) Enerdata, Country Energy Report Finland 2021

■ 주요 정책

- 핀란드는 2019년 발표한 2035년까지 탄소중립국으로 전환 계획에 원자력을 포함함.
  - 이에 따라 2029년 5월까지 석탄 발전소는 단계적으로 폐쇄되며. 원자력의 경우 기존 원전의 계속운전과 신규 원전이 추진될 예정임.
- 핀란드는 세계 최초로 사용후핵연료 최종처분장을 건설 중임.
  - 핀란드의 원자력에너지법은 원전에서 발생한 모든 방사성폐기물의 영구 처분을 명시함.
  - 핀란드는 남서부 해안 도시 에우라요키(Eurajoki)에 사용후핵연료 최종처분시설을 건설 중임. 최종 처분시설은 2016년 말 착공에 들어가 2023년 운영될 예정으로, 약 5,500톤의 사용후핵연료를 약 10만년 동안 지하 430미터 깊이의 터널에 저장할 수 있는 규모임.
  - 2000년 핀란드 정부는 해당 시설을 선정함. 2001년에 핀란드 의회는 최종처분시설 프로젝트에 대한 원칙결정(Decision-in-principle)을 승인함. 2013년 12월 Posiva는 고용경제부에 건설 허가신청서를 제출해 2015년 핀란드 정부로부터 승인을 취득함.

※ 핀란드 원자력법에 따르면 지자체가 해당 시설 유치를 희망하고 프로젝트가 안전하게 수행될 수 있는 경우에만 원칙결정이 승인됨. 에우라요키 지자체의 프로젝트 지원과 방사선·원자력안전청의 해당 시설 건설 및 안전요건에 따른 최종 처분 수행 가능성 표명이 원칙결정 승인의 전제 조건임.[19]

■ 주요 이슈

- 핀란드 Olkiuoto 3호기 연료 장전 개시
  - 2021년 3월 27일 핀란드 전력회사 TVO는 Olkiluoto 3호기(1,600MW, EPR)의 연료 장전을 개시함.
  - 이에 앞서 규제기관인 핀란드 방사선원자력안전청(STUK)은 연료 장전을 승인함. 해당 연료는 2018년 Olkiluoto 부지로 이송됨. 약 128톤의 우라늄으로 구성된 241개의 연료 집합체가 연료 저장소에서 원자로 압력 용기로 옮겨져 최초 노심을 구성함.
  - TVO는 연료 장전 후 몇 달간 유지 보수 및 마무리 작업을 수행한 후 원자로와 터빈 계통을 포함한 고온 기능 시험을 수행할 계획임.
  - Olkiluoto 3호기는 당초 2005년 착공해 2009년 완공 예정이었으나 최초 일정보다 10년 이상 프로젝트가 지연되고 있음. 프로젝트 비용은 32억 유로에서 현재 약 85억 유로로 추정됨.
  - 현재 Areva는 2003년 체결한 턴키 계약의 보증 기간이 끝날 때까지 프로젝트 완공을 위한 자금 조달 방안을 마련 중에 있음. 한편, TVO 주주는 프로젝트의 완공을 위해 4억 유로의 주주 대출(Shareholder Loan) 약정에 동의해 시운전을 위한 자금을 확보함.

---

19) Ministry of Economic Affairs and Employment of Finland, Decisions-in-Principle on Posiva Oy's facility (검색일 2020.09.16.) https://tem.fi/en/posiva-s-decision-in-principle-process

- Olkiluoto 3호기는 올해 10월 최초 전력망 연결, 2022년 2월 최초 발전을 시행할 예정임. 해당 원전은 연간 13TWh의 전력을 생산하고 핀란드 전력 수요의 약 14%를 공급할 것으로 전망됨.

- 핀란드 Hanhikivi 원전 건설 단계로 진전
  - 2021년 1월 핀란드의 안전·화학물질청(Safety and Chemicals Agency, Tukes)은 Hanhikivi 원전에 필요한 유해 화학 물질의 취급 및 보관에 대한 화학 허가를 발급함.
  - 이에 앞서 2020년 12월 Rosatom은 Hanhikivi 원전 기본 설계 1단계 문서를 원전 운영사인 Fennovoima에 제출하였으며, Fennovoima는 이를 조건부로 승인함.
  - Hanhikivi 프로젝트는 설계 단계에서 건설 단계로 전환됨. 원전 부지에서 관리실이 건설되고 있고 발굴 작업이 완료됨.
  - 해당 원전은 당초 2018년 착공, 2024년 상업운전을 목표로 하였으나, 핀란드 방사선 및 원자력 안전청에 제출할 서류 작업이 늦어져 일정보다 4년이 지나 완공될 예정임.
  - 원전 운영사인 Fennovoima는 2021년까지 Hanhikivi 원전 건설승인 취득, 2028년 가동을 예상함. Hanhikivi 원전의 총 투자 비용은 65~70억 유로이며, 여기에는 초기 발전소 비용, 자금 조달 및 폐기물 관리가 포함됨.

◉ 스웨덴

■ 현황

- 2021년 4월 기준 총 6기(6,869MW)의 원전을 운영 중이며, 건설 중 원전은 없음. 총 13기의 원전 중 현재까지 7기(4,054MW)를 영구 정지함.[20]

- 2019년 스웨덴의 총 발전량은 156.9TWh로 이 중 원자력이 39%, 수력 38%, 풍력 13%를 차지함.[21]

■ 주요 정책

- 미국 TMI 원전 사고 이후 1980년 국민 투표를 통해 단계적 원전 영구 정지를 결정했지만, 2010년 6월 스웨덴 의회가 이를 철회하고 기존 원전 부지에 노후 원전을 대체할 신규 원전 건설을 인정하도록 법을 개정함.

---

20) WNA Country Profiles Sweden 2020.12.
21) Enerdata, Country Energy Report Sweden, 2020.06.

- 2016년 6월 10일 연립정권과 일부 야당은 2040년까지 100% 재생에너지 기반 전력 공급 추진, 2017년부터 2년간 단계적인 원전세 폐지, 기존 10기 원자로를 대체하는 신규 원자로 건설 허용 내용을 담은 장기 에너지 정책에 합의함.

• 이후 2019년 1월 17일 스웨덴 환경성은 '포괄적 국가 에너지 기후계획 초안'[22]을 발표함. 초안에서는 2040년까지 재생에너지 발전 100%를 목표로 하지만, 2040년이 원전 폐지 기한을 의미하지는 않는다고 명기함.

■ 주요 이슈

• 사용후핵연료 최종처분시설 부지 사실상 확정

- 스웨덴에서 사용후핵연료 최종처분장 후보지 선정과 처분 기술 연구개발을 담당하는 SKB는 2020년 10월 14일 Östhammar시가 Forsmark 지역에 사용후핵연료 최종처분시설을 건설하는 계획안을 승인했다고 발표해 최종처분시설 부지가 사실상 확정됨.

- 2020년 10월 13일 Östhammar시는 의회에서 실시한 사용후핵연료※ 최종처분시설 수용 여부 관련 표결(찬성 38명, 반대 7명, 기권 3명)에 따라 Forsmark지역 사용후핵연료 최종처분시설 입지와 건설을 수용함.

※ 스웨덴 원전에서 발생하는 사용후핵연료는 원전 내 저장조에 임시 보관되었다가 소외 집중식 사용후핵연료 중간저장시설(Central Interim Storage Facility for Spent Nuclear Fuel, Clab)로 이송되어 최소 30년간 저장됨. 이후 밀봉되어 최종처분시설에 처분될 예정임.

- 향후 스웨덴 정부가 건설 허가 발급을 최종적으로 결정한 후 정식으로 시설 건설이 확정될 예정이며, 스웨덴 정부는 SSM과 스톡홀름 토지 및 환경 법원의 평가를 기반으로 결정을 내릴 예정임.

- 사용후핵연료 최종처분시설은 지하 500미터의 깊이에서 총 12,000톤의 방사성 폐기물을 포함한 6,000개의 저장용기를 보관할 예정임. 시설 투자 규모는 약 22억 달러이며 약 1,500개의 일자리가 창출될 것으로 예상됨.

• Ringhals 1호기, 영구 정지

- 2020년 12월 31일 스웨덴 전력회사인 Vattenfall은 44년 가동한 Ringhals 1호기(881MW, BWR)를 영구 정지함.

- 2015년 Vattenfall은 수익성 감소와 전력생산 비용 증가로 Ringhals 1·2호기를 각각 2020년 12월, 2019년 12월에 폐쇄한다고 발표함. 이후 2019년 12월 30일 1976년에 상업 운전을 개시한 Ringhals 2호기(852MW, PWR)를 영구 정지했음.

---

22) 이 내용은 2020년 1월 16일 스웨덴이 EC에 제출한 'Sweden's Integrated National Energy and Climate Plan' 에서도 동일하게 명기됨. https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/national-energy-climate-plans_en

- 한편, Vattenfall은 Ringhals 3,4호기의 경우 독립노심냉각계통(Independent Core Cooling System)을 설치해 2040년대까지 계속운전할 계획임.

• 산학 협력을 통한 납냉각 SMR 개발 추진

- 스웨덴의 전력기업, 원자력 기술기업, 스웨덴 왕립 공과대학교(KTH)는 2030년대까지 스웨덴형 소형 납냉각 원자로(Swedish Advanced Lead Reactor, 이하 'Sealer') 개발을 위한 협력을 진행 중임.
- Sealer는 10년~30년간 연료교체 없이 3~10MW의 전력을 생산하고, 가동 후 재처리시설로 운송되도록 설계될 예정임.
- 3개 기관은 2030년까지 Sealer의 실증설비 설치 가능성을 조사 중이며, 설치 관련 테스트 진행을 위해 스웨덴 에너지청에 1억 2,500만 SEK(약 167억 원)의 보조금을 신청함. 만일 보조금을 받게 된다면 프로토 타입이 Oskarshamn 부지에 건설되어 2024년부터 5년간 가동될 예정임.

◉ 체코

■ 현황

• 체코는 2021년 4월 기준 Dukovany 원전과 Temelín 원전에서 총 6기(3,934MW)를 가동 중이며 Dukovany 원전에 1,200MW급의 추가 원전 건설을 계획 중임. 체코원자력안전청(SÚJB)은 2021년 3월 9일 신규 원전 2기 건설에 대한 부지 허가를 발급했지만, 정확한 건설 기수는 원전 건설 준비·사업 시행사인 EDU II가 향후 결정할 계획임.[23)]

• 2019년 체코의 총 발전량은 87TWh으로 이 중 원자력은 35%, 석탄 43%, 수력 4%, 태양광 3%, 풍력 1%를 차지함.[24)]

■ 주요 정책

• 체코는 2020년 1월 EU에 제출한 '국가 에너지·기후계획(NECP)' 최종본에서 2030년까지 온실가스 배출량을 2005년 대비 30% 감축할 것을 밝혔으며, 총 발전량에서 차지하는 원자력 에너지 비중을 2016년 29%에서 2040년에는 46~58%까지 늘이겠다는 목표를 제시함.[25)]

---

23) 일본 일반사단법인 해외 전력조사회 해외 전력 관련 뉴스 規制当局´ドコバニ発電所2基増設のサイト許可を発行 2021.4.5.
24) Enerdata, Country Energy Report Czech Republic, 2020.06.
25) 체코 정부 체코의 에너지 · 기후분야 국가 계획(Vnitrostátní plán České republiky v oblasti energetiky a klimatu) 2020.01.04.

- 중저준위방폐물은 3곳(Richard, Dukovany, Bratrstvi) 의 처분장에서 처분 중임. 현재 체코는 고준위방폐물의 심지층 처분을 검토 중이며 체코 방사성 폐기물 관리 기관 SURAO가 2025년 주요부지 후보와 대안 부지 후보 선정을 목표로 절차를 진행 중임.

■ 주요 이슈

- Dukovany 신규 원전 프로젝트 추진
  - 체코는 현재 Dukovany 원전(1~4호기)에 최소 1,200MW급 신규 원전 건설을 추진 중이며, 신규 원전 건설 사업과 관련한 준비·시행 업무는 체코전력공사 ČEZ의 자회사인 Elektrárna Dukovany II(이하 'EDU II')가 담당함.[26)]
  - 체코원자력안전청(SÚJB)은 2021년 3월 8일 EDU II에 Dukovany 원전 부지 내 신규 원자로 최대 2기 건설을 위한 부지개발 허가를 발급했지만 정확한 신규 원전 기수는 향후 EDU II가 결정할 계획임.
  - 2020년 7월 체코 정부는 ČEZ, EDU II와 Dukovany 신규 원전 건설 관련 기본 협정을 체결해, 신규 원전 공사비 중 70%는 정부의 무이자 대출로, 30%는 ČEZ가 조달하기로 함.
  - 신규 프로젝트 입찰에는 러시아 Rosatom, 프랑스 EDF, 한국수력원자력, 중국 CGN, 미국 Westinghouse가 참여 의사를 표명했지만 2021년 1월 27일 체코의회가 입찰 후보에서 중국 기업인 CGN을 배제하기로 결정했고, 4월 19일에는 체코 산업부 장관이 러시아 Rosatom을 입찰 후보에서 제외한다고 발표함.[27)]
  - 입찰은 2021년 10월 총선 이후 진행되며 체코 산업통산부는 2021년 3월 25일 입찰 후보 기업을 대상으로 입찰 전 사전 자격 심사인 안전성 평가를 진행할 계획이며 11월 말까지 각 기업에 필요 정보 제출을 요청할 것이라고 밝혔음.[28)]

---

26) 2015년 체코 정부는 국가 에너지 정책에서 체코전력공사인 CEZ에 원전 신설을 위한 건설 · 자금 조달을 담당하는 자회사 설치를 권고했고, 이에 따라 CEZ는 2015년 Dukovany 신규원전 건설 사업 준비·시행을 담당하는 자회사인 EDU II를 설립했음. 자료: 일본 문부과학성 위탁사업 원자력평화이용확보조사 성과보고서(2020.3.)

27) 체코 정부는 2021년 4월 17일 체코에서 2014년에 발생한 탄약고 폭발 사건에 러시아 정보국이 관련된 것을 파악했다며 러시아 외교관 18명을 추방했고, 4월 19일에는 Rosatom社를 Dukovany 신규 원전 건설 입찰 후보에서도 제외함.
체코공화국 정부 Tisková konference po jednání vlády, 19. dubna 2021, 2021.04.19.
https://www.vlada.cz/cz/media-centrum/tiskove-konference/tiskova-konference-po-jednani-vlady-19-dubna-2021-187818/
일본 원자력산업신문 チェコ、ドコバニⅡ期工事の入札でロシアを除外 2021.4.20.
https://www.jaif.or.jp/journal/oversea/7770.html

28) 체코 정부 Zahájeno detailní bezpečnostní posouzení uchazečů o dodávku nového jaderného bloku v Dukovanech 2021.3.25.

〈체코 Dukovany 신규 원전 사업 일정〉

2021년 4월~12월 : 후보업체를 대상으로 안전성 평가 단계 진행
2021년 12월 : 후보업체 명단 승인
2022~2023년 : 입찰 절차 진행 및 공급업체와 협상
2023년 : 우선 공급업체(Preferred Supplier) 승인
2023~2024년 : 우선 공급업체와의 계약 협상·확정·체결
2029년 : 착공
2036년 : 시운전

자료: 체코 산업통산부 2021.03.25.

- 방사성폐기물 심지층 처분 시설 4개 후보지 선정
  - 체코 정부는 2020년 12월 21일 산업통상부가 제시한 고준위 방사성폐기물 심지층 처분 시설 후보 부지 4곳(Hrádek, Horka, Březový potok, Janoch)을 승인함.
  - 카렐 하블리첵 산업통상부 장관은 부지 선정에 대한 민감성과 주민의 의견을 감안해 4개 후보 부지 지역과 상호 신뢰를 강화할 계획이라고 밝힘. 장관에 따르면, 다음 절차로 4개 후보 부지에 대한 연구·탐사 작업이 진행될 예정임.
  - 체코 정부는 2030년 심지층 처분 시설 최종 부지 선정, 2065년 시설 가동을 목표로 함.

〈체코 심지층 처분 시설 4개 후보 부지〉

자료 : 체코 방사성폐기물처분청

- 체코 원자력규제기관, Temelín 1호기 10년 계속운전 승인
  - 2020년 9월 24일 체코 원자력규제기관은 체코전력공사 ČEZ가 가동 중인 Temelín 1호기(1,027MW, PWR)에 대해 10년 계속운전을 승인함.

- 체코 원전의 계속운전은 원자력법에 따라 지속적인 안전성 평가를 바탕으로 진행하며, 원전사업자는 10년마다 종합적으로 주기적 안전성평가(Periodic Safety Review, PSR)를 실시하여야 함.
- Temelín 1호기는 2002년 6월 상업운전을 시작하였으며, 체코 원자력규제기관은 ČEZ가 제출한 163,000페이지에 달하는 신청서를 평가하고, Temelín 원전의 현장 실사를 진행했음.
- ČEZ는 Temelín 1, 2호기를 60년 가동할 계획임. 현재 Temelín 2호기도 계속운전을 위한 절차가 진행되고 있음.

◉ 폴란드

■ 현황

- 폴란드는 현재 90% 이상인 석탄화력발전 의존도를 낮추고, 러시아에 대한 석유, 가스 의존도를 줄이기 위해 2033년까지 최초 원전 건설을 계획 중임.
- 2019년 폴란드의 발전비중은 석탄 75%, 가스 9%, 재생에너지(풍력, 태양광, 지열) 10%, 바이오매스 3%, 수력 2%, 석유 1%임.[29)]

■ 주요 정책

- 2018년 11월 폴란드 에너지부는 에너지 정책 전략 초안(PEP 2040)에서 탄소 배출 저감과 전력 공급 안정성을 위해 2043년까지 6~9GW급 원자로 6기 건설(폴란드 발전량의 약 10%)을 명시함.
  - 폴란드 원전 1호기(1~1.5GW)의 부지 선정(Żarnowiec 또는 Kopalino)은 2020년, 기술 및 일반 계약자 선정은 2021년으로 계획됨.

■ 주요 이슈

- 폴란드 최초 원전 프로젝트 진전 보여
  - 2021년 3월 폴란드 원자력 프로그램 개발을 위한 폴란드-미국 정부 간 협력 협정이 공식 발효됨. 이에 따라 미국은 2021년 2월 24일부터 18개월간 폴란드 원전 건설을 위한 사전 작업(원자로 설계, 조달, 건설, 자금조달 방안 포함)을 진행할 예정임.

※ 폴란드는 미국 원자력 공급업체 Westinghouse, 미국 엔지니어링 회사 Bechtel, 미국 전력회사 Southern Company로부터 180억 달러의 원자력 기술 및 엔지니어링 서비스를 구매하기로 함.

29) Enerdata. Country Energy Report Poland. 2021.01.

- 같은 달 Westinghouse는 피오트르 나임스키(Piotr Naimski) 폴란드 전략 에너지인프라 국무장관과 회담 후 폴란드 내 건설될 원자로에 투자할 의사가 있다고 발표함.
- Westinghouse는 자사의 AP1000 원자로가 높은 안전성과 운전성(Operability)을 갖추고 있다고 밝히며, 원자로 공급업체로 선정될 시 폴란드 내 2,000개 이상의 일자리를 창출하고 원자력 공급망 확보·개발이 가능하다고 덧붙임.
- 폴란드는 2021년 2월 승인된 에너지 정책 2040(PEP 2040)을 통해 6~9GW 규모의 신규 원전 6기(3세대 또는 3세대+PWR) 건설을 계획하고 있음.
- 폴란드 정부 일정에 따르면 1~1.6GW 규모로 예상되는 첫 원전의 일반 계약자 선정은 2022년, 건설승인은 2025년, 착공은 2026년, 상업운전은 2033년으로 예정됨.

※ 이후 2호기는 2035년, 3호기는 2037년, 4호기는 2039년, 5호기는 2041년, 6호기는 2043년에 상업운전을 개시할 것으로 전망됨.

- 폴란드 원자력 프로그램 비용은 20년에 걸쳐 약 175억 유로에 달할 것으로 추정됨.
- 한편, 폴란드 정부는 최초 원전 후보 부지로 포메라니아(Pomerania), 두 번째 원전 부지로 벨차토우(Belchatów) 석탄화력발전소 부지를 고려하고 있음.

• 폴란드 SMR 건설에 대한 타당성 조사 완료

- 2020년 12월 폴란드 Synthos Green Energy(이하 Synthos)는 원자력 기업 GE Hitachi Nuclear Energy(GEH)의 BWRX-300 소형모듈원자로(SMR)를 도입을 위한 타당성 조사를 완료함.

※ Synthos는 탄소 배출 제로 에너지원에 투자하고 산업·에너지 부문의 탈탄소화 수행을 위해 설립된 Synthos SA Capital Group의 계열사임.

※ BWRX-300은 300MW급 수냉식 자연 순환 형식의 SMR로, 2014년 미국 원자력규제위원회(NRC)로부터 설계인증을 받은 ESBWR(Economic Simplified Boiling Water Reactor)을 기반으로 한 피동형안전시스템을 갖추고 있음.

- Synthos는 미국 원전운영사인 Exelon Generation이 수행한 타당성 보고서를 토대로 SMR 연속 생산 시 비용 절감 효과를 얻기 위해 건설할 원자로 수를 추정할 계획임.
- 설계 단순화의 특성을 갖춘 BWRX-300은 기타 수냉식 SMR 또는 기존 대형 원자로와 비교해 MW당 자본 비용을 대폭 줄일 수 있을 것으로 전망됨.
- Synthos는 SMR을 폴란드 산업 및 난방 부문의 탈탄소화 달성을 위한 수단으로 간주해 2019년 BWRX-300 건설을 위해 GEH와 협력 계약을 체결한 최초의 민간 기업임.
- 2020년 10월 Synthos는 Exelon Generation, GEH, 핀란드 Fortum Power and Heat Oy의 지원을 받아 BWRX-300 도입 가능성에 대해 폴란드 원자력기구와 논의를 시작한 바 있음.

◉ 불가리아

■ 현황

- 2021년 4월 기준 Kozloduy 5, 6호기(2,006MW)를 운영 중이며, 4기(1,632MW)를 영구 정지했음. 불가리아는 과거 철회한 Belene 원전 프로젝트(1,000MW 2기) 재개를 2018년 6월 결정했고, 2021년에는 Kozloduy 원전 부지에 추가 원전 건설을 결정함.
- 2019년 불가리아 총 발전량에서 원전 비중은 37.5%로 16TWh를 공급함.[30)]

■ 주요 정책

- 현행 불가리아 에너지 전략은 2011년 6월 발행한 '2020년까지의 불가리아 에너지 전략(The Energy Strategy of the Republic of Bulgaria till 2020)'에 따른 것임. 이 전략에서 불가리아는 원자력을 이산화탄소를 배출하지 않는 중요 전원으로 평가함.[31)]
- 2005년 불가리아 방사성폐기물 처분을 담당하는 국영방사성폐기물공사(SERAW)는 중저준위 방폐물 처분장 건설을 결정함.
  - 2011년 10월 SERAW는 스페인 방사성폐기물관리공사(ENRESA), 독일 DBE테크놀로지사로 구성된 컨소시엄과 처분장 설계 계약을 체결함.
  - 2013년 7월 Kozloduy 원전 인접 지역인 Radiana를 처분장 부지로 선정해 2017년 8월 건설을 시작하여 2021년 운영을 목표로 함.

■ 주요 이슈

- Belene 원전, 건설 재개 위한 투자자 최종 선정 지연
  - 2018년 6월 7일 불가리아 의회는 2012년 철회한 Belene 원전(1,000MW 2기) 건설 재개를 승인한 후 2019년 12월 전략적 투자자 후보와 기기 공급업체 후보를 선정했지만 현재 코로나-19로 인해 전략적 투자자 최종 선정이 지연되고 있음.
  - 과거 불가리아는 미국·EU의 대러 에너지 의존도 감축 압력, 외국인 투자자 모색에 실패해 2012년 Belene 원전 프로젝트를 철회했으며, 그 대가로 2017년 6월 Rosatom에 6억 유로의 보상금을 지불하고 러시아제 원자로 부품을 회수한 후 프로젝트 민영화 방안을 모색해옴.
  - 불가리아 에너지부는 2019년 12월 원자력 시설 건설·투자 경험과 재정 능력을 토대로 전략적 투자자 후보 3개 업체(러시아 Rosatom, 중국 CNNC, 한국수력원자력)와 기기 공급업체 후보로 2개 업체(프랑스 Framatome, 미국 GE)를 선정함.

---

30) PRIS ELECTRICITY PRODUCTION SHARE IN 2019 기준(최종 검색: 2021.04.06.)
31) 일본 문부과학성 위탁사업 원자력평화이용확보조사 성과보고서(2020.03.)

- 불가리아 정부, Kozloduy 7호기 건설 계획 보고서 승인
  - 불가리아 각료회의(The Council of Minister)는 2021년 1월 20일 Belene 프로젝트를 위해 제작된 부품을 사용해 Kozloduy 7호기 건설을 추진한다는 에너지부의 보고서를 승인함.

    ※ 불가리아는 2021년 1월 기준 Kozloduy 5, 6호기(2,006MW)를 운영 중이며, 4기(1,632MW)를 EU 가입 조건으로 영구 정지했음.
  - 2012년 불가리아는 Kozloduy 7호기 프로젝트 건설 방안을 논의하고 미국 웨스팅하우스의 AP-1000을 신규 원자로 노형으로 선정하였지만, 2015년 자금 부족과 낮은 전력 수요로 7호기의 건설을 보류한 바 있음.
  - 이번에 승인한 Kozloduy 7호기 증설 보고서에는 Belene 원전용 부품 활용, 자금조달 모델 마련, 불가리아·유럽·국제법 체계 분석, 소형모듈원자로(SMR) 건설 가능성 여부 검토가 포함됨.
  - Boyko Borissov 총리는 이 프로젝트가 국가 및 에너지 안보에 중요하다고 밝히며, 7호기 가동 후 8호기 추가 증설 가능성도 언급함.
- 불가리아, Kozloduy 원전 부지 내 SMR 건설 실행 가능성 모색
  - 불가리아 Kozloduy 원자력발전소 신건설 사업회사(이하, 'KNPP-NB')※와 미국 NuScale은 2021년 2월 17일 Kozloduy 원전 부지에 소형모듈원자로(Small Modular Reactor, 이하 'SMR') 건설 가능성 모색을 위한 양해각서(MOU)를 체결함.[32)]

    ※ KNPP-NB의 정식명은 Kozloduy Nuclear Power Plant-New Build로 2012년 불가리아 전력 및 열 생산용 신규 원전 프로젝트 관리를 위해 설립된 공공 유한 회사임.
  - 2020년 10월 14일 불가리아 내각은 EU가 목표로 하는 '2050년 탄소중립 달성'을 위해서 Kozloduy 원자력발전소 설비용량확대를 위한 가능성 조사와 준비활동을 시행하기로 결정했고, 당시 SMR을 선택지로서 활용하겠다는 방침을 명시했음.
  - 이 내각 결정에 따라 KNPP-NB는 첨단 원자로 기술을 Kozloduy 원전에 도입할 방침으로 NuScale의 SMR에 대해서도 기술적인 적합성을 평가할 계획임.
  - NuScale은 KNPP-NB의 활동에 협력하며 SMR 건설 실행 가능성 조사 시행을 포함한 개발 일정 수립, 비용 견적, 엔지니어링과 인허가 절차 등 다양한 분석·조사를 지원할 예정임.

---

32) 일본 원자력산업신문 ブルガリア、SMR建設の実行可能性調査でニュースケール社と覚書2021.02.18.
KNPP-NB 2020.10.31., 2021.02.17.

◉ 벨라루스

■ 현황

- 벨라루스는 러시아로부터 재정지원을 받아 Ostrovets 부지에 최초 원전(총 2,220MW, VVER-1200 2기)을 건설 중임.(1호기 2013년 11월, 2호기 2014년 4월 착공) 현재 1호기는 20년 11월에 계통연결을 완료하여 시운전 중이며, 2호기는 80% 완공되었음.
  - 벨라루스는 러시아로부터 건설비용의 90%에 해당하는 100억 달러를 차관 형식으로 25년간 조달받아 건설비용을 충당하기로 합의함.
  - 현재 Rosatom의 엔지니어링 자회사 Atomstroyexport가 프로젝트 총괄 및 계약을 담당함.

■ 주요 정책

- 벨라루스는 2011~2020 에너지 전략에 따라 발전용 천연가스를 포함한 러시아산 에너지 의존도 감소와 재생에너지 비중 확대 및 원자력 사용을 목표로 함.

■ 주요 이슈

- Ostrovets 1호기 현황
  - 2020년 10월 27일, 벨라루스 비상사태부 위원회[33]는 원자력 규제 당국인 Gosatomnadzor의 조사에 기반해 Ostrovets 1호기 가동을 위한 인허가 개정을 승인함. 이는 단계적 출력 증강(1~50%) 허용을 의미함.
  - 2020년 11월, Ostrovets 1호기는 계통연결을 완료하여 전력을 공급함. 계통연결은 계획 정비 및 점검을 통해 단계적으로 출력을 50%까지 증가시킨 상황에서 이루어졌음. Ostrovets 1호기는 러시아[34] 이외 지역에서 최초로 가동되는 VVER-1200 원자로임.
  - 2021년 1월, Ostrovets 1호기가 최초로 출력 100%에 도달함.
  - 2021년 4월, Ostrovets 1호기는 적정검사 및 일상보수를 통해 시운전 중 1.8 TWh의 전력을 생산함. 총 394개 중 309개의 검사가 완료되었으며, 최종 동적 시험을 수행하기 전에 계통연결을 해제하여 시스템 및 장비 효율을 점검하고 평가할 예정임.

33) The Board of the Belarus Ministry of Emergency Situations
34) Novovoronezh II units 1 & 2 and Leningrad II units 1 & 2

- Ostrovets 2호기 현황
  - 2021년 3월, 에너지부는 Ostrovets 2호기에 핵연료를 장전을 위한 준비단계인 모조핵연료 집합체(ITVS) 163개를 원자로 노심에 장전하였다고 밝힘. 이를 통해 원자로 설계 및 안전 요건 준수 여부를 점검함.
  - 2021년 4월, Ostrovets 2호기가 80% 완성됨. Viktor Karankevich 벨라루스 에너지부 장관은 빠른 시일 내 원자로의 저온·고온기능시험을 수행할 것이며 2021년 중 연료 장전을 진행할 것이라고 밝힘.
- 추가 원전 건설 논의
  - 2020년 11월, 벨라루스는 현재까지 고려사항에 그쳤던 신규 원전 건설에 대한 심도 깊은 논의가 진행되고 있다고 밝혔으며, Rosatom은 벨라루스 당국과 신규 원전 건설 논의 중임을 공식 홈페이지에 게재함.
  - Grigory Rapota 연방 국무 장관은 2개의 원전이 향후 벨라루스 에너지 소비량을 100% 충당할 것이라고 표명함.

◉ 우크라이나

■ 현황

- 2021년 4월 현재 원전 15기(13,107MW)를 운영 중이며 모든 원자로의 운영·관리는 국영 원자력 기업인 Energoatom이 담당함. Energoatom은 계속운전을 통해 15기 원전을 최대 60년까지 운영할 수 있도록 계획하고 있음.
- 우크라이나는 1986년 사고로 인해 체르노빌 원전 4기(3,515MW)를 폐쇄하였으나, 사고 이후 건설을 중단한 Khmelnitsky 3·4 호기(2,178MW) 건설을 추진 중임.
- 2019년 우크라이나의 총 발전량은 152TWh이며 이 중 원자력 55%, 석탄 32% , 가스 5%, 수력 5%, 태양광 1%, 풍력 1%를 차지함.[35)]

■ 주요 정책

- 2017년 8월 우크라이나 에너지·석탄산업부(MECI)는 2035년까지의 에너지 전략 '안전, 에너지효율, 경쟁력'을 발표함.

35) Enerdata, Country Energy Report Ukraine, 2020.09.

- 이 전략에 따르면 2035년까지 원전 비중은 약 50%로 유지할 예정이며, 재생에너지와 수력 비중을 각각 25%와 13%로 확대하고 나머지는 석탄화력으로 공급할 계획임.
- 이전에도 2006년에 발생한 러시아 천연가스 공급중단 사건을 계기로 에너지 안보와 원자력 발전의 역할이 새롭게 부각되어 2030년까지 원자로 11기 신규 건설을 통해 16,500MW의 설비용량을 추가로 확보할 계획을 수립한 바 있음.

■ 주요 이슈

- 체르노빌 사고 후 중단된 원전 건설 재개 추진
  - 2020년 9월 7일 우크라이나 원자력공사인 Energoatom은 웨스팅하우스가 Khmelnitsky 3, 4호기(2,178MW) 완공을 위한 지원 의사를 시사했다고 밝힘.[36)]

  ※ 웨스팅하우스는 1994년 우크라이나 원전 시장에 진출해 현재 우크라이나에서 가동 중인 상업 원자로 15기 중 6기에 핵연료를 공급 중임.

  - Khmelnitsky 3, 4호기는 1985년 9월과 1986년 6월 각각 착공했지만 체르노빌 사고로 1990년 작업을 중단해 공정률이 각 75%, 28%임.
  - 2008년 자금지원을 조건으로 한 원전 건설 프로젝트 국제 입찰을 시행해 현 Rosatom의 자회사인 ASE가 낙찰 받아 2016년까지 1,000MW급 러시아제 PWR(VVER) 2기를 완성할 예정이었지만, 러시아와의 관계 악화로 2016년 우크라이나가 기존 계약을 파기함.
  - 이후 우크라이나는 Khmelnitsky 3,4호기 건설 협력파트너로 체코 엔지니어링 기업인 Škoda JS社를 선정함. 3호기는 2025년에 시운전될 예정임.
  - Energoatom은 Khmelnitsky 3·4호기 완공 시 연간 발전량은 160억 kWh을 전망함. 또한 3·4호기의 완공 비용은 총 28억 달러로 예상됨.
- 원전 계속운전 정책 유지
  - Energoatom은 계속운전을 통해 15기 원전을 최대 60년까지 운영할 수 있도록 계획하고 있음.
  - 우크라이나 원전 운영인허가에 대한 연장 승인 절차는 2035년까지 시행되는 우크라이나 에너지 전략(Energy Strategy of Ukraine for the period up to 2035)에 따른 것임.
  - 2021년 4월 기준 운영 중인 15기 가운데 12기가 계속운전 허가를 취득했음.

36) 일본 원자력산업신문 ウクライナで建設工事停止中の2基の完成に向けWH社が支援提供を提案 2020.09.11.

〈우크라이나 원전 현황〉

원전	노형	용량(MW)	상업운전 시작 연도	설계수명 종료일	계속운전 종료예정일
Khmelnitski 1	PWR	950	1988	2018.12.13	2028.12.13
Khmelnitski 2	PWR	950	2005	2035.09.07	–
Rivne/Rovno 1	PWR	381	1981	2010.12.22.	2030.12.22.
Rivne/Rovno 2	PWR	376	1982	2011.12.22.	2031.12.22.
Rivne/Rovno 3	PWR	950	1987	2017.12.11.	2037.12.11.
Rivne/Rovno 4	PWR	950	2006	2035.06.07.	–
South Ukraine 1	PWR	950	1983	2013.12.02.	2023.12.02.
South Ukraine 2	PWR	950	1985	2015.05.12.	2025.12.31.
South Ukraine 3	PWR	950	1989	2020.02.10.	2030.02.10.
Zaporozhe 1	PWR	950	1985	2015.12.23.	2025.12.23.
Zaporozhe 2	PWR	950	1986	2016.02.19.	2026.02.19.
Zaporozhe 3	PWR	950	1987	2017.03.05.	2027.03.05.
Zaporozhe 4	PWR	950	1988	2018.04.04.	2028.04.04.
Zaporozhe 5	PWR	950	1989	2020.05.27	2030.05.27
Zaporozhe 6	PWR	950	1996	2026.10.21.	–

자료 : World Nuclear Association(2021), IAEA Country Nuclear Power Profiles Ukraine(2020)

◉ 헝가리

■ 현황

- 헝가리는 Paks 원전에서 원전 4기(1,902MW)를 운영 중이며, Paks 원전에 Paks 원전 5·6호기(각 1,200MW급)를 추가 건설하는 Paks II 개발 프로젝트를 추진 중임.
- 2019년 헝가리의 총 발전량은 34.1TWh로 이 중 원자력이 48%, 가스 25%, 석탄 12%, 태양광 4%, 풍력 2%, 수력 1%를 차지함.[37)]

■ 주요 정책

- 2019년 5월 8일 헝가리 혁신 및 기술부는 원자력과 재생에너지를 두 축으로 하는 에너지 및 기후 변화 계획안을 발표함.
  - 헝가리는 2050년까지 1990년 대비 온실가스 배출량 52~85% 감축을 목표로 함.
  - 헝가리 정부는 신규 원자로 2기 없이 기후 목표 달성은 불가능하다고 강조하며, Paks 5·6호기가 연간 1,700만 톤의 이산화탄소 배출 감소에 기여할 것이라고 밝힘.

37) Enerdata, Country Energy Report Hungary, 2020.10.

- 한편, 헝가리 정부는 사용후핵연료를 재처리하지 않고 지층 처분할 방침이며, 국유 방사성 폐기물 관리 기업인 RHK Kft가 주체가 되어 방폐물 처분 준비를 진행 중임.
  - 현재 최종처분장 적합성 검토를 위해 헝가리 남서부 MECSEK 산지 점토층을 대상으로 예비 안전 분석을 시행 중임. 중저준위 방폐물은 Tolna주 Bataapati 처분장에서 처리 중임.

■ 주요 이슈

- Paks 5·6호기 건설 허가 신청서 제출
  - Paks 5·6호기 건설을 위해 헝가리는 2014년 1월 러시아와 1,200MW급 VVER 2기를 Paks 원전에 건설하는 협정을 체결함. 프로젝트 비용은 총 125억 유로로 100억 유로를 러시아가 차관 형태로 제공하고, 헝가리 정부가 25억 유로를 투자함.
  - 2015년 5월 헝가리 정부는 유럽연합 집행위원회(EC)에 Paks 5·6호기 건설에 대한 보조금 지급 계획을 통보했으며, EC는 2017년 3월 국가 보조금 지급을 승인하였음.
  - Paks 5·6호기 건설 개발은 국영 헝가리 전력(MVM)의 자회사로 설립되어 이후 독립한 Paks II. Ltd.이 담당하며, Paks II. Ltd.은 Paks 5·6호기 건설과 관련해 2016년 9월 말 환경 허가와 2017년 3월 부지 허가를 취득했음.[38)]
  - 2020년 6월 30일 Paks II. Ltd.는 헝가리 원자력청(Hungary Atomic Energy Authority, HAEA)에 Paks 5·6호기 건설 허가 신청 서류를 제출함. 원자력청은 7월 1일부로 신청서 심사에 착수해 1년 내 승인 여부를 결정할 예정으로 필요시 검토 기간을 3개월 연장할 수 있음.

- 사용후핵연료 임시저장시설 확충
  - 2020년 6월 29일 RHK는 Paks 원전 부지 내 사용후핵연료 임시저장시설(Spent Fuel Interim Storage Facility, SFISF※) 확충 작업을 계획대로 진행 중이라고 밝힘.

    ※ 1997년부터 가동을 시작한 SFISF는 모듈형의 볼트(Vault) 저장 방식(사용후핵연료 저장용기를 콘크리트 구조물 내 공간에 수직으로 보관하는 방식)을 이용함.
  - 현재 SFISF의 사용후핵연료 저장시설 포화율은 86%로, 24개 볼트 내 최대 사용후핵연료 저장 용량인 11,416다발 가운데 9,787다발이 저장됨.
  - SFISF에는 당초 33개의 볼트에 사용후핵연료 14,850다발을 보관할 계획이었지만 Paks 원전의 20년 계속운전(총 50년 가동)과 기타 사유로 최대 17,716다발의 보관이 필요해짐. 이에 따라 RHK는 2019년 말 2024년 5월 완공을 목표로 4개의 볼트 증설 계약을 체결함.

---

38) Paks II. Ltd.는 원래 2012년 국영 헝가리 전력(MVM)의 자회사로 MVM Paks II Nuclear Power Plant Development Ltd.라는 사명으로 설립되었지만 2017년 10월 9일 Paks II. Ltd.(Paks II. Nuclear Power Plant Private Ltd)로 사명을 변경하고 MVM 자회사에서 독립함.
자료: 일본 문부과학성 위탁사업 원자력평화이용확보조사 성과보고서 2020.3.

◉ 스페인

■ 현황

- 스페인은 2021년 4월 말 기준 5개의 부지(Almaraz, Valdellós, Asco, Cofrentes, Trillo)에서 원자로 7기(총 발전용량 7,121MW)를 공급 중이며, 3기의 원전(총 1,067MW)이 영구정지 중이고, 건설 중인 원전은 없음.
- 2019년 스페인 총 발전량 가운데 총 56TWh의 전력을 생산한 원전의 발전비중은 21.4%임.[39)]

■ 주요 정책

- 2018년 스페인 정부는 노후 원전을 단계적으로 폐쇄하고 별도의 계속운전 시행이 없을 것을 밝힘.
  - 당시 총선에서 승리한 Pedro Sanchez 총리와 사회주의노동자당은 노후 원전에 대한 단계적 폐쇄 입장을 발표했으며, 향후 가동연수가 40년이 되는 원전을 별도의 계속운전 없이 차례로 폐쇄시켜나갈 계획임을 밝힘.
  - 2018년 11월 Jose Domingues 스페인 에너지부 장관은 기존 입장을 확인함.[40)] 이 조치는 스페인이 2050년까지 전력 시스템을 재생에너지원으로 완전히 전환하고 자국 경제를 탈탄소화한다는 신규 기후 법안 초안 발표(11월 13일) 후에 내려짐.
- 2020년 4월 스페인은 국가 에너지 및 기후 계획안(National Integrated Energy and Climate Plan 2021~2030) 초안을 통해 2027년부터 2035년까지 단계적 원전 폐쇄(총 7기)를 명시함.

■ 주요 이슈

- Cofrentes 원전(1,064MW, BWR) 계속운전 최종 승인 취득
  - 2021년 3월 Cofrentes 원전은 스페인 생태전환인구과제부로부터 2030년 11월 30일까지 계속운전을 시행할 수 있도록 승인을 받음.
  - 해당 원전은 1985년 3월에 상업운전을 개시하였으며 2020년 총 924만kWh의 전력(스페인 전체 발전량의 3.7% 차지)을 발전함.
  - 지난 2월 스페인 원자력안전위원회는 3월 20일로 만기되는 Cofrentes 원전의 운영허가 갱신을 승인함.

---

39) IAEA PRIS, 2021

40) Nuclear Engineering International, Spain to close its nuclear reactors by 2030, 2018.11.19. https://www.neimagazine.com/news/newsspain-to-close-its-nuclear-reactors-by-2030-6859063

- Cofrentes 원전은 2019년 스페인 정부가 2027년부터 2035년까지 단계적 원전 폐쇄계획을 발표한 이후로 네 번째로 운영허가 갱신이 승인된 원전임.

※ 2020년 5월 Almaraz 1,2호기는 각각 2027년 11월 1일, 2028년 10월 31일로 추가 10년 계속운전이 승인됨. 또한 6월 Vandellos 2호기의 운영허가는 2030년 7월까지 추가 10년 연장됨.

• Garoña 원전(446MW, BWR)의 해체 예정

- 2021년 3월 16일 스페인 정부는 Garoña 원전 해체 계획을 발표함.
- 1971년에 상업운전을 개시한 Garoña 원전은 계속 운전에 필요한 투자 비용과 사용후핵연료에 대한 신규 세금 납부 문제로 2012년 가동이 정지되어 2017년 공식적으로 폐쇄됨.
- 2020년 5월 스페인 정부 산하 방사성 폐기물 관리 및 원전 해체 전담기관인 Enresa는 Garoña 원전의 소유권 이전 및 해체 1단계 이행 신청서를 생태전환 및 인구과제부에 제출한 바 있음.
- Garoña 원전 해체의 총 비용은 약 4억 6,600만 유로로 추정됨.

◉ 스위스

■ 현황

• 2021년 4월 기준 4기(2,960MW)를 운영 중이며, 2기(379MW)를 영구 정지함.

- 스위스에서는 원전 가동 기간에 대한 법적 한도를 정하지 않아 10년마다 주기적안전평가(Periodic Safety Review, PSR)를 시행하며 스위스 연방원자력안전감독청(ENSI)이 안전성을 인정하면 추가로 10년 가동 기간이 연장됨.
- 2016년 3월 2일 원전 가동 수명의 상한을 두는 법안이 하원에서 부결됨.[41]

• 2019년 스위스의 총 발전량은 73.5TWh로 이 중 원자력이 36%, 수력 56%, 태양광 3%를 차지함.[42]

■ 주요 정책

• 2007년 2월 스위스 정부는 '에너지 기본 정책(2035년까지의 에너지 전망)'에서 신규 원전의 필요성을 밝혔지만, 후쿠시마 원전 사고 후 탈원전 정책으로 전환해 2011년 5월 25일 당시 운영 중이던 원전 5기를 2034년까지 단계적 폐쇄한다고 발표함.

41) 문부과학성 원자력 평화 이용 확보 조사 사업 2019.03.
42) Enerdata, Country Energy Report Switzerland, 2020.11.

- 스위스 내각은 2018년 1월 에너지 구조 개혁을 위한 법안인 '에너지전략 2050년(Energy Strategy 2050)'을 발효했음.
  - 개정 에너지법인 '에너지전략 2050년'은 신규 원전 건설 금지, 에너지 소비 절감, 에너지의 효율적 이용 개선, 재생에너지 발전량 확대 등의 전략을 단계적으로 실행에 옮기는 정책을 포괄함.

〈 '에너지전략 2050' 주요 내용〉

- (원전) 2019년 Beznau 1호기 ~ 2034년 LEIBSTADT원전까지 스위스의 모든 원전(5기) 단계적 폐쇄
- (재생) 2020년 4,400GWh → 2035년 11,400GWh로 확대, 신규 FIT는 2022년 말까지 제한, 재생에너지 시설 허가 절차 신속화 등
- (효율) 에너지소비량을 2000년 대비 2020년에는 16% 감소, 2035년에는 43% 감소, 탄소세 인상(연간 최대 4억 유로), CO_2 배출규제 강화 등

- 스위스는 원자력에너지법(2003)에 따라 고준위방폐물과 중저준위방폐물 처분을 위한 심지층 처분 시설 설치를 계획 중임. 처분장 부지 선정은 스위스 방사성 폐기물 전담기관인 NAGRA(Swiss National Cooperative for the Disposal of Radioactive Waste)가 담당함.
- 심지층 처분 시설 부지 선정은 2022년, 연방 정부의 최종 결정 및 의회 승인은 2030년, 국민 투표는 2031년에 시행될 예정임. 중저준위방폐물 처분시설은 2050년에, 고준위방폐물처분시설은 2060년에 가동될 예정임.
  - 사용후핵연료의 경우 Beznau, Gosgen 원전 부지 내 임시 저장 시설 또는 원전 운영 4개사가 공동 건설한 Wurenlingen 방사성 폐기물 집중 중간 저장 시설(Zentrales Zwischenlager Wurenlingen, ZZL)에서 보관 중임.

■ 주요 이슈

- 스위스 첫 원전 해체 작업 본격 착수
  - 원전운영사 BKW는 2020년 1월 6일 Mühleberg 원전(373MW, BWR)에서 스위스 최초로 원전 해체 작업을 시작함. Mühleberg 원전은 1972년에 상업운전을 개시해 47년 가동 후 2019년 12월 20일 영구 정지되었으며 2034년 해체 완료할 계획임.[43)]
  - BKW는 Mühleberg 원전 해체 및 철거 비용에 해당하는 비용(약 27억 유로로 추정)을 스위스 연방정부가 관리하는 해체 및 방사성폐기물 처분 기금에 납부했다고 밝힘.

43) 일본 문부과학성 위탁사업 원자력평화이용확보조사 성과보고서 2020.03., BKW 웹사이트(최종검색 2021.04.06.)

◉ 벨기에

■ 현황

- 벨기에는 2021년 3월 말 기준 원자로 7기(총 발전용량 5,942MW)를 가동해 전체 전력의 약 50%를 공급하고 있지만 2025년까지 단계적 원전 폐쇄를 시행할 계획임.
- 2019년 벨기에의 총 발전량인 93.7TWh 가운데 총 44TWh의 전력을 생산한 원전의 발전 비중은 47%임.[44)]

■ 주요 정책

- 2003년 1월 벨기에 의회는 원전의 단계적 폐지에 관한 법안을 승인함. 이에 따라 신규 원전 건설 금지, 기존 원전의 가동 수명 40년 제한이 결정됨. 이후 2011년 신정부가 출범해 상기 법안에 따라 2015년까지 2개의 원전을 폐쇄하고 2025년까지 나머지 원전을 폐쇄하는 안을 확정함.
- 2007년과 2010년 각각 온실가스 배출 감소를 위한 원자력의 장기적 활용과 계속운전의 필요성에 대해 정부가 인지하였으나, 2011년 신정부 출범 이후 계속운전 사안이 의회에서 통과되지 못함.
- 2012년 7월 벨기에 각료회의(Council of Ministers)는 40년 가동한 Doel 1,2호기 폐쇄(2015년)를 발표함. 이어 2014년 12월에는 2025년까지 원전의 단계적 폐쇄를 확정하고, 2018년 3월 발표한 신규 에너지 전략(energy pact)에서도 원전의 단계적 폐지 및 2025년까지 영구정지를 재확인함.
  - 2014년 12월 결정에서는 전력 공급 안정성을 위해 Doel 1,2호기의 계속운전을 허용함. (각각 2025년 2월 15일, 2025년 12월 1일까지 추가 10년)
- 2020년 9월 30일 출범한 벨기에 새 연립 정부※는 2025년까지 단계적 원전 폐기 정책을 재확인하는 합의문에 서명함.

  ※ 총 7개의 정당(자유당(Open VLD), 프랑스어권 자유당(MR), 사회당(PS), 네덜란드어권 사회당(SP.A), 녹색당(Green), 생태당(Ecolo), 기독민주당(CD &V))이 새 연립 정부를 구성함.
  - 단 전력 공급 안정성에 차질이 발생할 경우 2025년 이후로 Doel 4호기와 Tihange 3호기를 계속운전하여 2GW의 원전 폐지를 유보하는 방안이 합의문에 수록됨.
  - 새 연립 정부는 2021년 11월 발간 예정인 전력 공급 타당성 보고서를 토대로 2025년까지의 단계적 원전 폐쇄 여부를 최종 결정할 예정임.

---

44) Enerdata, Country Energy Profile Belgium 2022

■ 주요 이슈

- 벨기에 규제기관, Tihange 2호기 재가동 승인
  - 2021년 1월 벨기에 연방원자력통제기구(FANC)는 Tihange 2호기(1,008MW, PWR)의 원자로 압력용기 외벽에서 감지된 수소 발생에 따른 균열(Hydrogen Flake)이 커지지 않고 균열이 새로 생성되지 않은 것을 확인한 후 재가동을 승인함.
  - 1983년에 상업운전을 개시한 Tihange 2호기는 결함으로 2012년 가동이 중단되었다가 2013년 6월 재가동되었음. 그러나 2014년 3월 재차 가동이 중단됨. 2015년 11월 FANC는 균열이 원자로 압력용기 제조 과정에서 발생했지만, 부품의 안전성에 문제가 없다고 판단해 재가동을 승인함.
  - 2020년 9월 벨기에 제1심 법원(Court of First Instance)은 2015년 FANC의 Tihange 2호기 재가동 결정에 문제가 없다고 판결함. 2016년 독일, 네덜란드, 룩셈부르크는 FANC를 상대로 해당 원자로의 재가동 결정 무효화를 요구하는 소송을 제기한 바 있음.

  ※ Tihange 원전은 독일과 네덜란드 국경에서 60km 떨어져 있음.

  - 재가동을 승인한 FANC는 원전운영사인 Electrabel이 정기적으로 균열 상태를 점검하도록 지시함.
  - Tihange 2호기는 단계적 원전 폐쇄 정책에 따라 2023년 2월 영구 정지될 예정임.
- 벨기에 원전운영사, Doel 4호기 및 Tihange 3호기 계속운전 여부 결정 요청
  - 2020년 11월 Electrabel은 2025년 이후 Doel 4호기(1,038MW, PWR)와 Tihange 3호기(1,038MW, PWR)의 계속운전 시행여부를 2020년 말까지 결정할 것을 정부에 촉구함.
  - Electrabel은 두 호기의 계속운전을 위해서는 행정적·기술적 준비가 필요하기 때문에 정부가 2020년 말까지 계속운전 여부를 결정해야한다는 입장임.
  - Electrabel은 각각 2022년과 2023년에 영구 정지되는 Doel 3호기(1,006MW, PWR)와 Tihange 2호기(1,008MW, PWR)의 폐쇄 및 해체를 준비 중임.

◉ 독일

■ 현황

- 독일은 2021년 3월 말 기준 6기의 원자로(총 발전용량 8,113MW)를 가동 중임.
  - 영구 정지된 원자로는 총 30기며 용량은 총 18,262MW[45] 임.
- 2019년 독일의 총 발전량은 612.1 TWh이며, 약 73.5 TWh의 전력을 생산한 원전의 발전 비중은 12%임.[46]

45) 영구 정지된 원자로의 용량은 연구로 포함 수치임.
46) Enerdata, Country Energy Report 2021

■ 주요 정책 47)

- 독일은 2011년 후쿠시마 원전 사고를 계기로 노후원전을 폐쇄했으며, 기존의 계속운전 방침을 철회하고 2022년까지 모든 원전을 단계적으로 폐쇄하기로 결정함.
  - 독일 정부는 1980년 이전 건설된 노후 원전 7기(Biblis A, Neckarwestheim 1, Brunsbuettel, Biblis B, Isar 1, Unterweser, Phillipsburg 1)와 이미 장기적으로 가동중지된 크륌멜(Kruemmel) 원전에 대하여 후쿠시마 원전 사고 직후 3개월간의 즉각적인 가동중단 조치를 실시함. 이후 2011년 6월 독일 정부는 잠정적으로 가동이 중지된 원전에 대한 영구폐쇄를 결정함에 따라 총 8기 원전(8,442MW의 용량)이 폐쇄됨.
- 독일은 원전을 단계적으로 폐지하고 재생에너지 발전 비중을 확대하는 에너지전환(Energiewende) 정책을 추진 중임.

■ 주요 이슈

- 독일 정부, 전력사와 탈원전 정책 보상금 지급 합의
  - 2021년 3월 독일 정부는 2011년 탈원전 정책으로 피해를 입은 4대 전력사(EnBW, E.ON, RWE, Vattenfall)에게 총 25억 유로의 보상금을 지급하기로 합의함. 4대 전력사는 합의의 대가로 정부를 대상으로 제기한 모든 법적 소송을 철회하고 이의를 제기하지 않기로 함.

  ※ Vattenfall은 스웨덴 기업이며, RWE와 E.ON은 독일 민간기업, EnBW는 Baden-Wuerttemberg 주 정부가 46.55%의 지분을 보유하고 있는 기업임.

  ※ 2016년 12월 헌법재판소는 전력사가 독일 정부를 상대로 제기한 2011년 탈원전 정책 추진에 따른 손해배상 청구 소송에서 정부의 재산권 침해를 인정하며, 정부에 보상안 수립을 명함. 이후 2020년 11월 헌재는 독일 정부가 수립한 보상 방안이 미흡하다고 판단해 제16차 개정 원자력법 상의 보상 조항을 개정하도록 판결함.

  ※ 2018년 독일 정부는 RWE와 Vattenfall에 탈원전 정책으로 발생한 손실에 대해 최대 10억 유로 범위의 보상금을 지급한다는 결정을 내렸으나 정확한 보상금액이 2023년에 확정될 것이라고 밝혔음.

  - 보상금은 Vattenfall이 가장 많은 금액인 14억 2천 5백만 유로, RWE는 8억 8천만 유로, EnBW는 8천만 유로, E.ON은 4천 2백 50만 유로로 책정됨.

  ※ 이는 단계적 원전 폐지로 생산하지 못한 잔여 전력량(Vattenfall과 RWE 사례)과, 계속운전을 위해 시행한 투자(EnBW, E.ON, RWE 사례)에 대한 보상임.

  - 이번 보상금 지급으로 독일 정부와 전력사들 간에 지난 10년간 지속되어온 분쟁이 종식되었지만, 독일 정부가 지급하는 보상금은 전력사의 기대치보다 낮은 것으로 나타남.

47) 세계 원전시장 인사이트, 2018.07.27.

- 이번 보상금 합의 내용은 4대 전력사의 이사회 승인이 필요한 상황임. 뿐만 아니라 최종 보상 규정은 올해 말까지 제16차 개정 원자력법에 반영될 예정이며, 유럽연합 집행위원회(EC)의 승인을 받을 예정임.
- 독일 정부는 이번 합의가 단계적 원전 폐지에 영향을 미치지 않기 때문에 마지막 원전은 2022년 말에 폐쇄될 것이라고 밝힘.

〈독일의 원자력 정책 주요 사건〉

날짜	주요 사건
2000년	(원자력 합의) • 녹색당–사민당 연정, 전력회사들과 2021년까지 단계적 원전 폐지 합의 – 원자로 수명 제한(32년), 각 원전에 잔여 전력생산 허용량 할당, 할당된 허용량 소진 후 원전 폐지, 신규 원전 건설 금지
2002년	(원자력법 개정) • 신규원전 건설 금지 • 기존 원전 2021년까지 단계적 폐지 – 원전 수명 40년으로 설정
2009년	(원전 폐지법 철회) • 기민·기사당 – 자민당 연정(보수 성향) 출범 • 단계적 원자력 폐지법 철회
2010년 10월	(원전 가동기간 연장) • 원전 수명(기존 40년) 연장 – 1980년 이전 건설된 6개의 원전은 8년 연장 – 1980년 이후 건설된 11개의 원전은 14년 연장 • 신규 원전 건설 금지
2011년 6월	(탈원전 방침 결정) • 후쿠시마 원전 사고(2011.03.) – 총 8기 원자로(1980년 이전에 건설된 노후 원전 7기 및 결함이 발생한 Kruemmel)에 대해 원전비상중단조치(Moratorium) 시행 • 독일 연방의회, 원전 폐지안 최종 승인 – 2022년까지 가동 중인 17개의 원전 단계적 폐지
2016년 12월	(탈원전 보상 결정) • 독일 연방헌법재판소, 2011년 원전폐지법에 대한 소송에서 정부의 재산권 침해 인정 – 2018년 6월까지 Vattenfall 및 RWE에 탈원전 피해 보상 지급 판결
2018년 5월	(원자력법 개정 초안 승인) • 독일 내각, Vattenfall 및 RWE에 보상금 지급을 명시한 원자력법 개정 초안 승인, 2023년 최종 보상금액 확정 예정
2021년 3월	(탈원전 보상금 지급 합의) • 독일 정부, 4대 전력사(EnBW, E.ON, RWE, Vattenfall)에 총 25억 유로의 보상금 지급 합의 – Vattenfall은 14억 2,500만 유로, RWE은 8억 8,000만 유로, EnBw은 8,000만 유로, E.ON은 4,250만 유로를 지급 받을 예정 – 최종 보상 규정은 올해 말까지 개정 원자력법에 반영될 예정

자료 : 에너지경제연구원 및 독일 연방환경부 자료를 토대로 작성

- 독일 환경부, 단계적 원전 폐지를 위한 입장문 발표
  - 2021년 3월 독일 환경부는 후쿠시마 사고 10주년을 맞아 마지막 원전이 폐쇄되는 2022년 이후로 국내외에서 단계적 원전 폐지를 완료할 수 있는 방안을 발표함.
  - 단계적 원전 폐지 완료 방안은 크게 3가지 범주(독일 내 단계적 원전 폐지 완료, 유럽 내에서의 협력강화, 국제사회에서 원자력 안전성 강화 및 역량 유지)로 구성되며, 총 12가지 조치를 명시함.
  - 독일 내 단계적 원전 폐쇄 완료·핵연료주기시설 폐쇄·최종 저장시설 추진·재생에너지 확대 가속화를 위해 1) 링겐(Lingen) 핵연료 제조시설 및 그로나우(Gronau) 우라늄 농축시설 폐쇄, 2) 재생에너지 개발 가속화로 석탄 및 원자력 조기 대체, 3) 고준위방사성폐기물 처분시설 건설 추진 4) 정보 제공 및 시민 참여 확대 방안을 제시함.
  - 유럽 내 원자력 위험 감소, 협력 강화 부문에서는 1) 원자력에 대해 비우호적인 국가인 덴마크, 오스트리아, 룩셈부르크 간의 연대 모색, 2) 원전 노후화의 안전성 위험에 대응하기 위한 계속운전 반대, 3) EU의 원전에 대한 공적 자금 지원 반대, 벨기에, 프랑스, 네덜란드, 체코, 스위스와의 양자협력 강화를 통해 독일 국경 근처에 위치한 원전의 원자력 안전 및 방사선방호 문제에 관한 협력, 4) 단계적 원전 폐지 이후로 높은 수준의 방사선 방호 유지 및 국제 협력관계 개선을 제시함.
  - 국제사회에서 원자력 안전성 강화 및 역량 유지, 유용한 정보 제공을 위해서 1) 높은 수준의 안전성 유지를 위한 노력 지속, 2) 원자력 배상책임 제도 개선을 통한 피해 방지 및 피해자 보호를 최우선 순위로 설정, 3) 국제적인 원자력 논의에 참여를 제시함.
- 독일, 고준위 방사성폐기물 최종 처분 부지 선정 개시
  - 2020년 9월 독일은 2031년까지 고준위 방사성폐기물 최종 처분시설 부지 선정, 2051년 처분시설 가동을 목표로, 후보 부지와 관련된 중간 보고서를 발표해 부지 선정 절차를 사실상 개시함.
  - 연방 방사성폐기물관리회사인 BGE가 발간한 보고서는 최종 처분시설에 적합한 지역을 후보 부지로 선정해, 국가 전체 면적의 54%를 차지하는 90개의 후보 부지를 제시함.

    ※ BGE에 따르면 후보 부지는 독일 남서부에 위치한 자를란트(Saarland)주를 제외한 모든 연방 주에 분포해있음.
  - BGE는 남부 바바리아(Bavaria) 주, 바덴뷔르템베르크(Baden-Württemberg) 주, 동부 니더작센(Lower Saxony) 주가 후보 부지로 적합하다고 설명함.

    ※ BGE는 침식 가능성 때문에 니더작센(Lower Saxony)주의 Gorleben 소금 광산 부지를 후보 부지에서 제외함.
  - 최종 선정된 부지에는 고준위 방사성폐기물이 1,900개의 저장용기에 담겨 보관될 예정임. 이는 독일 전체 방사성폐기물의 5%, 방사성물질의 99%를 차지함.

- 지역 의견수렴 회의가 2020년 10월부터 2021년 6월까지 진행된 후, 독일 연방방사성폐기물관리청이 10월 17~18일에 열리는 전문가 회의에 참가할 계획임. 이후 BGE는 후보 부지를 구체화할 계획임.

5. 시사점

■ **원전을 확대하거나 원전 비중을 일정부분 유지하고자 하는 국가들은 대체적으로 기후변화 대응 또는 탄소중립을 주요 명분으로 설정하고 있음.**

- 미국, 중국, 일본, 영국, 프랑스, 핀란드, 체코, 폴란드, 불가리아 등은 명시적으로 원전의 기후변화 대응 역할을 강조하고 있음.

■ **독일, 스위스, 벨기에, 대만과 같이 원전을 단계적으로 폐지하는 국가들은 여러 국가가 탄소중립에 동참하는 과정에서도 기존 정책기조를 유지하고 있음.**

- 궁극적으로 원전에 의존하지 않고 재생에너지 확대를 통해 기후변화 대응한다는 방침임.

■ **사용후핵연료 최종처분시설 구축은 모든 원전 운영국가들의 주요 과제이며, 장기적으로 꾸준히 진행되고 있음.**

- 원전을 오랫동안 운영해 온 선진국들도 경우 최종처분시설을 아직 갖추지 못했으나, 원전 부지 내 저장시설 혹은 중앙집중식 저장시설에서 안전하게 관리중임.
- 대부분의 선진국이 현재 최종처분시설을 마련을 위한 과정 중에 있으며, 실제로 건설 중인 국가는 핀란드가 유일함. 스웨덴은 2020년 10월 Östhammar시가 Forsmark 지역에 사용후핵연료 최종처분시설을 건설하는 계획안을 승인했다고 발표해 최종처분시설 부지가 사실상 확정됨.

■ **코로나-19는 원전 투자 환경에 지속적으로 부정적 영향을 미치고 있음.**

- 코로나-19의 영향으로 인한 투자 환경 악화로 영국 Wylfa Newydd 프로젝트가 공식 철회됨.
- EDF에 따르면 코로나-19로 인해 Hinkley Point C 원전의 상업운전이 당초 계획된 2025년 말에서 2026년 6월로 지연되고 프로젝트 비용도 최대 5억 파운드까지 상승할 가능성이 있음.

- 불가리아 의회는 2012년 철회한 Belene 원전(1,000MW 2기) 건설 재개를 승인(2018.6)한 후 전략적 투자자 후보와 기기 공급업체 후보를 선정(2019.12)했지만, 현재 코로나-19로 인해 전략적 투자자 최종 선정이 지연되고 있음.
- 이집트와 러시아는 코로나-19 여파에 따라 El Dabba 원전 건설 일정 조정 예정

■ **소형모듈형원자로에 대한 투자가 활발하게 진행되면서 앞으로 소형원자로 시장에 대한 기대가 커지고 있음.**

- 미국은 트럼프 정부에 이어 바이든 정부에서도 글로벌 원자력 리더십 확보를 위해 소형원자로 투자에 적극 뛰어들고 있음.
- 미국뿐만 아니라 영국, 캐나다, 러시아 등 주요 원전 운영국들도 소형모듈형원자로 기술개발 및 보급에 적극적으로 참여하고 있음.

주요단신

북미 North America

◉ Illinois 주, 원전 재정지원 검토를 위한 경제성 평가 결과 발표

2021.04.14. Synapse Energy Economics

■ 2020년 8월, Exelon Generation(이하 Exelon)은 수익성 악화로 Byron 원전을 2021년 9월에, Dresden은 2021년 11월에 영구 정지할 것이라고 Illinois 주에 통보함. 이에 2021년 1월 Illinois 주는 컨설팅 기업 Synapse Energy Economics(이하 Synapse)에 주내 4개 원전※의 경제성 평가를 의뢰함.

※ Exelon Generation은 Illinois 주에 Braidwood, Byron, Clinton, Dresden, LaSalle, Quad Cities 원전을 운영 중이며, Clinton과 Quad Cities 원전은 2016년부터 2027년까지 연간 2억 3,000만 달러의 재정지원을 받고 있어 경제성 평가 대상에서 제외됨.

■ Synapse는 2021년 4월 Illinois 주 4개 원전의 경제성 평가 결과를 보고서 "Exelon Illinois Nuclear Fleet Audit"를 통해 발표함. 해당 보고서는 향후 5년간 Byron과 Dresden 원전이 수익성 악화에 직면할 가능성이 있는 만큼 Illinois 주에 Byron에 $1.0/MWh, Dresden에 $3.5/MWh의 ZEC※ 제공을 고려할 것을 제안함.

※ Zero Emission Credit(ZEC)이란 전력 발전 과정에서 온실가스를 배출하지 않는 점에 대해 발전원에 제공하는 보상으로, Illinois 주의 경우 Clinton과 Quad Cities 원전에 2016년부터 2027년까지 $16.5/MWh의 ZEC를 제공하고 있음.

- 해당 보고서는 경제성 평가 계산에 사용된 할인율 등 일부 민감한 수치자료는 가려진 채로 공개됨.
- Synapse는 원전의 5년 후와 10년 후의 순현재가치※(Net Present Value, NPV)를 추정하는 방식으로 경제성 평가를 수행하였고, 원전의 수익 및 비용요소※의 불확실성을 반영하기 위해 Monte Carlo 시뮬레이션 1만 회를 수행한 후, 각각의 결과에 ZEC 지급규모를 추가해 각 원전의 순현재가치의 분포를 도출함.
  - 수익요소에는 에너지 및 용량가격, 비용요소에는 연료 비용, 자본 비용, 원전 운영비용, 간접비 등이 포함됨.

※ 순현재가치란 사업에 수반된 모든 비용과 편익을 기준연도의 현재가치로 할인하여 총 편익에서 총 비용을 제한 값을 의미하며, NPV가 양의 값이 도출되면 수익성이 있는 것으로 여겨짐.

- 분석 결과, Braidwood와 LaSalle 원전은 ZEC 없이 경제성을 유지할 수 있으나, Byron과 Dresden 원전의 경우 ZEC를 제공하지 않았을 때 순현재가치가 음의 값이 도출되는 사례가 나타남. 이 경우 2021년~2025년 사이에 ZEC 지급을 통해 경제성 제고에 기여하는 경우를 발견함.
  - 2021년~2025년 사이 두 원전의 NPV 분포 95%가 양의 값이 되도록 하는 ZEC 금액은 Byron의 경우 $1/MWh였으며, Dresden 원전은 $3.5/MWh로 분석됨.

■ **한편, 해당 보고서는 Illinois 주가 2023년부터 탄소 가격제※(Carbon Pricing)를 도입하여 전력 시장의 가격이 상승한 시나리오도 분석함. 분석 결과 Byron 원전은 재정지원이 불필요하며 Dresden의 경우도 2021~2025년까지 $2.5/MWh의 ZEC 가격을 적용할 경우 시뮬레이션 결과의 95%에서 양의 NPV값이 도출되는 것으로 나타남.**

- 현재 미국 북동부 9개 주가 참여하는 배출권거래시장(Regional Greenhouse Gas Initiative, RGGI)에서는 탄소배출권가격이 2021년 3월 7.60달러/숏톤(1숏톤=907kg)에 청산되고 있으며, Synapse는 탄소 배출권 가격이 2035년까지 12달러/숏톤을 넘어설 것으로 전망함.

■ **다만, Synapse는 Exelon이 원전의 재정정보를 투명하게 공개하고 원전 지원을 요청하는 경우에만 재정지원을 제공할 것을 제안함.**

- 시뮬레이션 기간을 10년으로 설정할 경우 모든 원전의 NPV값이 양이 나오는 만큼 재정지원 기간을 2021~2025년으로 설정하고 5년 뒤 원전의 수익성을 재평가해 재정지원 유지 여부를 결정할 것을 제안함.

〈Illinois 주 내 원전 목록〉

원전명	설비용량 (MW)	노형	가동개시연도	가동면허만료연도	재정지원여부
Braidwood 1	1194	PWR	1987	2046	X
Braidwood 2	1160	PWR	1988	2047	X
Byron 1	1164	PWR	1985	2044	X, Syanpse 재정지원 제안
Byron 2	1136	PWR	1987	2046	X, Syanpse 재정지원 제안
Clinton	1062	BWR	1987	2027	O
Dresden 2	894	BWR	1970	2029	X, Syanpse 재정지원 제안
Dresden 3	879	BWR	1971	2031	X, Syanpse 재정지원 제안
La salle 1	1137	BWR	1982	2042	X
La salle 2	1140	BWR	1984	2043	X
Quad Cities 1	908	BWR	1972	2032	O
Quad Cities 2	911	BWR	1972	2032	O

자료: IAEA PRIS. (검색일 : 2021.04.28.)

◉ Holtec, Oyster Creek 원전 해체기간 단축 가능

2021.04.12., Holtec International. 2021.04.21., The Sandpaper

■ Holtec Decommissioning International(HDI)은 습식저장소에 보관된 Oyster Creek 원전 사용후핵연료의 건식 저장시설로의 이전작업을 5월경 마무리할 것으로 발표함.

- Holtec은 2019년 7월 Oyster Creek의 소유권 및 원전 면허를 인수함.
- 원 소유주 Exelon은 60년에 걸쳐 원전 해체를 진행할 계획이었으나, HDI는 10년 내로 원전 해체 작업을 마칠 계획임.
  - Oyster Creek은 2018년 9월 영구정지됨.
- HDI는 습식 수조에 임시 저장된 Oyster Creek의 사용후핵연료 다발을 총 33개의 건식 캐스크로 이전해 독립중간저장시설(ISFSI)에 저장할 계획임.

■ 사용후핵연료의 건식저장시설로의 이전작업은 HDI가 목표로 한 기간인 2021년 말보다 6개월 앞당겨질 전망임.

- Oyster Creek의 사용후핵연료는 원전 영구정지 후 습식 수조로 옮겨졌으며, 2년 반의 냉각기간을 거친 후 건식 저장시설로의 이전이 시작됨
  - 일반적으로 사용후핵연료는 냉각을 위해 원자로에서 인출 후 습식 수조에 5년 이상 보관되나, HDI는 2년 반만에 사용후핵연료 건식저장시설로의 이전작업을 시작함.

■ HDI는 기술 발전에 힘입어 사용후핵연료의 건식저장시설로의 이전과 원자로 절단 해체를 동시에 진행하여 원전 해체기간을 단축할 수 있었다고 발표함.

- HDI는 원전 인수 직후 원자로 압력용기와 원자로 내부 구조물 해체를 동시에 시작함.
- Holtec은 Oyster Creek의 해체를 2025년까지 완료한 후 NRC에 ISFSI를 제외한 나머지 원전의 부지 개방(Site Release) 신청서를 제출할 계획임.

주요단신

유럽 Europe

◉ 유럽연합 집행위, EU 분류체계에 원자력 포함 가능성 검토

World Nuclear News 2021.04.21., Nucnet, Nuclear Engineering International 2021.04.22.

■ EU 집행위원회(EC)는 EU 분류체계(Taxonomy) 수립을 위한 입법문서(Communication)를 통해 금년 여름까지 기후 위임법률(EU Taxonomy Climate Delegated Act)를 제정할 것이라고 발표함. 단, 원자력과 천연가스 등 일부 에너지부문에 대해서는 해당 위임법률에 포함시키지 않고, 추후에 보완 위임법률(Complementary Delegated Act)에서 다룰 것이라고 밝힘.

※ 위임법률은 EU 법(Legislation) 또는 규칙(Rules)을 추가 또는 개정하는 보충 규정(Regulation)임.

- EU에서는 EU 분류체계(Taxonomy)를 수립하여 지속가능한 녹색 경제활동에 자금이 투자되도록 유인하기 위해 환경적으로 지속가능한 경제활동을 정의 및 판별하는 수단으로 활용함. 2019년 12월 유럽의회 및 이사회가 이를 채택하였으며, 금번 발표는 2020년 7월에 발효된 분류체계 규정(Taxonomy Regulation)을 바탕으로 함.[48)]
  - 분류체계 규정은 환경적으로 지속가능한 경제활동의 조건과 환경목표 등을 설정하고 있음.
  - 구체적으로 환경적으로 지속가능한 경제활동의 조건으로 ①상기 6개의 환경 목표 중 하나 이상의 목표 달성에 실질적으로 기여하고, ②다른 환경 목표에 중대한 피해를 주지 않으면서(Do No Significant Harm, DNSH), ③(ILO 기본노동협약 같은) 최소한의 사회적 안전장치를 준수하며, ④기술적 선별 기준을 준수해야한다고 명시함.
  - 또한 지속가능한 경제활동과 연관되는 환경 목표로 ①기후변화 완화, ②기후변화 적응, ③수자원과 해양자원의 보호와 지속가능한 이용, ④순환경제와 폐기물 저감과 재활용, ⑤오염 방지와 통제, ⑥건강한 생태계 보호를 제시함.

48) KIET 산업경제, 그린뉴딜의 기준, 녹색 분류체계의 글로벌 동향과 시사점(2020.11.26.)

■ **원자력의 Taxonomy 포함을 결정하는 검토 절차는 지난 3월 EC 산하 공동연구센터(이하 JRC)가 원자력이 기존 분류체계에 포함된 에너지원과 비교해 건강과 환경에 더 큰 피해를 끼친다는 과학적 근거가 없다는 결론을 담은 보고서[49]를 발표하면서 시작됨.**

- 2020년 3월 EC의 기술 전문가 그룹(Technical Expert Group, TEG)은 분류체계에 대한 최종 권장사항에서 원자력이 기후변화 완화에 실질적으로 기여한다는 증거가 있지만, 다른 환경 목표에 중대한 피해를 주지 않는 측면(DNSH)과 관련해서는 원자력 전 주기에 대한 깊은 이해를 가진 전문가를 통해 보다 광범위한 기술적 평가를 수행할 것을 권장함. 이에 따라 같은 해 6월 EC는 DNSH 측면에서 원자력의 기술적 평가를 JRC에 의뢰한 바 있음.
- TEG가 원자력발전의 가장 중요한 위험 이슈로 꼽았던 방사성폐기물의 처리에 대해 JRC의 보고서는 고준위방폐물의 심층처분시설은 아직 시험 단계에 있어 장기적인 운영 경험이 없지만 심지층 처분방식 자체는 적절하고 안전하다고 분석함.

■ **JRC의 보고서는 현재 2개의 전문가 그룹이 추가적으로 검토 중에 있으며, 결과는 2021년 6월 각 그룹별 보고서 형태로 발행될 것임. 이 3개의 보고서를 바탕으로 EC의 결정이 내려질 예정임.[50]**

- 2개의 전문가 그룹은 각각 '유라톰 조약 제 31조에 따른 방사선 방호 및 폐기물 관리에 관한 전문가 그룹'(Group of Experts on radiation protection and waste management under Article 31 of the Euratom Treaty)과 EC 내 '건강, 환경 및 새로운 위험에 대한 과학위원회'(Scientific Committee on Health, Environmental and Emerging Risks)임.
- EC 대변인은 보완위임법률 개시 일정을 올해 말로 전망하고 있으나 정확한 일정은 밝히지 않은 상태임.

---

49) JRC–Technical assessment of nuclear energy with respect to the 'do no significant harm' criteria of Regulation (EU) 2020/852 ('Taxonomy Regulation')(2021.03.)
https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/business_economy_euro/banking_and_finance/documents/210329–jrc–report–nuclear–energy–assessment_en.pdf

50) 유럽 집행위원회(European Commission), EU taxonomy for sustainable activities;
https://ec.europa.eu/info/business–economy–euro/banking–and–finance/sustainable–finance/eu–taxonomy–sustainable–activities_en

◉ 프랑스 Framatome의 3개 프로젝트, 자국 원자력 지원 사업에 포함

Ministry of Economy and Finance 2020.09.03., Usinenouvelle 2021.04.15., Framatome 2021.04.16.

■ **2021년 4월 16일 프랑스 원자력 기업 Framatome의 3개 프로젝트가 작년 9월 정부가 발표한 1,000억 유로 규모의 포스트 코로나-19 경기부양책(France Relance Plan)의 일환으로 시행되는 원자력 산업 부문 투자·현대화·산업 부지 이전·연구 및 개발 지원 사업(3,200만 유로)에 선정됨.**

※ 프랑스의 경기부양책은 생태계 전환(Ecological Transition), 산업경쟁력 확보(Industrial Competitiveness and Innovation), 사회 결속력 증진(Social and Regional Cohesion)을 목적으로 2년간(2020~2022년) 시행되며, 원자력산업 부문 전체 지원금으로 4억 7천만 유로가 배정됨.

- 작년 11월 프랑스 정부는 원자력 산업에 대한 투자 및 현대화 지원 사업을 공고하고 올해 4월 15일 20개의 프로젝트를 선정함.
  - 20개 프로젝트는 23개 기업(Framatome, EDF 등 대기업과 중소 · 중견기업)과 정부기관 Sopemea(성능검증기관)이 주도함.
- 20개 프로젝트 중 Framatome은 사고저항성 핵연료 제조 능력 개발 및 검증 프로젝트, 국내에 가동 중인 원자로와 차세대 원자로용 기자재 생산 및 품질관리 규정 등의 현대화, Le Creusot 시설의 규제 강화 및 대형 단조품의 제조 강화의 세 가지 프로젝트를 주도함.
  - 사고저항성 핵연료 제조 능력 관련 프로젝트는 안전 여유도를 강화하고 원전 가동 능률 향상시키는 사고저항성 핵연료(Accident Tolerant Fuel, 이하 ATF) 제조 능력 개발 및 검증을 목표로 함. 이를 위해 Framatome은 ATF의 국내 사용을 위해 프랑스 대체에너지 및 원자력위원회(CEA)와 공동으로 조사선원(Irradiated Materials)을 테스트할 계획이며, ATF 수출을 위해서 자사 핵연료 제조시설(Paimboeuf 및 Romans-sur-Isère)에 대규모 투자를 시행할 계획됨.
  - 또한, 차세대 원전기자재 및 운영 중 원전 성능개선을 위한 CAP INDUSTRIEL 프로젝트는 차세대 원자로용 부품의 생산 · 품질 관리 · 규정 준수에 대한 현대화 작업 및 규모 확대를 비롯해 전 세계에서 가동 중인 자사 원자로의 현대화 작업 및 계속운전에 중점을 둠. 이를 위해 Framatome은 자사의 부품 제조 시설(Saint-Marcel 및 Le Creusot)에 투자할 계획임.

※ Le Creusot 시설은 원자로용기, 증기 발생기, 가압기, 원자로 냉각수 펌프 등의 부품을 제조하며, Saint-Marcel 시설은 원자로용 중장비(원자로압력용기, 증기 발생기, 가압기 등)를 조립함.

  - 마지막으로, 제조시설 역량제고에 관한 프로젝트(FRENCH FAB Métallurgie)는 Le Creusot 시설에 대한 규제 강화 및 대형 단조품의 제조 능력 강화를 목표로 함. 이를 위해 Framatome은 적외선 카메라 및 3D 스캔과 같은 신규 장비를 이용한 연구 및 시뮬레이션 을 수행할 예정임.

- Framatome은 해마다 자사 시설에 2억 유로 이상을 투자하고 약 1,000명의 신입 직원을 모집할 계획이라고 밝힘.

■ **프랑스 정부는 금번 원자력 분야 투자를 통해 2,600개 기업과 22만 개의 직간접 일자리로 구성된 원자력 분야의 기술과 경쟁력 강화를 모색할 계획임.**

- 프랑스 정부는 원자력 산업 부문의 훈련 및 기술 개발, 원자력 산업 투자 및 중소기업 지원, 소형모듈원자로(SMR) 개발 등을 지원할 예정임.[51)]
  - 프랑스는 현재 Nuward로 불리는 SMR 프로젝트(300~400MW, PWR)를 추진 중임. 해당 프로젝트는 기본 설계 완료(2022~25년), 설계 인증 및 공급망 개발 단계완료(2025~30년), 실증로 건설(2030년), 시장 진입(2035년)를 목표로 하고 있음.

〈프랑스 포스트 코로나-19 경기부양책 주요 내용〉

구분	주요 내용
생태계전환 (300억 유로)	공공 및 민간 건물 에너지 효율 개선 프로그램 투자, 지속가능한 모빌리티 투자, 산업 탈탄소화 투자, 친환경기술(수소, 바이오연료, 재활용) 투자 ▸(67억 유로) 공공 건물(학교 및 행정 건물, 공공지원 주택) 및 민간 건물 ▸(12억 유로) 산업의 탈탄소화를 위한 투자 및 운영 비용 ▸(12억 유로) 친환경 모빌리티(대중교통 및 자전거) ▸(47억 유로) 철도 운송 지원 및 개발 ▸(70억 유로) 친환경 수소 개발(2021~2030)
산업경쟁력 확보 (340억 유로)	기업에 대한 세금 감면(연간 100억 유로), 기업 자체 자금 강화 방안, 프랑스 산업의 회복력 및 혁신을 위한 투자 ▸(200억 유로) 기업 세금 감면(2021~2022) ▸(10억 유로) 산업 리쇼어링 지원 ▸(110억 유로) 투자 프로그램을 통한 주요 기술 투자 ▸(30억 유로) 중소/중견기업의 자기자본 강화
사회결속력 증진 (360억 유로)	고용에 대한 재정 지원 및 기술 · 역량 투자를 통해 일자리 보호, 취약계층(특히 젊은이) 고용성 개선 및 생산성 강화 ▸(18억 유로) 전략 및 동적 부문에서의 청년 교육 ▸(32억 유로) 청년 및 장애인을 고용을 위한 인건비 일시 절감 ▸(10억 유로) 평생 교육 및 평생 교육 전환(디지털화, 현대화) ▸(76억 유로) 장단기 작업 계획 및 전용 교육을 통한 고용 보존 ▸(50억 유로) 지방 정부 기관, 가장 취약한 계층 및 가족 지원

자료 : 프랑스 경제재정부(2020.09.03.)

51) Ministry of Economy and Finance, recovery plan nuclear: opening a call for projects https://www.economie.gouv.fr/plan-de-relance/nucleaire-ouverture-appel-projets#

◉ 체코, 러시아와의 외교 분쟁으로 신규 원전 입찰 후보에서 Rosatom 배제

Rosatom 2021.04.19., Reuters 2021.4.20., Nuclear Engineering International 2021.04.22.

■ 2021년 4월 19일 카렐 하블리첵 체코 산업통상부 장관은 2014년 탄약고 폭발사건으로 러시아와 외교 분쟁이 격화된 가운데 체코 내각이 만장일치로 Dukovany 신규 원전 프로젝트 입찰에서 Rosatom을 배제하기로 결정했다고 밝힘.

※ 체코 전력공사인 CEZ가 추진 중인 Dukovany 신규 원전(1,200MW) 프로젝트는 EU의 기후 목표 달성을 위해 폐쇄 예정인 석탄 발전소와 설계 수명이 만료되는 노후 원자로를 대체하는 사업임.

- 이번 결정은 체코 정부가 2014년 발생한 탄약고 폭파 사건에 러시아 정보국이 연루되어 있음을 확인하고 18명의 러시아 대사관 직원을 추방한 지 이틀 만에 내려짐.
  - 2014년 10월 체코 프라하에서 남동쪽으로 330km 떨어진 브르베티스(Vrbetice) 탄약고에서 폭발이 일어나면서 현장을 관리하던 2명이 사망함.
- 러시아 외교부는 이에 대한 보복으로 4월 18일 모스크바 주재 체코대사관 직원 20명을 추방하며, 탄약고 폭파에 개입했다는 체코 측 주장을 터무니없다고 일축함.

■ 하블리첵 장관에 따르면, Rosatom은 컨소시엄 파트너로서도 입찰 참여가 불가함.

- 이에 따라 오는 10월 이후로 예정된 프로젝트 입찰에 앞서 시행되는 안전성 평가 단계에 EDF, 한국수력원자력, Westinghouse에만 참여 자격을 부여할 예정임.
- 하블리첵 장관은 차기 정부가 최종적으로 Dukovany 신규 원전 입찰에 참여할 업체를 선정할 것이라고 밝힘.

■ 한편, 같은 날 Rosatom은 성명서를 통해 자사의 입찰 배제 결정은 반시장적이고 정치적인 의도가 있으며 양국 간의 상호 협력적인 관계 발전을 저해한다는 입장을 밝힘.

- Rosatom은 수백 개의 체코 및 유럽 기업의 참여를 구상했던 이번 프로젝트에 자사를 배제시킴으로써 체코 정부가 자국 산업에 큰 타격을 가했다고 밝힘.
  - Rosatom은 지난 65년 동안 체코측과 공동으로 6기의 원전을 건설해왔으며, 체코 기업도 VVER 원자로 부품을 제조해 전문 지식을 습득해왔다고 언급함.

주요단신

아시아 Asia

◉ 일본 후쿠이현 지사, 간사이전력 노후원전 3기 재가동 조건부 동의 표명

세계원전시장 인사이트 2021.02.19., 04.16., 후쿠이신문 2021.04.28., 일본경제신문 2021.04.28.

■ 일본 광역지자체인 후쿠이현의 지사는 4월 28일 간사이전력 노후원전 3기의 재가동에 대한 동의 의사를 표명하여 지역 동의 절차가 완료됨. 후쿠시마 사고 후 원전 입지 지자체 지사가 노후원전의 재가동에 동의한 것은 최초임.

- 간사이전력은 노후원전 3기(다카하마 1·2호기와 미하마 3호기(각 826MW, PWR))의 재가동을 위해 해당 원전이 입지한 광역지자체인 후쿠이현과 기초지자체인 다카하마정, 미하마정의 의회와 수장의 동의 절차를 진행 중이었음.
  - 일본에서 원전은 원칙적으로 최초 가동 개시일로부터 40년 가동 가능하며 1회에 한정해 최대 20년 계속운전이 가능함.
  - 간사이전력의 노후원전 3기는 2016년 규제위의 계속운전 인가를 받아 다카하마 1호기는 최초 가동 개시일로부터 60년째인 2034년 11월, 2호기는 2035년 11월, 미하마 3호기는 2036년 11월까지 계속운전이 가능함.
- 기초지자체 두 곳의 수장과 의회, 후쿠이현 의회는 동의 의사를 밝혔고, 후쿠이현 지사는 간사이전력이 후쿠이현 외 지역을 사용후핵연료 중건저장시설 후보지로 제시할 것을 조건으로 동의함.
  - 지사는 재가동 논의 조건으로 간사이전력에 후쿠이현 외의 지역 중 사용후핵연료 중간저장시설 후보지를 제시하도록 요구했음.
  - 간사이전력은 2023년 말까지 후보지를 확정하고 만약 해당 시기까지 후보지를 확정하지 못하면 운전 재개를 했더라도 노후원전 가동을 중지하겠다고 설명했고, 지사는 이를 수용하여 재가동 논의에 착수함.

■ 일본 정부는 40년 이상 가동하는 원전 입지 지역에 한 원전 당 최대 25억 엔(약 255억 원)의 교부금 지급과 정부 내에 원전 입지 지역 진흥책을 논의하는 '입지 지역의 미래를 위한 공동 가치 창출 회의(가칭)' 설치를 결정하며 노후원전 재가동에 대한 지역의 협력을 구하기 위해 노력함.

- 다카하마 1 · 2호기와 미하마 3호기를 가동할 시 후쿠이현에 교부되는 금액은 총 50억 엔(약 510억 원)임. 후쿠이현은 교부금을 받게 된다면 기초지자체인 다카하마정, 미하마정과 교부금 배분에 관하여 협의할 것이라고 밝힘.

■ 향후 간사이전력은 노후원전 3기의 재가동을 위한 후속 절차를 밟을 예정임.

◉ 일본 후쿠이현 원전인근 지역단체장 협의회, 사용후핵연료 중간저장시설 유치 의견서 제출

마이니치신문 2021.04.16.

■ 마이니치신문은 4월 16일 후쿠이현 쓰루가시에 소재한 니시우라지구의 구청장 협의회인 '니시우라지구 구청회'가 사용후핵연료 중간저장시설 유치 의견서를 작성해, 관련 정부 부처와 후쿠이현, 쓰루가시에 제출했다고 단독 보도함.

- 니시우라 지구는 총 10개의 구로 구성되며 약 500명이 거주함. 지구 내에는 일본원자력발전의 쓰루가원전 1 · 2호기가, 서쪽으로 약 10km 거리에는 간사이전력의 미하마원전이 입지함.
  - 후쿠시마 사고 전에는 해당 지구 내에서 쓰루가 3 · 4호기 건설도 예정되어 있었음.
- 마이니치신문은 의견서 사본을 단독 입수해 보도했으며, 의견서에서 구청회는 지난 반세기 동안 원자력발전소와 공존해온 입지 지역인 니시우라 지구는 사용후핵연료 보관 책임이 있고 중간저장시설 수용 의사가 있으며, 사용후핵연료 건식저장 보관이 안전하고 현실적이라고 밝힘.
  - 간사이전력은 후쿠이현에 입지한 노후원전 3기의 재가동을 추진 중이며 후쿠이현은 재가동 논의 조건으로 후쿠이현 외 지역 중 사용후핵연료 중간저장시설 후보지를 제시하도록 요구했지만 구청회는 실현 가능성이 적다고 판단해 의견서를 제출함.
  - 간사이전력은 2021년 3월 말 기준 후쿠이현에 입지한 미하마, 오이, 다카하마원전의 연료저장 수조에 사용후핵연료 총 7,896다발을 보관 중이며 저장 용량은 총 1만 1,000다발임. 이대로 원전을 가동한다면 약 5~9년 만에 사용후핵연료 저장 용량을 초과하게 되므로 사용후핵연료 보관처 확보가 필요함.

■ 마이니치신문은 후쿠시마 사고 후 잇따른 원전 영구 정지 결정으로 원전 소재 지역이 새로운 수익원 확보를 위해 사용후핵연료 중간저장시설의 수용을 고려하게 되었다고 전함.

- 후쿠시마 사고 후 니시우라지구에서는 일본 원자력발전의 쓰루가 1호기, 일본원자력연구개발기구 고속증식로 몬주의 영구 정지가 결정됨.
- 니시우라지구 구청회 회장은 중간저장시설 유치로 고정자산세 등이 증가하면 지구 내 테트라포드, 양로원 등의 설립에 수익금을 사용할 생각이라고 밝힘.

■ 보도에 대해 쓰루가시는 의견서를 수령했고, 지역의 의향을 확인했다고 밝힘. 후쿠이현 지사도 의견서를 수령했으며 현의 입장은 변함없다고 밝힘. 간사이전력은 의견서를 받지 않아 답변할 입장이 아니지만, 후쿠이현이 아닌 지역에서 사용후핵연료 보관을 실현할 수 있도록 최선을 다할 것이라고 밝힘.

〈후쿠이현 쓰루가시 니시우라지구 위치와 간사이전력 사용후핵연료 저장 현황〉

간사이전력 보유 원전의 사용후핵연료 저장 상황

※ 2021년 3월 말 기준

	저장량(다발)	저장 용량(다발)	포화율
미하마(3기)	1,153	1,652	69.8%
오이(4기)	3,800	4,962	76.6%
다카하마(4기)	2,943	4,386	67.1%
총	7,896	11,000	71.8%

마이니치신문 2021.04.16.자료를 토대로 편집·작성

◉ 일본 NUMO, 방폐물 최종 처분 후보지 주민과 소통 위한 '대화의 장' 개최

세계원전시장 인사이트 2020.09.18., NHK 2021.3.23., 04.15., 04.16., 일본경제신문 2021.04.07., 04.15., 아사히신문 2021.04.15.,04.16., 04.17., 일본원자력산업신문 2021.04.15., 홋카이도신문 2021.04.15., 04.16.

■ **일본 방사성폐기물 최종처분사업자인 원자력발전환경정비기구(Nuclear Waste Management Organization of Japan, 이하 'NUMO')는 방사성폐기물 최종처분장※ 부지 1단계 조사 중인 홋카이도의 기초지자체 슷쓰정과 가모에나이촌에서 4월 초 지층 처분 정보 공유와 지역 진흥책을 논의하는 회의인 '대화의 장'을 최초로 개최함.**

※ 일본 방사성폐기물 최종처분장에는 고준위방폐물과 지층처분이 필요한 저준위 방폐물(일본 방폐물 분류 기준)이 처분될 예정임. 한국 중·저준위 방폐물은 일본의 저준위 방폐물에 포함됨.

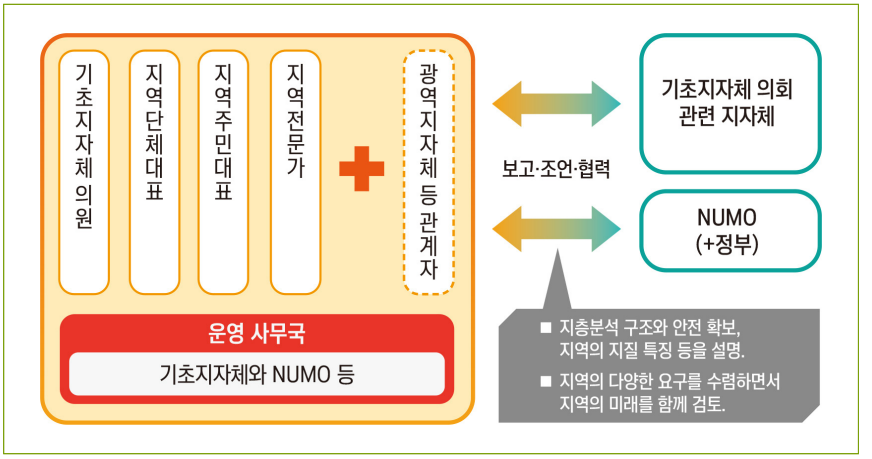
※ 일본 방폐물 최종처분장 건설 부지는 1단계 문헌 조사, 2단계 개요 조사, 3단계 정밀 조사를 통해 선정됨.

- '대화의 장'은 2년간 진행되는 1단계 조사 기간에 NUMO와 기초지자체, 지역주민들의 의견 교환을 목적으로 운영되는 회의로 월 1회 약 2시간 개최되며 참여자 선정 방식, 회의 공개 여부는 지역에 따라 상이함.
  - '대화의 장'에서는 1단계 조사 중 지급되는 최대 20억 엔(약 204억 원)의 교부금에 대한 사용처를 포함해 지역 발전 비전 구체화, 지층처분사업에 대한 정보 공유, 문헌 조사 진행 상황 등에 대해 참여자들이 논의함.
  - 슷쓰정에서는 4월 14일 '대화의 장'을 처음으로 개최했고, 정장, 경제산업성 직원, 슷쓰정 주도로 사전에 선출한 회원 총 18명이 참석하여 회의 운영 방법·회칙에 대해 주로 논의함.
  - 슷쓰정은 정의회 의원, 지역 상공회의소 등 지역 내 각 단체 대표자 등 총 20명을 참여 회원으로 선정했고, 이 중에는 방폐물 처분 반대자도 포함되며 회원명은 비공개함.
  - 첫 회의에는 참여 회원으로 선정된 지역 커뮤니티 대표자 2명이 결석해 18명만 참석함.
- 가모에나이촌에서는 4월 15일 첫 '대화의 장'을 개최했고, 촌장, 경제산업성 직원과 NUMO 이사, 대화의 장 회원 총 18명이 참석했으며 지층처분에 대한 생각을 주제로 논의함. 회원들은 편안한 의견 교환을 위해 회의를 비공개로 진행하기로 결정함.
  - 회원은 가모에나이촌과 NUMO가 공동으로 선출한 지역 어업협동조합·상공회의소, 관광협회, 사회복지협회 등 각 단체 대표 14명과 공모로 선출된 지역 주민 4명, 총 18명이며 회원명은 비공개함.

■ **한편, NUMO는 3월 26일 슷쓰정과 가모에나이촌에 지역민들과의 교류·소통을 위한 현지 사무소도 개소했으며, 슷쓰정 사무소에 7명, 가모에나이촌 사무소에 5명의 직원을 파견 배치함.**

- 직원들은 현지 사무소에서 방폐물 최종 처분 관련 자료·정보 제공, 지역 주민들의 문의에 대한 대응을 담당함.

〈대화의 장 예시〉



NUMO '지층처분에 관한 문헌조사에 대해' 2020.1.자료를 토대로 편집·작성

◉ 도쿄전력 가시와카키 가리와원전, 원자력규제위원회 행정 처분으로 재가동 연기

세계원전시장 인사이트 2021.04.02., 원자력규제위원회 2021.04.07., 2021.04.14., 일본경제신문 2021.04.14., 아사히신문 2021.04.14.

■ **일본 원자력규제위원회는 4월 14일 도쿄전력이 가시와자키 가리와원전에서 원자로 등 규제법에 따른 방호조치·핵물질 방호 규정 준수 의무를 위반했다며 가시와자키 가리와원전 내 핵연료 이동과 장전을 금지하는 행정 처분인 시정 조치 명령을 발동했다고 밝힘.**

- 도쿄전력은 가시와자키 가리와 1~7호기※를 운영 중이며 이 중 7호기는 규제위의 적합성 심사를 모두 통과해 안전 대책 공사 완료와 지역 동의, 사용 전 검사를 남겨 둔 상황이었음.

  ※ 1~5호기는 1,100MW, BWR이며, 6·7호기는 1,356MW, ABWR임.

- 하지만 2021년 2월부터 3월 초에 걸친 일본 원자력규제청의 가시와자키 가리와원전 현장 검사 결과, 2020년 3월 이후 총 16곳의 외부인 침입 감지 설비가 손상되었고, 이 중 10곳은 30일 이상 외부인 침입 감지 불능 상태였다는 사실이 밝혀짐.

- 명령 발동으로 도쿄전력은 가시와자키 가리와 7호기에 핵연료 장전 작업이 불가능해졌으며 규제위의 명령 해제 전까지 재가동이 불가함.

■ 규제위는 도쿄전력에 원인 규명·개선 조치 활동 계획을 9월 23일까지 보고하도록 지시했으며, 도쿄전력의 보고를 받은 후 1년 이상 소요되는 추가 검사도 진행할 예정임.

◉ 중국, 원전 5기 건설 승인

2021.04.14. SCMP. Reuters.

■ 로이터와 South China Morning Post(SCMP)에 따르면, 중국 국무원은 Tianwan 7·8호와 Xudabado 3·4호기, Hainan성의 SMR 건설을 승인함. 이 중 Tianwan 7·8호와 Xudabado 3·4호기는 러시아의 1.2GW급VVER-1200 노형을 채택하였으며, Hainan 성의 SMR은 중국이 개발중인 125MW 규모의ACP100을 사용할 계획임.

- Tianwan 원전은 VVER-1000 노형인 1~4호기와 CNP-1000 노형인 5 · 6호기로 구성되어있으며, 5기가 가동 중이며 6호기가 건설 중임.
- Xudabado 원전의 1 · 2호기 노형은 CAP-1000으로, 2021년 건설 예정임.
- Linglong One이라고도 불리는 SMR ACP100은 지하에 건설되며 전력 발전 외에도 열 · 증기 공급 및 해수 담수화에 활용할 수 있음.
  - ACP100 노형은 Hainan성 Changjiang 원전 부지 인근에 건설될 예정임.
- 건설이 승인된 5기 원전은 2021년 내 착공되어 2026년 준공 예정임.

■ 한편, 중국 핵공업집단(CNNC)은 자체개발 노형 Hualong One의 개량형인 Hualong Two를 2024년 건설할 것이라고 발표함.

- CNNC에 따르면 Hualong Two의 건설기간은 4년으로 전작 대비 1년 단축되었으며, 건설비용 역시 1/4 가량 낮음.

  ※ Hualong Two의 kW당 건설비용은 13,000위안/kW(약 2,004달러)임.
- 다만, CNNC는 설비용량 등 Hualong Two의 자세한 제원은 공개하지 않음.

World Nuclear Power Market
INSIGHT

세계원전시장
인사이트

에너지경제연구원
Korea Energy Economics Institute

http://www.keei.re.kr
에너지경제연구원 에너지산업연구본부 / 원자력정책연구팀
44543 울산광역시 중구 종가로 405-11