

세계원전시장 인사이드

World Nuclear Power Market **INSIGHT**



현안이슈

탄소국경조정제도의 개요와 추진 현황

1. 탄소국경조정제의 개요
2. 유럽의 탄소국경조정제도 추진 현황
3. 우리나라에 미칠 영향
4. 결론

주요단신

북미 16

- 미국 에너지부, 대부분 석탄발전소 부지에 선진형 원전 건설 가능한 것으로 분석
- 미국 에너지부, 사용후핵연료 및 중간저장시설 학습으로 지역사회에 226억 원 지원 예정
- 미국, 원전 계속운전 추진 활발
- 미국 Westinghouse, 스페인 ENUSA와 러시아 연료 대체 공급을 위한 협력
- 미국 텍사스 주, 재생에너지 사업자에 간헐성 보완 설비 의무화 등 권고
- 미국 캘리포니아 주, 폭염으로 긴급사태 선언했으나 순환정전은 피해

중남미 23

- 멕시코 원안위, Laguna Verde 2호기 30년 계속운전 승인

유럽 25

- 독일, 3기 원전 예정대로 영구정지 후 2기는 내년 초까지 예비용으로 유지
- 스위스 Nagra, 방사성폐기물 최종처분시설 부지 최종 선정
- 미국, 폴란드에 AP1000 6기 건설제안서 제출..자금조달계획에 민간 및 수출신용 기관도 포함된 것으로 알려져
- 영국, 고온가스로(HTGR) 노형-핵연료 개발에 최대 250만 파운드 지원
- 에스토니아, SMR 건설 위해 해외 공급업체 3사에 입찰 참여 요청
- 기타단신

아시아 35

- 일본 원자력규제위원회, 가시와자키 가리와원전 가동 금지 명령 해제 조건 결정
- 일본 경제산업성, 컨소시엄 구성 통한 일본 원전기자재 수출 활로 모색
- 일본 규슈지역, 높은 수요와 일몰 시간 태양광 발전량 감소 영향으로 타지역에서 전력 지원
- 일본 경제산업성 전문가 WG, 원전 해체 전담 조직 설치 제시
- 일본 원자력규제위원회, 원전 심사 효율화 추진
- 중국 국무원, 16조 원 규모 신규 원전 4기 건설 승인
- 중국, HPR1000 적용한 Lufeng 5호기 착공
- 기타단신



세계원전시장 인사이트

World Nuclear Power Market **INSIGHT**

Biweekly 격주간 **2022 09.23**

※ 본 간행물은 한국수력원자력(주) 정책과제의 일환으로 발행되었습니다.

발행인 임춘택

편집인

박찬국	green@keei.re.kr	052-714-2236
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
김수린	ksr626@keei.re.kr	052-714-2095
한지혜	jhhan@keei.re.kr	052-714-2089
김유정	yjkim@keei.re.kr	052-714-2294
이선미	smllee11@keei.re.kr	052-714-2057

디자인·인쇄 효민디앤피 051-807-5100

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

탄소국경조정제도의 개요와 추진 현황 1)

한국해양대학교 해양경영경제학부 경제전공 조교수 김동구 (dkkim@kmou.ac.kr)

1. 탄소국경조정제도의 개요

- 주요국은 탄소중립과 상향된 2030년 온실가스 감축목표를 발표하는 한편 EU를 중심으로 탄소 누출* 방지와 자국의 산업경쟁력 개선 등을 위해 탄소국경조정 도입을 추진 중임.

※ 탄소누출(Carbon Leakage)이란 기업들이 탄소규제가 엄격한 국가에서 느슨한 국가로 생산활동을 이전함으로써 한 국가에서 관련 규제를 도입하더라도 지구 전체의 온실가스 배출량은 감소하지 않는 현상을 의미함.

- 기후위기 대응을 위한 탄소중립의 중요성이 강조되고, 우리나라도 2050년 탄소중립 목표를 선언함에 따라 탄소중립 사회로의 이행은 시대적 대세로 자리매김함.
 - IPCC(2018)에 따르면 2100년 지구의 기온상승폭을 1.5℃ 미만으로 제한하기 위해서는 인간활동에 따른 전지구 CO₂ 순배출량을 2030년까지 2010년 대비 최소 45% 감소시키고 2050년에는 넷제로(Net Zero)에 도달해야 함.
 - 2019년 8월 UN 기후행동정상회의를 계기로 탄소중립의 중요성이 더욱 부각되었고, 이후 우리나라를 비롯한 글로벌 주요 국가들이 탄소중립 추진을 선언함.
 - 2050년 탄소중립 추진에 발맞춰 우리나라와 EU, 미국, 일본 등 주요 선진국은 상향된 2030년 온실가스 감축목표(NDC)를 속속 발표함.

1) 본 인사이트는 김동구·손인성 (2021)과 김동구 (2022)에서 저자가 작성한 부분을 중심으로 요약·정리한 것임.

[표 1] 주요국의 2030년 온실가스 감축목표 상향

국가	기준연도	기존		상향	
		목표연도	목표 감축률	목표연도	목표 감축률
대한민국	2017 → 2018	2030	24.4%	2030	40%
EU	1990	2030	40%	2030	55%
미국	2005	2025	26~28%	2030	50~52%
일본	2013	2030	26%	2030	46%

자료: UNFCCC NDC Registry(2022)

- EU를 중심으로 탄소누출 방지와 자국의 산업경쟁력 개선 등을 위해 탄소국경조정 도입을 추진 중임.
 - 탄소국경조정은 배출규제가 엄격한 국가(예: EU)가 규제가 느슨한 국가(예: 非EU)로부터 물품 수입 시, 규제 강도 차이로 인한 가격차를 보정하고자 비용을 부과하는 것임.
- 탄소국경조정은 탄소세(부가가치세, 소비세), 탄소국경세(관세, 수입세), EU ETS(Emission Trading System) 확장, EU ETS 가격 연동 시스템 등의 여러 유형이 있으며, 각각의 장단점이 있음.
 - 탄소세나 탄소국경세처럼 세제의 형태인 경우 제도가 단순하며 안정적 가격신호를 전달할 수 있다는 장점이 있으나, 조세 신설은 EU회원국 만장일치를 통하거나 각 회원국이 국내 조세로 도입해야 해서 도입 자체가 쉽지 않음.
 - 배출권거래제(ETS)를 활용하는 형태는 도입은 용이하나, 행정적으로 복잡함.

[표 2] 탄소국경조정제의 유형별 장단점

유형	장점	단점
탄소세 (VAT, 소비세)	<ul style="list-style-type: none"> • 단순성(EU ETS와 무관, 수입품 및 국산품에 일괄 적용) • 안정적 가격신호 전달 가능 • 무역차별 문제 발생 방지(내국세 부과) 	<ul style="list-style-type: none"> • 조세 신설은 회원국 만장일치 필요 (또는 각 회원국이 국내 조세로 도입) • 소비세 신설·인상은 정치적으로 민감하며, EU 기업들의 반발도 예상됨 • 가격의 동태성 확보 곤란 • 탄소누출의 위험 존재
탄소국경세 (관세, 수입세)	<ul style="list-style-type: none"> • 단순성(EU ETS와 무관) • 안정적 가격신호 전달 가능 • 수입품과 경쟁하는 EU 내 기업들은 대체로 환영 	<ul style="list-style-type: none"> • 조세 신설은 회원국 만장일치 필요 • 가격의 동태성 확보 곤란 • 설계에 따라 국제무역법, WTO 규정 위배 가능성 (예: 관세와 EUA(EU Allowances) 가격이 상이할 경우)
EU ETS 확장	<ul style="list-style-type: none"> • 가격의 동태성 확보 • 국내생산자, 수입업자 상응의무 부여 가능 • 회원국 만장일치 불필요 • 프랑스가 두 차례('09, '16) 비공식 정책 초안을 제안한 선례도 있음 	<ul style="list-style-type: none"> • EU ETS를 수입품까지 확장함에 따라 행정적으로 복잡 • 수입부문에 대한 배출권 할당은 수량제한으로 간주될 우려(GATT 제11조 수량제한의 일반적 철폐)
EU ETS 가격 연동 시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 가격의 동태성 확보(개념적으로 ETS와 유사) • 국내생산자, 수입업자 상응의무 부여 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 세제와 유사하다고 간주될 경우, 회원국 만장일치 필요(단, TFEU 192(2)*에 따른 예외조항을 적용해 각료 이사회의 다수결 결정 도입도 고려 가능)

자료: 심성희(2021)를 참고해 저자가 수정 및 추가 작성함.

※ Paragraph 2, Article 192, Treaty on the Functioning of the European Union

■ 본고에서는 유럽의 탄소국경조정제도 추진 현황과 우리나라에 미칠 영향을 정리하고자 함.

- 2장에서 EU를 중심으로 입법화가 상당히 진행된 탄소국경조정제도의 추진 현황을 정리함.
- 3장에서 탄소국경조정제도 도입에 따라 우리나라에 미칠 영향을 정리함.
- 마지막 4장에서 전체 내용을 요약하며 마무리함.

2. 유럽의 탄소국경조정제도 추진 현황

- EU 집행위는 2021년 7월 탄소국경조정제도(Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM)의 법제화를 위한 법률 초안을 공개함.
 - 2021년 7월 14일 EU 집행위는 CBAM 초안을 ‘Fit for 55’ 패키지의 일환으로 제시함.
 - EU 집행위는 상향조정된 EU의 2030년 온실가스 감축목표(1990년 대비 최소 55% 감축)에 맞추어 기존의 제도 및 정책을 수정하는 ‘Fit for 55’ 패키지를 제안함.
 - ‘Fit for 55’는 CBAM 규정 제안, EU-ETS 지침 개정 등 총 11개의 관련 법률을 제정·개정하고, 1개의 신규 제도를 제안하는 방식의 패키지 법률안임.
 - 공개된 CBAM 초안에는 본문에 앞서 제안 설명(Explanatory Memorandum)이 14쪽에 걸쳐 제시됨.
 - 제안 설명은 1) 제안의 맥락, 2) 법적 근거, 보충성 및 비례성, 3) 사후평가, 이해관계자 협의 및 영향평가 결과, 4) 예산상의 영향, 5) 기타 요소를 중심으로 CBAM 법률안 제안 이유와 초안 마련까지의 과정에 관해 상세히 설명하고 있음.
 - 제안 설명은 EU 측이 어떠한 근거와 논리로 CBAM 도입을 고려하게 되었는지를 파악하는데 도움이 되는 내용임.
 - EU 집행위의 CBAM 초안 본문은 총 31쪽으로, 전문(前文)과 11장 36조의 조항으로 구성됨.
 - 전문에는 CBAM 제정의 배경, 목적, 기본원칙 등을 선언하였으며 특히 주목해야 할 것은 ‘다음의 사실을 고려하여(whenceas)’로 시작되는 부분으로, 총 61개의 항목으로 구성되며, CBAM 제정의 배경, 목적, 향후 CBAM 이행 시 기본원칙 등에 대해 상세히 기술함.
 - 예를 들어 전문 (30)번 항목에서는 EU가 CBAM 대상 품목 설정에 대해 근본적으로 어떠한 철학을 가지고 있는지를 알려줌.

[표 3] EU 집행위의 CBAM 초안 본문 및 부속서 구성

조항	제목	조항	제목
전문(前文)	CBAM 제정의 배경, 목적, 기본원칙	제5장	제품의 국경행정
제1장	목적, 범위 및 정의	제25조	제품 수입 시 국경에서의 절차
제1조	목적	제6장	강제집행
제2조	범위	제26조	과징금
제3조	정의	제27조	우회
제2장	제품 승인신고자의 의무와 권리	제7장	위임의 행사 및 위원회 절차
제4조	제품의 수입	제28조	위임의 행사
제5조	승인신청	제29조	EU 집행위에 의한 이행권한의 행사
제6조	CBAM 신고서	제8장	보고 및 검토
제7조	내재배출량 산정	제30조	EU 집행위에 의한 검토 및 보고
제8조	내재배출량 검증	제9장	EU ETS에 따른 배출권 무상할당과의 조정
제9조	원산지에서 지불된 탄소가격	제31조	EU ETS에 따른 배출권 무상할당과 CBAM 인증서 제출의무
제10조	제3국 사업자 및 사업장의 등록	제10장	과도규정
제3장	관할당국	제32조	범위
제11조	관할당국	제33조	제품의 수입
제12조	EU 집행위	제34조	특정 통관절차에 대한 보고의무
제13조	직무상 비밀유지 및 정보공개	제35조	보고의무
제14조	국가등록부 및 중앙 데이터베이스	제11장	최종조항
제15조	중앙관리자	제36조	발효
제16조	국가등록부의 계정	부속서 I	제품 및 온실가스 목록
제17조	신고자 승인	부속서 II	본 규정의 범위를 벗어난 국가 및 영토
제18조	검증인 인가	부속서 III	내재배출량 산정법
제19조	CBAM 신고서 검토	부속서 IV	내재배출량 산정에 사용된 데이터에 대한 부기 요건
제4장	CBAM 인증서	부속서 V	검증원칙 및 검증보고서의 내용
제20조	CBAM 인증서의 판매		
제21조	CBAM 인증서의 가격		
제22조	CBAM 인증서의 제출		
제23조	CBAM 인증서의 환매		
제24조	CBAM 인증서의 취소		

자료: European Commission(2021)에 기반해 저자가 작성함.

■ EU 집행위가 제안한 CBAM 초안 본문은 “2보 전진을 위한 1보 후퇴”의 성격이 강하며 제도 채택 이후 정보수집을 통한 제도 확장 및 정교화에 방점을 둬.

- EU 집행위의 CBAM 초안에 따르면 3년 간의 과도기간이 설정되어 있고, 과도기간에는 재정적 부담은 부과하지 않으나 정보 보고의무가 강화되어 시행됨.
 - EU CBAM 초안의 주요 내용 중 우선 제36조에 따르면 과도기간이 3년간 설정되어 있는 점에 주목할 필요가 있음. 2023년에 CBAM을 시범 도입하고, 2026년부터 본격적으로 시행할 계획이라고 밝힘.
 - 제32조는 3년 간 과도기간(2023.1.1.~2025.12.31.)에 수입업체가 재정적인 부담을 지지 않으며, 수입품 관련 정보 보고의무만 부여된다고 명시함.
 - 제35조에 매 분기 수입제품 관련 정보보고서를 각 회원국 관할당국에 제출해야 한다고 적시되어 있으며, 분기별로 제출할 정보는 수입제품의 유형별 사업장별 총량(톤 단위), 제품유형별 내재배출량(톤CO₂e/톤 단위), 내재 간접배출량(톤CO₂e/톤 단위), 수입제품에 대해 원산지에서 지불한 탄소가격이 명시됨.
 - 초안 제3조 제16항의 ‘내재배출량’의 정의에서 직접배출량만을 내재배출량이라고 정의함에 따라, 간접배출량은 일단 CBAM 대상에는 포함되지 않았음을 확인할 수 있음.
 - 그러나 간접배출량도 향후 대상으로 포함시키기 위한 의지가 확인되며, 그 준비조치로 과도기간 중에 수입품에 포함된 간접배출량에 대해서도 분기별로 신고하도록 요구함.
- 2026년부터 CBAM이 본격 시행되면, CBAM 대상품목을 수입하려는 사람은 관련 신고서를 제출하고 사전에 승인신청을 하여 승인신고자로 등록되어야 함.
 - 제5조에 따르면 2025년 9월부터 EU로 CBAM 대상 제품을 수입하기 이전 모든 신고자는 EU 내 해당 신고자(수입업체, 대리인 등)가 속한 국가의 관할당국에 수입 승인을 신청해야 함.
 - 제6조는 이렇게 승인신청서를 제출하여 CBAM 대상품목에 대한 승인을 받은 승인신고자가 2026년부터 매년 CBAM 신고를 해야 하며 그 기간은 5월 31일임.
 - CBAM 신고 시 전년도 수입된 유형별 제품의 총량, 유형별 제품의 총 내재배출량(톤 CO₂e/톤 단위), 총 내재배출량에 상응해 제출될 CBAM 인증서의 수(원산지에서 지불한 탄소가격에 대한 고려 및 EU ETS 무상배출권 범위에 따른 조정 후) 등을 제출해야 함.
- EU가 추진 중인 CBAM은 탄소국경조정제의 여러 유형 중에서 “EU ETS 가격 연동 시스템”의 형태로 법률안이 마련됨.
 - CBAM 인증서 가격 및 제출과 관련, 제21조는 2026년부터 EU ETS 경매가격에 연동한 CBAM 인증서를 제출해야 한다고 명시하고 있으며, 매주 EU ETS 배출권 경매의 종가 평균가격으로 CBAM 인증서 가격이 책정되는 형태임.

- 제22조에 따르면 매년 5월 31일까지 승인신고자는 전년도 내재배출량에 해당하는 CBAM 인증서를 관할당국에 제출해야 함.
 - 제출 후 승인신고자가 등록된 각 회원국의 국가등록부에 남은 초과분은 구매가격에 관할당국이 환매(re-purchase)하되, 승인신고자가 구매한 양의 1/3로 환매량을 제한하며, 매년 6월 30일까지 남아있는 전년도분 인증서는 취소되도록 설정됨.
 - 대상 품목과 온실가스에 대해서는 부속서 I에 규정된 제품과 온실가스에 대해 CBAM이 적용된다고 규정하였으며 직접배출량만 해당됨.
 - 대상 품목은 철강, 알루미늄, 비료, 시멘트, 전력 5종이며 적용되는 온실가스의 경우 전 품목 모두 이산화탄소(CO₂)를 공통적으로 포함하고 알루미늄에 과불화탄소(PFCs), 비료에 아산화질소(N₂O)가 추가됨.
 - 5대 품목에 대해서는 CN 코드(Combined Nomenclature)를 기준으로 하여 적용 대상이 되는 세부 품목과 해당되는 온실가스를 부속서 I에 규정함.
 - 대상 온실가스에 대해서는, 제3조 제16항에서 '내재배출량'은 부속서 III에 규정된 방법론을 따라 산정된 제품 생산공정에서 배출되는 직접배출량을 의미한다고 정의함에 따라 온실가스는 생산공정에서의 직접배출량만 해당함.
 - 내재배출량 산정 방식의 경우 제7조에 따라 총 내재배출량은 부속서 III에 따른 실제 배출량에 기반한 총 내재배출량으로 하며 부속서 III에서는 총 수입량(톤, MWh 등)과 고유내재배출량(SEE)의 곱으로 내재배출량이 결정된다고 설명함.
 - 내재배출량은 실제값 사용이 원칙이나 실제배출량 사용이 불가능할 경우에는 기본값을 사용하도록 제7조와 부속서 III에 규정됨.
 - 전력 이외 제품의 기본값은 각 수출국의 평균 배출원단위로 설정되나 EU 집행위가 마련한 이행법률에서 설정될 마크업(mark-up)만큼 증가됨.
 - 마크업은 제3국과 EU의 배출원단위 차이를 조정하는 비율로 판단되며 언론보도본에는 없었던 내용으로 주목할 필요가 있음.
 - 국가별 기본값 사용도 불가능할 경우 해당 유형의 제품에 대해 EU 내 하위 10% 성능을 보이는 사업장의 평균 배출원단위에 기반한다고 명시됨.
 - 세부사항에 대해서는 EU 집행위의 이행법률에 위임된 내용도 많아 향후 CBAM이 채택되는 경우의 이행법률에 대해서도 면밀한 검토가 필요함.
- EU 이사회는 2022년 6월 CBAM 수정안에 합의하였으며 구체적인 법률안은 EU 집행위의 CBAM 초안과 거의 유사하나 소폭 수정된 형태임.

- 2022년 3월 15일 EU 회원국 정상들은 CBAM 도입에 합의한 바 있으며 구체적인 법률안은 EU 집행위의 CBAM 초안과 거의 유사하나 소폭 수정된 형태임.
 - EU 집행위 안에 비해 수정안은 EU 차원의 중앙집중화된 CBAM 등록부가 설치되는 등 CBAM 거버넌스를 더욱 집중화하는 내용을 포함함.
 - 다음으로 행정편의를 위해 수입품의 가격이 150유로 이하인 경우 CBAM 대상에서 면제되는 내용이 수록됨.
 - 또한 대상품목에 시멘트, 철강, 알루미늄 품목에서 하위품목을 각 하나씩(2523 30 00 알루미늄 시멘트, 7326 기타 철강제품, 7610 알루미늄 구조물 등) 추가함.
- 2022년 6월 29일 EU 이사회는 EU 집행위가 CBAM 초안 등을 포함해 2021년 7월 14일에 제안한 법률안 패키지 'Fit for 5'에 대해 합의함.
 - 단, CBAM 관련 EU 이사회 의 당초 입장이 변화된 것은 없음.
 - 즉 EU 이사회는 CBAM과 관련해 EU 집행위와 거의 유사하나 오히려 행정편의성을 고려한 법률안을 추진하고자 한다는 점을 확인할 수 있음.

■ EU 의회는 환경위를 중심으로 대폭 강화된 CBAM 수정안을 추진하였으며, 2022년 6월에 당초 수정안보다 다소 완화된 내용이 유럽의회안으로 정식 채택됨.

- CBAM 추진과 관련해 유럽의회 환경위는 Mohammed Chahim 의원을 중심으로 EU 집행위가 제안한 CBAM에 대한 의회 초안을 추진하였으며 환경위 초안은 2022년 5월 환경위에서 정식 채택됨.
- EU 집행위의 초안 대비 가장 눈에 띄는 차이점은 CBAM 대상 및 적용의 대폭 강화임.
 - 먼저 CBAM 대상품목과 범위가 크게 확장되었는데, 집행위 초안의 대상품목에 유기화학품, 수소, 암모니아, 플라스틱이 대폭 추가되었고, 시멘트가 소폭 추가됨.
 - 대상범위도 직접 온실가스 배출만을 대상으로 하는 집행위 초안과 달리 직접배출의 정의에 냉난방 사용에 따른 배출량도 포함되었고, 전기 사용에 따른 배출량도 간접배출량으로 포함됨.
 - 또한 과도기간은 2023년~2024년의 2년간으로 설정되어 집행위 초안보다 1년이 짧고, 인증서 미제출 시 과징금은 전년도 인증서 평균가격의 3배로 설정되어 집행위 초안보다 훨씬 더 커질 수 있는 여지를 만들어두었음.
 - 게다가 EU ETS의 무상할당과 그에 따른 CBAM 인증서 의무제출량 조정이 2024년부터 단계적으로 축소되어 2030년 0%로 수렴하도록 설정되어 있어, 집행위 초안보다 5년이나 빠르게 무상할당을 완전 폐지하는 방안이 수립됨.

- 환경위 초안에서는 CBAM의 이행이 EU 중심으로 크게 수정되었다는 점도 눈에 띈.
 - 회원국별 관할당국 및 국가등록부 중심으로 운영되는 집행위의 CBAM 초안과는 달리 환경위 초안에는 EU 차원의 CBAM 기관이 설립되고 EU 등록부가 설치되어 중앙집중식으로 운영되는 것으로 설계됨.
 - 또한 CBAM의 수익금에 대한 명시적 규정 없이 회원국 재원에 편입된 후 EU 예산으로 이동될 것으로 설명된 집행위 초안과는 달리 환경위 초안에는 수익금이 EU의 재원으로 편입되어 저개발국의 기후완화 및 적응 지원에 활용되는 것으로 명시됨.
- 이러한 환경위 초안은 이후 유럽의회 본회의에 상정되어 격론을 거치며 한 차례 부결되기 까지 하면서, 2022년 6월 22일 유럽의회안으로 정식 채택됨.
 - 유럽의회안의 주요 내용은 환경위 초안과 거의 동일하나 CBAM 적용 시기와 ETS 무상할당과의 조정에 있어 좀 더 완화된 내용을 담고 있음.
 - 예를 들면 유럽의회안에서는 CBAM의 과도기간이 2023년~2026년의 4년으로 설정되어 환경위 초안보다 2년, 집행위 초안보다도 1년 늘어났음.
 - 또한 EU ETS의 무상할당과 그에 따른 CBAM 인증서 의무제출량 조정이 2027년부터 축소를 시작해 2032년부터는 0%로 줄어드는 것으로 완화됨.
 - 물론 이렇게 다소 완화된 유럽의회안도 2035년에 0%로 폐지되는 집행위 초안보다는 빠른 속도로 무상할당을 폐지하는 것임.
- 향후 CBAM 법률안은 EU 이사회안과 의회안을 중심으로 양 기관 간 합의가 도출될 때까지 협의가 지속되며 빠르면 2022년 중에 채택될 전망이다.

3. 우리나라에 미칠 영향

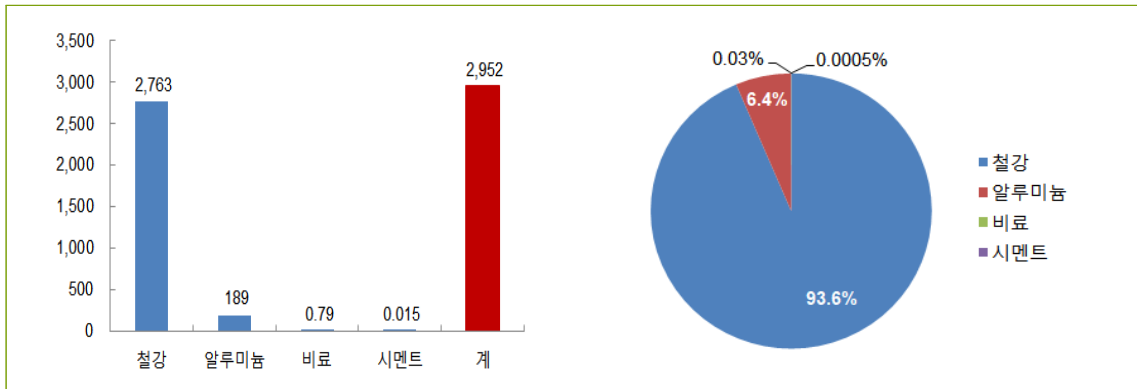
■ CBAM 대상 제품의 무역 현황

- 한국무역협회 및 Eurostat 통계에 기반해, 대상 품목의 세부 무역 통계('18~'20년 평균)를 통해 한국의 對EU 수출 현황과 EU27의 CBAM 대상 국가산(産) 제품 수입 현황을 각각 분석함.
 - 우리나라의 對EU27 CBAM 품목 수출액은 29억 5,200만 달러로, 對EU27 수출총액 468억 9,000만 달러의 6.3%임.

- 한국의 對EU CBAM 품목 수출액(비중)은 철강 27억 6,300만 달러(93.6%), 알루미늄 1억 8,900만 달러(6.4%), 비료 79만 달러(0.03%), 시멘트 1.5만 달러(0.0005%) 순으로 철강이 압도적으로 많음.
- EU27의 CBAM 대상 국가산 대상 품목 수입액은 534억 1,700만 유로로, CBAM 대상국 으로부터의 수입총액 1조 6,925억 4,300만 유로의 3.2%임.
- EU27의 CBAM 대상 국가산 CBAM 품목 수입액(비중)은 철강 330억 8,100만 유로 (61.9%), 알루미늄 161억 3,600만 유로(30.2%), 비료 2억 7,600만 유로(0.5%), 시멘트 39억 2,400만 유로(7.3%), 전력 19억 1,300만 유로(3.6%) 순으로 철강과 알루미늄의 비중이 92.1%임.

[그림 1] 우리나라의 對EU CBAM 품목 수출액 및 비중('18~'20년 평균)

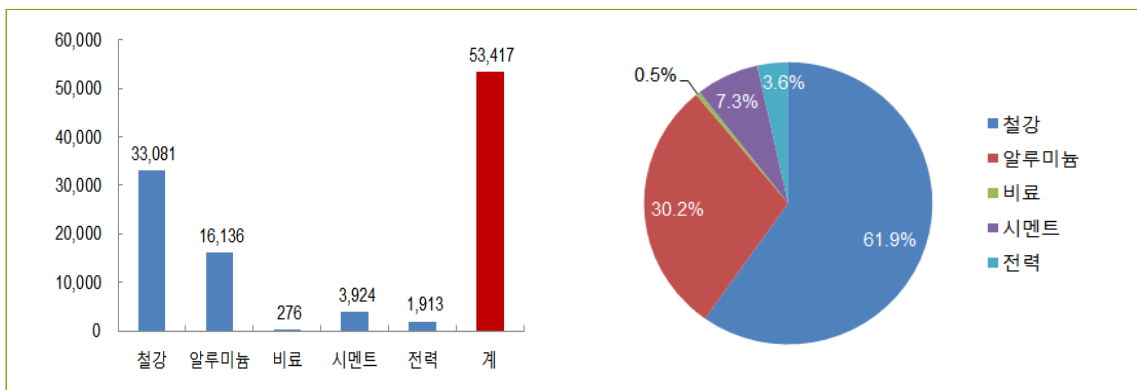
(단위: 백만 달러, %)



자료: 한국무역협회(2021)에 기반해 저자가 작성함.

[그림 2] EU의 CBAM 품목 수입액 및 비중('18~'20년 평균)

(단위: 백만 달러, %)



자료: Eurostat(2021)에 기반해 저자가 작성함.

■ CBAM 도입의 직접적 파급효과: 인증서 비용

- 한국산 對EU CBAM 품목 수출의 내재배출량과 그에 따른 CBAM 인증서 구매비용을 추정함.
 - 특히 CBAM 대상품목의 對EU 수출액 중 99.9% 이상을 차지하는 철강과 알루미늄 수출을 중심으로 온실가스 배출원단위(톤/백만 원)를 추정하고 이를 활용해 내재배출량과 인증서 비용을 추정함.
- 한국의 對EU CBAM 품목 내재배출량 추정치는 철강 306만 6,000톤과 알루미늄 1만 6,000톤으로 도합 308만 2,000톤임.
- 한국의 對EU CBAM 품목 내재배출량에 따른 CBAM 인증서 비용 추정치는 2,596억 원임 (철강 2,583억 원, 알루미늄 14억 원).
 - 인증서 비용 추정치를 한국의 對EU 품목별 수출액과 비교해보면 철강은 수출액의 8.1%, 알루미늄은 0.6%에 해당함.
 - 참고로 한국은행(2021c)의 기업경영분석 매출액영업이익률('18~'19년 평균)은 철강 업종이 4.9%이며 비철금속 업종이 4.1%임.

[표 4] 한국산 제품의 CBAM 인증서 비용 추정

기호	자료명	철강	알루미늄	계	비고
a	연간 온실가스 내재배출량 추정치(톤)	306.6만	1.6만	308.2만	자체 산정
b	EU ETS 배출권 가격 ('21.09.06유로/톤)	61.31			Trading Economics (2021)
c	CBAM 인증서 비용 추정치(유로)	1억 8,800만	100만	1억 8,900만	[a×b]
d	원-유로 환율('21.09.06원/유로)	1,374.03			한국은행 (2021b)
e	CBAM 인증서 비용 추정치(원)	2,583억	14억	2,596억	[c×d]
f	수출액 대비 인증서 비용 비중(%)	8.1	0.6	-	
g	매출액영업이익률(%)	4.9	4.1	-	한국은행 (2021c)

자료: 한국은행(2021a, 2021b), 온실가스종합정보센터(2020), 한국무역협회(2021)에 기반해 저자가 작성함.

4. 결론

- EU를 중심으로 자국 내 온실가스 감축을 지속 강화하는 한편 타국의 온실가스 감축 압박, 자국 산업경쟁력 강화, 세수 확보 등을 목적으로 탄소국경조정 도입을 추진 중임.
- EU가 CBAM을 채택 및 실행할 가능성은 매우 높다고 판단되며 이 경우 특히 철강 부문을 중심으로 우리 산업과 경제에 미치는 파급효과가 상당할 것으로 예상됨.
 - 과거 배출권거래제(ETS)의 도입 당시와 같이 EU는 CBAM을 일단 완화된 형태로라도 도입한 이후 단계적으로 강화시키는 형태로 추진할 가능성이 큼.
 - 특히 유기화합품 등을 CBAM 대상품목에 포함시키고 전기 사용에 따른 간접배출도 대상 범위로 설정하려는 유럽의회안이 채택될 경우 그 영향력은 매우 커질 것임.
 - 아울러 비용 측면뿐만 아니라, 산업생산 및 기업운영 관련 정보 제출, 행정비용 등 비관세 장벽 증가에 대한 우려도 클 수밖에 없음.
 - CBAM 관련해 구체적인 사항은 EU집행위에 위임해둔 점, EU가 과도기간을 거치며 매우 정교한 정보수집을 시행해 평가보고서를 발간하려고 하는 점 등을 복합적으로 고려해 볼 때, 수출입 의존도가 높은 우리 경제와 산업에 CBAM이 미치는 영향은 점점 더 커질 수밖에 없음.



참고문헌

- 김동구(2022) “EU탄소국경조정제도(CBAM) 추진의 핵심 쟁점과 산업경제적 의의에 대한 연구”, 산업연구, 단국대학교 미래 산업연구소
- 김동구 · 손인성(2021) “유럽 그린딜 내 탄소국경세 도입 시 글로벌 가치사슬 영향 및 국내 대응방안 연구”, 에너지경제연구원
- 김민주 · 김동구(2021) “EU ‘Fit for 55’ 패키지 초안의 주요 내용”, 세계 에너지시장 인사이트 제21-15호, 에너지경제연구원
- 심성희(2021) EU 탄소국경조정 추진 동향과 국내 산업에의 시사점, (재)기후변화센터 비공개 간담회 발표자료, 2021.05.06.
- 온실가스종합정보센터(2020) “2020 국가 온실가스 인벤토리 보고서”
- 한국무역협회(2021) 무역통계, <https://stat.kita.net/main.screen>
- 한국은행(2021a) 13.산업연관표 - 2015년 실측표 기준 - 2018 연장표 - 투입산출표 - 생산자가격 - 통합중분류, <https://ecos.bok.or.kr/>
- 한국은행(2021b) 8.국제수지/외채/환율 - 평균환율, 기말환율 - 주요국통화의 대원화 환율 통계자료, <https://ecos.bok.or.kr/>
- 한국은행(2021c) 12.기업경영분석 - 기업경영분석지표 - 기업경영분석지표(2009~, 전수조사), <https://ecos.bok.or.kr/>
- European Commission(2021) “Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL establishing a carbon border adjustment mechanism”, COM(2021) 564 final, 2021.07.14. Brussels
- European Council(2022a) “Council agrees on the Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM)”
- European Council(2022b) “Draft regulation of the European Parliament and of the Council establishing a carbon border adjustment mechanism - General approach”
- European Council(2022c) “Fit for 55 package: Council reaches general approaches relating to emissions reductions and their social impacts”
- European Parliament(2022a) “Report on the proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council establishing a carbon border adjustment mechanism”
- European Parliament(2022b) “Amendments adopted by the European Parliament on 22 June 2022 on the proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council establishing a carbon border adjustment mechanism”
- Eurostat(2021) EU trade since 1988 by HS 2,4,6 and CN 8, <https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=DS-645593&lang=en>
- IPCC(2018) Global Warming of 1.5°C
- Trading Economics(2021) EU Carbon Permits <https://tradingeconomics.com/commodity/carbon>
- UNFCCC NDC Registry(2022) <https://unfccc.int/NDCREG>

주요단신**북미** North America

◎ 미국 에너지부, 대부분 석탄발전소 부지에 선진형 원전 건설 가능한 것으로 분석

Investigating Benefits and Challenges of Converting Retiring Coal Plants into Nuclear Plants/Office of Nuclear Energy
2022.09.13., Utility Dive 2022.09.14.

■ 9월 13일 미국 에너지부 원자력실은 ‘석탄 발전소의 원전 전환으로 인한 이점과 과제 연구 (Investigating Benefits and Challenges of Converting Retiring Coal Plants into Nuclear Plants)’ 보고서에서 국내 석탄발전소의 80%가 선진형 원자로(AR)의 건설에 적합하다는 결과 등을 포함한 연구결과를 발표함.

- 이번 연구는 석탄 발전소의 송전선 등 기존 기반시설을 활용하여 원자력 발전으로 전환하는 C2N(Coal-to-Nuclear) 프로젝트의 일환이며 최근 가동을 중지한 석탄 발전소 157곳과 운영 중인 석탄 발전소 237곳을 포함해 총 394곳의 석탄 발전소를 대상으로 Idaho National Laboratory(INL)의 System Analysis and Integration Campaign(SA&I)가 부지 적합성 분석, 기술경제성분석(TEA), 지역의 경제적·환경적 영향 연구 등을 진행함.
 - 부지 적합성에서 최근 가동을 중지한 석탄 발전소 중 80%(약 125곳)가 선진형 원자로(AR) 도입, 22%(약 34곳)가 경수형 상업원전 건설에 적합하고, 운영 중인 석탄 발전소의 경우, 80%(약 190곳)가 선진형 원자로, 40%(약 95곳)가 경수형 상업원전 전환에 적합한 것으로 분석됨.
 - 기술경제성분석에서 연구진은 1988년 발표된 원전 및 석탄 발전소 비용 분석 데이터¹⁾를 바탕으로 석탄 발전소 시설이 원전에서 재사용될 수 있는 정도를 측정하였고 사무실, 변전소(Electric Switchyard Components), 송전 시설, 방열기(Heat Sink) 등이 원전 전환 시 적극적으로 활용될 수 있을 것이라고 밝힘. 또한 전환이 신규 원전 1기를 단독 건설하는 경우보다 순 자본비용(Overnight Capital Cost)을 약 15~35%를 절감할 수 있다고 분석함.

1) Energy Economy Data Base(1985) Nuclear Energy Cost Data Base: A reference data base for nuclear and coal-fired power plant generation cost analysis, DOE/NE-0044/3, <https://www.osti.gov/biblio/5534820>

- 지역의 경제적·환경적 영향 연구에서 1,200MW 석탄 발전소를 924MWe의 가압경수형 원전으로 전환 시²⁾ 650개 이상의 일자리 창출과 이에 따른 해당 지역의 세수 증가 등을 포함하여 경제적 효과는 약 2억 7천만 달러(약 3,743억 원)³⁾로 예측되며 해당 지역의 온실가스 배출량은 최대 86%까지 감소할 것으로 예상함.

◎ 미국 에너지부, 사용후핵연료 및 중간저장시설 학습으로 지역사회에 226억 원 지원 예정

Department Of Energy/Reuters, 2022.09.20.

- 9월 20일 미국 에너지부(DOE)는 중간저장시설 부지결정 요건, 사용후핵연료 관리, 동의기반 부지결정에 대한 정보습득에 관심이 있는 지역 공동체에 필요한 자원을 제공할 기관에 대한 모집과 선정된 기관에 대한 지원금 계획을 발표함.
 - DOE는 최대 여덟 기관까지 선정하여 총 1천 6백만 달러(약 226억 원)⁴⁾를 지원할 예정이며, 선정된 기관은 18~24개월 동안 해당 지역사회를 대상으로 상호협력을 통한 학습과 필요 정보 습득을 위한 편의를 제공하고 열린 토론을 주재함.
 - 선정 기관은 구체적으로 사용후핵연료 관리와 지역사회의 참여를 위한 과정을 조직·인솔·관리하고 중간저장시설의 잠재 후보지를 동의기반 방식으로 결정하기 위해 협력하며 지역사회의 피드백을 장려하는 공공의 가치·이익·목표를 발굴함. 또한 이해관계자, 지역 구성원, 전문가 간 사용후핵연료 상호학습 지원을 위한 전략을 개발·실행하고 결과를 보고함.
 - DOE는 이번 지역 동의기반 부지 결정 과정을 통해 이해관계자들과 지역 주민의 적극적 참여, 열린 토론, 역량 강화 활성화를 기대한다고 밝히며 이번 과정에서는 지역사회 대상의 중간저장시설 공모를 시행하지 않을 것이라고 설명함.
- Reuters 보도에 따르면 현재 텍사스 주와 뉴멕시코 주의 일부 지역사회는 한시적 중간저장을 조건으로 한 사용후핵연료 저장에 관심을 보였으나 해당 주지사들은 반대 입장을 보이고 있음.

2) NuScale SMR VOYGR 12 모듈 기준, p.35, 4.1.5. Conclusions on Main C2N Projects, 동 보고서 참조

3) 2022년 9월 19일 환율 기준

4) 2022년 9월 22일 환율 기준

● 미국, 원전 계속운전 추진 활발

Georgia Power-Newsroom 2022.07.21., Times Free Press 2022.09.02., UxC Weekly 2022.09.05.

■ 8월 31일 Hatch 원전(총 1,759MW, BWR 2기) 운영사 Southern Nuclear Operating Co.는 Hatch 원전의 20년 계속운전을 위한 의향서를 미 NRC에 제출하였다고 발표함.

- Hatch 원전, Farley 원전, Vogtle 원전을 운영중인 Southern은 자회사 Georgia Power의 2022년 통합 자원계획(2022 Integrated Resource Plan)*의 일환으로 Hatch 원전의 계속운전을 추진하고 있으며 지난 7월 해당 원전이 위치한 조지아 주 공공위원회(PSC)의 승인을 받았다고 밝힘.

※ 통합 자원계획은 Georgia Power가 조지아 주 PSC에 3년마다 제출하고 있으며 향후 20년 간 조지아 주에 공급할 전력 생산 계획, 투자 계획 등을 포함하고 있음.

- Hatch 1호기는 1968년 9월 착공하여 1974년 9월 최초 임계 도달, 1975년 12월 상업 운전을 시작하였고 2호기의 경우 1972년 2월 착공하여 1978년 7월 최초 임계 도달, 1979년 9월 상업 운전을 시작하였으며 현재 면허 만료일은 각각 2034년 8월 6일, 2038년 6월 13일임.

■ 한편 9월 초 미국 테네시강 유역공사(TVA)는 운영중인 Browns Ferry(총 3,610MW, BWR 3기)를 2055년까지 가동하기 위해 2차 계속운전(Subsequent License Renewal, SLR) 신청 계획을 준비할 예정이라고 밝힘.

- Browns Ferry 원전은 1호기 1974년 12월, 2호기 1975년 3월, 3호기 1977년 3월 상업운전을 시작하였고 3기 모두 2006년 5월 4일 1차 계속운전(License Renewal) 허가를 취득함.
 - 현재 허가의 경우 1호기는 2033년 12월 20일, 2호기는 2034년 6월 28일, 3호기는 2036년 7월 2일 만료될 예정임.
- Tim Rausch TVA Nuclear 사장은 2025년 상반기 2차 계속운전 허가 신청을 목표로 하고 있다고 밝힘.

◎ 미국 Westinghouse, 스페인 ENUSA와 러시아 연료 대체 공급을 위한 협력

Westinghouse 2018.03.12., 2022.09.08., 세계원전시장인사이트 2022.04.29., 2022.05.13.,
Nuclear Engineering Magazine-Company 최종 검색일 2022.09.12.

- 최근 우크라이나-러시아 전쟁 이후 EU 국가들이 러시아산 원전 연료 대체구매를 추진중인 가운데 9월 7일부터 9일까지 열린 세계 원자력 심포지움에서 Westinghouse는 스페인 연료 개발사 ENUSA와 VVER-400 연료 성형가공을 위한 협력 의지를 밝힘.
 - ENUSA는 VVER-400(VVER-V213) 노형이 핀란드 Loviisa 원전(총 1,014MW, PWR 2기), 헝가리 Paks 원전(총 1,916MW, PWR 4기) 등 유럽에서 16기가 운영되고 있다며 최근 대러 제재 일환으로 러시아산 연료 대체를 위해 이번 협력을 추진하게 되었다고 밝힘.
 - Westinghouse는 ENUSA와 협력하여 2002년부터 2007년까지 핀란드 Loviisa 원전에 연료 집합체를 공급한 바 있으며, EU의 VVER-440 연료 수급 다각화 정책(European Supply of Safe Nuclear Fuel, ESSANUF)에 2015년 9월부터 2017년까지 ENUSA를 포함한 유럽 소재 연구기관·기업과 함께 컨소시엄을 구성하고 연료 설계, 제조·공급망 설계, 인허가 절차 연구 등에 대한 성과를 달성하였음.
- 한편 EU는 러시아의 VVER 노형을 보유한 회원국들에게 러시아산 핵연료 의존도를 줄이기 위한 공급처 다양화를 요청해왔음.
 - 2019년 4월 러시아의 VVER 노형이 적용된 Temelín 1호기에 Westinghouse의 핵연료 시험 장전을 실시하였던 체코 국영기업 ČEZ는 Temelín 원전(총 2,056MW, PWR 2기)에 2024년부터 약 15년간 장기 연료공급을 위해 올해 4월 12일 Framatome, Westinghouse와 계약을 체결하였음.
 - VVER-V320 노형의 불가리아 Kozloduy 원전(총 2,006MW, PWR 2기)도 EU의 요건을 충족하기 위해 가동중인 5·6호기에 Westinghouse의 핵연료 시험 장전을 준비하고 Westinghouse에 타당성 조사를 의뢰한 바 있음.

◎ 미국 텍사스 주, 재생에너지 사업자에 간헐성 보완 설비 의무화 등 권고

State Energy Plan Advisory Committee-Report to the 87th Legislature 2022.09.01., RTO Insider 2022.09.05.

- 텍사스 주 에너지계획 자문위원회(State Energy Plan Advisory Committee)는 9월 1일 발표한 주 차원의 포괄적인 에너지 계획 보고서를 통해 텍사스 주 전력시장에서 재생에너지의 간헐성 문제에 대응하기 위한 급전 가능 전원 확보와 이를 위한 명확한 신뢰도 기준 마련 등을 발표함.

※ 자문위는 텍사스 주의 증가하는 전력 수요와 2021년 겨울 폭풍 Uri로 인한 대규모 정전, 풍력 등 재생에너지 발전 비중이 높은 특성 등을 고려하여 전력망 신뢰도 강화와 긴급 사태에 보다 개선된 대응을 마련하기 위한 목적으로 87회 주 의회에서 발의된 Senate Bill 3에 근거하여 구성됨.

- 자문위는 주 전력시장 관련 전력 시장 및 가격 결정 구조를 평가하고 계통 신뢰도·안정성·가용성 향상을 위한 방안을 제시함.

- 시장 구조 및 가격 책정 구조 개선을 위해 1) 주 공공 유틸리티위원회(PUC)가 긴급 상황의 가격 책정 시스템을 마련하여 실행하고 2) 보조 서비스 개선안이 반영된 시장 구조 개편에 대한 청사진을 마련하며 3) ERCOT과 협력하여 부하 추종 방식과 송배전망의 무결성을 유지할 수 있는 분산 에너지원 통합 지원안을 개발하고 4) 간헐적 전원에 대해 급전 가능 전원을 보완책으로 마련하도록 의무화하며 5) 규제 비효율성이나 전력 요금을 상승시킬 수 있는 발전사 지원책을 시장 구조에서 제외해야 한다고 제안함.

- 전력 신뢰도·안정성·가용성 향상을 위해 1) 텍사스 계통운동을 담당하는 텍사스 주 전력 신뢰도위원회(ERCOT)가 최우선적으로 재생에너지의 간헐성 문제에 대응하기 위한 급전 가능 전원 확보와 2) 이를 위해 PUC가 먼저 명확한 신뢰도 기준과 송배전 시스템 개선을 통한 전력 시스템 탄력성을 보장할 수 있는 조치를 마련하도록 권고함.

- 또한 전력·천연가스 시장의 진입 장벽 개선을 위해 주요 인프라 및 전력 수요 정보의 정확한 평가를 위한 관계 기관 협력, 가스 인프라 강화를 위한 지속적인 효율 개선 사업 등을 제시함.

- 자문위는 두 차례 공청회를 통해 내용을 보완하였고 보고서에 대해 자문위원 총 12명 중 7명이 찬성, 5명이 반대하였다고 밝힘. 반대한 위원 중 일부는 검토에 주어진 짧은 시간과 간헐적 전원에 대한 급전 가능 전원 보완 의무화 조항이 재생에너지 발전사에 부담이 될 수 있다고 우려를 표함.

- 반대측에 따르면 올해 7월부터 자문위가 문제를 검토하였으나 9월 1일까지 권고안을 제출해야 하는 상황이었기 때문에 권고안 검토에 충분한 시간이 주어지지 않았음.

- 또한 간헐적 전원에 대한 급전 가능 전원 보완 의무화 조항이 신규 재생에너지 사업자에게 높은 진입 장벽으로, 기존 재생에너지 사업자의 경제성 악화로 이어질 수 있다고 발언함.
 - 1차 공청회에 참석한 R Street Institute의 Beth Garza 선임연구위원 역시 반대측 이견에 동의하며 권고안이 시행된다면 전력 신뢰도 · 안정성 · 가용성 부문에서 PUC의 명확한 신뢰도 기준이 먼저 제시되어야 한다고 강조함.

◎ 미국 캘리포니아 주, 폭염으로 긴급사태 선언했으나 순환정전은 피해

RTO Insider 2022.08.31., 2022.09.05., 2022.09.07., NBS Nightly News 2022.09.01., California Energy Commission-Electric Generation Capacity and Energy 최종 검색일 2022.09.02., California ISO-News Release 최종 검색일 2022.09.21., National Weather Service-NOWdata 최종 검색일 2022.09.21., Emergency Notifications Fact Sheet 최종 검색일 2022.09.21.

- 8월 31일 캘리포니아 전력계통 운영을 담당하는 CAISO는 지속된 폭염과 산불 등으로 9월 4일과 5일부터 추후 며칠 간 전력 수요 부족이 예상된다며 에너지 긴급 경보(Energy Emergency Alert, EEA) 1단계와 절전 경보(Flex Alert)를 발령하고 일몰 시간대의 자발적인 전력 절약을 요청함.

※ CAISO의 긴급 경보는 절전 경보 · 제한된 유지보수 운영 · 송전 긴급 경보 · EEA 주의 · EEA 1~3단계 등으로 구성되며, EEA의 경우 예비력, 전력 수요 예측 정도에 따라 발령함.⁵⁾

- Eliot Mainzer CAISO CEO는 9월 4일 일일 브리핑에서 일일 전력 수요 예상치와 EEA의 상향 가능성을 언급하고 절전 경보를 연장함.
 - Mainzer CEO는 전력 수요 예상치를 5일 48,965MW, 6일 50,099MW, 7일 49,268MW로 밝히며 9월 3일 발령한 절전 경보를 하루 더 연장하고 상황에 따라 EEA도 상향할 수 있으며 현 상황이 일주일 간 지속될 수 있다고 설명함.⁶⁾
 - 2020년 8월 이상기후로 인한 전력 수요 급증이 예상되어 CAISO는 미국 노동절(9월 5일)이 속한 일주일 간 긴급사태를 선언하고 30분에서 3시간까지 2백만 이상의 가구를 대상으로 순환정전을 실시한 바 있음.
- CAISO는 9월 3일부터 9일까지 EEA와 절전 경보를 연속해서 발령하고 발전사들에게 부하 제어(Load Shed)대비를 요청하기도 하였으나 순환정전(Rolling Blackout)은 실시하지 않음.

5) California ISO, Emergency Notifications Fact Sheet, <https://www.aiso.com/Documents/Emergency-Notifications-Fact-Sheet.pdf>

6) Sep 4 – Grid update from Elliot Mainzer, CEO & President, <https://www.youtube.com/watch?v=5ViQjV-uGQg>

- CAISO 공식 웹에 따르면 절전 경보의 경우 9월 3일부터 9일까지, EEA의 경우 9월 5일 까지 EEA 1단계, 9월 6일부터 8일까지 EEA 2단계를 발령하였으나 9월 9일 한 단계 낮은 EEA 1단계를 발령함.
- CAISO는 9월 6일 EEA 2단계 유지중 17시 30분 EEA 3단계로 상향하였으나 20시 종료 하였으며 순환정전은 시행하지 않음.
- 미국 기상청(National Weather Service)⁷⁾에 따르면 9월 4일과 5일 캘리포니아 주 주요 도시 최고 기온은 San Diego 32.8℃·31.7℃, Los Angeles 39.4℃·36.1℃, Sacramento 41.1℃·45℃까지 오름.

■ 한편 9월 5일 Gavin Newsom 캘리포니아 주지사는 기자회견담회에서 폭염으로 인한 부하 증가 예상으로 긴급사태를 선언함.

- Newsom 주지사는 장기화된 가뭄으로 수력 발전에 어려움을 겪고 있지만 청정 에너지 확보를 위한 주 차원의 노력을 강조하며 2020년 7월 대비 청정 에너지 기반 발전 전력 4,000MW 가량을 추가로 계통망에 연결하였고 또한 2,000MW 전력을 추가 확보하기 위한 조치를 강구중이라고 밝힘.
- 2021년 기준 캘리포니아 발전량은 천연가스 97,350GWh, 태양광 31,614GWh, 원자력 16,477GWh, 수력 14,567GWh, 풍력 14,216GWh, 지열 11,116GWh, 바이오매스 5,439GWh, 태양열 2,065GWh, 석탄 303GWh, 석유 204GWh, 폐기물 178GWh로 구성되어 있음.

7) National Weather Service, Past Weather, <https://www.weather.gov/wrh/climate>



◎ 멕시코 원안위, Laguna Verde 2호기 30년 계속운전 승인

Washington Post 1988.11.06., IEA Energy Policies Beyond IEA Countries-Mexico 2017, Mexico News Daily 2019.12.11., Gobierno de Mexico 2022.08.22., World Nuclear News 2022.08.30., World Nuclear Association-Nuclear Power in Mexico 최종 검색일 2022.09.04.

■ 8월 25일 멕시코 원자력 안전 위원회(National Commission for Nuclear Safety and Safeguards, CNSNS)는 Laguna Verde 2호기(775MW, BWR)의 30년 계속운전을 승인함.

- ※ CNSNS는 멕시코 에너지부(Secretaría de Energía, SENER) 산하 위원회로 부지 선정·설계·운전·해체, 계속운전, 인허가 등을 평가하고 감독하는 원전 규제 책임 기관임.
- 2호기의 현재 면허는 2025년 4월 10일 만료될 예정이었으나 이번 30년 연장으로 2055년 4월 10일까지 운전이 가능함.
 - 2호기는 1977년 1월 착공하였으나 노형 설계 안전성에 대한 논란과 원전 반대 여론, 1986년 4월 Chernobyl 사고 등으로 추진에 난항을 겪다⁸⁾ 1994년 9월 최초 임계 도달, 1994년 11월 계통망에 연결, 1995년 4월 10일 상업운전을 시작함.
- Laguna Verde을 운영하는 국영 기업 CFE(Comisión Federal de Electricidad)는 이번 계속운전 신청은 1호기 인허가 신청과 같은 프로세스로 진행되었으며 CNSNS의 30년 계속운전 승인 결정으로 안정적으로 청정 전력을 공급할 것으로 기대된다고 밝힘.
- Laguna Verde 원전은 30년 최초 운영 허가를 받았으며 1호기는 2020년 7월 30년 계속 운전 인허가를 취득함.

8) Bill Weinberg(1987) "Laguna Verde: the nuclear debate in Mexico", IAEA INIS, <https://inis.iaea.org/search/searchsinglecord.aspx?recordsFor=SingleRecord&RN=19056134> 최종 검색일 2022.09.20.

- 1호기(777MW, BWR)의 경우 1976년 9월 착공, 1988년 11월 최초 임계 도달, 1989년 4월 계통망 연결, 1990년 7월 28일 상업운전을 시작하였음. 2020년 7월에 30년 계속운전을 승인 받아 2050년 7월 28일까지 운전이 가능함.

■ Laguna Verde 원전은 멕시코 유일 원전으로 BWR 2기, 총 설비용량 1,552MW로 구성됨. 멕시코 전체 발전량(344TWh) 중 원자력은 10.9TWh(3%)를 차지하고 있음.

- 2020년 기준, 천연가스 218TWh(63%), 석유 34.1TWh(10%), 수력 26.8TWh(8%), 풍력 19.7TWh(6%), 석탄 9.1TWh(3%), 지열 4.5TWh(1%), 바이오 2.5TWh로 구성됨.
- 멕시코는 여러 차례 Laguna Verde 원전 증설을 논의하였으나 구체적인 정책 결정으로 이어진 적은 없음.

- 2019년 12월 가스 중심의 에너지 구조 다변화를 위해 Laguna Verde 원전 2기 증설과 태평양 연안 지역에 신규 원전 2기 건설을 논의한 바가 있으며 당시 CFE는 신규 원전 4기를 모두 1,400MW 규모로 건설할 계획이고 운전기한은 60년, 건설비용은 70억 달러(약 9조 7천억 원)⁹⁾로 발표하였음.

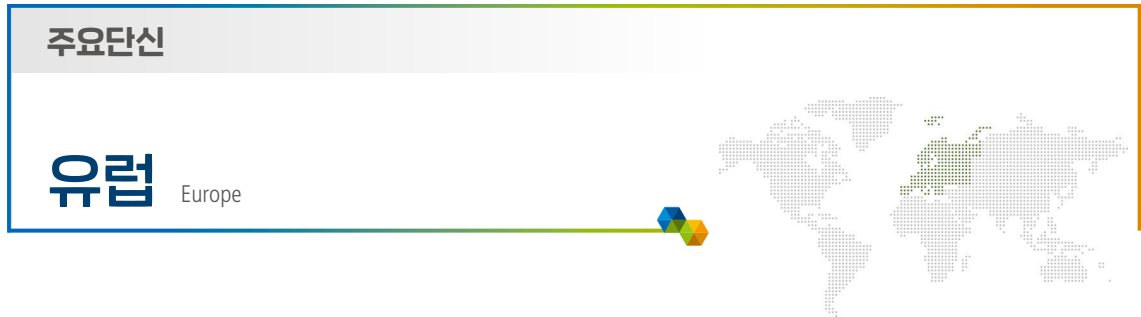
■ 한편 멕시코 정부는 8월 22일 전력 부문 온실가스 감축 보고서(Reporte Anual del Potencial de mitigación de Gases de Efecto Invernadero del sector eléctrico)에서 청정 에너지 전환 계획과 목표를 발표함.

- 보고서에 따르면 멕시코는 2024년까지 발전 부문의 35%를 청정 발전원으로 대체하고 청정 발전 비중을 2033년 이후 전체 발전량의 39.9%, 2050년 이후 50%까지 늘리며 2030년까지 온실가스를 현재 수준 대비 22%, 블랙카본* 배출량을 51%, 전력 부문 온실가스를 31% 감축할 계획임.

* 블랙카본(Black Carbon 혹은 Carbon Black)은 석탄, 석유와 같은 탄소 함유 연료가 불완전 연소될 때 나오는 검은색 그을음으로 온실가스로 분류됨. 자동차 매연이나 석탄을 태울 때 나오는 검은 연기 등에 포함되어 있음.¹⁰⁾

9) 2022년 9월 20일 환율 기준

10) 환경부(2016) 보도·설명 “지구온난화 유발 블랙카본, 레이저로 정밀 측정한다”, <http://www.me.go.kr/home/web/board/read.do?menuId=286&boardId=676830&boardMasterId=1>



◎ 독일, 3기 원전 예정대로 영구정지 후 2기는 내년 초까지 예비용으로 유지

BMWK 2022.09.05., World Nuclear News 2022.09.06., Nuclear Engineering International 2022.09.08.

■ 9월 5일 독일 연방경제및기후보호부(BMWK)는 자국 내 4대 송전시스템운영자(TSO)가 수행한 제2차 전력망 스트레스 테스트 결과를 바탕으로 올해 말까지 운영 후 영구정지 예정인 마지막 3기의 원전 가운데 Isar 2호기(1,485MW, PWR)·Neckarwestheim 2호기(1,400MW, PWR)를 내년 4월 중순까지 예비전력설비로 유지한다고 발표함.

- 독일 50Hertz, Amprion, TenneT, Transnet BW는 지난 7월 중순부터 9월 초까지 2022/23년 동절기 전력계통 안정성 시나리오를 작성 및 분석해 정부에 제출하면서, 해당 기간에 전력 공급 위기가 발생할 가능성은 희박하나 이를 완전히 배제할 수는 없기 때문에 단기 부하 공급 부족이나 정전이 발생하지 않도록 바이오가스 플랜트의 추가 전력 생산, 전력망 활용도 제고, 송전 용량 확장, 석탄화력 발전소 재가동 등을 권고함.
- 이에 대해 Robert Habeck 독일 부총리 겸 경제기후보호부 장관은 전력 수요가 높은 남부 산업 단지에 소재한 Neckarwestheim 2호기(원전운영사 EnBW)와 Isar 2호기(원전운영사 E.ON)는 동절기 예비전력원으로 활용할 계획이나, 재생에너지 발전설비가 밀집된 북부 지역의 Emsland 원전(1,406MW, PWR)은 올해 말 영구 정지할 것이라고 설명함.
- Habeck 부총리는 탈원전 정책을 고수함에 따라 새로운 핵연료는 공급되지 않을 뿐만 아니라 2023년 4월 중순까지 기존 핵연료 비축량이 소진될 것이라고 덧붙임.

■ 2022/23년 동절기를 대상으로 한 제2차 전력망 스트레스 테스트는 지난 3월~5월에 시행한 제1차 스트레스 테스트와 비교해 더욱 혹독한 외부 조건에서 전력망의 안전성을 검토함.

- 제2차 스트레스 테스트는 송전망 혼잡, 유지 보수 문제가 발생했던 프랑스 원전 재가동, 폭염 및 가뭄에 따른 석탄 수송 차질, 석탄화력발전소 재가동, 전기 난방 사용량 증가 상황을 고려하여 총 3가지 시나리오로 구성됨.

- 특히, 가장 극한 경우를 가정한 시나리오에서 3기의 원전(Emsland, Isar, Neckarwestheim)이 가동되더라도 수급안정성 기여에 한계가 있어 추가적으로 다른 발전소를 가동해야 할 필요성이 제기됨.

■ Habeck 부총리의 발표는 독일의 집권 연정(사회민주당(SPD) · 녹색당 · 자유민주당(FDP)) 가운데 원전의 계속운전을 추진해온 독일 자유민주당(FDP)의 반발을 불러일으켰으며, 야당인 기독교민주당(CDU)은 올 겨울 정전 발생 가능성을 우려하며, 작년에 영구 정지된 3기의 원전의 추가 재가동을 촉구함.

- 2021년 12월 31일 독일 북부의 Brokdorf 원전(1,410MW, PWR)과 중남부의 Grohnde 원전(1,360MW, PWR), 남부의 Gundremmingen 원전(1,288MW, BWR)이 영구 정지됨.

■ 한편, Isar 2 원전운영사 E.ON은 해당 원전이 기술적으로 예비전력원으로 사용될 수 없다는 입장을 표명하였으며, EnBW는 올해 말 이후로 Neckarwestheim 2호기를 예비전력원으로 유지하는 타당성을 검토할 계획이라고 밝힘.

〈독일 '22/'23년 동절기 전력계통 안정성 시나리오〉

설정 조건	수요 분석	1차 분석	2차 분석(+) 위기 시나리오	2차 분석(++) 위기 심화 시나리오	2차분석(+++) 극한 시나리오
프랑스 원전 최대 가용량	61GW	51GW	45GW	45GW	40GW
예비력과 망 안정성을 고려한 시장에서의 가용설비용량	-	-	6,1GW	5,0GW	4,6GW
석탄화력 용량 감소분: 낮은 강 수위로 인한 석탄운반 제한과 석탄 생산량 감소 가정	-	-	2GW	-3GW	-3,75GW
예비력 가용용량	6GW (100%)	6GW (100%)	4,5GW (75%)	4GW (67%)	3GW (50%)
남부 독일 및 AT의 가스발전 가용 정도	100%	100%	100%	75%	50%
전기 히터(fan heater) 사용 증가	-	-	1,5GW / 2,5TWh	1,5GW / 2,5TWh	2,5GW / 5,0TWh
천연가스 가격	68€/MWh	200€/MWh	300€/MWh	300€/MWh	300€/MWh

자료: Abschlussbericht Sonderanalysen Winter 2022/2023(2022.09.13.)

◎ 스위스 Nagra, 방사성폐기물 최종처분시설 부지 최종 선정

SFOE, Nagra 2022.09.12., World Nuclear News 2022.09.12.

- 9월 12일 스위스 방사성폐기물 전담기관 Nagra는 14년의 부지 선정 절차를 거쳐 독일 국경 인근의 북부 지역인 Nördlich Lägern를 방사성폐기물 최종처분시설 부지로 최종 선정함.
 - 2008년부터 방사성폐기물 최종처분부지 선정 작업을 진행해온 Nagra는 방사성폐기물 최종처분시설 후보부지로 Zürich Nordost, Jura Ost, Nördlich Lägern를 선정한 후, 2019년과 2022년 봄 사이에 지질 조사를 수행한 결과, Nördlich Lägern 지역이 지질학적으로 최종처분시설에 가장 적합하다고 밝힘.
 - Nagra에 따르면, Nördlich Lägern의 유백점토(Opalinus Clay)는 Jura Ost 및 Zürich Nordost와 비교해 지질학적 측면에서 방벽 효과가 크고, 암석층의 안정성이 우수함.
 - Nagra는 Würenlingen에 소재한 Zwiilag 중앙 집중식 저장시설에 사용후핵연료 밀봉처리시설을 건설할 계획임.
 - 현재, 스위스의 고준위 방사성폐기물은 대부분 임시저장시설에, 일부는 Beznau 원전에 보관 중임.
- Nagra는 방사성폐기물 최종처분시설과 사용후핵연료 밀봉처리시설에 대한 인허가 신청서를 2024년 말 스위스 연방에너지국(SFOE)에 제출할 예정임.
 - 이후 스위스 연방 각의·의회가 2029년과 2030년 건설 승인 여부를 결정하면, 상기 시설은 최종적으로 국민투표에 부쳐질 예정임.
 - 스위스의 중·저준위방폐물 처분시설은 2050년에, 고준위방폐물 처분시설은 2060년에 가동될 예정임.¹¹⁾

11) 비EU회원국인 스위스는 EU taxonomy의 직접적인 적용을 받지 않음.

〈스위스 방사성폐기물 최종처분시설 건설 추진 현황〉

년도	내용
2008. 4	Nagra, 고준위 방사성폐기물 후보부지 3곳(Jura Ost, Nördlich Lägern, Zürich Nordost) 중 · 저준위 방사성폐기물 후보부지 6곳(Jura Ost, Jura-Südfuss, Nördlich Lägern Südranden, Wellenberg, Zürich Nordost) 제안
2010. 2	스위스 연방원자력안전감독청(ENSI), Nagra 후보 부지 제안 확인
2011. 2	지역 참여 절차 개발 착수
2015. 1	Nagra, Jura Ost와 Zürich Nordost로 후보부지 축소 및 심층 지질 조사 제안
2015. 9	ENSI, Nagra에 Nördlich Lägern 관한 추가 정보 요청
2016. 8	Nagra, ENSI에 추가 정보 제공
2016.12	ENSI, Jura Ost, Nördlich Lägern, Zürich Nordost 지역에 대해 추가 조사 권장
2017.11~2018. 3	공개협약
2018.11 ~	Nagra, 지질학적 측면에서 부지 심층 조사
2022. 9	Nagra, 최종처분시설 부지 발표 및 인허가 신청서 준비
2024	Nagra, 인허가 신청서 제출 (예정)
2028	관련 당국, 신청서 검토 (예정)
2029. 말	연방 각의(Federal Council), 인허가 승인 (예정)
2030. 말	스위스 의회, 인허가 승인 (예정)
2031	국민 투표(예정)

자료: 스위스연방에너지국(SFOE), Deep Geological Repository sectoral plan (SDGR)¹²⁾

● 미국, 폴란드에 AP1000 6기 건설제안서 제출..자금조달계획에 민간 및 수출신용기관도 포함된 것으로 알려져

Nucnet 2022.09.13./09.20, Nuclear Engineering International 2022.09.15.

- 9월 12일 폴란드 주재 미국 대사는 폴란드 정부에 Westinghouse의 AP1000 PWR 6기 건설 제안을 담은 최종 사업제안서(conceptual offer)를 제출함. 이 중 자금조달은 Westinghouse 및 미국 엔지니어링 · 건설 기업인 Bechtel 뿐만 아니라 미국 수출입은행(U.S. EXIM) 및 미국 국제개발 금융공사(U.S. International Development Finance Corporation, DFC)도 참여한 것으로 알려짐.

12) https://www.uvek-gis.admin.ch/BFE/storymaps/EA_SachplanGeologischeTiefenlager/?lang=en#two

- 폴란드 기후환경부는 미국측의 사업제안서가 2020년 10월에 체결한 양국 정부간 원자력 협력 협정에 따른 6기 대형 원전 건설에 대한 로드맵이며, 폴란드 최초 원전 프로젝트의 자금 조달 정보를 포함하고 있다고 밝힘.
 - 2021년 3월 공식 발효된 폴란드 원자력 프로그램 개발을 위한 폴란드-미국 정부 간 협력 협정의 후속 조치로 Westinghouse와 Bechtel은 미국무역개발처(USTDA)로부터 보조금을 지원 받아 2021년 6월부터 2022년 6월까지 AP1000 기반 선행주기 엔지니어링 · 설계 (Front-End Engineering and Design, FEED) 프로젝트를 수행함.
 - FEED 프로젝트는 총 7,200MW 규모의 2기 원전(각 3기의 AP1000 구성) 건설 관련 폴란드 정부의 의사 결정 지원을 목적으로 하며, 최초 원전 부지인 Lubiatowo-Kopalino에 3기 AP1000 노형 및 보조시설 건설 계획, 프로젝트 건설 · 운영 및 일정에 관한 예산 추정치, 두 번째 원전 부지 에 대한 개략적인 위치 정보가 담김.
- Westinghouse는 9월 9일 폴란드 매체(energetyka24)¹³⁾와의 인터뷰를 통해 사업제안서의 자금 조달 부분은 Westinghouse 및 Bechtel의 자기 자본뿐만 아니라 미국 신용기관(미국 수출입은행 및 미국 국제개발금융공사)이 제공한 자금으로 이루어져 있다고 밝힘.
- 폴란드 환경부는 정부가 오는 10월에 원자로 공급업체를 선정할 예정이라고 밝히며, 2026년 착공, 2033년 최초 호기 가동은 현실적이라고 밝힘.
 - 폴란드 정부는 3세대 또는 3세대+ PWR 기반의 6~9GW 규모의 신규 원전을 계획 중으로, 1호기(1~1.5GW)의 건설승인은 2025년, 착공은 2026년, 상업운전은 2033년으로 예정됨.
 - 폴란드는 해외 공급업체인 프랑스 EDF(EPR 노형)와 한국수력원자력(APR1400 노형)으로 부터 자금 조달 내용이 담긴 사업제안서를 각각 2021년 10월과 2022년 4월에 제출받음.
- 한편, 9월 20일 Westinghouse는 폴란드 원전 건설 추진을 위해 폴란드 22개 회사와 추가로 협력 양해각서를 체결함. 폴란드 파트너 회사들은 철강 · 금속 · 보일러 및 펌프 제조 · 유지보수 · 장비 조립 · 제품 인증 · 컨설팅 · 번역 등 다양한 분야의 공급업체임.
- 지난 1월에도 Westinghouse는 10개의 폴란드 공급망기업(엔지니어링 · 건설 · 철강 · 발전기 및 크레인 제조 등)과 협력을 위한 양해각서를 체결한 바 있음.

13) <https://energetyka24.com/atom/wywiady/atomowa-ofensywa-westinghouse-znamy-szczegoly-oferty-usa-wywiad>

◎ 영국, 고온가스로(HTGR) 노형·핵연료 개발에 최대 250만 파운드 지원

Gov.UK, World Nuclear News 2022.09.02., Nuclear Engineering International 2022.09.06., Nucnet 2022.09.07.

- 9월 2일 영국 기업에너지산업전략부(BEIS)는 첨단모듈원자로(Advanced Modular Reactor, AMR) 연구·개발·실증 프로그램 A단계(2022~2023) 시행으로 고온가스로(HTGR) 노형과 핵연료 개발 담당하는 5개 기관에 최대 250만 파운드(약 39억 원)¹⁴⁾를 지원한다고 발표함.

※ AMR은 가압경수로(PWR) 또는 비등경수로(BWR)에 비해 규모가 작고, 저비용 발전, 전력 공급 유연성 향상, 가정용 또는 산업용 열 공급, 수소 생산 촉진 등을 특징으로 함.

- 영국 정부는 ‘녹색산업 혁명을 위한 10대 중점계획’(2020년 11월)과 ‘에너지 백서 2020’(2020년 12월)을 통해 차세대 원자로(SMR·AMR) 개발을 위한 지원 및 투자 계획을 밝혔으며, 2030년대 초반까지 AMR 실증로 구축을 위해 HTGR 채택을 발표(2021년 12월)한 바 있음.
- AMR 연구·개발·실증 프로그램은 2030년대 초까지 AMR 실증로 구축 및 추후 상용화를 통해 2050년까지 탄소 중립 목표 달성을 목표로 삼고 있으며, 녹색산업 혁명을 위한 10대 중점계획에서 발표된 3억 8,500만 파운드(약 6,059억 원)¹⁵⁾ 규모의 첨단 원자력 기금(Advanced Nuclear Fund)의 일부임.
 - 해당 프로그램은 A~C단계로 구성되어 있으며, A단계는 2022년 이후부터 기본설계 관련 예비조사 수행, B단계는 2023년 이후 상세 설계의 기초가 되는 기본설계 조사, C단계는 2025년 이후 부지와 건설·운전의 인허가 활동을 이행함.
- BEIS는 해당 프로그램의 A단계를 통해 2개의 영역에서 6개의 Pre-FEED(개념설계) 프로젝트를 지원함.
 - ①HTGR 실증: 4개 기관 선정 및 1개 프로젝트 당 최대 500,000파운드(약 7.8억 원)¹⁶⁾ 지원
 - 지원대상 기관: EDF Energy Nuclear Generation Ltd, National Nuclear Laboratory, U-Battery Developments Ltd, Ultra Safe Nuclear Corporation
 - ②HTGR용 피복입자연료(Coated Particle Fuel, CPF) 실증: 2개 기관 선정 및 1개 프로젝트 당 최대 250,000 파운드(약 3.9억 원)¹⁷⁾ 지원
 - 지원대상 기관: National Nuclear Laboratory, Springfields Fuels Limited

14) 2022년 9월 22일 환율 기준

15) 2022년 9월 22일 환율 기준

16) 2022년 9월 22일 환율 기준

17) 2022년 9월 22일 환율 기준

- 또한 BEIS는 A단계 지원을 위해 원자력규제청(Office for Nuclear Regulation, ONR)과 환경청(Environment Agency, EA)에 첨단 원자로 역량 구축·유지 비용으로 최대 83만 파운드(약 13억 원)¹⁸⁾를 할당함.
- Greg Hands 에너지부 장관은 에너지 안보를 위한 최첨단 원전 기술 개발 계획을 추진함에 있어 이번 정부 지원이 장기적인 비용 절감과 신규 원자로 개발에 기여할 것이라고 밝힘.

〈영국 AMR 연구·개발·실증 프로그램 A단계 지원 기관·지원 내용〉

구분	지원기관 및 지원 내용
HTGR 실증로	① U-Battery Developments Ltd - U-Battery AMR의 규모, 노형, 비용, 납품 방식 결정을 위한 연구 수행 (지원 금액: 499,845 파운드(약 7.8억 원) ¹⁹⁾)
	② EDF Energy Nuclear Generation Ltd - 2030년대 HTGR 실증로 구축을 목표로 가장 적합한 노형 설계를 결정하기 위한 최종 사용자 요건 연구 수행, HTGR 실증로 부지로 Hartlepool 제안(지원 금액: 499,737 파운드(약 7.8억 원) ²⁰⁾).
	③ Ultra Safe Nuclear Corporation UK Ltd - 수소, 지속가능한 항공 연료(SAF) 생산, 산업용 공정열 제공을 위한 MMR+ 개발 및 실증을 위한 연구 수행(지원 금액: 498,312 파운드(약 7.8억 원) ²¹⁾)
	④ National Nuclear Laboratory - 일본원자력연구개발기구(Japan Atomic Energy Agency, JAEA), 미국 엔지니어링 그룹 Jacobs과 협력해 HTGR 설계·개발·가동을 위한 연구 수행(지원 금액: 497,495 파운드(약 7.8억 원) ²²⁾)
HTGR용 피복입자연료 (CPF)	① Springfields Fuels Limited - HTGR 설계를 위한 표준 CPF 연료 유형으로 커널형 삼중피복입자핵연료(TRISO) 연구 수행 (지원 금액: 243,311파운드(약 3.8억 원) ²³⁾)
	② National Nuclear Laboratory - 유럽 핵연료 기업Urenco Limited, 일본 JAEA와 공동으로 피복입자연료(CPF) 공급을 위한 타당성 연구 시행(지원 금액: 250,000파운드(약 3.9억 원) ²⁴⁾)

자료 : Gov.uk, AMR Research, Development and Demonstration: Phase A (2022-2023) successful organisations(2022.09.02.)²⁵⁾

18) 2022년 9월 22일 환율 기준
 19) 2022년 9월 22일 환율 기준
 20) 2022년 9월 22일 환율 기준
 21) 2022년 9월 22일 환율 기준
 22) 2022년 9월 22일 환율 기준
 23) 2022년 9월 22일 환율 기준
 24) 2022년 9월 22일 환율 기준
 25) 2022년 9월 22일 환율 기준

<https://www.gov.uk/government/publications/advanced-modular-reactor-amr-research-development-and-demonstration-programme-successful-organisations/amr-research-development-and-demonstration-phase-a-2022-2023-successful-organisations>

◎ 에스토니아, SMR 건설 위해 해외 공급업체 3사에 입찰 참여 요청

Nucnet 2022.08.31., Nuclear Engineering International 2022.09.20.

■ 9월 15일 에스토니아 신생 원자력회사 Fermi Energia는 3개의 SMR 개발업체(GE Hitachi, NuScale, Rolls-Royce)에 오는 12월까지 입찰 참여를 요청했다고 발표함.

- 2019년 Fermi Energia는 자국 내 SMR 도입을 위해 4가지 SMR 노형에 관한 타당성 조사를 계획을 발표한 이후, 미국 GE Hitachi(2019.10), 영국 RollsRoyce(2021.3), 미국 Nuscale(2022.08.)과 각각 SMR 관련 양해각서를 체결한 바 있음.
 - 선정된 4기 SMR 노형은 영국 Moltex Energy의 SSR-W300, 캐나다 Terrestrial Energy의 IMSR-400, 미국 GE Hitachi의 BWRX-300, 미국 NuScale의 SMR임.
- Fermi Energia는 상기 해외업체들이 제시한 비용 추정치와 관련 기술 문서로 입찰을 진행하여, 2023년 2월에 SMR 노형을 선정할 예정임.
 - Fermi Energia의 SMR 기술 선정 기준은 비용 경쟁력, 노형의 기술 성숙도, 참조 원전(reference plant) 설립, 에스토니아 기업의 공급망 참여 여부임.
- Fermi Energia는 이번 입찰에 참여하는 3개 SMR 공급업체 모두 주요국 규제당국과 정식 건설허가 절차에 들어갔으며, 최초 SMR은 10년 후 건설·운영을 시작할 것으로 전망함.
 - Fermi Energia는 상기 업체 모두 각각 미국 및 영국 정부로부터 재정 지원을 받고 있으며, 지난 몇 년간 SMR 설계 기술 성숙도를 달성해 프로젝트의 실행가능성에 확신을 준다고 덧붙임.

기타단신

◎ 폴란드, 루마니아와 SMR 개발 협력

Nucnet 2022.09.08.

- 9월 6일 폴란드 광산·제련업체 KGHM Polska Miedz와 루마니아 원전운영사 Nuclearelectrica는 NuScale SMR에 관한 프로젝트 개발(462MW, 총 6기 모듈)을 위해 양해각서를 체결함.
 - 양사는 미국 SMR 개발업체인 NuScale과 협력해 폴란드와 루마니아 내 SMR 보급을 위해 36개월에 걸쳐 기술·경제·법률·금융·기관 측면에서 경험과 노하우를 교환할 예정임.
 - KGHM Polska Miedz와 Nuclearelectrica는 각각 올해 2월과 5월에 NuScale과 SMR 개발을 위한 협력 협정을 체결한 바 있음.

◎ 러시아 TVEL, 아르메니아 Metsamor 원전용 핵연료 공급 계약 체결

Nuclear Engineering International 2022.08.31., UxWeekly 2002.09.05.

- 8월 29일 Rosatom 자회사 TVEL은 Armenian NPP와 아르메니아 Metsamor 2호기(376MW, VVER-440/PWR)의 연료공급을 위한 핵연료 계약을 체결함.
 - TVEL은 이번 계약으로 2022년 4분기 내로 VVER-440 연료 공급할 예정으로, 해당 원전의 운영 기간이 만료될 때까지, 지속적으로 핵연료를 제공할 계획이라고 밝힘.
 - 1980년에 상업운전을 개시한 Metsamor 2호기는 2021년 현대화 작업이 완료되어 2026년까지 계속 운전될 예정임. 해당 원전은 현재 아르메니아 전력의 약 39%를 공급 중임.
 - ANPP는 현재 Metsamor 2호기를 2026년 이후 추가 10년 더 가동하기 위한 방안을 검토 중이라고 밝힘.

● 벨기에, Doel 3호기 연장운전 추진 고려

Brussetimes 2022.09.15., UxWeekly 2022.09.19.

- 벨기에 연립 정부는 유럽 전역에서 에너지 공급 불확실성이 커짐에 따라 9월 23일에 영구 정지될 Doel 3호기(1,006 MW, PWR)의 연장운전 추진을 고려하고 있는 것으로 알려졌다.
- Annelies Verlinden 내무부 장관은 벨기에 원자력규제당국(Federal Agency for Nuclear Control, FANC)에 Doel 3호기의 연장운전 여부 가능성 검토를 요청함.
 - 벨기에 정부는 지난 8월 Electrabel과 Doel 4호기(1,090MW, PWR)와 Tihange3호기(1,020MW, PWR)의 2035년까지 10년 계속운전을 위해 의향서(Letter of Intent)를 체결했으며, 오는 12월 말까지 법적 구속력을 갖춘 최종 합의 도달을 목표로 하고 있음.
- 이에 대해 FANC는 안전성 보장을 전제로 원전운영사인 Electrabel가 제안하면 Doel 3호기의 해체 일정을 변경할 수 있다고 밝히며, 내각이 상기 원전의 연장 운전의 실현 가능성을 논의할 수 있도록 연립 정부와 분석 내용을 논의할 계획이라고 설명함.

주요단신

아시아

Asia



○ 일본 원자력규제위원회, 가시와자키 가리와원전 가동 금지 명령 해제 조건 결정

日本經濟新聞 2022.09.14., 新潟日報 2022.09.15.

- 잇다른 방호 부실로 사실상 가동 중단 중인 도쿄전력 가시와자키 가리와원전에(총 7기, 총 8,212MW, 1~5호기 BWR·6~7호기 ABWR) 대해 일본 원자력규제위원회는 9월 14일 해당 원전에 내려진 가동 금지 명령의 해제 조건으로 방호 대책 검사 시 확인해야 할 3가지 방침과 총 33개의 항목으로 구성된 기준을 결정함.
 - 가시와자키 가리와원전에서는 고장 난 외부인 침입 감시 장치의 장기간 방치 등 방호 대책 미비 문제가 잇따라 발생해 2021년 4월 규제위가 가시와자키 가리와원전 내의 핵 연료 이동을 금지하는 행정 명령을 내려 해당 원전은 사실상 가동이 금지됨.
 - 이후 규제위는 2021년 10월부터 도쿄전력의 방호 대책에 대한 검사를 진행 중임.
- 방호 대책 검사 시 확인할 3가지 방침은 ① 강력한 핵물질 방호 대책의 실현 여부 확인, ② 핵물질 방호 대응을 위해 자주적으로 방호 대응을 개선하는 체계가 정착되었는지 여부를 확인, ③ 방호 대책 개선 조치를 일회성으로 끝내지 않는 체계가 구축되었는지 여부 확인임.
 - ①의 예로는 외부인의 원전 침입 등을 감시할 다양한 방식의 생체 인증 시스템 설치, 입지 지역의 자연환경에 적합한 방호 설비 설치와 운영, 감시 화면 대형화와 경비업무 개선 확인 등이 있음.
 - ②는 도쿄전력 사내와 협력회사에서 방호 대응 개선을 위해 자주적으로 노력하는 체계가 정착되었는지를 확인하고, 핵물질 방호 관련 직원이 업무와 관련해 소속 부서 내부는 물론 타 부서와도 솔직하게 소통하고 정보를 공유하는지 여부를 확인할 계획임.

- ③은 도쿄전력이 직원의 행동, 사고방식에 대한 정기적인 모니터링을 시행하고 직원의 방호 의식이 저하될 우려가 있을 시에도 대비해 대응 체제를 갖추었는지, 핵물질 방호 규정 등에도 방호 개선 조치를 유지하기 위한 대응 내용을 명기했는지 등을 확인할 예정이다.

■ 한편, 일본경제신문은 9월 14일 보도를 통해 일본 정부가 2023년 여름 이후 전력 확보를 위하여 가시와자키 가리와 원전의 재가동을 목표로 하지만 목표 실현을 위해서는 규제위의 검사 통과, 지자체의 가동 동의, 원전 운영 방식 개선이라는 3가지 과제 해결이 필요하다는 의견을 밝힘.

◎ 일본 경제산업성, 컨소시엄 구성 통한 일본 원전기자재 수출 활로 모색

資源エネルギー庁 2022.08.31., 原子力産業新聞 2022.09.08.

■ 일본 경제산업성은 9월 6일 정부 회의에서 선진 원자로 기술 개발 대응과 관련해 고온가스로, SMR 등 노형별 자국 원전기자재 공급자로 ‘선진 서플라이어 컨소시엄’을 구성하고, 해당 컨소시엄을 민관이 협동 지원해 일본 원전 기자재의 효과적인 수출을 도모하겠다는 방향을 제시함.

- 구체적으로 ① 선진 원자로 노형별로 ‘선진 서플라이어 컨소시엄’을 구성하고 각 노형별로 리더 기업을 결정한 후 해외 선진 원자로 프로젝트 참여 시에는 각 리더 기업이 잠재력이 있는 공급자를 선별해 민관이 협력하여 관련 정보를 제공함.

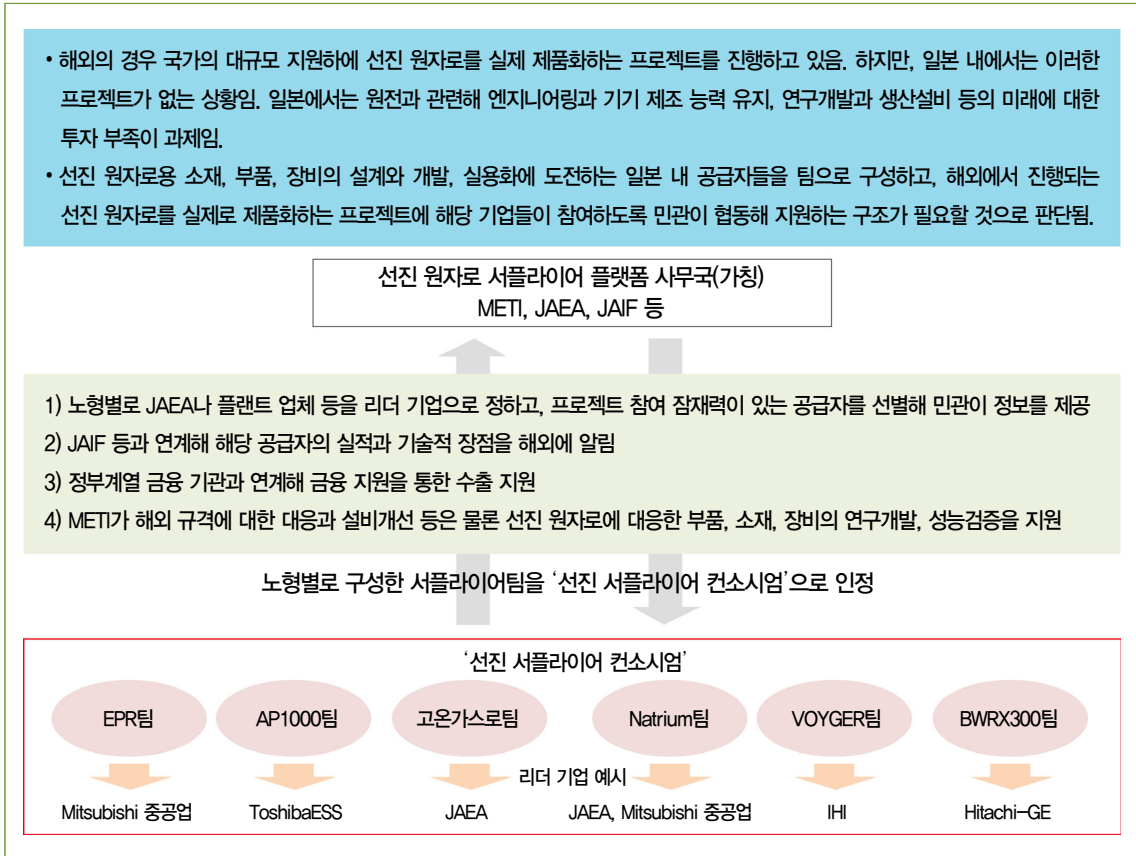
– 고온가스로의 경우 JAEA(Japan Atomic Energy Agency), BWRX-300의 경우 Hitachi-GE를 리더 기업의 예시로 제시함.

- ② 일본 원자력산업협회(Japan Atomic Industrial Forum, JAIF) 등과 연계하여 해당 공급자의 실적과 기술 강점을 해외에 홍보하고, ③ 정부 계열 금융기관과 연계해 자금 지원 등을 통한 수출을 지원함.

- ④ 경제산업성은 해외 규격에 대한 대응, 설비 개선, 선진 원자로에 대응한 부품·소재·장비의 연구개발과 성능 검증을 지원함.

■ 경제산업성은 민간 기업을 포함한 프로젝트 조성·관리에 대한 지식 습득의 필요성을 강조하며 향후 원자력위원회의 의견 청취 후 연구 개발과 해외 진출과 관련해 중추적인 기능을 발휘할 수 있도록 내용을 구체화하기 위하여 검토를 추진할 예정이다.

〈일본의 선진 원자로 관련 해외 프로젝트 참여를 위한 구상〉



자료: 資源エネルギー庁 '着実かつ効率的な廃止措置の実現に向けた政策の方向性(2022.08.31.)

◎ **일본 규슈지역, 높은 수요와 일몰 시간 태양광 발전량 감소 영향으로 타지역에서 전력 지원**

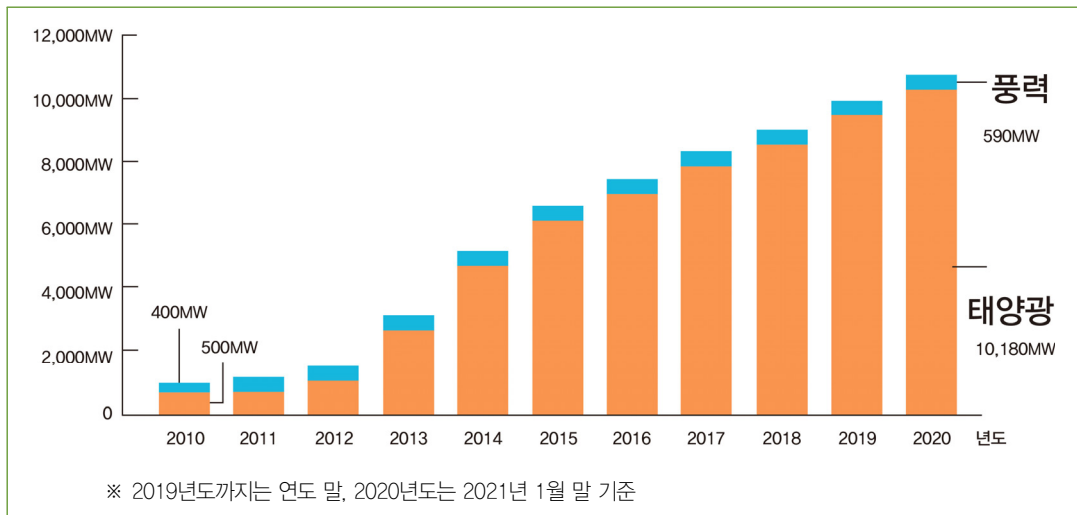
西日本新聞 2021.03.11., 産経新聞 2022.09.14., 日本経済新聞 2022.09.15., 発電情報公開システム 최종 검색 2022.09.20.

■ 9월 12일과 13일 일본 규슈지역에서는 예상외 기온 상승에 따른 전력수요 증가로 타지역으로부터 1년 8개월 만의 전력 지원을 받았음.

- 9월 12일과 13일 규슈지역 기온은 전력사의 예측보다 2℃ 상승하였으며 태양광 발전량이 감소하는 일몰 시간대에 전력이 부족해짐에 따라 규슈전력은 12일 오후 4시 반부터 8시 까지 주고쿠와 간사이지역에서 최대 700MW의 전력을, 13일에는 오후 4시 반부터 7시 까지 주부, 주고쿠, 시코쿠지역에서 최대 400MW의 전력을 지원받았음.

- 9월 9일 규슈전력은 12일과 13일 공급 예비율을 최소 14~15%로 예측했으며, 타지역으로부터 전력 지원을 받지 않았다면 12일 예비율은 -1.6%, 13일은 0%이었음. 규슈지역의 경우 예측보다 기온이 1℃ 상승할 시 수요 피크 때의 경우 약 500MW의 전력이 추가로 필요한 것으로 알려짐.
- 12일과 13일에는 당일 가동 계획을 수정할 수 있는 LNG화력이 부족해 타지역으로부터 전력 지원을 받았음. 12일 규슈전력이 가동한 LNG 발전 용량은 4,757MW, 9월 13일은 4,502MW이었음.
- 후쿠시마 사고 후 일본 정부가 재생에너지 확대를 위해 도입한 발전차액지원(Feed in Tariff)제도의 영향으로 규슈지역에서는 계절과 시간대에 따라 차이는 있지만, 전력 수요의 80%를 태양광이 공급할 수 있을 정도로 태양광이 급증함.

〈일본 규슈 지역의 재생에너지 확대 추이〉



자료: 西日本新聞 (2021.03.11.)

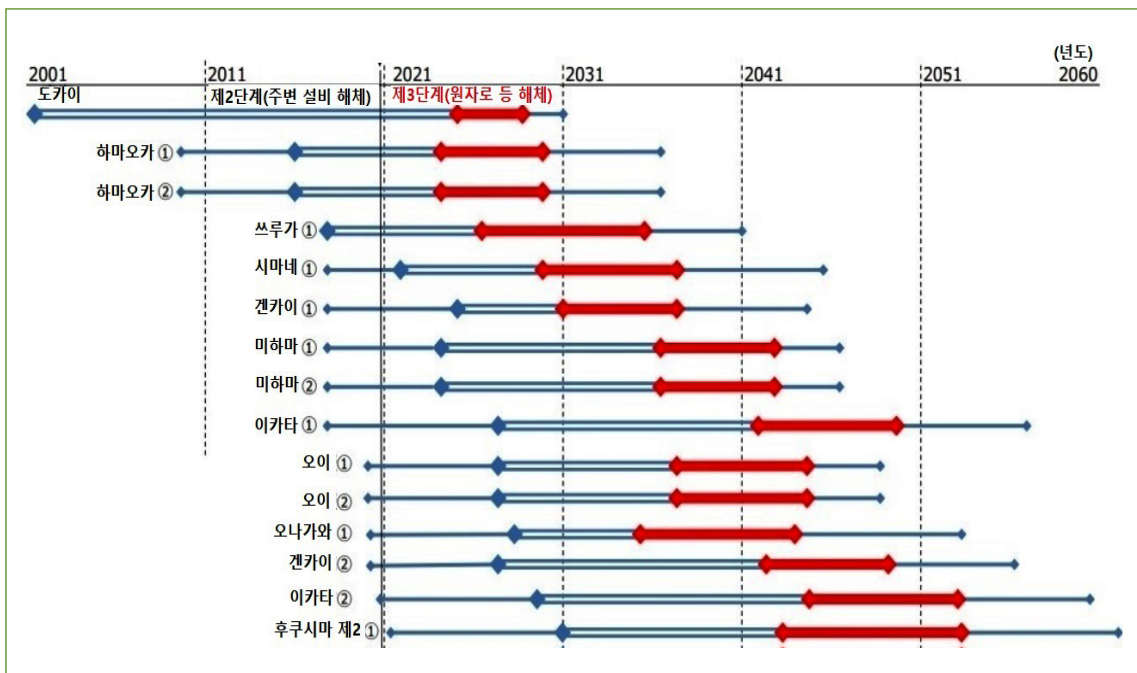
◎ 일본 경제산업성 전문가 WG, 원전 해체 전담 조직 설치 제시

스마트ジャパン 2022.08.05., 原子力産業新聞, 資源エネルギー庁 2022.08.31.

- 일본 경제산업성의 전문가위원회인 ‘폐로 등 원활화 워킹그룹(이하 ‘워킹그룹’)은 8월 31일 회의에서 일본 내 원전 해체 시 종합적 관리를 위한 새로운 인가법인 설치안을 제시함.
- 워킹그룹은 일본 내 영구정지 원전의 해체 공정이 2020년대 중반 이후 본격화될 것으로 전망하여 원전 해체를 계획대로 시행하기 위한 과제와 대응책을 2022년 6월부터 검토 중임.

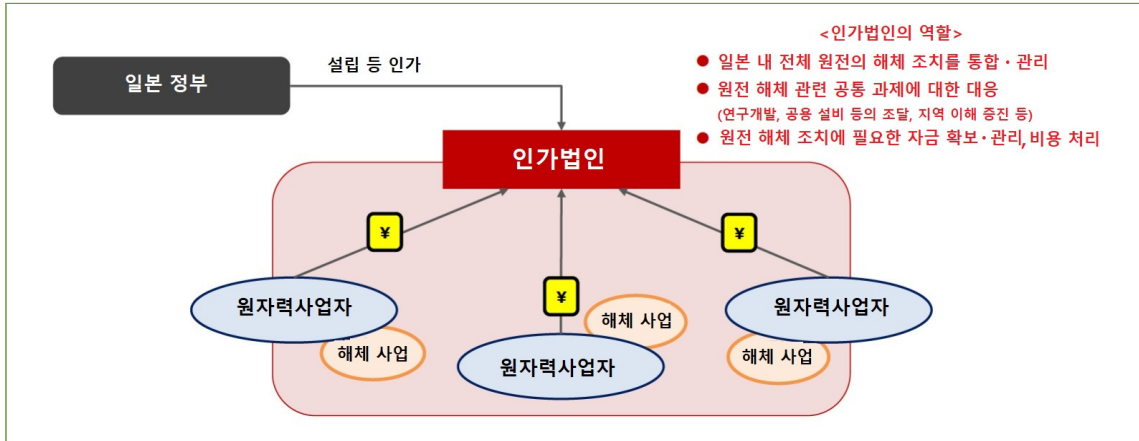
- 일본에서는 현재 후쿠시마 제1원전을 제외한 18기가 영구 정지 중임.
- 8월 31일 회의에서 제시된 인가법인은 국가의 관여·감독하에 일본 내 모든 원전의 해체 조치를 통합·관리하고, 효율적이며 안전하게 해체 조치를 수행하기 위한 연구 개발, 지역 이해 증진, 해체에 필요한 자금 확보와 비용 처리 업무를 담당하며 원자력사업자는 인가 법인의 운영에 필요한 자금을 분담해 납부하게 됨.
- 워킹그룹은 현재 각 원자력 사업자가 개별적으로 해체 자금을 내부 충당 부채로 처리 중인 제도를 수정하여 해체 조치에 필요한 자금을 인가법인이 확실하게 확보·관리·지출하는 구조가 적절하다는 의견을 밝힘.
- 일본의 인가법인은 특별법에 따라 설립되며 행정관청의 인가가 필요한 법인을 의미하며 민간의 발의로 설립됨. 자율 해산 제한, 정부의 감독·명령, 임원 선임·해임과 관련한 정부의 인가 등 정부의 관여가 일정 정도 인정됨.

〈일본 내 원전 해체 진행 상황〉



자료: 스마트일본(2022.08.05.)

〈일본 페로 등 원활화 워킹그룹이 제시한 원전 해체 관리 전담 인가법인 설립 구상〉



자료: 資源エネルギー庁 ‘着実かつ効率的な廃止措置の実現に向けた政策の方向性’ (2022.08.31.)을 토대로 편집·작성

◎ 일본 원자력규제위원회, 원전 심사 효율화 추진

NHK 2022.08.27./09.07., 時事ドットコム 2022.08.31.,
세계원전시장 인사이트 2022.09.02., 日本經濟新聞 2022.09.07.

■ 일본 원자력규제위원회는 9월 7일 회의에서 원전 적합성 심사 중 원자로설치변경허가심사(이하 ‘안전심사’) 효율화를 위해 ① 심사 회의 개최 횟수의 확대, ② 회의 개최 시 규제위 위원 참석이라는 필수 조건의 완화, ③ 심사상의 입장·논점 문서화와 같은 추진 방안 등을 제시함.

• 일본 원자력규제위원회는 올해 4월부터 안전 심사 중인 원전 사업자를 대상으로 심사 효율화를 위한 의견을 청취했으며 사업자들은 심사 시의 확인 사항·논점에 대한 규제위의 조기 제시, 서면을 통한 논점 확인 사항 사전 통지, 심사 진행방법 공개 논의·공유 등을 규제위에 요청한 바 있음.

- 현재 일본 홋카이도, 도호쿠, 주부, 호쿠리쿠전력 등의 운영 원전이 규제위의 안전 심사를 받고 있으며 부지 내 단층 평가 등으로 심사 기간이 장기화됨.

■ 한편, 일본 기시다 총리는 8월 24일 안전 심사에 통과한 원전을 신속히 재가동하기 위해 정부가 전면에서 나서겠다는 의지를 밝힌 바 있으며 일본 규제위원회는 심사 효율화와 검사 체제 강화를 위해 8월 31일 2023년도 추가경정예산 요구에서 총 66명의 증원을 요구함.

• 규제위는 지진·지진해일 대책 심사 직원 등 13명의 증원과 원전 사업자와의 긴밀한 연락을 위한 관리직 1명 증원 등을 요청함.

일본 원자력규제위원회의 사무국 측이 제시한 안전 심사 효율화 방안

사업자 요구 사항	규제위의 대응
<ul style="list-style-type: none"> • 심사 시의 확인 사항과 논점의 조기 제시 • 논점과 확인 사항을 서면으로 사전 통지 • 공개로 '심사 진행 방법'을 논의·공유 	<ul style="list-style-type: none"> • 심사회회의 개최 횟수 확대 및 규제위 위원 미 출석 시에도 회의 개최 • 사업자와 입장·논점을 공유해 문서화 • 투명성 확보를 위해 사전에 사업자에게 확인 사항을 알리지는 않으며 심사는 공개회의로 진행
<ul style="list-style-type: none"> • 현지 확인 기회 확대 	<ul style="list-style-type: none"> • 필요에 따라 현지 확인 실시
<ul style="list-style-type: none"> • 기준과 심사 가이드의 명확화 	<ul style="list-style-type: none"> • 심사 실적을 토대로 명확화

자료: 日本經濟新聞(2022.09.07.) 자료를 토대로 편집·작업

◎ 중국 국무원, 16조 원 규모 신규 원전 4기 건설 승인

World Nuclear News/Yicai Global 2022.09.15.

■ 9월 14일 중국 국무원은 에너지 안보와 친환경 기조를 위해 중국 전력투자집단공사(SPIC)가 제안한 Zhangzhou 3·4호기, Lianjiang 1·2호기 등 총 4기의 신규 원전 건설을 승인하였으며 현지 매체 Yicai에 따르면 총 건설 비용은 약 8백억 위안(약 15조 8천억 원)²⁶⁾으로 알려짐.

- 저장성에 위치하고 HPR-1000 2기로 구성된 Zhangzhou 원전은 2019년 10월 1호기(1,126MW, PWR), 2020년 9월 2호기(1,126MW, PWR)가 1차적으로 건설중이며 2차적으로 이번 3·4호기, 3차적으로 5·6호기 건설을 계획중이고 모두 HPR-1000으로 건설될 예정임.
- 광둥성에 건설될 예정인 Lianjiang 원전의 경우 CAP1000 2기가 건설되며 추후 2차적으로 CAP1000 4기가 건설될 예정임.

■ 한편 장쑤성에 위치하고 VVER-1200을 적용한 Tianwan 8호기(1,171MW, PWR)가 올해 2월 25일, 동일 노형의 Xudabu(Xudabao) 4호기(1,200MW, PWR)가 5월 19일 착공한 바 있음.

26) 2022년 9월 19일 환율 기준

◎ 중국, HPR1000 적용한 Lufeng 5호기 착공

Nuclear Engineering Magazine 2014.05.22., World Nuclear Industry Status Report 2022.06.29., HKEX News 2022.09.08., World Nuclear News 2022.09.09., IAEA PRIS-Country Statistics 최종 검색일 2022.09.15.

- 9월 8일 중국 CGN은 HPR1000(Hualong One)을 사용한 Lufeng 5호기(1,200MW²⁷⁾, PWR)를 착공했다고 발표함.
 - 광둥성에 위치한 Lufeng 5호기는 CAP1000을 사용한 저장성의 Sanmen 3·4호기, 산둥성의 Haiyang 3·4호기와 함께 올해 4월 국무원의 건설 승인을 취득하였음.
 - CAP1000은 중국 SPIC 전신인 SNPTC가 미국 Westinghouse가 개발한 AP1000 기술을 이전받아 개발한 원자로로 지적재산권은 Westinghouse가 보유하고 있음.²⁸⁾ 2022년 6월 28일 Sanmen 3호기에 CAP1000이 최초로 적용된 이후 Haiyang 3호기에도 적용되어 7월 7일 착공함.
 - CGN은 Lufeng 5호기를 포함하여 중국 전역에 7기를 건설중이라고 발표함.
- IAEA PRIS에 따르면 Lufeng 5호기 제외 현재 중국 내 건설중인 원전은 총 18기이며, 노형별로 HPR1000 10기, CAP1000 2기, VVER1200 4기, CFR600 1기, ACP100 1기로 구성됨.

27) PRIS 미등재 관계로 설비용량은 아래 출처에서 참고하여 작성함. <https://www1.hkexnews.hk/listedco/listconews/sehk/2022/0908/2022090800571.pdf>

28) 윤성원 외(2018) “중국의 원자력 정책 및 연구 개발 현황”, 한국원자력연구원 원자력산업 38권 7호, 2018.07.31., <https://koreascience.kr/article/JAKO201867551543014.page?&lang=en>

〈표〉 Lufeng 5호기 포함 건설중인 중국 원전 현황

원전명	용량(MWe)	노형	착공일
Changjiang 3호기	1,000	HPR-1000 (PWR)	2021.03.31.
Changjiang 4호기	1,000		2021.12.28.
Fangchenggang 3호기	1,000		2015.12.24
Fangchenggang 4호기	1,000		2016.12.23.
Lufeng 5호기	1,200		2022.09.08.
Sanaocun(San'ao) 1호기	1,117		2020.12.31.
Sanaocun(San'ao) 2호기	1,117		2021.12.30.
Taipingling 1호기	1,116		2019.12.26.
Taipingling 2호기	1,116		2020.10.15.
Zhangzhou 1호기	1,126		2019.10.16.
Zhangzhou 2호기	1,126		2020.09.04.
Xudabu(Xudabao) 3호기	1,200		VVER-1200 (PWR)
Xudabu(Xudabao) 4호기	1,200	2022.05.19.	
Tianwan 7호기	1,171	2021.05.19.	
Tianwan 8호기	1,171	2022.02.25.	
Haiyang 3호기	1,161	CAP-1000(PWR)	2022.07.07.
Sanmen 3호기	1,163		2022.06.28.
Linglong 1호기	100	ACP100(PWR)	2021.07.13.
Xiapu 1호기	642	CFR600(FBR)	2017.12.29.

자료: IAEA PRIS Country Statistics를 바탕으로 작성

기타단신

◎ 일본 신전력 경영난으로 일본 11개 시의 공공시설 전력 공급 중단 위기

読売新聞 2022.08.29.

- 일본 요미우리신문의 8월 29일 보도에 따르면 규슈, 야마구치 등 일본의 최소 11개 시가 신전력사와 전력 공급 계약을 체결했지만 연료비 급등 영향으로 2022년 봄 이후 신전력사가 잇따라 파산·사업 철수해 11개 시의 청사·학교 등 공공시설 209곳에서 전력 공급 중단 위기에 처함.
 - 해당 지자체는 신전력사의 전력 공급 중단 시 대형 전력사가 임시로 전력을 공급해주는 구제 제도를 통해 시설의 정전은 피했음.
 - 요미우리신문에 따르면 2022년 1월 기준 최소 3개 현과 58개 시가 신전력사와 전력 공급 계약을 하였으며 2022년 봄 이후 시모노세키시 등 11개 시가 신전력의 파산·사업 철수로 전력 공급 중단을 통보받았음.

◎ 일본 규슈전력, 겐카이 4호기 예방 정비 시작

毎日新聞 2022.09.15.

- 규슈전력 겐카이 4호기(1,180MW, PWR)가 테러대책시설 완공을 위해 9월 12일 예방 정비에 들어갔으며, 규슈전력은 2023년 2월 중순을 목표로 시설을 완공해 2월 말 발전 재개할 계획임.

◎ 카자흐스탄, 신규 원전 건설 프로젝트 시행

세계원전시장인사이드 2022.08.05., Trend 2022.09.15.

- 카자흐스탄 국부펀드 Samruk Kazyna Sovereign Wealth Fund의 Almassadam Satkaliyev CEO는 9월 15일 기자회견에서 정부 지원을 바탕으로 신규 원전 건설 프로젝트를 시작하였으며 추후 프로젝트 관계자, 언론, 대중에게 상세한 사항을 공개하겠다고 발표함.
 - Satkaliyev CEO는 신규 원전에 적용될 기술을 아직 선정하지 못했으나 여러 기술을 검토중이라고 답함.
 - 올해 6월 9일 카자흐스탄은 동남부 지역 Almaty(Alma Ata)지역 Ulken 지구(Lake Balkhash)를 최종 신규 원전 부지로 선정하고, 8월 3일 기자회견에서 원전 기술 선정을 2023년 초반까지 완료할 계획이라고 밝힌 바 있음.

World Nuclear Power Market
INSIGHT



세계원전시장
인사이트