

글로벌 원전 시장 보고서

SMR Regulatory Cooperation

SMR 규제 협력

원전수출정보시스템
(K-neiss)





I. 서론 03

1. SMR의 급부상
2. SMR 규제 국제협력

II. 미국 07

1. 미국 SMR 인허가 현황
2. 미 SMR 국제협력 사업 FIRST 프로그램
3. 미국-캐나다 규제 협력

III. 프랑스 19

1. 프랑스 SMR 인허가 현황
2. 국제적 차원에서의 SMR 규제 조화 모색
3. NUWARD SMR에 대한 공동 인허가 조기 검토

IV. 영국 27

1. 영국 SMR 인허가 현황
2. 신규 원전 인허가 심사 국제 협력
3. 국제적 차원의 협력 조직 주도

※ 참고문헌

I. 서론

1. SMR의 급부상
2. SMR 규제 국제협력

1. SMR의 급부상

세계적으로 탄소중립 달성을 위한 에너지원으로 원자력 역할 재조명

지구온난화 위기 속 더 많은 기후행동과 탄소 배출량 감축이 요구되는 가운데, 세계 각국 대표단이 UAE 두바이에서 개최된 제28차 유엔기후변화협약 당사국총회(COP28)에 참석함. 이러한 기후위기 속에서 원자력은 탈탄소화 전략으로서 에너지 전환을 추진하는 핵심 솔루션으로 부상함

원전은 화석연료를 사용하는 기존 에너지 생산 방식과는 달리 온실가스를 거의 배출하지 않음. 방사성 폐기물과 국가 안보와 같은 우려 때문에 원자력 기술에 대한 비판도 여전히 존재하지만, 원전이 글로벌 에너지 시스템의 탈탄소화에 기여할 수 있다는 인식이 확대되고 있음

COP28에서 발표된 ‘원자력 에너지 3배 확대 선언(Declaration to Triple Nuclear Energy)’에서 미국은 2050년까지 원자력 발전 용량을 3배로 늘릴 필요가 있다고 밝혔고, 영국, 프랑스, 스웨덴, 핀란드, 한국 등 22개국이 이를 지지했음. 원자력은 전 세계가 넷제로를 달성하는데 매우 중요한 역할을 할 것으로 보임¹⁾

[표] 원자력 에너지 3배 확대 선언²⁾

항목	내용
선언 내용	21세기 중반까지 세계 온실가스 순제로 배출/탄소중립을 달성하고 기온 상승을 1.5°C 이내로 유지하고 지속가능발전목표(SDG)를 달성함에 있어서 원자력의 핵심 역할을 인식 - 기후변화 모니터링 및 기후변화로 인한 문제 해결에 기여하는 원자력 과학 및 기술 적용의 중요성을 인정하고, 이와 관련한 국제원자력기구(IAEA)의 업무를 강조 - 원자력이 이미 두 번째로 큰 급전 가능 청정 기저부하 전력원으로 에너지 안보의 이점이 있음을 인식 - OECD/NEA와 세계원자력협회(WNA) 분석에 따르면 2050년까지 글로벌 넷제로를 달성하려면 같은 해까지 글로벌 원자력 발전 용량을 3배로 늘려야 한다는 사실을 인식 - 기후변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC) 분석에 따르면 원자력 에너지는 평균 1.5°C 시나리오에서 2020~2050년 세계적으로 설치된 전력 발전량을 약 3배 늘린다는 사실을 인식 - 국제에너지기구(IEA) 분석에 따르면 2050년 글로벌 넷제로 달성 시나리오에서 2020년부터 2050년까지 원자력 발전이 2배 이상 증가하며, 원자력 발전이 감소할 경우 넷제로 달성이 더 어렵고 비용이 많이 든다는 사실을 인식 - 새로운 원자력 기술은 차지하는 부지 면적이 적고 필요한 곳에 도입 가능하며, 재생에너지원과 조화를 이루고, 배출 저감이 어려운 산업을 포함해 전력 부문 외에도 탈탄소화를 지원하는 유연성을 가질 수 있음을 인식

출처: US Department of Energy

1) FT, The role of small modular reactors in the energy transition

2) Energy.gov, At COP28, Countries Launch Declaration to Triple Nuclear Energy Capacity by 2050, Recognizing the Key Role of Nuclear Energy in Reaching Net Zero, 2023.12.01

원자력 발전 설비용량 확대 솔루션으로 SMR 부상

전 세계적으로 탄소 배출량을 감축하고 에너지 안보를 개선해야 하는 시급한 상황으로 신규 원자로 설계부터 원전 수명주기 솔루션에 인공지능을 통합하는 혁신까지 원자력의 중요성에 주목해야 함. 원자로는 전력 생산 외에도 해수 담수화에 활용되며, 非전기적 응용 분야에서도 상당한 잠재력이 있음

특히 최대 300MW(e)의 전력을 생산하는 첨단 원자로인 SMR에 대한 관심이 높아지고 있음. SMR은 소규모 전력망에 적합하고 재생에너지원과 통합이 쉬워 전 세계적으로 원자력 발전에 대한 접근성이 확대될 것으로 예상됨. 개발도상국 중 다수는 SMR 기술에 대한 이해를 높이는 데 관심을 표명함. 80개 이상의 SMR 설계가 18개국에서 다양한 개발 단계에 있으며, SMR은 이미 중국과 러시아에 도입되어 있고, 아르헨티나는 SMR 1기를 건설 중임. 이러한 가운데 세계 주요국들은 SMR 관련 다양한 지원책을 수립 및 추진 중임³⁾

[표] 주요국 SMR 정책

국가	내용
미국	2016년 선진원자로 개발 및 배치를 위한 비전과 전략을 발표함. 원자력이 실질적 역할을 할 수 있도록 2030년대 초까지 2개 이상의 비경수형 선진원자로 인허가를 검토 - 국무부는 파트너 국가에 역량 구축 지원을 제공하기 위해 'SMR 기술의 책임 있는 사용을 위한 기초 인프라(FIRST)' 프로그램 개시를 발표 - 에너지부를 중심으로 SMR을 포함한 선진원자로 개발 및 실증에 주력하고 있으며 '민간주도-정부지원' 체계를 통한 상용화 전략 추진 - 연방정부의 예산과 산업체의 협력을 기반으로 2개 선진원자로(Natrium, Xe-100) 실증을 위해 향후 7년간 32억 달러 투자하는 ARDP 추진
캐나다	- 연방정부 주도하에 연구계-산업계가 '팀 캐나다'로 단결하여 SMR 실증·배치에 집중 - 서스캐처원, 온타리오, 뉴브런즈윅, 앨버타주 등 캐나다 4개 주는 SMR 개발을 통해 원자력 산업을 확대한다는 공동 전략 계획 발표 - SMR 로드맵, SMR 액션플랜 및 SMR 배치 전략계획을 발표하고 CNRI, NSERC-NRCan 파트너십, Enabling SMR 프로그램 등 추진
러시아	Rosatom을 중심으로 SMR 개발 및 활성화를 추진 중이며, 세계 최초의 수상 부유식 원전 운영 등 해양용 SMR 개발에 집중
중국	2021년 세계 최초로 HTR-PM 실증로를 전력망에 연결 - 근미래 수출시장 진입을 위해 CNNC를 중심으로 SMR 실증·상용화 추진
영국	- 민간기업의 역량 강화 및 생태계 활성화(기금조성), 영국원자력청(GBN) 출범 등 '민간주도정부지원' 체계를 통한 SMR 개발 추진 2억 1,500만 파운드 규모의 선진원자로기금을 통해 SMR 투자, 민간역량 강화를 위해 3억 파운드 투자, 규제체계 개발 및 공급망 지원을 위해 4,000만 파운드 투자
루마니아	- 루마니아 Nuclearelectrica는 2019년 3월 SMR의 개발, 인허가, 건설을 평가하기 위해 미국 NuScale Power와 양해각서(MOU)를 체결 2021년 11월 모듈 12개로 구성된 NuScale SMR 발전소 건설 협약을 체결
스웨덴	2022년 6월 Vattenfall은 링할스(Ringhals) 원전 인접 부지에 최소 2기의 SMR 건설을 평가하기 위한 파일럿 연구를 진행하고 있다고 발표 2021년 2월 Uniper Sweden은 SMR 개발업체인 LeadCold, 스웨덴 왕립공과대학(KTH)과 2030년까지 데모 SMR을 건설하는 계약 체결 2022년 3월 스웨덴에서 스칸디나비아 최초로 SMR 프로젝트 개발회사 Kärnfull Next가 출범. Kärnfull Next는 스웨덴에 BWRX-300 SMR을 도입하기 위해 GE Hitachi와 협력하기로 함
인도네시아	2023년 3월 미국과 인도네시아의 원자력 에너지 프로그램 개발 지원을 위한 전략 파트너십 발표 2023년 9월 Pertamina NRE는 덴마크 Seaborg와 MoU를 체결하고 Seaborg의 소형 용융염원자로(CMSR) 발전 바지선 배치 방안을 검토

3) IAEA, Our innovative journey towards a net zero world

2. SMR 규제 국제협력

SMR 규제 국제협력이 요구되는 배경

원자력 규제 체제는 원자력 산업의 국제적 특성을 제한적으로 고려하여 국가 단위로 개발됨. SMR 다수 도입 모델을 달성하려면 국가 규제기관 간의 협력을 통한 패러다임 전환이 필요함. 일부 규제 체제는 대규모 경수로를 중심으로 설계되었으며, 이는 일부 경수형 SMR 설계에 적합할 수 있지만 제안된 SMR 설계 범위를 처리하려면 훨씬 더 큰 유연성과 최적화가 필요함. 무엇보다도 규제 프레임워크는 SMR의 피동 안전 기능, 새로운 종류의 연료(고순도저농축우라늄 등), 모듈 방식 등을 고려해야 함. 모듈 방식은 제조 비용 절감에 도움이 되지만 규제 측면에서는 새로운 접근이 필요함

SMR의 사업 모델은 상업용 항공기 산업의 경우와 마찬가지로 원자로 공급업체가 모듈을 꾸준히 생산한다는 전제를 기반으로 함. 항공 부문에서 한 국가의 안전 규제기관은 다른 국가에서 제조된 항공기가 적절한 허가를 받았음을 인정함. 이처럼 SMR도 여러 관할권에서 규정을 준수하기 위해 허가를 받을 수 있는 상용 제품으로 간주하는 국제 시스템이 필요함. 이러한 시스템이 마련된다면, 한 국가의 SMR 공급업체는 허가 프로세스를 반복하지 않고도 다른 국가의 고객에게 원자로를 수출할 수 있으며, 여러 국가에서 부품과 원자로 모듈을 비용이 많이 들고 번거로운 허가 절차를 반복적으로 밟지 않고도 제조할 수 있음⁴⁾⁵⁾

[표] 미국·프랑스·영국 SMR 규제 국제협력 내용

국가	내용
미국	(2019.08) 미국 NRC와 캐나다 CNSC는 선진원자로 및 SMR 기술 검토 협력을 강화를 위해 협력 양해각서(MOC) 체결 (2022.09) NRC와 CNSC는 BWRX-300 SMR 설계에 대한 MOC에 따라 신규 프로젝트에 대한 협력을 명시한 현장에 서명 (2023.07) CNSC는 eVinci에 대한 공급자 설계검토(VDR)를 개시
프랑스	(2022.06~2023.06) 프랑스 원자력안전규제기관(ASN), 핀란드 방사선·원자력안전청(STUK), 체코 원자력안전청(SUJB), EDF의 NUWARD SMR에 대해 '공동 인허가 조기 검토(JER)'를 실시
영국	미국 NRC, 프랑스 ASN, 핀란드 STUK, 일본 NRA 등 여러 주요 국가의 원자력 안전 규제당국과 국제 협력을 촉진하기 위해 공식적인 정보 교환 협정을 체결 IAEA 및 OECD/NEA와 업무 협력 진행: NEA은 다국적 설계 평가 프로그램(MDEP) 사무국을 제공하며 원자력규제위원회(CNRA)를 통해 안전과 관련하여 원자력 시설의 규제, 허가, 검사에 대한 NEA 프로그램을 안내하고 신규 원자로 규제에 관한 실무그룹을 통해 건설 검사 문제에 중점을 둠

4) IAEA, Nuclear Power Reactors in the World

5) IAEA, IAEA Releases 2019 Data on Nuclear Power Plants Operating Experience

II. 미국

1. 미국 SMR 인허가 현황
2. 미 SMR 국제협력 사업 FIRST 프로그램
3. 미국-캐나다 규제 협력

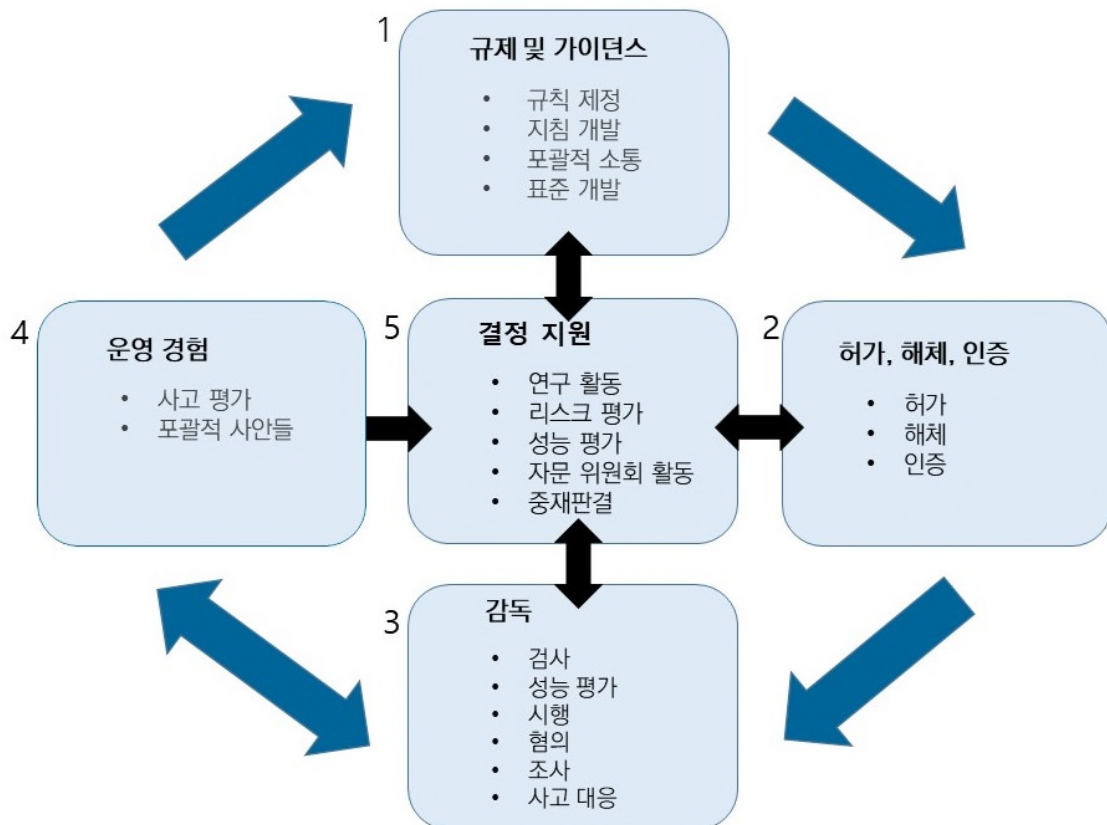
1. 미국 SMR 인허가 현황

NRC는 非경수형 선진원자로와 경수형 소형모듈원자로(SMR)를 구분하여 규제 체계를 관리

미국 원자력규제위원회(NRC)는 非경수형 선진원자로(AR)와 경수형 SMR로 나누어 규제 체계를 개발하고 있으며, 이와 관련해 인허가 검토도 진행 중임. NRC는 상업용 원자력 시설의 설계, 부지 선정, 건설 및 운영 전반에 대한 인허가 및 감독 등 안전 규제 업무를 담당하는 기관임

피동 안전 기능, 액체금속, 용융염, 헬륨 등 다양한 연료나 냉각재 사용, 원자로 용량 축소 등 기존 대형 원자로와 다른 기술을 사용하는 非경수형 원자로를 선진원자로라고 부르며, 기존에 운영 중인 대형 경수로와 구분하여 발전량이 300MWe 이하인 경수로를 SMR로 정의함. 미국 NuScale의 US600(50MWe, 12기)은 2020년 9월 11일에 NRC로부터 표준설계를 승인받은 바 있음

[그림] NRC의 원자력 시설 규제 프로세스



출처: US NRC

NRC의 경수형 SMR 인허가 검토 현황

미국 원자력규제위원회(NRC)는 현재 미국 SMR기업 NuScale의 77MWe 원자로 모듈에 대한 표준설계인가(SDA) 신청서 접수 후 관련 검토를 진행 중임. NuScale은 2022년 12월 31일 NRC에 US460 SMR과 관련한 SDA 신청서를 제출함. 통상적으로 NRC는 사업자가 제출한 신청서를 검토하고 표준설계인가, 사전 부지허가, 제한공사승인, 건설 허가, 운영 허가, 통합 라이선스 등을 발급함. US460은 77MWe 모듈 6개로 구성되었으며 총 발전용량은 462MWe임

NRC의 SDA 검토는 A~D의 네 단계로 이루어짐. A단계에서는 NRC가 감사를 수행하고 추가정보요청(RAI) 기한을 설정하고 안전평가보고서(SER) 개발을 수행하고 B단계(3개월)에서는 기술 편집 서비스의 SER 검토, 법률자문실(Office of the General Counsel)의 검토, 첨단 안전 평가 보고서(ASER)에 대한 이사의 전적인 동의 등이 이루어짐. C단계(3개월)에서는 원자로 안전조치 자문위원회(Advisory Committee on Reactor Safeguards)가 ASER를 검토하며 D단계(2개월)의 경우 첫 번째 달에는 프로젝트 관리자가 본부장들과 SER 최종 합의를 조정하고 두 번째 달에는 최종 안전성 평가 보고서(FSER)를 완료함⁶⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾

[표] 진행 중인 SMR 인허가 검토 현황

프로젝트	개발사	냉각재	출력	출구온도	스펙트럼	핵연료	도입계획	인허가
US460	NuScale	경수	77 MWe (250 MWth)	314°C	Thermal	LEU 세라믹 UO ₂	2030	SDA 검토 중

출처: US NRC

6) US NRC, Current Licensing Reviews of New Reactors

7) US NRC, NuScale US460 Standard Design Approval Application Review

8) Federal Register, NuScale Power, LLC

9) US NRC, Application Review Documents for the NuScale US460 Standard Design Approval

NRC, Holtec의 SMR-300과 GE-Hitachi의 BWRX-300에 대한 사전인가 검토 진행

미국 원자력규제위원회(NRC)는 미국 원전기업 Holtec의 SMR-300의 사전인가(Pre-application) 검토를 진행 중임. SMR-300은 정격 출력 300MW(e)로, 수직 장착된 원자로 냉각수 펌프가 있는 2개의 저온관, 2개의 고온관, 상단에 통합 가압기가 적층된 관류증기발생기(OTSG) 등을 활용한 강제 순환식 원자로임. 정격 출력을 생산하기 위해서는 정상 가동 중 원자로 냉각재 펌프를 사용해야 하지만, 이 설계에 따르면 펌프, 외부 물, 외부 전력 또는 작업자 행동에 의존하지 않는 피동 중력 구동 안전 시스템을 활용함. 격납 구조와 격납 외함 구조 사이에 있는 환형 저장소는 SMR-300의 최종 방열판 역할을 함¹⁰⁾

NRC는 GE-Hitachi의 BWRX-300에 대한 사전인가도 검토 중임. 여기에는 특정주제 보고서(TR) 및 기술 설계 백서(WP)가 포함됨. 기술 설계 백서는 BWRX-300 SMR에 대한 설계 접근방식 및 방법론을 설명하는 문건임. BWRX-300은 피동 안전 시스템을 갖춘 최대 300 MWe 규모의 수냉식 자연 순환 SMR임¹¹⁾

NRC와 사전인가 계약을 추진하고 싶거나 신청서를 제출하려는 SMR 개발업체는 NRC가 상응하는 자원을 계획할 수 있도록 정보 제공 차원에서 '원자로 신청 검토 최적화를 위한 사전인가 계약 초안(DRAFT Pre-application Engagement to Optimize Advanced Reactors Application Review)'을 검토하고, 경수형 원자로 및 비경수형 원자로를 위한 신규 허가 신청 검토(Review of New Licensing Applications for Light-Water Reactors and Non-Light Water Reactors)의 RIS-20-02에 응답해야 함¹²⁾

[표] SMR 사전인가(Pre-application) 검토 현황

프로젝트	개발사	냉각재	출력	출구온도	스펙트럼	핵연료	도입계획	문서 수
CFPP	NuScale	경수	77 MWe	314°C	Thermal	LEU 세라믹 UO ₂	2030	검토 중단 (23.11.13)
SMR-300	Holtec	경수	300 MWe	316°C	Thermal	LEU 세라믹 UO ₂	30년대 중반	476
BWRX-300	GE-Hitachi	경수	160 MWe	287°C	Thermal	LEU 세라믹 UO ₂	2032	413

출처: US NRC

10) US NRC, SMR-300

11) US NRC, GEH BWRX-300

12) US NRC, SMR Pre-Application Activities

NRC의 非경수형 선진원자로 인허가 검토 현황

미국 원자력규제위원회(NRC)는 Hermes, Hermes 2, MSRR 등 非경수형 선진원자로 시험/연구로 3건에 대한 건설허가(CP) 인허가 검토를 진행하였으며, 2023년 12월 13일 Hermes 실증로에 대한 건설허가 승인을 발표함

Kairos Power는 펄스형 삼중피복연료(TRISO)를 사용하여 불화염냉각식 고온로(KP-FHR)를 개발하는 미국의 원전기업으로, Hermes는 KP-FHR 기술 개발을 지원하기 위한 저전력 시험로임. Kairos Power의 Hermes 2 원자로 역시 NRC의 사전인허가 검토를 받고 있으며, KP-FHR 기술 개발을 지원하기 위한 저전력 시험로 2기로 구성됨. Hermes 및 Hermes 2는 모두 미국 테네시 주 오크리지(Oak Ridge)에 건설될 예정임. Kairos Power는 시험로를 이용해 새로운 기술을 충분히 실증하여 KP-FHR에 대한 인허가 불확실성을 해소함으로써 향후 선진원자로 시장에 본격 진입한다는 전략을 추진 중임

미국 애빌린기독교대학(ACU) 산하 원자력 실험 테스트 연구소(NEXT Lab)는 용융염 원자로 기술을 발전시키고 원자력 과학 및 공학 분야의 미래 리더를 교육함으로써 에너지, 물, 의료 동위원소에 대한 전 세계적 수요에 대한 글로벌 솔루션을 제공할 계획임. ACU의 MSRR은 학술 연구를 지원하는 저전력 용융염 연구로임. 불화물계 용융염(Flibe)에 용해된 고순도저농축우라늄(HALEU)을 연료로 사용함¹³⁾

[표] 진행 중인 非경수형 선진원자로 인허가 검토 현황

프로젝트	개발사	냉각재	출력	출구온도	스펙트럼	핵연료	도입계획	인허가
Hermes	Kairos	불화물염	(35 MWth)	650°C	Thermal	HALEU TRISO 펄스	2026	CP 승인
Hermes 2	Kairos	불화물염	(35 MWth)	650°C	Thermal	HALEU TRISO 펄스	2027	CP 신청
MSRR	ACU	불화물염	(1 MWth)	500°C	Thermal	HALEU U-FLiBe	20년대 후반	CP 검토 중

출처: US NRC

13) US NRC, Non-LWR Application Project Hub

다양한 선진원자로 설계 사전인가 검토

미국의 많은 기업이 미국 원자력규제위원회(NRC)에 선진원자로 설계 사전인가(Pre-application)를 신청하였으며, General Atomics의 EM2 설계, Kairos Power의 Kairos 설계, TerraPower와 GE Hitachi의 Natrium 원자로, Westinghouse의 eVinci 마이크로 원자로, Terrestrial Energy의 일체형 용융염원자로(IMSR), X-Energy의 XE-100 설계, TerraPower의 염소염용융염(MCFR) 원자로, General Atomics Electromagnetic Systems의 고속모듈원자로 등이 NRC와 검토를 진행 중임

선진원자로 개발에서 연구 개발은 중요한 역할을 하며, 특히 모델을 검증하고 기술이 의도한 대로 작동하는지 확인 및 새로운 원자로 설계의 안전성을 입증할 수 있는 실제 데이터를 생성하기 위해서는 실증 프로젝트와 실험적 유사체가 필요함. 연구 및 시험용 원자로는 선진원자로 안전성을 입증하고 더 발전된 원자로 개발을 입증하는 데 적합함¹⁴⁾

[표] 선진원자로 非경수형 사전인가(Pre-application) 검토 현황

프로젝트	개발사	냉각재	출력	출구온도	스펙트럼	핵연료	도입계획	문서 수
EM2	GA-EMS	헬륨	265 MWe (500 MWth)	850°C	Fast	HALEU UC	2030	3
KP-FHR	Kairos	불화물염	140 MWe (320 MWth)	650°C	Thermal	HALEU TRISO 펠블	30년대 초반	435
Natrium	TerraPower	소듐	345 MWe	540°C	Fast	HALEU 금속 U-Zr	2030	247
eVinci	Westinghouse	히트파이프	5 MWe (13 MWth)	>750°C	Thermal	HALEU TRISO	2029 (캐나다)	104
IMSR	Terrestrial	용융염	195 MWe (442 MWth)	700°C	Thermal	HALEU Solid	-	102
Xe-100	X-energy	헬륨	80 MWe (200 MWth)	750°C	Thermal	HALEU TRISO	2029	346
MCFR	TerraPower	염화물염	-	735°C	Fast	HALEU U-염화물염	30년대	검토 예정
FMR	GA-EMS	헬륨	44 MWe	800°C	Fast	HALEU UO ₂ in SC	30년대 중반	30
ARC-100	ARC Clean Tech.	소듐	100 MWe (286 MWth)	510°C	Fast	HALEU 금속 U-Zr	2029 (캐나다)	45
Aurora	Oklo	소듐	15 MWe	>500°C	Fast	HALEU 금속 U-Zr	2026	77
MMR	UIUC- USNC	헬륨	(10 MWth)	630°C	Thermal	HALEU TRISO in FCM	2027	91
Kaleidos	Radiant	헬륨	1.2 MWe (3 MWth)	-	Thermal	HALEU TRISO	20년대 말	9

출처: US NRC

14) US NRC, Pre-Application Activities for Advanced Reactors

2. 미 SMR 국제협력 사업 FIRST 프로그램

SMR의 배치를 지원하고 가속하기 위한 미국 주도의 국제협력 사업

2021 기후정상회의 결과물로 출범한 FIRST(Foundational Infrastructure for Responsible Use of Small Modular Reactor Technology) 프로그램은 미국 국무부의 국제안보·비확산국(ISN)이 주도하고 있음. 잠재적 원자력 발전 도입국이 첨단 원자력 기술의 혜택을 누리고 최고 수준의 원자력 안전, 핵안보 및 핵비확산 기준에 따라 청정에너지 목표를 달성할 수 있도록 역량 강화 프로그램을 지원하는 것에 그 목적이 있으며, 파트너 대상 국가를 확장하고 있는 추세임

FIRST 프로그램은 국제원자력기구(IAEA) 마일스톤 접근법에 따라 SMR을 포함하여 차세대 원자력 기술 도입을 지원하며 정부, 산업계, 국립연구소, 학계 등 각 분야와 협력하여 운영 중임. 가나, 라트비아, 루마니아, 아르메니아, 에스토니아, 체코, 카자흐스탄, 필리핀, 인도네시아 등 다양한 지역 및 국가와 활발히 협력 및 수출 기반을 다지고 있음

FIRST 프로그램의 추진 방안은 총 3단계(3 Tier) 지원체계로 운영됨. 우선 1단계(Political Engagements)에서는 미국 정부와 대상국의 정부 간 원자력 협력을 포괄적으로 논의하고, 2단계(Technical Engagements)에서는 대상 협력국과의 역량 구축을 위한 관심 주제(10개 역량 강화 모듈)로 워크숍, 웨비나, 견학 활동 등이 지원되며, 마지막 3단계(Targeted Engagements)에서는 미국 원자력 기관 주도로 특정 우선순위 주제에 대한 전문가 수준의 지원이 이루어짐¹⁵⁾

[표] SMR 프로젝트의 10개 역량 강화 모듈¹⁶⁾

항목	내용
10개 역량 강화 모듈	1) 에너지 믹스의 일부인 원자력 2) 성공을 위한 이해관계자 참여 3) 인력양성 4) SMR 부지 선정 및 초기 작업 5) SMR에 대한 원자력 안전 및 인허가 접근방식 6) 기술 선정 7) SMR 자금조달 및 현지화 (현지 공급망과 일자리 지원에 중점) 8) 핵안보 9) 핵비확산 10) 사용후핵연료 관리

출처: SMR First Program 웹사이트

15) SMR-First Program.net

16) SMR-First Program.net, Ten Building Blocks to Success: Ten Tailored Modules

루마니아, 가나 등 성과 가시화

루마니아는 유럽 최초로 미국 SMR기업 NuScale의 VOYGR™ 배치국이 될 전망이다. 루마니아는 FIRST 프로그램의 협력국 중 SMR 배치에 가장 앞서있는 국가로 분석됨. 2019년 루마니아 국영원자력전력사(SNN)와 미국 NuScale 간 SMR의 개발, 인허가 및 건설 관련 MOU 체결 이후, 2021년 11월 미국의 기후특사(The Special Presidential Envoy for Climate) 존 케리와 루마니아 대통령 클라우스 요하니스는 기후위기 해결과 러시아산 에너지 의존도를 줄이기 위해 NuScale의 해외 초도호기를 루마니아에 건설할 것을 발표하였음. 동월, NuScale은 SNN과 협력합의서를 체결하여 NuScale VOYGR™ 6기 모듈 배치에 합의함

이에 대한 후속 조치로 FIRST 프로그램은 루마니아 Politehnica 대학에 VOYGR™ 시뮬레이터 건설 지원을 발표하였으며, 2023년 5월 세계 5번째이며 유럽 최초의 VOYGR™ 시뮬레이터가 개소함. 현재 NuScale의 루마니아 사업은 2030년 전력 생산을 목표로 진행 중임

가나는 2030년대 상업 운전을 목표로 원전 도입을 추진하고 있으며, 2021년 9월 자국의 원전 사업 참여의향서 요청(Request for Interest)에 미국, 러시아, 캐나다, 한국 등 4개국의 5개 기업이 관심을 표명했다고 밝힘. 특히 가나는 SMR에도 큰 관심을 가지고 있어, 2022년 2월 FIRST 프로그램의 공식 협력국이 됨. 이에 FIRST 프로그램에서는 가나의 원자력 인프라 도입을 위해 인허가 등 안전규제, 자금조달, 인력개발 등의 교육훈련을 진행함

또한, 가나는 FIRST 프로그램 내 미-일 양자협력인 WECAN의 첫 수혜국이 됨. 2022년 10월, WECAN 협력하에 일본의 IHI 및 JGC와 미국의 NuScale과 Regnum Technology Group이 공동으로 가나의 SMR 타당성 조사에 착수할 것을 발표함. WECAN의 타당성 조사는 NuScale의 VOYGR™을 대상으로 가나원자력공사 및 규제기관 등과의 협력으로 수행되며, 아프리카 최초 SMR 도입을 위해 기존 인프라 및 가나 시장의 공급망 기회 등이 분석·평가될 전망이다¹⁷⁾¹⁸⁾

17) SMR FIRST Program

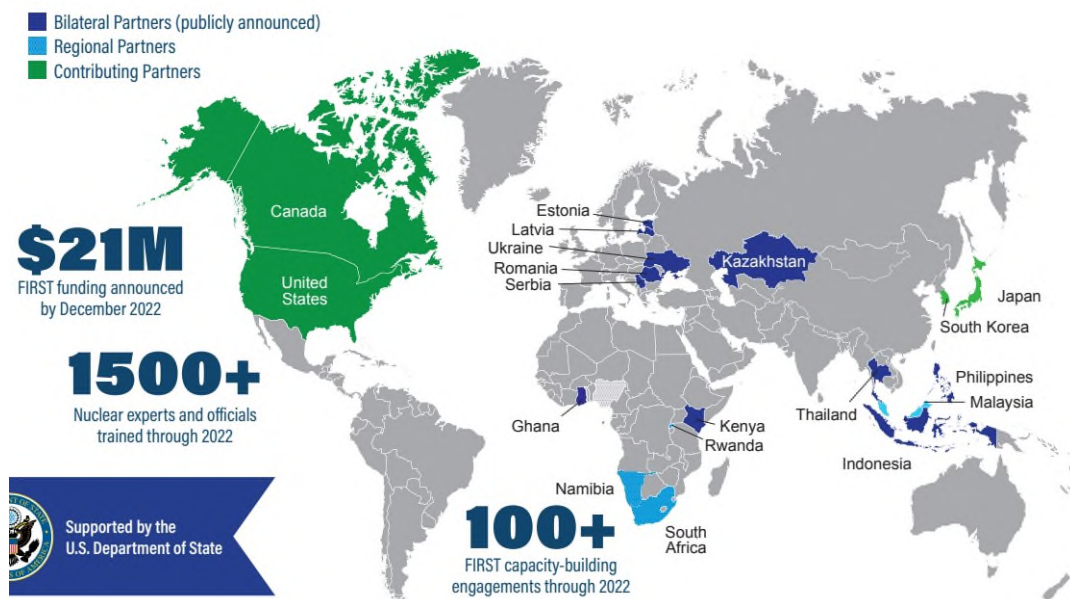
18) FIRST factsheet 2023

[표] FIRST 프로그램 참여 국가

항목	내용
캐나다	• 미국과 FIRST 프로그램을 위해 자금 및 현물 지원을 제공한다는 내용의 공동성명 발표 (2023.03)
일본	• 미국 및 가나와 SMR 도입 주도 목표를 지원하기 위한 파트너십 체결 (2022.10)
태국	• 제3차 미국-태국 에너지 정책 대화에서 공동 성명서를 발표하고 양국 민간 원자력 협력 강화를 모색하기로 합의 (2023.04) • FIRST 프로그램 하에서 선진원자로 기술의 안전한 도입을 위한 역량을 구축하고자 미국과 청정에너지 파트너십 개시 (2021.11)
가나	• 미국 국무부 FIRST 프로그램 참여를 위한 파트너십 체결 발표 (2022.03) • 2022년 프로그램을 통해 인허가 및 규제 개발, 자금 조달, 인력 개발, 핵 안보, 안전, 비확산 등 초기 교육이 시행됨 • 미국과 민간 원자력 에너지 프로그램 지원 발표 (2023.09)
라트비아	• 미국 국무부 FIRST프로그램 참여에 대한 공동성명 발표 (2022.04) • 인력양성, 이해당사자 문제, 규제 개발, 차세대 원전기술 관련 정책 및 기술교류 활동 예정
루마니아	• FIRST 프로그램 참여를 위한 파트너십 체결 발표 (2022.05)
루마니아	• 미국 에너지부, Bucharest 소재 Politehnica 대학의 E2 센터에 NuScale Power社의 SMR을 훈련용 시뮬레이터로 지원 약속
아르메니아	• 미국 국무부-아르메니아 외교부 민간 원자력 협력을 위한 MOU 체결 (2022.05)
에스토니아	• 미국 국무부 FIRST 프로그램 참여 발표 (2022.01)
에스토니아	• 프로그램을 통한 첫 교육은 2~9월 사이 핵안보, 안전 및 비확산 등을 주제로 시행됨
인도네시아	• 원자력 사업 개발을 위한 전략적 파트너십을 구축 (2023.03) • 인니 역량 강화(capacity-building)을 위해 100만 달러 상당의 재정 지원

출처: 한국원전수출산업협회 - 2023 국가별 원전도입 및 수출 동향분석(공급국)

[그림] FIRST 핵안보 및 에너지 협력 현황



출처: SMR First Program 웹사이트

3. 미국-캐나다 규제 협력

미국과 캐나다는 1955년 7월 체결된 원자력협력협정을 근간으로 원자력 협력 추진

미국과 캐나다는 1955년 7월 체결된 원자력협력협정을 근간으로 원자력 협력을 추진해 오고 있으며, 특히 양국의 규제기관인 미국 원자력규제위원회(NRC)와 캐나다 원자력안전위원회(CNSC, Canadian Nuclear Safety Commission)간 여러 협력이 추진되고 있음. 2007년 3월 NRC-CNSC 기술협력 및 정보교환을 위한 MOU를 체결하였으며, 2009년 6월 NRC-CNSC 정보교환을 위한 기술약정(Technical Arrangement)을 체결함. 2016년 10월 NRC-CNSC 핵안보·안전조치·핵비확산 협력 및 정보교환을 위한 MOU를 체결하였고, 2017년 8월 NRC-CNSC 원자력 안전 기술협력 및 정보공유를 위한 MOU를 체결함

이 같은 미국과 캐나다 간 양국 규제기관 협력은 최근 SMR 개발이 활발해 짐에 따라 SMR 규제 협력으로 확대되고 있음. 2019년 8월 NRC-CNSC 간 선진원자로 및 SMR 기술검토 협력 MOC가 체결되었고, 2022년 9월 NRC-CNSC 선진원자로 및 SMR 기술 관련 약정(charter agreement)이 체결됨. 이 약정은 TVA(Tennessee Valley Authority)와 OPG(Ontario Power Generation)가 캐나다와 미국에서 SMR을 개발하고 배치하기 위한 협력이 발표된 후 체결됨

[표] 미국-캐나다 SMR 약정 주요 내용¹⁹⁾

항목	내용
주요 내용	• (2019.08) 캐나다 CNSC와 미국 NRC는 선진원자로 및 SMR 기술 검토 협력을 강화를 위해 협력 양해각서(MOC) 체결 - 해당 MOC에 따라 CNSC와 NRC는 공급업체에 대한 피드백을 목적으로 기술 평가를 수행하거나 규제 결정에 대한 권장 사항을 제시할 때 서로의 경험, 규제 정보, 결과 등을 고려 가능 • (2022.09) CNSC와 NRC는 BWRX-300 SMR 설계에 대한 MOC에 따라 신규 프로젝트에 대한 협력을 명시한 현장에 서명 - 라이선스 검토 노력의 중복을 줄이고, 제3자 검증을 공동으로 활용하고, 공동 검증 영역을 확인하고, 전문 지식을 공유하고, 각 조직에서 수행한 분석을 활용이 목적

출처: US NRC

19) US NRC, Memorandum of Cooperation Between the Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC) and the NRC

SMR 인허가 공동 심사 진행

2023년 2월 미국 원전기업 Westinghouse는 5MWe급 eVinci 초소형원자로에 대한 미국 원자력규제위원회(NRC)와 캐나다 원자력안전위원회(CNSC)의 공동 심사 요청 의향서를 제출함. 본 심사의 주요 대상은 eVinci 초소형원자로의 계통, 구조물, 부품 등이며, 운송에 필요한 요건과 안전성 실험 및 검사 프로그램의 정의도 포함됨. Westinghouse는 이러한 심사 방식으로 미국과 캐나다의 표준설계인가(SDA)를 동시에 획득하는 것을 기대하고 있음

선진원자로를 위한 사전인허가 검토 활동 협력은 캐나다와 미국에서 검토되고 있는 개발 중 설계의 특정 사례 연구를 사용하여 규제 협력 프로세스를 구축하고 테스트를 실시하기 위한 플랫폼 역할을 함. CNSC와 NRC는 설계가 각국의 규제 요구사항을 어떻게 다루고 있는지 평가하고 협력적으로 경험을 공유할 계획임

[표] NRC-CNSC의 협력 프로젝트

기업	원자로	내용
Westinghouse	eVinci	- CNSC는 eVinci에 대한 공급자 설계검토(VDR)를 개시함. 미국에서는 전반적인 eVinci 초소형원자로 방법론에 대한 피드백을 위해 백서와 주제 보고서를 제출 - Westinghouse는 캐나다와 미국 규제 체계에 따른 라이선스를 지원하기 위해 두 국가 모두에서 사전 신청 활동을 지속할 계획
Terrestrial Energy	IMSR	- Terrestrial Energy는 NRC와 사전인허가 활동을 진행 중임. CNSC는 IMSR에 대한 2단계 VDR을 완료 - CNSC와 NRC는 IMSR에 대한 Terrestrial Energy 백서의 공동 검토를 수행
X-energy	Xe-100	CNSC와 NRC는 Xe-100 원자로 압력 용기의 건설 코드를 선택하는 규제 및 기술 측면을 설명하는 X-energy의 백서를 검토
NuScale Power	SMR	- NRC는 NuScale SMR에 대한 설계 인증을 승인함. CNSC는 NuScale 설계의 결합된 1단계 및 2단계 VDR 초기 단계를 수행 - CNSC와 NRC는 NuScale 설계의 핵심 분야에 대한 정보를 교환
GE Hitachi	BWRX-300	- CNSC와 NRC는 BWRX-300 격납용기 평가방법(Containment Evaluation Method)에 관한 주제 보고서 공동 검토를 수행하고 BWRX-300 격납용기 평가 방법에 대한 안전 검토 방법론, 규제 접근 방식, 처리에 대한 정보를 교환 2022년 9월 NRC와 CNSC는 BWRX-300 설계 프로젝트와 관련해 양 기관이 수행할 협력 관계 및 작업을 수립하는 현장에 서명

출처: US NRC

CNSC의 공급자 설계검토에 미국 5개 노형 참여

캐나다 원자력안전위원회(CNSC)의 공급자 설계검토(VDR)에 미국 5개 노형이 참여하고 있음. VDR은 필수 인허가 절차가 아니며 법적 구속력이 없는 CNSC의 피드백 서비스로, 공급자의 요청에 의해 제공됨. 미 산업체들은 VDR이 인허가 장벽을 사전에 식별하고 불확실성을 일부 제거할 수 있어, 본격적인 인허가 신청에 앞서 효율적인 검토 추진과 개발자들의 투자 유치에 도움이 될 수 있다고 판단하고 적극 활용 중임

VDR은 총 3단계로 진행되며, 1단계는 규제조건 준수 여부 평가(약 12~18개월), 2단계는 잠재적 인허가 장애물 확인(약 24개월), 3단계는 선택적 후속 조치로 이루어짐

[표] CNSC가 검토 중인 미국 사업자의 VDR 현황²⁰⁾

구분	디자인 및 노형(용량)	단계	착수	현황
Terrestrial Energy Inc,	일체형 용융염 원자로(IMSIR) (200 MWe)	1단계	'16.04	완료
		2단계	'18.12	완료
Ultra Safe Nuclear Corporation	MMR-5, MMR-10 고온가스로 (5~10 MWe)	1단계	'16.12	완료
		2단계	'21.06	평가 중
SMR, LLC. (A Holtec International Company)	SMR-160 가압경수로 (160 MWe)	1단계	'18.07	완료
GE-Hitachi Nuclear Energy	BWRX-300 비등수형 원자로 (300 MWe)	2단계	'20.01	완료
X-energy, LLC	Xe-100 고온가스로 (80 MWe)	2단계	'20.07	완료
Westinghouse Electric Company, LLC	eVinci 초소형원자로(solid core/heat pipe) (~5 MWe)	2단계	'23.01	평가 중

출처: CNSC

20) CNSC, Pre-Licensing Vendor Design Review

Ⅲ. 프랑스

1. 프랑스 SMR 인허가 현황
2. 국제적 차원에서의 SMR 규제 조화 모색
3. NUWARD SMR에 대한 공동 인허가 조기 검토

1. 프랑스 SMR 인허가 현황

원전 운영 현황

프랑스 전력공사(EDF)는 2030년 NUWARD SMR 시설 착공 목표로 2023년 7월 프랑스 원자력안전규제기관(ASN, Autorité de Sûreté Nucléaire)에 안전 옵션 파일(DOS)을 제출함. 안전 옵션 파일은 NUWARD 원자로의 안전 목표, 글로벌 설계 기능, 운영 및 리스크 관리에 대한 주요 원칙을 제시하는 문서로, 프랑스 내 착공을 위해 필요한 신규 원자력 시설 신청에 앞서 ASN은 조기 피드백을 제공할 수 있음. EDF에 따르면 안전 옵션 파일 제출은 2030년 착공을 목표로 하는 NUWARD SMR에 대한 허가 절차를 준비하고 확보하기 위한 필수 단계임

NUWARD 프로젝트는 2019년 9월 시작되었으며, 프랑스 대체에너지 및 원자력위원회(CEA), EDF, 프랑스 산업 그룹 Naval 등이 참여함. 이 프로젝트는 배출량이 높은 석탄, 석유, 가스 발전소를 대체하고 수소 생산, 지역난방, 담수화 등을 지원할 예정임. NUWARD 로드맵에 따르면 2026년 세부 설계 및 공식 적용이 시작되고 2030년 착공되며, 건설 기간은 3년이 될 것으로 예상됨²¹⁾²²⁾²³⁾²⁴⁾

[표] NUWARD SMR 프로젝트 주요 내용²⁵⁾

특징	내용
구성	- 개발사는 프랑스 EDF로, 각 170MWe 규모의 일체형 Gen III+ 가압수형 원자로(iPWR) 2기로 구성되어 발전용량은 총 340MWe임 - 원자로 압력용기 내에 주요 기기(일차계통 순환펌프, 가압기, 소형 증기발생기 등)를 전체 통합하고 있음. 단일 원자로 건물에 원자로 2기뿐만 아니라 사용후연료저장조(SFP)도 위치함
자율성	- EDF는 안전 지원을 위해 최소 3일간 안전 상태를 유지하기 위해 외부의 시스템, 자원(방열판 등) 등이 필요치 않도록 NUWARD SMR의 자율성을 추진함. 실제로 세 번째 방호벽인 스틸 소재 수중 격납용기가 적용되어 최소한 3일간 자급자족이 가능한 것으로 알려짐 - EDF는 모든 DBC(Design Basis Conditions) 시나리오가 수동 관리 가능하며 이 기간 사업자의 조치, 외부 방열판, 붕소 주입 또는 외부 전력 공급 등을 하지 않아도 된다고 설명함
개발 목적	- EDF와 규제당국은 PWR 분야에 풍부한 경험을 갖고 있지만, NUWARD SMR은 운영해본 경험이 없는 혁신 기능들을 제공함 - EDF 계획에 따르면 프랑스의 첫 SMR은 2030년 착공될 예정임. NUWARD SMR은 열병합발전, 열 생산, 수소 생산, 담수화를 위해 개발됨

출처: NUWARD SMR Joint Early Review

21) Foro Nuclear, Licensing process begins for Nuward Small Modular Reactor project in France, 2023.08.10

22) World Nuclear News, Prelicensing process for Nuward SMR begins, 2023.07.21

23) NUWARD, NUWARD announces the submission of the NUWARD SMR Safety Options File to the French Safety Authority (ASN), which marks the start of the prelicensing process. PDF

24) NUCNET, Nuward / French SMR Company Submits Safety File To Nuclear Regulator, 2023.07.25

25) NUWARD.com, NUWARD SMR Joint Early Review, 2023.09

2. 국제적 차원에서의 SMR 규제 조화 모색

프랑스, 체코, 핀란드는 원자로 안전에 대한 공통의 접근 방식을 개발하는 것을 목표

프랑스 원자력안전규제기관(ASN), 핀란드 방사선·원자력안전청(STUK), 체코 원자력안전청(SUJB)은 2022년 6월부터 2023년 6월까지 프랑스 전력공사(EDF)의 NUWARD SMR에 대해 ‘공동 인허가 조기 검토(JER, Joint Early Review)’를 실시함. ASN, STUK, SUJB는 사전인허가 단계에서 각국의 현 규정, 최고 수준의 국제 안전 목표, 최신 지식, 우수 사례 등을 토대로 JER을 시행함

JER은 EDF가 프랑스 사전인허가 프로세스를 위해 세부적으로 작성한 기술 자료와 기술회의 결과를 토대로 시행했으며, 안전 또는 설계에 대한 중요한 주제들을 다루고 있음. 이 같은 다자간 검토의 목표는 NUWARD SMR이 허가를 받는다는 가정 하에 핵심 사안들을 규정하고 참여 국가의 규제 프레임워크의 차이점과 수렴 지점을 찾는 것임. 규제당국은 공통되거나 자체적인 결론을 담고 있는 피드백을 각 주제별로 EDF에 제공하며, JER은 참여하는 규제당국의 향후 라이선스 검토를 대체하지 않음. 검토 결과는 정보를 제공하기 위함이며 향후 라이선스 활동 및 평가와 관련해 구속력이 없음

JER은 안전 리스크가 크고 인허가 프로세스에 핵심이 되는 주제와 관련해 지식, 경험, 세부적인 국가 관행 등을 공유할 수 있는 기회가 됨. 규제당국은 SMR 설계에 대한 이해를 높임으로써 규제 및 기술 난제를 예상할 수 있고, 공급업체는 설계의 가장 중요한 주제에 대해 규제당국의 시의적절한 피드백을 받을 수 있음. 또한, 규제 및 설계 변경 시행에 시간이 걸린다는 점을 인식하고 조기에 검토를 수행한다면 향후 규제 평가 또는 원자로 개발에서 시간과 자원을 절약할 수 있음

EDF는 NUWARD SMR 설계가 3국의 규제기관이 참여한다는 점에서 유럽의 초기 공동 규제 검토를 위한 사례연구가 될 것이라고 밝힘. 또한, 에너지 시장에서 SMR의 경쟁력을 위해서 일부 핵심 기술 혁신 개발뿐만 아니라 연속 생산 프로세스와 명확한 규제 프레임워크도 필요하다고 강조함²⁶⁾²⁷⁾

26) World Nuclear News, European regulators to cooperate on Nuward SMR licensing, 2022.06.06

27) NUWARD SMR Joint Early Review

프랑스, 체코, 핀란드의 SMR 규제협력 배경

SMR 기술에 대한 산업계와 정책 입안가들의 관심이 커지고 있으나, SMR 기술 인허가 및 운영 경험은 제한적임. 가까운 미래에 규제당국들은 인허가 프로세스 프레임워크 내에서 SMR 설계의 안전 평가 시행 의무를 갖게 될 것으로 보임. SMR 설계 안전 평가 신청서를 검토하려면 규제당국은 SMR에 특징적인 안전 이슈를 해소해야 하며 이는 새로운 분야일 것임

국제적 차원에서 SMR의 도전과제, 리스크, 기회를 반영하기 위해 몇몇 이니셔티브들이 출범했지만, 통상 일반적인 관점에서만 이루어짐. 따라서 앞으로의 활동들은 특정 SMR 설계 등 특정 사례에 적용되어야 함. 특정 설계에 초점을 맞출 경우 규제당국은 안전 측면에서 SMR의 도전과제, 리스크, 기회를 심층적으로 이해할 수 있음

한편 업계는 국가 차원의 큰 변경 없이 국제적인 표준 원자로 설계를 도입하기 위해 노력하고 있음. 표준화된 설계 및 안전입증을 제안할 경우 표준 제도가 가능해져 특정 규제요건을 따르는 초기 설계 또는 안전입증 적응 관련 비용을 절감할 수 있음

이러한 맥락에서 원자력 안전에 대한 공통된 접근방식 개발을 목표로 하는 서유럽원자력규제협회(WENRA) 등 조화 이니셔티브들은 최고로 달성 가능한 수준의 안전을 촉진함. 그러나 조화는 단순히 안전 사례에 대한 세부적인 기대가 같음을 의미하지는 않으며, 조화 및 표준화에는 규제당국 뿐만 아니라 산업계, 각국 정부도 참여함

이를 개선하기 위해 유럽 SMR 파트너십(European SMR Pre-Partnership), IAEA 원자력 조화 및 표준화 계획(NHSI) 등 다른 이니셔티브들이 출범함. 특히 NHSI의 프레임워크 내에서 규제 프로세스 조화와 관련된 여러 주제를 다루기 위해 회원국 규제당국으로 구성된 3개의 실무그룹이 구성됨. 그중 제2 실무그룹은 규제당국을 위해 자발적인 공동 사전인허가 프로세스를 개발하는 것이 목적이며, 제3 실무그룹은 다른 규제당국의 검토를 활용하는 방법, 규제당국들이 규제 검토 중 협력할 수 있는 방법 등과 관련해 프로세스를 마련하는 것이 목적임

NUWARD SMR에 대한 JER 이니셔티브가 대표적인 사례로 프랑스 원자력안전규제기관(ASN), 핀란드 방사선·원자력안전청(STUK), 체코 원자력안전청(SUJB)은 모두 WENRA의 회원사로 원자로 안전에 관한 공통의 접근방식을 개발하는 목표를 추구하지만, SMR 기술과 관련해 각국의 규제 프레임워크는 서로 다름. 이러한 이유로 3개국은 SMR 규제 협력에 나섬

프랑스의 인허가 프로세스 및 규제 프레임워크

프랑스의 인허가 프로세스는 안전 옵션 파일 제출, 건설 허가, 시운전 허가 등 3단계로 구성됨. 시운전 이후 주기적 안전 검토, 최종 폐쇄, 원전해체 등 원전의 수명주기의 주요 단계마다 다른 승인들을 받아야 함

프랑스 규제 프레임워크는 여러 단계로 구분됨. 의회가 표결에 부치는 법률(Law)과 정부가 채택하는 법령(Decree)과 명령(order)은 기술 중립적이고 목적을 기반으로 하며, SMR 등 모든 종류의 원자로 설치에 적용할 수 있는 높은 수준의 요구사항을 규정함

체코의 인허가 프로세스 및 규제 프레임워크

체코의 원전 인허가 프로세스는 부지 선정, 건설, 첫 발전 가동 및 운영 등의 단계로 구성됨. 원자력 시설 가동을 위한 가장 중요한 문서는 체코 원자력안전청(SUJB)의 승인을 받아야 하지만, 체코 원자력 법률 프레임워크에 사전인허가 평가는 포함되어 있지 않음

체코의 원자력 관련 법률은 법적 구속력이 있는 원자력법(Atomic Act)과 법령, 부분적인 법적 구속력이 있으며 SUJB가 발표하는 안전 가이드 등이 있음. 체코의 법적 프레임워크에는 SMR 인허가가 규정되어 있지 않음

핀란드의 인허가 프로세스 및 규제 프레임워크

핀란드의 신규 원전 인허가 프로세스는 원칙 결정, 건설 허가, 운영 허가 등 3가지 단계로 이루어짐. 핀란드 의회는 규제 프레임워크와 관련해 원자력 에너지 사용 및 높은 수준의 안전 요구사항 등을 규정한 핀란드 원자력에너지법(Nuclear Energy Act)을 근거로 결정을 내림. 핀란드 정부는 원자력에너지법령(Nuclear Energy Decree)을 토대로 결정을 내리며, 이 법령은 인허가 및 규제 감독에 대한 행정적인 내용을 규정함

[표] 프랑스, 체코, 핀란드 SMR 규제 현황

구분	내용
프랑스	2022년 SMR 건설 및 SMR 프로젝트 보조금 지급 등 새로운 원자력 프로그램을 개시 발표 - EDF, 2030년 NUWARD SMR 시설 착공 목표로 2023년 7월 안전 옵션 파일 제출 - 다양한 기술을 적용한 신규 프로젝트 발표 - ASN과 방사선방호·원자력안전연구소(IRSN), SMR 프로젝트 검토 대비해 자원 및 프로세스 준비
체코	- 에너지, 공공 난방, 중공업, 화학 산업에 종사하는 기업들이 SMR을 에너지원으로 검토 - 체코 원전 기업, 2032년 기존 원전 인근에 SMR 1기 도입 및 2034년 석탄발전소 폐쇄 예정 부지에 SMR 도입 확대 계획 - SMR 전담 인허가 부서 부재하나 SMR 관련 질의를 처리하는 전문가 그룹이 운영 중
핀란드	- Fortum, 핀란드나 스웨덴에 신규 원전(SMR, 대형 원전 등) 건설 위한 타당성 조사 시행 중 - TVO, SMR 기술 개발 추진 중이나, 구체적인 계획은 미발표 - 지역난방용으로 석탄 및 천연가스를 사용하는 기업들, SMR에 대한 관심 표명 - 원자력 규제 프레임워크의 개정 검토 중으로 인허가 프로세스도 변경 가능

출처: NUWARD SMR Joint Early Review - Pilot Phase Closure Report

3. NUWARD SMR에 대한 공동 인허가 조기 검토

공동 인허가 조기 검토(JER)의 목적

공동 인허가 조기 검토(JER)는 참여하는 규제당국들이 ▲각각의 인허가 프로세스를 시작하기에 앞서 SMR 설계에 대한 이해를 높이는 동시에 잠재적 문제를 파악하고, ▲확인된 문제에 대한 예상, 지식, 관행을 공유하고, ▲규제 관행과 예상에 대한 지식 이전을 확대하고, ▲EDF에 설계 및 관련 규제 문제에 대해 조기 피드백을 제공하는 것 등을 목적으로 함

이러한 목적들은 실무그룹이 JER 이니셔티브 시작부터 다음 3가지 사항과 관련해 확인한 것임

▲첫 번째는 각 이해관계자에 대한 JER의 부가가치임. 실제 NUWARD에 따르면 산업 측면에서 설계 변경 또는 안전 사례에 대한 보안을 통해 보다 쉽게 해결이 가능한 단계에서 주요 규제 이슈를 파악할 수 있는 기회가 존재함. 또 규제당국 측면에서 SMR 도입은 규제요건 준수 등과 관련해 여러 의문점을 제기함. 이는 구체적인 사례를 통해 보다 쉽게 답변할 수 있음

▲두 번째는 규제당국들은 계통운영기관(TSO) 지원을 통해 이미 다른 활동에 참여하고 있기 때문에 인허가 프로세스 시작에 앞서 프로젝트에 가용할 자원이 제한적임

▲세 번째는 가용할 수 있는 정보의 수준임. 이니셔티브의 목적을 정의할 때 고려해야 할 핵심 요소 중 한 가지는 NUWARD SMR 설계의 완성도였으며, NUWARD SMR 설계는 2023년 기본 설계 단계를 시작함. 따라서 검토의 깊이와 그 결과는 가용할 수 있는 정보의 수준에 상응하는 수준으로 결정됨

마지막으로 국제 협력에는 통상 시간과 노력이 소요되고 이니셔티브가 혁신적이었다는 점을 파악한 관련 규제당국들은 가장 중요하다고 간주되는 주제의 범위를 제한하고 처음부터 야심 찬 작업 속도를 설정하는 것이 유리하다고 판단함. 그 덕분에 실무그룹은 1년 만에 작업을 완료할 수 있었고, 이 단계의 종료 시점에 이 같은 협력의 장단점을 평가할 수 있었음

검토 범위 및 내용

이번 이니셔티브 개시에 앞서 실무그룹은 실무 프로세스 및 실무 프로그램에 합의함. 국제 협력이라는 혁신적 형태를 활용하므로 이 단계에서 전체 설계를 검토하는 것은 실행이 불가능하고 비용 효과적이지 않다고 판단해, 실무 프로그램의 범위를 가장 중요한 주제로 제한함

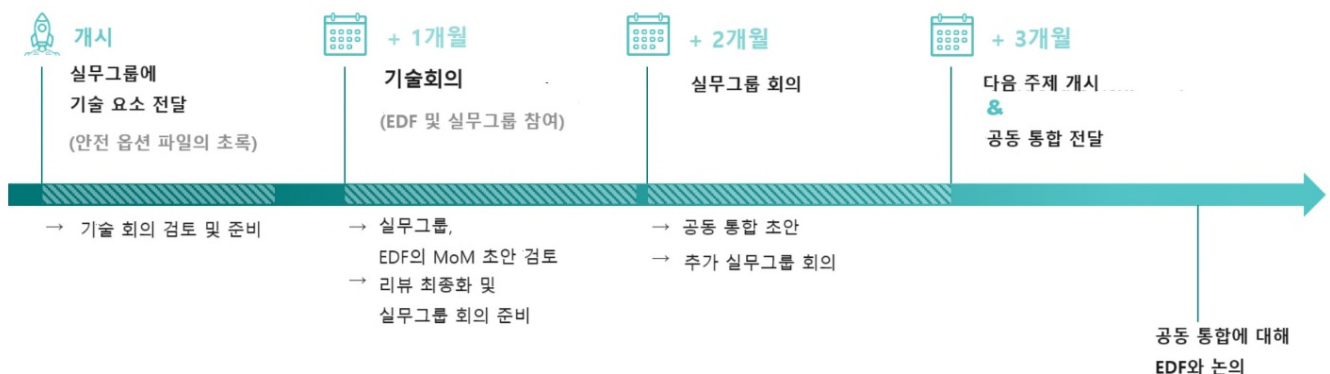
실무 프로그램은 우선 5개 주제로 구성됨. 이 주제들은 아래 조건 중 최소 1개를 충족하는 주제로 선정됨

- 1) 기대할 수 있는 안전 수준이며, 이 수준을 충족하는 접근방식으로 답을 제시하는 주제
- 2) 안전 요구사항, 권고, 지침, 중요한 정보 및 경험 피드백이 없거나 매우 적은 SMR 관련 주제
- 3) 복잡하거나 새로운 기술이라서 개발 및 평가에 상당한 시간이 걸리는 것이 안전성 시연의 중요한 특징으로 가능한 한 일찍 검토를 시작할 경우 인허가 프로세스의 기한을 줄이는 데 도움이 되는 주제
- 4) 주제에 대한 뒤늦은 변경이 설계 또는 안전성 시연에 중요한 영향을 미칠 만큼 NUWARD SMR 설계의 핵심적인 주제. 가능한 한 빨리 피드백을 제공할 경우 공급업체는 규제당국의 기대를 보다 쉽고 시의적절하게 충족시킬 수 있음

또한, 실무 프로그램에서 주제를 검토하기 위한 핵심 조건 중 하나는 해당 주제가 관련 문서를 이용할 수 있어야 한다는 점임

이러한 조건을 토대로 주제 목록 구성이 제안, 논의, 합의됨. 초기 실무 프로그램은 ▲안전 목적 정의, ▲DBC 정의, ▲피동 냉각 시스템, ▲과학적인 컴퓨팅 툴 개발 계획, ▲트윈 모듈 통합 등을 주제로 하여 구성됨

[그림] NUWARD SMR ‘공동 인허가 조기 검토(JER)’의 프로세스



출처: NUWARD SMR Joint Early Review - Pilot Phase Closure Report

성과 및 의미

[표] 성과와 의미

구분	내용
성과의 의미	1. 다른 규제당국과 동일한 설계를 함께 검토해 매우 초기 단계에 해당 설계와 관련한 문제를 규명할 수 있으며, 교차 검토를 통해 원자력 안전을 개선할 수 있음 2. 지식 공유를 강화하고 규제당국이 자발적으로 규제 프레임워크, 가이드, 관행 등을 검토할 수 있는 소중한 정보를 제공함 3. 공급업체와 규제당국 사이에 토론의 기회를 제공함 4. 안전 또는 설계 관점에서 가장 위험하고 영향력이 큰 것으로 간주되는 주제에 대해 공급업체에 시의적절한 피드백을 제공할 수 있음 5. JER 범위는 안전 또는 설계를 위해 가장 중요한 주제로 국한되어야 함 6. 참여 국가의 규제 프레임워크에 차이가 있음. 일례로 체코에서 일부 요구사항들은 법령에 명시되어 있어 구속력이 있지만, 핀란드와 프랑스에서는 지침에만 명시됨 7. IAEA, WENRA 등 국제 표준은 조화로운 평가 기반을 제시함. 따라서 각국의 법적 요구사항, 지침, 관행 등에 대한 이해를 촉진할 수 있음 8. 공급업체를 위한 공동 검토를 촉진하기 위한 우수 관행은 국제 표준과 관행을 참고하고 이러한 설계 또는 접근방식이 국제 표준과 관행을 준수하는지를 설명하는 것임. 또 다른 우수 관행은 국제적으로 알려진 용어, 축약어를 사용하고, 각 문서에 그 의미를 상기시키는 것임 9. 필요한 정보가 불안정하거나 부정확할 경우 고품질 피드백이 제공될 수 없으므로 공급업체는 성공적인 검토가 수행될 수 있도록 명확하고 완전한 정보를 제공해야 함. 예를 들어, NUWARD SMR JER의 프레임워크 내에서 특정 부분에 대한 검토 결과, 프로젝트가 규제 및 준규제 프레임워크를 준수하고 있는지 판단하려면 추가 정보가 필요하다는 결론에 도달함 10. 공동 통합은 공통 및 개별 견해를 포함할 수 있으므로 각 규제당국의 독립성과 자주권을 유지함 11. JER 이니셔티브는 규제 구속력이 있는 결정으로 이어지지 않으므로, 규제당국과 공급업체 사이에 보다 개방된 토론이 가능함. 또한, 각국의 공식 프로세스에 비해 공동 통합을 통해 공급업체에 보다 시의적절한 피드백을 제공할 수 있음 12. 실무그룹에게 각 규제당국의 접근방식에 대한 유용한 통찰력을 제공하므로 국가 규제 프레임워크의 개선을 고려할 기회를 줌. 예를 들어: a) SUJB는 일부 공식 사전인가 평가를 제공하는 것을 검토하고 있음 b) ASN는 사전인가 활동과 관련해 관행을 재평가함 c) 핀란드는 법적 프레임워크 및 인허가 프로세스에 일부 사전인가 단계 추가를 검토하고 있음 d) SUJB는 법령 또는 지침에서 원자력 시설 설계에 대한 일부 요구사항들에 대해 명확성을 더할 것을 검토 e) ASN는 2023년 7월 NUWARD SMR에 대해 EDF로부터 프랑스의 사전인가 프로세스에 대한 공식 신청을 받았으며 제출된 안전 옵션 파일에서 ASN이 권고한 것과 다른 접근방식을 제안한 주제를 확인함 13. 규제당국의 관점에서 법적 프레임워크가 확고하고 원자로 인허가 분야 경험이 있는 상대 기관의 참여는 JER 이니셔티브의 혜택을 극대화함 14. 기업의 준수를 평가하기 위해 요구사항과 그 근거를 비교하는 것은 방법론을 비교하는 것에 비해 노력이 덜 필요함. 방법론 비교도 가치 있지만, 시간과 자원을 소모하므로 특정 사례로 제한해야 함

IV. 영국

1. 영국 SMR 인허가 현황
2. 신규 원전 인허가 심사 국제 협력
3. 국제적 차원의 협력 조직 구조

1. 영국 SMR 인허가 현황

영국 원자력규제국(ONR), 차세대 원자로 기술 관련 GDA 승인 절차 개시

영국은 세계에서 가장 안전하고 강력한 원자력 규제 체제를 갖추고 있으며, 모든 원전 사업자는 독립적인 규제당국인 원자력규제국(ONR) 그리고 환경청(Environment Agency)과 같은 국가 환경 규제당국의 규제를 받음. 영국 청정성장전략(Clean Growth Strategy)에서 발표된 바와 같이 영국 정부는 선진원자력 기술을 지원하고 평가하는데 필요한 역량과 용량을 구축하기 위해 ONR에 최대 1,200만 파운드를 지원함

ONR과 환경청은 2019년 10월 일반설계평가(GDA) 프로세스에 대한 지침을 발표함. ONR은 '요청 당사자를 위한 새로운 GDA 지침(new GDA guidance for Requesting Parties)'을, 환경청은 '신규 원전: 요청 당사자를 위한 일반설계평가 지침(new nuclear power plants: Generic Design Assessment guidance for Requesting Parties)'을 발표함

2021년 5월 영국 정부는 선진원자력 기술에 GDA를 개방한다고 선언했고, GDA 진입을 위한 새로운 지침을 발표함. ONR은 새로운 설계가 법적 규제 요구사항을 준수한다는 확신을 제공하기 위해 GDA를 통해 새로운 원자로 설계의 안전, 보안, 환경적 영향을 평가함²⁸⁾²⁹⁾³⁰⁾³¹⁾

[표] SMR GDA 진행 현황

구분	내용
Westinghouse AP-300	Westinghouse는 2024년 2월 에너지안보탄소중립부(DESNZ)에 AP-300에 대한 GDA 개시 승인을 요청하는 신청서를 공식 제출하였으며, DESNZ는 ONR, 환경청에 GDA 개시를 요청
GE Hitachi BWRX-300	- DESNZ는 ONR, 환경청, 웨일스 환경청(NRW, Natural Resources Wales)에 GE Hitachi의 BWRX-300 원자로에 대한 2단계 GDA를 시작할 것을 요청 - GDA 1단계는 2단계의 범위와 일정을 합의하는 데 중점을 둠. GDA 평가는 국제 규제 협력의 가치를 극대화하고 프로세스의 효율성을 규명하는 기회를 적극 모색
Holtec International SMR-300	- 에너지 보안 및 넷제로부는 ONR, 환경청, NRW에 Holtec International의 SMR-300에 대한 GDA를 시작하도록 요청 - GDA 평가는 국제 규제 협력의 가치를 극대화하고 프로세스의 효율성을 규명하는 기회를 적극 모색
Rolls Royce 470MW SMR	2022년 3월 기업에너지산업전략부(BEIS)는 ONR, 환경청, NRW에 Rolls Royce SMR Ltd의 470MW SMR 설계에 대한 3단계 GDA를 시작할 것을 요청 - 향후 기술 계약의 범위와 일정을 합의하기 위한 12개월간의 1단계 평가는 2022년 4월에 시작되어 2023년 3월에 성공적으로 종료됨. 2023년 4월 규제당국은 영국에 도입하기 위해 Rolls-Royce SMR 설계의 기본 수용 가능성에 대한 16개월간의 평가를 시작

출처: UK ONR

28) Gov.uk, Policy paper – Advanced Nuclear Technologies, 2023.08.15

29) Office for Nuclear Regulation, New GDA guidance for Requesting Parties, 2019.10.29

30) World Nuclear News, Westinghouse begins UK licensing process for AP300, 2024.02.13

31) Office for Nuclear Regulation, Assessment of reactors

영국 정부, SMR 사업 확대 등 원자력 전담 조직 Great British Nuclear 신설

영국 정부는 신규 원전 건설의 책임감 있는 추진을 위해 2022년 11월 영국원자력청(GBN, Great British Nuclear)을 설립한다고 발표함. GBN은 정부의 장기 원자력 프로그램을 제공하고 2050년까지 영국에 최대 24GW의 원자력 발전을 추가하려는 정부 계획을 지원함. 이 경우, 영국 전체 전력 수요 중 25%가 저탄소 원자력 에너지로 충당되어 영국의 에너지 안보 및 넷제로 목표에 기여할 수 있음

GBN의 최우선 과제는 전 세계 최고의 SMR 기술을 선정하기 위해 경쟁 프로세스를 관리하는 것임. 이에 2023년 10월 영국 정부는 SMR 건설 프로젝트 후보로 6개 기업을 선정함. 6개 기업은 EDF, GE Hitachi, Holtec, NuScale Power, Rolls-Royce, Westinghouse 등임

영국 정부는 2건의 원자력 프로젝트 최종투자결정(FID)을 내릴 예정이며, 그중 최소 1건을 SMR 건설 프로젝트에 포함시킬 계획임. 2029년 말까지 프로젝트 FID에 가장 적합한 기업을 선정한다는 방침임. 동 프로젝트는 수십억 파운드의 민간 투자가 이루어질 것으로 예상됨³²⁾³³⁾

[표] SMR 건설 프로젝트 후보 선정된 6개사³⁴⁾

기업	원자로	요약
EDF	NUWARD SMR	주요 기술 혁신과 함께 입증된 가압수형 원자로(PWR)임. 건설 기간은 40개월이며 2030년 프랑스에서 착공되는 첫 SMR이 될 전망
GE Hitachi Nuclear Energy	BWRX-300	비등경수로형으로 캐나다, 미국, 폴란드 기업의 투자를 받고 있음
Holtec Britain Limited	SMR-160	- 저농축 우라늄 연료를 사용하는 가압수형 원자로(PWR) - 캐나다 원자력안전위원회(CNSC)의 3단계 사전인허가 공급자 설계검토(VDR) 첫 단계를 완료했고, 미국 NRC와 사전인허가 활동을 진행 - 영국에서 SMR-160의 일반설계평가(GDA)를 신청함
NuScale Power	VOYGR	- VOYGR는 현재까지 미국 NRC의 인증을 받은 유일한 원자로로, 전 세계 10개국 이상이 검토 중 - 가압수형 원자로 기술로, 발전, 지역난방, 담수화, 수소 생산용으로 개발
Rolls-Royce	Rolls-Royce SMR	글로벌 에너지 안보 및 탈탄소화 문제를 해결하기 위한 영국의 솔루션임. 유럽 규제 승인 프로세스를 진행 중인 유일한 SMR 기술
Westinghouse Electric Company	AP300	웨스팅하우스 AP1000 원자로를 소형화한 버전으로 2027년 상용화할 계획

32) GOV.UK, Policy Paper -Great British Nuclear: Overview, 2023.0718

33) GOV.UK, Six companies through to next stage of nuclear technology competition, 2023.10.02

34) World Nuclear News, UK SMR selection contest: Six companies into next stage, 2023.10.02

2. 신규 원전 인허가 심사 국제협력

영국 원자력규제국(ONR), 신규 원전 인허가 심사 협력

영국 원자력규제국(ONR)은 신규 원전 설계를 평가할 때 국제 우수 사례, 국제 표준, 해외 원자력 규제당국이 수행한 평가 등을 고려함. 이를 위해 다른 국가의 원자력 규제당국(양자협력) 및 국제기구(다자협력)와 협력함

양자협력 분야에서 ONR은 민간 원자력 프로그램을 통해 미국 원자력규제위원회(NRC), 프랑스 원자력안전국(ASN), 핀란드 원자력안전위원회(STUK), 일본 원자력규제당국(NRA) 등 여러 주요 국가의 원자력 안전 규제당국과 더 큰 규모의 국제 협력을 촉진하기 위해 공식적인 정보 교환 협정을 체결함

다자간 협력에서 ONR은 국제원자력기구(IAEA) 및 OECD/NEA와 업무를 통해 협력하고 있음. 특히 NEA에는 새로운 민간 원자로 건설을 다루는 세 가지 프로그램 또는 그룹이 있음. 첫 번째로 NEA는 미래 표준과 검사 관행을 조화시키고 국가 원자력 규제기관이 수행한 평가 결과를 공유하는 다국적 설계 평가 프로그램(MDEP) 사무국을 제공함. 두 번째로 원자력규제위원회(CNRA)는 안전과 관련하여 원자력 시설의 규제, 허가, 검사에 대한 NEA 프로그램을 안내하기 위해 설치된 위원회임. 세 번째로 신규 원자로 규제에 관한 실무그룹은 특히 건설 검사 문제에 중점을 두고 있으며 CNRA의 후원 하에 활동하는 다른 그룹과 경험을 공유함³⁵⁾

[표] 영국 원자력규제국(ONR)의 양자 및 다자간 협력

항목	내용
양자간 협력	- 미국 NRC, 프랑스 ASN, 핀란드 STUK, 일본 NRA 등 여러 주요 국가의 원자력 안전 규제당국과 국제 협력을 촉진하기 위해 공식적인 정보 교환 협정을 체결 - 기술 정보, 인력, 정보, 교육 교환 등도 포함
다자간 협력	- IAEA 및 NEA와 업무 협력 진행 중 - NEA에는 신규 민간 원자로 건설에 관한 세 가지 프로그램 진행 - 다국적 설계 평가 프로그램(MDEP) 사무국을 제공하며 회원국은 영국, 캐나다, 핀란드, 프랑스, 일본, 한국, 미국이 참여함 - 원자력규제위원회(CNRA)를 통해 안전과 관련하여 원자력 시설의 규제, 허가, 검사에 대한 NEA 프로그램 안내 - 신규 원자로 규제에 관한 실무그룹은 건설 검사 문제에 중점을 두고, CNRA 후원을 받아 활동하는 다른 그룹과 경험 공유하며 회원국은 영국, 스웨덴, 핀란드, 프랑스, 일본, 스페인, 미국이 참여함

출처: UK ONR

35) Office for Nuclear Regulation, International collaboration - assessment of new nuclear power stations

영국-체코, 중소형 원자로 개발 협력 선언

2023년 11월 체코 산업부 장관 조세프 시켈라(Jozef Síkela)와 영국 에너지안보탄소중립부 장관 앤드루 보위(Andrew Bowie)는 체코 프라하에서 SMR 개발 및 적용 분야 협력에 관한 공동성명을 발표함

보위 장관은 “영국은 이미 세계 최초의 민간 원자력 국가로서 해당 분야의 리더십을 입증했고, 이제 유럽 전역에 원자력 르네상스를 촉발시킬 준비가 되어 있다”고 말함. 시켈라 장관은 “SMR은 원자력 사용의 혁신을 의미하며 이는 체코공화국에 새로운 기회이자 경쟁 우위를 의미한다”며 “공급망에 체코 기업이 참여하면 높은 부가가치의 생산이 이어질 것”이라고 강조함

SMR은 모듈식 구성이 가능하며 최대 300MW의 출력을 갖춘 원자로이며 산업부는 최근 SMR 개발 구상을 완료한 바 있음. 체코 국영송전공사 CEPS 발표에 따르면 이 구상은 2030년대에 최대 3GW 규모의 원자로를 도입하는 것이 골자임

체코와 영국은 비즈니스 및 산업 협력을 촉진하여 원자력 분야에서 공동 프로젝트를 구현하고 에너지 자립을 보장하기 위한 SMR 도입을 가속화할 계획이며, 양국 규제당국의 실질적인 협력은 이미 시작됨. 새로 설립된 영국원자력청(GBN)이 SMR 기술 개발 컴피티션을 시작한 데 이어 양국은 특정 프로젝트에 대한 논의를 진행할 예정임

영국은 1956년에 최초의 원전을 가동함. 현재 영국은 국가의 미래 SMR 도입에 적합한 기술을 선택하기 위해 GBN 공개 컴피티션을 진행 중임. 영국은 전반적인 자금조달 방법과 프로젝트 수에 따라 OECD 규정 하에서 수출 자금조달을 제공함³⁶⁾

36) MPO.cz, Czech Republic and United Kingdom signed declaration on cooperation in the development of small and medium-sized nuclear reactors, 2023.11.09

3. 국제적 차원의 협력 조직 주도

영국, ‘Generation IV International Forum(GIF)’의 창립 회원

국제 협력은 선진원자력 기술의 기회를 성공적으로 실현하기 위한 영국 정부 정책의 근간임

영국은 ‘4세대 원자력시스템국제포럼(Generation IV International Forum, GIF)’의 창립 회원임. GIF는 4세대 원자력 시스템의 타당성과 성능 테스트를 위해 필요한 연구를 개발하고 2030년까지 산업계에 도입하기 위한 국제적인 협력 노력에 따라 창설됨. GIF는 추가 연구개발 대상으로 가스냉각고속로(GFR), 납냉각고속로(LFR), 용융염원자로(MSR), 소듐냉각고속로(SFR), 초임계압 경수 냉각로(SCWR), 초고온로(VHTR) 등 6가지 원자로 기술을 선정함

영국은 또한 글로벌 청정에너지 전환에 중점을 두고 있는 글로벌 포럼 ‘청정에너지장관회의(CEM)’의 회원국이며 고도로 유연한 출력을 갖춘 선진원자로의 이점을 이해하고 소통하려는 목적의 ‘CEM Flexible Nuclear Campaign’을 공동 주도하고 있음

2021년 12월 주요 7개국(G7) 원자력안전보안그룹(NSSG)은 전 세계적으로 최고 수준의 원자력 안전 및 보안을 촉진한다는 약속을 재확인하는 공동성명을 발표함. 이 성명서는 영국의 G7 의장국 하에서 G7의 생산적인 논의를 반영하고 SMR 및 선진원자력 기술을 포함한 핵심 정책 주제에 대해 중요 영역과 협력 기회를 확인함³⁷⁾³⁸⁾

[표] 영국의 국제적 차원 협력

협력 기구	내용
4세대 원자력시스템국제포럼 (GIF)	4세대 원자력 시스템의 타당성과 성능 테스트에 필요한 연구를 개발하고 2030년까지 산업계에 도입하는 것이 목적 - 가스냉각고속로(GFR), 납냉각고속로(LFR), 용융염원자로(MSR), 소듐냉각고속로(SFR), 초임계압 경수 냉각로(SCWR), 초고온로(VHTR) 등을 연구 대상으로 선정
청정에너지장관회의 (CEM)	- 글로벌 청정에너지 전환에 중점을 둠 - 선진원자로의 이점을 이해하고 소통하기 위한 ‘CEM Flexible Nuclear Campaign’을 공동 주도
원자력안전보안그룹 (NSSG)	- 전 세계적으로 최고 수준의 원자력 안전 및 보안을 촉진한다는 약속을 재확인하는 공동성명을 발표 - SMR 및 선진원자력 기술을 포함한 핵심 정책 주제에 대해 중요 영역과 협력 기회를 확인

출처: GOV.UK, Policy paper – Advanced Nuclear Technologies, 2023.08.15

37) GOV.UK, Policy paper – Advanced Nuclear Technologies, 2023.08.15

38) Gen IV International Forum

국제원자력규제협회(INRA)

2023년 5월 국제원자력규제협회(INRA) 회원국들은 SMR 기술의 일반설계평가 및 인허가 부문에서 협력한다는 의지를 확인하는 공동 성명을 발표함. INRA는 성명서에서 “SMR은 전 세계 국가에서 검토되고 있으며 점차 더 많은 국가들이 주목하고 있다”고 밝히며 “이 기술과 관련된 위험 및 난제를 해결해야 한다”고 언급함. 이어 “INRA 회원국은 SMR 기술이 제공하는 잠재적인 안전 성능 기회, 그리고 이 기술을 채택하려는 국가에서 강력한 비확산 요구사항에 따라 SMR의 안전한 도입을 보장 중요한 역할 등을 인식하고 있다”고 설명함

INRA는 회원국들이 일반 원자로 설계 평가 및 인허가에 적극 협력하고 새로운 원자력 야망을 가진 (재)진입 국가들의 국가 규제 검토를 지원하기 위해 최선을 다함. INRA 회원국들은 국가 규제 검토, 수명주기 전문지식, 자원 등을 지원하기 위해 조언과 지침을 제공하고 규제 평가를 공유하기 위해 양자 및 다자간 협약을 모색할 예정임

INRA는 “원자로 설계 평가 협력의 가치를 극대화하려면 SMR을 채택하는 국가들이 비슷한 시기에 특정 SMR 기술을 채택하고 공급업체들은 규제 평가에 적합한 수준으로 안전 분석 및 원자로 설계를 개발해야 한다”고 설명함.

INRA에 따르면 표준 원자로 설계는 효율적인 규제 검토를 촉진하겠지만, 부지 선정 및 환경 문제와 같은 지역적 요인을 해결하기 위해서는 추가 작업이 필요함. 이는 주권국에서 원자로 설계 도입의 수용 가능성에 대한 최종 결정과 함께 국가 규제 기관의 책임으로 남게 됨

INRA는 국제원자력기구(IAEA)의 ‘핵 조화 및 표준 이니셔티브(Nuclear Harmonisation and Standards Initiative)’에 대한 지지를 표명하며 “회원국들은 정보 공유를 위한 국제적이고 일관된 프레임워크의 가치를 인식하는 동시에 국제적인 사전인허가 프로세스를 시기적절하게 추진하는데 직면하는 어려움과 실질적인 장애물에 주목하고 있다”고 설명함. 이어 “INRA 회원국은 독립적인 국가 규제 검토가 국제적인 접근 방식으로 대체되어서는 안 된다”고 덧붙임³⁹⁾

39) World Nuclear News, Regulators support international collaboration on SMR technology, 2023.05.26

참고문헌

- FT, The role of small modular reactors in the energy transition
- Energy.gov, At COP28, Countries Launch Declaration to Triple Nuclear Energy Capacity by 2050, Recognizing the Key Role of Nuclear Energy in Reaching Net Zero, 2023.12.01.
- IAEA –Our innovative journey towards a net zero world
- US NRC, Current Licensing Reviews of New Reactors
- US NRC, NuScale US460 Standard Design Approval Application Review
- Federal Register, NuScale Power, LLC
- US NRC, Application Review Documents for the NuScale US460 Standard Design Approval
- US NRC, SMR Pre-Application Activities
- US NRC, SMR-300
- US NRC, GEH BWRX-300
- US NRC, Non-LWR Application Project Hub
- SMR-First Program.net, Ten Building Blocks to Success: Ten Tailored Modules
- SMR FIRST Program
- FIRST factsheet 2023
- US NRC, Memorandum of Cooperation Between the Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC) and the NRC
- US NRC, Collaborative Projects with Canada
- CNSC, Pre-Licensing Vendor Design Review
- Foro Nuclear, Licensing process begins for Nuward Small Modular Reactor project in France, 2023.08.10
- World Nuclear News, Prelicensing process for Nuward SMR begins, 2023.07.21
- NUWARD, NUWARD announces the submission of the NUWARD SMR Safety Options File to the French Safety Authority (ASN), which marks the start of the prelicensing process. PDF
- NUCNET, Nuward / French SMR Company Submits Safety File To Nuclear Regulator, 2023.07.25.
- World Nuclear News, European regulators to cooperate on Nuward SMR licensing, 2022.06.06
- Gov.uk, Policy paper – Advanced Nuclear Technologies, 2023.08.15
- Office for Nuclear Regulation, New GDA guidance for Requesting Parties, 2019.10.29
- World Nuclear News, Westinghouse begins UK licensing process for AP300, 2024.02.13
- Office for Nuclear Regulation, Assessment of reactors
- GOV.UK, Policy Paper –Great British Nuclear: Overview, 2023.07.18
- GOV.UK, Six companies through to next stage of nuclear technology competition, 2023.10.02
- World Nuclear News, UK SMR selection contest: Six companies into next stage, 2023.10.02.
- Office for Nuclear Regulation, International collaboration – assessment of new nuclear power stations
- MPO.cz, Czech Republic and United Kingdom signed declaration on cooperation in the development of small and medium-sized nuclear reactors, 2023.11.09



(우)05718 서울특별시 송파구 중대로 109, 대동빌딩 6층, 한국원전수출산업협회

Tel: 02-6284-8735 Fax: 02-3416-3951 www.e-kna.org

한국원전수출산업협회

KNA

