

2025년 3월 5일 | 키움증권 리서치센터

투자전략팀 | 시황/ESG

원자력의 시대, K-원전의 기회

시황/ESG Analyst 이성훈 shl076@kiwoom.com





목차

Summary	3
I. 글로벌 원자력 르네상스 시대	4
기후위기, AI, 에너지안보가 불러일으킨 원자력 르네상스	4
글로벌 친원전 정책으로의 회귀로 원전 산업 확대 기대	6
글로벌 원전 시장 동향 1) 중국과 러시아 영향력 확대	9
글로벌 원전 시장 동향 2) 원전 노후화로 인한 계속 운전 증가	11
글로벌 원전 시장 동향 3) SMR 기술 개발 경쟁	15
II. 미국의 원자력 리더십 회복을 위한 로드맵	19
미국의 원전 시장 경쟁력 제고를 위한 정책	19
원자력 패권 확보를 위한 미국의 우라늄 공급망 구축	23
빅테크 기업의 원자력 및 SMR 투자	25
III. 원자력의 시대, K-원전의 기회	27
글로벌 원전 패권 경쟁 시대	27
국내 원전 산업의 경쟁력	29
한미 원자력 협력을 통한 기회	31
국내 정권 교체 리스크는 잔존, 다만 과도한 우려는 지양	33

Compliance Notice

- 당사는 3월 4일 현재 보고서에 언급된 종목들의 발행주식을 1% 이상 보유하고 있지 않습니다.
- 당사는 동 자료를 기관투자자 또는 제3자에게 사전 제공한 사실이 없습니다.
- 동 자료의 금융투자분석사는 자료 작성일 현재 동 자료상에 언급된 기업들의 금융투자상품 및 권리를 보유하고 있지 않습니다.
- 동 자료에 게시된 내용들은 본인의 의견을 정확하게 반영하고 있으며, 외부의 부당한 압력이나 간섭없이 작성되었음을 확인합니다.

고지사항

- 본 조사분석자료는 당사의 리서치센터가 신뢰할 수 있는 자료 및 정보로부터 얻은 것이나, 당사가 그 정확성이나 완전성을 보장할 수 없고, 통지 없이 의견이 변경될 수 있습니다.
- 본 조사분석자료는 유가증권 투자를 위한 정보제공을 목적으로 당사 고객에게 배포되는 참고자료로서, 유가증권의 종류, 종목, 매매의 구분과 방법 등에 관한 의사결정은 전적으로 투자자 자신의 판단과 책임하에 이루어져야 하며, 당사는 본 자료의 내용에 의거하여 행해진 일체의 투자행위 결과에 대하여 어떠한 책 임도 지지 않으며 법적 분쟁에서 증거로 사용 될 수 없습니다.
- 본 조사 분석자료를 무단으로 인용, 복제, 전시, 배포, 전송, 편집, 번역, 출판하는 등의 방법으로 저작권을 침해하는 경우에는 관련법에 의하여 민·형사상 책임을 지게 됩니다.

원자력의 시대, K-원전의 기회



Executive Summary

I. 글로벌 원자력 르네상스 시대

기후위기, 에너지안보, AI발 전력 수요 급등으로 인해 원자력 수요가 증가함에 따라 주요국들은 친원전 정책으로 회귀하는 중. 이러한 가운데 자유진영 국가들의 탈원전 정책 기조로 인해 2010년대 들어 글로벌 원전 시장 내 중국과 러시아의 영향력은 꾸준히 확대되는 추세. 한편, 선진국 중심의 기존 원전 도입 국가는 원전의 노후화로 인해 기존 원전의 수명을 늘리고 있는 계속 운전에 초점을 맞추고 있음. 이와 더불어 다수의 국가들은 기존 원전 대비 경제성, 효율성, 안전성을 갖춘 SMR 시장 선점을 위한 개발 경쟁이 앞다투어 진행되고 있는 흐름.

II. 미국의 원자력 리더십 회복을 위한 로드맵

중국과 러시아로 개편된 원전 시장의 리더십을 회복하기 위해 원전 산업에 대한 미국의 정책적 지원이 본격화. 지난 바이든 행정부에서는 러시아 및 중국에 대한 의존도를 낮추기 위해 원자력 발전의 핵심 연료인 우라늄 공급망 구축에 집중한 바 있음. 이처럼, 바이든 행정부에서부터 추진되어온 원자력 산업에 대한 지원 정책은 트럼프 2기 집권 후에도 지속될 것으로 전망. 특히, 트럼프 2기에는 기존 원전보다는 SMR 중심의 첨단 기술에 대한 정책적 지원에 초점을 맞출 것으로 예상. 트럼프의 원자력 정책과 더불어 미국 내 빅테크 기업들 또한 넷제로 목표 달성, 데이터센터를 위한 안정적인 전력 공급을 위해 SMR에 투자하고 있다는 점에 주목해볼 필요.

III. 원자력의 시대, K-원전의 기회

미국을 필두로 한 서구 국가들과 중국, 러시아로 양분화된 원전 패권 경쟁 구도는 한국 원전 산업에 수출의 기회를 제공할 것으로 판단. 특히, 주요 원전 수출 경쟁국인 미국과 프랑스의 원전 공급망은 현재 약화되어있는 반면 한국은 축적된 원전 건설 경험과 완비된 공급망으로 인해 가격 경쟁력과 공사 기간 준수 측면에서 유리. 또한, 트럼프 집권 이후 한미 원자력 협력이 강화될 경우 해외 원전 수출의 기회와 미국의 원자력 공급망 구축 과정에서 예상되는 한국과의 협업은 국내 원전 업체에 수혜로 작용할 전망. 국내 정권 교체에 따른 리스크는 여전히 잔존하고 있으나, 주요국들의 친원전 흐름과 AI발 전력수요 급증에 따른 원자력 수요를 감안한다면 실제 정권이 교체된다고 하더라도 과거와 같은 완전한 탈원전 기조로 돌아가기는 어려울 것으로 판단.

I. 글로벌 원자력 르네상스 시대

기후위기, AI, 에너지안보가 불러일으킨 원자력 르네상스

기후위기, 에너지안보, AI발 전력 수요 급등에 대응하기 위해 전세계적으로 원자력 에너지가 급부상하고 있다. '22년 이후 넷제로 달성을 위해 원자력은 과도기적 에너지원으로 급부상하였으며, 여기에 러시아-우크라이나 전쟁 사태로 인한 천연가스 가격 급등은 전력 공급 불안정을 초래하며 원전의 필요성을 재차 부각시켰다.

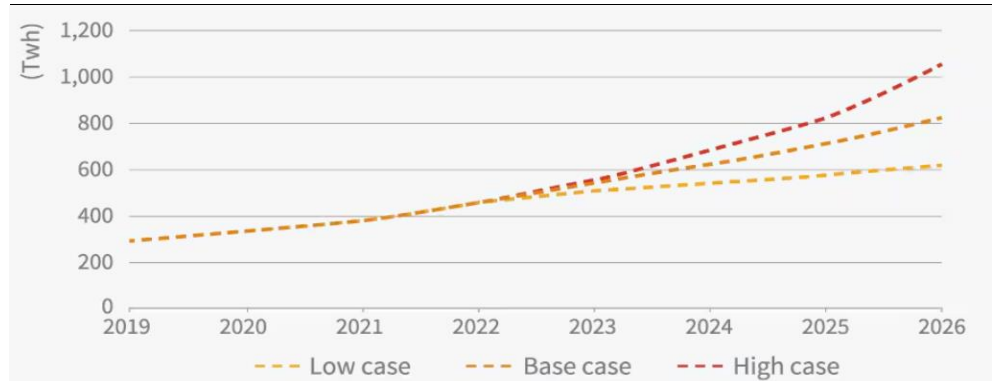
IEA에 따르면, AI발 데이터센터 급증, 폭염으로 인한 에어컨 사용 증가, 청정에너지 생산 등의 요인으로 전력 수요는 크게 증가하였다. 특히, 주요국들의 AI 패권 전쟁이 본격화되는 가운데 AI 확대는 궁극적으로 데이터센터의 전력 소모 증가로 이어질 것으로 예상된다. IEA에 따르면, 전세계 데이터센터의 전력 사용량은 '22년(460TWh)에서 '26년 1,050TWh로 약 2배 이상 증가할 것으로 전망된다.

이에 따라, AI발 전력 수요 급등을 필두로 2050년까지 전세계 전력 수요는 현재 수준의 2배 수준으로 증가할 것으로 예측되며, 전력 수요의 증가로 인한 향후 온실가스 배출량 증가는 주요국들의 넷제로 달성 목표에 큰 차질이 되고 있는 실정이다. 이러한 배경 하에 주요국들은 원자력을 재생에너지와 같이 탄소중립과 에너지 자립을 위한 필수적인 발전원으로 인식하고 있으며, 원전을 활성화하는 방향으로 정책을 전환하고 있는 추세이다.

실제로, 지난 '22년 7월에 탈원전을 외쳤던 유럽연합(EU)이 조건부로 원자력을 친환경 투자 기준인 녹색분류체계(Taxonomy)에 포함시켰다. 이와 더불어 지난해 EU는 탄소중립산업법(NZIA)에 갈등 끝에 원전 기술도 혜택 대상으로 포함시키기도 하였다. 한편, '23년 개최된 COP28에서는 전세계 22개 국가가 화석연료 소비 축소 및 에너지 안보에 대응하기 위해 2050년까지 원전 용량을 3배 확대하겠다고 선언하였다. 지난해 말 개최된 COP29에서도 원자력은 청정 에너지 전환을 위한 주요 기술로 강조되었으며, 주요 국가들은 탄소중립 목표 달성을 위해 원자력을 중심으로 한 탈탄소 정책을 추진하고 있는 상황이다.

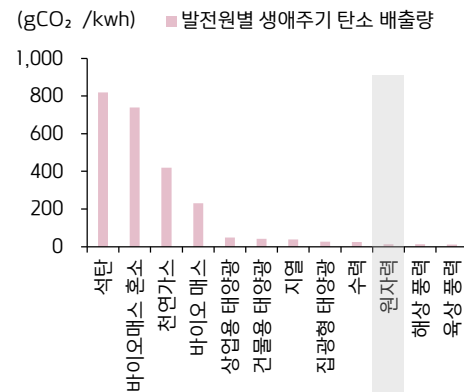
원자력은 전력 생산시 매우 적은 양의 이산화탄소를 배출한다는 점에서 친환경성을 보유하고 있다고 평가받는다. 주요 발전원별과 비교하여도 원자력은 전력 생산시 사실상 극소량의 탄소를 배출하는 무탄소 에너지원이다. 이로 인해 전세계적으로 저배출 전력원 중 원자력은 수력에 이어 2번째로 많은 전력을 생산하고 있다. 또한, 원전의 위험성이라는 일반적 인식과 달리 원자력의 1테라와트 전력 생산당 사망률 수치는 0.03명꼴로 전체 전력원중 상당히 안전한 편에 속한다.

IEA, 전세계 데이터센터 전력 수요량 전망



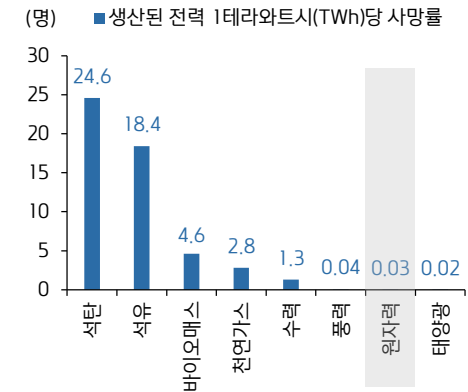
자료: IEA, PwC, 키움증권 리서치센터

발전원별 생애주기 탄소 배출량 비교



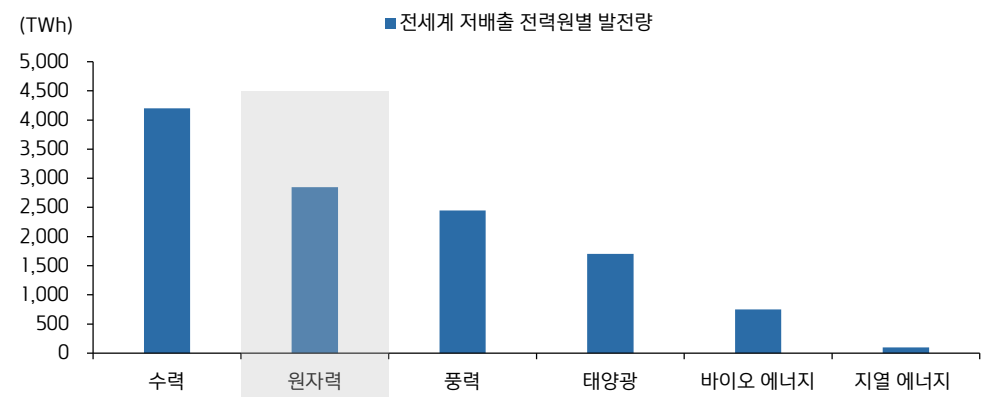
자료: WNA, 키움증권 리서치센터

발전원별 생산된 전력당 사망률



자료: OurWorldinData, 키움증권 리서치센터

전세계 저배출 전력원별 발전량 비교 : 원자력은 저배출 전력원 중 2번째로 많은 전력을 생산



자료: IEA, 키움증권 리서치센터, 주) 2023년 기준

글로벌 친원전 정책으로의 회귀로 원전 산업 확대 기대

IAEA 기준, 2000년 이후 전세계적으로 운영 중인 원전의 기수 및 용량은 2018년까지 증가세를 보여왔었으나, 2018년 이후로 미국, 독일, 영국 등의 원전 폐쇄로 인해 감소하였다. 그러나, '23년에는 전세계 원자력 발전량은 2,552.1TWh를 기록하며 전년 대비 2.6% 증가하였다. 실제로, 22년 이후 주요국들의 원자력 발전 확대가 이루어짐에 따라 '23년 원전 설비 용량은 371.5GW로 역대 최고치 수준에 근접하였으며, 가동 중인 원자로 수도 상승세를 재개하고 있다.

향후 글로벌 원전 확대 트렌드는 지속될 것으로 예상된다. 세계 40개국 이상이 원자력 발전 비중을 확대하기로 발표한 가운데 현재 70GW 이상의 신 원전 발전 용량이 건설 중인 상태이며, 이는 최근 30년래 가장 높은 수치이다. 이를 반영하여 올해 초 IEA는 일본 원전 재가동, 프랑스 유지보수 완료, 중국, 인도, 한국, 유럽 등의 신규 원전 추진으로 올해 전세계 원자력 발전량이 사상 최대치를 기록할 것으로 전망했다.

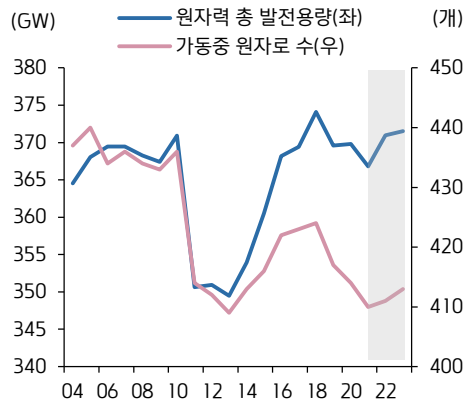
전세계적으로 원자력의 중요성이 재조명되며 IEA, IAEA, WNA 등 주요 국제 에너지 기관은 2050년까지 원자력 발전량 및 설비용량이 모두 증가될 것이라고 전망하고 있다. 특히, IEA에 따르면, 각국 정부의 강력한 정책적 지원에 힘입어 원자력 투자 증가 속도는 가속화될 것으로 전망하고 있다. 원자력 투자 증가에 힘입어 전세계 원자력 설비용량은 '23년 대비 '50년 최소 647GW로 약 1.5배, 최대 1,017GW로 약 2.4배 증가할 것으로 전망된다.

대부분의 주요국들은 2050 탄소중립 목표를 달성하기 위해 친원전 정책으로 회귀하고 있는 흐름이다. 대표적으로, 탈원전을 선언했던 유럽 국가들은 독일을 제외하고 폭증한 전력 수요로 인해 앞다투어 원자력 정책을 확대하고 있다. 영국은 '23년 원자력청을 신설하고 '50년까지 원전 용량을 현재의 4배 수준을 늘린다는 계획을 세웠다. 그 외에 체코, 루마니아, 스웨덴, 네덜란드, 헝가리, 핀란드, 슬로베니아, 튀르키예 등의 국가들 또한 원전 건설 계획을 밝히며 유럽 내 원전 신규 건설이 증가할 것으로 예상된다.

'11년 후쿠시마 원전 사태 이후 탈원전을 선언했던 일본도 본격적으로 친원전 정책으로 회귀하고 있다. 최근 일본 정부는 에너지 기본 계획의 '원자력 발전 의존도를 낮춘다'는 문구를 삭제하기로 의결함에 따라 향후 원전 재가동이 본격화될 것으로 전망되고 있다.

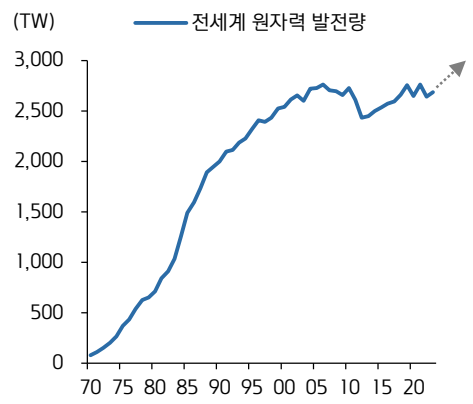
미국도 마찬가지로 그 동안 바이든 행정부에서 추진되어온 친원전 정책이 트럼프 2기 집권 하에서도 정책 기조가 지속될 것으로 전망된다. 특히, 트럼프는 저렴한 에너지 공급 및 에너지 독립을 위해 원자력 확대 정책을 천명한 바 있다. 이에 따라, 향후 트럼프는 원자력 규제 혁신, 선진원자로 및 SMR 개발 추진, 핵연료 확보를 통한 에너지 안보 강화와 같은 원자력 패권 리더십 회복을 위한 지원 정책을 지속적으로 추진할 것으로 전망된다.

전세계 원자력 발전용량 및 원자로 수 추이



자료: IAEA PRIS, 키움증권 리서치센터

전세계 원자력 발전량 추이



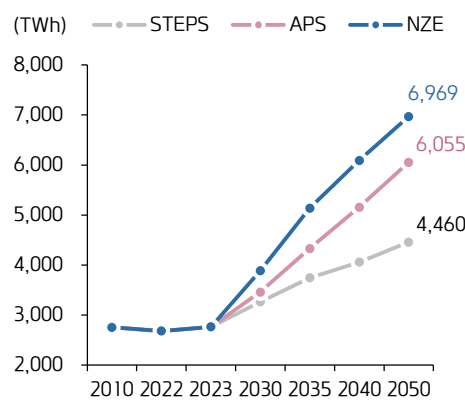
자료: OurWorldinData, 키움증권 리서치센터

IEA의 에너지 수요 및 탄소배출 시나리오

시나리오	내용
기존 정책 시나리오 (Stated Policies Scenario, STEPS)	현재 시행 중이거나 구체적으로 계획된 정책만을 고려
공약 달성 시나리오 (Announced Pledges Scenario, APS)	각국의 기후 공약이 완전히 이행된다고 가정
2050 탄소중립 시나리오 (Net Zero Emissions by 2050 Scenario, NZE)	2050년까지 탄소 순배출량 제로를 달성하기 위한 목표치를 제시

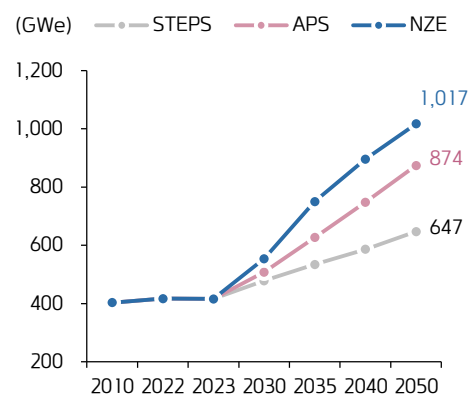
자료: IEA, 키움증권 리서치센터

IEA, 전세계 원자력 총발전량 전망



자료: IEA, 키움증권 리서치센터

IEA, 전세계 원자력 설비용량 전망



자료: IEA, 키움증권 리서치센터

주요국 탄소중립 및 원자력 도입 목표

국가	목표		
	2030 년	탄소중립	원자력도입
미국	05 년 대비 △50~52%	2050 년	<ul style="list-style-type: none"> 원자력을 포함한 청정에너지 관련 인센티브를 담은 인플레이션 감축법 발효 차세대 원자로 기술 개발 가속화 위한 원자력 발전법(ADVANCE Act) 제정('24.7) 신규원전 건설, 기존 원전 설비개선 등을 통해 2050년까지 원자력 발전용량을 3 배로 확대하는 목표를 포함한 '2050 원자력 에너지 확대 로드맵' 발표('24.11)
스위스	90 년 대비 △50%	2050 년	<ul style="list-style-type: none"> 2017 년 국민투표로 탈원전 방침을 확정했으나, 2024 년 8 월 신규원전 건설 허용법 개정을 추진하는 등 신규 탈원전 정책을 사실상 폐기함
스웨덴	90 년 대비 △63%	2045 년	<ul style="list-style-type: none"> 탈원전 정책 폐기 및 2035 년까지 2 기, 2045 년까지 10 기 상당의 신규 대형원전 건설 계획 발표('23.11)
EU	90 년 대비 △55%	2050 년	<ul style="list-style-type: none"> 2030 년 초까지 유럽 내 SMR 도입 가속화 위한 SMR 유럽산업동맹 출범('24.2) EU 집행위원회, 2050 년까지 EU 전력생산에서 재생에너지가 주도적 역할을 하고, 원자력이 이를 보완할 것으로 전망('24.3)
이탈리아	90 년 대비 △55%	2050 년	<ul style="list-style-type: none"> 국가 에너지·기후계획, 2050 년까지 원자력 설비용량을 최소 8 GW, 최대 16 GW 확보 목표 제시('24.9) 2025 년까지 원자력 기술 사용을 허용하는 새로운 법령 마련 계획('24.9)
일본	13 년 대비 △46%	2045 년	<ul style="list-style-type: none"> 'GX 추진전략' 통해 원자력 활용 확대 계획 발표 원전 재가동 가속화, 가동기간 연장, 기존 원전 최대 활용, 차세대 원자로 개발·건설('23.7)
중국	05 년 대비 CO2 배출 강도 △65% 이상	2060 년	<ul style="list-style-type: none"> 2025 년까지 원전설비 용량 70 Gwe 목표 설정 (제 14 차 5 개년 계획, '21.3) CNNC 社, 2035 년 중국 내 가동원전 150 기, 건설중 50 기 전망('24.9)
체코	90 년 대비 △55%	2050 년	<ul style="list-style-type: none"> 2050 년까지 원자력 발전량 5.9 Gwe 달성 목표 포함한 국가 에너지·기후계획 개정안 승인('23.10) CEZ 社, 최대 3 GW 규모 SMR 도입 계획('24.10)
폴란드	90 년 대비 △30%	2050 년	<ul style="list-style-type: none"> 2043 년까지 6~9 GW 원자력 도입('21.12) 美, SMR 지원사업 Project Phoneix 수혜국으로 선정('23.9)
프랑스	90 년 대비 △40%	2050 년	<ul style="list-style-type: none"> 상원, 2050 년까지 EPR2 14 기와 SMR 15 기 건설을 포함, 총 23 GW 규모 원자력 용량 확보 목표 설정('24.10)
핀란드	90 년 대비 △55%	2035 년	<ul style="list-style-type: none"> 신규 대형원전 및 SMR 건설방안 검토 중('24.1)
한국	18 년 대비 △40%	2050 년	<ul style="list-style-type: none"> 제 11 차 전력수급기본계획 실무안에 1.4 GW 급 신규 대형원전 3 기, SMR 1 기 건설 포함('24.5)

자료: 한국원전수출산업협회, 키움증권 리서치센터

글로벌 원전 시장 동향 1) 중국과 러시아 영향력 확대

글로벌 원전 시장에서 중국과 러시아 중심의 주도권 확보가 가시화되고 있다. 스리마일섬 사고 이후 미국의 원전 공급망은 사실상 붕괴가 되었고, 체르노빌 사태와 후쿠시마 원전 사고를 겪으면서 2010년대 들어 본격화된 유럽의 탈원전 정책으로 원전 시장에 대한 선진국의 영향력은 점차 위축되었다.

반면에, 2010년대 들어 러시아와 중국은 정부 주도의 원자력 개발을 통해 원전 수출 시장의 영향력을 지속적으로 확대시켰다. 지난 2014년부터 2023년까지 전 세계적으로 총 61기의 신규 원전이 착공하였고, 이 중 절반 이상인 33건이 중국에서 건설되었다. 중국은 원전굴기를 선언한 이후 세계 최대 원전 운영국으로 부상하고 있으며, 풍부한 내수시장을 바탕으로 자국 내 원전 건설이 활발하게 진행되고 있다. 현재 중국에서 가동중인 원전 수는 57기(발전용량 기준 56GW)로 원자로 수로는 프랑스와 동일한 수준까지 성장하였으며, 향후 2030년에는 세계 최대 원전 보유국이 될 것으로 전망되고 있다.

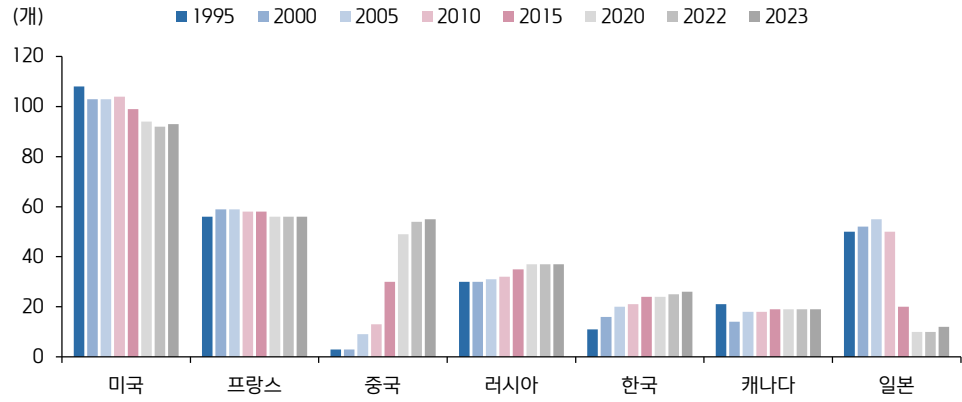
한편, 전세계 신규 원전 수출 시장은 사실상 러시아가 장악하고 있는 상태이다. 지난해 7월 기준 전 세계 건설 중인 59개의 원전 중 22기가 타국의 기술을 통해 건설되었다. 이 중 프랑스 전력공사(EDF)의 영국 내 원전 건설(2기)를 제외하고는 나머지 20기는 모두 러시아 기술을 통해 건설되고 있는 형국이다.

대체적으로 신규 원전 건설이 진행중인 국가는 급속한 경제 성장과 이에 따른 에너지 수요 증가를 겪고 있는 비 OECD 국가들이 주도 하고 있다. 다수의 신흥 개도국들은 대체로 러시아와 중국의 영향 하에 있는 국가들이기 때문에 향후 러시아 및 중국의 원전 건설 시장의 우위 흐름은 지속될 수 있다.

러시아 국영 기업인 로사톰(ROSATOM)은 원전 건설뿐만 아니라 우라늄 농축, 운영 및 유지보수, 자금 지원 등 신규 원전 도입을 고려하고 있는 국가가 필요로 하는 대부분의 옵션을 패키지 형식으로 묶어서 제공한다. 중국 또한 3대 국영기업인 CNNC, CGN, SPIC 중심으로 원전 수출에 박차를 가하고 있다. 상대적으로 원전 수출에 후발 주자였으나, 자체 기술 개발을 통해 지난 '23년 파키스탄에 원전 수출 계약을 최초로 체결하였으며, 이어서 아르헨티나에도 원전 수출을 추진중이다.

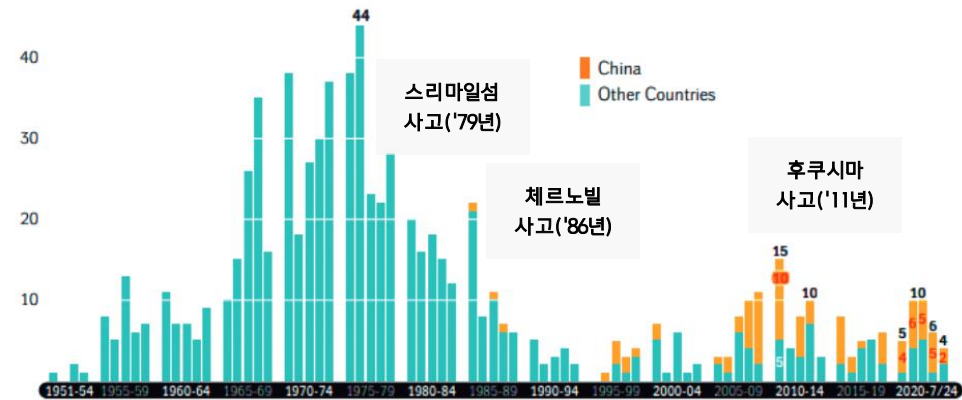
특히, 원전 건설에 막대한 비용이 소모되는 만큼 중국과 러시아는 막강한 자본을 바탕으로 신흥국들에 사업비 차관 형태로 원전 수출을 추진하고 있다. 가령, 중국은 아르헨티나 원전 건설 총 사업비의 85% 상당의 차관을 제안하였으며, 러시아 정부도 벨라루스 측에 원전 건설 비용의 90%에 해당하는 약 100억 달러 규모의 차관을 지급한 사례가 있다.

국가별 가동중인 원전 수 추이 : 자유진영국가인 미국, 프랑스 후퇴 / 중국, 러시아 신흥국 약진



자료: IAEA, 키움증권 리서치센터

중국의 신규 원전 건설 기수 : 최근 10년간 전체 신규원전 착공 건수의 절반 이상을 차지



자료: WNSR, 키움증권 리서치센터

전세계 자국/타국별 건설 중인 원전 현황



자료: WNSR, 키움증권 리서치센터, 주) '24년 7월 기준

글로벌 원전 시장 동향 2) 원전 노후화로 인한 계속 운전 증가

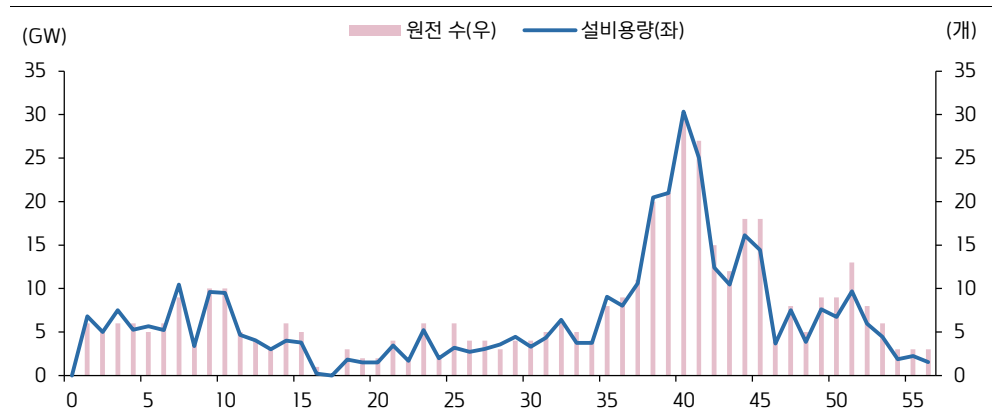
한편 원전 노후화로 인해 선진국을 중심으로 운전허가 기간을 연장하여 원전 운전을 지속하는 계속 운전(Long-term operation, LTO) 사례가 증가하고 있다. 계속 운전은 원전 설계 시 안전과 성능 기준을 만족하면서 운전 가능한 최소한의 기간인 '최초운전허가기간' 이후에도 계속해서 운전하는 것을 의미한다.

'24년 7월 기준, 가동중인 전세계 408기 원자로의 약 65%인 269기가 30년 이상 경과한 노후 원전으로 집계된다. 특히, 전 세계 원전의 70% 이상은 선진국에 위치해있는 가운데, 신흥국 원전의 평균 연수는 18년인 반면 선진국 내 원전의 평균 운영 연수는 36년 이상으로 선진국 중심으로 원전의 노후화가 진행된 상태이다. 선진국은 신규 원전 건설에 따른 비용 문제 및 건설 지연 등의 문제점으로 인해 기존 원전의 수명을 늘리는 계속운전에 주목하고 있다. 이에 따라, 주요국 정부는 원전 설비 보수 및 원전의 사용 연한을 늘리는 법안을 통과시키며 계속 운전에 대한 법적인 요건을 재정비하고 있다.

'23년 6월 기준 한수원 자료에 따르면, 전세계 32개국에서 가동중인 원자로 중 약 57%가 계속운전 승인을 받은 상태이다. 최초운전허가기간이 만료된 노후 원전으로 한정할 경우, 허가 만료 원전 가운데 약 92%에 해당하는 원전이 계속원전으로 수명을 연장한 상태이다.

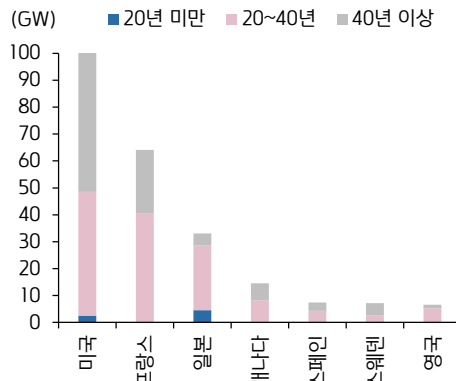
국가별로 살펴보면, 가동 원전 상위 20개국 중 계속 운전 승인 수가 가장 많은 국가는 미국(84기), 프랑스(32기), 러시아(24기), 캐나다(19기) 순이며, 해당 국가 내 원전은 모두 가동 기간이 30년 넘는 노후 원전이 많다는 공통점을 지니고 있다.

전세계 원전 노후화 분포



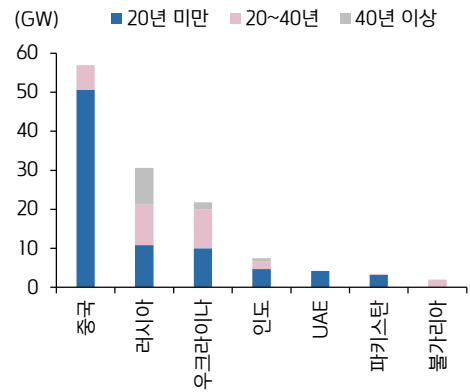
자료: IAEA PRIS, 키움증권 리서치센터

선진국 원자로 평균 연수별 설비용량



자료: IEA, 키움증권 리서치센터

신흥개도국 원자로 평균 연수별 설비용량



자료: IEA, 키움증권 리서치센터

가동 원전 상위 20개 국가의 계속 운전 현황

	국가	가동 원자로	계속운전 승인전	계속운전 승인중	승인합계	가동 30년 이상	가동 40년 초과
1	미국	93	32	52	84	90	54
2	프랑스	56	11	21	32	52	23
3	중국	55	0	1	1	1	0
4	러시아	37	1	23	24	24	13
5	한국	25	0	0	0	7	1
6	캐나다	19	1	18	19	19	8
7	인도	19	0	9	9	5	1
8	우크라이나	15	0	12	12	12	3
9	일본	10	2	4	6	8	1
10	영국	9	5	4	9	8	1
11	스페인	7	0	7	7	7	1
12	체코	6	2	4	6	4	0
13	스웨덴	6	0	0	0	6	4
14	파키스탄	6	0	0	0	0	0
15	벨기에	5	2	3	5	5	3
16	핀란드	5	0	4	4	4	4
17	슬로바키아	5	0	0	0	2	0
18	스위스	4	1	3	4	4	3
19	헝가리	4	0	4	4	4	1
20	아르헨티나	3	0	2	2	2	2

자료: 한국수력원자원, 키움증권 리서치센터, 주) '23년 6월 기준

한편, 기존 원전의 계속운전을 위한 인허가 요건은 각국마다 상이하다. 가령, 미국의 경우에는 원전의 최초 운전허가 기한이 40년이다. 이후 운영허가 만료를 앞둔 원전에 대해 심사를 통해 20년 이내 계속운전을 허용하며 총 40년까지 가능하도록 제한하고 있다. 일본 또한 운영허가 만료 1년 이전의 원전이라면 20년 이내 계속운전을 1회 연장할 수 있도록 법안을 개정했다. 프랑스의 경우 최대 10년 계속 운전 연장이 가능하며 신청 가능한 횟수에 제한이 없다는 점이 특징적이다.

이처럼, 주요 원전 도입 국가를 중심으로 한 계속 운전 확대 트렌드로 인해 향후 개보수 및 운영 정비, 핵연료 등 원전 설비 수요가 급증할 것으로 전망된다. 실제로 세계원전협회(WNA)에 따르면, 전 세계적으로 계속운전이 가능한 원전은 2040년까지 최소 140개에 달할 것으로 추정된다. 이에 따라, 계속운전을 위한 원자로 개보수 작업의 규모는 2040년까지 연평균 약 30억~40억 달러 규모의 시장이 열릴 것으로 기대된다.

신규 원전 건설뿐만 아니라 각국들의 계속 운전도 확대되며 원전 설비에 대한 수요가 증가하는 가운데 상대적으로 기자재부터 운영, 정비 등의 서비스까지 원전 전 주기에 걸쳐 튼튼한 공급망을 갖춘 국내에 향후 기회가 커질 것으로 예상된다. 실제로 한수원 주도의 국제 컨소시엄은 지난해 12월 약 2.8조원 규모의 루마니아 원전 리모델링 사업 수주를 확정하였다. 해당 사업은 한국의 해외 원전 계속 운전 프로젝트에 처음으로 참여하게 된 사업이며, 향후 계속운전 사업으로 원전 수출 방식이 다각화될 것으로 기대된다.

계속운전에 필요한 장비 교체 개보수 활동

장비 교체/개보수	작업 예상 시점의 원전 가동 연한
주 터빈 교체	40 년
열 교환기 교체	45 년
급수 배관 교체	50 년
주 발전기, 로터(현장), 여자기(exciter), 전압 조정기의 교체 또는 개보수	50 년
급수 히터 교체	40 년 및 60 년
방사선 모니터링 업그레이드	45 년
디지털 제어 시스템 업그레이드	45 년
가압기 교체	50 년
콘덴서 튜브 교체	50 년
대형 케이블(4160V) 교체	60 년
추가 저장용기 및 베이스	60 년
외부 사용후핵연료 저장소 설치용 패드	60 년
증기 발생기 교체	60 년
메인 콘덴서 교체	60 년
원자로 냉각수 펌프 보수	60 년
가압기용 히터 및 관련 제어장치 교체	60 년
비상 디젤 발전기 및 지원 장비/시스템 교체	60 년
화재 방지 시스템 업그레이드	60 년

자료: WNA, 한국원전수출산업협회, 키움증권 리서치센터

주요국 계속운전 동향

국가	내용
아르헨티나	• Nucleoelectrica Argentina, Atucha 1 호기 계속운전 및 사용후핵연료 건식 저장시설 건설 프로젝트에 9,300 만 달러 조달
벨기에	• Electrabel, 정부와 Doel 4gh 기 및 Tihange 3 호기 운전허가 기한 2036 년까지 10 년 연장 합의
브라질	• Angra 원전의 원자로 2 기, 2044 년까지로 20 년 운전허가 기한 연장 추진
캐나다	• Bruce Power 원전, 3-8 호기 운전허가 기한 2064 년까지 연장 추진
	- 증기 발생기, 압력 튜브, 칼란드리아관(calandria tube), 공급관(feeder tube) 등 주요 부품 교체 계획
	- 2020~2033 년에 걸친 개보수 작업을 통해 각 원자로의 운전 수명이 약 30~35 년 연장
	• Darlington 원전 개보수 프로젝트는 128 억 C\$ 규모로 공급망 현지화 비율 약 95%
핀란드	• Loviisa 1 호기 및 2 호기 계속운전 공사에 10 억 유로 이상 투자
프랑스	• EDF 의 가동 원자로 56 기 중 32 기 차지하는 900MWe 원자로 일부는 2024 년 말까지 개보수 작업을 완료하여 운전 수명 10 년 연장 목표
일본	• 2023 년 초 일본 정부는 60 년 이상 원자로 운전 허용 법안 승인
	• 2021 년 일본 원자력규제청(NRA)은 원자로 4 기에 대한 20 년 계속운전 승인
	- 미하마 3 호기, 다카하마 1 호기 및 2 호기, 도카이 2 호기
	- 센다이 1 호기 및 2 호기 등도 계속 운전 허가 신청
루마니아	• Nuclearelectrica, Cernavoda 1 호기를 2026 년 말까지 운전한 후 2027~2029 년 기간 18 억 5,000 만 달러의 비용을 들여 개보수할 계획이며 이후 약 2060 년까지 운전할 예정
영국	• EDF Energy, 2024 년 3 월부터 2026 년 초까지 1185MWe Hartlepool 원전과 155MWe Heysham I 2 기 원자로의 계속운전에 들어갈 계획
	• 현재 운전 중인 원전 중 유일하게 2030 년 이후 계속 운전해 들어갈 것으로 예상되는 Sizewell BPWR 은 현재 운전 정지 예정일인 2035 년보다 20 년 더 연장될 예정
러시아	• 일부 원자로의 경우 설계수명 45 년에서 60 년으로 계속 운전 추진 중
미국	• 상업운전 중인 원자로 92 기 중 거의 절반이 40 년 이상 가동 중이며 30 년 미만은 3 기에 불과
	- 약 80%의 원자로가 최초 운전허가 기간 40 년에서 20 년 연장
	• 인플레이션 감축법(IRA)의 기존 원전 세액공제 지원으로 일부 발전소의 계속운전 촉진 전망
	• 에너지부(DOE)의 60 억 달러 규모 '민간 원전 용자 프로그램(Civil Nuclear Credit Program)'은 원전의 조기 폐로 방지

자료: WNA, 한국원전 수출산업협회, 키움증권 리서치센터

글로벌 원전 시장 동향 3) SMR 기술 개발 경쟁

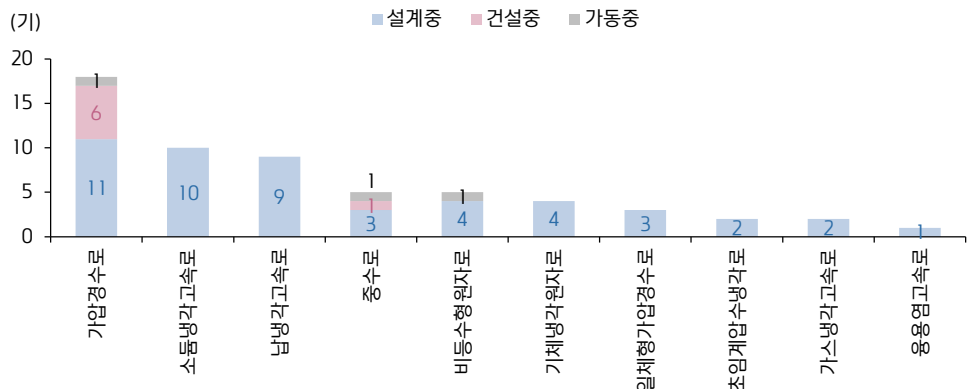
SMR이란 전기 출력이 300MW급 이하인 소형 원전을 지칭한다. SMR은 기존 대형 원전과 비교하여 크게 안전성, 운전 유연성, 경제성 측면에서 장점을 보유하고 있다. 먼저, SMR은 별도의 전원 없이 자연의 힘만으로 원전 내부를 냉각할 수 있는 피동 안전 계통(별도의 전원이 필요 없음)을 채택하고, 단순화 및 일체형 설계를 통해 높은 안전성을 확보한다.

또한, 신재생에너지 발전의 간헐성을 보완하기 위해 부하 추종 운전 기술을 채택하여 출력조절이 가능하다. 그 외에 소요 부지 규모가 작고 모듈형 표준화 제작 및 설치에 따른 낮은 초기 비용과 공기 단축을 통한 금융 비용 절감으로 경제성을 확보한다는 장점도 보유하고 있다. 이 같은 장점들로 인해 SMR은 전력 발전뿐만 아니라 수소, 지역난방, 우주, 선박 등 다양한 분야에서 적용 가능성이 높을 것으로 예상된다.

현재 개발 중인 SMR은 노형별로는 경제성이 제고된 3세대와 경제성과 더불어 안전성, 활용성 측면에서 개선된 4세대에서 각각 절반씩 개발 중에 있다. 또한, SMR은 냉각재에 따라 경수형과 비경수형으로 구분 가능한데, 현재 3세대 SMR은 경수(물)를 사용한 가압경수로(PWR), 비등수형경수로(BWR) 등이 있다.

4세대 SMR은 물의 한계를 극복하기 위해 다른 냉각재를 사용함에 따라 전력 발전 목적뿐만 아니라 다목적으로 활용 가능하다는 장점이 있다. 구체적으로, 액체 소듐, 납, 용융염, 헬륨 등의 냉각재에 따라 소듐냉각고속로(SFR), 납냉각고속로(LFR), 용융염로(MSR) 등으로 구분 가능하다. 상용 원전의 약 70%가 경수형 SMR에 속하기 때문에 현재 PWR 노형의 SMR 개발 비중이 가장 큰 비중을 차지하며, 이를 이어 LFR, SFR, MSR 순으로 높은 비중을 차지하고 있다.

노형별 첨단 원자로 개발 주요 현황



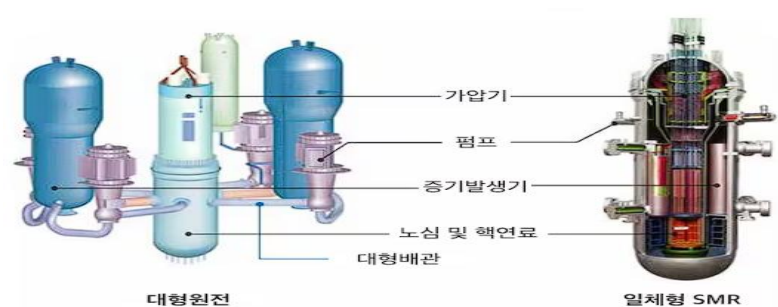
자료: IAEA ARIS, 키움증권 리서치센터

주요 원자로별 기술적 특징

내용		냉각재	특징
경수로 (3 세대)	가압경수로 (PWR)	경수	<ul style="list-style-type: none">• 오랜 운전 경험 축적; 대부분의 상용로• 안정적이고 상용화된 핵연료 및 기기 공급망 형성• 냉각재의 비등 방지를 위해 가압 필요(약 150 기압)
비경수로 (4 세대)	소듐냉각고속로 (SFR)	액체 소듐	<ul style="list-style-type: none">• 비경수형 원자로 중 운전경험이 가장 많음• 대기압 운전 압력 및 냉각재의 열전달 특성 우수• 소듐-물 반응이 일반적으로 알려진 우려사항
	(초)고온가스로 (HTGR)	헬륨 기체	<ul style="list-style-type: none">• 방사성물질 누출에 대해 안정성이 높음• 약 700℃ 이상의 고온 열 이용 산업에 유리• 방사화된 핵연이 폐기물로 발생
	용융염원자로 (MSR)	용융염	<ul style="list-style-type: none">• 핵연료가 냉각재에 녹아있어 중대사고 무발생• 소형화가 용이하고 운영중 실시간 핵연료 교체 가능• 비경수로 중 기술 성숙도가 가장 낮음

자료: 과학기술정보통신부, 키움증권 리서치센터

대형원전과 SMR 비교



구분	대형원전	SMR(소형모듈원전)
출력	1000MWe	~300MWe
부품 수	100 만개	1 만개
중대사고 확률	10 년만에 2 회	10 억년에 1 회
핵연료 교체 주기	18 개월	20 년
건설공기	48 개월	24 개월
건설비용	5 조~10 조원	3000 억원
안전성	체르노빌, 후쿠시마 등 대형사고 발생 이력이 있음	소형화, 피동형으로 사고 발생위험 낮춤
운영 탄력성	대용량 출력이 고정됨 (기저부하)	Scalable & 부하추종운전이 가능함 (분산전원 및 신재생에너지의 백업 전원으로 활용 가능성)
건설 Risk	현장작업의 비중이 높음 (건설비 Risk ↑)	공장작업의 비중이 높음 (건설비 Risk ↓)
부지 면적	573m ² /Mwe (APR1400 기준)	대형원전 대비 단위 출력 당 필요 부지면적 1/2
응용분야	발전용	담수, 수소생산, 정유, 선박 추진용

자료: 한국원자력연구원, 에너지경제연구원, 언론보도, 키움증권 리서치센터

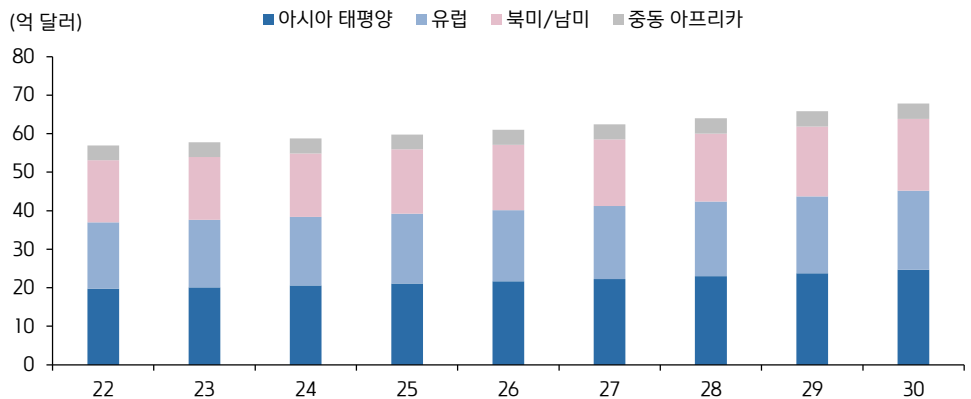
이 같은 장점들로 인해 첨단 원자로인 SMR(소형 모듈형 원자로)에 대한 주요국들의 기술 개발 경쟁이 본격화되고 있다. 글로벌 조사기관(MarketsandMarkets)에 따르면, 전세계 SMR 시장은 2023년 이후 2030년까지 약 2.3%의 연평균 성장률로 성장할 것으로 전망된다. IAEA SMR Book(2022)에 따르면, 현재 전 세계 18개국에서 약 80개 이상의 SMR 설계가 다양한 개발 단계에 있다.

현재 SMR을 가장 많이 개발하고 있는 국가는 미국(21종)으로 그 뒤를 이어 러시아(17종), 중국(10종), 일본(7종) 순으로 개발이 진행되고 있다. 미국의 경우에는 현재 뉴스케일 파워의 SMR 기종이 미국 원자력규제위원회(NRC)로부터 표준설계 승인을 획득한 상태이다.

또한, 러시아(KLT-40S), 중국(HTR-PM)은 이미 SMR을 구축해 현재 운영 중에 있으나 서구권과 규제 체계가 상이해 현재 바로 적용하기는 힘든 상황이다. 국내에서도 현재 개발중인 혁신형 SMR(i-SMR)은 2028년 표준 설계인가 획득을 목표로 설계 단계에 있다. 다만, 현재 각국에서 개발중인 SMR은 90% 이상이 개발 초기 단계이며 본격적인 상용화는 2030년부터 가능할 것으로 전망된다.

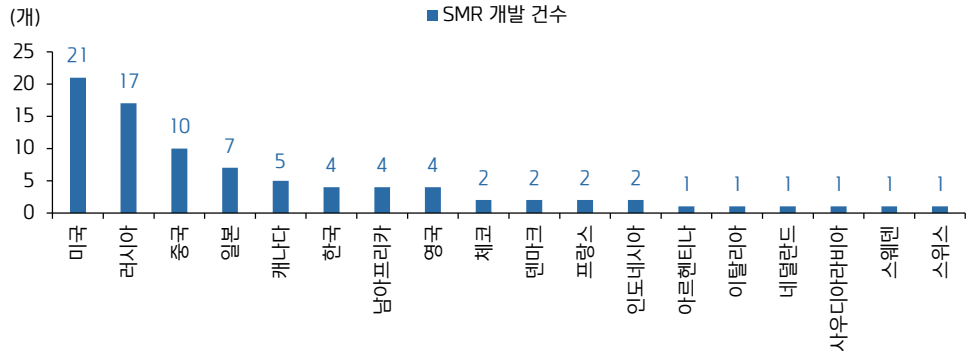
대다수의 국가들은 SMR 시장 선점을 위한 개발 경쟁을 전개하며 주요 노형들의 표준설계 및 인허가 과정을 마무리하고 있는 가운데 SMR 시장은 향후 큰 잠재력을 보유하고 있다고 평가된다. NEA(원자력에너지기구)에 따르면, 기후변화협약 시나리오상 2050년까지 원전 설비용량은 1,160GW가 될 것으로 추산되며, 기존 원전의 계속 운전 및 향후 건설 예정인 신규 원전 외 SMR이 약 375GW를 충당할 것으로 예측했다.

글로벌 SMR 시장 현황 및 전망



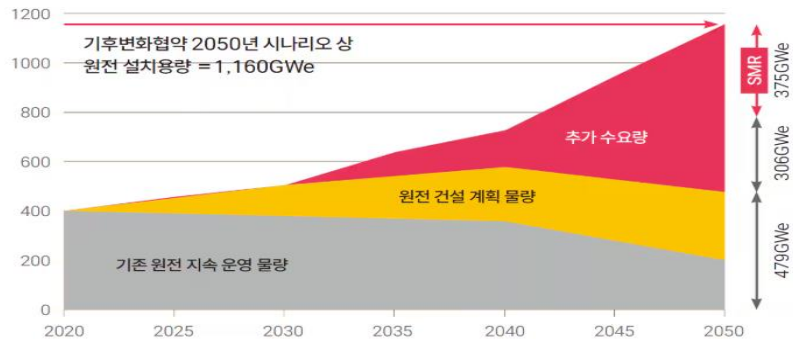
자료: Markets and Markets(2023), 키움증권 리서치센터

국가별 SMR(소형 모듈형원자로) 개발 현황



자료: IAEA, 키움증권 리서치센터

전세계 원자력 설비용량 전망치



자료: NEA, PwC, 키움증권 리서치센터

주요국 SMR 정책 및 전략

주요국	SMR 정책 및 전략
미국	<ul style="list-style-type: none"> 에너지부를 중심으로 SMR을 포함한 선진원자로 개발 및 실증에 집중 SMR 개발에 대한 확고한 '민간주도-정부지원' 체계 구축
프랑스	<ul style="list-style-type: none"> 정부의 강력한 원자력 이용 정책을 바탕으로 EU 원자력 리더십 유지 국제협력을 주도하여 유럽 내 SMR 핵심 수출국으로서의 입지 확보
일본	<ul style="list-style-type: none"> 국제협력을 통한 민간기업 역량 강화 및 2030년까지 주요 공급자 지위 획득 중장기적으로, SMR 및 고온가스로의 본격적인 양산체제를 확립하여 글로벌 진출
영국	<ul style="list-style-type: none"> 민간기업의 역량 강화 및 생태계 활성화를 위한 기금 조성 SMR 및 혁신 원자력 프로젝트 전주기를 지원하는 대영원자력부 출범
러시아	<ul style="list-style-type: none"> 러시아 국영기업 Rosatom을 중심으로 SMR 등 차세대 원자로 기술개발 활성화 세계 최초의 수상 부유식 원전 운영 등 해양용 SMR 개발에 공격적
중국	<ul style="list-style-type: none"> 2030년 탄소피크 달성을 위한 SMR 등 선진원자로 실증사업 공격적 추진 근미래 수출 시장에 신속하게 진입하기 위해 실증 및 상용화 강조
캐나다	<ul style="list-style-type: none"> 연방정부 및 주정부 주도 '팀 캐나다' 단결 및 SMR 배치 전략계획 및 시행 연구계와 산업계의 연계 강화를 통한 SMR 실증·배치에 집중

자료: 과학기술정보통신부, 키움증권 리서치센터

II. 미국의 원자력 리더십 회복을 위한 로드맵

미국의 원전 시장 경쟁력 제고를 위한 정책

미국은 전 세계 원자력 발전의 약 30% 이상을 차지하는 최대의 원자력 발전국이며, 현재 30개 주에서 30개의 전력 회사가 94기의 원자로를 가동하고 있다. 주요국들과 비교해보아도 설비용량, 원전 수 측면에서 미국은 전세계에서 약 20% 이상 비중을 차지하고 있다.

그럼에도 불구하고 미국의 원전 공급망은 1979년 3월 미국 역사상 최악의 원전사고로 불리는 스리마일섬 원전 사고 이후 사실상 붕괴되어 있는 상태이다. 현재 가동 중인 원자로의 대부분도 '70년대~'80년대에 사이에 건설되었으며, 스리마일섬 사고 이후 2013년까지 신규 원전 건설이 중단되었기 때문이다.

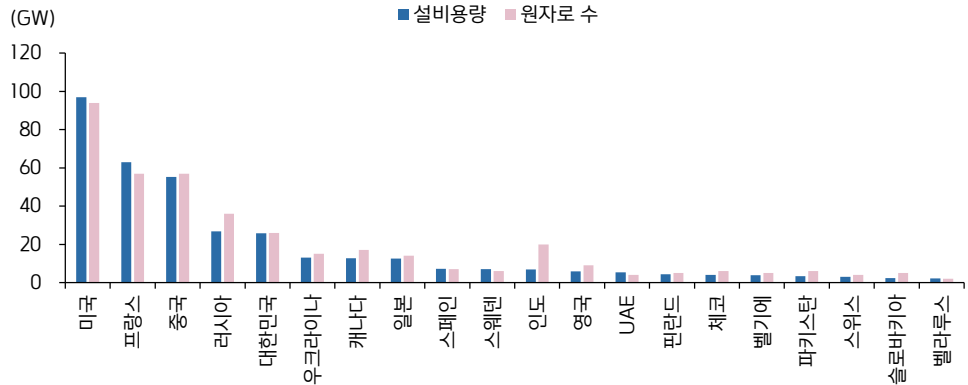
그러나, '17년 트럼프 대통령은 집권 이후 미국 에너지 정책을 전면 재검토해 원전 산업을 재차 부흥시키겠다고 선언하였다. 이에 따라, 당시 보글3, 4호기 건설에 대한 정부의 자금을 지원하고 SMR 부지를 선정하며 국가원자력혁신센터(NRIC)를 설립하였다. 이를 이어 바이든 대통령 또한 2050 탄소 중립 달성을 위한 행정명령에 서명하면서 탄소 중립을 위한 과도기적 에너지원으로서 원전을 무공해 전력으로 명시하였다. 또한, SMR 개발에 대한 막대한 자금 지원을 추진하고 IRA 세액 공제 대상에 원전을 포함하기도 하였다.

'22년 러우 전쟁 이후 에너지 안보와 더불어 러시아와 중국의 원전 시장 점유율 확대 견제를 위해 미국 내에서도 원자력 산업에 대한 지원 정책은 초당적 지지를 바탕으로 추진되었다. 실제로, 트럼프 1기 행정부 이후부터 바이든 행정부까지 이어져온 원자력 산업 분야에 대한 R&D 예산은 '24년 들어 오바마 1기 행정부 당시보다 약 2배 증가하였다.

이러한 정부 정책을 바탕으로 지난해 미국은 한 해 동안 원자력 산업 경쟁력을 위한 유의미한 진전을 이루었다. 지난해 4월 조지아주에 건설된 보글 4호기는 상업 운전을 개시함으로써 30년 만에 건설된 새로운 원전인 보글 3,4호기 건설 프로젝트가 최종적으로 완료되었다. 그 외에 경제적 이유로 '22년 조기 폐쇄된 팰리세이드 원전이 재가동을 추진하고 있으며, 해당 원전이 재가동되면 폐쇄 원전을 최초로 재가동 하는 사례가 된다.

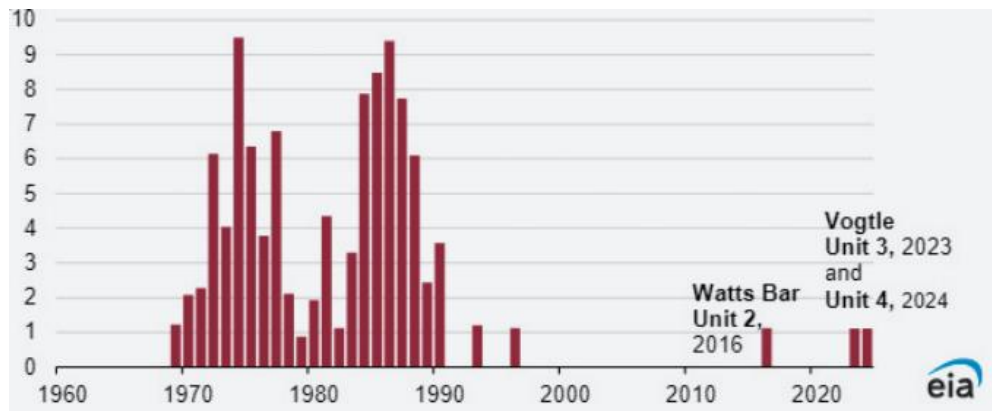
또한, 지난해 미국은 2050년까지 원자력 에너지 생산량을 현재의 3배로 확대하겠다는 선언을 이행하기 위한 프레임워크를 발표하였다. 즉, 기존 원전 재가동 및 시설 업그레이드 등을 통해 현재 100GW 수준의 원전 발전 용량을 2050년까지 약 300GW 수준으로 만들겠다는 것이다. 그 외에 글로벌 원자력 시장을 주도하기 위해 선진 원자로 기술 승인, 개발, 배치 가속화, 원자력 관련 국제 공조 강화 등의 내용을 포함한 핵심 법안인 ADVANCE 법이 미국 내 초당적 지지를 통해 제정되기도 하였다.

주요국 원전 수와 원전 설비용량 비교



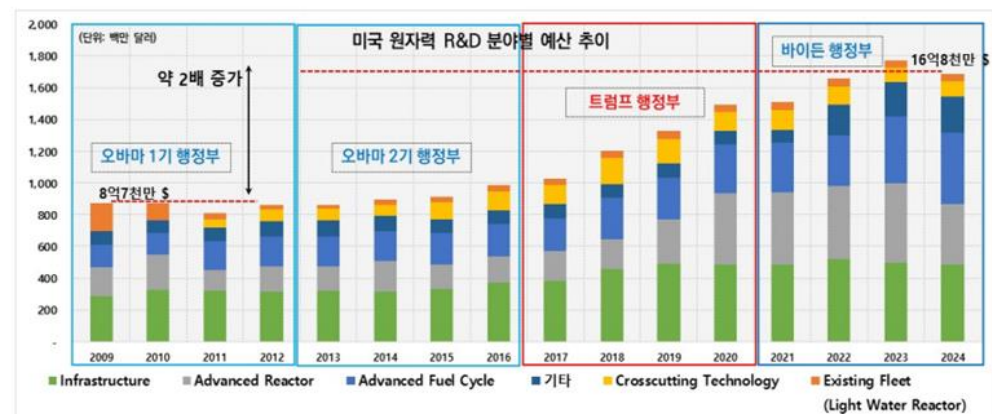
자료: IAEA PRIS, 키움증권 리서치센터

미국 연간 원전설비 추가 용량 추이



자료: EIA, 키움증권 리서치센터, 주) Watts bar 2호기는 '72년 착공 이후 중단되었다고 '07년 건설 재개 이후 '16년 완공

미국 원자력 분야 R&D 예산 추이



자료: DOE, KISTEP, 키움증권 리서치센터

트럼프 1기 행정부와 바이든 행정부 원자력 정책

바이든 행정부 (‘21~’24)	정책 기초
	Clean Energy Revolution
	- 청정에너지혁명
	- 셰일가스 생산 감축
	- 청정에너지로의 전환을 통한 재생에너지 분야 일자리 창출
	- 적극적인 기후변화 대응, 파리기후변화협약 복귀
	주요 정책·법제화 내용
	<ul style="list-style-type: none"> • 'FIRST(Foundational Infrastructure for Responsible Use of SMR Technology)' 프로그램 시행('21) - SMR 도입을 희망하는 국가 대상 워크숍, 타당성조사, 원자력 기술 및 규제 지원 등 해외 인프라 지원 - 체코, 폴란드, 가나 등 35 개국이 참여중. 미국, 캐나다, 한국, 일본 등 4 개국 기여중 • '초당적 인프라투자 및 일자리법안(Bipartisan Infrastructure Investment and Jobs Act, BIIJA)' 제정('21) - 1 조 2,000 억 달러 규모의 인프라 개선 및 일자리 창출을 위한 자금지원 패키지 정책으로, 기존 가동원전 대상 지원금 및 차세대 원자로 실증 프로그램(ARDP) 추가 지원금 등 포함 • '상용원전 운영지원 프로그램(Civil Nuclear Credit Program, CNC)' 시행('21) - BIIJA 제정에 따라 시행된 에너지부 주관 프로그램으로, 조기폐쇄 위기에 처한 민간 원전의 계속운전 지원을 위해 '21년부터 '31년까지 10년간 60 억 달러 투자 - 초당적 인프라법안(BIIJA)에도 포함 • 인플레이션감축법(Inflation Reduction Act, IRA)' 제정('22) - 원자력발전에 대한 생산세액 공제, 고순도저농축우라늄(HALEU) 연료의 연구개발 지원, 국립연구소의 원자력 혁신 연구 투자 등 포함 • '원자력발전법(ADVANCE Act)' 제정('24) - NRC 내 원자력 수출 및 국제협력 활동 전담부서 설립 허용, 러시아·중국산 핵연료 제재 및 수출통제, 선진 원자로 인허가/사전인허가 신청 검토 수수료 감면 및 관련비용 지원, 신규 원자로 통합 허가 신속화 등 자국 내 원자력산업 부흥 및 글로벌 원전시장 영향력 확대를 위한 포괄적 지원 포함
	정책 기초
	America First Energy Plan
	- 에너지 지배(energy dominance)
	- 셰일가스 생산 확대
	- 석탄·석유산업 부흥을 통한 일자리 창출
	- 원전산업 부흥
	- 파리기후변화협약 탈퇴, 독자 기후변화 활동 추진
트럼프 행정부 (‘17~’20)	주요 정책·법제화 내용
	<ul style="list-style-type: none"> • '원자력 혁신역량법(Nuclear Energy Innovation Capabilities Act, NEICA)' 제정('18) - 차세대 핵연료 개발 가속화 추진, 민간협력 기반의 차세대 원자로 실험 및 실증시설 마련, 정부와 민간 사업자가 신규원전 인허가 신청 비용 분담 • '원자력 혁신 및 현대화법(Nuclear Energy Innovation and Modernization Act, NEIMA)' 제정('19) - 차세대 원자로의 혁신 및 상용화를 위한 기술과 규제절차 개발, 인허가 수수료 회수 구조 개정, 차세대 원자로의 승인절차 간소화, NRC 의 예산 및 수수료 제도의 투명성·책임성 강화 • 차세대 원자로 실증 프로그램(Advanced Reactor Demonstration Program, ARDP) 시행('20) - 산업계와 비용 분담해 차세대 원자로 실증 추진 → '28년까지 25 억달러 투자 - 초당적 인프라법안(BIIJA)에 포함

자료: 한국원전수출산업협회, 키움증권 리서치센터

트럼프 2기 집권 후에도 원자력 정책의 경우에는 바이든 행정부에서 추진되어온 정책이 그동안 양당이 초당적으로 협력하여 추진해온 것으로 원자력 정책의 큰 틀은 변하지 않고 지속될 것으로 전망된다. 다만, 지난 바이든 행정부가 IRA, IIJA법 등을 통한 정부 주도의 보조금 정책 중심이었다면, 트럼프 2기 행정부는 Project 2025에서 제시된 바와 같이 민간 주도의 원자로 실증 및 상업화를 위해 기술 개발 지원과 규제 간소화 등의 정책적 지원으로 뒷받침해줄 것으로 판단된다.

특히, 원자력 전반에 우호적인 스탠스를 취했던 트럼프 1기 때를 이어서 트럼프 2기에서는 기존 원전보다는 SMR 개발에 원자력 정책의 초점이 맞춰질 것으로 보인다. 트럼프 대통령이 지명한 크리스 라이트 미 에너지부 장관은 SMR 기업인 오클로의 이사이기도 하다. 최근 그는 천연가스를 포함해서 원자력 발전을 확대해야한다고 언급하였다. 또한, 대형원전 건설에 소요되는 막대한 기간과 비용을 감안시 SMR이 현실적 대안으로 적절하다는 의견을 피력한 바 있다.

트럼프 대통령은 최근 행정 명령으로 SMR 가동 및 폐쇄 원전 재개 등에 대한 자문을 제공할 에너지 지배위원회를 설립하기도 하였다. 에너지 패권을 위한 트럼프의 정책적 행보가 본격화됨에 따라 향후 미국 내 원자력 산업에 대한 정책적 지원도 속도감 있게 추진될 것으로 예상된다.

트럼프 2기 행정부의 원자력 정책 방향성

	주요 정책·법제화 내용
트럼프 2기 행정부 (‘25~)	• 원전 이용 확대 <ul style="list-style-type: none"> - (에너지부 원자력국 조직 개편) 원자력국은 R&D 활동에만 집중할 수 있도록 조직 체계 개편 - (규제 개선) 원자력규제위원회(NRC) 규제요건 개선, 인허가 절차 간소화 및 수수료 체계 효율화 - (신속한 인허가 검토) 경수로 통합인허가, 설계인증, 기존 원전 부지 조기 부지허가 신속 처리
	• 선진 원자로 개발 <ul style="list-style-type: none"> - (민간 주도 실증) 기존에 진행 중인 프로젝트를 제외한 원자로 실증 및 상업화 프로젝트는 민간이 주도
	• 핵연료주기 <ul style="list-style-type: none"> - (에너지부 내 방폐물 관리실 재신설) 사용 후 핵연료 관리의 중요성 강조하며 에너지부 내 방폐물 관리실 재신설 등 관련 조직 확대 추진 - (처분 부지 선정 노력) 동의기반 부지 선정 절차로 구체적 결과 도출

자료: 에너지경제연구원, 키움증권 리서치센터

원자력 패권 확보를 위한 미국의 우라늄 공급망 구축

결국, 중국과 러시아 중심으로 개편된 원전 시장의 주도권 확보를 위해 트럼프 2기 행정부는 전략적으로 신규 원전 건설보다는 SMR 및 선진원자로 중심의 첨단 기술을 바탕으로 한 원전 공급망 재건에 초점을 맞추고 있는 상황이다. 실제로, 보글 3,4호기 건설 프로젝트 과정에서 높은 비용과 일정 지연 문제로 대형 원전 건설 사업의 효율성에 대한 문제 인식이 미국 내에서 불거졌었다. 이는 오랜 세월 신규 원전 건설을 진행하지 않음에 따라 미국 내 원전 역량이 악화되었기 때문이다.

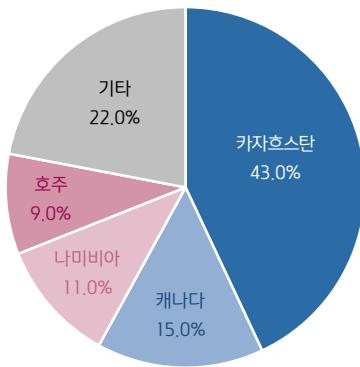
SMR 주도권을 확보하기 위해서는 핵연료 공급망 구축이 필수적이다. 이에 따라, 러시아-우크라이나 전쟁 이후 원자력 발전의 핵심 연료인 우라늄 공급 부족 장기화가 우려되는 상황에서 미국은 우선적으로 핵연료 공급망 구축에 집중하고 있는 상황이다.

원자력 발전소에서 전기를 만들기 위해서는 자연 상태의 우라늄에서 핵분열이 가능한 원소인 '우라늄-235'의 비율을 높이는 농축 과정이 필요하다. 농축도에 따라 대다수의 원전에 사용되는 우라늄-235의 농도가 5% 이하인 저농축우라늄(LEU), 농축도가 5~10%인 3세대 원자로에서 사용되는 LEU+, 5%에서 최대 20%까지 농축도를 가진 SMR 및 선진 원자로에서 사용되는 HALEU 등으로 농축 우라늄은 구분된다.

KOTRA에 따르면, 미국 에너지관리국(EIA)에서 발표한 '23년 기준 미국 내 원전 운영사들은 캐나다(27%), 카자흐스탄(25%), 러시아(12%), 우즈베키스탄(11%), 호주(9%) 등에서 우라늄을 수입하고 있다. 이 중 미국산은 5%에 불과하며, 동맹국으로 분류할 수 있는 국가는 캐나다와 호주뿐이다. 특히, 핵연료로 사용하기 위해 필요한 우라늄 농축 부문의 경우에는 핵확산금지조약(NPT)로 인해 현재 러시아(Rosatom, 44%), 영국(Urenco, 29%), 중국(CNNC, 14%), 프랑스(Orano, 12%) 등 4개 기업이 사실상 장악하고 있는 과점 구조이다. 더 나아가서 SMR 및 차세대 원자로를 위한 핵심 연료인 HALEU를 공급할 수 있는 국가는 사실상 러시아(Tenex) 밖에 없다는 점이 미국이 우라늄 공급망 확보에 열을 올리는 이유이다.

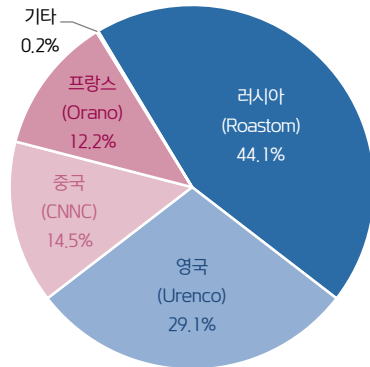
이를 인식하여 지난 바이든 행정부에서는 러시아 및 중국에 대한 농축 우라늄 의존도를 낮추기 위해 IRA를 통한 HALEU 공급망 구축에 7억 달러를 투자하기로 하였으며, 2028년까지 러시아산 우라늄 수입을 공식적으로 금지하는 법안을 통과시키는 등 자국 내 핵연료 공급망 강화를 적극적으로 추진하고 있다.

글로벌 우라늄 생산국 비중 비교



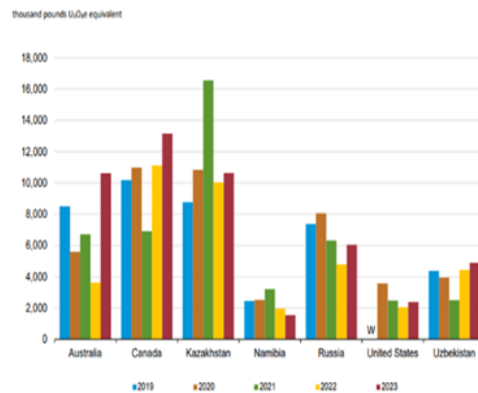
자료: IEA, 키움증권 리서치센터, 주) 2022 년 기준

글로벌 농축 우라늄 설비용량 비중 비교



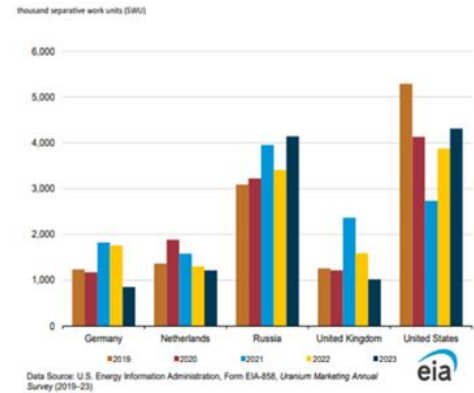
자료: WNA, 키움증권 리서치센터, 주) 2022 년 기준

미국 원전 운영사 구매 우라늄 원산지 국가



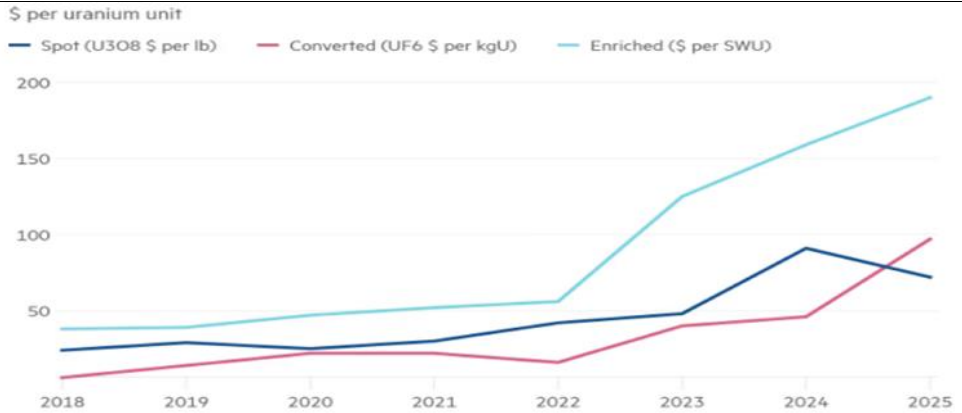
자료: EIA, 키움증권 리서치센터

미국 원전 운영사 대상 우라늄 농축 서비스 제공 국가



자료: EIA, 키움증권 리서치센터

우라늄 정광, 우라늄 변환 서비스, 우라늄 농축서비스 가격 추이



자료: UxC, Ocean Wall, 키움증권 리서치센터

빅테크 기업의 원자력 및 SMR 투자

글로벌 AI 패권 경쟁으로 인해 데이터센터 투자 증가와 이로 인한 전력수요 급증도 미국 내 주요 기업들이 원자력을 비롯한 SMR 투자에 집중하는 또 다른 배경이다. 100MW 이상의 전력을 필요로 하는 하이퍼스케일 데이터센터의 등장은 필연적으로 전력 수요의 증가로 이어지기 때문이다. 특히, '23년 4분기 기준 글로벌 데이터센터 용량 중 절반 이상(51%)이 미국이 차지하고 있는 상황이다. AI 서비스 확대로 2028년까지 미국 데이터센터의 연간 전력 소모량은 74~132GW로, 전체 전력 소비량의 6.7%~12% 수준까지 차지할 것으로 전망된다.

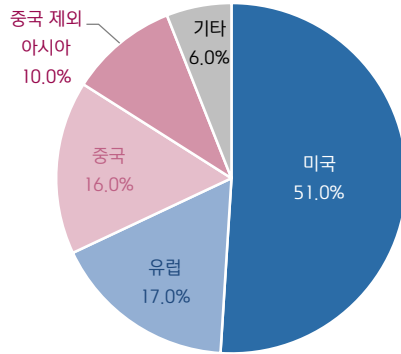
이러한 상황에서 미국 내 빅테크 기업들은 데이터 센터별 전력 수요 급증에 대응하기 위해 원자력 및 SMR에 집중적으로 투자하고 있다. 아마존은 지난해 3월 미 원전 기업 탈렌 에너지로부터 탈렌 원전으로 가동되는 데이터센터를 인수했으며, 10월 선진원자로 개발사인 X-Energy에 투자하겠다는 계획을 발표했다. 또한, 도미니언 에너지와도 SMR 개발을 위한 계약을 체결하기도 하였다. 그 외에 구글도 지난해 10월 카이로스파워와 선진원자로 발전소 배치를 통한 전력구매 계약(PPA)을 체결하였다.

주요 빅테크 기업들이 넷제로 목표 달성을 천명했다는 점도 원자력 및 SMR 개발에 집중하고 있는 이유이다. AI 붐으로 인해 피할 수 없는 전력 수요 급증은 주요 빅테크 기업들의 넷제로 달성에 장애물로 인식되고 있다. 실제로, 구글은 '23년 온실가스 배출량이 '22년 대비 13% 증가했으며, 마이크로소프트 또한 데이터 건설로 인해 2020년 이후 탄소배출량이 약 30% 증가했다고 밝혔다. 이에 따라, 재생에너지 만으로 넷제로 목표 달성에 어려움을 인식한 빅테크 기업들은 무탄소 에너지 공급을 위해 SMR 투자를 확대하고 있다.

한편, 데이터센터 운영을 위해서는 하루종일 안정적으로 전력 공급이 이루어져야 한다. 원자력은 지속적으로 전력을 생산할 수 있으며, 수요 변화에 민감하지 않아 안정적이다. 실제로, '23년 미국 에너지원별 설비 이용률을 살펴보면, 전기 생산이 날씨 등 외부요인에 따라 좌우되는 수력(35.0%), 풍력(33.2%), 태양광(23.2%) 등의 신재생 에너지 대비 원자력은 93%로 가장 안정적으로 전력을 공급하고 에너지원임을 알 수 있다

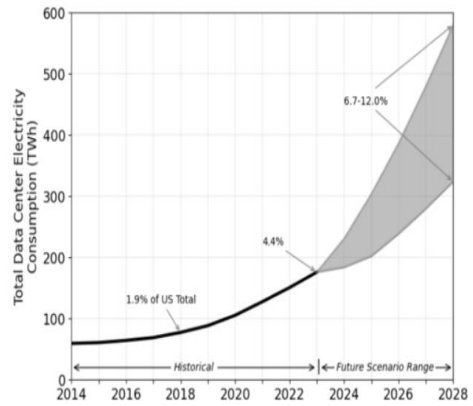
특히, SMR의 경우 주요 부품을 하나로 통합해 만들기 때문에 건설 기간이 짧고 건설 비용 또한 대형 원전의 약 5분의 1에 불과하다. 또한, 대형 원전에 비해 사고 시 방사성 물질 누출 위험도 낮다는 점에서 안정성도 높다. 이러한 배경 하에 빅테크 기업들은 데이터센터별 안정적인 전력 수급과 기후위기, 사회적 책임을 동시에 달성하기 위한 수단으로 SMR에 투자를 확대하고 있다.

글로벌 데이터센터 용량 비중



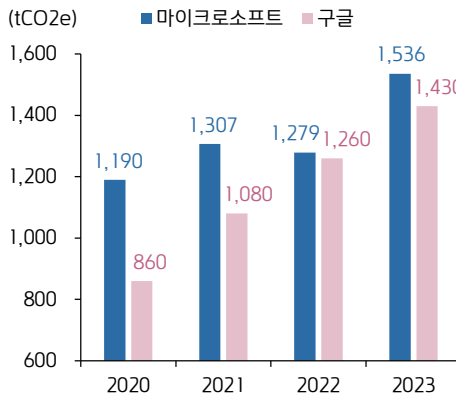
자료: Synergy Research Group, 키움증권 리서치센터

미국 데이터센터 연간 총 전력 수요 전망



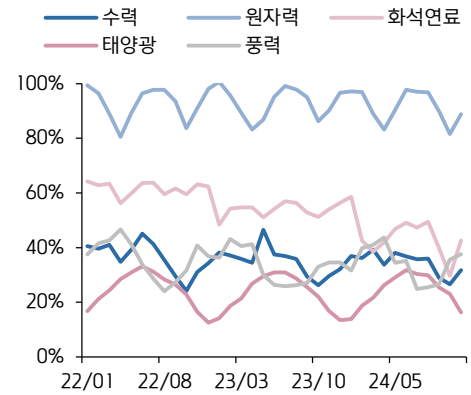
자료: The Lawrence Berkeley National Laboratory, 키움증권 리서치센터

마이크로소프트, 구글 온실가스 배출량 추이



자료: 각 사, 키움증권 리서치센터

미국 에너지원별 설비 이용률 추이



자료: EIA, 키움증권 리서치센터

주요 빅테크 기업의 원자력 및 SMR 활용 현황

구글	- SMR 스타트업 '카이로스파워'와 2035년까지 총 500MW 전력 구매 계약 체결
아마존	- 미국 원전 기업 탈렌 에너지 데이터센터 인수 - 약 5억 달러 규모의 자금을 선진원자로 개발사인 X-energy에 지분 투자 - 도미니언 에너지와 버지니아주 원전 인근에 SMR 배치를 위한 MOU 체결
마이크로소프트	- 콘스텔레이션 에너지가 소유한 쓰리마일섬의 원전 1호기에서 생산된 전력에 대해 20년간 구매하는 계약 체결
오픈 AI	- 샘 올트먼 CEO, 핵융합 스타트업 오클로의 SMR 개발에 참여
오라클	- 래리 엘리슨 회장은 전력 수요 급증을 이유로 3개의 SMR로부터 전력을 공급받는 데이터센터를 설계하고 있다고 발표

자료: 언론보도, 키움증권 리서치센터

Ⅲ. 원자력의 시대, K-원전의 기회

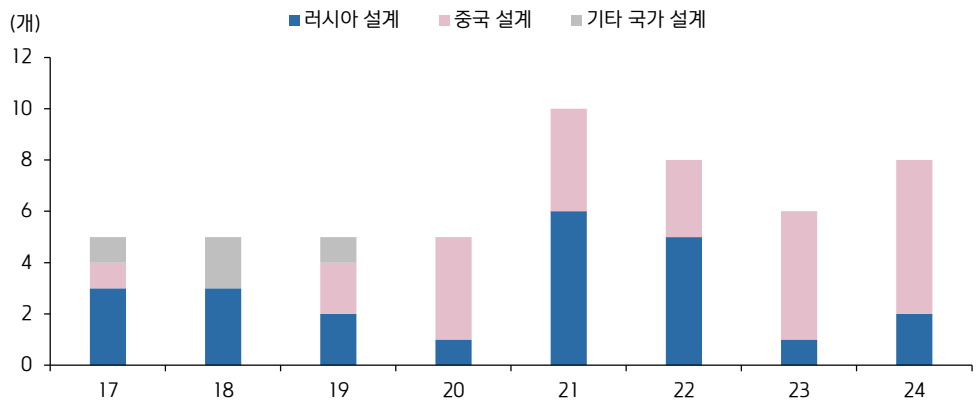
글로벌 원전 패권 경쟁 시대

2010년대 들어 자유진영국가인 미국, 프랑스, 일본 등의 전통적인 원전 강국들이 탈원전을 이어가는 동안 전세계 원전 시장의 주도권은 러시아와 중국으로 이동하였다. '17년 이후 '24년까지 총 52개의 원전이 착공을 시작하였는데, 그 중 4기를 제외한 모든 원전이 중국 설계(25기)와 러시아 설계(23기) 기반으로 건설되었다. 원전 수출 관점에서 본다면, 지난 10년 동안 러시아가 원전 수출을 주도해왔지만 최근에는 중국도 파키스탄, 아르헨티나 에 원전을 건설하는 등 본격적으로 원전 수출 시장에 진입하고 있다 중국과 러시아 모두 정부 주도의 강력한 지원이 원전 시장의 강자로 자리매김할 수 있었던 배경이다.

그러나, 최근 미국은 이와 같이 러시아와 중국 중심으로 개편되고 있는 원전 시장을 심각한 안보 위협으로 인식함에 따라 적극적으로 원전 패권을 되찾으려고 하고 있다. 기존에 미국에서의 원전 수출은 대부분 민간 주도로 이루어졌으나, 최근에는 동맹국과 원전 수출 협력을 강화하는 등 정부의 적극적 개입이 이루어지고 있다. 이에 따라, 자유진영을 대표하는 미국, 유럽 등의 서방국과 중국, 러시아와의 구도로 원전 패권 경쟁이 양분화되고 있는 흐름이다.

현재 전세계에서 원전을 건설해 수출할 수 있는 기업을 보유한 국가는 미국, 프랑스, 중국, 러시아 그리고 한국 등의 5개 국가에 국한된다. WNA에 따르면, '25년 2월 기준 원전 수출 국가(미,프,중,러,한)를 제외한 국가들 내 건설이 계획되었거나 건설이 제안된 원전 수는 총 165기이며, 설비용량은 약 152GW 수준이다. 유럽, 중동, 아시아 등 주요국들의 원전 확대 기조가 두드러짐에 따라 향후 해당 수치는 더 증가할 것으로 예상된다. 이러한 흐름은 경쟁력 있는 국내 원전 기업들에게 수출의 길을 열어줄 수 있는 기회로 작용할 것이다.

2017년~2014년, 중국 및 러시아산 기술과 기타 국가 기술 설계의 원전 착공 건수 비교



자료: IEA, 키움증권 리서치센터

전세계 국가별 원전 건설중, 건설 계획, 건설 제안 현황

	건설중 (Under construction)		건설 계획 (Planned)		건설 제안 (Proposed)	
	기수	용량(MW/e)	기수	용량(MW/e)	기수	용량(MW/e)
중국	29	33,165	36	38,710	158	186,450
인도	7	5,900	12	8,400	28	32,000
러시아	6	4,102	14	8,930	36	37,716
이집트	4	4,800	0	0	0	0
튀르키예	4	4,800	0	0	8	9,600
방글라데시	2	2,400	0	0	2	2,400
일본	2	2,756	1	1,385	8	11,562
한국	2	2,680	2	2,800	0	0
우크라이나	2	1,900	2	2,500	7	8,750
영국	2	3,440	2	3,340	2	2,300
아르헨티나	1	29	1	1,150	1	750
브라질	1	1,405	0	0	8	8,000
이란	1	1,057	2	1,417	6	5,200
파키스탄	1	1,100	0	0	0	0
슬로바키아	1	471	0	0	1	1,200
아르메니아	0	0	0	0	1	1,060
벨라루스	0	0	0	0	0	0
벨기에	0	0	0	0	0	0
불가리아	0	0	2	2,300	0	0
캐나다	0	0	2	400	9	5,700
체코	0	0	1	1,200	3	3,600
핀란드	0	0	0	0	0	0
프랑스	0	0	0	0	6	9,900
독일	0	0	0	0	0	0
가나	0	0	0	0	1	1,000
헝가리	0	0	2	2,400	0	0
카자흐스탄	0	0	0	0	1	1,200
멕시코	0	0	0	0	2	2,000
네덜란드	0	0	0	0	2	2,000
폴란드	0	0	3	3,750	26	10,000
루마니아	0	0	2	1,440	6	462
사우디아라비아	0	0	0	0	2	2,900
슬로베니아	0	0	0	0	1	1,200
남아프리카공화국	0	0	0	0	2	2,400
스페인	0	0	0	0	0	0
스웨덴	0	0	2	2,500	0	0
스위스	0	0	0	0	0	0
UAE	0	0	0	0	2	2,800
미국	0	0	0	0	13	10,500
우즈베키스탄	0	0	0	0	2	2,400
전세계	65	70,005	86	82,622	344	365,050

자료: WNA, 키움증권 리서치센터

주) 2025년 2월 기준. '건설중' 원전은 콘크리트 타설이 진행된 원전, '계획된 원전'은 자금지원 약속 등이 이루어졌으며 향후 15년 내 준공이 예상되는 원전, '제안된' 원전은 특정 프로그램이나 부지는 제안됐으나 준공시기만 불확실한 원전 의미

국내 원전 산업의 경쟁력

이처럼, 미국을 필두로 한 서구 국가들과 중국, 러시아로 양분화된 원전 패권 경쟁 구도는 한국 입장에서 원전을 수출하는 데 있어서 오히려 더 유리한 여건이 될 수 있다. 원자력 기술은 안보와 밀접한 관련이 있기 때문에 국가 간의 외교 관계 혹은 정부 차원의 안보적 지원이 원전을 수출하는 데 있어서 매우 중요하다. 따라서, 원전 수입 국가 측면에서는 현재와 같이 양분화된 패권 경쟁 구도를 감안할 수 밖에 없고, 이에 따라 안보적 명분으로 일부 원전 수입 국가는 중국, 러시아를 배제할 가능성이 높다.

실제로, 체코 정부는 러시아의 우크라이나 침공, 미국의 중국 견제 등의 국가 안보를 명분으로 체코 두코바니 원전 수주 경쟁에서 중국과 러시아를 배제하였다. 이러한 배경 하에서 지난해 7월 약 24조원 규모의 두코바니 원전 수주 사업에서 한국이 우선협상자로 선정될 수 있었다. 이 같은 사례를 감안해본다면, 향후 안보적 이유로 중국과 러시아가 배제될 수 있는 원전 수입 국가를 대상으로 한 원전 수출 경쟁은 한국, 미국, 프랑스의 삼파전 구도로 형성될 것으로 예상된다.

미국, 프랑스, 한국의 삼파전으로 이루어질 경우 기술력 및 경제성이 핵심 결정 요인이 될 것으로 보인다. 먼저, 풍부한 경험에 기반한 건설 노하우와 기술력 측면에서 한국은 이미 우수한 평가를 받고 있다. 한국은 원전의 설계부터 기기 공급, 건설, 시운전 및 운영까지 원전 산업 기술의 자립을 완료한 상태이다. 이러한 기술력을 바탕으로 3세대 신형 경수로인 APR1400을 개발하였고, 2009년 UAE 바라카 원전 4기를 해외에서 건설한 레퍼런스도 보유하고 있다. 또한, APR1400은 유럽사업자요건(EUR) 인증을 취득했으며, 미국 원자력안전규제위원회(NRC)로부터 표준설계인증도 취득해 안정성도 공인받은 상태이다.

원전 수출국의 장단점 비교

	한국	미국	프랑스	중국	러시아
원전공급사	한국수력원자력	웨스팅하우스	아레바	CGN	로사톰
원전모델	APR1400	AP1000	EPR	HPR1000	VVER1200
건설단가	3,517	11,638	7,931	4,174	6,250
장점	- 가격 경쟁력 - 공사기간 준수	- 미 행정부 영향력과 외교적 지원	- 서유럽 내 건조한 입지	- 정부의 차원의 대규모 차관 제공 및 지원	- 정부의 차원의 대규모 차관 제공 및 지원
단점	- 핵연료 공급망 구축이 자체적으로 완전하지 않음 - 국내 정권 리스크 우려	- 자국 내 원전 건설 중단 경험으로 원전 공급망 붕괴 - 자국 내 프로젝트 공사 기간 지연 및 예산 초과	- 자국 및 핀란드 프로젝트 공사 기간 지연 및 예산 초과	- 안보 우려 - 미국의 중국 견제	- 안보 우려 - 러우 전쟁에 따른 반러 정서

자료: WNA, 언론보도, 키움증권 리서치센터, 주) 건설단가는 달러/KWe

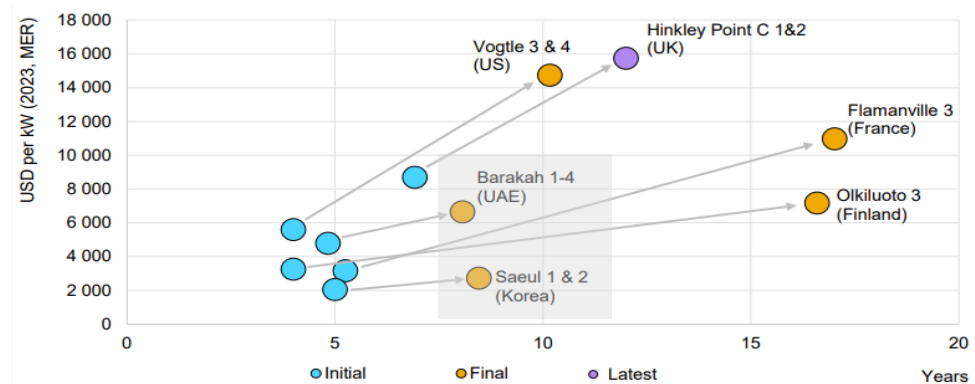
특히, 한국이 미국과 프랑스에 비해 유리한 위치를 점하고 있는 부분은 가격 경쟁력과 공사 기간 준수에 있다. 실제로, 체코 두코바니 원전 수주에 성공할 수 있었던 요인도 정해진 예산 내 적기 시공이 유효했던 것으로 분석된다.

신규 원전의 비용은 기본적으로 자본비, 운영비, 핵연료비 3가지 요소로 구성된다. 특히, 초기 투자 비용이 막대한 신규 원전 건설 특성상 자본비가 전체 비용에서 차지하는 비중의 80%가 넘으며, 나머지는 운영비(15%)와 연료비(5%) 수준에 그친다. 또한, 자본비는 다시 총 건설비의 80%를 차지하는 건설순비용(Overnight cost, 금융비용을 제외한 건설비)와 발전소 20%의 비중을 차지하는 건설 자금에 대한 이자 비용으로 구분되는데, 건설이 지연될 경우 이자비용이 증가하는 구조이다.

지난 10년 동안 서방 국가에서는 원전 건설 지연 사례가 빈번하게 나타났으며, 대부분의 프로젝트는 상당한 지연으로 인한 이자비 상승의 문제를 겪었다. 30년 만에 처음으로 추진된 신규 원전 건설 프로젝트인 보글 3,4호기는 원래 일정보다 약 10년 연장되었으며 이로 인해 초기 예상보다 자본 비용이 약 2배 이상 증가하였다. 이는 프랑스도 마찬가지이다. 프랑스 전력회사 EDF가 건설한 핀란드 올킬루오토 3호기도 2009년 가동 예정이었지만, 2022년에야 전력망에 연결되며, 초기 추정 비용보다 약 2.5배 증가했다.

건설 지연의 원인은 다양한 요인들이 있지만 근본적으로 미국과 프랑스가 지난 10~20년 동안 새로운 원전을 건설한 경험이 없었고, 이로 인해 원전 공급망이 약화되었다는 점이 가장 큰 원인으로 지목된다. 이와 달리, 축적된 원전 건설 경험과 공급망이 완비된 한국이 건설한 새울 1,2호기와 바라카 원전은 상대적으로 적은 일정 지연을 겪었고, 이로 인해 초과 비용이 거의 들지 않은 상태로 완공될 수 있었다.

주요 원전 프로젝트의 초기 예상과 실제 건설기간(X축) 및 자본비용(Y축) 비교



자료: IEA, 키움증권 리서치센터, 주) 음영 부분이 한국이 건설한 원전

한미 원자력 협력을 통한 기회

한편, 글로벌 원전 시장에서 미국의 국제적 영향력이 증가할 것으로 예상되는 가운데 원전 분야에서의 한미 협력은 국내 원전 산업에 기회이다. 올해 1월 한국과 미국은 원자력 수출 및 협력에 관한 기관 간 약정(MOU)를 최종적으로 확정 체결하였다. 금번 MOU는 한미 간 수출 통제 협력을 강화하는 것을 골자로 하고 있다는 점에서 향후 미국과 협력하여 해외 원전 시장 공략이 더 용이해진 상황이다.

이처럼, 원자력 분야에서 한미 협력이 공고해짐에 따라 최근 한수원과 웨스팅하우스의 지재권 분쟁이 원만히 타결되었다는 점도 긍정적이다. 올해 초 한전 및 한수원은 그동안 원전 수출에 있어서 걸림돌 역할을 했던 웨스팅하우스와의 지재권 분쟁을 공식적으로 끝내고 글로벌 원전 시장에서 한미 협력을 강화하기로 했다고 밝혔다. 이에 따라, 3월 중 본계약을 앞두고 있는 체코 원전 수주 건도 웨스팅하우스의 견제 없이 무난히 체결될 것으로 예상된다.

또한, 한미 협력의 강화는 곧 미국 내 자체적인 원자력 공급망 구축 과정에서 국내 기업과 협력할 가능성이 높아질 수 있음을 시사한다. 지난해 발간된 미국 에너지부(DOE) 보고서에 따르면, 현재 미국 모든 원자로 세대에 걸쳐 공통적으로 나타나는 공급망 우려 사항은 대형 주단소재 및 주기기 공급망 약화라고 지적했다. 미국의 AP1000과 같은 대형 원자로에 필요한 부품을 자체적인 공급망을 통해 조달하기 어렵기 때문에 파트너십을 구축한 국내 원전 기자재 업체와의 협력이 기대될 수 있는 부분이다.

미국 내 SMR 기술 개발 과정에서 국내사와의 협력도 예상된다. 트럼프 행정부는 2025년 원전 정책 로드맵을 통해 2023년까지 최소 10기의 SMR 발전소를 신규 건설하겠다는 목표를 밝혔다. 이에 따라, 2035년까지 미국 신규 원전 발전량의 30% 이상이 SMR로 대체될 것으로 예상된다. 여기에 미국의 경쟁국인 중국과 러시아도 SMR 사업에 집중하고 있기 때문에 SMR을 통해 원자력 패권 선점을 노리는 미국은 원전 건설에 있어서 기술력을 보유한 국내 기업과 협력할 가능성이 높다고 판단된다.

이미 국내 대표적인 원전 기업들은 미국 SMR 시장에 진출하고 있다. 대표적으로, 두산에너지빌리티는 '19년과 '21년 두 차례 뉴스케일 파워에 투자하며 미국 내 SMR 공급망 구축에 참여하고 있으며, 빌게이츠가 설립한 테라파워와도 협력하며 핵심 기자재를 제작중인 상황이다. 또한, 그 외의 다수의 국내 기업들이 현재 미국의 유력 SMR 기업과 협력 관계를 구축하였다. 향후 이 같은 국내 기업과 미국 SMR 기업과의 협력 사례는 보다 더 증가할 것으로 예상된다.

한미 원자력 수출 및 협력 원칙에 관한 기관 간 약정(MOU) 서명

<한·미 공동 보도자료(1.8.)>

대한민국 산업통상자원부와 외교부는 오늘 미합중국 에너지부 및 국무부와 "한미 원자력 수출 및 협력 원칙에 관한 기관 간 약정(MOU)"에 서명하였다. 이번 MOU는 양국 기관이 2024년 11월 잠정 합의한 내용을 최종적으로 확정하는 것이다.

한미 양국은 70년 넘게 민간 원자력 분야에서 협력해 왔으며, 이러한 협력의 초석은 최고 수준의 원자력 안전, 안보, 안전조치 및 비확산 기준에 따라 원자력의 평화적 이용을 극대화하기 위한 양국의 상호 헌신을 반영한다.

이번 MOU는 양국의 오랜 파트너십에 기반하고 있으며, 민간 원자력 기술에 대한 양국의 수출통제 관리를 강화하는 가운데 제3국의 민간 원자력 발전 확대를 위한 양측 기관 간 협력 프레임워크를 제공한다. 또한, 양국이 원자력 분야의 새로운 기술 등장에 효과적으로 대응할 수 있는 협력 경로를 제공할 것이다.

자료: 외교부, 키움증권 리서치센터

DOE의 미국 원전 기자재 공급망 진단 결과

Step	Supply chain segments to meet the demand of the final product	Significant domestic suppliers	Cost competitive among US suppliers	Cost competitive between US suppliers vs. global suppliers	Is foreign supply source significant secure?	Likely best course of action
Mining and milling	Indium, Niobium, Yttrium, Hafnium	No	N/A	N/A	May be	Leverage intl. markets
	Chromium, Nickel	No	?	?	Yes	Leverage intl. markets
	Cadmium, Cobalt, Copper, Lead, Silver, Tin, Titanium, Tungsten, Vanadium, Zirconium	Yes	Yes	Yes	Yes	Expand existing US capability and leverage intl. markets
Processing	Steel	Yes	Yes	Yes	N/A	Expand existing US capability
	Concrete	Yes	Yes	Yes	N/A	Expand existing US capability
	Other	Yes	Yes	Yes	N/A	N/A
Component Assembly	Large component forging and manufacturing	No	?	?	Yes	Expand existing US capability and leverage intl. markets
	Other component forging and manufacturing	Yes	Yes	Yes	Yes	Expand existing US capability
	Module assembly	Limited	N/A	N/A	May be	Build US capability

자료: DOE, 키움증권 리서치센터

국내 기업의 미국 SMR 투자 현황

노형	국내 투자 기업	사업 협력 현황 및 투자 규모
TerraPower	SK SK 이노베이션	• (SK) 국내와 동남아 등에서 상용화 사업 공동 추진 계획 (2억 5,000만 달러)
	HD 한국조선해양	• (HD 한국조선해양) 용융염자로 공동 개발 위한 기술 교류 (3,000만 달러)
NuScale Power	두산에너지빌리티	• (두산에너지빌리티) 모델 제작성 검토 참여, 기자재 제작 준비중 (1억 4,000만 달러)
	삼성물산	• (삼성물산) SMR 활용 수소 생산연구 및 실용화 연구 협력 (7,000만 달러)
	GS 에너지	• (GS 에너지) 울진 산단 사업 타당성 검토 (4,000만 달러)
X-energy	두산에너지빌리티	• (두산에너지빌리티) 주기기 제작설계 용역 계약 체결, 주기기 제작방안 및 설계 최적화 방안 연구, 시제품 제작 등 수행중 (500만 달러)
	DL 이앤씨	• (DL 이앤씨) 글로벌 SMR 플랜트 사업 개발 추진중 (2,000만 달러)

자료: 언론보도, PwC, 키움증권 리서치센터

국내 정권 교체 리스크는 잔존, 다만 과도한 우려는 지양

에너지 3법(전력망특별법, 해상풍력특별법, 고준위특별법)이 국회 본회의에서 통과하고 11차 전기본도 확정됨에 따라 국내 원자력 관련 정책 불확실성도 한층 완화되었다. 현재 한빛원전, 고리원전 등 국내 주요 원전들의 핵연료 저장률이 80%를 초과하며 포화 직전까지 이른 상태이다. 이에 따라, 2030년 안팎으로 저장 시설 포화로 기존 원전 운영이 중단될 수 있고 이는 향후 원전 수출의 걸림돌로까지 작용할 수 있다는 우려가 제기되어 왔다.

금번 고준위 방폐장법이 최종적으로 통과하면서 사용후핵연료 영구처분장을 건설할 수 있고 중간저장시설을 건설하여 임시 저장 문제를 해결할 수 있는 법적 근거를 마련할 수 있게 되었다. 이는 유럽형 원전 수출 측면에서도 긍정적인 부분이다. 유럽은 EU 텍소노미를 통해 원자력이 친환경 에너지로 분류할 수 있는 조건 중 하나로 2050년까지 고준위 방폐장 건설 계획을 세워야 한다고 규정하고 있다. 금번 고준위법의 통과는 원전 수출에 있어서 장애물이 해소되었다는 점에서 국내 원전업에 수혜로 작용할 수 있다.

에너지 3법과 함께 11차 전기본도 최종적으로 확정되었다. 이에 따라 대형 원전 1기는 유보하기로 하였으며, 오는 2038년까지 대형 원전 2기(2.8GW)와 소형모듈형원전(SMR) 1기(0.7GW)를 신규 건설하기로 확정되었다. 당초 초안 대비 1기가 조정된 점은 아쉬운 부분이지만, 금번 확정안으로 탄핵 정국에 따른 11차 전기본 확정 지연에 따른 원전 업계의 정책적 불확실성이 일부 해소되었다고 판단된다.

물론, 국내 정권 교체 가능성이 있기 때문에 관련 우려가 완전히 해소되었다고 평가하기는 어렵다. 향후 현 대통령의 탄핵이 가결된 이후 정권이 교체될 경우 재차 탈원전 정책으로의 회귀 우려가 확산될 수 있기 때문이다. 실제로, 과거 문 정부 당시 건설중이던 신고리 5,6호기의 공사가 전면 중단된 사례가 있었다는 점이 정권 교체에 대한 우려를 불러일으키는 배경이다.

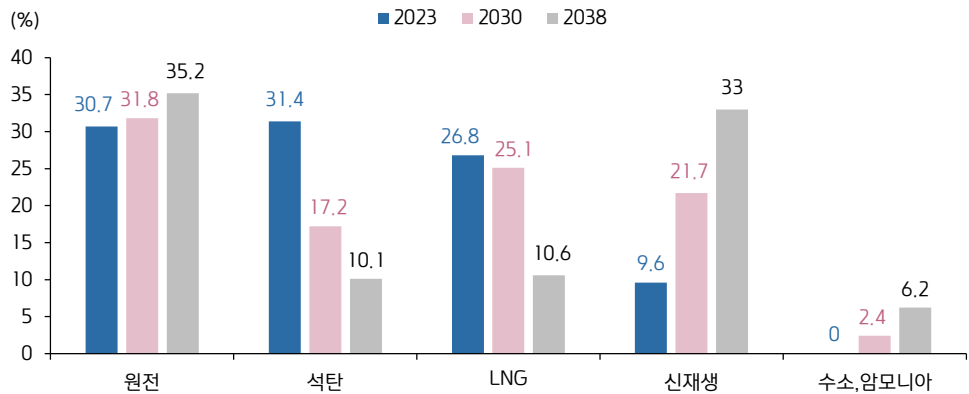
다만, 정권이 교체된다고 하더라도 문 정권 당시처럼 완전한 탈원전 기조로 돌아가기는 어려울 것으로 예상된다. 문 정부가 출범했던 2017년 당시에는 현재처럼 주요국들이 친원전으로 돌아서는 흐름이 아니라 독일을 위시한 유럽 국가와 대만 등의 주요국들이 탈원전을 선언했을 때였다. 또한, 현재와 같이 AI발 전력 수요로 원자력에 대한 수요가 증가하던 시기도 아니었다. 실제로, 민주당 내에서도 에너지에 좌우가 없다는 점을 강조하며 더 이상 탈원전 기조를 유지하지 않는다는 목소리도 나오고 있다. 여기에 국내 발전원 중 원자력이 가진 경제성과 탄소 배출 저감 효과 등을 종합적으로 감안한다면 지난 정부와 같은 탈원전 복귀는 가능성이 적다고 판단한다.

에너지3법 중 고준위특별법 주요 내용

고준위 방사성 폐기물의 안전한 관리 및 영구처분을 위해 고준위 방폐물 처분장 확보 및 유치지역 지원체계 마련	
고준위 방폐장	- 부지선정 절차 및 유치지역 지원방안 법제화
고준위 방폐물 관리위	- 국무총리 소속 위원회(일반행정위)를 신설하되, 존속기한(5년) 이내 정부조직법상 중앙행정기관으로 변경 검토
연구용 지하연구시설 건설	- 처분시설의 건설,운영에 필요한 기술개발 및 실증을 위한 연구용 지하연구시설 건설
원전부지 내 사용후핵연료 건식저장시설	- 설치 시 원전지역 의견 수렴 및 지원방안 수립 의무화 - 중간저장시설 준공 시 부지내 저장시설 사용후핵연료 즉시 반출, 부지 내 저장시설로의 타원전 사용후핵연료의 반입금지

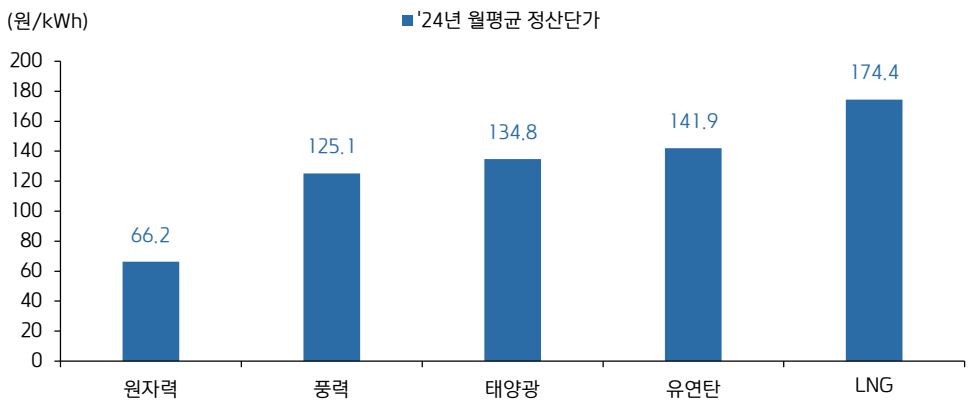
자료: 산업통상자원부, 키움증권 리서치센터

11차 전기본 에너지원별 발전비중 비교



자료: 산업통상자원부, 키움증권 리서치센터, 주) 원전은 SMR 포함

국내 발전원별 정산단가 비교



자료: EPSIS, 키움증권 리서치센터

국내 주요 원전 관련 기업 실적, 밸류에이션 테이블

종목코드	기업	시가총액	매출액		영업이익		영업 이익률	P/E		P/B	
			(FY24)	(FY25E)	(FY24)	(FY25E)		(FY24)	(FY25E)	(FY24)	(FY25E)
		(십억원)	(십억원)	(십억원)	(십억원)	(십억원)	%	(배)	(배)	(배)	(배)
A034020	두산에너지빌리티	16,270	16,233	15,935	1,018	1,101	6.9	136.7	40.7	1.5	2.1
A052690	한전기술	2,431	553	602	55	58	9.6	51.4	25.6	3.7	3.8
A051600	한전 KPS	1,888	1,557	1,612	209	218	13.5	10.8	10.8	1.5	1.3
A083650	비에이치아이	616	405	552	24	36	6.5	27.0	26.5	4.5	4.5
A105840	우진	154	141	N/A	16	N/A	N/A	12.7	N/A	0.7	N/A

자료: FnGuide 컨센서스, 키움증권 리서치센터, 주) 2/28 종가 기준

국내 원전 공급망 밸류체인과 주요 기업

설계	종합설계	- 구조물 배치부터 상세구조 설계까지 원전 플랜트 건설 전반에 대한 설계	한전기술
	계통설계	- 원자로 운전관련 계통(원자로, 냉각계통, 제어계통, 정지계통, 안전보호계통)에 대한 설계	
제조	주기기	- 핵증기공급계통, 터빈발전기계통 등을 제조 및 공급	두산에너지빌리티
	보조기기	- 원전 주기기 운영에 필요한 각종 안전장치와 보조계통기기의 제조 및 공급	비에이치아이(BOP), 우진(계측기)
시공	주설비 및 부대설비 공사	- 원자로 설치와 토목, 건축, 기계, 전기 공사의 종합 공정 등을 진행	현대건설
운영	운영/정비	- 예비품 공급, 원전의 운영 및 안전운영에 필요한 정비, 수리 보수 등	한전 KPS

자료: 키움증권 리서치센터