

빅데이터로 보는 원전 시장 트렌드

글로벌 원전 이슈 분석

한국원전수출산업협회

원전수출정보시스템(K-neiss)

HEAD LINE

Project

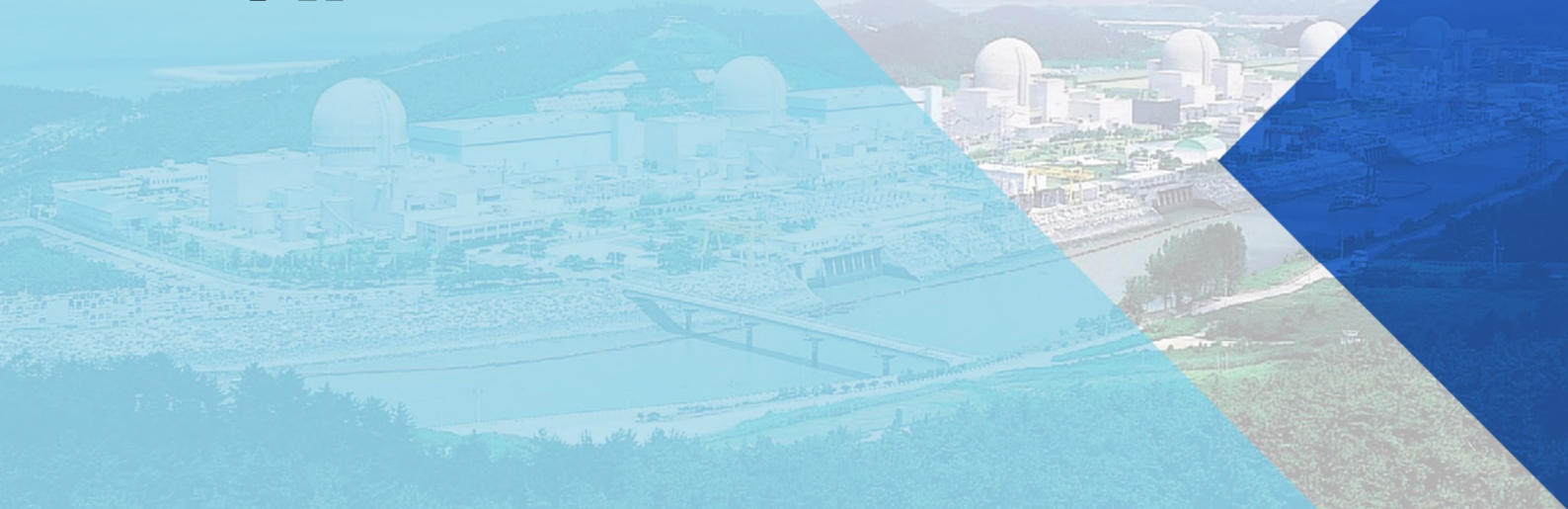
- 이슈 ① UAE ENEC社, 중국 CNNC社와 원자력 분야 MOU 체결
- 이슈 ② 필리핀, 향후 10년 내 에너지 믹스에 원자력 포함 목표
- 이슈 ③ 벨라루스, 신규 원전 추가 건설 고려
- 이슈 ④ 스리랑카 원자력청, 스리랑카 내 원전 건설 승인
- 이슈 ⑤ 에스토니아 원자력 실무그룹, 에스토니아에 원전 건설 권고

Business

- 이슈 ① 일본, 가시와자키-가리와 원전 운전금지 명령 해제
- 이슈 ② 중국, 세계 최초 4세대 원전 상업운전 시작
- 이슈 ③ 중국 국무원, 원전 4기 건설 승인
- 이슈 ④ X-energy社, 하틀리풀에 수십억 파운드 규모 원전 개발 제안
- 이슈 ⑤ 미국, Kairos Power社의 Hermes 실증로 건설 허가 승인

부록

- 참고문헌



프로젝트 이슈 TOP5

프로젝트

비즈니스

세계 각국, 원자력 에너지 확대 위해 원전 건설 고려

샤론 가린(Sharon Garin) 필리핀 에너지부 차관은 2032년이나 2033년까지 에너지 믹스에 원자력을 포함시키는 것을 목표로 2032년까지의 로드맵을 마무리하기를 바라고 있다고 밝힘. 그는 프로젝트 검토에 4~5년이, 건설에 4~5년이 걸림을 감안하여 2024년까지 모든 것이 준비되어야 한다고 언급함

빅토르 카란케비츠(Viktor Karankevich) 벨라루스 에너지부 장관은 신규 원전 건설을 검토 중이며 벨라루스가 원자력 발전 비중 측면에서 주요 국가 중 하나가 될 수 있다고 언급하며 국내 전력 소비를 확대할 계획이라고 밝힘. 에너지부 장관은 “2025년에 440억 kWh의 전력을 생산할 계획이며 2030년까지 470억 kWh에 도달해야 할 것”이라고 언급함

스리랑카 원자력청(SLAEA)은 지난 12월 스리랑카 내 원전 투자를 승인하였으며 정책이 수립될 경우 SMR 건설을 적극 추진 예정임. 이에 러시아, 중국, 덴마크, 미국 등의 국가들이 원전 투자에 관심을 표명하였으며 특히 러시아는 방글라데시, 인도에 원전을 건설하며 남아시아 지역에 대한 이해도와 효율성을 입증해 가장 유력한 후보로 분석됨. 스리랑카를 방문한 러시아 고위급 대표단은 최근 스리랑카와 원자력 분야 협력 등을 논의하기도 함

글로벌 원전 산업 프로젝트 이슈 TOP5

· 분석 뉴스 대상 : 글로벌 원전 산업 뉴스 8,435건

· 분석기간 : 23. 12. 1 ~ 24. 1. 14

Enec	UAE ENEC社, 중국 CNNC社와 원자력 분야 MOU 체결	26건
Energy mix	필리핀, 향후 10년 내 에너지 믹스에 원자력 포함 목표	23건
Belarus	벨라루스, 신규 원전 추가 건설 고려	13건
Sri lanka	스리랑카 원자력청, 스리랑카 내 원전 건설 승인	08건
Estonia	에스토니아 원자력 실무그룹, 에스토니아에 원전 건설 권고	06건

ISSUE ①

UAE ENEC社, 중국 CNNC社와 원자력 분야 MOU 체결

UAE와 중국, 신규 국제 원자력발전소에 대한 개발 및 공동 투자 기회 모색

2023년 12월 UAE 원자력공사(ENEC) CEO 모하메드 알 함마디(Mohamed Al Hammadi)와 중국핵공업집단공사(CNNC) 회장 위젠펑(Yu Jianfeng)은 11월 30일부터 12월 13일까지 UAE 두바이에서 진행된 제28차 유엔기후변화협약 당사국총회(COP28)에서 신규 양해각서(MOU)를 체결했다고 발표함

양사는 해당 MOU를 통해 신규 원전 개발 및 공동 투자 기회를 모색하기 위해 협력할 방침이며 기존 원전을 확장하거나 원자력 분야에 처음 진출하려는 국가들을 대상으로 전문지식을 제공할 계획임. 양사는 공동 실무그룹을 구성해 프로젝트 관리, 원자력 기술 개발 및 시행, 자금 조달, 건설 및 운영, 인적 자원 및 공급망 개발 등의 분야에서 각사의 강점을 활용할 예정임¹⁾²⁾³⁾⁴⁾

양사는 기후변화를 해결하고 에너지 공급을 다각화하는데 원자력이 중요한 역할을 하고 있다고 판단함. 2023년 초 ENEC는 Nuclear Power Operations Research Institute, CNNCO(China National Nuclear Corporation Overseas), CNEIC(China Nuclear Energy Industry Corporation)와 총 3건의 원자력 협력 MOU를 체결함. 또한, ENEC와 CNNC는 협약을 맺음으로써 고온가스냉각로(HTGR)를 개발 및 도입하기 위한 협력 기회를 모색하기로 함. 2023년 12월 기준 중국은 50기 이상의 원전을 운영하고 있으며, 20기 이상을 건설 중임⁵⁾⁶⁾

[표] UAE와 중국의 원자력 관련 협력

항목	내용
시기별 세부내용	(2019.07) CNNC는 ENEC와 MOU를 체결하는 한편 아흐메드 알리 알 사예그(H.E. Ahmed Ali Al Sayegh) UAE 국무장관과 금융 및 투자 센터 건설에 관한 협력 협정을 체결 - CNNC는 UAE 기업들과 원자력 기술 부문에서 협력하고, 투자, 금융 등의 부문을 위한 해외 플랫폼을 구축하기로 함 (2023.05) ENEC는 Nuclear Power Operations Research Institute, China National Nuclear Corporation Overseas, China Nuclear Energy Industry Corporation과 총 3건의 원자력 협력 MOU를 체결 - 원자력 운영, 고온가스냉각로, 핵연료 공급 및 투자 분야 협력 (2023.12) ENEC와 CNNC, 신규 원전 개발 및 공동 투자 기회 모색하기 위해 MOU 체결 - 기존 원전 확장 또는 첫 원전 사업 진출 국가 대상으로 전문지식 제공 - 프로젝트 관리, 원전 기술 개발/시행 등을 위한 실무그룹 구성

1) ESG MENA, ENEC and China National Nuclear Corporation announce signing of MoUs for nuclear, 2023.12.18

2) AGBI, UAE and China to explore global nuclear partnership, 2023.12.18

3) Nuclear Engineering International, CNNC signs MOU with ENEC and strengthens contacts with Ghana and WNA, 2023.12.08

4) Technical Review, ENEC and China National Nuclear Corporation partner to explore new technologies, 2023.12.15

5) CNNC, Chairman of CNNC visits the UAE, signs MoU during COP28, 2023.12.05

6) Saudi Gulf Projects, UAE's ENEC, China National Nuclear Corporation sign MoUs to explore potential collaboration, 2023.12.16

ISSUE ②

필리핀, 향후 10년 내 에너지 믹스에 원자력 포함 목표

필리핀 에너지부 차관, 2032년이나 2033년까지 에너지 믹스에 원자력 포함 희망 언급

2023년 12월 필리핀 에너지부 샤론 가린(Sharon Garin) 차관은 “에너지부는 2032년이나 2033년까지 에너지 믹스에 원자력을 포함시키는 것을 목표로 2032년까지 로드맵 마무리를 목표로 하고 있다”고 밝힘. 그는 “프로젝트 검토에 4~5년, 건설에 4~5년이 걸리기 때문에 2024년까지 모든 것이 준비되어야 한다”고 언급함

가린 차관은 “2024년 필리핀의 원자력 발전이 상당한 진전을 이루기 바란다”며 “정부는 필리핀 원자력 에너지와 관련해 느리지만 확실한 접근방식을 검토 중”이라고 밝힘. 그에 따르면 2024년까지 원자력 관련 법률과 로드맵이 완성되고, 교육, 조사, 커뮤니케이션 계획 등도 마무리될 예정임. 그러나 가린 차관은 원전 건설이 단기간 프로젝트가 아니므로 현재 준비 단계에 있고, 내년까지 모든 준비가 완료되더라도 2025년 즉시 가동은 보장된 바가 아니라고 강조함⁷⁾⁸⁾

한편, 필리핀 페르디난드 마르코스 주니어(Ferdinand Marcos Jr) 대통령은 지난 2022년 첫 대국민 국정연설에서 필리핀 원전 건설 전략을 재검토할 때가 됐으며, 원자력 에너지를 국가 전력 믹스의 일부로 채택하겠다는 의지를 밝힘. 또한, 2023년 5월 마르코스 대통령은 아직 초기 개발 단계에 있는 초소형모듈원자로(MMR)에 대한 관심도 표명함. MMR은 소형모듈원전(SMR)보다 더욱 작은 모듈로 대형 배달 트럭에 배치될 수 있을 만큼 작으며 시간당 최대 10MW 전력 생산이 가능함⁹⁾¹⁰⁾

[표] 필리핀의 원자력 목표 및 1차에너지 공급비중

항목	내용
원자력 발전 목표	- 필리핀 에너지부는 2023년부터 2050년까지 필리핀에너지계획(PEP) 초안의 청정 에너지 시나리오에 따라 국가 에너지 믹스에 원자력을 포함 - PEP 2030~2050 초안의 청정에너지 시나리오는 2032년 1,200MW, 2035년 2,400MW, 2050년 4,800MW의 원자력 발전용량 도입을 계획
필리핀 1차에너지 공급비중	필리핀 1차에너지 공급비중 상세 데이터: - 수입 천연가스: 79.1% - 수입 석탄: 19.4% - 수입 액화천연가스: 0.3% - 국내 생산: 51.1% - 석탄: 12.5% - 천연가스: 4.8% - 수력: 3.9% - 지열: 15.5% - 바이오매스: 12.8% - 풍력/태양광: 0.4% - CME/에너지: 0.6%

출처 : 필리핀 에너지부 2021년 핵심 에너지 통계

7) PhilStar, DOE hopeful on progress in nuclear power development, 2023.12.27

8) Power Philippines, DOE hopeful on nuclear energy entry in PH, 2023.12.28

9) GMA News Online, Philippines to include nuclear in energy mix in next 10 years, 2023.12.14

10) PCIJ, Draft energy plan calls for continued dependence on fossil fuels, dev't of nuclear power, 2023.12.01

ISSUE ③

벨라루스, 신규 원전 추가 건설 고려

벨라루스 에너지부 장관, 두 번째 신규 원전 건설 또는 기존 원전의 3호기 건설 가능성 검토 중

벨라루스 에너지부 빅토르 카란케비츠(Viktor Karankevich) 장관은 두 번째 원전을 건설하거나 기존 원전의 3호기 건설을 검토 중이라며 벨라루스가 세계에서 전력 생산량 중 원자력 비중이 가장 큰 국가가 될 수 있다고 밝힘. 카란케비츠 장관은 “첫 번째 원전 2호기의 시운전으로 벨라루스 전력의 25% 이상을 생산하고 있다”며 “전 세계 국가 중 전체 전력의 40% 이상을 원자력으로 생산하는 국가는 단 5개뿐”이라고 강조함

카란케비츠 장관은 “원전 증설 결정은 미래 전력 소비에 대한 평가에 의해 좌우될 것”이라며 “전문가들과 정부 기관들이 이 사안을 살펴보고 근거 자료를 준비 중이며, 조직/기술/경제적 문제들도 검토하고 있다”고 밝힘

또한, 벨라루스는 국내 전력 생산을 확대할 계획임. 카란케비츠 장관은 “2025년에 440억 kWh의 전력을 생산할 계획이며 2030년까지 470억 kWh에 도달해야 할 것”이라며 “원전 추가 건설 결정은 제조업 부문이 어떻게 발전할지, 벨라루스 가구가 얼마나 많은 전력을 사용할지, 전력 소비량이 어떻게 변할지 등을 평가해야 하므로 2030년이나 2035년이 아닌 2040년을 분석해야 한다”고 언급함

벨라루스의 유일한 원전인 아스트라베츠(Ostrovets) 원자력발전소는 1,200MW 규모의 러시아형 가압수형원자로(VVER) 원자로 2기로 구성됨. 아스트라베츠 원전 1호기는 2020년 1월 전력 공급을 시작했으며 2호기는 2023년 11월 1일 상업운전을 개시함¹¹⁾¹²⁾¹³⁾

[표] 아스트라베츠 원자력발전소

구분	내용	
원자력 발전소명	• 아스트라베츠 원자력발전소	
모델	• 1호기 및 2호기: VVER V-491	
노형	• 1호기 및 2호기: 가압수형원자로(PWR)	
발전용량	• 1호기 및 2호기: 각 1,110MWe	
착공일	• 1호기(2013.11) 2호기(2014.04)	
상업운전일	• 1호기(2021.09) 2호기(2023.11)	

11) World Nuclear News, Belarus 'could be a world leader in nuclear energy share', 2023.12.21

12) Belarus, Belarus' second nuclear power plant hinges on long-term electricity consumption trends, 2023.12.20

13) Eprime Feed, Belarusian minister predicts rapid growth of nuclear energy - Rossiyskaya Gazeta, 2024.01.17

ISSUE ④

스리랑카 원자력청, 스리랑카 내 원전 건설 승인

러시아 고위급 대표단, 스리랑카 방문해 스리랑카 당국과 원자력 분야 협력 방안 논의

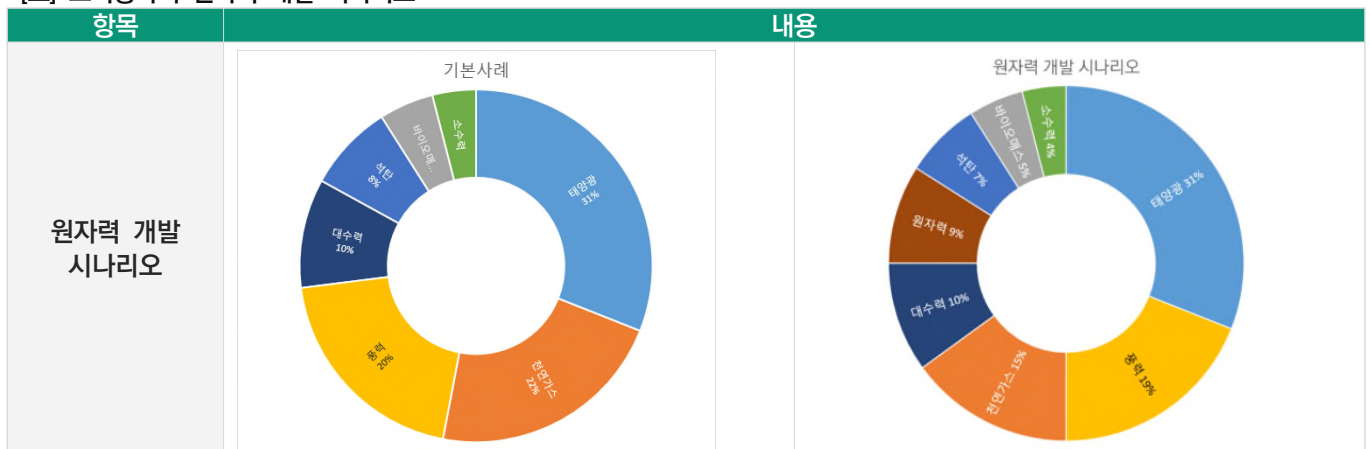
스리랑카 원자력청(SLAEA)은 지난 12월 스리랑카 내 원전 투자를 승인하였으며 정책이 수립될 경우 SMR 건설을 적극 추진 예정임. 이에 러시아, 중국, 덴마크, 미국 등의 국가들이 원전 투자에 관심을 표명하였으며 특히 러시아는 방글라데시, 인도에 원전을 건설하며 남아시아 지역에 대한 이해도와 효율성을 입증해 가장 유력한 후보로 분석됨

스리랑카를 방문한 러시아 고위급 대표단은 최근 스리랑카 당국과 원자력 분야 협력 등을 논의함. 스리랑카 원자력청의 의장인 SRD 로사(SRD Rosa) 교수는 대표단에게 러시아의 해상 또는 내륙 원전 개발 제안과 관련한 현황을 브리핑함. 그는 “원자력청은 스리랑카 에너지 믹스를 개선하기 위해 원자력 발전을 승인했으며, 추가 승인을 받기 위해 외무부로 넘겼다”고 언급함. 이어 “스리랑카와 러시아가 정부 간 협정(IGA)을 체결해야만 프로젝트를 시행할 수 있다. 현재는 계류 중”이라고 덧붙임. 스리랑카의 원전 건설 비용은 20억 달러 이상으로 추산되는데, 자금 조달 모델은 아직 논의되지 않음¹⁴⁾¹⁵⁾

주스리랑카 러시아 대사 레반 자가리안(Levan Dzhagaryan)은 “로사톰(Rosatom)과 협력 여부를 결정하는 것은 스리랑카 정부에 달려 있다”고 언급함. 그는 스리랑카와 러시아 간 원자력 협력 양자 회담 현황에 대해 설명하며 110MW 규모의 해상 또는 내륙 SMR 건설을 제안함¹⁶⁾¹⁷⁾

2020년 기준 스리랑카의 전력 생산은 화석연료(10TWh)와 수력발전(5TWh)의 의존도가 높았으며 풍력과 태양광의 의존도는 미미했음. 스리랑카 전력청(CEB)은 장기 에너지 계획에 2030년부터 원자력 발전을 포함시켰으며 2042년까지 에너지 믹스에서 원자력 비중 9%를 목표로 함¹⁸⁾

[표] 스리랑카의 원자력 개발 시나리오



출처: 스리랑카 전력청 연례 보고서 <CEB LONG TERM GENERATION EXPANSION PLAN 2023-2042>

14) Lankax Press, Sri Lanka approves nuclear power plant construction with Russia as top contender, 2023.12.13

15) Lankaweb, Sri Lanka greenlights nuclear power amidst global interest, 2023.12.12

16) Adaderana, Sri Lanka should decide if it wants nuclear cooperation with Russia – Envoy, 2023.12.22

17) News First, Sri Lanka Approves Nuclear Power Plant Construction With Russia as Top Contender, 2023.12.14

18) Adaderana, Sri Lanka approves nuclear power plant construction with Russia as top contender, 2023.12.13

ISSUE ⑤

에스토니아 원자력 실무그룹, 에스토니아에 원전 건설 권고

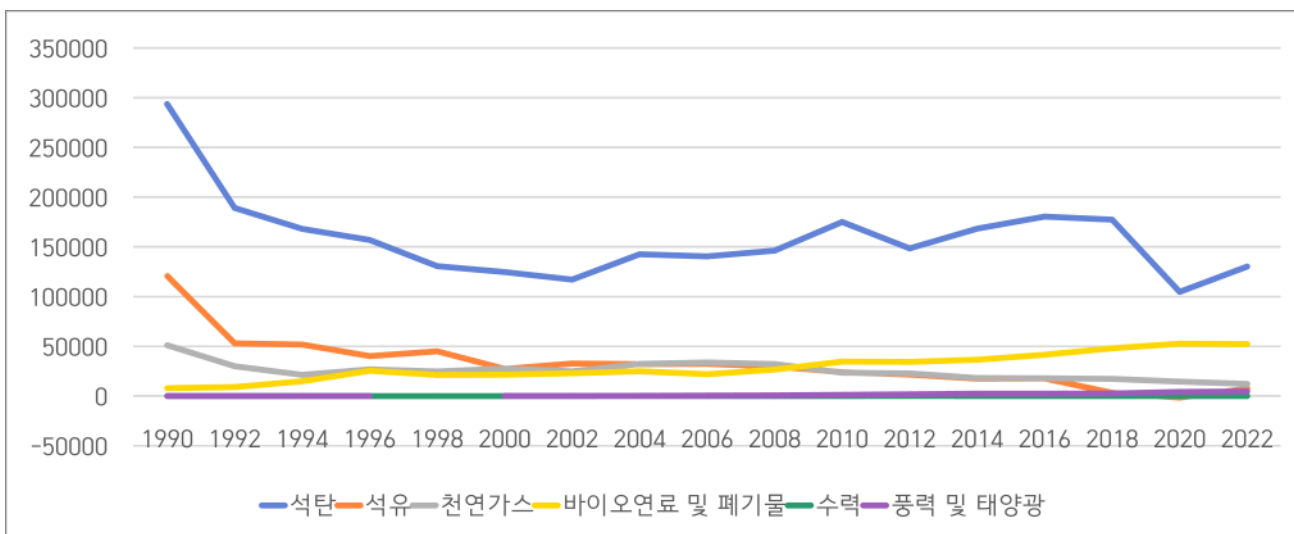
원자력 실무그룹 “원전 도입, 에스토니아의 기후목표와 에너지 공급 안정성에 기여할 것”

에스토니아 원자력 실무그룹은 원전 도입이 에스토니아의 기후목표 및 에너지 공급 안정성에 기여할 것이라며 에스토니아에 SMR을 건설할 것을 권고함. 원자력 실무그룹은 최종 보고서에서 원전이 에스토니아에서 재생에너지의 안정적인 전력 공급에 대한 추가적인 지원을 제공할 수 있다고 결론 내림. 또한, 에스토니아의 원자력 에너지로의 전환은 신중하게 준비해야 하지만 시의적절한 계획, 충분한 자금 조달, 정치 및 대중의 지원을 통해서 가능하다고 설명함

지난 2년 반 동안 에스토니아 원자력 실무그룹은 국제원자력기구(IAEA)의 로드맵에 따라 SMR의 잠재력을 분석함. 에스토니아는 원자력 에너지를 사용할 예정이며 실무그룹은 사전 경험이 없으므로 원전 도입을 위해서는 수년간의 준비 기간이 필요하고 전력 공급이 확보되기까지 9~11년이 걸릴 수 있다고 설명함. 보고서는 “원자력 안전 규제를 위해 약 80명의 직원을 갖춘 새로운 정부 기관이 창설될 것”이라고 명시함

안티 토밍스(Anti Tomings) 에스토니아 기후부 차관 겸 실무그룹 책임자는 “원전의 유용성은 세계 여러 나라에서 입증됐다”며 “원전은 미래 세대를 위해 에스토니아에서 안정적인 에너지 공급을 제공할 수 있는 잠재력이 있다”고 언급함. 그는 “원전 도입을 선택하더라도 재생에너지 생산 및 저장 능력에 피해를 주거나 배출 감소를 지연시켜서는 안 된다”고 강조함. 에스토니아 정부와 의회는 2024년 초 원전 프로그램 개시 여부를 논의할 예정임¹⁹⁾²⁰⁾²¹⁾²²⁾

[표] 에스토니아의 1990~2022년 총 에너지 공급량(단위: TJ)



출처 : 국제에너지기구(IEA) Estonia 정보

19) The News Dept, Working group recommends building nuclear power plant in Estonia, 2023.12.29

20) Newsy-Today, Varbla Is Among The Four Regions Where The Construction Of A Nuclear Power Plant Will Have The Most Positive Impact, 2023.12.30

21) ERR.ee, Nuclear energy group recommends building nuclear power plant in Estonia, 2023.12.29

22) Euronuclear, National Working Group Recommends Construction Of NPPs In Estonia

2024년 1월
글로벌 원전 산업

비즈니스 이슈 TOP5

프로젝트

비즈니스

원자력 산업의 새 지평을 여는 원자력 강국

12월 27일 일본 원자력규제당국(NRA)은 지난 2021년 4월 운전금지 명령이 내려졌던 니가타현 소재 도쿄전력(TEPCO)이 운영하는 가시와자키-가리와(Kashiwazaki-Kariwa) 원전에 대한 운전금지 명령을 해제함. 이로써 도쿄전력은 가시와자키-가리와 원전 재가동을 위한 절차를 시작할 수 있게 됨. NRA는 안전관리 시스템이 개선됐다고 도쿄전력이 신규 우라늄 연료를 원전으로 운송하거나 원자로에 연료봉을 장전하는 것을 금지했던 시정 조치 명령을 해제함

중국 산둥성 시다오완(Shidaowan)에 건설된 고온가스냉각로(HTGR)가 12월 초 가동됨. 이는 세계 최초로 가동되는 4세대 원자로임. 중국 국가에너지국(NEA)은 168시간의 시운전을 마치고 12월 6일 정식 가동에 들어갔다고 발표함. 한편, 중국 국무원은 12월 29일 중국 남부 광둥성 타이핑링(Taipingling) 원전의 3호기와 4호기, 그리고 저장성 진치먼(Jinqimen) 원전의 1호기와 2호기 건설 프로젝트를 승인함

미국 SMR 개발사 엑스에너지(X-energy)의 영국 자회사 X-energy UK는 하틀리풀(Hartlepool)에 수십억 파운드의 규모의 원전 개발을 제안함. X-Energy는 2030년대 초까지 티스사이드(Teesside)에 있는 기존 하틀리풀 원전 부지 인근에 원전 12기를 개발할 계획임. 한편, 미국 SMR 기업 카이로스 파워(Kairos Power)는 미국 원자력규제위원회(NRC)로부터 테네시주 오크리지(Oak Ridge)에 Hermes 실증로 건설 승인을 받음. 이 원자로는 50년 만에 미국에서 건설 승인을 받은 최초의 비(非)수냉식 원자로임

글로벌 원전 산업 비즈니스 이슈 TOP5

· 분석 뉴스 대상 : 글로벌 원전 산업 뉴스 8,435건 · 분석기간 : 23. 12. 1 ~ 23. 1. 14

Japan	일본, 가시와자키-가리와 원전 운전금지 명령 해제	60건
Generation IV	중국, 세계 최초 4세대 원전 상업운전 시작	06건
State council	중국 국무원, 원전 4기 건설 승인	05건
Hartlepool	X-energy社, 하틀리풀에 수십억 파운드 규모 원전 개발 제안	04건
Kairos power	미국, Kairos Power社의 Hermes 실증로 건설 허가 승인	04건

ISSUE ①

일본, 가시와자키-가리와 원전 운전금지 명령 해제

일본 NRA “자율적 개선 가능하다”며 도쿄전력의 가시와자키-가리와 원전 운전금지 명령 해제

12월 27일 일본 원자력규제위원회(NRA)는 지난 2021년 4월 운전금지 명령이 내려졌던 니가타현 소재 도쿄전력(TEPCO)이 운영하는 가시와자키-가리와(Kashiwazaki-Kariwa) 원전에 대한 운전금지 명령을 해제함. 이로써 도쿄전력은 가시와자키-가리와 원전 재가동을 위한 절차를 시작할 수 있게 됨. 그러나 원전 재가동을 위해서는 니가타현, 가시와자키시, 발전소가 위치한 가리와 마을 등 지방정부의 동의가 필요함

가시와자키-가리와 원전은 합계 출력 8,212MW 규모의 세계 최대 원전으로, 후쿠시마 원전 사고 여파로 2012년부터 가동을 중단함. 이후 핵물질을 제대로 보호하지 못하고 외부인이 원전에 무단출입하는 등의 문제가 발생하자 NRA는 2021년 가시와자키-가리와 원전에서의 핵연료 이동을 금지하는 명령을 내려 사실상 원전 운영을 금지함

NRA는 안전관리 시스템이 개선됐으며 도쿄전력이 새로운 우라늄 연료를 원전으로 운송하거나 원자로에 연료봉을 장전하는 것을 막는 시정 조치 명령을 해제함. 이에 도쿄전력은 지역사회와 사회 전체의 신뢰를 회복하기 위해 지속 노력 의지를 밝혔으며 일본 관방장관은 정부가 이를 지원하기 위해 역할을 다할 것이라고 언급함. 자원 부족국인 일본은 LNG 등 화석연료 수입 의존도를 줄이기 위해 원전 재가동을 확대하고자 함²³⁾²⁴⁾²⁵⁾

[표] 가시와자키-가리와 원자력발전소

항목	1호기	2호기	3호기	4호기	5호기	6호기	7호기
노형	비등수형 원자로(BWR)-5					개량형 비등수형 원자로(ABWR)	
발전용량	1,100MW	1,100MW	1,100MW	1,100MW	1,100MW	1,356MW	1,356MW
착공일	1980년 6월	1985년 11월	1989년 3월	1990년 3월	1985년 6월	1992년 11월	1993년 7월
첫 계통연계	1985년 9월	1990년 9월	1993년 8월	1994년 8월	1990년 4월	1996년 11월	1997년 7월



23) Reuters, Japan lifts operational ban on world's biggest nuclear plant, 2023.12.27

24) Nikkei Asia, Regulators lift operational ban on Japan's TEPCO nuclear plant, 2023.12.27

25) Business Standard, Japan to resume world's largest nuclear power plant Kashiwazaki-Kariwa, 2023.12.27

ISSUE ②

중국, 세계 최초 4세대 원전 상업운전 시작

중국, 12월 6일 시다오완 HTGR 공식적인 상업운전 개시

중국 산둥성 시다오완(Shidaowan)에 건설된 고온가스냉각로(HTGR)가 12월 초 가동됨. 이는 세계 최초로 가동되는 4세대 원자로로 시다오완 원전은 210MWe 증기터빈을 구동하는 2기의 페블베드 원자로로 구성됨. 중국 국가에너지국(NEA)은 168시간의 시운전을 마치고 12월 6일 정식 가동에 들어갔다고 발표함

중국의 4세대 원자로를 칭화대학교(Tsinghua University), 중국화능그룹(China Huaneng Group), 중국핵공업집단공사(CNNC)가 공동 개발함. 2012년 12월 건설 허가를 받고 착공됐으며 2021년 8월 공식 운영허가를 승인받은 데 이어 2021년 12월 전력망에 연결됨

4세대 원전은 기존 원자로 기술에 비해 경제성, 안전성, 효율성이 개선됨. 물 대신 고온의 헬륨가스로 냉각하므로 증기 폭발 위험이 해소되고 더 높은 온도에서 더 효율적으로 가동될 수 있음. 칭화대는 “본질적으로 안전한 원자로”라며 “노심은 녹지 않을 것”이라고 강조함. 기존 원전의 경우 전력 생산 효율이 33%지만 4세대 원자로를 이를 50%까지 높일 수 있음. 설계상 모듈식 생산에 적합하며 전력 생산뿐만 아니라 그린수소 생산에도 활용될 수 있음²⁶⁾²⁷⁾²⁸⁾

[표] 시다오완 원자력발전소

항목	내용
발전소명	시다오완 원자력발전소 (Shidaowan Nuclear Power Plant)
소유기업	중국화능그룹
운영사	HSNPC (Huaneng Shandong Shidao Bay Nuclear Power Company)
노형	고온가스냉각로(HTGR)
발전용량	200MWe
연혁 개요	(2012.12) 착공 (2021.09) 최초 임계 도달 (2021.12) 최초 계통 연계 (2023.12) 상업운전 개시



26) MSN, World's first Generation IV nuclear reactor gets operational in China, 2023.12.14

27) Inquirer, World's first Generation IV nuclear reactor gets operational in China, 2023.12.14

28) QuickTeletcast, China Brings World's First Generation IV Nuclear Reactor Online 2023.12.17

ISSUE ③

중국 국무원, 원전 4기 건설 승인

중국 국무원, 광둥성 타이핑링과 저장성 진치먼에 원전 건설 프로젝트 승인

12월 29일 중국 국무원은 2개의 신규 원전 프로젝트를 승인했으며, 관련 기자재 및 산업 경쟁력 강화에 중점을 두고 원자력 산업의 혁신과 발전을 위한 지원을 강화할 것을 촉구함. 리창(Li Qiang) 중국 국무원 총리 주재로 열린 상무위원회에서 중국 남부 광둥성 타이핑링(Taipingling) 원전의 3호기와 4호기, 그리고 저장성 진치먼(Jinqimen) 원전의 1호기와 2호기 건설 프로젝트가 승인됨

본 회의에서는 원자력 발전의 안전성을 가장 우선시하였으며, 프로젝트의 원활한 건설을 위해 최고 수준의 글로벌 안전 기준 및 요건을 준수해야 한다는 점이 강조됨. 또한, 한 치의 타협 없이 절대적인 안전을 보장하기 위해 원자력 산업 전반의 모든 단계에서 안전 감독을 강화해야 한다는 점이 언급됨²⁹⁾³⁰⁾

중국핵전집단공사(CGN)의 타이핑링 원전 3호기와 4호기는 중국이 자체적으로 개발한 3세대 원자로 기술인 화룽1호(Hualong One)가 적용될 예정임. 총 400억 위안이 투입된 두 원전은 각각 완공 시 연간 1,209MW의 전력을 생산할 수 있음. 진치먼 원전은 중국 국가 계획에 포함되어 포괄적인 안전성 평가 검토를 받은 바 있음. CNNC의 자회사 CNNC Zhejiang Energy가 진치먼 원전 1호기와 2호기 프로젝트의 투자, 건설 및 운영 관리를 담당할 예정임³¹⁾³²⁾³³⁾

[표] 광둥성과 저장성에 건설 중인 원자로

항목	주	원자로 종류	발전용량	프로젝트 관리	착공일	예상 계통연계일
타이핑링 1·2호기	광둥성	화룽 1호	1,200MWe 2기	CGN	2019/2020년	2025/2026년
렌장 1호기	광둥성	CAP1000	1,250MWe 1기	SPIC	2023년	2028년
루핑 5·6호기	광둥성	화룽 1호	1,200MWe 2기	CGN	2022/2023년	2028/2029년
창난/산아오 1·2호기	저장성	화룽 1호	1,150MWe 2기	CGN	2020/2021년	2026/2027년
산먼 3·4호기	저장성	CAP1000	1,250MWe 2기	CNNC	2022/2023년	2027/2028년

29) Capital News, State Council Approves New Nuclear Plants - China Daily, 2023.12.30

30) Dimsum Daily, Chinese Premier Li Qiang chairs State Council meeting, discusses urbanisation and approves nuclear power projects, 2023.12.30

31) Yicai Global, China Greenlights Two More Reactor Units at Taipingling Nuclear Plant, 2024.01.02

32) World Nuclear News, China approves construction of four new reactors, 2024.01.03

33) Nuclear Engineering International, China approves two new nuclear projects, 2024.01.03

ISSUE ④

X-energy社, 하틀리풀에 수십억 파운드 규모 원전 개발 제안

2030년대 초까지 티스사이드에 원전 12기 건설 목표

미국 SMR 개발사 엑스에너지(X-energy)의 영국 자회사 X-energy UK는 하틀리풀(Hartlepool)에 수십억 파운드 규모의 원전 개발을 제안함. X-Energy는 2030년대 초까지 티스사이드(Teesside)에 있는 기존 하틀리풀 원전 부지 인근에 원전 12기를 개발할 계획임. 신규 원전에는 X-energy의 SMR인 Xe-100을 사용할 방침임. Xe-100은 4세대 원자로로, 565도의 고온 청정 증기를 생산하며 이는 화석연료를 대체하거나 수소나 청정 제트연료를 생산하는데 사용될 수 있음

X-energy는 원자력 컨설팅업체 이퀄리브리온(Equilibria)의 'Beyond Electricity' 보고서에서 이번 계획을 제안함. 이 보고서는 청정 증기 에너지가 영국의 넷제로 달성을 가속화할 수 있는 사례로 티스사이드 계획을 강조함. 또한, 이 보고서에서 X-energy는 해당 부지가 티스사이드 산업 클러스터 내에 위치한다는 점, 기존 원자력의 역사 및 숙련된 인력 등을 갖추고 있다는 점을 이유로 이 부지를 선택한 것이 적합하다고 언급함

지난 2023년 3월 X-energy는 영국 카벤디쉬(Cavendish)와 기존 원전 인근 부지에 새로운 SMR을 건설하는 방안을 담은 제안서를 준비 중이라고 밝힘. 양사는 Xe-100 SMR의 설계 평가와 공급망 개발을 지원하기 위해 영국의 미래 원자력 활성화 기금(Future Nuclear Enabling Fund)도 신청함. 부지 소유기업이자 운영사인 EDF는 Xe-100 등 원자력 기술의 적용 가능성을 평가하고 있다고 설명함

12월에는 J 클레이 셀(J Clay Sell) X-energy CEO가 제28차 유엔기후변화협약 당사국총회(COP28)에서 UAE 원자력공사(ENEC)의 모하메드 알 함마디(Mohamed Al Hammadi) CEO와 양해각서를 체결함. 양사는 UAE 시장을 대상으로 X-energy의 원자력 기술 설계 및 상업적 실행 가능성을 평가하고 하틀리풀처럼 영국과 유럽 원전 개발을 위한 프로젝트 파트너십도 평가할 예정임³⁴⁾³⁵⁾³⁶⁾³⁷⁾³⁸⁾

[표] 하틀리풀 원자력발전소

항목	원자로 종류	발전용량	소유기업	착공	첫 계통연계일	상업 가동일
1호기	개량가스냉각로 (AGCR)	655MW	EDF	1968년 10월	1983년 8월	1989년 4월
2호기	AGCR	655MW	EDF	1968년 10월	1984년 10월	1989년 4월

34) Gazette Live, Proposed Hartlepool nuclear plant marks 'huge opportunity' for region, bosses say, 2023.12.08

35) TEES Business, Step forward for potential nuclear reactor, 2023.12.19

36) World Nuclear News, X-Energy and Cavendish Nuclear's SMR plan for Hartlepool, 2023.03.10

37) Hartlepool Mail, New report highlights case for 'unique opportunity' to develop multi-billion pound new nuclear reactor plant in Hartlepool, 2023.12.06

38) Gazette Live, Coatham Arena bid and scrapped controversial parking scheme among this week's planning updates, 2023.12.09

ISSUE ⑤

미국, Kairos Power社의 Hermes 실증로 건설 허가 승인

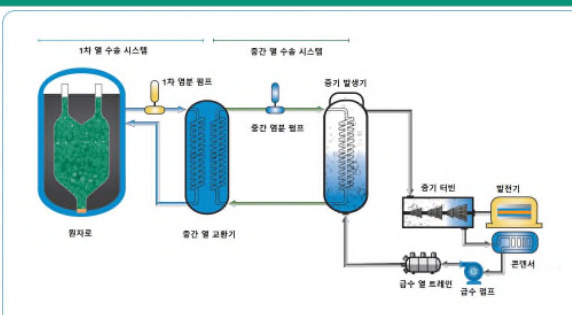
카이로스 파워, 테네시주 오크릿지에 Hermes 실증로 건설 예정

12월 13일 미국 SMR 기업 카이로스 파워(Kairos Power)는 미국 원자력규제위원회(NRC)로부터 테네시주 오크리지(Oak Ridge) 헤리티지센터(Heritage Center) 산업단지에 Hermes 실증로 건설 승인을 받음. 이 원자로는 50년 만에 미국에서 건설 승인을 받은 최초의 비(非)수냉식 원자로임

2021년 11월 NRC는 카이로스 파워의 Hermes 실증로 건설 허가 신청서(CPA)를 수락해 검토에 들어갔으며 신청서를 철저히 검토한 이후 건설 승인을 내림. 2023년 6월 NRC는 이 신청건에 대한 최종 안전성평가보고서(FSER)를 발행했고, 8월에는 부지에 대한 최종 환경영향평가보고서(FEIS)를 발행함. 이 외에도 NRC는 Hermes 2 실증로 건설을 위한 카이로스 파워의 신청서도 검토 중임

Hermes 실증로는 불화물염을 냉각재로 사용하는 불화염냉각식고온로(KP-FHR)의 35MWt급 비(非)발전용 버전으로 기술, 인허가, 공급망, 건설 리스크를 완화시켜 KP-HFR 기술의 비용 효율성을 높일 것으로 예상됨. Hermes 실증로는 미국 에너지부(DOE)의 개량형원자로실증프로그램(ARDP)을 통해 연방 정부의 지원을 받는 새로운 원자로 기술 중 하나임. 카이로스 파워는 현재 뉴멕시코주에 있는 최초의 ETU(Engineering Test Unit)에서 플리베(Flibe)로 알려진 고순도 불화염 냉각재를 테스트하고 있음. 또한, Hermes 실증로 건설에 앞서 세 차례 ETU 구축 및 운영을 시행할 계획임³⁹⁾⁴⁰⁾⁴¹⁾⁴²⁾⁴³⁾⁴⁴⁾

[표] 카이로스 파워의 KP-FHR 작동원리 및 사양 정보

항목	내용	
작동 원리		
사양	출력: 140MWe	원자로 구조재: 316 스테인리스스틸
	순 효율: 45%	연료 농축 수준: 19.75%
	주요/재열 온도: 585°C/ 585°C	중간체염: 태양광/질산염
	주요 증기압: 19MPa	도입 컨피규레이션: 단일/멀티 모듈
	원자로 출구 온도: 650°C	백업 전력 공급: 자동 안전 섯다운, 전력 미공급 시 수동 냉각
	원자로 사용 압력: 대기압 수준	

출처: 카이로스 파워 홈페이지

39) Wate, Kairos Power to build nuclear reactor in Oak Ridge, promises of affordable energy, 2023.12.13

40) World Nuclear News, NRC approves Hermes construction permit, 2023.12.13

41) Carbon Credits, Novel Nuclear Reactor Gets U.S. Approval After Half a Century, 2023.12.19

42) Kairos Power, Nuclear Regulatory Commission Approves Construction Permit for Hermes Demonstration Reactor, 2023.12.12

43) World Nuclear News, NRC completes Hermes environmental review, 2023.08.18

44) World Nuclear News, Kairos seeks construction licence for two-unit Hermes plant, 2023.07.25

참고문헌

ESG MENA, ENEC and China National Nuclear Corporation announce signing of MoUs for nuclear, 2023.12.18

AGBI, UAE and China to explore global nuclear partnership, 2023.12.18

Nuclear Engineering International, CNNC signs MOU with ENEC and strengthens contacts with Ghana and WNA, 2023.12.08

Technical Review, ENEC and China National Nuclear Corporation partner to explore new technologies, 2023.12.15

CNNC, Chairman of CNNC visits the UAE, signs MoU during COP28, 2023.12.05

Saudi Gulf Projects, UAE's ENEC, China National Nuclear Corporation sign MoUs to explore potential collaboration, 2023.12.16

PhilStar, DOE hopeful on progress in nuclear power development, 2023.12.27

Power Philippines, DOE hopeful on nuclear energy entry in PH, 2023.12.28

GMA News Online, Philippines to include nuclear in energy mix in next 10 years, 2023.12.14

PCIJ, Draft energy plan calls for continued dependence on fossil fuels, dev't of nuclear power, 2023.12.01

World Nuclear News, Belarus 'could be a world leader in nuclear energy share', 2023.12.21

Belarus, Belarus' second nuclear power plant hinges on long-term electricity consumption trends, 2023.12.20

Eprime Feed, Belarusian minister predicts rapid growth of nuclear energy – Rossiyskaya Gazeta, 2024.01.17.

Lankax Press, Sri Lanka approves nuclear power plant construction with Russia as top contender, 2023.12.13

Lankaweb, Sri Lanka greenlights nuclear power amidst global interest, 2023.12.12

Adaderana, Sri Lanka should decide if it wants nuclear cooperation with Russia – Envoy, 2023.12.22

NUCNET, Sri Lanka / Country To Call For Expressions Of Interest On First Nuclear Power Plant, 2023.11.20

Adaderana, Sri Lanka approves nuclear power plant construction with Russia as top contender, 2023.12.13

News First, Sri Lanka Approves Nuclear Power Plant Construction With Russia as Top Contender, 2023.12.14.

The News Dept, Working group recommends building nuclear power plant in Estonia, 2023.12.29

Newsy-Today, Varbla Is Among The Four Regions Where The Construction Of A Nuclear Power Plant Will Have The Most Positive Impact, 2023.12.30

ERR.ee, Nuclear energy group recommends building nuclear power plant in Estonia, 2023.12.29

Euronuclear, National Working Group Recommends Construction Of NPPs In Estonia

Reuters, Japan lifts operational ban on world's biggest nuclear plant, 2023.12.27

Nikkei Asia, Regulators lift operational ban on Japan's TEPCO nuclear plant, 2023.12.27

Business Standard, Japan to resume world's largest nuclear power plant Kashiwazaki-Kariwa, 2023.12.27.

MSN, World's first Generation IV nuclear reactor gets operational in China, 2023.12.14

Inquirer, World's first Generation IV nuclear reactor gets operational in China, 2023.12.14

QuickTelecast, China Brings World's First Generation IV Nuclear Reactor Online 2023.12.17.

Capital News, State Council Approves New Nuclear Plants – China Daily, 2023.12.30

Dimsum Daily, Chinese Premier Li Qiang chairs State Council meeting, discusses urbanisation and approves nuclear power projects, 2023.12.30

Yicai Global, China Greenlights Two More Reactor Units at Taipingling Nuclear Plant, 2024.01.02

World Nuclear News, China approves construction of four new reactors, 2024.01.03

Nuclear Engineering International, China approves two new nuclear projects, 2024.01.03.

Gazette Live, Proposed Hartlepool nuclear plant marks 'huge opportunity' for region, bosses say, 2023.12.08

TEES Business, Step forward for potential nuclear reactor, 2023.12.19

World Nuclear News, X-Energy and Cavendish Nuclear's SMR plan for Hartlepool, 2023.03.10

Hartlepool Mail, New report highlights case for 'unique opportunity' to develop multi-billion pound new nuclear reactor plant in Hartlepool, 2023.12.06

Gazette Live, Coatham Arena bid and scrapped controversial parking scheme among this week's planning updates, 2023.12.09.

Wate, Kairos Power to build nuclear reactor in Oak Ridge, promises of affordable energy, 2023.12.13

World Nuclear News, NRC approves Hermes construction permit, 2023.12.13

Carbon Credits, Novel Nuclear Reactor Gets U.S. Approval After Half a Century, 2023.12.19

Kairos Power, Nuclear Regulatory Commission Approves Construction Permit for Hermes Demonstration Reactor, 2023.12.12

World Nuclear News, NRC completes Hermes environmental review, 2023.08.18

World Nuclear News, Kairos seeks construction licence for two-unit Hermes plant, 2023.07.25

본지에 실린 내용은 한국원전수출산업협회의 공식 의견과 다를 수 있습니다.
본 보고서의 무단전제를 금하여, 가공 및 인용할 경우 반드시 출처를 밝혀주시기 바랍니다.

(우)05718 서울특별시 송파구 중대로 109, 대동빌딩 6층, 한국원전수출산업협회
Tel: 02-6284-8734 Fax: 02-3416-3951 www.e-kna.org

한국원전수출산업협회 **KNA**

