



한국원자력연구원
Korea Atomic Energy Research Institute

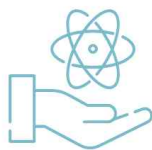
국제 원자력 정책 브리핑
2025-01호

지속 가능한 미래를 위한 원자력: 글로벌 원자력 산업 현황과 전망

2025. 3. 20.

발행처: 한국원자력연구원 국제사업부 글로벌전략실

작 성: 김지영(연구원), 이동훈(실장)





지속 가능한 미래를 위한 원자력: 글로벌 원자력 산업 현황과 전망

국제 원자력 정책 브리핑 (2025-01)

주요내용

- 국제사회는 에너지 안보와 기후 변화 대응을 위한 핵심 기술로 원자력 에너지를 다시 주목하고 있으며, 2025년에는 전 세계 원자력 발전량이 사상 최고치를 기록할 것으로 전망됨
- 현재는 중국과 러시아가 원자력 발전 확대를 주도하고 있지만, SMR과 같은 혁신 기술이 시장을 변화시키며 선진국 중심의 기술 개발과 공급망 확대로 시장 주도권이 서서히 변화할 가능성이 있음
- 그러나 원자력 발전의 지속적인 확대를 위해서는 건설 비용 초과 및 지연 문제, 금융 조달, 안전 규제 개선 및 공급망 안정성 등의 장애물을 극복하는 것이 필수적임
- 원자력 산업은 SMR과 같은 혁신 기술과 함께 새로운 성장의 기회를 맞이하고 있으며, 이러한 기회를 실현하기 위해서는 정책적 지원, 기술 혁신, 금융 리스크 완화 등 주요 도전 과제를 해결하는 적극적인 노력이 수반되어야 할 것임

본 브리핑은 연구자의 개인 견해이며, 한국원자력연구원의 공식 의견과는 다를 수 있습니다.

01. 개요

- 전 세계적으로 에너지 안보 강화와 탄소중립 목표 달성을 위해 원자력에 대한 관심이 커지고 있으며, 이에 따라 신규 원전 건설, 가동 원전의 계속운전과 함께 SMR 개발이 가속화되며 원자력 산업의 규모와 투자가 증대될 것으로 전망됨
- * 동 보고서는 '25년 1월, 국제에너지기구(IEA)가 발간한 The Path to a New Era for Nuclear Energy' 보고서를 중심으로 원자력 산업의 현황과 전망을 정리함

02. 글로벌 원자력 산업 현황

- 2025년 3월 기준, 전 세계적으로 31개국에서 총 416기의 원전이 운영(총 설비용량 376.5 GW)되고 있으며, 지속적인 성장세로 2025년 원전 발전량이 최고 수준에 이를 것으로 전망됨
- 일부 국가의 탈원전 정책과 조기 원전 폐쇄가 진행되었음에도 불구하고, 중국, 인도 등의 아시아지역에서 큰 성장세를 보이며 글로벌 원전 발전량은 계속하여 증가 중
- 25년 3월 기준, 미국이 가장 많은 94기의 원전을 운영하고 있으며 프랑스(57기), 중국(57기), 러시아(36기)가 그 뒤를 잇고 있으며 우리나라의 경우 26기가 가동 중으로 세계 5위 수준

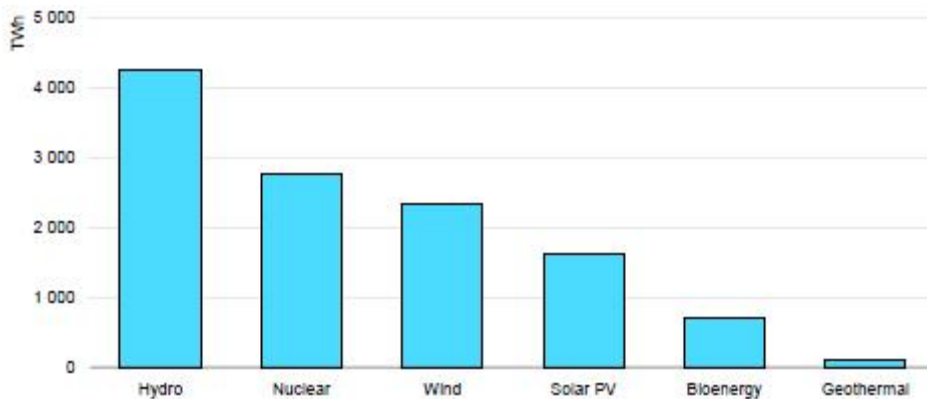
[그림1] 원전 운영 국가 및 현황



[출처: IAEA, Country Nuclear Power Profiles]

- 2023년 기준, 원자력은 전 세계 전력 생산량의 약 10%를 차지하며 수력 발전에 이어 두 번째로 큰 핵심적인 저탄소 전력 공급원이 되었으며, 풍력보다 20%, 태양광보다 70%가량 많은 저탄소 전기를 생산함
 - 1971년 이후 원자력은 석탄, 천연가스 또는 석유를 사용하는 화석 연료 발전소 건설의 필요성을 줄여 72 Gt의 CO₂ 배출을 방지하여 기후변화 대응에 기여했다고 평가
 - * 현재 운영 중인 원자로는 매년 약 1.5 Gt의 CO₂ 배출을 방지함

[그림2] 2023년 전 세계 청정에너지 발전원별 전력 생산량



[출처: IEA, The Path to a New Era for Nuclear Energy]

- 미국, 유럽 등은 가동 중 원전의 노후화와 전력 수요의 지속적인 증가에 따라 안정적인 전력공급을 위해 원전의 계속 운영을 적극 고려하며 이를 위한 정책적 지원을 강화하고 있음
 - 미국, 유럽 등 전통적인 원전 이용국들의 원전 평균 가동 기간은 36년 이상으로 다른 지역보다 두 배가량 길어 안정적인 전력공급을 위해 이러한 노후 원전의 현대화는 필수적임
 - 지난 5년간, 13개국에서 64개의 가동 중 원전의 계속 운영을 승인했으며 미국, 일본, 유럽 등을 중심으로 기존 원전의 계속 운영을 지원하는 정책을 적극적으로 추진하고 있음
 - (미국) 인플레이션감축법(IRA)에 따른 Civil Nuclear Credit Program(CNCP)*을 통해 청정 에너지 세액공제 혜택을 원자력발전까지 확대하였고, 이에 따라 경제적 이유로 조기 폐쇄하려던 미국 내 원전들이 계속 운영으로 선회 중
 - * 원전 세액공제 프로그램(CNCP): 미국 정부가 경제적 이유로 폐쇄 위기에 직면한 원전에 세액공제 혜택을 제공하여 운영을 연장하고 가동 원전의 조기 폐쇄 방지 목표로 하는 프로그램
 - * Palisades 원전('23년)과 Diablo Canyon 원전('24년)이 CNCP를 통해 세액공제 대상으로 선정되어 재가동 추진 중

- (일본) '23년, 국가 녹색 전환(GX, Green Transformation) 이니셔티브*를 통해 원전의 운영기간 연장하고 탈탄소 발전원에 대한 투자 촉진을 위한 제로인 '장기 탈탄소화 용량 경매'**를 도입함
 - * 국가 녹색 전환(GX): 탄소중립과 에너지 안보를 위해 원자력·재생에너지·수소 등 청정기술을 활용한 탈탄소 정책
 - ** 장기 탈탄소 전원 경매: 저탄소 배출 발전원에 장기 전력 구매 계약을 보장하여 투자 안정성을 높이는 제도
- (프랑스) '21년부터, Grand Carenage 프로젝트*를 추진하여 총 20기 원전의 운영기간을 연장하기로 결정함
 - * Grand Carenage: 프랑스 국영 전력회사 EDF 주도의 대규모 원전 보수 프로그램으로 프랑스 내 가동 중 원전의 수명 연장과 안전성 강화를 위한 프로젝트
- (유럽) 헝가리(4기), 체코(4기), 핀란드(2기), 스페인(1기), 루마니아(1기), 네덜란드(1기) 등 다른 유럽 국가들도 기존 원자로의 운영기간을 연장하여 계속 운전을 결정하고 있음

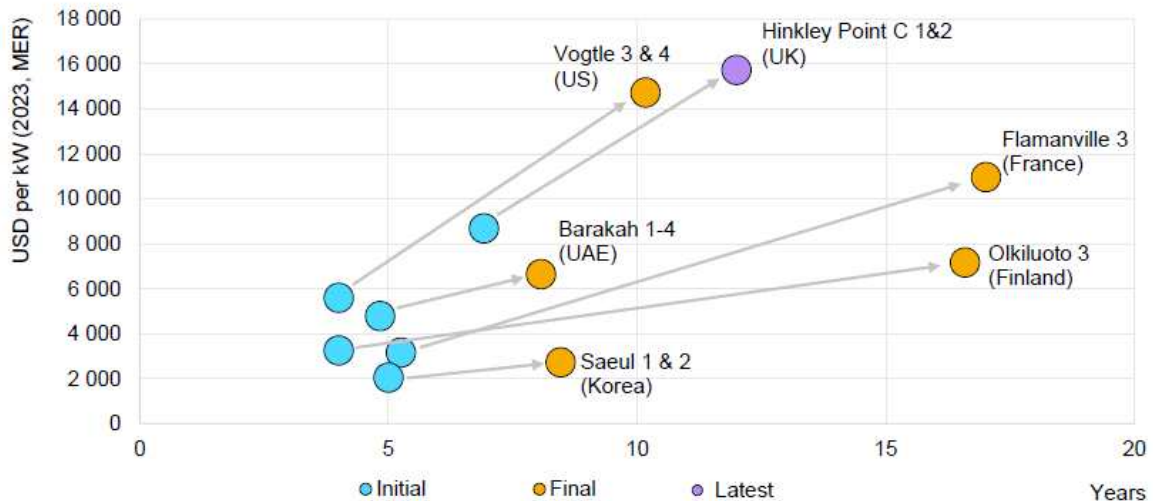
[표1] 국가별 기존 원전 계속 운전 계획(2019-2024)

국가	계속 운전 계획	장기 계획
아르메니아	Armenian 2호기 계속 운전 계획	계속 운전
벨기에	Doel 4호기 및 Tihange 3호기 계속 운전 계획	단계적 폐지
체코	Dukovany의 원전 4기 20년 계속 운전 계획	계속 운전
핀란드	Loviisa 2기 계속 운전 승인	계속 운전
프랑스	Grand Carenage를 통한 모든 원전 계속 운전 계획	계속 운전
헝가리	Paks 원전 4기 계속 운전 계획 의회 승인	계속 운전
일본	개정된 전기사업법에 따른 모든 원전 계속 운전 계획	재가동
멕시코	Laguna Verde 원전 2호기 계속 운전 계획	계속 운전
네덜란드	Borssele 원전 계속 운전 계획	계속 운전
루마니아	계속 운전을 위한 Cernavoda 1호기 보수 계획	계속 운전
남아프리카공화국	Koeberg 1호기 계속 운전 승인	계속 운전
스페인	Trillo 원전 계속 운전 승인	단계적 폐지
미국	Palisades 원전, Diablo Canyon 원전 계속 운전 계획	계속 운전

[출처: IEA, The Path to a New Era for Nuclear Energy]

- 과거 원자력 시장을 주도했던 미국과 프랑스는 최근 대형 신규 원자로 프로젝트에서 일정 지연과 비용 초과 문제로 어려움을 겪으며 원전 시장에서의 경쟁력이 약화되었으며 이는 중국, 러시아가 원전 시장을 주도하는 결과로 이어지고 있음
 - 2017년 이후 전 세계적으로 착공된 52기의 원전 중 25기는 중국 설계, 23기는 러시아 설계로 중국과 러시아가 신규 원전 시장을 주도 중
 - * '17년부터 '23년까지 대부분의 대형원전 건설이 설계 기간을 포함하여 평균 7년 정도 소요된 중국과 달리 미국, 유럽 등은 평균 10년 이상의 기간이 소요됨
 - 2024년 말 기준, 건설 중인 원전 63기 중 29기가 중국에 집중되어 있으며 2050년까지 중국의 원전 설비용량이 최대 320 GW로 예상되며 미국과 유럽연합(EU)를 넘어설 것으로 전망됨

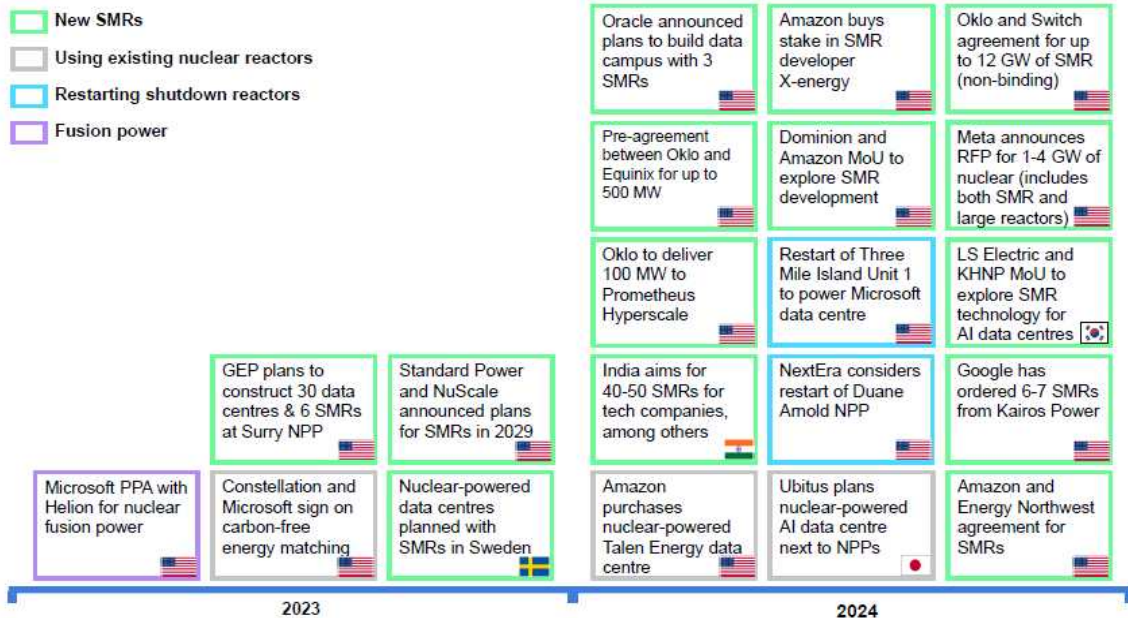
[그림3] 원전 프로젝트의 자본 변경 및 건설 지연 추이



[출처: IEA, The Path to a New Era for Nuclear Energy]

- AI 등 기술 패권 경쟁으로 데이터 센터 및 산업용 전력공급 수요가 증가함에 따라 원자력 이용에 대한 관심이 더욱 커지고 있음
 - '23년 기준 미국 내 데이터 센터의 전력 소비량은 '14년 대비 176 TWh로 증가하여 전체 전력 소비량의 4.4%로 이는 '28년까지 약 400 TWh까지 추가로 증가하여 전체 전력 수요의 최대 12%를 차지할 것으로 예측됨
 - 이에 따라, 현재까지 데이터 센터 부문에 전력을 공급하기 위해 최대 25 GW의 SMR 배치 계획이 발표되었으며 기존 원전의 활용도 함께 고려하는 등 빅테크 기업을 중심으로 원자력 이용에 대한 관심이 증대 중

[그림4] 데이터 센터를 위한 원자력 에너지 활용 계획



[출처: IEA, The Path to a New Era for Nuclear Energy]]

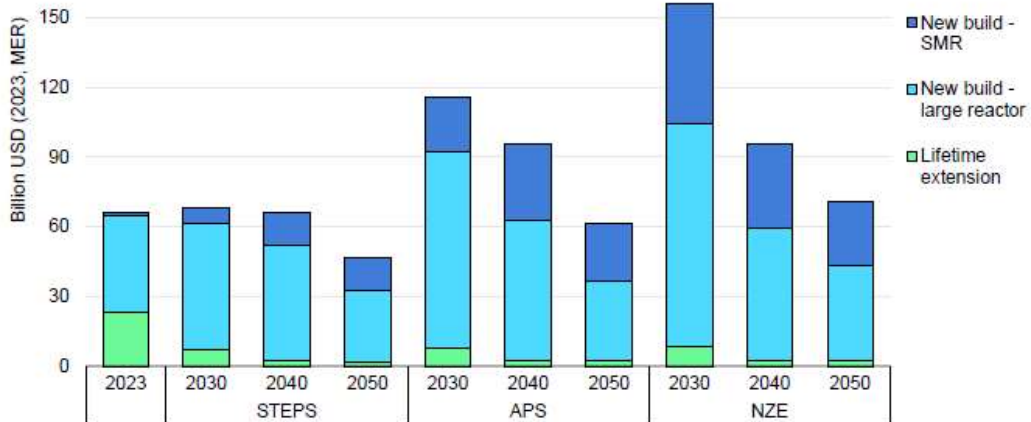
03. 글로벌 원자력 산업 전망

- IEA의 세 시나리오에서 온실가스 감축 목표 달성을 위해 원자력 산업에 대한 투자가 모두 증가할 것으로 예상되며 시나리오에 따라 2050년까지 누적 투자금이 1.7조~2.9조 달러에 달할 것으로 전망
 - 유럽, 미국, 일본, 한국 등에서 추진 중인 신규 원자로 프로젝트들이 이러한 변화를 촉진하고 있으며 이에 따라 연간 650억 달러 수준인 원자력 산업 투자금이 2030년까지 연간 700억~1,500억 달러로 증가할 것으로 전망
 - 2030년까지 청정에너지 전환을 위해 원자력에 대한 투자가 꾸준히 증가하지만, 이는 탈탄소 목표에 도달하기 시작하면서 점차 감소할 것으로 예상됨

[원자력 투자 및 성장 경로 시나리오]

1. STEPS(The State Policies Scenario): 기존 정책 기준으로 예상되는 원자력 투자 및 성장 경로
2. APS(The Announces Pledges Scenario): 각국 정부가 설정한 모든 에너지·기후 목표가 완전히 달성된다는 가정하에 예상되는 원자력 투자 및 성장 경로
3. NZE(The Net Zero Emission by 2050): 2050년까지 CO₂ 순배출 제로 달성을 목표로 예상되는 원자력 투자 및 성장 경로

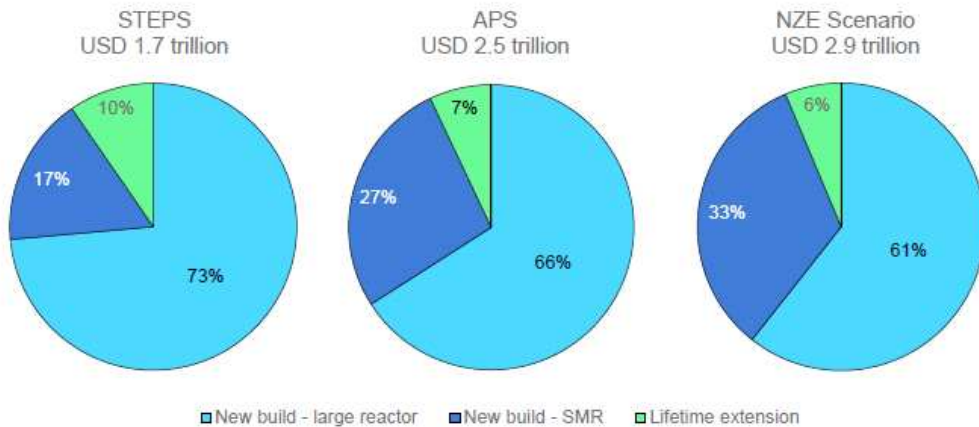
[그림5] 전 세계 원자력 에너지 투자금 전망 (2023-2050)



[출처: IEA, The Path to a New Era for Nuclear Energy]

- 특히 SMR의 투자 비중이 꾸준히 증가하여 2050년까지 전체 원자력 투자 중 17~33% 이상 차지할 것으로 예상되며 2024년부터 2050년까지 SMR 누적 설비용량은 약 40~190 GW, SMR의 누적 투자금은 약 2,900억~9,500억 달러에 달할 것으로 전망

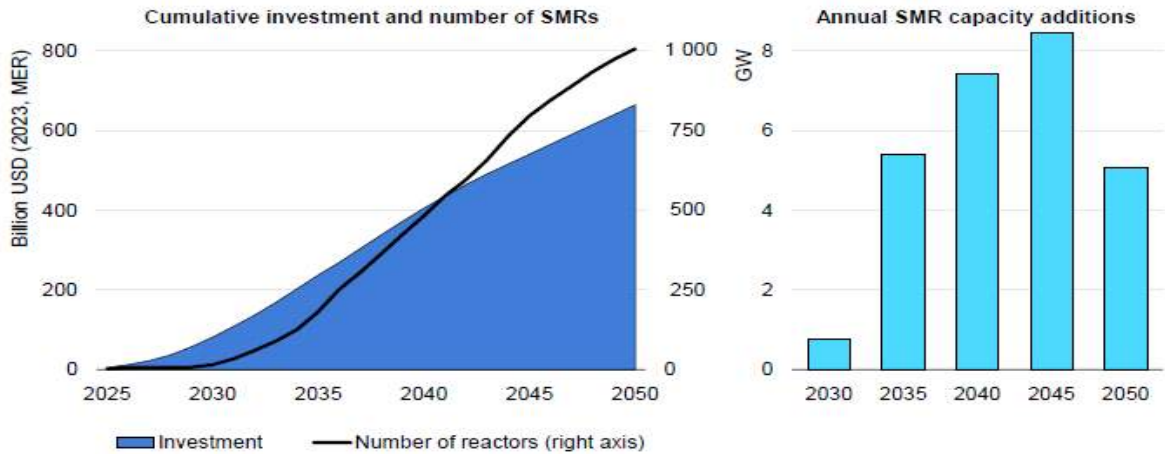
[그림6] 시나리오 및 유형별 원자력 누적 투자 비율



[출처: IEA, The Path to a New Era for Nuclear Energy]

- 현재 정책 환경에서는 2050년까지 SMR의 총 설비용량이 40 GW 수준이 될 것으로 예상되지만, SMR에 대한 맞춤형 정책 지원, 규제 간소화 등이 이루어지고, 산업이 새로운 프로젝트와 설계를 성공적으로 추진될 경우 최대 190 GW에 이를 것으로 전망
- 이러한 시나리오에서는 2030년까지 SMR에 대한 연간 투자 규모가 현재 50억 달러에서 450억 달러로 증가하며, 2050년까지 누적 투자금은 최대 9,500억 달러에 이를 것으로 예상

[그림] SMR 누적 투자금 및 설비용량 변화 추이



[출처: IEA, The Path to a New Era for Nuclear Energy]

○ 원자력 산업의 지속적 성장을 위하여 금융비용을 낮추고 사업의 위험을 완화할 수 있는 수단과 전력 비즈니스 모델의 필요성이 대두됨

- 100억 달러가 넘는 초기 투자금이 필요한 대형 원자력 프로젝트는 낮은 금리로 대규모 자금을 조달할 수 있는 국영 기업 위주의 투자가 주로 이루어졌으나 원전 시장이 커지면서 민간 투자의 중요성이 증대됨
- 가격 변동성이 높은 전력 시장에서 장기 전력구매계약(PPA), 차액계약(Contracts for Difference)*, 규제자산기반모델(RAB, Regulated Asset Base)**과 같은 사업 리스크를 완화하는 수단은 필수적임

* 차액계약(Contracts for Difference): 정부 또는 공공기관이 전력 생산업체와 체결하는 가격 보장 계약으로 시장 가격 변동에 따른 리스크를 줄이기 위해 고정된 기준 가격(Strike Price)을 설정하는 방식

** 규제자산기반모델(RAB, Regulated Asset Base): 대규모 인프라 프로젝트에 민간 투자를 유치하기 위한 금융 모델로 사업자의 투자 비용을 전기 요금으로 회수할 수 있도록 보장해주는 방식

- 자원 조달 관점에서 SMR은 건설 기간을 단축하여 데이터 센터 운영 기업과 같은 빅테크 기업들과의 협업으로 금융 조달이 더욱 용이해질 것으로 예상됨

04. 관찰 및 평가

- 국제사회는 에너지 안보와 기후 변화 대응을 위한 핵심 기술로 원자력 에너지를 다시 주목하고 있으며, 특히, 전 세계적인 전력 수요 증가와 탈탄소화 목표를 고려할 때, 원자력은 신뢰할 수 있는 저탄소 전력 공급원으로서 중요한 역할을 수행할 것으로 예상됨
- 현재는 중국과 러시아가 원자력 발전 확대를 주도하고 있지만, SMR과 같은 혁신 기술이 시장을 변화시키며 선진국 중심의 기술 개발과 공급망 확대로 시장 주도권이 서서히 변화할 가능성이 있음
- 그러나 원자력 발전의 지속적인 확대를 위해서는 건설 비용 초과 및 지연 문제, 금융 조달, 안전 규제 개선 및 공급망 안정성 등의 장애물들을 극복해야 하며 특히, 민간 금융기관이 원자력 프로젝트에 적극적으로 참여할 수 있도록 강력하고 일관적인 정책 지원과 금융 리스크 완화 조치가 필수적일 것으로 예상됨
 - 특히 글로벌 원자력 산업 확대를 위해 에너지 정책의 일관성과 장기적인 에너지 전략을 통해 원자력 투자를 안정적으로 유지하고, 프로젝트 파이낸싱 모델을 개선하며 공적 금융기관(MDB)의 지원 활용하는 다양한 금융 전략 모색이 필요
- 원자력 산업은 SMR과 같은 혁신 기술과 함께 새로운 성장의 기회를 맞이하고 있으며, 이러한 기회를 실현하기 위해서는 정책적 지원, 기술 혁신, 금융 리스크 완화 등 주요 도전 과제를 해결하는 적극적인 노력이 수반되어야 할 것임

참고문헌

- 1) IEA. (2025). The Path to a New Era for Nuclear Energy. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/the-path-to-a-new-era-for-nuclear-energy>
- 2) OECD/NEA. (2022). Beyond Electricity: The Economics of Nuclear Cogeneration. Retrieved from https://www.oecd-nea.org/jcms/pl_71699/beyond-electricity-the-economics-of-nuclear-cogeneration?details=tru
- 3) IEA. (2024). World Energy Outlook 2024. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024>
- 4) IAEA. (2024). Nuclear Power Reactors in the World. Retrieved from <https://www.iaea.org/publications/15748/nuclear-power-reactors-in-the-world>
- 5) IAEA. (2024). Small Modular Reactors: Advances in SMR Developments 2024. Retrieved from <https://www.iaea.org/publications/15790/small-modular-reactors-advances-in-smr-developments-2024>
- 6) IAEA. (2025). CNPP Country Nuclear Power Profiles. Retrieved from <https://cnpp.iaea.org/public/>
- 7) Data center Dynamics. (2024). Google signs nuclear SMR deal with Kairos for data center power. Retrieved from <https://www.datacenterdynamics.com/en/news/google-signs-nuclear-smr-deal-with-kairos-for-data-center-power/>
- 8) DOE. Civil Nuclear Credit Program. Retrieved from <https://www.energy.gov/gdo/civil-nuclear-credit-program>