

이슈브리프

No. 2025-33

한미 간 상호보완적 원자력 협정 개정 방안

심상민

선임연구위원

2025-10-21

원자력의 평화적 이용은 국가의 주권적 권리이지만, 우리나라의 경우 2015년 개정된 현행 “대한민국 정부와 미합중국 정부 간의 원자력의 평화적 이용에 관한 협력 협정(이하 “한미 원자력 협정”)”에 의해 평화적 목적이라 할지라도 우라늄 농축과 사용후핵연료 재처리에 원칙적으로 금지되고 미국의 사전 동의가 필요하게 되어, 세계적인 원전 강국으로 부상한 한국의 기술력과 현실적 필요를 반영하지 못하고 있다.

이재명 대통령의 8월 방미와 맞물려 한미 원자력 협력 분야에서 의미 있는 성과가 도출되었다. 앞으로도 한미 원자력 협력은 더욱 발전할 가능성이 있는데, 우선 미국이 미국 내 원자력 확대에 적극적인 자세를 보이고 있고, 우리나라 원자력 산업이 가진 예산범위 내 적기 원전 시공 능력, 효율적 사업 관리, 완결된 원자력 산업 생태계가 미국이 필요로 하는 원전 비중 확대를 적극적으로 지원할 수 있기 때문이다.

우리 정부는 이러한 원자력 협력 확대가 기대되는 상황을 기회의 창으로 삼아, 우리 원자력 산업의 강점을 레버리지로 활용하여 미국의 원자력 능력 확충에 기여함으로써 한미 간 무역 합의 타결에 유리한 여건을 조성할 수 있을 것이다. 또한 우리 원자력 산업의 지속가능성 담보를 위해 한미 원자력 협정의 개정을 통해 우라늄 농축과 사용후핵연료 재처리에 관한

포괄적 권한을 확보하여야 할 것이다. 이는 한미동맹을 기술 동맹으로 격상하는 긍정적 효과를 갖게 될 것이다.

문제의식

원자력의 평화적 이용은 국가의 주권적 권리로서, 국가는 국제사회가 경계하고 있는 핵확산(Nuclear Proliferation), 즉 원자력의 군사적 전용을 반대하고 이를 담보하기 위한 국내외 조치를 시행한다는 전제하에 이를 자유롭게 향유할 수 있어야 한다. 우리나라의 경우 핵 비확산 협정(Non-Proliferation Treaty, NPT)에 가입하여 있고 원자력의 이용에 관하여 국제원자력기구(International Atomic Energy Agency, IAEA)와 안전조치 협정(Safeguard Agreements)을 체결하여 정기사찰 수용 등 각종 비확산 의무를 준수하고 있기도 하다. 그러나 우리나라는 원자력 기술을 미국으로부터 도입한 탓에 한미 원자력 협정의 구속을 받고 있으며, 2015년의 개정에도 불구하고 원전연료의 안정적 공급 확보를 위한 농축, 그리고 사용후핵연료를 포함한 방사성 폐기물 관리에 도움이 될 재처리 역량 구축에 제약을 받고 있다.

미국 제47대 대통령으로 취임한 도널드 트럼프는 미국 원자력의 진흥을 강력히 희망하고 있으며, 아래에서 설명하듯 이는 2025년 5월 공포된 원자력 관련 다수 행정명령으로 입증되고 있다. 다만 미국 내 원자력 발전소 건설 및 운영은 여러 가지 어려움을 겪고 있어 독자적인 원자력 진흥에는 한계가 있을 것으로 예상된다. 우리나라 원자력 산업은 미국이 필요로 하는 원전의 예산범위 내 적기 건설의 노하우와 안정적 생태계를 갖추고 있어, 우리나라와 미국이 원자력 진흥을 위해 협력하기로 할 경우 결정적인 역할을 담당할 수 있다.

이와 관련, 이재명 대통령과 미국의 트럼프 대통령의 8월 25일 정상회담과 더불어 개최된 한미 비즈니스 라운드 테이블에서는 한미 원자력 협력에 관한 의미 있는 진전이 이루어졌다. 한국의 한국수력원자력(이하 한수원)과 두산에너지빌리티는 미국의 엑스에너지(X-energy), 아마존웹서비스(AWS)와 함께 소형모듈원자로(SMR)의 설계, 건설, 운영, 공급망 구축, 투자 및 시장 확대 협력에 관한 4자 간 MOU를 맺었다. 또한 두산에너지빌리티와 페르미 아메리카(Fermi America)는 미국 텍사스 주에 건설을 추진 중인 AI 캠퍼스 프로젝트에 공급할 대형 원전과 SMR 기자재 관련 포괄적 협력 관계를 구축하는 MOU를 체결했다.

한수원과 삼성물산 역시 페르미 아메리카와 AI 캠퍼스 프로젝트의 원전·화력·태양광 통합 운영 협력에 관한 MOU를 체결했으며, 한수원과 포스코인터내셔널은 센트러스 에너지(Centrus Energy)의 우라늄 농축 설비 구축 투자에 공동 참여하는 내용의 MOU를 체결했다.¹ 이번 행사에서 총 11건의 한미 제조업 협력에 관한 MOU가 체결되었는데, 그중 4건이 원자력에 관한 것이라는 점은 향후 한미 간 원자력 협력이 긴밀히 이루어질 것임과 동시에 조선과 함께 원자력이 미국과의 무역 관련 협의에서 중요한 레버리지로 사용될 수 있음을 시사한다.

이러한 긍정적인 분위기에 편승하여, 향후 우리 원자력 산업이 가진 장점을 최대한 부각함으로써 미국이 강하게 필요를 느끼는 분야에서 보다 대규모이고 구체적인 한미 협력의 결과가 도출될 수 있도록 하는 것이 필요하다. 그리고 한미 원자력 협력의 증대라는 기회의 창을 이용, 우리 원자력 산업의 숙원인 원전연료의 안정적 공급, 사용후핵연료를 포함한 방사성 폐기물의 처리에 대한 법적·제도적 해결책, 즉 2015년 개정된 한미 원자력 협정의 재개정을 위해 외교적 역량을 집중해야 한다.

이하에서는 한국 원자력 산업이 가진 강점(저비용·고효율) 및 약점(원전연료 공급 문제·방사성 폐기물 처리)을 서술하고, 이 두 가지 문제에 대해 부분적이거나 해결책이 될 수 있는 원료 농축 및 재처리를 사실상 불가능하게 하는 한미 원자력 협정을 검토한다. 이어 미국의 희망에도 불구하고 원자력의 조기 확대가 어려울 수밖에 없는 원인을 분석하고, 한미 원자력 협력이 양국의 필요를 충족시키는 윈윈 전략이 될 수 있음을 강조하며, 협력의 지속가능성을 담보할 한미 원자력 협정 중 농축 및 재처리에 대한 조항 개정을 제안한다.

한국 원자력 산업의 장단점

한국 원자력 산업의 장점: 저비용·고효율

한국 원자력 산업은 1978년 7월 미국 웨스팅하우스가 건설한 고리 1호기의 상업운전²을 시작으로 지속적으로 성장하여 왔으며, 이후 약 반세기 동안 축적된 기술력과 경험을 바탕으로 저비용·고효율이라는 독보적인 경쟁력을 확보하고 있다. 꾸준한 기술 개발, 표준화된 설계, 그리고 강력한 공급망은 한국형 원전을 가성비 높은 에너지 해결책으로

만들었으며, 이는 2009년 아랍에미리트(UAE)에,³ 그리고 올해인 2025년 체코에 원전을 수출하는 성과로 이어졌다.⁴ 폴란드 등 신규 원전 도입을 고려하는 다른 국가들이 한국의 원자력 산업을 관심있게 바라보는 이유이기도 하다.⁵

한국 원전의 가장 큰 강점은 단연 경제성으로, 세계적으로 원전 건설비가 급등하는 추세 속에서도 한국은 월등한 가격 경쟁력을 유지하고 있다. 한국의 원전 건설 단가는 kW당 약 3,571달러로, 미국(약 5,833달러), 프랑스(약 7,931달러) 등 주요 경쟁국에 비해 현저히 낮다.⁶ 이러한 비용 절감은 설계, 기자재 제작, 시공, 운영에 이르는 전 과정에 걸친 표준화와 효율적인 사업 관리 능력 덕분이다.⁷

또한 한국은 정해진 예산 내에서 약속된 기간 안에 원전을 완공하는 것으로 알려져 있으며,⁸ 이는 발주국의 신뢰를 얻는 핵심적인 요소로 작용한다. 2008년부터 2018년까지 한국의 원전 건설 평균 기간은 약 5.3년으로, 일부 국가에서 10년을 훌쩍 넘기거나 수십 년씩 지연되는 사례와 극명한 대조를 이룬다.⁹ 다만 UAE에 수출한 바라카 원전의 경우 약 4년의 공기 지연이 발생한 결과 2025년 현재 누적수익율이 마이너스를 기록한 것이 알려져, 발주자에 따라서는 적기 완공능력을 의심할 여지는 있다.¹⁰

건설 이후 운영 단계에서도 한국 원전의 효율성은 눈에 띈다. 원전 이용률은 발전소의 효율성을 나타내는 핵심 지표인데, 한국 원전의 이용률은 꾸준히 80%를 상회하며 세계 최고 수준을 자랑한다. 2024년에는 원전 이용률이 83.8%를 기록하며 2015년 이후 9년 만에 최고치를 경신하기도 했다.¹¹ 이는 고장으로 인한 발전 정지 시간이 짧고, 계획예방정비 기간을 효율적으로 단축하는 등 뛰어난 운영 및 정비 기술력이 구비되어 있기 때문이다. 높은 이용률은 안정적인 전력 공급은 물론 발전 단가 인하로 직결된다.

이러한 저비용·고효율의 배경에는 수십 년간 축적된 기술력과 유기적으로 연결된 산업 생태계가 있다. 한국의 주력 원전 모델인 APR1400은 안전성과 경제성을 동시에 향상시킨 원전으로서, 기존 모델(OPR1000) 대비 발전 용량을 40% 늘리면서도 설계 최적화와 신공법 적용을 통해 건설 비용과 기간을 단축하고, 60년의 설계 수명을 보장하여 장기적인 관점에서 경제성을 극대화했다. APR1400은 미국 원자력규제위원회(NRC)의 설계 인증을 취득하는 등 세계적으로 그 기술력과 안전성을 인정받고 있다.¹² 그리고 한국은 원전 설계(한국전력기술), 주기기 제작(두산에너지빌리티), 시공(현대건설 등), 운영 및 정비(한수원,

한전KPS 등)에 이르는 전 주기에 걸쳐 강력한 공급망을 갖추고 있다. '팀 코리아'로 불리는 이러한 협력 체계는 유기적인 소통과 효율적인 사업 수행을 가능하게 하여 비용을 절감하고 공사 기간을 단축하는 핵심 동력으로 작용한다.

요약하면 한국 원자력 산업은 낮은 비용으로 원전을 적기에 건설할 수 있는 기술력과 효율적 사업 관리, 그리고 탄탄한 공급망을 갖추고 있으며, 이는 미국이 달성을 희망하고 있는 미국 내 원자력발전의 조기 확대에 중요한 기여를 할 수 있는 산업적 역량이다.

다만 우리 원전 기술의 독자성에 관해서는 웨스팅하우스가 지속적으로 이의를 제기하여 왔기에 우리 원자력 산업의 미국시장 진출이 어려워 보였으나, 올해 1월 16일에 한수원과 웨스팅하우스가 지식재산권 분쟁을 끝내고 글로벌 원전시장에서 협력을 강화하기로 합의함으로써 우리 원자력 산업의 미국 원전시장 진입에 관한 법적 리스크는 해소된 상태이다.¹³

한편 지재권 분쟁 종결 합의에는 한수원·한전 등이 원전을 수출할 때 1기당 6억5천만 달러(약 9천억 원) 규모의 물품·용역 구매 계약을 웨스팅하우스와 맺고, 1기당 1억7천500만 달러(약 2천400억 원)의 기술 사용료를 내는 등 한수원에 불리한 내용이 포함되어 있음이 알려져 논란이 되었다.¹⁴

하지만 이는 지속적 확대가 예상되는 글로벌 원전시장에 신속히 진출하기 위해서 법적 리스크를 해소하기 위한 고육책이라고 볼 수 있다. 또한 원전 건설의 모든 부문을 우리 업체들만으로 담당하기란 구조적으로 불가능하므로, 일부 물품 및 용역 구매계약을 웨스팅하우스와 체결하는 것은 생각만큼 부당한 것은 아닐 수 있다.¹⁵ 결국 이 문제는 장기적 관점에서 엄정하게 평가하여야 하며, 일부의 내용을 침소봉대하여 성급하게 판단하고 비난할 것은 아니다. 무엇보다도 이 글에서 주장하는 한미 원자력 협력의 확대를 위해서는 중요한 사업파트너가 될 양국 대표주자들간의 법적 분쟁을 신속히 종결할 필요가 있다는 점에서, 해당 합의는 긍정적 측면이 부정적 측면을 능가하는 것으로 판단된다.

한국 원자력 산업의 단점: 안정적 원전연료 수급·사용후핵연료 관리

앞에서는 우리나라 원자력 산업의 강점만을 부각했지만, 실제로 우리 원자력 산업이 처해

있는 도전적 상황도 언급하지 않을 수 없다.

먼저 에너지 안보 차원에서 원자력 원료의 안정적 수급이라는 과제가 있다. 한국은 원전 운영에 필요한 저농축 우라늄 전량을 수입에 의존하고 있다. 이는 국제 정세 변화에 따른 공급망 불안에 그대로 노출되는 구조적 취약점이다. 특히 고순도 저농축 우라늄(HALEU)은 차세대 원자로 및 소형모듈원자로(SMR)에 필수적인 원료인데,¹⁶ 현재 러시아가 공급을 독점하고 있어 특정 국가에의 의존도 해소가 시급하다.¹⁷

다음으로 사용후핵연료 저장용량 포화 문제도 심각한 상황이다. 국내 원자력 발전소 내 사용후핵연료 저장시설은 이르면 2026년부터 순차적으로 포화 상태에 이를 전망이다. 특히 고리원전은 2026년에 95.1%의 포화율에 도달해 가장 먼저 한계에 직면하게 되는데, 다른 원전들도 상황은 그다지 녹록지 않다. 한빛원전은 2029년경에, 한울원전은 2031년경에 포화가 예상되고, 월성원전은 2033년에 포화율이 98.6%에 달할 것으로 추정된다.¹⁸

영구처분장 부지 선정 또한 사회적 합의 문제로 난항을 겪고 있고, 앞으로도 이 문제는 쉽게 해소되기 어려울 전망이다. 올해 3월 25일에 제정된 ‘고준위 방사성폐기물 관리에 관한 특별법’은 제17조에서 “고준위 방사성폐기물 중간저장시설은 2050년 이전, 고준위 방사성폐기물 처분시설은 2060년 이전에 운영을 개시할 수 있도록” 하는 것으로 규정하고 있으나 영구 처분장 부지 선정 기준 등을 구체적으로 규정하지는 않고 있다. 따라서 향후 고준위방폐장 건설 과정에서 주민 반대와 지자체 협의 등 해결해야 할 숙제가 남아 있다.¹⁹

한미 원자력 협정상 제약

원자력의 지속가능한 이용을 위해서는 이 두 가지 문제를 해결하지 않으면 안되는데, 결국은 자체 우라늄 농축과 사용후핵연료 재처리 역량 확보가 관건이다. 자체적인 우라늄 농축 능력 확보는 안정적인 핵연료 수급을 통해 에너지 안보를 획기적으로 강화하는 길이고, 사용후핵연료 재처리는 고준위 방사성폐기물의 부피를 획기적으로 줄일 수 있으며, 유용한 자원을 회수하여 차세대 원전의 연료로 재활용할 수 있다. 이는 폐기물 관리 부담을 줄이고 지속가능한 원자력발전을 위한 유일한 현실적 대안이다.²⁰

그러나 2015년 개정된 한미 원자력 협정은 이 두 가지 문제의 해결책 추구를 근본적으로 어렵게 하는 요인이다. 동 협정은 제11조 1항에서 “원료물질 또는 특수핵분열성물질의 재

처리 또는 그 밖의 형상 또는 내용의 변경”은 “당사자들이 서면으로 합의하는 경우에만 이루어질 수 있다”고 규정하고 있어, 미국의 동의가 없는 한 우리나라의 독자적인 사용후핵연료 재처리는 불가능한 것으로 하고 있다. 또한 동 협정은 제11조 2항에서 우라늄 농축은 “양자 고위급 위원회를 통하여 양자 간에 수행되는 협의에 따라”, “농축을 하기 위한 약정에 서면으로 합의하고”, “그 농축이 우라늄 235 동위원소가 오직 20퍼센트 미만인 경우에 한하여 농축될 수 있다”고 하고 있어, 역시 미국의 포괄적 동의가 있어야만 제한적인 형태로 농축을 할 수 있도록 규정하고 있다.

다만 사용후핵연료 재처리에 관하여는 동 협정에 부속된 합의의사록은 6항에서 양국이 사용후핵연료 관리 및 처결 기술의 기술적, 경제적 및 비확산(안전조치 포함) 측면을 검토하기 위한 공동연구(연료주기공동연구)를 시작하였음을 언급하였고, 공동연구는 10년의 기간을 거쳐 종료되었으나 그 결과는 미공개 상태이고²¹ 후속 연구에 관한 일정은 나와 있지 않다. 우라늄 농축에 관해 의미 있는 합의를 이끌어낼 수 있는 제도적 장치인 양자 고위급 위원회는 2018년 개최를 마지막으로 7년째 열리지 못하고 있다.²²

미국 원자력의 취약점: 신규 원전 건설 지연·높은 농축 우라늄 해외 의존도

미국 원자력 산업의 현황

미국에서는 인공지능(AI) 기술개발 및 산업적 이용을 위해 데이터 센터 건설이 급증할 것으로 예상되는 가운데 전력 부족 사태까지 우려되고 있는 상황에서, 원자력은 미래 전력 공급 안정을 위한 중요한 대안으로 주목받고 있다.²³ 트럼프 대통령은 올해 5월 23일 원자력 부흥, 공급 능력 확대 및 규제완화에 관한 4건의 행정명령²⁴을 공포함으로써 원자력 확대에 대한 미국 정부의 의지를 보이기도 했다.

그러나 미국 원자력 산업은 수십 년간 신속하고 효율적인 원전 시공 능력을 입증하지 못해 왔으며, 원전 연료인 농축 우라늄의 상당 부분을 러시아를 포함한 외국으로부터의 수입에 의존하고 있어 공급망 교란에 취약하다는 약점을 안고 있다.

미국 원전의 적기 건설 곤란 및 천문학적 비용 초과 문제를 극명하게 보여주는 사례는

조지아 주의 보글(Vogtle) 발전소 3, 4호기와 사우스캐롤라이나 주의 V.C. 서머(Summer) 발전소 2, 3호기 프로젝트이다. 이 두 프로젝트는 동일한 웨스팅하우스 노형(AP1000)을 채택하고²⁵ 비슷한 시기(보글 발전소는 2009년에, V.C. 서머 발전소는 2013년에 건설 개시²⁶)에 시작했지만 두 원전 모두 다년간의 공기 지연이 발생하였으며, 이 과정에서 최초 시공사였던 웨스팅하우스는 재정난을 이기지 못하고 2017년 파산 보호를 신청하기도 하였다. 보글 원전의 경우 초기 예상 건설비용은 140억 달러였으나 2023년과 2024년에 각각 상업운전을 시작할 때까지 최종적으로는 350억 달러(약 48조 원)를 훌쩍 넘겼으며, 이는 당초 계획의 2.5배에 달하는 금액이다.²⁷ V.C. 서머 원전 건설 프로젝트의 경우 결과는 더욱 참혹하여, 90억 달러(약 12조 원)의 손실만 남긴 채 2017년 건설이 중단되었다.²⁸

이러한 실패는 복잡한 규제 절차, 숙련된 노동력 부족, 수십 년간의 공백으로 약화된 부품 공급망, 그리고 비효율적인 현장 관리 등 약화된 미국 원자력 산업 생태계의 총체적인 문제점을 드러내고 있다. 이로 인해 미국 투자자들은 신규 원전 건설을 극도로 위험하고 예측 불가능한 사업으로 인식하게 되었다.

또한 미국은 원전 연료인 농축 우라늄의 상당 부분을 러시아를 포함한 해외 수입에 의존하고 있어 에너지 안보에 큰 위협이 되고 있다. 미국은 1980년대만 하더라도 250개 이상의 광산에서 약 4,400만 파운드의 우라늄 정광(U_3O_8 , Yellow Cake)을 생산했으나 2022년 기준으로 우라늄 필요량의 95%를 해외에서 수입하는 처지가 되었다.²⁹ 이와 관련, 러시아는 전 세계 우라늄 농축 능력의 44%를 차지하고 있으며 미국 핵연료 수입의 35%를 담당하고 있어 미국이 러시아 농축 우라늄 공급 의존도가 높다는 한계를 안고 있다.³⁰

이와 관련, 미국은 러시아의 우크라이나 침략을 규탄하며 그 자금줄을 차단하기 위해 여러 조치들을 취해 왔는데 그 중의 하나가 러시아 우라늄 수입 금지법(Prohibiting Russian Uranium Imports Act)으로서 2024년 5월에 발효되었다.³¹ 이 법은 러시아산 저농축 우라늄 수입을 2028년 1월 1일부터 금지하는 것을 내용으로 하는데, 다만 그 이전까지는 일정 조건(대체 우라늄 수입처 확보 곤란, 국가안보)이 충족되면 에너지부 장관의 예외 인정을 통해 한정된 양의 러시아산 우라늄을 수입할 수 있도록 하고 있다. 이 법의 부수적 효과는 미국 내 우라늄 농축 능력의 확장인데, 원자력발전에 대한 관심이 증대되면서 우라늄 농축시설 신규 건설에 관한 수요도 높아질 것으로 보인다.

트럼프 행정명령 이행의 과제: 목표와 현실 간 괴리

2025년 5월, 트럼프 대통령은 4건의 행정명령을 공표하여 2050년까지 미국 내 원자력발전 용량을 현재의 4배인 400GW로 늘리고, 신규 원전 인허가 기간을 18개월로 단축하는 것을 목표로 할 것임을 천명했다. 보다 구체적으로 살펴보면, “국가 안보를 위한 첨단 원자로 기술 실시(Deploying Advanced Nuclear Reactor Technology for National Security)” 행정명령 14299호는 연방 정부가 국내에서 첨단 원자력 기술의 급속한 성장을 지원하고, 미국의 동맹국과 상업 파트너에게 이를 수출하도록 촉진할 것을 내용으로 하고 있다. 이를 위해 미국무장관은 1954년 원자력법 제123조에 따른 신규 원자력 협정을 2029년 1월 3일까지 최소 20개 국가와 체결할 것 및 향후 10년 내에 만료되는 원자력 협정을 개정할 것을 지시받았고, 에너지부는 기술 수출에 관한 신청서를 접수한 후 30일 내에 허가 여부 결정을 내리도록 하였다. “원자력 규제 위원회 개혁 명령(Ordering the Reform of the Nuclear Regulatory Commission)” 행정명령 14300호는 신규 원자로 건설 및 운영 신청에 대한 최종 결정 기한을 최대 18개월 이내, 기존 원자로 운영 지속 신청에 대한 최종 결정 기한을 최대 1년 이내로 정하도록 하고 있다. “원자력 산업 기반 활성화(Reinvigorating the Nuclear Industrial Base)” 행정명령 14302호는 에너지부가 2030년까지 기존 원자로의 출력 향상을 5기가와트까지 촉진하고, 새로운 대형 원자로 10기의 건설을 시작하며, 240일 이내(2026년 1월 18일까지)에 에너지부와 국방부 원자로에서 발생한 사용후핵연료의 재활용 및 재처리, 선진 연료주기 능력 개발, 사용후핵연료 관리에 대한 국가 정책을 명시한 보고서를 제출하고, 120일 이내(2025년 9월 20일까지)에 저농축 우라늄(LEU), 고농축 우라늄(HEU), 고순도 저농축 우라늄(HALEU) 연료로의 사용을 위한 미국 내 우라늄 처리 및 농축 확대 계획을 마련하도록 하고 있다.

이들 행정명령은 트럼프 행정부의 원자력 산업 부흥에 대한 강력한 의지를 표명한 것이지만, 현실적인 이행에는 심각한 장벽들이 존재한다. 가장 큰 문제는 비용 경쟁력으로서, 막대한 초기 건설비와 금융 비용으로 인해 원자력은 천연가스와 재생에너지에 비해 발전 단가가 월등히 높은데, 행정명령에서 언급된 정도의 정부 지원만으로는 민간 기업들이 선뜻 수십조에 달하는 신규 원전 투자에 나설 것으로 예측되지 않는다. 또한 국내 우라늄 처리 및 농축 능력 확보에 관한 미국 행정부의 정책 결정이 신속히 이루어진다면 하더라도 실제적인 농축 능력 확대에 이르기까지는 시간이 걸릴 것이며, 앞서 언급한 러시아 우라늄 수입

금지법의 시행시기가 2028년부터이고 그 전까지는 예외 인정을 통해 저렴한 러시아 저농축 우라늄 수입이 가능하다는 점은 민간의 농축 시설 투자를 가로막는 요인이 될 수도 있다. 실제로 2025년 6월까지 러시아산 저농축 우라늄의 미국 내 수입은 62.2% 증가하기도 했다.³² 더욱 심각한 문제는 무너진 공급망과 인력 부족인데, 수십 년간의 신규 원전 건설 공백은 미국의 원자력 산업 생태계를 황폐화시켰다. 원자로, 증기발생기 등 핵심 부품을 제작할 수 있는 대형 단조 설비가 부족하고, 고도로 숙련된 원전 건설 및 운영 인력 역시 심각한 고령화 문제에 직면해 있어, 단기간에 이러한 공급망과 인력을 재건하는 것은 거의 불가능에 가깝다고 보인다.

결론적으로 트럼프 대통령의 행정명령은 원자력 확대라는 정책적 방향을 제시했지만, 천문학적 비용, 경제성 부족, 농축시설 등 인프라 적기 건설의 어려움, 그리고 붕괴된 산업 기반이라는 현실적인 장벽을 넘어서기 위한 구체적이고 실현 가능한 해법을 제시하지 못하고 있다는 한계를 지니고 있다.

한미 원자력 협력 증대 가능성: 매우 높음

앞에서 살펴본 내용을 토대로 보면 우리나라와 미국은 원자력 산업 부문에서 협력의 여지가 충분하다.

첫째, 우리나라는 미국이 필요로 하는 신규 원전 건설 역량을 제공할 수 있다. 미국은 최근 수십 년간 신규 원전 건설에 어려움을 겪어왔으며, 원전 건설 실적 미비로 인해 약화된 미국 원전 건설산업 생태계는 최근 촉발된 원자력에 대한 관심 및 미국 행정부의 의지에도 불구하고 적정한 비용으로 신속하게 건설을 진행할 역량 자체를 갖추지 못하고 있다. 반면 한국은 지난 40여 년간 꾸준히 원전을 건설하며 세계 최고 수준의 기술력과 사업관리 능력을 축적했다. 풍부한 건설 경험과 숙련된 인력, 그리고 견고한 원전 기자재 공급망은 우리나라가 “적기에 예산범위 내에서(on-time, on-budget)” 원전 건설을 완료할 능력을 대내외에 알리게 된 이유이기도 하다. 이러한 우리의 역량은 미국 내 신규 원전 건설 프로젝트의 지연과 비용 상승 문제를 해결하는 데 결정적인 도움을 줄 수 있다. 즉 미국은 한국과의 협력을 통해 자국 내에 보다 빠르고 경제적으로 원자력발전을 확대할 수 있는 현실적인 방안을 마련하게 되는 것이다. 한수원과 웨스팅하우스가 원자력 기술에 관한

지재권 분쟁을 끝내고 협력하기로 한 점도 미국 내 신규 원전 건설 프로젝트에 적어도 우리 기업이 웨스팅하우스와 공동으로 참여할 수 있는 기반을 제공한다.

둘째, 저농축 우라늄과 고순도 저농축 우라늄 공급 능력 확충은 미국과 우리나라 모두에게 안정적인 공급처 확보와 공급망 교란 대비라는 측면에서 중요한 과제이다. 적어도 단기적으로는 우리 기업들이 우라늄 농축시설에 대한 지분투자 등을 통해 부분적이거나 농축 우라늄 공급의 애로를 해소할 길을 열 수 있을 것이다. 앞에서 언급한 바 한수원과 포스코인터내셔널이 미국 핵연료 기업인 센트러스 에너지와 오하이오 주 파이크톤에 위치한 우라늄 농축 공장 확장을 위해 잠재적 투자에 관한 MOU를 체결한 것은 한국의 자본이 미국의 우라늄 농축 시설 확대에 기여할 수 있음을 보여주는 구체적인 사례이다. 한국의 투자는 미국 내 농축 시설 건설의 재정적 부담을 덜어줄 뿐만 아니라, 완공 후에는 한국이 안정적으로 농축 우라늄을 공급받는 등 양국 모두에게 이익이 되는 우호적인 핵연료 공급망을 구축하는 초석이 될 수 있다. 이는 러시아 중심의 기존 핵연료 시장에서 벗어나 동맹국 간의 신뢰를 바탕으로 한 새로운 공급망을 형성하는 중요한 전략적 의미를 가진다.

신뢰할 수 있는 파트너국으로서 우리나라가 미국의 농축 우라늄 공급 능력 확충을 돕는다는 측면을 강조한다면 그 협력의 최대치로서 우리나라에 우라늄 농축시설을 건설하고, 저농축 우라늄 및 고순도 저농축 우라늄을 미국 수요처에 안정적으로 공급하는 방안도 상정해볼 수 있다. 이 방안은 한미 원자력 협정상 제한요인으로 인해 현재 실행불가능한 상태이다. 반면 농축 우라늄 공급 능력 확충이란 명제는 한미 원자력 협정의 개정 필요성을 제기하는 하나의 근거로도 작용할 수 있다

한미동맹의 호혜성 강화를 위한 원자력 협정 개정 방안

결국 우리나라 원자력 산업의 지속적 성장을 위해서는 한미 원자력 협정의 개정을 통해 우라늄 농축과 사용후핵연료 재처리 권한을 확보하는 것이 중요하다. 동 협정은 20년의 기한 동안 유효하나 한미 양측의 서면 합의에 의해 언제든지 개정할 수 있도록 되어 있어,³³ 개정에 관한 제도적 걸림돌은 없는 상태이다. 또한 앞서 설명한 트럼프 대통령의 원자력 관련 행정명령에서도 만료 10년을 앞둔 원자력 협력 협정은 재협상 대상으로 규정하고 있어, 미국 측에서도 협정 개정에 나설 유인이 존재한다.

이와 관련, 위성락 대통령실 국가안보실장은 9월 12일 기자간담회를 통해 한미 원자력 협정 개정과 관련해 “큰 틀의 합의, 의미 있는 진전이 있다”고 언급하고, 보다 구체적으로 “세부적으로 협의할 내용이 있을 수는 있지만, 현재로서는 한국이 더 많은 농축, 재처리에 대한 운신의 폭을 갖는 것에 서로 간 양해가 있다”고 설명했다. 그리고 위 실장은 “원자력 협정은 안보 패키지 내에서 논의되는 것으로, 관세 협상과 ‘바터’(교환)할 문제는 아니다”라고 부연하며 “원자력 협정 개정은 안보 패키지 내에서 일정한 이퀄리브리엄(균형)을 이루고 있고, 일종의 완결성을 갖춘 상태라서 그냥 가면 된다”고 언급했다. 다만 대통령실 고위 관계자는 “협정을 개정하기로 했다고 말할 단계는 아니다”라고 하여, 한미 원자력 협정의 조속한 개정이 이루어질 것이라는 기대는 시기상조임을 암시하기도 했다.³⁴

그런데 위 실장은 며칠 후인 17일 언론간담회에서 한미 원자력 협정 개정 문제는 “오로지 순전히 산업적, 경제적 이용 측면”이라고 언급하면서도 원자력 협정 문제를 안보 이슈에서 별도로 다루고 있음을 인정하며, “어떻게 보면 경제 산업적 이슈니 관세에서 다룰 수도 있지만 관세 쪽은 주로 방어하는 입장”이라며 “거기에다 투입하는 것은 우리가 부담해야 하는 액수가 많이 늘어날 수 있고 복잡한 현안이 많이 섞여 있다”고 설명했다.³⁵

원자력 협정 개정이 갖는 안보적, 경제적 양면성을 동시에 바라봐야 한다는 취지이겠지만, 현재 관세 협상이 교착상태에 빠진 점을 감안한다면 원자력 협력을 레버리지로 삼아 관세 협상에서 유리한 결과를 도출하면서 한미 원자력 협정 개정까지 이끌어낼 가능성을 타진하는 것이 보다 타당할 것으로 보인다.

현재 한미 동맹은 군사·안보를 넘어 경제·기술 동맹으로 발전하고 있다. 이러한 흐름은 원자력 분야에서도 타당한 것으로, 미국은 약화된 자국의 원전 산업 인프라를 회복하고 러시아와 중국의 영향력을 견제하기 위해 한국과의 원자력 협력이 절실한 상황이다. 우리나라는 미국이 역점을 두고 있는 원전 확대 노력을 산업적으로 도울 역량이 충분하므로, 단독으로 혹은 웨스팅하우스와 공동으로 예산범위 내 적기 신규 원전 건설을 지원하고, 전기설비나 송전망과 같은 관련 인프라 구축에도 적극적으로 나서서 우리의 경제적 이익을 도모할 필요가 있다. 한미 관세 협상이 쉽게 타결되고 있지 않는 현 상황을 감안한다면 우리의 조선산업을 지렛대로 포괄적 합의를 이끌어 낸 것과 유사하게 “미국 원자력 산업을

다시 위대하게(Make American Nuclear Industry Great Again, MANIGA)“를 구호로 내세워 관세 협상에서 유리한 여건 조성을 시도해 볼만하다.

또한 우리 원자력 산업의 지속가능성을 담보하기 위해서는 원자력 연료의 안정적 수급을 위한 농축과 사용후핵연료 재처리 권한을 확보할 수 있도록 한미 원자력 협정의 개정이 병행되어야 할 것이다. 정부 관계자의 발언을 통해 한미 원자력 협정 개정에 관한 호의적인 분위기가 조성되어 있는 것은 확인되었으나 구체적 협상은 아직 시작되지 않았기에, 보다 실현 가능한 선택지를 갖고 협상에 임하는 것이 중요하다.

우라늄 농축과 관련하여서는 핵 비확산 의무 준수를 위해 농도 20% 미만이라는 조건은 유지하면서 우리가 농축시설을 국내에 설치할 수 있는 제도적 환경을 조성하는 것이 필요할 것이다. 이와 관련, 미일 원자력 협정은 제6조에서 미국의 동의 없이도 20% 미만의 우라늄 농축 권한을 일본 측에 포괄적으로 인정하고 있는데, 한미 원자력 협정도 이러한 포괄적 농축 권한을 인정받을 수 있도록 개정 노력을 기울여야 할 것이고, 최소한 한미 고위급 위원회를 통한 협의 요건은 삭제할 수 있도록 해야 할 것이다.

사용후핵연료 재처리에 관해서는 파이로프로세싱(건식재처리)의 기술적, 경제적 타당성 및 핵비확산성 검토가 완료되지 않은 상황이라는 하나, 추후 기술적 성숙도를 높이기 위해 역시 일정한 한도 내에서 독자적인 재처리 권한을 확보할 필요가 있다. 미일 원자력 협정은 제5조에서 핵물질의 재처리는 당사국의 합의에 의해 가능한 것으로 하되(1항), 플루토늄, 우라늄 233, 고농축 우라늄 및 조사(照射)된 핵물질의 형상 내지 내용의 변경은 미국의 동의 없이 가능한 것으로 하고 있는데, 우리도 원자력 협정에서 독자적 재처리 권한을 인정받을 수 있도록 개정 협상을 추진해야 한다. 파이로프로세싱은 미국도 관심을 갖고 공동연구를 진행한 기술이고, 사용후핵연료 재활용 및 재처리는 앞에서 언급한 트럼프 대통령의 행정명령에도 중시되고 있는 부분이어서, 기술적 성과 및 실증 결과를 미국과 공유한다는 조건을 붙여 포괄적 재처리 권한 확보 노력을 경주할 수 있을 것이다.

결론적으로 정부가 협상을 통하여 개정을 목표로 하는 한미 원자력 협정 제11조의 내용은 다음과 같을 것이다.

제11조

농축, 재처리 및 그 밖의 형상 또는 내용 변경

1. **이 협정에 따라 이전된 원료물질 또는 특수핵분열성물질의 재처리 또는 그 밖의 형상 또는 내용의 변경 또는 이 협정에 따라 이전된 모든 원료물질, 특수핵분열성물질, 감속재 물질, 또는 장비에 이용되었거나 이러한 물질 또는 장비의 이용을 통하여 생산된 원료물질 또는 특수핵분열성물질의 재처리 또는 그 밖의 형상 또는 내용의 변경은 당사자들이 합의하는 경우 이루어질 수 있다. 단 이러한 재처리 또는 그 밖의 형상 또는 내용의 변경이 사용후핵연료의 안정적 관리라는 목적과 긴밀하게 연계되어 있을 경우 그 합의는 추정된다.**
2. **이 협정에 따라 이전된 우라늄, 그리고 이 협정에 따라 이전된 장비에 이용되었거나 이러한 장비의 이용을 통하여 생산된 우라늄은 우라늄 235 동위원소 20퍼센트 미만으로 농축될 수 있다.**
3. 형상 또는 내용의 변경은 원자로 연료의 조사 또는 재조사, 또는 조사되지 아니한 원료물질이나 조사되지 아니한 저농축우라늄에 대한 변환, 재변환, 또는 성형가공은 포함하지 아니한다.

정부는 "원자력의 평화적 이용 권리는 주권의 문제"라는 대전제 아래 한미 원자력 협정 개정 협상에 임해야 하며, 에너지 안보, 환경 문제 해결, 미국과의 공급망 협력을 통한 공동 이익 창출이라는 명분을 앞세워 미국을 적극적으로 설득해야 할 것이다. 이미 미국으로부터 포괄적인 농축·재처리 권한을 확보한 일본의 사례는 한미동맹의 포괄적 발전이라는 명분 하에 우리에게 중요한 선례가 될 수 있다. 한미 원자력 협정 개정은 단순히 기술적 제약을 푸는 것을 넘어, 양국 관계를 한 단계 성숙시키고 진정한 기술 동맹으로 나아가는 시금석이 될 것이다.

저자

심상민 박사는 아산정책연구원 선임연구위원이다. 서울대학교 사법학과를 나왔으며, 서울대학교 대학원 법학과에서 국제법으로 석사학위를 받았다. 스탠포드 대학교에서 한국 전력산업에서의 기후변화 법-정책 문제를 연구주제로 하여 법학박사학위(JSD)를 취득하였고, 미국 환경법연구소(ELI) 방문연구원, 국립외교원 외교안보연구소 조교수, 세종연구소 객원연구위원, 아산정책연구원 연구위원, 카이스트 녹색성장지속가능대학원 초빙교수를 역임하였다. 국제법 강의 외에 다양한 국제법 이슈에 관해 연구 및 정부 자문을 행하고 있으며, 특히 핵비확산-북핵 문제, 해양법, 북한인권, 국가책임, 기후변화, 그리고 비전통안보 현안(환경, 에너지, 경제, 인간안보)을 주요 연구분야로 삼고 있다.

¹ 산업통상자원부, "(참고자료)한미 제조업 르네상스 파트너십의 교두보 마련", 2025년 8월 26일, <https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156704518>.

² 국가기록원, 고리원전 건설 및 운영, 2006년 12월 1일, <https://www.archives.go.kr/next/newsearch/listSubjectDescription.do?id=003423&sitePage=>.

³ 산업통상자원부, "한전, UAE 원전 운영 계약...60년간 54조원 매출", 대한민국 정책브리핑, 2016년 10월 21일, <https://www.korea.kr/news/policyNewsView.do?newsId=148823453>.

⁴ 임성빈, "체코 원전 수출 계약 끝내 체결...K-원전 유럽 첫 진출", 중앙일보, 2025년 6월 4일, <https://www.joongang.co.kr/article/25341395>.

⁵ 전지성, "폴란드 '韓 원전 참여 언제든 환영...한-체코 상황 지켜보는 중'", 에너지경제신문, 2025년 5월 26일, <https://m.ekn.kr/view.php?key=20250526023150251>.

⁶ 박정민, "원전 건설단가 '한국 3571달러 - 프랑스 7931달러'... 경쟁력 월등", 문화일보, 2024년 7월 18일, <https://www.munhwa.com/article/11442246>.

⁷ 조찬우, "한국 약 26조원 규모 체코 신규 원전 2기 건설 사업 수주, 한국 원전 산업 세계적 위상 입증, 선진 시장 한국형 원전 경쟁력 공식적 인정 사례, "글로벌 시장 기술 표준 새로 쓰고 있다" 평가", 데일리머니, 2025년 7월 2일, <https://www.thedailymoney.com/news/articleView.html?idxno=1113923>.

⁸ 동아사이언스, "'원자력발전소, 韓 최대 강점은 건설 시간 준수와 강력한 공급망'", 2025년 3월 19일, <https://m.dongascience.com/news.php?idx=70660>.

⁹ Mycle Schneider & Antony Froggatt, World Nuclear Industry Status Report 2018, Table 2, p.37.

¹⁰ 차대운, "'1호 수출' UAE원전 수익률, 적자 전환...공기 지연 따른 비용 증가 탓", 연합뉴스, 2025년 8월 19일, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20250818105200003>.

¹¹ 조재현, "'작년 원전 이용률 84%... 9년 만에 가장 높아'", 조선일보, 2025년 1월 11일, <https://www.chosun.com/economy/industry-company/2025/01/11/MO5A5MP2J5EUJJGU5664IJUR6I>.

¹² 한국수력원자력(주) 새울원자력, 한국형 신형경수로(APR1400)의 우수성, <https://khnp.co.kr/saeul/contents.do?key=1806>.

- ¹³ 한국수력원자력(주), [보도] 한국수력원자력, 미국 웨스팅하우스와 글로벌 협력 강화, 2025년 1월17일, <https://www.khnp.co.kr/main/selectBbsNttView.do?key=2289&bbsNo=71&nttNo=62307&searchCtgr=&searchCnd=all&searchKrwd=&integrDeptCode=&pageIndex=22>.
- ¹⁴ 박기용 외, “체코에 원전 팔려고...한수원, 웨스팅하우스와 ‘50년 노예계약’”, 한겨레, 2025년 8월 20일, <https://www.hani.co.kr/arti/society/environment/1214102.html>.
- ¹⁵ 김동규, “한수원-웨스팅하우스 합의문에 ‘SMR 검증된 수출 50년 로열티’”, 연합뉴스, 2025년 8월 19일, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20250818153500003>.
- ¹⁶ 한국수력원자력(주), “[보도]한국수력원자력, 美 우라늄 농축 공급사 센트루스(Centrus)와 농축 투자 협력 확대”, <https://www.khnp.co.kr/main/selectBbsNttView.do?key=2289&bbsNo=71&nttNo=68540&searchCtgr=&searchCnd=all&searchKrwd=&integrDeptCode=&pageIndex=3>.
- ¹⁷ 박진우, “SMR 핵연료·재처리까지...갈수록 커지는 러시아 ‘독점 리스크’”, 한국경제신문, 2025년 6월 27일, <https://www.hankyung.com/article/2025062750521>.
- ¹⁸ 김형원, “내년 고리 원전 포화율 95%...사용후핵연료 저장시설 임계치”, 조선일보, 2025년 9월 15일, <https://www.chosun.com/politics/2025/09/14/JLXXB2Q3O5HINE7Y62R23IFTKY>.
- ¹⁹ 이슬기, “고준위법 국회 통과했지만...부지 선정·주민 반대 ‘산 넘어 산’(종합)”, 연합뉴스, 2025년 2월 27일, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20250227139551003>.
- ²⁰ 사용후핵연료 재처리 방식 중의 하나인 파이로프로세싱(pyroprocessing)의 경우 폐연료봉 부피는 약 20분의 1, 방사성 독성은 1000분의 1로 줄일 수 있다고 언급되며, 따라서 고준위 폐기물 처분장 규모도 100분의 1로 줄일 수 있을 것으로 예상된다. 이세봄, “[단독] 원전 살린다더니 ‘핵연료 재활용’ 무산위기”, 매일경제, 2022년 10월 26일, <https://www.mk.co.kr/news/it/10503955>.
- ²¹ 과학기술정보통신부, “파이로 기술, 한-미 어떠한 결론 내린 바 없어”, 대한민국 정책브리핑, 2021년 4월 27일, <https://www.korea.kr/news/policyNewsView.do?newsId=148886749>.
- ²² 오수현·김상준, “‘개점휴업’ 한미 원자력고위급회담 재가동되나”, 매일경제, 2025년 8월 31일, <https://www.mk.co.kr/news/politics/11407130>.
- ²³ Dan Connell, Data Center and AI Power Demand – Will Nuclear Be the Answer? Cf Private Equity, July 31, 2025, <https://www.commonfund.org/cf-private-equity/data-center-and-ai-power-demand-will-nuclear-be-the-answer>.
- ²⁴ Federal Register, Deploying Advanced Nuclear Reactor Technologies for National Security, Executive Order 14299, <https://www.federalregister.gov/documents/2025/05/29/2025-09796/deploying-advanced-nuclear-reactor-technologies-for-national-security>; Ordering the Reform of the Nuclear Regulatory Commission, Executive Order 14300, <https://www.federalregister.gov/documents/2025/05/29/2025-09798/ordering-the-reform-of-the-nuclear-regulatory-commission>; Reforming Nuclear Reactor Testing at the Department of Energy, Executive Order 14301, <https://www.federalregister.gov/documents/2025/05/29/2025-09799/reforming-nuclear-reactor-testing-at-the-department-of-energy>; Reinvigorating the Nuclear Industrial Base, Executive Order 14302, <https://www.federalregister.gov/documents/2025/05/29/2025-09801/reinvigorating-the-nuclear-industrial-base>.

-
- ²⁵ Podcast: How are the USA's historic new Vogtle nuclear units doing?, World Nuclear News, September 4, 2024, <https://www.world-nuclear-news.org/articles/podcast-how-are-the-usa-s-historic-new-vogtle-nucl>.
- ²⁶ Bechtel, Vogtle Units 3 and 4, <https://www.bechtel.com/projects/vogtle-units-3-and-4>; Alex Crees, The failed V.C. Summer nuclear project: A timeline, Choose Energy, December 4, 2018, <https://www.chooseenergy.com/news/article/failed-v-c-summer-nuclear-project-timeline>.
- ²⁷ Don Grace, What Was Learned from Building New Nuclear Reactors? Power Magazine, April 1, 2025, <https://www.powermag.com/what-was-learned-from-building-new-nuclear-reactors>.
- ²⁸ Crees, 위의 주 19.
- ²⁹ 한국원자력연구원, 미국의 고수준저농축우라늄(HALEU) 공급망 구축 현황, 2024년 3월 4일, 미국 원자력 정책 동향 시리즈 2024-5호, p.4.
- ³⁰ 김신우 외, "美 에너지부, 핵연료 공급망 강화 위해 27억달러 투자", 법률신문, 2024년 7월 22일, <https://www.lawtimes.co.kr/LawFirm-NewsLetter/200047>.
- ³¹ U.S. Congress, All Information (Except Text) for H.R.1042 - Prohibiting Russian Uranium Imports Act, <https://www.congress.gov/bill/118th-congress/house-bill/1042/all-info>.
- ³² 이상현, "[단독] 미국, 트럼프 2기 집권 후 러시아 농축 우라늄 수입 급증", 산업경제뉴스, 2025년 8월 10일, <https://www.biznews.or.kr/news/article.html?no=16165>.
- ³³ 한미 원자력 협정 제21조 2, 3항.
- ³⁴ 김동하, "위성락 "한미 원자력 협정 개정, 큰 틀에서 합의", 조선일보, 2025년 9월 13일, <https://www.chosun.com/politics/diplomacy-defense/2025/09/13/MNJTRJFB5BGTVKKI2F7WVP7AS4>.
- ³⁵ KBS, "위성락 "원자력 협정 개정, 핵무장과 무관...'비핵화' 일관된 정책 필요"", 2025년 9월 17일, <https://news.kbs.co.kr/news/pc/view/view.do?ncd=8360047>.