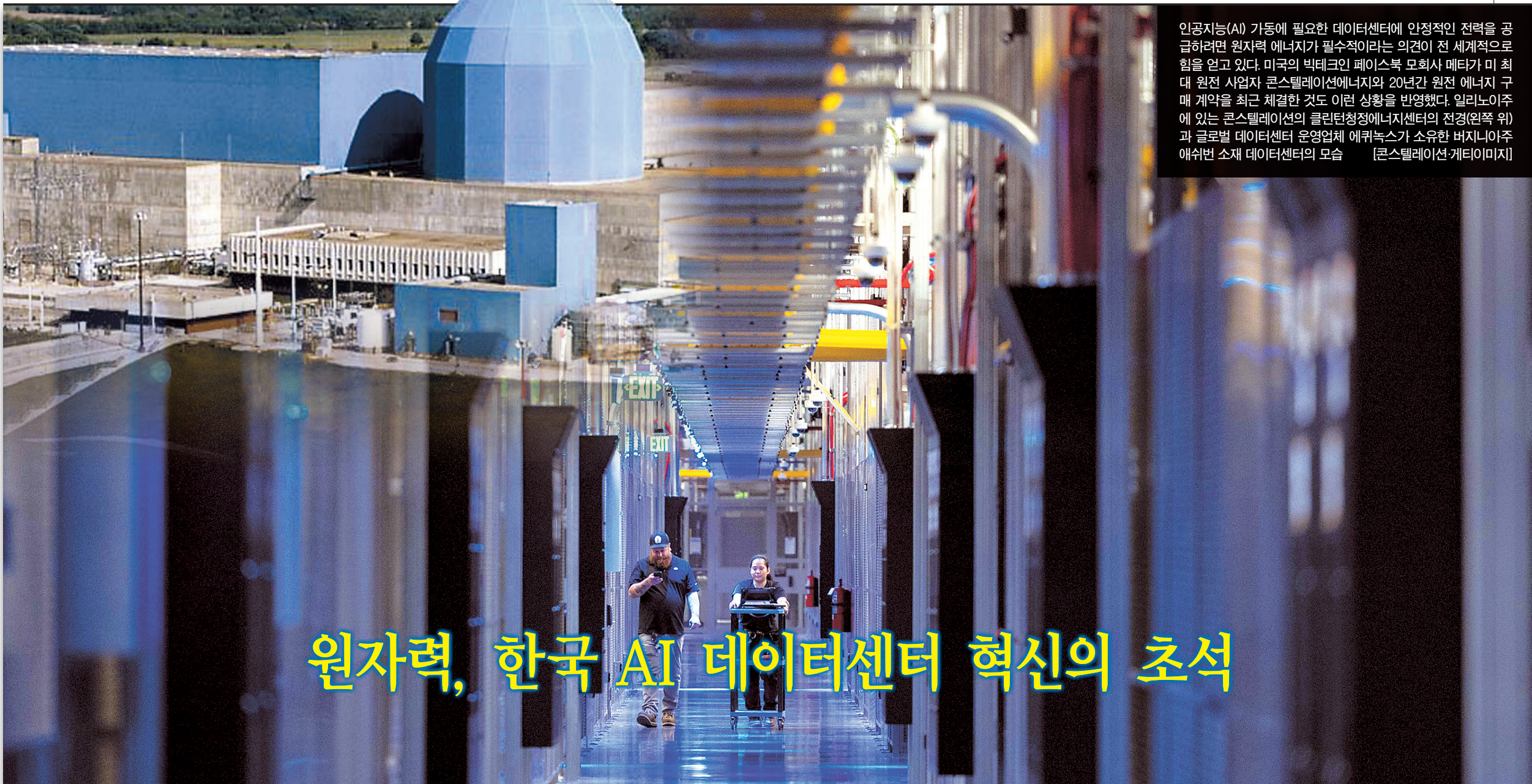




원자력, 한국 AI 데이터센터 혁신의 초석

인공지능(AI) 가동에 필요한 데이터센터에 안정적인 전력을 공급하려면 원자력 에너지가 필수적이라는 의견이 전 세계적으로 힘을 얻고 있다. 미국의 빅테크인 페이스북 모회사 메타가 미 최대 원전 사업자 콘스텔레이션에너지와 20년간 원전 에너지 구매 계약을 최근 체결한 것도 이런 상황을 반영했다. 일리노이주에 있는 콘스텔레이션의 클린타청정에너지센터의 전경(왼쪽 위)과 글로벌 데이터센터 운영업체 에퀴녹스가 소유한 버지니아주 애쉬번 소재 데이터센터의 모습 [콘스텔레이션 게이티이미지]

데이터센터의 기하급수적인 성장은 한국의 에너지 인프라에 막대한 도전 과제를 안겨주고 있다. 한국 정부가 인공지능(AI)과 데이터 과학 분야에 700억 달러를 투자하겠다는 대담한 계획을 세운 만큼, 이에 상응하는 실용적이고 과감한 에너지 정책 수립이 시급하다. 그 해결책의 중심에는 반드시 원자력 에너지가 있어야 한다.

수십 년 동안 원자력은 한국 에너지 안보의 초석이였다. 안정적이고 저렴하며 청정한 전기를 공급함으로써, 한국의 화석연료 수입 의존도를 낮추고 제조업과 기술 산업의 경쟁력을 뒷받침해왔다. 원자력을 통해 에너지 가격이 안정되면서, 이는 조용하지만 강력한 경제 성장의 동력이 돼왔다. 이러한 가격 안정성은 세계 에너지 시장의 변동성 속에서도 한국의 수출 중심 산업이 견딜 수 있도록 도왔다.

단순히 전기를 생산하는 것 이상의 가치도 있다. 원자력 산업은 수천 명의 한국인에게 높은 기술력과 안정적인 고소득 일자리를 제공하는 주요 고용원이기도 하다. 이 산업은 고급 공학, 재료 과학, 정밀 제조 기술의 생태계를 이끄는 국가 혁신의 숨은 엔진이다. 원자력 시설의 개발과 지속적인 현대화는 기계, 금속, 제어 시스템, 고정밀 제조 등 전방위적 산업에 파급 효과를 일으키며 연구 개발(R&D)과 공급망을 촉진한다.

한국의 원자력 성공은 국내에 국한하지 않는다. 아랍에미리트(UAE) 바라카 프로젝트는 세계에 모범적인 원자력 수출 사례로 평가받는다. 일정과 예산을 지키며 최고 수준의 품질로 완공된 이 프로젝트는 국제 표준을 제시했다. 최근에는 체코 두코바니 원전 수주를 통해 한국이 세계 최상위 원전 수출국임을 다시 한번 입증했다. 세계 각국의 치열한 경쟁을 뚫고 거둔 '티모코리아의 승리'는 단순한 상업적 성공을 넘어, 유럽이 한국 기술력과 실행력, 안전문화를 신뢰하고 있다는 강력한 메시지다. 특히 체코 프로젝트는 원자력 협력을 통해 나토(NATO·북대서양조약기구) 및 유럽연합(EU) 회원국 간의 에너지 포트폴리오 다변화와 동맹 강화에 기여할 수 있다는 전략적 가치를 보여준다.

이러한 해외 수출 성과는 수십 년간의 국내 성취 위에 세워진 것이다. 현재 가동 중인 한국의 원자로들은 강력한 규제문화와 국제 운영 경험에서 얻은 교훈 덕분에 탁월한 안전성을 입증하고 있다. 한국수력원자력(KHNP)이 개발 중인 소형모듈원자로(SMR)는 최첨단 안전 기능, 모듈화, 디지털 기술을 통합해 한국을 세계 원자력 혁신의 선두에 세우고 있다.

전략적 당위성은 분명하다. 전 세계가 러시아와 중국

야코포 본지오르노



MIT 원자력공학과 교수

의 원전 공급 의존도를 줄이려는 가운데, 한국과 미국의 협력은 안전하고 신뢰할 수 있는 대안으로 부상하고 있다. 국내에서 원자력에 대한 강한 의지는 해외에서의 신뢰를 높이고, 한국이 단순한 공급국이 아닌 자국에서도 사용하는 기술이라는 점을 보여준다.

미국 정부의 최근 움직임도 협력의 적기를 시사한다. 2025년 5월, 트럼프 행정부는 원자력 산업 부흥을 위해 행정명령을 발동했으며, 차세대 원자로에 대한 인허가 절차를 간소화하고 국제 협력을 강화했다. 특히 AI와 데이터센터 전력공급을 국가 인프라 우선 순위로 지정했다. 현재 미국 기업들—콘스텔레이션(Constellation), 엑스-에너지(X-energy), 테라파워(TerraPower)—은 아마존, 구글, 마이크로소프트 등과 협력해 대형 및 소형 원자로를 통해 탄소 없는 안정적인 전력을 공급하고 있다.

이러한 미국의 모델은 중요한 교훈을 준다. 디지털 경제는 점점 더 원자력에 의존하게 된다. 한국도 공공 주도에서 벗어나 민간 주도의 원자력 전략으로 전환하기 시작한 것은 매우 고무적이다. SK그룹, 현대건설, HD현대중공업, 삼성물산, 삼성중공업, GS에너지, GS건설 등 주요 대기업들이 미국의 첨단 원자력 기술에 직접 혹은 간접적으로 투자하고 있다. 이들 기업은 글로벌 원자력 공급망의 전략적 파트너로 자리매김하며, 향후 SMR 시장에서 한국의 영향력을 확대할 수 있다. 이러한 산업 생태계의 성장은 미국 기업들과의 기술 시너지를 극대화하고, 전 세계 탈탄소 경쟁에서 한국의 경쟁력을 보장할 수 있다.

한국도 이 기회를 바탕으로 자체적인 전략을 수립해야 한다. AI 특화 지구와 데이터센터 벨트를 핵심 인프라로 지정하고, 해당 지역에 원자로를 통합적으로 배치함으로써 미래형 에너지 해법을 마련해야 한다. 또한 국내 기업에만 의존하지 말고 미국 개발업체와의 적극적인 파트너십을 모색해야 한다. 삼성전자-누스케일(NuScale), SK그룹-테라파워, 한수원-구글과 같은 공동 실증 프로젝트는 양국의 기술 배치를 가속화하고, 리스크를 분산시키며, 수출 시장 확대에도 기여할 수 있다.

원자력은 미래로 가기 위한 다리가 아니라, 그 자체가 '기반'이다. 특히 24시간 가동되며 정전 허용 범위가 0에 가까운 데이터센터에는 간헐적인 재생에너지만으로는 감당이 불가능하다. 안정적인 기저부하 전력 공급은 필수이며, 이는 원자력이 맡아야 할 몫이다. 최근 분석에 따르면, 2030년대 초반에는 전 세계 데이터센터의 전력 소비량이 중견 산업국가 전체 연간 소비량을 초과할 수 있다. 글로벌 디지털 경제에서 경쟁력을 유지하려면, 한국은 이러한 수요를 정확하고 안정적으로 감당할 수 있어야 한다.

중요한 점은, 이것이 원자력과 재생에너지 간의 경쟁이 아니라는 것이다. 미래에는 둘 모두 필요하다. 통합 에너지 시스템 연구들은 일관되게, 원자력과 재생에너지가 결합될 때 가장 낮은 비용과 최고의 신뢰도를 갖춘 탈탄소 경로가 된다고 보여준다. 원자력의 확실한 전력 공급 능력은 태양광과 풍력의 변동성을 보완하며 전력망의 안정성을 확보한다. 원자력의 신뢰성과 재생에너지의 비용 하락이 결합된 하이브리드 에너지 미래는 기술적으로도 타당하고 경제적으로도 합리적이다.

환경적인 측면에서도 원자력의 정당성은 충분하다. 한국은 2050년 탄소중립이라는 야심찬 목표를 설정했다. 원자력 없이 이 목표를 달성하려면 과도한 재생에너지 설비가 필요하며, 이는 토지 사용 부담과 국민 수용성 문제를 야기할 수 있다. 탄소 배출이 적고 에너지 밀도가 높은 원자력은 토지, 대기, 수질을 훼손하지 않고도

탈탄소화를 가능케 한다.

많은 이들이 우려하는 '안전'은 오히려 한국 원자력의 강점이다. 운영 중인 원전들은 국제적 모범 수준의 안전성을 유지하고 있으며, 지속적으로 글로벌 모범 사례를 도입해 향상되고 있다. 한수원의 i-SMR은 설계 자체에서부터 안전성과 유연성을 갖춘 새로운 기준을 제시한다. 이 원자로는 간단한 구조, 디지털 모니터링, 고유안전 시스템을 탑재하여 데이터센터 및 도시 인근 설치에 적합하다.

폐기물 문제는 어떻게 이미 현실적인 모델이 존재한다. 핀란드의 온칼로(Onkalo) 처분장은 첨단 기술과 지역 사회의 신뢰가 결합되면 인구 밀도가 높은 작은 국가에서도 핵폐기물을 안전하게 처리할 수 있음을 보여준다. 한국도 이를 참고하여 자국 상황에 맞게 적용할 수 있다. 공공과학적 접근과 투명한 소통은 국민 신뢰를 얻는 열쇠다.

에너지 안보와 경제 경쟁력은 정치적 이념을 초월하는 문제다. 정책 결정자들은 원자력이 이념이 아닌 국가적 필수 요소임을 인식해야 한다. 지금 흔들리다면, 한국이 쌓아온 에너지 자립과 기술 리더십이 위태로워진다. 장기 정책 지원, 규제 간소화, 공공 커뮤니케이션 전략 정렬을 위해 초당적 협력이 반드시 필요하다. 지금이야말로 단기 정치 논리를 내려놓고, 현재와 미래 세대를 위한 원자력에 대한 한국의 확고한 의지를 재확인해야 할 때다.

더불어, 미국-한국 간 원자력 동맹도 조속히 결성해야 한다. 이는 세계적인 에너지 안보, 경제 기회, 청정 에너지, AI 기술 확산에 기여할 것이다.

AI 분야에 대한 700억 달러 투자는 한국 디지털 경제의 변화를 촉진할 수 있는 거대한 기회다. 그러나 확고한 에너지 기반이 없다면 이 계획은 공허한 야망에 그칠 수 있다. 원자력은 이 변화를 떠받칠 '앵커' 역할을 해야 하며, 미래가 요구하는 안정적이고 확장 가능한 청정에너지를 공급해야 한다. 에너지, 디지털 인프라, 산업 경쟁력의 교차점에서 지금 한국은 실행력과 비전을 통해 세계를 선도할 수 있는 기회를 맞고 있다. 이 기회를 절대 놓쳐서는 안 된다.

한국은 중대한 기로에 서 있다. 지금의 결정은 수십 년 후까지 영향을 미칠 것이다. 원자력과 재생에너지를 통합한 강력한 에너지 미래를 선택함으로써, 한국은 세계 에너지, 기술, 혁신 분야에서 선도국으로 자리매김할 수 있다. AI, 전기차, 기후 적응의 시대로 나아갈수록, 에너지 전략은 곧 국가 주권과 회복력을 좌우하게 될 것이다.

이제, 한미 양국이 공유한 원자력 유산 위에 대담하게 미래를 건설하자. 세계가 지켜보고 있다.

※이 칼럼은 김성중 한양대 교수, 이정익 카이스트 교수의 지원으로 작성함.

야코포 본지오르노는 누구

미국 매사추세츠공과대(MIT) 원자력공학·공학과와 배틀 에너지 앨라이언스 교수다. 미 국립공학아카데미 회원이다. MIT 원자로연구소의 과학기술 책임자이자, 첨단 원자력에너지시스템 센터(CANES) 소장이다. 원자로 열수력, 안전, 나노유체 기술 등에서 탁월한 연구성과를 내 학계·산업계에서 세계적인 권위자로 통한다. 2016~2018년 탄소 제약 세계에서의 원자력 에너지 미래에 대한 MIT 연구를 이끌었다. 미 원자력훈련아카데미 인증위원회 위원이자, 미 원자력학회 펠로우(2011~2021년 후쿠시마 특별위원회 활동 포함). 이탈리아 밀라노공과대학에서 학사 학위를, MIT에서 박사 학위를 취득했다.

AI로 인한 데이터센터 전력 수요 추정치, 2020-2030

