



원자력 R&D 글로벌 리더로 가는 길

김종경
한국원자력연구원 원장



미국 버팔로 뉴욕주립대 원자력공학 학사
미국 미시간대 대학원 원자력공학 석사, 박사

한국에너지연구소(현 한국원자력연구원)
유치과학자
교육과학기술부-한국연구재단 지원 우수
공학연구센터(ERC)소장

OECD/NEA 국제원자력데이터뱅크 한국
담당 연락관(2012~)
한양대 원자력공학과 정교수(1987~)
한국원자력학회 회장(2013~)

한 한국원자력연구원이 수행하고 있는 R&D 가운데 몇몇 분야는 이미 국제적으로 높은 기술 수준에 도달하였으며 기술뿐 아니라 사회적으로도 큰 의미를 갖는 것들이 많다.

KAERI의 중점 연구 분야

특히 후쿠시마 원전 사고 이후 관심이 뜨거운 안전 연구 분야는 모두 1990년대 이전까지는 원자력 선진국들에 몇 걸음 뒤쳐져 따라가는 처지였지만, 끊임없는 연구 개발과 핵심 실험 설비의 구축과 운용으로 2000년대 들어서는 두 분야 모두 핵심적인 영역에서는 세계적인 수준에 도달했다.

안전 연구는 크게 두 가지 방향에서 진행되고 있다. 하나는 원전 고온 고압 환경에서 일어나는 다양한 현상들을 예측하고 실험으로 모의하고 이를 토대로 설계 개선 등 안전성 향상 방안을 도출하는 열수력 안전 연구이고, 다른 하나는 후쿠시마처럼 원자력발전소의 설계기준을 초과하는 중대사고가 발생했을 때 그 현상과 대처 방안을 모색하는 중대사고 연구이다. 이 제는 두 분야 모두 원자력 선진국들이 참여하는 국제 공동 연구를 주도하는 등 세계 연구를 선도하고 있다.

사용후핵연료 문제는 원자력계를 넘어 사회 전체가 함께 고민하고 해결해야 할 중요 이슈로 떠올랐다. 이에 대한 기술적 대안 중 하나가 우리 연구원에서 추진 중인 파이로프로세싱 기술이다. 이 분야에서는 한-미 공동 연구와 함께 관련 대형 실험 시설인 PRIDE 구축을 완료하는 등 의미있는 성과를 거두고 있다.

PRIDE는 실제 사용후핵연료 대신 감손 우라늄으로 만든 모의 사용후핵연료를 사용해서 시험하는 'inactive' 시설로, PRIDE를 이용한 연구와 함께 한-미 핵연료주기 공동 연구를 통해 실제 사용후핵연료를 사용하는 'active' 연구를 병행함으로써 관련 기술을 개발하고 검증하는 전략을 갖고 있다.

파이로프로세싱의 가장 큰 장점은 근원적으로 순수한 플루토늄을 분리할 수 없어 사용후핵연료가 핵무기 제조에 전용될 수 없는 기술이다. 또한 500도 이상의 고온에서 소금을 용융시킨 것과 거의 흡사한 용융염 상태에서 전기를 이용해서 처리하기 때문에 쉽게 접근하기가 어려운 기술로 평가받고 있다. 파이로프로세싱 기술이 실용화되면 사용후핵연료를 직접 처분하는 것보다 고준위 방사성폐기물 처분장의 규모를 크게 줄일 수 있으므로 소규모 처분장만 확보하더라도 사용후핵연료 관리라는 골치 아픈 문제를 쉽게 해결할 수 있을 것으로 전망된다.

우리 연구원은 국내 최초의 원자력 시스템 일괄 수출로 기록된 요르단 연구용 원자로 수출을 시작으로 태국과 그리스, 말레이시아 등에 연구로 기술을 수출하며 세계 연구용 원자로 공급 시장의 새로운 다크호스로 떠올랐다.

수출 경쟁력을 높이기 위해 부산 기장군에 가칭 '수출용 신형 연구로' 건설을 추진 중이다. 대형 원전과 달리 수요자의 다양한 요구에 따라 맞춤형 제작해야 하는 연구용 원자로의 특성상 여러 가지 크기와 용도의 연구로를 설계, 건설해보는 경험이 축적되므로 연구로의 용도 외에도 큰 의의가 있다.

수출용 신형 연구로는 아직 독자적으로 확보하지 못한 하부 구동 제어 장치, 판형 핵연료 등 최신 기술까지 적용해 제작할 예정이다. 방사성동위원소 및 대전력 실리콘 반도체 생산 전용로이기 때문에 건설 후 가동되면 각종 암 진단과 치료에 사용되는 의료용 동위원소의 수입 의존에서 탈피할 수 있다. 주요 동위원소의 100% 국내 자급은 물론 동북아의 의료용 동위원소 생산 및 방사선의 산업적 이용 허브로서 수출 산업화까지 가능해져 창조경제 실현에 기여할 것으로 전망된다.

원자력계의 또 다른 수출 가능 대표 상품은 SMART다. 현재 가동 중인 대형 원전의 10분의 1 출력에 불과한 소형 원전으로 전력 생산과 함께 해수 담수화가 동시에 가능한 혁신적 노형이다.

SMART는 또한 원자로를 이루는 주요 기기들을 하나의 압력용기 안에 내장함으로써 기기들을 잇는 대형 배관을 없앤 일체형 원자로라는 장점을 가지고 있다. 배관 파단이라는 안전 위협 요인을 원천적으로 제거한 것이다.

최근 미국, 러시아, 일본 등이 일체형 원자로 개발을 서두르고 있는 가운데 SMART가 일체형 원자로로는 세계 최초로 인허가를 획득했다는 사실은 매우 고무적이다.

많은 원자력계 지인들이 외국에 나가면 한국을 세계 원자력 기술 선도국으로 인정하는 분위기라는 말을 종종 전한다. 2012년 서울 핵안보정상회의에서도 한국, 미국, 프랑스, 벨기에 등 4개국 이 고농축 우라늄 사용 최소화를 위한 공동 프로그램을 발표했는데, 이 프로그램을 가능케 한 원천 기술이 바로 우리 연구원에서 개발한 원심분해 핵연료 분말 제조 기술이다. 세계 핵비확산 실현을 위한 공동 프로젝트에 우리 원천 기술이 핵심적인 역할을 해내고 있는 것이다.

원자력 기술 혁신의 대들보 역할 충실히 수행할 것

이렇듯 우리는 다양한 분야에서 의미 있고 발전 가능성이 높은 성과를 보유하고 있다. 이제는 이를 어떻게 발전시키고 육성해나갈지 고민해야 할 때가 아닌가 생각한다.

한국원자력연구원은 대한민국 원자력 기술 자립의 상징과도 같다. 문제는 1995년의 원자력 기술 자립을 선언한 이후 20년이 되어가는 오늘날까지도 우리 연구원의 성과로 여전히 기술 자립의 잔상만이 진하게 남아있다는 점이다.

대한민국 원자력 R&D 선도 기관으로서 미래의 우리 연구원은 어떤 모습이어야 하는지 스스로 고민해보지 않을 수 없다. 무엇보다 특화된 연구 분야에 대한 지원을 더욱 강화하고 기획 단계에서 산업화 및 수출 계획을 탄탄하게 세우는 장기적인 그림이 필요하다.

우리나라 원자력 산업은 수출과 기술력에서 세계 5, 6위의 평가를 받고 있지만 연구 능력 및 이에 대한 지원이 여타 원자력 선진국들과 같은 수준인지 자문해야 할 때다. 인력 예산 등 인프라 수준 향상도 수반되어야 한다. 4,000명에서 8,000명의 연구 인력을 보유한 외국 유수 연구 기관에 비해 우리는 50~25% 수준에 불과하다. 연구 예산 역시 일본의 9분의 1 수준인 것이 우리의 현실이다.

대한민국 원자력 연구 개발의 알파와 오메가가 한국원자력연구원에 있다. 그 기관장으로서 우리 연구원이 우리나라 원자력 기술 혁신의 대들보로서, 그 역할을 충실히 수행하도록 적극 나설 생각이다.

기술 자립 달성 때와 같은 절실함과 꾸준함으로 연구 성과를 내고, 원자력계뿐만 아니라 정부와 국민으로부터 아낌없는 지원과 신뢰를 받을 때 대한민국 원자력이 글로벌 원자력 R&D 리더로 우뚝 설 것이라 믿는다. 