

# 2050년을 위한 원자력의 미래 비전

UAE 바라카 원전 수출 이후 2030년까지

10기의 원전 수출을 위한 고언

## Nuclear Future Vision for 2050

Advice for the Export of 10 Nuclear Power Plants by 2030 after the  
Export of Barakah Nuclear Power Plants to the UAE

강기식\*

Ki-Sig Kang

UAE 바라카 원전의 수출 후 10년이 지났지만 최근의 이집트 El-Daba 신규원전 건설사업의 2차 계통 구조물 공사 및 기자재 공급 외에는 별다른 실적이 없는 상태이다. 체코, 폴란드의 신규원전 사업에 많은 노력을 하고 있지만 정치적인 문제로 인해 아직 전망을 분명치 않다. 특히 최근 웨스팅하우스의 지적소유권에 대한 문제 제기로 인한 불확실성 증대하고 있는 실정이고, 이러한 환경에서 한국의 원전수출전략을 어떻게 추진하여야 하는지? 지난 5년간의 탈원전으로 인한 공백이 생각보다 엄청난 결과를 가져오는 것을 느끼고 있다. 한미 간의 학계, 산업계, 그리고 정부 간의 모든 Network을 파괴되고 상실되었다. 미국은 한국 원자력산업 기술의 우수성을 이해하고 서로의 어려운 점을 보완하여 공동으로 원전의 수출을 추진하기보다는, 경쟁적인 관계로만 생각하고 있는 것 같다. 한미 간의 경쟁상태는 러시아, 중국이 신규 원전도입국의 사업을 수주할 가능성이 현저히 높을 것이다. 이러한 어려운 관계에서 우리의 경쟁국인 미국, 중국, 러시아 및 프랑스의 원전 수출 전략을 살펴보고, 한미 간의 원전 협력관계를 어떻게 정립할 것인지를 제안한다.

**주제어** 네트워크, EPR1200, 유럽사업자요건, AP1000, VVER-1200, 소형모듈원전

**Keywords** Network, European Power Reactor 1200, European Utility Requirement, AP1000, VVER-1200, SMR

투고일 2023.3.26. 수정일 2023.6.2. 게재확정일 2023.6.2.

\* 한국전력 국제원자력대학원대학교 원자력산업과 특임교수(kisigkang3@gmail.com)

## I. 배경

코로나19 팬데믹, 유럽의 지정학적 긴장, 군사적 갈등과 같은 최근 사건으로 인해 지역 간 에너지 흐름을 방해하며 에너지 가격의 급격한 상승을 가져왔다. 변화하는 에너지 환경에 비추어 기후변화에 대한 강력한 의지와 우크라이나 사태로 인한 에너지 공급에 대한 보안이 필요하게 되어 많은 국가는 에너지 정책을 수정하였다. 또한 미래의 에너지 공급과 가격 충격을 최소화하기 위해, 신규원전의 도입에 적극적인 고려와 함께 가동 중인 원자력발전소의 계속운전을 추진하고 있다.

국제원자력기구(International Atomic Energy Agency, IAEA)가 10년 만에 2050년 세계 원자력 발전량의 잠재적 성장 전망치를 상향 조정하였다. 기후위기 대응과 탄소 중립을 위해 원자력 에너지를 늘려야 하는 상황을 반영한 것이다. 2050년까지의 에너지·전력 및 원자력발전 추정치 보고서(International Atomic Energy Agency, 2022a)를 통해 2050년 원전의 발전용량을 긍정적인 측면과 부정적인 측면, 두가지 측면에서 예상하였다.

- 긍정적인 경우 2050년 원전의 시설용량은 최대 873기가와트(GW)에 이를 것으로 예상했다. 이는 2021년 발전량 393GW의 두 배 수준이자 기존 전망치인 715GW보다 약 10% 증가한 것이다. IAEA가 전망치를 상향 조정한 것은 일본 후쿠시마 원전 사고 발생 이후 10년 만이다. IAEA 사무총장 라파엘 그로시는 “새로운 전망치는 원자력이 저탄소 에너지 생산에서 계속 필수적인 역할을 할 것이라는 점을 보여준다” 언급하였다.
- 부정적인 경우, 원자력 기술의 발전이 지연되고 신규 원전의 건설이 확장되지 않는 경우 등을 고려하여 보수적으로 접근한다면 2050년 원자력발전 능력은 지난해와 비슷한 404GWe가 될 것으로 내다봤다.

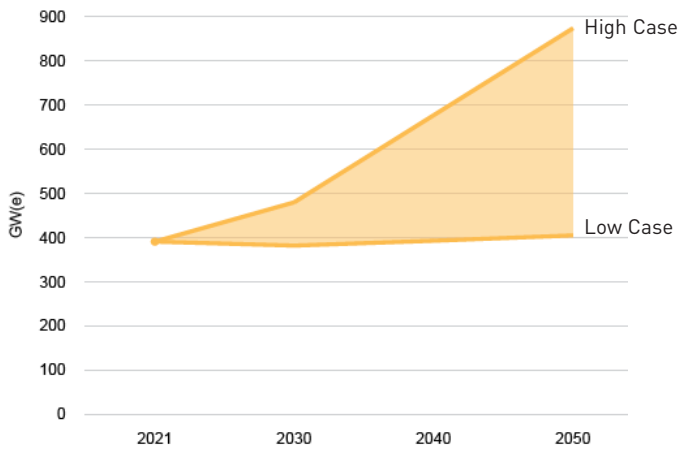
2023년 현재 440기의 원전이 가동 중이며 2050년에는 고성장인 경우 900기 이상의 원전이 가동될 것으로 예상되므로 400기 이상의 새로운 원전이 건설될 것으로 예상된다. 물론 중간 정도의 성장이라도 고려하여도 200기 이상의 신규원전이 30년 내에 발주될 것이다.

그러나 신규 원전의 실질적인 증가를 위해서는 여러 가지 필요 조건이 있다. 가장 기본적인 요구조건은 아래와 같다.

[표 1] 2050년까지 원자력발전 용량의 예측

Electric Capacity	2021	2030		2040		2050	
		Low	High	Low	High	Low	High
Total(GWe)	8208	10079	10079	12841	12841	16590	16590
Nuclear	390	381	479	392	676	404	873
원자력발전(%)	4.8	3.8	4.8	3.1	5.3	2.4	5.3

[그림 1] 2050년까지 원전 용량의 예측



출처: International Atomic Energy Agency(2022a)

- 원전을 도입하는 정부의 일관된 정책,
- 안정된 규제기반,
- 원전의 건설에 대한 자금 조달,
- 기자재의 안정된 공급망을 위한 산업화,
- 고준위 방사성 폐기물의 최종 처리 방안,
- 국민의 원전 수용성 및 이해도 증진,
- 투명하고 공정한 산업기반 체계 및
- 원자력을 활용한 수소 생산기술과 소형 원자로 기술 개발

현재 가동원전의 약 3분의 2가 30년 이상 가동되어 비록 계속운전을 하더라도 장기적으로 영구정지를 상쇄하기 위해 상당한 신규 원자력 용량이 필요함이 강조되고 있다. 특히 북미 지역에서 약 2040년 이후에 영구정지 예정인 많은 수의 원전에 관한 불확실성이 남아 있다. 가동중인 원전은 수명관리 프로그램을 통해 60년 혹은 80년 운전이 가능할 것이다.

최근 몇 년 동안 신규원전 건설, 즉 핀란드에 건설 중인 오키루트 3, 프랑스에 건설 중인 프라마펠 3, 미국에 건설 중단한 썬머 3, 4호기 원전등 신규원전 건설 비용의 엄청난 초과 및 공기지연을 초래하였다. 신규 원전의 건설지연 및 사업에 대한 불확실성은 신규원전의 사업추진에 영향을 미칠 수 있을 것이다. 그러나 한국 및 중국에서 건설 중인 신규원전은 계획된 공기대로 원전 건설을 추진하고 있으므로, 신규 원전의 건설지연은 원전자체의 문제가 아니라, 원전 건설 사업자의 사업관리 능력, 설계, 그리고 기자재 업체의 공급 능력이 문제이다.

## II. 원전수출 경쟁국의 수출 전략

### 1. 프랑스의 수출 전략

프랑스는 프랑스, 핀란드, 영국 및 중국에 European Power Reactor(EPR)을 건설하였다. 프랑스 원전 수출은 AREVA-NP사와 EDF사가 EPC 계약으로 수입국의 실정에 전력망의 수준에 따라 1650, 1200 그리고 340 MWe 용량의 로형을 제공한다(그림 2 참조).

프랑스 EDF의 EPR1200은 체코의 전력망 사정을 고려하여 체코용 혹은 동유럽 국가를 생각해서 급조한 느낌이다. EPR1200은 EPR이 European Utility Requirement (EUR)의 인증을 받았으므로 EPR1200도 EUR을 인정받은 것으로 고려되고 있다. 체코의 협조를 구하기 위해 프랑스 대통령은 갑자기 EPR1200 6기를 프랑스에 건설하겠다고 공식적으로 발표하고 건설시 체코와 기업도 참여할 수 있을 것이라고 언급하였다.

EPR1200은 EPR의 건설경험과 EDF 운전경험을 반영한 로형으로 International Atomic Energy Agency(IAEA), Western European Nuclear Regulators Association (WENRA) 및 EUR의 요구조건을 만족하였다. EPR1200의 열출력은 3300 MW로 1200 MWe의 전력을 생산하고 18개월 주기로 90% 이상의 이용율을 목표로 하고 있다. 설계

[그림 2] EDF의 가압경수로 노형 개발



출처: EDF(2021)

수명은 60년, 내진설계는 0.25g를 기준으로 설계하였으며 177기 핵연료집합체가 원자로에 장입될 예정이다. EPR1200은 부하를 급격하게 조절할 수 있는 부하추종의 기술을 가지고 있다. 부하추종 기술은 재생에너지가 충분히 공급될 경우 에너지 믹스를 위하여 원전의 출력을 급격하게 조정하여 3시간 이내에 출력을 30% 이하로 낮출 수 있는 기술을 보유하고 있다(그림 3 참조).

운전 모드에서 EPR1200은 분당 2.5%에서 최대 5%까지 부하 변동으로 빠른 부하 추적이 가능하다. 필요한 경우 원자로는 출력을 제로까지 줄이면서 고온 상태를 유지할 수 있다.

## 2. 미국의 수출 전략

미국이 제시할 수 있는 수출노형은 현재 Georgia 주에 건설 중인 Vogtle 3, 4 건설모형을 제시할 것이다. Vogtle 3, 4호기는 1,117 MWe 용량으로 Westinghouse가 개발한 3세대 원자로 AP1000(그림 4 참조)가 건설 중에 있다. 설계 수명기간은 60년이며 2개의 원자로 냉각재 루프가 있는 PWR인 Westinghouse가 개발한 노형으로 완전히 피동형 안전계통으로 설계되어 있다.

Vogtle 3, 4호기는 2012년 미국 원자력규제 위원회로부터 건설 및 운전허가를 받은 후 원자로 건설을 시작하였다. Westinghouse는 EPC 계약자로 설계, 기자재 공급, 건

[그림 3] EPR1200의 주요 기술 사양



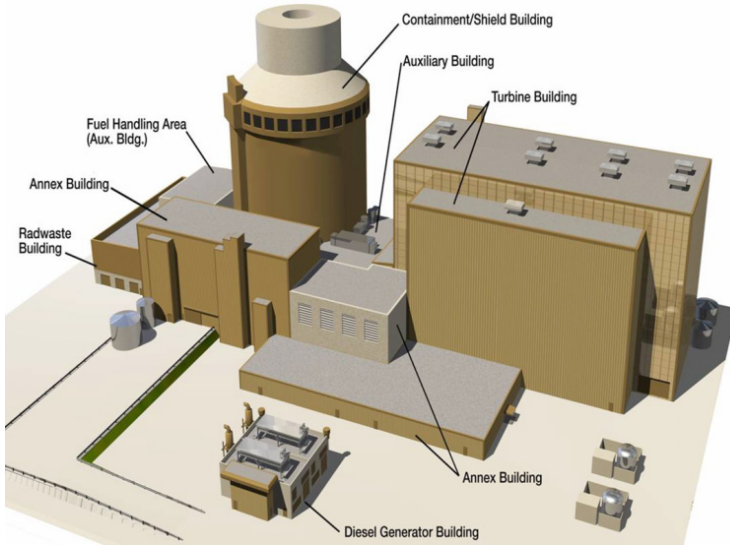
출처: EDF(2021)

설에 책임을 가지고 있으면, Bechtel사가 사업관리 및 건설을 위한 계약자로 선정되었다. 건설 중인 2017년 Westinghouse가 파산하여 공사가 중단되었다. 건설을 재개하여 Vogtle 3호기는 2023년 3월 6일, 미국 Georgia Power사는 최초 임계를 달성했다고 발표하였다, 2023년에 하반기에 상업 운전할 계획이다. 이 경우 전체 건설 기간은 계획기간의 두배인 11년 정도될 것이다.

AP1000 원자로는 각 현장에 인접한 시설에서 제작된 모듈로 건설되는 모듈형 제작방법으로 건설공기를 단축될 것으로 자랑하였다. 그러나 중국에 건설된 샤먼 원전, 해양원전 건설의 경우 계약기간 56개월의 2배가 소요된 112개월에 완성되었다. 더욱이 미국 Summer 원전은 70억 불을 소모한 후 건설 중단을 선언하고 건설을 취소한 상태이다. 미국에서 원전 건설 공사 지연의 주요 원인은 다음과 같다.

- 설계의 완성도 결여에 따른 수많은 설계변경 및 설계변경으로 인한 잦은 공사 중단
- 표준 설계 변경 승인을 위한 복잡한 프로세스
- 긴 시일에 소요되는 장비/시스템의 공급지연(디지털 제어 시스템 및 원자로 냉각재 펌프)
- 자재 조달 지연에 대한 불명확한 책임

[그림 4] 웨스팅하우스 AP1000 조감도



출처: Julie Gorgemans(2021)

- 수십년간 원전 건설공사의 부재로 현장 작업자의 기술력 부재
- 신규로 제정된 규제기관의 요건 해석 부재
- 사업관리 역량의 부재

체코나 폴란드 원전 전문가들도 미국 AP1000의 문제점이 무엇인지 분명히 알고 있다. 모듈화를 위한 현지 공장 설립은 단일 호기의 건설을 위해선 과도한 투자이므로 기술적인 측면에선 AP1000은 한국 APR1000에 상대가 되지 못함을 알고 있으나 정치적인 문제와 우크라이나 사태로 인한 미국과의 관계로 인해 고심 중인 것으로 알려지고 있다.

### 3. 러시아 원전 수출 전략

러시아형 원자로 Vodo-Vodyanoi Energetichesky Reactor(VVER)는 가압경수로 형으로 표 2에서 보여주는 바와 같이, 2022년 12월 현재 총 62기가 세계 12개국(러시아, 슬로바

키아, 이란, 불가리아, 헝가리, 우크라이나, 체코, 핀란드, 아르메니아, 중국, 인도, 벨라루스)에서 가동되고 있으며 24기가 건설 중이며, 향후 40여 기가 건설을 위한 계약을 추진 중에 있다.

3세대 원자로인 VVER-1200(AES-2006)은 유럽의 안전 지침과 IAEA기준에 부합하도록 안전 설계를 강화하였으며 후쿠시마 원전사고 이후 중대사고에 대비하여 방사능 누출을 막기 위한 장치를 운영 중인 원전 및 향후 건설될 원전 설계에 반영하여 원자로의 건전성/안전성을 확보함으로써 세계 시장에서 더욱 신뢰성을 보여주고 있다. 이러한 결과로 전세계 신규원전의 60% 이상이 VVER-1200로형으로 건설이 추진되고 있다. 특히 신규 원전도입국은 UAE를 제외하고는 거의 모든 나라가 VVER-1200을 선택하고 있는 상황이다. 원전 신규도입국이 러시아 노형을 도입할 경우 최소 60년 혹은 80년 이상으로 도입국과 기술협력 관계를 맺음으로 러시아의 영향력을 높이겠다는 것이 그들의 전략이다. 한마디로 천연가스와 원유에 이어 원자력 분야까지 석권해 세계 에너지 시장을 지배할 수 있는 영향력을 가지고자 한다.

로사톰은 후쿠시마 원전 사고 이전에는 2030년까지 원전 건설 분야에서 세계를 제패한다 것을 목표로 하였다. 이 계획에 따르면 2030년까지 러시아에만 42기, 해외에 60기 등 모두 102기의 신규 원전을 건설하여 전 세계 원전 수요의 절반을 공급하겠다는 것이다. 그러나 후쿠시마 원전 사고의 영향으로 원전 신규도입국이 급격하게 감소됨에 따라 로사톰의 원전 수출 계획도 일부 변경되었다.

신규원전 건설은 대부분 러시아가 자금을 지원하는 턴키(Turn-Key)계약 형태로 현재 인도(2기), 벨라루스(2기), 방글라데시(2기), 터키(4기), 이집트(4기)에 원전을 건설 혹은 건설준비 중이며, 우즈베키스탄, 카자흐스탄, 나이지리아와 Inter-Governmental Agreement(IGA)를 맺어 가까운 미래에 아프리카에도 진출할 예정이다. 또한 현재 중국의 장수지역 및 인도 쿠담쿠람지역에 각각 2기 추가 건설을 위한 계약되어 있고, 구 동구권 국가인 헝가리에 2기가 건설될 예정이며 이란에서 부셰르 1호기 가동 후 2, 3호기 건설이 진행되고 있다(한국원전수출협회, 2019).

ROSATOM은 2030년까지 달성하여야 하는 3가지 장기 전략 목표를 설정했다 (Rosatom, 2018).

- 국제 시장 점유율 확대: 글로벌 원자력 분야의 확장을 위해 현재 전 세계 50여 개국에 진출하고 있으며, 해외 신규 원전 사업의 중 장기적인 계획 구축
- 건설공기 단축을 통한 비용 절감: 경쟁력 있는 원전 건설을 위하여 원전 건설 기



[표 2] 각국에서 운전, 건설 중인 VVER원자로(2023년 05월 기준)

국 가	VVER 원자로	운전 중	건설 중 <sup>2</sup>
Armenia	1	1	
Bangladesh	2		2
Belarus	2	1	1
Bulgaria	2	2	
China	6	4	2
Czech republic	6	6	
Egypt	4		4
Finland	2	2	
Hungary	4	4	
India	4	2	2
Iran, Islamic republic of	2	1	1
Russia	25	21	4
Slovakia	6	4	2
Turkey	4		4
Ukraine	17	15	2
Total	86	62	24

출처: International Atomic Energy Agency(2019); International Atomic Energy Agency(2022b)

간과 평준화 비용을 줄이기 위해 추가 조치

- 신규 사업개발: 축적된 것을 기술을 이용하여 민간 부문의 원자력 프로젝트에 대한 신규 사업 확대

#### 4. 중국 원전 수출 전략

2023년 5월 중국은 55기의 원전을 운영 중이며 설비용량은 약 53.2GWe이며 설비용량 기준으로 미국(95.8GWe), 프랑스(61.3GWe)에 이어 세계 3위 규모이며, 가동 원자로수 기

1 건설 중 원전의 정의: 원자로 건물에 최초 콘크리트를 타설한 경우를 건설 중 원전으로 분류(IAEA 정의에 의해)

준으로도 세계 3위이다. 원자력발전이 중국의 전체 발전량에서 차지하는 비중은 2023년 기준 5%이다. 21기(21.6GW)의 원전이 건설 중이며, 전 세계에서 건설 중인 원전 57기(59GW)의 거의 40%에 해당하고 있다.

중국정부는 2030년까지 전기발전량은 약 20%를 비석탄연료로 목표를 잡고 있다. 중국의 13차 5개년 에너지발전계획(2015~2020)은 2020년 원전 발전용량 58GW, 신규 건설 발전용량 30GW를 목표로 제시하였으며, 중국 국가에너지국은 매년 6~8기의 원전 건설을 목표치로 발표하였다.

세계 최초 EPR Taishan 1호기 및 AP1000 Sanmen 1, 2호기를 송전망에 연결함으로써 중국은 세계 최초로 3세대 원자로인 EPR 및 AP1000 원전을 건설, 운전단계까지 성공시킨 국가가 되었다. Taishan 1호기<sup>2</sup>의 경우 핀란드의 Olkiluoto 3호(2005년 착공), 프랑스의 Flamanville 3호(2007년 착공)보다 이후에 착공하였음에도 가장 먼저 송전망 연결에 성공하였다. Sanmen 1호는 2018년 6월 21일 최초임계에 성공함에 따라 전 세계 최초로 가동단계에 돌입한 AP1000 원전이 되었다(그림 5 참조).

중국은 원자력 전문 인재 양성을 위한 국립대학 설립을 추진하고 China National Nuclear Corporation(CNNC)는 텐진(Tianjin) 시와 원자력 특화 대학을 설립하는 전략적 협력 협약을 체결하였다. 양측이 서명한 협약서에 따르면 원자력 특화 대학은 원자력 전문가 양성, 국제 학술 교류 및 핵심 기술 연구를 목표로 하고 있다. 중국의 원자력 인재부족은 재외 중국인의 원자력 기술 분야 진출이 안보의 이유로 금지되고 있는 것이 하나의 원인으로 생각되고 있다.

### 가. China Advanced Power(CAP) 1400의 특징

중국 국가핵전기술공사(State Nuclear Power Investment Company, 이하 SPIC)에서 개발한 CAP-1400은 웨스팅하우스의 AP1000을 개량한 3세대 가압수형 경수로이다. 설비용량 기준 1,100MWe 규모의 AP1000을 1,500MWe 규모로 개량하였다. 모듈화 건설 방식을 도입해 기존 약 60개월에서 48개월 안에 건설이 가능하며 내부 시설 배치 개선으로 정비 및 접근이 용이하다.

CAP-1400 설계 원칙은

2 Taishan 원전은 2007년 6월 건설을 시작하여 2013년 상업 운전하도록 계획되었으나 2018년 12월 상업운전을 시작하였다.

[그림 5] 중국 삼멘 지역에 건설된 웨스팅하우스 AP1000 원전



출처: Westinghouse(2018)

- 최신 안전 규제 기준을 충족한 피동안전시스템 및 중대사고 예방 및 완화 조치 도입
- 시스템 단순화 및 주기기 인증 완료
- 디지털원자로보호시스템
- 확률론 안전성 평가
- 주요 기기의 모듈화를 통한 건설 공기 단축
- 후쿠시마 원전 중대사고 원인 분석에 따른 설계 개선

웨스팅하우스의 지원과 중국 자체 인력을 투입하여 2014년 기본설계를 완료하였다. CAP-1400의 가장 큰 특징은 후쿠시마 제1원전 사고 당시 발생했던 문제 예방책을 적용했다는 점이다. 피동형안전시스템(Passive Safety System)을 도입하여 72시간 전력의 공급이 중단되어도 원전이 안전하게 자동 정지되도록 하였다. 내부 설계를 강화하고 노내 용융물 억류 냉각(In-Vessel Retention, IVR) 기술을 도입하여 후쿠시마 원전 중대사고와 같이 압력용기가 녹아 용융된 핵연료가 확산되는 사태를 방지했다.

## 나. Hualong One의 특징

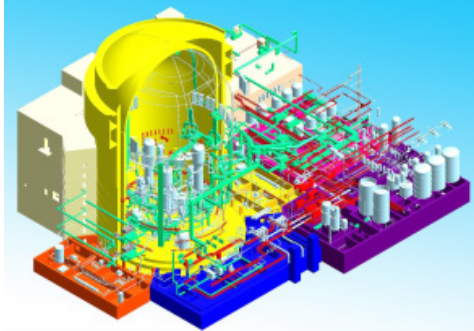
2011년 중국 국무원과 중국원자력국은 2개의 주요 원자력사업자인 China General Nuclear Corporation(CGN)과 CNNC에게 원자로 설계를 3세대 원자로 하나로 통합하도록 요구하였다. 중국은 최초로 고유 원자로인 후아룽 원(Hualong One) 원자로 설계를 완료하여 중국원자력안전국(National Nuclear Safety Administration, NNSA)에 의해서 설계인증을 통과했다(그림 6 참조).

중국원자력국(Nuclear Energy Agency), 중국원자력안전국 및 중국개발재건위원회는 현재 Hualong One 원자로가 중국 자체 지적재산권을 가진 3세대 원자로에 대한 모든 기술적 요건을 만족한다고 확인했다. 최초 실증로는 Fuqing 원전 5, 6호기에 건설 중이고, 파키스탄 카라치 발전소에 원자로가 수출되어 카라치 2, 3호기<sup>3</sup>는 2022년/2023년 6월 운영허가를 받았다.

## 다. 적극적 원전수출 추진

중국은 원자력산업의 해외진출을 추진하고 특히 ‘일대일로(One Belt One Road)’와 관련된 국가들과 협력을 강화하고 있다. 현재까지 파키스탄의 차시마 지역에 4기의 원자로

[그림 6] Hualong One의 설계 특성

전개도	설계 특성
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Active and passive safety design: Diverse approaches to perform safety functions</li> <li>• Provide physical separation reducing interaction between units</li> <li>• Convenient for plant construction, operation and maintenance</li> <li>• More flexible for plant siting</li> <li>• Double shell containment</li> <li>• Large free volume</li> <li>• Long lifetime: 60 years</li> <li>• Diversity of power source</li> </ul>

출처: CNPE(2018)

3 카라치 원전 2/3호기, 2015/2016년 5월 건설허가, 2022/2023년 6월 운영허가

를 건설하여 현재 가동 중에 있고, Hualong One이 카라치 지역에 2기 건설, 운전 중에 있다.

중국의 원전기업들은 해외진출전략에 참여하여 적극적으로 해외시장을 개척하고 있다. CNNC는 아르헨티나, 영국, 이집트 등 약 20개 국가와 협력의향서를 체결했으며, 아르헨티나 원전기업과 Atucha 3, 4호기 원전건설 계약을 체결하였다. 그러나 아르헨티나의 새로운 정권은 전임정권의 원전건설 계약을 무효화하였다.

정부의 적극적인 지원과 풍부한 내수 시장을 바탕으로 세계 1위의 원전국가로 발돋움하고 있다. 세계적으로 원전산업이 침체기를 겪는 중에 중국은 매년 6~8기 건설을 통해 세계 원전산업을 선도하고 있고, 기술력 부문에서도 Hualong One와 CAP1400 등 자국산 모델을 개발하였고, 세계 최초로 EPR와 AP1000을 완공하여 우수한 시공능력을 입증하였다.

향후 건설 계획 중인 원전의 95% 이상은 중국이 지적재산권을 갖는 노형인 CAP(China Advanced Passive) 시리즈와 Hualong One을 채택하고 있다. 건설 중인 원전 가운데 고온가스냉각로(High Temperature Gas Cold Reactor), 소듐냉각고속로(Sodium Cooled Fast Reactor), 그리고 일체형소형원자로(Small and Modular Reactor)도 있다. 신뢰성과 일관성이 보장된 국가 정책을 기반으로 세계 원전시장에 활발하게 진출하고 있다.

### III. 결론: 2030년까지 10기 수출

#### 1. 한·미 원자력협력 Network 복원

전 세계 원전시장의 러시아와 중국 편향은 핵비확산 관점에서 매우 큰 우려와 과제를 던지고 있다. 미·중 경쟁의 신 지정학 시대에 원전수출 확대를 위해 한·미 양국의 기업이 원전수주를 두고 과도히 경합할 경우에 대부분의 신규 원전은 국제표준 규정을 따르지 않는 러시아, 중국이 독점할 우려가 있다.

지난 5년간의 탈 원전 정책으로 인해 학계, 산업계 및 정부 간의 모든 Network이 완전히 파괴되었다. 각 대학 간의 공동연구, 교수 간의 상호교환, 학생의 교환 학점 인정 등 모든 연결 고리가 파괴되고, 또한 산업계도 연계가 상실되어, 모든 것을 바닥에서부터 다시 시작하여야 하는 실정이고 이러한 Network의 손상이 최근의 일련의 사태가 일

어나고 있다.

Network 복원을 위하여

- (1) 정부는 원자력 정책 및 외교분야에 국가차원의 컨트롤타워 및 세부 추진 조직을 강화하고, 미국과의 관련 부처 및 기관별 대응 조직을 잘 정립해서 보다 지속적이고 면밀한 협력을 추진하고,
- (2) 산업계은 UAE의 바라카 모델에 대해 미국 산업체가 만족치 못하고 있는 실정임으로 어떻게 개선할 것인지, 방안을 마련하여야 할 것이다.
- (3) 학계는 대학 간의 원자력 안전연구, 국제협력을 확대 및 활성화하여 대학 간의 안전 관련 협력 의제를 공동 수행하는 방안도 고려되어야 한다. 또한 대학 간의 교환 학생, 학점 동시 인정을 추진하여야 할 것이다.

## 2. 수출협력 모델의 개발

체코의 사업자인 CEZ가 2023년 말 체코의 두코바니 5호기 입찰서 평가의 결과를 체코 정부에 공식적으로 보고할 것이다. 현재까지 평가 결과는 한국의 기술력이 높이 평가될 것으로 예상된다. CEZ가 한수원의 AP1000가 기술적으로 우위에 있다는 것이 평가된 후, 웨스팅하우스의 기술소유권 주장에 대한 입장 차를 완화할 수 있는 한·미 간 전략적 파트너십 구축을 시작할 수 있을 것이다. 입찰서 평가가 진행되는 현단계에서는 한국이 아무리 파트너십 구축의 필요성을 웨스팅하우스에게 이야기하여도 별로 의미를 두지 않을 것이다.

현재 미국 바이든 행정부는 중동지역에 대한 핵 비확산 정책을 강화할 것으로 예상된다. 핵 비확산 문제가 있는 사우디아라비아 등의 신규 원전에 대해 집중하는 것보다 핵 비확산 측면에서 신뢰도가 높은 동유럽 국가들을 대상으로 원전수출을 도모하는 것이 한·미 간 협력의 가능성을 높일 수 있을 것으로 판단된다. 동유럽 국가들에게 한국만이 정해진 예산과 공기 안에 준공하는 능력이 세계 최고 수준이므로 EDF와 웨스팅하우스의 공기 지연과 예산 초과 사례와 비교해 우리의 강점을 극대화하여야 할 것이다.

로사툼은 주기는 공급하지만, 주 제어실, 보조기기, 터빈, 2차 계통은 경쟁입찰을 통하여 공급한다. 러시아가 여러 나라에서 다수의 원전을 건설함으로써 자국 내에선 2차 계통에 대한 기자재 공급이 불가능할 것이다. 한국의 원전 기자재 공급업체가 이집트 엘다바 원전 건설사업의 2차계통 기자재 및 건설을 추진하는 사례와 같이 로사툼이

건설을 수행하는 VVER-1200 원전에 한국의 기자재 공급이 가능할 것이다. 원전 도입국에서 제일 중요하게 생각하는 것이 자국 산업의 발전을 위한 국산화 계획이므로, 한국의 국산화 경험과 기술을 제공하고 필요한 핵심 기자재를 한국 원전 산업계에서 조달, 수출하면 원전 생태계를 유지할 수 있을 것이다.

한국도 러시아의 정부 조직과 같은 로사톰과 같은 기관이 필요 불가결할 것이다. 현재 한전 및 한수원이 나누어 수행하고 있는 원전수출전략을 한 기관에서 통합 수행하도록 수정하고 무엇보다도 정부의 강력한 조정자 역할이 중요할 것이다. 만약 불가하다면 계약구조 즉 EPC, BOO에 따라 한전, 한수원으로 책임을 나누어야 할 것이다. 지금처럼 지역에 따라 분류하는 것은 각 사의 특징, 강점을 무시한 아무런 근거도 없는 분할이다. Team Korea 한팀으로 뭉쳐서 전력을 다하여 추진하여야 할 것이다.

원전은 단순히 기술만을 타국에 수출하는 것이 아니다. 원전의 수출을 단순히 플랜트 수출이 아닌 상대국과 거의 반세기 이상을 외교, 군사적으로 밀접한 관계를 통해 에너지 분야뿐만 아니라 다른 산업분야도 협조하고 발전시켜 나간다는 보다 장기적인 관점에서 원전의 수출이 고려되어야 할 것이다.

한·미는 금융협상 공조를 통해 금융조달 협력을 추구한다면 경쟁력 있는 금융패키지의 구성을 위한 시너지가 창출될 수 있으며, 특정 목표시장의 국가 특성과 개발모델을 기초로 상업적 협력 방식을 모색하고, 이를 뒷받침할 수 있는 금융모델과 지원조건을 도출하는 방식의 접근을 할 수 있을 것이다.

결론적으로 한·미는 공동 파트너십을 통하여 신규 원전 사업을 수주하여 러시아와 중국의 독점을 막을 수 있을 것이다. 한미의 공동 사업은 신규 원전 수입국이 높은 수준의 핵비확산, 핵안보, 원자력안전 기준을 준수하도록 현명한 신규원전 사업자를 만들 것이다. 또한 SMR의 연구개발과 SMR의 수출협력을 가속화할 수 있는 협의를 보다 강화하여야 할 것이다.

---

## 참고문헌

---

- 한국원전수출협회, “국가별 원전도입 및 수출동향 분석,” 한국원전수출협회, 2019, pp. 206-215.
- CNPE, “Construction Preparation and Planning of Hualong No.1 Project,” IAEA Technical Meeting, Beijing, CNPE, 2018.
- EDF, “EPR Technology for a Net Zero Carbon Future,” Nuclear Days, University of West Bohemia, Sep. 15, 2021.
- International Atomic Energy Agency, “Power Reactor Information System (PRIS),” IAEA, 2019.
- International Atomic Energy Agency, “Reference Data Series No.1,” 2022 Edition, IAEA, 2022a.
- International Atomic Energy Agency, “Nuclear Power Reactors in the World,” IAEA, 2022b.
- Julie Gorgemans, “AP1000<sup>®</sup> Plant Performance & Deployment,” Czech Nuclear Days, Westinghouse, 2021.
- Rosatom State Atomic Energy Corporation, “Annual report in 2018,” Rosatom, 2018, p. 30.
- Westinghouse, <<https://twitter.com/wecnuclear/status/1029721362477330432>>, 2018(검색일: 2023.3.15).