

# 우리나라 원전산업 활성화 정책방향

## Proposal to the Policy on the Re-vitalization of the Korean Nuclear Industry

박석빈\*

Seokbin Park

UAE로의 원전수출 경험도 축적하였지만, 지난 정부의 탈원전 정책으로 원전산업이 위축되어 있는 상황에서, 우리나라의 원전산업 활성화 정책방향에 대해 검토해 본 바, 우리나라는 현재의 원전산업 가치사슬을 유지하면서 지속적인 기술개발을 통해 경쟁력을 강화하고 최신 기술을 적용하는 노력을 지속해 나가야 하며, 이를 통해 안전하고 신뢰할 수 있는 원전체제를 구축하고 국내 원전산업의 경쟁력을 유지하는 것이 중요하다. 현재 우리나라의 원전건설의 경쟁력은 타 원전건설 국가보다 월등하다고 할 수 있기에, 이러한 원전산업 경쟁력이 지속적으로 유지될 수 있도록 해야 한다. 현재 수립된 10차 전기본의 낮은 전력수요 예측 및 신규 원전건설 부재로 인한 지속적인 원전건설을 통한 원전산업 활성화에 문제점이 제기되었으며, 문제점 해결을 위해 우선적으로 약 3년 주기의 원전건설과 함께 원전수출(현지화 포함), 최신 원전 기술의 개발 정책을 우선 추진하여 우리나라의 원전산업을 활성화하는 정책방향을 제시한다.

**주제어** 원전산업 활성화, 원전산업 가치사슬

**Keywords** Promotion of the Nuclear Power Industry, Value Chain of the Nuclear Power Industry

투고일 2023.5.3. 수정일 2023.5.23. 게재확정일 2023.5.23.

\* 서울대학교 원자력미래기술정책연구소 원자력정책센터 연구위원(h107626@snu.ac.kr)

## I. 서론

원전산업은 최고 수준의 인력(OECD-NEA/IAEA, 2018), 핵심기술을 포함하는 종합기술, 그리고 100만 개 이상의 많은 기기와 부품이 필요한 거대 종합 산업이라고 한다. 특히 원전의 안전한 운영을 위해서는 숙련된 기술자 및 엄격한 품질 관리 요건에 부합하도록 신뢰성을 갖춘 원전 기기와 부품을 지속적으로 공급받을 수 있는 원전산업의 확보 및 유지가 필수적이다. 신뢰성 있는 원전산업의 확보 및 유지를 위해서는 상당 기간 동안 기술 축적, 지속적인 설비투자 및 수요선 확보 등 관련 산업 육성을 위한 장기적인 계획에 기반을 둔 인적, 물적 투자가 수반되어야 한다. 현재 우리나라는 UAE로의 원전수출 경험도 축적 하였지만, 지난 정권의 탈원전 정책으로 원전산업이 위축되어 있는 상황으로 보인다. 따라서 위축된 우리나라의 원전산업 활성화 정책방향에 대해 검토해 보고자 한다.

## II. 원전산업 현황

최근 건설되고 있는 세울 3/4호기 기준으로 볼 때, 원전 2기 건설 시, 대략 2,000여 개 업체, 6만여 명이 투입된다고 하며, 원전의 성능과 안전을 위해서 이렇게 투입되는 원전 산업 가치사슬 모든 계층의 최상의 품질 확보가 필수적이라고 한다. 원전은 기본적으로 수요가 제한되어 있고, 사전 검증이 필수적이며 품질 검사 및 보증에 따른 제반 비용이 발생해, 원전건설 비용이 많이 든다. 또한 원자로설비를 비롯한 대부분의 공급기기는 고품질등급으로 엄격한 관리가 필요하다. 주기로 구분되는 원자로설비(안전등급) 및 관련 중요 기기들은 특수 설계, 주문 제작 공급이 일반적이며, 보조기로 구분되는 기타 자재들은 상용품을 검증하거나 응용하여 사용한다. 이러한 원전산업 가치사슬의 주요 특성으로는 소량 다품종으로 거의 일회성 공급, 까다로운 계약 규정 의무, 엄격한 품질 절차와 사전 검증의 필요성, 고품질 요구에 따른 비용 및 제작 기간 증가, 그리고 프로젝트마다 특성상 표준화에 대한 애로가 있어, 원전산업의 생산성과 효율성을 높이는 데 어려움을 줄 수 있다. 따라서 원전산업에서는 고품질 요구를 충족시키면서도 비용과 시간을 줄일 수 있는 기술과 방법을 개발하고 도입해야 한다. 또한, 프로젝트마다 특성이 다르므로, 이에 대한 고민과 대처 방안도 필요하다.

[표 1] 국내 원전 기기 제작사 중 원전 핵심 기술 보유업체 현황

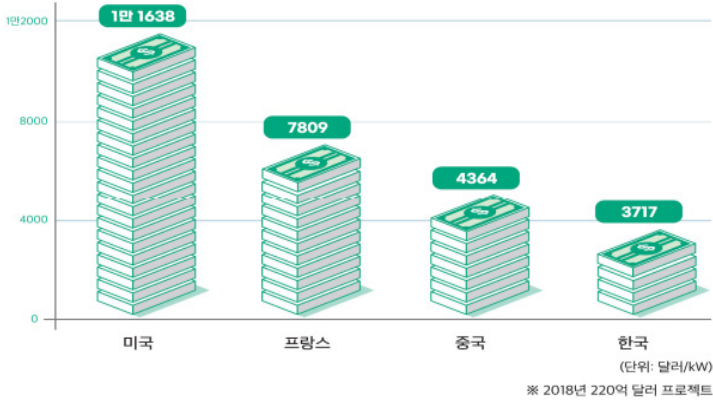
분야	핵심기술 보유업체 수	인력	매출 규모에 따른 업체의 비중(%)		
			1,000억 원 이상	100~1,000억 원	100억 원 미만
원자로설비	65	5,595	6.2	36.9	56.9
터빈/발전기	41	3,907	7.3	43.9	48.8
보조기기	68	1,100	16.7	59.1	24.2
합계	174	10,602	10.5	47.1	42.4

우리나라의 원전산업 가치사슬의 경우, 주기와 관련 설비는 두산 에너빌리티를 중심으로, 보조기기는 한국수력원자력에서 직접 관리하고 있다. 우리나라의 원전산업 가치사슬은 [표 1]에서 보여주듯이 다품종 소량생산을 특징으로 하는 핵심 기술 보유 전문업체의 성격을 가지는 가치사슬이라고 평가되며, 우수한 원전산업 가치사슬 보유 여부는 원전 품질 및 가격경쟁력 결정에 핵심적인 요소로 고려되고 있다(한국원자력학회 외, 2021).

위에서 언급한 바와 같은 원전산업 가치사슬을 구축한 우리나라는 일부 원전설비의 부품을 해외에서 구매하고 있지만, 독자적인 원전산업 가치사슬을 구축하였으며, 안전하고 신뢰할 수 있는 원전을 구축하기 위해 유 경험의 품질 인증 체제를 갖춘 적기 공급이 가능한 원전 가치사슬을 중요시하고 있다. 또한 한국의 원전산업은 자체 경쟁력 유지와 지속적인 기술개발을 통해 최신 기술의 점목 확대가 필요하다는 것을 강조하고 있고, 우리나라의 원전 핵연료 가치사슬의 완전 자립이 어려운 현실<sup>1)</sup>을 고려하여, 경제성 없는 분야에 대한 원전산업 가치사슬의 완전 확보보다는 가치사슬 체제의 자체 경쟁력 유지를 목표로 하였다. 이러한 노력으로 인해 우리나라의 원전건설 사업은 경쟁력이 높은 것으로 평가되고 있으며, 사우디아라비아 원전건설 사업 입찰 당시에도 우리나라가 경쟁력이 있는 것으로 나타났다(그림 1, 표 2, 3 참조). 이는 우리나라의 원전산업 가치사슬이 경제성과 기술력 측면에서 강력한 경쟁력을 보유하고 있다는 것을 의미한다. 따라서 우리나라는 현재의 원전산업 가치사슬을 유지하면서 지속적인 기술개발을 통해 경쟁력을 강화하고 최신 기술을 적용하는 노력을 지속해 나가야 하며, 이를 통해 안전하

1 우리나라는 농축 및 재처리를 하지 않겠다고 선언한 국가임.

[그림 1] 원전 건설단가 비교



출처: 핵공감 클래스 운영진(2021)

[표 2] 국가별 원전 건설단가

(단위: USD/kWe)

프랑스	일본	한국	러시아	슬로바키아	미국	중국	인도
4,013	3,963	2,157	2,271	6,920	4,250	2,500	2,778

자료: IEA/NEA(2020)

[표 3] 국가별 원전 발전단가 구성 비교

(단위: USD/MWh)

국가	투자비용	해체 및 방폐물 관리 비용	연료비용	운전유지비	LCOE
프랑스	47.46	0.05	9.33	14.26	71.10
일본	46.87	0.05	13.92	25.84	86.67
한국	25.51	0.03	9.33	18.44	53.30
러시아	26.86	0.03	4.99	10.15	42.02
슬로바키아	81.84	0.96	9.33	9.72	101.84
미국	50.26	0.05	9.33	11.60	71.25
중국	29.57	0.03	10.00	26.42	66.01
인도	32.85	0.03	9.33	23.84	66.06

자료: IEA/NEA(2020)

고 신뢰할 수 있는 원전체제를 구축하고 국내 원전산업의 경쟁력을 유지하는 것이 중요하다.

우리나라 원전건설의 경쟁력에 대해 타 국가 원전건설들과 비교 분석한 MIT는 원전건설과 관련하여 다음과 같은 의견을 제시하였다(MIT, 2018).

- (1) 검증된 프로젝트 및 건설 관리 사례를 통한 신규 원전건설의 성공 확률 증대
  - 최근 미국과 유럽의 원전건설 프로젝트에서는 예정 공사 기간 및 예산 범위 내에서 제품을 조달하는 데 있어 반복적으로 실패한 건설 관리 사례가 발생했다. 이와 관련해 몇몇 시정 조치가 시급히 요구된다.
  - ① 건설 착수 전, 세부 설계 상당 부분 완료
  - ② 입증된 공급망 및 숙련된 노동력 사용
  - ③ 초기 설계 단계부터 제작사/건설사의 설계 참여로, 제작/건설의 효율화 도모
  - ④ 다수의 독립적 협력업체 관리에 자격과 경험을 갖춘 계약 관리자 임명
  - ⑤ 프로젝트의 성공 시, 권리 보장
  - ⑥ 설계 및 건설 중 변경 사항의 적기 수용 가능한 유연한 규제 환경 조성
- (2) 복잡하고 부지 종속적인 기존의 건설방식에서 표준화된 원전건설로의 전환
  - ① 표준화된 원전의 다수 호기 건설로 경험 확보
  - ② 높은 생산성을 갖는 공장 생산 확대 - 복잡한 시스템, 구조 및 부품의 공장 제작 권장(모듈화) 제작 및 최신 생산/건설기술 활용
- (3) 고유 및 피동 안전성을 갖는 원전으로의 전환
  - 우수한 원전 재료와 외부 개입이 최소화된 고유 및 피동 안전 시스템 계통은 원전운전을 단순화하여 인적 오류의 위험성 감소

상기에서 제시된 MIT의 의견들은 우리나라 원전건설에서 대부분 적용되고 있기에 우리나라의 원전건설의 경쟁력은 타 원전건설 국가보다 월등하다고 할 수 있다. 따라서 우리나라의 원전산업 현황을 검토해 볼 때, 이러한 원전산업 경쟁력이 지속적으로 유지될 수 있도록 해야 한다는 것이 쉽게 유추된다.

### III. 지속적인 원전산업 경쟁력 유지 관련 10차 전기본<sup>2</sup> 문제점

#### 1. 전력수요 예측의 문제점

기온 및 경제 상황, 코로나19 영향 등에 따른 일시적인 전력 소비 감소(2019, 2020년)를 제외하고 지난 10년간 전력소비량은 꾸준히 증가해 왔다. 기준수요에서 수요관리를 차감한 목표 수요는 2036년까지 연평균 0.6%가 증가한 597 TWh, 최대전력은 연평균 1.5%가 증가한 118GW로 전망되었다. NDC 목표연도인 2030년의 전력수요는 573 TWh로 9차 전기본의 542 TWh와 비교해 31 TWh가 높아졌다. 그러나 비전력분야의 전기화 수요를 반영했다고 하는 10차 전기본의 전력수요 예측은 과소예측의 논란에서 벗어날 수 없다. 2036년까지의 연평균 전력수요 예측 증가율은 0.6%/년으로 9차 전기본의 평균 증가율 예측치와 같다. 9차 계획에서는 전기차 보급(2034년까지 485만대 보급, 16 TWh)과 4차 산업혁명에 따른 전력 수요영향을 반영했다고 한 언급이 있는데도(탄소 중립에 따른 전기화 수요는 반영하지 않았다고 함.) 9차와 수요증가율이 같다. 이는 의도적인 수요 증가 속도로 추정되는바 재검토가 필수적인 것으로 고려된다.

[표 4] 10차 전기본 목표 수요 전망

연도	전력소비량 (TWh)	최대전력(GW)	
		하계	동계
2022	553.1(594.4*)	96.2(실적)	94.6
2023	553.4	98.8	95.6
2030	572.8	109.3	103.3
2036	597.4	118.0	110.1
연평균 증가율	0.6%	1.5%	1.1%

주: \*는 실적

2 전력수급기본계획의 약어로 매 2년마다 갱신하는 한국의 전력수급기본계획이며, 10차 전기본은 2023-1-23, 산업부에서 발표함(산업통상자원부, 2023).

## 2. 발전설비/발전량 계획의 문제점

설비에비율은 발전원 구성, 발전기별 특성, 전력수급 불확실성 등을 종합적으로 고려하여 22%를 적용했다. 기존 원전은 안정성 확보를 전제로 계속운전하고, 신한울 3/4호기 건설을 재개하기로 했다. 재생에너지 보급 전망을 합리적으로 조정하여 NDC안에 비해 축소하고, 가동 후 30년이 되는 석탄발전은 가스발전으로 대체 건설하는 등 석탄발전을 감축한다. 재생에너지 용량은 2023년 32.8GW에서 2036년 108.3GW로 확대된다. 가스발전용량은 2023년 43.5GW에서 2036년 62.9GW로 대폭 확대된다. 2036년 하계 최대전력이 118.0GW이고 여기에 설비에비율 22%를 고려하면 필요 설비용량은 143.9GW이다. 확정 실효용량이 142.2GW이므로 신규설비로서 1.7GW가 필요하다.

소내소비와 송배전손실을 고려한 발전량은 2030년 622 TWh, 2036년 667 TWh로 계획되었다. 원전은 계속운전 및 신규원전 반영으로 비중이 2018년 23.4%에서 2030년 32.4%, 2036년 34.6%로 증가할 전망이다. 신한울 3/4호기의 준공이 2030년 이후이므로 계속운전 대상 10기 모두가 계속운전될 때도 2030년의 최대발전량은 202 TWh가

[표 5] 2036년 하계 확정 설비용량(GW)

구분	원전	석탄	신재생	LNG	기타	계
실효용량	31.7	26.7	14.0	62.9	6.9	142.2
비중	22.3%	18.8%	9.9%	44.2%	4.8%	100%
정격용량	31.7	27.1	105.4	62.9	7.2	234.3
비중	13.5%	11.6%	45.0%	26.9%	3.0%	100%

[표 6] 전원구성 전망(연말, 정격용량, GW)

		원자력	석탄	LNG	신재생	양수	기타	계
2023	용량	26.1	40.2	43.5	32.8	4.7	1.1	148.4
	비중	17.5%	27.1%	29.3%	22.1%	3.2%	0.8%	100%
2030	용량	28.9	31.7	58.6	72.7	5.2	0.9	198.0
	비중	14.6%	16.0%	29.6%	36.7%	2.6%	0.5%	100%
2036	용량	31.7	27.1	64.6	108.3	6.5	0.8	239.0
	비중	13.2%	11.3%	27.0%	45.3%	2.7%	0.5%	100%

[표 7] 발전량 및 비중 전망(TWh)

		구분	원자력	석탄	LNG	신재생	수소 암모니아	기타	계
2030년	발전량	201.7	122.5	142.4	134.1	13.0	8.1	621.8	
	비중	32.4%	19.7%	22.9%	21.6%	2.1%	1.3%	100%	
2036년	발전량	230.7	95.9	62.3	204.4	47.4	26.6	667.3	
	비중	34.6%	14.4%	9.3%	30.6%	7.1%	4.0%	100%	

주: 태양광-풍력 출력제어 적용 후 발전량

된다. 실현 가능성을 감안한 재생에너지 보급계획에 따라 출력제어 후 기준 재생에너지 발전비중은 2030년 21.6%, 2036년 30.6% 전망된다. 온실가스 감축 및 탄소중립을 위한 노후 석탄 설비의 지속적 폐지 등을 반영하여 석탄 발전량 비중은 감소할 전망이다. 석탄발전 비중은 2021년 34.3%에서 2030년 18.7%, 2036년 14.4%로 대폭 감소한다. 가스 발전은 노후 석탄의 LNG 대체가 추진되어 발전량을 유지해나갈 전망이다. 하지만 2036년에는 원자력과 재생에너지의 발전량 증가로, 그리고 수소 혼소 발전에 따라 큰 폭으로 감소한다. 10차 전기본 발전구성에서 특이점은 수소·암모니아 발전이 고려되었다는 점이다. 무탄소 발전 연료인 수소·암모니아는 실질적인 공급과 비용 등이 고려되어 발전량이 결정될 것이다. 2030년의 수소 발전량은 6.1 TWh, 암모니아 발전 6.9 TWh가 반영되었다. 연료 소요량은 수소 30만톤, 암모니아 296만톤이 소요된다.

이러한 발전설비/발전량 계획은 다음과 같은 심각한 문제점을 안고 있다.

첫째, 재생 에너지 목표 달성이 불가능해 보인다는 것이다. 2022년 8월 27.5GW(실적)인 재생에너지 용량이 2036년 108.3GW로 확대 불가능한 지는 너무 자명해 보이는 데, 재생에너지 설비용량 확대가 불가능할 경우에 대한 대책이 부재하다는 것이다.

둘째, 가장 경제적인 전력공급원에 대한 배려가 없다는 것이다. 이는 가장 경제적인 신규원전의 도입 없이 국민들에게 전기요금 인상만을 강요하겠다는 것으로 해석될 수밖에 없는 상황이다. 값비싼 재생에너지는 NDC 목표 준수를 위해 도입한다고 하지만, 값비싸고 탄소 중립에 장애가 예상되는 화석연료인 LNG를 기존 석탄발전 대신에 대폭 증가시키겠다는 계획은 국민들을 설득하기 어려울 것으로 보인다. 신규원전을 건설하기 위한 기간은 144개월(12년)이 소요되므로 2035, 2036년에는 신규원전 1/2호기의 반영이 가능하다. 해당 사례는 7차 전기본에서 입지가 확정되지 않은 신규원전 1/2호기가 반영(2028, 2029년)된 사례도 있다. 따라서 다음과 같은 요인들을 고려하여 원전



활용을 증대해야 한다.

- (1) 에너지 수급 안정성: 한국은 에너지 수입 의존도가 높아 전력수급 안정성을 위해서는 원전의 활용이 필요하며, 이를 통해 에너지 수급 안정성을 확보하고, 전력수요 증가 대응이 가능하다.
- (2) 경제성: 원전은 대량의 전기생산에 적합하며, 연료비용이 매우 저렴하다. 특히 우리나라에서는 원전에서 생산하는 전기가 가장 경제적인 것으로 확인되었다.
- (3) 기술력: 우리나라는 원전 기술력이 높아 세계적인 원전 수출국으로 성장해왔다. 따라서 지속적인 원전 활용을 통해 기술력을 확보 및 유지해야 할 것이다.
- (4) 탄소배출 저감: 원전은 기존 화석연료 사용 발전보다 탄소 배출량이 매우 적다. 전력생산 에너지원으로서 원전 활용은 탄소배출 저감에 기여할 것이다.

## IV. 원전산업 가치사슬의 발전 방향

### 1. 지속적인 경쟁력 확보 및 유지 방안에 대한 검토

원전건설 프로젝트의 엄청난 사업 규모로 인해 예상치 못한 상황이 발생하고, 안전성을 최우선으로 하는 원전의 특수성으로 인해 발전소 부지선정에서부터 설계, 구매, 건설과 시운전 및 운영에 이르기까지 엄격한 기준으로 프로젝트 수행에 많은 제약이 따르게 된다. 이러한 엄격한 기준 적용으로 인해 원전건설 초기 단계에서부터 많은 분야에 다양한 원전산업 가치사슬 이해관계자들이 대거 참여하여, 설계 및 제작에서부터 시공에 이르기까지 분야별 가치사슬이 서로 밀접하게 연계되어 계약적 문제 및/또는 소통 문제 발생 가능성이 매우 크다. 이를 방지하기 위해서는 프로젝트의 공동목표에 대한 확고한 인식을 바탕으로 프로젝트 참여 가치사슬 간 신뢰와 협력이 매우 중요하며, 프로젝트 가치사슬 간의 효과적인 소통은 프로젝트 내 가치사슬의 협력 촉진 및 프로젝트의 성공적 수행을 위한 필수적 요건이라 할 수 있다. 따라서 원전건설 프로젝트에서 프로젝트 관리 차원의 조직으로 관리, 운영함으로써, 연구소, 원전회사, 원전설계자, 원전기기 공급자 등 다양한 가치사슬이 함께 참여하는 프로젝트 형태의 조직으로 구성하여 유기적이고 체계적인 추진을 통한 효율성이 확보되도록 하였다. 이를 통해, 원전건설/운영 경

협의 차기 프로젝트에서의 활용 증대를 도모하면서 가치사슬별 부족한 기술인력의 확보와 이의 양성도 가능하다. 이러한 방법은 지속적인 원전건설 프로젝트가 진행되어야 가능한 것인데, 다행히도 우리나라에서 원전은 대량의 전력을 안정적으로 공급할 수 있는 에너지원으로 평가되어 지속적인 원전건설이 이루어져 왔다.

앞으로도 다음과 같은 요인들로 인해 지속적인 원전건설이 가능할 것으로 고려된다.

- (1) 에너지 수요증가: 전 세계적으로 에너지 수요가 증가하고 있으며, 이에 따라 안정적인 전력공급을 위한 원전의 수요도 증가하고 있다. 이러한 에너지 수요증가는 원전건설 지속화의 필요성을 높이고 있다.
- (2) 재생 에너지원의 한계: 태양광이나 풍력 등의 재생 에너지원은 친환경적이지만, 에너지 생산의 안정성이 보장되지 않는 한계가 있다. 이에 반해, 원전은 친환경적이고 안정적인 전력생산이 가능한 대체 에너지원으로 평가되고 있다.
- (3) 경쟁력 강화: 원전산업은 다양한 산업 분야에서도 활용 가능한 전략적인 역할도 수행하며, 전력생산을 위한 안정적인 에너지원 생산 산업으로 평가된다. 이에 따라 원전산업을 바탕으로 국가 경쟁력을 강화하기 위한 원전건설 지속화는 필수적이다.
- (4) 기술 발전: 원전산업에서는 안전성, 경제성, 환경성을 향상하기 위한 다양한 기술개발이 이루어지고 있다. 이러한 기술개발은 원전건설의 비용 절감과 안전성 향상에 큰 역할을 할 수 있으며, 경제적이고 신뢰성 있는 원전건설 지속화를 지원한다.
- (5) 국제적 환경: 전 세계적으로 원전건설이 이루어지고 있다. 국제적인 경쟁 환경에서 확보된 경쟁력을 유지하기 위해서 원전건설은 지속적으로 추진되어야 한다.

이러한 요인들을 고려하여 원전건설 지속화가 필요하며, 안전하고 경제적이며 환경적으로 지속 가능한 원전산업을 구축해 나가는 것이 중요하다. 원전 산업은 특히 원전건설과 관련된 인프라 구축과 기술력 개발에 많은 투자가 필요하므로, 이를 위해 꾸준한 원전건설 프로젝트가 이루어져야 한다. 또한, 원전건설 프로젝트를 통해 새로운 기술과 경험을 축적하고, 생산성을 향상하며, 고객 요구에 대응하는 새로운 제품과 서비스를 개발할 수 있다. 이는 원전 산업의 경쟁력을 높이는 데 중요한 역할을 한다. 따라

[표 8] APR1400 원전건설 사업추진 일정

( )는 예정일

항목	세울 1/2호기	신한울 1/2호기	바라카 원전	세울 3/4호기	신한울 3/4호기
주계약 체결	2006-08-28	2009-07-31	2009-12-27	2014-08-28	2023-03-29
건설공사 계약	2007-09-13	2010-03-22	2009-12-27	2015-06-12	(2024-03-31)
최초 콘크리트 타설	2008-10-16	2012-07-10	2012-11-01	2017-04-03	(2025-08-31)
원자로 설치	2010-07-15	2014-04-30	2014-07-01	2019-11-28	(2027-03-31)
상온수압시험	2012-05-21	2016-11-01	2016-02-16	(2023-06-01)	(2027-10-01)
첫 호기 준공	2015-12-20	2022-12-24	2020-07-31	(2024-10-31)	(2033-03-31)
계약 - 원자로 설치	3.9년	4.8년	4.5년	5.3년	(4년)
최초 콘크리트 타설 - 상온수압시험	3.6년	3.4년	3.3년	(6.2년)	(3.5년)

서 원전 산업의 가치사슬 활성화 및 경쟁력 확보를 위해서는 꾸준한 원전건설 프로젝트가 필요하다. 이를 위해서는 정책적인 지원과 적극적인 투자가 이루어져야 하며, 이를 위해 관련 기업과 정부 간의 협력이 필수적인 것으로 고려된다.

이상에서 언급한 바와 같이 원전산업 가치사슬의 활성화 및 경쟁력 강화를 하려면 지속적 원전건설이 필요하다고 한다. 어떤 주기의 지속성이 요구되는가에 대해 다음과 같이 검토를 해 보았다.

우리나라가 경쟁력을 확보한 APR1400 원전은 [표 8]에 있는 프로젝트 공정으로 진행(예상 추정일 포함)되었다(전력거래소, 2017; 한국수력원자력, 2022).

상기 [표 8]에서 보여주는 바와 같이, 주기기 제작은 계약 후 약 4~5년이 소요된다는 것이 파악된다. 설계 기간이 약 1~2년 정도 사전 선행되어야 한다는 점을 고려할 때, 제작인력이 지속적으로 활용된다면, 약 3년간의 간격으로 새로운 물량이 발주되어야 한다는 것이 확인된다. 또한 건설의 경우, 최초 콘크리트 타설 후 상온수압시험 전까지가 건설의 주요 업무가 진행되는데, [표 8]에서 검토해 볼 때, 사업이 중단되었던 세울 3/4호기를 제외하고는 약 3.5년 정도의 기간이 주요 건설 업무가 진행되는 기간이라고 파악되며, 따라서 준비 기간인 건설계약 후 최초 콘크리트 타설까지 약 1년 정도 소요된다는 점을 참작하면, 건설도 약 3년 정도의 간격으로 새로운 물량이 발주되어야 함을 알 수 있다.

원전건설 사업의 일회성 공급 성격으로 인한 매년 새로운 요구사항들이 제기됨과, 국가계약법 규정과 엄격한 품질 절차의 준수라는 매우 복잡하고 난도가 높은 프로젝트

요구사항으로, 원전건설 사업은 고비용 구조인 것이다. 또한, 품질과 안전 보장을 위한 사전 검증 작업도 필수적이다. 이는 프로젝트가 추진되기 전에 철저한 검토를 거쳐 품질의 보장은 물론, 사업일정과 비용의 목표를 준수해야 한다는 것을 의미한다. 따라서 원전건설 사업은 일정 주기로 발주 물량을 확보하여, 신뢰성 있는 원전산업 가치사슬을 확보 및 유지하여야 하는데, 이를 위해 위에서 언급한 대로 약 3~4년 간격으로 지속적인 발주 물량을 확보하여 신규 원전건설 프로젝트를 추진하는 것이 원전산업의 지속적인 발전과 안정적인 성장을 이루는 데 큰 역할을 할 것이다.

이에 추가하여, [표 8]에서 확인되는 다른 하나의 수치는 신한울 1/2호기 계약이 바라카 원전 계약보다 먼저 체결되었음에도 상온수압시험 및 준공일은 나중이라는 것이다. 이는 원전수출 프로젝트가 국내 원전 사업보다 더 우선하여 고려되어 진행되었다는 내용으로 향후 국내 원전건설과 원전수출 간의 업무 집중 사안의 발생시에 고려해야 할 사항으로 보인다. 즉 약 3년 간격으로 국내 원전건설 사업의 진행 속에서 원전수출의 패가 달성될 경우, 원전수출 업무 진행에 우선권을 주면서 업무 조정을 하는 것이 바람직하다는 것이다. 이는 국내 원전건설의 추진에 있어서 전력수급기본계획에의 반영 여부에 종속되지 않고 지속적인 발주를 하면서 원전수출 물량에 따라 조정을 하는 원전 정책 방향을 고려해 달라는 것을 의미한다. 이유는 우수한 원전산업 가치사슬 보유 여부는 원전 품질 및 가격경쟁력 결정에 핵심적인 요소로 고려되고, 현재 원전산업 가치사슬을 포함한 우리나라의 원전건설 경쟁력은 다른 경쟁국보다 우수한 것으로 평가되어 지속화가 핵심 사항으로 고려되기 때문이다.

## 2. 원전수출을 통한 원전산업 활성화 방향

한미정상회담에서 원전 협력의 주안점으로 수출 진흥과 역량개발 수단을 공동으로 사용하고, 보다 회복력 있는 원전 가치사슬을 구축하는 것과 원전산업 생태계 보호와 경쟁력 제고를 위한 원전 가치사슬 확보가 중요한 이슈로 대두되었다는 점은 원전 가치사슬 확보가 매우 중요한 국가적인 의제임을 말하고 있다(대통령실, 2022).

현재 원전수출과 관련된 경쟁국들과 우리나라의 동향은 다음과 같다.

러시아의 ROSATOM은 완전한 원전 가치사슬(우라늄 개발 및 채굴, 농축과 변환, 핵연료 생산 및 공급, 기계공학, 원전 설계 및 건설, 발전과 해체, 사용후핵연료와 방사성폐기물 관리 등)을 보유하고, 300개 이상의 기업으로 구성된 사업다각화가 완성된 기업집단으로 평가되고 있

으나, 러시아에 대한 국가 위협의 증가는 러시아의 원전수출 전망을 더욱 어둡게 하고 있다.

중국의 원전 가치사슬 확보 내용을 검토해 보면, 외국 기술 도입을 인정하되 반드시 주기기의 기술 이전이 포함되어야 하고 그렇게 해야만 중국은 기존의 연구를 이용할 수 있고 혁신과 개선 과정을 관리할 수 있는 인적 능력을 극대화해야 한 정책까지 수립하여 이행한 점과 국가가 정책을 바꾼 이유를 원전 가치사슬 확보를 위해 가장 진보된 기술이 필요하고 그래야 중국이 그 분야의 리더가 될 것이라고 한 점들은 가치 있는 정책 결정으로 평가되나, 주요 원전기술이 중국의 원전 가치사슬 확보에 활용되었지만, 완전 국산화되거나 표준화에 장시간이 소요되었고, 원전 가치사슬 확보 프로그램에 정치적 영향력을 받은 결과, 장기적으로 원전 가치사슬 확보에 해로운 영향을 받았다는 점은 지적되어야 할 내용이다. 하지만 국산화 노형을 일원화함과 동시에 수출에도 적합한 HPR1000을 개발하여 핵연료 공급 일원화 체제 구축을 포함한 새로운 원전기술 체제를 구축하여 새로운 원전 가치사슬 확보와 핵연료주기 기술을 통한 원전 상품화 추진은 돋보이는 점이다. 또한 중국은 지난 40년간 지속적인 원전건설을 통해 독자적인 원전 가치사슬을 구축하였고, 이는 자체적으로 연간 10기의 원전건설을 할 수 있는 규모로 추정되며, 2007년 이후부터 현재에 이르기까지 국산화 비율은 85% 정도로 상승하였고, 연간 10기의 기자재 공급 가능하여 거의 완성 단계의 원전 가치사슬로 고려된다. 그러나 중국 원전 가치사슬 확보 관련 일관성 있는 정책의 부재는 정부 내의 경쟁과 대립 때문으로 보이며, 원전수출을 위해 특별히 개발한 HPR1000 브랜드도 실제로는 두 개의 노형이라는 사실에서 중국이 원전수출 시장에서 선도적 역할을 하기에는 다소 어려울 것으로 평가된다.

프랑스는 가스르 및 가압경수형 원전과의 효율성 비교 검토 연구를 수행하여, PWR이 더 효율적인 기술이라고 결정한 후 PWR형 원전건설을 대폭 확대하여 1979년에 원전 발전량은 EDF의 총생산량의 8%에서 20%로 증가했다. 1983년에는 49%로 뛰어 올랐고 1990년에는 원전이 EDF 발전량의 75%를 차지하며 원전 주도국이 되었다. 결국 1970년대 후반의 부정확한 에너지 수요 예측과 에너지 완전 자립에 대한 집착은 EDF에 과잉의 원전이 건설되었으나 인접국들에게 전력수출이 가능하게 되어 원전 용량 과잉의 문제는 해결하였다. 다만 원전 가치사슬 중에서 농축 관련 기술은 외부 기술 의존이 지속되어 완전 원전 가치사슬 자립은 아닌 것으로 평가된다. 또 다른 현안은 실제 건설비용은 지속적으로 증가하였고, 프랑스의 원전 가치사슬은 국내 원전건설 1기

와 동일한 원전수출 1기라는 가정 하에 구축 기반을 확보하기로 하였는데, 2005년 핀란드에의 EPR 수출 이전에 4개 국가(벨기에, 남아프리카, 중국 및 한국)에 총 9개의 900MWe 원전만 수출한 결과, 원전 가치사슬에의 과잉투자가 프랑스 원전의 경쟁력을 저하시키는 요인으로 작용하는 문제점이 노출되었다. 프랑스 원전 가치사슬은 모든 원전에 동일한 기술을 적용함으로써 건설비용과 건설기간을 줄였고 설계의 유사성으로 인해 비상사태에 더 쉽게 대응할 수 있었기에 원전 가치사슬 확보에 있어서 성공하였다고 자평되고 있지만, 프랑스의 원전 가치사슬 중의 하나인 AREVA 자회사였던 단조업체인 Le Creusor사가 일으킨 품질 문제는 프랑스가 원전 가치사슬 확보에 성공하였다고 여겨지기 어려운 것으로 고려된다.

일본은 미국 경수로형 원전을 중심으로 하여 일본의 원전 가치사슬을 구축하였는데, 대기업들이 외국 기술을 국산화하여 원전 가치사슬을 구축하게 되었으며, 1967년 통상산업부(MITI, Ministry of International Trade and Industry) 주도로 시작되어, MHI가 Mihama 1호기의 가압기, 증기재가열계통 및 터빈계통 등 포함 약 60%를 국산화하며 본격적으로 수행하여, 1970년대 후반에 원전 가치사슬을 완성하였다. 후쿠시마 원전 사고 이후에 원전 재개와 원자력 지속성을 유지하고자 하는 일본 원전 가치사슬 확보에 대한 노력은 여러 방면에서 관찰되고 있다. 단, 일본의 원전수출은 당분간 매우 어려운 상황임이 분명하다.

미국의 WEC는 보유한 기술을 토대로 현지 자원을 이용하여 국제적, 권역별, 지역별 경쟁력을 갖춘 원전 가치사슬 구축을 추구하고 있으나, 핵심적인 원전 가치사슬 구축이 붕괴한 상황이며, 원전 가치사슬을 구축한 나라의 자원을 Sourcing하여 원전건설을 하고 있는 상황이라 미국이 아직 완벽한 원전 가치사슬을 구축하지 못하고 있다고 할 수 있다.

우리나라는 한빛 3/4호기 원전의 사업추진을 통해, 한국 원전 기술자립의 기틀을 마련하였는데, 한빛 3/4호기의 완공으로 국내 원전기술의 자립률 95%를 달성하였다. 한빛 3/4호기를 통해서도 미 기술자립한 원자로설비 분야인 설계 분야(신기술 및 인허가 추가 사항 적용 관련 설계 변경 기술 및 관련 안전해석 분야)와 제작분야(RCP, MMIS, RVI 및 CEDM, FHE, P/P&V/V)<sup>3</sup> 이후 OPR1000 및 APR1400 그리고 미자립 핵심기술 개발을 통해 원자

3 RCP(Reactor Coolant Pump), MMIS(Man Machine Interface System), RVI(Reactor Vessel Internal), CEDM(Control Element Drive Mechanism), FHE(fuel Handling Equipment), P/P&V/V(Pump and Valve)

로설비 가치사슬을 확보하였다. 또한, 도입한 기술의 실시권을 사용할 수 있도록 정부(산업부)와 관련사(한전, 두산에너빌리티, 한기, 한전연료, 한원연)는 함께 CE와 LA를 체결하였고, 독자적인 해외 진출이 가능하도록 해외 원전과 경쟁할 수 있는 APR+도 개발하여 원자로설비의 독자적인 가치사슬의 구축이 가능해졌다. 물론 일부 원자로설비의 부품은 해외에서 구매하고 있지만, 안전한 원전은 신뢰할 수 있는 원전을 말하며, 이는 유 경험의 품질 인증 체제를 갖춘 적기 공급이 가능한 원전 가치사슬을 통해 이루어질 수 있다는 기준과 우리나라의 원전 핵연료 가치사슬의 완전 자립이 어려운 현실<sup>4</sup>을 고려하여, 경쟁성 없는 분야에 대한 원자로설비 가치사슬 완전 확보보다는 가치사슬 체제의 자체 경쟁력 확보가 바람직하다고 고려된다. 따라서 현재의 원자로설비 가치사슬의 지속 유지가 가장 중요한 것으로 고려되며, 그다음으로 지속적인 기술개발을 통한 최신 기술의 접목 확대가 원자로설비 가치사슬 경쟁력 확보에 핵심으로 고려된다.

UAE 바라카 원전은 2012년 7월 UAE 정부로부터 건설허가를 취득한 이후 중동의 사막 환경과 문화 차이, 다국적 인력관리, 장거리 자재운송 등 여러 불리한 사업 여건에도 불구하고 주요 공정을 적기에 수행하며, 2021년 4월에 1호기, 2022년 3월에 2호기 상업운전을 시작하였으며, 현재 건설중인 3/4호기도 각각 2023년, 2024년 상업운전을 목표로 막바지 시운전 시험을 시행 중이다. 1~4호기 모두 상업운전에 돌입할 경우, UAE 전력수요의 25%를 공급하는데 이바지할 것으로 예상된다. 한국은 2009년 UAE 바라카 원전 수주 이후 이집트 원전사업 수주 전까지 뚜렷한 원전수출 성과가 없었지만, 우리나라는 원전산업 가치사슬의 경쟁력이 높아 세계적인 원전 수출국으로 성장해왔으며, 원전수출을 통해 국내 원전산업 가치사슬의 경쟁력을 강화하고, 이익을 창출할 것이다. 추가적인 원전수출의 성공을 위해 다음과 같은 정책방향을 고려해야 할 것이다.

- (1) 국내 원전산업 가치사슬 역량 강화: 전항에서 기술한 바와 같이, 원전산업 가치사슬의 경쟁력을 강화하기 위해 지속적인 원전건설이 추진되어야 한다.
- (2) 협력체계 구축: 원전수출을 위한 협력체계를 구축하여 국가별 맞춤형 수출전략을 수립하고, 현지화 전략을 세우며, 지역사회와의 협력을 강화하는 등 다양한 수출전략을 추진해야 한다.

4 우리나라는 농축 및 재처리하지 않겠다고 선언한 국가

- (3) 신뢰성 있는 원전기술 개발: 다양한 원전기술을 개선하고 발전시켜 원전도입국들의 수요에 맞게 제공해야 한다. 이에는 안전성과 신뢰성을 강화하기 위한 지속적인 미래형 원전 기술개발도 진행되어야 한다.

### 3. 원전산업 가치사슬의 현지화

원전산업 가치사슬의 현지화는 원전건설/운영에 필요한 장비, 부품, 서비스 등을 현지에서 생산 및 공급하여 원가를 절감하고 현지 경제에 기여하는 전략이다. 이를 위해 다음과 같은 정책을 고려할 수 있다.

- (1) 현지화 기술개발: 원전산업 가치사슬 내에서 사용되는 장비, 부품, 서비스 등을 현지에서 생산할 수 있는 기술을 개발하여 현지화를 촉진하는 것이다. 이를 위해 수출국의 원전산업은 현지 연구기관과의 협력을 강화하고, 기술 인프라를 구축하여 기술개발 및 지원을 적극적으로 추진해야 한다.
- (2) 현지 생산설비 구축: 원전산업 가치사슬 내에서 필요한 장비, 부품 등을 현지에서 생산할 수 있는 생산설비를 구축하여 현지 생산력의 제고이다. 이를 위해 수출국의 원전산업은 현지 생산 업체와의 협력을 강화하고, 현지 생산 설비 구축을 위한 투자를 진행해야 한다.
- (3) 현지 인력 양성: 원전산업 가치사슬 내에서 필요한 기술과 노하우를 보유한 현지 인력을 양성하여 현지화를 촉진하는 것이다. 이를 위해 수출국의 원전산업은 현지 인력을 대상으로 교육 및 훈련 프로그램을 제공하고, 현지 인력을 적극적으로 고용해야 한다.
- (4) 지역사회와의 협력: 원전산업 가치사슬 내에서 현지화를 촉진하기 위해 지역사회와의 협력을 강화하는 것이다. 이를 위해 수출국의 원전산업은 지역사회와의 협력 프로그램을 구축하고, 현지화를 통해 지역사회와 상생하는 방안을 모색해야 한다.
- (5) 정책적 지원: 수출국의 원전산업의 현지화를 촉진하기 위해 수출국 정부는 현지화를 적극적으로 지원해야 한다. 이를 위해 수출국 정부는 수출국 원전산업에 대한 지원 정책을 마련하고, 현지화를 위한 투자와 인력 양성 등을 지원해야 한다.



이러한 전략을 통해 원전 공급망의 현지화를 촉진하여 원전산업 가치사슬의 경쟁력을 높일 수 있다. 이와 같은 현지화 전략을 통해 세계 최상의 기술로 인정받을 만한 우리 원전기술이 국제적으로 통하고 서로 경쟁력을 높이고 국내외 환경변화에 따라 신속 대응이 가능한 체제 구축이 필요한 것이다.

핵심은 현재 유지되고 있는 원전산업 가치사슬이 특정 지역으로 진출 시 조정이 필요할 수 있는데, 이는 해당 지역의 환경이 가치사슬의 조정을 필요로 하는 경우로 현재의 원전산업 가치사슬의 부분적인 이해관계의 해소가 핵심 정책방향으로 고려된다.

#### 4. 미래형 원전기술 개발

미래형 원전기술은 안전성, 경제성, 환경성을 고려한 원전산업 가치사슬 발전을 위한 핵심 기술을 말하며, 다음과 같은 적극적인 개발 추진이 필요하다.

- (1) 안전성 향상: 미래형 원전기술은 원전사고의 발생 가능성을 최소화하는 안전성 향상 기술개발을 포함한다. 신형 핵연료 제조기술, 고강도 및 내식성 재료 등이 연구되고 있다. 특히 신형 핵연료 제조기술은 기존의 핵연료 기술과 비교하여 더 안전하고 경제적이며, 원자력 발전소의 운영과 유지보수를 개선하는 것으로, 신형 핵연료 제조기술 중 하나는 연료 소비 효율을 높이는 용도로 사용되는 핵연료의 개발이다. 이러한 핵연료는 특정한 방식으로 가공되어 기존의 핵연료보다 연소 시간이 더 길어지도록 만들어지며, 이를 통해 핵연료의 소비를 줄일 수 있다. 또한 이러한 신형 핵연료 제조기술은 핵폐기물의 양을 줄일 수 있으며, 핵연료 생산 과정에서의 에너지 사용량도 감소시킨다. 또 다른 신형 핵연료 제조기술은 열 확산 특성을 개선하여 핵연료의 안전성을 높이는 것이다. 이러한 기술은 핵연료가 과열되거나 파손되지 않도록 하여 핵발전소의 안정성을 향상시키고 사고 발생 가능성을 줄일 수 있다. 마지막으로, 신형 핵연료 제조기술 중 하나는 재활용이 가능한 핵연료를 개발하는 것이다. 이러한 핵연료는 기존의 핵연료보다 재활용 가능성을 높이며, 핵연료를 다시 사용함으로써 자원 절약과 핵폐기물 발생량을 감소시킬 수 있다. 이러한 신형 핵연료 제조기술은 원전의 안전성과 경제성을 개선할 것이다.
- (2) 경제성 향상: 경제성 향상 기술은 원전의 건설/운영비용을 절감하기 위한 기술

로, 경제성이 높은 GEN-IV 원전 기술이 개발되고 있다.

- (3) 환경성 개선: 미래형 원전기술은 기존 원전보다 더욱더 친환경적이며, CO2 배출량을 최소화하는 기술이 필요하다. 이를 위해 탄소중립 기술, 방사능 폐기물 처리 기술 등이 연구되고 있다.
- (4) 신뢰성 확보: 미래형 원전기술 개발에 있어서는 원전 시스템의 신뢰성 확보가 중요하다. 이를 위해 인공지능과 IoT 기술을 활용한 원전 설비 모니터링 및 관리 시스템 등이 개발되고 있다.

미래형 원전기술 개발은 원전산업의 지속 가능성을 보장하는 중요한 요소이다. 이를 위해 정부와 연구기관, 산업계 등이 적극적으로 협력하여 연구개발에 투자하고, 안전성과 경제성, 환경성 등을 모두 고려한 기술을 개발해 나가는 것이 필요하다.

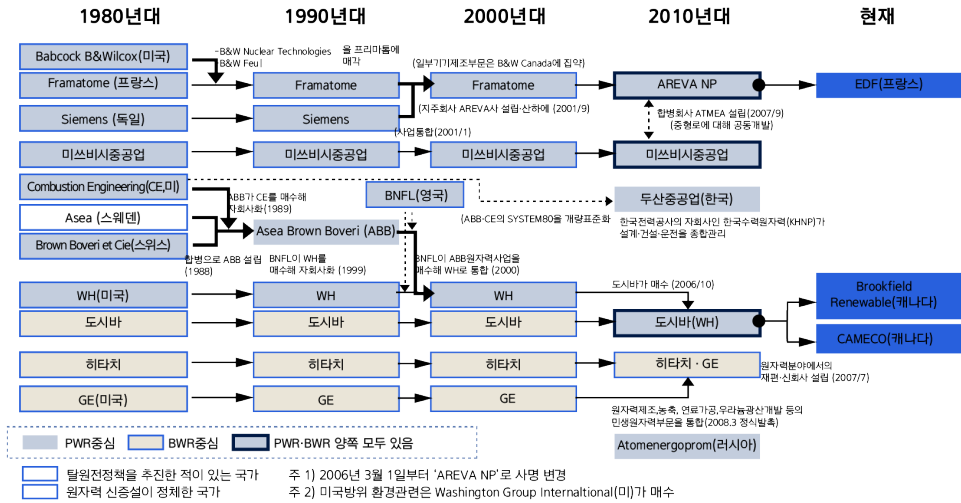
이 정책방향은 현재 최고의 경쟁력을 확보한 가치사슬이 미래 경쟁력 확보가 불확실한 경우 추진되어야 할 것으로 보이는데, 현재 원전 보유국 모두가 미래 원전기술 개발에 투자를 지속하고 있으므로 우리나라도 지속적인 투자가 필요한 것으로 보인다.

## 5. 원전산업 체제 구조 개편

전항까지 언급된 원전산업 가치사슬 활성화 및 경쟁력 제고 정책이 추진 환경과 부합되지 못하는 경우, 원전산업 체제 구조 개편 정책이 추진되곤 한다. 원전산업 구조 개편은 원전산업의 안전성, 경제성, 기술적 혁신, 환경 문제 해결 등 다양한 측면에서의 개선을 목표로 하게 되고, 원전산업 구조 개편은 각 국가의 에너지정책, 경제 상황, 환경 요인 등 여러 요소들이 각기 다른 방식으로 접근하게 되는 매우 복잡한 문제인데, 원전 공급 에너지가 여전히 전 세계 에너지 공급의 중요한 축 중 하나이기 때문에, 원전산업 구조 개편은 중요한 정책방향 중 하나로 고려된다.

현재까지의 세계 원전공급자 구조 개편에 대한 이력은 각 국가와 회사의 정책과 상황에 따라 [그림 2]에서 진행된 바와 같이 다양하다(에너지경제연구원, 2016a). 일부 국가에서는 원전사고를 경험한 후에 원전공급자 구조 개편이 이루어졌다. 예를 들어, 2011년 일본의 후쿠시마 원전사고 이후 일본 정부는 원전 안전 감시 위원회를 신설하고, 원전공급자인 도쿄전력과 후쿠시마 전력의 운영 및 소유 구조를 개편하였다. 또한 일본에서는 원전기술의 발전과 안전성 향상을 위한 연구개발에 대한 지원이 강화되었다. 한

[그림 2] 경쟁국 원전공급자들의 구조조정



출처: 한국원자력연구소(1994) 및 에너지경제연구원(2016b)을 기반으로 재구성.

편, 프랑스의 전력공사인 EDF는 원전을 비롯한 에너지 공급 전체에 대한 구조 개편을 시도하고 있다. EDF는 2035년까지 탄소 배출량을 0으로 줄이기 위한 에너지 전환 계획을 발표하였으며, 이에 따라 원전 비중을 줄이고 재생에너지와 수소 등 친환경 에너지에 대한 투자를 강화할 계획이다. 또한 미국에서는 원전공급자인 엑스 모빌, 제너럴 일렉트릭, 웨스팅하우스 일렉트릭 등이 경쟁적 시장에서 경쟁력을 갖기 위해 다양한 형태의 구조 개편이 이루어졌다. 이 중 하나는 경쟁업체와의 제휴를 통한 기술 공유 및 연구 개발, 그리고 새로운 혁신적인 비즈니스 모델을 도입하는 것이다. 전세계에서 원전공급자 구조 개편은 계속해서 이루어지고 있으며, 안전성과 지속 가능성을 보장하며 경쟁력을 유지할 수 있는 방향으로 진행되고 있다.

이와 같이 원전산업 체제 구조 개편은 경쟁력을 보완하기 위해 활용하는 정책 방향이며, 현재의 원전산업 체제의 문제점들이 현저할 때 시도되는 것임을 경쟁국 원전공급자들의 구조조정에서 관찰되고 있다. 이는 원전시장의 장래가 밝다고 예상하기에 구조 개편을 통해서라도 경쟁력을 확보하려는 필사적인 정책으로 고려되며, 결국 지속적인 원전건설을 위한 정책과 밀접하게 연결되어 있다고 보인다. 일부 국가에서는 과거 원전 사고를 경험하거나, 원전에 대한 우려가 커, 원전산업 구조 개편이 더 안전한 운영 및 폐

기를 위한 수단이 되기도 한다. 다른 나라에서는 전기 수요의 증가와 함께 대규모 원전 프로젝트가 계획되고 있어, 원전산업 구조 개편은 안전하고 경쟁력 있는 전기 공급을 할 수 있는 방향으로 추진되고 있다. 이는 원전산업 구조 개편이 더 안전하고 지속 가능한 에너지 생산을 통한 국가 경제 발전을 위한 전략적인 정책의 제안을 요구하게 된다는 것을 의미한다. 이를 위해 각 국가는 지속적인 연구개발과 협력을 통해 새로운 기술과 솔루션을 탐색하고, 안전하고 경쟁력 있는 원전산업 구조 개편을 추진해 나가야 할 것이며, 우리나라에서 추진 시엔 아래와 같은 분석이 필요할 것이다.

- 원전산업 참여기관들의 역할 분담 및 기능 정립 재고
- 효율적인 산업체 체제 구조조정 분석 필요
  - 민간기업체 주도 / 민간기업체 협조체제 검토 포함
  - 세계의 우수 경쟁사와 제휴 또는 협조 포함
  - 전문계열화 검토(참조 - 자동차 산업 전문계열화 인프라)
    - ※ 중소기업 전문 계열화시켜 기술력과 경쟁력 지원
- 기술적인 관점과 경제적인 관점에서, 추가 경쟁력을 확보할 수 있는 방향으로의 조정
- 해외 원전 시장진출과 관련하여 고려하여, 업무의 통폐합 및 조직 간의 이중 업무 조정

다만, 우리나라의 원전산업 체제 구조 개편은 현재 세계 최고의 원전건설 경쟁력을 보유하고 있는 현 시점에서는 시기상조로 평가되며, 우선은 전항까지 제안되는 원전산업 가치사슬 발전방향으로의 정책들을 우선 추진한 후에 경쟁력 확보 및 유지가 어렵다고 예측될 경우에 진행하는 것이 바람직하다고 고려한다.

## V. 결론

우리나라의 원전산업 활성화 정책방향에 대해 검토해 본 바, 우리나라는 현재의 원전산업 가치사슬을 유지하면서 지속적인 기술개발을 통해 경쟁력을 강화하고 최신 기술을 적용하는 노력을 지속해 나가야 하며, 이를 통해 안전하고 신뢰할 수 있는 원전체제

를 구축하고 국내 원전산업의 경쟁력을 유지하는 것이 중요하다. 현재 우리나라의 원전 건설의 경쟁력은 타 원전건설 국가보다 월등하다고 할 수 있기에, 우리나라의 원전산업 현황을 검토해 볼 때, 이러한 원전산업 경쟁력이 지속적으로 유지될 수 있도록 해야 한다. 따라서 우리나라 원전산업 활성화 및 경쟁력 강화를 위해 우선 다음과 같은 정책의 신속한 시행을 건의한다.

- 원자로설비를 포함한 원전산업의 경쟁력 있는 가치사슬이 유지될 수 있도록 약 3년 주기의 지속적인 원전건설 사업이 추진되어야 하며, 이에는 적극적인 원전 수출도 포함한다.
- 경쟁력 있는 원전산업 가치사슬은 지속적인 기술개발 활동을 통한 최신 기술의 접목과 인재 양성이 함께 진행되어야 한다.
- 우리나라가 기술 및 사업 협력에 있어서 신뢰할 만한 동반자 국가를 선정하여 함께 원전산업 가치사슬 확보에 경주해야 한다.

---

## 참고문헌

---

- 대통령실, “한·미 정상 공동선언(2022),” 대한민국 정책브리핑, 2022.
- 산업통상자원부, “제10차 전력수급기본계획(2022~2036),” 산업통상자원부, 2023.
- 에너지경제연구원, “동향 분석 - 원전 수출 산업계의 판도 변화 - 서방의 몰락과 동방의 부상,” 에너지경제연구원, 2016a.
- 에너지경제연구원, “원전 수출 산업계의 판도 변화,” 에너지경제연구원, 2016b.
- 전력거래소, “전력거래소 국회보고자료,” 전력거래소, 2017.
- 한국수력원자력, “2022 원자력발전 백서,” 산업통상자원부, 한국수력원자력(주), 2022.
- 한국원자력연구소, “21세기 국가원자력정책 환경분석,” 한국수력원자력(주), 1994.
- 한국원자력학회 외, “탄소중립과 미래세대를 위한 국가 원자력정책 제안서,” 원자력 계, 2021.
- 핵공감 클래스 운영진, “대통령을 위한 에너지정책 길라잡이,” 핵공감 클래스, 2021.
- IEA/NEA, “Projected Costs of Generating Electricity,” IEA, 2020.
- MIT, “The Future of Nuclear Energy in a Carbon-Constrained World,” Massachusetts Institute of Technology, 2018.
- OECD-NEA/IAEA, “Measuring Employment Generated by the Nuclear Power Sector,” OECD, 2018.