

# 원전 강국을 위한 원전수출체계 개편방안

## Restructuring Nuclear Industry for the Enhancement of Nuclear Power Plant Export Competitiveness

이종호\*

Jongho Lee

지구온난화 방지를 위한 탄소중립 실현과 최근의 우크라이나 전쟁으로 인한 에너지안보는 세계적으로 원전의 역할에 대하여 다시 인식하는 계기가 되었으며 국제기구는 2050년까지 600GW의 신규원전이 건설될 것으로 예측하고 있다. 최근 예상되는 신규원전 시장을 두고 미국, 프랑스, 러시아 등 원전 수출국 간의 경쟁은 치열한 반면, 우리나라는 오히려 탈원전정책 등으로 원전산업계의 경쟁력이 약화되었으며 원전수출 산업체계도 기술자립 시 구축된 체계를 그대로 유지하고 있어 시대에 적합하게 변화한 외국기업에 비해서는 비효율적인 면이 지적되고 있다. 따라서 본 정책 논문에서는 우리나라 원전산업 발전역사와 현행 체계의 문제점을 검토하고 우리나라 전력산업체계의 틀은 유지하며 일사불란하고 효율적인 원전산업체계 개편 대안을 검토하고 가장 바람직한 방안으로 원전 중간지주회사 설립방안을 제시하였다.

**주제어** 원전수출체계, 원전수출체계 개편방안, 원전시장 전망, 원전개발 역사

**Keywords** Nuclear Industry in Korea, Reorganization of Nuclear Industry, Nuclear Power Market Outlook, History of Nuclear Power Plant Development

투고일 2023.5.9. 수정일 2023.5.29. 게재확정일 2023.5.30.

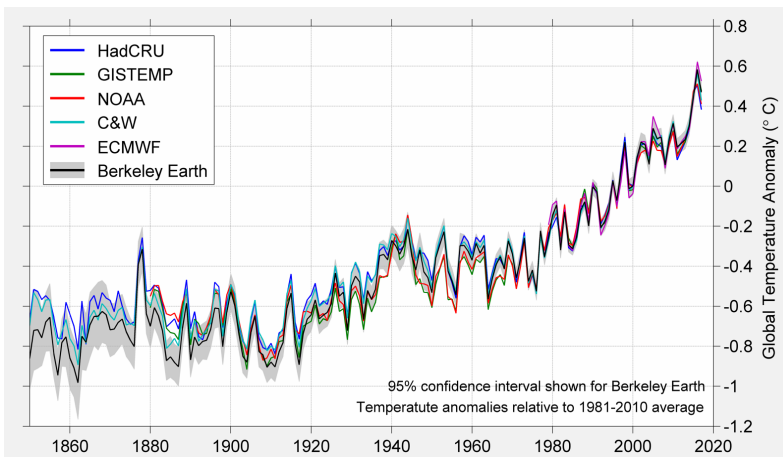
\* 서울대학교 원자력미래기술정책연구소 책임연구원(jhlee6108@snu.ac.kr)

## I. 탄소중립의 현실적인 대안 원자력

산업혁명 이후 지속적인 지구 온도의 상승은 화석연료 사용증가가 지구 온난화의 원인이라는 것을 이제는 더 이상 부정하기 어렵게 되었다. 세계 다양한 기관에서 독립적으로 측정 또는 추정한 지구 온도 이력을 보면 일관되게 산업혁명 이후 지구 온도는 1°C 이상 상승된 것으로 나타난다(그림 1). 그러한 현상은 최근에 더욱 가속화되어 지난 40년간 지구온도 상승은 0.75°C나 증가하였고 대기 중 이산화탄소 농도는 400ppm을 훌쩍 넘었다. 이 이산화탄소의 증가 추이는 문명의 발전에 따른 인류의 에너지 사용 증가와 합치되는 것이다. 결국 2015년 12월 프랑스 파리에서 개최된 제21차 유엔기후변화협약 당사국총회(COP21: Conference of the Parties 21)에서 197개 국가는 지구 온실가스 배출을 줄여 세기 내 지구 온도 상승을 2°C로 제한하면서 가능한 경우 증가율을 1.5°C로 감소하는 것을 주요 골자로 하는 ‘파리 협정(Accord de Paris)’을 채택하였다. 아울러 세계 각국은 국가온실가스감축 목표를 유엔에 제출하였고 2021년 파리협정의 본격적 이행에 앞서 2020년까지 이를 갱신하길 합의한 바 있다.

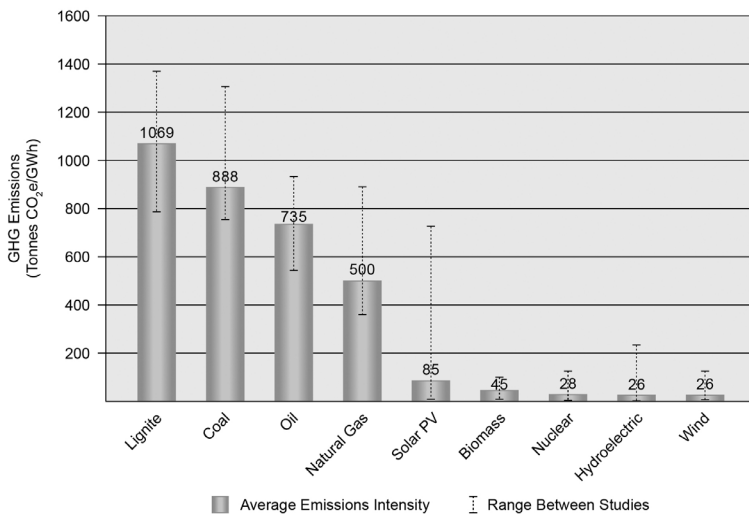
이에 우리나라는 2020년 10월, ‘2050년까지 탄소중립’을 선언하였고 2021년 10월, 2030년까지 2018년 대비 40%를 감축하는 국가온실가스감축목표(NDC)를 정하여 지난

[그림 1] 산업혁명 이후 지구의 온도 변화



해 11월 제26차 유엔기후변화협약 당사국 총회(COP26)에서 국제사회에 발표하였다. 그러나 우리나라는 당시 정부의 탈원전정책의 영향으로 2050년 전체 발전량 중 재생에너지 비중을 60~70%로 하고 원전의 비중은 6~7%로 하는 2050년 탄소중립 방안을 제시하였다. 그러나 [그림 2]에서 보듯이 원자력이 태양광, 풍력과 더불어 대표적인 무탄소 전원임에도 불구하고 우리나라의 경우는 탈원전 정책을 기반으로 2050년 발전계획을 수립한 것이다. 이후 여러 전문가는 에너지섬처럼 독립된 전력계통인 우리나라에서 재생에너지를 60~70%로 유지하는 것은 국가의 재생에너지 부존자원과 안정적 전력계통 유지를 위해서 비현실적이며, 필요한 배터리 및 무탄소전원(예 수소터빈 발전) 등을 유지하기 위해서 수천 조원의 투자비가 필요한 비경제적 계획이라고 지적하였다. 그러나 다행히 새롭게 탄생한 정부에서는 원전을 확대하고 원자력과 재생에너지의 조화로운 전원구성을 통해 탄소중립을 달성하기로 하고 원전 10기 수출을 통해 원전 강국을 지향하는 정책을 추진하고 있다.

[그림 2] 발전원별 이산화탄소 배출량



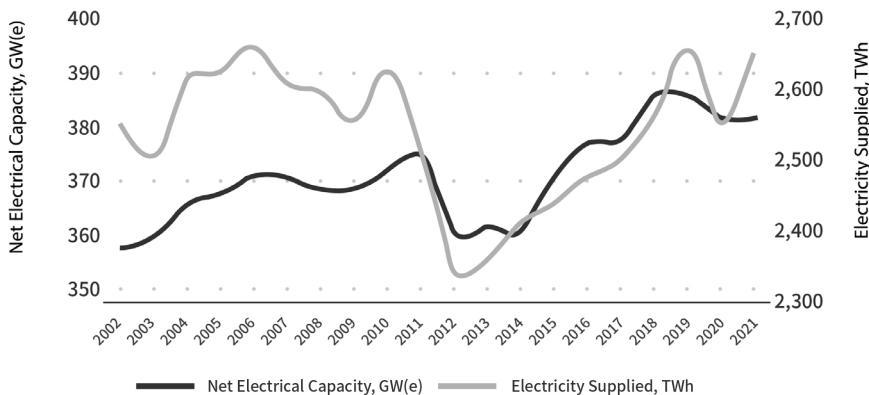
출처: WNA(2011)

## II. 세계 원전 현황 및 시장 전망

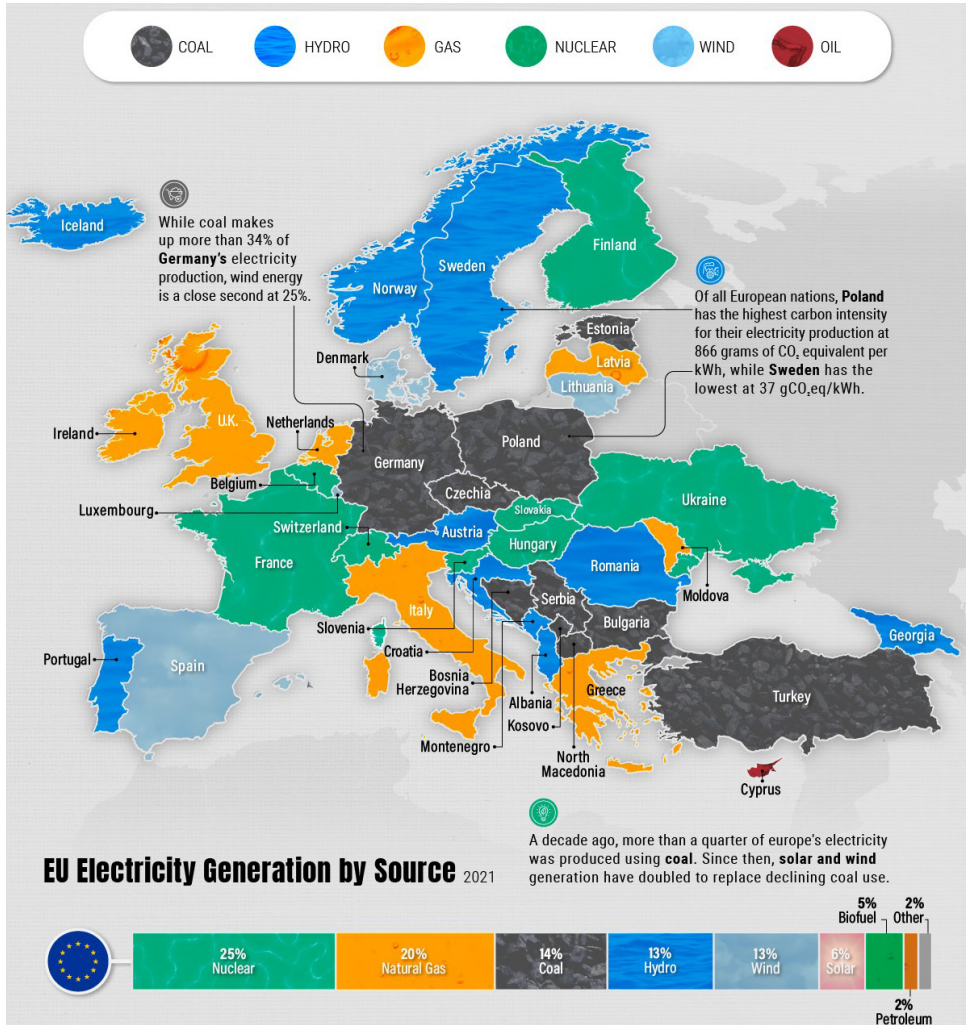
### 1. 세계 원전 현황

세계적인 의 원전에 의한 전력공급 비중설비량은 2011년 후쿠시마 원전사고 이후 잠시 주춤하다 다시 증가 추세에 있다. 특히, 우크라이나 사태로 인해 에너지 안보의 중요성이 부각된 이후 많은 국가가 원전을 다시 건설하고자 하고 있다. 2021년 기준 세계적으로 원전에 의한 전력공급은 총 2,653TWh로 총 전력공급량의 10% 정도를 유지하고 있으며 총 431기의 원전이 운영되고 있다(IAEA, 2023). 그러나 원전을 보유하기 위해서는 그 나라의 경제적 규모뿐만 아니라 기술적 수준까지도 일정 수준이 되어야 하여 현재는 세계 32개국에서만 원전을 운영하고 있는 실정이다. 참고로 유럽의 경우를 살펴보면 2017년에서 2021년까지 공급한 전력의 전원별 구성비를 살펴 보면 원전이 가장 많은 25%를 차지하고 있고 다음이 천연가스로 20%이다. 원전은 특성상 아직 선진국에서만 이 주로 채용할 수 있다는 점을 고려할 때 재생에너지로의 전환을 서두르고 있는 유럽의 경우 원전의 중심에너지임을 알 수 있다.

[그림 3] 연도별 세계 원자력 발전 설비 및 발전량



[그림 4] 유럽의 국가별 최대 공급발전원(2017~2021)



출처: Niccolo Conte(2023)

## 2. 원전 시장 전망

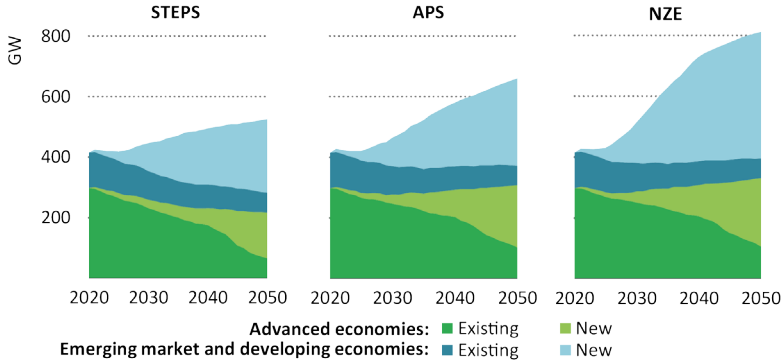
기후변화대응을 위한 탄소중립 정책과 최근 우크라이나 사태를 계기로 한 에너지 안보는 세계에너지 업계에 다시 원전의 중요성을 부각하는 계기가 되었다. 국제에너지기구

(International Energy Agency; IEA)에 따르면 2050년 탄소중립(Net Zero Emission; NZE)을 달성하는 경우 세계 원전 시장은 현재 400GW 규모에서 800GW 규모로 증가할 예정으로 신규원전 기준으로는 약 600GW의 신규원전 건설이 필요한 것으로 전망하고 있다(그림 3)(IEA, 2021). 이는 우리나라가 운영 중에 있는 1,000MW OPR1000 원전 60기 규모가 필요한 것이다. EU는 작년 환경적으로 지속가능한 경제 활동의 범위를 정하는 그린 택소노미를 초안을 마련하였고 많은 논의를 거쳐 2022년 2월에 원전과 천연가스를 포함시키는 최종 그린 택소노미 규정을 확정·발의하였다. 우리나라 경우도 2021년 12월 ‘한국형 녹색분류체계’를 발표하였으나 그 당시는 원전이 포함되지 않았다. 그러나, 새 정부 출범 이후 원전 중시 분위기를 반영하여 고준위방사성폐기물 처분을 위한 세부계획과 관련 법률 제정 등을 조건으로 원전도 ‘한국형 녹색분류체계’에 포함시켰다. 결국 활발한 신규원전 건설을 위한 정책적 여건이 갖추어졌다고 할 수 있다.

미래 원전시장을 국가별로 살펴보면 먼저 유럽의 경우, 최근 폴란드는 미국과 6기 AP1000 건설을 위한 정부간협약을 맺었으며 한국과도 2~4기의 원전 건설의향서를 체결하는 등 탄소중립을 위해 유럽국가 중에서 가장 높은 비율의 석탄화력 비중을 낮추려 노력하고 있으며, 스웨덴 경우도 논란 끝에 전기화로 인한 에너지 수요 증가와 국민의 원전 선호도 개선으로 국영기업인 바텐폴이 다시 원전건설을 재개할 계획이며 네덜란드, 벨기에 등의 유럽 국가도 신규원전 건설을 추진하거나 탈원전 폐기로 전환하였다. 영국은 탄소중립을 위해 사이즈웰-C 원전을 프랑스의 EDF가 건설하고 있으며 앞으로도 신규원전을 지속 건설하여 장기적으로 일정 비율의 원전을 유지할 계획이다. 이외에 우리나라가 계속 공을 들이고 있는 체코, 헝가리, 루마니아, 현재 전쟁 중인 우크라이나 등 많은 유럽국가가 신규원전을 추진하고 있다. 특히 유럽 국가들은 한국이 2010년경부터 유럽형 원전으로 EU-APR1400, EU-APR1000 등을 개발하며 유럽의 발전사업자와 접촉해와 우리 원전의 강점을 잘 알고 있다. 더욱이 이번 우크라이나 사태로 인하여 러시아에 대한 거부감과 중국에 대한 국가 신뢰 부족 등은 에너지 안보 차원에서 우리 원전의 진출에 호의적인 상황이 되었다.

중동지역은 추가 건설을 계획하고 있는 UAE, 와 사우디아라비아, 이집트, 카자흐스탄 등이 원전을 건설하거나 계획하고 있어 성공적인 UAE 원전사업을 경험을 바탕으로 우리의 매력적인 원전 시장이며 필리핀, 베트남 등 아시아 국가와 일부 아프리카 국가도 우리에게 원전건설을 타진하는 실정이다. 마지막으로 관심을 가져야 하는 시장은 미국의 신규원전 건설 시장이다. 미국은 원전의 인허가 기간을 60년, 80년으로 연장하며

[그림 5] 탄소중립 시나리오별 2050년 원전 설비전망



IEA. All rights reserved.

*Nuclear power can help clean energy transitions through lifetime extensions for existing reactors where safe, and the acceleration of new construction where acceptable*

출처: IAEA(2023)

100기에 가까운 원전을 운영하고 있으나 결국 이도 폐로할 수밖에 없어 탄소중립의 수단으로 기저전원으로 원전이 필요할 수 밖에 없다. 그러나, 자국의 원전공급사는 긴 건설 공기와 비싼 건설비로 인하여 전력회사의 요구를 만족시키지 못하는 실정으로 건설을 착수한(2013년) 지 10년이 지나 이제 겨우 완공 예정인 Vogtle 3, 4호기는 건설비가 무려 300억\$(1100MW급 2기 기준)을 훨씬 초과하는 것으로 알려져 있다. 현재 미국은 SMR 건설로 기존 원전 대체 한다고 하고 있으나 중소도시의 분산형 전원 목적으로는 가능해도 도시지역 대량의 전력 공급을 위해서는 100MW급 SMR로는 한계가 있다고 생각된다. 따라서, 앞으로 예상되는 대규모 미국의 기존 원전 대체 수요는 우리에게 큰 신규원전 시장이 될 것이다.

### III. 우리나라 원전산업 현황

#### 1. 우리나라 원전 개발역사

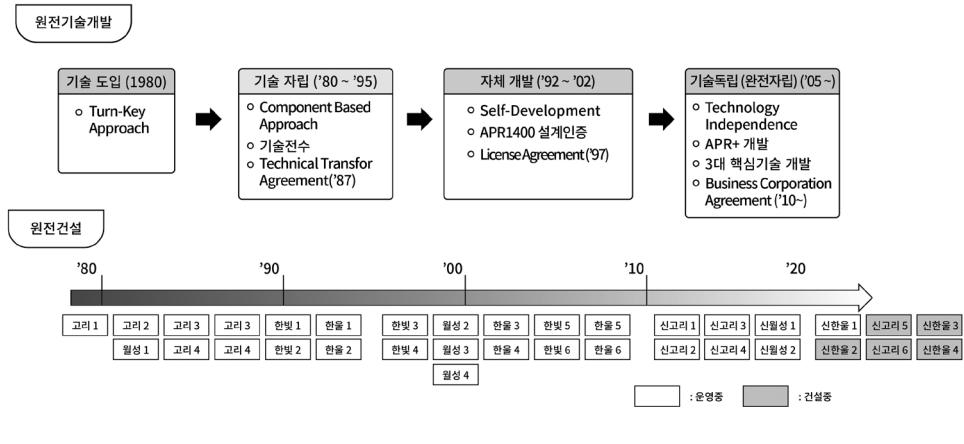
우리나라 원전 개발역사는 우리나라 경제발전이 한강의 기적이라고 불리는 것처럼 세

계적으로 보기드문 원전산업 개발의 성공사례이다. 초기에는 1978년 고리 1호기부터 고리 2호기, 월성 1호기 등 3기의 원전을 턴키(Turn-Key) 방식으로 도입하여 운영을 시작하였다. 턴키 방식은 자동차 운전 면허를 취득하고 차를 구입해 키를 받아 매뉴얼을 보고 운전하는 방식과 같은 것이다. 이렇게 원전 설계나 시공, 기기 제작 등에 대하여 전혀 기반없이 원전사업을 시작하였지만 얼마 지나지않은 '80년대 초반부터 국가적 차원에서 원전기술자립계획을 수립하여 원전 설계 및 시공 등 원전산업의 국산화를 과감히 추진하였다. 초기에는 분할발주방식으로 사업을 추진하여 설계, 엔지니어링, 연료, 기기 제작 등 각 분야의 외국회사에 국내업체가 하청기관으로 참여하여 기술을 습득하였으며(Component Base Approach) '80년대 중반부터는 국가는 '원전건설기술자립계획'을 수립하여 전 원전기술에 대하여 종합적인 기술자립계획을 추진하였다. 국내에 건설할 표준 원전의 참고노형(ABB-CE사의 System 80)을 선정하고 기술전수 계약을 체결하여 관련기술을 전부 습득하며 국내업체가 사업을 주관하고 외국업체가 참여하는 공동프로젝트 형태로 원전을 개발하여 건설하는 방식으로 추진하였다. 이렇게 개발된 원전이 한국형 원전 즉, OPR1000인데 한울 3, 4호기부터 한빛 5, 6, 한울 5, 6, 신고리 1, 2, 신월성 1, 2 등 국내에 10기의 원전이 건설되었다.

그러나, OPR1000은 TMI(Three Mile Island) 사고 이후 중대사고 등 강화된 원전의 안전기준을 충족하기에는 부족한 면이 있었으며 기술도입을 바탕으로 한 원전으로 수출 등 사업상 제약이 있었다. 이를 해소하기 위해 OPR1000 건설을 시작한 지 얼마 지나지 않은 '92년부터 우리나라는 신형원전 개발계획을 착수하게 되었다. 원전을 도입해 운영하게 된 지 15년도 지나지 않아 자체적으로 원전 개발을 착수한 것이다. 이는 이전의 기술도입에 의한 방식과는 다르게 우리가 스스로 안전설비 등 주요 계통을 개발하고 실험을 통해 개발된 기기를 검증하여 우리 고유의 원전을 개발한 것이다. 이렇게 개발된 신형원전이 APR1400이며 국내는 신고리 3, 4 등 8기가 운영 중이거나 건설 중이며 UAE에 4기를 수출하여 건설 중인 원전이다. 이 자체적인 기술 개발도 비용 및 개발 기간 등을 고려하여 외국 원전기술을 참고하여 개발하는 전략을 택하였지만 APR1400 관련 모든 설계기술은 국내가 개발하였고 일부 미자립기술에 대하여는 Nutech-2012 등 국가적 기술개발계획을 통해 지속적으로 국산화를 추진하였다. 결과최종적으로는 2015년에 원전설계전산코드, 원전제어계통(MMIS) 및 원자로냉각재펌프(RCP) 등 3대 핵심기술 자립함으로써 핵심기술을 포함한 모든 기술을 확보하게 되었다.



[그림 6] 우리나라 원전 개발의 과정 및 건설 원전

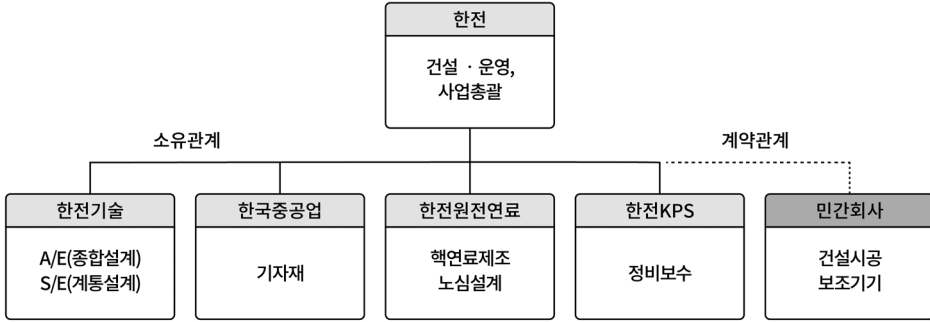


## 2. 원전 산업체계의 형성 및 변화

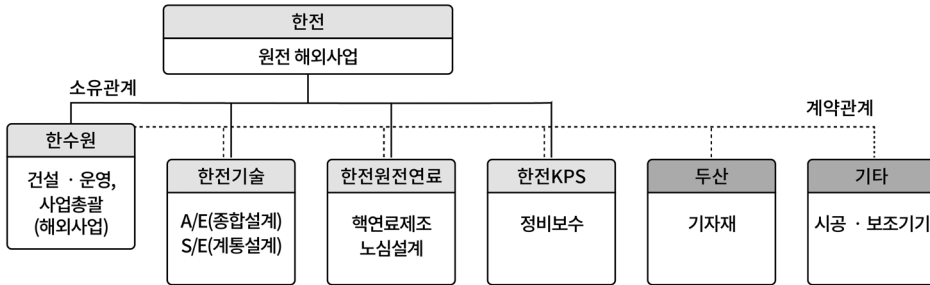
우리나라 원전산업은 원전개발의 역사와 같이 형성·발전하여 왔다. '80년대 기술자립 시기 이전에는 한전은 원전 건설과 운영, 보수를 담당하였고 핵연료 설계나 엔지니어링은 원자력연구소를 모태로 한 기관이 중심이 되었으며 기기제작과 시공은 민간이 참여하였다. 그러나 원전기술자립 단계(~'95)를 통하여 공공분야의 모든 원전 산업체는 산업부와 한전 산하로 일사불란하게 정립되었다. [그림 7]과 같이 한전은 원전 건설, 운영을 담당하고 해외사업 등 원전사업을 총괄하였고 원전 설계는 한전기술이, 원전 기기 설계·제작은 한국중공업, 핵연료 설계·제작은 원전연료, 원전 정비보수는 한전 KPS가 담당하였고 시공 및 보조기기는 민간이 참여하는 형태의 틀을 갖추었다. 정부와 한전의 리더십 아래 체계적이고 일관성 있는 산업체계를 구축하여 원전건설, 기술자립, 자체 기술개발 등 원전산업산업을 효율적이고 경쟁력 있게 발전시켜왔다.

그러나 2001년 시행된 전력산업 구조개편은 원전산업 관점에서는 경쟁력을 약화시키는 방향으로 추진되었다고 할 수 있다. 전력산업구조개편에 의해 설립된 한국수력원자력은 이전에 한전이 수행하던 원전 운영과 건설 사업을 주관하는 기관으로 설립되었으나 해외사업은 한전과 한수원으로 이원화되었다. 그 배경은 구조개편 당시 한전이 대북원전사업인 KEDO사업을 계속 수행하고 있었으나 그 사업이 중단되자 한전에 잔

[그림 7] 기술자립 시 형성된 한국의 원전산업 체계

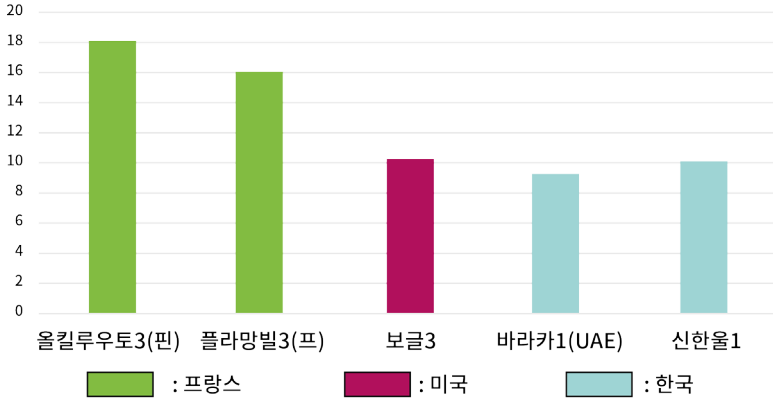


[그림 8] 전력산업구 구조개편 이후 한국의 원전산업 체계



여하였던 원전 관련 인력이 한수원으로 이관한 해외사업업무를 수행함에 따른 결과이다. 나머지 한전기술, 한전원전연료, 한전KPS 등은 이전과 업무가 동일하나 원전 건설과 운영, 종합사업관리를 하는 한국수력원자력과 동일한 한전의 자회사로 남아있게 되어 상법상 모두 한전의 관할 아래 있게 된 것이다. 또한 원전 주기기 설계·제작을 담당 하던 공기업 한국중공업은 두산중공업(현, 두산에너지빌리티)으로 민영화되었다. 즉 과거와 같이 일사불란한 사업추진이 어려운 형태가 되었다(그림 8).

[그림 9] 경쟁국 간의 원전건설 공기(년)



출처: 원자력산업회의(2020)

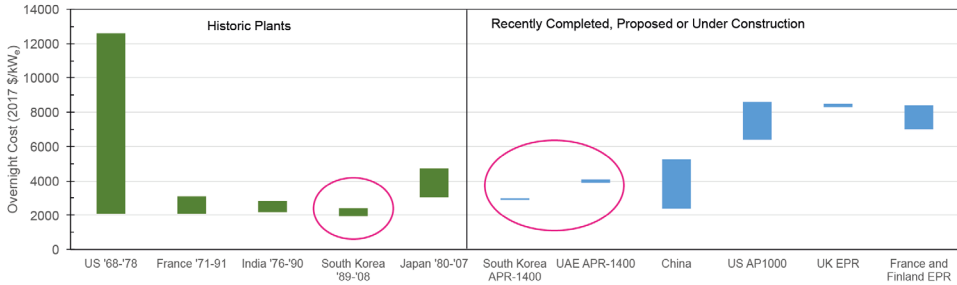
### 3. 원전산업의 경쟁력 및 문제점

#### 가. 원전산업의 경쟁력

지구온난화 방지를 위한 탄소중립 실현을 위해 세계 신규 원전건설 시장을 향한 우리의 경쟁력은 어떠한가? 기술적 측면과 산업경쟁력 측면에서 살펴보면 한마디로 세계 최고의 경쟁력을 가지고 있다고 할 수 있다. 1979년 미국의 TMI(Three Mile Island)원전 2호기 사고 이후 미국과 대부분의 유럽 국가는 신규원전 건설을 중지하였다. 최근에는 프랑스는 핀란드 오킬루우토 3호기 및 자국의 플라망빌 3호기로, 미국은 Vogtle 원전 3, 4호기로 건설을 재개하였다. 반면 한국은 2000년대 초반까지 기술자립한 OPR1000(한국형 원전)을 반복 건설하였고 곧이어 신형원전인 APR1400을 자체 개발하여 신고리 3, 4호기부터 지속 건설하여왔다. 또한 APR1400 자체 개발은 물론, 이후에도 EU-APR1400, EU-APR1000 개발, 미국 규제기관 NRC 설계인증 및 핵심기술 완전 국산화 등 지속적인 기술개발을 통하여 기술력도 세계적 수준으로 올려놓았다.

원전산업의 경우도 서방 경쟁국인 미국과 프랑스는 오랫동안 신규원전을 건설하지 않아 산업 인프라가 붕괴된 반면, 한국은 지속적인 반복 건설로 원전산업 경쟁력을 유지하여 왔다. 특히, 한국기업 특유의 근면성과 효율성은 원전산업 경쟁력을 높이

그림 10. 과거 및 최근 원전건설비 현황



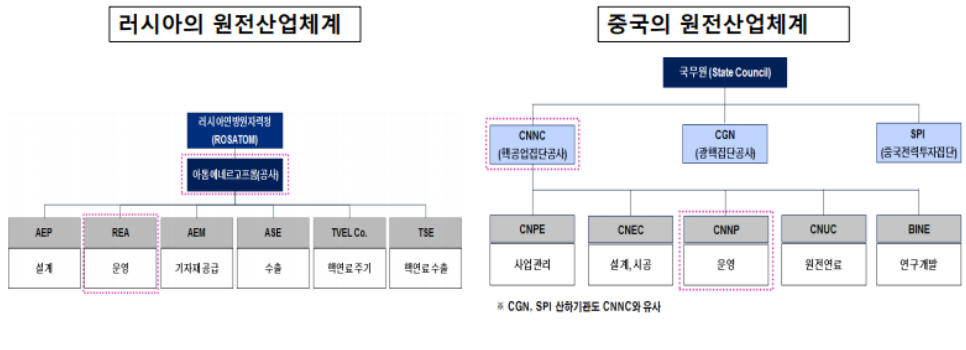
출처: MIT(2018)

는 것에도 적용되었다. 이러한 경쟁력 차이는 미국 경우 V.C. Summer 원전 건설을 중도 포기하고 바로 완공 목표인 Vogtle 3, 4호기 원전 경우, 계획된 공기의 지연과 300억 불 이상에 이르는 과도한 건설비를 초래하고 있으며, 프랑스의 경우는 핀란드에서 2005년 건설을 시작한 오킬루우토 원전과 2007년 자국에서 건설을 시작한 플라망빌 3호기 원전을 아직도 완공하지 못하고 있는 결과를 초래하고 있다. 이에 비해 한국의 경우는 UAE 원전 수출이 열악한 사막환경에 최초로 원전을 건설하는 사업임에도 불구하고 지난 2021년 4월, 22년 3월 그리고 올해 1월에 차례대로 바라카 1, 2, 3호기를 적기에 준공하였으며 4호기도 곧 준공할 예정으로 있다. 이러한 경쟁력 차이는 건설공기와 비용의 차이로 나타나며 [그림 9]는 최근 준공되었거나 준공 예정인 원전의 건설공기를 보여주고 있으며 건설비용은 여러 기관의 자료에서 한국이 미국과 프랑스의 1/2 정도임을 보여주고 있다(MIT, 2018). 또한 과거 또는 최근에 준공하였거나 건설 중 원전의 건설비의 경우도 한국의 원전 건설비가 상대적으로 아주 저렴함을 보여주고 있다(그림 10).

#### 나. 우리나라 원전산업의 문제점

이러한 우리나라의 원전산업의 경쟁력은 지난 탈원전 정책 등으로 심각한 위협을 받게 되었다. 우리나라 원전산업의 경쟁력을 위협하는 요소를 살펴보면 첫째, 국내 신규원전 건설사업 전망이 불확실하다는 것이다. 산업의 경쟁력의 기본 요소인 일거리, 그 중 원전건설 사업이 가장 중요한데 지난 10년 동안 한 기의 신규원전건설 계획도 수립되지 않았다는 것이다. 원전 중시하는 현 정부에서 수립한 첫 수급계획인 올해의 제10차 전

[그림 11] 러시아, 중국의 원전산업체계 현황

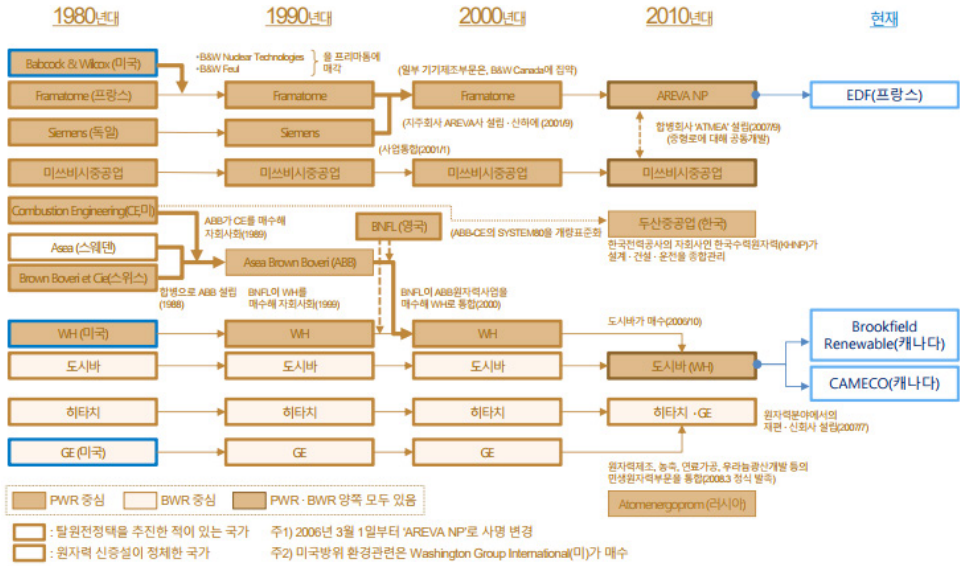


력수급기본계획(산업통상자원부, 2022)에서도 중지된 신한울 3, 4호기 건설을 재개하고 계속 운전 추진계획은 포함하였지만, 7차 전력수급기본계획(2015년)(산업통상자원부, 2015)에서 계획하고 8차 전력수급기본계획(산업통상자원부, 2017)에서 취소된 천지 1, 2호기, 대진 1, 2호기 원전에 대하여 추가건설 여부에 대한 방침은 결정하지 않은 상태이다. 즉, 하루 빨리 추가 건설계획을 수립하지 않으면 국내 원전건설에 의한 원전산업의 활성화는 기대하기 어렵게 되었다는 것이다.

두 번째는 원전산업 체계의 비효율성이다. 우선 경쟁국들의 원전산업체계를 살펴보면 원전건설이 활발한 중국과 러시아는 [그림 11]과 같이 국영기업인 원자력공사 형태의 기관을 중심으로 분야별로 역할을 분담하여 일사불란한 산업체계를 구축하고 있다. 반면 원전건설이 활발하지 않았던 미국, 프랑스, 일본은 기업간 합종연횡을 통해 원전산업체계가 재편되었으며 일본의 경우는 미국, 프랑스와 공동진출을 모색하고 방식으로 자구책을 찾으며 변화하여 왔다. 반면 우리나라의 원전산업체는 주로 공기업임에도 불구하고 오히려 [그림 8]에서와 같이 지배구조와 사업구조가 상이하며 해외사업 기능은 이원화되어 있는 등 비효율적인 원전산업체계를 전력산업구조 개편 이후 그대로 유지하고 있다.

세 번째는 원전정책 환경의 변화이다. 2011년 후쿠시마 사고, 고리1호기 정전은 폐 사건과 부품 품질위조 문제 발생 등은 국민이 원전 산업계를 불신하는 계기가 되어 외부에서 원전 산업계에 자성을 촉구하게 되었다. 그러나 이러한 변화는 원전 산업계의 투명성을 높이는 계기는 되었지만, 과도한 규제, 정책의 일관성 결여 등 산업경쟁력

그림 12. 미국, 프랑스, 일본의 원전산업체계 현황



출처: 서울대학교 원자력정책센터(2023)

유지에 큰 장애가 된 것도 사실이다. 2010년대 이후 SMR 개발, APR1400 개선 등 신형원전의 개발은 중지되었으며 글로벌 스탠다드에 적합한 운영기술 개발도 등한히 하게 되었다. 그 결과, 미국의 경우 90년대 80% 내외였던 원전의 이용률을 지난 5년 평균 92.5%까지 대폭 향상시키고 있는데 반해 우리의 경우는 2010년 이전 90%가 넘는 원전 평균이용률이 지난 10년간 70%대로 떨어지는 등 이제 더 이상 운영기술 선진국이라는 말이 무색할 정도가 되었다. 또한 과도한 규제로 인해 우리나라의 최근 원전건설(신한울 1호기)도 미국의 Vogtle 원전의 경우와 비슷한 정도인 10년이나 소요되게 되었다.

UAE 원전수출은 우리나라 원자력 산업의 큰 쾌거이다. “On Time, On Budget”으로 대표되는 우리의 수출경쟁력을 유지하기 위해서는 우리의 원전산업에서도 여러 가지 변화가 필요하다. 원전 수출은 원전건설 시의 설계, 시공 및 기기 공급과 더불어 건설 이후에도 운영부품의 공급, 엔지니어링 및 운영기술 지원 등 우리에게 고급 일자리를 지속적으로 제공할 수 있는 사업이다. UAE 원전건설사업이 거의 마무리에 이르는 상황에서 UAE가 우리의 사업 우수성을 활용하여 제3국 공동진출 등을 원하기도 하지만, 한편으론 우리 원전 산업계가 후속 운영·정비 및 엔지니어링 지원사업의 많은 부분에서

외국의 참여를 허용했다는 점은 우리에게 많은 숙제를 던지고 있다. 이제 원전 산업계는 탈원전 정책의 그늘과 과거 정책적 혼선에서 하루빨리 벗어나 원전수출 강국의 미래를 향해 하루속히 변해야 할 것이다.

## IV. 원전수출체계 강화방안

### 1. 원전수출체계 변화 방향

앞에서 기술하였지만 2050년까지 세계 원전 시장은 600기의 원전, 적어도 3천조원 이상의 시장이 열려 있다. 최근 폴란드와 체코와의 신규원전 건설사업 수주 협상 소식은 원전 수출의 물꼬를 트는 계기가 되었지만 원전 시장을 선점하고 원전 강국이 되기 위해서는 우리의 원전산업체의 효율성을 근본적으로 개선하여 경쟁력을 높여야 할 것이다. 원전 산업의 경쟁력이란 운영, 건설, 설계, 후행주기 등 전 주기적 분야에서 경쟁력이 필요하고 그 산업을 지원하는 정부의 정책, 인력, 교육체계 등이 뒷받침되어야 하겠지만 여기서는 그의 중심이 되는 산업체계의 변화 방향에 대하여만 고찰할까 한다. 앞에서 러시아, 중국, 프랑스 등 경쟁국은 일사불란한 체계를 갖추어 원전 해외수출을 추진하고 있는 반면, 우리나라는 전력산업구조개편으로 오히려 일관성이 떨어지는 구조로 변경되어 비효율과 혼선을 초래하고 있다고 설명하였다. 특히, 이원화된 해외사업 기능은 필요 없는 이중적 사업관리 구조와 기술 및 사업정보의 혼선 등을 초래하고 있다. 이제는 우리 원전 산업계가 2030년까지 10기 이상의 원전은 수출하고 이후도 수십 기의 원전을 수출할 것에 대비한 원전수출체계로의 개편이 필요하다.

원전수출체계 개편방안은 전력산업구조 개편 이후 2011년 후쿠시마 사고 발생 이전까지 정부나 산업계, 학계에서 여러 차례 논의되었다(한국개발연구원, 2010). 그러나 후쿠시마 사고 이후 원전산업이 침체되며 산업체계 개편 논의는 중단되었다. 수출추진체계 개편은 여러 관련 기관의 이해가 얽혀 있어 쉽게 컨센서스를 이루기가 어렵지만 모르지 국가 원전산업의 경쟁력 차원에서만 결정한다면 그 해답을 찾을 수 있을 것이다. 개편 방향으로는 첫째, 공공기관이 담당하는 분야는 외국 경쟁사처럼 지배구조나 의사결정 구조가 일사불란한 체계로 개편되어야 할 것이다. 지금과 같은 해외사업 이원화 체계는 반드시 일원화체제로 변화해야 할 것이다. 둘째, 공기업체계의 한계를 넘을 수

있도록 민간이 참여할 수 있는 체계로 변화해야 할 것이다. 최근 SMR에 국내의 많은 대기업이 참여하고 있는데 이들에게 미래 국내에서의 사업 기회는 아직 불확실하다. 해외 사업을 성공시키기 위해서는 비즈니스마인드가 중요하다. 공기업이 신뢰라는 장점을 제공할 수 있지만 적극성과 진취성이 떨어져 사업개발에 제약이 있을 수 있다. 해외사업에 민간방식을 도입하는 방안을 검토해야 할 것이다. 셋째 운영, 설계, 제작 등 기존 기관의 역할분담도 확대된 원전사업의 규모나 역할변화를 반영하고 업무 간의 연계를 고려하여 재검토되어야 할 것이다. 이제는 기술자립 초기의 역할분담 체계에서 국내 사업과 해외원전 수출을 동시에 추진할 수 있는 적합한 조직으로 재편되어야 할 것이다.

## 2. 원전수출체계 개편안

앞에서 우리나라 원전산업체계의 개편 방향을 제시하였지만 제시한 민간참여방안, 기관의 역할분담 조정 등에 대하여는 많은 검토가 필요한 사항이고 여기서 모두 다루기는 너무 방대하다. 따라서 본 기고에서는 공기업 중심으로 우리나라의 원전수출체계 개편 방안이 3가지 대안으로 제시하고 장단점을 비교하려 한다. [그림 13]과 같이 첫 째는 한전과 한수원의 원전수출 담당조직을 통합하여 한전의 원전수출 전문 자회사를 설립하는 안이고 두 번째는 한수원의 산하 조직으로 통합하여 수행하는 안이다. 세 번째는 한전 산하에 원전 지주회사를 설립하여 통합적 기능인 원전사업 총괄, 원전수출, 국내외 원전건설 사업을 수행하고 한수원은 원전지주회사의 자회사로 하여 원전 운영 기능에 집중하며, 기존의 한전기술 및 한전원전연료를 한전의 자회사에서 원전지주회사의 자회사로 변경하는 안이다. 아래에 각 안에 대한 세부 내용 및 장단점을 기술하고자 한다.

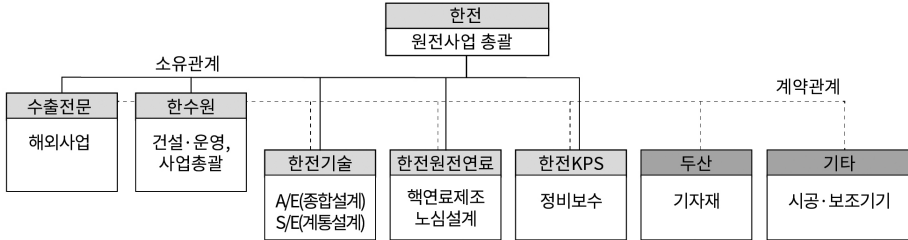
### (1) 제1안: 해외사업 기능을 한전의 별도 전문자회사로 통합하는 안

- 내용: 한전과 한수원의 해외사업 기능을 한전 산하에 원전 해외사업 전문자회사를 설립하여 통합하는 방안
- 장점
  - 해외사업을 책임지고 전문적으로 수행하는 기관설립과 인력 확보
  - 일원화에 따른 업무 일관성 유지 및 이원화에 따른 비효율 및 업무 혼선 제거
- 단점
  - 자회사로 운영됨으로 동일한 위상인 운영, 설계, 연료, 정비보수 담당 기관

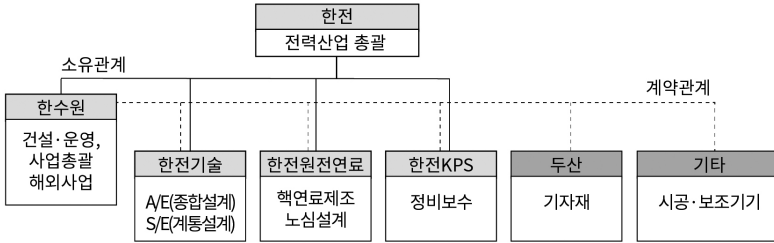


[그림 13] 원전 산업체계 개편 방안

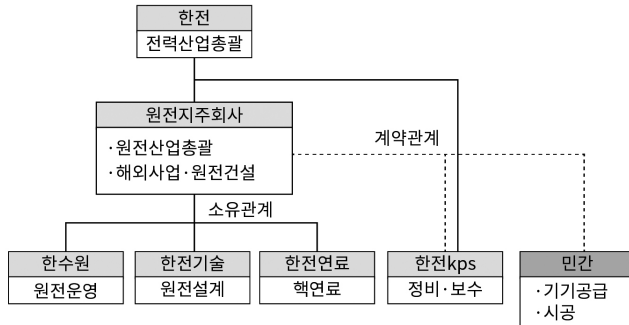
제1안: 한전에 별도 원전 해외사업 전문자회사를 설립하여 통합하는 안



제2안: 해외사업 기능을 통합하여 한수원 산하조직으로 운영하는 안



제3안: 한전 산하에 원전산업을 총괄하는 중간 지주회사를 설립하는 안



과의 업무 협조 및 지원에 어려움 예상

- 자회사 설립 시 관련 한진과 한수원 인력 이관에 어려움 예상
- 해외사업 추진 시도 관련 기관으로부터 원활한 인력 지원에 어려움

(2) 제2안: 해외사업 기능을 통합하여 한수원의 산하 조직으로 운영하는 안

- 내용: 한수원 산하의 원전 해외사업 조직을 확대하여 한전의 해외사업 기능을

### 통합 운영하는 방안

#### • 장점

- 일원화에 따른 업무 일관성 유지 및 이원화에 따른 비효율 및 업무 혼선 제거
- 대형 조직에 속해 인력의 원활한 수급 가능
- 운영 기술 및 인력 상호간의 연계 수월

#### • 단점

- 현재와 같이 자회사인 한수원이 수행함으로써 동일한 위상인 운영, 설계, 연료, 정비보수 담당 기관과의 업무 협조 및 지원에 어려움 존재(일사불란한 조직체계 미흡)
- 대형 조직의 한 기능으로 운영되어 관련 직원의 전문성과 적극성이 부족할 수 있음(순환근무가 가능하여 오히려 전문성과 수출 비즈니스 마인드가 부족할 수 있음)

### (3) 제3안: 한전 산하에 중간지주회사를 설립하여 해외사업 등 원전사업 총괄 기능을 수행하는 방안

- 내용: 한전 산하에 원전사업을 총괄하는 중간지주회사를 설립하여 원전사업 총괄 기능을 수행하고 해외사업 개발, 국내의 원전건설 사업 관리 등을 자체 수행

#### • 장점

- 원전사업총괄 기능을 수행하는 중간지주회사와 담당분야 자회사간 유기적 업무 수행 가능(원전사업분야의 일사불란한 사업추진 체계구축)
- 일원화에 따른 업무 일관성 유지 및 이원화에 따른 비효율 및 업무 혼선 제거
- 한전의 인력 이관도 상대적으로 용이
- 한수원은 운영업무에 집중하여 원전의 안전성 및 경제성 제고에 용이
- 지주회사로서 자회사와의 인력 연계도 용이

#### • 단점

- 기존 한전, 한수원의 기관이기주의 극복 필요
- 대규모 원전산업 구조개편 작업으로 컨센서스 형성과 정부의 추진력 필요

위에서 원전수출 활성화를 위한 우리나라 원전수출체계에 대한 3가지 개편방안을 제시하였다. 각각의 방안이 장단점을 가지고 있지만, 이번에는 더 이상 과거와 같이 논의로만 그치지 말고 세계적 원전강국 실현을 위해 의견수렴 과정을 거쳐 적합한 방안을

결정하고 반드시 추진하였으면 한다. 그러기 위해서는 기관 이기주의를 떠나 국가 산업의 미래를 위해 정부, 산업계, 학계가 힘을 모아야 가능할 것이다. 이번 정부와 같이 원전산업 활성화에 힘쓰는 정부에서 변화하지 못한다면 우리에게 주어진 원전강국의 미래는 멀어질 것이다.

## V. 맺음말

에너지가 얼마나 국민 경제에 중요한지는 최근 우쿠라이나 사태로 인해 절실히 느낄 수 있었다. 또한 에너지정책이 국가 근간의 흔들 수 있다는 것도 최근 한전의 사태가 잘 보여주고 있다. 무탄소 원자력에너지는 지구 환경을 보존할 수 있는 아주 현실적인 에너지이다. 우리나라 원전산업계는 세계가 부러워할 정도로 성장하였고 최근 탈원전으로 인하여 주춤하기는 하였지만 여전히 원전산업의 경쟁력은 세계 최고 수준에 있다. 그러나 미래 원전건설사업의 불확실성, 원전산업체계의 비효율성 및 원전 정책 환경의 변화 등을 극복하기 위해서는 30여 년간 변화하지 않고 유지하여온 원전산업체계의 개편이 필요하며 본 정책연구에서는 우리나라 원전산업 우리나라 원전산업 발전역사와 현행 체계의 문제점을 검토하고 우리나라 전력산업체계의 틀 내에서 원전산업체계 개편 대안을 검토하였으며 가장 바람직한 방안으로 원전 중간지주회사 설립방안을 제시하였다. 산업체계 개편이 여러 가지 이해관계가 상충되어 쉽지 않은 일이지만 이번 기회에 원전산업체계를 시대에 부합하게 개편하여 글로벌경쟁력을 확보한다면 우리의 원전산업은 에너지의 안정적 공급을 통한 국가 산업 경쟁력 제고는 물론, 세계원전시장을 선점하여 국가 미래 성장동력으로서 역할을 수행하고 전지구적 탄소중립 실현에도 크게 기여할 수 있을 것이다.

---

## 참고문헌

---

- 산업통상자원부, “제7차 전력수급기본계획(2015~2029),” 산업통상자원부, 2015.
- 산업통상자원부, “제8차 전력수급기본계획(2017~2032),” 산업통상자원부, 2017.
- 산업통상자원부, “제10차 전력수급기본계획(2022~2036),” 산업통상자원부, 2022.
- 서울대학교 원자력정책센터, 『원전 수출을 위한 수주 경쟁력 제고 및 정부지원방안』, 서울대학교 원자력 정책센터, 2023.
- 원자력산업회의, 『2020 세계 원자력발전의 현황과 동향』, 원자력산업회의, 2020.
- 주한규, “탄소중립, 원자력의 기회,” 서울대학교 원자핵공학과, 2022.
- 한국개발연구원, 『한전/한수원 원자력산업 기능 검토』, 한국개발연구원, 2010.
- IAEA, “Power Reactor Information System (PRIS),” IAEA, 2023.
- IEA, “World Energy Outlook 2021,” IEA, 2022.
- MIT, “The Future of Nuclear Energy in a Carbon-Constrained World,” MIT, 2018.
- Niccolo Conte, “Mapped: Europe’s Biggest Sources of Electricity by Country,” <<https://www.visualcapitalist.com/mapped-europes-biggest-sources-of-electricity-by-country/>>, 2023 (검색일: 2023.5.1).
- WNA, “Comparison of Lifecycle Greenhouse Gas Emissions of Various Electricity Generation Sources,” World Nuclear Association, 2011.