

미래 원자력 유망 산업과 기술



권영상
키투웨이 대표

- 연세대학교 경영학 학사
- 前 산동회계법인 in-charge 회계사
- 前 딜로이트컨설팅 상무
- 前 A.T커니 파트너

국내 원자력산업 동향

1978년 고리원자력 1호기의 상업운전 개시 이래, 한국 원자력산업은 산업발전과 전력수요 급증, 국가 주도의 발전 산업 정책에 따라 대형 원전을 중심으로 성장하였다. 2009년 UAE 원전 수출에 성공하며 국제적으로 원전 기술을 인정받았으며, 이후 10년간 원전산업은 매출, 산업종사자 및 전공자 수 등에서 지속적인 성장세를 보였다. 그러나 에너지 수급의 안전성과 환경성이라는 장점에도 불구하고 중대 사고에 대한 우려와 사용후핵연료 문제 등으로 반대 여론 또한 형성되어 있다.

그러나 최근 대내외적인 원전산업 환경은 변화하고 있다. 기후변화에 대응하여 탄소 중립을 선언한 세계 주요국은 대체 에너지원으로써의 원자력 활용 증대에 우호적이며, 이에 따라 국내에서도 원자력에 대한 인식 변화가 일어나고 있

다. 이러한 원자력산업 재부흥 동태에 맞춰 국내 원전 기술력을 활용하여 다른 산업 및 기술과 융복합할 수 있는 미래 원자력 시장 창출에 대한 필요성이 대두되고 있다.



[그림 1] 1978년 상업운전을 개시한 고리원자력발전소 1호기 전경

해외 원자력 산업 동향

원전건설 축소를 경험한 국가로는 독일, 영국, 미국이 있으며, 대표적인 기업으로는 독일의

E.ON社 RWE 社, 영국의 Rolls-Royce 社, 미국의 Westinghouse 社, NuScale 社 등이 존재한다. 이들은 신규 원전 및 운영보다는 원전 수출 및 해체 산업 육성에 비중을 두고 원자력산업에 활로를 모색하고 있다.

초기 원자력 발전을 도입한 주요 선진국(미국, 영국, 독일, 프랑스, 일본 등)은 자국 내 신규 원전 건설을 추진할 뿐만 아니라 중소형원자로(SMR), 우주·해양, 방사선 응용 분야 등 원자력 산업의 융복합을 통해 원자력산업의 다변화를 추구하고 있다.

방사선 응용 산업

주요 선진국들은 방사선기기 사업에 조기 투자하여 세계 시장을 주도하기 위한 제품을 개발 및 생산 중이며, 그 시장규모도 꾸준히 증가하고 있다. 또한, 소형원자로 기술개발 및 우주·해양 산업 육성에도 각국 정부는 막대한 R&D 예산을 투입하고 있다.

세계 방사선 시장은 방사선기술의 이용 확대 및 방사선기기 수요 증가에 따라 연평균성장률 5%로 성장하고 있다. 방사선기술 중에서도 방사성동위원소 기술은 의료, 국가안보 등 다양한 분야에서 활용되고 있으며, 방사선기기 제품 개발 및 생산을 위한 조기 투자가 활발하게 이루어지고 있다.

중소형원자로

중소형원자로(SMR)는 전력시장의 구조적인 변화에 따라 그 기술개발이 가속화되고 있는 분야이다. 미래 전력시장은 공급 측면에서 중앙집중형(Centralized)과 분산형(Decentralized) 전원 시장으로 양분될 것으로 전망되는데, 2017년을 기점으로 분산형 전원 시장의 발전용량이 중앙집중형 전원 시장을 초과했고, 이러한 추세는 이후로도 지속될 것으로 예상된다.

전력 공급의 Decentralization에 따라 중소형원자로(SMR)가 주목받으며, 비경수로형 4세대 노형(VHTR, SFR, LFR 등)을 중심으로 기술개발이 이루어지고 있다. 한국뿐만 아니라 미국, 영국, 프랑스, 캐나다, 일본, 러시아, 중국 등 주요 원자력 강국들이 소형원자로 개발 및 사업화를 적극적으로 추진하고 있으며, 특히 미국의 경우 소형원자로를 통해 원자력 패권을 되찾기 위한 정부의 강력한 지원이 이루어지고 있으며, 이를 바탕으로 가장 많은 노형이 개발되고 있다.

우주 및 해양에서의 원자력 기술 활용

현재 원자력발전 기술개발은 육지라는 공간적 한계를 초월하여 이루어지고 있다. 국제우주 탐사협력국은 2020년 10월부터 원자력 전력 및 추진 관련 기술 수준을 평가하고, 기술개발 로드맵을 작성하고 있다. 우주용 원자력 에너지원 개발을 위한 국제협력이 확대될 것으로 전망된다.

해양 분야에서도 원자력 기술 활용을 위한 기술개발이 진행되고 있다. 해상 운송 시장은 2012년부터 연평균성장률 4.0%로 성장했고, 2022년까지의 연평균성장률은 3.2%로 전망된다. 해상 운송량 증가로 해상 운송에서 발생하는 온실가스 방출량도 함께 증가했고, 이는 2019년 기준 세계 방출량의 약 3%에 달한다. 이에 따라 온실가스 배출량 감축을 위한 청정 에너지원 발굴이 주요 이슈로 부상했다. 전 세계에서 군용 선박 및 잠수함으로 원자력 추진 선박을 운용해 왔는데, 이러한 경험을 토대로 해양에서의 원자력 활용을 위한 기술 개발이 이루어지고 있다. 또한, 급증하는 해상 도시 수요와 함께 도시 발전원에 대한 니즈가 증가했고, 원자력 발전원은 훌륭한 대안으로 주목받고 있다.

글로벌 원자력산업 동향 분석 결과, 원자력 발전에 대한 부정적 여론으로 인해 국내는 타 분야에서의 원자력 기술 활용이 제한적이었고, 이로 인해 특히 중소형원자로(SMR), 우주·해양, 방사선 응용 분야는 미국, 영국, 러시아 등 주요 선진국에 비해 미흡한 실정이다. 주요 원자력 융복합 분야인 중소형원자로(SMR), 우주·해양, 방사선 응용 분야에서의 시대적 변화를 참작하여 원자력산업에서의 유의미한 성과를 내기 위해 새로운 원자력의 미래 방향을 제시하고자 하였다.

미래 산업과 패러다임 변화

원자력산업과 연관된 전 세계적인 패러다임

변화와 국내 원자력산업의 거시적 환경변화 분석, 내부역량 분석 등을 통하여 국내 원자력산업 유망분야를 도출하고 해당 분야들의 전략적 방향성을 수립하였다.

먼저 미래산업의 패러다임은 ‘친환경’, ‘융복합’ 키워드 중심으로 변화하고 있다. 에너지 산업 또한 환경오염을 최소화할 수 있는 효율적인 에너지 조달 방책으로서 공급체계를 수요 맞춤형으로 전환할 것을 대안으로 제시하고 있다. 최근 미국이 파리협정으로 복귀함에 따라 국제사회의 탄소 중립 정책이 본격화되었고, 원자력산업에도 새로운 바람이 불고 있다. 미국 조 바이든 대통령은 기후문제 해결의 수단으로서 원자력을 언급하며 원자력 발전에 대한 국제적인 인식 변환 계기를 제공하였다.

이와 더불어, 최근 산업계의 중점적인 이슈로 부상하는 4차산업혁명으로 이종 산업 간의 융합 트렌드는 원자력산업 또한 타 산업과의 융합을 통한 산업 간의 폭발적인 시너지 효과 창출 방안을 촉구하고 있다.

더해서, 코로나19 글로벌 팬데믹으로 인한 전반적인 산업 침체는 생활 방식의 근본적인 변환 등으로 미래 산업의 획기적인 변화를 야기시켰다. 이에 관해 산업계는 혁신적인 대응책 마련이 필요하였고 에너지 산업 구조 또한 변화가 불가피하게 되었다. 코로나19로 인한 글로벌 산업 침체로 예상되는 전반적인 에너지 산업의 변화에 대비하여 기존과 차별된 에너지 공급체계 마련으로 대형발전원 중심의 중앙집중형으로 운

영되던 에너지 산업 구조가 분산형 발전원으로 전환되는 현상이 발생하였다.

이러한 미래 패러다임 변화로 요구되는 원자력산업의 구조적인 개편과 외부환경 변화에 따라 발생하는 현상을 원자력산업에 최대한 반영하여 국내 원자력산업이 괄목할만한 성과를 창출하도록 체계적인 전략이 필요하다.



[그림 2] 아시아-태평양 지역 최초 국제연구용원자로센터 지정된 하나로 원자로

거시적 환경변화 분석 및 내부역량 분석

거시적 환경변화 분석

향후 미래산업과 패러다임 변화에 대응하는 원자력산업 전략 수립을 위하여 거시적 환경변화 분석과 내부역량 분석을 수행하였다.

먼저, 정책적인 측면에서는 2015년 파리기후협정에 따른 범세계적인 친환경 트렌드 변화를 주목할 수 있다. 국내는 탈원전 정책을 기반으로 제9차 전력수급기본계획에 원자력 발전 설비 비중 감축을 공표했다. 또한, 2017년도 미래 원

자력 기술 발전전략에 따라 대형원전에 치중되어있는 원자력산업 구조를 다각화하는 방향으로 계획 중이다.

경제적인 측면에서는 분산형 전원으로서의 에너지 생산 시스템 변화와 중앙집중형 원전의 수요가 감소가 예상된다. 또한, R&D 투자가 대형발전원 중심에서 국내 방사선 산업 등 타 원자력 관련 산업으로 확장되고 있다.

사회적인 측면에서는 해외 방사성 오염 문제로 인한 국민들의 불안감 증대, 코로나19로 인한 시민 인식 변화에 따라 기존 원자력산업의 기조 개편에 대한 필요성이 증대되었다.

마지막으로 기술적인 측면에서는 4차산업혁명으로 인한 이종 산업 간의 융합 트렌드에 맞춰 관심이 증대되고 있는 의료산업 등을 접목해 산업 다각화 추진이 필요하다.

결론적으로 4차산업혁명과 환경오염으로 인한 전방위산업에서의 트렌드 전환 및 사회적 인식 전환 등으로 범세계적인 변화가 야기되었고, 이는 모든 산업에서의 근본적인 변화를 촉진하고 있다. 또한, 팬데믹 시대의 도래로 향후 글로벌 산업은 이례적인 변화에 직면했다. 이러한 변화는 원자력산업 또한 피해갈 수 없다. 따라서, 내부역량 분석을 통해 국내 원자력산업이 주력할 유망산업 분야와 이에 따른 미래 전략 수립이 필수적인 상황임을 알 수 있다.

내부역량 분석

국내 원자력산업의 유망산업과 미래 전략을

도출하기 위하여 내부역량 분석을 수행하였다.

먼저 한국은 우수한 원전건설 기술력을 보유한 글로벌 원자력산업 강국이다. 또한, 국내 최초 중소형원자로인 SMART 개발 경험이 존재하며, 중소형원자로에 대한 독자적인 기술력을 보유하고 있다. 한편, 국내 방사선 산업은 민간이 아닌 정부 주도로 이루어졌으며 방사선 산업 인프라가 부족한 실정으로, 이를 보완할 수 있는 산업 전략 방향성이 필요하다. 이때, 세계 각국의 방사선 산업 투자 확대 추세를 대외적인 기회 요인으로 활용하는 방안이 필요하다.

또한, 국내 산업발전의 장애 요인들을 냉철하게 분석하여 단기간에 성과를 창출할 수 있는 현실적인 산업 방향성 수립도 필요하다. 글로벌 분산형 전원 수요 증가, 원자력산업에 대한 부정적 인식, 글로벌 에너지 산업 질서 변화로 인한 원자력 발전 시장의 불확실한 전망, 코로나19로 인한 산업 전반적인 기술개발 투자의 불투명한 상황 등 다양한 측면에서 야기되는 걸림돌이 존재할 수 있다.

결과적으로 산업발전과 기술 변화, 코로나19 등으로 급격한 변화가 예상되는 미래 외부환경은 원자력산업에의 변화를 일으킬 것으로 예상된다. 이에 대응하여, 2020년 4월 원자력미래포럼은 8가지의 원자력 육성 분야를 제시하였으며, 내부역량 분석을 통해 비교적 빠른 시일 내 성과 창출이 가능한 유망 육성 분야를 도출해냈다.

내부역량과 미래 시장 성장률이라는 두 가지 요소를 기준으로 미래 원자력산업의 전략 평가

를 수행한 결과 세 개의 미래 원자력산업 유망 분야를 선정하였다. 첫 번째로, 혁신형 SMR이다. 수요 맞춤형 전력 공급체계로의 변화, 분산형 전원 수요의 증가에 따라 소형원자로 시장 확대가 전망된다. 두 번째로, 이종 산업과의 융복합이 가능한 방사선 산업은 향후 범 산업에서의 활용도 증가가 예상된다. 특히, 코로나19로 주목받는 의료산업의 발전에도 기여가 가능하다. 세 번째로, 국내 대형 원전건설 경험을 기반으로 원자력 발전 분야의 내부역량 강화가 가능하며, 이로 인한 향후 국내 산업 성장 가능성이 기대되는 우주·해양 산업을 유망분야로 선정하였다.

기대효과

향후 미래 원자력 산업 전략적 육성을 통하여 기존 국내 대형 원전 중심으로 형성되어 있는 발전 산업 생태계를 유지하고, 이를 기반으로 외부환경 변화를 활용한 혁신형 SMR 기술개발로 인한 新시장 창출이 가능할 것이다. 또한, 최근 4차산업혁명으로 이종 산업 간의 융복합 트렌드 기조를 발판으로 다양한 산업에서의 방사선기술을 활용하여 원자력의 미래 방사선 新산업을 개척할 수 있을 것이다. 이에 더해, 원자력 활용 범위를 확장하여 우주·해양 산업과 원자력 산업의 결합으로 원자력 기술의 新분야를 개척하여 한국은 새로운 원자력산업의 시대를 맞이할 수 있을 것이다. **KMIF**