

# 세계원전시장 인사이드

World Nuclear Power Market INSIGHT



## 현안이슈

### 유럽 4개국 원전 프로젝트 자금조달 모델 비교 및 시사점

1. 들어가며
2. 국가별 자금조달 모델
3. 자금조달 모델별 정부의 역할
4. 결론

## 주요단신

### 북미 14

- Brookfield Renewable · 캐나다 Cameco 컨소시움, Westinghouse 인수 착수
- 미국-캐나다 원자력규제기관, SMR 인허가 협력 협의
- 미국 원전 두 곳, 부지내 건설저장시설 계속운전·확장 추진
- 미국 Vogtle 3호기 연료장전 시작... 내년 1분기 상업운전 목표
- 미국 PG&E, 청정에너지 자금조달 위한 자회사 설립 및 지분매각 추진
- 미국 텍사스 주, 발전사 및 계통운영자 대상 이상기후 대비 규제 도입

### 유럽 20

- 영국, 프랑스와 Sizewell C 원전 건설을 위한 전폭적 협력 발표
- 독일 정부, 2023년 4월까지 원전 3기의 연장운전 시행 결정
- 오스트리아, 원자력·가스 포함한 EU 분류체계 포함 무효화 소송 제기
- 러시아, 우크라이나 Zaporizhzhia 원전 운영개입 시도
- 프랑스, 우라늄 농축시설 용량 증설에 대한 공론화 재개
- 기타단신

### 아시아 26

- 일본 경제산업성, 원전 사업자의 원전 해체 비용 각출 의무화 내부 결론 내려
- 일본 규슈전력, 규제위에 센다이 1·2호기 계속운전 신청
- 일본 원자력연구개발기구, 해체 중인 고속로 연료 반출 완료
- 방글라데시 Rooppur 원전 건설 일정 지연... Rosatom 차관 루블화 상환 요구
- 기타단신



# 세계원전시장 인사이트

World Nuclear Power Market **INSIGHT**

Biweekly 격주간 **2022 10.21**

※ 본 간행물은 한국수력원자력(주) 정책과제의 일환으로 발행되었습니다.

---

**발행인** 임춘택

---

**편집인**

박찬국	green@keei.re.kr	052-714-2236
조주현	joohyun@keei.re.kr	052-714-2035
남경식	ksnam@keei.re.kr	052-714-2192
신재정	jjshin@keei.re.kr	052-714-2054
김선진	sunjin@keei.re.kr	052-714-2018
정진영	jy_jeong@keei.re.kr	052-714-2081
한지혜	jhhan@keei.re.kr	052-714-2089
김유정	yjkim@keei.re.kr	052-714-2294

---

**디자인·인쇄** 효민디앤피 051-807-5100

---

본 「세계원전시장 인사이트」에 포함된 주요내용은 연구진 또는 집필자의 개인 견해로서 에너지경제연구원의 공식적인 의견이 아님을 밝혀 둡니다.

# 유럽 4개국 원전 프로젝트 건설 자금조달 모델 비교 및 시사점<sup>1)</sup>

에너지경제연구원 원전정책연구팀 조주현 연구위원 (joohyun@keei.re.kr)  
정진영 전문연구원 (jy\_jeong@keei.re.kr)

## 1. 들어가며

- 신규 원전의 건설은 대규모 자본이 필요하고 공기 지연, 건설비 증가 등과 같은 여러 리스크에도 노출 되어있어 리스크를 헷지할 수 있는 적절한 자금조달 모델이 필요함.
  - 전 세계에서 가동되고 있는 약 400기 원전의 완공까지의 소요기간은 평균 7년이었지만, 최근 선진국을 중심으로 공기 지연과 이에 따른 비용 증가가 발생하고 있음.<sup>2)</sup>
    - 미국의 Vogtle 3·4호기는 초기 예상(건설 기간 4년, KW당 \$4,300의 비용)에 비해 5년의 건설 기간과 KW당 \$4,700의 비용이 추가될 것으로 예상됨.
    - 한국의 신고리 3·4호기는 완공까지의 5년이 소요될 것으로 예상되었지만, 실제로는 각각 7.5년과 10년 만에 건설이 완료됨.
    - 2007년에 건설을 시작한 프랑스의 Flamanville 3호기는 €33억의 비용을 들여 2012년에 완공될 것으로 예상했지만, 실제로는 €127억의 비용을 소요하였고 2023년에 완공될 예정임.
  - 이에 유럽의 여러 국가들은 독특한 자금 모델을 활용하여 원전 건설에 필요한 비용을 마련하고 사업의 리스크도 감소시키려 함.
- 본고에서는 네덜란드의 컨설팅회사인 Baringa에서 올해 9월에 발간한 ‘원전 건설을 위한 자금 조달 모형’의 주요 내용 및 결과에 대해 논의하고자 함.
  - Baringa의 보고서는 네덜란드 정부의 신규 원전 건설 시, 정부가 수행할 수 있는 잠재적인 역할 등에 대한 시사점을 네덜란드 경제 기후정책부에 전달하는데 목적을 둬.

1) 본 원고는 네덜란드의 컨설팅회사인 Baringa에서 올해 9월에 발간한 ‘Financing models for nuclear power plant’의 주요 내용을 요약 정리함.

2) IEA, Nuclear Power and Secure Energy Transitions(2022,06), 23p~24p

- 2장에서는 신규 원전을 건설 중이거나 추진 중인 핀란드, 폴란드, 프랑스, 영국의 사례를 통해 각 국가별 원전 건설 프로젝트에 활용되는 주요한 자금조달 모델에 대해 살펴보고 3장에서는 각 모델에서의 정부의 역할을 살펴보고 4장에서 결론을 맺음.

## 2. 국가별 자금조달 모델

### 핀란드 - 만칼라(Mankala) 모델

- 현재 핀란드는 5기의 원전(총 4,394MW)을 운영 중이며, Olkiluoto 3호기(1,600MW, PWR)는 연료 장전을 마치고 시운전 중임.
- 만칼라 모델은 제2차 세계대전 이후에 개발된 모형으로 신규 원전 및 수력발전 건설 등에 필요한 자금을 조달하는 모델을 의미함.
  - 만칼라 모형은 2차 세계 대전 이후 핀란드의 전력수요는 급증했으나, 전력회사 단독으로 대규모 투자를 감당하기 어려워, 타 기관과 공동으로 자금을 투자하기 위해 도입됨.
  - 전력회사와 산업용 전력 소비자가 컨소시엄(유한책임회사<sup>3)</sup>)을 구성해, 구성원들은 투자 지분에 비례해 비용을 부담하고 발전소에서 생산되는 전력을 생산원가로 투자 지분에 비례해 분배받음.<sup>4)</sup>
    - 프로젝트에서 생산된 전력이 필요량보다 많을 경우, 이를 전력도매시장에 재판매를 할 수 있지만 그럼에도 모두 판매가 되지 않을 경우 투자자들은 손해를 입게 됨.<sup>5)</sup>
  - 현재까지 핀란드는 전체 발전량의 40%와 원전의 66%, 수력과 풍력발전 투자의 상당 부분에 만칼라 모형을 적용함.
    - 만칼라 모형은 핀란드 내 대규모 발전 프로젝트의 건설을 가능하게 하였고 전력의 생산 비용을 낮춤과 동시에 핀란드의 에너지 자급자족률을 높이는 데에 기여한 것으로 평가됨.
    - 현재 건설이 진행 중인 Olkiluoto 3호기도 만칼라 모델을 활용하였으며, 합작회사인 Teollisuuden Voima Oyj(TVO)의 자기자본 25%와 대출 75%를 통해 공사자금을 조달함.
  - 만칼라 방식은 전력 생산에 소요되는 인건비, 운영비, 기술개발 비용 등을 실비로 정산하기 때문에 원칙적으로 투자자들에게 재무적 수익은 발생하지 않음.

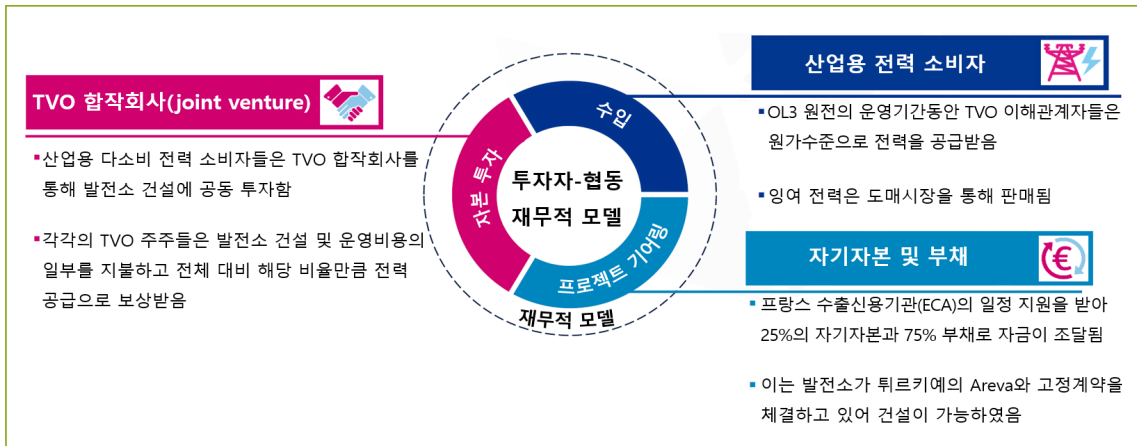
3) limited liability companies, [https://www.ifnec.org/ifnec/upload/docs/application/pdf/2018-11/s3\\_3\\_fin\\_korteniemi.pdf](https://www.ifnec.org/ifnec/upload/docs/application/pdf/2018-11/s3_3_fin_korteniemi.pdf)

4) 에너지경제연구원, 세계원전시장 인사이트(2015.05.08.) 13p

5) 원자력신문(2013.03.26.), <https://www.knpnews.com/news/articleView.html?idxno=6646>

- 대신, 투자자들은 전력시장가격의 변동성에 노출되지 않고 원가 변동에만 노출되어 비교적 안정적인 전기요금을 유지할 수 있으며, 그 외에도 다음과 같은 장점을 지님.
  - 최악의 경우 프로젝트 청산 시 투자자들의 채무청산의 책임을 지는 경우가 많아 대출 제공자들의 입장에서는 위험이 낮다고 볼 수 있음.
  - 또한 투자자들의 건전성을 고려하여 프로젝트에 대한 신용평가가 이루어져 대출 발생 시 다소 유리함.
- 만칼라 모형을 원전 프로젝트에 적용하는 데에는, 에너지 다소비 업종의 참여가 중요하며, 원전 건설의 규모와 리스크를 고려했을 때, 공공-민간 파트너십이 필수적이라고 보고서는 평가함.

[그림 1] 만칼라 모형의 Olkiluoto 3호기 적용 개요



자료: Baringa(2022), Financing models for nuclear power plants

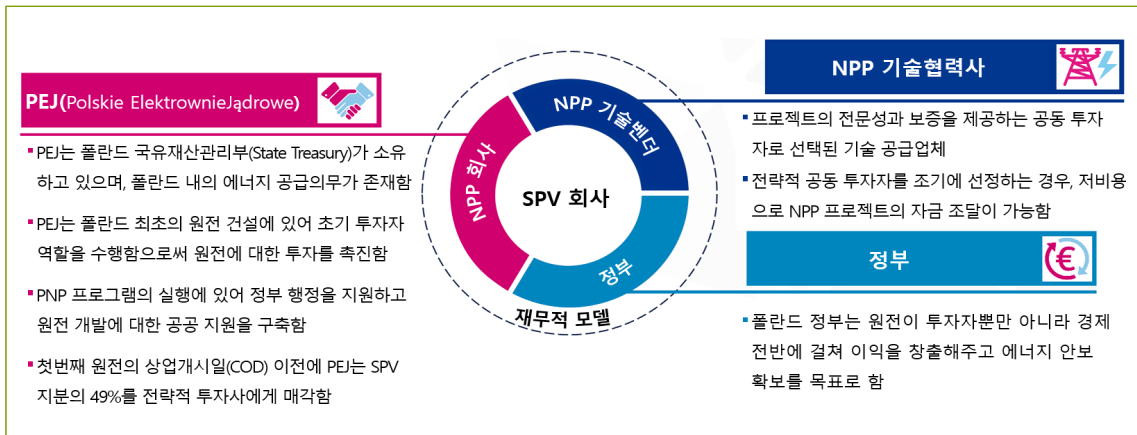
### 폴란드 - 폴란드 원자력(PNP) 프로그램

■ 폴란드는 현재 운영 중인 원전은 없으나, PNP(Polish Nuclear Power) 프로그램을 통해 향후 6기의 Gen.Ⅲ 원전을 건설(총 6~9GW 규모)하고 2033년 시운전을 목표로 제시함.

- PNP는 폴란드 전력 부문의 다각화와 노후화된 석탄화력발전의 대체와 발전소에서 배출되는 온실가스의 감소, 소비자들의 에너지 비용 부담 완화를 목표로 함.
- PNP는 폴란드 내의 안전하고 효과적인 원전의 운영을 보장하고 발전소 폐로 및 사용 후 핵연료 관리의 안전 사항 등을 포함하고 있음.

- 이 프로그램은 정부 소유의 SPV(Special Purpose Vehicle, 특수목적법인)을 설립하여 원전 프로젝트를 시작하고 기술 협력사(전략적 공동 투자사) 선정 후, 향후 SPV의 지분을 최대 49%까지 매각하는 순서로 진행할 계획임.
  - 사업 초기 정부가 SPV의 지분을 모두 소유함으로써 국가가 원전 사업과 관련된 위험을 대부분 부담하여 사업 참여에 있어 위험도를 경감할 수 있음.
  - 공동 투자사는 원전 건설과(또는) 운영에 참여하고 프로젝트의 신뢰도(Credibility)를 높여 대출 혹은 프로젝트 상의 자본 확보를 더 용이하게 함.
- PNP 발표 당시 단수의 원전 기술 제공사(공동 투자사)를 선택하는 것을 가정하였는데, 이 경우 프로젝트 내 제공사의 역할이 중요해지며 만약, 제공사가 폐업하는 경우에는 프로젝트 전체의 위험도가 증가할 수 있음.
  - 또한, 사업 초기 SPV를 정부가 소유하기 때문에 만약 프로젝트 실패 시 잠재적으로 납세자들이 사업 실패에 따른 부담을 질 수 있음.

[그림 2] 폴란드의 PNP 프로그램의 개요



자료: Baringa(2022), Financing models for nuclear power plants

## 프랑스 - 국가 주도형 프로그램

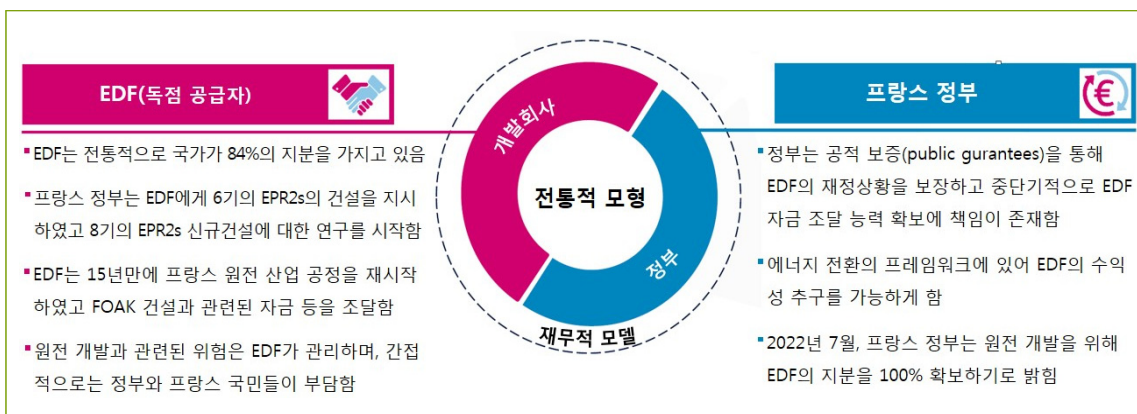
- 프랑스는 유럽 내에서 가장 많은 현재 56기의 원전(총, 61,370MW)을 운영 중이며, EDF가 프랑스 내 원전 운영 및 전력 판매를 담당하고 있음.
- 또한, 프랑스는 1,630MW 규모의 EPR 노형을 적용한 Flamanvill 3호기를 건설 중임.

- 올해 2월, 프랑스 마크롱 대통령이 발표한 ‘원전 르네상스’ 프로젝트에서는 국가 주도형으로 신규 원전 건설 프로젝트에 착수 계획을 밝힘.<sup>6)</sup>
  - 프랑스 마크롱 대통령은 2월 2050년 탄소중립 달성을 위해 최대 14기의 원자로의 신규 건설을 통해 원전산업의 ‘르네상스’가 필요하다고 언급함.
  - 이를 위해 안전이 보장된 노후 원전을 기존 40년에서 50년 이상으로 운영하고 6기의 신규 원전 건설의 착수 및 8기의 추가 건설 검토가 진행 중임.

■ 프랑스는 전력공사인 EDF를 통해 원전 개발에 필요한 자금을 조달하는 전통적인 방법을 사용하고 있음.

- 프랑스 정부는 EDF의 재정 상태를 보장하기 위해 자금을 제공하고 있으며, 최근 EDF의 재무구조 안정화 등을 위해 국유화 추진 등 정책 변경을 진행하고 있음.
  - 또한, 정부는 EDF의 모든 지분 취득을 진행 중이며, 완성될 경우 신규 원전 건설에 따른 위험과 책임을 맡게 됨.
- 보고서에서는, 국가 주도의 프로그램은 일반적으로 비효율적이라는 인식이 존재하므로 유틸리티와 프로젝트가 효율적으로 운영되기 위해선 좋은 조직의 구성과 적절한 통제가 필요하다고 분석함.
  - 그리고 적절한 분야에 적합한 인재의 영입이 필요하며, 기업 운영이 정치적인 영향으로부터 독립적이어야 한다고 덧붙임.

[그림 3] 프랑스의 원전 프로그램의 개요



자료: Baringa(2022), Financing models for nuclear power plants

6) 에너지경제연구원, 세계원전시장 인사이트(2022.02.18.) 24~26p

## 영국 - 발전 차액 정산(CfD) 모델, 규제 자산 기반(RAB) 모델

■ 영국은 총 9기의 원전(총, 5,883MW)을 운영 중이며, 현재 Hinkley Point C 1·2호기(각 1,630MW, PWR)를 건설 중이고 Sizewell C 원전에 대한 최종투자결정(FID)를 조만간 내릴 예정이다.

- Hinkley Point C 원전은 1,630MW 규모의 EPR-1750 노형을 적용한 PWR 방식의 원전이며, 2019년 12월 착공을 시작하였고 2027년 상반기에 가동을 시작할 예정이다.
- Sizewell C 원전 또한 EPR-1750 노형을 적용한 원전이며, EDF와 중국 CGN이 공동 투자할 계획이었으나, 2022년 5월 영·중 갈등 이후 영국 정부에서 국가안보를 이유로 CGN지분 인수를 추진 중이며, RAB 방식을 적용할 계획임.

■ 현재 Hinkley Point C(HPC)에 적용 중인 CfD(Contract for Difference) 모델은 원전 등 저탄소 발전 사업을 진행하는 사업자를 위해 원금 및 이윤을 획득할 수 있도록 장기간 전력 구입 가격을 보장해주는 제도임.

- 차액 금액의 계산은 전력시장에서 책정된 기준가격(Reference price)과 대부분의 프로젝트에서 경매로 설정된 발전기의 행사가격(Strike price)을 비교하여 책정됨.
  - 만약, 기준가격이 행사가격보다 낮아 발전사가 손해를 보는 경우, LCCC<sup>7)</sup>는 발전사에 차액을 지불하고 반대의 경우에는 발전사는 차액을 반납하여 전력소비자에 대한 부담을 감축함.
  - 계약기간은 원전은 35년이며(재생에너지는 15년), 계약 만료 후에는 발전소의 정격출력 증강(Power upgrade) 혹은 계속 운전 등에 관한 인센티브가 존재함.
  - 이는 저탄소 발전 사업들의 경제성을 보장하고 대규모 자원 조달을 가능하게 하여 해당 사업들의 리스크 감소 및 화석연료와의 경쟁이 촉진될 수 있음.<sup>8)</sup>
- 그러나, CfD 모델은 투자자가 건설과 관련된 비용 기반의 위험(비용 증가, 건설 지연 등)과 물량 위험(Volume risk)을 감수해야 한다는 단점이 존재함.
  - 물량위험이란, 발전사가 외부적인 요인(고장정지, 예방정지 등)으로 계약물량만큼의 전력을 생산하지 못하여 손실을 입는 것을 의미함.<sup>9)</sup>

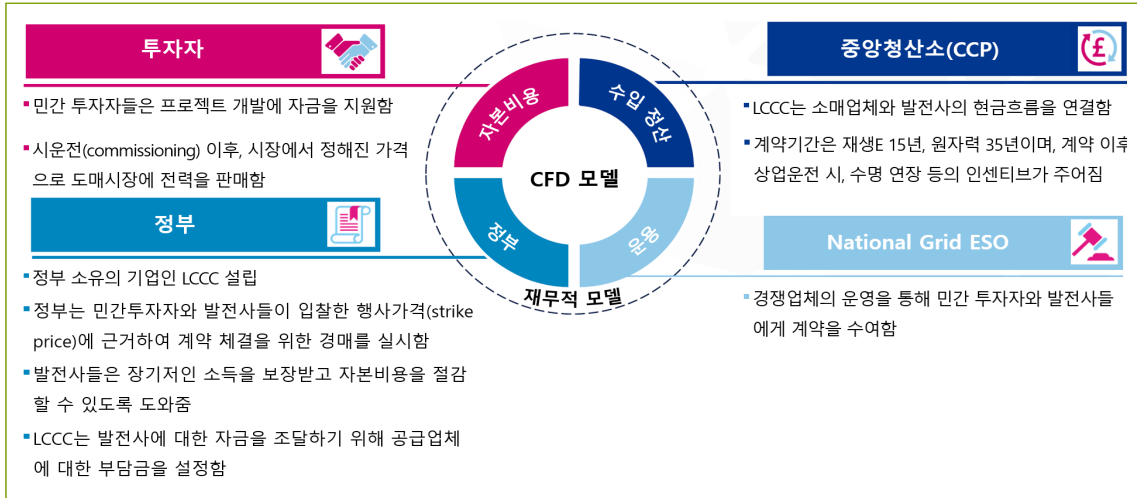
7) Low Carbon Contracts Company의 약자이며, 정부가 100% 소유하고 있다.

8) 한전경영연구원, KEMRI 전력경제 REVIEW(2019.01.26.), 3p

9) 에너지경제연구원, 전력시장 가격 안정화 방안 연구(2013.12), 47~48p



[그림 4] 영국의 CfD 모델 개요



자료: Baringa(2022), Financing models for nuclear power plants

■ RAB(Regulated Asset Base) 모델은 규제기관으로부터 허가를 받은 유틸리티가 원전을 건설하는 대가로 규제가격을 소비자에게 청구할 수 있는 권리를 부여함.<sup>10)</sup>

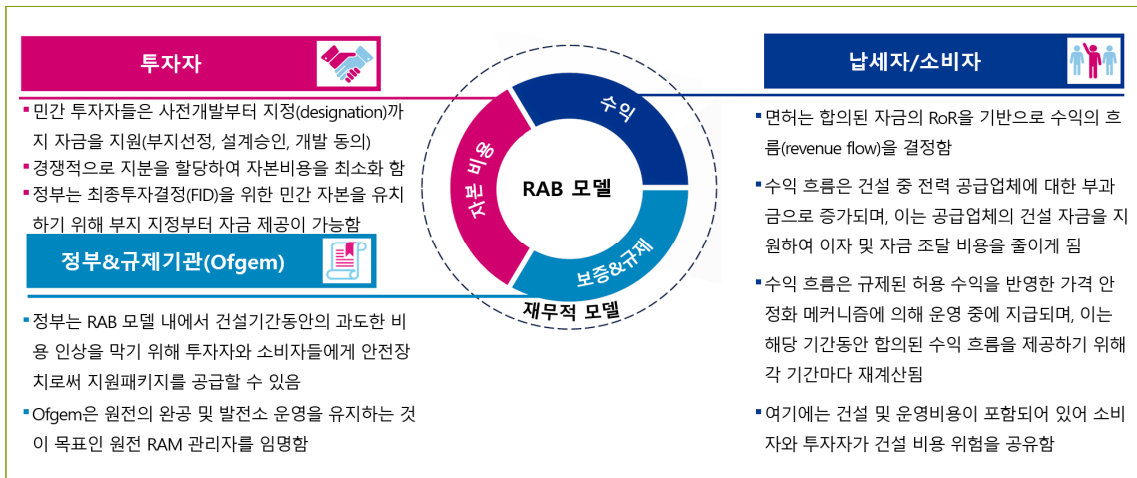
- RAB 모델은 전통적으로 영국에서 수도, 가스, 전력망과 같은 독점산업에 적용되는 경제적 규제의 한 유형이며, 원전의 경우 신규 원전 건설비의 일부가 전기요금에 추가로 부과됨.
  - 정부는 지원패키지를 통해 프로젝트의 위험(비용 리스크 등)으로부터 투자자와 소비자를 보호하고 사업자는 규제된 가격을 통해 장기간(35년)동안 안정적인 수익을 얻음.
- 유틸리티의 허용된 수입(Allowed Revenue)은 규제기관이 결정하며, 이는 WACC(가중평균자본비용), 감가상각, 운영비용, 세금, 망 비용, 해체프로그램 지원비용 등으로 구성됨.
  - 원전 조기 준공을 통한 사업비 절감을 달성하면, 사업자 및 투자자들에게 인센티브를 제공하기 때문에 더 큰 사업비 감소 효과를 누릴 수 있음.
- 현재, RAB 모델은 영국의 Sizewell C 원전을 건설하는데 처음으로 사용됨.
  - 영국 정부는 RAB모델을 통해 원전 수명(60년) 동안 사업비를 300억 파운드(약 47조) 이상 감축할 수 있다고 주장함.<sup>11)</sup>

10) Department for Business, Energy & Industrial Strategy, RAB Model for Nuclear(2019.07), 10p

11) Impact On(2022.05.24.), <http://www.impacton.net/news/articleView.html?idxno=4093>

- 소비자는 발전소 건설 시점에서부터 비용을 지불하지만, 해당 기간 동안에 지불한 비용에 대한 이자는 받지 못하므로 비용이 발생한다는 단점이 존재함.
  - 이는 납세자가 건설 지연, 건설 비용 초과와 같은 위험을 부담할 수 있음을 의미함.

[그림 5] 영국의 RAB 모델 개요



자료: Baringa(2022), Financing models for nuclear power plants

### 3. 자금조달 모델별 정부의 역할

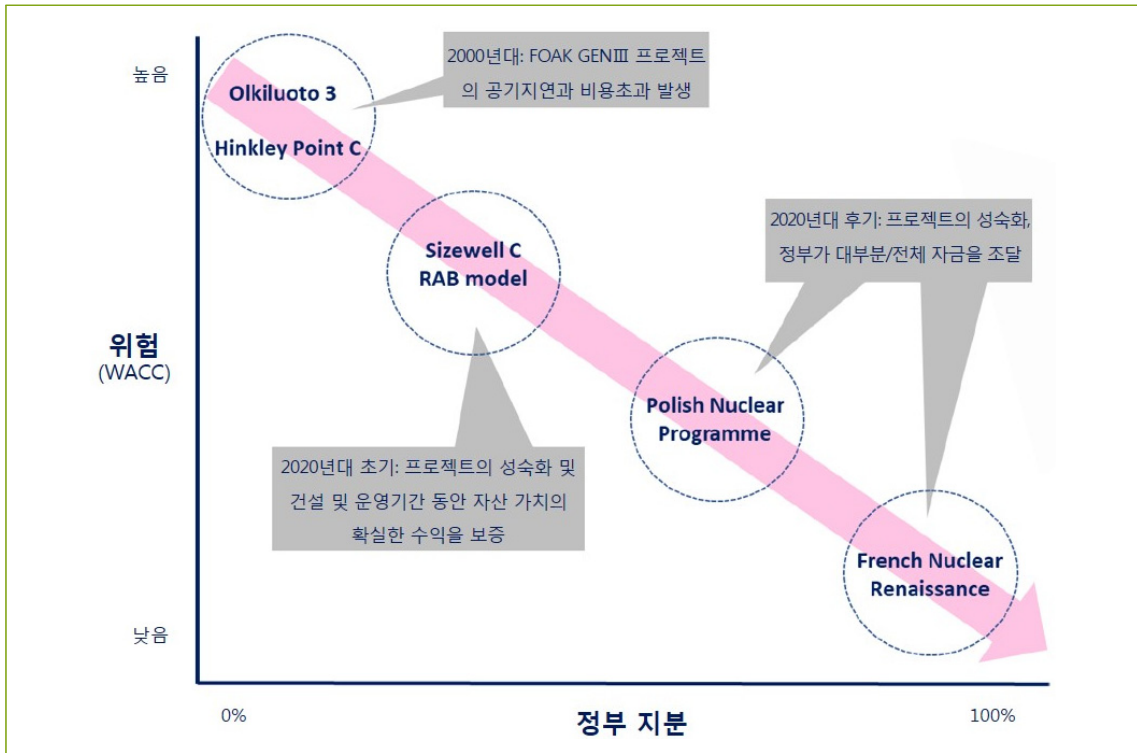
- 보고서에서는 각 자금조달 모델의 특성을 고려해 자금조달 및 프로그램 운영에서의 정부의 역할에 대해 아래와 같이 시사점을 제시함.
  - 핀란드의 만칼라 모델의 경우 핀란드 정부는 자금을 직접적으로 지원하지는 않지만, 만칼라 모델의 채택을 촉진하고 신규 원전 투자를 전폭적으로 지원한다고 평가함.
    - 따라서 유틸리티가 원전 건설 리스크를 100% 부담해야 하므로 공공-민간 파트너십 체결을 통해 참가자 간의 다양한 위험 공유를 통해 위험수위를 낮추는 것이 필요하다고 밝힘.
  - PNP 프로그램에서 폴란드 정부는 프로젝트에 직접적으로 참여하여 사업의 정치적, 법적, 규제 리스크를 줄이고 금융기관을 통해 낮은 이자율로 자금을 조달할 수 있게 함.
    - 정부는 특수목적법인의 대다수 지분 유지를 통해 폴란드 정부가 PEJ에 대한 통제권을 유지하여 PNP 프로그램의 의사결정 과정을 직접 통제하고 효과적인 감독이 가능함.

- 프랑스의 국가 주도형 모델에서 프랑스 정부는 일정한 형태의 수익을 보장할 정책과 법률을 설계하는데 매우 중요한 역할을 수행함.
  - 정부의 안정적인 정치적 의지는 프로젝트 개발자에게 장기적인 보증(Guarantee)을 제공하는 중요한 요인 중 하임.
- 마지막으로, 영국에서 채택 중인 CfD 모델에서 영국 정부는 LCCC를 활용하여 사업자에 확정적 수익을 보장하며, RAB 모델 하에서는 사업의 리스크를 분담하고 유틸리티의 수익을 규제함.
  - CfD 모델은 사업자가 모든 건설비용과 리스크를 부담하게 되나, RAB 모델은 소비자, 납세자, 투자자 간의 리스크가 공유되어 향후 원전 프로젝트에 활용되기에 적합하다고 보고서는 판단함.

## 4. 결론

- 보고서에 따르면, 정부 지분에 따른 원전 건설의 위험의 상관관계([그림 6])를 통해 몇 가지 추세를 확인할 수 있음.
  - 다양한 이유들로 인해 전통적인 유틸리티들은 원전에서 벗어나 상대적으로 작고 덜 위험한 발전기술에 투자하는 것을 선호하고 있음.
  - 신규 원전 건설을 계획하는 정부는 영국 정부가 Sizewell C 원전건설 사례와(기존의 CfD 모델에서 RAB 모델로 대체) 같이 투자자들의 위험을 줄일 수 있는 인센티브 계획을 고려하여 신규 프로젝트를 실시해야 한다고 조언함.
  - 현재 계획 중인 대부분의 신규 원전 건설 프로젝트들은 대부분 정부로부터 자금을 지원 받는 단계에 도달한 것으로 확인됨.

[그림 6] 정부 지분에 따른 원전 건설의 위험



자료: Baringa(2022), Financing models for nuclear power plants

- 4개국의 사례에서 각 국가들은 다양한 참여 수준에 따른 다양한 자금조달 모델들을 운영하고 있었으며, 모든 사례에서 정부는 원전건설에 다양한 방법으로 지원하고 있는 것으로 나타남.
  - 이는 신규 원전 건설의 규모 및 복잡성으로 인해 이전에 활용되었던 개발자 주도방식의 자금조달 모델이 더 이상 작동하지 않고 있음을 의미한다고 보고서는 평가함.
  - 따라서, 영국 사례에서와 같이 소비자, 납세자 및 투자자 간에 어느 정도의 리스크 분담이 요구될 가능성도 존재함.
  
- 작년 9월, IAEA가 2050년까지 약 780GW의 원전이 추가로 필요할 것으로 전망하는 등 기후 변화 대응과 전력소비 증가에 대응하는 수단 중 하나로 원전이 활용될 것으로 기대되고 있음. 그럼에도, 보고서에서 지적한 바와 같이 대형원전의 경우 장기간 대규모 투자가 필요한 특징은 원전 건설·운영 계획 시 리스크로 해석되며 이를 헛지하고자 하는 많은 수단들이 각국의 제도 특징들을 고려한 자금조달 모델로 나타난다고 볼 수 있음.

- 위험은 투자에 참여하는 주체가 많아질수록 한 주체가 부담하게 되는 위험의 정도는 작아지며, 원전을 도입하려는 국가 입장에서 신규 건설 프로젝트에 참여하는 주체가 단수보다는 복수인 경우가 리스크 관리 측면에서 유리하다고 할 수 있음. 따라서, EPC 방식으로 수주하여 주계약자를 담당해 건설기간 동안 일정부분 리스크를 부담하는 방식보다 더욱 적극적으로 건설·운영 기간 동안 위험을 분담하려는 협력대상이 등장한다면, 도입국 입장에서도 이를 마다할 이유가 크지 않을 것임.
- 이러한 경우 국가의 대규모 재정지원에 대해 제기될 수 있는 불공정 경쟁조건 지적의 위험을 피할 수 있으며, 원전 도입을 위한 자체적인 자금조달이 용이하지 않을 경우 결정 방향 혹은 협력대상 결정에 영향을 줄 수도 있을 것임.
  - 실제로 올해 7월, EU 집행위원회는 체코 정부의 신규 원전 재정지원 계획이 EU 의 관련 규정을 위반하는지에 대한 조사에 착수 한 바 있음.

**참고문헌**

- Nuclear Power and Secure Energy Transitions, 2022.06, IEA
- Mankala Principle: A concept to finance large clean energy investments in Finland, 2018.11, Ministry of economic affairs and employment, Finland
- Financing models for nuclear power plants, 2022.09, Baringa
- RAB MODEL FOR NUCLEAR, 2019.10, Department for Business, Energy & Industrial Strategy
- KEMRI 전력경제 REVIEW, 2019.01. 한전경제연구원
- Polish Nuclear Power Programme, 2019.11, Ministry of Climate
- 세계 에너지현안 인사이트, 2017.11, 에너지경제연구원
- 세계 원전시장 인사이트., 2015.05, 에너지경제연구원
- 세계 원전시장 인사이트., 2022.02, 에너지경제연구원
- “원전르네상스” 표방한 영국, 건설비용 급증에 골머리, 2022.05, IMPACT ON
- 전력시장 가격 안정화 방안 연구, 2013.12, 에너지경제연구원
- [특별기고] 핀란드 원전건설의 열쇠, 망카라모델(Mankala Model), 2013.03, 원자력신문
- 한국원전수출산업협회 <http://e-kna.org/>
- IAEA PRIS <https://pris.iaea.org/>

## 주요단신

북미  
North America

## ● Brookfield Renewable · 캐나다 Cameco 컨소시움, Westinghouse 인수 착수

info.westinghousenuclear.com, www.cameco.com, bbu.brookfield.com 최종접속일: 2022.10.19.

Reuters, Nuclear Engineering International 2022.10.13

- 10월 12일, Westinghouse의 지분을 보유하고 있던 캐나다 Brookfield · Business Partners는 보도자료를 통해 Westinghouse의 지분을 관계사인 Brookfield Renewable과 캐나다 우라늄·원전연료 공급사인 Cameco로 구성된 전략적 컨소시움에 매각하고, 매각작업은 2023년 하반기 까지 완료할 예정이라고 밝힘.

  - Cameco는 우라늄 채광 · 변환 · 중수로용 연료집합체를 공급하는 캐나다 원자력 선형 주기 기업이며 Brookfield Renewable은 세계 최대의 무탄소 프로젝트 투자기업임.
  - 컨소시움은 향후 원자력이 에너지 전환의 핵심 기술이며, 원전 수요 증가, 에너지 안보 측면에서 연료공급의 안정성에 따른 에너지 안보 기여, 차세대 모듈기반 등의 원자력 기술발전을 바탕으로 이번 인수를 추진하게 되었다고 설명함.
- 인수비용으로는 Westinghouse의 평가액인 78.75억 달러(약 11.26 조 원)<sup>12)</sup>에서 부채를 차감한 45억 달러(약 6.5조 원)<sup>13)</sup>가 산정되었으며, Westinghouse의 지분 51%를 소유할 Brookfield Renewable 측이 23억 달러(약 3.3조 원)<sup>14)</sup>를, 나머지 49% 지분을 소유할 Cameco가 22억 달러(약 3.1조 원)<sup>15)</sup>를 조달할 계획임.

  - Brookfield Renewable은 이번 인수에 자사와 Brookfield 자산운용 관계사들이 공동으로 참여하며, 필요자금은 Brookfield Global Transition Fund I을 통해 기관투자자들을 유치할 계획이라고 밝힘.

12) 2022년 10월 20일 환율 기준

13) 2022년 10월 20일 환율 기준

14) 2022년 10월 20일 환율 기준

15) 2022년 10월 20일 환율 기준

- Cameco는 자사의 유동성 건전성을 유지하면서 보유중인 현금·자본·대출을 활용하여 자금을 마련할 계획으로 알려짐.
- 한편 2018년 도시바로부터 46억 달러(약 5.3조 원)<sup>16)</sup> Westinghouse를 인수했던 Brookfield Business Partners는 이번 매각으로 약 18억 달러(약 2.6조 원)<sup>17)</sup>의 차액을 실현할 것으로 예상됨.
  - 2006년 Westinghouse는 도시바에 인수됐으나, 후쿠시마 사고 이후 어려워진 경영환경으로 인해 2017년 미국 법원에 파산보호(Chapter 11)를 신청했으며, 2018년 Brookfield Business Partners에 인수됨.
- 현재 Westinghouse 주요 사업 분야는 원전정비 및 대체부품 공급, 연료공급 및 노심관리 지원, 신규 원자로 설계 엔지니어링 지원, 방폐물 관리가 포함되며, 초소형모듈형원자로인 e-Vinci도 개발 중임.

## ◎ 미국·캐나다 원자력규제기관, SMR 인허가 협력 합의

세계원전시장인사이트 2022.09.02., World Nuclear News 2022.10.07.

- 미국 원안위(NRC)와 캐나다 원안위(CNSC)는 원전 규제 절차 개선으로 SMR, 선진형 원자로 등을 성공적으로 보급하기 위해 협력하기로 함.
  - 양측은 구체적으로 GE-Hitachi가 개발중인 BWRX-300 설계에 대한 인허가·안전성 문제 등을 개선할 계획임.
    - 이번 협력은 차세대 원자로 및 SMR 기술 검토를 위해 2019년 양측이 체결한 협력각서(Memorandum of Cooperation, MOC)의 연장선상임.
  - 구체적인 협력 내용에는 인허가 검토 절차에서 중복된 부분 삭제, 제 3자 검증을 활용, 양측이 협력할 수 있는 검증 분야 지정, 정보 및 분석 결과 등을 공유, 각국의 관련법과 규제에 대한 이해 증진 등을 포함함.
- NRC는 공식 SNS 계정에서 기술 및 안전성 측면에서 서로 협력할 수 있는 부분을 적극 발굴하고 각 기관의 분석을 적절히 활용할 목적이라고 밝힘.

16) 2022년 10월 20일 환율 기준

17) 2022년 10월 20일 환율 기준

- 또한, CNSC CEO인 Rumina Velshi은 이번 협력은 SMR 협력의 모범이 될 것이며 양국의 협력으로 보다 효율적으로 안전성을 보장할 수 있다고 발언함.

■ 한편, 올해 4월, 4월 19일 미국 테네시강 유역공사(TVA)와 캐나다 OPG는 BWRX-300를 포함한 SMR 보급 비용 등을 포함한 재정적 리스크 완화를 목적으로 SMR 설계·인허가·건설·운영에 대해 협력하기로 협의하고, 8월에는 양 사 CEO가 양국에 SMR을 보급하기 위한 방안을 논의한 바 있음.

- OPG는 캐나다에서 유일하게 SMR 건설 허가를 취득한 Darlington 원전 부지에 적용할 SMR을 개발 중이며, TVA는 테네시 주 Oak Ridge의 Clinch River 부지에서 SMR 보급에 대한 조기 부지 허가(ESP)를 2016년 5월 NRC에 신청하여 2019년 12월 취득한 바 있음.

## ◎ 미국 원전 두 곳, 부지내 건식저장시설 계속운전·확장 추진

San Diego Union Tribune/Minnesota Times 2022.10.13., NRC-Operating Reactors 최종 검색일 2022.10.18.

■ 10월 13일 미국 캘리포니아 연안 위원회(California Coastal Commission)는 San Onofre이 영구 정지된 이후 2003년부터 사용후핵연료를 저장하고 있는 원전부지 내 건식저장시설 두 곳 중 한 곳에 대한 13년 운영허가 연장신청을 승인함.

※ 미국 캘리포니아 연안 위원회는 캘리포니아 주 자원청 내부 기관으로 캘리포니아 연안의 환경을 감독함.

- 이번 운영허가 연장을 취득한 건식저장시설은 두 시설 중 2003년부터 운영된 첫 번째 저장시설로 63개의 캐니스터에 사용후핵연료를 보관중임. 해당 시설은 2022년 11월 운영 면허 만료 예정이었으나 이번 승인으로 13년간 연장운영이 가능하게 됨.
  - 두 번째 저장시설에는 73개의 캐니스터를 보관 중이며 현재 운영허가는 2035년 10년까지 유효함.
- San Onofre 원전의 전 운영사이자 보관시설 운영사인 Southern California Edison의 전략 기획처장 Manuel Camargo는 이번 허가 결정을 환영하면서도 해수면 상승 등 여러 문제로 현재 해당 원전에서 보관중인 방폐물을 최종적으로 안전하게 보관할 수 있는 장소가 마련되어야 한다고 강조함.
  - Camargo 처장은 이번 결정으로 Diablo Canyon 등 영구정지된 다른 원전의 사용후핵연료 및 방폐물이 San Onofre으로 이송되어 보관될 가능성은 전혀 없다고 확인함.



- San Onofre는 PWR 3기로 구성되어 있으며 각각 1992년 11월, 2013년 6월에 영구정지 되었음. 현재 해체 중에 있으며, 해체 비용은 45억 달러(약 6조 4천억 원)<sup>18)</sup>임.
- 한편, Xcel Energy은 미네소타 주에서 운영 중인 Monticello 원전(628MW, BWR) 계속운전에 대비해, 계속운전시 추가로 발생할 사용후핵연료를 저장하기 위한 건식저장시설 확장을 추진 중임. 또한 미네소타 주정부는 추가 시설에 대한 환경영향평가 공청회를 개최할 예정임.
- Xcel은 2030년 9월 8일 최초 운영허가가 종료되나 계속운전 인허가를 통해 2040년까지 운영할 계획이며, 이에 따라 추가로 발생할 사용후핵연료를 저장하기 위한 건식저장 시설의 확장공사 허가를 신청함.
  - 이번 신청에서 Xcel은 기존 사용후핵연료 저장시설 내부에 콘크리트패드 건설과 모듈형 시스템, 캐니스터 14개가 추가 건설이 필요하다고 밝힘.
- 이에 따라 미네소타 주 상무부는 해당 안에 대한 환경영향평가를 위해 두 차례의 공청 회를 열고 공공의견을 수렴할 계획임.
- Monticello 원전은 1967년 6월 19일 착공하여 1970년 12월 10일 최초 임계를 달성하고, 1971년 6월 30일 상업운전을 시작함.

## ◎ 미국 Vogtle 3호기 연료장전 시작… 내년 1분기 상업운전 목표

Georgia Power 2022.10.14., Nuclear Newswire 2022.08.04., 2022.10.15., NRC-Regulatory Oversight 최종검색일 2022.10.19., 세계원전시장인사이트 2018.12.18., 2022.03.04.

- 10월 14일 Georgia Power는 Vogtle 3호기(1,117MW, PWR)의 연료장전을 시작했다고 밝힘.
- Georgia Power는 지난 8월 NRC로부터 연료 장전에 대한 허가를 취득하였고 이에 따라 157개의 연료 집합체가 장전될 예정임.
  - Georgia Power가 7월 29일 Vogtle 3호기에 대한 ITAAC 수행 의사를 밝혔으며 NRC는 Georgia Power 모회사인 Southern에게 보내는 서한을 통해 올해 8월까지 398개의 검사 항목으로 이뤄진 ITAAC를 완료했다고 밝힘.
  - ※ ITAAC(Inspections, Tests, Analyses, and Acceptance Criteria)는 건설 및 운영 통합 면허 발급을 위한 검사이며 크게 원전 기술에 대한 검사와 부지에 대한 검사로 구성됨.

18) 2022년 10월 20일 환율 기준

- Georgia Power의 발표에 따르면 원자로 내부 주요 냉각 시스템과 증기 시스템을 점검하는 초기 시험(Startup testing)을 현재 진행 중이며, 3호기의 경우 2022년 1분기 상업운전을 시작하여 약 50만 이상의 소비자에게 전력을 공급할 것으로 예상됨.

■ Vogtle 3·4호기는 2013년 3월 착공하였으나 Westinghouse의 파산, 건설비용 문제 등으로 수차례 완공이 연기되었고 이에 따라 총 비용이 300억 달러(약 42조 9천억 원)<sup>19)</sup>를 초과한 것으로 알려짐.

- 올해 2월 Georgia Power의 모회사인 Southern에 따르면 Vogtle 3호기에 대한 부정확한 기록 및 기록 누락으로 Vogtle 3·4호기 상업운전 일정을 3개월에서 6개월 간 추가 연기하여 3호기의 경우 2023년 1분기, 4호기의 경우 2023년 4분기로 발표한 바 있음.

## ◎ 미국 PG&E, 청정에너지 자금조달 위한 자회사 설립 및 지분매각 추진

■ 9월 28일 미국 캘리포니아 주 전력·가스공급사인 Pacific Gas and Electric(이하 'PG&E')는 산불 방지, 청정에너지 등을 위한 자금 조달을 위해 일부 지분을 신설될 자회사인 Pacific Generation으로의 매각계획에 대해 캘리포니아 공공위원회(California PUC)에 승인을 요청함.

- PG&E는 자사의 최대 발전 자산인 Diablo Canyon 원전을 제외한 발전 부문의 모든 지분을 Pacific Generation으로만 이전하고, 다수의 투자자들을 대상으로 신규회사의 지분을 49.9%까지 매각할 계획임.
  - CPUC의 승인 시, Pacific Generation은 총 5.6GW의 설비를 운영하게 되며, 여기에는 62곳의 수력 발전 시설(2,700MW), 태양광 발전 시설(152MW), 배터리 및 양수설비 (1,350MW), 3곳의 가스 발전소(1,400MW) 가 포함됨.
- PG&E가 미국 증권거래위원회에 제출한 자료에 따르면 이번 매각에 원가보상대상자산(Rate base) 중 7%가 포함되었으며, 그 가치는 35억 달러(약 5조 원<sup>20)</sup>) 인 것으로 알려짐.
  - PG&E CFO Chris Foster는 이번 매각으로 보다 중요한 목표를 달성하는데 집중하고 자금을 조달할 수 있을 것이라고 기대를 표함.
- 또한, 증권거래위원회에 제출된 자료에 따르면 10월 중으로 FERC에 해당 사항 승인을 요청하고 FERC의 승인을 받은 후 캘리포니아 PUC의 결정을 확인하여 2023년까지 해당 계획을 마무리할 예정임.

19) 2022년 10월 20일 환율 기준

20) 2022년 10월 20일 환율 기준

## ◎ 미국 텍사스 주, 발전사 및 계통운영자 대상 이상기후 대비 규제 도입

Weather Emergency Preparedness Report 2022.09.30., RTO Insider 2022.10.03.

- 9월 29일 텍사스 주 공공위원회(Texas Public Utility Commission)는 작년 11월 텍사스 주를 덮친 한파로 인한 단전정전에 적극적으로 대비하기 위해 특정 시즌 발전사와 계통운영자(ERCOT)에게 적용할 규제를 도입했다고 밝힘.
  - 2023년부터 발효되는 새로운 규제에 따르면 텍사스 주를 10곳으로 나누어 각 지역의 표준, 최저, 최고 온도를 설정하는데 발전사업자 및 ERCOT은 해당 지역 온도가 범위 내 유지될 수 있도록 조치해야 함.
  - 또한 공급망 이슈나 기타 합리적인 사유로 발전사업자 및 ERCOT의 의무 요건 충족을 완화하는 예외 조항을 삭제함.
  - 공공위원회장 Peter Lake는 폭염부터 한파까지 어떤 이상 기후에도 대비되어야 한다며 이번에 도입한 규제는 이상 기후로 인한 피해를 최소화하기 위한 기본 준비라고 강조함.
- 또한 기상 대비 긴급 보고서(Weather Emergency Preparedness Report)를 통해 선례를 발굴하고 이상 기후와 전력 수요 폭증 시 발전사들의 대응력을 평가하는 계획 691가지를 검토함.

## 주요단신

유럽 Europe



## ● 영국, 프랑스와 Sizewell C 원전 건설을 위한 전폭적 협력 발표

Gov.UK 2022.10.06., Nucnet 2022.10.07.

- Liz Truss 영국 총리와 Emanuel Macron 프랑스 대통령은 10월 6일 체코에서 열린 유럽정치 공동체(European Political Community, EPC) 첫 번째 정상회의에서 만나, Sizewell C 원전 (3.2GW, EPR 2기)에 대한 양국 정부의 전폭적 지원을 확인하고 다음 달 내로 최종투자결정을 마무리하기 위한 조치를 취하기로 합의함.

※ EPC는 EU의 안보, 번영을 강화하고 공동 사안을 해결하기 위한 정치적인 대화 및 협력 촉진을 목적으로 하고 있음. 27개 EU 회원국이 참여한 이번 정상회의에서는 러시아-우크라이나 전쟁 사태에서의 평화 및 안보, 에너지 위기 사안을 논의함.<sup>21)</sup>

- Truss 총리와 Macron 대통령은 우크라이나의 주권과 영토 보전 회복을 위한 지원을 제공하겠다는 결의를 강조하는 동시에, 에너지 분야에서 양국 간 협력 증진을 논의하면서 재생에너지와 원자력이 에너지 전환 및 자율성 달성에 필요함을 재확인함.
  - 양국 정상은 2023 영국·프랑스 정상회의 개최에 앞서 혁신·인프라 개발·인력 기술을 포함한 양국의 원자력 협력 증진을 약속함.
- Truss 총리는 Sizewell C 원전에 대해 명확한 입장을 밝히지는 않았지만, 중국 국영기업 CGN의 개입에 우려를 표명한 바 있음.
  - 지난 7월 영국 정부는 원전운영사인 EDF Energy가 제출한 Sizewell C 원전의 건설운영 신청서인 개발동의서(Development Consent Order, DCO)를 승인했지만, 해당 원전 지분의 20% 보유(약 60억 파운드(약 9.6조 원)<sup>22)</sup>여부를 포함한 최종투자결정은 내리지 않은 상태임.

21) European Council Council of the European union, Meeting of the European Political Community, 6 October 2022  
<https://www.consilium.europa.eu/en/meetings/international-summit/2022/10/06/>

22) 2022년 10월 19일 환율 기준

## ◎ 독일 정부, 2023년 4월까지 원전 3기의 연장운전 시행 결정

DW 2022.10.17., World Nuclear News 2022.10.18.

■ 10월 17일 Olaf Scholz 독일 총리는 원전 연장운전 시행을 두고 연정(사회민주당·자유민주당·녹색당) 내 녹색당·자유민주당 간의 의견 대립에 대한 대안으로 남아있는 3기의 원전을 2023년 4월 15일까지 계속 가동할 것을 결정함.

- 지난 달 독일 정부는 Neckarwestheim 2호기 원전운영사인 EnBW와 Isar 2호기 원전 운영사인 E.ON 자회사 PreussenElektra와 두 원전의 연장운전에 관한 협정을 체결한 후 입법 절차를 추진했으나, 자유민주당의 반대로 연장운전 계획 추진에 차질을 겪음.
  - 기업 친화적인 자유민주당은 독일이 에너지 공급 위기 사태에서 모든 전원을 사용해야 한다고 주장하며, 2024년까지 Neckarwestheim 2호기(1,400MW, PWR), Isar 2호기(1,485MW, PWR), Emsland 원전(1,406MW, PWR) 모두 예비전력원으로 활용하고 신규 원전연료 조달을 요구함.
- Scholz 총리는 10월 17일 재정·경제·환경부 장관들에게 보낸 서한에서 Isar 2호기, Neckarwestheim 2호기, Emsland 원전의 올해 말부터 늦어도 2023년 4월 15일까지의 연장운전 시행을 위한 법적 기반 마련 뿐만 아니라, 에너지 효율성 재고를 위한 법안 제출 및 2030년까지 석탄화력발전소의 단계적 폐쇄를 위한 구속력 있는 합의 준비를 요청함.
- Scholz 총리의 발표 후, Christian Lindner 재무부 장관(자유민주당)은 Emsland 원전의 연장운전이 전력망 안정성, 전기 요금, 기후 보호에 기여할 것으로 전망함.
- 한편 Ricarda Lang 녹색당 의원은 Emsland 원전이 전력망 안정성을 위해 필요하지 않고 연장운전도 필요가 없다고 밝히며 Scholz 총리의 결정을 비판함.

■ 3기 원전의 원전운영사들은 연장운전을 위한 준비를 이행하고 있음.

- 독일 원전운영사 RWE는 Scholz 총리의 발표 이후 Emsland 원전 가동을 2022년 4월 까지 연장하기 위한 준비를 시작할 예정이라고 밝힘.
- EnBW는 Neckarwestheim 2호기의 연장운전을 위해 사용 중인 연료의 재배열을 통해 노심출력을 최적화할 계획임.
- Isar 2호기 원전운영사인 PreussenElektra는 연장운전을 준비하기 위해 오는 10월 21일 부터 일주일간 예방정비를 진행할 예정임.

## ◎ 오스트리아, 원자력·가스 포함한 EU 분류체계 포함 무효화 소송 제기

BNEF 2022.10.11., S&P global 2022.10.14.

- 10월 7일 오스트리아는 유럽사법재판소(ECJ)에 EU 분류체계(Taxonomy) 상에 원자력과 가스를 청정에너지로 포함한 유럽연합 집행위(EC)의 결정을 무효화해달라고 소송을 제기함.
  - 지난 7월 유럽의회는 원자력·가스 투자를 친환경 경제활동으로 분류한 EC의 EU 분류체계(Taxonomy) 보완 기후위임법률을 최종적으로 채택할 당시, 오스트리아는 이를 위장 환경주의(Greenwashing)라고 비판하면서 법적 대응을 예고한 바 있음.
    - Leonore Gewessler 오스트리아 기후보호·환경·에너지부 장관은 보완 기후위임법률에 대해 대중 및 EU 회원국과의 의견수렴이 이루어지지 않은 점과 EC의 자체 전문가 패널의 반대 의견도 무시되었다는 점을 들면서, 이는 화석연료 및 원자력 로비단체를 만족시키기 위한 결정이라고 비판함.
    - Gewessler 장관은 체르노빌과 후쿠시마 원전 사고를 지적하면서 EC의 결정은 원자력이 EU 분류체계(Taxonomy) 규정 내 ‘다른 환경 목표에 중대한 피해를 주지 않는다(Do No Significant Harm, DNSH)’는 원칙을 위반했다고 주장함.
    - Gewessler 장관은 룩셈부르크가 이번 무효화 소송에 참여할 것이라고 덧붙임.
- 이러한 주장에도 불구하고, 다국적 법무법인 Linklaters 소속 변호사로 독일 환경·계획 실무를 담당하는 Markus Appel은 녹색 경제활동으로 분류된 원자력·가스에 대한 자금조달은 2023년 1월 1일부터 가능하다는 견해를 밝힘.
  - Appel 변호사는 10월 14일 S&P global에 보낸 이메일을 통해 유럽사법재판소에 항소 가능성을 고려하면 소송 기간이 2년 이상 소요될 것으로 전망하면서, 오스트리아의 무효화 소송이 성공하더라도, EC가 추가적으로 과학적인 연구를 시행해 두 에너지원의 EU 분류체계(Taxonomy) 포함 결정을 보완할 것으로 분석함.

## ◎ 러시아, 우크라이나 Zaporizhzhia 원전 운영개입 시도

Ux Weekly 2022.10.10./17., Reuters, Nucnet 2022.10.12., Reuters 2022.10.13.

- 10월 11일 Rafael Mariano Grossi IAEA 사무총장은 Zaporizhzhia 원전(각 905MW, PWR, 총 6기) 주변을 안전·보안 구역으로 설정하기 위한 노력의 일환으로 러시아 Putin 대통령과 면담을 가짐.
  - 지난 3월부터 러시아군의 통제 하에 있는 Zaporizhzhia 원전은 현재 6기의 원자로 모두 냉온 정지(Cold shutdown) 상태지만, 교전이 이어지면서 원전 사고 발생 우려가 제기되고 있음.
  - 전쟁으로 인한 피해를 최소화하고자 Zaporizhzhia 원전과 주변 지역을 안전·보안 보호 구역으로 지정하려고 노력해온 Grossi IAEA 사무총장은 Putin 대통령과의 면담에서 가능한 한 빨리 안전지대 설정에 합의하고 이행해야 할 필요성을 강조함.
  - Putin 대통령은 Zaporizhzhia 원전 상황에 대해 우려를 표명하며, IAEA 사무총장에게 해당 원전과 관련된 사안에 대해 논의를 할 준비가 되어있다고 밝히면서도 원자력과 관련된 활동이 지나치게 정치화되어있다고 비판함.
- 한편, 10월 13일 러시아 국영 통신사인 TASS는 자국 원전운영사인 Rosengergoatom가 Zaporizhzhia 원전에 공급되는 Westinghouse의 핵연료가 소진될 시 자국산 핵연료로 대체할 계획임을 보도함.
  - 우크라이나는 러시아 핵연료회사인 TVEL에 의존했던 핵연료 공급선의 다각화를 위해 지난 몇 년간 Westinghouse와의 협력을 강화하였으며, 현재 15기 중 6기의 VVER-1000 원전(South-Ukraine 2·3호기 및 Zaporozhye 1·3·4·5호기)에 Westinghouse가 핵연료를 공급 중임.
    - 2014년 우크라이나 원전운영사 Energoatom은 핵연료 의존도 축소를 위해 Westinghouse와 2008년 체결했던 핵연료 공급 계약을 2020년까지 연장하기로 합의함. 이후 2020년 Westinghouse와 재차 Rovno 원전(VVER-440 2기, VVER-1000 2기)용 핵연료 공급계약을 체결하고 2024년 VVER-440 노형인 Rovno 2호기에 1차 시범연료집합체를 장전하기로 합의함.
  - 이번 핵연료 전환 결정은 지난 10월 초 러시아의 우크라이나 내 점령지 영토 편입을 위한 주민투표가 시행된 이후 Zaporizhzhia 원전을 국유화하는 대통령령(10월 5일 발표)을 통해 Rosatom과 Rosengergoatom이 상기 원전의 운영권을 받았다는 보도에 따른 것임.

- Rosatom은 Operating Organization of Zaporizhzhya(EO ZNPP)로 알려진 신규 자회사가 Zaporizhzhya 원전을 가동할 것이라고 발표함.
  - EO ZNPP는 신규 운영 조직이 직원을 고용할 것이며, 러시아에서 원전 가동 경험에 비추어 해당 원전 상태를 평가하고 손상된 인프라를 복구할 것이라고 설명함.
- 이와 관련해 Grossi 사무총장은 키이우에서 Zelensky 우크라이나 대통령과 회담하면서, Zaporizhzhya 원전 직원들이 러시아 정부로부터 Rosatom과 신규로 고용 계약을 신규로 체결하라는 요구를 받고 있지만, 우크라이나 원전운영사인 Energoatom이 직원들에게 계약 체결을 거부하고 우크라이나 정부의 지시를 따를 것을 촉구하고 있다고 언급함.

## ● 프랑스, 우라늄 농축시설 용량 증설에 대한 공론화 재개

BNEF, World Nuclear News 2022.10.10., Nuclear Engineering International 2022.10.14.

- 10월 7일 프랑스 국가공공토론위원회(CNDP)는 자국 핵연료주기 기업 Orano가 러시아산 핵연료 수입 의존도 감축을 위해 우라늄 농축 용량을 30% 확대하기로 결정함에 따라, Orano의 Georges Besse II 우라늄 농축시설 증설에 대한 공론화 재개를 발표함.

- ※ CNDP는 환경에 영향을 미치는 프로젝트 또는 정책에 관해 시민 참여를 보장하여 공공토론을 활성화하는 독립적인 기관임.
- Tricastin 부지에 소재한 Georges Besse II 우라늄 농축시설(원심분리 공정)은 Georges Besse I 우라늄 농축시설(기체화산 공정)을 대체하기 위해 건설되었으며, 2011년 4월 상업 운전을 시작함.
- CNDP는 2004년 첫 공론화 이후 프랑스 정부가 발표한 에너지 정책에 대한 공개 협의 및 러시아에 대한 유럽 제재에 따른 핵연료 부족 가능성이 제시됨에 따라 공론화 재개를 결정했다고 밝힘.
  - 2004년에 시행된 Georges Besse II 우라늄 농축시설에 대한 공론화는 최대 생산물량이 750만 SWU<sup>23)</sup>인 현재 시설에 대해 향후 1m100만 SWU까지 증설을 허용하는 것으로 결론을 내림.
- 예비 공공토론은 2023년 1분기에 Tricastin 지역에서 열릴 것으로 예상됨.

23) SWU는 Separative Work Unit의 약자로, 우라늄농축 등에서의 분리작업량의 단위임.



- 이번 증설 프로젝트를 통해 농축 모듈 4기를 추가로 건설할 계획이며, 비용은 13억 유로 (약 1.8조 원)<sup>24)</sup>가 소요될 것으로 추산됨.

## 기타단신

### ◎ 영국 NDA, SMR 프로젝트를 위한 양해각서 체결

World Nuclear News 2022.10.11.

- 영국 원자력해체청(NDA)은 웨일스 개발업체인 Cwmni Eginog와 웨일스 북부 Trawsfynydd 부지에 SMR 프로젝트를 개발을 지원하기 위한 양해각서를 체결함.

※ Cwmni Eginog는 2027년 착공을 목표로 Trawsfynydd 부지의 개발을 추진하고 지역 경제 및 사회적 재생을 촉진하기 위해 2021년 웨일스 정부가 설립한 개발업체임.

- 현재 NDA의 자회사인 Magnox Ltd가 Trawsfynydd 부지에는 위치한 Magnox 원전을 해체 중이며, NDA는 신규 원전 개발용으로 Magnox 원전 인근 부지를 소유하고 있음.
- 이번 협정을 통해 NDA는 Trawsfynydd 부지 정보와 전문 지식을 공유하고, Cwmni Eginog의 이해관계자 참여 및 사회·경제적 개발 계획 수립을 지원할 예정임.

24) 2022년 10월 19일 환율 기준

## 주요단신

## 아시아 Asia



## ○ 일본 경제산업성, 원전 사업자의 원전 해체 비용 각출 의무화 내부 결론 내려

경제産業省 廃炉等円滑化ワーキンググループ, 日本経済新聞 2022.10.05.

- 일본 경제산업성이 10월 5일 전문가 회의인 페로 등 원활화 워킹그룹 회의에서 원전 사업자가 현재 내부 총당 부채로 처리 중인 원전 해체 비용을 제3의 외부기관에 사전 적립하도록 의무화 하는 방안을 내부적으로 확정된 것으로 알려짐.
- 외부기관으로는 이미 설치된 원전 관련 인가법인을 활용할 예정이며, 해당 인가법인은 원전 운영사 별로 매년 납부해야 할 금액을 결정해 통지할 계획임.
  - 기존에 설치된 일본의 원전 관련 인가법인의 예로는 사용후핵연료재처리기구(Nuclear Reprocessing Organization of Japan, 이하 'NuRO')가 있음.
    - 사용후핵연료 재이용을 위한 처리 비용의 경우 일본에서는 원전 운영사가 NuRO에 의무적으로 납부 중이며, NuRO는 JNFL(Japan Nuclear Fuel Limited)에 사용후핵연료 재처리 등의 사업 시행을 위탁 중임.
  - 전문가 위원회는 2023년 정기 국회에 관련 법안 제출을 목표로 논의를 진행 중이며 원전 사업자가 궁극적으로 원전 해체 책임을 담당하는 체제는 유지할 것으로 알려짐.
    - 전문가 위원회는 인가법인의 업무 내용을 법으로 명확히 규정하고 인가법인이 일본 내 모든 원전의 해체 조치에 대한 종합적인 관리, 원전 운영사의 공통 과제에 대한 대응, 해체 조치 자금의 확보·관리·지출과 같은 업무를 시행하도록 제도적 틀을 마련할 방침임.
- 현재 일본 내에서는 후쿠시마 제1원전을 제외하고 18기가 영구 정지해 해체되며 2020년대 중반에는 각 지역에서 원자로 해체 작업이 본격화될 전망이다.

- 18기 중 해체가 완료된 원전은 없으며 현재 원전 운영사들이 서로 노하우를 공유해 해체 작업을 진행 중이지만 이러한 방법은 한계가 있어 향후 인가법인이 기업 간의 해체 관련 노하우 공유 지원을 담당할 예정임.

## ◎ 일본 규슈전력, 규제위에 센다이 1·2호기 계속운전 신청

原子力産業協會 2022.10.07., NHK 2022.10.12., 毎日新聞 2022.10.12., 10.13.

### ■ 일본 규슈전력은 10월 12일 일본 원자력규제위원회에 센다이 1·2호기(각 890MW, PWR)의 계속운전을 신청함.

- 일본의 원전은 최초 상업운전일에서 원칙 40년 가동할 수 있으며 1회에 한정해 20년 계속운전 가능함. 계속운전 시에는 가동 40년이 되는 해의 최소 1년 전까지 규제위에 신청을 완료해야 함.
  - 센다이 1호기는 후쿠시마 사고 후 일본이 도입한 신규제 기준 적합성 심사를 최초로 통과해 2015년 9월 상업운전을 시작했으며 2호기도 같은 해 11월 상업운전을 시작함.
  - 1호기는 2024년 7월, 2호기는 2025년 11월이 가동 40년째를 맞이해 1호기는 2023년 7월 까지 2호기는 2024년 11월까지 각각 계속 운전을 신청해야 함.
- 규슈전력은 두 호기의 계속운전 인가 신청 여부를 검토하기 위해 2021년 10월부터 2022년 10월 12일까지 특별점검을 시행했고, 점검을 통해 원자로와 격납용기 등의 상태를 확인한 결과 향후 20년 계속운전을 해도 안전성에 문제가 없다는 것을 확인했다고 밝힘.
  - 규슈전력은 계속운전의 신청 결정에 우크라이나 정세 영향에 따른 일본 전력 수급의 불안전성도 고려했다고 밝힘.
- 한편, 센다이원전이 위치한 가고시마현은 자체적으로 설치한 전문가 워킹그룹에서 센다이원전의 계속운전에 대한 검증을 진행 중임.

〈상업운전 개시일에서 약 40년이 되는 일본의 원전 현황〉

발전소 (소재지)	원전 운영사	가동 개시일 (상업운전 기준)	출력 (MW)	계속운전 신청	계속운전 인가	가동 중
다카하마 1 (후쿠이현)	간사이전력	1974년 11월	826	2015년 4월	2016년 6월	0
다카하마 2 (후쿠이현)		1975년 11월				
미하마 3 (후쿠이현)		1976년 12월		2015년 11월	2016년 11월	
도카이 제2 (이바라키현)	일본원자력발전	1978년 11월	1,100	2017년 11월	2018년 11월	
센다이 1 (가고시마현)	규슈전력	1984년 7월	890	2022년 10월		
다카하마 3 (후쿠이현)	간사이전력	1985년 1월	870			
다카하마 4 (후쿠이현)		1985년 6월				
가시와자키 가리와 1 (니카타현)	도쿄전력	1985년 9월	1,100			
센다이 2 (가고시마현)	규슈전력	1985년 11월	890	2022년 10월		

자료: 毎日新聞(2022.10.13.) 자료를 토대로 편집·작성

### ◎ 일본 원자력연구개발기구, 해체 중인 고속로 연료 반출 완료

資源エネルギー庁 2018.04.18., 세계원전시장 인사이트 2018.05.18., 時事ドットコム 2022.03.30., NHK, 原子力産業新聞 2022.10.14., JAEA 웹사이트 최종 검색 2022.10.18.

■ 일본 원자력연구개발기구(Japan Atomic Energy Agency, 이하 ‘JAEA’)는 10월 14일 해체 작업을 진행 중인 고속증식로 몬주(714MWt, 280MWe, FBR)의 연료집합체를 습식저장설비로 반출하는 작업을 완료했다고 발표함.

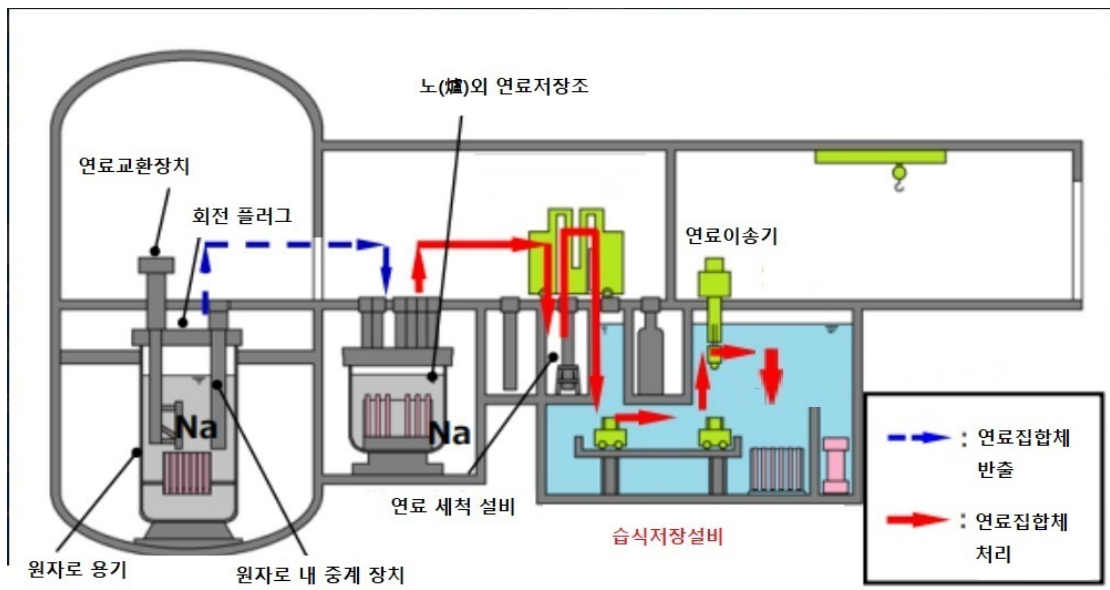
- 몬주는 지속적인 사고 발생으로 22년간 가동일이 250일에 불과함. 이에 따라 일본 정부는 더 이상 재가동이 어렵다고 판단해 2016년 12월 정식으로 폐로를 결정함.
- JAEA의 몬주 해체 계획에 따르면 전체 공정은 2047년도까지 4단계로 구성되며 연료 집합체 반출은 제1단계(2018~2022년도) 기간에 시행되는 주요 작업임.

- 해체 작업 착수 시 연료집합체 370다발이 원자로에, 160다발이 원자로 밖 저장설비에 저장되어 있었음. 이번에 습식저장설비로 옮겨진 연료집합체는 2037년도까지 해외로 반출될 예정임.

■ 향후 JAEA는 2023년도부터 소듐 기기의 해체 준비에 들어가는 제2단계 해체 공정으로 이행할 계획임.

〈몬주 해체 공정과 연료집합체 반출 절차〉

	제1단계	제2단계	제3단계	제4단계
	연료집합체 반출 기간	해체 준비 기간	폐지 조치 기간 I	폐지 조치 기간 II
년도	2018 ~ 2022 (해체 계획 인가 후)	2023 ~	~	2047
주요 공정	연료집합체 반출			
		소듐 기기 해체 준비	소듐 기기 해체 · 철거	
		물 · 증기 계통 등 발전설비의 해체 · 철거		건물 등 해체 · 철거
	방사성 고체 폐기물의 처리 · 처분			



자료: (상) JAEA 웹사이트 최종 검색(2022.10.18.), (하) 原子力産業新聞(2022.10.14.) 자료를 토대로 편집 · 작성

## ◎ 방글라데시 Rooppur 원전 건설 일정 지연... Rosatom 차관 루블화 상환 요구

Ux weekly 2022.10.10., Nuclear Engineering International 2022.10.14.

■ 10월 9일 UxC는 방글라데시 정부가 러시아 Rosatom이 진행 중인 Rooppur 원전(2.4GW, PWR 2기) 신규 건설 프로젝트가 예정보다 약 1년 늦어질 것으로 예상한다고 보도함.

- 러시아는 2015년 12월에 방글라데시 정부와 체결한 Rooppur 신규 원전 건설계약에 따라 수도 Dhaka에서 약 150km 떨어진 Rooppur 부지에 VVER-1200(PWR) 2기를 건설 중으로, Rosatom 자회사인 Atomstroyexport가 프로젝트 주계약자임.
  - 2015년도 계약에서 러시아는 건설 비용(126억 5,000만 달러(약 18조 원)<sup>25</sup>)의 90%에 달하는 금액을 차관으로 제공하기로 함. 금리는 런던은행간금리(LIBOR)에 1.75%를 더한 수준으로, 상환기간은 10년의 유예기간을 가진 후 28년임.
- 익명의 정부 관계자에 따르면, Rooppur 원전 프로젝트 지연 요인은 코로나19 확산, 러시아의 우크라이나 침공, 현장 근로자의 Dengue(데ング) 감염임. 이에 따라 Rooppur 1·2호기는 각각 2024년 2월과 12월에 가동될 예정임.
  - 1·2호기는 각각 2017년과 2018년 착공에 들어가 당초 2023년과 2024년에 가동 예정이었음.

■ 한편, 러시아 정부는 방글라데시 정부에 해당 프로젝트에 제공한 차관을 미 달러화(USD) 대신 러시아 루블화(RUB)로 상환할 것을 촉구함.

- 이는 우크라이나 사태에 대한 서방국의 대러시아 제재로 국제은행간통신협회(SWIFT) 결제망으로부터 러시아 은행을 배제한 것에 대한 대응 조치임.
- 방글라데시 재무부 소속 경제관계과(Economic Relations Division, ERD)는 러시아의 제안에 대해 어떤 결정도 내리지 않았으며, 루블화 상환 시 건설비용이 증가할 수 있다고 밝힘.
  - ERD는 루블화로 차관을 상환에 필요한 신규 통화 스와프와 관련된 추가 비용을 어느 쪽에서 부담할 지는 결정되지 않았다고 밝힘.
  - 현재 상환에 적용되는 LIBOR가 2023년 6월에 종료되고 그 이후에 SOFR(Secured Overnight Financing Rate)가 금리로 적용됨. 이에 따라 ERD는 두 금리의 차로 인해 추가 비용이 발생할 수 있을 것으로 보고, 러시아 차관에 대한 이자율 한도 수정을 희망하고 있음.

25) 2022년 10월 19일 환율 기준

## 기타단신

---

### ◎ UAE Barakah 3호기, 계통 연결

Ux Weekly 2022.10.10.

- UAE 원자력공사(Emirates Nuclear Energy Corp, ENEC)는 10월 8일 Barakah 3호기 (1,345MW, PWR)의 계통 연결과 이후 출력 증강을 포함한 시운전 계획을 발표함.
- Barakah 3호기는 2014년 9월 착공하여 2022년 9월 최초 임계를 달성하였으며, 2022년 6월 UAE 원자력규제청(Federal Authority for Nuclear Regulation, FANR)에서 운영 면허를 취득함.

World Nuclear Power Market  
**INSIGHT**



세계원전시장  
**인사이트**