

革新軽水炉導入に当たっては原子力発電先進国の轍を 他山の石とせよ

1. はじめに

今年 2 月に公表された第 7 次エネルギー基本計画（第 7 次エネ基）を見ると、21 世紀中葉以降の原子力がどのように展開されるのかがほとんど述べられておらず、これでよいのかとの思いを強く抱いた。電力の安定供給、さらにはカーボンニュートラルが達成できるのか懸念される。

2023 年から 25 年にかけてフィンランドのオルキルオト 3 号機（O L 3）とフランスのフラマンビル 3 号機（F L 3）、米国ではボーグル 3、4 号機（V O 3、V O 4）が運転を開始した。O L 3、F L 3 はフラマトム製次世代欧州加圧水炉（E P R）、V O 3、V O 4 はウエスティング社製次世代 A P 1 0 0 0（P W R）である。建設に当たっては欧米共に建設期間の長期化により運転開始が遅れ、建設費も当初計画の数倍に高騰した。

この遠因は原子力発電所建設の長期停滞により、技術の継承が滞ったことによるものと推察される。

第 7 次エネ基では同じ次世代炉に相当する革新軽水炉の導入が計画されているが、原子力先進国である欧米の轍を踏まないためには、原子力発電所建設にかかわる人材と技術基盤を継承しレベルアップして行く必要があることを示唆している。

2. 欧米原子力先進国の次世代軽水炉建設における混乱

1) 欧州加圧水炉 E P R の建設状況

フィンランドの O L 3 は 1982 年の O L 2 以来約 40 年ぶりの運転開始となった。O L 3 の建設は仏アレバ社（現フラマトム）製の E P R 型炉で 2005 年に着工、当初の完成予定は 2009 年であったが 2023 年 4 月にずれ込み、建設期間は当初の約 5 年が 18 年となった。建設費は当初見込んだ約 30 億ユーロ（約 4400 億円）が約 4 倍の 110 億ユーロ（約 1 兆 7000 億円）となった。

フランスの F L 3 は同じフラマトム社の E P R 型炉で、2007 年 12 月に建設を開始し、当初の完成予定は 2012 年であったが 2024 年 9 月にずれ込み、建設期間は当初の約 5 年が 17 年となった。建設費は当初見込んだ約 33 億ユーロ（約 5250 億円）が 4 倍の 132 億ユーロ（約 2 兆 1000 億円）となった。

両炉とも相次ぎ発生した設計上の不備や工事の欠陥により遅れを繰り返し、5 年程度を見込んでいた建設期間は 3 倍を超え、建設費も当初予定の 4 倍に膨らんだ。

いずれも E P R の初号機で、長期の空白期間に開発・建設技術が十分に継承されなかったことが、建設期間長期化と建設費高騰を招いた要因であろう。

2) 米国の新鋭加圧水炉建設状況

米国では 1979 年の T M I 事故の影響で新規原子力発電の建設は長期にわたり中断した。V O 3、4（ウエスティングハウス製 A P 1 0 0 0、110 万 kW）は事故から約 30 年後の 2010 年に 83 億 3000 万ドル（約 1 兆 2000 億円）の政府融資保証を受けて、それぞれ 2013 年 3 月と 11 月に着工した。建設期間は 5 年を見込み、それぞれ完成は 2017 年と 2018 年を予定していたが、建設期間は約 2 倍の 10 年を要し V O 3 は 2023 年 7 月に、V O 4 は 2024 年 4 月に運転を開始した。建設費は 2 基で 140 億ドル（約 2 兆円）を見込んでいたが、350 億ドル（約 5 兆円）と約 2.5 倍に膨らんだ。

米国の場合、T M I 事故後建設が途絶えて長期の空白期間が生じ、この間に開発・建設技術の衰退とサプライチェーンの崩壊を招いたことによると推察される。

3) 原子力先進国における建設期間長期化と建設費高騰の要因

欧米原子力先進国の建設期間の長期化と建設費高騰は以下の3つの要因によるものと推察される。

- ① 新規原子力発電所の建設が停滞、約30年の新規建設の空白期間が発生
- ② 空白期間長期化により経験ある技術者の減少とサプライチェーンの崩壊
- ③ 次世代軽水炉導入に際して必要とされる新技術の開発と建設基盤劣化

3. 我が国の原子力建設で懸念される空白期間長期化による影響

1) 再稼働・建設中の36基体制ではいずれ原子力ゼロ

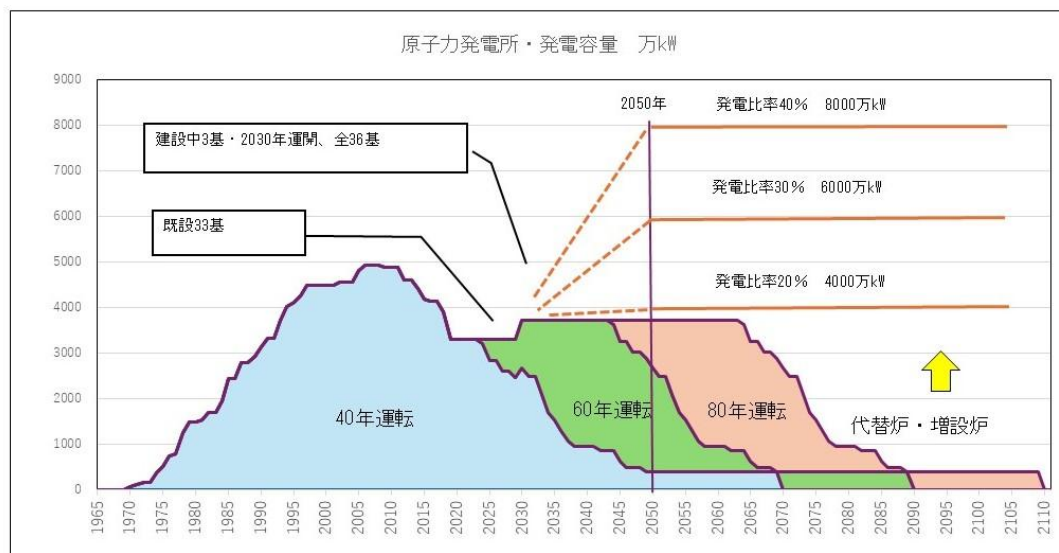
運転期間を60年とすると、高浜1号機はじめ4基が2030年代に運転を終了、2070年までに33基すべてが運転を終了する。現在建設中の3基が仮に2030年に運転を開始するとすれば3基体制が2090年まで続いた後、原子力ゼロ時代となる。実際には審査期間が運転期間から除外されるので、運転終了時期は若干遅れるが、ここでは除外期間が不明なので運転開始時期からの期間とした。

一方、21世紀中葉の脱炭素社会に際しては、不安定電源である太陽光と風力は安定供給に寄与できないことを考えると、安定した脱炭素電源である原子力への依存度（原子力発電比率）を可能な限り高める必要がある。

2) 原子力最大限活用の規模・運転終了炉の代替炉と次世代新設炉の基数

第7次エネルギー基本計画では、電力需要は半導体やAI産業の進展により増大すると見込まれている。増加する需要に対する原子力発電比率は、2030年20～22%、2040年約2割としているが、2050年以降についての比率は示されていない。

2050年以降の電力需要を14000億kWh（RITEの予測値の平均値）、原子力発電の稼働率80%とすると、原子力発電比率30～50%だと約6000万～8000万kWの設備容量が必要になる。既存の36基は2040年以降急速に運転終了するので、代替炉と増設炉を投入する必要がある（下図）。



3) 原子力発電比率30%では50基体制が必要

原子力発電比率を控えめな30%とすると、6000万kWの発電設備容量が必要となる。これを120万kW級革新軽水炉で充当するとすれば、2030年代後半に運転終了する4基の代替炉の増設に始まり、2050年には30基程度、以降順次代替、増設を行い2070年には50基程度の体制とすることが

必要になる。

4. 我が国の新規建設体制

欧米の次世代 PWR の建設では建設期間が長期化し建設費も高騰した。我が国が 2030 年代以降、革新軽水炉を投入する場合はどうであろうか？

福島事故以降の十数年は再稼働と建設中発電所の新規制適合対策に専念、新規発電所の建設着手は途絶えた。福島事故以降の我が国の原子力への取組状況は以下の通りである。

1) 福島第一発電所事故後の新設工事中断による空白期間

島根 3 号機は 2006 年工事開始、2012 年運転開始、大間は 2008 年工事開始、2014 年運転開始、東電東通は 2011 年に工事開始、2017 年運転開始を見込んでいたが、新規制適合対策で完成は遅れている。これらは 2030 年には運転を開始したいところであるが、完成は見通せない。

新設炉の場合、工事開始に先立ち基本計画、許認可、材料の調達、工場における装置の製作などの期間として約 10 年程度が必要となる。従ってこれらの発電炉の建設計画は 1990 年代に計画を開始したと推察されるので、この期間を含めると中断期間は 30 年間となろう。このことから、今後建設する革新軽水炉の計画着手までの空白期間も 30 年程度とすれば、欧米次世代炉の空白期間とほぼ同等と言える。

2) 空白期間に起因する欧米の轍を踏まないために

欧米と類似の空白期間が生ずるとすれば、建設期間の長期化や建設費用の高騰の懸念がぬぐえない。

欧米の轍を踏まないとの視点から考えると、これまでの発電所建設で蓄積された重要な技術として、次の 2 つを挙げたい。

① 開発要素の多い大規模発電所建設を取りまとめるプロジェクトマネジメント技術

約 10 年という期間を要する発電所の建設におけるプロジェクト管理技術は、建設経験を通して先輩から後輩に伝えられる実践技術であり、この伝承には新規発電所を「作り続けること」（途切れ無き伝承）が何より大切である。

② 設備と人材をセットに伝承するキーコンポーネントの製造技術

原子炉圧力容器、循環ポンプ、主要バルブなどのキーコンポーネントとそれらの素材の製造技術の維持には、設備と人材の両面の伝承が必要である。再稼働に必要な交換部品の供給だけではサプライチェーンの維持は困難である。

3) 原子力最大限活用には強力な財政支援が必要

2040 年から新設炉を投入し 2050 年には 30 基程度、以降順次増設し 2070 年には 50 基程度とするには、30 年間に 50 基の投入が必要となる。これまで 1970 年代から 2000 年代までの約 40 年間に 57 基を運転開始した実績と比べて、厳しい目標と言えよう。

なにはともあれ、2040 年代に 4 基程度を投入するとすれば、工事期間 5 年に先立つ 10 年程度の計画期間を考えると、今直ちに建設計画をスタートしなければ間に合わない。

建設に当たっては、事業者の財政力を考えると、米国政府が V O 3、4 号機に行った 1 兆円を超える融資保証に匹敵する規模の支援が必要と考える。

5. 終わりに

欧米の新型発電所建設では期間の長期化と建設費増加を招いた。その要因は建設の空白期間に生じた

技術力の劣化である。

私は欧米原子力先進国の轍を踏まないためには、膨大なコンポーネントで構成される原子力発電プラントの建設には、全体をとりまとめるプロジェクト管理技術が重要だと考えている。20 世紀後半の我が国の原子力黄金時代を支えたのは、欧米を超える精緻なプロジェクト管理技術であった。

この技術は机上での伝承は難しく、建設が途絶えると衰退する。2050 年以降に向け原子力の最大限活用において、途切れなく建設を続けることが何よりの処方箋である。

併せてキーコンポーネントにかかわる製造技術と人材の継承、ならびに劣化したサプライチェーンの再構築に注力する必要がある。

(石井正則 記)

出典

1. オルキルト 3 号機、フラマンビル 3 号機、ボーグル 3、4 号機の建設期間、建設費の情報は原子力産業新聞等の報道。
2. 日本の発電所の推移と 2050 年以降の原子力発電容量は S E J だより第 38 号による。



「赤ペン親父のつぶやき」 第 22 話

まず革新軽水炉の建設を急げ —核融合はまだ研究開発途上—

近年の米国、欧州での核融合ブームとも呼べる開発競争の進展から、日本の政界でも核融合炉の建設を推進すべしとの動きをしている議員が居ると聞く。しかし、核融合発電に必要な技術開発はまだ道半ばであることを政治家に正しく認識させなくてはならない。日本が置かれている原子力技術の停滞を勘案すると、核融合はエネルギー安全保障の確保のための発電能力の獲得にはとても間に合わないというのが実情であろう。

核融合は理想に近い発電方法であることは認めるとしても、今後 10 年～30 年で激増する電力需要を賄うためにこれに今依存しようとするのは、リスクが大き過ぎる。時期尚早と考える方が地に足の着いた計画であろう。核融合技術の開発を進めることは是とするが、それによって革新軽水炉の建設計画が遅れるようなことがあれば、日本人は時間軸に十分配慮することを怠る結果、夢を見ながら電力不足に悩む時を迎えることになるだろう。(E.I. 記)