

次世代原子炉の開発が進む

◆次世代原子炉ナトリウムが注目される

脱炭素エネルギーとして原子力エネルギーを持続的かつ安定に利用していくためには、高い安全性、経済性として、放射性廃棄物の減容・有害度低減やウラン資源の有効利用などを実現する第4世代原子力システムの開発が必要だ。第4世代原子力システムとは、米国エネルギー省(DOE)が2030年頃の実用化を目指して2000年に提唱した次世代の原子炉概念で、燃料の効率的利用、核廃棄物の最小化、核拡散抵抗性の確保などエネルギー源としての持続可能性、炉心損傷頻度の飛躍的低減など安全性/信頼性の向上、及び他のエネルギー源とも競合できる高い経済性の目標を満足するものである。

次世代原子炉の例として、ナトリウム炉がある。ナトリウム炉は、GE日立・ニュークリアエナジー(GEH)社の小型モジュール式高速炉「PRISM」の技術に基づき、テラパワー社がGEH社と共同開発している原子炉のことで、沸点が約880℃と高いナトリウム冷媒で冷却することで水冷媒のような水素爆発の危険性を低減している原子炉である。電気出力は345MW(34.5万kW)だが、テラパワー社が開発した1GWh(100万kWh)規模の熔融塩エネルギー貯蔵システムと組み合わせることにより、ピーク時には出力を500MW(50万kW)まで拡大し5.5時間以上稼働することができる。急速に普及している再生可能エネルギーの間欠性を同原子力システムで補うことで、送電網に接続する発電技術システムとしては理想的なものになる。

テラパワー社は、ナトリウム炉について米国エネルギー省(DOE)の先進的原子炉設計の実証プログラムの支援のもと設備の開発を進めており、ナトリウム炉の初号基は30年の商用運転を目指している。ナトリウム炉は、出力345MW(34.5万kW)と小規模だが、全電源喪失時であっても沸点の高いナトリウム冷媒で自然環境において原子炉の除熱が可能である。ナトリウム炉原子力システムでは、再生エネと熔融塩によるエネルギー貯蔵の活用による発電コスト低減、ウラン燃料の濃縮度増加による核廃棄物の削減、水冷化でなくなることによる使用コンクリートの大幅な低減などにも特徴がある。

◆日本と共同でNatrium炉の大型化検討が開始

22年12月に日本において高速炉開発の戦略ロードマップが改定され、24年より高速炉実証炉の概念設計が開始する計画が明確となった。23年7月に、概念設計の対象として三菱FBRシステムズ（MFBR）が提案する「ナトリウム冷却タンク型高速炉（650MW電気出力）」が、中核企業として三菱重工業（MHI）が、それぞれ選定された。

23年10月31日、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構とMHI、MFBR、米国テラパワー社は、日本の高速炉実証炉の設計が24年に始まることを受け、22年1月26日に締結した「ナトリウム冷却高速炉技術に関する覚書」を両社の高速炉実証計画を含むように拡大した。テラパワー社は日本の大型化概念に対して経済性向上の観点で興味を示している。

今回の覚書の改定では高速炉の経済性向上のための概念大型化、金属燃料の安全性などを新たな協力の議論の範囲として追加した。具体的な追加項目は、以下である。

- ・既存のナトリウムの仕様よりも原子炉や付帯設備を大型化した場合の、各種システムの概念についての検討
- ・金属燃料のシビアアクシデントの情報交換など
- ・日本ではまだ認められていない「ナトリウム」の許認可を得る戦略についての支援

このような取組を通じて、日米ならびに世界のクリーンエネルギーの将来のため、高速炉開発の進展が強く期待される。 【野沢将胤】

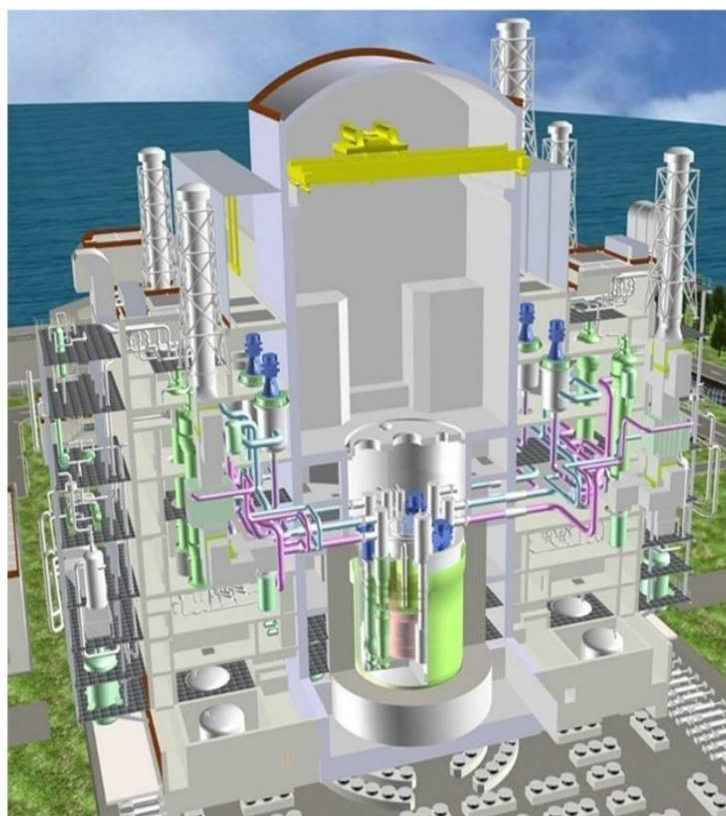


図1. ナトリウム冷却タンク型高速炉のイメージ
出所：三菱重工