

高速炉開発の現状と今後

「もんじゅ」の廃止措置と高速炉の開発目標

Current Status and Future of Fast Reactor Development

Decommissioning measures for "Monju" and development goals for fast reactors

(原子燃料サイクル部 サイクル戦略G)

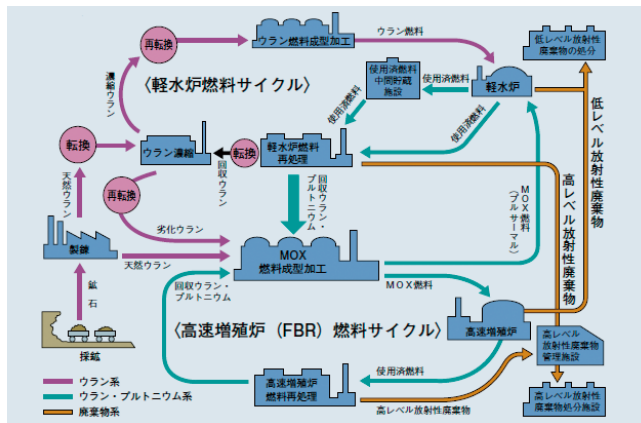
我が国の高速炉開発は、世界最高レベルの技術基盤の維持・発展を図りつつ、高い安全性と経済性を同時に達成する高速炉を開発し、将来的な実用化を図ることを目標に、現在、国の「戦略ワーキンググループ」において、今後10年程度の開発作業を特定する「戦略ロードマップ」の策定作業を進めている。

(Strategic Planning Nuclear Fuel Cycle Dept. Nuclear Power DV.)

The goal of fast reactor development in Japan is to maintain and develop the world's most advanced technical base, develop a fast reactor that simultaneously achieves high safety and economic efficiency, and to put it into practical use in the future. Currently Japan's "Strategic Working Group" has been working on the formulation of a "strategic roadmap" that identifies development work for the next 10 years.

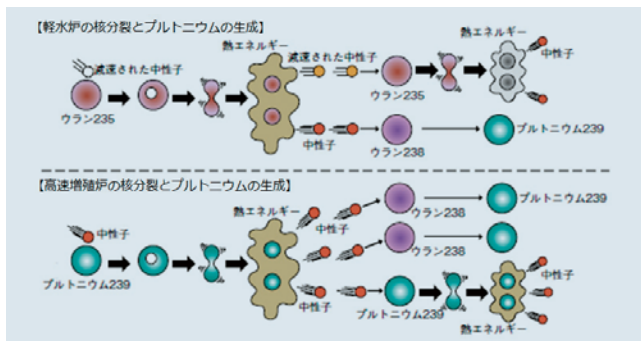
1. はじめに

原子力発電所で発生した使用済燃料は、再処理することによって、再利用できるウランや（ウラン238が中性子を吸収してできた）プルトニウムを取り出して再び燃料にすることができる。



第1図 原子燃料サイクル

高速増殖炉は、発電しながら消費した以上の燃料を生産できる原子炉で、炉心の周辺を劣化ウランなどで囲み、この劣化ウラン中のウラン238がプルトニウム239に変わり燃料となる。高速増殖炉の実用化までの間は、軽水炉によるプルトニウム利用（プルサーマル）等でウラン資源の有効利用を図ることとしている。



第2図 高速増殖炉の仕組み

2. 「もんじゅ」の廃止措置

高速増殖炉は、1960年代から開発が進められ、1977年には日本原子力研究開発機構の実験炉「常陽」が臨臨界を達成した。これに続き原型炉「もんじゅ」が、1994年に初臨界に達したが、その後のナトリウム漏えい事故、炉内中継装置落下等のトラブルで長期停止となっていた。

2016年12月21日、国の原子力関係閣僚会議において、「もんじゅ」については、一定の成果が得られた一方で、新規規制基準対応に伴う「もんじゅ」再開に要する時間的・経済的コストの増大等から、原子炉としての運転再開はせず、今後廃止措置に移行することが決定された。なお、「もんじゅ」の運転再開によって得られる知見については、「もんじゅ」再開によらない新たな方策によって獲得していくこととした。



第3図 原型炉「もんじゅ」

「もんじゅ」の取得した成果としては、発電機能を有する実規模の高速増殖原型炉として、準国産技術で設計・製作・建設し、ループ型高速炉発電システムの成立性を初めて確認するとともに、40%出力までの機能・性能を確認したことが挙げられる。また、建設により、炉心・燃料、機器・システム、ナトリウム取扱等の設計・取扱技術に加え、次期炉、軽水炉他へ活用できる大型機器製造技術等の多くの技術を得るとともに、「高速増殖炉安全設計審査指針」等の国の指針類の整備に寄与している。

3 高速炉開発

(1) 開発目標

「もんじゅ」は廃止措置に移行することとなったが、我が国は高速炉開発の推進を含めた原子燃料サイクルの推進を基本的な方針としており、高速炉開発については、世界最高レベルの技術基盤の維持・発展を図りつつ、高い安全性と経済性を同時に達成する高速炉を開発し、将来的な実用化を図り、もって国際標準化に向けたリーダーシップを最大限に発揮することが目標に掲げられている。

現在、国、メーカー、電気事業者、日本原子力研究開発機構をメンバーとする国の「高速炉開発会議 戦略ワーキンググループ」において、今後10年程度の高速炉開発作業を特定する「戦略ロードマップ」の策定作業が進められている。

(2) 仏国「ASTRID」協力について

プラントデザインの決定（炉型・規模等の諸元含む）までに行われる要素技術の開発にあたり、開発段階の近い他国とも協力して進めることが適切であるとされ、仏国とのASTRID (Advanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration) 協力を進めている。技術的知見獲得に努めるべき代表的な高速炉特有の技術課題、

- ・ 炉心燃料関連技術
- ・ ナトリウム取扱い・主要機器関連技術
- ・ 余熱除去・安全対策技術
- ・ プラントシステム技術・保守管理技術

について、ASTRID協力では、要素技術の開発を日仏で分担するとともに、共同評価、設計協力を実施し、その協力範囲を拡大しつつある。

【ASTRIDの仕様】

- ・ 熱出力：1,500MWt、電気出力：600MWe
- ・ タンク型ナトリウム冷却高速炉
- ・ 第4世代原子炉

【主な特徴】

- ・ 長寿命核種の核変換が可能な炉心
- ・ シビアアクシデント対応（コアキャッチャー等）
- ・ 多様な崩壊熱除去システム
- ・ 発電系にガスタービンの採用を検討

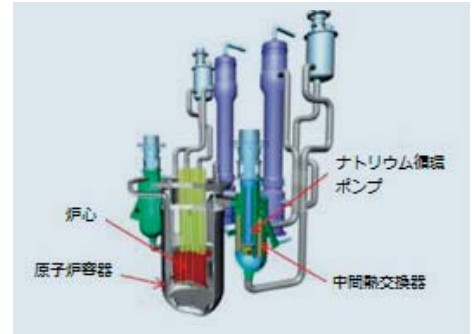
(3) 高速炉プラントデザインの決定に向けて

高速炉は大きく分けて、「もんじゅ」のような「ループ型炉」、仏国「ASTRID」のような「タンク型炉」の二つの型がある。将来実現を目指す高速炉の炉型・出力規模の決定にあたっては、耐震性、メンテナンスのし易さ、経済性等を考慮する必要がある。

①ループ型炉

「ループ型炉」は、炉心を収納した原子炉容器、ナトリウム循環ポンプ及び中間熱交換器を配管で接続してい

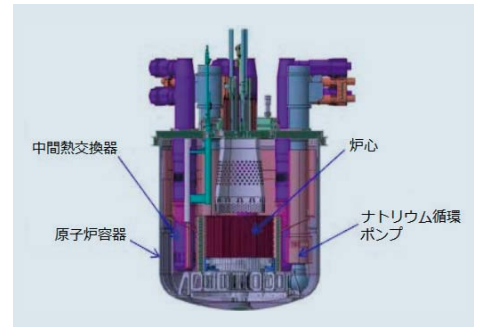
る。支持荷重が小さいため、耐震性の問題は小さい。原子炉容器内が簡素であり、かつ各機器が分散配置されているため接近して検査することが容易というメリットがある。一方、中間熱交換器の保守時に、一次系配管の切断が必要となる。



第4図 ループ型炉

②タンク型炉

「タンク型炉」は主要機器を一つの原子炉容器に収納しており支持荷重が大きいため、出力規模を上げると耐震性が課題になり得る。一方、中間熱交換器と一次系のポンプは原子炉容器から引き抜いて保守可能であるとともに、一次系機器を集中配置するため、建屋を縮小できるというメリットがある。



第5図 タンク型炉

4 今後の開発ステップ

技術開発は、「実験炉（常陽）」→「原型炉（もんじゅ）」→「実証炉」→「商用炉」の順で段階的に推進することとしている。高速炉特有の技術課題を克服するため、これまで「常陽」や「もんじゅ」で獲得してきた技術を整理し、今後獲得すべき技術の取得を進め、今後は、プラントデザイン（炉型・規模等の諸元含む）の決定、統合システムの設計（個別の技術をプラント全体のシステムとして統合）、実証炉の建設・運転、商用炉へと開発を進めていくことになる。

5 おわりに

高速炉を含む原子燃料サイクルについては、資源の有効活用、廃棄物の減容の観点から重要であり、高速炉開発については長期的視点に立ち、一貫性を持って推進していくべきものと考えている。



執筆者／小池秀一