

高速増殖炉サイクル技術の研究開発に関する参考資料

1. 高速増殖炉サイクル技術の研究開発の位置付けについて

高速増殖炉サイクルは、発電しながら消費した燃料(プルトニウム)以上の燃料を生産し、使用済燃料から多くの有用成分を分離・回収して、再び燃料に加工し、原子炉で使用するというリサイクル型のシステムであり、ウランの利用率を格段に向上させるという特徴を有する。

また、高速増殖炉は、高レベル放射性廃棄物処分場の処分容量を決定する重要な要因である廃棄体の発熱量を決める物質の一つであるマイナーアクチニド¹を軽水炉に比較して効率的に燃焼できるので、使用済燃料の再処理においてマイナーアクチニドを分離・回収して、プルトニウムに添加した燃料を高速増殖炉で利用することにすれば、この処分場の面積を小さくできる。さらに、このようにプルトニウムをマイナーアクチニドと混合したままで取り扱う核燃料サイクル施設を備えた高速増殖炉システムは、核拡散抵抗性が高いので、核不拡散と大規模な原子力利用という二つの要請を両立させる上で優れている。

以上のことから、これらの特徴を備えた高速増殖炉サイクル技術は、軽水炉システムに匹敵する安全性や経済性を有するものにできれば、将来における我が国のエネルギー安定供給に大いに貢献するのみならず、世界各国における原子力エネルギーの大規模かつ継続的な利用を可能にして世界の持続可能な発展に貢献する可能性が高い。

このため、我が国は、経済性等の諸条件が整うことを前提に、2050年頃から商業ベースでこの技術を導入することを目指している。高速増殖炉サイクル技術の研究開発について原子力政策大綱は、高速増殖原型炉「もんじゅ」の運転を再開するとともに、原子力機構が電気事業者とともに実施している「高速増殖炉サイクルの実用化戦略調査研究」(以下「実用化戦略調査研究」という。)フェーズが2005年度に終了するので、その成果を評価して、高速増殖炉サイクルの適切な実用化像とその実現に至るまでの研究開発計画を2015年頃から国として検討することを念頭において、これに続く研究開発の方針を速やかに提示することとしている。さらに、「常陽」を始めとする国内外の研究開発施設を活用し、海外の優れた研究者の参加を求めて、高速増殖炉サイクル技術の裾野の広い研究開発も行うこととしている。

また、原子力利用に革新をもたらす可能性が大きいこのような革新技术システムを実用化の候補にまで発展させるための研究開発については、国及び研究開発機関が、産業界とロードマップ等を共有し、大学や産業界の協力・協働を

得つつ、主体的に取り組むべきであり、さらに、産業界が実用化の対象として選択できる環境を整えるために、研究開発政策と産業政策を担当する関係行政機関が連携を進めることも重要であるとしている。

2．高速増殖炉サイクル技術に関する研究開発方針の検討について

文部科学省の科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会は平成18年7月28日に、原子力分野全般における今後5年間程度の期間を見据えた研究開発の推進方策を示した「原子力に関する研究開発の推進方策について」²を取りまとめた。そこでは、高速増殖炉サイクル技術の研究開発においては、研究開発の加速、国が主導する一貫した推進体制の下での実証段階を見据えた関係者の協働及び十分な資金の確保が必要であり、今後の取組において、目指すべき研究開発の方向性や戦略調査のための研究から実用化に向けた研究開発へのシフト等に留意すべきであるとしている。

さらに、文部科学省の科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会原子力分野の研究開発に関する委員会は平成18年10月31日に、実用化戦略調査研究フェーズの成果の評価とそれに基づいて検討した今後の研究開発方針について、国民の意見も聴取した上で取りまとめた「高速増殖炉サイクルの研究開発方針について」³を公表した。そこでは、高速増殖炉サイクル技術を構成する炉、再処理及び燃料製造の技術の組合せからなる複数の候補概念について、安全性、経済性、環境負荷低減性、資源有効利用性及び核拡散抵抗性の各開発目標を満足できる可能性の評価に技術的実現性等を加味した総合判断を行い、現在の知見で実用施設として実現性が最も高いと考えられ、今後研究開発を特に進めるべき実用システム概念として「ナトリウム冷却高速増殖炉(MOX燃料)、先進湿式法再処理及び簡素化ペレット法燃料製造」の組合せを選定している。

また、今後、10年間程度の研究開発については、選定された実用システム概念を中心に実用化に向けた技術開発を集中的に行うこと、実用施設への適用を目指す革新的な技術の採否の判断を2010年に行うこと、2015年頃に提示されるべき実用化像は、性能目標を満足できる確度が高い実用施設及びその実証施設の概念設計として示すことを方針とし、その名称を「実用化戦略調査研究」から変更して、「高速増殖炉サイクル実用化研究開発」として推進することが適切としている。

一方、経済産業省の総合資源エネルギー調査会 電気事業分科会原子力部会は平成18年8月8日に、今後の原子力エネルギー利用に関し、原子力政策大綱の基本方針を実現するための具体的方策を示した「原子力部会報告書～「原

子力立国計画」～」⁴を国民の意見も聴取した上で取りまとめた。そこでは、高速増殖炉サイクル技術の研究開発について、2025年頃までの実証炉及び関連サイクル実証施設の実現並びに2050年よりも前の商業炉の導入を目指して検討を行うこと、六ヶ所再処理工場に続く再処理施設の2045年頃の操業開始を目指して必要な技術開発を推進すること、高速増殖炉サイクルへの移行シナリオや時期については、軽水炉サイクルから高速増殖炉サイクルへ移行するという基本方針は保持した上で、柔軟に対応できるようにしておくこと、高速増殖炉サイクルの実証段階における軽水炉発電相当分のコストとリスクは民間負担を原則とし、それを超える部分は相当程度国の負担とする等、国の役割の明確化を図ること、高速増殖炉サイクル技術の開発に当たっては、枢要技術が世界市場で採用され、国際標準となるよう、戦略的な国際協力を推進すること、高速増殖炉サイクルの実証・実用化段階への円滑な移行のため、研究開発側と導入者側の間で協議を開始すること等が適切であるとしている。

なお、総合科学技術会議が策定した「第3期科学技術基本計画」(平成18年3月28日閣議決定)に基づく「分野別推進戦略」(平成18年3月28日)において、「長期的なエネルギーの安定供給を確保する高速増殖炉(FBR)サイクル技術」は、我が国の存立の基盤として、その開発には国家による大規模かつ長期的な支援が必要とされていることから、国家基幹技術として位置付けている。

3. 海外における高速増殖炉サイクル技術に関する研究開発動向について

高速増殖炉サイクルの研究開発は、原子力発電の利用が本格化し、20世紀末にはウラン資源の需給が逼迫すると予想された1960年代から欧米とロシアにおいて開始され、1970年代には米、仏、英及び露で原型炉クラスの原子炉が建設され、これらを含めてこれまでに約20基が運転されたものの、1980年代に入り、新たなウラン資源の発見と原子力発電の伸び率の減少、チェルノブイリ事故による原子力安全に対する不安の高まり等から、その実用化活動を長期的取組に位置付ける傾向が各国において顕著になってきた。

しかしながら、21世紀に入ると、原子力発電を大規模かつ長期的に利用していくことの人類の持続可能な発展に対する有用性の認識が高まり、21世紀後半には一定の経済性があれば高速増殖炉が導入されていく可能性が高いとも認識されるようになり、各国あるいは国際機関において高速増殖炉とその燃料サイクル技術の研究開発計画の見直しが行われており、以下の取組がなされている。

高速炉⁵を中心とする第4世代の原子炉システムに関する研究開発を国際分野で進めていくための枠組みである「第4世代原子力システム国際フォーラム（GIF）」の整備が進められている。また、国際原子力機関（IAEA）の呼び掛けにより、増加するエネルギー需要への対応の一環として、安全性、経済性、核不拡散性等を備えた革新的原子力システムの導入環境の整備等の支援を行うことを目的として「革新的原子炉開発プロジェクト（INPRO）」が国際協力により進められている。フランスにおいては、唯一の高速炉であるフェニックス炉の運転停止を控えて新たな高速炉として第4世代原子炉に属する原子炉の原型炉の建設に向けて検討が開始された。また、米国は、「国際原子力パートナーシップ（GNEP）構想」を打ち出し、高レベル放射性廃棄物処分場の処分容量増大させるために、軽水炉の使用済燃料から有用成分を回収すること、回収された有用成分を燃焼するための高速炉を建設すること、そして、これらが成功した場合にこの技術を通じて再処理サービスを国際社会に提供することにより、再処理技術の拡散を防ぐ核不拡散体制の強化に貢献することなどを目指し、その第一段階としてこうした可能性を有する技術の選択とその実現可能性を検討するための作業が開始されている。ロシアでは、2004年に、高速増殖炉建設と核燃料サイクル開発計画の達成を基本とする「持続的な経済発展のためのエネルギー戦略（2005年～2010年）」を国会で承認し、現在、実験炉「BOR-60」及び原型炉「BN-600」の運転を行うとともに、実証炉「BN-800」を建設中である。中国は、2008年の臨界を目指し、実験炉を建設している。インドは、現在、実験炉を運転しつつ、2010年の完成を目指し、原型炉を建設中である。

以上

-
- ¹ 原子番号89のアクチニウムから103のローレンシウムまでのアクチノイド元素のうち、アクチニウムを除いた元素群はアクチニドと呼ばれている。マイナーアクチニドとは、使用済燃料の中に生成するアクチニド元素のうち、生成量の比較的多いプルトニウムを除いた、生成量の比較的小さい元素のこと。具体的には、ネプツニウム、アメリシウム、キュリウムなどが含まれ、いずれも放射性核種である。
 - ² 文部科学省の科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会「原子力に関する研究開発の推進方針について」（平成18年7月28日）
URL:http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/suishin/06091106.htm
 - ³ 文部科学省科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会原子力分野の研究開発に関する委員会「高速増殖炉サイクルの研究開発方針について」（平成18年10月31日）
URL:<http://aec.jst.go.jp/jicst/NC/iinkai/teirei/siryu2006/siryu45/tei-si45.htm>
 - ⁴ 経済産業省総合資源エネルギー調査会 電気事業分科会原子力部会「原子力部会報告書～「原子力立国計画」～」（平成18年8月8日）
URL:<http://www.enecho.meti.go.jp/policy/nuclear/pptfiles/061020hokokusho.pdf>
 - ⁵ 「高速炉」のうち、炉心で消費されるよりも生産されるプルトニウムの量が多いものは「高速増殖炉」、逆のものは「燃焼炉」と呼ばれる。高速炉が増殖炉であるかどうかは炉心に増殖ブランケット領域を設けるか否かで決まることが多いので、同一原子炉でも炉心構成を変えることにより増殖炉にも燃焼炉にもなる。

原子力委員会の定める高速増殖炉サイクル技術の今後10年程度の間における研究開発に関する基本方針を踏まえた 実用化に至るまでの取組のイメージ

