

## 原子力イノベーションに向けた高速炉サイクル研究開発への取り組み

高速炉及びこれに対応した燃料サイクル（高速炉サイクル）は、今後の世界でのエネルギー需要の増加に対応し、太陽光、風力等の再生可能エネルギーとともに地球環境を保全する上で期待される持続的エネルギー供給システムです。高速炉サイクルは、ウラン資源の大部分の利用を可能とすることで千年を超える長期にわたってエネルギーを供給できる技術であり、また、長半減期を有し、高発熱、かつ、摂取した場合の毒性が強いマイナーアクチノイド（MA）を核変換することで、地層処分に供するガラス固化体の発熱や放射性毒性を大幅に低減することができるという特徴があります。

我が国における今後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」が、2018年12月に原子力関係閣僚会議にて決定されました。この戦略ロードマップでは、「今後のエネルギー技術の発展の不確実性や我が国のエネルギー資源の乏しさを考えれば、高速炉開発は中長期的には資源の有効利用と我が国のエネルギーの自立に大きく寄与する可能性がある。他方、廃棄物に関する課題は継続的なものであり、高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減に対する寄与の観点も重要である。」としており、従来の枠にとらわれず、新しい挑戦を促す原子力イノベーションが求められています。この中で、今後10年間程度の高速炉開発の道筋が示され、当面5年間程度は、民間でのイノベーションを活用し、多様な技術選択肢の可能性を探ることとし、その後は絞り込んだ技術を対象に、重点的に研究開発を進めるとしています。さらに、技術や経験の段階的な蓄積・発展の必要性を考慮して、21世紀半ば頃の適切なタイミングで現実

的なスケールの高速炉の運転開始が期待されています。

また、原子力機構には、民間が取り組む多様な技術開発に対応できるニーズ対応型の研究開発基盤を維持すること及び安全基準等の我が国の技術を国際標準化する取り組みを実施すること等が求められています。

これに向けて、国内外の最先端の技術を取り入れた先進的設計評価・支援手法、安全性向上技術、放射性廃棄物の減容化や高速炉の経済性向上に向けた技術、燃料製造・再処理等の燃料サイクル技術の開発に取り組んでいます。先進的設計評価・支援手法では、図7-1に示すように、様々な研究開発成果を集約したナレッジベースと高度な解析システムを、人工知能を駆使した評価システムに統合し、開発目標に応じた高速炉の最適化オプションを迅速に見いだすことを目指します。安全性向上技術の開発では、地震時の燃料集合体の複雑な振動特性を解析するコードを開発するとともに、炉心溶融事故時において溶融した燃料が冷却材と反応して微細化し、効果的に冷却可能となることを示唆する実験結果を得ています（トピックス7-1、7-2）。

また、放射性廃棄物の減容化・有害度低減に向けたMA核種の中性子捕獲断面積の精度向上（トピックス7-3）、高速炉の経済性向上に寄与する新しいタイプの長寿命制御棒の耐久性実証（トピックス7-4）を進めています。さらに、燃料サイクル技術では、粒度を制御しつつ均質なPu・U混合酸化物粉末を得る燃料製造技術の高度化の見通しを得ています（トピックス7-5）。このように、高速炉サイクルでの研究開発基盤を発展させる安全性向上や実用化に向けた様々な成果を得ています。

## ARKADIA

— Advanced Reactor Knowledge- and AI-aided Design  
Integration Approach through the whole plant lifecycle —

- 競争力のある3E+S適合プラント像の提示
- 開発期間短縮・コスト削減
- 技術散逸防止・伝承・発展、人材育成

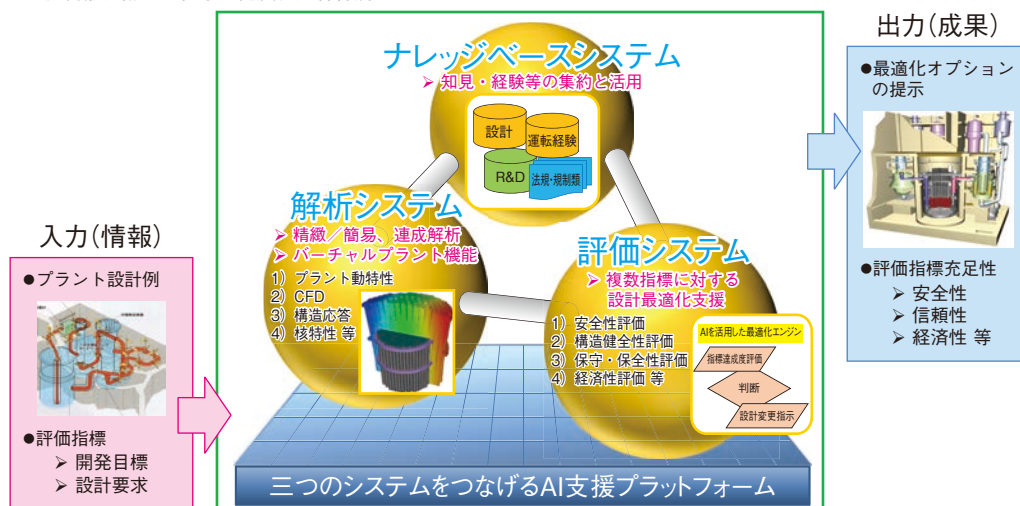


図7-1 先進的設計評価・支援手法（AI支援型革新炉ライフサイクル最適化手法）の開発

人工知能を活用し、高度化した解析手法とナレッジデータを統合してプラント寿命全般にわたる設計の最適化を支援します。