

骨子

0. 検討の経緯

<「高速炉開発の方針」>

- 今後 10 年程度の開発作業を特定する「戦略ロードマップ」を策定することを決定し、その検討のために高速炉開発会議の下に実務レベルの「戦略ワーキンググループ」を設置。

<戦略ワーキンググループの検討及び関連する議論・意見>

- ① ヒアリングから得られた知見（合計 14 回、20 名・機関等）
- ② 原子力委員会からの意見（平成 30 年 4 月）
- ③ これまでの高速炉開発から得られた結果（技術検討結果）（平成 30 年 6 月）
- ④ フランスからの高速炉開発における提案（平成 30 年 6 月）
- ⑤ 第 5 次エネルギー基本計画（平成 30 年 7 月）

1. 国内外の原子力、高速炉開発を巡る潮流

(1) 世界の動向

① 電力を含むエネルギー政策環境の変化

- 欧米を中心に、電力の自由化が進むとともに、発電コスト面での競争力がより重要になった。さらに、温室効果ガス排出量の削減要求を背景とした再生可能エネルギーの導入が進展する等、電力事業を巡る環境が大きく変化。
- 加えて、先進国のエネルギー需要の伸び率の鈍化と、新興国における需要の増大、シェールガスの普及等、様々な変化を背景に、電力産業の事業環境といった短期的視点に加えて、地球温暖化やエネルギーセキュリティの確保等、エネルギーの持続性確保の観点から、長期的視点かつ柔軟な対応が必要。

② 原子力政策を巡る環境変化

- 米国やカナダ、英国等において、更なる安全性向上の要求や、自由化市場における経済性の向上、再生可能エネルギーとの共存、水素製造・熱利用といったエネルギーの多目的利用等の課題に因應べく、民間の取組を中心として、政府による支援を含めた形で原子力技術のイノベーションを追求す

る活動を実施。

- 一方、フランス、ロシア、中国等では、従来どおり国の主導による原子力技術開発が継続。

③原子力研究開発体制の変化

- 近年、欧米諸国において、米国を筆頭に、民間の活力を生かす「競争的イノベーションモデル」による研究開発体制を構築する、新たな開発のアプローチを試行。
- 一方、ロシアや中国等では実用化に至るまで、国主導による開発を推進。

(2) 高速炉開発における目的及び技術の多様化

①目的の多様化

- 2016年にOECD/NEAが公表した「ウランレッドブック2016」によると、2014年時点の世界のウランの既知資源は、2014年のウラン需要量を基準とした場合、135年分に相当すると分析。しかし、様々なリスクから、天然ウランの価格が高騰する可能性を排除できない点を鑑みると、今後我が国が十分なウランを確保できなくなる可能性も存在。
- 資源の有効利用に加えて、高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減等の観点からも重要。

②技術の多様化

- 高速炉には、様々な炉型・燃料の仕様・組み合わせがあり、それぞれ技術的課題があるものの、その中でも国際的にナトリウム冷却高速炉とMOX燃料の組み合わせが燃料サイクル分野を含めて最も実績がある。
- しかし、前述のようなウラン資源のひっ迫時期の不確かさを含む原子力を巡る環境変化や高速炉の目的の多様化に伴い、求められる高速炉の技術も多様化。
- 米国、カナダ等では、民間の創意工夫の中で多様な炉型を検討。
- ロシアや中国では、技術の多様化を考慮して、ナトリウム冷却高速炉の実用化開発とともに他概念の研究開発も実施。

2. ロードマップに関する基本的考え方

(1) 高速炉開発の意義

- 従来、我が国は、核燃料サイクルの意義として、①資源の有効利用、②高

レベル放射性廃棄物の量の減少、③潜在的有害度（放射能レベル）の低減の3点の意義を掲げ、その一環として高速炉開発を推進。これらの意義は時代背景や政策環境により重心やプライオリティが変化。

- 前述の通り、現在、ウラン需給状況が変化している一方で、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存在。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が必要。また、米国や英国等では、プルトニウムマネジメントを主目的とした炉の開発も実施。
- ただし、これらの意義を実現するためには、高速炉開発に伴う技術的課題のみならず、高速炉に付随するバックエンドへの対応、立地対策や規制対応が必要。特に、高レベル放射性廃棄物問題は、将来世代に負担を先送りしないよう、現世代の責任として、その対策を確実に進めることが不可欠であり、国が前面に立って最終処分に向けた取組を進める。「科学的特性マップ」の公表を契機として、多様な対話活動の推進等の取組を一層強化し、複数の地域による処分地選定調査の受け入れを目指す。その過程においては、自治体にも丁寧に情報提供しながら取り組んでいく。また、使用済燃料の貯蔵能力の拡大に向けた政府の取組を強化する。加えて、将来に向けて幅広い選択肢を確保し、柔軟な対応を可能とする観点から、使用済燃料の直接処分など代替処分オプションに関する調査・研究を着実に推進する。
- こうしたことを踏まえると、ウラン需給の現状等の政策環境・社会情勢を勘案すると高速炉の本格的利用が期待されるタイミングは21世紀後半のいずれかのタイミングとなる可能性あり。しかしながら、新たなエネルギー危機の発生等、将来の政策環境の不確実性に関するリスクは存在。また、新しい技術の発展・成熟には実用化から一定の時間が必要である点や、再生可能エネルギー等の他の技術の進展・普及等の要因も考慮する必要があることに留意。
- また、上記の場合、技術や経験の段階的な蓄積・発展の必要性を勘案しつつ、例えば21世紀半ば頃の適切なタイミングにおいて、技術成熟度、ファイナンス、運転経験等の観点から現実的なスケールの高速炉が運転開始されることが期待される。

(2) 高速炉を含めた原子力技術に関する研究開発政策の在り方

- 電力自由化の進展や再生可能エネルギーの導入の加速化、発電コスト面での競争の激化など原子力を取り巻く社会環境は大きく変化していることを踏まえると、高い安全性を確保した上で、更なるコスト低減を志向した開発に際し、将来への不確実性にしなやかに対応できるアプローチが重要。
- 我が国の今後の高速炉の研究開発においては、これまで培った技術・人材を最大限活用し、多様な高速炉技術の競争を促進。国は長期的なビジョンを示し環境整備を行う一方で、国立研究所は開発計画立案・推進に技術面で参画するとともに研究開発基盤の維持発展を図る。
- メーカーは多様な技術開発を推進しつつ炉概念を提案する。
- ユーザーたる電気事業者等のステークホルダーは最も望ましい炉概念を選択する等、各機関がそれぞれの役割を適切に果たすことが重要。
- このように、高速炉の開発に当たっては、民間の創意工夫を取り入れ、国、国立研究所、電気事業者等のステークホルダーが適切な役割を果たすことによって、国内外の動向を想定した取組が進められることが必要。その際、軽水炉を含む他の原子力技術開発との一体性と高速炉の各開発段階における特有の配慮の双方が重要。
- 高速炉の開発に当たっては、その技術的特性を精査し、東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓も踏まえて、規制への適応を念頭に高い安全性を追求することは当然である。例えば、米国やカナダをはじめとした諸外国では、事前審査の実施等の取組によって規制の予見性を確保している他、開発側と規制側がワークショップを共催するなど、事前に開発側と規制当局が情報共有等の対話を行う仕組みが導入されつつある。

(3) 今後 10 年程度の各プレイヤーの役割

① 国による方向性の提示

- 民間が創意工夫をして技術開発を促進していくモデルの技術開発を進めるために、政府は、エネルギー基本計画等を通して、将来的な原子力開発の方向性を示し、高速炉の研究開発について、民間が技術提案を行う際の前提となる目標を提示。
- 開発に当たっては、関係省庁間で適切に役割分担を行いつつ、その分担によって切れ目が生じることに伴う諸障壁に直面することのないような適切な取組が必要。

②電気事業者等ステークホルダーの関与

- 高速炉の利用を選択する電気事業者や資金調達に関与する金融機関等は、最終的な技術の選択を行うだけではなく、将来性のある技術に対しては早期の段階から開発に関与していくことも重要。他方、電気事業者や金融機関等の民間の投資を促進するためには、政府としての制度面からの支援等も重要。

③技術成熟度に応じた資金支援

- 原子力の技術開発は、中長期的な視座で取り組むべきものであり、また民間が単独では負担できないリスクを内包するものであることから、民間のリソースの活用を前提として、国としては適切な規模の財政支援を行うことが必要。
- 同時に、技術の成熟度に応じて段階的な支援制度を導入する等の開発段階の実態に即した研究開発・技術開発支援を実施し、実現性が高いと評価された技術に重点化し、着実に進めていけるよう、国際協力も活用して効率的に開発を行っていく。

④研究開発基盤の提供

- 原子力の研究開発・技術開発が永続的に生まれていく環境を整備するという観点から、日本原子力研究開発機構（以下、「原子力機構」という。）や大学の活動を中心とした原子力分野の研究開発・人材育成と、これらを支える研究開発基盤の維持・発展を図っていくことが必要。特に、高速中性子照射による健全性への影響を確認するための機能や、プルトニウムや機微技術の研究開発施設等の研究基盤は、国際競争力の観点からも維持すべき。
- 原子力機構がこれまでに蓄積してきた高速炉開発を中心とする知見について、広く民間との共有を図るという視点の下、民間の取組として多様な技術開発に対応ができるニーズ対応型の研究基盤を整備していくことが必要。
- 原子力機構は、国内外の最先端の技術を取り入れつつ設計手法や安全基準等の我が国技術を国際標準化する取組を実施。

⑤メーカーの創意工夫を活かしたイノベーションの実現

- 実際に技術開発を行うベンダーとしてのメーカーは、前述のような支援制

度を適切に活用しつつ、政策目標や開発目標に応じた技術開発を推進。開発に当たっては、創意工夫をこらして、イノベーションを実現すべき。

⑥技術評価と選択

- 国は、エネルギー基本計画の改定等の適切なタイミングにおいて、個々の技術について、バックエンド関連技術を含めた技術の実現可能性、得られるメリットや必要となるコストについて必要な検討・評価を行い、以降の技術選択について見直しを行うことが必要。

3. 今後の開発の作業計画

(1) 研究開発の進め方

- 高速炉の実用化に向けた研究開発は中長期に及ぶが、今後の開発方針は大きく、三つのステップに区分。
 - ① 競争を促し、様々なアイデアを試すステップ
 - ② 絞り込み、支援を重点化するステップ
 - ③ 今後の開発課題及び工程について検討するステップ
- まず当面5年間程度は、これまで培った技術・人材を最大限活用し、民間によるイノベーションの活用による多様な技術間競争を促進。(ステップ1：競争の促進)
- 2024年以降に採用する可能性のある技術の絞り込みを、政策実現性を確認する国、技術的知見を有する原子力機構、最終ユーザーであり事業化の見通しを判断する電気事業者が、技術的実現性に責任を有するメーカーの協力を得て実施。(ステップ2：絞り込み・重点化)
- 再生可能エネルギーの導入状況等の社会環境の変化を踏まえつつ、高速炉開発及び高速炉に付随するバックエンドへの対応、立地対策や規制対応、コスト評価を含め実現可能性を検討の上、場合によっては今後の開発の在り方について見直しを行う。その際、プルトニウム保有量の削減にも留意。
- その前提の下、一定の技術が選択される場合、関係者の理解が共通化されたタイミングで、現実的なスケールの高速炉の運転開始に向けた工程を検討。(ステップ3：今後の開発課題及び工程についての検討)
- なお、市場メカニズムが適切に働かない場合には、他の電源と同様に、適切な規模の市場補完的な制度措置が必要。立地地域との諸調整は、軽水炉での立地経験を有する電気事業者によって行われることが適切であり、国

は、電気事業者や立地地域との連携の下、制度面での支援を実施。また、適切な事業運営体制が構築されることが必須。

- 加えて、金融機関や原子力発電技術の最終ユーザーである電気事業者を中心とした開発資金調達のメカニズムの構築も重要であり、政府はそのような仕組みが機能する環境整備を実施。
- 開発を進めていく上では、国民・立地地域の理解が重要。

(2) 開発作業の体制

- 高速炉開発の実施に当たっては、科学技術基本計画にも定められているとおり、今後のエネルギー基本計画の改定を含む一定の段階でホールドポイントを設け、研究開発の成果の状況・進捗・妥当性の確認を実施し、その結果を今後の計画に適切に反映する必要。さらに、その次の段階において必要なこと、それを行う役割分担も含め、議論・見直しが必要。
- また、政策目標や開発目標等の整合性をはじめ、開発状況を評価するには、多様な有識者の意見を聞くことが必要。また、国内外の最先端技術の動向にも高いアンテナを張り、収集していくことが必要。これらを経て、都度その進め方について再検討を行った上で、必要に応じ、本戦略ロードマップについても改定する等が必要。なお、これらの議論は原子力関係閣僚会議及び高速炉開発会議において、官民が連携した体制で実施。

4. 国際協力の活用

- 今後の開発に当たっては、フランスや米国等との二国間及び多国間でのネットワークを活用した国際協力によって、研究基盤や規制に関する知見等を共有しつつ、実用化のための技術基盤の確立とイノベーションの促進に、国内外一体となって取り組む。ただし、国際協力の活用の際には、政治的・経済的な条件が異なり、常に相手国の政策変更リスクが伴うことに留意。

(以上)