

総合講演・報告2 「放射性廃棄物の処理・処分と分離・変換技術」研究専門委員会

**分離・変換技術の廃棄物処理・処分への適用：
先進的核燃料サイクルの総合的な性能評価の試み**
(1)「放射性廃棄物の処理・処分と分離・変換技術」研究専門委員会
における活動概要

Application of partitioning and transmutation technology to waste management:

An attempt to assess total performance of advanced nuclear fuel cycle

(1) Overview of activities in research committee on radioactive waste management
with partitioning-transmutation technology

*稲垣 八穂広¹

¹九州大学

「放射性廃棄物の処理・処分と分離・変換技術」研究専門委員会では、分離・変換技術を含む先進的な核燃料サイクルについて調査し、二次廃棄物も含めた各種廃棄物の処理・処分に及ぼす影響を定量的かつ総合的に検討・評価するために、先進的核燃料サイクルの総合的な性能評価を実施している。本発表では、その背景と活動概要について述べる。

キーワード：核燃料サイクル，性能評価，放射性廃棄物，処理・処分，分離・変換

1. 研究の背景

現在の核燃料サイクルは、燃料となるウランの採鉱に始まり、精錬、転換、濃縮、再転換、燃料ペレット製造、原子炉での燃焼と発電を経て、使用済燃料の再処理、さらには各工程で排出される放射性廃棄物の処理と最終処分（バックエンド）に至る複数の工程（要素プロセス）がつながる複合システムである。この核燃料サイクルをより優れたもの（安全性、経済性、持続性、環境負荷低減性、等の向上）に進展させることは、各要素プロセスの性能向上にとどまらず、プロセス間の整合をはかり、サイクル全体としての総合的な性能を向上させることに他ならない。例えば、仮に安全性や経済性に優れた新たな原子炉が開発されたとしても、それに使用する燃料の製造プロセスや発生する廃棄物の処理・処分プロセスに過大な負担が掛かるとすれば、サイクル全体性能の観点からは必ずしもサイクルを進展させることにはならない。すなわち、部分最適化の段階から一步進めて、サイクル全体を俯瞰した全体最適化を進めることが必要不可欠である。

我が国の核燃料サイクルの研究・開発はこれまで欧米の先進諸国を手本にしたキャッチアップ型で進められ、そこでは部分最適化に重点を置いた進め方で全体最適化をはかることも可能であった。先進諸国に追いついた現在、我が国にとって具体的な手本は存在せず、核燃料サイクルの新たな展開を図るには自らの考えと基準を持って全体最適化を進めるしかない段階に至っており、その事実を正しく認識することが必要である。ここで、全体最適化は多くの異なる分野の技術や知見を統合し新たな価値基準を構築する作業であることから、部分最適化に比べて何倍も難しい作業である。換言すれば、部分最適化は特に意図しなくとも自然に進むが、全体最適化は確固たる意図と長期的な戦略を持たなければ決して進まない作業であると言える。この意味で、核燃料サイクルという複合システムを進展させる事は、この全体最適化を進める事に等しいと言える。

近年、放射性核種の分離・変換に関する研究が進み、この技術を核燃料サイクルから発生する高レベル放射性廃棄物に適用することで、その処理・処分にかかる負担を低減できる可能性が議論されている。しかしながら、分離・変換技術の適用がサイクル全体としての総合性能に及ぼす効果については、その利点・欠点を含めて十分に評価されているとは言えず、全体最適化の観点からの具体的・定量的な評価が強く望まれる。

本研究専門委員会は、分離・変換技術が高レベル放射性廃棄物の処理・処分に及ぼす効果を核燃料サイクルの全体最適化の観点から具体的・定量的に評価することを目的とし、その適用のあり方について現実的かつ合理的な提案を目指すものである。バックエンド部会および再処理・リサイクル部会の有志メンバーを中心に他分野の専門家も交えて広範な議論を進めており、ここではこれまでの議論の進展経過について報告する。

2. 性能評価の基本的な進め方

核燃料サイクル全体としての総合的な性能評価を行うにあたり、まず始めに評価フレームの設定が必要となる。その一方法として、ここではウラン採鉱から放射性廃棄物の最終処分までのサイクルの各要素プロセス（技術）をそれらのつながりを含めて整理し、それぞれのプロセスで重要となる特性（例えば、安全性、経済性、環境影響、技術開発リスク、等）と合わせてマトリクス（技術-特性マトリクス）を設定した。次に、分離・変換技術の適用がマトリクス中のそれぞれの項目（マス）にどのような変化を及ぼすかを現時点の技術・情報を元に整理した。このような整理を進めていくと当然のことながら、現時点の技術・情報のみでは十分な確実性や定量性を持って埋められないマスが出てくる。本整理の第一の目的は「どのマスが埋められないのか？」を明らかにすることであり、さらには「そのマスを埋めるには何が必要か？」「そのマスを埋めることは現実的に可能か？」「そのマスを埋めることはそもそも必要か？」といった様々な課題を抽出して体系的に整理することとした。

次に、評価フレームとなる技術-特性マトリクスを埋めて総合的な性能評価を行うには、評価対象とするいくつかのサイクルの形を設定して比較評価する必要がある。ここでは以下の3種類のサイクルを評価対象として設定し、それぞれに分離・変換技術を適用した場合の評価を進めた。なお、技術-特性マトリクスの詳細については、この後に続くシリーズ発表にて報告する。

A：現行軽水炉サイクルを対象とした検討

B：MOX プルサーマルサイクルを対象とした検討

C：高速炉サイクルを対象とした検討

以上が性能評価の基本的な進め方であるが、実際の作業にあたっては関連する様々な条件を設定する必要がある。ここではその条件設定の基本的考え方として以下の様な方針を採用した。なお、A,B,C の各サイクルにおける条件設定の詳細および評価の過程と結果については、この後に続くシリーズ発表にて報告する。

- ・現実的な条件設定
- ・根拠が明確にできる条件設定
- ・上限／下限を考慮した条件設定
- ・様々な研究分野で共有できる条件設定
- ・不明点は不明であることを明示する

3. 最後に

本研究専門委員会は、上述の基本的な進め方に基づいて、分離・変換技術と核燃料サイクル全体としての総合性能を評価する活動を開始した。この活動は入学試験の様に一つの決まった正解を目指すものではなく、「何が問題であるのか？」を整理することで問題の本質を明らかにすることを目的とするものである。問題の本質を明らかにできれば、その問題は大方解決できたことであり、そのためには様々な観点からの議論およびそのプロセスの整理と共有が重要である。従って、多くの方々から様々なご意見を伺えることを切に期待するものである。

*Yaohiro Inagaki¹

¹Kyushu University