

分野の垣根を越えた議論を

2017年度バックエンド部会長

稲垣 八穂広

核燃料サイクルは様々な分野の技術や知見を統合してはじめて機能する複合システムである。読者であるバックエンド分野の専門家の皆様にこのような初歩的な事項を説明するのは甚だ失礼であることをお許しいただき、敢えて原点に立ち戻った話を進めさせていただこうと思う。

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、燃料ペレットの製造、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）に至る複数の要素プロセスがつながるサイクルである。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）に進展させることは、各要素プロセスの性能を向上させるとともに、プロセス間の整合を図り、サイクル全体としての性能を向上させることに他ならない。例えば、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、もし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歩進めて、サイクル全体を俯瞰した全体最適化を進めることが重要となる。このような視点から我が国の核燃料サイクル進展のための研究・開発の現状を見ると、部分最適化に比較して全体最適化が必ずしも充分に図られていない様に思うのは筆者だけであろうか。

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も達成することが可能であった。先進諸国に追いついた現在、我が国にとって直接的な手本は存在せず、新たな展開を図るには自らの考えと手段で全体最適化を進めるしかない段階にある事を認識することが重要である。全体最適化は、異なる多くの分野の技術や知見を統合し新たな基準を作って評価を進める作業であることから、部分最適化に比べて難しい作業である。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方法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雑な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。また、人口減少と経済発展の鈍化により研究開発資源が減少する状況にある我が国においては、研究開発資源の効果的な配分が重要課題となるが、そこで最も重要な原理となるのも、やはり、バランスのとれた全体最適化の視点である。

以上の様な私見のもとにバックエンド分野を眺めてみると、バックエンド分野もまた様々な専門分野の技術や知見を統合して機能する複合システムである事に気付く。例えば、高レベル廃棄物の地層処分について見ると、高レベル廃液のガラス固化では材料科学や化学工学の技術と知見が必要であり、処分場の建設では土木工学や地盤工学の技術と知見が、また、地層処分の安全性評価では材料科学、放射化学、地球化学や生物学に加えて地質学、鉱物学、水理学、地球科学、等の様々な分野の技術と知見が必要である。ガラス固化体の製造条件はガラス固化体の性能に影響を及ぼし、ガラス固化体の性能は地層処分の性能に影響を及ぼす。また、処分場の環境特性は天然バリア中の核種の移行挙動に影響を及ぼすと同時に人工バリアであるガラス固化体、オーバーパック、緩衝材の性能にも大きな影響を及ぼすことから、地層処分を構成するこれらの要素プロセスは互いに強い相関関係を持つことになる。従って、地層処分の研究・開発を合理的に進め、安全で信頼性が高く経済的な処分の実施に至るには、これら様々な分野の技術や知見を統合し、その全体最適化を進めることが必要不可欠であると言える。ここで、バックエンドを取り巻く様々な状況は国によって異なるため、他国の進め方は我が国にとって参考にはなるものの直接的な手本にはなり得ない、すなわち、自らの考えと手段を持って全体最適化を進めるしかない事を十分に認識することが重要であると考えられる。

筆者がバックエンド分野に足を踏み入れた 30 年ほど前は我が国のバックエンド分野の研究・開発が本格的に展開し始めた時期と重なるが、その頃の学会や各種の会議においては様々な分野の研究者・技術者が分野の分け隔てなく率直で広範囲な議論を交していたことを記憶している。しかしながら、時を経るにつれて専門分野の細分化が進み、それに従って全体最適化に関する分野横断的な議論および議論の場がだんだん少なくなっているように感じているのは筆者だけではあるまい。専門分野の深化が進めばその理解には時間を要し、多くの専門分野の膨大な内容を全て理解することは難しいと感じられ、また、自身の専門分野に異分野から口を挟まれることを快く思わない場合もしばしばある。さらには、自身の知識や理解が浅い段階で異分野の議論に参加する事を恥ずかしく面倒くさいと思う風潮があり、それらが他分野への関心を鈍らせる原因の一つになっていると考えられる。しかしながら、他分野への無関心が続けば全体最適化に至る道は閉ざされ、バックエンド分野の進展も不可能になる。自身の専門分野を超えて異分野に大いに口を挟み分野横断的な議論を進めることが現在の我々にとって最も必要な事ではないか。自身の理解を深め、かつ、相手の理解を深めるにはこの方法しかない。素朴な疑問にこそ本質的な意味が含まれることを思い出していただきたい。さらには、全体最適化を進めるための仕組みや体制の構築も必要となるが、その形も分野横断的な議論を進めることで初めて見えてくるのではないかと考える次第である。また、全体最適化に関する分野横断的な議論は、バックエンドの必要性や重要性を社会の多くの人々に理解してもらうための重要な一歩になることも付け加えておきたい。

以上、取り留めのない愚見を述べさせていただいたが、バックエンド部会での今後の議論のきっかけの一つになれば、また、様々なご批判ご意見をいただければ筆者の幸いとすところである。

(2018 年 5 月)