



文部科学省

MINISTRY OF EDUCATION,
CULTURE, SPORTS,
SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN

資料2-1

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
原子力科学技術委員会 原子力研究開発・基盤・人材作業部会
群分離・核変換技術評価タスクフォース(第1回)

R3. 7. 30

群分離・核変換技術 に関するこれまでの経緯

研究開発局 原子力課

群分離・核変換技術評価作業部会 中間的な論点のとりまとめの概要

1. 検討内容について

原子力委員会「分離変換技術検討会」(2009年)において、分離変換技術に関する研究開発の現状と今後の進め方について、概ね5年ごとに評価することが適当と指摘されている。

文部科学省はこれを踏まえ、科学技術・学術審議会の下に、本年7月9日付けで作業部会(主査:山口大阪大学院教授)を設置し、専門家による群分離・核変換技術の開発の必要性と方向性について議論を行ってきたところ。

2. 中間的な論点のとりまとめの概要について

- 群分離・核変換技術の現状等を評価し、当面の研究開発の進め方や今後検討すべき課題等について、論点のとりまとめとして整理した。
- 中間的な論点のとりまとめでは、群分離・核変換技術について、実験室レベルの段階から、工学規模の段階に移行することが可能な研究開発段階にあり、このため、J-PARCに核変換実験施設(工学規模の試験施設)を整備することが期待されると評価している。
- 今後、高速炉サイクルによる核変換技術との相互比較評価や核変換実験施設の実現性のチェックアンドレビューを行いながら、研究開発を進めることとする。
- 第5回(10月30日)の会合において、中間的な論点の検討を行い、とりまとめた。



図1 群分離の概要

2008年: 特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針(改定)

国及び関係機関は、最終処分の負担軽減等を図るため、長寿命核種の分離変換技術の研究開発について、国際協力、国際貢献の視点等も加味するとともに、定期的な評価を行いつつ、着実に推進することが必要である。

2009年: 原子力委員会「分離変換技術検討会」報告書及び委員会決定

- ・発電用FBR(高速増殖炉)サイクル技術の実用化を目指した研究開発の一部として、与えられた性能目標に対する貢献度を定期的に評価し、目標の達成に向けた開発計画に沿って、これら課題に関わる見通しや判断が提示できるように進めるべきである。
- ・概ね5年ごとに、基礎データの充足や、準工学・工学研究の進展等についての状況の評価することが適当。

図2 群分離・核変換技術の位置付け

文部科学省の審議会の原子力科学技術委員会群分離・核変換技術評価作業部会において、議論を行い、2013年11月に中間的な論点をとりとまとめ。同作業部会では、2014年と2015年に技術開発の進捗状況のフォローアップを行い、それぞれ「核変換実験施設の技術課題進捗に係る見解について」、「群分離・核変換技術に係る研究開発の今後の進め方について」を示し中間とりまとめに沿った進捗を確認している。

中間とりまとめでは、ADS技術の考え方について以下のように記載。

- ADSを用いた核変換技術は、将来の様々な状況に柔軟に対応できる可能性を有していることから、高速増殖炉サイクルの研究開発と並行して研究開発を進める有望な技術選択肢である。
- 今後、ADSを用いた核変換技術については、工学規模での技術的成立性の確認に取り組むことが必要であるが、今後の我が国における原子力政策の方向性が明確になっていく過程で、導入シナリオ等を再検討する必要があるとともに、我が国の原子力発電システムへの群分離・核変換技術の本格導入について検討する段階では、「発電用高速炉利用型」の均質サイクル概念と、ADSによる「階層型」サイクル概念について、技術的成立性や費用対効果の点に関し、相互比較評価を行った上で判断されることが適当である。

また、大強度陽子加速器施設J-PARCの第II期計画として整備が検討されている核変換実験施設については、工学段階の試験施設として整備が期待されるとしている。

【ADSターゲット試験施設(TEF-T)】

大強度陽子ビームでの核破砕ターゲットの技術開発及び材料の研究開発を行う施設。既に稼働しているJ-PARCの物質・生命科学実験施設の知見・経験等を生かし、実用ADSに相当する陽子ビーム条件での材料照射試験が実施可能なPb-Biターゲット概念が提案されている。

【核変換物理実験施設(TEF-P)】

低出力で未臨界炉心の物理的特性探索とADSの運転制御経験蓄積を目指す施設。既存の高速炉臨界実験装置での知見・経験及び燃料等の資産を有効に活用し、MA含有燃料の使用と小出力陽子ビーム(400 MeV、10 W)の導入が可能な施設概念が提案されている。

原子力委員会「分離変換技術検討会」報告書及び委員会決定

2009年の原子力委員会の「分離変換技術に関する研究開発の現状と今後の進め方」では、分離変換の導入効果や高速炉・ADS双方に関する研究開発課題等について提示している。

①分離変換の導入効果

分離変換技術を用いて高レベル放射性廃棄物(HLW)からMAを分離変換することの意義については、潜在的有害度の低減、地層処分場に対する要求の軽減、廃棄物処分体系の設計における自由度の増大の3つに整理されている。関連する記載の一部を以下に例示。

「HLWの潜在的有害度が軽水炉燃料の原料である天然ウランとその娘核種のそれを下回るまでには約1万年を要するが、MAの分離変換技術を導入し、廃棄体へのアクチノイド元素の移行率を十分小さくできれば、この期間が数百年にまで短縮される。」(pg5)

「MAの発熱は地層処分されたガラス固化体の温度を支配する重要な因子であるから、MAの分離変換を導入した場合単位発電量あたりの所要処分場(の廃棄体定置)面積を低減できることが予想される。発電量あたりのガラス固化体発生量とガラス固化体一体当たりの所要面積から評価した発電量あたりに必要な処分場面積は、MA分離変換を導入した場合、UO₂燃料軽水炉の場合で80%程度に、UO₂燃料軽水炉の場合の2倍以上の面積が必要になるMOX燃料軽水炉の場合には30%程度に、UO₂燃料軽水炉の場合の30%増の面積が必要になる高速炉の場合には40%程度に削減される。」(pg6)

「MA分離変換と発熱性FP分離の両方を導入した場合には、高含有ガラス固化体は5年間の貯蔵後に1/4の定地面積で定置を行うことが可能となり、60年間冷却後には集積定置が可能となることが示された。」(pg7)

②研究開発課題

原子力発電システムとしての性能評価のための基本的なデータの蓄積や技術的成立性の確証などが必要であることが指摘されており、以下を研究開発課題として列挙。(pg41～42)

酸化物燃料FBRサイクル(MA均質サイクル)技術の重点課題

- ◆ 高い信頼性を有する湿式分離法によるMA核種の分離回収システムを構築すること
- ◆ MA核種を含むMOX燃料をMA核種による強い発熱・高い線量に阻害されずに実用的に製造できるプロセスを構築すること
- ◆ 炉心に対する安全要求を満足してMA核種を5%まで装荷できる炉心を実現すること
- ◆ 所定の使用条件の下で、高い燃焼度を高い信頼度で達成できる燃料が製造できること

ADSの技術課題

- ◆ ADSが実現する時代に発電システムに要求される安全性、信頼性、経済性といった性能目標の達成を妨げない、もしくは達成に寄与できる加速器の性能・コストが実現していること
- ◆ ビーム窓の工学的成立性を確証すること
- ◆ 未臨界炉心の制御等の炉物理的課題を高い信頼度で解決すること
- ◆ Pb-Bi冷却炉の設計及び安全性を高い信頼度で確証すること
- ◆ 窒化物燃料の乾式再処理による燃料サイクルシステムの実用性を示すこと
- ◆ 所定の使用条件下での燃料性能及び高燃焼度を達成する窒化物燃料が製造できることを高い信頼度で確証すること

分離変換技術の政策的位置付け等について(1/2)

1. **1988年:「群分離・消滅処理技術研究開発長期計画(オメガ計画)」開始**
消滅処理分野→ 原子炉(炉物理・物性、FBR応用、専焼高速炉)
加速器(陽子加速器、電子加速器)
2. **2000年:オメガ計画チェックアンドレビュー(原子力委員会決定)**
・「発電用高速炉利用型」と「階層型」については、双方の技術開発の推進とともに、共存も含めた導入シナリオの検討について指摘。
3. **2000年:特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律案の付帯決議など**
「国及び関係機関は、最終処分の負担軽減等を図るため、長寿命核種の分離変換技術の研究開発について、国際協力、国際貢献の視点等も加味するとともに、定期的な評価を行いつつ、着実に推進することが必要。」
4. **2005年:原子力政策大綱**
「その他の基礎的・基盤的な研究開発の主要な活動には、…や放射性廃棄物中の長寿命核種の短寿命化等による放射性廃棄物処理・処分の負担軽減に貢献する分離変換技術の研究開発等がある。」
5. **2008年:特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針(改訂)…3.と同様記載**
6. **2009年:原子力委員会「分離変換技術検討会」報告書及び委員会決定**
・分離変換の導入効果や高速炉・ADS双方に関する研究開発課題等について提示。
7. **2012年:日本学術会議「回答 高レベル放射性廃棄物の処分について」**
・核変換技術については「関係する研究機関で積極的に技術開発に取り組み、成果を得る」ことについて提言。
8. **2013年:文部科学省審議会「群分離・核変換技術評価作業部会」中間的な論点とりまとめ**
・ADSについて実験室レベルの段階から、工学規模の段階に移行することが可能な研究開発段階にあり、J-PARCへの核変換実験施設整備を期待。
・今後、高速炉サイクルによる核変換技術との相互比較評価や核変換実験施設の実現性のチェックアンドレビューを行いながら、研究開発を進める。
⇒2014年、2015年に進捗状況フォローアップを行い、中間取りまとめの内容に沿った進捗報告を公表。

分離変換技術の政策的位置付け等について(2/2)

○エネルギー基本計画(改訂)(2018年7月閣議決定)(抜粋)

「放射性廃棄物を適切に処理・処分し、その減容化・有害度低減のための技術開発を推進する。具体的には、高速炉や、加速器を用いた核種変換など、放射性廃棄物中に長期に残留する放射線量を少なくし、放射性廃棄物の処理・処分の安全性を高める技術等の開発を国際的な人的ネットワークを活用しつつ推進する。」

○特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針(改訂) (2015年5月閣議決定)(抜粋)

「国及び関係研究機関は、幅広い選択肢を確保する観点から、使用済燃料の直接処分その他の処分方法に関する調査研究を推進するものとする。また、最終処分の負担軽減等を図るため、長寿命核種の分離変換技術の研究開発について着実に推進する。」