

東海事業所における核燃料サイクル
研究開発計画の提案
- 軽水炉サイクルから高速炉サイクルへの道 -
(業務報告)

2003年7月

核燃料サイクル開発機構
東 海 事 業 所

東海事業所における核燃料サイクル研究開発計画の提案
- 軽水炉サイクルから高速炉サイクルへの道 -
(業務報告)

GEN- Pj

中村 博文^{*1}、安部 智之^{*2}、
鹿志村卓男^{*3}、永井 俊尚^{*1}、
前田誠一郎^{*2}、山口 俊哉^{*4}、
黒木亮一郎^{*5}

要 旨

GEN- Pj タスクフォースチームは、東海事業所の厳しい現実を見据えたうえで、現場に立脚し、かつ従業員が高いモラルや目標を維持できる東海事業所における研究開発計画をまとめることを目的として、平成14年12月19日から中堅・若手7人で活動を開始した。

検討に際して、はじめに日本の核燃料サイクルを取り巻く現状を以下のように認識した。

軽水炉サイクルから高速炉サイクルへの技術の流れが不明確
高速炉サイクル確立にはプルサーマル実施が必須
廃棄物関連コスト(「負の遺産」)への対応は喫緊の課題

その上で、実用化戦略調査研究(F.S.)の研究開発計画と整合のとれた核燃料サイクル研究開発計画(今後10~20年)を検討し、以下に示す核燃料サイクル研究開発の基本的な取り組みと東海事業所における具体的な対応策を提案した。

エネルギー安定供給を支える「強靱な核燃料サイクル」の確立と高度化

- ・ 核燃料サイクルの安定運用のための冗長性確保
- ・ 異常等の発生頻度低減と迅速な対応
- ・ 安全、信頼性、安心、透明性向上

長期的供給可能な基幹エネルギー源として高速炉サイクル技術を早期に確立

- ・ 軽水炉サイクル技術との連携を取った研究開発
- ・ 安全性、経済性、環境負荷低減、核拡散抵抗性を考慮した複数の実用可能な技術に優先順位をつけて研究開発
- ・ 実用化に近い技術から早く提示

廃棄物処理、処分技術の確立と廃棄物から見た核燃料サイクル技術の最適化

- ・ 廃棄物処理、処分方策の早期実現による「負の遺産」の低減
- ・ 廃棄物関連技術に基づき各サイクル技術を経済性、環境負荷両面で最適化
 - ✓ サイクル施設の除染・解体技術の開発
 - ✓ 新施設の設計・建設段階から、解体等のコストを配慮

更に、提案した研究開発から実用化までの体制に関して、オールジャパンでの技術開発の枠組みの見直しによる軽水炉/高速炉サイクル技術融合方策、官民の連携の在りかた、技術継承の在りかたなどの課題を整理し、その解決策の1つとして核燃料サイクル技術ホルダーの設置を提案した。

当チームは短期間で東海事業所を中心とした核燃料サイクル技術に関する研究開発計画を事業所独自に検討し、提案した。この提案は現場の状況を把握し、現場が提案する計画としてまとめたものである。しかし、計画を裏付ける資金及び人員については検討が不十分であるため、今後は各提案項目の要否、重要性、即応性などを考慮した上で新法人としての中長期事業計画へそれぞれ反映させたい。但し、再処理センターやプルトニウム燃料センターでの技術の体系化など、重要でありかつ早期に対応可能なものについては、15年度業務計画に組み入れて早期に成果を挙げることを希望する。

* 1 : 環境保全・研究開発センター 先進リサイクル研究開発部 システム設計 Gr

* 2 : プルトニウム燃料センター 製造加工部設計評価 Gr

* 3 : 再処理センター 処理部 化学処理第三課

* 4 : 開発調整室

* 5 : 環境保全・研究開発センター 環境保全部 環境計画課

Proposal of a nuclear cycle research and development plan in Tokai works
~ The roadmap from LWR cycle to FBR cycle ~
(Document on Present State of Affairs)

Generation- Project Task Force Team

H.Nakamura * 1 , T.Abe * 2 , T.Kashimura * 3 , T.Nagai * 1 , S.Maeda * 2 ,
T.Yamaguchi * 4 , R.Kuroki * 5

Abstract

The Generation- Project Task Force Team has investigated a research and development plan on a future nuclear fuel cycle in Tokai works for about three months from December 19,2002.

First we have discussed about the present condition of Japanese nuclear fuel cycle and have recognized it as the following.

- The relation of the technology between the LWR-cycle and the FBR-cycle is not clear.
- MOX Fuel Use in Light Water Reactors is important to establish technology of the FBR fuel cycle.
- Radioactive waste disposal issue is urgent.

Next we have proposed the three basic policies on R&D plan of nuclear fuel cycle in consideration of the F.S. on FBR-cycle.

- Establishment and advancement of "the tough nuclear fuel cycle".
- Early establishment of the FBR cycle technology to be able to supply energy stably for long-term.
- Establishment of the radioactive waste treatment and disposal technology, and optimization of nuclear fuel cycle technology from the viewpoint of radioactive waste.

And we have proposed the Japanese technical holder system to integrate all LWR and FBR cycle technology.

* 1 : Waste Management and Fuel Cycle Research Center Advanced Fuel Recycle Technology Division Plant System Design Group

* 2 : Plutonium Fuel Center Plutonium Fuel Fabrication Division Fuel Design and Evaluation Group

* 3 : Tokai Reprocessing Center Reprocessing Operation Division Evaporation and Uranium Treatment Section

* 4 : Research and Development Co-ordination Section

* 5 : Waste Management and Fuel Cycle Research Center Waste Management Division Planning Section

東海事業所における 核燃料サイクル研究開発計画の提案

～軽水炉サイクルから高速炉サイクルへの道～



平成15年4月

核燃料サイクル開発機構 東海事業所

GEN- Pjタスクフォースチーム

目 次

1 .	はじめに	2
2 .	核燃料サイクルの現状に対する認識	3
3 .	核燃料サイクル研究開発への取り組みに関する検討	5
3 . 1	核燃料サイクル研究開発の基本的な取り組みに関する提案	5
3 . 2	研究開発から実用化までの体制に関する提案	7
4 .	提案を具体化した研究開発計画（案）	8
4 . 1	再処理技術研究開発	9
4 . 2	燃料技術研究開発	10
4 . 3	RETF-PFPF-「もんじゅ」を使った高速炉サイクル技術の 工学規模実証	11
4 . 4	廃棄物処理、処分技術開発と廃棄物問題を考慮した核燃料サイク ルの円滑な研究開発	12
5 .	結論	15
6 .	おわりに	16

1. はじめに

平成14年12月：GEN- Pjタスクフォースチーム 設置
(再処理、Pu燃、環境センター中堅・若手メンバー7人)

(目的)

停滞した原子力の現状を打破し、将来に対して明確な展望を持った核燃料サイクル技術研究開発計画を提案する

(留意点)

- 東海事業所の厳しい現実を見据え、現場に立脚し、かつ従業員が高いモラルや目標を維持できる研究開発計画とする
- 実用化戦略調査研究(F.S.)の研究開発計画と整合のとれた核燃料サイクル研究開発計画(今後10～20年)試案とする

東海事業所では、軽水炉燃料の役務再処理事業や過去の「負の遺産」処理のためのルーチンワークから、将来の高速炉実用化時代を目指した革新的研究開発まで実に幅広い業務を行っている。

特に、ホット施設等の事業運営にあたっている現場では、再処理役務や「ふげん」燃料製造等の事業終了とその後の展開、六ヶ所サイクル施設への多数の熟練した中堅技術者の派遣と経験の浅い技術者の即戦力化、リサイクル機器試験施設(RETf)計画の遅れや老朽化設備の更新と予算・要員縮減との相克、過去半世紀にわたる「負の遺産」に加え日々排出される新たな廃棄物の保管・処理・処分問題等さまざまな問題に直面している。

GEN- Pjタスクフォースチームは、東海事業所のこうした厳しい現実を見据えたうえで、各センターの幹部はもちろん中堅・若手技術者と議論しながら、現場に立脚し、かつ従業員が高いモラルや目標を維持できる研究開発計画をまとめることを目的として、平成14年12月19日から中堅・若手7人で活動を開始した。検討作業を行う際、実用化戦略調査研究(F.S.)の研究開発計画と整合のとれた核燃料サイクル研究開発計画(今後10～20年)試案とすることを十分に配慮した。なお、研究計画の検討の為に、一つの仮定として今後30年程度の核燃料サイクル事業の展開を想定した。

2. 核燃料サイクルの現状に対する認識 (1/2)

- 軽水炉サイクルから高速炉サイクルへの技術の流れが不明確
 - 技術統合・継承に関する認識(戦略)が不足
 - 国内開発技術の民間への反映が不十分
 - 民間施設の運転実績が蓄積されずに、研究開発につながらない恐れ
 - 現在の核燃料サイクルの脆弱性
- 高速炉サイクル確立にはプルサーマル実施が必須
 - プルサーマル実施に対する国内の厳しい現状
 - プルサーマルから高速炉への技術展開を明確にする必要有り
 - 高速炉のためにもプルサーマルを通じたPu利用経験の蓄積と社会的成熟が不可欠
- 廃棄物関連コスト(「負の遺産」)への対応は喫緊の課題
 - 現有廃棄物処理、処分費用が膨大で、研究開発費を圧迫
 - 今後も研究開発に伴い廃棄物が発生
 - 国内サイクル事業も同様の課題を有する

検討に当たっては、我が国の核燃料サイクルを取り巻く現状を把握、分析して、以下のような共通認識を得た。

軽水炉サイクルから高速炉サイクルへの技術の流れが不明確

- ・我が国としてサイクル技術を統合・継承していくという認識(戦略)が不足。
- ・再処理、MOX加工、「ふげん」でのPuリサイクル等のJNCの技術、経験が十分に民間に反映、活用されず、現行の軽水炉サイクルは海外技術に多くを依存。
- ・このため軽水炉サイクル技術が、技術体系化されずに我が国に十分蓄積されない恐れが大。
- ・現在の核燃料サイクルは一部の施設や設備が止まると全てが止まる脆弱性
 - 再処理、MOX加工等、単基の施設が単線で繋がる構造
 - 国際的理解を得るためのPu在庫量に対する厳しい制限、管理

高速炉サイクル確立にはプルサーマル実施が必須

- ・社会的合意が得られず、プルサーマルの再開の目途が立たない厳しい状況
 - データ改ざん問題、住民投票の敗北、東電問題等によって地元合意が厳しい状況
 - 高速炉への展開(核燃料サイクル確立への道)からもプルサーマルの意義を明確にする必要有り

2. 核燃料サイクルの現状に対する認識 (2/2)

(プルサーマルの意義)

- 短期的な効果として
 - Puを国産エネルギー資源としてより長期間安定した電力供給へ寄与
 - 軽水炉使用済燃料貯蔵量の低減
- Pu利用社会に形成
 - Pu利用産業分野の人材育成、技術基盤の確立、継承
 - Pu利用に対する社会的受容性の確立
 - Pu利用多様性(全炉心MOX、プルサーマル投入基数可変等)の確保
- 将来の基幹エネルギーとしての高速炉サイクル立上げへの貢献
 - 高速炉サイクル立上げ時期に必要な軽水炉再処理施設能力を調整可能
 - 高速炉サイクル立上げの為にPu資源確保(使用済燃料)

(つづき)

- ・ 高速炉サイクル確立には、高速炉実用化技術開発とともに、プルサーマル実施を通じた、Pu利用経験蓄積と燃料サイクル事業の社会的成熟が不可欠
- ・ 我が国の原子力産業の生産・検査・品質管理技術が低下しつつある状況であり、こうした技術の継承は軽水炉サイクル、高速炉サイクル共通の課題

廃棄物関連コスト(「負の遺産」)への対応は喫緊の課題

- ・ JNC廃棄物の処理、処分に多額の資金が必要で、開発費が犠牲になる恐れ大
- ・ 発生済廃棄物の処理、処分とともに、施設解体や今後の研究開発で新たに発生する廃棄物が負の遺産として更に増大

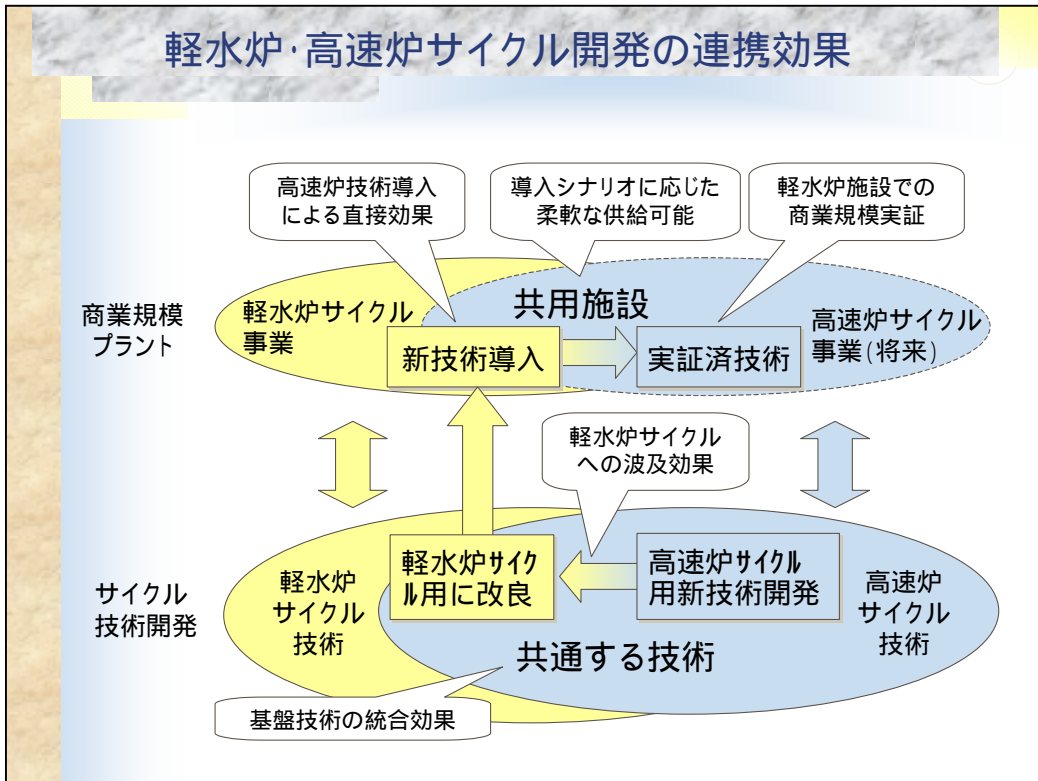
また、上述のようにプルサーマルの実施が高速炉サイクル時代を迎える上で技術的、社会的に重要な意義を有することを明らかにした。

3. 核燃料サイクル研究開発への取り組みに関する検討

3.1 核燃料サイクル研究開発の基本的な取り組みに関する提案

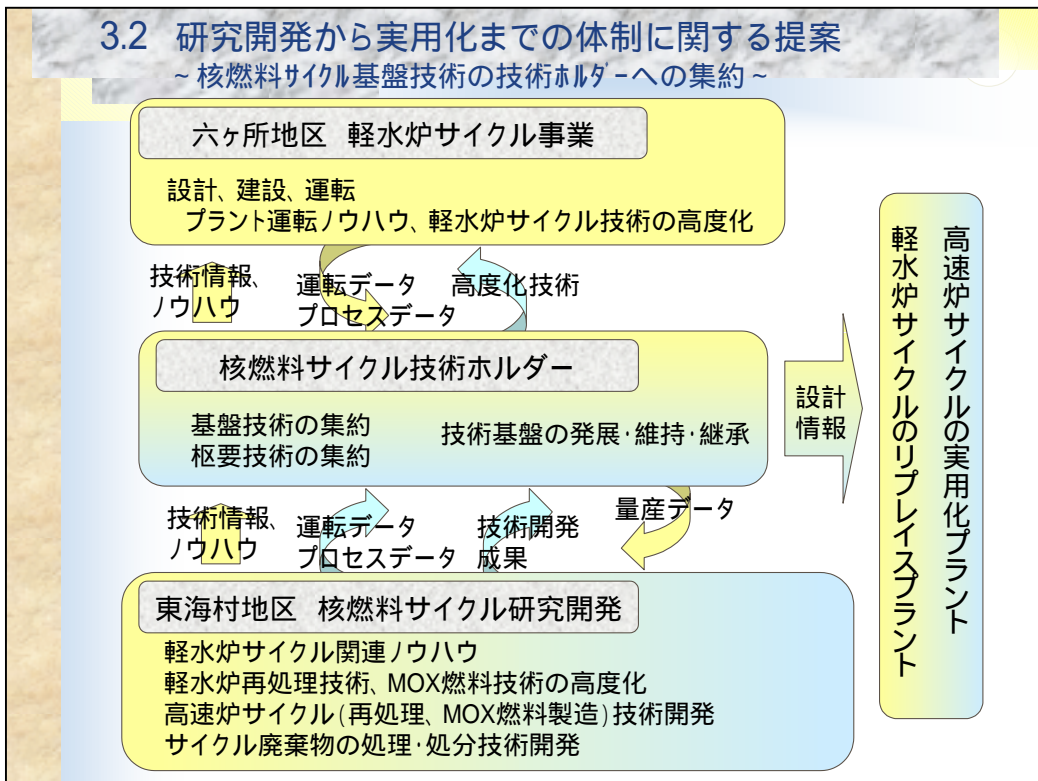
- **エネルギー安定供給を支える「強靱な核燃料サイクル」の確立と高度化**
 - 核燃料サイクルの安定運用のための冗長性確保
 - 異常等の発生頻度低減と迅速な対応
 - 安全、信頼性、安心、透明性向上
- **長期供給可能な基幹エネルギー源として高速炉サイクル技術を早期に確立**
 - 軽水炉サイクル技術との連携を取った研究開発
 - 安全性、経済性、環境負荷低減、核拡散抵抗性を考慮した複数の実用可能な技術に優先順位をつけて研究開発
 - 実用化に近い技術から早く提示
- **廃棄物処理、処分技術の確立と廃棄物から見た核燃料サイクル技術の最適化**
 - 廃棄物処理、処分方策の早期実現による「負の遺産」の低減
 - 廃棄物関連技術に基づき各サイクル技術を経済性、環境負荷両面で最適化
 - サイクル施設の除染・解体技術の開発
 - 新施設の設計・建設段階から、解体等のコストを配慮

これからの核燃料サイクル研究開発に対する基本的取り組みとして、現状認識において述べた「軽水炉サイクルから高速炉サイクルへの技術の流れが不明確」「高速炉サイクル確立にはプルサーマル実施が必須」に対して、現在の核燃料サイクルをより強靱な核燃料サイクルにするよう高度化を図り、更に早期に次の高速炉サイクルの姿を見せる事、また、「廃棄物関連コスト（「負の遺産」）への対応は喫緊の課題」に対しては、廃棄物処理、処分技術の早期確立を図って国民に提示すると共に、廃棄物処理、処分の観点を中心に取込んだ核燃料サイクル技術の最適化を図ることを提案する。



現状の軽水炉サイクルから高速炉サイクルへの道筋を考える際には、技術の連続性と連携が非常に重要である。

研究開発の面からは、より厳しい条件での研究開発を行ってきている高速炉サイクル技術をこれまでの軽水炉サイクルで培った経験を基に高め、それぞれの技術の実用化に反映できると共に、商業規模での軽水炉サイクルで実証された技術は、高速炉サイクルの実用化にも重要な実証データとして反映できる。

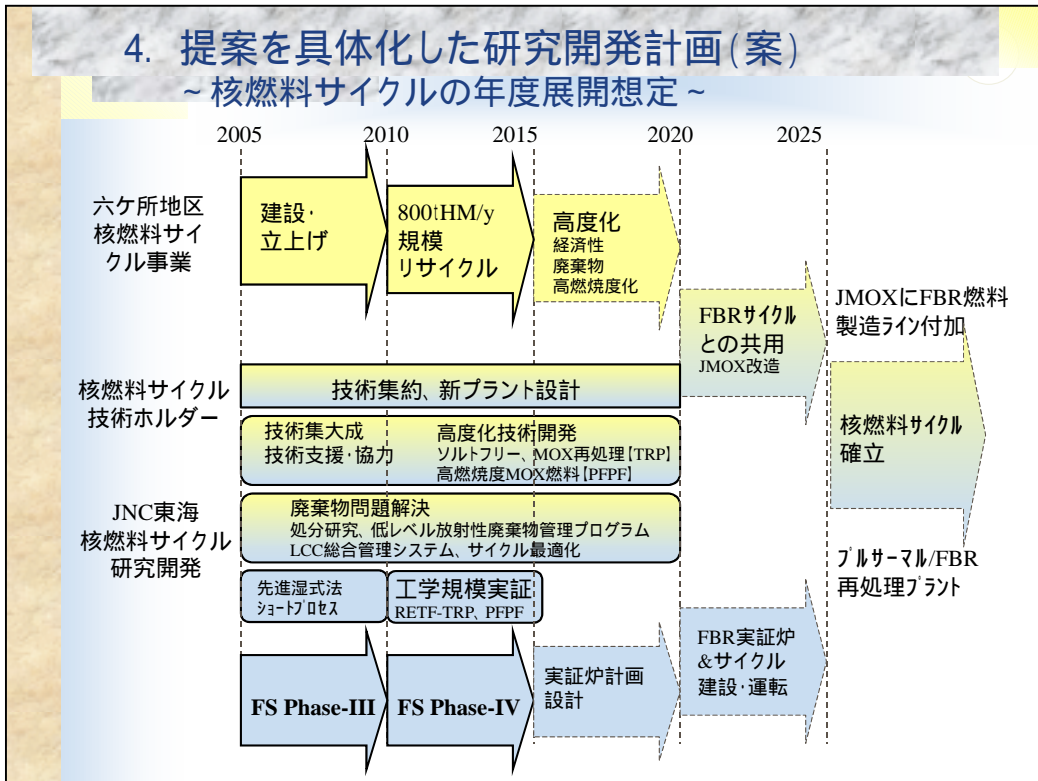


提案した基本的取り組み方を実行するには、技術移転・協力・継承のあり方など研究開発から実用化までの体制、進め方に関して我が国として解決すべき課題がある。技術継承については、原子力産業もさることながら、社会の問題としてこれまでも議論されてきた。

技術は施設、設備、装置（モノ）、技術者、研究者（ヒト）、技能・ノウハウに関するマニュアル、報告書（情報）等から形成されており、その継承には物作り、人材教育、経験の蓄積と整理が不可欠である。軽水炉に関してはここ30数年の間に約50基あまりを設計、建設、操業して技術の継承を行ってきたが、近年は建設計画も予定通りには進まず、技術継承の場が限られてきている。核燃料関連施設は、軽水炉のように複数基作る性格のものではなかった為、長期間に渡る技術継承が更に困難である。また、研究機関、メーカー、ユーザーと技術を保有する組織も複数に亘るため、その連携が技術継承には不可欠であるが、技術継承の観点からの国内体制の整備は行われていないのが現状である。

この解決策の一案として官民の連携を取った核燃料サイクル技術ホルダーの設置を提案する。この技術ホルダーは、我が国として再処理技術、燃料技術等に関するプロセス、設備、運転、保守等の各種データを核燃料サイクル技術情報として集約して技術の継承を担う組織と位置付けると共に、将来の高速炉サイクル実用化のための設計、建設、運転、解体までを計画する組織とも位置付けて提案するものである。

（補足資料-1参照）



東海事業所の対応計画を検討するに当たっては、今後の核燃料サイクル事業の推移を仮定する必要がある。そこで、「プルサーマル後、高速炉サイクル導入」を前提とした核燃料サイクル事業の展開を想定した。（補足資料-2参照）

軽水炉サイクルの確立・高度化と高速炉サイクル実用化への展開

- 軽水炉サイクル確立（立ち上げ時期）
 - 2005年に六ヶ所再処理施設（RRP）、2009年に六ヶ所MOX燃料加工施設（J-MOX）が運開
 - 2005年頃にプルサーマルが導入（当初、海外MOX燃料使用）
- 軽水炉サイクルの高度化（安定操業時期）
 - RRPでの高燃焼度燃料対応、J-MOXプロセスの更新
- 高速炉サイクルへの移行（移行時期）
 - プルサーマル再処理で回収される高次化Puの利用技術
 - プルサーマル燃料、高速炉燃料双方に対応可能な再処理、燃料製造技術

廃棄物処分システムの確立

- 燃料サイクル全体で発生する廃棄物に対する総合的な処理・処分システムを確立
 - 2011年浅地中処分場、2019年余裕深度処分場、2035年地層処分場運開

4.1 再処理技術研究開発

- 現在の軽水炉サイクルの完成を目指した研究開発
 - 従来通り六ヶ所再処理事業(RRP)支援
 - プルサーマル再処理の技術開発、実証を東海再処理施設(TRP)、RETFを使って実施
 - TRPのこれまでの実績を軽水炉再処理技術の集大成としてまとめ上げる
- 軽水炉サイクルの高度化及び高速炉サイクルの確立を目指した研究開発
 - 湿式再処理を東海事業所での開発の基軸として、L再、F再研究開発の融合を図る
 - TRPで溶媒洗浄ソルトフリー試験やNpと製品の共回収試験の実施
 - RETFで先進湿式プロセス(粉化溶解、晶析、単サイクルなど)の実燃料による実証試験等の実施

(下線部は新規提案)

軽水炉燃料再処理技術開発は、東海再処理施設（TRP）の設計、建設、運転経験などを通して進められてきた。一方、民間再処理工場もフランス等の技術とJNCの技術を用いて操業開始を目指している。

また、高速炉燃料再処理技術開発は、高Pu含有量（～30wt%）や高燃焼度化（～94,000MWd/t）に係る様々な課題を克服するための機器、プロセスの技術開発を進めて工学規模のホット試験施設(RETF)の設計・建設が行える技術レベルまで到達している。

この様な状況を踏まえて、今後の研究開発としては、既存のTRP及び計画中のRETFなどを利用してプルサーマルを含めた現在の軽水炉サイクルの完成を目指した研究開発を行い、さらに経済性向上や環境負荷低減などを目指した軽水炉サイクルの高度化及び高速炉サイクルの確立を目指した研究開発計画を提案する。（補足資料-3参照）

4.2 燃料技術研究開発

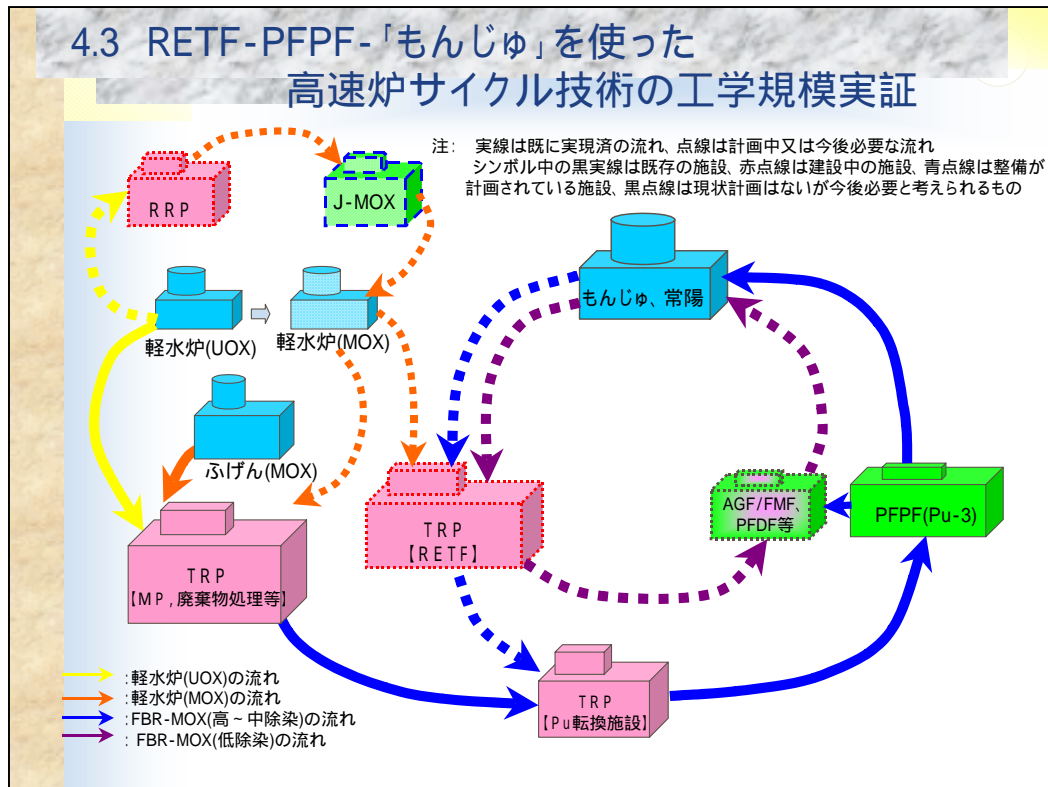
- 現在の軽水炉サイクルの完成を目指した研究開発
 - 従来通り六ヶ所MOX燃料加工事業(J-MOX)支援
 - Pu燃のこれまでの実績をMOX燃料技術の集大成としてまとめ上げる
- 軽水炉サイクルの高度化及び高速炉サイクルの確立を目指した研究開発
 - MOX燃料技術(ショートプロセスや振動充填)を東海事業所での開発の基軸とする
 - プルサーマル高燃焼度化とJ-MOX設備更新に反映できる技術の開発、高度化を実施
 - 開発したMOX燃料技術をプルトニウム燃料第3開発室(PFPF)でもんじゅへ適用、実証
 - 東海や大洗の燃料施設での低除染燃料等に関する基礎物性、小規模試験等の実施

(下線部は新規提案)

MOX燃料技術開発は、これまでに水炉燃料技術として「ふげん」、高速炉燃料技術として「常陽」、「もんじゅ」の燃料を設計、製造する技術を確立し、更にその技術を応用して少量ではあるが照射試験用のプルサーマル燃料製造を行ってきた。また、民間において仏国の技術を導入したプルサーマル燃料加工事業(J-MOX)の計画が進められている。

このような状況を踏まえて、今後の研究開発としては、プルトニウム燃料センターのプルトニウム燃料第1及び第3開発施設やRETFなどを利用してプルサーマルを含めた現在の軽水炉サイクルの完成を目指した研究開発を行い、さらに経済性向上や環境負荷低減などを目指した軽水炉サイクルの高度化及び高速炉サイクルの確立を目指した研究開発計画を提案する。(補足資料-4参照)

4.3 RETF-PFPF-「もんじゅ」を使った 高速炉サイクル技術の工学規模実証



核燃料サイクルを構成する各技術の開発を実施することは重要であるが、更に、核燃料サイクルを実用化するためには、経済性のある稼働率の高い安定したサイクルが必要である。その為に、開発段階にある炉、再処理、燃料技術を使ってサイクルをまわし、安定性、信頼性に関するデータを収集することが非常に重要なポイントとなってくる。

現在の核燃料サイクルは、軽水炉からの使用済 UO_2 燃料及びふげん使用済燃料をTRPで再処理し、Pu転換施設でMOX粉末を製造し、プルトニウム燃料第3開発室（PFPF）で加工・集合体組立を行い、「もんじゅ」、「常陽」に供給するまでにとどまっている。（ピンレベルでは「常陽」使用済燃料ピンを高レベル放射性物質研究施設（CPF）で処理し、Puを再び「常陽」にリサイクルしている）

進行中の計画として、PFPFからのPuを用いて、Am入りMOX燃料ピンをAGFで、Np、Am入りMOX燃料ピンをプルトニウム第1開発室（PFDF）で製造し、照射燃料集合体試験施設（FMF）で集合体組立を行い、「常陽」で照射する予定がある。また、JNC外としては、現在建設中の六ヶ所再処理施設（RRP）で使用済 UO_2 燃料を再処理し、回収Puを、今後建設予定のJ-MOXでMOX加工し、軽水炉でプルサーマル計画を推進する予定である。

将来、高速炉サイクルが導入される時期には、軽水炉再処理で回収されたPuを高速炉燃料に加工し高速炉に装荷し、その使用済燃料を高速炉再処理で処理して高速炉サイクルを回すことが想定される。この際、軽水炉プルサーマル燃料の再処理方法については軽水炉再処理技術又は高速炉再処理技術の2つの選択肢が考えられる。

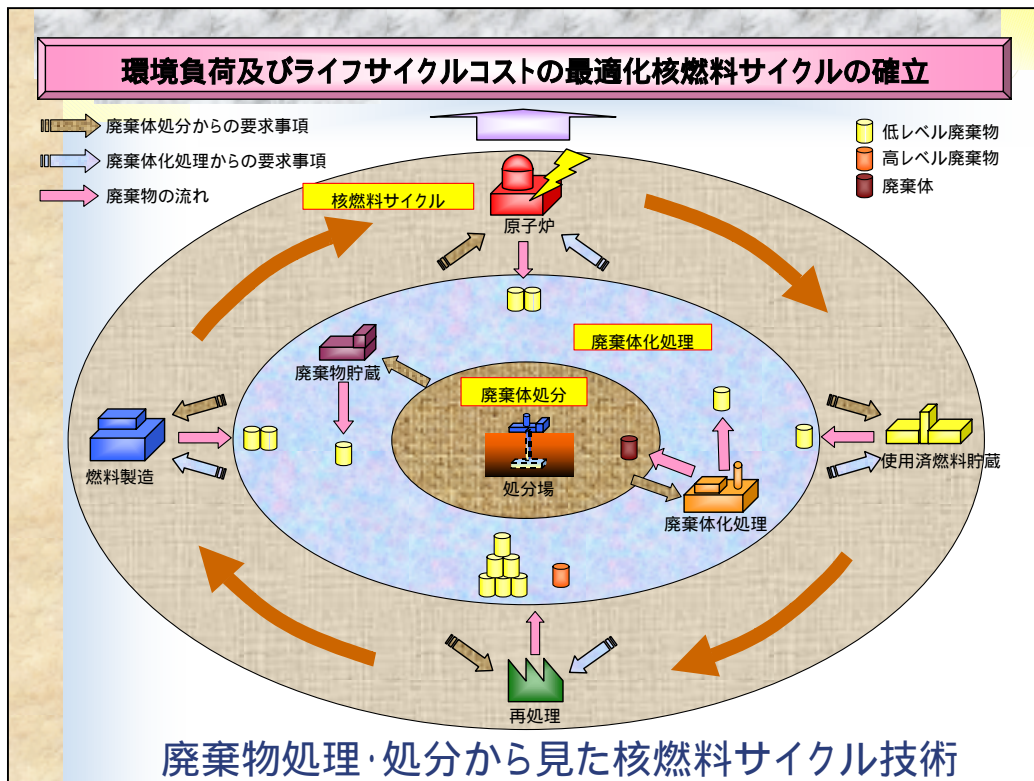
上記想定に対して、既存及び計画中の施設を活用して核燃料サイクルの工学規模実証を行い、各技術間の整合性の有無や稼働率などのデータを取得する計画を提案する。具体的には、軽水炉から排出される使用済MOX燃料の再処理実証をTRP及びRETFでそれぞれ実施し、Pu転換施設で回収PuからMOX粉末を製造し（ショートプロセス）、PFPFでMOX加工し、「もんじゅ」、「常陽」で照射し、使用済燃料をRETFにリサイクルし、再びPu転換施設で回収PuからMOX粉末を製造することを計画する（高～中除染MOX）。さらに、MA入り低除染サイクルとしては、RETFで低除染製品（Pu+U）とMAを回収し、照射燃料試験施設（AGF）又はFMF等でMOX燃料加工し、これを「もんじゅ」、「常陽」に供給し、再びRETF経由でリサイクルすることを計画する。

4.4 廃棄物処理、処分技術開発と 廃棄物問題を考慮した核燃料サイクルの円滑な研究開発

- 現状の「低レベル放射性廃棄物管理プログラム」の実施
- 低レベルを含む処分研究の実施
- 施設、設備の解体・除染技術開発
- ライフサイクルコストの観点から見た核燃料サイクル技術の最適化
 - LCC総合管理システムの構築と運用による「負の遺産」の圧縮
 - 将来の核燃料サイクルの最適化への反映

(下線部は新規提案)

これまでのJNCの研究開発で発生した廃棄物及び今後の発生が予想される廃棄物の廃棄体化処理、処分技術を確立することはJNCとしても重要であり、更に廃棄物処分まで含めた真の意味での核燃料サイクルの確立を実証することはきわめて重要である。その為にも、これまでの研究開発を含めた新たな研究開発の着手を提案する。(補足資料-5参照)



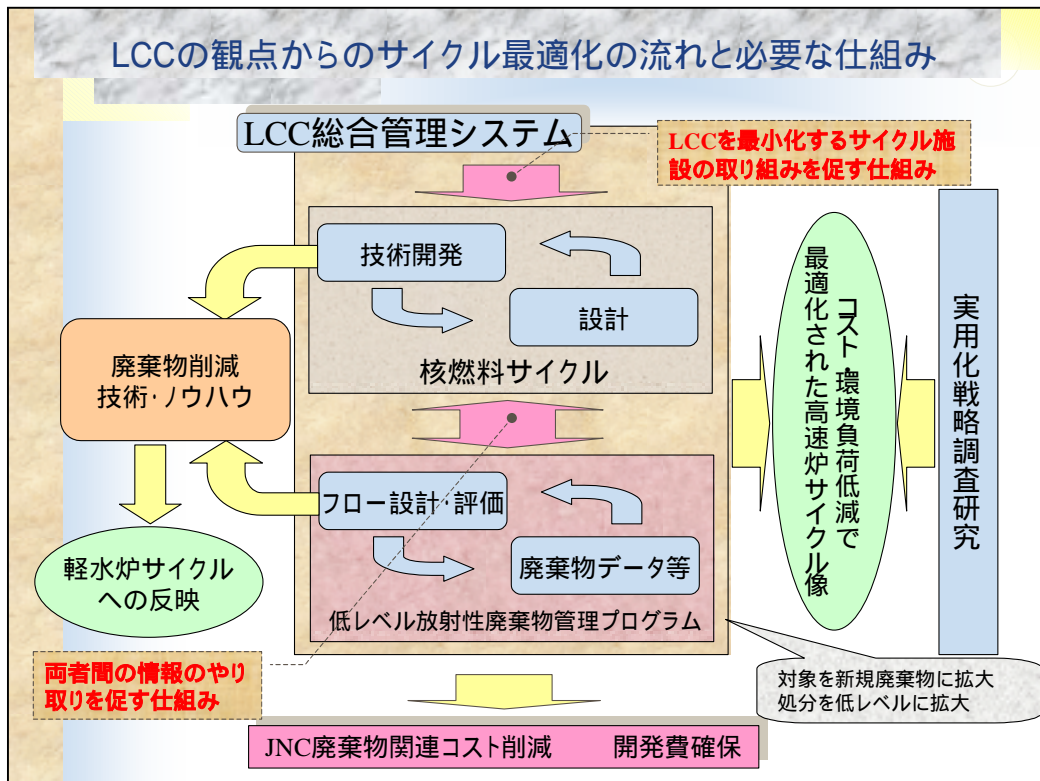
「核燃料サイクルの確立」のためには、単にプルトニウム等の核物質を回す技術を完成させて輪を閉じるだけではなく、各サイクル施設から必ず発生する放射性廃棄物を経済的な面から見て適正に処理・処分することが重要である。しかし、現状では多くの廃棄物の適正な処理・処分方策が未定であり、これらが今後の研究開発の予算配分に大きな影響を及ぼす可能性を否めない状況である。

この原因として、今まではサイクル技術を開発する際に、着目した技術に関する評価を優先して行い、その技術導入による他工程、施設（原子炉、燃料製造、再処理）への影響の評価や付随して発生する廃棄物（放射能、物量、有害物質）の評価を後送りする傾向があった。一方、廃棄物処理、処分研究側についても、問題認識を持ちながらもサイクル技術開発への積極的な参加が不十分な状況を続けてきた。

これらの課題を解決し、真の「核燃料サイクルの確立」を目指す為には、プロジェクトの計画段階から運用期間中（開発、設計、建設、操業、廃止措置、廃棄物処理・処分）に派生する全体コストを評価して最適化を図るライフサイクルコスト（LCC）評価の概念を研究開発に組み入れることが非常に重要なことである。

そこで、JNCが有する高速炉サイクルの各研究施設に対してLCCの考え方を導入した管理システムを構築し運用することでサイクル技術の最適化を図ることを提案する。さらに、JNCで実施するLCC管理システムの完成度を高め、我が国の核燃料サイクルへ応用することで核燃料サイクル全体の最適化を図る方策を将来提示できる。

なお、ライフサイクルコストの概念は、一般産業界（特に建設業）や海外原子力研究機関で、建設投資のトータルで見た経済性評価手法として既に採用されている。



JNCでは既に低レベル放射性廃棄物管理プログラムを進めている。しかし、核燃料サイクル技術開発側からの廃棄物低減策と処理、処分側からの要求が必ずしも一致していないのが現状である。そこで、相互の要求と対策案をLCC総合管理システムで管理し、サイクル施設のライフサイクルコストを最小化することを目指したい。このシステムを導入することで、JNCが今後研究開発を行い、そこから排出される廃棄物のコストを低減化し、開発費を確保できると共に、軽水炉サイクルや将来の高速炉サイクルのLCCの最適化を実現できる。

ここで提案するLCC総合管理システムは、核燃料サイクルと廃棄物処理・処分間のやり取り及び核燃料サイクル全体を総合的に評価しLCCを最小化する取り組みを促す仕組みである。このシステムでは、データ提供、評価、技術開発等の作業の流れをサイクル技術開発側と廃棄物処理、処分研究側（低レベル放射性廃棄物管理プログラムを含む）の間で回すとともに、これらの成果（廃棄物等データ，技術，ノウハウ，廃棄体品質保証手法等）を体系的に整理する。

なお、低レベル放射性廃棄物管理プログラムは、JNCが既に有する廃棄物及び既存施設の解体によって発生する廃棄物を対象として現在進行中であるが、今後LCC総合管理システムのもと、その対象を研究開発で新たに発生する廃棄物及び高レベル廃棄物に拡大して、廃棄物全体を総合的に管理するものへと改善する必要がある。

5. 結論

- ライフサイクルコストを考慮して軽水炉サイクルから高速炉サイクルまでの核燃料サイクル技術の研究開発の道筋を新たに提案
- 提案に基づき特に2010年頃には以下のような成果を期待
 - **「強靱な核燃料サイクル」の確立と高度化のために**
 - 軽水炉再処理技術によるMOX燃料再処理技術実証（ATR-MOX、プルサーマルPIE）
 - TRP再処理技術及びMOX燃料製造技術の体系化・ハードウェア作成
 - 次世代再処理（民間第2）プラントの基本設計の提示
 - **高速炉サイクル技術を早期の確立のために**
 - 先進湿式再処理の要素技術の最適化プロセス、機器開発完了
 - ショートプロセス及び振動充填法によるMOX燃料製造及びビーム照射挙動把握
 - **廃棄物処理、処分技術確立と廃棄物からの核燃料サイクル技術最適化のために**
 - 高レベル廃棄物の安全評価手法の高度化、核種移行データベースの整備・拡充
 - 核燃料サイクルのライフサイクルコスト（LCC）総合管理システムの構築・運用
- 研究開発から実用化までの技術開発、技術継承の在りかたを検討し、核燃料サイクル技術ホルダーの設置を提案

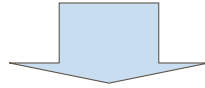
目標である高速炉サイクル確立までの道筋を、原子力等の現状を踏まえて検討した。

その結果、現在の軽水炉サイクル技術の課題を解決して確立させる事が将来の高速炉サイクルを実現する上で非常に重要であると認識できた。その為に、上述のような成果を早期に出せるようサイクル機構として努力したい。

また、将来的には技術の継承、民間への技術移転問題があり、その為にも今から核燃料サイクル技術ホルダーのような仕組みを考えておく必要があると考え、新しく提案した。

6. おわりに

- 現場の立場から提案した事業所独自の計画
- 資金の調達、人員の配置の検討は不十分



- 今後、各提案項目の要否、重要性、即応性を検討要
- 国内外の核燃料サイクル技術の研究開発との整合性要
- TRP, Pu燃の技術体系化は早期に対応要



新法人の中長期事業計画への組み込みを希望

近年、核燃料サイクルを取り巻く環境は非常に厳しく、核燃料サイクルの将来像とそこに至るまでの工程を不明確にする大きな要因となっている。そして、この核燃料サイクルに関連した大工程が現在不明確であることが現在の研究開発の停滞を招いている事は否定できない。従って、核燃料サイクル技術の研究開発者としては、原子力開発特有の長いリードタイムを考慮して、将来、必要となる時期に実用化を間に合わせるためには、自らシナリオを設定してまでも確実に研究開発を進めていく必要があると考えた。さらに、核燃料サイクル技術という総合工学の研究開発は、枢要技術だけでなく、それを支える基盤技術にもスポットを当てて着実に総合的な技術レベルを高度化していく必要がある。また、従来は高レベル廃棄物の地層処分問題が着目されてきたが、最近、核燃料サイクル施設の操業等に伴う低レベル廃棄物問題が顕在化し、この処理・処分コストが核燃料サイクル路線自体を揺るがしかねない重要な問題である。

当チームはこれらの認識を持って短期間で東海事業所を中心とした核燃料サイクル技術に関する研究開発計画を検討し、提案した。この提案は現場の状況を把握し、現場が提案する計画としてまとめたものである。しかし、計画を裏付ける資金及び人員については検討が不十分であるため、今後は各提案項目の要否、重要性、即応性などを考慮した上で新法人としての中長期事業計画へそれぞれ反映させたい。但し、再処理技術及び燃料製造技術の体系化など、重要でありかつ早期に対応可能なものについては、15年度業務計画に組み入れて早期に成果を挙げることを希望する。

補足資料-1
核燃料サイクル技術ホルダー

現在、六ヶ所再処理施設（RRP）や J-MOX の主工程の設計は仏国の技術が導入されている。これは、ユーザーが商用施設を計画する時期に、過去に動燃で行ってきた軽水炉再処理及び MOX 燃料製造技術が商用化するレベルまで至っていなかった事を明確に示している。その原因としては、実用化に向けた総合的な核燃料サイクル技術の集約や物作りまで含めた国内体制の整備ができず、ユーザーからも信頼されなかったことにある。その結果、六ヶ所再処理施設は、その基となった UP3 の約 3 倍のコストがかかっている。このコスト高騰の原因として航空機対策等の安全規制の違いに起因するものや工期の遅れによる物価上昇などが見込まれている。

今後の核燃料サイクル技術について、海外の技術と比較選択できる技術を国内に有することは、エネルギーセキュリティーや経済性などに関する健全な経済活動の促進の観点からも重要なことである。その為、官民の連携を取った核燃料サイクル技術ホルダーの設置を提案した。

この技術ホルダーは、日本国として再処理技術、燃料技術等の核燃料サイクル技術に関するプロセス、設備、運転、保守等の各種データを核燃料サイクル技術情報として集約して技術の継承の一助とすると共に、将来の高速炉サイクル実用化のための設計、建設、運転、解体までを計画する組織とも位置付けて提案したものである。

再処理及び燃料技術分野における技術と情報(図 1 - 1 , 2 参照)を考えた時、プルサーマルを含む軽水炉再処理・燃料技術や高速炉再処理・燃料技術に関する研究開発を進めるサイクル機構には基礎データからプラント規模データにいたる幅広い各種情報が集積され、軽水炉燃料の商業再処理・プルサーマル燃料製造プラントをこれから操業する日本原燃(株)には大規模プラントの運転、保守データなどの情報が集積される。それぞれの情報が 1 つに集約されて始めて社会のニーズに合致した経済的で安全性が向上され、拡散抵抗性が強く、環境への負荷の少ない次世代の核燃料サイクル技術が実用化に向けて体系化される。

技術ホルダーが有する機能としては、

- ・ 技術の集約
 - 基盤技術（物性、材料、分析、計測制御、保守など）
 - プロセス開発、実証
 - 運転、保守技術（トラブル事例、保守頻度、故障率など）
 - 除染・解体技術
- ・ コンサルティング及び計画立案
 - 経済性評価
 - 安全性評価
 - 運転支援
 - 教育、訓練

- 立地促進
- リスクマネジメント
- ・ 設計
 - 軽水炉サイクルのリプレースプラント
 - 高速炉サイクルの実用化プラント

などを期待する。

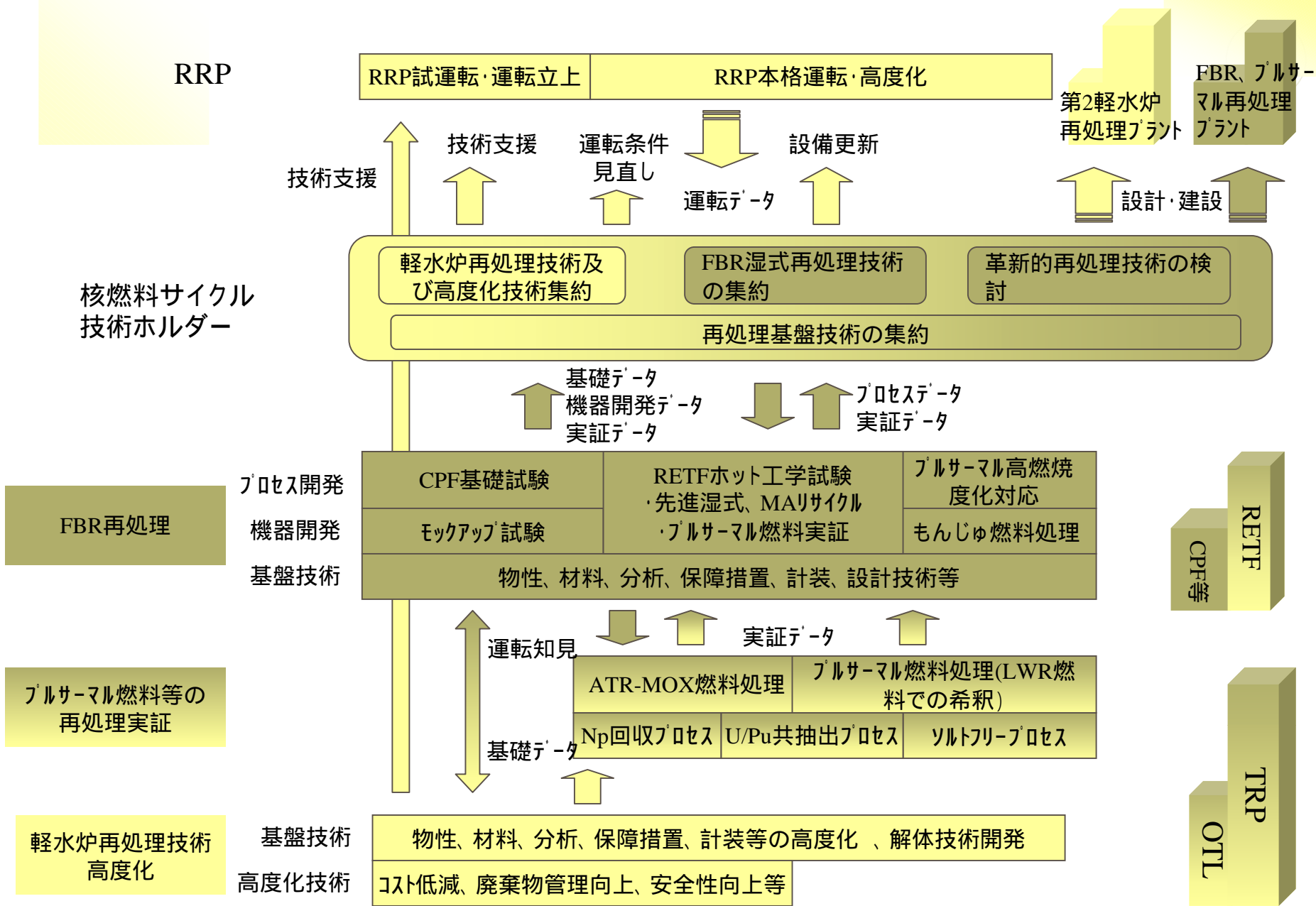


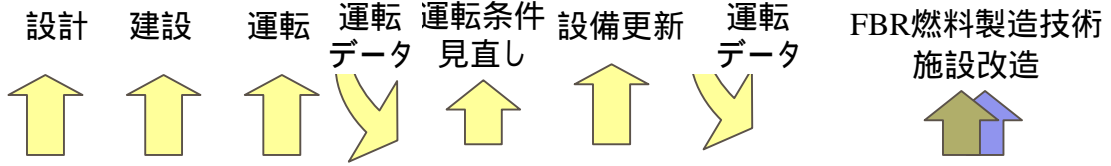
図1-1 再処理分野における技術・情報の流れ

軽水炉MOX加工

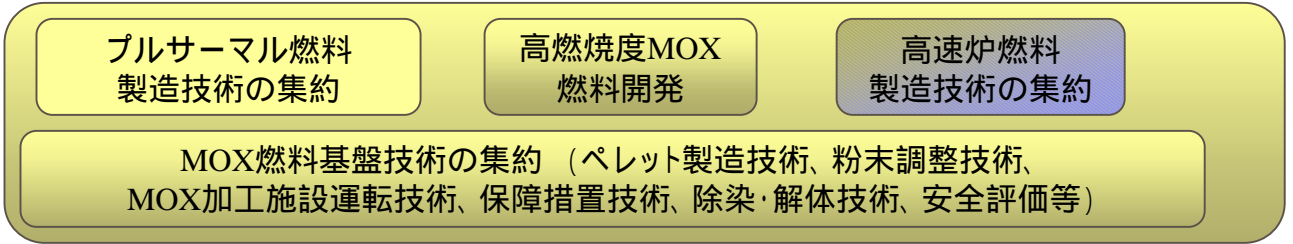
軽水炉サイクル
高度化

高～中除染製造
技術実用化

JMOX

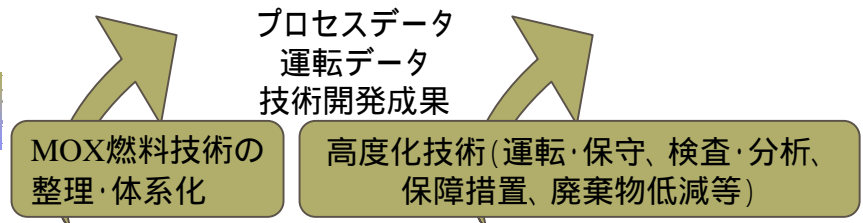


核燃料サイクル
技術ホルダー



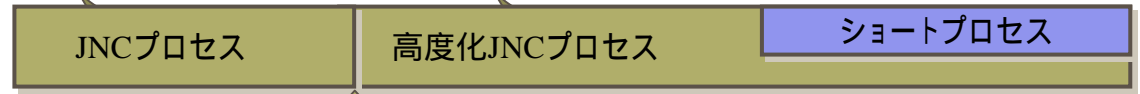
高速炉MOX加工

高～中除染MOX燃料

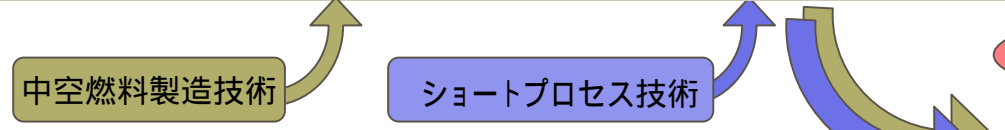


中除染製造技術実証

PPPF



枢要プロセス技術



低除染製造技術実証

低除染MOX燃料

低除染サイクル技術

低除染サイクル
ショートプロセス

図1-2 MOX燃料分野における技術・情報の流れ

補足資料-2

今後の核燃料サイクル事業展開の想定

- 2.1 基本方針
- 2.2 軽水炉燃料サイクル
- 2.3 高速炉燃料サイクル

2.1 基本方針

本検討において想定した今後の核燃料サイクル事業の年度展開は、以下の方針に基づくものである。

- ・ 軽水炉燃料サイクルについては、現在計画されている六ヶ所地区核燃料サイクル基地が計画通り、建設、運転開始されるものとする。運転開始後は、ウラン燃料、MOX 燃料の高燃焼度化対応や経済性向上、廃棄物発生量低減等のための継続的な改善が進められるものと想定する。
- ・ 高速炉燃料サイクルについては、FBR サイクルシステムの実用化戦略調査研究 (FS) の開発計画にしたがって、2015 年までに FBR サイクルシステムの技術体系を確立する。この技術体系に基づく実証炉を 2025 年頃に運転開始する。
- ・ FBR 実証炉、実用炉の導入期においては、軽水炉燃料サイクル施設からのプルトニウム、MOX 燃料の供給を想定する。

2.2 軽水炉燃料サイクル

(1) 再処理施設(RRP)の運転計画

現在の計画にしたがい、六ヶ所核燃料サイクル基地の再処理施設 (RRP) は 2005 年に竣工し、年間処理量は、処理能力最大の 800 tHM 一定と想定する。プルサーマルの進展により将来的には、使用済 MOX 燃料が発生してくるが、MOX 燃料を処理する場合、本施設では処理能力が低下することから、RRP では専らウラン燃料を処理し、MOX 燃料の処理は、次の施設で行うものと想定する。

(2) MOX 燃料加工施設(J-MOX)の運転計画

再処理施設で回収されたプルトニウムは、もんじゅ用として JNC に引き取られるものを除き、六ヶ所核燃料サイクル基地に併設される MOX 燃料加工施設 (J-MOX) にて国内軽水炉向けの MOX 燃料に加工される。本格運転開始は 2009 年と想定する。J-MOX の最大年間加工量は、130tHM であるが、実際の加工量は再処理施設からのプルトニウム供給量と加工する MOX 燃料のプルトニウム富化度により変動する。経済性向上のため、MOX 燃料の高燃

焼度化のニーズが高いことから、2015年頃から高燃焼度 MOX 燃料の加工に移行し、そのために必要な設備改造が行われるとともに、プルトニウム富化度の増加により、年間加工量は低下するものと想定する。

2.3 高速炉燃料サイクル

(1) FBR 技術体系の整備

先進湿式再処理プロセス、簡素化燃料製造プロセス等の FBR 実用化に必要な枢要技術の体系は、FS の開発計画にしたがって、2015年頃までに整備されるものとする。

(2) FBR 実証炉

FBR 実用化技術を実証するため、FBR 実証炉を 2025年運転開始するものと想定する。燃料は MOX 燃料とし、RRP から回収されるプルトニウムを用いて、J-MOX で MOX 燃料を加工することを想定する。

(3) FBR 実用化

FBR 実用化は 2030年頃とし、軽水炉のリプレースとして、順次 FBR が投入されるものとする。FBR 導入初期においては、プルトニウム、MOX 燃料の供給が FBR の導入速度を制限する因子となることから、FBR の導入速度に応じて再処理施設、燃料加工施設を整備する。できる限り合理的にこれを行うため、再処理は運転開始当初プルトニウム残存濃度の高いプルサーマル燃料の処理を優先的に実施し、FBR 使用済燃料の処理が可能になった時点から FBR 再処理に移行できるように軽水炉・FBR の両用施設とする。また、この両用再処理施設、FBR 用 MOX 燃料加工施設の設備能力をできるだけ圧縮するため、実証炉と同様、RRP から回収されるプルトニウムを用いた J-MOX での高速炉向けの MOX 燃料加工も想定する。

補足資料-3

再処理技術研究開発計画

- 3.1 現在の軽水炉サイクルの完成を目指した研究開発
- 3.2 軽水炉サイクルの高度化及び高速炉サイクルの確立を目指した研究開発

3.1 現在の軽水炉サイクルの完成を目指した研究開発

東海事業所における軽水炉再処理技術研究開発は、東海再処理施設(TRP)の設計、建設、運転、改造などを通じて進められてきた。また、民間再処理工場も仏国等の技術と JNC の技術を用いて操業開始を目指している。プルサーマルを含めた軽水炉再処理技術を完成させることは、核燃料サイクルを確立する上で必要であることから、以下の研究開発を提案する。

六ヶ所再処理施設(RRP)の立上げ、安定操業への支援(軽水炉再処理技術の確立)

TRP における設計、建設、運転、改造などの知見を基に積極的な技術支援を継続すると共に、今後、モックアップ施設、小型試験施設(OTL)など活用したトラブルシューティングを行う。人的支援についても、これまで通り積極的な支援を行う。

プルサーマル再処理の技術開発、実証を TRP、RETF を使って実施

TRP において軽水炉燃料での希釈運転を考慮したプルサーマル燃料の本格的な実証を図る。TRP でのプルサーマル燃料の再処理実証においては、溶媒劣化、溶解性など、高速炉再処理技術に反映できる種々のデータ採取を行う。TRP における本格的なプルサーマル燃料の実証に当たっては、プルサーマル PIE 燃料の処理を事前に行い、溶解性など本格的な処理に当たって必要なデータの採取を OTL での試験を含め行う。

リサイクル機器試験施設(RETF)においては、プルサーマル燃料の高燃焼度化を含め、高速炉再処理技術を活用したプルサーマル燃料実証を図る。

軽水炉再処理技術の集大成化

再処理技術を継続的に継承し、将来の再処理施設の設計・建設のため、TRP における今までの技術開発成果、運転知見、ノウハウ、データを総合的に集大成し、再処理技術ハンドブックなどを作成する。また、それらの成果を基に、プルサーマル燃料再処理を含めた次世代再処理施設(民間第2)の基本設計を試行する。

3.2 軽水炉サイクルの高度化及び高速炉サイクルの確立を目指した研究開発

高速炉再処理技術の早期確立のためには、湿式再処理を東海事業所での開発の基軸として、軽水炉再処理、高速炉再処理開発の融合を図り、TRP で実証可能な高速炉再処理技術に関しては、積極的に TRP で実証を行う必要がある。

軽水炉再処理技術の高度化は、経済性、安全性はもとより、廃棄物の処理・処分を視野に入れ、RRP に適応可能な技術開発が今後は必要となる。高速炉再処理技術開発には、プルサーマル燃料再処理の実証データが有効であるばかりでなく、既存施設(TRP)で Np 回収プロセスやソルトフリープロセスを早期に実プラントで実証し、種々のデータを取得することが、高速炉再処理技術の早期確立に繋がるものとする。高速炉再処理研究開発は、先進湿式再処理技術を確立すると共に、将来の再処理技術を見据えた革新的燃料サイク

ル研究に取り組む必要がある。軽水炉サイクルの高度化及び高速炉サイクルの確立を目指した研究開発を以下のように提案する。

再処理基盤技術高度化

- ・種々の基礎物性の取得、インライン分析技術、NDA 技術、シュミレーションコードの開発などの軽水炉、高速炉再処理を支える再処理基盤技術の整備、開発

軽水炉再処理技術高度化

- ・六ヶ所再処理施設の将来ニーズに則した経済性向上、安全性向上などへの取り組み
- ・工程モニタリングによる核物質管理システム等、新たな保障措置概念の構築（再処理の透明性・信頼性向上）
- ・再処理施設解体技術開発への取り組み開始

廃棄物管理技術高度化（処理・処分を見据えた開発、発生量最小化への取り組み）

- ・ソルトフリープロセス実証などの廃棄物発生量（物量、放射能、有害物質）低減化
- ・処理・処分コストの低減化への取り組み
- ・低レベル廃棄物管理プログラムの推進、具体化
- ・廃棄物発生最小限化を目指した取り組み

MOX 燃料再処理（高速炉再処理技術へ繋がる技術開発）

- ・ATR-MOX 燃料再処理（FBR 再処理に繋がる各種データ採取）
- ・既設プラントにおける Np 回収プロセス、U/Pu 共抽出プロセスの実証（環境負荷低減、核不拡散性向上）

高速炉サイクル技術への移行

- ・先進湿式再処理技術（低除染、MA リサイクルなど）の確立
- ・環境負荷低減を目指した MA リサイクルの実証、FBR、高燃焼度プルサーマル燃料再処理実証
- ・高速炉サイクルにおける廃棄物発生低減の実証
- ・ショートプロセス（脱硝、転換、粉末調整）の開発
- ・革新的燃料サイクル研究への取り組み

なお、高速炉使用済燃料は、軽水炉使用済燃料と比較して Pu の含有率が高く、Pu が高次化しているため中性子発生量が多く、Pu- も高くなることから溶解性、不溶解性残渣の発生量、溶媒劣化に影響を及ぼす。また、核分裂生成物、MA の含有率が多くなるなどの特徴を持っている。ATR-MOX 使用済燃料、プルサーマル使用済燃料等は、軽水炉使用済燃料と高速炉使用済燃料の中間的な燃料と考えられる。このため、軽水炉使用済燃料、ATR-MOX 使用済燃料、プルサーマル使用済燃料、高速炉使用済燃料の再処理実証を図り、種々のデータを採取することは、高速炉燃料再処理の有効なデータとなる。

補足資料-4

燃料技術研究開発計画

- 4.1 現在の軽水炉サイクルの完成を目指した研究開発
- 4.2 軽水炉サイクルの高度化及び高速炉サイクルの確立を目指した研究開発

4.1 現在の軽水炉サイクルの完成を目指した研究開発

サイクル機構においては、水炉向けとして「ふげん」用燃料、高速炉向けとして「常陽」、「もんじゅ」用燃料を設計、製造する技術を確立してきた。また、これらの技術を応用して少量ではあるが、照射試験用のプルサーマル燃料製造を行ってきた。

民間では、軽水炉サイクルの一環として、日本原燃(株) (JNFL) を事業主体として MOX 燃料加工プラント (J-MOX) を六ヶ所再処理に隣接して建設することが計画されている。

サイクル機構での経験を生かし、軽水炉サイクルの完成を目指して以下の研究開発を提案する。

J-MOX への設計、建設、運転への支援

「ふげん」、「常陽」、「もんじゅ」用燃料製造を通じて、MOX 燃料製造技術を確立したサイクル機構として J-MOX の設計、建設、運転に向けて積極的に技術支援、人的支援を行っており、これらの支援を継続して実施する。

技術支援として、サイクル機構の各種の技術情報、運転ノウハウを提供すると共に J-MOX プラントの基本設計に対する設計レビューや安全解析、保障措置システム等についてのコンサルティングを実施している。また、マイクロ波直接脱硝法による混合転換粉 (MH 粉) の MIMAS 法への適合性を把握するために、粉末混合設備確証試験を JNFL からの受託試験としてサイクル機構の施設を用いて進めている。

人的支援に関しては、現在、技術者の派遣を行っており、今後、JNFL 側の技術者・運転員の教育のため、受け入れを実施していく予定である。

さらに、J-MOX プラントの運転に向けたトラブルシューティングとして、事前分析による未然防止や発生時の対処に関するコンサルティング及びプルトリウム燃料第 1 開発室 (PFDF) 等を用いたホット試験による確認等の支援を行うことが想定される。

MOX 燃料技術の集大成化

J-MOX への技術支援・移転を確実にを行うため、また、今後の高速炉用 MOX 燃料開発に向けて、MOX 粉末特性、ペレット焼結特性等の基礎データを拡充し、MOX 燃料製造における運転データ、運転ノウハウ、保守データ等と合わせ、体系的に集約した技術資料を作成することが想

定される。

4.2 軽水炉サイクルの高度化及び高速炉サイクルの確立を目指した研究開発

軽水炉サイクルの高度化及び高速炉サイクルの確立において、共に、コスト低減、廃棄物対策、透明性向上等が重要な開発課題となる。また、軽水炉用 MOX 燃料と高速炉用 MOX 燃料に係る技術は多くが共通していることから、両者の高度化を連携して進めていくことが効率的かつ確実である。このため、軽水炉サイクルの高度化及び高速炉サイクルの確立を目指した研究開発として以下を提案する。

J-MOX への高度化支援

で後述するコスト低減、廃棄物発生量低減、透明性の向上等を目指した高速炉用 MOX 燃料の高度化技術の開発成果は J-MOX へも適用可能なものが多く含まれ、J-MOX の運転時やプルサーマル燃料の高燃焼度化等のための設備更新時に逐次反映していくことが期待される。

ここで、プルサーマル燃料の高燃焼度化は、 UO_2 燃料に比べて MOX 燃料の加工コストが数倍になること、高燃焼度化に対して MOX 燃料では Pu 富化度の増加で対応できること等のため、高いインセンティブが働く。プルサーマル燃料の高燃焼度化では、Pu 富化度の増加に伴う燃料物性への影響や FP ガス放出の抑制等が開発課題となると考えられる。これらの課題を解決するため、高速炉用 MOX 燃料製造技術開発と連携したペレット製造に関するプロセス技術開発が期待される。

「もんじゅ」、「常陽」用燃料製造を通じた高度化

高速炉サイクルの実用化では、コスト低減、廃棄物発生量低減、透明性向上等が不可欠であり、これらを目指して高度化技術を開発し、プルトリウム燃料第3開発室（PFPF）等での「もんじゅ」、「常陽」用燃料の製造を通じて実証して行く。ここで、運転・保守技術、検査技術の高度化による操業コスト低減、長寿命機器・部品の開発による廃棄物発生量低減、保障措置分野での遠隔監視システムの導入等による透明性向上が期待される。

高速炉サイクル実用化に向けた枢要技術開発

実用化段階の高速炉用燃料の形態としては、金属、窒化物も含め幅

広く想定されているが、東海事業所としては、「もんじゅ」用燃料等の製造経験を生かし、酸化物（MOX）燃料を基軸としてショートプロセス法、振動充填法等の枢要技術を開発して行くことが想定される。

ショートプロセス法は、燃料製造における工程を大幅に縮減することで、製造コストの低減、廃棄物発生量の削減が期待できるものである。枢要技術である溶液段階での Pu 富化度調整技術、粉末調整技術、ダイ潤滑成型技術等に関する基礎試験によりプロセスの成立性を確認し、今後、小規模試験での設備性能確認、照射試験での燃料性能確認に進むことが期待される。中空燃料は、高燃焼度化に伴う FCMI（燃料/被覆管機械的相互作用）を緩和しつつ、許容線出力を向上できる利点があり、中空ペレット開発も合わせて行っていく必要がある。

振動充填法について数種類の技術（内部ゲル化法、外部ゲル化法、バイパック法）の開発が進行中であり、製造試験、照射試験を経て、成立性見通しを評価した上で、これらの絞込みが行われる予定である。今後、ペレット型燃料との比較評価を実施したうえで、小規模、工学的規模へ移行するか判断されると考えられる。

高速炉サイクルにおいて、地層処分される高レベル廃棄物に対する潜在的放射性毒性を低減するために、また、純粋な Pu を取り出すことを回避して核拡散抵抗性を増すために、U 及び Pu のみならず、Np、Am、Cm の MA を体系内でリサイクルすることが究極的な姿として期待されている。ここで、MA に付随して回収される希土類元素（RE）を含めた低除染燃料に関し、遠隔製造・遠隔保守技術開発等を進めていく必要がある。また、ホットセル等を用いた基礎試験によって MA による燃料物性への影響が把握されつつあり、また、「常陽」における照射試験によって照射挙動についても確認される予定である。今後、RE を含めた実組成の低除染燃料としての特性を小規模試験等により把握していくことが期待される。

廃棄物処理技術開発

MOX 燃料加工から排出される廃棄物については、現在進められている「低レベル放射性廃棄物管理プログラム」において MOX 系廃棄物として対象に含まれており、このプログラムに従って、プルトニウム廃棄物処理開発施設（PWTF）等での運転を通じて処理技術を実証しつつ、高度化を図っていく必要がある。ここで、廃棄物性状データの取得及びデータベースの構築が進められているが、このデータベースは、既

存の廃棄物の合理的処理・処分に適用するだけでなく、運転、設備更新等における廃棄物発生量の低減を目指す技術開発への目安となるものである。

ここで、廃棄物処理技術、発生量低減に係る開発成果は J-MOX の運転等に対しても反映することが期待される。

除染・解体技術開発

「ふげん」燃料製造が終了したプルトニウム燃料第2開発室(PFFF)に対しては、施設解体することが予定されており、これをターゲットとした除染技術開発、解体技術開発が計画されている。除染については、MOX 粉の付着状況を把握した上で、ブラスト法等の乾式除染技術開発が計画され、解体については、2次廃棄物の発生量を低減するために、遠隔解体技術等の開発が計画されている。

ここで、PFFF の解体のために開発した技術成果は、類似の施設である J-MOX における将来の設備改造、施設解体等にも反映していくことが期待される。

以上

補足資料- 5

廃棄物技術研究開発計画

- 5.1 ライフサイクルコストの観点から見た核燃料サイクル技術の最適化
- 5.2 廃棄物処理，処分研究の進め方

5.1 ライフサイクルコストの観点から見た核燃料サイクル技術の最適化

廃棄物の観点から核燃料サイクルを俯瞰すると、既存の廃棄物に関する処理処分方策を確立することは確かに緊急の課題であるが、これ以上負の遺産を増加させないためにも今後発生する廃棄物に対する対策も優先して実行すべきものとする。また、今後、廃棄物処理、処分技術の開発を進めるに当たり、核燃料サイクルのライフサイクルコストと環境負荷を最適化することが原子力の社会的受容性を高める上で非常に重要な課題である。

そこで、核燃料サイクル全体から発生する廃棄物を総合的に管理し、その発生を経済性とのバランスを取りつつ抑制するための仕組みとして「ライフサイクルコスト総合管理システム」を構築し、核燃料サイクル技術へ廃棄物処理処分研究開発成果を反映させていくことを提案する。この「ライフサイクルコスト総合管理システム」による体系的技術開発では、民間事業者廃棄物の処理処分コンサルタントや受託処理等に反映も可能である。

この目標に向かって技術開発を進める場合、処理・処分技術開発だけではなく、基盤となる技術(物性,材料,計装,保守,放管等。特に全ての検討のスタートとなる廃棄物データ及び処分データを取得するための測定・評価技術)開発を並行して進めることが重要となる。また、放射性廃棄物の処理、処分のほか、有害物質等の処分技術(人工バリア)や無害化技術を開発することにより、一般産業界への技術反映が可能になる。

以上のような廃棄物対策を全て同時に進めることは経営資源的に考えても困難であるため、他の核燃料サイクル技術開発との優先度を設定した上で、実行可能な項目から着実に実践することが重要である。さらに、今後は貯蔵庫の満杯論などから廃棄物の処理・処分にかかる経営資源を投入するのではなく、ひとつのプロジェクトとして廃棄物処理・処分技術開発を位置づけることが重要と考える。

5.2 廃棄物処理、処分研究の進め方

今後の廃棄物に関する研究開発を考えた場合大きく分けて二つの目標が存在する。第一は既存廃棄物の処理処分方策を早期に実現し、核燃料サイクルを真の意味で確立すること、第二は将来発生する廃棄物を最小限に抑えることである。

このうち、既存廃棄物の処理、処分に対しては、既に検討して作り上げた「低レベル廃棄物管理プログラム」を着実に実施することが重要である。本管理プログラムは、サイクル機構において発生する低レベル放射性廃棄物を安全かつ合理的に処理処分していくため、その発生から処理、保管、処分に至るまでの総合的な管理計画をまとめたものであり、今後、国による処分の安全規制・基準等の検討や技術開発等の進捗、文部科学省の RI・研究所等廃棄物懇談会における検討、原研との統合、サイクル機構の事業計画や資金計画等に応じて柔軟に対応していくこととしている。従って、サイクル機構としても、これらの結果を基に、高レベル廃棄物及び低レベル廃棄物の地層処分の観点から廃棄物を発生させる核燃料サイクル及び廃棄物処理に対して提案、指導することを促進することが重要である。

さらに、将来発生する廃棄物として、使命を終えた施設、設備の解体に伴い発生する廃棄物を低減する必要がある。そのためには、廃棄対象の施設、設備を構成するもののうち、放射性廃棄物として区分されるものの発生を可能な限り抑制するとともに、作業に伴う二次廃棄物の発生を抑えた解体・除染技術の開発が重要である。

今回の我々の検討では、廃棄物発生側と管理プログラム推進側の連携をさらに円滑に進めるための情報交換の活性化が重要であると共に、今後の研究開発の結果出てくる新たな廃棄物についても予め研究開発側と廃棄物処理側とで十分な議論をした上でその対処方法を確定すべきである。その為にも、上述の「ライフサイクルコスト総合管理システム」を構築して運用することが必要である。