

平成11年度研究開発課題評価(事前評価)報告書

評価課題「ロシア解体プルトニウム処分
への協力に係る技術開発」

平成12年1月

核燃料サイクル開発機構
研究開発課題評価委員会
(高速炉・燃料サイクル課題評価委員会)

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松 4 番地 49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to :
Technical Cooperation Section
Technology Management Division
Japan Nuclear Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)
2000

JNC TN1440 2000-001

2000年1月

平成11年度研究開発課題評価（事前評価）報告書
評価課題「ロシア解体プルトニウム処分への協力に係る技術開発」

核燃料サイクル開発機構
研究開発課題評価委員会
(高速炉・燃料サイクル課題評価委員会)

要旨

核燃料サイクル開発機構（以下、サイクル機構）は、内閣総理大臣が定めた「国の研究開発全般に共通する評価の実施方法の在り方についての大綱的指針」（平成9年8月7日決定）及びサイクル機構の「研究開発外部評価規程」（平成10年10月1日制定）等に基づき、研究開発課題「ロシア解体プルトニウム処分への協力に係る技術開発」に関する事前評価を、研究開発課題評価委員会（高速炉・燃料サイクル課題評価委員会）に諮問した。

これを受けて、高速炉・燃料サイクル課題評価委員会は、本委員会によって定めた評価項目及び評価の視点に従い、サイクル機構から提出された評価用説明資料、補足説明資料及び委員会における議論に基づき、本課題の評価を行った。

本報告書は、その評価結果をサイクル機構の関係資料とともに取りまとめたものである。

目 次

1. 概要	1
2. 高速炉・燃料サイクル課題評価委員会の構成	1
3. 審議経過	2
4. 評価方法	2
5. 評価結果（答申書）	5
(参考) 高速炉・燃料サイクル課題評価委員会 各委員の評価意見	16

参考資料（核燃料サイクル開発機構資料）

参考資料 1 研究開発課題の事前評価について（諮問）

参考資料 2 評価結果に対する措置

参考資料 3 ロシア解体プルトニウム処分への協力に係る技術開発
(課題説明資料)

参考資料 4 ロシア解体プルトニウム処分への協力に係る技術開発
(OHP 資料)

参考資料 5 課題評価委員の評価意見等に関する補足説明

1. 概要

核燃料サイクル開発機構（以下、サイクル機構）は、内閣総理大臣が定めた「国の研究開発全般に共通する評価の実施方法の在り方についての大綱的指針」（平成9年8月7日決定）及びサイクル機構の「研究開発外部評価規程」（平成10年10月1日制定）等に基づき、研究開発課題「ロシア解体プルトニウム処分への協力に係る技術開発」に関する事前評価を、研究開発課題評価委員会（高速炉・燃料サイクル課題評価委員会）に諮問した。

これを受け、高速炉・燃料サイクル課題評価委員会は、本委員会によって定めた評価項目及び評価の視点に従い、サイクル機構から提出された課題説明資料、補足説明資料及び委員会における議論に基づき、本課題の評価を行った。

本報告書は、その評価結果をサイクル機構の関係資料とともに取りまとめたものである。

2. 高速炉・燃料サイクル課題評価委員会の構成

本委員会は、平成11年1月に設置され、関連分野の専門家を中心として、社会科学の専門家、ジャーナリスト、ユーザーなど、幅広い分野の委員から構成されている。

対象課題は、国際社会の懸案事項となっている余剰核兵器の削減に関する課題であり、国際政治や核不拡散の視点も必要なことから、その分野に詳しい専門家を委員に加え、評価を行った。

委員長	岡 芳明	東京大学大学院工学系研究科附属原子力工学研究施設教授
委 員	井上 正	電力中央研究所原燃サイクル部長
	桑原 茂	関西電力(株)原子力・火力本部原子燃料部長
	近藤三津枝	ジャーナリスト
	清水 雅彦	慶應義塾大学経済学部教授・産業研究所所長
	鈴木 潤	未来工学研究所R & D戦略研究グループリーダー
	戸田 三朗	東北大学大学院工学研究科量子エネルギー工学専攻教授
	中川 正幸	日本原子力研究所エネルギー・システム研究部長
	中村 雅美	日本経済新聞社編集委員
	モ里斯・ブレン	駐日欧州委員会一等参事官（科学技術担当）
班目	春樹	東京大学大学院工学系研究科附属原子力工学研究施設教授
松井	恒雄	名古屋大学大学院工学研究科量子工学専攻教授
松本	史朗	埼玉大学工学部応用化学科教授
若林	泰夫	東京電力(株)原子力研究所所長
(本課題評価のための追加委員)		
山内 康英	国際大学グローバル・コミュニケーション・センター教授	

3. 審議経過

(1)第1回目の委員会開催（平成11年度第5回） 平成11年11月19日

- ・評価方法の決定
- ・課題内容の説明・検討

(2)第2回目の委員会開催（平成11年度第6回） 平成11年12月6日

- ・課題内容に関する補足説明、質問への回答
- ・評価結果の検討

(3)評価結果（答申書）のまとめ

第2回目の委員会における検討結果等により評価結果の修正を行い、各委員の了承を得て、評価結果（答申書）とした。

(4)答申 平成12年1月11日

4. 評価方法

第1回目の委員会において、以下の評価作業手順、評価項目及び評価の視点を決定し、これらに基づき評価を行った。

(1)評価作業手順

原則として、以下の手順で評価を実施する。

1)第1回目の課題評価委員会の開催（評価方法の決定、課題内容の把握・検討）

- ・評価方法を決める。
 - ・被評価者から課題の説明を受け、内容を把握・検討する。
- なお、欠席した委員に対しては、別途、対応させる。

2)各委員の評価作業

- ・各委員は、第1回目の課題評価委員会開催後、課題説明資料及び委員会における説明を基に、評価項目に従って評価を行い、評価意見及び質問を書面で事務局に提出する。
- ・事務局は、これらを整理して、次回の課題評価委員会の検討資料を作成する。

3)第2回目の課題評価委員会の開催（課題の評価）

- ・必要に応じて被評価者より補足説明を受けた後、各委員が行った評価、並びにサイクル機構の課題説明資料、補足説明資料及び委員会における議論に基づき、課題評価委員会としての評価を行う。

4)評価結果（答申書）のまとめ及び答申

- ・委員長は、委員会の審議結果に基づき、事務局の補佐を得て委員会としての評

価結果をまとめ、理事長に答申する。

- ・答申書には、次項に示す各評価項目及び総合評価について、委員会としての評価結果を記述する。
- ・上記と異なる意見がある場合には、答申書にその意見を併記する。

5)その他

評価をより的確なものとし、また評価に対する被評価者の理解を深めるため、課題評価委員会には研究実施責任者及び担当者を出席させ、議論に参加させるものとする。

(2)評価項目

評価項目は次のとおりとする。(○は評価の視点)

また、研究開発を進めていく上で提言、留意点があれば、コメントする。

1)研究開発の目的・意義

- 目的・意義は明確かつ的確か。
- サイクル機構が実施すべき課題か。
- 緊急性、重要性が高く優先して実施すべき課題か。
- 社会的・経済的ニーズはあるか。
- 国内外の関連技術動向が的確に把握されているか。

2)研究開発目標

- 目標の設定は適切か。
- 目的・意義達成のために十分な指標となっているか。
- 国内外の関連技術動向が的確に反映されているか。

3)研究開発計画

- 計画内容(小課題の設定・内容、年次計画等)は具体的で妥当なものか。
- 使用する施設・設備は適切か。
- 国内外の関連技術動向が的確に反映されているか。
- 実用化への道筋が適切に考えられているか。

4)研究開発体制

- 実施体制(組織、人員等)、他機関との協力・連携は適切か。

5)資源配分

- 資金、人員計画は適切か。

6)期待される成果及び波及効果

- 当該分野への効果はあるか。
 - 解体プルトニウムの処分に役に立つか。
 - 核不拡散に寄与するか。
- わが国のFBR研究開発等にも役に立つか。

7)成果に対する情報公開の考え方

- 情報公開に関する考え方は適切か。

8)その他(上記項目に当てはめ難い評価意見)

9)総合評価

- 上記各項目の評価を踏まえた総合的な判断

(3)評価基準

各評価項目について評価を行い、技術開発を実施していくことの妥当性を総合的に判断する。

5. 評価結果（答申書）

平成12年1月11日

核燃料サイクル開発機構

理事長 都甲 泰正 殿

研究開発課題評価委員会

(高速炉・燃料サイクル課題評価委員会)

委員長 岡 芳明



研究開発課題の評価結果について（答申）

当委員会に諮問[11 サイクル機構（経企）048]のあった下記の研究開発課題の事前評価について、その評価結果を別紙のとおり答申します。

記

研究開発課題「ロシア解体プルトニウム処分への協力に係わる技術開発」

以上

事前評価課題「ロシア解体プルトニウム処分への協力に係る技術開発」

高速炉・燃料サイクル課題評価委員会 評価結果の概要

本課題は、冷戦後の国際社会にとって懸案事項となっている余剰核兵器の削減に関して、核燃料サイクル開発機構(以下、サイクル機構)が、これまでに蓄積してきた原子力の平和利用技術を用いて、ロシア解体プルトニウムの処分という側面から技術的に貢献しようとするものである。

また、バイパック燃料(振動充填燃料)製造技術、ロシアの高速増殖原型炉 BN-600 の炉心・燃料設計等に関するロシアとの共同研究や意見交換等を通して、技術的知見の獲得を図るとともに、実機での経験を蓄積して、高速増殖炉サイクルの実用化戦略調査研究などのサイクル機構の研究開発に最大限活用していくこととされている。

解体核兵器のプルトニウム処分は核不拡散上の緊急な課題であり、わが国がこれまで蓄積してきた原子力平和利用技術を活用し、国際平和に貢献できる。また、国際的な共同研究を通じて、日本にとって必要な核燃料サイクル技術の調査や技術開発を進めることができる。これらの点から、本技術開発を実施することは妥当である。

対露核兵器解体支援については、1999年のG8サミットなどで首相、外相が国際的な関与を公表している。また、START(戦略兵器削減条約)のスケジュールの観点から緊急性が高い。プロジェクトの安全確保、二国間・多国間の協力体制の緊密化、核物質防護・国際保障措置の確保、対世論広報活動の充実などを前提として、日本側で高速炉技術を有するサイクル機構が是非進めるべき案件であると判断される。

主要技術であるバイパック燃料製造技術は、将来の高速炉燃料製造技術の候補の一つと考えられ、サイクル機構が進めている実用化戦略調査研究に活用できる。ロシアとの共同研究等を通じて本技術及びその他の関連技術を獲得することは、サイクル機構が進めている競争力のある技術の開発に役立つ可能性がある。したがって、サイクル機構の研究開発業務との整合性を前提とすれば、本プロジェクトを進めることには、一定の意義が認められる。

このような国際協力及び技術開発を円滑に推進し、実りある成果を得るために、研究開発目標を達成するための綿密な研究計画と、両国に跨る実施体制の整備が必要であり、わが国の総力を挙げて取り組む必要がある。例えば、日露政府間の調整と実施のための法的枠組みの整備などといった政治、外交面での取組みを同時に進めることが不可欠である。

事前評価課題「ロシア解体プルトニウム処分への協力に係る技術開発」

高速炉・燃料サイクル課題評価委員会の評価結果

本課題は、冷戦後の国際社会にとって懸案事項となっている余剰核兵器の削減に関して、核燃料サイクル開発機構(以下、サイクル機構)が、これまでに蓄積してきた原子力の平和利用技術を用いて、ロシア解体プルトニウムの処分という側面から技術的に貢献しようとするものである。

また、バイパック燃料(振動充填燃料)製造技術、ロシアの高速増殖原型炉 BN-600 の炉心・燃料設計等に関するロシアとの共同研究や意見交換等を通して、技術的知見の獲得を図るとともに、実機での経験を蓄積して、高速増殖炉(FBR)サイクルの実用化戦略調査研究などのサイクル機構の研究開発に最大限活用していくこととされている。

高速炉・燃料サイクル課題評価委員会は、本委員会によって定めた評価項目及び評価の視点に従い、サイクル機構から提出された評価用説明資料、補足説明資料及び委員会における議論に基づき、本課題の評価を行った。

【総合評価】

核兵器解体に伴い発生するプルトニウムの処分は核不拡散上の緊急な課題であり、わが国がこれまで蓄積してきた原子力平和利用技術を活用して協力することにより、国際平和に貢献できるものである。また、国際的な共同研究を通じて、日本にとって必要な核燃料サイクル技術の調査や技術開発を進めることができる。これらの点から、本技術開発を実施することは妥当である。

対露核兵器解体支援については、1999 年の G8 サミットなどで首相、外相が国際的な関与を公表している。また、START (戦略兵器削減条約) のスケジュールの観点から緊急性が高い。プロジェクトの安全確保、二国間・多国間の協力体制緊密化、核物質防護・国際保障措置の確保、対世論広報活動の充実などを前提として、日本側で高速炉技術を有するサイクル機構が是非進めるべき案件であると判断される。

主要技術であるバイパック燃料製造技術は、将来の高速炉燃料製造技術の候補の一つと考えられ、サイクル機構が進めている実用化戦略調査研究に活用できる。ロシアとの共同研究等を通じて本技術及びその他の関連技術を獲得することは、サイクル機構が進めている競争力のある技術の開発に役立つ可能性がある。したがって、サイクル機構の研究開発業務との整合性を前提とすれば、本プロジェクトを進めることには、

一定の意義が認められる。

このような国際協力及び技術開発を円滑に推進し、実りある成果を得るためにには、研究開発目標を達成するための綿密な研究計画と、両国に跨る実施体制の整備が必要であり、わが国の総力を挙げて取り組む必要がある。例えば、日露政府間の調整と実施のための法的枠組みの整備などといった政治、外交面での取組みを同時に進めることが不可欠である。それへ向けての検討をお願いしたい。

また、これまで旧動燃が進めてきたペレット法と全く異なる燃料製造法に対し、これだけの資金を出して燃料製造施設の整備をするからには、ロシア任せでなく、燃料製造法に関して、サイクル機構が行う研究の成果も含めて、知見を蓄積することを望みたい。

フェーズ1の推進途中でも国際社会への対応及び国内研究開発方針の変化等も考えられるため、必要に応じてその推進について再評価が必要と考える。また、実用化戦略調査研究計画との整合性とともに、FBR技術開発への貢献という部分も重要視して進める点が重要である。

サイクル機構の研究開発計画としては“コスト面から考えて有力な燃料製造オプションである RIAR(ロシア原子炉科学研究所)法の知見を得る”という目標をより明示的に示すべきではないか、最終目標としては「日本国内で RIAR 法により燃料棒を製造した場合のコスト試算を行うためのデータを取得する」程度の記述は必要ではないか、との意見もあった。

国際協力ということで今後いろいろな障害が現われると予想されるが、サイクル機構だけでなく関係者全員の努力によりそれを乗り越え、是非とも成功させて欲しい。

なお、本評価においては、本課題の二面性から、研究開発課題として評価することの妥当性、主要な目的・意義は国際貢献か研究開発・技術的経験の蓄積か、サイクル機構の実用化戦略調査研究との整合性などについて議論があった。

【各評価項目に対する評価意見】

(1) 研究開発の目的・意義

冷戦終結に伴って発生したロシアの解体核兵器からのプルトニウムを確実に処分することは、それが使用済燃料とは異なり、核分裂生成物による強い放射能も無く、す

ぐ再び核兵器に用いる形態にし易いという点や、ロシアがなお経済的、社会的に混乱状態にあり、その管理が適切になされるかという点で核不拡散上の国際社会最大の懸案事項になっている。

サイクル機構がこれまで蓄積してきた原子力平和利用技術を活用してこれに協力することは、わが国の国際社会への貢献の一つとして、サイクル機構が取り組むべき重要課題である。また、バイパック燃料製造技術や BN-600 の炉心・燃料設計等に係る共同研究等を通じてこれらの技術の知見の獲得と増進を図ることは、サイクル機構の競争力ある技術開発の推進に役立つ。

技術的には、解体プルトニウムを非軍事化するためのオプション研究として、プルトニウムを MOX 燃料に転換し、原子炉で燃焼させる簡便な技術プロセスを開発するという目的は適切である。

実用化戦略調査研究との関連も深く、緊急性、重要性や社会的・経済的ニーズの点からもサイクル機構が優先して実施すべき課題である。燃料サイクルコストの低減は大きな課題であり、MOX 燃料の製造についても、コストの低減化が実用化の課題になっている。それを解決する一つの候補がバイパック燃料製造技術であり、経済的なニーズがある。また、燃料は照射まで行わないと実際の評価が難しく、実用化戦略調査研究でコスト評価をするためには、今から行わなければならないという緊急性がある。さらに、このような照射試験をもし日本国内で実施するときのコストと比較した場合、別の意味での経済的ニーズがあると言える。バイパック燃料製造技術と燃料挙動情報がノウハウを含めて得られるとすれば、これが FBR 燃料の有力な選択肢となる可能性も十分に考えられるので意義を有する。

解体プルトニウムの処分という観点からの社会的・経済的ニーズは、ロシア社会から見ればあるが、日本社会にとっては間接的である。戦略兵器削減条約のタイムスケジュールの観点からすれば緊急性、重要性は高い。しかし、非核兵器保有国としての日本の立場からすれば、国内、国際世論の動向等に十分留意すべきである。

わが国が提案している高速炉での燃焼に関し技術を持っているのはわが国においてはサイクル機構だけであり、実施主体として他は考えられない。サイクル機構の設置法に基づく「核燃料サイクル開発機構の業務に関する基本方針」(平成 10 年 10 月 1 日、内閣総理大臣) 及びサイクル機構の中長期事業計画においても、国際協力の一つとして、解体核処理への技術的貢献、協力の推進が明記されている。また、米国などの解体核支援の実例を見る限り、研究所－研究所の関係に支えられたプロジェクトの成功率が高い、という意味でもサイクル機構が実施すべき課題である。しかしながら、日本の原子力研究開発機関にとって前例のない課題であり、政治、外交的側面に配慮

した取組みが必要である。

関連技術動向の把握も、核兵器に関する機微条項を除いて十分把握されていると評価する。

なお、目的や緊急性に関して、次の意見があった。

- ・国際政治の課題(核軍縮・核不拡散問題)への貢献とバイパック燃料製造等の技術開発・技術的経験の蓄積という二つの目的は相互に矛盾するものではないが、次元と意義が異なるものであり、サイクル機構としては、後者の技術開発を主要な目的とし、前者の国際貢献は研究成果に付随する副次的目的とすべきである。そうすれば、実用化戦略調査研究の一環として本技術開発を位置付けることができ、必要な研究であると言える。また、技術開発の成果をもって国際貢献の目的を達成しようとするならば、技術開発の緊急性、重要性も高い。
- ・研究開発としては、緊急性、経済性の面から優先して実施すべきか否かは実用化戦略調査研究との整合性とも関係する。実用化戦略調査研究の検討スケジュールとリンクさせて緊急性を論じるべきである。

(2) 研究開発目標

本プロジェクトの目標は、ロシア解体プルトニウム処分への協力そのものと、それに係る技術開発を通じたわが国の核燃料サイクル技術の向上、の二つからなる。このうち適切な目標設定が必要なのは後者のほうである。現段階では国内外の関連技術動向を的確に反映し適切に設定されていると評価する。

解体プルトニウムを MOX 燃料に転換し原子炉で燃焼させることは、技術として現実性が高いだけでなく、解体プルトニウムを燃焼により減少させ、より核不拡散抵抗性のある強い放射能を含む使用済燃料に転換させることができ、目標として適切である。

RIAR 法は、乾式再処理並びに振動充填技術を用いた燃料製造法として将来の高速炉燃料製造技術の候補と考えられる。製造した燃料について照射をしそのデータを取得することは、燃料製造技術開発とともに重要であり、これが BN-600 炉で計画されている。炉心・燃料設計及び安全解析については、バイパック燃料を用いた時の影響を検討する点で実用化戦略調査研究に有用な情報を提供できるであろう。これらの点で研究開発目標は適切に設定されている。

解体プルトニウム処分に関する国内外の研究動向も的確に把握されている。具体的

には、既存炉で良好な運転実績があり、バイパック MOX 燃料の照射実績もある BN-600 炉を用いること、バイパック燃料については RIAR で製造と照射実績があり、設備増強も可能という点で、これらの技術を解体プルトニウム処分に用いる選択がなされたのは適切である。プルトニウムを燃焼し、そのエネルギーを BN-600 炉で発電や熱利用に利用するという点も直接処分に比してプルトニウムの有効利用ができるので意義がある。また、これらの技術は世界的にも RIAR に最も技術的蓄積があり、協力相手機関として適している。

ただ、反射体については、既に「常陽」においてかなりの経験を有しているので、中性子吸収材料であるボロンを用いることはあるとしても、むしろ技術支援という面が強いと思われる。RIAR での燃料製造施設の整備については、有用な情報が得られるものと考えられるが、費用対効果を考え取得すべき情報、ノウハウを前もって明らかにしておくことが望ましい。燃料照射については、兵器級プルトニウムと原子炉級プルトニウムの違いを考えた上で、どれほどの情報が後者の燃焼挙動評価に役立つかを明らかにするのが望ましい。しかしながら、計画全体が国際政治上の戦略的なプロジェクトであるために、入手情報を優先させることが必ずしも可能でない場合もあり得ることを考慮しつつ、入手に努めることとするのが妥当であろう。

また、実用化戦略調査研究に役立たせるために、乾式再処理—バイパック燃料製造法の技術評価をするためのデータベースを含め、何が必要であるかを前もって検討しておく必要がある。

なお、目標の設定に関して、次の意見もあった。

- ・今後、国内外の技術動向を的確に反映させるため、実用化戦略調査研究のチェック・アンド・レビューの時期に目標の設定を再確認すべきと考える。研究目的よりも、国際貢献が重要と判断されれば、研究課題評価からはずすことも十分に視野に入れるべきである。

(3) 研究開発計画

計画内容は、準備段階と実施数段階のフェーズに分けられ、具体的で妥当なものになっている。準備段階のフェーズ 0 では、ロシアの臨界実験装置 BFS-2 を用いた臨界実験と少数体の MOX バイパック燃料の製造・照射試験が計画されており、計画内容、使用施設とも適当である。実施数段階のフェーズ 1 では、技術開発要素が高い項目について分担するという適切な方針が立てられている。その実施項目とスケジュールも妥

当であり、照射した MOX バイパック燃料の照射後試験もフェーズ 1 に含まれており、ロシアの解体核の処理に協力しつつ日本にとって必要な技術の調査と研究を進めることができるようにになっている。実用化への道筋も明確になっている。

バイパック燃料製造法は燃料製造のコストダウンを図る上では有力な選択肢であるが、これが将来、わが国の高速炉燃料製造につながるかどうかは予断できない。しかし、燃料開発には長期間を要することを考えると、先行投資として意味がある。

ただ、ロシアとの協定等を含めて国際的な枠組みの中での共同研究開発であり、相手があることであるため、研究開発計画が順調に進むとは限らない。計画の遂行にあたっては、研究開発目標を達成するための綿密な研究開発計画を立てることが重要である。これを曖昧のままにして進めることなく、また、途中で計画変更をも行え得る柔軟性を持って進める姿勢が必要と思われる。また、ロシアとの共同作業として、日本側がロシア側に期待する内容とその実施・遂行計画を、さらに詳細に検討しておくべきである。

計画をその通り遂行することより、プロジェクトの目的・意義は何かに立ち戻って最もよい成果をあげるよう、サイクル機構のみならず関係機関全てが努力されるよう切望する。

- 一方、高速炉開発、実用化戦略調査研究との関係等に関して、次の指摘もあった。
- ・高速炉の開発という視点に立つならば、やや性急な計画と思えるが、政策的観点からは妥当である。
 - ・本課題としてのみ評価すれば妥当と思われるが、実用化戦略調査研究の結果が未だ出ていない段階のため、国内外の動向及び実用化への道筋は現時点で評価できない。
 - ・使用する施設などについては、ロシア国内の施設・設備を使用するため、先方の施設の内容が把握できないので十分な評価はできない。サイクル機構はロシアへ直接出向いて、先方施設の状況について把握に努めるべきである。
 - ・開発課題は具体的であるが、計画されている開発期間については評価が困難である。

(4) 研究開発体制

サイクル機構における実施体制と役割分担も適切と考える。担当する部署が多岐に渡っており、担当理事の下、全体が調和して進められるようになっている。

本件は、核軍縮合意に基づいて国際的に進められている検討への協力という側面があり、日米露等の関係国がそれぞれの分担を着実に実施して全体目的が達成されるの

で、関係国と調整を進めつつ実施計画を完成すること、さらにサイクル機構の研究開発業務との整合性をとることに今後留意する必要がある。日露政府間の調整と実施のための枠組みが整備されることが必要と考えられる。また、他国の研究機関との連携なので、一層緊密な協力・連携体制が必要と思われる。

国内の他機関との協力体制も必要である。本計画のような課題は、技術的に詳細な内容に至るまで、国内(外)の専門家でしっかりととした評価ができる体制を整えておくことが大切である。また、わが国の国レベルの体制も明確にしておく必要がある。

ただ、成果をサイクル機構が進める核燃料サイクル技術の研究開発に反映できるようにするためには、かなりの努力が必要である。サイクル機構の技術者をロシアに派遣し、設計、製作、実験などの作業に可能な限り加わることにより一層役立つ知識、経験、技術のノウハウが得られると思われる。計画の進展に合わせて、ロシアへの技術者の長期派遣など、より詳細な体制について検討していくことが必要である。

(5) 資源配分

資源配分は妥当と考える。

ただ、サイクル機構の実施体制については、組織及び人員の面でほぼ十全の対応がなされていると評価されるが、ロシア側の対応如何によっては、その十全性も保証の限りではない。特に、資金については、ロシア側に提供される資金の妥当性あるいは合理性について十分確認することが必要である。

(6) 期待される成果及び波及効果

技術的側面がクリアされればロシア核兵器解体に伴うプルトニウム処理としての現実性が高く、また、核物質防護等の問題をクリアすれば核不拡散に寄与するところは大きい。国際貢献として妥当であり、重要な技術的成果が得られるものと考える。解体プルトニウムの処分に対する高速炉の有効性を示すことができ、その過程で得られる技術的知見は実用化戦略調査研究を始めサイクル機構の今後の研究開発業務に寄与することが期待される。具体的には、前述のように、将来の高速炉燃料製造技術の有力な候補であり、燃料サイクルコストの低減が期待できるバイパック燃料製造技術とその燃料挙動に関する技術的知見の獲得が期待される。また、炉心・燃料設計及び安全解析については、バイパック燃料を用いた時の影響に関する技術的知見が得られるであろう。

ただ、わが国の FBR の実用化に向けた研究開発は重要であるが、それを重視するあまり核不拡散への貢献を忘れてはならない。

(7) 成果に対する情報公開の考え方

情報公開に対する考え方は妥当である。国際的な会議での発言により、日本が解体プルトニウム処分を通じて、国際平和の増進に寄与していることが世界に知られることを期待したい。

国際共同研究開発があるので、核不拡散に対する配慮及び国際的枠組みとしての協定等を踏まえ、基本的にはサイクル機構の情報公開指針にしたがって公開すべきである。また、国民が理解できるだけの情報提供が望まれる。

外交、安全保障政策上の位置付けについて一層の広報体制等が必要である。

(8) その他（上記項目に当てはめ難い評価意見）

日本にとって核燃料サイクルの実用化を推進する上で重要な技術という点でこれらの技術をみると、本研究課題には直接含まれないようであるが RIAR の乾式再処理技術の調査等も合せて進めるのが重要であり、電力とも協力してこれを進めるのが望ましいように思われる。

改めて述べる必要もないが、実施に当っては MOX バイパック燃料製造や照射挙動あるいは BN-600 の運転経験など、これらの技術の要点（長所と欠点）を良く認識しつつ、それが的確に把握されることを念頭に計画が進められることを期待したい。

本評価の範囲を超えるが、国のセキュリティは、貿易、経済、国際関係等から多面的、総合的に考慮され、長期的な戦略の上に立案されるべきものである。個別の国際協力がこれらの戦略の下、適切に調整されて実施されることを期待したい。

本プロジェクトは国際協力に我が国の技術開発を結びつけた形となっている。このような形は、単に外国へ資金援助する一方的な形に比べ、互いに得るものがあるという意味で大変好ましいと思う。我が国の国際協力全てにおいてこのような形を考えるべき、研究者は一層の努力をすべきであろう。

科学技術は巨大化し、その成果は一国だけのものでなく人類全体の共有財産とすべき時代がきている。人類全体のためとなる核燃料サイクル技術の完成を目指しているサイクル機構にとって、このようなプロジェクトの遂行は内部の研究者の意識・意欲を高める意味でも好ましいものと感じる。

基本的にサイクル機構とロシアの研究機関との相互協力になると思われるが、スムーズな協力ができるような環境整備が必要である。作業者の安全、事故時の補償を含めて研究組織間の協力が円滑に行くよう、何らかの形での政府の支援、環境整備策が求められる。

(参考) 高速炉・燃料サイクル課題評価委員会 各委員の評価意見

【総合評価】

解体核兵器のプルトニウム処分は核不拡散上の緊急な懸案事項であり、国際平和に貢献できる。国際的な共同研究を通じて、日本にとって必要な核燃料サイクル技術の調査や技術開発を進めることができる。これらの点で本技術開発を実施することは妥当と考える。

日、米、欧が支援してロシアの軍用プルトニウムを解体しようとするものであるから、技術的側面だけでなく政治的な側面（各国間の役割も含め）が大きく入ってきている課題である。ゆえに基本的に課題評価委員会での評価に適したものかどうか判断が難しい。

当計画が、国際的な核軍縮に貢献しつつ、MOX 燃料製造等に係わる知見を得られる、我が国としての希有な機会であることは十分に理解できる。

ただし、サイクル機構の研究開発計画としては“コスト面から考えて有力な燃料製造オプションである RIAR 法の知見を得る”という目標をより明示的に示すべきではないか。

「RIAR 燃料製造施設の増強」と「先行照射試験」についてのこの目標は、サイクル機構の実用化戦略調査研究にとっても大変に意義深いものであると判断できる。また、最終目標としては「日本国内で RIAR 法により燃料棒を製造した場合のコスト試算を行うためのデータを取得する」程度の記述は必要ではないかと考える。

一方「反射体設計」や「炉心・燃料設計」、「安全解析」については、元々が特定課題解決のための needs driven な研究計画ではないため、研究開発の意義と目標、研究開発計画が明確ではない。これらは、「RIAR 燃料製造設備の増強」をロシアとの協力の下に実施するための交換条件の一部なのだから、サイクル機構にとっての独立した研究開発計画を考えるのは無理ではないか。補足資料で言う「データベースの拡充」の意義、そしてそれがどれだけ喫緊の課題であるのかは、示された資料からは判断できない。

本課題は解体核処分に関する日本の政策的判断抜きには正当に評価できないと考えるので、研究課題とは云えその観点も考慮して考えるなら、サイクル機構が進めるのが妥当である。本評価委員会は既に、実用化戦略調査研究についての評価を行ったがその計画との整合性については必ずしも良くない点があるので、FBR 技術開発への貢献という部分も重要視して進めるとの考えは重要である。これまで旧動燃が進めてきたペレット法と全く異なる製造法に対し、これだけの資金を出して燃料製造施設を増強をするためには、ロシア任せではなく燃料製作法に関して相当はっきりした評価を行うことを望みたい。

日本への技術面での波及は未知の部分が残っているが、国際協力の観点から本プロジェクトを進める意義はあると思う。

本プロジェクトは解体プルトニウムの処分、核不拡散への寄与を通じて世界平和に貢献することが目的であり、是非とも成功させていただきたい。国際協力ということで今後いろいろな障害が現われると予想されるが、サイクル機構だけでなく関係者全員の努力によりそれを乗り越えていただきたい。

本研究開発課題は、他の研究課題と比べて異質であり国際社会の懸案事項のロシア解体プルトニウム処分への技術協力を主体としており、我が国の代表としてサイクル機構が核軍縮・核不拡散に貢献するものである。従って、国際社会への貢献として重要なものである点が最重要観点である。また、バイパック MOX 燃料製造技術の情報入手の観点からも重要とは考えられ、技術的国際協力の点から評価して本技術開発を進めることは妥当と考える。

但し、フェーズ 1 の推進途中でも国際社会への対応および国内研究開発方針の変化等も考えられる為、必要に応じてその推進について再評価が必要と考える。例えば今回明確になっている実用化戦略調査研究への活用も考えてそのフェーズと合わせて再評価するべきであろう。

ロシア解体プルトニウム処分への協力に係わる技術開発は、わが国がこれまで蓄積してきた原子力平和利用技術を活用し、核軍縮、核不拡散に貢献するわが国の国際社会への貢献につながると同時に、原子力の安全性技術を含め、原子力平和利用技術の技術移転の実績を得る上でも極めて重要な意味合いを持っていると思われる。また、この技術開発には、サイクル機構が進めている実用化戦略調査研究に関連するものも含まれており、技術開発の成果は有用なものとなることが期待される。

したがって、国際貢献としての技術援助のギブ アンド テイクの実例としての意義をみることもできる。しかし、このような研究開発の実のある成果を得るためにには、開発目標とそれを得るためにの綿密な研究計画とその実施体制の整備が必要となり、わが国の総力をあげての取り組みが必要であると思う。それへ向けての検討をお願いしたい。

対露核兵器解体支援について、一つの目玉になるプロジェクトであり、サミットなどで首相、外相が国際的な関与を公表している。プロジェクトの安全面、二国間の協力体制緊密化、核物質防護・国際保障措置の確保、対世論広報活動の充実等を前提として、是非進めるべき案件と判断する。

【各評価項目に対する評価意見】

(1) 研究開発の目的・意義

冷戦終結に伴って発生したロシアの解体核兵器からのプルトニウムを確実に処分することは、それが使用済燃料とは異なり、放射線も弱く、すぐ再び核兵器に用いる形態にし易いという点やロシアがなお経済的、社会的に混乱状態にあり、その管理が適切になされるかという点で核不拡散上の国際社会最大の懸案事項になっている。サイクル機構がこれまで蓄積してきた原子力平和利用技術を活用してこれに協力するとともに、バイパック燃料製造技術や BN-600 の炉心・燃料設計等に係る共同研究等を通じてこれらの技術の知見の獲得と増進を図ることは、サイクル機構の競争力ある技術開発の推進に役立つ。

実用化戦略調査研究との関連も深く、緊急性、重要性や社会的・経済的ニーズの点からもサイクル機構が優先して実施すべき課題である。

- ・解体プルトニウムを非軍事化するためのオプション研究として、プルトニウムを MOX 燃料に転換し、原子炉で燃焼させる簡便な技術プロセスを開発するという目的は適切である。
- ・目的に「…サイクル機構が蓄積した技術を活用して協力し…」とあるが、計画内容はほとんどがロシアで実施されるものであり、ロシアが有する技術に資金を出す代わりに、ロシアが有する成果や本研究で得られる成果を我が国が購入する（技術移転も含めてであるが）という流れが感じられる。特に、MOX 燃料製造、照射試験、乾式再処理について。
- ・サイクル機構の技術で協力する所が明確であれば（炉心解析や安全解析等においても）、それをはっきり記述することが必要である。
- ・一方、現在実用化戦略調査研究で本ロシア技術も一つの有力な評価対象とされており、資金的援助を行いロシア開発技術の技術的可能性をしっかりと把握するというのも一つの選択である。
- ・上記2者がどっちつかずのような計画書の内容であるため、評価が困難になっている点がある。
- ・社会的、経済的ニーズに関しては本課題が国際政治的側面も強いためあまり有効に議論できるポイントとは思わない。

被評価者の課題説明によれば、「ロシアにおける解体プルトニウムの処分」に関するサイクル機構の協力あるいは関与に二つの目的が設定されている。

一つは、サイクル機構が蓄積してきた原子力平和利用技術を活用して、国際政治の課題（核軍縮・核不拡散問題）に対して貢献すること。特に具体的な事例であるロシア解体プルトニウム処分に貢献すること。もう一つは、サイクル機構がロシア解体プルトニウム処分に対する技術的協力を通じて、バイパック燃料製造技術およびBN-600炉心・燃料設計技術の開発と実機による技術的経験を蓄積すること、である。

前者を①、後者を②とすれば、これら二つの目的は、相互に矛盾するものではないが、明らかに次元と意義が異なるものである。

事前評価者の個人的意見としていえば、本課題に関するかぎり、サイクル機構からみて②を主要な目的とすべきであり、①は、②の研究開発成果に附隨する副次的目的とすべきである、と考える。なぜなら、サイクル機構が蓄積してきた原子力平和利用技術の活用を通して如何なる貢献がなしうるのか、事前には明らかでないからである。

そこで、②を主要な目的とするならば、サイクル機構が現在取り組んでいる「高速増殖炉サイクルの実用化戦略調査研究」の一環として、解体プルトニウムの MOX 燃料転換および乾式再処理・振動充填技術によるバイパック燃料製造法の実機（BN-600）による実証研究を位置付けることができる。また、必要な研究開発であるといえる。この研究開発の成果をもって①の目的を達成しようとするならば、②の目的の緊急性および重要性も高いといえる。②に関するかぎり、国内外の関連技術動向もかなり的確に把握されている。

ロシア解体プルトニウム処分に貢献するという点では、日本政府の方針であり目的・意義は明確であることは異論がない。高速炉を用いて兵器級プルトニウムを処分することに協力する事はサイクル機構のみが実施でき、緊急性、社会的（政策的）ニーズも存在する。

研究開発としては、緊急性、経済性の面から優先して実施すべきか否かは実用化戦略調査研究との整合性とも関係する。

バイパック燃料製造技術と燃料拳動情報がノウハウを含めて得られるとすれば、これがFBR燃料の有力な選択肢となる可能性も十分に考えられるので意義を有する。

- ・目的・意義：おおむね明確である。
- ・サイクル機構が実施すべきか：他に行いうる組織が考えられず、また、業務としてもサイクル機構が最も適している。
- ・緊急性・重要性：国際協力として早期に実施すべき課題である。国内および技術面だけを考えると、緊急性はそれほどあるとは思えない。
- ・社会的・経済的ニーズ：ある。国際協力の面でも大きいと考える。
- ・関連技術の動向の把握：核兵器としての機微に触れる部分はわからないが、協力する部分についてはおおむね把握していると考えられる。

本プロジェクトは、冷戦終結に伴う核軍縮進展、戦略攻撃兵器削減の合意の結果として起きてきたロシアの核兵器を解体する際生じるプルトニウムの処分の問題に対し技術的に協力するものであり、その目的・意義は明確・的確である。我が国が提案している高速炉での燃焼に関し技術を持っているのはサイクル機構だけであり、実施主体として他は考えられない。サイクル機構の中長期計画においても国際協力の一つとして「ロシアでの解体核処理への協力の継続的推進」が明記されている。緊急性、重要性、社会的ニーズも高い。関連技術動向の把握も、核兵器に関する機微条項を除いて十分把握されていると評価する。

なお、本件の目的・意義は世界平和への貢献であり、経済的ニーズといった視点で意義を論ずるのは不適当である。

我が国の国際貢献策の1つとしてサイクル機構が取り組むべき重要課題であると思う。また、技術開発上は、バイパック燃料の製造に関する技術情報収集にも意義が認められる。

国際社会の懸案事項の一つであるロシア解体プルトニウム処分に対して、わが国がこれまで蓄積してきた原子力平和利用技術を活用し、核軍縮、核不拡散に貢献する目的、意義は、わが国の国際社会への貢献として重要な意味合いを持っている。同時に、原子力の安全性技術を含め、原子力平和利用技術の技術移転の実績を得る上でも極めて重要な意味合いを持っていると思われる。なお、ロシア解体プルトニウム処分への協力に係わる技術開発は、核燃料サイクル開発機構が進めている実用化戦略調査研究に関連しており、それに役立たせることも重要な目的であると同時に、国際貢献としての技術援助のギブ アンド テイクの道としての意義をみることもできる。

核軍縮、核不拡散は緊急性の問題ではあるが、着実に進めることが重要であり、安全保障の観点からはその重要性は高く、わが国の政府が優先して実施すべき課題であることから、核燃料サイクル機構が担う役割を明確にしておく必要がある。なお、核燃料サイクル開発機構が進めている実用化戦略調査研究における緊急性とは合致しない。したがって、従来のような技術開発の進め方とは大きく異なるものであると考える必要があると思われる。その点を十分配慮した柔軟性がむしろ必要と思われる。ただし、ロシア解体プルトニウム処分への協力に係わる技術開発そのものは重要性は極めて高いし、社会的ニーズもあると言える。

・目的・意義は明確かつ的確か。

　政治的側面からの目的は明確かつ的確と思う。

・サイクル機構が実施すべき課題か。

　米国などの解体核支援の実例を見る限り、研究所-研究所の関係に支えられたプロジェ

エクトの成功率が高い、という意味でサイクル機構の実施すべき課題である。しかしながら日本の原子力研究機関にとって前例のない課題であり、政治、外交的側面に配慮した取り組みが必要である。

- ・緊急性、重要性が高く優先して実施すべき課題か。

戦略兵器削減条約のタイムスケジュールの観点からすれば緊急性、重要性は高い。

しかし非核兵器保有国としての日本の立場からすれば、国内、国際世論の動向等に十分留意すべき。

- ・社会的・経済的ニーズはあるか。

ロシア社会から見れば社会的・経済的ニーズがあるが、日本社会にとっては間接的。

(2) 研究開発目標

解体プルトニウムを MOX 燃料に転換し原子炉で燃焼させることは、技術として現実性が高いだけでなく、解体プルトニウムを燃焼により減少させ、より核不拡散抵抗性のある強い放射能を含む使用済燃料に転換することができ、目標として適切である。

RIAR 法は、乾式再処理並びに振動充填技術を用いた燃料製造法として将来の高速炉燃料製造技術の候補と考えられる。製造した燃料について照射をしそのデータを取得することは、燃料製造技術開発とともに重要であり、これが BN-600 炉で計画されている。これらの点で研究開発目標は適切に設定されている。

解体プルトニウム処分に関する国内外の研究動向も的確に把握されている。具体的には、既存炉で良好な運転実績があり、振動充填 MOX 燃料の照射実績もある BN-600 炉を用いること、振動充填燃料については RIAR で製造と照射実績があり、設備増強も可能という点で、これらの技術を解体プルトニウム処分に用いる選択がなされたのは適切である。プルトニウムを燃焼し、そのエネルギーを BN-600 炉で発電や熱利用に利用するという点も直接処分に比してプルトニウムの有効利用ができるので意義がある。

高速増殖炉の非増殖化の検討、プルトニウムの振動充填による MOX 燃料製造と燃焼、という目標は明確である。これらの技術は世界的にも RIAR に最も蓄積があり協力相手機関として適している。

フェーズ 1 の研究開発目標に限れば、①バイパック形態 MOX (ハイブリッド) 燃料製造方法およびその照射に適合した BN-600 炉心設計、②反射体設計、③BN-600 を実機とする先行照射試験、はいずれも開発目標として適切である。これらは、いずれも上記(1)の目的・意義②（事務局注：サイクル機構がロシア解体プルトニウム処分に対する技術的

協力を通して、バイパック燃料製造技術およびBN-600炉心・燃料設計技術の開発と実機による技術的経験を蓄積すること)を達成する上で重要な指標である。ただし、RIAR燃料製造施設および燃料取り扱い関連施設の整備等は、必ずしも開発目標とはいえず、①～③の開発目標を達成するための条件である。

ステンレス反射体については、既に常陽においてかなりの経験を有しているので何がさらなる開発項目か明かでなく、むしろ技術支援という面が強いと思われる。

炉心・燃料設計及び安全解析については、バイパック燃料を用いた時の影響を検討する点で実用化戦略調査研究に有用な情報を提供できるであろう。

RIARでの燃料製造施設の増強については、一定の有用な情報が得られることは考えられるが、費用対効果を考え取得すべき情報、ノウハウを前もって明らかにしておくことが望ましい。

燃料照射については、兵器級Puと原子炉級Puの違いを考えた上で、どれほどの情報が後者の燃焼挙動評価に役立つかを明かにすることが望ましい。

- ・目標の設定：妥当である。
- ・関連技術動向：反映されている。

本プロジェクトの目標は、ロシア解体プルトニウム処分への協力そのものと、それに係る技術開発を通じた我が国の核燃料サイクル技術の向上、の二つからなる。このうち適切な目標設定が必要なのは後者のほうである。現段階では国内外の関連技術動向を的確に反映し適切に設定されていると評価する。

目標設定は適切であるが、国内外の技術動向を的確に反映させる為、実用化戦略調査研究のチェックアンドレビューの時期に目標の設定を再構築すべきと考える。研究目的よりも、国際貢献が重要と判断されれば、研究課題評価からはずすことも十分に視野に入れるべきである。

ロシア解体プルトニウム処分への協力に係わる技術開発の研究開発項目として、①ハイブリッド炉心、燃料設計、安全解析、許認可、②径方向ブランケットの削除、③RIAR燃料製造施設整備及び燃料製造、④燃料取り扱い関連設備の整備等としているが、設計、安全解析の支援技術と設備の製造への支援が主なものと思われる。これらの技術支援は核軍縮、核不拡散への国際貢献という目標に対しては合致していると判断できるが、サイクル機構が進めている実用化戦略調査研究に役立たせるための指標等が明確にされていない。

折角の国際貢献を通して、乾式再処理並びに振動充填技術を用いた燃料製造法として、将来の高速炉燃料製造技術の候補として検討しようと考えているのであれば、その技術評価をするためのデータベース含めて何が必要であるかを前もって検討しておく必要がある。このことに関する補足説明資料が必要ではないか。

- ・目標の設定は適切か。
必ずしも研究開発のみが主眼点となる案件ではない。
- ・目的・意義達成のために十分な指標となっているか。
同上

(3) 研究開発計画

計画内容は、準備段階と実施段階のフェーズに分けられ、具体的で妥当なものになっている。準備段階のフェーズ0では、BFS-2の臨界実験と少数体のMOXバイパック燃料の製造・照射試験が計画されており、計画内容、使用施設とも適当である。実施段階のフェーズ1では、技術開発要素が高い項目について分担するという適切な方針が立てられている。その実施項目とスケジュールも妥当であり、照射したMOXバイパック燃料のPIEもフェーズ1に含まれており、ロシアの解体核の処理に協力しつつ日本にとって必要な技術の調査と研究を進めることができるようになっている。

- ・振動充填燃料製造、照射試験、乾式再処理と一連の類似(対象は軍用プルトニウムではないが)の課題が数年前から電力でも実施されており、これがカバーする分野と2重投資にならない様に調整されているか。
- ・使用する施設、設備は適切であり、実用化への道のりも明確になっていると考える。

フェーズ1の全体計画に対して、日本側(サイクル機構)が分担する開発課題と開発期間は、(i)反射体設計(2000年～2001年)、(ii)ウラン燃料とMOX燃料の混合(ハイブリッド化)に対応した炉心設計とハイブリッド・バイパック形態燃料の製造設計および設計技術の安全解析(2000年～2002年)、(iii)バイパック燃料の製造と先行照射試験(2000年半ば～2005)、(iv)RIAR燃料製造施設の増強・整備(2000年～2001年半ば)、とされている。

開発課題は具体的であるが、計画されている開発期間については評価が困難である。

高速炉の開発という視点に立つならば、やや性急な計画と思えるが政策的観点からは妥

当である。振動充填法は燃料製作のコストダウンを図る上では有力な選択肢であるが、これが将来、我が国の高速炉燃料製造につながるかは予断できないが、燃料開発には長期間を要することを考えると、先行投資として意味がある。

- ・計画内容：おおむね妥当と思う。
- ・使用する施設など：ロシア国内の施設設備を使用することなので、先方の施設の内容が把握できないので十分な評価はできない。
- ・関連技術動向：反映されている。
- ・実用化の道筋：協力の対象になっている技術課題に関しては、（国内での）実用化への道筋は必ずしも明確ではないようだ。

研究開発計画は妥当なものであると評価する。

ただ、国際協力で相手があることであるため、計画をこの通り実施することに対しては今後多くの障害が現われるであろうことも予想される。計画の遂行にあたっては他のプロジェクト以上に柔軟な姿勢が求められる。計画をその通り遂行することより、プロジェクトの目的・意義は何かに立ち戻って最もよい成果をあげるよう、サイクル機構のみならず関係機関全てが努力されるよう切望する。

本課題としてのみ評価すれば妥当と思われるが、実用化戦略調査研究の結果がいまだ出ていない段階の為、国内外の動向および実用化への道筋は現時点では評価できない。

計画そのものが妥当かどうかの判断の問題ではない。ロシアとの協定等を含めて国際的な枠組みの中での共同研究開発であり、研究開発計画が順調に進むとは限らない。安全の確保、透明性を確保を前提として着実に進めるとしても、研究開発目標を達成するための綿密な研究開発計画をたてることが重要である。特に、曖昧のままにして進めること無く、また、途中で計画変更をも行えうる柔軟性を持って進める姿勢が必要と思われる。

- ・使用する施設・設備は適当か。
ロシアの他の研究組織との比較では適当と思われる。
- ・実用化への道筋が適切に考えられているか。
必ずしも実用化を直接の目的とした案件ではない。

(4) 研究開発体制

サイクル機構における実施体制と役割分担も適切と考える。担当する部署が多岐に渡つており、担当理事の下、全体が調和して進められるようになっている。

本件は、核軍縮合意に基づいて国際的に進められている検討への協力という側面があり、日米露がそれぞれの分担を着実に実施して全体目的が達成されるので、関係国と調整を進めつつ実施計画を完成すること、さらにサイクル機構の研究開発業務との整合性をとることに今後留意する必要がある。日露政府間の調整と実施のための枠組みが整備されることが必要と考えられる。

- ・作業や評価はすべてサイクル機構が実施することとなっているが、国内他機関との協力は考えていないので。もし協力を考えているなら具体的にどのような検討体制か。
- ・本計画のような課題は、技術的に詳細な内容に至るまで、国内(外)の専門家でしっかりととした評価ができる体制を整えておくことが大切である。

本開発研究は、サイクル機構の単独事業ではなく、米露を中心とした国際的協力事業である。したがって、研究開発の目標はもとより計画についてもサイクル機構が単独に決定できない性質をもち、関係諸国の合意を得なければならない。仮に（2）と（3）に関して国際的合意が得られているとしても、特にサイクル機構の研究開発課題の実施は、ロシアとの共同作業という形式になる。被評価者（サイクル機構担当部局）の事前説明と追加説明資料から判断するかぎり、ロシア側の対応については、未だ明確ではない。共同作業として、日本側（サイクル機構）がロシア側に期待する内容とその実施・遂行計画を、さらに詳細に検討しておくべきであると思われる。サイクル機構の実施体制については、組織および人員の面でほぼ十全の対応がなされていると評価されるが、ロシア側の対応如何によっては、その十全性も保証のかぎりではない。特に、資金（日本側予算）については追加説明資料で詳細に項目別配分が示されているが、そのうちロシア側に提供される資金（予算）の妥当性あるいは合理性は、いかなる根拠に基づくのか定かではない。

殆どの作業実施はロシア側が行い、サイクル機構は資金の提供と情報の取得がメインという形態は、好ましいとは云えないが、対象が兵器級プルトニウムである以上はやむを得ない。サイクル機構の人達がロシアに行って設計、製作、実験などの作業に可能な限り加わることにより一層役立つ知識、経験、技術のノウハウが得られると思える。

おおむね適切である

基本的には適切であると考える。ただ、成果をサイクル機構が進める核燃料サイクル技術の研究開発に反映できるようにするためにには、かなりの努力が必要であると感じる。計画の進展に合わせて、協力の相手であるロシアへの技術者の派遣など、より詳細な体制について検討していくことが必要と考える。

実施体制・組織は妥当であるが、人員等は不明である。米国、ロシア、その他の国々との協力・連携内容はロシア分だけが明確である。国内の他機関との協力体制は不明確である。

従来までの国際共同研究開発とは異なるものと思われる。わが国の総力をあげての取り組みと見られることから、サイクル機構の実施体制はいいとして、外部との協力体制、さらには、わが国の体制をはっきりさせておく必要はないでしょうか。なお、可能な限り研究員を現地に長期派遣して、研究開発経緯の確認と結果の把握をしっかりとやっていく体制を維持して欲しい。

・実施体制(組織、人員等)、他機関との協力・連携は適切か。

他国の研究機関との連携なので、一層緊密な協力・連携体制が必要と思われる。

(5) 資源配分

資源配分は妥当と考える。

必要とされている資金は、プルトニウム処分に対する支援という観点から判断されるものであろう。

計数面で検討できないが、おそらく適切であろう。

現状では適切であると評価する。

資金は概ね適切ではあるが人員計画が不明確である。

(6) 期待される成果及び波及効果

解体プルトニウムの処分に対する高速炉の有効性を示すことができ、その過程で得られ

る技術的知見は実用化戦略調査研究を始めサイクル機構の今後の研究開発業務に寄与することが期待される。

ロシアの解体プルトニウム処分並びにその核不拡散には寄与できる。我が国のFBR研究開発にとって、どの程度役立つか現時点では不透明であるが、コストが安いと考えられる振動充填法による燃料の製作、燃焼挙動に関して貴重な情報が得られる。

- ・当該分野への波及：解体プルトニウム、核不拡散の両面で寄与できると思われる。
- ・FBRへの影響：バイパック燃料など、将来をにらんだ技術習得には寄与する面がある。

解体プルトニウムの処分、核不拡散への寄与は十分期待できる。

我が国のFBR研究開発等にどれだけ貢献するかは評価が難しい。本プロジェクトの場合、こちらを重視するあまり核不拡散への貢献を忘れては本末転倒である。そもそもは我が国のFBR研究開発等への貢献は波及効果と位置付けるべきと考える。そのような前提でみたとき、計画はよくできており、FBR研究開発等に関しても得るもののは大きいのではないかと期待させる。

国際貢献として妥当であり、重要な技術的成果が得られるものと考える。但し、本当に我が国が高速増殖炉を技術開発する上で最重要で必要な成果となるかは、現時点で不明で評価できない。

計画通りに進めば、解体プルトニウムの処分に役立ち、核不拡散に寄与すると思う。一方、わが国のFBR研究開発等への寄与に関しては、計画通りに進めば寄与するものと期待できる。ただし、しっかりした寄与を期待するには、どのような情報が必要かが計画に組み入れられているかにかかっていると思う。したがって、開発目標とそれを得るためにの綿密な研究計画とその実施体制の整備が必要となる。

- ・当該分野への効果はあるか。
 - 解体プルトニウムの処分に役に立つか。

技術的側面がクリアされれば、ロシア核兵器解体に伴うPu処理として現実性が高い。

- 核不拡散に寄与するか。

核物質防護等の問題をクリアすれば、核不拡散に寄与するところは大きい。

(7) 成果に対する情報公開の考え方

情報公開に対する考え方は妥当である。国際的な会議での発言により、日本が解体プルトニウム処分を通じて、国際平和の増進に寄与していることが世界に知られることを期待したい。

ほぼ妥当である。

核不拡散の観点から機密に属する部分も多いかと思うが、必要な情報は適宜公開すべき。この点でサイクル機構の基本方針は承諾できる。国民が理解できるだけの情報提供が望ましい。

適切と考える。

国際共同研究開発があるので、核不拡散に対する配慮及び国際的枠組みでの協定等を基に、基本的にはサイクル機構の情報公開指針にしたがって公開すべきである。

・情報公開に関する考え方は適切か。

外交、安全保障政策上の位置づけについて一層の広報体制等が必要

(8) その他（上記項目に当てはめ難い評価意見）

日本にとって核燃料サイクルの実用化を推進する上で重要な技術という点でこれらの技術をみると、本研究課題には直接含まれないようであるが RIAR の乾式再処理技術の調査等も合せて進めるのが重要であり、電力とも協力してこれを進めるのが望ましいように思われる。

改めて述べる必要もないが、実施に当っては MOX バイパック燃料製造や照射挙動あるいは BN-600 の運転経験など、これらの技術の要点（長所と欠点）を良く認識しつつ、それが的確に把握されることを念頭に計画が進められることを期待したい。

本評価の範囲を超えるが、国のセキュリティは、貿易、経済、国際関係等から多面的、総合的に考慮され、長期的な戦略の上に立案されるべきものである。個別の国際協力がこれらの戦略の下適切に調整されて実施されることを期待したい。

基本的にサイクル機構とロシアの研究機関との相互協力になると思われるが、スムーズ

な協力ができるような環境整備が必要。作業者の安全、事故時の補償を含めて研究組織間の協力が円滑に行くよう、何らかの形での政府の支援、環境整備策が求められる。

本プロジェクトは国際協力に我が国の技術開発を結びつけた形となっている。このような形は、単に外国へ資金援助する一方的な形に比べ、互いに得るものがあるという意味で大変好ましいと思う。我が国の国際協力全てにおいてこのような形を考えるべく、研究者は一層の努力をすべきであろう。

科学技術は巨大化し、その成果は一国だけのものでなく人類全体の共有財産とすべき時代がきている。人類全体のためとなる核燃料サイクル技術の完成を目指しているサイクル機構にとって、このようなプロジェクトの遂行は内部の研究者の意識・意欲を高める意味でも好ましいものと感じる。

参 考 资 料

核燃料サイクル開発機構

参考資料目次

参考資料 1 研究開発課題の事前評価について（質問）	(1)
参考資料 2 評価結果に対する措置	(3)
参考資料 3 ロシア解体プロトコム処分への協力に係る技術開発（課題説明資料）	(6)
[研究開発課題説明資料本文]	(7)
[用語の説明]	(23)
参考資料 4 ロシア解体プロトコム処分への協力に係る技術開発（OHP資料）	(27)
参考資料 5 課題評価委員の評価意見等に関する補足説明	(42)

参考資料 1

研究開発課題の事前評価について（諮問）



11 サイクル機構(経企) 048
平成 11 年 11 月 16 日

研究開発課題評価委員会

(高速炉・燃料サイクル課題評価委員会)

委員長 岡 芳明 殿

核燃料サイクル開発機構
理事長 都甲 泰正



研究開発課題の事前評価について（諮問）

研究開発外部評価規程第7条第1項に基づき、次の事項について諮問致します。

なお、検討結果については、平成11年12月中旬までに答申を示されたく申し添えます。

・ 諒問事項

「ロシア解体プルトニウム処分への協力に係る技術開発」に関する事前評価

以上

参考資料2

評価結果に対する措置

研究開発課題評価委員会

「ロシア解体プルトニウム処分への協力に係る技術開発」の評価結果に対する措置

平成12年1月27日

核燃料サイクル開発機構

「ロシア解体プルトニウム処分への協力に係る技術開発」のうち、フェーズ1と呼ばれるロシア高速炉BN600の部分MOX化計画について、概ね妥当という評価を頂いたので、本計画に従い技術開発を進めていくこととします。なお、頂戴したご指摘、ご意見については拝承して計画書に反映する他、以下の措置をとることとします。

1. 課題の目的・意義

国際貢献と技術開発という本件の持つ二面性に配慮し、バランスを失すことなく業務を進めてまいります。本件が、実用化戦略調査研究との関連も深く、緊急性、重要性や社会的・経済的ニーズの点からサイクル機構が優先して実施すべき課題であることを再認識し、着実に技術開発を進めるよう努めてまいります。

2. 研究開発目標

研究開発目標を充分に達成できるよう努めてまいります。また、ご指摘にありましたように、計画全体が国際政治上の戦略的なプロジェクトであることを配慮しつつ可能な限りの技術情報の入手に努めてまいります。

3. 研究開発計画

ご指摘にありましたように計画の遂行にあたっては、研究開発目標を達成するために必要な研究開発計画を立て、また、途中で計画変更をも行え得る柔軟性を持って進めてまいります。また、ロシアとの共同作業として、日本側がロシア側に期待する内容とその実施・遂行計画について詳細に検討いたします。

4. 研究開発体制

実施体制につきましては、今後とも状況の変化に対応して適切に整備・強化してまいります。また、関係国と調整を進め実施計画を完成すること、さらにサイクル機構の研究開発業務との整合性をとることに留意するとともに、ロシアを始めとする関係国の機関と一層緊密な協力・連携体制を構築してまいるよう努めます。また、国内の他機関との協力体制も整備してまいります。さらに、本計画の遂行に当たっては外部委員会を設置し、専門家のご意見を頂いて業務に反映させてまいりたいと考えております。

す。また、成果をサイクル機構が進める核燃料サイクル技術の研究開発に反映できるようにするため、計画の進展に合わせてロシアへの技術者の長期派遣などを検討してまいり所存です。

5. 資源配分

ご指摘のとおり、資金については、ロシア側に提供される資金の妥当性あるいは合理性について十分確認するよう努めてまいります。

6. 期待される成果及び効果

本件を進めていくに当たっては、我が国高速炉の実用化に向けた研究開発へ可能な限りフィードバックできるよう努めるとともに、核不拡散への貢献を忘れないよう留意してまいります。

7. 成果に対する情報公開の考え方

本件を進めていくに当たっては、国際的な会議での発言等により、日本が解体プルトニウム処分を通じて、国際平和の増進に寄与していることが世界に知られるよう努めてまいります。また、得られた情報については、サイクル機構の情報公開指針にしたがって公開してまいります。

参 考 资 料 3

ロシア解体プルトニウム処分への協力に係わる技術開発
(課題説明資料)

【研究開発課題説明資料】

本資料は、課題評価委員会の評価
意見等により改訂したものである。

ロシア解体プルトニウム処分への協力に係る技術開発

平成 11 年 11 月

核燃料サイクル開発機構

目 次

1. 課題名.....	1
2. 目的.....	1
3. 課題設定の背景	
(1) 経緯.....	1
(2) 必要性及び緊急性.....	3
4. 全体計画	
(1) 概要.....	4
(2) 実施ステップ.....	5
(3) 役割分担.....	5
(4) フェーズ 0 共同研究概要.....	6
5. フェーズ 1 の計画	
(1) 概要.....	7
(2) 実施項目及びスケジュール.....	8
(3) 実施体制.....	8
(4) 資金計画.....	9
(5) 今後の進め方.....	9
6. 期待される成果.....	10
7. 情報公開の考え方.....	10
8. 特記事項.....	10
図 1 パリ専門家会合で紹介された主な処分オプション.....	11
図 2 BN-600 バイパックオプションの実施ステップ.....	12
図 3 BN-600 バイパックオプション(フェーズ 1)実施項目とスケジュール.....	13
図 4 フェーズ 1 のための JNC 内部実施体制.....	14
用語の説明.....	15

1. 課題名

ロシア解体プルトニウム処分への協力に係る技術開発

2. 目的

国際社会最大の懸案事項のひとつであるロシア解体プルトニウム処分に対し、サイクル機構がこれまで蓄積してきた原子力平和利用技術を活用して協力し、核軍縮・核不拡散に貢献する。

具体的には、ロシアの解体プルトニウムをロシアで開発されたバイパック燃料^①製造技術を用いて MOX 燃料^②とし、ロシアの高速炉^③BN-600^④において燃焼させるオプション(BN-600 バイパックオプション)について、ロシアの関係機関と協力して実施することであり、我が国の解体プルトニウム処分に対する貢献策の柱として米国との協調の下に、安全の確保、透明性の確保を前提として進めるものとする。

一方、この協力を通してバイパック燃料製造技術に係る共同研究及び作業経験等に基づく知見の獲得を図るとともに、BN-600 炉心・燃料設計等の実機での経験を蓄積し、実用化戦略調査研究を始めサイクル機構が進める研究開発業務に最大限活用していく。

本件はこれら、国際貢献を技術開発という相異なる目的を併せ持つものであり、内外の情勢・技術動向を十分に把握して進めていくものとする。

今回の研究開発課題評価委員会では、BN-600 バイパックオプションの内、BN-600 を部分的に MOX 炉心化(ハイブリッド炉心化)するフェーズ(フェーズ 1)について評価を受けるものとする。

3. 課題選定の背景

(1) 経緯

冷戦終結に伴う核軍縮の進展の結果として、米国と旧ソ連との間で戦略攻撃兵器削減条約(START-I)が締結され(1994年12月発効)、両国の保有する核兵器の削減が合意された結果、核兵器の解体に伴って生じるプルトニウムへの懸念が生じた。これに対し、1996年4月のモスクワ原子力安全サミットで本件が提起され、以降国際的な取り組みが本格化した。

ここでは、余剰核兵器解体プルトニウム処分に関する国際的な動向及びサイクル機構の取り組み状況について、主な経緯を示す。

a) 1996年

- ・ 4月のモスクワ原子力安全サミットで本件が議論され、同年10月開催されたパリ国際専門家会合でさまざまな処分オプションが議論された(図1)。その結果、MOX燃料としての原子炉での燃焼とセラミック等への固定化が有効な処分オプ

ションとされた。

b) 1997年

- サイクル機構はMOX燃料に関する知識及び経験が豊富である事から、本件に関する技術的なとりまとめを行うべく、協力の具体化へ向けて米、仏、独、ロシア、加の専門家との意見交換を行い、協力項目候補につき検討を開始した。
- 米国よりは米露共同研究の高速炉（BN-600）オプションへの参加の示唆があり、ロシアからはロシアのバイパック燃料技術を解体プルトニウム処分へ活用することへの協力要請がなされた。一方、仏・独からはロシアとの三ヶ国協定が締結された後に対応したい旨の回答があった。

c) 1998年

- 米国、ロシアとの個別会合や日・米・露の三ヶ国での会合での議論を基に、ロシアの状況、サイクル機構業務への反映等を勘案しつつ、支持すべきオプションについて検討した。以下にその主要な考慮点を示す。

(ロシアの状況)

- ロシアでは1996年当時、MOX燃焼が現実的に可能な炉として7基の軽水炉（ロシア型加圧水型炉VVER-1000⁵⁾）と高速炉BN-600が検討されていたが、MOXの利用実績を有していたのはBN-600のみである。BN-600については、1981年に運転を開始し、直近10年の稼働率は約70%強と良好な運転実績を示している。
- また、MOX燃料製造については、軽水炉用の施設は無く、高速炉用としてマヤクのPAKET⁶⁾と呼ばれるペレット燃料⁷⁾製造施設及びデミトロフグラードの原子炉研究所(Research Institute of Atomic Reactors: RIAR⁸⁾)のバイパック燃料製造施設が稼動中である。
- RIARの施設でのバイパック燃料製造は豊富な実績があり、実験炉BOR-60での良好な照射実績を示している。加えて、当該施設の設備増強が可能であり、その費用はPAKETの整備費用に比べ安価である。

(サイクル機構の研究開発ニーズ)

- RIAR法は、乾式再処理⁹⁾並びに振動充填技術を用いた燃料製造法として、将来の高速炉燃料製造技術の候補として考えられていた。(現在の「高速増殖炉サイクルの実用化戦略調査研究」においても調査対象となっている。)

- 以上を踏まえてサイクル機構で検討の結果、BN-600にバイパック燃料を用いて

処分を行うオプションが既存設備を最大限利用できる点でコスト及びスケジュール上有利であり、またサイクル機構の技術開発ニーズにも合致することから、本オプション実現に向けて米露共同研究に参加する形で進めていくこととした。

- ・さらに、CANDUオプションに対しても、処理量拡大のために有効な将来的なオプションと考え、ATRの研究開発で培った技術を基に、MOX燃料照射挙動データ等に関して協力することとした。

d) 1999年

- ・BN-600バイパックオプションの準備作業として、解体プルトニウムを用いた3体のBN-600用バイパック燃料集合体のBN-600でのデモ照射に関する共同研究契約をRIARと、また、BN-600のMOX化の許認可上必要なデータを取得するための臨界実験と炉心解析に関する共同研究契約をオブニンスクの物理工ネルギー研究所(Institute of Physics and Power Engineering: IPPE^{*10})と、それぞれ5月及び6月に締結した。また、米国が出資してロシアが実施している研究の成果報告書を無償で入手するために必要な情報管理協定(Proprietary Information Agreement : PIA)をIPPEと6月に締結した。
- ・政府においては、BN-600バイパックオプションを日本政府の支援策として関係国へ提案した。
- ・現在、米露両国と作業分担、コスト、スケジュールにつき協議しつつ、実施計画を作成中である。

(2) 必要性及び緊急性

a) 必要性

- ・本件は、核軍縮の結果生ずる解体プルトニウムを兵器へ再転用し難い形態へ転換・処分し、より一層の核軍縮を進展させる重要な国際共同プロジェクトであり、国際社会の平和維持に不可欠であることから、わが国の国際社会への貢献として実施へのニーズが高いものと考えられる。
- ・平成10年9月に内閣総理大臣により出された「核燃料サイクル開発機構の業務に関する基本方針」において、「核兵器の解体に伴い発生する核燃料物質の処理にも技術的に貢献するなど国際協力へ積極的に取り組むこととする」旨述べられており、これを受けて「中長期事業計画」においても「協力を継続的に推進する」旨位置付けている。
- ・一方、サイクル機構の研究開発業務の進展にとっても、燃料サイクルコストの低減という課題を解決する候補の一つであるバイパック燃料製造技術に関し、ロシアの研究開発機関との共同研究等を通してロシアのホット施設を用いたデータを取得することは日本国内で実施する時のコストと比較した場合、経済的ニーズが高い上、「高速増殖炉サイクル実用化戦略調査研究」等で予定されている研究開発の効率的な推進という観点で極めて有効である。

b) 緊急性

- ・冷戦後の国際社会において、新たな核拡散の種となり得るロシア解体プルトニウムの安全かつ極力迅速な処分への対応は喫緊の課題と考えられる。また、米露を中心とした国際的な検討の進展に平仄を合わせて実施する必要があり、国内・国際世論に配慮しつつ早急な対応が必要である。
- ・燃料に関する研究開発は、照射試験による燃料の挙動や特性の確認というステップが必要とされるため、通常長期間を要するものであり、有望な燃料技術に関しては早期に着手することも必要である。

4. 全体計画

BN-600 バイパックオプションは、ロシアの解体プルトニウムをロシアで開発されたバイパック燃料製造技術によって MOX 燃料とし、ロシア、ベロヤルスク原子力発電所の高速炉 BN-600 において燃焼させるものである。

(1) 概要

本オプションで実施される主な作業は、以下のとおりである。

- ・原子炉を用いた処分は、プルトニウムの燃焼が目的であることから、BN-600 で新たなプルトニウム増殖がなされないようにするために、径方向ブランケット^{*11}集合体を取り出し、ステンレス製及び B₄C 製の反射体^{*12}で置き換える。
- ・RIAR のバイパック燃料製造施設の増強を行い、米露間で検認された解体プルトニウムを用いて MOX バイパック燃料を製造し、BN-600 へ輸送する。
- ・現在の BN-600 ウラン炉心を部分 MOX 炉心(約 1/5 炉心 : ハイブリッド炉心)及び全 MOX 炉心と 2 段階で MOX 炉心化し、かつ 10 年のプラント寿命延長を行い、2020 年までに合計約 20 トンの解体プルトニウムを燃焼する。
- ・原子炉から取り出された MOX 使用済み燃料は、米露間で調整された場所に、輸送・貯蔵する。

我が国における上記処分作業の実施に当たっては、米国ならびに関係国と協調しつつ、ロシアとの協力を進める。

本オプションは、

- ① 既存炉であり、かつ良好な運転実績を持つ BN-600 を用いる、
- ② BN-600 での照射実績を持つ MOX バイパック燃料を用いる、
- ③ RIAR 施設での大量製造実績とロシアの高速実験炉 BOR-60 での良好な照射実績を持つバイパック燃料製造技術を用いる、
- ④ ハイブリッド炉心用として既存施設内の設備増強が可能な RIAR 施設を用いる、

といったことから、「信頼性が高い、低成本、早期実施が可能」といった特長を有している。

(2) 実施ステップ

本オプションの実施にあたり、サイクル機構は以下の3つのフェーズで進めていく方針である(図2)。

①フェーズ0(準備段階:1999年~2003年)

このフェーズは、本格的な解体プルトニウムの処分に先がけて行われる準備段階である。主な実施項目は以下のとおりである。

- ・ 全体計画作成及びコスト評価
- ・ データパッケージ、解析コードの整備
- ・ 臨界実験^{*13}と炉心解析、小規模バイパック燃料製造実証及び照射試験等

②フェーズ1(BN-600部分MOX炉心化(ハイブリッド炉心化):2000年~2006年)

このフェーズは、BN-600炉心の約1/5のウラン燃料をバイパックMOX燃料で置き換える、かつ径方向プランケット集合体を取り出し、ステンレス製及びB₄C製の反射体で置き換える。必要なMOX燃料は、RIAR施設を増強し、製造を行う。新燃料輸送容器の製造、BN-600の新燃料取り扱い施設の整備及び使用済みMOX燃料貯蔵施設の整備等もあわせて実施する。このフェーズ1で年間約0.3トンの解体プルトニウムが処分される。主な実施項目は以下のとおりである。

- ・ ハイブリッド炉心・燃料設計、安全解析、許認可
- ・ 径方向プランケットの削除(反射体設計等)
- ・ RIAR燃料製造施設整備及び燃料製造(40~50体/年)
- ・ 燃料取り扱い関連設備の整備等

③フェーズ2(BN-600全MOX炉心化:2002年~2020年)

このフェーズでは、BN-600炉心を全てバイパックMOX燃料で置き換える。本フェーズでは、年間約250体のMOX燃料製造施設の整備とBN-600プラントの寿命延長(2010年→2020年)が必要である。主な作業項目は以下のとおりである。

- ・ BN-600炉心の全MOX化
- ・ 全MOX炉心用燃料製造施設の整備(約250体/年)
- ・ BN-600プラント寿命延長(2010年→2020年)等

(3) 役割分担

実施にあたっては、関係国間で適宜役割分担して進めていく考えである。

フェーズ0については、我が国は、2件の実験的研究につき分担し、ロシアの研究所と共同研究を行っている。

フェーズ1については、技術開発要素が高い項目について分担する方針で、表1の役割分担で検討を実施している。

フェーズ2については、作業項目の検討を実施しているが、その実施に関し各国の参加を呼びかけている段階であり、役割分担の検討には至っていない。

日本及び米国の分担する解析・設計等の具体的な作業は契約に基づきロシア側でなされ、日本及び米国はロシアでの作業費用の負担と作業経過、結果の技術面での確認を行うことになる。

(表-1) フェーズ1の役割分担

日本	<ul style="list-style-type: none">・ハイブリッド炉心設計及び安全解析・反射体設計・RIAR 施設の増強・先行照射試験
米国	<ul style="list-style-type: none">・使用済みブランケット燃料乾式貯蔵容器の製造・使用済み MOX 燃料貯蔵施設の建設・MPC&A^{*14}面(核物質防護、保障措置等)での整備
ロシア	<ul style="list-style-type: none">・ハイブリッド平衡炉心用 MOX 燃料製造・出力補償用ウラン燃料集合体設計・製造・ハイブリッド炉心変更作業
未定	<ul style="list-style-type: none">・MOX 新燃料輸送容器の設計・製造・ハイブリッド初期炉心用 MOX 燃料製造・ハイブリッド炉心許認可・反射体製造・BN-600 新燃料取り扱いシステム整備

(4) フェーズ0の共同研究概要

米国は、これまで米露共同研究で、全体計画検討、コスト評価及び解析コード・データ整備を実施している。これらの成果について、サイクル機構は、IPPE と PIA を締結し、報告書の入手が可能となっている。

サイクル機構は、現在、フェーズ0として以下の2件の共同研究をロシアの研究所と実施している。

①BFS-2^{*15} 臨界実験

- ・ロシアの臨界実験装置BFS-2を用いてBN-600のMOX炉心を模擬した臨界実験と解析を実施し、設計コードの解析精度を把握し、BN-600MOX炉心の設計精度評価及び許認可取得に資する。
- ・具体的には、ウラン炉心、ハイブリッド炉心及び全MOX炉心を模擬した実験体系について、臨界性等の核特性を測定する。
- ・本研究は、IPPEとの共同研究で実施する。
- ・実施期間は、平成11年度から平成14年度までの4年間であり、総額約98万US\$を

予定している。

②③ 3体 MOX バイパック燃料製造・照射試験

- ・解体プルトニウムを用いたMOXバイパック燃料3体をRIARにおける既存のバイパック燃料製造設備を用いて製造し、BN-600にて照射し、本オプションの実現性を確認する。照射完了後、照射後試験^{*16}を行い照射挙動を確認する。
- ・本研究は、RIARとの共同研究で実施する。
- ・実施期間は、平成11年度から平成15年度までの5年間であり、総額約140万US\$を予定している。

5. フェーズ1の計画

(1) 概要

ロシア解体プルトニウムを用いたMOXバイパック燃料を装荷することにより、現在ウラン炉心で運転されているBN-600を目途に一部MOX炉心化（ハイブリッド化）し、2006年までに約1トンのプルトニウムを燃焼させる。このため、米露との連携の下に分担して以下の作業を行う。

① 径方向プランケット削除

- ・プルトニウムの増殖を停止させるため、BN-600の径方向プランケット燃料を取り出し、中性子遮へいのためのステンレス製及びB₄C^{*17}製反射体に置き換える。
- ・使用済みプランケット燃料は乾式貯蔵容器を作成して保管する。
- ・必要とされる反射体の設計、製造を行うとともに、この置換により従来径方向プランケット燃料が寄与していた分の熱出力の低下を補うためにウラン燃料集合体の設計及び製造を行う。

② BN-600 炉心変更

- ・BN-600ハイブリッド炉心の炉心設計及びMOXバイパック燃料を用いた燃料ピン及び燃料集合体設計を行うとともに安全解析を実施し、BN-600ハイブリッド化の許認可を取得する。

③ バイパック燃料製造

- ・MOXバイパック燃料を年間40-50体製造するために既存のRIAR燃料製造施設の整備、増強を行う。
- ・上記の施設を用いて先行照射試験用の燃料を製造し、BN-600に装荷して約11 at%^{*18}の燃焼度まで照射し、健全性を確認する。
- ・照射終了後、一部集合体について照射後試験(PIE)を実施し、照射挙動を確認する。

④ その他

- ・上記の作業の他、使用済みMOX燃料の貯蔵施設の整備、MPC & A (Material Protection, Control and Accounting ; 核物質防護、保障措置等) システムの整

備を行う。

- ・また、MOX新燃料輸送容器設計・製作、初装荷燃料製造、取替え燃料製造等を行う。

(2) 実施項目及びスケジュール

フェーズ1の実施項目とスケジュールを図3に示す。このうちサイクル機構が資金分担を検討しているのは、技術開発要素が強い項目である径方向ブランケット削除のうちの反射体設計、BN-600炉心変更のうちの炉心・燃料設計及び安全解析、バイパック燃料製造のうちのRIAR施設の増強と先行照射試験（燃料設計、製造、照射、PIE）である。

①反射体設計

- ・径方向ブランケット集合体削除後に装荷するステンレス及びB₄C反射体について、ポロン添加量、ステンレス量をパラメータとして核特性解析を実施し、中性子遮へい性能を確認する。
- ・さらに、上記解析や炉心・集合体熱水力解析等を通して、反射体の構造設計を実施する。

②炉心・燃料設計

- ・ハイブリッド炉心について、炉心解析を行い、MOX燃料のプルトニウム富化度、燃料交換パターンなどの設定を行い、炉心特性を把握する。
- ・さらに、上記解析や炉心・集合体熱水力解析等を通して、MOXバイパック燃料ピン及び燃料集合体の構造設計を実施する。

③安全解析

- ・ハイブリッド炉心化したBN-600プラントについて、上記炉心設計結果を基に、通常運転時、過渡運転時等の安全解析を実施する。

④RIAR 燃料製造施設の増強

- ・年間40～50体のBN-600ハイブリッド炉心用燃料集合体を製造するために、RIAR燃料製造施設のMOX顆粒製造ライン、燃料要素製造ライン、集合体製造ラインの整備、増強を行う。具体的には、MOX顆粒製造機器の新設、グローブボックスの新設等を行う。

⑤先行照射試験（燃料製造、照射、PIE）

- ・④で整備された施設により、解体プルトニウムを用いたMOXバイパック燃料を製造する。
- ・この燃料をBN-600に装荷して約11at%の燃焼度まで照射を行った後、照射後試験（PIE）を実施して、MOXバイパック燃料の照射挙動を確認する。

(3) 実施体制

フェーズ1の為のサイクル機構内実施体制を図4に示す。担当理事を定めるとともに、

本社においては、経営企画本部の事業計画部が中長期事業計画との調整や予算調整を行う。国際・核物質管理部の解体プルトニウム処分協力推進Gr.では実施計画の具体的な作成と関係国との協議、国内関係機関、社内実施部門等との調整等を行う。作業の実施は東海事業所及び大洗工学センターのR&D部門が分担する。それぞれの事業所における実施担当箇所の役割分担を表-2に示す。なお、作業の進捗に応じて長期常駐員を派遣する等して効率的に進めるとともに、技術者の交流を通じて知識、技術ノウハウの共通理解を深めるものとする。

(表-2) 各事業所の役割分担

① 東海事業所		
先進リサイクル研究開発部		
・ プルトニウム燃料開発 Gr.	パック燃料製造設備整備及び技術開発	
・ 乾式プロセス Gr.	顆粒製造技術開発	
・ 解析評価 Gr.	パック燃料設計評価	
・ 機器開発 Gr.	製造機器開発	
② 大洗工学センター		
システム技術開発部		
・ 炉心燃料システム Gr.	BN-600 炉心・燃料(ピン・集合体)設計	
・ リスク評価技術開発 Gr.	BN-600 プラント安全解析	
・ 燃料材料技術開発 Gr.	パック燃料照射試験、挙動評価	
・ 炉心技術開発 Gr.	臨界実験及び実験解析	
照射施設運転管理センター		
・ 照射管理課	ステンレス及びB4C 反射体設計	

(4) 資金計画

フェーズ1の分担分の作業費用としてサイクル機構は約20億円程度を見積もっており、平成12年度分として約12億円を要求している。

(5) 今後の進め方

本件は、米露間の核軍縮合意に基づいて国際的に進められている検討への協力という側面を持つものであり、日本、米国、ロシアがそれぞれの分担を着実に実施して初めて全体目的が達成されるものである。現在は日本提案に基づいて米露両国と技術的検討を進めている状況にあり、今後米国との密接な連携の下に他の関係国とも調整を取りつつ、ロシアと詳細な作業項目・スケジュールを詰めて合意された実施計画を完成することが急務である。

したがって、今後、本件を進めるに当たっては、専門家会合等を活用し日米露三国

の協調を図るとともに、国内調整（予算等を含む関係官庁及び関係機関との調整）を遺漏なく行い、加えて、サイクル機構の研究開発業務との整合性をとることに留意する。

6. 期待される成果

フェーズ1においては、

- ・他のオプションに先駆けて有意な量の解体プルトニウムを処分する事により、高速炉の本分野での有効性が示される、
- ・バイパック燃料製造技術、BN-600炉心・燃料設計等に係る共同研究、作業及び意見交換等を通して得られる知見及び実機を用いて蓄積される経験は、実用化戦略調査研究を始めサイクル機構が進める研究開発業務に最大限活用することができる、

といった成果が期待される。

フェーズ2での成果と合わせて2020年までに約20トンのロシア解体プルトニウムを処分することにより、核軍縮・核不拡散に高速炉が大きく貢献できることが示される。

7. 情報公開の考え方

本件を進めるに当たっては、進捗状況に応じ、フォーラム、学会等を通して成果の発表を行うとともに、成果は報告書として取りまとめ、サイクル機構の情報公開指針に従って公開する。

8. 特記事項

解体プルトニウムはロシア政府の管理下にあることから、この処分をプロジェクトの実施主体である日露両国研究機関どうしの契約のみで実施することは困難であり、日露政府間の調整、枠組みが必要と考えられる。

このため、現在、両国政府承認の下で技術的な検討を行うために、両国政府関係者を主体とした、全体の方針、実行管理等の検討、調整を行う会合の早期設置を要請しているところである。

以上

	米	仏/独	加	ロシア
原子炉での燃焼				
・軽水炉(VVER-1000等)	△*	○		○
・高速炉(BN-600等)	△*	○		○
・重水炉(CANDU)			○	○
・ガス炉(新規開発)		MINATOM,GA,FRAMATOMが概念設計中		
・MOX 製造施設(新規建設、ペレット)		○		○
セラミック等への固定化	○			○
深地ボーリング	○			

* 米国から米露共同研究の紹介があったが、非積極的な様子

我が国は、原子炉での燃焼を主とした技術ポテンシャルを紹介

図1 パリ専門家会合で紹介された主な処分オプション

○ 準備段階

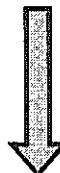
フェーズ0
(1999-2003)



- ・全体計画作成及びコスト評価
- ・データパッケージ、解析コードの整備
- ・臨界実験と炉心解析、小規模バイパック燃料製造実証
及び照射試験 等

○ BN-600部分MOX炉心化(ハイブリッド炉心化)

フェーズ1
(2000-2006)



- ・ハイブリッド炉心・燃料設計、安全評価、許認可
- ・径方向ブランケットの削除(反射体設計 等)
- ・RIAR燃料製造施設整備及び燃料製造(40-50体/年)
- ・燃料取り扱い関連設備の整備 等

○ BN-600全MOX炉心化

フェーズ2
(2002-2020)

- ・BN-600炉心の全MOX化
- ・全MOX炉心用燃料製造施設の整備(250体/年)
- ・BN-600プラント寿命延長(2010年→2020年) 等

図2 BN-600 バイパックオプションの実施ステップ

項目	スケジュール(年度)	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	～	2020
		BN600運転			ハイブリッド炉心			全MOX炉心					
1 径方向ブランケット削除													
-1 反射体設計及び製造													
-2 出力補償用ウラン燃料集合体設計及び製造													
-3 使用済み径方向ブランケット貯蔵容器の製造													
-4 径方向ブランケット削除作業													
2 BN-600炉心変更													
-1 炉心・燃料設計、安全解析													
-2 許認可作業													
-3 新燃料取り扱い施設整備													
-4 炉心変更作業													
3 バイパック燃料製造													
-1 RIAR施設の増強													
-2 先行照射試験(燃料設計・製造、照射、PIE)													
-3 MOX新燃料輸送容器設計・製作													
-4 初装荷燃料製造													
-5 取り替え燃料製造													
4 使用済みMOX燃料貯蔵施設整備及び貯蔵													
5 MPC&A(核物質防護、保障措置 等)													

:日本が分担を予定している項目

図3 BN-600バイパックオプション(フェーズ1)実施項目とスケジュール(案)

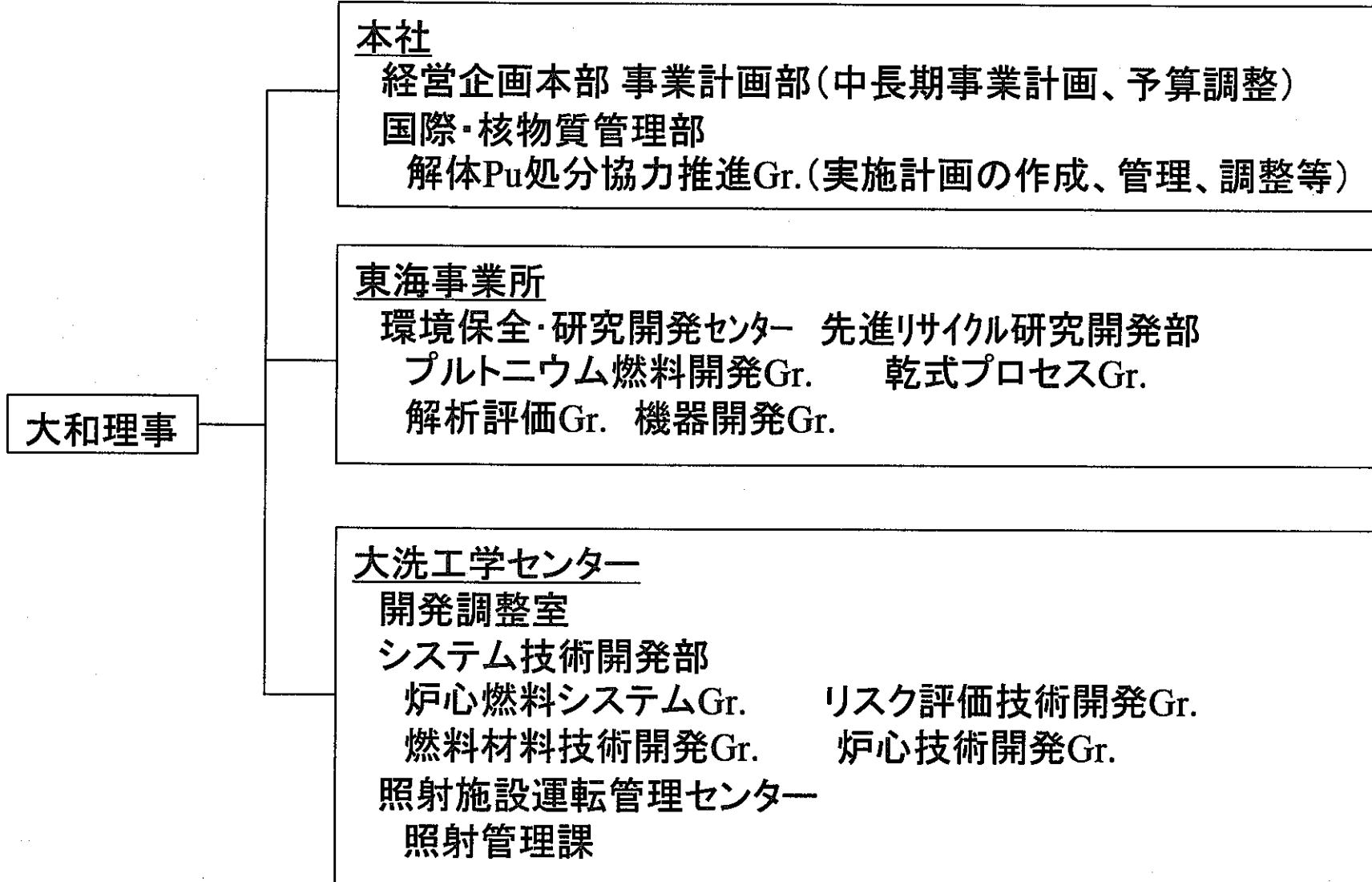


図4 フェーズ1のためのJNC内実施体制

[用語の説明]

* 1. バイパック (振動充填) 燃料 (1頁)

粉体燃料(球状、非球状)を振動下で充填することにより燃料ピンに加工する方法。現行の機械混合法によるペレット燃料製造と比較してプロセスが簡略化でき、粒子の取り扱いも容易なことから、遠隔技術による製造工程の実現が期待される。また自動化が容易と見られることから低除染の燃料製造法としての展開も考えられる。粉体燃料の製造には、硝酸プルトニウム及び硝酸ウラニルの混液を出発液として、試薬中に液滴を滴下してゲル化反応により造粒し、洗浄及び乾燥工程を経て仮焼・還元後、焼結する湿式法、電析あるいは沈殿により製造した UO_2 、 PuO_2 を粉碎、分級する乾式法の二法がある。

ロシアで開発された方法は乾式法である。

* 2. 高速炉 (1頁)

原子炉内の核分裂を主に高速中性子によって起こるようにした原子炉。一般の原子炉(軽水炉)と異なり、水のように中性子を減速させる効果のあるものを冷却材として用いずに、ナトリウムなどを冷却材に用いている。

* 3. MOX 燃料 (1頁)

混合酸化物(Mixed Oxide)燃料の略である。ウラン酸化物とプルトニウム酸化物を混合して作った燃料である。新型転換炉「ふげん」、高速実験炉「常陽」、高速増殖原型炉「もんじゅ」等で使用されている。軽水炉での使用(プレサーマル)も開始されようとしている。

* 4. BN-600 (1頁)

ロシアの高速原型炉。ロシアのベロヤルスクにおいて、1970年に着工、1979年に初臨界、1980年に運転を開始した。電気出力は60万kW。BN-600では、これまで27回のナトリウム漏洩を経験している。現在、順調に運転しており、1996年の設備利用率は75%である。(通算で約70%) BNは、BUISTRUI NEUTRON、FAST NEUTRON、高速中性子の意味。

* 5. ロシア型加圧水型炉 VVER (2頁)

軽水を冷却材、(中性子)減速材として用いる加圧水型原子炉(PWR)である。炉心で加圧され、

高温となった1次冷却材を蒸気発生器(SG)に導き、そこで熱交換し、SGの2次側で沸騰を起こさせて蒸気を作る仕組みは、西欧のPWRと基本的に相違はない。VVERは、燃料集合体の形状が6角、SGが横置きといった特徴がある。VVERは、VODO-VODYANOI ENERGETICHESKY REAKTOR、WATER-WATER POWER REACTOR、水一水型原子炉の意味。

* 6. PAKET (2頁)

ロシアのチャリヤビンスクにあるマヤク軍産複合施設の中にある軍産複合施設の中にある高
速炉用MOXペレット製造施設のこと。

* 7. ペレット燃料 (2頁)

ペレット(Pellet)は一般には、球状または円柱状の物体を指す。FBRではMOX粉末を成型し
焼結してセラミックス質にした円柱状の燃料ペレットをいう。ペレットを積み重ねて燃料被覆管
に挿入し燃料棒(ピン)とする。

* 8. RIAR (2頁)

Research Institute of Atomic Reactors。原子炉科学研究所。ロシア、デミトロフグラードにあ
る国立研究所。原子炉材料科学、原子炉安全性、同位元素、核燃料サイクル等の分野で研究開発
を行っている。

* 9. 乾式再処理法 (2頁)

解体プルトニウム及び二酸化ウラン粉末を溶融塩(LiCl-CsCl等)中で塩素ガスを吹き込
みながら溶解(塩素化溶解)し、酸化・還元電位の差を利用して、混合酸化物(UO_2 , PuO_2)
として共析出、あるいは PuO_2 については沈殿分離する再処理の方法をRIAR法という。

* 10. IPPE (3頁)

Institute of Physics and Power Engineering。物理工エネルギー研究所。モスクワの南西約
100kmのオブニンスクにある。1946年5月31日設立。原子力発電、特に液体金属冷却炉の開
発が中心で、ソ連の高速炉研究開発の指導的立場にある。ナトリウム冷却高速炉の他、鉛ビスマス
冷却炉などの開発も行っている。主な施設として、世界最初の発電所(RBMK, 6000kWe)、高
速実験炉BR-10、臨界実験装置BFS-1、BFS-2などがある。

*11. ブランケット（4頁）

核分裂性物質に変換する目的で原子炉内に置かれる U-238 などの親物質の層。高速炉の場合、通常炉心を取り巻くように径方向と軸方向に配置される。特に、径方向については、U-238 よりなる集合体(径方向ブランケット集合体)を炉心を取り巻くように配置する。

*12. 反射体（4頁）

中性子が炉心から漏れ出すのを減らし、炉心の外にあっては炉容器などへの中性子照射による損傷を削減し、炉内にあっては中性子経済を向上させる目的で炉心の周りに配置する物質。

*13. 臨界実験（5頁）

原子炉の設計段階で予備的なデータを取得するために、当該原子炉と同じ構造材料を用いて炉心部を模擬した体系を構成し、臨界性、中性子束分布、制御棒の反応度価値などを測定する実験。

*14. MPC&A（6頁）

Material Protection , Control and Accounting

解体プルトニウムが MOX 燃料製造以外の用途に転用されないことを担保し、確実な燃焼処分を実施するために行う以下の手続きとこれに必要なシステムの構築をいう。

1. 解体プルトニウムの摺取、紛失等を防ぐための物理的防護手段を講じること。
2. 解体プルトニウムの存在と数量をチェックするための帳簿(アカウンティングシート)の整備とこれを検査するシステムを構築し、検査を行うこと。

*15. BFS-2（6頁）

IPPE にある世界最大級の高速炉用臨界実験施設。最大出力 1kW。炉心容器直径約 5m。高さ約 3m。熱出力 3,000MW 相当の大型炉心の模擬が可能。

*16. 照射後試験（6頁）

核燃料や原子炉材料の原子炉内での中性子照射による変化を各種試験で確認すること。目視検査、寸法測定、ガンマスキャニング、X線検査などの非破壊検査とガス分析、金相試験、燃焼率測定、材料強度試験などの破壊試験に大別できる。放射能が強いのでコンクリート等の生体遮蔽を施した試験施設が必要である。

*17. B_4C (7頁)

炭化ボロン。ボロンには、質量数10のB-10と11のB-11の同位体があり、特にB-10は中性子吸收効果が高く、原子炉では制御棒、中性子反射体(遮蔽体)等に用いられる。

*18. at% (7頁)

アトミックパーセント。燃焼度の単位。原子炉で核分裂した核燃料の最初の原子数に対する割合。

参考資料4

ロシア解体プルトニウム処分への協力に係わる技術開発
(OHP 資料)

研究開発課題評価委員会

ロシア解体プルトニウム処分への 協力に係る技術開発

平成11年11月
核燃料サイクル開発機構

1

説明内容

- 目的
- 背景と経緯
- 必要性と緊急性
- 全体計画
- フェーズ1の計画
 - ・概要
 - ・実施項目とスケジュール
 - ・実施体制
 - ・資金計画
 - ・今後の進め方
- 期待される成果
- 情報公開の考え方
- 特記事項

2

目的

- 国際社会最大の懸案事項のひとつであるロシア解体プルトニウム処分に対し、サイクル機構(JNC)がこれまで蓄積してきた原子力平和利用技術を活用して協力し、核軍縮・核不拡散に貢献する。
- バイパック燃料製造技術、BN-600炉心・燃料設計等に係る共同研究、作業及び意見交換等を通して知見の獲得を図るとともに、実機での経験を蓄積し、実用化戦略調査研究を始めJNCが進める研究開発業務に最大限活用していく。

3

背景と経緯

- 冷戦終結に伴う核軍縮の進展の結果として、米露の間で戦略攻撃兵器削減条約(START-I)が締結され、両国の保有する核兵器の削減が合意された結果、解体に伴って生じるプルトニウムへの懸念が生じた。
- 1996年4月のモスクワ原子力安全サミットで本件が問題提起され、同年10月にパリで開催された国際専門家会合で、解体プルトニウムをMOX燃料に転換し原子炉で燃焼させるオプションが有力な処分オプションのひとつとされた。

4

パリ専門家会合で紹介された主な処分オプション

	米	仏/独	加	ロシア
原子炉での燃焼				
・軽水炉(VVER-1000等)	△*	○		○
・高速炉(BN-600等)	△*	○		○
・重水炉(CANDU)			○	○
・ガス炉(新規開発)		MINATOM, GA, FRAMATOM が概念設計中		
・MOX製造施設(新規建設、ペレット)		○		○
セラミック等への固定化	○			○
深地ボーリング	○			

* 米国から米露共同研究の紹介があったが、非積極的な様子

我が国は、原子炉での燃焼を主とした技術ポテンシャルを紹介

5

背景と経緯(2)

OJNCは科技庁の要請を受け、米国を始め関係国の専門家との協議を行い、我が国の協力方策を検討した。

ロシアの状況

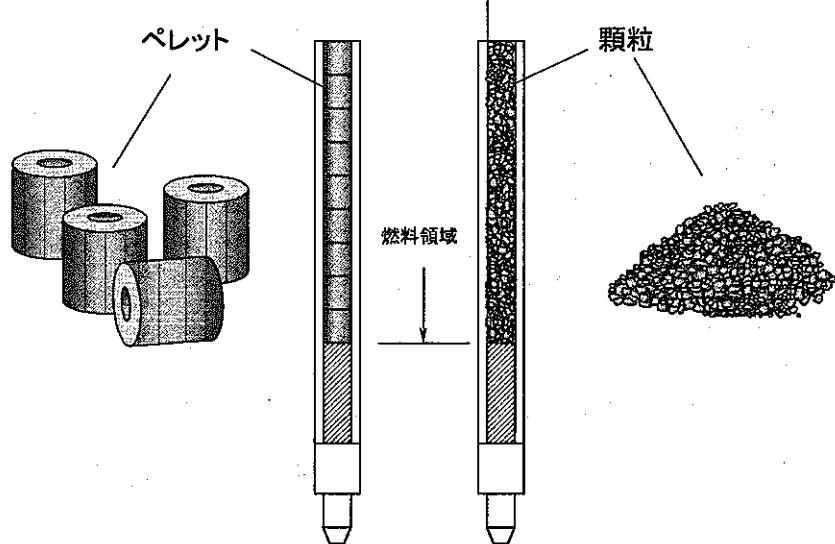
- ・BN-600は1981年に運転を開始し、直近10年の稼動率は約70%強である。
- ・MOX燃料利用実績は、軽水炉ではないが、高速炉ではある。
- ・高速炉MOX燃料製造施設として、マヤクのPAKET施設(ペレット燃料)とデミトログラードのRIAR内の施設(バイパック燃料)が稼働中である。
- ・RIARのバイパック燃料は大量の製造実績と実験炉BOR-60での良好な照射実績を示しており、且つ、施設の設備増強が容易で、整備費もPAKETの設備増強に比べて安価である。

JNCの研究開発ニーズ

- ・RIAR法は、乾式再処理並びに振動充填技術を用いた燃料製造法として、将来の高速炉燃料製造技術の候補として考えられており、現在の「高速増殖炉サイクルの実用化戦略調査研究」においても調査対象となっている。

6

ペレット燃料とバイパック燃料



7

背景と経緯(3)

- 以上を踏まえ、ロシア国内で実績があり、既存設備を最大限利用できる点でコスト及びスケジュール上有利なBN-600にバイパック燃料を用いるオプションが、日本政府の支援策として関係国へ提案されるに至った。
- JNCは、当該オプションの準備作業として、平成11年度よりロシア国立研究所との間で2件の共同研究を開始している。
- 一方、CANDU炉を用いるオプションに対しても、処理量拡大のために有効な将来的なオプションと考え、カナダの求めに応じATRの研究開発を通して培った技術を基にMOX燃料照射挙動データ等に関して協力を行っている。

8

必要性

- 国際社会の平和維持に不可欠であることにより、実施へのニーズが高い。
- 設立根拠法に基づき総理大臣名で出された「核燃料サイクル開発機構の業務に関する基本方針について」の中で、「核兵器の解体に伴い発生する核燃料物質の処理への技術的貢献を行う」ことがJNCに求められており、中長期事業計画にもその旨を位置付けている。
- バイパック燃料製造技術に関し、ロシアの研究開発機関との共同研究等を通してロシアのホット施設を用いたデータを取得することは、「高速増殖炉サイクル実用化戦略調査研究」等で予定されている研究開発の効率的な推進という観点で極めて有効である。

9

緊急性

- 冷戦後の国際社会において、新たな核拡散の種となり得るロシアの解体プルトニウムの早期処分への対応は喫緊の課題である。
- 米露を中心とした国際的な検討の進展に平仄を合わせて実施する必要があり、早急な対応が必要である。

10

BN-600 バイパックオプションの全体計画

- ・BN-600でのプルトニウム増殖を停止するために、径方向ブランケット集合体を取り出し、反射体で置き換える。
- ・米露間で検認された解体プルトニウムを用いて、MOXバイパック燃料を製造し、BN-600へ輸送する。
- ・BN-600の炉心を2段階でMOX化し、かつ10年の寿命延長を行い、2020年までに合計約20トンのプルトニウムを燃焼する。
- ・MOXの使用済み燃料は、米露間で調整された場所に、輸送・貯蔵する。
- ・処分作業の実施に当たっては、米国ならびに関係国と協調しつつ、ロシアとの協力を進めること。

(特長) 信頼性、コスト低減、早期実施

BN-600	⇒	既存炉、良好な運転実績
MOXバイパック燃料	⇒	BN-600での照射実績あり
バイパック燃料製造技術	⇒	RIARでの大量製造・照射実績あり
燃料製造施設(RIAR)	⇒	既存施設内の設備強化が可能

11

BN-600 バイパックオプションの実施ステップ

○ 準備段階

フェーズ0
(1999-2003)



- ・全体計画作成及びコスト評価
- ・データパッケージ、解析コードの整備
- ・臨界実験と炉心解析、小規模バイパック燃料製造実証及び照射試験 等

○ BN-600部分MOX炉心化(ハイブリッド炉心化)

フェーズ1
(2000-2006)



- ・ハイブリッド炉心・燃料設計、安全解析、許認可
- ・径方向ブランケットの削除(反射体設計 等)
- ・RIAR燃料製造施設整備及び燃料製造(40-50体/年)
- ・燃料取り扱い関連設備の整備 等

○ BN-600全MOX炉心化

フェーズ2
(2002-2020)



- ・BN-600炉心の全MOX化
- ・全MOX炉心用燃料製造施設の整備(約250体/年)
- ・BN-600プラント寿命延長(2010年→2020年) 等

12

BN-600 バイパックオプション役割分担

- 実施にあたっては、関係国間で適宜役割分担して進めていく考えである。
- フェーズ0については、我が国は、2件の実験的研究につき分担し、ロシアの研究所と共同研究を行っている。
- フェーズ1については、技術開発要素が高い項目について分担する方針で、以下の役割分担で検討を実施している。
- フェーズ2については、作業項目の検討を実施しているが、その実施に関し各国の参加を呼びかけている段階であり、役割分担の検討には至っていない。
- 日米分担の解析・設計等の具体的な作業はロシア側でなされ、日米はロシアでの作業費用の負担と作業経過、結果の技術面での確認を行うことになる。

	日本	米国	ロシア	未定
フェーズ1 (日本案)	<ul style="list-style-type: none">・炉心・燃料設計、安全解析・反射体設計・RIAR施設の増強・先行照射試験	<ul style="list-style-type: none">・使用済みブランケット燃料及びMOX燃料貯蔵関連・MPC&A(核物質防護、保障措置 等)	<ul style="list-style-type: none">・取り替えMOX燃料製造・ウラン燃料製造	<ul style="list-style-type: none">・初装荷MOX燃料製造・新燃料取り扱い関連 等

13

フェーズ0 共同研究概要

(BFS-2臨界実験)

- ・ロシアの臨界実験装置BFS-2を用いたBN-600のMOX炉心を模擬した臨界実験と解析を実施し、設計コードの解析精度を把握し、BN-600MOX炉心の設計精度評価及び許認可取得に資する。
- ・ウラン炉心、ハイブリッド炉心及び全MOX炉心を模擬した実験体系について、臨界性等の核特性を測定する。
- ・ロシアの研究所(Institute of Physics and Power Engineering: IPPE)との共同研究で実施する。

(3体MOXバイパック燃料製造・照射試験)

- ・解体プルトニウムを用いたMOXバイパック燃料3体をロシアの研究所(Research Institute of Atomic Reactors: RIAR)における既存のバイパック燃料製造設備を用いて製造し、BN-600にて照射し、本オプションの実現性を確認する。照射完了後、照射後試験を行い照射挙動を確認する。
- ・RIARとの共同研究で実施する。

14

フェーズ0作業の実施スケジュール(案)

項目	スケジュール(年度)							
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
BN600運転	■							
ハイブリッド炉心								■
1 BFS-2を用いたBN-600臨界実験								
-1 臨界実験								
プランケット付きウラン炉心	■							
反射体付きウラン炉心	■							
反射体付きハイブリッド炉心	■							
プランケット付きハイブリッド炉心		■	■					
全MOX炉心				■	■	■		
-2 実験解析			■	■	■	■		
2 3体MOXバイパック燃料製造及び照射試験								
-1 設計及び許認可	■							
-2 MOX顆粒、燃料ピン、燃料集合体製造	■							
-3 燃料照射		■	■	■				
-4 照射後試験				■	■			

15

フェーズ1の計画

- 概要
- 実施項目とスケジュール
- 実施体制
- 資金計画
- 今後の進め方

16

フェーズ1の概要

- BN-600におけるプルトニウムの増殖を停止するため、径方向ブランケット集合体を反射体に置換する。さらに、炉心の約1/5のウラン燃料をMOX燃料に置換(ハイブリッド炉心化)する。
- 以上の炉心変更に必要な炉心・燃料設計、安全解析等を行い、許認可を得る。
- MOXバイパック燃料の製造については、年間40-50体を製造するために、既存のRIAR燃料製造施設の設備を増強する。
- 以上により、2003年から2006年で約1トンの解体プルトニウムが燃焼処分される。
- 使用済み燃料の貯蔵等を行うための燃料関連施設の整備を行うとともに、解体プルトニウムの検認等のシステム整備を実施する。

17

BN600バイパックオプション(フェーズ1)実施内容とスケジュール(案)

項目	スケジュール(年度)									
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008~2020
	BN600運転			ハイブリッド炉心			全MOX炉心			
1 径方向ブランケット削除										
-1 反射体設計及び製造										
-2 ウラン燃料集合体設計及び製造										
-3 使用済み径方向ブランケット貯蔵容器の製造										
-4 径方向ブランケット削除作業										
2 BN600炉心変更										
-1 炉心・燃料設計、安全解析										
-2 許認可作業										
-3 新燃料取り扱い施設整備										
-4 炉心変更作業										
3 バイパック燃料製造										
-1 RIAR施設の増強										
-2 先行照射試験(燃料製造、照射、PIE)										
-3 MOX新燃料輸送容器設計・製作										
-4 初装荷燃料製造										
-5 取り替え燃料製造										
4 使用済みMOX燃料貯蔵施設整備及び貯蔵										
5 MPC&A										

■ : 日本が実施を予定している項目

18

フェーズ1実施項目概要(1)

○反射体設計

- ・径方向ブランケット集合体削除後に、中性子遮へいのために装荷するステンレス及びB₄C反射体の設計を行う。

○炉心・燃料設計

- ・BN-600ハイブリッド炉心の炉心設計を行う。
- ・MOXバイパック燃料を用いた燃料ピン及び燃料集合体設計を行う。

○安全解析

- ・MOXバイパック燃料を用いたBN-600ハイブリッド炉心プラントの安全解析を実施する。

19

フェーズ1実施項目概要(2)

○RIAR施設の増強

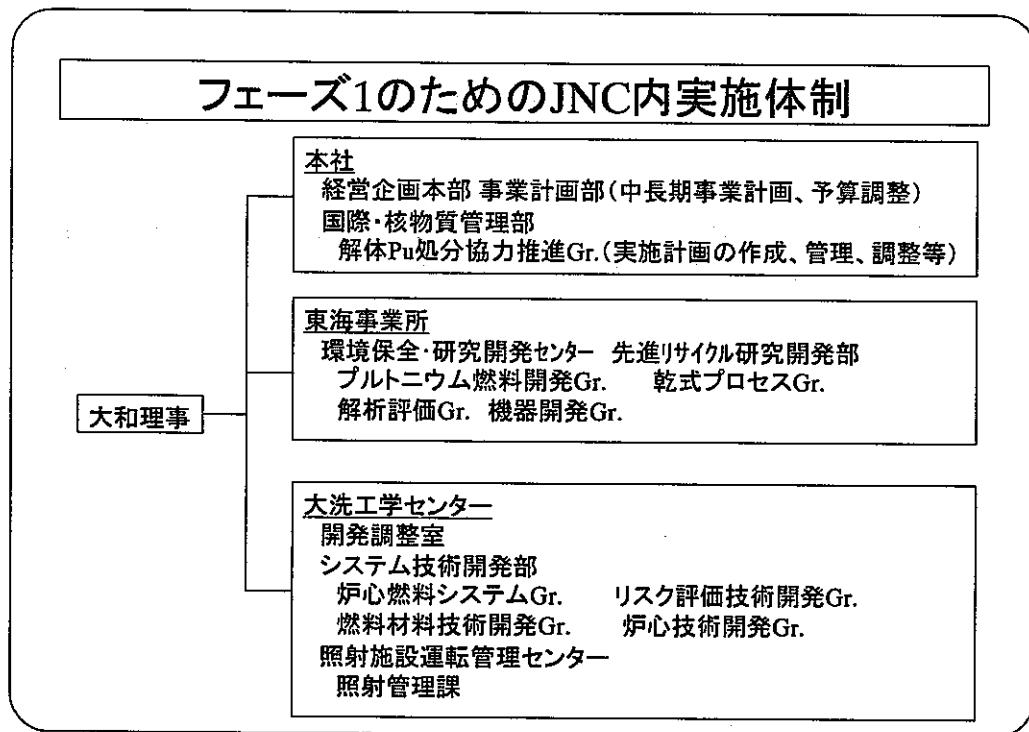
- ・BN-600ハイブリッド炉心用燃料を製造するため、RIAR施設を年間40～50体の燃料集合体が製造できるように整備する。

○先行照射試験(燃料製造、照射、PIE)

- ・上記で整備された施設を用いて、先行照射試験用の燃料を製造する。
- ・さらに、BN-600を用いて約11at%の燃焼度まで照射を行う。
- ・使用済み燃料のPIEを実施し、MOXバイパック燃料の挙動解析を実施する。

20

フェーズ1のためのJNC内実施体制



21

JNC内実施担当箇所の役割

○東海事業所

- 先進リサイクル研究開発部
- プルトニウム燃料開発Gr.
 - 乾式プロセスGr.
 - 解析評価Gr.
 - 機器開発Gr.

- パッケージ燃料製造設備整備及び技術開発
- 顆粒製造技術開発
- パッケージ燃料設計評価
- 製造機器開発

○大洗工学センター

システム技術開発部

- 炉心燃料システムGr.
 - リスク評価技術開発Gr.
 - 燃料材料技術開発Gr.
 - 炉心技術開発Gr.
- BN-600炉心・燃料(ピン・集合体)設計
 - BN-600プラント安全解析
 - パッケージ燃料照射試験、挙動評価
 - 臨界実験及び実験解析

照射施設運転管理センター

照射管理課

- ステンレス及びB₄C反射体設計

22

資金計画

- JNCは、フェーズ1の分担分の作業費用として約20億円を見積もっており、平成12年度分として約12億円の予算要求を行っている。

23

今後の進め方

- 本件は、米露間の核軍縮合意に基づいて国際的に進められている検討への協力という側面を持つものであり、また、日本、米国、ロシアがそれぞれの分担を着実に実施して初めて全体目的が達成されるものである。
- 現在は日本提案に基づいて米露両国と技術的検討を進めている状況にあり、今後米国との密接な連携の下に他の関係国とも調整を取りつつ、ロシアと詳細な作業項目・スケジュールを詰めて合意された実施計画を完成することが急務である。

- 今後、本件を進めるに当たっては、専門家会合等を活用し日米露三国の協調を図るとともに、国内調整(予算等を含む関係官庁及び関係機関との調整)を遺漏なく行い、加えて、JNCの研究開発業務との整合性をとることに留意する。

24

期待される成果

○フェーズ1における成果

- ・他のオプションに先駆けて有意量の解体プルトニウムを処分する事により高速炉の本分野での有効性が示される。
- ・バイパック燃料製造技術、BN-600炉心・燃料設計等に係る共同研究、作業及び意見交換等を通して知見の獲得を図るとともに実機での経験を蓄積し、実用化戦略調査研究を始めJNCが進める研究開発業務にこれらを最大限活用していく。

○フェーズ2での成果と合わせて2020年までに約20トンのロシア解体プルトニウムを処分することにより、核軍縮・核不拡散に高速炉が大きく貢献できることが示される。

25

情報公開の考え方

- 本件を進めるに当たっては、進捗状況に応じ、フォーラム、学会等を通して成果の発表を行う。
- 成果は報告書としてとりまとめ、JNCの情報公開指針に従って公開する。

26

特記事項

(日露政府間の調整、枠組みの必要性)

- 解体プルトニウムはロシア政府の管理下にあることから、この処分をプロジェクトの実施主体である日露両国研究機関どうしの契約のみで実施することは困難であり、日露政府間の調整、枠組みが必要と考えられる。
- 現在、両国政府承認の下で技術的な検討を行うために、両国政府関係者を主体とした、全体の方針、実行管理等の検討、調整を行う会合の早期設置を要請しているところである。

参考資料5

課題評価委員の評価意見等に関する補足説明

課題評価委員の評価意見等に関する補足説明

平成 11 年 12 月 6 日
核燃料サイクル開発機構

1. 研究開発課題への適合性

本件は、解体プルトニウム処分に関する国際協力をすること自体に重要な意義があるが、同時にこの協力を通して、サイクル機構が進める核燃料サイクル技術開発にとって有効なさまざまな知見を得ようとするものである。ロシアで実施される設計、製造などの情報や国内での解析を含めた評価等により、特に、実機レベルの知見が得られるものと期待している。これらの成果が得られる時期は、国際関係に依存するため、明定できない部分があるが、バイパック燃料技術はペレットと並び重要技術であり、実用化戦略調査研究との関連も生じてくるものと考える。これらのことから、研究開発課題として評価いただけるものと判断している。

2. 研究開発の意義

BN-600 炉心変更関連作業は、本協力のために必要不可欠な作業であるとともに、その作業を通して得られるバイパック燃料を使用した炉心・燃料設計及び安全解析関連データベース及び各種反射体設計データは、今後の高速炉研究開発に資するものと考えている。

バイパック燃料製造技術に関しては、研究開発に役立つ情報の入手が期待できるとともに、既存施設の整備によってプルトニウムを用いた実験データを取得できる点で国内施設を利用する場合に比べ、経済的と考えている。

本協力で高速炉が活用されることを世界的に示すことにより、高速炉の有効性と高速炉研究開発への貢献がアピールできるものと考えている。

3. サイクル機構に蓄積してきた技術の活用

炉心・燃料設計、安全解析等では、ロシア側での設計、解析作業と並行して、設計上の重要なポイントについてこれまでサイクル機構が蓄積してきた知見と日本で開発・改良された解析コードを用いた解析により、ロシアの設計結果の妥当性について評価を行い、ロシア側にフィードバックしていく形での活用を考えている。

4. 解体プルトニウムを用いたデータの価値

解体プルトニウム処分で得られる燃料製造、照射データは、核分裂生成物(FP)やマイナーアクチニド(MA)が含まれる使用済み燃料をリサイクルした場合に得られるデータとは異なるが、FP や MA が含まれていない基礎的なデータが得られ、FP や MA が含まれる複雑な条件下でのデータに対するレファレンスデータとしての価値が期待される。

5. 実用化戦略調査研究への反映

RIAR の燃料製造施設を整備することで得られるさまざまな情報は、バイパック燃料製造技術のコスト評価を行うためのデータベースとして活用することが期待できる。さらに、個々の技術課題に関する活用については、主に以下のものが考えられる。

(1)乾式再処理技術

- 1) 実用化戦略調査研究では、プラントの概念を構築し、主として経済性の観点から評価を行うことになっている。本解体プルトニウム処分における施設整備は、製造機器をホットセル内ではなくグローブボックス内に設置するものではあるが、溶融塩電解装置等の製造機器単体の技術情報について反映が期待できる。
- 2) 実用化戦略調査研究における再処理要素技術開発のテーマである改良 RIAR 法の研究項目に対し、MOX 共析、溶融塩電解槽・耐食材料、分析技術、廃棄物低減化に関する技術情報について反映が期待できる。

(2)振動充填技術

- 1) 実用化戦略調査研究では、バイパック燃料製造技術の工学的レベルにおける技術的成立性を確認するために充填技術等の枢要技術を評価することになっている。RIAR 施設整備を行うことで入手できる顆粒製造条件、加速度や周波数等の振動充填条件は、その評価に役立つことが期待される。また、先行照射試験によって得られるバイパック燃料の照射挙動特性等の情報についても、有効に活用できるものと考えられる。

6. バイパック燃料製造技術に関する電力共同研究との重複の回避

本協力は、電気事業者が数年前より実施している共同研究（電力共同研究）との重複について留意しつつ進めている。以下に示すように実施内容が異なっている点で重複しないデータの入手が期待できる。

(1)MOX 共析出技術の入手

従来電力共同研究では、 PuO_2 と UO_2 の回収を別々に実施していたが、本件では、 PuO_2 と UO_2 を同時に電極に析出する方法を用いる。

(2)MA、FP を含まないデータの入手

解体プルトニウム処分で得られる燃料製造、照射データは、FP や MA を含んでいないため、FP や MA が含まれる実条件下でのデータに対するレファレンスデータとしての価値が期待される。

尚、今後とも電気事業者等の関係機関と、重複を避ける観点で協議を実施していく。

7. 国内関係機関との協力

作業や評価の一部については、国内メーカーに業務委託等の形で協力していただくことを考えている。また、外部有識者からなる委員会を設置する予定であり、逐次情報の発信を図るほか、いただいたコメントを業務遂行に反映させ、オールジャパンで進める形の協力にしたいと考えている。

8. 要員計画

本件については、現在、サイクル機構内の約 30 名程度が関与している。今後、業務の進展に応じて適宜増強する等、見直す予定である。

9. フェーズ 1 作業概要及び予算

BN-600 バイパックオプションのフェーズ 1 作業の各項目について、サイクル機構が進める高速増殖炉及び関連する核燃料サイクル技術の研究開発との関連について以下にまとめて示す。

また、我が国が用意する予算について、ロシア側に支出するものと日本国内で支出されるものを計画全体及び平成 12 年度分についてあわせて示す。

(1) 反射体設計

ステンレス反射体及び B_4C 反射体について、所定の中性子遮へい性能が得られるよう反射体中のステンレス量及び $B-10$ 量の評価を行う。さらに、この結果に基づき、反射体の構造設計を行う。これら具体的な設計作業はロシアで実施されるが、日本側は本作業に係る技術情報の取得に努め、さらに必要に応じて日本側で設計の妥当性確認のための解析等を実施する。平成 12 年度に反射体設計に必要な作業を全て実施する予定である。

本件で得られる各種知見は、高速炉設計に関するデータベースの拡充(例えば、プルトニウム燃焼炉心構築に必要な反射体設計)に反映される。

予算	ロシア側	日本側
全体	約 4,000 万円	約 2,000 万円
平成 12 年度	約 4,000 万円	約 2,000 万円

(2) 炉心・燃料設計

現行の BN-600 ウラン炉心を部分 MOX 炉心化(ハイブリッド炉心化)するために必要な炉心設計、燃料ピン・燃料集合体の構造設計を実施する。これら具体的な設計作業はロシアで実施されるが、日本側は本作業に係る技術情報の取得に努め、さらに必要に応じて日本側で設計の妥当性確認のための解析等を実施する。平成 12 年度については、ロシア側での設計作業を概ね完了させ、日本側での確認作業に着手する予定である。

本件で得られる炉心設計等の各種知見は、バイパック燃料を含む高速炉心の設計に関するデータベースの拡充に反映される。

予算	ロシア側	日本側
全体	約 9,000 万円	約 4,000 万円
平成 12 年度	約 6,000 万円	約 1,000 万円

(3) 安全解析

BN-600 ハイブリッド炉心プラントの安全性確認のための解析を実施する。具体的な設計作業はロシアで実施されるが、日本側は本作業に係る技術情報の取得に努め、さらに日本側で設計の妥当性確認のための解析等を実施する。特に、プラントの安全性確保は重要であることから、炉心損傷事故(CDA)解析等については、日本側で詳細

な解析を実施する予定である。平成 12 年度については、ロシア側で設計基準及び設計基準外事象の解析を実施し、日本側での確認作業及び一部 CDA 解析等を実施する予定である。

本件で得られる安全解析に関する知見は、バイパック燃料を含む高速炉心の安全評価に関するデータベースの拡充に反映される。

予算	ロシア側	日本側
全体	約 12,000 万円	約 29,000 万円
平成 12 年度	約 4,000 万円	約 10,000 万円

(4)RIAR 燃料製造施設の増強

BN-600 ハイブリッド炉心用の MOX バイパック燃料を製造するために、既存の RIAR 施設を増強、整備する。

具体的な施設の整備はロシアで実施され、日本側は本作業に係る技術情報の取得に努め、得られた技術情報を基に、製造施設等の安全性等の確認を行う。

本協力によりロシアから得ることが期待される主な技術情報は、以下のとおりである。

1)RIAR 燃料製造施設の各工程機器の設計及び製造能力に関する情報

①顆粒製造技術

・ MOX 共析技術 :

溶融塩中のプルトニウムとウランを酸化物の形態で同時に電極に析出させる方法。本協力によって本格的に使用される技術であり、核拡散抵抗性に優れた技術と考えられる。

・ 塩洗浄技術 :

MOX 析出物に付着した塩を洗浄する方法。

・ バイパック燃料に適した顆粒製造技術 :

バイパック燃料に適した顆粒の製造条件（塩浴濃度、電位、電流等）に関する技術情報。

②バイパック燃料製造技術

・ 振動充填技術 :

燃料ピン内の MOX 顆粒の確実な充填のために必要な振動条件等の振動充填技術に関する技術情報。

③廃棄物処理技術

・ 溶融塩精製技術 :

溶融塩をリサイクルするための精製技術。ここでは、溶融塩中の余剰なリン酸を、塩素を用いてリン酸塩として沈殿、除去する技術情報を得る。

・ 坩堝廃棄方法に関する技術 :

プルトニウムを含む溶融塩の化学処理を行う坩堝(るつぼ)の廃棄処分方法に関する技術。

2)RIAR 燃料製造施設の安全関連の設計情報

RIAR 燃料製造施設のプルトニウム取り扱いに係る安全設計（例えば、閉じ込め

設計) 及び遮へい設計に関する技術情報、輸送安全、一般安全設計(火災、爆発等)に関する技術情報。

3)RIAR燃料製造施設の設備、配置計画図面等

設備、配置計画図面等に関する技術情報。

平成12年度については、ロシア側で顆粒製造施設、燃料ピン・集合体製造施設及び品質管理用検査装置の増強、整備を実施し、日本側でこれら製造施設等の安全性等の確認を実施する予定である。

本件で得られる情報、知見は、サイクル機構が進める核燃料サイクル技術の研究開発に反映される。

予算	ロシア側	日本側
全体	約48,000万円	約49,000万円
平成12年度	約28,000万円	約29,000万円

(5)先行照射試験

ハイブリッド炉心用に増強、整備されたRIARのバイパック燃料製造施設を使用して、解体プルトニウムを含むMOX燃料を製造し、BN-600に装荷して約11at%の燃焼度まで照射を行った後、一部の照射済み燃料の照射後試験(PIE)を実施する。また、PIEデータ拡充のため、先行照射試験の一環として、既にBN-600で照射され現在BN-600に貯蔵中のMOXバイパック燃料のPIEも合わせて実施する。

試験燃料の設計・製造、照射及びPIEはロシアで実施されるが、日本側は本作業に係る技術情報の取得に努め、得られた技術情報を基に燃料設計用の物性データの整備、燃料挙動解析コードの開発などを行う。平成12年度については、ロシア側で燃料設計作業及び既照射済み燃料のPIEを実施し、日本側でサイクル機構が有する燃料挙動解析コードのバイパック燃料への適応性調査、燃料挙動評価等を実施する予定である。

本件で得られる情報、知見は、サイクル機構が進める核燃料サイクル技術の研究開発に反映される。

予算	ロシア側	日本側
全体	約59,000万円	約14,000万円
平成12年度	約6,000万円	約5,000万円

以上