

ロシア解体プルトニウム処分協力への取り組みについて

平成12年2月14日
核燃料サイクル開発機構

1. 目的

国際社会の当面する重要懸案事項のひとつであるロシア余剰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つつ協力し、世界的な核軍縮・核不拡散に貢献することを本件の目的とします。

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振動充填燃料（パイバック燃料）製造技術を用いて混合酸化物燃料（MOX 燃料）とし、ロシアの高速炉 BN-600（電気出力 600MW）において、現在の濃縮ウラン燃料に置き換えて燃焼させるオプション（BN-600 パイバックオプション）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です。

また、この協力を通してパイバ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まい

2. 全体計画

上記の BN-600 パイバックオプションは、ロシアの解体プルトニウム総計約 20ton を高速炉一基で 20 年間（寿命延長 10 年を含む）で燃焼させるものであります。

(1) 実施ステップ

本オプションは実施にあたり、以下の 3 つのフェーズで進めていくことが提案されており、サイクル機構は現在フェーズ 0 及びフェーズ 1 に対する具体的な協力方策を検討しております。（図 1）

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、主な実施項目は以下のとおりです。

- ・ 全体計画作成及びコスト評価
- ・ 解析コードの整備
- ・ 臨界実験と炉心解析、小規模パイバ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バック MOX 燃料で置き換え、かつ増殖を止めるため、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ます。必要な MOX 燃料は、バイバック燃料技術開発を進めてきたロシア原子炉科学研究所 (RIAR) の施設を増強し、製造を行います。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します。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することができます。(フェーズ1は4年間を予定しており、合計 1.2 トンの解体プルトニウムが処分できる計画です。) 主な実施項目は以下のとおりです。

- ・ 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

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 炉心を全てバイバック MOX 燃料で置き換えます。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)が必要です。主な作業項目は以下のとおりです。

- ・ 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

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 を用いること、
- ② BN-600 での照射実績を持つ MOX バイバック燃料を用いること、
- 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バック燃料製造技術を用いること、
- 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 施設を用いること、

といったことから、「信頼性が高い、低コスト、早期実施が可能」といった特長を有しています。

(2) 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ります。

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ます。

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ます。

フェーズ2については、作業項目の検討を実施していますが、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ません。

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ります。

(表-1) フェーズ1の役割分担 (案)

日本	・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	・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 面(核物質防護、保障措置等)での整備
ロシア	・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	・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

3. 現在の状況

(1) 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ます。これらの成果について、サイクル機構は、米露研究のロシア側取りまとめ機関であるエネルギー物理研究所 (IPPE) と占有情報に関する取極め (PIA) を締結し、報告書の入手が可能となっています。

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おります。

①BFS-2 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用います。
- ・本研究は、IPPEとの共同研究で実施します。
- ・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

予定しています。

②3 体 MOX バイバック燃料製造・照射試験

- ・ 解体プルトニウムを用いたMOXバイバック燃料3体をRIARにおける既存のバイバ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します。照射完了後、照射後試験を行い照射挙動を確認します。
- ・ 本研究は、RIARとの共同研究で実施します。
- ・ 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\$を予定しています。

(2) フェーズ1の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2に示します。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、バイバ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、照射後試験（PIE））です。

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反射体について中性子遮へい性能を確認します。
- ・ 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します。

②炉心・燃料設計

- ・ ハイブリッド炉心について、炉心解析を行い炉心特性を把握します。
- ・ さらに、上記解析や炉心・集合体熱水力解析等を通して、MOXバイバック燃料ピン及び燃料集合体の構造設計を実施します。

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します。

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、増強を行います。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います。

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バイバック燃料を製造します。
- ・ 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バイバック燃料の照射挙動を確認します。

(3) フェーズ2の予備検討

フェーズ2ではBN-600の寿命延長と全MOX炉心化が必要となるほか、新たな燃料製造施設の手当てが必要になります。特にBN600の寿命延長と全MOX炉心化は、大幅な炉心の改造を伴うことからその成立性について十分な予備検討が必要です。これについては米露研究でも計画されていますが、サイクル機構においても来年度以降フィージビリティスタディを行い、本計画の成立性について確認していくこととしています。

4. 期待される成果

フェーズ1における成果として、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、また、軽水炉等に比べて一基の炉として処分できる量の大きいことから、高速炉の本分野での有効性が示されます。また、バイバック燃料製造技術、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サイクル機構が進める研究開発業務にこれらを最大限活用していきます。

5. 今後の進め方と課題

(1) 留意点

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す。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す。

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、国内調整を実施していきます。

(2) 課題

現在、サイクル機構はフェーズ0の協力を実施しているところではありますが、これまでの経験からより大きな成果を上げるためには、以下の課題の解決が重要であると感じております。

①フェーズ2への対処方策の検討

・サイクル機構は国際貢献と技術開発の両面から本件に関し協力を行っていますが、フェーズ2に関しては具体的な検討を行っておりません。しかしながら、解体プルトニウムの有意な量の処分という本来目的は、フェーズ2を行って初めて達成されるものです。したがって、フェーズ2の実施という前提なしにフェーズ1の議論を進めることは、関係国に対する当方の主張に説得性を欠かすことにもなりかねません。我が国としてのフェーズ2への対処方策の検討を至急始める必要があると考えます。

②協力環境の整備

・対露解体プルトニウム支援プログラムを持つ米国、ドイツ、フランス及びカナダの各国はいずれもロシアとの間に政府間協定を有しています。今後協力の進展に伴い、租税の免除措置、我が国が提供する資金の細かい使途や知的所有権の取扱いといった問題のほか、MOX燃料の原料に解体核兵器のプルトニウムが用いられることに関するロシア政府の直接の保証、万一事故が起きた場合の第三者賠償の問題等、通常国家間協定で規定されるべきと考えられる問題が発生した場合、サイクル機構では対応がとれない可能性があります。また、仮に対応がとれても膨大な労力とコストがかかるものと考えられます。したがって、政府間協定の締結も視野に入れた日露間の協力の枠組みを整備することが急務であると考えます。

以上

図1 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)

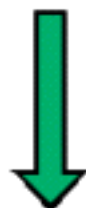
- ・ 全体計画作成及びコスト評価
- ・ 小規模バイパック燃料製造実証及びBN-600照射試験
- ・ データパッケージ、解析コードの整備 等



○ 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
- ・ 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全部MOX炉心化(フル炉心化)

フェーズ 2
(2002-2020)

- ・ BN-600プラント寿命延長(2010年→2020年)
- ・ 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) 等

図2 BN-600バイバックオプション(フェーズ1)実施項目とスケジュール

[illegible]