

# 国際核燃料サイクルシステムの構築と持続的運営に関する研究

(受託者) 国立大学法人東京大学  
(研究代表者) 田中知 大学院工学系研究科  
(再委託先) 独立行政法人日本原子力研究開発機構  
(研究開発期間) 平成22年度～平成24年度

## 1. 研究開発の背景とねらい

東京電力(株)福島第1発電所事故に鑑み、今後、特に原子力発電に係る十分な安全対策がなされた上でアジア地域において原子力導入が促進される、との前提に立ち、核不拡散性、持続性、実現可能性をキーワードに、本研究を実施している。

保障措置や核物質防護条約等を中心とした、国家を対象とする制度的な核不拡散対策は、一定の効果をもたらしてきたものの、機微技術を含む原子力利用国の拡大に際して、核不拡散への効果という面においては万全な対策とはいえない。また、原子力技術先進国を中心としたサプライサイドの核不拡散強化策は、NPT条約第4条で保証されている平和利用の権利を阻害しかねない。さらに、機微技術、核物質取り扱いに対する核セキュリティや原子力施設運転の安全管理という面でも、これまでの国家単位での取組という方法においては、その効果・効率性および経済合理性の面において必ずしも十分であるとは言えない。

このような状況下で、有力な考え方の一つとして、デマンドサイドアプローチとされる多国間で核燃料サイクルを実施する方法がある。本アプローチは、特に機微技術を中心とした核燃料サイクルサービスを多国間で実施し管理することにより、①不必要な機微技術の拡散が防止され、原子力技術および核物質の安全かつ的確な管理が可能となるなど3Sに係るリスク管理とリスク軽減が効果的かつ効率的に担保できるとともに、②核燃料サイクルなどの共有により、新興国などに対し原子力平和利用の推進を阻害することなく実施できるというものである。

本研究の目的は、地域における国際的な核不拡散体制構築とエネルギー安定供給・核燃料サイクルサービスに資することができる「国際核燃料サイクルシステム」を提案することである。ここでは、多国間国際核燃料サイクルを安定して維持するための具体的な方策、即ち安定した濃縮ウラン供給システム、使用済燃料(SF)取り扱いシステム、プルトニウムの利用、国際核燃料サイクルに適用される地域保障措置体制の確立、国際核燃料サイクル事業者の要件、国際核燃料サイクルシステムにおける産業界の役割といった、国際核燃料サイクルを実現するためのシステム上の問題及びその対応策に関し研究を実施するとともに、実現可能性のある、アジア地域を中心とした国際核燃料サイクルの構想を提案し国際社会に示すことを目指している。

## 2. 研究開発成果

### 2.1. 多国間管理枠組み検討に当たっての基本的考え方

提案する「国際核燃料サイクルシステム」(枠組み)は、核不拡散性(Nuclear-Nonproliferation)、持続性(Sustainability)、実現可能性(Feasibility)を持ち、フロントエンド(核燃料供給)およびSFの取扱いサービス(バックエンド)両面について合理的解決策を示す。

多国間の枠組み(地域保障措置を含む)による燃料サイクルサービス体制が、機微技術や核物質の拡散を防止することが必要である。ただし、平和利用の平等の権利と核不拡散の両立の観点から、本多国間管理の提案では、2011年NSGガイドライン(機微技術に係る)における客観的クライテリアアプローチとほぼ同等な考え方を採用する。即ち、クライテリアを満たす加盟国への

濃縮・再処理の導入を基本的に可能なものとする。また、充実した地域保障措置、機微技術の管理などにおいて厳格な管理を実施する。さらに、枠組みからの脱退の可能性を考慮し、脱退時の返還請求権、第3国移転の禁止を、枠組み参加要件とする。

フロントエンド（核燃料供給）については、供給の保証だけでなく、枠組み内におけるニーズを満たす供給サービスを提供するものとする。SFの取り扱いについては、1)核不拡散（将来、直接処分によるいわゆる「Pu 鉱山」が多国にわたって発生することを避ける）、2)処分スペースの確保、3)環境負荷低減、の観点から、直接処分（永久処分）という考え方は、本多国間枠組み検討ではスコープ外とし、SFを1)国際貯蔵、2)再処理、という2つのアプローチを併行して実施していくものとする。なお、核兵器国による他国のSF引き取り、再処理または直接処分という考え方も、核不拡散上有効な方策の1つではあるが、現実的に世界中のSFをすべて核兵器国が引き取るという考え方は成立性が乏しいため、本研究ではオプションに加えない。再処理サービスについては、現存する再処理施設、および主に核兵器国を中心とした将来の新規施設によって実施し、SF発生国は高レベル廃棄物の処分について責任を持つ。

短期的には、多国間管理によるSF貯蔵と、現存施設等による再処理を並行して実施していくことが現実的である。施設が既に現存する場合、上述の処分スペースの確保や、環境負荷低減の観点から、遅かれ早かれSFを再処理する必要があると考えれば、再処理の「先送り」の議論は大きな意味を持たない。

再処理にて回収されるプルトニウム(Pu)は、MOXの形態で、一部、可能な範囲で軽水炉MOX燃料として使用するが、主として将来の資源として備蓄する\*) (\*基本的にMOX燃料がU燃料と競合できることが期待される時期まで)。再処理の実施によるいわゆる「Puの蓄積」は、これまで核不拡散上好ましくないとされてきたが、Puを単離しないMOX形態での貯蔵、アメリカウム（注）の生成などによる核拡散抵抗性の向上、多国間管理による国際貯蔵（地域保障措置による核不拡散性の向上）、そして、頑強な核セキュリティ対策を講じることにより、もはやMOXの製造は、国家による「蓄積」としてではなく、むしろ、将来の、「地域のエネルギーセキュリティのための備蓄」として捉えるべきもの考える。MOX利用については、経済的成立性が高まった時点で、軽水炉MOXおよび高速炉利用を図る。

将来、各国ベースの責任となる高レベル廃棄物について、処分スペースの確保、および環境負荷低減（300-500年で自然のレベル）のために、多国間貯蔵の一定期間に枠組み内の加盟国で解決策（技術開発およびサービス体制の確立）を検討して実施する。

## 2.2. 枠組み研究に用いた手法について

手法として、IAEAにおける検討INFCIRC640で示されるMNA検討方法を拡張的に取り入れた。以下の3つのタイプについて検討、それぞれについて、12の要件(ラベルA~L)を研究した。

### 2.2.1. 多国間管理のタイプについて

**タイプA** 上記2の基本的考えを全ては満たしていないが、各国の既存・新規施設を対象に、核不拡散、安全、核セキュリティに関し地域の多国間管理を行うもの。すなわち燃料サイクルサービスの前提なし。既存または新規施設の所有権をMNAへ移転しない枠組。具体的には地域保障措置、地域安全、地域核セキュリティ取り決めだけを多国間で実施。

**タイプB** 既存または新規施設の所有権をMNAへ移転せず燃料サイクルサービスを実施するという枠組。当面目指すべき枠組選択肢。

**タイプC** 既存または新規施設の所有権を、すべて MNA へ移転する燃料サイクルサービスの枠組。将来的に目指す選択肢。

### 2.2.2. 枠組み構築に当たっての要件について

それぞれの選択肢について備えるべき 12 の要件として、下記項目を設定した。

ラベル A：核不拡散（保障措置、核セキュリティなど）、ラベル B：燃料サイクルサービス（ウラン燃料供給、SF 貯蔵、SF 処理(再処理)、MOX 貯蔵）、ラベル C：ホスト国(立地国)の選定、ラベル D：技術へのアクセス、ラベル E：多国間への関与の程度、ラベル I：賠償、ラベル F：経済性、ラベル J：政治的受容性、公衆の受容性、ラベル G：輸送、ラベル K：地政学、ラベル H：安全性、ラベル L：法規制

以下にタイプ B 及び C に係るラベル A～L の要点を示す。

- NPT 第 4 条における平和利用の権利を妨げることのないこと（平等性）を担保した上での、核不拡散上の義務を履行する。
- 多国間枠組みへの参加に際しての具体的要件は、INFCIRC 254 part 1-6,7 (NSG guideline revised) に示された “客観的クライテリア” とほぼ同等の条件を満たすことである。
- MNA 枠組み内における地域保障措置を設立し的確な核不拡散体制を実施する。
- 既に核燃料サイクルを保有する国および新規に建設する国は、多国間枠組みでは、ウラン燃料供給、SF 貯蔵、SF 処理(再処理)、MOX 貯蔵のうち、保有する、または新規に建設する分野においてホスト国(タイプ B)、立地国(タイプ C)の候補となる。同時にその他の分野では、サービス受領の候補となる。
- 受領国は、ウラン燃料供給、SF 貯蔵、SF 再処理、MOX 貯蔵に係る燃料サイクルサービスを享受する。
- ただし、上記の参加要件を満たす場合においても、ホスト国は地政学安定性が条件立地国の選定には、地政学安定性について枠組み内で判断できる体制・ルールを確立する。
- 機微技術が確実に管理できるよう体制・ルールを確立する（技術保有事業者のみに限定）。
- 加盟国（ホスト/立地国・受領国）は、多国間管理下での SF 貯蔵に際し一定期間（MOX 燃料がコスト的に U 燃料と競合できることが期待される時期；例えば 50 年）以内に、長期 SF 処理策を決定することを設立要件/加盟要件とする。万一、決定出来ない場合は、引き取られた SF（国際貯蔵）は、発生国に返却となる。
- 長期 SF 処理策とは、環境負荷低減の観点で放射性廃棄物の最終的な処分を容易にするための再処理技術（高レベル廃棄物を、超半減期核種等除去により 300-500 年で自然界レベルに到達させる等の技術）および、そのサービス体制確立を含むものである。
- 枠組み内の施設（燃料サイクル施設のみでなく原子力発電施設）の核セキュリティについて国際スタンダードのレベルを達成するための方策を講じる。具体的には、基準の設定や監査体制確立を含む。
- 枠組み内の施設（燃料サイクル施設のみでなく原子力発電施設）の安全についても、上記同様、国際スタンダードのレベルを達成のために、基準の設定や監査体制確立を行う。
- 提案する枠組みは、「個々の国毎による燃料サービス」に比べ、経済的に有利であることが要件となる。
- 核燃料サービスに係る「輸送」は、地理的に関係する枠組み内加盟国が協力合意することが

要件となる。

- 可能なレベルでの枠組み内の損害賠償責任を合意する。
- ホスト国・立地国における一般公衆から合意を得る努力を加盟国が協力して行う。
- 法規制的に既存の国際規則や2国間協定などとの間の矛盾・対立を解消する。

### 2.3. 具体的な枠組み構想について

#### 1) 東アジア地域での多国間枠組み検討の対象とした国

日本、韓国、カザフスタン、ロシア、中国、モンゴル、アジア新興国（その他、IAEAは地域保障措置のパートナーおよび枠組み構築における国際調整役を担う）

#### 2) 近未来の枠組み構築案(例)

- 体制としてタイプBを目指す。
- SFの国際貯蔵場の確立：潜在的に可能性のある数カ国のうち、例えばカザフスタン—核実験跡地利用の可能性が考えられる（但し、法規制問題の解決が要）。
- 再処理：潜在的に、日本の現有施設の国際利用、ロシアの現有施設、中国の新規施設による国際利用（但し、法規制問題の解決、一般公衆の合意などが要）：再処理によって生じる高レベル廃棄物は、発生国への返還を条件とする。ただし、発生国と他国とのバイにおける引き取り処分等合意が成立する場合は、これを否定するものではない。
- 再処理後のPu(MOX)の取り扱い：次のオプションから選択する；①MOXとして国際備蓄、②希望国へは軽水炉MOXとして枠組み内の発生国へ返還（ただし、高いレベルでの保障措置・核セキュリティの適用）、③核兵器国(枠組み外を含む)へ売却。ただし、①を基本とし、将来の地域エネルギーセキュリティに資する。

#### 3) 長期的観点における枠組みの発展(案)

- 体制としてタイプCを目指す。
- 国際貯蔵されるSFの再処理：多国間枠組みにおける一定の貯蔵期間内に、処分スペース合理化、および環境負荷低減の観点から、先進的な再処理技術をもつ再処理施設（多国間管理）を加盟国内の検討により確立する。ロシア、中国、日本、韓国などを候補立地貯蔵されるSFの再処理：多国間枠組みにおける一定の貯蔵期間内に、処分スペース国際国として、アクチニドや長半減期核種除去等を含む再処理を確立する。除去されたものの処理方法も併せて検討する（再処理によって生じる高レベル廃棄物は発生国へ返還）。
- 再処理後のPu(MOX)の取り扱い：次のオプションから選択する；①希望国へは高速炉MOXとして枠組み内の発生国へ返還(ただし、高いレベルでの保障措置・核セキュリティの適用)、②MOXとして国際備蓄、③核兵器国(枠組み外を含む)へ売却。①②を基本とする。

### 3. 今後の展望

枠組み構築のキーとなる法制度的及び経済性、輸送問題、安全・核セキュリティへの効果、産業界の役割、地政学的考察などについての評価検討を実施する。また、キーワードの核不拡散性、持続性、実現可能性について評価、検討する。

### 4. 参考文献

- 1) INFCIRC/640、核燃料サイクル多国間構想、2005年2月、IAEA
- 2) INFCIRC/254/part1、核移転に対するガイドライン、IAEA