

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

東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所における事故は、世界的な原子力平和利用拡大というこれまでの潮流に変化を与える重大な事象であり、我が国においては原子力平和利用の存続にも影響を及ぼしかねない状況に至っている。しかし、長期的な観点に立った場合、特にアジア地域などに見られる急速な経済の拡大に伴うエネルギー消費の顕著な伸びに対して、その代替技術が見出されない限り、世界的な原子力利用のニーズは再度拡大する可能性は高いものと考えられる。

原子力利用の増大に伴い、いわゆる「機微な技術」とされているウラン濃縮技術（フロントエンド）や、使用済燃料再処理技術（バックエンド）のみならず、核分裂性物質の拡散の懸念も増大する。また同時に原子力発電の増加に伴い、今後多くの国においてプルトニウムを含む使用済燃料(SF)が貯蔵されることから、SFとしてプルトニウムが世界的に拡散するという核不拡散上の懸念や核セキュリティ、安全上の問題（併せて3S）も増大する。

これらの問題に適切に対抗するため、本研究では、アジア地域の国際的な核不拡散体制構築とエネルギー安定供給に資することを目的として、実効性、持続性があり、かつ核不拡散性に有効な国際核燃料サイクルに関する研究を進めた。即ち、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として、安定した濃縮ウラン供給システム、SFの取り扱いシステム、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体の要件、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する研究を進め、アジア地域を中心とした国際社会を対象に多国間国際核燃料サイクルの枠組みを提案する。

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、持続性、実現可能性を持ち、特に、バックエンドの核燃料サイクル問題（SF中間貯蔵、MOX国際貯蔵、再処理、高レベル廃棄物）に力点を置いて、地域的な多国間アプローチにより合理的な解決策を示す。

多国間管理の枠組み（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、①機微技術や核物質の拡散を防止すること、②平和利用の平等の権利と核不拡散の両立の観点から、加盟国間の平等性を確保することを基本とする。

2. 2 多国間管理の枠組みにおける選択肢と特性の研究

IAEAのINFCIRC640¹⁾で示された多国間管理構想(MNA)の枠組みを拡張的に取り入れ、以下の3つのタイプ(選択肢)について検討し、それぞれについて、必要となる特性(要件)について研究を行った。

2. 2. 1 多国間管理のタイプ(選択肢)について

MNAを考える上で、実効性、持続性及び核不拡散の観点から次の3種類のタイプ(形態の選択

肢) を考えた。

- タイプ A 保障措置を中心とする 3S の地域協力：燃料サイクルサービス（ウラン燃料供給、SF 中間貯蔵、SF 処理（再処理）/処分、MOX 貯蔵）を含まない枠組み
- タイプ B 既存または新規施設の所有権を MNA へ移転しない、燃料サイクルサービスを含む枠組み。
- タイプ C 既存または新規施設の所有権を MNA へ移転し、燃料サイクルサービスを含む枠組み。

2. 2. 2 多国間管理枠組み構築に当たっての考慮すべき特性（要件）

枠組み構築に当たっては、過去の取り組みを解析することにより、次に示す 12 の特性を考慮すべき要件として導き出した²⁾。

- | | |
|-------------------------------|------------------------|
| 1) ラベル A 核不拡散（保障措置、核セキュリティなど） | |
| 2) ラベル B 燃料サイクルサービス | |
| 3) ラベル C ホスト国（立地国）の選定 | 4) ラベル D 技術へのアクセス |
| 5) ラベル E 多国間への関与の程度 | 6) ラベル F 経済性 |
| 7) ラベル G 輸送 | 8) ラベル H 安全性 |
| 9) ラベル I 賠償 | 10) ラベル J 政治的受容性、公衆の受容 |
| 11) ラベル K 地政学 | 12) ラベル L 法規制 |

2. 3 具体的な枠組みの提案

2. 3. 1 具体的な枠組みの概要

- 1) 対象地域の選定：MNA 枠組み条約が実施されるであろう近未来をターゲットとし、アジア（ウラン原産国を含む中央アジア、原子力先進国を含む東アジア、原子力新興国を含む東南アジア）とする。
- 2) MNA 運営機関の創設：MNA 枠組みの核として運営を行う MNA 運営機関（アジア多国間核燃料サイクル枠組み運営機関：Asian Multilateral Nuclear Fuel Cycle Framework Management Organization-AMMAO）を IAEA の協力の基に創設する。IAEA 並の国際機関とするために、（例えば国連での決議に基づいて）MNA 枠組み条約を構築する。
- 3) 条約の発効と協定の締結：MNA 枠組み条約を加盟国間で署名、批准し、発効させる。また条約の円滑な実施に必要な協定を AMMAO と、必要に応じて、加盟国、IAEA、技術保有者(国)あるいは国際機関との間で締結する。
- 4) 核不拡散と平和利用：加盟国に対して、核不拡散へのコミットメントを義務づける。一方、NPT 条約第 4 条に従い、原子力平和利用の権利が妨害を受けないことを保証する。
- 5) 地域保障措置システムの確立：核不拡散レジームを達成するため、高い核不拡散能力を持つ（例えば米国との二国間協定と同等の）地域保障措置協定を AMMAO と IAEA、加盟国間で締結することにより、MNA における地域保障措置システム（計量・管理、保障措置）を確立する。
- 6) 安全と核セキュリティの確立：基準と監視システムを含む安全・核セキュリティ・賠償協定を AMMAO と加盟国間で締結することにより、国際的レベルの安全と核セキュリティーを枠組み内の施設（核燃料サイクル施設のみならず発電炉）に確立する。
- 7) NSG ガイドライン³⁾の遵守：AMMAO は加盟国と輸出管理協定を締結することにより、NSG ガイ

ドライン 2011 年版 (INFCIRC 254 part 1, 6-7) に記述されている客観的クライテリアの遵守を義務づける。

8) 機微技術の管理：AMMAO は技術保有者（国）と機微技術管理に関する協定を締結することにより、機微技術を厳重に管理する。

9) 協力活動に関する施設の種類：タイプ A、B、C の協力活動に関する施設は上記 2.2.2 の分類とする。施設、協力活動に応じた多国間管理の例を図 1 に示す。

10) SF 取扱い策：SF については、リサイクル（再処理）サービス及び直接処分を並行して実施する。また一定期間（例えば 100 年）の国際貯蔵サービスについても合わせて実施する。直接処分する場合、またはリサイクルにおいて生じる高レベル廃棄物は、自国で処分することを原則とする。ただし、AMMAO における国際処分場の可能性について MNA 枠組内で検討することを合意する。さらに個々の国が放射性廃棄物の最終処分を容易にするため、AMMAO は高レベル廃棄物の放射性毒性を低減化（中レベル化）するような再処理に関する技術開発を行うとともにサービスを実施する。

11) 経済性：MNA 枠組みによる供給・サービスによって加盟国が経済的に優位となるか、少なくとも不利とならない枠組みを構築することに考慮を払う。

12) 輸送：加盟国は AMMAO と輸送協定を締結することにより、加盟国は核燃料サイクル供給・サービスに伴う輸送に同意し、協力する。

13) 賠償：AMMAO は加盟国と安全・核セキュリティ・賠償協定を締結することにより、MNA 枠組み内での損害に対する賠償責任を確立する。

14) PA：加盟国特にホスト国及び立地国は、公衆の同意を得るため、共同して努力する。

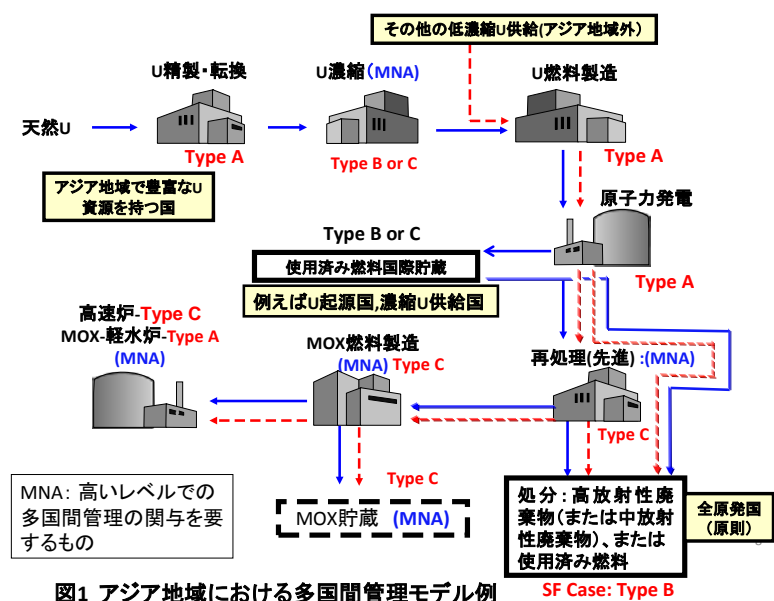
15) 法的規制：法的規制に関して、国際ルール、二国間協定が国内法に対して優先することを原則として、加盟国、特に立地国は国内法の整備を図る。

16) 共同産業企業体の活用：AMMAO はホスト国または立地国と施設管理・運転協定を締結することにより、国際共同産業企業体によるホスト国または MNA 施設の運転を実施する。

17) 地政学：タイプ B におけるホスト国、タイプ C における立地国の選定に当たっては、当該国の政治的安定性及び本枠組みを

支えるに足る原子力産業基盤が整備されていることに加え、当該国とパートナー国、ウラン原産国などとの間の輸送ルートにおいて大きな紛争等の地政学的な問題が無いことを考慮を払う。

18) 供給保証及び追加的保証：AMMAO は国際機関と供給保証及び追加的保証に関する協定を締結することにより、加盟国に対しウラン燃料供給に関する保証を行う。



19) 脱退：加盟国が MNA 枠組みから脱退する場合には、脱退の条件を義務付ける。

2. 3. 2 具体的な多国間管理枠組み協定の提案

上記 2.3.1 に述べた具体的な提案を主要な内容とする「核燃料サイクル供給・サービスに関するアジア地域における多国間条約」、及び A-1 地域保障措置協定から A-10 供給保証及び追加的保証に関する協定から構成されるアジア多国間枠組みを構築した (図 2)。

2. 4 システム総合評価

2. 4. 1 核不拡散

地域保障措置による核不拡散性の向上について、INPRO 核拡散抵抗性マニュアルを参考に、内在的特性と外在的措置を考慮し、可能な限り定量的な評価、解析を試みた。

2. 4. 2 経済性と輸送

多国間枠組みにおけるそれぞれの施設間の燃料輸送の距離やコストを考慮した経済性評価モデルを構築し、上記のそれぞれのタイプについてコスト比較を行った。さらに、ホスト国とパートナー国それぞれのコスト配分を考慮した評価モデルから、多国間枠組みに参加する経済的インセンティブについて議論を行った。

2. 4. 3 法規制

ラベル毎にMNA加盟国やMNA施設のホスト国が遵守する必要のある条約や協定を洗い出すとともに、MNA施設のホストや、核物質及び役務の円滑な供給や提供を図る上で既存の条約や協定との整合性を図り、可能な限り障害を取り除く方策を議論した。その結果、NPT第4条の原子力平和利用の権利を尊重しつつ、核不拡散を担保し、また加盟国がすでに締結している二国間原子力協力協定との整合性を図る方策として、地域保障措置の導入の他、NSGガイドラインや米国核不拡散法 (NNPA) の二国間原子力協力協定における核不拡散要件をMNA加盟国要件に取りこむこととした。

3. 今後の展望

経済性評価、法規制の問題、核不拡散性、安全性・核セキュリティ性等重要な観点における評価を実施し、多国間国際核燃料サイクルの枠組みの提案を完遂させる。また、国際核燃料サイクル事業体モデル (使用済燃料の取り扱いを含む、3S の観点も含む) について、組織運営の観点からの実効性のある事業体のありかたについて検討を完遂する。

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) M.Tazaki and Y.Kuno, The Contribution of Multilateral Nuclear Approach (MNAs) to the Sustainability of Nuclear Energy, Sustainability ISSN 2071-1050, May 2012
- 3) INFCIRC/254/part1、核移転に対するガイドライン、IAEA

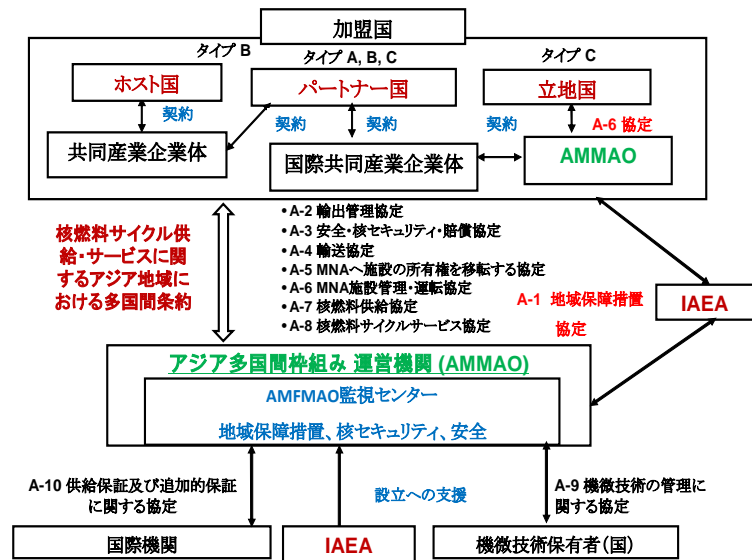


図2 アジア多国間枠組みの構造(条約と必要な協定)