

核燃料サイクルの多国間管理 について

平成24年3月1日

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会

久野祐輔

東京大学大学院工学系研究科

核燃料サイクル多国間管理研究グループ

(日本原子力研究開発機構)

核不拡散から見た燃料サイクル多国間管理の議論 背景・意義

- ウラン濃縮や再処理を含む原子力平和利用における核不拡散対策として、これまで国際社会は「保障措置」など国際制度による規制、および燃料等供給国による機微技術拡散の制限にて対応。
- 一方で、受領国側の立場に基づく「核燃料サイクルの多国間管理」による核不拡散の考え方も検討されてきた。これは、核燃料の供給や使用済み燃料取扱のサービスを保証することで、機微技術取得のインセンティブをなくすという考え方。
- 核不拡散上キーとなる燃料サイクル(特に濃縮・再処理など)は世界に限られた数の施設があればニーズをカバーできるという特徴を有している。この特徴を活かし、「多国間」で燃料サイクルを共有しようとするもの。
- さらに、多国間管理は、保障措置、核セキュリティおよび輸出管理など核不拡散対策において、国毎を対象とした方法に比べ、国際的な対策を展開することができ、地域の透明性を高め、相互の信頼醸成に貢献(核不拡散の基本)。
- 「多国間管理」は、国際的に受容性のある国際枠組みが提案できれば、核不拡散への対策のみならず、経済的かつ効率的に平和利用の促進が達成可能。
- 多国間管理は、他国から見た日本の特異性(非核兵器国で唯一核燃料サイクルを持つ)についての解消策ともなる。また余剰の分離プルトニウムの保有制約の問題を解消できる可能性があり、再処理の有効利用に繋がる。

核不拡散に係る国際的な取り組み

条約・制度による核不拡散・核セキュリティ強化の実現

核兵器不拡散条約(NPT)

IAEA包括的保障措置協定
(NPT第3条に基づく義務)

IAEA追加議定書

部分的核実験禁止条約
(PTBT)

核物質防護条約
(改正含む。)

核テロ防止条約

非核兵器地帯条約

包括的核実験禁止条約
(CTBT) 未発効

カットオフ条約(FMCT) 条約交渉開始模索中

サプライサイドアプローチ(供給国側による条件設定による核不拡散)

デマンドサイドアプローチ(受領国側のインセンティブを減らす方策)

原子力供給国グループ
(NSG): NPT枠外
ロンドン・ガイドライン
原子力専用品・技術
及び汎用品・技術

ザンガー委員会
原子力専用品

二国間協定
による核不拡散の強化対策

燃料供給保証・多国間管理
(MNA)

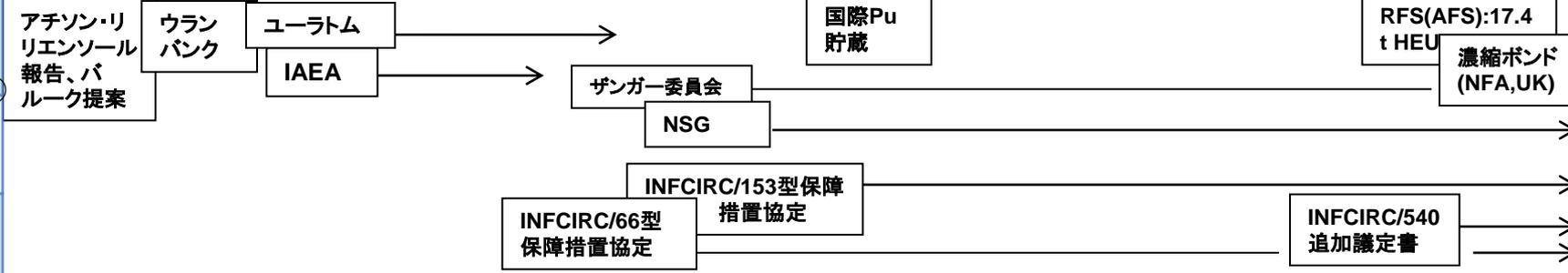
その他の国際合意・協力
PSI、GTRI、
国連安保理決議1540号など

核不拡散に関する多国間管理等, 国際枠組みの提案およびイニシアティブの変遷

【提案のねらい】

- ①機微な技術/施設の拡散防止
- ②核原料や核燃料の一括管理
- ③核燃料の安定供給
- ④分離プルトニウムの出現/蓄積防止
- ⑤核兵器製造に寄与する、あるいはその恐れのある核燃料物質や資機材等の拡散や転用防止

核燃料サイクルの多国間管理 ①~⑤
濃縮・再処理の制限 ①、④、⑤
燃料供給保証 ①、③
地域使用済み燃料貯蔵 ①、②、④、⑤
地域核燃料サイクルセンター ①、③~⑤
機微技術・核物質の国際管理 ②、③、④
輸出管理 ①、⑤
国際保障措置 ⑤
原子炉からの使用済み燃料引取り ①、②、④、⑤
研究炉使用済み燃料・核物質引取り ⑤



RFCC : 地域核燃料サイクルセンター
 NSG : 原子力供給グループ
 INFCE : 国際核燃料サイクル評価
 IMRSS : 国際監視付き回収可能貯蔵
 RSSFEA : 東アジアにおける地域SF貯蔵
 Regional Compact : 地域SF貯蔵を含む地域盟約
 PNC/IISS : 環太平洋原子力協議会/国際中間貯蔵スキーム
 WNA : 世界原子力協会
 RFS : 信頼性のある燃料供給イニシアティブ
 IUEC : 国際ウラン濃縮センター

ロシアは旧ソ連内東ヨーロッパ諸国からの使用済み燃料引取
 ソ連はフィンランドに建設したソ連製原子炉から使用済み燃料を引取
 RRRFR : ロシア起源の研究炉からの使用済み燃料のロシアへの引取支援 1999-
 FRRSNFA : 米国起源の研究炉使用済み燃料の米国による引取 1996-
 地球規模脅威削減イニシアティブ / GTRI 2005-

実現 あるいは 実現途上にあるイニシアティブ

【過去の実現例】

- ・国際原子力機関 (IAEA)*、欧州原子力共同体 (EURATOM)

* ただし、現在のIAEAの機能は、アイゼンハワーが意図した各国の原子炉用核燃料の国際管理/配分機能よりも、保障措置が主となっている。

- ・URENCO, EURODIF
- ・原子力供給国(NSG)ガイドライン
- ・ロシアによる旧ソ連圏からの使用済み燃料引き取り

【21世紀～:主に核燃料供給保証に係るもの】

(IAEA理事会承認を得たもの)

- ・露国アンガルスク国際ウラン濃縮センター (IUEC) 及びLEU備蓄
- ・IAEA核燃料バンク
- ・ウラン濃縮役務の保証に係る英国提案 (NFA: Nuclear Fuel Assurance)

(実現途上にある米国のイニシアティブ)

- ・米国のLEU備蓄 (AFS: American Assured Fuel Supply)

核燃料供給保証に係るイニシアティブの課題

- 核不拡散への貢献
 - 受領国要件から「機微技術や施設の保有の放棄」を削除
- 原子力平和利用の権利の尊重
- IAEA核燃料バンク/LEU備蓄の利用頻度
 - 核燃料供給途絶の発生頻度
- 受領国にとっての魅力
 - 供給核燃料に係る規制権
 - SF管理(貯蔵、処分)問題への対応
 - 成型加工の保証
 - 付随的な支援や協力(原子力導入に係る3Sなど)
 - 経済性
- 原子力産業界の関与

多国間管理 (MNA) に係る IAEA 事務局長報告 (INFCIRC/640)

【目的、特徴】

- ・ 供給保証により、機微な技術や施設の保有を制限すること
- ・ フロントエンドからバックエンドまで、枠組みの選択肢 (Type I~III) 毎に、かつ核燃料サイクル施設 (ウラン濃縮、再処理、SF処分、SF貯蔵) 毎にラベル (A~G) に沿って利点と欠点を評価
- ・ MNA による核燃料サイクル施設の設立に至る 5 つのアプローチを示唆

【枠組みの選択肢】

- ・ Type I: 施設所有権を含まない燃料サイクルサービスの保証
 - a) 供給者による追加的な保証の提供
 - b) 国家による国際コンソーシアム
 - c) IAEA 関与による方法
- ・ Type II: 現存の各国の施設を自主的に MNA に変換
- ・ Type III: 新規 MNA 施設の設立

【評価要素】

- ・ ラベル A: 核不拡散
- ・ ラベル B: 供給保証
- ・ ラベル C: ホスト国の選択
- ・ ラベル D: 技術へのアクセス
- ・ ラベル E: 多国間への参加の程度
- ・ ラベル F: 特定の保障措置規定
- ・ ラベル G: 非原子力で誘引するもの

【MNA へ 5 つのアプローチ】

- ・ 既存の市場メカニズムの強化
- ・ IAEA が参加による国際的な供給保証メカニズムの設立及び運用
- ・ 既存の原子力施設の任意の MNA 化の促進
- ・ MNA による (特に地域的な) 新規のフロントエンド及びバックエンド施設の設立、MNA 施設の設立
- ・ IAEA や国際社会が参加する地域または大陸毎の MNA によるフロントエンド及びバックエンド施設の設立

多国間管理の枠組み構築に当たっての要件

核燃料サイクル多国間管理構想には、下記の12の要件を満たし、かつ参加国にインセンティブを持たせるような枠組みの検討が重要と考えられる

- 要件A 核不拡散(加盟クライテリア、保障措置、輸出管理、核セキュリティ、脱退時の措置など)
- 要件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) プルトニウム取扱い、廃棄物取扱い等;ホスト国/サービス受領国)
- 要件C ホスト国(立地国)の選定-平等性、政治的安定性等
- 要件D 技術へのアクセス(技術所有者に限定など)
- 要件E 多国間管理への関与の程度(施設・技術の所有、管理、運転など)
- 要件F 経済性(各国ベースに比して経済性向上など)
- 要件G 輸送(輸送の協力・保証)
- 要件H 安全性(施設運転等の安全性確保)
- 要件I 賠償
- 要件J 政治的受容性、公衆の受容性
- 要件K 地政学(政治的安定性)
- 要件L 法規制(既存の協定等との整合性調整)

国際的に受容性のある国際枠組み構築に向けて 多国間管理に必要な基本的考え方ー成立の要件(I)

- 「国際核燃料サイクルシステム」(枠組み)は、平和利用の平等の権利と核不拡散の両立を目指すものであり、核不拡散性(Nuclear-Nonproliferation), 持続性(sustainability), 実現可能性(feasibility)を持つものであること。
- 差別(「持つ国」「持たざる国」)のない枠組みであることー平等性(NPT第4条)の担保:例えば、機微技術保有に関しクライテリアベースで認めるなど。
- 多国間の枠組みによる燃料サイクルサービス体制が、核拡散を防止すること(少なくとも現状における世界の不拡散対策と同等以上のものとなること;充実した地域保障措置、機微技術の管理などにおける厳格な実施;例えば、機微技術取得後の脱退の可能性を考慮した、返還請求権等を要件に含めること)。
- 多国間枠組みには、核燃料の供給システム、使用済み燃料(SF)取扱い(貯蔵、再処理等)を含めたサービスを提供すること。

国際的に受容性のある国際枠組み構築に向けて 多国間管理に必要な基本的考え方ー成立の要件(II)

- 高レベル廃棄物の取扱について、枠組み検討の議論に含めること。
- 機微技術へのアクセスについて厳格に管理ができる体制とすること。
- 単一国家による核燃料サイクルに比べ、経済性をもつこと。
- 核燃料やSFの輸送が滞りなく、効率的に行えるよう加盟国の協力が得られること。
- ホスト国・立地国において国際水準での安全性が担保されること。
- 適当なレベルでの原子力賠償が枠組み内で得られること。
- ホスト国・立地国において公衆の受容性がえられること。
- 機微技術の導入に際して、政治的かつ地政学的に安定性が高いこと。
- 既存の法規制・協定と矛盾しないこと、または整合性を調整すること。

期待される効果等

○全体的な効果

1. 地域の透明性を高め、相互の信頼醸成に貢献
 2. クライテリアアプローチ等による平等な平和利用、かつ効果的な核不拡散対策の実現
 3. 国際(地域)的なエネルギーセキュリティ問題、廃棄物問題の解決: LEU燃料の安定供給、使用済み燃料取扱い(各国で蓄積→国際枠組みでの貯蔵、処理)
 4. 濃縮ウラン提供、および使用済み燃料取扱いにおける処理経費の軽減(小国による不必要な施設建設費、保障措置技術導入に係る経費の節減を含む)
 5. 原子力平和利用における3Sの強化
 6. 国際保障措置負荷の軽減、追加議定書の普遍化に貢献
- その他(資源の有効利用、高レベル廃棄物環境負荷低減化推進、核廃絶への貢献)

○我が国が期待できるベネフィット

1. 非核兵器国で唯一の核燃料サイクル保有-プルトニウム利用国という、いわゆる特権的なされ方からの回避(燃料サイクル保有の一般化)
 2. 燃料サイクル(特に再処理)の有効利用(余剰な分離プルトニウムを保有しないという我が国の政策に制約されずに、MNA管理による再処理及び分離プルトニウムの所有が可能)
 3. 我が国を取り巻く国際社会の安定
 4. 近隣国の核拡散リスク低減(近隣国間の透明性確保)
- その他(ウラン供給保証、核不拡散コスト削減)

○ 弱点

1. 独立志向の国の参加は期待困難—絶対的な核不拡散対策にはならない
2. 現実的には、プルトニウム利用に関し、容易に平等とはなり得ない
3. 使用済み燃料集中管理化にともなう使用済み燃料等輸送コストの増加、輸送の核セキュリティ

各要件に係る国際条約や協定等 (1/2)

評価要素(要件)及びその内容		関連条約及び協定等	
A	核不拡散	A-1:機微技術の制限/原子力平和利用	<ul style="list-style-type: none"> 核兵器不拡散条約(NPT)、 二国間原子力協力協定
		A-2:保障措置	<ul style="list-style-type: none"> 包括的保障措置協定(INFCIRC/153)、 追加議定書(INFCIRC/540) 地域保障措置協定(例:EURATOM、ABACC)
		A-3:核物質防護、核セキュリティ	<ul style="list-style-type: none"> 核物質防護に関するIAEA勧告(INFCIRC/225/Rev.4 corrected) 核物質防護条約(INFCIRC/274/Rev.1)、 核テロ防止条約
		A-4:輸出規制	<ul style="list-style-type: none"> 原子力関連資機材の輸出に係るNSGガイドライン(INFCIRC/254/Rev.10/Part 1) 国連安保理決議1540
B	(核燃料の)供給保証		
C	ホスト国の選定 (アジアを加盟国とする場合)	<ul style="list-style-type: none"> 東南アジア非核兵器地帯条約 中央アジア非核兵器地帯条約 モンゴル一国の非核の地位宣言 朝鮮半島非核化宣言 	

各要件に係る国際条約や協定等 (2/2)

評価要素(要件)及びその内容		関連条約及び協定等
D	技術へのアクセス	上記ラベルAに関連
E	多国間構想関与の程度	
F	経済性	
G	輸送	<ul style="list-style-type: none"> ・核物質防護に関するIAEA勧告 (INFCIRC/225/Rev.4 corrected) ・核物質防護条約(INFCIRC/274/Rev.1) ・放射性廃棄物の越境移動に関する実施基準 (INFCIRC/386)
H	安全性	<ul style="list-style-type: none"> ・原子力安全条約原子力事故早期通報条約 ・原子力事故援助条約 ・放射性廃棄物等安全条約
I	賠償	原子力損害賠償に関する国際条約
J	政治/社会的受容性	
K	地政学	
L	法規制	

[A-1] 米国との二国間原子力協力協定 米国核不拡散法(NNPA)上の要件

1. 協定対象となるすべての核物質、設備に対する恒久的な保障措置の適用
2. 非核兵器国との協力の場合、IAEAの包括的保障措置の適用
3. 協定の対象となるすべての核物質、設備、機微な技術が核爆発装置やその他の研究開発、他の軍事目的に使用されないことの保証
4. 非核兵器国との協力の場合、相手国が核実験を実施した場合やIAEA保障措置協定を停止、あるいは廃止した場合の協定対象の核物質、設備の返還請求権
5. 協定対象の核物質や秘密資料等を米国の同意なしに認められた者以外の者や第三国へ移転しないことの保証
6. 協定対象の核物質への適切な核物質防護措置の適用
7. 協定対象の核物質の再処理、濃縮、形状、内容の変更に対する米国の事前同意
8. 協定対象のプルトニウム、ウラン233、高濃縮ウランの貯蔵に対する米国の事前同意
9. 協定対象の機微技術を利用して生産、建設された核物質、または施設に上記同様の要件を適用すること



**これに代わる(あるいは同等の)核不拡散性要件を多国間管理
枠組み協定に持たせることが必要**

[A-2]保障措置

地域 計量・保障措置システム

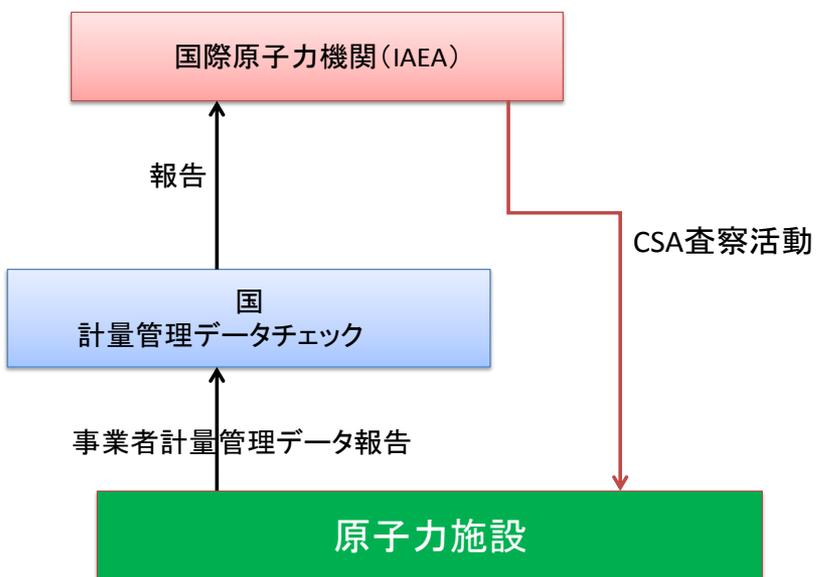


図-1 通常の国単位保障措置システム

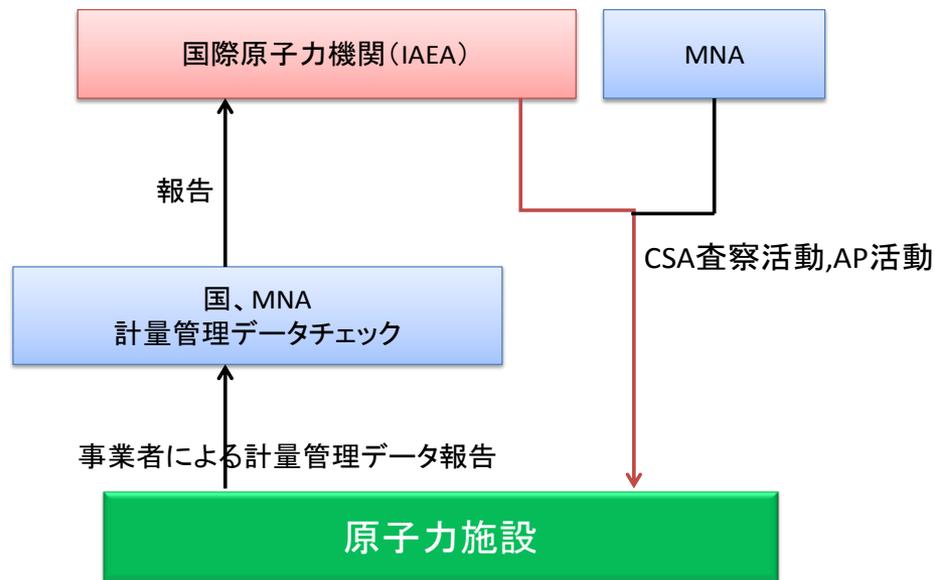


図-2 地域保障措置システム

[A-4] 輸出規制(NSGガイドライン)

(INFCIRC/254/Rev.10/Part 1)

濃縮・再処理品目の移転に係る客観的要件

(第6パラグラフ(a))

- NPTへ加盟、NPT上の義務の遵守
- IAEAの報告書で、保障措置協定への重大な違反が指摘されていないこと、IAEA理事会の決定により、保障措置義務の遵守、原子力平和利用への信頼性の構築に関し、追加的な措置を要求されていないこと、IAEA事務局により、保障措置協定の履行が不可能である旨が報告されていないこと
- NSGガイドラインを遵守し、国連安全保障理事会決議1540に従い輸出管理を履行している旨を国連安全保障理事会に報告していること
- 供給国との間で、非爆発利用、恒久的な保障措置、再移転に関する保証を含む政府間協定を締結していること
- 供給国に対し、国際的なガイドラインに基づく、相互に合意された核物質防護措置を適用するコミットメントを行っていること
- IAEAの安全基準に対するコミットメントを行い、原子力安全分野の国際条約を発効させていること

換言すれば、非核兵器国が上記要件を満たせば、濃縮・再処理品目の移転は原則可能(NPT第IV条の権利を阻害しない)

(第6パラグラフ(e))

濃縮又は再処理に係る施設、機材又は技術が移転される場合、供給国は受領国に対し、これにより設置される施設を受領国独自の施設とすることに代えて、当該施設への供給国の関与又は他の適切な多数国の参加を受け入れるよう奨励すべきである。また、供給国は、多国間の地域的な燃料サイクル・センターに関連する国際的な活動(IAEAの活動を含む。)を促進すべきである。

多国間管理に係る法規制に関する課題

- ・ MNAが核不拡散性を担保しつつ、しかし、NPT加盟国の(機微技術の保有を含む)原子力平和利用の権利(NPT第IV条)を阻害しないこと
- ・ 現状の二国間協定と同レベルの核不拡散性の効果をNMAにもたせることで、各二国間協定の「適用除外」を引きだすことが期待できる
- ・ 実現可能性のあるMNAを構築する上で、二国間原子力協力協定、特に米国との原子力協力協定上の要求をどうクリアするか？

産業界の役割

- MNA枠組みは、企業体の関与によって成立するものであるが、これらの企業体は、原子力サービス供給者の責任として、行動規範なるものを考え、それののっとりバックエンドに係る燃料サイクル全体のサービスを提供することを考えていかなければならないと思われる。
- 2011年9月15日、世界の主要な原子力発電炉メーカーは、「原子力発電炉輸出者の行動の原則(Nuclear Power Plant Exporters' Principles of Conduct)(以下「行動の原則」)を公表。「行動の原則」は、原子力発電炉の輸出にあたって各企業が自主的に遵守することを誓約した行動規範としての性格を有するもの。
- 「行動の原則」は、原子炉メーカーが原子炉を輸出する際に、6つの分野(安全、健康及び放射線防護、物理的セキュリティ(Physical Security)、環境保護及び使用済燃料、廃棄物の取扱い、原子力損害の賠償、核不拡散及び保障措置、倫理)において留意すべき原則を示すものであり、各分野においてこれまで国際的に構築されてきた規範やベストプラクティスを統合したものとなっている。
- 本行動原則は、発電炉輸出を越えた(核燃料サイクルを扱う場合の)産業界の役割の議論に発展すべき。

多国間管理構想における主なチャレンジ

1. 機微な技術や施設の保有の制限とNPTに基づく原子力平和利用の権利の調和
2. 多国間管理運営体制の構築に必要となる協定内容の検討及び既存の法規制との調整
3. 経済性(規模の経済性、輸送、核物質(SFやHLWを含む)の管理を含めた総合的な経済性)
4. 私企業多国籍コンソーシアムによる濃縮・再処理事業の確立
5. 使用済み燃料の国際再処理サービスシステム確立
6. 使用済み燃料の国際集中貯蔵の検討
7. 使用済み燃料輸送システムの確立
8. 地域計量・保障措置システム確立および国際保障措置との協力体制確立
9. その他
 - 地政学的検討
 - 社会学的成立性(ローカル対応など)構想実現化へ向けての各国の障壁
 - HLW 環境負荷軽減への技術開発
 - HLW の処分(場)問題の解決
 - 当面の HLW の貯蔵場確保
 - 全システム確立までの時間スケールの検討
 - 国際核燃料サイクルシステムを形成する上で、システム内外に位置する各供給国との取り決めについての検討

最近の多国間管理研究の例

東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻
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

http://www.flanker.n.t.u-tokyo.ac.jp/modules/security/index.php?content_id=2

多国間管理(MNA) 枠組み研究に用いた手法

INFCIRC/640*

東大提案における分類

タイプI: 施設所有権を含まない燃料サイクルサービスの保証

- a) 供給者による追加的な保証の提供
- b) 国家による国際コンソーシアム
- c) IAEA関与による方法

タイプII: 既存の各国の施設を自主的に多国間管理(MNA)に変換することによるもの

タイプIII: 新施設をMNA下で建設する

タイプI:

保障措置を主とする3Sの地域協力: 燃料サイクルサービス(ウラン燃料供給、SF/MOX貯蔵、SF再処理サービス)の前提なし

タイプII:

既存又は新規の施設の所有権を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III:

既存または新規の施設の所有権をMNAへ移転し、燃料サイクルサービスを含む枠組み

サービス受容国(原子炉保有): 枠組み内での保障措置・安全・核セキュリティの担保を含む燃料サイクルサービスを楽しむ、所有権の変更は伴わない

INFCIRC640および東大提案において取り扱う枠組みのタイプ

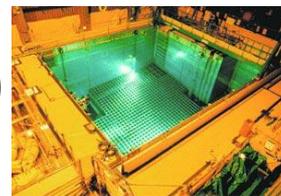
* ここではINFCIRC640における主なタイプを3つに簡素化

フロントエンド



原子炉

バックエンド



SFsのサイト貯蔵

使用済み燃料 (SFs)

燃料供給

SF引取り・移送

多国間コンソーシアムによる運転

3Sの維持向上(監視機能)

- ・地域保障措置
- ・安全-国際標準
- ・核セキュリティ(国際標準)

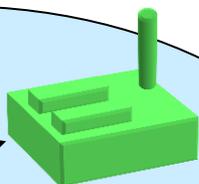
ワンスルーは、核不拡散上問題を残すため、本MNAでは対象外とした



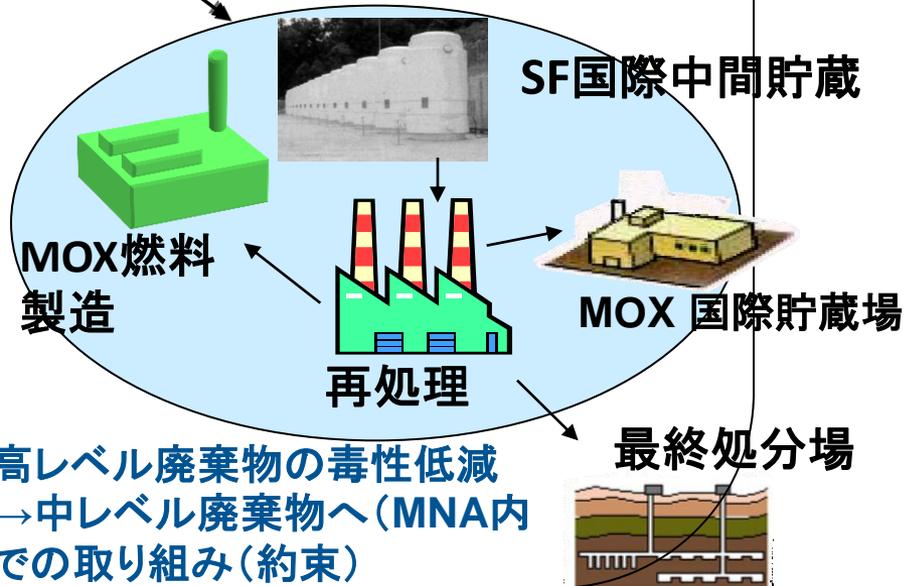
U濃縮



精錬 / イエローケーキ UF6への転換



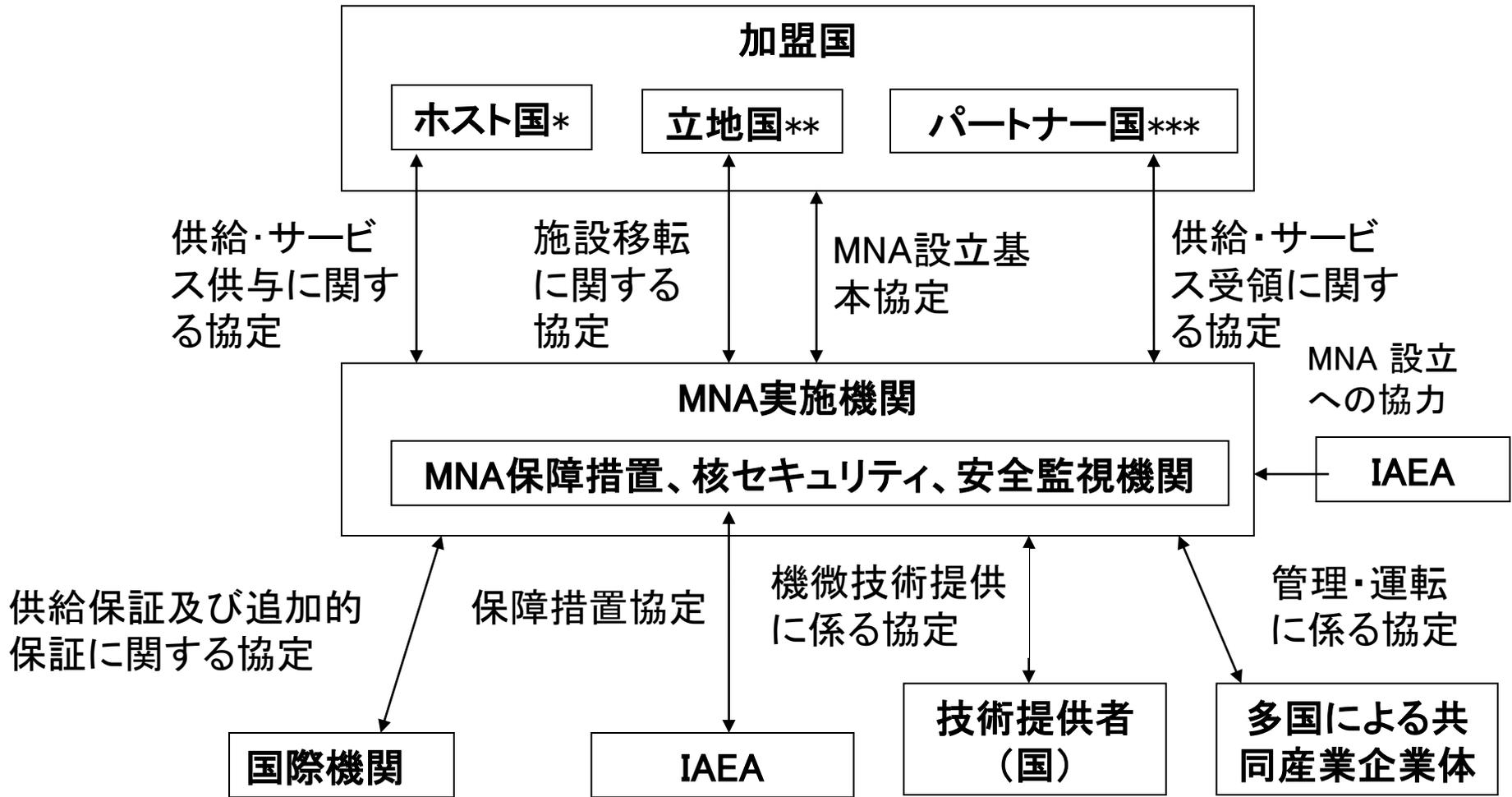
UO₂へ転換・燃料製造



加盟に際してのクライテリア等協定記載事項を満たせば、加盟国は基本的に燃料サイクルサービス供給国になる、またはサービス供給施設立地国になることができる

核燃料サイクルMNA枠組みのイメージ例(タイプII,III)

MNA枠組みモデルの構成

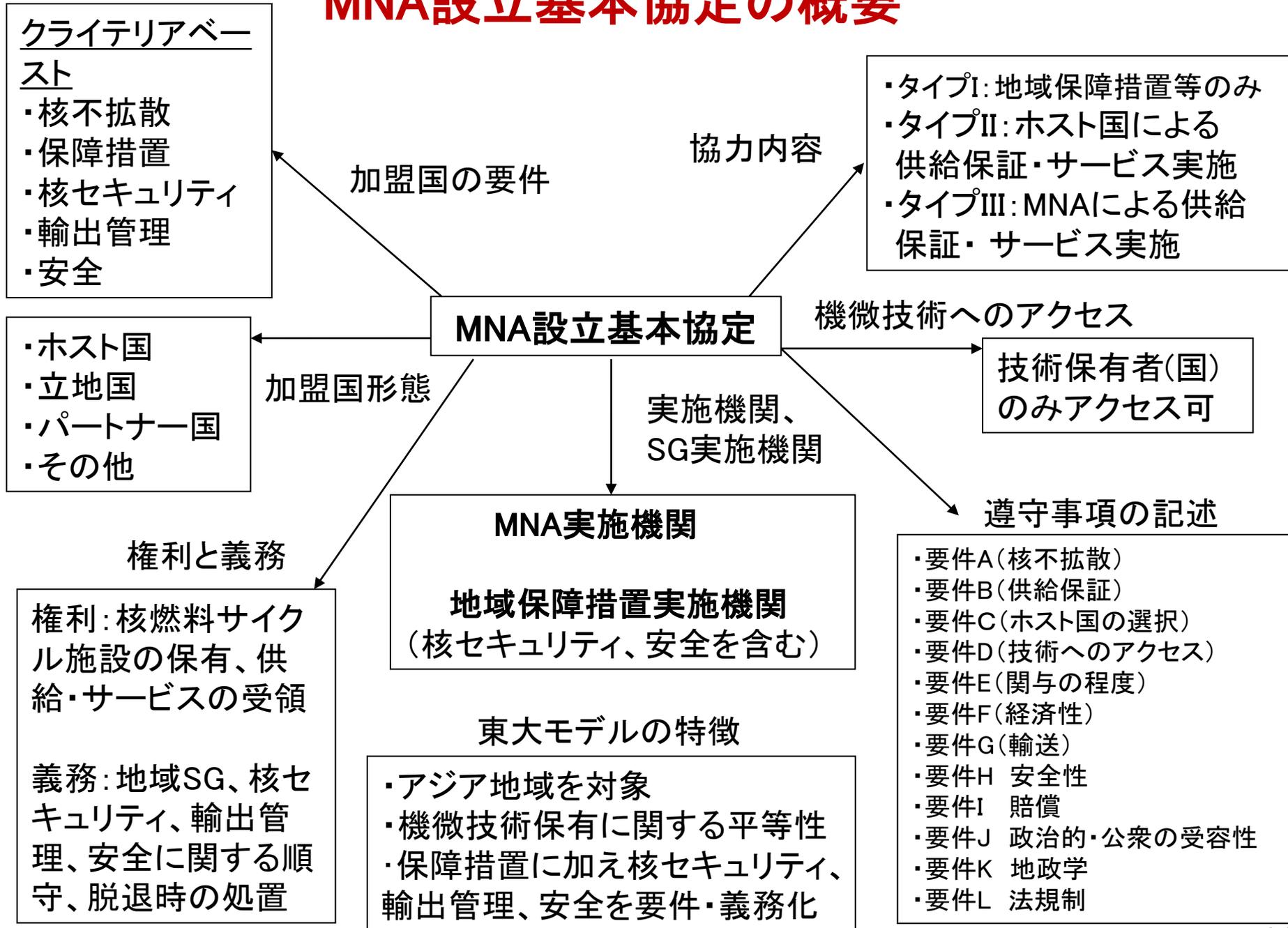


*ホスト国: 施設を所有し、パートナー国へ濃縮ウラン供給・使用済燃料処理サービスを供与する国

**立地国: 既存または新規施設をMNA実施機関へ所有権を移転した国

***パートナー国: ホスト国施設または立地国にあるMNA実施機関施設から供給・サービスを受領する国

MNA設立基本協定の概要



燃料サイクルの地域枠組み例

近未来

- **ターゲット：タイプII**
- 使用済み燃料国際貯蔵場確立
- 現存の再処理施設を国際化利用
- 基本的に高レベル廃棄物は発生国へ返還
- 再処理後のMOX
 - オプション① MNAによる多国間MOXの備蓄
 - オプション② MNAによる高いレベルの保障措置・核セキュリティ下でのLWR MOX利用（発生国）,
 - オプション③ 核兵器国に売却

中長期ゴール(場合によっては近未来)

- **ターゲット：タイプIII**
- 使用済み燃料国際貯蔵場確立
- 先進再処理施設をMNA下に確立
- 廃棄物は中レベル廃棄物となる。発生国へ返還
- 再処理後のMOX
 - オプション① MNAによる多国間MOXの備蓄
 - オプション② MNAによる高いレベルの保障措置・核セキュリティ下でのLWR MOXまたはFR/FBR利用（中長期では①→②）,
 - オプション③ 核兵器国に売却

**(タイプIIで、各国による施設所有が、核不拡散上障害となる場合は、
現有施設を含めたタイプIIIの考え方が有力)**