



日本原子力学会2010年春の年会(茨城大学水戸キャンパス)
核不拡散・保障措置・核セキュリティ連絡会 企画セッション



米国の次世代保障措置イニシアチブ (Next Generation Safeguards Initiative:NGSI) の動向と国際的な動き

2010年3月27日

(独)日本原子力研究開発機構
核不拡散科学技術センター長
千 崎 雅 生



アウトライン



1. **NGSIの概要**
2. **第2回NGSI国際会議**
 - ◆ 概要
 - ◆ NGSI各目標と検討内容
 - ◆ NGSIプロジェクト
 - ◆ 今後のDOE・NGSI活動
3. **日本・JAEAのNGSI関連活動と日米協力**
 - ◆ 技術開発
 - ◆ 人材育成
4. **まとめ**

作業負荷

- 保障措置にかかる負担の増大
 - 施設数
 - 核物質質量
- 権限の拡大
 - 未申告活動の探知
 - 核拡散ネットワーク
- 国際的な原子カルネッサンス



リソース

- IAEAの予算及び人員レベルは横ばい
- IAEA及び米国における保障措置専門家の減少
- 枢要施設及びインフラの縮小





米国のNGSIの目的と計画

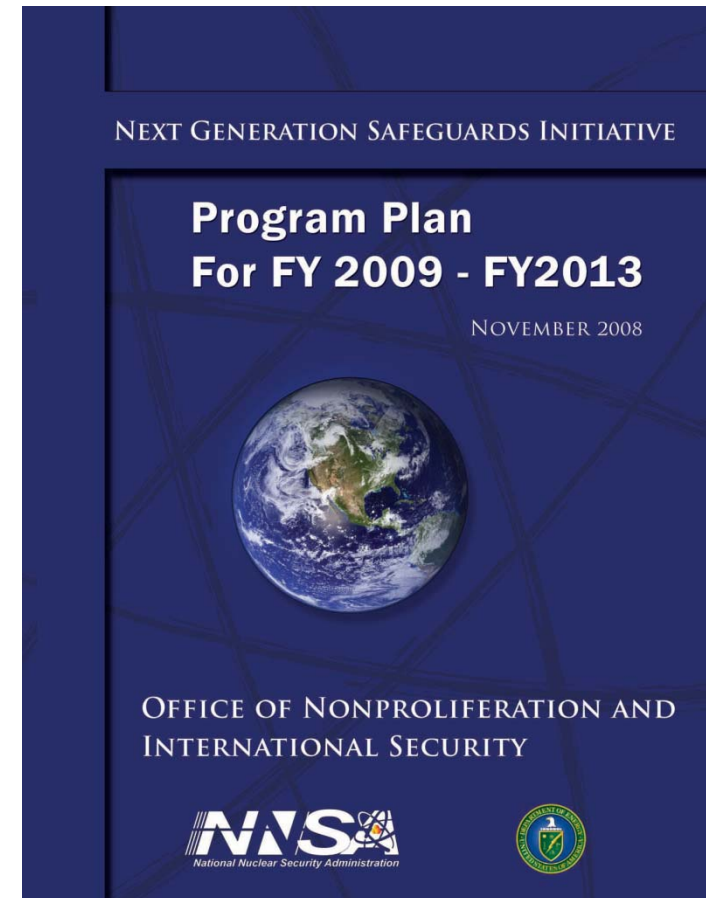


➤ 目的

今後25年以上にわたって国際保障措置システムのミッションが拡大していく中で、保障措置システムを持続させるために必要な政策、概念、技術、専門的スキル、インフラを確立すること

➤ 5カ年計画(2008年11月から)

- (1) 政策展開とアウトリーチ
- (2) 概念とアプローチ
- (3) 技術開発
- (4) 人材開発 (Human Capital Development : HCD)
- (5) 国際的なインフラ開発





NGSI関連会合



- NGSI国際会議（ハイレベル）
 - 第1回 2008年9月 米国・ワシントンDC（DOE主催）
 - 第2回 2009年10月 日本・東海村（DOE・MEXT共催）

- 人材開発(HCD) ワークショップ(ワーキングレベル)
 - 第1回 2009年9月 イタリア・イスプラ(DOE・EU-JRC共催)

- インフラの調和ワークショップ(ワーキングレベル)
 - 第1回 2009年6月 オーストリア・ウィーン(DOE主催)
 - 第2回 2010年2月 オーストリア・ウィーン(DOE主催)



2. 第2回NGSI国際会議



➤ 概要

- 2009年10月26-28日 東海村にて開催
- 米国DOE・日本文科省(MEXT)共催
- 参加国:16か国+3機関(ABACC, ユーラトム, IAEA)
(アルゼンチン, オーストラリア, カナダ, フィンランド, 仏国, カザフスタン, フィリピン, 韓国, ロシア, 南アフリカ, スウェーデン, タイ, ウクライナ, 米国, ベトナム, 日本)
- 次世代保障措置システムと効率的・効果的な国際保障措置システムを全般的に強化する方策についての協力機会について議論した。

➤ 構成

- パネル1:保障措置プログラム戦略
- パネル2:保障措置アプローチの進化
- パネル3:保障措置能力強化の状況
- パネル4:新しい保障措置概念とアプローチ(施設レベル)
- パネル5:新しい保障措置技術(施設レベル)
- プレナリ議論:国際保障措置強化に向けた次ステップ



第2回NGSI国際会議の結論



- 国際保障措置が国際的核不拡散レジームの要であると認識し、国際保障措置システムと国内計量管理(SSAC)システムの強化のための方策についてさらなる協力の重要性を強調
- 国際保障措置のより効率的・効果的な改良に役立つ国際協力分野を特定
 - ・IAEAの信頼性と透明性の高い”Information-driven”保障措置アプローチへの移行を支援(例:統合情報解析)
 - ・IAEAの国レベルアプローチ及び追加議定書の効率的・効果的な実施を支援
 - ・新たなタイプの燃料サイクル施設への保障措置要求の組込に関するベストプラクティス特に”Safeguards by Design”情報の交換
 - ・先進的保障措置技術及び解析手法の共同開発、試験、実証機会の特定と追及
 - ・原子力新興国の保障措置インフラ及びアウトリーチ活動の協力(効果的SSACの共同開発)
 - ・知識マネジメント及び核不拡散関連トレーニングコース、教材及び共同トレーニングコースなどの保障措置人材開発



(1) 政策展開とアウトリーチ



目的: 米国の保障措置政策の展開を支援し、また国際的な核不拡散レジームの重要な要素としての国際保障措置システムを強化するために、二国間及び多国間で活動する。

検討内容など:

- 既存のIAEA組織/権限の利用を強化、促進し、新たな組織/権限の可能性を検討する。
- 技術的根拠に基づいた保障措置アプローチの適用、とりわけ国レベルアプローチの計画、実施、評価を支援する。
- IAEA及び、米国のIAEA支援提供メカニズムを強化する。
- 国際保障措置に対する国民の関心及び理解を高める。



(2) 概念とアプローチ



目的: 国際保障措置の効果、効率、信頼性を向上させるための先進的な保障措置概念、アプローチ、評価手法の開発

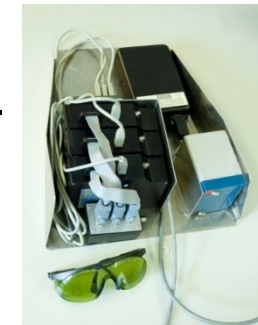
検討内容など:

- IAEAのSBD(safeguards by design)ワークショップを支援
- UF₆シリンダーのグローバルモニタリング研究を完了
- 核燃料サイクルに対する先進的なSGアプローチ研究を完了
 - ・ガス遠心機濃縮プラント
 - ・CANDU及びペブルベッド炉
- プロセスモニタリングのためのデータ統合
- 再処理技術の拡散リスク低減アセスメント

目的: 施設レベル及び国レベル保障措置の効果と効率を最適化するためのツール、技術、手法を開発し、適用することにより、国際保障措置を強化する。

検討内容など:

- 使用済み燃料の非破壊分析(NDA)評価のためのバーチャライブラリを作成、13NDA技術のうち2技術のモデリングを完了
- ポータブルレーザー励起プラズマ発光分光(LIBS)装置のプロトタイプを製作
- “GeMini”(メカニカル冷却装置を利用した新高純度ゲルマニウム検出器)のプロトタイプを製作
- ガス遠心機濃縮プラントにおけるオンライン濃縮度モニタリングのための2装置を開発
- DOE/NNSA傘下の国立研究所などの施設における保障措置関連の標準物質とインフラの調査を開始



LIBS



GeMini

目的: 新世代の才能ある人材を惹きつけ、トレーニングを施すことにより、国際保障措置に係る米国国内の人材基盤を活性化し拡大する

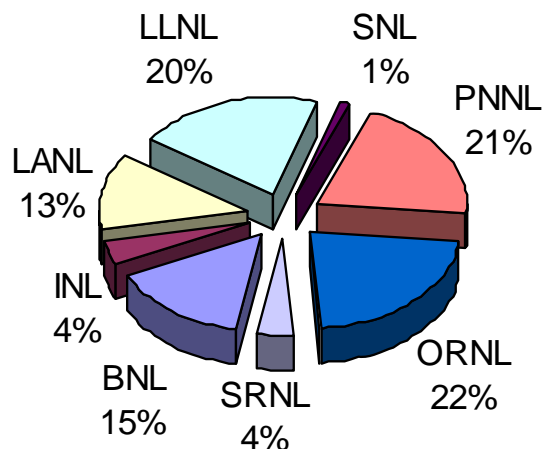
検討内容など:

- 国立研究所におけるインターンシップ（40大学・110人の学生が参加）
- ポスドクプログラムを8国立大学で開始
- 保障措置指針と技術トレーニングコースを5回実施
- 保障措置のための人材開発国際ワークショップをEURATOMと共同でイスプラにおいて開催（2009年9月）
- 大学参加ワークショップを2回開催
- IAEAで働くことに関心のある米国人のためのリクルート活動の強化

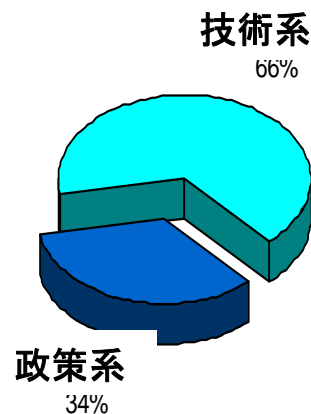


次世代の保障措置専門家トレーニングコース
（米国国立研究所及び大学にて） 2009年夏

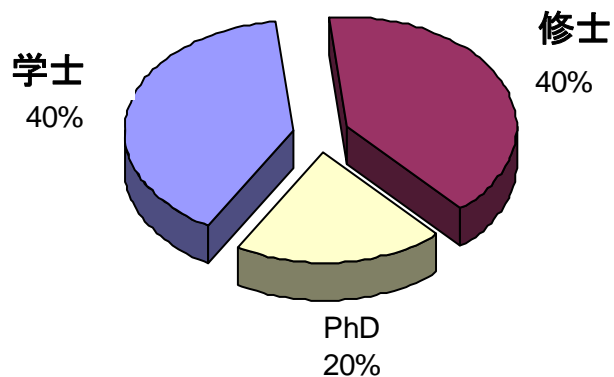
研究所別



バックグラウンド別



教育課程別



活動の例(40大学以上から100名以上の学生が参加。約90%が米国籍)

- ・保障措置トレーニングコースや研究所実習科目
- ・核物質管理学会(INMM)会合
- ・原子力施設などのツアー
- ・NGSI 保障措置カリキュラム開発ワークショップ
- ・リバモア保障措置エクササイズ
- ・コンピュータ保障措置シミュレーション
- ・学生や中堅スタッフのための核燃料サイクルコース、セミナーシリーズ

目的: 原子力発電所保有国及び原子力発電の確かな計画を所有する国々における国家インフラの開発を通して、国際保障措置を確立し、強化する。

検討内容など:

- 国際保障措置インフラ支援”調和”ワークショップを開催(2009年7月 ウィーン)
- SSACワークショップの開催(2009年5-6月)
- 少量議定書締結国のSSACについての国際トレーニングコースを開催
- 新規原子力導入・拡大を計画する外国からの学生のための夏期トレーニングセミナーを米国国立研究所において2回開催
- ニカ国間保障措置協力の強化(アルゼンチン,オーストラリア,ブラジル,ABACC,ユーラトム,中国,仏国,日本,韓国)



中近東原子カインフラ準備ワークショップ(2009年4月)



NGSI プロジェクト: Safeguards by Design (SBD)



- 新規原子力施設の設計には、概念設計の可能な限り初期の段階で、保障措置(Safeguards), 安全(Safety), セキュリティ(Security)の要求事項を組み込む。
 - 設計者と共同で、望ましい特徴を特定し、組み込む
 - 必要なNDA装置、電子機器、破壊分析のオンサイトラボ、その他保障措置手段の確立のための計画立案
 - コストのかかる新規組み込みは避ける。
- 概念の制度化が必要。
 - これまでの経験から得られた知見の特定・整理
 - 規制上の要求事項を改良するためのオプションを分析

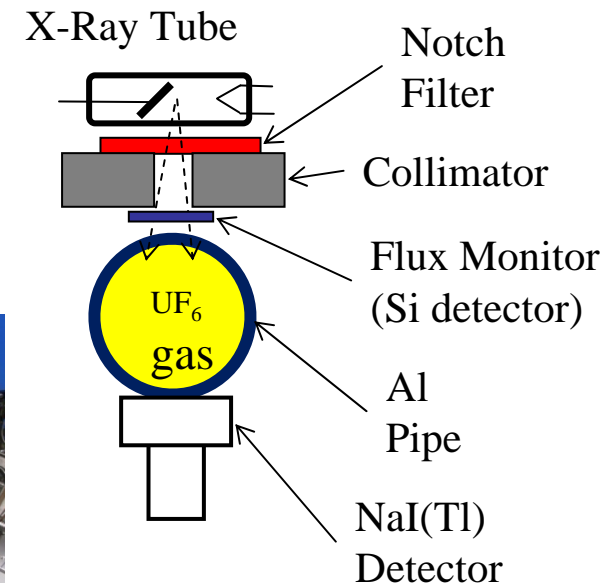
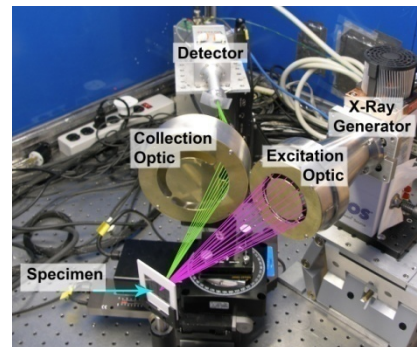
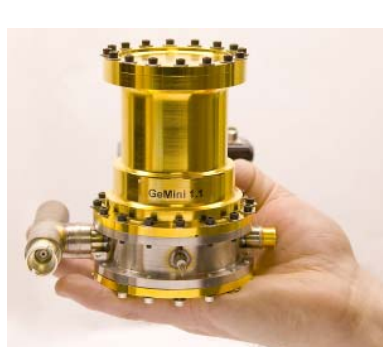
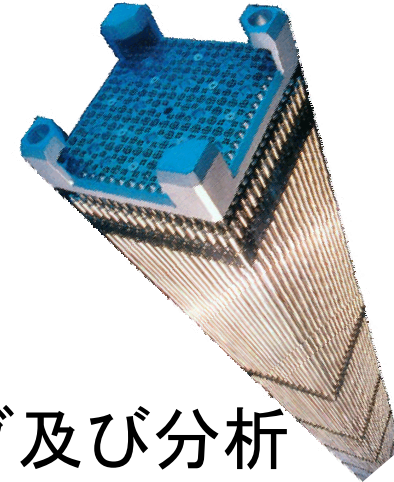


NGSI プロジェクト: シミュレーション



- 進捗状況
 - シミュレーションデータを用い、核物質の転用行為に対する性能の解析
 - 機器開発のための要求性能(データ)を特定
- シミュレーションの拡大
 - 継続的な運転のシミュレーション
- ガス遠心機濃縮プラントへの拡大(適用)を目指す

- 使用済み燃料中Puの直接測定
 - 12以上のNDA技術を統合した評価
- UF₆のフロー及び濃縮度モニター
- 現場(In-field)でのサンプルスクリーニング及び分析
- 実現可能な技術
 - 標準やインフラのニーズの調査
 - 新しいタイプの検出器材料の評価





NGSIで提案されている 技術開発項目と優先順位



優先順位	項目
高	使用済み燃料NDA評価
高	濃縮度モニタリング
低	プロセスモニタリング
低	封じ込め／監視機器・手法
中	データ統合／オーセンティケーション

注) NGSIの報告書 " FY09-FY13Program Plan "の"Technology Development"に掲げられている9つの項目の中から、技術開発項目を抜粋。



使用済み燃料中のPu量の非破壊測定技術開発の優先度が高い



国際協力:パートナー



- DOE/NNSA は、既存及び新たな保障措置パートナーシップを通してNGSIの課題につき協力を進めていく。
アルジェリア, フランス, モロッコ, アルゼンチン,
インドネシア, ペルー, オーストラリア, 日本, ルーマニア
ブラジル, 韓国, タイ, 中国, リビア, ベトナム, エジプト
メキシコ, ABACC, EURATOM, IAEA
- パートナーシップは、基本的なインフラ開発から先進保障措置アプローチ及び技術の実施まで、多岐に渡る。
- 北アフリカ、湾岸地域、東南アジアのための地域インフラワークショップ
- パートナーには互いの能力、施設、その他を利用する機会が与えられる。



今後のDOE・NGSI活動



- IAEA予算要求及び国レベルアプローチについての政策研究を完了させる
- SBD活動に産業界の参加を働きかける
- ガス遠心機濃縮プラント保障措置アプローチについてIAEAの参画を働きかける
- 使用済み燃料NDAモデリング技術評価を完了し、装置開発と実証のための2-3の技術を選択する
 - ・外国パートナーとの協力の可能性追求
- インターンシップ及びポスドク支援プログラムの継続
- 保障措置インフラ開発パートナーシップ参加国の拡大



3. 日本・JAEAのNGSI関連活動と日米協力

MEXT「維持可能な保障措置のための戦略計画」



4つのキーファクター

1. 先進的SSAC
 - 保障措置分析、品質管理モジュールの評価システム
2. 概念とアプローチ
 - 新たな保障措置概念開発能力の強化
3. 技術開発
 - 枢要技術の開発
4. 人的資源開発
 - 国内／国際保障措置のための教育メカニズム

⇒NGSIとの共通点は多い

背景：IAEA資源の逼迫、IAEA保障措置の信頼性維持・強化、平和利用への信頼維持

我が国を取り巻く現状	取り組むべき課題	必要とされる主な技術開発項目
原子力ネットワーク	保障措置対象施設の増大 (検認技術の向上) ⇒ 効率化	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料中の核物質の直接測定 ・プロセスモニタリングの高度化
RRP・JMOX運転	スループット・在庫の増大 (計量管理の向上) ⇒ 高精度化	<ul style="list-style-type: none"> ・センサー・測定技術開発 ・分析技術の標準化
次世代核燃料サイクルの技術開発	低除染・MA混在化でのPu測定 (革新的測定方法の開発) ⇒ 実用化	<ul style="list-style-type: none"> ・低除染MA混合核物質中Pu検認技術 ・粉末ペレットへの迅速・簡易分析
先進リサイクル	新しい保障措置への対応 (アプローチ・概念の向上) ⇒ 最適化	<ul style="list-style-type: none"> ・SBDガイドライン ・統合保障措置(国レベル・インフォメーションドリブン保障措置)
統合保障措置への移行	未申告活動探知 (探知技術の向上) ⇒ 強化	<ul style="list-style-type: none"> ・核鑑識 ・ノーブル技術の開発
イラン・北朝鮮・シリア問題 国際的信頼の維持	普遍的な信頼醸成 (新概念の対応) ⇒ 信頼強化	<ul style="list-style-type: none"> ・核拡散抵抗性向上技術 ・多国間管理、地域計量管理システム ・ベストプラクティス(日本モデル)



「核兵器のない世界」に向けた日米共同ステートメント(抜粋)



※平成21年11月13日 日米首脳会談での合意事項

<本文>

・Nuclear Non-Proliferation / Peaceful Uses of Nuclear Energy

The GOJ and the USG intend to expand nuclear nonproliferation, safeguards, and security cooperation that may include areas such as nuclear measurement and detection technologies, nuclear forensics, human resource development, training and infrastructure assistance for countries interested in nuclear energy, and coordination of our respective Member State support programs to IAEA safeguards.

<仮訳>

・核不拡散／原子力の平和的利用

日本国政府及び米国政府は、核不拡散、保障措置及び核セキュリティに関する協力を拡大する。この協力には、核物質の測定及び検知に関する技術、核鑑識、人材育成、原子力エネルギーに関心を有する国々に対する訓練及び基盤整備支援、並びにIAEA保障措置に対するそれぞれの加盟国サポート・プログラムの調整等の分野を含み得る。



核検知(測定)・鑑識に関する日米技術開発協力



日本 ●

- 非破壊要素技術(ガンマ線源等)では世界トップレベル
 - ✓ 単色高出力ガンマ線源では世界最先端技術
 - ✓ 多光子解離レーザー分析では世界有数の技術保有
- 非核兵器国として大規模核燃料サイクルを進める唯一の国
 - ✓ IAEA保障措置技術開発に於ける貢献と教訓等の経験
 - ✓ 大型再処理施設に対する保障措置技術開発(米国にはない)
 - ✓ 実証試験に必要な現場を有する(")

米国 🇺🇸

- セキュリティ全般に関する高い技術力
- 核兵器国としての核セキュリティ技術に関する知見・経験

核検知(測定)技術開発協力

- ・プルトニウムの非破壊測定技術
- ・超微量同位体分析技術 等

核鑑識技術協力

- ・データベースの共有
- ・分析技術の高度化

保障措置の厳格な実施

未申告原子力活動の探知

密輸・核テロ等の防止

核不拡散・保障措置

核セキュリティ



使用済燃料中のプルトニウム(Pu)の直接測定

- ① レーザーコンプトン散乱 γ 線源利用核共鳴蛍光非破壊測定(LCS γ ・NRF)
- ② 使用済燃料中プルトニウム非破壊測定実証試験

オンサイトでのウラン・プルトニウム測定

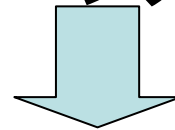
- ③ レーザー励起プラズマ発光分光法(LIBS)とアブレーション共鳴分光法(AIRS)

核燃料サイクルプロセス中のPuの測定・モニタリング

- ④ 再処理溶液系少量移動・全中性子計数変動法
- ⑤ 再処理主工程インライン分析技術開発

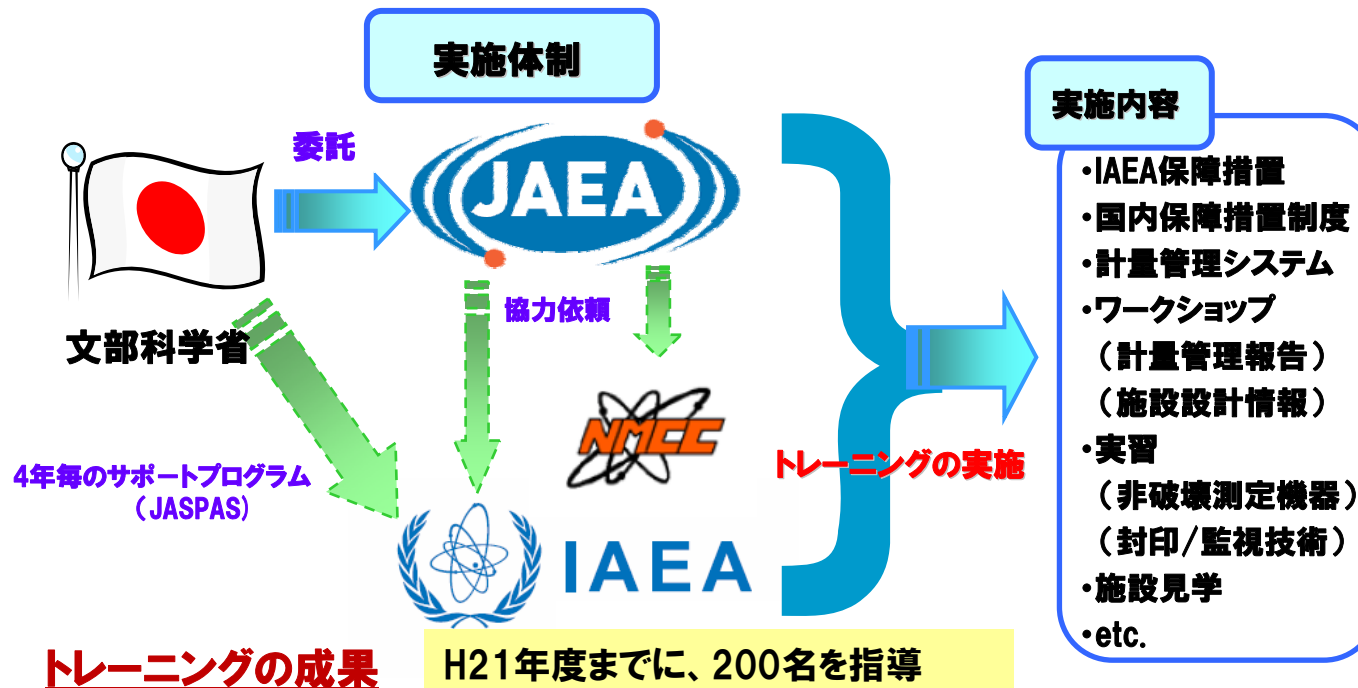
核鑑識

- 新興原子力国の増加が見込まれるアジア地域の平和利用の推進と核不拡散・核セキュリティ強化
- 原子力平和利用の先進国としての日本の責務とアジア地域のリーダーシップ
- 唯一の被ばく国として原子力平和利用に徹してきた実経験を活かしたトレーニングの提供



- IAEAや米国からも講師を招き、模擬訓練施設を利用した訓練、教室における講義による核不拡散・核セキュリティ分野の人材育成訓練を提供
- 国が主導する支援プログラムの中で、JAEAはこれまでの経験を活かして訓練の実施等で協力
- また、原子力新興国のための核不拡散・核セキュリティに関わる基盤整備支援も提供

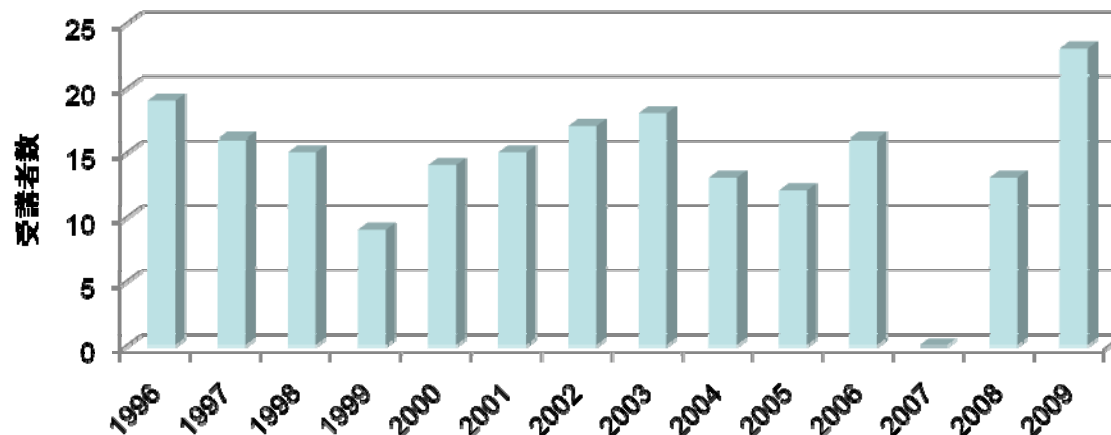
アジア、東欧、太平洋地域における原子力平和利用への貢献として、地域における政府及び原子力機関に働く指導的立場にある者を招き保障措置技術や計量管理の知識を習熟させることを目的としたSSAC(国内計量管理システム)トレーニングコースを開催。



研修生の参加国

フィリピン、インドネシア、タイ、マレーシア、中国、モンゴル、ミャンマー、ベトナム、韓国、日本、アルメニア、ベラルーシ、ブルガリア、カザフスタン、ラトビア、ウズベキスタン、ウクライナ、リトアニア、オーストラリア

受講者数(1996-2009)



国	年	受講者数/国	国数	受講者数
中国		18	1	18
インドネシア		16	1	16
ロシア		15	1	15
ウクライナ		14	1	14
韓国		13	1	13
アルメニア, 日本, カザフスタン, マレーシア, タイ, ベトナム		10	6	60
ベラルーシ		8	1	8
フィリピン		6	1	6
ブルガリア, リトアニア, ウズベキスタン		5	3	15
チェコ, ルーマニア, スロバキア		4	3	12
オーストラリア, バングラデシュ, ラトビア, ミャンマー		3	4	12
ハンガリー, モンゴル		2	2	4
アゼルバイジャン, エストニア, グルジア, キルギスタン, シンガポール, タジキスタン, アラブ首長国連邦		1	7	7
合計			32	200

アジアにおける核不拡散枠組みに関わる専門家会合等の実績

対象国	セミナー等の種類	日程	開催場所	参加者数
ベトナム <i>VARANS, VAEC, MOST, Others</i>	専門家会合	2008年 3月18-19日	ハノイ	合計63名 ベトナム:50名 IAEA:2名 核物質管理センター:1名 JAEA:10名
ベトナム	フォローアップ実務者会議	2009年 12月9-12日	東海村	合計22名 ベトナム:7名 JAEA:15名
タイ <i>AEC, OAP, TINT, Others</i>	専門家会合	2009年 3月3-4日	バンコク	合計59名 タイ:47名 IAEA:2名 核物質管理センター:1名 JAEA:9名
インドネシア <i>BAPETEN, BATAN, BATEK, Others</i>	専門家会合	2010年 2月17-18日	ジャカルタ	合計:60名 インドネシア:49名 IAEA:1名 核物質管理センター:1名 JAEA:9名



Mar. 18-19, 2008, Hanoi, Vietnam



Mar. 9-12, 2009, Bangkok, Thailand



Feb. 17-18, 2010, Jakarta, Indonesia

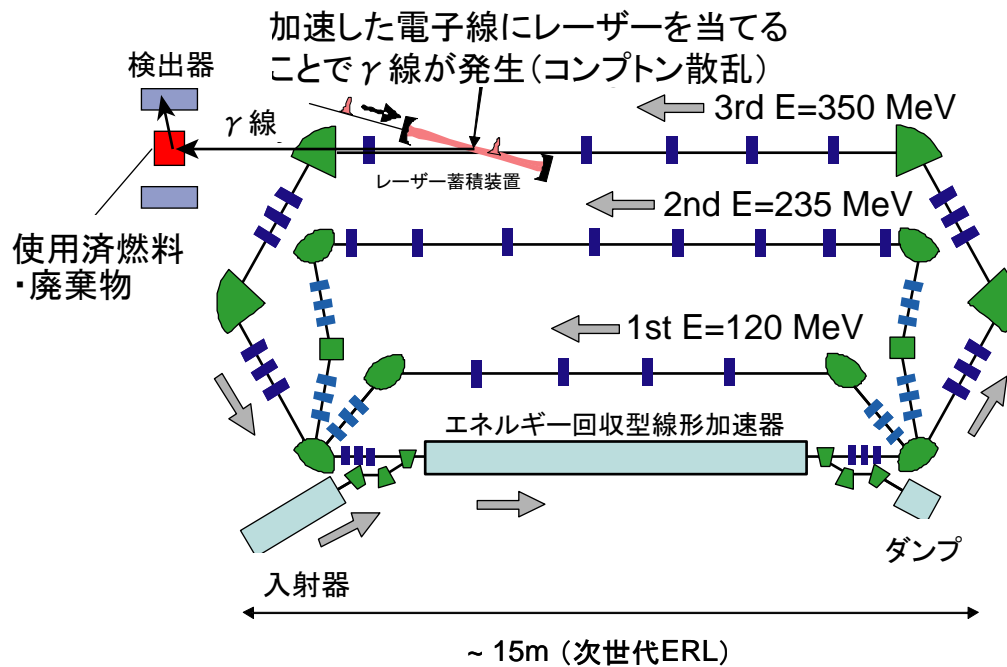
- NGSIIは、DOE/NNSAが今後25年間を見通してIAEA保障措置が直面することが予見される課題を解決するための次世代保障措置イニシアティブ(NGSI)。2008年より開始した5カ年計画。
- 1)政策展開とアウトリーチ、2)概念とアプローチ、3)技術開発、4)人材開発、5)国際的なインフラ開発
- 2009年10月にDOE・文科省共催による第2回NGSI国際会議が東海村で開催。各分野の進捗状況と国際協力分野などが提言された
- 米国のNGSIについて、IAEAや日本を含む各国からの期待は大きい
が、各国プログラムとの重複もあり、シナジーや”調和”が必要でそのためのワークショップ等が開かれている。
- JAEAとしては、昨年11月の日米政府合意などに基づき、技術開発、アジアなどの人材育成・インフラ開発分野で米国等と協力。特に技術開発では共同研究枠組み下での情報交換、保障措置機器などの共同技術開発・性能評価、JAEA施設を利用した共同性能実証試験等が今後期待される。

ご清聴ありがとうございました！

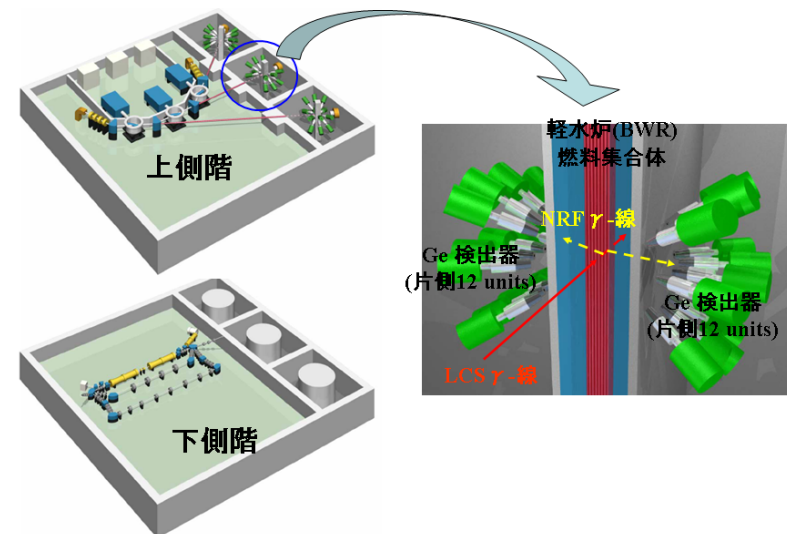


使用済燃料中のプルトニウムの迅速・高精度測定技術

- LCS γ ・核共鳴蛍光法は、我が国がトップレベルの技術を有する、強力で単色の γ 線源(レーザーコンプトン散乱(LCS) γ 線)を利用し、核物質を非破壊で測定する技術。
- 本技術により、従来、計算での量の推定しかできなかった使用済燃料中のプルトニウムを、定量的に測定することが可能となり、受払間差異(SRD)の解消、使用済燃料に対する査察の信頼性の向上が期待される。



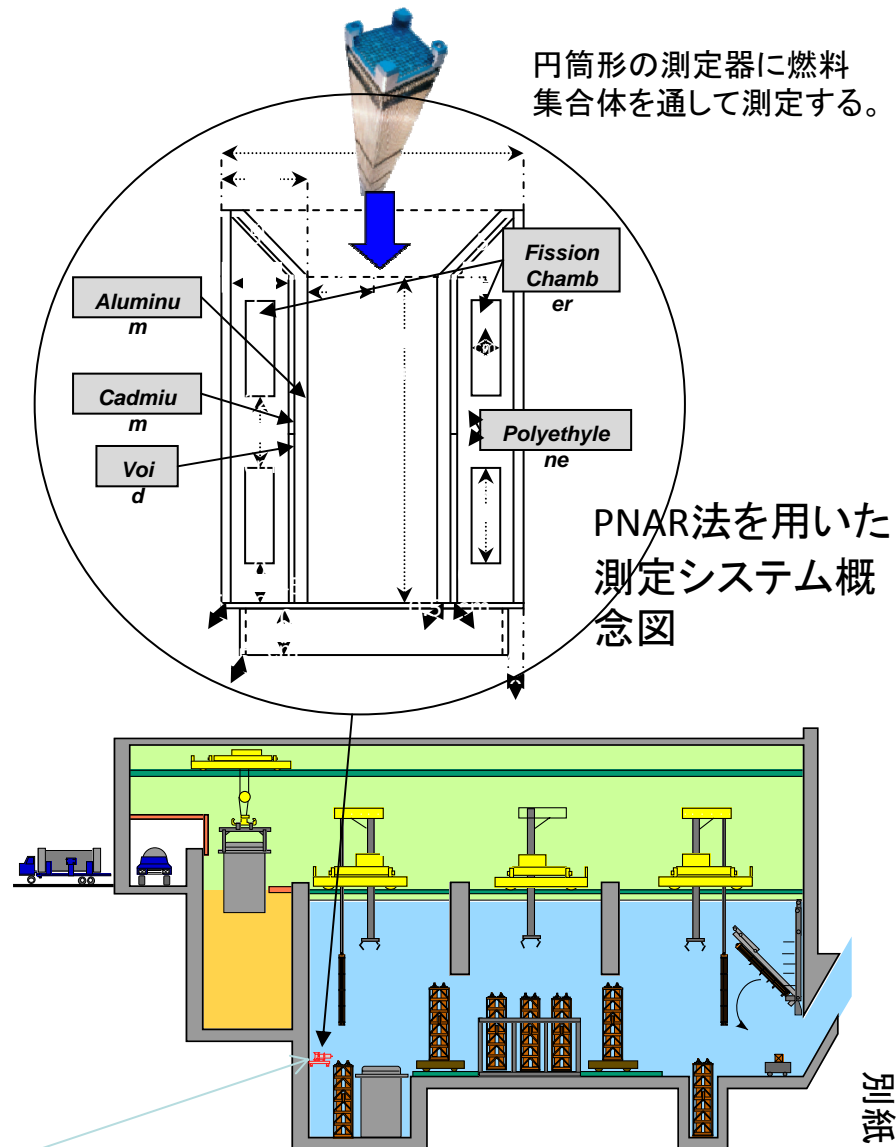
次世代の加速機技術を用いたLCS γ 線発生装置のイメージ



使用済燃料中プルトニウムの非破壊測定装置のイメージ

使用済燃料中プルトニウムの非破壊測定実証試験

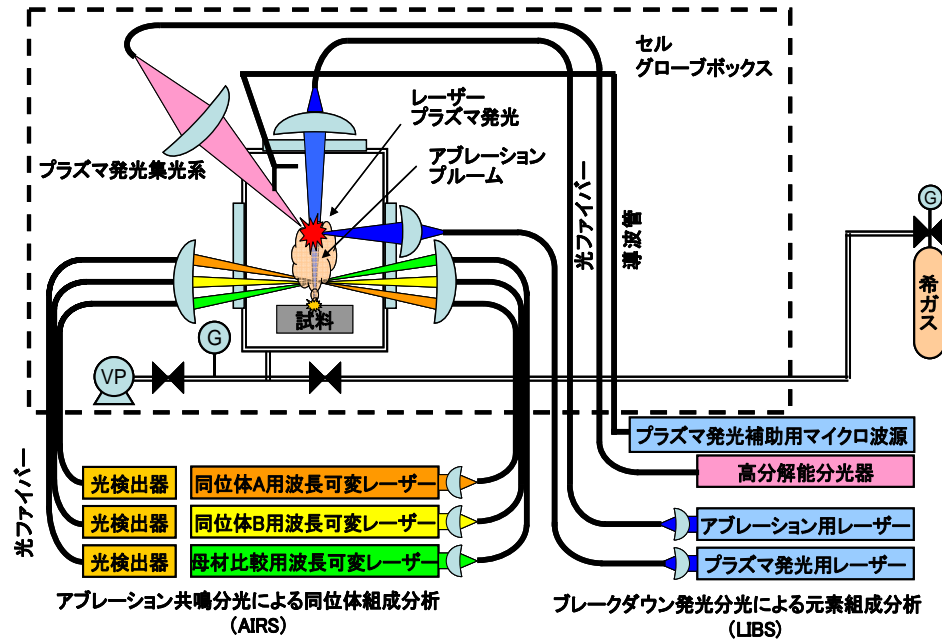
- 米国側は、使用済燃料中のプルトニウムの非破壊測定技術として14の手法を開発しており、その中で有力な技術として、PNAR (Passive Neutron Albedo Reactivity) 法を含む4~5技術を選ぶ予定。
- これらの技術によって、協力テーマ①と同様に、使用済燃料中のプルトニウムの定量的な非破壊測定が可能となることが期待される。
- 東海再処理工場 (TRP) において、ふげんの使用済燃料を用いた実証試験を行うことを想定。



レーザー励起プラズマ発光分光法 (LIBS) とアブレーション

共鳴分光法 (AIRS)

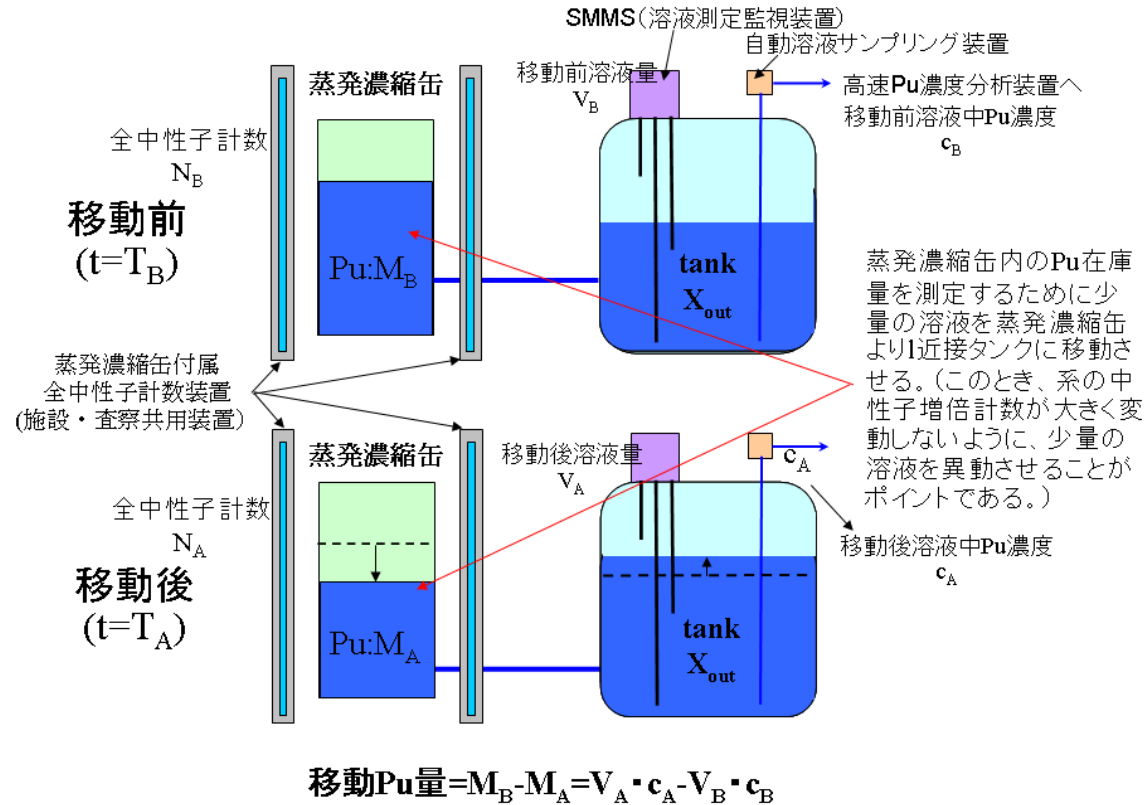
LIBS・AIRS分析法のシステム概念図



- LIBS法は、強光度レーザーを試料に照射・蒸発させ、発生したプラズマの原子(イオン)固有の発光の強度を観測することで、試料の元素・組成を分析する技術。AIRS法は、このプラズマに、精密波長可変レーザーを入射し、同位体固有の共鳴吸収や共鳴蛍光信号により、同位体比(プルトニウム239,240等の割合)を測定する技術。
- 次世代核燃料サイクルにおいては、経済性や地球環境負荷、核拡散抵抗性を考慮し、FP(核分裂生成物)やマイナーアクチノイド(MA:NpやAm等)を含んだMOX燃料が使用される可能性があることから、LIBS・AIRS法によって、FPやMAから発生する γ 線や中性子線に影響されず、かつ同位体比の測定手法を確立することが期待される。

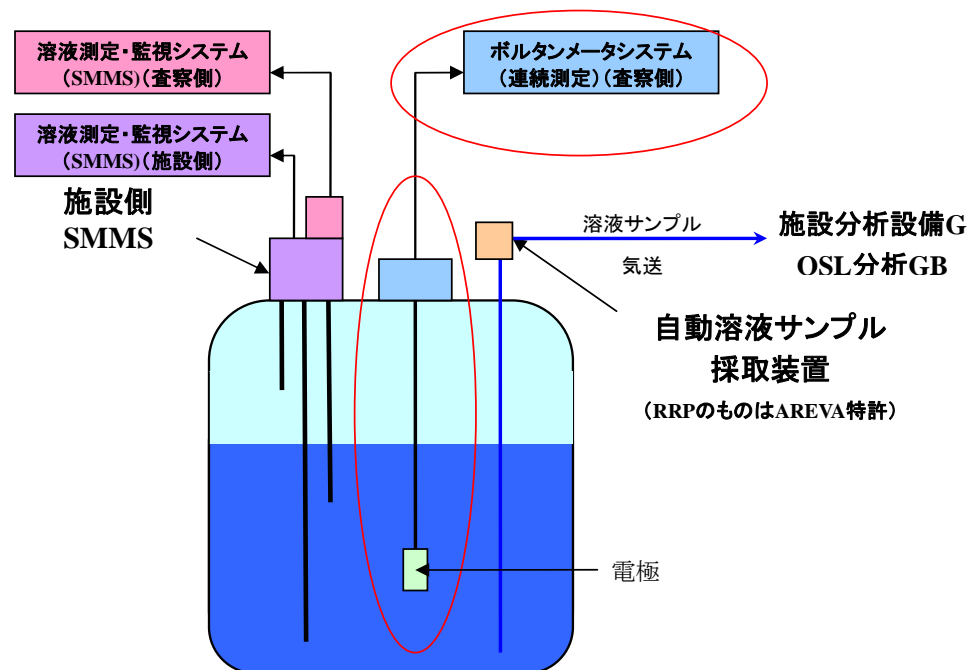
再処理溶液系設備内在庫高精度測定法

（溶液少量移動・全中性子計数変動法）



- 再処理施設の溶液処理設備に全中性子数測定装置を設置し、溶液測定監視装置及び自動サンプリング装置と組み合わせて、溶液中のプルトニウム量を高精度で測定する。
- 本技術により、従来は一定期間ごとにしか測定できなかった溶液処理工程設備中の核物質のリアルタイム測定が可能となり、核物質の転用などを即座に検知することに寄与する。

再処理主工程インライン分析技術開発



ボルタンメータ利用タンク内Pu濃度連続監視システム

- プルトニウムの酸化還元反応やウラン・プルトニウムの分光吸収に着目した新たな分析法を用いることにより、再処理工程中のプルトニウム溶液の直接測定が可能な新たな分析技術を開発する。
- 本技術により、従来はサンプルをしないと測定できなかった溶液処理工程設備中の核物質のリアルタイム測定が可能となり、核物質の転用などを即座に検知することに寄与する。



NGSIで提案された使用済燃料中のPu量の非破壊測定技術開発



一 米国の動機

・ IAEAの独立検認手段の確保

使用済燃料中のPu量を施設者からの未検認情報に抛らずにIAEAが独立に検認。

・ 核物質受払量の検認精度向上

原子力発電所における使用済燃料中のPu量(計算値)と再処理施設の回収実績との差(受払差SRD)対策のために使用済燃料中Pu量の正確な非破壊測定が必要

・ 放射線レベルの低い使用済燃料中のPu測定

DOE内部の計量管理規則において、放射線レベルの低い使用済燃料中のPu量については計量管理が必要。

・ 乾式再処理における入量計量手段の確保

入量計量槽を設けることを想定していない乾式再処理プロセスにおけるPu入量の計量手段。

・ 高効率・安全な使用済燃料の長期処分に向けた燃料組成の把握

使用済燃料の処分措置における燃焼度(燃焼度クレジット)を考慮した、費用対効果の優れたシステムを構築。

・ 世界的な規模で増大する使用済燃料のPu量の再測定

一 期待される成果

・ IAEAの独立検認装置として可搬式の保障措置機器の開発。

保障措置分野における安価な受払間測定の概念として、使用済燃料集合体を個別に特定出来る技術的特徴を測定する「指紋技術」の適用性を実証。

Pu量の入量計量装置に燃料集合体が物理的に分解せん断される前にPu量の測定が行われることは画期的で、燃料ピンレベルの測定も可能性がある。

世界中の処分場における燃焼度クレジットに関して、NDA装置は幾つかの主要な同位体の重量を測定し、主要な同位体は燃焼計算コードの校正に用いることが出来る。

先進的な保障措置概念としての「中性子バランス法」(使用済燃料が炉心や冷却プールから取り出された時に中性子強度が測定されていれば、その後の処分や再処理までの中性子強度は予想可能)の実証

注) Pu-NDAの報告書 "LA-UR-08-03763" より、本技術開発のねらいと期待される成果の概要を抜粋。



NGSIで提案された使用済燃料中のPu量非破壊測定 の候補技術



測定技術名称	照射源の有無	照射源	測定対象核種	成熟度	備考
①Delayed Gammas	中性子/γ線照射	遅発γ線	3核種の相対含有量 (²³⁵ U, ²³⁹ Pu, ²⁴¹ Pu)	△	
②Delayed Neutrons	中性子照射	遅発中性子	核分裂性核種の含有量 (特に ²³⁵ U)	○	
③Differential Die-away Technique (DDT)		即発中性子 (熱領域)	核分裂性核種の含有量 (特に ²³⁹ Pu, ²⁴¹ Pu)	○	JAEA開発 中技術
④Lead Slowing Down Spectrometer (LSDS)	中性子照射+減速材	即発中性子 (エネルギー依存)	3核種の総含有量	△+	
⑤Multiplicity or Coincident Neutron Measurements	無	中性子の相関性 (多重度測定)	核分裂性核種の含有量	○	
⑥Nuclear Resonance Fluorescence (NRF)	強力なγ線照射	核共鳴蛍光γ線	全てのアクチナイド元素及び同位体の相対含有量	△-	JAEA開発 着手技術
⑦Passive Gamma Rays	無	γ線崩壊	燃焼度、冷却期間、相対含有量	◎	
⑧Passive Neutron Albedo Reactivity (PNAR)	無	全中性子+ダブレット	核分裂性核種の含有量 (特に ²³⁹ Pu, ²⁴¹ Pu)	△+	
⑩Self-integration Neutron Resonance Densitometry (SINRD)	無	中性子吸収	²³⁹ Puと ²³⁵ Uの重量濃度	△	
⑪Total Passive Neutron Counting (Gross Neutron)	無	全中性子放出	燃焼度	◎	
⑫X-ray Fluorescence (XRF)	無	蛍光X線		○	

注) Pu-NDAの報告書 "LA-UR-08-03763" より、12の候補技術の特徴を抜粋。

核不拡散国際規範の理解に向けた段階的アプローチ

JAEAにおけるアジア地域における経験

◆ Step 1: 核不拡散体制調査 (訪問・文献調査)

□ 目的: 当該国の核不拡散体制の概要を把握

□ 調査項目:

- 原子力政策・原子力発電導入計画、原子力関連機関・施設・活動
- 核不拡散のための法・規制的枠組み、国際的な核不拡散取極め・枠組みへのコミットメント
- 核不拡散体制の整備・強化における課題

カザフスタン

◆ Step 2: 核不拡散に関する専門家会合による課題の抽出

□ 主要目的

- ① 核不拡散の重要性・国際的な核不拡散枠組みについての理解の確立・深化
- ② 規制能力・法体制・人材など核不拡散体制整備における課題の抽出
- ③ 核不拡散体制強化のための相互協力の構築へとつなげること

□ 一般的な内容

- 原子力政策と核不拡散政策の概観
- 国際枠組み・国内システム: NPT体制、保障措置、核物質防護・核セキュリティ、等
- 国内における保障措置運用・施設における保障措置適用の詳細

インドネシア

◆ Step 3: 実務者レベル会合による知見の共有

□ 当該国のニーズに対応した協力の実施

□ 定期的な実務者レベル会合を通じた緊密な知見の共有

タイ

ベトナム

◆ Step 4: 評価 & フォローアップ ➡ 協力プログラムの策定・活用

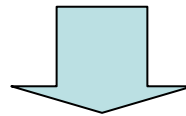


日本国が核鑑識をやることのメリット



- ✓ 我が国の国境等において核密輸等が検知された場合、物質の起源(国・施設)の特定に寄与できる。
- ✓ 北東アジアにおいて核鑑識の拠点ができることにより、周辺諸国における核密輸に対して支援が可能。
- ✓ 国際原子力機関、米国国立研究所、欧州共同体研究所などとネットワークを組んで核鑑識を行なうことによりデータベースの共有、鑑識精度の向上につながる。
- ✓ さらに、ネットワーク整備強化により、密輸等の抑止効果が期待できる。

- ✓ 核燃料の原料であるウランにはさまざまな不純物が含まれており、これ进行分析することにより押収したウランがどこの鉱山で産出され、どこの工場で精製されたのか知ることができる。プルトニウムについても同様(例えばMOXペレット)。
- ✓ ウラン・プルトニウムの同位体組成からも起源に関わる情報が得られる。
- ✓ 核物質やその中に含まれる鉛などの不純物の同位体比も、原産地に関する情報を持っている。
- ✓ 製品であるウラン粉末の粒径や形状なども、核燃料製造工場によって異なる。
- ✓ 核燃料の形態から、核燃料工場に関する情報が得られる。
- ✓ 核物質の密輸や不法な核兵器開発に関連し、押収した核燃料の起源(国・施設)を知ることが問題の発生源を特定できるだけでなく、核密輸・盗取の抑止にもつながる。



核鑑識のための技術開発では、核物質中の不純物測定と、それらの同位体比測定技術の開発、及び形態観察に関する技術開発及び核鑑識スキームの確立が主