

核不拡散・核セキュリティ技術開発について

2015年9月28日



国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
核不拡散・核セキュリティ総合支援センター

平成27年度第1回核不拡散科学技術フォーラム

目 次

1. 核不拡散・核セキュリティに関する国際枠組み
2. JAEAにおける核不拡散・核セキュリティ技術開発経緯
3. 背景
4. 第3期中長期目標(平成27年度～33年度)
5. ISCNで実施中の核不拡散・核セキュリティ技術開発
6. CTBT国際検証体制への貢献
7. 国際協力
8. 核不拡散・核セキュリティ分野(技術開発)の国内コミュニティ
9. 技術開発に係る方針と今後の方向性

参考資料

1. 核不拡散・核セキュリティに関する国際枠組み

核兵器不拡散条約(NPT)

核軍縮

核不拡散

原子力平和利用

CTBT

FMCT

二国間／多国間取組

包括的保障措置協定+追加議定書

改正核物質防護条約

核テロリズム防止条約

輸出管理

二国間原子力協力協定

3Sの確保

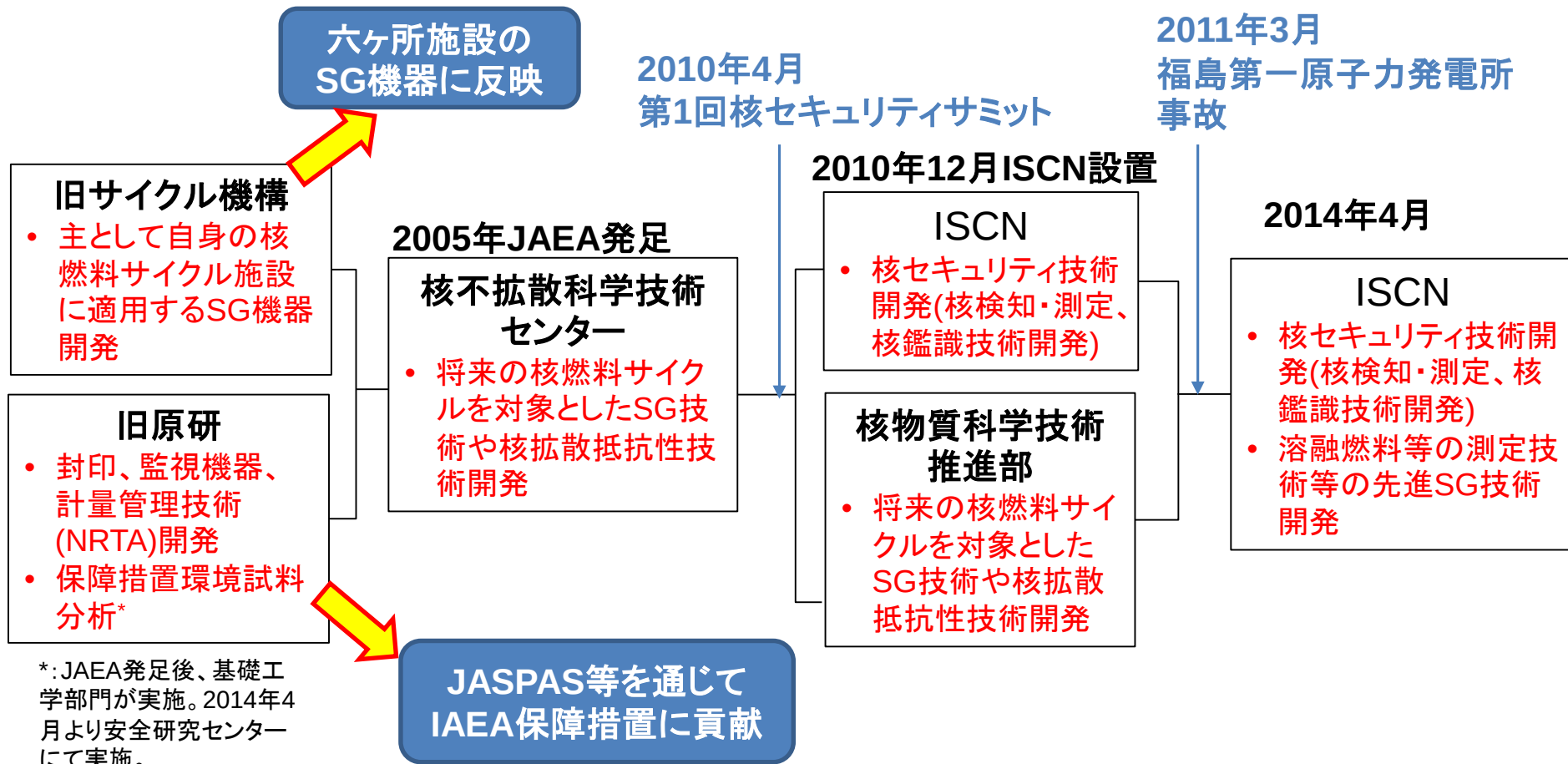
核軍縮・核不拡散・核セキュリティ対策の実施

制度



技術

2. JAEAにおける核不拡散・核セキュリティ技術開発経緯



現在:

- ◆ 各拠点⇒所掌施設のSG改良技術開発
- ◆ ISCN⇒核不拡散・核セキュリティの課題解決に向けた基礎技術開発
(先端技術の導入)、国内外と各拠点との調整／取りまとめ

3. 背景

◆ 国際動向

○原子力発電導入国の増加や追加議定書によるIAEA査察活動の増加、イラン等の核問題などの対応により、IAEAによる作業負担の増大。

○米国同時多発テロ(2001年)以降の核とテロの結びつきへの懸念の増大

- 保障措置の強化: 追加議定書の普遍化、技術開発、人材育成
保障措置の効率化: 国別アプローチの導入
- 核セキュリティ強化: 核テロ防止条約、核物質防護条約、IAEAガイドライン等の制度的枠組み、技術開発(核検知技術、核鑑識等)、人材育成
- 核セキュリティサミット(2010年、2012年、2014年、2016年)

◆ 国内動向

○エネルギー基本計画(2014年)

「核セキュリティ・サミットの開催や核物質防護条約の改正の採択など国際的な動向を踏まえつつ、核不拡散や核セキュリティ強化に必要な措置やそのための技術開発を進める。」

「核不拡散分野においては、核燃料の核拡散抵抗性の向上や、保障措置技術や核鑑識・検知の強化等の分野における研究開発において国際協力を進め、核不拡散の取組を強化していくことが重要である。我が国としては、米仏等の関係国との協力の下、こうした取組を進めていく。」

4. 第3期中長期目標（平成27年度～33年度）

IV. 研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項

3. 原子力の安全性向上のための研究開発等及び核不拡散・核セキュリティに資する活動

.....非核兵器国として国際的な核不拡散・核セキュリティに資する活動を行い、原子力の平和利用を支える。

(1) 原子力の安全性向上のための研究開発等（略）

(2) 核不拡散・核セキュリティに資する活動

エネルギー基本計画、核セキュリティ・サミット、国際機関からの要請、国内外の情勢等を踏まえ、必要に応じて国際原子力機関(IAEA)、米国や欧州等との連携を図りつつ、原子力の平和利用の推進及び核不拡散・核セキュリティ強化に取り組む。

具体的には、核不拡散・核セキュリティに関し、その強化に必要な基盤技術開発、国際動向に対応した政策的研究、アジアを中心とした諸国への能力構築支援、包括的核実験禁止条約(CTBT)に係る検証技術開発や国内のCTBT監視施設等の運用、核不拡散・核セキュリティに関する積極的な情報発信と国際的議論への参画等を行う。なお、国内外の情勢を踏まえ、柔軟に対応していく。

5. ISCNで実施中の核不拡散・核セキュリティ技術開発

- 厚い遮へい体中の核物質を検知・測定する技術や高線量核物質(使用済燃料、粒子状の溶融燃料デブリ、廃棄物)中の核物質量を比較的高い精度で測定する技術など先進的な技術
 - アクティブ法(外部線源を対象物に照射し、それに反応して出てくる放射線等を測定する手法)による基盤的な技術開発
- 福島第一原発事故に伴う燃料デブリの計量管理に資する核物質測定技術や再処理工程の高放射性溶液中のプルトニウムをリアルタイムでモニタリングする技術など現場に適用しやすい技術
 - パッシブ法(対象物自ら発する放射線等を測定する手法)による技術開発
- 捜査当局によって押収、採取された核物質について、核物質、放射性物質及び関連する物質の組成、物理・化学的形態等を分析し、その物品の出所、履歴、輸送経路、目的等を分析・解析する技術的手段である核鑑識技術
 - これまでに確立した基本的技術の高度化、検証

6. CTBT国際検証体制への貢献

CTBT国際検証体制を技術的に支えるため、
国内の監視施設(沖縄、高崎、東海)の運用、国内データセンにおける
解析評価体制の確立、基盤技術の高度化に係る研究開発を実施

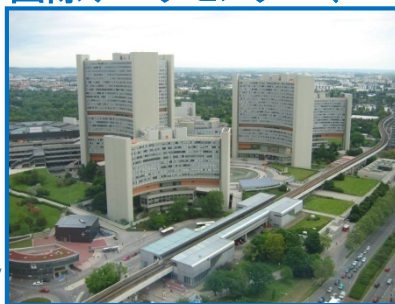


沖縄観測所(RN37)
認証: 2007年2月22日
・放射性粒子の計測



高崎観測所(RN38)
認証(粒子): 2004年2月6日
認証(希ガス): 2014年12月19日
・放射性粒子/希ガスの計測

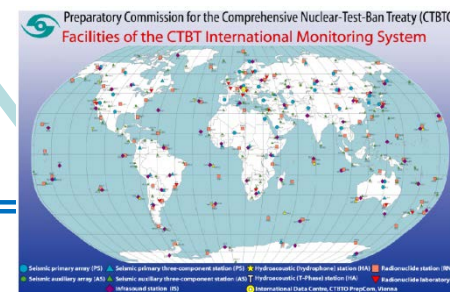
CTBT機関 技術事務局
国際データセンター (IDC)



国内データセンター (NDC)
暫定運用: 2009年4月から
・世界中から観測所データ受信
・データ解析・評価
・解析ソフトウェアの開発
・データベース構築



東海公認実験施設(RL11)
認証: 2006年11月16日
・試料(粒子のみの)の詳細分析



整備済みの放射性核種監視観測所
粒子: 66ヶ所、希ガス: 31ヶ所
(2015年8月現在)

JAEAのミッション

7. 国際協力

6.1 米国との核不拡散・保障措置分野の研究開発協力

1988年に公式に取決めを締結してから米国エネルギー省(DOE)国家核安全保障庁(NNSA)との保障措置・核不拡散及び核セキュリティ分野における協力について、130以上の技術開発協力プロジェクトを実施

2015年8月現在、11件(保障措置技術:8件、核鑑識技術:1件、保障措置・核セキュリティ人材育成:2件)の協力プロジェクトを実施中。

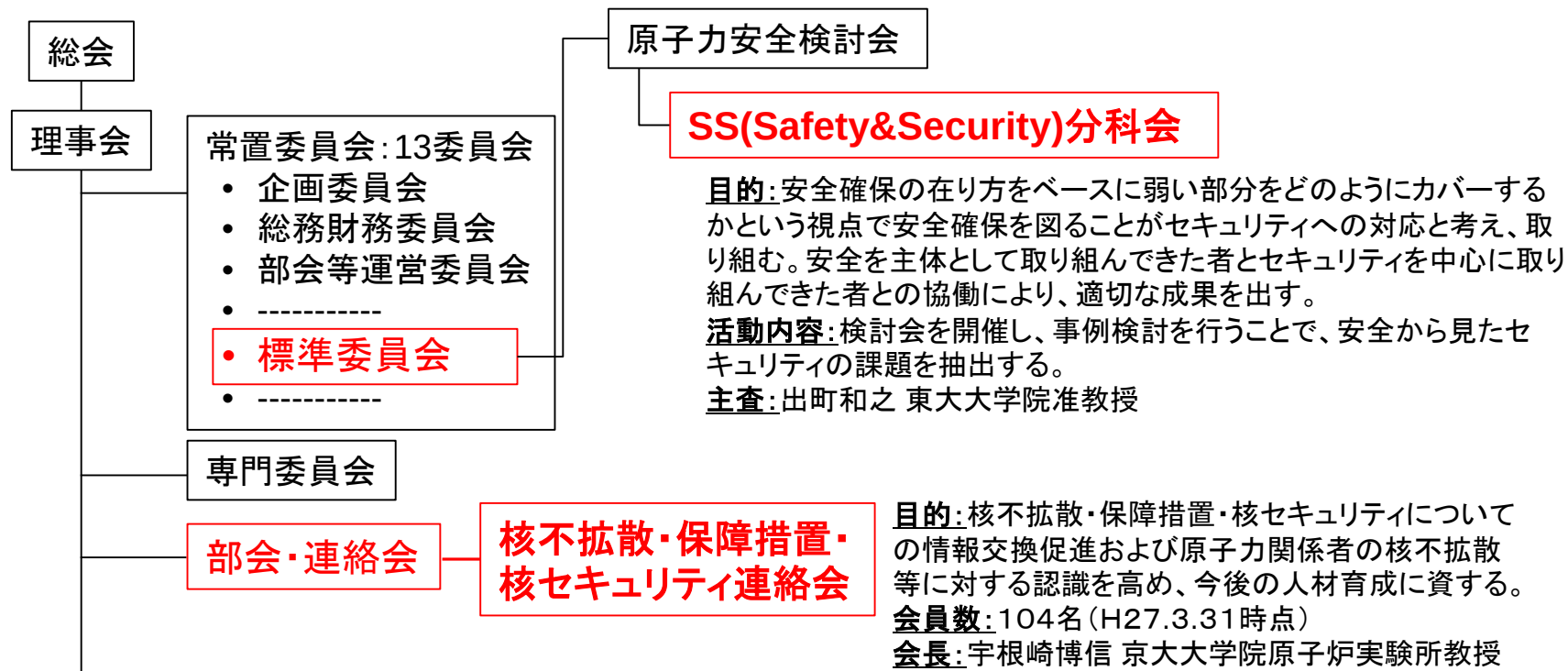
6.2 欧州委員会 共同研究センター (EC/JRC) との協力

1990年に日本原子力研究所と、欧州原子力共同体(EURATOM)間で、核物質の保障措置の研究及び開発に関する取決めを締結。JAEA発足後、2011年に協力分野の見直しを行い、更に5年間の延長を行うことに合意

2015年8月現在、6件(保障措置環境分析技術:1件、核検知・測定技術:1件、核鑑識技術:2件、保障措置・核セキュリティ人材育成:2件)の協力プロジェクトを実施中。

8. 核不拡散・核セキュリティ分野(技術開発)の国内コミュニティ

① 原子力学会



② 核物質管理学会日本支部

核物質管理学会 (Institute of Nuclear Materials Management - INMM) は、米国に本部を置き、核物質の管理に携わる管理者、技術者、研究者等で組織された専門家による国際的な非営利団体で、核物質管理の分野における新しい概念、手法、技術、機器等の研究開発を促進 (INMM 日本支部 HP より)

9. 技術開発に係る方針と今後の方向性

- 核不拡散・核セキュリティ分野における国際動向等を踏まえ、状況に応じた柔軟な目標とテーマの設定
- ニーズに合致した研究開発、将来を見据えた技術開発
 - ✓ 福島第一原子力発電所の廃止措置
 - ✓ IAEA保障措置の強化・効率化
 - ✓ 核セキュリティ強化
 - ✓ CTBT国際検証体制確立への貢献
- 米国、欧州、国際機関等との国際協力を継続し推進
- 国内関係機関、大学等との連携を強化
 - ✓ 学会等を利用、共同研究の実施
 - ✓ 核不拡散・核セキュリティ分野におけるコミュニティ形成
 - ✓ 政治的・政策的側面と技術的側面の協同アプローチ

參考資料

ISCNで実施中の主な核不拡散・核セキュリティ技術開発

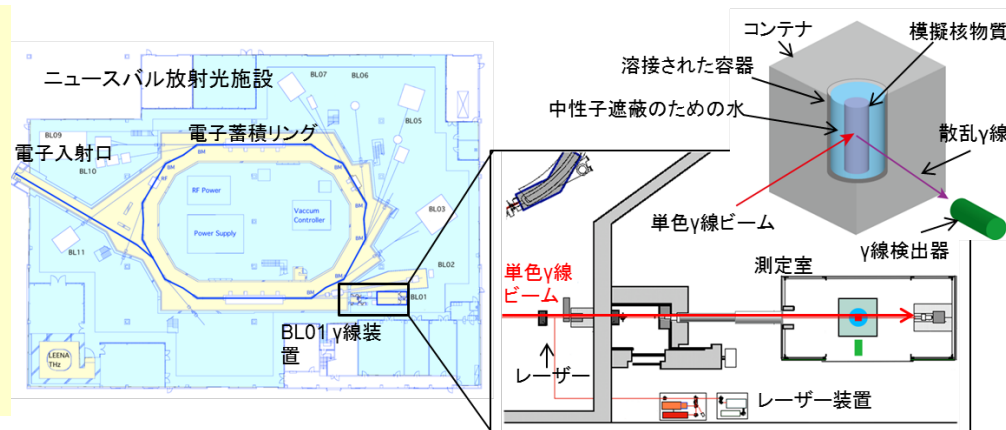
(1) アクティブ法による非破壊測定技術

①核共鳴蛍光NDA技術実証試験

- 現状では困難な大型海上貨物コンテナ内で重遮へいされた核物質の確実な探知

実施内容

- ニュースバル放射光施設のガンマ線発生装置を強化(数MeV級)
- 厚い遮へい体中核物質を模擬する探知物に探知核種特有の単色ガンマ線照射し、核物質探知能力を実証

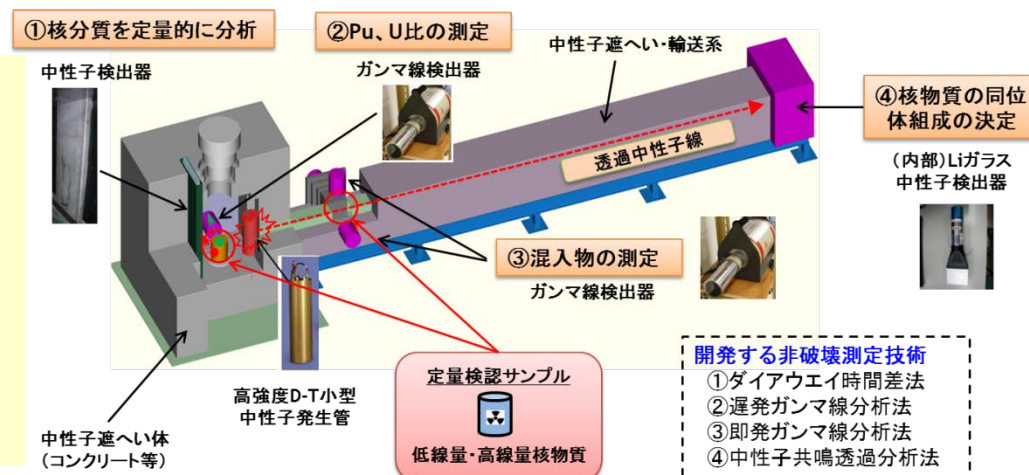


②アクティブ中性子非破壊測定技術開発

- 低線量核物質から高線量核物質まで使用できる汎用非破壊測定法の基盤技術開発

実施内容

- 高強度小型中性子発生管を用い、統合基礎実証試験装置を開発
- 上記装置を用い、4つのアクティブ中性子非破壊測定技術(右図参照)について、基礎的な能力を実証



ISCNで実施中の主な核不拡散・核セキュリティ技術開発

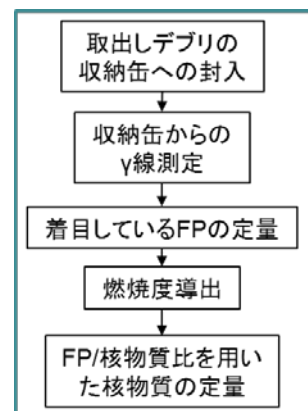
(2) パッシブ法による非破壊測定技術

①福島第一原子力発電所(1F)燃料デブリ計量管理技術開発

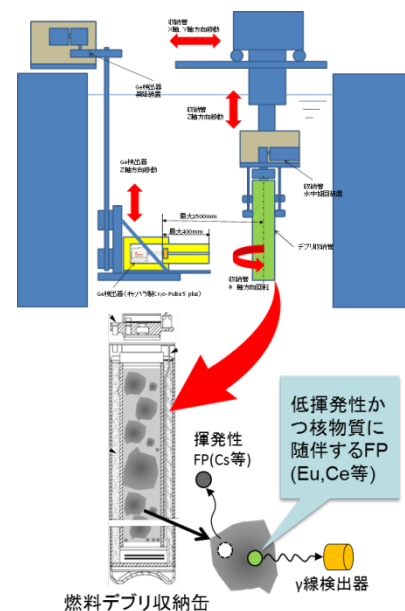
- 1F事故における溶融炉心燃料物質に含まれる核物質の計量管理に資するため、当該核物質量を計量する技術を1F廃止措置ロードマップに合わせ開発

実施内容

- 過酷事故過程でも揮発性が小さく、デブリ内で核物質と随伴する核分裂生成物(FP)核種より放出されるガンマ線を測定し、間接的に核物質量を求める技術の原理実証。



パッシブガンマ法を用いた核物質測定フロー



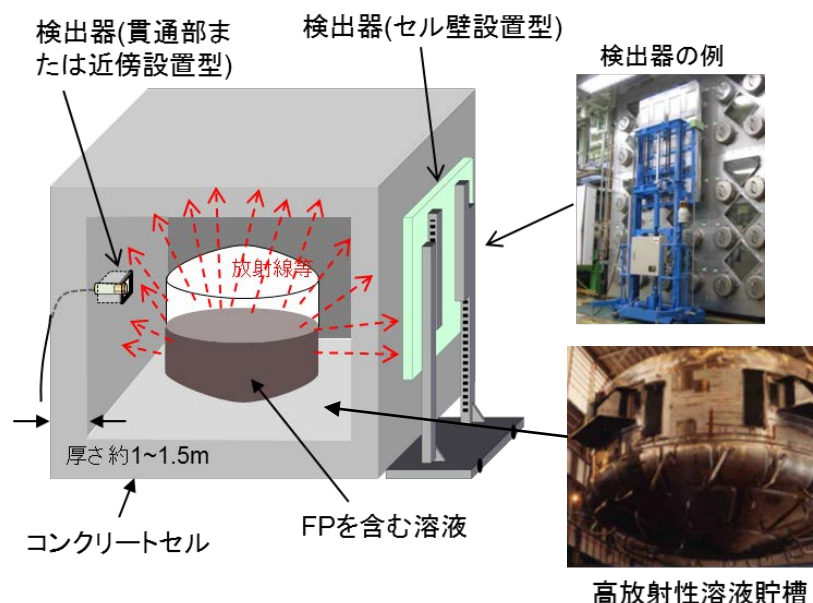
デブリ収納缶計測システム例

②先進的プルトニウムモニタリング技術開発

- 再処理施設において処理、保管されているFPを含む高い放射能を持つプルトニウム溶液等を非破壊でかつ継続的に測定・監視できる技術

実施内容

- 再処理施設の高放射性貯槽のセル内外における放射線等を測定する検出器の設計、試作
- 測定試験により、FPを含むプルトニウム溶液の増減を継続的に監視する技術の選定、適用性を確認



ISCNで実施中の主な核不拡散・核セキュリティ技術開発

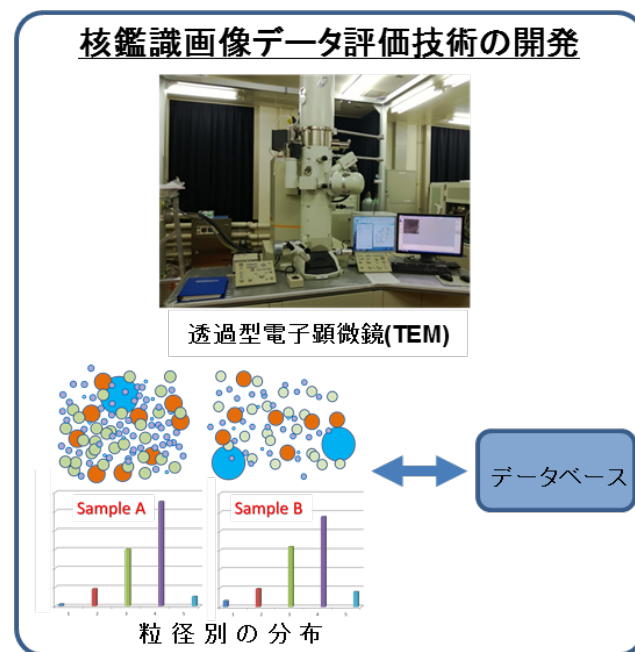
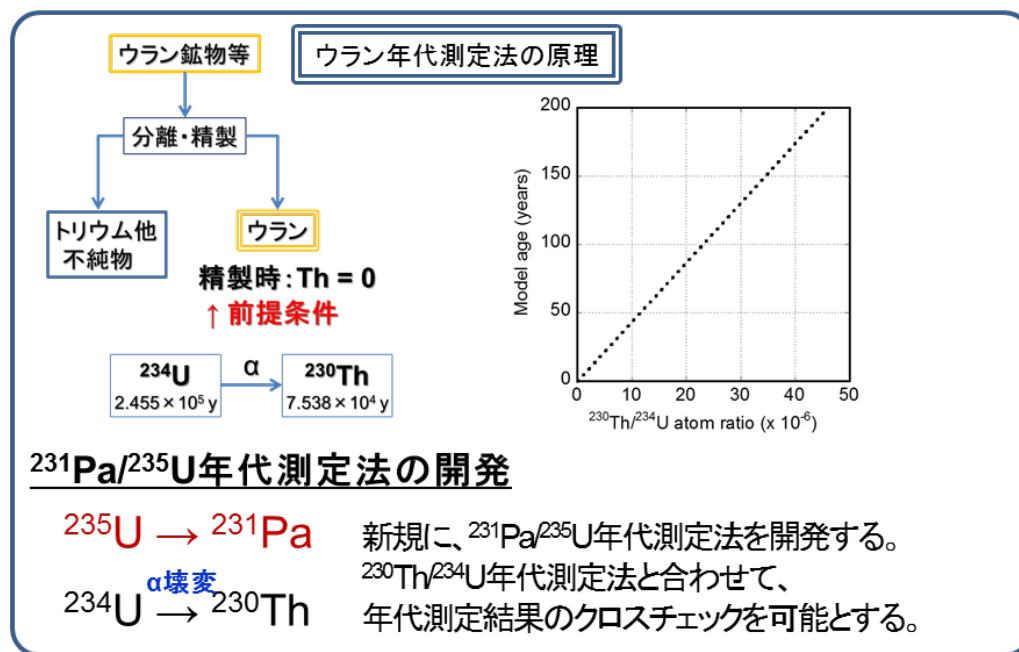
(3) 核鑑識技術

- これまでに確立した基本的な核鑑識技術(右図参照)をもとに、技術の高度化、確証分析を実施

実施内容

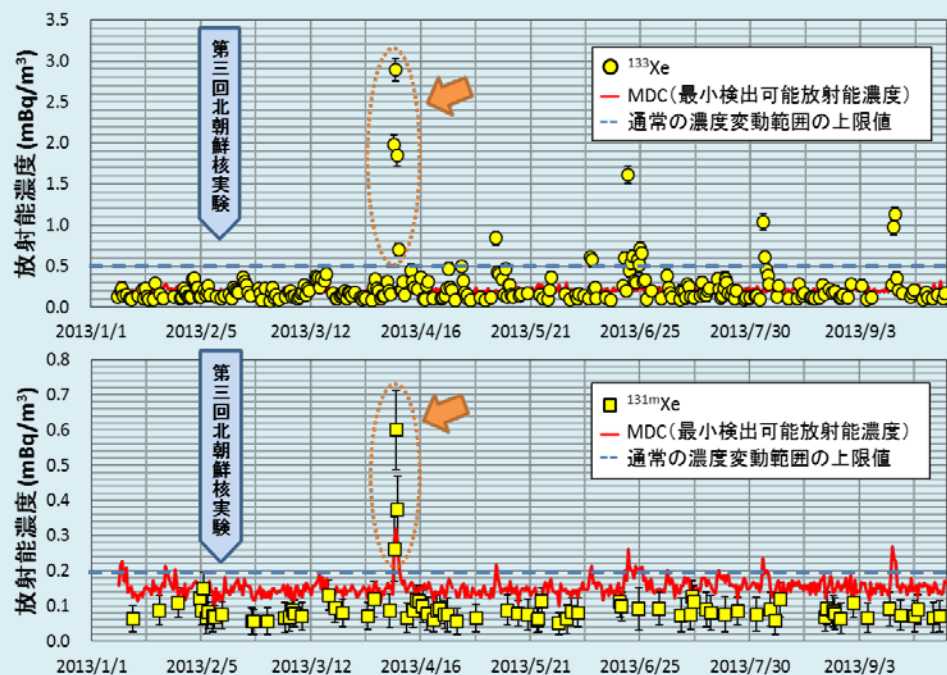
- 核鑑識ライブラリにかかる属性評価手法の高度化
- 電子顕微鏡による高度分析法の開発・画像データ評価技術の開発
- 新ウラン年代測法の開発
- 国際比較試験参画による技術能力の向上
- 核鑑識ライブラリに関する国際机上演習への参画による評価能力の向上

	H23 年度	H24 年度	H25 年度	H26年度以降
全体スケジュール	技術開発・技術の確立			技術の高度化・ 確証分析
同位体分析技術	←————→			TIMSによる実試料分析、 国際比較試験への参画
不純物分析技術	← — — —→	←————→		ICP-MSによる実試料分析
粒子分析技術		←————→		TEMによる微細組織分析法 の開発・結合状態分析法の 開発
ウラン等年代測定技術	←————→			新ウラン年代測定法の開発
核鑑識ライブラリ整備、 属性評価手法の開発	← — — —→	←————→		評価手法の高度化・知識 ベースの開発



CTBT検証技術の成果例

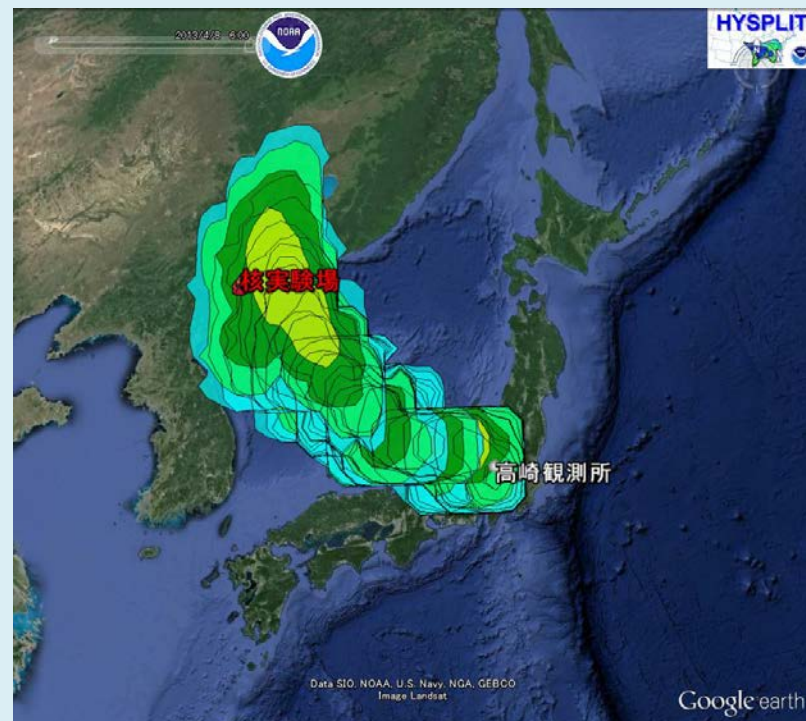
北朝鮮の第3回地下核実験に対する解析・評価(2013.4)



【JAEAの解析結果】

高崎観測所がとらえた第3回北朝鮮核実験由来の放射性キセノン同位体(上図の点線で囲まれた部分)。

同位体比や放出源推定解析等の解析結果から、この検出は2013年2月の北朝鮮核実験に由来するものと同定。



放出源推定解析結果
(大気拡散モデルHysplitによるシミュレーション)