独立行政法人
日本原子力研究開発機構
Japan Atomic Energy Agency

核不拡散・核セキュリティ
総合支援センター
ISCN

核テロ対策と日本の貢献

2017年8月9日
プレスブリーフィング
フォーリンプレスセンター

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
センター長　直井　洋介

アウトライン

1. 核不拡散と核セキュリティ概観
2. 核不拡散と核セキュリティに係る国際枠組み
3. 核セキュリティ
4. 日本（JAEA）の貢献

1.核不拡散と核セキュリティ概観

核不拡散と核セキュリティ

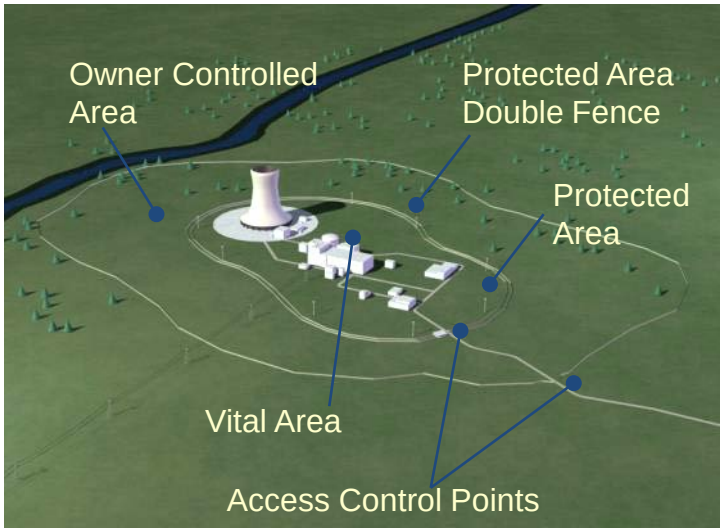
核不拡散:

核兵器、その移送手段、関連する資機材、技術の拡散を防止すること

〇核兵器保有国の数を増やさない（水平不拡散）
〇核軍縮の促進（垂直不拡散）
〇非国家主体に核を拡散させない

核セキュリティ:

核物質、その他の放射性物質、関連施設又は関連活動に係る又は向けられた犯罪行為又は意図的な無許可の行為の防止、検知及び対応



核セキュリティの脅威

出典：外務省HP「わかる！国際情勢　核セキュリティ・サミット～核テロ対策の強化に向けて」
http://www.mofa.go.jp/mofaj/press/pr/wakaru/topics/vol56/

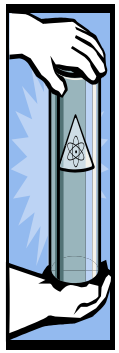
核拡散/核テロの深刻化

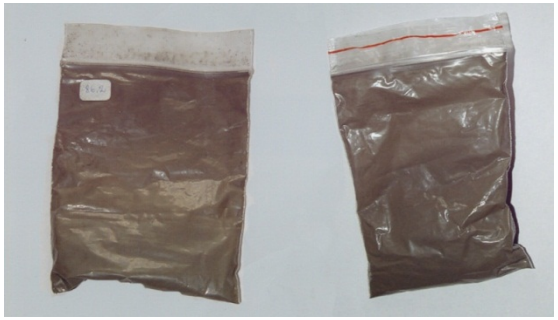
NPT未加盟国の核問題

NPT上は米、英、仏、露、中の5か国が核兵器国として認められているが、NPT未加盟国のインド、パキスタンは核を保有し、また、イスラエルも保有していると想定されている。さらには、北朝鮮も保有しており、核拡散の大きな懸念となっている。

核の闇市場

2004年2月、パキスタンのカーン博士が、リビア、イラン、北朝鮮へのウラン濃縮技術の秘密裏の移転を告白。





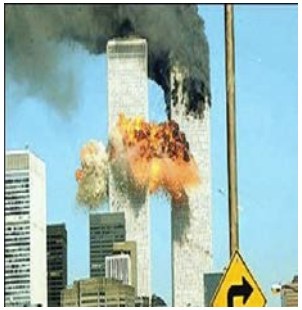
グルジアで摘発された高濃縮ウラン
出典：IAEA

北朝鮮の核問題

当初秘密裏の核開発、NPT脱退宣後、核兵器開発を宣言し、地下核実験実施（5回）。自ら、ウラン濃縮を実施していることも宣言。

核テロ

2001年の9・11以後、核物質、放射性物質の盗取等、核テロリズムが現実的な脅威となった。



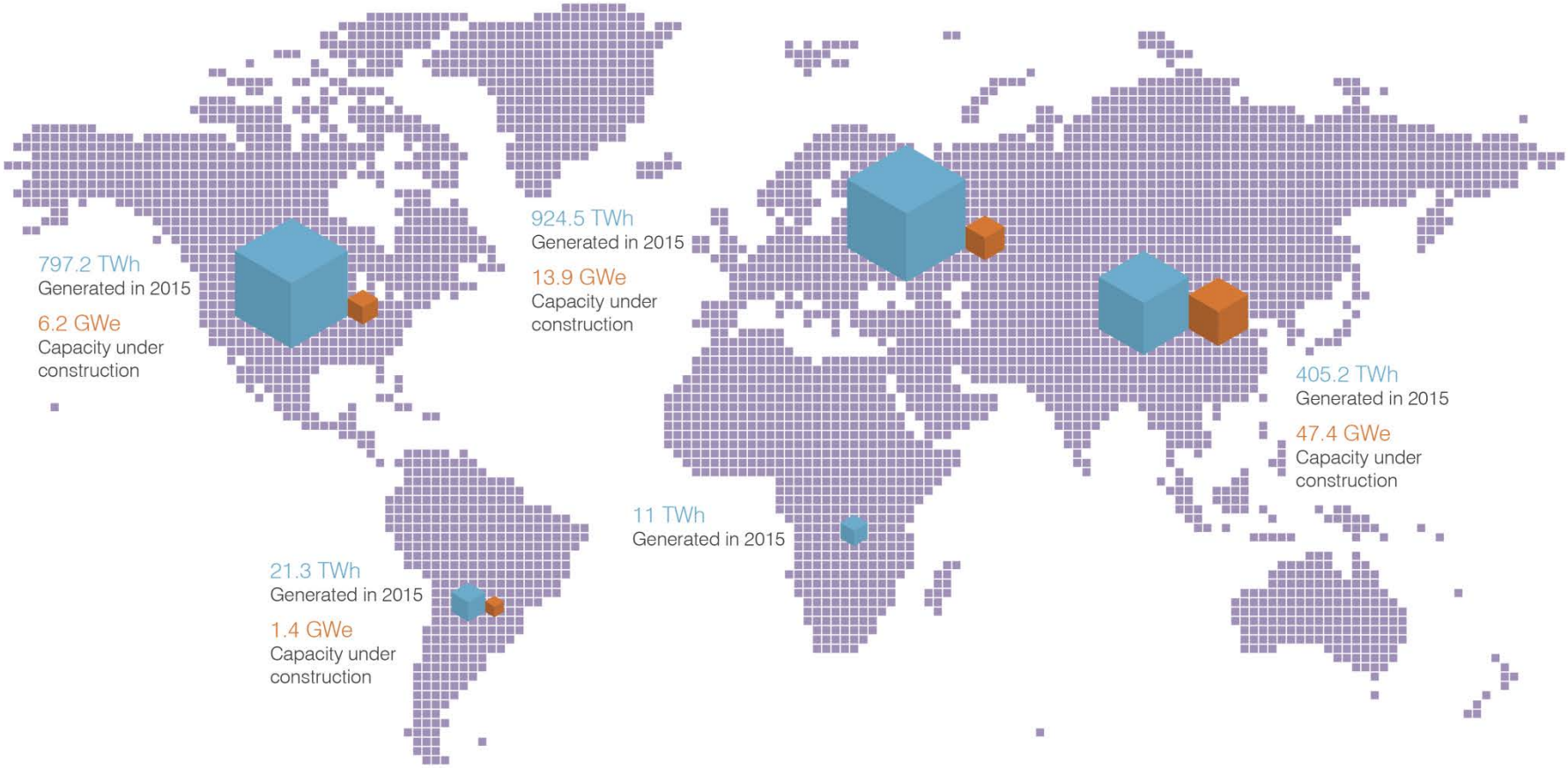
核テロのインパクト

- 直接の被害
  - ✓ 爆発による生命、建物などの財産の喪失
  - ✓ 放射性物質によって汚染された地域の除染
- 社会的、経済的被害
  - ✓ 社会システム、交通等インフラの麻痺
  - ✓ 経済活動を阻害
  - ✓ 風評被害（二次被害）

⇒ 福島第一原子力発電所の事故が示した原子力施設への妨害破壊行為の影響

- ✓ 放射性物質の環境への放出
- ✓ 電力不足
- ✓ 広範囲の住民の避難
- ✓ 風評被害（農作物、水産物、その他生産物が売れない、旅行者が来ない）

世界の原子力発電とその建設計画



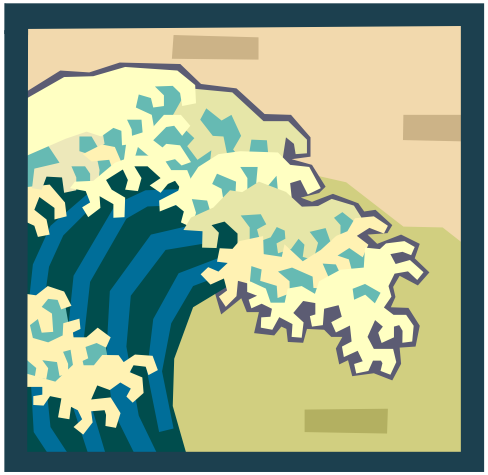
Nuclear industry performance indicators, 2015

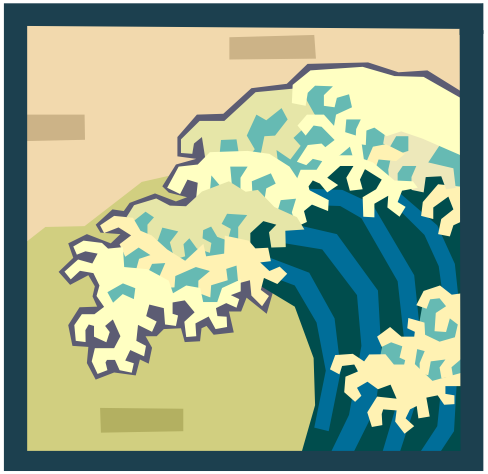
81.7%	2441 TWh	10	9875 MWe	73 months
Global average capacity factor (excluding Japan)	Electricity generated in 2015	New reactors brought online	Net increase in generating capacity	Average construction period for new reactors starting in 2015

Source: World Nuclear Association, World Nuclear Performance Report, 21/06/2016

核拡散・核テロの深刻化と原子力平和利用の拡大

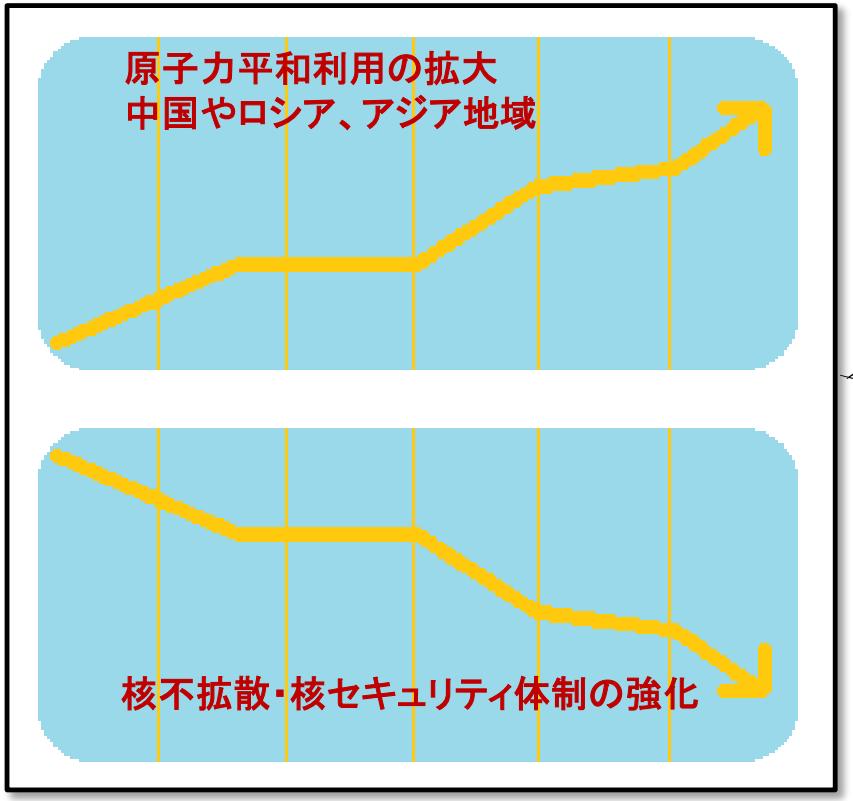
大きな二つの潮流





- 核拡散・核テロの深刻化
- 原子力平和利用の拡大

二つの潮流のデ・リンク



時間

原子力エネルギーの平和利用

核拡散・核テロの懸念

ひとたび世界のどこかで核テロが発生すると、平和利用の健全な推進にも多大な影響を及ぼす。

2.核不拡散と核セキュリティに係る国際枠組み

2Sのための国際枠組み

ISCN

核不拡散、核セキュリティに係る条約等

NPT
1970 in force

Convention of PP of Nuclear Material (CPPNM) and its Amendment
2016 in force

International Convention for the Suppression of Acts of Nuclear Terrorism
2007 in force

Regional Treaties

IAEA Safeguards Agreement

Additional Protocol

UNSC Resolutions

Bilateral Nuclear Cooperation Agreements

Nuclear Suppliers Group (NSG)
-London Guideline –
Part-1: Nuclear use (1978)
Part-2: Dual-use (1992)

Zangger Committee
established 1974

核不拡散のための輸出管理

Non-binding framework: IAEA guidelines, Code of Conducts, Communiqués & Action Plans of Nuclear Security Summits, international initiatives, etc.

核テロに対抗するための5つの国際機関とイニシアティブ

UN
United Nations

IAEA
International Atomic Energy Agency

INTERPOL
(ICPO)
International Criminal Police Organization

GP
Global Partnership against the Spread of Weapons and Materials of Mass Destruction
Since 2002

GICNT GLOBAL INITIATIVE TO COMBAT NUCLEAR TERRORISM
GLOBAL INITIATIVE INFORMATION PORTAL
Global Initiative to Combat Nuclear Terrorism
Since 2006

3.核セキュリティ

核セキュリティとは

核物質、その他の放射性物質、その関連施設及びその輸送を含む関連活動を対象とした犯罪行為又は故意の違反行為の

防止　検知　対応

- ✓ 盗取
- ✓ 妨害破壊行為
- ✓ 不法アクセス
- ✓ 不法移転
- ✓ その他の悪意ある行為

右の写真　出典：警察庁ウェブサイト
http://www.npa.go.jp/archive/keibi/syouten/syouten279/image/P35ph1.jpg

何を守るのか？　防護すべき対象

- 核物質、放射性物質
- 原子力施設
  - 原子炉
  - 安全上重要な機能
  - 被害削減、封じ込めに必要な機能
  - 核物質防護（セキュリティ）に必要な機能

wikipedia

- 核物質の盗取・妨害破壊行為につながりうる情報
  - 紙媒体、電子媒体
  - ITシステム
  - 人

IAEA

- 核燃料、放射性廃棄物等の輸送

IAEA

核セキュリティへの国際的な取組み

- 高い危機感：潜在的な脅威から現実の脅威へ
  - 事例、未遂、計画：原発への武力攻撃、侵入、核物質の盗取、密輸、闇市場の存在
  - 過激派組織の明白な意思：原子力施設攻撃、核兵器・核物質の入手、ダーティ・ボムの製造
  - 国内外のテロ・犯罪動向

- 甚大な影響：国境を越える脅威、被害
  - 各国の体制強化の必要性

    核セキュリティに関する法規制
  - 国際的な取組みの重要性

    国際条約、ガイドライン、核セキュリティサミット

核セキュリティの歴史

- 実は長い歴史がある
- 国際的に重要な課題として国際社会で取組みが行われている

- 50-60年代：核不拡散措置としてスタート
  - 核兵器への転用を防ぐ　→　核物質のしっかりとした管理
  - 「核物質防護」
- 70-80年代：頻発するテロ事件
  - 核物質防護対策の強化
- 90年代：ソ連の崩壊
  - 核技術の流出、核物質の不法取引
- 00年代：9.11米国同時多発テロ
  - 甚大な被害、高い国際メディアの注目
  - テロリストの核兵器・核物質・原子力施設への高い関心
  - 放射性物質の防護も含む包括的な「核セキュリティ」

核セキュリティを確保するための体制

国際協力の重要性

- ある国における核セキュリティに関する責任は全てその国にある。当該国は、その国の領域内若しくはその管轄下にある核物質、その他の放射性物質、関連施設又は関連活動のセキュリティを担保しなければならない。
  - ✓ 法的・規制の枠組み、責任の所掌の明確化、資源の配分
- 核セキュリティ・イベントによる影響は、それが発生した国に留まらない。ある国の核セキュリティ体制の有効性は、他の国々の核セキュリティ体制の有効性に大きく影響される。
  - ✓ 国際輸送
  - ✓ 国境を超える脅威：違法取引、海賊、組織犯罪、国際的なテログループ
  - ✓ 放射能の影響は国境を超える

↓

国際協力が不可欠

核セキュリティに係る国際枠組み (1)

Conventions, Treaties

- Convention on Physical Protection of Nuclear Materials (CPPNM)
- 2005 Amendment to CPPNM
- Internatinoal Convention for the Suppression of terrorist Bombings
- International Convention on Suppression of the Act of Nuclear Terrorism (ICSANT)
- Regional Agreements and Nuclear Weapons Free Zone (NWFZ) Treaties

UN Security Council Resolution

- Resolution 1373 (2001): Threats to International peace and security caused by terrorist acts
- Resolution 1540 (2004): Nonproliferation of weapons of mass destruction

International guidelines, Code of Conducts

- IAEA Nuclear Security Series (recommendation, implementation guide, technical guide)
- Code of Conduct on the Safety and Security of Radioactive Sources

核セキュリティに係る国際枠組み (2)

核セキュリティサミット

- 2010 (米), 2012 (韓国), 2014 (オランダ), 2016 (米)
- 高いレベルの政治的なコミットメント: 50か国以上の首脳が参加

その他のイニシアティブ

- ◆Global Initiative for Combating Nuclear Terrorism (GICNT)
- ◆IAEA Incident Trafficking Database (ITDB)
- ◆Global Threat Reduction Initiative (GTRI)
- ◆Global Partnership against the Spread of Weapons and Materials of Mass Destruction (GP)
- ◆Container Security Initiative (CSI)
- ◆Megaport Initiative (MI)
- ◆Proliferation Security Initiative (PSI)

国際的な核セキュリティ確保に向けた課題

1. 高濃縮ウランと分離プルトニウムの削減
2. 核物質と施設の防護
3. 輸送セキュリティ
4. 放射性物質の防護
5. 不法取引の防止
6. サイバー (コンピューター)セキュリティ
7. 核セキュリティ文化の醸成
8. 教育と訓練

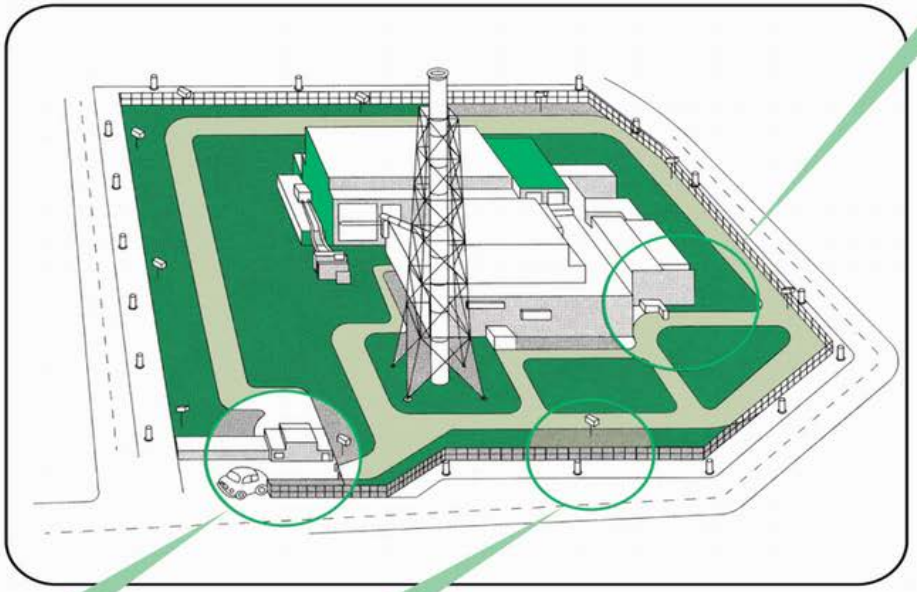
高濃縮ウラン（HEU）と分離プルトニウムの削減

影響が甚大になる核物質の削減、除去を通したリスクの削減

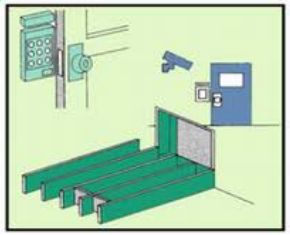
- HEU: 削減, 低濃縮ウランへの転換
- 分離プルトニウム: 削減, MOX（ウラン・プルトニウム混合酸化物）燃料への転換

具体例: 日本は500kgを超えるHEUと分離プルトニウムをJAEAの施設から2016年に米国に輸送し除去をした。核セキュリティサミットプロセスを通じた一つの国からの核物質除去量としては最大となるプロジェクトであった。

原子力施設の核物質防護のイメージ

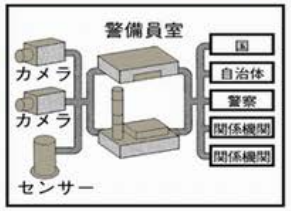


建物の出入口



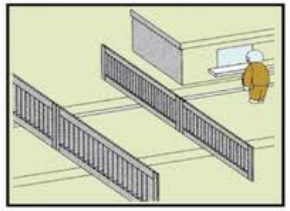
敷地内にある建物の壁や扉は簡単に壊されないように、頑丈なものにしています。

万一異常が発生しても…



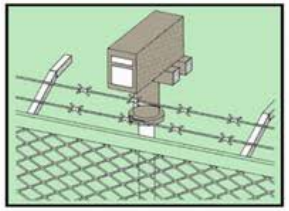
カメラやセンサーなどがとらえた異常は、警備員室などにいち早く伝えられるとともに、警察や関係する行政機関へもすぐに確実に伝えられます。

人や車両の出入口



従業員も施設への訪問者も、許可された人しか施設に入れません。出入りの際には受付でチェックを受けます。

原子力施設のまわり



外から施設に入れないように、まわりをフェンスで囲ったり、門には錠を取り付けたりしています。

フェンスには人や車の出入りを監視するためのカメラやセンサーなどが何重にも取り付けられています。

出典：文部科学省・経済産業省パンフレット

輸送セキュリティ

- 輸送中の核物質のセキュリティ: 国際輸送、国内輸送、事業所内輸送
- 核物質防護条約（CPPNM）と2005年改訂版
  - セキュリティが確保されなければ輸送は許容されない
- 攻撃対象が限られた防護の元で移動する: 固定施設の防護に比べて防護が難しい
  - 輸送時間の最小化
  - 輸送情報適切な管理

Images: Nuclear Fuel Transport Co.,Ltd.

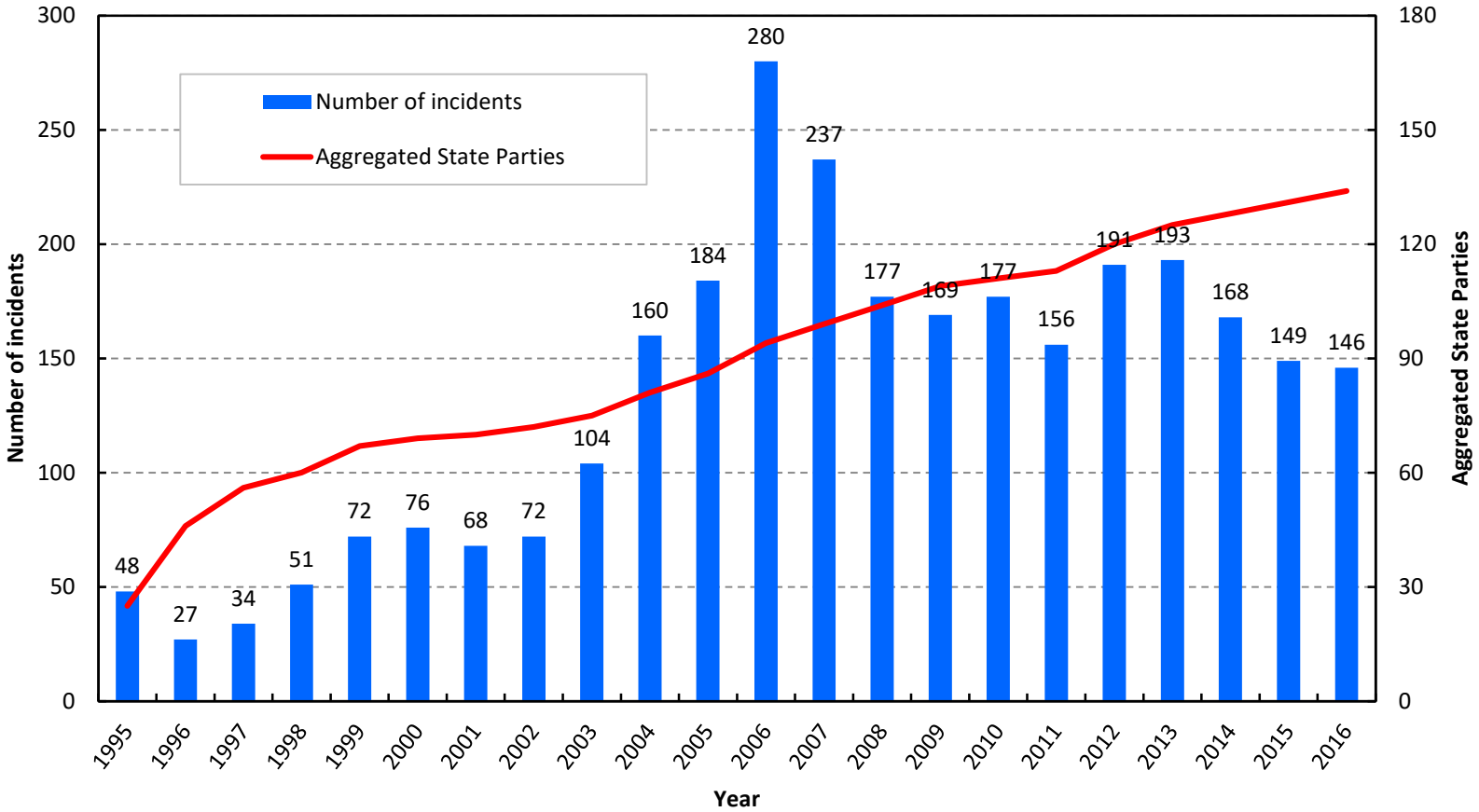
放射性物質の防護

- 核セキュリティ: 核物質とその他放射性物質 施設の防護
- 広範囲での利用: 薬, 建設工事での利用, 農業での利用, 研究所, 大学等での利用, その他
- “汚い爆弾”の原料になる可能性

Photo: IAEA

不法取引の防止（IAEAのITDB）

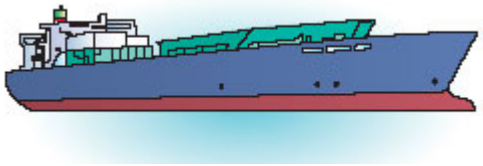
1993年から2016年12月まで、合計 2,939件 の事例 が核セキュリティ事例として IAEAの Illicit (Incident) Trafficking Data Base (ITDB)に報告されている。



Data Source : Mr. Jose GARCIA SAINZ, Nuclear Security Information Officer, Information Management Section, Division of Nuclear Security, Department of Nuclear Safety and Security, International Atomic Energy Agency

不法取引の防止 (2)

- 税関検査強化, 国境管理と監視の強化
- 核物質、放射性物質の検知技術の開発
- 核鑑識: 核物質の帰属を同定するための技術支援
  – その核物質がどこから来たのか、いつどこで作られたのかを特定する技術



サイバー (コンピューター) セキュリティ

- 施設の安全とセキュリティに係る計算機システムの防護（原子炉を防護するシステム、プロセスコントロールシステム、物理的な入退域管理システム、文書管理システム等）
- いわゆる事務所のITのセキュリティだけでなく, プラントの制御（Industrial Control System (ICS)）システムのセキュリティを含む
- そのセキュリティが崩れると核物質の盗取やサボタージュにつながる
- 機微情報の防護

核セキュリティ文化

- 核セキュリティ対策の有効性は人々の態度と行動に依存する。

  核セキュリティ文化: 核セキュリティを支える手段に関わる個人と組織の行動と態度の集合体

  具体例: すべての者が核セキュリティの脅威を理解しセキュリティ確保に向けどのような責任が自分にあるかを理解し、何をなすべきと期待されているかを理解している

- 効果的なマネージメントシステムは個人の良好なパフォーマンスを後押しする。

- 指導者のコミットメント

教育と訓練

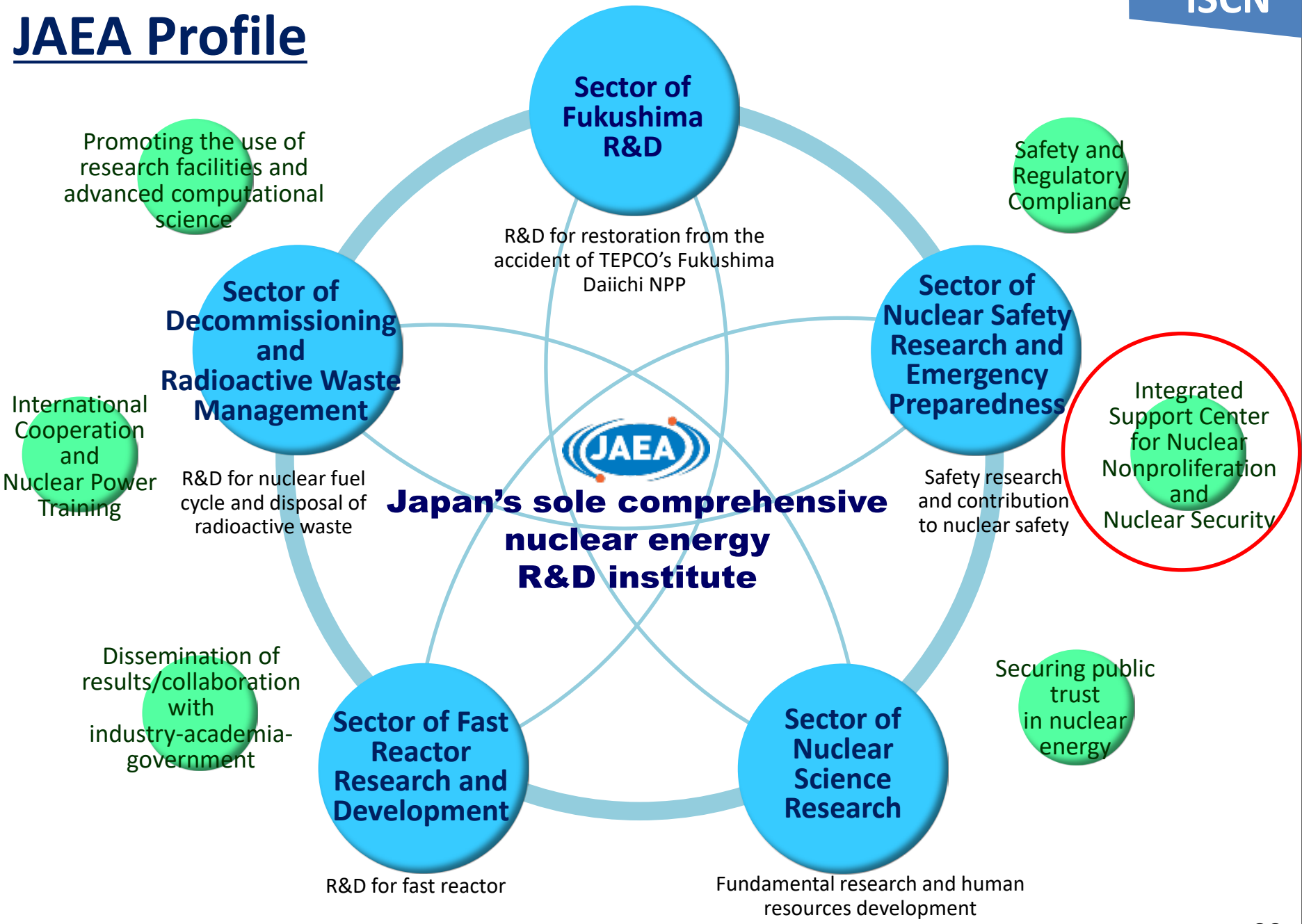
核不拡散・核セキュリティに関わる人災育成 – 緊急な課題

人材育成・能力構築に向けた
国内, 二国間, 地域, 国際的な取り組み

- IAEA のトレーニングコース
- 中核的拠点（Center of Excellence（COE））または核セキュリティ訓練支援センター（Nuclear Security Training Support Center(NSSC))が提供する訓練: 国内, 地域または国際コース
- COE/NSSCの取り組みを促進するためのIAEA NSSC ネットワーク
- 大学の核セキュリティ教育のネットワーク：INSEN (International Nuclear Security Education Network)、核セキュリティの修士課程教育テキストの開発

4. 日本 (JAEA)の貢献

JAEA Profile



核不拡散・核セキュリティ総合支援センター（ISCN)の設置

第1回核セキュリティ・サミット(2010年4月米国ワシントンD.C.)

『アジア諸国を始めとする各国の核セキュリティ強化に貢献するためのセンター(「アジア核不拡散・核セキュリティ総合支援センター(仮称)」)を日本原子力研究開発機構(JAEA)に設置。正確で厳格な核物質の検知・鑑識技術を確立し、国際社会に貢献』

JAEAにISCNを設置: 2010年12月27日
2011年10月には最初の核セキュリティトレーニングを実施

目に見える核セキュリティサミットプロセスの成果

核セキュリティ支援に関わる中核的拠点（COE）としてのISCN

核不拡散・核セキュリティ総合支援センター (ISCN)

日本原子力研究開発機構

設立と人材育成支援に関わる活動

設立: 2010年12月27日

目的: 主にアジア地域を中心にした核不拡散・核セキュリティ強化

主な活動:

教育と訓練を含む人材育成支援通じた能力構築の支援

核セキュリティ

保障措置・計量管理

核不拡散に係る国際枠組

ISCNの核セキュリティトレーニングコース

核物質防護、関連分野

- ◆ 核物質及び原子力施設の物理的防護に関するトレーニング
- ◆ IAEA勧告文書(INFCIRC/225/Rev.5) に関するトレーニング
- ◆ 物理的防護システムの性能試験に関するトレーニング
- ◆ 原子力規制庁PP検査官トレーニング
- ◆ 内部脅威対策に係るトレーニング
- ◆ 原子力施設の妨害破壊対策トレーニング
- ◆ 核セキュリティにおけるサイバーセキュリティに関するトレーニング

核セキュリティ文化

- ◆ ISCN-WINS（世界核セキュリティ協会）ワークショップ
- ◆ 核セキュリティ文化ワークショップ

その他

- ◆ サイバーセキュリティに関するトレーニング

二国間協力

- ◆ 核セキュリティ・セミナー

2011～2017.4月の活動成果

参加人数：計 2,169 人（83 コース）

- – 対象者のニーズに応じたコース
- – 国内、多国間および二国間コース

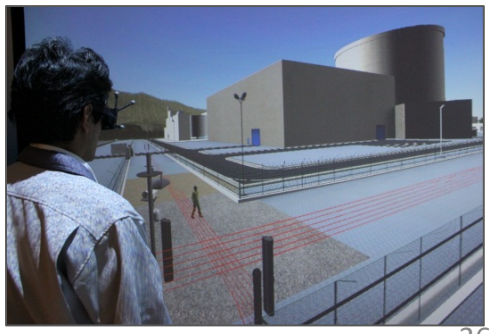
<効果的に学ぶために>

講義

グループ演習

核物質防護実習フィールド

VRシステム



技術開発　核物質の測定・検知技術開発(1)

（レーザー・コンプトン散乱ガンマ線利用）核共鳴蛍光による非破壊測定技術開発

【量子ビーム応用研究センター/QST】

目的

・エネルギー可変大強度単色ガンマ線（レーザー・コンプトン散乱（LCS）ガンマ線）照射による核共鳴蛍光反応を利用し、これまでの技術では困難とされてきた対象（例えば、厚い遮へい体中の核物質、使用済燃料中の核物質、溶融燃料中の核物質）の検知、定量測定を非破壊で行う技術の基礎を確立する。

成果

・世界最高強度（従来の約100倍以上）のエネルギー可変大強度単色ガンマ線（レーザー・コンプトン散乱ガンマ線）発生技術実証に成功。

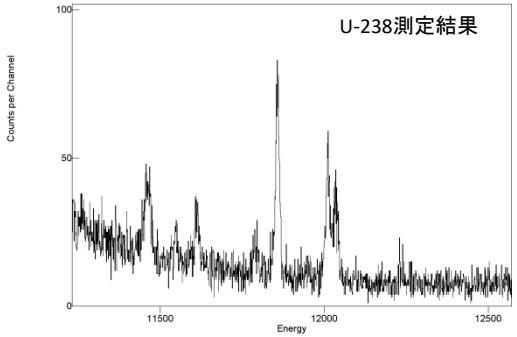
・核共鳴蛍光による核物質検知・測定手法の基礎手法を実証。

実施期間

・2011～2014年度

○核共鳴蛍光シミュレーションコード開発検証（JAEA/ USDOE共同研究）

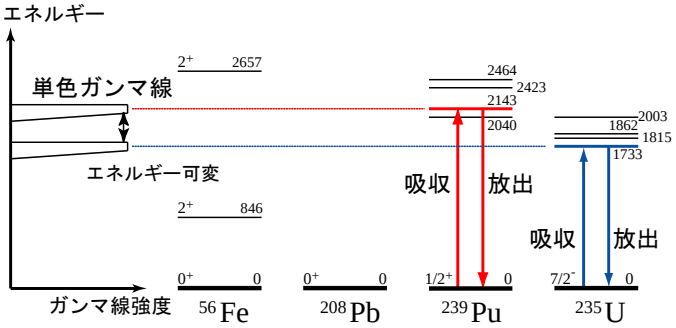
開発シミュレーションコード：NRF-GEANT4（JAEA）、MCNPX改良（LANL/LBNL/ORNL）



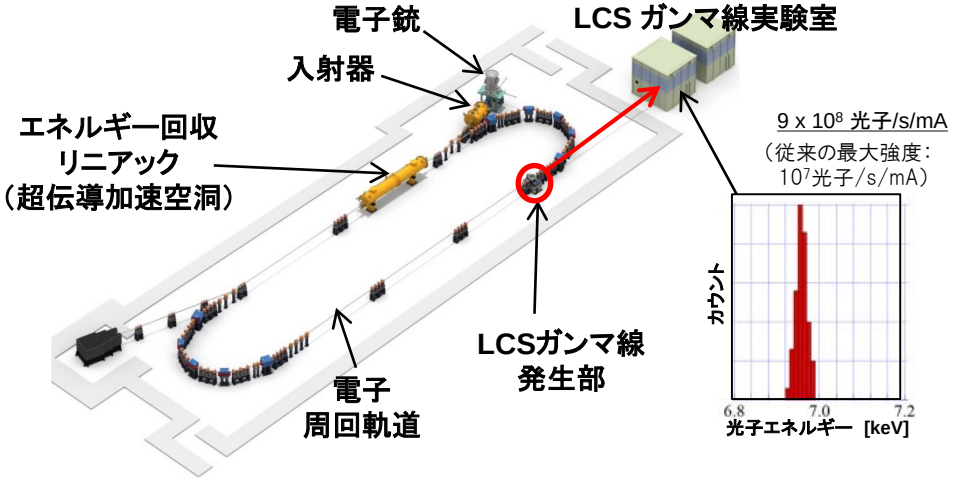
核物質が取り扱えるDuke大学（米）のHIGS施設で核物質同位体（U-238等）の核共鳴蛍光散乱を測定（それをシミュレーションコードのベンチマークとして使用）
（HIGS: High Intensity Gamma-ray Source）

○大強度単色ガンマ線発生実証試験（JAEA/ KEK共同研究、設置：KEKつくば）

エネルギー可変大強度単色ガンマ線照射核共鳴蛍光反応



Pu-239に固有の励起エネルギーに合わせたガンマ線を入射すると、Pu-239のみが選択的にそのガンマ線を吸収し、同じエネルギーのガンマ線を放出する（核共鳴蛍光反応）。



大強度単色ガンマ線発生実証試験設備

技術開発　核物質の測定・検知技術開発(2)

③ 核共鳴蛍光NDA技術実証試験

【量子ビーム応用研究センター/QST】

目的・概要

・核物質の非破壊検知・測定を目的として、ニュースバル放射光施設において単色ガンマ線（数MeV級）を利用した核共鳴蛍光NDA技術の実証試験を行う。
・核共鳴蛍光（NRF）反応シミュレーションコード（JAEA-NRFGeant4）の拡張改良を、Duke大学ガンマ線源施設でのベンチマーク実験を行いつつ実施する。

期待される成果

・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を実証するもので、核セキュリティ強化方策の一手段を提案する。
・軽水炉使用済燃料（集合体、溶融燃料）、各種原子炉使用済燃料、高レベル廃棄物中核物質あるいはその他核種の高精度定量非破壊測定技術の基礎が確立される。

実施期間

・2015～2019年度

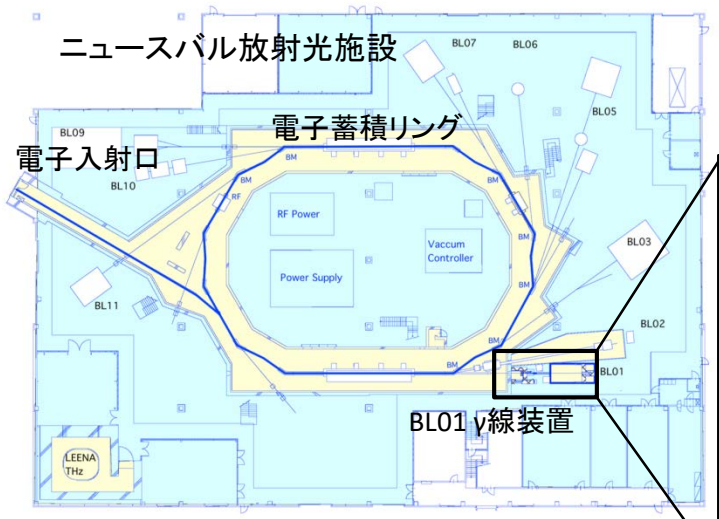
○核共鳴蛍光シミュレーションコードの拡張改良（ベンチマーク実験はDuke大学のHIGS※）

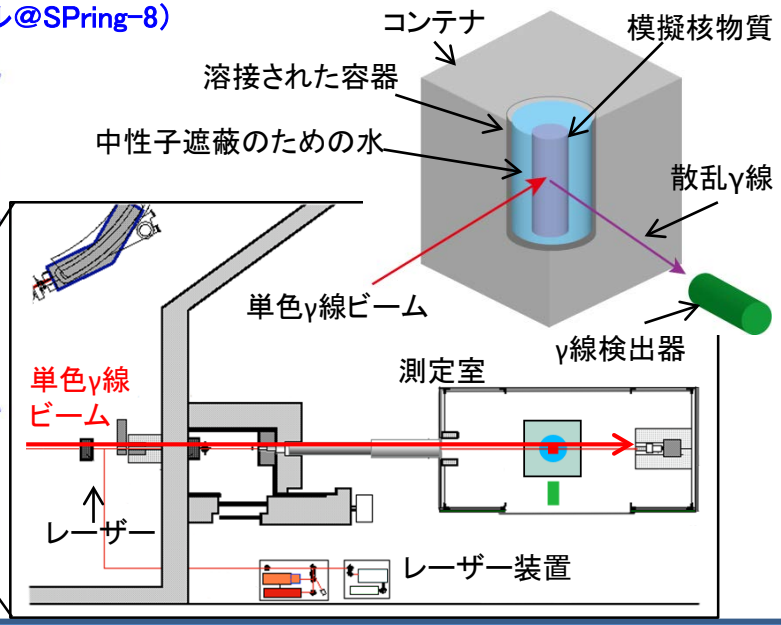
※HIGS: High Intensity Gamma-ray Source）

・独自開発NRFシミュレーションコード；JAEA-NRFGeant4
・測定精度評価等のためにはJAEA-NRFGeant4コードを拡張する必要
・核物質濃度が低い場合も考慮したコード拡張
・Duke 大学HIGSにて、ベンチマーク実験を実施

シミュレーションコード：JAEA-NRFGeant4
（現段階では未完成であるが、完成すれば）測定の条件設定を行うためのガンマ線挙動シミュレーションを行う計算コードであり、入射ガンマ線、測定対象物との反応、散乱ガンマ線等に基づき機器の配置等の条件を決定することに使われる

○NRF-NDA技術実証試験（兵庫県立大学ニュースバル@SPring-8）





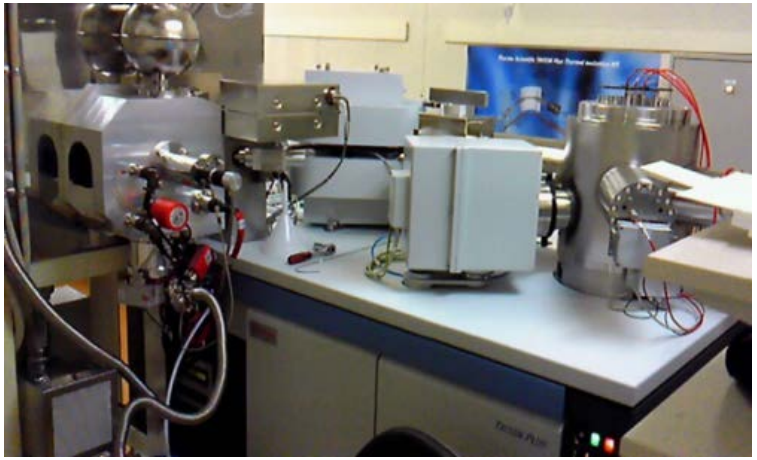
ニュースバルのガンマ線発生装置を強化し、実証試験を行う。

コンテナ内の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により、発生するNRF散乱ガンマ線を検知し、核物質探知能力を実証する。

核鑑識技術開発

核鑑識とは

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



ウラン濃縮度を測定する表面電離型質量分析装置

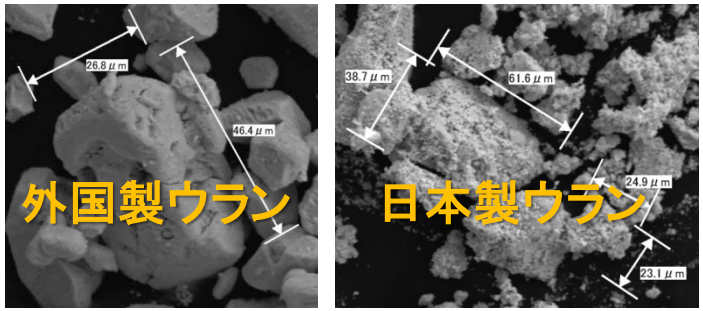
技術開発の項目

① 核物質の同位体組成分析法
② その核物質に含まれる不純物組成分析法
③ ウラン年代測定法
④ 電子顕微鏡による微細粒子形状分析法
⑤ プロトタイプ核鑑識ライブラリ

技術開発の成果

・日米共同研究による基本的核鑑識分析技術の確立／実証分析の実施
・米国研究所との年代測定比較試験／分析能力を確認
・プロトタイプ核鑑識ライブラリの構築
・ITWG*主催のウラン分析比較試験並びに核鑑識ライブラリ机上演習に参加／結果報告／優良な国際的評価

（* ITWG: The Nuclear Forensics International Technical Working Group）



走査型電子顕微鏡によるウラン粒子形状の比較

今後期待される成果

・原子力機構が所有する核燃料のデータベース化
・核物質の属性評価手法の高度化
・放射性物質の核鑑識ライブラリの開発
・透過型電子顕微鏡（TEM）による微細組織分析法の開発
・新たな年代測定法の開発

ご清聴ありがとうございました。

ISCN Website

http://www.jaea.go.jp/04/iscn/index.html

直井洋介
センター長
核不拡散・核セキュリティ総合支援センター（ISCN）
日本原子力研究開発機構 (JAEA)
E-mail: naoi.yosuke@jaea.go.jp