

核不拡散・核セキュリティに係る 機構の活動と国際貢献

井上 尚子



*Director, Integrated Support Center for
Nuclear Nonproliferation and Nuclear Security*

Japan Atomic Energy Agency



原子力の平和利用と核不拡散・核セキュリティに係る国際フォーラム
-核不拡散・核セキュリティ分野の人材育成と大学・研究機関の連携-
2024年12月10日

核セキュリティ・サミットにおけるコミットメントと 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。人材育成事業、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』



➡ 2010年12月核不拡散・核セキュリティ総合支援センター設置



IAEAと連携した核セキュリティ分野の国際的な人材育成支援や技術開発実施の実績により、核セキュリティ及び廃止措置・廃棄物管理の2分野において、IAEA 協働センター(Collaborating Centre)の指定を受けた。

➡ 2021年10月IAEA協働センター(核セキュリティ)指定

ISCN概要

二面性を有する原子力利用をグローバルに推進するJAEAにとって国際的な核不拡散・核セキュリティ強化に貢献することは義務。

⇒「核兵器・核テロのない世界 x サステナブルな原子力の平和利用」の両立の実現を目指す。

◆核兵器・核テロのない世界の実現及び原子力をサステナブルにするための**国の政策の実施、国際機関の取り組み支援の円滑な実施**

◆核不拡散・核セキュリティを取り巻く**課題、環境変化への対応**

クライアント

外務省
原子力委員会

原子力規制庁

治安当局
(警察等)

大学

電力事業者・
セキュリティ
ベンダー等

アジア諸国等
国際パートナー国

JAEA内
関係部署

・国際原子力機関 (IAEA)
・包括的核実験禁止条約機関 (CTBTO)
・米国
・欧州委員会

連携

協力

支援

- 国際ルール・規範の確立
- 国内2Sの強化
- アジア新興国等海外の2S体制の構築・維持

核不拡散・核セキュリティ総合支援センター(ISCN)

基盤技術開発
政策的研究

人材育成支援
CTBT技術協力

理解増進活動

核不拡散・核セキュリティ技術開発

核セキュリティ技術開発

核鑑識技術開発

核物質の不法取引等の現場から警察当局に押収された核物質や、核・放射線テロの発生現場で採取された核物質・汚染試料について、精密な測定により、試料に含まれるウラン・プルトニウム等の同位体比の違いや精製年代を同定し、犯罪行為に使用された当該物質の由来の特定を可能とする技術開発を日米欧の協力の下実施。

核セキュリティ事象における核物質魅力度評価に係る研究

核燃料サイクル施設に対する核セキュリティ上の3つの脅威である、核爆発装置（NED）を目的とした盗取、放射性物質の飛散装置（RDD）を目的とした盗取、妨害破壊行為（sabotage）について、核燃料サイクル施設に存在する核・放射性物質及びそのプロセスの魅力度を評価する手法開発等を日米協力の下で実施。また、評価手法の開発に加えて、魅力度を削減する概念と技術を開発する。

広域かつ迅速な核・放射性物質検知技術開発

大規模イベントや大型商業施設等における核物質や放射性物質を使用したテロ行為の未然防止のため、広範囲での迅速な核物質、放射性物質の検知能力を高める必要がある。本研究では、ガンマ線検出器、中性子検出器、ガンマ線カメラなどを用いた放射線計測技術、放射能マッピング技術、及び放射線イメージング技術の開発を実施。

核不拡散技術開発

アクティブ中性子非破壊測定技術開発

核セキュリティ・核不拡散の課題に対し、アクティブ中性子非破壊測定法（Active-N）を用い、核物質等の検知感度の向上・迅速化、高線量核物質の測定精度の向上・迅速化、装置の小型化を目指し、要素技術開発、最適化技術開発を実施し、社会実装を進める。

最近の成果（核鑑識）

1. AIを使った核鑑識シグネチャ分析技術

- ・深層学習モデルを使った電子顕微鏡画像解析によるウラン精鉱識別技術の成果公開
- ・深層学習モデルを用いる電子顕微鏡画像解析根拠の可視化技術開発

2. ウラン鉱石・精鉱の核鑑識シグネチャ及びその分析法の研究

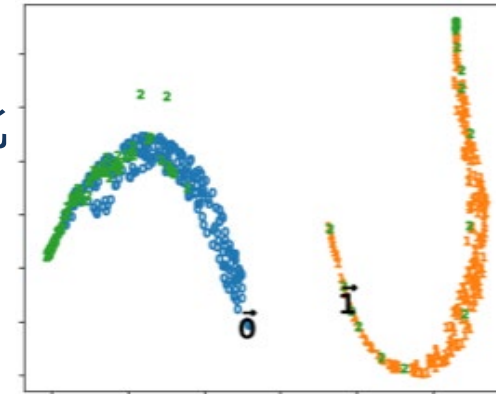
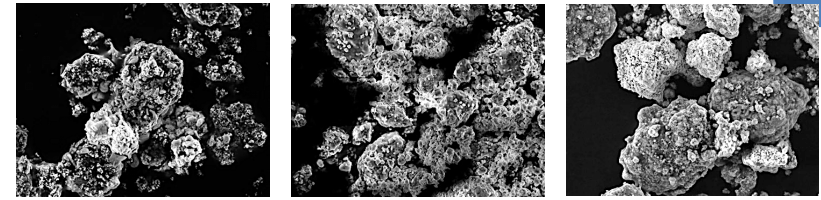
- ・米国国立研究所及び人形峠環境技術センターとのウラン精鉱共同試料分析
- ・米国DOE/NNSAとの共同研究

3. Uranium age dating using α 分光法によるウラン年代測定技術開発

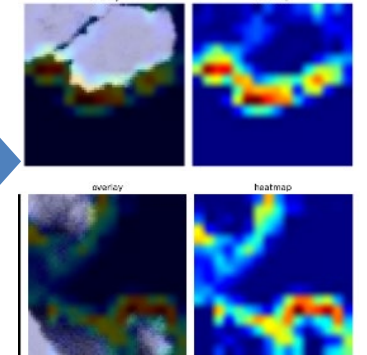
- 新興国や大学における分析能力向上に向けた低コスト装置によるウラン年代測定技術の開発
- ・基本的な測定手法を確立（金沢大学との共同研究）

4. 現場初動対応放射線測定技術の高度化

- ・ハイブリッドガンマ線検出器システムの成果公開（学術論文）
- ・指向型ガンマ線検出器による線源位置特定の基礎性能試験



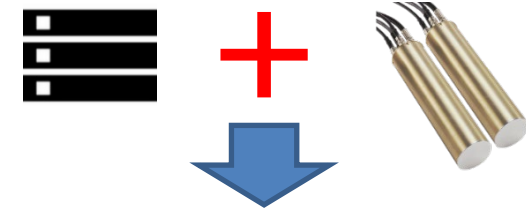
物質分類・未知物質検出



AI分析結果の解釈

深層学習モデルによる顕微鏡画像分析技術

機械学習アルゴリズム 低コスト検出器を使った
ハイブリッド検出器システム



自律的な放射性核種の検知と種類特定
による現場初動対応者の支援

最近の成果(核検知)

1. アクティブ中性子NDAの開発

① 遅発ガンマ線分光法

- 強いDD中性子源を用いて核物質を照射する

② 中性子共鳴分析 (NRA)

- 中性子共鳴透過分析、中性子共鳴捕獲分析、
中性子共鳴核分裂中性子分析を統合した分析

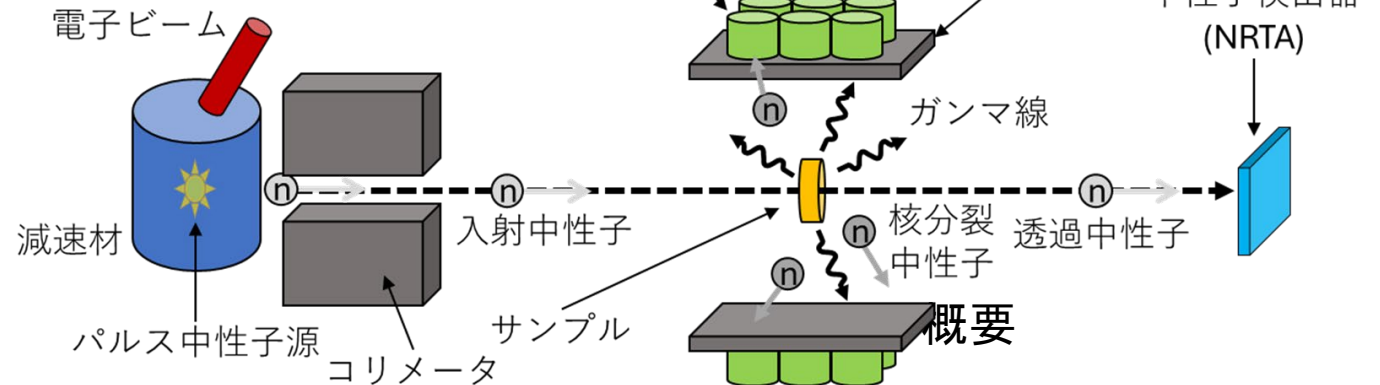
2. 広域における核・放射性物質検知技術開発 スポーツイベント、ショッピングモールなどにおける テロ対策技術

① 放射性物質探知実験 ② 検出器の開発

3D LiDAR

Camera

Radiation detector

放射線検出器搭載
4輪走行ロボット

核分裂シグネチャー分析装置

高速中性子検出器 (NRFNA)

ガンマ線検出器 (NRCA)

鉛遮へい

中性子検出器 (NRTA)

ガンマ線

核分裂

中性子

概要

Radiation Dose

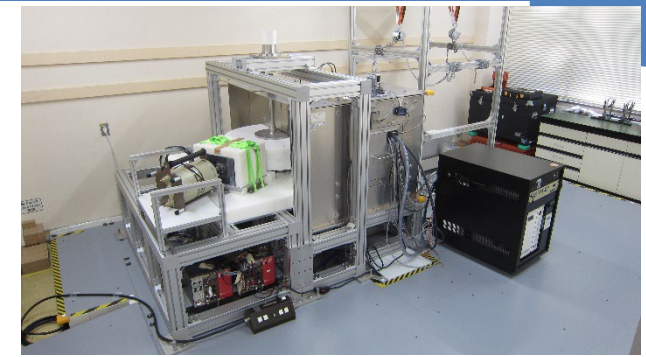
Wall

(303.198, 184.9549) trace 1
id: 2046 count: 176

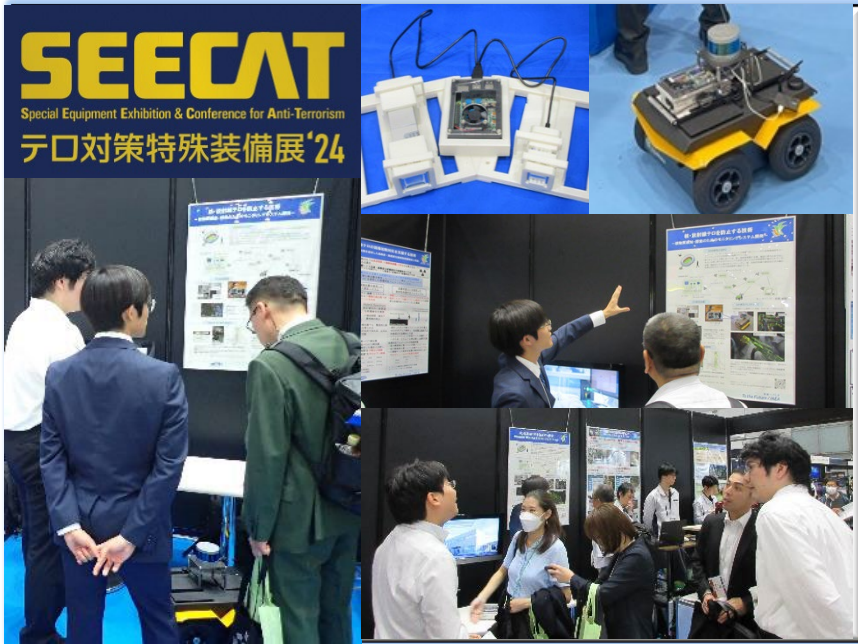
Accelerator



加速器施設における線量マッピング実験



社会実装に向けた取組



SEECATのJAEAブースの様子

テロ対策特殊装備展'24(SEECAT*)への出展

- 2024年10月9日～11日、東京ビッグサイト（2021年より4回目）
- 出展内容：
 - ①核・放射性物質の検知・測定に有効な検出装置（ハイブリッド型ガンマ線検出器試作品）
 - ②核セキュリティ用無人パトロール装置
- 3日間で155名がブースに来訪。核セキュリティ技術開発成果を警備・防衛、治安・危機管理等関係者に説明し、RNテロ危機対応、製品試作、成果の展開等について意見交換を行った。
- 例年に比べUAV（無人航空機）関連の出展が多く、RNテロ*対策に関連する放射線検出器、除染装置や核シェルター等の情報を収集。

*SEECAT：Special Equipment Exhibition & Conference for Anti-Terrorism

*RNテロ：RN(Radiological Nuclear)物質放射性物質及び核物質を用いたテロ

トレーニング、教育等を含む人材育成などを通じたキャパシティ・ビルディング強化

3 分野に渡るコースの提供

- ①核セキュリティコース
- ②IAEA保障措置のための国内計量管理制度コース
- ③核不拡散に関わる国際的枠組みコース

特長

- ニーズに基づいた支援
 - 参加者のニーズに合わせてトレーニングカリキュラムを開発・作成
- 効果的・効率的なトレーニング
 - IAEAやDOE/NNSAなどの国際パートナーと連携
 - 様々な手法・ツールを駆使した実践的なトレーニング



講義



グループ演習



実習フィールド



バーチャルリアリティ(VR)システム

ISCN実習フィールド(屋外)

原子力施設で実際に使用される主要なセキュリティ機器(侵入検知センサー、カメラ・ビデオシステム)を配備し、機器の基本機能、セキュリティシステムデザイン、性能試験手法等をより実践的に学ぶことができる。



回転式カメラ
固定式カメラ
ハイブリッドカメラ



埋設型
電界センサー



レーザーセンサー



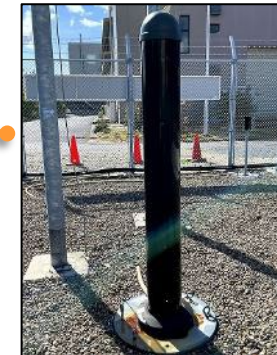
高画質カメラ



赤外線センサー
マイクロ波センサー



サーマルカメラ



赤外線・マイクロ波
複合センサー



自立型電界センサー

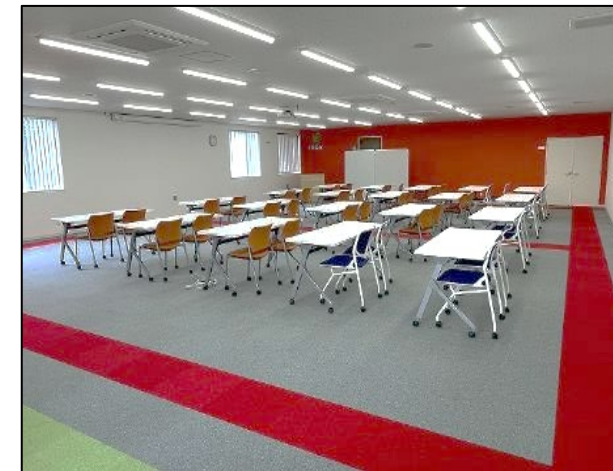
ISCN実習フィールド(核物質防護実習棟)



1F: サーバー室



1F: 模擬中央警報ステーション(CAS)



2F: 教室



1F: 出入管理室

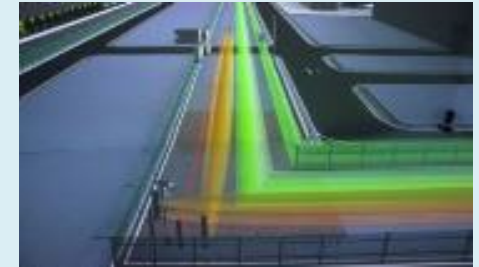
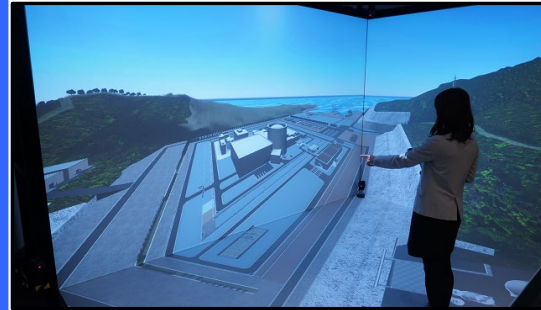
ISCN実習フィールド(バーチャルリアリティ(VR)実習棟)

VR実習棟



原子力施設の屋内外をバーチャルにウォーク／フライングしながら実習する

- ・ 仮想の原子力施設を構築、3面スクリーンに3D投影
- ・ 核不拡散（保障措置）及び核セキュリティ演習に使用



センサー検知領域の可視化、時間帯や天候の変化による核物質防護システムへの影響を表示可能

保障措置演習のための仮想施設

手法・ツールを組み合わせた効果的なトレーニングの提供



講義



グループ演習



遠隔講義



ビデオを活用した演習

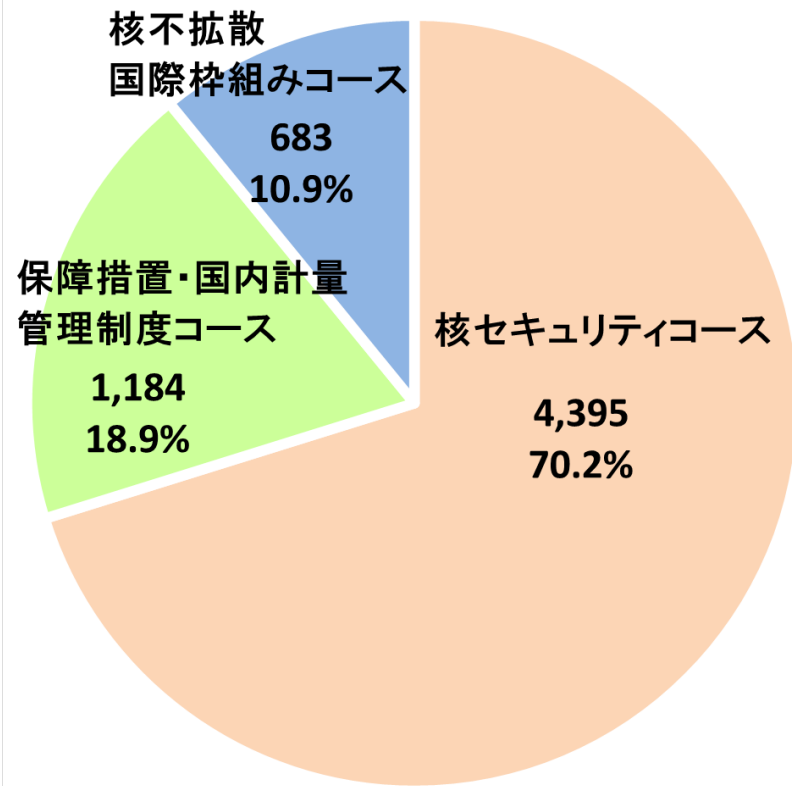


IAEA査察官による測定器演習

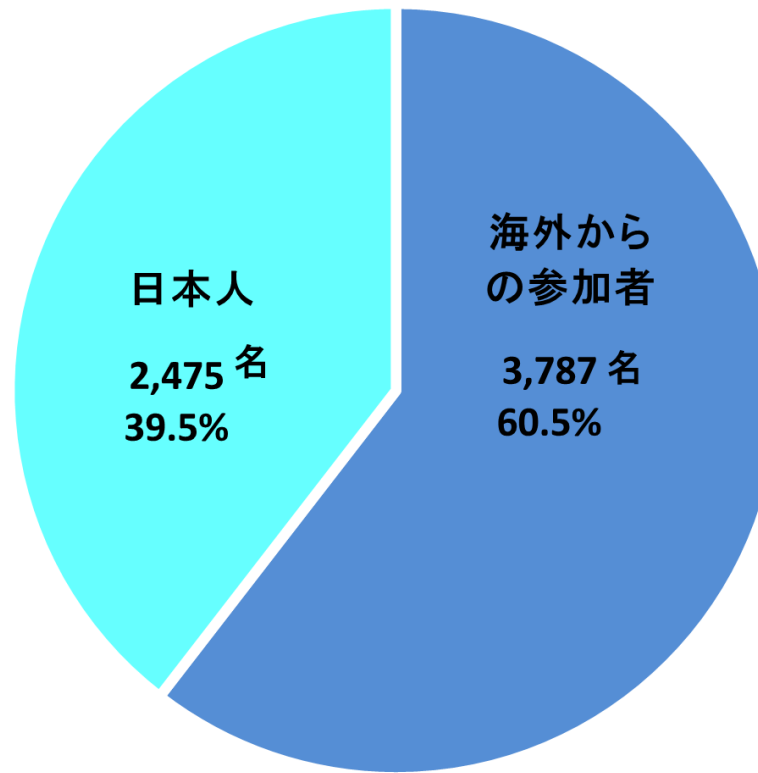
ISCNトレーニング参加者の分布

ISCN発足以来2024年 11月までの実績
251コースを実施、117か国6国際機関から合計 6,262名が参加

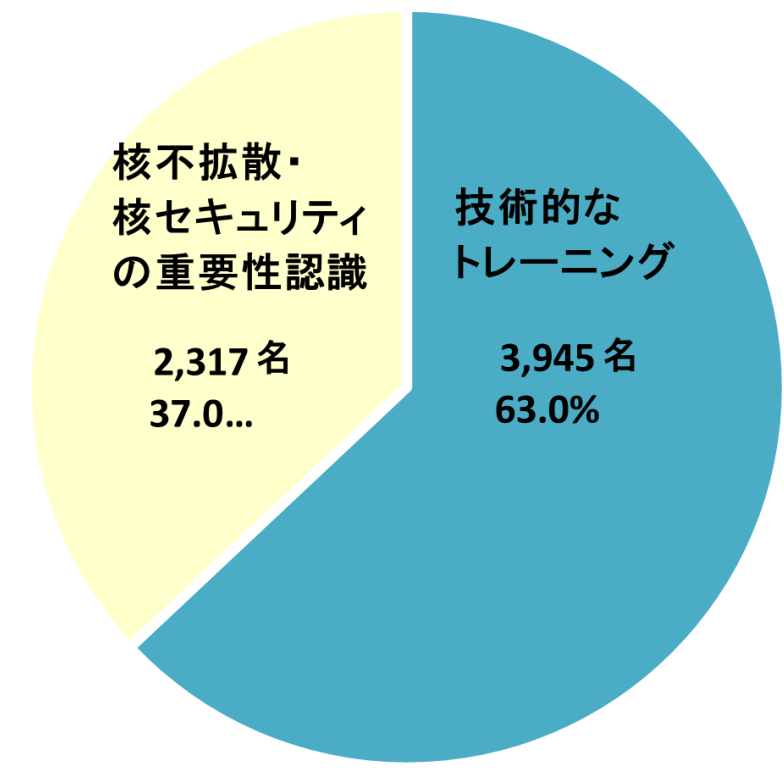
コース別分布



参加者割合

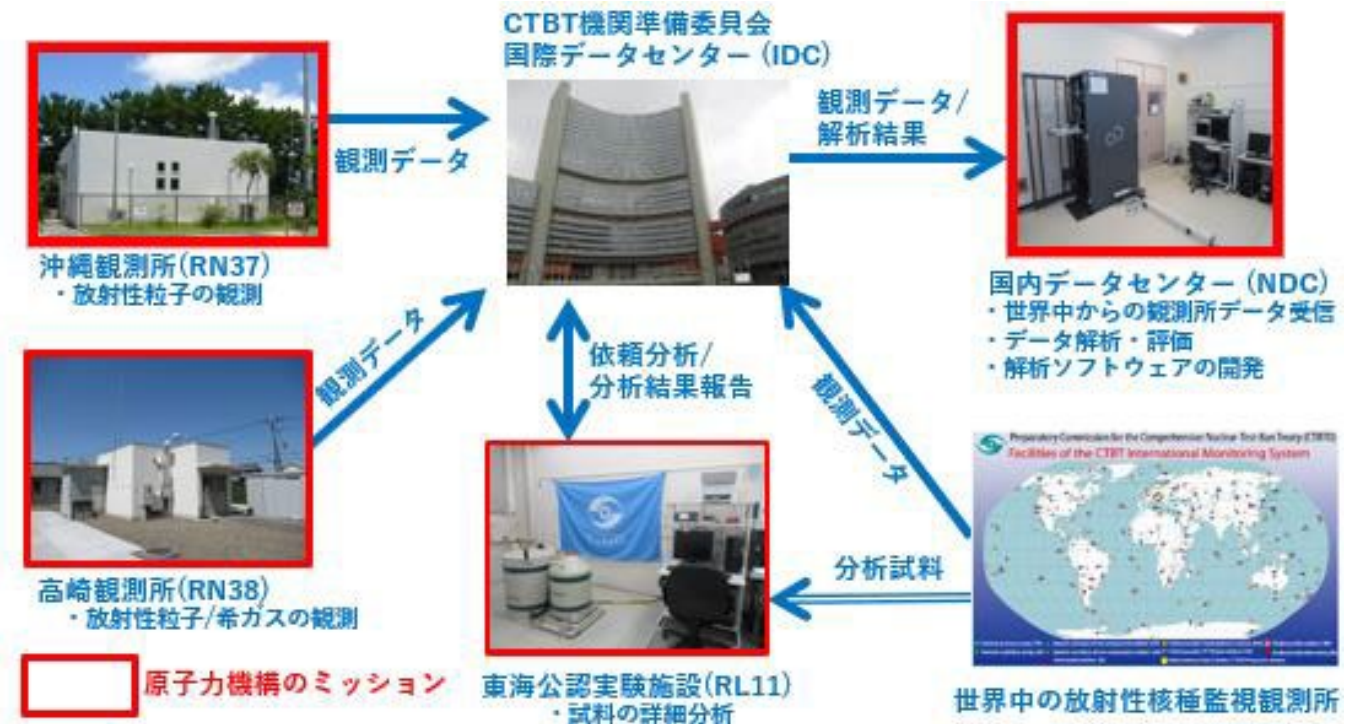


コースタイプ



包括的核実験禁止条約(CTBT)に係る国際検証体制への協力

- 核実験検知を目的とするCTBTO国際モニタリングシステム(IMS)の運用
 - 沖縄、高崎放射性核種監視観測所
 - 東海公認実験施設
 - 国内データセンター
- 核実験検知能力強化のための放射性キセノンバックグラウンドをCTBTOと共同観測
 - 移動型希ガス観測装置 (TXL)を北海道幌延町と青森県むつ市に設置
 - 2018年より継続して観測を実施



CTBTに関するJAEAの役割



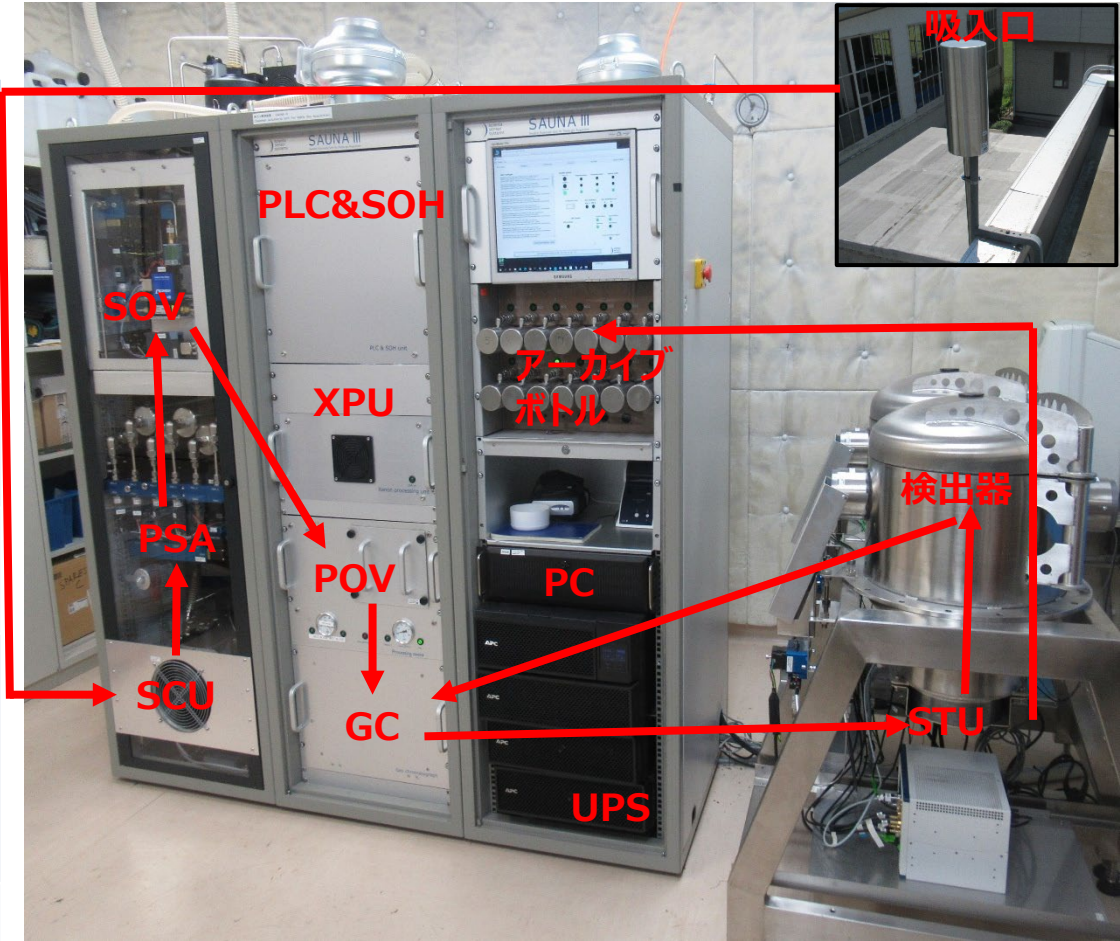
幌延に設置されたTXLの外観と内部

希ガス観測装置, 次世代機 SAUNA III への更新

新旧システムの性能評価

	SAUNA III ←	SAUNA II
試料採取時間	6 時間	12 時間
サンプル数/日	4	2
試料体積	40 m ³	15 m ³
キセノン体積/試料	3.3 ml	1.2 ml
最小検出可能放射能濃度 (MDC) (mBq/m ³)	Xe-133 : 0.20 Xe-131m : 0.20 Xe-133m : 0.15 Xe-135 : 0.40	<1mBq/m ³
キャリアガス	窒素(N ₂)	ヘリウム(He)
キャリアガス費用/年	9万円	230万円

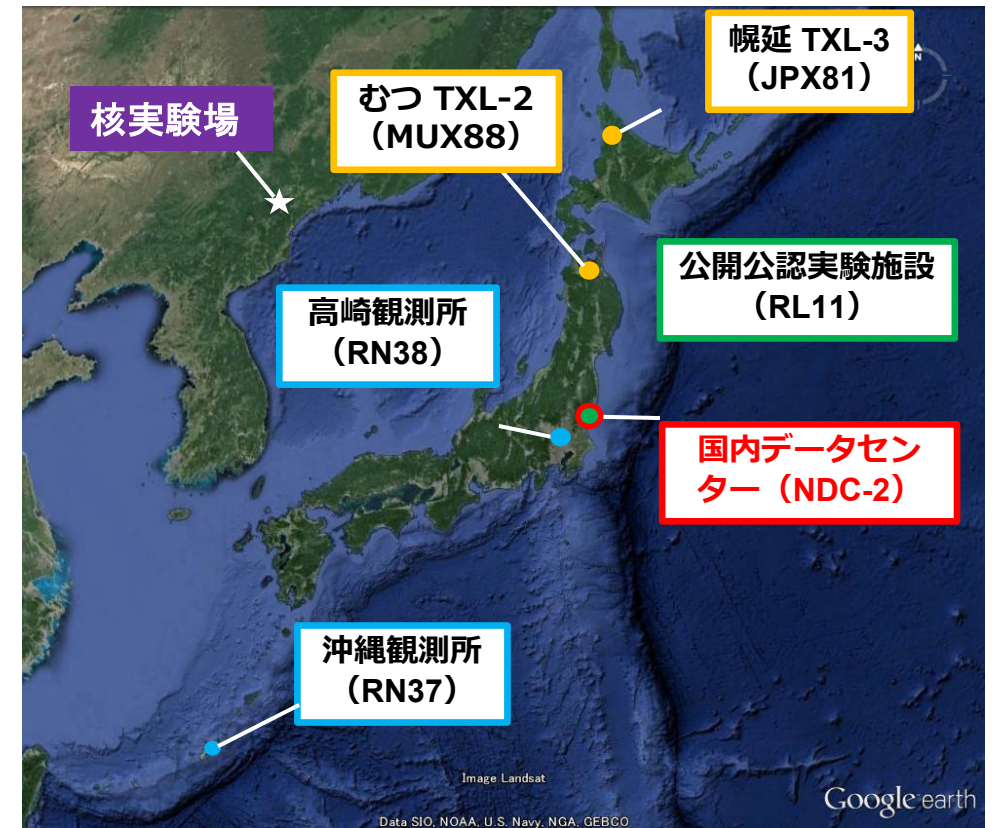
SAUNA III



SCU : サンプルコントロールユニット, PSA : 圧力変動吸着装置,
 SOV : サンプルオープン, GC : ガスクロマトグラフ,
 STU : サンプル移送ユニット, XPU: キセノプロセスユニット

RN38高崎観測所における北朝鮮核実験に係る放射性核種の検出実績

北朝鮮核実験	核実験実施日	核実験由来の放射性核種の検出
1st	2006年10月9日	未検出（高崎観測所の希ガス観測装置は未設置）
2nd	2009年5月25日	未検出
3rd	2013年2月12日	4月初旬、Xe-133とXe-131mが、通常のバックグラウンドレベルをはるかに超えた放射能濃度で、RN 38高崎観測所（JPX38）で同時に検出された
4th	2016年1月6日	2月中旬に高崎観測所にて核実験起源の可能性があるXe-133を検出
5th	2016年9月9日	未検出
6th	2017年9月3日	10月上旬に高崎観測所にて核実験起源の可能性があるXe-133を検出



【放射性核種監視観測所】

- ・ 沖縄 (RN37)
- ・ 高崎 (RN38)

【公印実験施設】

- ・ 東海 (RL11)

【国内データセンター】

- ・ 東海 (NDC-2)

【CTBTOとの希ガス観測用の仮設観測所】

移動型希ガス観測所 (TXL)

- ・ むつ TXL-2 (MUX88)
- ・ 幌延 TXL-3 (JPX81)

核不拡散・核セキュリティに係る政策的研究

核不拡散・核セキュリティに係る国内外の動向を踏まえつつ、技術的知見に基づく政策的研究を実施

・ ロシアのウクライナ侵攻に起因した核不拡散・核セキュリティ上の課題と対応策の検討

ウクライナ危機に起因する核不拡散・核セキュリティに関する課題のうち我が国にとって優先度が高いものを特定し、(主にJAEA/ISCNとして)取り組むべきテーマ、対応方針とアウトプット目標を明確化

例;

	想定シナリオ	対応策	対応方針
1	原子力施設の破壊等による放射性物質の外部放出事故	国際ルールによる原子力施設への武力攻撃禁止・抑制	国際ルールの改正等、具体的な議論は開始されていない。関係機関との意見交換も含め 国際社会での動向をサーベイ
2		軍事攻撃・不法な占拠を考慮したDBT(BDBT)の見直し	IAEAは、安全基準とセキュリティ指針について武力紛争時の事案に対応して改定する必要は無いと評価。 DBTの見直しやIAEAガイドライン策定に関する動向をサーベイ
3	原子力発電所への攻撃による安全性への懸念増大及び露国へのエネルギー依存脱却	新型原子炉開発を推進する上で、固有安全性・核セキュリティ強度の高いSMR等の新型原子炉設計への支援	我が国のGX計画の推進、アジア新興国など国際的な関心の高まりもあり、 優先課題として早期に実施

実施中の研究: SMRを含む先進炉の2S(核セキュリティ・保障措置)上の課題と対応策の検討

研究計画

メリット・
課題の抽出

- 先行研究をもとに先進炉の特徴によるメリットと課題を抽出

優先課題の
選択

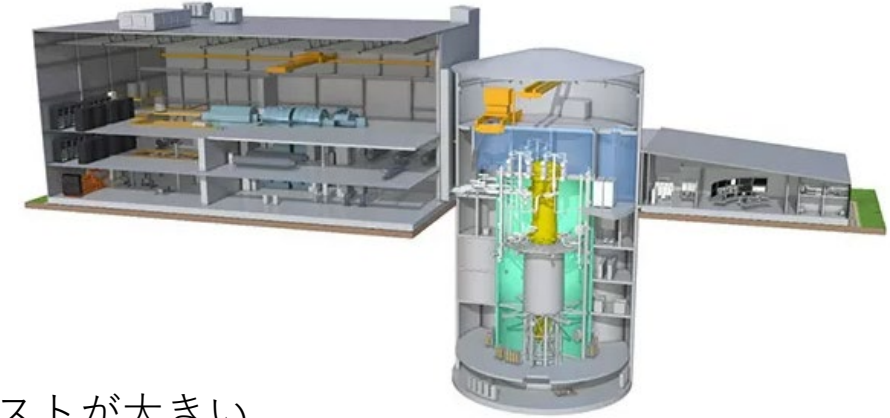
- 対策の初期and/orランニングコストが大きいもの
- 国際的ルール等枠組の変更等が必要なもの
- 3S共通の課題

解決策の検討

- 合理的対策(例えば、3S上の相補性も考慮)
- 新たなアプローチ、技術開発が必要なものの同定

クライアント
へインプット

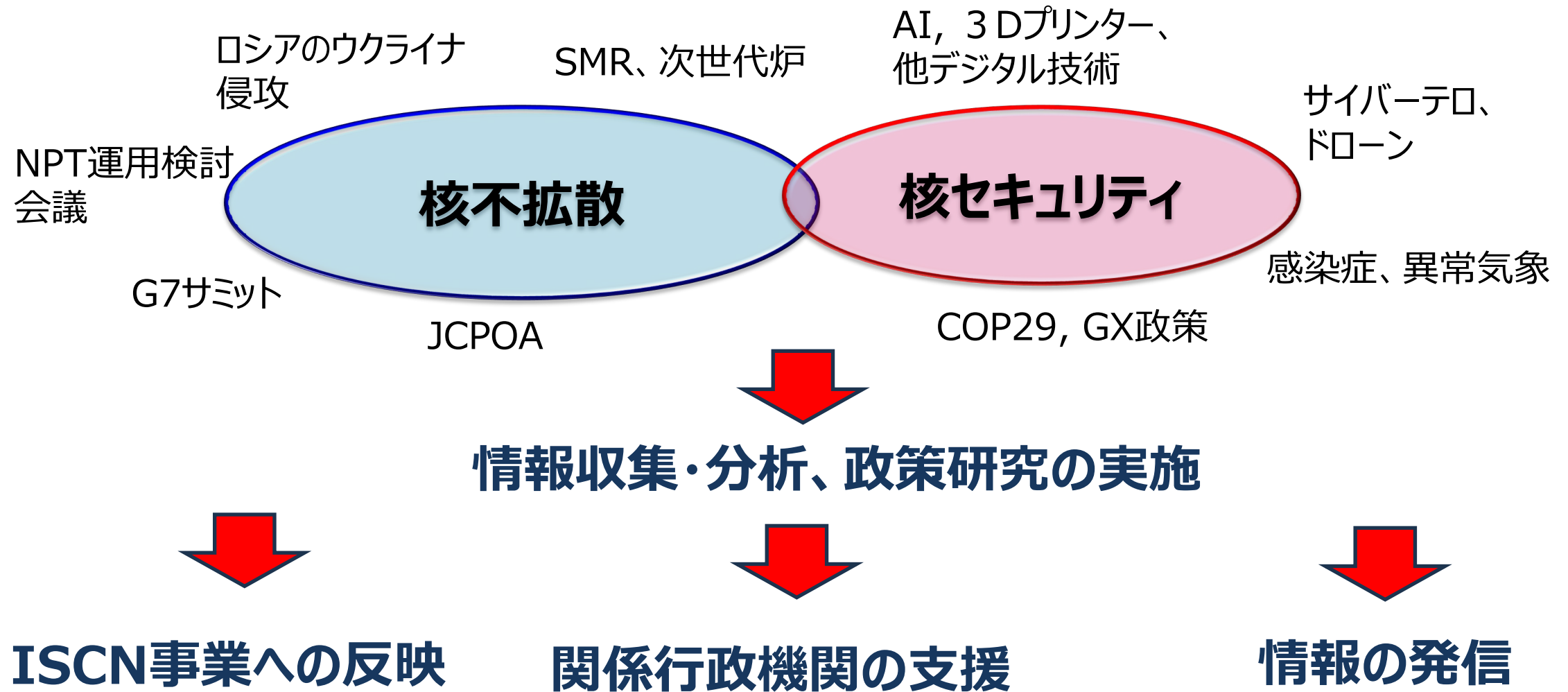
- 2Sの共通課題への対応
- 高速炉、高温ガス炉(水素製造施設併設)に関するもの



BWRX-300

©GE Hitachi

核不拡散・核セキュリティを取り巻く国際動向の変化



大学・学会との連携

◆ 大学における本分野の講義・実習を提供

- 東京大学(原子力国際専攻、原子力専攻)、東京科学大学(旧東工大)
- 北海道大学、東海大学、福井大学、香川大学、名古屋大学

◆ JAEA夏期休暇実習を活用した「ISCN夏の学校」の開催

- ISCN全ての分野で夏期休暇実習生を受け入れ、「ISCN夏の学校」プログラムを提供
- プロジェクト活動として国際フォーラムのテーマについて議論し、代表学生が国際フォーラムで発表
- 夏期実習成果を日本核物質管理学会年次大会でポスター発表（最優秀発表賞受賞）

◆ 国内学会との連携

- 日本原子力学会核不拡散・保障措置・核セキュリティ連絡会(核不拡散等連絡会)
- 日本核物質管理学会(INMMJ)
※核不拡散等連絡会とINMMJ共催の核セキュリティウェビナーを開催(2024年9月)
- 日本放射化学会

◆ IAEA核セキュリティ教育ネットワーク(INSEN)

- 2024年5月ISCNとして加盟
- INSEN2025年次会合の日本開催を調整中
 - ✓ 1日を「ISCN夏の学校」プログラムと連携して日本の大学関係者・学生との交流イベントに充てる
- 2026年Q1 INSEN有識者を招いたシンポジウムの開催
 - ✓ シンポジウムを通じて得た知見を基に国内向けの教材を開発し、ANECを通じて提供を計画

理解増進活動

ISCNは「核不拡散・核セキュリティの技術・制度の向上、能力構築を通じ、核兵器と核テロの無い世界を実現することで、人類社会の福祉と繁栄に貢献すること」をミッションとしています。その実現のためには広く一般の方々に核不拡散・核セキュリティの重要性を御理解いただくことが不可欠であり、そのための理解促進活動を積極的に進めています。

「ISCNニュースレター」 の発信

定期的な情報発信として、「ISCNニュースレター」を毎月メール配信しています。このニュースレターは、世界の核不拡散・核セキュリティに関する動向の分析、能力構築のためのトレーニングや国際会議への出席等の活動報告、さらには技術紹介について継続して発信しております。



「原子力平和利用と核不拡散・核セキュリティに係る 国際フォーラム」の開催



開催年月日：2003年12月14日開催
テーマ：「原子力の平和的利用による持続可能な社会と核兵器のない世界の実現に向けて」

ご清聴ありがとうございました。

原子力機構トップページ | サイトマップ | English

JAEA ISCN 核不拡散・核セキュリティ総合支援センター
Integrated Support Center for Nuclear Nonproliferation and Nuclear Security

Google検索

● サイト内検索 ○ ネット検索

核兵器と核テロのない世界を目指して

ISCN

トップページ センター紹介 News & Topics 技術開発及びCTBTへの貢献 人材育成 政策研究 理解増進

最新のトピックス

2024.11 国際フォーラム
開催案内：原子力平和利用と核不拡散・核セキュリティに係る国際フォーラム2024
「核不拡散・核セキュリティ分野の人材育成と大学・研究機関の連携」

2024.12 ISCNニュースレター
ISCNニュースレターを更新しました (No.336)。

原子力平和利用と核不拡散・核セキュリティに係る国際フォーラム

開催案内 原子力平和利用と核不拡散・核セキュリティに係る国際フォーラム2024「核不拡散・核セキュリティ分野の人材育成と大学・研究機関の連携」

「会議・シンポジウム等」のページ

ISCNニュースレター

No.0336 December, 2024

<1. お知らせ>
<2. 核不拡散・核セキュリティに関する動向（解説・分析）>
<3. 活動報告>
<4. コラム>

「ISCNニュースレター」のページ

核不拡散ポケットブック

2024年11月更新

ISCNホームページでは、活動を詳細に報告していますので、是非、アクセスください。

ISCNホームページ

<https://www.jaea.go.jp/04/iscn/>

