



JAEA/ISCNにおける 今後の取組等について

2024年 12月5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（ISCN）

JAPAN ATOMIC ENERGY AGENCY
Integrated Support Center for Nuclear Nonproliferation and Nuclear Security

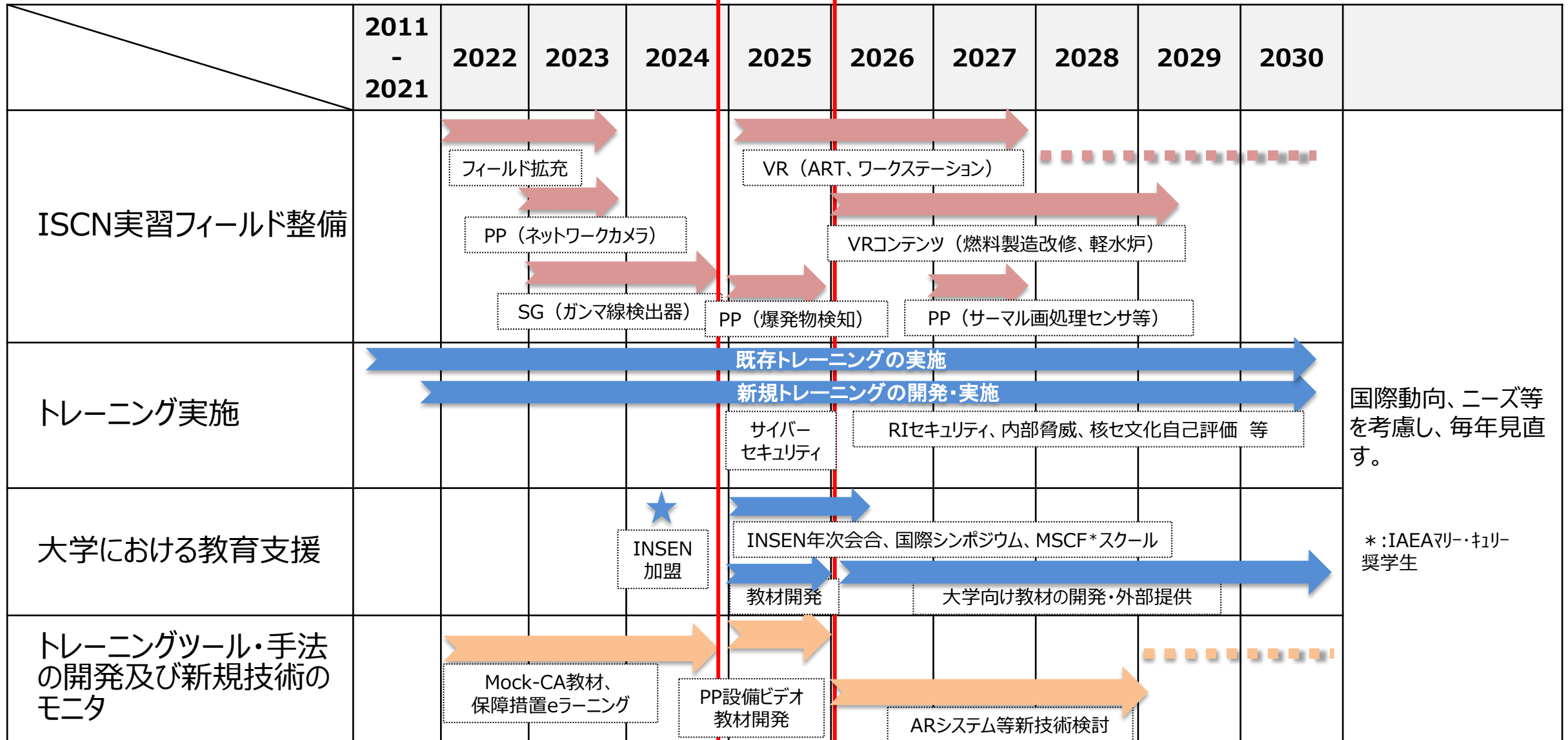
目次

1. ISCN人材育成支援及び技術開発のロードマップ
2. INSENの活動状況について
3. 技術開発成果のエンドユーザーアプローチについて
～SEECAT展示会出展報告～
4. ISCN人材育成支援事業参加者のプロフィール
5. その他 ISCNにおける最近のトピックス
「国内学会との連携について」

目次

1. ISCN人材育成支援及び技術開発のロードマップ
2. INSENの活動状況について
3. 技術開発成果のエンドユーザーアプローチについて
～SEECAT展示会出展報告～
4. ISCN人材育成支援事業参加者のプロフィール
5. その他 ISCNにおける最近のトピックス
「国内学会との連携について」

1-1. 人材育成支援事業ロードマップ^o



PP(Physical Protection) : 物理的(核物質)防護, SG (Safeguards): 保障措置, VR(Virtual Reality) : バーチャルリアリティシステム,
 ART (Advanced Real-time Tracking) : リアルタイムトラッキング, NDA (Non-destructive assay) : 非破壊測定, RI (Radioisotope) : 放射性同位元素,
 Mock-CA (Complementary Access) : 模擬補完的アクセス, AR (Augmented Reality) : 拡張現実

令和7年度における取組案

- 「ISCN実習フィールド」を活用したトレーニングの開発・実施
 - サイバーセキュリティコースの開発・実施
- 海外機関との連携強化
 - IAEA協働センター（CC）、核セキュリティ支援センター（NSSC）ネットワークを通じたIAEAミッション等への積極的な協力
 - IAEAリーゼ・マイトナプ・プログラム実施協力、マリー・キュリー奨学生スクール招致に向けた協議
 - ASEANエネルギー協力行動計画(APAEC)2016-2025フェーズII：2021-2025以降の協力に関する協議
- 関係省庁との意見交換・情報交換の実施
 - 文科省、外務省、規制庁、経産省
- トレーニングツール整備
 - 実習フィールドPP設備ビデオ教材開発
 - VRシステム、核セキュリティ機器の経年劣化対応
- 大学における核不拡散・核セキュリティ教育強化の機運醸成及び支援活動
 - INSEN年次会合のホスト開催予定（2025年7月日本開催で調整中）
 - INSEN有識者を招いたシンポジウムの開催（2026年Q1予定）
 - 原子力コンソーシアム（ANEC）を通じた核セキュリティ教育教材の提供

	2011-2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
核鑑識技術開発	鑑識技術の高度化 ★	革新的な核鑑識技術開発 ★	基盤研究			社会実装に向けた基礎技術実用化・課題解決 ★	Pu核鑑識ラボ整備・DOE共研開始 ★						基本的には社会実装に向けた取り組み継続。警察関係者との協議を継続し、国際社会情勢、ニーズを収集し、技術開発に反映。
アクティブ中性子非破壊測定技術開発				(1) 実装型遅発ガンマ線分析 (DGA) 非破壊測定システム開発 ★			継続、縮小、廃止検討						2025年度でフェーズ3終了予定。中性子共鳴については、2025年度で卓上型の成果とりまとめ。NRFNA等については基盤的技術開発を継続。次フェーズで成果とりまとめ。
核セキュリティ事象における魅力度(脅威度)評価研究	盗取に関する研究 ★					サボタージュに関する研究 ★	成果取りまとめ・アウトリーチ継続 ★						2025年度で成果とりまとめ。その後、アウトリーチを継続。
広域かつ迅速な核・放射性物質検知技術開発	広域モニタリングシステム開発 ★						ネットワーク技術・遠隔測定試験 ★						フェーズ2最終年(2027年度)に開発技術を統合し、ある一定の成果を示す。その後は継続、縮小、廃止を検討。
(新規プロジェクト検討) これまでの成果、ニーズ、情勢の変化等に応じてテーマ選定													・継続的なニーズの調査 ・開発した要素技術、アクティブ中性子の応用、核拡散抵抗性、SMR、BDBT等幅広く検討

令和7年度取組予定

基本的には現状の取り組みを継続、一部成果取りまとめ

- **核鑑識技術開発**

- ✓ Pu核鑑識ラボの整備（試料前処理用GB・フード設置）、米DOE共同研究開始
- ✓ 技術開発成果、Pu核鑑識を含む今後の方向性をIAEA技術会合で報告・レビュー

- **アクティブ中性子非破壊測定技術開発**

- （1）**実装型遅発ガンマ線分析（DGA）非破壊測定システム開発**

- ✓ アップグレードされた装置の性能試験、これまでの成果取りまとめを開始

- （2）**中性子共鳴非破壊分析技術開発**

- ✓ NRA技術実証に向けた実験、データ評価、手法開発の継続
 - ✓ 卓上型NRTAの実証装置開発成果取りまとめ

- **広域かつ迅速な核・放射性物質検知技術開発**

- ✓ 新たなネットワーク技術を用いた遠隔試験内容を拡大して継続実施

- **魅力度評価研究**

- ✓ サボタージュの評価手法開発及び盗取との統合、評価手法の応用検討
- ✓ IAEAなどに対する評価手法のアウトリーチの方法を検討

目次

1. ISCN人材育成支援及び技術開発のロードマップ
- 2. INSENの活動状況について**
3. 技術開発成果のエンドユーザーアプローチについて
～SEECAT展示会出展報告～
4. ISCN人材育成支援事業参加者のプロフィール
5. その他 ISCNにおける最近のトピックス
「国内学会との連携について」

IAEA核セキュリティ教育ネットワーク (INSEN)

IAEA、教育・研究機関、その他の利害関係者が協力し持続可能な核セキュリティ教育を推進するためのパートナーシップ（2010年発足）

INSENメンバー：

74か国、213機関（日本はISCN、東大、東科大）

会合：各1回／年

- ・ 年次会合：全加盟組織対象、年間のINSEN活動報告
- ・ ワーキンググループ会合：各グループの活動進捗確認、次年度活動計画策定
- ・ リーダーシップ会合：INSEN議長・副議長及び各ワーキンググループリーダーによる運営会議

ワーキンググループ (WG)

WG I：教育教材・ツール・手法の開発及び維持

- ・ 開発済みの教材はINSENメンバー専用サイトで共有
- ・ INSEN教材の有効性評価手法の開発

WG II：教育プログラム・カリキュラム及び教員開発

- ・ 大学教員向けの教育コース（Professional Development Course: PDC）の開発
- ・ メンバー間の学生・教員交流の推進

WG III：ナレッジ・マネジメント及びINSENと核セキュリティ教育のプロモーション

- ・ INSENの広報強化
- ・ 様々な学会・団体との交流（ESARDA、ENEN、INMM、WINS等）の検討



※2024年5月加盟、ワーキンググループ (WG) 会合及び年次会合(web)参加を通じて活動情報を収集。

IAEA核セキュリティ教育ネットワーク（INSEN） ワーキンググループ°会合

期間：2024年8月12日(月) -16日（金）、会場：IAEA（ウィーン）、参加者：約40名

ISCN INSEN加盟（2024年5月）後、初めてのINSEN会合参加

ISCNの貢献：WG I、パネルセッション「Perspectives on the future of nuclear security and opportunities to strengthen education to prepare the future」での発表（日本国内及びアジアにおける大学教育強化ニーズ、INSENとNSSC連携促進の必要性）

今回のWG会合：WGでの議論よりも、INSEN事務局が特定した4つの課題（Topical Area）に関する議論が中心

INSENの課題：ドナー国による拠出金の減少⇒成果の効果的なアピールが必要

Topical Area 1：INSENのパフォーマンス評価及びナレッジ・マネジメント

- INSEN、各WGのパフォーマンス評価、INSEN内のナレッジ・マネジメント

Topical Area 2：教育及び能力構築

- 教員育成コースの内容、AIやシミュレーション等の新たなツールの教育への活用

Topical Area 3：共同研究

- 教育／学生交流プログラム、大学間の共同研究の促進、IAEA共同研究プロジェクト（CRP）の活用

Topical Area 4：コミュニケーション戦略及びツール

- INSENがステークホルダー種毎に伝えるべきメッセージ、INSENの宣伝戦略

2024 INSEN年次会合(AM) (1)

2024年10月7日(月)-9日(水) オンライン開催：日本時間20:00-0:30

新規加盟組織：**日本**、キューバ、バノン、ヨルダン、サウジアラビア、ナイジェリア、セネガル（7機関）

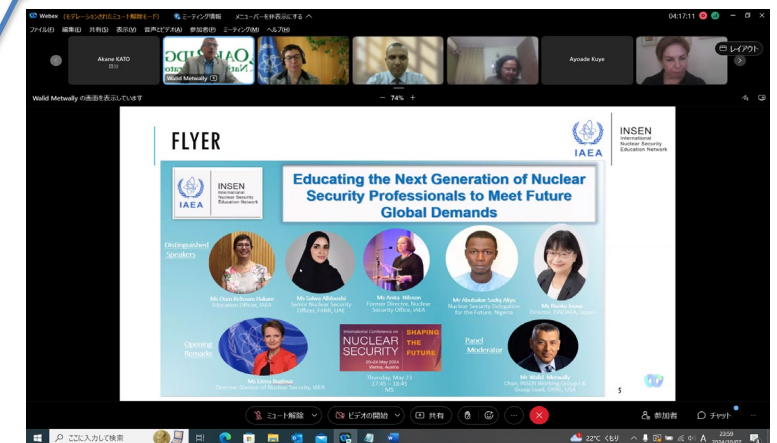
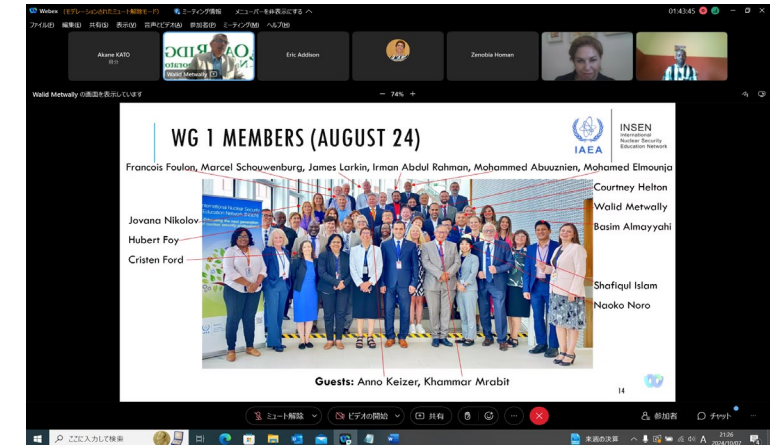
参加者数：約70名

会合内容

- 核セキュリティ教育のカリキュラム開発・ジェンダー平等の推進
- 各WG活動報告及び次回までの活動計画策定
- IAEAによる核セキュリティや知識管理に係る情報提供 等

ISCNの貢献

- ✓ 1日目：IAEAのジェンダーバランスに係る状況と取組（パネリスト参加）
- ✓ 2日目：ISCN紹介プレゼン
- ✓ 2023 INSEN WG Iにおける活動報告(ISCN活動報告を含む)
- ✓ INSEN主催のICONS2024サイドイベントの結果報告（パネリスト参加）



2024 INSEN年次会合(AM) (2)

次回2025年INSEN-AMをJAEA/ISCNがホスト・日本開催の方向であることがアナウンスされた (IAEAと2025年7月開催にて調整中)

- ✓ 参加者の関心の高いトピック
 - SMR（浮体型含む）及びmicro reactor：核セキュリティ、3S、Security-by-design、AIの影響（positive/negative）、サイバーセキュリティ
 - AIを使った監視カメラ画像解析等のイメージング新技術
 - 人材育成：効果的な核セキュリティ教育方法やスキル、核セキュリティプロフェッショナルの育成方法
 - 核セキュリティ文化：良好事例の共有
- ✓ 実施方法の提案
 - パネルディスカッション（学生間、或いはNational ステークホルダーの対話（産業界と教育者等）
 - 学生によるポスター発表
 - 国際的な関心を高めるためハイレベルな関係者の招待
 - WINSの招聘
 - OECD/NEAのジェンダー・バランスタスクグループの招へい
 - 核セキュリティ教材に関するコンテスト、賞の創設
 - 施設見学を通じた核セキュリティ文化の取り組みに係る良好事例の共有 等

今後のINSENとの協力の方向性

◆ INSENとの連携を活用した国内外の大学における核セキュリティ教育強化機運の醸成、支援の強化

- INSENが提供する教材の活用→原子力コンソーシアム（ANEC）を通じた教材の提供
- 海外における先進的な取組みに関する知見の共有
- 海外大学との連携
- INSENメンバーと国内の学生との交流

◆ ISCNの人材育成支援事業の効率化

- INSENとの共同教材レビュー、カリキュラム開発、インストラクター養成

◆ ISCNの強みを活かした貢献

- 現在のINSENの最大の課題：パフォーマンス評価指針が定まっておらず、INSENの成果をアピールできていない→ドナー国による拠出金の減少
- 効果的なトレーニング手法、トレーニングの有効性評価に関するISCNの知見を活かして貢献していく

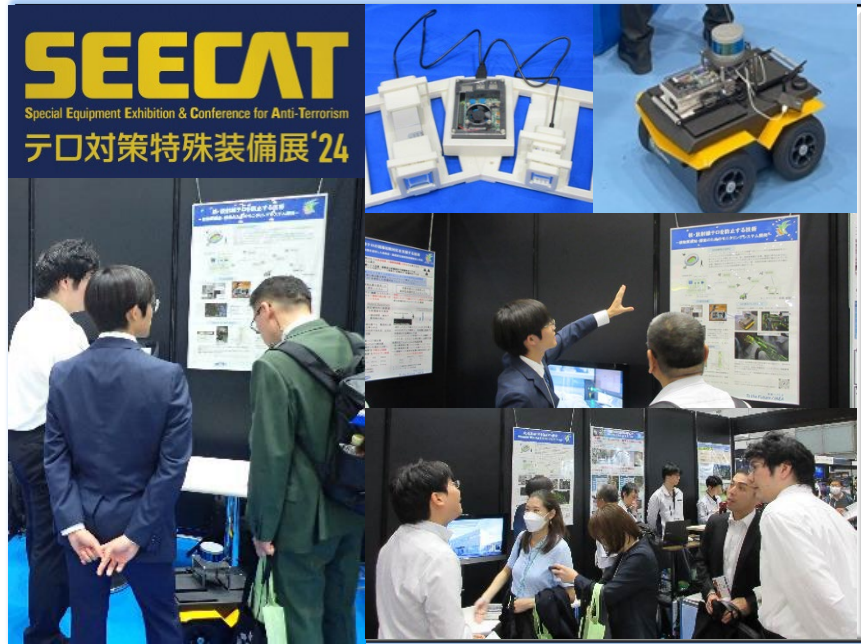
◆ 今後の活動予定

- INSEN2025年次会合の招致に向けた協議
 - ✓ 「ISCN夏の学校」プログラムとの連携を図り、12月の学生セッション、国際フォーラムとつなげていく
- 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・提供

目次

1. ISCN人材育成支援及び技術開発のロードマップ
2. INSENの活動状況について
3. 技術開発成果のエンドユーザーアプローチについて
～SEECAT展示会出展報告～
4. ISCN人材育成支援事業参加者のプロフィール
5. その他 ISCNにおける最近のトピックス
「国内学会との連携について」

社会実装に向けた取組



SEECATのJAEAブースの様子



Intersec2024の様子 Intersec HPより

1. 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

2. Intersec 2025への出展（計画）

- 2025年1月14～16日、ドバイ
- 安全、警備、火災防護等に関する装備、システム等の展示会で、参加者が5万人を超える大規模なイベント。
- 核セキュリティ技術開発成果について、140か国超からの警備・防衛、治安・危機管理等の関係者へ向けた展示を行う。

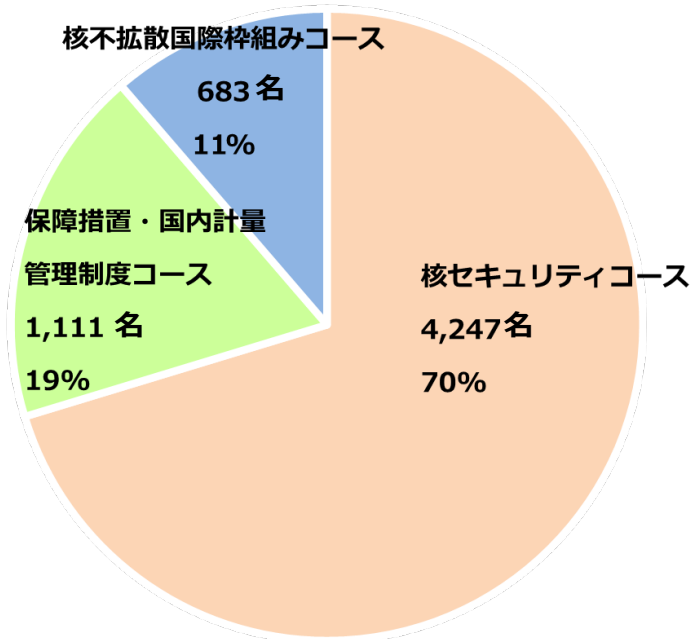
目次

1. ISCN人材育成支援及び技術開発のロードマップ
2. INSENの活動状況について
3. 技術開発成果のエンドユーザーアプローチについて
～SEECAT展示会出展報告～
- 4. ISCN人材育成支援事業参加者のプロフィール**
5. その他 ISCNにおける最近のトピックス
「国内学会との連携について」

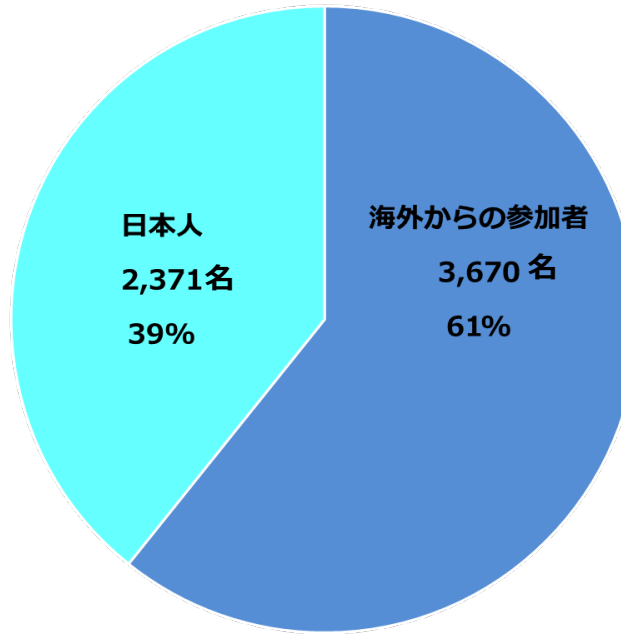
4-1. トレーニング参加者の概観

ISCN発足以来2023年 3月までの実績

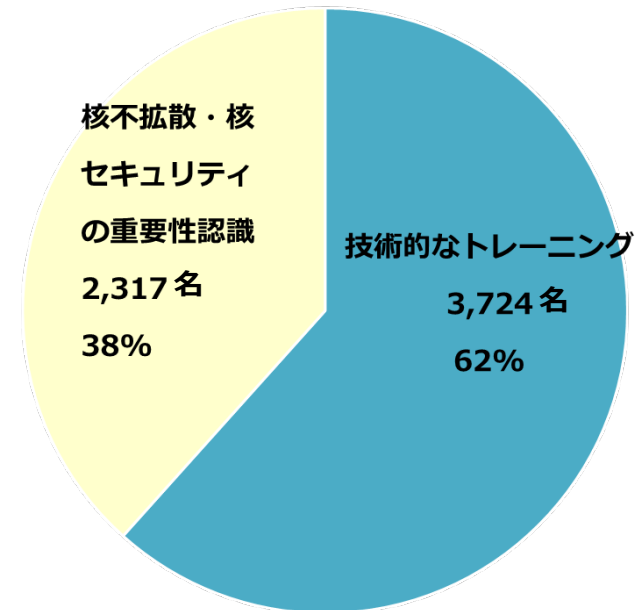
240コースを実施、107か国6国際機関から合計 6,041名が参加



コース別分布



外国人と日本人の比率



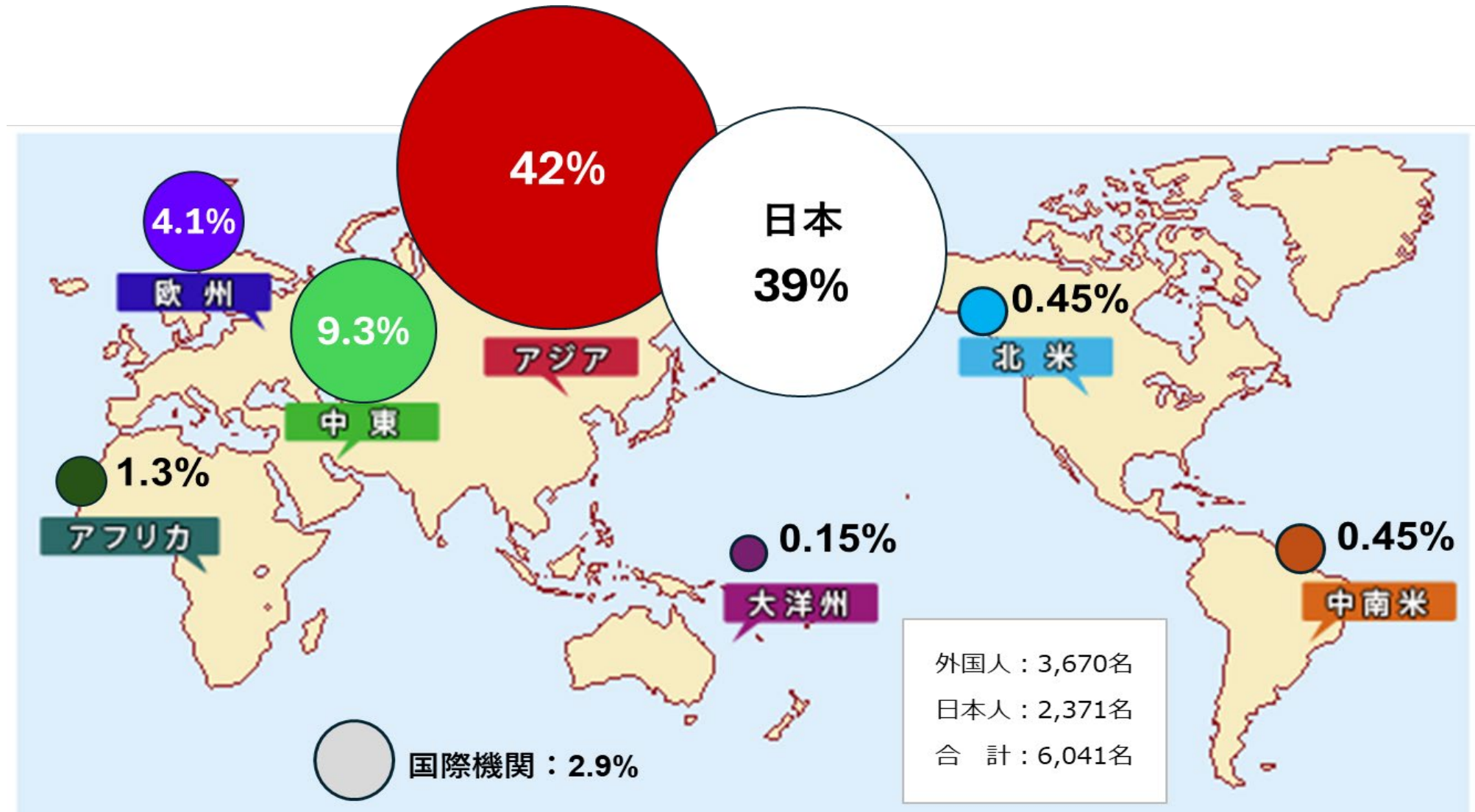
技術的なトレーニングと核不拡散、核セキュリティの重要性を認識するためのコースの比率

- ・参加者の7割が核セキュリティコース
- ・核セキュリティコースへの参加者が増加傾向

- ・参加者の6割がアジアを主とする海外からの参加者
- ・日本人参加者の多くが国内向けPPコース

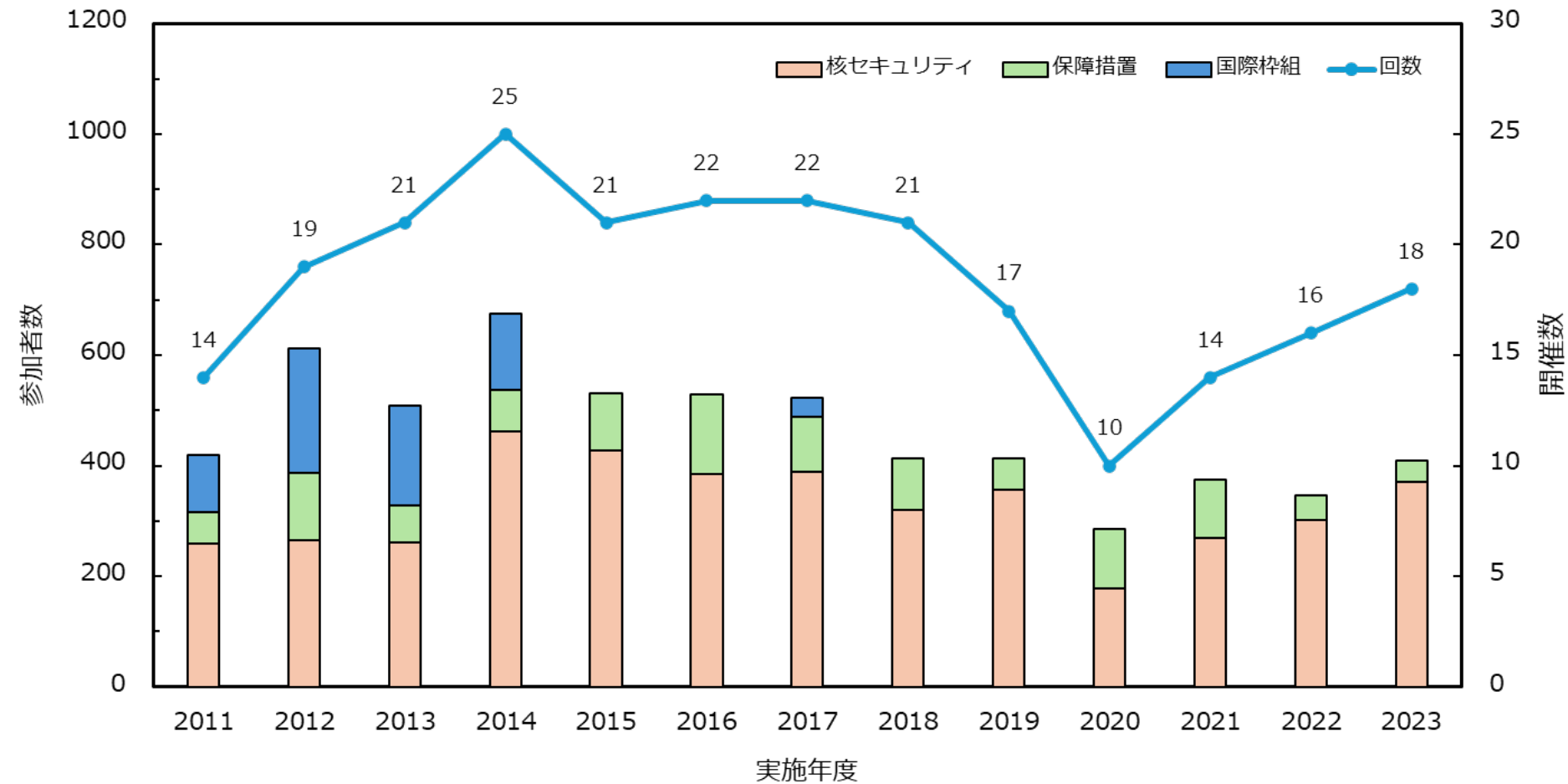
- ・参加者の6割が技術的なトレーニング
- ・JAEA及びISCNの強み

4-2. トレーニング参加者の地域分布



・参加者の4割がアジア地域からの参加者、日本からの参加も4割＝8割が日本を含むアジア地域の参加者

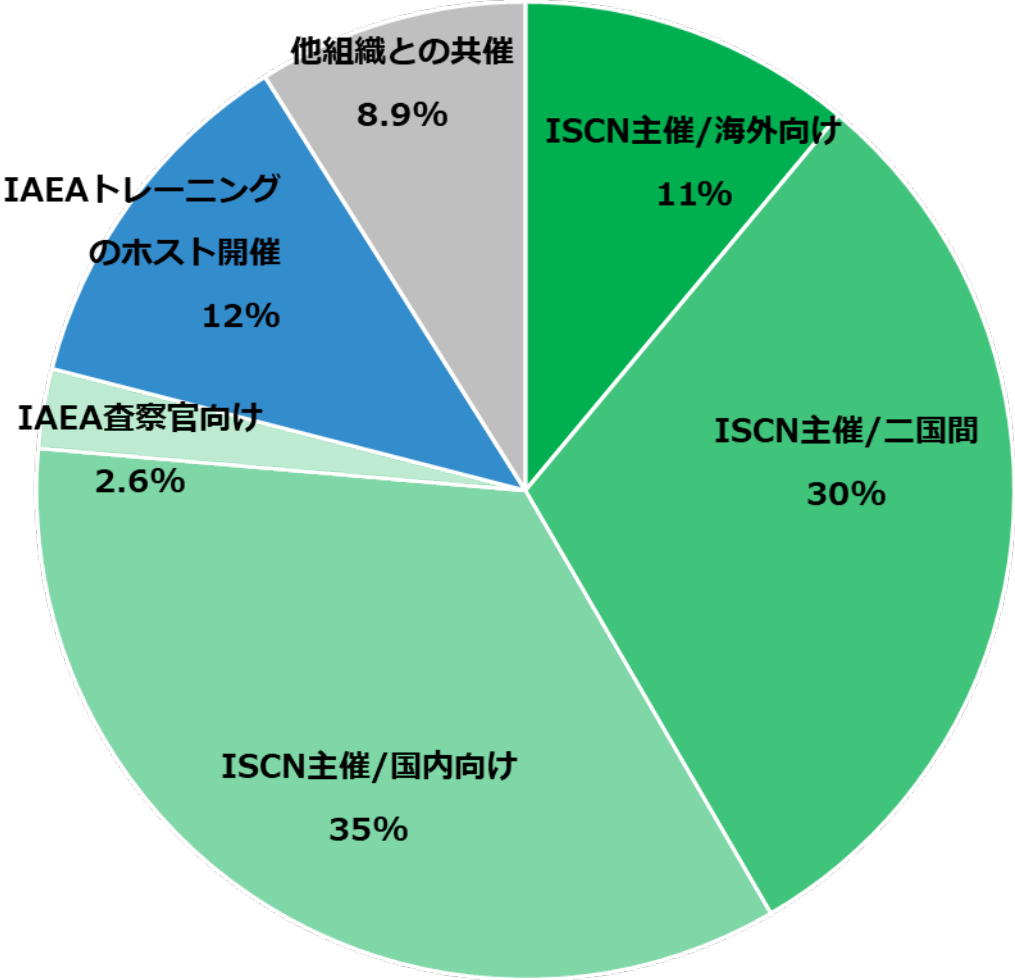
4-3. トレーニングコース種別ごとの開催数・参加者の変化



コース種別ごとの参加者数と開催数

- 2020年-2022年はコロナ禍の影響からトレーニングコース数、参加者が減少していたが、2023年には開催数・参加者数ともにコロナ前とほぼ同水準まで回復

4-4. トレーニングコース実施形態と参加者数



実施形態と参加者数

参加者(全6,041名)のうち

ISCN主催のトレーニングコース (海外向け＋二国間＋国内向け)	4,614名(76%)
ISCNがホストしたIAEAトレーニング	728名(12%)
他組織(ASEANエネルギーセンター、 DOE/NNSA等)との共催	540名(8.9%)
IAEA査察官のトレーニングに貢献	159名(2.6%)

目次

1. ISCN人材育成支援及び技術開発のロードマップ
2. INSENの活動状況について
3. 技術開発成果のエンドユーザーアプローチについて
～SEECAT展示会出展報告～
4. ISCN人材育成支援事業参加者のプロフィール
5. その他 ISCNにおける最近のトピックス
「国内学会との連携について」

国内学会との連携

- ISCNの成果の最大化及び民間、大学等との交流・連携等を目的として、国内学会と連携。
- 特に、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）及び日本核物質管理学会（INMMJ）とは、密接に連携。

最近の成果

- 本年9月5日に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（協力：原子力委員会及びISCN）。ロシアのウクライナ侵攻に関わる、核不拡散や核セキュリティをめぐる国際動向やこの戦争による影響について現状をレビューし、武力紛争時に原子力発電所の安全確保や保護に係る取り組みについて議論を深めた。ISCNより政策研究の成果を紹介した。
- 核不拡散等連絡会は、本年9月11～13日に東北大学で開催された2024秋の大会において、学生連絡会と合同で、「将来世代のための原子力の平和利用の3Sに関する討議」を開催し、学生とともに、保障措置、核セキュリティを含む3Sの重要性とそのシナジーについて議論を深めた。

核セキュリティウェビナー（9/5）におけるISCN政策的研究の紹介

- 前述の核セキュリティウェビナー(9/5)において、政策的研究「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」の概要を紹介。

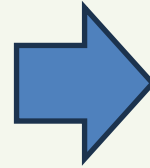
概要：ウクライナ危機に起因する核不拡散・核セキュリティに関連する想定シナリオから、我が国にとって優先度が高いものを特定し、(主にJAEA/ISCNとして)取り組むべきテーマ、対応方針を明確化。

	想定シナリオ	対応策	ISCNの対応方針
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
4	核兵器保有の有効性を認識・保有を希求する国の出現に対する濃縮・再処理の制限	国際ウラン濃縮センター構想実現への課題、日本のPu利用の透明性向上方策検討	現状、Pu利用及び濃縮についての課題は指摘されていない。 現在の取組継続と、国際的議論の動向をサーベイ
5	核物質管理体制の低下と核の流出・密輸に伴う核爆発装置やダートボムの製造、使用リスクの増大	核・放射性物質検知技術の社会実装に向けた開発、Puを対象とした核鑑識技術開発、ISCN 実習フィールド等を活用したトレーニングの実施	日本で発生する可能性は低いが、核の流出防止策の国際貢献、周辺国への支援が重要。 核セキュリティ強化補助事業を中心として実施
6	核兵器保有の魅力度増加	国際条約の観点で核保有国の立場を利用した行動への対応案と核兵器製造シナリオに基づく対抗策の検討	核兵器保有を企図する国が増加する可能性は高くなく、現状の保障措置及び核拡散防止のための輸出管理は機能している。 ウクライナ動向とそれに付随する核(不)拡散に係る状況等を幅広く調査

放射化学討論会（9/23-25@静岡）への参加について

• 目的

核不拡散・核セキュリティ・核軍縮
放射化学の重要な“出口”
ISCNの活動



- 認知度向上
- リクルーティング
- 共同研究先として

• 口頭発表3件、ポスター2件

- 核鑑識、CTBT

• 主な成果

認知度は低いが、関心がある方々も一定程度確認
アプローチ次第では我々の分野に引き込める可能性あり



今後の対応

まずは先生にISCN事業内容を説明
施設見学等を開催し学生との意見交換

主な意見（核鑑識）

- 核鑑識で一つのセッションができる（教授）
- （認知度が低いのは）宣伝が足りない（教授）
- 放射化学の研究をしているが、その出口を考えたことがあまりなかった（学生）
- 自分のやっていることが結構似通っている。学生的にも核鑑識は興味をそそる分野（教授）

主な意見（CTBT）

- 粒子状核種のフィルターを分析できれば、福島事故後のCs再浮遊に関する実測データを得られる可能性があり、環境放射能のデータとしても利用用途がある
- 放射性Xeが日常的に観測されていることをこれまで知らなかったので興味深い
- 高崎観測所を見学してみたい

日本核物質管理学会

➤ 日本核物質管理学会とは

- 国際的な核物質管理に関する専門家の集まり
- 1977 年に初の国際支部として創立され、世界最大の会員数(世界で16の支部)
- ISCN関係者よりも人的貢献(会長、理事、各種委員会メンバー)

➤ 年次大会 2024年11月27-28日@東大 山上会館

● 講演

直井原子力委員から「原子力委員会の活動と人材育成の強化に向けて」他

● セッション

核不拡散・核セキュリティ技術、政策、人材育成、3Sに係る取り組み

- ISCNからは10件の発表(口頭:9件、ポスター:1件(ISCN夏期実習))

「国際フォーラム 2024」開催概要

◆ 目的

- 大学における核不拡散・核セキュリティ・核軍縮人材育成支援の強化に向けて、
 - 大学と研究機関との連携
 - 国内と地域・国際的な連携(グローバル・アジア地域)について必要な取組や将来像を描きだす。
- 2025年以降のマイルストーンイベントの機会を通じた国内における核不拡散・核セキュリティ・核軍縮教育の機運を盛り上げるための「狼煙を上げる」

◆ 開催日時・会場・形態

- 2024年12月10日(火)13:30～17:30(日本時間) 於イイノカンファレンスセンター(東京)
- 対面及びオンラインのハイブリッド

◆ 対象及び言語

- 原子力分野やRI利用分野及び大学関係者、学生 200名程度(対面50名、オンライン150名)
- 日英同時通訳付

◆ 学生代表の参加

- 「ISCN夏の学校2024」の代表学生によるパネル参加

◆ 参加登録

以下のURLもしくはQRコードからアクセス下さい。
ISCNウェブサイト：

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



「国際フォーラム 2024」プログラム

◆ 第Ⅰ部

- (1) 開会挨拶 小口 正範 JAEA理事長
- (2) 来賓挨拶 清浦 隆 文部科学省研究開発局審議官
- (3) 基調講演Ⅰ Ms. Marina LABYNTSEVA IAEA核セキュリティ部教育訓練開発ユニット長
「核セキュリティ教育のグローバルな視点での重要性及びそのためのIAEAの取り組み(仮題)」
- (4) 基調講演Ⅱ 小崎 完 北海道大学大学院工学研究院 応用量子科学部門 教授(オンライン)
「先進的原子力教育コンソーシアム(ANEC)視点での核不拡散・核セキュリティ教育の在り方(仮題)」
- (5) 基調講演Ⅲ 井上 尚子 JAEA/ISCNセンター長
「ISCNの事業報告(仮題)」

◆ 第Ⅱ部 パネル討論

テーマ:「核不拡散・核セキュリティ・核軍縮分野の人材育成と大学・研究機関の連携」

- モデレータ 井上福子 同志社大学大学院ビジネス研究科教授
- パネリスト Dr. Rully HIDAYATULLAH
(ASEAN Center for Energy :ACE、アソシエイト・シニアリサーチャー)
Dr. Gabriel Lazaro PAVEL
(欧州原子力教育ネットワーク:ENEN、エグゼクティブディレクター)
堺 公明教授(東海大学 工学部 機械工学科)
落合健太(ISCN夏の学校2024学生代表、明治大学大学院法学研究科)
野呂尚子 JAEA/ISCN能力構築国際支援室長

參考資料

日本放射化学会第68回討論会

➤ 日本放射化学会とは

- 放射化学及び関連分野の発展や活性化、人材育成のための団体
- 放射化学: 1920年代に東大や理研の研究者らにより開始
戦後の一時期、原子力関係研究の禁止令により中断; 1950年に再開
- 放射化学討論会: 1957年～年1回開催
- 日本放射化学会: 平成11年結成

➤ 第68回討論会 2024年9月23-25日 @グランシップ静岡(静岡市)

● セッション

7分野(核化学、原子核プローブ、環境放射能、放射化分析及び放射性核種の分析化学、原子力・アクチノイド化学及び関連分野、教育関連、その他)

● ISCNからは5件の発表

(口頭: シリーズ3件(概要、核鑑識、CTBT)、ポスター: 2件(核鑑識、CTBT))

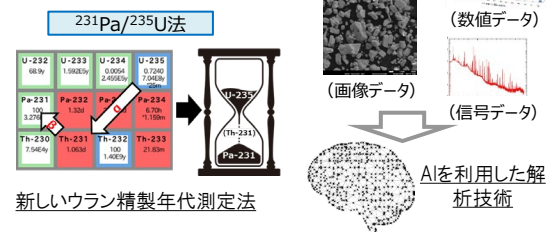
主な技術開発

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する。

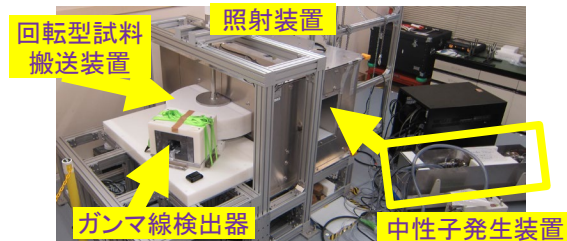
【核鑑識技術例】



核不拡散技術開発

実装型遅発ガンマ線分析非破壊測定システム開発

使用済み核燃料溶解液など、高線量核物質含有物中の核分裂性核種比を測定するための非破壊（NDA）測定システムをシミュレーションをベースとして開発する。核燃料物質を用いた実験によりシミュレーションの妥当性検証を日欧協力で行う。今フェーズでは実装型として小型化等を目指した開発を行う



開発中の実装型遅発ガンマ線分析非破壊測定システム

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も評価する手法開発等を日米の協力の下で実施する。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。脆弱性対策や核物質防護措置の適正化への応用に期待できる。

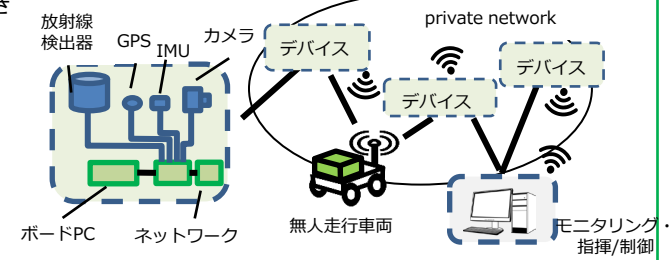


注：②～④が対象

核燃料サイクル施設を対象とした包括的評価手法の開発

広域かつ迅速な核・放射性物質 検知技術開発

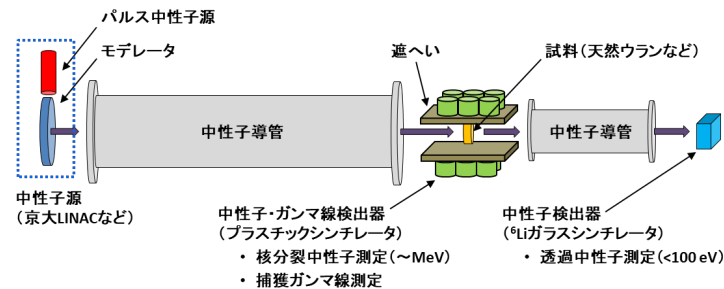
大規模イベントや大型商業施設等における核物質や放射性物質を使用したテロ行為の未然防止のため、広範囲での迅速な核物質、放射性物質の検知能力を高める必要がある。本研究では、放射線量と位置情報を同時に測定する可搬型装置をネットワークを利用して連携させ、広範囲の放射線量を随時モニタリングする技術を開発する。



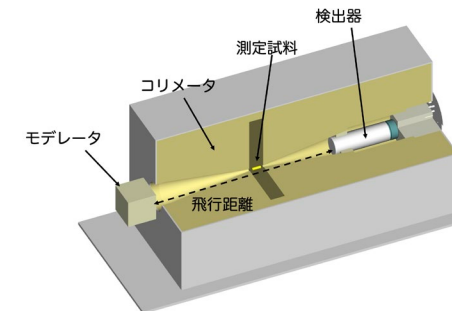
広範囲且つ省電力なネットワーク規格や無人機を用いた自動化を利用して、多様な場面で利用可能な技術を開発する。

中性子共鳴非破壊分析技術の開発

これまで培ってきたアクティブ中性子非破壊測定技術を基に、中性子共鳴核分裂中性子分析（NRFNA）技術を新たに提案、開発し、試料中に少量含まれる核分裂性物質の分析能力向上を目指す。また、小型で設置および取り扱いが容易な装置を目指し、Cf線源を用いた卓上型NRTA装置の開発を行う。



中性子共鳴分析装置（イメージ図）



卓上型NRTA装置（イメージ図）

核鑑識技術開発

概要

核物質や放射性物質を使用したテロ行為等からの国民の安全確保、警察等による捜査に貢献する核鑑識技術の社会実装に向けて以下を実施。

- ✓ 核鑑識分析結果解析への人工知能(AI)の適用など革新的な核鑑識技術の開発と実用化
- ✓ 核物質や放射性物質がテロ等に使用されてしまった後（テロ事象後）を対象とした核鑑識技術開発と実用化
- ✓ 核鑑識の社会実装に向けた技術的な課題を解決するための基盤技術の研究

国外共同研究機関：米国エネルギー省（DOE）、EC共同研究センター（EC-JRC）

〈核鑑識技術開発前〉
犯罪行為等に使用された核物質等の識別、出所や違法な取引等に至った経緯を分析することができない。
⇒違法な移転等に対して適切な捜査等ができない。

核鑑識の社会実装に向けた技術開発

2012年度 ～ 2018年度

2019年度 ～：基盤技術開発

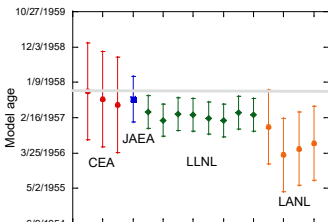
2024年度～：実用化研究、技術的課題解決

基本的な核鑑識技術の整備と高度化技術開発

基本的な核鑑識技術の整備：

- ・ウラン精製時期測定法
- ・ウラン同位体比測定法
- ・粒子分析手法
- ・不純物分析手法

基礎的な核鑑識技術を整備

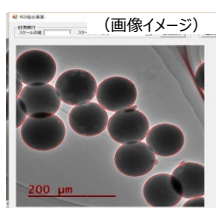


ウラン精製時期測定の共同分析試験結果

核鑑識技術の高度化：

- ・新しい精製時期測定法（DOE、EC-JRC共同研究）
- ・顕微鏡画像の定量評価手法（DOE共同研究）

分析の迅速化 分析結果の信頼性向上



革新的な核鑑識技術の基盤研究： 世界に先行する新しい核鑑識技術の開発

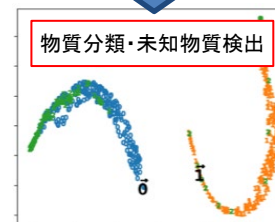
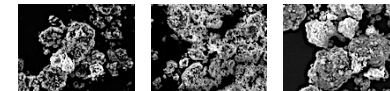
- ・人工知能技術、オートラジオグラフィの核鑑識への適用

核・放射線テロ事象後を対象とした核鑑識に関する技術開発：

核・放射線テロ事象前後の包括的核鑑識技術開発

- ・現場初動対応を支援する原因核種検知技術
- ・現場試料（土壌等）に含まれる核物質等の分離精製・分析技術
- ・テロ使用前物質の起源特定のための特徴解析手法

社会実装のための基盤技術を開発



深層学習モデルによる顕微鏡画像分析技術

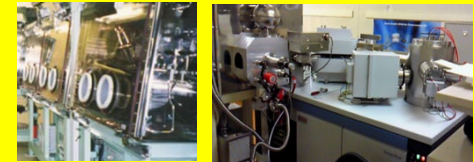
1. 社会実装に向けた基盤技術実用化：

- ・深層学習モデルによるシグネチャ解析技術の開発
- ・現場初動対応放射線測定技術の高度化
- ・証拠品表面汚染分布可視化技術開発

2. 社会実装のための技術的課題解決：

- ・プルトニウム核鑑識分析技術開発
- ・天然ウランのシグネチャ研究及び分析技術開発
- ・アルファ線分光法によるウラン年代測定法

社会実装に向けた技術実用化と検証、技術的課題解決



Pu核鑑識のための試料調製用
設備・測定装置（例）

違法な移転、核物質・放射線テロ等の現場で押収された核物質・放射性物質の出所や犯罪行為に使用された経緯を分析可能

- ・原子力の安全・平和利用を進める国家の責任として整備が求められている核鑑識技術確立
- ・警察等の捜査を支援
- ・核物質・放射性物質を使用した犯罪行為による公衆国民の被ばくリスクの低減
⇒国民の安全確保に貢献

※核鑑識：犯罪行為等に使用された核物質や放射性物質の特徴を分析し、製造・加工された国・工場といった起源や履歴を特定する手段

アクティブ中性子非破壊分析技術開発

(1) 実装型遅発ガンマ線分析非破壊測定システム開発

概要

再処理施設などで高線量核物質量の検認作業を効率化し、核物質を含む廃棄物を低減する新たな非破壊分析技術を確立し、実際に使える非破壊測定システムを提案する。核物質に中性子を照射して核分裂を引き起こし、それによる生成核（核分裂生成物）が崩壊する際に放出する遅発ガンマ線を分光・分析して、核物質中のU、Pu等の核分裂性核種比を求めるDGA法の技術開発を行う。

- ✓ 実用可能な小型装置開発のため、試料に中性子を効率的に照射できる中性子発生源や装置の材質を検討するため、シミュレーション研究を行う。
- ✓ 実用化において、より扱いやすく小型な装置にするため、中性子発生装置（DD中性子源*）の導入し、これを用いた装置開発を進め、システム実証実験をおこなう。

（国外共同研究機関：EC共同研究センター（EC-JRC））

アクティブ中性子非破壊測定技術開発開始

実装型遅発ガンマ線分析非破壊測定システム開発

・再処理施設、次世代革新炉等での高線量核物質の計量管理・査察検認に適用
・業務の迅速化・廃棄物の低減化が実現

R6年度は実装型の非破壊測定システム（FSAI）の総合的な特性評価を進めるとともにシミュレーションコード（DGSMC）の改良を継続。

2015 ～ 2017年度

ワークショップ ▲

2018 ～ 2021年度

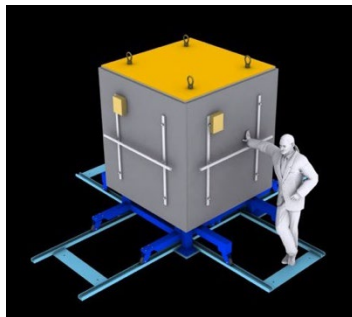
ワークショップ ▲

システムの提案 提案システムの実証

2022 ～ 2025年度

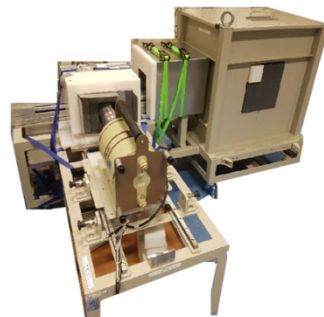
ワークショップ ▲

DGA基礎技術開発



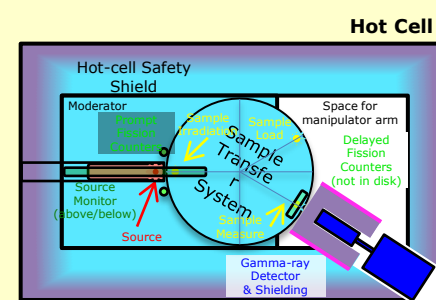
EC-JRC Ispraでの共同研究

Cf線源を用いた装置開発



EC-JRC Ispraでの共同研究

遅発ガンマ線分析装置

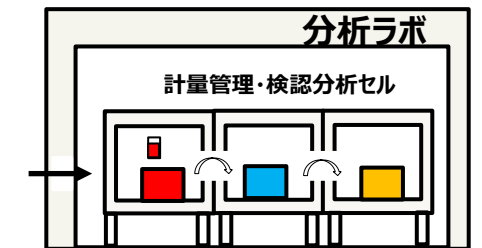


DD中性子管を用いた装置をホットセル内に収納（概念図）。回転型試料輸送システムを用い、中性子照射と測定を繰り返す。

社会実装イメージ

DGA・DDA融合

各プロセスから送られてきた試料に対し、HKED、DGA、DDAといった非破壊分析技術を組み合わせた分析を行う



※DD中性子源：二重水素（D, ^2H ）同士を衝突させて中性子を発生させる小型装置。DT中性子源より中性子強度が弱い。

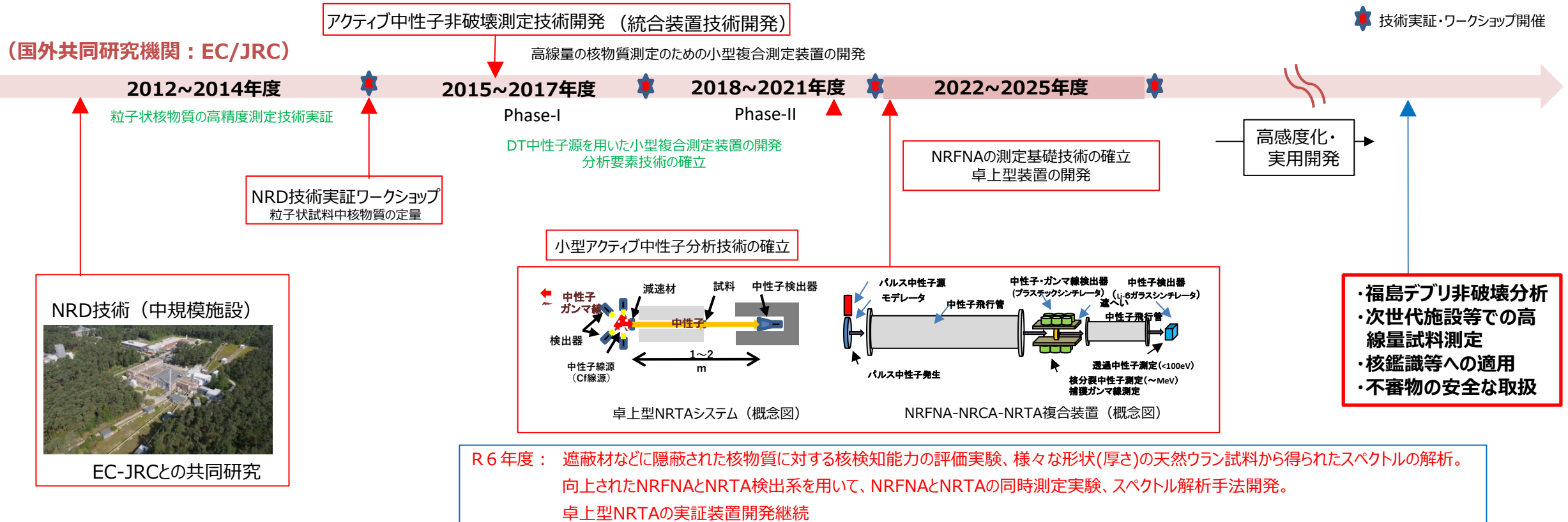
アクティブ中性子非破壊分析技術開発

(2)中性子共鳴非破壊分析技術の開発

概要

中性子飛行時間（TOF）測定法を用いる中性子共鳴非破壊分析技術の開発を進める。本技術開発では中性子共鳴核分裂中性子分析（NRFNA）技術を新たに提案し、これを導入することで、試料中に少量含まれる核分裂性物質の分析能力を向上させる。なお、この技術は、中性子共鳴透過分析（NRTA）法や中性子共鳴捕獲分析（NRCA）法と相補的な測定法として用いることができる。さらに、並行して設置が容易で可搬な、卓上型装置の開発を行う。

- ✓ 次世代施設における高線量の核燃料物質（固体）を非破壊測定する新しい技術として、NRFNA測定技術を確立する。
- ✓ NRFNAと、NRTAおよびNRCAと組み合わせた同時測定を行い、より高度な分析技術（複合測定技術）を開発。



核セキュリティ事象における魅力度評価に係る研究

目的・概要

- 核セキュリティ事象*に対する核物質等の脆弱性*評価法を向上させ、核セキュリティ措置の最適化へ反映させることを目的とする。
- 日米政府の協力枠組みである日米核セキュリティ作業部会（NSWG）*の下で、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)*及び放射性物質の飛散装置（RDD）の製造を目的とした盗取、原子力施設の妨害破壊行為（サボタージュ）に対し、包括的な核物質・放射性物質の魅力度*評価手法を日米共同で開発する。
- 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。

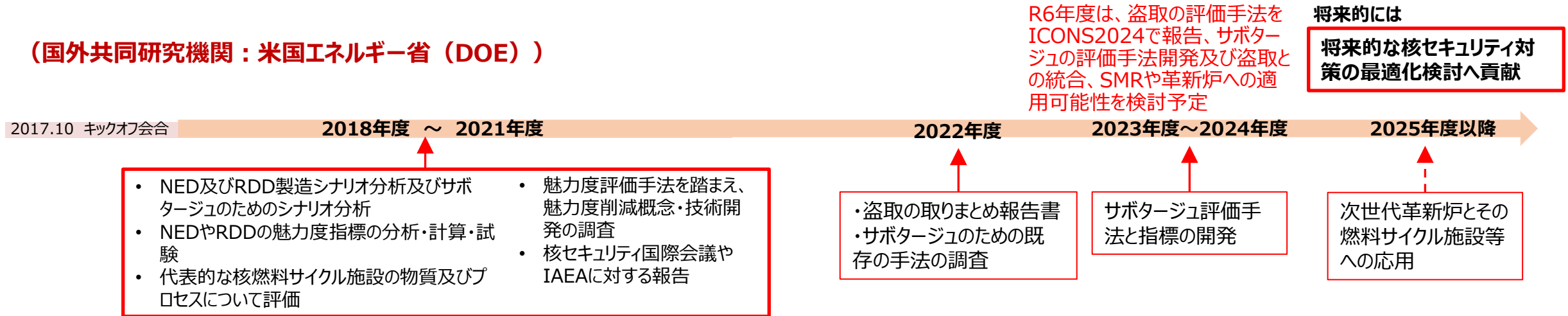
実施期間

- 平成29年度に予備検討を実施し、平成30年度から開始

期待される成果

- 魅力度評価手法等の開発により、核物質等の脆弱性評価のレベルを向上させ、
- 核物質等の核セキュリティ対策の最適化に貢献する。

（国外共同研究機関：米国エネルギー省（DOE））



- * 核セキュリティ事象：核物質や放射性物質を用いたテロ行為
- * 脆弱性：核物質が核爆発装置、放射性物質がダーティボム（放射性物質を公衆に飛散させる爆弾）等のテロの手段として使用されてしまうこと
- * 日米核セキュリティ作業部会（NSWG）：2012年発足の民生用原子力に関する日米二国間委員会の傘下の5つの作業グループのひとつ。11分野で協力を実施。
- * 核起爆装置（NED）：一般的に核兵器といわれるもの *物質の魅力度：その物質がどの程度NEDやRDDに用いられやすいか、という指標

広域かつ迅速な核・放射性物質検知技術開発

概要

- 大規模イベント等における核・放射性物質（NM/RI）を使用したテロ等を防止する目的で、広範囲でNM/RIを迅速に検知し、線源の場所を特定するための、(1)高度な広域サーベイシステム、(2)高感度ガンマ線イメージング技術、(3) NM探知のための中性子検出器の開発を行う。そして、開発した技術を組み合わせ、核セキュリティの現場に実装可能な多角的検知・モニタリングシステムの構築を目指す。
- ✓ イベント会場及びその周辺の広範囲をモニタリングするためのシステムを構成する要素として、放射線マッピング技術、線源探索技術開発、中性子源検知技術開発を進める。

要素技術開発

フィールド試験研究

2020年度 ~ 2023年度

2024年度 ~ 2027年度

広域モニタリングシステムの要素技術開発

- 広域サーベイ技術の高度化
 - マッピング技術の高度化
 - 自走装置やドローンへの組み込み
 - ネットワークによる情報集約
- ガンマ線イメージング技術開発
 - 多核種対応高感度ガンマ線カメラの開発
- 中性子源探査技術開発
 - 波形弁別法を用いた中性子感度向上
 - 高速中性子検出による線源方向推定

要素技術を統合してシステムのフィールド試験を行う。得られた知見を用いて社会実装可能なシステムを提案する。



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の検知能力の向上

- ・核・放射性物質の検知能力が向上し、効率的に監視できるようになる。
- ・核テロの抑止力となる。
- ・核施設等における核・放射性物質の監視などPPへの適用が期待できる。
- ・廃止措置などにおける放射性物質のサーベイへの適用が期待できる。

R6年度は、ネットワーク技術を実装した遠隔測定試験、屋内マッピング装置の高度化を進める。