



ISCN Newsletter

(ISCN ニュースレター)

No.0339

March, 2025

Integrated Support Center for Nuclear Nonproliferation
and Nuclear Security (ISCN)

核不拡散・核セキュリティ総合支援センター

Japan Atomic Energy Agency (JAEA)

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

目次

1. お知らせ	4
1-1 日本原子力研究開発機構 令和8年度新卒採用について	4
1-2 核不拡散動向の更新	6
1-3 保障措置の基本コース(eラーニング)開講中!	7
2. 核不拡散・核セキュリティに関する動向(解説・分析)	8
2-1 終末時計があと89秒と発表	8
2024年1月28日、米国のBulletin of the Atomic Scientists (BAS)は、人類滅亡までの残り時間(終末時計)をこれまでで最短の89秒としたことを発表した。BASが提示した特に核のリスクに係る根拠及び時計の針を戻す方策を紹介する。	
2-2 第二次トランプ政権の核政策の3つの課題と現況	10
Bulletin of the Atomic Scientists (BAS)は、2025年1月16日付けでStephen J. Cimbala氏及びLawrence J. Korb氏による「第二次トランプ政権の核政策の3つの課題」と題する論文を掲載したところ、当該論文の概要を紹介する。また併せて上記に係る現況を紹介する。	
2-3 プルトニウム国際管理指針(INFCIRC/549)に基づく民生用Pu量の公表と英国による民生用Puの固定化の決定について	18
プルトニウム国際管理指針(INFCIRC/549)に基づき2024年に公表された民生用プルトニウム(Pu)量等と、2025年1月の英国による民生用Puの固定化の決定に係る概要等を紹介する。	
2-4 「輸送中の核物質及びその他の放射性物質のセキュリティ」に関する技術手引の紹介(その3)	30
2024年11月、IAEAは全7章から構成される「輸送中の核物質及びその他の放射性物質のセキュリティ」に関する技術手引を出版した。本稿では5章~7章の内容を要約しながら紹介する。	
2-5 <i>A Prosecutor's Guide to Radiological and Nuclear Crimes</i> の紹介	35
核物質及びその他の放射性物質の悪意ある取得・移転等に関する事件の捜査・起訴・裁決を成功させるための一助となることを目的とした <i>A Prosecutor's Guide to Radiological and Nuclear Crimes</i> の内容から、グローバルな核セキュリティ体制強化のために改善されるべき課題を抜き出して紹介する。	

3. 技術・研究紹介	39
3-1 大規模イベント等のための核セキュリティ技術開発 (4)可搬型高分解能ガンマ線検出器開発	39
<p>ISCN 技術開発推進室では、大規模イベント会場等において、核・放射性物質を利用したテロ行為を未然に防ぐため、広域を効率的にサーベイするための技術開発を文部科学省の核セキュリティ強化等推進事業費補助金の下で 2020 年度(令和 2 年度)から、進めてきた。本シリーズ報告では、本プロジェクトにおける技術開発の状況を紹介します。本稿では、可搬型高分解能ガンマ線検出器の開発について報告を行う。</p>	
4. 活動報告	45
4-1 国際展示会 Intersec 2025 出展報告	45
<p>2025 年 1 月 14 日～16 日にアラブ首長国連邦(UAE)のドバイで開催されたセキュリティ関連の国際展示会 Intersec 2025 に参加し、ISCN で開発を進めている核セキュリティ関連技術についての展示を行った。その概要を報告する。</p>	
5. コラム	46
5-1 ISCN 各室紹介シリーズ ～CTBT 技術協力室～	46
<p>ISCN 各室紹介シリーズとして、ISCN Newsletter 2024 年 9 月号(No. 0333)より ISCN の部署の紹介をしてまいりました。今月号では、シリーズの最後として、CTBT 技術協力室の業務についてご紹介いたします。</p>	
ISCN Newsletter No. 0338 February 2025 の記事の一部の訂正	49
編集後記	50

1. お知らせ

1-1 日本原子力研究開発機構 令和 8 年度新卒採用について

日本原子力研究開発機構では、令和 8 年度技術職、研究職、事務職の新卒職員募集を行っております。

書類提出締切日：

2025 年 4 月 2 日(水)午前 9:00 必着 【技術職 ・ 研究職 ・ 事務職】

「核不拡散・核セキュリティ・非核化に関する技術開発・人材育成分野」(技術職)

ISCN では核兵器・核テロのない世界を目指して、核不拡散・核セキュリティ・非核化分野における海外機関と連携した技術開発・協力、人材育成、政策研究といった業務にチームワークで取り組んでいます。

(1) 核不拡散・核セキュリティ技術開発

IAEA 等の国際機関や各国の核不拡散・核セキュリティ分野で活用される技術の開発を国内及び米国・欧州の研究機関と連携して実施しています。

① 核鑑識技術開発業務

核鑑識とは、紛失・密輸・盗取、あるいはテロ行為などの現場から押収された核物質や放射性物質の物理的・化学的特徴を分析し、その出所、履歴、目的等を特定する技術的手段です。核鑑識に必要な核物質の分析技術の確立や核鑑識ライブラリの整備に向けた技術開発を国際共同研究を通じて行い、国際パートナーと共に核セキュリティの強化に貢献します。

② 核検知・核物質測定

将来の IAEA 保障措置等に適用可能な核物質の非破壊分析技術、公共施設周辺に核物質や放射性物質を持ち込ませない、持ち込まれた場合には広域を迅速に検知する技術の開発を通じて、核不拡散の強化や核テロの防止に貢献します。

③ CTBTO 技術協力

包括的核実験禁止条約機関(CTBTO)の核実験検知技術のうち、放射性核種に関する業務全般の維持及び高度化に協力することで非核化に貢献しています。具体的には、国内の CTBT 放射性核種監視観測所及び試料測定のためのラボの運用、世界中の観測所の観測データ解析、大気拡散の観点からの放出源推定解析を実施しています。

(2) 人材育成支援

アジアを中心とした国の規制機関や国内行政機関・原子力事業者等を対象に核不拡散・核セキュリティに関するトレーニング等の提供を IAEA や欧米の機関と協力して実施し、アジア地域の核セキュリティ・核不拡散の強化に貢献します。トレーニングや実習を効果的にするために核物質防護システムに用いられている機器を備えた ISCN 実習フィールドやバーチャル・リアリティ(VR)システム等の施設・設備の開発やこれらを活用したカリキュラム開発等にも取り組みます。

(3) 政策研究

国内及び国際的な動向を調査・整理し、技術的知見に基づき国際法や社会科学とも連携した核不拡散・核セキュリティに関する諸課題を分析する政策的研究を通じて関係行政官庁の政策立案への貢献を目指した取り組みを行います

※詳細は、下記の募集要領をご確認ください。

採用情報: <https://www.jaea.go.jp/saiyou/new/shc.html>



1-2 核不拡散動向の更新

ISCN は、核不拡散及び核セキュリティに係る国際動向など幅広い項目を網羅し、その内容や要点をコンパクトに整理した「核不拡散動向」を作成し、適宜情報を追加・更新しております。

今回、北朝鮮の核問題:核開発の現状、イラン核問題:イラン核合意の遵守状況、シリア問題、米国新政権、ウクライナ情勢等に係る情報を更新致しました。

更新版(2025年3月1日更新)は、2025年3月13日以降、以下の URL からご覧いただけます。

<https://www.jaea.go.jp/04/iscn/archive/nptrend/index.html>

1-3 保障措置の基本コース(eラーニング)開講中！

【本オンラインコースの概要】

本コースは、国際原子力機関(IAEA)がIAEA保障措置の全体像の理解とそれに必要な基本的知識の習得を目的にウェブサイト上で提供している eラーニングコース「Basic Training Course on IAEA Safeguards(保障措置の基本)」を ISCN が翻訳した日本語版です¹。以下の4つのモジュールで構成され、1～3の各モジュールの最後にある理解度確認のためのクイズすべてに合格すると修了証を取得できます。モジュール4には保障措置の実施強化のために利用可能な参考情報をまとめています。

モジュール1:導入(イントロダクション)

モジュール2:IAEA保障措置

モジュール3:IAEAの検認活動

モジュール4:参考情報

【受講対象者】

原子力/核物質管理/計量管理/保障措置に携わる又は保障措置に関心がある方

【受講方法】

受講を希望される方は、以下のURLより受講登録をお願いいたします。

(2025年2月12日現在、登録者数は130名を突破)
多くの皆様の受講をお待ちしております！

受講登録:<https://forms.office.com/r/dqSpEfsp2L>

問合せ先:iscn-ssacj@jaea.go.jp

対象：原子力/核物質管理/計量管理/保障措置に携わる方又は保障措置に関心がある方

保障措置 の基本 eラーニング コース

受講無料

令和6年
3月29日
開講

■コースの構成と取り扱う主な内容■
【全講義 eラーニング形式 (所要時間：約3時間)】
モジュール1：導入
モジュール2：IAEA保障措置
モジュール3：IAEAの検認活動
モジュール4：参考情報

受講者募集

受講登録は以下URLもしくは二次元バーコードからお願います。
<https://forms.office.com/r/dqSpEfsp2L>

※eラーニングサイトは、国際原子力機関 (IAEA) のeラーニングシステムの英文教材を日本原子力研究開発機構が和訳したものです。
IAEA 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
お問い合わせ E-mail: iscn-ssacj@jaea.go.jp

¹ 本翻訳はIAEAの承諾を得てISCNが翻訳を行ったものであり、IAEAの公式翻訳ではなく、翻訳についてIAEAの確認や承認を得たものではないことをあらかじめご了承ください。

2. 核不拡散・核セキュリティに関する動向（解説・分析）

2-1 終末時計があと 89 秒と発表

2025 年 1 月 28 日、米国の Bulletin of the Atomic Scientists (BAS)²は、BAS の Science and Security Board (SASB)³が人類滅亡までの残り時間（終末時計）を 2023 年及び 2024 年の 90 秒から 1 秒短縮し、かつ 1947 以降 BAS が発表してきた終末時計⁴の中で最も短い 89 秒と設定した旨を発表した⁵。BAS はこの 89 秒が、①核戦争の脅威（核のリスク）、②破壊的技術（disruptive technologies、後述）の誤用、③気候変動、及び④生物学的脅威（高病原性鳥インフルエンザの蔓延やテロリストが生物兵器の設計能力を獲得するリスク等）、の計 4 つのリスクの現況を鑑みた結果であり、「世界は既に危険なほど崖っぷちの状態(perilously close to the precipice)にあり」、したがって過去 2 年に比し僅か 1 秒の短縮でも極度なリスクの兆候であるとの警告を発した。

BAS が根拠として掲げた上記①～④のリスクうち、①「核のリスク」と、②「破壊的技術」の現況は以下のとおりである。うち②の内容は 2024 年に登場した「世界をより危険にする方法で進歩した技術」とされている。

① 核のリスク

- 満 3 年を経た露国によるウクライナへの軍事侵攻は世界に影を落とし、軽率な決定やアクシデントまたは誤算を通じ紛争がいつ核戦争に発展してもおかしくない状況にある。
- 中東での紛争は何らの警告なしに制御不能に陥り、より広範な戦争に発展する可能性がある。
- 核兵器保有国は、核兵器の規模と役割を増加させ、また数千億ドルもの投資を行っている。
- 核軍縮プロセスは崩壊しつつあり、核戦争のリスクが迫っているにも拘わらず核

² アインシュタイン、オッペンハイマー及びマンハッタン・プロジェクトで核兵器開発を支援したシカゴ大学の科学者等が、広島・長崎への原爆投下から 4 か月後の 1945 年 12 月に、「我々は自らが生み出した原爆の投下が引き起こした悲惨な結末に目を背けることはできない。我々はそのような人間の存在に対する人為的脅威について、一般市民や政策立案者に広くそれを知らせる必要がある」との信念の下に創刊した科学学術雑誌。1947 年から真夜中の 0 時を人類滅亡の時(Doomsday)とし、それまでの時間(Doomsday Clock)を毎年発表している。

³ 安全保障及び公共政策の専門家、国際政治学者、退役軍人、生物、宇宙、物理、大気及び環境科学、微生物及びサイバーセキュリティ等の分野の専門家等から構成される。安全保障の分野では、スティーブ・フェッター氏（メリーランド大学）、スティーブン・ミラー氏（ハーバード大学）、スコット・セーガン氏（スタンフォード大学）、ジョン・B・ウォルフスタール氏（オバマ政権時の国家安全保障問題担当特別補佐官）等計 18 名がメンバーとなっている。

BAS, “Science and Security Board”, <https://thebulletin.org/about-us/science-and-security-board/>

⁴ これまでの主要な終末時計は以下のとおり。1947 年（最初の終末時計発表）：7 分、1949 年（旧ソ連が初の核実験実施）：3 分、1953 年（前年に米国が初の水爆実験実施）：2 分、1969 年（前年に NPT 署名開放）：10 分、1974 年（インド核実験）：9 分、1984 年（米ソ間の対話停止と新たな軍拡競争の懸念）：3 分、1988 年（前年に米ソが IMF 全廃条約に署名）：6 分、1991 年（東西冷戦終結、米ソが START-I 署名）：17 分、1998 年（インドとパキスタンが核実験実施）：9 分、2002 年（前年に 3.11 米国 N.Y.同時多発テロ発生）：7 分、2007 年（前年に北朝鮮が初の核実験実施）：5 分、2015 年（核に加え気候変動等の懸念）：3 分、2023 及び 2024 年（2022 年に露国がウクライナに軍事侵攻、戦争の継続）：90 秒。BAS, “The Clock Shifts”, <https://thebulletin.org/doomsday-clock/timeline/>

⁵ BAS, “Closer than ever: It is now 89 seconds to midnight, 2025 Doomsday Clock Statement”, 28 January 2025, <https://thebulletin.org/doomsday-clock/2025-statement/> 及び BAS, “PRESS RELEASE: Doomsday Clock set at 89 seconds to midnight, closest ever to human extinction”, 28 January 2025, <https://thebulletin.org/2025/01/press-release-doomsday-clock-set-at-89-seconds-to-midnight-closest-ever-to-human-extinction/>

-
- 兵器保有国による政府高官レベルでのコミュニケーションは不十分である。
- 核兵器を保有しない国が自身で核兵器開発を検討することはもはや珍しいことではなく⁶、それは長年に亘る核不拡散の取組みを台無しにし、核戦争が始まり得る可能性を高めている。

② 破壊的技術

- ウクライナや中東では、軍事目標の設定に人工知能(AI)を組み込んだシステムが使用されている。他の複数国でも自国の軍隊に AI を組み込む動きがある。このような動きは、核兵器の使用に関するものを含め、大規模な殺傷をもたらす可能性のある決定でさえも機械が軍事的決定を下すことがどの程度許容されるかという疑問を提起している。
- 中露は積極的に衛星攻撃能力の開発を拡充している。米国は露国がダミーの弾頭を搭載した衛星を実験した⁷旨を主張し、核兵器を地球周回軌道に配置して人工衛星を破壊する計画を有していることを示唆した。

加えて BAS は、①～④に係るリスクは真実と虚偽の境界線を益々曖昧にする誤情報、偽情報及び陰謀論の拡散により大幅に悪化したこと、AI の進歩により虚偽の情報がインターネット上に拡散してその検知が困難になっていること、さらに偽情報やその他の形態のプロパガンダを使用して選挙を覆すための国境を越えた取組みを行っている国や虚偽や陰謀論の拡散を支援するメディアや政治指導者が存在しているとし、それらは民主主義が依拠する公的かつ誠実な議論を損なっていると批判した。

最後に BAS は、時計の針を戻す方法(人類滅亡までの時間をより長く保つ方法)として、核兵器を保有する特に米中露が、世界を「崖っぷち」から引き戻す主要な責任を負っており、①～④のリスクについて遅滞なく真剣かつ誠実に議論を開始する必要性を強調した。

筆者注: 米中露間における議論開始の必要性は過去 2 年間の終末時計発表時にも言及されており、また BAS はいずれもそのための特段の具体策も提示しておらず、その点において新規性は無い。ただし、今次 BAS のように核のリスク等により人類滅亡の危機が迫り、何らかの迅速な対応が早急に必要であるとの警鐘を鳴らし続けることも重要であろうと思われる。

【報告: 計画管理・政策調査室 田崎 真樹子、木村 隆志】

⁶ BAS が本件記事に関しリンクを張っている TIME の報道は、約 30 の非核兵器国が自国の核開発計画を検討していると述べている(Juan Manuel Santos and Daniel Holz, “The Doomsday Clock Just Moved Closer to Midnight”, 28 January 2025, <https://time.com/7210372/doomsday-clock-moved-closer-midnight/>)。しかし当該 TIME が引用している世界原子力協会(WMA)の記事(“Emerging Nuclear Energy Countries“, <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/others/emerging-nuclear-energy-countries>)は、約 30 か国(原子力新興国)が「原子力発電計画を検討、計画、または開始している」とし、核兵器開発については触れていない。

⁷ 原文のママ。なお 2024 年 5 月 23 日付け BBC News Japan の「ロシアが「対人工衛星兵器」を打ち上げた可能性＝米国防総省」と題する記事によれば、米国防総省は、2024 年 5 月 21 日に露国が地球の低軌道に打ち上げた人口衛星に、他の人工衛星を攻撃できる能力が備わっている可能性があるとして評価している旨を発表したことを報じている。<https://www.bbc.com/japanese/articles/c3ggxyv8jqdo>

2-2 第二次トランプ政権の核政策の3つの課題と現況

【概要】

Bulletin of the Atomic Scientists (BAS)は、2025年1月16日付けで Stephen J. Cimbala 氏⁸及び Lawrence J. Korb 氏⁹による「第二次トランプ政権の核政策の3つの課題(Three nuclear policy challenges for the second Trump administration)」と題する論文¹⁰を掲載した。当該論文の概要を紹介するとともに2025年2月25日現在の上記に係る状況を紹介する。

両氏は、3つの課題として、①ウクライナにおける露国の度重なる核の先制使用の脅威と実現可能な戦争終結との関係、②核の敷居国(threshold nuclear weapon state)¹¹としてのイランの地位と地域の安定に及ぼす影響、③核の超大国(nuclear super power)としての中国の出現と世界の安全保障に与える影響、を掲げて現況を説明し、それらに対して適切な軍事的・外交的手段を適切に取り入れれば、政策や決定はより平和で安定した世界への扉を開くことができると結論付けている。

【課題その1: ウクライナにおける露国の度重なる核の先制使用の脅威と実行可能な戦争終結との関係】

- プーチン大統領は、特定の要件下では核兵器の使用を躊躇しない旨を警告してきたが、一部の西側の政府高官はこれを威嚇やはったりとして退けた。しかし2024年に改訂された露国の核ドクトリン¹²は、露国が核兵器の使用を正当化するシナリオを拡大し、核保有国に支援された非核保有国による露国への攻撃¹³も含まれた。
- ゼレンスキー大統領は、露国との恒久的な和平協定の前提条件として「NATO か核の保有か」(“NATO or nukes”)¹⁴の選択肢に言及したが、どちらにも課題がある。後者について、ウクライナは非核兵器国として核不拡散条約(NPT)に加盟しており核兵器能力の開発には大きな技術的課題が立ちだかる。前者について、ウクライナのNATO加盟には露国の反対が予想されるが、一方でNATO外での戦後のウクライナは政治及び軍事面で不安定な立場に置かれる可能性がある¹⁵。

⁸ ペンシルベニア州立大学ブランディワイン校政治学特別教授。国際安全保障問題に係る執筆多数あり

⁹ 退役海軍大尉。レーガン政権下で国防総省に勤務、複数のシンクタンクで国際安全保障に係る役職を歴任

¹⁰ Stephen J. Cimbala, Lawrence J. Korb, “Three nuclear policy challenges for the second Trump administration”, BAS, 16 January 2025, <https://thebulletin.org/2025/01/three-nuclear-policy-challenges-for-the-second-trump-administration/#post-heading>

¹¹ 核兵器を迅速に開発するために必要な全ての技術、専門知識、インフラを有しているが、実際にはまだ核兵器を開発していない国の状態

¹² The Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation, “Fundamentals of State Policy of the Russian Federation on Nuclear Deterrence”, 3 December 2024, https://www.mid.ru/en/foreign_policy/international_safety/1434131/

¹³ 例えば NATO に支援されたウクライナによる露国への攻撃

¹⁴ ウクライナの NATO 加盟か、あるいはウクライナの核兵器保有か、のどちらか一方であるとの意味

¹⁵ 露国は1994年にウクライナのNPT加入と露国への核兵器搬出と引き換えにウクライナに安全保障を提供する旨のブダペスト覚書を締結したが、その後、ウクライナに軍事侵攻した経緯がある

-
- 露国が和平協定交渉において、ウクライナの NATO 加盟及びウクライナによる核抑止力の獲得も排除することは間違いない。しかし和平協定締結後にウクライナが欧州連合(EU)に加盟¹⁶すれば、EU はウクライナ領土へのさらなる侵略や自己決定権の侵害といった露国による和平協定違反に対する措置に対し経済制裁や外交的措置を講じることが可能であろう¹⁷。

【課題その 2: 核の敷居国としてのイランと地域の安定に及ぼす影響】

- バイデン政権は、2015 年の包括的共同作業計画(JCPOA)の再開の可能性についてイランを和解させようとしたが、両国間の緊張の高まりは継続している。現在、イランは事実上の核の敷居国であり、核兵器の製造能力(筆者注:核兵器の製造に必要な高濃縮ウランの生産と推測される)を数週間以内に得られる状態にある。
- また、ひとたびイランが核兵器を製造・配備すれば、同国は地域覇権への推進力を支える威圧的な外交手段として核兵器を利用できる。また他国がイランの足跡を辿れば、核不拡散体制はさらに危険に晒される可能性がある。加えてイランの露国との緊密な軍事的関係とウクライナへの軍事侵攻に対する大規模な軍事支援は、欧米の利益に対する継続的な脅威となっている。イランの長距離弾道ミサイルの射程拡大は NATO 加盟国を含む欧州の軍事目標を脅かす可能性がある。

【課題その 3: 核の超大国としての中国の出現と世界の安全保障に与える影響】

【核の超大国としての中国の出現】

- 2023 年の「米国の戦略態勢に関する議会委員会」報告書¹⁸は、米国が露中を同時に抑止できる核態勢の整備を勧告した。バイデン政権時の国家安全保障会議(NSC)高官も、露国による核兵器搭載衛星の開発、中国による核軍備増強の加速、北朝鮮による核弾道ミサイル及び通常戦力の継続的な拡大と改良、といった国際環境の変化に則し、米国が実施する核兵器の近代化の背景となっている想定を見直す必要性を指摘した。また National Institute for Deterrence Studies(NIDS)¹⁹ は、米国の核兵器備蓄を露国、中国及び北朝鮮の備蓄全体と均衡させるとの「ダ

¹⁶ ウクライナは 2022 年 2 月に EU への加盟を申請、同年 6 月に EU はウクライナに加盟候補国の地位を付与した。また、「ウクライナが EU に加盟するには、1993 年にコペンハーゲンで開催された欧州理事会が定めた「コペンハーゲン基準」に示された 3 つの基準、①民主主義、法の支配、人権、マイノリティの尊重と保護を保証する政治的基準、②正常に機能する市場経済と EU 域内の競争に対応できる能力を備えるという経済的基準、③EU 法を受容する法的基準を満たす必要がある。」とされている。出典:北出大介、三井物産戦略研究所、「ウクライナの EU 加盟交渉がスタート — 進展の鍵は汚職対策に—」、1~2 頁、2024 年 6 月、https://www.mitsui.com/mgssi/ja/report/detail/_icsFiles/afiedfile/2024/09/20/240920_kitade2.pdf

¹⁷ 欧州連合条約第 42 条 7 項は、ある加盟国が武力侵略を受けた場合、他の加盟国はあらゆる手段による支援と援助の義務を負う旨定める旨を規定している(相互援助条項)。出典:同上

¹⁸ “America’s Strategic Posture, Final Report of the Congressional Commission on the Strategic Posture of the United States”, https://www.armed-services.senate.gov/imo/media/doc/americas_strategic_posture_the_final_report_of_the_congressional_commission_on_the_strategic_posture_of_the_united_states.pdf

¹⁹ 核抑止を支援する米国の非営利の核研究・政策センター、<https://thinkdeterrence.com/>

イナミック・パリティ(動的均衡)」²⁰の概念に基づき、軍備管理の有無に拘わらず米国の配備・運用核兵器の増減を管理する柔軟な枠組みの創設を提案している。

- 中国の核戦力に関し米国が直面している課題の一つは、同国の核抑止戦略と戦力の近代化計画に係る宣言政策(declaratory policy)²¹の透明性の欠如である。中国は第二撃能力²²に基づきいわゆる「最小限の抑止(minimum deterrence)」を志向しているのか、それとも政治的、軍事的、経済的、あるいはその他の目的のために様々な核のオプションを提供する、とのより野心的な抑止力を志向しているのか。これまでの経験に基づけば、中国の核戦略は核抑止と核戦力の近代化の問題を、抑止と戦闘(warfighting)及び非軍事的影響力の手段を重視するとのより包括的な枠組みの中で捉えることになるだろう。中国は核兵器を、米国やその他の国が通常戦争で中国を打ち負かそうとする試みや、核の威圧を中国に対する影響力の行使の道具として使用しようとする試みへの保険(insurance)と見なす、つまり核兵器の実際の使用を最後の手段と見なすであろう。
- 米国国防総省は、中国が陸、海、空、宇宙、サイバー及び核といったあらゆる戦争領域でその能力を近代化する意向であると評価している。現在中国は、約 500 発の核弾頭を地上、海上及び空中発射の様々な運搬システムに配備しており、併せてミサイルの開発及び配備を進めている。概して中国は、9 つの核兵器保有国の中で最大かつ最も急速に核兵器を増強している。

【世界の安全保障(軍備管理)への影響】

- 新 START²³後の米露間の核軍縮の進展は、両国間の関係改善と少なくともウクライナに係る暫定的な和平合意が前提となるであろう。一方中国は、戦略核戦力を米露と本質的に同等レベルに構築しない限り、あるいは構築するまで核軍縮交渉に消極的な姿勢を取るだろう。これまでの中国の行動を鑑みれば、同国は露国ほど核の威嚇を行わないであろうが、米国のミサイル防衛とそれが中国の第二撃能力を無効にする可能性があるか否かについて懸念するだろう。米露中のいずれかによるミサイル防衛の大きな飛躍は、戦略的安定性に対する脅威を生むだろう。
- 実行可能な軍備管理協定には監視と検証が不可欠であるが、中国を当該協定に組み込む上では、同国の宣言政策の透明性欠如がネックとなる。中国が米露に匹敵する核戦力を備えるようになればその戦力を明確にするかもしれないが、現

²⁰ Curtis McGiffin & Adam Lowther, “Dynamic Parity: A New Approach to American Nuclear Deterrence“, NIDS, <https://thinkdeterrence.com/wp-content/uploads/2024/07/Dynamic-Parity-Report.pdf>

²¹ 核兵器をいつ、誰に対し、どのような場合に使用するかなどを、指導者の声明及び政府の公文書等を通じて表明することを指す。久古聡美、「核の先制不使用をめぐる政策の動向と論点—米国を中心に—」、国立国会図書館、レファレンス(The Reference)、865号、2023年1月20日、40頁、<https://dl.ndl.go.jp/view/prepDownload?itemId=info:ndljp/pid/12452779>

²² 相手国による第一撃後に残存した戦略兵器で確実に報復的な核攻撃を行うことができる能力

²³ 2010年署名、2011年発効。発効後の有効期間は10年で最大5年の延長可能。2021年1月、米露は同条約の2026年2月までの延長に大筋合意。2023年2月、プーチン大統領は条約の履行停止を発表し、翌3月に履行停止を定めた大統領令に署名した。

在のような無期限の軍拡競争は、いずれの国にも利益をもたらさない。中国の指導者たちは経済競争、情報戦争、科学技術革新等において優れたスキルを発揮してきており、同国が AI、ビッグデータ、自律システム、宇宙の軍事利用、ヒューマン・マシン・インターフェースなど潜在的に破壊的な技術の分野で次世代のリーダーに躍り出るであろうことは驚くことではない。

【総括】

- 欧州での戦争を終結させ、米露間の核軍備管理を再開し、イランの核の野望を封じ込め、そして軍縮条約に中国を組み込むための扉はまだ開かれている。現在の米国の核兵器の近代化計画は、今後 10 年間に亘り核抑止力の安定性を維持するために必要な軍事手段を提供しなければならないが、軍事力の近代化は、鋭敏で想像力に富んだ外交と、不確実な世界的な地政学的状況における紛争の平和的解決へのコミットメントと密接に関連して進めるべきである。

【筆者追記】

Stephen J. Cimbala 氏らが提示した上記 3 つの課題について、2025 年 2 月 25 日現在のトランプ政権の対応状況を紹介する。

【ウクライナとの戦争終結に係る露国への対応】

報道によれば、トランプ大統領は 2025 年 2 月 24 日のマクロン仏国大統領との米仏首脳会談やその後の記者からの質疑で、ウクライナでの早期停戦の実現を目指し露国と協議していること、プーチン大統領とはいずれ対面で会談すること、ウクライナに関しては米国だけでなく欧州各国も負担を担う必要があること、さらに米国がウクライナへの支援の見返りに求めているウクライナ国内のレアアース等の鉱物資源を巡る協議について近くウクライナと合意に達する予定であること等を述べたという²⁴。

なお露国によるウクライナへの軍事侵攻から満 3 年を経た 2025 年 2 月 24 日に開催された第 11 回国連緊急特別総会²⁵(以下、「特別総会」と略)では、ウクライナに係る決議案及びその採決を巡り、米国の露国への歩み寄りとみられる姿勢や米国と欧州の間でウクライナへの対応に係る温度差が露呈することとなった。

ウクライナは、特別総会で以下の事項を含む計 3 頁から成る「ウクライナにおける包括的で公正かつ永続的な平和の推進(Advancing a comprehensive, just and lasting peace in Ukraine)」と題する決議案²⁶を提出し(同決議案には、欧州諸国や日

²⁴ NHK、「米仏首脳会談 トランプ氏“ウクライナで早期停戦実現目指す”」、2025 年 2 月 25 日、<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20250225/k10014732161000.html>、NHK、「ウクライナ侵攻 3 年で G7 首脳会合 国連総会の決議案に米は反対」、2025 年 2 月 25 日、<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20250225/k10014732151000.html>

²⁵ 国連緊急特別総会(Emergency special session of the United Nations General Assembly): 特定問題に係る緊急の勧告を行うために開催される通常会期以外の国際連合総会の会期

²⁶ UN, “Advancing a comprehensive, just and lasting peace in Ukraine”, A/ES-11/L.10, 18 February 2025, <https://documents.un.org/doc/undoc/ltd/n25/044/76/pdf/n2504476.pdf>

本等も共同提案者(co-sponsor)として加わった)、英独仏、日本及び韓国等の賛成 93 票で採択された²⁷(A/RES/ES-11/7)²⁸が、米露やイスラエル、ベラルーシ及び北朝鮮を含む計 18 か国²⁹が反対票を投じ、中国やインド、ブラジル、アルゼンチン、南アフリカ、イラン、イラク及びカザフスタン等計 65 か国が棄権した³⁰。今次決議と同様の内容を含む 2023 年 2 月に採択された決議(A/RES/ES-11/6)³¹では、バイデン政権下の米国を含む 141 か国が賛成票を投じた³²ことと比べると大きな変化であり、トランプ政権下における米国のウクライナに対する立場の変化と、米国と欧州の間のウクライナ対応に係る「亀裂が浮き彫りとなった」³³。

- 露国によるウクライナへの全面侵攻が 3 年間続いており、ウクライナだけでなく他の地域や世界の安定にも壊滅的で長期的な影響をもたらしていることを懸念する、
- ウクライナの国際的に承認された国境内、領海内における主権、独立、統一、領土保全へのコミットメントを再確認する、
- 朝鮮民主主義人民共和国の軍隊が露国の軍隊と共闘するいかなる関与も、この紛争のさらなる激化に関する深刻な懸念を引き起こすことを強調する、
- ウクライナに対する侵略に対応して採択された関連決議の完全な実施の必要性、特に露国が国際的に承認された国境内のウクライナ領土から全ての軍隊を即時、完全かつ無条件に撤退させるという要求及び露国によるウクライナに対する敵対行為、特に民間人及び民間施設に対するあらゆる攻撃の即時停止を求めることを想起する、
- 原子力事故等のリスクを高める重要なエネルギーインフラへの攻撃を直ちに停止するよう改めて求める。

米国が上記のウクライナの決議案に反対した理由³⁴は、米国が提案した決議案³⁵を

²⁷ UN, “Ukraine war: Amid shifting alliances, General Assembly passes resolution condemning Russia’s aggression”, 24 February 2025, <https://news.un.org/en/story/2025/02/1160456>

²⁸ UN, “Resolution adopted by the General Assembly on 24 February 2025, ES-11/7. Advancing a comprehensive just and lasting peace in Ukraine”, 25 February 2025, <https://docs.un.org/en/A/RES/ES-11/7>

²⁹ ベラルーシ、ブルキナファソ、ブルンジ、中央アフリカ、北朝鮮、エクアドル、エルトリア、ハイチ、ハンガリー、イスラエル、マリ、マーシャル諸島、ニカラグア、ニジェール、パラウ、露国、スーダン、米国。
https://x.com/UN_News_Centre/status/1894064279902437688/photo/1

³⁰ 出典: 同上

³¹ UN, “Resolution adopted by the General Assembly on 23 February 2023, ES-11/6. Principles of the Charter of the United Nations underlying a comprehensive, just and lasting peace in Ukraine”, A/RES/ES-11/6, 2 March 2023, <https://digitallibrary.un.org/record/4004933?v=pdf>

³² JIJI.COM, 「ウクライナ侵攻 3 年で特別会合 米の決議案、「侵略」消える一国連」、2025 年 2 月 25 日、<https://www.jiji.com/jc/article?k=2025022400345&g=int>

³³ 出典: 同上

³⁴ 米国は、ウクライナの決議案が持続可能な和平合意に向けた進展を妨げると主張し、ウクライナに決議案を撤回し米国のイニシアティブに参加するよう促したと報じられている。しかし、ウクライナ及び EU 加盟国は、ウクライナの決議案を進めることを選択したという。UN Security Council, “Ukraine: Briefing and Vote on a Draft Resolution”, 23 February 2025, <https://www.securitycouncilreport.org/whatsinblue/2025/02/ukraine-briefing-and-vote-on-a-draft-resolution.php>

³⁵ UN, “The path to peace”, A/ES-11/L.11, 21 February 2025, <https://docs.un.org/en/A/ES-11/L.11>

見ると明らかである。米国は、以下の僅か 3 項目から成り、上記のウクライナの決議案のような、「露国のウクライナへの軍事侵攻」に対する非難やウクライナの主権や独立、領土の保全等には一切触れず、むしろ中立的な立場から「露国とウクライナの紛争」の終結を求める「平和への道(The path to peace)」と題する決議案を提出した。

総会は、

- 露国とウクライナの紛争で起きた悲劇的な死を悼み、
- 国連憲章に明記されているように、国連の主目的は国際平和と安全を維持し、紛争を平和的に解決することであることを改めて表明し、
- 紛争の速やかな終結を求め、さらにウクライナと露国の間に永続的な平和が訪れることを強く求める。

上記米国の決議案は賛成 93 票、反対 8 票、棄権 73 票で採択されたが、以下に示す EU による米国の決議案に対する修正案が賛成 60 票、反対 18 票、棄権 81 票で採択された³⁶ため、以下を含む決議案に修正されることとなった(A/RES/ES-11/8)³⁷。この点ではウクライナ及び欧州等の主張が通ったと言える。なお露国も米国の決議案の 3 つ目の「紛争の速やかな終結」に関し、「根本原因に対処することを含める」旨の修正案を提出したが、この修正案は賛成 31 票、反対 71 票、棄権 59 票で採択されなかった。

- 「露国とウクライナの紛争」の文言を、「露国によるウクライナへの全面侵攻」に置き換える、
- 「国際的に承認された国境内、領海にまで及ぶウクライナの主権、独立、統一、領土保全へのコミットメントを再確認する」との新たなパラグラフを追加する、
- 「ウクライナと露国の間に永続的な平和」というフレーズは、「国連憲章及び国家の主権平等と領土保全の原則に沿った、ウクライナと露国の間の永続的かつ包括的な平和」に置き換える。

また同日に開催された国連安全保障理事会(国連安保理)で米国は、特別総会と同じ決議案を提出した。欧州理事会理事国(E5)と露国も、特別総会と同様に修正案計 5 つ(E5 が 3 つ、露国が 2 つ)を提出したが、E5 の修正案は露国の拒否権発動により、また露国の修正案は採択に必要な票³⁸を確保できなかったため、結果として米国のオリジナルの決議案が賛成 10 票(米露中韓等³⁹)、反対 0 票、棄権 5 票(英仏

³⁶ UN, “Ukraine war: Amid shifting alliances, General Assembly passes resolution condemning Russia’s aggression”, op. cit.

³⁷ UN, “Resolution adopted by the General Assembly on 24 February 2025 ES-11/8. The path to peace”, A/RES/ES-11/8, 25 February 2025, <https://docs.un.org/en/A/RES/ES-11/8>

³⁸ 拒否権がなければ、修正案は 15 票中 9 票を採択する必要がある

³⁹ 米、露、中、韓の他、アルジェリア、ガイアナ、パキスタン、パナマ、シエラレオネ、ソマリア

40、デンマーク、ギリシャ、スロベニア⁴¹。)で採択された⁴²(Resolution 2774 (2025))⁴³。

2022年2月の露国によるウクライナへの軍事侵攻開始以降、これまで国連安保理は露国の拒否権発動によりウクライナ情勢に関する実質的な決議案を採択できず、今次決議は初めてのものとなったが、ただし「紛争の速やかな終結」を求めたものであり、露国の軍事侵攻に対する非難やウクライナの主権や領土保全等は一切含まれない極めて簡潔なものである。

また今次国連安保理での決議採択に関し、米国下院議長は歓迎の意を示し、露国の国連代表もウクライナ紛争に対する米国の立場の変化を歓迎した。一方、仏国の国連代表は「侵略者が報われ、ジャングルの掟 (law of the jungle、弱肉強食の世界) が勝るなら平和と安全(security)はない」、また英国の国連代表は「平和の条件は侵略が報われないというメッセージを送らなければならない」と述べ、国連安保理で自身の修正案が採択されなかったことに遺憾の意を示した⁴⁴。

なお米国がウクライナへの支援の見返りに求めているウクライナ国内のレアアース等の鉱物資源を巡る協議について、報道によれば、露国は同国が併合を宣言したウクライナ4州を含めた地域でのレアアースの共同開発を米国に呼び掛けたという⁴⁵。

【イランの核開発等への対応】

JCPOAの再開に係りイランとの和解を試みたバイデン前政権に比し、2018年5月にJCPOAからの離脱と、イランのエネルギー、石油化学及び金融セクターへの制裁を再課し、総じて「最大限の圧力(Maximum pressure)」の付加を発表した⁴⁶トランプ大統領は、2025年2月4日、イランに対し「最大限の圧力」を復活させる国家安全保障大統領覚書(NSPM: National Security President Memorandum)に署名した⁴⁷。同覚書は、イランによる核兵器及び大陸間弾道弾(ICBM)保有の阻止、テロリストとのネットワークの無効化、及びイランのミサイル開発及び通常兵器能力等への対抗

⁴⁰ 英仏は国連安保理の常任理事国であり拒否権を発動できるが、発動せずに棄権した

⁴¹ Reuters、「国連安保理、米提出のウクライナ決議採択 紛争巡り中立的立場」、2025年2月25日、<https://jp.reuters.com/world/ukraine/EDXCTSJVO5MKTISQ3F25ZISAH4-2025-02-24/>

⁴² UN Security Council, “Ukraine: Briefing and Vote on a Draft Resolution”, op. cit.

⁴³ UN, “Resolution 2774 (2025) Adopted by the Security Council at its 9866th meeting, on 24 February 2025”, S/RES/2774 (2025), [https://docs.un.org/en/S/RES/2774\(2025\)](https://docs.un.org/en/S/RES/2774(2025))

⁴⁴ UN, “With 10 Votes in Favour, 5 Abstentions, Security Council Adopts Resolution 2774 (2025) Mourning Loss of Life, as Russian Federation’s Invasion of Ukraine Enters Fourth Year Members Implore Swift End to Conflict, Urge Lasting Peace between Two Nations”, 24 February 2025, <https://press.un.org/en/2025/sc16005.doc.htm>

⁴⁵ 朝日新聞、「プーチン氏、レアアース共同開発を米国に呼びかけ 「新領土も含め」、2025年2月25日、<https://digital.asahi.com/articles/AST2T057CT2TSFVU07VM.html>

⁴⁶ The White House, “Fact Sheets: President Donald J. Trump is Ending United States Participation in an Unacceptable Iran Deal”, 8 May 2018, <https://trumpwhitehouse.archives.gov/briefings-statements/president-donald-j-trump-ending-united-states-participation-unacceptable-iran-deal/>及び The White House, “National Security Presidential Memorandum/NSPM-2”, 4 February 2025, <https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/2025/02/national-security-presidential-memorandum-nspm-2/>

⁴⁷ The White House, “Fact sheet: President Donald J. Trump restores maximum pressure on Iran”, 4 February 2025, <https://www.whitehouse.gov/fact-sheets/2025/02/fact-sheet-president-donald-j-trump-restores-maximum-pressure-on-iran/>

を意図し、米国の財務長官に対して既存の制裁免除の撤回や新たな制裁の付加、イランの石油輸出をゼロにするためのキャンペーンの実施を含むイランに対する「最大限の経済的圧力」の付加を指示した。一方でトランプ大統領はイランと「是非、素晴らしいディール(取引)をしたいとも話し、交渉の余地があることを示した」とされる⁴⁸が、イランは米国との交渉の用意はあるものの、新たな制裁と同時並行的な交渉は望まないこと、何故ならそれは交渉ではなく米国への降伏の一つだからであると述べた⁴⁹。

【将来的な核の超大国の中国への対応】

報道によれば、2025年2月13日、トランプ大統領はホワイトハウスで記者団に対し、「まずは中国、そして露国と会合を持ち、核兵器の製造を遅らせ、停止、削減することについて話し合いたい」と述べて、中露の首脳と核兵器の削減について協議することに意欲を示した⁵⁰。この背景には、中国が核開発を進めており「圧倒的な核を持つ露国に3年から5年ほどで近付く」と予想されること⁵¹、また3か国による足並みを揃えての軍事費の削減を図りたいとの狙いがある⁵²と見られている。一方中国外務省の報道官は、「核兵器をより多く保有する米国と露国が先に大幅な削減を行い、国際的な環境を整えるべき」こと、また米国が「アメリカ第一主義」を主張するならば軍事費の削減においても米国が「第一」に模範を示すべき」と述べたという⁵³。

なお軍備管理に関する米国のNGOであるArms Control Associationは、米露が戦略核の配備数に上限を設け、新たな核兵器削減の枠組みを交渉することに合意する一方で、他の核兵器国である中仏英に対し、核兵器の全体規模を凍結し、核兵器用核分裂性物質の生産禁止交渉(FMCT交渉)するよう圧力をかけることができる、と述べてトランプ大統領の上記イニシアティブへの支持を表明している⁵⁴。

【計画管理・政策調査室 田崎 真樹子、今村 有里】

⁴⁸ 毎日新聞、「トランプ氏「取引したい」 対イラン「最大限圧力」も交渉の余地示唆」、2025年2月5日、<https://mainichi.jp/articles/20250205/k00/00m/030/155000c>

⁴⁹ ALJAZEERA, “Iran ready to negotiate with US but not under Trump’s ‘maximum pressure’”, 8 February 2025, <https://www.aljazeera.com/news/2025/2/8/iran-ready-to-negotiate-with-us-but-not-under-trumps-maximum-pressure>

⁵⁰ NHK、「トランプ大統領 中ロ首脳と核兵器削減について協議の意欲示す」、2025年2月14日、<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20250214/k10014722051000.html> なおトランプ大統領は、2025年1月に開催されたダボス世界経済フォーラムでも同様の発言を行っている。The White House, “Remarks by President Trump at the World Economic Forum”, 23 January 2025, <https://www.whitehouse.gov/remarks/2025/01/remarks-by-president-trump-at-the-world-economic-forum/>

⁵¹ NHK、「トランプ大統領 “核兵器は世界の脅威 広島長崎思い浮かべて”」、2025年2月20日、<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20250220/k10014728081000.html>

⁵² NHK、「トランプ大統領 中ロ首脳と核兵器削減について協議の意欲示す」、前出

⁵³ NHK、「核兵器削減 トランプ大統領の発言に中国“米ロが先に削減を”」、2025年2月14日、<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20250214/k10014723041000.html>

⁵⁴ Arms Control Association (ACA), “ACA Welcomes Trump’s Acknowledgement of the “Tremendous” Cost and Dangers of Nuclear Weapons and Interest in “Denuclearization” with Russia and China”, 24 January 2025, <https://www.armscontrol.org/pressroom/2025-01/aca-welcomes-trumps-acknowledgement-tremendous-cost-and-dangers-nuclear-weapons>

2-3 プルトニウム国際管理指針(INFCIRC/549)に基づく民生用 Pu 量の公表と英国による民生用 Pu の固定化の決定について

【概要】

国際原子力機関(IAEA)のプルトニウム国際管理指針(INFCIRC/549)に基づき 2024 年に公表された日仏露等が国内で保有する(national holdings)民生用プルトニウム(Pu)量等と、2025 年 1 月の英国による民生用 Pu の固定化の決定に係る概要等を紹介する。

【2024 年にプルトニウム国際管理指針(INFCIRC/549)に基づき公表された民生用 Pu 保有量等】

1997 年 12 月、日本、独国、ベルギー、スイス、仏国、米国、中国、英国及び露国の 9 か国は、プルトニウム国際管理指針(INFCIRC/549)⁵⁵の採用を決定し、翌 1998 年から当該指針に基づき、前年末等の自国内での民生用 Pu 保有量を施設区分(再処理施設、加工施設、原子炉施設等)毎に IAEA に報告し、IAEA がそれらを公表してきた⁵⁶。

2024 年は、上記 9 か国のうち、日本、独国、ベルギー、スイス、仏国及び露国の 6 か国が上記指針に基づき保有量を IAEA に報告したが、米国、英国及び中国からの報告は無かったようである(IAEA からの公表はない。ただし英国原子力規制局(ONR: Office for Nuclear Regulation)は自身のホームページ上で公表)。それらの概要は以下の表 1 のとおりである。また参考まで、併せて米国が 2023 年に IAEA に報告した保有量も表 1 の最後に記載した。

2024 年に保有量が報告・公表された上記 8 か国に関しては、前年の保有量に比し、特段大きな変化は見られず、また 8 か国のうちでは英国の保有量が 140.9 トンで最も多い(次いで仏国の 110.7 トン)。この英国の約 140 トンの内訳や内訳毎の Pu の特徴等については、後述の【英国における民生用 Pu の固定化の決定】で記載する。また独国、仏国及び英国は民生用 HEU 保有量を報告・公表し、加えて英国は劣化ウラン、天然ウラン及び低濃縮ウランの合計量も公表しており、それらを本稿末の参考 1 及び参考 2 に示す。さらに核兵器保有国等が保有する軍事用及び民生用 Pu の総量については、ISCN Newsletter No. 0324 December 2023 の「2-3 SIPRI Yearbook 2023 (一般公開版)に見る世界の核弾頭数、核兵器保有国における核兵器の役割、HEU 及び分離 Pu 量及び主要なウラン濃縮及び再処理施設」⁵⁷で紹介しており、参照されたい。

⁵⁵ IAEA, “Communication Received from Certain Member States Concerning Their Policies Regarding the Management of Plutonium (INFCIRC/549)”, 16 March 1998, <https://www.iaea.org/sites/default/files/infirc549.pdf>, INFCIRC/549/Mod.1, 17 August 2009, <https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/documents/infircs/1998/infirc549m1.pdf>

⁵⁶ 科学技術庁、「国際プルトニウム指針について」、平成 12 年 1 月、https://www.aec.go.jp/kaigi/senmon/tyoki_bunka06/siryu08/2_sankou.pdf

⁵⁷ https://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp_news/attached/0324.pdf#page=19

表1 日本、独国、ベルギー、スイス、仏国、露国及び英国が2024年に報告・公表した2023年末における各国の民生用Pu保有量
(米国は2023年に公表した2022年末における保有量。())内は前年度の数字)

国内で保管中の分離Pu		日本 ^ア	独国 ^イ	ベルギー ^ウ	スイス ^エ	仏国 ^オ	露国 ^カ	英国 ^キ	米国 ^ク
未照射 Pu ^{*1}	a. 再処理工場製品貯蔵庫中の未照射分離Pu	3.8 (3.8)	0.0 (0.0)	0 (0)	記載無 (同上)	63.2 (61.4)	58.4 (58.3) ^ケ	137.5 (137.4)	0 (0)
	b. 燃料加工又はその他製造工場又はその他の場所での製造又は加工中の未照射分離Pu及び未照射半加工又は未完成製品に含まれるPu	3.4 (3.4)	0.0 (0.0)	50 kg 未満 (同上)	記載無 (同上)	7.8 (7.6)	1.3 (1.1)	0.4 (0.4)	50 kg 未満 (同上)
	c. 原子炉又はその他の場所での未照射MOX燃料(炉内に装荷された照射前のものを含む)又はその他加工製品に含まれる未照射Pu	1.4 (1.9)	0.0 (0.0)	50 kg 未満 (同上)	記載無 (同上)	39.1 (36.6)	4.2 (4.6)	2.0 (2.0)	4.6 ^{*8} (4.6)
	d. 他の場所で保管される未照射分離Pu	0.1 (0.1)	0.0 (0.0)	50 kg 未満 (同上)	2kg 未満 (同上)	0.6 (0.6)	1.0 (0.5)	1.0 (1.1)	44.6 ^{*8} (44.8)
	a.~d 計^{*3}	8.6^{*4} (9.3)^{*4}	0.0 (0.0)	50 kg 未満 (同上)	2 kg 未満 (同上)	110.7 (106.2)	64.9 (64.5)	140.9 (140.8)	49.2 (49.4)
	上記 a. から d. の Pu のうち他国が所有するもの	0 (0)	*7	0 (0)	記載無 (同上)	14.45 (14.33)	記載無 (0)	24.1 (24.1)	0 (0)
	上記 a. ~d. のいずれかの形態の Pu であって他国に存在し、上記 a. ~d. に含まれないもの	35.8 ^{*5} (35.9) ^{*6}	*7	0 (0)	記載無 (同上)	50 kg 未満 (同上)	記載無 (0)	0 (0/0)	0 (0)
	上記 a. ~d. のいずれかの形態の Pu であって国際輸送中で受領国への到着前のものであり、上記 a. ~d. に含まれないもの	0 (0)	0.0 (0.0)	0 (0)	記載無 (同上)	0 (0)	記載無 (同上)	0 (0/0)	0 (0)
使用済 燃料中 の Pu ^{*2}	e. 民生用原子炉施設における使用済燃料に含まれるPu ^{*9}	158 (156)	124.6 (123.8)	50 (48)	14.0 (14.0)	110.9 (114.1)	78.0 (78.0)	9 (9)	792 ^{*11} (771)
	f. 再処理工場における使用済燃料に含まれるPu ^{*10}	27 (27)	0.0 (0.0)	0 (0)	記載無 (同上)	188.8 (182.8)	8.0 (7.0)	20 (19)	0 (0)
	g. その他の場所で保有される使用済燃料に含まれるPu	500kg 未満 (同上)	6.0 (6.0)	500 kg 未満 (同上)	10.0 (8.0)	6.4 (6.4)	118.0 (112.0)	500 kg 未満 (同上)	12 ^{*11} (12)
	e~g 計	185 (183)	130.6 (129.8)	50 (48)	24.0 (22.0)	306.1 (303.3)	204.0 (197.0)	29 (28)	804 (783)

単位:tPu

-
- *1: 100 kg 単位で四捨五入した値
- *2: 1,000 kg 単位で四捨五入した値
- *3: 日本、仏国及び英国以外の国の合計値は、筆者による各国が報告・公表した数値の合計値。50 kg 未満は合計していない
- *4: 日本の場合は、a.～d.の合計値ではなく、原子力委員会、「令和5年における我が国のプルトニウム管理状況」、令和6年7月16日、<https://www.aec.go.jp/bunya/04/plutonium/20240716.pdf>の1頁、【分離プルトニウムの管理状況】の令和5年末時点での国内で保管中のPu量から引用
- *5: 英国で保管分:約21.7トン、仏国で保管分:約14.1トン。再処理施設に保管されているPuについては、²⁴¹Puの核的損耗を考慮した値。出典:同上
- *6: 英国で保管分:約21.8トン、仏国で保管分:約14.1トン。再処理施設に保管されているPuについては、²⁴¹Puの核的損耗を考慮した値。出典:同上
- *7: EURATOM 条約によれば、全ての核物質はEUの所有物であり、EURATOMとIAEAによる保障措置の計量管理対象となる。したがって、独国外の「独国」の核物質、または「外国」の核物質等の定義は該当しない
- *8: c.とd.(計49.2トン)は、国家安全保障上、余剰(筆者注:必要ない)と宣言された分離Pu量である。この数値に、e.とg.に含まれる7.8トン、保障措置終了後に廃棄処分された4.7トン、放射性崩壊により失われた0.2トン(全て1994年9月以降)のPuを加えると合計61.9トンになる。これは、米国が国家安全保障上、余剰と宣言した政府所有のプルトニウム61.5トンと、米国が核不拡散プログラムに基づいて他国から受け入れた0.4トンである。
- *9: 民生用原子炉施設から取り出された燃料に含まれるPuの推定量
- *10: 再処理工場で受け入れた燃料のうち、未だ処理されていない燃料に含まれるPuの推定量
- *11: e.の値は、民生用原子炉に移送され、その後照射された、かつて政府所有であった0.1トンのPuを含む。またg.の値は、国家安全保障上、余剰と宣言された使用済燃料に残存していると推定される政府所有の7.7トンのPuを含む(計7.8トン)。これに加えて、c.とd.の計49.2トン、保障措置終了後に廃棄処分された4.7トン、放射性崩壊で失われた0.2トンが、米国が国家安全保障上、余剰と宣言したまたは米国が核不拡散プログラムの下で他国から受け入れた政府所有Puの合計61.9トンを構成する。稼働中の民生用原子炉で生成された推定64トンのPuは示されていない。
- ア:IAEA, INFCIRC/549/Add.1-27, 6 September 2024,
<https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/documents/infcircs/1998/infcirc549a1-27.pdf>
- イ:IAEA, INFCIRC/549/Add.2/27, 6 September 2024,
<https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/documents/infcircs/1998/infcirc549a2-27.pdf>
- ウ:IAEA, INFCIRC/549/Add.3/23, 23 May 2024,
<https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/documents/infcircs/1998/infcirc549a3-23.pdf>
- エ:IAEA, INFCIRC/549/Add.4/28, 25 January 2024,
<https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/documents/infcircs/1998/infcirc549a4-28.pdf>
- オ:IAEA, INFCIRC/549/Add.5/28, 23 August 2024,
<https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/documents/infcircs/1998/infcirc549a5-28.pdf>
- カ:IAEA, INFCIRC/549/Add.9/26, 8 August 2024,
<https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/documents/infcircs/1998/infcirc549a9-26.pdf>
- キ:Office for Nuclear Regulation (ONR), “2023 annual figures for holdings of civil unirradiated plutonium”, 11 September 2024, <https://www.onr.org.uk/publications/regulatory-reports/safeguards/annual-civil-plutonium-figures/2023-annual-figures-for-holdings-of-civil-unirradiated-plutonium/>
- ク:IAEA, INFCIRC/549/Add.6/25, 15 September 2023,
<https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/documents/infcircs/1998/infcirc549a6-25.pdf>
- ケ:露国の()内の数字の出典:IAEA, INFCIRC/549/Add.9/25, 3 August 2023,
<https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/documents/infcircs/1998/infcirc549a9-25.pdf> 以下の()の数字同
-

中国について、同国は 2017 年を最後に IAEA に報告していないが、それまでの保有量は表 2 のとおりである。同国の 1996 年～2008 年末までの保有量はゼロで、2010 年に初めて 13.8 kg が報告され、同国が IAEA に最後に報告した 2017 年の前年(2016 年)末時点での保有量は 40.9kg となっている。この数字は、2010 年から 6 年間で約 3 倍に増加しているが、2 桁以上のトン単位で保有している他の核兵器国(露仏英米)と比べるとその量は少ない。ただし中国は 1987 年に閉鎖された酒泉の Pu 生産炉及び軍事用小型再処理工場に併設され 2010 年に運転を開始した酒泉パイロット民生用再処理工場(LWR 燃料の再処理、設備容量は 50tHM/年)⁵⁸を稼働させている。ハーバード大学の Hui Zhang 氏によれば、中国は 2017 年～2019 年末時点で 500kg、2022 年現在では 1～1.5 トンの民生用分離 Pu を保有していると言う⁵⁹。また SIPRI⁶⁰及び笹川平和財団の小林祐喜氏⁶¹によれば、中国は 2015 年以降、甘粛省の砂漠で 2 つの再処理工場(SIPRI によれば双方とも 200 tHM/年)の建設を開始し、第 1 工場が 2025 年頃、第 2 工場が 2030 年頃に運転を開始するとみられるという。なお中国は、Pu 国際管理指針(INFCIRC/549)に基づく使用済燃料中の Pu 量を公表していない⁶²。

表 2 中国が IAEA に報告した民生用 Pu 保有量の推移^コ

		単位: kgPu							
国内で保管中の分離 Pu ^コ	1996 ^{*1} ～ 2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
a. 再処理工場製品貯蔵庫 中の未照射分離 Pu ^{*2}	0	13.8	13.8	13.8	13.8	25.4	25.4	40.9	

*1: 当該年の 12 月末時点での保有量、以下同。

*2: 50 kg 未満の Pu は 100kg として報告。以下同

コ: IAEA, INFCIRC/549/Add.7, INFCIRC/549/Add.7/1, IAEA, INFCIRC/549/Add.7/2, INFCIRC/549/Add.7/3, INFCIRC/549/Add.7/4, INFCIRC/549/Add.7/5, INFCIRC/549/Add.7/6, INFCIRC/549/Add.7/7, INFCIRC/549/Add.7/8, INFCIRC/549/Add.7/9, INFCIRC/549/Add.7/10, INFCIRC/549/Add.7/11, INFCIRC/549/Add.7/12, INFCIRC/549/Add.7/13, INFCIRC/549/Add.7/14, INFCIRC/549/Add.7/15, INFCIRC/549/Add.7/16

【英国における民生用 Pu の固定化の決定】

【民生用 Pu の内訳】

マンチェスター大学の William Bodel 氏等によれば、2023 年に公表された 2022 年末時点での英国が保有する Pu 約 140 トンの内訳等は表 3 のとおりである⁶³。

⁵⁸ SIPRI, “7. World nuclear forces”, SIPRI Yearbook 2023 (一般公開版)、p. 336, <https://www.sipri.org/sites/default/files/YB23%2007%20WNF.pdf>

⁵⁹ 張会 (Hui Zhang)、「中国のプルトニウム・リサイクル計画—現状と問題点」、ND Policy Brief, Vol. 15、2022 年 4 月、<https://www.nd-initiative.org/wordpress/wp-content/uploads/2022/04/1a34c7a22d2f0176185c14aa2ec27c49.pdf>

⁶⁰ SIPRI, op. cit.

⁶¹ 小林 祐喜、「中国のプルトニウム生産と核軍拡」、笹川平和財団、2022 年 11 月 28 日、<https://www.spf.org/spf-china-observer/eisei/eisei-detail004.html>

⁶² 科学技術庁、「国際プルトニウム指針について」、前掲

⁶³ William Bodel et.al, “Managing the UK plutonium stockpile: no easy choices”, The University of Manchester, Dalton Nuclear Institute, August 2023, <https://documents.manchester.ac.uk/display.aspx?DocID=68958>

表 3 英国の 2022 年末の民生用分離 Pu 約 140 トンの内訳

Pu 量	由来	Pu の特徴等
85.8	<p>英国の発電用原子炉に由来する Pu: マグノックス炉^{*1} 使用済燃料及びドーンレイ高速炉(実験炉、DFR)^{*2} の増殖材のセラフィールド再処理工場での再処理により生じた Pu</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 1964 年～2022 年にマグノックス炉の使用済燃料をセラフィールド再処理工場^{*3} で再処理して生じた Pu • マグノックス炉の燃料は燃焼度が低い(低燃焼度、3～5GWdt⁻¹)ため、主に ²³⁹Pu と ²⁴⁰Pu で構成され、²⁴¹Pu の同位体含有率は低い。したがって再処理により生じた Pu は、²⁴¹Pu のベータ崩壊から生じる ²⁴¹Am からのガンマ線の線量が低いため、MOX 燃料原料としてより魅力的である。 • ただし一部の貯蔵容器にはポリ塩化ビニル(PVC)が使用されており、PVC 製貯蔵容器の劣化が問題となっている。85.8 トンの Pu のうち、最大 5 トンは塩素に汚染されており、MOX 燃料製造前に塩素を除去する必要があるため、燃料製造を実施する上での障害となっている。 • 上記の他、85.8 トンには、ドーンレイ炉(高速炉実験炉、DFR)で使用された増殖材の再処理により生じた Pu も含まれる^{*4}。
23.6	<p>英国の発電用原子炉に由来する Pu: AGR(改良型ガス冷却炉)^{*5} 使用済燃料の THORP での再処理により生じた Pu</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 1994 年～2018 年に AGR の使用済燃料を THORP 再処理工場^{*6}(以下、THORP と略)で再処理して生じた Pu。 • AGR 燃料(LEU)はマグノックス炉と比較して燃料燃焼度が高い(中程度の燃焼度、18～40GWdt⁻¹)ため、²⁴¹Pu を多く含み、長期間貯蔵の場合、²⁴¹Am 量が増加し、MOX 燃料製造上の障害となる。
8.3	<p>THORP で再処理され、その後、英国に移転された海外由来の Pu</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 2012 年～2014 年に、THORP での再処理により生じ、英国以外の国が所有する少量の Pu(独国:4.75 トン、仏国:1.85 トン、スウェーデン:0.8 トン、スペイン:0.6 トン、オランダ:0.35 トン)を英国に移転する取決めがなされた。 • Pu の一部は海外のマグノックス炉(日本原子力発電の東海炉 1 号炉及びイタリアのラティーナ原子力発電所原子炉)の使用済燃料に由来する Pu であるが、大部分は軽水炉で照射された LEU 酸化物燃料(燃焼度は 40-60 GWdt⁻¹)の THORP での再処理により生じた Pu である。
24.1	<p>海外の使用済燃料に由来する Pu(海外の顧客が所有するもの)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 殆どの Pu は、英国が MOX 燃料を製造し海外の顧客に返還する目的の下に THORP で再処理して生じた Pu。しかし英国の MOX 燃料製造施設が 2011 年に閉鎖されたため、当該 Pu は現在もセラフィールドの敷地内に保管されている。 • 当該 Pu は海外の電力会社が所有しており、その処置について海外の電力会社が最終責任を負っている。 • THORP での再処理で生じた Pu のうち 24.1 トンは他国(その殆どが日本で 21.8 トン)が所有するもので、外国との契約に従いセラフィールドの敷地内で原子力廃止措置機関(NDA: Nuclear Decommissioning Authority)が管理している。

-
- *1:核燃料の被覆材にマグノックスを用いたガス冷却炉。燃料に天然ウラン、減速材と反射材に黒鉛、原子炉冷却材に炭酸ガスを用いている。アトミカ、「マグノックス炉」、
https://atomica.jaea.go.jp/dic/detail/dic_detail_651.html
- *2:英国において建設・運転された高速炉の実験炉。1959年に臨界を達成し、1961年に高速炉初の商用発電を行い、種々の基礎実験に使用されて1977年に閉鎖された。定格熱出力6万kW、電気出力1.5万kWで、ウランとモリブデンの合金燃料を使用した。なお高速原型炉(PFR)は1966年建設開始、1974年に臨界達成、1994年運転終了。アトミカ、「ドーンレイ炉」、
https://atomica.jaea.go.jp/dic/detail/dic_detail_1858.html
- *3:英国における最初の産業規模の使用済燃料の再処理施設として、にウインズケール(後に「セラフィールド」と改称)に建設されたマグノックス炉の使用済燃料の再処理工場。1952年運転開始。アトミカ、「セラフィールド再処理工場の技術開発と現状」、
https://atomica.jaea.go.jp/data/detail/dat_detail_14-05-01-17.html
- *4:2013年の段階では、ドーンレイで計100tの燃料が残されており、その内訳は、以下のとおり。
- ①Pu含有率が20~30%の照射済のDFRの増殖材(原子炉の増殖ブランケットで僅かに照射されたウラン金属):計44トン。セラフィールドに移送され再処理された。
 - ②天然及び劣化ウラン:計30トン
 - ③エキゾチック燃料(exotic fuel)と呼ばれる以下の3つの物質:計26トン
 - (ア)未照射Pu含有燃料:計13トン。この中には2トンの粉末、金属、ペレット、ピン等の形態のPuが含まれる
 - (イ)未照射HEU燃料:計1トン。酸化物粉末、ペレット、ウラン金属、合金の形態
 - (ウ)照射済燃料:計12トン。高速炉原型炉(PER)燃料等。非常に高い燃焼度で燃焼されており、管理が難しい可能性があると考えられる
- 出典:NDA, “Exotic Fuels – Dounreay Fast Reactor (DFR) Breeder”, July 2011,
https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a807402e5274a2e87db9e61/Dounreay_Fast_Reactor_DFR_Breeder_Credible_and_Preferred_Options.pdf, NDA, “Exotic Fuels and Nuclear Materials – Dounreay”, February 2012,
https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a74d74fed915d3c7d5285ba/Exotic_Fuels_and_Nuclear_Materials_Dounreay_Credible_Options.pdf
- *5:英国がマグノックス炉に続く第2世代の発電炉として経済性向上を目指し独自に開発した、低濃縮ウラン黒鉛減速炭酸ガス冷却型炉。AGRはマグノックス炉に比して明らかに改良された性能を示したが、英国国内でのみ14基、計9,240MWeが建設・運転されただけで、1980年代後半以降、新設されることはなかった。アトミカ、「改良型ガス冷却炉(AGR)」、
https://atomica.jaea.go.jp/data/detail/dat_detail_02-01-01-07.html
- *6:セラフィールドにあるThermal Oxide Reprocessing Plant (THORP)は、AGR及び独国や日本等の海外の軽水炉の使用済燃料を再処理するために建設された。1981年に建設開始、1994年完成、1997年にフル稼働開始、2018年に運転終了。現在は英国原子力廃止措置機関(NDA)が所有し、セラフィールド社が運転を行っている。THORPは、世界中の約9千トンの使用済燃料を再処理し、英国に推定90億ポンドの収益をもたらした。UK Government, “What is Thorp?”,
<https://www.gov.uk/government/case-studies/what-is-thorp>、アトミカ、「イギリスの再処理施設」、
https://atomica.jaea.go.jp/data/detail/dat_detail_04-07-03-09.html
-

【ONR による国内規制及び IAEA 保障措置】

英国の The Nuclear Safeguards (EU Exit) Regulations 2019⁶⁴は、英国内の全ての民生用核物質の保有者に対して、原子力施設において核物質の計量管理システムを確立し、実施し、維持する義務を課している。英国 ONR は、当該規定に基づき英国の事業者に対する国内規制と、英国が国際的な保障措置 (IAEA 保障措置) の義務の履行を保証する責任を負っている。したがって英国が保有する民生用 Pu も上記 ONR が行う規制対象となっている。

ONR の 2024 年版年次報告書⁶⁵によれば、ONR は 2024 年に、核物質の計量管理 (NMA: Nuclear Material Accountancy)、実在庫確認の評価 (PIT (Physical Inventory Take) Evaluation)⁶⁶、基本技術特性 (BTC: Basic Technical Characteristics)⁶⁷、計量管理計画 (ACP: Accountancy and Control Plans)⁶⁸ 及び保障措置制度に基づく査察 (SSBI: Safeguards System-Based Inspections) を含む計 26 回の立入検査 (on-site inspection) を実施し、また IAEA は、英国とのボランタリー保障措置協定 (INFCIRC/951)⁶⁹ に基づき、2024 年は 2 つのサイトの 4 つの適格施設⁷⁰ で計 37 回の査察を実施した。当該 4 つの施設の個別名称は明示されていないが、2021 年のジョンソン政権時の文書⁷¹によれば、セラフィールドの Pu 貯蔵庫の一部とカーペンハーストの URENCO 社のウラン遠心分離法施設が適格施設として IAEA の査察受入対象施設とされている。後述するように日本の国会答弁によれば、英国にある日本の Pu については IAEA 保障措置が適用されているとのことであり、そうであれば上記のセラフィールドの IAEA 保障措置が適用されている Pu 貯蔵庫の一部には日本の Pu が含まれていることになる。

⁶⁴ “The Nuclear Safeguards (EU Exit) Regulations 2019”, <https://www.legislation.gov.uk/ukxi/2019/196/data.pdf>

⁶⁵ ONR, “Safeguards Annual Report 2024”, <https://www.onr.org.uk/publications/regulatory-reports/safeguards/safeguards-annual-report-2024/>

⁶⁶ 事業者が定期的に実在庫確認を実施していること、また計量管理システムの構成要素が施設に見合った適切なものであることを確認するもの

⁶⁷ 事業者が申告した設計情報が正確であり、また実物に合致しているかを確認するもの

⁶⁸ 事業者が核物質の計量管理計画 (ACP: Accountancy and Control Plans) を適切に実施しているかどうかを確認するもの

⁶⁹ IAEA, INFCIRC/951, 12 January 2021, <https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/documents/infcircs/2021/infcirc951.pdf>

⁷⁰ IAEA 保障措置の適用受入可能施設として、英国が IAEA に提供するリストに含まれる施設。IAEA は当該リストから保障措置の対象とする施設を選択して保障措置を適用する。なお英国は、IAEA に提供する施設リストから除外する施設を国家安全保障に関する施設としている。UK Government, “UK national report, pursuant to actions 5, 20 and 21 of the Treaty on the NPT review conference 2010 for the 10th NPT review conference”, 1 November 2021, <https://www.gov.uk/government/publications/treaty-on-the-non-proliferation-of-nuclear-weapons-uk-national-report-for-the-10th-review-conference/uk-national-report-pursuant-to-actions-5-20-and-21-of-the-treaty-on-the-npt-review-conference-2010-for-the-10th-npt-review-conference>

⁷¹ UK Government, “UK national report, pursuant to actions 5, 20 and 21 of the Treaty on the NPT review conference 2010 for the 10th NPT review conference”, op. cit.

【固定化の決定】

2025年1月24日、英国のエネルギー安全保障・ネットゼロ省(DESNZ)のシャックス政務次官は、同省が原子力廃止措置機関(NDA)等と協力して現在、セラフィールドに保管されている英国所有の民生用分離Puを固定化(immobilization)する旨を明らかにした⁷²。同声明及び関連する声明^{73,74}やその他の関連報道等^{75,76,77}の要点は以下のとおりである。ただし、固定化が選択された具体的な理由は必ずしも明確ではなく、また固定化のための個別具体的な技術開発及び決定は、将来的な話となっている。

- DESNZ は、NDA と協力して英国が所有する民生用分離Puを固定化する旨を決定した。これは、当該Puの保管中の長期的な安全とセキュリティの負担を低減し、地層処分施設(GDF: Geological Disposal Facility)での処分に適した形態にするための措置である。
- 2011年に英国政府は、民生用分離PuをMOX燃料として再利用することを追求するが^{*1}その他のPu管理方策の代替案にもオープンである旨を発表した。それ以降、NDAは長期的な解決策として適したオプションを特定するために技術的及び経済的な観点等から種々の分析を行ってきた。今次NDAは、Puを最も早くかつ最も確実に人間の手の届かないところに置くための好ましい方法として、固定化を勧告した。

(^{*1} 筆者注: セラフィールドサイトにはMOX燃料製造工場(SMP)があったが、十分な処理能力を発揮できなかったこと⁷⁸や、東京電力福島第一原子力発電所事故の余波を受け2011年8月に閉鎖が決定された⁷⁹。現在、英国にMOX燃料製造工場は存在しない⁸⁰。)

⁷² UK Parliament, Plutonium Disposition Strategy Statement made on 24 January 2025”, Statement made by Michael Shanks, <https://questions-statements.parliament.uk/written-statements/detail/2025-01-24/hcws388>

⁷³ UK Parliament, Plutonium Disposition Strategy Statement made on 24 January 2025”, Statement made by Lord Hunt of Kings Heath, <https://questions-statements.parliament.uk/written-statements/detail/2025-01-24/hlws384>

⁷⁴ UK Government, “NDA group welcomes Government decision on plutonium disposition”, 24 January 2025, <https://www.gov.uk/government/news/nda-group-welcomes-government-decision-on-plutonium-disposition>

⁷⁵ Victoria Gill, “UK to dispose of radioactive plutonium stockpile”, 25 January 2025, BBC, <https://www.bbc.com/news/articles/cjr8lzyg299o>,

⁷⁶ 桜井久子、「英国 民生用プルトニウムを地中処分へ」、日本原子力産業協会、2025年2月6日、<https://www.jaif.or.jp/journal/oversea/26653.html>

⁷⁷ 日本経済新聞、「英政府、プルトニウム廃棄へ 日本保有分は「対応協議」、2025年2月4日、<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUA032MJ0T00C25A2000000/>、他

⁷⁸ SMPは、エンジニアリング及び技術上の問題等により、設計上の生産能力である年間120トン(重金属換算)よりはるかに少なく、9年間の稼働期間に生産したMOX燃料は15トン程度と言われている。日本原子力産業協会、「英国 福島事故が影響 MOX加工工場を閉鎖」、[原子力産業新聞]2011年8月11日 第2586号 <3面>、https://www.jaif.or.jp/news_db/data/2011/0811-3-2.html

⁷⁹ UK Government, “NDA Statement on future of the Sellafield Mox Plant”, 3 August 2011, <https://www.gov.uk/government/news/nda-statement-on-future-of-the-sellafield-mox-plant>

⁸⁰ 桜井久子、前掲

-
- 今後 NDA は、民生用分離 Pu の長期保存及び GDF での処分に適した固定化のための好ましい技術を開発・決定する。それらの作業には、セラフィールド社、原子力廃棄物サービス(NWS: Nuclear Waste Services)社、英国国立原子力研究所(NNL: National Nuclear Laboratory)及びその他のサプライチェーン等が関与する。
 - DESNZ とセラフィールド社は、政府の承認から約 10 年後にセラフィールドで Pu 処分インフラの建設プログラムを開始することが期待されている。現在その一環として、セラフィールドサイトでは、Pu を再梱包し、近代的な貯蔵庫(SPRS、後述)に保管するための新たな施設(SRP、後述)が建設中である*²。
(*² 筆者注:NDA は、現在、セラフィールドの多くの貯蔵庫に保管されている民生用 Pu を、「セラフィールド製品・残留物貯蔵庫(SPRS: Sellafield Product and Residue Store)」のような最も近代的な施設に徐々に移していくとし、また SPRS での安全な保管を確保するため、Pu の再梱包を実施するための新規かつ大規模な専門施設として、「セラフィールド製品・残留物貯蔵再処理プラント(SRP: Sellafield Product and Residue Store Retreatment Plant)」を建設している。Pu は SRP において再包装、または適切な場合には再処理され、少なくとも 100 年間は保存に適した容器に梱包される。SRP はアクティブ試運転の完了後、2029 年にフル稼働を開始し、2060 年頃まで稼働すると予測されている。)⁸¹
 - 約 140 トンの分離 Pu のうち、日本の電力会社が英国に使用済燃料の再処理を委託して発生した約 22 トンは、今次英国が発表した固定化措置の対象外であり、両国政府や事業者間で対応を協議する。

上記の他、例えば BBC は今次英国の発表に関し以下も報じ⁸²、今次決定で Pu が最終的に処分できるわけではなく、今後は地層処分施設の建設場所の決定及びその実際の建設が必要であるとの政府の公式発表には必ずしも含まれてはいなかった事項を述べている。

- 歴代の英国政府は、MOX 燃料にリサイクルする選択肢を残存させるために民生用 Pu を維持してきたが、既存の形態での保管*³ は高額かつ困難 (expensive and difficult) である。Pu から放出される放射線は保管容器を損傷するため、頻繁に Pu を再梱包する必要があると共に、当該 Pu は武装した警察が警備している。これら全てのコストは、年間 7 千万ポンド(約 134 億円、1 ポンド=191 円換算)以上になる。したがって英国政府は、最も経済的に実行可能な解決策は、Pu の全量を固定化することであると決定した。
(*³ 筆者注: 二酸化 Pu 粉末形態で頑丈な金属缶に入れられて保管されている。1 缶に最大数 kg (a maximum of a few kg) の Pu が入るもので、合計で 3 万缶以

⁸¹ UK Government, “Sellafield Product and Residue Store Retreatment Plant: Accounting officer assessment 2020”, Updated 12 June 2023, <https://www.gov.uk/government/publications/beis-government-major-projects-portfolio-accounting-officer-assessments/sellafield-product-and-residue-store-retreatment-plant-accounting-officer-assessment-2020.html>

⁸² Victoria Gill, “UK to dispose of radioactive plutonium stockpile”, 25 January 2025, BBC, (

上あるという⁸³⁾

- 当該 Pu は、セラフィールドの処理施設で安定した岩石のような物質にされて、最終的には深地層での処分が可能となる。DESNZ のシャンクス政務次官は、固定化の目的が Pu を長期的に安全とセキュリティの負担を軽減する形態で人の手が届かない所に保管すること及びその形態が廃棄に適していることを確実なものとする다고述べてた。
- シェフィールド大学やブリストル大学の教授は、Pu は安定かつ安全に廃棄できると考えられているセラミック固化体にされること、ただしセラミックの種類は決定されておらず、適切な材料の選択が課題であること、Pu を何百万年も持続する堅固で耐久性のある固化体にして地層処分施設に閉じ込めることにより、既存のセラフィールドでの貯蔵のコストとリスクを取り除くことができる、と述べている^{*4}。

(*4 筆者注: なお岩石固化技術として熱間等方圧加圧(HIP: Hot Isostatic Pressing)法を言及する者もいる。⁸⁴

2025 年 2 月、NDA は、マンチェスター大学とシェフィールド大学と共同で Plutonium Ceramics Academic Hub を設立する旨を発表した。これは、NDA の Pu 処分戦略の取組みに貢献するために、今後 5 年間で大学院での研究に 500 万ポンドを投資するという NDA の 2025 年 1 月のコミットメントに続くもので、Plutonium Ceramics Academic Hub は、最先端の研究に従事する約 20 人の博士号取得者と 2 人のポストドク研究者に資金を提供し、固定化のための好ましい技術の特定等を行うという。⁸⁵⁾

- 現在英国政府は、地層処分施設の建設に適した場所の選択という長い技術的・政治的プロセスの最初の段階に立ったのみであり^{*5}、当該施設は少なくとも 2050 年まで稼働しない。

(*5 筆者注: 2025 年 1 月、NWS は、3 つの調査エリア(カンバーランド市: ミッドコープランド及びサウスコーポランド、リンカンシャー州: テッドルソープ)で今後の GDF サイト評価に向けた取組みを重点的に行う「重点エリア」を特定した旨を公表した。⁸⁶⁾

【SPRS が IAEA 保障措置の適用を受けること】

ONR の 2024 年版年次報告書によれば、DESNZ は 2028 年の SRP の運転開始⁸⁷⁾と併せて SPRS を IAEA 保障措置の実施対象施設(適格施設)に指定する

⁸³ William Bodell et al., “Managing the UK plutonium stockpile: no easy choices”, op. cit.

⁸⁴ Idem.

⁸⁵ U.K. Government, “NDA funds Plutonium Ceramics Academic Hub with universities”, 25 February 2025, <https://www.gov.uk/government/news/nda-funds-plutonium-ceramics-academic-hub-with-universities>

⁸⁶ 原子力環境整備促進・資金管理センター、「《英国》地層処分施設のサイト選定における重点エリアを特定」、2025 年 2 月 5 日、<https://www2.rwmc.or.jp/nf/?p=34884>、UK Government, “GDF progress as Areas of Focus identified”, <https://www.gov.uk/government/news/gdf-progress-as-areas-of-focus-identified>

⁸⁷ UK Government 30 January 2025, “Sellafield Product and Residue Store Retreatment Plant: Accounting officer assessment 2020”(前掲)によれば、SPR のフル稼働は 2029 年となっているが、ONR の 2024 年版年次報告書では 2028 年となっている。

(designate)ことで IAEA と合意したという。IAEA 保障措置は、既存の未照射の分離 Pu が SPR で再梱包及び/または再処理され SPRS で長期貯蔵されることとなった段階で適用される予定で、現在、IAEA、セラフィールド及び NDA で調整が促進されているという。

【英国にある日本の Pu】

表 1 で示したとおり、2023 年末現在、英国では日本の計 21.7 トンの民生用 Pu が保管されている。電気事業連合会⁸⁸によれば、2024 年 4 月 1 日現在の当該 21.7 トンの内訳(保有電力会社及びその量)は以下の表 4 のとおりである。報道によれば、英国にある日本の Pu は今次、英国が決定した固定化の対象外であり、今後、日英両国政府及び事業者間で対応を協議予定とのことである⁸⁹。

表 4 2024 年 4 月 1 日現在の英国にある日本の Pu の内訳

(単位: kgPu)

会社	北海道電力	東北電力	東京電力 HD	中部電力	北陸電力	関西電力	中国電力	四国電力	九州電力	日本原子力発電	計
保有量	137	394	10,509	1,724	180	3,936	642	-	-	4,207*	21,729

*一部推定値を含む

【IAEA 保障措置の適用】

上記のとおり英国にある日本の Pu について、令和 3 年 12 月 24 日の日本の国会答弁⁹⁰によれば、当該 Pu は、英国の欧州連合(EU)離脱前には、日本と欧州原子力共同体(EURATOM)との原子力協力協定⁹¹に基づき EURATOM と IAEA の保障措置が適用されており、離脱後は日英原子力協力協定⁹²に基づき英国及び IAEA の保障措置が適用されるとしている。上述したように、ONR によれば 2024 年に英国は 2 つのサイト(セラフィールドとカーペンハースト)の 4 施設で計 37 回の IAEA 保障措置の査察を受けたとのことであり、おそらくセラフィールドにある日本の Pu も IAEA の査察を受けたと思われる。

【報告:計画管理・政策調査室: 田崎 真樹子、清水 亮】

⁸⁸ 電気事業連合会、「各社のプルトニウム所有量(2024 年 4 月 1 日時点)」、https://www.fepc.or.jp/resource_sw/240412_plutonium.pdf

⁸⁹ 日本経済新聞、「英政府、プルトニウム廃棄へ 日本保有分は「対応協議」、前掲

⁹⁰ 衆議院、「衆議院議員逢坂誠二君提出英国およびフランスに保管されている日本が保有するプルトニウムの保障措置状況に関する質問に対する答弁書」、内閣衆質二〇七第二号 令和三年十二月二十四日、https://www.shugiin.go.jp/internet/itdb_shitsumon.nsf/html/shitsumon/b207021.htm

⁹¹ 外務省、「原子力の平和的利用に関する協力のための日本国政府と欧州原子力共同体との間の協定」について(略称: 日・欧州原子力共同体原子力協定)、https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/treaty/treaty164_14.html

⁹² 外務省、「原子力の平和的利用における協力のための日本国政府とグレート・ブリテン及び北部アイルランド連合王国政府との間の協定を改正する議定書(略称: 日・英原子力協定改正議定書)」、https://www.mofa.go.jp/mofaj/p_pd/dpr/page22_003567.html

参考 1

独国、仏国及び英国が 2024 年に報告・公表した 2023 年末における HEU 保有量
 (()内は前年度の数字)

単位:kg

	独国 ^イ	仏国 ^オ	英国 ^キ
a. 研究炉にある HEU	0.39 (0.35)		
b. 貯蔵庫にある照射済 HEU	0.94 (0.94)		
c. 他の場所にある HEU	0.01 (0.01)		
d. ウラン濃縮施設に貯蔵されている HEU		記載無 (同)	1kg 未満 (同)
e. 燃料製施設または再処理施設にある未照射 HEU		573 (506)	412 (440)
f. 民生用原子炉サイトにある未照射 HEU		51 (78)	1kg 未満 (同上)
g. 民生用原子炉、濃縮、燃料製造、再処理施設以外の場所(例:研究所や研究センター)にある未照射 HEU		3,177 (3,177)	87 (114)
h. 民生用原子炉サイトにある照射済 HEU		40 (40)	5 (5)
i. 民生用原子炉サイト以外の場所にある照射済 HEU		1,528 (1,511)	132 (131)
a.~i.計*	1.34 (1.30)	5,369 (5,312)	636 (691)

イ、オ、キ:表 1 下の脚注の出典に同じ

*:独国の合計値は、筆者による独国が報告した数値の合計値

参考 2

英国の民生用核燃料サイクル中の劣化ウラン、天然ウラン、低濃縮ウランの合計量^{キ*}

単位:トン

2023 年 12 月末時点	2022 年 12 月末時点
132,000	127,979

キ:表 1 下の脚注の出典に同じ

*:100トン単位で四捨五入した値

2-4 「輸送中の核物質及びその他の放射性物質のセキュリティ」に関する技術手引の紹介(その3)

【概要】

2024年11月、IAEAが「輸送中の核物質及びその他の放射性物質のセキュリティ」に関する技術手引⁹³を出版した。当該技術手引きは7章構成となっており、ISCN Newsletter 0337 (January 2025)⁹⁴及び、Newsletter 0338 (February 2025)⁹⁵では1章～4章を紹介したが、本稿ではそれに続く5章～7章の内容を要約しながら紹介する⁹⁶。

- 1章 はじめに
- 2章 核物質及びその他の放射性物質の分類と輸送のセキュリティレベルの割り当て
- 3章 輸送のセキュリティ規則の策定と実施
- 4章 輸送のセキュリティシステムの設計と評価
- 5章 輸送のセキュリティ措置の実施
- 6章 輸送のセキュリティ計画の策定、承認及び評価
- 7章 輸送中のセキュリティの維持

「5章 輸送のセキュリティ措置の実施」では、輸送のセキュリティシステムの抑止・検知及び遅延の3つの機能を果たすために実施される輸送セキュリティ措置について詳説している。

輸送手段に関する輸送のセキュリティ措置(5.8-54)

- 輸送手段のセキュリティに関する技術的措置(5.8-5.43):
 - 不正工作表示措置(5.8-5.16):輸送手段、貨物区画、輸送物、貨物コンテナへの不正アクセス又は不正工作を検知する装置には封印が含まれる。封印を使用する場合は、慣行に従い、国際又は国内基準の性能を満たすものを使用する。機械的封印は過酷環境への耐性を有し、固有の標識及び番号が付される。受動的封印⁹⁷は、ドア又は輸送物が不正工作されたか又は破損したかを示すことができる。電子封印は、貨物が開封されたり侵害されたりした場合に、警報を鳴らすことができる。

⁹³ IAEA, Security of Nuclear and Other Radioactive Material in Transport, IAEA Nuclear Security Series No. 46-T, IAEA, Vienna (2024).

⁹⁴ 「2-6 『輸送中の核物質及びその他の放射性物質のセキュリティ』に関する技術手引の紹介(その1)」、ISCN Newsletter No. 0337, January 2025, https://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp_news/attached/0337.pdf#page=38

⁹⁵ 「2-3 『輸送中の核物質及びその他の放射性物質のセキュリティ』に関する技術手引の紹介(その2)」、ISCN Newsletter No. 0338, February 2025, https://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp_news/attached/0338.pdf#page=19

⁹⁶ 本記事の執筆にあたっては、飯田透氏(原子力機構安全・核セキュリティ統括本部 核セキュリティ管理部 核セキュリティ課)による訳文を参考にした。

⁹⁷ 受動的封印は、封印の完全性を監視する電子回路のない、再利用不可の封印を意味する。

-
- **追跡システム(5.17-5.20)**:リアルタイム追跡システムは、地上ベースの測位システム又は衛星ベースの全地球測位システム(GPS)のいずれかを使用し、位置情報は保護され、サイバー攻撃に対する回復力を提供し、運転者側(Driver)が何もしなくても動作する特徴を組み込むべきである。
 - **侵入検知(5.21)**:目視監視以外に、侵入を検知する効果的手段として、不正アクセスを要員に警告する警報がある。
 - **ロック、バリア、その他の遅延措置(5.22-5.39)**:全ての輸送物は、荷台に固定され、公衆から見えたり、開放状態にならないようにする。ロックやチェーン等による固縛を受動的な遅延措置といい、貨物区画及び貨物自体に設置される。非常に機密性の高い運搬の場合、特別に車両を設計するか、多層鋼製装甲パネルを設置する等によって特定の輸送セキュリティシステムをアップグレードする。貨物運搬区画の設計では、輸送のセキュリティシステムも収容できるようにし、出入管理システムも採用できるほか、バランスのとれたセキュリティシステムを確保する。粘着性の発泡体等を放出するシステムや障害物などの能動的遅延システムは、遅延時間を実質的に増加させることができる。
 - **車両運行管理システム(5.40-5.43)**:車両認証システム及び、車両の無効化又は不動作システムの2つの形態がある。車両認証システムでは、車両を始動させるために運転者本人を確認し、確認できない場合は車両は始動せずに警報が輸送管理センターに送信される。不動作又は無効化システムは、輸送管理センター等から遠隔で起動され、車両の運転能力を停止させる。
 - **輸送手段のセキュリティに関する行政上の措置(5.44-5.54)**:運搬に関与する全ての要員は適切な運転指示及び訓練が提供され、身分証明書を保持する。セキュリティ装置の完全性は出発前、停止後の輸送の再開時及び到着後に検証され、輸送中の内部脅威を軽減するため、車両は決して放置されてはならず、可能な場合は2人ルールを導入する。各道路護衛部隊に対しては護衛部隊司令官が任命され、運転者が運転能力を喪失した場合に対する予防措置として予備の運転者が事前に指名される。輸送のセキュリティ計画には、護衛部隊の規模及び構造を詳述する。運搬中、護衛部隊の司令官及び警備員は、全ての即時の対応措置をとる責任を負う。

運搬の護衛に関する輸送のセキュリティ措置(5.55-5.62):武装した護衛要員及び非武装の護衛要員は、特別に訓練され、装備を身に着けている。輸送のセキュリティシステムの設計者は、潜在的な放射線影響に基づいて、警備員が防護されるべきレベルを決定する。輸送手段及び警備部隊の生存確率を高めるため、輸送のセキュリティシステムの設計段階において要員の保護も考慮する。

輸送管理センターに関連する輸送のセキュリティ措置(5.63-5.71):輸送管理センターは、道路、鉄道、航空または水上のいずれの輸送であろうとも、通信及び追跡の拠点として不可欠な要素で、区分Ⅰおよび区分Ⅱの核物質の輸送のための追加的なセ

セキュリティ措置として推奨される。

- **輸送管理センターに関する技術的措置(5.64-5.67):**輸送管理センターは、いかなる脅威からも保護され、運搬を継続的に監視する能力を有する。国の管轄当局は、独自の輸送管理センターを有することができる。海上輸送については、輸送管理センターは、船舶の旗国に設置され、船舶の位置を監視できるシステムを備える。
- **輸送管理センターに関する行政措置(5.68-5.71):**輸送管理センターの要員には、運搬の継続的な監視を確実にするため中央の連絡部局から成り、輸送に関する全ての必要な情報が共有され、事案が発生した場合に伝達されるべき不可欠な情報のリストを有する。運搬中には、セキュリティに影響を及ぼす可能性のあるデモ等の事象についても、車両運転者に助言する。

輸送のセキュリティシステムにおける通信(5.72-5.79):運搬全体において、管理用と運用用の 2 種類の双方向の通信連絡システムを導入することが不可欠である。管理用の通信連絡は輸送文書の提出を含む交換(荷受人と荷送人との文書の交換等)を対象とし、運用用の通信連絡は輸送中に行われる全てのデータ及び音声の交換が対象となる。通信連絡構造を開発する際には、異なる手段を使用しても機能することを考慮し、情報保護のために通信連絡システム⁹⁸は暗号化させる。通信を計画する際には、異なる要員が相互運用可能なシステムを採用する可能性を考慮し、通信連絡システムは様々な動作環境に対応できるように堅牢にする。事案が発生したことを口頭で伝えるための秘密のパスワードを、運搬前に定義する。運転者、護衛者及びその他の輸送要員には通信手段を与え、追加的な通信手段も考慮する。

輸送のセキュリティ要員の訓練及び資格認定(5.80-5.88):危険物⁹⁹の輸送に従事する全ての者は、基本的なセキュリティ意識訓練を受け、定期的に再訓練を受ける。訓練に関する記録は、雇用主が保管する。国は、警備員又は治安部隊の訓練のための明確な基準を確立する。訓練を受け、装備を装着し、資格を与えられない限り、セキュリティに関連する任務を遂行し、責任を負わせてはならない。非セキュリティ要員がセキュリティに関する用務を割り当てられる場合、確立された訓練プログラム等を受けさせ、資格を与える。防衛戦術の一環として兵器システム等に関する訓練を提供する。それらの訓練では、放射線安全及び防護等を含む。

「6章 輸送のセキュリティ計画の策定、承認及び評価」では、区分Ⅰ及び区分Ⅱの核物質等の輸送セキュリティ計画を策定、承認及び評価するプロセスが説明されている。

輸送のセキュリティ計画の策定(6.3-6.30):管轄当局は、荷送人又は運搬人に対し、輸送のセキュリティ計画の内容及び構成を明確に説明し、その適切な策定及び実施に

⁹⁸ 通信連絡システムは、通信手段(音声やデータ)と通信プラットフォーム(携帯電話や無線)で構成される(5.74)。

⁹⁹ 国際海事機関(IMO)が策定した国際海上危険物規定(IMDGコード)で定められているもので、船舶による危険物の運送基準等を定める告示の別表第1にリスト化されている。

関して要件や手引きを提供する。荷送人又は運搬人は、下請業者が輸送のセキュリティ計画の基準を満たすことを確実にする。荷送人又は運搬人は、脅威が変化した場合や規制要件の変更に応じて、輸送のセキュリティ計画を見直す。輸送のセキュリティ計画の策定においては、①計画の全体的な責任を有する個人を指定し、②チームの構成員は計画に示された責任に従って選択され、③輸送のセキュリティ計画の構成の概要を策定し、④輸送に関連するデータ及び情報を収集・使用し、⑤荷送人又は運搬人の管理者が輸送のセキュリティ計画案を承認し、⑥管轄当局の承認を得るために提出され、⑦当局は承認するか、さらなる追加情報を要求する、の7つのステップに従う。

- **輸送のセキュリティ計画の策定に関する考慮事項(6.7-6.30)**:荷送人又は運搬人は、全ての利害関係者から情報提供を受ける。運搬される物質の数量、日付、経路に関する情報が他の情報と組み合わせると、機微情報とみなされる。機微情報を適切に保護するため、計画を分割して知る必要性に基づいて配付される(6.12-6.14)。輸送のセキュリティ計画は国の脅威評価に関連する脅威に対処し、許容できない脆弱性があるか評価される(6.10-6.11)。核物質又はその他の放射性物質の輸送のために計画された又は代替の経路を選択する場合には、規制上の制限、潜在的な危険性、経路とスケジュールの変動性、独自の予備調査結果等(6.15-6.19)を考慮する。輸送のセキュリティ計画の策定では、輸送手段(6.20, 21)、セキュリティ措置(6.22)、通信連絡措置(6.23-6.24)、対抗部隊との取り決め等(6.25-6.26)も考慮され、危機管理計画や対応計画(6.27-6.30)も整備される。

管轄当局による輸送のセキュリティ計画の承認(6.31-6.32):管轄当局は、輸送の開始前に輸送のセキュリティ計画を承認する許認可プロセスをとることができる。輸送のセキュリティ計画の見直しは、設計基礎脅威等の規制文書に基づく。

輸送のセキュリティ計画の評価(6.33-6.38):輸送のセキュリティ計画は、議論や演習等を通じて評価することができる。評価後、特定された教訓を記録し、輸送のセキュリティ計画を調整することは良好事例である。また、過去の輸送のセキュリティにおける事案又は計画からの逸脱を評価し、改善を特定することも良好事例である。

- **補完的措置(6.35-6.38)**:以前に承認されたセキュリティ措置が機能しない場合、相応のレベルのセキュリティを提供するために、補完的なセキュリティ措置¹⁰⁰が実施される。

「7章 輸送中のセキュリティの維持」では、国、荷送人又は運搬人及び荷受人にとって重要な考慮事項である輸送作業及び事案¹⁰¹の間のセキュリティの継続性について

¹⁰⁰ 例えば、輸送の途中で物理的障壁が使用できなくなった場合を想定して、追加の遅延措置をとることを意味する。補完的措置であっても運搬の開始前にあらかじめ計画を立てる必要がある。

¹⁰¹ 事案とは、操作ミスや機器の故障など事業者が意図しない出来事や、防護及び安全の観点から無視できない他者による意図的な行動を意味する。IAEA, IAEA Nuclear Safety and Security Glossary 2022 (Interim) Edition, October 2022.

説明されている。

輸送のセキュリティのための国際的な法的文書及び勧告の順守(7.4-7.17):国際的な法的文書は輸送のセキュリティに関して各国が従うべき標準的な枠組みを提供し、セキュリティの継続性を管理する。

- **海上輸送(7.6-7.14):**国際海事機関(IMO)は海洋領域における核物質及びその他の放射性物質を含む危険物の輸送のセキュリティに対処している。国際海上危険物規則¹⁰²は、IAEAの勧告等を参照しながら、核物質及びその他の放射性物質の海上運搬を対象として、乗組員を訓練させることを要求している。梱包された照射済核燃料、プルトニウム及び高レベル放射性廃棄物の船舶による安全輸送のための国際規則では¹⁰³、特定の核物質の運搬については特別に設計された船舶で運搬することを要求している。国際船舶・港湾施設セキュリティ規則¹⁰⁴では、航海中の各船舶に船舶保安官を配置し、船舶と施設のセキュリティ計画を策定することを要求している。
- **航空輸送(7.15-7.17):**国際民間航空機関(ICAO)は航空のセキュリティに関する国際基準及び勧告的慣行¹⁰⁵を採択し、国際航空運送協会は民間航空会社が遵守すべきセキュリティマニュアル¹⁰⁶を発行している。

輸送中の安全及びセキュリティ相互作用の管理(7.18-7.33):原子力安全を強化するためにとられる処置は、核セキュリティに対して肯定的又は否定的な影響を及ぼす可能性があり、管轄当局は両者の相互作用を管理するための十分に調整された手法を確立する。

- **安全及びセキュリティ相互作用の管理(7.21-7.24):**荷送人が物質を安全に移動させるための計画を策定している場合に、セキュリティについて計画することは良好事例である。安全上の理由から運搬に関する情報を様々な利害関係者に提供することがあるが、セキュリティ上の目的から知る必要がある場合にのみ情報を共有し、潜在的な敵対者から情報を保護する。
- **輸送物設計(7.25-7.27):**放射性物質の運搬に関するモデル規則は、等級別手法を用いて輸送物の設計要件を定めている。安全目的のために設計された輸送物の堅牢性がセキュリティ上の利点をもたらすことがある。B型輸送物¹⁰⁷は耐衝撃

¹⁰² IMO, International Maritime Dangerous Goods Code, IMO, London (2022).

¹⁰³ IMO, International Code for the Safe Carriage of Packaged Irradiated Nuclear Fuel, Plutonium and High Level Radioactive Wastes on Board Ships (INF Code), IMO, London (1999).

¹⁰⁴ IMO, International Ship and Port Facility Security Code, IMO, London (2014).

¹⁰⁵ INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, Annex 17 to the Convention on International Civil Aviation Security: Safeguarding International Civil Aviation Against Acts of Unlawful Interference, Twelfth Edition, ICAO, Montreal (2022).

¹⁰⁶ INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION, Security Management System Manual, IATA, Montreal (2021).

¹⁰⁷ 使用済み燃料やガラス固化体等高い放射能を有する物質のための輸送物で、火災や衝撃、水没等にも耐えられるように設計したもの。

性、耐火性、放射線遮蔽性を備えた設計で大きな質量があるので、不法移転を非常に複雑にする。

- **セキュリティ用オーバーパック及び貨物コンテナ(7.28-7.30)**:荷送人はオーバーパックなど追加のセキュリティ機器を使用することができ、輸送物及び輸送手段を設計する際、全体的な安全及びセキュリティの有効性を評価する際に考慮する。
- **輸送物封印(7.31)**:封印が無傷であることは、輸送物が開封されておらず、又は破られていないことの証拠を提供する。
- **海上追跡(7.32, 33)**:海上における人命の安全のための国際条約の規則は、船舶の識別情報や位置情報等を提供する自動通信連絡システムを必要としているが、セキュリティ上の理由から無効にすることが望ましい場合は、安全とセキュリティへの影響を慎重に検討する。

【報告： 計画管理・政策調査室： 加藤 優弥】

2-5 *A Prosecutor's Guide to Radiological and Nuclear Crimes* の紹介

【概要】

2024 年に開催された核セキュリティに関する IAEA 国際会議(ICONS)のサイドイベントにて、*A Prosecutor's Guide to Radiological and Nuclear Crimes* が紹介された¹⁰⁸。

本ガイドは、核物質及びその他の放射性物質の悪意ある取得・移転等に関する事件(以下、「RN 犯罪」とする。)の捜査・起訴・裁決を成功させるための一助となることを目的としている¹⁰⁹。

本稿では、本ガイドに記載されている判例と、その判例や本ガイドの内容が指摘するグローバルな核セキュリティ体制強化のために改善されるべき課題を抜き出して紹介する。

- 判例が示す核セキュリティ上の課題

【判例 1】

事件概要¹¹⁰

¹⁰⁸ International Atomic Energy Agency, “Provisional Programme”, p.78.
https://www.iaea.org/sites/default/files/24/05/icons_2024_programme.pdf

¹⁰⁹ United Nations Interregional Crime and Justice Research, *A Prosecutor's Guide to Radiological and Nuclear Crimes*, (United Nations Interregional Crime and Justice Research: Turin, 2024), p.14.

¹¹⁰ *Ibid.*, pp.180-182, 301-303.

-
- 2018年7月、ルーマニアの空港において放射線検出ポータルモニターの警報が作動した。
 - 警報を作動させた物品は、スーツ¹¹¹が意図的に¹²⁵Iで汚染されたトランプであった。
 - このトランプに付着した放射エネルギーはルーマニアの法定限度を超え、サンプルあたりの放射エネルギーは9.15MBq~19.2MBqの範囲であった。
 - 捜査の結果、当該トランプは他の機器と合わせて、不正賭博行為に使用することを目的とした物であった。
 - 当該事件は、犯罪組織のギャンブルによる不正利益の獲得を阻止すること及び、他のメンバーによるルーマニアへの更なる放射能汚染トランプの持ち込み計画を阻止することを目的として捜査・起訴されることとなった。

問題点¹¹²

- 警報が作動したにもかかわらず、その時点ではルーマニアの空港警察が軽犯罪と見做したため RN 犯罪として立件されず、数日後に原子力規制機関で開かれた事件とは無関係の会合で警報の作動が明らかになったことにより事件の捜査が開始された点。
- 汚染されたトランプは恐らく医療用放射線源の¹²⁵Iを入手できる個人・企業により、第三国で工業生産されたことが明らかになり、¹²⁵Iは腫瘍治療病院や¹²⁵Iの放射化学的分離を専門とする研究機関から取得された可能性が挙げられた点。

【判例2】

事件概要¹¹³

- 被告は、敵対者に対して使用する目的で工業用の携帯型 X 線透視装置を入手し、その装置が致死量の放射線を放出するように改造した。
- 当該事件は市民からの情報提供により発覚した。
- 当該事件は、合法的な携帯型 X 線透視装置をテロ行為の武器として悪用する計画を阻止する目的で捜査・起訴されることとなった。

¹¹¹ トランプのクラブ、スペード等のマークのこと。

¹¹² United Nations Interregional Crime and Justice Research, *op.cit.*, pp.181, 184, 301-302.

¹¹³ *Ibid.*, pp.327-328.

問題点¹¹⁴

- 被告は、大手製造会社の工業整備士として勤めた経験から、装置の致死性について理解を深めていた点。
- 専門家の証言を通じて、本来合法的な携帯型 X 線透視装置がどのように武器に変化し得るかを陪審員に理解してもらわなければならない点。

本ガイドは上記2つ以外の判例も紹介しているが、核物質、その他の放射性物質及び放射線発生装置(以下、「RN 物質等」とする。)の取得方法としては、合法的な市販機器が挙げられることが多かった¹¹⁵。この点については、本ガイドも、如何に犯罪・テロ目的のために放射性物質を含む合法的な市販機器が悪用される可能性があるかを示していると述べている¹¹⁶。

また、上記判例が示すように、RN 犯罪の重大性・RN 物質等の危険性は警察・陪審員等に理解されないことが多い。加えて、RN 犯罪捜査においては汚染の拡大防止、人々や環境への潜在的影響を抑制する必要等、特有の課題が存在する。その他にも RN 犯罪現場の調査・証拠分析のために特殊機器・技能が活用できることは、RN 犯罪捜査・起訴において考慮すべき重要な要素である。以上の理由から、RN 犯罪捜査・起訴の成功には、RN 物質等に関する専門知識・技能を有する専門家の協力が不可欠であると、本ガイドは述べている。¹¹⁷

● 本ガイドが示す RN 犯罪捜査等に関する課題

しかし、本ガイドは RN 犯罪捜査等に貢献する専門家・核鑑識の活用について、次のような問題点を指摘する。

- RN 物質等に関する専門的知識・技能を有する人物を RN 犯罪捜査等を含む必要性¹¹⁸

一般的に知られている科学捜査の鑑識分野(DNA・指紋等)とは異なり、RN 物質等の専門家は一般人に馴染みのない内容について説明する必要がある。問題となっている RN 物質等に関して、専門家は正当な用途・関連する専門用語・放射線の存在を特定するための検出装置の機能等を説明するよう求められるだろう。この役割を果たす専門家には、専門的な知識・技能を有していること以外に、素人が理解しやすい言葉で説明できることも必要である。¹¹⁹

¹¹⁴ *Ibid.*, pp.327-329.

¹¹⁵ 他の判例の中では RN 物質等の取得方法として利用された他の合法的な市販機器として、煙探知機がある。この煙探知機から ²⁴¹Am が取得されている。*Ibid.*, pp.66, 157.

¹¹⁶ *Ibid.*, p.329.

¹¹⁷ *Ibid.*, p.292.

¹¹⁸ *Ibid.*, p.113.

¹¹⁹ *Ibid.*, pp.316-318.

➤ 核鑑識の実施に関するネットワークの必要性

RN 犯罪捜査等に関連して核鑑識を実施するためには、専門施設・資格のある専門家を有する国又は国際的なパートナーへの働きかけ・協力が必要となる場合がある。この点について、従来の法医学研究所¹²⁰のネットワークは地域的にも国内的にも国際的にも存在する。しかし、放射性核種で汚染された可能性のある証拠を処理するために必要な知識・技能を有する専門家に加えて、適切なインフラを備えた専門施設は、ほとんど稼働していないことが知られている。

¹²¹

● まとめ

RN 犯罪は発生の頻度は低いが、重大性の高い事件となる。そして事件は複雑かつ広範囲にわたることがある、事前の広範な計画と専門知識を有する人材育成への投資が必要となる。それ故、1 つの省庁・部署・機関が単独で RN 犯罪を扱うことはできず、「政府全体」のアプローチが必要である。¹²²

【報告： 計画管理・政策調査室 今村 有里】

¹²⁰ DNA・指紋・爆発物・銃器・道具痕・塗料やその他の化学物質等、伝統的な法医学分野に関連する研究所のことを指している。Ibid., p.152.

¹²¹ Ibid.

¹²² Ibid., p.129.

3. 技術・研究紹介

3-1 大規模イベント等のための核セキュリティ技術開発（4） 可搬型高分解能ガンマ線検出器開発

1. はじめに

ISCN 技術開発推進室では、大規模イベント会場等において、核・放射性物質を利用したテロ行為を未然に防ぐため、広域を効率的にサーベイするための技術開発を文部科学省の核セキュリティ強化等推進事業費補助金の下で 2020 年度(令和 2 年度)から、進めてきた。本シリーズ報告では、本プロジェクトにおける技術開発の状況を紹介¹²³してきた。シリーズ第 4 回目の本稿では、広い領域のサーベイに用いる可搬型装置に搭載するガンマ線検出器の開発について報告を行う。

スポーツやコンサートなどの大規模イベントや大型商業施設を標的とした核・放射線テロ防止のため、会場や施設周辺に核・放射性物質を持ち込ませない、あるいは持ち込まれた場合には迅速に検知し対応する対策が求められている。広範囲にわたって放射線量をモニタリングし、放射性物質の持ち込みが無いことを確認するには、移動しながら放射線を測定し、結果を地図上に記録する放射線マッピングが有効な手段の一つである。

ISCN では、放射線マッピングを行うための可搬型装置をネットワークで繋ぎ、屋内外の広い範囲の放射線量を迅速に把握するための技術開発を進めている。放射線検出器、位置センサーが一体となった可搬型装置で測定した結果をネットワークで送信し、データの集約、共有を行う。遠隔で素早くデータを取得、共有することにより、事態を迅速に把握できるだけでなく、測定箇所の重複や漏れを防ぎ、効率化を図ることができる。また、常にガンマ線スペクトルを測定し、放射線量の増加の原因となった核種が、工業用 RI、医療用 RI、または自然界に存在するものであるかを判断できるようにする。これにより、自然放射線による誤警報を低減するとともに、検知時の脅威度判定を迅速に行うことができる。

これまで、可搬型装置に組み込む持ち運び可能なスペクトロメーターとして、安価な CsI(Tl)シンチレーターと低電圧で動作する SiPM(Silicon Photomultiplier)を組み合わせたものを用いて、可搬型装置の試験を進めてきた。CsI(Tl)は、同程度の分解能を有する NaI(Tl)と比べて、動作電圧が低い SiPM との相性が良く、バッテリーで動作する検出器に適している。しかしながら、種類の異なる放射性同位体が混在している場合や、遮蔽物に覆われている場合、核種同定が困難になることが想定される。そこで、よ

¹²³ 「3-1 大規模イベント等のための核セキュリティ技術開発（1）プロジェクト概要」、ISCN Newsletter No.0333, https://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp_news/attached/0333.pdf#page=31

「3-1 大規模イベント等のための核セキュリティ技術開発（2）広域サーベイシステム」、ISCN Newsletter No.0335, https://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp_news/attached/0335.pdf#page=35

「3-1 大規模イベント等のための核セキュリティ技術開発（3）中性子源検知システムの開発」、ISCN Newsletter No.0337, https://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp_news/attached/0337.pdf#page=41

りエネルギー分解能の高いシンチレーターを導入し、可搬型装置の性能を向上させるための開発を開始した。

CsI(Tl)と比べてエネルギー分解能の高いシンチレーターとして、LaBr₃(Ce)に着目した。表 1 は、CsI(Tl)と LaBr₃(Ce)の物性値を比較したものである。LaBr₃(Ce)は、ガンマ線の付与エネルギー当たりの発光量が CsI(Tl)に比べて大きく、優れたエネルギー分解能を持つ。また、発光減衰時間が短く、高計数率の応用にも適している。今回は、LaBr₃(Ce)シンチレーターについて、エネルギー分解能を評価し、CsI(Tl)との比較を行った。

表 1 CsI(Tl)、LaBr₃(Ce)の物性値の比較

	CsI (Tl)	LaBr ₃ (Ce)
実効原子番号 Z_{eff}	54	48
密度 (g/cm ³)	4.51	5.29
発光量 (ph./keV)	54	63
エネルギー分解能 (FWHM@662keV)	7-8%	3%
発光中心波長 (nm)	550	380
発光減衰時間 (ns)	1000	16
最大結晶サイズ (inch)	4	3
潮解性	僅かに	有
自己放射能	無	有

2. SiPM を使用した性能試験

LaBr₃(Ce)を取り付けたバッテリーで動作可能な可搬型装置の開発を行った。図 1 に示す CAEN 社の i-Spector は、SiPM と信号処理の機能が一体となった機器で、円筒形の遮光容器に収められる形状となっている。この機器に、直径 2 インチ、高さ 2 インチの LaBr₃(Ce)シンチレーターを取り付けた。直流 12 V をバッテリーから給電し、動作することを確認した。測定の制御、スペクトルの記録は、5V の電源で駆動するシングルボードコンピューター(SBC)を用いて行った。

検出器正面に Cs-137 線源を設置し、10 分間測定を行い、662 keV のガンマ線ピークについて、エネルギー分解能(半値全幅(FWHM))の評価を行ったところ、4.4%を達成し、これまで用いていた CsI(Tl)の測定結果 7.8%と比べてエネルギー分解能を向上することができた。この検出器は、SBC で制御しているため、GPS や LiDAR といったセンサーと容易に組み合わせることができる。マッピング用に周期的に測定データを記録するプログラムを作成し、可搬型スペクトロメーターとしての性能を評価する予定である。

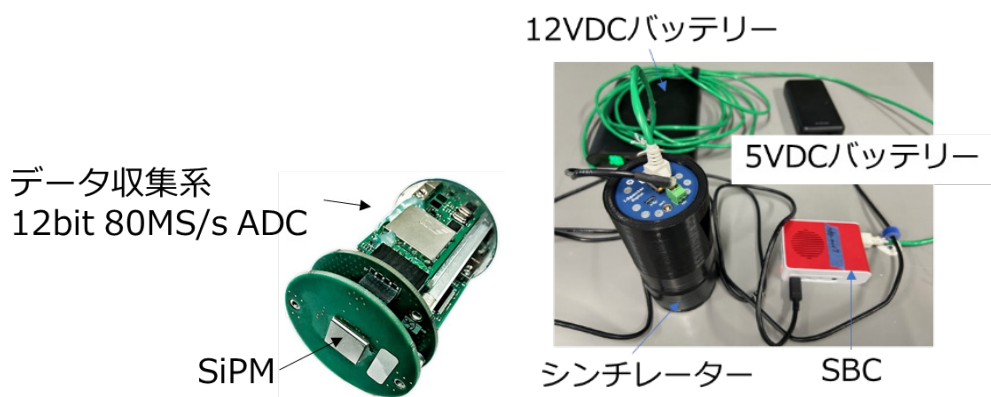


図1 i-Spector の写真(左)と測定の様子(右)。右側の写真の黒い円筒状の遮光容器の中に、シンチレーターを取り付けた i-Spector が収められている。

3. 光電子増倍管を使用した性能試験

2. に示した SiPM を用いた試験では、従来の CsI(Tl)検出器よりもエネルギー分解能を向上したものの、表1に示すエネルギー分解能を達成することができなかった。表1に示す性能(エネルギー分解能 3%)を達成することはできなかった。これは、SiPMの感度波長がやや長波長側で高く、LaBr₃のシンチレーション光の波長とずれがあり、シンチレーション光を電気信号に変換する効率が十分に得られなかったためと考えられる。また、LaBr₃(Ce)シンチレーターは発光減衰時間が短いため、波形処理の速度が十分ではなかった可能性も考えられる。

期待通りのエネルギー分解能を得るには、通常 LaBr₃(Ce)と組み合わせて用いられる光電子増倍管(PMT)を使用することが有効であると考えられる。将来的な可搬化のために、比較的動作電圧が低い PMT を使用して、エネルギー分解能を評価するための測定を行った。測定に使用した機器の概略図及び写真を図2に示す。実験では、高電圧源と波形処理に汎用的な装置を用いた。これらは、それぞれ交流100Vの電源が必要となる。PMTにLaBr₃(Ce)を取り付けて、Cs-137線源を測定し、662 keVのガンマ線のピークについて分解能を評価したところ、3.1%とほぼ期待通りの性能を得ることができた。表2は、2章で使用した機器と測定機器について、構成要素の比較を示したものである。光検出器の感度波長が、表1で示したLaBr₃(Ce)の発光波長に適したものになったことに加えて、受光面積の拡大や、波形処理の高速化により、高いエネルギー分解能を達成できたと考えられる。これまで用いていたCsI(Tl)シンチレーション検出器と比較するため、低エネルギーのガンマ線を複数放出するBa-133及びEu-152線源を同時に測定し、ピークの分解能を確認した。図3は、2種類のシンチレーターで測定したガンマ線スペクトルを比較したものである。青がCsI(Tl)、赤がLaBr₃(Ce)で測定したスペクトルを示している。また、図上のエネルギーは、緑がBa-133線源、水色がEu-152線源から放出されるガンマ線である。250~400 keVの範囲で、LaBr₃(Ce)の方が多くのピークを確認することができていることが分かる。低エネルギーガンマ線を放

出する核種が存在する場合には、核種同定が容易になることが期待できる。

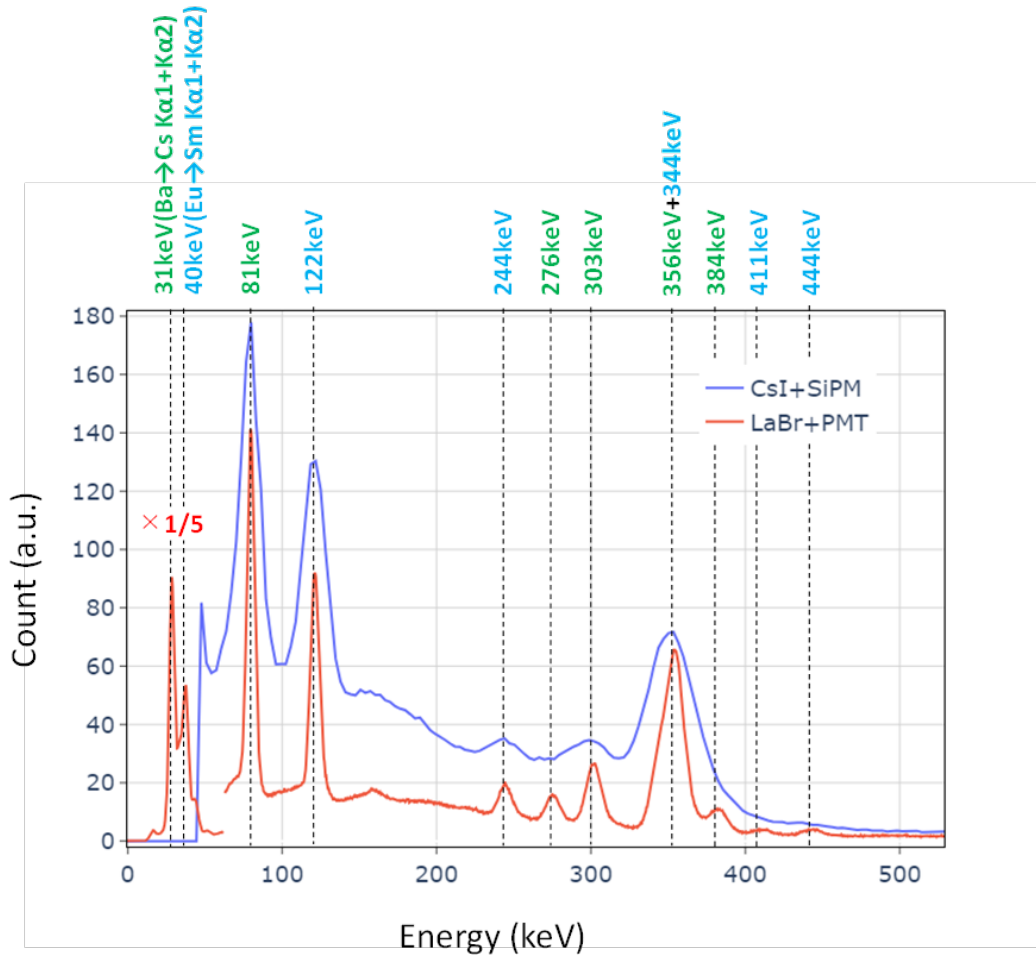


図3 低エネルギーガンマ線をCsI(Tl)及びLaBr₃(Ce)で測定したスペクトルの比較

今後は、可搬型の装置とするために、小型かつ省電力な高圧電源や、必要十分な性能を備えたより簡素な波形処理装置への置き換えを進める予定である。

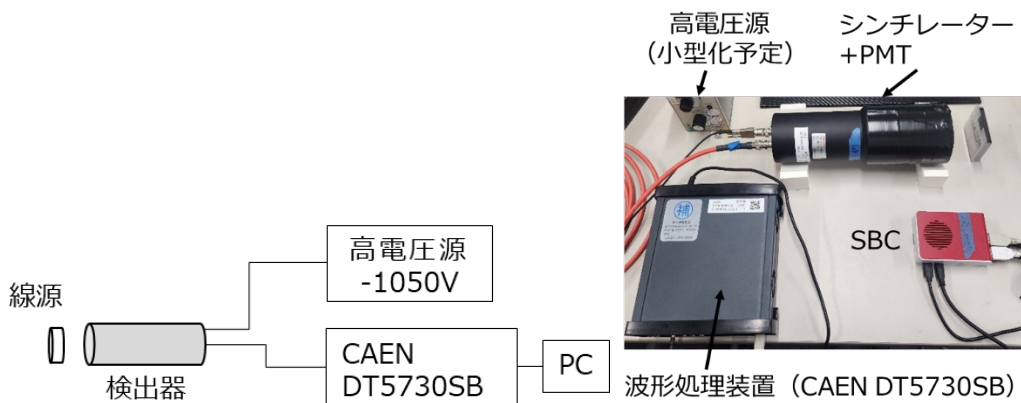


図 2 PMT を使った測定 of 概略図及び写真

表 2 性能試験で用いた 2 つの測定機器構成の比較

		測定機器①	測定機器②
光検出器	名称	Silicon Photomultiplier (SiPM)	光電子増倍管 (PMT)
	感度波長	400~1000+ nm	300~800 nm
	動作電圧	45V	-1050 V
	受光面	30 mm×30 mm	直径 70 mm
必要な電源		直流 12V×1	交流 100V×2
波形処理 (A/D コンバーター)		12bit, 80MS/s	14bit, 500MS/s

4. シリーズ報告まとめ

ISCN ニュースレターで 4 回にわたって連載した本シリーズは、原子力学会 2024 年春の年会にて発表した内容を基に執筆したものである。本発表については、聴講者から以下のようなコメントを受けた。

- 屋内で地図等も必要が無い放射線マッピング技術は有効である。
- 検知対象とする放射線源の強度及びモニタリングする区域の広さを考慮して、装置の数やシステムの規模を示せると、実装に繋がりやすい。
- 可搬型装置が各々通信して全体を把握できるようになり、一体のシステムとして運用できることを期待する。
- 本技術開発は重要と考える。マイルストーン的な装置を開発するとより大きなインパクトが期待できる。

これらのコメントを踏まえて、今後、可搬型装置のネットワーク化を進め、情報集約、相互連携等を高めて統合されたシステムとして運用できるよう開発を進めていく予定である。

参考文献

- [1] 須山 本比呂, 光電子増倍管による単一光子検出技術の進展, 単一光子検出技術とその応用, 41 巻 10 号 (2012) 502 (2)-507 (7)
- [2] K. Nakamura et al., Latest bialkali photocathode with ultra high sensitivity, Nuclear

謝辞

本技術開発は、文部科学技術省の核セキュリティ強化等推進事業費補助金の下で進められた。また、本技術開発は、原子力機構と IAEA との協調研究(coordinated research program (CRP), J02015 (Facilitation of Safe and Secure Trade Using Nuclear Detection Technology - Detection of RN and Other Contraband))に対しても寄与するものである。

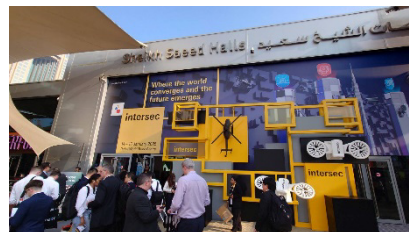
【報告:技術開発推進室 高橋 時音】

4. 活動報告

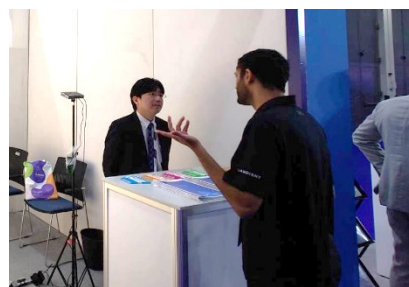
4-1 国際展示会 Intersec 2025 出展報告

ISCN は、2025 年 1 月 14 日～16 日の 3 日にかけて、アラブ首長国連邦(UAE)の Dubai World Trade Centre で開催されたセキュリティに関する国際展示会 Intersec 2025¹²⁴に初出展し、開発を進めている核セキュリティ関連技術の紹介及び情報収集を行った。

今年で 26 回目となる Intersec 2025 は、商業セキュリティ、サイバーセキュリティ、国土安全保障、警察、消防等の幅広い分野の製品、サービス等を扱う企業が出展し、例年世界 140 か国以上から約 5 万人が参加する世界最大規模の展示会である。



ISCN から出展したブースでは、ISCN の概要を紹介するとともに、技術開発推進室において開発を進めている「放射線検出器搭載ロボットを活用した放射線モニタリングシステム」、「2 種類の小型ガンマ線検出器を組み合わせた低価格かつ高性能なスペクトロメーター」及び「機械学習を利用したガンマ線スペクトル自動核種判定アルゴリズム」についての展示を行った。セキュリティ関連製品を扱う商社、メーカー、サービス業者、また、政府関係者など計 119 人がブースを訪れた。放射線検出器の性能やロボットの運用方法に関して説明し、今後の成果展開の方針等について意見を交わした。



展示会全体では、放射線検知のための技術、製品を扱う企業は少数で、X 線検査装置、爆発物検知器、金属探知機といった出入管理に用いる機器や、監視カメラなどの周辺監視に使用する機器、設備の展示が多くを占めていた。これらの製品は、現場担当者の判断を支援し、負担を軽減するために、AI による画像解析、診断技術を取り入れたものが大半であった。また、センサーによって侵入を検知した場合に、内蔵された無線ネットワークを通じて遠隔まで警報を伝達する機能を搭載したフェンスなどが見られた。展示会で収集した情報は、今後の技術開発及び成果展開へ活用していく予定である。

また、国内の展示会であるテロ対策特殊装備展(SEECAT)と比較すると、警察など実際に現場で警備を担当する立場にある参加者は少なく、商社からの参加者が比較的多い印象を受けた。出展者側についても、製品プロモーションをより強く意識し、動画やデモンストレーションを活用した工夫を凝らした展示が多くみられた。

【報告:技術開発推進室 高橋 時音】

¹²⁴ <https://intersec.ae.messefrankfurt.com/dubai/en.html>

5. コラム

5-1 ISCN 各室紹介シリーズ ～CTBT 技術協力室～

包括的核実験禁止条約(CTBT: Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty)¹²⁵は、大気圏内を含む地球上のあらゆる空間での核兵器の実験的爆発及びその他の核爆発を禁止し、加盟国がそれを遵守していることを検証する体制の確立等を規定するもので、1996年9月に国連総会で採択されました。しかし、44の発効要件国すべての署名・批准を発効要件としているため、未だ発効していません。6か国(米国、中国、エジプト、イラン、イスラエル、ロシア)が署名済ですが未批准で、3か国(インド、パキスタン、北朝鮮)が未署名です。ロシアは批准していましたが、昨年11月に批准を撤回し、署名済・未批准国となりました。

とはいえ、条約が発効するまで何もしないわけではなく、条約発効時までに検証制度を整備することになっています。CTBT 機関(CTBTO) は、約 20 年前から世界各国において核実験の監視施設を設置して、順次監視を始めています。CTBTO が核実験の検知のために用いている技術は、地震波、放射性核種、微気圧振動波、水中音波の 4 つで、世界各国に合計 321 か所の設置が予定されており、2025 年 1 月現在、306 か所(約 95%)が認証されています。

日本においては、外務省傘下の公益財団法人「日本国際問題研究所」の軍縮・科学技術センターが事務局となり、地震波及び微気圧振動波に関する業務を一般財団法人「日本気象協会」が、放射性核種に関する業務を原子力機構 ISCN の当室が担当しています。具体的な業務は大別して以下の 4 つ、(1)国内データセンター、(2)公認実験施設及び(3)観測所の運用、そして(4)希ガス共同観測プロジェクトの実施です。以降、各項目について簡単にご紹介いたします。

(1) 国内データセンター

放射性核種に関する観測所は世界中に 80 か所設置される予定で、その全てに大気中の粒子状核種の観測装置が設置されます。さらにその半数の 40 か所に希ガス核種(Xe-133, Xe-131m, Xe-133m, Xe-135)の観測装置も設置予定です。2025 年 1 月現在、粒子状核種観測所は 73 か所、希ガス核種観測所は 26 か所が CTBTO の認証を受けて観測しています。

国内データセンターの役割は、これらの観測所から CTBTO を経由して送られてくる放射性核種のスペクトルデータを解析し、異常の有無を確認することです。またデータを保存し、いつでも照会できるよう管理します。データ解析に用いるスペクトル解析ソフトウェアも自前で開発しました。また、年に 3 回、緊急事態の発生に備えた訓練として、日本気象協会や事務局を含めて「統合運用試験」を実施しています。解析担当者のスキルアップも随時実施するよう心がけています。

¹²⁵ CTBTO, “The Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty”, <https://www.ctbto.org/our-mission/the-treaty>

何事もなければ世界中の観測所データのルーチンの解析が続きますが、何らかの要因で複数の人工放射性核種が通常の濃度範囲を超えて検出する事象が発生することがあります。そのようなときは緊張感が走ります。放射性核種のデータ解析のほか、大気輸送モデルを用いた発生源推定解析も実施し、結果をまとめて、事務局経由で国に報告します。無事に報告が済んだときの解放感は格別です。

(2) 公認実験施設

CTBTO が設置している放射性核種の観測所で得られたデータは、ウィーンにある CTBTO 技術事務局国際データセンターへ自動で送信しています。これらのデータの品質は定期的に確認されます。また、複数の人工放射性核種が検出された場合などは、専門家による高度な分析が必要になります。CTBTO は、品質確認や高度な分析を目的として、世界中に放射性核種の「公認実験施設」を 16 か所設置しています。当室では、東海公認実験施設において、粒子状核種のサンプル分析を実施しています。年間のサンプル分析数は、変動はありますが約 25 件程度です。

公認実験施設の分析能力もまた品質管理の対象であり、その能力の継続的な向上を目的として毎年試験が実施されます。この試験では、含まれている放射性核種の種類や量を知らされずに送られてきたサンプルを分析して結果を報告します。当室はこれまでの試験の大半で良好な評価を頂いてまいりました。今後一層分析能力の向上に努めていきたいと考えています。



放射性物質分析装置

(3) 観測所運用

CTBTO が設置している日本国内の放射性核種の観測所は 2 か所あります。一つは群馬県高崎市にある量子科学研究開発機構(QST)の敷地内にあり、粒子状核種と希ガス核種の観測を実施しています。もう一つは沖縄県恩納村にある宇宙航空研究開発機構(JAXA)の建屋を借り受け、粒子状核種の観測を実施しています。

観測装置は 24 時間 365 日休みなく稼働しており、特に沖縄観測所は高温多湿の厳しい観測条件下で運用されています。私たちは装置の不具合が発生するたびに、現地オペレータ、メーカー、CTBTO と緊密に連携して解決を図っています。関係者の協力を得て、高崎も沖縄も高いデータ取得率を誇っています。



沖縄観測所外観 草刈りなどの手入れが大変

(4) 希ガス共同観測プロジェクト

2017 年 2 月、日本政府は CTBTO の核実験検知能力強化のため、「希ガス共同観測プロジェクト」のための資金を拠出しました。このプロジェクトでは、北日本の 2 か所に臨時の希ガス観測装置を設置して、極東地域における放射性キセノンのバックグラウンドを解明することで、核実験の検知能力の向上を図ることを目的としています。観測装置は北海道幌延町、青森県むつ市にそれぞれ設置され、当室が CTBTO の委託を受けて運用しています。観測開始は 2018 年第 1 四半期で、当初の予定は 2 年間でしたが、立地の重要性から延長を重ね、既に 2026 年 3 月までの延長が確定しています。その一方、CTBTO は西日本の福岡市にも臨時の希ガス観測装置を設置することを決め、観測開始の準備を進めています。当室も福岡市での観測開始に協力しており、既に稼働している幌延、むつ、高崎での観測データと合わせて福岡のデータを解析し、核実験の検知能力の強化に協力していく予定です。

【報告:CTBT 技術協力室】

ISCN Newsletter No. 0338 February 2025 の記事の一部の訂正

ISCN Newsletter No. 0338 February 2025 に掲載しました「2-1 米国議会調査局 (CRS)によるイラン、北朝鮮、中国及び露国の核に係る現況と今後議会が取り得るアクション等の分析等」の記事について、当該記事記載の年号を以下のとおり訂正致します。

Newsletter No. 0338、8 頁、上から 3～4 行目

訂正前:～また 1977 年には中国からの核・ミサイル輸出の規制強化を表明した。

訂正後:～また 1997 年には中国からの核・ミサイル輸出の規制強化を表明した。

なお、ISCN ホームページ

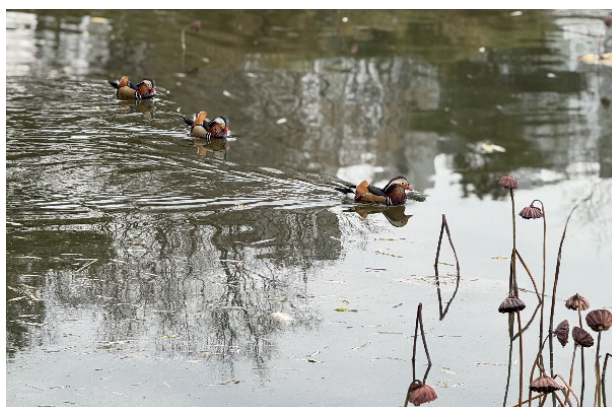
(https://www.jaea.go.jp/04/iscn/mnp_news/attached/0338.pdf#page=4)記載の当該 Newsletter には、訂正後の記事を掲載しております。

編集後記

私は年末年始には、いつも韓国の実家に帰省します。毎年韓国に帰る度に感じるのですが、韓国は本当にすべてが活気に満ちて速く変化していると思います。しかし、今年は違いました。年末年始の雰囲気はどこにもなく、冷たい冬の風ですべてが凍ってしまった雰囲気でした。それにもかかわらず、誰かが経済を立て直さなければならなかったのに、私だけは最善を尽くして毎日焼肉やお酒を飲みながら年末年始を楽しみました。

今の韓国は、ユン大統領が非常戒厳令を宣布し、それによって現在ユン大統領は拘束までされた状態です。21世紀の2024年度に韓国で親衛クーデターが起こるとは、一度も考えたことのない私としては、すべてがまるで夢を見ているような状況です。韓国の政治的、経済的混乱が早く良くなることを望みます。

私が韓国で会った皆は、ユン大統領の非常戒厳令宣布のせいで怒っている状態でしたが、私の実家の近くの池で会った鳥たちは、何の心配もなくのんびりと水の上を歩いていました。それを見ている私も心が楽になりました。



(J.L)

ISCN ニュースレターに対してご意見・ご質問等は以下アドレスにお送りください

E-MAIL: iscn-news-admin@jaea.go.jp

発行日：2025年3月4日

発行者：国立研究開発法人日本原子力研究開発機構(JAEA)

核不拡散・核セキュリティ総合支援センター(ISCN)