



ISCN Newsletter

(ISCN ニュースレター)

No.0314

February, 2023

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 核不拡散動向の更新	4
1-2 JAEA Review 「非核化達成のための要因分析と技術的プロセスに関する研究: 南アフリカの事例調査」の発行	4
2. 核不拡散・核セキュリティに関する動向(解説・分析)	5
2-1 米国が解体核起源の 34 トンの余剰プルトニウム処分について環境影響評価書(ドラフト版)を 発表	5
<p>2022 年 12 月 6 日、米国エネルギー省(DOE)国家核安全保障庁(NNSA)は、解体核起源の 34 トンの余剰プルトニウム(Pu)処分についての環境影響評価書(EIS)のドラフト版を公表した。当該 Pu 処分に関するこれまでの経緯、評価対象となっている処分の方法・手順の概要、評価対象となっている希釈処分オプション、及び過去に検討された処分方法等を紹介する。</p>	
2-2 原子力供給網におけるコンピュータ・セキュリティの強化	14
<p>IAEA は、「原子力供給網におけるサイバーリスク低減に向けたコンピュータ・セキュリティのアプローチ」と題する文書を発行した。この文書は、サイバー対策の情報、技術等の提供を通じた加盟国のコンピュータ・セキュリティ強化の支援を目的としている。</p>	
2-3 IAEA 原子力安全・核セキュリティ用語集(暫定版)の発行	17
<p>今般、IAEA から、「原子力安全・核セキュリティ用語集(暫定版)」が発行された。同用語集は過年より発行・改訂が行われている原子力安全や核セキュリティに関する文書での用語・定義を取りまとめたものである。</p>	
2-4 ウクライナ情勢に係る IAEA 憲章及び保障措置協定との関係	19
<p>今般のロシアによるウクライナ侵攻では同国の原子力施設が武力紛争に巻き込まれていることもあり、IAEA 憲章等にも違反すると当初からグロッシェ事務局長が発言していることについて解説する。</p>	
3. 技術・研究紹介	23
3-1 (シリーズ連載)「非核化の事例調査と要因分析」に関する研究 第 7 回「非核化事例調査研究」のまとめ	23
<p>ISCN Newsletter No. 0307(July 2022)から順次シリーズ連載してきた「非核化の事例調査と要因分析」の第 7 回(最終回)として、南アフリカ、リビア、イラク、旧ソ連 3 か国(ウクライナ、カザフスタン、ベラルーシ)及び北朝鮮の非核化事例について、(1)非核化の概要、(2)複数の非核化の要因からの分析結果、及び(3)各々の国の非核化事例から得た非核化の教訓等を取り纏めた。</p>	

4. 活動報告-----	30
4-1 輸送中の放射性物質のセキュリティに係る IAEA 国際トレーニングコースの開催-----	30
<p>JAEA/ISCN は、文部科学省 核セキュリティ強化等推進事業補助金による人材育成支援事業の一環として、2022 年 12 月 12 日～12 月 16 日に「輸送中の放射性物質のセキュリティに係る IAEA 国際トレーニングコース」を開催した。</p>	
5. コラム-----	33
5-1 朝鮮半島エネルギー開発機構(KEDO)の設立に関する協定について-----	33
<p>朝鮮半島の非核化の一環として、かつて北朝鮮に軽水炉を供給する KEDO による試みがあったが、その概要について概説する。</p>	
5-2 Article for ISCN visiting scholar program-----	36
<p>Article for ISCN visiting scholar program ～Alfitri MELIANA～</p>	

1. お知らせ

1-1 核不拡散動向の更新

2023年1月31日までの状況をもとに「核不拡散動向」を更新しました。今次は、世界の原子力発電開発の動向、イランの核合意(包括的共同作業計画、JCPOA)の遵守状況、米国の核態勢の見直し(NPR)、及びウクライナの情勢を更新しております。

この「核不拡散動向」は、世界の原子力発電導入状況と核拡散の深刻化及びそれを背景にした多国間協力や二国間協力枠組み構築の動向、核不拡散・核セキュリティに関する話題、原子力協力協定、米国の核不拡散・核セキュリティ政策、ウクライナ情勢など、幅広い項目を網羅し、かつコンパクトに整理しており、以下の URL からご覧になれます。

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

1-2 JAEA Review 「非核化達成のための要因分析と技術的プロセスに関する研究：南アフリカの事例調査」の発行

ISCN 計画管理・政策調査室は、2018年度から「非核化のための要因分析と技術的プロセスに関する研究」を実施しております。

この度、「非核化達成のための要因分析と技術的プロセスに関する研究：南アフリカの事例調査」を取り纏めた報告書(JAEA Review 2022-056)を発行致しました。

当該報告書では、南アフリカの非核化の経緯、同国の非核化を複数の非核化要因から分析した結果、同国の非核化の特徴、及び同国の非核化から得られた教訓等を纏めております。

以下の URL から閲覧できますので、是非、ご一読下さい。

URL: <https://doi.org/10.11484/jaea-review-2022-056>

2. 核不拡散・核セキュリティに関する動向(解説・分析)

2-1 米国が解体核起源の34トンの余剰プルトニウム処分について環境影響評価書(ドラフト版)を発表

【概要】

2022年12月6日、米国エネルギー省(DOE)国家核安全保障庁(NNSA)は、解体核起源の34トンの余剰プルトニウム(Pu)処分に関する環境影響評価書(EIS)のドラフト版¹(以下、「今次 EIS ドラフト」と略)を公表した。本稿では、当該 Pu 処分に関するこれまでの経緯、評価対象となっている処分の方法・手順の概要、希釈処分オプション、及び過去に検討された処分方法等を紹介する。

【これまでの経緯】²

米露は、2000年のプルトニウム(Pu)管理・処分協定³及び2010年の同協定の改正議定書⁴(以下、「改正 PMDA」と略)に基づき、国防上不要となった解体核兵器(解体核)起源の各々34トンの余剰 Pu を、米国は MOX 燃料として軽水炉で照射して処分し(MOX オプション)、露国は高速炉(BN-600、BN-800)で照射して処分するとしている。米国は、2007年8月からサウスカロライナ州のサバンナリバー・サイト(SRS)で MOX 燃料製造施設(MFFF)を建設していたが、2016年、オバマ大統領(当時)は、FY2017 予算要求で MFFF 建設費の高騰とスケジュール遅延を理由に MFFF の建設を含む MOX オプションの実施を取り止め、代わりに Pu を不活性な混和物(inert adulterant)⁵と混ぜて希釈し、ニューメキシコ州の廃棄物隔離パイロットプラント(WIPP)⁶で地層処分する方針(希釈処分オプション)を打ち出した(ただし米国が改正 PMDA で承認された

¹ DOE/NNSA, “DOE/EIS-0549: Draft Environmental Impact Statement (December 2022)”, 16 December 2022, URL: <https://www.energy.gov/nepa/articles/doeis-0549-draft-environmental-impact-statement-december-2022>

² 田崎真樹子、「核廃棄物隔離パイロットプラント(WIPP)での余剰プルトニウム処分に係る全米アカデミーの評価報告書の概要」、ISCN Newsletter No. 0279、2020年6月、URL: https://www.jaea.go.jp/04/isn/nnp_news/attached/0279.pdf#page=7、及び DOE/NNSA, “Draft Environmental Impact Statement (DOE/EIS-0549) for Surplus Plutonium Disposition Program (Summary)”, DOE/EIS-0549, December 2022, URL: <https://www.energy.gov/sites/default/files/2022-12/draft-eis-0549-surplus-plutonium-disposition-summary-2022-12.pdf>

³ International Panel on Fissile Materials (IPFM), “Agreement between the Government of the United States of America and the Government of the Russian Federation Concerning the Management and Disposition of Plutonium Designated as No Longer Required for Defense Purposes and Related Cooperation (PMDA: Plutonium Management and Disposition Agreement)”, URL: <https://fissilematerials.org/library/PMDA2000.pdf>

⁴ IPFM, “2000 Plutonium Management and Disposition Agreement as amended by the 2010 Protocol”, URL: <https://fissilematerials.org/library/PMDA2010.pdf>

⁵ かつては「スターダスト」と呼ばれた不活性物質。組成など、その詳細は明らかにされていない。

⁶ 使用済燃料の再処理から生じる超ウラン核種(TRU)を含む放射性廃棄物の処分場。商用原子力発電所からの使用済燃料は直接処分されるため、WIPP で処分されるのは、軍事施設から発生する TRU 廃棄物である。WIPP では、廃棄物容器の表面での測定で1時間あたり200ミリレム以下の Contact-handled(接触処理)の TRU 廃棄物(CH-TRU 廃棄物)と、1時間あたり最大1,000レムの Remote-handled(遠隔処理)の TRU 廃棄物(RH-TRU 廃棄物)の2種類の TRU 廃棄物が処分される。WIPP で処分される廃棄物の約96%は CH-TRU 廃棄物である。出典: WIPP Site, U.S. DOE, “Transuranic (TRU) Waste”, URL: <https://wipp.energy.gov/tru-waste.asp>

MOX オプションに替わり希釈処分オプションを実施するには露国の合意が必要となる。トランプ大統領(当時)もこの方針を踏襲し、2018年5月にMFFFの建設を中止し、同年10月、MFFF建設の事業主体(CB&IアレバMOXサービス社)に対し建設打ち切りを通知した。翌2019年、米国原子力規制委員会(NRC)は、MFFF建設の許認可作業を終了した。

一方、2014年のクリミア併合等を巡り米国と対立していた露国は、2016年10月、米国が進める希釈処分オプションは、Puを再び核兵器製造に使用する潜在可能性を有すること等を理由に、これに異を唱えると共に、米国が露国に対して経済制裁を実施していること等も勘案し、大統領令によりPMDAの履行停止を発表した⁷。しかし米国(NNSA)は、余剰Puを再度核兵器に使用されないよう安全かつセキュアな方法で、また合理的な時間枠かつ予算の現実に即した形で、そして最小限の研究及びエンジニアリング開発のみを必要とするプロセスに基づく成熟かつ実証済みの技術を用いて処分するとし、2020年12月、国家環境政策法(NEPA)に基づき、Puの希釈処分の目的及び必要性を満足させるNNSAの戦略等を記載したEISの告知(Notice of Intent)を行い⁸、公聴会を開催し一般公衆からコメントを求めた。NNSAは受領した計279のコメントを考慮して今次EISドラフトを作成し、2022年12月6日に公表した。

今次EISドラフトは、34トンの余剰Pu全量と、このうち最大7.1トンの非ピット(non-pit)形態のPu⁹を各々希釈処分する際の環境影響を記載したものである。NNSAは今後、希釈処分オプションの実施に関連するロスアラモス国立研究所(LANL、ニューメキシコ州)とSRS、及び処分を実施するWIPP近隣で公聴会を開催し一般公衆からコメントを求め、当該コメントを考慮して最終版EISを作成し、その公表後30日以内に意思決定(ROD)を行うとしている。

【希釈処分の方法・手順の概要】

NNSAは、ピット形態及び非ピット形態の計34トンの余剰Puを酸化し、Puの回収を阻害するために混和物(adulterant)と混ぜてPuの重量が総重量の10%未満になるように希釈し、希釈後の混合物(resulting mixture)をWIPPでcontact-handled(接触処理)のTRU廃棄物(CH-TRU廃棄物。廃棄物容器の表面での測定で1時間あたり200ミリレム以下)として処分するとしている。NNSAによれば、希釈処分、技術的に成熟し¹⁰、かつ費用対効果の高い方法であり、Puの同位体組成を変えるものではない

⁷ Center for Arms Control and Non-Proliferation, “The End of the Plutonium Management and Disposition Agreement: A Dark Cloud with a Silver Lining”, 3 November 2016, URL: <https://armscontrolcenter.org/end-plutonium-management-disposition-agreement-dark-cloud-silver-lining/>

⁸ U.S. Government Publishing Office (GPO), “85 FR 81460 - Notice of Intent To Prepare an Environmental Impact Statement for the Surplus Plutonium Disposition Program”, 16 December 2020, URL: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2020-12-16/html/2020-27674.htm>

⁹ 「ピット形態のPu」が核兵器用に成型加工済で核兵器の核である金属Pu塊であるのに比し、「非ピット形態のPu」は、それ以外の形態のPuを指す。出典: DOE/EM, “Surplus Nuclear Materials”, URL: <https://www.energy.gov/em/surplus-nuclear-materials>

¹⁰ DOEによれば、この処分方法は証明済みであり、様々なDOEサイトからの余剰Puの処分に使用されており、主にロッキーフラッツ環境技術サイト、ハンフォード、アイダホ、ローレンスリバモア、LANL、及びSRSの6か所のサイ

が、WIPP で地表から 2,150 フィート(約 655 メートル)に定置されるという物理的バリアと、金属 Pu は酸化され混和物と混合されるという化学的バリアを有し、Pu へのアクセス及び再使用される潜在可能性の最小化に寄与している¹¹。

当該希釈処分オプションの主要な手順¹²は以下のとおりである¹³。

- (1) ピット形態の Pu (Pu ピット) の梱包と搬出: Pu ピットをテキサス州のパンテックス施設¹⁴で梱包し、その後の処理のために LANL、または SRS に搬出。
- (2) Pu ピットの解体と処理(PDP: pit disassembly and processing): グローブボックス内でカッターまたは旋盤を使用して Pu ピットを解体して Pu を分離し、加熱により酸化(ただし一部の Pu は既に酸化されており、その場合、本 PDP は不要)。
- (3) 高濃縮ウラン(HEU)の除染、酸化、及び搬出: Pu ピットの解体で発生した HEU を、除染、酸化及び梱包後、テネシー州の Y-12 国家安全保障施設¹⁵に搬出。
- (4) 非ピット形態の Pu の処理(NPMP: non-pit metal processing): 非ピット形態の Pu を、グローブボックス内で酸化(ただし一部の非ピット形態の Pu は既に酸化されており、その場合、本 NPMP は不要)。
- (5) 希釈の準備と酸化 Pu の梱包: PDP 及び/または NPMP からの酸化 Pu を、希釈のために同じ場所にある次のグローブボックスに移動、または B 型輸送物として梱包して別の場所に搬出。
- (6) 酸化 Pu の希釈: PDP 及び/または NPMP からの酸化 Pu を、Pu 濃度を低くし、Pu 回収を阻害するため、Pu の重量が総重量の 10%未満になるように希釈する。
 - グローブボックス内で、ブレンド缶に入れられた酸化 Pu は、乾いた混和物(dry adulterant)と混ぜられる。缶の封印後、機械的な操作により、缶の中身(酸化 Pu と混和物)が均一に混合される。
 - 混合物(resulting mixture、Diluted Pu Oxide CH-TRU Waste)は、容器のサイ

トから、これまで約 4.8 トンの希釈 Pu が WIPP に輸送されたという。出典: DOE, “Report of the Plutonium Disposition Working Group: Analysis of Surplus Weapon-Grade Plutonium Disposition Options”, April 2014, p.18, URL: <https://fissilematerials.org/library/doe14a.pdf>

¹¹ ただし全米アカデミー(NAS)は 2020 年の報告書で、MOX オプションが化学的バリア、物理的バリア、同位体バリア、及び放射線バリアの計 4 つのバリアを有するのに比し、希釈処分は化学的バリアしか有せず、また使用済燃料基準を満たしていないとしている。出典: National Academies, “Review of the Department of Energy’s Plans for Disposal of Surplus Plutonium in the Waste Isolation Pilot Plant (2020)”, URL: <https://nap.nationalacademies.org/catalog/25593/review-of-the-department-of-energys-plans-for-disposal-of-surplus-plutonium-in-the-waste-isolation-pilot-plant>

¹² 主に LANL で実施される場合を想定。

¹³ DOE/NNSA, “Draft Environmental Impact Statement for the Surplus Plutonium Disposition Program”, DOE/EIS-0549, Summary, December 2022, pp. S-6~S-8、及び S-16~S-19. URL: <https://www.energy.gov/sites/default/files/2022-12/draft-eis-0549-surplus-plutonium-disposition-summary-2022-12.pdf>

¹⁴ DOE/NNSA 管轄の核兵器の組立・解体施設。

¹⁵ Y-12 National Security Complex. テネシー州のオークリッジ国立研究所(ORNL)近辺にある DOE/NNSA の施設。マンハッタン計画で核兵器製造に用いられた HEU を生産。

ズと遮蔽量を最小限に抑えるため、遮蔽容器(shielded container)に入れ、容器の蓋が圧入される。遮蔽容器は、グローブボックスから取り出されて袋(bag)に入れられ、更に携帯缶(convenience can)に入れられる(Can/Bag/Can)。

- 上記の希釈により、Pu の処理に適した化学的に安定したマトリックスが形成される。多くの成分を含む混和物(multi-component adulterant)は、Pu の回収を妨げ、酸化 Pu と混ぜて得られた混合物が、(米国の)セーフガード¹⁶の終了に関する DOE の基準を満たし、処分が可能となるように設計されている。

(7) 分析、特性評価、梱包、及び搬出等: 携帯缶内の混合物は、中性子カウンターとガンマ分光計で分析され、その後、臨界管理容器(critically controlled container)に入れられる。臨界管理容器は、臨界管理オーバーパック(CCO)容器(NRC の許認可を受けたドラム缶)に積載される。混合物が、CH-TRU 廃棄物として、WIPP の許容基準(WAC)に準拠していることを確認するため、X 線写真と非破壊検査(NDA)により特性評価される。その後 CCO 容器は許認可を受けた輸送容器(TRUPACT-II)に入れられ、WIPP に向けて搬出される。

なお上記の(1)から(7)のうち、(1)～(3)は、以下に述べる(A)Preferred Alternatives に必要とされる手順である。

【評価対象となっている希釈処分オプション】

今次 EIS ドラフトで評価対象となっている余剰 Pu の処分方法は、全て希釈処分オプションであり、具体的には、(A)ピット及び非ピット形態の計 34 トンの Pu を希釈処分する Preferred Alternatives と、(B)非ピット形態の最大 7.1 トンの Pu を以前の DOE/NNSA の決定¹⁷に従い希釈処分する No Action Alternative (それ以外の余剰 Pu はこれまで同様に保管)の 2 つに分けられる。うち(A)は、処理を実施する場所により 4 つの Sub-Alternatives があり、それらは(A)-1: Base Approach Sub-Alternative、(A)-2: SRS NPMP Sub-Alternative、(A)-3: All LANL Sub-Alternative、及び(A)-4: All SRS Sub-Alternative である。上記の概要を表 1 に示す。また(A): Preferred Alternatives で

¹⁶ 米国において、セーフガード(safeguards)は、「核物質の無許可での所有、使用、または妨害破壊行為を抑止、防止、及び対応するために設計された物理的防護、計量及び管理手段の統合システム」と定義されている。出典: DOE, “Safeguards and Security Program References”, DOE M 470.4-7, URL: <https://www.directives.doe.gov/directives-documents/400-series/0470.4-DManual-7/@images/file>

¹⁷ GPO, “85 FR 53350 - Surplus Plutonium Disposition”, 28 August 2020, URL: <https://www.govinfo.gov/app/details/FR-2020-08-28/2020-19023>

は 10 回の輸送¹⁸、及び(B): No Action Alternative では、6 回の輸送¹⁹が環境影響評価対象となっている。

表 1 Preferred Alternative と No Action Alternative の概要

	内容	特記事項
(A): Preferred Alternatives	<ul style="list-style-type: none"> •ピット及び非ピット形態の計 34 トンの余剰 Pu を希釈処分 <ul style="list-style-type: none"> ✓ うち解体及び処理が必要となる Pu ピットは現在、パンテックス施設で保管されており、解体及び処理のために B 型輸送物として梱包され、LANL または SRS に搬出される。 ✓ Pu ピットの解体で発生した HEU は、除染、酸化及び梱包後、テネシー州の Y-12 に搬出。 ✓ その後の作業実施場所及び作業内容は、以下の(A)-1~4 により異なる。 	<ul style="list-style-type: none"> • パンテックス施設で梱包ラインの追加が必要となる可能性。 • LANL 及び SRS における新規能力の構築または既存能力の拡張や、それらの活動を支援する新規施設の建設が必要となる可能性。
(A)-1: Base Approach Sub-Alternative	<ul style="list-style-type: none"> • 34 トンの余剰 Pu のうち、 <ul style="list-style-type: none"> ✓ <u>PDP (Pu ピットの解体と処理)と、最大 7.1 トンの NPMP (非ピット形態の金属 Pu の処理)</u>: 共に LANL で実施。 • 酸化 Pu は、SRS の K-Area に搬出、希釈し、特性評価及び梱包後、WIPP に搬出。 	<ul style="list-style-type: none"> • PDP と NPMP を実施する LANL の Pu Facility-4 (PF-4)の既存能力の拡張が必要。PF-4 での活動を支援する新規施設の建設が必要となる可能性。
(A)-2: SRS NPMP Sub-Alternative	<ul style="list-style-type: none"> • 34 トンの余剰 Pu のうち、 <ul style="list-style-type: none"> ✓ <u>PDP</u>: LANL で実施し、酸化 Pu は SRS の K-Area に搬出。 ✓ <u>NPMP</u>: SRS の 105-K 棟の K-Area、または 105-K 棟に隣接するモジュラー・システムで実施。 • 酸化 Pu は、SRS の K-Area で希釈し、特性評価及び梱包後、WIPP に搬出。 	<ul style="list-style-type: none"> • PDP を実施する PF-4 の既存能力の拡張が必要。PF-4 での活動を支援する新規施設の建設が必要となる可能性。 • NPMP のためのモジュラー・システム建設が必要となる可能性。
(A)-3: All LANL	<ul style="list-style-type: none"> • 34 トンの余剰 Pu の希釈処분을、WIPP での処分を除き LANL のみで実施。 	<ul style="list-style-type: none"> • (A)-1 に加え、PF-4 で希釈を実施するための新規能力

¹⁸ ①LANL 及び SRS での新規能力構築に必要な物質の輸送、②ベンダーから LANL または SRS への混和物 (adulterant)の輸送、③パンテックス施設から LANL または SRS への Pu ピットの輸送、④非ピット形態の Pu の SRS から LANL への輸送、または LANL から SRS への輸送、⑤LANL から SRS への酸化 Pu の輸送、⑥LANL または SRS から Y-12 への HEU の輸送、⑦SRS から LANL への SRS での PDF に伴う byproduct の輸送、⑧混合物 (酸化 Pu/CH-TRU 廃棄物)の LANL または SRS から WIPP への輸送、⑨LANL 及び SRS から WIPP への CH-TRU 廃棄物 (グローブボックス内で使用した手袋やその他の廃棄物等、ピットの解体や Pu の希釈作業で生じた廃棄物等)の輸送、⑩LANL 及び SRS での作業工程で生じた低レベル廃棄物(LLW)や非放射性物質と LLW の混在物(mixed low-level waste)のその他の場所への輸送。

¹⁹ ①ベンダーから SRS への混和物(adulterant)の輸送、②非ピット形態の Pu の SRS から LANL への輸送、または LANL から SRS への輸送、③LANL から SRS への酸化 Pu の輸送、④混合物 (酸化 Pu/CH-TRU 廃棄物)の SRS から WIPP への輸送、⑤SRS から WIPP への CH-TRU 廃棄物の輸送、⑥SRS での作業工程で生じた LLW や非放射性物質と LLW の混在物のその他の場所への輸送。

Sub-Alternative	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <u>PDPと、最大 7.1トンの NPMP</u>: 共に LANL で実施。 ✓ 酸化 Pu は、LANL で希釈、特性評価及び梱包後、WIPP に搬出。 	<p>の構築が必要。</p> <ul style="list-style-type: none"> • WIPP への搬出のため、DHF(Drum Handling Facility)の新設の必要性。
(A)-4: All SRS Sub-Alternative	<ul style="list-style-type: none"> • 34トンの余剰 Pu 希釈処分を、WIPP での処分を除き SRS のみで実施。 ✓ <u>PDPと、最大 7.1トンの NPMP</u>: 共に SRS の K-Area の 105-K 棟または F-Area の 226-F 棟(サバンナリバーPu 処理施設(SRPPF)²⁰)に新たにインストールする能力により実施。 ✓ 酸化 Pu は、SRS で希釈、特性評価及び梱包後、CH-TRU 廃棄物として WIPP に搬出。 	<ul style="list-style-type: none"> • PDP と NPMP を実施するため、SRS の K-Area (105-K 棟)または F-Area(SRPPF)に新規能力の構築が必要。また上記の活動を支援する新規施設の建設が必要となる可能性。
(B): No Action Alternative	<ul style="list-style-type: none"> • <u>最大 7.1トンの NPMP</u>²¹を、以前の決定²²に従い、以下のように希釈処分。 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 年間最大 400 kg のアクチニド(余剰 Pu 含む)を処理するための LANL での継続的な作業の実施。 ✓ <u>最大 7.1トンの NPMP</u>: LANL または SRS で実施し、酸化 Pu は SRS で希釈、特性評価及び梱包後、CH-TRU 廃棄物として WIPP に搬出。 	<ul style="list-style-type: none"> • SRS で NPMP を実施する場合、K-Area (105-K 棟)に新規能力の構築が必要。

【過去に検討された処分オプション】

今次 EIS ドラフトは、過去に Pu の処分オプションとして検討されたが、今次及びこれまでの EIS 評価の対象から外された方法及びその理由を記載しており、それらの概要を表 2²³に示す。

²⁰ 226-F 棟(サバンナリバーPu 処理施設(SRPPF))は、MOX 燃料製造施設(MFFF)として 2007 年 8 月に建設が開始されたが、希釈処分への移行により、2018 年 10 月に建設が終了された(MOX 燃料製造施設としては未完成)。

²¹ 最大 7.1トンの非ピット形態の Pu 以外は、引き続きパンテックス施設で保管される。

²² GPO, “85 FR 53350 - Surplus Plutonium Disposition”, 28 August 2020, Idem.

²³ DOE/NNSA, DOE/EIS-0549, Summary, p.S-27~S-31, idem.

表 2 これまでの EIS で環境影響評価の対象から外された処分方法及びその理由

処分方法	理由
Pu-Be 化合物として処分	<ul style="list-style-type: none"> • WIPP で処分可能な廃棄物形態にするには再転換必要。
マグマへの投入	<ul style="list-style-type: none"> • 未成熟技術。 • 許認可/規制要件が存在せず。 • 環境安全と健康への影響に関する課題有り。
海底での定置	<ul style="list-style-type: none"> • 未成熟技術。許認可/規制要件が存在せず。船舶事故により逸失の可能性有り。
深宇宙への打ち上げ	<ul style="list-style-type: none"> • 事故のリスクと放射性物質の拡散リスクが高い。事故により放出された場合、回収できる可能性は低い。 • 高コスト及び完了までに時間を要する。
放射性核種との(ホウケイ酸)ガラス固化	<ul style="list-style-type: none"> • 高コスト及び破損(disruptive)の可能性。 • Pu を放射性核種と固化するための溶解装置が必要であるが、臨界懸念に対処するため SRS の既存の廃棄物処理施設を大幅に改造する必要有り。
原子炉と加速器の利用	<ul style="list-style-type: none"> • 未成熟技術。 • 実行可能かつ実用に供するには長期に亘る開発と実証が必要。
モジュール式ヘリウム冷却高温ガス炉での処分(Consuming in modular helium reactors)	<ul style="list-style-type: none"> • 軽水炉での MOX 使用よりも未成熟な技術。
先進液体金属冷却高速炉とパイロプロセッシング(乾式再処理)	<ul style="list-style-type: none"> • 高コスト及び時間を要する。 • 液体金属冷却高速炉の開発が必要。
固化せずに直接、高レベル放射性廃棄物(HLW)処分場に定置(Direct emplacement in HLW repository without immobilization)	<ul style="list-style-type: none"> • 民間の HLW 処分場に適せず。 • 核拡散懸念有り。 • 処分場が封印されるまで追加的な核セキュリティ対策の必要性。
破砕された頁岩層へのスラリー化(粘着化)した Pu の高圧注入(Hydraulic fracturing)	<ul style="list-style-type: none"> • 技術的な実行可能性無し。ハイリスク有り。 • 地下帯水層への漏出を防ぐバリアが存在せず。
深井戸へのスラリー化(粘着化)した余剰 Pu の投入(Injection of slurry into deep wells)	<ul style="list-style-type: none"> • 環境と健康へのハイリスク有り。 • 地下帯水層への漏出を防ぐバリアが存在せず
結晶岩中への深層処分(Melting into crystalline rock)	<ul style="list-style-type: none"> • 技術的な実行可能性無し。臨界に関する不確実性有り。岩石に溶け込ませるために、余剰 Pu と混合した使用済燃料から十分な熱を確保する困難有り。
氷冠 ²⁴ の下での処分	<ul style="list-style-type: none"> • 技術的な実行可能性無し。ハイリスク。グリーンランドと南極の氷冠が不安点であるため、容認できない環境安全と健康リスクをもたらす。デンマークとの合意及び南極条約の改正の可能性は低い。
希釈して海洋処分	<ul style="list-style-type: none"> • 規制、環境、健康、安全上の懸念有り。

²⁴ Ice cap、陸地を覆う 5 万 km² 未満の氷河の塊。氷帽とも言う。5 万 km² 以上のものは氷床と呼ばれる。

	<ul style="list-style-type: none"> 国内・国際法、条約、政策等に反する行為。
地下核実験での処分	<ul style="list-style-type: none"> 規制、環境、健康、安全上の懸念。環境安全と健康に関する規制を遵守せず、また包括的核実験禁止条約に関連する政策を弱体化させる可能性有り。
海軍原子炉(原子力潜水艦)での使用	<ul style="list-style-type: none"> 規制上の懸念と時間を要する。実施に要するプロセスと施設は機密解除できないため、DOE が義務及びコミットメントで要求される国際査察による処分プロセス及び最終処分の確認ができなくなる。 新燃料の装荷回数が非常に少ないため、合理的な時間枠内で Pu を処分できない可能性有り。
既存または新たな革新的先進軽水炉で Pu 燃料を照射し、再処理	<ul style="list-style-type: none"> 高コストと時間を要し、セキュリティ上の懸念有り。 再処理の特定の工程は、核物質の盗取や転用に関して脆弱。 再処理施設の設計と建設に要する時間とコストは、再処理施設に比し脆弱性の懸念がない施設よりも大きい。
ユーラトム域内の原子炉で MOX 燃料として照射	<ul style="list-style-type: none"> 輸送及びセキュリティ上の懸念有り。地政学的要因に関連する制度上の複雑さが存在。
ディープボアホール(深部掘削坑)での直接処分、または固化処分	<ul style="list-style-type: none"> ボアホールの立地に関する制度上の不確実性により、本方法で Pu 処分が適時に実施される可能性は低い。 新たな法律規制、既存規制の明確化が必要な可能性有り。
Electrometallurgical treatment	<ul style="list-style-type: none"> ガラス固化やセラミック固化ほど成熟していない未成熟な技術。
固化処分(Ceramic can-in-canister approach for immobilizing Pu) ²⁵	<ul style="list-style-type: none"> 予算の制約により、2002 年にキャンセルされた処分方法。 本技術の改良等は中止され、インフラ等の整備もなされていない。
SRS の H-Canyon/HB-Line と軍事用廃棄物処理施設を使用した Pu 処分	<ul style="list-style-type: none"> 当初、本方法により最大 6 トンの Pu 処分が実行可能であると考えられていたが、ガラス固化に必要とされる特性を備えた HLW が不十分とされた。
WIPP と同様の第 2 処分場での処分	<ul style="list-style-type: none"> 現時点で WIPP は 34 トンの Pu 処分に必要な容量を有している(第 2 の WIPP 施設は不要)。
Pu 処分の海外委託	<ul style="list-style-type: none"> Pu ピット及び非ピット形態の Pu の外国への搬出は重大な核不拡散及び国家安全保障上の懸念を伴う。
多目的試験炉(VTR)燃料としての利用	<ul style="list-style-type: none"> VTR は設計の初期段階にあり、余剰 Pu を VTR の原料として使用できるようにするために必要な施設、活動、及びプロセスに関する詳細は現在のところ不明。 DOE は国内の Pu 源を VTR 燃料生産に使用できない場合、欧州に潜在的な Pu 源を特定したとしている。 議会は VTR への資金提供を承認したが、実際の予算配賦は行われておらず、VTR 燃料として使用できるか否かの判断は時期尚早。

²⁵ ガラスまたはセラミックを使って酸化 Pu を固化し、HLW と混ぜて固化するもの。Pu はセラミックまたはガラス形態に固化され、缶に入れられた後、容器内で HLW とガラスを混ぜたもので覆うため、「can-in-canister」とも呼ばれる。

【その他】

今次 EIS ドラフトでは、各処分オプション及び希釈処分を実施するサイト毎に、また施設の建設や運転時等における、土壌や景観への影響、施設建設等に使用される資材等(砂、砂利、砕石など)、水資源や大気への影響、騒音、生体資源への影響、人体の健康への影響、地元の文化財や社会経済、及びインフラ(電気、上下水など)への影響、発生する廃棄物、環境正義²⁶、及び輸送の影響、といった種々の観点から評価がなされているが、本稿では省略する。

【最後に】

露国が PMDA の履行を停止しており、また同国によるウクライナへの軍事侵攻を巡り米露が対立している状況の中で、米国が PMDA 下での解体核起源の余剰 Pu の処分方法として希釈処分オプションを採用することを露国と交渉し、合意を得ることは困難と思われるが、それでも核拡散及び核セキュリティ懸念及び地元対応等の観点から、今後、米国(DOE/NNSA)がどのように Pu 処分を現実的に具体化させていくか注視される。

なお、次号以降の ISCN Newsletter では、米国が過去に検討したが採用なかった主要な処分オプション(MOX 処分オプション、高速炉オプション、固化処分オプション、ディープボアホール(深部掘削抗)オプションなど)の詳細及びその理由や、米国における Pu 処分の基準、及び種々の処分方法に係る学会等の見解等について紹介予定である。

【報告:計画管理・政策調査室:田崎 真樹子】

²⁶ Environmental justice. 環境に関する社会的公平性を問う概念。人種や民族、所得等で差別されること無く、皆が公平に安全な環境で暮らす権利を持っているという理念に基づく。

2-2 原子力供給網におけるコンピュータ・セキュリティの強化

IAEA はこのほど、「原子力供給網²⁷におけるサイバーリスク低減に向けたコンピュータ・セキュリティのアプローチ」と題する文書を発行した²⁸。これは、原子力分野で利用される様々なコンピュータベースのシステムに対し、サイバー対策に関する情報、良好事例、被害の軽減技術を提供することにより、加盟国のコンピュータ・セキュリティ強化の支援を行うことを目的としている。

文書の発行に際して、IAEA は次のように述べている。

原子力関連物資の供給網におけるコンピュータ・セキュリティは、リスク管理の重要な要素である。原子力施設及びその運用は、デジタル技術、サービス、及び支援を提供する供給、販売、及び統合を行う関係者の複雑なネットワークに依存している。こうしたネットワークは、原子力施設、その運用、及びそれらの強固な環境を侵害するために悪用され、供給網の攻撃につながる危険性を有している。供給網の侵害によって重要なシステムを防護しているコンピュータ・セキュリティ対策の回避手段が提供される可能性を防ぐため、人、プロセス、及び技術を含んだ深層防護アプローチが必要である。今回の文書発行の目的は、原子力供給網におけるサイバーリスクの認識向上、及び重大な問題と軽減技術の特定に関する IAEA 加盟国への支援である。そして、設計、ハード/ソフト開発、試験、輸送、設置、運転、保守、及び廃止措置等、原子力分野で利用されるコンピュータベースのシステムについて、供給網のあらゆる段階を通じて情報、良好事例、及び被害の軽減技術を提供することにより、供給網への攻撃を減じることである。

以上が、文書の発行に際して IAEA が表明した内容である。この文書の中で、その目的、対象範囲、構成について以下のように記載されている。

コンピュータを用いたシステムやデジタル部品は、原子力施設の運用における機微情報の管理/原子力安全/核セキュリティ等において、極めて重要な役割を果たしているが、これらのデジタル技術/サービス/支援の提供は供給者/販売者等の複雑なネットワークに依存している。

「供給網」という用語は、一般に、最終顧客向けの製品の生産/流通及びサービスに関与するネットワークを指し、関連する組織、資源及び情報が含まれていることから、特定の製品の生産及びそれに伴うサービスを最終顧客に提供する一連のステップと見なすことができる。この供給網に対するサイバー攻撃によって、これを安全に運用する環境を防護するためのコンピュータ・セキュリティ対策が回避される可能性がある。近年、供給網に対する攻撃は数と巧妙さが急増し、関係組織にとってリスクが増大して

²⁷ 原語では'Supply Chain'と記載されており、これは製品の原材料・部品の調達から製造、販売、消費までの一連の流れを指している。ここでは「供給網」とした。

²⁸ "Computer Security Approaches to Reduce Cyber Risks in the Nuclear Supply Chain", IAEA Publications, URL: <https://www.iaea.org/publications/15259/computer-security-approaches-to-reduce-cyber-risks-in-the-nuclear-supply-chain>

おり、組織におけるサイバーセキュリティの確保に向け、供給者を組み込んだ新たな防護方法の必要性が高まっている。

供給網のリスク管理は、組織全体のリスク管理プログラムまたは管理システムの不可欠な部分であり、人、プロセス、及び技術に対する深層防護アプローチの実装が推奨される。この文書は、供給網におけるリスク管理の重要な要素であるコンピュータ・セキュリティに焦点を当てている。

供給網のリスク管理の重要な要素は、開発、生産、提供、及び頒布における資産、情報、及びサービスの防護である。一般に、各組織の課題は、供給網に関連したリスクの特定、分析、及び評価である。リスク管理の戦略は、適切なリスク処理オプションの選択と使用によって供給網に対する攻撃対象領域を削減あるいは防護することを含んでいる。コンピュータ・セキュリティのリスクに適切に対処するため、供給網のリスク管理には調達ライフサイクルの理解、仕様と契約の整備が必要である。現代の供給網は複雑な相互依存関係を有しており、供給網コミュニティ内のそうした多くの関係の中にある未知、未公開、または隠れた脆弱性によりリスク管理の困難性が増大している。

IAEA 核セキュリティシリーズ(NSS)No. 20 「国の核セキュリティ体制の目的と不可欠な要素²⁹」では、機微情報の防護を推奨しており、その中で「情報」を「如何なる形式であれ、セキュリティを危険にさらす可能性のある、ソフトウェア、不正な開示、修正、改変、破壊、または使用の拒否を含むもの」と定義している。核セキュリティの支援のための供給網における活動には、顧客と供給者の関連組織間で機微情報の交換が含まれる場合があるが、情報の価値は両者間で異なることもあり得るであろう。例えば、顧客が情報を機微として分類しているのに供給者がそのように分類していない状況では、供給者は不十分な情報セキュリティ要件を指定したり効果のないセキュリティ対策を適用したりする可能性がある。したがって、両組織が情報の価値を理解し、侵害された場合にそれに応じて防護することが重要である。

この文書の目的は、供給網におけるコンピュータ・セキュリティのリスク管理の方法に関する情報を提供し、機微なデジタル資産について設計、製造、統合、試験、頒布及び保守にわたるライフサイクル全体を通じて防護を支えるためのコンピュータ・セキュリティ要件の策定に際し、関係機関を支援することである。そして、供給網におけるコンピュータ・セキュリティに関する情報提供では、供給網のリスク軽減のためのコンピュータ・セキュリティの要件と管理の適用について、初心者のみならず熟練者をも支援するように構成されている。更に、供給網に関連する残されたリスクに対する防護として、コンピュータ・セキュリティの深層防護の実施に関する IAEA 加盟国からの国際的な良好事例を提供している。

この文書のカバーする範囲は、

²⁹ IAEA Publications, “Objective and Essential Elements of a State's Nuclear Security Regime”, URL:<https://www.iaea.org/publications/10353/objective-and-essential-elements-of-a-states-nuclear-security-regime>

-
- ・侵害があった場合に顧客関連組織に提供されて核セキュリティに悪影響を与える可能性のあるあらゆるサービス、コンピュータベースのシステム及び情報
 - ・核物質、放射性物質、及び関連施設に使用される機微なデジタル資産を含むシステムの調達

である。また、供給網のリスク管理の要素は、原子力安全、核セキュリティ、及び支援機能(デジタル資産等)に関連する幅広いコンピュータベースのシステムに適用され得るものである。

対象読者は、原子力供給網のリスク管理に責任を負う以下の担当者が含まれる。

- ・顧客関連組織:事業者、許認可を受けた者、原子力発電所(NPP)管理者、管轄当局、規制機関、輸出管理当局、及び国の核セキュリティ体制内の受給側組織
- ・供給関連組織:NPP 管理者、供給者(設計者、販売者)、技術支援組織、緊急対応組織、輸送組織(荷送人、運送業者)、及び国の核セキュリティ体制内の供給側組織
- ・その他の組織:原子力施設の管理、契約管理、運転、保守及び技術担当者、研究所、核物質管理に関する国の組織、保険組織、シンクタンク等

この文書の構成は、読者に変更管理アプローチの提供を紹介して、顧客と供給者間の供給網の関係の複雑さを読者が理解し、供給網のライフサイクル全体の脅威ベクトルを理解するように支援し、リスクを最小限にするために使用できる供給網内の 4 つの段階(特定、仕入れ、使用、修正)³⁰を紹介している。この出版物はまた、供給網内のコンピュータ・セキュリティの支援に向けて、その重要な側面を理解する必要がある読者のために、情報とコンピュータ・セキュリティの重要な要素を提供している。

本編で

- ・供給網管理の主要な原則の概説
- ・供給網の情報とコンピュータ・セキュリティに関する重要事項の詳説
- ・供給網の攻撃面の説明
- ・調達プロセスの紹介
- ・調達プロセスの各段階(特定、仕入れ、使用、修正)について詳細な情報の提供

更に、付録及び附属書で、

- ・追加情報、供給網のリスク管理の実施に役立つ概念と例の説明

³⁰ この文書では、4 つの段階をそれぞれ、特定(仕様決定から受け入れ条件の定義まで)、仕入れ(入札から購入まで)、使用(試験、設置、利用、修理、廃棄等)、修正(法規の改正、不具合の管理等)としている。

- ・読者の背景と経験に基づいた関心のある特定のセクションへのガイドの提供
- ・供給網への攻撃、リスク移転、調達方法論、認証、情報共有、コミュニケーション、及び契約条項、条件、及び第三者評価方法の例に関する追加の視点の提供

を行っている。

以上が文書の概要である。

サイバー攻撃による被害は、年々、発生件数も影響度も深刻となっている。つい最近報告された病院の被害³¹では、コンピュータによるデータアクセスが不可能となって患者の診療に必要なカルテを参照できなくなる等、人命に関わる重大な影響も発生している。原子力関連施設において、今回発行された文書を活用し、関連組織の連携のもとでサイバー攻撃を未然に防ぎ、施設の運転、核物質等の管理を適確に遂行することが切に望まれる。

【報告：計画管理・政策調査室 玉井 広史】

2-3 IAEA 原子力安全・核セキュリティ用語集（暫定版）の発行

2022年12月22日、IAEAは、「IAEA 原子力安全・核セキュリティ用語集（暫定版）(IAEA Nuclear Safety and Security Glossary - 2022 (Interim) Edition)」(以下、「用語集」と表記)の発行を公表した³²。IAEA 安全基準シリーズ(Safety Standard Series)には130以上の、また IAEA 核セキュリティシリーズ(Nuclear Security Series)には40以上の出版物があり、いずれも原子力安全と核セキュリティの具体的な特徴を扱っている。これら既刊文書に関し、一貫性・調和性をもった共通的な定義と、補足説明を含めたもので構成されている。

「クリフエッジとは³³」

「クラウドシャインとは³⁴」

「グラウンドシャインとは³⁵」

上記3つの用語は、紹介サイト冒頭の記述である。安全評価(被ばく評価)に係るエンジニアは、後者2つは容易に理解できるものの、クリフエッジについては、構造解析

³¹ 日本経済新聞、「医療機関にサイバー攻撃、取引先の脆弱性突く」(2023年1月5日付)、URL:<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUF1737O0X11C22A1000000/>

³² New IAEA Publication Explains Key Nuclear Safety and Security Terminology, URL: <https://www.iaea.org/newscenter/news/new-iaea-publication-explains-key-nuclear-safety-and-security-terminology>

³³ 例えば、津波による原子力発電所への影響を考えると、津波の高さがある一定値(例:防潮堤や敷地の高さ)を超えるまで機器・システムの故障確率はゼロに近い値であるが、その一定値(多くの場合、設計上考慮されている荷重値;例えば「設計基準津波高さ」)を超えた途端、故障確率が100%に近い値となる場合。

³⁴ 放射性プルーム(大気からの呼気・外部)中の放射性核種からの外部被ばく

³⁵ 地表面に沈着した放射性核種からの外部被ばく

従事経験がないと、若干困惑する場合もあるだろう。用語集では、核セキュリティに特徴的な用語のみならず、原子力安全に関する基準用語についても、2022年までに発刊された原子力安全や核セキュリティ関連文書の定義を網羅的に整理・解説しており、平仄を合わせた文書となっている。特徴的な例として、“radioactive”を上げ、「通常、放射能現象を示すものを指し、したがって放射能を持つものすべてを含むと考えられている。しかし、規制の文脈では、この用語は、放射線の危険性によって規制の対象となる物質や廃棄物を指し、そのため、通常、放射性核種の濃度が非常に低い物質や自然起源の放射性核種は除外される。(仮訳)」としている。また、“detection”では、「安全基準で使用される「detection」という用語は、放射性物質からの放射線を機器によって検出することを指す場合があるが、しかし、核セキュリティガイダンスでは、同じ用語が“核セキュリティ事象(nuclear security event)”の検知を指している(仮訳)」とも解説している。利用者層は、業務上、安全規制・核セキュリティ規制に係る研究者、技術者等とされ、既刊の安全要件(Safety Standard)で取り扱われている用語の定義も考慮し、取りまとめられている。ただし、核セキュリティ分野においては、「いくつかの用語や定義について、用法の違いを調整する必要があり、さらなる調和が必要であると認識されているため、“暫定版”として発行した。したがって、この用語集は、より長期的な議論と協議のプロセスの基礎となることを意図しており、両シリーズの出版物の発展を反映して、見直しと改訂を行う予定である(仮訳)」とも紹介されており、上述のような差異が考慮・反映され、今後更新版が公開されるものと思われる。

特徴的な構成としては、印刷物と合わせて電子版³⁶も公開されている点である。これにより、利用者は必要な用語の定義を迅速に検索・確認可能な媒体になり、ユーザーインターフェースの点でも利用を促進する意図が見受けられる。

昨今のロシアによるウクライナ侵攻の件で、核セキュリティという言葉を目にする機会が多くなっているが、本来は、想定しうる事象に対する対応(シナリオ設計とその対策検討)が原子力事業者に求められ、規制側の監督・管理を受ける構図となっている。一方で、改正 RI 法³⁷により、この対象は、従来の原子力事業者(核燃料物質を取り扱う事業者)のみならず、特定のまた、あるいは、一定量の放射性同位元素を取り扱う事業者に対しても防護措置(セキュリティ対策)の強化を求められる状況にある。本用語集は、規制者はもとより、今後対応を求められる被規制者(事業者)にとっても、国際機関の最新検討情報、勧告文書の解釈と導入に向けての大きな参考になるものと思われる。

【報告:計画管理・政策調査室 中谷 隆良】

³⁶ URL:<https://kos.iaea.org/iaea-safety-glossary.html>

³⁷ 平成 28 年 1 月に実施された「総合規制評価サービス(Integrated Regulatory Review Service)の結果である「放射線源による緊急事態への対応、放射線規制に関する取組を強化」を目的に、「原子力利用における安全対策の強化のための核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の一部を改正する法律(平成 29 年法律第 15 号)」が、平成 29 年 4 月 14 日に公布。

2-4 ウクライナ情勢に係る IAEA 憲章及び保障措置協定との関係

1. はじめに

ロシアのウクライナ侵攻が開始され、かなりの期間が経過したが、戦況も刻々と変化があり、1月7日にはその前の週の砲撃で損傷したザポリージャ原発の330 kVの予備電源は復旧し、750 kVの外部電源が失われても原子力安全及び核セキュリティの維持に不可欠な電源が確保されているものの、依然として外部電源の供給は脆弱であるとグロッシー国際原子力機関(IAEA)事務局長は述べている³⁸。特に東部では相変わらず激戦が続いており、バクムートにはロシア軍が圧力をかけているにもかかわらず、ウクライナ軍が防衛線を維持し、物資供給路を遮断して同地域を包囲出来ないなど³⁹、趨勢の予測が困難である。グロッシー事務局長は当初の段階から、2009年IAEA総会の決定を引用して⁴⁰、「平和的利用に供される原子力施設に対する如何なる武力行使も威嚇も国連憲章、国際法、IAEA憲章⁴¹に反する。」と述べており⁴²、その最後の部分が具体的になぜ法的に問題なのかについて見てみる(その他の部分については解説済み⁴³)。

2. IAEA 憲章との関係

先ず、IAEA憲章との関係では、その目的を規定した憲章第2条との関係が問題となる。同条は、「機関は、全世界における平和、保健及び繁栄に対する原子力の貢献を促進し、及び増大するように努力しなければならない。機関は、できる限り、機関がみずから提供し、その要請により提供され、又はその監督下若しくは管理下において提供された援助がいずれかの軍事的目的を助長するような方法で利用されないことを確保しなければならない。」と規定している。このため、ロシアの侵攻に際して原子力施設が攻撃対象になったことから、IAEA憲章に規定される同目的の実現が困難になる事態が生じていることが指摘される⁴⁴。

³⁸ IAEA Doc. Update 140 – IAEA Director General Statement on Situation in Ukraine, 07 Jan 2023.

URL: <https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/update-140-iaea-director-general-statement-on-situation-in-ukraine>

³⁹ <https://www.facebook.com/theministryofdefence> 英国国防省は日々の戦況を防衛情報(Defense intelligence)として公開している。

⁴⁰ IAEA Doc.GC(53)/DEC/13, September 2009, p.1.URL: https://www.iaea.org/sites/default/files/gc/gc53dec-13_en.pdf (as of 8 July 2022)

⁴¹ Statute of the International Atomic Energy Agency, 276 UNTS 3 (Signed 23 October 1956, entered into force 29 July 1957).

⁴² IAEA Director General Statement on the Situation in Ukraine, 24 Feb 2022, URL: <https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/iaea-director-general-statement-on-the-situation-in-ukraine> (as of 8 July 2022).

⁴³ ISCN Newsletter 2022年8月号 24頁-29頁「原子力施設への攻撃を国際法は守れるか。」参照。

⁴⁴ UN Doc. Draft articles on the responsibility of international organizations, International Law Commission, 2011, vol. II, Part Two. 後述の国家責任条文(ARSIWA)と同様に、国際機関責任条文(DARIO)が2011年に作成されており、国際的義務の違反を規定する第10条の違反が生じる。即ち、同条は、国際的義務の違反の存在について、「1. 国際機関の行為が、原因や性質に関わらず、義務により要求されることに従っていない場合、国際機関の国際法義務違反が存在する。2. 第1項は国際機関の規則の下で、同機関の加盟国に対して国際機関が引き起こす国

また、IAEA の主要な業務の一つが IAEA 保障措置の実施であるが、憲章第 3 条 A の 5 には「機関がみずから提供し、その要請により提供され、又はその監督下若しくは管理下において提供された特殊核分裂性物質その他の物質、役務、設備、施設及び情報がいずれかの軍事的目的を助長するような方法で利用されないことを確保するための保障措置を設定し、かつ、実施すること並びに、いずれかの二国間若しくは多数国間の取極の当事国の要請を受けたときは、その取極に対し、又はいずれかの国の要請を受けたときは、その国の原子力の分野におけるいずれかの活動に対して、保障措置を適用すること。」と規定されている。しかし、ロシアの侵攻により原発が占領されて施設へのアクセスが制限されて、同条に規定された IAEA の保障措置の完全な実現が困難になっている。

具体的には、憲章第 12 条の「機関の保障措置」に規定⁴⁵している「検認」を IAEA が出来ないことである。つまり、ロシアがウクライナを侵攻し、ザポリージャ原発を占領して、実効的支配を行ったために保障措置の「検認」が完全に行えなくなっている。なお、ロシアが既に不法占拠しているクリミア半島には研究炉があるが、同施設に対し、憲章第 12 条に規定している「保障措置対象物質等へのアクセス」も長く出来ていない現状があり、これも同様にロシアの行為に責任が帰する。

3. ウクライナとの保障措置協定

ウクライナは当初、ソビエト社会主義共和国連邦の一部を構成する共和国であり、その後の連邦崩壊に伴い非核兵器国として核兵器不拡散条約(NPT)⁴⁶に加入したが、モデル協定(INFCIRC/153)⁴⁷に基づき交渉が行われた結果、1995 年 9 月 12 日にウクライナと IAEA の保障措置協定が IAEA 理事会で承認され、9 月 21 日に署名、1998 年 1 月 22 日に発効した⁴⁸。なお、協定柱書には NPT 第 3 条に従い締結されるものであることは言及されており、モデル協定同様に第 1 部と、第 1 部に従い保障措置の手続につき規定した第 2 部からなる。

他方、ウクライナとの追加議定書は 2000 年 6 月 7 日に IAEA 理事会により承認さ

際法上の如何なる国際的義務の不履行を含む。」と規定する。もともと、同責任条文第 23 条は、不可抗力について、「1. 対抗できない力や不測の事態が発生し、国家の支配を超えて、義務の履行がその事情の中で、著しく不可能となり、行為が不可抗力に帰すべき場合、国際義務に違反する国家行為の違法性は阻却される。

2. 次の場合、前項は適用されない。

(a) 不可抗力の状況が、単独であるいか他の要因と組み合わさっているかを問わず、不可抗力を援用する国家の行為による場合。

(b) 国家が、その状況発生危険性を予測できる場合。」と規定しており、違法性が阻却される。

⁴⁵ 憲章第 12 条 A は「機関は、機関のいずれかの計画に関し、又は、他の取極の関係当事国が機関に対して保障措置の適用を要請する場合に、その取極に関し、その計画又は取極に関連する限度において、次のことを行う権利及び責任を有する。(以下略)」と NPT 第 3 条に齟齬が無いように規定されている。条文の詳細については、以下の URL 参照。URL: <https://www.jaea.go.jp/04/isn/archive/iaea/index.html>

⁴⁶ Treaty on the Non-Proliferation of nuclear weapons, 729 UNTS 161 (adopted 1 July 1968, entered into force 5 March 1970).

⁴⁷ IAEA Doc INFCIRC/153 (Corrected), June 1972, pp.1-27.

⁴⁸ IAEA Doc. INFCIRC/550, 18 March 1998, pp.1-34.

れ、8月15日には署名され、2006年8月15日に発効した⁴⁹。この追加議定書は議定書本体、附属書Iに掲げる活動の一覧表、附属書IIに掲げる設備及び資材の一覧表と言った標準的な構造であり、基本的に追加議定書もモデル議定書(INFCIRC/540)に概ね従って作成されており、殆どの条文が国名をモデルとなる議定書から変更された形で作成されており、特にウクライナの例が特殊な事例となっていないことが伺われる。

このようにNPT第3条及びIAEA憲章第12条を踏まえて、IAEA保障措置協定がウクライナ・IAEA間で締結され、本来であれば同協定に従いIAEA保障措置が必要に応じてウクライナ国内において粛々と実施される必要があるが、現実には原発そのものが不法占拠されているために、IAEA査察員による検認が困難になっている。このため、これまでもグロッシー事務局長が自ら団長となり、モスクワ及びキーウを訪問して、紛争当事国首脳との状況打開を図るため数次にわたり協議を行っている。当面の打開策としてグロッシー事務局長が提案していた原子力安全・核セキュリティの保護地帯(nuclear safety and security protection zone)の設定は実現していない。

特に保障措置実施の前提となる事項は包括的保障措置協定の第1部に規定され、こうしたことが実現できないと保障措置による検認(第2部に規定される手続やIAEAで93+2計画等を経て保障措置強化のために策定⁵⁰された追加議定書)は完全に実施し得ず、カメラ監視データの送付は一部復旧しているものの、この第1部の義務がまずは確保される必要がある。協定第1条は、ウクライナが履行すべき基本的義務について規定しているが⁵¹、ロシアの不法占拠により残念ながら完全な実施が不可能になっている。また、保障措置の適用について、協定第2条はIAEA側の履行すべき義務について規定しているものの、この点についても完全に実施できておらず、衛星監視データの分析等限定的である。

4. 国家責任法の適用

ウクライナ側もIAEA側も双方が協力する意思があるにもかかわらず、第3者の意思(今回の場合はロシア)によって妨害される場合はどのようにその責任の帰属を整理されるのであろうか。国際法委員会で審議され国連総会で決議の附属として採択された国家責任条文⁵²が参考になる。

⁴⁹ IAEA Doc. INFCIRC/550/Add.1, 19 June 2006, pp.1-33.

⁵⁰ Laura Rockwood, The IAEA's Strengthened Safeguards System, JCSL, Volume 7, Issue 1, April 2002, Pages 123-136.

⁵¹ 協定第1条は、「ウクライナが、NPT第3条1及び保障措置協定に従って、その領域内若しくはその管轄下で又は場所のいかんを問わずその管理の下で行われるすべての平和的な原子力活動に係るすべての原料物質及び特殊核分裂性物質につき、その物質が核兵器その他の核爆発装置に転用されていないことを確認することのみを目的として、この協定の規定に従って保障措置を受諾することを約束する。」と規定している。

⁵² UN Doc. A/56/10 (2001), Report of the International Law Commission on the work of its fifty-third session, 23 April - 1 June and 2 July - 10 August 2001, Official Records of the General Assembly, Fifty-sixth session, Supplement No.10, pp.26-143. 現時点ではロシア、ウクライナ間の非難の応酬が中心であり、国家責任法は殆ど言及されないが、今後ロシアの侵攻に対する責任、戦争犯罪、損害賠償等が議論になると、かかる議論は避けられな

例えば、条文第 12 条は国際義務違反の存在について、「国家(今回の場合はウクライナ)の行為が、原因や性質に関わらず、義務により要求されることに従っていない場合、国家の国際法義務違反が存在する。」と規定しており、類似の規定が国際機関責任条文にもあるため、今回の場合、国際機関である IAEA も国際法義務違反となる。更に、条文 30 条 1 項は「対抗できない力や不測の事態が発生し、国家の支配を超えて、義務の履行がその事情の中で、著しく不可能となり、行為が不可抗力に帰すべき場合、国際義務に違反する国家行為の違法性は阻却される。」と規定しているので今回の場合、ウクライナ及び IAEA の違法性は阻却される。

他方で、他国(今回の場合はロシア)の抑圧(*coerces*)について条文第 18 条は、「行為を行うために、他国を抑圧する国家は、次の場合、その行為に対する国際的な責任を負う。(a)抑圧がなかったなら、行為が抑圧される国家の国際違法行為であり、且つ、(b)抑圧している国家が、行為の事情を認識して、その行為を行う場合。」と規定されている。この原則に従えば、ロシアの意図的な侵略のために保障措置協定の義務をウクライナ及び IAEA は完全に果たせない状況にあり、上記第 18 条 b 項の事例に相当するのでその根本責任はロシア側に帰属して、更にロシアは違法行為を停止する義務があることになる⁵³。

【報告:計画管理・政策調査室 福井 康人】

いので、予めこの論点(即ち国家責任条文(ARSIWA)及び国際機関責任条文(DARIO))との関係についても取り上げるもの。

⁵³ 責任条文第 30 条は、停止と再発義務について「国際違法行為に対し責任ある国家は、次の義務を負う。

(a)違法行為が継続しているなら、その行為を停止する義務。

(b)事情がそうすることを必要とするなら、再発防止の適切な補償を申し出る義務。」と規定している。

3. 技術・研究紹介

3-1 (シリーズ連載)「非核化の事例調査と要因分析」に関する研究 第7回「非核化事例調査研究」のまとめ

【はじめに】

将来的に期待される非核化を効果的かつ効率的に導く方法を見いだすため、ISCN 政策調査チームは、2018 年度から「非核化達成のための事例調査・要因分析と技術的プロセスに関する研究」を実施している。このうち、2020 年度までに実施した上記研究の前半部分である「非核化の事例調査と要因分析」において、南アフリカ、リビア、イラク、旧ソ連 3 か国(ウクライナ、カザフスタン、ベラルーシ)及び北朝鮮、の計 7 か国の非核化事例を、8 つの非核化要因(a.核開発⁵⁴の動機、b.核開発の進捗度、c.非核化決断時の内外情勢、d.非核化のインセンティブ、e.制裁の効果、f.非核化の国際的枠組み、g.非核化の方法、h.非核化の検証者と検証方法)について分析した。これらの結果等を、ISCN Newsletter No. 0307 号(2022 年 7 月号)～No. 0312 号(2022 年 12 月号)⁵⁵の 6 回に亘りシリーズ連載として報告してきた。

本稿では連載の最終回として、(1)各々の国の非核化(非核化に向けた取組みも含む、以下同)の概要を簡単に振り返った後、(2)各国の非核化の要因分析の結果、及び(3)各々の非核化事例から得られた教訓を取り纏めた。

なお、本研究では、非核化を「核開発に関与していた国が、核兵器(核爆発装置を含む、以下同)及び・または核開発を放棄し、核兵器及びその原料物質とそれらの製造施設、設備、機器及び資機材等を廃棄し、その検証を行うこと」と定義している。また上記 7 か国にイランを加えた 8 か国の「非核化の事例調査と要因分析」と、リビア、イラク、及び南アフリカに特化した非核化の事例調査の詳細については、JAEA-Review

⁵⁴ 核兵器の継承を含む

⁵⁵ 各々の国の非核化の要因分析結果については、以下のニューズレターを参照されたい。

- 田崎真樹子、木村隆志、南アフリカの事例調査:ISCN Newsletter No. 0308 (August 2022), URL: https://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp_news/attached/0308.pdf#page=31
- 玉井広史、リビアの事例調査:ISCN Newsletter No. 0309 (September 2022), URL: https://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp_news/attached/0309.pdf#page=45
- 田崎真樹子、イラクの事例調査:ISCN Newsletter No. 0310 (October 2022), URL: https://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp_news/attached/0310.pdf#page=30
- 木村隆志、旧ソ連諸国の事例調査:ISCN Newsletter No. 0311 (November 2022), URL: https://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp_news/attached/0311.pdf#page=19
- 清水亮、北朝鮮の事例調査:ISCN Newsletter No. 0312 (December 2022), URL: https://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp_news/attached/0312.pdf#page=33

2021-076⁵⁶、2021-073⁵⁷、2022-020⁵⁸及び 2022-056⁵⁹として発刊しており、併せて参照されたい。

【(1)各国の非核化の概要】

- **南アフリカ**: 南アフリカは、アパルトヘイト政策の廃止と白人政権からの移行を見据え、自ら開発・製造した 6 発の核爆発装置と高濃縮ウラン(HEU)製造施設等の廃棄を自ら決断・実施した(1990 年)。廃棄後は直ちに核兵器不拡散条約(NPT)に加入して、国際原子力機関(IAEA)と包括的保障措置協定(CSA)を締結し(1991 年)、IAEA による検証を積極的に受け入れた。現在は原子力平和利用を実施している。
- **リビア**: A.Q.カーン博士の核の闇市場からの遠心分離機の取得を含め、秘密裡に核を含む大量破壊兵器(WMD)開発を進めていたリビアは、ウラン濃縮関連資機材を積載した BCC-China 号の拿捕により核開発の証拠を突きつけられ、長期間の制裁により社会・経済情勢が疲弊していたこと、リビア自身の核開発能力が殆ど皆無だったこと、さらにイラク戦争の勃発の影響等から、WMD 計画の廃棄を決断した(2003 年)。米英が主導したリビアからの HEU 及びウラン濃縮関連機器等の国外搬出は、リビアが、米英及び IAEA に極めて協力的であったこともあり、廃棄の決断から僅か 4 か月で完了した(2004 年)。
- **イラク**: 秘密裡に核を含む WMD 開発計画を進めていたイラクは、湾岸戦争に敗北し、国連安保理決議(UNSCR)第 687 号に基づく WMD の廃棄を受け入れた(1991 年)。イラクの核開発の検証は、IAEA が、上記決議に基づき新設された国連大量破壊兵器廃棄特別委員会(UNSCOM)の支援と協力を得て、環境サンプリングを含む現地査察等を実施し、イラクの過去の核活動につき「技術的に整合性のある全体像」が見えてきた旨を安保理に報告した(1997 年)が、米国が主張したイラクによる WMD の隠匿⁶⁰により、イラク戦争に発展した(2003 年)。
- **旧ソ連 3 か国(ウクライナ、ベラルーシ、及びカザフスタン)**: 旧ソ連 3 か国は、ソ連崩壊(1991 年)により、意図せずその領土内に戦略核兵器が配備された状態で独立したが、ベラルーシ及びカザフstanは集団安全保障条約(タシケント条約)への加入(1992 年)、またウクライナはブダペスト覚書の調印(1994 年)により安全の保証を得て、非核兵器国として NPT に加入し、第一次戦略兵器削減条約(START I)及びその

⁵⁶ 田崎真樹子、清水亮、木村隆志、玉井広史、中谷隆良、須田一則、「非核化達成のための要因分析と技術的プロセスに関する研究－非核化の事例調査と要因分析－」、JAEA-Review 2021-076、URL: <https://jopss.jaea.go.jp/pdfdata/JAEA-Review-2021-076.pdf>

⁵⁷ 玉井広史 他、「非核化達成のための要因分析と技術的プロセスに関する研究－リビアの事例調査－」、JAEA-Review 2021-073、URL: <https://jopss.jaea.go.jp/pdfdata/JAEA-Review-2021-073.pdf>

⁵⁸ 田崎真樹子 他、「非核化達成のための要因分析と技術的プロセスに関する研究－イラクの事例調査－」、JAEA-Review 2022-020、URL: <https://jopss.jaea.go.jp/pdfdata/JAEA-Review-2022-020.pdf>

⁵⁹ 田崎真樹子、木村隆志 他、「非核化達成のための要因分析と技術的プロセスに関する研究－南アフリカの事例調査－」、JAEA-Review 2022-056、<https://doi.org/10.11484/jaea-review-2022-056>

⁶⁰ ただしイラク調査団(ISG)の報告書(通称: ドルファー報告書)は、イラクによる WMD 備蓄は僅かしか見つからず、軍事的に大きな脅威をもたらすには不十分であったと結論付けている。

附帯議定書(リスボン議定書)の発効をもって、戦略核兵器の廃棄(露国への移送)を実施した。米国はソビエト核脅威削減法(ナン・ルーガー法、1991年)を成立させ、露国及び旧ソ連3か国の核物質等の輸送、核物質防護、施設の安全管理対策や、非核化に係る技術・経済支援を実施した。

- **北朝鮮:** これまで、朝鮮半島非核化宣言(1991年)、米朝枠組み合意(1994年)⁶¹、及び六者会合(米中韓日露及び北朝鮮、2003年～)において非核化の合意がなされ、また2016年以降の国連制裁の強化⁶²等を受けて2018年6月及び2019年2月には米朝首脳会談も開催されたが、いずれも同国の非核化に結び付いていない。同国は2006年以降、2022年12月現在まで、計6回の核実験⁶³を実施し、現在も核開発を継続している。

【(2)各国の非核化の要因分析の結果】

表1に7つの事例調査国をa.～h.の8つの非核化要因で分析した結果を示す。

⁶¹ 北朝鮮が黒鉛炉の建設・運転を凍結する代わりに、同国の軽水炉建設を支援し、完成まで50トン/年の重油の供給を行うというもの。合意を受けて1995年に朝鮮半島エネルギー開発機構(KEDO: The Korean Peninsula Energy Development Organization)が設立された。しかし2002年、北朝鮮の濃縮疑惑が持ち上がると、同国は核凍結解除を発表して核施設を稼働、黒鉛炉建設を再開、IAEAの査察官を追放し、2003年にはNPTからの脱退を宣言した。KEDOプロジェクトは左記を受け2003年に中断、2006年に終了した。出典: 原子力機構、「核不拡散動向、北朝鮮の核問題」、URL: https://www.jaea.go.jp/04/iscn/archive/nptrend/nptrend_01-05.pdf

⁶² 2016年以降の北朝鮮により繰り返される弾道ミサイル発射実験等を受け、国連安保理は、UNSCR2270(2016)、2321(2016)、2371(2016)、2375(2017)、及び2397(2017)を決議し、航空機・ロケット燃料の禁輸、北朝鮮に出入りする船舶の入港・航空機の離着陸禁止、北朝鮮との金融取引禁止、北朝鮮の核開発関連企業・個人等の資産凍結、石炭、鉄・鉄鉱石、鉛・方鉛鉱、及び海産物の禁止、繊維製品の禁輸、原油や石油製品の北朝鮮への供給制限といった制裁を強化した。

⁶³ 6回の核実験は、2006年10月、2009年5月、2013年2月、2016年1月及び9月、2017年9月。出典: 外務省、「北朝鮮の核・ミサイル問題」、URL: https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/n_korea/kakumondai/index.html

表1 7つの事例調査対象国の8つの非核化要因(a.~h.)からの分析

	南アフリカ	リビア	イラク	旧ソ連3か国	北朝鮮
非核化の特徴	核爆発装置の自主開発と自発的廃棄	核開発の廃棄とウラン濃縮資機材の迅速な国外搬出	湾岸戦争敗北による受け入れざるを得なかった非核化	旧ソ連崩壊に伴う核兵器の継承と国外搬出	非核化の合意と破棄。核実験の実施と核開発の継続
a.核開発(核兵器の継承)の動機	<ul style="list-style-type: none"> 地域情勢の悪化、隣国と対立、安全保障上の懸念 国際社会からの孤立 	<ul style="list-style-type: none"> 敵対国の WMD 保有への対抗 地域の覇権確立 国際社会からの孤立 国内支配体制の維持・強化 	<ul style="list-style-type: none"> 敵対国の WMD 保有への対抗 地域の覇権確立 国内支配体制の維持・強化 	<ul style="list-style-type: none"> 安全保障上の懸念 国家の威信(露国に対するライバル意識) 外交上の切り札 	<ul style="list-style-type: none"> 安全保障上の懸念 国際社会からの孤立 国家の威信、国内支配体制の維持、強化 外交上の切り札
b.核開発の進捗度	<ul style="list-style-type: none"> 6発の核爆発装置及びHEUを保有 ウラン濃縮を自主開発 ウラン濃縮施設(HEU及び低濃縮ウラン(LEU)生産用)、核爆発装置生産施設を保有 	<ul style="list-style-type: none"> カーン博士の核の闇市場から遠心分離機を調達したが、知識・技術を有する科学者やインフラ等の欠如からカスケードの完成に至らず 	<ul style="list-style-type: none"> ウラン鉱山、製錬、転換、及びウラン濃縮施設、研究炉、再処理実験室等を保有 種々のウラン濃縮研究開発を実施、ただし4%以下の微量の濃縮ウラン生産のみに終わる 	<ul style="list-style-type: none"> ソ連邦の崩壊に伴い、旧ソ連の核兵器を継承したが、自身での核兵器用核物質の生産、核兵器製造、核兵器の管理及び使用能力は無し 	<ul style="list-style-type: none"> 核弾頭、及び核兵器用HEU、Puを保有 HEU及びPuの生産施設を保有(技術は自主開発) 核兵器の自主開発能力を保有
c.非核化決断時の内外情勢	<ul style="list-style-type: none"> 冷戦緩和・終結、地域情勢の改善 アパルトヘイト政策の廃止と白人政権からの移行の見通し 	<ul style="list-style-type: none"> イラク戦争とフセイン体制の崩壊 テロ賠償に係る米英との対話チャンネルの存在 経済制裁によるリビア社会・経済の疲弊 	<ul style="list-style-type: none"> イラクのクウェート侵攻により開始された湾岸戦争に敗北 	<ul style="list-style-type: none"> 冷戦終結とソ連邦の崩壊 	<ul style="list-style-type: none"> 冷戦終結とソ連邦崩壊(ソ連からの支援停止) 飢饉の発生や経済の疲弊 イラク戦争とフセイン体制の崩壊
d.非核化のインセンティブ	<ul style="list-style-type: none"> 国際社会への復帰 (アパルトヘイト政策に起因する)経済制裁の解除 	<ul style="list-style-type: none"> 経済制裁の解除 国際社会への復帰 イスラム過激派との対 	N/A	<ul style="list-style-type: none"> 安全の保証、拡大抑止の提供 経済協力、エネルギー 	<ul style="list-style-type: none"> 安全の保証 経済制裁の解除 経済協力、エネルギー

		立に関する米英との協力の必要性		ギー支援、債務棒引き • 核科学者の雇用確保 • 核物質の計量管理、防護システム構築支援	ギー支援(重油、軽水炉の提供)
e.制裁の効果	• 希少鉱物の産地・輸出国であり、リビアやイラン程経済的打撃を受けず	• 有。リビア経済は原油輸出による外貨収入に依存しており、制裁はリビア経済を直撃	• 石油食糧交換プログラム(OFFプログラム)により、制裁は必ずしも功を奏せず	N/A	• 有(2016年以降の国連安保理決議に基づく北朝鮮の主要交易品目を対象とした経済制裁の強化) • 抜け穴(瀬取り)も存在
f.非核化の国際的枠組み	N/A(自ら廃棄)	• 米英+リビア	• UNSCR 687 (1991)	• START I(リスボン議定書)	• 米朝 • 六者会合
g.非核化の方法	• 核爆発装置及びその製造施設、核実験場、ウラン濃縮施設(HEU生産施設)は廃棄 • LEU生産施設、HEU及びLEUは維持	• 国外搬出 • HEUは露国に空輸、ウラン濃縮関連資機材等は米軍輸送機や貨物船で米国に輸送、オークリッジ国立研究所に保管	• 原子力研究所(原子力開発の拠点)やウラン濃縮施設等は湾岸戦争時の空爆で破壊 • 戦争後に発見された核物質、ウラン濃縮施設、核兵器研究開発施設、設備及び機器等は廃棄、国外搬出	• 核弾頭、ミサイル及びHEUは国外搬出(露国への移送)。ただしカザフスタン及びベラルーシは一部のHEUを保持	• エネルギー支援を代替とした核施設の放棄 • 完全に検証可能、かつ不可逆的な非核化/(核能力の)解体(CVID)
h.非核化の検証者と検証方法	• IAEAが、南アフリカとのCSAに基づき提出された冒頭報告や査察等を通じて、原子力施設及び核物質在庫の完全性や、核爆発装置及びHEU製造施設の廃棄等の検証を実施	• IAEAがリビアとのCSAに基づき実施 • リビアは追加議定書(AP)には未署名だったが、IAEAに無制限の立入を承認。IAEAは試料の収去や環境サンプリング、国外搬出品の封印等を実施	• IAEAがUNSCR 687(1991)に基づきUNSCOMの支援と協力を得て実施	• START Iに基づき、米露が実施(IAEAの関与は無し)	• IAEA(米朝枠組み合意)

【(3)各々の非核化事例から得られた教訓】

将来予想される非核化に向けて、表 1 に示した分析結果から導いた各国の非核化事例から得られた教訓は表 2 のとおりである。

表 2 非核化事例から得られた教訓

国	教訓
南アフリカ	<ul style="list-style-type: none"> • <u>非核化対象物の廃棄と同時並行的な検証</u>: IAEA の検証は、同国自身による核爆発装置等の廃棄後に実施され、解体・廃棄記録や残存廃棄品の確認に留まった。非核化対象物の廃棄と同時並行的な検証が必要 • <u>非核化対象国による CSA 及び AP 締結</u>: 未申告活動の防止、抑止、及び兆候の探知が容易となる可能性がある • <u>核開発に携わった科学者等の雇用確保の必要性</u>: 核科学者に対し特段の措置が講じられなかったため、核の闇市場に関与した者が存在
リビア	<ul style="list-style-type: none"> • <u>国際社会の一致した対応とスピーディな非核化</u>: 米英及び IAEA が緊密に連携し、リビアに非核化の決断を翻す隙を与えず、スピード感を持って一気に非核化を実施した • <u>非核化のインセンティブの明確化</u>: 非核化と引き換えに、リビア経済を疲弊させていた経済制裁の解除と国際社会への復帰を明確に伝えた • <u>非核化対象国による透明性の提供</u>: リビアは非核化を主導する米英及び検証者の IAEA に積極的に協力した
イラク	<ul style="list-style-type: none"> • <u>非核化対象国による CSA 及び AP 締結</u>: 未申告活動の防止、抑止、及び兆候の探知が容易となる可能性がある • <u>非核化に関する明確なロードマップの必要性</u>: JCPOA のように非核化達成度合いに応じた制裁の段階的解除を予め明確化しておく必要性 • <u>効果的な経済制裁の必要性</u>: 例えば、人道支援としての経済制裁の部分的緩和が、関連組織の腐敗や、延いては制裁そのものの効果低減につながってはならない
旧ソ連 3 か国	<ul style="list-style-type: none"> • <u>安全の保証や拡大抑止の提供</u>: 米露は、ブダペスト覚書に基づく安全の保証⁶⁴、あるいはタシケント条約に基づく拡大抑止の提供にコミット。それを以て 3 か国は非核兵器国として NPT に加入、IAEA と CSA を締結し、START I (リスボン議定書) の下で非核化を実施した • <u>大国の関与と非核化に対する効果的なインセンティブの付与</u>: 例えば米国はナン・ルーガー法を制定し、非核化を経済的に支援・協力した
北朝鮮	<ul style="list-style-type: none"> • <u>中断の無い継続的な交渉</u>: 米朝枠組み合意や六者会合では、北朝鮮との関係悪化で交渉が中断されたときに北朝鮮の核開発が進展 • <u>不可逆性を伴った非核化</u>: 米朝枠組み合意や六者会合では、北朝鮮の核開発再開を困難とする効果的な非核化手段が講じられず • <u>中露の協調</u>: 北朝鮮と政治・経済的繋がりの深い中露の協調の必要性 • <u>非核化を政治的駆け引きの手段とさせないこと</u>: 北朝鮮による要求のエスカレート及び交渉が決裂した際は同国の核開発を加速させる懸念

⁶⁴ ただし露国は、ブダペスト覚書に反し、2014 年 3 月にクリミアを併合し、また 2022 年 2 月にウクライナに軍事侵攻した。このことは、これまでのように非核化対象国に対する安全の保証が、非核化の効果的なインセンティブとなり得るのかが懸念される。

【最後に】

2021 年度から ISCN 政策調査チームは、「非核化達成のための事例調査・要因分析と技術的プロセスに関する研究」の後半部分の「技術的プロセスに関する研究」を、前半部分にまとめた分析や、原子力機構の有する核燃料サイクル全般に関する技術的知見をベースに実施している。具体的には、非核化を効果的かつ効率的に進める観点から、ウラン濃縮、原子炉、及び再処理施設、の 3 施設について、廃棄の対象となる主要機器等を選定し、凍結、無能力化、廃止措置、国外搬出、及び民生利用(施設運転の継続)の 5 つの方法について、不可逆性、必要なリソース(コスト、期間)等について検討を実施し、それらの効果や効率性を定量・半定量的に評価している。この研究結果についても、研究終了後に適宜、本 ISCN Newsletter で紹介する予定である。

【報告:計画管理・政策調査室 田崎 真樹子、玉井 広史、木村 隆志、清水 亮】

4. 活動報告

4-1 輸送中の放射性物質のセキュリティに係る IAEA 国際トレーニングコースの開催

IAEA/ISCN は、文部科学省 核セキュリティ強化等推進事業補助金による人材育成支援事業の一環として、2022年12月12日～12月16日に「輸送中の放射性物質のセキュリティに係る IAEA 国際トレーニングコース」を東海村で開催した。本コースは2015年11月に開催以来2回目の実施であるが、新型コロナウイルス感染症による渡航制限等の影響により、当初2021年2月に開催予定であったものが上記日程まで延期の上、対面で開催できることになった。

本コースは、教室での講義のみでなく、シナリオに基づいたグループ演習やエクササイズに参加することで、輸送中の放射性物質のセキュリティ確保に必要な理解や放射性物質の特性、セキュリティ機能、管理、安全性とセキュリティの連携等について包括的な見識を得ることを目的として開催され、13か国(アルジェリア、アルメニア、ガーナ、マラウィ、ナイジェリア、オマーン、ソマリア、南アフリカ、トルコ、タンザニア、ウズベキスタン、ベトナム、ジンバブエ)の原子力規制機関、関係政府機関及び原子力事業者等から13名が参加した。



グループ演習の様子

グループ演習では、放射性物質の特性把握や放射性物質の輸送中に想定される脅威の特定及び評価を実施、更には輸送計画の策定及び評価や規制機関による輸送検査において重要となる検査ポイントの検討等を行った。

現物を用いたエクササイズでは、原子力科学研究所のバックエンド技術部の御厚意により輸送車両、輸送容器、駐車場を利用させていただき、実際の輸送検査を想定した実践型のエクササイズが可能となった。現物を用いることで、参加者にとってもイメージが掴みやすく、より記憶が定着しやすい大変有意義なコースになったと実感してい

る。また、核物質防護実習フィールドの見張人詰所(CAS: Central Alarm Station)においては、侵入を検知するセンサーや監視カメラの性能及び特徴についても学ぶ機会を提供することができた。



輸送車両、輸送容器を用いたエクササイズの様子

参加者全員が自国の放射性物質輸送に係る活動や法律及び規制による影響、本分野での挑戦等についてプレゼンテーションを行い、参加者同士で各国の情報を共有できる場にもなった。さらに、ISCN CTBT・輸送支援室より講演いただいた「日本における放射性物質の輸送セキュリティ」については参加者から多数の質問があり、日本の取り組みに強い関心を寄せていただいていることが伺えた。

今後も輸送中の放射性物質のセキュリティに係るIAEA国際トレーニングコースを日本で開催する際は、今回のように講義だけでなく、現物を用いて学ぶ機会を提供し、更にはエクササイズ的时间をより多く確保して内容の拡充に努めたい。

コース期間中は講師や参加者、会場となった安全研究棟の皆様、ISCN スタッフが一丸となって感染予防対策に取り組んだことで、新型コロナウイルス感染者を一人も出さずにコースを成功させることができた。原子力科学研究所バックエンド技術部の皆様及びCTBT・輸送支援室をはじめ、本コースに御尽力いただいたすべての方々に心より感謝申し上げます。



修了式での集合写真

【報告:能力構築国際支援室 水枝谷 未来】

5. コラム

5-1 朝鮮半島エネルギー開発機構(KEDO)の設立に関する協定について

1. はじめに

朝鮮半島エネルギー開発機構の設立に関する協定(略称:KEDO 設立協定)⁶⁵は、日本も締結している。今日では直接の関係者も少なくなっていることもあり、後日必要がある場合には参照できるようにすることを目的として、簡潔に概要を説明する。主な文書としては、本協定に加え、KEDO の原加盟国間協力協定⁶⁶、同協定改正議定書⁶⁷の 3 協定に加えて、実際に軽水炉建設のため現場での作業の仕組を規定した特権免除、輸送等の議定書⁶⁸が作成されている。

この KEDO は、北朝鮮が独自に建設した既存の黒鉛減速炉(核兵器の原料となるプルトニウムの生産が容易)の活動を凍結し、最終的には解体することを条件に、軽水炉(核兵器の原料であるプルトニウムの生産が比較的困難)2 基を建設し提供すると共に、軽水炉第 1 基目の完成までの代替エネルギーとして、年間 50 万トンの重油を供給することを主要な目的として設立された⁶⁹。

2. 日本が締結している KEDO 協定

先ず、KEDO 設立協定は、1994 年 10 月にワシントンで北朝鮮と米国間で合意された米朝合意に基づき⁷⁰、1995 年 3 月 9 日に作成された。その後関係国により交渉が行われ、作成と同時に署名され、同協定を発効させている。前文には依拠する文書として、先述の米朝合意、国連憲章、核兵器不拡散条約(NPT)、国際原子力機関(IAEA)憲章が言及されている⁷¹。

⁶⁵ KEDO 設立協定、条約検索システム、外務省。

URL: <https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/treaty/htmls/B-H7-1503.html>

⁶⁶ KEDO の原加盟国間協力協定、条約検索システム、外務省

URL: <https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/treaty/htmls/B-H9-0437.html>

なお、KEDO 協定は米国、日本、韓国が原締約国であり、EU 等は後から締約国となっている。また、北朝鮮との関係では、協定の前提となっている合意された枠組みが遵守されることを前提に作成されている。なお、後述の KEDO 議定書は KEDO と北朝鮮との間で締結されており、この国際コンソーシアムと北朝鮮の間で締結されている。

⁶⁷ KEDO 設立協定改正議定書、条約検索システム、外務省

URL: <https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/treaty/htmls/B-H9-0443.html>

⁶⁸ KEDO protocol, Agreements & Protocols. URL: http://www.kedo.org/ap_main.asp

KEDO の HP には KEDO の関連基礎合意文書に加えて、各種議定書の英語原文が掲載されている。

⁶⁹ 朝鮮半島エネルギー開発機構(KEDO)、外務省、平成 18 年 6 月。なお、KEDO 設立協定第 2 条にも同様の趣旨が書かれている。

URL: <https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/kaku/kedo/index.html> (as of 13 January 2023)

⁷⁰ IAEA Doc. INF/CIRC/457, 2 November 1994, pp.1-4.

⁷¹ 上記米朝合意を受け、1995 年 3 月、日本、米国及び韓国は軽水炉プロジェクトの実施などのための国際コンソーシアムたる KEDO の設立協定に署名した。1995 年 12 月には、KEDO と北朝鮮との間で、軽水炉供給に関する大枠を定める軽水炉供給取極が合意・署名された(表 2-3-11 参照)。KEDO は、出力約 100 万キロワットの韓国標準型軽水炉 2 基の北朝鮮への供与に向けた現地調査などの作業や、黒鉛炉に代わる暫定的なエネルギーと

具体的な内容としては、機構の設立(第1条)、機構の目的(第2条)、機構の任務(第3条)、原則(第4条)、加盟国の地位(第5条)、理事会(第6条)、総会(第7条)、職員(第8条)、諮問委員会(第9条)、財政(第10条)、物品及び役務の提供(第11条)、年次報告(第12条)、機構の地位等(第13条)、最終条項(第14条)、脱退(第15条)等からなる。同協定には、国際法上の法人格の有無については明示的に記載されていないものの、「機構の目的及び任務を遂行するために、法律上の能力を有し、」とあり、必要な不動産の取得等も認められており、「国際コンソーシアム」としてのKEDOの活動には特段の問題は生じないようになっている。

その後、1997年9月19日には「KEDOの原加盟国間協力協定」も同日のうちに署名され、発効させている。重要な点は、第1条に示されたように「意見の一致に達するように緊密に協議し」、「如何なる提案についてもそのような意見の一致に基づき行動するとの原則及び慣行を維持する。」と協定の実施に際してはコンセンサスに基づくこととされているが、改正議定書では当事国が増加したためコンセンサスによる決定が困難になることを避けるために改正が行われていることである。

この改正議定書は、上記協定と同時に作成され、署名により発効しているが、当初の設立協定の内容を補う目的で作成されている。例えば、第1条は新たに希望する加盟候補国は理事会の承認を得て、さらに所与の手続を経て、新規加盟国になることが出来る手続を補完した。また、第2条では理事国が増えることからコンセンサス合意が困難になることから、表決手続を定めた。また、第3条は具体的な新規理事国の業務の開始について規定しており、新たな加盟国の増加を想定した改正である。

なお、上記が日本も締結しているKEDO関連協定であるが、それ以外ではKEDO・北朝鮮間で軽水炉供給協定⁷²が締結されている。

3. 主要なKEDO議定書

KEDO関連議定書はKEDOと北朝鮮の間で作成され、以下の8議定書が掲載されているので、ロジ事項で今後類似の枠組みを考える必要が出て来た時に、何を詰める必要があるか手掛かりとすべき先例として興味深いと思われる点のみ取り上げる(議定書の原文は脚注68参照)。

しての重油の供給を進める一方、軽水炉プロジェクトの具体的な詳細などを定める議定書の交渉を進め、1997年8月に軽水炉建設準備工事を開始した。

(出典:平成10年版 原子力白書, URL: <http://www.aec.go.jp/jicst/NC/about/hakusho/hakusho10/siryu2036.htm>)

⁷² AGREEMENT ON SUPPLY OF A LIGHT-WATER REACTOR PROJECT TO THE DEMOCRATIC PEOPLE'S REPUBLIC OF KOREA BETWEEN THE KOREAN PENINSULA ENERGY DEVELOPMENT ORGANIZATION AND THE GOVERNMENT OF THE DEMOCRATIC PEOPLE'S REPUBLIC OF KOREA, 12 December 1995.

表 1 KEDO 議定書の名称

汎例:KEDO 議定書原文名 (かっこ内は日本語略称)
Protocol on Quality Assurance and Warranties 2001 (品質保証議定書)
Protocol on Training 2000 (訓練議定書)
Protocol on Non-Payment 1997 (債務不履行議定書)
Protocol on Site Take-Over, Site Access and Use of the Site 1997 (用地議定書)
Protocol on Labor, Goods, Facilities and Other Services 1997 (労働力等議定書)
Protocol on the Juridical Status, Privileges and Immunities, and Consular Protection of KEDO in the DPRK 1996 (特権免除議定書)
Protocol on Communications 1996 (通信議定書)
Protocol on Transportation 1996 (輸送議定書)

これらの議定書は、KEDO 設立協定第 2 条 1 項にある「北朝鮮における軽水炉プロジェクトの資金手当て及び供給を行うこと」を目的として、必要となる事項を KEDO 及び北朝鮮の間で締結し作成され、更に、念を押すように上記の軽水炉供給協定の内容が各議定書に具体的に規定されている。特に、KEDO 設立協定には明確にされていない点が規定されており、特権免除議定書が興味深い。

特権免除議定書では、KEDO が国際法上の法人格を有し、必要な権能が明確化され(同議定書第 1 条)、KEDO 職員等の特権免除(同第 5 条)、更には KEDO 施設へのアクセスに必要な KEDO 証明書(同第 11 条)等が規定されている。その他の財務事項についても各議定書に規定されている。もっとも、詰めるべきロジ事項は今後の参考になる。

4. 終わりに

こうした法的基礎に基づいて、軽水炉プロジェクトが開始されたものの、北朝鮮は 2002 年 10 月に訪朝したケリー特使に対してウラン濃縮計画の存在を認める発言を行った。このため、KEDO 理事会はそれまで行われてきた毎年 50 万トンの重油の供給を停止することを決定し、将来の重油の供給は北朝鮮がウラン濃縮計画を完全に撤廃するための具体的且つ信頼できる行動を取ることを決定し、他方で、北朝鮮は同年 12 月には核関連施設の凍結解除及び同施設の即時再開を発表した。

続いて、黒鉛減速炉、燃料加工工場及び再処理施設の封印撤去、IAEA 査察官の国外退去等の措置を一方的に取り、翌 2003 年 1 月 10 日には NPT 脱退を表明した。その後の状況のエスカレーションもあり、2006 年 5 月の KEDO 理事会において軽水

炉プロジェクトの「終了」を正式に決定した⁷³。この KEDO の前提の米朝合意について、ジェフリー・ルイスは3つの仮説を提示している⁷⁴。①1994年の段階で、北朝鮮は既に1発乃至は2発の核兵器を保有していた。②北朝鮮は枠組み合意によって騙した。③北朝鮮が遠心分離機計画を開始したため、枠組み合意は崩壊したとの3つの見方を提示しているが、真偽のほどは想像の域を出ず、これらの仮説から、合意された枠組みを米国が放棄したことは賢明でなかったと結論付けている。

北朝鮮の非核化を巡っての対応はその後にも紆余曲折しており、この時期の北朝鮮の核兵器開発阻止の国際的協調の出発点は米朝枠組み合意にあり、他方でその後も北朝鮮が強行した度重なる核実験・弾道ミサイル実験も対抗して実施されている現状がある。

【報告:計画管理・政策調査室: 福井 康人】

5-2 Article for ISCN visiting scholar program



Must-visited Sensoji

はじめまして、みなさん! My name is Alfitri MELIANA from National Research and Innovation Agency of Indonesia (BRIN) and I'm a participant of MEXT Nuclear Researchers Exchange Program JFY 2022 at ISCN JAEA from October 13th until December 8th, 2022. As a nuclear engineer in Reserch Center for Safety, Metrology, and Nuclear Quality, particularly in Nuclear Quality Team, my colleagues and I have a functional role as nuclear standards and nuclear quality guidelines developer, and ensures the implementation of existing nuclear standards in all BRIN areas. We also conducting nuclear personnel certification for Radiography, Radioisotopes and Radiopharmaceuticals, and other Nuclear Application Techniques. One of our supporting role for nuclear security in BRIN's

Nuclear Facility is conducting Nuclear Security Management System Audit based on BRIN Standard of Nuclear Security Management System Number SB-009. While conducting audits, I found out that there are some area that can be improved in current standard, such as nuclear and radioactive material transport security. Therefore, I am thankful for Integrated Support Center for Nuclear Nonproliferation and Nuclear Security (ISCN) JAEA for the opportunity to do my research on Nuclear Material and Radioactive Transport Security. The objectives of this research is to update the current standard and

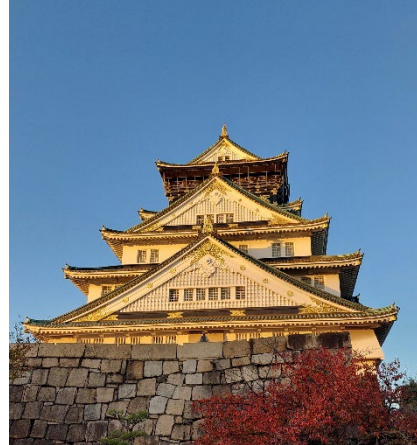
⁷³ 朝鮮半島エネルギー開発機構(KEDO)、外務省。

URL: <https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/kaku/kedo/index.html>

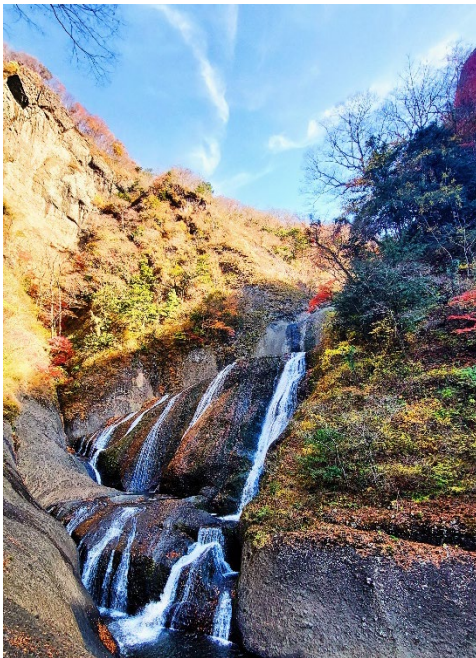
⁷⁴ Jeffrey Lewis, Revisiting the agreed framework, 38 North, 15 May 2015.

URL: <https://www.38north.org/2015/05/jlewis051415/>

develop Nuclear Security Management System Standard Series which includes guideline for Transport Security.



Osaka Castle



Enjoying Nature in Fukuroda Waterfall

During my first two weeks, I was given the opportunity to attend Regional Training Course on Physical Protection of Nuclear Material and Facilities (PP-RTC), which is very valuable for my knowledge and I could make new friends and gain professional colleagues. The facility, equipments, and support from ISCN are very impressive. I appreciate the work ethic, mentoring, and most of all, the warm friendship of all ISCN and JAEA member gave me. I learned a lot from this program, this is the experience that I will cherish for a long time, if not forever. While living here for two months, I tried exploring and absorbing Japanese culture as much as possible. I went to places during weekends, which were very entertaining, also tried new food, observed the people, and joined the festivals. I'm impressed with

how safe Japan is, I went everywhere mostly alone, even at night or sometimes at dawn, I felt safe. Even though trash segregating is still confusing for me sometimes, and the bus doesn't have numbers, I coped well by learn to memorize the distinct shape of the letters and google translating every words. It actually motivates me to learn Japanese in the future. What I really love from Japan is the people, even though from the outside they looks like a cold person, but every time I asked for helps, I have always kindly assisted with the smile. All my colleagues at ISCN are also very friendly and always offer to help me without being asked. Their patience, openness, and tolerance create a very enjoyable work environment.



Beautiful Fireworks at Senbako



Romantic Train in Saga-Torokko,

Places I've been to are Hitachi Seaside Park, Kairakuen Garden, Nakaminato Fish Market, Mitokomon festivals at Senbako, Fukuroda Waterfall, Oarai Beach, Osaka, Kyoto, and Nikko, Yokohama: Chinatown, Red Brick Building, Cup Noodle Museum, Tokyo: Asakusa, Yamato Ginza, Shibuya, Shinjuku. I'm glad I visited those places, but I still want to explore more of Japan. Hopefully, I could visit Japan again in the near future.

Time flies, and it is really sad to leave Japan. This program gave me a lot of positive energy and experience. It motivates me to do better, and implement my knowledge and experience I got here to my home country, Indonesia.

またね、日本！



Fairytale-like, Hitachinaka Seaside Park



Sacred Shinkyo Bridge

【報告:能力構築国際支援室 Alfitri MELIANA】

編集後記

皆様、本年もどうぞよろしくお願いいたします。

私にとってお正月といえば、箱根駅伝である。学生時代に陸上部のマネージャーを始めたことがきっかけで箱根駅伝に興味を持って以来、毎年応援している。走っている間は一人で闘わなければならないという孤独や、大学やチームを背負うプレッシャー等、身体的だけでなく精神的にも強くなければならない過酷な競技であると感じる。優勝した駒澤大学の八木監督が好きだと語っていた言葉である、「情熱に勝る能力なし」のとおり、私も2023年は情熱を向けられる新しい“何か”に出会う一年にしたい。

また、年末年始は長い連休を取得できたため、三重県に旅行した。ずっと行ってみたかった多気町のVISON(宿泊施設、温浴施設、体験、産直市場、薬草園、オーガニック農場、レストラン、ショップなどで構成される複合リゾート施設)や伊勢神宮、志摩を訪れ、山や森に囲まれた大自然の中でリフレッシュすることが出来た。志摩で訪れた大王埼灯台は、一般社団法人日本ロマンチスト協会と日本財団が共同で実施するプロジェクトの一環として、全国各地の灯台の中から「恋する灯台」に認定されている。灯台と海を見渡すことのできる近くの公園から望む景色があまりに美しく、2022年に見た景色の中で最も心に残るものであり、まさに「恋する灯台」の名に相応しい場所であった。

今年も日本各地を旅行し、いつかは47都道府県すべてを旅行することが目標である。おすすめの場所があればぜひ教えてください。

(M.M)

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: 2023年 2月 1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)