



ISCN Newsletter

(ISCN ニュースレター)

No.0306

June, 2022

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	3
1-1 大学等への公開特別講座の開催について	3
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 ウクライナにおける核セキュリティ及び保障措置に関する IAEA の最近の活動	5
2022 年 2 月のウクライナへのロシアの侵攻後、ウクライナの原子力発電所等の施設がロシア軍に占領され、施設内の保障措置、核セキュリティ等の施策の継続が危ぶまれる状況にある中で、これらの施策を確保するために IAEA が行ってきた活動を紹介します。	
2-2 2022 年 5 月 30 日付け IAEA によるイランの監視検証報告(GOV/2022/24)について	15
2022 年 5 月 30 日付けで発出された IAEA によるイランの監視検証報告について、その概要を報告する。	
2-3 イランの過去の未申告の核物質・活動に係る IAEA 事務局長報告について	21
イランが IAEA に未申告であった 4 つの場所での未申告の核物質及び活動の存在に係る問題(いわゆる「未解決の問題」)について、このうち、人為的に生成されたウラン粒子等が見つかった 3 つの場所について IAEA 事務局長が現況等をまとめた 2022 年 5 月 30 日付け報告書(GOV/2022/26)の概要を紹介する。	
2-4 日米首脳共同声明「自由で開かれた国際秩序の強化」のうち、エネルギー安全保障、原子力、核不拡散、及び核セキュリティ等に係る言及について	26
2022 年 5 月 23 日の岸田総理とバイデン大統領の会談後に発出された日米首脳共同声明「自由で開かれた国際秩序の強化」のうち、エネルギー安全保障、原子力、核不拡散、及び核セキュリティ等に係る言及を紹介する。	
2-5 2022 年 5 月の G7 不拡散局長級会合(NPDG)ステートメントについて(核不拡散、核セキュリティ等に係る部分)	28
2022 年 5 月 9 日、G7 不拡散局長級会合(NPDG)ステートメントが発出された。同ステートメントのうち、核不拡散及び核セキュリティ等に係る言及の概要を紹介する。	
3. 技術・研究紹介	34
3-1 核物質測定のための遅発ガンマ線分析技術の開発	34
ISCN 技術開発推進室では、核物質の非破壊分析技術開発の一環として、遅発ガンマ線を利用した分析技術の開発を行ってきた。本開発に関するこれまでの成果の概要を紹介する。	
4. コラム	42
4-1 「原子力法」とは何か	42
筆者が傍聴参加した IAEA「原子力法」国際会議(2022 年 4 月 25 日～29 日、於ウィーン国際センター)で取り上げられた「原子力法」とは何かについて敷衍する。	
4-2 ISCN newcomer シリーズ ～辻田 蓮～	48
ISCN newcomer シリーズとして、令和 4 年 4 月に ISCN CTBT・輸送支援室に着任した辻田蓮が自己紹介を行う。	

1. お知らせ

1-1 大学等への公開特別講座の開催について

日本原子力研究開発機構では、全国の大学や大学院、高等専門学校に研究者・技術者を講師として派遣し、研究開発で得られた最新の成果や事業の状況などについて講義を行う「大学等への公開特別講座」を開催しています。

原子力に関係する学部・学科をはじめとする理工系大学等学部・学科・専攻の方々だけでなく、文系学部や高等専門学校の方々にも受講していただけるよう、分かり易い講座を準備しています。

大学等への公開特別講座(機構 HP): <https://www.jaea.go.jp/kouza/>

ISCN では、下記のテーマを用意しております。

「核不拡散・核セキュリティを巡る国際情勢と日本の対応」

原子力の平和利用を推進するためには、原子力安全のみならず核兵器を持つ国を増やさないための核不拡散措置と、テロリスト等から核物質や放射性物質を防護する核セキュリティ対策が必要である。講演では、核不拡散及び核セキュリティがどのように発展してきたのか、世界的にどのような脅威があるのか、どのような国際枠組みや取組みがあるのか、最新の国際動向、特に国際原子力機関(IAEA)の役割等を紹介し、核不拡散・核セキュリティの概要について理解を促進する。また、核不拡散及び核セキュリティに係る人材育成支援、核不拡散(IAEA 保障措置・計量管理)や核セキュリティ技術(核鑑識・核検知等)、包括的核実験禁止条約(CTBT)国際検証体制について、原子力機構の貢献及び技術開発の動向等を紹介する。なお、ニーズに応じて講演内容は調整可能である。

なお、講義テーマは調整可能ですので、遠慮なくご相談ください。

2022年度 JAEAの研究者・技術者による特別講義

公開特別講座

原子力機構の研究者・技術者を全国の大学や大学院、高等専門学校に講師として派遣し、研究開発で得られた最新の成果や事業の状況などについて講義を行う、アウトリーチ活動です。

オンライン講義実施中！
詳細は広報課まで
ご連絡ください。

お申込みの流れ

1. テーマ選択

機構ホームページに各研究分野の講座テーマがございますのでお選び下さい。
<https://www.jaea.go.jp/kouza/theme.html>

2. 申込フォーム入力

ホームページの申込フォームに、講座テーマ名、学校名、連絡先名等をご入力下さい。
<https://www.jaea.go.jp/kouza/registration/>

3. 開催可否のご連絡

広報部よりご希望テーマでの開催について、スケジュール等を担当講師と調整の上、ご連絡させていただきます。

4. 担当講師と調整

講座担当講師と当日の詳細について、直接メール等で連絡し合います。

5. 公開講座開催

過去の講座テーマ例

- ・核拡散防止のための核物質の極微量分析技術
- ・高温ガス炉と熟化学法水素製造技術の研究開発
- ・J-PARC・世界最高レベルの大強度陽子加速器
- ・中性子イメージングが拓く新しい可視化研究
- ・超重元素の化学の最前線
- ・核データとその評価法について
- ・高度化する無人モニタリング技術
- ・放射線の利用について

成果普及特許誌からもテーマを選択できます。詳しくはWebへ！



受講者の声



原子同士をぶつけて新たな原子を作るのに相当な時間を要するのに驚いた。(医学・女性)



研究所でどのように微量の核物質を検出しているか学べました。(理学・男性)



放射線について学ぶ機会がないのでとても良い経験になった。(文系大学・女性)



モニタリングには様々な測定法があることを初めて知った。測定時の物理的な理論部分が知れて良かったです。(工学・男性)



大変面白く、第8周期の研究にも興味が増えました。(医学・男性)

029-282-0749



jaea-scu-prd@jaea.go.jp

詳しくはWebへ

<https://www.jaea.go.jp/kouza/>

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 広報部 広報課



2. 核不拡散・核セキュリティに関する動向(解説・分析)

2-1 ウクライナにおける核セキュリティ及び保障措置に関する IAEA の最近の活動

IAEA は、2022 年 2 月 24 日のロシア軍のウクライナ侵攻以降、連日、「ウクライナにおける原子力安全、核セキュリティ、及び保障措置」と題して、同国内の原子力施設の状況について事務局長報告を IAEA のニュースサイト上¹で発信しているが、2 月 24 日から 4 月 28 日までの推移をまとめた報告書を公表した²。また、IAEA から同国に対して行った支援についてもその後適宜発表している。本稿では、これらの報告、発表に基づいて、ウクライナの原子力施設の核セキュリティと保障措置の動向(6 月 3 日の IAEA 報告まで)を紹介する。

I. 2 月 24 日から 4 月 28 日までの推移をまとめた報告書

I-1 経緯

- 2022 年 2 月 24 日午前 6 時 41 分: 原子力規制当局であるウクライナ国家原子力規制検査庁(SNRIU)からチョルノービリ(ロシア語ではチェルノブイリ。以下、地名等は全てウクライナ語で表記)原子力発電所サイト内にロシア軍が侵入しているとの通知を受け³、IAEA 事故・緊急センター(IEC)は緊急事態の完全対応モードへの移行を迅速に達成できるように準備を開始した。
- それ以降、IAEA は SNRIU と毎日、電話及び電子メール等で連絡を取ってウクライナの原子力施設及び放射性物質の原子力安全及び核セキュリティを監視し、提供された情報に基づき、メディアや IAEA のウェブサイトを通じて定期的な情報発信を行っている。
- 3 月 2 日: IAEA 理事会において、IAEA 事務局長(以下、事務局長と略記)は、軍隊が原子力施設周辺及びサイト内に存在するという前例のない状況下で、特に重要な意味を持つウクライナにおける原子力安全と核セキュリティの確保に不可欠な 7 つの柱(以下、「7 つの柱」と略記)について言及した。7 つの柱を要約すると次のとおりである: 施設の物理的な完全性の維持、原子力安全・核セキュリティシステム及び設備の機能維持、施設の運営スタッフの判断能力の保全、送電網からのオフサイト電力供給、サイトへのサプライチェーン確保、現場及びオフサイトにおける放射線モニタリングシステムと緊急時の準備・対応策、規制当局等とのコミュニケーションの確立。
- 3 月 29 日～31 日: 事務局長と IAEA 代表団(high-level IAEA delegation)がウクライナを訪問し、同国政府の高官、事業所の責任者らと会談し、同国の原子力施設及

¹ IAEA, “Director General’s statement”, URL: <https://www.iaea.org/news?type=4185>

² Summary Report by the Director General, 24 February – 28 April 2022, URL: <https://www.iaea.org/sites/default/files/22/04/ukraine-report.pdf>

³ 同日、ウクライナは IAEA に対して、ロシア軍がチョルノービリ発電所の全施設の管理を掌握したことを通知。

び放射性物質の原子力安全・核セキュリティを確保し、原子力事故のリスクを回避するための IAEA の支援提供の具体策について協議し、技術支援・援助の範囲について合意した。

- 3 月 31 日：ウクライナの原子力発電公社エネルゴアトムは、ロシア軍が、占拠していたチョルノービリ原子力発電所から撤退した旨を発表した。
- 4 月 25 日～28 日：第 2 回 IAEA ウクライナミッション(事務局長と原子力安全、核セキュリティ、保障措置の分野における IAEA のハイレベル専門家で構成)がチョルノービリ原子力発電所サイト内で実施された。これにより、ウクライナの原子力施設における主要な原子力安全及び核セキュリティ機器・設備の状況、放射線モニタリングシステムの状況等に関する課題の評価を行うとともに、チョルノービリサイトでロシア軍侵入初期の放射線測定と直接観察により放射線被ばくについて包括的な評価を行った。また、ウクライナから要請のあった放射線モニタリング装置や個人用防護具等の機材を提供した。
- ミッション期間中、チョルノービリ原子力発電所の原子力安全、核セキュリティ、及び保障措置の確保に向けた緊急課題及び中長期的な課題について合意した。また、ウクライナの原子力施設の原子力安全・核セキュリティ要員に対する IAEA の支援を調整するため、チョルノービリ原子力発電所に関するワーキンググループの立ち上げに合意した。
- 4 月 26 日は、原子力発電の歴史上最も深刻な同発電所事故から 36 年目に当たり、事務局長は、「事故の犠牲者とこの地の再建と防護に精力的に取り組んできた全ての関係者に敬意を表するとともに、この極めて困難な時期における復旧に向けたスタッフの勇気に感謝する」と述べた⁴。
- 4 月 26 日：事務局長はウクライナのゼレンスキー大統領と会談し、同国の施設の原子力安全・核セキュリティ確保について、引き続き支援することを改めて表明した。

I-2 原子力施設の原子力安全・核セキュリティの状況

1) チョルノービリ原子力発電所サイト

[施設の概要]

- 6 基の原子炉(1～4 号機は永久停止、5、6 号機は建設中止)のうち、4 号機は一部が 1986 年の事故で損傷し現在はシェルターで覆われている。2 つの使用済燃料中間貯蔵施設(ISF-1 と ISF-2)及び複数の廃棄物管理施設がある。このほか、立入禁止区域内には、放射性廃棄物処理施設等、及び中央使用済燃料貯蔵施設(CSFSF)がある。

⁴ Update 64 – IAEA Director General Statement on Situation in Ukraine, URL: <https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/update-64-iaea-director-general-statement-on-situation-in-ukraine-0>

[通信]

- ・ 2月24日のロシア軍によるチョルノービリ発電所の占領から約3週間、SNRIUは、同発電所のサイトとの連絡が途絶えていたと報告した。この間、規制当局は、同発電所の状況についてオフサイトの責任者を通じて情報の入手を継続した。

[物理的な完全性]

- ・ 3月31日にロシア軍が同発電所から撤退して以来、ウクライナはサイトにおける原子力安全と核セキュリティの確保を支援するための重要な措置を講じてきた。使用済燃料貯蔵プールの構造物やシステムには大きな損傷はなく、本来の機能が維持されているが、サイトを正常な状態に戻すには多くの作業が残されている。
- ・ IAEA 専門家の訪問の際、ウクライナ当局は、発電所を通常運転に戻す前に施設の原子力安全と核セキュリティへの影響を更に調査する必要性を確認した。

[放射線モニタリング]

- ・ 4月27日、IAEA 専門家はウクライナから報告を受けていた掘削箇所⁵を含む立入禁止区域で最初の放射線モニタリングを実施し⁶、環境サンプルを採取した。採取された環境サンプルは、ザイバースドルフのIAEAの研究所で分析される予定である。

[電力供給]

- ・ 3月9日、サイトはオフサイト電力の全てを失ったが、施設の安全性に関わるシステム電源であるディーゼル発電機が使用できた。その後、オフサイト電力線は復旧し、3月14日以降、同原子力発電所への電力供給は安定している。
- ・ 仮に電力供給が途絶えても使用済燃料施設内の冷却水量は十分にあり除熱を維持できたため、送電網からの切り離しがサイトの本質的な安全機能に重大な影響を与えることはなかった。しかし、放射線モニタリング、換気システム、通常の照明等、一部の機能を維持することができなかった。
- ・ 事務局長は、これは7つの柱のうち、「全ての原子力発電所について、送電網からのオフサイト電力供給が確保されていなければならない」という第4の柱に反すると述べた。

[原子力安全・核セキュリティシステムと設備]

- ・ ウクライナの報告によると、放射線モニタリングを行うサイトの分析所構内が荒らされ、分析機器が盗難、破損により使用不能となった。また、関連する情報や通信センターの略奪、通信回線の一部の破壊、施設内のコンピュータサーバーの損傷により、放射線モニタリングデータの自動送信が停止された。
- ・ 4月27日、IAEAの専門家は、同発電所の物理的防護システムの状況を評価した。この結果、事業者は極めて厳しい状況の中、主要な原子力施設の全てにおいて核セキュリティの完全性を維持することができ、しかし被害の程度に応じた最適な物

⁵ ウクライナによれば、ロシア軍が掘ったとする塹壕(トレンチ)を指す

⁶ 放射線モニタリングでは、地表から約10 cmと1 mの線量率を測定した結果、0.2 µSvから0.75 µSvとなり、近隣の道路での線量率の3~5倍であった。

理的防護の回復を要することが判明した。その支援について初期的評価を行ったが、更に現地でのミッションにおいて核セキュリティのニーズの包括的な評価が必要である。

- ・ IAEA とウクライナの専門家は、サイト内の全ての施設と活動に関する原子力安全と核セキュリティの状況を評価するための補完的な実態調査(対象は放射性廃棄物及び使用済燃料管理)を行うことに合意した。

2) ザポリージャ原子力発電所

[施設の概要]

- ・ エネルゴアトムが運営する VVER-1000 型原子炉 6 基で構成されており、2 月 24 日、1 号機は保守のため停止、2 号機と 3 号機は制御停止、4 号機は 60%の出力で運転中、5 号機と 6 号機は「予備」として低出力運転中であった。4 月 27 日現在、2 基がウクライナの電力需要を満たすために運転中、残りは保守中または予備とされている。

[物理的な完全性]

- ・ 3 月 4 日、ウクライナは IAEA に対し、ロシア軍が同発電所の管理を掌握したこと、原子炉施設から数百メートルの距離にある同施設の訓練センターに弾丸が命中して大きな被害を受けたこと、同施設の実験棟等にも被害があったことを報告した。
- ・ 上記を受けて、IAEA の IEC は最高位の完全対応モードに入り、事態の推移を注意深く監視した。
- ・ ウクライナは、6 基の原子炉及び原子力安全・核セキュリティシステムの物理的完全性に影響はなく、発電所は通常要員によって運転を継続し、サイト内の放射線モニタリングシステム機能は完全で、放射性物質の放出はないと報告した。サイト内の使用済燃料プールは正常に稼働し、その後の目視点検においても乾式貯蔵施設に損傷は確認されなかった。
- ・ 3 月 15 日、ウクライナは IAEA に対し、3 月 4 日のロシア軍による攻撃後、ロシア軍がサイト内に残された不発弾を爆発させたと報告した。事務局長は、7 つの柱のうち、「原子力施設の物理的完全性を維持しなければならない」とする第 1 の柱が危機にさらされているとして、ウクライナ最大の原子力発電所での事態を深刻に懸念していると表明した⁷。

[通信]

- ・ サイトとウクライナの規制当局との間の通信は、通信回線の機能不全等により深刻な影響を受けた。現在、携帯電話や電子メールによる通信が一部可能になっているが、ウクライナ規制当局による施設の立入検査が実施できていない。
- ・ 事務局長は、これは 7 つの柱のうち、「規制当局等との信頼できるコミュニケーション

⁷ 3 月 4 日以降、同発電所のスタッフが日々の業務を継続しているが、発電所サイトは引き続き現地のロシア軍の管理下にあり、ロスアトムスタッフも滞在している。IAEA は、ロスアトムスタッフが発電所の指揮命令系統や権限等に干渉し、意思決定に際しウクライナ側と摩擦が生じる可能性を懸念している。

がなければならぬ」という第 7 の柱に反すると述べている。

[電力供給]

- ・ サイト内には高圧外部送電線が 4 本と待機中の 1 本があるが、ロシアの占領が始まった当初、4 本のうち 2 本が損傷し、さらに 3 本目も一時使えなくなった。IAEA の評価では、発電所は利用可能な電力線で安全に運転でき、サイトには 20 台の非常用ディーゼル発電機が設置されており、サイト外の電力が失われた場合でも原子炉の安全運転に必要な電力供給が可能である。
- ・ しかしながら、2 本の送電線の喪失は施設の深層防護に影響を及ぼしており、事務局長は、7 つの柱のうち、「全ての原子力施設に送電網からの安全なオフサイト電力供給がなければならぬ」という第 4 の柱が危険にさらされ得ると強調している。

なお、ウクライナにはこの他に操業中の発電所が 3 箇所、合計 7 基の原子炉があるが、2 月 24 日以降、何れの発電所もロシア軍の侵攻による影響を受けておらず、通常かつ安全運転を続けており、現場の原子力安全及び核セキュリティに影響を与える、あるいは関連する事象は、SNRIU から IAEA に報告されていない。

3) ウクライナの放射性物質

- ・ 2 月 24 日以降、戦闘が激化した地域(ハルキウ、マリウポリ等)で、医療や産業分野における放射性物質に関わる活動を行う事業者と SNRIU との間の通信が途絶している。事業者からの情報不足により、SNRIU 及び IAEA は、これらの地域における放射性物質についての原子力安全・核セキュリティの状況を正確に評価することが困難となっている。
- ・ IAEA はウクライナとともに、規制上の管理が失われ、施設外に出る可能性のある放射線源の計量・所在確認を行い、必要に応じ原子力安全・核セキュリティを確保できる場所に移送するための支援プログラムを整備する予定である。

4) IAEA の技術支援と援助

- ・ ウクライナからの支援要請を受け、IAEA は、同国の原子力施設等に対する原子力安全・核セキュリティ確保のための具体的かつ詳細な技術支援計画を策定した。これは、i)原子力活動における原子力安全及び核セキュリティ評価に関する外部支援、ii)原子力安全・核セキュリティ上必要な機器の提供、iii)必要な助言・対応策の策定・評価等を行うための人的支援⁸、iv)緊急事態が発生した場合の迅速な支援の展開、

⁸ 具体的には次に掲げた項目が例示されている: i)原子力施設の構造・システム・構成要素の原子力安全・核セキュリティを維持する手法に関するアドバイスの提供、ii)施設の原子力安全・核セキュリティの維持に関して生ずる新たな状況への手法を策定する際の、関連技術分野に精通した専門家による事業者/規制当局の支援、iii)設備の状況に関する最新情報の IAEA への提供(原子力発電所等の施設のニーズ、ウクライナへの追加支援を組織するための連絡窓口としての役割を含む)、iv)放射性廃棄物管理施設等、放射性源/核物質を保管・使用する施設の原子力安全・核セキュリティ機器等の完全性の評価、v)新たな手順の実装の際のオンサイト支援、vi)放射線防護対策と環境モニタリングの実施・強化に対する現場の支援、vii)必要に応じた放射線源の搜索・回収・識別・収集・除去、およびその後の確実な保管・廃棄、viii)規制活動の評価(許認可、検査、原子力安全・核セキュリティ評価)の

の4つの分野に重点を置いている。

- ・ SNRIU から原子力安全・核セキュリティの確保のための機材提供の要請を受け、ウクライナの優先的ニーズを理解したうえでタイムリーに提供するための適切な資源及びメカニズムを動員する今後のステップを策定した。要請された機器は、放射線モニタリング機器、個人用防護具、通信システム、電力バッテリー、ディーゼル発電機、ビデオ監視機器等である。

5) 更に評価が必要な原子力安全及び核セキュリティの分野

- ・ ウクライナの施設や活動の状況に関する現在入手可能な情報に基づき、原子力安全及び核セキュリティの以下の分野は、今後更に評価と潜在的な技術支援が必要になると予想される。
- ・ 原子力施設における、施設全般の物理的な完全性、既存施設の原子力安全及び核セキュリティに重要な構造・システム・機器、放射線防護の作業安全手順と対策、外部電源・非常用電源の冗長化と信頼性、サイト内外における効果的な緊急時対応、サプライチェーンの継続性、通信回線の確保と明確な指揮系統の存在。
- ・ 研究、医療、産業等で核物質・放射性物質を使用する施設及び活動においては、施設の物理的完全性、不明となった核物質・放射性物質の捜索・回収、公共領域で発見された放射性物質に関わる緊急事態への対応を支援する手順と緊急サービスの利用可能性、通信回線の確保と信頼性、及び明確な指揮系統の存在。

I-3 ウクライナにおける保障措置の実施

- ・ IAEA とウクライナは、包括的保障措置協定 CSA(INFCIRC/550)及びその追加議定書 AP(INFCIRC/550/Add.1)を締結し、これらに基づいて IAEA は、同国内の35か所を超える原子力施設及び10か所の少量核物質を保有するLOFにおいて保障措置を実施している。保障措置対象施設の多くは、ザポリージャ等4か所の発電所サイト及びチョルノービリサイトにある原子力発電所と使用済燃料貯蔵施設である。
- ・ これらの施設に所在する核物質に対する IAEA の検認の最適化及び原子力事業者の負担軽減のため、IAEA は監視カメラを含む非立会型監視システムをウクライナの全ての原子力発電所と関連する使用済燃料貯蔵施設に設置している。同システムから得られたデータをウィーンの IAEA 本部にリアルタイムで送信し(遠隔データ伝送:RDT)、保障措置査察官の分析に供している。
- ・ 現在のウクライナ国内の非常に厳しい状況にも拘わらず、IAEA は同国の CSA 及び AP に基づき、また2022年の同国の年次保障措置実施計画(AIP)に基づき、現地における検認活動を含む保障措置の実施を継続してきた。同国の規制当局と原子力事業者は、CSAとAPの下で要求される報告書と申告書のIAEAへの提供を継続

必要性の検討、必要に応じた支援提供等、原子力安全・核セキュリティの規制における課題に対処するための規制当局への支援。

している。

- IAEA は、原子力発電所の貯蔵プールから永久的な乾式貯蔵場所への使用済燃料の移送の延期等、軍事侵攻により原子力事業者が延期を余儀なくされた施設の活動に関する計画的な情報の更新を受けた。
- 現状では、AP の下での検認活動、例えば規制当局への事前通知が 24 時間以内に行われる補完的アクセスは延期するか、あるいは通知時間が比較的長い他の保障措置活動に置き換えられている。
- チョルノービリ発電所以外の保障措置施設に設置された RDT システムからのデータは、IAEA 本部に継続的に送信されている。施設からのデータ送信が一時的に数日間中断され、その後再送信された事例が数回あったが、データは完全に回復し、当該施設の核物質に関する知識の継続性が再び確立された。
- 一方、チョルノービリ発電所では、2 月 27 日時点でデータ通信が中断された。4 月 26 日～27 日、IAEA の査察官は同発電所を訪れて核物質の存在を確認するとともに、IAEA の技術者はサイトに設置された非立会型監視システムを改良し、衛星技術に基づく新しい伝送路を配備した。その後、同発電所における RDT は部分的に再稼働した。
- RDT に加えて、保障措置の対象となる施設や LOF に IAEA 査察官が適時に無制限にアクセスすることも、ウクライナにおける保障措置に不可欠な要素として実施されている。IAEA はウクライナの規制当局及び原子力事業者と定期的に連絡を取り、保障措置の実施を計画通りに継続できるよう配慮している。
- 現在までに IAEA が入手した全ての保障措置関連情報の評価に基づき、IAEA は申告された核物質の転用や拡散の懸念を生じさせるような兆候を発見していない。

II. チョルノービリ原子力発電所の原子力安全・核セキュリティに係る IAEA の支援

前掲の IAEA 報告書の中でも触れられているが、IAEA は、ロシア軍の占領から解放されたチョルノービリ原子力発電所において、施設の原子力安全と核セキュリティを確保するための技術支援を行うため、ウクライナの支援要請を踏まえて必要な専門機器の供与を行った。その際に IAEA⁹及びウクライナ¹⁰から公表された情報を紹介する。

- 4 月 26 日、IAEA は、紛争中のウクライナにおける原子力施設の原子力安全及び核セキュリティの確保のための技術支援の最初の主要なステップとして、同国の要請に応じて専門機器を提供した。提供した主な機器は次のとおりである。

⁹ "IAEA Delivers Specialized Safety and Security Equipment to Chornobyl",
URL: <https://www.iaea.org/newscenter/news/iaea-delivers-specialized-safety-and-security-equipment-to-chornobyl>

¹⁰ Chornobyl NPP, "Visit of IAEA Director General to ChNPP",
URL: <https://chnpp.gov.ua/en/infocenter/news/6025-visit-of-iaea-director-general-to-chnpp>

-
- 個人用放射線検出器: サイト全体の放射線レベルを検出及び監視するための堅牢で用途の広いもの。
 - 放射線スペクトル分析用分光計: 発電所の周囲 30 km にまたがるサイトと立入禁止区域の放射線状況を評価するためのもの。個人用バックパックに搭載し、GPS マッピング機能を使用した拡張測量を支援するために提供されたもので、バックパックの使用により利用者は画面や数字を見ることなくエリアを安全に歩き回ることに集中できる。これは、立入禁止区域のような場所で特に必要である。ウクライナは、放射線モニタリングを行っているチョルノービリの分析研究所が破壊され、分析機器が盗取、損壊、その他の方法で使用不能となったことを IAEA に通知していた。
 - 個人用防護具: 放射能汚染や吸入等に対する防護を提供し、放射線にさらされる可能性のある要員が受けるリスクの管理に有効である。
- 4 月 26 日、IAEA 専門家チームがチョルノービリサイトを訪問して機器を納入した。併せて SNRIU の議長代行、環境保護及び天然資源副大臣、立入禁止区域管理庁の議長、チョルノービリサイトの所長代行が出席した会議が行われ、ロシア軍の同サイト占領によって生じた問題等、取り組むべき新たな課題について話し合われた³。
 - この中で、特に、チョルノービリサイトの所長代行は、同サイトが国及び国際社会の支援の下で早急に実施すべき緊急課題を提示した。主なものは次のとおりである。
 - 地雷除去及び爆発物処理
 - 物理的防護システムの修理と更新
 - 使用済燃料の輸送作業の再開と、放射性廃棄物管理施設の安全な運用の確保
 - チョルノービリ発電所事故現場における作業性能を確保するインフラの構築
 - 高レベルあるいは長寿命の放射性廃棄物処理施設の建設
 - 無人航空機に対するチョルノービリサイトの核セキュリティの確保
 - これに対し、事務局長は、これらの課題の全てに取り組むために 2 人の代行者の指揮下で IAEA の技術者を含んだ特別なワーキンググループを結成することを提案した。

III. IAEA 報告書公表以降の進展

前出の報告書では 4 月 28 日までのウクライナの原子力関連施設の動向が述べられていたが、それ以降の事態の進展状況について、特に懸案であるチョルノービリとサポリージャ両発電所における核セキュリティと保障措置について、IAEA の発表¹¹をもとにまとめる。

¹¹ IAEA, “Nuclear Safety and Security-in Ukraine”,
URL:<https://secgw.jaea.go.jp/DanaInfo=www.iaea.org,SSL+nuclear-safety-and-security-in-ukraine>

III-1 チョルノービリ原子力発電所

- 5月4日、同発電所に設置されていた非立会型監視システムの保障措置データが完全に復旧し、また、技術的な作業が必要な1施設を除き、衛星技術に基づく新たな遠隔データ送信により、ウイーンのIAEA本部への保障措置データの遠隔送信が完全に復旧した。同発電所からのデータ送信は2か月ぶりの完全復旧である¹²。
- 5月6日、事務局長は、ウクライナからの報告に基づき、「ロシア軍の同発電所撤退から5週間を経過した今も、機器や予備部品の供給の物流ルートが寸断され、安全な運用の確保に必要な人員不足等の理由で、依然として通常運用ができない施設が残っており、規制機関は同サイトの運用許認可の一部を停止する等の規制措置をとっている」との状況を公表した¹³。
- 5月9日、チョルノービリサイトは、ロシア軍の占領中に同サイトからの核物質及び放射性物質の盗取は一切なく、現場において完全に管理できていることを公表した¹⁴。これは、5月7日にエネルギー原子の広報チャンネルにおいて、同発電所の占領中にロシア軍が盗取したとされる放射性物質を含んだフラスコの発見に関する情報が流れ、メディアを通じて広く一般に広まったことを受けて、この報道が誤報であることを示すためであった。
- 5月17日、事務局長は、「今後数週間のうちに、同発電所に次の原子力安全、核セキュリティ、保障措置ミッションを派遣する計画である」と述べた¹⁵。
- 5月31日、事務局長は、「今週、同発電所にIAEA専門家チームが派遣され、原子力安全、核セキュリティ、保障措置に関する活動を実施している。7名の専門家チームは3日間の滞在中、同発電所及び施設周辺の立入禁止区域において、放射線防護、廃棄物管理の安全性、核セキュリティに関する支援提供を行う。また、保障措置スタッフは、放射性廃棄物管理施設を含む様々な施設で検認活動を実施する」と発表した¹⁶。発表によると、同チームの優先事項は、2月24日以降、監視データを提供していない同発電所の立入禁止区域の自動放射線監視システムの再確立に関する技術的助言である。また、査察官と技術者は、申告された核物質・活動の検認を通じて、再開された同発電所からIAEA本部への遠隔保障措置データ伝送の機能が十分か否かを確認する。

¹² Update 72 – IAEA Director General Statement on Situation in Ukraine, URL: <https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/update-72-iaea-director-general-statement-on-situation-in-ukraine>

¹³ Update 74 – IAEA Director General Statement on Situation in Ukraine, URL: <https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/update-74-iaea-director-general-statement-on-situation-in-ukraine>

¹⁴ Chornobyl NPP, "No nuclear and radioactive substances were stolen from ChNPP during the occupation", URL: <https://chnpp.gov.ua/en/infocenter/news/6042-no-nuclear-and-radioactive-substances-were-stolen-from-chnpp-during-the-occupation>

¹⁵ Update 76 – IAEA Director General Statement on Situation in Ukraine, URL: <https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/update-76-iaea-director-general-statement-on-situation-in-ukraine>

¹⁶ Update 78 – IAEA Director General Statement on Situation in Ukraine, URL: <https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/update-78-iaea-director-general-statement-on-situation-in-ukraine>

III-2 ザポリージャ原子力発電所

- ・ 4月28日、事務局長は、「同発電所ははまだロシアの占領下にある SNRIU が同所の状況を把握できておらず、原子力安全・核セキュリティ及び保障措置についての多くの活動とともに、3月初旬に同地で発生した攻撃の被害を確認する必要がある。ロシア軍の占領下にあるため、査察を行うための移動についてはロシアとの調整が必要であり、近日中にロシアの対応者との協議を希望している」と述べた¹⁷。
- ・ 5月4日、事務局長は、ロシア国営原子力企業ロスアトム及びロシア政府の高官と会談し、同原子力発電所の安全確保が急務であり、タイムリーで専門的な議論が続けていること、IAEA は不可欠な役割を果たす用意があることを述べた¹²。
- ・ 5月11日、事務局長は、「保障措置の実施は現場の検認活動も含まれるが、同発電所の状況は、ロシア軍とロスアトムのスタッフの存在により、引き続き困難な状況にある。IAEA は、必要な協議を経て、保障措置査察官や原子力安全・核セキュリティの専門家による同発電所への訪問をできるだけ早く実施することを提案した」と述べた¹⁸。
- ・ 5月17日、IAEA 事務局長は、ロシアが支配している同発電所における原子力安全、核セキュリティ、保障措置の作業を実施するための IAEA ミッションに、合意し、組織し、そして率いることに焦点を当てていると述べた¹⁵。
- ・ 6月3日、IAEA は、いまだにロシアの占領下にある同発電所の原子力安全、核セキュリティ、及び保障措置活動を実施するため、専門家チームの派遣を模索していると発表した¹⁹。更に、5月30日に同発電所から IAEA 本部への遠隔保障措置データの送信が停止したため、事業者の支援を得て、データ伝送を再確立するための技術的試みを継続していることを公表した。

III-3 その他

- ・ 4月28日、SNRIU は IAEA に、4月16日に南ウクライナ原子力発電所の真上を飛行するミサイルの映像を同発電所が記録したと通知した。事務局長は、「ミサイルの誤射が原子力発電所の健全性に深刻な影響を与え、原子力事故につながる可能性がある。IAEA は調査中であるが、確認されれば極めて深刻な事態である」と述べた¹³。
- ・ 6月3日の IAEA の発表では、現在、ウクライナ国内では、ザポリージャ原子力発電

¹⁷ Update 66 – IAEA Director General Statement on Situation in Ukraine, URL: <https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/update-66-iaea-director-general-statement-on-situation-in-ukraine>

¹⁸ Update 75 – IAEA Director General Statement on Situation in Ukraine, URL: <https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/update-75-iaea-director-general-statement-on-situation-in-ukraine>

¹⁹ Update 79 – IAEA Director General Statement on Situation in Ukraine, URL: <https://secgw.iaea.org/newscenter/pressreleases/,DanaInfo=www.iaea.org,SSL+update-79-iaea-director-general-statement-on-situation-in-ukraine>

所で2基、その他の3か所の原子力発電所で6基の合計8基の原子炉が送電網に接続されていること、この他の7基の原子炉は定期的な保守のために停止あるいは予備として保管中であること、安全システム及びオフサイト電源は4か所の原子力発電所で引き続き稼動中あるいは利用可能であるとされている。更にIAEAは、ザポリージャ以外の3か所の運用中の原子力発電所から保障措置データの受信が継続していること、ウクライナが同日、IAEAに対し、国内の原子力安全と核セキュリティに関連する重要な事案はないことを通知した旨を発表した¹⁹。

IV. 筆者所感

ロシアのウクライナ侵攻は様々な分野で国際社会に大きな衝撃と深刻な懸念をもたらしたが、IAEAを始め関係国の迅速かつ適確な対応により、甚大な原子力災害の発生に至らず、また核物質や関連施設がなんとか管理・維持されていることは不幸中の幸いであった。現在、ロシア軍の占領下にあるザポリージャ発電所が適正な管理状態に復旧するとともに、ウクライナ国内の全ての原子力活動が一切の懸念なく継続できることが切に望まれる。

ロシアはウクライナ侵攻の際、チョルノービリ及びザポリージャ両発電所をいち早く占領した。このことは当初、戦闘における混乱に乗じたテロリスト等による核セキュリティ事案の発生を防止する効果があるようにも捉えられたが、その後、ロシア軍が発電所サイト内外で行った不当な行為が確認され、むしろ、ロシア軍そのものが発電所サイトに対する脅威であることが実感されている。核セキュリティ上の脅威は主にテロリスト等の非国家主体であり、軍隊の攻撃への対応はそもそも対象外であった²⁰。今後、こうした事態であっても核物質あるいは原子力施設の管理を確保するためどのように対処するか、核不拡散・核セキュリティの観点からも国際社会における意識合わせが重要であろう。

【報告： 計画管理・政策調査室 玉井 広史】

2-2 2022年5月30日付けIAEAによるイランの監視検証報告 (GOV/2022/24)について

1. はじめに

2022年5月30日付けで発出されたIAEAによるイランの監視検証報告(GOV/2022/24)²¹は、国連安全保障理事会決議2231(2015)に基づき、イランの包括的共同作業計画(JCPOA)の遵守状況の報告を4半期毎に行っているものである。

²⁰ 第208回国会 衆議院経済産業委員会(2022年3月9日)更田豊志 原子力規制委員長の答弁より、URL: <https://kokkai.ndl.go.jp/minutes/api/v1/detailPDF/img/120804080X00320220309> (p.2-3)

²¹ IAEA, “Verification and monitoring in the Islamic Republic of Iran in light of United Nations Security Council resolution 2231 (2015)”, GOV/2022/24, 30 May 2022, URL: <https://www.iaea.org/sites/default/files/22/06/gov2022-24.pdf>, (正誤表) <https://www.iaea.org/sites/default/files/22/06/gov2022-24c1.pdf>

2. JCPOA に基づく監視と検証

2.1 JCPOA に基づく監視と検証のための装置

2021年2月21日以降、IAEAとイランは、JCPOAに関連する活動のために設置されたIAEAの監視・モニタリング機器によって収集された情報の保管を継続し、IAEAが必要な知識の継続性を回復及び再確立できるよう、同機器による更なるデータの収集及び保管を行うことで合意した。2022年3月末までに、JCPOAで設置されたカメラの記憶媒体を全て交換した。

2022年4月12日、IAEAは、イランからの要請により、TESAカラジ複合施設の遠心分離機部品製造工場に設置されていた遠心分離機ローターチューブとベローズを製造するための機械を移動させたナタンツ工場に監視カメラの設置を完了した。

IAEAの理解では、JCPOAに関連する活動のために設置されたすべてのカメラの監視データ、ならびにオンライン濃縮モニター、電子シール、または設置された測定装置からの監視データは、イランがJCPOAに基づく核関連の公約の履行を再開した際にIAEAが利用できるよう、引き続きイラン側で保管される。

2.2 重水及び再処理関連活動

IAEAは、2022年5月11日現在、イランが当初の設計に基づくアラク重水研究炉(IR-40炉)の建設を継続していないことを検証した²²。同日、IAEAは燃料交換機の制御室建設に更なる進展がないこと、機器エアロックの土木工事がほぼ完了していること、そして、使用済燃料プールの2層目の鋼板ライニングが始まったことを確認した。また、IAEAは、イランがIR-40炉用の天然ウランペレット、燃料ピン、燃料集合体の製造または試験を行っていないことを確認した。既存のすべての天然ウランペレットと燃料集合体は、IAEAの継続的な監視下で保管されたままである。

2021年2月23日以降、イランは、イラン国内の重水の在庫量と重水製造プラント(HWPP)での重水製造についてIAEAに報告を行っていない。また、イランの重水の在庫量とHWPPでの重水生産量を監視することを許可していない。

イランは、テヘラン研究炉(TRR)、ジャベル・イブン・ハヤーン多目的研究所(JHL)、モリブデン、ヨウ素、キセノン放射性同位元素生産(MIX)施設、あるいは申告したその他の施設において、再処理に関連する活動を実施していない。

2.3 ウラン濃縮に関連する活動

(1) ナタンズのウラン濃縮施設(FEP)

²² 現設計によるアラク重水研究炉は KHRR (Khondab Heavy Water Researc Reactor)

ナタンズの FEP では、表 1 に示すように 2022 年 5 月 23 日現在、32 カスケードの IR-1 型遠心分離機、6 カスケードの IR-2m 型遠心分離機、1 カスケードの IR-4 型遠心分離機で、天然ウランを供給して 5%までの濃縮ウランを製造している。

表 1 FEP に設置されているカスケードの運転状況等

	2021/2/17	2021/5/24	2021/8/25	2021/11/13	2022/2/22	2022/5/23	
	運転中	運転中	運転中	運転中	運転中	運転中	計画
IR-1	30	15	29	28	31	32	36
IR-2m	2	3	5	6	6	6	6
IR-4	0	2	2	2	2	1	6
IR-6	0	0	0	0	0	0	1

(2) フォルドのウラン濃縮施設(FFEP)

フォルドの FFEP では、IR-1 型遠心分離機の 3 組の連結カスケードで 20%までの濃縮ウランの製造を継続している。なお、昨年 11 月に運転を開始した 166 機の IR-6 型遠心分離機カスケードは、2022 年 5 月 24 日時点では、ウランは供給されていなかった。

(3) ナタンズのパイロットウラン濃縮施設(PFEP)

2022 年 5 月 25 日時点で、ナタンズの PFEP の line4 に設置された 164 機の IR-4 型遠心分離機及び line6 に設置された 164 機の IR-6 型遠心分離機で構成されたカスケードに、5%までの濃縮ウランを供給し、60%までの濃縮ウランの製造を行っていた。この 2 つのカスケードの廃品(以下テール)は、line1 の IR-5 型遠心分離機と IR-6s 型遠心分離機で構成されるカスケードで、再び 5%までの濃縮ウランに濃縮されている。

PFEP には、遠心分離機を設置する 6 つの line があるが、上記以外の line2, 3, 5 では、各種遠心分離機²³による R&D が行われており、2%までの濃縮ウランが生産されている。

(4) イスファハンの燃料板製造施設(FPPF)

今報告書期間中の主な活動は以下の通り。

- 2022 年 4 月 19 日に、PFEP より 60%までの濃縮 UF₆ 15.3 kgU と 20%までの濃縮 UF₆ 11.7 kgU を受け入れた。また 2022 年 5 月 17 日に、PFEP より 20%までの濃縮 UF₆ 16.6 kgU を受け入れた。
- 2022 年 3 月 8 日から 20 日にかけて、IAEA は、イランが 20%までの濃縮 U₃O₈ 1.03 kgU を含む 66 個のターゲットを生産し、また生産したターゲットの

²³ 試験が行われているのは、IR-2m, IR-4, IR-5, IR-6, IR-6s, IR-7, IR-8, IR-8B, IR-9, IR-s 型の遠心分離機

内 90 個 (1.36 kgU) は TRR へ出荷されたことを確認した。残り 63 個 (0.96 kgU) は、FPFP で IAEA により封印されて保管されている。

- 2022 年 3 月 11 日から 19 日にかけて、IAEA は、イランが 60%濃縮ウラン U_3O_8 1.6 kgU を含む 264 個のターゲットを生産し、その全ては TRR へ出荷され、IAEA による封印下にある。

(5) ウラン転換施設(UCF)

2021 年 11 月の段階で、金属ウラン転換設備の設置は完了していたが、2022 年 5 月 16 日、この生産エリアには、核物質は搬入されていないことを IAEA は確認した。

2022 年 3 月 9 日、UCF は JHL より 302.7 kg の天然ウランの金属製品及び固体廃棄物を受け入れ、2022 年 3 月 10~18 日に溶解したことを IAEA は確認した。IAEA はサンプリングを行っており、分析が進められている。

(6) テヘラン研究炉(TRR)

TRR が FPFP より受領したターゲットは以下の通り

- HEU ターゲット 264 個 (60%濃縮ウラン 1.6 kgU, U_3O_8)
- LEU ターゲット 90 個 (20%濃縮ウラン 1.36 kgU, U_3O_8)
- LEU ターゲット 3 個 (20%濃縮ウラン 70 gU, ウランシリサイド)

2022 年 4 月 16 日、IAEA は上記ターゲットの全てが照射され、炉のプール内に保管されていることを確認した。IAEA は、5 月 14 日、継続して保管されていることを確認している。

イランは、MIX 施設において、核分裂生成物である Mo-99 の製造プロセスを試験する目的で、照射済み LEU ターゲットを処理し続けてきた。前回報告²⁴以降、イランは 2021 年 8 月以前に FPFP から MIX 施設に輸送された 20%までの濃縮ウラン LEU ターゲット 3 個を TRR で追加照射し、MIX 施設に再送している。

2022 年 5 月 14 日、IAEA は、イランにおいて過去に照射された全ての TRR 燃料要素について、1 枚の照射済燃料板を除き、測定線量率が 1 rem/h (空気中 1 メートル)²⁵以上であることを確認した。また、2021 年 8 月から 2022 年 5 月に、FPFP から受領した 17 体の TRR 燃料集合体の全てが未照射であることを確認した。

(7) 燃料製造工場(FMP)

2022 年 5 月 23 日、イランは FMP において、 UO_2 粉末と燃料ペレット、燃料ピンの形態の 64.3 kg のウランを検認した。KHRR(KHRR: Khondab Heavy Water

²⁴ IAEA, “Verification and monitoring in the Islamic Republic of Iran in light of United Nations Security Council resolution 2231 (2015)”, 3 March 2022, URL: <https://www.iaea.org/sites/default/files/22/03/gov2022-4.pdf>

²⁵ SI 単位系では 10mSv/h

Research Reactor)²⁶用の 3.5%までの濃縮ウラン燃料ペレットと燃料ピンの形で 64.3 kg を検認した。

2.4 遠心分離機製造、試験、部品在庫

2021 年 2 月 23 日以降、IAEA は遠心分離機の試験及び製造の監視データへアクセスが出来ていない。2022 年 1 月、イランは JCPOA の範囲を超えて、遠心分離機の機械的試験のために、ナタンズの新しいワークショップの使用を開始した。

また、イランは IAEA に対し、遠心分離機のローターチューブ、ベローズ及び組立ロータの生産と在庫の申告を行っておらず、在庫品の検証を許可していない。以前、イランが申告した遠心分離機製造装置は、上記のカスケード設置など、JCPOA で規定された活動以外にも使用されていた。

さらに、IAEA は、ローターチューブとベローズの製造を監視するために設置された監視装置が収集したデータ及び録画にアクセスすることができなかった。その結果、IAEA は、損傷あるいは故障した遠心分離機を交換するために、イランが IR-1 型遠心分離機を製造したかどうかを検証することができなかった。また、ローターチューブ、ベローズ、組立ロータの在庫に関する情報がないことから、監視の対象外であった炭素繊維を使用して、イランが遠心分離機のローター管の製造を続けている規模を確認することができなかった。

2022 年 1 月、イランは IAEA に遠心分離機のロータチューブとベローズの製造をイスファハンで製造することを伝え、IAEA の査察官は、イスファハンの新しいワークショップに監視カメラを設置した。

2022 年 4 月 4 日、イランはカラジ・ワークショップから、遠心分離機ローターチューブ、ベローズの製造機械をナタンズの新しいワークショップへ移すことを通知し、4 月 12 日、IAEA は新しいワークショップへの監視カメラの設置を完了した。イランは、4 月 13 日から同機械を使用する旨を通知している。

3.4 濃縮ウラン保有量

表 2 にイランの六フッ化ウラン形態の濃縮ウラン保有量と前回報告からの増減を、図 1 及び 2 にこれまでの保有量の推移を示す。

前回報告から濃縮六フッ化ウラン保有量は 608.6 kgU 増加し 3491.8 kgU になったと推定されている。また、5%までの濃縮ウラン保有量は 222 kgU 減少し 1055.9 kgU に、20%までの濃縮ウラン保有量は 56.3 kgU 増加し 238.4 kgU に、60%までの濃縮ウラン保有量は 9.9 kg 増加し 43.1 kgU になった。

²⁶ アラク重水研究炉(IR-40 炉)の新名称。GOV/2017/24 (2 June 2017, URL: <https://www.iaea.org/sites/default/files/gov2017-24.pdf>) の脚注 10 によれば、イランは 2017 年 4 月 18 日付書簡で、重水研究炉(IR-40 炉)をコーンダブ研究炉 (KHRR: Khondab Heavy Water Research Reactor) へ改名した。

燃料やターゲットに加工された濃縮ウランも含めると、保有量は 3809.3 kgU となり、前回報告から 612.2 kgU 増加した。

表 2 イランの濃縮ウラン(UF₆)保有量

(kgU)	2021/ 2/23	5/22	8/30	11/6	2022/ 2/19	5/15	差
~2%UF ₆	1025.5	1367.9	503.8	559.6	1390.0	2154.4	764.4
~5%UF ₆	1890	1773.2	1774.8	1622.3	1277.9	1055.9	-222
~20%UF ₆	17.6	62.8	84.3	113.8	182.1	238.4	56.3
~60%UF ₆	0	2.4	10	17.7	33.2	43.1	9.9
計	2915.5	3206.3	2372.9	2313.4	2883.2	3491.8	608.6

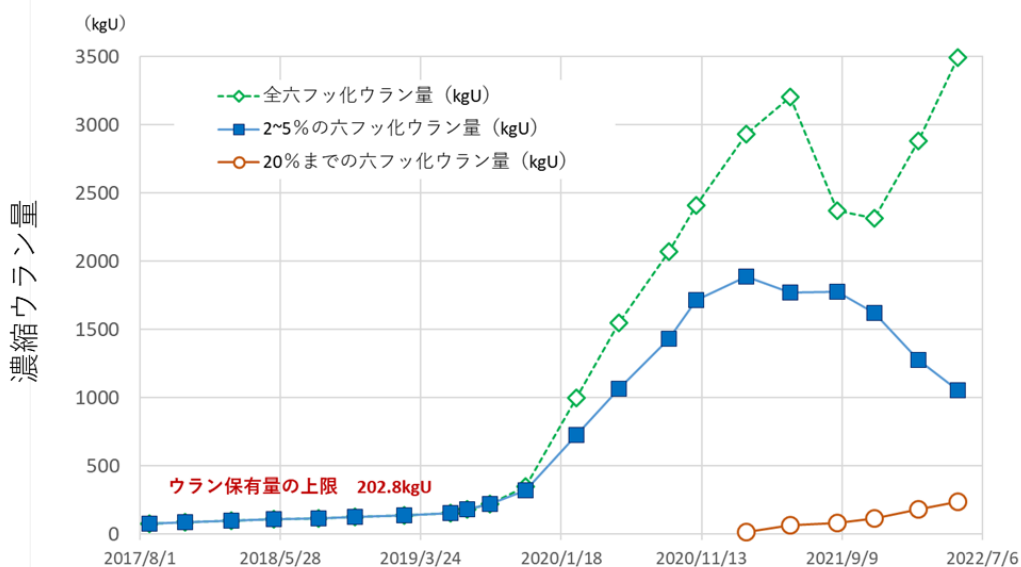


図 1 イランの濃縮ウラン(UF₆)量の推移

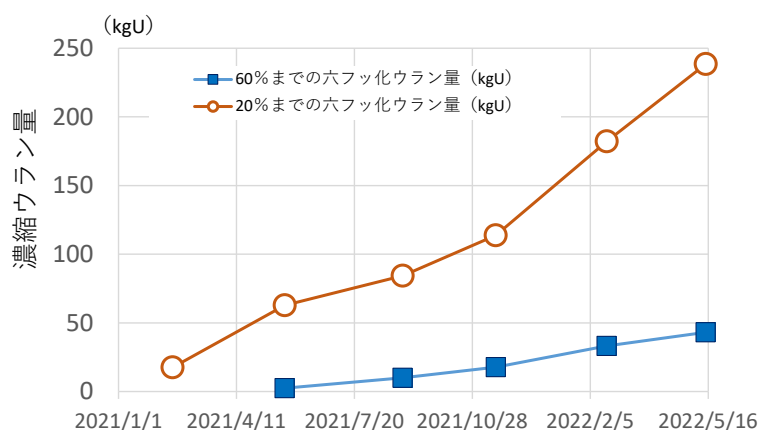


図 2 イランの濃縮ウラン(UF₆)量の推移(濃縮度 20%, 60%)

3. 考察

イランの濃縮ウラン保有量は2021年11月以降増加に転じたが、これは、60%濃縮の際のテールやR&Dの際に発生する2%までの濃縮ウランのFEPでの5%までの濃縮原料としての利用を停止したため、2%までの濃縮ウランの保有が増加したためであり、重視する必要はない。

一方、5%までの濃縮ウラン量は減少を続けている。これは、20%及び60%までの濃縮ウラン製造のために原料として消費する量が5%までの濃縮ウラン製造量を上回っているためであり、現在のペースではあと数か月で5%までの濃縮ウランが不足し、20%及び60%までの濃縮ウラン製造に支障が出る可能性がある。

【報告者:計画管理・政策調査室 清水 亮】

2-3 イランの過去の未申告の核物質・活動に係るIAEA事務局長報告について

【概要】

イランがIAEAに未申告であった4つの場所(Location 1~4)での未申告の核物質及び活動の存在に係る問題、いわゆる「未解決の問題」について、IAEAはイランと協議を継続している。Location 1~4のうち、Location 2については、ISCN Newsletter No. 0303 (March 2022)²⁷で紹介したとおり、IAEAはもはや「未解決の問題」とは考えていないと述べた。一方、補完的アクセスにより採取した環境サンプルの分析により人為的に生成されたウラン粒子等が見つかったLocation 1、3及び4については、両者による協議が継続されており、これまでの状況についてはNewsletter No. 0300 (December 2021)²⁸を参照されたい。

本稿では、2022年3月5日のグロッシーIAEA事務局長とイランのエスラム副大統領(兼イラン原子力庁(AEOI)長官)の共同声明²⁹に基づき、Location 1、3及び4について、イランが共同声明以降に行った追加的な説明及びそれに対するIAEAの評価

²⁷ 原子力機構、「2-2 イランの過去の未申告の核物質・活動に係る国際原子力機関(IAEA)事務局長報告について」、ISCN Newsletter No. 0303 March 2022, URL:

https://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp_news/attached/0303.pdf#page=18

²⁸ 原子力機構、「2-2 イランの過去の未申告の核物質・活動に係る国際原子力機関(IAEA)事務局長報告について」、ISCN Newsletter No. 0300, December 2021, URL:

https://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp_news/attached/0300.pdf#page=12

²⁹ IAEA, “Joint Statement by HE Mr. Mohammad Eslami, Vice-President and President of the Atomic Energy Organization of Iran, and HE Mr. Rafael Grossi, Director General of the International Atomic Energy Agency Tehran, 5 March 2022”, Annex, GOV/2022/5, 5 March 2022, URL: <https://www.iaea.org/sites/default/files/22/03/gov2022-5.pdf>

等を記載した 2020 年 5 月 30 日付け IAEA 事務局長報告 (GOV/2022/26)³⁰ (以下、「今次報告書」と略) の概要を、以下の表 1～3 で紹介する。

【Location 1～3 に係るイランの説明と IAEA の評価】

今次報告書での IAEA の結論を先に述べると、IAEA は、Location 1、3 及び 4 で見つかった人為的に生成されたウラン粒子の存在等についてイランが IAEA に対し技術的に信頼できる説明を行うと共に、2018 年に Location 1 から移動された核物質及び/または汚染された(関連)機器の現在の所在を IAEA に通知しない限り、包括的保障措置協定(CSA)に基づくイランの申告の正確性と完全性を確認できず、したがって「未解決の問題」は、現時点でも未解決のままであり、問題解決のために更にイランに関与する準備ができていると述べている。

表 1 Location 1: Turqzabad³¹

イランの説明	<ul style="list-style-type: none"> • (環境サンプル分析で、人為的に生成されたウラン粒子が見つかったこと、及びその後の分析で、U-236³²を含む低濃縮ウラン粒子や劣化ウラン粒子等、同位体組成が変化した粒子が見つかったことについて)は、Turqzabad の汚染を目的とした「第三者による妨害破壊行為」の可能性はある。 • (2018 年に Turqzabad から移動したコンテナについて)、現在の所在及びその中身は特定できない。
IAEA の評価	<ul style="list-style-type: none"> • イランは、「第三者による妨害破壊行為」の証拠を提示しておらず、人為的に生成されたウラン粒子等が見つかった理由は明らかにされていない。 • 環境サンプルの分析結果は、Location 3 (Varamin、表 2 参照)の建物の解体時に、Varamin に存在したコンテナが最終的に Turqzabad に移動された兆候を示している。しかし、IAEA が Varamin で実施されていたと評価した活動は、Turqzabad で見つかった同位体組成が変化した粒子の存在と矛盾する。したがって、同位体組成が変化した粒子は、別の未知の場所から持ち込まれたに違いない。 • また IAEA は、Turqzabad で保管されていたコンテナの一部は、2018 年後半に解体されたが、他のコンテナは未知の場所に移動されたと評価した。

³⁰ IAEA, “NPT Safeguards Agreement with the Islamic Republic of Iran”, GOV/2022/26, 30 May 2022, URL: <https://www.iaea.org/sites/default/files/22/06/gov2022-26.pdf>

³¹ IAEA はこれまで、Location 1～4 の名前を特定していなかったが、今次報告書では特定されている。

³² U-236 は使用済燃料とそれを再処理したウラン燃料中に存在する。したがって、U-236 が見つければ、再処理したウランがイランに持ち込まれたことが疑われる。

表 2 Location 3: Varamin

イラン の説明	<ul style="list-style-type: none"> • Varamin は、2004 年まで硫酸ナトリウムの生産に使用されていた。 • (環境サンプル分析で、人為的に生成されたウラン粒子が見つかったことについては、Varamin の汚染を目的とした「第三者による妨害破壊行為」の可能性はある。
IAEA の評価	<ul style="list-style-type: none"> • 1999 年～2004 年までの商用衛星画像による分析と環境サンプルの分析結果は、Varamin が「硫酸ナトリウムの生産に使用されていた」とのイランの主張を裏付けるものではなく、また当該イランの主張は、人為的に生成されたウラン粒子が見つかったことを説明するものでもない。 • またイランは、「第三者による妨害破壊行為」の証拠を提示していない。 • IAEA が Varamin に係り入手した全ての保障措置関連情報の分析結果は、核物質の使用・貯蔵、及び/または核燃料サイクルに関連する研究開発活動を含む原子力活動が実施されたことを示唆している。 • IAEA は、Varamin には、1999 年～2003 年に使用された、ウラン鉱石の処理及び製錬を目的とした未申告のパイロット施設、及び実験室レベルの UF4 から UF6 への転換施設が存在したと評価した。 • Varamin は 2003 年以降、建物の解体やコンテナの撤去、また痕跡を消す活動等が実施された。 • 環境サンプルの分析結果は、Varamin の建物の解体時に、Varamin に存在したコンテナが Turqzabad に移動されたとの兆候を示している。

表 3 Location 4: Marivan

イラン の説明	<ul style="list-style-type: none"> • (環境サンプル分析で、人為的に生成されたウラン粒子が見つかったことについて、)イランは、そのような核物質を生産したことは一度もなく、Marivan の汚染を目的とした「第三者による妨害破壊行為」の可能性はある。 • (建物の解体及び活動の痕跡を消す処理が実施されたことについて、)当該エリアは政府所有であったが、民間人に売却され、当該人物はデブリから金属を回収するために建物を解体した。 • (バンカー³³が破壊されたことについて、)未知の人物により荒らされ(loot)、その後イランが破壊した。IAEA が提示したバンカーの写真は、捏造されたもの。
IAEA の評価	<ul style="list-style-type: none"> • 「第三者による妨害破壊行為」の証拠は提示されておらず、人為的に生成されたウラン粒子が見つかった理由は明らかにされていない。

³³ Marivan には、2 つのバンカーが存在し、また中性子検出器の使用に備えた遮蔽試験に関連する兆候がみられたことから、爆発実験を行った可能性が指摘されている。なお IAEA は、IAEA の補完的アクセス実施後、当該バンカーが破壊されたことを商用衛星画像によって確認している。

	<ul style="list-style-type: none"> • IAEA は、バンカーの存在を、商用衛星画像と Marivan への補完的アクセスの際に実施した目視観察で照合している。 • (イランは、1994～2018 年の間、Marivan の一定のエリアでは何らの活動もなかったと述べているが、)商用衛星画像による分析は、2018 年 7 月中旬～8 月中旬に、Marivan と Turqzabad で観察されたトラックが類似の特徴を有すること(両者の間で行き来があったこと)、また上記と同時期に Turqzabad でコンテナの移動があったことを示唆している。 • IAEA が Marivan に係り入手した全ての保障措置関連情報の分析結果は、イランが中性子検出器の使用に備え遮蔽を伴った爆発実験を行ったことと一致する。
--	--

以上がイランの説明と IAEA の評価であり、上記に基づき IAEA は、結論を述べている。また 2020 年 6 月 6 日の IAEA 理事会冒頭挨拶でも、グロッシー事務局長は上記と同趣旨を繰り返した³⁴。なお、今次報告書では、IAEA が既に「未解決の問題」ではないとした Location 2 の場所は、Lavisan-Shian であると特定されている。

【米仏独英によるイラン非難決議案の提出と IAEA 理事会での採択、米仏独英、イラン及び露国の主張】

報道によれば、米仏独英(米+E3)の 4 か国は、上記イランの対応を非難し、イランに対して、法的義務を履行し「未解決の問題」を明確にして、同問題を解決するために更に関与していく準備があるとの IAEA 事務局長の申出を直ちに受け入れるよう求めた決議案を IAEA の 6 月理事会³⁵に提出し、2022 年 6 月 8 日、同理事会は、賛成多数でこれを可決した^{36,37}(露国と中国は反対、インド、パキスタン及びリビアは棄権。残りの 30 か国は賛成)³⁸。可決後、米仏独英の 4 か国は共同声明³⁹を発し、決議案の採択はイランに対して、保障措置義務を果たし「未解決の問題」について IAEA に技術的に信頼できる説明を行わなければならないとの明確なメッセージを送ったこと、さらにイランに対して法的義務を履行し IAEA と協力して「未解決の問題」を遅滞なく明確にして解決を図るとの国際社会の呼びかけに応じるよう求めた。

³⁴ IAEA, “IAEA Director General’s Introductory Statement to the Board of Governors”, 6 June 2022, URL: <https://www.iaea.org/newscenter/statements/iaea-director-generals-introductory-statement-to-the-board-of-governors-6-june-2022>

³⁵ 2022 年 6 月 6 日～10 日に開催

³⁶ NHK, 「IAEA がイラン非難決議採択 核合意建て直し協議 一層不透明か」、2022 年 6 月 9 日、URL: <https://www3.nhk.or.jp/news/html/20220609/k10013663841000.html>

³⁷ Islamic Republic News Agency, “IAEA BoG adopts anti-Iran resolution drafted by US, E3”, 8 June 2022, URL: <https://en.irna.ir/news/84782203/IAEA-BoG-adopts-anti-Iran-resolution-drafted-by-US-E3>

³⁸ The Times of India, “India goes with Pakistan & Libya, abstains from vote on IAEA resolution slamming Iran”, 11 June 2022, URL: <https://timesofindia.indiatimes.com/india/india-goes-with-pakistan-libya-abstains-from-vote-on-iaea-resolution-slamming-iran/articleshow/92136461.cms>

³⁹ U.S. Department of State, “Joint Statement by the United States, France, Germany, and the United Kingdom Regarding the IAEA Board of Governors Resolution”, 8 June 2022, URL: <https://www.state.gov/joint-statement-by-the-united-states-france-germany-and-the-united-kingdom-regarding-the-iaea-board-of-governors-resolution/> なお、米国以外の仏独英の 3 か国政府も、各々のホームページで本共同声明を掲載している。

一方イランは決議案を、性急で、(これまでの IAEA とイランの協議を)破壊するもので、かつ外交手続きに反するもの(hasty, destructive, and contrary to diplomatic procedures)であり、(ひいては JCPOA の存続に係る)交渉プロセスがより困難で複雑になると批判した⁴⁰。また翌日の6月9日、イラン原子力庁(AEOI)長官は、イランはこれまで IAEA と広範な協力を実施してきたが、それが評価されないため、JCPOA 下でウラン濃縮施設に設置されている IAEA のウラン濃縮モニタとフローメータを測定する監視カメラの動作⁴¹を停止する措置を講じることを決定した旨を発表した⁴²。具体的には、IAEA がイランのウラン濃縮施設に設置している監視カメラのうち、JCPOA に基づき設置した27台を撤去すると報じられている⁴³。これに対し、米国のブリンケン国務長官は、イランのそのような行為は逆効果であり、(JCPOA の存続に係る)交渉をさらに複雑にするであろうこと、また IAEA のグロッシー事務局長は、カメラの撤去は当該施設での活動を継続する IAEA の能力と、イランの過去の原子力活動の全部についてイランの申告の完全性を確認するという IAEA の能力に対する深刻な挑戦となるであろうこと、また現在、イランのウラン濃縮施設には、「包括的保障措置協定」に基づいて設置された40台の IAEA の監視カメラが残っているが、今後、3~4週間の内にカメラが復旧されなければ、IAEA はもはやイランの活動に係る「知識の継続性」を維持できなくなるであろう旨を述べた⁴⁴。(注:上記は、2022年6月14日現在の情報である。)

【最後に:所感】

イランは、益々米+E3への反発を強め、かつ JCOPA で課された制限に反する行動を加速させている。総じて、イラン及び米+E3の双方が、互いの行動を JCPOA の復活に係る交渉を難しくすると述べ、同国への非難決議案には露中が反対したことも含め、結果として、JCPOA の復活に係る協議は低迷し、益々泥沼化する様相を呈している。一方でそのような状態は、8月に開催が予定されている核兵器不拡散条約(NPT)第10回運用検討会議を成功裏に導き、NPTを基軸とする核不拡散体制の強化を図ることを希求する米国等にとっては必ずしも良い状態ではないと思われ、今後の米国を含む関係国の動向が注視される。

【報告: 計画管理・政策調査室: 田崎 真樹子、清水 亮】

⁴⁰ Islamic Republic News, “Russia says supports Iran at IAEA BoG”, 8 June 2022, URL: <https://en.irna.ir/news/84781311/Russia-says-supports-Iran-at-IAEA-BoG>

⁴¹ イランが JCPOA の下で実施しているもの。

⁴² Islamic Republic News, “FM Amirabdollahian: Iran using leverage for West excessive demands”, 12 June 2022, URL: <https://en.irna.ir/news/84786270/FM-Amirabdollahian-Iran-using-leverage-for-West-excessive-demands>

⁴³ 日本経済新聞、「イラン、IAEA 監視カメラの4割「停止」非難決議に反発」、2022年6月9日、URL: <https://www.nikkei.com/article/DGXZQOGR0900G0Z00C22A6000000/>

⁴⁴ 毎日新聞、「イラン、核施設の監視カメラ27台撤去へ IAEA 非難決議に対抗」、2022年6月10日、URL: <https://mainichi.jp/articles/20220610/k00/00m/030/013000c>、他

2-4 日米首脳共同声明「自由で開かれた国際秩序の強化」のうち、エネルギー安全保障、原子力、核不拡散、及び核セキュリティ等に係る言及について

【はじめに】

2022年5月23日、岸田総理とバイデン大統領の会談の成果として、日米首脳共同声明「自由で開かれた国際秩序の強化」⁴⁵が発出された。当該共同声明の主眼は、昨今の露国によるウクライナへの軍事侵攻及び中国を念頭においた日米の強固なパートナーシップの確認及び日米同盟の抑止力及び対抗力の強化へのコミットメントであるが、エネルギー安全保障、原子力、核不拡散、及び核セキュリティについても言及されており、それらを紹介する。うち核セキュリティについては、東京大学原子炉「弥生」の高濃縮ウラン(HEU)燃料の米国返還を含む核セキュリティに関する日米協力の進展を歓迎する旨が言及されている。

【自由で開かれた国際秩序の強化】

- **エネルギー安全保障**: 露国によるウクライナへの侵略により脅威にさらされているエネルギー等の安定的な供給確保のため昨今の国際社会の取組を歓迎。エネルギー安全保障及び温室効果ガス排出実質ゼロを達成するための「日米クリーンエネルギー・エネルギーセキュリティ・イニシアティブ(CEESI: Japan-U.S. Clean Energy and Energy Security Initiative)」の設立⁴⁶を歓迎。露国のエネルギーへの依存を低減するとのG7各国のコミットメントを基に、アジアのパートナーに、エネルギー安全保障を強化するための支援を提供する取組を探求することで一致。
- **原子力**: 二酸化炭素を排出しない電力及び産業用の熱の重要かつ信頼性の高い供給源としての原子力の重要性を認識。このため、原子力協力を拡大し、輸出促進及びキャパシティ・ビルディングの手段を共同で用いることにより、革新原子炉及び小型モジュール炉(SMR)の開発及び世界展開の加速にコミット。既存及び新規の原子炉の双方に対する、ウラン燃料を含むより強靱な原子力サプライチェーンを構築するために協力していく。
- **核不拡散**: 「核兵器のない世界」に向けて協働する意思と、特に国際的な核不拡散・軍縮体制の礎石として核兵器不拡散条約(NPT)強化へのコミットメントを確認。北朝鮮に係り、最近の大陸間弾道ミサイル発射を含む、同国の核及びミサイル開発活動の進展を非難。国連安保理決議に従う朝鮮半島の完全な非核化へのコミットメント

⁴⁵ 外務省、「日米首脳共同声明「自由で開かれた国際秩序の強化」」、2022年5月23日、URL: <https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/100347254.pdf>

⁴⁶ 2022年5月4日、経済産業省(METI)と米国エネルギー省(DOE)は、エネルギー安全保障の強化や、水素・燃料アンモニア、炭素回収利用貯蔵(CCUS)/カーボンリサイクル、原子力、再生可能エネルギー等の幅広いクリーンエネルギー分野における協力を推進するため、CEESIの立ち上げに合意した(出典: METI、「共同ステートメント 日本国経済産業省と米国エネルギー省によるエネルギー安全保障とクリーンエネルギー・トランジションに向けた協力」、URL: <https://www.meti.go.jp/press/2022/05/20220506002/20220506002-6.pdf>)。

を改めて確認し、北朝鮮に対し国連決議下の義務の遵守を求める。

- **核セキュリティ:** 世界規模で HEU 保有量を最小化すると共通目標を促進させる、東京大学研究炉「弥生」及びその他の国内研究炉の全ての HEU の米国への返還を含む核セキュリティに係る日米協力における最近の進展⁴⁷を歓迎。
- **核軍縮:** 岸田総理は、安全保障上の課題に対処しつつ核軍縮に関する現実的な取組を進める重要性に言及し、バイデン大統領はそれに同意した。中国による核能力の増強に留意し、同国に対し、核リスクを低減し、透明性を高め、核軍縮を進展させるアレンジメントに貢献するよう要請。

なお上記共同声明と併せて、①「ファクトシート: 日米競争力・強靱性パートナーシップ」⁴⁸及び②「日米気候パートナーシップ・ファクトシート」⁴⁹も発出された。うち①の「日米競争力・強靱性パートナーシップ」は、2021年4月16日の菅首相(当時)とバイデン大統領の会談で、日米が共通の優先分野であるデジタルや科学技術分野における競争力とイノベーションの推進、コロナ対策、グリーン成長・気候変動分野での協力を主導すると合意に基づき立ち上げたものである⁵⁰。今次ファクトシートでは、これまでの進捗に言及すると共に、今後も経済分野での日米協力を拡大・深化していくとし、うちエネルギー安全保障と原子力に関しては、上記共同声明と同趣旨を言及している。また②では原子力について、以下に係る協力強化を図るとしている。

- ▶ SMR といった革新的原子炉等の分野を含むイノベーション及び先進的技術の普及における取組及び協力、
- ▶ 洋上風力や地熱エネルギー技術と共に、原子力利用を加速化するための新規の日米二国間タスクフォースを含む CEESI⁵¹における連携の前進、
- ▶ 既設原子炉の最大限の活用に関する協力及び産業界の連携強化、
- ▶ 米国の「SMR 技術の責任ある利用のための基礎インフラ(FIRST)プログラム」下での第三国におけるキャパシティ・ビルディング協力の深化を含む革新的原子力技術の推進。

⁴⁷ 2022年5月24日付け東京大学工学部/工学系研究科のプレスリリースによれば、同大学院工学系研究科原子力専攻は、2018年8月に日米共同声明として公表された「弥生の高濃縮ウラン燃料を2022年3月末までに米国に返還する」という約束を達成したという。URL: <http://www.t.u-tokyo.ac.jp/press/pr2022-05-24-001>

⁴⁸ 外務省、「ファクトシート: 日米競争力・強靱性パートナーシップ」、(仮訳)、2022年5月23日、URL: <https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/100347258.pdf>

⁴⁹ 外務省、「日米気候パートナーシップ・ファクトシート」、令和4年5月23日、URL: <https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/100347260.pdf>

⁵⁰ 外務省、「日米首脳共同声明「新たな時代における日米グローバル・パートナーシップ」」、2021年4月16日、URL: <https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/100202832.pdf>、及び政府広報オンライン、「日米首脳会談」、2021年5月、https://www.gov-online.go.jp/eng/publicity/book/hlj/html/202105/202105_00_jp.html

⁵¹ 報道によれば、CEESIでは、METIとDOEの局長級による全体会議を設置し、その下に8つ(①技術の普及、②産業の脱炭素化、③CO₂の回収や再利用、④省エネなど需要対策、⑤再生エネルギー、⑥水素、アンモニア、⑦原子力、⑧蓄電池や電気自動車)の課長級タスクフォースを置き、分野毎の目標や達成に向けた取組を盛り込んだロードマップを共同作成するという。出典: 日本経済新聞、「日米、脱炭素・エネ安保で協議体新設へ 8分野で協力」、2022年5月4日、URL: <https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUA02B640S2A500C2000000/>

なお上記の FIRST プログラム(Foundational Infrastructure for Responsible Use of Small Modular Reactor Technology Program)は、米国国務省が 2021 年 4 月に開始したもので、米国のパートナー国がクリーンエネルギーの利用を拡大する際に、米国が有する原子力関係の革新的技術と専門的知見に基づき、国際的に最も厳しい安全、核セキュリティ及び核不拡散基準の下で原子力計画を策定できるよう、その能力向上を支援するというものである⁵²。

【最後に】

気候変動及び昨今の露国によるウクライナへの軍事侵攻を起因とし、欧州をはじめとし多くの国でエネルギー安全保障の確立が必要とされ、原子力の活用もその一手段として重要視されている。核不拡散及び核セキュリティを踏まえつつ、日米両国が今後も、第三国への支援も含め、原子力利用に係る幅広い協力の推進と協力の更なる深化を図っていくことが期待される。

【報告： 計画管理・政策調査室】

2-5 2022 年 5 月の G7 不拡散局長級会合(NPDG)ステートメントについて (核不拡散、核セキュリティ等に係る部分)

【はじめに】

2022 年 5 月 9 日、G7 不拡散局長級会合(NPDG: Non-Proliferation Directors Group)ステートメント⁵³が発出された。同ステートメントは、計 50 のパラグラフからなる大量破壊兵器(WMD)の不拡散に係る事項を包括的に網羅したもので、露国によるウクライナ侵略への非難と共に、核軍縮・不拡散体制の強化、北朝鮮やイランの核拡散危機への対処、生物・化学・通常兵器に関わる問題等、軍縮・不拡散分野における喫緊の課題について G7 の立場を表明している⁵⁴。このうち、核不拡散及び核セキュリティ等(パラグラフ 3~26)に係る言及の概要を紹介する。

なお NPDG は、上記に先立つ 3 月 15 日及び 4 月 7 日にも声明を発出している。前者は、「ウクライナにおける原子力安全と核セキュリティの枠組みに関する G7 不拡散局長級会合(NPDG)声明」⁵⁵で、ウクライナの原子力施設等への露国の攻撃に係る

⁵² 日本原子力産業協会、「米国国務省が SMR の活用支援プログラムを始動」、2021 年 4 月 30 日、URL: <https://www.jaif.or.jp/journal/oversea/7884.html> 及び U.S. Department of State, “Program to create pathways to safe and secure nuclear energy included in Biden-Harris Administration’s bold plans to address the climate crisis”, 27 April, 2021, URL: <https://www.state.gov/program-to-create-pathways-to-safe-and-secure-nuclear-energy-included-in-biden-harris-administrations-bold-plans-to-address-the-climate-crisis/>

⁵³ 外務省, “Statement of the G7 Non-Proliferation Directors Group”, URL: <https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/100341618.pdf>

⁵⁴ 外務省, 「G7 不拡散局長級会合(NPDG)ステートメント」、令和 4 年 5 月 9 日、URL: https://www.mofa.go.jp/mofaj/press/release/press4_009358.html

⁵⁵ 外務省, 「(仮訳)ウクライナにおける原子力安全と核セキュリティの枠組みに関する G7 不拡散局長級会合(NPDG)声明」、URL: <https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/100316324.pdf>

懸念と平和目的の原子力施設の安全を損なう行為への非難、また IAEA のグロッシェ事務局長が示した「原子力安全と核セキュリティに係る不可欠な7つの柱」⁵⁶への支持等を表明した。後者は、「ウクライナにおける原子力安全と核セキュリティの確保に向けた IAEA の取組を支持する G7 不拡散局長級会合(NPDG)声明」⁵⁷で、グロッシェ事務局長等のウクライナ訪問⁵⁸を含む IAEA によるウクライナの原子力施設等への取組の支持を表明し、全ての国が IAEA の取組を支持し、ウクライナに対する技術的支援を促進し⁵⁹、さらに保障措置の回復・維持に必要なリソース及び機材を IAEA が利用可能なものとするよう呼びかけた。

【「G7 不拡散局長級会合(NPDG)ステートメント」の核不拡散、核セキュリティ等に係る言及の概要】

- **核兵器不拡散条約(NPT):** NPT の 3 本柱(核不拡散、核軍縮及び原子力の平和的利用)の礎である NPT の権威(authority)と優位性を強調。2022 年 8 月に開催予定の第 10 回 NPT 運用検討会議について、G7 は NPT の包括的な強化、普遍化の促進、過去の運用検討会議でなされたコミットメントの重要性の強化、及び NPT の 3 本柱の履行の促進等で一致している。全ての NPT 締約国との協力と前向きな会議の成果達成にコミットする(パラ 3)。
- **核軍縮:** 人々の安全を損なうことなく、具体的、実践的かつ目的を定めた(purposeful)段階を経て達成される「核兵器のない世界」へのコミットメントを再確認。NPT の普遍的な軍縮目標を前進させる可能性を提供する「核軍縮の検証のための国際パートナーシップ(IPNDV)」⁶⁰、「軍縮・不拡散イニシアティブ(NPDI)」⁶¹、「核軍縮に関するストックホルム・イニシアティブ」⁶²及び「核軍縮のための環境創出イニシ

⁵⁶ 「原子力安全と核セキュリティに係る不可欠な7つの柱(seven indispensable pillars of nuclear safety and security)」は、上記脚注の声明に記載されている。

⁵⁷ 外務省、「ウクライナにおける原子力安全と核セキュリティの確保に向けた IAEA の取組を支持する G7 不拡散局長級会合(NPDG)声明(仮訳)」、URL: <https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/100328770.pdf>

⁵⁸ IAEA は、2022 年 3 月から 4 月にかけてグロッシェ事務局長が率いた IAEA 専門家ミッションの調査結果を含め、2022 年 2 月 24 日から 4 月 28 日におけるウクライナの核・放射性物質及び関連施設・活動の安全、セキュリティ及び保障措置状況をまとめた報告書を発表している。IAEA, “Nuclear Safety, Security and Safeguards in Ukraine, Summary Report by Director General, 24 February – 28 April 2022”, URL: <https://www.iaea.org/sites/default/files/22/04/ukraine-report.pdf>

⁵⁹ 2022 年 5 月 19 日、林外相はグロッシェ IAEA 事務局長との会談に際し、日本の当面の対応として、緊急性の高いウクライナへの専門家派遣や関連機材供与のために、総額 200 万ユーロの支援を決定した旨述べた。外務省、「林外務大臣とグロッシェ国際原子力機関(IAEA)事務局長との会談」、令和 4 年 5 月 19 日、URL: https://www.mofa.go.jp/mofaj/press/release/press3_000824.html

⁶⁰ IPNDV: International Partnership for Nuclear Disarmament Verification: 2014 年 12 月の米国による提唱で開始された核軍縮検証のための方途・技術について核兵器国と非核兵器国が議論・検討するイニシアティブ。外務省、URL: https://www.mofa.go.jp/mofaj/dns/ac_d/page22_002633.html

⁶¹ NPDG: Non-Proliferation and Disarmament Initiative: 2010 年 5 月の NPT 運用検討会議における合意事項の着実な実施に貢献すべく、日本と豪州が主導し、志を共有する非核兵器国と共に立ち上げた地域横断的グループ。外務省、URL: <https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/npdi/index.html>

⁶² Stockholm Initiative for Nuclear Disarmament: スウェーデンは、第 10 回 NPT 運用検討会議に向け、各国の閣僚レベルが積極的に関与し、行動することが必要との立場から、2019 年 6 月 11 日、問題意識を共有する非核兵器国 16 か国による「核軍縮と NPT に関するストックホルム会合」を開催。外務省、

アティブ(CEND)⁶³等の取組を歓迎(パラ 4)。また、「核戦争に勝者は無く、決して戦ってはならない」との確約を含む、2022年1月の「核戦争の防止と軍拡競争の回避に関する5核兵器国首脳の共同声明」⁶⁴を歓迎。一方で、同共同声明に対する露国のコミットメントの信頼性を損なう同国の挑発的な発言⁶⁵を遺憾に思う(パラ 5)。

- **露国のウクライナ原子力施設等に対する行動:** 露国によるウクライナの原子力施設の強制的な掌握や、原子力施設の安全及び核セキュリティに深刻な脅威をもたらし、ウクライナや近隣諸国等を危険に晒す行動を非難。ウクライナの領土とインフラに対する同国の主権を尊重しつつ、同国にある核物質と原子力施設の安全及び核セキュリティを確保し、保障措置を適用するとのグロッシェ事務局長の取組を支持。露国の指導部に対して、ウクライナから直ちに軍隊を撤退させ、原子力施設に対する暴力的行為を止め、ウクライナ当局が国際的に認知された国境内の全ての原子力施設に対する管理(control)を回復して原子力安全と核セキュリティを確保できるようにすることを求める(パラ 6)。
- **包括的核実験禁止条約(CTBT)**を発効させる必要性を強調。条約が発効するまで、全ての国に対し、核実験またはその他の核爆発に係る新たなモラトリアムを宣言、または既存のモラトリアムの維持を求める。包括的核実験禁止条約機関準備委員会と、条約の検証体制を策定する同委員会の業務を支持(パラ 7)。
- **核兵器用核分裂性物質生産禁止条約(FMCT)**交渉の即時開始にコミット。第10回NPT運用検討会議を含む適切なフォーラムでも各国に交渉促進を求める。核兵器用核分裂性物質の生産の自発的なモラトリアム及びその維持を求める(パラ 8)。
- **核軍縮条約:** 米露による新戦略兵器削減条約(新START)の有効期限延長⁶⁶を歓迎。米露間での新たな軍備管理協定の基礎の構築を目的とした「戦略安定性対話」を支持。一方で、露国のウクライナ侵攻による同対話の停止を遺憾に思う。中国が関与する積極的な軍備管理対話に向けた幅広い取組を支持・奨励(パラ 10)。
- **非核兵器地帯(NWFZ):** ベラルーシにおける昨今の国民投票と、同国が「その領

URL: https://www.mofa.go.jp/mofaj/press/release/press3_000679.html 及びスウェーデン政府、

URL: <https://www.government.se/government-policy/stockholm-initiative-for-nuclear-disarmament/>

⁶³ CEND: Creating an Environment for Nuclear Disarmament: 核軍縮の前進には国際安全保障環境の改善が必要であるとして、米国が2018年NPT準備委員会で提示した「核軍縮条件創出アプローチ(CCND: Creating Conditions for Nuclear Disarmament)」を改称したもの。ひろしまレポート2021年版、

URL: <https://hiroshimaforpeace.com/hiroshimareport/report-2021/page-6/>

⁶⁴ White House, “Joint statement of the leaders of the five nuclear-weapon states on preventing nuclear war and avoiding arms races”, 3 January 2022, URL: <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/01/03/p5-statement-on-preventing-nuclear-war-and-avoiding-arms-races/>

⁶⁵ 具体的な発言内容は記載されていないが、プーチン大統領がウクライナへの攻撃に係り、「必要に迫られれば他国が持たない手段を用いる」、と述べて核兵器の使用も辞さない強硬な姿勢を見せていることを指すと思われる。

⁶⁶ 2021年2月3日、米露は、新STARTの10年間の有効期限が切れる2022年2月5日を目前に、同条約の有効期限を2026年2月5日まで5年間延長することを決定した。U.S. Department of States, “On the extension of the New START Treaty with the Russian Federation”, 3 February 2021, URL: <https://www.state.gov/on-the-extension-of-the-new-start-treaty-with-the-russian-federation/>

土を非核地帯にする」ことを規定した憲法第 18 条を削除したこと⁶⁷を遺憾に思う(パラ 11)。G7 は、中東地域における WMD とその運搬手段の無い地帯創設にコミット。同地帯の創設は、中東地域の全ての国によるコンセンサスに基づいた取極に基づいてのみ達成できる。中東における非 WMD 地帯の創設に向け、2019 年及び 2021 年に会議を開催した国連の取組⁶⁸を認識(パラ 12)。

- **保障措置:** 包括的保障措置協定(CSA)、追加議定書(AP)及び改正少量議定書を含む主要な保障措置協定の普遍化を支持。CSA または AP を発効させていない国に対する IAEA 事務局長の要請及び保障措置システムの更なる強化に係る事務局長の取組を称賛(パラ 13)。
- **核セキュリティ等:** 核セキュリティに係る協力強化における IAEA の中心的役割、及び 2020 年の「核セキュリティ国際会議閣僚宣言」⁶⁹におけるコミットメントを再確認。小型モジュール炉(SMR)を含む次世代技術の展開のための新たな規制枠組み構築を支援する IAEA の活動を支持(パラ 14)。高濃縮ウラン(HEU)を世界的に最小化するというコミットメントを確認。民生用 HEU を保有する国に対し、経済的及び技術的に可能な場合は、それらをさらに削減または撤去(eliminate)することを奨励(パラ 17)。核テロ防止条約及び改正核物質防護条約(改正 CPPNM)の未締約国に対し、締約国となること及びその履行を求める。改正 CPPNM 第 1 回締約国会議⁷⁰の前向きな結果を歓迎。核セキュリティ・コンサルタントグループ⁷¹及び核テロリズムに対抗するためのグローバル・イニシアティブ(GICNT)⁷²を引き続き支持(パラ 18)。
- **原子力安全、核セキュリティ、保障措置(3S):** 全ての国による最高水準の 3S の履行促進にコミット。それは、NPT に合致する原子力科学技術の安全で平和的な利用等を促進し、国連の持続可能な開発目標(SDGs)への取組に不可欠(パラ 15)。

⁶⁷ 報道によれば、2022 年 2 月 27 日にベラルーシは、現行憲法の「領土を非核地帯とし、中立国を目指す」との条項の削除を提案する改憲案を問う国民投票を行った。国民投票の投票率は 78.6%、賛成は 65.2%、反対は 10.1%であったという。またルカシェンコ大統領は、もし米国など核保有国が(ベラルーシと国境を接する)ポーランドやリトアニアに核兵器を配備するなら、露国のプーチン大統領に(ソ連崩壊後にベラルーシが露国に引き渡した)核兵器を返してもらおうと要請する」と述べたという。日本経済新聞、「ベラルーシ、ロシアとの一体化加速、改憲で核保有の恐れ」、2022 年 2 月 28 日、URL: <https://www.nikkei.com/article/DGXZQOGR2649S0W2A220C2000000/>

⁶⁸ 中東非 WMD 地帯構想に関する会議は、これまで国連主催で 2 回開催された。第 1 回目の会議は、2019 年 11 月に開催され政治宣言が採択された。第 2 回目の会議は、2021 年 11 月から 12 月にかけて開催され、手続規則等につき合意された。2 回の会議にはいずれもイスラエルを除く域内国と米国を除く核兵器国が参加した。軍縮会議日本政府代表部、「核兵器不拡散条約(NPT)」、2022 年 4 月 8 日、URL: https://www.disarm.emb-japan.go.jp/itpr_ja/chap2.html

⁶⁹ 外務省、「核セキュリティ国際会議閣僚宣言(仮訳)」、令和 2 年 2 月 10 日、URL: <https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/000566984.pdf>

⁷⁰ IAEA, “Conference of the parties to the Amendment to the Convention on the Physical Protection of Nuclear Material 2022”, 28 March - 1 April 2022, URL: <https://www.iaea.org/events/acppnm2022>

⁷¹ 核セキュリティ・サミットによって生み出されたモメンタムを維持し、世界の核セキュリティを強化する上での協力と持続的な関与を促進するために組織されたグループ。

⁷² 2006 年 7 月の G8 サンクトペテルブルク・サミットに際し、米露両国の大統領が核テロリズムの脅威に国際的に対抗していくことを目的として提唱したイニシアティブ。外務省、「核テロリズムに対抗するためのグローバル・イニシアティブ」、URL: <https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/atom/gi.html>

-
- **原子力安全:** 原子力活動を行う国に対し、原子力安全条約、放射性廃棄物等安全条約、原子力事故早期通報条約、及び原子力事故援助条約の締約国となること及びその履行を求める(パラ 16)。
 - **核軍縮に向けた取組強化と広島、長崎への訪問:** 核兵器が使用された現実について学ぶことが、核軍縮に向けた世界的な取組強化に役立つ。政治指導者や若い世代等による広島と長崎への訪問を奨励(パラ 20)。
 - **イラン核問題:** 包括的共同作業計画(JCPOA)の回復とその完全な履行を支持。外交的な解決は、イランの核開発計画を制限する最良方法であり、上記に係りウィーンで実施されている会議の参加者及び EU コーディネータの取組を称賛。イランに対し、現在交渉のテーブル上にある提案を好機と捉え(seize offer)、交渉を成功裡に終わらせ、また核活動の更なる拡大を差し控えることを求める(パラ 21)。イランに対し、保障措置協定に基づく全ての義務の完全履行を求める。また IAEA が未解決の保障措置の問題を遅滞なく明確にし、解決できるようにするため、必要かつ全ての情報を IAEA に提供するように求める。イランの全ての核物質が平和的目的に使用され、最終的に拡大結論⁷³に達することを国際社会に保証するために、イランによる完全かつタイムリーな協力が不可欠(パラ 22)。
 - **北朝鮮の核問題:** 北朝鮮に対し、関連する国連安全保障理事会(国連安保理)決議の遵守、WMD 及び弾道ミサイルプログラムの完全で検証可能かつ不可逆的な方法での放棄(abandon in complete, verifiable and irreversible manner)、NPT 及び IAEA 保障措置への早期復帰とその完全な遵守を求める。また米国、韓国、及び日本等が繰り返し提起している対話を受け入れるよう求める(パラ 25)。全ての国家に対し、国連安保理が北朝鮮に課した全ての措置を完全かつ効果的に履行し、特に緊急の優先事項として、北朝鮮からの WMD 及び運搬システムの拡散リスクに対処することを求める。北朝鮮に対する効果的な制裁措置の履行を支援し、その能力を強化する(パラ 26)。

【最後に】

上記では、2022年3～5月のG7 NPDG 声明を、5月の声明を中心に紹介したが、2022年4～5月にかけては、G7 首脳及びG7 外相も、首脳会議や外相会議後に、露国によるウクライナへの軍事侵攻、核不拡散及び核セキュリティに係る事項を含む種々の声明やコミュニケを発出しており、併せて参照されたい。

- G7 首脳共同声明(2022年4月7日)⁷⁴
- G7 外相共同声明(2022年4月7日)⁷⁵

⁷³ 申告された核物質の転用が無く、また未申告の原子力活動や核物質が存在しないことの結論。包括的保障措置協定と追加議定書を発効させた国で、拡大結論を導出された国には、統合保障措置が適用される。

⁷⁴ 外務省、「G7 首脳声明」、URL: <https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/100328856.pdf>

⁷⁵ 外務省、「G7 外相共同声明(仮訳)」、URL: <https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/100328897.pdf>

-
- G7 首脳声明(2022年5月8日)⁷⁶
 - G7 外相コミュニケ(2020年5月14日)⁷⁷
 - ロシアによるウクライナに対する戦争に関する G7 外相声明(2020年5月14日)⁷⁸

【報告： 計画管理・政策調査室】

⁷⁶ 外務省、「G7 首脳声明」、URL: <https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/100341355.pdf>

⁷⁷ 外務省、「G7 外相コミュニケ」、URL: <https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/100344182.pdf>

⁷⁸ 外務省、「ロシアによるウクライナに対する戦争に関する G7 外相声明(仮訳)」、
URL: <https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/100344184.pdf>

3. 技術・研究紹介

3-1 核物質測定のための遅発ガンマ線分析技術の開発

The simple purpose of nuclear safeguards is to deter the spread of nuclear weapons by the early detection of the misuse of nuclear material or technology. The International Atomic Energy Agency implements safeguards based on the “Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons” [1,2,3] by verifying the declared amount of U and Pu in the facilities [4,5] to ensure that the nuclear material is used only for peaceful purposes. One material containing U and Pu that is particularly challenging to safeguard is spent nuclear fuel. A single assembly can contain half of a significant quantity [6] of Pu and there are roughly 500,000 tonnes of spent fuel in the world [7]. However, the ability to quantify the U and Pu inside is difficult due to the intense gamma-ray and neutron passively emitted from the long-lived fission products and minor actinides. Consequently, spent fuel is presently checked for radioactivity and missing pins, with the passive emissions correlated to the U and Pu content through passive non-destructive assay (NDA) methods and by viewing Cerenkov light in a spent fuel storage pond. Spent fuel is mostly contained in assemblies within short-term cooling ponds at reactors and longer-term storage in dry casks. Otherwise, spent fuel can be found in reprocessing plants where the U and Pu is extracted to be reused for mixed (U and Pu) oxide (MOX) fuel. The final U and Pu solutions can be easily quantified using NDA techniques, but the dissolved spent fuel solution requires destructive analysis (DA) methods [4] to quantify the U and Pu. Though these DA methods provide highly accurate and precise results [5], they also require a long, hot-cell preparation process that limits the number of samples that can be verified and extends the time to return a report [8]. Further, it produces waste in the laboratory and consumes many reference materials that are becoming limited in availability.

Addressing the spent fuel challenge, the ISCN has been managing the development of multiple active-interrogation NDA techniques using neutron sources [9]. Within this MEXT-funded program, the ISCN is developing Delayed Gamma-ray Spectroscopy (DGS) [10]. DGS has the potential to quantify the $^{235}\text{U}/^{239}\text{Pu}/^{241}\text{Pu}/^{238}\text{U}$ relative content in the spent fuel by evaluating the gamma-ray signature from the decay of short-lived fission products [11]. The primary goal of the ISCN DGS project is to provide an efficient analytical capability for any form of spent nuclear fuel material. Toward this end, a necessary secondary goal is to develop practical instrumentation to obtain the signature

from the active interrogation. Presently, we are developing a DGS instrument that can be applied to small samples, like those found in reprocessing plants, that can be used to validate DGS for full assemblies [12]. Notably, this DGS instrument could also supplement the current reprocessing plant safeguards methods to improve the timing and capability to evaluate the samples.

The DGS interrogation starts by irradiating the sample with neutrons from an external source to induce fission. Fission products are generated proportional to the sample's nuclear material composition and the associated fission product yield distribution. As the fission products decay, they emit gamma rays that can be measured in proportion to the fission product half-lives and gamma-ray intensities. This irradiation-measurement pattern is repeated over multiple cycles to increase the gamma-ray peak intensity and reduce the statistical uncertainty. The relative counts (ratio) of the fission product gamma-ray peaks are then compared to determine the proportional fissile nuclide contributions and the subsequent composition (see Figure 1).

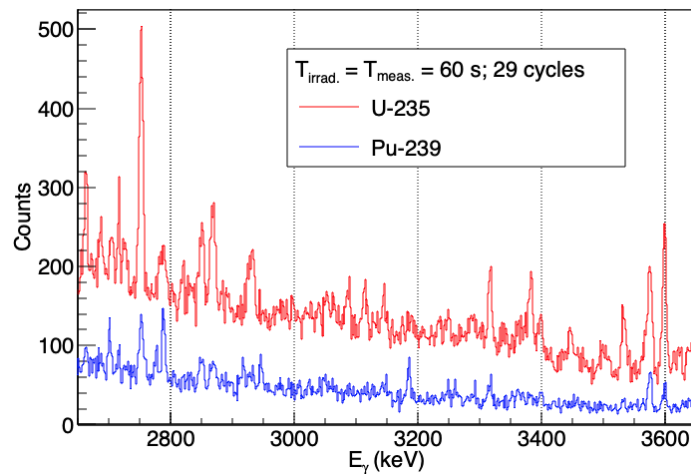


Figure 1. Gamma-ray spectra from ^{235}U and ^{239}Pu samples showing different peak intensities derived from a 60-s irradiation and measurement time over 29 cycles.

It must be understood, though, that the observed gamma-ray spectrum is constrained by an instrumentation hierarchy. For instance, the long-lived fission product ^{137}Cs in spent fuel produces a significant gamma-ray at 662 keV that must be suppressed to the gamma-ray detector's count-rate capability [13]. This requires a thick filter that will subsequently limit the observable energy range of the gamma rays to ≥ 2700 keV that also have relatively lower intensities. These gamma rays still must be distinguishable, requiring

high-resolution detectors like high-purity germanium (HPGe). A benefit of using these high-energy gamma rays is that they are dominantly emitted from short-lived fission products with half-lives of <20 minutes, reducing the total interrogation time. However, to compensate for the low gamma-ray signal, the fission rate must be increased. This is most easily performed by using neutrons with $\lesssim 1$ eV energy, where fissile nuclides have $\gtrsim 500$ x the interaction rate [14]. Unfortunately, neutron sources that can be installed into a facility (e.g. neutron generators and radioisotopes) emit neutrons with >1 MeV energy, requiring moderators. Further, fast neutrons can damage the HPGe [15], requiring distance between the source and detector that also introduces time delays between the irradiation and measurement periods. These delays further limit the observation of the gamma rays from very short-lived fission products, subsequently requiring an optimization of the interrogation timing pattern.

Past experiments performed in collaboration with the European Commission Joint Research Centre (EC/JRC) at the Ispra (Italy) site have highlighted some of these restrictions. For instance, our work with the Pulsed Neutron Interrogation Test Assembly (PUNITA) [16] confirmed the time-sensitivity of the gamma-ray spectra [17] (see Figure 2). Additional studies showed that integrating the high-energy gamma rays enabled us to observe linear correlations to the fissile mass [18]. Notably, this required corrections due to the neutron generator temperature variations and, more importantly, neutron self-shielding and gamma-ray self-attenuation. Other experiments performed in the EC/JRC-Ispra Performance Laboratory (PERLA) with the ISCN Delayed Gamma-ray Test Spectrometer (DGTS) focused on studying instrument effects [19] (see Figure 3). Primarily, we showed differences between using the PUNITA Deuterium-Tritium (D-T) neutron generator and a ^{252}Cf source of $\sim 20\%$ of the D-T emission rate. Specifically, we studied differences in the moderator components, source-sample and sample-detector distances, and transfer conditions (i.e. fixed or moving sample). Notably, DGTS highlighted sample geometry effects since the same Pu samples used in PUNITA had a significantly better signal based on the surface-area-to-volume ratio (see Figure 2).

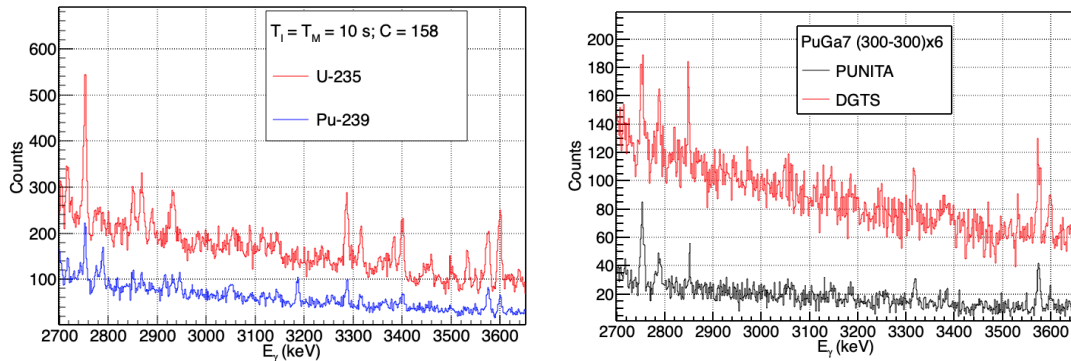
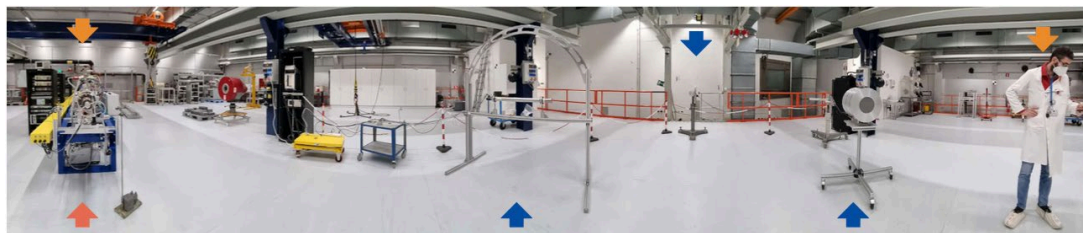


Figure 2. Gamma-ray spectra from ^{235}U and ^{239}Pu samples showing different peak intensities compared to Figure 1 due to the different time patterns noted in the legend (left) and sample geometry (right).



Figure 3. ISCN Delayed Gamma-ray Test Spectrometer in PERLA (left) and Delayed Gamma-ray Demonstration Irradiator in ISCN lab JRR-3L (right).

Recently, the ISCN has been expanding upon these results using the Delayed Gamma-ray Demonstration Irradiator (DGDI) designed to be attached to the DGTS sample shuttle (see Figure 3). Primarily DGDI includes safety improvements in the form of a source-insertion crane and high-density polyethylene walls on all six sides, which also improve neutron reflection back toward the sample. Further, DGDI includes the capability to test neutron monitoring from short distances in preparation for our final small-sample instrument using a Deuterium-Deuterium (D-D) neutron generator [20]. Similar to PUNITA, this requires source monitoring for possible temperature variations, but the final ISCN DGS instrument will use a ^4He neutron detector [21] to directly measure the



Endpoints

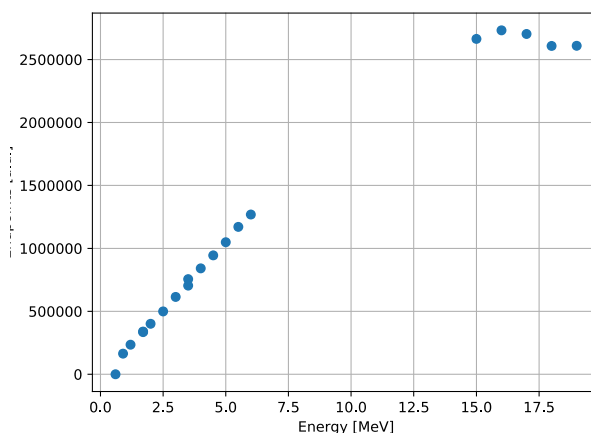


Figure 4. Top: EC/JRC-Geel MONNET beam-head (left orange arrows), ^4He detector (left blue arrow), source monitor (middle blue arrow), flux monitor (right blue arrow), and relative size scale (right orange arrow). Bottom: the detector voltage scale (vertical) compared to the beam energy (horizontal).

D-D source neutrons. This detector was calibrated in the ISCN JRR-3L laboratory before being sent to the EC/JRC-Geel (Belgium) site for characterization with the MONNET tandem accelerator (see Figure 4). Notably, the ^3He detectors used in DGDI will also be used in the final instrument to measure neutron signatures to supplement the DGS mass evaluation. Detectors placed near the irradiation position will evaluate prompt fission neutrons, which will also be measured with the ^4He detector [22]. Additional ^3He detectors will be placed near the measurement position to collect delayed neutrons emitted concurrently from the fission products. Subsequently, the final design will be called the Fission Signature Assay Instrument (FSAI) due to the comprehensive signatures beyond DGS.

Final analysis development will focus on sample effects, model validation, and application simulations. The ISCN is performing flux studies using a ^{252}Cf source and ^3He inside the Test Moderator that has variable HDPE and graphite positioning

capabilities. Activation foils are also being used in place of ^3He to study sample geometry effects within the Test Moderator and DGDI. Additionally, experiments using DGTS in PERLA will expand our sample composition difference studies by combining U and Pu samples under well-defined conditions [23]. The ISCN will send the Test Moderator to MONNET to study flux differences based on neutron starting energy (D-T vs. D-D) and angle distributions compared to isotropic ^{252}Cf source. These results will subsequently be used to validate the neutron flux model used for the FSAI [20]. Finally, an experiment to study delayed and prompt neutron counting in PUNITA will help validate our mass correlation expansion, again supplementing the data collected with the FSAI.

All of these experiments, including the early PUNITA timing and mass studies, are also being used to develop the ISCN Inverse Monte Carlo (IMC) analysis method. The ISCN Delayed Gamma-ray Spectroscopy Monte Carlo (DGSMC) uses ROOT [24] to calculate sample conditions, fission rates, decaying nuclei, and gamma-ray detection using various nuclear databases. Preliminary results [25,26] showed reasonable capabilities, though there are spectral differences for longer irradiation-measurement times [27]. We will finalize DGSMC comparisons and subsequently improve the code capabilities for automation in FSAI. This final version will then be used to optimize the interrogation timing pattern and perform systematic uncertainty analysis. DGSMC will also be used to guide our model studies of applying DGS to spent fuel assemblies. These will focus on fission rate and geometry differences compared to a homogeneous reprocessing plant solution sample, along with the associated instrumentation effects.

In summary, the ISCN has made significant progress with studies performed in collaboration with the EC/JRC. We have verified many interrogation conditions that are helping determine the final developments we need to perform. The ISCN is focusing our instrumentation on small samples of spent fuel solutions that will also include neutron signatures for improved fissile mass content verification. Finally, our experiments are clarifying the scope of the ISCN Inverse Monte Carlo analysis development and validation for spent fuel assembly verification.

References

- [1] United Nations, “Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons (NPT)”, <https://www.un.org/disarmament/wmd/nuclear/npt/text>, last accessed May 11, 2020.
- [2] International Atomic Energy Agency, “The structure and content of agreements

-
- between the agency and stated required in connection with the treaty on the non-proliferation of nuclear weapons”, INFCIRC/153, 1972.
- [3] International Atomic Energy Agency, “Model protocol additional to the agreement(s) between state(s) and the International Atomic Energy Agency for the application of safeguards”, INFCIRC/540, 1997.
- [4] IAEA, Safeguards Techniques and Equipment, International Nuclear Verification Series, Vol. 1 (Rev. 2). 2011.
- [5] IAEA, International Target Values 2010 for Measurement Uncertainties in Safeguarding Nuclear Materials, STR-368, 2010.
- [6] IAEA, Safeguards Glossary, International Nuclear Verification Series No. 3, 2001.
- [7] Greene, C., “Global Spent Fuel Overview”, INMM Spent Fuel Management Seminar, 2020.
- [8] Itoh, T. et al., Enhanced Cooperation Between SSAC and IAEA through Joint Operation of On-Site Laboratory for Safeguarding Rokkasho Reprocessing Plant (RRP), IAEA-CN-184, 2010.
- [9] Kureta, M et al., “Development of Active Neutron NDA Techniques for Nuclear Non-Proliferation Applications”, INMM 56th Annual Meeting, 2015.
- [10] Rodriguez, D.C. et al., Development of Delayed Gamma-ray Spectroscopy for Nuclear Safeguards (1): Project Overview”, INMM & ESARDA Joint Virtual Annual Meeting, 2021.
- [11] Campbell, L.W. et al., High-Energy Delayed Gamma Spectroscopy for Spent Nuclear Fuel Assay, IEEE Trans. on Nuclear Science 58 (1), 2011, 231-240.
- [12] Rodriguez, D.C. et al., Delayed Gamma-ray Spectroscopy: Instrument and Analysis Method Development, Workshop on Development of Active Neutron NDA Techniques, 2022.
- [13] Rodriguez DC, Anderson E, Anderson KK et al., “Measurement and Analysis of Gamma-Rays Emitted from Spent Nuclear Fuel Above 3 MeV”, Appl. Rad. and Isotopes 82, 2013, 181-187.
- [14] Chadwick, M.B. et al., ENDF/B-VII.1 Nuclear Data for Science and Technology: Cross Sections, Covariances, Fission Product Yields and Decay Data, Nuclear Data Sheets 112 (12), 2011, 2887-2996.
- [15] Van Siclen, C.DeW. et al., Phenomenological Model for Predicting the Energy Resolution of Neutron-Damaged Coaxial HPGe Detectors, IEEE Trans. on Nuclear Science 59 (5), 2012, 2487-2493.

-
- [16] Favalli A, et al., “Pulsed Neutron Facility for Research in Illicit Trafficking and Nuclear Safeguards,” Nuclear Science, IEEE Transactions on, 56(3), 2009, 1292–1296.
- [17] Rodriguez, D.C. et al., Evaluation of High-Energy Delayed Gamma-ray Spectra Dependence on Interrogation Timing Patterns, Nucl. Inst. and Methods 997, 2021, 165146.
- [18] Rossi. F. et al., Correlating the Fissile Mass of Standard Uranium Samples with Delayed Gamma Rays from Fission Products, Nucl. Inst. and Methods A 977, 2020, 164306.
- [19] Rodriguez DC, Abbas K, Koizumi M, et al., “Development and testing of a Delayed Gamma-ray Spectroscopy instrument utilizing Cf-252 neutrons evaluated for nuclear safeguards applications”, Nuc. Inst. and Methods 1014, 2021, 165685.
- [20] Rossi, F. et al., Model Design of a Deuterium-Deuterium Neutron Generator Moderator and Evaluation for Delayed Gamma-ray Nondestructive Assay for Safeguards Verification, J. of Nucl. Science and Technology 58 (3), 2021, 302-314.
- [21] Arktis Radiation Detectors Ltd., *S670: Fast Neutron Detector*, [Online], Available: https://www.arktis-detectors.com/fileadmin/user_upload/ARK-S670-FND-08218.pdf.
- [22] Lee, H.J. et al., “Developing Delayed Gamma-ray Spectroscopy for Reprocessing Plant Nuclear Safeguards: Neutron Detection System Development”, IEEE Nucl. Sci. Symposium, 2021.
- [23] Rodriguez, D.C. et al., Utilizing PUNITA Experiments to Evaluate Fundamental Delayed Gamma-ray Spectroscopy Interrogation Requirements for Nuclear Safeguards, J. of Nucl. Science and Technology 57 (8), 2020, 975-988.
- [24] R. Brun, F. Rademakers, “ROOT: An Object-Oriented Data Analysis Framework”, Nuc. Inst. and Methods A 389, 1997, 81-86.
- [25] Rodriguez, D.C. et al., Delayed Gamma-ray Spectroscopy Inverse Monte Carlo Analysis Method for Nuclear Safeguards Nondestructive Assay Applications, IEEE Nucl. Sci. Symposium, 2017, 3003.
- [26] Rodriguez, D.C. et al., Delayed Gamma-ray Spectroscopy for Nuclear Material Analysis 1: Progress Toward Developing Practical Nondestructive Assay Technology, INMM 60th Annual Meeting, 2019.
- [27] Rodriguez, D.C. et al., Delayed Gamma-ray Spectroscopy (DGS) Topics”, International Workshop on Iso. Analysis of U and Pu by Nondestructive Assay Tech. for Nucl. Safeguards, 2021, 16.

【報告：技術開発推進室 Douglas Chase Rodriguez】

4. コラム

4-1 「原子力法」とは何か

【「原子力法(Nuclear law)」とは何か】

筆者は、4月25日から29日までウィーン国際センター(VIC)で開催された国際原子力機関(IAEA)が主催する第1回「原子力法」会議をWebexにて東海村から傍聴参加した⁷⁹。「原子力法」の実務家(「原子力法」専門の在ウィーン代表部員、法曹)、研究者等何らかの形でIAEAに関係を有する者の報告が多い中、IAEAからの依頼により、当センターからは堀副センター長が招聘パネリストとして参加した⁸⁰。また、この会議開催に併せて「原子力法」についての本も出版され、具体的な内容については電子データで無料公開されている⁸¹。もっとも、「原子力法(Nuclear law)」の定義と言った詰めた議論はなかったものの、概ね、会議で取り上げられる文書から、「原子力法」は原子力に関係する条約やソフト・ロー⁸²を指すと解されて議論が行われていた。

会議冒頭にはグロッシェーIAEA事務局長が基調演説を行い、この会議に合わせて出版された「原子力法」に関する本のサイン会を行った。その直後にウクライナに出張して、攻撃を受けた原子力施設の現場を視察し、ウクライナの規制当局関係者との意見交換も行い、会議最終日には、ウクライナ出張から帰任したグロッシェー事務局長が閉会式の挨拶をして、トップ自らが力を入れている会議であるとの印象を受けた。では、この会議で取り上げられた「原子力法」を理解するために具体的な文書の例を見てみると、例えば、3S(Safeguards, Safety, Security)⁸³から見た「原子力法」、第一次規範・第

⁷⁹ 本稿の整理は必ずしも会議議題とも、原子力法書籍の章建てとも必ずしも一致しないが、会議議題上は概ね冒頭にウクライナに出張するグロッシェー事務局長が基調演説を行った後に、①原子力安全、②核セキュリティ、③原子力賠償、④保障措置、⑤新技術、⑥原子力新規建設の6つの全体セッション、①社会参加と透明性とそれらが原子力法に及ぼす影響、②他の分野の法のなかで原子力法の役割、③核不拡散と原子力の平和利用：検証と補完性の強化、④原子力法における立法支援と能力開発、⑤原子力と気候変動の5つの円卓会議、14の技術セッション、若手世代フォーラムで構成され、原子力法及び関連する法や社会事象、技術的課題に焦点を当てた議論が行われた。

⁸⁰ ISCN ニュースレター2022年5月号、「IAEA第1回原子力法に関する国際会議」参加報告、28頁-30頁。URL: https://www.jaea.go.jp/04/isdn/nnp_news/attached/0305.pdf#page=28 同報告者はIAEA出向経験者であり、座長からは同報告者のIAEA保障措置分野での長年の貢献について紹介された。

⁸¹ International Atomic Energy Agency, “Nuclear Law: The Global Debate,” T.M.C. Asser Press, 2022, pp.1-333. URL: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-94-6265-495-2.pdf> (as of 03 June 2022) なお、原子力法については経済財協力開発機構(OECD)の原子力機関(NEA)も原子力法についてフォローしており、“Principles and Practice of International Nuclear Law,” OECD-NEA, 2022, pp.1-152. 等が刊行されている。

⁸² Anthony Aust, “Modern Treaty Law and Practice,” Cambridge University Press, Third edition, 2013, p.49 ソフトローの定義には様々な説明があるが、本稿では議論を徒に複雑にしないように、同書にならい、たとえ shall のような強制力を有する表現が使われていても条約とはみなされない国際文書との理解で議論を進める。なお、報告の中にも Hard Law vs. Soft Law といった「原子力法」が条約とソフト・ローの双方からなるもので、その中での文書形態の選択につき論じるものもあった。

⁸³ G8 Hokkaido Toyako Summit Leaders Declaration, Hokkaido Toyako, 8 July 2008, para. 28. URL: https://www.mofa.go.jp/policy/economy/summit/2008/doc/doc080714_en.html (as of 6 June 2022)

かつて2008年に洞爺湖サミットの際に3Sという概念を日本が提唱して賛同を得たが、例えば原子力を導入する国は、Safeguards(保障措置)、Safety(原子力安全)、Security(核セキュリティ)をセットで整備すべきことを示した概念整理である。

二次規範の分類と「原子力法」等と関連分野を含めて鳥瞰を試みる。

(1) 3S から見た「原子力法」

先ず、保障措置(Safeguards)分野の関連では、核兵器不拡散条約(NPT)⁸⁴が重要であり、関連する国際機関を設立するIAEA 憲章⁸⁵がある。保障措置の実施のためには、NPT 非締約国との間で締結される核物質及び原子力資機材を中心に規制する66型保障措置協定⁸⁶、NPT 締約国のうち非核兵器国との間で締結される全ての核物質を対象とする153型保障措置協定⁸⁷、モデル追加議定書に従い交渉されて作成される追加議定書⁸⁸がある。更には、核兵器国が民生用原子力施設のみを適正リスト(eligible list)として申告して作成される自発的保障措置協定⁸⁹、少量議定書(SQP)⁹⁰がある。これらの協定はモデル協定を参照しつつ、IAEA 加盟国と交渉して合意した後IAEA 理事会で承認され、文書が確定後に各国が締結手続に入る。

⁸⁴ Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons (adopted 1 July 1968, entered into force 5 March 1970) 729 UNTS 161.

なお、NPT 第3条第1項は、「締約国である各非核兵器国は、原子力が平和的利用から核兵器その他の核爆発装置に転用されることを防止するため、この条約に基づいて負う義務の履行を確認することのみを目的として国際原子力機関憲章及び国際原子力機関の保障措置制度に従い国際原子力機関との間で交渉しかつ締結する協定に定められる保障措置を受諾することを約束する。この条の規定によって必要とされる保障措置の手続は、原料物質又は特殊核分裂性物質につき、それが主要な原子力施設において生産され、処理され若しくは使用されているか又は主要な原子力施設の外にあるかを問わず、遵守しなければならない。この条の規定によって必要とされる保障措置は、当該非核兵器国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、適用される。」と規定しており、核兵器の不拡散を実質的に担保する措置としてIAEA 保障措置を位置づけている。

⁸⁵ The Statute of the International Atomic Energy Agency (IAEA),(adopted 26 October 1956, entered into force 29 July 1957) 276 UNTS 3.

⁸⁶ IAEA Doc. INFCIRC/66/Rev.2, 16 September 1968, The Agency's safeguards system, as approved by the Board of Governors in 1965, and provisionally extended in 1966 and 1968.

⁸⁷ IAEA Doc. INFCIRC/153 (Corrected), 1 June 1972, The Structure and Content of Agreements Between the Agency and States Required in Connection with the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons.

⁸⁸ IAEA Doc. INFCIRC/540 (corrected), 12 October 1998, Model Additional Protocol Additional to the Agreement(s) between State(s) and the International Atomic Energy Agency for the Application of Safeguards.

この追加議定書によりIAEA は通常の検認に加えて補完的アクセスが実施可能になり、環境資料の採取等ができる。

⁸⁹ Voluntary offer agreement. 例えば、米国とIAEAの間ではthe Agreement of 18 November 1977 Between the United States of America and the Agency for the Application of Safeguards in the United States of America (INFCIRC/288)が締結されている。

⁹⁰ IAEA Doc. GOV/INF/276/Mod.1 1, 21 February 2006, The Standard Text of Safeguards Agreements in connection with the Treaty on the Non Proliferation of Nuclear Weapons Revision of the Standardized Text of the "Small Quantities Protocol".

IAEA とある国との間で、その国に規定の再少量以下の核物質しか存在せず、施設には核物質が全く存在しないことを前提にして締結された包括的保障措置協定(CSA)に対する議定書であり、同議定書締結の効果としてCSA の第II部の詳細規定の大部分の実施が停止される。なお、SQP と改正 SQP との相違点については、改正 SQP は冒頭報告、特定査察 ad hoc inspection)及び特別査察(special inspection)の留保が許容されず、IAEA の権限が強化されている。(IAEA 保障措置用語集、核物質管理センター、2001年、19頁及び「参考 1:少量議定書(SQP:Small Quantities Protocol)改定について」『核物質管理センターニュース』2021-01-06-02、4頁(URL: https://www.jnmcc.or.jp/Portals/0/2021-01-06-02_rev1.pdf (as of 06 June 2022)参照)。

また、その関連で NPT 第 7 条は非核兵器地帯条約に言及しており⁹¹、具体的にはトラテロルコ条約(ラテンアメリカ及びカリブ海地域核兵器禁止条約)⁹²、ラロトンガ条約(南太平洋非核地帯条約)⁹³、バンコク条約(東南アジア非核兵器地帯条約)⁹⁴、ペリンダバ条約(アフリカ非核兵器地帯条約)⁹⁵、セメイ条約(中央アジア非核兵器地帯条約)⁹⁶が作成され、全て既に発効済みである。それ以外も、非核地帯条項乃至は軍事施設の設置を禁止する条約もあり、具体的には宇宙条約⁹⁷、月条約⁹⁸、南極条約⁹⁹があり、将来的に月を含めた宇宙や南極等に原子力を推進力として研究観測に行く場合は、原子力の平和的利用に係る制限に留意する必要がある。

次に、原子力安全(Safety)分野との関係では、原子力の安全に関する条約(原子力安全条約)¹⁰⁰が先ず代表例として挙げられる。その他にも、原子力事故の早期通報に関する条約(早期通報条約)¹⁰¹、使用済燃料管理及び放射性廃棄物管理の安全に関する条約¹⁰²、原子力事故又は放射線緊急事態の場合における援助に関する条約(援助条約)¹⁰³がある他、この分野のソフト・ローとしていくつかの行動規範(code of conduct)もある¹⁰⁴。

更に安全に関連する分野については、気候変動を含む国際環境法や国際人権法

⁹¹ この関連で NPT 第 7 条は、「この条約のいかなる規定も、国の集団がそれらの国の領域に全く核兵器の存在しないことを確保するため地域的な条約を締結する権利に対し、影響を及ぼすものではない。」と規定し、非核兵器地帯について言及している。なお、1999 年国連軍縮委員会は非核兵器地帯ガイドラインを作成している。

UN Doc. A/54/42, Report of the Disarmament Commission, Annex I, Establishment of nuclear-weapon-free zones on the basis of arrangements freely arrived at among the States of the region concerned.

⁹² Treaty for the Prohibition of Nuclear Weapons in Latin America (the Treaty of Tlatelolco), (adopted 14 February 1968, Entered into force 22 April 1968) 634UNTS281.

⁹³ South Pacific Nuclear Free Zone Treaty (Rarotonga treaty), (adopted 11 December 1986, entered into force 11 December 1988) 1445UNTS177.

⁹⁴ Treaty on the Southeast Asia Nuclear Weapon-Free Zone (Bangkok treaty), (adopted 15 December 1995, entered into force) 1981UNTS129.

⁹⁵ African Nuclear Weapon-Free-Zone Treaty (Pelindaba Treaty), (adopted 11 April 1996, entered into force 27 March 1997) 1981UNTS153.

⁹⁶ Treaty on a Nuclear-Weapon-Free Zone in Central Asia (Semei treaty), (adopted 8 September 2006, entered into force 21 March 2009) 2970UNTS91.

⁹⁷ Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies (Outer Space Treaty), (adopted 27 January 1967, entered into force 10 October 1967) 610UNTS205.

⁹⁸ Agreement governing the Activities of States on the Moon and Other Celestial Bodies (adopted December 17, entered into force 11 July 1984) 1363UNTS3.

⁹⁹ Antarctic Treaty (adopted 1 December 1959, entered into force 23 June 1961) 402UNTS 71.

¹⁰⁰ IAEA Doc. INFCIRC/449, 04 August 1994, The Convention on Nuclear Safety (CNS), 1963 UNTS 293.

¹⁰¹ IAEA Doc. INFCIRC/335, 18 November 1986, Convention on Early Notification of a Nuclear Accident, 1439 UNTS 275.

¹⁰² IAEA Doc. INFCIRC/546, 24 December 1997, Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management, 2153 UNTS 303.

¹⁰³ IAEA Doc. -INFCIRC/336, 18 November 1986, Convention on Assistance in the Case of a Nuclear Accident or Radiological Emergency, 1457 UNTS 133.

¹⁰⁴ 例えば、放射線源の安全及びセキュリティに係る行動規範(Code of Conduct on the Safety and Security of Radioactive Sources)、研究炉の安全に係る行動規範(Code of Conduct on the Safety of Research Reactors)が具体例として挙げられる。URL: <https://www.iaea.org/topics/codes-of-conduct> (As of 7 June 2022)

等にも関連してくる。先ず放射能が漏れたりすると環境問題になるので¹⁰⁵、それは国際海洋法裁判所(ITLOS)に訴の提起があった MOX プラント事件¹⁰⁶を見ても、国際環境法のみならず国連海洋法条約¹⁰⁷も場合により関係する。また、不幸にも何らかの形で人が被曝してしまった場合にはその人の身体障害が生じる可能性もあり、生活の質の低下は避けられない。このため射程の広い経済的、社会的及び文化的権利に関する国際規約¹⁰⁸等の人権条約が適用される可能性もある上に、より具体的には障害者権利条約¹⁰⁹の適用可能性も出てくる。

3S の最後に核セキュリティ(Security)分野の事例について、条約としては、先ず、核物質防護条約¹¹⁰及び改正同条約¹¹¹が挙げられる。後者は今年の3月末に第1回運用検討締約国会議が開催されて、条約実施の妥当性(adequacy)等が議論された他、核セキュリティ実施状況や条約の要請する犯罪化に係る国内法の紹介等について広く議論されていた。現時点では非公開事項も多いが、核セキュリティと言った原子力施設のセキュリティに係る条約の会議であり、致し方ない面もあるものの、例えば、今後例年9月に開催されるIAEA総会等の機会に関連する報告書に詳細が公表される可能性もある。また、国連で交渉された核テロ防止条約¹¹²も関連しうるが、特に核セキュリティとの関連では、核セキュリティ事案を抑止する効果もある。それ以外には、ソフト・ロー形式のガイダンスとして機能する核セキュリティ・シリーズ文書(NSS)が挙げられる¹¹³。

¹⁰⁵ 特に放射線安全については、国際放射線防護委員会(ICRP)勧告をもとにIAEAが各種安全原則・勧告を发出している。

¹⁰⁶ ITOLOS, The Mox Plant Case (Ireland v. United Kingdom), Provisional Measures, Order of 3 December 2001, pp.95-112, URL: https://www.itlos.org/fileadmin/itlos/documents/cases/case_no_10/published/C10-O-3_dec_01.pdf (as of 3 June 2022)

¹⁰⁷ United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS), (adopted 10 December 1982, entered into force 16 November 1994), 1833UNTS3; 1834UNTS3; 1835UNTS3.

国連海洋法条約第12部は海洋環境の保護及び保全について規定しており、放射能による汚染が生じた場合には同条約等が関係しうる。

¹⁰⁸ International Covenant on Civil and Political Rights (adopted 16 December 1966, entered into force 23 March 1973) 999UNTS171.

¹⁰⁹ Convention on the Rights of Persons with Disabilities (adopted 13 December 2006, entered into force 3 May 2008) 2515UNTS3.

¹¹⁰ IAEA Doc. INFCIRC/274/Rev. 1 May 1980, Convention on the Physical Protection of Nuclear Material (CPPNM).

¹¹¹ IAEA Doc. INFCIRC/274/Rev.1/Mod. 1 (Corrected), 18 October 2021, Amendment to the Convention on the Physical Protection of Nuclear Material.

¹¹² International Convention for the Suppression of Acts of Nuclear Terrorism (ICSANT), 2445 UNTS 89 (adopted adopted on 13 April 2005 and entered into force on 7 July 2007).

¹¹³ 核セキュリティ・シリーズ(Nuclear Security Series)は、核セキュリティ基本書(Nuclear Security Fundamentals)、勧告(Recommendations)、実施ガイド(Implementing Guides)、技術ガイダンス(Technical Guidance)の4種類の文書からなり、例えば最近では「原子力施設のためのコンピューター・セキュリティ技術(Computer Security Techniques for Nuclear Facilities)」等が挙げられる。なお、NSSのNo.13(INFCIRC/225)は二国間原子力協力協定上で引用されているケースがあり、間接的に義務を生じる文書となっている。

URL: <https://www.iaea.org/publications/search/type/nuclear-security-series> (as of 7 June 2022)

(2) 第一次規範・第二次規範¹¹⁴の分類と「原子力法」

因みに、これらの核セキュリティの 3 条約とも対テロ条約であり、「訴追するか、引き渡すか(aut dedere, aut judicare)」の原則等他の対テロ条約にも出てくる条項も含まれている。もっとも、対テロ条約の適用範囲は国家ではなく非国家主体が対象であるため、武力紛争が発生すると対テロ条約ではなく、原子力施設にも国際人道法が適用される¹¹⁵。このため、ウクライナでの原子力施設等の警備に対して、「正体不明の武装勢力」により石棺化施設の周辺にある無人化区域で戦闘行為が発生した時点ではどの程度の烈度かにもよるが、テロ組織かもしれないので、この条約が適用されるが、更にこれがロシア軍による武力紛争の一環と確実に確認された段階からは国際人道法の適用対象になる。即ち、武力紛争が発生した段階で適用される法の位相が変わる。原子力発電所に明示的に言及したジュネーブ諸条約第1追加議定書¹¹⁶第 56 条第 1 項¹¹⁷は、危険な威力を内蔵する工作物及び施設の保護を講じている。ここで問題になるのが、どの段階で武力紛争が発生するのかであるが、個々の事例毎に判断するしかないのが実情である。

視点を変えて上述の国際人道法を第一次規範とした場合の第二次規範である国際刑事法の観点から見ると、旧ユーゴスラビア国際刑事裁判所(ICTY)の判例では *Prosecutor v. Boškoski & Tarčulovski* (IT-04-82)¹¹⁸ 事件上訴審の判決が武力紛争の定義の代表的な判例法として挙げられる。即ち、「武力紛争は国家間、又は政府当局及び組織された武力集団の間、又はある国家内のそのような集団の間で武力に訴えること。」と定義している。更に、①紛争の烈度、②紛争当時者の組織のレベルの 2 点を武力紛争に該当するか否かの判断基準としている。このように、例えば、改正核物質防護条約の適用を巡っても、関係する国際人道法、国際刑事法、更には判例法まで理解しないと、全体像の理解が困難であることがわかる。

¹¹⁴ 法学者ハート(Hart)が『法の概念(The Concept of Law)』で提唱した概念であり、一定の行為を行う又は制限禁止する義務を課す通常の国家の行為規範をなすのが「第一次規範」であり、具体的には対テロ条約及び国際人道法等が該当する。また、この規則が破られた時に適用される「第二次規範」に相当するとして、違反行為を処罰する国際刑事法や損害賠償法等が該当する。

¹¹⁵ 改正核物質防護条約第 2 条 4 項(b)は、「国際人道法の下での武力紛争法の活動とされている活動であって、国際人道法によって規律されるものは、この条約によって規律されない。(以下略)」と規定されている。更に、核テロ防止条約第 4 条 2 項にも、類似の除外規定が置かれている。

¹¹⁶ Protocols Additional to the Geneva Conventions of 12 August 1949, and relating to the Protection of Victims of International Armed Conflicts (Protocol I), 1125 UNTS 609 (adopted on 8 June 1977 and entered into force on 7 December 1978).

¹¹⁷ 同議定書第 56 条は、「危険な威力を内蔵する工作物及び施設、すなわち、ダム、堤防及び原子力発電所は、それらのものが軍事目標である場合にも、その攻撃が、危険な威力を放出して、その結果文民たる間に、重大な損失を生じさせる場合には、攻撃の対象としてはならない。これらの工作物又は施設の場所又はその直近地域に所在する他の軍事目標は、その攻撃がこれらの工作物又は施設から危険な威力を放出させその結果文民たる住民の間に重大な損失を生じさせる場合には、攻撃の対象としてはならない。」と規定しているものの、あくまで保護の対象は原子力発電所であり、更に同条には保護が一定の条件の下で解除される規定もある。しかしながら、国際的武力紛争である限り、国連憲章第 2 条 4 項の武力行使の禁止は一般の原子力施設であっても適用される(その関連で、厳密には、同議定書第 56 条は国際的武力紛争を対象にした第一追加議定書の規定であり、非国家主体が関係する非国際的武力紛争については第 2 追加議定書が適用される)。

¹¹⁸ ICTY Doc. *Prosecutor v. Boškoski & Tarčulovski* (IT-04-82), 19 May 2010, pp.8-9, paras.21-23.

URL: https://www.icty.org/x/cases/boskoski_tarculovski/acjug/en/100519_ajudg.pdf (as of 30 May 2022).

また、上記の 3S 以外の「原子力法」の第二次規範の例を見ると、原子力賠償条約の事例が挙げられる。具体的にはこれまで 3 条約が作成されている。先ず、パリ条約¹¹⁹及び同条約改正議定書がある。元の条約は人身、財産への損害しか賠償対象でなかったが、改正議定書は損害賠償の範囲を拡大した上で、7 億ユーロまで最低責任限度額を上げている。また、ウィーン条約¹²⁰及び同条約改正議定書もあり、両条約とも発効し、改正議定書では損害賠償の範囲が拡大され、経済的損失や環境回復費用等もカバーされている他¹²¹、最低責任賠償額も 3 億 SDR に増額されている。加えて、原子力損害の補完的な補償に関する条約¹²²が既に発効している。パリ条約、ウィーン条約に加えて締結可能であり、最低賠償責任限度額は 3 億 SDR であり、賠償の範囲も上記両議定書と同様に広くカバーされている。また、条約制度が破綻しないように事故時の各締約国による拠出についても規定されている。なお、これらの条約は全て事故発生国に裁判管轄権を集中させている。もっとも、こうした条約以外にも、国際法委員会及び国連総会が採択した一般国際法の国家責任条文¹²³も参照される可能性があるので、要注意である。

(3) 結びにかえて

このように、「原子力法」と言っても、実は関連する文書は多く、その外縁には関係する分野の国際法がある。

以上を踏まえると、例えば、武力紛争が関係すると、国際人道法の違反者を国際刑事事法により訴追する必要も出て来る他、その後の被害国への賠償問題等も発生してくる。このように「原子力法」を十分に理解するためには、原子力の基礎的な技術側面の理解が前提となり、上述のようにある程度包括的な法的知識に熟知する必要があると今回の会議に参加して痛感した。もう一つ感じたことは、「原子力法」という章は殆どの国際法の教科書には設けられていないが、他方で、上記に上げた国際法以外にも EU 法等の地域的な法体系にも関係するのみならず、各国国内法にもこれらに対応する法令が存在している¹²⁴。このため現実問題として「原子力法」の専門家が必要とされ、

¹¹⁹ the Convention on Third Party Liability in the Field of Nuclear Energy of 29 July 1960, (956 UNTS 251); amended by the Additional Protocol of 28 January 1964 (adopted on 28 January 1964 and entered into force on 01 April 1968) 956 UNTS 355; 2004 Protocol to Amend the Brussels Supplementary Convention on Nuclear Third Party Liability (available at: www.oecd-nea.org/law/paris_convention.pdf).

¹²⁰ 1963 Vienna Convention on Civil Liability for Nuclear Damage (adopted on 21 May 1963 and entered into force on 12 November 1977) 1063 UNTS 265; 1997 Protocol to Amend the Vienna Convention on Civil Liability for Nuclear Damage (adopted on 12 September 1997, entered into force on 04 September 2003) 2241 UNTS 302.

¹²¹ 具体的には、当初のパリ条約及びウィーン条約は人身、財産への損害が損害賠償に限定されていたのが、改正議定書及び原子力損害補完的保障条約では人身・財産への損害、経済的損失、環境回復費用、損害拡大予防措置の費用、逸失利益に拡大されている。

¹²² 1997 Convention on Supplementary Compensation for Nuclear Damage (adopted on 12 September 1997, entered into force on 15 April 2015) 36ILM1473.

¹²³ U.N. Doc. A/56/10 (2001), Draft articles on Responsibility of States for Internationally Wrongful Acts, with commentaries 2001, URL: https://legal.un.org/ilc/texts/instruments/english/commentaries/9_6_2001.pdf (as of 03 June 2022).

¹²⁴ 例えば、日本の場合は 2 分冊の『原子力規制関連法令集』に關係する国内法令が掲載されている他、損害賠償の分野では「原子力損害の賠償に関する法律」(昭和 36 年法律第 147 号、最終改正令和 3 年法律第 30 号)等があり、国際法分野の「原子力法」に対応する日本の国内法令のみを見ても膨大な分量になる。

今回の会合にもエネルギー法関係者が日本から参加していたが、実務上の要請からも大学院等で一定数の「原子力法」の専門家を育成していく必要があるものと思われる。

【報告： 計画管理・政策調査室 福井 康人】

4-2 ISCN newcomer シリーズ ～辻田 蓮～

読者の皆様、初めまして。この度 ISCN newcomer シリーズということで筆を執らせていただく運びとなりました、辻田蓮と申します。今回、経歴と趣味という形で自己紹介を致します。

● 経歴：

生まれは埼玉、育ちは神奈川です。生まれは、と言っても物心つく前に引っ越して、二年弱を除いて高校卒業まで田園都市線沿いに住んでいました（※神奈川の間は出身を県ではなく市や電車の路線で考える悪癖があります。小学校で「神奈川の歴史」ではなく「川崎の歴史」をやる所為ではないかと思えます）。

小学四年生の時に父の海外転勤が決まり、それから二年弱の間は米国にいました。当時の私はぎりぎりローマ字を習ったくらいで、“q”の字が分からない有様でした。幸いにも他言語話者向けの特別クラス（芸術科目・数学等を除く時間単位で受ける）がある学校だったため、そこにお世話になりながらなんとか通っていました。その後日本に帰ってきて（米国にいたのが十月ー六月だったため、夏休みの宿題から逃れられたのは一度のみでした）、今度はさっぱり漢字が書けないことに苦しんだりもしました。

前述の二年以外は小中と地元の公立校に通い、高校は東京の私立国際基督教大学高等学校に進みました。英語に強い高校でかつ帰国子女枠が利用できたこと、それから数学の入試問題が誘導形式になっていて、過去問を解いていて楽しかったことが決め手でした。今から思うと狂気の沙汰ですが、実家から高校まで電車四本を乗り継いで一時間半以上かかります。もっと遠くから通いながら朝練もある部活に入る猛者も友人にはいましたが、生憎自分にはそこまでの気力がなかったので部活には入りませんでした。

大学受験の時点では宇宙論に興味があって東北大学に進学を決めましたが、その後結晶に興味が出て物性実験に進みました。学部では 1K 以下の極低温環境におけるセリウム化合物の物性測定を、結晶の作成から行いました。修士課程では同大学の金属材料研究所に属する、より結晶成長に特化した研究室に進み、シリコン結晶の融液成長に関する研究に携わりました。そして本年度四月付で JAEA に新卒として採用され、CTBT・輸送支援室、輸送支援チームに配属になりました。

- 趣味:

「趣味は読書です」というとよくある話ではありますが、出かける際には全員の鞆に本が入っている家で育ちました。一度買った本を捨てることもなかなかしないので、実家の本棚には年の離れた妹でも十年は前に卒業した厚紙の絵本がまだ眠っているはずです。学生時代も毎日のように図書室に通い詰めるので司書や図書委員の方に顔を覚えられ、無事に本棚から本をあふれさせる人間に育ちました。所謂ネット小説を含めていいのであれば、小学生の頃から本を読まなかった日はないのではないかとさえ思います。

今では本棚の端から端まで広く浅く、というような読み方をしていますが、幼少期はそうでもありませんでした。何度も何度も繰り返し読んだ思い出の本というものもあります。ただこの思い出の本、食事中に開いたりお風呂に持ち込んだりして怒られることも多く、あまり丁寧な扱いはしていませんでした。

レコード由来の言葉で「擦り切れるほど」という表現があります。経験上、これを本に当てはめると「(ハードカバーの)背表紙が外れるほど」になります。扱いに気を遣わず読み込んだ本というのは、まずカバーがボロボロになって外れ、次に表紙の縁が擦れてほつれていきます。その次に背表紙が外れるともう寿命まで秒読みで、もう支えが糊と紙一枚しかないので遠からぬうちに表紙が外れるか、真っ二つになってしまいます。一部は折悪く海外にいたころに表紙が取れてしまい、仕方がないので暫くの間そのまま読み続けていました。流石に二つに割れたり表紙が無くなったりしたものは買い替えられたので、そのものはもう残っていません。

読みたい本をすべて買うといくらお金があっても足りないので、学生時代はずっと図書館のお世話になっていました。また、大学時代には本を山ほど抱えても歩ける距離に大きな書店があったので、買いたい本があるときには(他の本に目移りすることが分かっているので三-五倍くらいの予算を抱えて)そこを利用していました。一般書(詩歌と小説以外の本)のうち歴史——というか文化風俗に関わるものや、古典哲学書を買うことが多いです。小説だと SF とファンタジーが好きで、(玉石混合とはいえ)ネット小説の方が気軽に探せるので専らそちらを読んでいます。

- 最後に

以上で私の自己紹介とさせていただきたいと思います。社会人一年目、それも大学では輸送とも原子力とも全く関係のないことを勉強していた身ゆえ、至らない点多々あるかと思えます。ご指導ご鞭撻のほどよろしくお願い致します。

【報告: CTBT・輸送支援室 辻田 蓮】

編集後記

ずいぶん昔であるが、社会人になり数年したころ、とある数日間泊まり込みの外部研修を受けることとなった。その中の講義の1つで、「日本人は、Uncontext People だ。」という講師の指摘が今も記憶に残っている。辞書にはない言葉であるが、要するに、日本人は「察して」の、一方の欧米人は「伝えるべきこと(文脈、状況=Context)は明確に」の文化的背景を持つとのこと。講師は日本の大学で比較文化学の教授を務める米国人(彼の日本滞在歴は数十年で、教え子の結婚式スピーチまでこなすほど、流暢な日本語を話す。が、講義はすべて英語。)で、彼の研究から導き出した考察だという。確かに、欧米人は物事をストレートに言うので、戸惑うことは未だに多々ある。

参加した研修の主旨は、海外で活躍する際の効果的なプレゼンテーションスキル向上であり、これを実現するために、「言わなくてもわかるに違いない」ではなく、前述のような我々の「察してもらいたい」という概念を手放してしましましょう、というもの。一方で、日々の技術開発や研究業務では、ある公開・公知・実験の情報から得られる事実(状況・属性=Context)から、これらに潜む現象の発生原理(=Uncontext)と効果を導出することは重要なことで、どちらか大事か、ではなく、どちらもバランスよく使いこなすことの必要性は常々感じるところである。

とは言え、これら両立は難しいもので、ここ2年ほどで主流となった Web 会議では、発言の「間」を掴み、Context のある発信には、未だ苦勞している。様々な機能が追加されていく中、自慢のハイテクを駆使して、場の雰囲気を読むための「間取りゲージ」のようなものがあれば・・・、とサービス向上に淡い期待を寄せている。

現職の調査・分析業務の一環で、国内外の関係する各種情報の収集・検討を進めているが、ここ最近、欧州での不幸な出来事をネットや報道などを通じて見聞きする機会が多い。上記のように努めつつも、画面越しでの「事実」だけでなく、様々なフェイクニュースが飛び交う中でも、その内側にある「真実」を知るため、むしろ Uncontext を求め続けたいと思う。なお、冒頭の研修成果(発信の Context 強化)については、あえて触れないでいただきたい。

(T.N)

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: 2022 年 6 月 30 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)