



ISCN Newsletter

(ISCN ニュースレター)

No.0305

May, 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	4
1-1 夏期休暇実習生の募集及び「ISCN 夏の学校 2022」のご案内	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-(1) 改正核物質防護条約運用検討締約国会議の結果概要	5
2022年3月28日～4月1日にウィーンで開催された改正核物質防護条約運用検討締約国会議の結果の概要を紹介する。	
2-1-(2) 上記会議における米国、EU及び中国のナショナル・ステートメント等の概要と、有志国による共同声明について	6
上記会議における米国、欧州連合(EU)及び中国のナショナル・ステートメント等の概要と、有志国が発出した露国によるウクライナの原子力施設に対する行動等に係る共同声明の内容を紹介する。	
2-2 米国バイデン政権の2023会計年度(FY2023)予算教書 エネルギー省(DOE)国家核安全保障庁(NNSA)の「防衛核不拡散」要求	13
米国エネルギー省(DOE)国家核安全保障庁(NNSA)のFY2023予算要求のうち、核不拡散、拡散対抗、及び核テロ対策に係る活動予算である「防衛核不拡散」の要求内容等を紹介する。	
2-3 革新炉ワーキンググループ第1回会合の開催	18
2022年4月、資源エネルギー庁 総合エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会の下に設置された革新炉ワーキンググループの第1回会合が開催された。同会議で示された革新炉開発の価値及び特徴に関して現在考えられている知見の概要や、核不拡散・核セキュリティの課題等について紹介する。	
3. 技術紹介	21
3-1 統合非破壊測定装置 Active-N の開発	21
高線量核燃料物質の非破壊測定法を確立するため JAEA で開発を行ってきた統合非破壊測定装置 Active-N の概要と、Active-N を用いて実施したアクティブ中性子法の試験結果について述べる。	
4. 活動報告	28
4-1 「IAEA 第1回原子力法に関する国際会議」参加報告	28
2022年4/25～29、ハイブリッドで開催された IAEA が主催する原子力法に関する国際会議(First International Conference on Nuclear Law: Global Debate)に参加したところ、その概要を報告する。	
4-2 「ESARDA 年次会合」参加報告	30
2022年5/2～5、ハイブリッドで開催された欧州保障措置技術開発協会(ESARDA)第44回年次会合に参加したところ、その概要を報告する。	

5. コラム ----- 33

5-1 ルーマニアの核不拡散関連事情 ----- 33

外務省勤務時代在ルーマニア日本大使館に勤務した経験から、ルーマニアの核不拡散関連事情を中心に紹介する。

1. お知らせ

1-1 夏期休暇実習生の募集及び「ISCN 夏の学校 2022」のご案内

日本原子力研究開発機構では、大学及び高等専門学校生を対象に夏期休暇実習として学生の皆様に原子力について広く学ぶ機会を提供する取り組みを毎年行っております。昨年度は、ISCNにおいて5テーマで募集し、4テーマに4名の実習生を受け入れました。今年度もISCNでは7月25日(月)～10月31日(金)の期間、5つのテーマで夏期休暇実習生を募集します。受入期間はテーマごとに異なりますが、この期間内で相談可能です。

また、夏期休暇実習の機会をさらに活用していただく取り組みとして「ISCN 夏の学校 2022」を開校します。これはISCNのテーマに参加される夏期休暇実習生を対象として、実習生同士で交流しつつ、核不拡散・核セキュリティ分野の理解を深めて互いに議論ができるような場を提供することを目的としています¹。

夏の学校 2022 初日のオリエンテーションと最終日の実習成果報告会を参加必須プログラムとし、それ以外に原子力機構の施設見学や実習生同士で協力して取り組む「プロジェクト活動」(実施内容は実習受入決定後にお知らせします)などの任意参加のプログラムを用意いたします。施設見学以外は、オンラインでの参加も可能となっております。実習生受入テーマやスケジュール等、「ISCN 夏の学校 2022」プログラム詳細につきましては、ISCN ホームページをご覧ください。

「ISCN 夏の学校 2022 のご案内」:

<https://www.jaea.go.jp/04/iscn/activity/2022-08-18/announce.html>

「令和4年度 JAEA 夏期休暇実習生募集要領」:

<https://www.jaea.go.jp/saiyou/internship/64/>

核不拡散・核セキュリティは学際的な幅広い分野であり、ISCN で体験できる実習も技術的なものから政策研究、人材育成等、様々です。ISCNでの夏期休暇実習に加えて「ISCN 夏の学校 2022」にも参加頂くことで、ISCNの様々な活動に触れ、核不拡散・核セキュリティ分野の実務、さらにはその背後に広がる国際社会を垣間見ることのできる機会とすることを目指しています。核不拡散・核セキュリティに関する講義や国際機関勤務経験者との意見交換、核セキュリティ実習や施設見学などを通じた幅広い経験をして頂くとともに、プロジェクト活動などを通じて、実習生の皆様がそれぞれ取り組まれた実習から得た知識・経験や各種プログラムで得た気づきを持ち寄り、意見交換や交流を行って頂くことで、核不拡散・核セキュリティや国際社会に対するご自身の考えを深めて頂くことを期待しています。この機会に、学生の皆様の積極的な参加をお待ちしております。

¹ 「ISCN 夏の学校 2021」については、ISCN ニュースレターNo.0298 をご参照下さい。

URL: https://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp_news/attached/0298.pdf

2. 核不拡散・核セキュリティに関する動向(解説・分析)

2-1-(1) 改正核物質防護条約運用検討締約国会議の結果概要

2022年3月28日～4月1日にウィーンで開催された改正核物質防護条約(改正CPPNM²)運用検討締約国会議の結果についてその概要³を以下のとおり紹介する。

1. 開催期間及び場所:

2022年3月28日～4月1日、IAEA本部(オーストリア、ウィーン)

2. 開催目的:

現時点の状況に照らして、改正された条約の実施と、前文、運用部分全体、及び附属書に関して、その妥当性の検討

3. 締約国:

核物質防護条約(オリジナル):164か国、改正核物質防護条約:129か国

4. 会議への参加国:

106か国(改正核物質防護条約締約国)、オブザーバー参加国:24か国(17か国が核物質防護条約(オリジナル)締約国で、7か国はどちらの条約の締約国でない)、オブザーバー参加した国際機関:6つの機関(アラブ原子力エネルギー機関、湾岸協力理事会(GCC)、EU、IAEA、ICPO、UN)、オブザーバー参加したNGO:11組織(アラブ安全保障研究所、Fundación Argentina Global、キングスカレッジロンドン(応用安全保障研究所)、核脅威イニシアチブ(NTI)、Nuclear Transport Solutions(NTS)、地球規模問題に取り組む国際議員連盟、ヘンリーL.スティムソンセンター、メルボルン大学(原子力とグローバルガバナンスに関するプロジェクト)、ウィーン軍縮不拡散センター(VCDNP)、世界核セキュリティ協会(WINS)、世界原子力輸送協会(WNTI))

5. 会議の概要

- ① 会議は、IAEAの事務局長であり、会議の事務局長を務めたラファエル・マリアーノ・グロッシー氏によって開会された。
- ② 会議は、スイスのベンノ・ラグナー大使とナイジェリアのスレイマン・ダウダ・ウマル大使が議長を務め、副議長として、北米地域、ラテンアメリカ地域、西ヨーロッパ地域、東ヨーロッパ地域、アフリカ地域、中東及び南アジア地域、東南アジア及び太平洋地域、極東地域から副議長が選出された。日本からは、極東地域を代表して、引原ウィーン代表部大使が副議長として選出された。

² IAEA, “Unofficial consolidated text of the Convention on the Physical Protection of Nuclear Material, as amended on 8 July 2005”. URL: <https://www.iaea.org/sites/default/files/22/01/acppnm-unofficial-consolidated-text.pdf>

³ IAEA, “Conference of the Parties to the Amendment to the Convention on the Physical Protection of Nuclear Material 2022”, URL: <https://www.iaea.org/events/acppnm2022>

- ③ 改正核物質防護条約の締約国、オリジナルの核物質防護条約の締約国であるが改正の締約国ではない国、及びいずれの条約の締約国ではない国によってナショナルステートメントがなされ、また、国際機関からもステートメントがなされた。
- ④ それに続き、改正された条約の実施状況に照らして、この条約の前文、本文及び附属書の妥当性を検討するため、物理的防護に関するセッション、国際協力に関するセッション、犯罪化に関するセッション、法規制に係るセッションが行われ、検討がなされた。物理的防護に係るセッションでは、日本から原子力規制庁が現況を報告した。
- ⑤ 非政府組織のセッション、核物質防護条約と同改正のさらなる普遍化を促進するためのセッションが持たれた。
- ⑥ 最終日には成果文書の採択が行われた。

6. 改正された条約の実施と妥当性のレビュー

一般的な状況に照らして、前文、運用部分全体及び附属書に関して、改正核物質防護条約が適切であるという結論に達し、成果文書⁴を採択して会議は終了した。

なお、成果文書では、必要な数の締約国が、改正核物質防護条約第 16.2 条に従い、寄託者として IAEA 事務局長に次の会議を召集するよう要請したことが記載されており(パラ 41)、何年か後に再び運用検討締約国会議が招集される見込みである。

【報告：センター長 直井 洋介】

2-1-(2) 上記会議における米国、EU 及び中国のナショナル・ステートメント等の概要と、有志国による共同声明について

【概要】

上記会議における米国、欧州連合(EU)及び中国のナショナル・ステートメント等^{5,6}の概要と、今次会議開催中に有志国が発出した露国によるウクライナの原子力施設に対する行動等に係る共同声明の内容を紹介する。

⁴ IAEA “2022 Conference of the Parties to the Amendment to the Convention on the Physical Protection of Nuclear Material, Outcome Document”, ACCPNM/RC/2022/4,
URL: https://www.iaea.org/sites/default/files/22/04/english_acppnm_rc_2022_4_outcome_document_approved.pdf

⁵ 米国及び中国は「ナショナル・ステートメント」、EU は「ステートメント」であるが、以降では一括して「ナショナル・ステートメント等」と記載。

⁶ ホームページで一般公開されているもの。

ナショナル・ステートメント等について、米国⁷、EU^{8,9}及び中国¹⁰はいずれも、現況に照らして改正 CPPNM は適切であり、条約の普遍化や今後も運用検討締約国会議の開催を継続していく必要性等を強調した。また米国及びEUは、昨今の露国によるウクライナ侵攻と同国の原子力施設への行動に対する強い非難を露わにし、さらにEUは、平和的目的の原子力施設に対する軍事攻撃を禁止する法的拘束力のある国際的なルール必要性にも言及した¹¹。一方で中国は、国家主体による原子力施設への軍事力の行使等は改正 CPPNM の範疇外であると述べ、一方でIAEAが問題解決のための支援を行うことを支持し、また関係国に対しウクライナの核物質と原子力施設の安全とセキュリティ確保のために慎重に行動するよう促した。

有志国による共同声明は、在ウィーン国際機関EU代表部が、EU加盟国27か国と上記のEUステートメントに加わった12か国、そして豪加日韓英米ウクライナ等17か国の計56か国及びEUの総意として取りまとめ、今次会議最終日の4月1日付でIAEAに提出し、IAEA加盟国に回覧を求めたものである。声明は、計10パラグラフからなり、今次会議の目的である改正 CPPNM の評価等とは別に、露国によるウクライナの軍事侵攻を非難すると共に、露国に対して、「安全及び核セキュリティを確保する上で不可欠な7つの柱」とIAEA憲章を完全に遵守し、改正 CPPNM の規定または精神に反するいかなる行動も止めること等を求めている。なお本共同声明は、IAEAから同日付でINFCIRC/987¹²として発出された。

⁷ ボニー・ジェンキンズ国務次官(軍備管理・国際安全保障担当、大使)による言及。U.S Mission to International Organizations in Vienna, “A/CPPNM Review Conference – U.S. National Statement”, 28 March 2022, URL: <https://vienna.usmission.gov/a-cppnm-review-conference-u-s-national-statement/?msclkid=4de5f8b1c6af11eca449afe66c65d58a>

⁸ Delegation of the European Union to the International Organisations in Vienna, “EU Statement on the 2022 Conference of the Parties to the Amendment to the Convention on the Physical Protection of Nuclear Material (A/CPPNM) delivered in Vienna on 29 March 2022”, URL: https://www.eeas.europa.eu/delegations/vienna-international-organisations/eu-statement-2022-conference-parties-amendment-0_en?s=66

⁹ EU加盟の27か国に加え、トルコ、北マケドニア、モンテネグロ、アルバニア、ボスニア・ヘルツェゴビナ、アイスランド、リヒテンシュタイン、ノルウェー、ウクライナ、モルドバ、ジョージア及びサンマリノの12か国によるステートメント。

¹⁰ 在ウィーン国際機関中国政府代表部の王群(Wang Qun)全権大使の言及。“Statement delivered by Ambassador Wang Qun under item of the National Statement at the Conference of the Parties to the Amendment to the Convention on the Physical Protection of Nuclear Material(A/CPPNM)”, 28 March 2022, URL: http://vienna.china-mission.gov.cn/eng/hyyfy/202203/t20220329_10656785.htm

¹¹ 改正核物質防護条約は、第2条4(b)で、国際人道法(注:武力紛争の際に適用される原則や規則を網羅したもの)の下で武力紛争における軍隊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)、と規定している。つまり今次露国によるウクライナ侵攻のような国家による武力紛争は、改正核物質防護条約の適用対象外である。故にEU代表の新たなルールに係る発言や、また今次会議では露国によるウクライナの原子力施設に対する活動について何ら議論されなかったものと推測される。

¹² IAEA, “Communication dated 1 April 2022 received from the Delegation of the European Union to the International Organizations in Vienna concerning a Joint Statement to the Conference of the Parties to the Amendment to the Convention on the Physical Protection of Nuclear Material”, INFCIRC/987, 1 April, 2022, URL: <https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/documents/infcircs/2022/infcirc987.pdf>

【米国のナショナル・ステートメントの概要】

- 今日、ウクライナで起こっている出来事は、核セキュリティに係るコミットメントが緊急に必要なことを示している。露国によるウクライナの侵略は、我々が平和と安全のために依拠している規則に基づいた国際秩序に対する明確な挑戦である。また露国によるウクライナの原子力施設に対する行動は、原子力安全と(核)セキュリティの最大の課題であり、同国によるウクライナの原子力施設の侵略と掌握は、ウクライナによる改正 CPPNM 下における義務の履行を妨げている。露国は、ウクライナによるダーティ・ボム(汚い爆弾)や核兵器製造の阻止を自らの行動の口実としているが、それは偽りであり、露国は、ウクライナが完全に保障措置義務を履行し、いかなる核拡散の懸念の兆候も見出していないという IAEA のステートメントを無視している。
- 露国に対して軍隊の撤退を求め、停戦と主権尊重を求めるウクライナの呼びかけを支持する。またウクライナの主権と領土保全を尊重する形でウクライナの全ての原子力施設に対し「安全及び核セキュリティを確保する上で不可欠な 7 つの柱」¹³を適用するグロッシーIAEA 事務局長の取組を支持する。
- 米国は、改正 CPPNM に基づく義務の完全な履行を優先している。昨今の米国の核セキュリティ等に係る活動等を挙げると、2 度目となる IAEA 国際核物質防護諮問サービス(IPPAS)の実施要請、2021 年の米国原子力規制委員会(NRC)による原子力発電所のサイバーセキュリティプログラムの実装に係る検査 ¹⁴の完遂、IAEA のサイバースドルフ分析所からのプルトニウム(Pu)の米国への搬出 ¹⁵、米国の計 40 トンの余剰 Pu 処分に対する IAEA 保障措置の適用に係る IAEA との協議実施等である。
- 核物質等の物理的防護のみならず、そのために使用されるコンピュータベースのシステムの防護も必要である。原子力施設を含む重要インフラへのサイバー

¹³ 7 つの柱とは、①原子炉、燃料貯蔵プール、放射性廃棄物貯蔵・処理施設にかかわらず、原子力施設の物理的な一体性が維持されなければならないこと、②原子力安全と核セキュリティに係る全てのシステムと設備が常に完全に機能しなければならないこと、③施設の職員が適切な輪番で各々の原子力安全及び核セキュリティに係る職務を遂行できなければならないこと、不当な圧力なく原子力安全と核セキュリティに関して、決定する能力を保持していなければならないこと、④全ての原子力サイトに対して、サイト外から配電網を通じた電力供給が確保されていなければならないこと、⑤サイトへの及びサイトからの物流のサプライチェーン網及び輸送が中断されてはならないこと、⑥効果的なサイト内外の放射線監視システム及び緊急事態への準備・対応措置がなければならないこと、⑦必要に応じて、規制当局とサイトとの間で信頼できるコミュニケーションがなければならないこと。出典: IAEA, “Seven indispensable pillars for ensuring safety and security”, URL: <https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/iaea-director-general-grossis-initiative-to-travel-to-ukraine>. なお、2022 年 3 月に発出された、「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」でも、この 7 つの柱への支持が盛り込まれている(7 つの柱の上記日本語訳は、外務省による当該声明の仮訳を参照した。外務省ホームページ、URL: <https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/100316324.pdf>)

¹⁴ 2022 年から 2 年毎に査察が実施される

¹⁵ DOE/NNSA, “Plutonium removed from the International Atomic Energy Agency’s Nuclear Material Laboratory”, 29 March 2022, URL: <https://www.energy.gov/nnsa/articles/plutonium-removed-international-atomic-energy-agencys-nuclear-material-laboratory>. なお左記の情報によれば、米国は 2022 年 3 月末までに世界の 7,270kg の核兵器に利用可能な核物質を除去したという。

攻撃は深刻な懸念であり、米国は堅牢なサイバーセキュリティ対策を実施している。米国は現在の(核セキュリティや核物質防護に係る)法規制は、一般的な状況の変化に適切に対処しており、改正 CPPNM は適切であると判断している。一方でグローバルな核セキュリティ体制に係る対話とそのレビューの継続的な実施は重要であり、今次会議から遅くとも 6 年以内の次回会議の開催は不可欠。

【EU のステートメントの概要】

- 露国によるウクライナの軍事侵略は、核セキュリティの観点から最も危険な状況をもたらした。EU は IAEA 理事会決議(GOV/2022/17)¹⁶の採択を歓迎し、露国にその履行を求める。ウクライナの全ての原子力施設に対して「安全及び核セキュリティを確保する上で不可欠な 7 つの柱」の適用を促進するとグロッシー事務局長のイニシアティブは非常に重要である。
- 改正 CPPNM は前文で、「全ての加盟国は、その国際関係において、武力による威嚇または武力の行使を、いかなる国の領土保全または政治的独立に対するものも、また、国連の目的と両立しない他のいかなる方法によるものも慎まなければならない」との国連憲章¹⁷を言及しており、また 2022 年 3 月 16 日に国際司法裁判所は、露国に対しウクライナ領土における軍事作戦の即時停止を命じた法的拘束力ある決定¹⁸を行った¹⁹。露国によるウクライナに対する継続的な侵略は、国際法の重大な違反であり、改正 CPPNM の遵守と履行を含む国際的な核セキュリティ体制を強化するという我々のコミットメントに違反したものである。過去の IAEA 決議(GC(XXVII)/RES/407²⁰及び GC(XXIX)/RES/444²¹)が求めているように、平和的目的の原子力施設に対する軍事攻撃を禁止する法的拘束力のある国際的なルール必要性を強調する。

¹⁶ IAEA, “The safety, security and safeguards implications of the situation in Ukraine”, GOV/2022/17, 3 March 2022, URL: <https://www.iaea.org/sites/default/files/22/03/gov2022-17.pdf>. 決議は露国に対して、ウクライナの全ての原子力施設の完全な管理をウクライナ当局が維持、または取り戻し、原子力施設の安全かつ確実な運転を確保し、IAEA が保障措置活動を再開するために、ウクライナの原子力施設に対する行動を直ちに停止することを求めている。

¹⁷ 国連憲章第 2 条第 4 項。United Nations (UN), “United Nations Charter”, URL: <https://www.un.org/en/about-us/un-charter?msclkid=2f953c9fc77311ecb7a4439d139c2432>

¹⁸ EU が述べた「法的拘束力のある決定 (legally binding decision)」とは、ウクライナが求めた「露国の軍事行動の即時停止を求める暫定措置」に対する国際司法裁判所の判断で、同裁判所は露国に対して直ちに軍事行動をやめるよう命じる暫定的な命令(暫定措置命令)を出した。参考: 外務省、「ウクライナによる国際司法裁判所(ICJ)への提訴(暫定措置命令の発出)(外務大臣談話)」、令和 4 年 3 月 17 日、URL: https://www.mofa.go.jp/mofaj/press/danwa/page4_005526.html

¹⁹ International Court of Justice, “Allegations of Genocide under the Convention on the Prevention and Punishment of the Crime of Genocide (Ukraine v. Russian Federation), Request for the indication of provisional measures”, 16 March 2022, URL: <https://www.icj-cij.org/public/files/case-related/182/182-20220316-SUM-01-00-EN.pdf>

²⁰ IAEA, “Protection of nuclear installations devoted to peaceful purposes against armed attacks”, GC(XXVII)/RES/407, 9 November 1983, URL: https://www.iaea.org/sites/default/files/gc/gc27res-407_en.pdf

²¹ IAEA, “Protection of nuclear installations devoted to peaceful purposes against armed attacks”, GC(XXIX)/RES/444, URL: https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/40/083/40083513.pdf

-
- 改正 CPPNM の未締約国に対し、遅滞なく締約国となり、その完全履行を求める。核セキュリティの責任は国家にあるが、核物質等を使用した悪意ある行為の結果の越境性を鑑みれば、世界における核セキュリティの強化は不可欠である。この関連で世界的な核セキュリティ強化に向けた指針を提供した 2020 年の「核セキュリティに関する国際会議(ICONS)」²²の重要性を再確認する。
 - 各国に核セキュリティに係る立法及び技術的支援を提供する IAEA の役割を評価し、IAEA 加盟国に対し、IPPAS の活用や核セキュリティ統合支援計画(INSSP)の策定を奨励する。EU は、欧州委員会共同研究センター(EC/JRC)が実施する核物質等を伴う違法な行為の検知と対応に係る EU 核セキュリティ訓練センターの活動等を通じ、改正 CPPNM の普遍化とその遵守促進に係る活動を実施している。
 - 改正 CPPNM は、核物質及び原子力施設の物理的防護を網羅する唯一の法的拘束力を有する条約であり、今次会議から遅くとも 6 年以内の次回会議開催は有益。

【中国のナショナル・ステートメントの概要】

- 今日の世界は大きな変化の渦中にあり、核セキュリティの脅威と課題は増加し続けている。核物質の違法な取得、使用及び取引の防止や、原子力施設に対する妨害破壊行為の防止、また核テロリズムへの対応は、全ての国家における原子力の平和的利用のみならず、国際的な平和と安全に関連する。改正 CPPNM は、国際的な核セキュリティシステムの維持とグローバルな核セキュリティガバナンスの前進に係り、重要な役割を果たしてきた。
- 核セキュリティは国家安全保障に不可欠であり、中国は CPPNM 及びその改正における義務を厳格に履行している。具体的には、①CPPNM への加入に際しては、「核物質管理規則(Regulations on the Nuclear Material Control)」及びその詳細規則を、また改正 CPPNM 発効後は、「国家安全維持法(National Security Law)」及び「原子力安全法(Nuclear Safety Law)」を公布して、核セキュリティシステムと核物質防護体制を確立し、②核物質防護システムについては、原子力施設の設計、建設及び運転、核物質の生産、輸送、貯蔵及び使用の全工程において、厳格な許認可・管理体制を敷いている。さらに③核物質防護システムのアップグレード、新たな原子力施設に対する最高の国際基準の適用、また核セキュリティ関連の技術革新への投資増加等を通じた核セキュリティに係る能力構築の推進、また④核セキュリティ文化の育成等を実施している。
- 現在の状況において改正 CPPNM は適切であり、より多くの国に対して改正 CPPNM の批准及び対応する制度や措置の確立を求めるが、一方で国家が自

²² 当該会議で発出された閣僚宣言では、世界的な核セキュリティの強化や、核テロ及びその他の悪意ある行為による脅威に対抗していくとのコミットメントの確認が示されている。外務省、「2020 年核セキュリティ国際会議閣僚宣言(仮訳)」、2020 年 2 月 10 日、URL: <https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/000566984.pdf>

国の状況に応じ、最適な核セキュリティ政策及び対策を採用する権利を尊重する必要がある。国際的な核セキュリティシステムとグローバルな核セキュリティガバナンスを強化するため、適切な時期に次回の運用検討締約国会議を開催し、原子力技術の発展と進化する核セキュリティの脅威に照らした改正 CPPNM の妥当性に係る評価の実施を支持する。

- 改正 CPPNM の関連条項によれば、武力紛争時における国家の軍隊による活動や、国家の軍隊が公務の履行上実施する活動は条約の適用を受けないため、(今次の露国によるウクライナの原子力施設に対する行動といった)問題は本会議のマネート外である。(しかしながら)中国はウクライナの原子力施設の安全とセキュリティを懸念しており、IAEA がウクライナ当局から受領・回覧した情報と、露国が提供した情報及びその明確化にも留意する。中国は、IAEA によるマネートに従った問題解決のための支援提供を支持し、関係国に対し、ウクライナの核物質及び原子力施設の安全とセキュリティ確保のために慎重に行動するよう求める。

【有志国(56 か国及び EU)による共同声明²³⁾】

- ウクライナに対する露国の軍事侵略は、国連憲章を含む国際法の重大な違反。
- 露国のウクライナ侵攻により引き起こされ、ウクライナ、その近隣諸国及び国際社会が晒されている原子力安全及び核セキュリティのリスクを懸念する。
- 露国の軍隊は、ウクライナにおいて核物質が存在する原子力施設の管理を掌握し、原子力サイトの建物に損害を与えており、それにより原子力施設の安全で確実な運転が損なわれ、原子力事故・事象のリスクが大幅に高まっている。
- 2022 年 3 月 3 日の IAEA 理事会決議(GOV/2022/17)を歓迎する。ウクライナの原子力施設の安全で確実な運転のために技術的支援を提供すると IAEA 事務局長のイニシアティブを全面的に支持する。
- 平和的目的の原子力施設への攻撃と脅威に係る IAEA 総会の全会一致の決定(GC(53)/DEC/13)²⁴⁾を想起する。
- また、改正 CPPNM の前文が、「全ての加盟国は、武力による威嚇または武力

²³⁾ European Union, Delegation to the International Organization in Vienna, Note Verbale, NV(2022)031, 1 April, 2022, URL: [https://www.government.is/library/09-Embassies/Vienna/NV\(2022\)031%20-%202022%20aCPPNM%20Joint%20Statement.pdf](https://www.government.is/library/09-Embassies/Vienna/NV(2022)031%20-%202022%20aCPPNM%20Joint%20Statement.pdf)

²⁴⁾ IAEA, “Prohibition of armed attack or threat of attack against nuclear installations, during operation or under construction”, September 2009, URL: https://www.iaea.org/sites/default/files/gc/gc53dec-13_en.pdf イランは、2009 年の第 53 回 IAEA 総会で、イランの原子力施設を爆撃するというイスラエルの脅威を理由に、そのような攻撃を禁止する旨の決定の採択を提案し、総会では、建設中または稼働中の原子力施設に対する攻撃または攻撃の脅威を禁止する決定(GC(53)/DEC/13)が満場一致で採択された。出典:ストックホルム国際平和研究所(SIPRI), “The implication of the Ukraine conflict for national nuclear security policy”, SIPRI Non-Proliferation Papers No. 5, November 2016, URL: <https://www.sipri.org/sites/default/files/Implications-Ukraine-conflict-national-nuclear-security-policy.pdf>

の行使を、いかなる国の領土保全または政治的独立に対するものも、また国連の目的と両立しない他のいかなる方法によるものも慎まなければならない」と強調する国連憲章第 2 条を言及していることを想起する。

- さらに改正 CPPNM 第 2 条第 4 項(c)が、「この条約のいかなる規定も、平和的目的のために使用される核物質または原子力施設に対して武力を行使し、または武力を行使するための威嚇を行うことに法に基づく権限を与えるものと解してはならない」と規定していることを想起する。
- 露国に対し、ウクライナ当局に対する違法な攻撃を直ちに停止し、(ウクライナ当局が) 国際的に認知されたウクライナ国境内の全ての原子力施設に対する完全な管理を維持し、取り戻すことができるよう要請する。
- 世界の原子力安全と核セキュリティを強化し、それらに係る条約、特に改正 CPPNM の普遍的な実施を確実なものとするという我々の共同のコミットメントを再確認する。
- 露国に対し、「安全及び核セキュリティを確保する上で不可欠な 7 つの柱」及び IAEA 憲章を完全に遵守し、改正 CPPNM の規定または精神に反するいかなる行動も止めることを求める。

【最後に】

核兵器不拡散条約(NPT)では、条約の運用状況を評価・検討するために 5 年毎に締約国が参集して「NPT 運用検討会議」が開催される。同様に、現況においては概して適切と評価されている改正 CPPNM についても、核セキュリティリスクやその対応状況に呼応して定期的に条約のレビューを行う運用検討締約国会議の継続的な開催が望まれているようである。そしてもし今次のような会議が定期的で開催されれば、また 4 年毎に加盟国の閣僚が出席して開催される IAEA の ICONS 及び同閣僚会議等と併せて、オバマ政権時の核セキュリティ・サミット開催時に見られた、核セキュリティ強化のモメンタムを少なからず生み出す可能性があるように思われ、今後の議論の進展に期待したい。

加えて昨今の露国によるウクライナの原子力施設に対する行動を勘案し、EU がステートメントで言及した「平和的目的の原子力施設に対する軍事攻撃を禁止する法的拘束力のある国際的なルールの必要性」について、その具体的内容は示されていないが、今後の議論の展開を注視していく。

【報告： 計画管理・政策調査室 田崎 真樹子】

2-2 米国バイデン政権の 2023 会計年度(FY2023)予算教書 エネルギー省(DOE)国家核安全保障庁(NNSA)の「防衛核不拡散」要求

【概要】

米国エネルギー省(DOE)国家核安全保障庁(NNSA)の FY2023 予算要求のうち、核不拡散、拡散対抗、及び核テロ対策に係る活動予算である「防衛核不拡散(Defense Nuclear Nonproliferation)」の要求内容等を紹介する。

【防衛核不拡散の要求内容等】

既報²⁵のとおり、NNSA の FY2023 予算要求の総額は 214 億 1,040 万ドルで、このうち「防衛核不拡散」の要求額は、その 1 割強に相当する 23 億 4,625 万 7 千ドルである。この金額は、FY2022 実施予算(23 億 5,400 万ドル)から若干(約 0.3%)減額されたもので(表 1 参照)、全体額からみれば、FY2023 要求額は、FY2022 実施予算額に則したものとなっている。

表 1 NNSA の FY2023 要求額等

(単位:千ドル)

予算項目	FY2021 ²⁶	FY2022 ²⁷		FY2023 ²⁸	FY2022 実施との差/割合	
	実施	要求	A:実施	B:要求	C: B-A	C/A*100
Weapons Activities	15,345,000	15,484,295	15,920,000	16,486,298	+566,298	+3.6%
Defense Nuclear Nonproliferation	2,260,000	1,934,000	2,354,000	2,346,257	-7,743	-0.3%
Naval Reactors	1,684,000	1,860,705	1,918,000	2,081,445	+163,445	+8.5%
Federal Salaries and Expense	443,200	464,000	464,000	496,400	+32,400	+7.0%
NNSA Total	19,732,200	19,743,000	20,656,000	21,410,400	+754,400	+3.7%

表 2 に、防衛核不拡散の FY2023 要求額等の内訳を示す。

²⁵ 原子力機構、「2-3 米国バイデン政権の 2023 会計年度(FY2023)予算教書 (1)エネルギー省国家核安全保障庁の予算要求(核不拡散、核セキュリティ等に係る部分)等」、ISCN ニュースレター No. 0304, April 2022, pp.11-18, URL: https://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp_news/attached/0304.pdf#page=11

²⁶ DOE, “FY2022 Omnibus Appropriations Bill, Explanatory Statement, Division A through F”, pp.575-578, URL: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/CREC-2022-03-09/pdf/CREC-2022-03-09-bk3.pdf>

²⁷ 同上

²⁸ DOE, “Department of Energy; FY 2023 Congressional Budget Request, Budget in Brief”, p. 19, URL: <https://www.energy.gov/sites/default/files/2022-04/doe-fy2023-budget-in-brief-v6.pdf>

表2 NNSA「防衛核不拡散」のFY2023 要求額等の内訳

(単位:千ドル)

	FY2022 ²⁹		FY2023 ³⁰	FY2022 実施との差/割合	
	要求	A:実施	B:要求	C: B-A	C/A*100
Material Management and Minimization (M3)	342,946	342,946	450,885	107,939	+31.5
*Conversion	100,660	100,660	153,260	52,600	+52.3
Nuclear Material Removal	42,100	42,100	41,600	-500	-1.2
*Material Disposition	200,186	200,186	256,025	55,839	+27.9
Global Material Security (GMS)	497,941	531,441	504,077	-27,364	-5.1
International Nuclear Security	79,939	79,939	81,155	1,216	+1.5
Radiological Security ³¹	243,002	253,002	244,827	-8,175	-3.2
Nuclear Smuggling Detection	175,000	198,500	178,095	-20,405	-10.3
*Nonproliferation and Arms Control (NPAC)	184,795	184,795	207,656	22,861	+12.4
Defense Nuclear Nonproliferation R&D (DNN R&D)	672,736	729,236	720,245	-8,991	-1.2
Proliferation Detection	269,407	269,407	287,283	17,876	+6.6
Nuclear Detonation Detection	271,000	294,500	279,205	-15,295	-5.2
Nonproliferation Fuels Development ³²	0	20,000	0	-20,000	-100.0
Nuclear Forensics R&D	45,000	45,000	44,414	-586	-1.3
Nonproliferation Stewardship Program	87,329	100,329	109,343	9,014	9.0
*NNSA Bioassurance Program	0	0	20,000	20,000	新規
*Nonproliferation Construction	156,000	156,000	71,764	-84,236	-54.0
Surplus Plutonium Disposition Project	156,000	156,000	71,764	-84,236	-54.0
*Nuclear Counterterrorism and Incident Response (NCTIR)	370,782	370,782	438,970	68,188	+18.4
Emergency Operations	14,597	14,597	29,896	15,299	+104.8
*Counterterrorism and Counterproliferation	356,185	356,185	409,074	52,889	+14.8
Legacy Contractor Pensions and Settlement Payments	38,800	38,800	55,708	16,908	+43.6
Use of prior balances, etc.	-330,000	0	-123,048	-123,048	0
Defense Nuclear Nonproliferation	1,934,000	2,354,000	2,346,257	-7,743	-0.3

*増額、あるいは新設項目で、以下に別途、説明を付している項目

「防衛核不拡散」予算は、核拡散及び核テロリズムの脅威削減を目的としており、

²⁹ DOE, “FY2022 Omnibus Appropriations Bill, Explanatory Statement, Division A through F”, op. cit., pp.575-577³⁰ DOE, “Detailed Budget Justification - Energy and Water Development Appropriations, Volume 1, Defense Nuclear Nonproliferation”, pp 11-12, URL: <https://www.energy.gov/sites/default/files/2022-04/doe-fy2023-budget-volume-1-dnn.pdf>³¹ FY2022 予算では、Domestic radiological security と International radiological security の小項目に分かれていたが、FY2023 要求では、Radiological security に一本化されている。³² NNSA における HALEU 燃料の設計及び開発プロジェクトは FY2021 で終了しており、FY2022 及び FY2023 でも予算要求していない。

NNSA は、今次予算要求の背景となる昨今の世界的な核拡散の脅威として以下を列挙している。

- 露国や中国など既存の核兵器国での核兵器の選択的拡大及び多様化、
- イランや北朝鮮を含む新たな、または潜在的な(核開発)能力を有する国の(核)拡散活動、
- 商業用原子力発電の世界的な拡大と燃料サイクル技術の普及に伴い、敵対者が、悪意ある目的で核物質及び放射性物質を利用するリスクの増加、
- 核物質の不正取引と巧妙な調達ネットワークの増加、
- 核兵器開発に要する時間を短縮し、保障措置と核セキュリティを複雑化させる可能性のあるサイバー関連ツールを含む新たな技術(emerging technologies)の進展。それらの技術の世界規模での展開は、米国の核拡散検知及び対応能力を向上させる可能性があるが、一方で敵対者が核拡散の障壁を下げ、また新たな拡散経路を見出す能力にも資すること。

特に上記の新たな技術について、NNSA はその 1 つとして、NNSA 傘下の国立研究所で培われてきた機密性の高い核兵器プログラムや、高性能コンピューティング、モデリング、シミュレーション、データ分析等を挙げ、NNSA が DOE の科学局(Office of Science)と緊密に協力し、米国経済の発展に寄与する可能性があるが国家安全保障に対する新たなリスクをもたらす可能性があるバイオテクノロジー(生物学)について³³、「国家安全保障バイオアシュアランス研究開発プログラム(national security bioassurance research and development program)」を創設し(表 2 の「NNSA Bioassurance Program」)、脅威を予測・検知する能力や生物兵器に対する防衛の強化を図り、国家安全保障に対する新たなリスクに対応する能力の確立に資するとしている³⁴。

また NNSA は、FY2023 予算要求のハイライト及び実施予算に比して増額されている項目の内容等として、以下を挙げている³⁵。

- Material Management and Minimization (M3)の Conversion の増額: DOE の原子力(NE)局が進める「先進炉実証プログラム」と連携して、多くの先進炉で燃料としての使用が想定されている高アッセイ低濃縮燃料(HALEU: high assay

³³ ジル・フルービー-NNSA 長官は、2022 年 4 月 27 日に開催された上院軍事委員会戦略小委員会での NNSA の FY2023 予算要求に係る公聴会で、国家安全保障に対するリスクになり得るバイオテクノロジーの例として、COVID-19 の感染拡大を挙げている。US Senate, “Testimony Statement of The Honorable Jill Hruby Under Secretary for Nuclear Security And Administrator of the National Nuclear Security Administration U.S. Department of Energy Before the Senate Armed Services Committee Subcommittee on Strategic Forces”, 27 April 2022, URL:[https://www.armed-services.senate.gov/imo/media/doc/Joint%20Written%20Statement%20of%20Hruby%20and%20Adams%20to%20ASC%20\(2\).pdf](https://www.armed-services.senate.gov/imo/media/doc/Joint%20Written%20Statement%20of%20Hruby%20and%20Adams%20to%20ASC%20(2).pdf)

³⁴ DOE, “Detailed Budget Justification - Energy and Water Development Appropriations, Volume 1, Defense Nuclear Nonproliferation”, op. cit., pp.2-4, pp.65-71

³⁵ 同上、p.5、他

low enriched uranium)³⁶の製造等に資するため³⁷、FY2023 から3年間で、オークリッジ国立研究所の Y-12³⁸にある未使用またはスクラップとなっている濃縮ウラン等を特定して再利用し、HALEU 製造に資するとのプロジェクトの開始。将来的には、2.2トンまでの HALEU 燃料の製造を意図し、FY2023 では、Y-12 にあるスクラップ等が入った 1,500 個のコンテナを集積して特性評価 (HEU の選別等) を行い、再梱包し搬出するとしている^{39,40}。

- **Material Management and Minimization (M3)の Material Disposition の増額:** サウスカロライナ州のサバンナリバーサイト(SRS)からのプルトニウム(Pu)の撤去、Pu ピットの解体及び処理機能の強化、解体核兵器余剰 Pu 処分に係る希釈処分能力の追加計画立案等の活動支援を行うとしている⁴¹。
- **Nonproliferation Arms Control (NPAC)の増額:** NPAC は、①国際保障措置、②輸出管理、③核検証、④不拡散政策の 4 つのプログラムがあり、うち①～③で増額されている。①については、IAEA やパートナー国と、IAEA が使用する保障措置技術の試験・検証や、査察官及び分析官の訓練用のプラットフォーム (nonproliferation enrichment and testing and training platform)の開発を継続し⁴²、②については、輸出管理に係る国際的なアレンジメント⁴³での技術支援の

³⁶ 多くの先進炉が必要とすると想定されている高アッセイ低濃縮ウラン (HALEU)燃料は、U-235 を5%以上20%未満に濃縮したもの。現在の商用軽水炉は、最大5%の U-235 が濃縮されたウランを使用しており、米国には HALEU の商業的供給事業者は無く、先進原子炉の開発者は、先進炉燃料の許認可を得るために短期的に少量の HALEU を必要とし、また最初の実証用原子炉のために大量の HALEU を必要とすることが想定される。DOE は、2020 年のエネルギー政策法で、HALEU の可用性の課題に対処するための作業を開始することが承認された。出典: DOE, “Detailed Budget Justification - Energy and Water Development Appropriations, Volume 4, Nuclear Energy”, p.50, URL: <https://www.energy.gov/sites/default/files/2022-04/doe-fy2023-budget-volume-4-ne.pdf>

³⁷ HALEU 燃料は先進炉の他、研究炉や医療用アイソトープの製造にも必要とされる。

³⁸ 電磁分離法によるウラン濃縮施設群を指す。

³⁹ DOE, “Detailed Budget Justification - Energy and Water Development Appropriations, Volume 1, Defense Nuclear Nonproliferation”, op. cit., p3, p.5, pp.17-25

⁴⁰ なお DOE の NE 局は、NNSA による HALEU の製造に向けた活動と並行して、FY2023 予算要求で、“Fuel Cycle Research and Development”の予算項目の中に“High-Assay, Low-Enriched Uranium Availability”の小項目を新たに立ち上げ、9,500 万ドルを要求し、①将来的に 2.0~2.4 トンの HALEU 燃料の製造に資するため、SRS にある HEU 硝酸ウラン溶液から HEU を回収してダウブレンドする作業の支援開始、また②オハイオ州パイクトンにあるセントラス・エナジー社 (旧: 米国濃縮会社 (USEC)) の「米国遠心分離プラント (ACP)」で、16 機の遠心分離機カスケードを運転し、研究、開発及び実証用に少量の HALEU を 1 年間製造するための活動の継続、等を行うとしている。さらに NE 局は、同じ“Fuel Cycle Research and Development”の予算項目の中の“Material Recovery and Waste Form Development”の小項目で、アイダホ国立研究所の EBR-II 使用済燃料の熔融塩電解法による HEU 回収、また研究炉燃料等の Hybrid ZIRCEX プロセスによる HEU 回収、そしてそれらの LEU への希釈及び HALEU の製造を意図している旨も述べている。出典: DOE, “Detailed Budget Justification - Energy and Water Development Appropriations, Volume 4, Nuclear Energy”, op. cit., pp.38-39, pp.50-51.

⁴¹ DOE, “Detailed Budget Justification - Energy and Water Development Appropriations, Volume 1, Defense Nuclear Nonproliferation”, op. cit., p.26

⁴² 例えば米国は、ウラン濃縮度モニタを開発して、IAEA に提供し、IAEA は JCPOA に基づくイランの原子力活動に対する査察に使用しているとのことである。参考: IAEA, “New IAEA Uranium Enrichment Monitor to Verify Iran’s Commitments under JCPOA”, 16 January 2016, URL: <https://www.iaea.org/newscenter/news/new-iaea-uranium-enrichment-monitor-verify-iran%E2%80%99s-commitments-under-jcpoa>

⁴³ 通常兵器及び関連汎用品・技術の輸出管理に関するワッセナー・アレンジメント等

提供や拡散リスクに対する新たな基盤技術の評価支援、また対象を絞った訓練を通じた特定の拡散課題への対処を行うとしている。さらに③については、核弾頭と核兵器に使用する物質の監視・検証手順や技術に係る追加的なアプローチの開発、試験、評価等を実施するために、NNSA 内での専用施設及びプロジェクトの設立や専門家の育成を行うとしている⁴⁴。

- Nuclear Counterterrorism and Incident Response (NCTIR)の Counterterrorism and Counterproliferation の増額: テロリスト等による原子力事故への対応に備えるため、統合的かつフルスペックの訓練及び演習の実施、新規かつ革新的な技術開発による核拡散に対抗するための重要技術の開発と必要なインフラ整備、リモートでの技術支援とトレーニング頻度の増加により、核緊急支援チーム(NEST: Nuclear Emergency Support Team)の能力及び専門知識の拡大・強化等を行うとしている⁴⁵。
- Nonproliferation Construction の Surplus Plutonium Disposition Project の減額: 本プロジェクトは、SRS でグローブボックス等を追加して、34 トンの余剰核兵器解体 Pu の希釈処分を実施するためのものであり、FY2023 では、最終的な設計レビューの完了、建設開始の申請、グローブボックス等の製造と出荷を行うとしている。FY2022 実施予算に比した減額は、機器等の調達や最終設計作業の完了によるものである⁴⁶。

【今後の動向】

米国において予算教書は政権の予算要求リストであり、実際の予算配賦を決定するのは米国議会である。その議会では、本年(2022年)11月に中間選挙が実施され、下院の全議席(435席)及び上院の3分の1の議席(35席)が改選される予定であり、その結果によっては、NNSAのFY2022実施予算のように要求以上の金額が配賦されかは分からない。しかし、「防衛核不拡散」の実施内容に関しては、これまで超党派の理解が得られており、特に核不拡散及び核セキュリティに係る課題を提起している昨今の国際情勢を鑑みれば、今後もそれらを維持・強化していく必要があること、またフルビーNNSA 長官によれば、今次予算要求は、「今日の複雑な地政学的環境及び「2022年核態勢の見直し(NPR)」の骨子^{47,48}を反映」⁴⁹していること、さらに予算要求総

⁴⁴ DOE, “Detailed Budget Justification - Energy and Water Development Appropriations, Volume 1, Defense Nuclear Nonproliferation”, op. cit., pp.48-59

⁴⁵ 同上, pp.4-5, pp.101-104, pp.109-113

⁴⁶ 同上, pp.8-92

⁴⁷ US Department of Defense, “Fact Sheet: 2022 Nuclear Posture Review and Missile Defense Review”, URL: <https://media.defense.gov/2022/Mar/29/2002965339/-1/-1/1/FACT-SHEET-2022-NUCLEAR-POSTURE-REVIEW-AND-MISSILE-DEFENSE-REVIEW.PDF>

⁴⁸ 原子力機構、「2-2 米国バイデン政権の核態勢の見直し(NPR)骨子」、ISCN ニューズレター No. 0304, April 2022, pp.10, URL: https://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp_news/attached/0304.pdf#page=10

⁴⁹ US Senate, “Testimony Statement of The Honorable Jill Hruby Under Secretary for Nuclear Security And Administrator of the National Nuclear Security Administration U.S. Department of Energy Before the Senate Armed Services Committee Subcommittee on Strategic Forces”, op. cit.

額としては FY2022 実施予算に沿ったものであり、大幅な増額はないこと等を鑑みれば、特段、大きな変更無く承認されるのではないかと思われるが、今後とも議会関連委員会での本件に係る議論等を注視していく。

【報告： 計画管理・政策調査室 田崎 真樹子】

2-3 革新炉ワーキンググループ第 1 回会合の開催

【概要】

2022 年 4 月、資源エネルギー庁 総合エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会の下に設置された革新炉ワーキンググループの第 1 回会合が開催された。同会議で示された革新炉開発の価値及び特徴に関して現在考えられている知見の概要や、核不拡散・核セキュリティの課題等について紹介する。

【はじめに】

近年、世界的なカーボンニュートラルの達成とロシア産ガスからの脱却に向け、主要先進国においてエネルギー供給バランスの見直しが始まっている。我が国においても、国際公約である 2050 年のカーボンニュートラル実現のため⁵⁰、再生エネルギーを主眼としつつも原子力の役割の重要性について再評価する動きが出ている⁵¹。

こうした中で、安全性、廃棄物、エネルギー効率、核不拡散性等の観点から優れた技術を取り入れた先進的な原子炉と定義づけられた革新炉に関して、資源エネルギー庁 総合エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会の下に「革新炉ワーキンググループ(以下、革新炉 WG と略記)」(座長:黒崎 健 京都大学複合原子力科学研究所教授)が設置され、その第 1 回会合が 2022 年 4 月 20 日に開催された⁵²。

革新炉 WG は、i) 2050 年カーボンニュートラル実現には原子力を含めたあらゆる選択肢を追求することが重要、ii) 欧米では、既設炉への財政支援等に加え革新炉についても大規模予算支援の下、イノベーションが加速、iii) こうした海外の動向も踏まえ、原子力イノベーションを通じた、再生エネルギーとの共存、水素社会への貢献等、新たな社会デザインの提示に加え、革新炉を含めた原子力全体のサプライチェーンの維持・強化が必要、との基本認識を踏まえ、原子力発電の新たな社会的価値を再定義し、我が国の炉型開発に係る道筋を示すことを目的としている。

⁵⁰ 経済産業省、「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」、
URL:<https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201225012/20201225012.html>

⁵¹ 原産ニュース、「COP26 のインパクト～原子力復権の予兆」、
URL:<http://www.jaif.or.jp/journal/study/shiseitsuten/11451.html>

⁵² 経済産業省、第 1 回 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 革新炉ワーキンググループ、URL:https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/genshiryoku/kakushinro_wg/001.html

同 WG は、革新炉開発の価値及び特徴(安全性、水素・熱利用、非エネルギー分野、系統安定化、廃棄物問題解決、安定供給・経済安全保障等)、原子力事業者における取組、海外動向・国際連携、課題(予算、組織、サプライチェーン、制度的課題等)、各炉型の主要な研究開発課題、今後の開発における道筋、の各テーマについて数回の会合で議論を行い、2022 年夏頃に中間取りまとめを行い、原子力小委員会に報告する予定となっている。

1 回目の今回は、革新炉開発の価値及び特徴に関して現在考えられている知見について提示された。その主な内容は以下のとおりである。

【エネルギー需要の将来予測】

社会全体でのカーボンニュートラル実現には、電力部門では脱炭素電源の拡大、産業・民生・運輸部門(燃料/熱利用)では脱炭素電源による電化、水素化、メタネーション、合成燃料等を進めることが必要であり、デジタル化に伴う電力消費拡大等により電力需要は現在より増大が見込まれ、2050 年には 1.3 兆～1.6 兆 kWh となる試算が示された。

【エネルギー安定供給の要点】

日本では臨海部を中心としたコンビナートにおけるエネルギー多消費産業を確立し、産業需要地に近接して大型の火力発電所を立地してきたが、これらのエネルギー多消費産業は、石油、天然ガス等の化石資源の安定供給や価格のボラティリティにリスクを内在しており、米中覇権競争やウクライナ危機でこうしたリスクが顕在化しつつある。したがって 中長期的に、これらの産業の競争力を維持していくためには、こうしたリスクを回避し安価・安定でカーボンフリーのエネルギー供給源の多角化が重要であるとしている。

【原子力の利点】

カーボンフリーかつ多角化の観点から、原子力は、運転時及びライフサイクル全般を通じて CO₂ 排出量が低く⁵³、かつ、燃料投入量に対するエネルギー出力が圧倒的に大きく、他電源と比べてエネルギー密度が大きく、電源の脱炭素化を進めるにあたって有力な選択肢である。米国等では、石炭火力に依存する僻地の脱炭素化や電力需要の分散・多様化へのニーズが存在し、これらを満たす手段として、小型分散型電源としてのマイクロ炉、系統分離された可搬型電源としての船舶搭載炉等が注目されている。

【原子力安全・核セキュリティの強化】

炉心が重大な損傷を受けるシビアアクシデントが起きたとしても環境中に甚大な影響が及ばないよう、受動的な安全システムを含めたシビアアクシデント対策装置のビル

⁵³ 発電に係る排出量は、発電所の運転時のみならず、その建設・廃棄、燃料の採掘・輸送・加工・廃棄物処理等のサプライチェーンの全体をライフサイクルとして評価している(電力中央研究所、「日本における発電技術のライフサイクル CO₂ 排出量総合評価」(平成 28 年 7 月)、URL:<https://criepi.denken.or.jp/hokokusho/pb/reportDownload?reportNoUkCode=Y06&tenpuTypeCode=30&seqNo=1&reportId=8713>)

トイン及び格納容器・外部遮蔽壁の強靱化により、地震・津波等の自然災害への対応、大規模航空機衝突・テロ対策、最先端技術を適用したサイバーセキュリティの確保が可能である。

【廃棄物・資源問題への貢献】

核燃料サイクルは、高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減、資源の有効利用等の観点から、引き続き推進することが重要である。高速炉では、高レベル放射性廃棄物の潜在的有害度が自然界並に低減する期間を10万年から300年に短縮できるとともに、長期的には資源の有効利用も可能であり、エネルギーセキュリティの確保にも貢献できる。

以上が、革新炉WG第1回会合の概要である。

【最後に】

2021年10月に策定された第6次エネルギー基本計画⁵⁴では、2050年カーボンニュートラルや新たな温室効果ガス排出削減目標の実現に向けたエネルギー政策の道筋を示すとともに、エネルギー安定供給の確保やエネルギーコストの低減に向けた取組を示すことを重要なテーマに策定している。その中で、原子力については、安全性の確保を大前提に、長期的なエネルギー需給構造の安定性に寄与する重要なベースロード電源であるとしつつ、社会的な信頼性の十分な獲得、使用済燃料対策、放射性廃棄物の最終処分、廃炉等の課題への対応が必要であるとしている。また、原子力利用先進国として、原子力安全、核不拡散及び核セキュリティ分野への貢献が謳われている。

革新炉における核不拡散・核セキュリティの課題については、例えば、前述のとおり、電力需要の分散・多様化のニーズに対応するため、小型分散型電源としてのマイクロ炉、可搬型電源としての船舶搭載炉等にも焦点が当てられる見込みであるが、こうした炉型における保障措置や核セキュリティをどのように確保するかについて、現在のところ具体的な検討が為されているとは言いがたいと考えられる。技術的・制度的な課題について革新炉WGにて検討が進められることが期待される。2022年に入り、ロシアのウクライナ侵攻に関連したエネルギーセキュリティの重要性が再認識され、原子力の役割の拡大が予見される。革新炉WGにおける議論において、中長期的な原子力の進むべき道筋が提示されるとともに、核不拡散・核セキュリティの強化に資していくことが期待される。

【報告： 計画管理・政策調査室 玉井 広史】

⁵⁴ 経済産業省、「第6次エネルギー基本計画の策定」、
URL:<https://www.meti.go.jp/press/2021/10/20211022005/20211022005.html>

3. 技術紹介

3-1 統合非破壊測定装置 Active-N の開発

JAEA 原子力基礎工学センター原子力センシング研究グループでは、高線量核燃料物質の非破壊測定法を確立するため、燃料サイクル安全工学研究施設バックエンド研究施設 (NUCEF BECKY 施設) において 3 つのアクティブ中性子法 (ダイヤウェイ時間差分析法: DDA、即発ガンマ線分析法: PGA、中性子共鳴透過分析法: NRTA) を実施できる世界初の統合非破壊測定装置 Active-N の開発を行ってきた。本稿では、Active-N の概要と Active-N を用いて実施したアクティブ中性子法の試験結果について述べる。

1. はじめに

計量管理における非破壊測定(NDA)は、核セキュリティや保障措置において重要な役割を担っているが、使用済核燃料などの高線量核燃料物質に対する NDA は、十分に確立されているとは言えない状況である。中性子は高い物質透過能力を有しており、核分裂反応や放射捕獲反応を引き起こすことができるため、非常に強力な NDA のツールとなりうる。中性子を用いる NDA であるアクティブ中性子法には、核分裂反応を用いるダイヤウェイ時間差分析法(Differential Die-away Analysis: DDA)、放射捕獲反応を用いる即発ガンマ線分析法(Prompt Gamma-ray Analysis: PGA)、透過中性子を用いる中性子共鳴透過分析法(Neutron Resonance Transmission Analysis: NRTA)がある (図 1)。これらの NDA は、同じ中性子を使う手法であるが、測定原理が異なるため独立した情報が得られる。個々の NDA には得手不得手があるが、これらを組み合わせて相補的に利用することで、分析能力を大幅に向上させることが出来ると期待される。この NDA の相補的利用を通じて、高線量核燃料物質に適用できる技術に関する知見を得ることを目的として Active-N の開発を実施した。

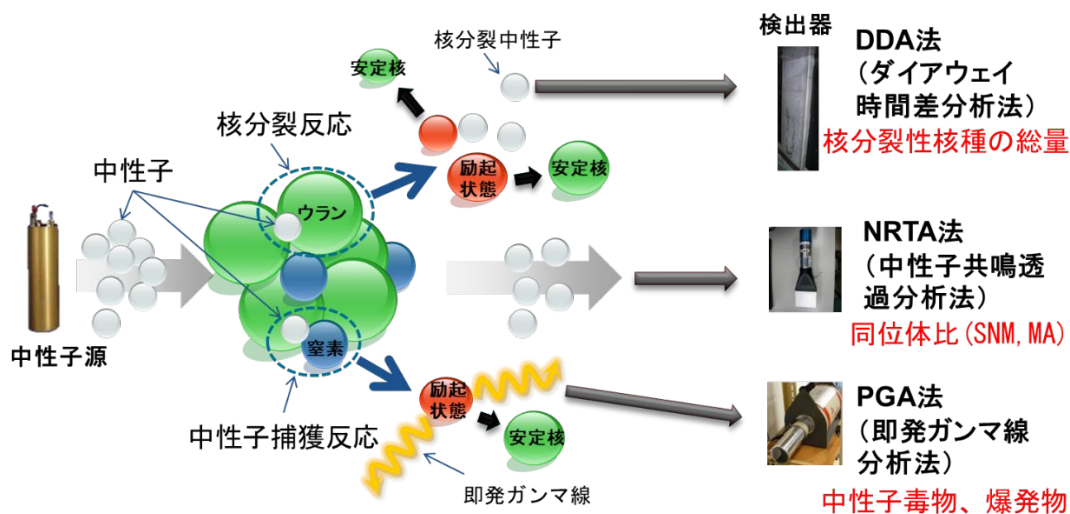


図1 統合非破壊測定装置 Active-N で用いている
中性子を用いた非破壊測定法

2. 統合非破壊測定装置 Active-N

2015年度から2017年度はフェーズIとして、低線量の核燃料物質の測定を目的とした DDA と PGA を組み合わせたプロトタイプ NDA 装置開発を NUCEF BECKY 施設において実施した。このプロトタイプ装置は、主に DDA の知見を得るために DDA に最適化した装置である。2018年度から2021年度のフェーズIIでは、フェーズIで得られた知見をもとに高線量核燃料物質を対象とした統合非破壊測定装置 Active-N の開発を行った。Active-N は、3つのアクティブ中性子法：DDA、PGA 及び NRTA を一つの装置で実施できる世界初の装置である（図2）。中性子源は、14 MeV の中性子を最大 2.0×10^9 n/sec 生成できる DT 中性子発生管 Sodern Genie 35 を採用しており、DDA と PGA 測定部の側壁近傍に設置してある。DDA と PGA は DT 管より放出される中性子をそのまま使用するが、NRTA は DT 管の脇に設置したモデレータ（減速材）によって減速された中性子を用いる。装置の大きさは DDA と PGA 測定部が縦 1.3 m、横 1.7 m、高さ 2.0 m 程度であり、NRTA 測定部のフライトパスは長さ 6 m である。試料室の大きさは縦 0.70 m、横 0.70 m、高さ 0.95 m であり、スーツケース程度までの大きさのものを測定することができる。

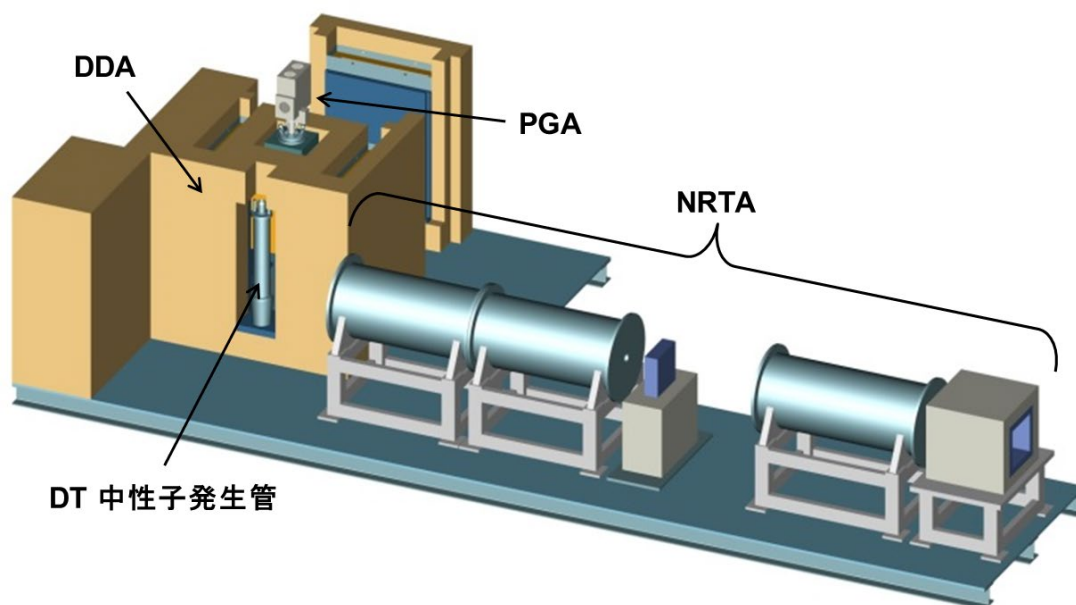


図 2 統合非破壊測定装置 Active-N : 一つの装置で DDA、PGA 及び NRTA を実施することができる。

3. ダイアウェイ時間差分析法 DDA

NUCEF BECKY 施設に設置した Active-N の写真を図 3 に示す。DDA は、パルス状の中性子を試料に照射し、試料中の核分裂性核種 (^{239}Pu 、 ^{235}U 等) と反応を起こして発生する核分裂中性子を測定することで核分裂性核種を定量する。Active-N の DDA は、原子力センシング研究グループにおいて独自に開発した高速中性子直接問い掛け法(FNDI: Fast Neutron Direct Interrogation)を採用しており、ペール缶やドラム缶 (100 L) 等の大きな試料容器に対しても核分裂性核種の偏在による影響を殆ど受けずに正確に定量できる。

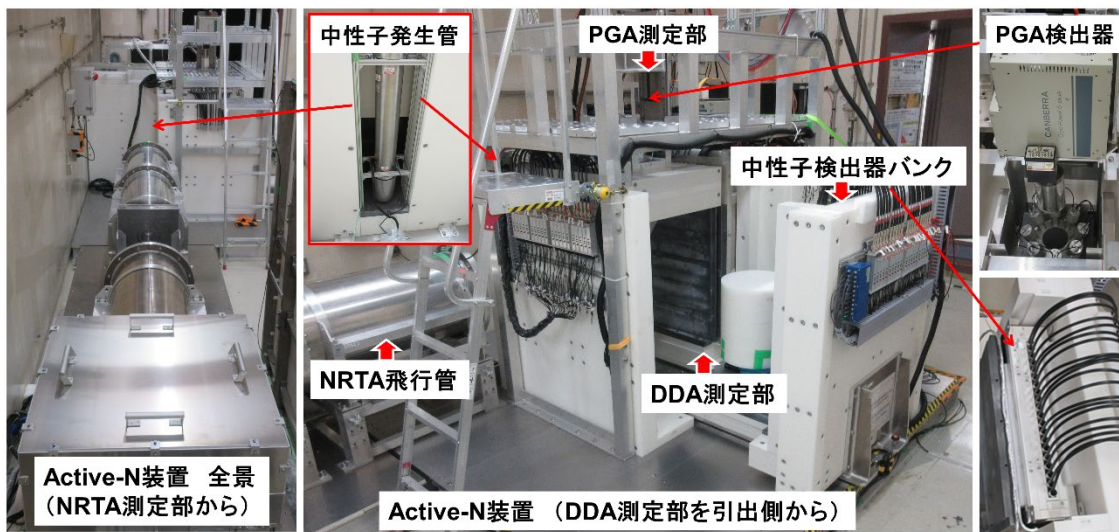


図3 開発した統合非破壊測定装置 Active-N の DDA、PGA 測定部
(中央の写真は、図2の試料室の引出側から撮影したもの)

DDA 測定部は、高速中性子及び高線量核燃料物質からの放射線を十分に遮蔽できるように内側から鉛、LiF 入りポリエチレン、高密度ポリエチレンの三層の遮蔽構造となっている。中性子発生管は試料室引出の反対側に設置されている。DDA 測定に影響を与える高線量核燃料物質からの高強度ガンマ線対策として、ガンマ線に対する感度が低い ^{10}B 検出器を用いた中性子検出器バンク (図3右下) を開発した。中性子検出器バンクは ^{10}B 検出器 20 本で構成されており、引出部とその左右の壁に計 3 式が設置されている。また、高速中性子が PGA 測定に与える影響を低減するため、試料室の上部に LiF 入りポリエチレンの中性子遮蔽体を設置した。

高線量核燃料物質から発生する中性子及びガンマ線が、DDA 測定に与える影響を調べるため、中性子線源(^{252}Cf)及びガンマ線源(^{137}Cs)を用いて高線量核燃料物質を模擬した測定試験を実施した。その結果、再処理プロセスの使用済核燃料 (PWR、燃焼度：45 GWd/t、冷却期間：5 年) の模擬試料に含まれる ^{239}Pu を定量可能であることなどが分かった。

4. 即発ガンマ線分析 PGA

原子炉の制御棒などで利用されているホウ素やガドリニウムは、中性子捕獲反応断面積が大きく、中性子を良く吸収して反応を抑制するため“中性子毒”と呼ばれている。これらの中性毒が試料中に含まれていると、核分裂反応を利用する DDA などの分析結果に影響を与える場合があるため、中性子毒が試料中に含まれているかどうかを確認することが肝要である。

図 1 に示したように、中性子捕獲反応により生成した原子核は高い励起状態にあり、核種に特有のエネルギーを持った即発ガンマ線を放出する。PGA はそれを測定することで核種を定量する分析法である。質量数が軽いホウ素は一般的な分析法では検出することが困難であるが、中性子捕獲反応断面積が大きいため PGA によって容易に検出できる。

プロトタイプ NDA 装置は DDA と PGA の測定を行うことが出来る装置であり、主に DDA の研究開発に必要な知見を得ることを目的としていたが、PGA の研究開発においても遮蔽材からの妨害ガンマ線などに関して重要な知見を得ることが出来た。Active-N の開発に際しては、その知見を活用し、妨害ガンマ線を出すホウ素を極力減らすとともに PGA の検出器に対して遮蔽を設置するなどして、大幅に性能を向上させることができた。Active-N を用いて中性子毒を含む試料に対する PGA 測定を行なったところ、ホウ素やガドリニウムなどを短時間で明確に検出できることが分かった。

5. 中性子共鳴透過分析 NRTA

NRTA は、中性子捕獲反応断面積が特定の中性子エネルギー領域で著しく大きくなる共鳴反応を利用する分析法である。中性子エネルギーを測定するために飛行時間法を用い、それによって得られる飛行時間(TOF)スペクトルには、試料に含まれる核種の共鳴エネルギーに相当するところでディップ(欠損)が観測され、この位置と深さを測定することで定性及び定量分析をすることが可能である。また、試料を透過してくる中性子を検出するため、試料と検出器を離して設置することから試料からの放射線の影響を受けにくいという特長がある。特に核燃料物質は多くの共鳴を持ち、共鳴に関する高精度なデータが整備されているため、NRTA によって非常に正確に測定できることが知られている。

従来の NRTA 装置は非常に大型であり、例えば再処理施設などの既存の施設内に設置することが困難であるため、小型の NRTA 装置開発が求められている。Active-N に組み込まれた NRTA 測定部は、0.1-10 eV のエネルギー領域に共鳴をもつ核燃料物質の測定が主な目的である。DT 中性子発生管から射出される中性子は 14 MeV のエネルギーを持つため、モデレータによって 0.1-10 eV 程度に減速させる必要がある。また、NRTA によって実際に分析値を得る際には、試料がない場合とある場合の比から透過率を導出する方法が用いられる。

図 2 の NRTA 測定部は測定の目的に応じて飛行距離を変更できる。一般的に、飛行距離が長いほど共鳴を分離する能力(分解能)が高く、短いほど統計精度(検出される中性子数)が高くなる。Active-N は、3 m 及び 6 m の 2 つの飛行距離での測定ができる(図 2 は 6 m のもの)。短い 3 m の飛行距離のときには、数 eV 領域程度までを迅速に測定でき、6 m のときには高いエネルギー領域の詳細な測定が可能となる。いずれの飛行距離も従来の NRTA 装置(10~100 m 程度)

と比べ短いため、検出器が中性子源（DT 中性子発生管）に近い位置にある。これは測定に影響を及ぼす背景雑音が従来装置より高いことを意味する。そこで、背景雑音の大部分を占めるガンマ線を除去するため、中性子とガンマ線による信号波形の違いにより両者を弁別できる EJ-270 シンチレーション検出器を導入した結果、背景雑音を 1/100 以下に低減できた。

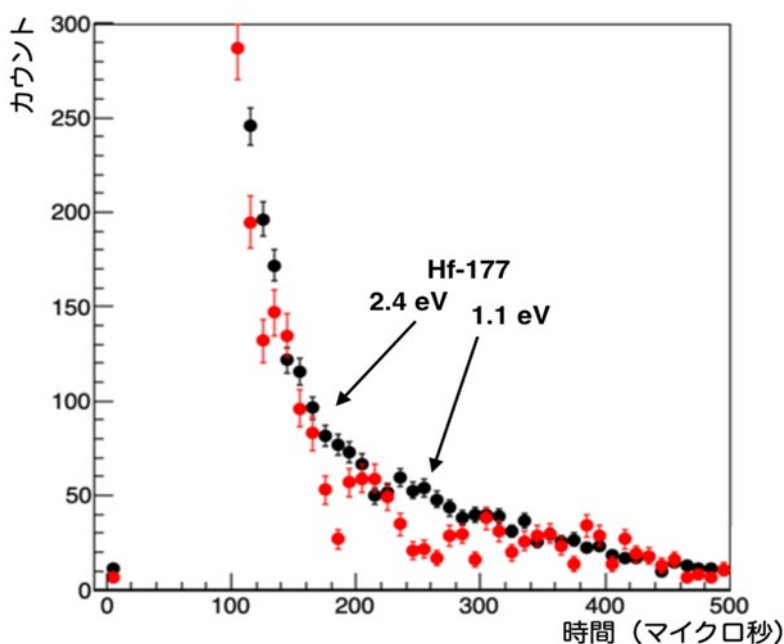


図 4 飛行距離:3 m で Hf を測定したときの TOF スペクトル
(赤：試料あり、黒：試料なし)

Active-N を用いて、まず共鳴エネルギーが核燃料物質の共鳴に近いハフニウム(Hf)、インジウム(In)、銀(Ag)などの模擬試料（面積 10 cm×10 cm）を測定した。図 4 に飛行距離:3 m にて Hf 試料を測定したときの TOF スペクトルを示す。図から試料ありの TOF スペクトル（赤）に ^{177}Hf の共鳴（1.1 eV 及び 2.4 eV）に由来するディップが見える。また、In や Ag 試料を測定した結果、 ^{115}In の 1.1 eV や ^{109}Ag の 5.2 eV の共鳴に由来するディップも確認でき、これらの同定及び定量に成功した。次に、円筒型のジルコニウム容器に封入された核燃料物質 Pu 試料（直径 12 mm、高さ 10 mm ほどの円筒型）を用いた測定を実施した結果、 ^{240}Pu を同定及び定量することに成功した。

6. まとめ

核セキュリティや保障措置に資するため、NUCEF BECKY 施設において3つのアクティブ中性子法(DDA、PGA、NRTA)を一つのDT中性子発生管によって実施できる世界初の統合非破壊測定装置 Active-N の開発を行った。Active-N による DDA では、高線量を模擬した核燃料物質の測定などに成功し、標準的な使用済核燃料は問題なく測定できることを実証した。PGA では、DDA などにおいて測定の妨害となるホウ素やガドリニウムなどの中性子毒元素の検出に成功した。NRTA においては、核燃料物質である Pu を測定し、同定と定量ができることなどを示した。これらによって、核セキュリティや保障措置における NDA 装置開発に必要な知見などが得られ、所期の目的を達成することができた。

【報告：原子力基礎工学センター 原子力センシング研究グループ 藤 暢輔】

4. 活動報告

4-1 「IAEA 第 1 回原子力法に関する国際会議」参加報告

IAEA が主催する初めての原子力法に関する国際会議 (First International Conference on Nuclear Law: Global Debate) が、4/25-29、IAEA 本部で開催された。新型コロナウイルスの影響で、当初 2 月に開催予定が、2 か月遅れで、IAEA 本部における対面とオンラインのハイブリッド形式で開催された。

本会合は、開会及び閉会プレナリー、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 つのプレナリーセッション、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他の分野の法律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原子力と気象変動の 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律や社会事象、技術的課題に焦点を当てた議論が行われた。対面・オンラインを合わせて 127 か国から 900 名以上の法律、政府機関、国際機関、事業者、NGO 等の関係者が参加した。

会議の冒頭、会議事務局より、安全、核セキュリティ、保障措置、原子力損害賠償等において国際法が十分に機能しているかについて議論する会合で、政治的な議論は行わないとの説明があった。当初、会議の議題案には、ロシアの ROSATOM の事務局長のキーノートスピーチが含まれていたが、最終の議題案には含まれていなかった。ウクライナ紛争が国際的な関心を集めているなかで、政治的な議論を避けたい事務局の意図が感じられた。

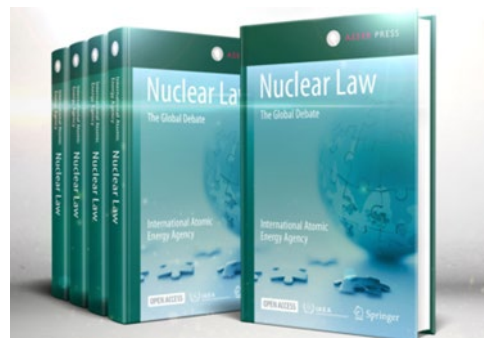


開会挨拶を行う Grossi 事務局長
(IAEA Web サイト)

本会合は、IAEA の Grossi 事務局長の開会あいさつで開幕した。この会合について、法律家、政策決定者、研究者が集まって原子力法に関する議論を行うものとの紹介があった。国際法を勉強している学生にも参加を呼びかけ、最終日には、学生が参加する若手世代フォーラム (Young Generation Forum) も開催するとの説明もあった。

また、Grossi 事務局長は、自身も執筆に参加した、会合同タイトルの「Nuclear Law: The Global Debate」という書籍が、本会合に合わせ IAEA より出版されたことを紹介し、原子力法の重要性を指摘した。なお、書籍購入者に Grossi 事務局長がサインをするブースも開設されていた。書籍は、購入以外にダウンロードも可能である。

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-6265-495-2#toc>



会議に合わせて出版された「Nuclear Law: The Global Debate」

開会プレナリーでは、事務局長に加え、同書籍を執筆に参加した米 국무省 Jenkins 次官等が参加し、「原子力法のビジョン」についてパネル討論が行われた。

報告者は、円卓討論 3「核不拡散と原子力の平和利用：検証と補完性の強化」にパネルのメンバーとして参加した。主催者からの招待で参加したのもので、座長は、8 月の NPT レビュー会議の議長を務めるアルゼンチンの Zlauvinen 大使が勤め、パネルメンバーは、ポーランド、モロッコ、メキシコの大使、ナイジェリアの原子力委員長、オーストラリアの大学の先生といった、メンバーであった。



報告者のオンライン発表

報告者は、被爆国でありフルスコープの核燃料サイクルの推進国である日本が、原子力法に対し 50 年以上にわたりコンプライアンスを守ってきたか、また、その経験をもとに、国際的な核不拡散に貢献してきたか、貢献の一環として ISCN が実施している能力構築支援について説明した。

また、技術セッションで、「ISCN's Contribution for Universalization of Additional Protocol and Revised Small Quantity Protocol through its Capacity Building Support Activities」のタイトルで発表を行った。本発表は、3 月から IAEA に採用され、本会合に出席できなくなった川久保陽子さんに代わり発表したもの。保障措置協定の追加議定書及び改定少量議定書の普遍化を進めるために実施している能力構築支援を紹介した。

原子力平和利用を円滑に進めるために、安全及びセキュリティを万全にし、万一の事故に備え早期通報、早期対応、更には損害賠償に関する法的な枠組みが求められる。加えて平和利用を担保し、軍事転用を防ぐための NPT、非核地帯構想、保障措置、透明性の確保といったように関連する原子力法は多岐にわたる。今回の会合への出席を通じて、原子力利用における原子力法への理解の重要性を再認識した。

今回の会合の発表者は、IAEA が主催する一般的な技術会合とは異なり、国際法の研究者や外交官が多く、制度的、政策的な議論が多く見受けられた。一方で、保障措置、核セキュリティ、安全と上の技術的課題といった原子力法と関連の薄い議論も行われていた。議論が発散する傾向はあったが、幅広い分の制度的・技術的な課題を理解するうえで、有益であるという印象を持った。

また、国際法等を学ぶ多くの学生が参加し、若手世代フォーラムにおいて発表をし、各セッションにおいても積極的に質問を行っていた。途上国からの参加者も多く、原子力法の理解促進と原子力法に関連する人材育成の観点からも有益な会議であったと考える。

【報告：副センター長 堀 雅人】

4-2 「ESARDA 年次会合」参加報告

欧州保障措置技術開発協会(ESARDA)第 44 回年次会合が、ルクセンブルクにおける対面とオンラインのハイブリッドで開催された。ESARDA は、欧州の研究機関等が保障措置の研究・開発に積極的に関与することを目的として設立された組織であり、ISCNも 2018 年から associate member (準会員)として参加している。今回の年次会合において、5/2 に開催された運営委員会に出席するとともに、5/3~5 に開催されたワーキンググループにおいて 1 件の発表を行ったところ、その概要を報告する。

1. ESARDA 運営委員会

本運営委員会は、ESARDA の政策や活動について議論するため ESARDA を構成している各組織の代表が参加する委員会。今回の委員会には、会議開始時点で、19 組織から 35 名 (13 名がルクセンブルクから対面、その他はオンライン) が参加し、以下の議論を行った。

- ・ローレンスリバモア国立研究所(LLNL)の ESARDA associate member としての加入

LLNL の代表者から、LLNL の概要と、associate member として認められれば、積極的に ESARDA ワーキンググループの活動に参加したいとの説明があり、投票の結果、全会一致で associate member としての加入が認められた。

- ・2023 年の ESARDA・INMM の合同年次大会の情報共有

次回の年次会合は、ESARDA・INMM の合同開催となることと、2023 年 5 月にウィーンのオーストリアセンターで対面で実施予定であるとの説明があった。

- ・ESARDA への NGO の参加

複数の NGO が ESARDA のワーキンググループ等への参加を求めているが、現時点では参加を認めずに、引き続き議論を行うこととなった。

•ENEN Safeguards Master course

ESARDA が連携している European Nuclear Education Network (ENEN)より、保障措置のマスターコース(修士課程)について紹介があった。同コースには、10名の募集に対して62名の応募があり、定員を増やし最終的に25名を選んだ。欧州以外にアフリカ、中東、極東、南米から参加。COVID-19の影響で開始時期が遅れ、カリキュラムも計画よりも遅れているが、EC-JRCでの実習等が進められている。今後、ESARDAのワーキンググループにもマスターコースの学生が参加する予定。次の募集については現在調整中との説明があった。

2. ESARDA ワーキンググループ会合

本会合は、5/3~5の3日間にわたり、全体会合の合間に8つのワーキンググループ⁵⁵に分かれ並行して実施された。

このうち、ISCN 技術開発推進室が参加した NDA ワーキンググループの会合は、以下の3つのセッションから構成され、各セッションでは、テーマに沿った研究・技術開発に関する発表の後、議論が行われた。

セッション 1. 保障措置における AmLi 線源の使用及び代替手段について

セッション 2. 保障措置における新興技術とニーズについて

セッション 3. NDA/DA (破壊分析) 合同ワーキンググループ会合

ISCN 技術開発推進室からは、セッション2において、レーザー駆動中性子源を用いた中性子共鳴透過分析システムの開発についての発表⁵⁶を行った。聴衆からは現状のレーザー駆動中性子源の性能に関する質問があった。また、本発表の終了時点で40名がオンラインで参加(対面での参加者数は不明)しており、新興技術に対する期待の高さが伺えた。ニーズに関する議論では、今後、開発に力を入れるべき技術として、保障措置で現在運用されている測定をより小型な装置で簡便に低コストで行うための技術、²³⁵Uの定量をより精度よく行うための技術、核燃料や燃料デブリなどの高線量核燃料物質内の Pu 同位体の定量をより精度よく行うための技術、トリウム炉などの次世代原子炉に対する保障措置技術等が挙げられた。本会議のように保障措置現場のニーズから、新興技術というシーズまでが網羅的に議論される会議は大変貴重であるため、今後も参加を継続することで情報交換を行い、効率的な技術開発に活かしていきたい。

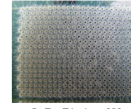
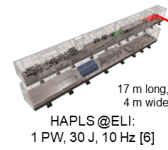
⁵⁵ 8つのワーキンググループは以下のとおり: Non Destructive Assay, Destructive Analysis, Containment & Surveillance, Implementation of Safeguards, Verification Technologies & Methodologies, Training and Knowledge Management, Material Balance Evaluation, Export Control

⁵⁶ 発表の内容については、本ニューズレター2022年4月号の記事と重複するため本記事では割愛する。

Discussion and Summary

LDNS is still under development

- Increasing the repetition rate of LDNS
 1. Increase the repetition rate of high power laser system
 - 1-10 Hz PW-class laser has been developed [5,6]
 2. Improve the neutron production system
 - Study of pitcher and catcher targets [7]
- Downsizing high power laser system
 - Table-top PW-class lasers are being developed [9]



One laser shot makes one hole.



Based on the above facts and present experimental results, it is expected that the LDNS will be applicable to NRTA soon.

[5] K. Nakamura *et al.*, IEEE J. Quantum Elec. 53, 1-21 (2017)
 [6] C.L. Haefner *et al.*, Proc. SPIE 10241, 1024102 (2017)
 [7] I. Prencipe *et al.*, High Power Laser Sic. Eng. 5, 1-31 (2017)

[8] H. Cha *et al.*, KAERI/RR-3296-2011 (2011)
 [9] E. Cartledge, Science. 359, 382-385 (2018)

発表スライドの抜粋

【報告： 副センター長 堀 雅人、技術開発推進室 弘中 浩太】

5. コラム

5-1 ルーマニアの核不拡散関連事情

【ルーマニアの核不拡散関連事情】

(1) ルーマニアへの特別査察等

筆者は外務省勤務時代にチャウシェスク政権末期のルーマニアで語学研修を終えた後、在ルーマニア日本大使館にて館務に従事した。研修中の大きな出来事はチャウシェスク政権の崩壊であり、国家が崩壊してから再生する姿を目の当たりにした。

もっとも、核不拡散分野にはルーマニアでの研修中にも縁があり、在外研修先の同級生の中には、その後ルーマニア外務省不拡散課長になった人がいて、大使館で政務班長の時はよく話を聞きに行った。同人はその後、1540 委員会⁵⁷委員として勤務後、現在は国際原子力機関(IAEA)法務部で勤務しており、NPT 運用検討会議の際は不拡散を担当する第 2 主要委員会書記をしたり、ウイーン大学で保障措置講座を担当している。

また、当時は知る由もなかったが、実はチャウシェスク政権時に実験室レベルで、約 100 mgPu を含む約 470 ml の溶液が MBA⁵⁸外で発見されたため、1992 年にチャウシェスク政権崩壊後の新政権は特別査察の実施を IAEA に要請し、翌 1993 年にルーマニアに対してこれが実施された⁵⁹。これまで IAEA の特別査察は、このルーマニアと北朝鮮の事例に要請された 2 件があるが、北朝鮮が特別査察の受入れを拒否したため⁶⁰、実際に特別査察が行われたのはルーマニアのみである。

(2) ルーマニアの原子力事情

ルーマニアの原子力事情の現状については、IAEA が世界各国を含め、Country Nuclear Power Profiles⁶¹に纏めて公開しているが、あのころとは随分変わっている。ルーマニアではウランが採掘されるので、濃縮処理をしなくても、原子炉の燃料として使用出来るカナダの CANDU 炉を発電用動力炉に採用している。筆者が当時の上司とチェルナボード原発を見学したのは 2005 年頃で、CANDU-6 型でまだ発電所全体

⁵⁷ 国連安全保障理事会決議第 1540 号決議により安保理の下部委員会として設置された「1540 委員会」の任務遂行を支援する専門家グループ。国連加盟国からの報告の精査、技術的な質問への対応、履行支援の実施などを担当。定員は 9 名、通常任期は 2 年(1 年契約で最大 5 年まで延長可)
URL:https://www.mofa.go.jp/mofaj/press/release/press4_005855.html

⁵⁸ Material Balance Area (物質収支区域)のことで、この区域の内外で核燃料の出入りを検認して核物質計量管理を行う。

⁵⁹ Trevor Findlay, proliferation Alert! The IAEA and Non-Compliance Reporting, Belfer Center for Science and International Affairs Harvard Kennedy School, October 2015, pp.37-38.
URL: <https://www.belfercenter.org/sites/default/files/files/publication/proliferationalert-web.pdf>

⁶⁰ IAEA Doc, GC(XXXVII)/1984, 26 September 1993. 同文書は理事会文書 GOV/2692 に基づくもの。

⁶¹ IAEA Country Nuclear Power profiles:Romania(updated 2021). URL: <https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/CNPP-2021/countryprofiles/Romania/Romania.htm> (as of 20 April 2022)

は完成していなかったが、その後稼働する原子炉も増えており、ルーマニアの原子力発電所の進歩が伺われた。

また、ルーマニアの IAEA との保障措置協定⁶²が NPT が成立する前から締結されていることからわかるように、1960 年代後期から原子力活動が開始されている。初期に原子力研究の先鞭を果たしたのが米国製の TRIGA 炉で⁶³、核燃料製造工場のあるピテシュティにあり、当初は高濃縮ウランも使用していた。その後地球的規模脅威削減イニシアティブ(Global Threat Reduction Initiative)に基づき⁶⁴、一旦核燃料をフランスに移送して高濃縮から低濃縮に希釈して返却され稼働中であるが、2025 年から廃炉になるので、廃炉技術取得の観点からも注目される。

また、最近の同国の原子力事情で注目されるのは、米国がルーマニア政府と協力し、同国に次世代原子炉である「小型モジュール炉(SMR)」を導入する計画を進めると昨年グラスゴーで開催された気候変動サミット(COP26)の際に発表したことである⁶⁵。こうした二国間協力の背景として、ルーマニアはフランスを初めとする EU 諸国とも友好的であり、NATO の枠組みでも積極的に活動しており、米軍の施設及び区域に関する地位協定も締結している⁶⁶。今般のロシアによるウクライナ侵攻にも、後方支援拠点として NATO 領域東端の領空警備にも積極的に協力している⁶⁷。このため、米国としてもルーマニアを積極的につなぎ留めて置きたい意向もあり、対ルーマニア協力をこうした分野でも進めている。

こうした傾向は筆者がチェルナボダ原発を見学した時にも観察され、当時の最新の核物質防護措置が取られているのに気づき、後で先方に聞いてみると、米国エネルギー省(DOE)の支援で実現した由で、特に CANDU 炉は核拡散抵抗性が通常の軽水炉よりも弱いとされている。即ち、十分燃焼していない(低燃焼度)状態で燃料棒を取り出せば高次化の進行していない兵器級 Pu の回収が容易との背景があり、核物質防護の必要性は高いので、米国はこういうところにも目を光らせていることが分かり、興味深かった。

⁶² IAEA Doc. INFCIRC/117,21 August 1968,pp.1-3; INFCIRC/180, 19 April 1973,pp1-29.

⁶³ "STATUS AND PROGRESS OF IAEA ACTIVITIES ON RESEARCH REACTOR CONVERSION AND SPENT FUEL RETURN PROGRAMMES IN THE YEARS 2005-2006," ,December 13 2015, IAEA, Vienna, Pablo,p.21. URL: <https://slideplayer.com/slide/8870871/>

⁶⁴ 外務省、地球的規模脅威削減イニシアティブ(Global Threat Reduction Initiative:GTRI)。

URL:<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/atom/gtri.html> (as of 46 April 2022)

なお、ロシア製研究炉の高濃縮ウランについてはロシアに引き渡されている。URL: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P1575_CD_web/datasets/papers/E8%20Dragolici.pdf (as of 12 May 2022)

⁶⁵ 産経新聞 2021 年 11 月 3 日号電子版。URL: <https://www.sankei.com/article/20211103-E6HSA64MU5IZ7KQDAXPZBSFCQU/> (as of 20 April 2022)

同報道によれば、ルーマニアが導入予定の SMR は米ニュースケール・パワー製の 12 基。米国とルーマニアで当初 6 千人規模の雇用創出が見込まれる由。

⁶⁶ Agreement Between the United States of America and Romania Regarding the Activities of United States Forces Located on the Territory of Romania:URL: <https://www.state.gov/wp-content/uploads/2019/02/06-721-Romania-Defense-SOFA.pdf>

⁶⁷ 米国は NATO 主導国として米国国防長官も随時ルーマニアを訪問している。例えば、URL:

<https://www.defense.gov/News/News-Stories/Article/Article/2816855/defense-secretary-holds-talks-in-romania/>

因みに、原子力関係でルーマニアが核不拡散分野で具体的にどのような取組をしているかを纏めると、①自ら IAEA に申告して特別査察を受けたこと、②ピテシュティの TRIGA 研究炉で使用していた高濃縮ウランを上述の GTRI に従ってフランスの CERCA 社と契約を締結して同社で希釈したこと、③TRIGA 研究炉及び首都ブカレスト郊外にある熱中性子炉の VVR-S 炉⁶⁸を廃炉する予定であることが挙げられる。

(3) 核実験監視関連

最後にルーマニアとの核不拡散分野での協力で興味深いのは、ウクライナとの国境周辺の森林地帯に設置されているブコビナ群列地震計監視観測所(Bucovina Seismic Array: BURAR)である⁶⁹。ルーマニアには包括的核実験禁止条約(CTBT)の下で構築されている Muntele Rosu(AS81)地震学的補助監視観測所もあるが⁷⁰、その地震観測機器は東西南北上下動を観測するのみの簡素なものである。他方で、ブコビナ群列地震監視観測所は CTBT の観測所を上回る精度での観測が可能であり、その後に微気圧振動の監視観測所も設置されているので、レベルも規模も比較にならない施設であり、更なる活用が期待される。

また、核実験監視関連の私個人の経験としては、報道課では中国による最後の核実験実施に偶然巡りあわせ、外相が在京中国大使を招致して抗議する際に取材協力をしたり、1 回目の軍備管理軍縮課勤務の際にはインド・パキスタンの核実験、2 回目には北朝鮮の核実験対応があり、当時は大変であった。このため、実は東海村には昔から何度も出張に来ており、またご縁があつて日本原子力研究開発機構に勤務することになり、かつてお世話になった知人も少なくない。核不拡散についても色々勉強させて頂いたおかげで、このような異なった視点からルーマニアを改めてみる事が出来たが、関係専門家の皆様にご教示頂いたことに感謝する次第である。

【報告： 計画管理・政策調査室 福井 康人】

⁶⁸ DECOMMISSIONING OF THE IFIN-HH VVR-S NUCLEAR RESEARCH REACTOR Dr. Mitica Dragusin, IFIN-HH, Romania, pp.1-5.URL: <https://www-ns.iaea.org/downloads/rw/projects/r2d2/workshop10/national-progress-reports/romania.pdf> (As of 12 May 2022)

⁶⁹ FELIX BORLEANU and ali.,ROMANIAN EARTHQUAKES ANALYSIS USING THE BURAR SEISMIC ARRAY, Romanian Reports in Physics, Vol. 60, No. 1,2008, P. 135-143. 同施設は、筆者が関係者から聞いたところによれば、米国の CTBT の国内データセンターである AFTAC(セント・パトリック空軍基地内に所在する空軍技術応用センター)に正確な地震波形データを直接送信し、データ送付量の出来高で米国空軍から運用維持経費が支払われ、ルーマニアはデータを分岐して国内で近隣のブランチャ地域の地震頻発地帯の観測にも使用されている。なお、その後同観測所には微気圧振動監視観測所も設置され、東方のウクライナ、ロシア等での気圧の微小振動の観測も可能である。

⁷⁰ CTBT の下では、三成分(3-C)の地震計が設置されているのみであり、かつて日本も関係者を JICA グローバル地震観測研修に招聘したり、その後のフォローアップ機材供与のスキームによりデータ転送装置の寄贈を行っている。

編集後記

地元のプロバスケットボールチーム「茨城ロボッツ」の活躍について、2 回ほど本ニュースレターで取り上げた。

https://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp_news/attached/0292.pdf#page=27

https://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp_news/attached/0299.pdf#page=25

その茨城ロボッツの 2021-2022 年シーズンは、5 月 8 日の群馬クレーンサンダー戦で幕を閉じた。今シーズンは「BUILD UP Together」をスローガンに、強いチームになるための基盤強化に重点をおいてきたが、最終戦、水戸アダストリアアリーナに 3600 名以上の観衆が詰めかけ、チームの build up 振りを実感した。

最終成績は、16 勝 38 敗、22 チーム中 18 位である。目標としていた 20 勝には届かなかったが、新型コロナウイルスの影響で 6 試合が中止となったことを考えると、目標に近い結果を残せたように感じる。

今シーズンも新型コロナウイルスの影響は大きく、例えば、東地区優勝の千葉ジェッツは、15 試合が中止になり 45 試合しか戦っていない。時々、アメリカのプロバスケットリーグ NBA の試合をみているが、超満員の観衆がマスクなしで声を出して応援している NBA の試合の映像は、B リーグの観衆全員がマスクを着用して静かに応援している様子と大きく異なる。一方で、隣国の中国は、ゼロコロナ政策をとり、ロックダウンを続けている。各国の対応が分かれてきている。

4 月に開催された原子力法国際会議（ウィーンにおける対面とオンラインのハイブリッド形式）に出席し、二つのセッションで発表を行ったが、1 つセッションは、発表者 6 名中、私を含む 2 名がオンラインでの参加であり、もう一つのセッションは、発表者 6 名中、私一人がオンライン参加で、他の発表者は対面でウィーンから発表していた。徐々に、コロナ前の状況に戻りつつあることを感じた。

(M.H)

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 5 月 31 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)