



ISCN Newsletter

(ISCN ニュースレター)

No.0324

December, 2023

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

核不拡散・核セキュリティ総合支援センター

Japan Atomic Energy Agency (JAEA)

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

目次

1. お知らせ-----	4
1-1 原子力平和利用と核不拡散・核セキュリティに係る国際フォーラム 2023 開催のお知らせ ----	4
1-2 日本核物質管理学会第 44 回年次大会において、ISCN 職員が最優秀論文賞及び優秀論文賞を受賞-----	5
2. 核不拡散・核セキュリティに関する動向(解説・分析)-----	6
2-1 国際原子力機関(IAEA)第 67 回総会で採択された「核セキュリティ」、「保障措置の有効性の強化と効率性の改善」、「IAEA と北朝鮮の間の保障措置協定の履行」、「中東における IAEA 保障措置の適用」、及び「ウクライナにおける原子力安全、セキュリティ、及び保障措置」の決議の概要-----	6
<p>IAEA 第 67 回総会で採択された決議のうち、「核セキュリティ」、「保障措置の有効性の強化と効率性の改善」、「IAEA と北朝鮮の間の保障措置協定の履行」、「中東における IAEA 保障措置協定の適用」、及び「ウクライナにおける原子力安全、セキュリティ、及び保障措置」の決議の概要を報告する。</p>	
2-2 「IAEA 加盟国が COVID-19 パンデミック下で安全、核セキュリティ、及び信頼性の高い原子力産業の運営維持から得た経験と洞察」の概要-----	9
<p>国際原子力機関(IAEA)が発刊した「IAEA 加盟国が COVID-19 パンデミック下で安全、核セキュリティ、及び信頼性の高い原子力産業の運営維持から得た経験と洞察」の概要を、主に事業者の対応を中心に紹介する。</p>	
2-3 SIPRI Yearbook 2023(一般公開版)に見る世界の核弾頭数、核兵器保有国における核兵器の役割、HEU 及び分離 Pu 量及び主要なウラン濃縮及び再処理施設-----	19
<p>ストックホルム国際平和研究所(SIPRI)の 2023 年版年鑑(Yearbook 2023)の一般公開版における世界の核弾頭数、核保有国における核兵器の役割、高濃縮ウラン(HEU)と分離プルトニウム(Pu)の保有量と、主要なウラン濃縮及び再処理施設について紹介する。</p>	
2-4 米国が実施した低出力核爆発探知能力向上のための高性能爆薬を用いた模擬実験-----	31
<p>米国エネルギー省国家核安全保障庁(DOE/NNSA)は、2023 年 10 月 18 日、ネバダ州のナショナル・セキュリティ・サイト(核実験場)で低出力核爆発の探知能力向上のための高性能化学爆薬を用いた模擬実験を実施した旨を発表した。その目的、内容、及びその意味合い等を紹介する。</p>	
2-5 日本が国連総会第一委員会に提出した核兵器廃絶決議の概要-----	32
<p>日本が国連総会第一委員会に提出した核兵器廃絶決議の投票結果とその主な項目についての意義とそれらの解説をする。</p>	

3. 技術・研究紹介----- 37

3-1 核分裂性物質の非破壊分析のための中性子共鳴核分裂中性子分析法----- 37

ISCN 技術開発推進室では、中性子飛行時間(TOF)法を用いた中性子共鳴非破壊分析技術の開発を進めている。その技術開発の一つとして、核分裂に伴い放出される核分裂中性子を測定する中性子共鳴核分裂中性子分析(NRFNA)法を新たに提案し、その技術開発を行っている。本報告では、NRFNA 法について概説し、NRFNA 法の原理実証のために行った核分裂中性子の TOF 測定実験について、その結果を報告する。

4. 活動報告----- 43

4-1 核物質及び原子力施設の防護に係るトレーニングコースの開催報告----- 43

2023 年 10 月 16 日～10 月 27 日に JAEA/ISCN がアジア地域向けに開催した「核物質及び原子力施設の防護に係るトレーニングコース(PP-RTC)」の概要を報告する。

4-2 日本核物質管理学会第 44 回年次大会参加報告----- 46

2023 年 11 月 21 日～22 日に開催された日本核物質管理学会(INMMJ)第 44 回年次大会において、ISCN から 9 件の発表を行ったため、それぞれの概要を報告する。

4-3 ベトナムで開催された統合核セキュリティ持続可能計画(INSSP)レビュー会合への参加----- 50

2023 年 11 月 7 日～10 日にかけて、ベトナムのハノイで開催された IAEA 統合核セキュリティ持続可能計画(INSSP)に係るレビュー会合に IAEA より専門家として招聘され、主に人材育成、核セキュリティ支援センター(NSSC)の設立、核セキュリティ文化の醸成などに係る日本の経験などを共有しベトナムの INSSP 作成を支援してきたのでその概要を報告する。

5. コラム----- 52

5-1 Experience as a Visiting Fellow in ISCN ～Lance GARRISON～----- 52

マンスフィールド・フェローシップ・プログラムの研修生として ISCN で 1 か月を過ごした Lance GARRISON の感想を紹介する。

Contents

1. Announcements -----	4
1-1 International Forum on Peaceful Use of Nuclear Energy and Nuclear Non-Proliferation and Nuclear Security 2023 -----	4
1-2 ISCN staff receive Best Paper Award and Excellence Paper Award at the 44th Annual Meeting of Institute of Nuclear Materials Management (INMM) Japan Chapter -----	5
2. Nuclear Non-proliferation and Nuclear Security Trends and Analysis -----	6
2-1 Brief summary of resolutions on “Nuclear Security”, “Strengthening the effectiveness and improving the efficiency of Agency safeguards”, “Implementation of the NPT safeguards agreement between the Agency and the Democratic People’s Republic of Korea”, “Application of IAEA safeguards in the Middle East”, and “Nuclear safety, security and safeguards in Ukraine” adopted in the 67th IAEA General Conference -----	6
2-2 Brief summary of “Member states Experiences and Insights from Maintaining Safety, Security and Reliable Nuclear Industry Operations During the COVID-19 Pandemic” (IAEA Technical Reports Series No.491) -----	9
2-3 Number of nuclear warheads in the world, as well as amount of HEU and Pu, together with number of uranium enrichment and reprocessing facilities as see in SIPRI Yearbook 2023 (released version) -----	19
2-4 NNSA conducts experiment to improve U.S. ability to detect foreign nuclear explosions,-	31
2-5 Adoption of the Draft Resolution on the Elimination of Nuclear Weapons submitted by Japan to the First Committee of the United Nations General Assembly -----	32
3. Introduction of Technology and Research related to Nuclear Non-proliferation and Nuclear Security -----	37
3-1 Neutron Resonance Fission Neutron Analysis for Non-destructive Analysis of Fissile Materials -----	37
4. ISCN’s Activities Reports -----	43
4-1 Regional Training Course on Physical Protection of Nuclear Material and Facilities -----	43
4-2 Brief summary of presentations by ISCN members in the 44th Annual Meeting of Institute of Nuclear Materials Management (INMM) Japan Chapter -----	46
4-3 Participation in the Integrated Nuclear Security Sustainability Plan (INSSP) Review Meeting in Vietnam -----	50
5. Column -----	52
5-1 Experience as a Visiting Fellow in ISCN ~Lance GARRISON~ -----	52

1. お知らせ

1-1 原子力平和利用と核不拡散・核セキュリティに係る国際フォーラム 2023 開催のお知らせ

今年度の『原子力平和利用と核不拡散・核セキュリティに係る国際フォーラム』につきましては、下記のとおりハイブリッド形式にて開催いたします。

- テーマ：「原子力の平和的利用による持続可能な社会と核兵器のない世界の実現に向けて」
- 日時：2023年12月14日(木) 13:15～16:50（日本時間）
- 開催形式：ハイブリッド開催(ご来場・オンライン)※当日はライブ配信いたします
- 場所：東京都千代田区内幸町2-1-1 飯野ビルディング4階
イイノカンファレンスセンター RoomA

申込みは、以下の URL またはホームページより登録ください。

<https://vb.wufoo.com/forms/zzs81o4112di4k/>

プログラムやパネリストについては、以下ホームページよりご覧いただけます。

<https://www.jaea.go.jp/04/iscn/activity/2023-12-14/announce.html>

原子力平和利用と核不拡散・核セキュリティに係る
国際フォーラム 2023

原子力の平和的利用による
持続可能な社会と
核兵器のない世界の実現に向けて

2023年12月14日 (木) 13:15-16:50 (JST)
※開場：12:45

「ハイブリッド」開催
ご来場&オンライン(ZOOM)
会場：イイノカンファレンスセンター Room A
東京都千代田区内幸町2-1-1
日英同時通訳

お問い合わせ/お申し込み先
国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構
核不拡散・核セキュリティ総合支援センター (ISCN)
HP <https://www.jaea.go.jp/04/iscn/>
✉ iscn-forum@jaea.go.jp
TEL 029-282-0495

1-2 日本核物質管理学会第44回年次大会において、ISCN職員が最優秀論文賞及び優秀論文賞を受賞

2023年11月21日～22日に開催された日本核物質管理学会第44回年次大会において、ISCNの以下2名の論文が、最優秀論文及び優秀論文として表彰されました。

- 最優秀論文賞：能力構築国際支援室 立野 嵩陽(発表者)
関根 恵、水枝谷 未来、シレガル ヴィクター ハソロアン、
早川 剛、川久保 陽子¹、野呂 尚子、井上 尚子

タイトル：「保障措置コースのためのウラン燃料加工施設バーチャルリアリティ(VR)教材の開発」

- 優秀論文賞：技術開発推進室 高橋 時音(発表者)
山口 郁斗、弘中 浩太¹、持丸 貴則、小泉 光生、山西 弘城²、
若林 源一郎²

タイトル：「大規模公共イベント等における核・放射性物質モニタリング技術開発」



(左から)受賞した立野嵩陽、高橋 時音

なお、上記を含め同年次大会でのISCNからの計9件の発表概要については、本号4-2において紹介しています。

¹ 現職は国際原子力機関

² 近畿大学 原子力研究所

2. 核不拡散・核セキュリティに関する動向（解説・分析）

2-1 国際原子力機関(IAEA)第 67 回総会で採択された「核セキュリティ」、「保障措置の有効性の強化と効率性の改善」、「IAEA と北朝鮮の間の保障措置協定の履行」、「中東における IAEA 保障措置の適用」、及び「ウクライナにおける原子力安全、セキュリティ、及び保障措置」の決議の概要

IAEA 第 67 回総会で採択された決議のうち、「核セキュリティ」、「保障措置の有効性の強化と効率性の改善」、「IAEA と北朝鮮の間の保障措置協定の履行」、「中東における IAEA 保障措置協定の適用」、及び「ウクライナにおける原子力安全、セキュリティ、及び保障措置」の決議の概要を報告する。なお、今次総会において、「ウクライナにおける原子力安全、セキュリティ、及び保障措置」は初めて独立した一つの議案として提起され決議されており、また、「核セキュリティ」に関する決議でも、ウクライナ関連の「原子力安全とセキュリティに不可欠な 7 つの原則」や 5 つの具体的な原則が取り上げられている。

核セキュリティ(GC(67)/RES/8)³

国際社会の核セキュリティ強化におけるIAEAの中心的な役割、2023年の改正核物質防護条約に関するレビュー会議の成果、サイバー攻撃による脅威及びそれによる潜在的な核セキュリティへの影響の認識向上のためのIAEAの取組み、原子力施設への攻撃の懸念、「原子力安全とセキュリティに不可欠な7つの原則」、「5つの原則」等の議題を承認し、これらへの対処に関する決議がそれぞれ採択された。

なお、上記決議の中で、武力紛争時における対処について、IAEAの文書である核セキュリティ・シリーズにおいて見直しを進めるべきことも決議されている。

保障措置の有効性の強化と効率性の改善(GC(67)/RES/11)⁴

保障措置は、核不拡散のための中核的な要素であり、効果的・効率的な保障措置が必要であり、各保障措置協定締結国による協定上の義務の完全な履行の重要性を強調すること、平和目的の原子力施設に対する、又はその周辺における攻撃又はその脅威が、関連する保障措置協定に従った保障措置活動の実施を妨げることに重大な懸念を表明すること、保障措置協定に反して禁止された目的で核物質が使用されることを防止するため、効果的な保障措置の必要性を強調し、原子力の平和的利用の分野における協力を促進するため、効果的かつ効率的な保障措置が極めて重要であること、引き続き国レベル・アプローチの適用を通じて得られた知見を適宜報告すること等を内容とする決議が全会一致で採択された。

³ IAEA, <https://www.iaea.org/sites/default/files/gc/gc67-res8.pdf>

⁴ IAEA, <https://www.iaea.org/sites/default/files/gc/gc67-res11.pdf>

IAEAと北朝鮮の間の保障措置協定の履行(GC(67)/RES/12)⁵

北朝鮮に対して、全ての核活動、ウラン濃縮及び再処理を含む核分裂性物質の生産を目的とした施設の拡張等のためのあらゆる取組を停止することを求めること、朝鮮半島の検証可能な非核化に向けた実質的な進展を達成することを目的とした六者会合の2005年9月19日の共同声明⁶の完全な履行を再確認すること、国連安保理決議の義務を完全に遵守し、全ての核兵器及び既存の核計画の完全な、検証可能な、かつ、不可逆的な方法での廃棄並びに全ての関連活動の速やかな停止に向けた具体的措置をとることを強く求めること、そして、全ての加盟国が、関連する国連安保理決議に従い、自らの義務を完全に履行すること、等の重要性を強調する旨の決議が全会一致で採択された(以上は昨年度総会決議⁷に同じ)。

なお昨年の総会決議の内容との相違点は、喫緊の北朝鮮の核政策及び核活動の進展が記載されており、それらは以下のとおりである。

- 2022年12月に北朝鮮が「戦術核兵器の大量生産」を強調する発表がなされ⁸、「核兵器の飛躍的な増加」が要求され、また2023年3月に「強力な核兵器の製造を継続する」との発表がなされたこと⁹。
- IAEA事務局長報告¹⁰で述べられているように、北朝鮮の5MW(e)原子炉及びその他の施設の運転、寧辺の遠心分離ウラン濃縮施設とされている施設の運転と同施設の拡張、降仙の複合施設での活動、及び豊溪里の核実験場の再開と一致する非常に憂慮すべき兆候を含む、北朝鮮の核施設の一部における活動レベルの増加に懸念が増大していること。

中東におけるIAEA保障措置の適用(GC(67)/RES/13)¹¹

今次決議は、昨年の総会決議¹²同様、全ての中東域内国が核兵器不拡散条約(NPT)及び関連する核軍縮及び核不拡散に係る条約・協定に加入し、また保障措置に関連する国際的な義務や誓約(コミットメント)を誠実に果たすこと、さらに全ての当事国が、相互的、効果的かつ検証可能な非核兵器地帯(NWFZ)の創設に要求される実際的かつ適切なステップについて真摯に検討すること、加えて全ての中東域内国はNWFZが創設されるまで、核兵器の開発、生産、実験及び取得といったNWFZ創

⁵ IAEA, <https://www.iaea.org/sites/default/files/gc/gc67-res12.pdf>

⁶ 外務省、「第4回六者会合に関する共同声明(仮訳)」, 2005年9月19日、URL: https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/n_korea/6kaigo/ks_050919.html

⁷ IAEA, <https://www.iaea.org/sites/default/files/gc/gc66-res11.pdf>

⁸ 参考: Kelsey Davenport, “North Korea Plans to Expand Nuclear Arsenal”, Arms Control Today, January/February 2023, <https://www.armscontrol.org/act/2023-01/news/north-korea-plans-expand-nuclear-arsenal>

⁹ 参考: Kim Soo-yeon, “N. Korean leader guides nuclear weaponization project, calls for expanding weapons-grade nuke materials”, Yonhap News Agency, 28 March 2023, <https://en.yna.co.kr/view/AEN20230327006000325>

¹⁰ IAEA, <https://www.iaea.org/sites/default/files/gc/gc67-20.pdf> なお左記の概要は、ISNC Newsletter No. 0324 November 2023, https://www.jaea.go.jp/04/isnc/nnp_news/attached/0323.pdf を参照されたい。

¹¹ IAEA, <https://www.iaea.org/sites/default/files/gc/gc67-res13.pdf>

¹² IAEA, <https://www.iaea.org/sites/default/files/gc/gc66-res12.pdf>

設の目的を阻害しないこと等を求めている。本決議は賛成多数¹³で採択された。

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(GC(67)/RES/16)¹⁴

総論では、これまでの理事会や総会での議論に鑑み、すべての原子力施設に対するすべての活動の停止や事務局長及びザポリヅジャ原子力発電所(ZNPP)からの軍隊等の撤収を求める要求にロシア連邦が従わないことに重大な懸念を表明し、IAEA 事務局長が提唱した「原子力安全とセキュリティに不可欠な 7 つの原則」を強調し、ザポリヅジャ発電所での「厳しく、困難な」状況がこの 7 つの原則に「完全なもしくは部分的な」妥協を強いていることに重大な懸念を表明し、ZNPP を保護するための 5 つの具体的な原則を強調する等とした、以下の 6 点を決議している¹⁵。

1. 事務局長等が、ZNPP への IAEA の専門家(職員)の常駐の強化や ZNPP 内外にある施設へのタイムリーなアクセスが承認されることの必要性を全面的に支持し、事務局長に定期的な状況報告を要求する。
2. ZNPP からの、権限のない軍事組織や要員の即時の撤退とともに、ウクライナの規制組織(SNRIU)への即刻の権限の返還を強く求める。
3. チョルノービリ、リウネ、フメリニツキー、及び南ウクライナ原子力発電所への、IAEA の継続する技術支援、技術専門家の駐在等を全面的に支援する。
4. 加盟国が IAEA の包括的な、政治的な、経済的な、またこれらと同様な支援を行うことを奨励する。
5. 「ウクライナの原子力安全、セキュリティ、及び保障措置」を含む今総会でのアジェンダを継続することを決定する。
6. ウクライナでの IAEA の活動について、継続して報告することを事務局長に求める。

【報告:計画管理・政策調査室 小林 直樹、中谷 隆良、田崎 真樹子】

¹³ 賛成 115、反対 0、棄権 8 出典: GC(67)/RES/13 の脚注 1

¹⁴ IAEA, <https://www.iaea.org/sites/default/files/gc/gc67-res16.pdf>

¹⁵ 本決議は、賛成 69、反対 6、棄権 33 で採択された。上記注 14 にある資料の P1 文末注参照。

2-2 「IAEA 加盟国が COVID-19 パンデミック下で安全、核セキュリティ、及び信頼性の高い原子力産業の運営維持から得た経験と洞察」の概要

【はじめに】

国際原子力機関(IAEA)が発刊した「IAEA 加盟国が COVID-19 パンデミック下で安全、核セキュリティ、及び信頼性の高い原子力産業の運営維持から得た経験と洞察」¹⁶は本文(第 1～8 章)及び添付(I～III)¹⁷から成り、うち本文は以下を記載している。

第 1 章:はじめに

第 2 章:COVID-19 パンデミックが原子力施設の運転と規制の履行に及ぼした影響

第 3 章:事業者と規制機関の COVID-19 パンデミック戦略及びアプローチ

第 4 章:事業者の COVID-19 パンデミック対応

第 5 章:規制機関の COVID-19 パンデミック対応

第 6 章:IAEA の COVID-19 パンデミック対応

第 7 章:教訓と良好事例

第 8 章:結論、今後の課題

以下に第 2～4、7 及び 8 章の概要を、主に事業者の対応を中心に紹介する。

【第 2 章:COVID-19 パンデミックが原子力施設の運転と規制の履行に及ぼした影響】

- **人的リソースの大幅な減少:** 従業員の欠務、パフォーマンス低下、移動手段の制限、業務の優先順位の変更により、人的リソースが突然かつ大幅に減少した。それらは施設の安全とセキュリティのリスク増大、緊急時対応能力低下につながる可能性がある。
- **原子力発電所:** 請負業者の欠務や外部からの技術役務提供の削減により、建設プロジェクト、計画停電によるシステムのメンテナンス等が直接的に影響を受けた。一部の国では、対面での規制機関の検査や IAEA 査察が困難となり、バーチャルと対面双方での実施(ハイブリッド方式)が採用された。
- **核燃料サイクル施設:** フロントエンド施設(転換、ウラン濃縮、燃料製造施設)は、原子炉への燃料供給の必要性から運転継続が必要不可欠とされた。パンデミックの最初の 2 か月(2020 年 3 月～4 月)間、業務は最小限とされたが、状況の安定化に伴い徐々に稼働率を上げ運転された。ロックダウンや渡航制限にも拘わらず、事業者と地方自治体の調整により、原子炉には燃料や必要な物資が供給された。

¹⁶ IAEA, “Member States’ Experiences and Insights from Maintaining Safety, Security and Reliable Nuclear Industry Operations During the Covid-19 Pandemic” (IAEA Technical Report Series No. 491), https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/DOC-010-491_web.pdf

¹⁷ 添付 I は IAEA 加盟国(バングラデシュ、カナダ、仏国、独国、インド、露国、トルコ、英国、ウクライナ)の COVID-19 パンデミック対応、添付 II は原子力エネルギー協会(NEI)や世界原子力発電事業者協会(WANO)等の国際的な原子力組織の対応、添付 III は IAEA 核セキュリティトレーニングセンター国際ネットワーク(NSSC ネットワーク)の WG が実施したアンケート結果を掲載。なお添付 III は ISCN の良好事例を紹介した同ネットワーク Newsletter(Issue 6, <https://us6.campaign-archive.com/?u=958dfcbcd8f359a6db0bb9c87&id=6f6b07f1fe>)を引用している。

廃棄物処理施設は一時的に運転を停止し、施設への輸送削減が要請された。

- **放射性同位元素製造施設、研究炉**: 大量の放射性同位元素を生産する殆ど全ての原子炉は、生産性は低下したが運転を継続した¹⁸。多くの国で、大学や研究機関の一部の研究炉は一時的な運転停止を余儀なくされた。
- **核物質及びその他の放射性物質の輸送**: 放射性物質の輸送は混乱し、多くの国で放射性医薬品や工業用放射線撮影装置の出荷が遅延した。特定の放射線源¹⁹に対する移動制限は、産業の安全上の問題を引き起こす可能性があり、一部の国は、恒久的な補完措置の検討を開始した。
- **サプライチェーンへの影響**:
 - ✓ 人的リソースの低下、政府によるロックダウン規制、渡航制限、国境閉鎖等により、一部のサプライヤーは原子力施設への継続的な調達を保証できなくなり、施設運転者もサプライヤーの施設で対面での品質保証活動を実施できなくなった。
 - ✓ サプライチェーンの遅延と資機材の不足は、原子力施設の運転に即時かつ直接的な影響を及ぼす。多くの施設では堅固なサプライチェーンとサイト内の在庫により直接的な影響を回避できたが、そうでない施設ではサプライチェーンを迅速に見直す必要性に迫られた施設や、資機材不足等で建設が遅延した原子炉もあった。
 - ✓ 非常用ディーゼル発電機用オイルや機器のスペアパーツといった消耗品の供給が途絶されると、施設のシステム等の可用性に影響が生じ、結果的に運転停止につながる恐れがあった。地域によっては個人用防護具²⁰の不足が発生した。
- **規制機関の活動への影響**: (略)

【第3章: 事業者と規制機関の COVID-19 パンデミック戦略及びアプローチ】

- **事業継続計画(BCP: Business Continuity Plans)**: 多くの事業者や規制機関は、COVID-19 パンデミックの進展と差し迫った緊急ニーズに取り組むため、既存のBCP を実行に移し、あるいは状況に対応させ BCP を修正して実施した。BCP には、重要な機能、業務、人員の特定と優先順位付け、サプライチェーンの安全確保、権限の委任、及び社内外の通信に関する措置も含まれる。

¹⁸ Nuclear Medicine Europe の緊急時対応チームは、欧州及び南アフリカの6つの研究炉でのモリブデン-99の生産状況をモニターし、需要の変化に対応するための生産調整を実施した。

¹⁹ 例えばパイプラインの溶接部の状態検査に使用される工業用放射線撮影装置など

²⁰ 個人用防護具(PPE: Personal protective equipment)とは、ガウン、手袋、マスク、キャップ、エプロン、シューカバー、フェイスシールド、ゴーグルなど

-
- パンデミック中の業務維持に必要不可欠な機能は以下のとおりである。
 - ✓ 緊急時の備えと対応
 - ✓ 施設運転の管理・監督、検査・メンテナンス・試験
 - ✓ 停電管理(場合によっては許容範囲内で停電を延期)
 - ✓ 施設の運転・メンテナンスや緊急時の支援人員計画、訓練、及び資格認定
 - ✓ 施設の運転規則や許認可要件の遵守確保
 - ✓ 施設サイトのセキュリティ
 - ✓ IT 支援(重要な IT システムの維持とリモートワーク)
 - ✓ 重要なサプライチェーンと在庫管理、品質保証、物流管理

 - 「対応管理ユニット(response management unit)」:パンデミック時の最優先事項の1つは、「対応管理ユニット」の招集である。パンデミックの危険性と講じるべき措置の評価、パンデミックの変化の監視と、それに呼応した緊急時対応計画の作成等を行う。効果的で透明性があり、適時な情報開示に裏付けられた強力なリーダーシップがパンデミック下でも高いモラルを備え持続可能な組織文化²¹を保証する。

 - 事業者の COVID-19 パンデミック戦略:
 - ✓ 事業者の BCP:事業者の BCP の目的は、安全、セキュリティ、及び信頼性の高い施設の運転確保と、国際基準や原子力産業界の基準、また国内規制に準拠した活動の確保である。

 - ✓ 「対応管理ユニット」の活動内容:「対応管理ユニット」は、以下の5つの活動を行い、ユニット内に専任チームを構成し、活動の管理・監督を実施する。
 - ① 国、地域や原子力施設に適用されるパンデミック対応計画の発動
 - ② パンデミック状況の日常監視と潜在的なリスク評価
 - ③ ウィルスの蔓延予防と軽減
 - ④ 必要不可欠な業務の継続確保のための人的・物理的資源の再配分
 - ⑤ パンデミック下での全ての従業員、請負業者及び規制機関との通信手段の確保

 - ✓ 「対応管理ユニット」の構成:上級(シニア)・マネージャーと8つのチーム及びそれらの役割は以下のとおりである。
 - ① シニア・マネージャー:リソースの確保、計画の有効性チェック、対策の調整、優先順位付け
 - ② 緊急時準備・対応チーム:パンデミック対応計画の作成・維持・支援、現場での緊急事態対応と能力の確認、オフサイト対応組織との連携
 - ③ 安全チーム:パンデミック対応計画やウィルス予防・軽減活動の調整
 - ④ 医療保健チーム:パンデミック関連情報の収集、従業員の感染チェック

²¹ 組織のメンバーの間で共有される考え方や行動指針を指す

ク、政府機関による蔓延予防・管理要件のフォロー、労働衛生・蔓延予防に関する健康アーカイブの管理、地元の公衆衛生部門や医療機関と連携した疑似・確認症例の追跡調査

- ⑤ 人事チーム:安全とセキュリティのための最低限の人員配置の確保
- ⑥ 資材供給チーム:施設の安全運転、または停止に必要な在庫や資機材の確保、施設内のウィルス予防のための物資の入手確保
- ⑦ 物流チーム:施設内の物流確保
- ⑧ ITチーム:情報セキュリティ、インフラ、及びソフトウェアに関する支援、リモートワークやその他のIT支援
- ⑨ 外部インターフェースチーム:地方自治体、規制機関、重要インフラ組織(電力会社等)、及びサプライヤーとの通信手段の確保

- 規制機関の COVID-19 パンデミック戦略: (略)

【第4章:事業者の COVID-19 パンデミック対応】

事業者が人員確保と能力の最大化、ウィルス蔓延防止と軽減、原子力施設の安全、セキュリティ、及び信頼性への影響を軽減するために実施した対応は以下を含む。

- 必要不可欠な人員の防護と確保:事業者が講じた対策の殆どは、物理的距離を確保することで従業員間のウィルス感染の可能性を最小限に抑えることであり、以下を含む措置が講じられた。
 - ✓ 対面会議、研修、ワークショップ等、人員参集の制限
 - ✓ 共用エリアでの安全な物理的距離の明示
 - ✓ オフィススペースの再編成
 - ✓ 脆弱なカテゴリーに属する従業員²²への在宅勤務の許可
 - ✓ ビデオやオーディオ・コミュニケーションツールの最大限の活用
 - ✓ 外部組織による施設への訪問制限
 - ✓ 従業員の出張制限、海外から帰国した従業員の隔離措置の義務付け
 - ✓ 施設の重要エリアへのアクセスポイントの最小限化
 - ✓ 車両進入の最小限化、駐車エリアの制限・特定
 - ✓ 施設の特定の区域内への出入許可者の身元確認、区域内での適切な予防、衛生、物理的距離の確保が遵守されていることの確認
 - ✓ カフェテリアの利用者数制限、職場への食事の配達
 - ✓ 必須要員(essential worker)のための専用輸送サービスの提供、その家族のサイト内への収容と住宅、食事、及び医療サービスの提供
 - ✓ 中央制御室へのアクセス制限、インターホンでの通信手段の確保
 - ✓ シフト勤務時間の変更(3交代制から2交代制への変更)
- 個人用防護具の使用と衛生、及び消毒:COVID-19の感染拡大の防止・軽減には、消毒や個人用防護具の使用が不可欠であり、以下を含む措置が講じられた。

²² 妊婦、高齢者、特定の疾病を持つ者など

-
- ✓ 事業者による個人用防護具の在庫確保、従業員による使用の徹底
 - ✓ 従業員への衛生対策の徹底と、共用エリアの清掃と消毒の頻度の増加
 - ✓ 施設へのアクセス用の生体認証デバイスや指紋スキャナーの使用方法的変更
 - ✓ 人の出入りが多いエリアの頻繁な消毒、衛生ステーションと消毒カラム設置
 - ✓ ウィルスに汚染された可能性のある場所からの廃棄物の収集と管理
 - ✓ 清掃員による適切な個人用防護具、目の防護具、使い捨て手袋の使用
 - ✓ 施設に入る前の靴底洗浄と消毒
 - ✓ 空調システムの頻繁な清掃、公共スペースでの換気確保
- **従業員の健康状態のチェックと接触者の追跡:** COVID-19 パンデミック中、事業者は従業員の健康状態をチェックし、地元の公衆衛生当局への状況通知のための内部手順を確立した。従業員の健康状態のチェックには、以下を含む措置が講じられた。なお、従業員の殆どは施設外で感染し、補充要員によりウィルスの蔓延がさらに悪化したことが報告されている。
 - ✓ 熱画像カメラ(サーモグラフィカメラ)を利用した体温検査
 - ✓ ウィルス感染者と接触した場合の自己隔離の要請
 - ✓ 典型的な症状を発症した従業員への自宅待機の要請及び上司への通知
 - ✓ 警備や放射線防護担当者など、他者との直接接触者の頻繁な健康チェック
 - ✓ COVID-19 陽性者の接触追跡、感染の可能性のある従業員の隔離
 - ✓ COVID-19 に感染した従業員を特定するための検査の実施
 - ✓ 従業員の健康状態をチェックするための非接触型健康ブースの設置
 - ✓ 現地(現場)でのワクチン接種の手配
- **施設の保守と運転の優先順位付け**
 - ✓ 原子力施設の安全、セキュリティ、信頼性、及び規制の遵守に悪影響を及ぼさずに延期できる活動の特定や、労働力、必要な資機材、スペアパーツの入手可能性を考慮した施設の保守・運転計画の見直しを実施された。原子力発電所で講じられた具体的な措置には、原子炉出力の計画変更、システムの機器構成の変更、機器の切り替え、定期検査、予防保全等の削減や延期等がある。
 - ✓ 原子力発電所を有する殆どの国では、原子炉の計画停止が COVID-19 パンデミックの影響を受けた。一部の事業者は、計画停止の範囲を燃料の補給、安全関連の構造、システム、コンポーネントの重要なメンテナンスといった優先度が高い重要なタスクに限定した。また原子力発電所の延命プロジェクトや改修プロジェクトの変更も行われた。一部の核燃料サイクル施設では、パンデミック中の労働力維持の困難さを予見し、業務の安全停止やメンテナンスが延期された。
- **緊急時の備えと対応**
 - ✓ COVID-19 パンデミックに直接起因する原子力緊急事態を宣言した国は無

かったが、事業者、規制機関、及びオフサイト対応組織は、適切な緊急時の備えと対応能力を確保する措置を講じた。例えば IAEA 加盟国の規制機関の半数以上が緊急対応センターを稼働させた。なおパンデミック下で原子力・緊急放射線緊急事態をシミュレートした演習は良好事例であると言える。

- ✓ 一部の国は、パンデミック中に原子力緊急事態が発生した場合の体制の再評価を開始したが、再評価により緊急時における原子力施設の防護措置の意思決定基準や、防護措置自体も変更される可能性がある。
- ✓ オフサイト対応組織が防護措置やその他の対応を行う能力は、以下のようなパンデミック状況により影響を受ける可能性がある。重要な懸念の 1 つは、パンデミック下で発生した緊急事態に対して、種々の組織が適切に機能し、その任務を遂行できるかであり、ウィルス発生の影響を受けた地域で原子力事故が発生したとのシナリオに基づき緊急時対応訓練を実施した国もある。
 - 隔離により、避難等の輸送支援者数が減少する可能性
 - 物理的距離の確保のため、避難者の対応が困難となる可能性
 - 事故の影響を受けた人々への医療スクリーニングが困難となる可能性
 - 安定ヨウ素剤を配布する人的資源が不足する可能性
 - 隔離により、消防隊の能力が低下する可能性

• 必要不可欠なサプライチェーンと在庫管理

- ✓ サプライチェーン:一部の事業者は、BCP の一環として既にサプライチェーンの見直しを実施していた。また一部の者は、予想よりもリードタイムが長期になる可能性を考慮し、物品や建設作業の調達手順の早期決定に努めた。
- ✓ 在庫管理:多くの事業者が必需品や重要なコンポーネントの在庫を再点検し、パンデミックの初期段階で在庫レベルを決定した。この再点検には、個人用防護具や消毒液といった消耗品が含まれ、従業員が現場で隔離されている場合は、必需品には食品や医薬品も含まれた。核燃料サイクル施設の場合、遠隔での検査を採用することで必要な消耗品の使用量が削減されたが、燃料製造施設は原子力発電所の継続的な運転に必要な不可欠な施設とされたため、施設の運転や検査、核燃料の梱包及び発電所への輸送のための資材が必要となった。

• 教育と訓練(トレーニング)

- ✓ 教室での訓練の大部分は延期されるか、ハイブリッド学習、仮想(バーチャル)インストラクター主導の訓練、あるいは非同期または自己ペースでの学習などの遠隔学習に切り替えられた。
- ✓ 遠隔学習や e-ラーニングの利用が増加し、実践的な演習や研修課題を示す事前に録画されたビデオや講義、ウェビナーが提供された。

-
- ✓ 必要かつ実行可能な場合は、受講者数の制限、事前の COVID-19 検査、物理的距離の確保、時間をずらした休憩の設定を踏まえて、教室内訓練が実施された。ハイブリッドの場合は、訓練カリキュラムの改訂が行われた。
 - ✓ 一部の施設では、卓上(デスクトップ)フルスコープ・シミュレータ操作ツールを使用した制御室訓練が実施された。シミュレータ訓練は必須の機能とされたため、シミュレータのインストラクターには必須要員と同様の措置が講じられた。また接触を最小限に抑えながら必要な資格を維持できるように、必須要員の訓練を変更する必要があった。

• 安全・セキュリティ文化、リーダーシップ、コミュニケーション

COVID-19 パンデミックにおいて、事業者や規制機関内では、安全とセキュリティ文化の強力な推進がこれまで以上に重要となった。また従業員の健康とメンタルヘルスに重点を置いた強力なリーダーシップが、原子力施設の安全、セキュリティ及び信頼性の高い運転と活動の維持に必要不可欠であった。さらに COVID-19 パンデミックを管理する上では、社内では従業員と、また社外では利害関係者を通じた明解で信頼性が高く、透明性あるコミュニケーションが必要とされた。

- ✓ 経営層と従業員の組織内部のコミュニケーション: パンデミック下での高い安全基準と士気を確保するため、ライン及び上級(シニア)管理職による強力なリーダーシップと、安全に対する従業員個人の責任感が必要とされる。これらは管理職の積極的でオープン、かつ頻繁なコミュニケーションに支えられており、強力な安全文化維持のための管理職の行動例は以下のとおり。
 - リモート勤務者を含む上司と従業員の間での、最新情報(組織がどのように従業員を守り、またサポートするか、勤務形態や業務の変化により、給与や福利厚生に変化があるか、といった情報を含む)の提供を含む継続的なコミュニケーションの確保。上司は意思決定の基礎となる倫理や根拠を部下に伝えることで、彼らとの信頼を強化した。
 - 仮想会議ツール、ビデオ会議、電子メール等を利用して、対面環境をシミュレートすることで、上司の従業員への関与及び従業員の組織への関与の維持。
 - 病気、疲労、ストレスまたはその他の理由により職務の継続に適さないと感じられた場合の報告を従業員に奨励するなど、従業員に対する種々の対処に必要なサポートとリソースの提供。
- ✓ 外部の利害関係者との連絡・調整: COVID-19 対応においては、外部の利害関係者との信頼の構築・維持が重要。事業者や規制機関は、対面活動を最小限に抑えつつ、意思決定の公開性と透明性の維持のため、ソーシャルメディアといったバーチャルな手段を利用し、利害関係者との関与に努めた。

• 原子力新興国で建設中の原子炉で採用されたアプローチ: COVID-19 パンデミック

クにより資源の流れや調達活動が混乱したが、全体の建設スケジュールには大きな影響がなかった²³。その理由としては、COVID-19 パンデミックのリスク評価と監視、ガイダンスの提供、予防措置を確実に実施するための現場でのCOVID-19 パンデミック対応チームの設置やオペレーション・センター(対策拠点施設)の開設等によるものと考えられる。

【第5章:規制機関のCOVID-19パンデミック対応】(略)

【第6章:IAEAのCOVID-19パンデミック対応】(略)

【第7章:教訓と良好事例】

- **主要な考慮事項:** COVID-19 への対応における事業者や規制機関の回復力を促進し、将来のパンデミックまたは同様の危機への備えを確保することを目的として、以下に COVID-19 の下での原子力施設の運転や規制において学んだ教訓と良好事例を記載する。主要な考慮事項は以下の5つであり、各々について今後、検討すべき内容を掲げる。
 - ✓ **効果的なBCP** は、安全を確保し、従業員の健康を守りつつ、リスクを軽減し、パンデミックによる業務中断を克服するために必要となる機能、対策、及び必須要員の特定に必要不可欠である。今後検討すべき内容は以下のとおり。
 - (a) パンデミックで生じた不確実性に対し積極的に対応できる能力の強化、
 - (b) 他の施設や活動をベンチマークし、利用可能な業界の基準を使用したBCPの開発、強化、
 - (c) 施設の安全、セキュリティ、及び信頼性の高い運転確保に重要な従業員と必要不可欠な機能の特定とそれらのレビュー、
 - (d) リモート作業中に何が上手く機能したか、どのような新しいプロセスや手順が必要かの評価、
 - (e) オンサイト及びオフサイトの重要なインフラの可用性を確保するため、外部の組織・機関²⁴とのインターフェースの特定と、それらの機関との調整戦略の作成、
 - (f) 必須要員用の現場内避難のためにシェルターとして、個人用防護具、消毒液、ベッド、寝袋、及び食料等の確保
 - ✓ **IT及びリモートツールの使用:** 組織は、IT及びリモートツールを使用する取組を支援する必要がある。それらは、バーチャル環境のための新しい規範の確立、必要なスキルの開発、及び生産性の維持を含む。今後検討すべき内容は以下のとおり。

²³ ベラルーシでは、ベラルーシ原子力発電所1号機(120万kW級ロシア型PWR:VVER-1200)の運転許可、トルコではアックユ原子力発電所3号機(VVER-1200)の建設許可、更にバングラデシュでは、ループプール原子力発電所の1号機と2号機(VVER-1200)の建設が予定通りに実施された。

²⁴ 例: 地方自治体(その医療機関を含む)、電力会社、放射性廃棄物の輸送業者、燃料サプライチェーン関係者、通信プロバイダー、など

-
- (a)バーチャル環境でのリモート作業に不可欠なツールの実装、
 - (b)バーチャル環境下の従業員支援のためのポリシーやガイドライン開発、
 - (c)バーチャルとハイブリッド方式の調整を可能にしておくこと、
 - (d)セキュリティの脅威を分析し、従業員の生産性を維持しつつ、情報とコンピュータ・セキュリティの向上、
 - (e)IT インフラの強化継続と、IT 及びコンピュータ・セキュリティ専門家の確保

✓ **サプライチェーンの回復力の構築**は、原子力施設の安全運転のための役務や製品の継続性、品質及び信頼性の維持に重要である。今後検討すべき内容は以下のとおり。

- (a)予期せぬ供給中断の防止・軽減のため、流通施設や輸送を含むサプライチェーン全体の見直し、
- (b)サプライヤーの多様化の検討。代替サプライヤーが不可能な場合は、必要不可欠なスペアパーツや消耗品の追加在庫がどの程度必要で、どの程度、今後生産できるかの把握、
- (c)追加的、または代替サプライヤーの確保と関係構築、
- (d)従来のサプライヤーとの現場での対面による品質保証検査に代わるバーチャルでの方法の検討。

✓ **安全・セキュリティ文化とリーダーシップ**は、COVID-19 パンデミックの初期段階では情報が入手できず、従業員はストレスや不安を募らせた。それらを軽減するには、マネージャーによる効果的なコミュニケーションが不可欠であった。今後検討すべき内容は以下のとおり。

- (a)パンデミックとリスク対処の明確なビジョンと戦略の伝達による強力な安全・セキュリティ文化の促進。他の全ての利益よりも、身体的安全性²⁵と心理的安全性²⁶の双方の優先と重視。状況の進展と複数形式による担当者への最新・重要情報の明確・頻繁な伝達と情報共有、
- (b)リモートでの業務管理の場合、組織にとって何が最も効果的かの特定(リモートワーク及び物理的距離により、従来の管理方法では課題有)、
- (c)従業員の疲労の増加や精神的燃え尽き症候群など、ミスの原因やストレス要因を軽減させるため、従業員の職場への適合性に関連する問題報告ツールの作成、
- (d)物理的距離の確保により、標準誤差低減ツールの使用が困難、あるいは不可能な場合、ジャスト・イン・タイム仮想マシンアクセス機能²⁷の訓練やコーチングの提供といった追加的な措置の実施、
- (e)緊急時及びリスクに基づく意思決定、身体的安全性と心理的安全性

²⁵ 機械や物の不安全な状態を認識した上で、それを律し、危険要素を減らしていこうとするもの

²⁶ 組織の中で自分の意見や考えを誰に対しても発言できる状態のこと

²⁷ 管理ポートを必要な時に、必要な時間、そして必要なコンピュータに対してのみアクセスを許可させる機能

の重要性の認識、批判的思考など、人間の回復力に関連する知識、スキル、及び行動を発展させる訓練の提供。

- **規制機能:** (略)

【第8章:結論及び今後の課題等】

COVID-19 パンデミック後も安全、セキュリティ、及び信頼性の高い原子力施設の運転を維持するには、中長期的に原子力産業と規制機関へのパンデミックの影響を防ぐことが重要であり、以下の課題や影響を調査し、効果的に対処する必要がある。

- (a) 施設の運転停止及びメンテナンスの延期による安全性への影響や潜在的な安全上の問題の特定
- (b) 業務手順及び管理システムの修正や変更から生じるリスクの監視・管理
- (c) 以下が 人間のパフォーマンスに及ぼす影響 の評価
 - (i) 経験豊富な人材の退職、
 - (ii) 従業員のスキルと知識の低下、
 - (iii) 蓄積されたストレスと疲労、コミュニケーションの減少や制限が従業員の幸福(wellbeing)やメンタルヘルスに及ぼす影響
 - (iv) パンデミック後に延期された活動を補うための過重労働
- (d) サプライチェーンの持続可能性: パンデミックがサプライチェーンに与える広範な影響と課題の評価
- (e) 規制機関による検査等への影響: 多くの事業者が規制機関に規制緩和を要請し、規制機関は予定されていた検査等を変更した。このような対応の変化の一部が、施設の安全運転に対する効果的な検査や以前のリスク評価の妥当性を維持する規制機関の能力に与えた影響(例、当初のリスク評価で考慮されてない運転条件など)。
- (f) 国際的なピアレビュー、支援ミッションの延期が、管理システムや運転プロセスの継続的な改善の必要性に与えた影響
- (g) コンピュータ・セキュリティの脅威分析と、セキュリティ向上の必要性
- (h) COVID-19 パンデミックが 電力需要や事業者の財務基盤に与えた影響分析

COVID-19 パンデミックは上記の課題を生み出したが、リスクに基づくアプローチの運用、遠隔監視技術、新たな情報技術の推進を通じた規制機能・手段の開発が行われた。一方で、ビデオ録画の使用といった措置は、従業員のプライバシー上の懸念により異議を唱えられる可能性があり、新たな規則や慣行が必要となる。また COVID-19 パンデミックは、低炭素電源が主流となる将来の電力構成を示した。パンデミック期間中の原子力発電のパフォーマンスは、回復力あるクリーン・エネルギー・システムへの

移行において原子力が果たす役割を示している。

【最後に】

本稿では頁数の制約があり、COVID-19 パンデミックが規制の履行に及ぼした影響や、規制機関の COVID-19 パンデミック対応を紹介できなかったが、本 IAEA レポートは、それらについても詳細に記載しており、必要に応じて参考されたい。

【報告：計画管理・政策調査室】

2-3 SIPRI Yearbook 2023 (一般公開版)に見る世界の核弾頭数、核兵器保有国における核兵器の役割、HEU 及び分離 Pu 量及び主要なウラン濃縮及び再処理施設

【概要】

ストックホルム国際平和研究所(SIPRI)の 2023 年版年鑑(Yearbook 2023)²⁸の一般公開版²⁹における世界の核弾頭数、核保有国における核兵器の役割、高濃縮ウラン(HEU)とプルトニウム(Pu)量と、主要なウラン濃縮及び再処理施設について紹介する。

【世界の核弾頭数に係る昨今の動向】

- 2023 年 1 月現在、米露英仏中の 5 核兵器国と、インド、パキスタン、イスラエル及び北朝鮮の 9 か国が計 12,512 発の核弾頭を保有し、その内訳は表 1 のとおりである。作戦部隊に配備済あるいは備蓄されている核弾頭は 9,576 発であり、配備済の 3,844 発のうち 2,000 発は作戦上の警戒態勢にあると推定されている。
- 昨今は以前に比し核弾頭数の削減に向けた動きは停滞しているが、主に米露による退役核弾頭の解体により世界の核弾頭の総数は年々減少し続けている。しかし今後は、作戦部隊に配備される核弾頭数は増加傾向に転じる可能性もある。
- 米露は、核弾頭、ミサイルと航空機の運搬システム、及び核兵器の生産施設のリプレースと近代化を進めている。中国は、核兵器の大幅な拡大と近代化を進めており、その数は今後 10 年間に亘り増加し続けると見込まれている。一部の予測によれば、中国は今後 10 年で露国か米国と少なくとも同数の大陸間弾道ミサイル(ICBM)を配備することになると示唆されている。しかし、中国の全体的な核弾頭数は依然として米露の保有数よりも少ないと予想されている。
- 他の核保有国の核兵器数はさらに小規模であるが、全ての国が新たな核兵器システムを開発または配備しているか、あるいはそうする意向を発表している。インドとパキスタンも核兵器の規模を拡大しているようであり、英国も核兵器数を増加さ

²⁸ SIPRI, <https://www.sipri.org/yearbook/2023>

²⁹ SIPRI, <https://www.sipri.org/sites/default/files/YB23%2007%20WNF.pdf>

せる計画を発表した。

- 北朝鮮の核計画は依然として国家安全保障戦略の中心であり、最大 30 発の核兵器を製造している可能性、及び今後さらに多くの核兵器を製造する可能性がある。イスラエルは核兵器の保有/非保有を曖昧にする長年の政策を維持し続けており、核兵器の数と特性については重大な不確実性を残している。

【世界の核弾頭数】

2023 年 1 月時点の世界の核弾頭数は以下のとおりである³⁰(推定を含む、以下同)。

表 1 世界の核弾頭数

国	最初の核実験(年)	核弾頭数(Warhead stockpile ^a)			退役核弾頭	計
		配備 (deployed) ^b	貯蔵 (stored) ^c	計		
米国	1945	1,770 ^d	1,938 ^e	3,708	1,536 ^f	5,244
露国	1949	1,674 ^g	2,815 ^h	4,489	1,400 ^f	5,889
英国	1952	120	105	225	- ⁱ	225 ^j
仏国	1960	280	10	290	..	290
中国	1964	-	410 ³¹	410	-	410
インド	1974	-	164	164	..	164
パキスタン	1998	-	170	170	..	170
北朝鮮	2006	-	30	30	..	30 ^k
イスラエル	..	-	90	90	..	90
計		3,844	5,732	9,576	2,936	12,512

-.:該当無し ..:ゼロまたは無視できる値

- 米国などの一部の国では、「備蓄(Stockpile)」との用語を使用しているが、英国等、他の国では、核弾頭の在庫全体(entire nuclear inventory)を示す語句として「備蓄(Stockpile)」を使用している。SIPRI はこの「備蓄(Stockpile)」を、配備された全ての弾頭と、何らかの準備を経て配備される可能性がある貯蔵庫内の弾頭を指すのに使用している。
- ミサイルに搭載されている、または作戦部隊の基地に設置されている弾頭。
- 貯蔵庫に保管されている弾頭であり、配備前に何らかの準備(輸送や発射装置への積込みなど)が必要となる。
- 1770 発の核弾頭の内訳は、①弾道ミサイルに配備されている約 1370 発、②米国内の爆撃機基地に保管されている 300 発、そして③北大西洋条約機構(NATO)加盟国 5 개국(ベルギー、ドイツ、イタリア、オランダ、及びトルコ)の 6 つの空軍基地に配備されている非戦略(戦術)核爆弾 100 発である。③の戦術核爆弾は米国の管理下にある。

³⁰ SIPRI, Table 7.1. World nuclear forces, January 2023, p. 248, op. cit.

³¹ なお 2023 年 10 月の米国国防総省の中国の軍事力に関する報告書(Military and Security Developments Involving the People's Republic of China, 2023)は、2023 年 5 月時点で中国は運用可能な核弾頭を 500 発以上保有していると推定され、その数は以前の予測を上回る勢いであること、おそらく 2030 年までに 1,000 発を超える運用可能な核弾頭を保有すると推定されること、その多くはより高い即応性レベルで配備され、人民解放軍の近代化が「基本的に完了することを確実にするという目標に沿って 2035 年まで戦力を増強し続けるであろうこと、を述べている。U.S. Department of Defense, "Military and Security Developments Involving the People's Republic of China, 2023", <https://media.defense.gov/2023/Oct/19/2003323409/-1/-1/1/2023-MILITARY-AND-SECURITY-DEVELOPMENTS-INVOLVING-THE-PEOPLES-REPUBLIC-OF-CHINA.PDF>

- e. 米国内で保管されている非戦略核爆弾約 100 発を含む。残りは戦略核弾頭。
- f. まだ解体されていない退役弾頭を指す。
- g. 弾道ミサイルに配備された戦略弾頭 1,474 発と、重爆撃機基地に配備された 200 発。
- h. 貯蔵庫に保管された 999 発の戦略弾頭と約 1816 発の非戦略弾頭。
- i. SIPRI は以前、英国で解体を待つ退役弾頭を 45 発と評価したが、2023 年 1 月時点の SIPRI の評価では、これらの弾頭は今後数年間に英国が増加しようとしている備蓄の一部となるよう再構成される可能性が高い(以下の j を参照)。
- j. 2010 年に英国政府は、核兵器の保有量は 225 発を超えないと宣言³²した。ここでは英国の保有数は 2023 年 1 月時点でその数に留まっていたと推定している。2020 年代半ばまでに弾頭数を 180 発まで削減するとの以前の計画は、2021 年に発表された政府の見直し³³によって終了した。この見直しでは、弾頭数を最大 260 発とするとの新たな上限が導入された。
- k. 北朝鮮の核兵器の現状と能力に関する情報には、重大な不確実性が伴う。北朝鮮は 50～70 発の核弾頭を製造するのに十分な核分裂性物質を生産した可能性があるが、組み立てられた弾頭数はおそらく 30 発と少ない可能性がある。

【核兵器の役割】

また表 2 に核兵器保有国における核兵器の役割の概要を示す³⁴。

表 2 核兵器保有国における核兵器の役割

国名	核兵器の役割
米国	<ul style="list-style-type: none"> • バイデン政権の「2022 年核態勢見直し(NPR)」は、米国の核兵器の役割として、①戦略的攻撃の抑止、②同盟国及びパートナー国の(安全)保障、③抑止が失敗した場合でも米国の目的を達成する、の 3 つを挙げ、また「米国は、米国またはその同盟国及びパートナー国の重要な利益 (vital interests)を守るために、極端な状況のみで核兵器の使用を考慮する」としている。ただし「重要な利益」や「同盟国及びパートナー」の詳述や定義はない。 • トランプ政権時の「2018 年 NPR」では、非核攻撃に対する核兵器の選択肢拡大が強調されたが、今次 NPR ではそれが薄れている。しかし米国は核・非核攻撃に対する幅広い核兵器使用の選択肢を維持している。 • バイデン政権は、オバマ政権が開始し、トランプ政権が加速・拡大した大規模な核兵器計画の履行を継続するとしている。これらの核兵器の近代化プログラムは、核の 3 本柱 (Nuclear Triad)³⁵の全てを網羅したものである³⁶。

³² UK House of Commons Library, “Nuclear Weapons at a glance: United Kingdom”, p.4, 3 May 2023, <https://researchbriefings.files.parliament.uk/documents/CBP-9077/CBP-9077.pdf>

³³ UK Government, “Integrated Review of Security, Defence, Development and Foreign Policy 2021: nuclear deterrent”, 17 March 2021, <https://www.gov.uk/guidance/integrated-review-of-security-defence-development-and-foreign-policy-2021-nuclear-deterrent>

³⁴ SIPRI, <https://www.sipri.org/sites/default/files/YB23%2007%20WNF.pdf>

³⁵ 大陸間弾道ミサイル、弾道ミサイル搭載潜水艦、及び巡航ミサイル搭載戦略爆撃機

³⁶ ただし今次 NPR には、トランプ政権が提案した海上発射型核搭載巡航ミサイル(SLCM-N)の中止と B83-1 重力落下型爆弾(米国の核兵器の中でメガトンレベルの出力を持つ核兵器)の退役という、2018 年 NPR からの 2 つの大きな変更が含まれている。

露国	<ul style="list-style-type: none"> 2020年に更新された露国の核ドクトリンは、核兵器の使用が可能な明確な条件として、①弾道ミサイル、核兵器、またはその他の大量破壊兵器(WMD)による「重要な政府または軍事施設に対する」進行中の攻撃に対して報復する場合、②「国家の存在そのものが危険にさらされている際の通常兵器の使用」に報復する場合、を提示している³⁷。 2022年1月、露国は米英仏中と共に、「核戦争に勝つことはできず、決して戦ってはならない」³⁸と述べ、また同年11月の国連総会演説でも当該言及を繰り返すと共に、露国がウクライナでの特別軍事作戦中に核兵器を使用すると脅したとされる今日の全く根拠のない非難に対して、この分野における露国のドクトリンは純粋に防衛的なものであり、いかなる拡大解釈も許さないことを改めて強調する、と述べた。 しかし露国によるウクライナ侵攻は、露国の核ドクトリンと、同国が「いつ」、「どこで」、「どのように」核兵器を使用するかにつき疑問を引き起こした。プーチン大統領や露国政府高官が核兵器使用の可能性を仄めかした演説は、同国の核兵器使用の不確実性をさらに高めている。またプーチン大統領は、ウクライナ侵攻の数日後、露国の核兵器を「厳戒態勢」に置き、その理由として、NATOの「攻撃的な声明」が露国の準備を強化する原因となったと述べた。
英国	<ul style="list-style-type: none"> 英国政府は、「核兵器の使用を正確にいつ、どのように、どのような規模で検討するかについては、意図的に曖昧なままである」と述べている。しかし英国の政策は、英国が「核兵器の使用を検討する」とも述べているが、英国の政策では、核兵器は「NATO 同盟国の防衛を含む自衛のための極限状況でのみ使用される」と述べられている。 米国と同様、英国も目標を外したミサイルを搭載した潜水艦を運用しているが、目標座標を読み込むのにほんの一瞬しかかからない一方で、数分で弾道ミサイルを発射できる米国の戦略原子力潜水艦(SSBN)とは異なり、英国は自国の潜水艦は「数日以内に発射の通知がある」と述べている。
仏国	<ul style="list-style-type: none"> マクロン政権は、仏国の空・海軍の核戦力の長期的な近代化と強化へのコミットメントを再確認している。 仏国の全ての核兵器は戦略的なものであり、仏国の「重要な利益(vital interests)」を守るためのものとされているが、「重要な利益」が具体的に何を指すかは必ずしも明らかではない。マクロン大統領は、「重要な利益」が欧州の側面(European dimension)を持つと述べたが、それらの利益は、「ウクライナやその地域で核弾道攻撃があったとしても危険にさらされることはない」と明言し、仏国による核兵器使用の閾値が以前のコメントが示唆していたよりも高い可能性があることを示唆した。 また仏国は、核抑止力を機能させるためには、潜在的な侵略者が潜在的な攻撃に内在するリスクを計算できないように、核兵器が使用される状況は正確に定義されるべきではない、としている。

³⁷ 露国が核兵器を使用する条件として、①露国と同盟国への弾道ミサイル発射に関する信頼できる情報を入手したとき、②露国と同盟国に対して敵が核兵器や大量破壊兵器(WMD)を使用したとき、③死活的に重要な政府や軍の施設(機能不全に陥ると核戦力で報復に支障をきたすような施設)に対して敵が干渉を行ったとき、④通常兵器によって露国が侵略され国家の存立が危機的になったとき、の4つを挙げる報道もある。NHK、「【詳しく】露国は核兵器を使うのか？プーチン大統領の判断は？」、2023年3月1日、https://www3.nhk.or.jp/news/special/international_news_navi/articles/qa/2023/03/01/29695.html

³⁸ The White House, “Joint Statement of the Leaders of the Five Nuclear-Weapon States on Preventing Nuclear War and Avoiding Arms Races”, 3 January 2022, <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/01/03/p5-statement-on-preventing-nuclear-war-and-avoiding-arms-races/>

	<ul style="list-style-type: none"> 加えて仏国は、潜在的な敵対者へのシグナルとして、軍事的、政治的、または象徴的な標的に対して核兵器を使用する可能性があることを示唆する「唯一の、一度限りの核警告」を発する権利を留保しているとしている。
中国	<ul style="list-style-type: none"> 中国は、中国に対する核兵器の使用や使用の威嚇の阻止を目的として、核能力を国家の安全を守るために必要な最小限のレベルに維持するとしている。 中国では、数百のミサイルサイロが建設され、追加の潜水艦が建設中で、新しい戦略爆撃機が部隊に追加されるなど、態勢は大きく変化しつつある。この展開は、中国が明言した核の先制不使用政策を含む、中国の核原則の長年にわたる要素に関する広範な議論を引き起こしたが、中国の当該核政策からの逸脱を示す公式の証拠はない。
インド	<ul style="list-style-type: none"> 2010 年初頭まで、インドの核兵器の唯一の役割は、パキスタンの抑止であった。しかし、中国全土を標的とすることができる長距離ミサイルの開発により、インドは中国に重点を置いているように思われる。 インドは 1999 年以降、核の先制不使用政策を維持してきたが、2003 年に核兵器以外の WMD による攻撃への報復として核兵器を使用する可能性を言及し、2018 年にも再確認されている。しかし同国が核の先制不使用政策を維持しているか否かについては、アナリストの間で意見が分かれている。
パキスタン	<ul style="list-style-type: none"> パキスタンは、インドに対する「全範囲抑止(FSD: Full Spectrum Deterrence)」³⁹の一環として、新しい核兵器と運搬システムの開発と配備を追求してきた。これには、長距離ミサイルや航空機、短射程で低出力の核兵器も搭載可能な兵器システムが含まれる。 また同国が非戦略(戦術)核兵器に重点を置いているのは、特にインドの「コールド・スタート(Cold Start)ドクトリン」⁴⁰への対抗を意図したものである。
北朝鮮	<ul style="list-style-type: none"> 2022 年 9 月に北朝鮮の最高人民会議は、2013 年の法律 ⁴¹にかわり、核兵器使用の原則と条件を規定した法律 ⁴²を採択した。 <ul style="list-style-type: none"> 同法は、同国が核兵器を使用する条件として、(①北朝鮮国家そのもの、②北朝鮮の国家指導部と国家核戦力指揮機構、及び③国家の重要戦略対象に対して) ⁴³相手からの攻撃や攻撃が差し迫ったと判断される場合

³⁹ FSD の内容は数多くあるが、「インドのあらゆる標的をパキスタンの攻撃範囲内に」入れ、「敵の明白な大規模報復政策を阻止するための適切な兵器収量範囲と数」を獲得するための核能力の開発が含まれているとされる。Sannia Abdullah, “Pakistan’s Full-Spectrum Deterrence: Trends and Trajectories”, 13 December 2018, <https://southasianvoices.org/pakistan-full-spectrum-deterrence-trends-trajectories/>

⁴⁰ SIPRI は、インドの「コールド・スタート・ドクトリン」について、インドがパキスタンの領土に対して大規模な通常攻撃または侵攻を開始する能力を、パキスタンが核兵器で報復すると考えられる閾値未満のレベル(注:つまりパキスタンが核兵器を使用しないであろうレベル)に維持すること、と説明している。一方、パキスタンはその対応策として、戦術核の開発を開始した。参考:長尾賢、「インドは核ドクトリンのどこを改訂するのか?」、東京財団政策研究所、2014 年 7 月 17 日、URL: <https://www.tkfd.or.jp/research/detail.php?id=1934>、他

⁴¹ 「自衛的核保有国の立場を一層強化することに関する法」、2013 年 4 月 1 日朝鮮民主主義人民共和国最高人民会議採択。参考:阿久津博康、「金正恩時代の北朝鮮の核態勢一対米戦略の新展開」、国際安全保障 第 46 巻第 2 号、7 頁

⁴² 倉田秀也、「北朝鮮最高人民会議「核使用法令」採択」、日本国際問題研究所、2022 年 9 月 26 日、<https://www.jiia.or.jp/research-report/korean-peninsula-fy2022-02.html>、及び Institute of Foreign Affairs and National Security (IFANS), “DPRK’s Law on the Nuclear Forces Policy: Mission and Command & Control”, 12 October 2022, <https://www.ifans.go.kr/knda/ifans/eng/pblct/PblctView.do?csrfPreventionSalt=null&sn=&bbsSn=&mvpSn=&searchMvpSe=&koreanEngSe=ENG&ctgrySe=&menuCl=P11&pblctDtaSn=14058&clCode=P11&boardSe=>

⁴³ NHK, 【詳しく】北朝鮮が発表した核法制化 そのねらいとは?」、2022 年 10 月 11 日、https://www3.nhk.or.jp/news/special/international_news_navi/articles/qa/2022/10/11/25912.html

	<p>に、核兵器が先制的に使用される可能性があることを明確にした。</p> <p>✓ また北朝鮮が戦時中に「主導権を握る」ために核兵器を使用する可能性も示唆している。</p> <ul style="list-style-type: none"> 金正恩氏は、上記法律が北朝鮮の核保有国としての「不可逆的な」地位を成文化しており、北朝鮮は核兵器を「決して放棄しない」こと、また「戦術核兵器の大量生産」が重要であることを強調した。 また北朝鮮は、迅速な核兵器による反撃を行うため、固体燃料型 ICBM の開発を行い、より高い発射準備状態の維持と、より迅速な発射プロセスの実行を可能ならしめるとしている。
イスラエル	<ul style="list-style-type: none"> イスラエルは、核兵器の保有を肯定も否定もせず、曖昧さ(ambiguity)を維持する長年の政策を維持している。このような透明性の欠如により、イスラエルが保有しているとされる核兵器の規模、威力、特性等には重大な不確実性が存在。 1960年代後半以降、イスラエル政府は「中東で最初に核兵器を導入する国にはならない」と繰り返してきた。これまで同国の政策立案者らは、「核兵器の導入」を、核能力の公の宣言、実験、あるいは実際の使用と解釈してきたが、イスラエルはまだそれらを行っていない。

【2022年初頭の HEU 量】

2022年初頭の HEU 量は表 3 のとおりである⁴⁴。当該 HEU の大部分は、U-235 の濃縮度が 90～93%で兵器級と考えられている。計は 5 トン未満四捨五入値を示す。

表 3 2022年初頭の HEU 量

単位:トン

国	計	兵器中に存在または兵器に利用可能	兵器に直接利用不可能		生産状況
			保障措置適用外	保障措置適用/監視下	
中国	14	14±3	-	-	1987-1989 年中止
仏国 ^a	29	25±6	-	3.8	1996 年中止
インド ^b	5	-	4.9±2	-	継続
イラン ^c	0.03	-	0.03	-	継続
イスラエル ^d	0.3	0.3	-	-	不明(Unknown)
北朝鮮 ^e	不明確 (Uncertain)	不明確 (Uncertain)	-	-	不明確 (Uncertain)
パキスタン ^f	5	4.9±1.5	-	-	継続
露国 ^g	680	672±120	8 ^h	-	継続 ⁱ
英国 ^j	23	22	0.6 ^k	-	1962 年中止
米国 ^l	487	361	126.2	-	1992 年中止
その他の国 ^m	>3.9	-	-	>3.9	
計	1,245	1,100	140	10	

-: 該当無し

- 2014 年の分析は、以前に想定されていたよりもピエールラットのウラン濃縮施設の有効稼働期間がはるかに短く、かつ兵器級 HEU の生産能力が小さい可能性があるという証拠に基づいて、仏国の兵器級の HEU 備蓄量を大幅に低く、6±2 トンから 10±2 トンの間、と見積もっていた。
- インドは海軍の原子炉燃料(原子力潜水艦燃料)として使用するため HEU (濃縮度は 30～45%)

⁴⁴ SIPRI, Table 7.11. Global stocks of highly enriched uranium, 2022, p. 330, op. cit.

- を生産していると考えられている。表記載の推定値は濃縮度 30%の HEU。
- c. イランの数値は 2022 年 2 月 19 日時点の国際原子力機関(IAEA)による推定値。イランは、2021 年 1 月 4 日に 20%まで、また同年 4 月 17 日には 60%までのウラン濃縮を開始した⁴⁵。
 - d. イスラエルは 1965 年に、またはそれ以前に米国から 300kg の兵器級 HEU を不法に入手した可能性があり、このうちの一部はトリチウムの生産過程で消費された可能性がある。
 - e. 北朝鮮は寧辺にウラン濃縮工場を保有していることが知られており、おそらく他の場所にもウラン濃縮工場があるとされている。独自の評価による北朝鮮のウラン濃縮能力と 2022 年初頭までの HEU 生産の可能性は、北朝鮮における潜在的な HEU 保有量が 250~1,350 kg の範囲内であることを示唆している。
 - f. 数値(推定値)は、パキスタンにおける HEU の総生産量は 5 トンで、そのうち約 100 kg が核兵器実験に使用されたとことを想定している。
 - g. 数値(推定値)は、ソ連が 1988 年に全ての HEU 生産を停止したと仮定している。したがって、露国の HEU 量が過小評価されている可能性がある(以下の注 i も参照のこと)。
 - h. 当該 HEU は、民生用及び軍事用関連の種々の研究施設で使用されていると考えられている。さらにこの数値は、中国の CFR600 原子炉用燃料として生産された HEU も含む。当該燃料は、2022 年 9 月~12 月にかけて中国に移送された。当該燃料には、濃縮度 21%と 26%の HEU 7.6 トンが含まれており、これは濃縮度 90%の HEU 2 トンに相当する。
 - i. ソ連は 1988 年に兵器用の HEU 生産を停止したが、民生用及び核兵器以外の軍事用には HEU の生産を継続している。
 - j. 数値は、英国政府が公表⁴⁶した 2002 年 3 月 31 日時点での 21.9 トンの軍事用 HEU 量を反映しているが、その平均濃縮度は示されていない。
 - k. 数値は、英国が INFCIRC/549 に基づき IAEA に報告⁴⁷した 2021 年末時点のもの。英国は EU を離脱したため、当該核物質はユーラトムの保護措置下にはない。
 - l. 米国の HEU 量は、93%濃縮相当ではなく、実際のトン数で示されている。米国は、2016 年に 2013 年 9 月 30 日時点での HEU 量は 585.6 トンであり、そのうち 499.4 トンは、「核兵器、海軍推進力(原子力潜水艦)、原子力発電、科学を含む国家安全保障または非国家安全保障プログラム」のためのものであると公表⁴⁸した。この中には、核兵器として利用可能な 360.9 トンの HEU、海軍の原子炉燃料用の 121.1 トン及び研究炉用の 17.3 トンの HEU が含まれると推定されている。2013 年の公表について、残りの 86.2 トン(585.6-499.4=86.2)は、「低濃縮ウランへのダウンブレンドの可能性、または可能でない場合は低レベル廃棄物として処分可能な 41.6 トンと、使用済燃料中に含まれる 44.6 トンであった。2021 年末時点で、「核兵器、海軍推進力(原子力潜水艦)、原子力発電、科学を含む国家安全保障または非国家安全保障プログラム」に利用可能な量は 468.2 トンに減少し、これには海軍の原子炉燃料用の 92.3 トン及び研究炉用の 14.9 トンの HEU が含まれると推定されている。また 2021 年末時点で、ダウンブレンドされる HEU は 19 トンに減少したと推定されている。
 - m. IAEA の 2021 年版年次報告書⁴⁹には、2021 年末現在、IAEA と非核兵器国の間の包括的保障措置下にある HEU として、156 有意量(U-235 の有意量は 25kg)に相当する HEU が記載されて

⁴⁵ 直近の 2023 年 9 月 4 日付け IAEA 事務局長報告(GOV/2023/39)によれば、イランは 2023 年 8 月 26 日現在も、フォールドのウラン濃縮施設(FFEP)で濃縮度 60%までのウラン濃縮を実施している。出典: IAEA, “Verification and monitoring in the Islamic Republic of Iran in light of United Nations Security Council resolution 2231 (2015)”, <https://www.iaea.org/sites/default/files/23/09/gov2023-39.pdf>

⁴⁶ UK Ministry of Defence, <https://fissilematerials.org/library/mod06.pdf>

⁴⁷ IAEA, INFCIRC/549/Add.8/25, 7 December 2022, <https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/documents/infcircs/1998/infcirc549a8-25.pdf>

⁴⁸ The White House, “FACT SHEET: Transparency in the U.S. Highly Enriched Uranium Inventory”, 31 March 2016, <https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2016/03/31/fact-sheet-transparency-us-highly-enriched-uranium-inventory>

⁴⁹ IAEA, “IAEA Annual Report 2021”, p. 149, <https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/reports/2021/gc66-4.pdf>

いる。それらの HEU の正確なウラン濃縮度は不明であるが、これは、これらの国が保有する HEU は少なくとも 3.9 トン (156×25) であることを意味する。

【主要なウラン濃縮施設】

2022 年時点での主要なウラン濃縮施設及び能力は表 4 のとおりである⁵⁰。

表 4 2022 年時点の主要なウラン濃縮施設及び能力

国	施設名または場所	民生用/軍 用	状況	分離作業能 力 (トン SWU/年) ^a
アルゼンチン ^b	ピルカニエウ* (Pilcaniyeu)	民生用	不明確(Uncertain)	20
ブラジル	レゼンデ(Resende)	民生用	能力拡大	45-50
中国 ^c	蘭州(Lanzhou)	民生用	稼働中	2,600
	漢中(Hanzhong (Shaanxi))	民生用	稼働中	2,000
	峨眉山(Emeishan)	民生用	稼働中	1,050
	瀋陽(Heping)*	両用	稼働中	230
仏国	ジョルジュ・ベッセ II (Georges Besse II)	民生用	稼働中	7,500
ドイツ	ウレンコ/グルナウ (Urenco Gronau)	民生用	稼働中	3,700
インド	ラッテハリ (Ratthalli)	軍事用	稼働中	15-30
イラン ^d	ナタンズ (Natanz)	民生用	能力拡大	22
	フォルド (Qom (Fordow))	民生用	能力拡大	2.5
日本	六ヶ所 ^e	民生用	運転再開準備中 ⁵¹	75
北朝鮮	寧辺 (Yongbyon) ^f	不明確 (Uncertain)	稼働中	8
オランダ	ウレンコ/アルメロ (Urenco Almelo)	民生用	稼働中	5,200
パキスタン	ガドワル (Gadwal)	軍事用	稼働中	..
	カフタ (Kahuta)	軍事用	稼働中	15-45
露国	アンガルスク(Angarsk)	民生用	稼働中	4,000
	ノヴォウラルスク (Novouralsk)	民生用	稼働中	13,000
	セヴェルスク(Seversk) ^g	民生用	稼働中	3,800
	ゼレノゴルスク (Zelenogorsk)	民生用	稼働中	7,900
英国	カーペンハースト (Capenhurst)	民生用	稼働中	4,500
米国	ウレンコ/ユーンニス (Urenco Eunice)	民生用	稼働中	4,900

*: ガス拡散法によるウラン濃縮。他は全て遠心分離法によるウラン濃縮。..: ゼロまたは無視できる値

a. SWU は、ウランを濃縮する際に必要となる仕事量の単位(分離作業単位)のこと。複数の仕事

⁵⁰ SIPRI, Table 7.13. Significant uranium-enrichment facilities and capacity worldwide, 2022, p. 334, op. cit.

⁵¹ 原文のまま。なお日本原燃株式会社は、2023 年 8 月 25 日付で、ウラン濃縮工場の生産運転再開を報じている。出典; 「六ヶ所ウラン濃縮工場の生産運転再開について」、
<https://www.jnfl.co.jp/ja/release/press/2023/detail/20230825-1.html>

- 量が記載している場合は、不明確(Uncertain)か、施設が施設能力を拡張中であることを示す。
- b. 2015年12月、アルゼンチンは、1990年代に閉鎖されたピルカニエウ濃縮施設(ガス拡散法)の再開を発表した。しかし、実際に濃縮ウランが生産されたという証拠はない。
 - c. 2015年と2017年の中国におけるウラン濃縮能力の評価では、新たな濃縮サイトが特定され、ウラン濃縮能力の総計は以前に推定されていたよりもはるかに大きいことが示唆された。
 - d. イランの2施設の能力は2022年12月時点のもので、これはナタンツのウラン濃縮施設の生産能力が12,000SWU/年であった2022年初頭と比較して大幅な増加を示している。2018年の米国による包括的共同行動計画(JCPOA)離脱以降、イランはナタンツとフォルドのウラン濃縮施設でウラン濃縮能力と濃縮度レベルを増加し続けている。
 - e. 2011年から新しい遠心分離技術を導入する改修工事が進められている。改修工事開始以来のウラン生産量はごく僅か(negligible)である。
 - f. 北朝鮮は2010年に寧辺のウラン濃縮施設の存在を明らかにし、当該施設は2020年の時点で稼働しているようである。また北朝鮮はその他に、少なくとも1つのウラン濃縮施設を稼働していると考えられている⁵²。
 - g. 高速炉及び研究炉用のHEU燃料の生産用。

【2022年初頭の分離Pu量】

2022年初頭の分離Pu量は表5のとおりである⁵³。

表5 2022年初頭の分離Pu量

単位:トン

国	計	兵器中に存在または兵器に利用可能	兵器には直接利用不可 ^a		生産状況
			保障措置適用外	保障措置適用/監視下	
中国	3	2.9±0.6	0.04 ^b	-	1991年中止
仏国	91	6±1.0	-	84.9	1992年中止
インド	10	0.65±0.15	8.5±4.9 ^c	0.4	継続
イスラエル ^d	0.8	0.84±0.1	-	-	継続
日本	45.8	-	-	45.8	-
北朝鮮 ^e	0.04	0.04	-	-	継続
パキスタン ^f	0.5	0.5±0.17	-	-	継続
露国	192	88±8	88.5 ^g	15 ^h	2010年中止
英国	119.7	3.2	116.5	-	1995年中止
米国 ⁱ	87.8	38.4	46.4	3 ^j	1988年中止
計	550	140	260	100	

-: 該当無し、計は5トン未満四捨五入値

- a. インドを除き、民生用Puの量は、INFCIRC/549に基づきIAEAに提出された数値に基づく。仏国、日本、露国、英国、及び米国のデータは、いずれも2021年末時点のもの。民生用Puを保有する一部の国は、INFCIRC/549に基づきIAEAに分離Puの保有量を提出していない。オランダ、スペイン、及びスウェーデンはPuを海外で保管しているが、少量に過ぎず表には未記載。
- b. 中国がINFCIRC/54に基づき2016年末現在の情報としてIAEAに提出⁵⁴した数値に基づく。

⁵² 令和5年版防衛白書によれば「カンソン(降仙)」。

<https://www.mod.go.jp/j/press/wp/wp2023/pdf/R05010304.pdf>

⁵³ SIPRI, Table 7.12. Global stocks of separated plutonium, 2022, p. 332, op. cit.

⁵⁴ IAEA, INFCIRC/549.Add.7/16, 18 October 2017,

<https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/documents/infcircs/1998/infcirc549a7-16.pdf>

-
- 2023年3月現在、上記が最新の数値(2016年末現在以降の情報はIAEAに未提出)。
- c. インドの保障措置下でない民生用核物質とは、原子力発電所の使用済燃料から分離されたPu。このような原子炉級Puは、基本的には兵器に使用できるが、高速増殖炉燃料用を意図しているため、ここでは「兵器には直接利用不可」としている。2009年2月2日にインド政府とIAEAが署名した「インド固有の(India-specific)」保障措置協定では、保障措置の対象にはなっていない。インドはINFCIRC/549に基づくIAEAへの分離Pu量の提出を行っていない。
 - d. イスラエルはデモナでPu生産炉を運転していると考えられている。1997年以降、トリチウム生産のために当該原子炉が部分的に使用されていると推定されている。
 - e. 報道によれば、北朝鮮は2008年6月に3kgのPuを保有する旨を申告した。その後、北朝鮮は3回(2009年、2016年、及び2018年)に、5MW(e)黒鉛炉から燃料を抜き取ったと考えられている。保有量(推定)は、北朝鮮が実施した6回の核実験に使用されたと考えられており、その分のPu量を差し引いたものである。北朝鮮の再処理施設は2021年に5か月間、再稼働した。
 - f. 2022年の初頭、パキスタンはクシャブ(Khushab)サイトで4基のPu生産炉を稼働させていた。保有量(推定)は、パキスタンが4基全ての原子炉からPuを分離していると仮定したもの。
 - g. 露国が2022年にINFCIRC/549に基づきIAEAに報告⁵⁵した63.5トンの分離Puを含む(ただしIAEA保障措置対象外)。また当該Puには、露国が軍事目的で使用しないことを約束したマヤック核分裂性物質貯蔵施設に貯蔵されている兵器由来の25トンのPuも含まれている。
 - h. この値は、1995年1月1日から、露国最後のPu生産炉が停止した2010年4月15日までの間に生産された兵器級Pu量を指す。1997年の米露間のPu生産炉に関する協力協定⁵⁶に基づき、露国は当該Puを兵器目的で使用することはできない。当該Puは現在、ジェレズノゴルスク⁵⁷に貯蔵されており、米国の査察官による監視対象となっている。
 - i. 2012年、米国は、2009年9月30日時点で政府所有のPuの保有量が95.4トンであると宣言⁵⁸した。米国は2021年12月31日現在、軍事目的に余剰であると特定したPuの一部として49.4トンの未照射Pu(分離Puと混合酸化物(MOX)中のPuの両方)を公表⁵⁹した。
 - j. 米国は、サバンナリバーサイト(SRS)のKエリアの貯蔵施設に貯蔵されている3トンの余剰Pu⁶⁰をIAEA保障措置下に置いている。

⁵⁵ IAEA, INFCIRC/549/Add.9/24, 27 July 2022,

<https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/documents/infircs/1998/infirc549a9-24.pdf>

⁵⁶ IPFM, “Agreement Between the Government of the United States of America and the Government of the Russian Federation Concerning Cooperation Regarding Plutonium Production Reactors, 23 September 1997”, https://fissilematerials.org/library/1997/09/us-russian_agreement_on_c.html

⁵⁷ Puを用いた核兵器の開発・製造を実施していたと言われるシベリアにあるかつての閉鎖都市

⁵⁸ NNSA, “The United States Plutonium Balance, 1944 – 2009”, June 2012, p.9,

<https://fissilematerials.org/library/doi12.pdf>

⁵⁹ IAEA, INFCIRC/549/Add.6/24, 14 October 2022,

<https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/documents/infircs/1998/infirc549a6-24.pdf>

⁶⁰ ロッキーフラッツ環境技術サイト(RFETS)及びハンフォードサイトからSRSに移転した各1トンずつのPu及びその他のPu。出典: Allen Gunter, “K Area Overview/Update”, 28 July 2015, https://www.srs.gov/general/outreach/srs-cab/library/meetings/2015/fb/RevisedAllenGunterFinalCABKAreaOverview_%20PresentationRev1%206-2-15.pdf

【主要な再処理施設】

2022年時点での主要な再処理施設は表6のとおりである⁶¹。

表6 2022年時点の主要な再処理施設

国	施設名または場所	燃料	民生用/ 軍事用	状況	設備容量 ^a (tHM/年)
中国 ^b	酒泉パイロット施設 (Jiuquan pilot plant)	LWR	民生用	稼働中	50
仏国	ラアグ UP2 (La Hague UP2)	LWR	民生用	稼働中	1,000
	ラアグ UP3 (La Hague UP3)	LWR	民生用	稼働中	1,000
インド ^c	カルパッカム (Kalpakkam)	HWR	両用	稼働中	100
	タラプール (Tarapur)	HWR	両用	稼働中	100
	タラプール II (Tarapur II)	HWR	両用	稼働中	100
	トロンバイ (Trombay)	HWR	軍事用	稼働中	50
イスラエル	ディモナ (Dimona)	HWR	軍事用	稼働中	40-100
日本	JNC(JAEA) 東海	LWR	民生用	2014年 運転停止 ^d	(200)
	六ヶ所	LWR	民生用	2025年 運転開始予定	800
北朝鮮	寧辺 (Yongbyon) ^f	GCR	軍事用	稼働中	100-150
パキスタン	チャシュマ(Chashma)	HWR	軍事用	立上げ (Starting up)	50-100
	ニロワ (Nilore)	HWR	軍事用	稼働中	20-40
露国	マヤーク RI-1,オゾルスク (Mayak RI-1, Ozersk)	LWR	民生用	稼働中	400
	EDC(実験・実証センター)、ジェ レズノゴルスク ^e (EDC, Zheleznogorsk)	LWR	民生用	立上げ (Starting up)	250
英国	セラフィールド第二再処理 工場 (Sellafield B205)	Magnox	民生用	2022年7月 運転停止	1,500
	セラフィールド ソープ (Sellafield Thorp)	LWR	民生用	2018年 運転停止	(1,200)
米国	H-canyon サバンナリバー サイト(SRS) (H-canyon, Savannah River Site)	LWR	民生用	稼働中	15

GCR: ガス冷却炉、HWR: 重水炉、LWR: 軽水炉

- 設備容量(design capacity)とは、1年間で施設が処理するように設計されている使用済燃料中の金属ウラン量の最大量を指す。多くの場合、実際のスルーputは、設備容量の一部である。軽水炉使用済燃料には0.1%のPu、またHWR、GCR、及びMagnox燃料には0.4%のPuが含まれる。
- 中国は、2025年に稼働開始予定で、甘粛省金塔近郊に200tHM/年の処理能力を持つパイロット再処理施設を建設中であり、また同じ敷地に同じ能力の2番目の再処理施設が計画されている。
- 2005年の米印原子力協力イニシアティブの一環として、インドは再処理施設にIAEA保障措置を適用しないことを決定した。
- 2018年廃止措置計画認可。

⁶¹ SIPRI, Table 7.14. Significant reprocessing facilities worldwide, 2022, p. 336, op. cit.

-
- e. 露国はジェレズノゴルスクで 250tHM/年のパイロット実験・実証センター(EDC: Experimental and Demonstration Centre)の建設を継続している。5tHM/年の能力を持つパイロット再処理ラインが 2018 年 6 月に稼働した。

【最後に:所感】

以上、2023 年版 SIPRI 年鑑から、核兵器国等の核兵器数、核保有国の核兵器の役割、HEU 及び Pu 保有量等を紹介した。

昨年(2022 年)8 月に、第 10 回 NPT 運用検討会議が開催され、多くの国が露国による核兵器の使用の威嚇を非難し、また核兵器保有国に核軍縮への取組強化を求めたばかりであるが、今次 SIPRI 等の報告を鑑みると、核軍縮が遅々として進まない状況は変化が見られそうにない。また軍縮に関して、露国プーチン大統領は昨今、包括的核実験禁止条約(CTBT)を批准していない米国の姿勢に呼応する必要性を理由に、議会が可決した CTBT の批准を撤回する法案に署名した⁶²。露国は、米国が核実験を再開しない限り、同国も核実験を実施しないことを表明しているが、同国がウクライナ侵攻を続ける中、核実験再開へ徐々に準備を進める可能性も懸念されており、今後の動向が注視される。なお、核兵器の保有を曖昧にしているイスラエルについて、同国の閣僚がガザ地区に対する核兵器使用を選択肢の 1 つと述べたことに関し、ネタニヤフ首相は上記発言が「現実に基づいていない」との声明を発出したと報じられている⁶³。

【報告:計画管理・政策調査室】

⁶² NHK、「プーチン大統領 CTBT 批准撤回に署名 核実験再開の可能性も示唆」、2023 年 11 月 3 日、<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20231102/k10014245971000.html>

⁶³ Dan Williams、「イスラエル閣僚、ガザへの核使用「選択肢」発言が波紋 停職処分に」、Reuters、2023 年 11 月 6 日、<https://jp.reuters.com/world/us/IJOQCLLVTRI75JONNJ5L52N6H4-2023-11-06/>

2-4 米国が実施した低出力核爆発探知能力向上のための高性能爆薬を用いた模擬実験

1. 事実関係

米国エネルギー省国家核安全保障庁(DOE/NNSA)は、2023年10月18日、ネバダ国立セキュリティ・サイト(NNSSと略称される核実験場跡)で低出力核爆発の探知能力向上のための爆発試験を実施した旨を発表した。同庁の発表したプレス・リリース⁶⁴に基づき事実関係を紹介すると以下のとおりである。

10月18日の早朝、NNSAのチームは低出力核爆発の検出能力向上のための爆発試験をNNSS⁶⁵で実施した。これらの実験は、爆発を伴う地下核実験探知能力を向上させる新たな技術を開発し米国の核不拡散の取組を進展させるためのもので、世界的な核の脅威を低減するものであるとコーリー・ヒンダースタイン(Corey Hinderstein)NNSA副長官(防衛不拡散担当)は述べている。

この実験では第12地区のPトンネルで高性能化学爆薬及び放射性トレーサーを用いて実施された。NNSAのチームは、NNSSの研究者、ローレンス・リバモア国立研究所、ロス・アラモス国立研究所、パシフィック・ノースウェスト国立研究所、サンディア国立研究所、ネバダ大学リノ校、アリゾナ大学、テキサス大学オースティン校、米国大気海洋庁(NOAA)特別調査部、米国陸軍施工兵部隊、工学調査研究部が参加した。この実験は、新たな予測可能な爆発モデル及び探知アルゴリズムを検証するのに役立つものであり、観測値は加速度計、地震計、微気圧振動センサー、電磁波センサー、放射性トレーサーサンプラー等が用いられた。

これらの実験から得られた地震データは世界中の研究者が分析目的で利用可能であり、地球スコープ・コンソーシアムのウェブサイト(<https://www.earthscope.org/>)から利用可能である。

2. 気づきの点

NNSAは未臨界実験もこれまで実施しているものの、この実験は核兵器開発には無関係で、むしろロシアが包括的核実験禁止条約(CTBT)からの批准撤回の動きがあるため、ロシアが核実験の実施に踏み切らないようにけん制するためにこの実験を実施したと思われる。このことは、ロシアの上院が批准撤回法案を可決すると直ぐにこの実

⁶⁴ NNSA conducts experiment to improve U.S. ability to detect foreign nuclear explosions, DOE/NNSA, 18 October 2023. at <https://www.energy.gov/nnsa/articles/nnsa-conducts-experiment-improve-us-ability-detect-foreign-nuclear-explosions-0> (as of 31 December 2023).

⁶⁵ ネリス空軍基地に隣接する広大な核実験場跡であり、現在は閉鎖され、DOEのクリアランスを受けると同施設の見学ツアーに参加できる。現在はそのような観光コース、軍用原子炉起源の低レベル廃棄物の処分場、化学物質を使用した拡散対策実験など多様な目的で再利用されているが、半減期の長い核実験起源の放射性核種も残留しており、環境試料等の持ち出しは厳格に禁止されている。なお、報告者は9年前に現地を見学した。

験を行ったことからその可能性が高いと推察される⁶⁶。なおロシア国内では批准撤回だけでなく、署名も撤回すべしとの意見もあるが、署名も撤回すると CTBTO 準備委員会暫定技術事務局の幹部ポストも手放すことになり、加えて、国際監視制度のデータの利用もできなくなるため、署名撤回までは行わないと思われる。

ちなみに CTBT の批准国から署名国になった場合は「条約の効力発生前に条約の趣旨及び目的を失わせてはならない義務」がウィーン条約法条約第 18 条により規定されているので、核実験実施には一定の歯止めがかかるのは事実である。しかしながら、この義務(obligation)の性格については、信義則的なもの(in good faith)であり、法的な義務ではない⁶⁷として、ロシアが核実験を再開しても法的責任を迫及するのは難しいとの見方がある。いずれにしても、核兵器国であり、発効要件国であるロシアが CTBT から批准を撤回すると CTBT 体制に対するダメージは避けられない⁶⁸。このため、我が国を含めた CTBT 批准国が一丸となって、ダメージ・コントロールを行い、核軍縮・核不拡散体制の強化を図る必要がある。

【報告:計画管理・政策調査室: 福井 康人】

2-5 日本が国連総会第一委員会に提出した核兵器廃絶決議の概要

1. 全体の表決結果

2023 年 10 月 28 日(現地時間 10 月 27 日)、ニューヨークにおいて、日本が国連総会第一委員会に提出していた核兵器廃絶決議案(核兵器のない世界に向けた共通のロードマップ構築のための取組)が採択された⁶⁹。同決議は 1994 年から長年にわたり日本が核軍縮・核不拡散について複数の論点を包括的に取り上げたいわゆるオムニバス決議であり、多くの論点を含む故に多様な反応がある。このため特定の主題のみを扱う決議とは異なり、投票の直前まで複雑な調整を要する非常に難易度の高い決議と言える。本報告では、全体の投票結果に加えて、同決議は多くの分割投票に付されているため、特に重要なものを中心に分析を試みる。

⁶⁶ プーチン大統領は、11 月 2 日にロシア上下院が可決した CTBT 批准撤回法案に署名し、公布したので CTBT 批准撤回は時間の問題である。

⁶⁷ The Vienna Conventions on the Law of Treaties: A Commentary, Edited by Olivier Corten, Pierre Klein, Vol.1.2011, OUP, p.397.

⁶⁸ 10 月 27 日に行われた国連総会第一委員会での CTBT 決議は 171(賛成)-1(反対)-5(棄権)であり、まだコンセンサスは獲得できない状況にある。

⁶⁹ 日本の核兵器廃絶決議案の国連総会第一委員会における採択について(外務大臣談話)、2023 年 10 月 28 日。この決議は長年の間に名称も頻繁に変わっているが、本報告では通称的に核兵器廃絶決議と呼ばれることが多いので、核兵器廃絶決議と称して統一する。

at https://www.mofa.go.jp/mofaj/press/danwa/page4_006031.html (as of 2 November 2023)

まず、決議全体の投票結果については、賛成 145 票、反対 7 票⁷⁰、棄権 29 票⁷¹となっているが、過去の投票結果を見ると賛成票は国連総会での投票では約 10 票程度増える傾向がある。実際に投票が実施される会議場では投票結果が配布されるため、会議場にいる代表团以外の傍聴者（報道関係者、NGO、事務局コンサルタント等）も含めて入手可能であり、このためインターネット上に公開される場合がある。こうした公開資料を利用して、反対及び棄権した国の分析が可能であり、12 月に予定されている国連総会に向けて特に 29 票もある棄権国を中心に積極的に賛成票を投じるように、水面下で働きかけを行うことが原提案国等賛成する国にとって重要であると思われる。特に、国連総会は小人数の国の代表部は多数の会議対応を抱えているため、投票当日に代表が出席しないことも多いので、欠席する可能性のある国に対して働きかけることも票数を伸ばすために効果的であると思われる。

2. 分割投票の結果

今回の投票は分割投票の数が例年より多いが、これは特定のパラのみに反対したりする国が自国の立場を明らかにするため、特定のパラに対して投票を求めるもので、今回は表1に示すパラが分割投票に付されている⁷²。もともと分割投票は特定の問題に対する不満を吸収する機能もあり、もし分割投票の制度がないとこうした国は棄権又は反対に回る可能性もあるため、賛成票数は下がる可能性が高い。確かに分割投票が多いと票決結果の見栄えは多少悪くなるが、全体の投票の際に一定数の賛成投票数を確保する上で無視できないと思われる。このように、総計 17 パラの分割投票のうち、政策的に重要と思われる主な分割投票について結果を見てみる。

⁷⁰ First Committee: 78th session, A/C.1/78/L.30 WHOLE CONFERENCE ROOM 4 First Committee: 78th session 99(z) Steps to building a common roadmap towards a world without nuclear weapons,

反対票を投じた国は、中国、北朝鮮、イラン、ニカラグア、ロシア連邦、南アフリカ、南スーダン、シリアの 7 か国。
at <https://reachingcriticalwill.org/images/documents/Disarmament-fora/1com/1com23/votes/L30.pdf> (As of 20 November 2023)

⁷¹ *ibid*, First Committee: 78th session, A/C.1/78/L.30.

at <https://reachingcriticalwill.org/images/documents/Disarmament-fora/1com/1com23/votes/L30.pdf> (as of 2 November 2023)

棄権票を投じた国は、アルジェリア、オーストリア、アゼルバイジャン、ベラルーシ、ブラジル、ブルンディ、カメルーン、キューバ、エジプト、エチオピア、フランス、インド、インドネシア、イラク、アイルランド、イスラエル、ヨルダン、クウェート、レバノン、リビア、リヒテンシュタイン、マレーシア、ミャンマー、ナミビア、ニュージーランド、パキスタン、サウジ・アラビア、スーダン、ウガンダ、ジンバブエであるが、過去の経緯を見ると、本音は反対でも対日配慮から反対せずに棄権したと思われるもの、核兵器禁止条約の前文への言及に反発した国、理由が不明の国等色々ある。このため、事実上反対に近い国の態度の変更は困難なので働きかけをしても、奏功する可能性が小さい。

⁷² UN Doc. A/520/Rev.17, Rule 89, p.24. 国連総会手続規則 89 は提案及び修正案の分割について定め、その前の同規則 87 は投票の方法、同規則 88 は投票時の行動について定めており、これらに従って決議案は投票に付される。

表 1 分割投票の結果

L.30 に対する分割投票の結果(出典:REACHING CRITICAL WILL⁷³サイトより)。

VOTING RESULT IN THE FIRST COMMITTEE ON PP3: [129-3-31](#)
VOTING RESULT IN THE FIRST COMMITTEE ON PP5: [125-6-32](#)
VOTING RESULT IN THE FIRST COMMITTEE ON PP6: [102-3-54](#)
VOTING RESULT IN THE FIRST COMMITTEE ON PP7: [98-3-56](#)
VOTING RESULT IN THE FIRST COMMITTEE ON PP10: [137-3-24](#)
VOTING RESULT IN THE FIRST COMMITTEE ON PP11: [126-3-33](#)
VOTING RESULT IN THE FIRST COMMITTEE ON PP12: [127-0-33](#)
VOTING RESULT IN THE FIRST COMMITTEE ON PP14: [156-1-6](#)
VOTING RESULT IN THE FIRST COMMITTEE ON PP18: [156-4-5](#)
VOTING RESULT IN THE FIRST COMMITTEE ON PP19: [147-3-11](#)
VOTING RESULT IN THE FIRST COMMITTEE ON PP20: [146-3-12](#)
VOTING RESULT IN THE FIRST COMMITTEE ON PP22: [144-2-12](#)
VOTING RESULT IN THE FIRST COMMITTEE ON OP3: [139-2-22](#)
VOTING RESULT IN THE FIRST COMMITTEE ON OP5: [137-3-23](#)
VOTING RESULT IN THE FIRST COMMITTEE ON OP6: [148-1-13](#)
VOTING RESULT IN THE FIRST COMMITTEE ON OP7: [150-2-8](#)
VOTING RESULT IN THE FIRST COMMITTEE ON OP10: [133-5-25](#)

注:PP:前文パラ、OP:本文パラ、投票結果は賛成-反対-棄権の順で示されている。

3. 主な分割投票項目についての投票結果から見える意義と解説

(1)ウクライナ問題

この問題については、決議案の前文パラ 6(表 1 の PP6)に取り上げられており、棄権が 54 票もあり、現地では実際に激しい武力紛争が発生しているにも拘わらず、多くの国が関係国に配慮してあえて賛成票を投じていないことが伺える。特にウクライナ問題や国際安全保障の悪化と言った点は支持を得やすいが、それ以外に核のレトリックと言った概念的な言及がこれらの国の態度決定を迷わせた可能性もあり、その理由について更なる分析の上、賛成票が増えるように努力する必要がある。

⁷³ Draft Resolutions, Voting Results, and Explanations of Vote from First Committee 2023, Reaching Critical Will at <https://www.reachingcriticalwill.org/disarmament-fora/unga/2023/resolutions> (as of 09 November 2023)
これを見ると前文パラが 12 のパラ、本文パラの 5 パラが分割投票に付されている。なお、同ページにはすべての決議リンク先が出ている(例えば、この決議の番号をクリックすると、決議文の URL である <https://reachingcriticalwill.org/images/documents/Disarmament-fora/1com/1com23/resolutions/L30.pdf>)に到達できるほか、同決議の全体投票及び分割投票を含めた投票結果の記録に到達できる(例えば、同決議の全体の結果は URL: <https://reachingcriticalwill.org/images/documents/Disarmament-fora/1com/1com23/votes/L30.pdf> に出ており、分割投票の結果についても各表決結果のところをクリックするとハイパーリンクになっているので、表決結果に到達できる。)

(2)新 START 問題

この問題は前文パラ7(表1のPP7)に言及されており、このパラも棄権票が56票もあり上記(1)の問題と並んで多くの国が投票態度の判断に迷った結果であることがうかがわれる。もっともこのパラに反対票を投じているのが、中国、ロシア、シリアであり、これらの反対投票国は確信犯的に反対票を投じているので、働きかけをしても投票態度を変更する可能性は小さいものと思われる。

(3)核兵器用分裂性物質生産禁止条約(FMCT)

FMCTは日本も政策的に重視しており、前文パラ10(表1のPP10)及び本文パラ5(表1のOP5)に言及されている。反対票は両パラともに中国、パキスタン、ロシアであり、これらの国は従来より前向きでないので今後実際に軍縮会議でFMCT交渉を進める際に障害になる可能性が高く、FMCT決議(A/C.1/78/L.12)⁷⁴もこれら3か国に加えてイラン、マリも反対しており、これらの国が今後も軍縮会議でのFMCT交渉開始に障害となる可能性が高いので、注意して対策を講じる必要がある。特にこの決議は会議場で口頭修正が行われたたものも票決に付されるなど複雑な経緯があるので、主導国のカナダのみならず、同決議に賛成している諸国がFMCT構想を検討する際には特に反対投票国の動向には注意を要すると思われる。

(4)包括的核実験禁止条約(CTBT)

この決議に反対しているのは、インド及び北朝鮮であり、インドはCTBTの国連総会での採択時から一貫して反対しており、北朝鮮は近年核実験を強行し、今後も核実験実施の可能性がある。両国ともに説得は困難と思われるものの、CTBT発効促進を求める立場から、引続き外交努力を継続する必要があるものと思われる。

(5)核兵器禁止条約関連

この関連では同条約関連の事実関係を言及した前文パラ19(表1のPP19)が関係しており、反対しているのは北朝鮮、フランス、ロシアの3国である。北朝鮮及びロシアが反対するのは、両国の政府高官の核兵器使用を暗示する発言に沿った投票態度と見る人は少なくないと思われる。他方、フランスの反対も同国は最小限の核戦力で抑止力を確保している核抑止政策を有するため、核兵器禁止条約には敏感に反応する傾向があることが窺われる。このため、全体ではバランスの問題で賛成するものの、この点について米国は賛成、他方で英国は棄権しており、西側核兵器国の中でも微妙に異なっており、注意を要する論点であると思われる。

⁷⁴ UN Doc. A/C.1/78/L.12, 12 October 2023, pp.1-3. この決議はシャノン・カナダ軍縮代表部大使が纏めたシャノン・マンデート(CD/1299)に基づいて軍縮会議においてFMCTの即時交渉開始を要請する決議であるが、記録を見ると6つのパラが分割投票に付されている上に、議場において口頭修正が行われて票決に付されて賛成44票-反対45票-棄権65票と例年よりも複雑な投票結果になっているので、更なる詳細な分析が必要である。

4. 結びにかえて

上記のとおり、日本が主導した今年の核兵器廃絶決議に係る投票結果について主要な点について若干の考察を試みたが、この決議はいわゆるオムニバス決議であるがゆえに、複数の国連加盟国で立場が異なった論点を含んでいるため、調整は容易でない点がまず挙げられる。その中で、最終的に分割投票を伴いながらも、無事に採択できたことは核兵器廃絶への着実な一歩と考える。

他方で、重要と思われる点について客観的に票決結果が公表されている分割投票を材料に分析を試みたが、上述の論点を中心に各国毎に先ずは投票態度変更の可能性のある棄権票を投じた国を説得するためには更に精緻に分析することが、来るNPT関連会議の対策にもなるものと思われる。他方で、ロシアによるウクライナ侵攻、イスラエル・ハマスの抗争、イランの核問題、ロシア及び中国の軍拡傾向、北朝鮮の核開発疑惑等、各主要地域での問題の顕在化が進行しており、国際安全保障上状況が総体的に悪化している。

更に言えば、このため、国際社会はG7などの適切な地域会合を活用し、地域毎の信頼醸成措置の強化に有識者の知見等を通じて、新たな秩序の構築を目指し、中長期的な時間的枠組みで検討を進めることが必要であると思われる。

【報告:計画管理・政策調査室: 福井 康人】

3. 技術・研究紹介

3-1 核分裂性物質の非破壊分析のための中性子共鳴核分裂中性子分析法

1. はじめに

原子力の平和利用を担保するため、原子力施設等において使用される核物質は、計量管理され IAEA 等がそれを検認している。原子力の利用拡大とともにこれらの業務は年々増え続けている。非破壊分析(NDA: non-destructive assay)法は、破壊分析より精度は落ちるものの、試料の物理的・化学的な処理を行わないため、その場で即時・簡便に測定でき、原子力施設等においては核物質管理に有用な手段の一つとして使用されている。通常は、試料が自発的に放出するガンマ線や中性子を測定する受動的な（パッシブ）NDA 法が使用されるが、強い放射能を伴う使用済み燃料などの核物質試料の場合は、高いバックグラウンドのため、パッシブ NDA 法を適用することを難しくする。

動的な（アクティブ）NDA 法は、核物質試料に中性子などを照射して、核反応を起こし、その後発生する放射線などから非破壊で核物質の同定・定量を行う技術である。アクティブ NDA 法は、パッシブ NDA 法に比べ、高い感度で測定ができるためパッシブ NDA 法では測定が難しい試料への適用可能性がある。そのため、原子力機構では、アクティブ NDA 法の技術開発を進めているところである[1-3]。アクティブ中性子 NDA 技術の一つである中性子共鳴透過分析(NRTA: neutron resonance transmission analysis)[4,5]法は、パルス中性子を照射する手法である。NRTA による測定原理の概念を図 1 に示す。NRTA では、パルス中性子源から発生した中性子（入射中性子）が試料を透過して検出器に到達するまでの飛行時間(TOF: time-of-flight [6])を測定することで透過中性子の飛行時間分布が得られる（図 1 の右のグラフ）。飛行時間 T と中性子エネルギー E の関係 $E = 1/2m(L/T)^2$ からは中性子のエネルギーを求めることができる。原子核は、中性子と大きく反応する核種固有の反応断面積を持っている（このような現象を共鳴と呼ぶ）ため、図 1 の右のグラフのように、核反応確率に応じた透過率の減少が共鳴の凹みとなって観測される。この凹みの深さは、核種の全断面積と含有される量によって決定されるので、凹みの位置と深さから試料中の核種と量（面密度）を求めることができる。本手法は、検出器を試料から離れて設置できるため、高い放射能を伴う核物質の測定にも有効な技術である。

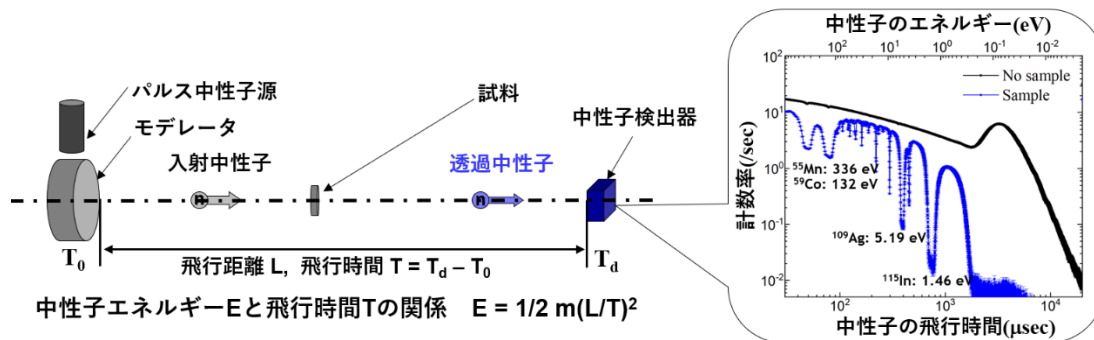


図1 NRTA法の概念図

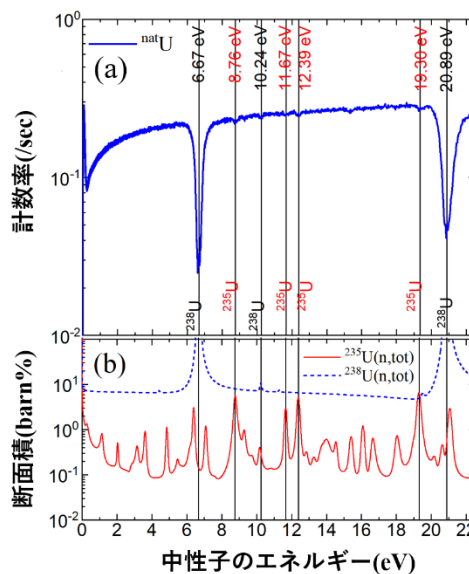


図2 天然ウランを透過した透過中性子のエネルギースペクトル

図2は、NRTAにより核分裂性物質を測定した例である。ここで、図2(a)は、厚さ約3mmの天然ウラン試料を透過した透過中性子のエネルギースペクトルを示しており、図2(b)は、中性子全断面積と天然ウラン中の核種存在割合(^{235}U : ~0.7%, ^{238}U : ~99.3%)の積である。得られるエネルギースペクトルにある共鳴の凹みは、試料中の核物質の量と全断面積により決定されるため、得られた ^{235}U の共鳴の凹み(8.76, 11.67, 12.39, 19.30 eVなど)から分かるように、核物質試料に少量含まれる核分裂性物質(^{235}U : ~0.7%)をNRTAで測定する場合、試料に含まれる他の原子核による共鳴の凹みがスペクトルに現れ、相対的に核分裂性物質の凹みが小さくなる。測定の統計精度を上げるためには、長時間の測定が必要となり、S/N比 (SignalとNoiseの比) が悪いため感度も低い。そこで、本研究では、高い感度で少量の核分裂性物質を測定・分析するため、核分裂に伴い放出される核分裂中性子を測定する中性子共鳴核分裂中性子分析(NRFNA: Neutron Resonance Fission Neutron Analysis)法を新たに提案した[7]。

2. 中性子共鳴核分裂中性子分析法

図3は、パルス中性子を試料に照射し、透過してくる中性子を測定する NRTA 法と核分裂中性子を測定する NRFNA 法を組み合わせた測定装置の概念図である。NRFNA 法は、パルス中性子を試料に照射し、中性子核分裂反応によって放出された高速中性子を TOF 方法で測定し、得られた共鳴ピークの情報から試料中の分裂性物質の核種と量を求める手法である[7]。検出器には、高速中性子とガンマ線の波形弁別(PSD: pulse shape discrimination)[8]が可能なプラスチックシンチレーション検出器[9]を採用した。図4は、このような検出器から得られる高速中性子とガンマ線の出力波形を模式的に示したものであり、高速中性子とガンマ線による発光減衰時間が異なるため、出力波形の違いが生じる。PSD 方法は、この違いを利用し、出力波形の長い時間での積分 Q_L と短い時間での積分 Q_S を行い、 $PSD = (Q_L - Q_S) / Q_L$ を求め、得られた PSD の情報から高速中性子とガンマ線を弁別する測定方法である[8]。図5は、高速中性子の発生源として使用する ^{252}Cf 線源を測定した時の Q_L と PSD の二次元マップの例である。ここで、PSD シンチレータは EJ-276 (ELJEN 社製) が使用された。図5から分かるように、PSD 検出器と PSD 方法を用いることで、 ^{252}Cf 線源から放出された高速中性子とガンマ線が $PSD=0.25$ を境界として上下に分かれており、高速中性子とガンマ線の弁別ができていることが分かる。

PSD シンチレータは、約 0.5MeV 以上の中性子に応答するため[11]、測定試料や測定室内で散乱した熱-熱外中性子エネルギーの中性子には応答しない。また、パルス中性子を核分裂性物質に照射すると、核分裂反応によって核分裂中性子だけでなく核分裂反応や捕獲反応に伴うガンマ線も放出されるが、PSD 法により中性子のみを事象を選ぶことができる。このような PSD 検出器を採用することで、核分裂反応により平均約 2MeV のエネルギー分布を持つ核分裂高速中性子[12,13]を高い S/N 比で測定することができ、高感度で少量の核分裂性物質を測定・分析することが可能であると考えられる。

高速中性子は、重い元素に対してガンマ線より透過力が高い。そのため、高速中性子を測定する NRFNA は、鉛のようなガンマ線遮蔽材で隠された核分裂性物質の測定に有効である。さらに、PSD 方法によりガンマ線と中性子を弁別して測定できるため、高線量核物質試料の測定にも効果的であると考えられる。また、図3から分かるように、NRFNA 法は、NRTA 法を組み合わせた同時測定が可能である。NRFNA 法と NRTA 法の両方で得られるスペクトルは、対象とする反応断面積が核分裂断面積と全断面積で異なるため、得られた異なる情報を相補的に利用することで、核物質を同定・定量する分析能力の向上が期待できる。

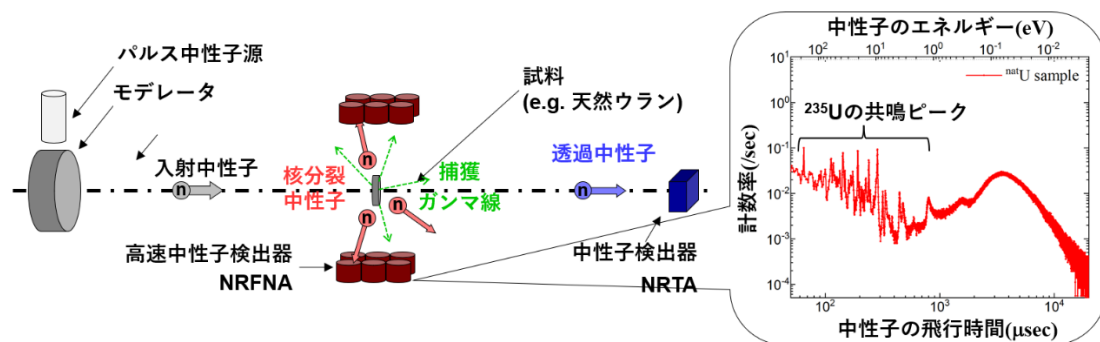


図3 NRFNA-NRTA 測定概念図

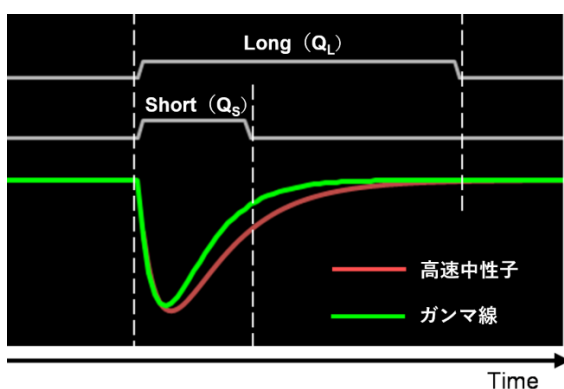


図4 高速中性子とガンマ線による波形の違い[10]

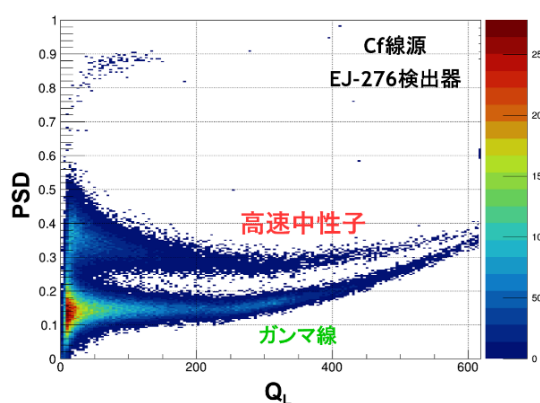


図5 QLとPSDの二次元マップ

3. 核分裂中性子の測定実験

上記で述べた NRFNA 法の原理を実験的に実証することを目的とし、京都大学複合原子力科学研究所・電子線型加速器施設(KURNS-LINAC)の加速器駆動中性子源を用いた核分裂高速中性子の測定実験を行った。実験では、天然ウラン試料から放出された核分裂高速中性子を PSD 検出器を用いて測定し、TOF スペクトルを取得したので、その結果について報告する。

本実験において、KURNS-LINAC の運転条件は、パルス幅 2 ms, パルス繰り返し 50 Hz, 平均ビーム電流約 58 μ A, 電子加速エネルギー 30 MeV とした。測定試料には、厚さ 3 mm の天然ウラン(^{nat}U , $2 \times 2 \times 0.3$ cm, ~ 23.2 g)を用いた。中性子源から発生したパルス中性子を中性子源から約 12 m 離れた場所に設置した天然ウラン試料に照射した。パルス中性子の照射後、核分裂反応によって放出される核分裂高速中性子の検出には、4 台の PSD 検出器(EJ-299-33, $2.5 \times 2.5 \times 25$ cm)を使用した。

実験で得られたエネルギースペクトルを図 6 に示す。ここで、図 6(a)は、中性子とガンマ線の信号から得られたそれぞれのエネルギースペクトルであり、図

6(b)は中性子反応断面積と天然ウラン中の核種存在割合(^{235}U : ~0.7%, ^{238}U : ~99.3%)の積である。図 6 から分かるように天然ウラン試料(~23.2 g)の中に ^{235}U が約 0.7%(~0.16g)しか含まれていないにもかかわらず、 $^{235}\text{U}(n,f)$ 反応による様々な共鳴ピーク (赤い線) が観測された。これは、PSD 検出器を用いることにより、核分裂高速中性子を S/N よく測定することができることを示しており、NRFNA は高い感度で少量の核分裂性物質を測定・分析することが可能であることを本研究により実証できた。

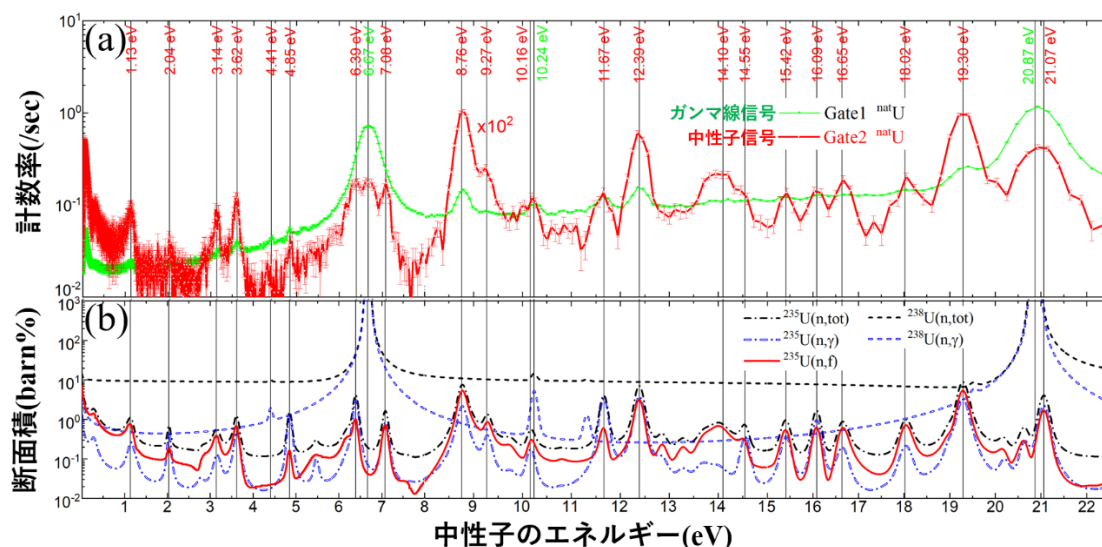


図 6 得られたエネルギースペクトル[7]

4. まとめ

本研究では、試料中に含まれる少量の核分裂性物質を識別し、定量する能力を向上させるために、パルス中性子を照射し核分裂に伴う高速中性子を測定する NRFNA 法を新たに提案し、天然ウラン試料を用いた NRFNA 法の原理実証試験を行った。PSD 性能があるプラスチックシンチレーション検出器を使用することで、核分裂高速中性子を選択的に測定することができ、天然ウラン試料中の ^{235}U の共鳴ピークを観測することに成功した。このことから、NRFNA 法は高い感度で少量の核分裂性物質を測定・分析することが可能であることを実証できた。今後は、この検出システム及び解析技術の開発を進めていく予定である。なお、本技術開発は、京都大学及び近畿大学と協力し、「検出システムの開発」研究を行い、原子力基礎工学研究センターと協力し、「解析技術の開発」研究を進めるものである。

参考文献

- [1] M.Koizumi, Proceedings of 41st ESARDA Symposium 260-267 (2019).
- [2] K.Furutaka *et al.*, Nucl. Eng. Tech., **55**, 4002–4018 (2023).
- [3] H.Tsuchiya *et al.*, J. Nucl. Sci. Tech., **60**, 1301–1312 (2023).
- [4] H. Postma *et al.*, Neutron resonance capture and transmission analysis, Encyclopedia of Analytical Chemistry (New York: John Wiley & Sons Ltd.), (2009).
- [5] P. Schillebeeckx *et al.*, JRC Science and Policy Reports, JRC 91818, EUR 26848 EN, (2012).
- [6] P. Schillebeeckx *et al.*, Nucl. Data Sheets, **113**, 3054–3100 (2012).
- [7] K. Hironaka *et al.*, Nucl. Instr. Methods Phys. Res. A, **1054**, 168467 (2023).
- [8] P. Plischke *et al.*, Nucl. Instr. Methods, **136**, 579–583 (1976).
- [9] R.S. Woolf *et al.*, Nucl. Instr. Methods Phys. Res. A, **784**, 80–87 (2015).
- [10] E.M. Ellis *et al.*, Proceedings of 2017 IEEE NSS/MIC 18264481 (2017).
- [11] J. Hartman *et al.*, Nucl. Instr. Methods Phys. Res. A, **804**, 137–143 (2015).
- [12] R. Capote *et al.*, Nucl. Data Sheets, **131**, 1–106 (2016).
- [13] A. Oberstedt *et al.*, Phys. Rev. C, **87**, 051602 (2013).

【報告:技術開発推進室 李 在洪、児玉 有】

4. 活動報告

4-1 核物質及び原子力施設の防護に係るトレーニングコースの開催報告

ISCN/JAEA は、アジア地域の国々を対象とした人材育成支援事業の一環として、「核物質及び原子力施設の防護に係るトレーニングコース(PP-RTC)」を 2011 年度より毎年度実施している。今年度は茨城県東海村の原子力科学研究所において、10 月 16 日～10 月 27 日の 2 週間実施し、アジアを中心とした 15 か国の原子力規制機関、治安機関、その他関係政府機関、及び事業者等から 26 名が参加した。米エネルギー省国家核安全保障庁(DOE/NNSA)のサポートにより、サンディア国立研究所から講師 2 名が派遣された。また昨年度同様に、ウクライナのリウニウキ原子力発電所から 1 名が参加した。

本コースでは、「核物質防護(PP)」の基礎を学ぶことができる。PP とは、テロリスト等による核物質の盗取、施設の妨害破壊行為を防止し、これらの事案にすぐ対応できる体制を整えて核物質及び施設を防護することである。本コースは、教室での講義、少人数でのグループ演習、バーチャルリアリティ(VR)システム及び核物質防護実習フィールド(PP フィールド)を用いた実習で構成されており、それぞれの詳細を以下に示す。

【講義及びグループ演習】

講義では、PP システムの要件定義、設計、評価をするために必要な知識を学ぶ。本コースで用いる仮想の原子力研究所の特性、攻撃の標的及び脅威となり得るものは何か、各種侵入検知センサーの機能や特徴、望ましい出入管理システム、敵対者が攻撃に要する時間を遅延させる要素等について幅広く学習する。その後、講義で得た知識をもとにグループ演習を行い、望ましい侵入検知センサーや出入管理システムの選択及び配置、敵対者が攻撃に要する時間や部隊が対応に要する時間等のシミュレーションを行った。そして最終日には、これまでの講義やグループ演習で学んだ知識をもとに、グループごとに仮想の原子力研究所の PP システムの改善案を発表した。



講義



グループ演習

【VR 及び PP フィールド実習】

VR システムを用いた実習は、本コースで使用する仮想の原子力研究所の詳細を効果的に理解するために実施している。原子力研究所の敷地内に設置されている各種侵入検知センサーや原子炉までのルート、ドアの素材や鍵の有無等を文書だけでなくリアルなイメージで認識させることで、記憶に残りやすいように工夫をしている。

PP フィールド実習では、侵入検知センサーや監視カメラ、人や物品の出入管理システム等のセキュリティ機器の実機を用いて、それらの機能・特徴等について実際に触ったり体験して学ぶことができる。講義やグループ演習で学んだことを実機と照らし合わせながら確認することで、参加者の理解向上及び知識の定着に寄与する。PP フィールド実習は、例年参加者からの人気が高いモジュールであるため、今後更に効果的な実習を提供できるよう、設備やコース内容の改良に努めたい。



PP フィールドでのセキュリティ機器を用いた実習

【被爆地訪問(長崎)】

2020 年度～2022 年度は、新型コロナウイルス感染症の影響により、オンラインによる被爆地訪問を実施していたが、今年度は実際に長崎を訪問することができた。原爆資料館や平和公園、長崎原爆死没者追悼平和祈念館等を訪れ、被爆者との直接対話や長崎大学の先生による講義、資料館の展示物見学、祈念館における平和へのメッセージ作成、献花等、盛りだくさんの経験ができた。長崎訪問は本やニュース等から得られる情報よりも強い印象を参加者に残したようで、世界の平和を願う気持ちを改めて強くする大変貴重な機会であった。

参加者のアンケートにおいては、復興を遂げて発展した現在の長崎の美しさや、原爆投下を二度と引き起こしてはならないという思いへの言及が多く見られた。さらには、長崎訪問を実現した ISCN スタッフへの感謝の言葉も多く頂けた。



平和公園での献花



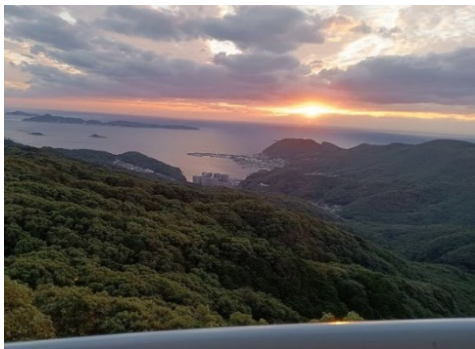
記念館での折り鶴体験



被爆体験講話

【最後に】

今年度のトレーニングコースにおいては、4年ぶりの被爆地訪問を実現できたことを大変嬉しく思う。被爆地訪問は報告者にとっても初めての経験であり、原爆による被害の甚大さや当時の人々の悲痛な思いを言葉や写真から強く感じた。加えて、参加者とともに世界平和を願う強い気持ちを共有できたことが何よりの思い出となった。今後もこの気持ちを忘れずに、原子力の平和利用に向けた ISCN の活動を続けていきたい。



長崎市・稲佐山からの景色

【報告:能力構築国際支援室 水枝谷 未来】

4-2 日本核物質管理学会第44回年次大会参加報告

2023年11月21日～22日、茨城県東海村において日本核物質管理学会(INMMJ)第44回年次大会が開催された。昨年度に引き続き対面型とオンライン型の併催であり、参加者数は91名と前年度(88名)を上回り、大盛況であった。ISCNからは、政策調査研究に関して5件、人材育成支援に関して1件、技術開発に関して3件の発表を行った。以下にそれぞれの発表について概要を報告する。

政策調査研究

政策調査研究等に関しては、非核化に関して3件、核兵器用核分裂性物質生産禁止条約(FMCT)を目指した包括的核実験禁止条約(CTBT)からの教訓について、またロシアのウクライナ侵略かにおけるIAEAのウクライナ原子力施設に対する支援について、計5件の発表を行った。

発表者:田崎 真樹子

タイトル:ウクライナ非核化の経緯



1990年のウクライナの「国家主権宣言」から、1994年12月に同国が非核兵器国としての核不拡散条約(NPT)への加入を決定付けた「ブダペスト覚書」までの経緯と、その過程で同国外務省が議会用に作成した文書の内容や意義について紹介した。総じてウクライナは、必ずしも堅固でない露英米による安全の保証(assurance)を前提として非核化とNPT加入を決断せざるを得ない状態にあった。その点も鑑み、現在、国際社会はウクライナの安全の保証とNPTの維持・強化に真摯に取り組む必要がある。

発表者:中谷 隆良

タイトル:非核化達成のための技術的プロセスに関する研究 (1)高濃縮ウランの廃棄・検証



非核化達成のための技術的プロセスに関する研究として、核兵器用核物質の本報告では、核兵器用核物質の濃縮ウラン(HEU)の廃棄検証について、その廃棄プロセスの効果と効率について比較し考察した結果を報告した。本研究では、①凍結、②同位体希釈してLEUとして民生利用、③国外移転、④固化処分、の4つのオプションについてそれぞれのコスト等の効率性、効果(不可逆性)を検討した。その結果、「国外移転」が最も効果的・効率的なオプションとなると考えられる。

発表者:清水 亮

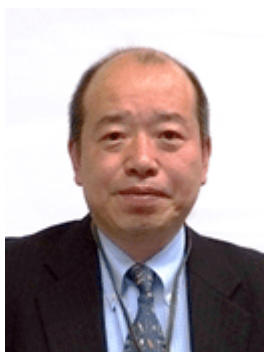
タイトル:非核化達成のための技術的プロセスに関する研究 (2) 兵器級プルトニウムの廃棄・検証



本報告では、非核化対象国の兵器級プルトニウムの廃棄に焦点をあて、非核化を実施する方法として、国内処分と国外搬出後処分、MOX 転換等のオプション等について、それぞれの方法でのコスト等の効率、効果(不可逆性)を検討した。その結果、国外搬出した上で固化体等へ処理し処分する方法が最も効果的・効率的なオプションとなると考えられる。

発表者:福井 康人

タイトル:CTBT 交渉からの教訓:FMCT を目指して



本報告では包括的核実験禁止条約(CTBT)交渉の教訓から核兵器用核分裂性物質生産禁止条約(FMCT)をどのように目指すかにつき考察した。サミット文書「核軍縮に関するG7 首脳広島ビジョン」にも FMCT の早期交渉開始が謳われる中で、①交渉マンデートに明示的に「交渉(negotiate)」を含める。②表決手続を許容する会議で交渉する。③CTBT の科学者専門家会合(GSE)のような枠組みにより検証制度の大筋に合意形成を図ることの3点が重要であると提案した。

発表者:小林 直樹

タイトル:ロシアのウクライナ侵略下における IAEA のウクライナ原子力施設に関する支援



ロシアのウクライナ軍事侵攻から1年半が経過したが、ロシアによるザポリジヤ原子力発電所(ZNPP)の占拠は続いている。ロシアの軍事侵攻後、IAEA はウクライナの原子力施設の安全とセキュリティの支援に積極的に取り組み続けている。本発表では、ロシアの軍事侵攻後のウクライナの原子力関連施設に生じた事象、また、ZNPP を含む 5 つの原子力発電所への職員の常駐等の IAEA の活動等について紹介した。

人材育成支援

人材育成支援に関しては、バーチャルリアリティ教材の開発について、以下の 1 件の発表を行った。

発表者:立野 高陽

タイトル: 保障措置コースのためのウラン燃料加工施設バーチャルリアリティ(VR)教材の開発



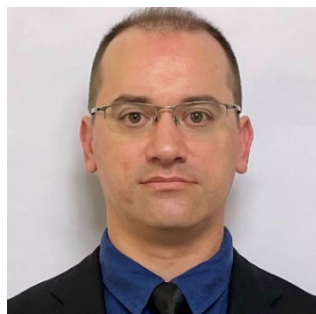
ウラン燃料製造工程は多様な化学的・物理的形態を経ることから保障措置・計量管理の基本を学ぶのに効果的であり、原子力発電導入を希求するアジアの実務担当者からの講義実施のニーズが高い。今回、ウラン燃料製造施設の工程及び保障措置、計量管理を体系的に学ぶための VR 教材を開発し、2022 年の国内計量管理制度に係る国際コースにて演習を実施した。本稿は、開発経緯、実施及び参加者のフィードバックを報告したものである。

技術開発

技術開発に関しては、以下 3 件の発表を行った。

発表者:Rodriguez Douglas Chase

タイトル: Development Status of Delayed Gamma-ray Spectroscopy for Nuclear Material Safeguards Verification



Delayed gamma-ray spectroscopy (DGS) uses gamma rays from the decay of short-lived fission products to determine the fissile nuclide content in mixed nuclear material. We have been developing DGS as a method to apply for irradiated nuclear material, wherein the passive U and Pu gamma rays are hidden by the intense long-lived fission product passive gamma-ray emissions. In this presentation, we describe our Fission Signature Assay Instrument (FSAI) that is intended to evaluate the DGS signature from small samples, like input accountancy solutions in reprocessing plants. In conjunction with the DGS composition and mass evaluation, FSAI also obtains the prompt- and delayed-neutron signatures from the fission events and fission product decay. We also present our final instrumentation and analysis development goals, notably performing studies on U samples to improve the fission yields critical to reducing our uncertainty of the fissile content.

※本技術の詳細は今後ニューズレターに掲載予定。

発表者:李 在洪

タイトル:核分裂性物質の非破壊分析のための中性子共鳴核分裂中性子分析法の技術開発



パルス中性子を試料に照射し、中性子核分裂反応によって放出された核分裂中性子を測定し、試料中の核分裂性物質の核種と量を求める中性子共鳴核分裂中性子分析(NRFNA)法に関する技術開発を進めている。本発表では、NRFNA法の原理説明及び原理実証のために行った核分裂中性子の TOF 測定実験について、その結果と今後の展開を報告した。

※本技術の詳細は 3.技術・研究紹介に掲載のとおり。

発表者:高橋 時音

タイトル:大規模公共イベント等における核・放射性物質モニタリング技術開発



大規模イベント等における核セキュリティ強化を目的として進めている広域における迅速な核・放射線検知技術開発について、モニタリングシステムの概要及び要素技術開発の進捗について発表した。放射線と自身の位置を測定しながらマッピングを行った結果や、中性子源の探索のための検出器試験結果について報告した。今後の装置の効率化や応用先の展開などについて会場と議論した。

【報告:ISCN:小林 直樹、計画管理・政策調査室:田崎 真樹子、中谷 隆良、清水亮、福井 康人、能力構築国際支援室:立野 嵩陽、技術開発推進室:Rodriguez Douglas Chase、李 在洪、高橋 時音】

4-3 ベトナムで開催された統合核セキュリティ持続可能計画(INSSP)レビュー会合への参加

INSSP(Integrated Nuclear Security Sustainable Plan)は、IAEA 加盟国における核セキュリティ体制を維持強化するため、その国にカスタマイズされた IAEA の持続支援計画である。以前は、Integrated Nuclear Security “Support” Plan を INSSP と呼んでいたが、今年から Support が Sustainable に置き換わって INSSP と呼んでいる。ベトナムにおける INSSP は 2018 年に作成されたもので、今回のレビュー会合では 2018 年の INSSP の進捗をレビューするとともに、今後、核セキュリティ体制を強化するために実施する Action Plan や支援内容を策定する 2023 年度版の INSSP を策定すること、Action Plan の優先順位を決める実施計画を策定することを目的とした。会合に参加した IAEA 側の専門家は 6 名で、IAEA セキュリティ部の Andrew Prosser 氏(head)、モロッコから元 IAEA 核セキュリティ部長の Khammar Mrabit 氏、米国オークリッジ国立研究所から Gary Smith 氏、スペイン憲兵組織から Javier Medina 氏、ベトナムから放射線原子力規制庁(VARANS)の元核物質管理部長の Vi Nguyen 氏、日本からは報告者が参加した。

冒頭、ベトナム側の代表である VARANS の Khai 長官と IAEA セキュリティ部の Andrew Prosser 氏から開会の挨拶が行われ、双方ともにこの会議の重要性を指摘した。ベトナム側からの参加者は VARANS、公安省(Ministry of Public Security)の関係部局、財務省(税関)、国防省(国境警備や海上警備含む)、外務省、ベトナム原子力研究所(VINATOM)、ベトナム原子力庁などから 22 名が参加した。最初のセッションにおいて、IAEA の Prosser 氏よりこの会議の目的、INSSP の 6 つに分割されたエリア(Functional Area)について説明がなされた。この 6 つのエリアは以下の通りである。

FA1: National Policy and Strategy (国の政策と戦略)

FA2: Legislative and regulatory framework (法的・規制の枠組み)

FA3: Prevention (防止)

FA4: Detection (検知)

FA5: Response (対応)

FA6: Assurance and continuous improvement (品質保証と継続的な改善)

続くセッションでは、ベトナムの核セキュリティ対応をめぐる現状、2018 年に策定した INSSP の実施状況などが説明された後、エリア毎に新しい計画に盛り込むべき内容についての IAEA 側からの説明と専門家からの経験がプレゼンされ、個別の Action Plan の策定について議論が進められた。エリア 1~6 までを 4 日間かけて議論し、2023 年度版のベトナムにおける INSSP、それぞれのアクションに優先順位をつける実施計画を策定した。核セキュリティの維持・強化をするためのさまざまな Action Plan であるが、ベトナムにおける核セキュリティ体制の目標との gap を知り得る可能性があり、いずれも

confidential な情報として非公開である。

報告者はこの分野における人材育成について、アジア地域の COE としての ISCN、及び日本の核セキュリティ支援センター(NSSC: National Security Support Center)としての ISCN の経験についてプレゼンを行った。ベトナム側からは、人材育成にあたって育成計画をどのように立てるか、ニーズ分析をどのように行なっているかなど人材育成分野での ISCN の経験に学びたいとの支援要請がなされた。また、地方の政府や警察の担当者の核セキュリティ文化への意識が低く、二国間協力で核セキュリティ文化を醸成する WS の開催などの支援要請がなされた。ベトナムは IAEA の核セキュリティ訓練支援センターネットワークに参加しているものの、NSSC そのものは設立されておらず、この設置に向けて政府のシニアなレベルに向けた理解促進のワークショップも必要であると痛感した。ISCNからの支援の具体化について今後ベトナム側と調整を進めていくこととした。議論のなかでは、RI セキュリティに対する米国 DOE/NNSA の Office of Radiological Security (ORS) とのさまざまな協力についてもベトナムから支援要請がなされた。ORS と ISCN は、日米核セキュリティ作業グループ(NSWG)⁷⁵のゴールを通じてラオスなどで共同アウトリーチを行ってきており、ベトナムへの支援も、この枠組みの下で、共同で行うことも考えられる。

2016 年にベトナムが日本からの原子力発電所導入計画を中止して以降、パンデミックなどもあってベトナムとの協力は低調になっていたが、日本に対する期待は非常に高いと感じた。

【報告:核不拡散・核セキュリティ総合支援センター 直井 洋介】

⁷⁵ 外務省、「日米核セキュリティ作業グループ(NSWG)」、
https://www.mofa.go.jp/mofaj/dns/n_s_ne/page4_002303.html

5. コラム

5-1 Experience as a Visiting Fellow in ISCN ～Lance GARRISON～

皆さん、こんにちは！ My name is Lance Garrison and I would like to share my experience living in Japan and working with ISCN as a Mansfield Fellow (<https://mansfieldfellows.org/>). I am an American physicist working for the U.S. Department of Energy's National Nuclear Security Administration (DOE/NNSA). However, as a Mansfield Fellow, I am living in Japan from July 2023 until June 2024. The Mike Mansfield Fellowship Program provides an opportunity for U.S. Federal employees to live in Japan for one year and work at various Japanese ministries and agencies. The goal of the program is to strengthen the relationship between the U.S. and Japanese governments and build a corps of Japan experts in the U.S. government. I applied for this Fellowship because I would like to support the important relationship between DOE/NNSA and the Japanese government and because I am interested in Japanese language and culture. Through this program, I spent five weeks working at ISCN in October and November of 2023.



Lance with the Kotoji stone lantern at Kenrokuen garden in Kanazawa, Ishikawa Prefecture

Working with ISCN

I am extremely grateful to ISCN for welcoming me into their office and supporting me for five weeks. I learned a lot about ISCN, the JAEA, and how ISCN develops and conducts nuclear security training for domestic and international professionals in the nuclear field. I observed the two-week Regional Training Course on Physical Protection of Nuclear Materials and Facilities (PP-RTC) in October. This course was very well organized and facilitated by ISCN staff. I will always remember the PP-RTC as an example of a very successful training course. In particular, the security system demonstrations and exercises at the Physical Protection Exercise Field were very interesting and informative. I will never forget when Kobayashi Takuya-san and I stood close together, each of us balancing on one foot, in an attempt to trick a personnel access control system into believing that we were one person instead of two. The trick did not succeed, but we had fun trying!



Tatsuno-san explains security equipment at ISCN's Physical Protection Exercise Field during ISCN's PP-RTC

At the end of the PP-RTC I provided my impressions and recommendations for course improvement, which were minor. My other major task was providing a proposal for a 4-day training course with a similar structure to the RTC, but focused on cybersecurity of nuclear facilities. I am not a cybersecurity expert, but I researched the topic and provided a recommended agenda, lecture topics, and group exercises. This was an interesting opportunity for me to learn about cybersecurity.

The best part of working at ISCN was the people. Everyone was very kind to me. They made sure I had everything I needed, from an email account to transportation to JAEA facilities to a bicycle helmet. They also shared multiple lunches and dinners with me, and introduced me to many local restaurants - and even a local grape farm! In particular, Seizan (せいざん) and Tiara were my favorite restaurants, even though I ate too much at both restaurants. ISCN staff also patiently helped me practice my Japanese and taught me about matcha and the tea ceremony.



Group dinner at Seizan during ISCN's PP-RTC



Inoue-san teaching Lance and workshop participants how to make traditional Japanese tea

Living and Learning in Ishikawa Prefecture

I have now lived in Japan for 4 months and it has been an amazing experience. Through the Mansfield Program I had the pleasure of participating in a homestay and intensive Japanese language training through the Ishikawa Foundation for International Exchange in Ishikawa Prefecture. I believe a program like this is the best way to learn about Japan. My host family was extremely kind. They introduced me to their children and



Lance with his host mother at Shirakawa-go

grandchildren, taught me about Japanese daily life, introduced me to a wide variety of Japanese foods, and took me to interesting and beautiful places. I will never forget the beauty of Sirayama Hime Jinja, the mountains of Gifu Prefecture, or Shirakawa-go.

My host family taught me many things, including how to ride the bus, how order and cook food at a yakiniku restaurant, and how to make takoyaki at home.

In addition to the homestay, the International Exchange in Ishikawa Prefecture provided the opportunity to participate in many Japanese cultural activities. These activities included flower arranging, taiko drumming, gold leaf handicrafts, making wagashi, making mizuhiki knots, and calligraphy. Through the program I also traveled to the Noto Peninsula where I visited many beautiful and interesting places and stayed at the wonderful Kagaya hot spring. Luckily, I was also able to see the Issaki Houtou Kiriko Matsuri, which was unlike anything I have ever experienced. The passion and energy of the musicians and the men carrying the floats were inspiring!



Lance's first work of calligraphy. Lance chose 武 because his interest in Japan began with 武道

Another unforgettable experience in Ishikawa Prefecture was meeting Governor Hase. This meeting was arranged by the Mansfield Fellowship for all 10 Mansfield Fellows, in part because of the support that Ishikawa Prefecture provides for the Fellowship program.

Governor Hase and his staff asked the Fellows about our experiences in Japan and encouraged us to make the most of our time in Japan.



In Ishikawa Prefecture I was deeply moved by the kindness of the people, my exposure to Japanese daily life, and the Japanese cultural experiences.

The 27th class of Mansfield Fellows meet with Hase-san, Governor of Ishikawa Prefecture

Travel Beyond Ishikawa Prefecture

Beyond living in Ishikawa Prefecture, I have lived in Tokyo with my wife for two months and visited many sights around Japan. Some aspects of living in Japan have been difficult without the help of my Ishikawa host family, such as using trains, identifying items in the grocery store, sorting garbage, using Japanese appliances, and using Japanese websites. However, my wife and I are now very comfortable living in Tokyo and we greatly appreciate the opportunity to visit sights and try restaurants in and out of Tokyo. Noteworthy sights include Mt. Takao, Mt. Koya, Osaka, and Saitama. In addition, my wife and I are planning trips to many more parts of Japan over the next 8 months.

I thank the Mansfield Fellowship Program and ISCN/JAEA for providing me this opportunity to learn about Japan while performing interesting and important work.



Lance and his wife at Nintendo Land in Universal Japan, Osaka



Lance posing as Koyachan, the mascot of Mt. Koya in Wakayama Prefecture

【報告:能力構築国際支援室 Lance GARRISON】

編集後記

4年ほど前から週末 Farmer にはまっている。

畑は自宅から車で15分程のところにあるため、頻繁に収穫や畑仕事に行けるわけではないが、土曜日と日曜日を使って様々な野菜作りを楽しんでいる。Farmer といっても素人なので You Tube などで野菜作りを学びながら見様見真似で作っているが、素人でもなんやかんやと収穫ができるものなのである。これがはまっている主因でもあるが、一方で、夏場の endless な雑草の発生と草取り、大量のカメムシ・アブラムシの発生、日照り続きで野菜が枯れるなど、さまざまなトラブルにも遭遇してきた。そのたびごとに You Tube で学び、対策を講じ、対応ができるとこれもまたうれしいものなのである。大量に収穫できるナスやキュウリやトマトなどの消費に困ることもあるが、総じて楽しい。

(Y.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：2023年12月1日

発行者：国立研究開発法人日本原子力研究開発機構(JAEA)

核不拡散・核セキュリティ総合支援センター(ISCN)