



ISCN Newsletter

(ISCN ニュースレター)

No.0299

November, 2021

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

核不拡散・核セキュリティ総合支援センター

Japan Atomic Energy Agency (JAEA)

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

目次

1. お知らせ	3
1-1 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 2021 の開催のお知らせ	3
2. 核不拡散・核セキュリティに関する動向(解説・分析)	4
2-1 米国エネルギー省(DOE)国家核安全保障庁(NNSA)の防衛核不拡散担当副長官に指名されたコーリー・ヒンダースタイン氏の核不拡散、核セキュリティ等に係る方針	4
バイデン大統領が、米国エネルギー省(DOE)国家核安全保障庁(NNSA)副長官(防衛核不拡散担当)に指名したコーリー・ヒンダースタイン氏の米国上院での指名承認に係り、氏は、事前に米国上院軍事委員会が提出した質問に対し文書で回答したが、その中には、氏の核不拡散及び核セキュリティ等に係る方針が明確にされており、その概要を紹介する。	
2-2 米国議会調査局報告書に見る今後の米国議会の核不拡散に係る関心事項	11
2021年10月付けの米国議会調査局(CRS)の原子力に係る報告書から、今後の米国議会における核不拡散に係る関心事項の概要を紹介する。	
3. 技術紹介	16
3-1 (シリーズ連載)使用済燃料、廃止措置・廃棄物に対する保障措置の課題と対応 第2回 使用済燃料の直接処分に関する保障措置の課題と対応	16
前号(ISCN ニュースレターNo.0298)で紹介したとおりIAEA 保障措置実施上の重要な課題は、使用済燃料、廃止措置及び放射性廃棄物に対する保障措置である。本号では第2回目として、「使用済燃料の直接処分に関する保障措置の課題と対応」について述べる。	
4. 活動報告	22
4-1 IAEA 主催「Technical Meeting on the Use of Safety Analysis Approaches for Nuclear Security Purposes」参加報告	22
2021年10/13～10/15、オンラインで開催された「安全解析手法の核セキュリティ目的の利用」に関するIAEA 主催の技術会合に参加し、日米核セキュリティ作業グループ(NSWG)の下で実施している魅力度評価に関する共同研究(Goal 9)のこれまでの成果を発表し、核セキュリティ関係者と共有した。技術会合の概要を報告する。	
5. コラム	24
5-1 安全保障とISCNの活動についての私の見解	24
センター内の自己紹介活動で発表した、核不拡散・核セキュリティと安全保障についての自らの考えについて記載する。	

Contents

1. Announcements	3
1-1 JAEA International Forum	3
2. Nuclear Non-proliferation and Nuclear Security Trends and Analysis	4
2-1 Ms. Corey Hinderstein's remarks on Committee on Armed Services on her noination as Deputy Administrator for Defense Nuclear Nonproliferation, NNSA/DOE	4
2-2 US Congress's concerns on nuclear nonproliferation: A report by CRS on nuclear energy--	11
3. Introduction of Technoloies related to Nuclear Non-proliferation and Nuclear Security	16
3-1 Safeguards Challenges facing Spent Fuel, Decomissioning and Waste Management / Series No. 2 - Safeguards Challenges for Direct Geological Disposal of Spent Fuel	16
4. ISCN's Activities Reports	22
4-1 Report of IAEA's "Technical Meeting on the Use of Safety Analysis Approaches for Nuclear Security Purposes"	22
5. Column	24
5-1 "Security" and ISCN's activities: from my personal perspective	24

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 2021 の開催のお知らせ

2021年12月15日(水)16時より、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をオンライン(日英同時通訳有)にて開催いたします。詳細は先日別途配信致しました**開催案内リーフレット**、若しくは**ホームページ**にてご確認ください。視聴をご希望の方は、以下の URL 又は QR 画像よりご登録願います。

【参加登録用 URL】

<https://www.jaea.go.jp/04/iscn/activity/2021-12-15/announce.html>



<開催案内リーフレット表紙>



The International Forum
on Peaceful Use of Nuclear Energy,
Nuclear Non-Proliferation and Nuclear Security

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
2021
~ポストコロナ時代の核不拡散・核セキュリティ~

日英同時通訳

2021年12月15日(水)
16:00-18:30 (JST)
オンライン開催 (Zoom)

お申込み方法は、別途ホームページにてお知らせいたします。

主催 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)
🌐 <https://www.jaea.go.jp/04/iscn/>
✉ iscn-forum@jaea.go.jp
☎ 029-282-0495
Fax 029-282-0155

JAEA To the Future / JAEA 未来へげんき

2. 核不拡散・核セキュリティに関する動向(解説・分析)

2-1 米国エネルギー省(DOE)国家核安全保障庁(NNSA)の防衛核不拡散担当副長官に指名されたコーリー・ヒンダースタイン氏の核不拡散、核セキュリティ等に係る方針

【はじめに】

既報¹のとおり、2021年8月4日、バイデン大統領は、核脅威イニシアティブ(NTI)²の副理事長(国際燃料サイクル戦略担当)であるコーリー・ヒンダースタイン氏を、米国エネルギー省(DOE)国家核安全保障庁(NNSA)の副長官(防衛核不拡散(DNN)担当)に指名した。DNN局は、国家及び非国家主体による核兵器開発や、それらによる核兵器に使用可能な核物質及びその他の放射性物質、設備、技術及び専門知識等の取得の防止をミッションとし、主要な活動として、①核物質及びその他の放射性物質のセキュリティ確保、②それらの物質の管理と最小化、③不拡散・軍備管理、及び④防衛核不拡散研究開発、を実施しており³、DNN担当副長官はその総括責任者である。

ヒンダースタイン氏は、科学国際安全保障研究所(ISIS: Institute for Science and International Security)を経て、2006年にNTIに入り、国際プログラム担当の副理事長として、世界的な核不拡散及び核セキュリティの強化に取り組み、また2008年に設立された「世界核セキュリティ協会(WINS)」⁴の創設にも関わった。2015年2月～2017年11月⁵には、NNSA防衛核不拡散局の核セキュリティ・不拡散政策問題上級コーディネータとして、2016年の核セキュリティ・サミット(NSS)のDOEの調整役⁶や、核セキュリティの強化、核物質等の不正取引、高濃縮ウラン(HEU)の削減、国際原子力機関(IAEA)核燃料バンク⁷の設立、イラン核問題、核の国際監視・検証等に係る種々のプ

¹ ISCN ニュースレター、No296、2021年8月号、

URL:https://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp_news/attached/0296.pdf#page=21

² NTIは、2001年に、サム・ナン上院議員(民主党、ジョージア州)と慈善家のテッド・ターナーが設立した非営利団体で、大量破壊兵器(WMD)、特に核兵器の脅威削減に向けて、政府や民間の取組みを牽引また支援している。元国務長官のジョージ・ショルツ及びヘンリー・キッシンジャー、元国防長官のウィリアム・ペリー、及びサム・ナン元上院議員がNTIのプロジェクトを指導。

³ NNSA, URL: <https://www.energy.gov/nnsa/nonproliferation>

⁴ 核物質及びその他の放射性物質がテロ目的に使用されないよう、これらの物質の管理を徹底することを目的とした諸活動を実施している。

⁵ 上記のWhite Houseのホームページ記載に基づく。ただし上記のNTIのホームページによれば、2014年1月～2017年11月となっている。

⁶ 2016年核セキュリティ・サミットの米国のシェルパ(首脳補佐役)は、現在、ヒンダースタイン氏と同じNTI副理事長(ただし核物質等のリスク担当)のローラ・ホルゲート氏(大統領特別補佐官、国家安全保障会議WMDテロリズム及び脅威削減担当上級部長(当時))であった。なお、ホルゲート氏は2021年8月に、国連ウィーン事務所米国代表・国際原子力機関米国代表(いずれも大使級)に指名されており、11月24日現在、上院本会議での指名承認投票待ちである。国務省、2021年8月10日、URL: <https://www.state.gov/holgate-laura-sh-representative-to-the-vienna-office-un-and-representative-to-the-iaea-august-2021>、他

⁷ IAEA核燃料バンクは、2006年にNTIが、ウラン濃縮施設を自ら所有せず、核燃料の供給を外国からの輸入に依拠することを選択した国への支援として創設を提案したもの。NTIはバンク創設に係り、5千万ドルの出資を行っている。

プロジェクトに従事した経験を有する核不拡散・核セキュリティ分野の専門家の 1 人である⁸。なお、ヒンダースタイン氏は 2016 年 11 月に東京で ISCN が主催した国際フォーラムにおいて「ポスト核セキュリティ・サミットの国際的な核セキュリティ強化への取組」と題する基調講演を行っている⁹。

2021 年 10 月 7 日、米国上院軍事委員会は、このヒンダースタイン氏等の指名承認公聴会を開催した¹⁰が、同委員会は公聴会の開催に先立ち、ヒンダースタイン氏に対する非常に多岐に亘る質問を記載した文書を準備し、氏に文書で回答するよう求めた。それらの質問には、以下を含む米国の核不拡散、核セキュリティ及び非核化に係る鍵となる項目が含まれており、ヒンダースタイン氏も各々の質問に文書で緻密、かつ明確に回答している¹¹。

- ヒンダースタイン氏が副長官に就任した際の主要課題と優先事項、
- 米国が核不拡散のリーダーであり続けるために実施すべき事項、
- 核兵器禁止条約(TPNW)に対する考え方、
- 議会の反対で米国が未だに条約を批准できない包括的核実験禁止条約(CTBT)への取組み、
- イラン及び北朝鮮の核問題への取組みと検証に係る課題、
- IAEA 保障措置の課題、
- 露国との核セキュリティに係る協力の課題、
- 世界規模で核物質及びその他の放射性物質のセキュリティを高めていく方策とその課題、
- 核セキュリティの取組みが特に必要とされる 5 つの国、
- 米国とサウジアラビアとの原子力協力協定締結に際し同国に求める要件

したがって、氏の回答文書を一読すれば、氏の核不拡散・核セキュリティに対する基本的な方針をある程度把握でき、また氏が副長官として承認されれば、氏は当該方針の実現を図っていくと思われる。本稿では、上院軍事委員会が指名承認公聴会を開催するに当たり、ヒンダースタイン氏に事前に送付した質問に対する氏の回答の概要を以下に紹介する。

なお今次公聴会では、ヒンダースタイン氏自身の証言に先立ち、サム・ナン元上院議員¹²が、氏の上記経歴を紹介すると共に、氏のこれまでの成果を賞賛し、氏が DNN

⁸ NTI, URL: <https://www.nti.org/about/people/corey-hinderstein/>

⁹ 2016 年 11 月に ISCN が主催した国際フォーラム, URL: <https://www.jaea.go.jp/04/iscn/activity/2016-11-29/index.html>

¹⁰ ヒンダースタイン氏を含め、3 名の公聴会。Committee on Armed Services, U.S. Senate, “Nominations – Honey, Fulton, Hinderstein”, 7 October 2021, URL: https://www.armed-services.senate.gov/hearings/nominations_-honey-fulton-hinderstein

¹¹ Senate Armed Services Committee, “Advance Policy Questions for Ms. Corey Hinderstein Nominee to be Deputy Administrator for Defense Nuclear Nonproliferation, National Nuclear Security Administration”, URL: <https://www.armed-services.senate.gov/imo/media/doc/Hinderstein%20APQ1.pdf>

¹² NTI の創始者で、1972 年から 24 年間に亘り上院議員(民主党、ジョージア州)を務め、上院軍事委員会の委員長も歴任し、またソ連崩壊後の旧ソ連邦非核化支援に係る法律(1991 年ソビエト脅威削減法、通称: ナン・ルー

担当副長官に相応しい能力を持った者である旨を強調した。ナン元上院議員は、NTIの創始者で、1972年から24年間に亘り上院議員(民主党、ジョージア州)を務め、上院軍事委員会の委員長も歴任し、またソ連崩壊後の旧ソ連邦非核化支援に係る法律(1991年ソビエト脅威削減法、通称:ナン・ルーガー法)を立案し、さらにオバマ前大統領が掲げた「核兵器の無い世界」のバックボーンとなった報告書(Toward a World without Nuclear Weapons)を起草した1人としても知られる。一方ヒンダースタイン氏も、ナン元上院議員が自身のメンター兼ロールモデルある旨を述べており、氏のこれまでの活動がナン元上院議員から大きな影響を受けたものであり、今後もそうであろう旨が伺われた。

- **NNSAのDNN担当副長官としての主要な課題**は、露国や中国などの敵対国との戦略的競争、イランや北朝鮮などの核能力の向上を目指す国、テロリストが核物質及びその他の放射性物質を取得する可能性、核拡散のバリア(障壁)を下げる可能性のある既存・新規の技術の利用に先んじること等である。したがって副長官就任後の優先事項は、DNNが上記に対処するために必要となる技術能力を維持・構築することである。
- **米国が核不拡散の世界的リーダーであり続ける**ため、IAEAとの協働の強化、2022年に開催予定の核兵器不拡散条約(NPT)運用検討会議の成功裡の開催、変化する状況に対応していくためのパートナーシップの展開、DOE傘下の国立研究所等の不拡散、保障措置、核セキュリティ及び検証に係る資産への投資といった国内外のパートナーとの関係を深めていく。
- **核兵器禁止条約(TPNW)**は支持しない。TPNWは、国際平和と安全保障に必要な米国の拡大抑止と両立せず、国際社会を分断し、核不拡散と安全保障の課題に取り組む国際社会の協働を妨げる。TPNWは、核不拡散体制やNATOに重大な脅威をもたらし、NPT運用検討会議にマイナスの影響を与える可能性がある。またTPNWの締約国となることは米国との安全保障協力にも影響を与える可能性があることを強調する。
- **NPT第VI条(締約国の誠実な核軍縮交渉義務)**について、米国は同条の義務を完全に遵守し、国家安全保障の必要性に応じ核兵器の備蓄量をピーク時よりも大幅に削減してきた。核軍縮に係る二国間及び多国間協議を支持する。
- **包括的核実験禁止条約(CTBT)**は、米国の国家安全保障に必要であり、CTBTの発効は全ての国に利する。またCTBTは、核兵器への依存を減らし、核軍拡競争のリスクを削減する重要なステップであり、バイデン大統領の国家安全保障戦略(暫定版)と一致する。副長官就任後は、米国内の関連政府機関、包括的核実験禁止条約機関準備委員会(CTBTO PrepCom)、NGO及び国際コミュニティと協働し、発効要件国によるCTBTの署名・批准の促進を図っていく。CTBTO PrepComを強く支持し、その監視・検証システムの効果的な機能から大きな利益を得ていることを認識してい

ルーガー法)を立案し、さらにオバマ前大統領が掲げた「核兵器のない世界」のバックボーンとなった報告書(Toward a World without Nuclear Weapons)を起草した1人としても知られる。

る。

• **イランの核活動及び同国との包括的共同作業計画(JCPOA)**

- ✓ イランの核活動は平和目的の民生利用に必要なものとして正当化できる限度を超え、核物質の生産能力を拡大させており、深く憂慮。
- ✓ 国家情報長官の年次脅威評価¹³によれば、イランは現在、核爆発装置の製造に必要な鍵となる核開発活動を行っていない¹⁴が、2004年以前の核兵器研究開発活動の存在は、イランがそうすることを一度決断すれば、核兵器開発に必要な知識、スキル及び能力を保持するに至る可能性を排除できない。イランが核兵器の製造に十分なウラン備蓄を持つことは重大な脅威。JCPOAは、イランのウラン備蓄量の制限及び同国の活動に強固な検証・監視体制を敷いており、米国はイランに対し、そのようなJCPOAの遵守に戻ることを求める。
- ✓ **IAEAのJCPOAに基づく検証・監視活動を支援するDNNの役割**: DNNはIAEAの保障措置部門に多大な財政的及び現物支援をなすべきであるが、IAEAのあらゆる要求に応えられるわけではなく、IAEAが米国だけでなく多様なドナー国を求め、国際社会の技術的・財政的支援を活用することを奨励。

• **露国とのプルトニウム(Pu)管理処分協定(PMDA)に基づく34トンのPuの処分**: 露国は2016年に同協定から単独で離脱したが、米国は34トンのPu処分にコミットしている。NNSAはPu処分のために、MOXオプションから希釈・処分オプションに移行するための必要な措置を講じるべき。また希釈後のPuを廃棄物隔離パイロットプラント(WIPP)で処分するため、WIPPの受入容量の増加が必要となる。

• **東アジアにおけるIAEA保障措置**:

- ✓ IAEAの保障措置予算は横ばいであるが、使用済燃料と分離Pu量が増加するにつれ、IAEAの査察業務は増加している。IAEAは主に米国からの予算外拠出(特別拠出金)で予算を増加したが、このアプローチは持続可能なものではない。
- ✓ DNNには、IAEA保障措置の査察の一部として使用され、再処理施設に使用可能な保障措置技術と、技術を開発・試験するプログラムがある。
- ✓ NNSAは、核拡散のリスクをもたらすウラン濃縮及び再処理技術の拡散を制限するための米国の取組みを支援している。またPuの備蓄が増加し続けることは、核拡散と核セキュリティの双方のリスクになる可能性があり、民生用のプログラムであっても、Puの備蓄増加は推奨されるべきではない。

¹³ Office of the Director of National Intelligence, “Annual Threat Assessment of the US Intelligence Community”, 9 April 2021, URL: <https://www.dni.gov/files/ODNI/documents/assessments/ATA-2021-Unclassified-Report.pdf>

¹⁴ 公聴会では、複数の議員が、「イランは現在、核爆発装置の製造に必要な鍵となる核開発活動を行っていない」との氏の言及の真偽について質問した。氏は、これはイランの能力を鑑みた技術的観点からの評価であり、だからと言ってイラン核問題を軽視しているわけではない旨を言及した。

• **IAEA 保障措置が直面している主要な課題**としては、イラン、北朝鮮及びシリアが IAEA 保障措置を遵守していないこと、増加する査察業務に反して横ばいの保障措置予算、新たな技術によりもたらされる脅威の増大、追加議定書(AP)の普遍化が進んでいないことなど。DNN は、技術革新で上記の課題に貢献でき、IAEA 及びパートナーと協働してニーズに優先順位をつけ、また効率性を追求し、課題解決を図る。

• **露国との核セキュリティに係る協力:**

- ✓ 米国は露国と協調的脅威削減計画(CTR)¹⁵の下で協働してきたが、2014 年の露国によるクリミア侵攻以降の露国との関係悪化により、米国の影響力と露国における核セキュリティ状況の把握は弱まっている。露国には大量の核物質と関連施設が存在し、昨今、露国が再び核に係る事業に重点を置いていることを鑑みると、露国及び周辺国の核セキュリティに新たに焦点を当てる必要がある。
- ✓ 米国と露国は、核兵器及び関連施設と、世界中にある核兵器製造に使用可能な核物質の 90%を有しており、露国との協働無くして世界規模での核セキュリティに取り組むことは困難。現在の米露状況が緩和されれば、露国が追及する可能性のある核燃料サイクル活動に関連する核不拡散とセキュリティについて、また第三国における核セキュリティ・リスクの低減に関しても協働できるだろう。

• **世界の核物質のセキュリティ**

- ✓ 過去 20 年間で、管理が脆弱な核物質のセキュリティは進捗したが、未だ問題は山積している。脅威環境は絶えず進化しており、撤去、または(脅威対象とならないような物質に)転換する必要がある多くの核物質が存在する。
- ✓ 米国と核セキュリティに係る協力を望まない国々に対しては、多国間協力や IAEA 及び地域の組織等を通じた協力を模索していく。またそれらの国々による核物質及びその他の放射性物質の密輸に対抗するため、多重防護(layered defenses)を講じる必要がある。

• **核セキュリティ・サミット(NSS)後の核セキュリティに係る国際的な合意形成及び主要国政府との対話の維持:** 政府高官レベルでは核セキュリティに係る意識の維持を図りつつ、実務者レベルでは、実践的で具体的なプロジェクトに共同で取り組む必要がある。米国と原子力協力を行っている国々や、また 2022 年に開催予定の改正核物質防護条約(改正 CPPNM)締約国会議での高官レベルとの対話等を通じ、核セキュリティを強化していく。

¹⁵ ソ連崩壊に伴い、同国が保有していた大量破壊廃棄(WMD)の脅威を削減し、WMD 及びそれらの計画に携わった科学者等の拡散を防止するため、1991 年にサム・ナン上院議員(民主党)とリチャード・ルーガー上院議員(共和党)が法制化した法律(1991 年ソビエト核脅威削減法、通称:ナン・ルーガー法)に基づき、米国が実施したプログラム

• 核セキュリティに係る技術的・政治的課題について、米国が 2 国間ベースで協働する必要がある国は、ベラルーシ、インド、露国、南アフリカ及びウクライナであり、その内容は以下のとおり。加えて中国及びパキスタンとの核セキュリティに係る協力については、彼らの核セキュリティに係る情報や分析を入手し、精査していく。

- ✓ ベラルーシ: 国内に残っている HEU 撤去の取組みの継続。
- ✓ インド: 核セキュリティに係り鍵となる米国のパートナー国。同国とは、核物質の計量管理、核物質防護を改善するための先進モデリング、放射線源のセキュリティ、緊急時対応等に係る協力を継続する。
- ✓ 露国: 大量の核物質と関連施設のセキュリティの確保。
- ✓ 南アフリカ: 国内に残っている HEU のセキュリティ。また同国は原子炉数の増加と先進原子炉を求めており、同国との核セキュリティに係る協力は重要。
- ✓ ウクライナ: 露国が支援するウクライナ分離主義者の支配下にある地域との国境付近は、両者間の紛争の最前線でもあり、その近辺に位置する 2 つの原子力発電所¹⁶の防護・対応訓練や核物質防護体制の強化が必要となる。

• 核セキュリティが懸念される中国、インド及びパキスタンにおける COE¹⁷の役割: NNSA がスポンサーとなっている COE は、これまで核セキュリティがそれほど重要視されてこなかった国や地域での核セキュリティを支援する訓練や専門能力の構築の場を提供している。この COE は、IAEA の核セキュリティ支援センター(NSSC)¹⁸ネットワークの一部であり、核セキュリティに係る国際及び地域レベルでの IAEA の影響力をさらに拡大・維持していく。また上記 3 か国の COE には、具体的な活動結果についての情報を要求し、COE の成果と有効性を改善する方法を模索する。

• 軍用核分裂性物質の最小化: DNN の役割は、民間または軍が保有する核分裂性物質の備蓄を有するパートナー国と協働しその最小化を図ることである。管理が脆弱な核物質は、その目的の如何に拘わらず強固な管理を必要とし、特に核兵器国との関与を深めていく。

• 核密輸¹⁹: 旧ソ連諸国地域のパートナー国で既に実施されている核セキュリティに係るシステムを支援し、特に法執行機関や規制当局と協働して追加的な多重防護を

¹⁶ Zaporizhzhia と South Ukraine の 2 つの原子力発電所

¹⁷ COE: Centers of Nuclear Security Excellence 核セキュリティに係る人材育成や能力構築を支援するセンター

¹⁸ 核セキュリティ支援センター(NSSC: Nuclear Security Training and Support Centers)は、IAEA が核セキュリティの持続可能性を強化するために各国と協力して 2012 年に構築したもの。NSSC の主要な機能は、①核セキュリティ訓練プログラムの提供を通じた人材育成、②核セキュリティ関連機器の管理のための技術的支援の提供、③核セキュリティの専門知識や研究開発を提供するための科学的支援の提供等である。なお、ISCN は NSSC の年次会合のホストや、NSSC ネットワーク議長を務めるなど、積極的な貢献を行っている。

¹⁹ 露国と国境を接する旧ソ連諸国には、露国との国境からレバント(Levant, 東部地中海沿岸地方、現在のシリア、レバノン、ヨルダン、イスラエル、シリア等を含む地域を指す)まで伸びる歴史的な貿易・密輸ルートの存在が指摘されている。

構築すると共に、パートナー国の核セキュリティに係る能力構築と強化を図っていく。

• サウジアラビアとの原子力協力協定の締結²⁰:

- ✓ IAEA との保障措置協定追加議定書(AP): 米国の政策は、特に民生用原子力計画を有する国は、AP を発効させるべきというもの。サウジアラビアも AP を発効させるべき。
- ✓ ウラン濃縮と再処理の放棄: サウジアラビアによるウラン濃縮及び再処理技術の導入は、中東地域を不安定化させ、これは米国の国家安全保障上の利益にならない。米国の核不拡散政策の柱の 1 つは、パートナー国が核燃料を国際的に信頼できる海外の核燃料市場に依拠し、自身ではウランの濃縮及び再処理能力を追求しないよう奨励することである。

• 世界における米国原子力産業界のリーダーシップと核不拡散・核セキュリティの強化: 米国の原子力産業界が、核不拡散と核セキュリティの優先事項を強化しつつ、経済的な目標を達成できるかを支援することを目指す。露国及び中国は、資金調達を梃に米国の従来パートナー国を米国から遠ざけようとしており、米国の不拡散努力を弱体化させている。NNSA は DOE の原子力局や他省庁と協働し、核不拡散のリーダーシップを維持しつつ、バイデン大統領の気候変動アジェンダを支持するための民生用原子力協力を促進していく。

• 原子力供給国グループ(NSG)ガイドライン: 供給条件として、供給相手国による AP の採択(adoptio)nも追及されるべき。またインドとパキスタンの NSG メンバー申請について、当該申請をケース・バイ・ケースで個々のメリットに基づき検討するのが米国の方針である。米国は引き続きインドの NSG メンバーシップを支持する。

• 北朝鮮の核開発計画の検証のために DNN に必要な研究開発:

- ✓ 地下核実験を検知するだけでなく、その特性を明確にする能力を向上させるための研究開発が重要。しかし北朝鮮へのアクセスは物理的に難しく、遠隔監視に係る研究開発が必要となる。次世代の人工知能(AI)ツールは、遠隔監視(衛星監視)で得られるデータからより多くの情報を抽出するのに役立つ可能性がある。またオンサイトでの検証技術に係る研究開発を実施することにより、米国は将来的な北朝鮮との非核化協定に基づき講じる措置に貢献できる。
- ✓ 北朝鮮が核計画を凍結した場合、それを検証するために必要とされる追加的な保障措置について、凍結の包括性と完全性(comprehensiveness and completeness)を検証するには、オンサイト検証チームを配置することが最善の方策。オンサイトにおける監視活動は、凍結で停止される各施設の技術プロ

²⁰ 米国とサウジアラビアは、サウジアラビアの原子炉導入に際して、原子力協力協定を締結しようとしており、その際に同国が、アラブ首長国連邦(UAE)同様に AP を発効させ、また自国でのウラン濃縮と再処理を行わず、他国に依拠することを協定に盛り込むことを望んでいると言われるが、サウジアラビアはこれらを受け入れておらず、結果として未だ両国間の原子力協力協定は締結されていない。

セスに応じて実施する必要がある。DNN は、北朝鮮での種々の活動を行う技術的アプローチの設計等に係る専門家チームを派遣した実績を有する。

【最後に】

2021年11月24日現在、ヒンダースタイン氏は、上院本会議での指名承認投票待ちである。氏が上院の承認を得て副長官となった場合には、サム・ナン元上院議員の影響及び自身の出身母体である NTI の活動を鑑みるに、従来の民主党の系譜を踏襲し、核不拡散と、加えて前オバマ民主党政権が推進した核セキュリティを重要視し、またイランや北朝鮮の核問題にも検証等の技術的観点から積極的に取り組んでいくと思われる。

【報告:計画管理・政策調査室 田崎 真樹子】

2-2 米国議会調査局報告書に見る今後の米国議会の核不拡散に係る関心事項

【概要】

米国議会調査局(CRS)は、米国議会図書館所属の組織であり、議員や議会の委員会における立法活動を補佐し、彼らが必要とする情報の収集・提供や、彼らの依頼に基づく調査等を行っている。CRS は、原子力に関しても、議会の関心事項や、議会の活動に有益となると思われる情報をまとめた報告書を作成・更新している。今次、CRS が2021年10月付けで更新した原子力に係る最新の報告書²¹から、今後の米国議会における核不拡散に係る関心事項の概要を紹介する。

【前提:米国の原子力・核不拡散政策】

先ず CRS は、米国の(民生用)原子力及び核不拡散政策の基本は、米国原子力産業の国内外での展開を促進しつつ、米国の原子力技術や核物質を含む資機材が国外の核兵器プログラムに転用されないことを確実に担保することであると述べている。そのため米国原子力法は第 123 条で、米国から原子力技術や資機材を受領する国は米国と、原則として同条が規定する 9 つの核不拡散に係る要件を含む平和的目的の原子力協力協定(通称:123 協定)の締結を要求すると共に、同協定の発効要件として、議会上程後の 90 日の議会日以内に、議会が不承認決議を可決しないことを規定し、協定に対する議会の関与を担保している、としている。

【CRS の指摘事項】

次に CRS は、上記の米国の原子力及び核不拡散政策を取り巻く昨今の国際情勢について、多くの者が、「特に中東地域の国及び発展途上国での新規原子力発電所

²¹ Mark Holt, “Nuclear Energy: Overview of Congressional Issue”, R42853, Congressional Research Service (CRS), Updated October 20, 2021, URL: <https://crsreports.congress.gov/product/R/R42853/26>

の建設計画・提案は、核不拡散に係る国際的な管理(international control)が適切になされていないこと」を指摘し、「米国や国際社会は、そのような国が核兵器の製造に利用可能な核物質(高濃縮ウラン(HEU)及びプルトニウム(Pu))の生産が可能なウラン濃縮や使用済燃料の再処理の自国での実施を放棄すべきとする新たなインセンティブを作り出すべき」と勧告していると述べている。

加えて CRS は、昨今(2018年以降)の米国との原子力協力及び核不拡散に係る事例として、(1)イランとの包括的共同作業計画(JCPOA)を含むイラン核問題、(2)サウジアラビアとの 123 協定の締結に向けた動き、(3)韓国との 123 協定に基づく協力、そして(4)日本との 123 協定に基づく協力、の 4 つの項目に係るこれまでの経緯や現況、トランプ前政権及び現バイデン政権の取組み、これまでの第 117 議会²²における議会の動向等を説明しており、その概要は以下のとおりである。(なお CRS は、北朝鮮の核問題に関しては何も言及していない。)

(1)イラン核問題

- 現状: 2018 年 5 月にトランプ前政権が JCPOA から離脱し、イランに対する制裁を再開したが、現バイデン政権は、イランが JCPOA の遵守に復帰することを条件に、米国も JCPOA に復帰するとし、2021 年 4 月から他の JCPOA 当事国を通してイランと非公式に交渉を開始した。
- 議会の動向: 上院では、共和党議員が、イランの核計画に係り米国大統領が合意したものは、議会上院による助言と同意の対象となる条約²³とすべき²⁴との法案²⁵を提出し、一方で民主党議員からは、米国の対イラン政策は、「米国とイランが JCPOA の全てのコミットメントの完全な遵守に迅速に戻るべきである」、とするとの法案²⁶が提出された。また下院では、バイデン政権が、JCPOA を国際合意ではなく条約として上院に上程することをコミットしない限り、米国が JCPOA に再び参加するための活動に連邦予算を使用することを禁止する法案²⁷や、イランが(国際原子力機関(IAEA)の)査察官に、イランの核施設に対する完全なアクセスを許可し²⁸、それらの施設に係る包括的な報告書が完成するまでは、米国はイランとの

²² 第 117 議会の期間は、2021 年 1 月 3 日～2023 年 1 月 3 日

²³ 米国憲法上、条約は上院の助言と同意(上院の出席議員の 3 分の 2)が必要となる

²⁴ オバマ前大統領は、JCPOA を条約ではない行政合意とし、議会の批准を得なかった

²⁵ “Iran Nuclear Treaty Act”, S.2030, URL: <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/senate-bill/2030/text>. 提案者は Ron Johnson 上院議員(共和党、ウィスコンシン州)、共同提案者は 24 名の共和党上院議員

²⁶ “Iran Diplomacy Act of 2021”, S.434, URL: <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/senate-bill/434?q=%7B%22search%22%3A%5B%22S.+434%22%5D%7D&s=10&r=1>. Edward Markey 上院議員(民主党、マサチューセッツ州)が提出。共同提案者は 9 名の民主党上院議員及び独立系の Barnard Sanders 上院議員

²⁷ “Iran Nuclear Deal Advice and Consent Act of 2021”, H.R.1479, URL: <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/1479?s=1&r=8>. Andy Barr 下院議員(共和党、ケンタッキー州)が提出。共同提案者は 7 名の共和党下院議員

²⁸ 同法案(以下の脚注)の提出は 2021 年 2 月 26 日。同年 2 月 15 日、イランは米国の制裁が解除されないことを理由に、2 月 23 日から、補完的アクセスを含む AP の暫定的適用を停止する旨を IAEA に通知した。

JCPOA、またはその他の核合意の当事者となることを禁止する法案²⁹が、いずれも共和党議員から提出された。

(2)サウジアラビアとの 123 協定の締結に向けた動き

- 現状: 米国とサウジアラビアの間の 123 協定の内容については、かなりの (substantial) の論争が起こっている。米国の原子力産業界は、サウジアラビアに対して原子炉や原子力技術の供給を可能とする 123 協定の締結を支持する一方で、核不拡散を重視する者は、サウジアラビアが自国でウラン濃縮及び再処理を行わないことを法的コミットメントとして含む 123 協定の締結を望んでいる。トランプ前政権時のポンペオ国務長官(当時)は、サウジアラビアに対して上記の法的コミットメントを受け入れるよう主張していると述べ、ペリーDOE 長官(当時)も、123 協定の締結条件として、サウジアラビアによる IAEA 保障措置追加議定書(AP)の受入れを求めると述べた。(なお CRS は、現バイデン政権のサウジアラビアとの 123 協定に係る取組みについては述べていない。)
- 議会の動向:
 - ✓ 米国議会が可決した 2021 会計年度(FY2021)包括歳出法³⁰は、サウジアラビアが自国でのウラン濃縮と再処理の実施の放棄にコミットする 123 協定を発効させると共に、またサウジアラビアが AP に署名するまで、米国輸出入銀行はサウジアラビアへの原子力輸出に係る支援に FY2021 予算を使用することを禁止した(FY2020 包括歳出法でも同趣旨を規定)。
 - ✓ 上院では、サウジアラビアが AP を受け入れずに米国と 123 協定を締結した場合に、同国への武器の売却を禁止する法案³¹や、下院でも、米国政府に対して、サウジアラビアの原子力計画が平和的目的であり、ウラン濃縮及び Pu の分離を禁止することを保証する米国との 123 協定に署名するまで、米国政府はサウジアラビアへの原子力技術の移転許可を取り消し、また同国との「原子力に係る重要な協力を停止する」ことを米国政府に求める決議案³²が、いずれも民主党議員から提出された。

(3)韓国との 123 協定に基づく協力

²⁹ “Iran Nuclear Verification Act”, H.R. 1203, URL: <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/1203?s=1&r=5>. Lisa McClain 下院議員(共和党、ミシガン州)が提出。共同提案者は 10 名の共和党下院議員

³⁰ P.L. 226-260 Consolidated Appropriations Act 2021, URL: <https://www.congress.gov/116/bills/hr133/BILLS-116hr133enr.pdf>

³¹ “Stopping Activities Underpinning Development In Weapons of Mass Destruction (SAUDI WMD) Act”, S. 1146, URL: <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/senate-bill/1146>. Edward Markey 上院議員(民主党、マサチューセッツ州)が提出。共同提案者は Jeff Merkley 上院議員(民主党、オレゴン州)

³² “Expressing the sense of the House of Representatives regarding United States arms transfers to Saudi Arabia”, H.Res. 175, URL: <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-resolution/175>. David Trone 下院議員(民主党、メリーランド州)が提出。共同提案者は 2 名の民主党下院議員

-
- **現状:** 旧米韓 123 協定³³の改定問題について、韓国は米国に対し、韓国内でのウラン濃縮と再処理の実施に係り米国に事前同意を求めていたため、論争を引き起こした。しかし米国は、朝鮮半島で進行中の他の問題(注:暗に北朝鮮の非核化を指すと思われる)への影響を勘案し、事実上、韓国に対して当該同意を付与しなかったため、議会では何らのアクションもなく、新米韓 123 協定³⁴は 2015 年 11 月 15 日に発効した。一方で当該協定は 2 国間で「ハイレベル委員会」を設立し、2021 年 4 月に完了予定であった 10 年間に亘る「共同燃料サイクル研究」の結果をもって、韓国での再処理(パイロプロセッシング)の実施に係る事前同意について議論することになっていたが、DOE によれば上記研究の幾つかの事項は未完であり、今後、どのように進めていくかに係る検討が継続している³⁵。(なお CRS は、上記に係る議会の動向については述べていない。)

(4)日本との 123 協定に基づく協力

- **現状:** 日米 123 協定は、2018 年 7 月 17 日に自動延長され、いずれかの当事国により終了の通告がなされない限り、無期限に効力を有する。当該協定により日本は、米国が設計した原子炉から取り出した使用済燃料(等)を再処理し、Pu を分離してウランと共に新たな燃料として使用することができる。六ヶ所の商用再処理施設(の建設)は 2022 年に完了予定である。日本は 2018 年 7 月 3 日、日本の Pu 在庫を削減するとのコミットメントを含む新たなエネルギー基本計画³⁶を決定した。(なお CRS は、上記に係る議会の動向については述べていない。)

【考察】

上記の CRS の報告から鑑みると、今後の、喫緊の米国議会における核不拡散に係る主要論点は、北朝鮮の非核化に係る問題は別として、引き続きイラン核問題とサウジアラビアとの 123 協定の締結問題である。

前者に係り、議会ではトランプ前大統領と同様に、民主党オバマ政権が合意した JCPOA を批判し、今後のイランとの合意には、上院の関与を強く求める共和党議員は存在する。現在、バイデン政権はイランによる JCPOA の遵守復帰を条件に米国も JCPOA に復帰すべくイランと他の JCPOA 当事国を通して非公式に交渉しているようであるが、仮に現政権とイランが共に JCPOA の復帰に合意したとしても、上記の共和

³³ 1972 年 11 月に米韓両国が署名、1973 年 3 月に発効し、1974 年 5 月に改定された「米国と韓国の民生用原子力利用に係る協力協定」。この旧協定は、2014 年 3 月に 41 年間の有効期限を迎えることになっていたが、両国間の協定改定交渉が難航し、2014 年 3 月、米韓両国は協定の期限を 2016 年 3 月まで 2 年間延長した。それから約 1 年後の 2015 年 4 月、米韓両国は新協定が合意に至ったことを発表し、同月ソウルで仮署名、6 月にワシントン D.C. で正式署名し、新協定は同年 11 月に発効した。

³⁴ 新米韓原子力協力協定の詳細は、田崎真樹子、清水亮、須田一則、「新米韓原子力協力協定について」、JAEA-Review 2016-019、URL: <https://jopss.jaea.go.jp/pdfdata/JAEA-Review-2016-019.pdf> を参照されたい。

³⁵ DOE 担当者及によれば、米韓両国は、「共同燃料サイクル研究」をファイナライズさせる方法と、あるいは本分野の研究を継続する可能性について決定するための協議を継続しているとのことである。

³⁶ 経済産業省、「エネルギー基本計画」、平成 30 年 7 月、URL: <https://www.meti.go.jp/press/2018/07/20180703001/20180703001-1.pdf>

党議員はそれに強硬に反対することが予想される。

一方、後者に関しては、トランプ前政権も、核不拡散を重要視し、サウジアラビアに対してウラン濃縮と再処理の放棄を求め、また議会にもそれに同調する民主党議員が存在する。今次 CRS 報告書は、バイデン政権の方針には言及していないが、本ニューズレター記事の「2.1 米国エネルギー省(DOE)国家核安全保障庁(NNSA)の防衛核不拡散担当副長官に指名されたコーリー・ヒンダースタイン氏の核不拡散、核セキュリティ等に係る方針」で示したとおり、ヒンダースタイン氏は「サウジアラビアによるウラン濃縮及び再処理技術の導入は、中東地域を不安定化させ、これは米国の国家安全保障上の利益にならない」と明確に述べており、バイデン現政権も、サウジアラビアに対しては自国でのウラン濃縮及び再処理の放棄を強く求めていくと思われる。つまり、この点に関しては、前政権、現政権及び議会の一部の核不拡散を重視する超党派の議員の方向性は一致している。

なお今次 CRS 報告書は、北朝鮮の核問題に言及していないが、これは今次 CRS の視点が、米国との 123 協定に基づく、喫緊かつ新たな、またはこれ以上の核拡散を防ぐとの意図に基づくものであり、既に核兵器及びその製造能力を取得している北朝鮮に関しては、核拡散懸念というよりは、より踏み込んだ非核化の対象としての別途対応が必要との判断があるものと思われる。また、イラン核問題に比し、北朝鮮の非核化は短期的解決は望めず、関係国との協議の上、長期的な視点から取り組む必要のある問題でもある。

加えて今次 CRS 報告書は、韓国及び日本との 123 協定に基づく協力に言及しているが、これらに関しては議会の動きもなく、現時点では特段の懸念とされていないが、韓国との協力においては、「共同燃料サイクル研究」の動向、また日本との協力においては、六ヶ所再処理の施設の動向が注視されている。

今次 CRS 報告書は、核不拡散以外の民生用原子力利用に関して今後、議会における主論点として、米国内の原子力発電を促進するのか、あるいはそうではない政策をとっていくのか、ポスト福島原子力安全基準、先進原子炉及び先進燃料サイクル技術の開発、そして放射性廃棄物管理に係る戦略、等を挙げている。

【報告:計画管理・政策調査室 田崎 真樹子】

3. 技術紹介

3-1 (シリーズ連載)使用済燃料、廃止措置・廃棄物に対する保障措置の課題と対応

第2回 使用済燃料の直接処分に関する保障措置の課題と対応

【はじめに】

使用済燃料の直接処分(地層処分)にあたっては、1988年にIAEAが開催した専門家会合の結論³⁷を踏まえた論文³⁸によると、「使用済燃料は、地層処分場への定置前後のいずれの時点においても、實際上回収不可能であるとは見なされない..そして、IAEAは使用済燃料の保障措置を終了しないことを推奨する。(..“that spent fuel does not qualify as being practicably irrecoverable at any point prior to, or following, placement in a geological formation... and recommend that the IAEA should not terminate safeguards on spent fuel.”)」との考えを示している。このため、使用済燃料の処分事業主体は、その埋設坑道への搬入・定置・閉鎖・事業終了後を含めた長期間にわたる保障措置活動、関連する機器・提供情報、及び記録保管について考慮する必要がある。そのため、使用済燃料の再処理を選択せず、直接地層処分することを選択した西欧諸国では、事業推進と同時に、保障措置上の対応策を検討・実証中である。このような状況の中で、本稿では事業として先行するフィンランド及びスウェーデンを例にし、長期にわたる使用済燃料の直接処分における保障措置活動の技術的な合理化対策の検討例を紹介するとともに、考慮すべき課題等について概説する。

【使用済燃料直接処分が先行する各国の施設構成及び物質収支の概念】

フィンランド及びスウェーデン³⁹は、「ワンスルー方式⁴⁰」の核燃料サイクルを採用し、使用済燃料の直接処分事業を進めている。これら2か国においては、図1に示す、保障措置概念が検討されている⁴¹。

³⁷ IAEA Advisory Group Meeting on Safeguards Related to the Final Disposal of Nuclear Material in Waste and Spent Fuel (AGM-660), IAEA STR-243, Vienna (1988).

URL: https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/19/101/19101685.pdf

³⁸ H. FORSSTROM, et al, “SAFEGUARDING OF SPENT FUEL CONDITIONING AND DISPOSAL IN GEOLOGICAL REPOSITORIES”,

URL: https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/29/013/29013484.pdf

³⁹ 本稿時点で国政として使用済燃料直接計画の進展がみられる国は、フィンランド、スウェーデン、及びカナダである。

⁴⁰ 発電に供した核燃料を再処理により核物資を回収せず、直接地層に埋設処分することを意味する。

⁴¹ Grundlagenermittlung zur Fortschreibung der Safeguardskonzepte und Auswirkungen der Rückholungs und Bergungsoption auf Safeguardsmaßnahmen in verschiedenen Wirtsgesteinen FORBAS Abschlussbericht, DBE TECHNOLOGY GmbH, Dezember 2017,

URL: https://www.bgetechnology.de/fileadmin/user_upload/MEDIATHEK/f_e_berichte/FORBAS-Projekt_Grundlagenermittlung-zur-Fortschreibung-der-Safeguardskonzepte.pdf

図 1 に示すように、地上設備を含めた地層処分施設は、2つの物質収支区域 (MBA)により構成され、MBA 間の移動及び MBA 内の在庫を検認する主要測定点 (KMP)が設定される。キャニスタを定置以後も、キャニスタ内の使用済燃料は、MBA 2 の在庫として計上され、保障措置の適用が継続される。

使用済燃料の直接処分については、核物質の保障措置を終了するための条件⁴²が満たされないため、処分場閉鎖後も保障措置の適用は継続される。

そのため、地層処分施設の使用済燃料は計量報告及び検認の対象となり、長期にわたる知識の継続性 (CoK)を維持するための封じ込め/監視手法の適用が課題となる。また、将来の再取り出し可能性の考慮⁴³等の課題もある。これらを考慮した保障措置の考え方、取り組み状況については、以下に既往文献の情報^{44,45}にある代表的な技術・懸念事項を紹介する。

【フィンランドにおける取組み】

フィンランドでは、処分場(オルキルオト)の地上施設として処分容器(キャニスタ)封入施設が併設され、その地下に建設される最終処分場に定置処分される。

- ✓ 直接処分施設の管理は、使用済燃料の搬入継続中は事業者が、坑道閉鎖後は国が責任を負うことになっている⁴⁶。

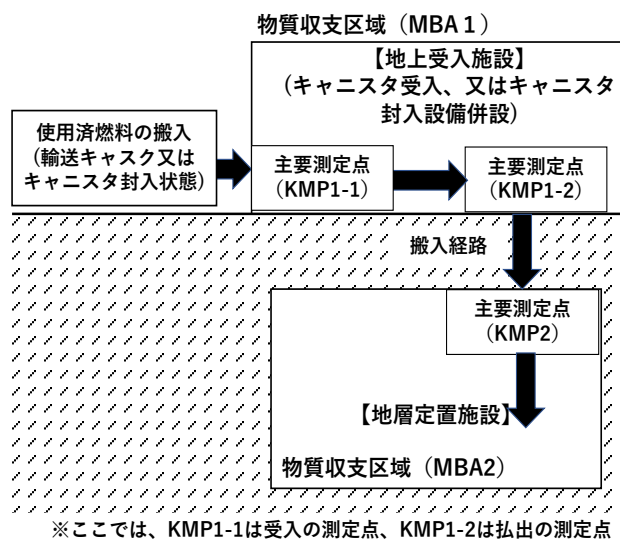


図 1 使用済燃料最終処分における保障措置概念(参考文献掲載図を参考に筆者作図)

⁴² INFCIRC 153 第 11 条にある“この協定に基づく保障措置は、核物質が消耗したこと、核物質が保障措置の観点から関係があるいかなる原子力活動にも使用することができないような態様で希釈されたこと又は核物質が実際上回収不可能となったことを機関が決定することにより、その核物質について終了する。”に対する条件。

⁴³ 例えば、「処分地層の性能低下」、「自然災害によるバリア性能の劣化」、「将来の代替技術開発の進展」などが回収可能性(RETRIEVABILITY)の必要性とされる。”Retrievability of high level waste and spent nuclear fuel”, IAEA-TECDOC-1187, December 2000, IAEA

⁴⁴ 平成 30 年度 高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業直接処分等代替処分技術高度化開発報告書, 平成 31 年 3 月, 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構, URL: https://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/nuclear/rw/library/2018/30fy_spent-fuel.pdf

⁴⁵ 平成 31 年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業直接処分等代替処分技術高度化開発報告書, 令和 2 年 3 月, 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構, URL: https://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/nuclear/rw/library/2019/31fy_spent-fuel.pdf

⁴⁶ Management of spent fuel and radioactive waste in Finland – national programme in accordance with Article 12 of the Council Directive 2011_70_Euratom,

-
- ✓ IAEA 及び EURATOM は未申告のトンネル掘削や埋め戻しなどの活動がないことを検認するため、査察時に 3D スキャナーによる地下坑道のスキャンデータを取得。事業者 (Posiva 社) としても坑道を掘削するために発破をかける都度、3D スキャニングを行い、取得したデータを IAEA 及び EURATOM に提供。
 - ✓ 地層処分施設に搬入・定置後は使用済燃料が収容されているキャニスタの検認は実施せず、その代わりに、地層処分施設へのアクセスルートの監視(例えば、概念を示す図 1 の“KMP2”が該当するものとする)や上述の未申告の掘削の検知などの手段により核物質の転用の阻止・検知を計画。
 - ✓ IAEA は、処分場閉鎖後の保障措置について、不法な掘削による微小な地震波と衛星画像による監視になるものと推定。

【スウェーデンにおける取組み】

スウェーデンでは、使用済燃料を中間貯蔵するとともに、使用済燃料を処分容器 (キャニスタ) に封入する施設 (現在、集中中間貯蔵として操業中の Clab、将来的には Clab にキャニスタ封入施設を増設し Clink に名称変更予定) の建設を計画しており、使用済燃料を封入したキャニスタを最終処分場 (フォルスマルクに建設予定) にて地層処分する計画である。

- ✓ キャニスタの識別 ID を付与するための様々な技術・方法を検討中であり、溶接部の超音波探傷により得られた画像をキャニスタの識別 ID とすることも候補技術⁴⁷のひとつ。
- ✓ パッシブガンマトモグラフィ (PGET: Passive Gamma Emission Tomography⁴⁸) やデジタルチェレンコフ光視認装置 (DCVD: Digital Cherenkov Viewing Device⁴⁹) 等の非破壊装置 (NDA) の研究開発を実施中⁵⁰であり、IAEA による機器認証を受けてキャニスタ封入施設での査察検認用装置としても使用予定。
- ✓ 直接処分施設においては坑道閉鎖後に再検認を実施することができないため、再検認の必要が発生した場合の対応について検討が行われている。

URL: <https://www.stuk.fi/documents/12547/554501/National+Programme+072015docx+14072015+English+translation+21082015.pdf>

⁴⁷ TSCHARNTKE, et al, “Ultrasonic Investigations on Copper Canister Welds in Preparation for the Storage of Spent Nuclear Fuel in a Deep Repository”, SKB, ECNDT 2006 - We.4.6.2,
URL: <https://www.ndt.net/article/ecndt2006/doc/We.4.6.2.pdf>

⁴⁸ 燃料集合体のガンマ線を測定・断面画像を再構成し、欠落している燃料ピンを識別する装置

⁴⁹ プールに保管されている燃料集合体によって生成されたチェレンコフ光の測定値を表示および記録する。DCVD は、チェレンコフ光の紫外線部分を測定するように設計された非常に高感度の検出器を使用する。この機器は、スペクトルの 295~340 nm 領域にのみ敏感であるため、通常の周囲光条件下で使用可能。

⁵⁰ Nondestructive assay options for spent fuel encapsulation, Technical Report TR-13-30, SKB,
URL: <https://skb.se/publication/2697744/TR-13-30.pdf>

【使用済燃料の直接処分の課題】

以上より、使用済燃料の直接処分の課題を挙げると、使用済燃料の保障措置は施設閉鎖後も継続することが求められていること、そして、将来世代の判断等による再取り出し可能性に対処する技術開発が求められていることである。そのため、①使用済燃料の検認装置開発、②査察活動に求められる環境監視データを含めた検認データの管理手法開発、及び③将来世代に対する長期のデータ維持手法検討、が継続的に進めるべき技術開発課題であるといえよう。この①～③について、フィンランドでは、以下の措置が講じられている。

まず①については、フィンランドの規制機関である STUK の R&D 計画である GOSSR(Geological repository Safeguards and Security R&D) Project⁵¹にて、集合体内の燃料ピン位置情報確認の PGET、そして核分裂性物質定量の自己中性子反射反応度法(PNAR:Passive Neutron Albedo Reactivity)を組み合わせた非破壊測定装置⁵²を開発している。

次に②に関しては、最終処分場閉鎖後のモニタリング手法としては、事業者が微小振動を検知することが可能な地震監視技術(Microseismic monitoring)の開発を行い、また STUK はオルキルオト処分場での微小振動データの提供を受けている。また、航空画像及び衛星画像による地表観測技術の保障措置活動への利用が進められている⁵³。

そして③のフィンランドはブロックチェーン⁵⁴を用いた核物質の計量管理情報システム「SLAFKA System⁵⁵」の構築を目指している状況で、従来の事業者→国内(地域)規制機関→IAEA という計量管理報告ルートを、国内規制機関・事業者・IAEA で同時共有するとともに、これら情報を IAEA 及び EC に提供する仕組みである。共有情報は相互で記録・検証が行われるため、長期記録保存が求められる使用済燃料の地層処分関連情報への適用が検討されている。

【IAEA の考慮事項】

また、IAEA の考慮事項としては地層処分場への移送時の検認、これら情報の CoK の維持、未申告の活動・施設がないことの確認、設計情報検認 (DIV) 等の要点が示さ

⁵¹ GOSSR(Geological repository Safeguards and Security R&D) Project として、使用済燃料直接処分に関し、国内の保障措置概念の確立及び保障措置機器の開発を実施。

⁵² URL:https://nucleus.iaea.org/sites/connect/SFMpublic/TM%20on%20Spent%20Fuel%20Characterization%20for%20the%20Manageme/Honkamaa_STUK.pdf

⁵³ Usability of Olkiluoto Monitoring Programme for implementing nuclear safeguards, STUK-TR 28, DECEMBER 2017, URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/141500054.pdf>

⁵⁴ ブロックチェーン技術とは情報通信ネットワーク上にある端末同士を直接接続して、取引記録を暗号技術を用いて分散的に処理・記録するデータベースの一種

URL: <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h30/html/nd133310.html>

⁵⁵ URL: <https://www.stinfo.fi/tiedote/blockchain-offers-new-opportunities-for-safeguards-of-nuclear-materials?publisherId=64456131&releaseId=69876403>

れている。

- ✓ 未申告のトンネル、シャフト、またはアクセスルートを探知するための掘削エリアのマッピングまたは調査。
- ✓ 換気、人員、及び車両のアクセスシャフトを評価し、それらが核物質の再取り出しに使用できるかどうかの評価・判断。
- ✓ サイトまたは周辺地域に関する衛星または地球科学情報の確認。
- ✓ 未申告の核物質(使用済燃料)の移動がないことの検認(例えば図 2⁵⁶)。
- ✓ DIV 活動の一環として、運用前のサイト特性評価、建設状況等、未申告機器などがないことの検認(図 3²⁰)。
- ✓ CoK を維持するシステムに関する重要な設計要件は、冗長性、メンテナンスの削減、および設備の信頼性。
- ✓ これら査察活動に対する建設作業者の協力と協議の実施。
- ✓ 上記活動を円滑に行うための SBD(設計段階からの保障措置の考慮)⁵⁷を考慮した計画・設計・建設。



図 2 施設出入口に設置された放射線モニター



図 3 地層処分場の運用前段階での DIV 活動

⁵⁶ International Safeguards in the Design of Facilities for Long Term Spent Fuel Management, IAEA Nuclear Energy Series, NF-T-3.1, IAEA, URL: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB1767_web.pdf

⁵⁷ SBD(Safeguards by design)とは、対象原子力施設の早期の設計プロセスから、査察機器・計量管理の手法・技術を取り入れ、保障措置のみならず、IAEA 及び施設側双方に対して、経済性、運用効率、及び安全の最適化を踏まえた設計検討を勧める考え方であり、現在、基本原則を含め、施設種別毎に全 7 文書を Nuclear Energy Seriesとして IAEA の Web サイト上で公開している。 URL; <https://www.iaea.org/topics/assistance-for-states/safeguards-by-design-guidance>

【まとめ】

使用済燃料中の核物質は、保障措置終了要件を満たさない。そのため、処分所閉鎖後も地層処分場内の使用済燃料については保障措置を継続する必要がある。具体的には、地層処分場までの移動・定置記録のみならず、処分所閉鎖後、転用がないことの監視を継続することが必要となる。なお、今後、我が国としても使用済燃料の取扱いの選択肢として、資源エネルギー庁は「将来に向けて幅広い選択肢を確保し、柔軟な対応を可能とする観点から、使用済燃料の直接処分など代替処分オプションに関する調査・研究を着実に推進する⁵⁸」と決定しており、将来世代に向けて使用済燃料の扱いについての選択肢を残すなどの観点からも、処分場からの再取り出し技術が開発されていることは注目される。直接処分は、知識の連続性を担保しつつ処分所閉鎖後も継続的な監視が求められること、また、閉鎖後の監視装置などのリプレースは困難であるなどの課題があることを踏まえ、我が国としてそのオプションの検討を行う場合には、SBDも考慮し、先行する国での関連する技術開発の状況やIAEAとの協議の状況を適時把握し、検討内容に応じた可能な限り早期の調査・研究の実施が望まれる。

【報告:計画管理・政策調査室 中谷 隆良】

⁵⁸ エネルギー基本計画, 平成30年7月, 資源エネルギー庁,
URL: https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/180703.pdf

4. 活動報告

4-1 IAEA 主催「Technical Meeting on the Use of Safety Analysis Approaches for Nuclear Security Purposes」参加報告

2021年10/13(水)から10/15(金)の3日間、日本時間21:00から24:00まで、オンラインで開催された「安全解析手法の核セキュリティ目的の利用」に関するIAEA主催の技術会合に参加した。IAEA及び各国の原子力安全・核セキュリティ関係者約60名が参加した。この会合において、当センターが日米核セキュリティ作業グループ(NSWG)⁵⁹の下で実施している魅力度評価に関する共同研究(Goal 9)のこれまでの成果を発表し、核セキュリティ関係者と共有した。以下に技術会合の概要について報告する。

本会合は、IAEAの原子力安全と核セキュリティ部門が合同で開催した技術会合で、原子力安全で用いられている解析アプローチ(確率論的、決定論的の両方)を核セキュリティに役立てるため、各国、各組織が取り組んでいる技術開発の場、課題等を共有するとともに、IAEAが作成中の技術レポート(TRS-1000シリーズ)に、議論を反映する目的で開催されたものである。

以下の発表、議論等が行われた。

(1日目) オープニングセッション

- ・ 開会挨拶 Anna BRADFORD 氏 (Director, Division of Nuclear Installation Safety (NSNI), IAEA)
- ・ 会合の概要紹介、背景情報、アジェンダの説明 Shahen POGHOSYAN 氏 (NSNI/IAEA)
- ・ 安全分析分野における IAEA 活動の状況 Shahen POGHOSYAN 氏 (NSNI/IAEA)
- ・ セキュリティ分野での IAEA 活動の状況 Kristof HORVATH 氏 (Division of Nuclear Security (NSNS)/IAEA)

セッション1: インターフェース

- ・ IAEA 安全指針/核セキュリティ実施指針の策定。安全と核セキュリティのインターフェースの管理 Kristof HORVATH 氏(NSNS/IAEA)
- ・ 新型炉のための安全-セキュリティ-保障措置のインターフェース Shahen POGHOSYAN 氏 (NSNI/IAEA)

セッション2: 国別の発表

- ・ 核セキュリティにおける確率論的安全評価(PSA)の活用に関するSTUKの経験 Jan-Erik HOLMBERG 氏 (フィンランド)
- ・ 原子力発電所の安全解析を参照したDBTの妥当性確認 Juraj VACLAV 氏 (スロバキア)

⁵⁹ URL:https://www.mofa.go.jp/mofaj/dns/n_s_ne/page4_002303.html

(2日目)セッション2:国別の発表(続き)

- ・ Rooppur 原子力発電所プロジェクト:新規参入国の核セキュリティ確立への挑戦 Mohammad ASHRAFUL HUQ 氏 (バングラデシュ)
- ・ リトアニアの原子力施設における核物質防護(PP)ターゲット特定への安全性分析の貢献 Renaldas SABAS 氏 (リトアニア)

セッション3:IAEA 技術レポート「原子力施設における核セキュリティを支援する安全分析手法の使用」について

- ・ レポート作成の背景 Shahn POGHOSYAN 氏 (NSNI/IAEA)
- ・ セキュリティ目的での PSA の使用 Artur LIUBARSKII 氏、Dmitry SIROTKIN 氏 (ロシア)
- ・ リスク情報に基づいた、原子力施設の重要エリアとターゲットセットの特定 Stephen REED 氏(米国)

ディスカッションと質疑応答 参加者全員

(3日目)セッション4:リスク情報を活用したセキュリティ

- ・ リスクを伝達するシナリオ選択のセキュリティへの応用 Ricky SUMMITT (米国)
- ・ 日米 NSWG の Goal 9 に関する共同研究の概要 Andrew ST. DENIS 氏、Jesse John BLAND 氏 (米国)
- ・ PWROG - リスク情報を活用したセキュリティの機会 Roy LINTHICUM 氏 (米国)
- ・ パネルディスカッション
- ・ 閉会挨拶 Elena BUGLOVA 氏 (Director, NSNS/IAEA)

Goal 9 のこれまでの成果は、技術会合 3 日目に発表した。なお、発表には暫定的な情報が多いことから、画面上で共有するのみで、文書では共有しなかった。出席者から、今後の成果の公表について質問があり、成果がまとまった段階で、学会等での発表と IAEA に対するデモンストレーションも計画している旨回答したが、共同研究の成果がまとまった段階で、学会等で成果を公表していくことの重要性を再認識した。

本技術会合は、どちらかというと、原子力発電所の妨害破壊行為に焦点を当てた発表や議論が多く、核物質の盗取を含む包括的な核セキュリティ事象に関する議論が欠けている印象を受けた。その点で、核燃料サイクル施設に対する核セキュリティ事象のリスク評価を、包括的・横断的・定量的に行う手法を目指した Goal 9 の取り組みとはギャップを感じた。本技術会合で得られた情報を、今後の Goal 9 の共同研究の方向性や成果の展開に反映していきたい。

【報告:副センター長 堀 雅人、技術開発推進室 芝 知宙、木村 祥紀】

5. コラム

5-1 安全保障と ISCN の活動についての私の見解

組織活性化プロジェクトの一環として、ISCN では、スタッフ相互のコミュニケーションを円滑にすることを目的とし、各々の趣味、過去に行った研究等について発表する機会を設けている。

筆者は、2018 年より能力構築国際支援室で核不拡散・核セキュリティに係る人材育成支援事業に従事しているが、これ以前は大学院生として国際関係論や安全保障論の観点から核不拡散や輸出管理について研究を行っていた。こうした研究紹介と合わせて、ISCN が取り組んでいる核不拡散・核セキュリティについて安全保障の観点から考えるというテーマで発表した。本稿では、その内容を簡単に紹介する。

安全保障を学習する際、その導入において、しばしば「安全保障」という言葉に明確な定義が存在しないことが説明される。これは、安全保障に取り組む主体、関与する仕方の違いにより、安全保障に対する立場が異なるためである。戦争や軍隊といったワードは安全保障をより想起させやすいものであるが、一方で、エネルギー安全保障や人間の安全保障、あるいは最近話題となっている経済安全保障のように、今日、安全保障の観点から守られるべき対象が広がり、その手段も多様化している。核不拡散・核セキュリティは、原子力の平和的な利用を担保し、国家・非国家主体による軍事目的での利用を防ぎ社会をその脅威から守ろうとする安全保障の取り組みの一つである。

しかし、実務の中ではこうした安全保障上の重要性が意識されないこともある。核セキュリティの中で考えると、原子力事業者等における日常的な取り組みとして、出入管理であったり二人ルールといった作業上の手続きが行われている。このような取り組みは、単純に手続きとして実施されるだけでなく、核テロ対策につながるという意識や、核セキュリティ文化を土台として行われることを理解することが重要である。核セキュリティ文化の根幹である「脅威の存在」と「核セキュリティの重要性」という二つの認識は、核セキュリティの日常的な取り組みが国や社会の安全保障につながるものであることを言い換えたものであるとも言える。

この他にも、ISCN が取り組んでいる核不拡散・核セキュリティの強化において、IAEA の保障措置や核セキュリティ対策での国際協力といった国際安全保障への貢献、テロ対策という面での非伝統的安全保障と呼ばれる部分への貢献、原子力平和利用や国際原子力協力の条件としてのエネルギー安全保障や経済安全保障への貢献といった様々な側面が考えられる。

ISCN では技術開発や人材育成、CTBT への貢献や輸送支援など、多様な手段で核不拡散・核セキュリティに関与している。これらが組織のミッションや個人の任務であるとの認識とともに、社会の安全にも貢献することを意識することで、核不拡散・核セキュリティと社会の接点をより強く考える糸口になる。

【報告:能力構築国際支援室 奥田 将洋】

編集後記

本ニューズレターの4月号(N0.292)のコラムで、地元のプロバスケットボールチーム「茨城ロボッツ」の紹介をした。コラムが掲載された4月末の時点では、ロボッツは「B2」に所属し、「RISE Together」をチームスローガンに、上位リーグである「BI」を目指して、戦っているところであったが、その後、プレーオフを勝ち抜き、悲願のBI昇格を果たした。

10月から始まった2021-2022シーズンは、強豪ひしめくBI東地区で戦っている。このシーズンは、BIのチーム数を増やすレギュレーションの変更で、B2への降格がないことから、今シーズンのチームスローガンは、「BUILD UP Together」。来シーズン以降、BIのプレーオフに出場できる強いチームを作るための基盤を築くことを目標としている。開幕から6連敗し、11月14日の時点で2勝11敗とロボッツの戦績は低迷しているが、試合を重ねるごとに、BUILD UPしている手ごたえが感じられる。強豪チーム相手の接戦も多く、シーズン後半が楽しみである。

ところで、ISCNニューズレターは、来月配信予定の12月号が、配信開始以来300号となる。300号は、記事を執筆してきた多くの現役及び歴代ISCNのスタッフの地道な努力の賜物と考えている。私は、資料やプレゼン資料を作成する際、ネットで検索し参考情報を調べるが、核不拡散・核セキュリティに関連する用語で検索すると、かなりの確率でISCNホームページがヒットし、多くの場合、ニューズレターに行きつく。このニューズレターのおかげで、正確でタイムリー情報が得られているが、この恩恵を受けているのは、私ばかりではないと思う。これまでの記事の執筆者に感謝するとともに、核不拡散・核セキュリティの強化を目指し、ISCNニューズレターを通じて、この分野のBUILD UPに貢献していきたい。

(M.H)

ISCN ニューズ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: 2021年11月30日

発行者: 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構(JAEA)

核不拡散・核セキュリティ総合支援センター(ISCN)