

# ISCN ニュースレター

## No.0286

### November, 2020

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)

---

---

## 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 2020 の開催のお知らせ	3
1-2 アンケートへのご協力をお願い	4
2. 核不拡散・核セキュリティに関する動向(解説・分析)	5
2-1 核脅威イニシアティブ(NTI)による 2020 年版核セキュリティ指標(2020 NTI Nuclear Security Index)について	5
<p>2020 年 7 月に、米国の核不拡散関係のシンクタンクである「核脅威イニシアティブ(NTI)」が発表した「2020 年版 核セキュリティ指標」が提示する世界の核セキュリティを強化するための方策に係る勧告等を紹介する。</p>	
3. 技術紹介	10
3-1 米国・カザフスタンとのウラン精鉱共同分析プロジェクト	10
<p>ISCN では、核鑑識技術のさらなる向上を目的としたウラン分析手法の開発を行っている。その一環として、米国及びカザフスタンとのウラン精鉱共同分析プロジェクトを人形峠環境技術センターの協力のもと実施した。本共同分析の概要を報告する。</p>	
4. 活動報告	15
4-1 技術開発推進室～燃料デブリの計量管理技術開発と CTBT 国際検証体制への貢献～	15
<p>2010 年 4 月の第 1 回核セキュリティ・サミットにおける日本政府のナショナル・ステートメントに基づいて同年 12 月に設置された「核不拡散・核セキュリティ総合支援センター(ISCN)」は、本年 12 月に設立 10 周年の節目を迎える。そこで、ISCN ニュースレターでは今年の 5 月号より ISCN の各組織の活動を紹介を行うこととし、6 回目となる今回は前回に引き続き技術開発推進室の業務について紹介する。</p>	
4-2 ESARDA 第 42 回年会 参加報告	17
<p>ESARDA (European Safeguards Research &amp; Development Association) は、1969 年に、欧州共同体(EU)における保障措置研究開発活動を及び核セキュリティ活動の調整機関で、原子力機構も、準会員 Associated Member として、2018 年から活動に参加している。今月オンラインで開催されたその年会について報告する。</p>	
4-3 核物質防護に関するアジア地域向けオンラインコースの開催	19
<p>新型コロナウイルス感染症拡大の影響を受けて、2020 年 4 月より核物質防護に関するコース(PP RTC)と国内計量管理制度に関するコース(SSAC RTC)のオンライン版コースの開発をスタートした。本稿では、10 月に開催したオンライン版 PP RTC について報告する。</p>	
5. コラム	21
5-1 国際原子力機関(IAEA)査察官の日常	21

## 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 2020 の開催のお知らせ

2020年12月9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増刊号(ISCN ニュースレター No. 285)、若しくは以下のホームページにてご確認ください。視聴をご希望の方は、こちらから参加登録を行ってください。

<https://www.jaea.go.jp/04/iscn/index.html>

<増刊号表紙>



ISCNニュースレター No.0285  
November, 2020 増刊号

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 2020  
『第1回 核セキュリティ・サミット』から10年  
～ ISCNが刻む「未来へのMilestone」～  
2020年12月9日(水)16:00～18:30 オンライン開催  
日英同時通訳

2010  
2020

前夜祭 学生セッション 「未来を切り拓く‘刃’ YAIBA」  
2020年12月8日(火)17:00～19:00 オンライン開催

---

## 1-2 アンケートへのご協力をお願い

ISCN ニュースレター編集委員会では、多くの読者からご意見を伺い、その結果を記事に反映し、誌面内容の向上を図るため、アンケートを実施しております。

皆様のご意見・ご要望をお聞かせください。

下記リンクよりアンケートへのご協力をお願いします。

[https://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp\\_news/enquete.html](https://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp_news/enquete.html)

※ アンケートの所要時間は1分程度です。

## 2. 核不拡散・核セキュリティに関する動向(解説・分析)

### 2-1 核脅威イニシアティブ(NTI)による2020年版核セキュリティ指標(2020 NTI Nuclear Security Index)について

#### 【はじめに】

2020年7月、米国の核不拡散関係のシンクタンクである「核脅威イニシアティブ(NTI: Nuclear Threat Initiative)」は、「2020年版核セキュリティ指標(2020 NTI Nuclear Security Index、以下、「今次指標」と略)」<sup>1</sup>を発表した。この核セキュリティ指標は、核物質<sup>2</sup>及び原子力施設を有する全ての国が、いかにそれらの核セキュリティ対策(一部に国際原子力機関(IAEA)保障措置<sup>3</sup>の遵守を含む)を向上させたかを明確にするために、米国内外から核セキュリティや核不拡散(保障措置)の専門家を招聘し、各国が実施する核セキュリティ対策を評価した上で順位付け(ランキング)を行うと共に、各国に対して、2018年～2020年の世界の核セキュリティ強化に係る現況を踏まえた上で、それをより強化するための方策を勧告している。

NTIはこれまで、2012年、2014年、2016年及び2018年と、2年毎に指標を発表しており<sup>4</sup>、今次指標の発表は5回目である。また今次指標は、現在NTI副会長で、オバマ政権時に国家安全保障会議上級部長(大量破壊兵器テロ・脅威削減担当)及びIAEA担当大使を務め、同政権が主導した核セキュリティ・サミットの開催にも尽力したローラ・ホルゲート氏が専門家チームの議論を率いた。

#### 【2018～2020年の核セキュリティ強化に係る現況の概観及び勧告】

今次指標は、2018～2020年の核セキュリティ強化に係る現況について、核物質の盗取からの防護と、施設に対する妨害破壊行為からの防護の双方の進展は、非常に遅い、と述べている。またNTIは、かかる状態は、世界的な無秩序と混乱(disorder and disruption)が拡大している現在の状況において、憂慮すべき事態であり、このように国家の核セキュリティ強化に係る規制と世界的な核セキュリティ・アーキテクチャの改善が進捗していないことは、2012年から2018年の間にそれらが大幅に改善された傾向を後退させていると述べている。NTIは、この低下は、2016年に終了した核セキュリティ・サミット及びそれと同様の政府高官レベルでの国際的なイベントによるドライブ・フォース(推進力)が無かったため、核セキュリティへの注目が薄れてしまったことを

<sup>1</sup> NTI, “The NTI Nuclear Security Index”, July 2020, URL: [https://media.nti.org/documents/2020\\_NTI-Index\\_Report\\_Final.pdf](https://media.nti.org/documents/2020_NTI-Index_Report_Final.pdf)

<sup>2</sup> 高濃縮ウラン(使用済燃料を含む)、分離プルトニウム、未照射MOX燃料に含まれるプルトニウムを指す。

<sup>3</sup> 指標では保障措置の遵守の程度が国による核物質の管理への関与または責任の強弱を示すと評価している。

<sup>4</sup> 2014年、2016年及び2018年版の核セキュリティ指標に係る報告については、以下のURL記載のニューズレター記事を参照されたい。URL: [https://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp\\_news/attached/0204.pdf#page=21](https://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp_news/attached/0204.pdf#page=21)、URL: [https://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp\\_news/attached/0226.pdf#page=13](https://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp_news/attached/0226.pdf#page=13)、及びURL: [https://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp\\_news/attached/0258.pdf#page=18](https://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp_news/attached/0258.pdf#page=18)

示唆していると説明している。さらに NTI は、昨今のテロリストの能力向上とサイバー攻撃の脅威増大が、核セキュリティに係る環境をより複雑で予測不可能なものにし、地政学的緊張を高めている現状において、極めて危険な事態であり、COVID-19 の大流行などの出来事は、国家間の協力を損ない、国境を越えた脅威に対処する方法の限界を露呈しているとし、各国及び世界に向けて核セキュリティ対策をより強化していく必要性を訴えている。

今次指標には、上記の他、核セキュリティ強化に係る 9 つの追加的な調査結果とそれらに対する勧告が含まれており<sup>5</sup>、それらは以下の表 1 のとおりである。

表 1 核セキュリティ強化に係る追加的な調査結果と勧告

	2018～2020 年の核セキュリティ強化に係る主要な現況	勧告
1	2016 年以降、核兵器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))の在庫を無くした国はなく、当該核物質を保有する国の数は横ばい状態である。また当該核物質を削減する動きも減速している。	HEU や Pu を保有する国は、その在庫量を削減するための取組を復活させ、核物質の長期的かつ持続可能な管理に傾注すべき。
2	核セキュリティに係る規制は包括的なものではなく、インサイダー脅威の防止、核セキュリティ文化、そしてサイバーセキュリティなどの核セキュリティの主要分野で著しい脆弱性がある。	各国は、左記の主要分野における規制を強化しなければならない。世界のどこにおいても、核物質の盗取や原子力施設に対する妨害破壊行為は、国民の原子力平和利用に対する潜在的な反発を含め、全ての国に大きな影響を及ぼすであろう。
3	各国は、核セキュリティの人的要素（ヒューマン・ファクター）に対処するための十分な措置を講じていない。	各国は、インサイダー脅威の防止対策と核セキュリティ文化を強化しなければならない。
4	サイバーセキュリティに係る規制は、原子力施設に対するサイバー脅威の増大に対応して整備されつつあるが、それでもなお脅威の緊急性に追いついていない。	サイバー脅威の急速な進展を考慮すると、各国は、(a)核物質防護とサイバーセキュリティの統合、(b)核物質防護、計量管理及び安全に係るシステムなどの重要なデジタル資産の防護、及び(c)施設要員のサイバー脅威に対する意識の向上、等を通じて原子力施設のサイバーセキュリティ対策を強化しなければならない。
5	世界的な核セキュリティ・アーキテクチャを強化するための継続的な行動にも拘わらず、その改善に向けた動きは減速している。	各国は、核セキュリティに係る政治的な関心の強化及びその維持を、また IAEA と国連は、核セキュリティに係る条約等の普遍化を達成するために取り組む必要がある。さらに各国は、核セキュリティに係る条約の義務を履行し、自発的なイニシアティブに参加すべき。
6	核物質を保有しない国は、世界の核セキュリティ・アーキテクチャを強化する取組に十分に参与していない。	IAEA は各国と協力して、核セキュリティのより強力で包括的な概念を構築し、原子力平和利用に係る国民の支持を維持するために核セキュリティが不可欠であることを強調すべきである。

<sup>5</sup> “The NTI Nuclear Security Index”, op.cit, pp.9～11.

7	IAEA は、未だ核セキュリティに係るミッションを遂行するために必要な政治的及び財政的支援を欠いている。	各国は、核セキュリティ基金に貢献し、IAEA の活動の支持と参加を通じて、IAEA に対する支援を増加させるべき。また IAEA はこれらの活動と核セキュリティが各国の原子力平和利用にどのように役立つかに係る意識の構築に取り組むべき。
8	既に公表されている規制を除き、情報共有やピアレビューを通じた核セキュリティへの信頼を構築するための国家の行動は依然として限定的である。	各国は、毎年、核セキュリティに係る報告書の発行、核セキュリティに係る進展の明言、及び核セキュリティに係るピアレビューへの定期的な参加等、核セキュリティ対応に係る透明性と信頼性を高めるべき。
9	研究やエネルギーを目的とした原子力技術の取得に関心を持つ国が増えているが、新たに原子力発電所を計画している9か国 <sup>6</sup> は、核セキュリティ上の責任を担う準備のレベルが様々である。	新たに原子力発電能力の取得を検討している国々は、インサイダー脅威の防止、サイバーセキュリティ、セキュリティ文化、核物質防護、計量管理、及び核セキュリティに係る対応能力に取り組む法的枠組みを確立する必要がある。

### 【核セキュリティ対策の順位付け(ランキング)】

今次指標は、前回までの指標の形式を踏襲し、以下の(1)～(3)に示す順位付け(ランキング)を行っている。

- (1) 核物質を 1kg 以上保有する 22 か国の核セキュリティ対策の状況等を評価した「盗取対策」ランキング、
- (2) 保有する核物質が 1kg 未満(未保有を含む)である 153 か国と台湾を順位付けた「盗取対策」ランキング、
- (3) 原子力施設(発電炉、研究炉等)を保有する 46 か国及び台湾の妨害破壊行為に対する原子力施設のセキュリティ対策等を評価した「妨害破壊行為対策」ランキング。

日本は、(1)に関しては 22 か国中 8 位、(3)に関しては 46 か国中 9 位である。(1)及び(3)の 1 位及び 2 位はオーストラリアとカナダであり、(2)の 1 位はニュージーランドとなっている。

### 【今次指標で初めて実施された「放射線源のセキュリティ評価」及び勧告】

今次指標では、上記の(1)～(3)に加えて、初めて以下の(4)の評価が実施された。ただし評価のみで、(1)～(3)のような、各国の順位付けは実施されていない。

<sup>6</sup> 訳者注:バングラデシュ、ベラルーシ、エジプト、インドネシア、ヨルダン、カザフスタン、ポーランド、アラブ首長国連邦(UAE)及びウズベキスタン

(4) 175 か国と台湾における放射線源のセキュリティを確保しダーティボムの製造を防ぐための国家の政策、コミットメント及び行動を評価する「放射線源のセキュリティ評価」

今次指標は、放射性物質のセキュリティに係る国際アーキテクチャは非常に脆弱であり、各国は主要な国際的な合意を批准すること、IAEA 行動規範及び関連する補足ガイダンスの遵守について政治的コミットメントを行うこと、また自発的なイニシアティブに参加することによって、世界的な放射性物質のセキュリティのアーキテクチャを強化すべきであると主張している。この他、今次指標には、放射線源のセキュリティに係る4つの追加的な調査結果とそれらに対する勧告が含まれており<sup>7</sup>、それらは以下の表2のとおりである。

表2 放射線源のセキュリティに係る追加的な調査結果と勧告

	放射線源のセキュリティに係る主要な現況	勧告
1	殆どの国は、放射線源を管理し、盗難や不正使用から防護するための国内規制を整備していない。	各国は、放射線源を効果的に管理及び規制するために必要な国内の法的枠組を確立する必要がある。
2	殆どの国は、国内及び国境を越えた放射線源の移動を追跡及び管理するための適切な規制を整備していない。	各国は、放射線源が悪意ある者の手に渡ることを防止するため、国内及び国際的な放射線源の移動を追跡及び管理するための措置を講じるべき。
3	各国は、自国の放射線源を、生産、製造、使用及び輸送から廃棄までのライフサイクルの全ての段階で、管理及び規制する体制を十分整備していない。	各国は、ライフサイクル全体を通じて放射線源を追跡するための規制措置と慣行を確立し、関連する IAEA ガイダンスに従う必要がある。
4	高レベルの放射線源を利用する技術を代替技術で置き換えることを公にコミットした国は殆どなく、当該技術を利用し維持する能力は世界中で様々である。	各国は、可能であれば高レベルの放射線源を利用する技術を代替技術で置き換えることを公にコミットする必要がある。また代替技術を採用する際の課題を特定し、他国が当該技術の採用に役立つ情報の共有に取り組む必要がある。

## 【最後に】

2016年の最後の核セキュリティ・サミットでは、核セキュリティ・サミットプロセス終了後、核セキュリティを強化する上で重要な役割を果たすIAEA、核テロリズムに対抗するためのグローバル・イニシアティブ(GICNT)、国際刑事警察機構(INTERPOL)、国際連合(UN)、そして大量破壊兵器及び物質の拡散に対するグローバル・パートナーシップ(GP)、の5つの組織の「行動計画」が合意された<sup>8</sup>。しかし、「これらの組織は、かつて

<sup>7</sup> “The NTI Nuclear Security Index”, op.cit, pp.11~12.

<sup>8</sup> 外務省、「第4回米国核セキュリティ・サミット」、平成28年9月1日、URL:  
[https://www.mofa.go.jp/mofaj/dns/n\\_s\\_ne/page25\\_000349.html](https://www.mofa.go.jp/mofaj/dns/n_s_ne/page25_000349.html)

---

核セキュリティ・サミットが果たした役割の実質的な部分を果たしていない」との主張もあり<sup>9</sup>、NTIの今次指標も、そのような状況を踏まえた上で、昨今のインサイダーやサイバーセキュリティの脅威を鑑みて、改めて核セキュリティ強化の必要性を訴え、以前の核セキュリティ強化に係るモメンタムを復活させようとしているようである。

今後、各国が今次指標の中で示された現状や勧告等を参考にしつつ、どのように核セキュリティに対処していくのかが注目される。

【報告:政策調査室】

---

<sup>9</sup> Nickolas Roth, Matthew Bunn, “Assessing progress on nuclear security action plans”, URL: <https://www.belfercenter.org/sites/default/files/files/publication/IAEA-CN-278-605.pdf>

### 3. 技術紹介

#### 3-1 米国・カザフスタンとのウラン精鉱共同分析プロジェクト

##### 1. はじめに

ISCN では、核鑑識<sup>10</sup>を目的としたウラン分析手法の開発を行っている。その一環として、米国及びカザフスタンとのウラン精鉱(UOC)共同分析プロジェクト(2019年5月～10月)に JAEA 人形峠環境技術センターの協力のもと参加した。本プロジェクトには、JAEA のほか、米国ローレンス・リバモア国立研究所(LLNL)、カザフスタン共和国の核物理研究所(INP)、ハンガリーのエネルギー研究センター(MTA EK)が参加した。

共同分析の目的は核鑑識に関する演習であり、以下が実施された。各参加機関が 1)自身で作成した分析計画に従って 5 つのサンプルを分析し、2)「ブラインド」の UOC サンプルが上記 1)の 5 サンプルと類似しているかどうかを判断する。本稿では、共同分析の概要を報告する<sup>11</sup>。

##### 2. 共同分析における手法と結果

共同で分析したウラン精鉱(UOC)サンプルは 6 種類(5 種類+ブラインド)であり、いずれもカザフスタン国内で産出されたものである。JAEA ではそれらをサンプル A～F とラベリングした(サンプル写真:図 1)。

はじめに ISCN がサンプルを受け取り、目視検査、ガンマ線スクリーニング、重量測定を行った後、サンプルの分取を行い、その後 ISCN と人形峠環境技術センターそれぞれで分析を行った。ISCN では走査型電子顕微鏡(SEM)による粒子形状分析、表面電離型質量分析計(TIMMS)によるウラン同位体比分析を行い、人形峠環境技術センターでは、蛍光 X 線分析装置(XRF)による分析、ICP 発光分光分析装置(ICP-OES)による不純物分析、TIMMS による同位体比測定を行った。その後、各測定結果に基づいて、ISCN においてブラインド(F)がどのサンプルと類似しているか解析した。



図 1 UOC サンプル(左から A～F)

<sup>10</sup> 捜査当局によって押収、採取された核物質について、核物質、放射性物質及び関連する物質の組成、物理・化学的形態等を分析し、その物質の出所、履歴、輸送経路、目的等を分析・解析する技術的手段。

<sup>11</sup> 「米国・カザフスタンとのウラン精鉱共同分析プロジェクト(共同分析の概要とウラン同位体比分析手法の検証)」として、日本核物質管理学会 第 41 回年次大会 会議論文集に掲載。

## 2-1. ガンマ線スクリーニング(ISCN)

ガンマ線スクリーニングでは、CdZnTe 検出器(Kromek 社 GR1A+)を用いて主要な放射性核種を特定し、その後、スペクトル解析により各試料の  $^{238}\text{U}$  及び  $^{235}\text{U}$  のピーク比をウラン標準試料(CUP-2)<sup>12</sup>と比較し、Z 検定を用いた Grated Decision Framework<sup>13</sup> (GDF)に基づいたウランの分類を行った。その結果、6 サンプルとも天然ウランと類似した濃縮度を有することを確認した。

## 2-2. 粒子形状分析(ISCN)

ウランの粒子形状分析では、日本電子株式会社製の SEM(JCM-6000Plus)により撮影した粒子画像(図 2 は撮影した画像の一部)を元に等価円直径(ECD)の分布に関する解析を行った。ECD の分布(図 3)を見ると、サンプル A,B,C の粒度分布がブラインド(F)と明確に異なり、D~F の粒度分布が比較的類似していることがわかる。

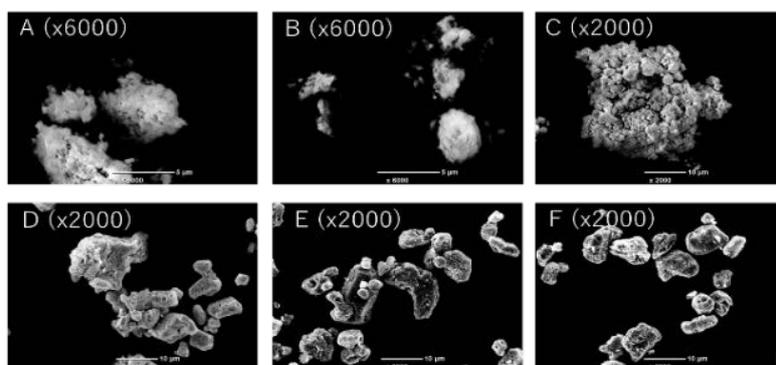


図 2 ウラン粒子形状

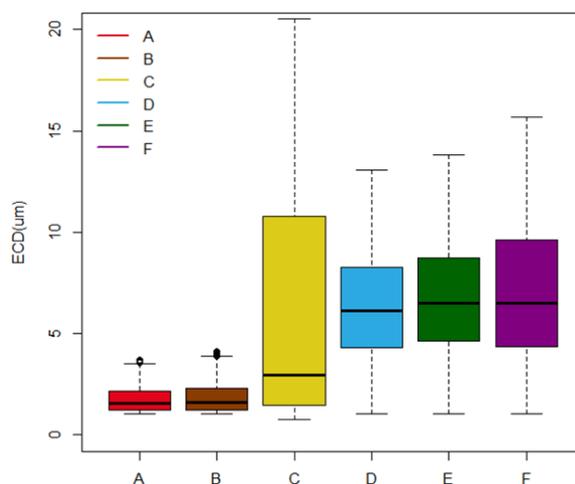


図 3 ECD の分布に関する解析結果

<sup>12</sup> Lawrence Livermore National Laboratory (2016), "Compilation of LLNL CUP-2 Data".

<sup>13</sup> ITWG, "ITWG 5th Collaborative Materials Exercise After Action Report," (2018).

### 2-3. ウラン同位体比分析結果 (ISCN、人形峠)

同位体比分析では、サンプルを溶解し、イオン交換法によってウランを分離精製した後、TIMS (サーモフィッシャーサイエンティフィック社 TRITON) を用いて分析を行った。ISCN と人形峠それぞれの  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  比と  $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$  比の測定結果を比較し(図 4 及び図 5)、全試料で両者の結果に有意な差は認められないことを確認した。A~F の差異に関する評価結果については 2-5 項で述べる。

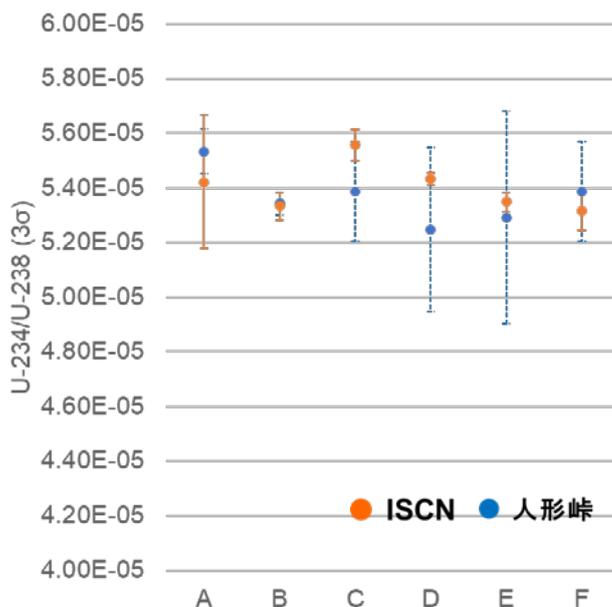


図 4  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  比

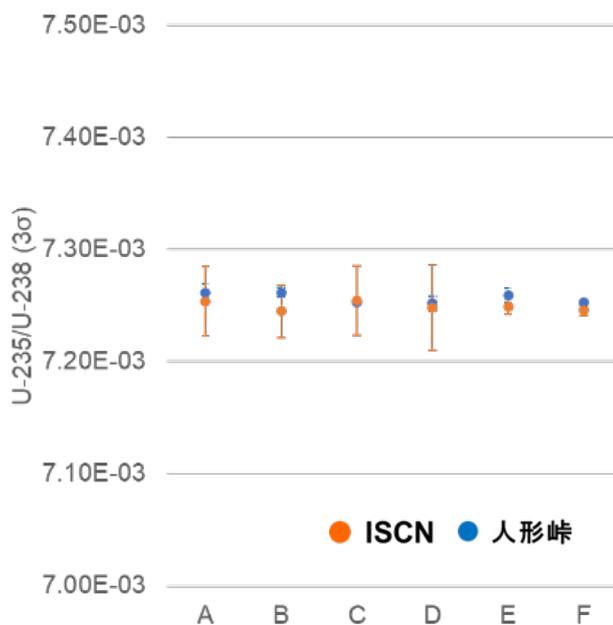


図 5  $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$  比

## 2-4. XRF 分析、ICP-OES 分析(人形峠)

不純物組成に関して、XRF 分析及び ICP-OES 分析を人形峠で行った。ICP-OES は、XRF と比較して高精度であるが、試料の前処理を必要とする。一方、XRF は、試料の前処理を必要としない。そのため、試料の大きな元素組成の確認を目的として、XRF 分析を行うことにより、分取試料の節約が可能である。XRF 分析の結果を図 6、ICP-OES 分析の結果を図 7 に示す。

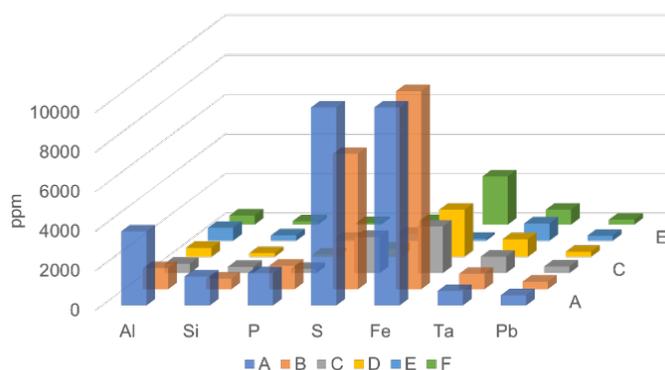


図 6 XRF による不純物分析結果

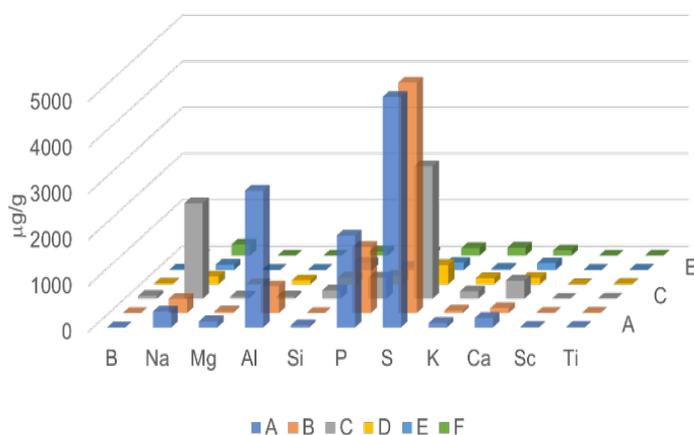


図 7 ICP-OES による不純物分析結果

## 2-5. データの解釈(ブラインドとの比較)

これまでに示した分析手法により得られた測定データを元に、ブラインド(F)と他の 5 試料に関する相違性の評価を行った。以下に比較評価の結果の概要を示す。

- 1) ECD 分布では、サンプル A,B,C の F と明確に異なり、サンプル D,E,F の分布が比較的類似しているが、統計検定手法によりこれらのうち D と F に有意な差が見

られ、EとFには有意な差は認められなかった。

- 2) ウラン同位体比測定データ(ISCN)を、Z検定に基づいて比較解析し、サンプルC、DとFに有意な差が見られ、他の試料には有意な差は認められなかった。
- 3) ウラン同位体比測定データ(ISCN)の分布から、サンプルが2群に分類できることを確認し、K-平均法により分類を行った。結果、サンプルB、DがFと異なる群に分類されることを認めた。
- 4) 不純物分析(人形)により、サンプルA、B、Cがそれぞれ明らかに異なる不純物濃度分布を有していることを認めた。また不純物濃度をもとにK-平均法で分類解析(5群)を行った結果、DはFと最も近い不純物濃度分布を有しているという結果となった。

以上より、今回比較した全ての分析パラメータにおいて、サンプルEのみがブラインド(F)との有意な差は認められなかった(表1)。

表1 データの解釈結果(X:サンプル(F)と有意な差が認められる)

サンプル	ブラインドサンプル(F)と有意な差が見られるか?			
	粒子画像の等価円直径(ECD)分布	同位体比(GDF)	同位体比(MVA/K-平均法)	不純物プロフィール
A	X			X
B	X		X	X
C	X	X		X
D	X	X	X	
E				

### 3. まとめ

共同分析において、6種類のUOCサンプルの分析を行い、JAEAでは今回比較した全ての分析パラメータにおいて、サンプルEのみがブラインドとの有意な差が認められないという結論を得た。正解は提供されていないが、JAEAと異なる手法で分析及びデータの解釈を行った他のラボでは、サンプルEがブラインドと最も良く類似していると結論付けており、JAEAの結論はこれらと矛盾しないものである。

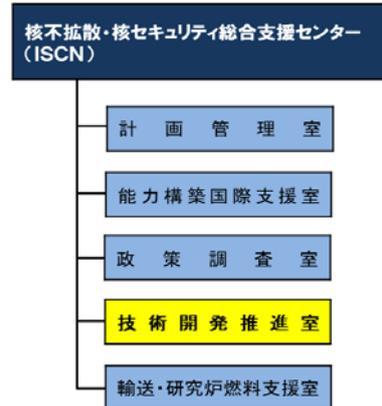
【報告:技術開発推進室 松井 芳樹】

## 4. 活動報告

### 4-1 技術開発推進室～燃料デブリの計量管理技術開発と CTBT 国際検証体制への貢献～

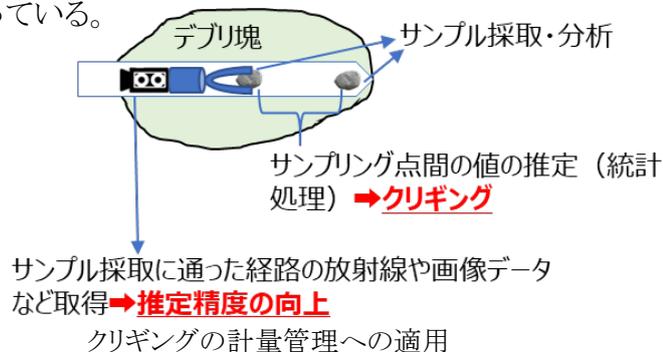
#### 1.はじめに

核不拡散・核セキュリティ総合支援センター(ISCN)は、2010年4月の第1回核セキュリティ・サミットにおける我が国のナショナル・ステートメント<sup>14</sup>を受けて、同年12月に設置された。そしてこのナショナル・ステートメントでは、「核物質の測定、検知及び核鑑識に関する技術の開発」により国際社会に対して貢献していくことも述べられており、ISCN に設置された技術開発推進室は、この技術開発を始めとする核不拡散・核セキュリティに資する幅広い技術開発を進めるとともに、包括的核実験禁止条約(CTBT)の国際検証体制に貢献するための活動も実施している。技術開発推進室の所掌業務は多岐にわたるため、先月号に引き続き2か月にわたって報告する。10月号では、文部科学省核セキュリティ強化等補助事業の下で行っている4つの技術開発について報告させていただいたが、本11月号では、燃料デブリの計量技術開発及びCTBT国際検証体制への貢献について報告する。



#### 2. 燃料デブリの計量技術開発

東京電力福島第一原子力発電所(1F)の炉内燃料は部分的または全体的に溶融していることから、燃料集合体を1単位としてウラン量及びプルトニウム量を管理する通常の計量管理手法の適用が困難であり、これに代わる核燃料物質定量手法が必要となる可能性がある。ISCN では、限られたサンプリング点を基に対象領域全体における鉍物資源埋蔵量を推定する「クリギング」と呼ばれる統計手法を、1Fの燃料デブリに適用する技術開発を行っている。



<sup>14</sup> 第1回ワシントン核セキュリティ・サミットにおけるナショナル・ステートメント、URL: [https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/kaku\\_secu/2010/nastatement\\_wabun.html](https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/kaku_secu/2010/nastatement_wabun.html)

令和元年度までに燃料デブリ用 3 次元クリギング計算コードを開発の上、東京電力ホールディングス株式会社(東京電力 HD)及び原子力損害賠償・廃炉等支援機構(NDF)と成果を共有した。今後、燃料デブリの取出し時期等の廃炉工程を見据え、計量管理手法の検討を行った上で成果を東京電力 HD、NDF 等の関係機関と共有していきたいと考えている。

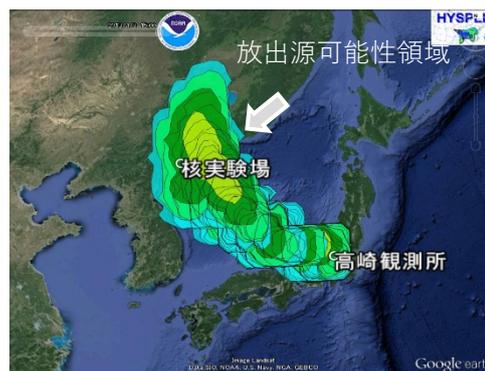
### 3. CTBT 国際検証体制への貢献

包括的核実験禁止条約(CTBT)は、宇宙空間、大気圏内、水中、地下を含むあらゆる空間での核兵器の実験的爆発その他の核爆発を禁止し、加盟国がそれを遵守していることを検証する体制を規定している。CTBT は現在未発効であるが、将来の条約発効に備えて、CTBT 機関(CTBTO)準備委員会の下に、核実験探知を目的とする 300 ヶ所(2020 年 9 月現在)の認証済み監視観測施設(地震波、放射性核種、水中音波、微気圧振動の 4 種類)から構成される国際監視制度(IMS)が既に世界中に整備されている。ISCN は、この条約遵守を検証するための国際・国内体制のうち放射性核種に係る施設の整備、システム等の開発を行うとともに、それらの管理・運用について国に積極的に貢献している。

ISCN が運用管理している CTBT 放射性核種監視観測所は、CTBT 高崎放射性核種監視観測所(常設:粒子/希ガス観測)及び CTBT 沖縄放射性核種監視観測所(常設:粒子観測)である。さらに現在、北海道幌延町及び青森県むつ市において、移動型希ガス観測装置(TXL)を用いた CTBTO 準備委員会との希ガス共同観測を行っている。本共同観測は、幌延町では 2018 年 1 月から、むつ市では同年 3 月から開始し、両観測地とも 2022 年 3 月まで継続する予定である。



ISCN が運用する CTBT 放射性核種監視観測所と移動型希ガス観測装置の設置場所



高崎観測所で検知した第 3 回北朝鮮核実験由来の放射性物質の大気輸送モデルによる放出源推定解析結果



CTBT 高崎放射性核種監視観測所



むつ大湊施設の移動型希ガス観測装置(TXL)

#### 4. 室長挨拶 (YAMAGUHI Tomoki)

ISCN 技術開発推進室長の山口 知輝です。

冒頭に記載しました 2010 年 4 月の第 1 回核セキュリティ・サミットにおける我が国のナショナル・ステートメントの中で、技術開発に関しては、「核物質の測定、検知等は、原子力及び科学技術先進国である我が国が貢献すべき分野であること」「正確で厳格な核物質の検知・鑑識技術を確立し、これを国際社会と共有することにより、国際社会に対して一層貢献していくこと」ということが述べられています。

技術開発推進室では、この「核物質の測定、検知」及び「核鑑識」に係る技術開発の他、今回ご紹介しました「燃料デブリの計量管理技術」「CTBT 国際検証体制への貢献」や、「核セキュリティ事象における魅力度評価に係る研究」「広域かつ迅速な核・放射性物質検知技術開発」等、核不拡散・核セキュリティの向上のための技術開発を幅広く行っています。

ISCN は、核兵器と核テロのない世界を実現することで人類社会の福祉と繁栄に貢献することを組織のミッションとしています。その中で技術開発推進室は、これまで培ってきた技術的知見及び経験を活かしつつ、国内外の関係機関との連携を図るとともにニーズを適確に把握して、核不拡散・核セキュリティに係る技術・制度の向上に向けて積極的に活動していきたいと考えています。

【報告:技術開発推進室 山口 知輝、芝 知宙、富田 豊】

#### 4-2 ESARDA 第 42 回年会 参加報告

ESARDA (European Safeguards Research & Development Association) は、1969 年に、欧州共同体(EU)における保障措置研究開発活動を調和させるとともに、相互に情報交換、技術援助を行うために設立された機関である。設立後は、保障措置ばかりで

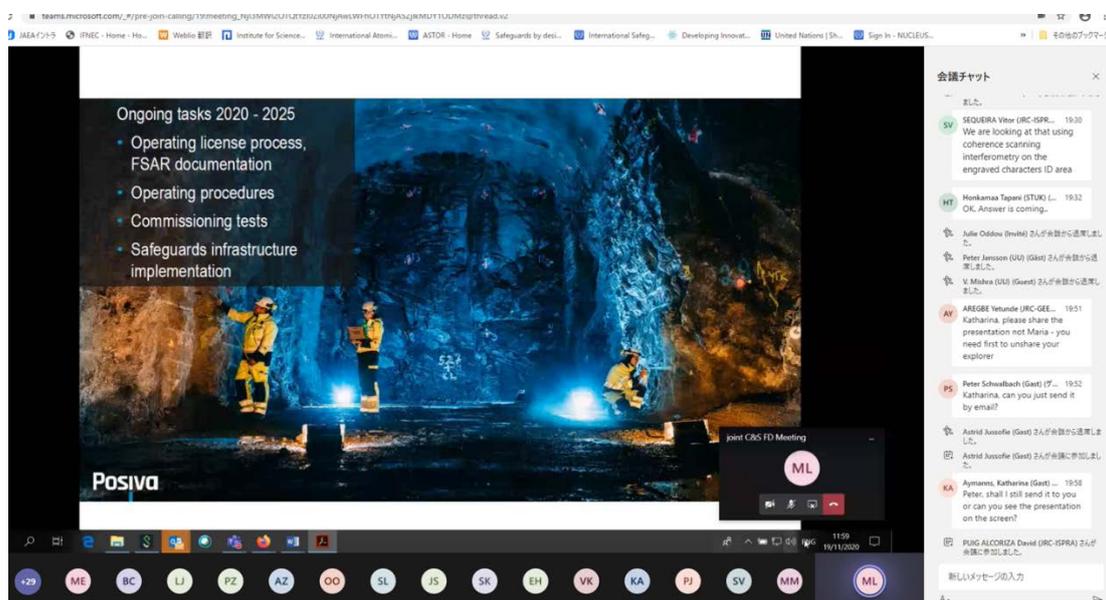
なく、核セキュリティにも活動が拡大され、参加機関も、当初、EU の研究機関・行政機関・企業が対象であったが、準会員(Associated Member)として、欧州以外の機関の参加が認められ、米国の国立研究所が参加しているほか、原子力機構も 2018 年から活動に参加している。なお、欧州でも EU に加盟していないノルウェー、スイス、英国の機関は、準会員として ESARDA に参加している。

年 1 回、年會を開催しており、隔年でシンポジウムの形式(論文発表あり)とワーキンググループ(WG)形式を交互に行っており、第 42 回目の今年は、WG 形式の年であった。当初 5 月に開催予定であったが、新型コロナウイルスの感染拡大により、11 月 16 日～19 日に延期され、初めて、オンラインで開催された。

年會では、運営委員会、オープニング・クロージングプレナリーに加え、保障措置実施、検認技術・方法論、物質収支、最終処分、非破壊分析、破壊分析、封じ込め・監視、輸出規制、トレーニングといったWGが開催され、各機関の取り組み等について報告があった。

ISCN から、3 名が参加し、保障措置実施、最終処分等の WG に参加し、情報収集等を行った。フィンランドで嵐による大規模な停電があり、フィンランド参加者からのプレゼンができないトラブルもあったが概ね計画されていた議論は行われた。

次回は、シンポジウム形式で開催予定で、米国核物質管理学会(INMM)との合同年會として、来年 8 月にウィーンで開催される予定である。



最終処分 WG におけるフィンランド Posiva からの発表と質疑(チャット)の様子

【報告:核不拡散・核セキュリティ総合支援センター 堀 雅人】

### 4-3 核物質防護に関するアジア地域向けオンラインコースの開催

ISCN では、設立以来毎年実施しているアジア地域向けの 2 大トレーニングコースがある。一つは核物質防護に関するコース(PP RTC)、もう一つは保障措置及び国内計量管理制度に関するコース(SSAC RTC)である。新型コロナ感染症拡大の影響を受けて、3 月以降の当センターの海外参加者を対象とした人材育成支援事業はほとんど延期または中止が続く中、当センターではいち早く PP RTC と SSAC RTC のオンライン版コース開発に舵を切り、4 月よりコース開発をスタートした。本稿では、10 月に開催したオンライン PP RTC について報告する。

PP RTC は、アジア地域の核セキュリティ規制機関、治安機関及びその他関係政府機関、原子力事業者等を対象としており、例年 24-28 名程度の参加者を受け入れている。カリキュラムは 2 週間で、核物質防護のための措置の設計及び評価について、基礎的な知識を習得する目的で実施するものである。2 週間のコース期間中には、講義とその内容をより理解するためのグループ演習を行い、トレーニング用の施設であるバーチャルリアリティ(VR)システムを使ったデモンストレーション及び核物質防護実習フィールドでの実習を行う。また週末を利用して被爆地(広島市、長崎市を毎年交互に訪問)を訪れて被爆者の話に耳を傾け、核不拡散及び核セキュリティ対策の重要性について理解を深めるプログラムも含んでいる。アンケート等による過去のトレーニング参加者からの評価では、本コースへの満足度は非常に高く、オンラインコースの開発に当たっては品質を維持しながらオンラインで行うことの付加価値を与えるべく、工夫をこらした。

まず、本コースで扱う内容の量から、トレーニング期間は対面型と同様の 2 週間を維持することとした。ただ、対面型と違って PC 画面に向かって受講するオンラインコースでは、長時間は集中力が続かず疲労も蓄積するため難しい。そのため、講義を全て自習型の e ラーニングとして、グループ演習のみをウェブ会議システムで実施することとし、1 つのグループ演習を 45 分と設定(対面型コースでは、60-90 分程度)、1 日に 2 つの演習を行うプログラムにした。時差の問題もあり、日本時間の 15:00-19:00 とし、各グループ演習の間に 2 時間の間隔をあけて、その間に必要な e ラーニングを受講できるようにして、2 週間で e ラーニング及びウェブ会議によるグループ演習が全て完了するようにした。さらに、グループ演習は参加者の積極的な参加が必須であり、対面型コースでは各グループ 6-8 名(全部で 4 グループ)であったところ、オンラインで活発な議論を行うために各グループ 4 名とし、コース全体の参加者数を 16 名に制限した。

e ラーニング用にパワーポイント資料に音声吹き込んで説明を加えるなど、講義教材も改訂した。グループ演習用の教材も、紙媒体の資料であれば複数の資料を机に広げて作業ができるが、ウェブ会議システムで画面共有できる資料は 1 つのみのため、演習の構成も大きく変えることとなった。

なお PP RTC はもともと米サンディア国立研究所(SNL)と共同で開発したコースであり、2015 年より ISCN 独自コースとして実施するようになってからも、コース実施時には

SNLから講師を1名招いている。オンラインコースの開発はISCNのプロジェクトであったが、SNLとはウェブ会議でリハーサルを2回行い、教材や演習の進め方について貴重な助言を得た。

オンライン PP RTC は 10 月 19 日から 30 日まで Zoom を使って開催し、11 か国 14 名の参加を得た(業務の都合で 2 名が不参加となった)。コース実施中は、ネット環境が悪くウェブ会議システムの接続が不安定になったり、音声がとぎれたりした参加者もいたが、そのようなトラブルは非常に限定的で、予想していたよりもスムーズに進めることができた。グループ演習も 4 人というサイズが適切で、全員が積極的に発言して貢献することができた。対面型で実施していた被爆地訪問やトレーニング施設を用いた実習はオンラインコースでは実施できなかったが、オンラインコース実施後のアンケート結果でも参加者から好意的な評価が多く、満足してもらえたものと思う。

今回のオンライン PP RTC で、オンライントレーニングの開発・実施に関するかなりのノウハウを蓄積できた。今後は、コロナ禍対策としてだけでなく、e ラーニングと対面型の併用またはオンラインと対面型の併用によるトレーニング効果の向上、バーチャルツアー技術を活用したトレーニング施設で実施していた実習の一部再現等、新しい人材育成支援事業を開発していきたい。



JAEA のツイッターで、オンライン PP RTC 開催の報告をしました。

【報告:能力構築国際支援室 野呂 尚子】

---

## 5. コラム

### 5-1 国際原子力機関(IAEA)査察官の日常

2020年3月末までIAEA保障措置査察官として勤務していたので、その時の経験について紹介する。所属する部署や担当する国等によって状況が異なるため、今回紹介するものについては、すべて私個人の経験によるものである。

査察官の職務は何かと問われれば、ほぼほぼ全員が査察を行うこと、と答えるであろう。これは正解であるが、査察官は査察の他にも様々な業務を行っている。今回は、査察官の職務や査察に行った際の典型的な生活パターンなど、実際の査察官ライフについて紹介したい。

査察官の一年間の出張日数は所属部署や個人によって大きく異なるが、おおよそ100日前後である。これが一年を通して万遍なく予定されていれば特に問題もないが、ある時期に偏ったり、直前で予定が変更になったりした場合は生活に支障が生じる。実際問題として、保障措置査察については施設操業を妨げないのが大前提であり、発電所などでは作業の進捗によって査察実施日が変更されることはよくある。その都度フライトの確認や査察官の確保、必要に応じて交代要員の手配を行ったりしなければならず、スケジューラー泣かせである。筆者はスケジューラー業務も行っていたため、よく行く場所については季節に応じたフライトスケジュールや乗り継ぎルートが頭に入っていた。IAEAのトラベルユニットにはその手の情報に詳しい担当者がいて、彼からより便利なルートや新規運航情報などを仕入れたりもした。

では、査察に行っていないときは何をしているのかと疑問を持つ人もいるだろう。そのうちの一つは当然ながら査察の準備である。発電所などの通常査察では、遠隔監視情報を確認したり、計量報告や施設の設計情報の確認、必要な機材の手配や動作確認や必要に応じて機材操作のトレーニングなど、さほど時間はかからない場合が多い。査察から戻れば報告書の作成である。これは準備よりも時間がかかることが多い。報告書はすべて電子化されており、様々な査察データをシステムに入力していく作業が続く。査察結果は定められた期限内にその国に送付する必要があるため、査察後からの経過日数がシステムに表示され、モニターされる。他方、補完的アクセスの場合は数か月前から下調べを行い、その後数度のプレゼンを経てようやく実施できる。実施後は実施結果を整理し、フォローアップアクションなどをまとめる。実施前と同様にプレゼンを行い、通常査察と同様、システムで報告書を作成する。

次は保障措置結論を導出するための基となる国別評価である。査察官には通常、担当の国や施設が割り与えられる。担当の国が決まると、国別評価グループを組織し、保障措置アプローチなどその国の保障措置活動について議論する。ここでは、毎年、担当国の評価を行っているが、査察の結果だけではなく、入手可能で広範囲な情報を分析する。その国の大きさ、評価結果のレビューのレベルにもよるが、場合によっては度重なる準備やレビュー会合により数か月間ウーンから離れられないこともある。年末には、担当国の翌年の査察計画を立案したり、担当施設については、査察報告

---

書のレビュー、査察機器等の財産管理、遠隔監視情報の確認なども行われる。

そのほか、トレーニングも重要な業務であり、IAEA ではよく練られたトレーニングが体系的に整備されている。多くはメンバー国の支援によるものであり、核燃料サイクル技術に関するものや、情報分析テクニックのような座学的なものあれば、特定の施設タイプの査察に特化した、実際の施設で行うもの、さらにメンバー国の研究所において、研究者から測定技術を学ぶようなものまで用意されており、人気の高いコースも数多く存在する。

次は実際に査察に行く場合のタイムラインについて説明する。IAEA のホームページには、典型的な発電所での査察のスケジュールが紹介されている。ここには、①前日 19 時頃、現地到着、②翌 8 時にホテルを出て、③9 時頃サイトに到着、④その後 30 分～1 時間、計量管理情報の確認、⑤規制当局やオペレーターと打ち合わせ、⑥放射線安全関係の手続き、⑦そして原子炉へ向かい査察活動、ランチを挟み午後の作業、⑧16 時頃サイトを後に、ホテルへ、とある。理想的にはこのようになるのであろうが、筆者の個人的な経験からはなかなかそのようなことはなく、逆に次のようなことを頻繁に経験した。①出発日決定が前日、②空港からサイトまで車で 6 時間、しかも路面状況が良くない。高速道路に穴、馬車、自転車、③チェックイン荷物(査察機器等)が多い。税関、セキュリティでもめる、④フライトが深夜早朝、コネクティングが 8 時間、⑤深夜にオペレーターから呼び出し、査察開始、⑥逆に、サイト到着後、施設側都合で査察開始できず長時間待機、⑦高所作業、気象状況(マイナス 40 度からプラス 40 度)、食事(ランチ抜きはよくある)、トイレ(すぐに行けるわけではない)、⑧言葉が通じない。

いつもすんなり行くわけではないのが査察であり、その際の代替措置も考えながら事前準備を行い、現場での判断、時には本部の判断を仰ぐことも重要である。発電所の運転再開が遅れれば相当な経済損失となるため、査察官の都合で遅らせることはできない。そのことを常に念頭に置きながら、また、時には高所作業のような危険な作業もあるため、自身の身の安全を一番に、かつ確実に査察を行うことが重要である。さらに、保障措置活動は査察を受ける国の主権に係る部分もあるため、法的な知識も必要である。慣れない土地に行けば、水や食事の問題、時差などもあり、体調管理は最も重要である。筆者の場合は、査察前には水をあまりとらず、サラダ等の生野菜を食べず且つ非常食を携帯するなど、トイレ問題や体調管理には気を使っていた。

皆さんの査察官に対する認識がどういうものであったのかは存じないが、これが現実の査察官ライフである。様々な困難には遭遇するが、それを楽しむくらいの気構えがあれば、どんなところでも有意義に過ごせるものである。筆者の担当地域は言葉の問題や、気候が厳しいことがあるものの、食べ物はおいしく、査察後には何も気にせず食事を楽しんだことは言うまでもない。体力的にきつい場合もあるが、困難を楽しむのが得意であれば査察官という仕事にチャレンジしてみてもいいであろうか。

【報告:技術開発推進室 山口 知輝】

---

## 編集後記

冬の寒さの訪れとともに、世界中でコロナの状況が再び厳しさを増してきてしまいました。東海村は影響が少ない地域とはいえ、それでも少なくない変化がありました。特に、日々の業務では、テレワークやテレビ会議システムなどが整備され、小規模な打合せから国際学会までオンラインで行うことが当たり前になりました。ISCN 主催の活動においても、先月から開始されたトレーニングコースや、来月の国際フォーラムなどもオンライン開催となっております。人の移動が大きく制限される中で、変化に適応するための技術が素早く普及していく様子に感心しております。

一方で、それらの技術では補いきれない部分もあります。私は技術開発業務に従事しておりますが、とりわけ海外の研究機関での実験が実施できない状況に、もどかしさや寂しさを感じております。保障措置や核セキュリティでも、国際的な人の移動が不可欠な点が、まだまだ多くあることでしょう。ポストコロナと呼ばれる時代に、新たに必要となる技術、生み出される技術により、私たちの生活はこれからも大きく変化していく予感がします。

(T.T.)

\*\*\*\*\*

発行日：2020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)