

## 核物質管理センターニュース

発刊番号 2021-04-07-01

発行日 2021-04-07

発行者 公益財団法人核物質管理センター

### タイトル

「第4回保障措置の統計手法に関する技術会合」参加報告

### 執筆者

公益財団法人核物質管理センター

六ヶ所保障措置センター 六ヶ所検査部 原 慎次

情報管理部 情報解析課 加藤 貴之

東海保障措置センター 東海検査部分析課 高村 篤

### 要旨

2020年11月2日～11月6日に開催されたIAEA主催の標記会合（Web会議）に参加し、「保障措置における測定不確かさに関する国際目標値」（International Target Values for Measurement Uncertainties in Safeguarding Nuclear Materials、以下「ITV」という。）に係る発表を行うとともに、ITVや保障措置統計手法に関する発表を聴講したので概要を紹介します。

## 1. 保障措置の統計手法に関する技術会合について

### 1.1 会合の概要

「保障措置の統計手法に関する技術会合」は、保障措置分野における分析・測定結果に対する統計評価手法の向上を図るため、定期的に専門家が参集して議論するもので、2013年の第1回、2015年の第2回、2017年の第3回に続いて今回が第4回目（以下「本会合」という）の開催となる。

本会合は新型コロナウイルス感染拡大の状況を踏まえ、Web会議で実施された。ただし、時差の関係上、全世界の参加者が一堂に会することは不可能なことから、午前の部、午後の部の二部構成で開催された。発表者は事前に発表資料（パワーポイント）に音声を吹き込んだファイルをIAEAの本会合事務局（以下「事務局」という）に送付し、発表者と異なる部の参加者は、放映されたファイルを視聴して質問等を事務局に事前に伝えておき、発表者が発表を行った際に事務局が参加者からの質問を伝えるという手法が採られた。

### 1.2 議事

今回は、Topic1: Uncertainty Quantification、Topic2: ITV、Topic3: Simulation、Topic4: Random Inspection Verification Schemes の4つのトピックスについて議論された。本会合のアジェンダは以下の通りである。

日時		内容
11/2	am ※1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Topic1 (放映) : 「Bayesian Bottom-up Uncertainty Quantification」 T. Burr (ロスアラモス研究所)</li> <li>• Topic3 (放映) : 「Stochastic Evaluation on Achieved Detection Probabilities in Safeguards」 S. Aghara (マサチューセッツ大学ローウェル校)</li> </ul>
	pm ※2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Topic4 (発表) : 「Random Inspections Based on Time Signature」 T. Krieger (ユーリッヒ研究センター)、A. Bevill (IAEA)</li> <li>• Topic1 (発表) : 「Uncertainty Quantification」 K. Martin (IAEA コンサルタント)</li> </ul>
11/3 ※3	am	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Topic4 (発表) : 「Random Inspections Based on Time Signature」 T. Krieger、A. Bevill</li> <li>• Topic1 (発表) : 「Uncertainty Quantification」 S. Aghara</li> </ul>
	pm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Topic2 (放映) : 「Preparation of ITV2020 in Japan」 原 慎次 (核物質管理センター(以下、「NMCC」とする。))</li> <li>• Topic1 (放映) : 「Bayesian Bottom-up Uncertainty Quantification」 T. Burr</li> </ul>
11/4	am	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Topic2 (発表) : 「Preparation of ITV2020 in Japan」 原 慎次 (NMCC)</li> <li>• Topic1 : 前回からの進捗及び今回の推奨事項</li> </ul>
	pm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Topic3 (発表) : 「Stochastic Evaluation on Achieved Detection Probabilities in Safeguards」</li> </ul>

		S. Aghara ・ Topic1 : 前回からの進捗と今回の推奨事項
11/5	am	・ Topic2、Topic3 : 前回からの進捗と今回の推奨事項
	pm	・ Topic2、Topic3 : 前回からの進捗と今回の推奨事項
11/6	am	・ Topic4 : 前回からの進捗と今回の推奨事項 ・ 最終とりまとめ
	pm	・ Topic4 : 前回からの進捗と今回の推奨事項 ・ 最終とりまとめ

※1 : ウィーン時間の午前 8 時 (日本時間午後 4 時) 開始。IAEA とフィンランド、中国、韓国、日本が参加。イギリス、ベルギー、フランス、ドイツ、ルクセンブルグ、オランダ、南アフリカ、スペインについては、am か pm どちらかに参加。

※2 : ウィーン時間の午後 3 時 30 分 (日本時間午後 11 時 30 分) 開始。IAEA とアメリカ、カナダ、アルゼンチン、ブラジルが参加。

※3 : 11 月 3 日は、ウィーンで発生したテロ事件により開催中止。

### 1.3 参加者

今回は Web 会議による開催であったため一堂に会することはできなかったが、IAEA をはじめ北米、南米、ヨーロッパ、アジアから合計 50 名程度の参加があった。

## 2. ITVについて

### 2.1 ITVの概要

ITV は、保障措置のために実施される測定の不確かさの目標値として、IAEA から提示されている値である。ITV は、「定常の分析・測定作業で一般的に達成可能な不確かさ (State of the Practice)」と、「研究所レベルの、一つの試料に多くの時間や資源を投入することにより達成可能な不確かさ (State of the Art)」の間に位置し、施設にとって「現実的かつ相応の努力が必要な達成目標」として提示されている。

保障措置における不確かさの目標値は、1979 年に欧州保障措置研究開発機構 (ESARDA) により「破壊分析における目標値」として最初に策定された。その後、IAEA や関係機関の協力のもと 3 回の改訂 (1983 年、1987 年、1988 年) が行われた。

1988 年、SAGSI (保障措置実施常設諮問委員会) の「ISA (International Standards of Accountancy ; IAEA が定める計量に関する国際基準) の内容を具体化したほうが良い」との提言を受け、1993 年に IAEA から保障措置技術レポート (Safeguards Technical Report) の形で ITV として公表された。その後、2000 年に ITV を改訂する際に、約 10 年に一度の頻度で見直しを行うことで合意されており、それに従って 2010 年に ITV が改訂された<sup>1</sup>。

一方、NMCC は、国 (現 : 原子力規制庁 長官官房 放射線防護グループ 放射線防護企画課 保

<sup>1</sup> ITV の制定 (1993 年) 及びその後の改定 (最新改定は 2010 年) に関する経緯については、本誌 2012 年 3 月号 (Vol. 41 No. 3) に掲載の「破壊分析関係の最近の動向—国際目標値改訂 (2010 年版)、不確かさワークショップ及び IAEA 保障措置分析所の拡張計画—」(蔦木 泰宏、原 慎次、井上 慎一共著) を参照されたい。(編)

障措置室、以下「JSGO」という)のサポートのもと、毎回のITV改訂の際に日本国内の保障措置分析・測定データの評価解析や国内施設の意見集約等を実施しており、2020年もITVを改訂する意向がIAEAから示されたことから、NMCCにおいても改訂作業への協力準備を進めていたところである。

## 2.2 ITV改訂に対するNMCCの取り組み及び本会合の位置づけ

2020年のITVの改訂に向け、NMCCは2018年、内部に「ITV検討ワーキンググループ」を設け、活動を開始した。活動計画の概略は以下の通りである。

### (1) データの評価解析 (2018年～2019年)

国内における保障措置活動において得られた査察側検認値と施設側申告値(両者の破壊分析や非破壊測定の結果)を用いた誤差推定や、査察側分析所における破壊分析の品質管理データの解析等を行い、現行のITV(ITV2010)値と比較し、ITVの値を変更する必要性の有無を確認した。また、現在の保障措置活動に用いられ、現行のITVに記載のない測定方法の有無を調査した。さらに、国内の関係各施設(ウラン加工施設、ウラン濃縮施設、再処理施設、プルトニウム燃料加工施設等)から、ITVに対する意見や変更提案等が無いかを集約した。

### (2) ITV改訂素案取りまとめ (2019年～2020年)

上記(1)の調査結果から、現行のITVに対する改訂の有無や、現行のITVに対する意見や要望を取りまとめた「日本側としてのITV2020改訂素案」を作成した。

### (3) 本会合へのITV改訂素案の提供 (2020年11月)

本会合で日本側の代表として、取りまとめた改訂素案を発表し、参加者(保障措置分析・測定データ解析等の専門家)の意見を伺った。

### (4) ITV改訂素案のIAEAへの提供及びコンサルタント会合参加 (2021年6月予定)

ITV改訂に関する最終会合として開催が予定されているIAEA主催のコンサルタント会合に改訂素案を提出し、ITV改訂に係る日本側としての意見を伝える予定である。

これらの活動を進めるにあたっては、JSGOのサポートのもとNMCCが、国内関係各施設(ウラン加工施設、ウラン濃縮施設、再処理施設、プルトニウム燃料加工施設等)や大学の専門家等から委員として参加いただいて年2回開催している「保障措置分析に係る精度の向上検討委員会」に経過や結果を報告し、委員の方々のご意見を伺った。

## 3. 本会合の内容

### 3.1 ITVに関する発表

#### (1) NMCCからの発表

上記2.2(3)に記載した通り、本会合において、2020年11月4日にNMCC原がITV2020改訂に係る日本側としての取り組み及びITV2020改訂素案を紹介した。項目は以下の通りである。

- NMCCの概要紹介

- ITV 改訂に対する日本側の取り組み紹介
- ITV2020 改訂素案の内容
- 今後の予定

この発表では、上記 2.2(1)で評価したデータから推定した測定不確かさを基に ITV2020 で変更を推奨する値や追加すべき脚注（測定時間など）及び追加を希望する非破壊測定機器の紹介等を行った。日本側の取り組みについて参加者から特に異論はなく、評価手法の技術的詳細等について参加者との質疑応答（その場及び後日電子メールでのやりとり）があった。質疑応答の主な項目としては、

- ITV 改訂の変更の要／不要の判断基準に関するもの
- データの出所、根拠に関するもの
- データ解析手法に関するもの

の3点であった。

また、参加者からは「ITV 改訂への貢献として、今回このようなデータを提供してきたのは日本のみである」と、日本側の取り組みを評価する意見があった。

## (2) IAEA からの発表

IAEA 保障措置情報管理部統計解析課の Norman 課長から、前回 2017 年会合時の推奨事項への対応及び本会合における推奨事項について、2017 年会合時の推奨事項は 13 項目あり、全てが完了している旨の発表があった。また、本会合における推奨事項は以下の 2 件であり、大きなトピックスとして、「これまでの 10 年に 1 回の改訂ではなく、デジタルプラットフォームを用いて随時データのレビュー等を行い、随時更新していく」という考え方が紹介された。

### [2020 年推奨事項]

- Conduct review of ITVs continuously, rather than every 10 years, by creating a collaborative digital platform for exchange, review and publishing.
- Extend Future ITVs to include
  - a. Cristallini Method (UF6)
  - b. Minor Isotopes
  - c. U Concentration for NDA methods

## 3.2 ITV 以外の発表

### (1) 概要

上記 3.1 に記載した ITV2020 以外のトピックスは、Uncertainty Quantification、Simulation 及び Random Inspection Verification Schemes であった。なお、2020 年 11 月 3 日はウィーン市内で起きたテロ事件の影響で開催中止となり、一部の発表(Uncertainty Quantification 及び Random Inspection Verification Schemes)の聴講ができなかった。

### (2) 発表内容

#### 1) Bayesian Bottom-up Uncertainty Quantification

発表者：BURR Thomas 氏（ロスアラモス国立研究所）

Top-down 手法 (実測データから不確かさを推定) と Bottom-up 手法 (不確かさを予め設定) 間に生じる不確かさの差 (dark uncertainty) について、Bottom-up 手法による偶然誤差及び/または系統誤差は Top-down 手法よりも低くなる傾向にあることをシミュレーションから導き出したことが報告された。

## 2) Stochastic Evaluation on Achieved Detection Probabilities in Safeguards

発表者 : AGHARA Sukesh 氏 (マサチューセッツ大学ローウエル校)

本プロジェクトは米国エネルギー省からの資金提供により、ブルックヘブン国立研究所、パシフィックノースウェスト国立研究所、マサチューセッツ大学ローウエル校の共同研究により 2018 年から開始されており、ストラータレベル (選択されたストラータのアイテムが転用される可能性を減らすためにより多くのアイテムを採取する方法) の検知確率の概念開発を行っていることが報告された。

## 3) Random Inspections Based on Time Signature

発表予定者 : KRIEGER Thomas 氏 (ユーリッヒ研究センター)

2020 年 11 月 3 日に聴講予定であったが、テロ事件の影響で発表が中止となった。

## 4) Uncertainty Quantification

発表予定者 : MARTIN Klaus (IAEA コンサルタント)

2020 年 11 月 3 日に聴講予定であったが、テロ事件の影響で発表が中止となった。

## 4. まとめ

今回、本会合において、日本側から提供した ITV 改訂素案について、データ評価の専門家から、特に異論はなかったことから、日本側の活動内容に大きな問題が無いことが確認できた。また、ITV 以外の話題についても、テロ事件の影響で中止になった発表はあったものの、今後の保障措置データ評価に有益な情報が得られた。

ITV 改訂に関する議論は今回で一段落となるが、「GUM (トップダウン/ボトムアップ)」等、ITV に関連する事項については今後の会合で議論されると思われるため、NMCC としては今後も継続して参加いきたい。

最後に、本会合は新型コロナウイルス感染拡大の影響で、初の Web 会議という形式で開催されたため、関係者が一堂に会することが無く、対面形式と比較して議論自体の量が少なかったことは否めないが、初の試みであるにもかかわらず接続トラブル等もなくスムーズな議事進行で本会合が実施された。関係者の尽力に感謝したい。