

# ISCN ニュースレター

## No.0235

### October, 2016

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.	核不拡散・核セキュリティに関する動向(解説・分析)-----	4
1-1	国際原子力機関(IAEA) 第 60 回総会について-----	4
	2016年9月26日～30日、国際原子力機関(IAEA)第60回総会がオーストリアのウィーン のIAEA本部で開催された。IAEA事務局長や日本を含む9カ国の代表による演説の核不拡 散及び核セキュリティに係る部分の概要と、IAEAの核セキュリティ及び保障措置活動、そして 北朝鮮に対するIAEA保障措置の履行に係るIAEA事務局長報告書の概要等について報告 する。	
1-2	オバマ大統領の「核兵器のない世界」-核軍縮、核不拡散に係る最後の奮闘:CTBTに 係る共同声明と国連安保理決議 2310-----	17
	2016年10月現在、米国民の最大の政治的関心事は、11月に迫った次期米国大統領選挙 である。民主党のヒラリー・クリントンと共和党のドナルド・トランプの両大統領候補者は熾烈な争 いを繰り広げ日々奮闘している。一方でオバマ大統領も、残り僅かとなった大統領任期を見据 え、彼の持論である「核兵器のない世界」の実現に向けて奮闘している。2016年9月、オバマ 大統領のイニシアティブで、5核兵器国(中仏露英米)は、爆発を伴う核実験のモラトリアム継続 と他国にも同様の措置を求めた「包括的核実験禁止条約(CTBT)に関する声明」を発表し、続 いて国連安全保障理事会では、CTBTの早期発効と各国に核実験の自制を求める決議「国連 安保理決議 2310」が採択された。これらの経緯や概要等を調査したので報告する。	
1-3	フランスで放射性廃棄物の地層処分場の設置許可条件と可逆性に関する法案が上下両 院で可決-----	23
	2016年7月11日、フランスで放射性廃棄物の地層処分場の設置許可条件と可逆性に関 する法案が可決した。	
2.	技術紹介-----	26
2-1	原子力発電所のサボタージュ防護設計のために-----	26
	新規基準に合致した原子力発電所の安全とセキュリティについて、サボタージュ防護及び インターフェースの観点から、枢要区域特定手法について解説する。	
3.	活動報告-----	34
3-1	マレーシアにおける原子力安全及び核セキュリティ・マネジメントコースへの協力-----	34
	2016年8月、マレーシア原子力庁主催の原子力安全及び核セキュリティ・マネジメントコー スが開催された。ISCNは本コースのカリキュラム開発支援及び講師派遣を行った。その概要 について報告する。	
3-2	日本原子力学会「2016年秋の大会」発表報告－核不拡散、核セキュリティの推進方策に 関する研究について－-----	35
	日本原子力学会「2016年秋の大会」が、9月7日～9日まで、福岡県久留米市で開催さ れ、核不拡散政策研究として、現在実施している「核不拡散・核セキュリティの推進方策に関す る研究」の全体概要について報告した。	

---

### 3-3 核物質及び原子力施設の物理的防護に係るトレーニングコース----- 36

2016年8月29日-9月9日に、核物質及び原子力施設の物理的防護に係るトレーニングコースを開催した。本コースは、核物質及び原子力施設の物理的防護に係る知識を習得する事を目的とした国際コースである。主としてアジア各国において原子力規制業務に係る政府機関、原子力事業者、及びその他政府関係機関を対象としており、米エネルギー省・サンディア国立研究所(SNL)の協力を受けて2011年より毎年開催している。第6回目となる今回は、10カ国から25名が参加した。

## 4. コラム ----- 37

### 4-1 計量管理の今昔物語その2----- 37

先月号に続き、核物質の計量管理について、計量管理は誰のために行っているのか、という視点から書いてみることにした。結論として、計量管理は、IAEA 保障措置だけのためでなく、施設者のためになるのである。

---

## 1. 核不拡散・核セキュリティに関する動向(解説・分析)

### 1-1 国際原子力機関(IAEA) 第60回総会について

2016年9月26日～30日、国際原子力機関(IAEA)第60回総会がオーストリアのウィーンのIAEA本部で開催された。IAEA事務局長や日本を含む9カ国の代表による演説の核不拡散及び核セキュリティに係る部分の概要と、2015年7月1日～2016年6月30日までのIAEAの核セキュリティ活動及び保障措置活動、そして北朝鮮に対するIAEA保障措置の履行に係りIAEA事務局長が提出した3つの報告書の概要について報告する。なお本稿は、IAEAの総会に係るホームページ<sup>1</sup>記載の文書等を参考に纏めたものである。

#### 1. IAEA事務局長の冒頭演説の概要(核不拡散、核セキュリティに係る部分)

初日に行われた天野IAEA事務局長の冒頭演説<sup>2</sup>における核不拡散及び核セキュリティ関連の言及は以下のとおり。

##### **保障措置及び追加議定書の結論**

- 保障措置協定を締結している182カ国のうち、128カ国が追加議定書を締結している。保障措置協定及び追加議定書が未締結の核兵器不拡散条約(NPT)締約国に対し、早急な発効を要請する。

##### **イランにおける検認・監視**

- 直近数ヶ月にIAEAが実施した検認・監視活動では、イランは包括的共同作業計画(JCPOA)を順守した活動を継続していることが確認されている。
- 締結は未実施であるものの、暫定的に追加議定書に基づいた申告を提出しており、IAEAは現在その申告を評価中である。
- IAEAは、保障措置協定に基づいてイランが申告した核物質の非転用に関する検認と、イランにおける未申告の核物質及び活動がないことに関する評価を継続する。

##### **北朝鮮における保障措置の適用**

- 9月初旬に北朝鮮が実施した核実験はたいへん遺憾であり、国連安保理決議に対する明確な違反である。

---

<sup>1</sup> IAEA, “60th IAEA General Conference (2016) Documents”, URL: <https://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC60/Documents/>

<sup>2</sup> IAEA, “Statement to Sixtieth Regular Session of IAEA General Conference 2016”, 26 September 2016, URL: <https://www.iaea.org/newscenter/statements/statement-to-sixtieth-regular-session-of-iaea-general-conference-2016>

- 
- 2009年4月以来、北朝鮮国内にIAEA査察官は入っていないが、引き続き同国の核開発プログラムについて、特に寧辺サイト(核開発関連の施設が多く存在)を衛星画像を含む手段で監視している。最近の監視結果では、原子炉、放射化学研究所、遠心分離濃縮施設の運転などが観測されている。
  - 北朝鮮が国連安保理決議を完全に履行するとともに、核開発に関する課題をIAEAと協力して解決することを要請する。

### **シリアにおけるNPT 保障措置協定の実施**

- 2011年に破壊されたダル・アズルサイトの建物は、保障措置協定に基づいて申告すべき原子炉であった可能性が高いとIAEAは見ている。
- その他の3ヶ所の運転状況等についても評価できる状況になっていない。

### **中東におけるIAEA 保障措置の適用**

- 中東地域の核活動に対する包括的なIAEA 保障措置の適用については、いまだに地域各国間の見解の基本的相違が依然として残っており、進展させることは困難な状況である。

### **核セキュリティ**

- 本年12月にウィーンで開催されるIAEA核セキュリティ国際会議に、加盟国の参加を呼び掛けている。
- この会議は、世界的な核セキュリティの重要性が高まっているこの時期に開催され、核セキュリティ強化に関する世界的な基盤としてのIAEAの役割に加盟国が協調することの重要性を示す良い機会となろう。
- 会議の結果は「核セキュリティ計画2018-2021」への確固としたベースとして提供され、加盟国との密接な協議の中で進展するであろう。
- 「2016年版核セキュリティ報告書」では、核物質及びその他の放射性物質を用いた不法行為の防止に向け、国及び世界的な支援のもとでIAEAの活動が継続的に進展していることを示した。
- 改正核物質防護条約が本年5月に発効したことは、核セキュリティ強化に向かって国際的なコミュニティが協調していることを証明したものである。
- この新しい法的義務の遂行について加盟国を支援することは、今後のIAEAの優先課題であるとともに、未批准国への呼びかけを継続する。

---

## **燃料供給保証**

- カザフスタンに設立される IAEA 低濃縮ウラン(LEU)バンクは、新しい保管施設の建設が始まり、スケジュールどおりに進捗している。
- 6 月理事会で報告したように、LEU の入手準備は進行中である。
- 10 月にウィーンで開催される LEU 入手に関する専門家会合に加盟国を招聘している。

## **2. 日本を含む 9 カ国の代表による演説の概要(核不拡散、核セキュリティに係る部分)**

### **(1) 日本<sup>3</sup>**

- 日本は、IAEA の厳格な保障措置の下、利用目的のないプルトニウムを保持しない政策を維持し、プルサーマルの推進によりプルトニウムを利用していく<sup>4</sup>。またプルトニウム利用に関する透明性・信頼性をさらに高めるための追加的措置を講じる(プルトニウム管理状況に関する年次報告、再処理プロジェクトのガバナンス強化のための立法措置(2016 年 5 月))。
- 本年 4 月、原子力の先端研究である核融合、量子・放射線技術の研究開発は新設の量子科学技術研究開発機構が推進することとなった。また、アジア原子力協力フォーラム(FNCA)を始め日本が主導する様々な国際協力活動を通じて、原子力平和利用の推進と次世代の人材育成の支援を続けていく。
- 機微な核物質の最小化の観点から、本年 3 月に JAEA の高速炉臨界実験装置(FCA)から高濃縮ウラン(HEU)と分離プルトニウム燃料を全て撤去するとともに、京都大学臨界集合体実験装置(KUCA)の燃料を HEU から LEU に変換することを表明した。
- 9 月には、日本の原子力発電所において個人の信頼性確認のシステムを導入することを正式に決定した。
- 核セキュリティの専門家の育成に関しては、日本原子力研究開発機構の核不拡散・核セキュリティ総合支援センター(ISCN)がこの 5 年間で 2,700 名以上の専門家のトレーニングを実施し、アジアにおける中核的役割を担っている。

---

<sup>3</sup> URL: [https://www.iaea.org/sites/default/files/16/09/japan2016\\_fn.pdf](https://www.iaea.org/sites/default/files/16/09/japan2016_fn.pdf)

<sup>4</sup> <http://www.mofa.go.jp/mofaj/files/000193879.pdf>

- 
- 本年は、G7による「大量破壊兵器・物質の拡散に対するグローバル・パートナーシップ(GP)」の議長を務め、核不拡散における多国間の議論を主導した。
  - 2017年6月には、「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)」の全体会合の主催を予定している。
  - IAEA 保障措置の効果と効率改善に向けて、包括的保障措置及び追加議定書の普遍化の重要性を強調。本年はミャンマーにおけるアウトリーチ活動を企画するとともに、ニジェールにおいて IAEA 保障措置セミナーを支援した。
  - アジアにおける核不拡散を推進するために、アジア太平洋保障措置ネットワーク(APSN)の議長としてアジアのシニアレベルの核不拡散年次対話を主催する。
  - 北朝鮮による本年2度の核実験及びミサイル発射実験は国際社会に対する脅威であり、まったく受容できない。北朝鮮に対し、これらの実験を中止するとともに、国連安保理決議と2005年の六者会合の共同声明を遵守し、NPTとIAEA保障措置体制に戻ることを要請する。

## (2) 米国<sup>5</sup>

- 4回の核セキュリティ・サミットを経て、核テロリズムの脅威を減じ、核セキュリティを国際的に強化するための様々な成果を得た。
  - ✓ 3.8トンを超える核物質が成功裏に除去あるいは消滅できたこと
  - ✓ 18カ国における34カ所のHEUを使用する研究炉及び放射性同位体(RI)製造施設で燃料がLEUに変換されるかまたは閉鎖されたこと
  - ✓ 15カ国と台湾においてHEUが除去されたこと
  - ✓ 本年、11カ国が核物質防護条約の改正を批准し、同条約が発効したこと
- 米国はIAEAの検認活動に対する支援を継続し(180カ国における保障措置査察の実施に必要なインフラ、装置、トレーニング、専門家)、包括的保障措置協定や追加議定書等の効果的な実施を支援する。

## (3) ロシア<sup>6</sup>

- 合意されたJCPOAに基づいて、昨年12月に余剰のLEU及び核物質がイランから撤去されたほか、本年9月には2回に分けてイランの重水

---

<sup>5</sup> URL: <https://www.iaea.org/sites/default/files/16/09/usa2016.pdf>

<sup>6</sup> URL: [https://www.iaea.org/sites/default/files/16/09/russian2016\\_en.pdf](https://www.iaea.org/sites/default/files/16/09/russian2016_en.pdf)

---

38トンがロシアに空輸。さらに、フォルダー遠心分離工場において2つのカスケード設備の改修を実施した。

- ロシアは、IAEA が世界の原子力利用に占める主要な役割を理解し、その活動に支援を行っている。核セキュリティ分野においては、国際協力における IAEA の主要な役割への支援、保障措置分野においては支援プログラムへの積極的参画である。
- ロシアは、原子力新興国に対して積極的な協力を進めているが、何れも IAEA の標準あるいは規制に準拠して行うことを基本としている。

#### (4) EURATOM (欧州原子力共同体)<sup>7</sup>

- 本年5月の核物質防護条約の改正の発効を歓迎する。
- 高レベル放射性廃棄物及び使用済燃料の地層処分施設については研究段階から世界初の建設段階に進み、フィンランド、スウェーデン、フランスにおいて2020年～2030年の間に運用開始と予想されている。
- 欧州委員会とイランは、同国の総合研究機関を EURATOM の原子力研究プログラムに参入させることを企図している。更に欧州委員会は、イランが現在、未加盟である原子力平和利用に関する国際条約への参画を支援していく。
- 域内の核セキュリティ強化に主要な役割をもつ EU-CBRN-COE は、IAEA の核セキュリティネットワークと協調して効果的なリソースにて最大限の成果を上げるべく活動を展開する。
- 保障措置に関しては、十分に確立され保障措置アプローチを継続し、内部の緊密な協力と知見共有を重視する。また、最終貯蔵に対する保障措置をはじめとする新しい保障措置の課題について、適切な技術を用いた実施に向けて検討を進めていく。

#### (5) 英国<sup>8</sup>

- 核セキュリティ分野において IAEA が主要な役割を果たしていくための支援を資金面と関連する専門的知見の両面から行っている。この一環として、本年3月に IAEA 核セキュリティ基金に援助を行うとともに、IAEA 加盟国に対して資金と知見の提供を呼び掛けている。
- 原子力発電所のサイバーセキュリティ強化を主導し、そのための専門家会合を本年2度主催した。

---

<sup>7</sup> URL: <https://www.iaea.org/sites/default/files/16/09/euratom2016.pdf>

<sup>8</sup> URL: <https://www.iaea.org/sites/default/files/16/09/uk2016.pdf>

- 
- 国際核物質防護諮問サービス(IPPAS)の重要性に鑑み、ベストプラクティスの知見共有のための年次セミナーを開催するなど同ミッションを支援した。
  - 規制の管理を外れた核物質等への対応能力の強化を目指し、核鑑識ライブラリの確立のための指針の開発に関して IAEA と協働するとともに、国境におけるセキュリティと国内対応能力の強化に向けた多国間協力を推進する。

#### (6) カナダ<sup>9</sup>

- 2015 年、カナダで初の IPPAS のミッションを受け入れたところ、カナダは強固な核セキュリティ活動を実施している旨の評価を受けた。
- 新たに設立された核セキュリティコンタクトグループの第 1 回会合を本年 9 月に主催。本グループは、核セキュリティに関するコミットメントの実施を促進し、世界的規模で核セキュリティの強化に向けた行動を維持することを目指しており、核セキュリティ・サミットで概括された理念と目的を改めてその主題に掲げている。加盟国の参画を奨励する。
- 本年 12 月に開催される IAEA 核セキュリティ国際会議において、核セキュリティに関する新たな脅威及び課題に対応するとともに核テロリズムの脅威を緩和するための「コミットメントと行動」に焦点が当てられよう。
- 国レベルの保障措置概念(SLC)は、効果的・効率的な IAEA の業務に資するものであり、加盟国との協議の下で保障措置システムの強化を図っていくことを奨励する。

#### (7) カザフスタン<sup>10</sup>

- セミパラチンスクの核実験場閉鎖 25 周年を祝って「核兵器のない世界の構築」と題する国際会議を開催(8 月 29 日、アスタナ)。カザフスタンはその建国の初日から核兵器なしに発展する国のモデルの有効性を証明してきた。
- 核セキュリティ・サミットの基調である HEU の撤去に関し、HEU を使わない RI 製造技術の開発に注力するとともに、この技術への変換を促進するための経済的メカニズムの確立を主導している。
- 昨年、IAEA 核燃料バンクの設立に関する協定が締結され、実運転に向けたプロジェクトが開始した。燃料バンクの貯蔵施設の建設が開始し、バンクの運用開始を来年に計画している。

---

<sup>9</sup> URL: <https://www.iaea.org/sites/default/files/16/09/canada2016.pdf>

<sup>10</sup> URL: <https://www.iaea.org/sites/default/files/16/09/kazakhstan2016.pdf>

- 
- イランの核開発に関する協議の成果である JCPOA の実施プロセスの中で、イランの国内から LEU を撤去する見返りとしてカザフスタンの国営原子力企業 KAZATOMPROM はイランに対し 60 トンの天然ウランを提供することとなった。

#### (8) イラン<sup>11</sup>

- 合意された JCPOA の全てについて最大限の努力を以って実施しており、更にボランタリーベースの追加議定書(AP)についても IAEA と緊密に協力して進めている。
- IAEA 保障措置と関連した検認メカニズムの実施を支持するものの、国レベルの SLC/保障措置アプローチ(SLA)は差別的であったり加盟国の主権を貶めるものであったりしてはならない。IAEA は、機密を保持する原則を維持すべきである。
- 核セキュリティの主要な役割を IAEA が果たすことに対して信頼を置くが、核セキュリティ強化の様々な措置が原子力平和利用の活動における国際協力を阻害したり、IAEA の技術協力プログラムの優先づけを弱体化させたりしてはならない。
- 中東初の原子力発電所であるブシェール原子力発電所は、規模を拡大する計画がある。ブシェール原子力発電所の安全のための高度なトレーニングセンターの他国への開放等、イランは、中東地域の核の安全を推進していく。
- 先の総会決議(筆者注:第 59 回総会の最終セッションにおいて議決された IAEA の主要な活動の強化に関するもので、核セキュリティについては IAEA に核セキュリティ計画 2014-2017 の継続実施を求めている)で示されたように、核セキュリティに関する新しいアイデアは IAEA 加盟国の包括的な参画によって検討されるべきものであり、限られたメンバーによる会合は IAEA 加盟国の大多数に認識され得るものとは考え難い(筆者注:暗に核セキュリティ・サミットを批判したもの)。

#### (9) ブラジル<sup>12</sup>

- AP モデル協定に基づく新たな保障措置義務は受け入れがたい。国レベルの SLA に関しては、議論を通じ IAEA に大幅な責任と透明性の機会を提供することになる観点から、加盟国と事務局との間の対話の継続を奨励する。

---

<sup>11</sup> URL: [https://www.iaea.org/sites/default/files/16/09/iran2016\\_fn.pdf](https://www.iaea.org/sites/default/files/16/09/iran2016_fn.pdf)

<sup>12</sup> URL: <https://www.iaea.org/sites/default/files/16/09/brazil2016.pdf>

- 
- リオデジャネイロで開催されたオリンピック/パラリンピック大会を機に、核セキュリティの推進ができたことは重要な成果。今後も、核セキュリティ強化における IAEA の中心的な役割を重視し、総合的、包括的で透明性を有する多国間の枠組みでの実施を支持する。
  - 民生用施設における核物質防護の実用的措置に加え、HEU 及びプルトニウムのストックの大部分を占める核兵器国が保有する核セキュリティについても包含すべき。
  - 本年 25 周年を迎えたブラジル-アルゼンチン核物質計量管理機関 (ABACC) は、隣国間の透明性と信頼醸成プロセスの象徴であり、両国で培った経験はラテンアメリカ・カリブ諸国が世界ではじめに設立した非核兵器地帯条約 (Tlatelolco 条約) と相まって、中東や南アジア等における非核兵器地帯の設立に向けて大変有意義なお手本となろう。

### 3. 「2016 年版核セキュリティ報告書」の概要

IAEA 総会では、IAEA 事務局長から、2015 年 7 月 1 日～2016 年 6 月 30 日 (以下、「期間中」と略) の IAEA における核セキュリティ活動 (「核セキュリティ計画 2018-2021」に記載されている内容の達成事項を含む) 等を纏めた「2016 年版核セキュリティ報告書」<sup>13</sup> が提出された。その概要は以下のとおり。

#### **国際的な枠組み:**

- **改正核物質防護条約:**

- ✓ 条約の採択から 10 年以上を経て、2016 年 4 月 8 日に、締約国数が条約の発効要件である 102 カ国に達し、本年 5 月 8 日に発効した。

- **核テロリズム防止条約:**

- ✓ 期間中に新たに 5 カ国が加盟し、2016 年 6 月末現在の加盟国数は 104 カ国となった。

- **放射線源の安全とセキュリティに関する IAEA 行動規範:**

- ✓ 2016 年 6 月末現在、132 カ国が行動規範履行する意図を、そして 105 カ国が附属のガイダンスを履行する意図を IAEA 事務局長に報告した。

#### **主要な会議等:**

- **核セキュリティ・サミット:**

---

<sup>13</sup> IAEA, “Nuclear Security Report 2016”, GOV/2016/47-GC(60)/11, Date: 24 August 2016, URL: [https://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC60/GC60Documents/English/gc60-11\\_en.pdf](https://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC60/GC60Documents/English/gc60-11_en.pdf)

- 
- ✓ 2016年3月31日～4月1日に米国ワシントン D.C.で開催された核セキュリティ・サミットのコミュニケでは、世界的な核セキュリティ構造 (global nuclear security architecture)の強化に係り IAEA が中心的な役割を果たすこと、また核セキュリティに係る活動を行う国際組織やイニシアティブ間の活動の促進と調整の実施に係り、IAEA が先導的な役割を果たすことが再確認された。

- **GICNT や GP 等の情報交換会合：**

- ✓ 種々の組織やイニシアティブにおける核セキュリティに係る活動を調整し、また重複を防ぐため、「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)」や、「大量破壊兵器・物質の拡散に対するグローバル・パートナーシップ(GP)」を含む計 11 の組織及びイニシアティブの参加を得て情報交換会合を開催した。

**主要な達成事項：**

- **核物質や放射性物質の不正取引及び不正所持に係るデータベース (ITDB)：**

- ✓ 2016年6月末現在、ITDB は加盟国政府から報告された計 2,976 件のデータを集積し、うち期間中に 180 件が追加された。180 件のうち 14 件は不正な目的で売却、購入、あるいは使用するための核物質や放射性物質の不法所持、43 件は放射線源の盗取や紛失、123 件はその他の不法な活動(核物質や放射性物質の不正な処分など)に係るものである。

- **核セキュリティに係るガイダンス文書等の発行：**

- ✓ 期間中、2 つの実施指針<sup>14</sup>が発行された。現在、4 つの実施指針<sup>15</sup>と、2 つの技術手引<sup>16</sup>の発行が核セキュリティ・ガイダンス委員会 (NSGC)で承認されており、また 2 つの実施指針<sup>17</sup>について、加盟国による 120 日間コメントが終了し、NSGC による承認のため、最終ドラ

---

<sup>14</sup> 2 つの実施指針とは、Security of Nuclear Material in Transport (IAEA Nuclear Security Series No. 26-G)と Nuclear Forensics in Support of Investigations (2006 年発行の IAEA Nuclear Security Series No.2 の改訂版)

<sup>15</sup> 4 つの実施指針とは、Sustaining a nuclear security regime、Developing a national framework for managing response to nuclear security events、Building capacity for nuclear security 及び Preventive and protective measures against insider threats (IAEA Nuclear Security Series No. 8 の改訂版)

<sup>16</sup> 2 つの技術手引とは、Security of instrumentation and control systems at nuclear facilities と、Establishing a system of control of nuclear material for nuclear security purposes

<sup>17</sup> 2 つの実施指針とは、Security of radioactive material in use and storage and associated facilities (IAEA Nuclear Security Series No. 11 の改訂版)と、Security of radioactive material in transport (IAEA Nuclear Security Series No. 9 の改訂版)

---

フト作業中である。さらに1つの実施指針<sup>18</sup>及び2つの技術手引<sup>19</sup>について加盟国にコメントを求める予定である。

• **国際核物質防護諮問サービス(IPPAS):**

- ✓ 1996年以降、46カ国で計73のIPPASを実施した。期間中は、カナダや英国を含む7カ国でIPPASを実施した。2016年～2017年にかけては、豪州や独国、中国、アラブ首長国連邦を含む11カ国で実施予定である。

• **国際核セキュリティ諮問サービス(INSServ):**

- ✓ 2015年11月にベラルーシにおいて、国境における核検知システムの監視に係る評価等を実施した。

• **核セキュリティに係る人材育成・能力構築:**

- ✓ 期間中、インストラクターによる講義で2,085人、またe-learningで680名にトレーニングを実施した。
- ✓ IAEAが実施する核セキュリティに係るトレーニングが加盟国のニーズに合致しているかを調査するため、2013年10月～2015年の3月末までにIAEAが実施したトレーニングに参加した約4千名を対象に調査を実施。対象者の約38%から得た回答によれば、92%が訓練はプロとしてのパフォーマンス向上に役立ったこと、88%が所属する機関のパフォーマンス向上に寄与したこと、さらに80%が訓練で学んだ内容を他者へのトレーニングで伝えたことを回答している。
- ✓ 核セキュリティに係る教育につき、2010年に設立された国際核セキュリティ教育ネットワーク(INSEN)活動には、これまで2,500人の学生が参加した。2015年の年次会合では、特定プロジェクトの核セキュリティ支援センター(NSSC)ネットワークと協力や、核セキュリティ教育分野での研究活動の計画及び履行に合意した。

**核セキュリティ活動のマネージメント等に係る事項:**

- 期間中の支出は38,214,382ユーロ(筆者注:2016年10月7日現在のレートで約44億円)である。期間中、IAEAは中国、フランス、日本、韓国、ロシア、英国及び米国など計20カ国から核セキュリティ基金への支出に係る誓約を得ている。

---

<sup>18</sup> 1つの実施指針とは、Preventive measures for nuclear and other radioactive material out of regulatory control

<sup>19</sup> 2つの技術手引とは、Enhancing nuclear security in organizations associated with nuclear or other radioactive materialと、Planning and organization of nuclear security systems and measures for nuclear and other radioactive material out of regulatory control

---

## **2016年から2017年の実施目標と優先事項:**

- 2016年11月22日～23日にロンドンで開催されるIPPASミッションに係る第2回国際セミナーや、本年12月5日～9日に開催されるIAEA核セキュリティ国際会議の準備。また「核セキュリティ計画2018-2021」作成の準備開始などがある。

## **4. 「IAEA 保障措置の有効性の強化と効率性の改善」の概要**

IAEA 総会では、IAEA 事務局長から、「IAEA 保障措置の有効性の強化と効率性の改善」<sup>20</sup>と題する報告書(GC(60)/13)が提出された。この報告書は、昨年度の総会に提出された報告書(GC(59)/18)を、2015年7月1日～2016年6月30日(以下、「期間中」と略)に実施された事項に合わせて改訂されたものである。

### **保障措置協定と追加議定書(AP)**

- 期間中、コートジボワールとリヒテンシュタインが AP を発効させ、イランでは AP が暫定適用されている。アフガニスタンとトーゴが少量議定書(SQP)を改正した。本年6月末現在、55カ国が改正 SQP を適用している。
- 本年6月末現在、182カ国と台湾が IAEA と保障措置協定を締結し、うち128カ国が AP を締結し、54カ国が未締結である。

### **保障措置の履行と将来的な展開**

- IAEA は、包括的保障措置(CSA)が適用されている国に対して、核物質の取得経路の分析や国レベルの SLA の開発等を実施している。2014年の総会后、IAEA は既存の53カ国の SLA の更新作業を始め、本年6月末までに27カ国の SLA の更新、レビュー、承認を行った。残りの更新作業は本年末までに終了する予定である。

### **保障措置アプローチ**

- 福島第一原子力発電所1～3号機の炉内に残された核燃料にはアクセスできないが、監視システムと中性子及びガンマ線モニタリング等により核物質の移動がないことを確認している。現在、これらのモニタリングシステムのデータを IAEA 東京事務所へ伝送する措置が講じられている。
- 六ヶ所の MOX 燃料製造施設に関しては、進展はあまりないが、施設附属書(FA)が作成されつつあり、IAEA と日本政府の間で議論される予定である。

---

<sup>20</sup> IAEA, “Strengthening the Effectiveness and Improving the Efficiency of Agency Safeguards”, GC(60)/13, 12 August 2016, URL: [https://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC60/GC60Documents/English/gc60-13\\_en.pdf](https://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC60/GC60Documents/English/gc60-13_en.pdf)

- 
- IAEA は、使用済燃料のキャニスタ封入プラント(Encapsulation plant)や地層処分場、パイロプロセス施設やレーザー濃縮施設といった新しい施設における保障措置の履行に係る準備を進めている。本年 4 月、地層処分への保障措置適用(ASTOR)に関する専門家グループは米国で会議を開催し、将来的な保障措置技術や機器、必要とされる作業等について議論した。

### **情報技術**

- IAEA は、保障措置情報技術の最新化(MOSAIC)プロジェクトの下で、IT インフラストラクチャー(情報通信基盤)のアップグレードと最適化を継続しており、2018 年半ば頃には計画を完遂する予定である。

### **分析サービス**

- 核物質と環境サンプリングの収集及び分析は保障措置活動に必要不可欠であり、IAEA におけるサンプルの分析は、核物質分析ラボ(NML)と環境試料クリーンラボ(ECL)から成る IAEA の保障措置分析所(SAL)で実施されている。保障措置分析サービス能力拡大(ECAS)プロジェクトの下、2015 年 12 月には新しい NML への移行に必要な作業が終了し、IAEA の放射線安全及び核セキュリティ規制官による承認及びオーストリア政府による確認後、NML の暫定運用が 12 月に開始した。

### **保障措置機器及び技術**

- 昨年度の報告以降、6,200 以上もの検認装置が査察活動を支援するために配置された。JCPOA 下でのイランに対する検認とモニタリングに関連し、ウラン濃縮度を測定するため、新規に開発され承認を受けた「オンライン濃縮度モニター」がイランのナタンズ濃縮施設に設置された。

### **国家や地域の機関等との協力及び支援**

- IAEA 保障措置の有効性の向上と効率化は核物質の計量管理に係る国家や地域の保障措置制度(SSACs/RSACs)の有効性に依拠する。そのため IAEA は国家や地域と協力し、法規制の整備や人材及び技術能力の向上を図っている。人材育成に関しては、期間中、計 9 つの SSAC トレーニングのコースを、地域ベースでは韓国、チリ及びアゼルバイジャンで、また国家ベースではカナダやモルドバ、アラブ首長国連邦やカザフスタン等で開催した。また、日本の始め 6 つのトレーニングコースに講師を派遣し、机上演習を行った。

### **保障措置に係る人員**

- イランに対する検認を行うオフィスが新設に伴う、IAEA スタッフの配置転換や採用のため、ショート・ノーティスで保障措置に係る研修が実施された

---

ケースも見られた。IAEA スタッフへの保障措置に係る研修コースは、核物質の取得経路や SLA の開発、MOSAIC プロジェクトの下で開発された IT を適用した保障措置に係るコース等が新たに加わった。

### **保障措置実施報告書(SIR)**

- IAEA 事務局は、2015 年における IAEA 保障措置の実施に係る結論を纏めた、2015 年版保障措置実施報告書(SIR)を提出した。本年 6 月の理事会は SIR をテイクノートし、2015 年版保障措置声明<sup>21</sup>等の公表を許可した。

### **戦略計画**

- IAEA 事務局は 2015 年に保障措置局の「2012 年～2023 年の長期戦略」の更新作業を開始し、また「2012 年～2023 年の長期研究開発計画」を継続実施している。2016 年 2 月、IAEA 事務局は、検証能力の強化を意図し、短期ニーズと既存の活動の調整等を図るため、「2016 年～2017 年の検証のための開発履行支援プログラム」を公表した。

### **5. 「IAEA と北朝鮮との間の NPT 保障措置協定の実施」に関する決議<sup>22</sup>の概要**

- 北朝鮮の核実験を強く非難し、これ以上核実験を行わないことを求める。
- 事務局長報告で報告された、5MWe 研究炉の再稼働や、ウラン濃縮活動、軽水炉建設を非常に遺憾とし、核物質製造を目的とした活動の停止を求める。
- 2005 年 9 月 19 日の 6カ国協議の共同声明で約束、及び国連安保理決議の義務に従い、核開発放棄の履行を強く求める。
- 北朝鮮は NPT によって核保有国の地位を有することはできない。

2016 年 9 月 30 日、北朝鮮の核実験を非難する決議は全会一致で採択された。

【報告:政策調査室 玉井 広史、田崎 真樹子、清水 亮】

---

<sup>21</sup> 筆者注:IAEAは、毎年、前年に実施した保障措置活動について評価結果をとりまとめた「保障措置声明」を公表している。

<sup>22</sup> IAEA, “Implementation of NPT safeguards agreement between the Agency and the Democratic People's Republic of Korea”, -GC(60)/RES/14, September 2016, URL: [https://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC60/GC60Resolutions/English/gc60res-14\\_en.pdf](https://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC60/GC60Resolutions/English/gc60res-14_en.pdf)

## 1-2 オバマ大統領の「核兵器のない世界」

-核軍縮、核不拡散に係る最後の奮闘：CTBTに係る共同声明と国連安保理決議 2310-

### 1. オバマ大統領が模索した核政策の変更

「オバマ大統領の核兵器のない世界：プラハからベルリン、そして広島へ」と題する記事<sup>23</sup>で報告したとおり、2009年4月のプラハ演説でオバマ大統領が「核兵器のない世界」に至る道筋として掲げた核軍縮、核不拡散及び核セキュリティの3つの分野に亘る計10個の具体的な方策のうち、核セキュリティ分野では、核セキュリティ・サミットの開催や改正核物質防護条約の発効、核兵器に利用可能な核物質の最小化等により、国際的な核セキュリティ強化のモメンタムが形成された。一方、核軍縮及び核不拡散分野では、2009年4月の米露間で新しい戦略核兵器削減条約(新START)締結と、2015年10月のイランの核問題に係る「包括的共同作業計画(JCPOA)」の合意達成を除いては、目立った進展は見られてない。

この核軍縮及び核不拡散に係り、2016年7月10日付のワシントン・ポスト紙<sup>24</sup>は、大統領としての任期が残り約半年と迫ったオバマ大統領が「核兵器のない世界」を目指す上で、以下を含む米国の核兵器に係る政策(核政策)の大きな変更を模索していることを報じた。

- ①米国が核兵器の「先制不使用」を宣言すること、
- ②国連安全保障理事会で核実験の禁止を求める決議の採択を目指すこと、
- ③露国に新STARTの5年間の延長を求めること、
- ④米国の核兵器の近代化に係る長期計画を縮小すること。

加えて同紙は、上院外交委員会のボブ・コーカー委員長(共和党、テネシー州)と軍事委員会のジョン・マケイン委員長(共和党、アリゾナ州)が、オバマ政権が任期最後の半年間で上記のような大きな変更を行うことは上院との約束を反故にし<sup>25</sup>、また米国の核兵器の抑止力を弱めるとの懸念等を記載した書簡をオバマ大統領に送付したこと、さらに核政策の変更に反対する議会共和党議員も、オバマ大統領が米国の核の傘下にある欧州や北東アジアの同盟国への影響を考慮していないと批判している旨を報じている。

### 2. オバマ大統領が目指した核実験の禁止

<sup>23</sup> 「オバマ大統領の核兵器のない世界：プラハからベルリン、そして広島へ」、ISCN ニューズレター、2016年6月号、URL: [http://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp\\_news/attached/0231.pdf#page=4](http://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp_news/attached/0231.pdf#page=4)

<sup>24</sup> Josh Rogin, “Obama plans major nuclear policy changes in his final months”, The Washington Post, 10 July, 2016, URL: [https://www.washingtonpost.com/opinions/global-opinions/obama-plans-major-nuclear-policy-changes-in-his-final-months/2016/07/10/fef3d5ca-4521-11e6-88d0-6adee48be8bc\\_story.html?utm\\_term=.6644eb6b1b9f](https://www.washingtonpost.com/opinions/global-opinions/obama-plans-major-nuclear-policy-changes-in-his-final-months/2016/07/10/fef3d5ca-4521-11e6-88d0-6adee48be8bc_story.html?utm_term=.6644eb6b1b9f)

<sup>25</sup> 両議長は、新START条約を承認させるために議会を説得するのと引き換えに、核兵器の近代化をオバマ大統領に約束させたという。

---

上記 1. に記したオバマ大統領の核政策の変更の①～④のうち、本稿では②に焦点を当てる。核実験の禁止に係る国際条約としては、1996 年 9 月に国連総会で採択された包括的核実験禁止条約(CTBT)がある。2016 年 9 月現在、CTBT 署名国は 183 カ国、批准国は 166 カ国<sup>26</sup>であるが、条約の発効要件国 44 カ国のうち米国を含む 8 カ国<sup>27</sup>が条約を批准しておらず、条約採択から 20 年を経た現在も未発効である。しかしこの CTBT には、検証制度の整備など条約実施のための準備を行う CTBT 機関(CTBTO)準備委員会が既にウィーンに設置されており、また署名国の分担金による年間約 1.26 億ドル(2015 年)の予算で国際監視制度(IMS)や現地査察(OSI)等の条約検証能力の整備が進められている。この IMS については、核実験を 24 時間監視するため、地震学的監視施設、放射性核種監視施設、水中音波監視施設、微気圧振動監視施設といった観測施設を世界 337 ヶ所に設置することが条約に定められており、現在、既に 300 ヶ所以上(約 90%)の整備が完了し、未発効段階であっても事実上の核実験監視体制が運用されていることなど他の条約に類を見ない CTBT の特異性となっている。

米国クリントン大統領(任期:1993～2001 年)は CTBT 採択直後に同条約に署名したが、共和党が主導する米国議会上院は 1999 年 10 月に以下を含む事項を理由<sup>28</sup>に CTBT 批准案を否決<sup>29</sup>し、したがって米国は未だ CTBT を批准していない。

- 将来的にも核実験を行わずに核兵器の安全性や信頼性を担保できるのか不明であり核実験を実施する選択肢を残しておく必要があること、
- 米国が条約を批准しても他の条約未署名・未批准国が核実験を行う可能性を否定できないこと、
- CTBT の国際監視制度(IMS)が確実に核実験の実施を監視できるのか(否、できないだろう)。

一方で米国が CTBT を批准すれば、米国を除けば残された唯一の核兵器不拡散条約(NPT)上の核兵器国である中国も、米国に追随するであろうことが期待されている。

「核兵器のない世界」に至る道程の一方策として、米国が CTBT を早期に批准する必要性を一貫して訴えてきたオバマ大統領の思惑は、上記②の核実験の禁止を求める国連安保理決議を採択することにより、CTBT の批准に反対している上院に敢えて批准を求めずとも、米国が核実験を行わないことを国際的にコミットすることであった。

---

<sup>26</sup> 外務省、CTBT 署名・批准-地域別の状況、<http://www.mofa.go.jp/mofaj/files/000021240.pdf>

<sup>27</sup> 中国、エジプト、イラン、イスラエル、米国、インド、北朝鮮及びパキスタン。前 5 国は署名済だが批准しておらず、前 3 国は署名もしていない。

<sup>28</sup> 共和党のその他の反対理由としては、翌年(2000 年)の大統領選挙での政権奪還を意図していた共和党がクリントン民主党政権の失政を際立たせ、大統領選を優位に運ぶとの政治的思惑から、CTBT 批准案を否決したとも分析されている。出典:末木由紀、「ブッシュ政権による CTBT 離脱～共和党の狙いについて～」、URL:<http://fs1.law.keio.ac.jp/~kubo/seminar/kenkyu/mitasai/2002/17sueki.PDF>

<sup>29</sup> 条約の批准には上院議員の 2/3 の賛成(67 票)を必要とするが、批准案は 48 対 51 で否決された

---

左記に関し、ジュリア・フリンフィールド国務次官補(立法担当)は、米国は核実験の禁止に係り法的義務を課す国連安保理決議を求めてはいないが、核実験の法的禁止を5核兵器国がコミットする新たな政治声明(後述 4.を参照)を発し、さらに核実験のモラトリアム(一時停止)を求める国連安保理決議を採択することを目指している、と述べていた<sup>30</sup>(ただし後述の 5.に記すように、国連安保理決議に係り、オバマ政権が最初から法的義務を課す決議を求めていなかったかどうかは定かではない)。

しかし上記のような声明や国連安保理決議は、CTBT の批准に反対する共和党主導の議会を迂回(バイパス)することになる。このような上院による条約の承認(不承認)を迂回する手法は、オバマ大統領がイランの核問題に係る包括的共同作業計画(JCPOA)の合意とその履行に係り採用した手法であり、JCPOA に反対していた上院の共和党議員は苦い経験を有していることから<sup>31</sup>、当然に今回も共和党議員が反対することが予想された<sup>32</sup>。

### 3. オバマ大統領と対峙する議会共和党の反応

上院共和党は予想通り、上述の②について強硬に反対した。上院外交委員会のボブ・コーカー委員長は 8 月 12 日付で以下を含む内容の書簡<sup>33</sup>をオバマ大統領宛に送付し、上院が CTBT の批准を否決したにも拘わらず、それを迂回して国連安保理に対して決議の採択を求めるべきではないこと等を主張している<sup>34</sup>。

- 米国憲法は上院にすべての条約の批准を承認(不承認)する権利を付与しているにも拘わらず、オバマ政権はそれを(無視して上院を)迂回しようとしている。
- オバマ政権は、核実験が CTBT の「趣旨と目的」を損なうとの政治声明を発すること、核実験の禁止を求める国連安保理決議の採択を目指しているが、それらにより米国は将来的に核実験が必要となった場合でも核実験を実施できなくなる。

---

<sup>30</sup> “State letter reveals plan for U.S. legal commitment to Unratified Nuclear Treaty”, 7 September 2016, The Washington Free Beacon, URL: <http://freebeacon.com/national-security/state-letter-reveals-plan-u-s-legal-commitment-unratified-nuclear-treaty/>

<sup>31</sup> オバマ政権はイランとの合意(JCPOA)を条約ではなく行政取極と位置付けて議会上院に付議しなかった。これに対し上院の共和党議員は、JCPOA の履行を阻止するため、JCPOA の不承認決議案を採決する目的で討論終結の動議を提出したが、民主党及び無所属の 42 名が反対し、共和党は動議を可決させるための 60 票以上を獲得できず動議は否決された。結果として承認決議案は採決されず、合意が履行されることとなった。

<sup>32</sup> Josh Rogin, “Obama will bypass Congress, seek U.N. resolution on nuclear testing”, The Washington Post, 4 August, 2016, URL: <https://www.washingtonpost.com/news/josh-rogin/wp/2016/08/04/obama-will-bypass-congress-seek-u-n-resolution-on-nuclear-testing/>

<sup>33</sup> URL: [http://www.corker.senate.gov/public/\\_cache/files/3224510d-18c7-467d-aabb-a6ca7d4cdf31/Senator%20Corker%20letter%20on%20CTBT%208-12-16.pdf](http://www.corker.senate.gov/public/_cache/files/3224510d-18c7-467d-aabb-a6ca7d4cdf31/Senator%20Corker%20letter%20on%20CTBT%208-12-16.pdf)

<sup>34</sup> “Inside the Ring: Senate chairman hits Obama on test ban treaty”, 17 August 2016, Washington Times, URL: <http://www.washingtontimes.com/news/2016/aug/17/inside-the-ring-senate-chairman-hits-obama-on-test/>

- 
- 残り4カ月しか大統領任期がないオバマ大統領が上記のような重大事項を決定すべきではない。

またマルコ・ルビオ上院議員も、32名の上院共和党議員と共に9月8日付でオバマ大統領に書簡<sup>35</sup>を送付し、もしオバマ大統領が上院の反対にも拘わらず、核実験を禁止するとの国際的な義務をCTBT署名国に課すとの国連安保理決議の採択を目指すのであれば、米国が毎年実施しているCTBTO準備委員会への財政支援を議会が承認しないようあらゆる努力を払う等を述べ、オバマ大統領を脅かした。

#### 4. 5 核兵器国による「CTBTに係る共同声明」

上述した上院共和党議員の反対はあったものの、オバマ大統領のイニシアティブで、2016年9月15日、5核兵器国(中仏露英米)は、「CTBTに係る共同声明」を発表した<sup>36</sup>。共同声明は、5核兵器国による核兵器の維持及び管理はNPT及びCTBTの趣旨と一致し、また核兵器国としてNPT第6条が求める核軍備競争の中止に努力するとともに核軍備競争に決して関与しない意図を再確認するとして5核兵器国による核兵器の保有を正当化しつつも、以下を含む事項を盛り込んでいる。

- 5核兵器国はCTBTの早期発効に取り組むとともに、すべての国にCTBTの署名及び批准を促す。
- 5核兵器国は爆発を伴う核実験のモラトリアムの継続を再確認する。ただし左記はモラトリアムであり、CTBTの発効に伴う恒久的な核実験の禁止に係り署名国を法的に拘束するものとは異なる。
- 他の国にも核実験のモラトリアムを求める。
- 爆発を伴う核実験や核爆発を実施すれば、CTBTの「趣旨と目的」を損なう。

上記を解説すると、まず1点目につき、米国は議会上院の立場に拘わらず、CTBTの早期発効に取り組むことにコミットしたことになるが、その点は従来の方針とは変わらない。また核実験のモラトリアムにつき、5核兵器国は1996年以降、核実験を実施せずモラトリアムを維持しており、その点ではこの声明は、5核兵器国の従来の方針を確認したものである。一方で1996年以降、核実験を実施したのはインド、パキスタン及び北朝鮮であるが、インドは1998年に自発的に核実験のモラトリアムを宣言しており、報道によれば、2016年8月にパキスタンはインドに対して核実験のモラトリアムを含む二

---

<sup>35</sup> URL: [http://www.rubio.senate.gov/public/\\_cache/files/5144be8b-4cfc-422a-8017-cc19d362a778/6971525E619F533B35207A7868DEB787.ctbt-letter-final-2016.pdf](http://www.rubio.senate.gov/public/_cache/files/5144be8b-4cfc-422a-8017-cc19d362a778/6971525E619F533B35207A7868DEB787.ctbt-letter-final-2016.pdf)

<sup>36</sup> U.S. Department of State, “Joint Statement on the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty by the Nuclear Nonproliferation Treaty Nuclear Weapon States”, 15 September, 2016, URL: <http://www.state.gov/r/pa/prs/ps/2016/09/261993.htm>

---

国間取極の締結を申し出たという<sup>37</sup>。またイスラエルは核兵器を保有しているとも保有していないとも明言していない。したがって、上記の3点目の「他の国に核実験のモラトリアムを求める」との言及は、国名を名指していないものの、2016年9月9日に5回度目の核実験の実施を発表した北朝鮮を暗に牽制したものであることは明らかである。しかしそれ以外は、5核兵器国の従来の立場をあらためて確認したものである。

## 5. 核実験の自制を求めた国連安保理決議 2310

続いて2016年9月23日、国連安全保障理事会は、米国や日本を含む計42カ国が共同提案したCTBTに関する決議(UNSCR 2310)を、賛成14、反対0、棄権1(エジプト<sup>38</sup>)で採択した<sup>39</sup>。CTBTに特化した決議を常任理事国が一致して採択するのは初めてであり<sup>40</sup>、決議の主要ポイントは以下の通りである。

- CTBT未署名国及び未批准国、特に発効要件国による遅滞ないCTBTへの署名または批准を奨励する。
- 全CTBT署名国によるCTBTの普遍化及び早期発効の促進を奨励する。CTBTの早期発効は核軍縮と核不拡散への効果的な措置であり、核兵器のない世界の達成に貢献する。
- すべての国に核実験その他の核爆発の自制及び核実験のモラトリアムを求める。核兵器の実験的爆発その他の核爆発がCTBTの「趣旨及び目的」を損なうとの9月15日の5核兵器国による「CTBTに係る共同声明」に留意する。
- すべての国際監視制度(IMS)施設所在国による国際データセンターへのデータ送付を奨励する。
- CTBTの検証体制による監視・分析が信頼醸成措置として地域的な安定に寄与し、核不拡散・軍縮体制を強化していることを確認する。

上記決議は、2.に記したジュリア・フリンフィールド国務次官補が述べたように、あくまで「懲罰する」、「奨励する」といった努力目標となっており、米国を含め署名国は義務を負わない。この点、当初米国は、法的拘束力を求める表現を決議に入れることを

---

<sup>37</sup> ただし、この理由はパキスタンがインドとともに加盟を望む原子力供給国グループ(NSG)対応を有利に運ぶための一つであると報じられている。“Pakistan offers India moratorium on nuclear tests”, The Express Tribune Pakistan, 17 August 2016, URL: <http://tribune.com.pk/story/1164259/pakistan-offers-india-moratorium-nuclear-tests/>

<sup>38</sup> エジプトは決議案に核保有国による核軍縮義務への言及がないとして棄権したと報じられている。

<sup>39</sup> 外務省、「包括的核実験禁止条約(CTBT)に関する安保理決議(第2310号)の採択」、平成26年9月27日、URL: [http://www.mofa.go.jp/mofaj/dns/ac\\_d/page25\\_000543.html](http://www.mofa.go.jp/mofaj/dns/ac_d/page25_000543.html)、 “Adopting Resolution 2310 (2016), Security Council Calls for Early Entry into Force of Nuclear-Test-Ban Treaty, Ratification by Eight Annex 2 Hold-Out States”, 23 September 2016, URL: <http://www.un.org/press/en/2016/sc12530.doc.htm>

<sup>40</sup> 朝日新聞、「核実験の自制を求める決議採択 国連安保理、法的義務なし」、2016年9月14日、URL: <http://www.asahi.com/articles/ASJ9R5HNGJ9RUHBI023.html>

---

要求していたが<sup>41</sup>、露国や中国の反対を考慮して最終的には法的拘束力を含まない決議で妥協し、結果として核実験の自制やモラトリアムを「奨励する」等との努力目標としての決議となったとの報道もあり<sup>42</sup>、拘束力が伴わないことで決議の重みが落ちたとも評されている<sup>43</sup>。

## 6. 解説: CTBT に係る共同声明と国連安保理決議 2310 の意義と現実

上述したようにオバマ大統領は、残り僅かな大統領在任期間の中で、議会上院共和党の反対にひるまず、議会上院の権限を事実上、迂回することになることは十分承知の上で、残り少ない大統領としての任期の中で CTBT に係り、5 核兵器国による共同声明及び国連安保理決議に踏み切った。しかし、それらに法的拘束力はなく、したがって米国が上院の反対で CTBT を批准できない現状に変化はない。また、CTBT 批准に反対する上院共和党の反対を押し切ったが故に、さらに残り少ない任期中での批准は到底不可能であろう。つまり、オバマ大統領が CTBT に係り奮闘したが、米国内では現在の CTBT を巡る状況を打開できないということである。一方で将来について、「2016 米国大統領選 その1: 民主党及び共和党の政策綱領と両党候補者の主張等の分析」と題する記事<sup>44</sup>で報告したように、ヒラリー・クリントンが大統領になれば上院に対して CTBT の批准に向けた努力を続けるであろうし、反対にドナルド・トランプが大統領になれば、批准を求めさえないであろう。

しかし、結果論は別にして、CTBT 採択後の 20 周年に鑑み、オバマ大統領が奮闘し、CTBT に特化した初めての国連安保理決議という形で、改めて世界に CTBT の重要性等を訴え、CTBT にスポットライトを当てた、という点では、彼の奮闘はそれなりに意味あるものだったのと言えよう。

また、CTBT の早期発効に向けてアクションを起こしているのはオバマ大統領だけではない。1999 年以降、CTBT の条項<sup>45</sup>に従って隔年で各国大臣レベルが出席する CTBT 発効促進会議が開催されている。また 2002 年以降は、CTBT の発効促進活動を調整・推進するため、日豪蘭を含めた計 6 カ国<sup>46</sup>により、フレンズ外相会合も開催されている。さらに CTBT より前進し、2016 年 8 月に国連の核軍縮作業部会は、核兵器禁止条約の締結交渉を 2017 年中に開始するよう国連総会に勧告する報告書を多数決<sup>47</sup>で採択するなど、核兵器国による核軍縮努力に頼らないメキシコやオーストリア等による独自の動きも加速している(ただし米国は早急すぎるとの理由で核兵器禁止条

---

<sup>41</sup> 法的拘束力を伴う決議には、国連安保理による「決定」を必要とする(国連憲章第 25 条)

<sup>42</sup> NHK、「国連安保理、核実験の自制を各国に求める決議採択」、2016 年 9 月 24 日

<sup>43</sup> 朝日新聞、「核実験抑止、遠い理想 安保理決議、法的拘束力盛らず」、2016 年 9 月 25 日、URL: <http://www.asahi.com/articles/DA3S12576240.html>

<sup>44</sup> 「2016 米国大統領選 その1: 民主党及び共和党の政策綱領と両党候補者の主張等の分析」、ISCN ニュースレター、2016 年 9 月号、URL: [http://www.jaea.go.jp/04/iscn/np\\_news/attached/0234.pdf#page=8](http://www.jaea.go.jp/04/iscn/np_news/attached/0234.pdf#page=8)

<sup>45</sup> CTBT 第 14 条 2 は、署名開放後 3 年を経過しても発効しない場合、批准国の過半数の要請によって、発効促進のための会議を開催することを定めている

<sup>46</sup> 日豪蘭の他、加国、フィンランド及び独国の計 6 カ国。

<sup>47</sup> 賛成 68、反対 22、棄権 13。日本は棄権した。

---

約の制定には反対のスタンスである<sup>48)</sup>。その意味で、オバマ大統領は米国自身の核軍縮に向けた動きを必ずしも促進することはできなかったが、プラハやベルリン、広島を訪問して「核兵器のない世界」を繰り返し主張し、自らも国際的な行動を起こすことで「核兵器のない世界」に向けたモメンタムを盛り上げることには貢献したと言えるのではないだろうか。

【報告:政策調査室 田崎 真樹子】

### 1-3 フランスで放射性廃棄物の地層処分場の設置許可条件と可逆性に関する法案が上下両院で可決

#### 【概要】

2016年7月11日、フランス国民会議(下院)で放射性廃棄物の処分における可逆性について定める法案「高レベル及び長寿中レベル放射性廃棄物の可逆性のある地層処分場の設置許可条件について規定する法律」が可決された<sup>49)</sup>。同法は、2016年5月17日に上院で可決されていた<sup>50)</sup>。この法律は、地層処分のプロジェクトであるCIGEO (Centre industriel de stockage géologique)で実施する高レベル放射性廃棄物と長寿命の中レベル廃棄物を貯蔵するための施設建設を進める内容になっており、これは2006年の「放射性廃棄物等管理計画法<sup>51)</sup>」における、放射性廃棄物の貯蔵に関連し「可逆性(réversibilité)の原則」を定め設置許可を発給する、との規定に対応したものである<sup>52)</sup>。

#### 【内容】

1991年に制定された放射性廃棄物管理研究法で、主に安全の観点から可逆性に

---

<sup>48)</sup> 毎日新聞、「米次官補、核兵器禁止条約に反対 「機能しない」」、2016年7月1日、URL:

<http://www.sankei.com/world/news/160701/wor1607010034-n1.html>

<sup>49)</sup> ANDRA ‘L’Assemblée nationale adopte la loi sur la réversibilité et les modalités de création de Cigéo’

<http://www.andra.fr/download/site-principal/document/communiqu-de-presse/communiqu-de-presse-loi-11-juillet-def.pdf>

<sup>50)</sup> 原子力環境整備促進・資金管理センター「フランスで地層処分場の設置許可条件と可逆性に関する法律が成立」

<http://www2.rwmc.or.jp/nf/?p=17682>

<sup>51)</sup> 1991年に放射性廃棄物の管理研究に関する法律が制定された。社会党バタイユ議員が中心となり制定されたため、バタイユ法とも呼ばれる。2006年の放射性廃棄物管理計画法により改定され、放射性廃棄物管理公社 (Agence Nationale pour la gestion des Déchets Radioactifs: ANDRA)が放射性廃棄物の研究と管理を行う組織としてCEAから独立した。ANDRAはフランスにおける放射性廃棄物処分の実施主体として低中レベルの放射性廃棄物処分場を操業するとともに、高レベル放射性廃棄物処分に関する深地層処分研究開発を行っている。

<sup>52)</sup> ACTU environnement.com ‘Enfouissement des déchets radioactifs : l’Assemblée fixe les modalités de création de Cigéo’

<http://www.actu-environnement.com/ae/news/enfouissement-dechets-radioactifs-cigeo-bure-vote-assemblee-loi-27202.php4>

---

についての方針を法律に含むことが定められていた<sup>53</sup>。その後、2006年放射性廃棄物等管理計画法で、可逆性を必要とする期間に関しては、処分場閉鎖後、100年以上の可逆性を確保する期間を設けることが規定され、ANDRAが2015年に設置許可申請書を提出することが規定された。さらに、設置許可申請書が提出された後は、政府が地層処分の可逆性の原則条件を定める法案を提出することを規定しており、今回はこれを受けた立法となる。また、2006年の法律で2015年に予定していた設置許可の申請時期については、2013年に実施された国民討論会の結果を受け、2018年に延期し、許可の発給は早くも2025年頃、廃棄物受け入れは2030年頃になるとみられている<sup>54</sup>。

可逆性については「地層処分場の建設・操業を段階的に継続すること、又は将来世代が過去の選択を見直し、管理方法を変更することを可能にすること」と定義し<sup>55</sup>、環境法典<sup>56</sup>に可逆性についても盛り込まれることになった。可逆性の定義<sup>57</sup>は下記のとおり。

- 「可逆性」とは、地層処分場の建設・操業を段階的に継続すること、または過去の選択を見直し、管理方法を変更することが将来世代にとって可能とすることである。
- 可逆性は、将来の技術進歩を反映し、エネルギー政策の転換による廃棄物インベントリの変更に対応するために、地層処分場の建設を段階的に進め、設計を調整可能とし、操業の柔軟性を確保することによって実行される。
- 可逆性には、定置済の廃棄物パッケージが、処分場の操業・閉鎖戦略と整合した方法及び期間において、回収可能であることが含まれる。

---

<sup>53</sup> 当時 CEA の一部門であった ANDRA が 4 つの地域での地質調査に着手したが、地元の反対を受けて調査の停止に至った。その後、1991 年放射性廃棄物管理研究法で高レベル・長寿命放射性廃棄物の管理方策に関し 3 つのオプション①長寿命の核種の核変換②可逆性のあるまたは可逆性のない地層処分の実現可能性③長期間貯蔵の方法、および事前の前処理方法に関する調査を行うことと定めた。その調査結果等を受け、2006 年の放射性廃棄物等管理計画法が成立する。

<sup>54</sup> Reuters, 'Feu vert au projet d'enfouissement des déchets radioactifs'

<http://fr.reuters.com/article/topNews/idFRKCN0ZR27W>

<sup>55</sup> 電気事業連合会「放射性廃棄物地層処分の可逆性を条件とした法案成立」

[https://www.fepec.or.jp/library/kaigai/kaigai\\_topics/1255054\\_4115.html](https://www.fepec.or.jp/library/kaigai/kaigai_topics/1255054_4115.html)

<sup>56</sup> 環境法典 Code de l'environnement は憲法の下位に位置する法律。比較的古い民法典、商法典、刑法典等と異なり、第二次世界大戦後に環境関連法が整理されて作られた。2006 年原子力基本法に相当する「原子力に関する透明性及び安全性に関する法律」が制定され原子力規制機関 ASN が設立したが、その後の改定により、現在の設置根拠法は環境法典になっている。

<http://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do?cidTexte=LEGITEXT000006074220&dateTexte=20110118>

<sup>57</sup> 今回の法律に記載されている可逆性の定義(フランスにおける地層処分に際し使用する可逆性についての定義)

原子力環境整備促進・資金管理センター

<http://www2.rwmc.or.jp/nf/>

- 
- 可逆性は、環境法典に定める公衆の安全、保健、衛生の保証、自然環境の保護の目的を遵守するよう確保されなければならない。可逆性の原則については少なくとも5年に1度の頻度でレビューを行う。

上記のとおり可逆性について、将来世代が過去の選択を見直すことができるよう「定置済み廃棄物を、回収可能(récupérabilité)であることが含まれる」と規定し、可逆性を持たせる期間は100年以上と想定されるが、詳細については規定されていない。

フランスでの使用済燃料は年間約1150トンでありそのうち約850トンが再処理され、約200トンがそのまま蓄積されている。プルサーマル用MOX燃料の使用済燃料は毎年約100トン発生しており、これについても当面はそのまま貯蔵する方針となっている。CIGEOには使用済燃料の直接処分は行われたい予定であるが、民生用原子炉(使用済燃料の再処理による廃棄物、59%)、研究用(26%)、安全保障(11%)、産業・医療(4%)由来の高レベル放射性廃棄物<sup>58</sup>と長寿命の中レベル放射性廃棄物<sup>59</sup>を処分する予定である。長寿命核種<sup>60</sup>またCIGEOにおける処分初期の段階においては、「safeguards by design approach」の概念と合わせて、保障措置を実施することになっている<sup>61</sup>。それぞれガラス固化、セメント固化、アスファルト固化等に固化されている物質を含め、CIGEOで地層処分にあたり、保障措置が終了できる物質であるかどうか、また処分後の知識の連続性をどのように保持するか等の課題が検討されている。

## 【今後】

今年1月にフランスの放射性廃棄物管理公社ANDRAから処分に際し可逆性をいかに確保するかについて考え方やシステムに関するポジションペーパーが出された。今回の定義により可逆性の原則については5年に一度レビューを行うという事であり、処分場の操業・閉鎖と整合した方法及び期間において回収可能であるようにと規定されたが、具体的にどのような方法で回収可能とするかについては、前述したとおり明確ではない。今後、フランスが使用済燃料を全量再処理しない場合には、可逆性を持たせる処分に際しては、保障措置と核セキュリティ面からの検討が必要となるだろう。そのため、現時点で、核不拡散の観点からはあまり言及はないが、関連して今後の再処理政策と合わせ、地層処分に際しての核不拡散と核セキュリティの観点からどのような対策が採られていくかという点が注目される。

【報告:政策調査室 小鍛冶 理紗】

---

<sup>58</sup> 主にガラス固化体

<sup>59</sup> 使用済燃料からの廃棄物、原子炉からの化合物、研究炉等からの廃棄物等。それぞれガラス固化、セメント固化、アスファルト固化等に固化し、飛び散らないよう取り扱いやすい形態に調整されている。

<sup>60</sup> ANDRA 'Types of waste to be disposed of at Cigeo',  
<http://www.cigeo.com/en/types-of-wastes-to-be-disposed-of-at-cigeo>

<sup>61</sup> IAEA symposium 'Cigeo': the french industrial project of deep geological repository developed by Andra',  
[http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/46/066/46066140.pdf?r=1](http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/46/066/46066140.pdf?r=1)

---

---

## 2. 技術紹介

### 2-1 原子力発電所のサボタージュ防護設計のために

#### 1. はじめに

原子力発電所の設計は安全が第一であり、サボタージュ防護設計が必要な場合は、安全設計と調和することが求められ、安全とセキュリティのインターフェースが議論される。米国は、1980年代に実施された原子力発電所のサボタージュ防護設計についての報告書<sup>(1)</sup>を公開していたが、2001年の同時多発テロ以降、既公開情報の撤収を含めてサボタージュに係る情報管理を強化し、NRCは2009年に、この設備を破壊すれば大量の放射性物質の放出に繋がると言うターゲットセット(TS)を事業者が求めることを規制要求としている。米国をはじめとした関係国間での議論の高まりを受けて、IAEAは2010年のINSAG-24<sup>(2)</sup>、及び2012年のNuclear Security Series-16<sup>(3)</sup>において、安全とセキュリティの調和の考え方、枢要区域の特定方法(Vital Area Identification: VAI)等を紹介している。韓国では、2005年頃から、米国の協力を得て、VAIの開発を進め<sup>(4)</sup>、その成果をIAEAに教育支援ツールとして提供するとともに、原子力発電所の防護設計能力をアピールしている。

一方、国内では、2011年の東京電力福島第一原子力発電所の事故(1F事故)の後で、NRCから我が国に対して、原子力発電所の全電源喪失(Station Blackout: SBO)時のアクシデントマネジメント(AM)対策であるB5bの情報提供が1F事故前に有ったにも拘わらず、実際の対応へは生かされていなかったことが指摘された。1F事故のようなシビアアクシデント(SA)が実際に起こり得ること、最新の知見から学ぶこと等の反省を踏まえて、世界で一番厳しいと言われる「実用発電用原子炉に係る新規規制基準」(新規規制基準)が策定され、航空機テロに対する特定重大事故等対処施設(特重施設)の設置が求められた。また、セキュリティでは、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」(実用炉規則)において、防護区域内外の防護対象枢要設備の防護が核物質防護規定に盛り込まれ、サボタージュ防護対策は着実に進んで来ている。

こうした状況を考えれば、今後は、冒頭に記したように原子力発電所のサボタージュ防護設計を検討し、安全との調和、運転性、経済性等との観点から総合的に設計への反映について判断することが重要であると考えられる。施設設計レベルで考慮しているサボタージュ防護設計とは、欧州加圧水型炉(European Pressure Reactor: EPR)に見られるような非常用安全系システムを包含した防護建屋(Safeguard Building)の分散配置設計等が代表的なものであろう。建屋配置という大きな設計変更で無くても、ケーブルトレインの分散配置、アクセスルートの離隔、冷却系・電源系の相互接続等、防護設計の検討は安全設計と併せて重要である。既に、国内メーカーは第3世代炉で防護性能を考慮した設計(例えば、三菱重工のAPWR)を行っており、電気事業者においては国外のサボタージュ対策についての調査検討も行っていると聞いている。

セキュリティに係る内容は秘匿することが重要であることは言うまでも無いことである

が、サボタージュ防護設計に役立つ VAI や TS について国際的に公開されている方法論について、初歩的な事例検討を含めて紹介し、その評価や活用については、メーカー、事業者、規制機関等の判断に委ねることは、研究開発機関として必要なことと考えている。

なお、原子力発電所の安全設備設計や、新規規制基準の下での電気事業者と原子力規制庁との間の情報に接していない読者にとっては難解なものとなってしまいが、サボタージュが敷地境界で食い止められない場合は、1F 事故で経験したように、原子炉本体とは別の箇所で生じた事象が重大な炉心損傷を引き起こす可能性があり、この事象進展は安全分野の確率論的リスク評価(Probabilistic Risk Analysis: PRA)と同様な方法を適用することから、サボタージュの防護設計に必要な内容としてご理解頂きたい。

## 2. 枢要区域の特定

### (1) PRA と VAI

VAI については、IAEA の技術文書<sup>(3)</sup>以外に米国の SNL より基本的な考え方等が紹介<sup>(5)</sup>されており、サボタージュ防護設計への活用方法を示している。NRC 規制の経緯を見てみると、'80 年代～'90 年代に VAI が定義され、現在では VAI の中で出て来る TS<sup>(6)-(8)</sup>が規定されている。

サボタージュ防護の難しさは、どの様な設備が攻撃を受けるかが事前に予測が付かないことであり、また、どの様な頻度でこうした事案が発生するかの定量化も困難であることである。

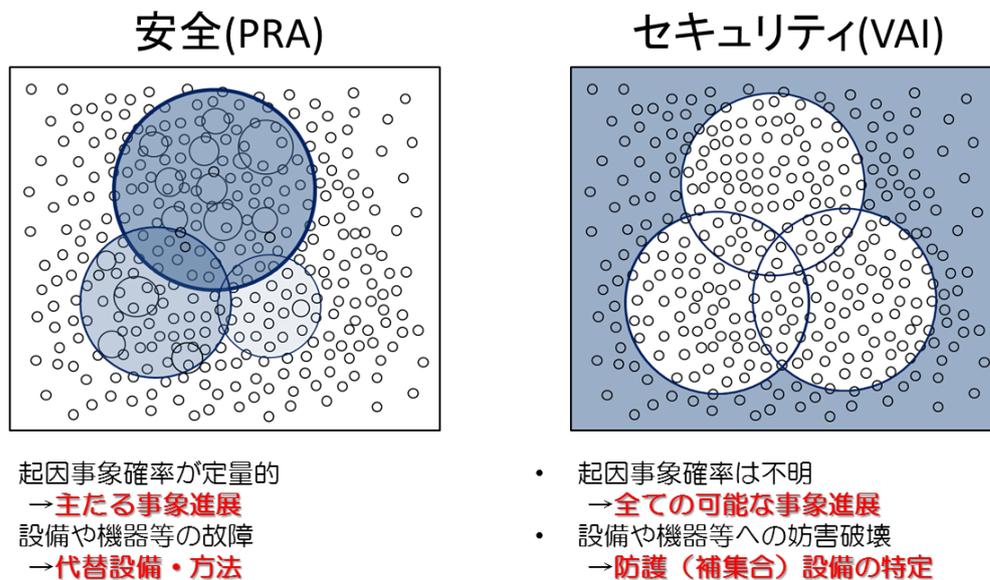


図1 PRA と VAI の比較

(注：互いに独立な多くの基事象を一つのベン図に描くのは正しくないが、ET/FT に含まれる基事象とのイメージを掴むために示した。)

図 1 に、安全の PRA と VAI との考え方の違いをイメージ的に表現する為に、両者の 3 つの事象進展シナリオを、多くの基事象の上にベン図として表した<sup>(1)</sup>。PRA の場合は、過去の事故データ、装置・機器等の故障データ等より、内部事象の場合は起因事象確率が炉・年として定量化することが可能で、基事象同士の大小、事故シナリオの重要度が定量化出来る。また、単一故障基準(非常用炉心冷却系、安全保護系および電気系など安全上重要な系の設計に当たっては、機器の単一故障を仮定してもその安全機能が損なわれないように設計することが要求されていること)を基本としていることから、重要シナリオが特定されれば、故障機器の代替機器を用意する多重性(同一の機能を有する同一の性質の系統又は機器が二つ以上あること)によって、また、共通原因故障が問題となるような場合でも、独立性(共通原因によって同時にその機能が損なわれないよう、二つ以上の系統又は機器が、想定される環境条件及び運転状態において、物理的方法その他の方法によりそれぞれ互いに分離すること)、多様性(同一の機能を有する異なる性質の系統又は機器が二つ以上あること)に配慮した代替機器装置、可搬型電源・水源等が確保されている。

一方、VAI の場合は、悪意を持った起因事象(Initiating Events of Malicious Origin: IEMO's)を考慮した後に、イベントツリー及びフォールトツリー(ET/FT)を解いて TS を求める。ここまでは PRA のカットセットを求める手順と同様であるが、TS を護る為に、「X 設備を防護する」→「X 設備を破壊させない」→「X 設備を破壊することの補集合」と考え、TS の補集合を考える。この後に導き出されたものを、プリベンションセット(PS)と呼び、ここを防護して妨害破壊を受けなければ、放射性物質の大量放出(High Radiological Consequences: HRCs)を避けられると考える。シナリオ間の起こり易さの大小は判断出来無い事から、全てのシナリオに対する補集合を考えることとなり、対象にも依るが一般的に PS は大きな数となって来る。

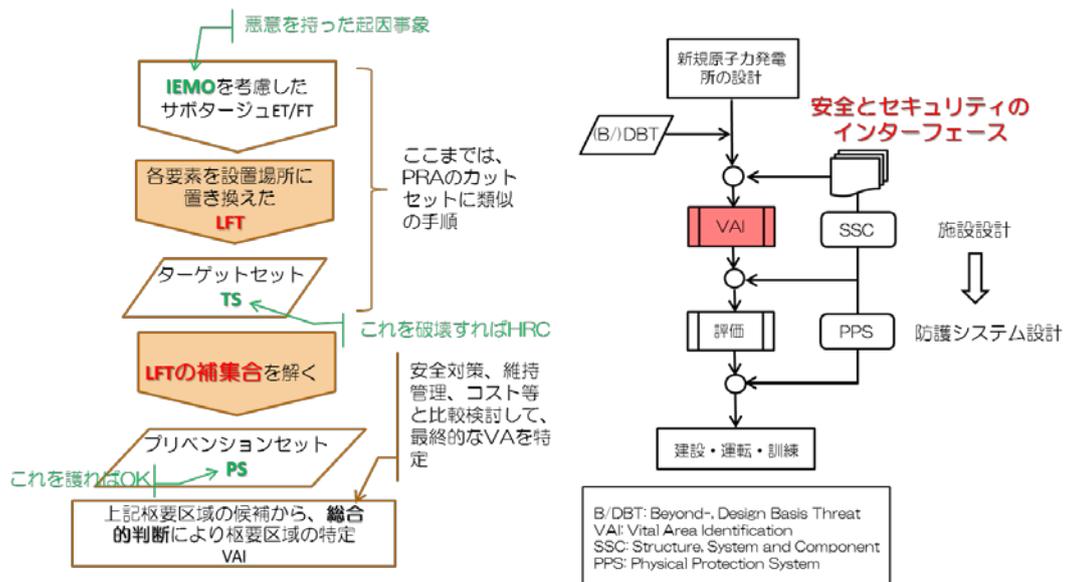


図 2 VAI の実施手順と活用方法

図 2 に、VAI の実施手順と活用方法を示す。TS を求める際に、各要素をその設備が設置されている場所に置き換えた、ロケーションフォールトツリー(Location Fault Tree: LFT)を作って解くことが特徴であり、この際に安全上重要な設備の設置場所の情報は機微情報となることから、LFT の詳細は公開することが出来ない。また、LFT の補集合を解いて求められる PS は、VA の候補を示しており、ここから VAI を決定する際には、安全対策、維持管理、コスト等を考慮して総合的な判断を行う必要がある。

活用方法については、構造物・系統・機器 (Structures, Systems, and Components:SSC)の設計段階において用いると利点が大きいとされており、この際に、安全とセキュリティのインターフェースを考える必要が出て来る。一旦、施設設計が決まった後は、防護システム(Physical Protection System: PPS)を考えることとなり、比較的  
安全との干渉の少ない設備機器類(監視カメラ、侵入センサー、フェンス等)が中心となるが、アクセス管理については安全とのインターフェースが問題となる。

## (2) 事例検討

### 1) PWR 2 ループ

最初の事例検討として、PWR 2 ループの一般的なモデルを考える。接近困難性、サボタージュに要する時間、専門的知識の有無等の予断を排して、IEMO についての全ての可能性を考える<sup>(4)</sup>こととする。SBO を伴うサボタージュシナリオとして、原子炉トリップ、大・小冷却材喪失事故(Loss of Coolant Accident:LOCA)、主蒸気系不能 A/B 系統の、5 つの ET、及び配管、タンク等の静的機器を含む、16 の FT を考える。基本的には、米国で行われた TS を求めた報告書<sup>(9)</sup>を基に、モデル化を行うものの、非常用安全設備等については、我が国の典型的な PWR の配置が考慮できるようにした。また、使用計算コードは、公開コードである SAPHIRE 8.0.9<sup>(10)</sup>を用いた。

表 1 TS と PS の結果

LFT における TS の要素カウント数			事故シーケンス毎の PS 数と要素数		
場所 (建屋内の場所は記号で表す。)	回数	接近性	事故シーケンス	PS数	要素数
建屋外_L1	115	0.8	① 原子炉トリップ	13	9~16
建屋外_L2	100	0.8	② 小LOCA	18	8~18
A建屋_L1	114	0.5	③ 大LOCA	25	2~15
A建屋_L2	112	0.5	④ 主蒸気系破損_A系統	32	19~25
A建屋_L3	108	0.5	⑤ 主蒸気系破損_B系統	32	19~25
A建屋_L4	102	0.5			
A建屋_L5	100	0.5	合計	116	
A建屋_L6	88	0.5			
以下略					
格納容器_L1	114	0.2			
格納容器_L2	112	0.2			
以下略					

---

表 1 に、計算によって求められた TS と PS を示す。LFT を解いた後の TS については、建屋外、A 建屋、格納容器の順で、接近することは困難となると考えられるが、各々の区域において、L1, L2 等で示されるように、場所ごとに TS としてカウントされることが多い場所又は部屋が明らかとなって来る。

また、事故シーケンス毎の PS 数と要素数において、例えば、③大 LOCA では、PS の数は 25 で、各々のセットは最小で 2 要素、最大で 15 要素となっている。25 の PS は互いに和であり、どれか一つの PS を防護すれば、大 LOCA を避けることが出来る。この時に、最小要素数 2 の PS は、格納容器内の 2 要素であり、これを防護すれば良く、この 2 箇所を枢要区域とすることは妥当な判断となる。

## 2) 外部電源喪失

ここでは、外部電源喪失シナリオを用いて、安全対策とサボタージュ対策とを比較する。外部電源喪失時の安全対策を考える際の事象進展は、非常用所内電源からの給電を得て、タービン動補給給水ポンプによる蒸気発生器への給水、主蒸気逃がし弁による熱放出、充てん系によるほう酸の添加等と進展するが、これらが失敗に終わると、AM 対策としてのフィードアンドブリード(原子炉への高圧注入系による給水と加圧器逃し弁からの排水により、炉心崩壊熱を除去すること)シナリオへ事象進展する。また、フィードアンドブリードも失敗に終わると、消防自動車による補助給水タンクへの給水、電源車による給電等の可搬型設備を用いての緊急安全対策が取られることとなる。

こうした安全対策の際は、フロントライン系(所定の安全機能を直接果たす系統)の設備に加えて、サポート系(フロントライン系の機能を支援する系統)の設備が重要な役割を担う。そこで、外部電源喪失時の安全対策に係る ET/FT を参考に、一般的な設備機器等の場所の情報から LFT を作成し、TS を求める。この際に、フロントライン系と併せて、電源・補機冷却系等のサポート系に注目する。

図 3 に、LFT を解いて得られた TS を示す。この時に、ターゲットの脆弱度合を、接近性と分散性の積で表されると仮定する。接近性について、格納容器(C/V)は一番侵入が困難なので、0.1、これに対して屋外は接近しやすいので、0.8 とした。また、分散性について、一か所に集中して設置されている集中系の機器よりも、配管、ケーブル等の分布系の方が、何処か一か所破壊されると全体の機能損失に至るので、集中系を 0.5、分布系を 1.0 とした。これより明らかなように、要素数が 3 からなる TS 数が一番多いものの、それらは脆弱度合の低い方に分布している。これに対して、脆弱度合が 0.3 以上と比較的高く、かつ要素数 1 又は 2 の TS が見られ、これにはサポート系が該当する。また、TS の補集合を取って、PS を求めると要素数の少ない PS でも 13~15 となり、その 8 割以上はサポート系の要素となっている。これは、安全対策としてのサポート系が、サボタージュ対策としての脆弱点となる可能性を示している。安全対策における恒設設備と可搬設備との組み合わせが議論されているが、準備に多少の時間を要するもののフレキシビリティに富む可搬設備について、セキュリティの観点からの設計段階でのインターフェースの検討が必要な

事例と成り得ることを示している。

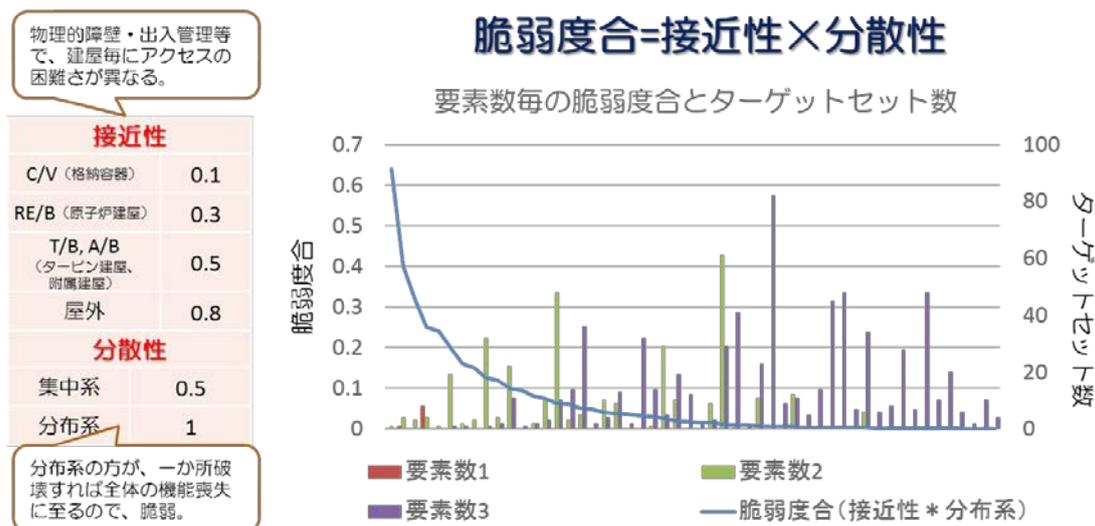


図3 TSと脆弱度合

### (3) 2S インターフェース

安全における深層防護(Defense in depth: DiD)の考え方は、安全に対する脅威から人を守ることを目的として、ある目標をもったいくつかの障壁を用意して、あるレベルの防護に失敗したら次のレベルで防護するという概念である。多重性・多様性・独立性は、深層防護の考え方に基づいた安全設計において、独立性は多重性、多様性が効果を発揮するための前提条件であり、単一故障基準は多重性の適切性を確認するための手段である<sup>(12)</sup>とされている。

これに対して、セキュリティの分野でも DiD は、INFCIRC/225/Rev.5<sup>(13)</sup>において記されており、防護設備、防護手順、施設設計を包含して考えること、物理的な防護として検知、遅延、対抗の3要素を考えること等が示されている。しかしながら、両者の DiD の議論に相違点を感じるのは、レベル4以降の考え方である。1F事故以降、レベル4, 5のAM対策は議論されて来ているが、セキュリティの場合は、設計基礎脅威(Design Basis Threat: DBT)と設計基礎脅威を越える脅威(Beyond-DBT)とで、事業者と国との責任の分解点があることも影響するのか、両者のレベル4の考え方は必ずしもはっきりしない。サボタージュの場合であっても、レベル4以降は、安全対策で網羅されているとの声も聞かれる。これについては、ハード対策だけでなく、実効的な訓練の導入も含めて検討が必要だろう。

なお、ここで紹介した安全とセキュリティのインターフェースについては、原子力学会標準委員会原子力安全検討会及び同学会核不拡散・保障措置・核セキュリティ連絡会との共催によるSS(Safety-Security)分科会(座長 東京大学 出町先生)において、昨年度より議論している。

---

### 3. あとがき

ここで紹介した VAI を用いた検討は、IAEA の技術文書<sup>(3)</sup>で公表された後、関係する報告を国内では見かけて来なかった。先に記したように韓国の事例<sup>(4)</sup>以外に、米国の事例<sup>(5)</sup>を除くと、僅かな外国の報告例<sup>(14)</sup>しか公開されていない。基本的にセキュリティに関わることなので、非公開とすることが通例で、IAEA の技術文書も最低限の内容しか公表していない。ただし、秘匿性を重要視する場合は、国内で何らかの紹介を行わないと、サボタージュに係る国際的に公開された方法論が紹介されない恐れがある。もちろん、こうした懸念が著者の勝手な思い込みで、既に、国内セキュリティ関係者で周知され、その結果を確認済みで、脆弱性に係る情報は一切公開しないということかもしれない、そうした方からは、本記事についてお叱りを受けるかもしれない。

しかし、そうでない場合は、公開されている IAEA の技術文書を見ただけで、原子力発電所の安全設計に慣れている方は、ここで記されていることは容易に実行可能であるという事実を強調しなければならない。これは、原子力発電所の施設設計を担う人たちが、安全と同時にサボタージュ上の脆弱性を考慮して施設設計を行わないと、手戻りの対策だけでは限界があることを示している。また、セキュリティを担う方々に対しても、経験的・専門的な方法だけでは無く、長い歴史のある PRA の ET/FT を基礎とした VAI を使うことによって、サボタージュ対策において、抜け落ちや見落としが無く、網羅的な検討が可能となることを伝えたい。

最後に、解説と言いながら、入力データの非開示、略記で示した場所名、TS や PS の全体の数だけ示して、それらセットの要素が具体的にどういう設備・場所か示していない事等、読者には不親切で透明性を欠く内容になってしまったことをお詫びしたい。

【報告:核不拡散・核セキュリティ総合支援センター 鈴木 美寿】

#### 参考文献

- (1) David M. Ericson and G. Bruce Varnado, “Nuclear Power Plant Design Concepts for Sabotage Protection”, NUREG/CR-1345 SAND80-0477/1, 1981.
- (2) “The Interface between Safety and Security at Nuclear Power Plants”, INSAG-24, IAEA, 2010.
- (3) “Identification of Vital Areas at Nuclear Facilities”, NSS-16, IAEA, 2012.
- (4) Jaejoo Ha, et al, “The Application of PSA Techniques to the Vital Area Identification of Nuclear Power Plants”, Nuclear Engineering and Technology, Vol. 37, No. 3, pp. 259-264, 2005.他多数
- (5) G. B. Varnado, et al., “Vital Area Identification for U.S. Nuclear Regulatory Commission Nuclear Power Reactor Licensees and New Reactor Applicants”, SAND2008-5644, 2008.

- 
- (6) D. W. Whitehead, et al., “Nuclear Power Plant Security Assessment Technical Manual”, SAND2007-5591, 2007.
  - (7) “Nuclear Power Plant Security Assessment Guide”, NUREG/CR-7145, USNRC, 2013.
  - (8) USNRC, 10CFR73.55(f), 2009.
  - (9) C. Chwasz, “Requirements for a Computer Code System for the Development and Maintenance of Target Sets”, Master Thesis, University of Tennessee, 2015.
  - (10) C. L. Smith, S. T. Wood, “Systems Analysis Programs for Hands-on Integrated Reliability Evaluations (SAPHIRE) Version 8” Volume 1-7, NUREG/CR-7039, U.S.NRC. 2011.
  - (11) 鈴木美寿他、「サボタージュ防護の為の原子力発電所の枢要区域特定」、2M20、原子力学会秋の大会、2016.
  - (12) 「原子力安全の基本的考え方について 第 1 編 別冊 深層防護の考え方」、標準委員会 日本原子力学会、AESJ-SC-TR005(ANX), 2014.
  - (13) “Nuclear Security Recommendations on Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities (INFCIRC/225/Revision 5)”, NSS-13, IAEA, 2011.
  - (14) T. Malachova, et al., “Vital Area Identification – State –of-the-Art”, Advances in Military Technology, Vol. 10, No. 1, pp.81- 96, June 2015.

---

### 3. 活動報告

#### 3-1 マレーシアにおける原子力安全及び核セキュリティ・マネジメントコースへの協力

2016年8月17-19日に、マレーシア・バンギのマレーシア原子力庁(Malaysian Nuclear Agency: MNA)において、「原子力安全及び核セキュリティ・マネジメントコース」が開催された。本コースは、将来の核物質・放射線源のセキュリティに関する管理者を対象としてMNAが実施したものである。放射性物質を取り扱うMNAの研究者、産業界(放射線モニタリング機器の開発企業、X線検知器の販売会社等)の関係者等36名が参加した。

ISCNは、MNAの要請を受けて本コースのカリキュラム・教材開発支援及び講師派遣を行った。MNAでは放射線安全の観点からセキュリティについても少しは理解している研究者は多いが、これまで核セキュリティを取り扱ったトレーニングは実施していないとのことだった。そこで今回は、核物質の盗取や施設への妨害破壊行為等の不法行為の防止・検知・対応の手段としての物理的防護(Physical Protection: PP)が果たす役割及びその重要性に関する理解を深めることを目的としたコース設計となった。

参加者のほとんどが核物質及び放射性物質を直接扱った経験がなく、PPに関する現場経験はもちろんのこと、「核セキュリティ」という言葉にも馴染みのない状態からのスタートであったこと、参加者のほとんどが規制機関職員ではなくオペレーターであったことも踏まえ、ISCNは事例や解説を多めにして講義を実施するよう努めた。また、セキュリティに関する講義に加えて、マレーシア側の講師より、放射性物質のライセンスやカテゴリー別の管理に関する国内規制に関する講義、原子力安全の概念、安全と核セキュリティのインタフェース、妨害破壊行為の影響(原子力災害・事故の影響)についての講義も行われた。

本コースでは最終演習として、MNAが運用するGamma Green House(セシウム137を利用して緩照射を行う作物育種用放射線施設)に適用されている既存のPPシステムを見学し、そのうえで、①想定される脅威から施設を守るに足るように既存のPPシステムを強化するグループ、②あらゆる手段を利用して既存のPPシステムあるいは想定される強化されたPPシステムを突破し、盗取あるいは妨害破壊行為を企てるグループに分かれて検討を行った。このエクササイズを通じて参加者は、脅威がどのような手段で核・放射性物質取扱施設に侵入してくる可能性があるのか、あるいはどのようなPPシステムを構築すれば、効果的にそれらの脅威から核・放射性物質を守ることができるのかということを学習できたものと考えられる。

参加者からは、コースの内容及び理解、講師のパフォーマンスに関するアンケートにおいて4.1(5.0満点)の高い評価を得ることができた。

MNAは、JAEAと非常に似た性格の国の原子力研究機関であり、R&Dはもちろん

---

のこと、関係機関へのトレーニングもその主要タスクの一つとなっている。また事業者への教育という点では、規制機関であるマレーシア原子力発電許可局(AELB)よりも活発に教育活動を展開している。従って、MNA のトレーニングセクションの能力強化を図ることは、マレーシア全体の核セキュリティに関する理解・能力強化につながると考えられることから、MNA に対する支援・協力は重要な意味を持つものである。MNA としては今後も毎年このコースを継続していきたいとのことであり、ISCN も継続して支援していきたい。

【報告:能力構築国際支援室 野呂 尚子、平井 瑞記】

### 3-2 日本原子力学会「2016年秋の大会」発表報告－核不拡散、核セキュリティの推進方策に関する研究について－

機構における核不拡散政策の研究は、国内外の動向を踏まえつつ、これまでの平和利用における技術的知見・経験に基づき研究テーマを設定し、その成果を国内外に発信する等、政策支援能力を有する組織を目指すことを目的に実施している。現在核不拡散政策研究として実施している「核不拡散・核セキュリティの推進方策に関する研究」の全体概要について、9月7日～9日まで福岡県久留米市で開催された日本原子力学会「2016年秋の大会」で報告した。

本発表では、核不拡散(保障措置)と核セキュリティ(「保障措置」と「セキュリティ」の英語の頭文字から「2S」と呼ばれている)の更なる強化・効率化を目指して、2S 双方を推進するための「2S」に係る技術や情報を収集・分析し、「2S」の相乗効果と障害があればそれを除去するための方策について、計画等を含む全体概要について報告した。保障措置から核セキュリティへの相乗効果を検討するため、動向調査として、現在IAEAにて内部脅威対策として議論が進められている核セキュリティシリーズ 25-G「NMAC:施設における核セキュリティ目的のための核物質の計量及び管理の利用」を調査した。また、NMACの施設への適用性を検討する上で、核燃料サイクルにおける核セキュリティリスクの評価を実施した。その結果を踏まえ、MOX燃料加工施設について基礎的検討を実施し、核物質の計量・管理の内部脅威への効果について期待できることを示した。また今後の研究計画として、NMACの現在の核燃料サイクル施設への適用性評価、核セキュリティ技術の調査及び保障措置への適用性の検討、諸外国の保障措置・核セキュリティに係る規制の動向、さらに低除染・マイナーアクチニド入り燃料等の将来施設への適用性検討等を実施して行く予定である。

米国原子力規制委員会の妨害破壊行為対策の状況等の質問等を踏まえ、今後の「2S」強化等に向けた検討に活かしていきたい。

【報告:政策調査室 須田 一則】

### 3-3 核物質及び原子力施設の物理的防護に係るトレーニングコース

2016年8月29日-9月9日に、核物質及び原子力施設の物理的防護に係るトレーニングコースを開催した。本コースは、核物質及び原子力施設の物理的防護に係る知識を習得する事を目的とした国際コースである。主としてアジア各国において原子力規制業務に係る政府機関、原子力事業者、及びその他政府関係機関を対象としており、米エネルギー省・サンディア国立研究所(SNL)の協力を受けて2011年より毎年開催している。第6回目となる今回は、10カ国から25名が参加した。

本コースは、①原子力施設の物理的防護システム設計の条件となる様々な要件の定義、②システムの設計及び③設計したシステムの評価のプロセスを体系的に学ぶ事を目的としており、クラス全体の講義とディスカッション(座学)、6名程度の少人数に分かれて行うグループ演習、仮想の原子力施設を3Dで3面のスクリーンに表現できるバーチャルリアリティ・システム(VR)、実際の原子力施設で広く使われているセキュリティ機器の実機を多数備えている核物質防護実習フィールド等の日本独自のトレーニング・ツールを用いた実習によって構成されている。各講義の後に講義内容に対応したグループ演習を行い、理解を深められるように設計しており、コース終了後に参加者各自がそれぞれのサイトの立地環境等を考慮した上で物理的防護システムを設計・評価できるようになる事を目標としている。

本コースは、SNLのトレーニングコースをベースにしたものであるが、日本の法規定や核セキュリティ強化の取組に関する講義、サイバーセキュリティや核セキュリティ文化に関する講義を追加するなど、ISCN独自のコースとして特色を持っている。

またコース期間中に、核不拡散・核セキュリティの重要性を認識し、原子力の平和利用を深く考えてほしいとの思いから、毎回被爆地である広島と長崎を交互に訪問している(今年は長崎訪問)。

本コースの最後には、参加者たちは2週間のトレーニングを通じて学んだ内容・得た知識を用いて仮想施設の物理的防護を与えられた性能要件を満たすように設計・評価する最終演習を行い、グループ毎に発表を行った。コースの始めではなかなか発言もできなかった研修生が、互いの発表に関し、積極的なコメント、質疑・応答を行えるようになり、例年同様、効果的なトレーニングが実施できたことが伺われる。

【報告:能力構築国際支援室 川太 徳夫】

---

---

## 4. コラム

### 4-1 計量管理の今昔物語その2

本誌の編集委員からもう一本書いてみないか？と言われたので調子乗って書いてみた。核拡散抵抗性技術と計量管理の二つテーマが浮かんだが、前回の続きで、計量管理は誰のために行っているのかと言う視点で書いてみることにした。

ときは 1980 年代の中頃、プルトニウム燃料工場では「もんじゅ」の燃料を製造するため新しいプルトニウム燃料製造施設(PFPF)を建設することになった。それまでの施設は査察対応に多くの時間を取られて、まともに操業(燃料製造)が出来なかったため、PFPF では査察を自動化して操業時間を延ばすことを考えた。

それまで保障措置や査察は国や IAEA の仕事と考えていたのを改め、自ら保障措置と査察を勉強し査察を自動化することにチャレンジした。Safeguards by design の始まりである。

この時期まだ今の様な査察理論がしっかりと出来上がっていた訳ではないが、調べてみるとプルトニウムの査察は、低濃縮ウランのそれと比べるととても大変なことが判ってくる。後になって査察量を比較してみた者がいた。低濃縮ウラン 1 kg に対する査察とプルトニウム 1 kg に対する査察量では 5000 倍違うと言っていた。

さてこれから新しい燃料製造施設を設計、建設と言うところで、筆者は異動で計量係を離れた。しかしそれから約 3 年経った 1988 年の春、PFPF の仕事を当時いたワシントン DC ですることになる。丁度現在の日米原子力協定の米国の議会手続きが終わろうとする頃だったと思う。議会手続きが完了次第、新協定(現在の協定)は発効の手続きに入る予定であったが、ここでひとつ問題がおきた。

その頃日本では計量管理と保障措置を自動化した PFPF が完成し、プルトニウムを運び入れ、まさにこれから運転を開始しようとしていたところだった。

新協定では再処理施設や燃料製造施設にプルトニウムを持ち込む場合、その施設名を事前に協定の付属書のリストに記載しておく必要があったが、新しい PFPF は記載されていなかった。

このままだと協定が発効したとたん PFPF は協定違反になってしまうことを意味していた。

新協定のリストに施設名を記載するためには、PFPF に適切な計量管理と IAEA 保障措置が適用されていることを米国に示す必要があったが、まだ説明はしていなかった。

日本側は慌てた。さてどうしたものか？施設に運び入れたプルトニウムを運び出すかと言った意見もあった。しかし予想外の費用が掛かることが判り(記憶が正しければ

---

数千万円では足りない額だった)、だいいち手続きのために現場に不要なことをさせるのでは本末転倒だった。

次に出てきた案が、協定発効と同時に、施設名をリストに書き加え、協定違反を回避する案である。これを行うためには外交文書の作り直しだけでなく、新しい施設がどのようなもので、計量管理や保障措置をどの様に行うのか米国に説明して了解を得る必要があった。

日本では、施設関係者が計量管理と保障措置を説明する資料を大急ぎで作って米国に送る共に担当者がワシントンに来て国務省関係者に状況を説明した。

筆者はこの頃、職場では一番若く、且つ、唯一プルトニウムの燃料加工施設を見たことがあった。そのため米国国務省との会議では、自分では一度も見ただけもない PFPF の計量管理と保障措置について、日本から送られてきた資料を使って、しどろもどろになりながら説明した。

ここに出てくるのが Dr.ハウク氏である。今は国務省に吸収されてしまった軍備管理軍縮庁、通称 ACDA で IAEA 保障措置を担当していた方である。背は結構高く 180 センチ近くあったかもしれない、頭が大きく少し猫背。白髪の頭は薄いけど、その分白い顎鬚をたっぷり蓄えていた。動作と口調は、とてもゆっくりしていて、おとぎ話に出てくる神様の様な風貌だった。

後になり思ったことだが、会議で筆者が計量管理の方法やプルトニウムの計量誤差などを説明すると、彼がうまく誘導してくれて必要な情報を引き出してくれた様に思う。

具体的には、年間数百 kg のプルトニウムを使う燃料製造の方法や、その際のプルトニウムの計量方法と計量誤差、またその信頼度などであったと思う。

まだ運転を開始していない施設であるので、計量誤差は秤量器や分析精度などから評価した理論値である。今でも誤差の数字を覚えているが、当時の筆者は、実際に運転を開始したらこの程度の誤差に収まるかと思いつつ説明したのを覚えている。これも後になって思ったことだが、丁度 IAEA 査察の理論が出来あがった時期である。

筆者の説明に対するハウク氏の適切な質問で必要な情報が米側に提供され、適切な保障措置の適用が確認され、原子力協定の発効と同時に PFPF をリストに記載することが出来ることになり協定違反を回避できることとなった。

さてこれで問題は解決して後は発効手続きだけとっていたのだが、そうは行かなかった。この話にはもう少し続きがある。しかし話が長くなるので今回は割愛する。とにかくもう一度日米間の会議が必要になり再度書類を作り直し発効にこぎつけることが出来た。

余談であるが、日米原子力協定が発効した 1988 年 7 月 17 日は日曜日。協定の発効には日本から米国に対して外交文書による通告が必要になる。そして外交文書は通常事前でも事後でも渡すことはできない(宣戦布告の外交文書を考えればよくわか

---

と思う)。筆者は聞いた住所を探してワシントン近郊の国務省の担当者の家に協定発効の外交文書を持って行ったのを覚えている。確か、教会に行くので早めに持ってきて欲しいと言われて、17 日 日曜日の朝 9 時頃だったと思う。

ハウク氏とはその後、もんじゅの保障措置を構築するときと一緒にいる。彼から IAEA 保障措置の目的と、その技術基準の意味を覚えてもらった。それは核不拡散政策とそれを達成するための技術基準に関する哲学の様なものだった。この哲学に基づけば、平和利用目的の施設であれば、どのような原子力施設にでも有効な保障措置を適用出来ると思えた。

もんじゅの保障措置キーエレメントと言う日米協定関係文書がある。その冒頭に書かれているのは IAEA との協力の経緯である。これを書くように要請したのは彼である。

さて、少し横道にそれたので PFPF の話にもどす。この施設に関わるのはそれからまた 6 年経った 1994 年の 5 月連休である。独身で特にすることもなかったのもので、連休中で誰もいないオフィスでひとり溜まった仕事の整理をしていた筆者に、社外から架かって来た一本の電話から始まった。たしか電話の相手は、東海村の再処理工場(後になり PFPF の間違いであることが判る)でプルトニウムがディスクレパンシーと言う情報がありますが、これは何のことでしょうか?と聞いてきた。

大体金曜日の午後とか、連休の間とかにかかって来る電話に良いことは少ない。

社内のあちこちに電話して聞いてみたが何のことかわからない。この全容が見えてきたのは数日後だった。数か月前から IAEA と PFPF 間では工程内に滞留して確認が難しいプルトニウムについて検討が行われていた。この件がプルトニウム利用に反対するアメリカの組織(NCI のレーベンソール氏、いつもおしゃれな背広に蝶ネクタイのダンディなおじさんである)から公表されたのだった。

このニュースは、当時大きな国際問題となっていた北朝鮮の核開発問題や NPT 脱退問題などと一緒に国内外で報道されることになり、アメリカでは PFPF の運転を止めさせる法案まで提出された。

PFPF の担当者は、施設でどの様なことが起こっているか、計量管理って何、保障措置って何、保障措置と計量管理の関係は、問題は何、等を解りやすく記者の方々に説明しなければならなかった。今となつては、PFPF の工程内滞留問題はご存知の方も多いが、当時は、保障措置、計量管理、と言った言葉も今ほど知られておらず、また、計量管理の説明の中に出てくる MUF(Material unaccounted for: 当時の訳し方では不明物質量)という言葉もあり、正確に理解してもらうことはなかなか大変だった。

そんな中、IAEA がプレス発表を行った。内容は一言、「問題となっているプルトニウムは IAEA 保障措置の下にある」だけである。このたった一言で、国際社会はこの件を問題にしなくなった。筆者はこのとき、「権威」と言うものの重要性を改めて認識し、そして広報の方法はいろいろあると思ったものだった。

この工程内滞留問題は、保障措置や核不拡散問題との関係で説明されることが多

---

いが、施設者はもっと多くのことを学んだ。

まず工程内滞留がどうして判ったか？それは計量管理の結果である。操業開始以降の PFPF の計量管理の結果を見ると、原料として搬入した量よりも、製品として搬出した量の方が少ない。ここが出発地点だった。

具体的には、施設の操業開始以降の長期にわたる計量管理の結果としての MUF を評価することから、施設における核物質の挙動を評価することから始まった。

MUF という言葉を聞いたことがあっても、その中身をよく知らない方も多いと思う。一言でいうと、帳簿に記載されている量と実際に測った量の差である。和訳が「不明物質 量」なので、あたかも無くなった量に思えてしまうが、そうではない。

例えば、米を 5 kg 買ってきたとしよう。家に帰って家の秤で測ってみたら 5.0 kg だったので、ノートに 5.0 kg とメモしておく。しかし翌日同じ秤で測っても 5.0 kg になるとは限らない。測る度に違う値になるのが普通であり 5.1 kg になる場合もあれば 4.9 kg になる場合もある。もし測った結果を 4.9 kg と記録するなら MUF は 0.1 kg となる。原因の一つは秤の測定誤差である。

測定誤差だけであれば、MUF はプラスになったりマイナスになったりいろいろな値になり、長期間 MUF の評価を続け、その結果を合計すると値はゼロに近づいていく。もしそうならない場合は、測定誤差以外の原因が考えられる。

この PFPF は、操業開始以来 MUF が大きくなり続けていた。そしてその合計がプルトニウム数 10 kg となっていた。このことがレーベンソール氏からディスクレパンシーと指摘されたのである。PFPF では丁度この原因について検討を始めたときだった。

原因の調査してみるといろいろなことが判ってきた。

まず、施設に運び入れる原料のプルトニウムの含有量の分析には問題は見つからなかったが、施設から払い出す製品中のプルトニウムの含有量の分析にほんの僅かの偏りがあることが判ってくる。長期間の評価を行わなければ判らないようなわずかな値だったと記憶している。

また、製造工程中に在庫するプルトニウムは理論的には PuO<sub>2</sub> であり、プルトニウム原子 1 個に酸素原子 2 個から出来上がっているはずであるが、プルトニウムの発熱などにより PuO<sub>3</sub> 等になり少し組成が変わり重量にも変化が出てくるということが判ってきた。更にその日の湿度によって重量が変化することもある。分子レベルでの変化や水分の問題は、燃料製造技術に関係する者は以前から知っていたが在庫管理への影響はそれまで考えていなかった。また、廃棄物として処理される量もそれまではあまり考えられていなかった。

最も大きな原因は工程内への滞留である。ただ滞留と言っても目に見える様な形でプルトニウムの粉末が散乱している訳ではない。グローブボックスの壁面にうっすらと付着していたり、機器の隙間や裏側に溜まっていたりするものである。そしてこの滞留

---

している量が予想よりかなり多いことだった。

PFPPF は、この問題を解決するために多くのことをする。

製品中の核物質量を分析する方法の見直し、廃棄物中の核物質を測定・管理する方法の構築し、工程内に滞留したプルトニウム量の確認方法の構築、機器の中に滞留した核物質の回収と滞留しないようにするための改良等である。

そしてこの改善は、もちろん保障措置の問題解決にも役だったがそれよりも、従業員の被曝低減、製品の品質管理、廃棄物管理のためになった。

PFPPF の件が解決してから数年後に、東海再処理工場でも IAEA から計量管理上の問題を指摘され工程内のプルトニウム流れについて再評価を行ったことがある。この時は予想していなかったルートでプルトニウムが流れていることが判るなど、安全管理、品質管理、廃棄物管理に役立つ多くのことが判明し、改善に役立った。

計量管理は、保障措置だけのためでなく施設者のためになるのである。

【報告:核不拡散・核セキュリティ総合支援センター 堀 啓一郎】

\*\*\*\*\*

発行日: 2016 年 10 月 24 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)