



ISCN ニュースレター

No.0221

August, 2015

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トピックス	4
1-1	新 米韓原子力協力協定について	4

2015年6月16日、オバマ大統領は、「米国と韓国の原子力平和利用に係る協力協定」（新協定）案を不拡散評価書等と共に議会に上程した。新協定のポイントを中心に、既存の米韓原子力協力協定との比較や新協定の議会への上程までの経緯も含め報告する。

2	活動報告	12
2-1	「第20回核鑑識国際技術作業部会（ITWG-20）」参加報告	12

2015年6月30日～7月2日にハンガリーのブダペストで開催された「第20回核鑑識国際技術作業部会（ITWG-20）」に参加した。ITWGは、冷戦後の核物質の違法移転に対処するために、G8核不拡散専門家グループの後援を受けて、1996年に核鑑識技術の向上を目的に設立されたワーキンググループである。本作業部会の概要を報告する。

2-2	米国核物質管理学会発表報告・核物質と随伴する核分裂生成物（FP）のガンマ線測定法を用いた溶融燃料（デブリ）内核物質量の非破壊測定装置について	15
-----	--	----

第56回米国核物質管理学会年次大会がカリフォルニア州インディアンウェルズにおいて、7月12日～16日の日程で開催され、福島第一原子力発電所から出る燃料デブリの計量管理のための、ガンマ線測定法について報告を行った。また、本研究の関連技術、使用済燃料を直接処分する場合の保障措置に適用できる技術等の情報収集を行った。その概要について報告する。

2-3	米国ワシントンDCにおける日米核不拡散・核セキュリティ人材育成協力5周年ワークショップ及び核セキュリティCOEの役割に関するワークショップの開催	18
-----	--	----

ISCNは、2010年12月に設立以来5年間に亘る日米協力を記念し、7月9日に米エネルギー省国家核安全保障庁（DOE/NNSA）との共催で人材育成協力5周年を記念するワークショップを開催した。また、続く7月10日、COE・シンクタンク・産業界の連携の可能性を議論することを目的として、米戦略国際問題研究所（CSIS）と共催で核セキュリティCOEの役割に関するワークショップを実施した。



1 核不拡散・核セキュリティに関するトピックス

1-1 新 米韓原子力協力協定について

1. 概要

2015年6月16日、オバマ大統領は、「米国と韓国の原子力平和利用に係る協力協定」（新協定）案を不拡散評価書(NPAS)等と共に議会に上程した¹。新協定は、現行の両国間の原子力協力協定（現協定）を改定するもので、議会への上程から90日間の継続会期中に上下両院による合同不承認決議が可決されなければ、所定の手続きを経て発効する。協定改定交渉の主要争点は、韓国でのウラン濃縮及びパイロプロセッシング（酸化物である使用済燃料を金属に還元した上で電解精製により核物質を分離するプロセスで乾式再処理の一つ）に係り、米国が事前同意を付与するか否かであったが、現時点で米国は事実上、当該同意を付与していない。以下に、現協定の概要、新協定の上程までの動向、新協定のポイント等を報告する。

2. 現協定の概要

現在の米韓原子力協力協定（現協定）は、1972年11月に署名、1973年3月に発効した。当初の協定の有効期間は30年であるが、1974年5月に協定改定の署名がなされ、有効期間は2014年3月までの41年間に延長された。2013年4月、両国は「複雑な技術上の問題」を理由に、現協定の2年間延長に合意し、議会承認を経て期限は2016年3月まで延長された。現協定は、1978年米国核不拡散法(NNPA)以前の協定であるため、NNPAにより米国原子力法(AEA)第123条a.として盛り込まれた米国が他国と締結する原子力協力協定に盛り込む必要がある9つの核不拡散要件²のうち、協定対象核物質への保障措置の適用、物理的防護措置の適用、協定対象核物質の濃縮を行う際の米国の事前同意、プルトニウム、高濃縮ウラン(HEU)の貯蔵を行う際の米国の事前同意を協定に盛り込む必要がある。その点現協定は、1968年に締結された旧日米原子力協力協定とほぼ同内容で、協定対象核物質の再処理、形状または内容の変更については、「保

¹ White House, “Message to the Congress --Proposed Agreement for Cooperation Between the Government of the United States of America and the Government of the Republic of Korea Concerning Peaceful Uses of Nuclear Energy”, 16 June 2015, <https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2015/06/16/message-congress-proposed-agreement-cooperation-between-government>

² 9つの要件は、「米韓原子力協力協定改定の論点について」、核不拡散ニュース、No. 0206 May 2014、別添、18頁を参照されたい。 http://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp_news/attached/0206a1-1.pdf

障措置の効果的な適用に係る共同決定により、両国が受け入れ可能とされる施設で行われることを規定（現協定第8条C）」することとなっている。

3. 新協定の米国議会上程までの動向

米韓両国は、2010年10月に協定改定交渉を開始し、特にパイロプロセッシングの実施に係り米国から事前同意を得ることを主張したと言われるが、米国はこれを受け入れず、両国は協定改定交渉と並行して、パイロプロセッシングを含む使用済燃料管理の選択肢に係り、技術的・経済的実現可能性及び保障措置を含む核不拡散性等を検討する共同燃料サイクル研究（JFCS）を2011年から10年間の予定で開始した³。2015年4月22日、両国は新協定が合意に至ったことを発表、6月15日にワシントンで新協定に正式に署名し、翌16日にオバマ大統領が議会に上程した。

4. 新協定のポイント

新協定は、全21条の協定本文、合意議事録とその3つの附属書（附属書I、II、III）、ハイレベル二国間委員会（HLBC）に係る合意議事録から成る。新協定は、現協定とは異なり、両国が同等に義務を負う双務的な関係に基づいており、NPASによればAEA第123条a.が規定する核不拡散要件のほとんどを満たしている。協定対象核物質等に係る活動は、原則として両国の同意を基本とするが、現時点で米国が韓国に対し事前に同意を付与しているのは、プルトニウムの分離を伴わない使用済燃料の電解還元工程までの形状及び内容の変更、原子炉資機材等の第三国への再移転、使用済燃料の貯蔵及び再処理目的での仏英または両国が合意した第三国への再移転、といった事項に限定されている。以下に新協定のポイントを記す。

(1) ウラン濃縮

両国は、後述するハイレベル二国間委員会（HLBC）での協議後の合意により、附属書III記載の施設で協定対象核物質の20%未満の濃縮を行うことができる（協定第11条第2項）。HLBCでは、ウラン濃縮の技術的実現可能性、経済的実行可能性、効果的な保障措置及び適切な核物質防護措置が適用されるか否か、ウラン濃縮が核拡散リスクの重大な増加につながらないか等を協議する。また

³ なお両国はJFCSの履行に必要なパイロプロセッシング技術の移転に関し、両国は2013年に、「燃料サイクルに関する共同研究の過程で一定の原子力技術の移転に関する米国と韓国の実施取極め」（原子力技術移転協定）を締結し、技術の移転に係る詳細を規定している。

両国は、年毎に附属書 III 記載施設でのウラン濃縮活動に係る報告を交換する。(合意議事録「7. ウラン濃縮」)。しかし現時点では、附属書 III には何の施設も記載されておらず、事実上、米国は韓国での協定対象核物質のウラン濃縮に事前同意を付与していない。ただし将来的に保障措置に係る要件を満たし両国が合意すれば附属書 III への施設の追加は可能である。

(2) 再処理、形状または内容の変更

協定対象核物質等の再処理、形状または内容の変更⁴は、それらが行われる施設を含め、両国の書面で合意した場合に行うことができる(第 11 条第 1 項)。

(2)-1 使用済燃料管理と処分

協定対象核物質の使用済燃料管理と処分に係る再処理と形状または内容の変更の実施について、両国は、上述した JFCS の終了後、または両者が合意した時期に HLBC で協議を行い、協定に従う使用済燃料の管理と処分の適切な選択肢及び関連技術の更なる開発や実証に係る選択肢を同定する。当該選択肢が、再処理、形状または内容の変更を含む場合、両国は技術的実現可能性、経済的実行可能性、保障措置有効性、核拡散リスクを増加させないこと、合理的に必要な量以上のアクチニド⁵の備蓄を防ぐこと、につき書面で合意後、附属書 II セクション 1 に記載の研究開発施設で、またセクション 2 に記載の実証・製造施設で再処理、形状または内容の変更を行うことができる(合意議事録「6. 使用済燃料管理と処分」)。しかし、現時点で、上述の通り JFCS は 2021 年まで継続予定であり、附属書 II のセクション 1 及び 2 には何の施設も記載されていないことから、現協定下での対応と同様に事実上、米国は韓国での使用済燃料管理と処分に係る再処理、形状または内容の変更に係り、事前同意を付与していない。ただし将来的に保障措置に係る要件を満たし、両国が合意すれば附属書 II への施設の追加は可能である。

(2)-2 形状または内容の変更

新協定は、協定対象核物質の形状または内容の変更について、協定対象使用済燃料の照射後試験と核分裂生成物の分離を附属書 I セクション 1 に記載の以下の施設で、また超ウラン元素またはその他の特殊核分裂性物質(ウラン 233

⁴形状または内容の変更には、原子炉燃料の照射及び再照射、転換、再転換、未照射の原料物質及び低濃縮ウランは含まれない(協定第 11 条第 3 項)。

⁵ 原子番号 89 から 103 までの元素の総称。

及びウラン 235) の分離を伴わない物質の固定化と処理(consolidation and treatment)を附属書 I セクション 2 に記載の以下の施設で各々実施することができることを規定し、各々につき事前同意を付与している(合意議事録「5. 形状または内容の変更」)。

- ・附属書 I セクション 1 に記載の施設：(a) 韓国原子力研究所(KAERI)の照射後試験施設(PIEF)、(b) KAERI の照射材料試験施設(IMEF)、(c) KAERI の先進使用済燃料調整工程施設(ACPF)、(d) KAERI の DUPIC⁶ 燃料開発施設(DFDF)、(e) 米国アイダホ国立研究所のホット燃料試験施設
- ・附属書 I セクション 2 に記載の施設：(a) KAERI の先進使用済燃料調整工程施設(ACPF)、(b) KAERI の DUPIC 燃料開発施設(DFDF)、(c) 米国アイダホ国立研究所のホット燃料試験施設

新協定はパイロプロセッシングにつき特段言及していないが、国際原子力機関(IAEA)のパイロプロセッシングに係る資料⁷によれば、KAERIのDFDFでは使用済燃料の粉碎とボロキシデーション⁸が、ACPFでは使用済燃料の電解還元を実施するが、使用済燃料の電解精製(核物質の分離)は実施されない。つまりこれらの施設ではプルトニウムは使用済燃料から分離されず、それを踏まえると、米国はプルトニウムの分離を起点とし、それ以前の工程の韓国内での実施を認め事前同意を付与しているが、それ以降の工程には事前同意を付与していないといえる。

(3) プルトニウム、ウラン 233 及び高濃縮ウランの貯蔵

プルトニウム、ウラン 233 及び高濃縮ウラン(HEU)の貯蔵は、両国の合意した施設でのみ貯蔵される(第 10 条第 1 項)。

⁶ DUPICとは、軽水炉(PWR)の使用済燃料を破砕して、直接再成形加工して、CANDU炉で新燃料として再利用するもの。プルトニウムが使用済燃料から単体で分離されることはない。

⁷ IAEA, "Safeguarding Pyroprocessing facilities in the ROK", W. Bekiert et al. Safeguards Symposium, 2014, p. 7,

<https://www.iaea.org/safeguards/symposium/2014/home/e/proceedings/sg2014-papers/000158.pdf>

⁸使用済燃料を切断、あるいは粉碎して細かくし、400~750℃で加熱し、クリプトン、キセノン、トリチウム、ヨウ素などの揮発性放射性物質を除去するプロセスのこと。

(4) 再移転

新協定は以下の2つの再移転につき事前同意を付与している。

1つに、両国は協定に従い、一方の当時国から移転された核物質（未照射の低濃縮ウラン（LEU）及び未照射の原料物質）、減速材、設備及び構成部分と、それらを通じて生産された特殊核分裂性物質を、他方の当事国の認められた者、または両国が合意した両国の領域的管轄外の第三国に移転することができる（第10条第2項）。ただし、協定発効後に両国が交換する再移転先のリストに当該第三国が記載されていること、移転国は再移転に係る記録を残し、再移転毎に非移転国その旨を通知すること、再移転品目が非移転国と第三国との協定要件に従うとの保証を得ることが必要である（合意議事録「3.再移転」）。想定され得るケースとしては、例えば新協定対象となる原子炉資機材をアラブ首長国連邦（UAE）に再移転する場合であり、UAEが再移転先リストに掲載されていれば米国の個別同意は不要となる。一方でリストに掲載されていない国への再移転には個別同意が必要となるが、両国は、協議及びその旨の通知により新たな国をリストに追加することが可能である。

2つに、両国は協定対象となる照射済燃料を両国が合意した第三国に再移転することができる（第10条第3項前段）。合意議事録「3.再移転」は、両国の合意に基づき協定対象の照射済燃料を貯蔵や再処理を目的とし、仏国、英国または第三国に再移転することができることを規定する。ただし、例えば韓国が米国起源の使用済燃料を再処理のために仏国に再移転する場合、韓国は再移転に先立ち、再移転する使用済燃料が米国と欧州原子力共同体（EURATOM）の間の原子力協力協定の適用を受けるとの保証を米国に通知すること、韓国は再移転に係る記録を残し、再移転毎に米国にその旨を通知することが必要となる。また、再処理後に取り出された核物質（プルトニウム）の返還については i) 返還されたプルトニウムが新協定に従うこと、ii) プルトニウムは両国が書面で合意した形態（例えば MOX 燃料等）及び物理的防護措置に従うことが必要となる。現協定下で米国は協定対象となる使用済燃料の韓国内及び第三国での再処理を認めておらず、韓国は蓄積する一方の使用済燃料の管理⁹に苦慮していたが、新協定では海外再処理に道が開けることになった。なお米国は、韓国が上記の再移転に係る要件に違反した場合は再移転に係る事前同意を撤回することができる。

⁹ 韓国には約 12,000 トンの使用済燃料があり、毎年約 700 トンが発生する。2016 年には 1 つの原子炉の使用済燃料プールが満杯になる予定であり、今後も多くの原子炉で同じような状況が続くことが懸念されている。

(5) 保障措置

韓国に移転された協定対象核物質等は、韓国と IAEA の保障措置協定（包括的保障措置協定）と追加議定書（AP）、米国に移転された協定対象核物質等は、米国と IAEA の保障措置協定（ボランティア保障措置協定）と AP に従う。左記の保障措置協定が適用されない場合は、フォールバック保障措置（IAEA による保障措置が適用されなくなった場合に、原子力資機材の供給国によって適用される保障措置）が適用される（第 14 条）。

(6) 物理的防護措置

協定対象核物質等につき、少なくとも IAEA の INFCIRC/225/Rev. 5 の勧告と同レベル及び改正核物質防護条約の規定に沿った物理的防護措置が要求される（第 12 条）。

(7) ハイレベル二国間委員会 (HLBC)

新協定では、民生用原子力エネルギーに係り相互に利益を有する分野での戦略的協力と対話を促進するために、米国政府はエネルギー省副長官、韓国は外務省副大臣が委員会議長として主導する HLBC が設立される（第 18 条第 2 項）。この HLBC は、少なくとも年 1 回開催され両国が交互に開催をホストし、HLBC の下には、燃料供給保証、使用済燃料管理、輸出協力、核セキュリティの 4 つのワーキンググループ（WG）を設置し、各 WG は少なくとも年 1 回開催され HLBC の年次会合で報告を行うこと、既に各々の国から指名された代表者から構成され、政府間の活動調整及び促進を行っている共同常任委員会（JSC）は、HLBC に報告を行うとともに、JFCS の運営委員会（Steering Committee）は、その研究成果を HLBC に報告することになっている（HLBC に係る合意議事録）。

(8) 協定の有効期間

新協定の有効期間は 20 年で、その後、5 年間のみ更新され得るとしている。また協定発効から 17 年後に、両国は速やかに各々の目的の達成のために協定の有効性につき協議し、協定を延長するか否かを決定する（第 21 条）。

5. まとめ

上述した通り、新協定下で米国は、韓国に対して協定対象核物質や機器等に係る以下の事項につき、事前同意を付与している。

-
- ・韓国内でのプルトニウムの分離を伴わない使用済燃料の電解還元工程までの形状、または内容の変更の実施
 - ・原子炉資機材等の第三国への再移転
 - ・使用済燃料の貯蔵及び再処理目的での仏英または両国が合意した第三国への再移転

新協定の改定交渉の最も大きな争点であった韓国内でのパイロプロセッシングの実施について、米国は協定改定交渉開始以前から、一貫して事前同意の付与は必ずしも適切ではなく、また韓国での再処理施設の建設は1992年の朝鮮半島非核化宣言のコミットメントと矛盾するとの立場を採っていた¹⁰。米国はこの姿勢を堅持し、新協定でも現時点ではパイロプロセッシングにおける要となる電解還元以降の工程には同意を付与していない。しかしだからと言って、米国は将来的にも韓国内でのパイロプロセッシングの電解還元以降の工程の実施を全面的に否定しているわけではなく（“no never”）、新協定では附属書IIに施設を追加する詳細なプロセスを示し、現時点では付与しない（“not now”）という姿勢を採っている¹¹。この“not now”の意図は、現時点では、パイロプロセッシングは研究開発段階で実用化のために解決しなければならない課題があること¹²、現在、2020年まで継続予定のJFCSでパイロプロセッシングの技術的、経済的成立性、保障措置適用性等を検討中であること、加えてパイロプロセッシングのメリットである廃棄物量の削減は、パイロプロセッシング-燃料製造-高速炉での照射の一連のサイクルを行うことによりもたらされるが、現時点ではまだ一連のサイクルの第一段階で、原子炉設計もまだ行われておらず、同サイクルの実現は数十年先であること等と説明されている¹³。

一方で新協定により事前同意が付与された原子炉資機材等の第三国への再移転は、UAEを始めとする韓国の第三国での積極的な原子炉ビジネス展開の維持と拡大には追い風となるものであり、また使用済燃料の仏英等への再移転は、韓

¹⁰ Pre-Hearing Questions for the Record Senator Richard G. Lugar for the Nomination of Ellen O. Tauscher to be Under Secretary of State for Arms Control and International Security, June 9, 2009.

¹¹ ロバート・アインホーン ブルッキングス研究所上級研究員（元クリントン国務長官特別顧問不拡散・軍備管理担当）の言及。

¹² 高温の熔融塩や金属が、機器材料や配管等と接触しこれを腐食させる懸念があり、機器設計に当たり材料の選定や開発が必要なこと、それに加え、大気から遮断した不活性ガス雰囲気グローブボックス内に設置されることから、簡便な遠隔操作による保守、補修技術の開発や、ウラン及びプルトニウムの流れを監視する適切な核物質管理方法の開発が必要であること等が課題として挙げられる。（参照：「米韓原子力協力協定改定の論点について」、ISCN ニューズレター No. 0206 May 2014）

¹³ Mark Fitzpatrick, “South Korea nuclear cooperation deal not as simple as 123”, IISS, 23 April 2015

国での使用済燃料蓄積問題への一つの回答を提示したという点で、韓国側にメリットとなる。

その他、新協定に係る米国議会での審議について、上述した通り、新協定は、議会への上程から90日間の継続会期中に上下両院による合同不承認決議が可決されなければ、所定の手続きを経て発効する。2015年8月現在、米国議会はイランの核問題に係る「包括的共同作業計画(JCPOA)」の最終合意に係る審議に傾注しており、韓国でのウラン濃縮や再処理に関し事前同意を付与していない新協定に係り、現時点では上下両院による合同不承認決議が可決されることは想定しにくい。引き続き議会の動向に注視していく。

【政策調査室 田崎 真樹子、須田 一則】

2 活動報告

2-1 「第 20 回核鑑識国際技術作業部会 (ITWG-20)」参加報告

第 20 回核鑑識国際技術作業部会 (ITWG-20、6 月 30 日～7 月 2 日にハンガリー/ブダペストで開催) に出席し、核鑑識の最新情報を収集した。ITWG は、冷戦後の核物質の違法移転に対処するために、G8 核不拡散専門家グループ (NPEG: Non-Proliferation Experts Group) の後援を受けて、1996 年に核鑑識技術の開発、共通の手法や技術を提供するために設立されたワーキンググループである。核鑑識技術向上のために、ラウンドロビン・エクササイズ (国際比較試験) を実施 (1999 年、2002 年、2010 年、2014 年) している。現在、5 つのタスクグループ (Communication [核鑑識分野の教育・普及]、Evidence [証拠]、Exercises [国際比較試験]、Guidelines [ガイドライン作成]、National Nuclear Forensics Libraries [データベース作成]) を設置し、国際協力プログラムを実施している。

1. プレナリー (1 日目午前)

1 日目午前のプレナリー・セッションでは、主催者代表がハンガリーの原子力事情を紹介し、90 年代から核物質や放射性物質に関する不正事象が多くなっている事実から、本会合の重要性を強調した。カナダの防衛研究所 (DRDC) から、同国の核鑑識体制の整備状況が報告された。日本でも同様の検討を開始しているところであり、本情報を有益に活用したい。これまで核鑑識ライブラリの構築に積極的ではなかったロシアから、核物質データベースに関する報告があり注目した¹⁴が、核鑑識ライブラリは犯罪捜査に有効な手段ではないとの従来通りの主張であった。4 研究所 (Kiev Institute for Nuclear Research、IAEA Safegurads、Lawrence Livermore National Laboratory、Institute for

¹⁴核鑑識で行われる分析データを照合する核物質及び放射性物質に係るデータを集約した情報基盤を核鑑識ライブラリと呼ぶ。核鑑識ライブラリは核物質や放射性物質のデータベース等から構成され、各国でそれぞれ開発を進めることが国際的に推奨されている。このうち本会合ではロシアが核物質データベースについてその整備状況を報告した。

Transuranium elements) によるウクライナで押収されたウラン・ペレットの共同分析結果や、ルーマニアの加速器を用いた核鑑識分析の可能性が報告された。後者は和歌山毒物カレー事件での Spring-8 利用を連想させた。

EC/JRC からはウランあるいはプルトニウムによる年代測定のための標準物質の作製について報告があったが、これは同年代測定法の信頼性検証に役立つものである。分析の基準となる標準物質に関しては、米国の核鑑識標準物質プログラムでは ^{243}Am 、 ^{229}Th 、 ^{134}Ba のトレーサー、定量された不純物を含むウラン及びプルトニウム標準試料、爆発後デブリとしての代用標準物質などの製造計画が紹介された。欧州における CBRN (化学 (Chemical)、生物 (Biological)、放射線 (Radiological) 及び核 (Nuclear)) のための GIFT (包括的統合鑑識ツールボックス) プロジェクトの発表があり、核鑑識ラボラトリ機能を実験室レベルから犯罪レベルまで引き上げるための計画が紹介された。スウェーデンからの発表では、2011年に同国の31歳の男が自宅の台所で原子炉(のようなもの)を作り、核分裂の実験を行ったという事件があり、この際には核鑑識が実施されず、国の対応計画もなかったという事例が紹介された。

2. 専門家育成セミナー (1日目午後)

初日午後には机上演習が行われた。警察からの要請で ^{60}Co が入った 1 mL の液体瓶を分析するというシナリオに従い、会場隅に初期捜査現場を再現してデモが行われ、証拠品の収集に関する問題点を議論した。サンプル分析計画及び分析報告書の作成に関しては、証拠物件分析依頼書、初期分析計画書、証拠物件履歴書を基に意見を交換した。法廷に提出する文書は判事や弁護士が読むという認識を持ち、できるだけ平易な文章で記述すべきであるとの意見があり、これは今後の核鑑識ラボラトリ構築の参考とすべきであろう。

3. プレナリー (2日目午前)

2日目のプレナリー・セッションでは、新たに共同議長になった M. Curry (米国 DOS) から ITWG、GICNT、IAEA 及び核セキュリティ・サミットでの活動概況が報告された。IAEA 核セキュリティ部門の D. Smith から IAEA の活動状況が、D. Hill からは GICNT の核鑑識作業部会の詳細な活動状況が報告された。世界核セキュリティ協会 (WINS) は、2008年設立以降の活動を紹介するとともに国際認

証された核セキュリティ管理体制の重要性を強調した。ハンガリーの核セキュリティに係る法体系が紹介されたが、同国の核物質等の不正を処罰する法律は原案作成中である。ロシアの研究者アラファト議長のポロニウム毒殺説を核鑑識捜査の観点から見直した報告があり、遺体からポロニウムが検出されたが死因を放射線障害と特定できないとの結論であった。低濃縮ウランを使った ITWG 国際比較試験 (CMX-4) の総括報告があり、次回 (CMX-5) の実施計画が告知された。ITWG の 20 周年を振り返る講演があり、核物質等の不正に対抗する手段としての核鑑識には画期的な進歩が認められるが、現実的な核鑑識としては道半ばとの評価であった。

4. タスクグループ会合 (2 日目午後、3 日目午前)

以下のタスクグループの会合に参加して進捗状況報告と今後の予定に関して検討したが、同時開催のため教育&アウトリーチ・タスクグループ (training & Outreach TG) とエビデンス・タスクグループ (Evidence TG) には出席できなかった。

●ライブラリ・タスクグループ (Libraries TG)

本出張者 (篠原) は「原子力機構の核鑑識ライブラリ」と題する研究成果を発表した。ここでは原子力機構で開発したプロトタイプ核鑑識ライブラリを紹介するとともに、核鑑識研究の将来計画について言及した。会場からはデータベースのセキュリティ対策など、将来の国家核鑑識ライブラリの運用に関する質問があった。米国から核鑑識ライブラリ開発における戦略と課題についての報告があり、各国の核燃料サイクルの活動状況に依存して効果的なライブラリを開発すべきであり、特にすべての国が保有する放射線源のデータベースの重要性が強調された。2013 年に開催されたライブラリ国際机上演習「銀河の蛇」の総括及び次回と同演習「銀河の蛇 v2」が紹介された。なお原子力機構は「同 v2」(2015 年 6 月～11 月)に参加している。

●エクササイズ・タスクグループ (Exercise TG)

国際比較試験 (CMX-5) が説明された。CMX-5 は 2 種類の低濃縮ウランをサンプルとし、2016 年 9 月から共同分析を開始する予定。

●ガイドライン・タスクグループ (Guidelines TG)

核鑑識データ評価体制、ウラン酸化物燃料ペレットの特性、年代測定の基礎、元素分析（不純物分析）、核鑑識における測定誤差、誘導結合プラズマ質量分析計（ICP-MS）及び放射化学に関する指針（ガイドライン）を検討し、参加者からの指摘事項を継続審議することになった。

5. プレナリー（3日目午後）

ルーマニアからの発表によると、1991～2012年に630件の放射性物質不正取引が発生したという。このような背景から、ルーマニアでは核鑑識技術開発を推進している。カナダは将来の核鑑識技術として中性子ビーム施設を利用した非破壊分析計画を発表した。

各タスクグループ・リーダーから今回の議論と成果を総括する報告があり、K. Mayer の閉会の挨拶で本会合は終了した。

ITWG は 20 周年を迎え、これまでに技術指針文書の作成や国際比較試験を通じた国際的情報交換により数多くの成果が得られているが、実際に不正事象発生時に核鑑識を運用するためには今後克服すべき課題も多いことが各国の共通認識である。

【報告：技術開発推進室 篠原 伸夫、木村 祥紀】

2-2 米国核物質管理学会発表報告-核物質と随伴する核分裂生成物（FP）のガンマ線測定法を用いた溶融燃料（デブリ）内核物質量の非破壊測定装置について-

米国核物質管理学会（INMM）年次大会は核物質管理に係る各国の専門家が集う国際会議であり、本年は米国カリフォルニア州インディアンウェルズのホテルで7月12日～16日に亘り開催された。配布プログラムによると、テクニカル

セッションでは 320 件、ポスターセッションでは 49 件の発表があった。筆者らは、福島第一原子力発電所(1F)事故に伴う燃料デブリの計量管理への適用等を目的とする、核物質と随伴する核分裂生成物 (FP) のガンマ線測定法を用いた溶融燃料 (デブリ) 内核物質の非破壊測定装置について報告を行った。また、燃料デブリ内核物質非破壊測定に関連する技術情報や使用済燃料直接処分に適用できる技術の収集を行った。

本研究は、燃料デブリ中に含まれている核物質質量測定手法の一つとして研究開発が進められている、パッシブガンマスペクトロメトリを紹介するものである。測定手法の原理は、溶融燃料に随伴する FP のうち、低揮発性で高エネルギーガンマ線を放出する核種の重量をガンマ線測定から導出し、FP 量/核物質質量比を用いて、求めたい核物質質量を推定する簡便な手法であり、米国スリーマイル島原子力発電所 2 号炉 (TMI-2) の核物質質量推定にも用いられた。筆者らは収納缶から漏洩するガンマ線スペクトルと検出器応答について及び非破壊測定装置の検出系パラメータ解析とシステム構成要素の検討結果についての口頭発表を行った。質疑応答においては、聴衆から測定時間に関する質問、燃料デブリの取り出し時期に関する質問があった。

他の研究者の発表の中で、我々の研究に関連したガンマ線測定技術に関する研究がいくつか紹介された。米国ロスアラモス国立研究所の A. Favalli 氏はスウェーデンにおいて行われた使用済燃料から出てくるガンマ線の測定キャンペーンについて発表を行った。Favalli 氏のグループはガンマ線測定により燃焼度を導出することを目的としている。本発表で Favalli 氏は、使用済燃料を LaBr_3 検出器で測定したデータを発表しており、 LaBr_3 検出器の 1F 事故による燃料デブリ測定への適用可能性を検討する際に有益な情報となった。また、筆者が測定に要した時間はどれくらいかと質問したところ、2m の水の遮蔽がある環境で 600 秒だったとの回答を得た。

ローレンスリバモア国立研究所 (LLNL) の Y. Ham 氏は電気冷却式の HPGe 検出器の保障措置への適用について発表した。Ham 氏のグループは 3kg 程度の可搬・小型の電気冷却式の HPGe 検出器を開発し、UF6 シリンダーの測定において、一般的な液体窒素冷却式の HPGe 検出器と比べて遜色ない明瞭な、 ^{235}U の 186keV のピークを得ていた。Ham 氏の検出器の計測可能範囲は数百 keV までであり、1F

燃料デブリ測定には不適當であるが、Ham 氏によれば、結晶部分を大きくして数 MeV までの計測可能範囲のものを作ることも可能であるとのことであった。

また、使用済燃料直接処分の保障措置に適用可能な技術の発表を行った研究者もいた。LLNL の F. Nekoogar 氏は、パッシブ RFID (Radio Frequency Identifier) を用いたタグシールの輸送容器への適用について発表を行った。パッシブ RFID を用いたタグシールセンサ (TSS : Tag Seal Sensor) は電源を自ら持たないため耐久性の高いこと、複製作成が困難なこと、また、取り外し時に内蔵ギロチンが自動的にタグを破壊し ID を失うという特徴を持つ。使用済燃料を収納した処分容器は、保障措置の観点から、その健全性及び同一性を確保する必要があり、TSS はこの目的に適用できる可能性がある。

LLNL の F. Dowla 氏は地中貫通レーダー (GPR: Ground Penetrating Radar) を用いた核施設の壁面透視について発表を行った。壁の裏側等アクセス不可能な場所の施設設計情報の検認技術として GPR がある。従来品は測定手順が複雑な上、得られる 2 次元画像の解釈が困難であることが課題であったが、LLNL は 16 組の送受信機を用いて 3 次元画像の得られる GPR 装置を開発した。毎時 20 マイルで走査することができ、実証試験では、地面から 1~3m に埋められた配管、ドラム、鉄板等を画像認識することができた。本技術は直接処分の保障措置技術として地下の未申告の掘削空間の検知にも適用できると考えられる。

筆者らは、今回が初めての米国 INMM 年次大会参加となったが、延べ 5 日間に渡るこの会議で得られる情報量、人脈は非常に重要なものばかりであった。これからも ISCN の研究成果を発信し続け、日本の核不拡散への積極的な姿勢を示すことが、日本への信頼感醸成のために重要であると感じた。

【報告:技術開発推進室 芝 知宙、檜山 徹】

2-3 米国ワシントン DC における日米核不拡散・核セキュリティ人材育成協力 5 周年ワークショップ及び核セキュリティ COE の役割に関するワークショップの開催

1. 日米核不拡散・核セキュリティ人材育成協力 5 周年ワークショップ

ISCN は 2010 年 12 月に設立され、2015 年には設立 5 周年を迎える。設立以来、ISCN は米エネルギー省国家核安全保障庁 (DOE/NNSA) を通じてサンディア国立研究所 (SNL) の専門家の協力を得て、トレーニングコースのカリキュラム開発・講師育成を行い、国内外の関係者にトレーニングを提供してきた。その日米協力 5 周年を記念し、7 月 9 日、ワシントンにて DOE/NNSA との共催でワークショップを開催した。DOE/NNSA 等の米政府関係機関、SNL、シンクタンク、駐米関係機関等から約 70 名が参加した。

本ワークショップの目的は、ISCN の活動成果を米国の関係者に周知するとともに、日米協力がここまで成果を上げられた要因を分析し、良好事例及び今後の課題を共有し、今後の日米協力の深化の方向性を探ることである。さらに、アジアを中心に各国でトレーニングセンター等の中核拠点 (COE) 設立が相次いでいるが、日米協力が他国の COE 運営・強化のモデルとなり得るのか、2016 年の核セキュリティ・サミット後の核セキュリティ強化に COE がどのような役割を担うべきか、日米及び欧州の有識者を招いてのパネルディスカッションを行った。

ISCN の過去 5 年間の活動は、米側から核セキュリティ・サミットの大きな成果であるとして高く評価された。COE はサミットプロセスの推進力であり、首脳レベルの意識向上、各国の取り組み進捗報告、国際協力のプラットフォーム提供、信頼醸成等において重要な役割を担っており、ISCN が良いモデルとなっているとの発言があった。またサミットの機運を維持するためにも、内部脅威対策、サイバーセキュリティ、IAEA 追加議定書批准の促進等の分野で、原子力新興国へのトレーニングや共同でのワークショップ開催等、引き続き日米が協力してリードしていくべきだとの意見が示された。また、日米協力の成功の要因として、両国政府の強いサポート、JAEA と DOE/NNSA の 25 年以上に亘る長い協力関係、事業者としての JAEA の保障措置・核物質防護の知見等が挙げられた。

COE の事業の成功及び持続可能性には、学术界との協力、COE 間の連携、国際協力の推進等が重要であるとの指摘があった。

パネルディスカッションにおいて、今後 COE に期待される役割としては、トレーニングに加えて技術的な支援を行うことや、一般市民への核セキュリティに関する啓蒙活動による信頼醸成等が挙げられた。また、核セキュリティに携わる人材の能力やトレーニングコースの品質を認証する制度（certification）に関する議論があった。フロアから、認証制度を支持する意見と同時に、誰が認証するのか、基準となる指標はあるのか等の質問がなされ、さらに議論が必要な点が指摘された。核セキュリティ強化だけでなく 3S（原子力安全、核不拡散、核セキュリティ）の活動の統合が重要であるという議論では、安全分野のトレーニングを提供するセンターと ISCN の協力が紹介され、3S 統合における COE への期待にも言及された。

本ワークショップでは、米政府関係者及び参加者から核不拡散・核セキュリティ分野における 5 年間の日米協力が高く評価された。COE に今後期待される役割も多く、本ワークショップで挙げられた課題について日米協力をどのように深化させるべきか、引き続き議論を行っていくこと、そしてその結果を良好事例として国際社会に周知していくことが日米の責務である。

2. 核セキュリティ COE の役割に関するワークショップ

続く 7 月 10 日、ワシントン DC において、米国シンクタンクである米戦略国際問題研究所 (CSIS) と ISCN/JAEA との共催で標記ワークショップを開催した。ISCN は、日本における核セキュリティに係る COE として、より効果的な核セキュリティ強化支援を提供する道を模索しており、この点、COE とシンクタンク・産業界とが協力・連携することでより効果的な支援ができるのではないかと考えている。そのため、日米の有識者で COE・シンクタンク・産業界の連携の可能性を議論し、協力内容に関する具体的な提案を行うことを目的として、本ワークショップを実施した。

米国シンクタンク、産業界、政府関係機関等の核セキュリティ専門家等、及びスウェーデンの核セキュリティ専門家の計 21 名が参加し、議論を行った。議論の中で、まず、最終回である第四回目を 2016 年 3 月末に控えた核セキュリティ・サミット後の継続的な COE の活動を見据え、持続可能な組織を作るために

は、COE が提供するトレーニングコース等が効果的であると認められ、支援受側のニーズに的確に対応することが重要であるという共通の認識を確認した。これを実現するためには、①ニーズをいかに把握するか、②把握したニーズとCOE の対応能力とのギャップをいかに埋めるかが課題となる。この課題に取り組むために、①ニーズの把握に関しては、特に産業界が行っている職務分析 (job analysis) を参考にトレーニング対象者及び項目を特定できることが期待される。米国では産業界で核セキュリティの分野を含め詳細な職務分析が行われており、これをモデルに一般化して、例えば核セキュリティ体制を整備段階にある原子力新興国への人材育成支援に活用することも検討できる。②ニーズとCOE の対応能力とのギャップを埋める点については、セキュリティサービス会社より出向者として職員を採用することによって、ISCN へ産業界の知見を人材育成支援活動に活かすといった努力が紹介された。米国からは、人材育成を支援する政府機関及び産業界から活動の概要が紹介され、原子力安全担当者と同様に核セキュリティ担当者に求められる知識・技能について基準を設けて、基準を満たすために必要なトレーニングを提供することが有効であるといった提案がなされた。

また、核セキュリティに対する関心を養うために、大学機関と連携して若手研究者等に核セキュリティ文化醸成のための活動を実施することの重要性が指摘された。加えて、人材育成のための予算の継続的な獲得のためにはCOE がその活動の有効性を示すことが必要であるが、一方で原子力業界におけるセキュリティ担当者の絶対数の少なさが課題となりうるといった議論がなされた。

最終セッションでは、2016年の核セキュリティ・サミット後も現在世界で共有されている核セキュリティ強化への機運を維持するために、本サミットを政府機関、産業界、NGO の間の対話活性化の場として活用することへの期待が示された。

本ワークショップで議論した内容も含め、政府サミットのサイドイベントとして実施される原子力産業界によるサミットにおいてCOE とシンクタンク・産業界との協力・連携について議論を深めるなど、引き続き本課題に取り組んでいくことが必要である。

【報告:能力構築国際支援室 野呂 尚子、松澤 礼奈】

発行日：2015年8月31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）