



ISCN ニュースレター

No.0223

October, 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	国内外の動向 -----	3
1-1	イラン核合意の発効 -----	3
	イランと EU3+3 の間で合意された「包括的共同作業計画 (JCPOA)」が、2015 年 10 月 18 日に発効を迎えたことについて報告する。	
2	活動報告 -----	4
2-1	「第 59 回放射化学討論会」参加報告 -----	4
	2015 年 9 月 25～27 日に東北大学川内北キャンパスで開催された「2015 日本放射化学会年会・第 59 回放射化学討論会」に参加したことについて報告する。日本放射化学会は、核化学・放射化学に関連する基礎および応用研究の発展と教育に寄与し、関連分野の研究者相互の連絡を図ることを目的として設立された学会である。	
2-2	米国核物質管理学会発表報告・遅発ガンマ分析法による核物質中核分裂性核種の同位体比決定法についての基礎技術開発計画について -----	5
	文部科学省核セキュリティ補助金事業の一環として原子力機構は EC/JRC との共同研究で、「アクティブ中性子非破壊測定 (NDA) 技術開発」を 2015 年度より進めている。本事業は、パルス中性子源を利用した 4 種類の核物質非破壊測定法を開発するプロジェクトである。第 56 回核物質管理学会年次大会で、上記 4 種類の中の遅発ガンマ線測定による核物質中核分裂性核種の同位体比決定法における、開発計画、及び進捗状況について発表を行ったことを報告する。	
2-3	アジア原子力協力フォーラム 核セキュリティ・保障措置プロジェクトワークショップ第 5 回記念オープンセミナーの共催及び第 5 回ワークショップへの参加 -----	8
	2015 年 9 月 9 日から 11 日にかけて、カザフスタンのセメイ市において開催されたアジア原子力協力フォーラム (FNCA) 核セキュリティ・保障措置プロジェクトのワークショップに参加し、参加国間で核セキュリティ・保障措置関連トピックに関し、情報及び意見交換を行った。また、同月 8 日には、当該ワークショップの第 5 回開催を記念し、ISCN、FNCA、カザフスタン国立原子力センターの共催で、オープンセミナーを開催した。その概要について報告する。	
2-4	核物質管理学会日本支部第 36 回年次大会報告 -----	11
	2015 年 10 月 15 日～16 日に、核物質管理学会日本支部第 36 回年次大会が学士会館 (千代田区) で開催された。年次大会で行われた講演のうち、冒頭挨拶と招待講演及び当センターから発表した内容 (ポスターセッション及び一般セッション) の概要を報告する。	

1 国内外の動向

1-1 イラン核合意の発効

イランと EU3+3(英、仏、独、米、中、露の6カ国)の間で、2015年7月14日に最終合意に至った「包括的共同作業計画 (JCPOA¹: Joint Comprehensive Plan of Action)」は、JCPOAを承認する安保理決議2231号の採択日(7月20日)から90日後の10月18日に発効した。

発効にあたって、核合意に否定的な共和党が多数を占める米国議会の動向に注目が集まったが、既に報告²したように、米国上院で不承認決議の採択に至らず、オバマ政権の履行は確実となった。

一方、イランは10月13日、議会において、政府が合意を実施することを認める「JCPOA履行におけるイランの均衡的及び相互的な措置に関する法案」を採択し核合意を承認した。10月14日には、イランで国会の決定が憲法やイスラム教義に反していないかを審査する護憲評議会においても核合意の履行を承認した。

また、国際原子力機関 (IAEA) は、10月15日、過去の核問題解決のためのロードマップでの解明作業が完了したことを報告した³。そして、10月18日には、イランがIAEAに追加議定書の暫定適用と包括的保障措置協定補助取極修正規則3.1の完全な履行を公式に伝えたことを明らかにした⁴。

以上により、JCPOAの発効要件は整った。

今後、米国及びEUは制裁解除に向けた準備作業に着手する。一方、イランは、遠心分離機の削減、濃縮ウラン量の削減等を実施していくことになる。IAEAがイラン側の履行を確認すれば(合意履行の日)、国連安保理による制裁は終了し、米国及びEUによる核関連の制裁は停止される。

【報告：政策調査室 清水 亮】

¹ ISCN ニューズレター No.0220 : http://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp_news/0220.html

² ISCN ニューズレター No.0222 : http://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp_news/0222.html

³ “IAEA Statement on Iran”, 15 October, 2015
<https://www.iaea.org/newscenter/news/iaea-statement-iran-0>

⁴ “IAEA Statement on Iran 18 October 2015”
<https://www.iaea.org/newscenter/news/iaea-statement-iran-18-october-2015>

2 活動報告

2-1 「第 59 回放射化学討論会」参加報告

日本の放射化学研究の端緒は、岡本要八郎による北投石の発見(1906年)とされている。その後、飯盛里安(理化学研究所)、木村健二郎(東京大学)や仁科芳雄(理化学研究所)らにより、放射化学の基礎が築かれた。戦後は原子力関連の研究が全面的に禁止されていたが、仁科の努力が実り、放射化学研究は1950年に再開された。さらに日本の放射化学研究者の研究発表と交流の場である放射化学討論会の第1回会合が1957年に東京で開催され、その後毎年1回開催されてきた。1999年には、核化学・放射化学に関連する基礎および応用研究の発展と教育に寄与し、関連分野の研究者相互の連絡をはかることを目的として日本放射化学会(The Japan Society of Nuclear and Radiochemical Sciences)が設立された。本年9月には2015日本放射化学会年会・第59回放射化学討論会が仙台で開催された。筆者らは本討論会に参加したので、その概要を紹介する。

本討論会の主催者である関根勉氏(東北大学)は開催の挨拶として、2011年3月の東日本大震災・福島原発事故後の放射能汚染調査による数々のデータ蓄積を鑑みて、放射化学に関連する共通の知識・技術基盤の重要性を再認識するとともに、「科学と社会の相互作用」をより深く認識し、“放射化学が支えられている社会基盤”や“放射化学が社会に果たす責任”に思いをはせると述べている。今回は124件の研究発表(特別講演1件、口頭発表59件、ポスター発表64件)が行われたが、このうち福島事故関連の発表が約30%を占めていたことは、主催者の言う“放射化学の責任”が研究者の根底にあることを裏付けていると思われる。これ以外では、核化学、医学・薬学・生物学におけるRI利用、放射化学分析、宇宙・地球化学、アクチノイドおよびその他の放射化学関連分野に関する発表があった。

核セキュリティ関連研究として、筆者らは「 $^{234}\text{Th}/^{230}\text{Th}$ 同位体比を利用したウラン年代測定法の開発」(大久保)および「核鑑識と放射化学」(篠原)について発表した。前者の発表では、核鑑識分析技術のウラン年代測定法に関して、従

来の同位体希釈質量分析法⁵によって $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ 比を測定する方法に代わり、新たに $^{234}\text{Th}/^{230}\text{Th}$ 同位体比および $^{234}/^{238}\text{U}$ 同位体比の測定結果より $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ 比を求めた検討結果について、両方法の分析結果の差異が 3-5%であることなどを報告した。本方法は、 ^{229}Th および ^{233}U を試料に添加せずに、ウラン年代測定を行うことができるため、例えば、トリウムの使用許可を持たない施設においても実施可能である。また、同位体希釈法に比べて分析手順が簡便であり、廃液量も少なく済むことから、ウラン年代測定がルーチン分析化した場合に有効な手段となる。後者の発表では原子力機構で開発した核鑑識技術を紹介するとともに、日本の核鑑識体制にも言及し、核鑑識における放射化学の役割を考察した。放射化学は学際研究の性格が強いこともあり、今後は核不拡散・核セキュリティの分野での研究発表が増えることを期待している。

【報告：技術開発推進室 篠原 伸夫、大久保 綾子】

2-2 米国核物質管理学会発表報告-遅発ガンマ分析法による核物質中核分裂性核種の同位体比決定法についての基礎技術開発計画について-

文部科学省核セキュリティ補助金事業の一環として原子力機構及び EC/JRC では、「アクティブ中性子非破壊測定 (NDA) 技術開発」を 2015 年度より開始した。本事業では、パルス中性子源を利用した核物質 NDA 手法を開発するプロジェクトで、原子力機構原子力基礎工学研究センターのとりまとめのもと、ダイアウェイ時間差分析法、即発ガンマ法、中性子共鳴透過分析法、遅発ガンマ分析法 (DGS) の 4 つの NDA 測定手法について研究開発を行う。第 56 回核物質管理学会 (INMM) の年会では、本技術開発の中の測定技術の一つである DGS による核物質中核分裂性核種の同位体比決定法についての基礎技術開発計画の概要、及び進捗状況について報告した。

DGS は、中性子源を用いて核物質中の核分裂性核種の核分裂を誘起し、核分裂生成物から放出される遅発ガンマ線を分析する。核分裂性核種毎に核分裂収率が異なるので、核分裂生成物の β 崩壊に伴って放出される遅発ガンマ線を分析

⁵同位体希釈質量分析法：測定対象の同位体と異なる質量数(または、試料の同位体組成と大きく異なる同位体組成)を持つ既知量の同位体を試料に添加し、質量分析によって、測定対象の同位体量を求める方法。

することによって、組成を決定することが可能となる。本プロジェクトでは、核物質中の核分裂性核種の組成を決定する技術の確立を目指している。DGS 測定においては、比較的短寿命な核種をターゲットとし、これらから放出される 2.5～5MeV 程度の比較的エネルギーの高い遅発ガンマ線を測定する。このことによって、使用済核燃料等に含まれる主に Cs-137, Co-60 等の核分裂生成物や放射化生成物から放出される 2 MeV 以下の強いガンマ線との弁別が可能となる。

核分裂に伴う即発ガンマ線は、2.5MeV 以上の高いエネルギー領域にも分布を持つが、核分裂生成後に行う遅発ガンマ線測定では、測定の障害とならない。

発表の具体的内容として Rodriguez は、「Delayed Gamma-Ray Spectroscopy for Non-Destructive Analysis of Fissionable Material」という題名で基礎技術開発計画の概要を報告した。本手法における現在の主な技術的問題点として、1) 核分裂を誘起する中性子エネルギーによって核分裂収率が異なるが、データベースが十分確立されていないこと、2) これらの核分裂収率の多くは、20%を超える相対不確実性を持っていることを紹介した。核データを実験的に確認していくとともに、その精度の向上に寄与するため、実際に核物質を用いた核分裂収率データ、遅発ガンマ線測定を行う必要がある。本プロジェクトでは、JRC (IRMM 及び ITU(Ispra))、東海再処理工場及び京都大学原子炉実験所の実験施設において、上記核分裂収率データ、遅発ガンマ線データを取得するための試験を行うことを紹介した。

さらに、遅発ガンマ線分光のために開発している、逆モンテカルロ法を用いた解析方法について紹介した。これは、放射線発生から検出までをモンテカルロ解析コードを用いたシミュレーションを繰り返し、実測されたデータと一致する核種組成を求める手法である。モンテカルロコード MCNP の計算結果では、核分裂発生後 1 msec 以前の遅発ガンマ線の時間依存データが欠落していること、または計数の割に誤差が非常に大きいことが質疑応答では指摘され、MCNP に用いた核分裂収率などのデータベース改善の必要性があるということを説明した。

高峰は、「Design study for moderator in delayed gamma measurement system using 14 MeV D-T neutron source」という題名で、14 MeV D-T 中性子源を用いた DGS に用いる中性子減速材の設計について紹介した。核分裂の確率を上げるため、14 MeV 中性子を減速した場合、中性子エネルギーは連続スペクトルにな

る。前述したように、核分裂収率は、核分裂性核種及びエネルギー毎に異なるが、データベースが不足しているエネルギー領域の中性子によって誘発される遅発ガンマ線が混在した場合、分析精度を下げる原因となる。

したがって、14 MeV 中性子を最も核分裂収率データの相対不確実性が低い熱エネルギーの中生子による核分裂を可能な限り多くし、他のエネルギー領域の中生子を少なくするための減速材（モデレーター）の開発が必要である。モデレーター内の中生子弾性散乱毎の減速効果は、散乱する原子の質量が小さいほど大きくなる。

しかし減速材として一般的に用いられる水素やカーボンといった軽元素を用いた場合、14MeV 中生子に対する弾性散乱反応断面積が低いので、中生子が十分減速されずに減速体から抜け出てくることになる。

一方で、タングステンや鉛などの重元素を用いると、エネルギーが 14MeV 程度の中生子は (n, 2n) 反応を起こし、中生子は増倍を伴って、数 MeV 以下の中生子として放出される。さらに 14MeV 中生子に対する (n, 2n) 反応断面積は、水素原子の弾性散乱に比べ数倍高い。そのため、重元素と軽元素を組み合わせたモデレーターが DGS に有用であると考えられる。

本報告では、現在までの MCNP による解析結果として、タングステン、カーボン、ポリエチレンを組み合わせた減速材が最もその要求を満たしていることを紹介した。質疑応答では、今後の減速材開発計画について質問があり、JRC との共同研究の下、減速材特性実験の計画を策定中であることについて説明した。また、減速材の物質選定理由についての質問については、これまでの研究では扱いやすい比較的安価な物質を選定したことと、今後は他の減速材材料の候補（ベリリウム等）について検討することについて説明した。全体として活発かつ前向きな質疑応答が交わされ、我々の計画と進捗状況を十分にアピールできたと思う。

本会議では、我々の研究の実施にとっていくつかの重要な情報を得ることができた。LLNL の Jerome Verbeke 氏は、業界標準の MCNP プログラムよりも、より現実に近いプロセスを導入した FREYA モデリングプログラムを発表した。ORNL の Andrew Nicholson 氏は、現在の保障措置の実施に用いられているデータは統計誤差のみを用いており、不確実性が大きいと、系統誤差を含めた情報が必要であるとした。

また、ベルギー原子力研究センターで行われている、自己問いかけ中性子共鳴濃度測定の研究では、中性子検出器のエネルギーカットオフフィルターとして、Gd 及び Cd を組み合わせた箔が用いられていた。本フィルターは、我々が計画している DGS 測定に利用することを検討しているフィルター構造と類似しており、有用な情報が得られた。

【報告:技術開発推進室 高峰 潤、ロドリゲズ・ダグラス・チェイス】

2-3 アジア原子力協力フォーラム 核セキュリティ・保障措置プロジェクトワークショップ第5回記念オープンセミナーの共催及び第5回ワークショップへの参加

「アジア原子力協力フォーラム (FNCA)」とは、近隣アジア諸国との協力の一環として、2000年より、内閣府と文部科学省が中心となって進めている原子力技術の平和利用に関する国際協力の枠組みである。①放射線利用開発(産業・環境利用、健康利用)、②研究炉利用開発、③原子力安全強化、④原子力基盤強化の4つの分野において、ワークショップなどを開催し、参加国間での意見及び情報交換等を行っている。参加国はオーストラリア、バングラデシュ、中国、インドネシア、日本、カザフスタン、韓国、マレーシア、モンゴル、フィリピン、タイ、ベトナムの12カ国である。

今回参加したのは、④原子力基盤強化分野のプロジェクトの一つである「核セキュリティ・保障措置プロジェクト(PJ)」に関わるセミナー及びワークショップであり、本PJは、昨今のアジア諸国における原子力の導入に向けた動きを受け、2011年に立ち上げられた。本PJの活動目的は、原子力を導入する際の大前提である、核セキュリティ・保障措置の重要性を再確認し、参加国の取組みに関する情報・意見交換を通じ、人材を含めた基盤整備を支援することである。

1. 第5回ワークショップ開催記念オープンセミナー

2015年9月8日、カザフスタンのクルチャトフにおいて、今年で5回目となる核セキュリティ・保障措置PJのワークショップ開催を記念し、FNCA、ISCN、

カザフスタン国立原子力センター (NNC) の共催でオープンセミナーを開催した。FNCA 関係者、ISCN、IAEA、NNC より約 50 名が参加した。本セミナーは、NNC で働く研究者を対象としており、普段原子力に関係する研究に携わってはいないものの、核セキュリティや保障措置に関しては、強く意識する機会の少ない研究者に向けて、FNCA 参加国の取り組みを紹介することにより、核セキュリティ及び保障措置ないしは核不拡散体制強化の重要性を再認識してもらうことが目的であった。

プログラムは、3つのセッションで構成され、セッション1においては、①核セキュリティ・保障措置PJの活動概要及び成果、②セミナーのホスト国であるカザフスタンからの核不拡散、核セキュリティ、保障措置に関する現状及び将来の計画、③ゲスト講師として招待した国際原子力機関 (IAEA) の保障措置担当部門の担当者より、IAEA の保障措置における最新の発展及び今後の課題についてプレゼンが行われた。セッション2においては、バングラデシュ、インドネシア、ベトナムの各国より、核セキュリティ文化の醸成に関する良好事例についての発表がなされた。セッション3においては、核不拡散・核セキュリティ分野における人材育成の中核拠点 (Center of Excellence : COE) 」を有する日本及び韓国、さらには2016年にCOE設立予定のカザフスタンから、各国のCOEの活動状況 (計画) について紹介が行われた。

核セキュリティや核不拡散に関する意識は、原子力に携わる者全てがその職務に当たる際の大前提として有していることが望まれるものである一方で、本分野は、研究や技術の発展を第一と考え、尽力する研究者や技術者からは見過ごされがちな分野であるように思われる。そのような意味で、本セミナーは、参加者の核セキュリティ、核不拡散体制・保障措置強化の重要性を再認識してもらう良い機会となったと考えている。また、普段は一般非公開のワークショップにて参加国間で議論を行っているが、今回公開の場においてこれまでの5年間の活動の軌跡を振り返ることができたこと、活動の成果を発表することができたことは、参加国の今後の本PJの活動に対するモチベーションの向上にもつながったものと考えている。

2. 第5回核セキュリティ・保障措置プロジェクトワークショップ

2015年9月9日～11日にかけて、クルチャトフの南に位置するセメイにおいて、第5回核セキュリティ・保障措置プロジェクトワークショップが開催された。本年は、FNCA メンバー9カ国（豪、中、比は今回欠席）の代表者に加え、ゲストプレゼンターとしてIAEAの核セキュリティ担当部門の担当者が参加した。まず、各国が自国の保障措置・核セキュリティに関する取り組みの最新状況を報告し、情報を共有した。さらに、以下4つのセッションを通じて、参加国間で情報共有、議論を行った。

①保障措置に携わる事業者に対する能力構築支援（報告：韓国、日本）

韓国からは、国内事業者向けの核物質計量管理（NMAC）トレーニングの概要について、日本からは事業者に対する教育の必要性、ISCNが計画中の事業者向けのNMACコースの概要について説明がなされた。事業者に対するNMACトレーニングを規則等によって義務付ける必要性、当該トレーニングをCOEなどの基盤を活用し、実施していく必要性等について議論が交わされた。

②情報セキュリティ（報告：タイ、ベトナム、マレーシア）

報告を行ったいずれの国においても、現状では、核セキュリティに関わる機微情報の保護・管理に特化した国内法や規制は存在せず、科学技術や国家情報に関わる情報セキュリティの方針を定めた法律等を引用しているとのことであった。参加国間の議論においては、どのような情報を管理・保護すべきであるかといった定義が困難であること、また事業活動の「透明性の確保」とのバランス取りが難しいとの意見が上がった。

③コンピュータセキュリティ（報告：カザフスタン、インドネシア、マレーシア、IAEA）

各国から現状の取り組みについて報告がなされた。IAEAからは、近年のコンピュータセキュリティに関わる事例の紹介、IAEAにおける情報及びコンピュータセキュリティの捉え方、2014年6月に行われたIAEA主催のサイバーセキュリティに関する会議の結果概要について報告があった。サイバーテロ等の脅威が刻々と変化し、各国が対応に追われているのが現状であり、参加者からはIAEA提供のトレーニング等への関心が示された。

④核セキュリティ・保障措置分野における人材育成の戦略及び課題（報告：バングラデシュ、モンゴル）

両国より、国内の教育機関における教育・訓練及び国外の関係機関との協力のもとに実施している人材育成プログラムについて紹介がなされた。参加国間の議論においては、質の良い人材を確保し、さらには長期にわたってその人材を維持していくことが一つの課題であるとの意見が出された。

また最終日の9月11日には、サイトツアーの一環として、旧ソ連時代に主要な核実験場であったセミパラチンスク核実験場（STS）跡、STS博物館、核融合実験装置 KTM を訪れた。

年に1度のプロジェクトワークショップは、本来の目的である、情報共有により参加国の核セキュリティ・保障措置に関する体制強化を図るだけでなく、ISCNにとって、参加国の多くはISCNがトレーニングを開催してきた、あるいは開催する予定の国であり、情報交流及びトレーニングのニーズを把握する貴重な場であることから、今後も積極的に本PJに関与していきたいと考えている。

【報告：能力構築国際支援室 平井 瑞記】

2-4 核物質管理学会日本支部第36回年次大会報告

2015年10月15日～16日に、核物質管理学会日本支部第36回年次大会が学士会館（千代田区）で開催された。年次大会で行われた講演のうち、冒頭挨拶と招待講演、及び当センターから発表した内容（若手・学生ポスターセッション及び一般セッション）の概要について以下に報告する。

1. 冒頭挨拶と招待講演の概要

冒頭に伊藤隆彦 日本支部会長から挨拶があり、サイバーやドローン等、内外の脅威が高まっている中、核セキュリティ強化が急務であり、脆弱性の速やかな把握とリスク極小化のための施策の重要性が指摘された。更に日本支部の今後の課題として、リスク情報共有の活性化等、核セキュリティ強化の支援に係る活動の継続が掲げられた。

続いて2件の招待講演があった。1件目の新誠一 電気通信大学教授の講演では、「サイバー攻撃の脅威と制御システムセキュリティの重要性」と題して講演者が長年携わってきた、原子力を始め様々な分野におけるシステム制御の技術開発と特に最近の課題である情報ネットワークの脅威について紹介された。

2件目の田中知 原子力規制委員会委員の講演では、「我が国の核セキュリティ・保障措置への取組み」と題して、内外の脅威の拡大・深化に関する認識を広げ社会的関心を高めていくことが挙げられ、国内外の機関との一層の連携等、日本支部に対する期待が表明された。

午後は、キャリアフェアとして、今後、就職活動を控える若手の参加者を対象とした職場紹介が行われた。今回は「国際原子力機関 核査察実施部門での経験」と題してIAEA 保障措置局査察実施部課長を務めた経歴を持つ堀啓一郎氏よりIAEAの活動、職種、待遇などが紹介された。

2日目も午前中に2件の招待講演が行われた。1件目は東京電力 姉川尚史 取締役より「事業者における保障措置と核セキュリティへの取組み」と題する講演で、様々な施設現場における取組みの現況とその経験から得られた知見等が紹介された。

続いて、糸川泰一 原子力規制庁保障措置室長より「福島第一原子力発電所における保障措置」について講演があった。保障措置の進捗状況の紹介、アプローチの開発、及び新たなアプローチの検討、それぞれの現状、今後の技術開発の課題が紹介された。

(玉井広史)

2. 当センターからの発表～若手・学生ポスターセッション

1) CTBT 検証に係るむつにおける放射性キセノンバックグラウンド調査

CTBT(包括的核実験禁止条約)検証の為に放射性キセノンバックグラウンド調査の一環として、2014年に青森県むつ市にて行った放射性キセノン観測の結果について、ポスター発表を行った。観測期間中、むつ市においてはXe-135が数回検出されたが、通常CTBT 高崎観測所(群馬県高崎市)ではXe-135の検出がないことから、この事象はむつ地域特有のものであることが確認できたが、そ

の放出源については未だ特定には至っていないことを報告した。主に、むつ市で検出した Xe-135 の放出源候補について、出席者と議論を行った。

(木島佑一)

2) FP を含むプルトニウム溶液モニタリング技術に関するフィジビリティスタディ -概要と計画-

再処理施設に保管されている核分裂生成物 (FP) を含むプルトニウム溶液を非破壊で連続モニタリングするための技術開発について、その概要と計画を発表した。モニタリングに最適な検出器や設置場所を決定するため、貯槽の設計情報や溶液の分析情報を収集してモンテカルロ計算することや、実測値を計算へ反映させるため、貯槽周りにある遮蔽コンクリートの外側・内側におけるガンマ線や中性子線を測定する計画を紹介した。特に、FP の放射線量が高く Pu からの低エネルギーガンマ線を直接測定できないことが予想されるため 3MeV 以上の遅発ガンマ線に着目してモンテカルロ計算した結果、遮蔽コンクリートを通過する高エネルギーガンマ線を測定できる可能性があることを報告した。

本研究の適用先候補の一つである再処理施設での現場の現状について情報を取得するとともに、今後実施する詳細なシミュレーション方法について出席者と意見交換を行った。

(関根恵)

3) 随伴 FP パッシブガンマ測定による燃料デブリ内核物質質量推定手法の現状報告

福島第一原子力発電所の事故を受け、溶融燃料 (燃料デブリ) 内に含まれている核物質質量測定手法の一つとして、パッシブガンマスペクトロメトリを用いた手法開発を行っている。本測定手法は、燃料デブリ内で核物質に随伴する核分裂生成物 (FP) を定量し、そこから求めたい核物質質量を推定する簡便な手法で、米国スリーマイル 2 号炉(TMI-2)の核物質質量推定にも用いられた。

今回は、測定手法の概要紹介、これまでに実施した解析・実験結果の報告、そして今後の研究計画について発表を行った。出席者からは、コリメータ技術に関して多くの質問があった。

(芝知宙)

3. 当センターからの発表～セッション A

1) 核セキュリティ文化の醸成に関する一考察

近年、重要性の認識が高まっている内部脅威者への対策に加え、国際的なテロの懸念の増大に鑑み、核物質や原子力施設を内外の脅威から防護する手法として核セキュリティ文化の醸成について、その望ましい姿と原子力安全との類似性を踏まえた様々な例示を行い、PDCA サイクルを用いたアプローチをまとめた。

近年、核セキュリティに関する重要性の認識が高まっている内部脅威者への対策に加え国際的なテロの懸念の増大に鑑み、核物質や原子力施設を内外の脅威から防護する手法として核セキュリティ文化の醸成について、その望ましい姿と原子力安全との類似性を踏まえた様々な例示を行い、アプローチについての考察結果を報告した。IAEA の実施手引きにおいて核セキュリティ文化として定義されている「核セキュリティの支援・増強に努める個人、組織等の特質、態度、振舞い」を念頭に、原子力施設関係者だけでなく広く一般国民をも含めた社会階層における核セキュリティに関わる望ましい特質、態度、振舞いをイメージし、積極的に協力する姿勢を涵養することが核セキュリティの強化に向けて極めて有効であることを論じた。また、そのためのアプローチとして、原子力施設関係者にあつては従来から実践され大きな効果を発揮している現場の安全強化の施策を援用すること、一般国民に向けては核セキュリティ関連の事件・事象の可能性を正しく認識させること、そしていずれにも共通する意識として、核セキュリティ強化の活動に各個人が参加しているという当事者意識を持たせることが重要であることを強調した。さらに、アプローチを進めるために PDCA サイクルを用いた業務改善手法を導入し、その中で特に、文化の浸透度を評価する手法の導入・確立について例示を行い、その意義づけを行った。

(玉井広史)

4. 当センターからの発表～セッション B

1) 核不拡散用アクティブ中性子非破壊測定技術の開発に関する発表

INMM 日本支部第 36 回年次大会において、原子力機構は、将来の高放射線核物質非破壊測定（検認）技術を目指した核不拡散用アクティブ中性子非破壊測定

技術開発（JAEA-EC/JRC 共同研究）全体計画、及びその開発における遅発ガンマ線スペクトル分光（DGS）法の開発研究計画を計 5 件のシリーズで発表した。

アクティブ中性子非破壊測定技術は、D-T 中性子源を利用する非破壊分析法であり、以下のことを目的としている。

- （1）現世代核燃料サイクル、次世代核燃料サイクル、加速器駆動未臨界炉燃料サイクルでの核分裂生成物やマイナーアクチナイド等を含む高放射線核物質の非破壊による定量検認測定。
- （2）現世代核燃料サイクルにおいて、核分裂生成物、マイナーアクチナイドが除かれた低線量分離精製 Pu 等で、これまでパッシブ型非破壊定量測定により検認されていた試料の検認。
- （3）核セキュリティにおける検知物の性状（安全）確認。

発表においては、最初に、原子力基礎工学研究センター（原子力センシング研究グループ） 呉田から EC/JRC との共同研究で進めるアクティブ中性子非破壊測定技術（ダイアウェイ時間差分析、遅発ガンマ線スペクトル分光（DGS）、中性子共鳴透過分析、即発ガンマ線スペクトル分析（中性子共鳴捕獲分析）の 4 つの技術を最適に組合せる技術）の研究・開発の全体概要について報告した。続いて、核不拡散・核セキュリティ総合支援センター（技術開発推進室）から、測定対象（試料）中の核分裂性核種（ ^{235}U 、 ^{239}Pu 及び ^{241}Pu ）の比を導出する手法である DGS に関して、「DGS 開発研究全体」を瀬谷から、「DG 測定値から核物質中の核分裂性核種組成比を分析する予備的な研究」についてロドリゲズから、「核分裂性核種の遅発ガンマ線スペクトルの違いを求めるための実験計画」について小泉から、「D-T 中性子源からの 14 MeV 中性子減速系の設計研究等」について高峰から発表した。

なお DGS 法では、核分裂後に放出されるガンマ線のうち短半減期（～数分程度）の核分裂生成核種崩壊系列核種からの遅発ガンマ線で、かつ、（BG ガンマ線に影響されない）3 MeV を超える高いエネルギー領域のガンマ線（3 MeV 超ガンマ線）に注目して、各核分裂性核種の誘発核分裂後の 3 MeV 超ガンマ線のエネルギー分布の違いを利用して、核分裂性核種（ ^{235}U 、 ^{239}Pu 及び ^{241}Pu ）の比を導出する。（詳しくは、2.2 参照）

（高峰 潤）

5. 当センターからの発表～セッション F

1) 包括的共同作業計画実施に係る IAEA 保障措置の適用

イランの核問題を巡る EU3 +3 とイランの交渉が、2015 年 7 月 14 日に合意に達し、イランは平和利用を前提としたウラン濃縮を含む核開発の権利が認められた。今後は、包括的共同作業計画 (JCPOA) に従い、IAEA によるイランに対する査察活動が開始されることになることから、イランのこれまでの核開発、JCPOA の概要を紹介するとともに、イランの核施設における IAEA 保障措置の適用とその課題について、想定されるいくつかの論点について分析を行い、以下の結論を得たことを報告した。

- (1) 追加議定書の暫定適用下であっても、IAEA の監視・検証活動は可能であり、争点となる可能性のあった軍事施設のプルチンへのアクセスについて、イランと IAEA との間でサンプル採取方法が合意され実施されたことは、今後の JCPOA の実施の有益な先例となる。
- (2) 補完的なアクセスの実施については、イランの遅延行為により、アクセスまでに最大 24 日を要することから、その間に証拠隠滅の懸念はあるものの、一定規模以上の核活動の抑止には有効である。
- (3) 調達活動の監視については、追加議定書の範囲を超える厳しいものであるが、核活動が制限された期間内での監視であるため、効果は限定される。

(清水亮)

2) 米露のプルトニウム処分における核不拡散、核セキュリティについての検討
冷戦後、米国とロシアは START 条約等で核弾頭の削減を実施してきており、2000 年には一連の取組の結果として発生する余剰プルトニウム (Pu) を 34 トンずつ処分する協定 (PMDA) を締結した。近年、米国では MOX 燃料製造施設の建設を含む処分コストが当初の予定より増大している⁶ことから、代替処分方法を検討している。改正 PMDA が定める 34 トンの Pu を処分するため米国

⁶ MFFF 建設の計画が始まって以降、63 億ドル以上の費用が上昇したと述べられている。

United States Government Accountability Office, 'High-Risk Series an update' February.2015.
<http://www.gao.gov/assets/670/668415.pdf>.

では、昨今、MOX 燃料に加工し軽水炉及び高速炉における照射、固化、希釈およびディープボアホール（深部ボーリング孔）での処分が検討されており、その検討結果としてはコスト面から希釈処分が有望視されている。これらの処分方法について、核不拡散・核セキュリティの面から検討した結果、軽水炉及び高速炉での処分は、プルトニウム同位体組成の変化（フィッサイル率の低減）や放射線バリアの面で核不拡散・核セキュリティ上、効果的な方法であることを示し、処分方法の決定については、単にコストによる評価ではなく、核不拡散・核セキュリティ面も含めた総合的な評価が必要であることを指摘した。

（小鍛冶理紗）

3) 米国の原子力協力協定に係る政策の分析

21 世紀の核不拡散と原子力平和利用を巡る情勢の変化は、核不拡散及び核セキュリティ強化の必要性及び新興の原子炉導入国及び新たな原子炉供給国の出現といった事項に特徴付けられるが、それらに則して、米国が他国と締結する原子力協力協定（以下、協定と略）の内容がどのように変化しているのか、昨今米国が締結した米アラブ首長国連邦(UAE)協定、米ベトナム協定、米中協定及び米韓協定の 4 つの協定を例示して分析するとともに、協定相手国の機微な活動（ウラン濃縮及び再処理）に対する米国政権の「フレキシブル」な対応を類型化し、協定に係る今後の米国政権の政策及び議会動向の予測を試みた。

そのうち、米国政権の「フレキシブル」な対応の類型化は以下の通りである。

- (a) 中東の新興の原子炉導入国：機微な活動の禁止を要求(いわゆるゴールドスタンダード、例：米 UAE 協定)
- (b) 中東地域以外の新興の原子炉導入国：政治的なコミットメントとして機微な活動を行わないことを要求(いわゆるシルバースタンダード、例：米ベトナム協定)
- (c) 非核兵器国、原子力発電を実施、しかしウラン濃縮/再処理施設を有しない国：米国が合意しない限りは実施できないとのスタンス(例：米韓協定)
- (d) 核兵器国、ウラン濃縮/再処理施設を有する国：基本的にウラン濃縮及び再処理に事前同意を付与(例：米中協定)

また、昨今の中韓両国と米国の第三国での原子炉ビジネスの展開に鑑み、両国との協定では、技術や原子力品目の移転や再移転に係り、相手国の事情毎に

応じて特別の手続き等を規定していることも昨今の 123 協定の特徴と言える。
一方議会では、協定に対する議会の関与及び権限の強化の観点から、既存協定の改定の際の自動延長規定に懸念が示されており(例:米中協定は自動延長規定なし)、今後の 123 協定改定への波及も注視される。

(田崎真樹子)

【報告:技術開発推進室 木島 佑一、関根 恵、芝 知宙、高峰 潤、
政策調査室 玉井 広史、田崎 真樹子、清水 亮、小鍛治 理紗】

発行日：2015 年 10 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)