

## 第46回年次大会最優秀論文の紹介



研究チーム(上)  
筆者(下)

「制動放射 X 線を用いた光核反応による核物質検知・濃縮度測定技術の開発(1)全体計画」について紹介する。本論文は、世界の核セキュリティ強化の中でも特に緊急性が高い、大型コンテナ内で隠匿された高濃縮ウランの検知および濃縮度測定のための非破壊測定技術開発について先行研究や世界の動向をレビューし、今後4年間で目指している原理実証研究の全体概要を示した論文である。港湾等における大型コンテナに対する放射線測定等による核物質の検査体制は導入されてきているが、高濃縮ウランのように内部放出 $\gamma$ 線のエネルギーが低く比較的容易に隠匿可能な核物質に対する有効な検知・測定技術は確立していない。米国ではコンテナ全量検査法が2007年成立するも運用可能な技術開発を要するため未施行のままである。本研究では、技術的に確立され小型化が望め発生が容易な制動放射 X 線を光子源とした核物質の光核反応に着目し、(1)核物質検知手法の開発、(2)検出器系の開発、(3)実装実験の実施、

(4)核データの評価を行い、核物質検知および濃縮度測定のための非破壊測定原理検証を目的として、JSPS 科研費(JP25K01706)の助成を受け2025年度より4年計画で開始した。これまで東京科学大学(科学大)相楽研究室では、モンテカルロ法を用いた数値計算に基づいた非破壊測定技術の基本原則および技術提案を行ってきた。本研究では京都大学複合原子力科学研究所、科学警察研究所、更に科学大の核データ専門家とチームを結成し、我が国で唯一制動放射 X 線と高濃縮ウランを使った実験が可能な京都大学電子線型加速器(KURNS-LINAC)を用いた原理実証試験を行う。本試験には X 線ビーム発生、検出システム開発および核データ整備等、基礎科学から工学まで幅広いチャレンジが必要であり、国内外の専門家からの多様な知見を取り入れながら進めていく必要がある。本学会員からのご知見提供を大いに期待している。

(東京科学大学 相楽 洋)

## 第46回年次大会若手・学生セッション最優秀発表の紹介



論文：「光核反応を利用した核燃料物質検知技術の開発」

原子炉施設における核セキュリティは、核物質の盗難や密輸、施設の破壊工作に関して重要な懸念事項となる。これらのセキュリティ事故を防ぐための課題の一つは、核物質の非破壊検知技術の開発である。この技術により、コンテナに含まれる放射性核種の同定と含有量の推定が可能となる。加えて、物質を破壊することなく特性を安全に確認できるため、事故や放射能漏れのリスクを低減できる。そのため、高い検知性能を有し、小型かつ低コストの条件を満たす装置の開発が急がれている。様々な非破壊検知技術がある中で、高エネルギーガンマ線を核物質に照射して光核分裂反応を起こし、核分裂中性子を検出する手法が提案されている。本研究では、これまで工学的利用が進んでいなかった  ${}^7\text{Li}(p, \gamma){}^8\text{Be}$  反応に着目し、核物質検知用の光子源として活用することを目的とした。今回の実験では、 ${}^7\text{Li}(p, \gamma){}^8\text{Be}$  反応による 14.6 MeV および 17.6 MeV の高エネルギーガンマ線を発生させ、このガンマ線を金に照射して、 ${}^{197}\text{Au}(\gamma, n){}^{196}\text{Au}$  反応を起こした。このときに発生する光核分裂中性子を観測した。また、 ${}^7\text{Li}(p, \gamma){}^8\text{Be}$  反応による非破壊測定技術の有効性について中性子輸送計算コード MCNP を用いて評価した。結果として、 ${}^7\text{Li}(p, \gamma){}^8\text{Be}$  反応による光核分裂中性子の検知手法が有用であることを、実験・シミュレーション双方から確かめることができた。今後は、ウランの代替物質である  ${}^{237}\text{Np}$  を Ig 使用して実験を行い、実際に検知が可能かどうかを検証する。

(東京科学大学 國友 理紗)

### 目次

第46回年次大会最優秀論文の紹介	1
第46回年次大会若手・学生セッション最優秀発表の紹介	1
核物質防護能力向上に向けた特別セミナー(基礎編)の概要	2
職場紹介(東京電力 HD 柏崎刈羽原子力発電所 保障措置業務)	3
INMM/INMMJ コーナー	3
「原子力人材育成ネットワーク」シンポジウム	4
会員コーナー	4

本資料は、日本核物質管理学会の活動を幅広く発信し相互コミュニケーションの場を提供する広報誌です。右のQRコードにアクセスしてアンケートにご協力して頂きますようお願い申し上げます



## 核物質防護能力向上に向けた特別セミナー（基礎編）の概要



開会挨拶の様子



講義の様子

当企画委員会は「核物質防護能力向上に向けた特別セミナー（基礎編）」を1月8日に日本原子力研究開発機構（JAEA）の原子力人材育成・核不拡散・核セキュリティ総合支援センター（ISCN）において開催した。主に原子力関連事業者の若手職員20名が参加し、セミナーでは、核物質防護に関する講義（①核物質防護の基本、②核物質防護システムと核セキュリティ文化、③性能試験）、核物質防護に係る実習、パネルディスカッションを実施した。

中村（企画委員長）、井上日本核物質管理学会長からの、セミナーの目的説明や、受講者への期待を込めた開講挨拶に続き、講義セッションにおいて、1つ目の講義「核物質防護の基本」では、中村委員長から、核物質防護の目的は「不法移転の防止」と「妨害破壊行為の防止」と「対応措置」の3点が重要であることについて、核物質防護に関する業務を例とした説明があった。2つ目の講義「効果的な核セキュリティのために：核物質防護システムと核セキュリティ文化」では、JAEAの野呂ISCN能力構築開発室長から、ISCNの設置の経緯や歩み、人材育成支援事業やトレーニングについて紹介した。また、核物質防護システムの基本機能として、「検知」「遅延」「対応」の3つが重要であり、これらがバランス良く機能することで効果が保たれることの重

要性について説明があったとともに、核セキュリティ文化について、1人1人の意識、行動が重要であり、「核セキュリティの脅威は確実に存在する」、「核セキュリティは重要であり、各自が役割と責任を負う」ということを意識して行動することが重要であるとの説明があった。3つ目の講義「性能試験」では、浅野理事から核物質防護システムの性能試験について、核物質防護システムが設計通りに動作しているか、施設環境、脅威及び自然環境に対して適切か、決められた性能要件に適合しているかを評価するということが「性能試験」であるとの説明があった。加えて、性能試験の評価結果を報告書にまとめて関係者と共有することも重要であり、評価結果や環境の変化に応じて改善していくことが重要であることも補足された。



VR体験の様子

実習セッションでは、実習フィールドに設置されている各種侵入検知センサーや監視カメラ等を実際に見たり触れたりしながらそれらの性能や機能を学んだ。また、バーチャル・リアリティ（VR）装置を用いて、通常では見ることが出来ない検知ビームを可視化した映像を見ながら侵入検知センサーの特徴を学んだ。原子力関連施設で実際に設置されている設備・装置を用いた実習が行われ、座学では得られない貴重な体験をすることができた。

パネルディスカッションにおいては、浅野理事をモデレータとして、パネリストに企画委員会（北尾副委員長、澤田委員、佐藤委員）、ISCN野呂室長をお招きしてパネルディスカッションを行った。参加者の日頃の悩みや疑問点について、パネリストが適宜回答して議論をする形式で進められ、活発な議論が行われていた。ある参加者からは、「保全経験は数十年経験があるが、核セキュリティに配属されて数か月であり、核セキュリティに馴染みがない中で良い勉強方法等があれば教えてほしい」という質問があり、パネリストからは、「核物質防護のルールをよく知る事」や「現場に設置されている設備や機器をよく見ること」、「現場を理解することが大事であり、そこからやるべきこと（検知、通報、対応）を理解していく順番が良いと思う」などの回答があった。その他、ドローンの脅威等についても質疑応答があった。



パネルディスカッションの様子

閉講挨拶では、北尾副委員長から、本セミナーは初の試みではあったが、参加者にとって有意義なセミナーになったと挨拶があった。さらに、核物質防護、核セキュリティにおいて、最後は「人」が重要であり、技術継承、3S（原子力安全、核セキュリティ、保障措置）ポリシーを持って対応してほしい、と参加者に対して呼び掛けていた。

全体を通して、一日の講義としてはかなり充実した内容だと感じました。講師の方々の明瞭な説明が寄与したこともあり、講義、実習、パネルディスカッションという流れは参加者の理解定着に大きく繋がったと思います。末尾ながら、本セミナーに終日ご協力、ご支援下さった「日本原子力研究開発機構 原子力人材育成・核不拡散・核セキュリティ総合支援センター」様に、深く感謝申し上げます。

（企画委員長 中村 仁宣）

## 職場紹介（東京電力 HD 柏崎刈羽原子力発電所 保障措置業務）

柏崎刈羽原子力発電所の計量管理・保障措置を担当するチームは5名で構成される。同チームが所属する燃料グループには、他に燃料チーム、燃焼チーム、輸送チームがあり、新燃料の受入から、燃料移動、取替炉心設計、燃焼管理、貯蔵管理、使用済燃料の払出しまでの一連の管理を行っている。グループ内外でのジョブシャフリングにより、多様な経験を有する人財の育成に努めている。

発電所の計量管理・保障措置の重要成功要因を挙げると、①IAEA・国の査察官とのコミュニケーション、②運転・保全部門とのコミュニケーション、③燃料取扱設備の運転技術、④正確かつ



査察前ブリーフィングの様子

期限内の計量管理報告書の作成と言える。査察では天井クレーンや燃料取替機などを使用して確認するため、査察が計画通り行えるよう設備の状況確認やメンテナンスを行う必要があり、特に保全部門とのコミュニケーションは重要である。査察官とのコミュニケーションが重要なことは言うまでもないが、査察官のニーズ・リクエストの把握や、発電所ルールのご理解、現場状況に応じた臨機応変の対応力も求められる。特に昨今は猛暑のため熱中症対策に重点的に取り組んでいる。様々な国籍や経験を持つ査察官が来られるが、英語好きの若手社員が英語で議論する姿や、英語が苦手な社員も身振り手振りでコミュニケーションを取る姿は頼もしく思う。

最近のトピックとして、2024年に柏崎刈羽原子力発電所4号機からリサイクル燃料備蓄センターへの1基目の使用済燃料輸送を実施した。ここで、キャスク搬出に伴う保障措置活動について関係者と協議を重ねるとともに、輸送関係者と連携を取りながら関連する保障措置活動を完遂した。2025年にも2基の輸送を実施し、現場段取りや査察対応など、カイゼンを重ねながら標準化することができた。

また、現場作業・査察時間の効率化提案にも取り組んでいる。例えば、新燃料貯蔵庫内の新燃料の検認方法について、測定時間が短くて済むガンマ線検出器を用いる作業方法に変更して査察時間短縮を図ったり、使用済燃料プール内の低燃焼度燃料のチェレンコフ光を測定するにあたり、燃焼度の高い隣接燃料からの干渉を低減するため、プール内で低燃焼度燃料を隔離して配置することで検出性を向上させる取組みを行うなど、査察官とのコミュニケーションを通して、カイゼン・課題解決に取り組んでいる。



XCVD\*による使用済燃料プール内の検認の様子

(\*：次世代チェレンコフ可視化装置)

(東京電力 HD 山田 大智)

## INMM/INMMJ コーナー

### 【米国年次大会開催のご案内】

67回目のINMM年次大会が、2026年8月2日～6日にJW Marriott Austin Austin, Texasで開催されますので奮ってご参加ください。

(<https://inmm.org/news/annual-meeting/>)



### 【若手貢献賞募集】2026年5月1日～

学会の発展もしくは核物質管理技術の発展に顕著な貢献をした35歳以下の、正会員、学生会員および国内会員（以下「個人会員」という）に対して賞を授与しますので奮って応募願います。

- ① 選考方法（毎年1回、7月末日までに、個人会員が所定様式を事務局へ提出し（自薦も可）、メンター部会による事前審査を経て、理事会によって決定する。）
- ② 賞状および記念品（受賞者には表彰状および記念品を授与する。）

### 【ESARDA/INMM/INMMJ Joint Workshop開催のご案内】

2026年5月21日～22日にルクセンブルグのEuropean Convention CenterにてESARDA/INMM/INMMJ Joint Workshopが開催されますので奮ってご参加ください。

(<https://inmm.org/news/events/esarda-inmm-joint-workshop/>)



## 「原子力人材育成ネットワーク」シンポジウム



官民で作る人材育成に関する協力・情報交換の場である「原子力人材育成ネットワーク」(人材 NW)では、2月10日、東京・日比谷で、恒例の「ネットワーク・シンポジウム」を開き、関係者約50名が参加した。

今年度、日本核物質管理学会が人材 NW に加入したことから、柴田修・事務局長代理が「日本核物質管理学会のご紹介」と題する概略以下のような講演を行った。

日本核物質管理学会 (INMMJ) は、1977年に米国の核物質管理学会 (INMM) の初の国際支部として設立された専門家組織であり、核不拡散、保障措置、核セキュリティの技術向上と人材育成を目的としている。主な活動は、①専門家による技術交流:年次大会やセミナーを通じた専門的知見の共有、②対外連携:IAEA や ESARDA 等の国際機関、国内外の関係機関との協力、③学生会員の活動代支援:学生部会による若手研究者・技術者の育成支援、④広報活動:INMMJ Newsletter 等の発行、⑤知見の活用・伝承:メンター部会によるベテラン会員からの技術・知識の継承——であり、これらの活動を通じ、日本の原子力の平和利用と安全な維持管理、研究開発の推進に貢献している。会員構成は4分野からなり、正会員112名、学生会員23名、法人賛助会員31社、国内会員16名からなる。

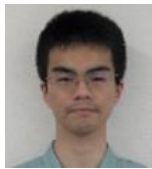
人材 NW は、原子力人材育成に関して産官学が相互に協力し、日本全体で一体となった整合性のある体制を構築することにより、原子力界の人材育成事業・活動等を効率的・効果的に推進するため、2010年度に設立された。現在のメンバーは産官学84機関であり、運営委員長は増井秀企・原産協会理事長、事務局は日本原子力研究開発機構(JAEA)、原産協会(JAIF)、原子力国際協力センター(JICC)の三機関が共同で務めている。

人材 NW には戦略ワーキンググループ(戦略WG)及び5つの分科会※がある。人材 NW の主な活動は人材育成に関する関係者間の情報交換であり、年二回の運営委員会、戦略WG 会合のほか、5つの分科会ではそれぞれ年3回程度の会合が開催されている。人材 NW 全体として取り組んでいる活動としては、IAEA と共同で2012年度から開いている「原子力エネルギーマネージメントスクール(NEMS)」が挙げられる。

(原産協会 喜多 智彦)

※「原子力理解度向上」、「高等教育」、「実務段階人材育成」、「国内人材の国際化」、「海外人材育成」の5分科会を設置

## 会員コーナー



日本原燃の澤口と申します。私は元々 Security 側の情報セキュリティ G に配属されていましたが、2025年4月から Safeguards 側の核物質管理課に異動となり、現在までは査察対応や社内3S連携活動に基づいたリスク評価対応を主な業務としています。専門的な知識が無い中で異動当初は非常に不安でしたが、部署内外の先輩方に何度も助けられ、なんとか日々の業務をこなせている状況です。また異動後の業務では、査察官の同伴等で現場への立ち入り回数が圧倒的に増え、再処理工場の広大さを実感するとともに予想以上に体力が必要な仕事であることを痛感しています。余談ですが、青森で生活して5年経過しましたが、“ねぶた”をまだ一度も見たことがありません。今年は是非見に行きたいものです。(日本原燃 澤口 浩太郎)



東京科学大学の江口綾と申します。大学では、高速炉用 MA 含有燃料を対象とした非破壊測定技術の研究に励んでいます。昨年度は JAEA にて特別研究生として研鑽を積んでいましたが、現在は大学に戻り研究を継続しています。INMMJ 学生部会での活動を通じて、施設見学や国際学会への参加など、学外での貴重な学びの機会をいただき、非常に有り難く感じています。今年度も、こうした機会を大切に積極的に活動していく所存です。最近は、研究の合間にデジタルデトックスも兼ねて編み物を始めました。思いのほか熱中しており、そろそろ来年の冬に向けて靴やマフラーなど作り始めようかと思っています。今後の学会活動で皆様にお会いできることを楽しみにしております!(東京科学大学 江口 綾)

## 編集後記

桜の花びらが舞うこの4月から広報委員長を務めさせていただくことになりました、日本原子力研究開発機構の宮地と申します。

学生から社会人まで、核物質管理にいろんな形で携わる会員の皆様へ、役に立ち、そして時にはくすっと笑えるような記事をお届けできればと考えています。

前任の後藤委員長、長年にわたり本当にお疲れさまでした。そしてこれからお世話になる皆様、どうぞよろしくお願ひいたします。(広報委員長 宮地 紀子)

編集・発行:日本核物質管理学会

〒100-0011 東京都千代田区内幸町2丁目2-3

日比谷国際ビル2階220号室

TEL:03-6371-5830, 5835

E-Mail:jimukyoku@inmmj.org

http://www.inmmj.org/