

INMM/ESARDA/INMMJ 合同ワークショップ(ルクセンブルグにて)

2026年5月21日～22日、ルクセンブルグにおいて、INMM、ESARDA、およびINMMJによる合同ワークショップ「Safeguards by Design for SMRs and AMRs」が開催された。本ワークショップには、IAEA、欧州委員会（JRC）、各国規制当局、研究機関、大学、原子炉ベンダー等から参加があり、SMRおよび先進炉に対するSafeguards by Design（SBD）の適用について議論が行われた。

近年、長期密封炉心、工場装荷炉心、移動式原子炉、浮体式原子炉、熔融塩炉など、従来の軽水炉とは異なる設計概念を有する原子炉の開発が進められている。これらの先進炉では、既存の保障措置アプローチをそのまま適用することが難しい場合も想定されることから、設計初期段階から保障措置要求を考慮するSBDの重要性が改めて共有された。

また、ワークショップでは、規制当局・設計者・保障措置当局の早期連携、Safety・Security・Safeguards（3S）の相互作用を考慮した設計レビュー、遠隔監視やデジタル技術の活用などが共通の論点として取り上げられた。一方で、具体的な技術的解決策や標準的な手法は未だ確立途上であり、今後も国際的な議論と経験の蓄積が必要であるとの認識が共有された。

本稿では、ワークショップにおいて日本（JAEA）から発表された2件の研究について紹介する。

(1) Characterization of Used Nuclear Fuel (ロドリゲス氏, JAEA)

ロドリゲス氏は、液体状の核燃料物質に対してDGS（Differential Die-Away Self-Interrogation）法の適用可能性を示すMCNPシミュレーション解析結果を発表した。解析では、ロスアラモス国立研究所（LANL）の使用済燃料ライブラリモデルを用い、燃料集合体に対するPUREX再処理を模擬するとともに、熔融塩炉の燃料組成を模擬するように組成を調整した。発表では、これらの液体燃料形態について、小規模サンプルおよび配管内を流動する液体の双方を対象としてDGS反応率を評価した予備解析結果が示され、液体燃料特有の応答の違いが確認された。



集合写真（左からロドリゲス氏、関根氏、長谷氏、原氏）

(2) Vendor, Designer, Operator and Authority Engagement towards SBD in Japan (長谷さん, JAEA)

長谷氏は、常陽及びもんじゅにMOX燃料を製造するプルトリウム燃料第三開発室の立ち上げ時の施設運転と保障措置活動を両立するための取り組みとして、封じ込め監視システム、非立ち会い非破壊測定システム、MUF評価システムなど、当時の先進保障措置技術開発を紹介した。また、パネルディスカッションにおいて、SMRのベンダー等からの出席者とともに、規制側との適切なコミュニケーションチャンネルやタイミングについて意見交換した。

（東京電力HD原）

目次

INMM/ESARDA/INMMJ 合同ワークショップ(ルクセンブルグにて)・・・	1
研究室紹介(東京科学大学 林崎研究室)・・・	2
研究室紹介(東京大学 出町研究室)・・・	3
米国/Los Alamos 便り・・・	4
会員コーナー、INMM/INMMJ コーナー、編集後記・・・	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、よろしくお願い申し上げます



研究室紹介（東京科学大学 林崎研究室）

林崎研究室は、東京科学大学総合研究院ゼロカーボンエネルギー研究所に属し、大岡山キャンパスの北地区にあります。研究室所属の大学生は環境・社会理工学院融合理工学系、大学院生は同系の原子核工学コースまたはエンジニアリングデザインコースに在籍し、常勤教員はそれぞれの系・コースを兼務しています。2026年度のメンバーは、教員3名（教授、助教、特任教授）、研究員4名、学生は大学院の博士後期課程が2名と修士課程が6名（いずれも原子核工学コース）、学部4年生3名の構成です。大学院生は他大学や高専からの進学者が多く、出身学科も多種多様（物理学、機械工学、電気工学、原子力工学、融合理工学）となっています。

総合研究院ゼロカーボンエネルギー研究所は、1956年に東京工業大学理工学部附属原子炉研究施設として設置されました。その後、原子炉工学研究所、科学技術創成研究院先導原子力研究所を経て、2021年6月にゼロカーボンエネルギーを用いたカーボンニュートラル技術の開発を通じて、CO₂を排出せずに地球と共生しかつ豊かな社会の構築に貢献することを目的に、ゼロカーボンエネルギー研究所として改組されました。2024年10月の大学統合では、科学技術創成研究院が総合研究院に改組され、現在の組織となっています。ゼロカーボンエネルギー研究所には研究組織として、フューチャーエネルギー部門、原子力工学部門、福島復興・再生研究ユニット、TEPCO協働研究拠点が置かれ、林崎研究室は原子力工学部門に属しています。日本核物質管理学会には放射性同位元素や核燃料物質の管理業務を中心に関わっています。

主な研究分野は、加速器理工学、量子ビーム応用です。加速器は、素粒子・原子核物理学のための巨大な研究設備というイメージをもたれがちですが、現在では、がん治療、医療用アイソトープ製造、電子線滅菌、非破壊検査、半導体製造、新材料開発、宇宙機器の信頼性評価など、私たちの生活を幅広く支える重要な基盤技術となっています。

林崎研究室は「より小さく、より高性能で、より使いやすい加速器を実現し、社会に役立つ技術に発展させること」を目標に研究を進めています。イオン加速器や電子加速器の設計・製作、ビームサイエンス、イオン源・電子銃、高周波・真空技術、ビーム応用までを研究対象とし、基礎研究から実用化まで、幅広く取り組んでいます。学生は、シミュレーションを駆使した物理設計から、メーカーと連携しての装置製作、実験、データ解析、性能評価まで、一気通貫で経験することが可能となっており、自ら課題を発見し解決する力を身に付けることができます。また、医歯学系（旧東京医科歯科大学）の先生方と医工連携の取り組みも進めています。

代表的な研究テーマはイオン線形加速器の研究開発です。以前は国内の複数の大学で研究されていましたが、電子とイオンの質量数のちがいにより、イオン加速器は電子加速器よりも大型化してしまい、これに応じて研究に必要な実験室やインフラの規模も大きくなるため、現在では林崎研究室だけになってしまいました。そのなかでも特に力をいれているのが、高周波四重極（RFQ）線形加速器に関する技術開発です。1台の装置で複数のビームを同時に加速するマルチビーム加速技術の開発を続けており、これまでに4ビームRFQ線形加速器まで実現しています。また、従来常識とされてきた口付けや電子ビーム溶接などの熱加工をなくし、無酸素銅から加速電極を削り出した精度を保持したまま、優れた電気的性能を短工期かつ低コストで実現する「三体構造RFQ線形加速器」の特許を取得し、この技術を用いて理化学研究所と共同でインフラ非破壊検査用の小型中性子源システムを開発してきました。



2ビームRFQ線形加速器
原理実証機



理研小型中性子源システム2号機
（理化学研究所との共同開発）



理研小型中性子源システム3号機
（理化学研究所との共同開発）

読者の皆さまはご存じと思いますが、東京科学大学は国際卓越研究大学として認定されました。2026年4月より「研究等体制強化計画」に基づき、教育・研究活動の強化に向けた事業が進められています。その取り組みのひとつとして、東京科学大学が掲げる未来社会像を研究と教育の両面で実現する中核になる、ビジョン駆動型・分野横断型の新しい研究組織「Visionary Initiatives (VI)」が始動しました。これに伴い、常勤教員は現在所属している部局に加えて、8つのVIいずれかに必ず所属することになりました。今後その運用は拡充され、2028年度からは大学院に教育コースを提供する予定となっており、大学院生もVIに参加します。大学も、研究室も、数年後どうなっていることでしょう。

（東京科学大学 林崎）

研究室紹介（東京大学 出町研究室）



董 飛艶(PD 研究員)



肖 楽(博士3年)



何 子軒(博士2年)



菅原 和将(修士2年)



龍花 雄大(修士1年)



何 冠南(修士1年)

出町研究室（東京大学 原子力国際専攻）は、核セキュリティ・原子力保全・医用応用を中心とした学際領域の研究を推進している。原子力分野は高度な安全性と信頼性が求められる一方、社会環境の変化、設備の高経年化、人材不足など、複合的な課題に直面している。出町研はこれらの課題に対し、識別・予測・制御・生成といった異なる種類の AI 技術を多様に組み合わせ、課題解決に特化した新たな AI モデルを創造することを軸に、理論研究から実装・評価まで一貫したアプローチで取り組んでいる点に特徴がある。

1. 核セキュリティ分野：脅威評価と防護システムの高度化

出町研では、IAEA のガイドラインや国際動向を踏まえつつ、物理的防護システム(PPS)のモデル化、脅威シナリオの生成、侵入検知の高度化など、核セキュリティの中核となる研究を進めている。近年の特徴的な取り組みとして、識別 AI と生成 AI を組み合わせた異常行動モデルの構築が挙げられる。具体的には、まず識別 AI が監視カメラ等の動画データから行動パターンに関する特徴量を抽出し、その特徴量を生成 AI に入力することで、当該シチュエーションをテキスト記述およびグラフ構造として表現させ、さらに別の生成 AI に「この状況は異常かどうか」を判別させた。これにより、従来のルールベースでは捉えにくかった微妙な異常行動や、複合的な動作パターンの逸脱を検出できるようになった。さらに、Beyond Design Basis Threat (BDBT) シナリオの自動生成では、出町研独自の「三層 LLM アーキテクチャ」を用いて、想定外の攻撃シナリオを創出している。この手法では、過去のテロ事件や戦争事例、国際的な攻撃手法の変遷などを参照しながら、攻撃者 LLM・物理的防護 LLM・状態遷移 LLM という三つの役割を持つ LLM を連携させることで、複雑で非線形なシナリオを構築している。このアプローチにより、従来の DBT では想定され切れていない複合的な脅威シナリオを多数生成することを可能とした。

2. 原子力保全工学

原子力プラントの安全運転を長期的に維持するためには、設備の状態を正確に把握し、適切な保全を継続的に実施することが不可欠である。この保全の高度化は出町研の主要テーマの一つであり、複数の AI 技術を組み合わせた新しい保全支援モデルの開発を体系的に進めている。その中心となる取り組みが、プラントの運転監視データを解析し、どの機器で異常が発生しているかを逆推定する AI である。これは、時系列予測 AI に注意機構を組み込むことで、プラント出力や温度・圧力・流量といった通常の運転データから、異常兆候が最も強く現れている機器を推定するものである。大規模プラントではセンサ数が膨大で、異常の所在を人間が迅速に特定することは難しいが、この AI により、従来の保全プロセスでは見落とされがちだった異常の早期発見が可能となり、診断の効率化に大きく寄与する点が画期的である。

さらに出町研では、異常が検知された後の対応を支援するため、正常回復策を提示する生成 AI の研究も進めている。この AI は、サロゲート AI が設備状態の変化を高速に模擬し、制御 AI がその結果を踏まえて最適な操作・点検・調整手順を導出するという構造を持つ。これにより、熟練技術者が行ってきた判断プロセスを AI が補完し、異常時の対応をより迅速かつ確実に行えるようになることが期待されている。また、現場作業の安全性向上とヒューマンエラー低減を目的として、作業支援情報提示 AI の開発にも取り組んでいる。スマートグラスが撮影した作業者の手元映像を識別 AI が解析し、現在行っている作業内容をリアルタイムに把握する。その上で、過去の熟練者動画や関連する作業指示書、注意事項などを生成 AI が自動的に選択し、スマートグラスに即時投影する仕組みを構築している。これにより、作業者は必要な情報をその場で確認でき、作業の確実性と効率が大幅に向上する。さらに、保全業務では膨大な文書作成が避けられないことから、保守管理文書生成 AI の開発も進めている。保全計画書、手順書、リスク評価書、点検記録などを運転データや作業ログから自動生成することで、技術者の文書作成負担を軽減し、より高度な判断業務に時間を割ける環境を整えることを目指している。

3. INMMJ との関わりや期待

出町研は、核セキュリティ分野の研究成果を INMMJ の年次大会や研究会で継続的に発信し、若手研究者や学生の参加を後押ししてきた。また、異常行動検知や BDBT シナリオ生成といった最新の研究内容を共有することで、国内の議論をより活発にする一助となっている。INMMJ には、今後も産学官をつなぐ場として、実務者と研究者が自然に協働できる機会を広げ、日本の核セキュリティ研究を支えるハブとしての役割を期待している。あわせて、国際的な動向を踏まえた知識交流の促進にも引き続き貢献していただければと考えている。

（東京大学 出町）

米国/Los Alamos 便り



ご意見ボード

米国ロッキー山脈の末端近くにある Los Alamos は、標高 2,200m 級の崖の上、ミニグランドキャニオンの上に作られたような町です。朝起きると庭でシカやリスのお食事中に遭遇したり、夜中にコヨーテの遠吠えが聞こえてきたりする、自然豊かな環境です。Manhattan 計画で有名な Los Alamos 国立研究所のために作られた町であり、日本人は複雑な感情を抱く場所ですが、訪れてみると意外な発見がありました。町にある Brudbury 科学博物館では、当然のごとく核兵器開発の歴史にも触れているのですが、そこには、"I'm glad that …"等ポジティブなものや"I'm sad that …"等ネガティブなものなど、12 マスに区切られたご意見ボードが設置されており、来館者自身が自由に記載した付箋を好きなところに張り付けて意思表示できるようになっています。意外だったのが意見に偏りが無かったこと。米国内では戦争を終わらせたものとして扱われる印象がある核兵器ですが、実際には日本人と同じ感覚をもつ方も多いようで、私が訪れた際は核兵器を否定する付箋もポジティブな意見と同等数ありました。第二次世界大戦を経験していない世代が増えかつ自ら情報を取りに行ける時代となったことで世論の割合も変わってきたのか、ポジティブ層が大多数という勝手な印象をもっていただけなのか真相はわかりませんが、少なくとも目にしたご意見ボードは興味深い結果を示していました。皆様も Los Alamos へ訪れた際は、是非立ち寄ってみてください。

(日本原子力研究開発機構 大泉)

会員コーナー



日本原燃の杉山と申します。昨年度から再処理事業部の核物質管理課に配属となり、現在は査察対応および査察側との会合・核物質の計量管理に関心を示している技術者向けの対応を主な担当業務としております。保障措置の核心は核物質量を正しく測定・記録する計量管理にあります。計量管理一つで専門的な領域での議論になる中、原子力畑の出身でない身としては日々勉強の毎日です。業務以外のことで、過去に安全保障のシンポジウムおよびシミュレーションに参加し、彼我の認識・意図の相違で思わぬ結果を生じたことから UN や IAEA を経由してエスカレーションを管理する合議体の存在意義を実感いたしました。

(日本原燃 杉山 秋牙)



東京科学大学原子核工学コース修士2年の落合望と申します。大学院では非破壊検査技術の研究に取り組んでおります。大学時代は北海道で暮らしていたこともあり、東京生活も2年目となりましたが、最近は自然が恋しくなっていました。先日は気分転換も兼ねて伊豆へ旅行し、城ヶ崎海岸や天城越えて有名な観光スポットを訪れてまいりました。友人との BBQ や、金目鯛の煮つけ、わさびシラス丼といった地元の味覚も堪能し、自然と食を心ゆくまで満喫することができました。間もなく修士の中間発表が迫ってまいりましたが、適宜気分転換を図りながら前向きに立ち向かいたいと思います。次回の INMMJ 年次大会で皆さまにお会いできますことを楽しみにしております。

(東京科学大学 落合 望)

INMM/INMMJ コーナー

第 47 回日本核物質管理学会年次大会についてお知らせいたします。

開催日: 2026 年 11 月 26 日 (木) ~ 27 日 (金)

開催場所: 東京科学大学 大岡山キャンパス
西 9 号館 デジタル多目的ホール

(<https://www.liberal.ila.titech.ac.jp/hall/about/hall1.html>)

開催方法: 対面型とオンライン型の併催

ポスターセッションについては、論文の Web 公開とショートプレゼンテーションの配信を組み合わせた方法などを検討中。

編集後記

今回の Newsletter はいかがでしたか？より皆様のニーズに合った広報誌とするため、是非、皆様からのご意見を事務局までお寄せください。

また、次号より編集後記には、広報副委員長と6名の広報委員が順に登場します。どうぞお楽しみに！

(広報委員長 宮地 紀子)

プログラム (予定) :

招待講演、企画セッション、口頭発表セッション、若手・学生ポスター発表セッション、日本核物質管理学会総会、表彰式、懇親会
発表申込: 締切までに学会事務局 (am047-youshi@inmmj.org) へ提出

(1) 要旨: 締切 2026 年 8 月 7 日 (金)

(2) 会議論文: 締切 2026 年 9 月 25 日 (火)

要旨及び論文作成要領の詳細は、学会 HP をご確認ください。参加登録方法、詳細プログラム等は 2026 年 10 月中旬までに改めてご案内いたします (<https://www.inmmj.org/47th-inmmj-annual-meeting-no1>) (事務局)

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/>