

## IAEA 専門家会合（回収ウランの活用について）の概要



齊藤 正樹 氏

2023年11月20日～24日に開催されたIAEA技術会議「Technical Meeting on the Challenges and Opportunities in Reprocessed Uranium Fuels: Fabrication and Performance Assessment」の概要を報告する。（オンライン参加を含め、16カ国から49名が参加：筆者が議長を拝命）

IAEAは、加盟国の再処理ウラン（RepU：回収ウラン）利用を支援するため、2007年に「再処理ウランの管理：現状と将来の展望」と題するTECDOCを公表した。その後、IAEAが2009年に公表した原子力エネルギーシリーズ No.NF-T-4.4「再処理ウランの利用：課題と選択肢」（以下「本資料」）では、RepUの貯蔵、取り扱い、変換、処理、輸送、燃料加工、RepU燃料の炉心性能および使用済燃料管理などの技術的ならびに経済的問題をレビューしている。

「本資料」をアップデートするために、2022年と2023年に2回の諮問会議(Consultancy Meeting)を開催し、各国のRepU管理技術の現状や今後の動向について意見交換を行い、各国の報告に基づいて、IAEA出版物の改訂版の「各章の案」と「各国の役割分担案」について議論した。今回の技術会議では「本資料」を補完・更新の参考にすることが適切であることを確認した。

技術会議は6つの技術セッションで構成された。（セッション①「National policies related to RepU, inventories and future arising of RepU」、セッション②「Stages in implementation of different options of RepU fuel management」、セッション③「Loading into the reactor and behavior of RepU fuel」、セッション④「Management of spent ERU fuel. RepU recycling contribution into SDGs」、セッション⑤「Market and economics of RepU」、セッション⑥「Increasing of Proliferation Resistant of Uranium by using RepU」）

セッション①において、筆者は“Nuclear Fuel Cycle in Japan”と題して、核燃料資源を有効活用するために、軽水炉と高速炉の両方を用いてプルトニウムと回収ウランをリサイクルする方針を採っている日本の核燃料サイクル政策について紹介した。また、セッション④において、RepUのSDGsへの貢献について、エネルギー等価資産価値を現在の石炭価格や石油価格に換算した結果を紹介した。例えば、米国、欧州諸国、日本の場合、RepUを現在の原油価格や石炭価格に換算すると、途方もない金額になること、また、RepUを再利用することにより化石燃料の燃焼によって放出される膨大なCO<sub>2</sub>を削減することが出来ることを紹介した。更に、セッション⑥において、RepUに含まれる<sup>236</sup>Uが、遠心分離による<sup>235</sup>Uの再濃縮中に<sup>235</sup>Uと共に濃縮され、RepUの核拡散抵抗性を高めることを紹介した。また、RepUの再濃縮とマルチ・リサイクルがウランの核拡散抵抗性を更に強化することについて、米国のTexas A&M大学のSunil S. Chirayath氏が、筆者との共同研究の成果を発表した。

今後については、2024年度に2回の諮問会議を開催して、「本資料」の改訂版を取りまとめ、いずれIAEAのTECDOCとして出版されることになる。こういった議論を通じて、各国での回収ウラン利用が更に進められていくことを期待している。議論の詳細などについては、今後の学会年次大会などの機会にお知らせすることとしたい。

（東京工業大学名誉教授 齊藤 正樹(元会長)）

### 目次

IAEA 専門家会合（回収ウランの活用について）の概要	1
「東京電力の核物質防護事案発生に関する反省事項とそれに対する改善対策」のポイント	2
メンター部会と学生との意見交換	2
ISCN-WINS ワークショップ(2024/1/25-26：内部脅威への取り組み)の概要	2
年次大会最優秀論文/発表の紹介	3
ヨーロッパだより、会員コーナー、INMM / INMMJ 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、よろしくお願い申し上げます。



## 「東京電力の核物質防護事案発生に関する反省事項とそれに対する改善対策」のポイント



澤田 勇仁 氏

2021年3月、当社は柏崎刈羽原子力発電所で起こった一連の核物質防護事案（運転員によるIDカード不正使用事案と核物質防護設備の一部機能損失事案）により、原子力規制委員会の検査対応区分がIVに変更され、原子力規制庁による追加検査を受けることとなった。当社は一連の事案の根本原因を「リスク認識の弱さ」「現場実態の把握の弱さ」「組織としては是正する力の弱さ」にあると分析し、36項目の改善措置計画を立案し、以後、改善に向けて取り組み、その結果、昨年12月27日に原子力規制委員会から検査対応区分をIとする通知を受け、追加検査が終了となった。しかし、これはあくまでも「スタートラインに戻ったに過ぎない」ものであり、これまでの取り組みを一過性のものとせず、継続的な改善に向けて、不断の努力を続けていかなければならない。これからもトップのリーダーシップのもと、設備の正しい更新と機能維持、更なる不要警報（迷惑警報）対策、立入制限区域の見直しにより強固な核物質防護措置を実現するとともに、CAP活動やリスク管理、変更管理の運用の徹底、核セキュリティ文化と組織の風通しの改善により自律的に改善する仕組みを定着させ、その取り組みをモニタリングして、PDCAサイクルを回すことで、改善を継続していく所存である。

（東京電力ホールディングス株式会社 澤田 勇仁）

## メンター部会と学生との意見交換



川島 正俊 氏

本部会は「会員の経験と優れた知識や技術力を活かして、核物質およびその他の放射性物質管理に関する技術伝承、知識管理、次世代人材育成等への活動の支援を目的」としています。過去の貴重な核物質等に関連する資料等が散逸しないよう、学会等の組織や個人等の所有資料のアーカイブ化、また併せて教材等の作成を含む次世代人材育成の諸事項の推進も実施いたします（NL No.8）。本部会での活動実施具体化等の議論では、その場にはいない学生との交流に係るものがほとんどで、それほど片思いをしている状況とも云えます。アーカイブ事業の推進では、「メリットの認識、学生が利用することへの取り組み方や周知の方策、特に大学関係者との意識共有、資料の機械学習・生成AI利用など」、人材育成支援活動については、「教材配布と出前懇談会、メンター部会への学生参加、次回のINMM年次大会への学生派遣支援など」が話題です。こういった片思いをほぐすべく、今年のINMMJ年次大会の際に学生との初めての懇談会を開催しましたが、「学生から学会へ期待したいもの」まで話が及ばなかったため、今後、本部会-学生-大学の先生方の三者間で、学生・大学の先生方に本部会のメンター役ともなってもらい、相互に思いを伝え合う機会を増やしたいと考えています。本部会メンバーにとっては現代トレンドの中のスキル習得への学生からの協力もありがたいことのひとつです。本部会では馴染みのある四字熟語「温故知新」は「温新知故」（造語）とする感覚でしょうか？冒頭で掲げた本部会の活動目標が、相互交流等を通じて持続的に展開されていくように、ゲストメンバーが増えることを期待しています。

（メンター部会 副部長 川島 正俊）

## ISCN-WINS ワークショップ(2024/1/25-26：内部脅威への取り組み)の概要



演劇の様子

1月25日～26日にJAEA/ISCNは世界核セキュリティ協会(WINS)との共催ワークショップ(WS)を実施した。本WSは、核セキュリティ文化の醸成を目的として2011年度から毎年度実施しているもので、「演劇型セッション」を採用していることが大きな特徴であり、劇団が、WSのテーマに応じた核セキュリティ事案を演じ、参加者がその事案に対してグループディスカッションを中心とした議論を行うという、ユニークかつ双方向性の高い形式となっている。

第12回となる今回は、「核セキュリティ強化に向けた内部脅威対策」と題し、内部脅威対策の必要性に焦点を当てたものとした。演劇のシナリオは、架空の原子力発電所を舞台に、自身の職場である施設に不満を持つ請負業者が故意に小規模火災を起こしたことをきっかけに、その後の核セキュリティ担当者等の施設関係者による一連の対応を模擬し、参加者は、各シーンで気付いた問題点やその改善策等について活発に議論を行った。また、演劇の終盤には、記者会見を再現したセッションを行い、施設側に対して、参加者が記者役となり、事案発生後に施設側が行った要因分析や改善策が十分なものであったか等について自由な質疑応答が行われた。

さらに本WSでは、国内外3人の専門家による基調講演を行い、それぞれ国内外の具体的事例を交えた内部脅威対策等を紹介した。

本WS後に行ったアンケートを通して、参加者からは核セキュリティについて学ぶこのようなWSについて、非常に貴重な機会であり、新しい気付きや知識を得る場として有意義だとの声を頂いた。次回WSの開催に向け、アンケートで頂いた様々な意見を反映し、更なる改善を図っていく。

（日本原子力研究開発機構 小林 拓也）

## 第44回年次大会最優秀論文の紹介



立野 高陽 氏

論文名：保障措置コースのためのウラン燃料製造施設バーチャルリアリティ(VR)教材の開発

核不拡散・核セキュリティ総合支援センター(ISCN)では、人材育成支援事業の一環として、アジア地域向けの国内計量管理制度(SSAC)コースを毎年実施し、IAEA加盟国がSSACを適切に構築、運用、維持するために必要な知識を包括的に学習する機会を提供している。ウラン燃料製造工程は、多様な化学的・物理的形態を経ることから保障措置・計量管理の基本を学ぶために効果的であり、原子力発電導入を検討するアジアの国々の実務担当者からの講義実施のニーズが高い分野である。今回、当センターが所有するVRシステムを活用したウラン燃料製造施設における工程および保障措置・計量管理を体系的に学ぶためのVR教材を開発した。開発にあたっては、公開情報および元IAEA査察官らの助言を基に、運転の流れに沿った施設の燃料フローに関するVRコンテンツを作成した。加えて、保障措置・計量管理に関するIDや重量値等の表示(図1)およびVR教材内で表現することが難しい内容を説明するための補助スライドの作成(図2)を行った。本教材を使用する初の演習となった2022年のSSACコース(図3)においては、約95%の参加者より、本演習に関して満足するものであったとの回答を得た。今後も、開発したVR教材を用いて保障措置・計量管理に関して、ニーズに基づき持続的に高品質なトレーニングコースを提供し、アジア地域の核不拡散体制の強化に貢献していきたい。



図1 ID等の表示



図2 補助スライド



図3 演習の様子

(日本原子力研究開発機構 立野 高陽)

## 第44回年次大会最優秀発表の紹介

論文名 Once-through High Burnup Fuel Management Strategy with Dual Neutron Energy Spectrum Core in HTGR (II) Additional Fuel Region for Irradiated Fuel



Chong Hong Fatt 氏

持続可能な発展の実現と脱炭素目標を達成するために、世界中では再び原子力の利用に注目している。原子力資源への需要が増加している中、エネルギー産業の持続可能性を担保するために効率のかつ平和利用を保証できる核物質利用技術が求められる。

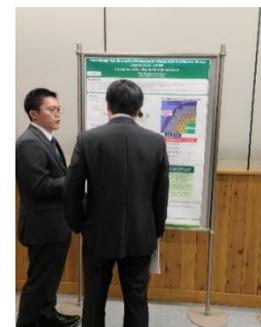
このような要求に応えるために新型炉の研究開発が進んできたが、その候補の一つは高温ガス炉である。出口温度が950℃の高温のため、電力と産業利用の熱を効率的かつ柔軟に供給できる。また、炉心内の被覆燃料粒子は非常に高い温度の中でも健全性が維持できるほか、構造が複雑な燃料粒子の中から核物質を転用しにくいいため、高温ガス炉は高い安全性と核不拡散性を持っている。

今回発表した研究の目的は、高温ガス炉の高い安全性と核不拡散性を活かしながら核物質の利用効率を向上させることである。高温ガス炉の炉心には、構造材として中性子の吸収が少なく効率的に高速中性子を減速させる黒鉛が使用される。そのため、燃料に吸収されていない余剰中性子が多い特性を持つ。この特性を利用して反応度が低下した燃料を使用済燃料として取り出さずに再利用できる、つまり、低反応度燃料を再利用しても高温ガス炉の高い固有安全性と核不拡散性を保ちつつ燃料の利用効率を向上できると考えた。

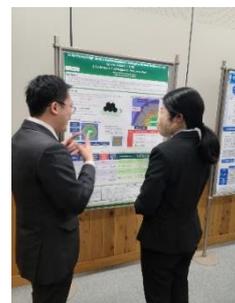
具体的には、低反応度燃料を新燃料の隣に装荷した新しい炉心配置を考案し、この効果について数値シミュレーションで確認した。高温ガス炉の優秀な中性子経済のおかげで、低反応度燃料が装荷されても同じ運転サイクルで臨界状態が維持できる。さらに、再利用によって、低反応度燃料のウラン濃縮度が4%から1.5%まで下がり、取り出せる熱エネルギーがさらに30%増えた。また、Pu-238の割合が4%から9%まで上昇したため、プルトニウムの核兵器転用の魅力度がさらに下がった。

本研究では、炉心配置を変更するだけで高温ガス炉の高い安全性と核不拡散性を活かしながら核物質の有効利用という目標が達成できることを明らかにした。まだ残っている課題として、燃料領域の拡大による熱的安全性と経済性への影響を調べる必要がある。この研究はまだ構想段階だが、得られた知見を活かして核物質の有効利用を実現できる具体的な手法を開発したい。

(東京工業大学 Chong Hong Fatt)



ポスターセッションでの一コマ(右写真も同じ)



## ヨーロッパだより



角 美香 氏

この原稿依頼をいただいた2月、ウィーンは舞踏会(Ball)シーズン真っ盛りでした。よく知られているオペラ座やウィーンフィルだけではなく、ほぼ全ての職業団体が舞踏会を開催するため、その数はウィーンだけで450にもなるそうです。もちろん IAEA も職員組合が王宮 (Hofburg Palace) を会場に毎年舞踏会を開催しています。男性はタキシード、女性はくるぶしが隠れる長さのドレス、という基本は他の舞踏会と同じながら、国際機関らしく民族衣装を着ることも推奨されています。さらに毎年異なるテーマが設定されていて、なんと今年は仮面舞踏会！映画でしか見ない貴族の

世界ではなく、ウィーンではまだ身近にあることに驚きました。20時に始まり、翌朝4時までメインホール以外の部屋にもステージが作られ、ワルツだけではなく、ジャズやポップス、サルサ等が演奏され、紳士淑女が時に華麗に、時に激しく踊りながら楽しんでいました。ドレスやタキシードもレンタルできますし、ダンスが踊れなくても大丈夫！この時期にウィーンに来られる機会のある方は舞踏会に参加されてみてはいかがでしょうか？



(IAEA 角 美香)

## 会員コーナー



二度目の六ヶ所村での冬を迎え、青森での暮らしにも慣れてきました。現在は再処理事業部の核物質管理課にて保障措置に関する NDA (Non-Destructive Assay: 非破壊測定) 機器の保全業務や改善調査などを担当しています。大学院で保障措置 (Safeguards) と出会いましたが、入社後は原子力安全 (Safety) と核セキュリティ (Security) の観点も踏まえた 3S の調和や、回収ウランや劣化ウランの新たな活用方法などにも興味・関心を抱いています。業務外では、寮の近くに温泉があり社員割が効くので隔週程度で疲れを癒しに行っています。また、新たにゴルフを始め、雪解け後のコースデビューを目指して現在は打ちっぴなしで練習中です。

(日本原燃 土屋 克嘉)



“東京都”町田市 (実は神奈川じゃなく東京です..) に住んでいます、東工大相楽研究室修士課程1年の佐藤颯です。先月、Jリーグの新シーズンが開幕し、2012年にJリーグに加入した地元チームの町田ゼルビアが今期から一部リーグで活躍しているのですが、最近はスギやヒノキ花粉が本格的に飛散し始め、花粉症である私は未だ現地で応援できていません。風の便りで聞いたことある程度で、詳しく調べてはいないのですが、舌下免疫療法という治療法が症状の改善に良いと聞いたことがあります。幼少期から花粉やハウスダストに悩まされていたので、魅力的であるのですが、分からないことが多いので、会員の中に治療経験がある方がいましたら、是非学会等でお話ししましょう！

(東工大 佐藤 颯)

## INMM/INMMJ コーナー

### (1) 会則および内規の改正について

INMMJ では、最適な日本語表現に修正するため、会則 (日本語) を 2024 年 4 月 1 日付けで改正しました。また、会則改正に伴い、内規についても記載の適正化を図りました。詳細につきましては、学会ホームページをご高覧ください。

## 編集後記

本号で取り上げるテーマの検討を始めた昨年12月頃には、目立ったイベント類も見当たらず。どうしたものか思案していたところですが、皆様のおかげで、重要かつバラエティーに富んだ内容をカバーできたのではないかと、(秘かに) 自負しています。7月発行予定の次号に向けてもテーマ探しが続きます。皆さまの提案をお待ちしています。(広報委員長 後藤 晃)

### (2) 米国本部年次大会について

米国本部年次大会「2024 INMM Annual Meeting」は、2024年7月21日から25日までオレゴン州ポートランドで開催されます。奮ってのご参加をお願いします。



(事務局)

編集・発行：日本核物質管理学会

〒100-0011 東京都千代田区千代田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/>