



(1) 核データ部会だより

2023 年度核データ研究会報告

日本原子力研究開発機構
原子力基礎工学研究センター
岩元 洋介
iwamoto.yosuke@jaea.go.jp

1. はじめに

2023 年度の核データ研究会と PHITS 研究会の合同研究会が、2023 年 11 月 15～17 日に東海村産業・情報プラザ「アイヴィル」で開催された。核データ研究会は、JENDL-1 発表の翌年 1978 年に当時の日本原子力研究所およびシグマ研究委員会の主催での開催に端を発し、ほぼ毎年欠かさず開催されてきた。2006 年より日本原子力学会核データ部会的主催となり、日本原子力研究開発機構（以下 JAEA）、国内の大学、および他研究機関が年度毎に交代して開催する形式になっている。今年度は、JAEA 原子力基礎工学研究センターが主担当として受け持つことになった。2020～2022 年度は新型コロナウイルス COVID-19 の問題があり、対面による核データ研究会の開催は COVID-19 対策等により限定されてきた。幸いにも、2023 年度は COVID-19 による対面開催の制約は無くなり、対面による活発な研究交流を目指した。

今年度は新たな取り組みとして、核データを基盤とする粒子・重イオン輸送計算コード PHITS の研究会と核データ研究会の合同開催を行うことにした。PHITS 研究会は、例年 PHITS ユーザーと開発者が一同に集まり、PHITS の最新機能の紹介、ベンチマーク計算、放射線遮蔽・医療・宇宙分野等の応用研究に関する発表が行われる。合同で開催することで、核データ研究者にとっては、評価・検証を行ったデータがどのような分野で使われているか、PHITS 研究者にとっては、最新の核データ研究が自分の研究にどのような影響を与えるかを知ることができる。相互の研究交流により、新たな研究視点が得られる良い機会となることを期待し、本合同研究会を企画した。

実行委員会および現地委員会は、筆者が不慣れなため、例年より早い 2 月に始動した。

実行委員会は、核データ部会運営小委員会の企画担当者を中心に 13 名で組織した。委員長は筆者が務め、副委員長は次回の核データ研究会の委員長である京都大学堀順一教授が務めた。実行委員会の役割は、研究会全体のプログラムの決定、口頭発表テーマ及び講師の決定、ポスター講演の決定とポスター賞の選考、旅費サポートに関わる予算の決定であった。口頭発表のプログラム構成について、実行委員会委員の間で議論を行った結果、核データと PHITS のテーマを混ぜず、核データに関する口頭発表を 11 月 15～16 日、PHITS に特化した口頭発表を 11 月 17 日とした。ポスター発表会については、テーマを区別せず、11 月 16 日の午後に設定した。核データ研究会の口頭発表は依頼制とし、PHITS 研究会の口頭発表は、過去の PHITS 研究会に従い公募制とした。現地委員会は JAEA、KEK、東工大、九大、筆者の合計 14 名で組織された。現地委員会の仕事は多岐にわたり、会場の予約、会場設営、ポスター板の準備と会場への搬送、研究会案内のホームページ作成、ポスター賞の副賞の手配、受付、懇親会の予約と会計など細々としたところまで含まれた。他に研究会後のプロシーディングスの編集も担当する。実行委員会と現地委員会の多大な努力がなければ、本研究会は実現できなかった。

2. 研究会の概要

合同研究会の内、核データ研究会は 2023 年 11 月 15～16 日の 2 日間を会期とし、1 件のチュートリアルを含む 14 件の依頼講演で構成され、PHITS 研究会は 11 月 17 日を会期とし、公募による 12 件の口頭発表で構成された。ポスター発表は、11 月 16 日の午後に実施され、件数は公募による 25 件であった。本レポートでは、主に核データ研究会における講演について紹介する。なお、研究会ホームページが作成されており、プログラムや講演要旨が掲載されている。<https://conference-indico.kek.jp/event/238/overview>

(1) 第 1 日目 (11 月 15 日)

セッション 1 (核データへの期待、革新炉、光核反応の中性子測定)

- 深堀智生 (JAEA) : JENDL との係りと核データの切り開く可能性への期待
- 高木直行 (東京都市大学) : 革新炉開発と宇宙、医学、惑星科学への応用のための炉物理
- 藤本望 (九州大学) : HTTR の臨界近接での経験と核データ
- 佐波俊哉 (KEK/総研大) : 単一エネルギー直線偏光光子に対する光中性子生成断面積の測定

1 日目の最初のセッションでは、核データへの期待、革新炉における核データ、光核反応の中性子測定に関する講演が行われた。長年核データ研究に携わった JAEA の深堀氏の講演では、核データ関連分野への意欲の原点と研究概要の紹介があった。また、今後の

核データのあり方について、展望と課題の報告があった。高木氏の講演では、革新的動力炉、長寿命高速炉、トリウム燃料水冷却増殖炉の紹介があった。これらは宇宙、医療診断／治療、惑星科学などを含む多くの分野での利用が期待出来ること、そのため、マイナー核種の核データ、様々な核反応の断面積等の充実が必要であることが示された。藤本氏の講演では、被覆燃料粒子の二重不均一性の影響を考慮した連続エネルギー法及び多群法に基づく汎用中性子・光子輸送計算モンテカルロコード(MVP)と、捕獲断面積を修正した JENDL-4.0 を用いた高温工学試験研究炉(HTTR)の初臨界計算について報告があった。このような修正を行うことで、臨界予測の改善につながることを示された。KEK の佐波氏から、レーザー逆コンプトン散乱(LCS)法を用いた、中重核ターゲットにおける数十 MeV 光子の中性子生成二重微分断面積の測定について報告があった。得られた DDX は中性子放出角度と光子の偏光方向に依存すること、核反応モデルの検証に有用であること等が示された。

セッション 2 (部会賞講演)

- 渡辺証斗 (北海道大学) : 機械学習と核反応モデルを組み合わせた核データ生成
- 山野直樹 (東京工業大学) : 厚いコンクリートを透過する中性子線量の不確かさの評価における ^{28}Si 核データの断面積と角度分布の相関の重要性

2023年度の核データ部会部会賞の講演が2件あった。奨励賞を受賞された渡辺氏から、核データ評価の効率化のための、機械学習と核反応モデルを組み合わせた核データ生成について紹介があった。核反応モデルコードによる核子-原子核弾性散乱角度分布の計算と、ベイズ最適化により実験データを再現する光学モデルのポテンシャルパラメータの最適化について具体的に示された。学術賞を受賞された山野氏から、核データの誤差伝搬に起因する、原子力システム設計や安全解析の検証・妥当性確認において重要な中性子輸送計算の不確かさの正確な評価について、具体例を挙げて紹介があった。

(2) 第2日目 (11月16日)

セッション 3 (チュートリアル)

- 多田健一 (JAEA) : FRENDY 第二版の概要

評価済み核データ断面積の形式である ENDF フォーマットは、そのまま連続エネルギーモンテカルロ計算コード PHITS、MCNP 等で利用することができず、ACE フォーマットの断面積への変換が必要となる。本チュートリアルは、核データ評価とモンテカルロ計算コード利用を繋ぐ核データ処理について理解を深めることをコンセプトとして実施された。核データ処理コード FRENDY の開発者である多田氏から、FRENDY の概要と、最

新バージョンの FRENDY 第二版について紹介があった。

セッション 4 (核データ測定、ミューオン核データ、放射性廃棄物の再資源化)

- 西尾勝久 (JAEA) : イオンビームを用いた代理反応による核データ測定
- 新倉潤 (理研) : ミューオン核データ
- 菅原隆徳 (JAEA) : 日本原子力研究開発機構における放射性廃棄物の再資源化研究開発

本セッションでは、代理反応による核データ測定、ミューオン核データ、JAEA における放射性廃棄物の再資源化への取組に関する紹介があった。西尾氏から、JAEA のタンデム加速器施設におけるイオンビームを用いた核分裂片の質量分布とその励起エネルギー依存性の測定、s-過程に重要な短寿命核種の中性子捕獲断面積の測定等について紹介があった。現在、直接代理反応を用いて(n,n')断面積を決定する実験等をすすめている。理研の新倉氏から、原子核ミューオン捕獲反応の概要についてわかりやすい説明があり、原子核物理学や応用におけるミューオン核データの重要性、日本におけるミューオン核データプロジェクト等の紹介があった。JAEA の菅原氏から、原子力の新しい価値の創出のために JAEA が取り組んでいる放射性廃棄物の再資源化について説明があり、ウランレドックスフロー電池、RI 電池等の紹介があった。

セッション 5 (超臨界圧軽水冷却炉、JENDL-5 の概要、J-PARC での核データ測定)

- 山路哲史 (早稲田大学) : 超臨界圧軽水冷却炉の特徴と炉物理に関連する課題
- 岩本修 (JAEA) : JENDL-5 の概要と今後
- 明午伸一郎 (J-PARC/JAEA) : J-PARC RCS と CERN HiRadMat を用いた核データのための実験
- 執行信寛 (九州大学) : 日本原子力学会シグマ調査専門委員会の活動

本セッションでは、超臨界圧軽水冷却炉(SCWR)、JENDL-5 の概要、J-PARC における核データ測定について紹介があった。山路氏から、SCWR の概念、炉心設計から過度・事故時のプラント挙動、シビアアクシデント管理までをカバーするマルチレベルの物理モデルなどの紹介があった。岩本氏から、2021 年に公開された JENDL-5 について紹介があり、JENDL-4 に比べて、陽子、重陽子、アルファ粒子、光子の核反応データの追加、エネルギー領域の拡張、共分散データの追加等の改良が加えられたことが示された。J-PARC/JAEA の明午氏から、J-PARC における陽子ビームを用いた核種生成断面積、核破碎中性子スペクトル、弾き出し断面積の実験結果について、CERN HiRadMat における 440 GeV 陽子を用いた弾き出し断面積測定計画について、それぞれ紹介があった。執行氏か

ら、日本原子力学会核データ調査委員会（シグマ委員会）の最近の活動について報告があり、人材育成のための核データ教科書の執筆、将来の科学技術の基礎となる核データロードマップの作成等について紹介があった。

セッション終了後、集合写真が撮影された。今回は総勢 108 名の参加があった。



写真1 2023年度核データ研究会の集合写真（アイヴィル）

ポスターセッション

ポスターセッション(120分)はアイヴィルの会議室において開催され、25件のポスター発表があった。ポスター発表の一覧と要旨は、前述のホームページに掲載されている。活発な議論と研究交流が繰り広げられ、会議室は120分間、熱気に包まれた。

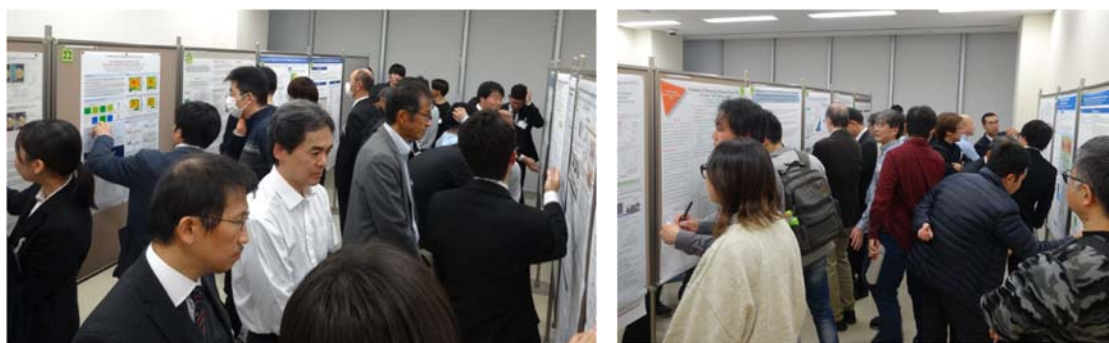


写真2 ポスターセッション中の様子

懇親会

東海村にある「忍家」において懇親会を開催した。参加者数は60名であり、参加者間の親睦を深める絶好の機会であった。2019年以來の活気のある懇親会であったと思う。

(3) 第3日目（11月17日）

PHITSの最新機能（3次元描画、ユーザー定義タリー等）や様々な応用（BNCT、線量計開発、RI製造ビームラインの遮蔽設計、核発熱・損傷データ、スカイシャイン計算、

宇宙線ミュオンを用いた巨大山体の解明等) について 12 件の発表があった。核データ研究者にとって応用先を把握する良い機会となった。

3. ポスター賞

ポスター賞は、核データ分野の将来を担う学生と若手研究者の優れた研究成果を顕彰するために設けられている。全ポスター発表者 25 名のうち、ポスター賞審査へのエントリーは 18 名であった。今回は、ポスター発表者以外の参加者全員が、優秀なポスター発表 3 件を選出し、無記名にて投票を行った。厳正な評価の結果、以下の課題に対し、片渕部会長から最優秀ポスター賞および優秀ポスター賞が授与された。

最優秀ポスター賞 (1 件)

Jingde Chen 氏 (東京工業大学) : Improving accuracy of fission product yields by Bayesian neural network

優秀ポスター賞 (2 件、順不同)

松村理久氏 (埼玉大学/理化学研究所) : Isotopic production of high-radiotoxic nuclide ^{90}Sr via proton- and deuteron-induced reactions and new analytical model for its longitudinal momentum distribution

木原隆弘 氏 (九州大学) : C/Be neutron converter design for increasing production amount of medical radioisotopes in accelerator neutron method



写真 3 ポスター賞受賞者 (中: 松村氏、右: 高木氏) と片渕部会長(左)。残念ながら Chen 氏は他用のため授与式に不在であった。

4. 本研究会の課題

4.1 良かった点

前年度の核データ研究会開催の反省を踏まえ、例年より早い2023年2月に実行委員会委員と現地委員会委員を決定し、2月のzoomでの打合せにおいて、スケジュールと各委員の役割分担を決定した。その後も定期的に打合せを実施し、スケジュールの確認や各委員の進捗状況の把握に努めた。委員全員のご尽力により、大きなトラブルや遅延もなく、予定通りに研究会を開催することができた。

今回はKEKのindicoシステムを借用して、ホームページ作成とファイルをアップロードするシステム構築を行った。特に、担当のKEK杉原委員の迅速かつ丁寧なご対応により、ホームページの更新が順調に進んだ。

4.2 反省すべき点

8月の時点での旅費支援に関する案内では、発表を行う学生や若手研究者に対して旅費を支援することとしていた。しかし、日本原子力学会の急な方針転換により、核データ部会と放射線工学部会の会員以外は、旅費支援できないこととなった。10月に実行委員会で議論し、旅費希望者に部会に入るよう依頼を行ったが、該当者は4名のみであった。今回、COVID-19の影響が減り現地の参加者が増えることを想定して、核データ部会以外の日本原子力学会放射線工学部会と北関東支部からも予算の支援を頂いていた。予算が余る事態になったが、事前に日本原子力学会の予算使用に対する考え方を把握できる手段はなかった。今後の核データ研究会の運営のため、部会費が旅費や会場費に利用できるよう、早い段階で日本原子力学会との交渉が必要になると考えている。原子力学会と他部会との予算に関する調整に多大なご尽力を頂いた、東工大の石塚委員に深く感謝を申し上げます。

ポスターセッションは大盛況であったが、部屋が狭く空気が淀んでいた。次回、研究会をアイヴィルで開催するときは、ポスター用の部屋を2つ借用する、ロビーを借用する等、ポスター会場の対策が必要と考える。

講演の順番については、セッション毎に統一テーマとする予定であった。しかし、7月に依頼した講演者の方々は11月15～17日の都合が悪かったため、それぞれのご都合に合わせてプログラムを決定した。次回の研究会では、可能であれば、講演者には講演依頼を6月以前に行うことが良い。

5. おわりに

今回の合同研究会は総勢108名の参加があり、チュートリアル含む依頼講演14件、ポスター発表25件、最終日にはPHITSに関する講演12件の発表があった。核データや原子核物理のみならず、核データの応用先である様々な分野の研究内容に触れることがで

きた研究会であり、参加者、特に若手研究者の研究に対する視野が広がったことを期待している。核データは、原子力に関わる基礎データとなり得ると考えている。核データを社会のためにどのように役立てたいか、核データを利用してどのように新しい価値を生み出すか、を意識しながら研究を行って欲しいと考えている。

今回は、2019年度の研究会と同様、オンライン発表・参加無しの対面での研究会であった。オンラインによる参加は手軽に情報を入手しやすい反面、感情の伝わらない無機質なものと考えている。相手の表情、動作、声、醸し出す雰囲気、目、耳、肌で直に感じとりながら議論を行うことは、研究に対する理解と研究交流を深めることができるため、研究者にとって必要であると考えている。次回以降も引き続き、対面での研究会開催により、活発な議論や交流促進を期待している。

最後に、日本原子力学会核データ部会、放射線工学部会並びに北関東支部から旅費支援及びポスター賞副賞の支援、JAEA 放射線挙動解析研究グループ、PHITS 開発チームから会場費の支援、KEK からホームページ作成に必要な indico システムの支援を頂きました。多大なご尽力を頂いた研究会の全発表者および参加者、実行委員会委員および現地委員会委員の方々、会場設営に協力頂いた JAEA 核データ研究グループ、放射線挙動解析研究グループ及び九州大の学生各位にこの場を借りて心より感謝申し上げます。