



## (1) 核データ部会だより

# 2021 年度核データ研究会報告

日本原子力研究開発機構

J-PARC センター

明午 伸一郎

[meigo.shinichiro@jaea.go.jp](mailto:meigo.shinichiro@jaea.go.jp)

日本原子力研究開発機構

原子力基礎工学研究センター

岩本 修

[iwamoto.osamu@jaea.go.jp](mailto:iwamoto.osamu@jaea.go.jp)

---

## 1. はじめに

2021 年度の核データ研究会が、2021 年 11 月 18 日、19 日にオンラインで開催された。本研究会は、JENDL-1 の発表の翌年 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、J-PARC センターが主担当として受け持つことになった。

かなり早い段階から、今までの慣例に従い Beaujolais nouveau の解禁日となる 11 月の第 3 木曜日 (11 月 18 日) からの開催を決定した。次回の核データ研究会の開催予定の近畿大学佐野忠史氏をはじめとする 12 名の実行委員を立ち上げ、さらに現地委員 (LOC) の 11 名で準備を行った。いくつかの準備を着々と進めていたにも関わらず、COVID-19 の状況が読めない問題があった。

10 月になり開催形式を決定しなければならない時期であったが、COVID-19 の予測が困難であった。10 月に COVID-19 が収束しつつあったが、デルタ株の蔓延状況が読めない状態で

あったため、オンラインのみの開催と決定した。COVID-19の問題がなければ、東海村産業・情報プラザ(アイヴィル)<sup>1</sup>での対面式とオンラインによるハイブリッド開催を計画していた。

アイヴィルはかつて JAEA の所有した建屋であり、以前の核データ研究会はここを用いて JAEA の主催で対面式として開催された。この当時には使用しなかったこともあって、ネットワークの問題は起こらなかった。しかし、現在のアイヴィルは東海村が所有する施設となり、安定な有線 LAN は使用できなかった。公衆無線 LAN は使用可能であるが、不安定でネット会議への使用は推奨できないとのことであった。このためハイブリッドで開催される場合には、レンタルの WiFi ルーターを用いて行う予定であったが、緊急事態宣言によりアイヴィルの閉館が継続したため、ルーターの試験さえ行えない状態であった。また、開催をハイブリッドにする場合には、主催者の所属機関の許可を得る必要があるが、見通しのつかない状況であるため、最終的に実行委員で議論した後にオンライン開催に至った。

## 2. 研究会の概要

本年度の研究会は 11 月 18 日、19 日の 2 日間を会期とし、16 件の依頼講演 (15 件は講演 25 分+質疑 5 分、1 件は講演 30 分+質疑 10 分)、2 件のチュートリアル (講演 50 分および 40 分)、公募による 23 件のポスター講演で構成された。

以下にその概要を報告する。なお、研究会ホームページ (<https://conference-indico.kek.jp/event/136/>) が作成され、プログラムや講演要旨が掲載されている。

### (1) 第 1 日 (11 月 18 日)

#### セッション 1 「J-PARC・JAEA 施設関連」

- 前川藤夫：J-PARC における陽子照射施設計画と核データ研究への応用への可能性
- 丸山和純：ステライルニュートリノ探索の現状と展望
- 松江秀明：研究炉 JRR-3 運転再開!! ―その多彩な中性子利用について―
- 木村敦：ANNRI における核データ測定研究の現状

はじめに、前川氏から、将来建設が予定されている陽子照射施設計画の報告があった。加速器駆動システム (ADS) の環境下での材料損傷の研究のため、400 MeV - 250 kW の陽子ビームを照射する液体鉛ビスマス核破砕ターゲットを備えた陽子照射施設の計画が提案され、半導体デバイスのソフトエラー試験、RI の製造、核分裂炉や核融合炉の材料照射など、多目的な利用の提案があった。陽子ビームや核破砕中性子を用いた核データ研究への応用もその一つであり、核データのコミュニティからのユニークなアイデアを募集している。施設の基本設計は、既に技術設計報告書にまとめられており、予算があればすぐに建設となることが報じられた。続いて現在運転中の、物質・生命科学実験施設 (MLF) で行われている、実験における報告があった。丸山氏から、物理の標準模型で説明できないステライルニュートリノの探索に関する実験 (JSNS<sup>2</sup>) について、2021 年 1 月からデータ取得が開始されたと報じら

---

<sup>1</sup>旧称 リコッティ

れた。ステライルニュートリノは、IAEA 会合 [1, 2] で取り上げられたこともあり、その参加者であった吉田氏との白熱した議論が繰り広げられた。ニュートリノ測定は Gd 入りのシンチレータを用いた波形弁別など中性子測定と類似した点が多く、核データの中性子実験との関連性も高い。MLF から ANNRI の核データ測定研究の現状報告が木村氏から報告があった。2009 年から大強度パルス中性子を用いて、これまでに Cm-244 などの MA、Zr-93 などの LLFP の中性子捕獲断面積の測定が行われた。測定中性子のエネルギー範囲を keV 領域に拡大するために、新しい高速 DAQ システムと中性子フィルターシステムを開発した。

震災後復旧した JRR-3 の運転再開の報告が松江氏からあった。耐震補強工事及び安全対策工事等の完了により、2021 年 2 月から運転を開始し、約 10 年ぶりに運転を再開した JRR-3 とその様々な中性子利用についての紹介があった。

## セッション 2 「核データ研究の現状と展望 1」

- 岩本修 : JENDL-5 の概要
- JENDL-5 積分テストチーム (長家康展、横山賢治、多田健一、今野力) :  
JENDL-5 のベンチマーク

JENDL-5 がほぼ完成 (研究会開催後 2021 年 12 月 27 日に公開) したことを受けて、その内容について紹介があった。まず、岩本から JENDL-5 の概要を報告した。JENDL-5 では原子力の新たな課題や加速器利用などでの様々な放射線利用に対応するため、JENDL-4.0 まで汎用ファイルには収録されず、特殊目的ファイルとして公開されてきた高エネルギー反応、放射化断面積、光核反応、および荷電粒子反応などのデータを統合したものとなっている。中性子反応では、軽い核からアクチニドまで多くの核種のデータが改訂されると共に、新たな核種も追加されて核種数は JENDL-4.0 の 2 倍近くとなっている。これまで日本で実施されてこなかった熱中性子散乱則の評価も新たに行っている。高エネルギー核データや荷電粒子反応などについても、公開済みの特殊目的ファイルの改訂や拡張を行い JENDL-5 に統合されている。

次に JENDL-5 積分テストチーム (長家氏 (取りまとめ)、横山氏、多田氏、今野氏) から、JENDL-5 の暫定版 (JENDL-5 $\beta$ 3) の原子炉臨界及び遮蔽積分テストについて報告があった。JENDL-5 の原子炉臨界性の予測は、高速炉や、Pu や U-233 の熱炉体系で改善するなど JENDL-4.0 と同等以上の性能を示しているとのことである。また、TIARA、FNS などの遮蔽実験の結果についても、JENDL-4.0 や ENDF/B-VIII.0 や JEFF-3.3 などと比較し同等以上の結果が得られているとのことである。

## チュートリアル 1

- Arjan Koning : New developments in TALYS and TENDL-2021

Koning 氏は核反応の理論モデル計算コード TALYS や、TALYS を用いて評価した独自の核データライブラリ TENDL-2021 の開発者として広く知られているが、今回はオンライン開催ということもあり、海外から参加し TALYS や TENDL の最新の情報について直接話を聞

くことができた。TALYS に関しては核分裂片からの中性子放出についての計算やガンマ線強度関数、重陽子分解反応の改良モデルなどの取り込みがされているとのことである。新しいバージョンである TALYS-1.96 やこれを用いて作成された核データライブラリ TENDL-2021 を 2021 年 12 月に公開する予定とのことであった。

#### ポスターセッション

ポスターセッションにおいて 23 件の発表があった。今回は新しい試みとして、事前に動画のショートプレゼンテーションファイルと要約した内容を発表者に準備していただき、それらの資料を事前に公開したので、効率的に行われたと考えられる。動画は繰り返し見ることができたので、発表内容の詳細を事前に知ることができたのは特筆すべきことだと考えている。

#### (2) 第 2 日 (11 月 19 日)

#### セッション 3 「核データ研究の現状と展望 2」

- 多田健一 : FRENDY 第 2 版の開発
- 千葉豪 : 共分散データの活用促進に向けて

本セッションでは JENDL 委員会の活動から 2 件の発表があった。多田氏は JENDL 等の評価済核データライブラリをシミュレーション計算コードで利用可能な形式に変換する核データ処理コード FRENDY のバージョン 2 について紹介した。最初のバージョンが 2019 年に公開され、ACE ファイルの作成が可能となり、2022 年に公開予定のバージョン 2 では、多くのモジュールが実装され、多群断面積等が計算できるようになるとのことである。

次に千葉氏から 2018 年度に JENDL 委員会に設置され、3 年間活動を行った共分散データ活用促進 WG の最終報告書 (JAEA-Review 2021-014)[3] について簡単な紹介があった。更に、核データライブラリの不確かさに関する課題 (臨界計算における不確かさの過大評価、大きな分散が与える負断面積など) について、問題提起がなされた。

#### 部会賞公演

- Kim Tuyet Tran : Energy and angular distribution of photoneutron for 16.6 MeV polarized photon on medium-heavy targets
- 竹下隼人 : 厚い標的からの重陽子及びトリトン入射中性子生成に関する研究
- Gerard Rovira Leveroni : Neutron beam filter system for fast neutron cross-section measurement at the ANNRI beamline of MLF/J-PARC

核データ部会賞の講演が 3 件あった。Tran 氏より NewSUBARU における中重核および重核 ( $\gamma, xn$ ) の二重微分断面積測定 of 発表があった。竹下氏から重陽子および三重陽子入射に伴う中性子生成に関する発表があった。Leveroni 氏から、ANNRI ビームラインにおける中性子ビームフィルターシステムの開発の発表があった。上記の部会賞講演は既に学会誌で発表された内容のため、今年度より二重投稿の防止のため、新規性がない限り Proceedings には掲載しないこととした。

## セッション4「原子核・素粒子物理」

- ・ 須田利美：電子散乱による陽子と原子核の半径測定
- ・ 萩野浩一：原子核で周期表を作ってみたら：エレメンタッチからニュークリタッチへ

須田氏より電子散乱による陽子と原子核の半径に関する測定の話があった。電子散乱で原子核の中性子分布を測定する興味深い発表があった。また、萩野氏よりエレメンタッチとニュークリタッチの話があった。エレメンタッチは、単調なアルファベットの並びに見える従来の周期表を、三重らせん構造の立体型と表現することで、平面では実現できなかった元素周期の規則性や性質の表現を可能とした。元素の配列は系統別に色分けされており、体系的な理解を助けるデザインとなる。エレメンタッチは、京大の生協でペンスタンドなどが販売されており、お土産として推奨されるものである。ニュークリタッチは原子核の周期表となり、魔法数や原子核の変形を理解しやすい3次元的な表となる。indico上に掲載した、萩野氏の核データ研究会の発表者の資料として型紙があるので、興味のある方は作成を推奨する。

## チュートリアル2

- ・ 西原健司：ADSの役割と開発課題

西原氏よりADSの役割と開発課題の紹介があった。ADSは、高レベル放射性廃棄物から分離されたMAを、放射性物質の少ない核分裂生成物に変換する役割を果たす。現状の地層処分の問題点を解決する一つの案の候補となるADSの細部を掘り下げた内容の発表があった。ADSにおいて核データは重要となり、今後の核データのさらなる精度向上がADSの開発において必要となる。

## セッション5「医療、アイソトープ生成および分析」

- ・ 福田光宏：サイクロトロンにおけるAt-211生成とAc-225輸入計画
- ・ 西中一郎：タンデム加速器施設での核医学利用 $\alpha$ 放射性核種At-211生成
- ・ 榊泰直：レーザー駆動重イオン加速器を利用した重粒子線がん治療器入射器の開発
- ・ 本多真紀：環境放射能学の発展を目指した加速器質量分析による挑戦的研究

福田氏より、大阪大学核物理研究センター(RCNP)で実施されている、At-211生成の報告があった。さらにカナダのTRIUMFよりAc-225を輸送する話があり、着実に $\alpha$ 線を用いた創薬の開発が展開されていた。また西中氏から、JAEAタンデム加速器施設におけるAt-211の生成の話があった。通常用いられる $^{209}\text{Bi}(\alpha, 2n)^{211}\text{At}$ 反応でなく、 $^{209}\text{Bi}({}^7\text{Li}, 5n)^{211}\text{Rn}$ 反応により生成し、Rn-211(半減期14.6時間)の崩壊を利用する方法を採用している。At-211は半減期が7.2時間と比較的短いため、実際の治療には各都道府県における加速器施設を活用し生成されることが考えられるので、様々な加速器での生成が展開されるのは重要であると考えられる。榊氏からレーザー駆動による重イオン加速器を利用した重粒子がん治療機

入射器の開発の発表があった。医療用ビームには単色のエネルギーと1つの核種で構成する必要があり、現状の加速ビームに含まれるイオン種の多さやエネルギーの広がりなどに関する課題への取り組みについて報告があった。本多氏より加速器質量分析(AMS)の紹介があった。AMSは半減期が $10^3 \sim 10^8$ 年の長寿命の放射性核種の測定に用いられ、rプロセスにより合成された海水中の $^{244}\text{Pu}$ 測定の測定などの興味深い話があった。

### 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を含む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23名のうち、ポスター賞審査へのエントリーは14名であった。今回はオンライン開催であったため、オンライン参加者全員による投票を行った。また、組織投票を防止すべきとの指摘が実行委員会であったため、今回は発表者の共同研究者の投票は禁じた。厳選なる審査を行うため、審査結果は記名にて収集した。厳正な評価の結果、以下の課題に対し、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)

渡辺証斗氏(北海道大学):

The optical potential for neutron-nucleus scattering derived by Bayesian optimization

#### 優秀ポスター賞 (5件、順不同)

福井和輝氏(大阪大学):

Design of a new shadow bar to improve the accuracy of benchmark experiments of large-angle elastic scattering reaction cross sections by 14 MeV neutrons

島田和弥氏(東京工業大学):

Energy dependence of total kinetic energy of fission fragments for the standard and superlong modes analyzed separately by 4D Langevin model

杉原健太氏(九州大学):

Study on JQMD and INCL models for  $\alpha$  particle incident neutron production

畑野大輔氏(大阪大学):

Design of real-time absolute epi-thermal neutron flux intensity monitor with LiCaF detector

平山貴大氏(大阪大学):

Design and construction of epi-thermal neutron field with a Am-Be source for basic researches for BNCT

### 4. 反省と今後の研究会の課題

#### 4.1 良かった点

ポスターのショートプレゼンテーション動画は、加速器学会の年会で採用されていたので、これを真似て行った。ショートプレゼンテーションを会議期間に設けると、効率的な会議運

営ができないが、動画をサイトに upload し代用したことで、効率的な会議運営が行えたと考えている。また、動画はポスターセッション終了後にも見ることを可能としたため、発表者の研究内容を熟知することができ、異なる研究分野の交流に繋がったものと考えている。原子力学会の学生発表のセッションもポスターで行われているので、学生のスキルアップのためにも、このようなショートプレゼンテーション動画作成が望ましいのではないかと考えられる。ショートプレゼンテーションであれば、ファイルサイズも大きくないので、多人数が参加する会議であっても、ファイルの管理はさほど問題ないと思われる。

前年度の理研での開催の反省を踏まえ、参加者が原子力学会員かどうかを登録時に記載するようにした。前年度は、この会員選別に時間を要したが、本登録時のフォームのお陰で学会への参加者の報告が速やかに行えた。

## 4.2 反省すべき点

COVID-19 の影響を見極めるために、色々な連絡および調整が遅れてしまった。準備としては、かなり早い時期から行い、WEB(indico) も早い時間に立ち上げたもののハイブリッド開催かオンライン開催を決定するまでに時間を要したため、結果的に色々な準備が遅れてしまった。

## 4.3 JAEA LAN の問題

JAEA の LAN のセキュリティのため、いくつかの予期していなかった対応が必要となった<sup>2</sup>。実行委員長のネットワーク環境は J-PARC LAN となり、JAEA の LAN 環境とは異なり、直ちに不具合を発見できなかった。JAEA LAN を用いている LOC に依頼し、個々の課題抽出や解決の対応を行った。今後の JAEA 開催の核データ研究会のために、備忘録的に以下に記載する。

### ・シグマ委員会のサーバー

昨年の理研での開催の場合には、indico 上に各参加者のアカウントを作成し、そのアカウント上にファイルを upload し集約することができた。今年の場合は、KEK の indico システムを借用させていただいたが、KEK の場合には参加者個別のアカウント作成は許可されないため、ファイルを indico 上に upload することができなかった。そのため、別のサーバーが必要であったが、シグマ委員会が使用を承諾していただいた。

シグマ委員会のサーバーは九州大の執行委員が管理しているが、JAEA LAN からファイルをこのサーバーに upload できない。Proceedings や動画は、シグマ委員会のサーバーに集約することにしてはいたが、JAEA LAN 使用者は upload することができないので、JAEA 内の共有サーバーに集約することとした。

また、ショートプレゼンテーション用の動画を、indico 上にシグマ委員会のサーバーにおけるリンクとして掲載したが、リンクでの読み出しができなかった。このため、各動画をシ

---

<sup>2</sup>ひょっとしたら、何かいい解決方法があったかもしれないが、将来検討します。

グマ委員会のサーバーから、indico のアカウントを有する LOC の upload により対応した。

#### ・ポスターセッションの投票

ポスターセッションの投票サイトは、Google form を用いたが、JAEA LAN では Google form にアクセスできなかった。全員が公平に投票する必要があるので、Google form とは別の方法も検討したが、投票の集計を効率的に行う方法は、本 form 以外に考えられなかった。個人の携帯電話や家庭環境の LAN では問題なくアクセスできるので、JAEA LAN ユーザーで問題のある人は携帯電話などのアクセスできる端末から投票を行うように依頼した。Google form は様々な学会でも積極的に利用されており、JAEA LAN 環境でも利用は可能にすべきと実行委員長は考えている。

## 5. オンライン開催での利点・欠点

実行委員長として感じたオンライン開催の利点と欠点の感想を備忘録的に記載する。

### 5.1 利点

オンライン開催での利点は、遠方の参加者が移動なしに参加でき、多くの参加者を集められることである。また、欧州および米国の参加者が、それぞれ早朝および夜間の時刻となり負担がかかるものの、容易に参加ができる利点がある。

今回の開催では IAEA より Koning 氏のチュートリアルを開催した。Koning 氏は来日し発表したかったようであったが、来日が困難なことはかなり事前に判明したため、リモートでの参加となった。COVID-19 の影響により、ネット会議が当たり前となった現状では、今後の核データ研究会において、容易に海外の講師に講演を依頼できるのは事実となる。

### 5.2 欠点

やはり参加者の意思疎通において問題があり、盛り上がりには欠けてしまう。質疑応答がやりにくい環境となってしまう、活発な質疑応答が行われにくい状態となる。これまでに休憩時間における参加者同士の何気ない議論で研究が促進されることが多々あったと考えられるが、この貴重な機会が奪われてしまう。

### 5.3 ハイブリッド開催の問題

オンライン開催と対面式の両者の利点を持ったのが、ハイブリッド形式の開催となる。ネットワーク環境が十分な場合には問題なく開催できるが、アイヴィルで開催できるかどうか正直不安であった。オンラインのみとすることにより主催者の負担はかなり減らすことができたが、正直なところ研究会として良かったのかどうか不安になる。



## 6. おわりに

今回の研究会は総勢 124 名の参加があり、昨年度の研究会よりわずかであるが 5 名増加し、(恐らく) 歴代で一番の参加者数となった。発表者の PC が途中でフリーズする等の多少のトラブルなどがあったものの、無事に研究会を終えることができた。

COVID-19 の収束が読めない現状では、会議を開催するのはなかなか大変なこととなる。一度、オンライン開催の旨味を覚えると、これを止めてしまうのは如何なものかと考えてしまう。会議開催者の負担を減らすためにも、今まで構築したツールを用い、今後の開催は楽に行えるようにしたい。

本稿執筆時の COVID-19 の感染状況を鑑みると、暫くはオンサイト開催が困難であるとも懸念される。リモートで可能なことは貪欲に取り入れたとしても、特に若い研究者に重要な対面での研究交流や本音をぶつけ合う機会が失われることに強い懸念を抱く。オンライン開催を決定してしまった実行委員長としては、言う権利はないかもしれないが、困難を乗り越えた末の今後の対面式開催を切に願う。

## 謝辞

2021 年度の核データ研究会の円滑な開催は、実行委員と LOC のサポートがあってからこそ成り立ったものです。実行委員長として、ここに深く感謝いたします。前年度の経験を踏まえて円滑に実行することができ、前年度の実行委員長である理研の天津さんに感謝いたします。また、ポスター賞投票用の Google form の作成にご協力していただいた、KEK の平山さんに感謝いたします。さらに、開催方法の決定の遅延に対し会計上で色々のご尽力下さった、東京工業大学の石塚さんに感謝申し上げます。

## 参考文献

- [1] Technical Meeting on Nuclear Data for Anti-neutrino Spectra and Their Applications, 23-26 April 2019, IAEA Headquarters, Vienna, Austria (2019).  
<https://www-nds.iaea.org/index-meeting-crp/Antineutrinos/>
- [2] 吉田正:「不毛のニュートリノと核データ - IAEA 会合 Nuclear Data for Antineutrino Spectra and Their Applications -」, 核データニュース No. 123, pp. 71 – 81 (2019).  
<http://www.aesj.or.jp/~ndd/ndnews/pdf123/No123-11.pdf>
- [3] JENDL 委員会 共分散データ活用促進 WG :「JENDL 委員会 共分散データ活用促進 WG 最終報告書」, JAEA - Review 2021-014 (2021).  
<https://jopss.jaea.go.jp/pdfdata/JAEA-Review-2021-014.pdf>