

# 会議報告「The JCPRG-RNC Joint Workshop on Nuclear Data」

## Report on “The JCPRG-RNC Joint Workshop on Nuclear Data”

北海道大学大学院理学研究院  
牧永 あや乃、合川 正幸、加藤 幾芳  
北海道大学知識メディア・ラボラトリー  
江幡 修一郎

MAKINAGA Ayano, AIKAWA Masayuki, KATO Kiyoshi  
Faculty of Science, Hokkaido University  
EBATA Shuichiro  
Meme Media Laboratory, Hokkaido University

### Abstract

This report summarizes the JCPRG-RNC Joint Workshop on Nuclear Data. The registration of RIBF data in the nuclear reaction database, problems in the compilation of RIBF data, and some other activities are reported.

## 1 はじめに

2006年12月の初ビーム取り出し以来、理研RIBFでは世界初の本格的な不安定核ビーム実験が進められており、これまで測定できなかったデータが順調に得られている。それらを国際的なデータベースに入力し、基礎から応用までその利用を広げていくことは、重要な課題の一つである。理研仁科センターと北海道大学原子核反応データベース研究開発センター(JCPRG)による「RIKEN核データの高度利用プロジェクト」は4年目を迎え、その目的である「RIBFで観測/測定した、不安定核ビームを中心とする実験データのデータベース化」が順調に進んでいる[1, 2, 3]。そこで、本プロジェクトを更に推進すべく、“JCPRG-RNC Joint Workshop on nuclear data”を開催した(図1)。これまで、JCPRGと理研は協力して一連のミニワークショップを開催してきた[4, 5, 6]。ここでは、RIBFで測定した不安定核実験のデータベース化の課題への取り組み、理論評価活動を始めとし、主に利用者側からの意見を踏まえた議論を行ってきた。こうした検討結果を踏まえ、新たに“JCPRG-RNC Joint Workshop on nuclear data”として、核データ周辺分野の研究者との意見交換や核データに基づく核物理研究を視野にいれた議論を行うワークショップとして再編した。再編後の第一回である本ワークショップでは、既に進めている不安定核実験データ採録状況の確認をはじめ、新たに検討を開始したSCRITでの電子散乱実験や陽子線実験等のRIBFで測定可能なデータの採録やシステム開発の現状報告及び議論を行った。また、天体核物理、放射性廃棄物、医療分野等への応用、そして最新のIT技術を用いた核データの活用形態の可能性に関わる議論を行った。



図 1: 集合写真

## 2 ワークショップの概要

### 2.1 理研-JCPRG 連携の現状と課題

櫻井博儀氏からは、理研仁科センターと JCPRG がこれまで推進してきた共同研究の概要があった。次に、合川からは、本核データセンターの活動報告が行った。特に、RIBF 核反応データの高度利用研究として、RI ビームファクトリー (RIBF) で観測・測定された新たな核データをデータベース化し、国際核データ利用システムに発展させる為の研究開発について報告があった。具体的には、RIBF で実施した実験の測定条件及び測定結果を国際的データベースに収録するため新たなコード作成や入力フォーマットなどの開発を行い、それに基づきデータの編集・入力を行い、またそれらデータを用いて天体核反応データの評価研究を行う事を目的とする。

続いて、小濱洋央氏（代理報告として、合川）からは、本プロジェクトにおける採録活動に関する報告があった。理研仁科センターニュース上で月に一回程度の採録状況の報告を行っている事、理研側と JCPRG 側に Web を立ち上げ広報活動に努めている点が報告された。議論事項としては、論文に掲載しなかったが採録可能な実験データの管理や、データベース化の可能性、そして、その場合のデータの質の保証方法が挙げられた。また、核データベース検索・利用講習会を利用者向けに行う事も検討出来るかもしれない事が挙げられた。

### 2.2 核データ活用

牧永からは、RIBF 実験のデータベース化と Web 上での公開状況について報告を行った。また、システムの保守、利用者サービスとして、JCPRG 情報公開用 Web システム運用状況の報告、現 JCPRG 情報公開サービスの維持・メンテナンスや公開システムの開発について報告を行った。議論として以下の課題が挙げられた。

- 1) 電子散乱、ハイパー核等の理学目的で行われるような実験データの採録は、EXFOR では、必ずしも優先度が高くない。これらをどのように整備するか
- 2) 現在、RIBF では電子散乱実験が推進中であり、これらデータの採録の必要性が出てくる事が見込まれる。したがって類似論文を試験的に採録でないものか
- 3) 寿命等のデータ採録について、NRDF では採録は可能なので採録を試みる事ができるか
- 4) 著者が論文に掲載しなかったが採録可能な実験データがある場合にデータベース化について
  - 中高エネルギー陽子線入射データの採録状況はどのようになっているか
  - 理研データ採録状況・理研採録 Web の充実になっているか

つぎに、順天堂大学の黒河千恵氏からは、放射線治療と核データについての講演があった。中性子線治療 (BNCT) では、 $^{10}\text{B}(n,\alpha)^7\text{Li}$  反応を理解する事が重要である。陽子線治療では、陽子線の物質中でのエネルギー損失の特徴や、線量計算を行う上で、H, C, O, N, P, Ca, Al, Fe, Cu, W, Li, F, B, Si 等の核反応断面積が重要となる。また、X 線治療に置いては、W や Pb の光中性子反応や光陽子反応が重要となる事が報告された。

最後に、江幡からは、北海道大学知識メディア・ラボラトリーで開発がすすめられている Webble を用いた核データベース利用システムの開発について報告があった。将来的には、Webble World を用いて、採録用の新しいエディターの開発を行う事により、実験者自身が採録を行う事が出来るように、また核データの検索、グラフ表示等を行う事により、原子核物理、放射線医療、原子力工学等の様々な分野のユーザが利用できる事を目指している。

## 2.3 実験

初めに、原子力機構の原田秀朗氏から、中性子核反応測定装置 ANNRI での精密核データ測定の現状について紹介があった。核データに関する現状の課題として、環境負荷を低減出来る革新的原子力システム設計に必要な核データ精度の向上がある。例えば、ガス冷却高速炉に必要な核データの精度が 3%とされるのに対して、現状の精度は 8%、加速器駆動型システムでは 2%の精度が必要とされているのに対して現状では 8%の精度に留まる。その他 MA 核種に対する中性子捕獲断面積の必要精度としては、 $^{242\text{m}}\text{Am}$  について 25%を 12%へ、 $^{243}\text{Am}$  については 10%を 2%へ、 $^{244}\text{Cm}$  では 20%を 6%へ、 $^{237}\text{Np}$  では 6%を 3%とそれぞれ精度を大幅に上げる必要がある。世界的な核データ高精度化に向けた測定研究としては、1) 欧州 CERN 研究所の大強度パルス中性子 (3kW)、高効率 BaF<sub>2</sub> シンチレーション検出器、C6D<sub>6</sub> 検出器を用いた  $^{151}\text{Sm}$  の測定、2) 米国ロスアラモス国立研究所の大強度パルス中性子 (80kW)、高効率 BaF<sub>2</sub> シンチレーション検出器を用いた  $^{237}\text{Np}$ ,  $^{241}\text{Am}$  の測定、3) 日本の J-PARC では、大強度パルス中性子 (300kW)、高分解能 Ge 検出器、高性能 NaI 検出器を用いた  $^{244}\text{Cm}$  の測定が行われたそうである。

牧永からは、北大加速器施設における核データ測定の現状と計画について報告を行った。2010 年から北大電子線加速器施設で行ってきた、光吸収実験、光散乱実験、光放射化実験、中性子吸収実験についての試験実験について報告を行った。

理研仁科センターの天津秀暁氏からは、理研 RIBF 実験の現状と計画についての報告が行われた。RIBF 施設の特徴である重イオンビームに逆運動学を用いて網羅的に核データを測定する為に、SAMURAI、DALI2、EURICA が利用可能である。2011 年に行われた実験として、d+p 反応、 $^{12}\text{Be}(p,n)$  反

応、 $^{238}\text{U}$  や  $^{124}\text{Xe}$  を用いた新しい同位体の探索。2012 年は、SHARQA を用いた  $4n$  や  $(p,2p)$  実験、EURICA による  $^{238}\text{U}$  ビーム実験が行われた。大津氏の研究テーマである、クラスター状態を中性子過剰核  $^{16}\text{C}$  を使って実験的に調べる研究についての紹介もあった。

理研仁科センターの若杉氏からは、SCRIT 電子散乱実験・施設建設の現状についての解説があった。80%程度の建設が完成し、SCRIT システム、トラッピング技術の試験が行われた。SCRIT による実験は来年度から開始予定だそうである。

## 2.4 データ評価

理研仁科センターの小濱氏（代理で合川が発表）からは、陽子-原子核反応断面積の系統的評価についての報告があった。合川からは、JCPRG がこれまで行ってきた評価活動を紹介した。特に、連続状態離散化チャンネル結合法を用いた Li の中性子入射反応や、複素座標スケールリング法と直交条件模型を用いた  $\alpha + \alpha$  及び  $\alpha + n$  の 2 体系の解析に関する研究について説明があった。また、江幡からは、正準基底表示時間依存 Hartree-Fock-Bogoliubov 理論を三次元座標で解き、対相関と変形効果を考慮した励起状態の系統的な研究を紹介した。特に不安定核を含む広範な質量領域における低エネルギーガンマ線強度分布に焦点をあて、中性子数依存性と中性子分布厚の依存性について議論があった。

## 3 まとめ

2010 年から行ってきた理研実験データの採録が順調に行われてきた事に伴い、本年度は新たな課題や問題点を提案し議論する事が出来た。特に、電子線散乱や陽子線実験等の RIBF で測定可能なデータの登録やシステムの報告に加えて、天体物理、核廃棄物、医療分野等の専門家を招き有用な情報の共有が出来た。

## 謝辞

本成果の一部は北海道大学大学院理学研究院と独立行政法人理化学研究所の共同研究「RIBF 核反応データの高度利用研究」の助成によるものです。

## 付録

### プログラム

8月8日

---

10:00	はじめに	H. Sakurai (RNC)
Session 1	理研-JCPRG 連携の現状と課題	Chair: K. Kato (JCPRG)
10:05	RIKEN-JCPRG 共同研究プロジェクト概要	H. Sakurai (RNC)
10:25	RIKEN-JCPRG 活動の全体報告	M. Aikawa (JCPRG)
10:45	RIKEN-JCPRG 活動の全体報告 (理研)	A. Kohama (RNC)
Session 2	核データ活用	Chair: M. Aikawa (JCPRG)
11:05	JCPRG における RIBF 実験データのデータベース化の現状報告	A. Makinaga (JCPRG)
11:30	放射線治療と核データ	C. Kurokawa (Juntendo U)
11:55	Webble を用いた核データベース利用システムの開発	S. Ebata (JCPRG)
12:20	Lunch	
Session 3	実験 1	Chair: T. Nakatsukasa (RNC)
13:30	中性子核反応測定装置 ANNRI での精密核データ測定の現状	H. Harada (JAEA)
13:55	北大加速器施設における核データ測定の現状と課題	A. Makinaga (JCPRG)
Session 4	データ評価	Chair: H. Harada (JAEA)
14:20	陽子-原子核全反応断面積の系統的評価	A. Kohama (RNC)
14:45	JCPRG における核データ評価活動の現状と課題	M. Aikawa (JCPRG)
15:10	軽い核のクラスター研究と核データ	K. Kato (JCPRG)
15:35	重い核種のガンマ線強度関数の理論的研究	S. Ebata (JCPRG)
16:00	Break	
16:20	Discussion 1	

---

8月9日

---

Session 5	実験 2	Chair: A. Makinaga (JCPRG)
10:00	理研 RIBF 実験の現状と計画	H. Otsu (RNC)
10:25	理研 RIBF での電子散乱実験の現状	M. Wakasugi (RNC)
10:50	RIBF での陽子準弾性散乱実験	T. Uesaka (RNC)
Session 6	Summary	Chair: A. Kohama (RNC)
11:15	Discussion 2	
11:50	おわりに	M. Aikawa (JCPRG)

---

## 参考文献

- [1] RIKEN-JCPRG collaboration: <http://jcprg.org/riken/>
- [2] 古立直也、合川正幸、加藤幾芳, 「理研-JCPRG 共同研究」, 北海道大学原子核反応データベース研究開発センター年次報告 No.1, 47 (2012)
- [3] 牧永あや乃、古立直也、合川正幸、加藤幾芳, 「RIKEN-JCPRG 共同研究」, 北海道大学原子核反応データベース研究開発センター年次報告 No.2, 40 (2013)
- [4] 椿原康介、加藤幾芳, 「理研 RIBF ミニワークショップ「世界に発信する不安定核実験のデータベース作成」の報告」, 荷電粒子核反応データファイル年次報告 No.24, 39 (2011)
- [5] VIDYA Devi, ODSUREN Myagmarjav, FURUTACHI Naoya, “Summary Report of the mini-Workshop on the Problems and Future Development of the Experimental Data Compilation of Unstable Nuclei Beam Experiments”, 北海道大学原子核反応データベース研究開発センター年次報告 No.1, 81 (2012)
- [6] ODSUREN Myagmarjav, AIKAWA Masayuki, “Report of the RIBF ULIC mini-Workshop: Nuclear reaction database of unstable nuclei beam experiments and its application”, 北海道大学原子核反応データベース研究開発センター年次報告 No.2, 72 (2013)