

ISSN 2187-0268

2015 年度  
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

**JCPRG Annual Report**

**No. 5**

**(2015)**

2016 年 3 月

北海道大学大学院理学研究院附属原子核反応データベース研究開発センター

Nuclear Reaction Data Centre (JCPRG), Faculty of Science, Hokkaido University

# 原子核反応データベース研究開発センターの5年間

## Last 5 years of Nuclear Reaction Data Centre

北海道大学大学院理学研究院

江幡 修一郎

EBATA Shuichiro

Faculty of Science, Hokkaido University

原子核反応データベース研究開発センターの主な業務である核反応データの採録活動は、前身の1974年に発足された「荷電粒子核反応データグループ(JCPRG)」以来、40年以上継続されてきました。日本国内の施設で得られた荷電粒子核反応データのすべては、JCPRGが国際原子力機関(IAEA)をはじめとする国外の核データセンターとの国際協力を通して、集約し公開しています。このような活動は日本国内でも非常に稀有で重要だと思いつつ同時に、それ等があまり利用者に理解されていない為か、常にきわどい経過をたどりながら継続している事を残念にも思います。国内外の利用者だけでなく、採録者自身にも核データ研究活動の重要性をより積極的に伝えていくべきなのではないでしょうか。JCPRGが原子核反応データベース研究開発センターと改組されて5年が経過し、外部評価では素晴らしい評価を受けセンターは存続しますが、再度自らの活動を見直し、前述の現状を踏まえ核データ研究の課題を挙げていこうと思います。

1. 利用者へのデータ提供環境は核データ研究活動を進めていく上で重要な課題の一つです。核データの利用分野は多岐にわたっていて、学術分野では原子核物理学、宇宙核物理学に利用され、その他の分野では原子力工学、放射線医学などが挙げられます。核データの採録活動は学術分野を対象に発展してきた為か、現在の環境は列挙した利用者を十分に考慮したものにはなっていないでしょう。
2. 核データ研究活動自体の維持も重要な課題です。この課題はJCPRGだけでなく世界中で共通の課題になっていて、一般にデータベースの維持管理という基本課題としても考えられています。私はNRDC2015に参加して、特にこの課題を感じました。様々な分野において基礎的なデータは存在し、学術的にはそれらは公開され社会貢献にも利用されるべきで、即ち、データベースは研究開発の公共的なインフラストラクチャーなのです。データベースの維持管理は大別して二つあります。先に挙げたデータ提供環境の維持とデータの更新です。提供環境は現状を維持しながらも、データの需要に応じて変化させる事が望まれています。データの更新では新しいデータの追加と古いデータの更新が重要で、加えて分野の発展に応じたデータの複雑さを内包する柔軟さを要求されています。
3. より現実的には、課題解決の為の実質的な課題は人材の確保です。核データ研究活動の内容伝達の欠如と、核データ研究がその分野で評価されにくい事が、人材確保の根本的な問題だと考えます。先に挙げた課題を解決する為には、その方法自身が人材のキャリアにつながる様なものでなければ、解決しないでしょう。実際にこの課題はNRDC2015でも議論され、核データ採録者の不足の原因として認識されています。

2015 年から実質的に始まった ImPACT プロジェクト「核変換による高レベル放射性廃棄物の大幅な低減・資源化」への参加にて学術分野と工学分野、そして社会貢献の関係を再考し、加えて JCPRG での 3 年の経験を経て、前記の課題は特に強く感じるものでした。原子核反応データベース研究開発センターはこの 5 年間に於いて、知識メディアラボラトリーとの協力を得ながら、原子核物理学に携わったポストドクと共にこれ等の課題に対処してきました。

特にその活動の中で課題に対して効果的だと思うものを挙げると、「NRDF の XML 形式への変換」だと思います。この活動はまだ完了していませんが、これまでのデータ形式を刷新し、データ利用の可能性を拡張する為の活動で、多くの利用者へのサービス提供の課題への解決方法です。更に、維持管理をするために一般に利用されている書式を採用する事は、挙げた二つ目の課題の解決方法にもなっています。

また一方で IAEA が用意している EXFOR についても言及すべきです。EXFOR の内容は非専門家では一見してすぐに理解できないでしょう。利用者または採録の初心者にとってこの書式自体が大きな障壁となっていると言わざるを得ません。この点においても、データ形式の刷新は非常に重要な課題解決の突破口と考えられます。

人材確保の課題解決には核データ研究活動を業績となる方法を考える必要があります。情報技術の観点から先に挙げた XML によるデータ形式の刷新は、EXFOR 形式のデータをリレーショナルデータベースの形式への変換という研究対象になり得ます。これ等を編集するエディタ開発もまた対象になるでしょう。現行ではこの程度ですが、核データ研究活動を積極的に業績にする事を考えなければならぬと思います。

ここまで挙げた課題は原子核反応データベース研究開発センターのここ 5 年間の活動によって、認識され、さらに解決方法が実現されつつあります。次の世代への継続的な核データ研究活動を進める為に本来の核データ研究の課題に向き合い、古きを改める事を切に望みます。

最後に、原子核反応データベース研究開発センターに改組されてからの 5 年間、センター長を務められた、合川 正幸 教授のご功勞に敬意を表したいと思います。

# 目次

## Table of Contents

卷頭言 Preface	江幡 修一郎 EBATA Shuichiro	p. i
目次 Table of Contents		p. iii
概要 Overview		p. 1
組織 Organization		p. 3
活動履歴 History		p. 6
業績 Achievement		p. 8
活動報告 Activity Report		
Report on EXFOR Compilation 2015 DAGVADORJ Ichinkhorloo, AIKAWA Masayuki, EBATA Shuichiro, SARSEMBAYEVA Aiganym, ZHOU Bo		p. 11
Evaluation Activities at JCPRG ZHOU Bo, EBATA Shuichiro, DAGVADORJ Ichinkhorloo, AIKAWA Masayuki		p. 14
2015 年度 NRDF 作業部会報告 NRDF Working Group Report 2015	能登 宏 NOTO Hiroshi	p. 18
Report on the status of IT environment SARSEMBAYEVA Aiganym, EBATA Shuichiro, KATŌ Kiyoshi, AIKAWA Masayuki, IMAI Shotaro, CHIBA Masaki, OTUKA Naohiko		p. 26



## 活動報告（継続）

### Activity Report (Cont'd)

日本学術振興会二国間交流事業共同研究「放射線治療及び核医学検査で重要な核データの測定及び評価研究」 p. 34

JSPS Bilateral Joint Research Project “Measurement and Evaluation of Important Nuclear Data for Diagnosis and Therapy Treatments”

合川正幸、齋藤萌美

AIKAWA Masayuki, SAITO Moemi

革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) 「核変換による高レベル放射性廃棄物の大幅な低減・資源化」の活動報告 p. 37

Report on the Impulsing Paradigm Change through Disruptive Technologies Program (ImPACT) “Reduction and Resource Recycling of High-level Radioactive Wastes through Nuclear Transmutation”

江幡 修一郎、合川 正幸、今井 匠太郎

EBATA Shuichiro, AIKAWA Masayuki, IMAI Shotaro

厚い標的での透過法を用いた相互作用断面積励起関数測定 p. 42

Excitation functions of interaction cross sections derived from thick-target transmission method

合川 正幸、江幡 修一郎、今井 匠太郎

AIKAWA Masayuki, EBATA Shuichiro, IMAI Shotaro

## 会議参加報告

### Participation Report

2015 年国際核反応データセンターネットワーク技術会議報告 p. 46

Report on the 2015 Technical Meeting on International Network of Nuclear Reaction Data Centres

江幡 修一郎

EBATA Shuichiro

Report on the Sixth Asian Nuclear Reaction Database Development Workshop p. 49

AIKAWA Masayuki, ZHOU Bo, SARSEMBAYEVA Aiganym

The 5th International Workshop on Compound-Nuclear Reactions and Related Topics (CNR\*15) p. 53

DAGVADORJ Ichinkhorloo, EBATA Shuichiro

## 資料

### Materials

2015 年度入力データ p. 57

Data-Entries of 2015

センター会議議事録 Minutes of Centre Meetings	p. 66
依頼 Request	
データ提供及び著者校正 Data Provision and Author Proof	p. 92
奥付 Colophon	p. 93

# 概要

## Overview

北海道大学大学院理学研究院附属原子核反応データベース研究開発センター（JCPRG）は2011年に設置されて以来、1) 日本で得られた荷電粒子核反応及び光核反応データのデータベース化、2) 原子核の反応・構造に関する理論計算、3) 国際連携の推進、4) 大学院教育を主要な活動目的としている。

2015年度の活動内容の概要は以下の通りである。詳細については各活動報告及び会議参加報告で紹介する。

## 1 核データの収集と公開

JCPRGでは、日本国内の施設で実施された荷電粒子核反応及び光核反応の実験データをデータベース化（採録）を行っている。学術誌に発表された論文から、日本国内の施設で実施された実験データを抽出している。このデータベース化においては、JCPRG独自の形式であるNRDF（Nuclear Reaction Data File）書式と、国際連携のもとで維持・管理されているEXFOR（EXchange FORmat）書式の双方で保存、公開している。2015年度は、EXFOR形式に変換した全55エントリー（新規：45、修正：10）を計8回にわたって国際核データセンターネットワーク（International Network of Nuclear Reaction Data Centres: NRDC）に送信した。

また、これまで継続してきた理化学研究所（理研）との協力関係により、RIビームファクトリー（RIBF）の実験結果が掲載された論文のデータを速やかにデータベース化している。その際、必要に応じて著者と連絡を取っている。これにより、数値データや誤差について、より正確な情報を得ることが可能となっている。このようにして入力した論文やデータについては、理研仁科センターニュースとして報告している。また、JCPRGホームページ上でも公開している。

さらに、これまでの形式との互換性を意識しつつ、XMLを用いた新書式の研究開発を継続して行っている。この研究開発により、NRDF書式及びEXFOR書式を単一の形式で各種情報の入力、検索が可能になることが期待できる。

## 2 核反応・構造の研究

2015年度も、これまでに行ってきた構造及び反応の理論研究を継続した。まず、離散化連続状態チャンネル結合（Continuum-Discretized Coupled-Channels: CDCC）法を用いた ${}^6,7\text{Li}+n$ 反応について、特に10 MeV以下の低いエネルギーに着目した解析を行った。また、 $\alpha+\alpha+n$ という3体モデルを仮定した ${}^9\text{Be}$ について、複素座標スケリング法と直交条件モデルを用いた研究解析を進めた。さらに、重い変形核を含む、広域の質量領域（ $Z=6-50$ ）に対して、時間依存平均場モデルを用いて低エネルギーの電気双極子励起について系統的に調べた。

### 3 国際連携

JCPRG で採録したデータを計 8 回にわたって NRDC に送信した。また、2015 年 4 月 21-23 日にオーストリアのウィーンで開催された 2015 年国際核反応データセンターネットワーク技術会議 (NRDC2015) に JCPRG から 1 名が参加した。

さらに、2010 年度から毎年開催してきた「アジア地域核データベース開発ワークショップ」を、2015 年 10 月 15-17 日に札幌で開催した。世界 8ヶ国の研究者が参加し、発表及び議論を行った。

### 4 大学院教育

大学院理学院に設置した先端医学物理学コースに修士学生 1 名が登録した。二国間交流事業共同研究「放射線治療及び核医学検査で重要な核データの測定及び評価研究」のもと、ハンガリー原子力研究所 (ATOMKI) 及び理化学研究所で実験を実施した。特に後者では、修士論文のテーマとなる実験を実施した。

### 5 その他

革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) 「核変換による高レベル放射性廃棄物の大幅な低減・資源化」に参加した。プロジェクト 3「反応理論モデルとシミュレーション」において、「核データコンパイル」を担当している。特任助教を中心に計画を着実に推進している。

## 組織

### Organization

本センターの活動を推進するため、運営委員会、アドバイザリーボード、センター会議、作業部会を設置している（図1）。

運営委員会では、北海道大学内複数の部局から選出された計6名の運営委員（表2）が、センターの運営に関する事項に関して審議する。アドバイザリーボードは、学外5名の専門家（表3）が、核データの収集等に関する助言と自己点検評価を行う。センター会議では、前身である荷電粒子核反応データグループのメンバーなど（表4）が、実務に関する助言を行う。作業部会では、センターの教員のほか、原子核理論研究室の教員や知識メディア・ラボラトリーの非常勤研究員など（表5）が、研究・実務を推進している。



図 1: 組織図及び連携部局等

表 1: 組織一覧

名称	規程等	内容
運営委員会	内規	センターに関する事項を審議
アドバイザリーボード	内規	核データの収集・利用・管理等の助言及び自己点検評価
センター会議	運営委員会承認	センターの実務に関する助言
作業部会	運営委員会承認	センターの実務推進

表 2: 運営委員

氏名	所属
合川 正幸	北海道大学 大学院理学研究院
木村 真明	北海道大学 大学院理学研究院
加美山 隆	北海道大学 大学院工学研究院
白土 博樹	北海道大学 大学院医学研究科
田中 譲	北海道大学 大学院情報科学研究科
平林 義治	北海道大学 情報基盤センター

表 3: アドバイザリーボードメンバー

氏名	所属
青井 考	大阪大学 核物理研究センター
大塚 直彦	国際原子力機関 原子核科学・応用局
大西 明	京都大学 基礎物理学研究所
櫻井 博儀	東京大学 大学院理学系研究科
深堀 智生	日本原子力研究開発機構 原子力基礎工学研究センター

表 4: センター会議メンバー

氏名	所属
合川 正幸	北海道大学 大学院理学研究院
江幡 修一郎	北海道大学 大学院理学研究院
Dagvadorj Ichinkhorloo	北海道大学 大学院理学研究院
加藤 幾芳	北海道大学 大学院理学研究院
藤本 正行	北海道大学 大学院理学研究院
木村 真明	北海道大学 大学院理学研究院
堀内 渉	北海道大学 大学院理学研究院
岡部 成玄	北海道大学 情報基盤センター
平林 義治	北海道大学 情報基盤センター
今井 匠太朗 (～2015 年 9 月)	北海道大学 大学院理学研究院
Aiganym Sarsembayeva	北海道大学 大学院理学研究院
周 波	北海道大学 大学院理学研究院
片山 敏之	北星学園大学 経済学部
能登 宏	北星学園大学
千葉 正喜	札幌学院大学
升井 洋志	北見工業大学 情報処理センター

表 5: 作業部会メンバー

氏名	所属
合川 正幸	北海道大学 大学院理学研究院
江幡 修一郎	北海道大学 大学院理学研究院
Dagvadorj Ichinkhorloo	北海道大学 大学院理学研究院
加藤 幾芳	北海道大学 大学院理学研究院
藤本 正行	北海道大学 大学院理学研究院
木村 真明	北海道大学 大学院理学研究院
堀内 渉	北海道大学 大学院理学研究院
今井 匠太朗 (～2015 年 9 月)	北海道大学 大学院理学研究院
Aiganym Sarsembayeva	北海道大学 大学院理学研究院
周 波	北海道大学 大学院理学研究院

## 活動履歴

### History

2015		
4	8	作業部会
	10	センター会議
	15	作業部会
	21-23	IAEA's Technical Meeting of the International Network of Nuclear Reaction Data Centres (Vienna, Austria)
	22	作業部会
5	13	作業部会
	20	作業部会
	26	核と人・現実直視の会
	27	作業部会
	29	センター会議
6	3	作業部会
	10	作業部会
	17	作業部会
	24	作業部会
	26	センター会議
	29	先端医学物理学コースセミナー
7	1	作業部会
	8	作業部会
	15	作業部会
	22	作業部会
	29	作業部会
	31	センター会議
8	27-28	Hokkaido workshop on many nucleons correlations and clustering (Sapporo, Japan)
9	9-11	The 6th AASPP Workshop on Asian Nuclear Reaction Database Development (Sapporo, Japan)
	29	作業部会



10	13	作業部会
	19-23	The 5th International Workshop on Compound-Nuclear Reactions and Related Topics (Tokyo, Japan)
11	6	センター会議
	10	作業部会
	17	作業部会
	19-20	2015 年度核データ研究会
	24	作業部会
	25-27	第 28 回北海道原子核理論グループ研究会
12	8	作業部会
	15	作業部会
	18	センター会議
2016		
1	12	作業部会
	19	作業部会
2	2	作業部会
	5	センター会議
	10	先端医学物理学コースセミナー
3	1	作業部会
	4	センター会議
	8	作業部会
	15	作業部会
	16	シグマ委員会

## 業績

## Achievement

### 1 学術論文

- W. Horiuchi, S. Hatakeyama, S. Ebata, Y. Suzuki, “Extracting nuclear sizes of medium to heavy nuclei from total reaction cross sections”, To be published in Phys. Rev. C.
- Chang Xu, Zhongzhou Ren, G. Röpke, P. Schuck, Y. Funaki, H. Horiuchi, A. Tohsaki, T. Yamada, Bo Zhou, “ $\alpha$ -decay width of  $^{212}\text{Po}$  from a quartetting wave function approach”, Phys. Rev. C **93**, 011306(R) (2016).
- Mengjiao Lyu, Zhongzhou Ren, Bo Zhou, Yasuro Funaki, Hisashi Horiuchi, Gerd Röpke, Peter Schuck, Akihiro Tohsaki, Chang Xu, Taiichi Yamada, “Investigation of  $^{10}\text{Be}$  and its cluster dynamics from nonlocalized clustering concept”, Submitted to Phys. Rev. C. (arXiv:1512.07727 [nucl-th]).
- Bo Zhou, Zz. Ren, “Nonlocalized clustering in nuclear cluster physics”, Progress In Physics 35, 3 (2015).
- Bo Zhou, Zz. Ren, “Clustering in nuclei”, Physics 44, 5 (2015).
- M. Nyman, F. Belloni, D. Ichinkhorloo, E. Pirovano, A. J. M. Plompen, C. Rouki, “Measurement of the 477.6-keV  $\gamma$ -ray production cross section following inelastic neutron scattering by  $^7\text{Li}$ , Phys. Rev. C **93**, 024610 (2016).
- D. Ichinkhorloo, M. Aikawa, S. Chiba, Y. Hirabayashi, K. Kato, “Low energy scattering cross sections for  $n + ^{6,7}\text{Li}$  reactions using the continuum-discretized coupled-channels method”, Submitted to Phys. Rev. C.
- H. Wang, H. Otsu, H. Sakurai, D.S. Ahn, M. Aikawa, P. Doornenbal, N. Fukuda, T. Isobe, S. Kawakami, S. Koyama, T. Kubo, S. Kubono, G. Lorusso, Y. Maeda, A. Makinaga, S. Momiyama, K. Nakano, M. Niikura, Y. Shiga, P.-A. Söderström, H. Suzuki, H. Takeda, S. Takeuchi, R. Taniuchi, Ya. Watanabe, Yu. Watanabe, H. Yamasaki, K. Yoshida, “Spallation reaction study for fission products in nuclear waste: Cross section measurements for  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  on proton and deuteron”, Phys. Lett. B **754**, 104 (2016).
- M. Aikawa, S. Ebata, S. Imai, “Thick-target yields of radioactive targets deduced from inverse kinematics”, Nucl. Instr. Method B **353**, 1 (2015).
- M. Odsuren, Y. Kikuchi, T. Myo, M. Aikawa, K. Kato, “Virtual-state character of the  $^9\text{Be}$   $1/2+$  state in the  $^9\text{Be}(\gamma, n)^8\text{Be}$  reaction, Phys. Rev. C **92**, 014322 (2015).

## 2 論文（国際会議プロシーディングス等）

- Myagmarjav Odsuren, Yuma Kikuchi, Takayuki Myo, Masayuki Aikawa, Kiyoshi Kato, “Photodisintegration of  $^9\text{Be}$  and the importance of the unbound  $1/2+$  state”, Proceedings of the 13th International Symposium on Origin of Matter and Evolution of Galaxies, 05007 (2016).
- D. Ichinkhorloo, M. Aikawa, S. Chiba, Y. Hirabayashi, K. Kato, “The scattering cross sections for  $^7\text{Li} + n$  reactions”, Proceedings of the Sixth AASPP Workshop on Asian Nuclear Reaction Database Development, 34 (2015).
- A. Sarsembayeva, S. Imai, S. Ebata, M. Chiba, K. Kat, N. Otuka, M. Aikawa, “Upgrade of Japanese editor for EXFOR compilation”, Proceedings of the Sixth AASPP Workshop on Asian Nuclear Reaction Database Development, 39 (2015).
- Masayuki Aikawa, “International Collaboration of Hokkaido University Nuclear Reaction Data Centre”, Proceedings of the Sixth AASPP Workshop on Asian Nuclear Reaction Database Development, 31 (2016).
- S. Imai, M. Aikawa, S. Ebata, “Monte Carlo simulation for thick-target yields deduced from inverse kinematics”, Proceedings of the Sixth AASPP Workshop on Asian Nuclear Reaction Database Development, 46 (2016).

## 3 口頭発表（国際会議等）

- Technical Meeting on the International Network of Nuclear Reaction Data Centres, Apr. 21-23, 2015, Vienna, Austria
  - Shuichiro Ebata, “Japan Nuclear Reaction Data Centre (JCPRG) progress report”
- The 6th Asian Nuclear Reaction Database Development Workshop, Sep. 15-17, 2015, Sapporo, Japan
  - S. Imai, “Monte Carlo simulation for thick-target yields deduced from inverse kinematics”
  - A. Sarsembayeva, “Upgrade of Japanese editor for EXFOR compilation”
  - Masayuki Aikawa, “International Collaboration of Hokkaido University Nuclear Reaction Data Centre”
  - D. Ichinkhorloo, “The scattering cross sections for  $^7\text{Li} + n$  reactions”
- The 5th International Workshop on Compound-Nuclear Reactions and Related Topics, Oct. 19-23, 2015, Tokyo, Japan
  - Shuichiro Ebata, “Simulation for thick-target yields of transmutation reactions on radioactive targets, based on inverse kinematics”

## 4 口頭発表（学会等）

- 2015 年度核データ研究会, Nov. 19-20, 2015, Tokai, Japan
  - Masayuki Aikawa, “Interaction cross sections using thick-target transmission method”
  - Aiganym Sarsembayeva, “Current status in development of new EXFOR editor”
- 日本物理学会 2015 年秋季大会, Sep. 25-28, 2015, Osaka, Japan
  - 江幡 修一郎, “巨大単極子共鳴状態の系統的な計算による有限核の非圧縮率変数の評価”
- 日本物理学会第 71 回年次大会, Mar. 19-22, 2016, Sendai, Japan
  - 江幡 修一郎, “偶々核基底状態変形の三次元 HF+BCS による系統的計算”

## 5 口頭発表（その他）

- RCNP 研究会「アイソスカラー型単極遷移で探る原子核の励起状態とクラスター構造」, Jul. 16-17, 2015, Osaka, Japan
  - 江幡 修一郎, “Evaluation of the incompressibility in finite nuclear system by the systematic calculation for the giant monopole resonance”
- RCNP 研究会「全反応断面積および荷電変化断面積による陽子・中性子半径研究の現状と展望」, Jan. 12-13, 2016, Osaka, Japan
  - 江幡 修一郎, “厚標的トランスミッション法を用いた相互作用断面積の励起関数”

# Report on EXFOR Compilation 2015

DAGVADORJ Ichinkhorloo, AIKAWA Masayuki, EBATA Shuichiro  
SARSEMBAYEVA Aiganym, ZHOU Bo  
Faculty of Science, Hokkaido University

## Abstract

In this report, we present our activities 2015 in the compilation of experimental nuclear reaction data. In fiscal year from April 2014 to March 2015, we compiled 18 entries and transmitted 8 TRANS files .

## 1 Introduction

Nuclear reaction data is used in various fields (nuclear physics, engineering research, medical, etc.) and can be browsed by the Internet when we connect our computers to a nuclear database. The database is constructed by a special format: EXFOR (EXchange FORmat for experimental nuclear reaction data)[1] which is designed to accommodate experimental data with their bibliographies and experimental descriptions including error analysis for proper interpretation of the stored experimental data. EXFOR is maintained by the International Atomic Energy Agency (IAEA) [2] and the International Network of Nuclear Reaction Data Centres (NRDC). The NRDC collaborates on compilation of experimental data and development of related software for compilation and dissemination. Hokkaido University Nuclear Reaction Data Centre (JCPRG) [3] is a member of NRDC, and has contributed about 10 percent of the charged-particle nuclear reaction data in the EXFOR library. JCPRG provides the compiled nuclear reaction data both in the international (EXFOR) and in the domestic (NRDF) format through an online search system. In this report, we present the activities in 2015, contributing the compilation of experimental nuclear data by JCPRG.

## 2 Organization

The total staff includes two JCPRG staff (Masayuki Aikawa and Shuichiro Ebata) and three researchers (Dagvadorj Ichinkhorloo, Sarsembayeva Aiganym and Zhou Bo) carry out compilation work.

## 3 Compilation Activities

In 2015, we compiled 18 new papers reporting on nuclear reaction experiments performed in Japan. Every week, we assign each compiler one paper and check their compilation to finalize by all the members in the compilation meeting. For higher quality of the compilation contents, we contact the authors of a particular paper to request them to provide their original experimental data plotted in each figure in the paper to ensure the accuracy of the data compiled in the NRDF and the EXFOR library. If the original data could not be directly obtained from the authors, we digitize the plotted curves on the figures in the paper with the digitization software GSYS [4] .

## 4 Journal Survey

The journal survey is carried out on the published papers by JCPRG in parallel with by IAEA-NDS. Sometimes we find some published papers that are not in the scope of EXFOR but are as of NRDF. The lists of the surveyed journals are as follows:

- Physical Review C (PRC)
- Physical Review Letters (PRL)
- Nuclear Physics A (NP/A)
- Physics Letters B (PL/B)
- The European Physical Journal A (EPJ/A)
- Journal of Nuclear Science and Technology (NST)
- Journal of Physics G (JP/G)
- Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A (NIM/A)
- Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B (NIM/B)
- Progress of Theoretical and Experimental Physics (PTEP)
- Journal of Physical Society of Japan (JPJ)
- Nuclear Science and Engineering (NSE)

## 5 Transmitted File in 2015

In 2015, 8 TRANS files: E095, E096, E097, E098, E099, E100, K015 and R028 are submitted to the IAEA. Table 1 represents the TRANS files that include the new as well as modified entries with their accession number. These 8 TRANS files, contain 18 EXFOR new entries and 37 modified entries. There are frequent transmissions of the new entries, in which 11 registered entries contain the RIBF data.

## 6 Compilation of Nuclear Reaction Data at RIBF

In the JCPRG, 11 papers were produced by using the RIBF data and those data satisfy the compilation scope of the EXFOR library. We have established an effective procedure to compile all of the new publications during the last five-year collaboration with the RIKEN Nishina Center. Therefore, most of the recent experimental nuclear reaction data from the RIBF have successfully been compiled in the EXFOR database.

## 7 Summary

In this article, we reported recent compilation works in the JCPRG. We summarized the status of the EXFOR file transmission: the 8 TRANS files, named as E095, E096, E097, E098, E099, E100, K015 and R028 were transmitted in fiscal year 2015.

Table 1: The list of transmitted new and revised entries in 2015

TRANS	Prelim	Final	Entry New			Entry Rev		
E095	2015.04.29	2015.04.29				E1905 E2172 E2404 E2443		
E096	2015.03.05	2015.04.29	E2465 E2466 E2469 E2473			E2461 E2463		
E097	2015.05.21	2015.06.26	E2464 E2468 E2471 E2474 E2479			E2129		
E098	2015.05.29	2015.09.26	E2395 E2396 E2397 E2476					
E099	2015.06.24	2015.09.26	E2480 E2481 E2482 E2454 E2456 E2457			E1737		
E100	2015.11.17	2016.02.07				E2203 E2204 E2205 E2206 E2207 E2208 E2209 E2210 E2211 E2222 E2243 E2245 E2246 E2248 E2249 E2250 E2251 E2252 E2255 E2257 E2259 E2260 E2263 E2272 E2279 E2300 E2310		
K015	2015.05.20	2015.06.25	K2472 K2478 E2462 E2463 E2467			K2385		
R028	2015.03.03	2015.04.29				R0046		
Total			18			37		

## Acknowledgement

The authors are grateful for the support from Grant-in-Aid for Publication of Scientific Research Results (No.257005), Japan Society for the Promotion of Science (JSPS) and the support of the research collaboration between Faculty of Science, Hokkaido University and RIKEN Nishina Center.

## References

- [1] <http://www.jcprg.org/exfor/>
- [2] <http://www-nds.iaea.org/>
- [3] <http://www.jcprg.org/>
- [4] <http://www.jcprg.org/gsys/>

# Evaluation Activities at JCPRG

ZHOU Bo

Institute for International Collaboration, Hokkaido University

EBATA Shuichiro, DAGVADORJ Ichinkhorloo, AIKAWA Masayuki

Faculty of Science, Hokkaido University

## Abstract

In this report, we briefly introduce some evaluation activities in Japan Charged-Particle Nuclear Reaction Data Group (JCPRG) in 2015. As one important objective in JCPRG, these evaluation of nuclei based on a reliable theoretical approach will bring further understanding and confirming the experimental results and also will help us to predict new data, which are not observed in experiments.

## 1 Introduction

The JCPRG [1] in Hokkaido University is a member of the International Network of Nuclear Reaction Data Centres (NRDCs) under the auspices of the International Atomic Energy Agency (IAEA). In JCPRG, the main task is to compile the data obtained in Japan on charged-particle and photo-induced nuclear reactions. At the same time, we also perform theoretical calculations to evaluate the experimental reaction data. The evaluation of nuclear reaction data can provide us very useful information for the nuclear reactions and structures and indeed it is becoming one important objective in JCPRG.

Nuclear shape or deformation is one important property for nuclei. By using some theoretical models, to systematic investigation of nuclear deformation in the nuclear chart can provides us with important information for nuclear structures. On the other hand, the nuclear reaction models can provide the estimation of nuclear reaction cross sections, which are very useful for understanding the data obtained from experiments and also can give a prediction if the experimental data are not obtained or difficult to be measured.

In this report, we will introduce some evaluation activities in JCPRG in 2015. First, we will show the study for the quadrupole deformations for axial-symmetric and triaxial deformed nuclei using the Hartree-Fock plus BCS (HF+BCS) method. Then, we will show results on the continuum discretized coupled channel (CDCC) analysis to the integrated elastic and inelastic scattering cross sections for  ${}^6,7\text{Li}$ .

## 2 Systematic investigation of quadrupole deformations for axial-symmetric and triaxial deformed nuclei.

Since the theoretical database for nuclear structure is important for the analysis of nuclear reaction mechanism both as target and projectile, we investigate the ground states of over 1000 even-even



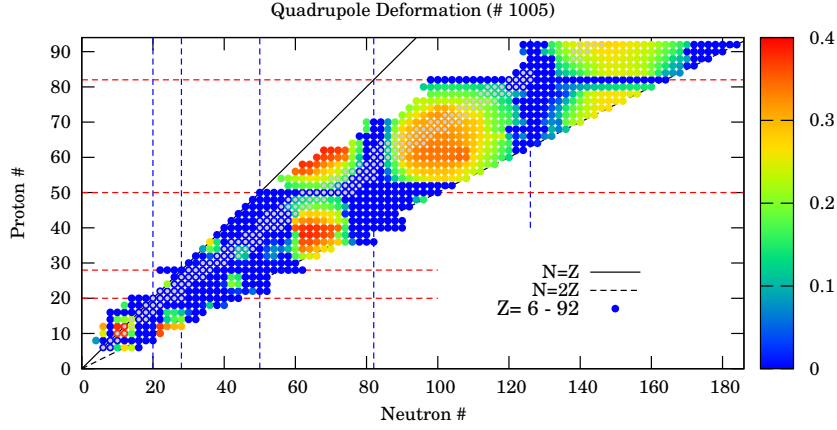


Figure 1: Quadrupole deformation parameter  $|\beta_2|$  for whole nuclear mass region.

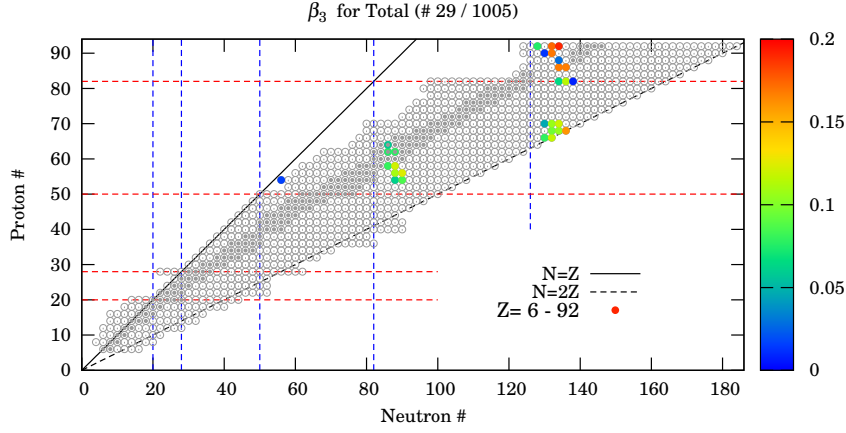


Figure 2: Same as Fig.1, but for octupole deformation parameter  $|\beta_3| > 0.05$ .

nuclei to understand nuclear deformation. The method for the investigation is the Hartree-Fock plus BCS (HF+BCS) method represented in the three-dimensional coordinate space, which can describe any deformations on the intrinsic frame. The HF+BCS calculations for all nuclei are performed self-consistently, in which a Skyrme effective interaction (SkM\*) is used. For the pairing correlation, the constant strength which is desired by the level density of canonical basis, is applied according to same procedure of Ref. [2].

Present systematic investigation can show the distribution of quadrupole deformations for not only axial-symmetric ones (prolate and oblate) but also triaxial deformed nuclei. Figure 1 shows the distribution of absolute value of quadrupole deformation parameter  $|\beta_2|$ . Large deformed ones are located far from the magic number nuclei. In this work, the numbers of prolate ( $|\beta_2| > 0.05$ ,  $|\gamma| < 1.5^\circ$ ), oblate ( $|\beta_2| > 0.05$ ,  $58.5^\circ < |\gamma| < 60^\circ$ ) and triaxial ( $|\beta_2| > 0.05$ ,  $1.5^\circ < |\gamma| < 58.5^\circ$ ) nuclei are 375, 70 and 101, respectively. The prolate dominance appears clearly, which consists with previous systematic results [3].

Furthermore, we investigate the octupole deformation whose absolute values  $|\beta_3|$  are shown in Fig. 2. The distributions are located at special region which has the difference of angular momentum  $\Delta l = 3$  among particle-hole states. The  $\Delta l = 3$  correlations in both neutron and proton can be

expected as a most important reason to be the octupole deformation in the ground state.

The study will be extended to not only nuclear structure but also nuclear reaction. We have a plan for constructing a new theoretical evaluation database based on these results not only for the ground state properties but also for the reaction processes.

### 3 Analysis of ${}^6,{}^7\text{Li} + n$ reactions using CDCC

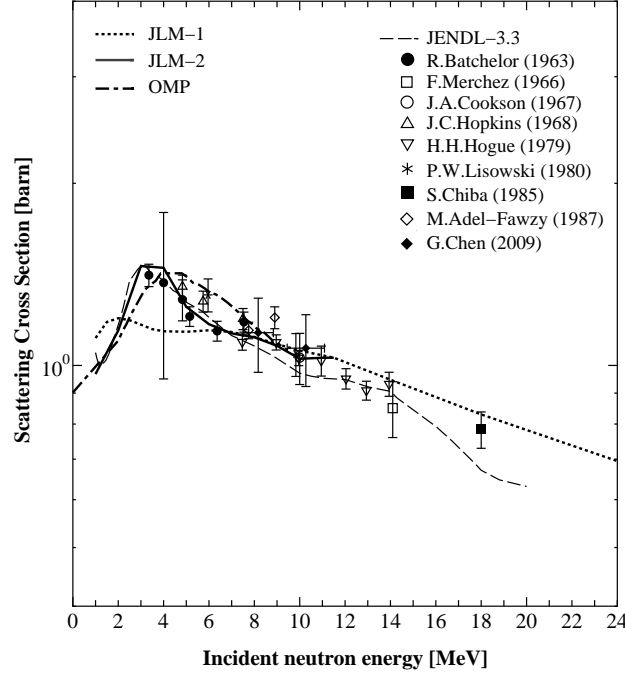


Figure 3: The integrated elastic cross sections of the  $n + {}^6\text{Li}$  scattering, in comparison with the evaluated data [4] and experimental data [5–12].

Applying the CDCC [13] framework to the  $n + {}^6\text{Li}(\alpha - d)$  and  $n + {}^7\text{Li}(\alpha - t)$  models, we investigated the integrated neutron elastic and inelastic scattering cross sections for the  ${}^6\text{Li}$  and  ${}^7\text{Li}$  targets, respectively, at incident neutron energies from 1 MeV to 24 MeV using the cluster-folding of the optical model potentials (OMP) [13, 14] and the complex JLM (J-P Jeukenne, A Lejeune, and C Mahaux) effective nucleon-nucleon interactions [15, 16]. We introduce the normalization factors for real and imaginary parts of these folding potentials comparing with the observed elastic cross sections of the  $n + {}^6,{}^7\text{Li}$  scattering. The energy dependent OMP and JLM normalization factors are examined for integrated elastic and inelastic cross sections and angular distributions. For example, we take the normalization factors  $\lambda_v = 1.0$  and  $\lambda_w = 0.2$  to reproduce the observed integrated elastic scattering cross sections data from 1 to 24 MeV, where the calculated results are presented by the dotted line (JLM-1) in Fig. 3. Next we try to readjust normalization factors so as to reproduce the low energy data of the measured integrated elastic cross section below 11.5 MeV using the OMP and JLM. The calculated integrated elastic cross sections are shown by the dash-dotted line (OMP) and solid line (JLM-2) in Fig. 3, respectively. These calculations, in which the energy dependent normalization factors are determined so as to reproduce the elastic cross section of the whole energy region from 1 MeV and 24 MeV, show a satisfactorily good agreement with the experimental data of inelastic cross sections and angular distributions.

## 4 Summary

In summary, we investigate the ground states of over 1000 even-even nuclei to understand nuclear deformation based on the HF+BCS method. For the study of nuclear reactions, by introducing the normalization factors using CDCC, the obtained elastic cross section of the whole energy region from 1 MeV and 24 MeV are very consistent with the experimental data of inelastic cross sections and angular distributions. These theory models are still in developing and they are promising to provide us more useful information for the nuclear structures and reactions in the future.

## Acknowledgment

We would like to acknowledge the support by 'R&D' Platform Formation of Nuclear Reaction Data in Asian Countries (2010-2013)", Asia-Africa Science Platform, Japan Society for the Promotion of Science and the support by the collaboration project between Faculty of Science, Hokkaido University and RIKEN.

## References

- [1] <http://www.jcprg.org/>.
- [2] S.Ebata, T.Nakatsukasa, et al., Phys. Rev. C **82**, 034306 (2010).
- [3] M. V. Stoitsov, et. al. Phys. Rev. C **68**, 054312 (2003)
- [4] G. Chen et al., J. Nucl. Sci. Eng., **163**, 272284 (2009).
- [5] H. H. Hogue et al., J. Nucl. Sci. Eng., **69**, 22 (1979).
- [6] P. W. Lisowski et al., LA-8342, Los Alamos Scientific Laboratory (1980).
- [7] J. A. Cookson et al., J. Nucl. Phys. A, **91**, 273 (1967).
- [8] M. Adel-Fawzy et al., Nucl. Instrum. Methods, **169**, 533 (1980).
- [9] R. Batchelor et al., J. Nucl. Phys., **47**, 385 (1963).
- [10] J. C. Hopkins et al., J. Nucl. Phys. A, **107**, 139 (1968).
- [11] F. Merchez et al., J. Physique Colloque, **27**, 1, 61 (1966).
- [12] S. Chiba al., J. Nucl. Sci. Technol., **25**, 210 (1985).
- [13] S.J.Burger and G.Heymann, Nucl. Phys. A **243**, 461 (1975).
- [14] D.Wilmore and P.E.Hodgson, Nucl. Phys. **55**, 673 (1964).
- [15] J.-P.Jeukenne, A.Lejeune, and C.Mahaux, Phys. Rev. C **16**, 80 (1977).
- [16] A. Lejeune, Phys. Rev. C **21**, 1107 (1980).

# 2015 年度 NRDF 作業部会報告

## NRDF Working Group Report 2015

北星学園大学名誉教授  
能登 宏

NOTO Hiroshi  
Professor Emeritus of Hokusei Gakuen University

### Abstract

The Nuclear Reaction Data File (NRDF) Working Group (NRDF-WG) was reorganized in 2013 under the Nuclear Reaction Data Centre, Faculty of Science, Hokkaido University. In this report, the outline of the NRDF-WG and its activities in 2015 are reviewed. The core subjects for the “next stage” of JCPRG nuclear reaction database activities are to define a new format of the NRDF compilation that enables us to deal with a new type of nuclear experiments, to develop the NRDF editor as an efficient compilation platform, and to check and update the current NRDF database entries, which enhances the quality of the NRDF master file. The NRDF-WG in 2015 has reached appreciable progress in the maintenance of our database: data compilation check based on NRDF grammar and format; update of NRDF dictionaries. It is pointed out that there are some inconsistencies among NRDF format, HENDEL editor, NRDF compilation check program CHEN, and NRDF dictionaries. Through the NRDF-WG activities the development of the NRDF editor has been a lot more recognized to be urgent, since the editor is expected to resolve those inconsistencies above as on its smart compilation platform.

## 1 はじめに

原子核反応データ研究開発センター (JCPRG) が、2011年5月に北海道大学理学研究院附属センターとして改組され、「原子核反応データベース研究開発センター」が発足した [1]。それに伴って、「原子核反応データ研究開発センター」時代に JCPRG のデータベース構築活動を日常的に推進していた「辞書作業部会 [NTX-WG]」は、新たに「NRDF-WG」作業部会として再編され、「核反応データの調査、収集、採録、公開、そして提供に資するとともに関連する研究開発を推進する」ことを目的に掲げた。「NRDF-WG」発足以降、作業部会は毎年次目標を設定して NRDF データベース構築作業を進めてきた [2, 3]。

この小編では、2015年度における「NRDF-WG」の活動内容について報告する。

## 2 NRDF-WG(NRDF 作業部会) の概要

### 2.1 目標

NRDF-WG(NRDF 作業部会) は、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)」が独自の原子核反応データファイル (NRDF) の構築、管理、維持、公開、利用、及び提供して行くために必要な作業部会として JCPRG の下に設置され、毎年次目標を設定して定期的な活動を展開している。

### 2.2 2015 年度の構成員

2015 年度当初の構成員は次の通りである。

合川 正幸

今井 匠太郎<sup>\*)</sup>

江幡 修一郎

片山 敏之

加藤 幾芳

千葉 正喜

能登 宏

<sup>\*)</sup> 2015 年 9 月 1 日付「北海道大学 高等教育推進機構」に異動。

### 2.3 中心的な課題

NRDF-WG では、「次の段階」の JCPRG 原子核反応データベースの発展のための中心的な課題として、次の 3 点を設定している。① 精度が高く且つ効率的な原子核反応実験の採録を可能とする新しい採録書式とはいかなるもので、それをどのように定義して行くか、② 採録作業を実際に遂行するためのプラットフォーム「採録エディタ」の開発、③ 既存の登録済みデータベースの見直し確認・修正更新による品質の向上、である。

現在 JCPRG は NRDF や EXFOR 書式に基づいてデータベース構築のための採録を進めているが、より効率的、且つ効果的に採録を行うために必要な様々な改良案やアイデアが JCPRG の日常的な作業の中で議論されたり検討されたりしている。「次の段階」とは、それらの改良案やアイデアを全面的に実現して行くための局面を想定している。

### 2.4 2015 年度の活動計画

NRDF-WG の 2015 年度活動計画は、前節で述べた課題を中心として下表のように、NRDF データファイルの構築、維持、管理、提供等に互って設定された。

構築	XML を用いた新フォーマットの設計 現行 NRDF 及び EXFOR 書式から新書式への相互変換プログラムの開発 データ入力のためのエディタ開発
維持	データ入力 (Compilation-WG が入力、NRDF-WG が NRDF 形式の内容チェック) 辞書コードの整備 重複論文のチェック
管理	JCPRG データベース管理 Web サイト構築
提供	JCPRG データベースの検索・表示システム開発
報告	センター会議で進捗状況報告
成果発表	JCPRG 年次報告 核データ研究会 国際会議 (ND2016@Belgium)

### 3 2015 年度に検討・遂行された課題

この章では、2015 年度に NRDF-WG で検討・遂行された課題（問題提起、話題提供、試案、提案、検討資料、検討結果、レビュー等）について述べる。

#### 3.1 NRDF マスターファイル修正と更新、および、NRDF 辞書の更新

JCPRG における NRDF 採録では、Web エディタ「HENDEL」の出力を、NRDF 検査・警告プログラム「CHEN」に掛け、その出力結果を NRDF の書式と文法に従って検討し、現行 NRDF マスターファイルに必要な修正を加えることによって新マスターファイルを生成する。その過程で NRDF 辞書の更新にまで立返ることが必要になる場合もある。

2015 年度の NRDF-WG の実質的活動は、「NRDF マスターファイル修正と更新」に多くの時間とエネルギーを割くこととなった。具体的には、マスターファイルの中の NRDF 採録書式「実験情報区」の採録文の修正・更新と、NRDF 辞書の更新に関するものが主なものであった。

##### 3.1.1 今年度 NRDF マスターファイルを更新した論文一覧

今年度、NRDF マスターファイルの更新が終了した採録論文の D 番号は以下の 60 編であった。

D2482、D2481、D2480、D2479、D2478、D2476、D2475、D2474、D2473、  
D2472、D2471、D2468、D2467、D2466、D2465、D2464、D2463、D2462、  
D2461、D2460、D2458、D2457、D2456、D2455、D2454、D2453、D2452、  
D2451、D2450、D2449、D2448、D2447、D2443、D2433、D2431、D2416、  
D2406、D2403、D2399、D2398、D2397、D2396、D2395、D2392、D2385、  
D2363、D2354、D2348、D2342、D2318、D2316、D2315、D2312、D2310、  
D2303、D2300、D2299、D2295、D2294、D2293 (合計 60 編)

(注)

- D2417 - D2429 は JCPRG においても採録対象であるが、ATOMKI (Nuclear Research Institute, Debrecen, Hungary) において EXFOR の採録が行われた。
- D2460 の採録文のうち Neutron Flux の単位と Neutron Energy の範囲について再検討の必要があり、マスターファイルの更新は保留となった。

### 3.1.2 実験情報区

以下の記述の中で、括弧内の D 番号は、当該問題点・議論点が確認され検討に付された論文を示している。

#### ＜＜ 標的 ＞＞

- Enrichment: (D2478, D2465, D2403, D2396, D2295)

$$\text{ENR} = \begin{pmatrix} \text{NAT (文字列)} \\ \text{数値} \end{pmatrix}$$

現在の NRDF 採録書式では ENR の項目値は、「NAT」と「数値」の2つから選択される。即ち、項目名 ENR の値は「NAT」(文字列)と「数値」の両様に対応することになる。このことから、項目名「ENR」の値においては「単位(或は、次元)が一意に定まらない」という NRDF 採録上の問題点が指摘された。

#### ＜＜ 測定器 ＞＞

- Monitor Reactions: (D2473, D2462, D2457, D2450))

MONTR-RCT = / 自由文 /

#### ＜ 議論・提案 ＞

現行の NRDF 採録書式では、「MONTR-RCT」の項目値は「自由文」となっている。Monitor Reaction における標準的な記述法、さらに Monitor Reaction において具体的に「入射エネルギー」や「断面積」をどのように採録するかについての問題点が指摘された。Monitor Reaction の採録例を雛形として提示して置くべきではないかと思われる。

#### ＜＜ 測定粒子 ＞＞

- Spontaneous Fission: (D2406)

Spontaneous Fission を「測定粒子」として、項目名「DET-PARTCL」に対する値として記述するかどうかについて議論がなされた。NRDF 採録原文では、DET-PARTCL = SF と記載されているが、現行 NRDF 辞書にはコード「SF」は登録されていない。SF を「測定粒子」とするかどうかについても NRDF 採録法としては未確定である。

#### ＜＜ 物理量・測定量 ＞＞

- Thick Target Yield: TTY (D2476, D2454, D2453)

TTY (PRD/INC or 1/PARTCL or 1/SR/MEV/PARTCL or 1/SR/PARTCL) については学術雑誌等において、上で例示されるように単位が一意的に定まっていなのが現状のようである。JCPRG として TTY をどのように取り扱うかについて、一定の採録上の方針を明確にして置かなければならない。

● J-PTY (“J parity”) の次元: (D2456、D2399、D2398)

J-PTY の属性を、次元 (NODIM) で特徴付けるか、文字列とするかを明確にして置く必要がある。

● MLTPOL (“Multipole”) の次元: (D2458、D451)

MLTPOL (NODIM) とする。

● “Integral over incident energy of angular distribution”: (D2318)

この物理量は光核反応において一般的である。EXFOR においてはこの物理量は、反応記述子 REACTION の中の物理量欄 (Quantity) に、コード「PAR,INT/DA」として登録されている。

コード候補: DSIGAM/DOMEGA-INT (MB\*MEV/SR)

● ERS-PRJ: (D2316)

“Energy resolution of projectile”

項目名 ERS-PRJ に対する項目値として「%」も認めるべきかどうか。

現行の NRDF 採録法では、項目名 ERS-PRJ は「KEV」と「%」の単位を2択として数値を与えることになっている。しかし、ERS-PRJ の値として、(KEV) と (%) の両様に対応させると、現在の NRDF 検査・警告プログラム「CHEN」は「単位および次元の一意性がない」という内容の警告を出力する。ERS-PRJ の項目値として2通りの単位の選択可能性があるときの NRDF 採録の文法と書式を確定しなければならない。

● “Cross-section integral over incident energy”: (D2315)

EXFOR では、この物理量は反応記述子 REACTION 内の物理量欄に、コード「,INT」として登録されている。

コード候補: SIGMA-INT (MB\*MEV)

(注) 「W 型辞書」には「INT」として “Interaction” の語彙のみが登録されている。複合コードとして「-INT」に “Integral” 或は、“Integrated” を付与するのであれば、「INT」として “Integral or Integrated” の展開形も「W 型辞書」に登録して置かなければならない。

### 3.1.3 辞書

辞書に関しては「V 型辞書」、「F 型辞書」及び「W 型辞書」の更新、或は、更新案の提示がなされた。

以下の記述の中で、括弧内の D 番号は、当該新規コードの追加が必要とされた採録論文を示している。

#### 《V 型辞書》

● クラス 13 「粒子」

< 新規登録 >



19C、20C (D2482)  
28Ne、30Ne (D2456)  
31Ne (D2451)  
20Mg (D2398)  
31Mg、32Mg、33Mg、34Mg、35Mg、36Mg、37Mg、38Mg (D2471)  
24O (D2468)  
Natural Carbon (D2458)

● クラス1「研究機関」

< 新規登録 >

2JPNHOK (D2471)

「北海道大学（大学院理学研究院原子核理論研究室、北海道大学理学部物理学科）」

● クラス7「物理量」

< 新規登録候補 >

・ DSIGAM/DOMEGA-INT (MB\*MEV/SR) (D2318)

“Integral over incident energy of angular distribution”

・ SIGMA-INT (MB\*MEV) (D2315)

“Cross-section integral over incident energy”

≪F 型辞書≫

< 新規登録 >

・ DELTA-THTC = 数値 (DEG 角度)[単位] (D2461)

重心系角度誤差

・ POL

偏極 (Polarization) (D2385)

≪W 型辞書≫

< 新規コード候補 >

INT (D2315)

“Integral” or “Integrated”

### 3.2 若干の修正

以下にそれぞれの D 番号は明示しないが、NRDF 採録文に加えられた修正内容を参考までに列挙して置く。

【原採録文】	【修正後の採録文】
・ ENGY-EMT	ENGY-EMT-LAB
・ ENGY-EMT-1, 2, 3, 4	ENGY-EMT-LAB
・ DELTA-SIGMA	SYS-ERR
・ DELTA-SIGMA, DELTA-TTY	TOT-ERROR

・ PHQ=XSECTN	Comments added
・ Mass Number (A) missing	【例】 A=185

### 3.3 議論すべき点・提案

ここで、今年度作業部会で検討され、今後の NRDF 採録を進めて行くにあたって議論して置くべき課題、及び、提案を纏めておく。

- ① 物理量「Thick Target Yield (TTY)」の採録法  
TTY における時刻 (TIME) と単位 (Unit)・次元 (Dimension) の問題について NRDF としての採録法を提示する必要がある。
- ② SP (Spontaneous Fission) の辞書登録  
現行 NRDF 辞書にはコード SP (Spontaneous Fission) は登録されていない。新規コードとして追加するかどうか、辞書の型とクラスをどうするかについて議論する。
- ③ POL (偏極 “Polarization”) が F 型辞書に登録されていない。  
TTY における時刻 (TIME) と単位 (Unit)・次元 (Dimension) の問題について NRDF としての採録法を提示する必要がある。
- ④ PHQ=XSECTN において注釈を必要とする当該構文を引き続き検討する必要がある。
- ⑤ Neutron Flux の単位の再検討。D2460 論文の NRDF 採録文のうち Neutron Flux の単位 ( $\text{n/cm}^2/\text{u-Coulomb/lethargy}$ ) と Neutron Energy の範囲について再検討する必要がある。

### 3.4 ImPACT 会議報告等

JCPRG は、2014 年度から科学技術振興機構が推進している「革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) [4]」のうち、第3プロジェクト「反応理論とシミュレーション (2)」に合川正幸氏を中心に参加している。中心課題は理研の RI ビームを使用して行われる逆運動学やミューオン吸収などの新しい反応形態に即した採録書式を検討し、核反応データベースの構築に資することである。NRDF 作業部会の活動と密接に関係しているので、必要に応じて ImPACT の進捗状況や現状を把握し、当該部会で検討すべき事項があれば適宜議論している。

今年度は、ImPACT 関連で試作を進めている EXFOR エディタについての議論と、核反応実験のうち、反応の二次粒子を入射粒子とするような反応データをどのように採録するかが話し合われた。

入射粒子（二次粒子）が励起している場合の採録をどうするか。

（※注）現行の NRDF システムは対応していない。

< 試案例 >

EXC-ENGY-INC、或は、「\*-PRJ」のような記述法も考えられる。

### 3.5 XML エディタの開発

XML (Extensible Markup Language) データ形式による NRDF エディタの開発は、JCPRG における次の段階の NRDF システム構想の中核と考えられているアイデアである [5]。昨年度 (2014 年度) の NRDF 作業部会では集中的に次の段階の NRDF システム、特に NRDF データベースの基本概念や基本構想、及び、NRDF 採録のための XML 書式や、新しいエディタについて検討された。しかし、今年度は「原子核反応データベース研究開発センター」において若干の組織上の変更や NRDF 作業部会の構成員の異動などにより、XML エディタの議論・検討にあまり時間を割けなかった。

## 4 おわりに

この小編では、2015 年度における「核反応データベース研究開発センター」に設置されている「NRDF 作業部会」(NRDF-WG) の活動の概要を報告した。本年度の活動計画のうち、データベースの維持 (データ入力 [Compilation-WG が入力、NRDF-WG が NRDF 形式の内容チェック]、辞書コードの整備、重複論文のチェック) と管理 (JCPRG データベース管理) について着実な進捗があった。

作業過程で現在の NRDF 採録に内在する問題点がしばしば議論された。即ち、「NRDF 文法・採録書式」と、「事実上の採録業プラットフォームである HENDEL エディタ」と、「NRDF 採録検査・警告プログラム (CHEN)」、そして、「現行 NRDF 辞書」、この 4 つの単位間の整合性の齟齬がかなり顕在化して来ていることである。整合性の欠如に関する具体的検討事項 (3-1) と、早急に議論すべき課題や提案 (3-3) については第 3 章に纏められている。

前段の問題点を解決するための 1 つのアイデアが「XML を用いた新書式の設計」を核とする「新エディタの開発」と「辞書コードの整備」である。JCPRG では、「XML を用いた新書式」については、2008 年度以降度々検討され、試作も提示されている [3, 5]。今年度は十分にこの課題を展開することは出来なかったが、作業部会での議論を通じて「新書式の設計」がいよいよ喫緊の課題となつて来ているとの認識を新たにした。

## 参考文献

- [1] 合川正幸, 「原子核反応データベース研究開発センターに着任して」, 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, 1 (2012)
- [2] 能登宏, 「NRDF 作業報告」, 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.3, 25 (2014)
- [3] 片山 敏之, 「2014 年度 NRDF 作業部会報告」, 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.4, 22 (2015)
- [4] <http://www8.cao.go.jp/cstp/sentan/about-kakushin.html>
- [5] 松本琢磨、千葉正喜、加藤幾芳, 「NRDF の XML 形式への変換」, 荷電粒子核反応データファイル年次報告 No.23, 2 (2010)  
椿原康介、松本琢磨、合川正幸、加藤幾芳, 「XML ベースの新フォーマットの提案」, 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, 23 (2012)

# Report on the status of IT environment

**SARSEMBAYEVA Aiganym**

**Faculty of Science, Hokkaido University**

**EBATA Shuichiro, KATŌ Kiyoshi, AIKAWA Masayuki**

**Nuclear Reaction Data Centre, Faculty of Science, Hokkaido University**

**IMAI Shotaro**

**Institute for the Advancement of Higher Education, Hokkaido University**

**CHIBA Masaki**

**Sapporo-Gakuin University, Ebetsu**

**OTUKA Naohiko**

**Nuclear Data Section, International Atomic Energy Agency**

## Abstract

A new stand-alone type editor for EXFOR is being developed in Hokkaido University Nuclear Reaction Data Centre (JCPRG). A new EXFOR editor was designed to allow compilers to save the compilation time by using advanced features of the editor. The features included in the latest release are described such as collapsible/expandable items, filterable and dynamic suggestion fields. The implementation of “Import” function is under development. Entry E9808 was taking to test EXFOR output.

## 1 Introduction

The world-wide network of nuclear reaction data centres (NRDC) [1] was established to collect and provide nuclear data to the scientific community. Nuclear reaction data have widely been used in many fields such as design and operation of nuclear power plants, medical isotopes, radiotherapy, etc. as well as fundamental researches. Currently the 13 data centers included in the NRDC collaborate mainly for collection, dissemination, compilation and exchange of experimental data by using the unified EXFOR (Exchange Format) format. The list and scope of 13 data centres from 10 countries and 2 international organizations are shown in Table 1 [2]. The Hokkaido University Nuclear Reaction Data Centre (JCPRG, former Japan Charged-Particle Nuclear Reaction Data Group) became a member of the NRDC Network [3] in the early 80s. In 1969, EXFOR format was designed for the collection, exchange and dissemination of experimental nuclear data [4, 5]. The EXFOR format was further developed to cover charged-particle induced and photo-nuclear reaction data in addition to neutron-induced reaction data. Although the EXFOR format can be used for both compilation and dissemination, some centres may have their own formats for data services. For example, JCPRG (Japan Charged-Particle Nuclear Reaction Data Group) developed NRDF (Nuclear Reaction Data File) format, which is specialized for compilation and dissemination of charged-particle induced reaction data measured in accelerator-based facilities in Japan. In order

to compile experimental nuclear data in EXFOR and NRDF formats, JCPRG developed web-based editor named as HENDEL (Hyper Editor for Nuclear Data Exchange Libraries) [6]. The HENDEL editor has been used as a standard compilation editor system at JCPRG since 2001 [7]. The main advantages of the HENDEL can be listed as: 1, a web-based user interface; 2, easy in use; 3, output in both formats EXFOR and NRDF.

Table 1. Nuclear Reaction Data Centres (NRDC)

Centre	Scope	Country
NNDC	ND, CPND and PhND measured in USA and Canada	USA
NEA DB	ND and CPND measured in NEA DB countries not covered by other centers	France
NDS	ND, CPND and PhND not covered by other centers	Austria
CJD	ND measured in former USSR	Russia
CNDC	ND and CPND measured in China	China
ATOMKI	CPND measured in collaboration with ATOMKI	Hungary
NDPCI	ND, CPND and PhND measured in India	France
JAEA/NDC	Evaluation	Japan
JCPRG	CPND and PhND measured in Japan	Japan
KNDC	ND, CPND and PhND measured in Korea	Republic of Korea
CDFE	PhND (coordinated with other centers)	Russia
CNPD	CPND (coordinated with other centers)	Russia
UkrNDC	ND, CPND and PhND measured in Ukraine	Ukraine

For beginners of EXFOR compilation, the HENDEL system is very useful because it requires very limited knowledge on EXFOR, and it is now also used by new EXFOR compilers in Kazakhstan and Mongolia. During instruction of EXFOR compilation to other centre within the framework of the Asian nuclear database collaboration, we found that the current web-based editor (HENDEL) must be upgraded to accommodate various types of data which are not compiled at JCPRG but compiled by other Asian compilation teams. Therefore we have started development of a new editor specialized for EXFOR outputs. Motivated by the platform independent features of Java, the JCPRG embarked on a project to develop an advanced EXFOR editor for data compilation. The developing editor, called ForEX (For EXFOR) would address the growing needs of traditional EXFOR compilers as well as advanced functionalities [8]. ForEX was designed by the influence of the HENDEL editor. We adopted Java Swing API for building GUI (Graphical User Interface) application. Advanced features implemented in the program can allow compilers to save their time.

## 2 Method

One important aspect of the development process is the building fast, light, and user-friendly editor to compile nuclear reaction data with maximum flexibility. To achieve user-friendliness, we implemented the following functions: 1) collapsible/expandable items, 2) add/remove buttons, 3) a filterable suggestion field, 4) text filtering for a table, and 5) a dynamic suggestion field.

In addition to the new functions, some external tools such as DANLO and CHEX can be executed in ForEX. DANLO is a tool to extract a dictionary of codes in EXFOR and is utilized for ForEX. CHEX is a checking program for the EXFOR format.

Java, as a programming language is platform independent. “Write once, run anywhere” (WORA), is a slogan created by Sun Microsystems to illustrate the cross-platform benefits of the Java lan-

guage. However, testing on each OS may be necessary to assure correct functionality of the program. At present, the test was only performed in Microsoft Windows and Linux, and will be performed in Mac OS in near future.

### 3 Result & Discussion

The main window of ForEX editor is divided into four sections (Fig. 1). The menu bar at the top is used to perform common operations, which includes the ‘File’ and ‘Edit’ menus. Under the menu bar, three very frequently used controls are provided: ‘DANLO’ for extraction of the new dictionaries from the backup dictionary file, ‘CHEX’ for checking of EXFOR entries created by compiler. The main task of the ‘EXFOR’ button is to get EXFOR output format. The left panel is used to display the content menu, which consists input forms for bibliography and information commonly applied to all data sets of the EXFOR entry (Subentry 1). The right section of the window is used to input experimental nuclear data. Initially the ForEX editor adopted the design

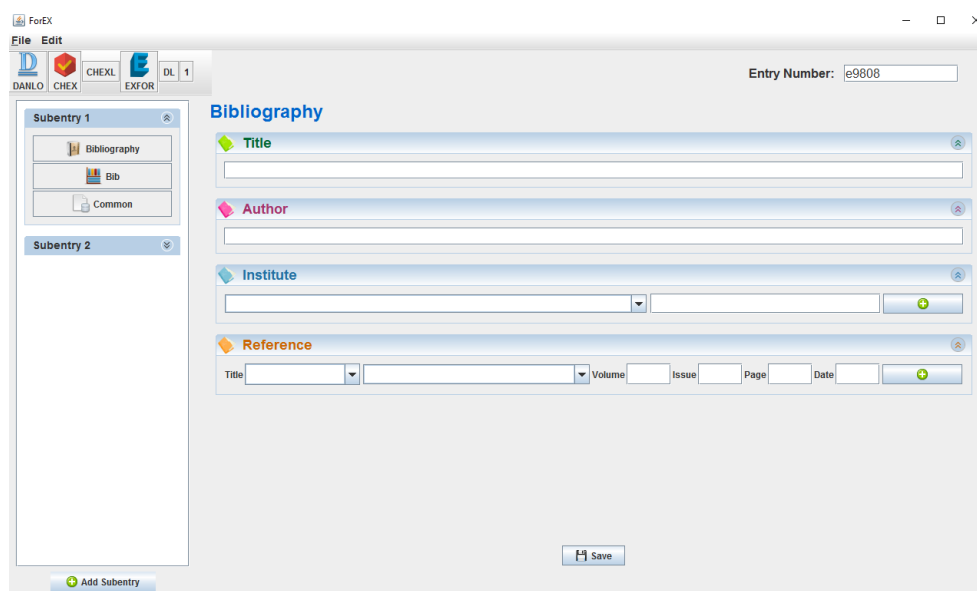


Fig. 1: Main window of the ForEX graphical interface.

of input forms of HENDEL, but then it was modified so that they become more close to the EXFOR structure. Fig. 1 illustrates the layout of the Bibliography, Bib, Common and Data panels.

ForEX is connected with external tools, DANLO and CHEX. When the DANLO button is clicked, the FileChooser dialog box is shown. This allows extraction of a backup dictionary file (DAN\_BACK\_NEW.XXXX) in working directory as shown in Fig. 3.

The following functions were implemented to improve efficiency, functionality and usability.

#### 1) Collapsible/expandable item

ForEX editor intended to make the compilation “user friendly” by simplifying tasks and decisions, and by creating a visual representation of a user interface to which compiler can more easily relate. For instance, the reaction information consists of information of projectile, target, emitted particles and so on. During input of the other data, the reaction information is unnecessary to see. Therefore, the collapsible/expandable function for each item is imple-

**Bibliography**

**Title**

**Author**

**Institute**

**Reference**

Title:  Select from selected list

Volume:  Issue:  Page:  Date:

(a)

**Bib**

**Reaction**

Target	Projectile	1	2	3	4	5	Residual

**Quantity**

Quantity:

**Sample**

Sample Enrichment:

**Facility**

Facility:

**Incident particle source**

Incident particle source:

**Detected particle and radiation and decay data**

Particle	Reactor	Reactor	Half-life	Time	Reaction	Energy	Abund.	Comment

**Detector**

Detector:

**Method**

Method:

**Analysis**

(b)

**Common**

**Incident energy and polarization**

Energy:  Resolution:  Polarization:

**Sample**

Temperature:  Thickness:  Polarization:

**Secondary energy and angle**

Value	Secondary energy	Resolution	$\theta$ (deg)	Secondary angle	Priority

**Excitation level**

Value	Excitation energy	Resolution	Type

**Normalization**

Incident energy	Kinetic energy	$K$ (deg)	Reference value

**Uncertainties of the quantity**

Quantity	Uncertainty	Definition	Correlation
Total			
Total statistical			
Total systematic			
Partial			

(c)

**Data**

**Data table header**

Heading	Unit	Value	Operation	Axis	Comment

**Data table**

66.9	0.2	38.5	2.3		
64.3	0.2	65.1	6.8		
61.7	0.1	120	60		
67.7	0.1	207	10		
66.5	0.1	216	25		
63.0	0.1	264	77		
60.7	0.1	266	46		
58.0	0.1	271	33		
55.3	0.1	100	19		

(d)

Fig. 2: a) Bibliography, b) Bib, c) Common and d) Data panels.

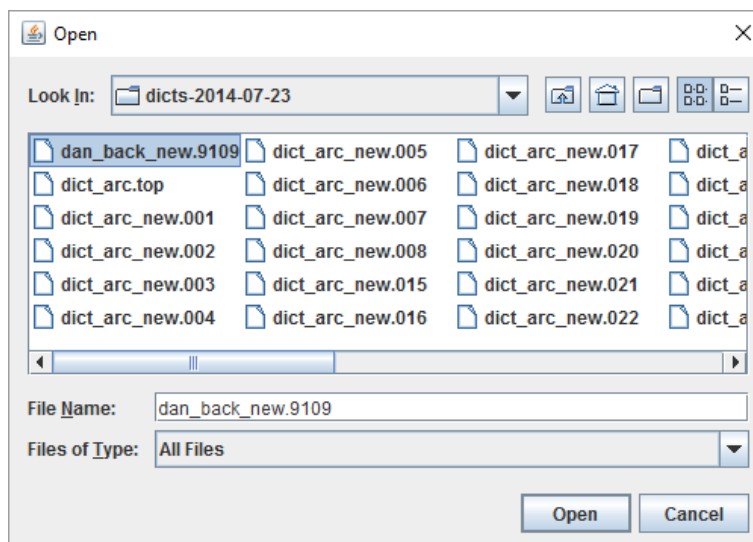


Fig. 3: FileChooser dialog box.

mented. This function makes the screen space more efficient and better visualized as shown in Fig. 4.

Fig. 4: Example of collapsible/expandable items for Bibliography section. The buttons at right sides of items enable us to collapse and expand data input/select areas.

## 2) Add/remove buttons

Add/remove buttons were adopted to Bibliography, Bib, Common and Data sections. The item panels can be added/removed interactively by buttons as shown in Fig. 5. If the “+” button is clicked, additional line is prepared for another data input. On the other hand, the “-” button can be clicked when the line is unnecessary for data input.

Fig. 5: Buttons to add/remove input areas. In the right sides, there are “+” and “-” buttons to add and remove lines for the input data.

## 3) Filterable suggestion field

Since there are several codes for some keywords, compilers often find it very difficult to select the correct code. Therefore, it is better to have a function of automatic completion for compilers. It is implemented by filterable suggestion fields to allow compilers to save time and avoid mistakes. The compiler can type into the suggestion field and input will be automatically completed to the next matching item in the suggestion field. Let us assume that the currently selected item is “CERE Cerenkov detector” but the compiler is looking for “chamber”, after typing away, suggestion field shows the list of related candidates. The example of suggestion field is illustrated in Fig.6.

Fig. 6: The example of suggestion field implemented for Detector field. The codes were suggested interactively by the part of the input keyword.



#### 4) Text filtering for a table

Similar to the concept of filterable suggestion fields, codes can be suggested by a keyword input. In particular, there are several codes related to reactions which is similar; therefore, with text filtering, an appropriate list of reaction codes can be obtained easily as shown in Fig. 7. It shows that, when the kryyword PAR is typed, the similar and related keywords are listed.

Code	Expansion
PAR.DA.*RSD	PARTIAL DIFF. C/S D/DA REL TO 90 DEG.
PAR.DA.*+*	PARTIAL ANGULAR DISTR. OF PARTICLE PAIR
PAR.DA.RSD	PARTIAL ANGULAR DISTRIBUTION OF RESIDUAL NUCL.
PAR.DA.SFC	S-FACTOR FOR PARTIAL. DIFF. CROSS SECTION
PAR.DA/DA	PARTIAL DOUBLE DIFF.CROSS SECTION D2/DA/DA
PAR.DA/DA.*/*	PARTIAL DOUBLE DIFF.CROSS SECT. D2/DA(*)/DA(*)
PAR.DA/DA.*/*,NCP	PARTIAL ANGULAR CORRELATION, NON-COPLANAR
PAR.DA/DA.*/*+*	PARTL.ANG.CORRELATION, RELATIVE ANGLE
PAR.DA/DA.*/*/*	PARTL.ANG.CORRELATION, RELATIVE ANGLE

Search by:  Enter keyword:

Fig. 7: Filterable reaction code.

#### 5) Dynamic suggestion field

The purpose of a dynamic suggestion fields is to make data input easier and more reliable. For example, the compiler chooses an input from one list, which restricts the related contents of another list. The dynamic suggestion field presents two suggestion fields working in conjunction with one another, prompting end users with only relevant data. For example, in the Reference part, there are several classification of codes, such as “Journal”, “Conference”, “Book”, “Experimental data library” and “Progress Report”. The example of dynamic suggestion field is shown in Fig. 8.

Fig. 8: The example of dynamic suggestion fields.

#### 6) EXFOR output

The EXFOR format is designed for the exchange of data within the NRDC. EXFOR Exchange files consist of 80 character ASCII records [9]. The columns 1-11 consist of information-identifier keyword field, columns 12-66 consist of information field, which may contain coded information or free text. Columns 67-79 used to identify a record within the entry file. The BIB section contains the bibliographic information (e.g., title, authors, reference), detailed information (e.g., reaction, decay-data, facility, detector, method) associated with the data presented. It is identified on an exchange file as that information between the system identifiers BIB and ENDBIB. The format of the Common Data (COMMON) and Data (DATA)

sections are equivalent; however, the context is different. Each section is a table of data with its associated data headings and units. The DATA section is identified as that information between the system identifiers DATA and ENDDATA. The common data consists of fields containing constant parameters and there is only one data line in the Common Data section. The COMMON section is identified as that information between the system identifiers COMMON and ENDCOMMON. The entry #E9808 was taken as a test entry to compare the contents of EXFOR file. The identical EXFOR output is shown in Fig. 9. But there are some issues that must be solved. That is related to exchange data between BIB and COMMON sections. Next issue corresponds to the multiplication of column data to the given value.

## 4 Summary

A new EXFOR editor system, ForEX, is being developed as a standalone application, which provides an environment for compilation of numerical data with its bibliographic and experimental information in the EXFOR format. The initial design was taken from its predecessor (HENDEL editor). The Swing component library was used to implement the GUI. Currently various novel functionalities which improves efficiency of compilation were implemented in the program; 1) Collapsible/expandable item, 2) Add/remove buttons, 3) Filterable suggestion field, 4) Text filtering for a table, and 5) Dynamic suggestion field. Execution of the program was fixed in Windows and Linux operating systems. Testing on the Mac OS is in progress. Output to EXFOR format is being completed. Development of “Import” function is under construction, which allows to load existing EXFOR entries to further edit is under construction.

## References

- [1] Otuka N. Report INDC(NDS)-0401 Rev.6, International Atomic Energy Agency (2014).
- [2] Otuka N, et al. J. Korean Phys. Soc., Vol. 59, No. 2, pp. 1292-1297, 2011.
- [3] Nuclear Reaction Data Centre. Available from: <http://www.jcprg.org/>.
- [4] Lorenz A. Report of the Fifth Four-Centre Meeting. NDS IAEA (VIENNA); 1969 Dec. 29 p. Report No.: INDC(NDU)-16/N.
- [5] Otuka N, Dupont E, Semkova V, et al., Towards a More Complete and Accurate Experimental Nuclear Reaction Data Library (EXFOR): International Collaboration Between Nuclear Reaction Data Centres (NRDC). Nucl. Data Sheets. 2014 Jun; 120: 272-76.
- [6] Web-based Editor for Nuclear Data. Available from: <http://www.jcprg.org/hendel/>
- [7] Otuka N, Noto H, Ohnishi A, Kato K. Development of Web Editor for Charged-Particle Nuclear Reaction Data. NDS IAEA (VIENNA); 2002 Aug. 162 p. Report No.: INDC(NDS)-0434.
- [8] Sarsembayeva A, Imai S, Ebata S, Chiba M, Katō K, Otuka N, Aikawa M. Upgrade of Japanese editor for EXFOR compilation. Proceedings of the Sixth Workshop on Asian Nuclear Reaction Database Development. Hokkaido University, Sapporo, Japan, 15-17 September 2015. P.39.
- [9] Otsuka N. EXFOR Formats Manual. NDS IAEA (VIENNA); 2011 Jan. INDC-NDS-207.

TRANS	E000	20160320	E0000	0	0	
ENTRY	E9808	20160320	E9808	0	1	
SUBENT	E9808001	20160320	E9808	1	1	
BIB	9	12	E9808	1	2	
TITLE	Excitation functions of the $^{197}\text{Au}(a,2p)^{199}\text{Au}$ and $^{197}\text{Au}(a,2n)^{199}\text{Tl}$ reactions		E9808	1	3	
			E9808	1	4	
AUTHOR	(O.Hashimoto, H.Hamagaki, H.Yonehara, Y.Shida)		E9808	1	5	
INSTITUTE	(2JPNIOK) Institute for Nuclear Study		E9808	1	6	
REFERENCE	(J,NP/A,413,(3),434,198402)		E9808	1	7	
MONITOR	(79-AU-197(A,X)79-AU-196,,SIG)		E9808	1	8	
FACILITY	(CCW,2JPNIOK) Institute for Nuclear Study		E9808	1	9	
	(ISOCY,2JPNOSA) Research Center for Nuclear Physics		E9808	1	10	
DETECTOR	Low Energy Photon Spectrometers (LEPS)		E9808	1	11	
METHOD	(ACTIV) Stacked with $^{11}\text{Li}$ foils		E9808	1	12	
	(GSPEC) Traced over 4 half-life period		E9808	1	13	
HISTORY	(20070825T) On. Converted from NRDF D0808		E9808	1	14	
ENDBIB	12	0	E9808	1	15	
COMMON	2	3	E9808	1	16	
ERR-T	ERR-1		E9808	1	17	
PER-CENT	PER-CENT		E9808	1	18	
10.	20.		E9808	1	19	
ENDCOMMON	3	0	E9808	1	20	
ENDSUBENT	19	0	E9808	199999		
SUBENT	E9808002	20160320	E9808	2	1	
BIB	2	2	E9808	2	2	
REACTION	(79-AU-197(A,2P)79-AU-199,,SIG)		E9808	2	3	
DECAY-DATA	(79-AU-199,3.14D,DG,158.4,1.123)		E9808	2	4	
ENDBIB	2	0	E9808	2	5	
NOCOMMON	0	0	E9808	2	6	
DATA	3	7	E9808	2	7	
EN	DATA	DATA-ERR	E9808	2	8	
MEV	MB	MB	E9808	2	9	
	42.	0.08	0.02	E9808	2	10
	53.	0.19	0.05	E9808	2	11
	56.	0.16	0.04	E9808	2	12
	62.	0.24	0.06	E9808	2	13
	75.	0.24	0.06	E9808	2	14
	91.	0.26	0.06	E9808	2	15
	106.	0.27	0.06	E9808	2	16
ENDDATA	9	0	E9808	2	17	
ENDSUBENT	16	0	E9808	299999		
SUBENT	E9808003	20160320	E9808	3	1	
BIB	2	2	E9808	3	2	
REACTION	(79-AU-197(A,2N)81-TL-199,,SIG)		E9808	3	3	
DECAY-DATA	(81-TL-199,7.42HR,DG,247.3)		E9808	3	4	
ENDBIB	2	0	E9808	3	5	
NOCOMMON	0	0	E9808	3	6	
DATA	3	5	E9808	3	7	
EN	DATA	DATA-ERR	E9808	3	8	
MEV	MB	MB	E9808	3	9	
	54.	51.0	8.7	E9808	3	10
	72.	15.0	3.2	E9808	3	11
	88.	8.0	1.7	E9808	3	12
	102.	2.9	0.8	E9808	3	13
	116.	2.3	0.8	E9808	3	14
ENDDATA	7	0	E9808	3	15	
ENDSUBENT	14	0	E9808	399999		
ENDENTRY	3	0	E98089999999999			
ENDTRANS	1	0	2999999999999999			

Fig. 9: EXFOR output of entry E9808.

日本学術振興会二国間交流事業共同研究  
「放射線治療及び核医学検査で重要な核データの測定及び評価  
研究」

JSPS Bilateral Joint Research Project  
“Measurement and Evaluation of Important Nuclear Data for  
Diagnosis and Therapy Treatments”

北海道大学大学院理学院  
合川 正幸、齋藤 萌美

AIKAWA Masayuki, SAITO Moemi  
Graduate School of Science, Hokkaido University

Abstract

We report on the second and final year's activity of a JSPS Bilateral Joint Research Project, “Measurement and Evaluation of Important Nuclear Data for Diagnosis and Therapy Treatments”. The project is a collaborative research with the Institute of Nuclear Research (ATOMKI) of the Hungarian Academy of Sciences. Under the project, we performed several experiments to obtain cross section data for medical radioisotopes at ATOMKI and also RIKEN. One of the experiments was devoted to obtain the excitation function of the  $^{nat}\text{Pd}(\alpha, x)^{103}\text{Ag}$  reaction for the production of a medical RI  $^{103}\text{Ag}$ . The result is in agreement with previous data and theoretical calculation.

## 1 はじめに

放射線治療や核医学検査などの医療分野では、放射性同位元素生成や放射線照射時に起こる原子核反応に関する各種情報（核データ）は重要な役割を果たしている。しかし、測定されていないデータが多く存在し、また、過去に測定され、現在利用されている核データについても、より誤差の小さい、信頼性の高いデータが必要となっている。

そこで、ハンガリー原子核研究所（ATOMKI）の研究者とともに、共同研究「放射線治療及び核医学検査で重要な核データの測定及び評価研究」（2014～2015 年度）を実施した。この共同プロジェクトで、欠落あるいは更新が必要な医療関連の核データを取得・評価し、医療分野へ貢献することが目的である。

ここでは、2015 年度の活動内容について報告する。

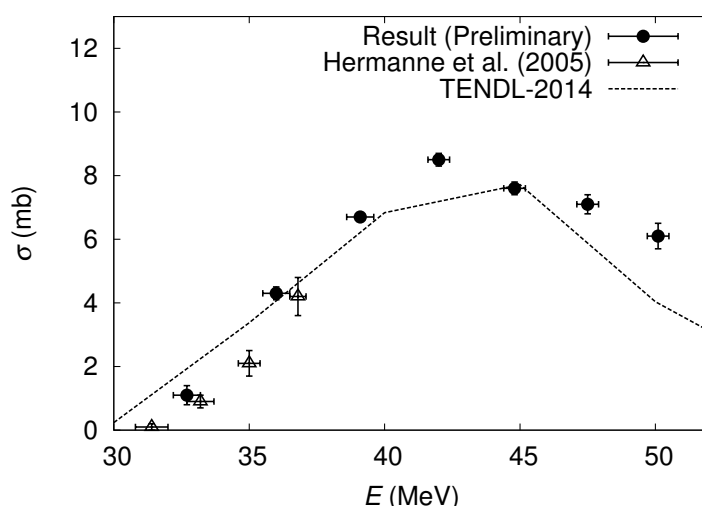


図 1:  ${}^{\text{nat}}\text{Pd}(\alpha, x){}^{103}\text{Ag}$  反応断面積。実験データは文献 [6] から引用。

## 2 活動概要

2015 年度は、前年度実施した  ${}^{100}\text{Mo}(\text{p}, 2\text{n}){}^{99\text{m}}\text{Tc}$  反応実験についてさらに解析を進め、結果を論文として発表した [1]。また、9 月にインドで開催された国際ワークショップで本事業に関する発表を行った [2]。さらに、10 月に羽場氏、小森氏（理化学研究所）とともに ATOMKI を訪問し、陽子及び重陽子入射核反応実験を行った。その後、11 月に Takács 氏、Ditroi 氏、Szücs 氏（ATOMKI）を訪問し、理化学研究所で  $\alpha$  粒子入射核反応実験を行った [3, 4, 5]。2 月には、Takács 氏を客員教授として北海道大学に招へいした。セミナーを開催することで大学院生の教育にあたりとともに、上記の実験解析を実施した。さらに、理化学研究所で重陽子入射核反応実験を行った。

本事業で実施した上記の実験のうち、理化学研究所での  ${}^{\text{nat}}\text{Pd}$  を標的とした  $\alpha$  粒子入射核反応実験については、JCPRG グループの主導で実施した。理化学研究所のサイクロトロンで加速した 50 MeV の  $\alpha$  粒子を用い、天然存在比を持つ Pd 箔と、モニターとする Ti 箔を重ねた標的に照射した。この積層金属箔を通る荷電粒子は、電子との相互作用等により、個々の金属箔中でエネルギーが下がる。この効果を利用し、金属箔ごとに異なるエネルギーでの断面積を求めることができる。

約 2 時間の照射後、生成された放射性同位体が崩壊する際に放出する  $\gamma$  線をゲルマニウム検出器で測定した。今回特に着目したのは、医療用同位体である  ${}^{103}\text{Pd}$  ( $T_{1/2} = 16.991$  d) の親核  ${}^{103}\text{Ag}$  ( $T_{1/2} = 65.7$  m) の生成断面積である。 ${}^{103}\text{Pd}$  は小線源治療で利用されており、その効率的な生成過程を調べることは重要である。特に、一度  ${}^{103}\text{Ag}$  を生成・分離し、適切な時間経過後娘核である Pd を分離することで、高濃度の  ${}^{103}\text{Pd}$  抽出が期待できる。

得られた断面積は、過去の実験データ [6] 及び TENDL [7] による理論計算結果とともに、図 1 に示す。今回得られた結果は、過去の実験データ [6] と誤差の範囲で一致している。また、多少のずれはあるものの、理論計算 [7] と傾向が一致しており、約 42 MeV 付近でピークを示すことが分かった。

### 3 まとめ

このように、日本学術振興会二国間交流事業「放射線治療及び核医学検査で重要な核データの測定及び評価研究」のもと、ハンガリーの研究者と共同で医療用放射性同位元素の生成断面積測定を実施した。ATOMKI 及び理化学研究所での実験は順調に進み、論文を発表するとともに、残りの実験結果についても解析中である。

### 謝辞

本研究は、独立行政法人日本学術振興会とハンガリー科学アカデミーとの二国間交流事業共同研究による補助を受けています。ここに感謝いたします。

### 参考文献

- [1] S. Takács, F. Ditrói, M. Aikawa, H. Haba, N. Otsuka, “Benchmark experiment for the cross section of the  $^{100}\text{Mo}(p,2n)^{99m}\text{Tc}$  and  $^{100}\text{Mo}(p,pn)^{99}\text{Mo}$  reactions”, Nucl. Instrum. Methods in Phys. Res. B **375** (2016) 60
- [2] M. Aikawa, S. Ebata, N. Furutachi, D. Ichinkhorloo, S. Imai, K. Katō, A. Sarsembayeva, B. Zhou, N. Otuka, “Compilation status and research topics in Hokkaido University Nuclear Reaction Data Centre”, Proceedings of the Fifth AASPP Workshop on Asian Nuclear Reaction Database Development, (2015) 13
- [3] F. Ditrói, S. Takács, H. Haba, Y. Komori, M. Aikawa, Z. Szücs, M. Saito, “Alpha particle induced cross section measurements on natural and enriched Cd at 50 MeV”, RIKEN Accel. Prog. Rep. **49**, (2016) in press
- [4] S. Takács, F. Ditrói, Z. Szücs, H. Haba, Y. Komori, M. Aikawa, M. Saito, “Cross checking of monitor reactions at RIKEN AVF cyclotron using 50 MeV alpha particle beams”, RIKEN Accel. Prog. Rep. **49**, (2016) in press
- [5] M. Aikawa, M. Saito, H. Haba, Y. Komori, S. Takács, F. Ditrói, Z. Szücs, “Excitation function of  $\alpha$ -induced reaction on  $^{\text{nat}}\text{Pd}$  for  $^{103}\text{Ag}$  production”, RIKEN Accel. Prog. Rep. **49**, (2016) in press
- [6] A. Hermanne, F. Tárkányi, S. Takács, Yu. N. Shubin, “Experimental determination of cross section of alpha-induced reactions on  $^{\text{nat}}\text{Pd}$ ”, Nucl. Instr. Meth. B **229** (2005) 321
- [7] A. J. Koning et al., “TENDL-2014: TALYS-based evaluated nuclear data library”, <http://www.talys.eu/tendl-2014/>

# 革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) 「核変換による高レベル放射性廃棄物の大幅な低減・資源化」の活動報告

## Report on the Impulsing Paradigm Change through Disruptive Technologies Program (ImPACT) “Reduction and Resource Recycling of High-level Radioactive Wastes through Nuclear Transmutation”

北海道大学大学院理学研究院  
江幡 修一郎、合川 正幸、今井 匠太郎

EBATA Shuichiro, AIKAWA Masayuki, IMAI Shotaro  
Faculty of Science, Hokkaido University

### Abstract

The Impulsing Paradigm Change through Disruptive Technologies Program (ImPACT) “Reduction and Resource Recycling of High-level Radioactive Wastes through Nuclear Transmutation” was launched in 2014. This ImPACT project is organized by Cabinet Office, Government of Japan, and composes five teams in which JCPRG participates. This report summarizes the JCPRG contributions to the program; the nuclear data compilations, the collaborations for theoretical researches and the development of the novel measurement technique.

## 1 はじめに

革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) は、内閣府が推進する科学技術政策の一つで挑戦的な研究開発を推進する事を目的に創設されたプログラムである [1]。ImPACT には様々な分野に関する研究開発が組み込まれており、そのうちの一つに研究開発プログラム「核変換による高レベル放射性廃棄物の大幅な低減・資源化」がある [2]。このプログラムは5つのチーム (PJ1-PJ5) によって推進されており、JCPRG は核反応理論モデル、シミュレーションを担当するチーム (PJ3) に参加している。

プログラム「核変換による高レベル放射性廃棄物の大幅な低減・資源化」の目的は、原子力発電所の使用済み燃料を再処理した際に発生する、超長寿命かつ高レベル放射性廃棄物を低減もしくは資源化する方法を確立する事にある。このような目的の大規模プロジェクトはこれまでもにもあったが、既存核データ (主に中性子) を利用する範囲での研究開発に留まっていた [3]。本プログラムの最大の特徴は長寿命核分裂生成物 (LLFP) の核反応経路を明らかにし、その経路を踏まえて合理的な核変換法を模索する事である。そのため、原子核物理の研究者が数多く参与している。

我々JCPRG は「核反応データのコンパイル」を主たる任務として担当しており、実験担当チーム (PJ2) がRIKEN で測定したデータをいち早くコンパイルし、他の研究者が使えるようにする事が使命である。また、PJ3 内の他の理論研究者と共同研究を行い、さらに必要となるデータを測定する新しい方法等を提案している。本稿では、こうした ImPACT における活動状況について報告する。

## 2 ImPACT に関する活動内容

本プログラムで対象にしている LLFP は  $^{79}\text{Se}$ ,  $^{93}\text{Zr}$ ,  $^{107}\text{Pd}$ ,  $^{135}\text{Cs}$  の四核種であり、考える反応は中性子だけでなく、ガンマ線、荷電粒子、ミュー粒子反応も対象にしている。対象四核種はすべて 10 万年以上の半減期を持っている。

### 2.1 データコンパイル

JCPRG はこれまで日本で測定された荷電粒子反応データを採録し、国際機関と連携しながら書式 NRDF と EXFOR でデータベース化を進めてきた。2015 年度に採録したデータは直接 ImPACT プログラムの中で計画されたものではないが、RIKEN で測定された対象四核種以外の核分裂生成核種である  $^{90}\text{Sr}$  と  $^{137}\text{Cs}$  と陽子、重陽子反応断面積を採録した [4]。今後も新しいデータの測定と同時に、採録を進める。

対象四核種の反応データの多くは従来の書式で採録する事が可能であるが、反応経路の制限がない為、どのような反応が現れるか不定である。一例としてミュー粒子反応の実験が挙げられる。EXFOR のデータベースではミュー粒子反応は想定されておらず、採録できない。そこで我々は、通常の反応データには従来通りの書式を採用し採録を進める一方で、より拡張性の高い新書式の開発を進める事にした。加えて、過去に測定されたデータの調査とその結果をまとめた Web サイトを作成した [5]。

新しい書式はミュー粒子反応における物理量も統一的に採録可能なものにする計画である。本プログラムではミュー粒子を吸収させた核からの中性子剥離数の分岐比が採録対象になる。この物理量に直接該当する項目は現行の EXFOR には存在しないが、代替案として Delayed-Neutron emission probability もしくは Primary Fission-Fragment Yield を指定することで採録する事を検討している。Delayed-Neutron emission probability は一回の  $\beta$  崩壊に伴う中性子の収量で定義されている確率である。EXFOR では  $(A(0,B)-A',,PN)$  の様に表現される。Primary Fission-Fragment Yield は中性子を出す前の一回の核分裂で生じる分裂片の質量分布を表わす。EXFOR では  $(\dots(N,F)ELEM/MASS,PRE,FY)$  の様に表現される。これ等の形式を踏まえてミュー粒子吸収反応の新しい形式を検討している。

ガンマ線吸収反応 (光核反応) も本プログラムの対象としている反応であるが、この反応において、PJ3 メンバーの利用者から書式に対して疑問点が挙がった。光核反応における実光子と仮想光子の区別についてである。光核反応実験では直接ガンマ線を用いる方法と、 $^{208}\text{Pb}$  などの重い核種を標的にし仮想光子を用いる方法とがある。現行の EXFOR では両者を区別せずにどちらもガンマ線として採録されている。この採録についてはもう一つ注意する点があり、それは反応が逆運動学に基づいている点である。反応式は標的粒子 ( $T$ )、入射粒子 ( $P$ )、放出粒子 ( $E$ )、残留粒子 ( $R$ ) で書くと通常  $T(P,E)R$  と書かれる。逆運動を用いた系では  $P(T,E)R$  となる。反応式は異なる様に見えるが、もちろん核反応は物理的に同じものである。さて仮想光子利用の実験では、ガンマ線が“標的”であり、反応させる核が“入射”物 (今  $^{93}\text{Zr}$  とする) である。この反応式を直接書けば  $\gamma(^{93}\text{Zr}, X_E)X_R$  となる。ところが EXFOR では軽い核種を入射粒子とする仕様の為、 $^{93}\text{Zr}(\gamma, X_E)X_R$  と記述される。問題点はこの最終的な書式から、実際に行われた実験は、仮想光子源として  $^{208}\text{Pb}$  が標的粒子として用いられている事が分からない事にある。新しい書式ではこの点を記述できる方法を検討する。

現在理研で行われている実験に加えて、過去にのデータ、論文を調べて対象四核種と  $\gamma, n, p, d, \alpha, ^{12}\text{C}$  の反応データを収集した。核反応データは EXFOR, NRDF の範囲で、文献はアメリカ National Nuclear Data Centre の NSR を利用して調べ、JCPRG サーバーで公開している [5]。また実験デー



タだけでなく、 $(\gamma, n)$  反応については筆者が理論計算した結果も載せてある。今後新しいデータが公開され次第、順次更新していく予定である。

## 2.2 理論研究者との共同研究

PJ3 には JCPRG のほかに、核反応シミュレーションには高度情報科学技術研究機構 (RIST) の仁井田氏のグループ、核反応理論には大阪大学の緒方氏のグループ、核構造理論には筑波大学の中務氏のグループ、核反応評価データベースには日本原子力研究機構の岩本氏のグループが参画している。

核反応データは最重要なデータであるが、本プログラムの対象は kg, m スケールの物質であるため、微視的なデータだけでは目的を達成できない。対象の核廃棄物の形状、物質状態なども考慮して反応経路を検討しなければならない。その為、本プログラムの実験で得られた基礎データを核反応シミュレーションコード (PHITS) に入力する事は非常に重要である。JCPRG はこの部分で入力データへの変換に関して共同研究を行っている。筆者はこれまでに平均場模型を用いた原子核構造の研究を続けてきた [6] ので、核反応理論へ対象四核種の核子密度分布を提供し、核構造理論のグループと共同研究を実施している [7]。

## 2.3 新しいデータの測定方法

昨年度、我々は標的の物性を含んだ物理量 (厚標的生成反応率: TTY) に注目し、TTY を逆運動系の反応率から変換する方法を提案した [8]。本年度は広いエネルギー範囲のデータを一度に取得する方法を提案した (現在 Nucl. Inst. Method B へ投稿中)。我々はこの方法を厚標的トランスミッション法 (Thick-Target transmission method: T3 method) と呼んでいる。

T3 法は名前にある様に通常のトランスミッション法に厚い標的を導入し拡張したものである。通常のトランスミッション法では薄い標的を用意し、入射粒子数と標的を通過した粒子数から反応断面積を導出する。この時の入射エネルギー ( $E$ ) が測定する断面積のエネルギーに対応する。従って、エネルギーに関する断面積の関数  $\sigma(E)$  を取得する為には、各エネルギー毎に入射エネルギーを変えて測定を行う必要がある。物質を対象にした系を考えた場合に必要となる TTY はこの  $\sigma(E)$  が必要になる。測定の回数を大きく減らす為の方法として、T3 法を考えた。基本コンセプトは入射エネルギーの調整を加速器で行うのではなく、標的の厚さで変化させて行うのである。入射ビーム調整よりも標的厚を変化させる方が明らかに労力が少ない。まだ実際の実験は行われていないが、PJ3 で利用されているモンテカルロシミュレータ PHITS[9] を用いて検証した (図 1)。図 1 は  $^{12}\text{C}+^{27}\text{Al}$  の反応断面積のエネルギー関数では中空の丸のシンボルは統計数  $10^5$  の T3 による結果を、塗りつぶされた丸は統計数  $10^6$  の結果を破線は PHITS 内で用意されている断面積である。破線からのズレが大きいほど誤差が大きい事を示している。低エネルギーでは  $10^6$  が破線に近くなっている事がわかる。また三角のシンボルは武智氏等による実験値 [10] であり、T3 が有効である事がわかる。低エネルギーでは統計誤差が大きい、40MeV/u より高いエネルギーでは非常によく再現している。

我々は逆運動系からの TTY 変換方法とこの T3 法を効果的に利用すれば、対象四核種の相互作用断面積、核変換反応断面積に一致する  $\sigma(E)$  と対応する TTY を得る事ができると考えている。

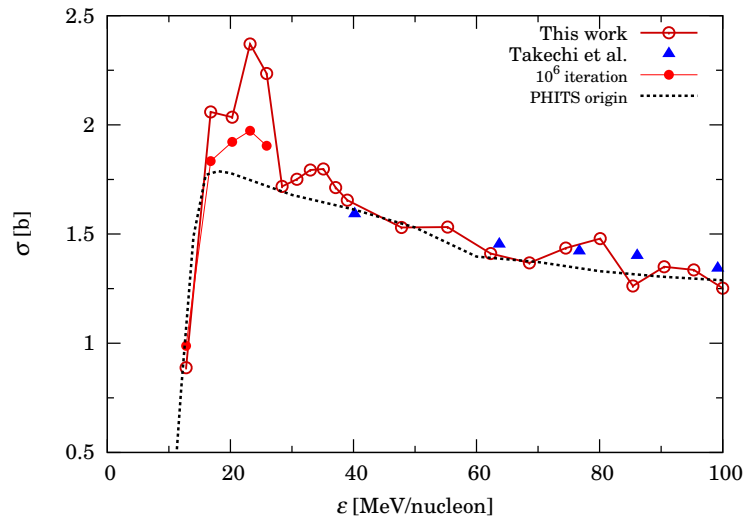


図 1:  $^{12}\text{C}+^{27}\text{Al}$  の反応断面積のエネルギー依存性。

### 3 まとめ

JCPRG は「核反応データのコンパイル」の役割を担当して、ImPACT プログラム「核変換による高レベル放射性廃棄物の大幅な低減・資源化」に参画している。新しい核データの採録だけでなく、他の理論グループメンバーとの共同研究を通して貢献している。2015 年度は対象四核種 ( $^{79}\text{Se}$ ,  $^{93}\text{Zr}$ ,  $^{107}\text{Pd}$ ,  $^{135}\text{Cs}$ ) に関するデータではなかったが、理研で測られた  $^{90}\text{Sr}$  と  $^{137}\text{Cs}$  の生成断面積を採録した。間近には  $^{93}\text{Zr}$  と  $^{107}\text{Pd}$  の光核反応断面積が公開されるので順次採録を進める。共同研究では大阪大学への核密度分布の提供、筑波大学とは核構造についての研究、RIST とは PHITS への入力書式開発で貢献している。我々独自の研究では、厚標的に注目し、逆運動系で測定された TTY の変換と厚標的を利用したトランスミッション法による相互作用断面積のエネルギー依存性の取得を進めている。今後も精力的に進めていきたい。

### 謝辞

本研究は、総合科学技術・イノベーション会議により制度設計された革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) により、科学技術振興機構を通して委託されたものです。

### 参考文献

- [1] 革新的研究開発推進プログラム ImPACT: <http://www.jst.go.jp/impact>
- [2] 「核変換による高レベル放射性廃棄物の大幅な低減・資源化」:  
<http://www.jst.go.jp/impact/program/08.html>
- [3] 梅澤弘一, 「「OMEGA 計画」の概要 新たな可能性を目指す群分離・消滅処理の研究開発」, 日本原子力学会誌 **31** 1317 (1989), 向山武彦, 平川直弘, 高橋博, 滝塚貴和, 木村逸郎, 小川徹,

- 小寺正俊、安俊弘、若林利男、原田秀郎、井上正、高木直行, 「高レベル廃棄物の消滅処理研究開発」, 日本原子力学会誌 **37** 159 - 193 (1995).
- [4] H. Wang, et. al., Phys. Lett. B**754** 104 (2016).
- [5] Reaction Data for Long Live Fission Products: [http://www.jcprg.org/impact/index\\_0j.html](http://www.jcprg.org/impact/index_0j.html)
- [6] S. Ebata, T. Nakatsukasa and T. Inakura, Phys. Rev. C**90** 024303 (2014).
- [7] 江幡修一郎、中務孝, 「偶々核基底状態変形の三次元 HF+BCS による系統的計算」, 日本物理学会 第 71 回年次大会, 21aAC-11.
- [8] M.Aikawa, S.Ebata, S.Imai, Nucl. Instr. Meth. B**353** 1 (2015), 今井匠太朗、江幡修一郎、合川正幸, 「逆運動学を用いた放射性厚標的の反応収率評価法」, 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.4, 41 (2014).
- [9] T. Sato, et. al., J. Nucl. Sci. Technol. **50**:9, 913-923 (2013).
- [10] M. Takechi, et. al., Phys. Rev. C**79**, 061601(R) (2009).

# 厚い標的での透過法を用いた相互作用断面積励起関数測定

## Excitation functions of interaction cross sections derived from thick-target transmission method

北海道大学大学院理学研究院  
合川 正幸、江幡 修一郎  
北海道大学高等教育推進機構  
今井 匠太郎

AIKAWA Masayuki, EBATA Shuichiro  
Faculty of Science, Hokkaido University  
IMAI Shotaro  
Institute for the Advancement of Higher Education, Hokkaido University

### Abstract

We propose a method, called as thick-target transmission (T3) method, to obtain the excitation function of interaction cross sections. In an ordinal experiment to measure the excitation function of interaction cross sections by the transmission method, we need to change the beam energy for each cross section. In the T3 method, the excitation function is derived from the beam attenuations measured at the targets of different thicknesses without changing the beam energy. Its availability is discussed in this article.

## 1 はじめに

相互作用断面積は、半径など、原子核ごとの特徴を反映する物理量を決定する際に重要な役割を果たしている [1]。しかし、入射ビームのエネルギー調整等、実験的困難さにより、特に放射性核種については測定値が非常に少ない [2]。放射性核種の相互作用断面積の系統的な測定は、原子核物理学において非常に重要であり、同分野のさらなる発展につながることが期待できる。

我々はこれまで、厚い標的核における核反応生成量について、逆運動学を用いて導出する手法を開発した [3]。さらに、相互作用断面積の励起関数を導出する新たな手法の研究を進めている。具体的には、透過法を拡張し、標的の厚さを変えつつ入射ビームの減衰量を繰り返し測定するという手法 (Thick-target transmission method (T3 法)) を提案している [4, 5]。この手法を、Al 標的に対する  $^{12}\text{C}$  入射核反応についてモンテカルロシミュレーションコード PHITS [7] を用いたシミュレーション計算で検証する。

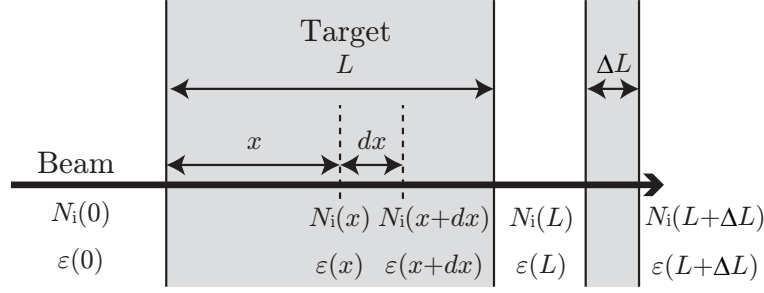


図 1: 標的中の位置  $x$  における入射粒子数  $N_i(x)$  と核子当りのエネルギー  $\varepsilon(x)$ 。

## 2 方法

複数の異なる入射エネルギーで相互作用断面積を測定するために提案した T3 法は、透過法を拡張し、標的の厚さを変えつつ入射ビームの減衰量を繰り返し測定するというものである。T3 法では、入射粒子数  $N_i(0)$  が厚さ  $L$  の標的を通して減衰した粒子数  $N_i(L)$  の測定が重要となる（図 1）。図 1 で示すように、標的中の位置  $x$  で、核反応や電磁相互作用により、入射粒子数  $N_i(x)$  と核子当りのエネルギー  $\varepsilon(x)$  は減衰する。この標的を透過した粒子（粒子数  $N_i(L)$ ）を次の標的（厚さ  $\Delta L$ ）の入射粒子と考え、厚さ  $L + \Delta L$  の標的を通して減衰した粒子数  $N_i(L + \Delta L)$  を測定する。標的の数密度  $n_T$  や厚さが既知だとすると、次の式により相互作用断面積  $\sigma_I$  が求まる。

$$\sigma_I = \frac{-1}{n_T \Delta L} \ln \left( \frac{N_i(L + \Delta L)}{N_i(L)} \frac{N_i'(0)}{N_i'(L)} \right) \quad (1)$$

さらに、エネルギーについては、厚さ  $L$  の標的通過時点で測定するか、あるいは阻止能計算コード SRIM [6] を用いて次のように計算できる。

$$\begin{aligned} \varepsilon(x) &= \varepsilon(0) + \int_0^x \frac{d\varepsilon}{dx'} dx' \\ &= \varepsilon(0) - \frac{\rho}{A_P} \int_0^x S(x') dx' \end{aligned} \quad (2)$$

ここで、 $\rho$  は標的の密度、 $A_P$  は入射粒子の核子数、 $S(x)$  は阻止能である。

これらの式により、標的の厚さを変えつつ繰り返し測定することで、標的の厚さごと、つまり異なるエネルギーごとに相互作用断面積  $\sigma_I$  を得ることが可能となる。

## 3 結果

Al 標的に対する  $^{12}\text{C}$  入射のシミュレーション計算では、1 秒間当たり 1,000 個の入射粒子を 100 秒間照射する実験を模擬した。その結果、実験値のあるエネルギー領域では実験値 [8] を再現することがわかった（図 2）。さらに、実験値のないエネルギー領域での値も得ることができることを示した。今回のシミュレーションで設定したビーム強度や照射時間は、放射性核種など二次粒子ビームを用いた実験にも適応可能である。但し、入射粒子数が少ない場合は特に統計誤差が大きくなるため、標的の厚さや入射粒子数などを最適化するための条件等を今後検討する必要がある。

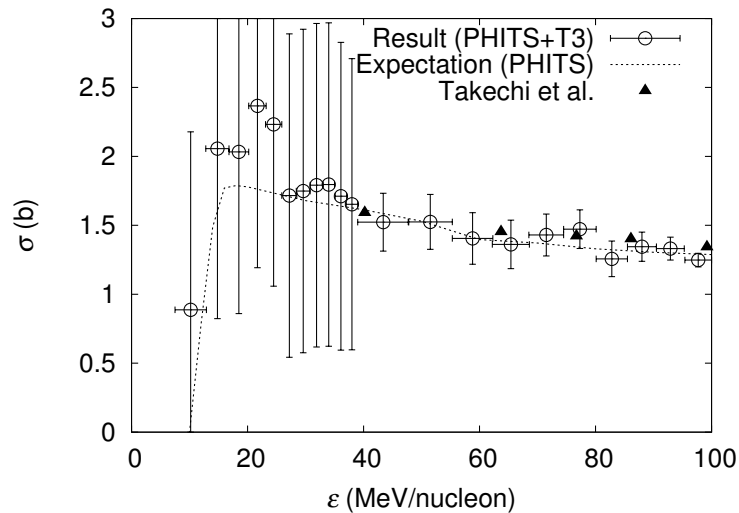


図 2: Al 標的に対する  $^{12}\text{C}$  入射の相互作用断面積。試行回数が少ないため統計誤差が大きいものの、PHITS によるシミュレーション結果が実験値 [8] を良く再現している。

## 4 まとめ

相互作用断面積は、原子核物理学において重要な役割を果たしている。さらに、この断面積は、入射粒子が違う核種に変化する確率であり、いわゆる核変換の確率である。そのため、放射性核廃棄物の核変換処理において重要な物理量といえる。そこで、今後この手法を用い、放射性核廃棄物、特に長寿命核分裂生成物の相互作用断面積に関する実験を提案することを検討している。

## 謝辞

本研究は、総合科学技術・イノベーション会議により制度設計された革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) により、科学技術振興機構を通して委託されたものです。

## 参考文献

- [1] I. Tanihata, et al., “Measurements of Interaction Cross Sections and Nuclear Radii in the Light p-Shell Region”, Phys. Rev. Lett. 55 (1985) 2676
- [2] A. Ozawa, T. Suzuki, I. Tanihata, “Nuclear Size and Related Topics”, Nucl. Phys. A693 (2001) 32.
- [3] M. Aikawa, S. Ebata, S. Imai, “Thick-target yields of radioactive targets deduced from inverse kinematics”, Nucl. Instr. Meth. B353 (2015) 1
- [4] M. Aikawa, S. Ebata, S. Imai, “Thick-target transmission method for excitation functions of interaction cross sections”, Nucl. Instr. Meth. B, submitted

- [5] M. Aikawa, S. Ebata, S. Imai, “Interaction cross sections using thick-target transmission method”, Proceedings of the 2016 Symposium on Nuclear Data, in press
- [6] J. Ziegler, J. P. Biersack, M. Ziegler, “SRIM: the Stopping and Range of Ions in Matter”, <http://www.srim.org>.
- [7] T. Sato, et al., “Particle and Heavy Ion Transport Code System PHITS, Version 2.52”, J. Nucl. Sci. Technol. 50 (2013) 913
- [8] M. Takechi, et al., “Reaction cross sections at intermediate energies and Fermi-motion effect”, Phys. Rev. C 79 (2009) 061601

# 2015 年国際核反応データセンターネットワーク技術会議報告

## Report on the 2015 Technical Meeting on International Network of Nuclear Reaction Data Centres

北海道大学大学院理学研究院  
江幡 修一郎

EBATA Shuichiro  
Faculty of Science, Hokkaido University

### Abstract

We report on the Technical Meeting on International Network of Nuclear Reaction Data Centres on April 21-23, 2015 at the International Atomic Energy Agency, Vienna. The meeting is held annually and the participants intensively discuss issues concerning the nuclear reaction database, EXFOR.

## 1 はじめに

原子核反応データベースは国際原子力機関 (International Atomic Energy Agency: IAEA) を中心にした国際核データセンターネットワーク (Nuclear Reaction Data Centre: NRDC) を通して維持、管理されている。核反応データは担当地域の核データセンターが収集し、EXFOR (EXchange FORmat) と呼ばれる共通形式に変換しデータベース化されている。日本地域の担当は日本原子力研究開発機構 (JAEA) と北海道大学大学院原子核反応データ研究開発センター (JCPRG) である。JCPRG は日本で得られた荷電粒子核反応データを主に担当している。NRDC の活動は主にデータ収集とその質の維持管理になる。この活動に際して現れる様々な課題や利用者からの要請に対応する為に技術会議を毎年開催している [1, 2]。

2015 年のテクニカルミーティング (NRDC2015) は 4 月 21 日から 23 日までオーストリア、ウィーン (Vienna) の IAEA 本部で行われた。参加者は 22 名で 12 の核データセンターのメンバーが参加し、アジアからは日本を含めて 6 名 (日本 1 名, 中国 2 名, 韓国 2 名, インド 1 名, カザフスタン 1 名) であり、約三分の一はアジアである (図 1)。また昨年度、中央アジア核反応データベース (Central Asian Nuclear Reaction Database: CA-NRDB, URL: <http://canrdb.kaznu.kz/>) がカザフスタンのアルファラビカザフ国立大学を中心に新設され、アジアでの採録活動が活発になっている。



## 2 会議概要

NRDC2015 では NRDC の各々の報告と EXFOR に関する内容について確認・提案と議論が行われた。これまでのミーティング議事録は Nuclear Data Service (NDS) の Web サイトにて公開されている [3]。ミーティング全体の流れは、主催者の挨拶にはじまり、各センター (ATOMKI(ハンガリー), NDPCI(インド), CNPD(ロシア), JCPRG, CDFE(ロシア), UkrNDC(ウクライナ), CJD(ロシア), KNDC(韓国), NEA DB(フランス), CNDC(中国), NDS(IAEA), NNDC(アメリカ)) から昨年度の活動報告があった。次に EXFOR 全体について、各センターからの送信数の統計、新しい採録対象の論文、各センターへの論文の担当配分などが報告される。テクニカルミーティングと呼ばれる様に、EXFOR のマニュアル LEXFOR と辞書の修正と提案が議論される。夜になると、NRDC 間の親睦の為に社交行事が開かれた。2 日目は EXFOR 採録活動の優先順位の確認と、他のプロジェクト (CIELO (フランス), SIMBAD(天文学), ICSBEP(NEA のプロジェクト)) との協力関係、EXFOR データの完全性を確認する方法が議論された。加えてデータの品質維持、EXFOR コーディングルールについて議論し、午後はデータ採録の際に使われるソフトウェアの進捗状況が報告された。最終日は全体の確認と今年度の各センターが担う活動内容がまとめられた。



図 1: 参加者メンバー

初日の活動報告で、JCPRG は 22 編の新規論文からデータを抽出・採録し、過去 20 編の採録について修正を行い、加えて JCPRG 独自のデータベース (Nuclear Reaction Data File) 形式に変換した事を報告した。また日本学術振興会二国間交流事業のプログラムで採択された ATOMKI との共同研究開発の進捗状況を報告した。2 日目のデータ採録の際に使われるソフトウェアの議論の際に JCPRG の GSYS について継続した維持・管理の要請を受けた。

### 3 まとめ

世界で利用されている原子核反応の数値データは国際連携のもと、NRDC の 13 センターが協力して収集、EXFOR 形式への変換及び交換を基にして公開されている。複数のセンターが単一の形式でデータベースを維持する為には、共通認識が必要不可欠である。毎年 1 回、開催される技術会議は、問題解決及び技術共有を行っている。JCPRG は NRDC の一員として、例年、担当者をこの会議に派遣しており、2015 年は筆者が参加した。JCPRG が継続して EXFOR データベースの維持・管理に協力し、世界中の核データ利用者の利便性向上に貢献していく重要性を再確認した。加えて JCPRG はデータベースの独自性を保持する重要性も再認識した。

### 謝辞

国際原子力機関による旅費補助及び日本学術振興会研究成果公開促進費（データベース）257005 によるデータベース入力活動の補助に感謝いたします。

### 参考文献

- [1] 小濱洋央, 「国際核反応データセンターネットワーク (NRDC) 2011 年会合」, 核データニュース No.100 (2011) 6.
- [2] 合川正幸, 「2012 年国際核反応データセンターネットワーク (NRDC) テクニカルミーティング」, 核データニュース No.103 (2012) 1, 合川正幸, 「国際核反応データセンターネットワークテクニカルミーティング (NRDC2014)」, 核データニュース No.108 (2014) 41.
- [3] NRDC Web site, NDS, IAEA: <https://www-nds.iaea.org/nrdc/>, N.Otsuka and S.Taova, “Summary Report of the Technical Meeting on International Network of Nuclear Reaction Data Centres” INDC(NDS)-0686, (2015).

# Report on the Sixth Asian Nuclear Reaction Database Development Workshop

AIKAWA Masayuki, ZHOU Bo, SARSEMBAYEVA Aiganym  
Faculty of Science, Hokkaido University

## Abstract

The Sixth Asian Nuclear Reaction Database Development Workshop was held on September 15-17, 2015 at Hokkaido University, Sapporo, Japan. The workshop provided a good opportunity for sharing information and promoting cooperation on nuclear data activities in Asia. It was valuable and fruitful for participants in the workshop. A brief summary on the workshop is presented in this report.

The Hokkaido University Nuclear Reaction Data Centre (JCPRG) cooperates in nuclear data compilation with the International Network of Nuclear Reaction Data Centres (NRDC) under the auspices of the International Atomic Energy Agency (IAEA). The NRDC has 13 member institutes worldwide and collaborates in compilation of experimental nuclear reaction data. There are five Asian institutes in the NRDC; China Nuclear Data Centre (CNDC), China, Bhabha Atomic Research Centre (BARC), India, Hokkaido University Nuclear Reaction Data Centre (JCPRG) and JAEA Nuclear Data Center, Japan, and Korea Nuclear Data Center (KNDC), Korea. The four centres among the five, CNDC, BARC, JCPRG and KNDC, are in charge of compilation of domestic nuclear reaction data. The centre heads of the four institutes cooperate to promote nuclear data activities with special focus on compilation.

Under the cooperation, the Sixth Workshop on Asian Nuclear Reaction Database Development was held on September 15-17, 2015 at Hokkaido University, Sapporo, Japan. This workshop followed the workshops in Sapporo (Japan, 2010), Beijing (China, 2011), Pohang (Korea, 2012), Almaty (Kazakhstan, 2013) and Mumbai (India, 2014). A brief summary on the workshop is reported.

The topics of the workshop were sharing information on activities of the nuclear data centres, nuclear data compilation, data evaluation, computational simulations and other related subjects. The participants attended the workshop were from Austria, China, India, Japan, Kazakhstan, Korea, Mongolia, United States and Vietnam. In the workshop, 20 presentations related to their own researches and activities were presented.

There were two sessions in the first day. In the first session following the opening address of the Dean of Faculty of Science, Hokkaido University, the activities of each centres are presented. In addition to the NRDC centres in Austria, China, India, Japan and Korea, institutes in Kazakhstan, Mongolia and Vietnam were introduced. The second session was devoted to nuclear data compilation. In the session, compilation and related activities were presented.

In the second day, after the small excursion in the morning, the third session for nuclear data evaluation was started. There were eight talks in the session. At the end of the day, the workshop banquet was held.

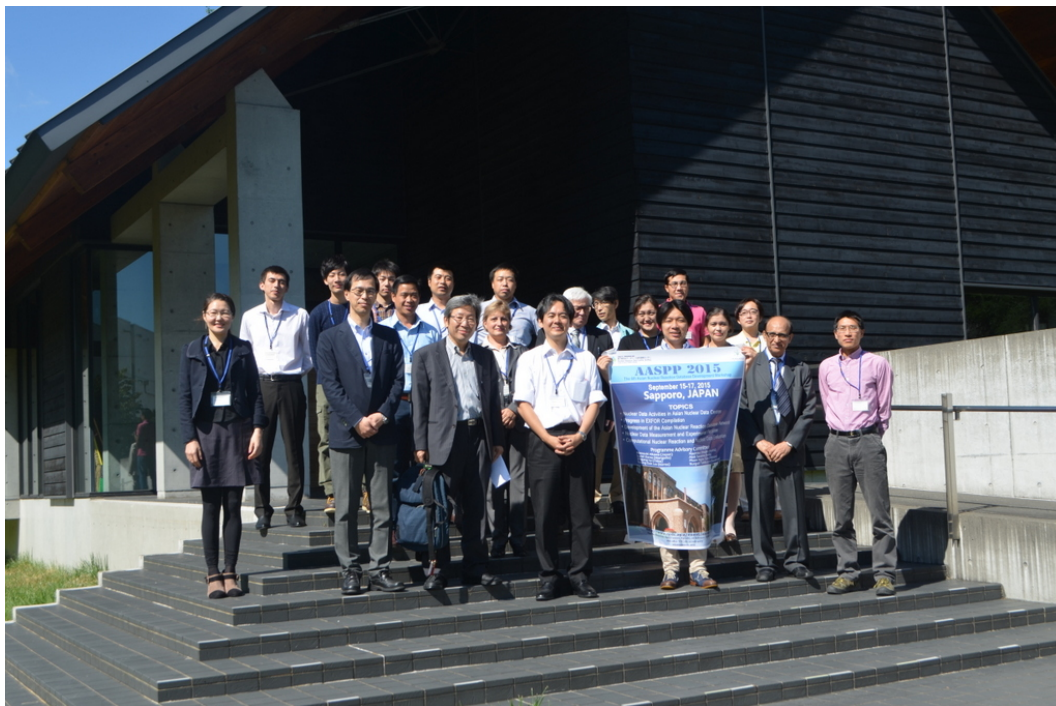


Figure 1: Group photo

The third and last day has two sessions. The morning session is involved in nuclear data measurements and application, which has four talks. Discussion and conclusion are followed as the fifth and last session.

Under the Asian cooperation, the Sixth Asian Nuclear Reaction Database Development Workshop was held on September 15-17, 2015 at Hokkaido University, Sapporo, Japan. There were twenty participants mostly from Asian countries. The workshop was very fruitful for participants and its continuation was requested. The next workshop will be held at Beijing, China. The details of the workshop are summarized in the proceedings [1].

## Acknowledgement

The authors are grateful for the support from the International Atomic Energy Agency (IAEA).

## References

- [1] Eds.; A. Sarsembayeva, B. Zhou, N. Otsuka, “Proceedings of the Sixth AASPP Workshop on Asian Nuclear Reaction Database Development”, INDC(JPN)-0200, (2016)

# Appendix

## Programme

<b>Sep. 15</b>	
9:00-10:00	Registration
10:00-10:15	Opening & Welcome Address, Koichiro Ishimori (Hokkaido U., Japan)
<b>Session 1</b>	<b>Asian Nuclear Data Center Activity, Chairperson: V. Semkova</b>
10:15-10:40	Opening & Recently Progress of Nuclear Data Evaluations and Measurements in China, Zhigang Ge (CIAE, China)
10:40-11:05	Filtered neutron beam applications at DALAT research reactor, Tran Tuan Anh (NRI, Vietnam)
11:05-11:30	Recent Activities of Nuclear Data Physics Centre of India, Pritam Das Krishnani (BARC, India)
11:30-11:55	International Collaboration of Hokkaido University Nuclear Reaction Data Centre, Masayuki Aikawa (Hokkaido U., Japan)
11:55-13:20	Lunch
13:20-13:45	Overview of Compilation to the EXFOR Library in Mongolia, Myagmarjav Odsuren (NUM, Mongolia)
13:45-14:10	CANRDB: Current activities, issues and prospects, Nurgali Takibayev (KazNU, Kazakhstan)
14:10-14:35	Nuclear Data Services provided by IAEA-NDS, Valentina Semkova (IAEA, Austria)
14:35-15:00	Measurement of Charged particle-, Neutron-, and Photon-induced Reactions in Korea, Guinyun Kim (KNU, Korea)
15:00-15:15	Break
<b>Session 2</b>	<b>Nuclear Data Compilation, Chairperson: M. Odsuren</b>
15:15-15:40	Recent EXFOR Compilation in CNDC, Guochang Chen (CIAE, China)
15:40-16:05	Upgrade of Japanese editor for EXFOR compilation, Sarsembayeva Aiganym (Hokkaido U., Japan)
16:05-16:30	Recent charged-particle induced reaction data measurements performed in Kazakhstan, Nurzat Kenzhebayev (KazNU, Kazakhstan)
16:30-16:55	EXFOR Activity in Korea, Young-Ouk Lee (KAERI, Korea)
<b>Sep. 16</b>	
9:00-14:00	Meeting Activity
<b>Section 3</b>	<b>Nuclear Data Evaluation, Chairperson: P.D. Krishnani/H. Masui</b>
14:00-14:25	The Application of EMPIRE for Nuclear Data Evaluation of n+238U, Guochang Chen (CIAE, China)
14:25-14:50	The evaluations of 208Pb, 207Pb, 206Pb and 204Pb in CENDL-3.1, Xi Tao (CIAE, China)
14:50-15:15	Evaluation of deuteron-induced excitation functions for 186W(d,p)187W and 186W(d,2n)186Re, Jimin Wang (CIAE, China)
15:15-15:35	Break
15:35-16:00	Monte Carlo simulation for thick-target yields deduced from inverse kinematics, Shotaro Imai (Hokkaido U., Japan)
16:00-16:25	Evaluation of the photoabsorption cross section of few-nucleon systems with time-dependent method, Rie Sekine (Hokkaido U., Japan)

16:25-16:50	The container picture with two-alpha correlation for the ground state of $^{12}\text{C}$ , Bo Zhou (Hokkaido U, Japan)
16:50-17:15	The scattering cross sections for $6,7\text{Li}+n$ reactions, Ichinkhorloo Dagvadorj (Hokkaido U., Japan)
17:15-17:40	Computational cross sections of Bc absorption by hadrons, M. A. K. Lodhi (TTU, USA)
18:00-20:30	Banquet

---

**Sep. 17**

---

<b>Section 4</b>	<b>Nuclear Data Measurement and Application, Chairperson: F. Ergashev/S. Ebata</b>
9:25-9:50	(n,alpha) Reaction Cross Sections and Angular Distributions for Several MeV Neutrons, Myagmarjav Odsuren (NUM, Mongolia)
9:50-10:15	Nuclear data activities at Bangalore University, Rudraswamy Basavanna (Bangalore U., India)
10:15-10:25	Break
10:25-10:50	Investigation of the nuclear reaction $^{12}\text{C}(p,g)^{13}\text{N}$ at the proton energies below 1 MeV, Feruzjon Ergashev (INP, Uzbekistan)
10:50-11:15	Neutron resonances at crystalline structures in the thermal range, Nurgali Takibayev (KazNU, Kazakhstan)
11:15-13:00	Lunch
<b>Section 5</b>	<b>Discussion and Conclusion, Chairperson: M. Aikawa</b>
13:00-15:00	Discussions
15:00-15:15	Concluding Remark

---

# The 5th International Workshop on Compound-Nuclear Reactions and Related Topics (CNR\*15)

DAGVADORJ Ichinkhorloo and EBATA Shuichiro  
Faculty of Science, Hokkaido University

## Abstract

The 5th International Workshop on Compound-Nuclear Reactions and Related Topics (CNR\*15) took place in Tokyo, Japan, 19-23 October 2015. This workshop is the follow-up of the workshops CNR\*07 organized in California in 2007 by the LLNL and LANL (USA), CNR\*09 organized in Bordeaux in 2009 by CENBG Bordeaux (France), CNR\*11 organized in Prague in 2011 by Charles Univ. (Czech), and CNR\*13 organized in Sao Paulo by ITA/USP/UFF (Brazil) in 2013. We report the activities in this workshop briefly and for our presentations.

## 1 Introduction

The 5th International Workshop on Compound-Nuclear Reactions and Related Topics (CNR\*15) was held in Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan 19-23 October 2015. The previous conferences in this series were held in 2007, 2009, 2011 and 2013. The CNR\*15 aims to provide, compound nuclear reactions play a crucial role in nuclear physics, reactor physics and astrophysics. However, even though the concept of the compound nucleus is rather old, further research is necessary in order to establish a comprehensive, quantitative picture of the processes involved in the formation and decay of the compound nucleus. This requires a deep understanding of the fundamental aspects of nuclear physics such as reaction mechanisms and nuclear structure.

CNR\*15 was assessed the status of knowledge of compound-nuclear reactions, review current theoretical and experimental efforts aimed at understanding compound-nuclear reactions, identify areas in need of development, and outline possible strategies for addressing these needs. The meeting's objective was to advance the field of compound nuclear reactions and related physics by encouraging collaboration between experts in nuclear theory, experiment, and data evaluation. The sessions were organized to stimulate interactions between these groups and time will be allocated for discussions. There were 64 oral and 19 poster presentations during 5 days of the conference. The conference covers a wide range of topics which can be found following topics divided into several sessions:

- Nuclear Fission
- Nuclear mass
- Shell Model
- Neutron-induced Reactions
- Particle Emission from Fission
- Novel Experiments with Neutrons,

- Cluster Models
- Few-body Systems
- Nuclear Structure
- Strength Functions
- Nuclear Reactions
- Nucleosynthesis
- Microscopic Theories
- Light Nuclei
- Surrogate Reactions
- Compound Nuclei.

## 2 Objectives

The conference includes many sessions. After opening speech of Prof. S.Chiba (Tokyo Institute of Technology), the first session "Nuclear Fission" was started by Jean-Luc Sida (CEA Saclay, France). He talked about a new statistical scission-point model based on microscopic ingredients to predict fission fragment observables. The conference summary was presented by Jutta Escher (LLNL, USA) and closing remarks were done.

There were two participants (D. Ichinkhorloo and S. Ebata) from Nuclear Reaction Data Centre (JCPRG), Hokkaido University. Ichinkhorloo presented a study of low-energy nuclear reactions of light nuclei based on cluster structures, in the frameworks of the coupled discretized continuum-channels (CDCC). Ebata presented an application study with a Monte Carlo simulation for the transmutation reaction in a thick target, which includes radioactive isotopes. The Monte Carlo simulation was performed by PHITS code [1].

### 2.1 Data evaluation using microscopic method

The microscopic calculations of cross sections for  ${}^{6,7}\text{Li}+n$  reactions are presented in the oral presentation. The energy region of the reactions corresponds to the threshold of the compound nucleus to separate into an incident particle and a target nucleus.

Ichinkhorloo introduces the CDCC analysis of the integrated elastic and inelastic scattering cross sections for  ${}^{6,7}\text{Li}$  at incident neutron energies below 10 MeV by using optical model potential (OMP) and above 10 MeV by using Jeukenne-Lejeune-Mahaux potential (JLM). We adjust the normalization constants for the OMP because the agreement of the calculated cross sections with the data in very low incident energies of the neutron is insufficient without any adjustments. The energy dependent normalization constants, real part  $\lambda_v$  and imaginary part  $\lambda_w$ , of the OMP and JLM are determined explicitly from the integrated elastic cross section data, respectively.

Comparing the results of calculations with experimental data, we discuss that the present CDCC calculations, which reproduce the experimental data observed in incident energies higher than 10 MeV with the single folding potential of the JLM and in lower energies with introducing the normalization factors for the cluster folding potential of the OMP.

### 2.2 Application studies with Monte Carlo simulation

The transmutation of long-lived fission products (LLFP) in the nuclear wastes is an important technique to dispose of them and is also a significant task of nuclear physics and engineering. However due to the chemical property and high radioactivity of LLFP, the experiments are limited, and there is no data for the transmutation reaction with a charged particle. Therefore, we proposed a feasible method to obtain the thick-target yield (TTY) of the reaction with radioactive targets.

Although the radioactive target can not be used to obtain the data, the radioactive isotope beam is available at present. To obtain the TTY of the reaction with radioactive targets and charged



particle projectile, we use the inverse kinematics [2]. Our method shows the relation between TTYs of “forward” and “inverse” kinematics reactions. In both reactions, the cross section is same, physically. When we consider the TTY of them, they have differences in atomic numbers and stopping powers. The stopping power of charged particle can be reproduced by SRIM code with high accuracy [3].

We show the availability of TTY conversion between  $^{nat}\text{Cu}(^{12}\text{C},\text{X})^{24}\text{Na}$  and  $^{12}\text{C}(^{nat}\text{Cu},\text{X})^{24}\text{Na}$  reactions actually. We applied PHITS simulation to the transmutation reaction with  $^{135}\text{Cs}$  and  $^{12}\text{C}$ . Indeed the TTY of  $^{135}\text{Cs}(^{12}\text{C},\text{X})^{A\neq 135}\text{Cs}$  reaction is evaluated by the TTY conversion using stopping powers by SRIM.

### 3 Participants

Participants attending this conference were from USA, France, Ukraine, Japan, Belgium, Sweden, Romania, Austria, Italy, Norway, China, Algeria and Egypt. Group photo of all the participants shown in Fig.1.



Figure 1: Group photo of the conference

### 4 Summary

The 5th International Workshop on Compound-Nuclear Reactions and Related Topics (CNR\*15) took place in Tokyo, Japan 19-23 October 2015. The workshop was held in the Ookayama campus of the Tokyo Institute of Technology.

In this workshop, two activities of JCPRG are presented. One is the study of low-energy nuclear reactions of light nuclei based on cluster structures, in CDCC, and the other is the application study with PHITS for the transmutation reaction in a thick target.

The previous conferences in this series had been held in 2007, 2009, 2011 and 2013, it would be continuously organized in the future and could be a good opportunity for expert workings on various topics of Compound-Nuclear Reactions to discuss the latest research activities, to consider the prospects of applications and to simulate interdisciplinary exchanges.

## Acknowledgement

Ebata's work was funded by ImPACT Program of Council for Science, Technology and Innovation (Cabinet Office, Government of Japan).

## References

- [1] T. Sato, et al, J. Nucl. Sci. Technol. 50 (2013) 913.
- [2] M. Aikawa, S. Ebata, S. Imai, Nucl. Instr. Meth. B353 (2015) 1.
- [3] J. Ziegler, J. P. Biersack, M. Ziegler, <http://www.srim.org>.

# 2015 年度入力データ

## Data-Entries of 2015

北海道大学大学院理学研究院  
合川 正幸

AIKAWA Masayuki  
Faculty of Science, Hokkaido University

### 1 今年度入力論文リスト

以下の雑誌からデータ収集・入力作業を行った。作業にあたって、国内外の研究機関に所属する著者の方々からご協力を得ることができ、質の高いデータ入力につながっている。

- Applied Radiation and Isotopes
- Journal of the Physical Society of Japan
- Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry
- Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B
- Nuclear Physics
- Physical Review C
- Physics Letters B
- Radiochimica Acta
- Radioisotopes

今年度新規に収録した全論文 45 編のリストを表 1 に示す。

表 1: 採録論文一覧

**Data 2203**

Title The angular distribution of protons from the C12(d,p)C13 reactions  
Author S.Takemoto *et al.*  
Reference J.Phys.Soc.Jpn. **9** (1954) 447  
Table Total : 4 EXFOR : 4 Author : 0 Table : 1 Curve : 3 Unobt : 0

**Data 2204**

Title On the neutrons from the N14(d,n)O15 reaction  
Author I.Nonaka *et al.*  
Reference J.Phys.Soc.Jpn. **11** (1956) 1  
Table Total : 1 EXFOR : 1 Author : 0 Table : 0 Curve : 1 Unobt : 0

**Data 2205**

Title Elastic scattering of 5.7 MeV protons from Ni and Cu  
Author M.Takeda *et al.*  
Reference J.Phys.Soc.Jpn. **12** (1957) 561  
Table Total : 2 EXFOR : 2 Author : 0 Table : 0 Curve : 2 Unobt : 0

**Data 2206**

Title Elastic scattering of 5.7 MeV protons from Fe, Cr and Ti  
Author M.Kondo *et al.*  
Reference J.Phys.Soc.Jpn. **13** (1958) 231  
Table Total : 3 EXFOR : 3 Author : 0 Table : 0 Curve : 3 Unobt : 0

**Data 2207**

Title Angular distribution of protons inelastically scattered from Mg24  
Author S.Yamabe *et al.*  
Reference J.Phys.Soc.Jpn. **13** (1958) 237  
Table Total : 3 EXFOR : 3 Author : 0 Table : 0 Curve : 3 Unobt : 0

**Data 2208**

Title Gamma rays from the proton bombardment of silicon  
Author E.Okada *et al.*  
Reference J.Phys.Soc.Jpn. **13** (1958) 541  
Table Total : 3 EXFOR : 3 Author : 0 Table : 2 Curve : 1 Unobt : 0

**Data 2209**

Title Elastic and inelastic scattering of protons from neon

Author M.Kondo *et al.*  
Reference J.Phys.Soc.Jpn. **13** (1958) 771  
Table Total : 14 EXFOR : 14 Author : 0 Table : 2 Curve : 12 Unobt : 0

#### Data 2210

Title Angular distribution of protons inelastically scattered from <sup>28</sup>Si and <sup>24</sup>Mg  
Author S.Yamabe *et al.*  
Reference J.Phys.Soc.Jpn. **13** (1958) 777  
Table Total : 13 EXFOR : 13 Author : 0 Table : 4 Curve : 9 Unobt : 0

#### Data 2211

Title Scattering of protons by silicon and sulphur  
Author Y.Oda *et al.*  
Reference J.Phys.Soc.Jpn. **14** (1959) 1255  
Table Total : 24 EXFOR : 24 Author : 0 Table : 0 Curve : 24 Unobt : 0

#### Data 2222

Title On the protons from the <sup>14</sup>N(d,p)<sup>15</sup>N reaction  
Author N.Kawai *et al.*  
Reference J.Phys.Soc.Jpn. **16** (1961) 157  
Table Total : 20 EXFOR : 20 Author : 0 Table : 0 Curve : 20 Unobt : 0

#### Data 2243

Title Elastic and inelastic collisions of 55 MeV proton with <sup>4</sup>He  
Author S.Hayakawa *et al.*  
Reference J.Phys.Soc.Jpn. **19** (1964) 2004  
Table Total : 3 EXFOR : 3 Author : 0 Table : 1 Curve : 2 Unobt : 0

#### Data 2245

Title Symmetric and asymmetric fission of <sup>238</sup>U induced by helium ions  
Author M. Seki *et al.*  
Reference J.Phys.Soc.Jpn. **20** (1965) 190  
Table Total : 1 EXFOR : 1 Author : 0 Table : 1 Curve : 0 Unobt : 0

#### Data 2246

Title Elastic and inelastic scattering of 28.5 MeV alpha-particles from <sup>16</sup>O, <sup>20</sup>Ne, <sup>24</sup>Mg and <sup>28</sup>Si  
Author J.Kokame *et al.*  
Reference J.Phys.Soc.Jpn. **20** (1965) 475  
Table Total : 22 EXFOR : 22 Author : 0 Table : 0 Curve : 22 Unobt : 0

**Data 2248**

Title (a,d) and (a,t) reactions on Be9, F19 and Al27 at 28.6 MeV  
Author S.Kakigi *et al.*  
Reference J.Phys.Soc.Jpn. **20** (1965) 1967  
Table Total : 39 EXFOR : 39 Author : 0 Table : 6 Curve : 33 Unobt : 0

**Data 2249**

Title An experimental survey of nuclear reactions induced by 57 MeV protons part II (p,d) reactions.  
Author Y.Ishizaki *et al.*  
Reference J.Phys.Soc.Jpn. **20** (1965) 2118  
Table Total : 24 EXFOR : 24 Author : 0 Table : 0 Curve : 24 Unobt : 0

**Data 2250**

Title Elastic and inelastic scattering of 28.4-MeV alpha particles by Sn, Cd, Ag, Cu and Ti  
Author I.Kumabe *et al.*  
Reference J.Phys.Soc.Jpn. **21** (1966) 413  
Table Total : 25 EXFOR : 25 Author : 0 Table : 0 Curve : 25 Unobt : 0

**Data 2251**

Title Proton widths of excited states in <sup>29</sup>P by the <sup>28</sup>Si(<sup>3</sup>He,d)<sup>29</sup>P reaction  
Author H.Ejiri *et al.*  
Reference J.Phys.Soc.Jpn. **21** (1966) 2110  
Table Total : 7 EXFOR : 7 Author : 0 Table : 0 Curve : 7 Unobt : 0

**Data 2255**

Title Excitation of spin-flip states of light nuclei in inelastic scattering of alpha particles  
Author H.Nakamura *et al.*  
Reference J.Phys.Soc.Jpn. **22** (1967) 685  
Table Total : 18 EXFOR : 18 Author : 0 Table : 0 Curve : 18 Unobt : 0

**Data 2257**

Title <sup>89</sup>Y(p,p') reaction at 14.71 MeV  
Author Y.Awaya *et al.*  
Reference J.Phys.Soc.Jpn. **23** (1967) 673  
Table Total : 14 EXFOR : 14 Author : 0 Table : 0 Curve : 14 Unobt : 0

**Data 2259**

Title Inelastic scattering of alpha particles by Be9 at 28.5 MeV

Author K.Fukunaga *et al.*  
Reference J.Phys.Soc.Jpn. **23** (1967) 911  
Table Total : 5 EXFOR : 5 Author : 0 Table : 1 Curve : 4 Unobt : 0

#### Data 2260

Title Elastic scattering of tritons by  $^{18}\text{O}$   
Author K.Etoh *et al.*  
Reference J.Phys.Soc.Jpn. **24** (1968) 422  
Table Total : 4 EXFOR : 4 Author : 0 Table : 0 Curve : 4 Unobt : 0

#### Data 2263

Title Level structure of  $^{118}\text{Sn}$  from a  $^{119}\text{Sn}(\text{p},\text{d})$  reaction  
Author K. Yagi *et al.*  
Reference J.Phys.Soc.Jpn. **24** (1968) 1167  
Table Total : 8 EXFOR : 8 Author : 0 Table : 0 Curve : 8 Unobt : 0

#### Data 2272

Title Quasi-free scattering in the reaction  $\text{Be}^9(\text{p},\text{p}\alpha)\text{He}^5$  at 55 MeV  
Author S.Yamashita *et al.*  
Reference J.Phys.Soc.Jpn. **26** (1969) 1078  
Table Total : 2 EXFOR : 2 Author : 0 Table : 0 Curve : 2 Unobt : 0

#### Data 2279

Title The high excited levels of  $^{27}\text{Al}$   
Author T.Wakatsuki *et al.*  
Reference J.Phys.Soc.Jpn. **29** (1970) 815  
Table Total : 13 EXFOR : 13 Author : 0 Table : 0 Curve : 13 Unobt : 0

#### Data 2300

Title Elastic scattering of carbon and nitrogen ions  
Author I.Kohno *et al.*  
Reference J.Phys.Soc.Jpn. **30** (1971) 910  
Table Total : 22 EXFOR : 22 Author : 0 Table : 22 Curve : 0 Unobt : 0

#### Data 2310

Title Elastic and inelastic scattering of alpha-particles from even mass molybdenum isotopes  
Author K.Matsuda *et al.*  
Reference J.Phys.Soc.Jpn. **33** (1972) 298  
Table Total : 15 EXFOR : 15 Author : 0 Table : 0 Curve : 15 Unobt : 0

#### Data 2395

Title            Production of  $^{67}\text{Ga}$ ,  $^{68}\text{Ga}$  by bombardment of natural zinc target with alpha and  $^3\text{He}$  particles  
 Author        Y.Nagame *et al.*  
 Reference     RI **27** (1978) 631  
 Table        Total : 10 EXFOR : 10 Author : 0 Table : 0 Curve : 10 Unobt : 0

#### Data 2396

Title            Production of  $^{95\text{m}}\text{Tc}$  with proton bombardment of  $^{95}\text{Mo}$   
 Author        M.Izumo *et al.*  
 Reference     Appl.Radiat.Isot. **42** (1991) 297  
 Table        Total : 4 EXFOR : 4 Author : 0 Table : 1 Curve : 3 Unobt : 0

#### Data 2397

Title            Production of  $^{52}\text{Fe}$  by the  $^{55}\text{Mn}(\text{p},4\text{n})^{52}\text{Fe}$  reaction and milking of  $^{52\text{m}}\text{Mn}$  from  $^{52}\text{Fe}$   
 Author        K.Suzuki *et al.*  
 Reference     RI **34** (1985) 537  
 Table        Total : 3 EXFOR : 3 Author : 1 Table : 0 Curve : 2 Unobt : 0

#### Data 2464

Title            Production of  $^{28}\text{Mg}$  by triton and alpha-particle induced reactions  
 Author        T.Nozaki *et al.*  
 Reference     Appl.Radiat.Isot. **26** (1975) 17  
 Table        Total : 7 EXFOR : 7 Author : 0 Table : 0 Curve : 7 Unobt : 0

#### Data 2465

Title            Production of  $^{256}\text{Lr}$  in the  $^{249,250,251}\text{Cf} + ^{11}\text{B}$ ,  $^{243}\text{Am} + ^{18}\text{O}$ , and  $^{248}\text{Cm} + ^{14}\text{N}$  reactions  
 Author        N.Sato *et al.*  
 Reference     Radiochim.Acta **102** (2014) 211  
 Table        Total : 4 EXFOR : 4 Author : 0 Table : 4 Curve : 0 Unobt : 0

#### Data 2466

Title            Production cross sections of niobium and tantalum isotopes in proton-induced reactions on natZr and natHf up to 14 MeV  
 Author        M.Murakami *et al.*  
 Reference     Appl.Radiat.Isot. **90** (2014) 149  
 Table        Total : 15 EXFOR : 15 Author : 0 Table : 15 Curve : 0 Unobt : 0

#### Data 2468

Title            Neutron occupancy of the  $0d_{5/2}$  orbital and the  $N=16$  shell closure in  $^{24}\text{O}$



Author K.Tshoo *et al.*  
Reference Phys.Lett.B **739** (2014) 19  
Table Total : 3 EXFOR : 3 Author : 2 Table : 1 Curve : 0 Unobt : 0

#### Data 2469

Title Cross-section measurements of alpha+14N elastic scattering for He beam TOF-ERDA  
Author K.Yasuda *et al.*  
Reference Nucl.Instrum.Methods B **343** (2015) 1  
Table Total : 2 EXFOR : 2 Author : 2 Table : 0 Curve : 0 Unobt : 0

#### Data 2471

Title Evidence of halo structure in <sup>37</sup>Mg observed via reaction cross sections and intruder orbitals beyond the island of inversion  
Author M.Takechi *et al.*  
Reference Phys.Rev.C **90** (2014) 061305  
Table Total : 30 EXFOR : 30 Author : 30 Table : 0 Curve : 0 Unobt : 0

#### Data 2472

Title Photoneutron cross sections for samarium isotopes  
Author D.M.Filipescu *et al.*  
Reference Phys.Rev.C **90** (2014) 064616  
Table Total : 7 EXFOR : 7 Author : 7 Table : 0 Curve : 0 Unobt : 0

#### Data 2473

Title Production cross-sections of long-lived radionuclides in deuteron-induced reactions on natural zinc up to 23 MeV  
Author M.U.Khandaker *et al.*  
Reference Nucl.Instrum.Methods B **346** (2015) 8  
Table Total : 7 EXFOR : 7 Author : 0 Table : 7 Curve : 0 Unobt : 0

#### Data 2474

Title Density distribution of <sup>14</sup>Be from reaction cross-section measurements  
Author T.Moriguchi *et al.*  
Reference Nucl.Phys.A **929** (2014) 83  
Table Total : 2 EXFOR : 2 Author : 0 Table : 2 Curve : 0 Unobt : 0

#### Data 2476

Title Production of <sup>211</sup>At by a vertical beam irradiation method  
Author K.Nagatsu *et al.*  
Reference Appl.Radiat.Isot. **94** (2014) 363

Table            Total : 1 EXFOR : 1 Author : 1 Table : 0 Curve : 0 Unobt : 0

**Data 2478**

Title            Photoneutron cross sections for neodymium isotopes

Author          H.-T.Nyhus *et al.*

Reference       Phys.Rev.C **91** (2015) 015808

Table           Total : 5 EXFOR : 5 Author : 5 Table : 0 Curve : 0 Unobt : 0

**Data 2479**

Title            Structure of  $^8\text{Li}$  from a reaction cross-section measurement

Author          G.W.Fan *et al.*

Reference       Phys.Rev.C **90** (2014) 044321

Table           Total : 4 EXFOR : 4 Author : 0 Table : 4 Curve : 0 Unobt : 0

**Data 2480**

Title            Low-energy electric dipole response in  $^{120}\text{Sn}$

Author          A.M.Krumbholz *et al.*

Reference       Phys.Lett.B **744** (2015) 7

Table           Total : 8 EXFOR : 8 Author : 8 Table : 0 Curve : 0 Unobt : 0

**Data 2481**

Title            Production and separation of astatine isotopes in the  $^7\text{Li} + \text{natPb}$  reaction

Author          I.Nishinaka *et al.*

Reference       J.Radioanal.Nucl.Chem. **304** (2015) 1077

Table           Total : 5 EXFOR : 5 Author : 0 Table : 5 Curve : 0 Unobt : 0

**Data 2482**

Title            gamma-ray spectroscopy of  $^{19}\text{C}$  via the single-neutron knock-out reaction

Author          Zs.Vajta *et al.*

Reference       Phys.Rev.C **91** (2015) 064315

Table           Total : 1 EXFOR : 1 Author :    Table : 1 Curve : 0 Unobt : 0

今年度採録した論文の実験データが得られた研究所を表2に示す。

表 2: 実験実施研究所内訳

理化学研究所	11 件
大阪大学	9 件
東京大学	8 件
京都大学	6 件
日本原子力研究開発機構	3 件
放射線医学総合研究所	3 件
九州大学	2 件
高輝度光科学研究センター	2 件
東北大学	1 件
その他	1 件

## Nuclear Reaction Data Centre (JCPRG)

### Minutes on 1<sup>st</sup> Center Meeting in FY2015

17:00~, Apr. 10, 2015

#### 1. Participants (in alphabetical order)

Aikawa<sup>a)</sup>, Aiganym, Bo, Chiba, Ebata, Fujimoto, Hirabayashi, Imai, Kimura, Saitoh

a) Chair

#### 2. Report

##### 1) [Member]

- Ebata became an assistant professor in Faculty of Science from Apr. 1, 2015.
  - He will be the chair of Centre Meeting from the next meeting.
- The affiliation of Aiganym, Bo and Imai was changed to Faculty of Science from Meme Media Laboratory.
- Ichinkhorloo became a Research Fellow in Faculty of Science.
- Saitoh belongs to JCPRG as a master course student.
- The mailing lists are updated.

	Centre M.	Weekly M.	NRDF	Compiler	Bilateral
Aikawa	Y	Y	Y	Y	Y
Aiganym	Y	Y		Y	
Bo	Y	Y		Y	
Chiba	Y		Y		
Ebata	Y	Y	Y	Y	Y
Fujimoto	Y				
Hirabayashi	Y				Y
Ichinkhorloo	Y	Y		Y	
Imai	Y	Y	Y	Y	
Horiuchi	Y				Y
Katayama	Y		Y		
Kato	Y		Y	Y	Y
Kimura	Y				Y
Masui	Y				Y
Noto	Y		Y		
Saitoh	Y				Y

2) [Budget]

Title	Main purpose	Amount
Research [Faculty of Science, Hokkaido University]		900,000
KAKENHI (DB, FY2013-FY2017) [JSPS]	personnel expense	800,000
KAKENHI (Bilateral Program, FY2014-FY2015) [JSPS]	travel expense	2,104,000
ImPACT [JST]	personnel expense	6,000,000+ $\alpha$
Collaborative Research [IIC, Hokkaido University]	travel expense	400,000
Cooperation [IAEA]	travel expense	€ 5,000

- A draft of the Research budget from Faculty of Science is as follows.
  - One computer (Desktop/Laptop) is allocated to each member in Hokkaido University.
  - A travel expense of 100,000 Yen is allocated to each postdoctoral researcher.

3) [IAEA/NRDC]

- The financial support will be provided for the 6<sup>th</sup> Asian Workshop.
- The progress report for NRDC2015 was prepared and will be submitted.

4) [Asian Collaboration]

- The abbreviation “AASPP” can be used in the Asian Nuclear Reaction Database Development Workshops.
- Its poster and website are under modification.

5) [ImPACT]

- The following ImPACT meetings was/will be held.
  - General meeting at JST, Tokyo, on Mar. 26, 2015: Aikawa, Ebata
  - PJ meeting at JST, Tokyo, on Apr. 14, 2015: Ebata
  - PJ meeting at JST, Tokyo, on May 14, 2015: Aikawa, Ebata
- A questionnaire was prepared and will be distributed in the next meeting on Apr. 14, 2015.
- An experiment was performed at RIBF.
- The activity report of FY2014 was prepared and submitted.

6) [JSPS]

- The activity reports of Grant-in-Aid for Publication of Scientific Research Results and Bilateral Program in FY2014 were submitted.
- The application forms of Grant-in-Aid for Publication of Scientific Research Results in FY2015 were submitted.

7) [IAEA]

- The agreement related to nuclear data research on medical radioisotopes is extended.

8) [NRDF]

- The meeting is suggested to be held at 14:00 on Friday.

9) [Annual Report]

- The Annual Report 2014 is under preparation.
  - Reports are being collected.
  - The collected articles will be reviewed.

10) [Other]

- The following paper was accepted in NIM/B.
  - Aikawa, Ebata, Imai, Thick-target yields of radioactive targets deduced from inverse kinematics
- The next AESJ meeting in Sep. 2015 calls for papers during Apr. 9-23, 2015.
- Nuclear Chart issued in JAEA will arrive soon.
- External review on JCPRG was received and will be confirmed by the Steering Committee.
- Our office will move back to N211 in Jul. 2015 after repair of the main building. We need to discuss its layout.
- Our application for collaborative research to Information Initiative Center was accepted.
- Our servers in Information Initiative Center were extended.

3. Discussion

1) [Database]

- A new database is suggested for numerical data derived from theoretical calculation.

4. Event Schedule

2015		
Apr. 16-19	<a href="#">JSMP</a>	Pacifico Yokohama, Yokohama
Apr. 21-23	<a href="#">NRDC2015</a>	IAEA, Vienna
Jun. 24-27	<a href="#">OMEG2015</a>	Beijing Prime Hotel, Beijing
Sep. 9-11	<a href="#">AESJ</a>	Shizuoka U., Shizuoka
Sep. 15-17	<a href="#">AASPP</a>	HU, Sapporo
Sep. 25-28	<a href="#">JPS</a>	Osaka City U., Osaka
Oct. 19-23	<a href="#">CNR*15</a>	Tokyo Tech., Tokyo
Nov. 7-12	Japan-China joint conference	RCNP, Ibaraki
Nov. 19-20	Nuclear Data Symposium	JAEA, Tokai

Priority: 1) Int. Conf. w/ Proc., 2) Int. Conf. w/o Proc. and 3) other Confs.

	Int. Conf. (w/ Proc.)	Int. Conf. (w/o Proc.)	Dom. Conf.
Aiganym			
Aikawa			JSMP
Ebata		NRDC	
Fujimoto			
Ichinkhorloo			
Imai			
Kato			
Bo			

#### 5. Next Meeting

17:00, May 29, 2015	Centre Meeting	JCPRG Seminar Room
---------------------	----------------	--------------------

1. Participants (in alphabetical order)

Aiganym, Aikawa, Bo, Ebata<sup>a)</sup>, Fujimoto, Ichinkhorloo, Hirabayashi, Katayama, Noto, Saito

a) Chair

2. Report

1) [Member]

- The following mail address can be used for forwarding.
  - @jcprg.sci.hokudai.ac.jp

2) [IAEA/NRDC]

- Ebata joined the NRDC2015 at IAEA, Vienna on Apr. 21-23, 2015.
  - Ebata submitted the report for NRDC2015 to Nuclear Data News.

3) [Asian Collaboration]

- An announcement of the poster was distributed to centre heads.
  - AASPP2015 Web site is constructed (<http://www.nrdc.asia/event/anrddws/2015>).
- Scientific secretary, Aiganym and Bo, will send call for contribution.

4) [ImPACT]

- An ImPACT PJ meeting was held at JST, Tokyo on May 14, 2015.
  - Aikawa and Ebata attended the meeting.
- An ImPACT Committee meeting will be held at JST, Tokyo on Jun. 18, 2015.
- The kick-off meeting for the experiment at RIKEN (e.g. <sup>79</sup>Se, <sup>107</sup>Pd, ...) was held on May 22, 2015.
  - Aikawa and Ebata participated through a video conference.

5) [Bilateral Program]

- The next experiment at ATOMKI, Hungary will be held on around Oct. 5, 2015.
  - Aikawa and Saito in Hokkaido University and Dr. Haba and Dr. Komori in RIKEN will join the experiment.

6) [JSPS]

- JSPS calls for applications of postdoctoral fellowships for foreign researchers.

7) [RIKEN]



- An article for RIKEN Nishina Center News was submitted on Apr. 30, 2015.

8) [Annual Report]

- The Annual Report 2014 is under preparation.
  - Reports are being collected.
  - The collected articles will be reviewed.

9) [Compilation]

- Status

Transmitted	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trans.E095 ([revised] E1905, E2172, E2404, E2443) was transmitted on Apr. 30, 2015.</li> <li>• Trans.E096 ([new] E2465, E2466, E2469, E2473; [revised] E2461, E2463) was transmitted on Apr. 30, 2015.</li> <li>• Trans.R028 ([revised] R0046) was transmitted on Apr. 30, 2015.</li> <li>• Prelim.K015 ([new] K2472, K2478; [revised] K2385r) was transmitted on May 19, 2015.</li> <li>• Prelim.E097 ([new] E2464, E2468, E2471, E2474, E2479; [revised] E2129r) was transmitted on May 20, 2015.</li> <li>• Prelim.E098 ([new] E2395, E2396, E2397, E2476) was transmitted on May 29, 2015.</li> </ul>
Master Update	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The files (1404, 3168, 4166, 4167, C146, C147, D097, D098, E095, E096, F056, F057, G032, L025, L026, M076, M077, O053, R028, S018) on Apr. 30, 2015.</li> </ul>

10) [Other]

- Dr. Odsuren (National U. of Mongolia) will be invited for R&D of a new editor in Sep. 2015.
- Dr. Horaguchi (Rikkyo U.) will give us a seminar on Jun. 18, 2015.
- The following paper was submitted to Phys. Rev. C.
  - Odsuren et al., The virtual-state character of the  $^9\text{Be } 1/2^+$  state in the  $^9\text{Be}(g,n)^8\text{Be}$  reaction
- A meeting of Kaku-To-Hito (核と人) was held at Hokkaido U. on May 26, 2015.
- Aikawa became a member of the Sigma committee.
- The external review report on JCPRG was published.
- Ebata and Ichinkhorloo submitted abstracts to CNR\*15.
  - Ebata: Simulation for thick-target yields of transmutation reactions on radioactive targets, based on inverse kinematics
  - Ichinkhorloo: The scattering cross sections for  $^6,^7\text{Li}+n$  reactions

- Ebata submitted an abstract to the next JPS meeting in Sep., 2015
  - Ebata: Evaluation of the incompressibility in finite nuclear system by the systematic calculation for the giant monopole resonance

### 3. Event Schedule

2015		
Jun. 18	ImpACT Committee Meeting	JST, Tokyo
Jun. 24-27	<a href="#">OMEG2015</a>	Beijing Prime Hotel, Beijing
Jul. 16-17	IS-Monopole meeting	RCNP, Ibaraki
Aug. 2-8	Clusters in Nuclear Systems	U. of Rostock, Rostock
Sep. 9-11	<a href="#">AESJ</a>	Shizuoka U., Shizuoka
Sep. 15-17	<a href="#">AASPP 2015</a>	HU, Sapporo
Sep. 18-20	JSMP	HU, Sapporo
Sep. 25-28	<a href="#">JPS</a>	Osaka City U., Osaka
Oct. 19-23	<a href="#">CNR*15</a>	Tokyo Tech., Tokyo
Nov. 7-12	Japan-China joint conference	RCNP, Ibaraki

Priority: 1) Int. Conf. w/ Proc., 2) Int. Conf. w/o Proc. and 3) other Confs.

	Int. Conf. (w/ Proc.)	Int. Conf. (w/o Proc.)	Dom. Conf.
Aiganym			
Aikawa		AESJ, JSMP	
Ebata	CNR*15	JPS, ISM meeting	ImpACT
Fujimoto			
Ichinkhorloo	CNR*15		
Imai			
Kato			
Bo	Clusters	ISM meeting	

### 4. Next Meeting

17:00, Jun. 26, 2015	Centre Meeting	JCPRG Seminar Room
----------------------	----------------	--------------------

1. Participants (in alphabetical order)

Aikawa, Bo, Chiba, Ebata<sup>a)</sup>, Fujimoto, Imai, Hirabayashi, Katayama, Noto, Saito

a) Chair

2. Report

1) [Asian Collaboration]

- The first circular was distributed on Jun. 4, 2015.
  - AASPP2015 Web site is constructed (<http://www.nrdc.asia/event/anrddws/2015>).
  - Dead line of abstract is Jun. 28, 2015. (It will be extended to Jul. 10, 2015.)

2) [ImPACT]

- An ImPACT PJ meeting was held at JST, Tokyo on Jun. 11, 2015.
  - Aikawa attended.
- An ImPACT Committee meeting was held at JST, Tokyo on Jun. 18, 2015.
  - Ebata attended.
- An ImPACT meeting for OMEGA project will be held at JST, Tokyo on Jul. 3, 2015.
  - Aikawa and Ebata will attend.
- An ImPACT PJ meeting will be held at JST, Tokyo on Jul. 23, 2015.
  - Aikawa and Ebata will attend.
- Ebata will visit RCNP to discuss ImPACT issues with Dr. Minomo and Prof. Ogata on Jul. 15-17, 2015.

3) [Bilateral Program]

- JCPRG plans to submit a bilateral program with ATOMKI for next FY(2016).
- Aikawa and Saito will visit ATOMKI from Oct. 4 to 10, 2015 for an experiment.
- The next experiment at RIBF is requested to perform on Dec. 1-2, 2015.

4) [RIKEN]

- An article for RIKEN Nishina Center News was submitted on Jun. 2, 2015.

5) [Annual Report]

- The Annual Report 2014 is under preparation.
  - Reports are being collected.

## 6) [Compilation]

- Status

Transmitted	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trans.K015 ([new] K2472, K2478; [revised] K2385r) was transmitted on Jun. 25, 2015.</li> <li>• Trans.E097 ([new] E2464, E2468, E2471, E2474, E2479; [revised] E2129r) was transmitted on Jun. 26, 2015.</li> <li>• Prelim.E099 ([new] E2480, E2481, E2482; [revised] E1737r) was transmitted on Jun. 26, 2015.</li> </ul>
NRDF Master Update	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The NRDF files (D2472, D2473, D2474, D2478, D2479) were included on Jun. 18, 2015.</li> <li>• The NRDF files (D2466, D2467, D2468, D2471, D2475, D2480, D2481, D2482) were included on Jun. 26, 2015.</li> </ul>
EXFOR Master Update	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The EXFOR files (1405, 2241, 3169, 4168, A083, C148, E097, K015, M078, M079) were updated.</li> </ul>

## 7) [Other]

- Dr. Horaguchi (Rikkyo U.) will give us a seminar on Jun. 29, 2015.
- Presentations of Ebata and Ichinkhorloo are accepted in CNR\*15.
  - Poster presentation: Ebata
  - Oral presentation: Ichinkhorloo
- JCPRG will move to N211 on July 2. The operation will start at 8:30.
- The agreement with JAEA will be renewed since Faculty of Engineering is also included.
- Saito will participate in student internship from Sep. 1 to 11 at JAEA.
- Aikawa will visit Kitami from Jul. 15 to 17, 2015 to discuss database with DOI.
- The following paper was submitted to Phys. Rev. C.
  - Ichinkhorloo et al., Low energy scattering cross sections for  ${}^{6,7}\text{Li} + n$  reactions

## 3. Event Schedule

2015		
Jun. 24-27	<a href="#">OMEG2015</a>	Beijing Prime Hotel, Beijing
Jul. 16-17	IS-Monopole meeting	RCNP, Ibaraki
Aug. 2-8	Clusters in Nuclear Systems	U. of Rostock, Rostock
Sep. 9-11	<a href="#">AESJ</a>	Shizuoka U., Shizuoka
Sep. 15-17	<a href="#">AASPP 2015</a>	HU, Sapporo
Sep. 18-20	JSMP	HU, Sapporo
Sep. 25-28	<a href="#">JPS</a>	Osaka City U., Osaka

Oct. 19-23	<a href="#">CNR*15</a>	Tokyo Tech., Tokyo
Nov. 7-12	Japan-China joint conference	RCNP, Ibaraki

Priority: 1) Int. Conf. w/ Proc., 2) Int. Conf. w/o Proc. and 3) other Confs.

	Int. Conf. (w/ Proc.)	Int. Conf. (w/o Proc.)	Dom. Conf.
Aiganym			
Aikawa		AESJ, JSMP	ImPACT
Ebata	CNR*15	JPS, ISM meeting	ImPACT
Fujimoto			
Ichinkhorloo	CNR*15		
Imai			
Kato	Clusters		
Bo	Clusters	ISM meeting	

#### 4. Next Meeting

17:00, Jul. 31, 2015	Centre Meeting	JCPRG Seminar Room
----------------------	----------------	--------------------

1. Participants (in alphabetical order)

Aikawa, Chiba, Ebata<sup>a)</sup>, Imai, Noto, Saito

a) Chair

2. Report

1) [Member]

- Ichinkhorloo became a JCPRG researcher in addition to the current position according to approval of the JCPRG Steering Committee.

2) [Asian Collaboration]

- The second circular of AASPP was distributed on Jul. 24, 2015.
- There are 22 possible talkers.
  - China: 5
  - India: 5
  - Japan: 5
  - Kazakhstan: 3
  - Korea: 1
  - Mongolia: 1
  - Uzbekistan: 1
  - Vietnam: 1

3) [ImPACT]

- An ImPACT meeting for OMEGA project was held at JST, Tokyo on Jul. 3, 2015.
  - Aikawa and Ebata attended.
- An ImPACT PJ meeting was held at JST, Tokyo on Jul. 23, 2015.
  - Aikawa and Ebata attended.
- An ImPACT PJ meeting will be held at JST, Tokyo on Sep. 29, 2015.
  - Aikawa or Ebata will attend.
- Ebata visited RCNP to discuss ImPACT issues with Dr. Minomo and Prof. Ogata on Jul. 15-17, 2015.

4) [Bilateral Program]

- The next experiment at RIBF was assigned on Dec. 1-2, 2015.

- 50 MeV alpha beam

5) [RIKEN]

- Articles for RIKEN Nishina Center News were submitted on Jun. 29 and Jul. 31, 2015.

6) [Annual Report]

- The Annual Report 2014 is under preparation.
  - Reports and reviews are being collected.
  - The current version (ver. 0) is under review.

7) [Compilation]

- Status

NRDF Master Update	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The NRDF files (D2458, D2460, D2461, D2462, D2463, D2464, D2465) were included on Jul. 10, 2015.</li> <li>• The NRDF files (D2454, D2455, D2456, D2457) were included on Jul. 31, 2015.</li> </ul>
--------------------	---

8) [Other]

- Prof. Ren (Nanjing U., China) and Prof. Ye (Beijing U., China) are invited to Hokkaido U. for discussion and participation of a workshop from Aug. 24 to Aug. 31, 2015.
- A seminar by Prof. Horaguchi (Rikkyo U.) was held on Jun. 29, 2015.
- JCPRG moved back to N211 on Jul. 2, 2015.
- JCPRG 40-Years Anniversary Report will be published on Aug. 10, 2015.
- Aikawa visited Kitami from Jul. 15 to 17, 2015 to discuss database with DOI.
- The following paper was published on Phys. Rev. C.
  - Odsuren et al., Virtual-state character of the  $^9\text{Be } 1/2^+$  state in the  $^9\text{Be}(g,n)^8\text{Be}$  reaction

### 3. Event Schedule

2015		
Aug. 2-8	Clusters in Nuclear Systems	U. of Rostock, Rostock
Sep. 9-11	<a href="#">AESJ</a>	Shizuoka U., Shizuoka
Sep. 15-17	<a href="#">AASPP 2015</a>	HU, Sapporo
Sep. 18-20	JSMP	HU, Sapporo
Sep. 25-28	<a href="#">JPS</a>	Osaka City U., Osaka
Sep. 29	ImpACT PJ meeting	JST
Oct. 19-23	<a href="#">CNR*15</a>	Tokyo Tech., Tokyo

Nov. 7-12	Japan-China joint conference	RCNP, Ibaraki
-----------	------------------------------	---------------

Priority: 1) Int. Conf. w/ Proc., 2) Int. Conf. w/o Proc. and 3) other Confs.

	Int. Conf. (w/ Proc.)	Int. Conf. (w/o Proc.)	Dom. Conf.
Aiganym			
Aikawa		AESJ, JSMP	ImPACT
Bo	Clusters		
Ebata	CNR*15	JPS	ImPACT
Fujimoto			
Ichinkhorloo	CNR*15		
Imai			
Kato	Clusters		
Saito			JAEA

#### 4. Next Meeting

17:00, Sep. 1, 2015	Centre Meeting	JCPRG Seminar Room
---------------------	----------------	--------------------



1. Participants (in alphabetical order)

Aiganym, Aikawa, Bo, Chiba, Ebata<sup>a)</sup>, Hirabayashi, Ichinkhorloo, Katayama, Noto

a) Chair

2. Report

1) [Member]

- S.Imai moved to Institute for the Advancement of Higher Education as Assist. Prof. from Sep. 1, 2015.
- A guest professor under the MML support is discussed.

2) [Asian Collaboration]

- The 6<sup>th</sup> AASPP workshop was held at Hokkaido University, Sapporo at Sep. 15-17, 2015.
  - The support from IAEA was received and distributed to four participants as travel/accommodation expenses.
  - 20 (domestic 8, foreigner 12) participated.
  - The deadline of the proceedings for the INDC report was Nov. 17, 2015.
  - Applicants can submit proceedings to New Physics: Sae Mulli.
  - Next AASPP meeting will be held in Beijing in 2016.

3) [ImPACT]

- ImPACT meetings were held.
  - Aikawa and Ebata joined a meeting of PJ3 through a video conference system on Sep. 29, 2015.
  - Ebata joined the Committee meeting on Oct. 8, 2015.
- Ebata visited Rokkasho Reprocessing Plant on Oct. 14, 2015.
- The next ImPACT meeting will be held at JST, Tokyo on Nov. 12, 2015.
  - Aikawa and Ebata will join the meeting, and another meeting of PJ3 also.
- An experiment was performed at RIBF, Wako on Oct. 21-Nov. 5, 2015.
  - Aikawa joined the experiment.
- To operate PHITS code for test calculations, one computer was bought.

4) [Bilateral Program]

- Experiments were performed at ATOMKI, Debrecen.
  - To join the experiments, Aikawa and Saito were ATOMKI on Oct. 3-11, 2015.
- The next experiment will be performed at RIBF, Wako on Dec. 1-3.
  - Dr. Takacs, Dr. Ditroi, Dr. Szucs (ATOMKI) will visit RIBF on Nov. 28-Dec. 11.
  - Aikawa and Saito will join the experiment.

5) [RIKEN]

- An experiment was performed at RIBF on Sep. 1-2, 2015.
  - Aikawa joined the experiment performed by the group of Prof. Khandaker (Univ. of Malaya).
- Monthly compilation reports for RIKEN Nishina Center News were submitted on Jul. 31, Aug. 31, Sep. 27 and Nov. 5.

6) [MML]

- A new postdoctoral fellow was applied and under discussion.
- Application for a guest professor was accepted.

7) [Annual Report]

- The 2014 Annual Report was finalized.
  - 100 copies are binding and will be distributed.
  - The website was created and opened.

8) [Compilation]

- Status

Transmitted	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trans.E098 ([new] E2395, E2396, E2397, E2476) and Trans.E099 ([new] E2480, E2481, E2482; [revised] E1737r) were transmitted on Sep. 26, 2015.</li> </ul>
EXFOR Master Update	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The EXFOR files (1406, 1407, 3170, 3171, 3172, 4169, C149, D099, E098, E099, F058, G033, L027, O054, V033) were updated on Sep. 26, 2015.</li> </ul>
NRDF Master Update	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The NRDF files (D2406, D2416, D2431, D2433, D2443, D2447, D2448, D2449, D2450, D2451, D2452, D2453, D2454, D2455, D2456, D2457) were updated on Jul. 31, Oct. 2 and 16.</li> </ul>

9) [Other]

- A workshop was held at Hokkaido Univ., Sapporo on Aug. 27-28, 2015.
  - Prof. Ye (Beijing Univ.) and Prof. Ren (Nanjing Univ.) were invited.
- Saito joined an internship program of JAEA to learn PHITS on Aug. 31 – Sep. 12, 2015.

- Aikawa attended the AESJ meeting at Shizuoka U., Shizuoka, on Sep. 9-11, 2015.
- 2015 Symposium on Nuclear Data will be held at Ibaraki Quantum Beam Research Center, Tokai on Nov. 19-20, 2015.
  - Aikawa et al., Interaction cross sections using thick-target transmission method
  - Aiganym et al., Advanced features of new EXFOR editor
- Dr. Otsuka (IAEA) will visit Hokkaido Univ. from Dec. 14-18, 2015.
  - His colloquium will be held.
- Dr. Odsuren will visit Hokkaido Univ. from Feb. 28-Mar. 5, 2016.
- An inquiry about restriction of GSYS usage was received.
- Applications for Grants-in-Aid for Scientific Research were submitted.
  - Applicants: Aikawa (Bilateral Programs, Challenging Exploratory Research), Bo (Young Scientists), Ebata (Challenging Exploratory Research)
- Papers were submitted to Phys. Rev. C.
  - Aikawa et al., Thick-target transmission method for excitation functions of interaction cross sections
  - Ebata, Nuclear incompressibility parameters evaluated from isoscalar giant monopole resonances of  $N=Z$ ,  $A=100, 132$  nuclides and Sn isotopes
- Ebata and Ichinkhorloo participated in CNR\*15 at Tokyo Inst. of Tech, Tokyo on Oct. 19-23, 2015.
  - Ebata et al., Monte Carlo simulation for thick-target yields deduced from inverse kinematics
  - Ichinkhorloo et al., The scattering cross sections for  $6,7\text{Li}+n$  reactions
- Bo visited RCNP, Ibaraki from Oct. 7-10, 2015.
- Bo will participate in the 9th Japan-China Joint Nuclear Physics Symposium at RCNP, Ibaraki from Nov. 7-12, 2015.

### 3. Discussion

#### 1) [Annual Report]

- The 2015 Annual Report will be created.
  - Contents are requested to discuss.
  - The writers are decided for each content.

### 4. Event Schedule

2015		
Nov. 7-12	Japan-China joint conference	RCNP, Ibaraki

Nov. 12	ImPACT meeting (PJ)	JST, Tokyo
Nov. 19-20	Symposium on Nuclear Data	IOBRC, Tokai
Nov. 25-27	Hokkaido Local School	HU, Sapporo
Dec. 1-3	Experiment (Bilateral Prog.)	RIKEN, Wako

Priority: 1) Int. Conf. w/ Proc., 2) Int. Conf. w/o Proc. and 3) other Confs.

	Int. Conf. (w/ Proc.)	Int. Conf. (w/o Proc.)	Dom. Conf.
Aiganym			SND2015
Aikawa			SND2015, RIKEN
Bo			
Ebata			ImPACT
Fujimoto			
Ichinkhorloo			
Imai			
Kato			
Saito			RIKEN

#### 5. Next Meeting

15:00, Dec. 18, 2015	Centre Meeting	JCPRG Seminar Room
----------------------	----------------	--------------------

1. Participants (in alphabetical order)

Aiganym, Aikawa, Bo, Chiba, Ebata<sup>a)</sup>, Ichinkhorloo, Otsuka<sup>b)</sup>, Saito

a) Chair, b) Observer

2. Report

1) [Committee]

- The modification of inner rules was discussed and accepted in a committee meeting held in Dec. 14, 2015.

2) [Member]

- Dr. Takacs (ATOMKI) will be a guest professor from Feb. 1 to Feb. 29, 2015.

3) [Asian Collaboration]

- Proceedings for the 6<sup>th</sup> AASPP workshop are being collected.
  - Received: 16
  - Waiting: 4

4) [ImPACT]

- An ImPACT meeting was held at JST, Tokyo on Nov. 12, 2015.
  - Aikawa and Ebata participated in the meeting.
  - Some issues about virtual photons to be discussed were found.
- Aikawa gave a poster presentation in the 2015 Symposium on Nuclear Data on Nov. 19-20, 2015 at IQBRC, Tokai.
  - Aikawa et al.: Interaction cross sections using thick-target transmission method
- Ebata submitted an abstract to the next JPS Spring meeting at Tohoku-Gakuin Univ., Sendai on Mar. 19-22, 2016.
  - Ebata and Nakatsukasa: Systematic calculation for the deformation of even-even nuclei by the three-dimensional Hartree-Fock BCS model.
- A workshop will be held at RIKEN, Wako on Dec. 21, 2015.
  - Aikawa and Ebata will participate in the workshop.
- The date of ImPACT meeting for all project group is fixed on Mar. 24, 2016.
- International conference; Asian Nuclear Prospects (ANUP2016) will be held at Sendai on Oct. 24 - 27, 2016. The dead line of abstract is Mar. 31, 2016.

5) [Bilateral Program]

- Dr. Takacs, Dr. Ditroi, Dr. Szucs (ATOMKI) visited RIBF from Nov. 28-Dec. 11.
- Aikawa and Saito joined experiments at RIBF.
  - $\alpha$ -induced reaction on  $^{nat}\text{Pd}$  for medical RI production ( $^{103}\text{Ag}$ )
  - Two other experiments lead by ATOMKI group
- Aikawa and Saito plan the next experiment at RIBF on Feb., 2016.
  - Deuteron induced reaction on  $^{169}\text{Tm}$  for  $^{169}\text{Yb}$  production

6) [RIKEN]

- RIKEN Accel. Prog. Rep. Vol. 48 (2014) was published on Dec. 18, 2015.
- There was a call for contribution to RIKEN Accel. Prog. Rep. Vol. 49 (2015).
  - The deadline is Jan. 21, 2016.
  - We plan to submit the following reports.
    - Ichinkhorloo/Bo: Compilation
    - Aiganym/Ebata: Editor
    - Ebata/Aikawa: ImPACT
    - Ebata/Aikawa/Imai: TTY
    - Aikawa/Ebata/Imai: T3
    - Aikawa/Saito: Experiment (Bilateral)

7) [Annual Report]

- The copies of the 2014 Annual Report were distributed.
- The 2015 Annual Report is discussed.

8) [Compilation]

- Status

Transmitted	<ul style="list-style-type: none"><li>• Prelim.E100 ([new] E2203, E2204, E2205, E2206, E2207, E2208, E2209, E2210, E2211, E2222, E2243, E2245, E2246, E2248, E2249, E2250, E2251, E2252, E2255, E2257, E2259, E2260, E2263, E2272, E2279, E2300, E2310) was transmitted on Nov. 17, 2015.</li></ul>
NRDF Master Update	<ul style="list-style-type: none"><li>• The NRDF files (D2403, D2399, D2398, D2397, D2396, D2395, D2392, D2385) were updated on Nov. 6, 2015.</li></ul>

9) [Other]

- Bo joined the 9th Japan-China Joint Nuclear Physics Symposium (JCNPS 2015) at RCNP, Ibaraki on Nov. 7-12, 2015.
- Aiganym gave a poster presentation in the 2015 Symposium on Nuclear Data on Nov. 19-20, 2015 at IQBRC, Tokai.
  - Aiganym et al.: Current status in development of new EXFOR editor

- Assist. Prof. Sugimoto (Juntendo U.) will be invited for a seminar about Medical Physicist on Feb. 10, 2016.
- Prof. Masui (Kitami Inst. of Tech.) gave a seminar on Dec. 16, 2015.

### 3. Discussion

#### 1) [IAEA/NRDC]

- A greeting card for NRDC members should be selected among two which Aiganym prepared.

### 4. Event Schedule

2015		
Dec. 21	ImPACT Workshop	RIKEN, Wako
2016		
Jan. 12-13	Reaction cross section workshop	RCNP
Mar. 19-22	JPS Meeting	Tohoku-Gakuin U., Sendai
Mar. 24	ImPACT Meeting	JST, Tokyo
Mar. 26-28	AESJ Meeting	Tohoku U., Sendai
Jun. 7-10	ICCP-VI	NUM, Ulaanbaatar
Sep. 11-16	ND2016	Oud Sint-Jan, Bruges
Oct. 24-27	ANUP2016	Tohoku U., Sendai

Priority: 1) Int. Conf. w/ Proc., 2) Int. Conf. w/o Proc. and 3) other Confs.

	Int. Conf. (w/ Proc.)	Int. Conf. (w/o Proc.)	Dom. Conf.
Aiganym			
Aikawa			ImPACT, AESJ
Bo			
Ebata			ImPACT, JSPS
Fujimoto			
Ichinkhorloo			
Imai			
Kato			
Saito			

### 5. Next Meeting

17:00, Feb. 4, 2016	Centre Meeting	JCPRG Seminar Room
---------------------	----------------	--------------------

1. Participants (in alphabetical order)

Aiganyam, Aikawa, Chiba, Ebata<sup>a)</sup>, Hirabayashi, Ichinkhorloo, Noto, Saito

a) Chair

2. Report

1) [Member]

- Dr. Takacs (ATOMKI) became a guest professor from Feb. 2, 2016.
- The extensions of the guest professors from JAEA were applied.
  - Dr. Tokio Fukahori
  - Dr. Hideo Harada
  - Dr. Keiichi Shibata

2) [IAEA/NRDC]

- NRDC2016 will be held in Beijing from Jun. 7-10, 2016.
  - Aikawa and Ebata will participate

3) [Asian Collaboration]

- The proceedings of the 6<sup>th</sup> AASPP workshop was published as an INDC report.
  - INDC(JPN)-0200  
Proceedings of the sixth Workshop on Asian Nuclear Reaction Database Development  
<https://www-nds.iaea.org/publications/indc/indc-jpn-0200/>
- Publication of the proceedings in New Physics is under preparation.

4) [ImPACT]

- Aikawa and Ebata participated in a workshop held at RIKEN, Wako on Dec. 21, 2015.
- A paper related to the experiment on nuclear transmutation was published in Phys. Lett. B.
  - Wang et al., Spallation reaction study for fission products in nuclear waste: Cross section measurements for <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr on proton and deuteron
- A paper was submitted to Nucl. Instr. Methods B.
  - Aikawa et al., Thick-target transmission method for excitation functions of interaction cross sections
- A plan for the next fiscal year must be prepared by Feb. 12, 2016.
- International conference; Asian Nuclear Prospects (ANUP2016) will be held at Sendai on



Oct. 24 - 27, 2016. The dead line of abstract is Mar. 31, 2016.

5) [Bilateral Program]

- Dr. Takacs, Aikawa and Saito will perform an experiment at RIBF from Feb. 15, 2016.
  - Deuteron induced reaction on  $^{169}\text{Tm}$  for  $^{169}\text{Yb}$  production

6) [RIKEN]

- The following reports were submitted to RIKEN Accel. Prog. Rep. Vol. 49 (2015).
  - Ichinkhorloo et al., Compilation of nuclear reaction data from the RIBF in 2015
  - Aiganym et al., New EXFOR editor: a review of recent developments
  - Ebata et al., Nuclear data study for the development of transmutation technology
  - Aikawa et al., Simulation of thick-target transmission method for interaction cross sections of  $^{93}\text{Zr}$  on  $^{12}\text{C}$
  - Aikawa et al., Excitation function of  $\alpha$ -induced reaction on  $^{\text{nat}}\text{Pd}$  for  $^{103}\text{Ag}$  production
- An experiment of  $^{\text{nat}}\text{Zn}(\alpha, x)^{67}\text{Ga}$ ,  $^{68}\text{Ge}$  is applied to perform between Jun. and Aug. 2016.

7) [Annual Report]

- The first deadline of reports for the 2015 JCPRG Annual Report is Feb. 28, 2016.

8) [Compilation]

- Status

NRDF Master Update	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The NRDF files were updated.               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Jan. 22, 2016: D2348, D2342, D2318, D2316, D2315</li> <li>➤ Jan. 15, 2016: D2363, D2354</li> </ul> </li> </ul>
--------------------	---

9) [Other]

- The HINES policy was changed to close all ports from inbound connections.
  - The ports in the JCPRG server will be applied to open connections of SSH, SMTP and HTTP.
- A seminar by Prof. Sugimoto will be held at Feb. 10, 2016.
- Abstracts for ND2016 were submitted.
  - Ebata, Methods using a thick-target, for a reaction yield with radioactive target, and for an excitation function of interaction cross section
  - Aiganym, A NEW JAVA-BASED EXFOR EDITOR
- Dr. Takacs and Aikawa will meet Science and Technology Attaché, Embassy of Hungary.
- Aikawa will attend the Sigma committee to be held at Tokyo Inst. of Tech, Tokyo on Mar. 16, 2016.

### 3. Event Schedule

2016		
Feb. 16-18	Experiment	RIKEN, Wako
Mar. 16	Sigma Committee	TIT, Tokyo
Mar. 19-22	JPS Meeting	Tohoku-Gakuin U., Sendai
Mar. 24	ImpACT Meeting	JST, Tokyo
Mar. 26-28	AESJ Meeting	Tohoku U., Sendai
Apr. 14-16	Nuclear Physics and Astrophysics	Al-Farabi Kazakh NU, Almaty
Apr. 27-May 27	Internship at IAEA	IAEA, Vienna
May 23-27	<a href="#">Cluster'16</a>	Napoli
Jun. 7-10	<a href="#">ICCP-VI</a>	NUM, Ulaanbaatar
Jun. 7-10	<a href="#">NRDC2016</a>	Beijing
Jun. 19-24	<a href="#">NIC XIV</a>	Toki Messe, Niigata
Sep. 11-16	<a href="#">INPC2016</a>	U. Adelaide, Adelaide
Sep. 11-16	<a href="#">ND2016</a>	Oud Sint-Jan, Bruges
Oct. 24-27	<a href="#">ANUP2016</a>	Tohoku U., Sendai

Priority: 1) Int. Conf. w/ Proc., 2) Int. Conf. w/o Proc. and 3) other Confs.

	Int. Conf. (w/ Proc.)	Int. Conf. (w/o Proc.)	Dom. Conf.
Aiganym	ND2016		
Aikawa		NRDC2016	ImpACT, AESJ, Sigma
Bo			
Ebata	ND2016	NRDC2016	ImpACT, JPS
Fujimoto			
Ichinkhorloo			
Kato			
Saito		IAEA	

### 4. Next Meeting

17:00, Mar. 4, 2016	8 <sup>th</sup> Centre Meeting	JCPRG Seminar Room
---------------------	--------------------------------	--------------------

1. Participants (in alphabetical order)

Aiganym, Aikawa, Bo, Chiba, Ebata<sup>a)</sup>, Hirabayashi, Ichinkhorloo, Katayama, Kato, Noto, Saito

a) Chair

2. Report

1) [Member]

- Kimura will be the next centre head from Apr. 1, 2016.
- Aikawa will move to Promotion Office for cooperative education in Medical Science and Engineering, Faculty of Science, Hokkaido Univ. from Apr. 1, 2016.
- Bo will move to International office of affairs as assistant professor from Apr.
- Fujimoto, Ichinkhorloo and Kato are reassignments.

2) [IAEA/NRDC]

- NRDC2016 will be held in Beijing from Jun. 7-10, 2016.
  - Kimura and Ebata will participate in the meeting.

3) [Asian Collaboration]

- Two proceedings for New Physics are under review.

4) [ImPACT]

- Aikawa attended a meeting at JST, Tokyo on Feb. 18, 2016.
- Two meetings will be held at JST, Tokyo.
  - Mar. 10, 2016: Aikawa
  - Mar. 24, 2016: Aikawa, Ebata
- A plan for the next fiscal year was prepared and submitted.
- Web site to distribute the LLFP data will be opened.

5) [Bilateral Program]

- Dr. Takacs, Aikawa and Saito performed an experiment at RIBF.
  - Deuteron induced reaction on  $^{169}\text{Tm}$  for  $^{169}\text{Yb}$  production
- A paper was submitted to Nucl. Instr. Methods B.
  - Takacs et al., Benchmark experiment for the cross section of the  $^{100}\text{Mo}(p,2n)^{99\text{m}}\text{Tc}$  and  $^{100}\text{Mo}(p,pn)^{99}\text{Mo}$  reactions

6) [RIKEN]

- Referee comments on the reports for RIKEN Accel. Prog. Rep. Vol. 49 (2015) were received.
  - Aikawa et al., Excitation function of  $\alpha$ -induced reaction on  $^{nat}\text{Pd}$  for  $^{103}\text{Ag}$  production
  - Aiganym et al., New EXFOR editor: a review of recent developments
- An experiment of  $^{nat}\text{Zn}(\alpha, x)^{67}\text{Ga}, ^{68}\text{Ge}$  is accepted and will perform at around the end of Jul. 2016.

7) [Annual Report]

- The first deadline of reports for the 2015 JCPRG Annual Report is Feb. 29, 2016.

8) [Compilation]

- Status

Transmitted	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trans.E100 ([new] E2203, E2204, E2205, E2206, E2207, E2208, E2209, E2210, E2211, E2222, E2243, E2245, E2246, E2248, E2249, E2250, E2251, E2252, E2255, E2257, E2259, E2260, E2263, E2272, E2279, E2300, E2310) was transmitted on Feb. 7, 2016.</li> <li>• Prelim.E101 ([new] E2483, E2485, E2487, E2488, E2489, E2490, E2491, E2492, E2493, E2494) was transmitted on Mar. 4, 2016.</li> </ul>
EXFOR Master Update	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The EXFOR files (1408, 1409, 1410, 2242, 2244, 4170, 4171, C150, C151, C152, C153, C154, D100, D101, D102, E100, G034, M080) were updated on Feb. 7, 2016.</li> </ul>
NRDF Master Update	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The NRDF files (D2312, D2310, D2303, D2300, D2299, D2295, D2294, D2293) were updated on Feb. 12, 2016.</li> </ul>

- Saito will compile some papers as a part-time job.

9) [Other]

- Dr. Odsuren stays in Sapporo from Feb. 28 to Mar. 5, 2016.
- The following seminars were held.
  - Feb. 10, 2016: Prof. Sugimoto
  - Feb. 26, 2016: Prof. Takacs
  - Mar. 4, 2016: Dr. Odsuren
- A proceedings of OMEG2015 was published.
  - Odsuren et al., Photodisintegration of  $^9\text{Be}$  and the importance of the unbound  $1/2^+$  state
- Suggestion to establish archive committee for JCPRG: How to manage it and etc.?

### 3. Event Schedule

2016		
Mar. 10	ImpACT Meeting	JST, Tokyo
Mar. 16	Sigma Committee	TIT, Tokyo
Mar. 19-22	JPS Meeting	Tohoku-Gakuin U., Sendai
Mar. 24	ImpACT Meeting	JST, Tokyo
Mar. 26-28	AESJ Meeting	Tohoku U., Sendai
Mar. 28-Apr. 22	KITPC meeting	Beijing
Apr. 14-16	Nuclear Physics and Astrophysics	Al-Farabi Kazakh NU, Almaty
Apr. 27-May 27	Internship at IAEA	IAEA, Vienna
May 23-27	<a href="#">Cluster'16</a>	Napoli
Jun. 7-10	<a href="#">ICCP-VI</a>	NUM, Ulaanbaatar
Jun. 7-10	<a href="#">NRDC2016</a>	Beijing
Jun. 19-24	<a href="#">NIC XIV</a>	Toki Messe, Niigata
Sep. 11-16	<a href="#">INPC2016</a>	U. Adelaide, Adelaide
Sep. 11-16	<a href="#">ND2016</a>	Oud Sint-Jan, Bruges
Oct. 24-27	<a href="#">ANUP2016</a>	Tohoku U., Sendai

Priority: 1) Int. Conf. w/ Proc., 2) Int. Conf. w/o Proc. and 3) other Confs.

	Int. Conf. (w/ Proc.)	Int. Conf. (w/o Proc.)	Dom. Conf.
Aiganym	ND2016		
Aikawa			ImpACT, AESJ, Sigma
Bo		KITPC	
Ebata	ND2016, ANUP2016	NRDC2016	ImpACT, JPS
Fujimoto			
Ichinkhorloo			
Kato	Al-Farabi, Cluster'16	KITPC	
Saito		IAEA	

### 4. Next Meeting

17:00, Apr. 8, 2016	1 <sup>st</sup> Centre Meeting	JCPRG Seminar Room
---------------------	--------------------------------	--------------------

## 原子核反応実験研究者の皆様へ データ収集へのご協力をお願い致します

北海道大学大学院理学研究院附属原子核反応データベース研究開発センターでは、国内の施設で測定された原子核反応データの収集と公開を行っています。収集データは荷電粒子核反応ファイル（Nuclear Reaction Data File: NRDF）形式で保存・公開するとともに、国際交換書式（EXchange FORmat: EXFOR）の形式で、国際原子力機関（International Atomic Energy Agency: IAEA）などに送られ、原子核物理学をはじめ、宇宙物理学、原子力工学、材料工学、放射線医学など、様々な分野の研究者、技術者の利用に供されます。

データを論文出版後、正確かつ迅速にファイル化して公開・提供するために、皆様には数値データなど各種情報のご提供をお願いいたします。論文に数値が掲載されている場合にも、座標系の種類（実験室系あるいは重心系など）、誤差の種類（系統誤差あるいは統計誤差など）、収量の種類（独立収量あるいは累積収量など）等について問い合わせをさせていただく場合があります。

また、既にグラフから読み取られた数値が格納されているファイルに関しても、お手元の数値データをご提供いただいた場合には随時更新致します。

既に多くの方々にご協力いただいていることに感謝するとともに、これから論文を投稿される皆様にも是非ともご協力を心よりお願い致します。

御不明の点がありましたら下記までご連絡ください。

住所: 〒 060-0810  
札幌市北区北 10 条西 8 丁目  
北海道大学大学院理学研究院  
原子核反応データベース研究開発センター  
URL: <http://www.jcprg.org/>  
e-mail: [services@jcprg.org](mailto:services@jcprg.org)  
Tel: 011-706-3723  
Fax: 011-706-3724

# 北海道大学大学院理学研究院 附属原子核反応データベース研究開発センター (JCPRG)

Nuclear Reaction Data Centre (JCPRG),  
Faculty of Science, Hokkaido University

## 運営委員会

合川 正幸  
木村 真明  
加美山 隆  
白土 博樹  
田中 譲  
平林 義治

北海道大学 大学院理学研究院  
北海道大学 大学院理学研究院  
北海道大学 大学院工学研究院  
北海道大学 大学院医学研究科  
北海道大学 大学院情報科学研究科  
北海道大学 情報基盤センター

## アドバイザーボード

青井 考  
大塚 直彦  
大西 明  
櫻井 博儀  
深堀 智生

大阪大学 核物理研究センター  
国際原子力機関 原子核科学・応用局  
京都大学 基礎物理学研究所  
東京大学 大学院理学系研究科  
日本原子力研究開発機構 原子力基礎工学研究センター

## センター会議

合川 正幸  
江幡 修一郎  
Dagvadorj Ichinkhorloo  
加藤 幾芳  
藤本 正行  
木村 真明  
堀内 渉  
岡部 成玄  
平林 義治  
今井 匠太朗 (～2015 年 9 月)  
Aiganym Sarsembayeva  
周 波  
片山 敏之  
能登 宏  
千葉 正喜  
升井 洋志

北海道大学 大学院理学研究院  
北海道大学 大学院理学研究院  
北海道大学 大学院理学研究院  
北海道大学 大学院理学研究院  
北海道大学 大学院理学研究院  
北海道大学 大学院理学研究院  
北海道大学 大学院理学研究院  
北海道大学 大学院理学研究院  
北海道大学 情報基盤センター  
北海道大学 情報基盤センター  
北海道大学 大学院理学研究院  
北海道大学 大学院理学研究院  
北海道大学 大学院理学研究院  
北星学園大学 経済学部  
北星学園大学  
札幌学院大学  
北見工業大学 情報処理センター

#### 作業部会

合川 正幸	北海道大学 大学院理学研究院
江幡 修一郎	北海道大学 大学院理学研究院
Dagvadorj Ichinkhorloo	北海道大学 大学院理学研究院
加藤 幾芳	北海道大学 大学院理学研究院
藤本 正行	北海道大学 大学院理学研究院
木村 真明	北海道大学 大学院理学研究院
堀内 渉	北海道大学 大学院理学研究院
今井 匠太朗（～2015 年 9 月）	北海道大学 大学院理学研究院
Aiganym Sarsembayeva	北海道大学 大学院理学研究院
周 波	北海道大学 大学院理学研究院

#### データ収集・入力

##### データ入力・チェック

合川 正幸	北海道大学 大学院理学研究院
江幡 修一郎	北海道大学 大学院理学研究院
Dagvadorj Ichinkhorloo	北海道大学 大学院理学研究院
今井 匠太朗（～2015 年 9 月）	北海道大学 大学院理学研究院
Aiganym Sarsembayeva	北海道大学 大学院理学研究院
周 波	北海道大学 大学院理学研究院
齋藤 萌美	北海道大学 大学院理学院

##### 数値データデジタイズ・入力

齋藤 萌美	北海道大学 大学院理学院
-------	--------------

#### システム作成

##### GSYS

鈴木 隆介	北海道大学 大学病院
-------	------------

##### Editor

江幡 修一郎	北海道大学 大学院理学研究院
Aiganym Sarsembayeva	北海道大学 大学院理学研究院

##### Web

今井 匠太朗	北海道大学 大学院理学研究院
江幡 修一郎	北海道大学 大学院理学研究院
Aiganym Sarsembayeva	北海道大学 大学院理学研究院
周 波	北海道大学 大学院理学研究院

#### 年次報告編集委員会

合川 正幸	北海道大学 大学院理学研究院
江幡 修一郎	北海道大学 大学院理学研究院



2015 年度  
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  
*JCPRG ANNUAL REPORT*  
*NO. 5*

---

発 行 2016 年 3 月 31 日  
発行者 北海道大学原子核反応データベース研究開発センター  
編集者 北海道大学原子核反応データベース研究開発センター  
年次報告編集委員会

---