

第9章 今後の JCPRG への期待

この章では、外から見て JCPRG の今後の発展について期待するところを書いていただいた。“外から見て”と言うのは、現在、JCPRG を担っている人以外の方から見てと言うことで、国内外の他機関に所属される方々に原稿をお願いした。

まずは、これまで実験研究者の立場から JCPRG の活動にご協力いただいた本林透氏から「原子核反応実験の発展と変化」と題して書いていただいた。氏には理研の不安定核ビームによる新たな実験観測データや宇宙核反応データについて、多くの貴重な意見をいただいた。日本原子力研究開発機構の深堀智生氏には長年核データに関わってこられた立場から、「私と日本荷電粒子核反応データグループ (JCPRG) との関わり」について書いていただいた。同じく、日本原子力研究開発機構に長く勤められた片倉純一氏に、「核データと国際協力あれこれ」と題して国際的核データ活動の重要性と同時にこれまでお互いに協力してやってきたことをベースに今後の在り方について書いていただいた。さらに、原子核理論研究者である小濱洋央氏には、JCPRG との研究上でのこれまでの関わりの視点から「系統的データ解析の強い味方 JCPRG」について述べていただいた。

JCPRG のメンバーとして様々な活動に参加・協力してこられ、その後、外で活躍し、核データに関わっておられる方にも JCPRG の今後の在り方や期待するところを述べていただいた。現在、IAEA の核データ部門で国際核データ活動のとりまとめ役をしている大塚直彦氏には率直に「JCPRG への期待と希望」を書いていただいた。また、北大原子核研究室在籍時にはデータ入力のチェックなどに参加し、現在、京都大学基礎物理学研究所で原子核理論の研究を行っている板垣直之氏には「JCPRG への大いなる期待」を書いていただいた。更に、現在、医学物理士として医療分野で癌の粒子線治療に当たり、医学物理士の養成に取り組んでいる黒川千恵氏には「核データとその医療応用」という題で、核データの重要性を語っていただいた。

現在、JCPRG は国際的な核データ活動のなかで、アジア地域の拠点として様々な活動を展開している。その一つの成果としてカザフスタンで新たなデータ活動が生まれ、近隣のウズベキスタンなどと協力して新たな核データセンターが設置された。その活動の中心を担って来られた Nurgali Takibayev 氏にその経過など、「Progress and development of CA-NRDB」を書いていただいた。アジアの核データセンターの一つとして活発に活動しているインドと JCPRG との協力の在り方については、VBL 研究員だった Vidya Devi 氏に「Collaboration between Nuclear Data Centre of India and JCPRG」を寄稿していただいた。最後は、モンゴルの核データ活動を進めているモンゴル大学の S. Davaa 氏, M. Odsuren 氏, G. Khuukhenkhuu 氏に「Collaboration Between Nuclear Research Center, National University of Mongolia and Nuclear Reaction Data Centre, Hokkaido University」と題して、今後の協力について書いていただいた。

9-1 原子核反応実験の発展と変化

本林 透（理化学研究所）

ユーザーというより、データの提供という形で荷電粒子核反応データベースに貢献したいと考えてきましたが、十分なことができませんでした。

この40年の間、原子核反応の実験は、短寿命原子核によるビームの開発などもあって、かなり多様になってきました。特定の状態を励起する二体反応の微分断面積の角度分布、というような「良き時代」のデータから、非共鳴連続状態の励起や、多種粒子の放出をともしうものなども普通になってきました。測定装置も、放出された粒子や γ 線を同時に、できることならば全部検出しよう、という考えに基づくものが増え、生データは複雑になっています。また、物理的には重要なので、ビーム強度等の様々な条件から、分解能や統計精度が不十分でもデータとして活用したい場合もあります。

例えば、データが検出器の応答関数（プログラム）を通してはじめて物理量と繋がる、という実験を行ったことがあります。応答関数が多変数で非線型なため、不十分な統計精度のデータから直接微分断面積等の観測量を導くのが難しく、物理量を仮定した理論予言に応答関数を考慮して実験結果と比較する、ということを行ったこともあります。論文には、“upon request”で応答関数のプログラムを送るように書きましたが、これは安定した情報提供ではなく、より広く結果を役立てるには、もう一つ工夫が必要だったかもしれません。JPCRGのデータベースが、いろいろなことに対応する柔軟な構造を持っていることを知ってはいたのですが。

貢献が少なかったことの「言い訳」のようになってしまいましたが、JCPRGの今までの活動に感謝し、今後に期待すると同時に、同僚の実験者たちに核データ整備へ「貢献」するよう勧めたいと思います。

9-2 私と日本荷電粒子核反応データグループ(JCPRG)の関わり

深堀 智生 ((独)日本原子力研究開発機構)

グループ発足 40 周年おめでとうございます。EXFOR に関しては、核データ評価者 (=ユーザ) としての関わりの方が多いのですが、荷電粒子核反応データベースの収集を北大で行われていることを知ったのは、「Intelligent Pad」のご紹介が、1995 年の核データ研究会 (当時、日本原子力研究所核データセンター (以下「核データセンター」) 主催) にて、千葉正喜先生からご報告[1]された時からです。IntelligentPad は当時収集されていた荷電粒子核反応実験データを北大の核反応データファイル (NRDF) へ格納し、それを利用するためのデータ格納及びデータベース再利用のシステムであったと記憶しています。1995 年で思い出すのは、当時の核データセンターが、やっと web サービスを始めるためのホームページを公開したばかりの時点で、web 上での核データの検索や作図といった利用に関してはまったく準備されていなかったのに、PC 上とはいえ、美しいユーザインタフェースを備えたシステムが構築されているのに目を見張った記憶があります。

その後も何度かデータベースシステムについては核データ研究会でご紹介[2-8]がなされてきましたが、日本荷電粒子核反応データグループ (JCPRG) が目出度く「核データセンター」として北大に承認された 2007 年のころから、助言委員としてお手伝いさせていただいております。もちろんその前から、「核データ」の研究者ということから、つたない講義や講演も実施させていただいておりましたが、原子力研究所やその後の原子力機構における核データの文献ベース (CINDA) や EXFOR に格納するデータを抽出する論文等の検索に関して、協力と分担を行うようになり、国際原子力機関 (IAEA) の主催する核反応データセンターネットワーク (NRDC) [9]の日本代表機関としてのお付き合いをさせていただくようになりました。

私が北大核データセンターと関わったのは、上記の通り高々半分の 20 年程度ですが、その間私自身の所属しておりました原子力機構 (旧原研を含む) の核データグループにおいても、多くの北大の先生方にご助言をいただきましたので、その万分の一でもお力になれたのでしたら大変光栄に存じます。荷電粒子と中性子という役割分担はありますが、核反応に関して言えばどちらも同じですので、今後ともご協力を賜りますようお願いしつつ、お祝いの言葉に代えさせていただきます。

参考文献

- [1] M. Chiba, "IntelligentPad for Exchanging and Reusing Nuclear Reaction Data Information as Shared Resources," Proc. of the 1995 Symposium on Nuclear Data, Nov. 16-17, 1995, JAERI, Tokai, Japan, JAERI-Conf 96-008, Japan Atomic Energy Research Institute (1996) p.320-325.
- [2] S. Aoyama, Y. Ohbayashi, H. Matsui, K. Kato, A. Ohnishi, M. Chiba "Development of Utility System of Charged Particle Nuclear Reaction Data on Unified Interface," Proc. of the 1998 Symposium on Nuclear Data, Nov. 19-20, 1998, JAERI, Tokai, Japan, JAERI-Conf 99-002, Japan Atomic Energy Research Institute (1999) p.222-227.
- [3] Y. Ohbayashi, S. Aoyama, H. Matsui, K. Kato, M. Chiba, "Development of Charged particle Nuclear Reaction Data Retrieval System on IntelligentPad," Proc. of the 1998 Symposium on Nuclear Data, Nov. 19-20, 1998, JAERI, Tokai, Japan, JAERI-Conf 99-002, Japan Atomic Energy Research Institute (1999) p.228-232.
- [4] Y. Ohbayashi, S. Aoyama, H. Matsui, K. Kato, M. Chiba, "Nuclear Reaction Database on Meme

- Media, ” Proc. of 1999 Symposium on Nuclear Data, Nov. 18-19, 1999, JAERI, Tokai, Japan, JAERI-Conf 2000-005, Japan Atomic Energy Research Institute (2000) p.358-363.
- [5] H. Matsui, Y. Ohbayashi, S. Aoyama, A. Ohnishi, K. Kato, M. Chiba, “Development of a Search System of NRDF on WWW, ” Proc. of 1999 Symposium on Nuclear Data, Nov. 18-19, 1999, JAERI, Tokai, Japan, JAERI-Conf 2000-005, Japan Atomic Energy Research Institute (2000) p.364-369.
- [6] S. Aoyama, Y. Ohbayashi, H. Matsui, K. Kato, M. Chiba, “Development of a Utility System for Charged Particle Nuclear Reaction Data by using IntelligentPad, ” Proc. of 1999 Symposium on Nuclear Data, Nov. 18-19, 1999, JAERI, Tokai, Japan, JAERI-Conf 2000-005, Japan Atomic Energy Research Institute (2000) p.370-375.
- [7] Y. Ohbayashi, “Study of Retrieval, Utilize and Circulation System for Nuclear Data in Computerized Media, ” Proc. of 2000 Symposium on Nuclear Data, Nov. 16-17, 2000, JAERI, Tokai, Japan, JAERI-Conf 2001-006, (2001) p.323-326.
- [8] T. Suda, N. Otuka, S. Korennov, S. Yamada, Y. Katsuma, A. Ohnishi, K. Kato, M.Y. Fujimoto, “Database Retrieval Systems for Nuclear and Astronomical Data, ” Proc. of the 2005 Symposium on Nuclear Data, Feb. 2-3, 2006, JAEA, Tokai, Japan, JAEA-Conf 2006-009, Japan Atomic Energy Agency (2006) p.175-180.
- [9] M. Aikawa, N. Furutachi, K. Kato, A. Makinaga, V. Devi, D. Ichinkhorloo, M. Odsuren, K. Tsubakihara, T. Katayama, N. Otuka, “Asian Collaboration on Nuclear Reaction Data Copilation,” Proc. of the 2012 Symposium on Nuclear Data; November 15-16, 2012, Research Reactor Institute, Kyoto University, Kumatori, Japan, JAEA-Conf 2013-002, Japan Atomic Energy Agency (2013) p.125-128.

9-3 核データと国際協力あれこれ

片倉 純一（長岡技術科学大学）

40周年おめでとう御座います。荷電粒子核反応データベースの構築というどちらかというと地道な泥臭い活動を、大学というアカデミックな場で40年も続けてこられたことに本当に驚くとともに、敬意を表したいと思います。

核データはその名の通りで言えば、原子核のデータですが、原子力利用の分野では核データといえば中性子核反応データを主に指しています。原子力の開発・利用に不可欠な核反応データとして評価・編集され、評価済ファイルにまとめられてきました。（日本の JENDL、米国の ENDF、欧州の JEFF が3大ファイルです。）また、これに関連し、文献情報（CINDA）や実験データ（EXFOR）の収集・編集も行われてきました。原子力の開発・利用は各国それぞれの事情が反映されますが、核データそのものは物理定数でもあり、旧ソ連を始めとするヨーロッパの共産圏が崩壊する前からユニークな国際協力が行われてきたと思っています。評価済核データそのものは各国がそれぞれの利用の実情に合わせて評価・編集するものの、関連する技術情報や核データ利用に係る問題などは IAEA や OECD/NEA を通した国際協力で情報交換が図られてきました。上に述べた CINDA や EXFOR も国際協力でデータ収集・編集が行われてきました。ただ、最近は CINDA の需要はそれほどでも無くなり、下に述べる NSR にまとめるような話もあったように記憶しています。また、中性子核反応データの他にも荷電粒子核反応データ（北大グループが重要な貢献をしています。）や評価済核構造データ（ENSDF: Nuclear Structure Data File）、核科学文献データ（NSR: Nuclear Science References。以前は核構造関連の文献を集めていたが今は核構造に関わらず核反応を含めた原子核に関する文献を収納している。このため CINDA をやめて NSR に注力しようとしている）が国際協力で行われています。

日本では中性子核データの評価・編集は旧原研や原子力学会のもとシグマ研究委員会を中心に進められてきましたが、旧原研が原子力機構になるに伴い、学会との関係の見直しや機構内での組織の変更等で幾分役割が変化して来たように思います。また、かつては理研でも ENSDF の評価や NSR の文献調査等を担ってきており、対外的には日本のセンターの一つとみられていましたが、現在は残念ながら、理研からの寄与は無くなり、原子力機構の核データグループと北大の原子核反応データベース研究開発センター（JCPRG）が日本の核データに関するセンターとみなされているように思います。特に、JCPRG は IAEA の NRDC（Nuclear Reaction Data Center）のセンターの一つとしてアクティブに活動していると思います。

核データ分野の国際協力は上に述べたように IAEA や OECD/NEA を通したものであり、両者はこれまで CINDA や EXFOR の収集・編集等で緊密に協力しあっています。原子力開発国（いわゆるエネルギー分野）は OECD/NEA を通し、それ以外は IAEA を通しというように一応の役割分担ができていると思いますが、今後はそれぞれの役割分担をより明確にすることが求められるようになると思われます。核データの主要な応用分野は核分裂や核融合の原子力エネルギー分野ですが、このようなエネルギー分野（特に核分裂関係）での国際協力は OECD/NEA を通して行い、いわゆる開発途上国で関心のある農業分野や医療分野での核データ利用については、IAEA を通して進める、といったようなことがより明確にされるようになると思われます。核データの評価や編集といった仕事は世界的にも従事する人が減ってきており、国際協力により進めていくことが従来にもまして重要になってきていると思います。JCPRG の今後の活動でもいろいろな形で国際協力を視野に入れて進めていくことが必要になってくるかと思っています。

あまりまとまりのない話になってしまいましたが、改めて JCPRG の 40 周年おめでとうございます。

9-4 系統的データ解析の強い味方 JCPRG

こはま あきひさ
小濱 洋央 (理化学研究所)

JCPRG 活動開始40周年、おめでとうございます。JCPRG とその活動は、私どもの研究にとって、今や不可欠なものとなっております。

始まりは、私どもが核反応データの系統的解析に基づく理論的研究を開始した 2003 年ごろのことです。縁あって、ちょうど北大に在籍されていた大塚直彦氏 (現 IAEA) と出会えたことが、一つの大きな契機になりました。そしてその出会いによって、私どもの“くろたま模型”での系統的データ解析に基づく研究が軌道に乗り、今も更に進展し続けられています [1]。

その当時 EXFOR では、核子あたり 1 GeV 近い高エネルギーの反応データは、あまり採録されていませんでした。一方で、くろたま模型での解析にあたって私どもが手始めに必要なのは、まさにそのエネルギー領域のデータです。私は、核データ採録の状況に無知で、自分の求めているデータがデータベースにないのが不思議でなりませんでした。そのため私は大塚直彦氏を通じて、次々に未採録の高エネルギーデータの採録状況を質問し、そして採録を依頼していったのです。そんな私の不躰な要望を正面から受け止め、JCPRG の皆さんは一つ一つ着実に採録していった下さいました。とりわけ大塚直彦氏は中心となって、ある時は私が検索しても辿り着けなかったデータをウェブ上で見つけ、またある時は論文の図から読み取って数値化していった下さいました。

私どもが膨大な数のデータを解析して論文にまとめていけたのは [1-5]、大塚氏はじめ JCPRG の皆様のご尽力があったからこそと心から感謝しております。

私としましては、JCPRG への協力というよりむしろ、関わり始めた当初から皆さまのお手を煩わせてばかりです。そのような私にこの貴重な機会を与えて下さり、有り難く思います。せめてこれまでの懺悔と、とは言えこれからもよろしくとの気持ちを込めて、拙文を終わらせていただこうと思います。

[1] A. Kohama, K. Iida, and K. Oyamatsu, arXiv:1411.7737 .

[2] A. Kohama, K. Iida, and K. Oyamatsu, Phys. Rev. C 69, 064316 (2004).

[3] A. Kohama, K. Iida, and K. Oyamatsu, Phys. Rev. C 72, 024602 (2005).

[4] K. Iida, A. Kohama, and K. Oyamatsu, J. Phys. Soc. Japan 76, 044201 (2007).

[5] A. Kohama, K. Iida, and K. Oyamatsu, Phys. Rev. C 78, 061601(R) (2008).

9-5 JCPRG への期待と希望

大塚 直彦（国際原子力機関）

私が採録など JCPRG の核データ活動に本格的に関わりだしたのはようやく学位取得の見込みが立った 2000 年中頃のことはずで、それからまる 14 年ほどが立とうとしています。当時は（そしてつい最近まで）核データ採録が自分の一生の本業になるとは思っておりませんでした。改めて JCPRG との出会いのありがたさと思うとともに、お世話になった方々に改めてこの場を借りてお礼を申し上げる次第です。知識メディアラボラトリのポスドク研究員として核データが私の本務となったのは 2001 年 4 月のことで、（そのせいではないと信じますが）その 1 年後、長年 JCPRG の活動を支えてきた文部省事業費が打ち切られました。それ以降、JCPRG が学内措置ながらも理学部のセンターとして位置づけられる 2007 年 4 月までは JCPRG にとって最も厳しい時代ではなかったでしょうか。私は 2003 年 4 月には原研核データセンターに移りますが、その後も札幌を訪れるたびに加藤先生や吉田ひとみさんと JCPRG の将来について議論を交わし、また様々な応募書類を一緒に作成しました。これもいまとなっては本当に懐かしい思い出です。少し前に別途依頼いただいた JCPRG の年報の巻頭言を作成するにあたっては、大学の理学部にある核データセンターとしてどういう特色ある活動が可能か、ということについて考えました。今回の依頼は IAEA から JCPRG への希望を、ということですので、少し違った視点から、そしてもう少し幅広く今後の JCPRG の活動に対する感想や希望を述べてみます。

国際核反応データセンターネットワーク(NRDC)のコーディネータの立場として最も重要なことは言うまでもなく JCPRG が責任分担している国産荷電粒子入射および光核反応の新規出版データが遅滞なく規約に従って採録いただくことです。この点で JCPRG は NRDC の中でも極めて優等生であると言えます。採録の品質が良いので私からの査読コメントは他センターへのそれに比べて一般的に短くなりがちで、他センターから JCPRG を特別扱いしているのではと勘繰られないか心配になるほどです。私が日本に居た当時は阪大 RCNP で外国人研究者が主導して行った実験データの入手率が低かったのですが、この点についても最近改善が見られるのは喜ばしいことです。今後、採録エントリーを著者校正に出すことが習慣となれば、著者に採録活動の意義を感じてもらう上で有意義かも知れません。ちなみに、国産の中性子入射反応データに関しては NEA Data Bank からの委託でロシアにて採録が進められていますが、採録者に分野の十分な知識がなく、また著者との意思疎通が十分ではないために、せっかく取得されたデータ必ずしも満足のいくレベルで保存されていない現状を残念に思っています。

新規データの入力と並んで重要なのは古いデータの遡及入力です。微分断面積に関しては目立った採録の漏れは見られませんが、中性子源設計等で重要な厚い標的での中性子スペクトルや医療用同位体生成等で重要な放射化断面積の実験値の採録漏れが話題になっています。多くの途上国を加盟国に持つ IAEA では、NEA に比べて非原子力分野での核データ応用の重要性が高く、そこでは荷電粒子入射反応が大きな役割を持ちます。したがって関連する国産データが EXFOR に早期に入力され供給されることも IAEA にとっては重要です。現在の責任分担の枠組みでは重要だからといって JCPRG 以外のセンターが勝手に採録できません。幸い、合川センター長のご理解を頂き厚い標的での中性子スペクトルに関しては順調に入力が進んでおり、今後放射化断面積に関しても同様に推移するものと期待しています。

デジタイザやエディタなど各種の採録関連のソフトウェアの開発でも JCPRG は NRDC の中で実績を最も積んできたセンターの一つと言えます。NRDC への認知度という点では GSYS は最も成功

している例ではないかと思います。最近中国 CNDC の開発した GDgraph が GSYS にはない長所を持ったデジタイザとして認識されつつあり、GSYS にはより一層の健闘を期待したいところです。私が開発した HENDEL は EXFOR と NRDF との同時作成・出力という点が JCPRG にとっては長所でしたが残念ながらこれが NRDC への普及の壁となっており、NRDC で「EXFOR エディタ」といえば専らロシアの CNPD が開発したエディタを指す語となっています。ただこのロシアのエディタにも我々の目から見ると色々と欠点が見られます。このような点を踏まえて現在知識メディアラボの研究員の Sarsembayeva さんが中心となって Java ベースの新たな EXFOR エディタの開発を進めておられるところで、私も HENDEL の開発や EXFOR の採録経験者という点から微力ながらお手伝いをしているところです。GSYS や HENDEL と並んで私の視点から重要な採録ツールはメール保存・閲覧ウェブツール stock です。あるエントリーが作成された経緯を調べたくなり、10 年ほどの前に stock に保存されたメールを調べるのが今でもあります。EXFOR エントリーごとに著者とのやりとりを添付ファイル等も含めて全て保存し、センター内で共有しておくことは、JCPRG のように採録担当者の入れ替わりが激しいところではもとより、どこのセンターでも大変に重要なことです。IAEA でも導入したいと考えているのですが、セキュリティレベルの高さゆえになかなか手がけられずにいるところです。

ウェブツールという点では、私は OLCOPS、WebRGM、JoW のようなウェブ計算ツールは極めてユニークなデータセンターサービスだと思っています。かつて東大核研には各種の理論計算コードを研究者が利用できるように整備したライブラリがあったと聞いたことがあります。いまこれらのコードはどうなっているのでしょうか。NEA Data Bank の例を見れば分かるように計算コードの収集もまた JCPRG の役割の一つとなりうるのではないのでしょうか。一般にソースコードの配布にはインストールやソースコードの管理などに伴う様々な問題が起こりえますが、ウェブ計算ツールという手法を使えばこの種の問題はかなり回避できるように思われます。

私が JCPRG のメンバーであった頃からの一つの懸案事項は、データの収集だけではなく、収集されたデータをもとに評価を行うということでした。データの収集では論文にはなりがたいのですが、評価というを行うことによりこれが論文になりうる仕事となるわけですから、大学で核データ事業を進める上でも重要なことだと思いながら、私自身は何も寄与できぬままでした。最近、リチウムやヘリウムの中性子散乱に関して EXFOR に格納されている実験データと比較できるような理論曲線が描かれた JCPRG 発の論文を拝見してこの分野の素人ながら大変に感動しました。軽核を標的とする反応の評価は核データ分野でも評価手法や計算コードが確立していない典型的な分野で、その問題は INDC (NDS の諮問委員会)でも指摘されています。軽核の構造研究を伝統とする北大に設置されたセンターとして、ぜひこの方向を発展させていただきたいものです。あと、論文を出版したところで仕事が終わるのではなく、その成果が理論(評価)値のファイル化、計算コードの整備(例えばウェブ上での提供)といった形で公開されることが、核理論の研究室ではないデータセンターならではの活動としての特色を出す上で重要ではないかと思います。世界中に幾つかそのような評価を行っている拠点がありますが、軽核の核構造の研究者の助言を得ながら進めることで、これも JCPRG の一つの特徴ある仕事になるのではないかと、思います。

最後に述べたいのは核データベース研究開発に関するアジア地域での国際協力促進についてです。私が IAEA に赴任した 2008 年には NDPCI (インド) の NRDC 加盟が承認され、また 2010 年には KNDC(韓国)が EXFOR の採録分担を担うことが承認されました。また永らく停滞していた中国の EXFOR 採録活動も同時期に陳国長氏が責任者となってから状況が好転しました。このアジア地域での EXFOR 活動が大きく変化した時期に採択されたのが、学振のアジア、アフリカ学術基盤形成事業「アジア地域における原子核反応データ研究開発の学術基盤形成」(2010 年度～2013 年度)です。事業終了後を危ぶんでいましたが、アルマティ(2013 年)とムンバイ(2014 年)で引き続き年次

ワークショップが開催できたことは素晴らしいことです。データ採録活動がそれぞれの国やデータセンターの研究者の中で正当に位置づけられているとは必ずしも言えない状況で、関係者が国を超えて定期的に顔を会わせ様々な問題を議論する機会を持つことは極めて有意義だと考えています。IAEA の核データ拠点として途上国における核データ活動の活性化は重要な課題であり、アジア出身の職員としてこのようなアジア協力のプログラムに関われることを本当にありがたいことだと思うとともに、様々な形での支援を今後とも続けていきたいと思っています。同時にアジアの EXFOR の「老舗」として JCPRG にも引き続き中心的な役割を果たしていただきたいものです。知識メディア研究ラボラトリで研究員として核データ採録の経験を積まれた Vidya さんと Odsuren さんが現在インドとモンゴルにて EXFOR に寄与していることを付け加えなければなりません。

以上、長くなりましたが JCPRG から JAERI/JAEA を経て IAEA に転出したものとして、思いつくままに様々な希望を記してみました。

9-6 JCPRG への大いなる期待

板垣 直之（京都大学）

JCPRG の荷電粒子核反応データベースの研究・活動が 40 年になるということで、まずはお祝い申し上げます。大変おめでとうございます。私は 1993 年に北大の学部 4 年生で原子核理論研究室に配属になってから 99 年に博士号を取得するまでお世話になりましたので、今から考えますとちょうど北大核データ活動の 40 年間のちょうど折り返しのところを見させていただいたということになります。当時インターネットは既に普及し始めておりましたが、まだ北海道からは中央が遠く感じられた時代で、この点において現在は全く隔世の感があると思います。また、私が 3 年生の終わりに研究室訪問をさせていただいた時は、ちょうどスタッフは加藤先生(当時講師)がお一人いらっしゃるのみで、お一人で研究室運営をされていた大変な時代です。そのような中で研究室に來た後に北大の核データ活動を知りまして、それがどういうものであるか始めは良くわからなかったと思うのですが、北大が全国的な活動をしているという事実が何より嬉しく、それが大きな励みになりました。今やそれが「世界的活動」に進化していると思いますが、そのような全国的な活動が研究室で行われているという事実が、大学・大学院生時代の大きな誇りであったのは間違いありません。また、北大に原子核の実験グループがない中で、核データに多少なりとも触れさせていただいたことは、実際の実験に対する知識を増やす上で教育上とても役に立ったと思います。

その核データ活動に私が関わりましたのはごく些細な点でして、コーディングおよびコーディングされたもののチェックです。当時コーディングは紙から電子ファイルへと移り変わる時代で、おそらく私は紙によるコーディングも体験した最後の世代ではないかと思います。さらに、収集されたデータが北大大型計算機センターのユーザーのみならず、もっと広く多くの人々に利用されるようにと、ウェブにおけるデータの公開が進められた時期でもあると思います。また工学部 VBL との関係がスタートし、核データ活動が飛躍的に進展した時代でもあると思います。

実際のコーディング、および他の方のコーディングされたもののチェック(実際の論文を読んでコーディングされたものが正しいかチェックする)を行いまして、真っ先に感じたことは論文著者とのコンタクトの必要性です。これには当然ではありますが 2 つの理由がありまして、ひとつはコーディングの際に必要な実験の細かい条件設定の情報が、出版された論文からのみでは読み取れないこと、およびグラフの数値データの読み取りの精度の問題です。後者に関しては、当時かなり精度は高いですがデジタイザーによるグラフ数値の読み取りを行っていました。現在においては論文著者とのコンタクトや論文の生のデータの提供の依頼は非常にシステムティックに行われていますので、これらの問題は完全にクリアされていると思いますが、この制度が確立される過程ではいろいろのご苦労があったのではないかと推察いたします。

さて、核データ活動は 2007 年より原子核反応データ研究開発データセンターへと発展いたしました。この時期は既に私は北大におりませんでしたので詳細は存じ上げませんが、加藤先生始め皆様方の大きなご努力があったものと存じます。このセンターが発足し、また合川さんが着任されて数年経ちましたので、この稿ではこのセンターに対します大いなる希望を述べさせていただきたいと思います。核データ収集の重要性、その利用の広範な可能性につきましては既に多くの方々が述べられているのではないかと思いますので、私は本稿では少し違った切り口からセンターに対する期待を付け加えたいと思います。

核データセンターのウェブサイトを訪れますと、核データそのものが見られるだけでなく、それに付随したツールが公開されていることに気がつきます。その中には、ポテンシャル散乱を計算

したり、あるいは実際に RGM 方程式を解いて散乱位相差を計算するツールまで揃っています。このようなツールは原子核構造・反応に関する深い知識がなければ整備不可能なものです。私が期待したいところは、本来の核データの収集活動はもちろんそうですが、付け加えるならばこのような核データに付随したツールの整備の発展、およびその人材の育成と、その結果として種々の手法が化学反応した新しい手法の構築です。

今日の私たちの身の回りには、依然として原子核に関連した大問題が数多く残されています。例えば放射性核廃棄物の核変換の問題、原子核の医療目的での利用の推進、純学術的なところでは元素の起源の解明などです。これらは、実験と理論に緊密な連携なしには到底解決できないものであると同時に、例えば理論面をだけを見ても、種々の原子核構造理論・反応理論に対するこれまでの経験や知識を総動員しなくては解決に至りません。幸い日本には優れたシェル模型、平均場理論、クラスター模型などの理論研究グループがあり、核反応に関しても微視的核反応理論や反応シミュレーションのグループがいくつか存在します。少し驚くべきことですが、こうしたさまざまな理論グループの非常に多くから、北大へ核データ活動に関わる人材がやってきた事実があります。このようなさまざまなグループの出身者が集まれる場所は、少なくとも日本国内では他にないのではないかと同時に、世界的にも稀ではないかと思います。私自身が京大基研という共同利用研究所におり、本来これは自分の業務であるために申し上げにくいのですが、種々の構造理論・反応理論を融合し、新しいものを生み出すという化学反応を起こす場所として、北大が最もふさわしい場所であると思います。

同時に核データは実験研究者と理論研究者の関わりを密にする大きなチャンスです。実験研究者と理論研究者の緊密な交流なしに原子核物理学は進展しません。実験研究者と理論研究者の交流の促進はどこの研究機関でも模索されていることではあります。しかし、実験結果の解析にどの理論模型が適当であるかは状況によって異なり、ひとつの理論模型にしがみついて実験を解析にすることは、結果や結論を歪めてしまう大変な危険を含んでいます。原子核は核子数や励起エネルギーの変化によりさまざまに顔を変化させる有限量子多体系であり、そのさまざまな顔の特徴を表現するために、これまで多くの模型が提案されてきました。ひとつの実験結果を解析する上で、どのような理論を用いることがふさわしいのか、そのような判断をする時こそ、核データセンターの産んできた豊富なツール、および多岐に渡る理論模型を扱える人材がもっともっと活躍すべきだと思います。そして、そのために核データセンターはこれからもツールや人材を育て続けていくべきだと思います。

核データセンターの中心業務でありますデータの収集に関して、その重要性は言うに及びません。その本来業務をより発展させていき、さらにそれに付随した形で、実験結果のさまざまな分析手法の整備、構造と反応の融合した新しい理論模型の構築、実験家と理論家の架け橋と言った点が補強されて欲しいというのが私の希望です。そして、その面において北大核データセンターこそが世界の中心になれるのではないかという大きな期待があります。その実現にむけて、微力ながら協力させていただきたいと思う今日このごろです。

9-7 核データとその医療応用

黒河 千恵（順天堂大学）

私は 2005 年 3 月に北大原子核理論研究室にて博士号を頂き、物理学の立場から「がんの放射線治療」に携わるため、2007 年に順天堂大学へ移りました。基礎物理の分野から放射線治療へ移ろうと思ったきっかけの一つが、学生の頃から作業のお手伝いさせて頂いた核データです。今回は、現在の専門であるがんの放射線治療から見た核データの重要性、特に粒子線治療における線量計算と、光子線治療において発生する中性子の評価における核データの役割について、今後への期待も含めて書かせていただきたいと思います。

まず、粒子線治療における線量計算についてですが、放射線治療では、通常 1 回 2Gy という線量を患者に投与します。この線量はレントゲンや CT 検査の 100 倍以上であり、もし全身に被ばくした場合は約 5%の人が死亡するとされている線量です。このような高線量を扱うため、どのような治療の条件においても計算装置（治療計画装置）を用いて、予め線量を正確に求めておくことが重要となります。線量計算方法としては、モデル計算とモンテカルロ等を用いたシミュレーションがありますが、放射線治療分野においては、シミュレーションが絶対的な線量計算ツールとして考えられているところがあります。粒子線治療の場合、シミュレーションの計算精度はコードの中で用いられる核反応モデルや核データに依存していますが、特に核データの精度については利用者にあまり認識されていないのが現状です。我々医学物理士は、線量計算において、こういった所にとどの程度の不確かさがあるか医師に説明し、なるべく不確かさの少ない安全なプランを提案する責任があります。しかしながら、現在医学物理士として認定されている人の中で、これを適切にできる人は決して多くないのが現状です。一方、最近国内で粒子線治療施設が次々と建設、もしくは建設が予定されており、装置の小型化に伴い、民間病院でも導入されるようになってきています。粒子線治療が一般的になっていく中で、核データへの信頼性がより高まってきており、かつ、利用者、特に医学物理士の核データへの知識も必要となってきたと思います。

また、光子線治療における中性子の評価に関しても核データは重要です。光子線による治療は放射線治療全体の 90%以上を占めており、現在、最も主要な治療方法となっています。粒子線治療と比較すると、患者体内での核反応については考えなくても良いですが、10 MV以上の加速電圧を用いた場合、治療装置（リニアック）内部や治療室の壁・天井等の材質（タングステン、チタン、鉛など）との光核反応により、中性子が発生します。日本では、主に 4 ~ 18 MVの光子線が治療に用いられており、特に骨盤など体に厚みがある箇所には 10 MVが用いられるケースが大変多くなっています。したがって、中性子の発生はほとんどの施設で考慮される問題です。さらに発生した中性子のスペクトルを調べると、特に生物学的に影響が大きくなる（放射線荷重係数¹⁾が大きくなる）エネルギー領域（100 keV ~ 10 MeV）でピークを持つことが指摘されています [1]。光核反応による中性子の発生は、最近広く用いられるようになった高精度治療である強度変調放射線治療 (IMRT)²⁾ではさらに深刻となる可能性が示唆されています [1, 2]。IMRTでは、様々な形に絞られたビームを重ね合わせることで線量に勾配をつけ、腫瘍形状に局限させて治療を行うため、これまでの治療法に比べて照射量が数倍に増えます。したがって、それに伴い発生する中性子のフラックスも増加します。これら中性子の影響は、現在の治療計画装置では見積もられていませんが、今後より良い治療法を考えていく中で中性子被ばくまで正確な数値として求められる場面が出てくるかと思っています。そういった場合には、核データの精度への重要性が高まると考えられます。

以上のように、核データの存在は放射線治療では表に出てくるものではありませんが、非常に大

切な役割を担っています。JCPRG の活動は、患者さんが安心して放射線治療を受けられる環境を作ることに今後も寄与していくと思います。また、そのために医療側から必要なことをサポートしていきたいと思います。

- 1) 放射線荷重係数：放射線の種類やエネルギーの違いによって、同じ吸収線量でも生物的な影響は異なる。そのため、異なる線質の放射線でも同一な生物的影響を評価できるように導出された係数。光子線、電子線は 1、陽子線は 2、 α 粒子や核破砕片、重イオンは 20、中性子はエネルギーに応じた値をとる。
- 2) 強度変調放射線治療(IMRT): IMRT とは、最新のテクノロジーを用いて照射野内の放射線の強度を変化（変調）させて照射を行なう方法のことを指す。IMRT を使えば、がんの形に凹凸があってもその形に合わせた線量分布が作ることが可能となる。一方、正確な治療を行なうためには、照射を行なう際のがんの位置のずれや放射線の線量の誤差に対する精度管理が通常の照射法より厳しく要求される。（日本放射線腫瘍学会 HP[3]より抜粋）

参考文献

- [1] A. Zanini et al., Physics in Medicine and Biology, Vol. 49, No.4, pp.571-582, 2004.
- [2] E. J. Hall and D. Phil, Int. J. Radiation Oncology Biology Physics, Vol. 65, No.1, pp. 2-7, 2006.
- [3] <http://www.jastro.or.jp/>

9-8 Progress and development of CA-NRDB

N. Takibayev and V. Kurmangalieva
(al-Farabi Kazakh National University, the Republic of Kazakhstan)

First of all, we, the representatives of Kazakhstan and the staff of CA-NRDB, would like to congratulate the Hokkaido University database for its 40th anniversary! Organizing and leading role of the Hokkaido University database in the development of the database network of Asian countries is highly appreciated and recognized by many international organizations.

Our database CA-NRDB recently joined the Asian community of databases on nuclear reactions. The intention to create a nuclear reactions database in Kazakhstan was announced by us at the international meeting of representatives of the databases in Asia, which took place in the autumn of 2011 at the Hokkaido University, Sapporo, Japan. In Kazakhstan, the Chair of Theoretical and Nuclear Physics at al-Farabi Kazakh National University initiated the organization of this Database. The idea was supported by all the institutions, organizations and leading scientists in Kazakhstan and Central Asian countries which work in the fields of nuclear physics, nuclear energy and radiation ecology. Many leading scientists have expressed their desire to cooperate. The Database therefore got its status and its name as the Central Asian nuclear reactions database (CA-NRDB).

We then began our work organizing the Database, coordinating our its activities with the Committee on Atomic Energy of Kazakhstan, the Ministry of Education and Sciences, the National Nuclear Center of Kazakhstan. A small working group was formed at the Kazakh National University consisting mainly of young physicists (undergraduate and graduate). Leading nuclear scientists from Kazakhstan were invited to advise the Database (Professors N. Burtebaev and N. Takibaev) and from other countries: Professors K. Kato, M. Aikawa, N. Otsuka, V. Varlamov and R. Yarmammedov.

It was a challenging task for us here since we had no previous experience in this area, no specialized facilities or equipment. It was therefore decided to take part in the funding competition of research projects announced by the Ministry of Education and Science (MES) for 2013-2015.

According to the MES requirements, there had to be an educational part in the proposed project, and the database itself was to be in three languages: Kazakh, Russian and English. For us it was important to make all sections suitable for use by junior scientists and attractive in terms of computer design and aesthetics. As a model, we used educational database of the Moscow State University (MSU). Note that the MSU database had been in operation for several decades and had extensive experience providing services to specialists and students. For the small group of four students of our university and thee part-time consultants, this scope of work is quite excessive. But we are doing our best!

We developed own database structure and did computer designing. Specialized search and calculation programs were designed and adapted, reference and training materials on theoretical and experimental nuclear physics and related disciplines have been identified, adjusted for our needs. In many cases, we developed the content for the library sections and created electronic versions of previously published books and articles. Our team managed to organize a search for rare works published by scientists of Kazakhstan and Central Asia in the past and to include these materials in the Database.

The own website has been designed, and vast data have been collected and processed. Particularly for the educational part of the resource, we organized publishing of own preprints. A pilot version of the CA-NRDB has been launched at the University's web portal, and the structure and main components have been shaped.

One of the important tasks performed by the project was to develop and strengthen international scientific ties, cooperation with the IAEA and the international network of databases. Our contacts and collaborations with scientists from Hokkaido University and nuclear databases specialists were and remain among the priorities of our international scientific cooperation. Recommended by the colleagues in Hokkaido University, our young CA-NRDB was accepted into the international network of databases supervised by the IAEA. Now our junior specialists can participate in the work of the IAEA technical meetings on nuclear data and acquire useful professional experience.

The project team takes part in activities of the international nuclear database network under IAEA. The compiled papers and works undergo multilevel expert assessment before inclusion into the Database. IAEA performed and approved for incorporation to EXFOR about two dozens of papers by scientists from Kazakhstan and Uzbekistan; there were reviewed and prepared for compilation about a dozen more papers by Kazakhstani scientists published in soviet period.

We would like to acknowledge Professor Kato for his care and advice. His support was crucial in reaching cooperative agreements between al-Farabi University and Hokkaido University, as well as with the University of Osaka, and with IAEA. Our university has got a bilateral agreement with the Japan Atomic Energy Agency, which allows us to run exchange of experts and training of our junior scientists in Japan research centers in Tsukuba.

Through all the stages of the Database development, a lot of support was provided by Prof. K. Kato and his research team in Hokkaido University. Our joint work is developing in the following directions: training of personnel and junior scientists, joint research in theoretical nuclear physics, new international cooperation projects, organization of international conferences and workshops.

We would also like to mention support from Dr. N. Otsuka in linking our CA-NRDB to the IAEA.

9-9 Collaboration between Nuclear Data Centre of India and JCPRG, Hokkaido University

Vidya Devi (IET Bhaddal Ropar, Punjab-India)

Nuclear Reaction data have been a crucial resource in nuclear technology (e.g. fission fusion energy and medical diagnostics) as well as science (e.g., nuclear physics, astrophysics, nuclear chemistry and earth science). Generation and proper use of nuclear data comprising measurement and evaluation of recommended values of accurate nuclear data belong to the cutting-edge science and form an important component of basic nuclear physics. Various reaction models have been developed based on nuclear theory and phenomenology and they have been verified by experimental nuclear reaction data and utilized for revision of evaluated nuclear reaction data. The International network of Nuclear Reaction Data Centre (NRDC) was established under the auspices of the International Atomic Energy Agency (IAEA) to coordinate the worldwide collection, compilation and dissemination of nuclear reaction data in EXFOR database. International network established in 1969 with four nuclear data centre: BNL/NNDC, OECD/NEA data bank, IAEA/NDS, CJD/IPPE. The collection, compilations and dissemination of experimental nuclear reaction data have expanded ever since the network was founded and at present the NRDC consist of 14 nuclear data centres. Historically, thus far, the Indian nuclear reactor design communities have been using nuclear physics data evaluated by foreign sources available freely from the IAEA.

Hokkaido University Nuclear Data Centre (JCPRG) compiles and accumulates charged-particle nuclear reaction data obtained in Japanese facilities in their own data format (NRDF: Nuclear Reaction Data File) which are distributed online. A part of compiled files is translated to the EXFOR format for the transmission of the experimental nuclear data between national and international nuclear data centers for the benefits of nuclear data users in all countries. Nuclear data physics centre of India (NDPCI) being formed within DAE-BRNS as a project has endorsed the recommendations of the NRDC (IAEA-NRDC-2008) and since from the development there is an important contribution of both the countries to the Asian nuclear data centre. JCPRG has collaborated also with other Asian research centres. JCPRG makes important contributions in the nuclear reaction data activity by making collaboration with Asian countries. JCPRG always tried to development of Asian nuclear collaboration. Asian nuclear reaction database development workshops were held every year in different Asian countries, (Japan (2010), China (2011), Korea (2012), Kazakhstan (2013) and India (2014). Participant from different Asian countries like Japan, China, Korea, Kazakhstan, Vietnam, Pakistan, IAEA, Vienna and India participated in these workshops. In 2014, M. Aikawa from Hokkaido University visited India to attend the 5th Asian nuclear reaction database development workshop and discussed about the compilation status in Hokkaido University. Vidya Devi also presented about the workings and presented various functions of the GSYS 2.4.3 and Japanese editor HENDEL.

In 2011, Vidya Devi from India joined postdoc fellowship at Meme Media Laboratory, Hokkaido University under the supervision of Professor K. Kato and Professor M. Aikawa. She was devoted to compilation of nuclear data under the collaboration between Meme media laboratory and nuclear

reaction data centre (JCPRG), Hokkaido University. During this period she also participated in the coordination of articles, journal surveys and checking of compiled entries, learnt Compilation Japanese software HENDEL and digitization with the help of GSYS 2.4.3. In 2013 she delivered a talk on the GSYS 2.4.3 in EXFOR workshop was held in Banaras Hindu University India.

During this period she also participated in the other activities of theoretical nuclear laboratory, she studied the structure of nuclei lying in $A=120-200$ mass region with the help of models like Anharmonic Rotor Model (ARM), Rotation Vibration Model (RVM) and Interacting Boson model (IBM). We study the nuclear structure of transitional nuclei, softness in deformed nuclear structure, variation of rotational energy with the asymmetric parameter and deformation parameter, new energy levels of nuclei of $A=120-200$ mass region. By using Interacting Boson Model we calculate the new energy levels, Quadrupole Moment, $B(E2)$ values and $B(E2)$ ratios of all the nuclei. The predictions of some energy levels are made using these models which may also be useful for the experiments. We also use Talys and EXFOR data to understand the structure of nuclei.

The author is thankful to the JCPRG and theoretical nuclear physics laboratory, Hokkaido University for financial support and hospitality during postdoctoral research at Meme Media Laboratory, Hokkaido University Sapporo, Japan. The author is also thankful to Professor K. Kato and Professor S. Ganesan for constant encouragement and support.

9-10 Collaboration between Nuclear Research Center, National University of Mongolia and Nuclear Reaction Data Centre, Hokkaido University

S. Davaa, M. Odsuren and G. Khuukhenkhuu
(National University of Mongolia, Mongolia)

Cooperation of the two centers (Nuclear Research Center (NRC), the National University of Mongolia (NUM) and Nuclear Reaction Data Centre (JCPRG), Hokkaido University) was started since 2008 when Prof. Kiyoshi Kato from the JCPRG and Theoretical Nuclear Physics laboratory of Hokkaido University, Japan visited NRC, NUM, Mongolia. Moreover, the NRC, NUM signed a Memorandum of Understanding in 2010 with the Faculty of Science, Hokkaido University. According to the Memorandum of Understanding, two centers have interest to exchange of faculty members and research fellows, exchange of academic materials, publications and information, conducting joint research projects and organizing symposiums.

We should point out that the JCPRG makes important contributions in the nuclear research in Asia and serves to create the Asian nuclear data centre as like European nuclear data center. The JCPRG has partnered with Asian research centres and welcomes more partnerships for other countries. Researchers from the NRC have been compiling at the JCPRG the experimental data obtained in Japan for the charged particle induced and photonuclear reactions for the EXFOR library and evaluation of nuclear reactions and scattering cross sections.

In the framework of the R&D Platform Formation of Nuclear Reaction Data in Asian Countries /2010-2013/ supported by Japan Society for the Promotion and Science (JSPS) the Asian nuclear reaction database development workshops were organized by the JCPRG. The workshops were held every year: Sapporo (2010), Beijing (2011), Pohang (2012) and Almaty (2013). Mongolian researchers were participated above mentioned workshops.

In 2012 Prof. S. Davaa and Prof. G. Khuukhenkhuu visited the Theoretical Nuclear Physics laboratory, Hokkaido University. We had presentation on the recent research results at the NRC, NUM, Mongolia and discussed with Prof. K. Kato and Prof. M. Aikawa about future collaborations between NRC and JCPRG. Prof. M. Aikawa, Dr. A. Makinaga visited Mongolia and participated in the 3rd International Ulaanbaatar Conference on Nuclear Physics and Application UBC2012, 17-20 September 2012. In addition, Prof. K. Kato participated in the International Conference on Contemporary Physics, ICCP-V, from 3 to 6 June, 2013, Ulaanbaatar, Mongolia and had talk on the scattering problems for the complex scaling method.

Dr. M.Odsuren is currently a researcher at the NRC, NUM. For the last three years (FY2011/4-FY2014/3) she had worked at the JCPRG as a postdoctoral researcher. Her research has focused on scattering problems for light nucleus using the complex scaling method (CSM) and the extended completeness relation (ECR). In collaboration with her co-workers, she considered a formalism in the scattering theory based on the complex scaling method with appropriate L2-basis functions. In their work, a complex scaled Green's function has been introduced to obtain the response functions as observables. A novel method for calculations of the scattering phase shifts in the light nuclear systems was proposed using this method and the decomposition of scattering phase

shifts into resonances and continuum states was calculated. In this work the explicit relation between the scattering phase shifts and the complex-energy eigenvalues in the CSM via the continuum level density (CLD) was obtained.

It is shown that the decomposition of the phase shift is useful for understanding the roles of resonant and non-resonant continuum states. The phase shifts by using the typical potential with many resonances near the real energy were calculated. Also, several realistic systems were analyzed and compared with the observed experimental data. Theoretical study of decomposed scattering phase shifts into resonance and continuum terms for realistic systems, a new concept of the decomposition scattering phase shifts and decomposition of a cross section in few-body systems were introduced. The new method can be used broadly for various systems which have different characters. Finally, the decomposed cross section was calculated for the unbound states of two-cluster systems.

In 2009, our young researcher Ms. D. Ichinkhorloo went to Theoretical Nuclear Physics laboratory, Hokkaido University as a graduate student and in 2012 she defended her doctoral degree and nowadays she is working at the JCPRG as a postdoctoral researcher. Her research field is the theoretical evaluation of cross sections on the ${}^{6,7}\text{Li} + n$ elastic and inelastic scattering, angular distributions and neutron spectra. She applied the continuum-discretized coupled-channel (CDCC) method for $\alpha + d$ and $\alpha + t$ cluster systems. In this analysis, total cross sections for the ${}^{6,7}\text{Li} + n$ reactions by using the CDCC with the microscopic Jeukenne-Lejeune-Mahaux effective nucleon-nucleon (JLM) interaction for incident energies between 5 and 150 MeV have been calculated. It was found that the required normalization factor λ_w is larger, $\lambda_w \approx 1.0$ of 30 to 150 MeV from the analyses of the total cross section. The calculated total cross sections for ${}^{6,7}\text{Li} + n$ reactions are good agreement with the observed data. Also integrated inelastic scattering cross sections for 4.652 MeV of ${}^7\text{Li}$ in incident energies between 5-24 MeV were calculated. The calculated data can be reproduced with $\lambda_w \approx 0.1$ in larger than 14 MeV and without imaginary part in less than 14 MeV of the JLM interaction, respectively.

The NRC plans to continue and to develop following collaboration with JCPRG in future:

- To continue evaluation of the nuclear reactions data.
- To seek a possibility for mutual study of gamma-ray induced reactions on the electron accelerators: Microtron MT-22 at the NRC, NUM and Linac at Hokkaido University.
- To compile the experimental data from published article in the EXFOR library.

We are thankful for the financial support offered by the R&D Platform Formation of Nuclear Reaction Data in Asian Countries (2010–2013), JSPS AA Science Platform Program to participate in the Asian nuclear reaction database development workshops. We think that such workshops are very useful to extend our international co-operation with Asian countries. One of the authors, M.O., is thankful for the hospitality and possibility to work for 3 years as postdoctoral researcher at the JCPRG and Theoretical Nuclear Physics Laboratory of Hokkaido University.