

第6章 採録活動と実験研究者との協力

この章は、この40年間、JCPRGのデータ収集活動がどのように発展してきたか、およびデータの採録での実験研究者との協力などについて振り返って、関係者に書いていただいた。国内における学術データベースの一つとして始まった荷電粒子核反応データベース(NRDF)は当初から国際的核データ活動に参加し、国際的核データ交換システム(EXFOR)の作成に協力してきた。そのデータベース作成活動の中心はデータの採録であり、データ採録活動の歩みはJCPRGの歩みそのものでもあった。

長い間JCPRGのデータ採録活動を裏から支えてきた吉田ひとみ氏に、「採録活動ー採録活動の移り変わりー」について、現在のデータ収集・採録体制、作業手順がどのように形成されてきたか、の全体の流れを書いていただいた。そこでも述べられているように、NRDFデータ収集・採録の初期の段階は、実験研究者とのコミュニケーションの重要性から核物理研究センター(RCNP)と原子核研究所(核研)を拠点にして行われた。そこでは、データの採録がコーディングシートを用いて行われ、その過程で取り上げらえたコーディングシートの改善や追加も重要な課題であった。その1つの拠点であった核研でのデータ収集・採録活動を取りまとめて来られた手塚洋一氏に「採録活動の発展」として振り返っていただいた。この40年間、計算機とその周辺機器の進展が著しく、それに伴ってデータ収集・採録の在り方、やり方も変遷、発展を余儀なくされてきた。例えば、紙媒体でのコーディングシートから計算機の端末からのデータを直接入力する方式やパソコンから市販のデータベースソフトを用いて入力する方法の開発が行われた。その開発を担った吉田(旧姓:青木)由香氏に、その頃のことを「データコーディング作業の変遷」と題して書いていただいた。そのような幾つかの発展過程を経て現在のデータ収集・採録体制が整備されてきたが、現在行っているデータ収集・採録活動の状況について古立直也氏に「採録活動の発展」と言うタイトルで報告していただいた。

データ収集・採録の方式が定まって、その体制も確立したことによって、データ採録の作業が徐々にルーチン化してきた。それと同時に、新たな課題に取り組むことが現実化してきた。その一つの課題が、データの評価研究であった。NRDFデータベースは特定の利用目的で作られてはいない。そこで、特定の利用目的にもとづいたデータベースの作成は評価研究と深く関わっており、特定の利用目的を持ったデータを対象としたデータベースの作成とデータ評価を行うことが長い間の課題でもあった。その課題がようやく2000年前後から具体的に取り組むべき課題になってきた。その経過について、加藤幾芳氏に「NRDF/Aの誕生」として書いてもらった。そこでは、特定の分野のデータとして軽い核の宇宙核反応データを取りあげることになったことが説明されている。そして、宇宙核反応データを対象とした個別ファイルをNRDF/Aと呼び、まず、データの収集から始まった。その具体的データ収集活動である「NRDF/Aの文献調査」を古立直也氏に書いてもらった。

最後に、JCPRGの作業グループの一つである「NTX作業部会」について、15年間にわたるその活動内容を能登宏氏に紹介してもらった。NRDF及びEXFORのデータ収集・採録の過程で生じてくる様々な問題を検討し、データの質的向上を目指した活動内容の紹介である。

6-1 採録活動

—採録作業の移り変わり—

吉田 ひとみ（元北海道大学）

はじめに

JCPRG で作成しているデータベースは、原子核実験の論文から必要なデータを抽出して、それをデータベース化していくものである。この章では、論文からデータを抽出しデータベースのデータとして格納されるまでの作業の流れを書いていきたいと思う。

一言に流れといっても、40年の間には、時間の流れとともにやり方も変わってきた。特定研究「広域大量情報の高次処理」の課題「原子核データ情報利用」として1974年から始まったシステム開発と試験的なデータ入力を経て、収集作業を積み重ねる中で、1981年に現在2470論文の採録データが格納されているデータの1番目の採録論文（D0001）のナンバーが付き、スタートした。40年間その時代に可能な方法をそれぞれ模索しながら進めていく中でデータ収録の手順も変わっていった。ここでは、時の流れとともに作業の仕方がどのように移り変わってきたかをまとめてみた。

作業の移り変わりを考える方法として、ここでは、それぞれの作業に焦点をあてて、それがどのように変化をして今に至ったかを資料と記憶によりまとめてみた。採録作業を以下のような作業項目に分けて、それぞれの作業が現在どう行われているか簡単に紹介し、それがどのような変遷を経て現在に至ったか、まとめていくことにする。

- | | |
|---|----------------|
| I. 作業の管理方法 | II. 作業者同士の伝達方法 |
| III. 採録範囲 | IV. 論文選び |
| V. 作業分担 | VI. 採録 |
| VII. チェック | VIII. グラフ数値入力 |
| IX. マスター入力 | X. EXFOR 変換 |
| XI. NRDF データ数と EXFOR に
送付されたデータ数との対比 | XII. マスターへの格納 |

I. 作業の管理方法

一つの論文のデータ収集作業は、複数の作業担当者で行うことになり、それぞれの作業を統括することによって複数の論文が同時進行で行うことが出来るので、それらをどのように管理をするのかということは、大変大切なこととなる。

現在：Webで作業状況を管理する形で行っている。例えば、現在の作業状況を次の採録分担表 <http://www.jcprg.org/buntan/buntan.html> から見る事が出来る。これにより、個人管理の状態から、作業者がいつでも採録予定論文や採録状況などの全体状況を確認でき、関係者全員が共通の情報をもつことができるようになったのは、作業効率上からも大きな進歩であった。

現在に至るまで：最初の作業管理の方法は、各論文を入れた封筒（後にストックファイル）に作業記録紙が張り付けてあり、この作業記録紙で管理を行う方法でスタートした。作業担当者が作業記録紙に作業記録（作業の種類、担当者、作業開始時間、作業終了時間、コメント）を記入する。しかし、台帳での管理だけでは、同じ論文の作業者であってもすぐに台帳を確認して誰がどのように作業を進めているのかという情報を得ることが難しい。また、作業の進行をそのまますぐに台帳に反映するというのも、後でやってみると実際には難しいことが分かった。これらのことを考えると、作業台帳での管理だけではなく、作業記録紙でも管理するという方法は、大変効率的な方法であったと感じる。実際に長い間この作業記録紙での管理方法がとられていた。

ただ、この作業記録紙での管理も、時を経て、メールでの情報伝達や作業担当者名記録が Web で管理・確認ができるようになってくるとともに、作業記録紙の存在がだんだんと薄れていった。逆に言えば、そのような状況になるまでは、この作業記録紙による方法が作業管理を支えてくれた。

II. 作業者同士の伝達方法

コーディング作業を行っているときに、「疑問点」や、「迷ったけれど、こうして判断した」ということを記録として残す方法が様々とられてきた。

現在：メールアーカイブシステム stock（2004 年 鈴木氏開発）によって支えられている。このシステムは、メールアドレスに特定のアドレス（stock）を入れるだけで、すべてのメールが論文別（D番号別）に管理されるだけでなく、件名のところに入れる決められた言葉によって分類されて管理される（決められた言葉以外のものは、otherとして分別され管理される）Webシステムなので、いつでも関係者は、採録時の議論を確認することができるようになり、情報の伝達がとても安心感のもてるものになった。それ以来、stockは、非常にありがたいものとして使われている。「5-5 荷電粒子核反応データ採録活動におけるメールアーカイブシステム “stock”」（鈴木隆介）」参照。

現在に至るまで：作業の管理のところで紹介した、当初から始めた方法である封筒やストックファイルが情報交換の手段であった。この中には、コメントやグラフの読み取り方法が赤で記載された論文、チェックが赤で入っているコーディングシート、作業で使ったメモ、問題点や伝えたいことを書いたカードが入っている。

これらを確認することによって、共通の情報を得ることができた。問題点が解決されなかったとしても、すくなくとも問題点を紙媒体で残しておくという方法であった。

その後、この方法がとられつつも、メールを利用して情報交換が行われるようになってくると、ストックファイルに紙媒体でメモを残す方法と、メールとの 2 本立てがしばらく続き、徐々に自然のことであるが、メールでの情報交換が多くなってきた。ただこの時は、上記の stock ができるまでの間は、メールとしては存在しても、本人しか確認することが出来なかったうえに、後日確認するのが大変であった。

III. 採録範囲

現在：荷電粒子および光子を入射粒子とする日本で行われた実験論文を採録対象としている。

現在に至るまで：北大をセンターとして収集作業を始める 1981 年度ころまでは、採録範囲を「国

内の加速器を利用して得られた荷電粒子核反応データ」としていた。その後、北大をセンターとして収集作業が始まる 1982 年度からは、科学研究費「データベース作成経費」のもとで採録範囲を広げ 1979 年から 1985 年までに生産された、Nuclear Data Sheets Vol.29-45 に掲載された国内外の陽子入射核反応データ、これに加えて国内で生産された荷電粒子核反応の一部を採録範囲とした。その後、1987 年度からは、予算が事業費となり予算も少なくなったことから 1988 年度からは、「国内で生産される荷電粒子核反応データ」を集めることになった。

この時には、国内産データだけでは、NRDF の有用性に問題が生ずることが議論された。良質のデータベースを育て広く利用されるためには出来るだけ広範囲のデータを扱い、できる限り網羅するとともに常に更新されることが必要であるが、このためには 1 国 1 機関だけの活動では不十分で、長期に安定したデータベース維持のためには国際協力が不可欠である。また、国際協力を進めて行くうえでは、自国のデータの収集蓄積があることは大きな強みであり、また国際協力を促進させる要因ともなると考えられる。限られた事業費の中では、自国のデータ収集の足場を固め国際的な日本の持ち場で責任を果たすことが大切であるとの考えからの判断であった。具体的には、IAEA の核反応実験データベース (EXFOR) においては JCPRG の採録責任であると早い段階から決め、日本で生産された実験データを送付することを示している。

IAEA では、自国で生産された実験データには、責任をもって採録し送付するという採録の割り当てが決められているが、これが決められる以前から IAEA と JCPRG で約束事になっていたようだ。

IV. 論文選び

現在： 次の 3 通りの仕方で、採録論文を選んでいる。

- IAEA の NDS でスピーディな採録を行うため公開されている採録対象論文リスト (NRDC EXFOR compilation control system) を参考にする。(2006 年頃より)
- 対象雑誌が発行されたら、対象論文があるかをチェックする。
- 採録依頼があった場合は、proceeding やドクター論文でも採録判断を行った後採録することもある。

現在に至るまで： 1982 年度から 1987 年度までに採録された国内外の陽子入射核反応データについては、Nuclear Data Sheets Vol.29-45 に掲載されたものから論文を選んでいた。

国内で生産された荷電粒子核反応データについては、次の方法で論文を見つけていたが、1978 年度から数年の間は、著者の了解の下に入手した公表の機会を得ないデータも採録論文に入れていた。これは、NRDF 開始当初 (1974 年) の事情にある。当時、学術情報雑誌の発行が財政的に困難になってきているということがあり、学術情報交換の新しいメディアの確立が強く求められている状況のもと、公表されていないデータも採録論文に入れることが大きな柱として一時期行われていた。その後は、publish されているデータを採録することが基本となった。

加速器のある研究所のアンニュアルレポートを参考に論文リストや発行雑誌を参考とする。

発行雑誌をチェックする。

著者から直接提供していただく。

データベース INSPEC を検索。(一時期)

採録依頼があった場合は、proceeding やドクター論文でも採録の必要性の判断後、採録することもある。

V. 作業分担

現在：採録は、研究員とスタッフとで行われている。採録会議が定期的に行われ、スタッフによりスムーズに作業分担が行われている。

現在に至るまで：作業担当者は、原子核研究者、原子核研究室大学院生、学生が殆どで、研究者としての判断が必ずしも必要としない作業では、研究者以外の方または、原子核研究専門以外の多くの学生の協力を得ながらすすめてきた。

研究機関も、北大原子核研究室が中心であったが、作成開始当時は、特定研究の研究グループである大阪大学核物理研究センター（RCNP）、東京大学原子核研究所（核研）、理化学研究所の実験研究者の方々が労を重ねてこられて採録の形が作られてきた（1974-1978）。そして、RCNP・野尻多真喜氏、東京大学原子核研究所・手塚洋一氏の両氏を中心とするコーディング作業体制のもとで殆どの採録が進められた（1979-1992）。その後、北大原子核研究室院生が中心となって進められ、2001年からは、北大工学部知識メディアラボラトリー中核的研究機関研究員（現在の北大 情報科学研究科 知識メディアラボラトリー 非常勤研究員）がコーディングの中心になる状況に変化していった。

このように複数の人間がかかわって作業をするということは、複数人の判断によりデータが作成されているということで、非常に意味深いことだと感じる。一方、それだけで大変な面もある。

作業者は、専任の仕事ではないので、人それぞれに作業に使える時間も時期も、ばらばらである。そんな中で、実際に進めなければいけない作業をそれぞれの事情を把握しながら、どのように分担をして進めていくのかを考えることが、作業分担者の大きな仕事であった。

一人一人の事情を大雑把にでもわかっていると、できる時期や、できる量を確認しあいながら進めていくことができる。また、作業者にとっても自分の事情にうまく取り込んでいくことができる。そのお互いの確認が作業を進めていく基礎になるように思う。これは、ただ単に作業を進めるということだけにとどまらず、複数の人間の判断がきちんと反映されているデータを作成するという意味でも、コミュニケーションをとりながら作業を進めることは、大切なことのように感じる。

学生アルバイトについて

ここで学生アルバイトについて少し触れたいと思う。ここ数年は、採録への大学院学生の参加が少ないように思うが、それはお互いにとって、残念なことのように感じる。

原子核研究室の学生に作業のアルバイトの説明するときには、以下の4つを話していたように記憶している。

- ① このアルバイトは、場所を移動することなく研究室でできる。
- ② 原子核実験の論文を読むことになり、アルバイトをしながら勉強になる。
- ③ コーディング作業は、原子核研究室の学生にしかできないことなのでぜひお願いしたい。
- ④ このデータは、IAEAにも格納されて国際的なデータベースで検索利用される。その責任あるデータ作成に是非加わってほしい。

コーディング作業をしていた卒業生から、「原子核実験の研究室が近くになかったけれど、核データのコーディングをしていたおかげで、勉強になって研究室を離れてから役に立った。」とうれしい話を聞いたことがある。学生にとっても勉強になり、JCPRGにとっては、採録作業を知ってもらうことは、広い意味でも未来への継承の可能性をもつことになると思う。そう考えると、採録作業に学生さんの参加が増えることを期待したい。

VI. コーディング作業

現在：2001年に核反応データ入力システムHENDELを用いた採録環境が整い、NRDF、EXFORの書式で出力されるので、あらたなEXOFへの変換も必要がなくなった。また、チェックプログラムにもHENDEL上でかけられるのも大きな事である。詳しくは、「6-2-3HENDELによる採録」(古立直也)を参照。

現在に至るまで：NRDFシステム完成後、まもなく作られた採録用の手書きの入力シート(コーディングシート)を始まりとして、改良されたコーディングシートでの入力を経て、PCへ直接タイピングするコーディング作業に移り変わった。その後現在使用しているHENDELの出現となる。詳しくは、「4-2-2 採録作業の開始 野尻多眞喜、吉田ひとみ」「6-2-1 コーディングシートによる採録」(手塚洋一)、「6-2-2 コーディングシートからパソコン入力による採録へ」(吉田(青木)由香)の頁参照。

VII. チェック

現在：採録システムHENDEL上でのチェックプログラムでのチェックを行ったうえ、定期的に行われている採録会議で採録結果を検討、議論する。

現在に至るまで：北大をセンターとしてデータ収集が始められた1982年度ころは、人によるチェックと計算機プログラムによる文法的なチェックを行ったうえで出来上がったデータについて、論文の著者のチェックを受けて、著者の了解を得たデータだけをデータと認めるものとしていた。それが、時間の流れとともに、著者によるチェックなしで進められるようになっていった。しばらくの間は、人によるチェックと計算機プログラムによる文法的なチェックで進められていったが、1993年度より取り入れられたパソコンで入力作業を行うようになってからは、人によるチェックも1996年度までは行われず、その結果として以下のような状況が生じた。

○生じた問題

- ・タイピングミスが増えた。
- ・コーディング者に文法を伝えることが十分できていなかったため、文法エラーが増えた。

○対策

- ・コーディングエディター(データベース用)を使おうことを試みた。
しかし、使い勝手があまりよくなかったため、1年ほどで直接テキストファイルを作成する方法をとることになった。
- ・「コーディングに対する補足と注意(1979)」の改訂版を作成してコーディングの勉強会をおこなった。
- ・手塚氏にコーディングサンプルを作成していただくと同時にマニュアルを作成していただいた。
- ・テーブルの数値を読み取るためにOCRの導入を試みる。
- ・人によるコーディングデータのチェックを再開した。(1997)

○結果

タイピングミスや、文法エラーが随分少なくなったが、無くなるまでには、まだまだであった。

このような状況の中で、採録エディターシステム開発がすすめられた。

VIII. グラフ数値入力

現在：Javaアプリケーションのグラフ読み取りシステムGSYSによりグラフを数値化し、読み取った数値をグラフにフィールドバックし、読み取ったグラフと比べるというチェックが出来るようになった。「5-2 JCPRGにおけるディジタイザについて」（鈴木隆介）の頁参照。

現在に至るまで：1981 年度までは、ディジタイザを使用することができなかったもので、論文をコピーして、手作業でグラフを読み取っていたが、1981 年度からは、ディジタイザを利用して読み取ることができるようになった。そのあと、時代の流れとともに様々なディジタイザが開発された。以下に簡単に列記する。詳しくは、「5-2 JCPRGにおけるディジタイザについて」（鈴木隆介）の頁参照。

- ・【1981-1983】北大大型計算機センターに設置されているディジタイザを用いてグラフ上の点を読み、ここから二種の物理量の値とその誤差を読み込んでいた。読み取ったグラフの数値データを物理量の値に変換する作業（Conversion）を行い NRDF システムに入力する
- ・【1984-1990】NRDF 専用グラフ読み取りシステム GRADIS（磁気誘導によるディジタイザ（風間氏開発）でグラフを数値化する。読み取ったグラフの数値データは、フロッピーディスクに記録された後、NRDF システムに入力する。
- ・【1990-1997】NRDF 専用グラフ読み取りシステム（静電結合によるディジタイザ岡部氏開発）によりグラフを数値化。データは、パソコンファイルに格納し、NRDF 用のデータに変換し NRDF システムに入力
- ・【1998-2004】グラフをスキャンしてコンピュータに取り込み、グラフを読み取るシステム SyGRD (近江氏開発)によりグラフを数値化して FD にデータを入力。

IX. 著者からのグラフ数値入手

現在：多くの著者の方からの協力のもと、グラフ数値を著者の方から提供して頂き、データを作成することができるようになった。

現在に至るまで：採録開始当時は、論文の著者である実験研究者によって採録されたものについては、著者提供によるグラフ数値が入力されていたが、その後は、著者による数値提供はなされない状況が続いていた。

2002 年度に採録論文について著者に疑問を問い合わせたメールで、数値データの入手の可否についても問い合わせたところ、快く数値を送って頂いた。このようなことがあり、著者から数値をいただくことが再開というよりは、初めての試みがなされたといつてよい。

表 1 に数値データにおける著者から入手したデータ数と割合をまとめてみた。これは、1900 年代の論文だと、著者の手元に数値が残っていないこともあり、2000 年以降に発行された論文を対象に絞って調べたものである。これをみると、著者の方からの多くのデータを入力できていることがわかる。

表 1 数値データに於ける著者からのデータの割合
(2000 年以降に発行された論文)

作業年度	数値データ総数	著者データ	著者データ割合 (%)
2002	556	522	93
2003	277	244	88
2004	448	402	90
2005	58	54	93
2006	172	127	74
2007	468	448	96
2008	166	97	58
2009	59	58	98
2010	27	11	41
2011	75	34	45
2012	648	640	99
2013	162	145	90

X. EXFOR 変換

現在: 2001 年に開発された核反応データ入力システム HENDEL により NRDF と EXFOR が同時に作られるため、変換により EXFOR ファイルを作成する必要がなくなった。

現在に至るまで: NRDF から EXFOR に変換するプログラムを千葉氏により作成され、1982 年に EXFOR の送付が開始された。詳細は、「5-1 NRDF の EXFOR への変換」(千葉正喜)の頁参照。

NRDF では出来るだけ多様なデータを収集できるように、フリー・テキストと呼ばれる入力形式や対応するコードが無くても”DATA”というコードで入力できるようになっている。しかし、そのような形式で入力された NRDF データは EXFOR システムに機械的に変換することを極めて困難なものとする。このようなことから NRDF から EXFOR への変換は、スムーズにいかないものも多かった。このような事情もあるなか、変換の努力を重ね、EXFOR への送付、新しいコード登録等の実績を少しずつ重ねていき、IAEA の核反応データセンターのネットワークでは”Study Group”と登録されていたが、1993 年の NRDC 会議では、Japan Charged-Particle Nuclear Reaction Data Group (JCPRG) の名前で登録されるようになった。そのような中で、EXFOR への変換を検討するワーキンググループ (NTX-WG) ができ検討を重ねた。また、2000 年には、北大知識メディアラボラトリーの外国人研究者招聘制度のもと IAEA 核データ部の Otto Schwerer 氏を招聘し変換についての議論を重ねた。この中で、送付前にチェックプログラムをかけることが出来るようになった。このような事を進める中で、変換作業が進み EXFOR に送付できる割合が増えていった。

XI. NRDF データ数と EXFOR に送付したデータ数との対比

現在: 2013 年度の NRDF のデータ数と EXFOR に送付したデータ数は、同じである。(データの中で、2000 年以降に発行された論文)

現在に至るまで：NRDF Annual Reportにその年に作成したデータとその中でEXFORに送付されたもののとの関係を見ることが出来る。その資料は2002年度からのデータについて記載されている。表2に2002年度から2014年度までのEXFORへの変換率を記して置く。

表2 2002年度から2013年度までのEXFORへの変換率

作業年度	NRDF	EXFOR	変換率 (%)	作業年度	NRDF	EXFOR	変換率 (%)
2002	716	663	93	2008	350	339	97
2003	1,532	1,467	96	2009	117	111	95
2004	488	441	90	2010	238	238	100
2005	290	289	99	2011	278	276	99
2006	455	441	97	2012	728	727	99
2007	1,530	1,530	100	2013	466	466	100

XII. マスターへの格納

現在：北大情報基盤センターのサーバに置いてあるマスターに格納する。

現在に至るまで：初期には、紙カード（後にFD (floppy disk) やMT (magnetic tape) も使用した）を介して、計算機プログラムによりマージされた採録データの文法的なチェックをし、エラー修正をしたのち、採録データが完成する。これを北大大型計算機センターのNRDFシステムの過般型ハードディスクパックに格納した。

その後、サーバを大計センターから JCPRG 独自に移したが、再び情報基盤センターに格納することとなった。

おわりに

採録の試作から始まった採録作業の資料を振り返ってみると、拘ってこられた多くの方々の真剣な工夫と努力の積み重ねであることをあらためて強く感じた。その時その時に生じる問題に対して様々な試みがなされ、失敗もしながら積み重ねてきたものであると改めて感じる機会になった。

そこで強く感じることは、一つの論文の採録作業にしても、システム開発にしてもそこでの議論・判断または、失敗・成功などの一つ一つが貴重なもので、それが JCPRG の経験として継承されていくべきものだということである。

長く採録作業のそばでかかわらせていただいた人間として、この経験の継承と意識の伝達ということをしてどれほど意識して取り組んで過ごしていたかについて考えると、ドキッとするくらい勿体ないことをしていたと深く反省させられた。

当初、核物理委員会の推薦を受けた実験研究者の方と原子核理論懇談会の報告諒承された理論研究者の方が中心となりシステムエンジニアの多大なる努力で始まった採録を155名もの方の関わりの中で継承されてきた。この方々のその時々のご努力の結果こそが JCPRG の英知であるとあらためて感じる。

この 40 周年史の存在がほんの少しでも「経験の継承と意識の伝達」となり「JCPRG の英知」に繋がればと願う。

また、この原稿を書くにあたって相談にのっていただいた加藤幾芳先生、問いに対して快く対応してくださった合川正幸氏、大塚直彦氏に深く感謝する。

参考文献

- [1] NRDF AR No.1(1987) 新しい段階を迎えた NRDF 赤石義紀
- [2] NRDFAR No.16(2002)著者からの数値データ提供の取扱いについて 合川正幸,大塚直彦
- [3] NRDF AR No.10(1996) EXFORへの変換等におけるNRDFの問題を検討するワーキンググループ報告 加藤 幾芳
- [4] NRDF AR No.14(2000) Otto Schwerer氏を囲んでの核データシンポジウム報告 大林由英

6-2 採録活動の発展

6-2-1 コーディングシートによる採録

手塚 洋一（東洋大学）

データベースを構築するにはまず最初にデータの収集、採録という作業が必要とされる。私が NRDF のデータ採録活動を当時東京都田無市にあった原子核研究所（現在は高エネルギー加速器研究機構に統合）で始めたのは 1980 年でした。阪大にいらした野尻多真喜さんと連絡を取りながら、まず日本で行われた荷電粒子核反応実験のデータ収集から始めました。加速器を持つ大学、研究機関に連絡を取り、プレプリントやアニュアルレポートなどを送ってもらい、その中から荷電粒子核反応実験に該当しそうな論文を拾い上げました。加速器実験ですから、当然のことながら荷電粒子を加速しているのですから、すべての実験が適合しそうなのですが、電子を加速しているデータは除かれました。陽子を加速している実験でも、直接核反応を見ているものや核構造を調べているものはわかりやすいのですが、放射化してターゲットを取り出し、蛍光や半減期などを調べようとしている実験は判断に困りました。収集した論文、レポートなどを北大に送り、北大が採録すべきデータとして適合と判断したものに関してデータベース用に採録するというやり方で始まりました。実際にデータベースに使える形でデータを採録し始めたのは 81 年からでした。

データの採録用には専用のコーディング用紙があり、そこに必要事項を記入していくという方式でした。コーディングの手引きとしては 1981 年に田中先生と富樫雅文さんが作られた「荷電粒子核反応データ（NRDF）入力書式マニュアル」という手引書があったのですが、概念的な説明はきちんと書かれていたのですが、実際にコーディングをやってみると具体的には色々わからないことが多くて悩みました。使用する用語としては NRDF の辞書に登録されている単語を使うのですが、辞書に適切な用語が登録されていない場合には、新しい用語として自分で定義し、まとめて北大のゼンターに報告し、登録するという方式でしたので、同じ概念に対し、何人かが別の用語を定義して届け出て、2 重、3 重に定義される用語が生まれてしまいました。現在の検索システム内にもその残骸が残っています。ANLPW と ANALPW などはその代表的な例だと思います。

まず最初に ¥YBIB というコーディング用紙があり、そこに論文のタイトル、著者情報、文献情報、核反応型などを記入します。この用紙は 1 つの論文に対して 1 枚だけ作成されました。次に ¥YEXP という用紙があり、各反応型毎に別々の用紙に記入する。ここには実験の詳細な情報が要求されるのですが、実験をやっている人には当たり前にわかっていることでも、理論畑の人間にはよくわからない情報がたくさんありました。標的核に関する情報、使われた測定器の種類など論文に明記されていない情報が多く、コーディングに苦労した覚えがあります。データに合わせてこの部分の用紙を大量にコピーする必要が生じ、コーディング中はコピー機のそばを離れられませんでした。最後に ¥YDATA の用紙があり、ここに実験の測定値を書き込むことになるのですが、角分布やエネルギー分布など標準的なデータの場合には問題なかったのですが、特殊なデータで既存の用意されたデータ型に一致しない測定量は困りました。例えば DATA1、DATA2 などと書いておき、コメントを付け、説明文を添付したり、対応しそうな名前をつけて NRDF の辞書に登録するのですが、自分で書いていながらこれでは何のデータかよくわからないなと思ったものもかなりありました。一連のデータは同じ ¥YDATA の用紙にまとめて記述されるのですが、異なる実験条件、異なる変数に

よるデータなどはそれぞれ別の¥DATA として採録され、¥¥DATA にまとめられます。入射粒子のエネルギーを変えながら角分布を測定しているような実験の場合には、あえてエネルギー変化に対するデータとして採録し、また特定の入射エネルギーに対する角分布のデータとして採録するなど2重に採録したこともありました。

データがグラフで与えられている場合には論文中の該当するグラフに必要な指示を明記しておけば、あとは北大で機械的にデータを読み取ってくれることになっていたのが簡単でした。実験データが表などの形で与えられている場合には、コーディング用紙に正確にコピーしなくてはならないので神経を使いました。ミスを犯さないようできるだけそのままの形で数値を書き写すのですが、場合によっては論文中の表の列などを入れ替える必要が出てきたりいたしました。

コーディングを行う際には、何も書き込んでいないコーディング用紙を一組保存しておき、それを必要枚数コピーしてコーディングを始めるのですが、うっかり保存用の用紙を使ってしまったなどという失敗もありました。それ以降は、いつでも消せるようにコーディングには鉛筆を使うようにしました。

当時の採録作業は、原子核研究所の若手研究員数人で分担したのですが、思った以上に面倒でなかなか続きませんでした。仕事が忙しくなったり、他の研究場所への移動があったりで、毎年のようにメンバーが交代しました。メンバーが変わるとそのたびにコーディングのやり方について講習をするのですが、独力でコーディングできるようになるまで結構時間がかかりました。やっとコーディングに慣れたと思われる頃に移動があったりということで常にメンバー不足の状態でした。このころにはよく冬休みの時期に北大でNRDFの研究会が開かれておりました。その研究会に呼んでいただくので、寒くなりだすとあわてて一生懸命NRDFのコーディングを行うというようなあわただしい作業でした。新しいメンバーの質問に対応するだけでも大変なので、実際にコーディングする立場から見てわかりやすい、実的なマニュアルを作ろうということになりました。もっと早くから暫定版は出回っていたのですが、きちんとした形で報告したのは1990年の「NRDFコーディングマニュアル」でした¹⁾。

実際にコーディングをしてみると、最初のコーディング用紙の不具合、必要な用語の不足などいろいろな不備が指摘されるようになりました。これらの声を集計し、コーディング用紙が新しい仕様に改編されたのも同じ年でした²⁾。

国内のデータをきちんと集めるということで、関東より北は私が担当し、関西から西は野尻さんの担当ということで、核反応のデータを集めておきますと、KEKや理研、RCNPなどから中間エネルギー領域の核データ、ハイパー核のデータなどが集まりだし、従来のコーディング用紙では記述が不便になってきました。2次ビーム、ストレージリングなどをどのように記述するのか、多段階の相互作用を核反応式としてどのように記述するのか、単体の測定器ではなく、測定装置セットやそれに愛称がついているような装置をどう記述するのか、多量の粒子生成などはどのように記述するのか、従来の低エネルギー実験にない測定量fragmentation、rapidityなどの辞書登録などいろいろな問題が出てきました。結局、能登宏さん、野尻さんと共同で、ハイパー核や中間エネルギー領域での実験にも対応できるようにコーディング用紙などを作り直しました³⁾。

紙ベースでのコーディングを10年以上続けてきましたが、1993年に北大の吉田ひとみさんと青木由香さんが、直接パソコン入力できるようにコーディングシステムを改良してくれました⁴⁾。これでずいぶんコーディングが楽になりました。紙ベースでのコーディングでは大量の用紙のコピーや、同じ記述の繰り返しを何度も行う煩雑さがあったのですが、パソコン上でのコピー＆ペーストならわざわざコピー機のある場所まで行かなくてすむし、作業効率がずいぶん上がりました。必要のない項目は消去すればよいので、コンパクトでわかりやすい作業になりました。収録したデータはフロッピーディスク（この当時は1MBのフロッピーディスクを使っていたのですね！）にコピ

ーして北大に送りました。同時に用語の辞書が紙ベースではなく、電子情報として与えられるようになったので、用語の検索、確認などもずいぶん楽になりました。これに合わせるように、コーディングマニュアルもパソコン用に書きなおしました⁵⁾。

この頃から私は大学の仕事が忙しくなり、だんだん NRDF から遠ざかってしまいました。その後、ホームページ上でコーディングできるように大塚さんが整備してくれたようです。

参考文献

- 1) 手塚洋一：NRDF コーディングマニュアル (1990) 荷電粒子核反応データファイル年次報告 89、13-51
- 2) 野尻多真喜、能登宏：荷電粒子核反応データファイル (NRDF) コーディングのための新しい入力仕様 (1992) 荷電粒子核反応データファイル年次報告 89、52-86
- 3) 能登宏、野尻多真喜、手塚洋一：ハイパー核生成など中間エネルギー領域に於ける荷電粒子原子核反応実験データの採録(1992) 荷電粒子核反応データファイル年次報告 91、15-69
- 4) 吉田ひとみ、青木由香：パソコン入力によるコーディング作業の試み(1993) 荷電粒子核反応データファイル年次報告 92、53-75
- 5) 手塚洋一：NRDF コーディングマニュアル (1995) 荷電粒子核反応データファイル年次報告 94、42-56

6-2-2 コーディングシートからパソコン入力による採録へ

吉田 由香（東北大学）

この度「JCPRG40 周年史」への寄稿のお話をいただき、本当に久しぶりに当時のことを思い出すきっかけとなった。かれこれ20年以上前のことであり、なかなか記憶が蘇らずに困惑したが思い出せるだけのことを書かせていただきたいと思います。

私が核データに関わったのは今から23、4年前くらいの北大の原子核理論研究室の学生だった時からである。その後東北大学の原子核実験の研究室に在籍し、大学院を卒業するまでずっとお世話になっていた。その間にコーディング作業は、紙のコーディングシートに書き込んだものをデータベースに入力するスタイルからパソコンを使って直接入力するスタイルへと変わっていった。その頃のコーディング作業のことを可能な限り思い出してみたい。

北大の原子核理論の研究室で原子核の勉強を始めたばかりだった頃に、先生から「核データのコーディングをやってみないか」と声をかけていただいたのがこの仕事に関わった最初である。ちょっとしたアルバイトのつもりで始めたのだが、たくさんの論文を読み必要な情報を取り出す作業は、その頃の自分にとっては大変良い勉強になったと思う。まだ4年生だったので英語の論文を、目的を持って早く沢山読むという訓練は必要だったしまた、私はその後原子核実験の研究室に進む事になったのだが、検出器の名称や実験の手法などこの頃読んだ論文の知識が後になって役に立ったことを覚えている。

さて、その紙のコーディングシートを使っていた頃の作業は、論文を読みながらメモをとっていくような感覚で、コーディングシートの必要な項目を選んで数字やコードを書き込んでいき、グラフには番号をつけて測定された物理量と単位を書き込んでおく。ここまでが私の仕事で、このあとまた別の方がグラフの数値を読み取りコーディングされた情報をデータベースに入力して完了だった。論文の情報をデータベースに入力できるコードに直す時に必要だったのが NRDF 辞書で、特にコーディング初心者の私には手放せないものだった。例えば加速器や検出器の種類を選ぶ時、物理量を記録するときなど、慣れて来るまでは必ず辞書を開いてコードを探し、無ければ注釈をつけた。初めのうちはどのようなものがコーディングの対象になるのかもよく分からなかったもので、辞書をくまなく探して該当するコードをやっと見つけたものである。

そんな訳で、研究室や自宅や図書館などで作業するときには必ず NRDF 辞書を持ち歩かなければならず、うっかり忘れて出かけるとせっかく時間ができても作業が全くできなくて残念な思いを何度もした。しかしその反面、論文とコーディングシートと辞書さえ持っていれば、公園でも喫茶店でも好きな時に好きなところで作業ができるという利点もあったように思う。

このように原子核の研究者を目指していた私にとってこの核データの仕事は自分の勉強のためにさせていただいたようなものだったし、このような機会を与えて下さった皆様に今でも感謝している。

さて、コーディングの作業はしばらくすると紙に印刷されたコーディングシートではなく、パソコンのデータベースソフト上に作られたコーディングシートへ入力するように変わっていった。こうなるとコーディング用ソフトの入っているパソコンのあるところでの作業となり、図書館や喫茶店というわけにはいかなかったが、それでも論文とフロッピーディスク一枚を持って出かければよいのでずいぶん身軽になった。この頃になると私もずいぶん慣れてきて入力すべきコードもかなり頭に入ってきたこともあるが、この方法になって画期的だったのはリストの機能がついてい

ことである。加速器や測定器の種類などいくつかの項目にはリストにコードが入っており、そこから該当するコードを選べば良いのでいちいち辞書を開く必要が無くなり、便利になった。また、この頃自分は仙台へ引っ越し北大から離れてしまったので、フロッピーディスク一枚のやり取り又はネットを通じてデータが送れるようになったことは便利であった。

このパソコン上のコーディングシートは、データベースソフト「桐」に今までのコーディングシートと同様の形式で作られており、今までと同じように必要な項目にフラグを立てて値を入れていくスタイルだった。なので、基本的には紙のコーディングシートの時と作業はそれほど変わらず、向かう先がパソコンになっただけのことだったので抵抗なく移行することができた。しかし、このソフトを使ってコーディングした後、一つしなければならぬ面倒な作業があった。コーディングはデータベースソフトを使って入力していくのだが、できたファイルをテキスト形式に変換して保存しなければならない。「桐」のソフトからテキスト形式でデータを保存すると余計な文字や記号が入ってしまうので、テキストエディターを使ってそれを取り除くという作業が必要だった。ちょっとした事なのだが「やっと終わった」と思った後の残りの作業なので気分的には少し負担であった。たくさんコーディングした後などはそれなりに時間もかかるので「面倒」と感じることもあったし、余分な文字を消しきれなかったり必要な部分まで消してしまったり、人の手が入ることによるミスも少なからずあったように思う。また、「桐」で作業できる環境がどこにでもあったわけではなく私などはその頃は北大から離れてしまってもいたので、コーディングシートの状態でテキストファイルに変換してしまったものをエディターでカットしたりコピーしたりして編集してしまうようになっていった。こうすることでエディターを選ばずどこでも作業はしやすくなったが、また辞書が必要になってしまったことと、入力ミスがさらに多くなってしまっていたようだった。また、異なるデータの間の区切り記号を忘れるなどの文法上のミスもよくやってしまうので気を付けなくてはならない点だった。いろいろと注意点はあったが、この頃にはデータのやり取りは殆どメールで行われていて、送るファイルも小さくて済むことなどからこの状態が長く続いていた。

コーディング作業者としての当時の事をできる限り思い出してみたが、本当に懐かしい思い出である。この頃まではたしかパソコンも現在のような X-Window のものはあまり普及していなくて、画面をたくさん開いて作業をする状況ではなかったと記憶しているが、そのせいで今では笑い話にもなりそうないろいろな苦勞もあったのだと思う。常々コーディングの際には「入力したい項目をクリックするとリストが出てきてそこから「ボン」と選べるといいのに…」または「最後に自動で文法チェックをしてくれるといいのに」などと思っていたものであった。

最後に、この話をいただいてから初めて JCPRG のホームページを拝見し、当時夢に描いていたコーディングシステムが実際に稼働しているのを目にして大変感動した。これからもどんどん進化してさらに使いやすくなり、新しい実験データを沢山取り込んで行かれることと期待している。

6-2-3 HENDEL による採録

古立 直也（北海道大学）

1. はじめに

本節では、主に筆者が着任した 2008 年度以降に焦点を当てた JCPRG における採録活動の発展を報告する。近年の JCPRG のにおける採録活動の大きな特徴としては、核反応データ入力システム HENDEL を用いた採録環境が整ったことが挙げられる。原子核反応データベース EXFOR、NRDF は、書式やコードに関する知識が無い人が生のファイルを見ても内容の理解が難しく、これらのデータベースへ登録するファイルの作成はさらに難しい。その困難さは前節「コーディングシートによる採録」及び「コーディングシートからパソコン入力による採録へ」の内容からうかがえると思う。そのため、書式、コードの知識が無い実験研究者などが自らの実験データを採録しようと考えてもそれを即座に行うことは難しいし、数年で入れ替わるポストドクや、学生による核反応データ採録においても書式・コードの理解は大きな隘路となる。

核反応データ入力システム HENDEL を用いたデータ採録は、そのような状況を大きく改善した。HENDEL での核反応データ入力は、書式に関する知識が少なくとも、ある程度の核物理の知識があれば採録が可能であるようにデザインされている。HENDEL は EXFOR、NRDF の両書式への出力が可能であり、採録者は両書式の違いについてあまり意識する必要がない。そのため、着任して間もないポストドクであっても核反応データの採録が可能であり、このことが近年の JCPRG における採録活動を支えてきた。

2. 採録体制

2008 年度以降の採録体制を紹介する。採録には主に北海道大学知識メディアラボラトリ所属の非常勤研究員が携わり、2008 年度には 3 名、2012 年度には最大となる 7 名のポストドクが採録活動に関わった。JCPRG が北海道大学理学研究院附属センターとして改組した 2011 年度からは合川正幸氏が着任し、センター長として採録活動を監督されている。

採録活動では、毎年公刊される 20～30 編の日本の加速器で得られた核反応データを含む論文の採録を基本として、EXFOR に未登録なデータを含む NRDF ファイルの EXFOR ファイルへの変換や、過去に出版された未採録論文の採録が行われた。

採録活動の詳細は荷電粒子核反応データベース年次報告書 No.22-24[1-3]、原子核反応データベース研究開発センター年次報告 No.1,2[4,5]に報告されている。図 1 に年度ごとの EXFOR ファイル登録件数を示す。2008 年度以降では、毎年公刊の論文の採録＋必要に応じての過去の論文採録が基本になっており、2009 年度以外では 40～50 件程度の登録となっている。2009 年度は、60 件程の NRDF ファイルの EXFOR ファイルへの変換・登録作業が行われており、登録件数が 100 件を超えた。

採録手順としては、基本的には一遍の論文につき採録者とチェック者が一人ずつ割り当てられ、

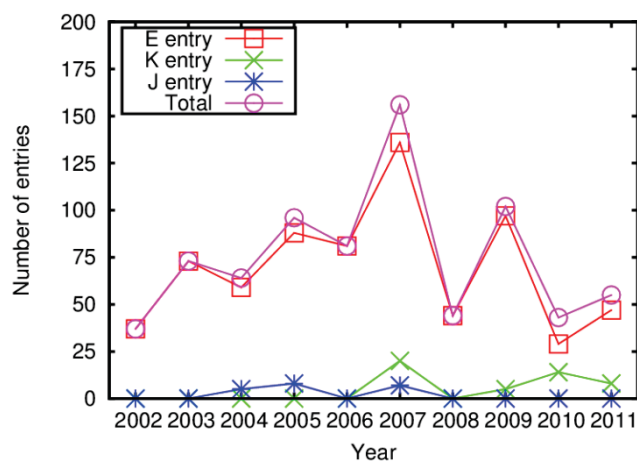


図 1：EXFOR へのデータ登録件数の推移

両者の議論で採録が進められた。2008 年度以降の多くの期間では、全体の活動を報告するワーキンググループの他に採録活動に焦点を絞ったワーキンググループが設けられ、採録における問題点が議論された。また 2012 年以降では、採録の優先度が高い新規論文のチェックは採録に関わるポスト・スタッフ全員で行うことで、より効果的なチェックと採録知識の共有を図る体制が確立された。これらの議論の過程では、IAEA-NDS の担当者である大塚直彦氏との密接な議論が行われ、様々な問題点への対処が行われた。

EXFOR の送信担当者、NRDF のデータベース更新担当者が一人ずつ割り当てられ、EXFOR の送信担当者は送信ファイルをまとめ、最終的なファイルの形式的なチェックを行い、年数回、不定期に IAEA-NDS へのファイル送信を行った。また、IAEA-NDS や他の核データセンターから寄せられるコメントを基にした最終的な EXFOR ファイルの修正を送信担当者が行った。

3. 再録活動を補助する様々なシステムの発展

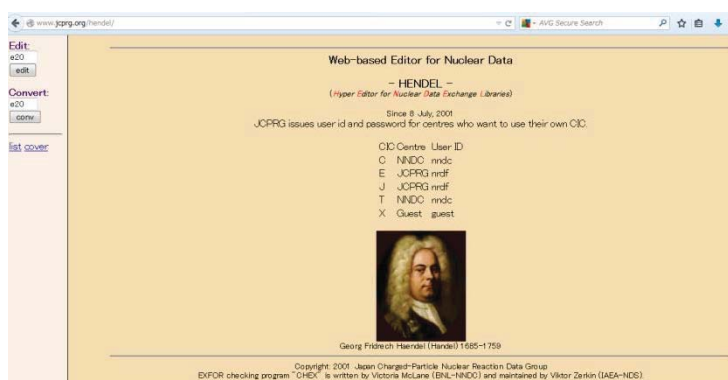


図 2：核反応データ入力システム HENDEL

上述のように、核反応データ入力システム HENDEL を用いた採録環境により、JCPRG における採録活動は大きな変化を迎えた。HENDEL はウェブ入力システムであり、OS に依らずウェブブラウザさえあればどのような環境でも使用することができる。HENDEL は EXFOR や NRDF の書式に習熟していない採録者に対して最適な採録環境を提供し、EXFOR、NRDF の両書式の出力を同時に得られることを特徴としている。また、コード入力が記述式ではなく選択式であるため、不正なコ

Target

▼ Target Enrichment: none % (none)

▼ Chemical Form: Element (none)

▼ Physical Form: Liquid target (The contribution of the target windows to the prot.)

▼ Target Thickness: 95 mg/cm² (none)

▼ Backing: none (none)

▼ Backing Thickness: none mg/cm² (none)

▼ Target Polarization: 0 % (none)

▼ Target Alignment: 0 % (none)

Data Heading

▼ Data Heading 1

NRDF: Incident energy in lab. system

(fac,unit): none MeV/A

EXFOR: EN (Energy of incident projectile, laboratory system)

(fac,unit): none MEV/A (MeV per mass number)

(part,data,axis): none none x-linear

Comment: none

▼ Data Heading 2

NRDF: Cross section

(fac,unit): none mb (milli-barn)

EXFOR: DATA (Value of quantity specified under REACTION)

(fac,unit): none MB (millibarns)

(part,data,axis): none none y-linear

Comment: none

図 3：HENDEL の入力画面

ードの入力といったミスをなくすることができる。

図 3 に HENDEL を用いたデータ入力の一例を示す。HENDEL では大半の入力が EXFOR、NRDF で共通となっている。上図の標的に関する入力フォームでは EXFOR、NRDF の区別がなく、情報を入力されれば EXFOR、NRDF で共通の情報が出力される。一方で、物理量等を入力する Data Heading

の入力フォームでは、明確に EXFOR、NRDF の項目がある。これは、物理量を表現するコードの両書式における特徴の違いを考慮しているためである。EXFOR、NRDF の区別があることはすなわちこの部分の採録に関しては各々の書式におけるコードの違いを採録者が理解している必要があることを意味しており、採録における難点の一つである。この点に関しては後述する。

HENDEL には、NRDF の出力ファイルをチェックするプログラム CHEN と、EXFOR の出力をチェックするプログラム CHEX が組み込まれている。CHEX は IAEA-NDS により継続的にメンテナンスされているプログラムであり、CHEX が出力するエラーを無くすことで多くの場合、大きなミスのない EXFOR ファイルを作成することができる。

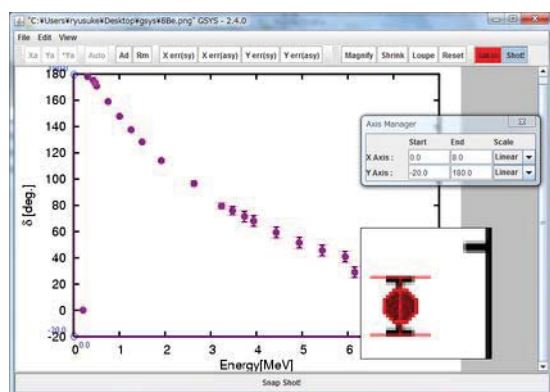


図 4：数値読み取りシステム GSYS

Stock Viewer			
[トップへ] HENDEL NRDF 分担表 マスシ 辞書 関係者向け情報 リンク About			
d0001-d0100:10/Aug/14	d1301-d1400:02/Dec/13	d4201-d4300:02/Dec/13	advisory:19/Jul/14
d0101-d0200:02/Dec/13	d1401-d1500:02/Dec/13	d6201-d6300:02/Dec/13	astro:02/Dec/13
d0201-d0300:05/Aug/14	d1501-d1600:02/Dec/13	d9001-d9100:02/Dec/13	coder:02/Dec/13
d0301-d0400:02/Dec/13	d1601-d1700:02/Dec/13	all	coe:02/Dec/13
d0401-d0500:02/Dec/13	d1701-d1800:02/Dec/13		committe:19/Jul/14
d0501-d0600:05/Aug/14	d1801-d1900:02/Dec/13		gsys:23/Jul/14
d0601-d0700:02/Dec/13	d1901-d2000:23/Jun/14		jcprg-ac:02/Dec/13
d0701-d0800:15/Jul/14	d2001-d2100:24/Jan/14		jcprg-sc:02/Dec/13
d0801-d0900:02/Dec/13	d2101-d2200:29/May/14		jcprg4:10/Aug/14
d0901-d1000:21/Jun/14	d2201-d2300:27/Mar/14		member:10/Aug/14
d1001-d1100:02/Dec/13	d2301-d2400:04/Aug/14		nrdc:08/Aug/14
d1101-d1200:02/Dec/13	d2401-d2500:05/Aug/14		nrdfwg:24/Jul/14
d1201-d1300:02/Dec/13	d2701-d2800:10/Feb/14		ntb-wg:02/Dec/13

図 5：作業連絡格納システム Stock

HENDEL だけではなく、近年の JCPRG では採録を補助する多くのツール・システムが開発された（図 4、図 5）（詳細は、5 章「NRDF システムの運用・支援システムの開発」を参照）。グラフ数値読み取りシステム GSYS は、数値読み取りの精度と効率を向上させた。新しく出版された論文に関しては多くの場合著者から生データをもらうことができたが、古い論文の採録における数値読み取りや、NRDF ファイルを EXFOR ファイルに変換する際に数値データを再読み取りし精度向上させるなど、GSYS の発展による採録活動への貢献度は大きかった。また、作業連絡格納システム Stock の存在により、採録・チェック担当者以外の送信担当者等が採録の経緯などを確認することが容易であり、常にポスト数人に関わる採録活動の把握・意思疎通を容易にした。こういった様々な採録を補助するシステムの発展により、近年の採録活動はより正確でより効率的なものに変化していった。

4. 再録作業の現実と課題

再録方法の習得は、主に荷電粒子核反応データベース年次報告書[6]に報告された「ウェブエディタ“HENDEL”を用いた核データ採録入門」を参考に行われた。上記のように、HENDEL を用いた採録方法を学習すれば、NRDF や EXFOR の書式に関する理解度が限られていても、これらの採録ファイルを作成することができる。着任間もないポストでもこのマニュアルに従い HENDEL を用いた採録を行うことで、書式上での問題を抱えることなく採録活動を行うことができた。

しかし、そのような利点がある一方で、HENDEL による採録は書式やコードへの意識が低くなるため、出力されたファイルを見ればすぐにわかるようなミスが見過ごされるケースも多く存在した。また、反応式や物理量の採録においては EXFOR、NRDF における物理量の定義や、核物理の知識が必要となり、一定の採録経験が必要となる。そもそも、核反応で得られる物理量は単純なものば

かりではなく、種類も様々である。特に基礎物理の理解を目的とした実験では、実験技術の発展に伴い核反応はより詳細に分析される方向に向かう。複雑な核反応、物理量をある程度の厳密さを伴い採録しようとするれば、それはデータベースの書式や採録システムに依らず、一定の難しさが存在する。経験の浅い採録者はまず EXFOR の物理量のコードの多さに戸惑うケースが多く、複雑な反応、物理量の採録ではミスも多く、どのように採録すればよいか判断できないケースも多かった。

上述のように、如何に採録のシステムが発展したとしても、採録の経験が全く必要無くなるということではなく、最低限熟練者のチェックや助言が必要であると思われる。EXFOR の採録においては、IAEA-NDS の担当者である大塚直彦氏により全面的なサポートがあったため、経験の少ない採録者しかいない期間も大きな問題なくファイル作成を行うことができた。一方で、そのようなサポートの無い NRDF のファイル作成に関しては、JCPRG 内部に採録に習熟した者がいない状況では、十分なチェックが行うことが難しかった。2008 年度以降の採録活動では、NRDF の新コードの提案が殆ど行われておらず、データベースの更新頻度にも問題があった。

しかし、2011 年度以降はスタッフの継続した採録活動の参加により、この問題も解消されつつある。今後の採録活動では、採録初心者でも採録が容易になるツールの進化・開発と採録習熟者による監督・チェックによって、採録活動はより効率的なものに発展していくことが期待される。

5. おわりに

本節では、近年の JCPRG における採録活動の発展について紹介した。HENDEL を中心とした採録を補助するシステムの発達により、近年の採録の効率と精度は大きく向上し、現在の JCPRG における安定した採録活動を確立したと言える。しかし、JCPRG における採録活動の労働力はポストドクの状況などにより変化し、常に安定した採録活動を継続するのに必要な労働力が保たれるとは限らない。そのため、学生や実験研究者など、JCPRG 外部の採録活動に継続的に関わらない人が核データ採録を行うことを容易にする HENDEL のような採録ツールを発展させる意義は大きい。安定した採録活動を確立した今、この点を見据えた今後の研究開発を期待したい。

参考文献

- [1] 古立直也, 吉田亨, 加藤幾芳, 「2008 年度に JCPRG から配信された EXFOR ファイル」, 荷電粒子核反応データベース年次報告書 No.22, pp.35
- [2] 古立直也, 加藤幾芳, 「2009 年度に JCPRG から配信された EXFOR ファイル」, 荷電粒子核反応データベース年次報告書 No.23, pp.27
- [3] 椿原康介, 加藤幾芳, 古立直也, 牧永あや乃, 「2010 年度に JCPRG から配信された EXFOR ファイル」, 荷電粒子核反応データベース年次報告書 No.24, pp.15
- [4] 古立直也, 合川正幸, VIDYA Devi, 牧永あや乃, ODSUREN Myagmarjav, 椿原康介, 山本一幸, DAGVADORJ Ichinkhorloo, 松本琢磨, 「2011 年度に JCPRG から配信された EXFOR ファイル」, 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, pp.15
- [5] 古立直也, 牧永あや乃, 合川正幸, VIDYA Devi, DAGVADORJ Ichinkhorloo, 椿原康介, ODSUREN Myagmarjav, 「2012 年度に JCPRG から配信された EXFOR ファイル」, 原子核反応データベース研究開発センター年次報告 No.2, pp.14
- [6] 大塚直彦, 「ウェブエディタ “HENDEL” を用いた核データ採録入門」, 荷電粒子核反応データベース年次報告書 No.15, pp.12

6-3 NRDF/A

6-3-1 NRDF/A の誕生

加藤 幾芳（北海道大学）

（１）はじめに

観測された核反応データをコンパイルして、日本独自のデータベースである NRDF (Nuclear Reaction Data File) と、IAEA を中心とする国際的協力で作成された国際核反応データ交換データベース EXFOR (Format for the International Exchange of Nuclear Reaction Data) にデータを入力する体制がほぼ確立し、JCPRG (Japan Charged Particle Reaction Data Group) の活動が新たな段階に到達したのは、今から 10 年ほど前 (2005 年頃) でした。その時点で今後新たな活動の課題をどのようなものにするか、いろいろ議論した結果、表題の NRDF/A という NRDF データベースのサブ・ファイル、あるいは個別ファイルを作成することになりました。

NRDF ファイル作成活動に引き続いて、核データの評価活動を新たに開始するという課題は以前から議論されて来ていましたが、荷電粒子核反応データの評価を具体的にどのように展開するかを決めることが問題でした。中性子核反応の評価データについては、国内に JENDL ファイルがあり、その評価データの利用目的も明確です。一方、荷電粒子核反応はカバーするデータ範囲が幅広く、利用についてもさまざまな分野があります。その中で、利用分野をある程度絞ることが荷電粒子核反応データの評価活動をはじめるための第一歩でした。そこで、いろいろ検討をおこない、その結果、核反応データの利用分野として、元素の起源を解明する基礎データとしての天体核反応データの収集、評価を行うことにしました。この節ではその背景や経過について述べることにします。

天体核反応データについては、かなり前から JCPRG と深い関わりがありました。その一つの関わりが、北大物理教室の宇宙物理グループの藤本さんとの出会いでした。藤本さんは星の進化と元素合成の研究者であり、原子核反応データとの関わりも強く、それまでにも研究上で JCPRG と協力関係がありました。その協力関係を具体的に担ったのが、現在、核データセンター長である合川さんでした。合川さんは藤本さんと協力して、近年の観測で見つかった元素存在比の異常についての研究をおこない、学位を取得しました。その後、ベルギー・ブリュッセルの Arnould 氏のグループに参加し、宇宙核データベース NACRE 改訂版の作成に参加しました。藤本グループとの協力で、特徴ある天体核反応データベースを作成したい、ということが天体核反応データベース作りを始めた大きな理由でした。

一方、JCPRG の活動を担ってきた北海道大学原子核研究グループは発足当初から軽い核の研究を行って来っていて、多くの蓄積を持っていました。特に、軽い核のクラスター研究については国内におけるこの分野を切り開いてきた実績があり、軽い核の構造と反応について特徴あるデータ評価研究を開拓できるのではないかと期待されました。そこで、軽い核を中心とした天体核反応データベースの作成を行うことが自然な課題でした。

国内では宇宙核データの実験グループが、久保野さんや本林さん、理論の梶野さん達が中心になって立ち上げて、多くの蓄積と特徴ある研究を行って来ていましたので、その方々とも議論しながら、新たな天体核反応データベースを作ることにしました。Caughlan-Fowler の反応理論評価データベースやブリュッセル・グループによる NACRE に並ぶ、日本発としての特徴あるデータベースを

作ろうという大きな意気込みでスタートしました。そして、甲南大学の太田さんや宇都宮さん達はブリュッセル・グループと協力して NACRE の改訂版を作るプロジェクトを進めていましたので、甲南大学とも協力して核データの評価研究を進めてきました。

そのような準備のための議論を経て、2006 年度の科研費データベース作成を申請することになり、天体核反応データベース作成のテーマで申請を提出しました。その結果、1 年毎のプロジェクトでしたが、これまで3度にわたる科研費からのサポートを受けてきました。新たなデータベースの名称について、様々な議論がありましたが、NRDF の発展としての1つの個別データベースであることから、NRDF/A とすることにしました。スラッシュのあとの A は Nuclear Reaction Data File for Astrophysics の省略形であると共に、NRDF の最初の個別ファイルと言う意味でもありました。

(2) NRDF/A の性格

データベース NRDF/A をどう作っていくか議論する中で、このデータベースが天体核反応データの評価研究を行うための基礎データを提供するというデータベースの基本的性格を設定しました。そのためにまず、軽い核の範囲を原子番号 14 までとし、天体核反応による元素合成にとって重要となる核反応の実験及び理論についての文献を収集し、データベース化（書誌データベース）することにしました。そのデータベースを NRDF/A 「書誌情報データベース」と呼ぶことにしました。これまでに 8,000 を超えるデータが収録された NRDF/A 「書誌情報データベース」が作られました。この NRDF/A 「書誌情報データベース」を用いてデータ評価の方向性が議論され、そこでの議論を踏まえて、データの収録の仕方やデータベースの改善を行ってきました。

次の課題は、NRDF/A 「書誌情報データベース」を用いて、データ評価・反応率評価を行うために、反応データをデータベース化することでした。この課題は、現在、評価を行うための NRDF/A 「核反応データベース」の作成として取り組まれています。データ評価のためにどのようなデータをどのような形式で収録するか、必要なデータの選別についての検討を行いながら進めています。

40 年前、NRDF が作られたころは、まだデータベース・マネージメント・システム (DBMS) が存在しておらず自作しなければなりませんでした。現在は様々な市販ソフトが存在し、容易に手に入るようになって来ています。そこで NRDF/A は最も一般的で容易に手に入る EXCEL を用いことにしました。NRDF は当初、大型計算機を用いたシステムとして作られましたが、しばらくしてワークステーションの時代になり、システムの移行・再構築に直面しました。NRDF/A の構築ではそこでの経験が生かされ、EXCEL でのスタートとなったものです。

NRDF/A 「書誌情報データベース」と「核反応データベース」の詳細は参考文献を見て頂くことにして、ここではそれらを作るにあたっての考えや基本方針を述べることにします。

(3) NRDF/A 「書誌データベース」

NRDF/A 「書誌データベース」は、天体核反応の評価対象になる原子番号 1-14 の安定核をターゲットとする核反応に関する実験及び理論の研究文献を1つのデータファイルにしたものです。核反応は入射粒子が (γ , e, n, p, d, ^3He , α) で、荷電粒子だけでなく中性子入射や光子入射も含まれています。現在収録されている核反応の種類は 214 種ですが、将来さらに多くの反応タイプを含むように拡大することも考えられます。

文献データは主に NSR (Nuclear Science References) から取られ、現在、8,000 件を超える書誌情報が入力されていますが、将来、データ収集対象をどのように拡大して行くかが課題の一つになっています。採録項目については書誌情報の他に、反応式、入射エネルギー等の物理量など 15 項目ですが、項目の追加は容易にできるようになっています。

これまでに収録された書誌情報データは JCPRG のホームページにある公開システム：<http://www.jcprg.org/nrdfa/> から見るができます。

(4) NRDF/A 「核反応データベース」

NRDF/A「書誌データベース」は、核科学分野のすべての文献を対象とした総合データベースである NSR に対して、天体核反応と言う特定の目的で文献対象を絞った個別データベースであり、天体核反応データの評価を行う上での作業ファイルでもあります。従って、NRDF/A「書誌データベース」を用いて核反応率など評価研究を行う上で必要な物理量を収録した NRDF/A「核反応データベース」を作ることが次に行うことでした。そこで、2009 年から元素合成ネットワーク計算で必要となる反応率を中心とするデータを NRDF/A 核反応データベースへの入力を開始しました。そのデータフォーマットは NRDF フォーマットを基本にしました。

データは NRDF/A 書誌データベースにある文献 32 種の雑誌からサーチして採られています。断面積、S 因子、反応率、共鳴パラメータなど、物理量の数値をデータテーブルにし、実験方法等、それらを説明するために必要な 12 項目を取り上げて、データファイルを作ります。データは実験だけでなく、理論計算の結果も採録することにしました。

これまで 12 反応についてデータの収録が行われましたが、今後継続的にデータ収集・入力して行く必要があります。

(5) おわりに

NRDF のデータベースを作成してしばしば言われることは、「業績に結び付かないですね。」と言うことでした。確かにデータベースを作るだけではなかなか業績にならないのでどうしても片手間にならざるを得ず、NRDF の場合もその完成まで 30 年もの長い時間が必要でした。しかし、自分たちの研究を核データの評価研究に結び付けることが出来れば、核データ評価研究が業績になり、そのような問題が解決されます。その意味で NRDF/A が始まった時、新たな期待をいただくことが出来ました。

NRDF/A の作成が始まっておよそ 10 年近く経ちますが、まだ、NRDF/A と研究業績が結び付く状況になっていません。やはりデータベース作成やデータの収集に時間がかかるということなのだと思います。特に、データ評価に必要な NRDF/A 核反応データベースはデータの収録が始まって日も浅く、もう少し蓄積が必要だと言えます。

この NRDF/A の作成に関わって来られた方々をここに記して、その貴重な時間をさげられたことに深く感謝したいと思います：VBL 研究員だった浅野大雅、古立直也、吉田 亨、山本一幸、牧永あや乃、科研費研究員だった富樫智章、大学院生だった水川 零、松宮浩志、村上貴臣、安藤良介、和野 惇、井坂政裕、立石謙太、山本雄平、吉田亮介、卒業研究の学部学生だった栗原希美、技術補佐員だった村上英樹、吉田ひとみの方々です。

参考文献

- 1) 古立直也、加藤幾芳、荷電粒子反応データファイル年次報告 (JCPRG Annual Report) No.22, pp.25~28, 「2008 年度に作成された NRDF/A ファイル : NRDF/A File created in the year 2008」
- 2) 牧永あや乃、古立直也、加藤幾芳、荷電粒子反応データファイル年次報告 (JCPRG Annual Report) No.23, pp.11~18, 「2009 年度に作成された NRDF/A ファイル : NRDF/A File created in the year 2009」
- 3) 牧永あや乃、加藤幾芳、荷電粒子反応データファイル年次報告 (JCPRG Annual Report) No.24, pp.48~50, 「2010 年度に作成された NRDF/A ファイル : NRDF/A File created in the year 2010」
- 4) 牧永あや乃、荷電粒子反応データファイル年次報告 (JCPRG Annual Report) No.25, pp.27~34, 「2011 年度に作成された NRDF/A ファイル : NRDF/A File created in the year 2011」
- 5) C. Angulo et al., Nucl. Phys. **A74**, 3 (1999).
On-line database: <http://pntpm.ulb.ac.be/Nacre/nacre.htm>.
- 6) G.R. Caughlan and W.A. Fowler, Atomic Data and Nuclear Data Tables **40**, 283 (1988)

6-3-2 NRDF/A の文献調査

古立 直也(北海道大学)

1. はじめに

Nuclear Reaction Data for Astrophysics (NRDF/A)は、元素の起源解明に根源的な役割を果たす天体核反応データの収集、評価を行うことを目的としている。NRDF/Aの文献調査は、天体核反応データの収集・評価の土台となる情報の収集を目的として、2008 年度以降JCPRGで継続して行われてきた[1-4]。成果はJCPRGホームページ上で公開されている[5]。2009 年度以降は実験・理論による反応率、Astrophysical S-factor、反応断面積などのデータをデータベース化する取組が行われており、前節「NRDF/Aの誕生」で紹介する。

最初のNRDF/A文献調査は 2008 年度後半に行われ、知識メディアラボラトリ所属の非常勤研究員や学生、技術補佐員の計 12 名により短期的に集中して行われた。本章では、筆者が主に関わった 2008 年度の調査について紹介する。

2. 調査対象

Nuclear Science Reference (NSR)[6]を用い、天体核物理学的に重要となる核反応の文献情報を実験・理論を問わず調査した。調査対象とした核反応は、主に原子番号 1-14 までの安定核を標的核とした荷電粒子 (e, p, d, t, ^3He , α) 入射の核反応である。加えて、2006 年度NRDF/Aデータファイルにおいて調査対象とした原子番号 6-12 の安定核を標的核とした α 、中性子入射の核反応も調査対象とした。2008 年度調査時点で 169 件の核反応、5282 件の書誌情報が調査対象となった。調査対象となった核反応は、図 1 の通りである。

1H(e, ν)1n	4He(α , γ)9Be	10Be(α ,n)13C	14N(p,n)14O	18O(α ,n)21Ne	23Na(α ,n)26Al ^g	26Al ^m (p,n)26Mg
1H(e,p, ν)2H	4He(α , γ)12C	10Be(p, α)7Li	14N(p, α)11C	17F(n,p)17O	23Na(α ,n)26Al ^m	26Al ^l (p,n)26Mg
1H(p,e+ ν)2H	6Li(p, γ)7Be	11Be(p,n)11B	14N(α , γ)18F	19F(p, γ)20Ne	23Na(α ,n)26Al ^l	26Al ^g (n, α)23Na
2H(p, γ)3He	6Li(p, α)3He	11Be(α ,n)14C	14N(α ,n)17F	19F(p,n)19Ne	24Na(n, γ)25Na	26Al ^m (n, α)23Na
2H(p,n)2p	6Li(α , γ)10B	10B(p, γ)11C	15N(p, γ)16O	19F(p, α)16O	24Mg(n, γ)25Mg	26Al ^l (n, α)23Na
2H(d, γ)3H	7Li(n, γ)8Li	10B(p, α)7Be	15N(p,n)15O	19F(α ,p)22Ne	24Mg(p, γ)25Al	26Al ^g (p, γ)27Si
2H(d,n)3He	7Li(p,n)7Be	10B(α ,n)13N	15N(p, α)12C	19Ne(p, γ)20Na	24Mg(p, α)21Na	26Al ^m (p, γ)27Si
2H(d,p)3H	7Li(p, γ)8Be	11B(p, γ)12C	15N(α , γ)19F	20Ne(n, γ)21Ne	24Mg(α , γ)28Si	26Al ^l (p, γ)27Si
2H(α , γ)6Li	7Li(p, α)4He	11B(p,n)11C	15N(α ,n)18F	20Ne(p, γ)21Na	25Mg(n, γ)26Mg	27Al(p, γ)28Si
3H(p, γ)4He	7Li(p, α)4He	11B(p, α)8Be	14O(α , γ)18Ne	20Ne(p, α)17F	25Mg(p, γ)26Al ^g	27Al(p, α)24Mg
3H(p,n)3He	7Li(d,n)2*4He	11B(α ,n)14N	14O(α ,p)17F	20Ne(α , γ)24Mg	25Mg(p, γ)26Al ^m	27Al(α ,n)30P
3H(d,n)4He	7Li(t,n)2*4He	11B(α ,p)14C	15O(α , γ)19Ne	21Ne(n, γ)22Ne	25Mg(p, γ)26Al ^l	27Si(γ ,p)26Al ^g
3H(t,n)4He	7Li(3He,np)2*4He	11C(p, γ)12N	16O(n, γ)17O	21Ne(α , γ)25Mg	25Mg(α , γ)29Si	27Si(γ ,p)26Al ^m
3H(α , γ)7Li	7Li(α , γ)11B	12C(n, γ)13C	16O(p, γ)17F	21Ne(p, γ)22Na	25Mg(α ,n)28Si	27Si(γ ,p)26Al ^l
3He(e, ν)4He	7Li(α ,n)10B	12C(p, γ)13N	16O(p, α)13N	21Ne(α ,n)24Mg	25Mg(α ,p)28Al	27Si(p, γ)28P
3He(p,e+ ν)4He	7Be(e, ν)7Li	12C(α , γ)16O	16O(α , γ)20Ne	22Ne(n, γ)23Ne	26Mg(n, γ)27Mg	28Si(p, γ)29P
3He(d,p)4He	7Be(p, γ)8B	12C(α ,n)15O	17O(n, γ)18O	22Ne(p, γ)23Na	26Mg(p, γ)27Al	29Si(p, γ)30P
3He(t,d)4He	7Be(d,p)2*4He	13C(n, γ)14C	17O(n, α)14C	22Ne(α , γ)26Mg	26Mg(p,n)26Al ^g	30Si(p, γ)31P
3He(t,np)4He	7Be(t,np)2*4He	13C(p, γ)14N	17O(p, γ)18F	22Ne(α ,n)25Mg	26Mg(p,n)26Al ^m	12C+12C
3He(3He,2p)4He	7Be(3He,2p)2*4He	13C(p,n)13N	17O(p, α)14N	21Na(p, γ)22Mg	26Mg(p,n)26Al ^l	12C+16O
3He(α , γ)7Be	7Be(α , γ)11C	13C(α ,n)16O	17O(α , γ)21Ne	22Na(n,p)22Ne	26Mg(α , γ)30Si	16O+16O
4He(nn, γ)6He	8Be(α , γ)12C	14C(p, γ)15N	17O(α ,n)20Ne	22Na(n, α)19F	26Mg(α ,n)29Si	
4He(np, γ)6Li	9Be(p, γ)10B	14C(p,n)14N	18O(n, γ)19O	22Na(p, γ)23Mg	26Mg(α ,p)29Al	
4He(t,n)6Li	9Be(p,n)9B	14C(α , γ)18O	18O(p, γ)19F	23Na(n, γ)24Na	26Al ^g (γ ,p)25Mg	
4He(α)8Be	9Be(p,d)8Be	13N(p, γ)14O	18O(p,n)18F	23Na(p, γ)24Mg	26Al ^m (γ ,p)25Mg	
4He(α ,n)7Be	9Be(p, α)6Li	14N(n,p)14C	18O(p, α)15N	23Na(p,n)23Mg	26Al ^l (γ ,p)25Mg	
4He(α ,p)7Li	9Be(α ,n)12C	14N(p, γ)15O	18O(α , γ)22Ne	23Na(p, α)20Ne	26Al ^g (p,n)26Mg	

図 1 : 調査対象となった核反応

3. 調査項目

文献調査では、上記調査対象である核反応の情報を含む文献情報を調べるだけでなく、一部論文の内容に関する調査も行った。具体的には、入射エネルギーや、元素生成のネットワーク計算に用いられる反応率の有無、反応率の導出に用いられる反応断面積やAstrophysical S-factorの有無が調査された。図2にNRDF/A書誌情報データファイルの一部を例として示す。図2の各種物理量の項目において、“cal”、“mes”などの記述があるものは、それぞれその物理量の計算値、測定値が論文中に存在していることを示している。また、付随的に α 線スペクトル、 γ 線スペクトル、換算遷移確率、 α 崩壊、 γ 線多重極度、 β 線スペクトル、 β 崩壊のデータの有無を調査した。加えて、実験データが存在した場合にそれらのデータが現在データベースで利用可能であるか、採録の必要があるのかを調査するため、EXFORにおけるデータの登録状況を調べ、その有無を記載した。

	A	F	G	H	I	J	K
1	反応	Energy-min [ev]	Energy-max [ev]	Cross-section	Astrophysical S-factor	Reaction rate	A-spectr
2							
3	7Be(p, γ)8B	*0	*1.5E+06				
4	7Be(p, γ)8B	*0	*1.6E+06	cal			
5	7Be(p, γ)8B	0	3.0E+06		cal		
6	7Be(p, γ)8B	*1.0E+05	*2.5E+06		ana		
7	7Be(p, γ)8B	*0	*1.2E+06		cal		
8	7Be(p, γ)8B	*low			cal		
9	7Be(p, γ)8B	*5.0E+05	*8.0E+06	cal			
10	7Be(p, γ)8B	1.16E+08	2.46E+09	mes	ded		
11	7Be(p, γ)8B	*low			ana		
12	7Be(p, γ)8B	1.0E+05	1.2E+06		ana		
13	7Be(p, γ)8B	*low			cal		
14	7Be(p, γ)8B		2.5E+04		com,ana		
15	7Be(p, γ)8B	1.16E+08	2.46E+09	mes	ded		
16	7Be(p, γ)8B	*low		com,ana	com,ana		

図 2 : NRDF/A 書誌情報データファイル

4. 調査作業の詳細

調査作業は、調査対象となる核反応・文献情報の数が多いため、数の少ない非常勤研究員は監督役となり、学生と技術補助員が中心となって進められた。作業には、当時原子核理論研究室に在籍した学生の大半が参加した。調査内容には物理量の有無を調べる項目など調査者の判断が必要な部分があり、またその判断に核物理の知識が必要なケースもあったため、一部学生には難しい作業があったが、マニュアルを作成し、不定期に行われた調査の進行状況を報告する集まりで随時対応を検討することで、調査は大きな問題もなく進められた。NSRの情報そのものに一部曖昧な点があったため、論文内容を調査する項目については完全に正確なデータを入力することは難しかったが、数多くの学生が参加したおかげで上記 169 の核反応の文献情報調査は 2008 年度時点でその大部分の作業を完成した。当初はこの文献情報の調査を発展させ、EXFORに未登録の実験情報を含む文献情報を整理して、それらの文献を新たにEXFORに登録することが検討されていたが、2008 年度時点ではそこまで作業が進むことはなかった。

5. おわりに

本節では主に 2008 年度に行われた NRDF/A 文献調査の内容について紹介した。2008 年度からの文献情報調査、前節で紹介したデータベース作成と NRDF/A に関する取組が継続して行われてきたが、NRDF/A の最終的な目標である評価データベース作成には未だに至っていない。また、これらの採録データを活かすような取組も不十分であるため、これからの研究開発に期待したい。

参考文献

- [1] 古立直也、加藤幾芳,「2008年度に作成された NRDF/A ファイル」,荷電粒子核反応データベース年次報告書 No.22, pp.25
- [2] 牧永あや乃、古立直也、加藤幾芳,「2009年度に作成した NRDF/A ファイル」,荷電粒子核反応データベース年次報告書 No.23, pp.11
- [3] 牧永あや乃、加藤幾芳,「2010年度に作成した NRDF/A ファイル」,荷電粒子核反応データベース年次報告書 No.24, pp.48
- [4] 牧永あや乃,「2011年度天体核反応データベース NRDF/A 活動報告」,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,pp27
- [5] <http://www.jcprg.org/nrdfa/>
- [6] B. Pritychenko, E. Betak, M. A. Kellett, B. Singh, J. Totans, Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A640 (2011) 213

6-4 NTX 作業部会

能登 宏（北星学園大学）

1. はじめに

JCPRG管理運営委員会は 1999 年に委員会の下に「辞書作業グループ」という部会を設置した。この作業部会の中心的課題は、「原子核反応データのNRDF採録¹⁾をEXFOR採録に変換する際の諸問題を検討し具体的に作業を推進する」ためであった。作業部会で検討された結果や、提起された問題点は管理運営委員会に報告され協議されて最終決定となるか、或は、問題点を分析・整理の上、再度作業部会で検討が続けられることになる。この作業グループは、その後「辞書作業グループ(部会)」、或は、「NTX (NRDF to EXFOR) 作業部会」「NTX作業部会」と呼ばれる場合が多かった。この一編は、1999 年に立ち上げられた後、2012 年頃までの 14 年間、定例的に開催されて来た「NTX 作業部会」がJCPRGの中で果たして来た役割について報告するものである。

以下に、この節で述べられるそれぞれの年度の特徴を、節の目次の意味も兼ねて予め纏めておく。

1. はじめに

2. 1999 年度における初期の活動 --- 「辞書作業グループ」の誕生 ---

3. 「H 型辞書」の新設と「採録エディタ」の試作 (2000 年度) -

4. NRDF 辞書の整備と管理、採録エディタ「HENDEL」の完成 (2001 年度)

5. 「統合採録環境」における”HENDEL”による NRDF と EXFOR の同時採録 (2002 年度)

6. JCPRG データベース活動の新しい位相と NRDF 版「Lexicon」の試作 (2003 年度)

7. COE の参加と協調による JCPRG データベース構築の常務的活動期への移行 (2004 年度)

8. 遅滞なき作業部会活動と NRDF 文法と語彙録 (Lexicon for NRDF) の整備の重要性 (2005 年度)

9. NRDF の採録品質の向上のために定例化されている意欲的な作業部会、「原子核反応データ研究開発センター」の設置 (2006 年度、2007 年度)

10. NRDF の採録品質の向上と外部研究機関との協力提携と次の段階への展望 (2008 年度、2009 年度)

11. 「原子核反応データベース研究開発センター」への改組、アジア地域の原子核データネットワークの構築、JCPRG と国内関連研究機関との連携による共同研究 (2010 年度、2011 年度、2012 年度)

12. おわりに

「NRDF 管理運営委員会」と並んで「NTX 作業部会」が定例化されていたこの 14 年の期間を含む 1990 年代後半から 2010 年頃までの約 15 年間は、NRDF40 年史の中でも、「NRDF ルネサンス」ともいべき特筆すべき時代であった。この時期、JCPRG は多くの有為な若き人材を得て、NRDF 採録のための各種システムの開発、NRDF 辞書の更新と整備、日本国内における原子核データベース構築の拠点としての責任の自覚と役割の分担、IAEA との協力体制の確立、JCPRG サーバの構築、JCPRG ウェブサイトの運用などの諸分野で画期的な進展を現実化して行った。

このような「NRDF ルネサンス」期にあって、「NRDF 管理運営委員会」で議論された活動方針の下で、NRDF 採録と EXFOR 採録の推進と、原子核データベースの構築と蓄積における、JCPRG 組織としての全体的な状況把握、具体的な作業の推進のための方針の策定と実施結果の評価、そして次の段階の方針の提示において、「NTX 作業部会」が果たしてきた役割は非常に大きかった。

あらためて、「NTX 作業部会」が発足当初掲げていた「獲得目標」を挙げておく。

1) NRDF 採録の品質を向上させる

2) NRDF を安定的かつ効率的に EXFOR に変換する

3) 荷電粒子核反応データデータベース構築における日本の寄与の割合を高め国際的な責任を果たす

2. 1999 年度における初期の活動 --- 「辞書作業グループ」の誕生 ---

1999 年度にJCPRGでは、「NRDF辞書の保守・管理及びNRDF文法と採録書式」について包括的な再検討が行われた²⁾。この時点で「NRDFは大きな曲がり角に来ている」という共通の認識がJCPRG構成員の中にあったからである。その理由は、(1) これまで、データを収集することが大きな目的であったが、データの利用についても重要な課題として考えていかなければならなくなった、(2) 大型計算機センターのシステム変更に伴って、汎用機上のNRDF管理システムからUNIX OS上のそれへの移行・変換と、NRDF管理システムのワークステーション上の運用を実現するために、NRDF管理システムそのものの再構築が必要となった、ことによる。

再検討の結果、新たなシステム再構築に際しては、これまで必要に応じてその都度行われてきたNRDF システムの見直し・改良、NRDF 辞書の見直し・改良、及びNRDF 文法の改訂を包括的かつ体系的に検討し直して、NRDF 辞書を書き換え、NRDF 文法や採録の規則を再定義することの必要性と緊急性とが認識された。JCPRG は、NRDF 管理運営委員会の下に「辞書作業グループ」を設置して、上記の課題を本格的に協議・検討することとした。

辞書の修正・改訂項目とその内容については、それまでも度々検討されてきた、反応式や核反応過程の記述法、そしてそれに対応した NRDF の文法の再定義、ないしは拡張が主要課題となることが予想された。作業の進め方としては、辞書作業グループで合意が得られたものから管理運営委員会に提案し、そこでの検討と了承を経て直ちに採録作業に反映させることとした。

1999 年度のNRDF年次報告書の一編「NRDF辞書の保守・管理及びNRDF文法と採録書式の再検討」²⁾には、この年度に辞書作業グループで検討された、「NRDF採録文法」改訂試案と、「辞書作業グループ合意事項」の詳細が纏められている。

報告ではまず、これまでの NRDF データの収集・作成活動の中で指摘されてきた問題点を整理・まとめる作業から始めている。取り上げられた主な問題は、●NRDF 辞書コードやその他の部分のスペルミスや不正確・不適当な記述の修正、●辞書外部形式のフォーマットの不備、●重複コード、類似コードの整備、●コードの型、クラスの不備や不適がないかの検討、などであった。作業グループで、これらの問題を一つ一つ検討し、直ちに修正すべき点を整理して行った。一方、辞書の修正・更新作業を行うために、辞書の「管理方式」も決めなければならなかった。新管理方式については報告に詳細に説明されている。

これまでの NRDF システムの運用や改良では、「NRDF 文法や規則は変更しない」という暗黙の了解で辞書の修正を行って来た。しかし、「核データの効果的なコーディングや NRDF から EXFOR への効率的な変換」、更には、「今後期待される核データの収集領域の拡大」を行うためには NRDF の文法の改訂と再定義は避けて通れない。辞書作業グループでの主な議論は、1) 核反応の記述に関する検討、2) NRDF 採録書式の検討、であった。議論の基調となった考え方は、「NRDF のデータの EXFOR フォーマットに変換する効率をいかに上げるか」であった。前者 1)は、変換効率を上げるためのキーポイントであり、後者 2)は、「荷電粒子核反応データの NRDF 採録をいかに曖昧さなく行うこと」を保証するものであり、EXFOR への変換作業と直結する課題であった。

ここで、当初の辞書作業グループのメンバーを紹介しておく。辞書作業グループのまとめ役を能登宏が行い、メンバーに千葉正喜、片山敏之、加藤幾芳、近江弘和、吉田ひとみが加わり、大林由英がオブザーバーで参加した。

3. 2000 年度における活動³⁾

--- 「H 型辞書」の新設と「採録エディタ」の試作 ---

1999 年度に誕生した「辞書作業グループ」は、2000 年度には「NTX 作業部会」と名称を確定して引き続き活動を続けた。この年度の活動として以下に挙げる多くの項目を手掛けることとなった。

- 1) NRDF コード系の検討
- 2) NRDF 辞書の整備
- 3) NRDF 文法の検討、改訂
- 4) NRDF 書式の検討
- 5) NRDF 採録の正書法の確立
- 6) NRDF 採録事例の病理学
- 7) 既存の NRDF 採録の不備の修復
- 8) NRDF 採録の作業マニュアルの整備
- 9) NRDF 採録エディタの開発
- 10) NRDF 採録から EXFOR 採録への変換時に発生する問題点の検討と変換規則の集積

作業部会では、個々の課題の検討状況の段階規定を明示することにしたのが特徴であった。作業状況の段階とは、

- ① <検討> 検討中
- ② <継続> 継続課題
- ③ <検討終了> 作業部会としては検討終了
- ④ <提案> 作業部会から管理運営委員会に対する提案
- ⑤ <承認> 作業部会から提案され管理運営委員会で協議されて一定の議決を見た事項
- ⑥ <適用> 管理運営委員会で承認された事項が実際の NRDF 採録作業工程に適用

の 6 つであった。これらの段階に仕訳をすることによって、当該課題のこれまでの履歴と現時点での検討状況が確認出来て、今後の取扱いを考える上で大いに役立った。

簡単にこの年度の検討結果をまとめる。

(ア) NRDF 採録の正書法の確立

(イ) NRDF 辞書

データ情報区(¥¥DATA)の表(¥DATA)の項目行に使用する辞書を新設する。「見出し項目辞書」(H 型辞書)と呼ぶこととした。

(ウ) 新規コードの生成法

(エ) システム作業上、考慮すべき点

(オ) 「NRDF 採録エディタ」の試作

この時点までは、採録者は通常のテキストエディタを使用して、項目欄に対応するコード(或は、属性 = 値 における「値」)を直接入力して「NRDF ソースコード」を作成してきた。しかしこの方法では採録時に採録者に大きな負担がかかる。採録者の負担を減らし、且つ人的エラーを極力減らすための新たな採録システムの開発に着手し、2000 年度、試作「採録エディタ」の部分的完成にまで漕ぎ着けた。システムとしては「書誌情報区」と「実験・測定情報区」の入力フォームおよび、「採録エディタ」によって入力されたデータから NRDF ソースコードを生成するプログラム

（「NRDF ソースコード生成プログラム」と呼ぶ）が完成した。

なお、この年度 JCPRG は IAEA (国際原子力機関) データ部の Otto Schwerer 氏を招聘し、「Schwerer 氏との核データワークショップ」が開催された。ここでは、Schwerer 氏による指導と共同研究によって EXFOR 採録の実際を学ぶとともに、国際データベース活動についての理解を深める絶好の機会となった。

4. 2001 年度における作業内容⁴⁾

--- NRDF 辞書の整備と管理、採録エディタ「HENDEL」の完成 ---

この年度では、NRDF 辞書の整備と管理に重点を置いて作業を行った。作業内容は以下に列挙する通りである。

1. NRDF コード系の整備

(a) 現在使用されている NRDF 辞書に存在している、各種の誤り、不整合の解消

- ・コード名の誤り、二重登録、類似のコード名
- ・展開形の誤り、類似の展開形、展開形の未定義

(b) 新規コードの提案と登録

2. NRDF 辞書の整備

V 型辞書における、

(a) 既存クラスの改編・更新

(b) 新規クラスの設定

3. NRDF 採録書式の拡張

4. NRDF 辞書の保守・管理

- ・新規コードの提案と登録の手続き

5. NRDF 採録結果 (D 番号を付与されたコーディング結果) の見直し

6. NRDF 採録から EXFOR 採録への変換

7. NRDF 採録と EXFOR 採録の同時採録の試みと実績

NRDF から EXFOR への円滑な変換について、作業部会ではこの時点までに、NRDF 側の問題だけでなく EXFOR の方にも改善すべき問題があるという認識を持っていた。しかし、第一義的にはまず NRDF 側の問題点を早急に解決しようという方針を立てて 2 年間ほど取組んできて、2001 年度、当初の目的が達せられたという評価に達した。

2001 年度の「NTX 作業部会」は、NRDF のコード系の整備の基本方針と具体的問題解決方法の検討を終了し、引続き EXFOR との対応関係をスムーズにする上で必要な採録書式の拡張や「作業履歴」の項目の新設を提案した。それらの多くは直ちに採用され採録過程で適用された。今後の問題に関しては、特に新たなコードの追加や変更に伴う辞書の更新など NRDF 辞書の保守と管理についての方針と方法を策定した。

もう一つの進展は、NRDF と EXFOR の両データベースに付随している辞書内の、原子核物理実験データをコード化するための語彙を整備したことである。「H 型辞書」(表作成で用いる「見出し項目辞書」)の整備も引続き行われた。強調すべき点は、このような作業の過程で、EXFOR に対する追加コードの提案が IAEA NRDC (Nuclear Reaction Data Center Network) に対して初めて行われたことである。

以上のような成果を背景にして、2001 年度に新たなデータ採録エディタ「HENDEL」が完成した。このシステムを用いてデータを入力していくことによって、これまでの採録上の問題点がほとんど

一気に解決し、コードの混乱や辞書にない勝手なコードの入力がなくなった。採録エディタの運用に伴って顕在化した NRDF 辞書の不具合が大規模に修正された。入力書式についてもデータとして必須項目を自動的に作成し、それに従ってデータを入力するだけになったので、データの品質が向上するとともに採録者や採録条件に依らない均質な採録が実現されることになった。

採録エディタ“HENDEL”の開発によって EXFOR への変換も同時に行えるようになり、「NRDF データから EXFOR への円滑で効率的な変換」という課題はこの年度において一応達成されたといえることができる。

5. 2002 年度における作業内容⁵⁾

--- 「統合採録環境」における“HENDEL”による NRDF と EXFOR の同時採録 ---

「NTX 作業部会」が発足して数年、日本荷電粒子核反応データグループ (JCPRG) が手掛けた研究開発の一つに、「NRDF から EXFOR へのデータ変換効率をどのように向上させるか」という課題があった。この課題に対する JCPRG の答えは、「NRDF 書式と EXFOR 書式とによる採録が同時可能な共通の Web エディタの開発と、NRDF 辞書と EXFOR 辞書の双方において核反応実験データをコード化するための語彙を整備すること」であった。

採録用 Web エディタ“HENDEL”の開発と、H 型辞書（ヘディング辞書）の新設を含む、NRDF 辞書におけるコードの新規登録と更新の推進によって、NRDF データファイルの構築と EXFOR 書式でのデータ採録の工程は、それぞれ最新の辞書に登録された語彙を効率的に選択しそれぞれのデータベースの採録文法にかなう結果を同時に出力できることになった（「統合採録環境」と言うことも出来よう）。

この年度の作業部会の課題は、このような「統合採録環境」を利用して核反応実験論文の採録作業を具体的に進めながら、採録の品質を高め、高品質の採録を恒常的に維持するための方策を検討することであった。具体的には、

- 1 採録作業の中で提起された、従来の採録基準の整理と確認、新規採録基準の設定
- 2 多段階過程や蒸発過程が関与する複雑な核反応を扱っている論文の採録事例の蓄積
- 3 NRDF 採録書式の拡張： NRDF における「作業履歴」の採録
- 4 具体的な辞書整備の各論

の 4 点について協議を重ねた。

結果としてこの年度、JCPRG が行っている EXFOR 採録に関する他センターからの意見などに基づいて、採録法の品質向上のために幾つかの事項を議論・確認した。また、NRDF 辞書の整備や採録法に関する問題点についても改善を図ることができた。NRDF 辞書に関しては、EXFOR 辞書の語彙との相互比較の結果、NRDF 辞書コードの更なる整備が行われた。この年度は特に、採録者からの申請コードの検討・追加が整備の主な作業内容となった。EXFOR の辞書に関しては 2002 年 4 月～2003 年 1 月の間に CP-E/005～CP-E/016 の 12 通の「cpmemo」を通じて辞書の更新に関する提案・議論を NRDC (Nuclear Reaction Data Center Network) に配付した。これによって EXFOR への採録が大いに進んだ。また他センターとの議論を通じて EXFOR の採録方針に関する理解が深まった。採録法については、核反応の中間状態の記述や、連続した α 崩壊に伴う生成核種の記述の仕方を決定した。書式方法の大きな改善点として、「作業履歴」の記載を新たに追加することになった。「自己完備」の『作業履歴』情報を記録するためである。

この年度は、「統合的採録環境」のもと、辞書作業部会の活動が軌道に乗り、活動内容が一部、ルーチン・ワーク（常務的作業）になって来ているのが大きな特徴と言える。

6. 2003 年度における作業内容⁶⁾

--- JCPRG データベース活動の新しい位相と NRDF 版「Lexicon」の試作 ---

NRDF データファイルの作成と蓄積、NRDF から EXFOR への変換作業は、ここ 1～2 年で量的にも質的にも大きく進展し、JCPRG の活動が新たな段階に入りつつあることを感じさせるものであった。JCPRG をめぐるこのような動向を特徴づけている要因はいくつか挙げられる。

- (1) NRDF 書式と EXFOR 書式による採録が同時可能な共通の Web エディタ (HENDEL) の開発と改良、およびグラフ読取り数値化システム (SyGRD) [2002] の開発と更新によって、高品質でしかも均質な採録が比較的短時間で行われるようになった。
- (2) 採録の基本的な要件であるコードの整備 (新規コードの生成と既存コード系の更新) と、それに伴う NRDF 辞書の管理が定期的に行われている。
- (3) 辞書作業部会 (NTX-WG) を定例化し、採録すべき論文、採録すべきデータ、採録書式、データ取込み、新規コード、新しい物理量等について常時協議を行い、それに従って作業を推進出来るようになった。
- (4) 荷電粒子核反応データファイル作成作業に従事する大学院生、COE 研究員、管理運営委員会の構成員らの役割分担と協力体制が有効に機能するようになっている。
- (5) 荷電粒子核反応実験の新しい論文のデータベース化を着実な割合で推進可能な人的なそして常務的な態勢を JCPRG として維持できるようになって来ている (事業費の確保)。
- (6) 以前行われた採録論文の「再」採録を行うことによって、既採録データの品質の向上が図られている。
- (7) 原子核実験論文の著者からのデータの提供および、採録の著者校正が試験的に進められ、一定程度軌道に乗りつつある。
- (8) JCPRG による NRDF および EXFOR 採録データの量的拡大と高品質化に伴い、他国のネットワークセンターとの採録の役割分担と協力関係が整いつつある。
- (9) JCPRG の力量の向上によって、国際的な核反応データのデータベース化活動における JCPRG の比重が増大しつつあり、JCPRG の基本的な考え方を主張し、EXFOR に関する新しいコードや仕様を提案できるようになって来ている。

このような JCPRG の特徴的な活動態勢のもとで、この年度本部会は、以下の課題を取上げた。

- (1) 「採録対象論文の明確化」と「採録基準・指針の確認と更新」
- (2) 現行のコード体系の整備と新規コードの提案
- (3) NRDF で使用するコードの中で定義がはっきりしないものや採録者にとってその定義内容の理解が難しいものについて、核物理の知見と最近の進展とに立戻って当該コードの正確な定義を記述しその核物理学的な意味を簡潔に解明する Lexicon の作成
- (4) NRDF の EXFOR への変換
- (5) 核反応データベース構築活動における他センター・他機関との協力
- (6) NRDF 辞書の更新・管理
- (7) 常務的な採録作業の推進
- (8) IAEA への EXFOR 変換済みファイルの送付

当初は辞書管理を主要な活動任務にしてきた「NTX 作業部会」が、このところ荷電粒子核反応データファイル作成作業に伴う様々な実務的課題に取り組んでいる。その背景としては、JCPRG のデータベース活動が活発に進展している結果、月に 1 回開催されている「管理運営委員会」での

議論・検討では、その活動にとっても対応していけなくなってしまうからであると言える。言い換えれば「NTX 作業部会」の活動を通じて 1 年間の JCPRG 活動の主な進展を見ることができる。作業部会は上記の諸課題をほぼ毎週 1 回の会議で議論・検討し、月に 1 回の「管理運営委員会」での協議・承認を得て最終結論としてきた。しかし上記課題の全てについて結論を得た訳でなく継続課題にして今後の議論に回したものも少なくない。

本年度の最も大きな成果の一つとして NRDF 版「Lexicon」の作成が具体化したことである。NRDF で使用するコードの中には、定義がややはっきりしないものや、採録者にとってその定義内容の理解が難しいものがある。「Lexicon」は、当該コードが関係する核物理の「術語」、或は「用語」を、核物理の知見と最近の進展とに立返って明快に解明した上で、当該「術語」、或は「用語」から派生する一連のコードの「コード名」を的確に生成し、更にその「展開形」を体系的、且つ系統的に簡潔に定義しようとするものである。この「Lexicon」は「LEXICON FOR NRDF」と名付けられた。これによってコードの体系化と定義が明確になり、データ収集、データのコード化作業がスムーズになると共に採録の的確さが大いに増すものと期待される。また EXFOR への変換や核データの利用システムの開発・作成にも大いに役立つと考えられる。この年度には、「Polarization」、「Vector Analyzing Power」、「Polarization (Spin) Correlation Parameter」、「Polarization (Spin) Transfer Parameter」の解明を行った。

「NTX 作業部会」の定期的な会議とそこでの議論・経験の蓄積は核データ活動の急速な進展に大きく寄与して来たと共に、今後ますます大きな役割を果たすことが期待される。

なお、この年度 JCPRG は北大知識メディアラボラトリーの外国人研究者招聘制度により IAEA (国際原子力機関) データ部の Otto Schwerer 氏を招聘し、「Schwerer 氏との核データワークショップ」が開催された。ここでは、Schwerer 氏による指導と共同研究によって EXFOR 採録の実際を学ぶとともに、国際データベース活動についての理解を深める絶好の機会となった。

7. 2004 年度における作業内容⁷⁾

--- COE の参加と協調による JCPRG データベース構築の常務的活動期への移行 ---

この年度の「NTX 作業部会」の活動は、COE 研究員の参加・協力の下で一定の軌道に乗って着実な進展を見せた。活動の範囲は採録一般、採録作業の推進から、辞書の更新・保守、マスターファイル管理、更に、他のネットワークセンターとの協力と競合、各種システム（エディタ、グラフ読取り、検索・表示）の開発と更新等まで極めて多岐にわたった。

荷電粒子核反応データの収集・採録・利用活動は今や制作段階・試験段階を終え、定常的・常務的活動の時期に移行した。大型計算機環境からネットワーク分散環境への大きな転換期を乗り越え新たな活動期を迎えていた。

この新たな活動期の大きな特徴は、国際的な協働作業の中で NRDF 独自の活動をどう確立するかということに深く関わっており、時間的に活動がスピーディに行われなければならないこと、検討や判断すべき対象が広範囲なものになると共にその量も格段に増加してきていることである。このような状況に対応する JCPRG の組織態勢として、月に 1 回、限られた時間に行われる「管理運営委員会」に加え、「NTX 作業部会」が実質的に対応している。ほぼ、毎週、時には 3-4 時間にわたる議論も行われる辞書作業部会の役割は、現在の荷電粒子核反応データの収集・採録・登録・提供・利用に関わる活動を実質的に支える上で、極めて重要なものとなった。

なお、この年度 JCPRG は米国立核データセンター (NNDC) の Victoria McLane 氏を、北大知識メディアラボラトリーの外国人研究者招聘制度により招聘した。招聘の目的は、NNDC における核データ活動に関する理解を深めること、NRDF に関する理解を深めてもらうこと、採録システムを

用いて採録者に EXFOR に関する知識を獲得する機会を作ること、等であった。

8. 2005 年度における作業内容⁸⁾

--- 遅滞なき作業部会活動と NRDF 文法と語彙録 (Lexicon for NRDF) の整備の重要性 ---

「荷電粒子核反応データ」はそれを記述する反応と物理量の両面において実に多様である。言うまでもなく NRDF データファイルの特色は、日本国内で生産された多様な荷電粒子核反応データを網羅的に広く格納することである。従って NRDF 採録を進めていく上で、新規コードを提案し採録方法を検討する必要性は常時生じる。また、「データ検索」や「数値読み取り」などの関連ツールを開発する際にも、NRDF の立場からそれらの開発の詳細を検討することが必要な場合もある。

「NTX 作業部会」は、この種の検討事項に対する「当座の作業方針」を打ち出し、採録や開発に遅滞が生じないように心掛けた。加えて NRDF の新規採録ファイルの品質検査も本作業部会の重要な役割となった。

本作業部会の当初の獲得目標は、1) NRDF の採録品質を向上させ、2) NRDF 採録から EXFOR 採録への変換の際の問題点を解決することによって、日本で生産された荷電粒子核反応データを安定的にしかも効率的に EXFOR に変換し、荷電粒子核反応データの採録・翻訳 (compilation) と提供に関する国際的データベース活動における日本の寄与を高める、ことに設定されている。この当初の獲得目標を達成すべく、本年度も日常的な採録活動中に起こり得るあらゆる問題を意欲的に取り扱った。本作業部会は 2005 年度には実に 31 回開催された。このように頻繁に採録に関わる問題を議論し結論を出す場があることによって、採録者は管理運営委員会の開催まで採録を中断することなく、採録作業を遂行することが出来る。また、この作業部会で予め問題点を整理し管理運営委員会に諮る、という運営上の形式は、限られた管理運営委員会の時間の有効利用を助けることにもなっている。

重要なことは、作業部会で議論され、作業部会や管理運営委員会で承認された事項・事例が、確実に蓄積されて今後の採録に役立てられることである。本作業部会での蓄積を反映させた「NRDF 文法書」や「語彙録 (LEXICON FOR NRDF)」の作成と拡充が待たれる。

この年度、今後の活動の方向性として、「学術研究動向調査や評価活動」を行う可能性についても議論された。一定の品質の採録が定常的・常務的に実施可能となった現状に鑑み、JCPRG が次に取り組む課題を設定し、それを着実に実行に移すことが展望された。

9. 2006 年度、2007 年度における作業内容^{9,10)}

--- NRDF の採録品質の向上のために定例化されている意欲的な作業部会、

「原子核反応データ研究開発センター」の設置 ---

2006 年度、2007 年度、本辞書作業部会は引き続き、NRDF 書式や新規コードなど、NRDF の採録の過程で生じた技術的な問題を意欲的にかつ頻繁に協議・検討することによって遅滞なき採録の遂行に大きく貢献した。本部会の会合は原則として毎週開催され、部会で得られた結論は管理運営委員会に報告されるとともに、必要な課題に対しては管理運営委員会で更なる検討がなされた。

本作業部会の当初の獲得目標は、「日本で生産された荷電粒子核反応データを安定的にしかも効率的に EXFOR に変換し、国際的データベース活動における日本の寄与を高めること」であった。この当初の獲得目標を達成すべく、両年度において日常的な採録活動の中で起こり得るあらゆる問題を意欲的に取り扱い検討してきた。

NRDF データ採録は、この数年かなり順調に進められるようになって来た。その背景には、採録エディタの完成、辞書やコード系の完備化などがある。しかし、コード系の整備はなお十分ではなく、毎週の作業部会の議題として取り上げられ、議論を重ねている。原子核物理学の発展と新たな

実験手段・実験方法の開発により、日々新しい原子核実験がなされている。それにとまって新しい物理量が提案される場合も少なくない。このような原子核物理学の新しい知見を NRDF 採録に反映させるためには、NRDF 書式、コード系の見直し・更新、NRDF 辞書の整備は絶えず継続して行かなければならない性質のものである。

採録の規則を決定する際には、その場しのぎや場当たりの対応は当然排除しなければならないが、同時に、個別的な対応に陥っても行けない。NRDF 採録書式やコード系として整合性のある系統的な規則化が必要である。その為には、多くの経験と蓄積が必要であり、「NTX 作業部会」の定例的な活動が欠かせない所以である。

最近、IAEA を中心にした作業グループで EXFOR のデータの完全性についても議論されているが、我々の NRDF から送付された採録データについては、特に問題になっているということはないようである。このことは、JCPRG の努力が一定反映しており、NRDF の採録に大きな問題がないことを意味している証左と思われる。

2007 年 4 月に、北海道大学大学院理学研究院に研究院内措置として「原子核反応データ研究開発センター」が設置され、JCPRG は、はじめて組織的実体を獲得することとなった。

なお、2007 年度、JCPRG と「NTX 作業部会」で多大な貢献をされていた大塚直彦氏が IAEA に転出した。新しい着任地での氏のご検討を期待するものである。

10. 2008 年度、2009 年度における作業内容^{11,12)}

--- NRDF の採録品質の向上と外部研究機関との協力提携と次の段階への展望 ---

NRDF データベース構築活動においては、利用者の求める実験データを、利用者に負担を掛けることなく迅速に提供することが大きな目的の 1 つである。「NTX 作業部会」は、荷電粒子核反応実験データの採録とデータベースの構築の品質を高め、NRDF の効率的で効果的な活用実績を更に向上させるために、この両年度においても原則として毎週開催された。そこで纏め上げられた結論は、原則として毎月催される管理運営委員会で報告され、判断が下される。2008 年 4 月から 2009 年 3 月までには 17 回の作業部会と 4 回の管理運営委員会が開催され、2009 年 4 月から 2010 年 3 月までには 17 回の作業部会と 5 回の管理運営委員会が開催された。

2008 年度には、北海道大学と、理化学研究所（理研） 核データセンター活動との協力についての覚書を締結した。この活動の協力遂行のためには、不安定核ビーム実験によるデータの収集などを進める必要があり、新たな書式やコードの検討が必要になると考えられる。理研との新しい協力体制の中でそれらの新しい型のデータ収録について検討・議論がなされて行くことになると思われる。2009 年度に正式に北大と理研との間の研究協定が締結された。

2008 年度に IntelligentPad を用いて XML 書式を採用するシステムの構築が検討された。これは原子核実験データベースを採録するための別の可能性を指向する試みで、田中譲氏（北海道大学 VBL）との議論、および V. Zerkin 氏（IAEA）とのやり取りなどを通じて進められることになった。XML 書式については 2009 年度においても引き続き検討され、この年度には NRDF の XML 書式を採用した採録システムの試作版が完成した。

2009 年度は、「NTX 作業部会」の定例的な協議に加えて、非公式な場で「NRDF の今後」のことが議論された。それらの議論の結果は、次年度以降の公式な場で議論され、成果を期待できる態勢が志向されて行くこととなろう。

11. 2010 年度、2011 年度、2012 年度における作業内容^{14,15,16)}

--- 「原子核反応データベース研究開発センター」への改組、アジア地域の原子核データネットワークの構築、JCPRG と国内関連研究機関との連携による共同研究 ---

2007 年 4 月に、北海道大学大学院理学研究院に研究院内措置として、設立された「原子核反応データ研究開発センター」（以下「センター」という）は、国際原子力機関（IAEA）を中心とした国際原子核データベース活動や、国内研究機関と協力した原子核データ収集活動を展開してきた。

2010 年度も「NTX 作業部会」（辞書作業部会）は原則として毎週開催され、NRDF 構築上の諸問題が検討され、原則として毎月催される管理運営委員会で報告・提案される。提案が妥当なものであれば管理運営委員会で承認され、実地に適用された。2010 年度は 19 回の辞書作業部会が開かれている。

センターの活動は、従来から恒常的に進めてきている NRDF データベース構築と EXFOR 書式変換ファイルの IAEA への送信、NRDF のマスターファイルの管理が大きな割合を占めている。NRDF 採録済の中での EXFOR 未送信論文の採録作業についても、適宜、辞書作業部会で対応が検討され、実行に移されている。

加えて、現在開発進行中、或は、検討中の課題としては、「天体核反応データベース」（NRDF/A）の開発、CINDA（中性子データカード索引）の採録及び採録方法の検討、近い将来の課題としては、Intelligent Pad を用いた、XML 形式による NRDF の整備などが挙げられる。

北大大学院理学研究院内の措置として設立されたセンターは、この間の国内外における着実な原子核データベース構築活動と、その活動を保証する、人的態勢と管理運用方式の整備が評価されて、2010 年度から 2011 年度にかけて、学内運用定員（教授）の配置、及び、外部組織である理化学研究所との協力研究によって研究員を雇用するという可能性が開かれつつあった。

2010 年度、センターはこの新しい状況に意識的、積極的に対応した。4 月には、国際原子力機関（IAEA）主催の「国際核データセンター会議（NRDC）」が札幌で開催された。NRDC がアジア地域で開催されたのは初めてであった。

更に、日本学術振興会の「アジア・アフリカ学術拠点形成プロジェクト」の一つに JCPRG が応募した「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」が 2010 年度～2012 年度の 3 年間のプロジェクトとして採択された。そして、このプロジェクトの柱となる「第 1 回アジア核データワークショップ（The 1st Asian nuclear reaction database developed workshop）[AASPP Workshop]」が本年 10 月に北海道大学で開催された。

2011 年度は、辞書作業部会としても、大きな作業環境の変化を経験することになった。学内運用定員の配置や外部研究機関との協力研究による研究員の雇用が可能となる条件に即応して、JCPRG は人的受け入れ組織の整備、および研究開発のための体制を構築して行くことが必要となり、この年度「原子核反応データ研究開発センター」は、北大理学院理学研究院の附属施設として、新しい活動を展開することになった。センターの名称も「原子核反応データベース研究開発センター」（「新センター」と呼ぶ）と改め、教授として合川正幸氏を迎えることとなった¹⁷⁾。

「原子核反応データベース研究開発センター」の最も重要な活動は、引き続き、IAEA を中心とした国際的原子核データセンターネットワーク活動であるが、新たにアジアの原子核データネットワーク活動を組織化して行く上で主導的な役割を担うことが期待された。新センターが、世界で 14 の国際原子核データセンターの一つとして独立した組織体制を維持し、国際的な地位を確保して行くことが重要な課題となった。

2010 年度の JCPRG 年報の巻頭言に、新センター発足の目的が掲げられている¹³⁾：

1. 国際原子力機関（IAEA）を中心とした国際原子核データネットワークとしての原子核データ収集・整備

2. 原子核研究に基づく天体核反応データの評価研究
 3. アジア地域の原子核データネットワークの構築・発展
 4. これらの活動を通じ、国内の関連研究機関と協力して大学院教育行う
- の4つである。

このような原子核研究、及び核データ活動を取り巻く環境の大きな変容の中で、「辞書作業部会」も、新センターの国際的な原子核データベース活動の推進、新しい原子核物理の進展、アジア地域での核データネットワーク活動の構築等の目的を具体的に達成するための作業グループとして、従来の「辞書作業部会」（「NTX 作業部会」）の枠を超えて、より広範囲の常軌的・常務的な作業方針の立案、作業の推進、作業結果の検証に取り組むこととなった。それに伴って「辞書作業部会」（「NTX 作業部会」）の呼称を今後「センター作業部会」とすることとした。

この年度は記憶も生々しい「東日本大震災」が発生し、福島第一原子力発電所で炉心溶融から放射性物質の漏洩に至る過酷事故を生起・誘発した。新センターとして「センター作業部会」を中心として、我々が現在実行可能な行動として、札幌市内の各地点で放射線量を測定し、新センターの Web サイトに結果を掲載した。

本年度のセンター作業部会で取り組んだ課題は、「NRDF 採録」、「EXFOR 採録」、「EXFOR 採録ファイルの IAEA への送信」、「CINDA 採録」、「NRDF マスターファイルの更新・管理」、「採録論文の調査」、「JCPRG の Web 管理」などであった。

本年度も、VBL との共同研究が遂行され、「XML を使った NRDF 採録システム開発」、「核データの評価研究」、「NRDF/A データベースの構築」、「NRDF、EXFOR の再録、および検査」などが JCPRG と連携して取り上げられた。

JCPRGと「理化研究所仁科センター（理研）」は 2009 年に共同研究について協定を締結し、理研の実験施設である RI ビームファクトリー（RIBF）で行われている、世界初の本格的不安定核ビーム実験結果を国際的データベース（EXFOR）に入力し、データの国内外の利用を促進して行くことが重要な課題になっている。JCPRGは、本年度RIBFデータを含む論文 12 編をEXFORに登録した。一方、データベース構築に関して問題点も指摘された。現在のEXFORの書式ではRIBFで行われる不安定核実験の採録が難しい反応が存在することが分かった。センター作業部会では、今後も出現が予想される採録の難しい反応、物理量をEXFORデータベースにどのように採録して行くかについて、随時慎重に議論し問題の分析にあたっている¹⁸⁾。

「アジア核データワークショップ」がセンター主催で 2011/11/10-12 の日程で、北海道大学で開催された。このワークショップの目的は、核データサービスに関する知見の交換、アジア地域における核データセンター間の協調促進、インターネット上で核データの広範で効果的な利用を促すためである。日本、カザフスタン、インド、韓国、中国から参加者があり、世話人はセンターの構成員が務めた¹⁹⁾。

本年度は更に、「札幌NRDFワークショップ」が開催された（2011 年 12 月）。JCPRGが今まで開発・更新・管理してきたNRDFデータベースをさらに発展させるために、もともとのNRDF構築の構想と思想、及び、これまでの開発と改良・進展の経緯と歴史を確認し、今後のNRDFの発展につなげることを目的とする。JCPRG創生期、開発期、発展期、そして現在のメンバーを迎えて発表と議論を行い、NRDFの重要性を再認識するとともに、今後はデータ入力システムの開発や新たな採録書式を発展させ、国際的にも通用するデータベースを目指すことが重要であるとの共通認識が得られた²⁰⁾。

「センター作業部会」では、NRDF と EXFOR の再録に必要な様々な課題を遂行、そして遂行上発生する問題点を協議している。2011 年度は 30 回の「センター作業部会」が開かれた。主なものを列挙すると、

- ・日本における研究機関名として未登録のものを検索し、新規コードを提案。
- ・「CINDA 採録」書誌データベースに 17 反応データを追加。
- ・論文のグラフ読み取りにおける「誤差棒の取扱い」についての指針の確認。
- ・理研で行われている実験結果の EXFOR 採録の提案、及び、採録のための出版論文、プロシーディングス、年報などの出典の調査・検討。
- ・理研で行われている実験で、EXFOR に採録できない物理量の採録可能性の検討。KEK の実験など EXFOR に採録しないデータの採録可能性の検討。
- ・2010 年、2011 年に出版された論文を調査（物理量等）する。調査のための基準の設定。
- ・NRDF の XML へのマスタファイルへの変換の試み。
- ・NRDF/A (Nuclear Reaction Data File for Astrophysics) 採録のために、Nuclear Science References (NSR) で関連するデータの調査。10 編ほどの候補論文について採録の可能性を検討。一部数値データの読み取りを実行。
- ・NRDF 採録済みの中で、EXFOR 未送信論文 123 論文のうち、72 編の未変換論文の変換を行い、EXFOR に送信・登録。
- ・採録の優先順位の確認：
新しい論文、Proceedings (2008, 2009)、EXFOR 再採録、NRDF 再採録。

2012 年度の「原子核反応データベース研究開発センター」の活動の基調は、①国際原子力機関 (IAEA) を中心とした国際原子核データネットワークとしての原子核データ収集・整備、②アジア地域の原子核データネットワークの構築と協調、および、核反応データ研究開発の連携・発展、③以上の活動を通じて、国内の研究機関との協力による、共同研究と大学院教育の支援、と概括される。

「原子核反応データベース研究開発センター」の活動の基調と呼応して、「センター作業部会」は、①原子核反応データの収集・採録・整備、②今後の新しい採録書式と新しいエディタシステムの開発、③採録された核反応データの核反応モデルによる理論的な評価研究、④「原子核反応データベース研究開発センター」Web サイトの充実と活用等に置かれた。本年度は、「センター作業部会」は 33 回開催された。

本年度、「センター作業部会」では作業遂行上の理由から運営上の改編が行われた。従来、「センター作業部会」は NRDF/EXFOR 採録作業を中心に据えて、その遂行に纏わる様々の問題に対処してきた。加えて、JCPRG の国際的な活動、および他研究機関との共同研究に必要な課題や調査をその都度設定して、短期間、或は、中長期的期間にわたって本作業部会を中核に協議してきた。しかし、2011 年度に、JCPRG が「原子核反応データベース研究開発センター」に改組されて以降、国際的およびアジア地域の核データ活動におけるセンターの役割と責任は一層大きくなり、それに伴って「センター作業部会」もそれぞれの課題に特化した協議と運営を進めて行く必要性に迫られてきていた。

そこで 2012 年度 4 月に、「センター作業部会」の下に、以下の作業部会を改めて設置することとした。

- ① 採録 (EXFOR/NRDF)
- ② NRDF/A (Database/Evaluation)
- ③ XML/新書式
- ④ NRDC/AASPP
- ⑤ 評価研究
- ⑥ 年報発行

⑦ 理研-JCPRG 共同研究

⑧ Web 管理

これ以降、それぞれの作業部会に担当者が配置され、従来にも増して、作業内容と責任の所在が明確となり、それぞれの作業部会の活動が、「センター作業部会」に報告され、好ましい feedback が行われるようになってきている。この方式の今後に期待したい。

本年度は、常軌的・常務的に活動を展開している「採録 (EXFOR、NRDF)」作業部会に加えて、「XML/新書式」作業部会と、「評価研究」作業部会が、それぞれ作業を進めている。

前者においては、新エディタとして、北海道大学知識メディア・ラボラトリーが開発を続けてきた IntelligentPad の後継にあたるソフトウェアである「Webble World」を用いて、試験的なプログラムが開発中である²¹⁾。後者においては、軽い核の反応である、 ${}^7\text{Li} + n$ と $\alpha + \alpha$ 、 $\alpha + n$ がそれぞれ、核反応モデルである、「離散化連続状態チャネル結合法」(CDCC) と、「複素スケーリング直交条件モデル」(CSOCM) を用いて評価された²²⁾。

更に、「Web管理」作業部会では、「原子核反応データベース研究開発センター」が公開している「センターWebページ」の保守と新ページの作成を鋭意進めている²³⁾。今年度は、アジア地域の核データ活動におけるセンターの役割を反映して、「アジア原子核反応データセンター」のページを構築し、[Japanページ]には、JCPRGの「構成員」、「研究内容 (評価、実験、データベース)」、「2011 から 2012 年までの活動報告」が掲載されている。[Compilationページ]には、IAEAの採録表を元に、アジア各国の採録状況が収録されている。[Linkページ]には、JCPRGのWebページにある各国核データセンターへのリンクがまとめられている。その他、「アジア原子核反応データベース研究開発」ページの整備や、「グラフ数値読み取りシステム (GSYS、SyGRD)」ページの改修を行っている。更に「理研-JCPRG共同研究ページ」を新設し、核反応データベースEXFORに登録された理研実験データのリストページ、「理研RIBFミニワークショップ」についてのページも作成し、国内の他研究機関との連携による共同研究の実績を強調した内容となっている。

12. おわりに

「NTX 作業部会」が発足した 1999 年～2000 年は、大型計算機からワークステーション・パソコンへ、そして、汎用機集中処理からネットワーク分散処理への移行がそろそろ終焉を迎えようとしていた時期であった。このような OS や情報プラットフォームの大きな変化は、NRDF データベース構築環境にも大きな変革を迫るものであった。このような時期に「NTX 作業部会」が管理運営委員会の下で、「原子核反応データの NRDF 採録を EXFOR 採録に変換する際の諸問題を検討し、具体的作業を推進する」活動を開始したことは、JCPRG が NRDF 採録、NRDF から EXFOR への変換に伴う多様な問題を日常的に協議し決定し実行するための「管理牽引の主体」を持ち得たことを意味しており、今から思うと非常に時宜に叶った正解であったと言わなければならない。

爾来、ほぼ 14 年余、「NTX 作業部会」は当初から

- 1) NRDF 採録の品質を向上させる
- 2) NRDF を安定的かつ効率的に EXFOR に変換する
- 3) 荷電粒子核反応データデータベース構築における日本の寄与の割合を高め国際的な責任を果たす

を目標に掲げて活動してきた。これらの目標の遂行は、上記で述べた「情報プラットフォームの変化に直ちに対応しなければならない」ことと同義であった。この対応こそが、第 1 節で言及した「NRDF ルネサンス」の外的条件と内在的な要因であった。

各年度の「NTX 作業部会」の報告で、常に「通奏低音」のようになされていた作業が、「NRDF コードの更新と新規登録、そして NRDF 辞書の整備」であった。この作業が中断されたことは一度もない。この作業そのものが JCPRG の NRDF データファイル構築の核心部分であった。「NTX 作業部会」が「辞書作業部会」とも言われていた所以である。今後とも原子核物理学の発展と新たな実験手段・実験方法の進展・開発とともに整合的な NRDF コード系の確立と NRDF 辞書の整備は絶えず続いて行くことになろう。

上記の目的を達成する上で画期となったのが、「Web エディタの開発」であった。エディタ上で NRDF 採録と EXFOR 採録のコードを同時に出力する、という新鮮な発想と手法は、NRDF から EXFOR への変換効率の問題を実質上解決するとともに、整備された「NRDF 辞書」と「EXFOR 辞書」とを連結することによって、NRDF 採録の品質を飛躍的に向上させることともなった。このことが原子核データベース構築の国際協力の中での JCPRG の寄与を大いに高からしめる誘因ともなった。

「NTX 作業部会」が、大型計算機からネットワーク分散処理への移行期にも、各種システムの開発、NRDF 辞書の更新と整備、IAEA との協力体制の確立、JCPRG サーバの構築、JCPRG ウェブサイトの運用などの諸分野で画期的な進展を現実化して行った、「NRDF ルネサンス」ともいうべき特筆すべき時代にあっても、そして、地道な NRDF 採録が意欲的に続けられていた常軌的・常務的活動期にあっても、常に多くの有為な若き人材と、豊富な経験と蓄積を持っている世代が、好いチームワークを保ちながら、JCPRG 採録活動の実質的な「牽引活動中心」としての役割を曲がりなりにも果たすことができたことは、長い期間に亘って JCPRG に携わってきたものとして感慨を禁じ得ないものがある。

JCPRG は、2007 年度を機に、北海道大学大学院理学研究院の研究院内措置として「原子核反応データ研究開発センター」という組織的実体をはじめて獲得することとなった。対外的に組織的実体を獲得した JCPRG は、他の組織との間で、制度的な関係の構築を可能とする「政策遂行の主体」としての立場を主張できることとなった。2009 年度には、JCPRG と「理化研究所仁科センター（理研）」との間で共同研究について協定を締結し、2010 年 1 月より共同研究「RIBF 核反応データの高度利用研究」を進めている。RIBF で観測・測定した、不安定核ビームを中心とする実験データのデータベース化は順調に進行している。2010 年度には、日本学術振興会の「アジア・アフリカ学術拠点形成プロジェクト」の一つに JCPRG が応募した「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」が採択され、このプロジェクトの柱となる「アジア核データワークショップ」が北海道大学で開催された。「原子核反応データ研究開発センター」は、新たにアジア地域での原子核データネットワーク活動を組織化して行く上で主導的な役割を担うこととなった。そして 2011 年度には、JCPRG は北海道大学理学研究院の附属施設として改組され、定員を伴う組織実体「原子核反応データベース研究開発センター」として名実ともに、新しい活動を展開することになった。

「NTX 作業部会」（「辞書作業部会」）も、2011 年度には「センター作業部会」と改称され、2012 年度には、「センター作業部会」の下に、8 つの「作業部会」が設置された。それぞれの作業部会には担当者が配置され、作業内容と責任の所在が明確となり、「作業部会」の活動が、「センター作業部会」において統括される運営方式に改編された。

これからの「センター作業部会」には、「センター会議」の組織的及び管理運営面における支援の下、NRDF 採録の面でも、採録エディタを中核とする各種ソフトウェア開発の面でも、国際的な原子核反応データベース構築の国際協力の面でも、そして、他研究機関との共同研究の面でも、次の時代を見据えた JCPRG の新たな方向性を生み出し現実化して行く「活動中心」としての着実に清新な役割を心から期待したい。

【参考文献】

- [1] 富樫雅文、田中一「荷電粒子核反応データファイル (NRDF) 使用説明書」(Nuclear Reaction Data File 第 1 版 [1983 年 12 月]) .
- [2] 能登宏、近江弘和、加藤幾芳「NRDF 辞書の保守・管理及び NRDF 文法と採録書式の再検討」(荷電粒子核反応データファイル年次報告第 13 号 [2000 年 3 月]) p. 27.
- [3] 能登宏、近江弘和、加藤幾芳「『辞書作業部会 (NTX-WG)』での検討事項に関する報告」(荷電粒子核反応データファイル年次報告第 14 号 [2001 年 3 月]) p. 93.
- [4] 能登宏、大塚直彦、近江弘和、加藤幾芳「『辞書作業部会 (NTX-WG)』報告」(荷電粒子核反応データファイル年次報告第 15 号 [2002 年 3 月]) p.86.
- [5] 大塚直彦、能登宏、加藤幾芳「『辞書作業部会 (NTX-WG)』報告 - 採録基準の確認と NRDF 辞書の整備 -」(荷電粒子核反応データファイル年次報告第 16 号[2003 年 3 月]) p.65.
- [6] 能登宏、大塚直彦、加藤幾芳「『辞書作業部会 (NTX-WG)』報告」(荷電粒子核反応データファイル年次報告第 17 号[2004 年 3 月]) p.42.
- [7] 能登宏、大塚直彦、加藤幾芳「『辞書作業部会 (NTX-WG)』報告」(荷電粒子核反応データファイル年次報告第 18 号[2005 年 3 月]) p.90.
- [8] 大塚直彦、能登宏、加藤幾芳「2005 年度辞書作業部会 (NTX-WG) 報告」(荷電粒子核反応データファイル年次報告第 19 号[2006 年 3 月]) p.98.
- [9] 大塚直彦、鈴木隆介、加藤幾芳「2006 年度辞書作業部会 (NTX-WG) 報告」(荷電粒子核反応データファイル年次報告第 20 号[2007 年 3 月]) p.77.
- [10] 浅野大雅、大塚直彦、加藤幾芳「2007 年度辞書作業部会 (NTX-WG) 報告」(荷電粒子核反応データファイル年次報告第 21 号[2008 年 3 月]) p.10.
- [11] 浅野大雅、加藤幾芳「2008 年度辞書作業部会 (NTX-WG) 報告」(荷電粒子核反応データファイル年次報告第 22 号[2009 年 3 月]) p.32.
- [12] 浅野大雅、加藤幾芳「2009 年度辞書作業部会 (NTX-WG) 報告」(荷電粒子核反応データファイル年次報告第 23 号[2010 年 3 月]) p.23.
- [13] 加藤幾芳「「原子核反応データベース研究開発センター」の発足を迎えて」(荷電粒子核反応データファイル年次報告第 24 号[2011 年 3 月]) p.1.
- [14] 松本琢磨、加藤幾芳「2010 年度辞書作業部会 (NTX-WG) 報告」(荷電粒子核反応データファイル年次報告第 24 号[2011 年 3 月]) p.68.
- [15] 作業部会 (旧辞書作業部会) 議事録 (2011) (原子核反応データ研究開発センター (JCPRG) ウェブサイト)
- [16] 作業部会 (旧辞書作業部会) 議事録 (2012) (原子核反応データ研究開発センター (JCPRG) ウェブサイト)
- [17] 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 [2012 年 3 月]) p. i.
- [18] 古立直也、合川正幸、加藤幾芳「RIKEN-JCPRG 共同研究」(北海道大学原子核反応データベース研究開発センター年次報告 No. 1 [2012 年 3 月]) p. 47.
- [19] ODSUREN Myagmarjav、VIDYA Devi、AIKAWA Masayuki「A report on Asian Nuclear Data Workshop 2011」(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 [2012 年 3 月]) p. 77.
- [20] 山本一幸、合川正幸、古立直也、加藤幾芳「『札幌 NRDF ワークショップ』」会議報告」(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. 1 [2012 年 3 月]) p. 86.
- [21] 大木平、椿原康介、合川正幸、加藤幾芳「Webble World を用いた新たな核データベース利用システムに向けて」(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. 2 [2013

年 3 月]) p. 23.

[22] ICHINKHORLOO Dagvadorj、ODSUREN Myagmarjav、AIKAWA Masayuki、KATO Kiyoshi「Recent evaluation activities in JCPRG」(北海道大学原子核反応データベース研究開発センター年次報告 No. 2 [2013 年 3 月]) p. 19.

[23] 牧永あや乃、合川正幸、鈴木裕貴「2012 年度 Web Working Group 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. 2 [2013 年 3 月]) p. 32.

