

荷電粒子核反応データベースNRDFの現状とその利用[†]

加藤 幾 芳
日本荷電粒子核反応データグループ
北大・理・物理

Charged Particle Nuclear Reaction Database NRDF — Present status and its usage —

Kiyoshi Katō
Japan Charged Nuclear Reaction Database Group
Department of Physics, Hokkaido University, Sapporo 060

Abstract

In order to compile and store the charged particle nuclear reaction data (CPND), and to supply them to many researchers, the database NRDF has been devised as an academic-oriented database by the Japan charged nuclear reaction group (JCPRG). With data-storage and data-retrieval functions added to the original NRDF system, the activity of JCPRG has been devoted to promoting data compilation and data dissemination. As international contributions of distributing the accumulated charged-particle nuclear reaction data for use, we transform parts of NRDF to EXFOR format and send them to the IAEA Nuclear Data Center. We report the recent development of the JCPRG activities, and give a usage guide of NRDF data and EXFOR data.

1. 概要と経過

学術活動におけるデータベースの1つとして、原子核物理学分野の核反応実験観測データを収集蓄積し一般の利用に提供するために、荷電粒子核反応データベースNRDF (Nuclear Reaction Data File)¹⁾が作られ、データの収集活動・サービス活動を行ってきました。おもな具体的な活動内容は以下のとおりです。

- 1) 国内の加速器で得られた荷電粒子入射核反応実験観測データを収集し、NRDFシステムに入力する。
- 2) 国際核データネットワーク活動として、NRDF入力データを国際原子力機関 (IAEA) にデータ交換システムEXFOに変換し提供する。
- 3) NRDFデータおよび世界各地で生産されたEXFORデータを国内研究者の利用に提供する。

[†]「原子核研究」Vol.39 No.5 (1995), pp.63-73 より転載

荷電粒子データベースを広く利用していただくために、これらの活動内容を紹介すると共に利用の仕方について説明したいと思います。

はじめに、上記の活動を行うに至った経過を文部省科研費との関わりで簡単に箇条書風に紹介致します。(より詳しい経過については、関係した報告書²⁾を参照願います。)

・1974～1975年度(昭和49～50年度):

文部省科研費特定研究「広域大量情報の高次処理」のもとで、田中一(北大)を研究代表者とする「核データファイルNRDFの開発」がスタートした。

・1976～1978年度(昭和51～53年度):

文部省科研費特定研究「情報システムの形成過程と学術情報の組織化」のもとで、「原子核学術情報システム」(研究代表者:田中一)が組織され、NRDFシステムが完成した。

・1980年度(昭和55年度):

文部省科研費特定研究「我国における学術情報データベース作成のあり方についての研究」のもとで、「荷電粒子核反応データファイル(NRDF)およびその作成」(研究代表者:田中一)が組織され、試験的にデータの収集活動が始まった。

・1981～1986年度(昭和56～61年度):

文部省科研費研究成果刊行費(データベース)「荷電粒子核反応データベース」(研究代表者:田中一、1981-1986)、および文部省科研費試験研究費「荷電粒子核反応データファイルユーティリティ開発」(研究代表者:田中一、1982-1983)のもとで、のもとで、1970年以降の陽子入射核反応データの収集を行うとともに、データの検索システム、グラフデータ収集システムの開発等を行い、データベースの利用サービスを開始した。

・1987年度～(昭和62年度～):

文部省事業費が付き、以後国内の加速器による荷電粒子核反応データの収集活動が本格的に始まった。

NRDFシステム作成の研究プロジェクトは、核物理委員会の推薦および核理論懇談会で報告了承されたメンバー;田中一、千葉正喜、高木修二、村岡光男、長谷川武夫、大沼甫、池上栄胤、阿部恭久、河合光路、富樫雅文、野尻多真喜、で開始され、その後多くの方の協力を得て展開されてきました。最近、荷電粒子核反応データについて国際的な関心が高まってきている中で、国際原子力機関IAEAを中心に核データ国際ネットワークの再編が検討され、日本の荷電粒子核反応データについては我々のグループ(日本荷電粒子核反応データグループ:JCPRG)が責任を持つ方向で議論が進みつつあります。

日本荷電粒子核反応データグループの組織は、現在、助言委員会(赤石義紀、阿部恭久、池上栄胤、大沼甫、織原彦之丞、河合光路、菊池康之、斉藤梯二郎、坂田文彦、鹿園直基、中井浩二、橋爪朗、吉田弘)のもとに管理運営委員会(大西明、岡部成玄、片山敏之、加藤幾芳、田中一、千葉正喜、能登宏)が置かれ、北海道大学理学部原子核理論研究室を事務局として活動を行っています。

NRDFシステムおよび検索システムは、北海道大学大型計算機センターをマスターとして、現在、東京大学原子核研究所および大阪大学核物理研究センターにもインストールされておりますが、それらの詳細と利用については以下の本文で述べることに致します。

2. 活動状況

1) データ入力

NRDFに入力されるデータは、荷電粒子を入射して得られる核反応断面積を中心とした様々な観測量についての数値データです。それらのデータは、公表された論文から採取され、これまでNRDFに入力されたデータは1970年以降の陽子入力データについて論文から得られたものと、国内の加速器を用いて得られた荷電粒子入射データについての論文から得られたものからなります。図1に、これまで入力されたデータ量を示してありますが、平成5年度末の時点で60メガバイトのデータ量に達しています。³⁾このデータ量は、観測(数値)データだけでなく、文献情報および実験観測条件に関するデータを含み、検索可能な文献総数としては944件(うち、国内での実験データに関するものが421件)になります。年ごとの検索可能文献数を図2に示してあります。

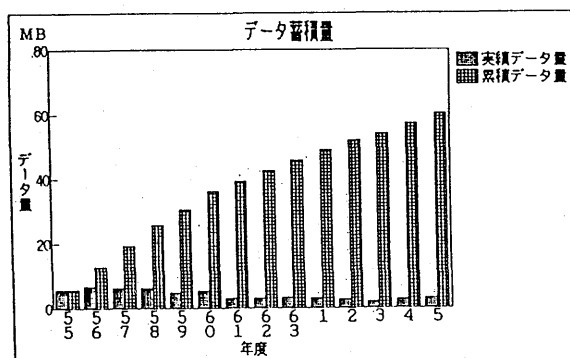


図1. NRDF年度毎収録データ量と累積データ量

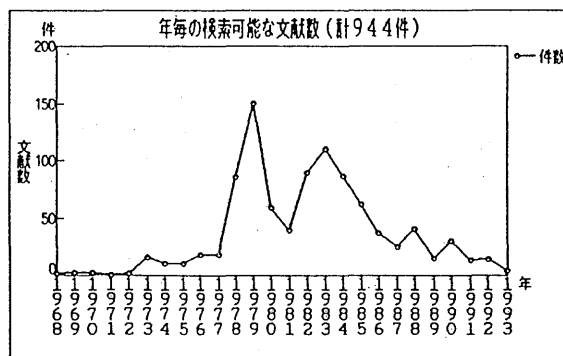


図2. NRDFにおける年毎の検索可能文献数

入力データの収集については、論文の送付等、実験研究者の多大な協力を得て行われており、入力可能データのほぼ100%に近い収集が行われています。しかし、

最近、急速に増加しつつある2次ビームを用いた実験観測量については、入力形式（フォーマット）の確立を待って入力される予定になっています。

原子核実験観測データが毎年どの程度生産され、今後どの様に増加するか見ておくことは、データ収集活動を考える上で重要な問題であります。この問題を考える上で、参考になると思われる我々の調査結果を紹介しましょう。（詳細は、文献4）調査を行った雑誌は Physical Review 等国際的主要雑誌10件について、1991年に掲載された原子核関係の論文約2,200編を対象に行った結果です。そのうち、実験の論文は751編で、日本で行われた実験に関するものは、図3に示されるように5%（約40編）になります。この数は我々が毎年収集している国内産のデータが平均約4.2論文から取られていることとよく一致しています。今後のデータ量の増加については、学術情報量が8年ごとに倍増するという説がありますが、加速器の建設計画等とも関わり、核データについてはそれほど急速ではないかも知れません。しかし、上限値として10年で倍増することを念頭においておくことは必要ではないかと思われます。

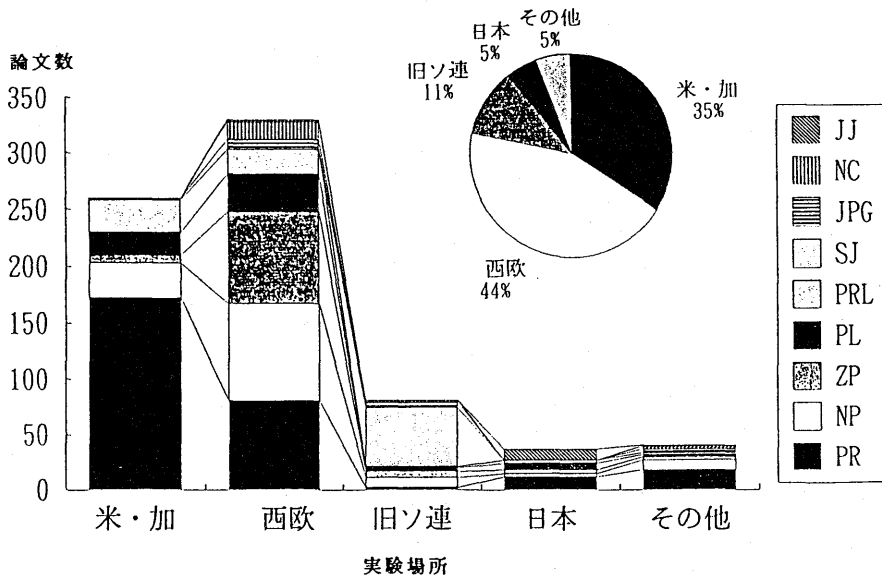


図3. 1991年刊行主要雑誌における原子核実験の論文数

2)IAEA とのデータ交換

NRDF作成プロジェクトがスタートした1974年の翌年（1975）から国際原子力機関 IAEA の核データ部門が、荷電粒子核反応データ（CPND）の国際的収集配布活動に力を注ぐようになり、CPND 編集諮問委員会が設置されてきました。その委員会の日本代表としてNRDF作成プロジェクトグループが参加し、国際間の荷電粒子核反応データ交換書式 EXFOR が完成した後、それへのNRDF 書式から変換プログラムを作成し、1982年から変換されたデータを IAEA 核データ部門に送付するを行って来ました。

NRDF は特定のデータ利用を目的にしたものではなく、極めて学術的なデータベースであることから、NRDF 書式で入力されたデータが100% EXFOR に変換される状況になっていないという問題があります。しかし、それは EXFOR

とNRDFの性格の違いであり、現在の所やむを得ない問題であると言わざるを得ません。1991年の時点で、世界各地からEXFORに入力されたデータは約300,000メガバイト、1,500データエントリー、30,000データテーブルと報告されています。そのうち、NRDFデータから送付されたデータは図4に示されているように約5%に達するに到っています。⁵⁾この5%と言う数字は、丁度国際的に日本で生産されているデータ量(正確には論文数)と同じ値であり、国際的核データ交換への責任を十分果たしていると言えるかと思えます。

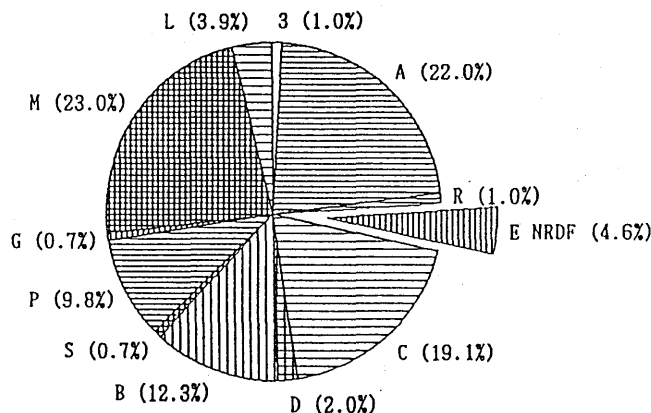


図4. EXFORデータにおけるNRDFからの寄与

一方、EXFORデータは現在のところ磁気テープの形で我々の所に送られて来ていますが、国内研究者にそのデータの利用の道を開くことが求められております。この問題は、今後コンピューターネットワークが急速に形成されれば解決される問題ですが、最近、EXFORのインデックスデータベースをIAEAとの協力で開発しました。このインデックスデータベースを用いて、どのような核反応データがEXFORに存在しているかを知ることができるようになっています。その利用の仕方については次節で説明する予定です。

3. 利用の仕方

1) NRDFデータの利用

NRDFデータとその検索システムは北大大型計算機センター、核研、核物理研究センターに入っています。各々の計算機システムの違いから若干システムの呼び出し方が違っていますが、(北大大型計算機センターについては、「オンライン・データベース利用ガイド(第14版)」全国共同利用大型計算機センターライブラリ・データベース連絡会編、1994年11月発行、が各大型計算機センターで見ることができる)NRDF検索システムに入ってしまう後は同じなので、その時点からの検索の仕方を具体的例で説明することにします。

以下の説明を理解していただく上で、NRDFデータの構造が、数値テーブル(DATA SECTION)とその実験条件(EXP SECTION)および論文の書誌情報(BIB SECTION)からなることを知っておく必要があります。それら3つのSECTIONを1つの単位として全体をDATA SETと呼び、検索の結果はこのDATA SETのか

たまりでディスプレイに表示されます。また、その結果をグラフにしたり、プリンターに出力する事もできます。検索コマンド等の詳細については「荷電粒子核反応データファイルN R D F使用説明書(第2版)」⁶⁾(希望される方は、J C P R G事務局までご連絡下さい。)参照していただければ良いのですが、検索システムの中でも必要最小限の事を知ることができます。

- ・ どんなコマンドがあるかを見るには ; LISTDC (C=@); と入力。
- ・ 各コマンド (例 LISTDC) の使い方を知るには ; HOW LISTDC; と入力。

検索はどんなものを検索するか検索条件を与えて行います。検索条件は、検索項目 (Field) と値 (Value) を演算子 (=, +, *, >, < 等) で結び、全体を括弧 () でくくります。また、複数の検索条件を論理演算子 (and; *, or; +) で結んで与えてもかまいません。検索条件で用いる検索項目、値については、以下のようにも知ることができます。

- ・ どんな検索項目があるか見るには ; LISTDC (F=@); と入力。
- ・ どんな値があるか見るには ; LISTDC (V=@); と入力。

標的核 ^{12}C で入射粒子 proton のデータを検索する例を示しましょう。

<pre>*** YOU CAN ALSO SEARCH INDEX DATABASE OF "EXFOR" DATA *** *** IF YOU GO INTO THIS INDEX DATABASE, THEN REPLY "Y" -> KEY-IN COMMAND, PLEASE.</pre>	
<pre><u>(PRJ=P)*(TGT=12C);</u> COMMAND=(PRJ=P)*(TGT=12C);</pre>	<p>標的核と入射粒子を指定する</p>
<pre>* HIT-COUNT= 416 KEY-IN COMMAND, PLEASE.</pre>	<p>416個のデータテーブルが検索された</p>
<pre><u>(PRJ=P)*(TGT=12C)*(YEAR=1990);</u> COMMAND=(PRJ=P)*(TGT=12C)*(YEAR=1990);</pre>	<p>入射粒子・標的核・1990年の3つの条件を指定する</p>
<pre>* HIT-COUNT= 7 KEY-IN COMMAND, PLEASE.</pre>	<p>3つの条件を満たすデータテーブルが7個検索された</p>
<pre><u>(PRJ=P)*(TGT=12C)*(YEAR=1990)*(INC-ENGY-LAB<40);</u> COMMAND= (PRJ=P)*(TGT=12C)*(YEAR=1990)*(INC-ENGY-LAB<40);</pre>	<p>入射粒子・標的核・年・入射エネルギーの4つの条件を指定する</p>

```

* HIT-COUNT=          6
KEY-IN COMMAND, PLEASE.

DISPLAY:
COMMAND=          DISPLAY:

```

4つの条件を満たすデータテーブルが6個検索された

検索結果を画面表示する

その結果は、DATA SET 番号に続いて BIB SECTION の書誌情報を表示し、

```

=====
!      DATA SET      10762      !
=====
!      SECTION       14389      !
=====
!  BIB SECTION  ! 10762[10770      !
=====
!D#           ! D1316           !           !
!TITLE        ! DENSITY DEPENDENT INTERACTION APPLIED TO L!           !
!             ! OW-MULTIPOLE(P,P) AND (P,N) TRANSITIONS I!           !
!             ! N LIGHT NUCLEI           !           !
!ATH          ! M. IEKI           ! 1,2      !
!ATH          ! J. IIMURA        ! 1        !
!             !                   !           !
!             !           途中省略           !           !
!INST-ATH     ! 2JPNT01          ! 11       !
!INST-ATH     ! 1USAMIN          ! 12       !
!COMMENT      ! '6' ASHIKAGA INSTITUTE OF TECHNOLOGY, ASHI!           !
!             ! KAGA, JAPAN.           !           !
!REF          ! PR/C             !           !
!VLP          ! 42(1990)457      !           !
!RCTS         ! 12C(P,P)12C      !           !
!RCTS         ! 14C(P,N)14N      !           !
!RCTS         ! 14N(P,P)14N      !           !
!PHQS         ! ANGL-DSTRN       !           !
!PHQS         ! DSIGMA/DOMEGA    !           !
!PHQS         ! ANALPW           !           !
=====

```

続いて、実験条件 (EXP SECTION)、データ (DATA SECTION) を表示します。

```

=====
!      SECTION       14398      !
=====
!  EXP SECTION  ! 10762[10766      !
=====
!PHQ          ! ANGL-DSTRN       !           !
!PHQ          ! DSIGMA/DOMEGA    !           !
=====

```

```

!=====
! SECTION          14400
!=====
! DATA SECTION   ! 10762
!=====
! INC-ENGY-LAB    ! 35MEV
! EXC-ENGY        ! 12.71MEV
! J-PTY           ! 1+
! ISOSPIN         ! 0
! COMMENT         ! FIG.1-(1)
!-----
!
! TABLE
!-----
!
! THTC                DSIGMA/DOMEGA        DELTA-DSIGMA/DOMEGA
! (DEG)              (MB/SR)              (MB/SR)
! 1.269E+01          5.360E+01          0.000E+00
! 1.570E+01          5.464E+01          0.000E+00
! 2.241E+01          4.966E+01          0.000E+00
! 3.019E+01          4.862E+01          0.000E+00
! 3.408E+01          4.657E+01          0.000E+00
! 3.982E+01          4.559E+01          0.000E+00
! 4.424E+01          3.792E+01          2.533E+00
! 4.886E+01          2.592E+01          1.272E+00
! 5.470E+01          2.141E+01          9.970E-01
! 6.708E+01          1.488E+01          1.379E+00
! 7.654E+01          1.290E+01          8.613E-01
! 8.573E+01          1.128E+01          6.391E-01
! 9.739E+01          1.068E+01          5.510E-01
! 1.078E+02          8.761E+00          4.076E-01
! 1.159E+02          1.041E+01          0.000E+00
! 1.246E+02          1.301E+01          0.000E+00
!
!-----

```

複数のデータがある場合、多くの DATA SET が表示され、一般に表示量が大量になります。データセットに一時確保しておいて、適当なエディター等を用いて必要な所だけ印刷することを勧めます。

2) EXFORデータの利用

国際的核データ交換のためのデータベース EXFOR については、そのデータ利用について便利な検索システムが作られておらず、そのデータの利用については各国のセンターに任されていると言う現状にあります。我々のグループでは、最近、EXFOR データにどのようなデータがあるか（インデックス情報）を調べるための検索システムを作成し、北海道大学大型計算機センターに登録しました。⁷⁾ NRDF はおもに国内で得られたデータを扱っているのに対して、EXFOR は世界各国か

らのデータであり、研究者データの利用から見ればEXFORデータ利用の要求が高いと思われます。インデックデータベースを用いて、必要なデータがあるかどうか、ある場合はどこにあるか（EXFORではACCESSION NOで指定される）を知ることができます。数値データは、現在の所、我々の事務局にACCESSION NOを連絡して磁気テープ、フロッピー等の媒体を介して手に入れることになります。

北海道大学大型計算機センターにオンラインで入り、データベースを呼び出してNRDFを選ぶところまでは、NRDFの利用の場合と同じです。最初に、INDEX DATABASEを選ぶかどうか聞いてきますので、YES("Y")と答えれば、直ちにEXFORのインデックスを検索可能になります。以下に使用例を示します。

<pre> READY キーボードから入力した部分は下線が引いてある。 <u>CPND</u> ORION 05-03 ENTER YOUR REQUEST 1/ <u>FIND PRJ:P AND TGT:016</u> * 13326 1/ PRJ:P * 128 2/ TGT:016 * 45 3/ PRJ:P AND TGT:016 4/ <u>LOOK TGT:016*</u> . ITEMS. TERMS A 128 TGT:016 B 20 TGT:016000 C 92 TGT:016032 D 6 TGT:016033 E 10 TGT:016034 END OF TERMS WITH YOUR STEM PICK LETTERS TO COMBINE 4/ <u>D</u> 6 ITEMS SAVED AS SET 4 CONTINUE PICKS OR RBQBSTS 5/ <u>FIND 3 AND 4</u> * 6 5/ 3 AND 4 6/ <u>DISPLAY =5 ACN RCD EMIN EMAX FOR ALL</u> ITEM 1 10. ACCESSION-NO C0252023 110. RCT-CODE 16-S-33(P,X)9-F-18.,SIG 260. EN-MIN 0.30000E+09 EV 280. EN-MAX 0.40000E+09 EV ITEM 2 10. ACCESSION-NO C0252024 110. RCT-CODE 16-S-33(P,X)11-NA-22.,SIG </pre>	<p>入射粒子proton、標的核 Z=16 のデータをサーチする。</p> <p>proton入射データ 13326件 Z=16標的核データ 128件 proton入射、Z=16標的核データ 45件 Z=16である標的核のデータの種類を見る。</p> <p>Z=16標的核データ 128件のうち、natural targetデータ 20件、A=32のデータ92件、A=33のデータ6件、A=34のデータ10件。</p> <p>Dのデータを選択。</p> <p>データ番号 3/と4/のデータ(6件)をデータ番号 5/にセーブ。</p> <p>データ番号 5/のデータについて、ACCESSION NO, 反応式(RCD), 入射エネルギーの最小と最大値を表示。</p>
--	---

中間 省略

ITEM 6

10. ACCESSION-NO C0252025
110. RCT-CODE 16-S-33(P, X)11-NA-24., SIG
260. EN-MIN 0.30000E+09 EV
280. EN-MAX 0.40000E+09 EV

6/ QUIT
GOODBYE
READY

4. 今後の課題

この10年間、データの収集蓄積が主要な課題でしたが、上で述べましたようにNRDFシステムに相当量のデータが入力され十分にデータベースとして利用可能なものになってきました。はじめに、この間の主な進展について述べ、今後の課題を述べたいと思います。

1) データの収集体制；

新たなデータについての論文の収集は実験研究者の協力を得て、ほぼ完全に収集できる体制を作ることができました。

2) データの入力；

論文から必要なデータをコンピューターへの入力書式に書き換える作業をコーディング作業と呼んでいます。パソコンの画面から入力する方式の開発やグラフデータの数値化システムの開発を行い誤入力の減少と正確な数値入力ができるようになってきました。しかし、以下のことが今後解決しなければならない課題となっています。

- ・ 2次ビームによるデータの入力書式の作成。
- ・ 入力コード類の辞書の整備とパソコン画面からのコーディング時における表示システム作成。
- ・ 数値データ、特にグラフデータのもとの数値を著者から入手する体制の確立。
- ・ 入力されたデータの著者による査読体制の確立。

3) NRDFデータの利用；

これまではどちらかと言うと、データの収集に力点がありデータの利用配布については二の次でありましたが、今後はデータの利用サービスを第一に考えなくてはならないと思われます。そのために、

- ・ コンピューターネットワークを用いた検索システムの作成を急がなければなりません。現在、北海道大学大型計算機センターを中心に利用サービスを行っていますが、ワークステーションを用いて、誰でも、いつでも利用可能な体制を作る必要があります。
- ・ 検索システムの改善を行い、検索に当たり予備知識がなくても必要なデータを取得できることを可能にする。

4) EXFORデータの利用；

現在、インデックスデータベースを用いた検索が可能になりましたが、数値デー

タについてもオンラインで手に入れられるようにしたいと思います。そのために、
・インデックスデータベースと結びついた数値データの検索システムの作成、
を行う必要があります。

最後に、NRDFシステムのより広い利用について、1つの提案を述べたいと思います。既に何度か述べてきましたが、NRDFは特定の利用を意識したデータベースではなく、Academic-oriented Databaseです。別な言い方をすれば、あらゆるタイプのデータが入っていると書いても良いかと思います。従って、特定のタイプのデータ群が欲しい場合、たいへん重いデータベースと感ずることになると思います。そこで、特定の利用を目的に持ったデータベースをNRDFから作成することが考えられます。例えば、高エネルギー・プロトン入射のデータベースであるとか、元素生成に関わる低エネルギー核反応断面積のデータベースをNRDFシステムからデータを切り取って作成することが考えられると思います。多分、データの評価システムを考えるときはその様なデータベースに基づいて行わなければならないのではないかと思います。

謝辞

多くの方々のご協力のもとでNRDFシステムが作成され、データの収集は原子核実験研究者からの多大なご協力を得て行われてきました。この機会に、お礼申し上げますと共に今後もご支援いただきますようお願い致します。また、この報告を行うに当たり、管理運営委員会のメンバーに資料提供等ご協力いただきました。

参考文献

- 1) M. Togashi and H. Tanaka, An information system for charged particle nuclear reaction data, Journal of Information Science, Vol.4, No.5, 1982
- 2) 「荷電粒子核反応データファイル作成報告書」、昭和56年3月、文部省科学研究費補助金による特定研究「我が国における学術情報データベース作成の在り方についての研究」、日本荷電粒子核反応データグループ、研究代表者：田中 一。
「荷電粒子核反応データファイルユーティリティ開発報告書」、昭和60年3月、文部省科学研究費補助金による試験研究、日本荷電粒子核反応データグループ、研究代表者：田中 一。
- 3) 吉田ひとみ、加藤幾芳、「1993年度入力データ」、NRDF Annual Report 93 (No.7), (1994) 97.
- 4) 岡部成玄、「1991年にみる原子核実験データの生産量」、NRDF Annual Report 92 (No.6), (1993) 5.
- 5) M. Chiba, Report of SGIP to the 1992 Technical Meeting, NRDF Annual Report 92, (1993) 95.
- 6) 千葉正喜、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」第1版(1983年12月); 第2版(1987年3月)。
- 7) M. Chiba and K. Katō, An Index Database of Charged-Particle Nuclear Reaction Data, Proc. of the 1993 Symp. on Nucl. Data (JAERI-M 94-019), (1994) 380.