

核データ・炉物理特別会合(2)

総合核データ利用システム (検索・作図システム) 開発の現状

日本原子力研究所核データセンター
大塚直彦*・中川庸雄・深堀智生・片倉純一
北海道大学知識メディアラボラトリ
須田拓馬・内藤謙一・セルゲイコレノフ・吉尾圭司
ブリュッセル自由大学天文学宇宙物理学教室
合川正幸・新井好司
北海道大学大学院理学研究科物理学教室
加藤幾芳・大西明
北星学園大学経済学部経営情報学科
能登宏
*) ohtsuka@ndc.tokai.jaeri.go.jp

1. 開発の経緯

核反応データの流通の仕組みは、インターネットの発達とともに、ここ十年余の間に劇的に変化した。国際的な実験核反応データベースである EXFOR は、かつては各センターで採録されたものが一旦 IAEA に集められ、それを磁気テープの形にまとめたものが、センターに配られていた。各センターはそれを大型計算機にロードして、リクエストがあれば端末からの検索を行い、必要なデータを利用者にディスクを郵送するなどしてデータの配布を行っていた。評価済データの場合も状況は同様である。

1990 年代後半のインターネットの急速な普及は、この状況を一変させた。IAEA-NDS や BNL-NNDC では、telnet を用いたデータサービスを開始したが、高エネルギー物理学の文献情報などを流通させるために開発された www が普及すると、核データのサービスもこれにとって変えられ、現在に至る。ADSL や光通信の普及は、自宅からのインターネットアクセスを容易にし、いまや誰もが自宅に居ながらにして、手軽に核データにアクセスできる。日本では、1995 年には原研核データセンターが、翌 1996 年には日本荷電粒子核反応データグループ (JCPRG) が、それぞれホームページを開設して www による核データの提供を開始した[1,2]。現在は www と並ぶもう一つのデータ流通手段として CD-ROM も有力である。データの更新が容易な点では www の方が優位に立っている。

さて、上に記した日本の2つのセンターは、国際核反応データセンター網 (NRDC [3]) の枠組みの中では、実験核データの採録と評価済核データの整備という責任をそれぞれ担っているが、国内における二つの活動の交流は従来盛んであったとは言えず、www を通じたデータの公開に関しても、実験核データと評価済核データの提供をそれぞれのセンターが独立して行ってきた。海外では、いくつかのデータセンターが実験データと評価済核データを横断的に扱うサービスを公開しているが、扱える物理量が限定されていたり同時に検索することが不可能であったり、実験データと評価済核データの状況を広く把握することができる汎用のサービスが確立されているとはいいがたい。

このような状況のもとで、文部科学省の「革新的原子力システム技術開発公募事業」の1事業として「高度放射線測定技術による革新炉用原子核データに関する研究開発」が採択された。この研究開発の中では、全立体角ゲルマニウムスペクトロメータの開発、核データの実験研究、得られた測定値に対する評価が行われることとなった。そして、この一連の過程に位置づけられる形で、実験核データと評価済核データを処理する「総合核データ利用システム」が開発されることになった。この「総合核データ利用システム」は、www を通じたデータ利用システムであり、実験核データや評価済核データの検索と作図を行う「検索・作図システム」と、炉定数作成やベンチマーク計算を行う「加工・利用システム」の二つのサブシステムからなる。「総合核データ利用システム」全体の概要と「加工・利用システム」の詳細に関しては、本ニュースの2003年秋の学会の報告[4]を参照していただくこととして、以下では「検索・作図システム」の現状を報告することとする。システムに格納する既存のデータベースとしては、EXFOR 書式[5]と ENDF 書式[6]に格納された実験・評価済核反応データファイルを想定している。検索・作図システムの位置づけを図1に示す。

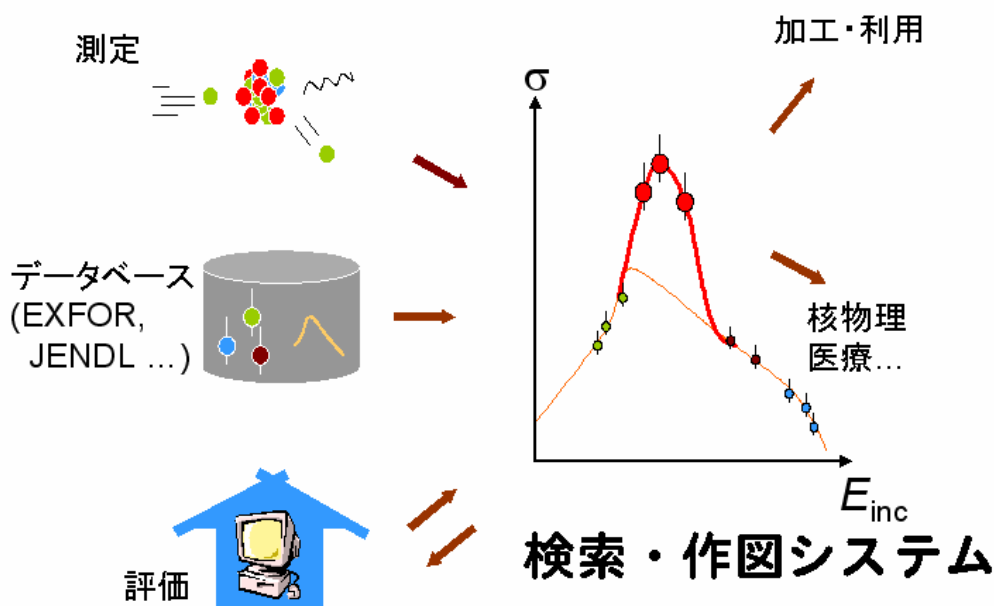


図1 検索・作図システムの位置づけ

2. 検索内容の指定の実行

図2に検索・作図システムの検索画面を示す。条件を指定して検索実行ボタンを押す。

反応式の指定

標的核・入射粒子・放出粒子（反応過程の場合もある）・残留核を記述する欄がある。これらは“N”, “G”, “P”, “26-FE-56”や“Fe-56”などと指定ができる。

入射・放出粒子に関しては記述欄の他に2種類の選択式入力欄があり、中性子・陽子のような軽粒子を入力するものと、データベース上の全ての場合から選択できるものがある。

物理量の指定

EXFOR や ENDF のファイルでは、物理量が REACTION や (MF, MT) という形式で表されるが、ここでは、www 検索向けに定義された分かりやすい物理量の分類からの選択をする。

入射エネルギー（あるいはその範囲）の指定

単位の指定によりエネルギーか運動量が選択できる。入射エネルギーが実験室系入射エネルギーか重心エネルギー（標的と入射粒子の間の相対運動エネルギー）なのかも指定できる。

参照する座標の指定

微分量の場合は物理量が参照する座標系（実験室系・重心系）に依存性する。特に、実験室系あるいは重心系で与えられた物理量のみを検索する場合は、ここで座標系を指定する。

書誌情報の指定

著者名・掲載誌・出版年を指定することができる。掲載誌に関しては、現在は主要数誌のみが指定できる。また EXFOR データに一意に振られた番号（受入番号）での指定もできる。

作図に必要な情報の指定

検索結果に対して作図したい場合は、横軸・縦軸に用いる物理量をここで予め指定する。

結果の表示に関する指定

検索結果表示のオプションが指定できる。現在は1画面あたりの表示件数が指定でき

る。

物理量の詳細の指定

EXFOR や ENDF で採用されている、より細かな分類から物理量の検索をしたい場合に用いる。

The screenshot shows the SPES web interface with the following sections and fields:

- Reaction and Quantity:** Target (SF1) [U-6], Projectile (SF2) [], Reaction (SF3) [], Product (SF4) [], Quantity [Cross section data: CS], Energy Range [] to [] Unit: [any] Frame: [any], Reference frame [Lab. / CM].
- Bibliography:** Author [] First Author [], Reference [any], Publication Year [] to [], Accession number [] (e.g. 20670002).
- Plot:** Horizontal axis (1) [Energy/Momentum of Incident Projectile], Horizontal axis (2) [Select the category], Vertical axis [Value of Quantity Specified under REACTION: DATA].
- Display:** Display [10] results per page.
- Advanced search:** EXFOR quantity [Select from Reaction Type, Select from EXFOR Quantity, SF5: [any], SF6: [any], SF7: [any], SF8: [any], Explicit form (SF5-9):], ENDF quantity [Select NSUB, Select MF, Select MT, Select LR].

Callout boxes with Japanese text:

- 反応・物理量 (Reaction/Quantity)
- 書誌情報 (Bibliography)
- 作図情報 (Plot Information)
- 進んだ検索 (Advanced Search)

図2 検索内容の指定

3. 検索結果の表示と作図の実行

図3に検索結果の表示の一例を示す。

検索結果は、実験データと評価済データそれぞれに関して表の形で示される。表には、作図対象を指定するためのチェックボックス・データ番号・反応式と物理量（EXFOR形式・主著者・書誌情報が列記される。なお、検索実行の際に作図に必要な情報（横軸・縦軸）を指定しなかった場合には、この画面に作図のためのチェックボックスは表示されない。

作図する場合には、作図を希望するデータセットをチェックして作図ボタンを押す。

4. 作図結果の表示と調整

図4に作図結果の表示の一例を示す。

この例では、非常に広いエネルギー範囲の断面積を作図したために、データ点が横軸と縦軸の上に重なってしまった。このような場合を含め、最初の作図結果で満足できない場合には、作図条件を調整して再度作図することになる。現在、調整ができる項目として以下のものが用意されている。

1. 図の表題
2. 横軸・縦軸に添える文字列
3. 横軸・縦軸の目盛の種類（片対数・両対数）とその範囲
4. 各データをあらわす点・線の凡例の文字列と位置
5. 各データをあらわす点・線の種類・大きさ・幅

また、利用者の手持ちの数値データをシステムにアップロードして、検索結果の作図に加えることも可能である。図5は、これらの項目に関して幾つかの作図条件の調整を行った上で、図4を再作図した結果である（グラフ画像のみを示す）。画面上には、図5に示されるようなpng形式の画像ファイルとして表示されるが、これをps, eps, pdf形式のファイルとして、カラーか白黒を指定してダウンロードすることも可能となっている。これによって、より品質の良いファイルが得られる。

SPES (Search and Plot Executive System) - Netscape

http://www.icdr.org/~ohtsuka/spes/spes.cgi?#plot

SPES

Search and Plot Executive System

Number of Hits : 48

Search Result

subentry	reaction	first author	reference
<input type="checkbox"/> 10946002	((5-B-10(N,A)3-LI-7,,SIG)/(3-LI-6(N,T)2-HE-4,,SIG))	A.D. CARLSON	C,85SANTA,2,1451,8505
<input type="checkbox"/> 10228002	(3-LI-6(N,T)2-HE-4,,SIG)	M.R.MC PHERSON	C,71KNOX,2,611,197103
<input type="checkbox"/> 10378002	(3-LI-6(N,T)2-HE-4,,SIG)	W.P.Poenitz	J,ZP,268
<input type="checkbox"/> 10382004	(3-LI-6(N,T)2-HE-4,,SIG)	J.C.Overley	J,NP/A,2
<input type="checkbox"/> 10446002	(3-LI-6(N,T)2-HE-4,,SIG)	C.M.Bartle	J,NP/A,3 C,75WASH,688,197503 J,NIM,121,119,1974
<input type="checkbox"/> 10607002	(3-LI-6(N,T)2-HE-4,,SIG)	G.P.Lamaze	J,NSE,68,183,197811 C,76LOWELL,2,1341,197607
<input type="checkbox"/> 10755002	(3-LI-6(N,T)2-HE-4,,SIG)	J.C.ENGDAHL	J,NSE,78,44,8105 T,ENGDAHL,78
<input type="checkbox"/> 10841002	(3-LI-6(N,T)2-HE-4,,SIG)	C.RENNER	J,BAP,23,526(BI3),7804
<input type="checkbox"/> 10895002	(3-LI-6(N,T)2-HE-4,,SIG)	R.L.MACKLIN	J,NSE,71,205,7908
<input type="checkbox"/> 41008002	(3-LI-6(N,T)2-HE-4,,SIG)	B.PARDO	J,BAP,4,218(AB6),59

plot query

page : 1 / 5

next

実験データ

作図対象をチェック

Number of Hits : 5

Search Result

subentry	reaction	first author	reference
<input type="checkbox"/> 00060800010032503105	(3-LI-6(N,T)2-HE-4,,SIG)	G.M.Hale	3,ENDF/B-VI,10,325,199109
<input type="checkbox"/> 02030000010032503105	(3-LI-6(N,T)2-HE-4,,SIG)	G.M.Hale	3,JEFF-30,10,325,20020
<input type="checkbox"/> 06030200010032503105	(3-LI-6(N,T)2-HE-4,,SIG)	S.Chiba	3,JENDL-3.2,10,325,198
<input type="checkbox"/> 06030300010032503105	(3-LI-6(N,T)2-HE-4,,SIG)	S.Chiba	3,JENDL-3.3,10,325,200
<input type="checkbox"/> 41020200010030603105	(3-LI-6(N,T)2-HE-4,,SIG)	Nikolaev M.N.	3,BROND-2,10,306,198910

plot query

完了

評価済データ

図 3 検索結果の表示

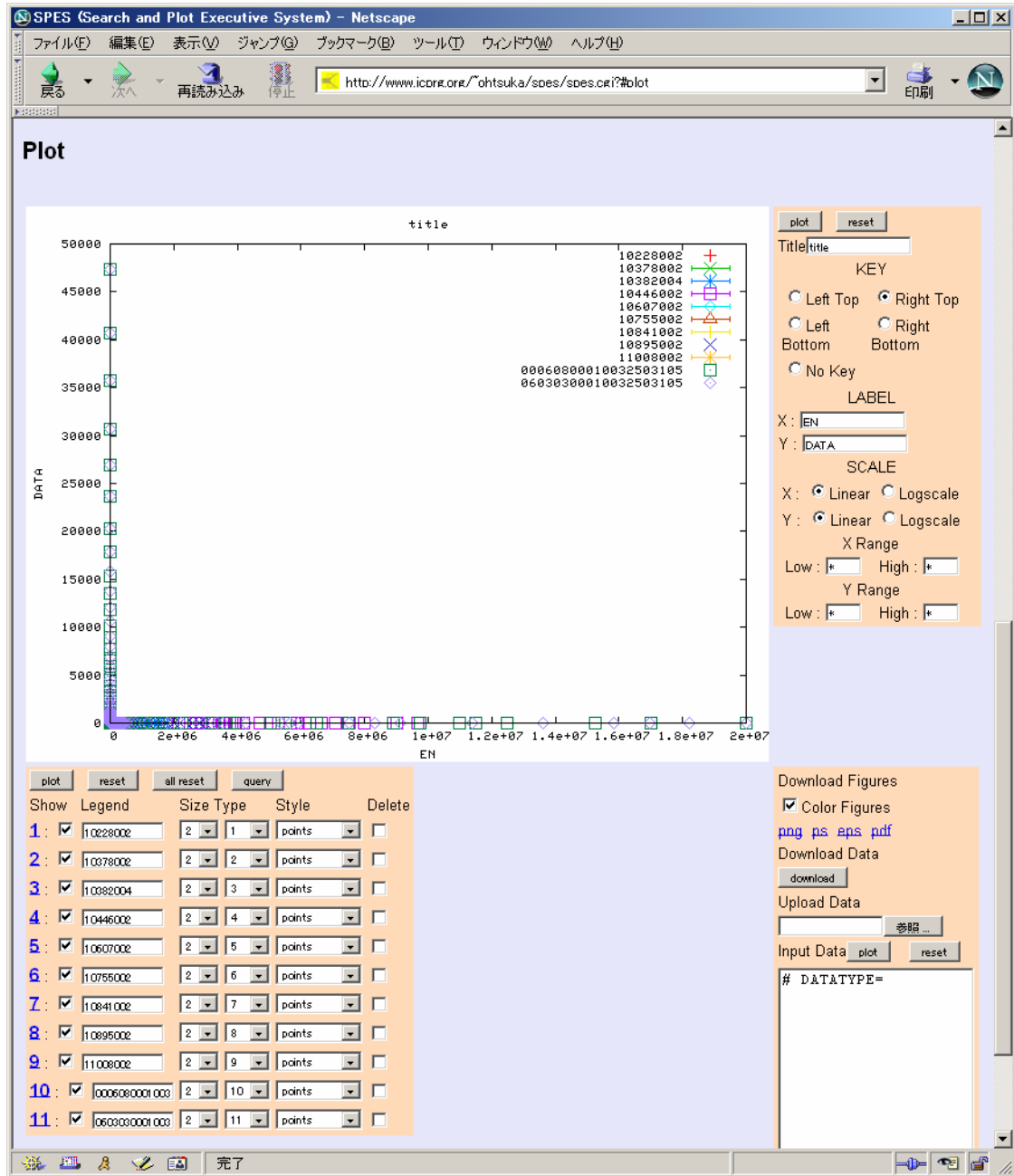


図4 作図結果の表示と調整

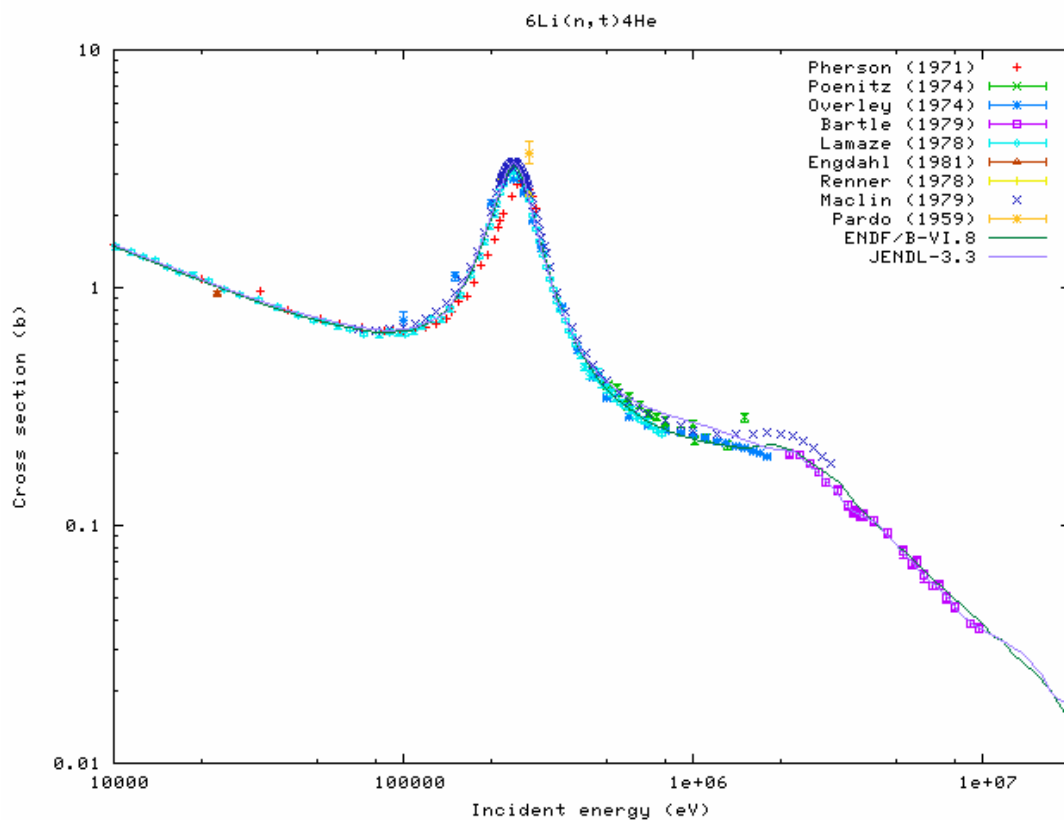


図5 作図条件を調整して再作図した結果の表示

5. 今後の課題と展望

「検索・作図システム」の開発状況は以上に述べたとおりである。既存の実験核データベース、評価済核データベースを横断的に検索し、それに利用者が持つ新しい数値データを加えて作図する、この流れが一通り実行できるところまでシステムが完成していることがお分かりいただけよう。我々はこの一連の流れを多くの検討や試作を通じて可能にした。今後は、このシステムをより便利で使いやすくすることを目指して、以下のような改良を行う予定である。

1. 検索結果の妥当性の確認（他センターのサイトの出力との比較）
2. 2変数データの作図（2次元・3次元）
3. 評価済データの各種前処理の実装（有限温度処理・補間許容誤差設定）
4. 評価済データの作図物理量の拡張（エネルギー分布・二重微分断面積）
5. 格納データベースの拡張（例えば非中性子入射評価済核データ、CINDA など）
6. 既知のバグの修正

これらの改良などを進めて、2007年3月にはこの検索・作図システムが最終的に完成する予定である。まだ、改良の余地が多くあるので、関係者の皆さんからの提案などを歓迎する。

核反応データを提供するウェブサイトは世界に複数存在するが、実験核データ・評価済核データに渡って広く横断的に検索・作図を行う使いやすいシステムはまだ見当たらない。そのようなシステムの開発の際には、ファイルの規格や思想が大きく異なっている二つのファイルの両方に通じている必要がある。実験核データと評価済核データをそれぞれ専門的に扱っている二つのセンターが共同して開発に取り組む意義がここにある。昨今のインターネットの発達の下では「データサービスなど優れたサービスができるセンターが一つあればそれで充分である」という過激な意見すら出かねない。しかし、わが国がこの分野で世界に一つの軸を形成することはデータ活動の上でも意義深いことなのではないか、と感ずることがある。データ配布サービスに関わることは配布データに対して責任を負うことを意味する。従来、JCPRGは採録データの他センターへの送信に重点を置いてきた。しかし、データをユーザに提供する立場になった現在、我々はデータを送信する他のセンターの採録に関しても（荷電粒子データのみならず中性子データに関しても）積極的に助言するようになった。このことがEXFORの採録品質の向上をもたらしている。このように、「検索・作図システム」の開発は本事業に留まらない広いスケールで、我々の核データ活動の活性化に大きく寄与している。

「検索・作図システム」の開発を背後から支えてくださっている北海道大学の吉田ひとみさんをはじめとする多くの関係者の方々にこの場所を借りてお礼申し上げたい。

本研究開発は、文部科学省「革新的原子力システム技術開発公募事業」のうち「高度放射線測定技術による革新炉用原子核データに関する研究開発」により実施された。

引用文献

- [1] 中川庸雄、核データニュース No.51(1995) 61
- [2] 大西明・片山敏之、荷電粒子核反応データファイル年次報告 No.10 (1997) 2
- [3] V. G. Pronyaev and O. Schwerer (ed.), INDC (NDS)-401 Rev.4 (2003)
- [4] 山野直樹・市瀬潤・小迫和明、核データニュース No.77 (2004) 2
- [5] V. McLane (ed.), IAEA-NDS-207 Rev.2004/08 (2004)
- [6] V. McLane (ed.), BNL-NCS-44945-01/04-Rev. (2001)