

話 題 (その II)

J E N D L 特殊目的核データファイル検討小委員会の報告^{*})

NAIG 飯島俊吾

1. はじめに

JENDLは日本の標準核データライブラリーとして着々と充実しているが、原子炉の核計算に用いることを主眼して来たので、放射能生成や核燃料サイクル等の評価に用いようとすると非常に不十分なことが感じられていた。例えば $^{58}\text{Fe}(n, \gamma)$ は $^{58}\text{Fe}(44.6\text{d})$ を生成するが ^{58}Fe は存在比が0.3%しかないので、JENDL-2ではいわば冷たく扱われていた訳である。このような特殊目的データとしてどのようなものがあるかを、シグマ委員会では1981年に小委員会を設けて調査し、結果はJAERI-memo(西村和明, 他, 1983)にまとめられている。

これらの特殊目的データは、上に述べた放射能生成や燃料サイクルの評価だけでなく、放射線検出、照射損傷評価等の幅広い分野から要求されており、特定の核反応、あるいは崩壊、収率等のデータだけが必要とされる点が特徴である。JENDLはもともと汎用ライブラリーとして規定されており、ENDF/Bフォーマットでの完備したデータセットであることが要求される。上述の特殊目的データも汎用ファイルに収めてしまうことは可能であるが、利用のためにはむしろ目的毎に分類した「特殊目的核データファイル」とするのが遥かに便利であり、効率的である事は明らかである。

特殊目的核データファイルの考え方は今始まったことではなく、米国のENDF/Bにおいてもversion IVからこのようなファイルが作成されており、また、国際的にもIRDF(International Reactor Dosimetry File)が名高い。日本で独自のJENDL特殊目的核データファイルを作成するのは、日本の評価済核データをすべてJENDLの一環として含めようという基本理念に基づいているのであるが、同時にその価値は、ENDF/B特殊目的ファイルよりも優れており、かつ特徴のあるものとなし得るかどうかがキーポイントであり、実現可能かどうか事実上その点にかかっているとんでも過言ではない。

このような訳で、昨年春に「特殊目的データファイル」検討小委員会が発足し、ファイル作成の実施可能性も含めて全体的なスコープの検討を行った。この小委員会では、始めに特殊目的データの種類と内容を検討して9種類のデータファイルとする案を作成した。また、データファイルには含めないが技術的応用価値の高い編集データ(例えばスペクトル平均断面積、崩壊熱データ

* 委員: 飯島俊吾(NAIG), 中沢正治(東大原施), 川合将義(NAIG), 浅見哲夫, 中川庸雄, 片倉純一(原研)

等)の作成の意義も検討した。これらの案に基づいて、関連分野の諸研究者、利用者にアンケートを発送し、特殊目的データの利用、要求状況、及び評価活動への協力の可能性の問い合わせを行った。

アンケートの結果はJAERI-memo(飯島俊吾, 他 1986)にまとめられているが、全般として極めて好意的な回答が寄せられ、各特殊目的ファイル毎に積極的協力の意が表明されており、また、含めるべきデータや進め方についても多くのコメントがあった。例えば、Kerma 因子計算のために原案では反跳スペクトルだけをファイル化する案であったが、Kerma 因子自体、及びDPA断面積も含めるべきであるとの意見が多数であった。また、合金、コンクリート等の合成データも含めるのが良いとの提案があった。

これらの検討とアンケート結果に基づいて、小委員会では、特殊目的ファイルの作成は十分に意義があるだけでなく、時宜を得ており、また実現可能であるとの結論に達した訳である。小委員会はシグマ運営委員会にこの結論を答申してこの2月に解散したが、この問題は、新たに発足した「JENDL-3以後のスコープ」の検討小委員会に引き継がれて、今度の核データ評価活動の展望の主要な一環として検討が行われている。

この報告では、特殊目的データファイルの考え方と内容について述べ、また、実際にファイル作成をどう進めるかについて案を述べる。なお、アンケート回答には、加速器関連の中性子、陽子データ、 γ 線データを含めることの提案があり、これは加速器による模擬照射損傷、spallation、遮蔽等への適用を目的としたものである。また、一般にデータを本等の出版物の形でできるだけアクセスし易くすることの提案もあった。他には、特殊目的ファイルよりも、通常の原子炉系核計算をすべてJENDLだけで行えるようにすることが先決である、半導体王国としてGa, Ge, As等をJENDL・汎用ファイルに含めるべきである、また、核融合関係のファイルを作り特色を出すのが良い、等々のポイントをついた意見が寄せられた。

これらのうち、可能なものは現在進行中のJENDL-3計画に急遽含めることとなり、他は、JENDL-3以後のスコープの一環として現在検討が進められている。

2. 特殊目的データファイルの構成

特殊目的データファイルとして、表1に示す9種類のファイルを考える。大枠の原則は次のようにする。

- (1) ファイル形式はENDF/B-Vおよび、又はENDF/B-VI形式とする。ただし、崩壊データについては別形式も考慮する。
- (2) データは原則として、同位元素及び自然元素についての核物理的な微分データとする。ただし、利用の便宜のために、上記のファイル形式に反しない限り或る種の合成データも積極的に

含める。例えば、DPA断面積、合金あるいはコンクリート等について合成した断面積、 (α, n) thick target yield, カスケード γ 線を含めた合成ガンマ線スペクトル等々が挙げられる。

- (3) 特殊ファイルの名前は、汎用ファイルと組みにして、例えば「JENDL-3 Gas Production Cross Section File」というように呼ぶ。特殊ファイルと汎用ファイルの両方に例えばCo-59 (n, γ) 反応断面積を格納するさいは、両者のデータは同一でなければならない。実際にはこのことを文字通り守るのは仲々困難であり、皆の納得いく、筋の通った抜け道を考えることが必要になるかと思われる。

表1の各ファイルの内容案の詳細はJAERI-memoを見て頂くことにして、各ファイルがENDF/Bの特殊目的ファイルと比較して、どのような意義を持ち得るかが重要であるので、この点に関して述べよう。

- (A) activation に関しては、核種・反応の拡張と共に、自己遮蔽因子計算を容易に行えるように全断面積の pointwise data を含ませることにより、特色を持たせる。
- (B) actinide に関しては、JENDLに基づいた核燃料サイクル評価用データを整えることに充分の意義がある。また、データ内容についても優れた質のものを作成できる見込みがある。
- (C) decay data file は、シグマ委員会における従来の研究・調査の結果(例えば JNDC FP 崩壊データライブラリー)を含める等の点で、データ内容に特色を発揮できる。また、カスケードを含めたガンマ線スペクトルデータを収納することは容易ではないが、利用者の便宜は著しく増大する。
- (D) dosimetry については、上記(A)と同様の特色を持たせ得るが、IRDF以上のものを作らなければならない。共分散を含められれば大変良いものとなる。
- (E) ガス生成に関しては、核種・反応の拡張の点で意義がある。また、この分野の実験的、理論的研究はこの数年急速に進歩しているので、データの質も著しく改善できることを期待して良い。
- (F) Kerma 及びDPA断面積は、ENDF/B-Vに無い新カテゴリーであり、アンケートでも賛意が多かった。
- (G) (α, n) 反応断面積も新カテゴリーである。ORIGEN-2ライブラリーの (α, n) データも最近大幅に改訂されているが、国内でも良い研究が行われているので、成果を収納する意義は充分にある。
- (H) Photo-reaction データも新カテゴリーである。このデータについての要求はかなりあるのであるが、ライブラリーとなっているものは殆んどない。JENDLでこれを提供できれば意義

が大きい。

(I) standard は、JENDL 汎用ファイルで用いているデータを ENDF/B-V standard file 及び INDC standard 等比較できる形にまとめておくことに意義がある。

これらのファイルのうち、特に(A) activation, (B) actinide, (C) decay data, (G) (α, n) 反応は、核種生成や放射能生成、燃料サイクル等の総合的な評価のための基礎データであり、どのファイルが欠けても不十分なものとなる。これらのファイルの集約的な活用の途は、米国の有名な ORIGEN-2 コードの日本版の作成と、そのデータベースとして活かすことであろう。このデータベースは、種々の典型的な原子炉系に適用できるようなスペクトル平均1群断面、崩壊熱公式、(α, n) 収率、等々である。ATRや高転換炉、高温ガス炉等への適用も考えれば、ORIGEN-2以上に有用なデータベースを作ることができる。この目的のためには核データ、炉物理、炉設計の良い協力が是非必要と考える、また、データの標準化と改訂についての認証も、これが広く用いられるためには重要な問題であり、良い手段を見いださなければならない。

3. ファイル作成の進め方

上述の(A)から(I)までのファイルに格納予定のデータは、表1に示したように崩壊データ核種数880、核反応データ核種数382、核反応数1500である。このファイル作成に必要なマン・パワーは、JENDL 汎用ファイルの進展及びデータ検索、処理システムの改善を前提として、およそ40人・年と想定する。(即ち、1核種を平均8人・日で済ませる。) このマン・パワーは民間に発注すると約4億円乃至5億円に相当するであろう。

実際のファイル作成の進め方は、委託や外注を主とし、これと並列してワーキング・グループ組織で情報及び手法の討議や、成果の認証を行うことが必要であろう。また、ゼロから出発するのではなく、JENDL-3 汎用ファイルができ上がった時に、そこからデータを抽出して特殊目的ファイルの骨格を組み立てておくと、スターティングトルクとして有効に働くのではないかと思う。

いずれにしてもファイル作成と活用、改訂も含めると、長期の仕事になるであろうが、その価値は充分にあるはずである。

表 1 特殊目的データファイルの構成案
(核反応核種数 382, 核反応数 1500, 崩壊データ核種数 880)

-
- (A) Activation cross section and decay-data file
内 容：原子炉等の残留放射能及び放射化検出器用の生成反応断面積と崩壊データ
範 囲：核反応核種数 138, 核反応数 369, 崩壊データ核種数 191。
- (B) Actinide cross section and decay-data file
内 容：核燃料核種の生成・消滅に関する反応断面積及び崩壊データ
範 囲： (n, γ) , (n, f) , $(n, 2n)$ 反応核種数 73, 崩壊データ核種数 127。
- (C) Decay-data file
内 容：上の(A), (B)以外の, 安定核近傍で中性子反応によって生成される核種の崩壊データ
範 囲：562 核種。
- (D) Dosimetry cross section file
内 容：原子炉系及び加速器による中性子場のドシメトリー用断面積
範 囲：Li~Am の 44 核種, 56 反応の断面積。
- (E) Gas production cross section file
内 容：原子炉系材料及び放射線場で用いる諸材料の中性子によるガス生成反応断面積
範 囲：Li~Zr の 23 核種 (含元素) について, 水素, ヘリウム, 重陽子, トリチウム発生断面積。
- (F) Kerma factor and DPA cross section file
内 容：原子炉系材料の照射損傷と核発熱評価, TLD 応答, 生体被曝量評価のためのデータ
範 囲：H~Pu の 49 核種 (含元素) について, 反跳スペクトル, 荷電粒子スペクトル, Kerma file 及び DPA 断面積。
- (G) (α, n) reaction data file
内 容：核燃料取扱いにおける (α, n) 中性子発生データ
範 囲：Li~Ni の 16 自然元素。
- (H) Photo-reaction data file
内 容：原子炉系での γ 線による核反応データ
範 囲： (γ, n) , (γ, f) , (γ, γ') 等 21 核種 (元素)。
- (I) Standard data file
内 容：核データの測定及び評価で用いられる標準データについて JENDL に収納されているデータ
範 囲： (n, p) 散乱, $^{10}\text{B}(n, \alpha)$, $^{235}\text{U}(n, f)$, $\nu(^{252}\text{Cf})$ 等, 12 種のデータ。
-