

## WG活動紹介

### 核融合核データWG

(九州大学総合理工学研究所) 神田 幸則

#### 1 はじめに

本WGはシグマ委員会の中では、他のWGとは些か異質な性格をもって誕生した。1978年核融合核データ会議に出席する際に要求データのリスト内容が、核データの立場からみて妥当なものであるかどうかを検討するために集まったグループを中心に発足した。これを受けて本WGは、核データ利用者側と核データ評価者側との連絡調整機関としての機能を受け持つと位置づけられた。しかし、JENDL-3作成時期には軽い核の評価を担当し具体的な評価活動をした。これらの実績をふまえて、核融合核データが当面抱える問題点の整理とそれに対する対応策を検討することとしている。

従って、本WGは特定の継続的作業項目を持たずに活動をして来た。目的は核融合に関する核データを対象とすることだけといっても良い。このために、本WGは必要がないのではないかとの意見もあった。それが顕在化したのはJENDL-3の評価作業最盛期と一段落した最近である。しかし、筆者は本WGの“存在”はシグマ委員会にとって不可欠であると思っている。本稿は、本WGの歴史的経緯をたどりながら、活動内容を筆者の私見を色濃くにじませた記述となることをお断りしておく。

現在の本WGの構成委員は次の如きである。(以下、氏名に敬称を略すことをご了承頂きたい。)

浅見 哲夫(原子力データセンター)、井口 哲夫(東大)、岩崎 信(東北大)、  
神田 幸則(九大)、関 泰(原研)、千葉 敏(原研)、中島 豊(原研)、  
前川 洋(原研)、真木 紘一(日立)、村田 徹(東芝)

#### 2. 核融合核データ

評価済み核データファイルが強く求められたのは、高速増殖炉開発に関連していることは明らかである。わが国での同炉開発と並行してシグマ委員会が発足し、それが今日のJENDLにつながっている。高速増殖炉開発に於ける核データの存在意義は、核データ側からの参加者の一人に過ぎなかった筆者の意識をはるかに越えるものであった。評価済み核データの一本の線の意義を強調し、必要性を熱心に筆者に説いたのは故山本正昭(日立)であった。この時期の認識が並行移動して、核融合炉開発とそれに対する核データの構図が頭の中に描かれた。高速増殖炉開発における核データの

様な関係は、核融合炉開発には在り得ないと断言する核融合炉ニュートロニクス専門家が居る。多分、意味するところは、既存の評価済み核データで需要の多くは充されるので、一部追加で間に合うから、核融合炉開発側からの主導的要求はないとの意味かと思う。

核融合核データとしての概念形成が出来たのは、D-T炉の概念が提案されてからであろう。これによって、14 MeV 中性子を中心とした核データが核融合用として位置付けられたからである。加えて、Li によるT生産、熔融塩利用、高融点第一壁材料といった設計提案が核融合核データ特有の元素及びそれによる反応を掘り起こした。しかし、中性子エネルギーは、高速増殖炉用として既に核分裂スペクトルに対して余裕を見て、15 MeV までが評価済み核データとして作成されており、核融合用として 20 MeVまで拡張する程度で対応できる状況であった。ただ、核分裂炉とは核データの内容として質的に異なるものが要求されるようになった。 $\gamma$ 線生成断面積、二重微分断面積 (DDX) がその代表例である。また、最近では、核融合炉材料開発研究中性子源 (例えば E S N I T) が 30~50 MeV までの中性子スペクトルを有することから、上記 20 MeV までの現存評価済み核データファイルを拡張する必要があるなどの問題が出ている。

以上の如く、核融合固有の核データは、核分裂とは寧ろ違う内容が必要なので、本WGがそれにどの様に対応してきたかを記述し、対処し得なかった点についても明らかにして今後の本WGの指針をその中に見出すこととしたい。

### 3. 議論の中から

本WGが発足した頃は、核融合炉には高速増殖炉とは違う核データが必要であるはずだとの気負いがあった。今にしてみれば些か空転していた感じがあるのだが、重要な核種は核分裂炉とは別にあるとの意識からである。この時期に、評価すべき核種の候補として選ばれ調査対象としたものは次の核種で、担当者名と共に示す。

Li (菰田 成一に依頼する)、Be、C、O (村田 徹)、F、Ca (西村 和明)、  
Al (中島 豊に依頼する)、Ti、Cu (小林 捷平)、V、Fe (田中 茂也)、  
Cr、Ni、Pb (浅見哲夫)、Nb、Mo、<sup>237</sup>Np (神田 幸則)

これは、昭和55年 6月の記録で、本WGにとっては歴史的委員名もあって興味深い。しかし、これらが最終的に J E N D L - 3 にまで継続はしていない。当時の状況を示すものとして引用した。

この中にある Nb を例として考えてみる。当時核融合炉第一壁材料としては、高融点金属が必要として選ばれた一つが Nb である。核分裂炉では注目されない元素である。従って、データも少ない。自然存在比は <sup>93</sup>Nb が100 %である。原子番号が前後の

Zr と Mo は安定同位元素が多数ある。中性子の閉核に近い。このような条件は、評価対象として物理的に面白そうであると興味をそそられる。実験値が在り過ぎると、それ丈で評価を決めることになる。閉核に近ければ核模型計算が適用し易い。従って、Nb は面白いと言う事になる。ENDF/B の担当者が ANL の A.B.Smith であり、詳細な測定も彼を中心としたグループでなされた事は、この様な事情を裏付けていると思う。しかし、Nb は実験の結果、誘導放射能が高レベルになることが明らかとなって、第一壁材料の候補から除外された。後には、 $^{93}\text{Nb}(n, 2n)^{92\text{m}}\text{Nb}$  が 14 MeV 付近で平坦な励起関数であり、残留核の半減期が10日と測定し易い性質のために、14 MeV 中性子ドシメータとして最適な核種として残った。

本WGの役割は核データの評価者と使用者の調整機能が中心であると先に述べた。それに関連するのは次の二つの話題である。

核データ使用者側からの要望として、関は $\gamma$ 線生成断面積の必要性を幾度も強調した。核融合炉ブランケット中の発熱で $\gamma$ -heatingが80%程度になると計算結果を示して力説した。しかし、本WGは結果としてそれに応えなかった。実際には、シグマ委員会の中では、他のWGが作成しJENDL-3に収納された。これによって、使用者の需要は充されたようである。いま、振り返ってみると、本WGのメンバーは $\gamma$ -生成断面積を出す自信がなかったのではないか。当時存在した $\gamma$ -生成実験データを余り信用していなかったこと、計算ではとても推薦できる断面積を出せる筈がないと考えたのではなかったか。当時のメンバー名を見るとそんな気がする。Nbに対するような意欲をかき立てる物理的動機に乏しかったし、自信が持てなかった。今でもはっきりと覚えていることがある。評価データとしては、たとえ測定値がなくとも、計算に信憑性が薄くとも、数値を与える必要があると言った意見が出たときに、ある委員は「嘘の値を出せというのですか」と言った。彼は、極めて良心的な人である。しかし、評価者ではあり得ない。現在でも筆者は、この間を揺れているから、この言葉をよく覚えているし、思い出すのである。評価者の中には、こんな疑問もなしに仕事をしているかに見える人も居る。

FNSが稼働し出した初期の頃、前川から核データから見てどの元素が積分実験として面白いかとの問いかけがあった。集合体系中の、中性子の散乱過程、それを計算する現実さを検討するには、核データとして精度の高い元素で積分実験をすると良いとの観点からである。その元素は何か。その場では炭素だろうという事になった。だからグラフィット体系が良いとの核データ側の示唆であった。後で、ENDF/Bの炭素の評価過程など調査した結果では、それほど良い評価値があるわけではなさそうだと結論になったと思う。しかし、独自の評価も進められた。その際、測定値も予想するほ

ど高精度の実験が揃っては居ないこともわかった。また、データ収納上の Format も複雑で、計算機で処理するときに必要な注意が必要であるなど付随した問題は多くの知見を与えてくれた。その後、FNS ではグラフィット体系で積分実験がなされ、その結果は本WGで紹介された。計算との比較も詳しく説明された。或る段階で、グラフィットの含有水分が無視できないことが判明したとの話題が出た。この様な話は、実験をしているからこそ出て来ることで、実験の面白味である。評価の基になっている微分測定データの試料にだって同様の可能性がある。これは実験上当然事前に考慮すべき事であるという事にはなるが、総てが判るなら実験などする必要もない。ここで評価側から開き直れば、積分実験と計算が合わないからといって直ぐに使った核データが悪いと言った短絡的結論を出すべきではないと言いたい。実験、計算、データ処理いずれにも不確実さがある。それを正しく見積った上での議論が必要である。これと関連して、本WGでよく話題になるのは、積分実験の感度解析が必要だという事である。この種の研究をしている人がわが国に居ない。是非必要な分野なのにとの事である。評価側からしても、これは当然必要と思う。この様な人が育つことを期待したい。

1986年11月、当時の東ドイツ、ドレスデン近郊ガウシッヒで、IAEA 主催の核融合核データ会議が開かれた。この会議開催に時を同じくして、ITER プロジェクトの政府間協定が締結された。会議では、これに対応して核融合炉用核データの整備が必要であり、このプロジェクトの中に当然組み入れられるべきであるとの熱気が醸し出された。これを契機に計画が推進された。FENDL(Fusion Evaluated Nuclear Data Library)の誕生である。本WGでは当然 FENDL に関心が高い。しかし、その編集方針には批判的意見が多い。われわれには JENDL があるとの自信が背景にある。FENDL は IAEA 主導で、既存評価済み核データから核種別に選択した寄せ集めである。そこに、統一した編集方針は出ない。最初の出発点としては理解出来ない事もない。IAEA として独自に作る丈の力はないであろうから、寄せ集めで仕上げる方に力点が偏るのは仕方ない。WGとして直接関与はしていないが、本WGのメンバーが FENDL の会議に出ており、事態の把握はしている。これは本WGとしての重要な役目の一つであるとの認識は強く持っている。JENDL あるいは我国から提供するデータについては、事前に本WGで検討しようとの話になっていたが、現在その手続きは必ずしもとられていない。

前述の如く、本WGでは JENDL-3 の軽い核の評価をした。と言っても、 $^{14}\text{N}$  と  $^{16}\text{O}$  の2核種である。サブWGを作って評価した。その詳細は話として一般性を欠くので述べない。評価値を見て頂く事で充分である。この他の軽い核については、個人的に評価されているものも、一応このWGで内容を紹介して貰い意見を述べ合ってきた。

総ての軽い核が対象となったわけではない。本WGメンバーの担当核種に限定されている。

現在、核融合関連核種について 千葉 がDDXを見直している核種についても、上記と同様の方式で、紹介して貰っている。DDX評価については、本WGで何度も話題となった。DDXを評価する検討をしようとの発案であったが、方法・方式の具体化が出来なかった。以下は筆者の意見である。DDXは、散乱・反応毎に分離して初めて物理的議論の対象になりうる量であるから、DDXそれ自身を評価することは物理的根拠に乏しいと考えた。従って、これを散乱・反応に分離することから始めるべきであるが、それはDDXを測定した本人でないと、詳細な実験条件等が不明なので不可能ではないか。しかし、これは余りに原理的手続きにこだわり過ぎた様である。現に、DDXの Systematics の提案が複数あり、それらを比較検討して上記DDX評価に応用されている。

#### 4. むすび

本WGは、核融合核データの評価者・使用者間の調整機関としての役目は十分に果たして来た。核融合核データとして必要な基本的なものは揃ったところで、次に何が重要であるかを主体的に提案する力を持つことが必要であろうとの認識で次期計画を検討している。

