

## F P 核データサブワーキンググループ活動 26年を振り返って

高エネルギー加速器研究機構

川合 将義

e-mail: masayoshi.kawai@kek.jp

### 1. はじめに

F P 核データサブワーキング・グループは、1997年6月17日でもって26年間続いた活動を終息した。シグマ委員会の中では常置グループのCINDAなどを除くと最長のワーキンググループであった。その間に JENDL-1 用 28 核種 (1976 年)、JENDL-FP-1.5 (1977 年。正式にはこのような名称はなく、JENDL-1 の補遺として NEA Data Bank に JENDL-FPP-WG の名で送付登録されている。ここでは説明の便宜上この名前を与える) の追加 34 核種、JENDL-2 向けの 100 核種 (1985 年)、さらに最終的な成果である JENDL-3.2 用の As-75 から Tb-159 までの 172 核種 (1994 年) の核データを評価して来た。対象とした核種の多さと評価とともに自前による積分テストを含む活動の殆どをワーキンググループメンバーのボランティアに頼っていたことを思えば、かように長期に渡ったことはやむを得ない事かも知れない。なお、最初の JENDL-1 FP ライブラリーは、15 MeV までの中性子断面積を含むが、分離共鳴パラメータは BNL-325 third edition のものを使った。そして、JENDL-2 以降ではエネルギーの上限を 20 MeV に上げるとともに分離共鳴パラメータも中性子断面積と同様に独自の評価を行なっている。また、JENDL-3.1 以降は、燃料の燃焼計算だけでなく放射化計算や核融合炉など、より広い範囲の用途に応えられるようにしきい反応断面積も含めた。核種の数 172 は、ENDF/B-V や ENDF/B-VI の FP ライブラリー (Ge-72 から Dy-164 までの) 193 核種に匹敵する。その後、NEANSC の核データ評価国際協力活動 (WPEC) にも参加して、JENDL-3.2 の評価が質的にも優れている事が確認できた。

### 2. JENDL-1 の頃

このグループが設立された 1971 年頃は、高速実験炉「常陽」の核設計と高速臨界

実験値の解析が原研や各メーカーで独自に作られた定数をもとに行なわれていて、燃料の非均質効果の解釈などでかなりのずれを生じていたため、米国の ENDF/B や英国の UKNDL のような統一した核データ・ライブラリー JENDL の必要性が叫ばれ出した頃であった。元々、FP の核データ評価は、対象核種が多いことからどの機関も共同作業を期待していたのでグループ作りは順調であり、(故) 飯島氏をリーダーとして 15 人ほどで活動を開始した。その後、FP の積分テストを自ら実施するため炉定数専門部会の FP 炉定数WG を吸収した。従って、途中加わった人も含めて活動に関わってきたメンバーは文末に示すように全部で 27 名を数えた。活動の中心的な存在であった飯島氏、菊池氏、松本氏、田坂氏は残念ながら鬼門に入られた。最初はシグマ委員会のご意見番ともいふべき人も相当に入っており、かなり辛らつな意見を賜ったりした。例えば、最初の 28 FP 核種の核データの評価レポート作成の折は、我々(当時の) 新人はもとより普段問題にされないようなベテランの英文も押し並べてズタズタに切り裂かれ、あるものは辛うじて主語と動詞のみが残ったといった有様には度肝を抜かれた。そうした活動の後には御定まりの宴会があり、疲れを癒したものである。このような中で飯島さんの苦労は並み大抵ではなかった筈と察する。飯島さんは、核物理と炉物理の両方に精通され、FP 核種の選定、核データの評価の仕組み作りから積分テストに至るまでのワーキンググループ活動のあらゆる戦略を練り上げ、さらには評価のためのプログラム作りや評価の仕事までこなされた。お茶の水博士の風貌そのままに、人を良く指導し、成果を若い人に分け与えて活動が継続できるように本当によく気配りをされた。かくも長く活動できたのも彼あつてのことと思う次第である。彼は、この FP 核データの研究で東工大から学位を授与されたのも当然であろう。

ワーキンググループ発足時は、シグマ委員会で作った熱中性子炉用 FP 定数や入手したばかりのオーストラリアの Cook やイタリーの Benzi によって評価されたデータの間は何倍という大きな食い違いが有って、評価の重要性が認識されていたのと、FP (質量) 領域の準位密度公式の導出や中性子強度関数の系統性など核的な性質を解明したいといった物理的興味もあつて、各人の間で評価活動が精力的に進められた。具体的には、FP の場合、評価対象核種が多い上に断面積の測定データの無いものも多いので、断面積の評価は核計算モデルに基づいて推定することが重要になる。従って、核計算モデルの選定とその計算に用いる光学模型パラメータや準位密度パラメータなどの核モデルパラメータの系統性を調べて各核種のパラメータ値を決めることが主要な作業となる。その場合、パラメータは、断面積やレベルスキームなどの測定値にフィットして求める。そして、得られたパラメータの系統性は、測定が無い核に適用する。しかし、始めの頃は核構造データファイル ENSDF が無かったため、基になるレベルスキームのデータまで評価する必要があつた。それも含めてかなり急いで仕

事が進められた。また、準位密度の式については超伝導モデルの式の提案もあり、喧嘩譁の議論を経て、一応定評の有った Gilbert-Cameron の式に落ち着いた。そして、1973 年のポーロニヤで開かれた F P 核データの専門家会議には、高速炉の燃焼計算で重要な 28 核種の断面積の最初の評価結果を持って行けた。引き続いて完成したばかりの CASTHY コードを用いて再評価を行い、結果が JENDL-1 に納められた。その成果は、日本原子力学会でも認められるところとなり、1976 年の技術賞の榮譽を担うことができた。これによって JENDL 作成に一段と弾みがついた次第である。

次いで追加の 34 核種を含む JENDL-FP-1.5 を完成させ、Cook などの他のライブラリーを借りないで重要核種の積分テストや燃焼計算ができるようになった。丁度、この頃には、競争相手である米国では ENDF/B-IV が、オランダでは RCN ライブラリーが完成した。また、積分実験値として、原研の FCA とオランダ STEK 炉心での試料の反応度値が、また、米国 EBR - II の試料照射データや CFRMF での放射化データが報告されたため、これらのライブラリーを用いて積分テストが行われた。これにより JENDL-1 の問題点が明らかになった。

ただし、JENDL-FP-1.5 の完成は、JENDL-1 と JENDL-2 編集時期の間であったこともあり、この評価結果は JENDL に採用されることはなかった。

### 3. JENDL-2 のための評価

1977 年頃から始まる JENDL-2 の FP 核種の評価では、高速炉の燃焼計算と積分テストを考慮して対象核種を 100 核種に増やした。これは、高速炉での F P による捕獲率の 99.6%、F P 収率の 195% をカバーしている。単に核種を増やすだけでなく、評価法についても ENDF/B-IV や RCN で採用していたものを参考に改良を加えた。そのため、新しい核のレベルスキームの評価とともに、準位密度パラメータ、光学模型パラメータの再評価を行った。そして、準位密度パラメータに関しては Fig. 1 に示すような系統性が、さらに光学模型パラメータについても別途開発された核データ評価システム NDES を用いて局所的な質量依存のパラメータが見つげられた。もっとも、パラメータの系統性を求める仕事は、木を見て森を見ずということが無いように、あまり細部に囚われない思い切りが必要で、全断面積の測定データを 5 % 以内で再現することを目標に、光学模型パラメータを決めた。これらの結果に基づいて JENDL-2 の共鳴領域より上 20 MeV 以下の断面積の計算評価を行った。

また、JENDL-2 からは分離共鳴パラメータも可能な限り独自に評価することにした。といっても全ての核について実験データの収集から始めるには人手が少ないため、BNL の Mughabghab らの評価値をベースにして、新しい測定値があればそれで補うか置き換えるという方針を採った。それでも評価値と測定値を共鳴レベル毎にエネルギーの

系統的なずれも考慮して比較することが必要なため、それらのデータの格納システム REPSTOR を使用し、いくつかのユーティリティーコードを作成した。なお、Mughabghab のデータは、共鳴パラメータの中性子幅、放射幅など最新の測定値が考慮されている点は良いが、部分幅から計算された capture area が表の値と一致しないなどの矛盾もあり、また、未測定のパラメータは空欄になっているため、評価済みデータとして与えるためには、それらを補うことが必要である。即ち、レベル毎に実験値と Mughabghab のデータを比較検討しながら、その共鳴エネルギー、スピン、パリティ、中性子幅や放射幅を逐一決めることが必要であり、計算値で置き換えるといった手抜きが許されない大変に労力を要する仕事である。もっとも、スピンの決定などはサイコロならず鉛筆を転がして決めてしまったという剛の者もいたと聴く。かくして、 $10^{-5}$  eV から 20 MeV まで全エネルギー区間にまたがって独自の評価に基づくライブラリーを 1985 年に完成させた。

#### 4. JENDL-3 とその改訂版

JENDL-3 の評価では、全ての炉型での燃焼計算に加えて核融合炉での核変換や線量測定などの用途を考慮して、As から Tb までの元素をすべて対象にして、172 核種を選定し評価を行った。評価では、収率が高く質量数が偶数の核の非弾性散乱断面積に直接過程の寄与を含めた。また、(n, 2n) や (n, p) 反応などのしきい反応断面積を評価対象に加えたため、計算にはそれらの娘核の準位密度パラメータまで必要になり、作業は JENDL-2 以上に大変になった。省力化のためにパラメータ決定作業と並んで計算コードや大量データ処理のための数々の道具作りを行った。例えば、準位密度パラメータ評価用には、評価済み核構造データファイル ENSDF のデータをもとに評価ができるように ENSDFRET、LDENS、LEVENS コードを開発した。中性子断面積の計算は、主として統計模型に基づく CASTHY コードに依るが、その入力簡便化のため JOBSETTER コードと計算パラメータデータベース PARAMFL を作ったが、これは省力化に大いに役立った。さらに、しきい反応断面積計算のためには、前平衡過程を考慮した多段階蒸発モデルコード PEGASUS が活用できた。また、レベル一本ずつ家内工業的な評価が必要な分離共鳴パラメータ評価のためには、共鳴パラメータ格納システム REPSTOR への入力補助コード XTOREP, ETOREP, REPRENUM ならびに部分幅計算の補助コード TREP、スピンや角運動量決定コード JCONV、PASSIGN などを作った。これらのコードは、NDES や非分離共鳴パラメータの決定用コード ASREP とともに共鳴作業能率の向上に役立った。

さらに、評価結果の積分テストとその改良のため一連のテストが同時にできるように積分テストのシステムを開発した。このシステムでは、TIMS-PGG コードで作成さ

れた70群の群定数を用いて標準場での試料の反応度値や中性子捕獲率を計算し、測定値と比較できる。また、積分データによる核データの調整法も開発した。これは、Bayesの定理を用いた方法であるが、共分散行列の計算にはパラメータ誤差に基づく量だけでなく、Poter-Thomas分布や共鳴レベルの分布についてDyson - Mehtaモデルを採用し、さらに中性子束の誤差から成るモデル誤差も考慮するなど、先駆的なやり方を入れたものである。なお、JENDL評価は、本来微分データ中心主義で、積分テストによる調整は極力反対する立場が取られてきたが、FP核種の場合、断面積のデータが無い場合の便法としてJENDL-3.1以降採用した。その有効性の判断は、Zr-93の反応度値について、JENDL-1が約2倍過大であったのを考慮して評価したJENDL-2に、評価後に報告されたORNLの測定値が非常に良く合ったという事実を根拠にしている。実際には、JENDL-3評価の際、断面積の測定が無いXe-124, 126やEu-152, 154の捕獲断面積評価にのみ採用された。

JENDL-3のための評価は、1990年にJENDL-3.1のFPデータファイルとしてまとめた。そして、併せて積分テストも行い、STEK炉での反応度値をおおむね10%以内で再現できる結果を得て、1992年に原研東海研で開かれたFP核データ専門家会議で報告した。しかし、最終評価までに時間が掛ったこともあり、評価後に重要な核で新しい測定値が発表されたり、測定値自体の実験補正の情報を評価に取り込んでいないものが散見されたため、再評価を行い、1994年にJENDL-3.2のFPデータファイルとしてまとめた。この中にはJRR-4で得られたSr-90, Cs-137, Eu-154, 155の熱中性子断面積の採用、30核種の共鳴パラメータ、15核種の中性子捕獲断面積の再規格化、Zr, MoなどのJENDL Fusion File用に評価された非弾性散乱断面積としきい反応断面積の採用が含まれる。

## 5. 国際協力への参加

一方、1991年から始まったNEANSCの核データ評価国際協力活動(WPEC)の一環で、FP核種の非弾性散乱断面積の評価(SWG10)とFP全体としての断面積の相互比較(SWG17)の作業が企画された。この2つのサブグループ活動にFPワーキンググループも参加して、JENDL-3.2のデータをJEF-2.2、ENDF/B-VI、BROND-2などと比較検討し、JENDL-3.2の優秀性を確認した。

すなわち、SWG10の活動では、当初、STEK炉心での中性子吸収の小さい核での積分データの再現性の悪い理由に非弾性散乱断面積の過小評価が指摘され、直接過程を考慮する事の重要性が指摘された。JENDL-3.1ではDWBA近似によって直接過程も考慮して評価値が得られていたため、その評価方法自体が議論の対象になった。いろいろな核で測定値と比べて検討の結果、DWBA法がフォノンが1個だけ関係するレベル

間の遷移に伴う非弾性散乱の断面積の評価には十分適用できるという結論を得た。また、Nd や Sm などの変形核の回転レベルなどではチャンネル結合(CC)理論が必要であるという結論を得た。ただし、質量数 100 のまわりの核では、JENDL-3 の評価に用いた光学模型パラメータでの DWBA 計算では、非弾性散乱断面積を過大評価するという問題が残ったが、ワーキンググループ解散後、九大の河野氏の計算により、非弾性散乱の異常な振る舞いは、JENDL Fusion File の評価に用いた modified Walter-Guss や JENDL-3.1 の光学模型パラメータが、この質量領域の p 波共鳴を強く励起(enhance)してしまうためであって、CC 計算でも過大評価すること、さらに、適正な光学模型パラメータを用いれば測定値を良く再現することが究明され、DWBA 法の適用性に関する結論が誤っていないことが明らかになった。因みに ANL のグループが得た光学模型パラメータを用いて Mo - 100 の非弾性散乱断面積の計算結果を Fig. 2 に示す。計算結果は、DWBA 法でもベルギーの IRNM での測定値を良く再現している。

また、STEK 炉心の試料の反応度値のデータを用いた JENDL-3.2 の積分テストにおいて、C/E 値が 5-10%低く、特に質量数 130 以上で低くなることが分った。従って、断面積の測定データの見直しや、連続エネルギーのモンテカルロ法や衝突密度法によるスペクトル計算を通じて STEK 積分実験における積分データと微分データの食い違い要因の分析を行ったが、微分データからはその原因を特定できず、むしろ積分実験の問題として残った。

SWG17 活動では、ライブラリーに含まれる各核種の寄与を F P の収率で重み付けして積算して得た典型的な高速炉の炉心スペクトルで縮約した 1 群断面積と反応度係数について、JENDL-3.2、JEF-2.2、BROND-2 による結果を相互比較した。中性子捕獲についてライブラリー間の食い違いは高々 10%であること、反応度係数に対して非弾性散乱の占める割合が 5%程度しか無い事が分った。一方、中性子捕獲断面積について JENDL-3.2 が他より低いということで問題視するような指摘があったため、核種別に測定値と評価値の比較図を作成し、その原因を調べ、どちらの信頼性が高いかを検討した。その結果、JENDL-3.2 が、昔のデータに比べて低い傾向にある最新の断面積を考慮していること、また、JEF-2.2 が STEK 積分実験のデータを用いた積分テスト結果で調整していることが JENDL-3.2 との系統的なずれを生んでいる事が明らかになった。Fig. 3 は、JENDL-3.2 での C/E 値と JEF-2.2 に対する JENDL-3.2 の中性子捕獲断面積比の相関図であるが、両者には非常に強い相関があることがわかる。

## 6. 気がかりなこと

以上、ワーキンググループの活動内容を時間に沿って説明してきた。核種数についていえば JENDL-3.2 の殆ど半分といえる 172 核種の断面積の評価を、殆どボランティア

ア作業で達成した訳で、26年間活動を共にしてきたメンバーの粘りに感心する。しかし、本当に活動を終えるにはまだやりかけの仕事を片付ける必要があるそうである。即ち、最近、JENDL-3.2のPd-Sbの共鳴パラメータの評価、スムーズパートの核データの評価システムやREPSTORのマニュアルがJAERI-Data/Codeレポートとして出版されたが、JENDL-3.2の評価の詳細を記したレポートや、Pd-Sbを除く他の核の共鳴パラメータの評価レポート、積分テストのレポートの出版が残っている。とにかく関係したメンバーが新しい仕事に取り込まれて記憶が消えてしまう前に完成を急ぐ必要がある、まだ眠れない心境である。また、JENDL-3.2といえども古い測定に基づいているものもあり、今後新しい核データが報告されたりJENDL-3.2での問題点が明らかになった場合、修正されるべきものとする。そのような事態になった時、また、このグループは蘇るかも知れない。

最後にこれまでにWG活動に参加して長期にわたってご協力あるいは守立てて頂いたグループメンバーの方々、面倒な事務上の手続きや計算機使用についていろいろご教示頂いた核データセンターの皆さん、さらに平素から暖かいご声援とご助言を下されたシグマ委員会の方々に謹んで感謝申し上げる次第である。

これまでのFPワーキング・グループ参加者（順不同、\*印：最終メンバー）

青木保、五十嵐信一、(故)飯島俊吾、大竹巖、川合将義\*、川本忠男、(故)菊池康之、小畑忠輔、佐々木誠、杉暉夫\*、瑞慶覧篤\*、(故)田坂完二、田中茂也、中川庸雄\*、中島豊\*、中嶋龍三、中村久、錦織毅夫、西村和明、西村秀夫、堀田亮年、真木紘一、(故)松本純一郎、松延廣幸\*、村田徹、吉田正、渡部隆\*。

#### 参考文献

##### <JENDL 評価>

- (1) Japanese Nuclear Data Committee: "Evaluation of Fission Product Nuclear Data for Fast Reactor (Neutron Cross Sections for 28 Nuclides)," JAERI-M 5752 (1974). (最初の28FP核種評価)
- (2) Iijima S., Nakagawa T., Kikuchi Y., Kawai M., Matsunobu H., Maki K., Igarasi S.: J. Nucl. Sci. Technol., 14, 161 (1977). (JENDL-1 28 FP)
- (3) Kikuchi Y., Nakagawa T., Matsunobu H., Kawai M., Igarasi S., Iijima S.: "Neutron Cross Sections of 28 Fission Product Nuclides Adopted in

JENDL-1," JAERI 1268 (1981). (JENDL-1 28 FP 評価とレビュー)

- (4) Aoki T., Iijima S., Kawai M., Kikuchi Y., Matsunobu H., Nakagawa T., Nakajima Y., Nishigori T., Sasaki M., Watanabe T., Yoshida T., and Zukeran A.: "Evaluation of FP Cross Sections for JENDL-2," Proc. Intern. Conf. on Nuclear data for Basic and Applied Science, Santa Fe, New Mexico, USA, 13-17 May 1985, Vol. 2, p.1627 (1985). (JENDL-2 用 100FP)
- (5) Kawai M., Iijima S., Nakagawa T., Nakajima Y., Sugi T., Watanabe T., Matsunobu H., Sasaki M., and Zukeran A.: J. Nucl. Sci. Technol., 29, 195 (1992). (JENDL-3.1 用 172 核種)
- (6) Kawai M., Nakagawa T., Watanabe T., Zukeran A., Matsunobu H., Chiba S., Nakajima Y., Sugi T., Kikuchi Y.: "Revision of Fission Product Nuclear Data for JENDL-3.2," Proc. International Conf. on Nuclear Data for Science and Technology, Gatlinburg, Tennessee, USA, 9-13 May 1994, Vol.2 pp. 727~729 (1994) (JENDL-3.2 用 172 核種)

<共鳴パラメータ>

- (7) Kikuchi Y., Togawa O., Nakagawa T.: "Evaluation of Resonance Parameters of Mo, Tc, Te, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm and Eu Isotopes for JENDL-2 Fission Product File," JAERI-M 86-030 (1986)
- (8) Nakajima Y.: "Evaluation of Resolved Resonance Parameters of Fission Product Nuclides with Atomic Numbers Z=46-51 for JENDL-3.2," JAERI-Data/Code 96-027 (1996)

<積分テスト>

- (9) 西村秀夫、渡部隆、中川庸雄、菊池康之: "JENDL-FP データファイルの積分テスト," JAERI-M 8163, pp.136~166 (1979) (JENDL-1, 1.5 の積分テスト)
- (10) Watanabe T., Nishigori T., Iijima S., Kawai M., Sasaki M., Nakagawa T., Matsunobu H., Zukeran A.: "Fission-Product Cross Section Integral Test and Adjustment Based on Integral Data", JAERI-M 88-065 p.148-161 (1988) (JENDL-2 積分テストと群定数調整)
- (11) Watanabe T., Kawai M., Zukeran A., Matsunobu H., Nakagawa T., Nakajima Y.,



Sugi T., Chiba S., Sasaki M.: "Integral Test of JENDL-3 FP Nuclear Data Library," Proc. A Specialist Meeting on Fission Product Nuclear Data, Tokai, Japan, 25-27 May 1992, NEA/NSC/DOC (92)9, pp.411 ~ 427 (1992)  
(JENDL-3 積分テスト)

- (12) Watanabe T., Kawai M., Nakagawa T., Nakajima Y., Sugi T., Chiba S., Zukeran A., Matsunobu H., Takano H., Akie H., "Benchmark Tests of FP Nuclear Data in JENDL-3.2 and Consideration of Resonance Self-Shielding Effects for Neutron Strong Absorber Nuclei," JAERI-Conf 96-008, p.140 (1996). (JENDL-3.2 積分テスト: 新積分実験の要求提案)

<評価コード>

- (13) Igarasi S., and Fukahori T.: "Program CASTHY - Statistical Model Calculation for Neutron Cross Sections and Gamma ray Spectrum -," JAERI 1321 (1991). (CASTHY コード)
- (14) 中川庸雄: 日本原子力学会誌、22、559 (1980). (NDES コード)
- (15) 中川庸雄: 「共鳴パラメータ格納検索システム REPSTOR」、JAERI-Data/Code 97-015 (1997).
- (16) 中川庸雄、渡部 隆、飯島俊吾: 「JENDL FP 核データ評価用プログラムシステム (スムーズパート)」、JAERI-Data/Code 97-050 (1997). (ENSDFRET、LVL PLOT、LEV DENS、JOB SETTER (スムーズパートの評価システム))
- (17) Kikuchi Y., Nakagawa T.: "Evaluation of Resonance Parameters for JENDL-3 Fission Product Nuclear Data File," Proc. A Specialist Meeting on Fission Product Nuclear Data, Tokai, Japan, 25-27 May 1992, NEA/NSC/DOC (92)9, pp.194~206 (1992) (PASSIN、JCONV コード)

<NEANSC 核データ評価国際協力事業>

- (18) Proc. A Specialist Meeting on Fission Product Nuclear Data, Tokai, Japan, 25-27 May 1992, NEA/NSC/DOC (92)9 (FP 核データ専門家会議)
- (19) Kawai M., Chiba S., Nakagawa T., Nakasjima Y., Watanabe T., Zukeran A., Gruppelaar H., Hogenbirk A., Salvatores M., Dieze K., Wright R. Q., Schenter R. E.: "NEANSC International Evaluation Cooperation SG10 Activities on Inelastic Scattering Cross Sections for Weakly Absorbing Fission Product Nuclides, Proc. International Conf. on Nuclear Data for Science and Technology, Gatlinburg, Tennessee, USA, 9-13 May 1994, Vol.2p.795. (1995).

- (20) Kawano T., Watanabe Y., Kawai M.: "Anomalous Enhancement of the DWBA Cross Section of Neutron Inelastic Scattering for Molybdenum Isotopes," submitted to J. Nucl. Sci. Technol.
- (21) Gruppelaar H., Kloosterman J.L., Pijlgroms B.J., Rimpault G., Smith P., Ignatyuk A., Koshceev V., Nikolaev M., Thsiboulia A., Kawai M., Nakagawa T., Watanabe T., Zukeran A.: "Status of Lumped Fission-Product Cross Sections for Fast Reactors'" presented at Int. Conf. on Nuclear Data for Science and Technology, Trieste, June1997.

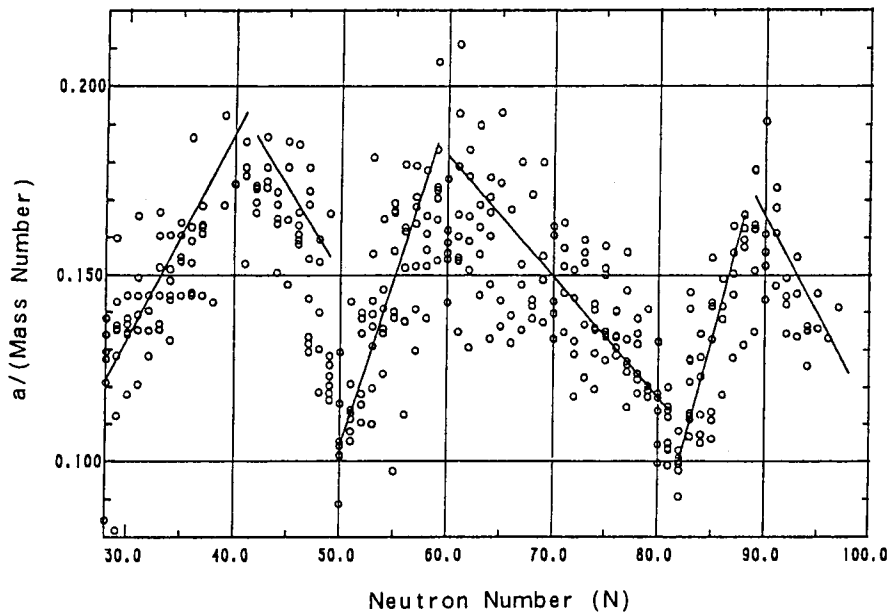


Fig. 1 Neutron-Number Dependence of Level Density Parameters for Fission Product and Structural Material Nuclides.

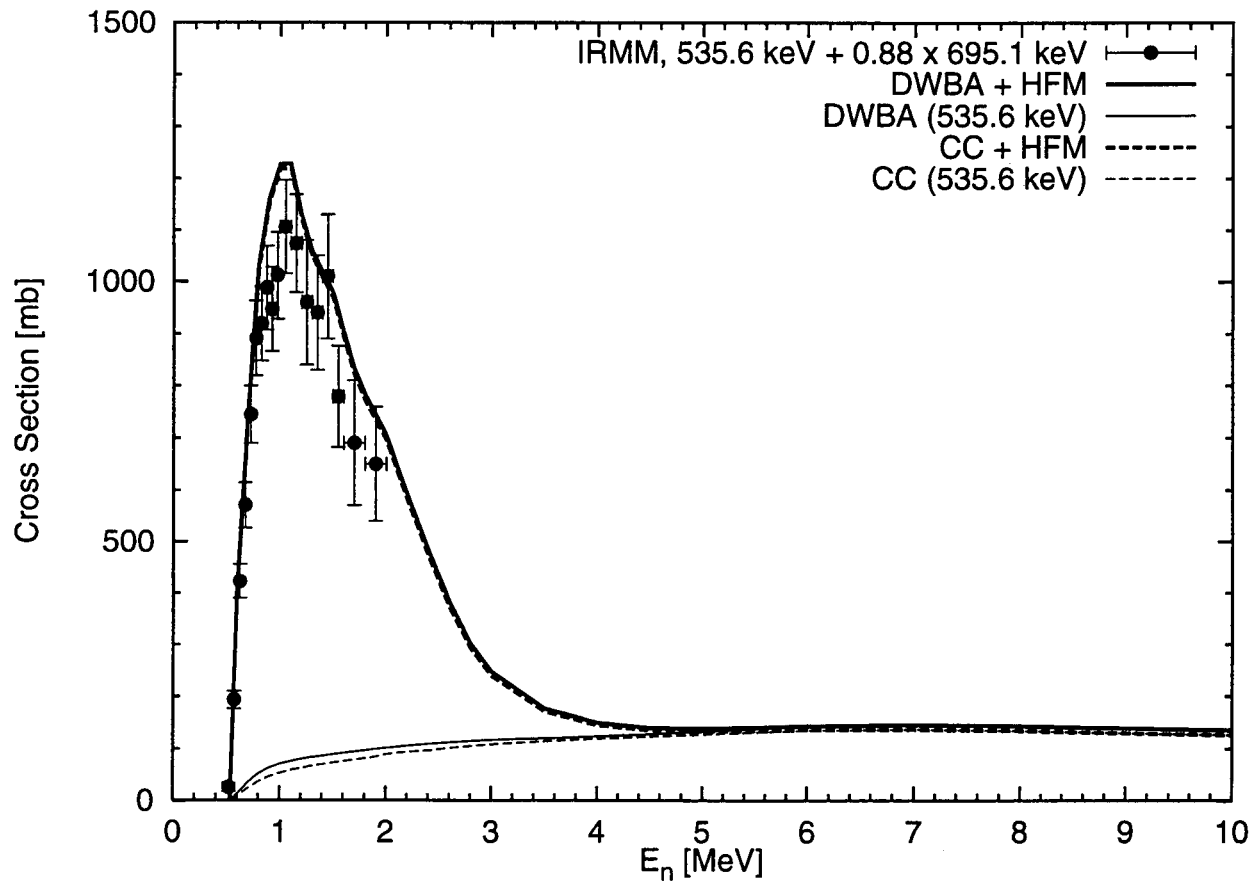


Fig. 2 Comparison of Mo-100 Inelastic Scattering Cross Sections Calculated by DWBA and CC Theory with the experimental data of IRMM.

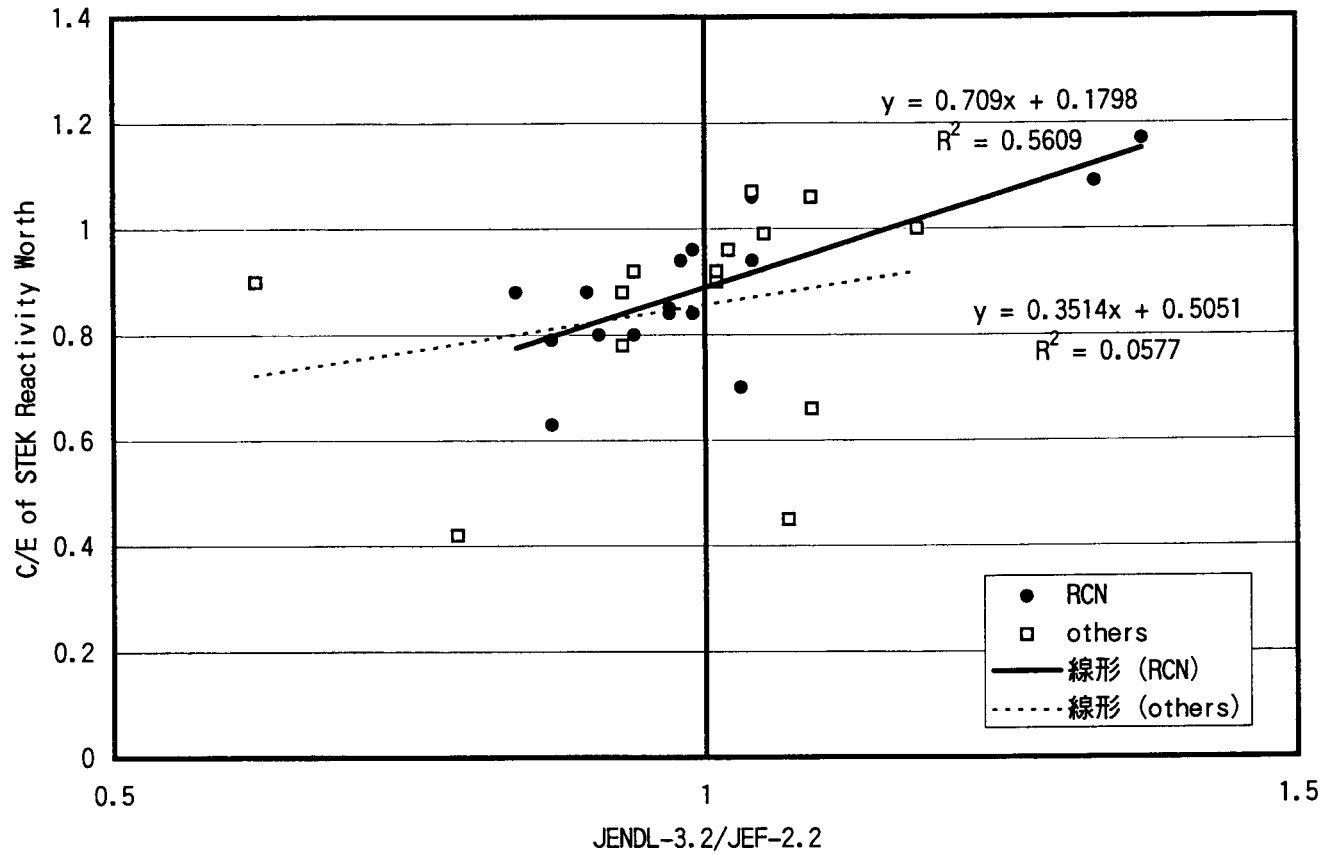


Fig. 3 Correlation of the Ratio of One-Group Cross Section for JENDL-3.2 to JEF-2.2 vs. the C/E Values of Sample Worth in STEK experiments.