

IAEA 主催”Consultants’ Meeting on Selection of Basic Evaluations for FENDL-2 Library” 報告

日本原子力研究所核データセンター

千葉 敏

chiba@cracker.tokai.jaeri.go.jp

表記会合が今年 6 月 24 日 (月) ~ 28 日 (金) の間、Forschungszentrum Karlsruhe (FZK) にて開催された。出席者は、H. Vonach (ウイーン大), U. Fisher, Y. Wu (FZK), G. Reffo (ENEA), L. Petrizzi (Frascati), C. Dunford (BNL), A. Blokhin (IPPE)、大山 幸夫、千葉 敏 (原研) であり、秘書役として IAEA より A. Pashchenko が参加した。

会議の背景

本会議は、昨年 12 月 5 日 ~ 9 日に米国 Del Mar で行われた IAEA の ”Advisory Group Meeting on Completion of FENDL-1 and Start of FENDL-2” に続くもので、核融合炉の輸送計算用の汎用ライブラリー FENDL/E について、Del Mar 会議で決定された核種 (FENDL/E-1 に問題がある、または新しい評価が明らかに FENDL/E-1 より良いと認められたもの) に対して、最良の評価済みデータを選定する目的で開催された。

Del Mar 会議では、候補については以下のようなスケジュールで必要なデータを NDS に送付することが決定していた :

1996 年 2 月 15 日	MCNP 用 working library 提出 FENDL/E 候補の提出
1996 年 4 月 15 日	Review kit 提出 VITAMIN-J フォーマットの多群ライブラリー提出
1996 年 6 月	Selection of final materials evaluations for FENDL-2
1996 年 11 月	Official approval of FENDL-2

4 月 15 日提出の review kit は、1993 年の東海会議で定められた仕様に従って、なぜ新しい評価が FENDL-1 よりいいかを示すためのもので、内容は FENDL-1 と FENDL-2 の候補について、断面積 (共鳴領域を含む)、角度分布の Legendre 係数 (a_1, a_2, a_3)、8, 11,

14MeV における中性子、荷電粒子、反跳核のエネルギースペクトル、中性子の二重微分断面積、8, 11, 14 MeV におけるガンマ線スペクトル、全ガンマ線生成断面積、thermal energy におけるガンマ線スペクトルの諸量をプロットし実験データと比較するよう求められていた。また、各核種について、どこが FENDL-1 よりいいかを簡単にまとめるよう指示されていた。

実際にこのスケジュールに従って全てのデータを送付したのは JENDL と、EFF の鉄のみであり、BROND の D, Nb, Sn については Karlsruhe 会議の直前になって仕様を満たさない review kit が送付されてきたし、ENDF の Si、EFF の Al, V については会議当日 review kit が配布された有様であった。MCNP ライブラリーについては、JENDL と EFF のみが on time で NDS に送付された。その他、候補となっていない CENDL からも D と O の review kit が会議直前に送付されてきた。

本会議の経過

本会議では、最初に最良の評価済みデータを選定する基準についての議論が行われ、本会議にレビューキットが提出されていることを前提に

1. 中性子及び荷電粒子生成の二重微分断面積の有無・精度、ガンマ線生成データの有無・精度、処理および輸送計算における使用可能性、質量数 60 以下の核種における詳細な共鳴構造の有無、
2. 評価報告書の有無、共分散データの有無、
3. 熱中性子領域における断面積精度、放射化断面積の精度

という順で優先順位が付けられた。以下、これに従って FENDL-2 の候補核種(Fe, W, Be, V, Al, Zr, Si, C, O, Ga, D, Mo, N, Sn, Nb, Gd)一つ一つについて中立的な立場を有する者がアサインされ review を行っていくとともに、評価者に対して評価方法や結果に対する質問を行い、それに対して日、米、欧、露各極よりの代表が回答する形で進化した。ベンチマークテストの結果も随時報告され、微視的データからだけでは優劣の判定が付けにくい場合の参考にされた。CENDL からのエントリーについては評価手法やベンチマークの結果を説明できる者がおらず、他候補に著しい不備があった場合にのみ考慮することにした。結局このようなことは起こらなかった。また、Review kit の無い核種についてもこの方針を適用することとした。

Fe については EFF-3(ヨーロッパ)からの候補のみが出ていたが、Geel の超高分解能全断面積データ、PTB の弾性散乱、非弾性散乱データ、最新の(n, α), (n, x α)データが考慮されていることや、GLUCS を用いた同時評価により全ての反応間の共分散データが評価されていること等、微視的な観点から FENDL-1 に比べて明らかに優位であることが示された。またベンチマークテストにおける問題点は処理上の問題であることを示し、次の

最終会合までに一定のスケジュールで必要な修正を行い、ベンチマーク上の問題が解決されれば EFF-3 のデータを FENDL-2 とすることが推薦された。AI についても同様に Geel のデータを今後採用する予定の EFF-3 のデータが推薦され、次回までにベンチマークテストを行い、その結果に基づいて最終的な判断が下されることになった。

W, Be, V, Zr, O, Mo, Nb については、欧、米、露の reviewer がコメントを延べ、JENDL Fusion File からの候補が微視的観点、特に二重微分断面積において FENDL-1 より勝っており、またベンチマーク上も優位であることが示され、（一部修正の上）採用されることになった。C については、JENDL Fusion File は二重微分断面積や高エネルギー領域での断面積は FENDL-1 よりも優れているが、FENDL-1 に採用されている ENDF/B-V の低エネルギーでの弾性散乱断面積が標準断面積であり残すべきであるとの意見が多く、結局 FENDL-1 の低エネルギー部分を JENDL Fusion File に取り込むことで合意された。また、N についても、 (n, p) 、 (n, α) 反応断面積を FENDL-1 より取り込むことで合意された。これらの merge については原研が行うことになった。Ga については利用できるファイルが JENDL-3.2 にしかなく、これが採用されることになった。Gd は JENDL からのエントリーがあったが、ITER 上での必要性が認められず FENDL/E-2 には含まれないことになった。ロシアからの候補では、Sn は採用されたが、重水素は NJOY/MCNP システムにおける処理可能性に問題があり、JENDL から二重微分断面積を提供することで決着がついた。

本会議の結論

最終的な結果を表 1 に示す。FENDL/E-1 のうち、今回議論されなかったものと併せて最終的な FENDL/E-2 となる予定である。ただし、今回 natural element が採用された核種は、isotope を含めないことになった。これは natural element を用いる計算と isotope を用いる計算で異なる結果が出ることを避けるためである。

本来、今会議で全ての選定を終了し、次回の会合では単なる official approval を行う予定であったが、主として他極の作業の遅れにより、今回は単に recommend をするにとどまり、最終的な決定は次回の会合で行うことになった。今後、修正が必要とされる核種については 10 月 1 日までに修正、MCNP ライブラリーを NDS に送付する事となった。FENDL の最終会合は、来年 2 月に行われる予定である。

なお、8 月 26 日現在で JENDL Fusion File からのエントリーのうち、修正が要求されたものについては核データセンターで全て修正を終了し、近日中に IAEA に送付する予定になっている。

表1 本会合で推薦されたFENDL/E-2核種

核種	FENDL/E-1	FENDL/E-2
D	BROND	BROND + JENDL Fusion File (DDX)
⁹ Be	ENDF	JENDL Fusion File
¹² C	ENDF	JENDL Fusion File + ENDF(低エネルギー部)
¹⁴ N	BROND	JENDL Fusion File + BROND((n,p), (n, α))
¹⁶ O	ENDF	JENDL Fusion File
²⁷ Al	JENDL	EFF-3 がだめなら JENDL FF (EFF のベンチマーク待ち)
Si	BROND	ENDF がだめなら JENDL FF(ENDF のベンチマーク待ち)
⁵¹ V	ENDF	JENDL Fusion File
Fe	ENDF	EFF-3 がだめなら ENDF(FENDL/E-1)
Ga		JENDL-3.2
Zr	BROND	JENDL Fusion File
⁹³ Nb	BROND	JENDL Fusion File
Mo	JENDL	JENDL Fusion File
Sn	BROND	BROND
W	ENDF	JENDL Fusion File

Gd は ITER 上必要なしということで除外