

WG活動紹介

核融合ニュートロニクスサブワーキンググループ

(原研) 前川 洋

核分裂炉の積分テストはシグマ委員会の活動としても既に20年余の経験を有しているのに比べて核融合炉の積分テストの歴史は全く浅い。強力14 MeV中性子源として1981年に原研FNSと阪大OKTAVIANが相次いで完成したのに伴い、評価済核データファイルの積分テストを目的とした核融合炉ブランケット模擬実験や二重微分断面積(DDX)の測定が飛躍的に進展した。このような状況を踏まえて1979年炉物理委員会の中にニュートロニクスの活動の場として「核融合炉専門部会」が新設された。核融合炉を意識していないJENDL-2では5 MeV以上のデータの精度が不十分であることから、実験解析に最小限必要な ${}^6\text{Li}$ 、 ${}^7\text{Li}$ など8核種の緊急整備の要望が出された。これを受けてシグマ委員会から1983年末にJENDL-3PR1が、1985年JENDL-3PR2が公開された。これらの積分テストの結果を基に1985年7月、シグマ、炉物理両委員会主催で「核融合炉用核データ専門家会議」が開催された。(JAERI-M 86-126) JENDL-3の公開のスケジュールが具体化する中で、1987年度からシグマ委員会の炉定数専門部会に本サブワーキンググループ(SWG)が新設された。本SWGは形式的にはシグマ委員会に属しているが、実質的には炉物理委員会の核融合炉専門部会にも属した形で活動がなされている。

本SWGとしての最初の活動であるJENDL-3Tの積分テストにあたり、国内の関連研究者に対してアンケートを実施し、本積分テストの参加者(ボランティア)と利用されるベンチマークデータの調査を行った。87年9月のSWGで積分テストの手順と分担を具体的に検討した。利用の多いANISN及びDOT3.5用の群定数としてFSX125/J3T-1(125群、16核種)が配布された。また、MCNP用のライブラリーは炉物理委員会遮蔽専門部会の「モンテ・カルロ計算SWG」により準備された。

積分テストに利用されたベンチマーク実験の大部分は日本で実施されたもので、その主なものは次の通りである。

- ① Li_2O , 黒鉛, Be等の円筒体系による積分実験(含む核発熱)(FNS)
- ② Li_2O , Li, Be, 黒鉛, Fe等の平板体系による角度束中性子スペクトル(FNS)

これまでの本サブワーキング・グループ参加者(*印:現メンバー)

前川 洋*, 大山幸夫*, 小迫和明*, 長谷川 明*, 森 貴正, 関 泰*, 中川正幸*, 真木紘一*, 植木紘太郎*, 岩崎 信*, 井口哲夫*, 関本 博*, 秦 和夫*, 市原千博*, 高橋亮人*, 山本淳治*, 瑞慶覧 篤, 川合将義*, 上松幹夫, 桜井 淳*, 森 清治*, 小林 薫*

- ③ 日米協力炉工学系ベンチマーク実験 (FNS)
- ④ Li, Pb球体系ブランケット模擬実験 (OKTAVIAN)
- ⑤ LiF, テフロン, Si, Mn等15の媒質の球体系からの中性子と γ 線のスペクトル (OKTAVIAN, 京大炉)
- ⑥ LiF, 黒鉛, 水体系のスペクトル (東工大)
- ⑦ ポリエチレン, Pb平体系のスペクトル (東北大)

これらの積分テストの結果は第24、25回核融合炉専門部会及び1987年核データ研究会で報告された。研究会の活発な議論の中で特に問題となったBeとPbの核データを中心に検討するため関連者のみによる「積分テスト技術検討会」が1987年の暮もおしせまった時期に開催された。

89年度になってメンバーの若干の変更があった。6月に開催されたSWGでJENDL-3積分テストの作業方針の検討と標準群定数の説明がなされた。5月に配布されたANISN/DOTの群定数では中性子125群に加えて、新たにガンマ線40群含む、34核種のものである。残念ながらJENDL-3のガンマ線のデータが全面的に見直しとなったため、計画が大幅に遅れている。MCNP及びANISN-DD/DOT-DD用の群定数は別途準備される予定である。

JENDL-3Tの積分テストの結果及び現在進行中のJENDL-3の積分テストの結果を基に、核融合炉に関連した主な核種の現状を述べると次の通りである。

¹H : 水及びポリエチレン体系による実験の解析から、水素の核データの精度は妥当と考えられる。

⁶Li, ⁷Li : LLNLで実施された⁶Li球によるスペクトル測定解析から、7~12MeVで不一致が見られる。天然組成のLiを用いたブランケットに対するトリチウム生成率のような積分値に対しては、現状の⁶Liのデータでも大した影響を与えないと考えられる。しかし、濃縮⁶Liを用いたブランケットでは問題が生じるであろう。

JENDL-3になって⁷Liの核データは若干変更された。JENDL-3Tでの解析で、⁷Li, Li₂O平板, Li平板のよるスペクトル測定結果と良い一致を示しており、JENDL-3でもほぼ同様と考えられる。Li₂O体系による積分実験の解析からJENDL-3Tと-3と差は高々1%程度しかない。⁶Liによるトリチウム生成率分布の例を第1図に示す。Li₂O体系での⁶Liと⁷Liによるトリチウム生成率は5%以内で予測できており、Liの核データは一応満足すべき状態にあると考えられる。

⁹Be : 上述の核データ研究会と技術検討会の指摘からJENDL-3では、14MeVでの(n,2n)の断面積を485mbと12%下げるなどの変更がなされた。第2図に示す例のように、J

NDL-3による解析結果はスペクトルの測定値をかなり再現できるようになった。しかし、第3図の例に示すように、 Li_2O とBeの2領域での積分実験での解析では、Be領域付近で必ずしも良い一致とは言えず、計算モデル等も含めて更に検討が必要である。

^{12}C : JENDL-3で若干の変更がなされたため、第4図に示すようにスペクトル測定のすべてのピークに対して、JENDL-3の計算結果は良く一致しており、炭素の核データはかなり満足すべき状態にある。

^{16}O : Li_2O やコンクリート体系による実験解析から判断して、酸素の核データの精度はまずまずと考えられる。

C r : JENDL-3 Tによるスペクトル測定の解析から、8MeV以下で(n,2n)に起因する不一致がみられる。

F e : JENDL-3 TによるFe球とSS316のスペクトル測定の解析では全体として良く一致しているものの、8~13 MeVで不一致が見られる。原研でのFe平板の新しい実験も含めてJENDL-3による解析は未了である。

M n : JENDL-3 Tによるスペクトル測定の解析から、10 MeV付近で不一致があり、弾性及び(n,2n)断面積の見直しが必要である。

C u : Mnと同様である。

P b : 第5図の例で示すように、Pb球及びPb平板体系からの漏洩スペクトルのJENDL-3 Tによる解析結果と実験の一致は良くない。Pb-Li球体系による積分実験においても、トリチウム生成率等の実験と計算の一致は良くない。JENDL-3による解析は未了であり、大巾な改善を期待したい。

Li_2O やLiを主体とした核融合炉ブランケットのトリチウム生成率は5%程度で予測できるものと期待される。しかし、BeやPbの中性子増倍材を含んだブランケットでの予測精度は必ずしも満足すべき状態とは言えず、今後の検討が必要である。

日本は核融合炉ニュートロニクス分野で先行しており、自前の数多くのベンチマークデータを有する有利な立場にある。それでもガンマ線や核発熱に関するベンチマークデータはまだ十分とはいえない。JENDL-3で初めて加わったガンマ線に関する積分テストはいま少し時間がかかるものと思われる。今年度中にと2回程度予定しているSWGの結果を踏まえて、来年4~6月に第2回核融合核データ専門家会議を予定している。本SWGの活動はメンバー各位のボランティアに依存しているにもかかわらず多くの成果をあげることができた。ここであらためて参加された方々にお礼を述べるとともに今後の御協力をお願いしたい。