

## WG活動紹介

# Shielding 積分テストワーキンググループ

住友原子力工業(株)

山野 直樹

e-mail: yamano@sae.co.jp

### 1. はじめに

本WGはJENDLの核データに於いて、遮蔽安全の応用分野で重要となる構造材等の元素・核種の断面積データの精度、妥当性及び適用性を積分的に検証することを主たる目的として活動しています。これまで、JENDL-2、-3の改訂作業に際して、遮蔽ベンチマーク実験解析を通してJENDLの種々の問題点を指摘し、改善のための提言を行ってきました。以下に活動の概要を述べます。

### 2. 経緯

米国のENDF/Bライブラリの評価では、Cross Section Evaluation WG(CSEWG)が様々なベンチマークを実施し、その都度核データ評価者に迅速な積分評価結果を提供しており、そのため、この活動によってENDF/Bの核データの精度及び信頼性が非常に高められたのは有名な事実です。JENDLの評価においても同様の活動が重要であるとの認識から本WGは発足し、現在に至っています。現在メンバーは23名であり、そのうち5名は核融合炉用ライブラリJENDL-FFの積分評価を実施し、FENDL-2選定に際して多大の貢献をしたFusion Neutronics 積分テストWGのメンバーでもあります。

発足当時は、遮蔽ベンチマーク実験の収集と解析に用いる計算コード群の整備を行い、断面積処理方法および輸送計算法の精度や適用性の検討を詳細に実施しました。当時の国内の遮蔽計算手法は全くお粗末であり、遮蔽ベンチマーク計算と言うと再現性はファクター2が当たり前で、時には1オーダーの違いが生じる結果が横行していましたので、核データ自身の精度を議論することなど到底不可能であるとの一般認識があり、結果について故飯島俊吾氏、菊池康之氏に説明するのに苦勞した思い出があります。

JENDL-3の改訂が行われた頃には、我々も経験を積み、有名な遮蔽ベンチマーク実験と言えども玉石混交であり、適切なベンチマークを選定する事が肝要であることを学び、かつ断面積処理方法と輸送計算法に含まれる誤差を可能な限り取り除く手法を開発・採用しました。また、遮蔽ベンチマークのうち、体系内外における中性子及びびガ

ソマ線のエネルギースペクトル情報に着目して、ベンチマーク結果から核データに対する具体的な問題点の指摘や提言を行える積分テスト手法を確立することができたと考えています(1)。

### 3. 主な活動

JENDL-3の改訂に際して、遮蔽材として重要な構造材を中心として酸素、炭素、ナトリウム、鉄等の積分テストを実施し、核データの精度及び適用性を評価しました(2)。その後、改訂第1版(JENDL-3.1)の完成に対応して鉄の中性子核データの再テスト及びガンマ線生成断面積の積分テストを実施して、その結果以下に示す幾つかのJENDLの問題点を指摘し、改善提案を行いました(3, 4, 5)。

1. 全断面積(MT=1)の1～3 MeVにおける過大評価の再検討。
2. 0.8～1 MeVの非弾性散乱断面積(MT=4)と弾性散乱断面積(MT=2)の競合の再検討。
3. 励起準位(MT=55)のしきいエネルギー近傍の非弾性散乱断面積の再検討。
4. 2 MeV以上の非弾性散乱断面積(MT=4)の過小評価の再検討。
5. 励起準位からの離散ガンマ線生成断面積の再検討。

この積分テストに際しては、スペクトル形成に対して特徴のある複数のベンチマークを採用し、かつ異なった手法(確率過程論及び決定論的手法)に基づく計算手法を用いて、これら両者に共通する結果の系統性から核データの問題点を推定し、さらに感度解析により原因となる反応及びエネルギー範囲を特定する手法を適用しました。この情報より、JENDL-3改訂第2版(JENDL-3.2)では全断面積の微細構造の再評価、非弾性散乱断面積の再評価、離散ガンマ線の再評価が行われ(6, 7)、スペクトルの再現性が著しく改善されたことは周知の事実です。

また、昨年度から今年度に渡り、日米共同高速炉遮蔽実験(JASPER)の実験データが動燃事業団及びORNLより公開される予定であるのを受け、JENDL-3.2のナトリウムの中性子核データに着目した積分テストの準備を行いました。平成9年4月にはデータが公開されたので、早急に解析を実施し、非弾性散乱断面積(MT=51)の再評価の必要性をまとめ、5月19～24日にトリエステで開催された核データ国際会議に報告しました(8)。この作業は短期間で行う必要があったため、動燃事業団及びWGメンバーのご協力に負うところが大きく、紙面をお借りして関係各位に厚く謝意を表します。

### 4. 今後の課題

昨年度にJENDL問題点検討小委員会が発足し、多方面からJENDL-3.2の問題点の検討作業が実施されました。その結論より、今年度からJENDL-3の改訂第3版(JENDL-3.3)に向けて再評価が実施される予定です。本WGとしてもJENDLの精度及び信頼性を高めるため、より一層の努力を惜しまない所存です。欧米では核データ評価活動の停滞により十分な積分テストによる確認作業が遅延している現状であり、その

中で日本の核データ評価及び積分評価活動が着々と進むことは、先進国に対して非常に良い刺激となると同時に J E N D L の国際的地位をより一層高めることにつながります。J E N D L の改訂計画が順調に行われることを切に希望する所です。

また、中高エネルギーの核データ評価活動については、米国の Accelerator Production of Tritium (APT) 計画に関連してロスアラモス研究所が中心となって着々と成果を挙げつつあり、150 MeV までの設計システム (MCNPX-LAHET) が完成に近づきつつあるとの情報もあります。本WGでは、この中高エネルギー領域の積分テスト手法の検討に着手したところですが、この検討作業をさらに進めて J E N D L 高エネルギーファイルの評価活動の助力となるよう活動してゆく予定です。この分野は未だ確立したのではなく、新しい手法を開発できる可能性もあり、特にシグマ研究委員会の若手メンバーの活躍できそうな場であることから、興味のある方は本WGにも積極的に参画して頂くことを期待すると同時に関係各位の温かい御支援をお願い申し上げます。

#### 参考文献

- 1) Yamano, N.: to be published in *Annals of Nuclear Energy* (1997).
- 2) Kawai, M., Hasegawa, A., Ueki, K., Yamano, N., Sasaki, K., Matsumoto, Y., Takemura, M., Ohtani, N., Sakurai, K.: "Shielding Benchmark Tests of JENDL-3," JAERI-1330 (1994).
- 3) Yamano, N., Hasegawa, A., Ueki, K., Kawai, M.: "Status on Neutron Data Testing of JENDL-3.2 with Shielding Benchmarks," Proc. 8th Int. Conf. on Radiation Shielding, Arlington, Texas, Vol. 2, pp. 824-831, April 24-28, 1994, American Nuclear Society Inc. (1994).
- 4) Yamano, N., Hasegawa, A., Ueki, K., Kawai, M.: "Status on Testing of JENDL-3.2 Iron Data with Shielding Benchmarks," Proc. Int. Conf. on Nuclear Data for Science and Technology, Gatlinburg, Tennessee, Vol. 2, pp. 812-814, May 9-13, 1994, American Nuclear Society Inc. (1994).
- 5) Yamano, N., Ueki, K.: *J. Nucl. Sci. Technol.*, **32**, 614 (1995).
- 6) Nakagawa, T., et al.: *J. Nucl. Sci. Technol.*, **32**, 1259 (1995).
- 7) Shibata, K., et al.: *J. Nucl. Sci. Technol.*, **34**, 503 (1997).
- 8) Yamano, N., Konno, C., Ueki, K.: "Validation of JENDL-3.2 Sodium Data with Shielding Benchmarks," presented at Int. Conf. on Nuclear Data for Science and Technology, Trieste, Italy, May 19-24, 1997.