

### (3) 核データ応用 (原子炉) 関係

日本原子力研究開発機構

炉心解析グループ

石川 眞

ishikawa.makoto@jaea.go.jp

横山 賢治

yokoyama.kenji09@jaea.go.jp

#### 1. プレナリーセッション

2日目のプレナリーセッションにおいて、CEAのJ. Bouchard氏から「革新炉と燃料サイクルのための核データ」という講演が行われた。講演では、軽水炉の高燃焼度化、高温ガス炉とともに、高速炉開発のための核データ研究の重要性が強調されていた。MAの中性子反応断面積は当然のことながら、鉛やビスマス等の冷却材、Zr等の希釈材等の核データ整備の重要性に加えて、ガス炉における炭素の散乱断面積の整備の重要性や、出力分布評価における $\gamma$ 発熱に関するデータ整備の必要性についての言及もあった。さらに、研究開発を効果的かつ合理的に進めるための優先度・戦略を決定するために、核データに起因する誤差を定量的に評価することの重要性を強調していたのが印象的であった。

4日目のプレナリーセッションでは、LANLのM. Chadwick氏から「革新的なシミュレーションのための最近のデータ開発とニーズ」という講演が行われた。講演の主な内容は核データ評価であったが、ここでも共分散データの整備がニーズとして挙げられていたのが印象的であった。また、積分データによる検証に関して、超小型炉の積分実験データのモンテカルロ解析結果を微分データにフィードバックしているようである。

#### 2. 核分裂応用に対するニーズ

2日目の午前に本セッションが開かれた。発表は4件であったが、最初にEdFのLecarpentier氏が、電力としての一般的な資源論からの核データへのニーズを報告した後、残りの3件は、4月22日に開かれたWPECのSG26の発表内容(Salvatores氏、Palmiotti氏、Mills氏)と全く同じであったので、ここではSG26会合での議論を紹介する。

WPECのSubgroup 26「革新原子炉システムの核データニーズ」の目的は、GEN-IV及

び GNEP の高速炉炉心設計における設計精度目標を核データ精度の観点から与えることにあり、CEA 及び ANL に影響力を持つ Salvatores 氏が 2005 年 10 月に発足したものである。当初は、核データ共分散を核データ評価側とは無関係に自分たちだけで作ろうと考えていた（口の悪い一部の関係者は、談合共分散と呼んでいた）が、米国内部や JAEA などからの反対により、結局、米国の ENDF 評価者と協力して、JENDL と同様な方法論で作成した共分散から、炉心パラメータの設計精度を評価することとしたらしい。今回の報告では、この共分散から評価した各種炉心パラメータの設計精度と、その内訳が報告された。Salvatores 氏らが評価した高速炉炉心の核データ誤差に起因する予測誤差は、Partial Energy Correlation (PEC) ケース (Salvatores 氏らが独自に評価した共分散を用いた評価値) と、BNL ORNL LANL NRG ANL (BOLNA) ケース (米国の ENDF 評価者の協力を得て予備的に作成した共分散を用いた評価値) の 2 種類である。一般に、Salvatores 氏らの独自評価共分散による誤差の方が大きい。これが、「談合共分散」を諦めて、核データ評価者と協力して得た共分散に乗り換えた理由の一つかも知れない。BOLNA ケース結果は、おおむね JAEA が JENDL-3.2 の共分散を用いて評価した核特性予測誤差に近いようである。

また、この結果をもとに、ANL の Aliberti 氏が一種の最適化計算により、SG26 で作成された目標核設計精度を達成するためには、現状の核データ精度を核種・反応毎に、どの程度向上しなければならないかを見積もった。ここでは、核データの標準偏差の縮小だけで、設計目標精度を達成しようとしているので、当然ながら、非常に高い精度向上が核データに要求されている。例えば、U-238 の非弾性散乱断面積は、現状の 10~20% の精度を、2~3% にする必要があるとされている。SG26 の会合で石川から、このような核データ測定の精度向上を近い将来に求めるのは不可能ではないかと質問したところ、Salvatores 氏からの回答は、この評価は、核データ研究側と炉心設計側が対話をする第一歩であるので、現実可能性は問題ではない、それを考えるのは次のステップだとのことであった。また、石川から、核データの標準偏差縮小だけで設計精度を向上するのではなく、炉定数調整のように、積分データを用いて核データ間の相関をつけることにより、設計精度向上を図るべきではないかとの意見には、積分データを設計でどのように使うかは、次のステップの議論であるので先走りするなど、叱られてしまった。

さらに、石川からは、ドップラー反応度の精度評価には、自己遮蔽因子の温度勾配の誤差を評価する必要があること、誤差要因として核分裂スペクトルを考慮する必要があること、実効遅発中性子パラメータの誤差評価が必要なことなどを指摘し、今後、検討していくことになった。Salvatores 氏は、年内でこの Subgroup の実質的な活動を収束させたいとしており、次の会合（多分最後となる）は、今年の 10 月又は 11 月に開かれる予定である。JAEA としては、GEN-IV 及び GNEP に本 Subgroup の結果が直接影響すると予想されることから、技術的主張は続けていく必要がある。

### 3. 核分裂応用のためのベンチマーク

核分裂応用のためのベンチマークと題する口頭発表のセッションが、1日目と2日目の午後、5日目の午前の3回開催され全部で12件の発表が行われた。本セッションはND2007の口頭発表で使われた3部屋のうちで最も大きいRoom A (写真参照)で行われた。また、ポスターセッションにおいても同じ分類が設けられ、別の12件の発表が行われた。以下、炉心解析に関連した発表について簡単にまとめる。

1日目の午後のセッションで、CEAのA. Santamarina氏から「核データ向上のための積分実験の利用」に対する口頭発表が行われた。軽水炉実機の照射後試験データを使ったAm-241の分岐比の調整計算の結果などが紹介された。同じセッションで、INLのJ.B. Briggs氏から、国際臨界安全ベンチマーク評価プロジェクト(ICBEP)と国際炉物理実験ベンチマークプロジェクト(IRPhEP)に関する報告があった。この報告では最近取り込まれた実験データについての紹介が主で、ICSBEPに関しては遮蔽計算に関連した問題の追加、IRPhEPに関してはロシアのBFSの実験データ等が紹介された。JAEAから提供したDCA、常陽についての言及もあったが、新たな実験データが追加されていており、IRPhEPのデータベース拡充に遅れないように、JAEAからも引き続き新たなデータを提供していく必要があると思われる。

2日目の午後のセッションでは、IPPEのM. Nikolaev氏から「核データ検証に対する積分実験と炉物理実験の役割」が報告される予定であったが、同氏の欠席のため、IPPEのG. Manturov氏が「ICSBEPベンチマーク問題を用いた主要燃料核種の新評価の検証」を代わりに報告された。CEAのR. Jacquemin氏から「高速炉応用のための断面積データ向上のニーズ」について報告された。タイトルからは微分実験データに対するニーズが想像されるが、内容は積分実験データに対するニーズについての報告であった。臨界性のC/E値が1に近づくことで核データ精度向上を結論づける発表が多い中で、核種・反応、エネルギー毎の感度解析結果を示し、ライブラリ効果が核種・反応間で相殺されていることに注意をする数少ない報告のひとつであった。一方で、核データ評価の上では積分データと微分データを区別せずに、積分データの結果も評価済核データライブラリに直接反映していこうとしているようである。プレナリーセッションのM. Chadwick氏の発表でも同様の傾向が見られており、ENDF、JEFFともに積分データの結果を直接、評価済核データライブラリに反映しようとしているようである。なお、横山はこのセッションで「常陽照射後試験データを用いた核データベンチマーク解析」について報告した。

3日目の午後のセッションでは、A. Kahier氏から「ICSBEPベンチマークを用いたENDF/B-VIIのテスト」、I. Duhamel氏から「臨界積分実験データに対するJEFF-3.1評価のベンチマーク」が報告され、どちらもICSBEPの臨界性に関する積分実験データを使ったベンチマーク結果が示された。ICSBEPの分類に従ってスペクトルの違いで分析しているものの、C/E値のずれだけで議論しようとするため、C/E値の改善や悪化がみられても

決定的な原因までは追求できていないようであった。後者については課題として感度解析を明示しており、今後より詳細な分析が行われるものと思われる。なお、石川はこのセッションで「大量に Np を装荷した BFS 高速炉臨界実験解析による Np-237 核データの検証」を報告した。

以 上



Room A の様子（オープニングセッション）