

1994年核データ研究会を終えて

(株) 東芝
川合 將義

1994年核データ研究会は、11月17日(木)、18日(金)、好天に恵まれて無事終わった。開催日が去年より1日早いため、研究会の準備はほとんど1日前倒して計画でき、ほぼ順調に進めることができた。ただし、今回は、ポスター発表の申し込みが全部で37件もあって、原研東海研大講堂のロビーだけでは収容しきれなくなるという嬉しい事態を迎え、研究1棟第5会議室を急遽充てた。参加者は全部で149名と非常に盛況だった。昨年より多少少ないのは、去年はIAEAの国際会議出席者の参加が多かったためであり、国内参加者に限ればほぼ同じである。特に、ポスター発表に伴う学生の参加が多く、この研究会が彼らにとって定常的な発表の場として定着しつつあるように見受けられた。国外参加者の内訳は、招待講演のバングラディッシュ、ベラルーシ2名、ロシア1名である。以下、その概要と感想を述べる。

まず、プログラム作りの中で講演テーマは、前年度時期早尚として1994年度にまわったものが多数有ったため、その成果が出ているか、研究会までに結果が得られる見込みの高いものを選んだ。そして、去年好評だった非エネルギー分野での核データ利用とニーズについては、「材料研究」を選んだ。さらに、発表のアンケートも参考にした。その構成は、下記の通りである。

- 1) 国際セッション (バングラディッシュ、アクチニドの核データ関連研究)
- 2) JENDL-3.2の積分テスト (核分裂炉、核融合炉と遮蔽、測定側から)
- 3) 核反応理論 (核反応の量子論と統計論、量子論的分子動力学法での解析)
- 4) 測定 (^{239}Pu 熱中性子核分裂における $\nu(m^*)$)
- 5) 材料研究分野からの核データニーズ (冷中性子利用、照射損傷研究)
- 6) 核データに係わる国際協力活動 (IFMIF計画、核構造核データ評価活動)

発表件数は15件であり、講演時間を1件1時間程度を基準としたために、時間のやりくりで苦慮したが、初日の開始時間を9:45に繰り上げ、また、国際セッションや一部の発表については講演時間を切り詰めてプログラムに押し込んだ。最終的には表1に示すプログラムを作成し、講師ならびに座長をお願いした。

研究会は、吉田シグマ研究委員会委員長の歓迎の挨拶で始まった。続く国際セッショ

ンでは、バングラディッシュ原子力研究所の核データ活動として炉定数ライブラリーの整備と 14 MeV 近傍の中性子断面積測定が N.I.Molla により紹介された。そして、旧ソ連圏の V.M.Maslov (ベラルース)、V.A.Konshin (現在原研滞在中) ならびに A.Filatenkov からは、オメガ計画などで関心の高いアクチニドの核データ評価と測定について報告された。彼らは、これらの核データ活動に長期にわたって取り組んでおり、個々の反応断面積の系統性もかなり良く調べている。Maslov による 20 MeV 以下の中性子核データ評価の成果は、JENDL-3 のデータの検証にも役立ちそうである。また、Konshin の 1 MeV から GeV 域の中性子と陽子反応断面積の評価結果は、現在作成中の高エネルギー核データライブラリーにも大変参考になるものと思われる。

昼食後 JENDL-3.2 の積分テストの結果と JENDL-3 の使用経験が報告された。軽水炉や高速炉の炉心計算に対しては、JENDL-3.1 で指摘された問題点のほとんどが解消されたことが示された(高野)。例えば、高速炉系については実効増倍率や炉心での反応率比、反応度値に加えて、ナトリウムのボイド反応度や制御棒値の空間依存性も改善された。ベンチマーク炉心でなお問題とされる²³⁸U の捕獲率と²³⁹Pu の核分裂率の比についても、JENDL-3.2 が FCA での測定データを非常に良く再現することが報告された(桜井)。一方、核融合炉と遮蔽関連では、中性子スペクトルなどの中性子の積分測定値の再現性は、ENDF/B-VI などと比較して良好であることが示された(大山)。しかし、2 次ガンマ線スペクトルに関しては、JENDL-3.1 で指摘された測定値と食い違いが解消しきれていないものもあった。また、解析が終わっていないものもいくつかあるので、最終的な評価はもう少し待たねばならない。高速実験炉「常陽」での JENDL ドシメトリファイルの使用経験が紹介された(鈴木)。その際、JENDL が日本独自で評価した共分散マトリックスのデータを持っていないことが、無視できない弱点である旨の指摘があった。

核反応の理論では、“核反応の量子論と統計論”と“量子論的分子動力学法による核子・原子核反応過程の解析”の 2 件が報告された。前者は、九大を定年退官された河合光路氏が氏の最終講義を基に話された。講演時間の関係から後半部の前平衡過程の理論については割愛されたが、前半部だけでも大変に価値があり、核反応理論の展開が非常に分かりやすくまとめられている。一言の無駄もない名講演に全員が耳を傾けた。日本語の講演だったにも拘わらず、国外参加者からも質問があったことにもそれがうかがえよう。後の発表(千葉)では、先ず核反応の過程を量子論的分子動力学法でシミュレーションした結果が動画としてビデオに写し出された。炭素原子核を構成する 12 個の核子の運動が入射する陽子によって乱され、あるものは弾き出され、2 個の陽子と 2 個の中性子がアルファクラスターを形成して割れて行き、また、ある場合には複合核に落ち着く様が、入射陽子のエネルギーや衝突パラメータを変えて示された。これまでも漫画

的に核反応の過程を示したものはあったが、今回は理論に基づくものだけに嘘でなく、非常に印象的で、教育的といえる。続いて高エネルギー陽子との反応による2次中性子や陽子のスペクトルの測定データと計算結果の比較により、理論の妥当性が示された。このセッションは、今回の研究会の最大の目玉だったと言え、続く懇親会でも大いに話題になった。

懇親会には76名が出席した。この数字は去年より多く、若い人が積極的に出て来ていることの証左でもある。そのせいか、飲食のスピードが増している。今年は参加費を上げて量を増やしたそうであるが、それでも食べ物の方は途中でなくなり、追加されたそうである。とにかく、酒肴と歓談を通じて国や機関を越えた友好的な雰囲気、そして最注目かも知れないが若い息吹をこれまで以上に感ずることができた。

翌日、朝一番のポスターセッションでは、発表申し込み後一部辞退者が出たが全部で34件の発表があった。前述したように、ポスター会場を大講堂のロビーと研究1棟第5会議室の2ヶ所に設け、お茶は第5会議室のみに設けた。そのせいか、どちらも参加者が多数あり、議論がにぎやかだった。発表内容は、断面積の測定が12件、原子核の半減期とガンマ線測定が3件と測定で約半分を占めた。また、理論ならびに応用に係わるものは、核モデルと評価が8件、JENDL-3.2のベンチマークテスト3件、高エネルギー核データ（Thick Target Yieldの測定も含む）が4件、炉定数関連2件の他、爆縮あるいは格子内とじこめによる核融合の核データ要求2件があった。今回特筆されるのは、学生の進出に刺激されたのか、young adultの復活も目に付いたことである。機関別には、多い順に九大6件、名大5件、東北大、京大、原研各4件、その他とならび、原子力メーカーのウエートが大きくて機関数も多い首都圏からの発表の少なさが気になるところである。

次の核データ測定のセッションでは、 ^{239}Pu の中性子放出前の核分裂片の質量 m^* の関数としての熱中性子による核分裂中性子数 ν の測定の報告（西尾）があった。測定は京大炉で行われた。試料造りから始まり、核分裂片対のエネルギーと速度の同時測定など、緻密さと根気強さが大変要求される。結果は、これまでの測定データやモデル計算値と比較された。また、特定の質量の分裂片による核分裂中性子の放出確率 $P_m(\nu)$ についても調べられている。

非エネルギー分野の材料研究からの核データニーズのセッションでは、冷中性子の生成とその応用（古坂）と材料の損傷研究（関村）の2件の報告があった。冷中性子はBrockhouseとShullが受けた1994年のノーベル物理学賞の受賞対象となったもので、材料（condensed matter）の微視的な構造、磁気的な性質を調べるのに非常に強力であり、利用分野が広い。その応用例の紹介と冷中性子源、特に陽子による核破砕反応を

利用したパルス型の強力冷中性子源の開発が報告された。高エネ研の KENS 装置では、減速材を含めてターゲット部等の構造の最適化が計られ、陽子ビーム強度が一桁以上高い英国 RAL にある装置に匹敵するぐらいに冷中性子の密度を上げ得たこと、また、高エネ研－核研で計画中の JHP（ハドロン計画：0.2 MW ビーム）についての概要が話された。時間の関係上、ビームターゲットでのニュートロニクス計算についての詳しい話はなかったが、中性子エネルギーについて GeV から 0.01 meV の核データが必要といえる。材料の照射損傷研究では、高エネルギーのイオンまたは中性子照射後の材料のカスケード的な損傷のその場観察と損傷過程の理論的なシミュレーションについて話された。特に、シミュレーションでは、イオンまたは中性子によって作られた PKA（1次弾き出し原子）のスペクトルが重要になる。東大の原子力工学研究施設では、パルス幅 0.6 ps の 30 MeV 電子線形加速器を用いて照射実験を行い、分子動力学論でのシミュレーションとの相関を研究している旨述べられた。これらの研究にシグマ委員会の PKA スペクトルワーキンググループの成果が寄与できればと考える。

次のセッションは、国際協力としての核融合炉材料照射試験装置 IFMIF 計画（野田）とわが国の核構造核データの評価活動（喜多尾）の報告である。前者は、核融合炉プラズマ対向材の照射損傷研究用の D-Li 強力中性子源装置開発を目的とした IEA 共同の計画の概要紹介であり、1995 年から概念設計がスタートする。原研では、類似の計画が ESNIT 計画として 1989 年から進められてきているが、それを踏まえて IFMIF 計画に取り組んで行くとのことである。この計画で、核データはターゲット部の中性子場や材料損傷の評価、そして放射化量の評価を含む遮蔽設計で必要になる。あと一つの発表は、核構造核データの評価活動として、ENSDF (Evaluated Nuclear Structure Data File) 作成作業、ベータ崩壊についてのグロス理論、広島大での核図表の作成が紹介された。ENSDF については、わが国は質量数 118 から 129 核を担当し、レベルスキームを評価している。世界中で分担評価した結果を集大成したものが Table of Isotopes の第 9 版として近々発刊されることもアナウンスされた。

最後に、阪大の高橋氏がアジア地域センター化への期待を含めたサマリートークを行い研究会を締めくくった。

以上に発表概要を記したが、研究会全体に対する雑感を補足する。1) ポスター発表の申し込みが遠隔地から多く、旅費の面から絞り込む話も出た。しかし、何とかやりくりができて、そのような事態は避けられた。同様なことはこれからもありそうだが、ポスター発表は学生の参加が多く、今後の核データ活動を活発化するためにもできるだけ受け入れられるように願いたい。2) 予算上の制約から、研究会報告書の発行部数や頁数の削減が余儀なくされた。しかし、報告書の仕上がりに期待する発表者も多いはずであり、今後とも研究会をより良く続けるためにも、今回の措置が非常事態であることを

願わずにいられない。3) テーマ選定に対して、先端科学ものばかりなく、メーカー技術者も出席し易い原子力技術関連テーマもという要望が出ていた。今回は、JENDL-3.2の積分テストや炉物理実験など、従来原子力エネルギーの人にも関心の高いテーマもバランス良く入れられたと思われる。これからも、そうした配慮も必要であろう。4) セッションにより参加者の数の増減がやや目立ったようである。残念ながら初日の国際セッションは、時間が早いのと英語が災いしたのか、空席が目立った。満遍なく出席者を引き留めるためには、工夫がいろいろである。5) 発表者から英文で書いたOHP原稿を使って日本語で講演するのはやりづらいとの感想があった。海外からの出席者も定着してきている。また、日本人といえども英語に堪能な人も増えているので、講演ぐらひは日本語に限定する必要は無いかもしれない。アジア地域センター化を目指すためにも、検討の必要がある。6) 今回は、QMD理論による核反応のアニメーション、JHPやIFMIFなどの新しい装置の計画、さらには格子内核融合の提案など、新しい動きを感じさせるものが多数あり、それなりに印象深いものがあったと言うのが感想である。7) 今年度提案があったものの、講師の都合や時期早尚などの理由で採用されなかったテーマとして、原子炉での遅発中性子の割合 β_{eff} の測定、放医研HIMACでの重粒子ビームの応用、光核反応核データ評価、原研タンデムブースター、核研、理研等の新しい施設と実験、半導体のドーピング、中性子ラジオグラフィなどが挙げられた。今後の参考になればと思う。この研究会が核データ研究活動を鼓舞でき、それがまた核データ研究会の一層の発展に繋がることを期待したい。

不測の報告書削減に伴う対応に混乱を多少生じたが、バスの配車もでき、ほほうまく行ったと思われる。点数をつけると90点以上の高得点が頂けそうである。これは、ひとえに、企画段階で研究会準備委員や運営委員諸兄氏が知恵を絞っていただいたこと、また、発表に対する講師や座長の方々の準備や心配り、発表者の周到な準備、さらには質疑応答に積極的に加わって頂いた出席者の皆様のおかげである。特に、核データセンターや原子炉工学部事務室の方々には、裏方として運営面で大変なお骨折りを頂いた。茲に紙面を借りて深く感謝申し上げる次第である。

表1 1994年核データ研究会プログラム

11月17日(木)

1. 開会の辞 (9:45~9:55) (原研) 吉田 弘幸
2. トピックス-1 (9:55~11:55)
 - バングラディッシュ原子力研究所の核データ研究(30) (INST) N. I. Molla
 - BROND その他のためのアクチニドの核データ評価(30) (RPCPI) V. M. Maslov
 - 1 MeV から 2 GeV までの重核の中性子及び陽子核データ計算 (30) (原研) V. Konshin
 - 中性子ビーム中の高分解能ガンマ線スペクトルスコピーによるアクチニド核種の非弾性散乱反応の研究 (30) (KRI) A. A. Filatenkov
3. JENDL-3.2 の積分テスト-1 (13:00~15:00)
 - 軽水炉及び高速炉に関する JENDL-3.2 のベンチマークテスト (60) (原研) 高野 秀機
 - FCA における ^{238}U 中性子捕獲率と ^{239}Pu 核分裂率の比の測定と解析 (30) (原研) 桜井 健
4. JENDL-3.2 の積分テスト-2 (14:30~16:15)
 - 常陽での JENDL トリプティクスの使用経験 (30) (動燃) 鈴木 惣十
 - 核融合炉と遮蔽に関する JENDL-3.2 の積分テスト (60) (原研) 大山 幸夫
5. 核反応理論 (16:15~18:00)
 - 核反応の量子論と統計論 (60) (九大) 河合 光路
 - 量子論的分子動力学法による核子・原子核反応過程の解析 (45) (原研) 千葉 敏
- <懇親会> (18:15~20:15)

11月18日(金)

6. ポスターセッション (34件) (9:10~11:10)
7. トピックス-2 (11:10~11:55)
 - ^{239}Pu 熱中性子核分裂における $\nu(m^*)$ の測定 (45) (京大) 西尾 勝久
8. 新分野からの核データニーズ: 材料研究
 - 冷中子の生成とその応用 (60) (高研) 古坂 道弘
 - 材料の照射損傷研究 (60) (東大) 関村 直人
9. トピックス-3 (15:00~16:20)
 - 核融合炉材料照射試験装置 IFMIF 計画 (50) (原研) 野田 健治
 - わが国の核構造核データ評価活動 (30) (データ工学) 喜多尾憲助
10. 閉会の辞 (16:20~16:35) (阪大) 高橋 亮人