

ND2010

(3) 理論関連

九州大学

渡辺 幸信

watanabe@ees.kyushu-u.ac.jp

Los Alamos National Laboratory

河野 俊彦

kawano@lanl.gov

核データの国際会議は内容が多岐にわたることから、モデル計算・理論に関する発表がそのまま理論のセッションだけに収まるわけではない。例えば、中性子捕獲反応に関連する光強度関数や、重核データの中心的存在でもある核分裂に関しては、特別なセッションが設けられていたし、評価のセッションにも理論として紹介すべき発表も含まれていた。ここでは重複を避ける意味と、発表タイトルの羅列はしたくないという理由から、特に執筆者（渡辺、河野）の注意を引いたものを速報として紹介する。

Nuclear Reaction Models I のセッションは、手前味噌であるが、まず私（河野、LANL）の Monte Carlo 法を用いた統計模型計算の発表によって始められた。これは統計崩壊での粒子や γ 線放出の相関を求めるもので、実験そのものを模擬するような計算を行う。Duarte 氏 (CEA) は、CEA の INC コード BRIC の開発について発表を行い、特に重陽子の Breakup の取扱いが改善されていることを報告した。多くの模型計算コードでは複合粒子入射反応計算に問題がある場合が多く、核融合や医療用データで問題になっている。複合粒子が関連する反応は、理論計算における今後のチャレンジの一つである。山本氏（北見工）は、天体核物理に於いて重要な酸素に対する核子捕獲反応を微視的に記述する試みについての発表を行った。 ^{17}O は安定核であるが、存在比が極めて低く (0.038 %)、中性子捕獲断面積の評価は理論計算の精度に大きく依存する。

光強度関数のセッションでは、Becvar 氏 (Charles U. Prague) による強度関数の詳細なレビューがあった。ここ数年問題が取り沙汰されている強度関数の低エネルギー領域で

の奇妙な振る舞いについて、彼ははっきりと「ありえない」と言切ったのが印象的であった。Becvar 氏等のグループは DICEBOX という複合核からの γ 線カスケードを追うコードで知られているが、Guerrero 氏 (CIEMAT) 等も DECAYGEN という、おそらく似た機能のコードを持っているようである。

Nuclear Reaction Models III のセッションでは、PHITS コードと INC モデル計算コードの最近の進展に関する発表があった。まず、PHITS コードの開発者の 1 人である仁井田氏 (RIST) の講演では、核データを使用するイベントジェネレータモデルが紹介され、細胞や高集積 LSI のような微小領域へのイベント毎のエネルギー付与計算に対する有効性が議論された。Leray 女史 (Saclay) は、INC モデル+統計崩壊モデル計算で軽荷電粒子 (質量数 2 から 4) と中間質量フラグメント (IMF) 生成の改善を図った最近の取り組みについて発表した。INC 計算に表面合体 (surface coalescence) モデルを組み込むことで、核子入射反応からの高エネルギー軽荷電粒子生成の DDX をよく再現できることを示した。彼女等の最新コードは INCL4.5 (INC コード) +ABLA07 (統計崩壊コード) で構成されており、近く MCNPX に実装される予定とのこと。魚住氏 (九大) も、Leray 女史と同様に INC 過程からの軽荷電粒子放出の記述を改善するための試みについて発表した。表面合体モデルと核内の preformed クラスターの knock-on 過程を現象論的に取り扱う手法を導入し、高エネルギー軽荷電粒子生成の DDX 計算に適用し改善が得られることを示した。さらに、INC モデルの核子運動方程式に確率論的な揺らぎの項を追加して波動的な運動を現象論的に模擬する手法も紹介した。

核分裂に関するセッションでは、まず Talou 氏 (LANL) が核分裂に関する現状をモデルのパッチワークと表現している。断面積やエネルギースペクトル等、核データに非常に重要な物理量が並ぶ核分裂現象であるが、全てを統一的に扱う信頼できる手法は、今のところ存在しない。即発核分裂中性子スペクトルを Monte Carlo 法を用いて計算する比較的新しい手法は、Talou 氏 (LANL) と Vogt 氏 (LLNL) によって報告されている。核分裂片の崩壊を追跡する言わば総和計算であるが、種々のパラメータの数値をいかに押さえるかがポイントとなっている。核分裂断面積については、パッチワーク状況を改善する試みが Goriely 氏 (U. Libre de Bruxelles) によって報告されている。Hartree-Fock 計算に基づいて核分裂障壁や準位密度を統一的に計算しようとするものであるが、微視的と言う割にはあれこれと補正が入っているようである。

Nuclear Reaction Models V セッションでは、前平衡反応理論と重陽子に代表される複合粒子入射反応理論計算について報告があった。まず、前平衡反応の量子力学的理論である Tamura-Udagawa-Lenske 理論の提唱者の 1 人である宇田川氏 (Texas U.) が初めて核デ

一タ国際会議に招待され、TUL 理論に 3 つの近似 (on-shell 近似、leading particle 近似、中間状態の歪曲波の境界条件に対する近似) を課すことで、FKK 理論の公式を導出可能となる話と、複合粒子入射における breakup-fusion 過程の理論についての解説がなされた。breakup-fusion 理論では、移行核子が標的核の束縛状態と連続状態へ捕獲される stripping 過程を統一的に取り扱うことが可能となり、今後の重陽子核データ評価への応用が期待される。Avrigneanu 女史 (IFIN-HH) は(d,p)や(d,n)反応による放射化断面積計算について報告し、入射重陽子チャンネルの光学ポテンシャルの決定、stripping 反応の DWBA 計算や重陽子の分解反応の現象論的取り扱いについて説明し、これらの要素が重陽子による放射化断面積計算に重要であることを示した。Ye 氏 (IAPCM) は重陽子入射反応からの核子放出過程に着目し、弾性分解過程を CDCC で厳密に扱い、非弾性分解過程をグラウバーモデルを適用する計算手法を提案し、主に広い質量数の標的核に対する 100 MeV(d, xp) 反応の DDX データの解析結果を報告した。標的の原子番号が増加するにつれて最前方放出では Coulomb 弾性分解が重要となることを明らかにし、この理論モデルの枠組みで前方角に見られる大きなバンプ構造を持ったエネルギー分布をうまく説明できることを示した。

最終日、Theoretical Studies と名付けられたセッションが設けられた。Hilaire 氏 (CEA) による準位密度に関する研究の招待講演と、Lee 氏 (Sejong U.) によるチャンネル結合法を用いた Sn の光学モデル計算は、核データの会議としては馴染み深いものであったが、続く 2 件はある意味異色の講演であった。すなわち、Park 氏 (Sungkyunkwan U.) の Effective Field Theory による連続状態まで含む少数多体系計算、Yoon 氏 (Seoul National U.) による Λ - Λ ポテンシャルの研究である。核データに対する需要が広範囲に拡散すれば、それに呼応して核データ理論研究がカバーする範囲も広くなると感じた次第。