

話 題

1. 英国の核データの動向

坂島 勉 (原研)

筆者は日英高速炉協力協定にもとづいて1年間UKAEAウインフリス研究所高速炉物理部に滞在し、5月帰国したが、この間に知り得た英国の断面横関係の全般的な様子を述べてみたいと思う。

1. UKNDLの概要

UK Nuclear Data Library (UKNDL) は ENDF/B や KEDAK とともに最も整備された核データライブラリーとして知られているが最新のものには 91 ファイルからなり 3 巻のテープに入っている。その他に FP のテープ (78 核種, σ_c のみ, 0.0001 eV - 10 MeV), Photon 断面のテープ (26 物質, 全断面, 光電, コンプトン, 電子対生成の各断面, 10 KeV - 20 MeV) がある。又, 新ファイルが出来て旧くなつてしまつたものを集めた Archival Data Tape もある。それから U, Pu の 25 KeV 以下の断面を 12.5 万点のエネルギーメッシュで Point-wise に表わした GENEX テープも NDL の一部として考えられている。これは $300^\circ, 900^\circ, 1500^\circ, 2100^\circ$ K の温度に対してテープが作られている。精度については問題があるにしても原子力関係で必要とする核データは数年前からすべて UKNDL に含まれている。ENDF/B ではパラメータ表示を多く用いているのに対し UKNDL の特徴は徹底的に Point-wise な表示をとつていることである。共鳴領域の断面に対してだけでなく散乱の角度分布, 2 次中性子のエネルギー分布等すべてについて一貫して Point-wise な表示方法をとつている。これはその後の処理をより直接的, 機械的に行なおうという思想から来ていると思われる。

UKNDL は今までに 1967 年 1 月と 1968 年 2 月にウインフリスから ENEA の NDCC (サクレー) に送られた。したがつて現在 UK ファイルと称して英国以外で使われているのは 1968 年 2 回のものである。次回の NDCC への release はごく近い将来行なわれる予定で筆者の帰国時その準備が行なわれていた。筆者は NDCC へ送られるものと同じ最新の UKNDL テープをもちつて来たので日本では一足先にこれを利用出来ることになる。1967 年 1 月と 68 年 2 月のものについては夫々ウインフリスレポート AEEW-M802 および 824 にその内容が書かれているが今回のものについてはまだレポートが準備中である。一般に UKNDL の増補改訂のひん度はかなり高い。1968 年 2 月のも (全 89 ファイル) を 67 年 1 月のも (全 83 ファイル) と比かくすると 89 のうち 33 ファイルがその 1 年間に入つて来た新ファイルである。又今回のものは全部で 91 ファイルあるうち 31 ファイルが 1968 年 2 月以降つくられたものである。テープに入っているファイルの総数はここ数年あまり増えていないので, 古いものはどんどん

Archival Tape に移されてしまつたわけである。新ファイルが出来るとその都度テープの改訂を行なつている。したがつて現在日本でUKファイルと称しているものと英国で使われているものとはかなり違ふことが分る。今回のものに含まれている新ファイルのうち主なものを挙げるとPu-240 (DFN(Data File No.)77), U-238(>10KeV, DFN76), Fe(DFN91), C(DFN68), Au-197(DFN241), B-10(DFN90) 等がある。B-10の新ファイルは筆者が滞在中に作つたものである。

このようにUKNDLは新陳代謝がはげしく、これを改良維持していくためにはかなりの労力が必要。現在UKNDLの整備、維持はウインフリス研究所高速炉物理部の Nuclear Data Group で行なつているが、グループリーダーのJ. Story 氏の下には2人のスタッフしかいない。したがつて新陳代謝のはげしいデータファイル作成は多くの外部の人の協力によつて行なわれている。とくに最近ではオールダーマストンやハーウエルの実際に測定をやつている人たちが、ある期間 evaluation work もやるようになって来ている。又、ENDF/B等からの conversion や外国での evaluation work にもとづいてのファイル作成も多い。しかし ENDF/BやKEDAKをそのまま使用しようということとは考えられていない。

2. 高速炉物理と核データ

250MWE高速原型炉PFRが建設中であり、又商業用高速炉CFRの設計研究が進められているので現在はこれらの炉の諸特性を要求された精度で予測することに努力が集中されている。高速炉の核計算のためには3年程前まではANLのYOM断面積セットを低エネルギー側へ延長した33群のFD-2セットが使われていた。大型高速炉に適した英国独自の炉定数を作ろうと、当時のUKNDLからFine Group Library FGL-3が作られた。それを基にして群定数セットFD-3が作られたがしかしこれらはPu炉心の臨界性を8%も低く見積つた。又、実験値にくらべてPu-239/U-235分裂比を過小評価しU-238 capture/U-235 fission比を過大評価した。この様にほとんど使いものにならないことが明らかになつたので、積分実験値を考慮してU-238の捕獲断面積とPu-239の分裂および捕獲断面積の再評価が行なわれた。その結果40KeV以下でのU-238の捕獲断面積が下げられ、25KeV以上でのPu-239の分裂および捕獲断面積が上げられた。これらの変更をもとにFGL-4(2176群)が作られ、又これを大型炉のスペクトルで平均して求めた35群の群定数セットFD-4が作られた。これは2年程前のことである。現在英国における標準的な核計算の方法はFGL-4からセル計算コードMURALにより微細なスペクトルを計算して炉心毎に37群の群定数を作成しこれを用いて原子

炉計算を行なうというやり方である。ただし、サーベイ計算には前記FD-4が使われている。

しかし問題はこれらの断面積を用いてもまだPFRやCFRの諸特性を要求されている精度で予測することが出来ないということである。臨界性、増殖率、 λ 係数等主な量についてみても要求されている精度より数倍悪い精度でしか予測出来ない。FD-3で失敗した3年前より炉物理側では、近い将来微分断面積の精度が飛躍的に向上して炉側の要求を満たすとはとても考えられないという結論を出し問題を解決するため臨界実験装置による積分実験から断面積の修正を系統的に行なおうという計画をスタートさせた。以来ウインフリスにある臨界実験装置ZEBRAではこの目的のため $K_{\infty}=1$ の組成を持つ炉心(zero leakage core, 8シリーズ炉心)を組み中性子の炉心からの漏洩にもとづく不確定さを無くして諸断面積のチェックや修正のための高精度のデータをとつている。断面積の修正には臨界性、反応率、中性子スペクトルの実験を使つている。ZEBRA以外にもZPR-IIIやVERA等の信頼出来るデータを多数採用している。これらの積分量の実験値と計算値が最小2乗フィットするように断面積(減速、輸送、捕獲、分裂の各断面積および ρ の値)を修正している。エネルギーは5群で扱つていたが最近では10群に拡張している。修正された核種は11核種、炉心構成物質はすべて含まれている。

積分実験により断面積を修正するという点についてはいろいろ批判があるが、炉側の人たちの考えは、これによつて個々の核種の真の断面積を得ようということではなくあくまで原子炉の諸特性を精度良く予測出来るということが最優先の第1目標であり何よりも必要なことであるという点につきる。したがつて修正された断面積は個々ではあまり重要な意味を持たず全体のセットとしていちじるしい改良になつてると云つている。実際、修正された断面積による積分量は実験値との差が数分の一に縮まつている。断面積の修正量の大きさについて云うと、修正量が推定される微分断面積の誤差(標準偏差)の2倍を超えているのは高エネルギー側での炭素の減速断面積だけである。いくつかの断面積($U-235$ $Pu-239$ の σ_f および ρ , $U-238$ の σ_{tr} , C の1群以外の減速断面積, Fe の σ_{tr} および σ_c)が標準偏差の1~1.5倍の範囲で修正された。残りの断面積は標準偏差以下の修正にとどまつている。したがつてこれらの修正は物理的にも許容し得る範囲内だとしている。これらの結果をとり入れてFine Group Library FGL-5が作られつつある。

以上述べて来たようにUKNDLと高速炉物理との関係は炉側が勝手に独走したような感じになつているが、これはプロジェクトの要求がかなり急であるからである。高速炉物理ワーキンググループ(FRPWG)、核データファイルワーキンググループ(NDFWG)という委員会が夫々月1回程度開かれていて問題点を検討したり要求を出したりして英国の高速炉物理および核データ関

係の方向づけを行なっている。両方の委員を兼ねている人も多く両者の間の連絡は一般にはよく行なわれている感じである。

英国では原子炉計算のための核データ、炉定数はあくまで英国独自のものを作りあげておくことを考えていて他国のデータファイルや断面積セットにはあまり関心を示していない。余談になるが、筆者が滞在中 ABBN 群定数の本が必要になつて図書館をはじめいろいろさがし回つたが無かつたため外部の lending Library から借りてもらつたことがある。英国では ABBN セットで計算した人も居ないし、又それについて云々しても彼らは全然興味を示さない。逆に日本では ABBN セットを使つたことがない者は炉物理屋ではないように云われたりしたものである。最近では JAERI-FAST セットが出来て使われるようになつたが、さらに微分データのファイルまで日本独自のものが完備される日が早く来ることを願つてやまない。