

話 題 (そのⅡ)

NNDC (BNL) 主催 「熱中性子炉ベンチマーク計算
技術結果及び応用のセミナー」 に出席して

原研 土 橋 敬一郎

1982年5月17～18日にBNLで開催された上記セミナーに出席する機会を得た。原研では筆者を含めて熱中性子炉体系標準コードシステムの開発整備を行っており、最近「SRACによるベンチマーク計算」と題してJAERI-Mリポートを刊行したばかりであり、このセミナーは欧米諸国での最近の動向を知るにはまたとない機会である。

このセミナーの目的は、冒頭のOzer (EPRI) による Introduction を要約すると、「今はENDF/B-Vの利用が普及した時期にあり、かつ従来は群定数の処理や原子炉の幾何学的形状の取り扱いの近似からもたらされた不明確さが、最近のSAM, VIM等の連続的なエネルギー点の断面積を使用するダイレクトモンテカルロコードの利用によって取り除かれたため、中性子断面積ファイルと積分実験データを直接対比することが可能になった。今後、新規の原子炉の建設が困難になり、現有炉の効率を上げたり、燃焼時間を長くとする必要性から、一層精度のよいデータや計算手法が要求される。このセミナーで明確にされたENDF/B-Vの評価を既に始まっているB-Vへ反映させたい。」とのことである。

セミナーは12ヶ国から64名(国内49名)が参加し24件の発表が行われた。日本からはNAIGの水田氏によりRICM-2コード(断面積を連続エネルギー点で扱って、二領域格子を衝突確率法で共鳴積分を計算するコード)を用いて鋭い共鳴をもつFP諸核種と ^{238}U との共鳴の overlapping 効果が発表され、注目をあびたが共鳴積分の計算としてI.R法或いはZUTのような Resolved resonance を対象にした方法のみを考えている人々が多いことが議論の中で明らかになった。

我々が注目するB-Vのデータのうち熱中性子データは、積分実験の結果を考慮しないで、生データの Least Square Fitting で得られたもので、古典的な Westcott parameter が measure として用いられている。 ^{235}U 及び ^{239}Pu 、 ^{241}Pu の ν value がB-Vのそれに比べて1%近くも大きな値が与えられている。 ^{235}U の断面積のエネルギー依存性から言えば0.15eVを中心として η -value が持ち上げられている。また、 ^{235}U 及び ^{239}Pu の fission neutron spectrum が硬化し、その結果高速中性子の漏洩が増える反面 ^{238}U の fast fission が増大す

る結果が得られることが予想される。

B-Vのデータを用いたベンチマークテストにはTRX-1(1.3%濃縮, Uメタル tight lattice) TRX-2(同じく, loose lattice), B&W(UO₂) B&W(MO₂)等の炉心における k_{∞} , ρ_{28} , δ_{28} , δ_{25} , c^* , k_{eff} がいろいろのモンテカルロコード, 多群コード, 設計コードによって共通にとりあげられており, paper callには広範囲のテーマが謳われているが, B-Vの検証には予め打ち合わせが行われていたように思われる。

B-VによるU系の k_{eff} のpredictionでは漏洩の大きな炉心(濃縮度の高い)では最高+1%, 逆に漏洩の小さい炉心では-1%と低い値を示していたがB-Vによるとその傾向が改善されていることが, 一様に指摘された。また, ρ_{28} についてはいずれもover predictionが指摘された。Hellstrandの共鳴積分実験(1966)の解析では約3%ものover predictionが指摘された。

ベンチマーク計算の結果は²³⁸U captureを除いてはいずれもB-VはB-Nより良いpredictionを与えると結論しているが, 一方, Puの濃い体系では依然over predictionを与え, また, CINDERという燃焼計算コードによる4 cycle燃焼後のBWR燃料の解析は²³⁹Puで4%, ²⁴¹Am及び²⁴³Amで30~50%の過大誤差を生じることが指摘された。

このセミナーで議論の対象のうち目立ったことの一つは未だに²³⁸Uの共鳴積分の計算であり, 中でもCEAから提起されたUO₂のBinding effectであり, その指摘によれば, 常温で1%の減少, 運転温度では効果が少ないことからDoppler effectでは+15%もの効果をもつというもので, 疑いをもったコメントも出された。

設計コードについては, XSDRNPMやEPRICコードの改良の発表があったが, Dancoff factorにcladdingの効果を入れる, Bell factorの改良, IR法にgroup dependentを導入, ¹⁶Oのshieldingを入れること等で, predictionに改良を見たという発表があったが, 我々が開発中のSRACには当然それ以上の配慮があり, SRACのレベルに比べて, かなり幼稚であるとの印象を受けた。

その反面, 検証のためのDirect Monte Carloコードが独立にいくつも開発されている点では日本のレベルの遅れを感じた。

変わった発表では教科書的な存在であるR.Murrayが未だに健在で, ミニコンを使ってコンピュータコードをいろいろ作成して教育用に利用しているとのことである。

初日のディナーのあとでは同じLong Islandで稼動を始めたばかりのSHOREHAMというBWRが1967年から準備して, 安全審査への対応のため期間ばかりか配線, 配管に大幅な設計変更を生じた結果, 建設費の点でも予定より250%も費やしたというTalkがあり米国での現在の

原子炉の建設の難かしさが伺われた。

以上述べたとおり、いろいろ得ることの多いセミナーであった。