

Neutron Spectroscopy with Proton-recoil Proportional
Counters by E. F. Bennett and J. Yule (ANL)
From "Neutron Standards and Flux Normalization"
-Proceedings of a Symposium held at
ANL, Oct. 21-23, 1970-

白 方 敬 章 (原研)

プロトン・リコイル比例計数管による高速炉体系内での中性子スペクトロスコピーの測定技術とデータ解析法とが述べられている。

このスペクトル測定法の適用範囲は、回路的に $n-\gamma$ の波形弁別を取り入れることにより下限は1 keV 程度まで下げられ、阻止能の大きいメタン・ガスを高圧に充填した検出器を用いることにより上限は2 MeV 程度まで上げられている。データ解析の手順は、まずプロトン分布の形で水素ガス中におけるプロトンの比電離 W の低エネルギーにおける歪が実験値を用いて補正され、次に検出器の幾何学的形状から計算されるか或は実験的に求められた単色中性子に対するResponse function を用いてWall and end effectsの影響が差し引かれる。さらにCounter end 部分の電界の歪が補正され、メタン・カウンターの場合にはCarbon-recoilの影響も差し引かれて最終的には無限媒質におけるリコイル・プロトン分布が導出される。プロトン分布 $D(E)$ と中性子スペクトル $\phi(E)$ との間には

$$\phi(E) = -\frac{1}{NT} \cdot \frac{E}{\sigma(E)} \cdot \frac{dD(E)}{dE}$$

の関係があるが、これに基づいて測定系のエネルギー分解能に相当するエネルギー幅で最小二乗法のline fitting を行うことにより $D(E)$ の微分 $\phi(E)$ を求めるという方法をとっている。

求められた $\phi(E)$ の統計誤差は一般に3 %程度であり、一方エネルギー分解能は高エネルギー側では約10 %, 1 keV 近傍では約30 %である。Fig. 9 はZPR-9のFTR-3という高速炉心集合体の中心におけるスペクトルの測定結果と、ENDF/Bを用いてMC² code で計算された超微細スペクトル(実線)とを全体の面積で規格化して比較したものである。但し計算結果は検出器のエネルギー分解能でなました結果である。この図によると、強い共鳴の付近を除けば実験結果と計算結果とが全体的によい一致を示している。この種の測定結果により、計算法の精度の良さが確認できると同時に、基礎的な核データをチェックすることもできる。

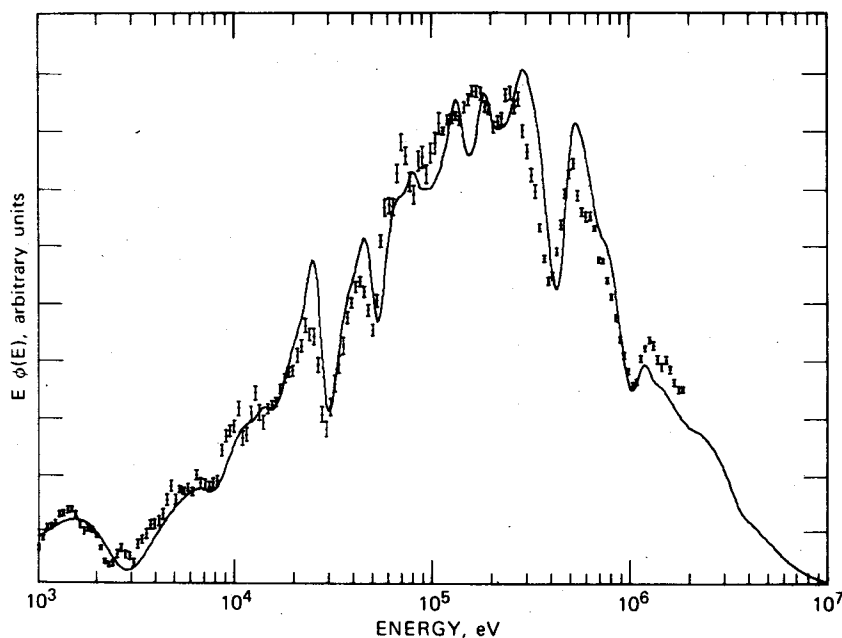


Fig. 9 Central neutron spectrum in FTR-3, a plutonium-fueled fast critical assembly.

結論として一つには、小型の円筒型プロトン・リコイル・カウンターによる炉内スペクトル測定のための必要条件としては、中性子束の等方性、測定可能範囲の上限以上のスペクトルが例えば **Fission spectrum** であるというように推定できること、中性子束に比較してガンマ線束が異常に高くない、ということである。もう一つには、ウランやプルトニウム等炉設計に重要な核種の断面積は数 MeV の領域で不確かさが小さくないが、カウンター充填ガスの阻止能を大幅に上げることにより測定範囲の上限を 2 MeV 以上に上げることが可能であろうということである。

以上がこの文献の概要であるが、核データの観点からすれば、これは原子炉による積分実験値の一つである中性子スペクトルの測定精度に関するレポートである。中性子スペクトルという物理量は炉物理的に重要な情報であることは言うまでもないが、炉内スペクトルの測定技術が向上した結果、臨界量、**Reaction rate ratio**、**Sample worth**等と同様に核データ評価の立場からも一つの積分実験値としての意味を有するようになって来ている。中性子スペクトルという量は積分実験値とは言え炉物理量の中では一番微分的性格の強いものであり、その測定精度は現状では他の炉物理量ほどよくないが、一つの実験値に含まれている情報量の多さという点では他の炉物理量に比べて桁違いに大きい。そこで各国とも高速臨界集合体実験においてはその一環としてスペクトル測定を必ずやっており、その主要な担い手となるプロトン・リコイル・スペクトロメータの開発を進めている。