

ENDF/B-IVの非弾性散乱による 2次ガンマ線生成データの問題

原研 田中 俊一, 笹本 宣雄
船研 竹内 清

最近, d-T中性子(14MeV)を線源とするスカイシャインの計算を実施した際, ENDF/B-IVのMF=13に収められているN(MAT=1275)の非弾性散乱反応による2次ガンマ線生成データに重大な問題があることがわかったので報告する。

ENDF/B-IVのMF=13の非弾性散乱反応による2次ガンマ線生成断面積; $\sigma_{n,n'\gamma}(E_i \rightarrow E_j)$ は次式によって与えられる。

$$\sigma_{n,n'\gamma}(E_i \rightarrow E_j) = \sigma_{n,n'\gamma}(E_i) \times P_{n,n'}(E_i \rightarrow E_j) \quad (1)$$

ここで,

$\sigma_{n,n'\gamma}(E_i)$: ガンマ線生成を行うエネルギー E_i の中性子の非弾性散乱反応断面積

$P_{n,n'}(E_i \rightarrow E_j)$: エネルギー E_i の中性子の非弾性散乱反応当りに放出されるエネルギー E_j のガンマ線の数 (photons/reaction)

ENDF/B-IVでは $\sigma_{n,n'\gamma}(E_r)$ はMF=3に収録されている。

ところで, ENDF/B-IVのNの2次ガンマ線生成断面積はMF=13に収録されており, これはUNC-5139¹⁾を基に作成されたとされている。Table 1はUNC-5139のNの非弾性散乱反応当りの2次ガンマ線生成率 $\sum_j P_{n,n'}(E_i \rightarrow E_j)$ である。Fig. 1は, ENDF/B-IVに与えられている2次ガンマ線生成の全断面積と, Table 1の値とMF=3の中性子の非弾性散乱反応断面積 $\sigma_{n,n'\gamma}$ とを用いて(1)式により求めた同様の値とを比較したものである。図にはUNC-5139に与えられている非弾性散乱反応断面積を用いて得た値も比較してある。これらの比較から明らかのように, それぞれには相当の差があり, 実線で示した値と一点鎖線で示した値は14MeVではファクタ3という大きな差異が生じている。

一般に, 非弾性散乱反応によって生じるガンマ線は $(n, n')p$ や $(n, n')\alpha$ といった反応がなければ, 励起レベルよりカスケードに放出される場合があるため反応当り通常1ヶ以上の放出がある。したがって, 非弾性散乱反応による2次ガンマ線生成断面積は, 中性子の非弾性散乱反応断面積より大きいとか等しくなければならない。Nの場合もこのエネルギー領域で $(n, n')p$ や $(n, n')\alpha$ といった反応がないので, この原則が当てはまらなければならないと考えられる。Fig. 2は中性子

の非弾性散乱反応断面積と ENDF/B-Ⅳ の MF=13 の 2 次ガンマ線生成断面積を比較したものであるが、11MeV 近傍から上では 2 次ガンマ線生成断面積の方が小さくなっている。このことは前述した原則に反するものであり、MF=13 のデータはかなり過少評価であるということを暗示するものである。

N の非弾性散乱反応による 2 次ガンマ線は d-T 核融合炉や d-T 加速器のスカイシャインに影響するため重要である。O についても N のようなことが認められており、他の核種にもこうした問題があることが懸念される。特に、核融合炉や高速炉の炉心近傍でのガンマ線発熱は炉工学的に重要な問題であることを考えると ENDF/B-Ⅳ の 2 次ガンマ線生成断面積と中性子の断面積の間に見られるエネルギー収支の矛盾は深刻であり、こうした点での再評価が早急に行われなければならないものと考えられる。

参考文献

- 1) J. H. Ray et al. : "Neutron cross sections of nitrogen, oxygen, aluminum, silicon, iron, deuterium and beryllium", UNC-5139 (1965)

Table 1 Number of Photons Emitted per Inelastic
Reaction of Neutrons with Nitrogen (UNC-5139)

E_i (MeV)	$P_{n,n'}(E_i \rightarrow E_j)$	E_i (MeV)	$P_{n,n'}(E_i \rightarrow E_j)$
1.802+01	1.764	8.10 +00	1.390
1.71	1.703	7.70	1.397
1.63	1.674	7.33	1.410
1.55	1.632	6.97	1.509
1.475	1.595	6.33	1.404
1.40	1.557	6.30	1.487
1.33	1.524	6.00	1.527
1.27	1.497	5.70	1.573
1.21	1.471	5.65	1.629
1.15	1.449	5.60	1.624
1.09	1.428	5.50	1.624
1.04	1.414	5.40	1.642
9.89 +00	1.403	5.25	1.701
9.41	1.402	5.10	1.933
8.95	1.389	5.05	1.940
8.51	1.388	4.80	1.940

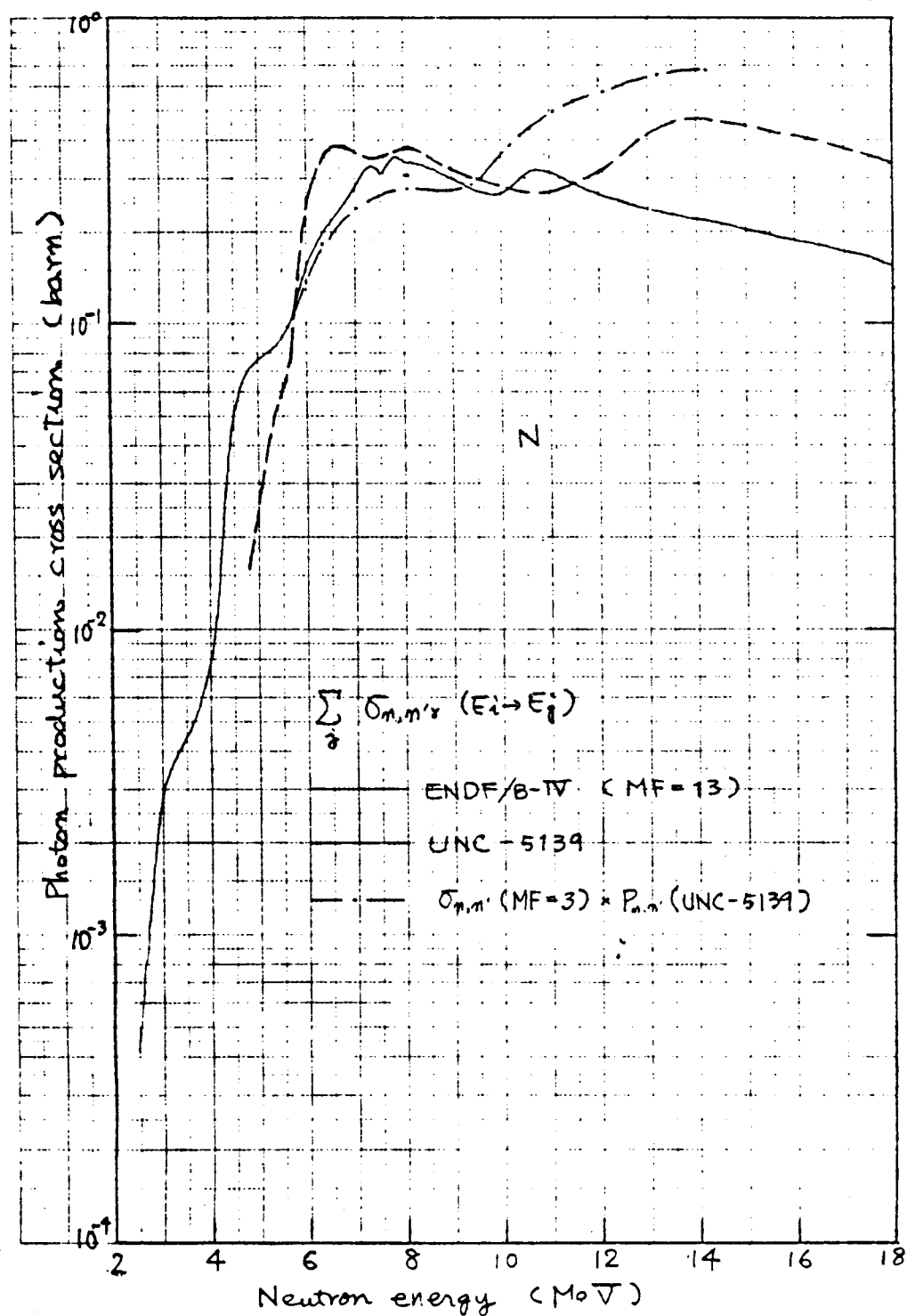


Fig. 1

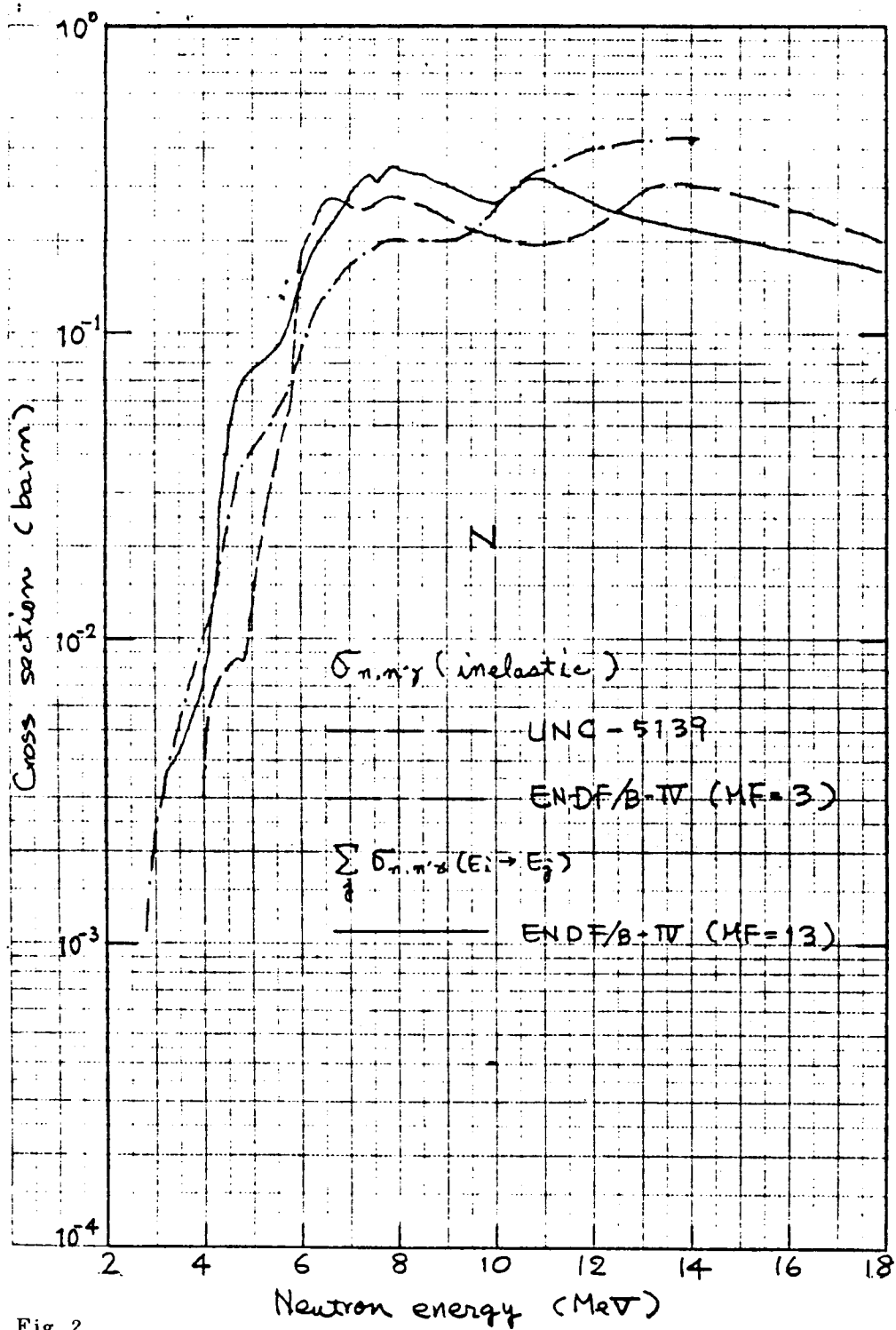


Fig. 2