

JNDC-V2 FP 核データライブラリーについて

名古屋大学大学院工学研究科

匂坂 充行、親松 和浩

e-mail : sagi@luna.nucl.nagoya-u.ac.jp

oyak@luna.nucl.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

1990年に公開された JNDC FP 核データライブラリーの第2版[1] (以下 JNDC-V2)には、不安定核 1078 核種、安定核 149 核種の核分裂収率データ及び崩壊データが与えられている。JNDC-V2 は、核分裂後の崩壊熱評価のために作成されたライブラリーであるが、遅発中性子放出数なども計算することができる汎用性をもっている。

当研究室で総和計算を行うにあたって、JNDC-V2 に与えられた崩壊の分岐比を調べたところ、いくつか矛盾を生じているデータが見つかった。これらは直ちに崩壊熱計算値に大きな影響を及ぼすものではないが、ライブラリーの完全性を期すためには修正の必要があるので、ここで報告する。

2. 問題があると思われる FP 核種

(1) 分岐比合計が1にならない FP 核種

ある核種の崩壊形式が複数存在する場合、各々の崩壊形式への分岐比が定義される。JNDC-V2 では、分岐比の合計は1に規格化されている。ところが、分岐比の合計が1にならない核種が11核種あることがわかった(表1)。この場合、核分裂後のFP核種の総生成量が増減してしまう。参考のため、Table of Isotopes (第8版)に記載されている分岐比を合わせて示した。また、当研究室で FPGS90 コード[2]を用いて計算を行う際に、どのように処理しているかも合わせて示した。

分岐比の合計が1にならない核種のうち、6核種については、 β' と β の両方の崩壊形式があるFP核種であり、 β -崩壊の娘核種が JNDC-V2 に収められていないために、分岐がなくなっている(図1)。当研究室では、この部分はオリジナルのまま計算を行っている。

^{100}mY の崩壊形式は、JNDC-V2 では遅発中性子放出をして基底状態になるものが2種類存在している。また、 ^{100}mY の分岐比合計は1に満たない。これらについては、データを取録する際になんらかのミスがあったのかも知れない。

まるめ誤差によるものと思われる1核種(^{141}Rh)、原因のよくわからない2核種(^{102}Rh , ^{135}Sn)については、当研究室では分岐比合計が1になるように規格化したうえで計算を行っている。

(2) (n, γ)反応の親核種が存在しないFP核種

^{130}Ba は、JNDC-V2の崩壊チェーンでは(n, γ)反応をするが、中性子反応断面積が与えられていない。そのため、有限照射時にはこの(n, γ)反応は考慮されないことになる。

(3) 分岐比が与えられていないFP核種

^{129}Sb は、平均崩壊エネルギーと崩壊定数が与えられているが、崩壊形式が与えられていない。この核種を含む崩壊チェーンは、修正の必要がある。FPGS90コードによる崩壊熱計算では、崩壊しても行き先がないFP核種は計算上消失するようになっている。このことは、この核種の下流にある核種の生成量に影響を及ぼす。参考のため、アメリカのENDF/B-VIライブラリー[3]、欧州のJEF2.2ライブラリー[4]に収められた、 ^{129}Sb 付近の崩壊チェーンを図に示した(図2,3,4)。当研究室では、図5のように崩壊チェーンを変更して計算を行っている。

3.まとめ

今回わかった矛盾を修正した上での崩壊熱計算は、 $^{235}\text{U}(f)$ の場合でオリジナルのJNDC-V2による計算結果と比べ、 β , γ とも最大で0.1%弱の差を生じる(図6)。また、FP核種の総生成量を見ると、オリジナルのJNDC-V2の計算では0.1%程度が計算上消失する(図7)。この差は、主に ^{129}Sb の分岐比の修正による。

参考文献

- [1] K.Tasaka et.al.; JNDC Nuclear Data Library of Fission Products - Second Version -,JAERI 1320 (1990).
- [2] 井原 均、片倉純一、中川庸雄; 放射性核種の生成・崩壊量、崩壊熱及び γ 線スペクトル計算コード -FPGS90-,JAERI-Data/Code 95-014(1995).
- [3] K.Katakra and T.R.England; Augmentation of ENDF/B Fission Product Gamma-Ray Spectra by Calculated Spectra ,LA-12125-MS (1991).
- [4] OECD/NEA; JEF-2.2 RADIOACTIVE DECAY DATA , JEF Report 13 (1994).

表1 JNDC-V2において分岐比合計が1にならないFP核種

Fission Products	Decay Type	Branching Ratio	Table of Isotopes(8th edition)	修正方法
⁷⁸ ₃₅ Br	β+,EC	9.99900E-01	$P(\beta^-) < 0.0001$	規格化しない
	(sum)	9.99900E-01	$P(\beta+, EC) > 0.9999$	
¹⁰⁰ ₃₈ Sr	d.n.	7.30000E-03	$P(d.n.) = 0.0073$	$P(\beta^-) = 0.9927$ に変更
	β-	9.67000E-01	$P(\beta^-) = 0.9927$	
	(sum)	9.74300E-01		
¹⁰⁰ ₃₉ Y	β-	9.99190E-01	$P(\beta^-) = 0.9919$	$P(d.n.) = 0.021$ を削除
	d.n.	8.10000E-03	$P(d.n.) = 0.0081$	
	d.n.	2.10000E-02		
	(sum)	1.02100E+00		
¹⁰⁰ _{39m} Y	β-	9.77000E-01	$P(\beta^-) = 1.0000$	$P(\beta^-) = 1.0000$ に変更
	(sum)	9.77000E-01		
¹⁰² _{45m} Rh	β-	1.88000E-01	メタ核種の エネルギーレベルが JNDC-V2と異なる	規格化する
	β+,EC	8.12000E-01		
	IT	7.00000E-04		
	(sum)	1.00070E+00		
¹⁰⁶ ₄₇ Ag	β+,EC	9.95000E-01	$P(\beta+, EC) = 0.995$	規格化しない
	(sum)	9.95000E-01	$P(\beta^-) < 0.01$	
¹¹² ₄₉ In	β+,EC	6.00000E-01	$P(\beta+, EC) = 0.56$	規格化しない
	(sum)	6.00000E-01	$P(\beta^-) = 0.44$	
¹³⁰ ₅₅ Cs	β+,EC	9.84000E-01	$P(\beta+, EC) = 0.984$	規格化しない
	(sum)	9.84000E-01	$P(\beta^-) = 0.016$	
¹³⁵ ₅₀ Sn	β-	9.21000E-01	記載なし	$P(\beta^-) = 1.0000$ とする (規格化)
	(sum)	9.21000E-01		
¹⁴¹ ₅₃ I	β-	7.83000E-01	$P(\beta^-) = 0.787$	規格化する
	d.n.	2.17100E-01	$P(d.n.) = 0.213$	
	(sum)	1.00010E+00		
¹⁵⁰ _{63m} Eu	β+,EC	1.10000E-01	$P(\beta+, EC) = 0.11$	規格化しない
	(sum)	1.10000E-01	$P(\beta^-) = 0.89$	

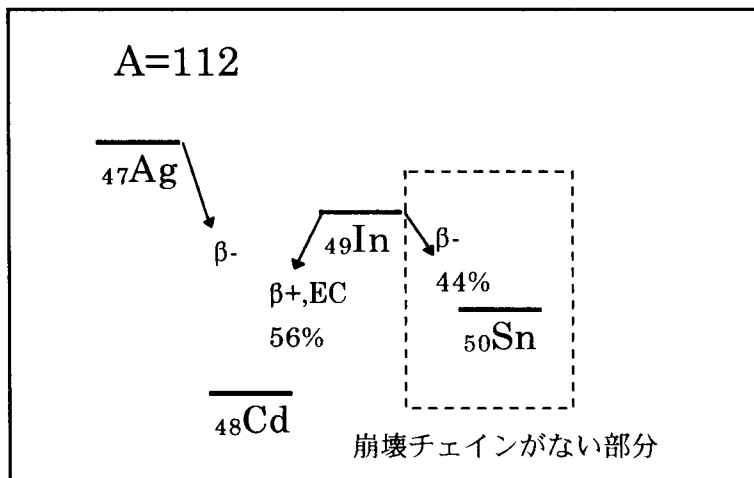


図1 分岐比が1にならない核種の例

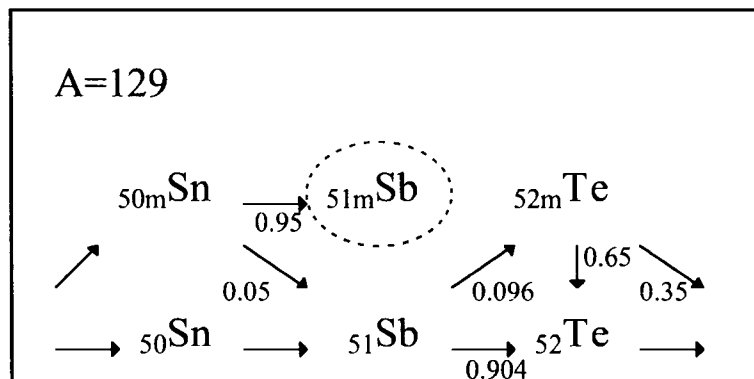


図2 JNDC-V2での ^{129m}Sb 付近の崩壊チェーン

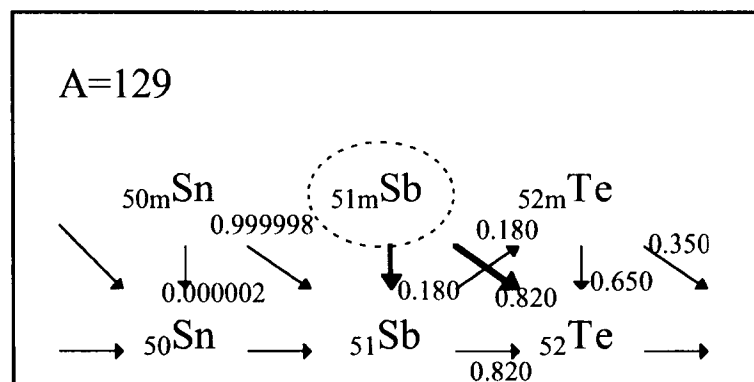


図3 JEF2.2での ^{129m}Sb 付近の崩壊チェーン

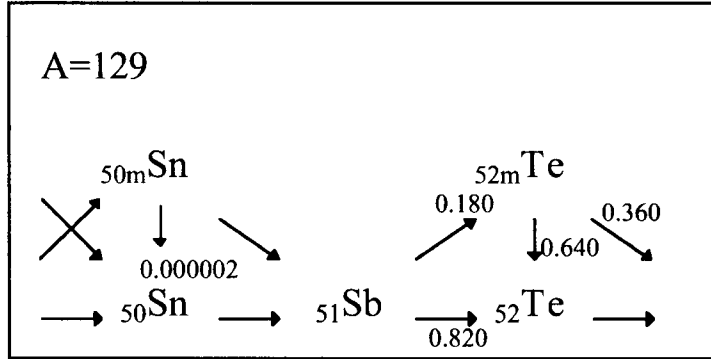


図 4 ENDF/B-VI での ^{129}Sb 付近の崩壊チェーン

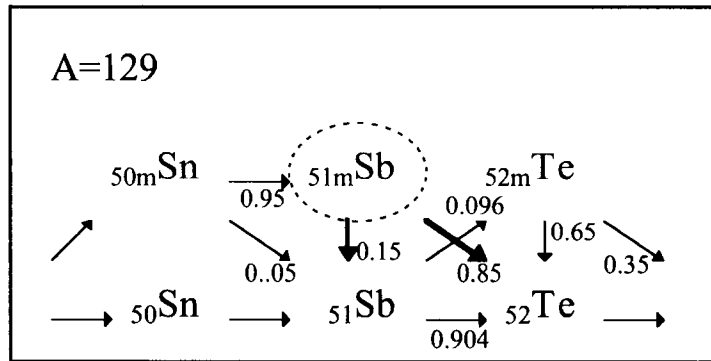


図 5 当研究室で用いている JNDC-V2 の ^{129m}Sb 付近の崩壊チェーン

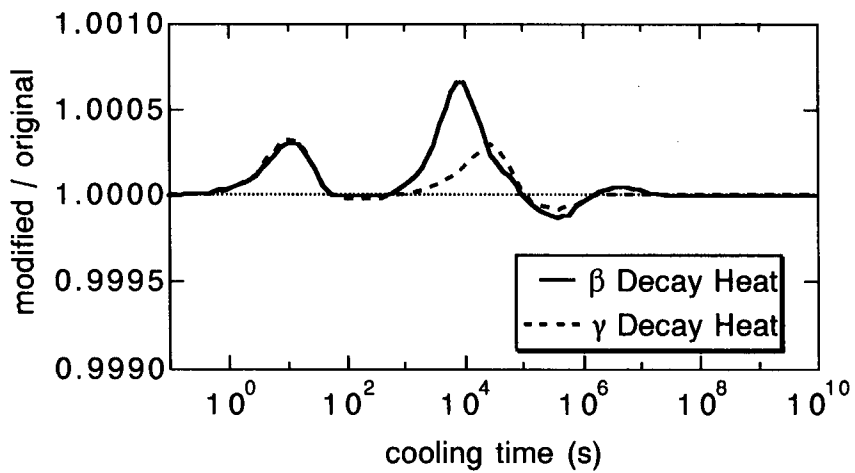


図 6 ライブラリーの修正による $^{235}\text{U}(f)$ の崩壊熱の比較

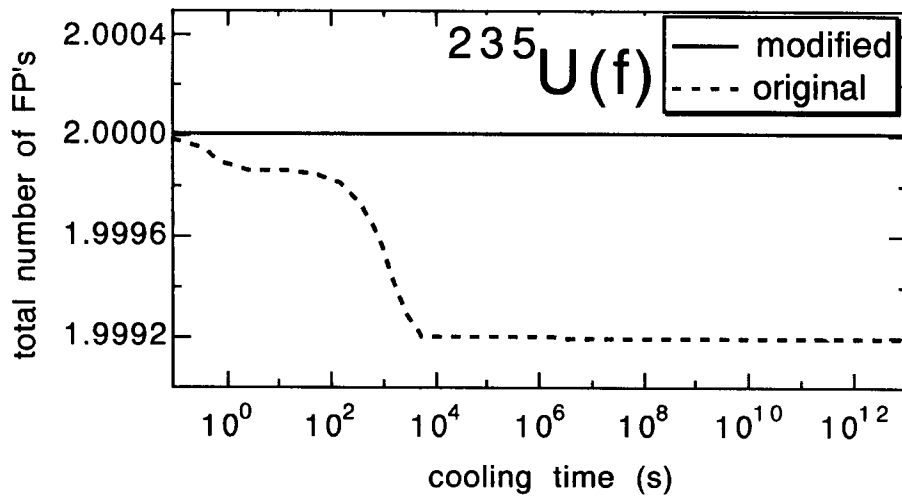


図7 JNDC-V2の修正前後でのFP核種の総生成量