

WG 活動紹介

崩壊熱評価ワーキンググループの 成果と今後の展望

武蔵工業大学

吉田 正

E-mail: yos@ph.ns.musashi-tech.ac.jp

1. 黎明期から現在へ

崩壊熱評価ワーキンググループ（以下WG）の活動紹介は1986年、1994年に行われており、今回が三回目となる。しかし、WG活動は、現在大きな節目を迎えており、次回の活動報告まで、今と同じ形態で活動しているか定かではない。そこで今回は、前回からの続報とせず、限られた誌面ではあるが、これまでの活動を概観しておきたい。

WGは、シグマ委員会の現在の主査、中嶋龍三法政大学教授をリーダーに、1970年代のはじめに創始された。シグマ委員会の中でもっとも古いワーキンググループの一つである。その後、所期の目標であった崩壊熱総和計算のための核データライブラリー、JNDC FP Decay Data Library 第2版（以下JNDC-V2）を完成、公開したのが1990年である[1]。第1版も第2版への道程であったと考えると、その完成までにほぼ20年近い歳月を要したことになる。

JNDC-V2は1078の不安定核種と149の安定核種の崩壊および核分裂収率データ、さらに166核種の中性子吸収断面積を網羅する大きなデータライブラリーである。核構造・崩壊の膨大なデータを慎重に評価し、ライブラリーに纏めあげるのは並大抵の努力では追いつかなかった筈である。完成の立役者だった田坂完二（原研/名古屋大学）、飯島俊吾（NAIG/東芝）、松本純一郎（原研）三氏はすでに鬼籍に入ってしまった。

WGの現メンバーは以下の通りであるが、データの処理を中心に大きな貢献をされた井原均氏（現在原研関西研究所）と、弥生炉での画期的な積分測定をおこないつつWGリーダー役をこなされた東京大学の秋山雅胤氏（現日立）のお名前は、WGの歴史から切り放すことはできない。

池田一三（三菱重工）、大竹巖（データ工学）、親松和浩（名大）、貝瀬與一郎（新型炉）、片倉純一（原研）、加藤敏郎（岐阜医療短大）、瑞慶覧篤（日立）、橘孝博（早大）、田原義寿（三菱重工）、中嶋龍三（法政大）、村田徹（アイテル）、山田勝美（早大）、吉田正（武蔵工大）

2. これまでの成果

JNDC-V2 は、WGの現メンバーでもある山田勝美早大名誉教授と現在ドイツ在住の高橋耕士博士が創始したベータ崩壊の大局的理論を総和計算に導入することで、総和計算と積分測定、それまでの長年にわたる不一致をほぼ一掃した[2]。この方法は、その後、米国の ENDF/B-VI でも全面的に踏襲され、米国の崩壊熱基準である ANSI/ANS-5.1-1994 にも多大な影響を与えている[3]。米国滞在等を通じ、日米間の、広範で実り多い交流の橋渡しをしたのは、現メンバーの一人である片倉純一氏（原研）である。一方、国内でも、JNDC-V2 の計算結果は、日本原子力学会により推奨値として出版され[4]、また原子力安全委員会基準部会は L O C A 解析用データの一つとしてその使用を認可している。

このような事情を背景に、JNDC-V2 の利用を円滑に進められるよう、国内でも燃料サイクル分野を中心に広く使用されている点燃焼コード ORIGEN-2 で、JENDL3.2 と JNDC-V2 に基づく計算が容易にできるようにするための努力もなされている[5],[6]。

3. 現状と課題

ご承知のように、当WGが評価の対象としているのは、FP崩壊熱である。中性子過剰核として生まれたFP（核分裂生成物）が、安定核に改変してゆく過程で放出するβ線、γ線がFP崩壊熱の正体である。従って、FP崩壊熱はβ線成分とγ線成分を持つ。図1を参照されたい。これはPu-239の瞬時照射後のγ崩壊熱を、時間経過tの関数として示したものである。（慣例に従い、崩壊熱f(t)にtをかけて表示。）冷却時間数百秒から数千秒で、計算値/実験値（弥生）間に不一致が残されている。この不一致は瞬時照射のγ線成分で顕著であり、長照射時の総崩壊熱（β線成分+γ線成分）では大幅に改善されるので、実用上は図1で印象づけられるほどは問題とはならない。しかしこれは、計算がまだ、何らかの問題を内包しているシグナルであり、その原因の解明はWGに残された課題である。

図1からも、これがJNDC-V2だけに固有の問題でないことが分かるが、図2はこの点を更に具体的に示すものである。ここでは、JNDC-V2、米国の ENDF/B-VI、フランスの JEF2.2、各計算値の積分測定（弥生および Oak Ridge）からのずれ（C-E）を滑らかにフィッティングして示してある。横軸 $\log(t)=3$ 、つまり冷却時間 1000 秒をピークに一貫した不一致が現れていることが分かる。現在WGでは、この問題をγ-ray discrepancy と呼び、その解決に取り組んでいる。その検討結果の一部はトリエステで開催された核データ国際会議で発表した[7]。

さらに、名古屋大学のグループでは、崩壊熱と遅発中性子放出率の総和計算を一貫した立場から捉え、問題点の抽出を行っている。これら成果はトリエステ会議で報告され

た[8]。大局的理論も着実に改良が加えられており[9]、WGもこれをフォローしている。

一方、動燃での Minor Actinide の崩壊熱測定に加わるため、この三月から七月にかけて日本に滞在していた CEA/Cadarache の Francois Storrer 氏とは、 γ -ray discrepancy を始めとする広範なテーマでディスカッションを重ねた。今後、崩壊熱を始め、遅発中性子、核分裂収率といった分野で、日仏間の交流を更に深め、継続的なものにして行きたいと考えており、Storrer 氏の三度にもわたるWG会合出席を快諾して頂いた、動燃の若林利夫氏、石川眞氏、CEA の Salvatores 氏、Finck 氏に、この場をかりて、深く感謝したい。

4. 今後

JNDC Decay Data Library の第三版を作るのか否かという問題がある。しかし、これはなかなか容易には決断できない。一つの大きな問題は核分裂収率である。これまで、わが国には、核分裂収率の体系的な評価活動が実質的に無かった。JNDC-V2 に格納されている収率データの原型は、崩壊熱計算に関する米国との緊密な協力体制のもと、米国から入手したものである。これまでは、それで何とかあった。何とかしてきた、と言うべきかもしれない。しかし、 γ -ray discrepancy の問題一つとっても、さらに深く問題に分け入ろうとすると、核分裂収率データの壁につきあたるようになってきた。WGでは、活動分野に核分裂収率評価を新たに加え、また互いに共通するデータを必要としている天体核のコミュニティーなどとの協力も視野に入れ、たとえばFP特性評価WGといった名称のもとに改組するなどの、今後の選択肢を検討し始めている。

文献

- [1] K.Tasaka et al.: JNDC Nuclear Data Library of Fission Products, JAERI 1320 (1990)
- [2] T.Yoshida, R.Nakasima: J.Nucl.Sci.Technol.,18,393(1981)
- [3] Decay Heat Power in Light Water Reactors, American Nuclear Society (1995)
- [4] 崩壊熱の推奨値とその使用法, 日本原子力学会(1990)
- [5] 片倉純一: 日本原子力学会崩壊熱推奨値を ORIGEN-2 コードで再現するための崩壊および核分裂収率データライブラリーの作成, 日本原子力学会誌, 38(1997) 609
- [6] 須山賢也: 核種生成量評価WG報告, 核データニュース, No.57(1997)126
- [7] T. Yoshida, J.Katakura, K.Oyamatsu, 'On a Possible Missing Level in Aggregate Fission Products from the Point of Decay Heat Calculations', NDST'97, Trieste, May (1997)
- [8] K.Oyamatsu, M.Sagisaka, H.Takeuchi, T.Miyazono, 'Simple Methods to Evaluate Consistency among Measured and Calculated Aggregate Fission Product Properties,'

ibid. (1997)

[9]T.Tachibana,H.Nakata,M.Yamada, Tours Symp.on. Nucl.Phys.III(August,1997);

H.Nakata, T.Tachibana,M.Yamada,Nucl.Phys., A594(1995)27 など

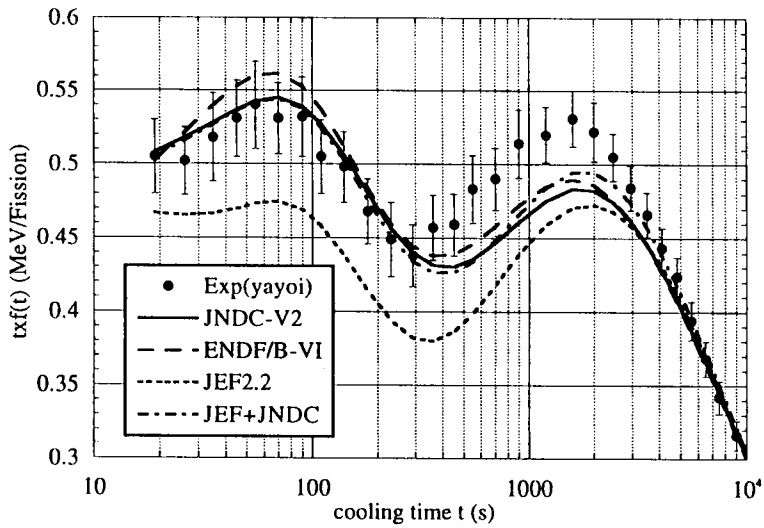


Fig. 1 Decay Heat After a Burst Fission in Pu-239:
A Manifestation of the Gamma-Ray Discrepancy

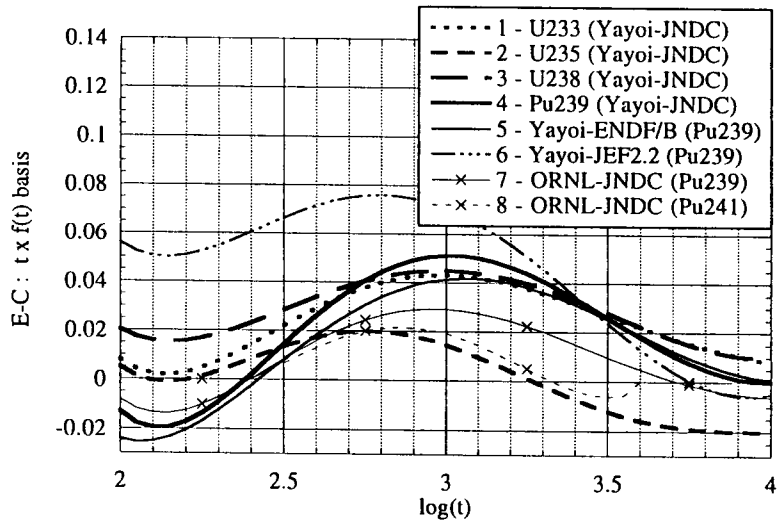


Fig. 2 Overall Trends of the C/E Values in the Gamma-Ray
Component of Decay Heat