

会議のトピックス(IV)

IAEA 諮問家会議「ベータ崩壊と崩壊熱」

武蔵工業大学

吉田 正

yos@ph.ns.musashi-tech.ac.jp

本誌 81 号 (2005 年 6 月) で片倉純一氏が報告されたように、平成 17 年 4 月 8 日と 9 日の二日間、OECD/NEA 核科学委員会傘下の核データ評価国際協力ワーキングパーティー (WPEC) の年会在、ベルギーのアントワープで開催された。その場で、シグマ委員会崩壊熱評価 WG の意を受け、筆者は新サブグループ (SG) “Validation of Fission Product Decay Data for Decay Heat” の設立を提案し、これが承認された。その際、IAEA の Trokov 氏から、この新 SG のキックオフミーティングを兼ね、年内にトリエステの ICTP (International Center for Theoretical Physics) で、実験グループも招待して、専門家会議を開くことが提案された。しかし、その後の IAEA と ICTP との交渉の経緯から、会議は、IAEA の予算により、IAEA 諮問家会議として行うこととなり、平成 17 年 12 月 12 日～14 日の三日間、クリスマスの準備に町が賑わいはじめたウィーンにある IAEA 本部で開催された。

会議の agenda を文末に付す。まず、N. Ramamoorthy の開会挨拶に続き、英国 Surrey 大学の W. Gelletly 教授を議長に選出した。最初に同教授が “Beta decay: introduction” と題してベータ崩壊の一般論を述べたのに続き、筆者が、当会議の開催理由にもからめて、FP 崩壊熱計算の現状を報告した。図 1 及び図 2 は、Pu-239 瞬時照射後の崩壊熱のベータ線成分とガンマ線成分を示す。縦軸は慣例に従い、崩壊熱と冷却時間の積で表示している。これらの図から明らかなのは、ベータ崩壊の大局的理論を導入し、いわゆる Pandemonium 問題 (高 Q_β 値核の崩壊スキームにおいて高励起状態へのベータ遷移が欠落する問題) を回避している¹⁾ 日、米のデータ (JENDL と ENDF/B-VI) による計算値と測定値 (弥生、Lowell 大、オークリッジ) との一致の良さと、最新のデータファイルである JEFF-3.1 によるベータ線成分の過大評価、ガンマ線成分の過小評価の明確な対比である。後者はまさに Pandemonium 問題そのものである。細論は避けるが、JEFF-3.1 の結果は、崩壊スキーム (線スペクトルデータから構築) だけに基づく計算は、未だに Pandemonium 問題を解決できないことを明確に示している。

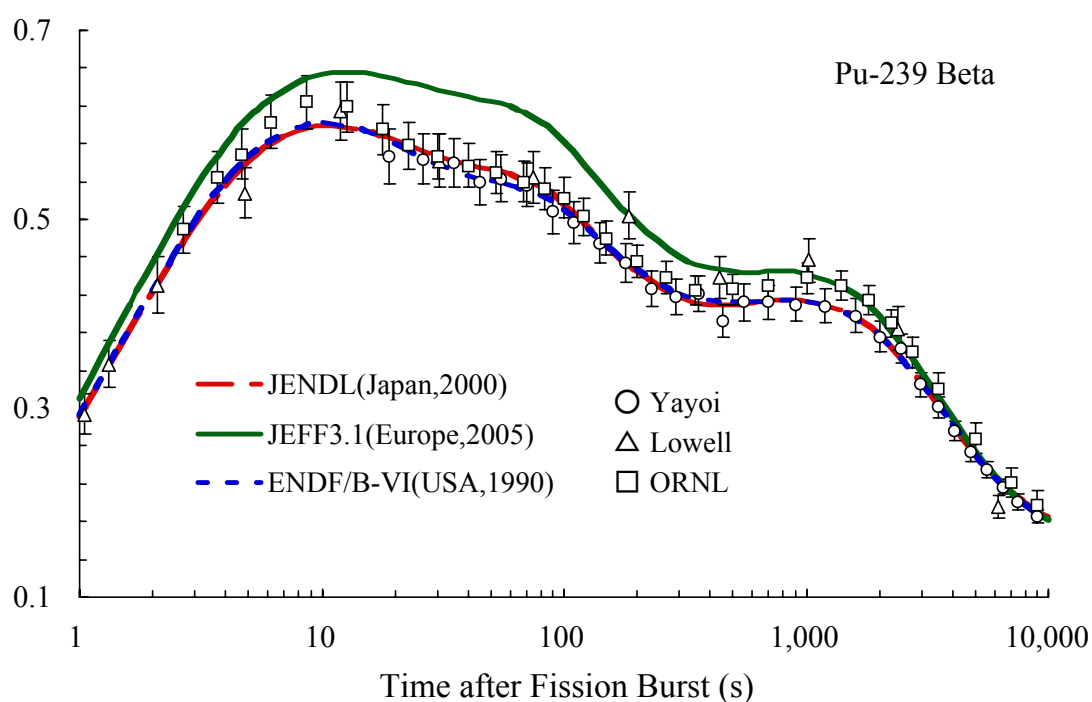


図 1 Pu-239 瞬時照射後崩壊熱のベータ線成分（日米欧の計算値と測定値の比較）

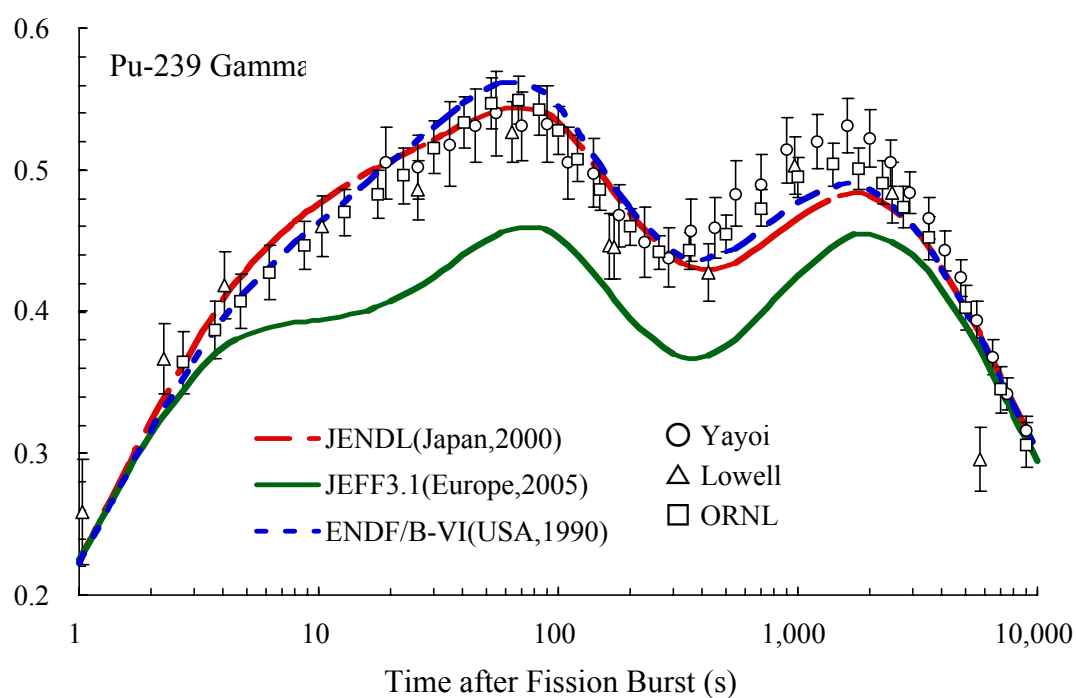


図 2 Pu-239 瞬時照射後崩壊熱のガンマ線成分（日米欧の計算値と測定値の比較）

今回の会議での筆者の発表のポイントは、Total Absorption Gamma-ray Spectrometer (TAGS) で得られた実験データを導入することで、理論計算に頼らずに Pandemonium 問題を克服することができる可能性が高い、というところにある。細論は避け、近々刊行される筆者らの論文を²⁾を参照されたい。筆者らはこの論文で、1990 年代に Greenwood

ら、アイダホのグループが十年近くを費やして取った TAGS データ³⁾を活用した。しかし、Greenwood の退職、Helmer の死去などで、アイダホグループはすでに活動を止めており、事情を知る人は C. Reich くらいしか残っていないという現状がある。だが幸いなことに、J.L. Tain、A. Argora、B. Rubbio らスペインのバレンシア大学を中核とする欧州グループが新たな TAGS 実験を計画し、すでにフィンランドのヨヴァスキラ大学で一昨年の暮れから実験を開始している。ヨヴァスキラでの測定は北極圏にちなんで“Polar Project”と命名され（図 3）、テクニシウム同位体のベータ強度分布を測定し、興味ある結果を出し始めている。ちなみに、テクニシウム同位体を最初の測定対象に選んだのは、筆者らの 6 年前の論文⁴⁾の指摘に着目しての選択である。J.L. Tain、A. Argora、B. Rubbio の 3 人は今回の会議にも出席し、核データコミュニティとの濃密な意見交換を行って、今後の展望を互いに深く議論することができた。今回の会議の大きな成果である。



図 3 会議での Argora 氏の発表の冒頭ページ：極地近くのヨヴァスキラ大学の風景

そのあと、ブリュイエール・ル・シャテル（CEA）の O. Bersillon による崩壊熱計算における重要核種の摘出、同じく CEA カダラッシュの R. Jacqmin による崩壊熱計算の問題点と新しい崩壊熱測定計画、先に出た J.L. Tain による TAGS の原理および実際の測定とデータ処理、ブルックヘブンの A. Sonzogni による TAGS データと ENSDF や ENDF/B-VII との関連に関する話などがあり、二日目、三日目は IAEA 諮問家会議としての Recommendation 作成に当てられた。正直、この 1 日半の濃密なディスカッションは筆者

の英語力にとっては大変な重荷で、終わったときには完全にヘトヘトになっていた（これから英語力を付けるといっても歳が歳だし、ちょっと無理）。最後に、Recommendation の Action List に載った宿題を各自が持ち帰り、WPEC 年会にくっつけて、次回会合をパリの OECD/NEA 本部で平成 18 年 5 月 3 日に開催することに決まった。また、今回の会合の出席者全員が、冒頭で述べた、筆者が Coordinator をつとめる WPEC の新 SG、“Validation of Fission Product Decay Data for Decay Heat”のメンバーになることに同意した。活発に活動中の TAGS 測定グループを仲間に取り込めたのは、なんとしてもありがたい。また、日本から、原研の片倉純一氏、早大の橘孝博氏、愛知淑徳大の親松和浩氏をメンバーとしたい旨を提言し了承された。

最後のあとがきをかねて二、三。日本の核データコミュニティーに旧知も多く、現在は IAEA の Nuclear Data Section にいる Alberto Mengoni が第一日目だけ顔を出し、ディスカッションに加わってくれた。日本語もまだ十分覚えている様子。「少し太って貫禄がついて来た」と言ったら、「もうおじさんだからね」という答えが返ってきた。昼食のカフェテリアで間違って職員カードオンリーの列に並んでしまった私に、3 ユーロ 50（端数切り捨て）を立て替えてくれた。今度会ったら返さなければ。さて、音楽好きの筆者としては、クリスマスに向かって華やぐウィーンまできて、何も見ず何も聴かずで帰るのは残念至極なことだ。一泊よけいにウィーンいればワグナーの「ローエングリン」の公演もある（ワグナーには、20 年も前、当時核データセンター長だった故菊池康之博士に開眼させてもらった）。ブルックヘブンの Sonzogni などは、出発前すでに米国で国立オペラの切符を手配してあって、Rubbio や Algora とそそくさと出かけて行った（地下鉄で数駅）。だが筆者はもうくたくた。ウィーンフィルやウィーンオペラがまた日本に来るときまで待とう、と心に言い聞かせ、年内に何コマも授業の残る日本に向かった。

参考文献

- 1) T. Yoshida, R. Nakashima, “Decay heat calculations based on the theoretical estimation of average beta- and gamma-energies released from short-lived fission products,” *J. Nucl. Sci. Technol.*, **18**[6], 393 (1981)
- 2) N. Hagura, T. Yoshida, T. Tachibana, “Reconsideration of the theoretical supplementation of decay data in fission-product decay heat summation calculations,” submitted to *J. Nucl. Sci. Technol.*, for publication
- 3) R.C. Greenwood, R.G. Helmer, M.H. Putnam, K.D. Watts, “Measurement of β^- -decay intensity distributions of several fission-product isotopes using a total absorption γ -ray spectrometer,” *Nucl. Instr. and Meth.*, **A390**, 95(1997)
- 4) T. Yoshida, T. Tachibana, F. Storrer *et al.*, “Possible origin of the gamma-ray discrepancy in the summation calculations of fission product decay heat,” *J. Nucl. Sci. Technol.*, **36**[2], 135 (1999)



International Atomic Energy Agency

Consultants' Meeting on

Beta-decay and decay heat

IAEA Headquarters, Vienna, Austria

12 – 14 December 2005

Meeting Room ACV-03-250

AGENDA

Monday, 12 December

- | | |
|---------------|--|
| 08:30 – 09:30 | Registration (IAEA registration desk, Gate 1) |
| 09:30 – 10:00 | Opening Session |
| | Opening and introductory remarks (Dr. N. Ramamoorthy, DIR-NAPC) |
| | Election of Chairman and Secretary |
| | Discussion and adoption of the Agenda (Chairman) |
| 10:00 – 10:45 | <i>Coffee break and Administrative matters</i> |
| 10:45 – 12:00 | Session 1: Participants' presentations |
| | Beta decay: introduction – Prof. W. Gelletly |
| | Decay heat – reactor applications – Dr. R. Jacqmin |
| | Decay heat calculations and comparisons with measurements
(and problems with TAGS) – Dr. T. Yoshida |
| 12:00 – 14:00 | <i>Lunch</i> |
| 14:00 – 15:30 | Session 2: Participants' presentations |
| | Remarks on decay heat calculations – Dr. O. Bersillon |
| | TAGS – Dr. J.L. Tain |
| | Experiments at the University of Jyvaskyla – Dr. A. Algora |
| 15:30 – 16:00 | <i>Coffee break</i> |
| 16:00 – 17:30 | Session 2 (cont'd): Participants' presentations |
| | Problem FPs – Drs. T. Yoshida and A. Nichols |
| | Needs and links to ENSDF/NuDat – Dr. A. Sonzogni |

Tuesday, 13 December

- | | |
|---------------|--|
| 09:00 – 10:00 | Session 3: Discussions |
| | Everyone |
| 10:00 – 10:30 | <i>Coffee break</i> |
| 10:30 – 12:00 | Session 3 (cont'd): Discussions |
| | Everyone |
| 12:00 – 14:00 | <i>Lunch</i> |
| 14:00 – 17:00 | Session 4: |
| | Discussions and drafting of recommendations - everyone |
| 19:00 onwards | <i>Dinner in Vienna</i> |

Wednesday, 14 December

- | | |
|---------------|--------------------------------------|
| 09:00 – 12:00 | Session 5: |
| | Review of recommendations - everyone |
| 12:00 | <i>Lunch</i> |