

EGS5用ベータ線ライブラリの続報

KEK 波戸芳仁、平山英夫

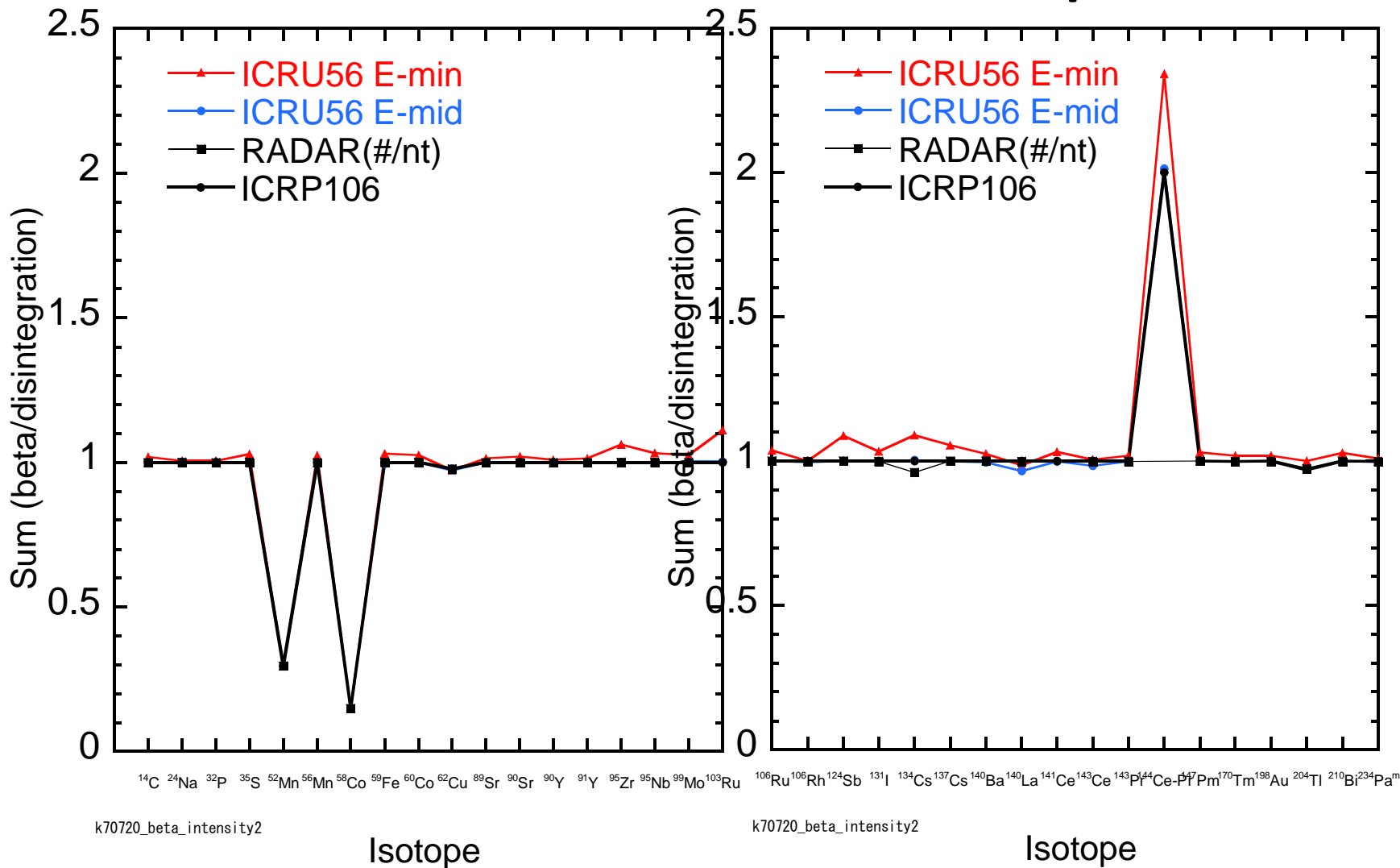
ベータ線スペクトル

- 連続エネルギー分布. 核種毎に異なる.
- スペクトルライブラリ
 - Cross (1983) 100核種 **高信頼度** 図のみのため使用せず.
 - ICRU-56 (1997) Cross図掲載.36核種数表 **EGS5用に整備公開済**
 - RADAR (2002) BNLで整備している物
 - 429核種:**EGS5用に整備・公開済 (2016)**
 - 34核種:除外
 - JAERI 1347 (2005) =ICRP107 :1034核種, **EGS5用に整備途中**
- エネルギー内挿計算も必要: サンプルユーザーコードで対応

今回の発表内容

- ICRU-56の内容の確認
 - “Energy”値は各エネルギー区間の下限か中央か？
 - 3つの手がかりから判定
- ICRU-56, RADAR, ICRP107の比較
 - 各々のメリット・デメリットは？
 - ...ベータスペクトル選択の一助となれば

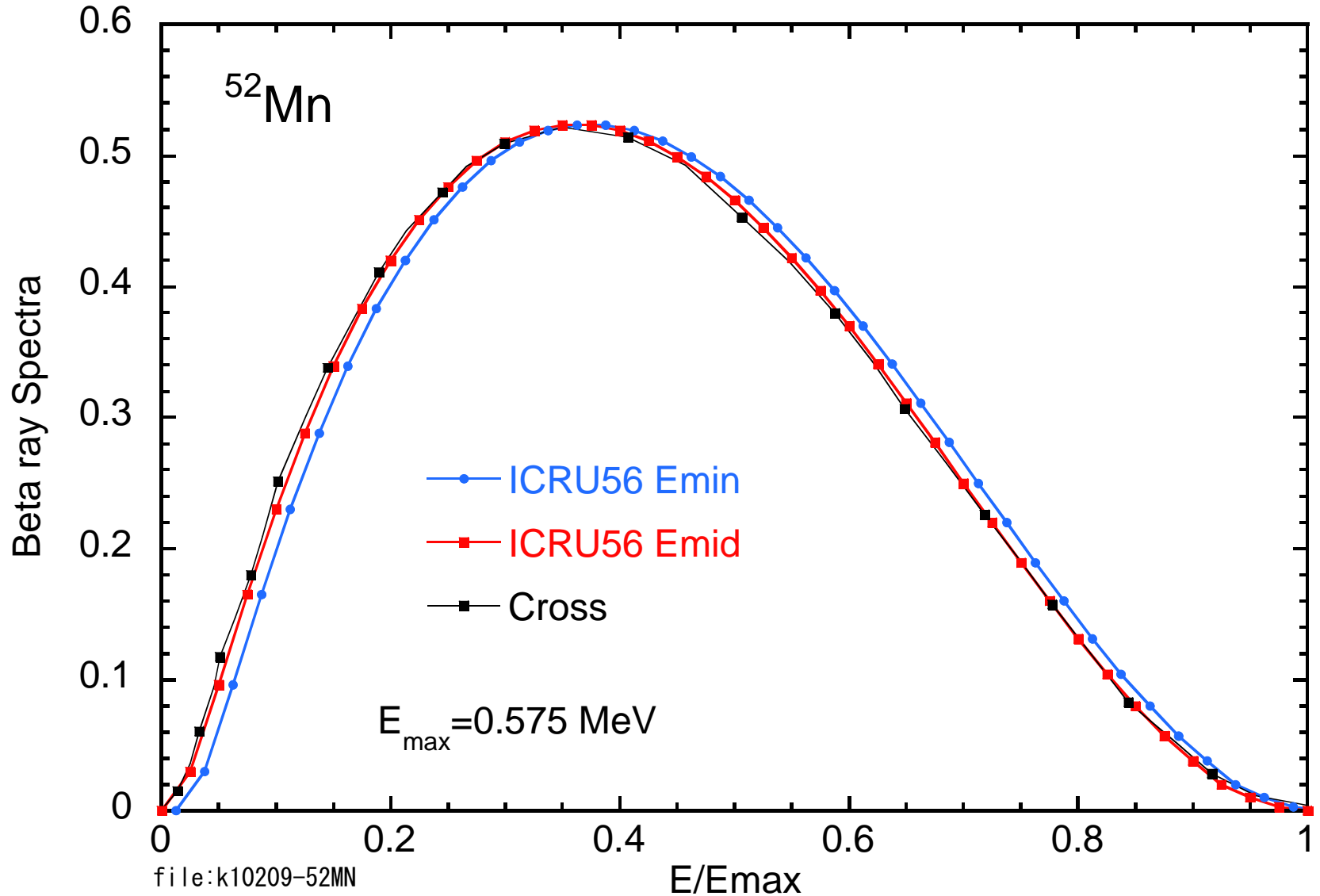
手がかり1: 壊変あたりのβ線数



- Emid説(中央値説)を支持

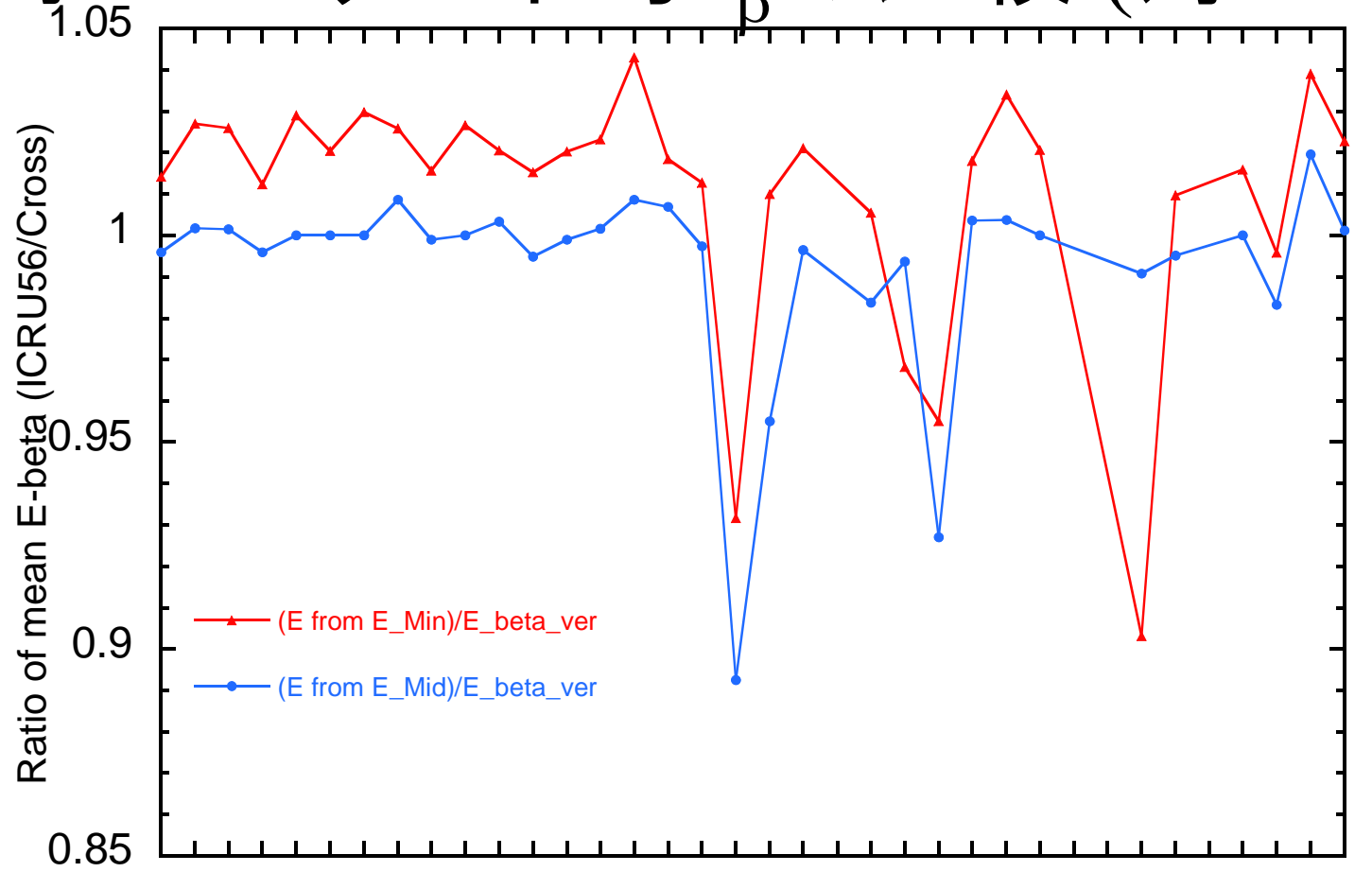
- 1st, 41st Binは幅が半部のため、半分の重みで合計

手がかり2: スペクトルの一致orずれ



- Emid説(中央値説)を支持

手がかり3: 平均 E_β の比較 (対Cross比)



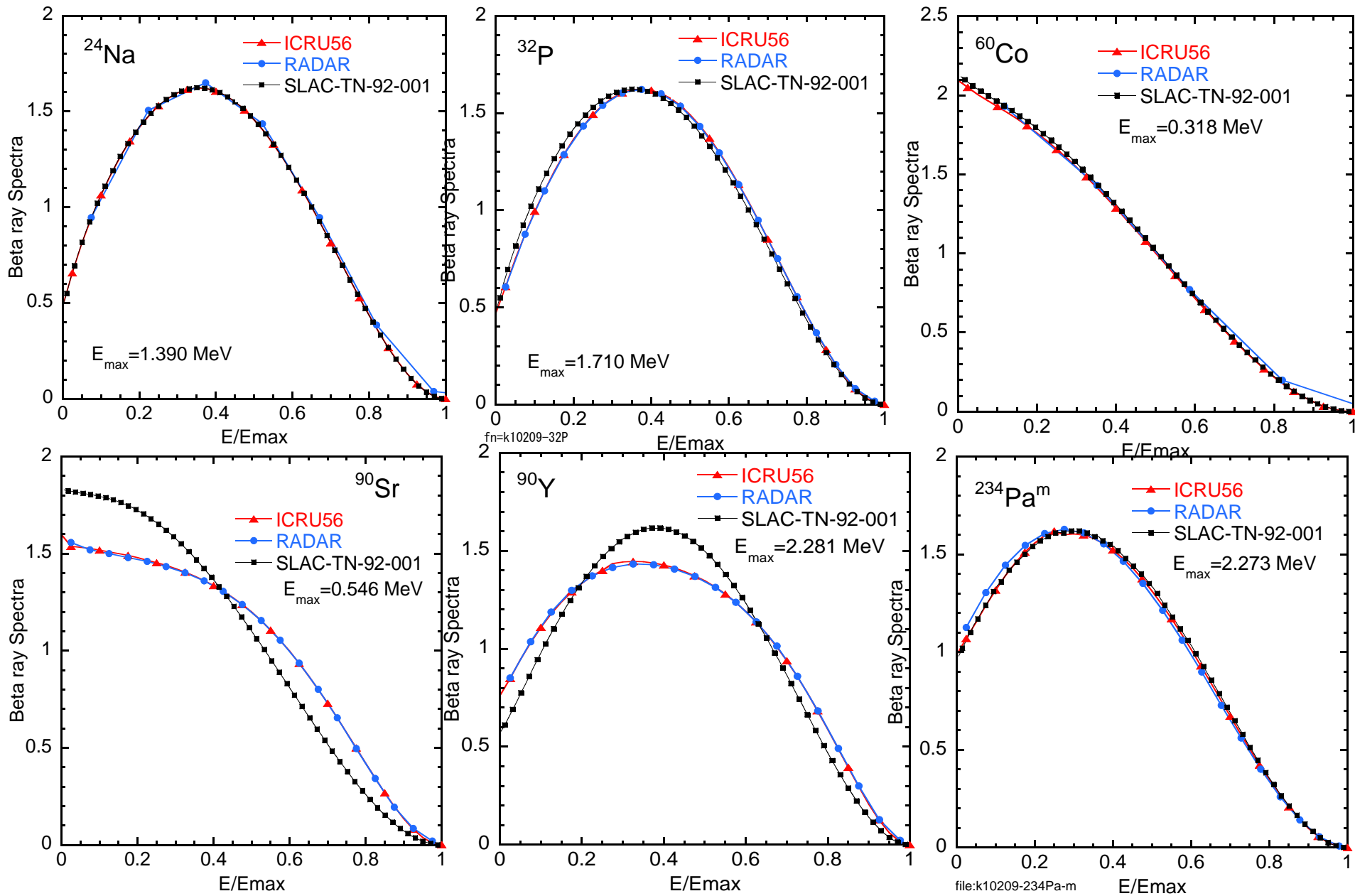
¹⁴C ²⁴Na ³²P ³⁵S ⁵²Mn ⁵⁶Mn ⁵⁸Co ⁵⁹Fe ⁶⁰Co ⁶²Cu ⁸⁹Sr ⁹⁰Sr ⁹⁰Y ⁹¹Y ⁹⁵Zr ⁹⁵Nb ⁹⁹Mo ¹⁰³Ru ¹⁰⁶Ru ¹⁰⁶Rh ¹²⁴Sb ¹³¹I ¹³⁴Cs ¹³⁷Cs ¹⁴⁰Ba ¹⁴⁰La ¹⁴¹Ce ¹⁴³Ce ¹⁴³Pr ¹⁴⁷Ce ¹⁴⁷Pr ¹⁷⁰Tm ¹⁹⁸Au ²⁰⁴Tl ²¹⁰Bi ²¹⁰Pa^m
 k70720_beta_mean_energy
 Isotope

● Emid説(中央値説)を支持

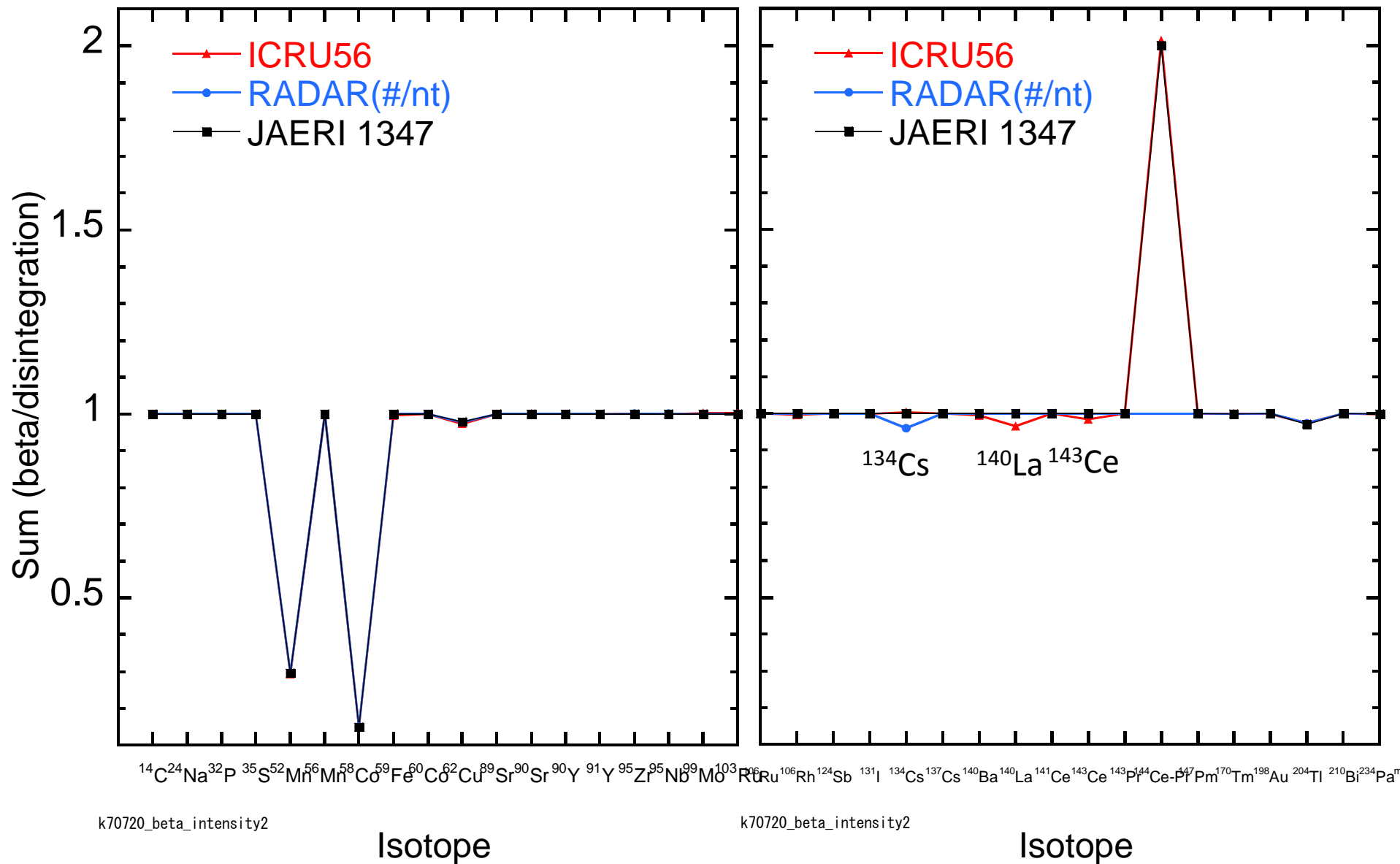
3つの手がかり全てが中央値説を支持

ICRU-56とRADAR: 大半の核種は有意差無し

↑中央値説によるプロット



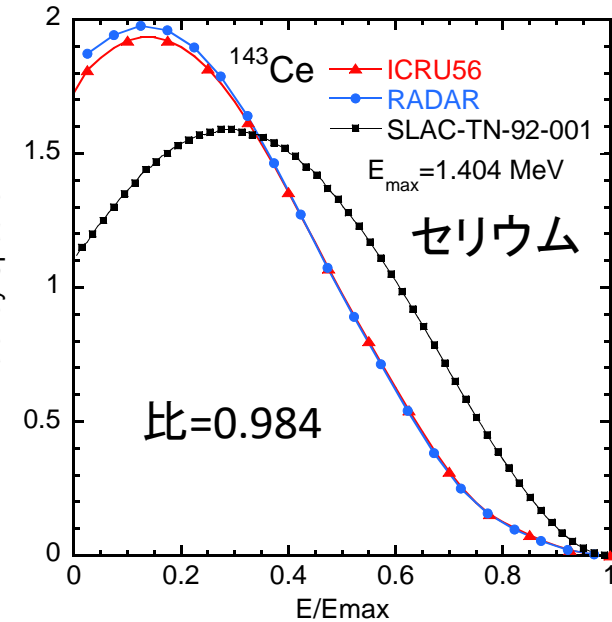
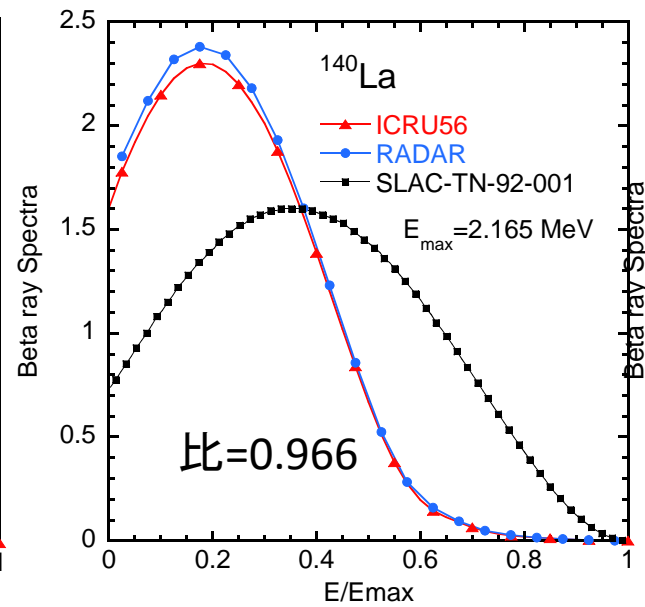
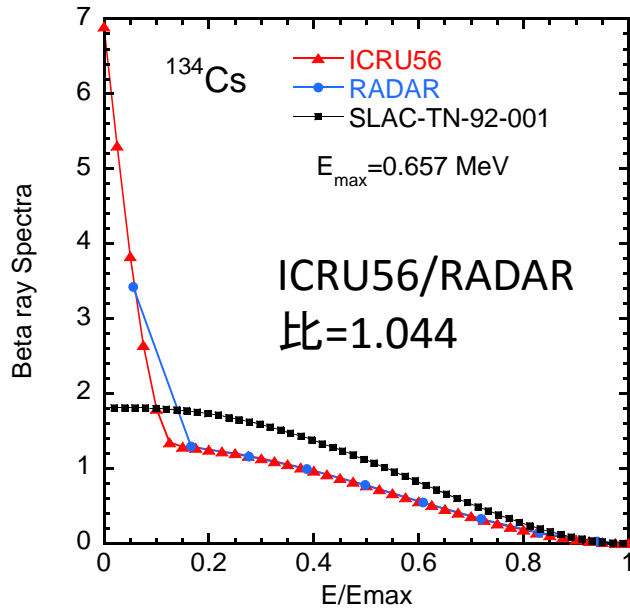
合計(= β の個数/核壊変)比較



k70720_beta_intensity2

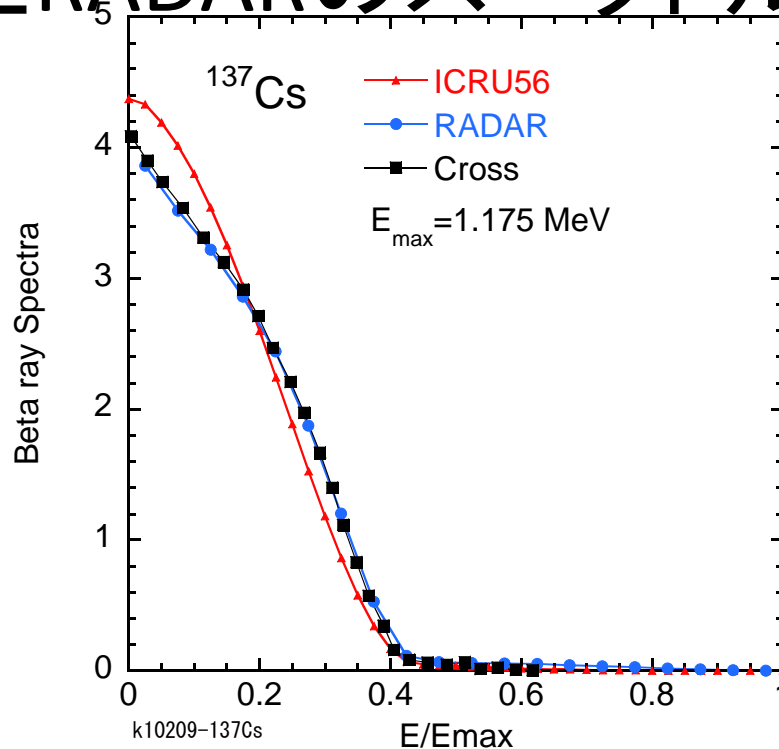
k70720_beta_intensity2

合計の違いの原因は？



- ^{134}Cs : RADARは少分点数のため、低エネルギーピークを一部見逃している
- ^{140}La , ^{143}Ce : 差は小さく(<数%), 原因不明

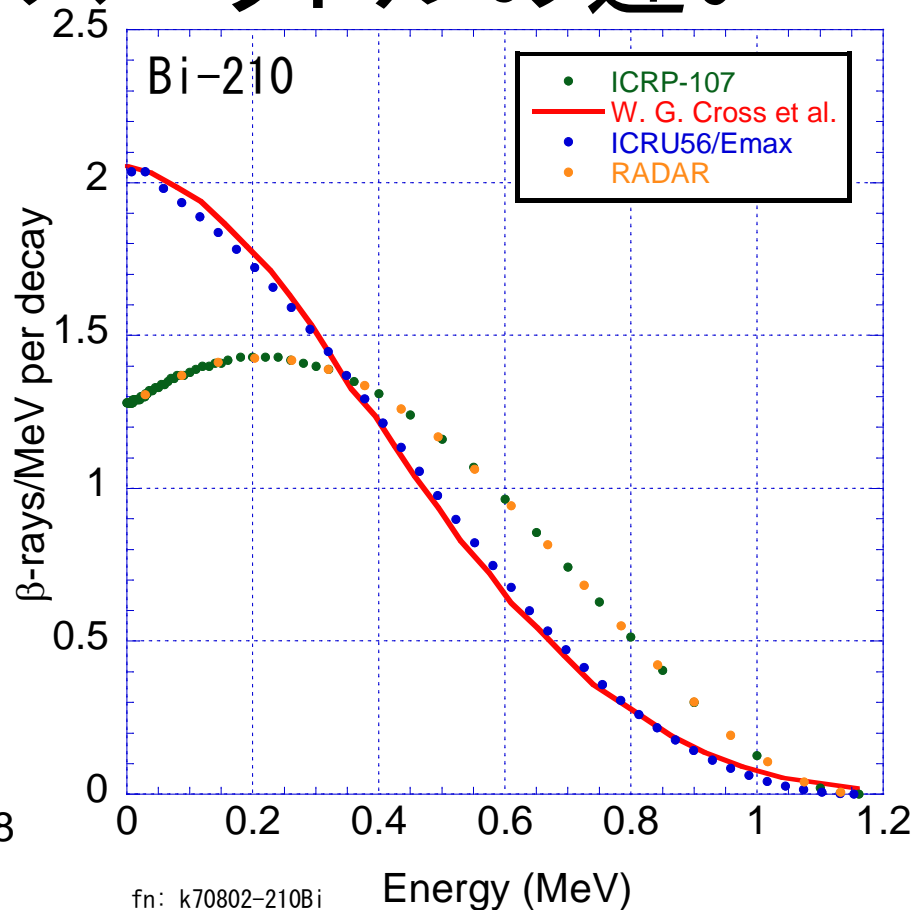
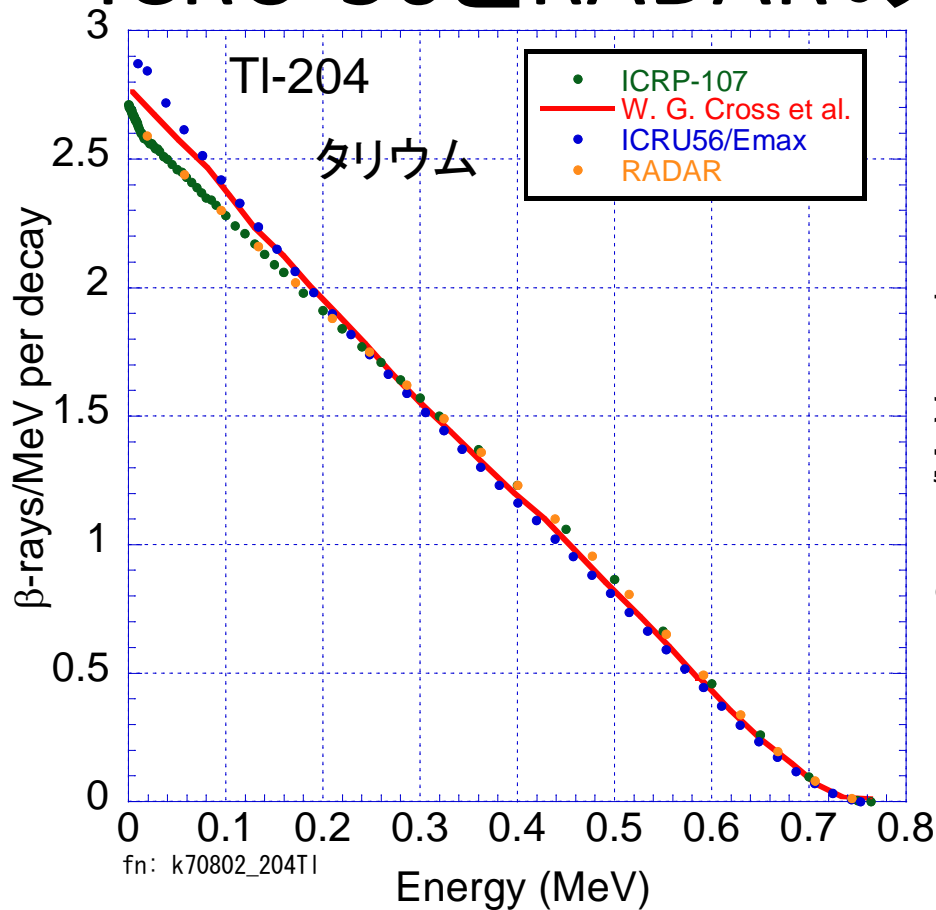
ICRU-56とRADARのスペクトルの違い Cs-137



形状因子(Shape factor):
ベータ線スペクトルの
計算式の中の因子の一つ

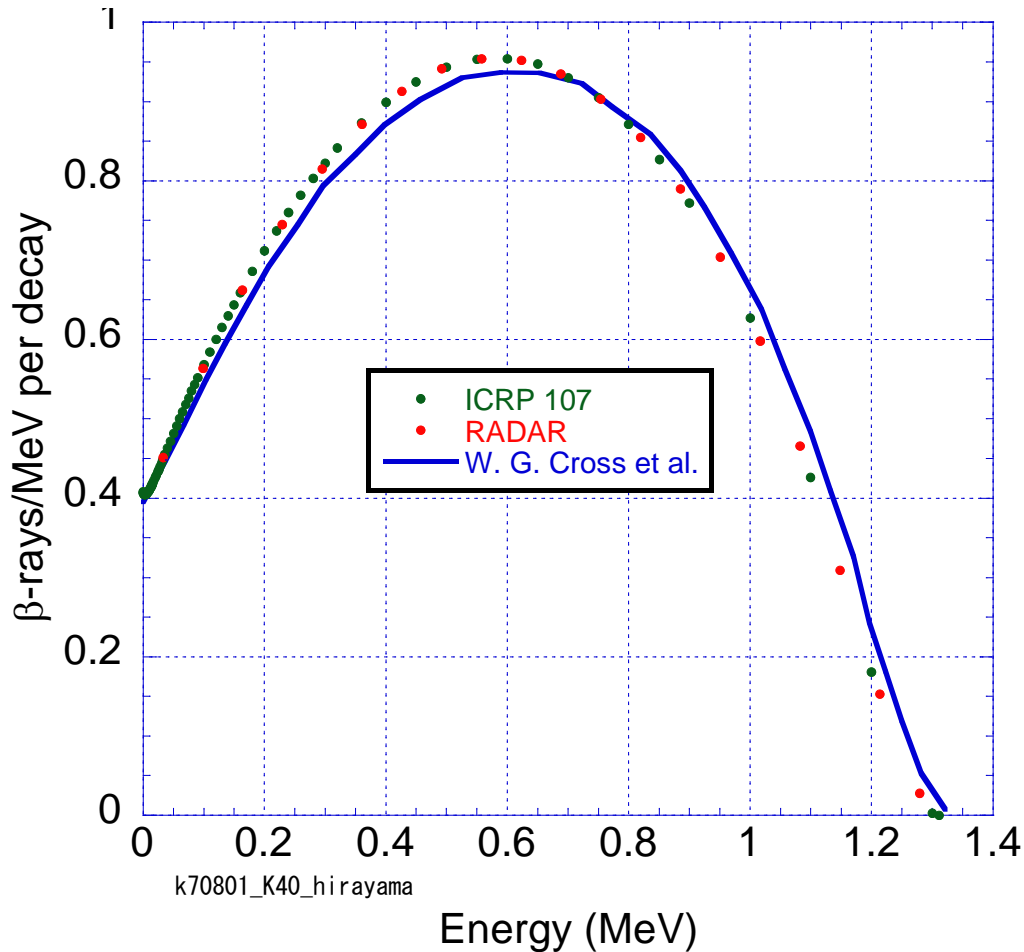
- ^{137}Cs : JAERI 1347によると「ICRU56では (*誤って)許容遷移の形状因子を使って計算されている」という問題点があり. [*正しくは第一禁制遷移の物を用いるべき]
 - RADARの方が推奨される.
- Crossは高エネルギー成分について第2禁制非単一スペクトルに対応するため許容スペクトル形状を補正していた. ICRU56で誤って、第一禁制である低エネルギー成分にも許容遷移形状因子を用いた可能性はありそう.

ICRU-56とRADARのスペクトルの違い



- ^{204}Tl : Cross, ICRU56は実験との一致を重視した経験的形狀因子による計算
- ^{210}Bi : Crossは実験値. ICRU56は実験にあうよう調整した形狀因子による計算
- RADAR, ICRP-107は(実験に合わせに行っていない. たぶん系統性を重視した)計算

その他の注意核種: ^{40}K



- ^{40}K : Crossは、第3禁制単一スペクトルのため Konopinskiの形状因子を使用
 - 平均 E_{β} = 0.593 (Cross), 0.561 (RADAR), 0.585 (ICRP107)

まとめ

- ICRU56
 - 表Dのエネルギーは、各Binの中央値
 - Cs-137は計算に問題有り
 - Bi-210, Tl-204では実験値を再現する形状因子を使用
- RADAR
 - 大半の核種でICRU56とよく一致.
 - 有効点数が少ない
 - Cs-134の低エネルギー一部分で問題有り.
- ICRP-107
 - RADARとよく一致. 有効点数は十分
 - まもなくEGS5の入力ファイルを公開

End