

# $\beta$ -ray Spectrum Data for egs5 based on ICRU-56 or RADAR

KEK Report 2016-2, June 2016

桐原陽一、平山英夫、波戸芳仁  
高エネルギー加速器研究機構

# はじめに

- $\beta$  線源
  - $\gamma$ 線源と異なりスペクトルが連続
  - 一般には直接サンプリングは難しい
  - 近似的な方法
    - 横軸(エネルギー)を分割し、その区間の積分値の全領域の積分値に対する割合を確率密度関数とする
    - 乱数を使って、区間を決める
    - エネルギー区間内では、一様分布として直線内挿によりエネルギーを決定する
    - このためには、核種毎のスペクトルサンプリング用の確率密度関数が必要
  - egs5用の $\beta$ 線スペクトルデータ
    - ICRP Report 56 に掲載されているデータ
    - RADAR - The Decay Data

# ICRU-56 データ

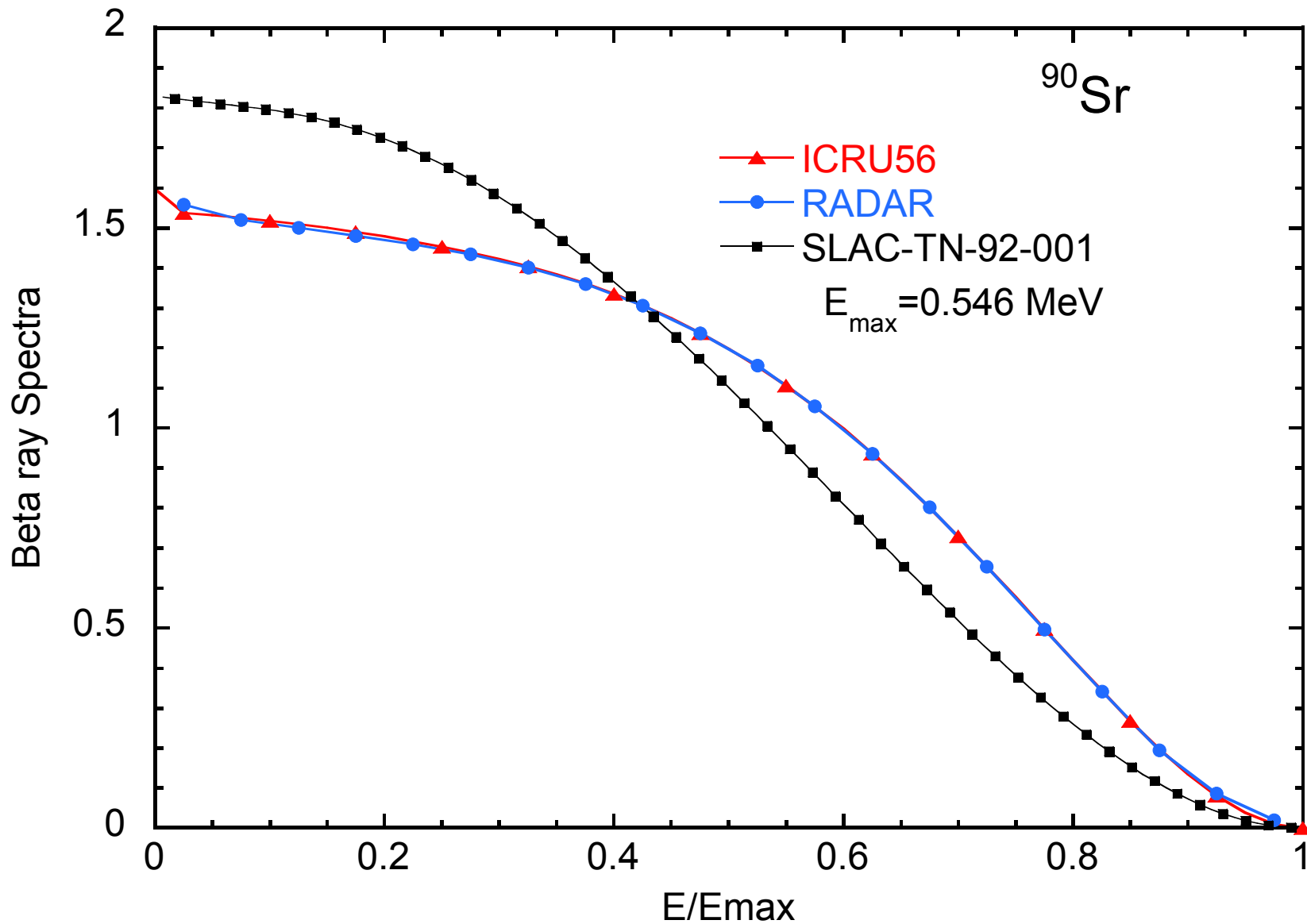
- “Dosimetry of External Beta Rays for Radiation Protection”, ICRU Report 56.
  - 36 核種の $\beta$ 線スペクトルデータ
  - $\beta$ 線の最大エネルギーを $E_{\max}$ として、 $E_{\max}$ と $E/E_{\max}$ を40等分したときの、崩壊あたりに放出される単位 $E/E_{\max}$ あたりの $\beta$ 線数が掲載されている
  - 各区分の $\beta$ 線数を40で割った値が区分あたりの $\beta$ 線数に対応する

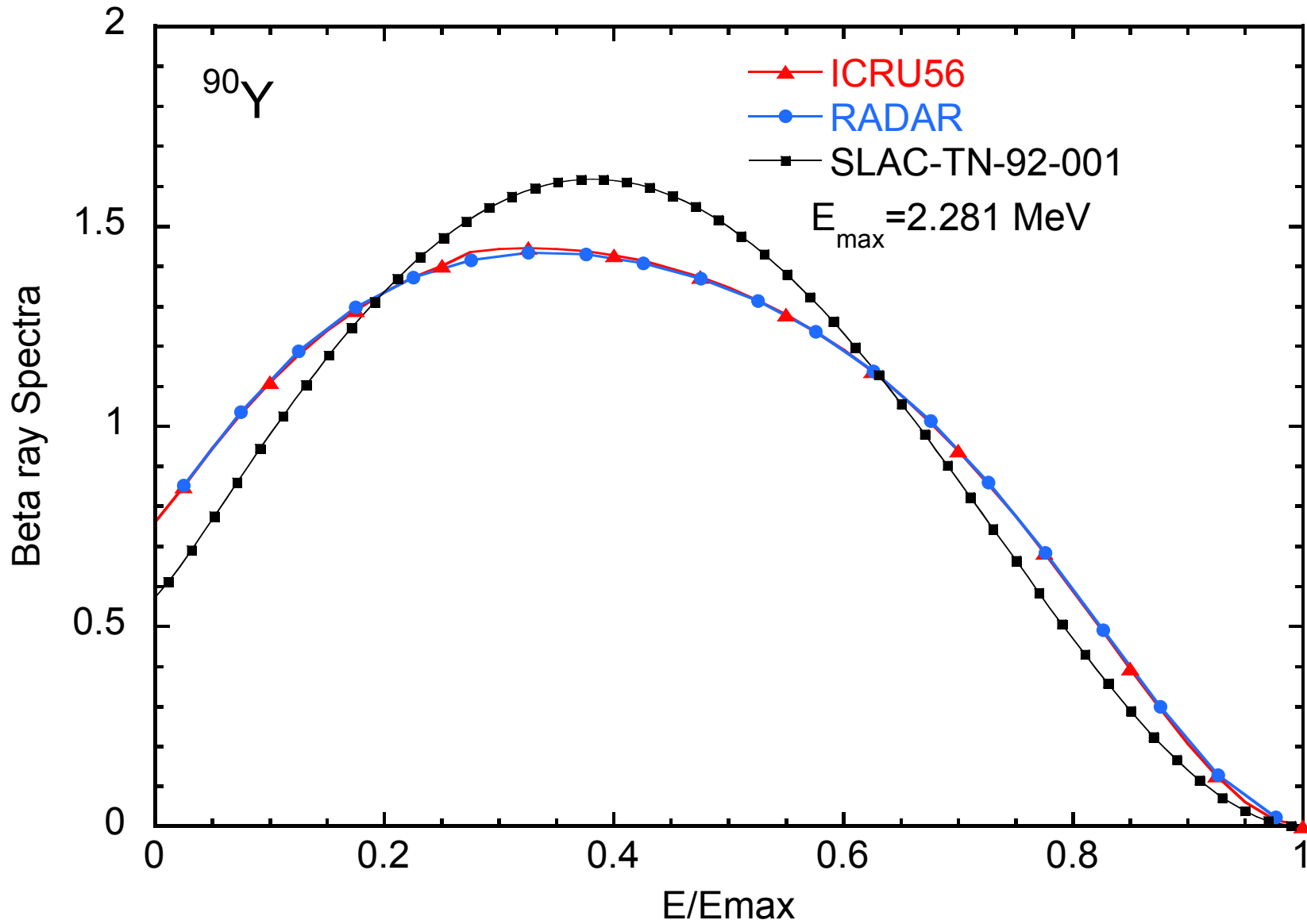
# RADARデータ

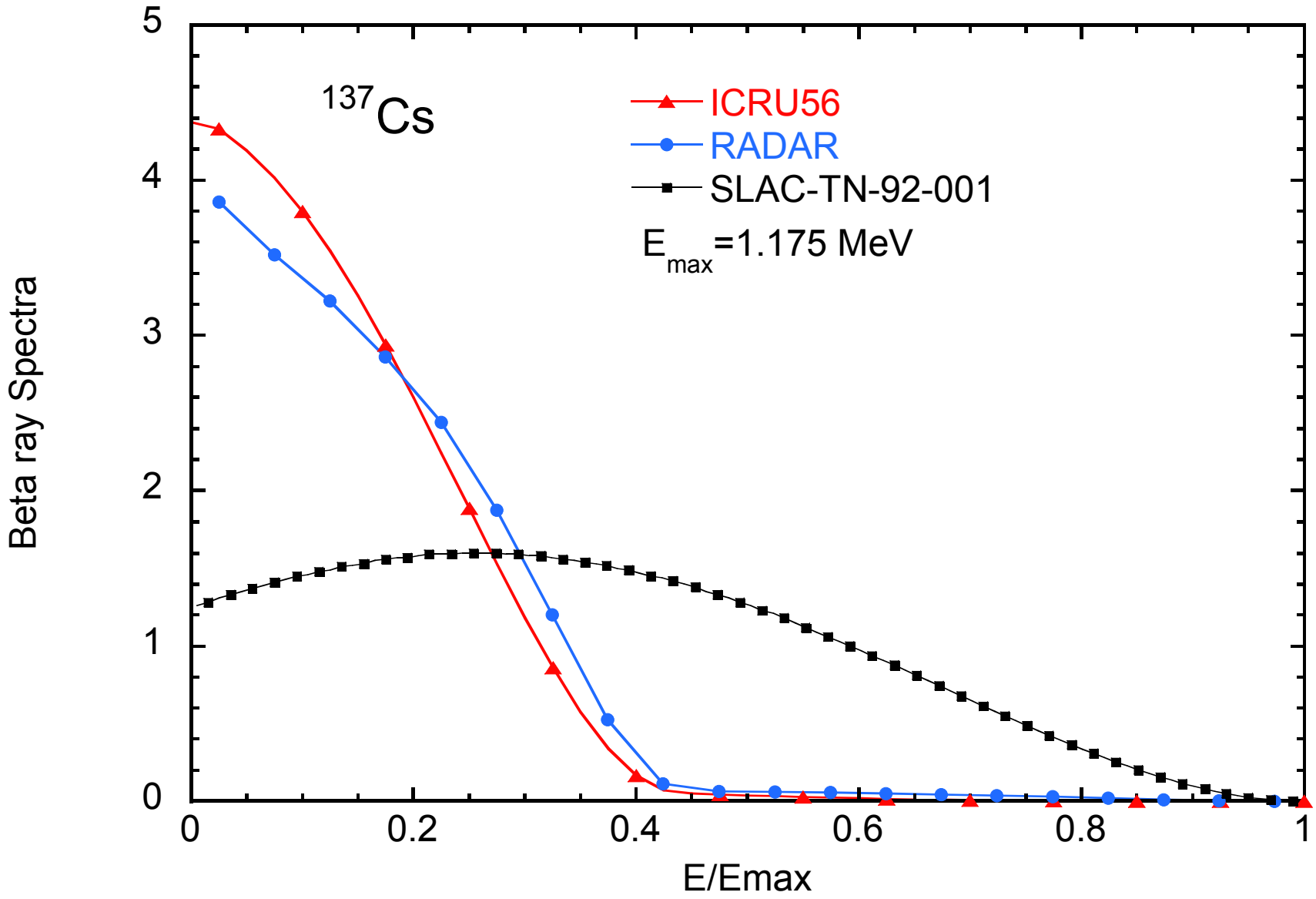
- BNL National Nuclear Data Center から公開されている $\beta$ 線スペクトルデータベース
  - Health Physics に掲載された429 核種
    - $\beta$  線の最大エネルギーまでの区間を20 等分し、各エネルギー領域とその領域での崩壊当たりの放出数
  - BNL のレポート[4] に掲載された34 核種
    - エネルギーが等間隔でなく、分点数も核種により異っている
    - エネルギー分点に対応するエネルギーを決めることが困難なので、egs5用データベースには含めなかった

# ICRU-56 データとRADARデータの比較

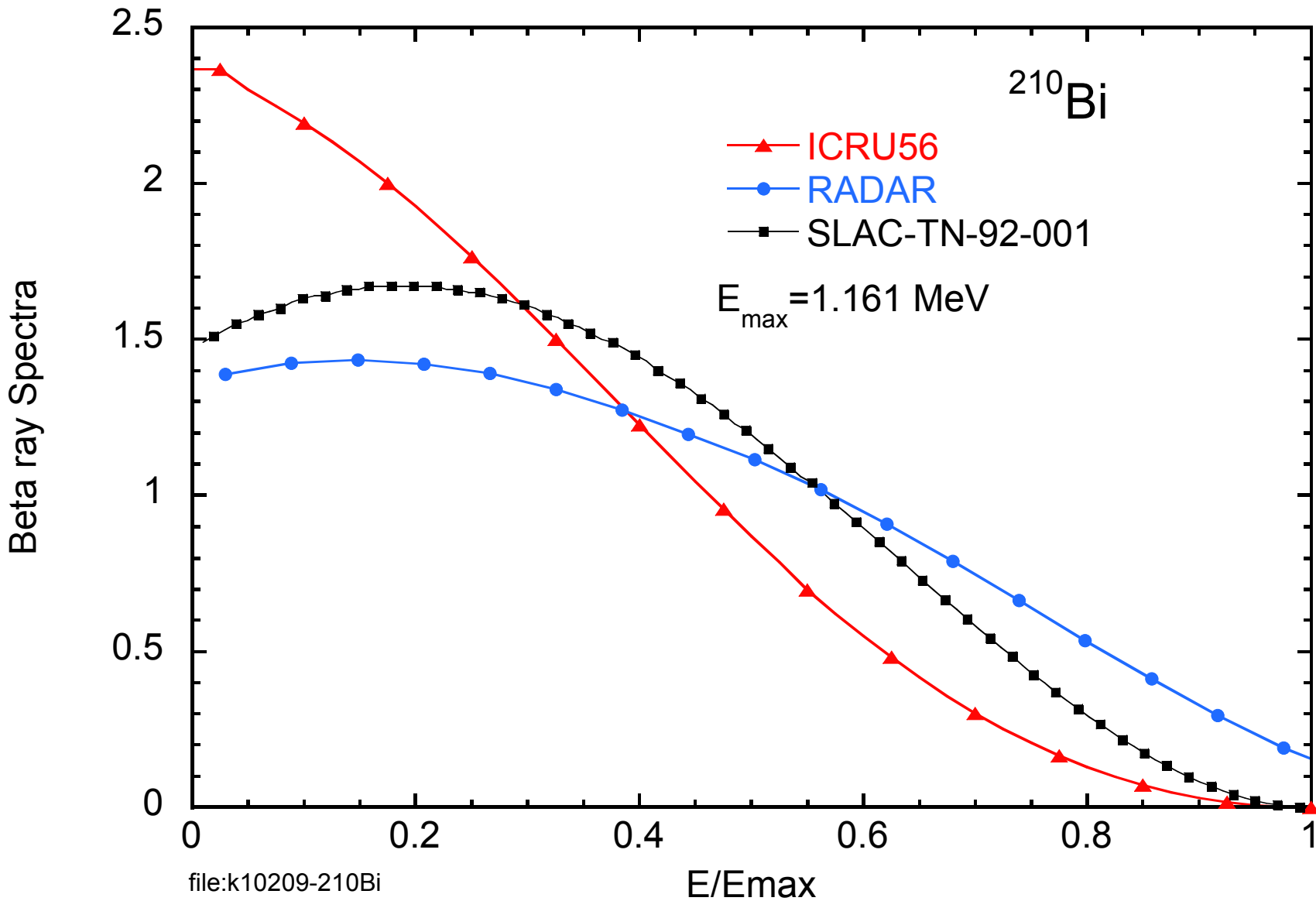
- ICRU-56とRADARデータの両方にデータがある32 核種について比較
- SLAC-TN-92-1で公開されている簡易式の計算プログラム (BetaCDF code) を用いて計算した値も参考値として比較
- $^{210}\text{Bi}$  以外の核種については、ICRU-56 データとRADAR データは数%以内で一致
- $^{210}\text{Bi}$ 
  - RADAR データとSLAC-TN-92-1 とは ほぼ一致
  - 2007 年の出されたICRP-107のデータの元データであるJAERI 1347 のデータもICRU Report 56 と異なり、RADAR データと一致
  - ICRU-56は測定スペクトルを再現するように調整した計算であるのに対し、RADARは純粹に理論的な計算である。(from JAERI 1347)
  - このどちらを用いるかは、ユーザーの判断に委ねられる
- $^{137}\text{Cs}$ 
  - $^{210}\text{Bi}$ ほどではないが、他の核種に比べると違いが大きい
  - ICRU-56のCs-137のスペクトルの問題点は、JAERI 1347 で議論されており、RADARの方の使用が推奨される。











# egs5用ICRU-56 データ

- 核種毎に以下の構造を持つデータファイルを作成
  - 核種の説明20 文字
  - 電子(-1) か陽電子(1) の識別データと $\beta$ 線 の最大エネルギー( $E_{\max}$ )
  - 単位 $E/E_{\max}$  エネルギー区分の崩壊当たりの放出数

# egs5用RADA データ

- 核種毎に以下の構造を持つデータファイルを作成
  - 核種の説明20 文字
  - 電子(-1) か陽電子(1) の識別データ
  - エネルギー区分の上限値と対応する崩壊当たりの放出数

# Sample user code (1)

- ucicru56.f
  - ucsource.f の枠組みでegs5 用のICRU-56 データを使用したユーザーコード
  - 使用する $\beta$ 線を放出する核種を、キーボードから入力 (Table 1)
    - 例: Sr-90
  - ICRU-56 データを含むディレクトリーは、egs5run を実行しているディレクトリーにあることを前提

# Sample user code (2)

- ucradar.f
  - ucsource.f の枠組みでegs5 用のRADAR データを使用したユーザーコード
  - 使用する $\beta$ 線を放出する核種を、キーボードから入力 (Table 2, 3)
    - 例 : Sr-90
  - RADAR データを含むディレクトリーは、egs5run を実行しているディレクトリーにあることを前提

# egs5用データ等の入手先

- ダウンロード先のアドレス
  - [rcwww.kek.jp/research/egs/kek/egs5/beta\\_ray/](http://rcwww.kek.jp/research/egs/kek/egs5/beta_ray/)
  - KEK Report 2016-2
  - User code
    - ucicru56.f
    - ucradar.f
  - $\beta$ 線データベース
    - icru56
    - RADAR