PHITS ver.3.31の概要

PHITS開発チーム一同

2023/03

最近の更新履歴

2019年04月 : 輸出管理規定を変更し海外へ直接配布開始

2019年11月 : PHITS 3.17を講習会で配布開始

2020年04月 : PHITS 3.20をRISTに登録

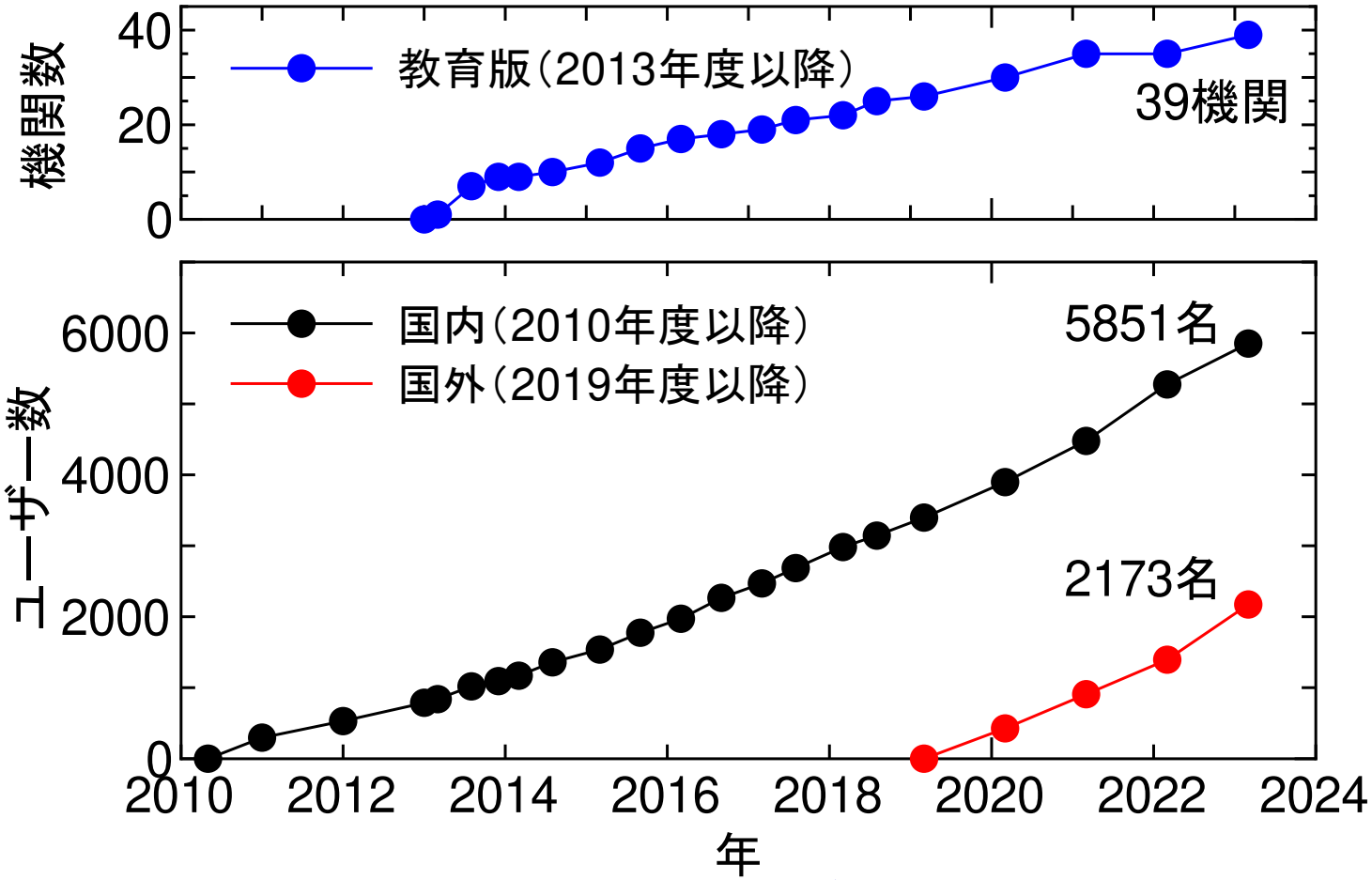
2020年10月 : PHITS 3.22を講習会で配布開始

2021年03月 : PHITS 3.24をRISTに登録

2022年03月 : PHITS 3.27をRISTに登録

2023年04月 : PHITS 3.31をRISTに登録

PHITSユーザー数の変化

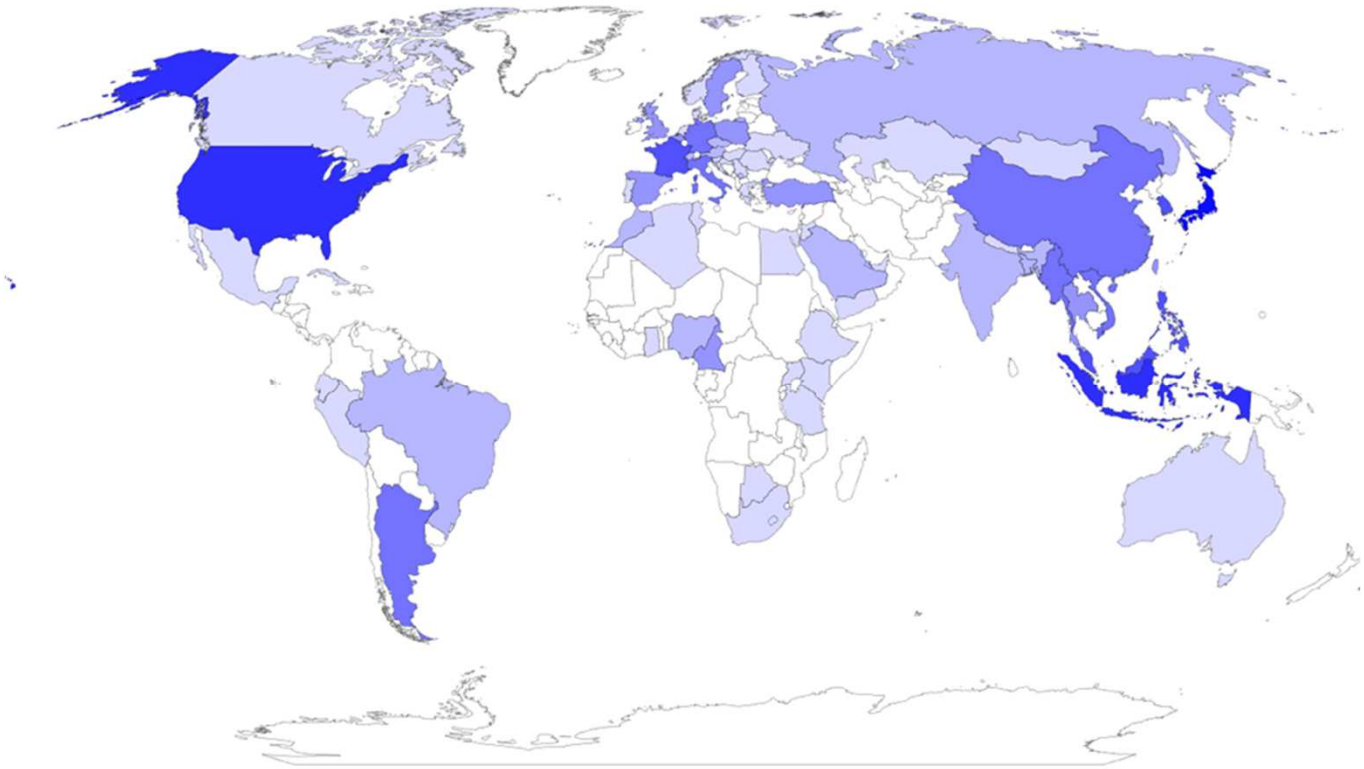


PHITSユーザー数*

8,000名突破！！

*国内：PHITS講習会に参加，もしくはRISTを通してPHITSを入手した人数
国外：2019年度以降に原子力機構より直接入手した人数

国別ユーザー数（2019年度以降）



2019年度以降の国別ユーザー数*

*2023年3月22日時点、所属機関の国でカウント

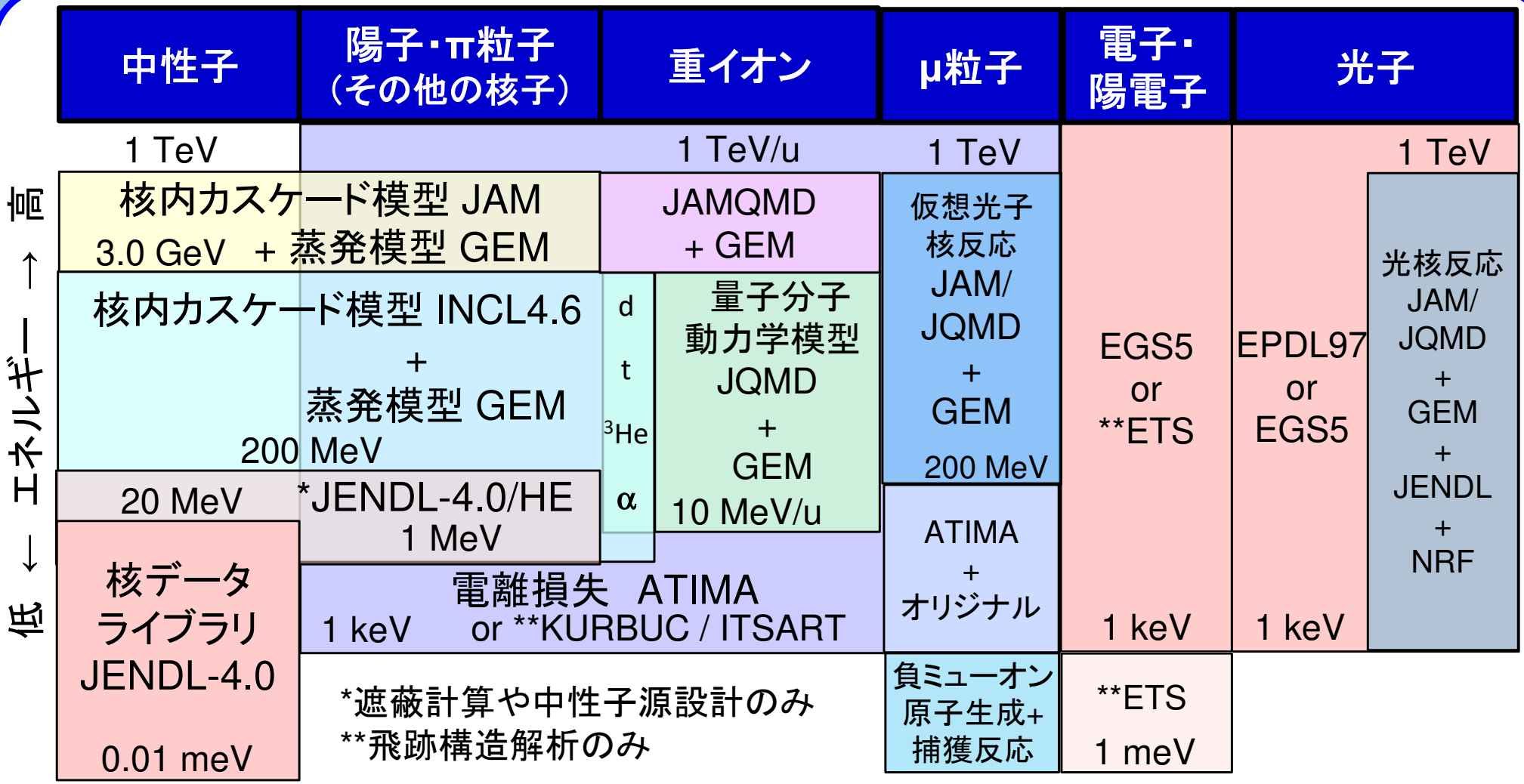
Top 10 countries

Country	#users
Japan	2317
Indonesia	302
United States	224
Philippines	179
South Korea	157
France	109
Malaysia	102
Argentina	98
China	96
Myanmar	90

4年間で68ヶ国から4,490名が新規ユーザー登録！

https://phits.jaea.go.jp/usermap/PHITS_map_userbase.html

物理モデル（奨励設定）



PHITS3.27に組み込まれた物理モデルとその適用エネルギー範囲

Version 3.27から大きな変更はなし

最近の改良点①

PHITS3.27からの主な変更点（担当者）

- ✓ 脱励起モデル（EBITEM）の改良（小川）
- ✓ ユーザー定義文字列変数の導入（佐藤）*1)
- ✓ samepageパラメータの導入（佐藤）*1)
- ✓ マイクロドジメトリ機能[t-sed]に新しいモデルを導入（佐藤）
- ✓ ユーザー定義相互作用の導入手順書の作成（坂木、岩瀬、安部）
- ✓ ICRPボクセル＆メッシュファントムのパッケージへの組込（佐藤）*2)
- ✓ RI線源機能を核分裂中性子源に適用（佐藤）*3)
- ✓ メモリの使用方法を静的から動的に変更（佐藤）*3)
- ✓ 断面積出力モードに阻止能及び核データライブラリ出力機能を追加（佐藤）*3)

1. （株）ナイスの協力により実施
2. ICRP及びHanyang大学の協力により実施
3. （一財）RISTの協力により実施

最近の改良点②

PHITS3.27からの主な変更点（担当者）

- ✓ 重イオン及び励起反応を扱えるようITSARTを改良（小川）
- ✓ [t-cross]及び[t-product]でLETの関数として出力する機能を追加（松谷）*1)
- ✓ anatallyで異なる種類のタリー結果を併せて解析可能とした（橋本）*1)
- ✓ [t-product]で核データから出力された粒子をタリー可能とした（安部）*1)
- ✓ [t-point]で複数のバグを修正（橋本）
- ✓ PHIG-3Dにジオメトリエラー検出機能を導入（岩元）*2)

1. 原子力機構・システム計算科学センターの支援のもと実施
2. （国研）海上技術安全研究所の大西世紀博士の協力により実施

脱励起モデル（EBITEM）の改良

EBITEM：核反応の終盤に起こる電磁気的核脱励起(≒ガンマ線放出)のモデル

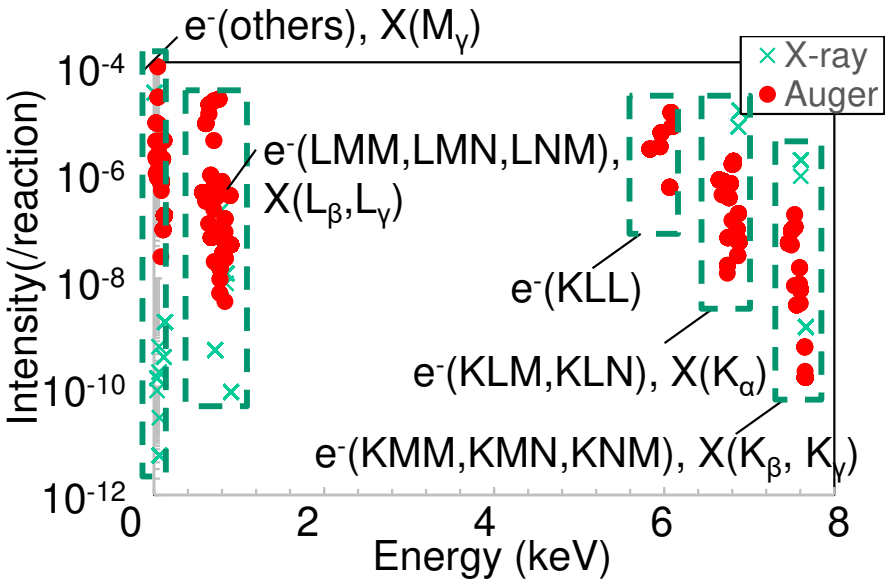
利用方法 ： |igamma| ≧2 で自動で使用される。デフォルト。

従来モデル(EBITEM Ver.1)

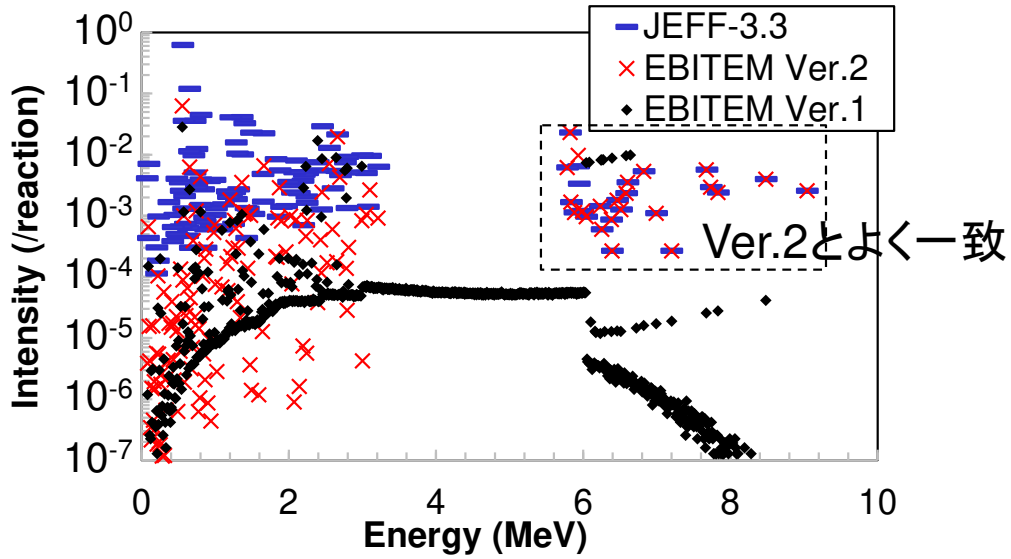
- 核構造データは2013年のENSDF
- 中性子捕獲直後のガンマ線はH-Ge、Gd、Ta、W のみ文献値
- ガンマ線放出のみ考慮

新モデル(EBITEM Ver. 2)

- RIPL-3を使用
- EGAF(Evaluated Gamma Activation File)で天然核種を網羅
- 内部転換電子、Auger電子、蛍光X線の放出も考慮



Co-59(n,g)に伴うX線とAuger電子放出



Cd-113(n,g)ガンマ線スペクトル

ユーザー定義文字列の利用

onion.inp in lec03

```
[Material]
mat[1]   Au 1
set:%Au%[1  -19.32]
mat[2]   H 2  O 1
set:%H2O%[2  -1.0]
mat[3]   Cu 1
set:%Cu%[3  -8.93]
mat[5]   C 2  H 4
set:%C2H4%[5  -0.9]
mat[6]   N 8  O 2
set:%Air%[6  -1.20e-3]
…

[Cell]
100  -1      10
101  %Au%    -11
102  %H2O%   11   -12
103  %Cu%    12   -13
104  %H2O%   13   -14
105  %C2H4%  14   -15
106  %Air%   15   -10
```

利用方法

- 文字列変数は set:%Variable_Name%[character] で定義
- 変数名は大文字・小文字を区別する
- それ以外の仕様はユーザー定義変数と同じ

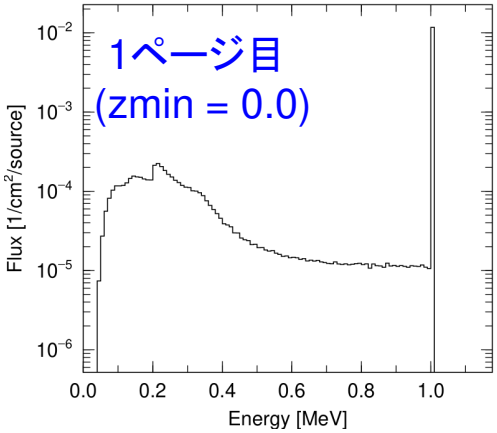
注意点

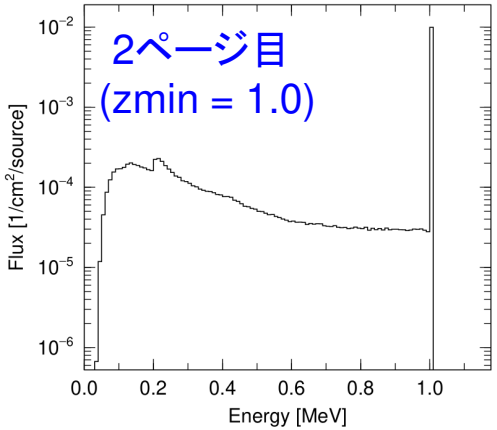
- PHIG-3Dは未対応
- 文字列変数を置換した入力データがリライトファイル(*_rwt.inp)に出力される
- 最初のセクションの前に$RWT=0と書くと、リライトファイルを出力しなくなり初期設定時間が多少速くなる(ただし、文字列変数は使用不可)
- $RWT=3と書くとリライトファイルを出力して計算終了 → PHIG-3Dで読込可能

samepageパラメータの導入

1MeV光子をアルミ板に入射したときの光子フルエンス深さ依存性を解析した例

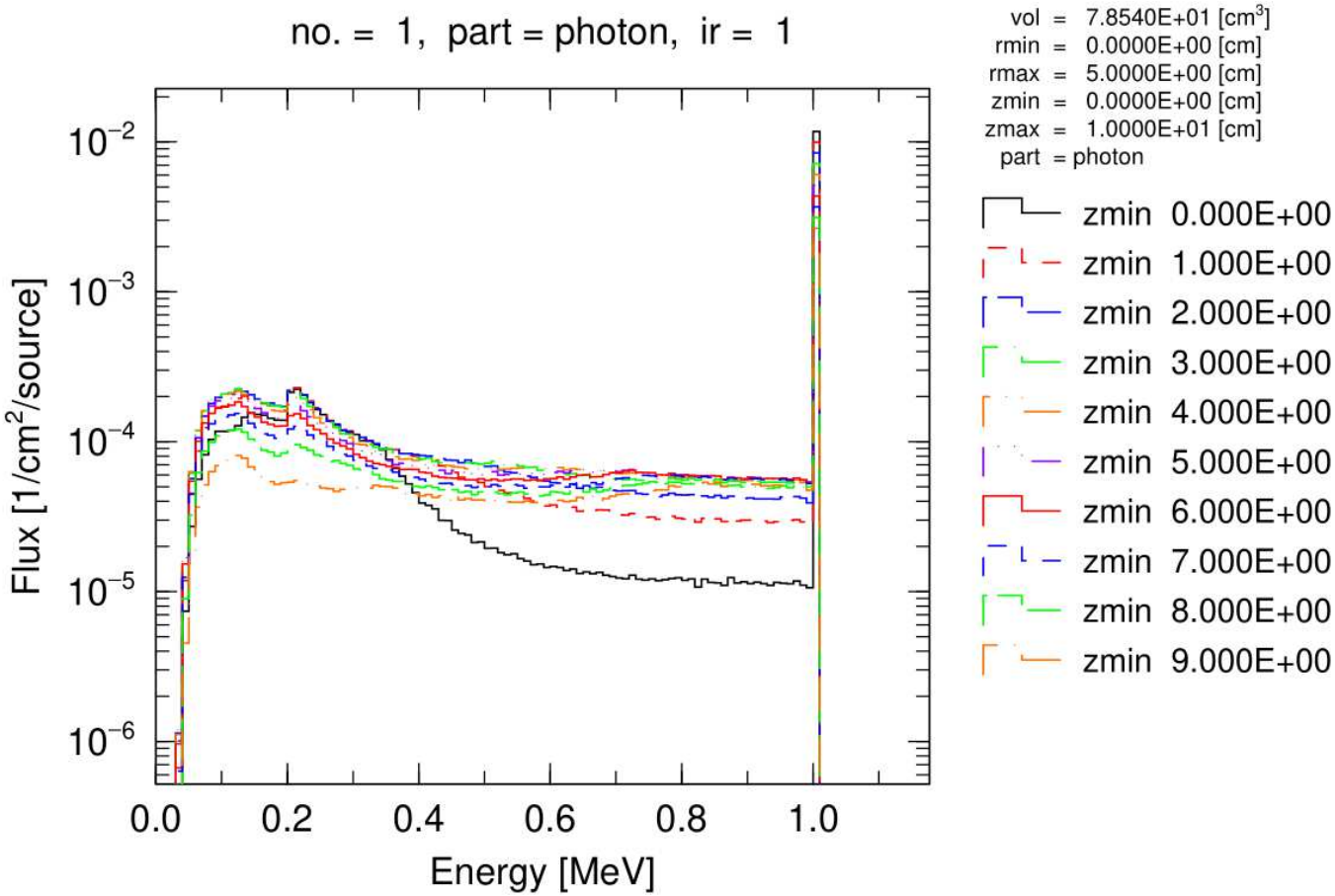
samepage = part
(デフォルト、従来設定)





以下、データの数だけページが続く…

samepage = z



同じページにsamepageで指定したパラメータ(この場合はz)のデータを最大20個まで出力可能

任意のパラメータに対する結果が1枚の図に表示され、直接的な比較が可能となった

マイクロドジメトリ機能[t-sed]に新しいモデルを導入

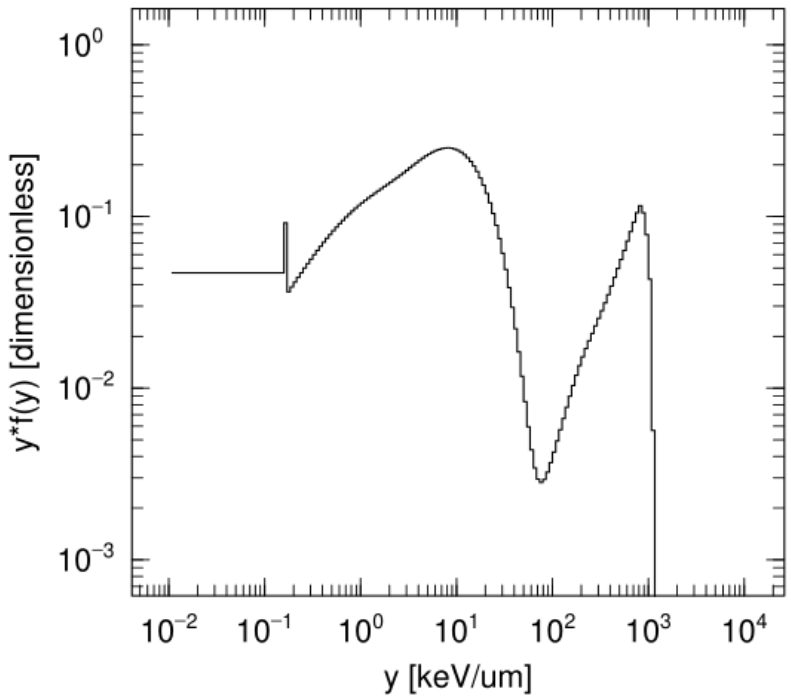
従来モデル

飛跡構造解析コード

- ✓ TRACEL (Tomita et al. 1996)
- ✓ δ-ray production (Butts & Katz 1967)

出力可能なマイクロドジメトリ量

ε (eV), y (keV/um), z (Gy)



直径100nm,^{12}C@1MeV/nに対する結果

(Sato et al. 2006, 2009)

新しいモデル

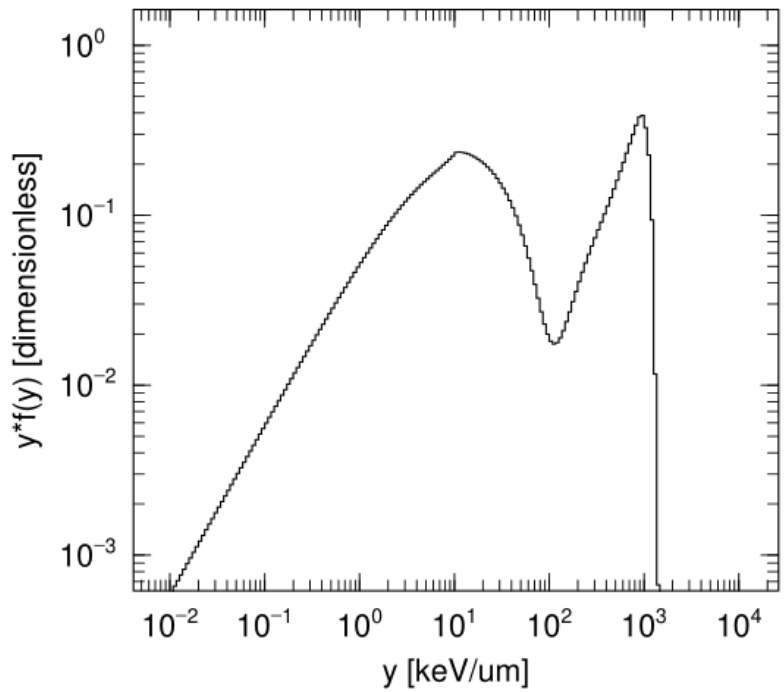
飛跡構造解析コード

- ✓ ETS mode (Kai et al. 2015)
- ✓ ITSART (Ogawa et al. 2021)

出力可能なマイクロドジメトリ量

ε (eV), y (keV/um), z (Gy), n_{ion}

微小体積内の電離数→DNA損傷数に直結



(Sato et al. submitted)

ユーザー定義モデル（PHITS-UDM）の開発

✓ ユーザー独自の「相互作用」と「粒子」を実装できる
✓ それらの拡張機能を他のユーザーと容易に共有できる

計算例

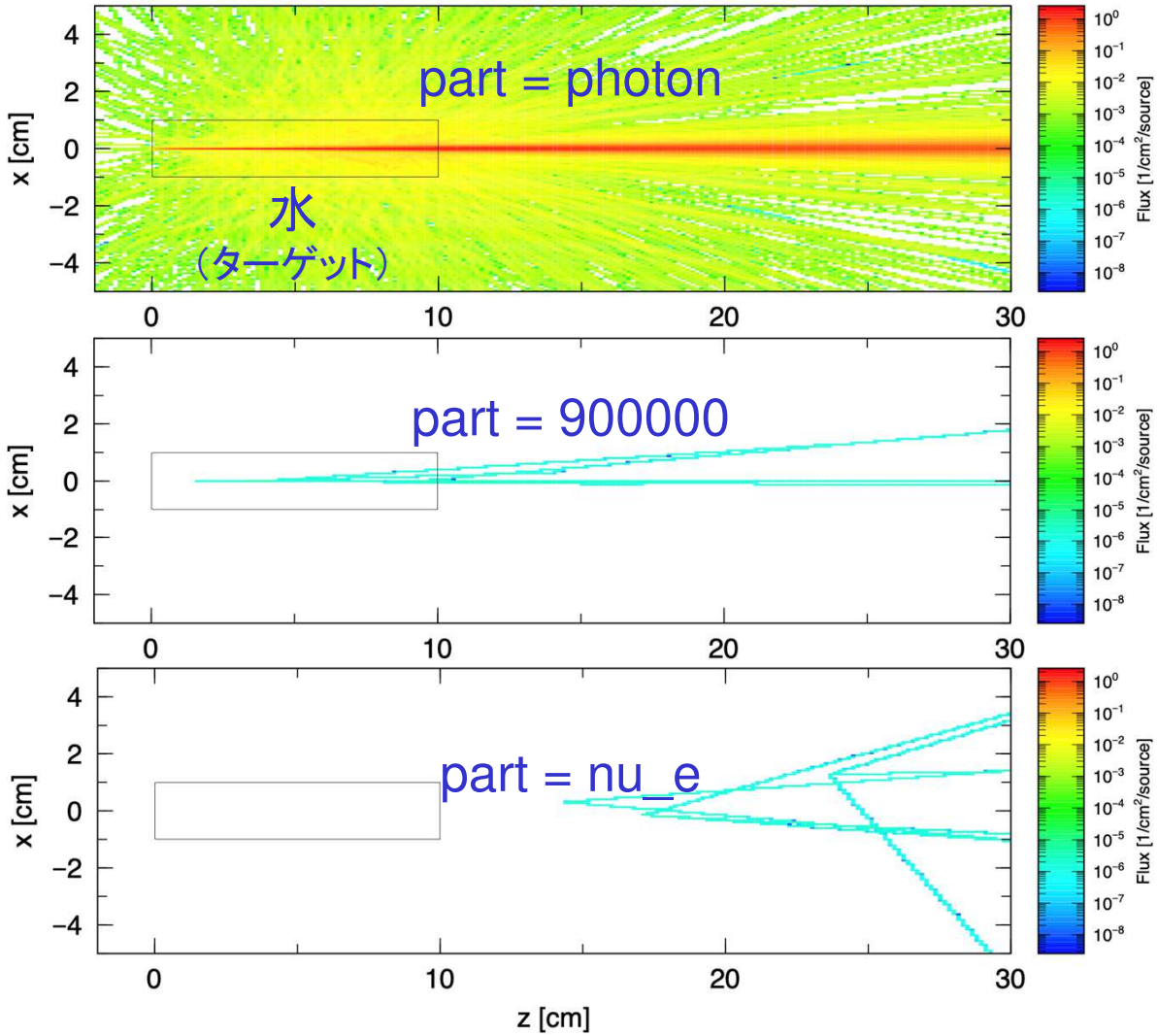
1. 電子ビームにより光子が発生

（ここまでは通常のPHITSで計算可能）

2. 光子と水とのユーザー定義相互作用でユーザー定義粒子が生成

以下の範囲でユーザー定義粒子に kf-code の割当が可能
900000 < |kf-code| < 999999

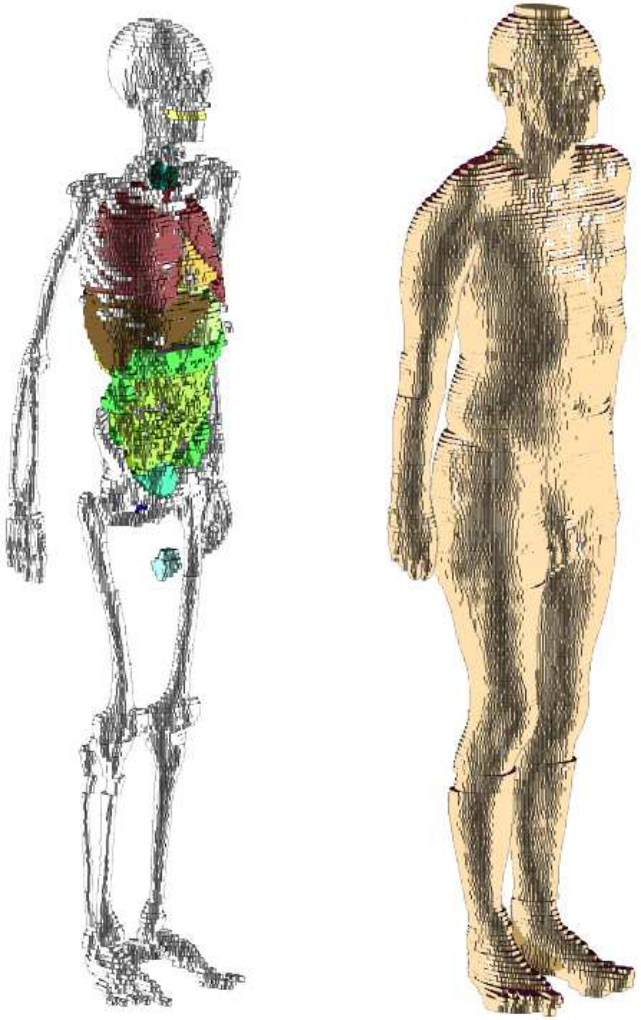
3. ユーザー定義粒子が指定した寿命と分岐比に従って崩壊



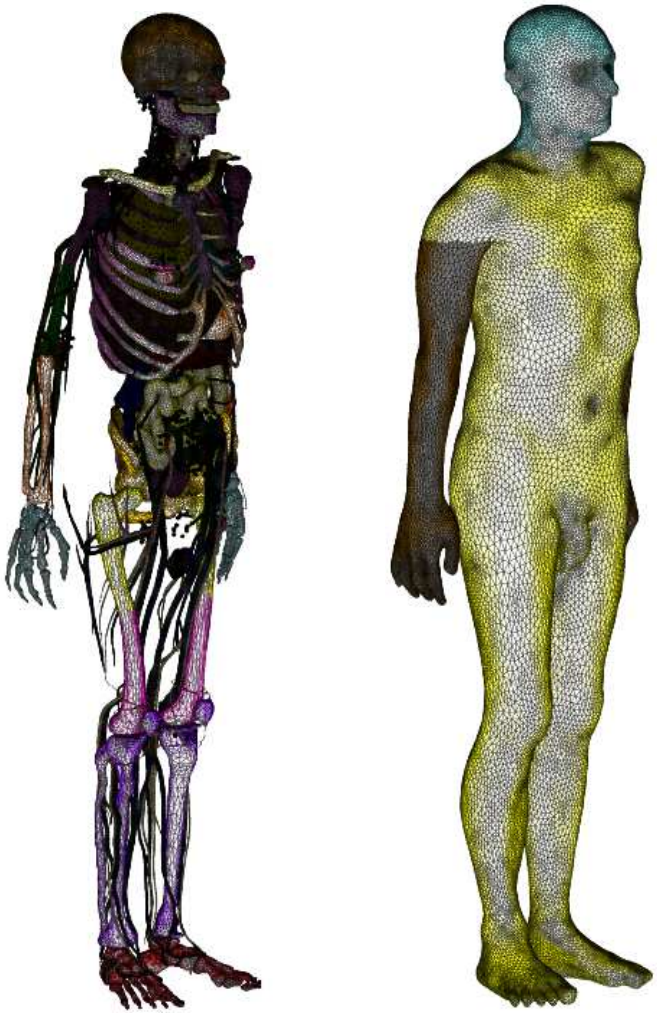
詳細: https://github.com/sakaki-y/PHITS-UDM

ICRPファントムのパッケージへの組込

Voxelモデル



Meshモデル



ICRPより許諾を受け、PHITS入力形式の標準成人男女ファントムをパッケージに格納

/phits/sample/icrp

今後の予定

◆飛跡構造解析モードの拡張

- ✓ 個別対応元素の拡充（生命・検出器・半導体材料など）
- ✓ 物質生命科学とのカップリングモジュール開発

◆核データ親和性の向上

- ✓ JENDL-5.0、光核反応ライブラリのパッケージ組込

◆ユーザー支援機能の拡充

- ✓ 入力ファイル作成を支援する専用エディタの開発
- ✓ RT-PHITSの改良

◆計算精度の向上

- ✓ JQMD ver. 2.0の高速化と高精度化
- ✓ 包括的V&Vと統計・系統誤差評価方法の拡張