

PHITS2.88の概要

PHITS開発チーム一同

2016/09

発表内容

1. PHITS最近の動向
2. 最新版PHITSの特徴
3. 今後の予定

最近の更新履歴

2015年03月 : PHITS 2.76更新パッチファイル公開

2015年04月 : PHITS 2.76をRIST & OECD/NEA登録

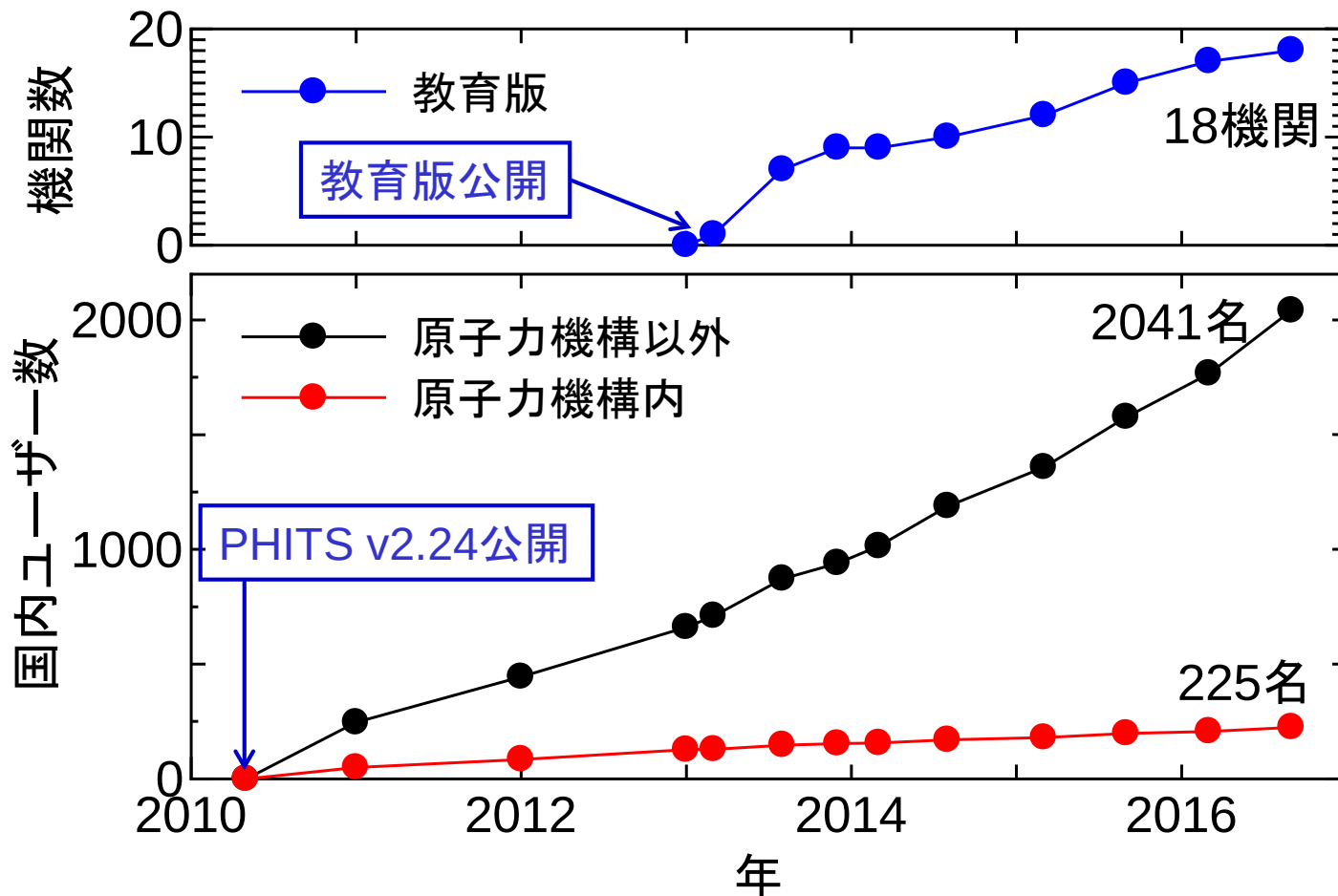
2015年12月 : PHITS 2.82更新パッチファイル公開

2016年01月 : PHITS 2.82をRISTに登録

2016年09月 : PHITS 2.87を講習会で配布

2016年09月 : PHITS 2.88更新パッチファイル公開

ユーザー数の変化



国内*のPHITSユーザー数

国内で2,200名突破！！

*PHITS講習会に参加, もしくはRISTを通してPHITSを入手した人数

物理モデル

エネルギー ↑ 高 ↓ 低	中性子	陽子・ π 粒子 (その他の核子)	重イオン	μ 粒子	電子・ 陽電子	光子
	1 TeV	1 TeV/n		1 TeV	EGS5	EGS5 1 TeV
	核内カスケード模型 JAM 3.0 GeV + 蒸発模型 GEM	量子分子 動力学模型 JQMD + 蒸発模型 GEM		仮想光子 核反応 JAM/ JQMD + GEM	or 原子 データ ライブラリ EEDL / ITS3.0 / EPDL97 (~10GeV)	or 原子 データ ライブラリ JENDL-4.0 / EPDL97 (~100GeV)
	20 MeV	核内カスケード模型 INCL4.6 + 蒸発模型 GEM	d t ^3He α 10 MeV/n	200 MeV		光 核反応 JAM/ JQMD + GEM + JENDL 2 MeV
	核データ ライブラリ JENDL-4.0 10 ⁻⁵ eV	1 MeV	電離損失 ATIMA		1 keV	1 keV
		1 keV				

最新版PHITS(v2.87)に組み込まれた物理モデルとその適用エネルギー範囲*

高エネルギー核反応モデルのバグを修正し, 1TeV/nまで適応可能とした

*モデル及びその適用エネルギー範囲は入力ファイルにて変更可能

発表内容

1. PHITS最近の動向
2. 最新版PHITSの特徴
3. 今後の予定

PHITS2.82

平成27年12月にパッチファイルリリース

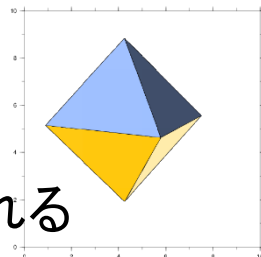
- ◆ 連続四面体形状(ポリゴン的一种)への適応(古田)
- ◆ ミューオン輸送アルゴリズムの改良(安部)
- ◆ 核共鳴散乱(NRF)計算機能の組み込み(小川)
- ◆ Sum tally機能の拡充(橋本)
- ◆ ユーザー指定断面積読み込み機能の導入(橋本)
- ◆ エネルギー分散計算方法の修正(岩元・佐藤)
- ◆ 繋ぎ計算の統計誤差計算方法の改良(古田)
- ◆ EGS5の薄膜計算対応及びバグ修正(佐藤・岩瀬)
- ◆ ポイントタリー機能の導入(仁井田)
- ◆ R- θ -Zメッシュの追加([t-track]のみ)(仁井田)
- ◆ 三角柱線源の追加(仁井田)

連続四面体形状への適応

✓ 連続四面体形状とは？

3次元ポリゴン的一种

全ての要素が四面体で構成される



✓ 用途は？

人体など幾何学形状では表現できない複雑な体系を表現する

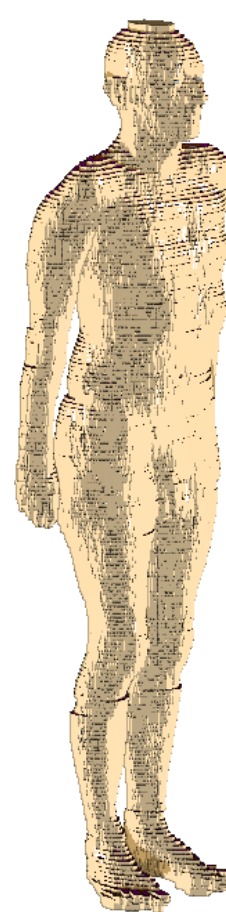
CADジオメトリを連続四面体形状を介して間接的に読み込むことができる

✓ 使い方は？

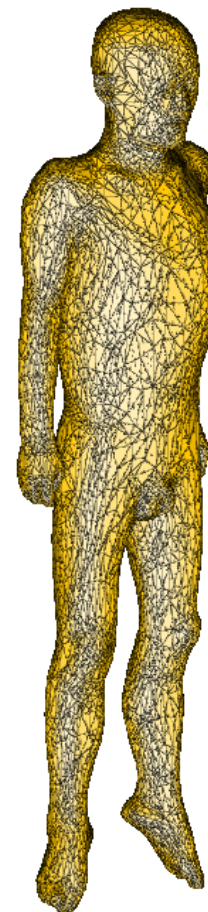
連続格子形状(ボクセル)とほぼ同じ

TetGen*などのツールを使って, 連続四面体形状を別途準備する必要がある

* <http://wias-berlin.de/software/tetgen/>



ボクセルファントム
(ICRP [1])



四面体ファントム
(Hanyang Univ. [2])

[1] ICRP Publication 110

[2] Y.S. Yeom et al. Phys. Med. Biol. 59, 3173-3185 (2014)

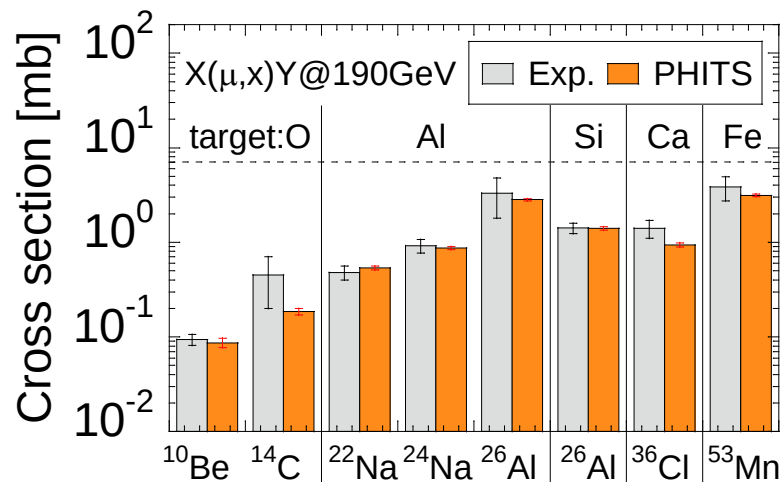
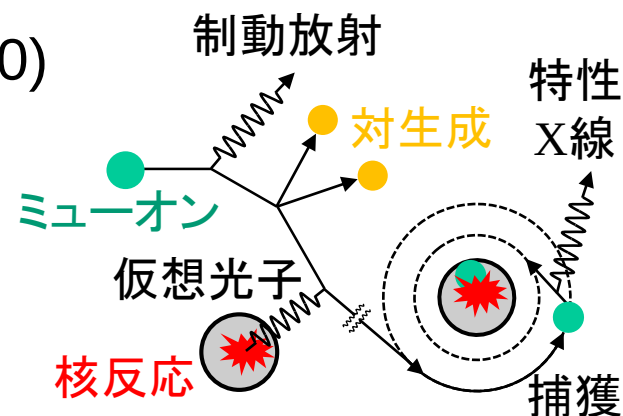
ミューオン輸送に関する改良

◆ 仮想光子を介した核反応計算機能(ver.2.70)

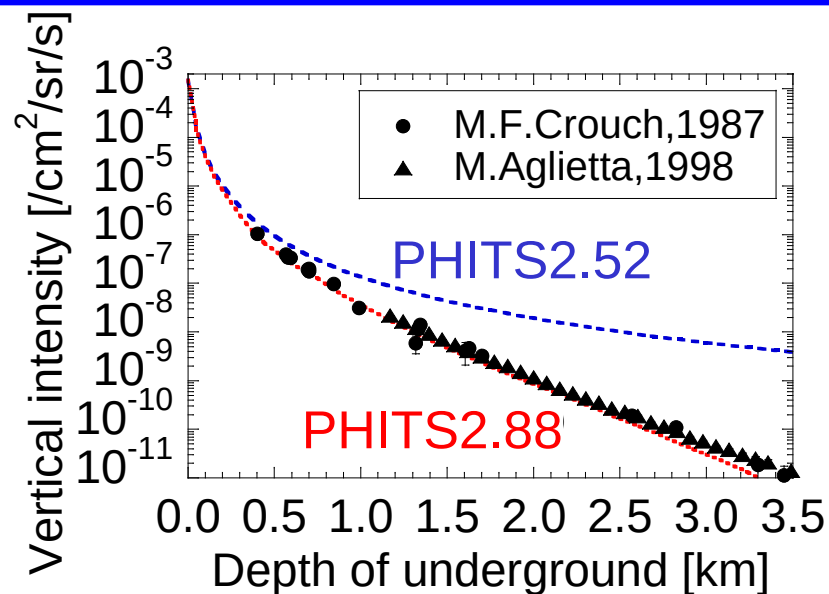
◆ 負ミューオン捕獲反応計算機能(ver.2.76)

◆ 制動放射、対生成計算機能(ver.2.80)

➡ 物質中でのミューオンの相互作用を
全て計算可能に



Produced radionuclide
ミューオン核反応による核種生成

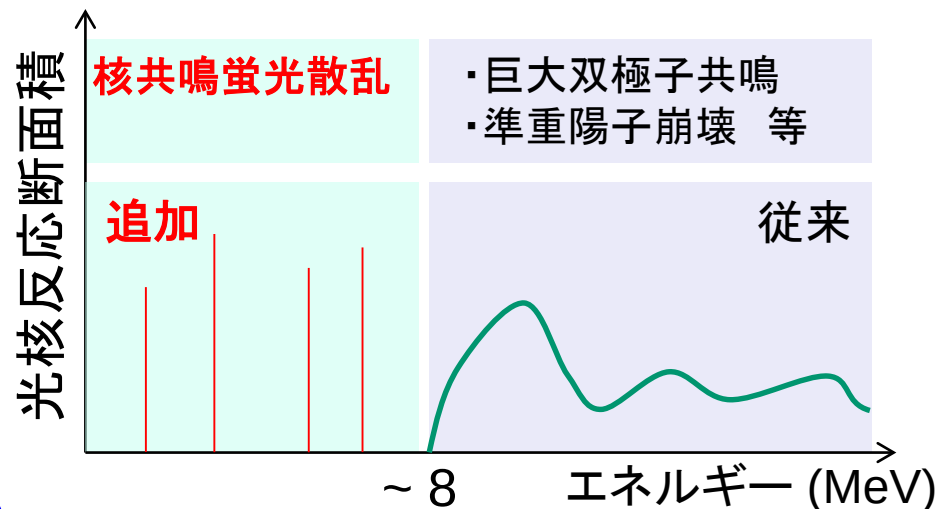


バックグラウンドミューオンの地中透過率

核共鳴蛍光散乱(NRF)計算機能の組み込み

核共鳴蛍光散乱とは？

原子核の励起準位とほぼ同等のエネルギーの光子が入射したとき、その光子エネルギーを吸収して核が励起状態となり、特定エネルギーの γ 線を放出する



利点

従来PHITSが扱えなかったMeV領域の光核反応が計算できる

用途

食品照射による放射化の計算
核物質検知のシミュレーション etc.

使い方

1. [parameters]セクションにおいてipnint=2とする
2. [source]セクションのsx,sy,szとして、入射光子の偏光方向を定義(偏光の場合)
3. igamma = 3 とすると、[T-yield]で光子照射によるアイソマー生成が計算できる
吸収準位はENSDF(<http://www.nndc.bnl.gov/nudat2/>)の準位ほぼ全てに対応

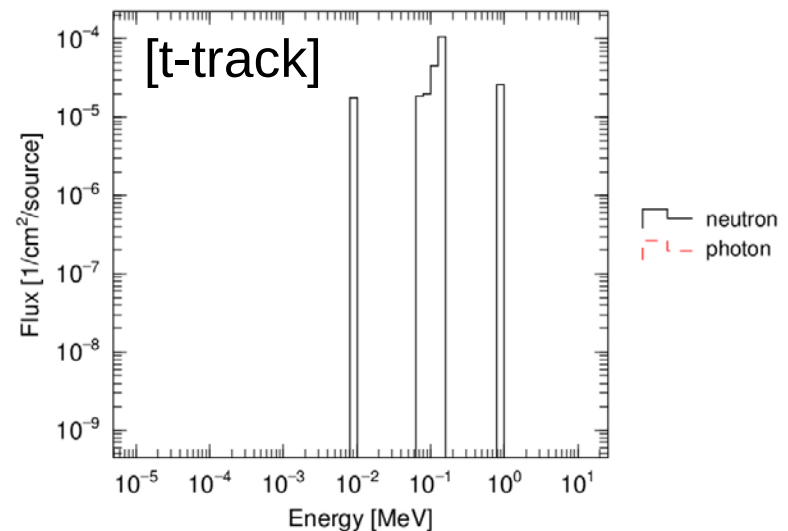
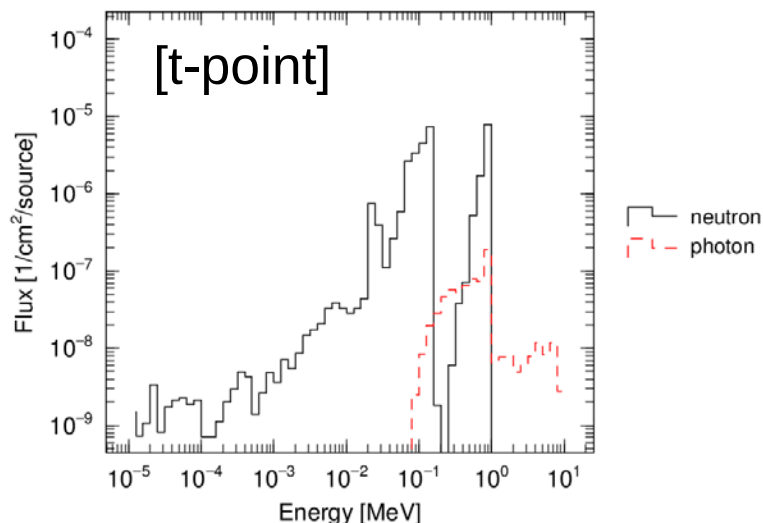
ポイントタリーの追加

ポイントタリーとは？

ある点やリング状の線分におけるフルエンスを計算するタリー。体系が大きくタリー領域が小さい場合などに有効

計算条件

- ✓ 核データ及び原子データのみ利用したシミュレーション
- ✓ 中性子・光子のフルエンスのみ計算可能
- ✓ イベントジェネレータモードやEGSモードは使わない



ある点及びその周辺のフルエンスを[t-point]及び[t-track]で計算した結果

最近の改良点：PHITS2.88

平成28年9月から配布開始

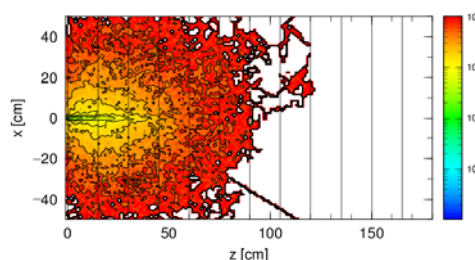
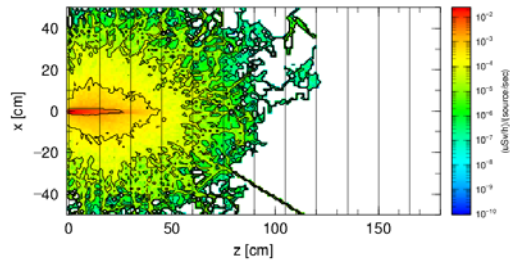
PHITS2.82からの主な変更点(担当者)

- ◆ Weight Window Generator機能の組込(仁井田)
- ◆ 3次元可視化ソフトParaView用出力機能の開発(古田)
- ◆ ATIMAの高速化とデフォルト設定(古田, 安部)
- ◆ 天然元素への自動展開機能の組込(仁井田)
- ◆ Sum tally機能の拡充(橋本)
- ◆ ミューオン・パイオン核反応モデルの改良(安部・橋本)
- ◆ RI線源機能の開発(松田)
- ◆ JAMQMDの開発と組込(小川)
- ◆ 中性子崩壊の組込(佐藤)
- ◆ 2次元結果のBitmap形式での出力機能の追加(古田)
- ◆ EGSに関するバグ修正(佐藤・岩瀬)

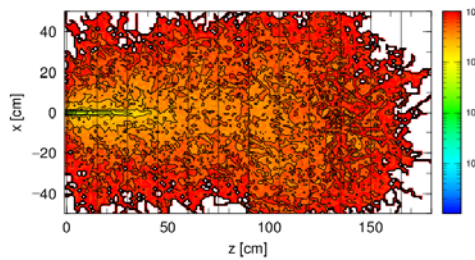
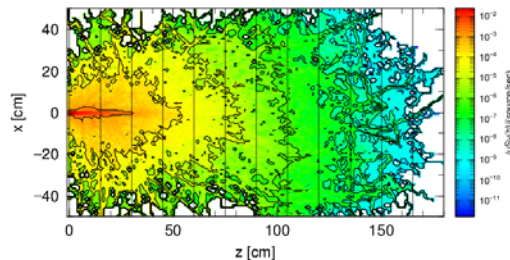
Weight Window Generatorの導入

Weight Window Generator [t-wwg]とは？

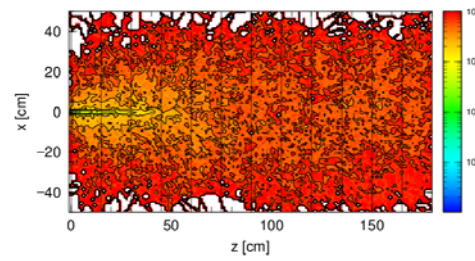
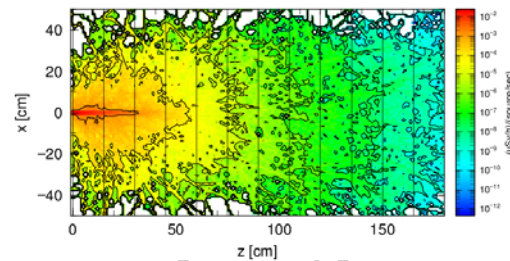
- ✓ 各領域の最適なWeight Window値*を自動で生成するタリ-
- ✓ 深層透過計算など統計のたまりにくい計算が簡単に行えるようになる



1回目 (試し計算)
[Weight Window]なし



2回目
[Weight Window]設定



3回目
[Weight Window]更新

[t-track]

統計誤差

同じヒストリー数で[Weight Window]を更新しながら計算した中性子透過計算

*各領域において粒子のWeightが取りえる範囲。その範囲を外れるとParticle splitやRussian Rouletteを行う

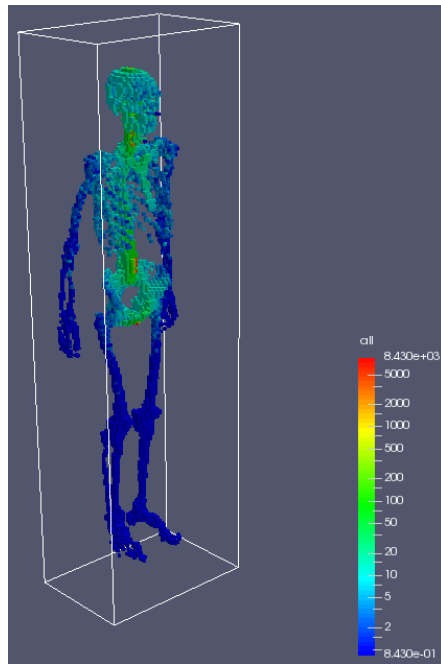
ParaView出力機能の開発

ParaView(<http://www.paraview.org>)とは？

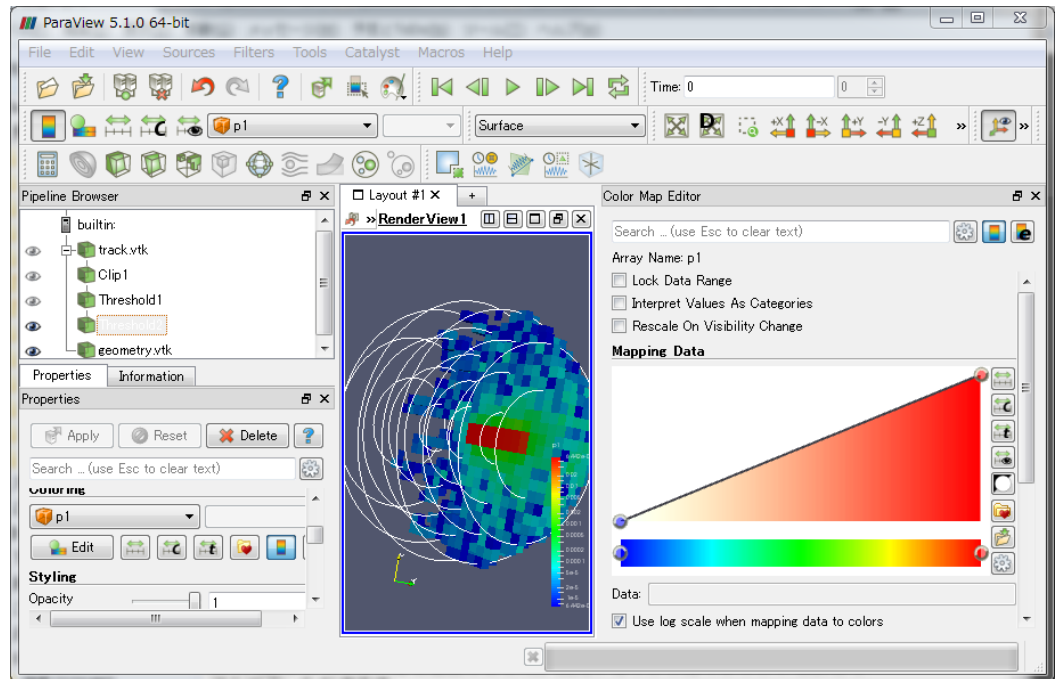
- ✓ 3次元体系や3次元空間に広がる数値データを可視化するフリーソフト
- ✓ 物質毎のデータ表示やアニメーションの作成も可能

PHITSでの設定方法

「mesh = xyz」のタリーに「vtkout = 1」と加えるだけでParaView用出力を作成



ParaViewで可視化した
ICRPボクセルファントム



ParaViewのサンプル画面

詳しくはlecture¥advance¥paraviewもしくはutility¥paraviewをご参照下さい

RI線源機能の開発

RI線源機能とは？

- ✓ RI核種とその放射能を指定するだけで、その核種から放出される光子フラックスを模擬したシミュレーションが可能
- ✓ 崩壊時間を設定することにより、娘核による寄与まで含めて再現できる
- ✓ 崩壊データベースには、原子力機構が開発したDECDC*を利用

RI線源

(e-type = 28)

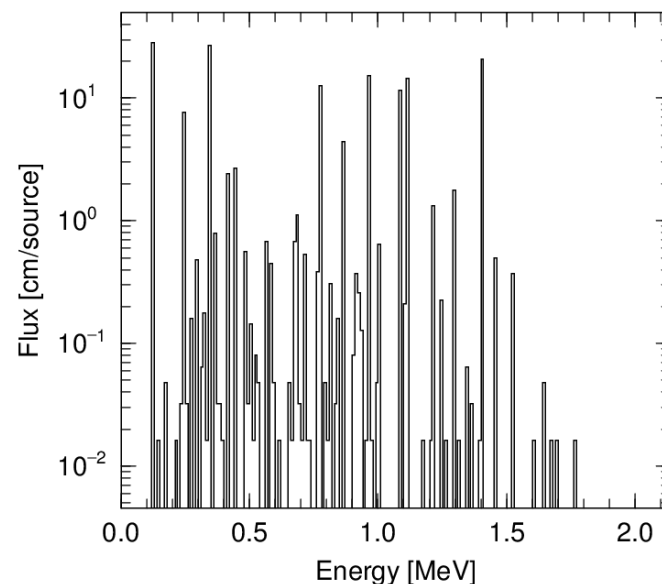
```
[ Source ]  
factor = 1.0  
...  
e-type = 28  
  ni = 1  
 152Eu 100.  
  norm = 0  
  dtime = -10.0
```

dtime:

崩壊時間(半減期)

単色線源(e-type = 8)

```
[ Source ]  
factor = 100.*1.6051  
...  
e-type = 8  
  ne = 32  
  1.21782E-01 100.*2.86678E-01  
  1.25690E-01 100.*1.61100E-04  
  1.48010E-01 100.*3.73216E-04  
  1.73170E-01 100.*7.96740E-05  
...(準位の数だけ繰り返し)  
  1.69810E+00 100.*5.90701E-05  
  1.76909E+00 100.*9.58546E-05
```



RI線源と単色線源を使って表現した
100Bqの¹⁵²Eu線源

¹⁵²Eu線源スペクトル

*A. Endo et al., JAERI 1347 (2005); equivalent to ICRP Publication 107

発表内容

1. PHITS最近の動向
2. 最新版PHITSの特徴
3. 今後の予定

今後の予定

◆核データの充実

- ✓ JENDL高エネルギー核データファイルとのセット配布

◆新たな計算機能の追加

- ✓ 低エネルギーへの拡張(空間分解能の向上)
- ✓ 核データに起因する系統誤差評価機能

◆ユーザー支援機能の拡充

- ✓ GUIの開発

◆信頼性の検証

- ✓ 基礎から応用まで包括的なV&Vを実施

お願い

- ✓ 更新にはML登録が必要ですので、最新版への更新をご希望の方は、PHITSホームページを参照の上、必ず登録してください
- ✓ バグを見つけた場合や、改良の要望がありましたら、PHITS事務局<phits-office@jaea.go.jp>までご連絡ください

みなさまからのフィードバックをお待ちしております

より詳しく知りたい方は

◆ PHITSオフィシャルホームページ

<http://phits.jaea.go.jp>

◆ PHITS Facebookページ

<https://www.facebook.com/phitscommunity>



◆ PHITSオフィシャル参考文献

T. Sato et al. J. Nucl. Sci. Technol. 50, 913-923 (2013)

<http://dx.doi.org/10.1080/00223131.2013.814553> (オープンアクセス)

◆ PHITS事務局

phits-office@jaea.go.jp

バグ情報は、主にFacebookページにてお知らせします