

# PHITS3.00の概要

PHITS開発チーム一同

2017/08

## 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

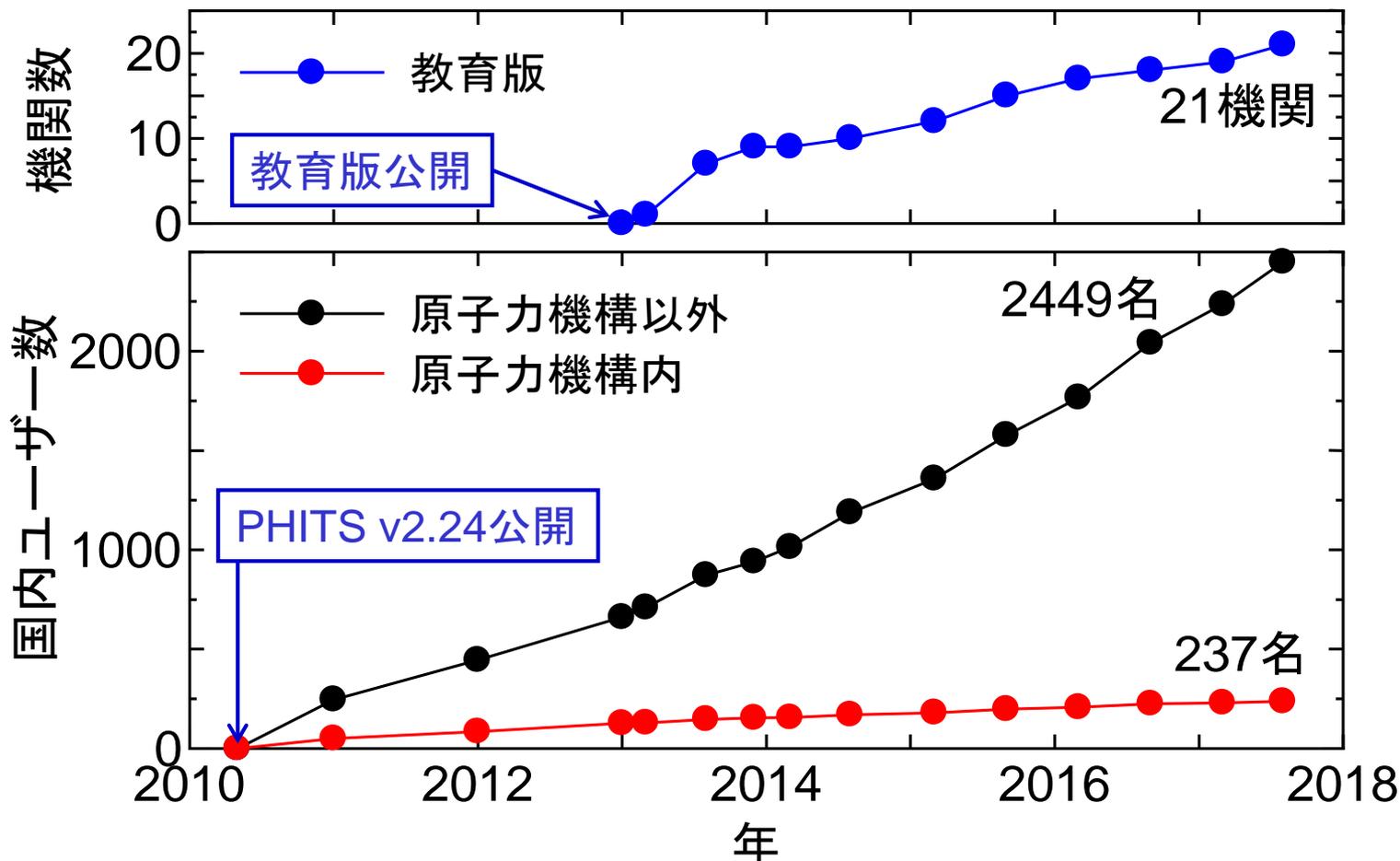
2016年09月：PHITS 2.87を定期講習会で配布

2016年09月：PHITS 2.88更新パッチファイル公開

2017年08月：PHITS 2.96を定期講習会で配布

2017年10月：PHITS 3.00更新パッチファイル公開

# 国内ユーザー数の変化



国内\*のPHITSユーザー数

国内で2,600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（奨励設定）

	中性子	陽子・ $\pi$ 粒子 (その他の核子)	重イオン	$\mu$ 粒子	電子・ 陽電子	光子	
高 ↑ エネルギー ↓ 低	1 TeV	1 TeV/u		1 TeV	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		EPDL97 or EGS5	光核反応 JAM/ JQMD + GEM + JENDL + NRF
	核内カスケード模型 INCL4.6 + 蒸発模型 GEM	d t $^3\text{He}$ $\alpha$	10 MeV/u	200 MeV			
	20 MeV	1 MeV	電離損失 ATIMA	1 keV			
核データ ライブラリ JENDL-4.0	1 keV			1 keV			
	0.1 meV	→ イベントジェネレータモード： <b>核反応による2次粒子を特定可能</b>			*飛跡構造 解析 1 meV	*水中のみ対応	

最新版PHITS (v3.00) に組み込まれた物理モデルとその適用エネルギー範囲

- ✓ デフォルト設定で中性子 & 光子データライブラリを使うようにした
- ✓ 電子の飛跡構造解析モードが加わった(ただし水中のみ対応)

## 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

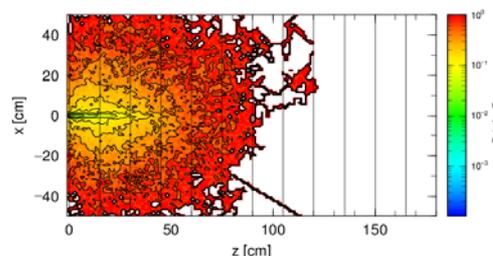
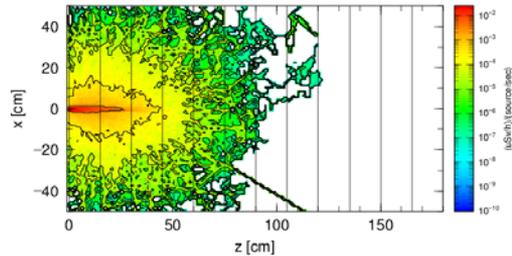
## PHITS2.82からの主な変更点(担当者)

- ◆ 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)

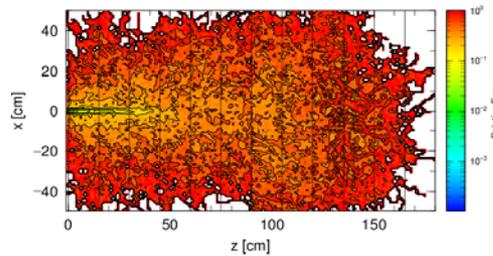
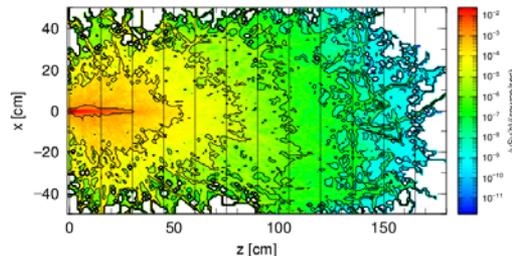
# Weight Window Generatorの導入

## Weight Window Generator [t-wwg]とは？

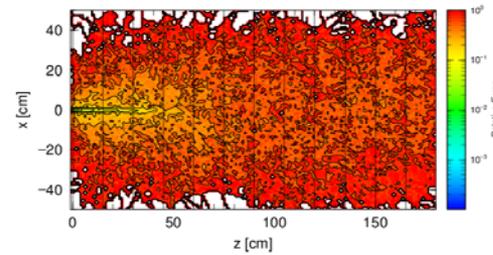
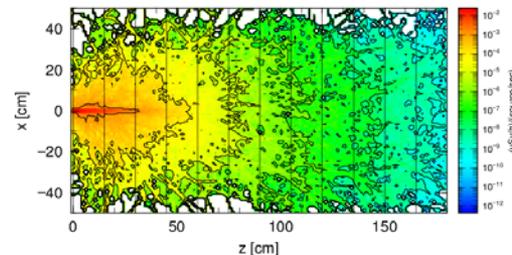
- ✓ 各領域の最適なWeight Window値\*を自動で生成するタリ-
- ✓ 深層透過計算など統計のたまりにくい計算が簡単に行えるようになる



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

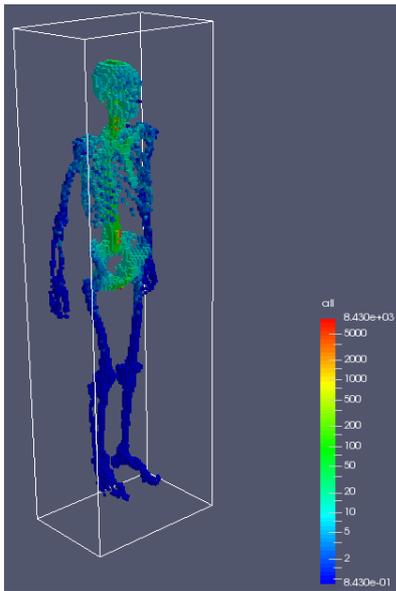
# ParaView出力機能の開発

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

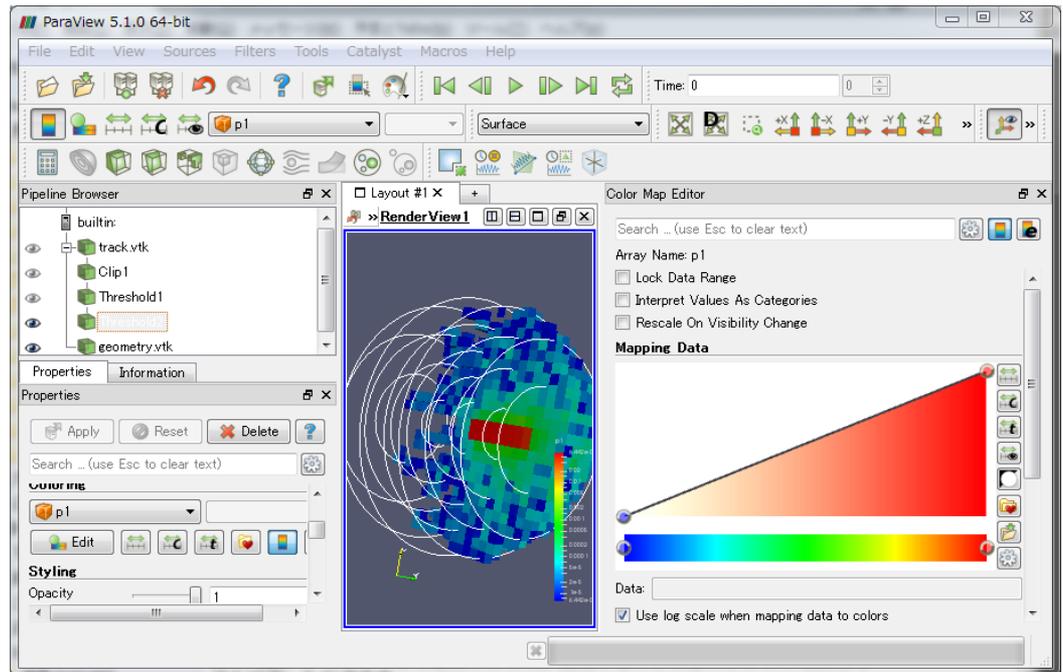
- ✓ 3次元体系や3次元空間に広がる数値データを可視化するフリーソフト
- ✓ 物質毎のデータ表示やアニメーションの作成も可能

## 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  
本開発は、原子力機構・古高和禎氏及び(株)V.I.C.の協力により実施いたしました

# 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 ]
totfact = 1.0
...
e-type = 28
  ni = 1
  152Eu 100.
  norm = 0
  dtime = -10.0
```

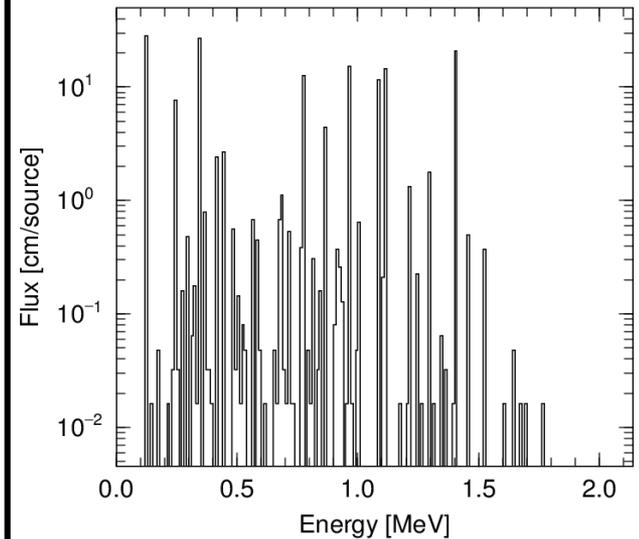
dtime:

崩壊時間(半減期)

線源(≡ e-type = 22※ ※新書式)

```
[ Source ]
$ totfact = 160.51
...
e-type = 28
$ 1.218E-01 1.218E-01 100*2.867E-01
$ 1.257E-01 1.257E-01 100*1.611E-04
$ 1.480E-01 1.480E-01 100*3.732E-04
...(準位の数だけ繰り返し)
$ 1.698E+00 1.698E+00 100*5.907E-05
$ 1.769E+00 1.769E+00 100*9.585E-05
...
$ ne = 132
```

RI線源と単色線源を使って表現した  
100Bqの<sup>152</sup>Eu線源



<sup>152</sup>Eu線源スペクトル

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

# 最近の改良点：PHITS3.00

平成29年8月から配布開始

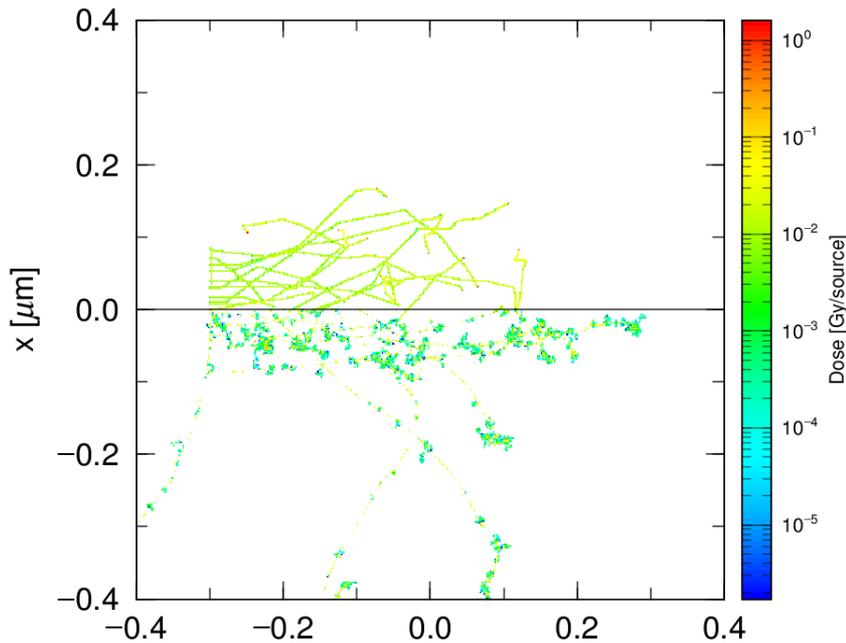
## PHITS2.88からの主な変更点(担当者)

- ◆ JAMQMD2の開発と組込(小川)
- ◆ 飛跡構造解析モードの開発と組込(甲斐)
- ◆ EGSモードにおける電磁場考慮機能の追加(佐藤)
- ◆ RI線源機能の $\alpha$ ・ $\beta$ 崩壊(オージェ電子含む)への拡張(松田)
- ◆ メッシュ空間分布を持つ線源発生機能の追加(仁井田)
- ◆ 統計誤差・CPU時間による計算打ち切り機能の追加(仁井田)
- ◆ 体積自動計算タリ—[t-volume]の追加(仁井田)
- ◆ [t-deposit]に条件付き重み付け加重機能を追加(安部)
- ◆ [counter], [t-star], [t-product]の反応チャンネル追加(安部)
- ◆ 誤差棒表示機能(epsout=2)の追加(橋本)
- ◆ Weight Windowバイアス機能[t-wwbg], [ww bias]の追加(仁井田)
- ◆ 入力ファイル仕様の簡素化(佐藤)
- ◆ CAD変換ソフトSuperMCのPHITS形式への適応(中国科学院)

# 飛跡構造解析モードの開発

## 飛跡構造解析モードとは？

- ✓ 個々の電離・励起イベントを全てモンテカルロ的に再現する計算モード  
→ 対義語は連続エネルギー損失近似(CSDA)
- ✓ より詳細な空間スケール(nmオーダー)での放射線挙動解析が可能  
→ CSDAを使った場合は1 $\mu$ m程度が限界
- ✓ 計算時間が膨大になるので、大きな領域の計算には不向き



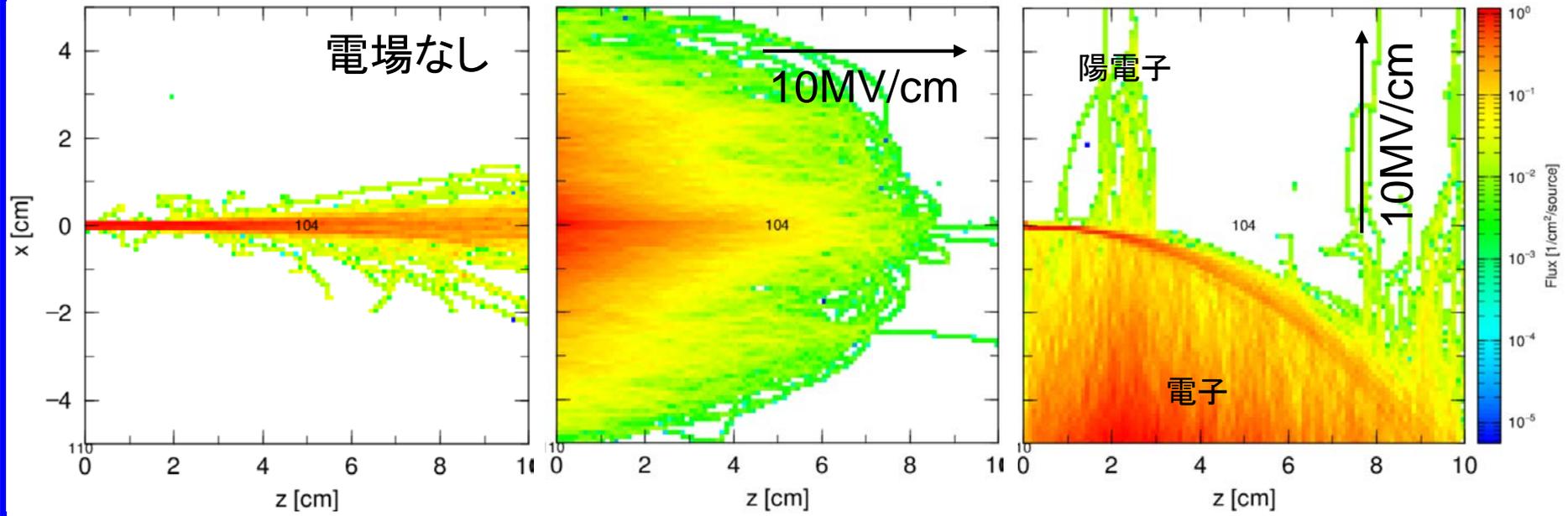
EGSモード(上)と飛跡構造解析モード(下)を使って計算した4keV電子の水中でのエネルギー付与分布

(recommendation¥trackstructure参照)

z [μm] → ANGELパラメータ cmumなどにより単位の変更が可能となった

現在は水中での電子・陽電子のみ扱えるが、今後、様々な粒子・物質に拡張予定

# EGSモードにおける電磁場考慮機能の追加



水中に100MeV電子を入射した際の電子・陽電子フラックス

- ✓ 磁場 / 電磁場の定義方法は他の放射線の場合と同じ  
→ [magnetic field] / [electromagnetic field]で定義し,  $imagnf / ielctf = 1$ と設定  
詳しくはlecture¥advanced¥option参照
- ✓ EGSモードでのみ動作
- ✓ 阻止能よりも高い電場を掛けると2次電子・陽電子が無限増殖するので注意

本開発は(株)ナイスの協力により実施いたしました

# 入力ファイル仕様の簡素化

## 主な変更点

- ✓ [material]で”c”をコメントと扱わないようにした  
→ [parameter]でicommat = 1とすることにより従来通りコメントとして扱う
- ✓ file(1)でインストールフォルダを指定することにより、その他の入力ファイル名を指定する必要をなくした  
→ 各fileを直接指定した場合は、各指定ファイル名が優先される
- ✓ 中性子核データを自動で設定する”nucdata”を導入し、デフォルトでJENDL-4.0を利用して0.1meV~20MeVまでの中性子を輸送するようにした  
→ 特殊な場合を除いてemin(2)とdmax(2)の設定を不要とした
- ✓ “negs”を光子・電子輸送コントロールパラメータとした  
→ negs = -1: 光子のみ輸送(従来PHITSアルゴリズム)  
negs = 0: 光子・電子を輸送しない  
negs = 1: 光子・電子ともに輸送する(EGSアルゴリズム)
- ✓ 単色線源とエネルギー分布線源でs-typeを区別する必要性をなくした  
→ e0かe-typeのどちらが設定されているかで自動判定

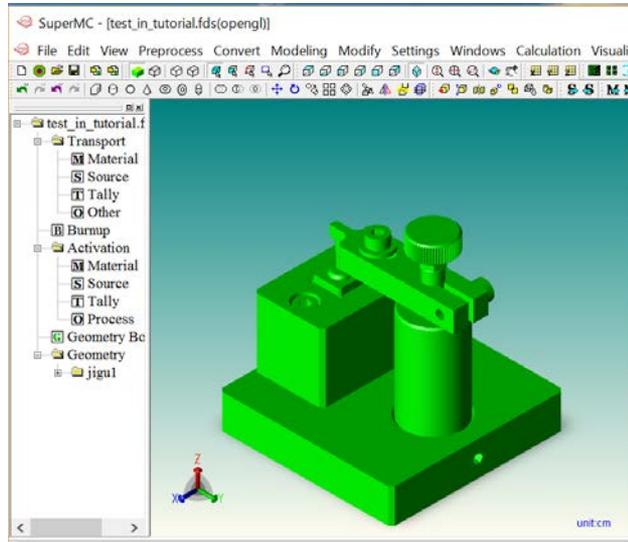
基本的\*には、従来インプットをそのまま使うことができるように設計

\*例外: 中性子核データのない元素(Irなど)を定義して光子・電子のみ輸送 → nucdata = 0  
[material]でcをコメントとして使っている → icommat = 1

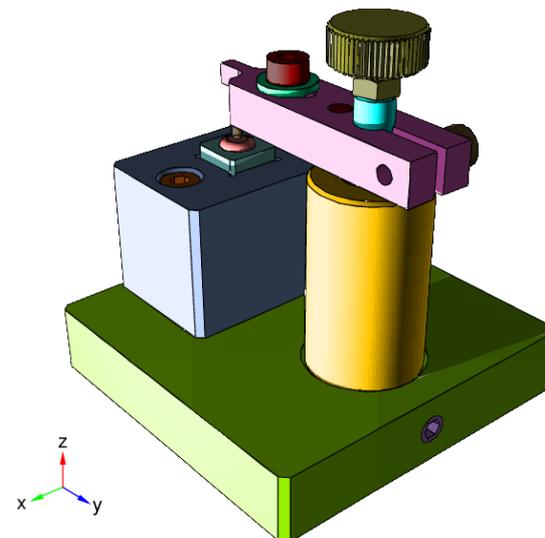
# SuperMCのPHITS形式への適応

## SuperMCとは？

- ✓ 中国科学院原子力安全技術研究所FDSチームが開発するフリーの放射線挙動解析コード(ただし, ライセンスの取得は必要)
- ✓ CADジオメトリを読み込んで他のモンテカルロ(PHITS, MCNP, GEANT4など)の入力形式に変換可能
- ✓ 変換できるCAD形式は\*.sat, \*.sab, \*.stp, \*.step形式のみ。ただし, Spline曲面を含む体系は変換できない



SuperMC



PHITS

ライセンス取得方法, 使い方の詳細はutility¥SuperMC参照

## 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の公開

## ◆新たな計算機能の追加

- ✓ 飛跡構造解析モードの拡張(イオン・ターゲット)
- ✓ 核反応断面積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

## ◆計算精度の向上

- ✓ 最新の蒸発モデルの導入・改良

## 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](mailto: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](mailto: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**