

EGSに対応した粒子軌跡と 計算体系の3次元表示ソフト - CGVIEW -

高エネルギー加速器研究機構	平山	英夫	波戸	芳仁
(有)科学システム研究所	高村	篤	杉田	武志

目的

EGSコードを用いた計算を行う場合に、その計算体系と粒子の軌跡を可視的に確認することは、入力データの作成が正確にされているかどうか確認する上で重要である。また、反応状況を理解する上でも有用である。

それらを可能にするためOpenGLライブラリを用いてWINDOWS上で、PRESTA-CG等の3次元体系と粒子の軌跡情報を同時に表示可能な図形表示ソフトを作成した。

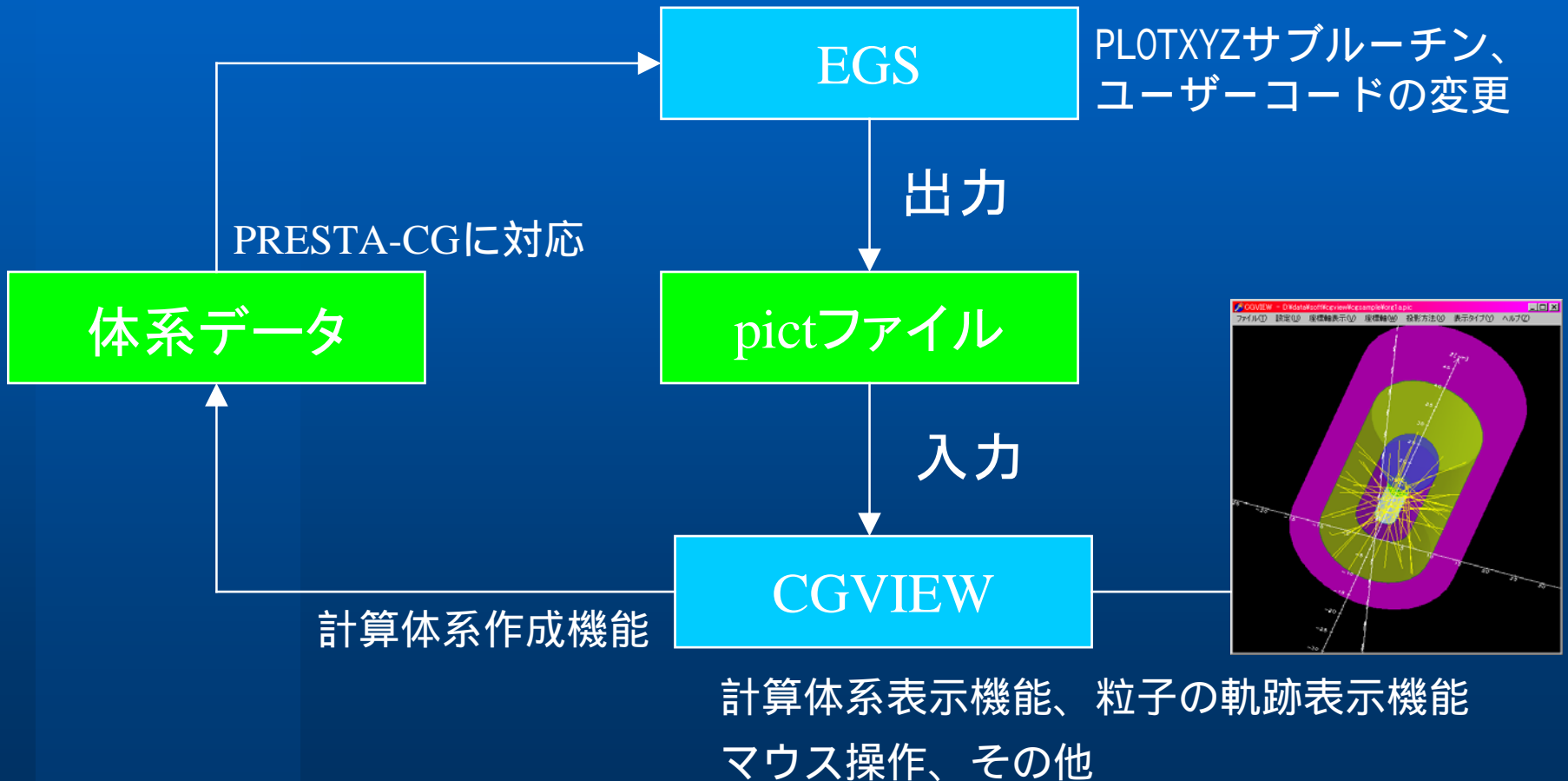
開発環境

- 使用言語 : Object Pascal
- 開発ツール : Borland社製Delphi7(Windows)
Borland社製Kylix3(Linux)

動作環境

- ハードウェア : PC/AT互換機
- OS : Windows98以上及び
Linux(推奨RedHat8.0)
- ビデオカード : OpenGL対応のもの

EGSとCGVIEWの相関図



EGSの変更箇所

CGVIEWで使用する入力ファイルは次に示す変更を行った
EGSコードから出力されるファイルとする。

CGVIEW用のPLOTXYZの変更

PLOTXYZ: 反応点の情報(座標、線を結ぶか否か)
を出力するサブルーチン

NPRECI	円筒平板	CG	Medium	1行の カラム数	対応 プログラム
0		×	×	21	PICT32
1		×	×	30	PICT32
2				64	CGVIEW

CGVIEW用のユーザーコードの変更

- Main の非実行部分に追加

```
COMMON/NFAC/FNORM,XMIN,XMAX,YMIN,YMAX,ZMIN,ZMAX,NPREC1; "PICT"
```

- STEP 2 に追加

```
NPREC1=2;
```

```
OPEN(9,file='mortjob.pic',status='unknown'); "PICT"
```

- CALL GEOMGT(IFTI, IFTO, IGMMAX, ITBODY); の直前に追加

CG情報の出力

```
IF(NPREC1.EQ.2) [WRITE(9,:FMT900:);:FMT900:FORMAT('CSTA'); "PICT"
```

```
IFT0=9;]
```

- CALL GEOMGT(IFTI, IFTO, IGMMAX, ITBODY); の直後に追加

```
IF(NPREC1.EQ.2)WRITE(9,:FMT901:);:FMT901:FORMAT('CEND'); "PICT"
```


- STEP 2に追加

Medium情報の出力

```
IF(NPREC1.EQ.2) [ "PICT"  
WRITE(9, :FMT20:); "PICT"  
:FMT20:FORMAT('MSTA'); "PICT"  
WRITE(9, :FMT21:)NREG; :FMT21:FORMAT(I4); "PICT"  
WRITE(9, :FMT22:)(MED(I), I=1, NREG);  
:FMT22:FORMAT(15I4); "PICT"  
WRITE(9, :FMT23:); "PICT"  
:FMT23:FORMAT('MEND'); "PICT"  
]
```

- STEP 7のShower CALL のBatch loop内に追加 **バッチ区切りの出力**

```
WRITE(9,:FMT91:) NOFBAT; :FMT91:FORMAT('0',15); "PICT"
```

- STEP 7のShower CALL のBatch loop内の最後に追加

```
WRITE(9,:FMT92:); :FMT92:FORMAT('9'); "PICT"
```

```
CALL PLOTXYZ(99,0,0,0.,0.,0.,0.D0,0,0.); "PICT"
```

- STEP 7の最後に追加

```
CLOSE(UNIT=9, status='keep'); "PICT"
```

- AUSGABに追加 **反応点情報の出力**

```
CALL PLOTXYZ(IARG,NP,IQ(NP),X(NP),Y(NP),Z(NP),E(NP),IR(NP),  
WT(NP)); "PICT"
```

- SUBROUTINE PLOTXYZを追加

(EGS出力ファイル例)

CSTA

```
RCC 1 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 3.0000E+01 1.0000E+01  
RCC 2 0.0000E+00 0.0000E+00 1.0000E-01 0.0000E+00 0.0000E+00 2.9800E+01 9.9000E+00  
RCC 3 0.0000E+00 0.0000E+00 5.0000E+00 0.0000E+00 0.0000E+00 1.5000E+01 5.0000E+00  
SPH 4 0.0000E+00 0.0000E+00 2.0000E+01 5.0000E+00
```

} 形状定義部

END

```
Z1 1 OR 2
```

```
Z2 1 -2 OR 3 -4
```

} 領域定義部

END

CEND

MSTA

```
2  
1 4 } 物質定義部
```

MEND

```
0 1  
4-8.501146E-01-8.673904E-01 7.670730E+00 1.330E+00 1 1.000E+00  
4-1.899843E+00 2.446280E-02 6.732404E+00 1.330E+00 2 1.000E+00  
4-1.997129E+00 1.071181E-01 6.645442E+00 1.330E+00 3 1.000E+00  
-1  
4-6.575615E-01-1.743040E+00 7.418705E+00 1.330E+00 1 1.000E+00  
4-6.479438E-01-1.786104E+00 7.448402E+00 1.330E+00 2 1.000E+00  
-1  
9 -1
```

} 粒子軌跡定義部

計算体系作成

EGSコードの計算に使用する計算体系の作成を補助する。
作成する体系データはCG方式とする。EGSコードで計算する体系
データを入力し、画面上に表示することができる。

形状記号	形状番号						
RCC	1	0	0	0	0	0	30
RCC	2	0	0	0.1	0	0	29.8
RCC	3	0	0	5	0	0	15
RCC	4	0	0	5.1	0	0	14.9
RCC	5	0	0	6	0	0	8
RCC	6	0	0	6.1	0	0	7.9
SPH	7	0	0	14	1.9		
SPH	8	0	0	14	2.0		
SPH	9	0	0	20	4.9		

領域番号	物質番号	OR		OR		OR		OR		OR
Z1	1		6	OR	7					
Z2	4		5		-6	OR	8		-7	
Z3	2		4		-5		-8	OR	9	
Z4	4		3		-4	OR	10		-9	
Z5	3		2		-3		-10			
Z6	4									
Z7	0									

形状定義部

領域定義部

領域番号は
Z00で入力

また、作成したデータをPRESTA-CGを組み込んだEGSコードで使用できる形式でファイルに保存しインプットファイルとして使用できる。以下のように保存される。

(保存ファイル例)

```
RCC 1      0      0      0      0      0      0
      30      10
RCC 2      0      0      0.1      0      0
      29.8      9.9
RCC 3      0      0      5      0      0
      15      5
RCC 4      0      0      5.1      0      0
      14.9      4.9
END
Z1      6 OR 7
Z2      5      -6 OR 8      -7      -5
Z3      4      -5      -8 OR 9      -4
END
1      4      2
```

形状定義部

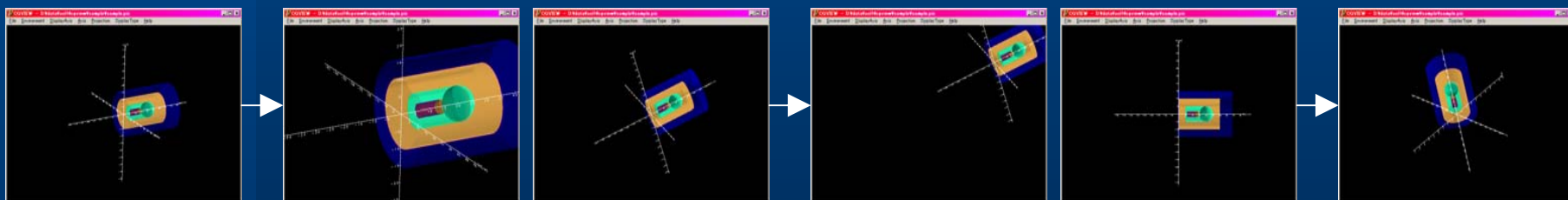
領域定義部

物質定義部

マウス操作1

マウスの操作により以下のことが行える。

- 拡大縮小 ・ ・ マウス右ボタンを押したままマウスを移動させる。ボタンを押したポイントから下方向で拡大、ボタンを押したポイントから上方向で縮小。
- 移動 ・ ・ マウス右左ボタンの同時押し、もしくは中ボタンを押したままマウスを移動させる。
- 回転 ・ ・ マウス左ボタンを押したままマウスを移動させる。



拡大縮小

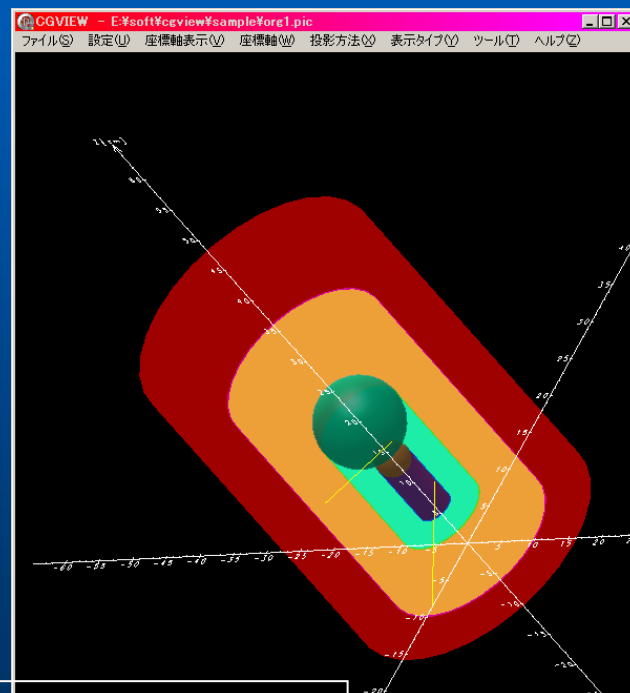
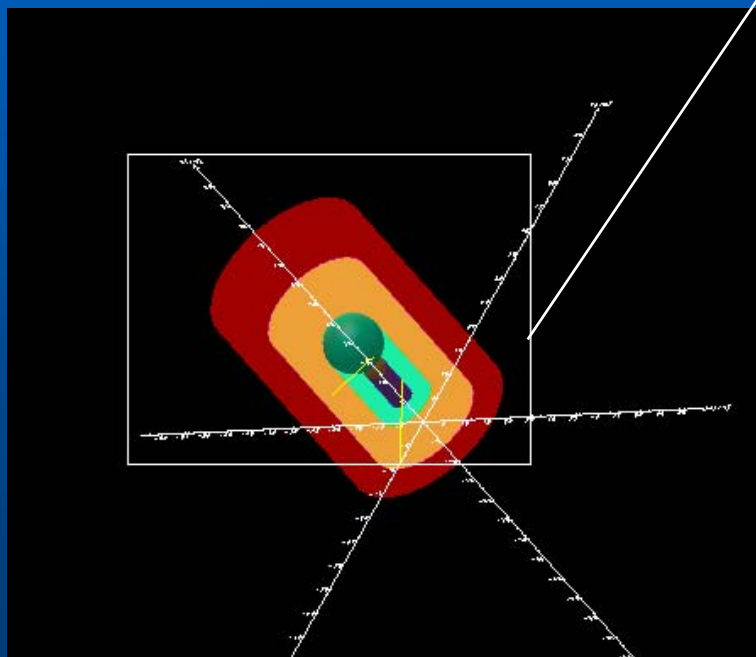
移動

回転

マウス操作2

範囲指定による拡大を行える。

Shiftボタンを押しながらマウスの左ボタンをクリックし、クリックしたままマウスを移動させると画面上に白枠が表示される。

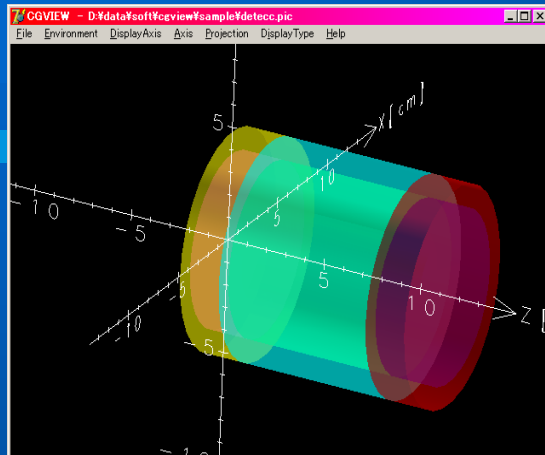


範囲を決定してマウスのボタンを離すと白枠に合わせて画像が拡大される

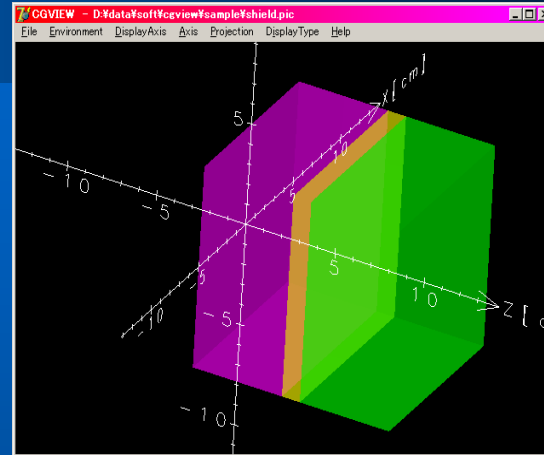
計算体系表示

1)表示できる体系データ

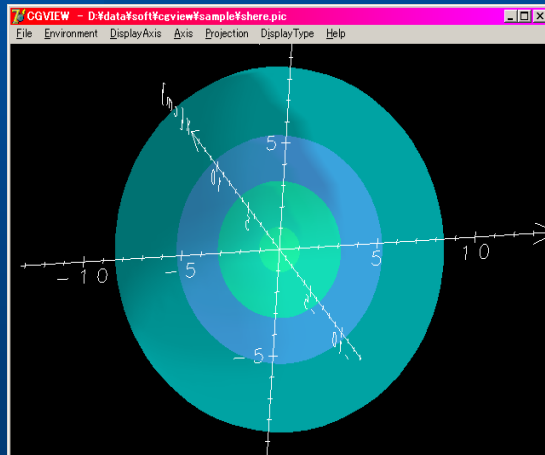
- 同心球
- 同心円筒
- 3次元平板
- CG(Combinatory Geometry)
(ボックス、円柱、球、円錐、トーラス)



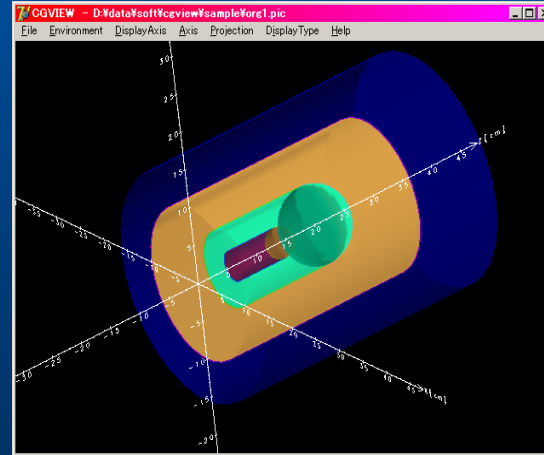
同心円筒モデル



平板モデル



同心球モデル



CG (combinatory geometry)

2)表示レベル

- 形状・・・入力した形状毎に表示のON/OFFと色指定が可能
- 領域・・・各領域(Zone)毎に表示のON/OFFと色指定が可能
- 物質・・・各物質毎に表示のON/OFFと色指定が可能

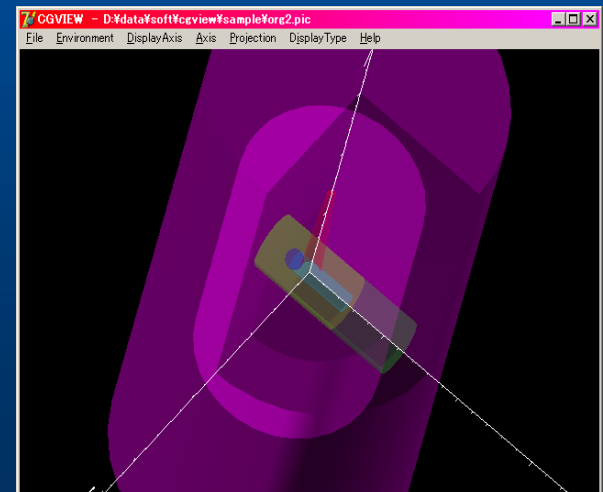
3)体系データの表示方法

- 面表示
- 線表示

4) 部分切り取り

仮想BOXを入力することで仮想BOXと重なる部分を非表示にすることができる。

入力するデータはX方向の最小値と最大値、Y方向の最小値と最大値、Z方向の最小値と最大値。空白の場合表示しているデータから自動で最大値、最小値を決定。



5) 視点の変更

変更後の座標軸は以下の4通りとなる。

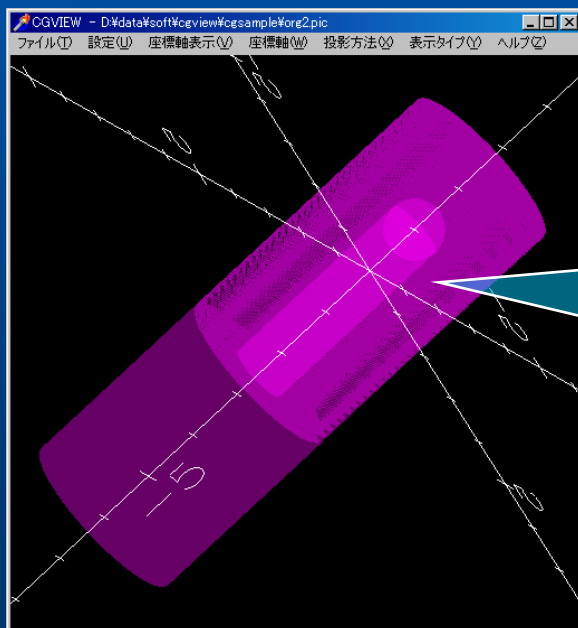
- Z-Y・・・画面右方向にZ軸プラス、画面上方向にY軸プラス
- Y-Z・・・画面右方向にY軸プラス、画面上方向にZ軸プラス
- X-Z・・・画面右方向にX軸プラス、画面上方向にZ軸プラス
- X-Y・・・画面右方向にX軸プラス、画面上方向にY軸プラス

6) 色の変更

- 背景色や文字色を変更できる。

7)形状の論理演算

領域を作成する際、形状同士の論理演算で論理差の計算を行うがコンピュータ精度の問題から、正しくデータが表示されない場合がある。

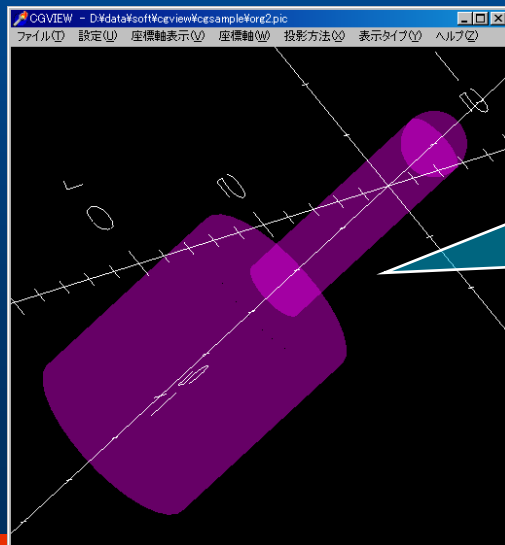


特に円柱や球などの場合定義上は同一でも正しく面を削除できないことが多い

そのため、論理差を行う場合のみ差をとる方の形状を大きく補正することが出来るようにした。補正量は以下の項目と以下の式より算出する。

補正後の寸法=補正前寸法+補正前寸法×形状補正率+形状補正值

- 形状補正率・・・寸法に対しての割合で補正量を決める
- 形状補正值・・・直接補正量を指定



補正後は正しく
削除できる

粒子の軌跡表示

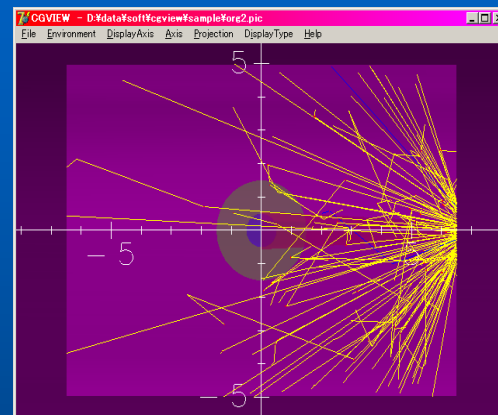
1) 表示できる粒子の種類

- 光子(γ 、 x)
- 電子(e^-)
- 陽電子(e^+)

2) 表示する軌跡の表示条件設定

A) ヒストリー範囲

ヒストリーの範囲の上限値と下限値を入力することで、その範囲外のヒストリーを非表示にする。空白の場合は下限値、上限値ともにデータから最小ヒストリー番号、最大ヒストリー番号が割り当てられる。また、最後のヒストリー番号からの個数を入力することで最後のヒストリー番号から入力した個数分の粒子のみ表示することができる。



B) 表示線色

各粒子種類毎に表示する線色を設定できる。

C) 表示線種

各粒子種類毎に以下の4つから選択できる。

[実線、破線、一点鎖線、二点鎖線]

D) 表示線幅

各粒子種類毎に表示する線の幅を設定できる。

E) 表示ON/OFF

各粒子種類毎に表示のON/OFFが出来る。

F) エネルギー範囲

粒子のエネルギー範囲を指定することで指定範囲外の粒子を非表示にする。

3)WEIGHT

入力ファイル内で各反応点毎にWEIGHTデータが存在する場合は各粒子種類で指定した線幅×WEIGHTの太さで軌跡を表示します。但し、WEIGHTデータの無いファイルを読み込んだ場合はWEIGHTを1として処理します。

4)LATCH機能

入力ファイル内で各ヒストリー毎にLATCHデータが存在する場合は、データに応じてヒストリー表示のON/OFFを制御できる。

また、LATCH機能を使用するかどうかの設定も出来る。但し、LATCHデータの無いファイルを読み込んだ場合は全て表示として処理する。

その他

1)軸表示に関する機能

- ・ 軸表示のON/OFF
- ・ 目盛り単位 ・ ・ 表示する座標軸の目盛り単位
- ・ 目盛り間隔 ・ ・ 目盛線の間隔
- ・ 目盛りサイズ ・ ・ 軸に表示される目盛線のサイズ
- ・ 矢印サイズ ・ ・ 軸に表示される矢印の大きさ
- ・ 文字サイズ ・ ・ 目盛りラベル文字の大きさ
- ・ 文字間隔 ・ ・ 目盛りラベル文字を表示する間隔。

2)タイトル、メモボックス表示に関する機能

表示画面上にタイトルボックス、メモボックスを表示できる。

タイトルボックス、メモボックスの内容は各自入力できる。また、ボッ

クスの配置位置はマウスで操作することができる。

3) 凡例表示に関する機能

粒子の凡例として以下の内容を含んだボックスを表示できる。

- 表示中のヒストリー範囲
- 各粒子種類の線種と線色

4) 画面印刷に関する機能

現在表示している画面を印刷することができる。

5) DOS画面の表示

メイン画面からDOSのウィンドウを起動することでEGSとインタラクティブに使用できる。

6) 再読込

表示しているデータファイルを再読込できる。EGSの計算終了後に再度読み込み、変化を確認できる。

7) スクリーンショットの作成

現在表示している画面をビットマップ形式の画像データとして保存できる。

8) ヘルプ機能

使用方法について書かれたヘルプが表示できる。

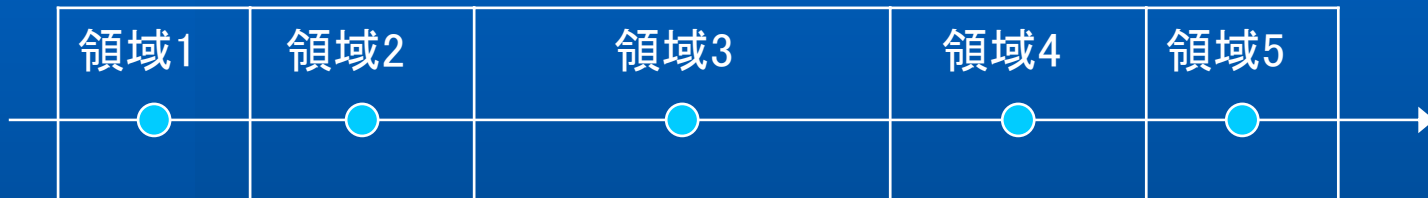
体系確認

CGVIEWで作成したCG体系をEGSで計算する前に整合性がとれているかどうか確認することができる。確認は以下の方法で行います。

ある範囲で仮想粒子を発生させ指定した方向に仮想粒子を飛ばす。確認のみなので反応はしないため仮想粒子は直進をする。その間に交差する境界面と境界面の中心座標でエラーの走査を行う。

以上の作業を指定粒子数繰り返す。

ただし、粒子数が少ない場合はエラー箇所を通らない可能性が出てくるため検出されない場合があるので注意する必要がある。



検出するエラー

- 重複領域



- 未定義領域



- 最外領域の物質番号が0ではない



メニュー画面の[設定]-[体系整合性確認]をクリックすると以下の画面が表示されます。

体系定義確認画面

検索回数: 50

検索粒子数

開始位置

x: 0 - 0
y: 0 - 0
z: 0 - 0

検索角度

theta: 0 - 360
phi: -90 - 90

結果出力:

```
100%  
x=-1.318E-001 y=-1.862E-001 z= 1.206E+001 で領域番号[Z1,Z2]が重複しています  
x=-1.740E-001 y=-2.458E-001 z= 1.593E+001 に領域が存在しません  
x= 1.965E-001 y=-3.415E-001 z= 1.209E+001 で領域番号[Z1,Z2]が重複しています  
x= 2.581E-001 y=-4.488E-001 z= 1.588E+001 に領域が存在しません  
error count = 4  
検索終了
```

エラー座標とエラー内容が表示される。粒子数が多い場合は大量に出力されるため検索を中止する。

検索開始 閉じる

メモリサイズ

Pictファイルに出力するデータの大きさはプログラム内部で上限を設定しています。したがって設定されたサイズを超えるとエラーとなります。この場合はフォルダ内にあるCGVIEW.iniファイル内の以下の項目を変更してください。

[special]

geometry=100	←形状の最大数
zone=200	←領域の最大数
zone-data=50	←各領域で定義する形状の最大数
material=50	←物質の最大数
particle=1000	←-1で区切られる粒子の最大数
particle-length=200	←各粒子の最大軌跡数 (-1から-1の範囲の数)