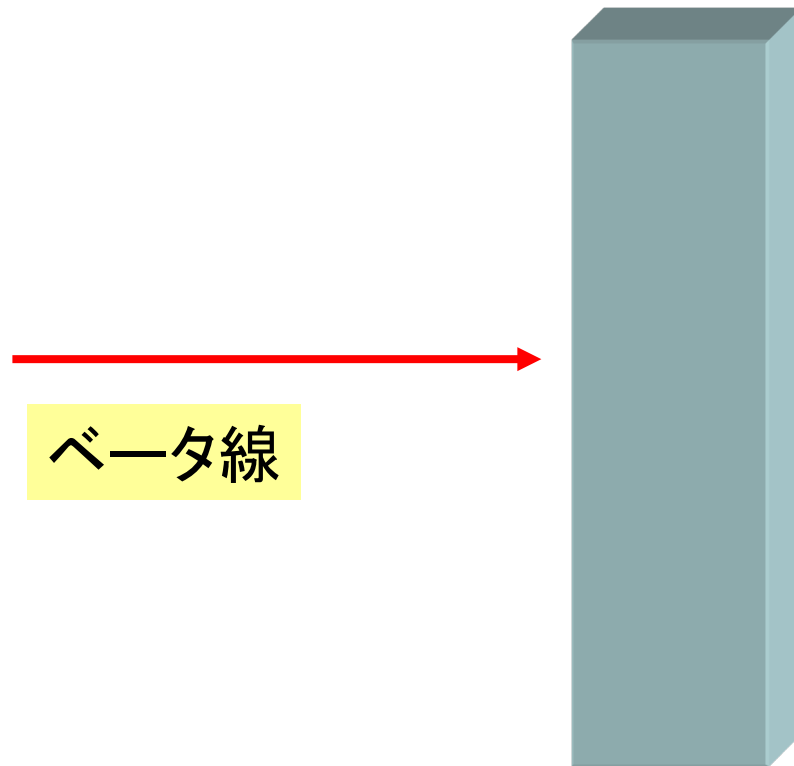


ユーザーコードの導入

2022年8月9日
KEK 波戸

例題1 ベータ線を物質に打ち込む



- ベータ線は物質で止まってしまうか？通り抜けるか？
- 物質の内部でどのような反応が起こるか？

条件設定



放射線源
 ^{90}Sr - ^{90}Y

ベータ線
最大エネルギー
 2.3 MeV^*

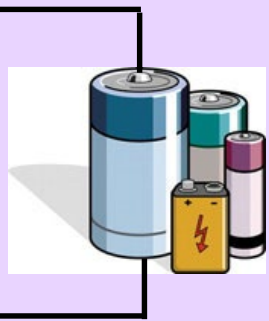


物質 アルミニウム

- ベータ線は物質で止まってしまうか？ 通り抜けるか？
- 物質の内部でどのような反応が起こるか？

→ EGS5を実行し、コンピュータグラフィックを観察

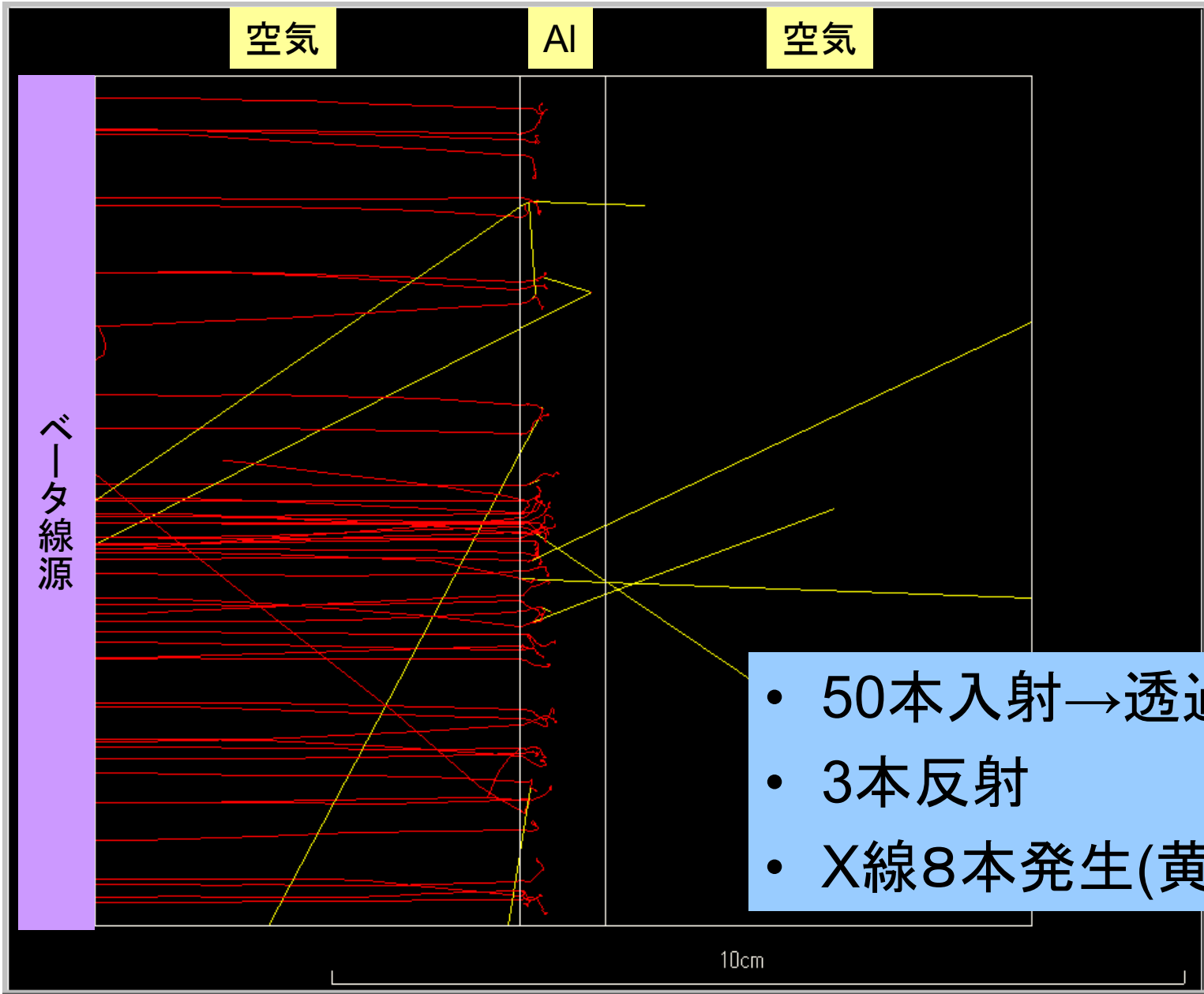
1.5 eV



*電子ボルト:

エネルギーの単位
電位差1 Vで加速され
た電子のエネルギー
 $\text{MeV} = 10^6 \text{ eV}$

2.3 MeV ベータ線 → Al 1cm



- 50本入射 → 透過せず
- 3本反射
- X線8本発生(黄色)

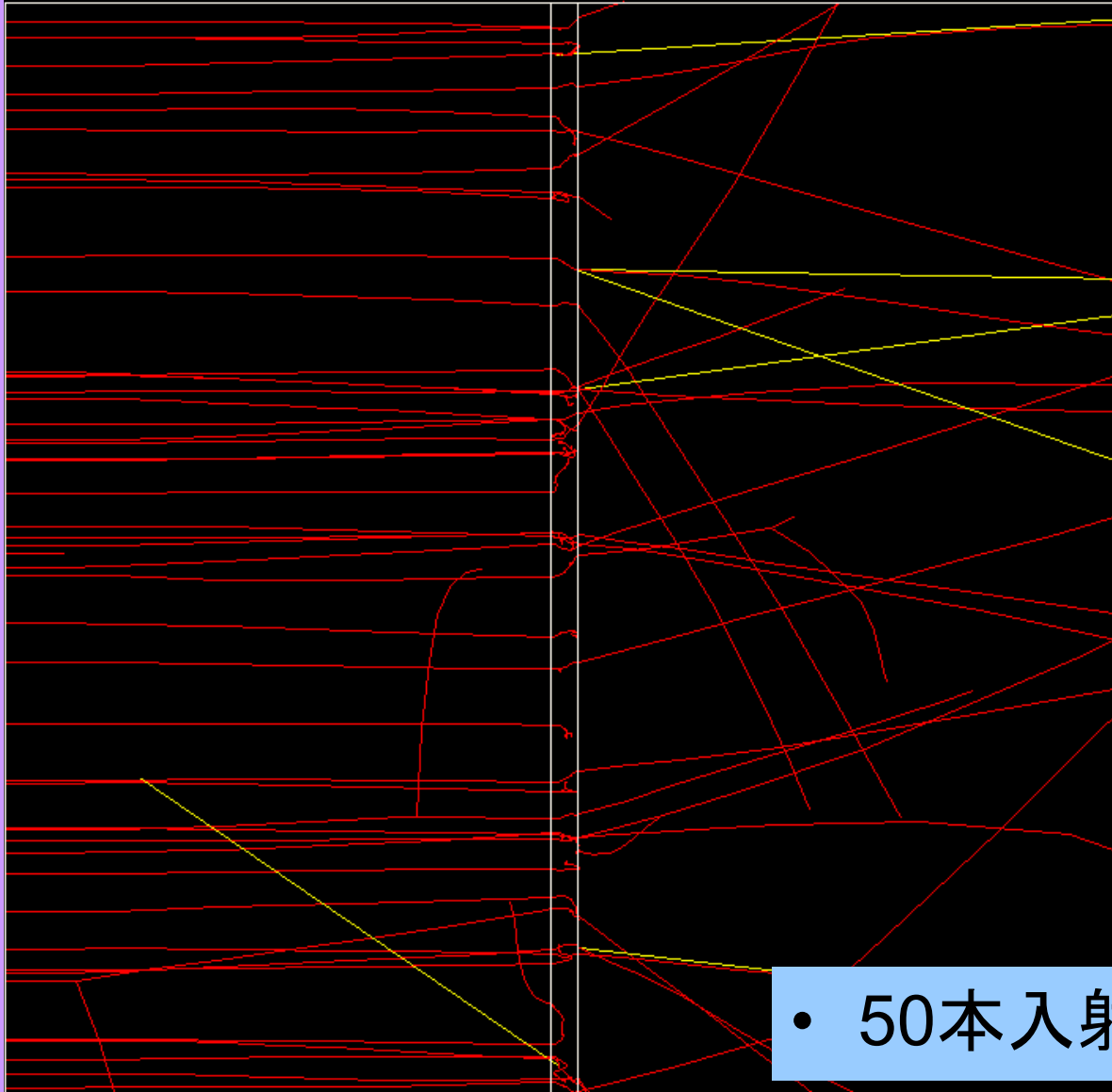
2.3 MeV ベータ線 → Al 0.25cm

空気

Al

空気

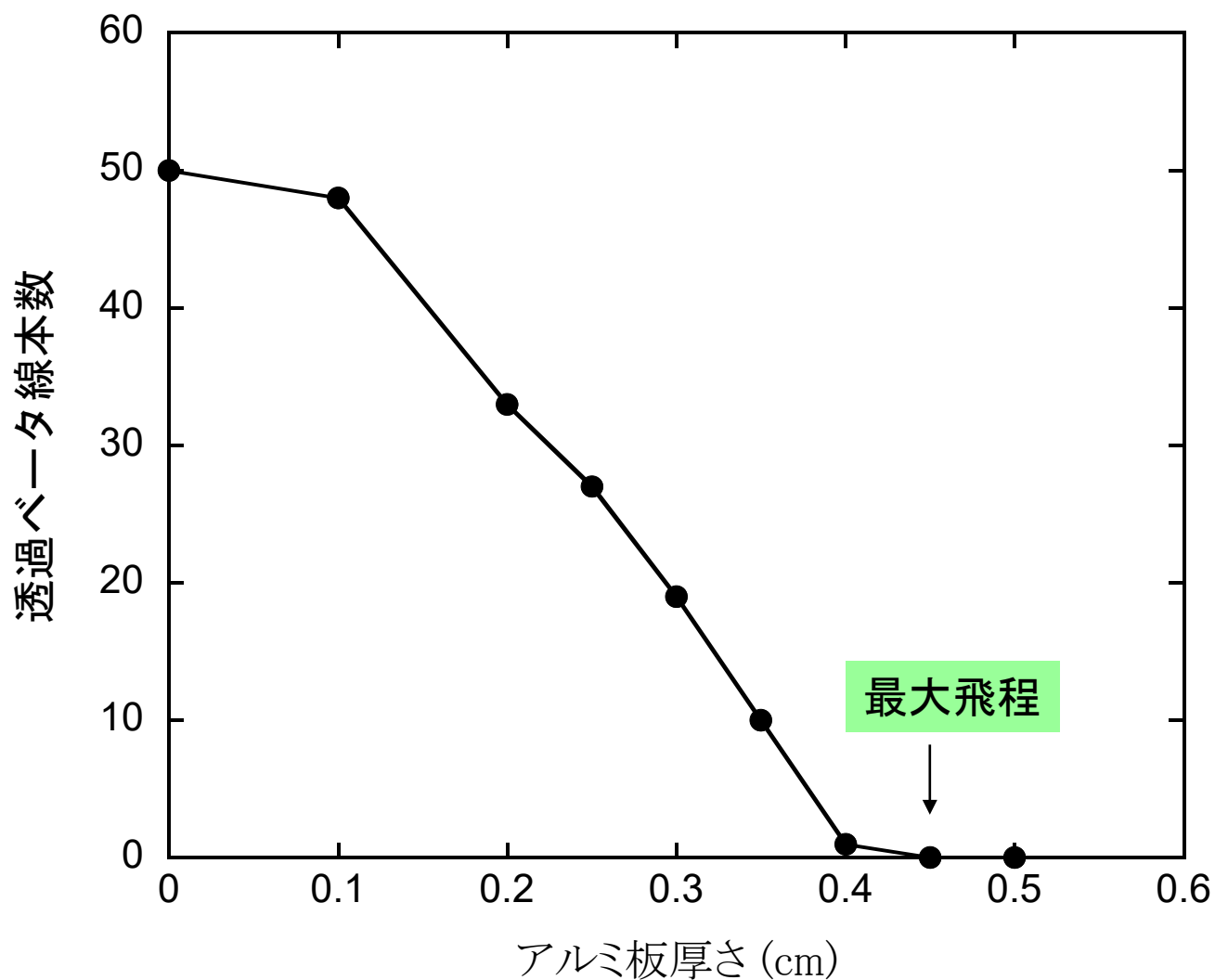
ベータ線源



- 50本入射 → 27本透過

10cm

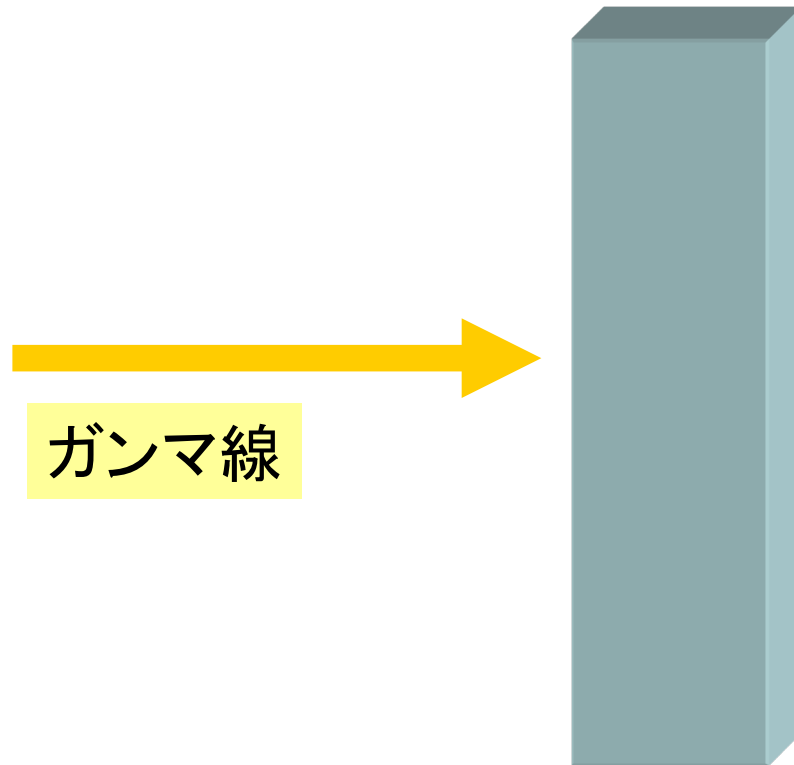
アルミ板厚さによる透過ベータ線本数の変化



PC上での手順

- ucshield.* とshield.dat をisord5.tar.gzから取り出す
 - コマンドプロンプト窓を開いて入力し、egs5を走らせる
 - C:¥g77¥g77setup
 - cd egs5/userdir
 - egs5run ucshield
- } 窓を開いた後、一度だけ必要
- 問に答える
 - Key in Material number: 1
 - Do you want to produce... : 0
 - Key in particle type: -1
 - Key in particle kinetic energy in MeV : 2.3
 - Key in slab thickness in cm : 1.0
 - Cgviewを起動し軌跡を表示
 - File -> Read geometry -> (Move to working folder) -> Select egs5job.pic

例題2 ガンマ線を物質に打ち込む



- ガンマ線は物質で止まってしまうか？通り抜けるか？
- 物質の内部でどのような反応が起こるか？

条件設定



放射線源
 ^{60}Co

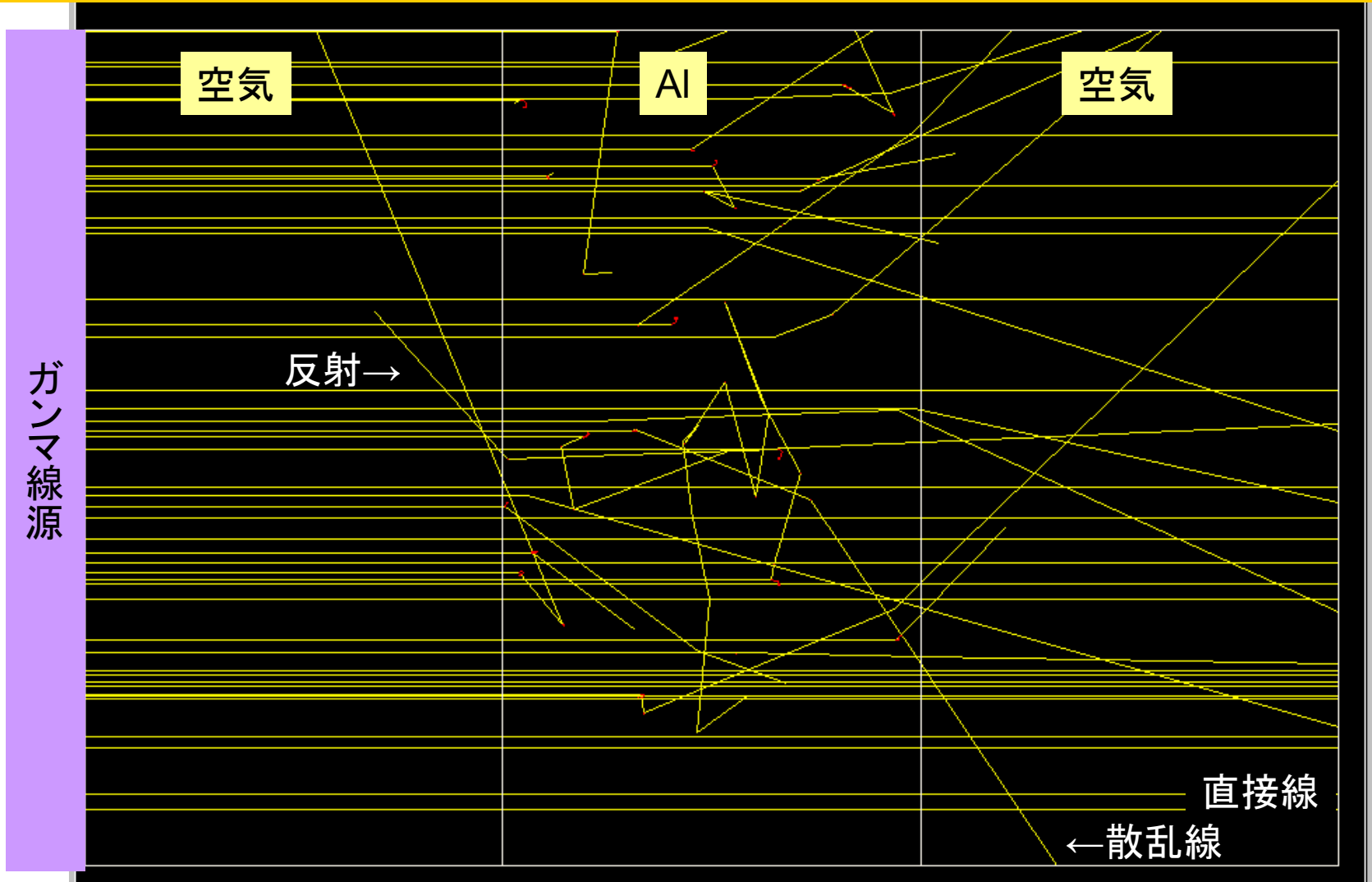
ガンマ線
平均エネルギー
 1.25 MeV^*

物質 アルミニウム

- ガンマ線は物質で止まってしまうか？ 通り抜けるか？
- 物質の内部でどのような反応が起こるか？

→ EGS5を走らせ、コンピュータグラフィックを観察

1.25 MeV ガンマ線 → Al 5cm



- 50本入射
- 透過：直接線24、散乱線13；反射2

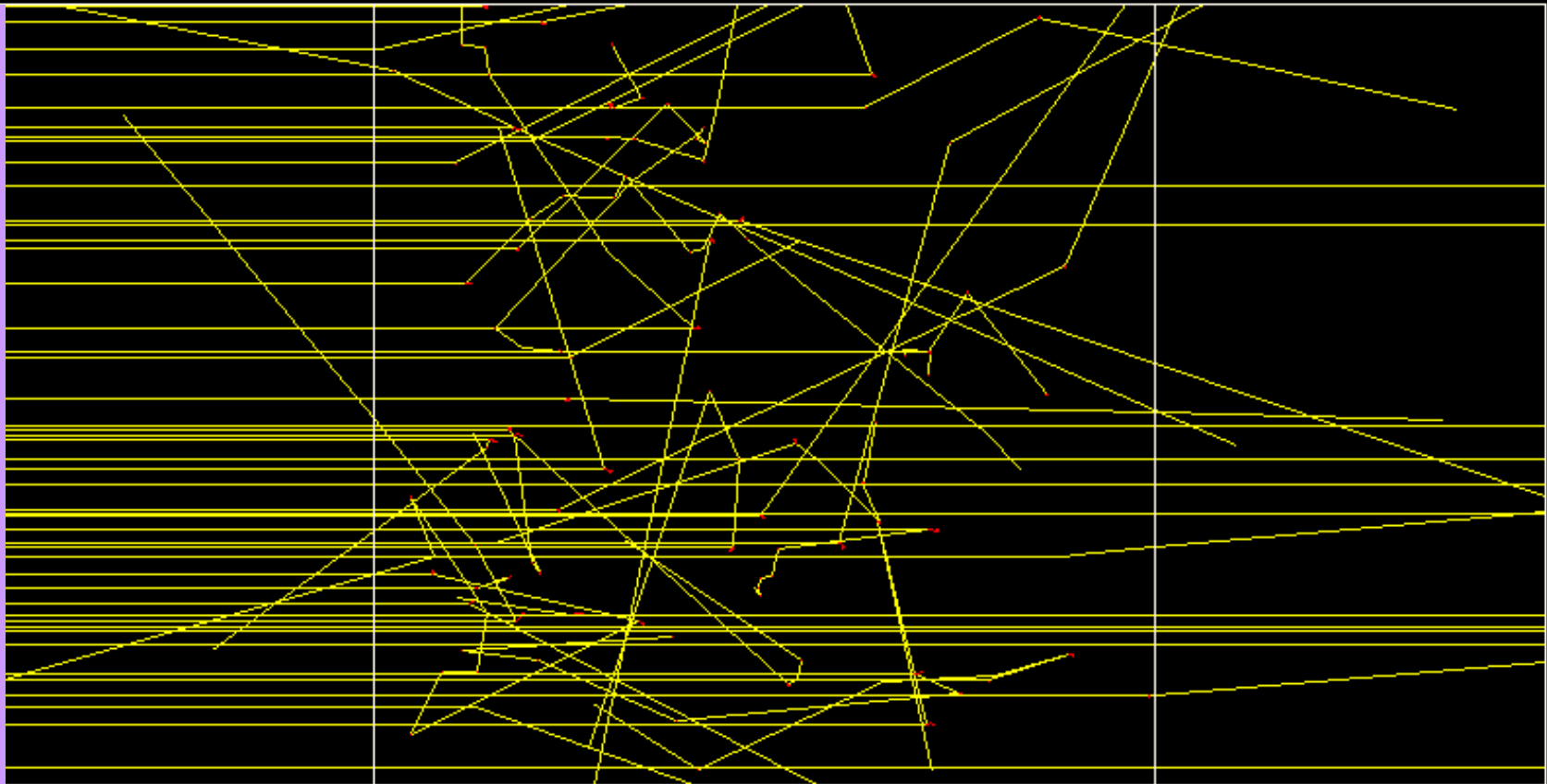
1.25 MeV ガンマ線 → Al 10cm

空気

Al

空気

ガンマ線源



透過：直接線11、散乱線8；反射4

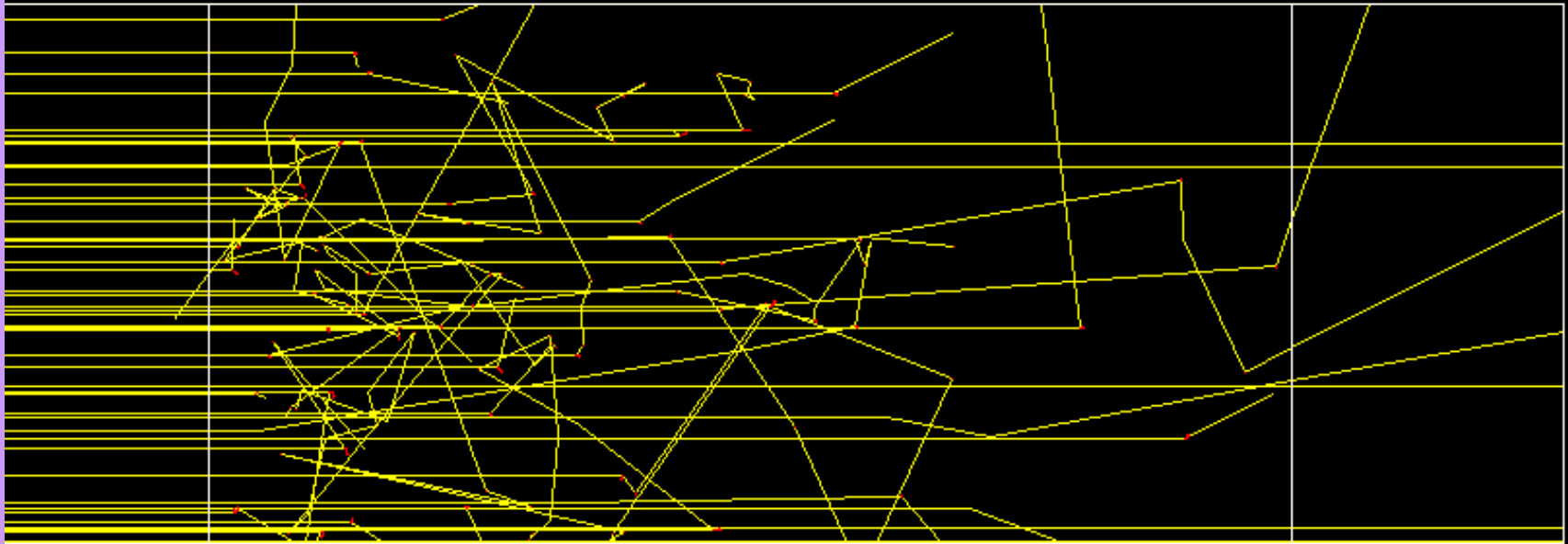
1.25 MeV ガンマ線 → Al 20cm

空気

Al

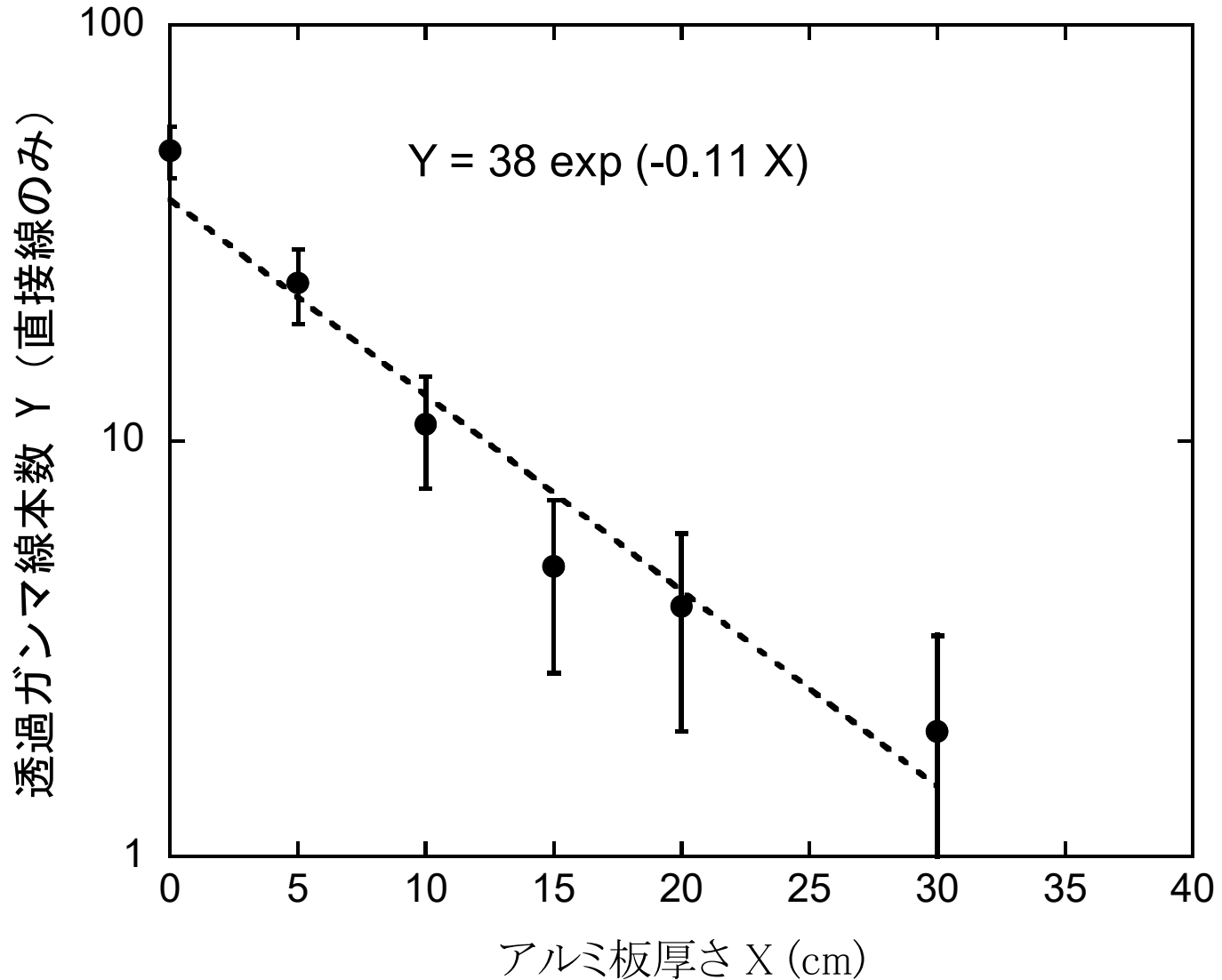
空気

ガンマ線源



透過: 直接線4、散乱線3; 反射1

アルミ板厚さによる透過ガンマ線本数の変化



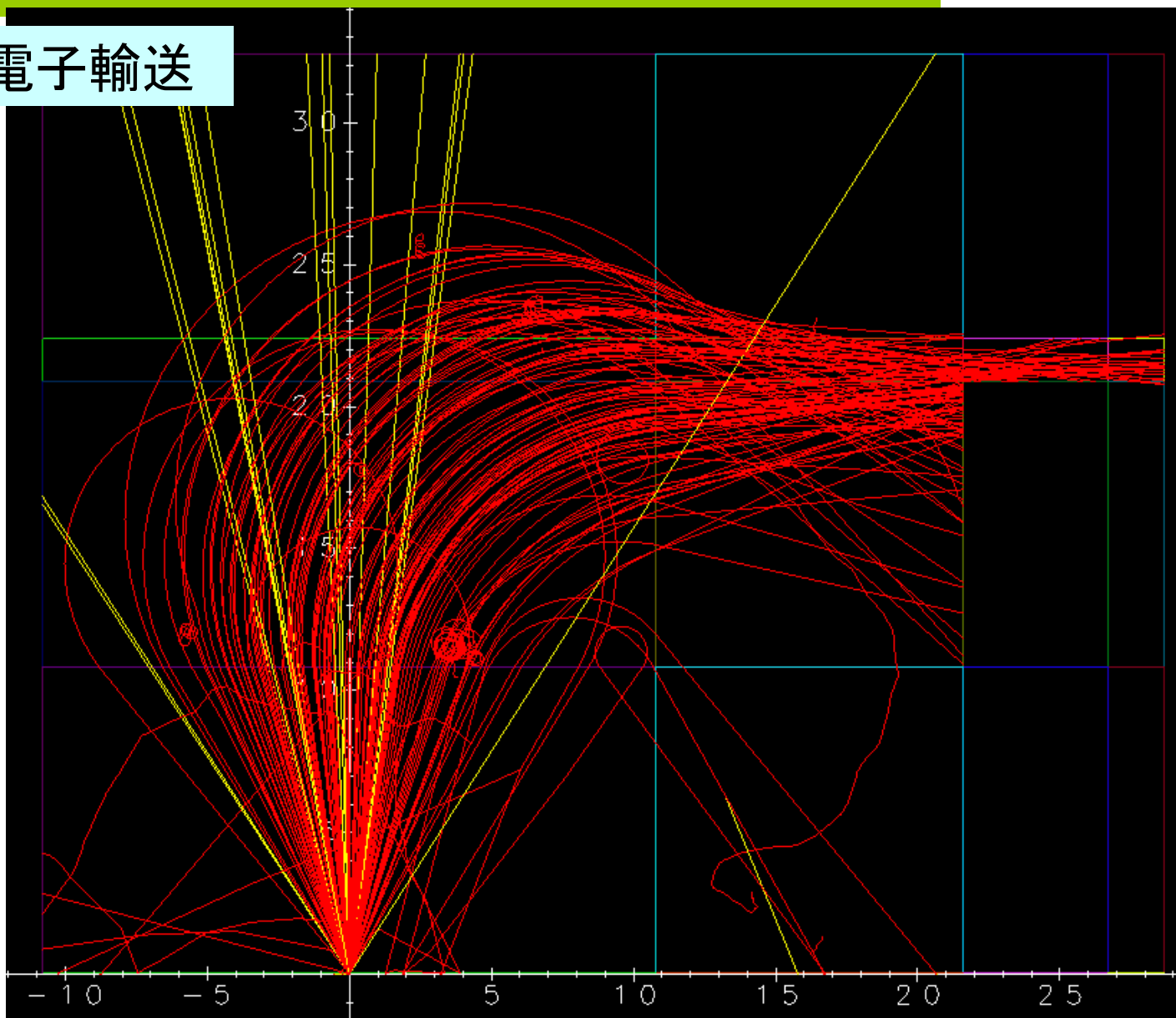
PC上での手順

- ucshield.* とshield.datをisord5.tar.gzから取り出す。
- コマンド窓を開いて入力し、egs5を走らせる
 - C:\%g77\%g77\setup
 - cd egs5/userdir
 - egs5run ucshield

} 窓を開いた後、一度だけ必要
- 問に答える
 - Key in Material number: 1
 - Do you want to produce... : 0
 - Key in particle type: 0
 - Key in particle kinetic energy in MeV : 1.0
 - Key in slab thickness in cm : 1.0
- Cgviewを起動し、軌跡を表示する。
 - File -> Read geometry -> (Move to working folder) -> Select egs5job.pic

例題3 ucbend.f

磁場中での電子輸送

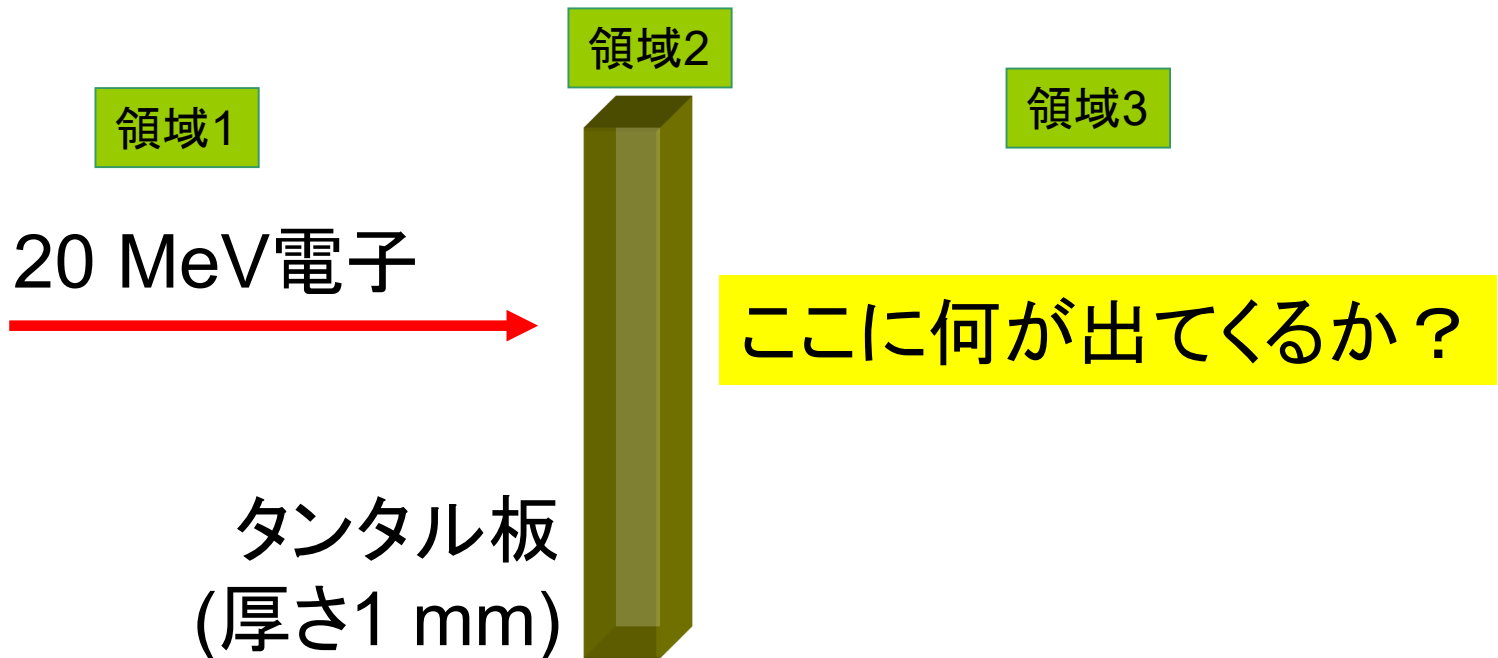


PCでの手順

- isord5.tar.gz からucbend.*を取り出す
- コマンド窓を開いて入力し、egs5 を走らせる
 - C:\egs5\setup } 窓を開いた後、一度だけ必要
 - cd egs5/userdir
 - egs5run ucbend
- Cgview を走らせる
 - File -> Read geometry -> (Move to working folder) -> Select egs5job.pic

例題4 tutor1 code

- tutor1 codeを走らせる
- 出力をマニュアルと比較する
 - 出力とコードの関連部分との対応は？
- 線源粒子の指定方法を調べる



tutor 1の線源指定

```
iqin=-1    ! 電子  
ein=20.0d0 + RM ! 運動エネルギー 20 MeV  
xin=0.0    }  
yin=0.0    } ! 原点入射  
zin=0.0    }  
uin=0.0    }  
vin=0.0    } ! Z方向に進む  
win=1.0    }  
irin=2     ! 初期領域=2  
wtin=1.0   ! 重み=1
```

```
call shower(iqin,ein,xin,yin,zin,uin,vin,win,irin,wtin)
```

tutor1の検出器ルーチン (ausgab)

```
if (iarg.eq.3.and.ir(np).eq.3) then !条件
!
Z軸に対する角度 (degrees)
angle=acos( w(np) ) * 180.0 / 3.14159
! 運動エネルギーの計算
if (iq(np).eq.0) then !光子
ekine=e(np)
else
ekine=e(np)-RM !電子・陽電子
end if
write(6,100) ekine, iq(np), angle !結果の出力
100 format(T21,F10.3,T33,I10,T49,F10.1)
end if
```

iarg: ausgabの引数
iarg.eq.3: ユーザーの要求
により粒子の輸送終了
表 B.18, B.19:iargの一覧表

ir(np): 粒子が現在属する領域の番号
np: 現在指されている粒子の番号
表B.11 common/STACK 中の粒子情報の一覧

tutor1の結果 (tutor1.out)

	運動エネルギー (MeV)	電荷	Z軸からの角度 (deg)

Start history 1			
	1.867	0	2.3
	0.680	0	10.8
	15.455	-1	27.0
Start history 2			
	0.400	0	28.4
	1.451	0	28.2
	16.141	-1	21.6
Start history 3			
	0.301	0	12.4
	1.402	0	33.3
	16.128	-1	73.4

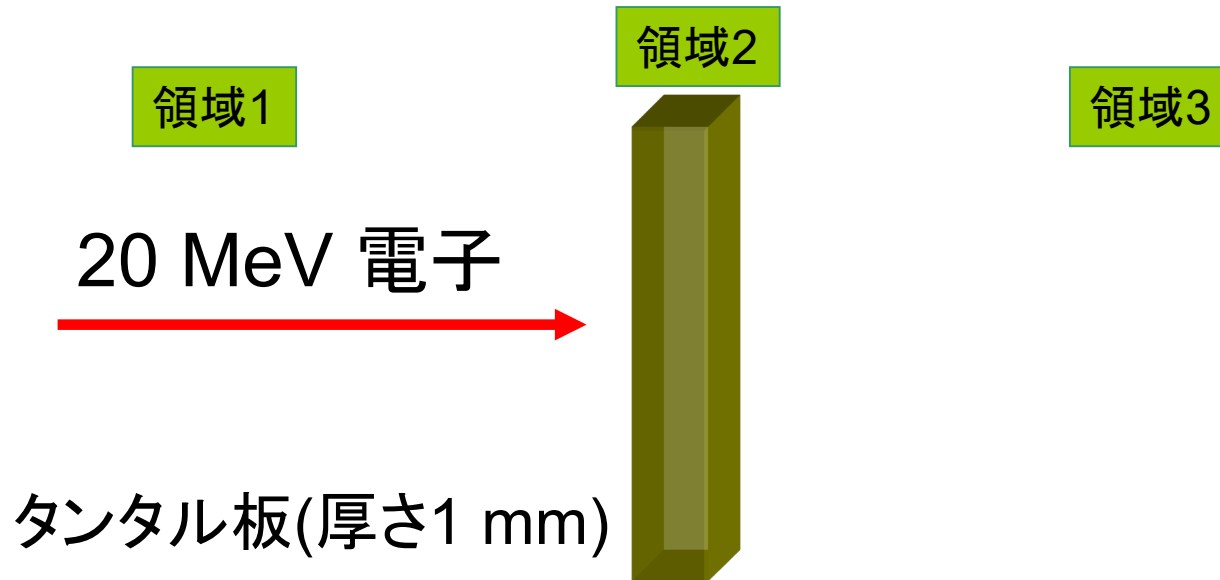
(以下、省略)

PCでの手順

- egs5フォルダから作業フォルダにtutor#をコピーする。
 - # = 1,2,3,5,6,7
- コマンドプロンプト窓を開く
- 次のように入力しegs5を走らせる
 - C:\egs5\setup
 - cd egs5/userdir
 - egs5run tutor1

} 窓を開いた後、一度だけ必要
- 出力を tutor#.out と比較する。
- tutor#.f の中を調べる
 - 線源粒子を指定するための行はどこか？
 - 粒子の情報を出力するための行はどこか？

例題5 tutor2 code



例題5 tutor2 code

吸収エネルギーは？

領域1

領域2

領域3

20 MeV 電子



反射エネルギーは？

透過エネルギーは？

タンタル板(厚さ1 mm)



subroutine ausgabの主要部

```
if (iarg.le.4) then ! 条件
  irl=ir(np)
  escore(irl) = escore(irl) + edep ! 計数部
end if
```

iarg.le.4: 粒子の通常の輸送
または輸送終了
表 B.18, B.19:iargの一覧表

edep: 吸収エネルギー
粒子情報の一つ。表B.6参照

例題5 tutor2 code

吸収エネルギー: 12.96%

領域1

領域2

領域3

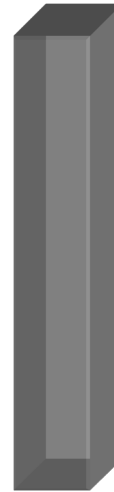
20 MeV 電子



反射エネルギー: 0.66%

透過エネルギー: 86.39%

タンタル板(厚さ1 mm)



subroutine ausgabの主要部

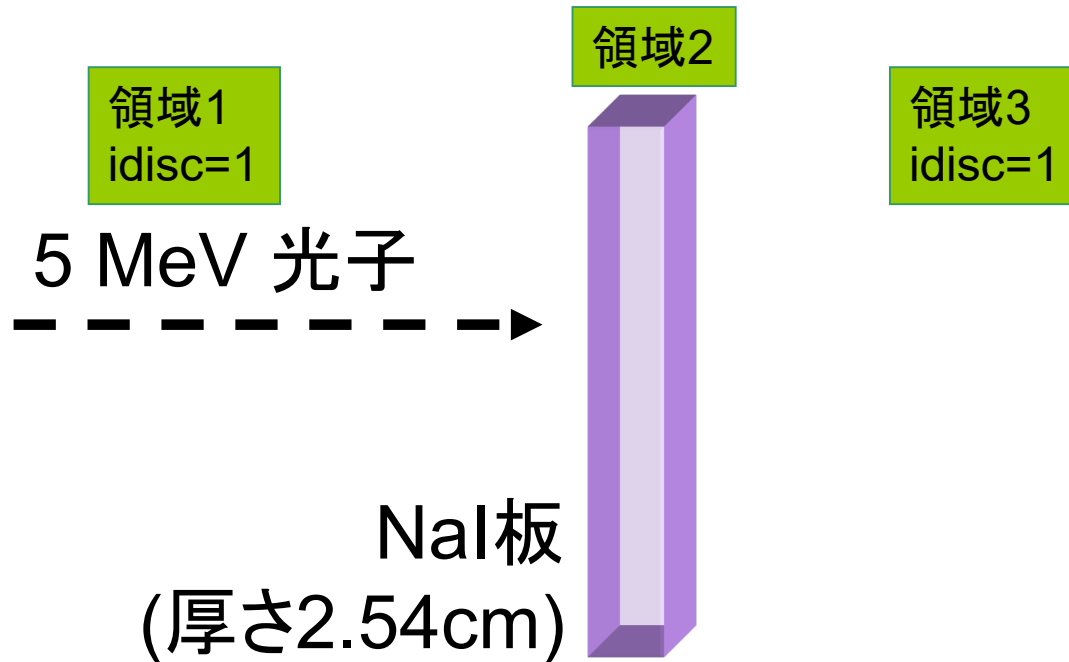
```
if (iarg.le.4) then ! 条件
  irl=ir(np)
  escore(irl) = escore(irl) + edep ! 計数部
end if
```

iarg.le.4: 粒子の通常の輸送
または輸送終了
表 B.18, B.19:iargの一覧表

edep: 吸収エネルギー
粒子情報の一つ。表B.6参照

例題5 tutor3 code

応答関数 (=吸収エネルギー一分布) は？



subroutine ausgabの主要部

```
if (iarg.le.2 .or. iarg.eq.4) then ! 条件  
    ehist = ehist + edep ! 計数部  
end if
```

iarg.eq.3 : ユーザー要求による粒子輸送の終了 (idisc=1に対応)

edep : 吸収エネルギー
粒子情報の一つ。表B.6参照

tutor3 出力

Energy counts/incident photon

0.20	0.0060	*
0.40	0.0058	*
0.60	0.0054	*
0.80	0.0050	*
1.00	0.0058	*
1.20	0.0065	*
1.40	0.0047	*
1.60	0.0043	*
1.80	0.0060	*
2.00	0.0047	*
2.20	0.0061	*
2.40	0.0053	*
2.60	0.0059	*
2.80	0.0059	*
3.00	0.0061	*
3.20	0.0053	*
3.40	0.0069	*
3.60	0.0079	*
3.80	0.0103	*
4.00	0.0273	*
4.20	0.0226	*
4.40	0.0155	*
4.60	0.0352	*
4.80	0.0209	*
5.00	0.0371	*

コンプトン連続部分

* ←ダブルエスケープピーク

* ←シングルエスケープピーク

* ←光電ピーク

例題6 tutor5 code

透過・反射光子の散乱履歴は？

50 keV 光子
----->

水の板
(厚さ0.5cm)



```
Mainで  
COMMON/EPCONT  
IAUSFL(18)=1 ! Turn on Compton  
IAUSFL(24)=1 ! Turn on Rayleigh
```

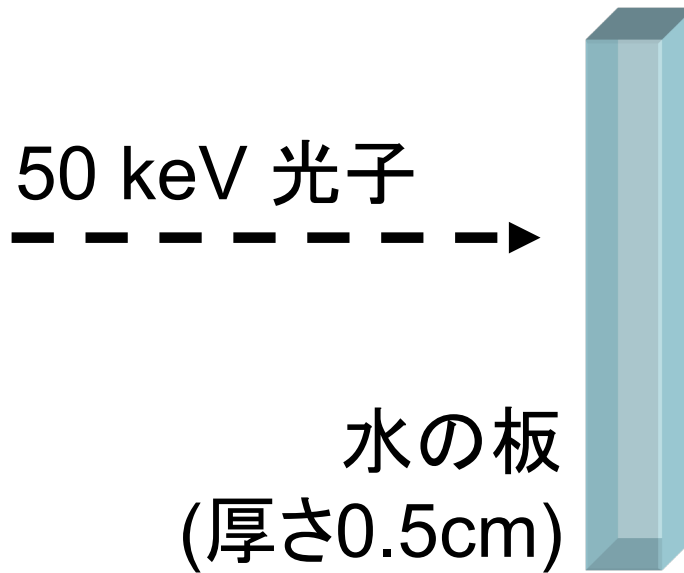
```
if (iarg.eq.17) then  
! A Compton scatter is about to occur  
  latch(np)=latch(np)+1  
else if (iarg.eq.23) then  
! A Rayleigh scatter is about to occur  
  latch(np)=latch(np)+1000
```

ausgabでのlatch変数
(粒子の追加属性)の操作

iarg.eq.17 : 今からコンプトン散乱を計算
iarg.eq.23 : 今からレイリー散乱を計算
(表B.19参照)

例題6 tutor5 code

透過・反射光子の散乱履歴は？



透過した入射線の割合	=88.89%	(0.050 MeV)
レイリー散乱の割合	= 0.95%	(0.049 MeV)
コンプトン散乱のみの割合	= 8.60%	(0.046 MeV)
		()内は平均エネルギー

例題7 tutor7 code

反射光子のエネルギー
スペクトルは？

領域1
100 keV 光子
-----▶

鉛板
(厚さ1cm)

領域2

領域3

ausgabの主要部

```
irl=ir(np)
if(irl.eq.1.and.iq(np).eq.0) then ! 反射光子 : 条件1
! 光子エネルギーに対応したビン番号を設定 : 条件2
  ibin= min0 (int( e(np) / bwidth + 0.999 ), 50)
  if (ibin.ne.0) then
    ebin(ibin)=ebin(ibin)+1 ! 実際の計数
  end if
end if
```

tutor7出力(一部)

Energy (MeV)	counts/incident photon (log)	
0.0020	0.0000*	
0.0040	0.0000*	
0.0060	0.0000*	
0.0080	0.0000*	
0.0100	0.0000*	
0.0120	0.0024	* L _α 線
0.0140	0.0032	* L _β +L _γ 線
0.0160	0.0001*	
0.0180	0.0000*	

0.0600	0.0002	*	
0.0620	0.0002	*	
0.0640	0.0002	*	
0.0660	0.0006	*	}
0.0680	0.0002	*	コンプトン
0.0700	0.0009	*	連続部
0.0720	0.0007	*	
0.0740	0.0529		* K _α 線
0.0760	0.0815		* K _α 線
0.0780	0.0008	*	
0.0800	0.0004	*	
0.0820	0.0003	*	
0.0840	0.0003	*	
0.0860	0.0340		* K _β 線
0.0880	0.0100		* K _β 線
0.0900	0.0000*		
0.0920	0.0000*		
0.0940	0.0000*		
0.0960	0.0000*		
0.0980	0.0000*		
0.1000	0.0006	*	レイリー散乱

Fin