

EGS4 User Codes

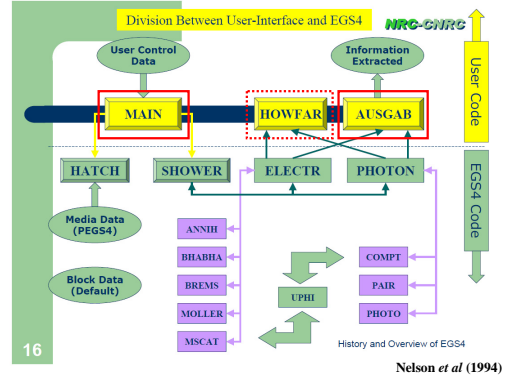
Tokihiko Yamamoto, M.S.
(tyama@sahs.med.osaka-u.ac.jp)

Department of Medical Physics and Engineering



First EGS4 Workshop in Kansai
Osaka University, Suita, Osaka, Japan

Sep. 9, 2006



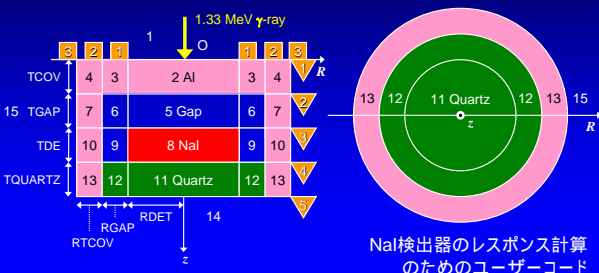
EGS4 User Code

- The detailed tutorial is in ...
Nelson W R, Hirayama H and Rogers D W O 1985
The EGS4 code system *Stanford Linear Accelerator Center Report SLAC-265* (Stanford, CA, USA: SLAC)
- 初学者が一からユーザーコードを書くのは容易でない
- サンプルユーザーコードをベースに、目的の問題を扱うコードに作りかえる方法が現実的

EGS4 Sample User Codes Distributed by KEK

- UCARRAY.MOR and UCARRAYP.MOR
- UCBFSP.MOR
- UCCAL.MOR
- UCEDEP.MOR
- UCGE.MOR
- UCNAI series: UCNAIX.MOR and UCNAIXP.MOR (X: 1-4)

UCNAI3.MOR Cylinder-Slab Geometry



ユーザーコードの構成

MAINプログラム

- STEP 1: マクロの変更・追加, 変数の宣言, 物質の指定
- STEP 2: Subroutine HATCHに関連する各変数の定義
- STEP 3: 物質データの読み込み (Call Subroutine HATCH)
- STEP 4: Geometryの設定
- STEP 5: Subroutine AUSGABの変数の初期化
- STEP 6: 線源条件の定義
- STEP 7: ヒストリーの発生 (Call Subroutine SHOWER)
- STEP 8: 計算結果の解析・出力

Subroutine AUSGAB: 必要な情報の収集

Subroutine HOWFAR: Geometryに関する情報をEGS4に伝達

ユーザーコードの構成

MAINプログラム

- STEP 1: マクロの変更・追加, 変数の宣言, 物質の指定
- STEP 2: Subroutine HATCHに関連する各変数の定義
- STEP 3: 物質データの読み込み (Call Subroutine HATCH)
- STEP 4: Geometryの設定
- STEP 5: Subroutine AUSGABの変数の初期化
- STEP 6: 線源条件の定義
- STEP 7: ヒストリーの発生 (Call Subroutine SHOWER)
- STEP 8: 計算結果の解析 出力

Subroutine AUSGAB: 必要な情報の収集

Subroutine HOWFAR: Geometryに関する情報をEGSに伝達

EGS Macroのオーバーライド

- Line 72-88: Random number generator macro

```
REPLACE {SRANDOMSET#;} WITH { See lecture note pp 17-18
{SETR B=$RNGEN}
[IF] {COPY B}=0 [
  IXX=IXX*663608941; {P1}=IXX*0.23283064E-09;
  IF(IXX.LT.0){P1}={P1}+1.0;
  IF(IXX.EQ.IXXST)[OUTPUT;(' WARNING !'/
  ' Same random number will be produced.'/
  ' It is better to use RANMAR random number generator.')]
]
[IF] {COPY B}=1 [
  {P1}=URNDM(IXX)-URNDM(JXX); IF({P1}.LT.0.) {P1}={P1}+1.;
  URNDM(IXX) = {P1};
  IXX=IXX-1; IF(IXX.EQ.0) IXX=97;
  JXX=JXX-1; IF(JXX.EQ.0) JXX=97;
  CRNDM=CRNDM-CDRNDM; IF(CRNDM.LT.0.) CRNDM=CRNDM+CDRNDM;
  {P1}={P1}-CRNDM; IF({P1}.LT.0.) {P1}={P1}+1.;
]
]
```

乱数ジェネレータ(RNG)の指定

- Line 42-47

```
"-----"
"Select random number generator: 0=RANG 1=RANMAR"
"RANMAR is a Lagged-Fibonacci Method pseudo random number generator"
"devised by George Marsaglia and Arif Zaman."
"-----"
REPLACE {$RNGEN} WITH {0}
```

RANMAR RNG: long sequence (~ 10⁴³)

Marsaglia G and Zaman A 1991 A new class of random number generators *Ann. Appl. Probab.* 1 462-80

コンパイラの選択

- Line 177-189

```
"-----"
" PLACE COMPILER DEPENDENT SUBROUTINE CALL HERE"
"-----"
" Select Fortran Compiler."
" Lahey Fortran = 1
" Microsoft Fortran = 2
" Other FC = 3 (default)
" g77 on Windows = 4
" Sun UNIX Workstation and Linux = 5
" Other UNIX Workstation =6
"-----"
REPLACE {$COMPILER} WITH {3}
"-----"
```

変数の宣言

- Line 269-281

```
"-----"
"***** DECLARATIONS *****"
"-----"
See lecture note p 19
;COMIN/DEBUG, BOUNDS, BREMPR, CYLDTA, EDGE, ELECN, ETALY1, LINES, MEDIA,
MISC, NTALY1, PASSIT, PLADTA, RANDOM, STACK, THRESH, TOTALS, UPHIOT, USEFUL,
USER/;
DIMENSION PH($NEBIN), PHPB($NEBIN,$NBATCH);
DIMENSION SPQPB($NDET,$NEBIN,$NBATCH), SPEPB($NDET,$NEBIN,$NBATCH),
SPPPB($NDET,$NEBIN,$NBATCH);
DIMENSION PEPPB($NBATCH), TEPPB($NBATCH);
REAL*8 TOTKE, AVAILLE, DEPE;
"NEEDED FOR ENERGY CONSERVATION TABULATION"
```

使用する物質の指定

- Line 283-286 使用する物質の種類数

```
$TYPE MEDARR(24,3);
DATA MEDARR/SS'NAL-IAPRIM',14*' ',
SS'AL-IAPRIM',15*' ',
SS'QUARTZ-IAPRIM',11*' ';
```

13 characters
24

物質名は24文字で指定

ユーザーコードの構成

MAINプログラム

- STEP 1: マクロの変更・追加, 変数の宣言, 物質の指定
- STEP 2: Subroutine HATCHIに関連する各変数の定義
- STEP 3: 物質データの読み込み (Call Subroutine HATCH)
- STEP 4: Geometryの設定
- STEP 5: Subroutine AUSGABの変数の初期化
- STEP 6: 線源条件の定義
- STEP 7: ヒストリーの発生 (Call Subroutine SHOWER)
- STEP 8: 計算結果の解析・出力

Subroutine AUSGAB: 必要な情報の収集

Subroutine HOWFAR: Geometryに関する情報をEGSに伝達

各変数の定義

Line 298-308

```

NMED=3; "NUMBER OF MEDIA"
DO J=1,NMED [
DO I=1,24 [MEDIA(I,J)=MEDARR(I,J)]]

NPLAN=$MXPLNS; "NUMBER OF PLANES"
NCYL=$MXCYLS; "NUMBER OF CYLINDER"

NREG=(NPLAN-1)*NCYL+3; "NUMBER OF REGIONS (INCLUDING OUTSIDE VACUUM"
" REGION)"
IRZ=NREG-3;
    
```

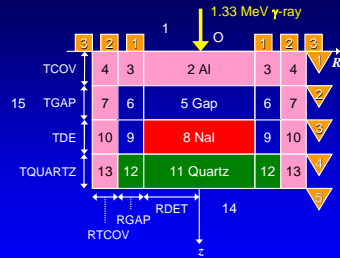
各regionへの物質の割り当て

Line 309-321

```

"SET MEDIUM INDEX FOR EACH REGION"
/MED(1),MED(NREG-1),MED(NREG)/=0; "VACUUM REGIONS"
/Region number
MED(2),MED(3),MED(4),MED(7),MED(10),MED(13)/2 Step 1で指定した
Material number Al region 番号に相当
MED(8)=1; "NaI(Tl) detector region"
/MED(11),MED(12)/=3; "Quartz region"
/ECUT(2),ECUT(3),ECUT(4),ECUT(7),ECUT(8),ECUT(10)/=0.561;
/ECUT(11),ECUT(12)/=0.561;
/MED(5),MED(6),MED(9)/=0; "Vacuum region inside case"
    
```

ECUT: electron, PCUT: photon



ユーザーコードの構成

MAINプログラム

- STEP 1: マクロの変更・追加, 変数の宣言, 物質の指定
- STEP 2: Subroutine HATCHIに関連する各変数の定義
- STEP 3: 物質データの読み込み (Call Subroutine HATCH)
- STEP 4: Geometryの設定
- STEP 5: Subroutine AUSGABの変数の初期化
- STEP 6: 線源条件の定義
- STEP 7: ヒストリーの発生 (Call Subroutine SHOWER)
- STEP 8: 計算結果の解析・出力

Subroutine AUSGAB: 必要な情報の収集

Subroutine HOWFAR: Geometryに関する情報をEGSに伝達

ユーザーコードの構成

MAINプログラム

- STEP 1: マクロの変更・追加, 変数の宣言, 物質の指定
- STEP 2: Subroutine HATCHIに関連する各変数の定義
- STEP 3: 物質データの読み込み (Call Subroutine HATCH)
- STEP 4: Geometryの設定
- STEP 5: Subroutine AUSGABの変数の初期化
- STEP 6: 線源条件の定義
- STEP 7: ヒストリーの発生 (Call Subroutine SHOWER)
- STEP 8: 計算結果の解析・出力

Subroutine AUSGAB: 必要な情報の収集

Subroutine HOWFAR: Geometryに関する情報をEGSに伝達

Geometryの設定

□ Line 365-383

詳細はSession 3/
講義5・実習4にて

"DEFINITION OF PLANES"

```

"SET ALL COORDINATES AND NORMALS TO ZERO TO BEGIN WITH"
DO J=1,NPLAN [
  PCOORD(1,J)=0.0; PCOORD(2,J)=0.0; PCOORD(3,J)=0.0;
  PNORM(1,J)=0.0; PNORM(2,J)=0.0; PNORM(3,J)=1.0;]

```

"NOW PUT IN THE EXCEPTIONS"

```

PCOORD(3,2)=PCOORD(3,1)+TCOV;
PCOORD(3,3)=PCOORD(3,2)+TGAP;
PCOORD(3,4)=PCOORD(3,3)+TDE;
PCOORD(3,5)=PCOORD(3,4)+TQUARTZ;

```

定義した値をgeometry
チェックのため出力

```

OUTPUT: ('PCOORD AND PNORM VALUES FOR EACH J-PLANE (I=1,3):',//);
DO J=1,NPLAN [
  OUTPUT J, (PCOORD(I,J), I=1,3), (PNORM(I,J), I=1,3);
  (15,6GL5.7);]

```

ユーザーコードの構成

MAINプログラム

- STEP 1: マクロの変更・追加, 変数の宣言, 物質の指定
- STEP 2: Subroutine HATCHIに関連する各変数の定義
- STEP 3: 物質データの読み込み (Call Subroutine HATCH)
- STEP 4: Geometryの設定
- STEP 5: Subroutine AUSGABの変数の初期化
- STEP 6: 線源条件の定義
- STEP 7: ヒストリーの発生 (Call Subroutine SHOWER)
- STEP 8: 計算結果の解析・出力

Subroutine AUSGAB: 必要な情報の収集

Subroutine HOWFAR: Geometryに関する情報をEGSICに伝達

ユーザーコードの構成

MAINプログラム

- STEP 1: マクロの変更・追加, 変数の宣言, 物質の指定
- STEP 2: Subroutine HATCHIに関連する各変数の定義
- STEP 3: 物質データの読み込み (Call Subroutine HATCH)
- STEP 4: Geometryの設定
- STEP 5: Subroutine AUSGABの変数の初期化
- STEP 6: 線源条件の定義
- STEP 7: ヒストリーの発生 (Call Subroutine SHOWER)
- STEP 8: 計算結果の解析・出力

Subroutine AUSGAB: 必要な情報の収集

Subroutine HOWFAR: Geometryに関する情報をEGSICに伝達

線源条件 (入射粒子パラメータ) の定義

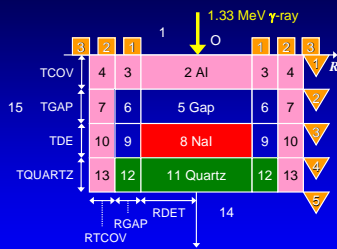
□ Line 428-440

```

IQI=0; "INCIDENT PARTICLE" -1: electron, 0: photon, 1: positron
EI=1.33 +ABS(IQI)*FRM; "TOTAL ENERGY OF PARTICLE (MEV) "
AVAIL=EI + IQI*FRM; "AVAILABLE K.E. (MEV) (MUST BE REAL)*"
EKIN=AVAIL;
DELTA=0.05; "Energy bin of response"
XI=0.0; YI=0.0; ZI=0.0; "STARTING COORDINATES (CM)"
UI=0.0; VI=0.0; WI=1.0; "INCIDENT DIRECTION COSINES"
IRI=2; "ENTRANCE REGION DEFINITION"
WTI=1.0; "WEIGHT FACTOR OF UNITY"

```

複雑な線源条件の定義: See lecture note pp 67-77



ユーザーコードの構成

MAINプログラム

- STEP 1: マクロの変更・追加, 変数の宣言, 物質の指定
- STEP 2: Subroutine HATCHIに関連する各変数の定義
- STEP 3: 物質データの読み込み (Call Subroutine HATCH)
- STEP 4: Geometryの設定
- STEP 5: Subroutine AUSGABの変数の初期化
- STEP 6: 線源条件の定義
- STEP 7: ヒストリーの発生 (Call Subroutine SHOWER)
- STEP 8: 計算結果の解析・出力

Subroutine AUSGAB: 必要な情報の収集

Subroutine HOWFAR: Geometryに関する情報をEGSICに伝達

ユーザーコードの構成

MAINプログラム

- STEP 1: マクロの変更・追加, 変数の宣言, 物質の指定
- STEP 2: Subroutine HATCHIに関連する各変数の定義
- STEP 3: 物質データの読み込み (Call Subroutine HATCH)
- STEP 4: Geometryの設定
- STEP 5: Subroutine AUSGABの変数の初期化
- STEP 6: 線源条件の定義
- STEP 7: ヒストリーの発生 (Call Subroutine SHOWER)
- STEP 8: 計算結果の解析・出力

Subroutine AUSGAB: 必要な情報の収集

Subroutine HOWFAR: Geometryに関する情報をEGSに伝達

ユーザーコードの構成

MAINプログラム

- STEP 1: マクロの変更・追加, 変数の宣言, 物質の指定
- STEP 2: Subroutine HATCHIに関連する各変数の定義
- STEP 3: 物質データの読み込み (Call Subroutine HATCH)
- STEP 4: Geometryの設定
- STEP 5: Subroutine AUSGABの変数の初期化
- STEP 6: 線源条件の定義
- STEP 7: ヒストリーの発生 (Call Subroutine SHOWER)
- STEP 8: 計算結果の解析・出力

Subroutine AUSGAB: 必要な情報の収集

Subroutine HOWFAR: Geometryに関する情報をEGSに伝達

AUSGABがcallされるのは...

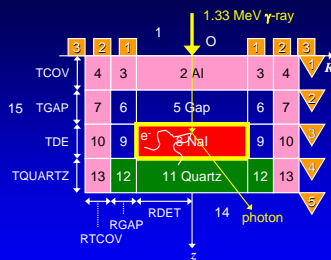
- 粒子が移動する前 (IARG=0)
- 粒子のエネルギーがPEGS4で設定したcut-offエネルギー以下になった時 (IARG=1)
- 粒子のエネルギーがEGS4で設定したcut-offエネルギー以下になった時 (IARG=2)
- ユーザーが追跡終了の設定をした時 (IARG=3)
- 光電吸収の生じる前 (IARG=4)

Subroutine AUSGAB

□ Line 641-654

```

IRL=IR(NP) ← 粒子が現在存在するregion番号
IF(MED(IRL).EQ.1) ["particle is inside the detector"
DEPE=DEPE+DEPE; "Add energy deposition"
IF(IRL.NE.IROLD.AND.IARG.EQ.0) ["particle enters into
detector"
IF(IQ(NP).EQ.0) ["photon"
IE=(NP)/DELTAE+1;
IF(IE.LE.SNBIN) [SPG(1,IE)=SPG(1,IE)+DPWT;]]
ELSEIF(IQ(NP).EQ.-1) ["Electron"
IE=(E(NP)-RM)/DELTAE+1;
IF(IE.LE.SNBIN) [SPE(1,IE)=SPE(1,IE)+DPWT;]]
ELSE ["Positron"
IE=(E(NP)-RM)/DELTAE;
IF(IE.LE.SNBIN) [SPP(1,IE)=SPP(1,IE)+DPWT;]]
] "end of entering to detector"
] "end of inside detector"
    
```



Score the deposited energy in NaI (material #: 1)

ユーザーコードの構成

MAINプログラム

- STEP 1: マクロの変更・追加, 変数の宣言, 物質の指定
- STEP 2: Subroutine HATCHIに関連する各変数の定義
- STEP 3: 物質データの読み込み (Call Subroutine HATCH)
- STEP 4: Geometryの設定
- STEP 5: Subroutine AUSGABの変数の初期化
- STEP 6: 線源条件の定義
- STEP 7: ヒストリーの発生 (Call Subroutine SHOWER)
- STEP 8: 計算結果の解析・出力

Subroutine AUSGAB: 必要な情報の収集

Subroutine HOWFAR: Geometryに関する情報をEGSに伝達
詳細はSession 3/講義5・実習4にて