

SRIMfit ユーザーマニュアル

Update Log :

2017.03/21 ver.2.12 ver.2.11 から転記。関数リストなど追加。

目 次

紹介編

- * SRIMfit とは
- * SRIMfit に組み込んである表 (WorkSheet表)
- * SRIMfit の 関数一覧
- * サンプルワークシートの紹介

技術メモ編

- * SRIMfit の 構造について
- * AddIn モジュール以外 の 使い方について
- * SRIMfit に WS を追加する
- * 参考文献

SRIMfit とは

SRIM コードで、エネルギー損失(ΔE) など を計算をするための
自作の Excelシート用マクロ関数群 です。

ご存知の様に、SRIMコード (The Stopping and Range of Ions in Matter)

Author: James F. Ziegler氏、 J.P.Biersack氏 最新版 SRIM-2013 *ref) SR01*

は、イオン注入の分野などで広く用いられている有名な計算コードです。

TRIMコードと合わせるとシミュレーションも可能な便利なコードです。

その基本となっている部分は、Stopping / Range Tables 計算で、

指定した物質中 に入射される 指定したイオン核種 について

イオンエネルギー(E) vs 阻止能(dE/dX), 飛程(Range), Straggling

が、表形式で出力されます。

残念ながら計算のプログラムは公開されていないので、数値表出力だけ提供してくれます。

SRIMと同じ計算が、Excel シート上で出来たら便利です。

そこで この SRIMfit マクロ集 を自作して使っていますので紹介します。

その内容は極単純で、SRIMで算出した「Stopping/Range Table」を、

Excelシートに貼り付けておき、そのテーブルを内挿するマクロ関数を用意しただけです。

SRIMコードに手を加えるような、新しい事は何もしておりません。

単に忠実に SRIMの出力結果を直線近似で内挿するだけです。

即ち、ビームのエネルギー(E)から、

阻止能(dE/dX) を内挿する関数 E2LET() その逆引き関数 LET2E()

飛程(Range) を内挿する関数 E2Rng() その逆引き関数 Rng2E()

などを用意しただけなのですが、

これらのマクロ関数を組み合わせることで、かなり便利な計算シートが作れます。

尚、SRIMfit は万能ではありません。

前述の様に、ビーム核種 vs 標的材質 の組み合わせ毎に SRIM-2013 を自分で計算し、
その Output ファイルを自分で Excelシートに張り付ける作業が必要です。

ビーム vs 標的 の組み合わせが何通りか決まっている方がお使いになると便利です。

Download Home Page :

http://ribf.riken.jp/sisetu-kyoyo/ion_beam/tips_SRIMfit.html

理研・仁科加速器研究センター・RIBF施設共用促進事業のページ
をご参照ください。

SRIMfit に組み込んである表 (WorkSheet表)

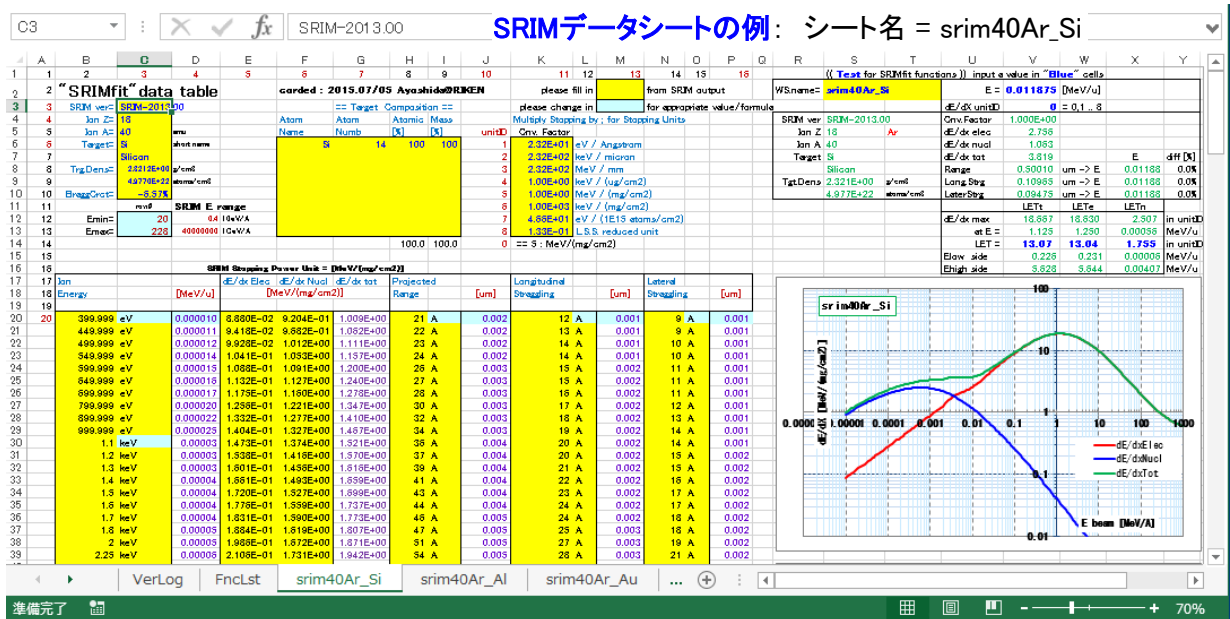
SRIMfit の本体である **SRIMfit.xlsm** を開いてみて下さい。

「SRIMfit_インストールガイド」に従ってインストール済の方は、

！ セキュリティの警告 マクロが無効にされました。

コンテンツの有効化

というメッセージが表示されますが、「コンテンツの有効化」を押さないで、
×印をクリックして マクロ無効のまま で閲覧してください。
リンク参照式が自動修正されてしまうので。閲覧後は保存せずに終了です。



ビーム核種 vs 標的材質 の組み合わせ毎に、
SRIM-2013 が出力する「Stopping/Range Table」と同じ内容の数値表が多数入っています。
これらの **WorkSheet(WS)表** は、実際に SRIM 計算をして出力された
SRIM Output ファイルから数字を拾ってエクセルシートに貼り付けたものです。
SRIMfit 関数は、これらの WS表を参照して、**2点間の直線近似で内挿計算**を行います。

SRIMfit.xlsm の詳しい構造については、
技術メモ編: SRIMfit の 構造について
を参照してください。

新しいWorkSheet表を追加したい場合は、
技術メモ編: AddIn モジュール以外 の 使い方について
(1) マクロブックに、ユーザーシートを追加する
を参照してください。

SRIMfit の 関数一覧

SRIMfit 組み込み関数の名前

sr ()** のように、頭文字2文字が sr で始まる関数名に統一してあります。

関数のヘルプメッセージ

例えばエクセル表の空白のセルに移動し、「**関数の挿入 (fx)**」をクリックしてみてください。

「関数の分類」をクリックして表示されるリストの一番下に、SRIMfit が表示されます。

例えば srEnew 関数を選ぶと、その引数などの説明が表示されます。

関数の挿入

関数の検索(S):

関数の分類(C): SRIMfit

関数名(N):

srE2LETe
srE2LETn
srE2LETt
srE2Rng
srE2StLng
srE2StLtr
srElmNm
srE2LETe(WS, Web)
この関数は、Ion のエネルギーを計算します。
[単位はUdで指定] のエネルギー。

関数の引数

srEnew

WS "srim40Ar_Si" = "srim40Ar_Si"

E0 95 = 95

Tum 0 = 0

= 95

この関数は、エネルギー : Eion [MeV/u] のイオンが、《Target 通過後》のエネルギー : Enew [MeV/u] を返します。

WS は、お使いのSRIMfitブックに定義したワークシート名 です。

ほとんどの関数には、その引数として、
参照すべき WorkSheet表の名前 (**WS名**) を指定します。

組み込み関数の一覧表を以下に記します。まずは単純な関数から。。

| Func. | 関数名 | 関数の説明 |
|-------|----------------------------------|--------------------------------------|
| No. | カテゴリー | |
| | WorkSheet 非参照関数 | |
| 1 | srElmNm | 元素記号 |
| | WorkSheet(WS) 情報を単に読み出す関数 | |
| 2 | srInfoVer | SRIM ver |
| 3 | srInfoIonZ | Ion Z番号 |
| 4 | srInfoIonA | Ion A番号 |
| 5 | srInfoTrgName | Target 名称(短縮形で) |
| 6 | srInfoTrgNameL | Target 名称 |
| 7 | srInfoTrgDens | Target 密度 [g/cm3] |
| 8 | srInfoTrgDensA | Target 密度 [atoms/cm3] |
| 9 | srInfoBrgC | Bragg Correction [%] |
| 10 | srInfoTrgPtbl | Gas-Targetの場合、このWS計算時に用いたGas圧 P[Pa] |
| 11 | srInfoTrgTtbl | Gas-Targetの場合、このWS計算時に用いたGas温度 T[°C] |
| 12 | srInfoTgIsGas | Target が Gas の場合、“Gas”文字列 |
| 13 | srInfoTgCmAtmNm | Target 構成物 原子名 |
| 14 | srInfoTgCmAtmNo | Target 構成物 原子番号 |
| 15 | srInfoTgCmAtmPct | Target 構成物 Atomic % |
| 16 | srInfoTgCmMasPct | Target 構成物 Mass % |

SRIMfit の関数一覧（続き1）

| Func. No. | 関数名 | 関数の説明 |
|-----------|---------------------------------|---|
| | WS 内容を検索して、該当する値を返す関数(1) | |
| 17 | srLETCnvF | LET 単位変換係数 ([MeV/(mg/cm2)] に変換するための係数) |
| 18 | srLETUNm | LET 単位名 |
| 19 | srum2mg | 厚さ単位変換 [μ m] --> [mg/cm2] |
| 20 | srmg2um | 厚さ単位変換 [mg/cm2] --> [μ m] |
| 21 | srMinE | WS中の 最小 Ion エネルギー: Eion [MeV/u] |
| 22 | srMaxE | WS中の 最大 Ion エネルギー: Eion [MeV/u] |
| 23 | srMinRng | WS中の 最小 飛程: Range [μ m] |
| 24 | srMaxRng | WS中の 最大 飛程: Range [μ m] |
| 25 | srMinStLng | WS中の 最小 飛程深さ幅: Longitudinal Straggling [μ m] |
| 26 | srMaxStLng | WS中の 最大 飛程深さ幅: Longitudinal Straggling [μ m] |
| 27 | srMinStLtr | WS中の 最小 飛程横幅: Lateral Straggling [μ m] |
| 28 | srMaxStLtr | WS中の 最大 飛程横幅: Lateral Straggling [μ m] |

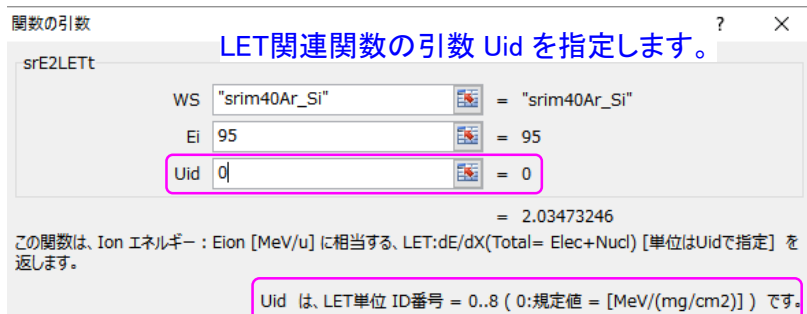
sr{ Min | Max } * () 関数は、
WSに記述されている「値の範囲」を確認するために使います。

SRIMfit 関数の単位系について

Energy は、 [MeV/u] です。
Range と Straggling は、 [μ m] です。
Thick 厚さ指定は、 [μ m] です。 Gas の場合は [mm] です。
LET (dE/dX) は、 [MeV/(mg/cm2)] を標準としています (Uid=0)

単位系変換について

以下のような手法で変換して下さい
Energy は、 [MeV/u] = [MeV] / srInfoIonA()
Range と Straggling は、 [mg] = srum2mg ([μ m]) [μ m] = srmg2um ([mg])
Thick 厚さ指定は、 同上
LET (dE/dX) を、 SRIM-2013 がサポートする 8つの単位系 で求めるには...



| Uid (Unit ID) 番号表 | | | |
|-------------------|---------------------|-----------------------|--|
| unitID | Cnv. Factor | | |
| 1 | 2.32E+01 | eV / Angstrom | |
| 2 | 2.32E+02 | keV / micron | |
| 3 | 2.32E+02 | MeV / mm | |
| 4 | 1.00E+00 | keV / (ug/cm2) | |
| 5 | 1.00E+00 | MeV / (mg/cm2) | |
| 6 | 1.00E+03 | keV / (mg/cm2) | |
| 7 | 4.66E+01 | eV / (1E15 atoms/cm2) | |
| 8 | 1.33E-01 | LSS. reduced unit | |
| 0 | == 5 : MeV/(mg/cm2) | | |

LET の単位系変換の数値は、

SRIMfit.xlsm の中の、それぞれの ワークシート (WS) に掲載してあります。
SRIM-2013 の Output から転記した値です。

SRIMfit の 関数一覧 (続き2)

| Func. | 関数名 | 関数の説明 |
|-------|-------------------------------------|--|
| No. | カテゴリー | |
| | WS 内容を検索して、内挿値を返す関数 | |
| 29 | srE2LETe | Ion エネルギー: Eion [MeV/u] に相当する、 LET:dE/dX(Electric) [単位はUidで指定] |
| 30 | srE2LETn | Ion エネルギー: Eion [MeV/u] に相当する、 LET:dE/dX(Nuclear) [単位はUidで指定] |
| 31 | srE2LETt | Ion エネルギー: Eion [MeV/u] に相当する、 LET:dE/dX(Total= Elec+NucI) [単位はUidで指定] |
| 32 | srE2Rng | Ion エネルギー: Eion [MeV/u] に相当する、 飛程: Range [μ m] |
| 33 | srE2StLng | Ion エネルギー: Eion [MeV/u] に相当する、 飛程深さ幅: Longitudinal Straggling [μ m] |
| 34 | srE2StLtr | Ion エネルギー: Eion [MeV/u] に相当する、 飛程横幅: Lateral Straggling [μ m] |
| 35 | srRng2E | Ion 飛程: Range [μ m] に相当する、 Ion エネルギー: E [MeV/u] |
| 36 | srStLng2E | Ion 飛程深さ幅: Longitudinal Straggling [μ m] に相当する、 Ion エネルギー: E [MeV/u] |
| 37 | srStLtr2E | Ion 飛程横幅: Lateral Straggling [μ m] に相当する、 Ion エネルギー: E [MeV/u] |

イオンのエネルギー(E) vs 阻止能(LET), 飛程(Range) などの
内挿 及び その逆引き 関数です。

LETの添え字 {e | n | t} は、
それぞれ { electronic | nuclear | total = electric + nuclear } Stopping Power の意味です。

SRIMfit の関数一覧（続き3）

| Func. | 関数名 | 関数の説明 |
|----------------------------------|-------------|--|
| No. | カテゴリー | |
| WS 内容を検索して、該当する値を返す関数(2) 少し高度な検索 | | |
| 38 | srMaxLETe | LET:dE/dX(Electric) [単位はUidで指定] の最大値 |
| 39 | srMaxLETn | LET:dE/dX(Nuclear) [単位はUidで指定] の最大値 |
| 40 | srMaxLETt | LET:dE/dX(Total= Elec+NucI) [単位はUidで指定] の最大値 |
| 41 | srMaxLETe2E | LET:dE/dX(Electric) が最大になる、Ion エネルギー: Eion[MeV/u] |
| 42 | srMaxLETn2E | LET:dE/dX(Nuclear) が最大になる、Ion エネルギー: Eion[MeV/u] |
| 43 | srMaxLETt2E | LET:dE/dX(Total= Elec+NucI) が最大になる、 Ion エネルギー: Eion[MeV/u] |
| 44 | srLETe2Eh | LET:dE/dX(Electric) [単位はUidで指定] に相当する、 Ion エネルギー: Eion [MeV/u] を Eionが「高い側から探した値」 (但し、このWSの範囲外のLET値を指定した場合は 0) |
| 45 | srLETe2El | LET:dE/dX(Electric) [単位はUidで指定] に相当する、 Ion エネルギー: Eion [MeV/u] を Eionが「低い側から探した値」 (但し、このWSの範囲外のLET値を指定した場合は 0) |
| 46 | srLETn2Eh | LET:dE/dX(Nuclear) [単位はUidで指定] に相当する、 Ion エネルギー: Eion [MeV/u] を Eionが「高い側から探した値」 (但し、このWSの範囲外のLET値を指定した場合は 0) |
| 47 | srLETn2El | LET:dE/dX(Nuclear) [単位はUidで指定] に相当する、 Ion エネルギー: Eion [MeV/u] を Eionが「低い側から探した値」 (但し、このWSの範囲外のLET値を指定した場合は 0) |
| 48 | srLETt2Eh | LET:dE/dX(Total= Elec+NucI) [単位はUidで指定] に相当する、 Ion エネルギー: Eion [MeV/u] を Eionが「高い側から探した値」 (但し、このWSの範囲外のLET値を指定した場合は 0) |
| 49 | srLETt2El | LET:dE/dX(Total= Elec+NucI) [単位はUidで指定] に相当する、 Ion エネルギー: Eion [MeV/u] を Eionが「低い側から探した値」 (但し、このWSの範囲外のLET値を指定した場合は 0) |

WS名で決められている ビーム核種 vs 標的材質 の組み合わせにおいて、
LET の最大値 = Bragg Peak の値 を求める関数などです。

srLET2E() 関連関数については、

LETの関数形が、Range や Straggling のものと異なり、単調増加関数ではない
ので、Energy が 高い側 or 低い側 から検索する様に分けてあります。

SRIMfit の 関数一覧（続き4）

| Func. | 関数名 | 関数の説明 |
|-------|-----------------------------------|---|
| No. | カテゴリー | |
| | <i>WorkSheet 非参照関数</i> | |
| 1 | srElmNm | 元素記号 |
| | <i>以上の関数を組み合わせて、より高度な計算値を返す関数</i> | |
| 50 | srEnew | エネルギー: Eion [MeV/u] のイオンが、 《Target 通過後》のエネルギー: Enew [MeV/u] |
| 51 | srThkStd | Gas の《標準気体》への変換係数。 ここで《標準気体》とは、お使いのSRIMfitワークシートを計算した時に用いられた気圧: srInfoTrgPtbl()、気温: srInfoTrgTtbl()です。 |
| 52 | srEnewGas | エネルギー: Eion [MeV/u] のイオンが、 《Gas-Target 通過後》のエネルギー: Enew [MeV/u] |
| 53 | srEold | Target を通過後に エネルギー: Eion [MeV/u] になったイオンの、 《Target通過前》のエネルギー: Eold [MeV/u] |
| 54 | srEoldGas | Gas-Target を通過後に エネルギー: Eion [MeV/u] になったイオンの、 《Gas-Target通過前》のエネルギー: Eold [MeV/u] |

標的のある厚さを 《通過後》 のエネルギー値 《 Enew 》
逆に

標的のある厚さを 《通過前》 のエネルギー値 《 Eold 》
を計算する関数です。

Gas標的版(温度、気圧を指定) もあります。

ご存じのように、Enew と Eold 関数は、
Energy \leftrightarrow Range 変換関数 があれば、簡単に記述できます。

```

srEnew ( WS, Eold, Thick ) {
  Range = srE2Rng ( WS, Eold )
  Thick2 = Range - Thick
  Enew = srRng2E ( WS, Thick2 )
  return( Enew )
}

srEold ( WS, Enew, Thick ) {
  Range = srE2Rng ( WS, Enew )
  Thick2 = Range + Thick
  Eold = srRng2E ( WS, Thick2 )
  return( Eold )
}

```

また必要に応じて、組合せ関数を追加しておきます。。

追加予定) リクエスト下さい！

- 2種類の標的で、 ΔE equivalent になるような標的厚さなどを求める関数
srDEeqTh() srDEeqE()
- 2種類の標的で、Range equivalent になるようなビームエネルギーを求める関数
srReqE()

など。。

サンプルワークシートの紹介

File名: **SRIMfit_eg1.xlsx**

物質 通過「後」のエネルギー計算の例です。

40Arビームが、Si, Al, Air, Kapton を通過する場合のエネルギー変化を計算するシートです。

固体物質通過後の計算には **srEnew()** 関数、

気体物質通過後の計算には **srEnewGas()** 関数

を用いています。

AVERAGE : =srEnewGas(\$O\$8,U15,K15,\$O\$13,\$O\$12)

A B C D E F G H I J K L M N O P Q

1 ((**SRIMfit** example)) ビームを大気圧環境下で Si に照射する場合

2

3 このシートでは、1種類のビームに対して

4 以下4種類の物質に対する SRIM テーブルを用いています。

| Mat | WSname | Dens | maxLET@MeV/u | Matname |
|--------|------------------------|---------|-------------------------|---------------------------------|
| Si | srin40Ar_Si | 2.32 | 18.7 1.13 | Silicon |
| Al | srin40Ar_Al | 2.70 | 18.5 1.13 | Aluminum |
| Air | srin40Ar_Air | 1.2E-03 | 25.1 0.69 | Air (Dry ICRU-104(gas)) |
| Kapton | srin40Ar_Kapton | 1.42 | 27.3 0.75 | Kapton(Polyimide Film ICRU-179) |

ピンク色 の部分に入力してください。
青色文字 が、マクロ関数の計算結果です。

10

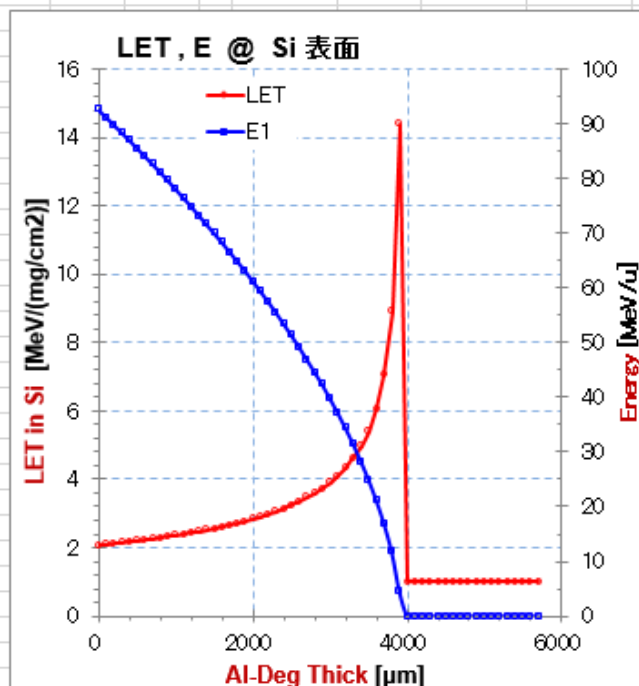
11 通過後の値 **srEnew()** で計算

| ビーム | Z | 真空中 | 真空切り膜 | Edeg膜 | 空気(大気圧) |
|----------------|---|----------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|
| A | | MeV/u | μm | μm | mm |
| 40 Ar 18 | | 95.0 3800 | 75.0 94.39 | 50.0 93.74 | 175.0 =srEne |
| LET(Si) | | 2.03 [MeV/(mg/cm2)] | 2.04 | 2.05 | 2.07 |
| Range(Si) | | 4668 [μm] | 4615 | 4559 | 4461 |
| Long.Strg(Si) | | 175 [μm] | 174 | 172 | 169 |
| Later.Strg(Si) | | 27 [μm] | 27 | 26 | 26 |
| Range(Al) | | 4126 [μm] | 4079 | 4029 | 3942 |
| Range(Air) | | 8256 [mm] | 8163 | 8064 | 7889 |

室温 **25.0** degC
気圧 **101325** Pa

23 step= **100** Si 表面で **200** μm 深で

| Al-Edeg | E1 | LET | E2 | LET |
|---------|--------------|--------------|-------|--------------|
| μm | MeV/u | MeV/(mg/cm2) | μm | MeV/(mg/cm2) |
| 0 | 92.53 | 2.07 | 90.08 | 2.12 |
| 100 | 91.14 | 2.10 | 88.85 | 2.14 |
| 200 | 89.75 | 2.12 | 87.63 | 2.16 |
| 300 | 88.36 | 2.15 | 86.34 | 2.18 |
| 400 | 86.95 | 2.17 | 85.03 | 2.21 |
| 500 | 85.50 | 2.20 | 83.73 | 2.23 |
| 600 | 84.04 | 2.23 | 82.43 | 2.26 |
| 700 | 82.59 | 2.26 | 81.12 | 2.29 |
| 800 | 81.13 | 2.29 | 79.76 | 2.32 |
| 900 | 79.57 | 2.32 | 78.40 | 2.35 |
| 1000 | 78.00 | 2.36 | 77.05 | 2.38 |
| 1100 | 76.44 | 2.39 | 75.69 | 2.41 |
| 1200 | 74.87 | 2.43 | 74.28 | 2.44 |
| 1300 | 73.23 | 2.47 | 72.83 | 2.48 |
| 1400 | 71.58 | 2.51 | 71.37 | 2.52 |
| 1500 | 69.94 | 2.56 | 69.92 | 2.56 |
| 1600 | 68.27 | 2.60 | 68.45 | 2.60 |
| 1700 | 66.53 | 2.66 | 66.88 | 2.65 |
| 1800 | 64.80 | 2.71 | 65.32 | 2.69 |
| 1900 | 63.06 | 2.76 | 63.76 | 2.74 |
| 2000 | 61.22 | 2.83 | 62.18 | 2.79 |
| 2100 | 59.32 | 2.90 | 60.54 | 2.85 |
| 2200 | 57.43 | 2.97 | 58.89 | 2.92 |
| 2300 | 55.46 | 3.05 | 57.25 | 2.98 |
| 2400 | 53.38 | 3.14 | 55.52 | 3.05 |



サンプルワークシートの紹介（続き1）

File名: **SRIMfit_eg2.xlsx**

物質 通過「前」のエネルギー計算の例です。
84Krビームが、**Au, Kapton, Mylar, PL**シンチ, エネルギー減衰板(**Al**), **空気**を通過してから、
 試験サンプル(**Si**) に照射される場合を考えます。

サンプルの $100\mu\text{m}$ 深さで $\text{LET}=14$ になるようにしたいとします。
 その時、元のビームエネルギー(加速器からのビームエネルギー)は、
 いくつである必要がありますか？

といった問題を計算するためのエクセルシートです。

物質通過「前」のエネルギー計算には
 srEold(), srEoldGas() 関数を用意してあります。

AVERAGE : =srEoldGas(S23,T26,S26,\$L\$17,\$L\$16)

例題2) Si 試料中でのLET指定 -> 必要なビームエネルギーを求める
 例題1)と同じセットアップについて、Eold関数を用いて(T下書き)から逆算する例です。

Header srIm Beam 84Kr

| 用途(例) | Material | WS name | Dense | maxLET | @ MeV/A | Mat. name |
|-------|----------|-----------------|-----------|--------|---------|---------------------------------|
| 照射物 | Si | srIm84Kr_Si | 2.32 | 41.00 | 2.14 | Silicon |
| Edeg膜 | Al | srIm84Kr_Al | 2.70 | 40.39 | 2.14 | Aluminum |
| 散乱膜 | Au | srIm84Kr_Au | 19.31 | 17.16 | 4.46 | Gold |
| 空気 | Air | srIm84Kr_Air | 1.205E-09 | 48.53 | 1.19 | Air (Dry (ORU-104(gas)) |
| 真空切り膜 | Kapton | srIm84Kr_Kapton | 1.42 | 53.37 | 1.31 | Kapton(Polyimide Film (ORU-179) |
| 電離線管 | Mylar | srIm84Kr_Mylar | 1.40 | 55.01 | 1.19 | Mylar, Melinex (ORU-212) |
| PLシンチ | EJ212 | srIm84Kr_EJ212 | 1.02 | 63.44 | 1.07 | EJ-212 PL-Scinti |

g/cm3 MeV/(mg/cm2)

照射表面から、深さ 100.0 [μm] の位置で、LETが...
 LET in Si = 14.06 にしたい場合 <- 値し 40.998
 室温 25.0 degC
 気圧 101325 Pa (latm=101325)
 STP補正 0.983 =srThkStd()

必要な Eold() 関数で「逆算」した通過後のエネルギー

逆算 ビームエネルギー

| ビーム | 真空中で | 散乱膜 | 真空切り膜 | 電離線管 | PLシンチ透光 | PLシンチ | Edeg膜 | 空気(大気圧) | 照射物 | | | | | | | | | | | | | |
|-------|------|---------|-------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|-------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|
| A | Z | WS name | srIm84Kr_Au | srIm84Kr_Kapton | srIm84Kr_Mylar | srIm84Kr_Mylar | srIm84Kr_EJ212 | srIm84Kr_Al | srIm84Kr_Si | | | | | | | | | | | | | |
| 84 Kr | 36 | MeV/u | 69.99 | 5879 | 48.8 | 63.29 | 75.0 | 61.75 | 24.0 | 61.27 | 72.0 | 59.85 | 500.0 | 51.35 | 100.0 | 225.0 | 43.15 | 0.0 | 43.15 | 100.0 | 39.40 | 14.06 |

これが答えです。

検算 Enew関数で「検算」した通過後のエネルギー

| ビーム | 真空中で | 散乱膜 | 真空切り膜 | 電離線管 | PLシンチ透光 | PLシンチ | Edeg膜 | 空気(大気圧) | 照射物 | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|---------|-------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| A | Z | WS name | srIm84Kr_Au | srIm84Kr_Kapton | srIm84Kr_Mylar | srIm84Kr_Mylar | srIm84Kr_EJ212 | srIm84Kr_Al | srIm84Kr_Si | | | | | | | | | | | | | |
| 84 Kr | 36 | MeV/u | 69.99 | 5879 | 48.8 | 63.29 | 75.0 | 61.75 | 24.0 | 61.27 | 72.0 | 59.85 | 500.0 | 51.35 | 100.0 | 225.0 | 43.15 | 0.0 | 43.15 | 100.0 | 39.40 | 14.06 |
| LET(Si) | | | 9.47 | | 10.16 | 10.34 | 10.39 | 10.56 | 11.75 | 12.35 | 13.22 | 13.22 | 13.22 | 13.22 | 13.22 | 13.22 | 13.22 | 13.22 | 13.22 | 13.22 | 13.22 | 13.22 |
| Range(Si) | | | 1644 | | 1393 | 1393 | 1322 | 1271 | 1001 | 887 | 760 | 660 | 660 | 660 | 660 | 660 | 660 | 660 | 660 | 660 | 660 | 660 |
| Long.Stre(Si) | | | 63 | | 54 | 52 | 51 | 49 | 37 | 31 | 27 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| Later.Stre(Si) | | | 7 | | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Range(Air) | | | 1452 | | 1234 | 1187 | 1173 | 1130 | 882 | 782 | 670 | 582 | 582 | 582 | 582 | 582 | 582 | 582 | 582 | 582 | 582 | 582 |
| Range(Mylar) | | | 2894 | | 2455 | 2358 | 2328 | 2238 | 1754 | 1557 | 1392 | 1153 | 1153 | 1153 | 1153 | 1153 | 1153 | 1153 | 1153 | 1153 | 1153 | 1153 |

Edegで調整すると...
 08)上表の、「Edeg膜」の厚さμm 以下の値を指定。
 --> LET in Si = 13.13

VerLog eg1_Enew eg2_Eold DBG_ss1 DBG_ss2 DBG_ss3

サンプルワークシートの紹介（続き2）

File名: lib¥E5A¥E5A照射01_ビーム希望表.xlsx

半導体チップなどの照射試験計画をたてる時の、ビームエネルギー要望書の作成

84Kr ビームを、Si チップに照射し、感応領域深さ 50μ に於けるLET を指定 したいと思います。
また、照射時にチップの 照射角度 θ を変化させて、同じLETにしたいです。
このような照射条件に適合するような、微妙なエネルギー調整をしてください！

と、理研に要望する時に使って下さい。
そのようなビームが実際に用意できるかどうかは別として。

HYPERLI...

X

✓

fx

=srLETt2Eh(\$B\$16,L14,0)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------------|--|---|----------|--------|---------------|--------|-------|--------|---------------------------|----------|----------|----------|------|-------|---|--|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | |
| 3 | ビームエネルギー計算表 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | チップ表面で | | | 感応領域位置で | | | | | | D0 | | | | | |
| 7 | | | ビーム設定希望値 | | | (チップ表面からの深さ = | | | | | | 50 | μm と仮定) | | | | |
| 8 | | | | | (参考) | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | 照射 | | | | | | [注1] | | | | | | [注2] | | | |
| 10 | | イオン | エネルギー | 表面 | 飛程 | 照射角度 | 感応領域深さ | エネルギー | | | 深さD | 残りの飛程 | 角度換算 | | | | |
| 11 | | 核種 | E0 | LET0(Si) | RO(Si) | θ | (角度換算) | E1 | | | LETΦ(Si) | RO(Si) | 等価LET | | | | |
| 12 | | | MeV | MeV/u | μm | 度 | μm | MeV | MeV/u | | μm | μm | LETΦ(Si) | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | 84Kr | 752.4 | 8.957 | 32.68 | 92.09 | 0 | 50.0 | 333.3 | =srLETt2Eh(\$B\$16,L14,0) | 39.82 | 42.09 | 39.82 | | LET大 | | |
| 15 | | WName= | 904.1 | 10.763 | 30.30 | 112.80 | 45 | 70.7 | 333.3 | 3.968 | 39.82 | 42.09 | 56.31 | | | | |
| 16 | | srin84Kr_Si | 1100.5 | 13.101 | 27.58 | 142.09 | 60 | 100.0 | 333.3 | 3.968 | 39.82 | 42.09 | 79.64 | | | | |
| 17 | | A=84 | 1307.0 | 15.559 | 25.14 | 175.92 | 0 | 50.0 | 994.3 | 11.837 | 29.00 | 125.92 | 29.00 | | LET中1 | | |
| 18 | | Z=36 | 1424.6 | 16.959 | 23.92 | 196.63 | 45 | 70.7 | 994.3 | 11.837 | 29.00 | 125.92 | 41.01 | | | | |
| 19 | | | 1582.1 | 18.834 | 22.44 | 225.92 | 60 | 100.0 | 994.3 | 11.837 | 29.00 | 125.92 | 58.00 | | | | |
| 20 | | | 2665.7 | 31.734 | 16.22 | 475.81 | 0 | 50.0 | 2474.1 | 29.453 | 17.00 | 425.81 | 17.00 | | LET中2 | | |
| 21 | | | 2744.4 | 32.672 | 15.91 | 496.53 | 45 | 70.7 | 2474.1 | 29.453 | 17.00 | 425.81 | 24.04 | | | | |
| 22 | | | 2849.7 | 33.925 | 15.54 | 525.81 | 60 | 100.0 | 2474.1 | 29.453 | 17.00 | 425.81 | 34.00 | | | | |
| 23 | | | 3860.1 | 45.954 | 12.66 | 838.31 | 0 | 50.0 | 3711.9 | 44.189 | 13.00 | 788.31 | 13.00 | | LET小 | | |
| 24 | | | 3920.8 | 46.676 | 12.53 | 859.02 | 45 | 70.7 | 3711.9 | 44.189 | 13.00 | 788.31 | 18.38 | | | | |
| 25 | | | 4006.2 | 47.692 | 12.34 | 888.31 | 60 | 100.0 | 3711.9 | 44.189 | 13.00 | 788.31 | 26.00 | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | | [注1] | 感応領域深さ(角度換算) D は、 $(50\mu\text{m}/\cos\theta)$ で表しています。 | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | | [注2] | 角度換算 等価 LETΦ は、 $(\text{LET}\Phi/\cos\theta)$ で表しています。 LET 単位は [MeV/(mg/cm2)] です。 | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33 | | [深さ D0 で、LETmax にするには] | | | | | θ を指定 | | | | | maxLET 値 | | | | | |
| 34 | | | 993.5 | 11.828 | 29.01 | 125.81 | 60 | 100.0 | 180.0 | 2.143 | 41.00 | 25.81 | 82.00 | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37 | | (表計算の使い方) 表中で、青字(太字)部分: の数字を入力して下さい。 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 44 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

編集

ビーム希望表

ExpR推定

+

[表中の計算式 には、次のような関数を用いて記述してあります]

E1 [A.MeV] = srLETt2Eh (srin84Kr_Si , LET①, 0)

E0 [A.MeV] = srEold (srin84Kr_Si , E1, D1)

LET [MeV/(mg/cm2)] = srE2LETt (srin84Kr_Si , E, 0)

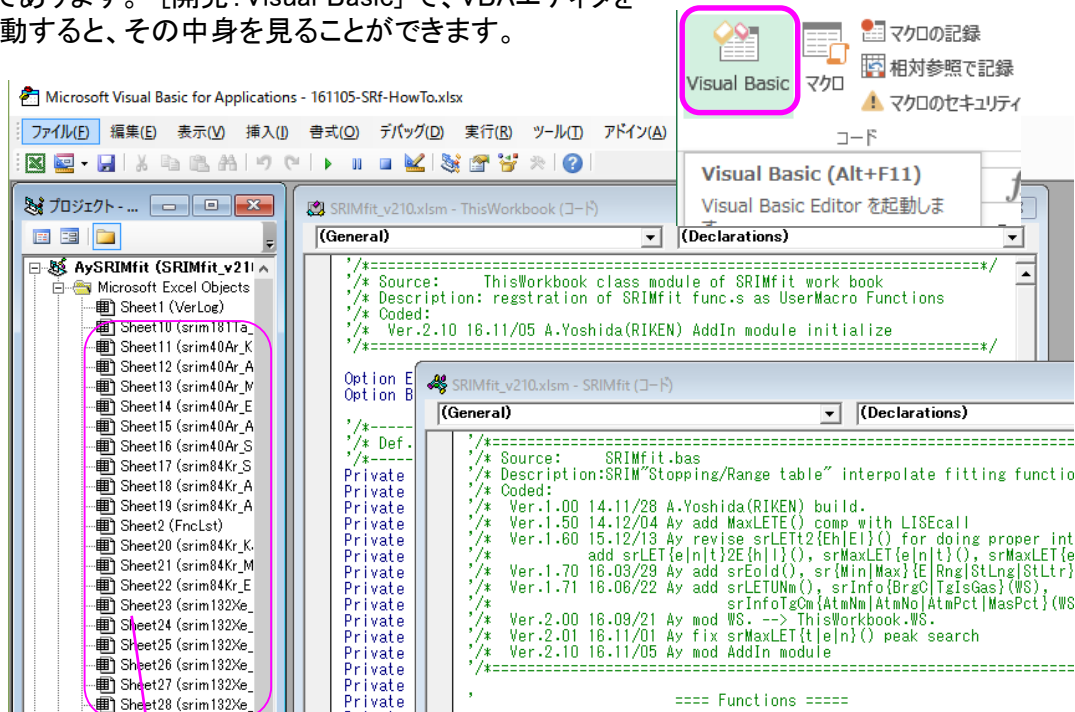
R(Si) [μ m] = srE2Rng (srin84Kr_Si , E)

max LET [MeV/(mg/cm2)] = srMaxLETt (srin84Kr_Si , 0)

SRIMfit の 構造について

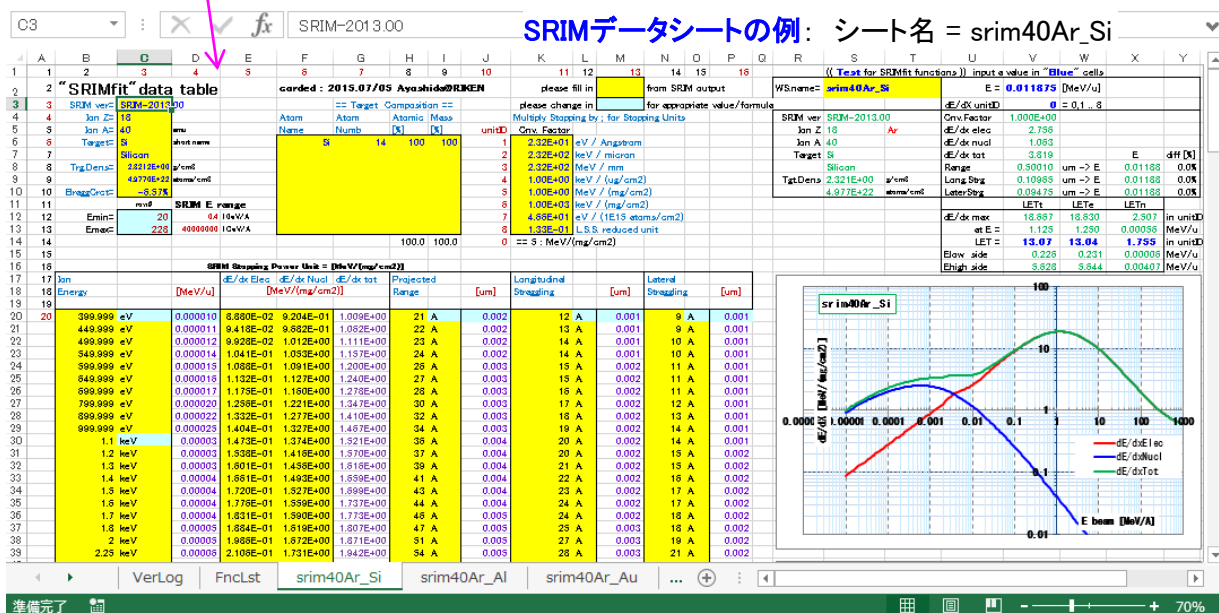
(1) 本体「SRIMfit.xlsm」 “.xlsm マクロブック” です

SRIMfit のマクロプログラムは、エクセルに標準装備されている Excel VBA (Visual Basic) で記述してあります。[開発: Visual Basic] で、VBAエディタを起動すると、その中身を見ることができます。



コレ「ThisWorkbook」が、sr**() 関数説明の登録用マクロです。
コレ「標準モジュール: SRIMfit」が、sr**() 関数のマクロプログラムです。

sr**() 関数は、ビームvs標的の組み合わせ毎にSRIMで計算した、沢山の Worksheet (マクロと同じブック内のシート) の内容を参照して動作します。



(2) ユーザーブック 例:「SRIMfit_eg1.xlsx」 “.xlsx マクロ無し” の普通のエクセルシートです
 ユーザーが作る計算シートでは、本体のマクロ関数経由で、本体のSRIMデータシートを参照します。
 それぞれのマクロ関数の呼び出し = sr**(WS, ...) で、参照すべきデータシート名(WS)を指定します。

| | | | | | | |
|----|---|--------------------|-------------------------|-----|----------------------------------|--------------------|
| C5 | | : | | | | =srInfoVer(\$C\$3) |
| | A | B | C | D | E | F |
| 1 | | | ((SRIMfit functions)) | | input a value in “Blue” cells | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | WS = | srIm40Ar_Si | | ← Work Sheet name of “S | |
| 4 | | (WS information) | | | | |
| 5 | | SRIM ver | SRIM-2013_00 | | = srInfoVer(WS) | |
| 6 | | Ion Z | 18 | Ar | = srInfoIonZ(WS), = srElmNm(Z) | |
| 7 | | Ion A | 40 | amu | = srInfoIonA(WS) | |

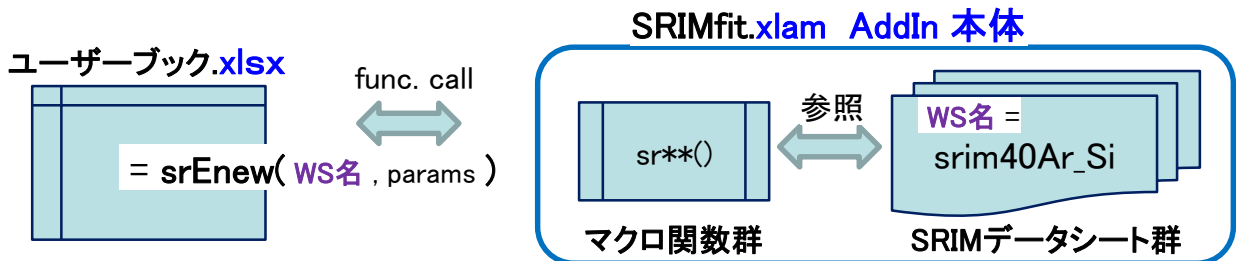
ここで 指定できるWS名は、本体の SRIMfit.xlsm に登録されているシート名に限ります。

なんか融通がきかないなあ〜 と思われるかもしれません。すみません。

でも、私の使い方からすると、この構造が便利だったので、この様に設計してあります。

即ち、LISE++ 等の様に、ビーム核種 と 標的要素 (or 標的構成物質) をパラメータで与えれば、
 どんな組み合わせでも計算してくれるソフト ではなく、あくまで SRIM の計算値を内挿するだけの
 単機能で十分で、かつビームと標的の組み合わせも数十種類あれば十分だったからです。

そこで、SRIMfit 本体にマクロ記述とデータシートを一緒にしておいて、AddIn化することにしました。



こうすることで、次のような「メリット」があります。

- * 関数呼び出しの記述がスッキリする。 = sr**() だけでよい。
- * WSの名前も記述もスッキリする。 例) “srIm” & “ビーム核種名” & “_” & “標的名” だけでよい。
- * AddIn モジュールに登録してあるので、SRIMfit 本体ファイルを置いておく場所を気にしなくてよい。
- * 膨大な関数呼び出しがあるユーザーブックを作った場合、この方式なら計算のオーバーヘッドが少ない。

逆に、「デメリット」としては、

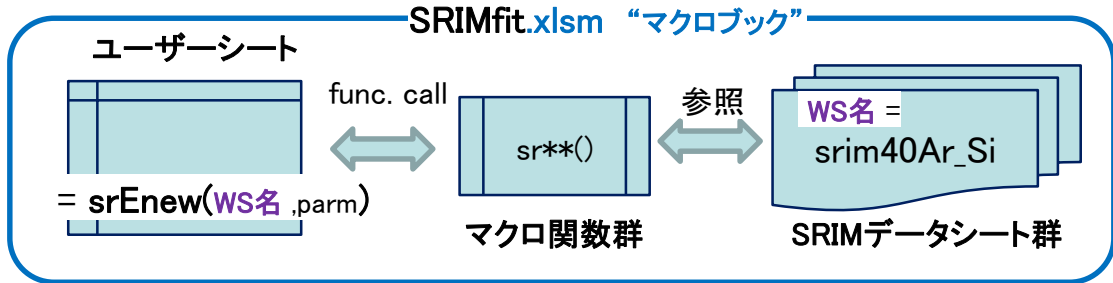
- * ビーム vs 標的 の組み合わせが代わって、別の SRIMデータシートを追加する場合、SRIMfit. xlsm を編集して、SRIMfit. xlsm に変換して、AddIn の再登録が必要。
- となります。

SRIMデータシートの追加作業の為に、AddIn 方式以外の使い方について、次に説明します。

AddIn モジュール以外 の 使い方について

(1) マクロブックに、ユーザーシートを追加する

勿論、SRIMfit.xlsm の中に ユーザーシートを追加しても構いません。
コレが一番単純ですので、SRIMfit をいじっている段階では、こうして使ってみて下さい。



関数呼び出しの数式は、同じブック内ですので単純です。

= sr**(WS名, param)

尚、この方式で使う場合は、**[開発:アドイン]メニューで、SRIMfit アドインのチェックを外して**おいた方が安全です。アドインとして動いている sr**() 関数+SRIMデータシートと混乱しない様に。また、関数選択ボックスの「関数説明」を登録するマクロ関数は、この方式でも正しく動作するようになっています。詳しくは 文末の (付録) をご参照ください。

用意すべきSRIMデータシート群

ご自分の使用目的に応じて、次のような枚数分だけ用意してください。

SRIMデータシートの枚数 = 照射するビーム核種数 × 照射される標的材質の種類数

シート名の命名については、特に制限はありません。でも次の様にしておくと便利です。

シートの名前(例) = sr40Ar_Si ← Beam核種 + 標的材質

追加するシートは、現在あるシートをコピーして使い、セルの位置は変えないでください。

セルの行・列番号が変わってしまうと、sr**()関数が誤動作します。

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|----|----|----------------------|--------------|-----------|--------------|---|----------------|----------------|-------|--------|
| 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 2 | 2 | "SRIMfit" data table | | | | corded : 2015.07/05 Ayoshida@RIKEN | | | | |
| 3 | 3 | SRIM ver= | SRIM-2013.00 | | | Atom | == Target | Composition == | | |
| 4 | 4 | Ion Z= | 18 | | | Atom | Num | Atomic | Mass | |
| 5 | 5 | Ion A= | 40 | | | Name | [%] | [%] | | |
| 6 | 6 | Target= | EJ212 | amu | short name | H | 1 | 52.38 | 8.45 | unitID |
| 7 | 7 | | EJ-212 PL | Scinti | | C | 6 | 47.62 | 91.55 | |
| 8 | 8 | Trg.Dens= | 1.0000E+00 | g/cm3 | | | | | | |
| 9 | 9 | | 9.8606E+22 | atoms/cm3 | | | | | | |
| 10 | 10 | BraggCrct= | -6.57% | | | | | | | |
| 11 | 11 | | | row# | SRIM E range | | | | | |
| 12 | 12 | Emin= | 20 | 0.4 | 10eV/A | | | | | |
| 13 | 13 | Emax= | 228 | 4000000 | 1GeV/A | | | | | |
| 14 | 14 | | | | | | | 100.0 | 100.0 | |
| 15 | 15 | | | | | | | | | |
| 16 | 16 | | | | | SRIM Stopping Power Unit = [MeV/(mg/cm2)] | | | | |
| 17 | 17 | Ion | | | dE/dx Elec | dE/dx Nucl | dE/dx tot | Projected | | |
| 18 | 18 | Energy | | | [MeV/u] | [MeV/(mg/cm2)] | [MeV/(mg/cm2)] | Range | | [um] |
| 19 | 19 | | | | | | | | | |
| 20 | 20 | 399.999 eV | | 0.000010 | 1.907E-01 | 1.745E+00 | 1.936E+00 | 33 A | | 0.003 |
| 21 | 21 | 449.999 eV | | 0.000011 | 2.023E-01 | 1.831E+00 | 2.033E+00 | 35 A | | 0.004 |
| 22 | 22 | 499.999 eV | | 0.000012 | 2.132E-01 | 1.910E+00 | 2.123E+00 | 37 A | | 0.004 |
| 23 | 23 | 549.999 eV | | 0.000014 | 2.236E-01 | 1.982E+00 | 2.206E+00 | 39 A | | 0.004 |

SRIMデータシートの例

黄色のセルに、SRIMで計算した「Stopping/Range Table」の値をコピーして下さい。

Beam Energy, dEdX, Range だけでなくビームのA,Z や、標的名称、構成元素比などの情報も記入して下さい。

詳しい記入方法については、《SRIMfit に WS を追加する》を参照してください。

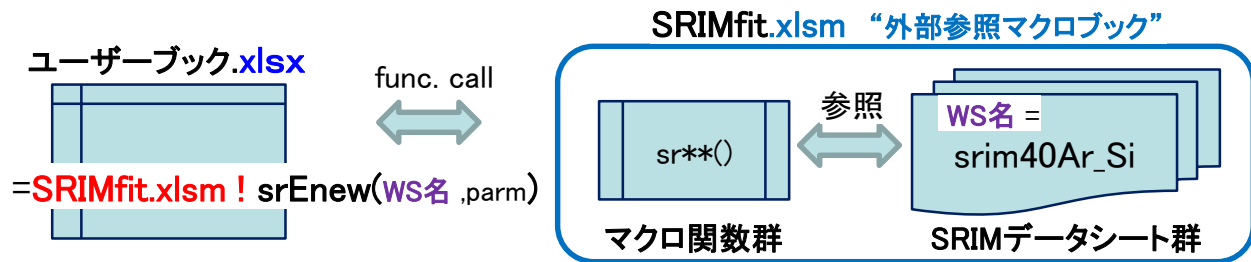
この「単純シート追加方式」は簡単で良いのですが、いろいろなユーザーシートを沢山作って行くに従って、面倒を感じる様になると思います。いつも、マクロ関数群とSRIMデータシート群が組み込まれているマクロブックの雛形から複製してユーザーシートを加えて行かなければなりません。また、データシートやマクロ関数を更新する度に、ユーザーシートの移動が必要になります。

という訳で、私は AddIn モジュール化して使うようにしています。

でも・・・ AddIn の設定はちょっと気持ちが悪い・・・ という方は、次のような「外部参照マクロブック」という使い方もできます。

(2) 外部参照マクロブックで使用する

SRIMfit 本体を、AddIn モジュール化する前の .xlsm “マクロブック形式” で用いる方法です。
SRIMデータシートの追加作業をしている段階では、この使い方が便利でしょう。

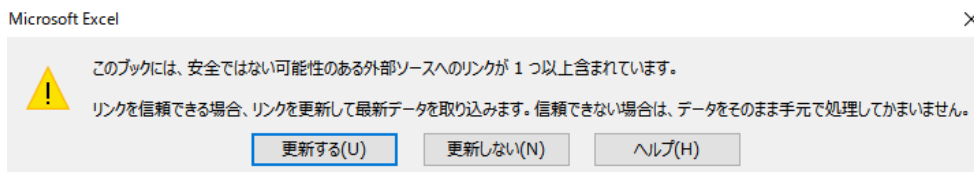


関数呼び出しの数式は、次の様に記述します。
ユーザーブック.xlsx と同じディレクトリにある場合。

(例1-1) = **SRIMfit.xlsm**!sr**(WS名, param)

違うディレクトリに置いておく場合

(例1-2) = **'c:¥ディレクトリ¥ツリー¥SRIMfit.xlsm'**!sr**(WS名, param) シングルクォート“ ” でくくれます
ちと、煩雑でしょ！。。。でも、仕方ないので、数式を間違えないように記述して下さい。
そして、ユーザーブックをOpenする前に **必ず SRIMfit.xlsm を 先にOpen** しておいて下さい！！[注1]
そうしておかないと、次のようなエラーメッセージが表示されます。



この時は、「更新しない」にして、ユーザーブックを保存せずに1度閉じてから、正しい手順で開き直すのが賢明です。

もし「更新する」にしてしまうと、すべてのセルの数式が次の様に変換されてしまいますので注意！

| | | | | | | | | | | |
|----|----------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|
| fx | | ='C:¥Users¥yayoshida¥AppData¥Roaming¥Microsoft¥AddIns¥SRIMfit_v210.xlsm!srEnew("srim40Ar_Si",95,100) | | | | | | | | |
| | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
| | 93.84259 | | | | | | | | | |

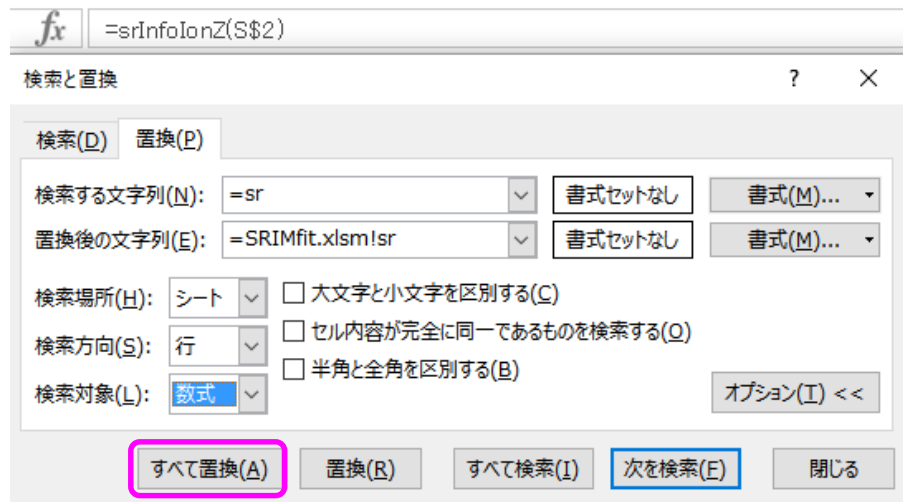
[注1] 若しくは、VBAに詳しい方でしたら、ご自分のユーザーブックを開く時に
SRIMfit.xlsm を自動Openするように、ThisWorkbook の class module を記述しておくとう便利でしょう。

(3) 数式の一括置換について Excel2013で説明します。

先ほどの例の様に、ユーザーブックが、間違っって数式が全て書き換わってしまった場合や、外部参照マクロ化 ⇄ AddInモジュール化 の書換え が必要な時のテクニックです。



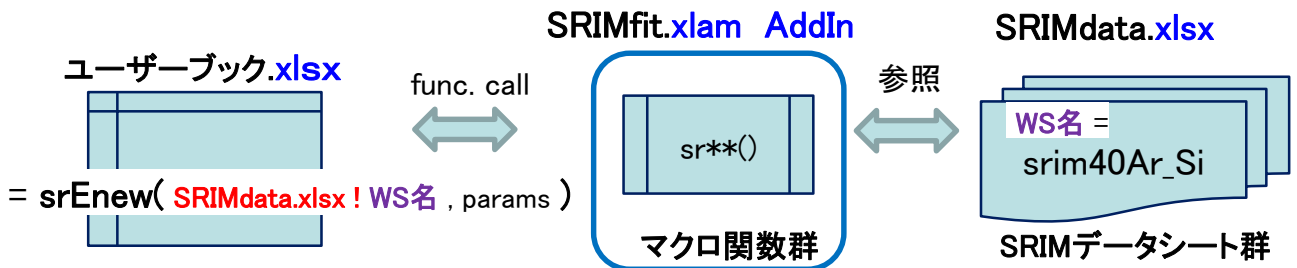
[HOME] リボンの
[編集: 検索と置換]
を用います。



この例では、AddIn 用に作ったユーザーブックを、外部参照マクロ用に変換する場合です。
数式 = sr **() を = SRIMfit.xlsm ! sr**() に一括置換できます。
幸い、関数名の頭文字2文字を統一してありますので、まあ、たいした手間ではありません。

(4) SRIMデータシートは別にしたい！という方は・・・

次の図の様に、マクロ関数群とSRIMデータシート群は、別々に管理すべきである！ と主張される方は、マクロ関数群の記述をいじってみて下さい。



(メモ) 私もまだテストしていませんので、間違っているかもしれませんが、ヒントを書いておきます。
標準モジュール SRIMfit 中に定義したマクロ関数では、以下の様にシートを参照しています。
Function sr~(ByVal WS as String, ~)
~~ With ThisWorkbook.Worksheets(WS) ← ここで「同じブック内の」シートと指定しています。
~~ End With ~~
End Function
また、別ブックのWSを Open/Closeするタイミングなども考慮する必要があるかもしれません。
また、Private Sub sr_SetWS(ByVal WSnew As String) という関数との整合性もチェックして下さい。
いいかげんな説明ですみません。。 でも、ここまで頑張るなら SQL にでもした方が綺麗かも。

(付録) sr***) 関数の説明メッセージ 登録マクロ

関数選択ボックスに「関数説明」を表示するようにしました。

登録するマクロ関数は、ThisWorkbook の class module として記述してあります。[注1]

そのマクロは、FncLst シートに記述した 関数とその引数一覧表に従って動作します。

一応、英語版、日本語版（スイッチで切替式）で説明文を書いてありますが、ツタナイ説明ですのでこのシートの内容を適当に修正して下さい結構です。シートの構造はいじらないように願います。

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R |
|----|--|---------------------|-------------------|---------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 2 | SRIMfit Function List | | | | | | | | | | SRIMfit Function List (日本語表記) | | | | | | | |
| 3 | This sheet is used for <i>Application.MacroOptions</i> method. See the macro definition in the <i>Application.MacroOptions</i> class module. You can modify the contents of this sheet except its structure. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | You can modify the contents of this sheet except its structure. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 6 | Lang. mode | | 1 | = 0: in English 1: in Japanese | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 7 | Num. of Func. | | 54 | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 8 | Func. Descr. Header | | | This function returns | | | | | | | | | | この関数は、 | | | |
| 9 | 9 | Func. Descr. Footer | | | | | | | | | | | | | を返します。 | | | |
| 10 | 10 | Arg. Descr. Header | | | indicates | | | | | | | | | | は、 | | | |
| 11 | 11 | Arg. Descr. Footer | | | | | | | | | | | | | です。 | | | |
| 12 | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 13 | Func. No. | Function Name | Num. of Args. | Func. Description in English | Arg. Description in English | Arg. Description in Japanese | Arg. Description in Japanese | Arg. Description in Japanese | Arg. Description in Japanese | Arg. Description in Japanese | Arg. Description in Japanese | Arg. Description in Japanese | Arg. Description in Japanese | Arg. Description in Japanese | Arg. Description in Japanese | Arg. Description in Japanese | Arg. Description in Japanese |
| 14 | 14 | No. | Name | Args. | Description | Description | Description | Description | Description | Description | Description | Description | Description | Description | Description | Description | Description | Description |
| 15 | 15 | 1 | srElmNm | 1 | Element symbol | Element(Z) number = | 元素記号 | 元素番号 Z= | 1.115 | | | | | | | | | |
| 16 | 16 | 2 | srInfoVer | 1 | WS info: SRIM ver | WorkSheet name in th | WS情報 SRIM ver | おれのSRIMfitブックに定義 | | | | | | | | | | |
| 17 | 17 | 3 | srInfoIonZ | 1 | WS info: Ion Z number | WorkSheet name in th | WS情報 Ion Z番号 | おれのSRIMfitブックに定義 | | | | | | | | | | |
| 18 | 18 | 4 | srInfoIonA | 1 | WS info: Ion A number | WorkSheet name in th | WS情報 Ion A番号 | おれのSRIMfitブックに定義 | | | | | | | | | | |
| 19 | 19 | 5 | srInfoTrgName | 1 | WS info: Target Name (ir | WorkSheet name in th | WS情報 Target 名称(短縮形で) | おれのSRIMfitブックに定義 | | | | | | | | | | |
| 20 | 20 | 6 | srInfoTrgNameL | 1 | WS info: Target Name | WorkSheet name in th | WS情報 Target 名称 | おれのSRIMfitブックに定義 | | | | | | | | | | |
| 21 | 21 | 7 | srInfoTrgDens | 1 | WS info: Target Density | WorkSheet name in th | WS情報 Target 密度 [g/cm3] | おれのSRIMfitブックに定義 | | | | | | | | | | |
| 22 | 22 | 8 | srInfoTrgDensA | 1 | WS info: Target Density | WorkSheet name in th | WS情報 Target 密度 [atoms/cm3] | おれのSRIMfitブックに定義 | | | | | | | | | | |
| 23 | 23 | 9 | srInfoBrgC | 1 | WS info: Bragg Correctio | WorkSheet name in th | WS情報 Bragg Correction [%] | おれのSRIMfitブックに定義 | | | | | | | | | | |
| 24 | 24 | 10 | srInfoTrgPtbl | 1 | WS info: if Gas, P[Pa] as | WorkSheet name in th | WS情報 Gas-Targetの場合、このWS計算時に用いた | おれのSRIMfitブックに定義 | | | | | | | | | | |
| 25 | 25 | 11 | srInfoTrgTtbl | 1 | WS info: if Gas, T[degC] | WorkSheet name in th | WS情報 Gas-Targetの場合、このWS計算時に用いた | おれのSRIMfitブックに定義 | | | | | | | | | | |
| 26 | 26 | 12 | srInfoTrgIsGas | 1 | WS info: Target is Gas ? | WorkSheet name in th | WS情報 Target が Gas の場合、"Gas" 文字列 | おれのSRIMfitブックに定義 | | | | | | | | | | |
| 27 | 27 | 13 | srInfoTrgCmAtmNm | 2 | WS info: Target Compon | WorkSheet name in th | WS情報 Target 構成物 原子名 | おれのSRIMfitブックに定義 | | | | | | | | | | |
| 28 | 28 | 14 | srInfoTrgCmAtmNo | 2 | WS info: Target Compon | WorkSheet name in th | WS情報 Target 構成物 原子番号 | おれのSRIMfitブックに定義 | | | | | | | | | | |
| 29 | 29 | 15 | srInfoTrgCmAtmPct | 2 | WS info: Target Compon | WorkSheet name in th | WS情報 Target 構成物 Atomic % | おれのSRIMfitブックに定義 | | | | | | | | | | |
| 30 | 30 | 16 | srInfoTrgCmMasPct | 2 | WS info: Target Compon | WorkSheet name in th | WS情報 Target 構成物 Mass % | おれのSRIMfitブックに定義 | | | | | | | | | | |
| 31 | 31 | 17 | srLETConvF | 1 | LET unit conversion fact | WorkSheet name in th | LET 単位変換係数 <[MeV/(mg/cm2)]に変換するた | おれのSRIMfitブックに定義 | | | | | | | | | | |

準備完了

VerLog

FncLst

srim40Ar_Si

srim40Ar_Al

srim40Ar_Au

...

+

:

◀

田

画

田

[注1] 関数説明の登録マクロは、以下の4つです。

単独 or 外部マクロで使用: *.xlsm として起動の場合

Private Sub Workbook_Open(), Workbook_BeforeClose(Cancel as boolean)

AddInで使用: *.xlam として起動の場合

Private Sub Workbook_AddinInstall(), Workbook_AddinUninstall()

マクロ作成に当たっては、Addin Boxさんの記事を参考にさせて頂きました。

http://www.h3.dion.ne.jp/~sakatsu/Excel_Tips24.htm

SRIMfit に WS を追加する

前述の様に、SRIMfit は万能コードではありません。

ビーム核種 vs 標的材質 の組み合わせ毎に SRIM-2013 を自分で計算し、その Output ファイルを自分で Excel WorkSheet (WS) に張り付ける作業が必要です。本体の SRIMfit.xlsm に掲載してある WS は、作者が業務上必要な組み合わせだけです。ここでは、ご自分の用途に合わせて WS を追加・削除する作業を説明します。

作業上で必要な知識 以下の事柄を予め理解しておいてください。

- SRIM-2013 の使い方はマスターしておいて下さい。 [ref\) SR01](#) 参照
- SRIMfit の構造。《SRIMfitの構造》《AddIn以外の使い方》参照
- SRIMfit を修正する時のAddIn外しの方法。《インストール(2): SRIMfit編集時のAddIn設定》

以下は、SRIMfit_eg1.xls の HowTo シート より修正・転記しました。

(1) 追加するWSの準備

- ご自分の使用目的に応じて、次のような枚数分だけ用意してください。

WS の枚数 = 照射するビーム核種数 × 照射される標的材質の種類数

枚数制限はありません(Excelブックの仕様の範囲内)。不要な WS は削除して構いません。

- シート名の命名規則については、特に制限はありません。でも次の様にしておくと便利です。

WSの名前(例) = srim40Ar_Si ← Beam核種 + 標的材質名称

この様な規則にしておくと、後々アプリケーションを作る時に、参照すべきWS名文字列を

WSname = "srim" & Text(IonA,"0") & srElmNm(IonZ) & "_" & TargetName

のように関数式で書けるので。

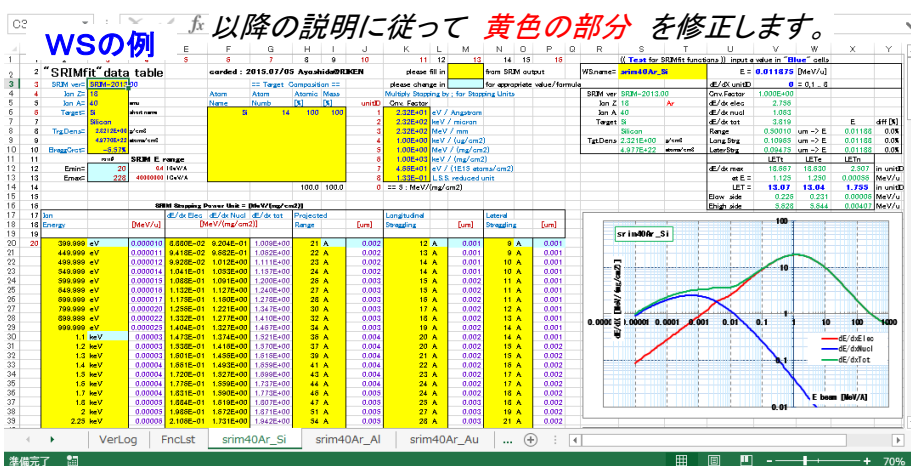
- 追加するシートは、**現在あるWSをコピーして使って下さい。**

そして、**セルの位置は絶対に変えないでください。**

セルの行・列番号が変わってしまうと、sr*() 関数が誤動作します。

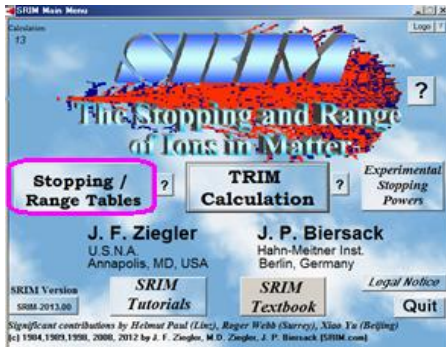
WSの書式まで変更したい方は、SRIMfit.xlsm の VBA の初めの方に定義してある Work Sheet Structure 定数定義 の変更が必要です。

- ブック内での WSの順番 は、気にしなくて結構です。 sr*() 関数は、シート名で参照します。



(2) SRIM-2013 で計算する

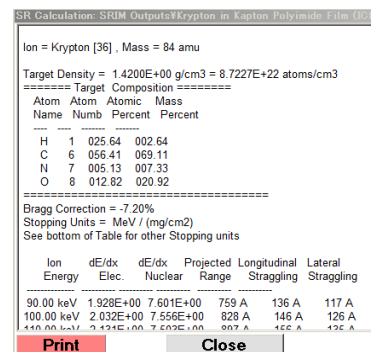
ご自分の用途に合った ビーム核種 vs 標的材質 の組み合わせ で
Stopping/Range Table を 計算して下さい。



Stopping / Range Table
を選択



計算パラメータの指定



計算結果 Output 表示

Ion : Mass [amu] の指定 整数値で指定 (加速器で照射するので)
Stopping Power unit の指定 MeV/(mg/cm2) を指定。SRIMfit マクロではこの単位系を仮定しています。
Target の指定 SRIM マニュアルで確認してください。密度を間違えないように。ガスの場合はチェック要。

Ion Energy Range [keV] の指定 10eV/A ~ 1 GeV/A が良いでしょう。強制ではありません。

| | |
|---|------------------------|
| 2 | "SRIMfit" data table |
| 3 | SRIM ver= SRIM-2013.00 |
| 4 | Ion Z= 18 |
| 5 | Ion A= 40 amu |
| 6 | Target= Si short name |

| | |
|-----------------|---------------------------------|
| SRIM E range | |
| 0.4 10eV/A | = IonA / 100 : 10 eV/u から |
| 40000000 1GeV/A | = IonA * 1,000,000 : 1 GeV/u まで |

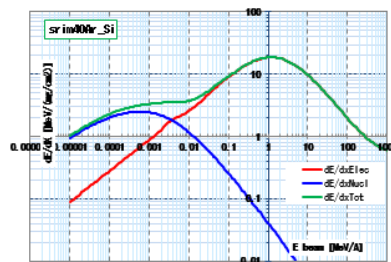
の式で計算しています

コピーしたWSの左上に、
 先ず Ion A = を記入して下さい。
 その欄の少し下 **SRIM E Range** に、SRIM-2013 へ代入する
Ion Energy Range の推奨値 が表示されます。

この推奨値を代入すると、既存のWSフォーマットに合った行サイズの SRIM Output が出力されます。
 否、こんなに細かい必要は無い！ とか、もっと細かいステップで必要なE領域のみが良い
 という方は、次の点に注意して下さい、変更して構いません。

| | |
|-------|-----|
| row# | : |
| Emin= | 20 |
| Emax= | 228 |

WS中の、これらの数字
 Emin = 参照開始行番号
 Emax = 参照終了行番号
 を変更して下さい。



WS中右側のグラフ
 の系列データの参照範囲
 をそれぞれ変更して下さい。

但し、E 範囲は、なるべく低エネルギー側を省略しない事。ビーム停止領域の計算誤差が多くなります。

計算結果は、SRIM-2013 の **¥SRIM Outputs ディレクトリ** に **テキスト形式** で出力されています。

(3) SRIM Output を WS に コピペする

計算結果 SRIM Output を、Excel で読み込みます。

[ファイル:開く] から、すべてのファイル (*.*) にして、テキストファイル形式で読み込みます。

テキストファイル ウィザード - 1 / 3

選択したデータは区切り文字で区切られています。

[次へ] をクリックするか、区切るデータの形式を指定してください。

元のデータの形式

データのファイル形式を選択してください：

☒ **カンマやタブなどの区切り文字によってフィールドごとに区切られたデータ(D)**

☐ スペースによって右または左に揃えられた固定長フィールドのデータ(W)

テキストファイル ウィザード - 2 / 3

フィールドの区切り文字を指定してください。[データ]

区切り文字

☒ **タブ(T)**

☐ セミコロン(M)

☐ カンマ(C)

☒ **スペース(S)**

☐ その他(O):

☒ 連続した区切り文字

文字列の引用符

「区切り文字 = スペース」で読み込んでください。

このように読み込んででも、**列表示がズレている**でしょうから、適宜解釈して整形して下さい。

SRIM Out を テキスト形式で読み込んだウインドウ

| | | | | | | | |
|----|------------|--|----------|----------|-----------|--------------|------------|
| 25 | Ion | | dE/dx | dE/dx | Projected | Longitudinal | Lateral |
| 26 | Energy | | Elec. | Nuclear | Range | Straggling | Straggling |
| 27 | | | | | | | |
| 28 | 399.999 eV | | 1.04E-01 | 1.39E+00 | 3.28 um | 1.39 um | 1.01 um |
| 29 | 449.999 eV | | 1.10E-01 | 1.46E+00 | 3.48 um | 1.47 um | 1.07 um |
| 30 | 499.999 eV | | 1.16E-01 | 1.52E+00 | 3.68 um | 1.54 um | 1.13 um |
| 31 | 549.999 eV | | 1.22E-01 | 1.58E+00 | 3.87 um | 1.61 um | 1.18 um |
| 32 | 599.999 eV | | 1.27E-01 | 1.64E+00 | 4.05 um | 1.68 um | 1.23 um |
| 33 | 649.999 eV | | 1.32E-01 | 1.69E+00 | 4.23 um | 1.74 um | 1.28 um |
| 34 | 699.999 eV | | 1.37E-01 | 1.73E+00 | 4.4 um | 1.8 um | 1.32 um |
| 35 | 799.999 eV | | 1.47E-01 | 1.82E+00 | 4.73 um | 1.92 um | 1.41 um |
| 36 | 899.999 eV | | 1.55E-01 | 1.90E+00 | 5.05 um | 2.03 um | 1.5 um |
| 37 | 999.999 eV | | 1.64E-01 | 1.97E+00 | 5.35 um | 2.13 um | 1.58 um |
| 38 | 1.1 keV | | 1.72E-01 | 2.03E+00 | 5.65 um | 2.23 um | 1.66 um |
| 39 | 1.2 keV | | 1.79E-01 | 2.09E+00 | 5.94 um | 2.33 um | 1.74 um |
| 40 | 1.3 keV | | 1.87E-01 | 2.14E+00 | 6.22 um | 2.42 um | 1.81 um |

まず、Ion Energy 列のコピペについて説明します。

貼り付け
オプション = 「値」
に指定して、
黄色いセルへ
コピペ する

| SRIM Stopping Power Unit = [MeV/(mg/cm2)] | | | | | | | | | | | |
|---|------------|----------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-------|-------------------------|-------|--------------------|-------|
| | Ion | | dE/dx Elec | dE/dx Nucl | dE/dx tot | Projected Range | | Longitudinal Straggling | | Lateral Straggling | |
| | Energy | [MeV/u] | [MeV/(mg/cm2)] | [MeV/(mg/cm2)] | [MeV/(mg/cm2)] | [um] | | [um] | | [um] | |
| 20 | 399.999 eV | 0.000010 | 8.880E-02 | 9.204E-01 | 1.009E+00 | 21 A | 0.002 | 12 A | 0.001 | 9 A | 0.001 |
| 21 | 449.999 eV | 0.000011 | 9.418E-02 | 9.682E-01 | 1.062E+00 | 22 A | 0.002 | 13 A | 0.001 | 9 A | 0.001 |
| 22 | 499.999 eV | 0.000012 | 9.928E-02 | 1.012E+00 | 1.111E+00 | 23 A | 0.002 | 14 A | 0.001 | 10 A | 0.001 |
| 23 | 549.999 eV | 0.000014 | 1.041E-01 | 1.053E+00 | 1.157E+00 | 24 A | 0.002 | 14 A | 0.001 | 10 A | 0.001 |
| 24 | 599.999 eV | 0.000015 | 1.088E-01 | 1.091E+00 | 1.200E+00 | 26 A | 0.003 | 15 A | 0.002 | 11 A | 0.001 |
| 25 | 649.999 eV | 0.000016 | 1.132E-01 | 1.127E+00 | 1.240E+00 | 27 A | 0.003 | 15 A | 0.002 | 11 A | 0.001 |
| 26 | 699.999 eV | 0.000017 | 1.175E-01 | 1.160E+00 | 1.278E+00 | 28 A | 0.003 | 16 A | 0.002 | 11 A | 0.001 |
| 27 | 799.999 eV | 0.000020 | 1.256E-01 | 1.221E+00 | 1.347E+00 | 30 A | 0.003 | 17 A | 0.002 | 12 A | 0.001 |
| 28 | 899.999 eV | 0.000022 | 1.332E-01 | 1.277E+00 | 1.410E+00 | 32 A | 0.003 | 18 A | 0.002 | 13 A | 0.001 |
| 29 | 999.999 eV | 0.000025 | 1.404E-01 | 1.327E+00 | 1.467E+00 | 34 A | 0.003 | 19 A | 0.002 | 14 A | 0.001 |
| 30 | 1.1 keV | 0.00003 | 1.473E-01 | 1.374E+00 | 1.521E+00 | 36 A | 0.004 | 20 A | 0.002 | 14 A | 0.001 |
| 31 | 1.2 keV | 0.00003 | 1.538E-01 | 1.416E+00 | 1.570E+00 | 37 A | 0.004 | 20 A | 0.002 | 15 A | 0.002 |
| 32 | 1.3 keV | 0.00003 | 1.601E-01 | 1.456E+00 | 1.616E+00 | 39 A | 0.004 | 21 A | 0.002 | 15 A | 0.002 |

(1) で準備した コピペ先 のWS ウインドウ

埋込まれている計算式で
自動的に [MeV/u] に変換されます

SRIM-2013 は、適当に単位を変えて出力してくるので厄介です。

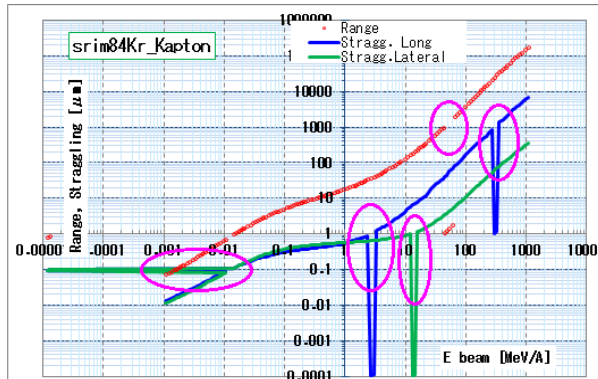
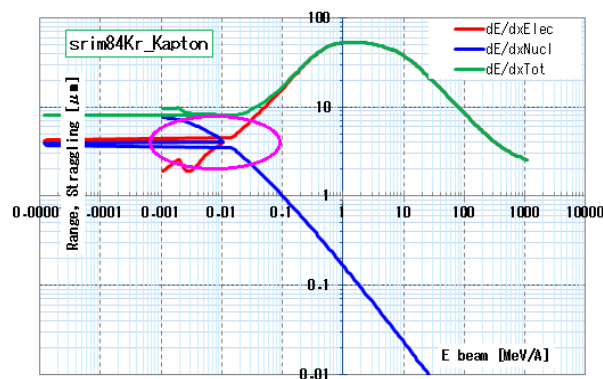
SRIMfit では、**エネルギーの単位は [MeV/u] に統一**する必要があります。

keV → MeV → GeV の変わり目（自分で、セル色を水色 にして注意喚起しています）
で、変換先のセル中の **換算式** を変更して下さい。

dE/dX Elec. Nuclear の列 は、
SRIM-2013計算パラメータで [MeV/(mg/cm2)] に指定済みなので、そのまま値でコピペです。

Range、Long. Starggling と Late. Staraggling の列 では、
単位は [μm] に統一 する必要がありますので、
 $A \rightarrow \mu\text{m} \rightarrow \text{mm}$ の変わり目 で、変換先のセル中の 換算式 を変更 して下さい。

たいへん面倒臭い作業なのですが、
この「変わり目の換算式修正」をちゃんとやっておかないと、正しく内挿できません！！
SRIMfit の 区間直線近似内挿処理 には、特異点処理を入れていませんので。



正しく「変わり目処置」が出来ているかを確認するには、WS右側のグラフを見てください。
グラフに「折れ曲がり」がなくなるまで、地道に修正を続けてください。
注) SRIM-2013 の計算結果が不連続な事もあります。特に重核領域で。これは修正不能です。

その他、コピペする 黄色セル の部分は、次の部分です。

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|----|----------------------|------------------------|------------|
| 2 | "SRIMfit" data table | | |
| 3 | SRIM ver= | SRIM-2013.00 | |
| 4 | Ion Z= | 18 | |
| 5 | Ion A= | 40 | amu |
| 6 | Target= | Kapton | short name |
| 7 | | Kapton(Polyimide Film) | |
| 8 | Trg.Dens= | 1.4200E+00 | g/cm3 |
| 9 | | 8.7227E+22 | atoms/cm3 |
| 10 | BraggCrct= | -7.20% | |

このWSに関する
計算パラメータ情報

| == Target Composition == | | | |
|--------------------------|------|--------|-------|
| Atom | Atom | Atomic | Mass |
| Name | Numb | [%] | [%] |
| H | 1 | 25.64 | 2.64 |
| C | 6 | 56.41 | 69.11 |
| N | 7 | 5.13 | 7.33 |
| O | 8 | 12.82 | 20.92 |

標的構成元素の情報

| unitID | Conv. Factor |
|--------|--------------------------------|
| 1 | 1.42E+01 eV / Angstrom |
| 2 | 1.42E+02 keV / micron |
| 3 | 1.42E+02 MeV / mm |
| 4 | 1.00E+00 keV / (ug/cm2) |
| 5 | 1.00E+00 MeV / (mg/cm2) |
| 6 | 1.00E+03 keV / (mg/cm2) |
| 7 | 1.63E+01 eV / (1E15 atoms/cm2) |
| 8 | 8.29E-02 L.S.S. reduced unit |
| 0 | == 5 : MeV/(mg/cm2) |

LETの単位変換係数情報

| R | S | T |
|----------------------------------|-----------------|------|
| ((Test for SRIMfit functions)) | | |
| WS.name= | srin40Ar_Kapton | |
| la | | dE/d |

この WS をテストするための
WS名 記入欄

(4a) WS の確認 - (1)

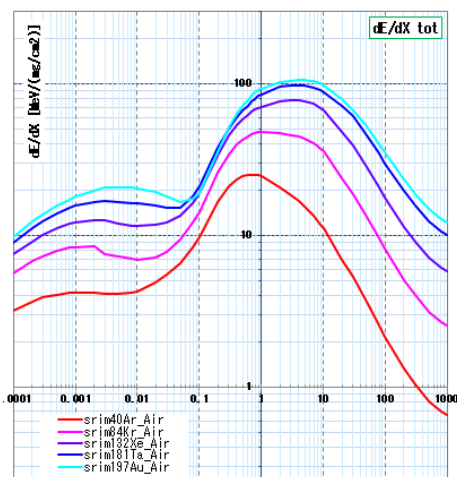
WS右上にある テスト表 の 青字セル に、適当な値や式を代入して、緑で表示される数字が、先ほど コピー・修正 した数値表と相違無いか？ 正しく直線近似で内挿されているか？ を確認してみてください。

| R | S | T | U | V | W | X | Y |
|--|--------------|---------------------------|-------------------|--------|---------|----------|-----------|
| ((Test for SRIMfit functions)) input a value in "Blue" cells | | | | | | | |
| WSname= | srin40Ar_Si | E = 5.0000 [MeV/u] | | | | | |
| ila | | dE/dX unitID 0 = 0.1 .. 8 | | | | | |
| SRIM ver | SRIM-2013.00 | Cnv.Factor 1.000E+00 | | | | | |
| Ion Z | 18 | Ar | dE/dx elec 13.740 | | | | |
| Ion A | 40 | | dE/dx nucl 0.010 | | | | |
| Target | Si | | dE/dx tot 13.750 | | E | diff [%] | |
| Tgt.Dens | Silicon | | Range 54.87000 | | um -> E | 5.00000 | 0.0% |
| | 2.321E+00 | g/cm3 | Long.Strg 1.66000 | | um -> E | 5.00000 | 0.0% |
| | 4.977E+22 | atoms/cm3 | LaterStrg 0.89200 | | um -> E | 5.00000 | 0.0% |
| | | | LETt | LETe | LETn | | |
| | | | dE/dx max | 18.667 | 18.630 | 2.507 | in unitID |
| | | | at E = | 1.125 | 1.250 | 0.00056 | MeV/u |
| | | | LET = | 13.00 | 13.00 | 1.755 | in unitID |
| | | | Elow side | 0.223 | 0.229 | 0.00006 | MeV/u |
| | | | Ehigh side | 5.696 | 5.686 | 0.00407 | MeV/u |

(4b) WS の確認 - (2)

SRIMfit_eg2.xlsx ブックに、WSデバッグ用のシート DBG_ss1～_ss2 を用意してあります。同じ標的材質で、ビーム核種違い 同じビーム核種で、標的材質違い について、グラフが“系統的”に変化しているか、確認してみてください。

| A | B | C | D | E | F | G | H |
|---|--|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | ご自分で入力された srinシート のデバッグ用(1) | | | | | | |
| 3 | srinシートが多くなってきたので作りました。最大10シートまで指定可能。 | | | | | | |
| 4 | シート名を BeamのZ順 にして Z-systematic の確認をしてみてください。 | | | | | | |
| 5 | BeamZ-systematic を見る場合は、Material は固定します。 | | | | | | |



(5) WSの保存

インストールガイド(2): SRIMfit を編集する場合の AddInモジュール設定》に従って、AddIn モジュール形式で保存して下さい。

以上で作業完了です。

参考文献

SRIMfit の開発に当たっては、以下の文献・HomePageなどを参考にさせて頂きました。
参照させて頂いた箇所については、詳しく記載できておりませんが、ご了承ください。
以下の諸先生方に感謝申し上げます。大変勉強になりました。

SRIM コード

SR01) <http://srim.org/index.htm> SRIMコード James F. Ziegler氏

Excel VBA 関連全般

VB00) <https://msdn.microsoft.com/ja-jp/library/office/ee861528.aspx> Microsoft Office Dev Center

VB01) <http://www.asahi-net.or.jp/~ef2o-inue/top01.html> Excelでお仕事！ 井上 治氏

VB02) <http://home.att.ne.jp/zeta/gen/excel/> エクセル大辞典 武藤 玄氏

VB03) <https://sites.google.com/site/compositiosystemae/home> VBAシステム開発 氏

VB04) <http://excelshogikan.com/vba/vba.html> エクセル将棋館 氏

AddIn モジュール化 関連

AI01) <http://addinbox.sakura.ne.jp/index.htm> AddinBox 角田桂一氏

以上です。

SRIMfit が、どなたかの実験のお役に立てれば幸甚です。

理研仁科加速器研究センター産業連携チーム あ吉田

問合せ先 : sisetsu-kyoyo@ribf.riken.jp

スパムメール防止のため全角となっております。半角で入力し直してお送りください。

素人が作っているフリープログラムですので、様々な環境での動作保証は致しかねます。
予めご了承ください。

免責 : このマクロを使用したことで発生したいかなる損害についても、
作者は一切責任を負わないものとします。