

# SRIMfit サンプル紹介

## Update Log :

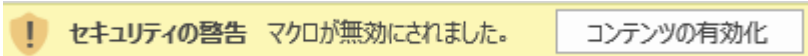
2017.06/22 ver 3.01.00 C言語用Utility 追加  
2017.06/22 ver 3.00.02 srOut2Ws.xlsm 追加  
2017.06/14 ver 3.00.01 E5A照射04\_E\_LET\_Rプロット.xlsx 追加  
2017.05/27 ver.3.00 マクロとWS分離に伴う変更。  
2017.03/21 ver.2.12 ver.211 から転記。関数リストなど追加。

# SRIMfit サンプル紹介

## 目 次

- ・ ユーティリティー
- ・ サンプルファイル
- ・ Debug 用

- ・ マクロ付きファイルを実行する時に、



と表示された時は、「有効化」をクリックして、進んでください。

## ユーティリティの紹介

### ● Util srOut2Ws フォルダー

#### srOut2Ws.xlsm (マクロ入りファイルです)

**Txt変換実行** : SRIM-2013 Stopping/Range Table の Output テキストファイルを読み込んで、SRIMfit 用の WS形式に変換するマクロです。  
今まで手動にてコピーしていた作業を、マクロで自動化しました。

**Csv変換実行** : 同じく、SRIM-2013 の Output を、  
空白区切りCSV形式ファイルとして Excel Book に多数読み込んでいる場合、  
そのBook 中全ての Csvシートを WS 形式に一括変換します。

### ● Util Cプログラム用 フォルダー

#### R(E) LET(E)配列生成.xlsx

**E R LET配列生成** : SRIM-2013 Stopping/Range Table の Output テキストファイルを読み込んで、SRIMfit 用の WS形式に変換するマクロです。  
今まで手動にてコピーしていた作業を、マクロで自動化しました。

File名: srOut2Ws.xlsm

Sheet名: Txt変換実行

SRIM-2013 の Stopping/Range Table の計算結果テキストファイルを読み込んで、SRIMfit 用の WS に変換するマクロです。今まで手動にてコピーしていた作業を、マクロで自動化しました。

① SRIM Output を選択

② 開始を押す

Txt変換開始

SRIMfit srOut2Ws

SRIMoutput.txt テキスト形式ファイルの変換

1 準備

SRIM-2013 で Stopping / Range Table 計算を実行し、計算結果のテキスト形式ファイル（ここでは仮に SRIMoutput.txt と呼びます）を用意しておいて下さい。

そのファイルが置いてあるフォルダーの Path を確認しておいて下さい。適宜 このマクロファイルと同じフォルダー にコピーしておくとい良いでしょう。

2 変換開始 ボタンを押す

SRIMoutput.txt の場所を指定するダイアログが表示されます。指定すると、後は自動的に読み込みが始まります。しばらくお待ちください。WSリストタブの最後に、読み込んだ SRIMfit 用の新しいWS があります。

名前

Hydrogen in Gold.txt

Uranium in C- O- N-Ar (gas).txt

Uranium in Gold.txt

Xenon136 in C- O- N-Ar (gas)6789012345.txt

ファイル名(N): Uranium in Gold.txt

unitID Cnv. Factor

1 1.931E+02 eV / Angstrom

2 1.931E+03 keV / micron

3 1.931E+03 MeV / mm

4 1.000E+00 keV / (ug/cm2)

5 1.000E+00 MeV / (mg/cm2)

6 1.000E+03 keV / (mg/cm2)

7 3.271E+02 eV / (1E15 atoms/cm2)

8 6.054E-02 L.S. reduced unit

0 == 5 : MeV/(mg/cm2)

SRIM Stopping Power Unit = [MeV/(mg/cm2)]

Ion	Energy	dE/dx Elec [MeV/u]	dE/dx Nucl [MeV/(mg/cm2)]	dE/dx tot [MeV/(mg/cm2)]	Projected Range [um]	Longitudinal Straggling [um]	Lateral Straggling [um]
2.5 keV	0.000011	5.286E-02	9.791E-01	1.032E+00	15 A	0.00150	11 A
2.75 keV	0.000012	5.544E-02	1.031E+00	1.086E+00	16 A	0.00160	11 A

VerLog

雛形ws\_

Txt変換実行

Csv変換実行

Uranium in Gold

マクロの動作は単純です。

[Txt変換実行] シートから、変換したい SRIMout.txt を指定して実行ボタンを押すと、

[雛形ws\_] シートを 雛形にして、

[Uranium in Gold] のような新規WSに変換してくれます。

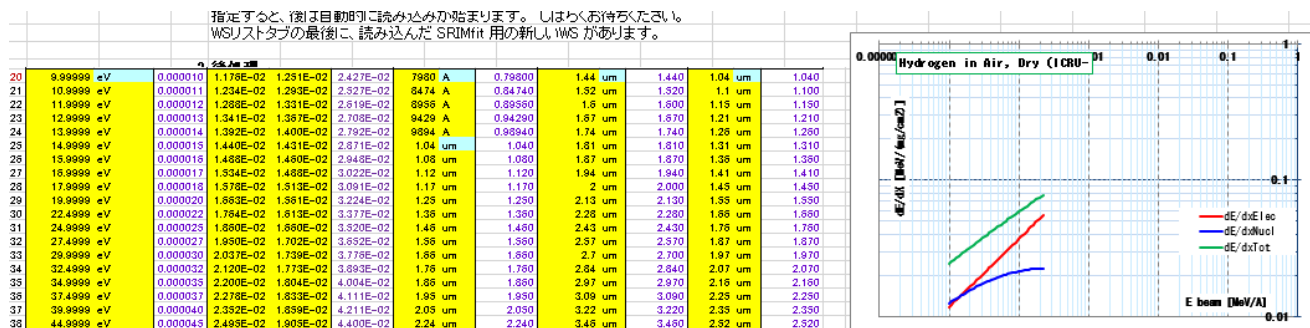
※詳しい解説は、ユーザーマニュアル:WSを追加する をご参照ください。

File名: **srOut2Ws.xlsm**Sheet名: **Csv変換実行**

SRIM-2013 で Stopping / Range Table 計算で出力された SRIMout.txt を空白区切りCSV形式ファイルとして Excel Book に多数読み込んでいる場合に便利なマクロです。

例えば、¥SRIMout¥ SRIMout\_核種.xlsx のように。そのBookにある全てのCsvシートを一括変換します。

マクロの動作は、前述の [Txt変換実行]シートと同じです。



マクロが起動し変換が開始され、新しい WS に値が記入され、グラフが成長して行きます。

Rang や Straggling の単位 A,  $\mu\text{m}$ , mm は、自動的に  $\mu\text{m}$  に統一して変換してくれます。

※詳しい解説は、ユーザーマニュアル:WSを追加する をご参照ください。

File名: R(E) LET(E)配列生成.xlsx

Sheet名: E R LET配列生成

C言語用に、Range( E ), LET( E ) static 配列を自動生成するシートです。

計算されたシートを、テキスト形式で保存して、ご自分の C プログラムに組み込んでご利用ください。



File名: R(E) LET(E)配列生成.xlsx

Sheet名: C++関数例

生成した  $E = Eu(ix)$ ,  $R(ix)$ ,  $LET(ix)$  配列を読み取って、  
 $E2RNG(E)$ ,  $E2LET(E)$ ,  $RNG2E(E)$ ,  $Enew(E)$ ,  $Eold(E)$  を計算する関数例です。

単に SRIMfit.xlsm のマクロ関数と同じ動作を、C言語で記述した単純なものです。  
 コメント表記のみC++用になっていますが、普通のCでも動きます。

1	A	B	C	D	E	F	G
2	SRIMfit Cプログラム用				C++関数(例) シート		
3							
4	* [C用データ配列生成] シートで生成した配列を用いた、プログラム例です。						
5	* Eu[] 配列は共通として、複数核種 vs 標的物質(Si, Al) について						
6	LET, Range, Enew, Eold 計算をするプログラムです。						
7							
8	// File:	CRIPSSub_LET.cpp					
9	// Descript:	E2LET, E2Rng table					
10	// Update:	2014.10/14 Ay Kr-exp anal.					この列は、説明文です。
11	-----						
12							
13	static double Eu[] = { /* [MeV/u] Ebn index table (common for all beams) */					共通の Eu[] テーブル	
14	150.0, 149.0, 148.0, 147.0, 146.0, 145.0, 144.0, 143.0, 142.0, 141.0,						
15	140.0, 139.0, 138.0, 137.0, 136.0, 135.0, 134.0, 133.0, 132.0, 131.0,						
64	0.0010, 0.0009, 0.0008, 0.0007, 0.0006, 0.0005, 0.0004, 0.0003, 0.0002, 0.0001						
65	};						
66							
67	static	int	iEuMax = sizeof(Eu)/sizeof(double);				
68	static	int	JDBG = 0; // for DBG message				
69							
70	////////////////////////////////////						
71	// include E2Range, E2LET tables						
72	////////////////////////////////////						
73	//		E2R, E2L data table	bmID	beam		
74	#include	CRIPSDat_12C.cpp	// 1	12C	複数核種の E2R[] E2L[] を include		
75	#include	CRIPSDat_40Ar.cpp	// 2	40Ar			
76	#include	CRIPSDat_84Kr.cpp	// 3	84Kr			
77	#include	CRIPSDat_86Kr.cpp	// 4	86Kr			
78	#include	CRIPSDat_136Xe.cpp	// 5	136Xe			
79	#include	CRIPSDat_197Au.cpp	// 6	197Au			
80							
81	// Work area variables are defined as suitable for OnLine analysis.						
82	// (One_Beam) x (Range, LET tables of) x (Some Materials used)						
83		double	bmA;	// Beam Mass Number			複数核種計算用の変数
84				// Range, LET table pointer			
85		double	*E2Rsj, *E2Lsj;	// Material = Si			
86		double	*E2Ral, *E2Lal;	// Material = Al			
121	//=====						
122	//	E[MeV/u] --> LET [MeV/(mg/cm2)]					
123	//=====						
124	double	E2LET( double* E2L, double E )		// [MeV/(mg/cm2)]		E --> LET 変換関数	
125		// E2L[]		E --> LET table pointer			
126	//	E	[MeV/u]	beam E			
127	{						
128		int	i;				
129		double	Slp,Fit=0;				
130							
131		if( E >= Eu[0] )		Fit= E2L[0];			
132		if( E <= Eu[iEuMax-1] ) Fit= E2L[iEuMax-1];					
133		if( Fit != 0. ) {					
134	// cout<<" E2LET: E,Fit= "	<<E<<","<<Fit<<"\n";					
135		return( Fit ); }					
136		for( i=0; i<iEuMax; i++)					
137		if( E >= Eu[i] ) break;					
138	// cout<<" E2LET: E,iEuMax,i,Eu[i]= "	<<E<<","<<iEuMax<<","<<i<<","<<Eu[i]<<"\n";					
139		Slp = (E2L[i-1] - E2L[i])/(Eu[i-1] - Eu[i]);					
140		Fit = E2L[i] + Slp *(E - Eu[i]);					
141	// cout<<"	: E2L[i-1],i,Slp,Fit= "<<E2L[i-1]<<","<<E2L[i]<<","<<Slp<<","<<Fit<<"\n";					
142		return( Fit );					
143	}						

sample\_cpp  
 R(E) LET(E)配列生成(保存例).prn  
 R(E) LET(E)配列生成.xlsx

sample\_cpp に、  
 プログラムファイルを入れました。

## サンプルワークシートの紹介

### ● example 動作確認用 フォルダー

\_Install フォルダーにも、同じワークシートがあります。SRIMfit の基本動作確認用です。

#### sr\_eg\_AdIn.xlsx

eg11マクロ情報 : マクロ情報の表示。MySRIMwbに登録されているシートの一覧表。

eg12MySRwb確認 : 登録されている MySRIMwb シートの内容表示。

eg21 : 物質 通過「後」のエネルギー計算の例。

eg22 : 物質 通過「前」のエネルギー計算の例。

### ● example E5A用 フォルダー

理研E5Aコースで大気中照射を行う利用者の為に作成し、実用しているサンプルブックです。

#### E5A照射01\_ビーム希望表.xlsx

ビーム希望表 : Siチップに照射する場合の、ビームエネルギーを計算します。

LET範囲推定 : Ar,Kr,Xe,Au ビームについて、どの様なLET調整が可能かを計算します。

#### E5A照射02\_計算ツール.xlsx

BPKW\_Si, \_Air : Bragg Peak の幅を、Ar,Kr,Xe,Au ビームで比較したグラフです。

LETcoef : 大気圧環境下の照射で、気温・気圧・照射位置などが変化した場合の計算

#### E5A照射03\_EDeg設定 Kr用.xlsx

この xlsx ファイルを開く前には予め、E5Aexp.xlam も AddIn インストールしておいて下さい。

ED設定 : Krビームエネルギーを調整するための Energy Degrader(ED) 板の組合せを決定

#### E5A照射04\_E\_LET\_Rプロット.xlsx

各種重イオンビーム H ~ U について、LET vs Range プロット等を作るツールです。



File名: **sr\_eg\_AddIn.xlsx**      Sheet名: **eg11マクロ情報**

SRIMfit が マクロファイルとして動作している情報 を表示するシートです。

マクロ情報関数のチュートリアルです。インストールされている MySRIMws の一覧などが表示されます。

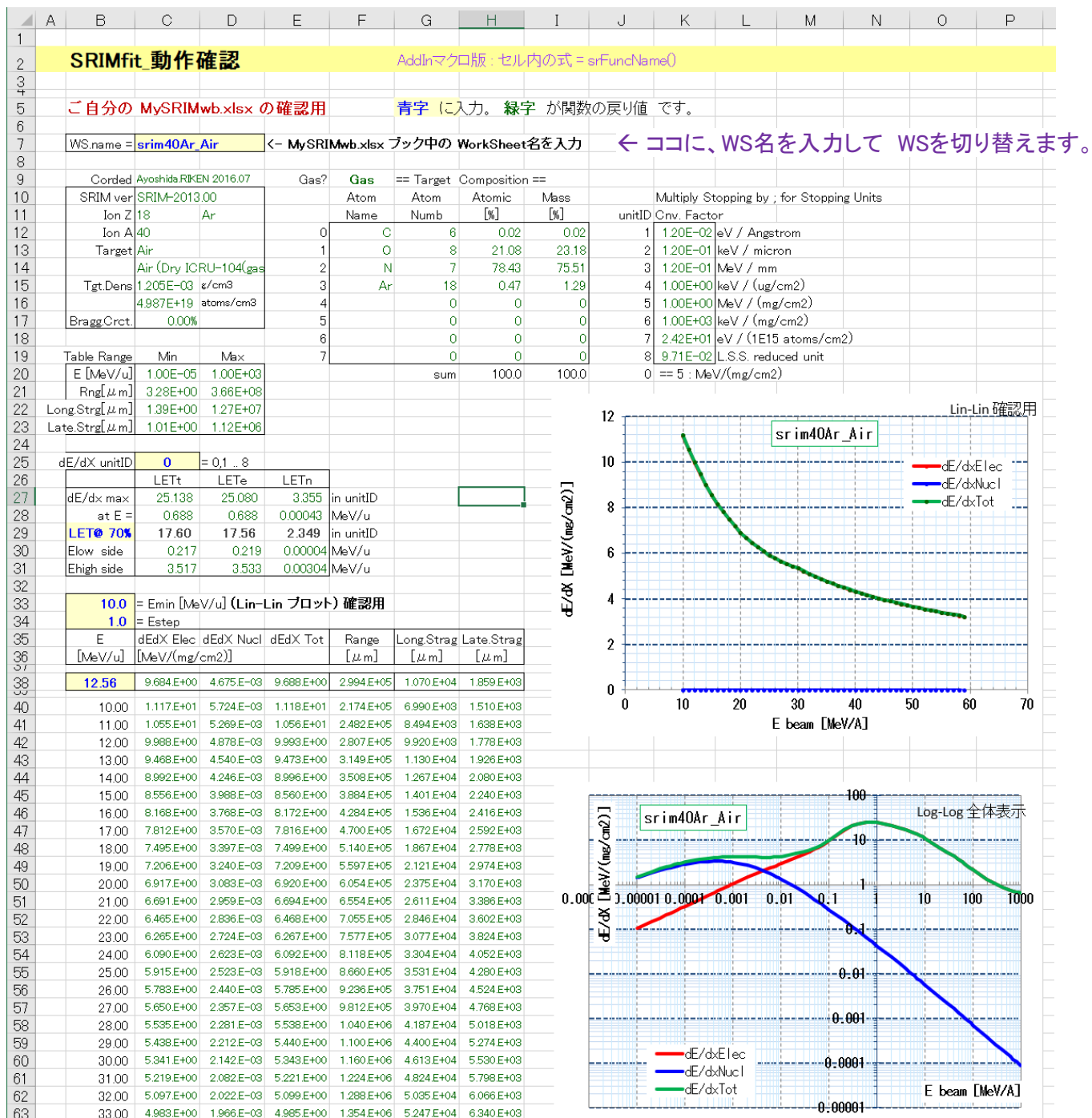
[illegible]

File名: **sr\_eg\_AddIn.xlsx** Sheet名: **eg12MySRIMwb確認**

**SRIMfit が読み込んでいる MySRIMwb.xlsx の内容を確認するシートです。**

WS情報関数、WS検索関数などのチュートリアルです。

この確認シートでは、MySRIMwbに記述した値を、ほぼそのまま表示することで、インストールされているシート内容の確認を行うことができます。



File名: **sr\_eg\_AddIn.xlsx** Sheet名: **eg21**

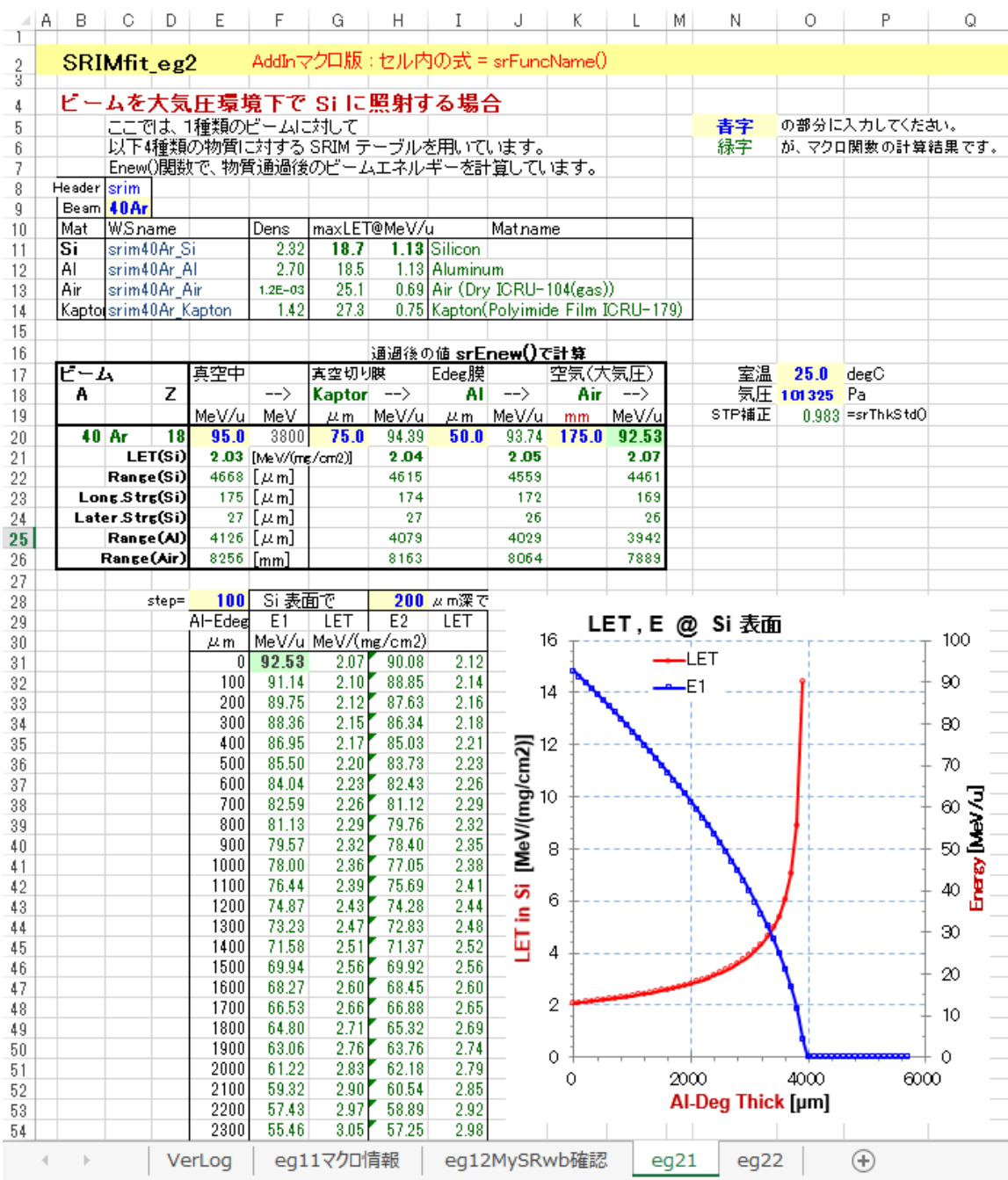
物質 通過「後」のエネルギー計算の例です。

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。



File名: **sr\_eg\_AddIn.xlsx** Sheet名: **eg22**

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(AI), 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 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。

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z																											
SRIMfit_eg2 AddInマクロ版:セル内の式 = srFuncName()																											
Si 試料中でのLET指定 -> 必要なビームエネルギーを求める																											
理研E5Aコースで、Si半導体を大気中照射する場合の計算例です。																											
照射に必要なビームエネルギーを、Eold()関数で下流から求め、																											
その後、Enew()関数で上流から検算します。																											
照射表面から、深さ 100 [ $\mu\text{m}$ ] の位置で、LETが...																											
LET in Si = 14.0 にしたい場合 <- 但し 41.0 = max LET in Si 以下の値にして下さい。																											
Header Beam																											
Matname																											
厚さ																											
ビーム 真空中で ...を、通過《前》のエネルギー																											
A Z MeV/u MeV MeV/u MeV/u MeV/u MeV/u MeV/u MeV/u MeV/u MeV/u MeV/u MeV/u																											
84 Kr 36 71.52 6008 71.52 <- 64.75 <- 63.21 <- 62.73 <- 61.30 <- 53.08 <- 49.37 <- 43.40 <- 39.65																											
これが答えです ...を、通過《後》のエネルギー																											
LET(Si) [MeV/(mg/cm <sup>2</sup> )] 10.00 10.17 10.23 10.39 11.47 12.07 13.17 14.00																											
Range(Si) [ $\mu\text{m}$ ] 1444 1390 1373 1323 1055 940 767 667																											
Long Strg(Si) [ $\mu\text{m}$ ] 56 54 53 51 39 33 27 24																											
Later Strg(Si) [ $\mu\text{m}$ ] 7 6 6 6 5 4 4 3																											
Range(AI) [ $\mu\text{m}$ ] 1278 1231 1217 1174 929 829 676 588																											
Range(Air) [mm] 2547 2450 2420 2330 1845 1649 1344 1165																											
0 $\mu\text{m}$ にした場合...																											
53.08 -> 47.31 -> 43.78																											
LET(Si) 13.08																											
Range(Si) 777																											
VerLog eg11マクロ情報 eg12MySRwb確認 eg21 eg22																											

File名: E5A照射01\_ビーム希望表.xlsx

Sheet名: ビーム希望表

## 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 50  $\mu$  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  $\theta$  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)															
ビームエネルギー計算表															
チップ表面で				感応領域位置で				DO							
ビーム設定希望値				(チップ表面からの深さ =				50 $\mu$ m と仮定)							
(参考)				[注1]				[注2]							
照射 イオン 核種	エネルギー		表面	飛行	照射角度	感応領域深さ	エネルギー	深さD		残りの飛行	角度換算		LET大		
	E0	LET0(Si)	R0(Si)	RO(Si)		D1	E1	LET $\Phi$ (Si)	RO(Si)		LET $\Phi$ (Si)	LET $\Phi$ (Si)			
	MeV	MeV/u	$\mu$ m	$\mu$ m	度	$\mu$ m	MeV	MeV/u	$\mu$ m	$\mu$ m					
14	84Kr	752.4	8.957	32.68	92.09	0	50.0	333.3	3.968	39.82	42.09	39.82	LET大		
15	WSname=	904.1	10.768	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			
[注1] 感応領域深さ(角度換算) D1は、( 50 $\mu$ m / cos $\theta$ ) で表しています。															
[注2] 角度換算 等価 LET $\Phi$ は、( LET $\Phi$ / cos $\theta$ ) で表しています。 LET 単位は [ MeV/(mg/cm2) ] です。															
[ 深さ D0 で、LETmax にするには ] $\theta$ を指定															
		993.5	11.828	29.01	125.81	60	100.0	180.0	2.143	maxLET 値	41.00	25.81	82.00		
( 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。															

[ 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) [  $\mu$ m ] = srE2Rng ( srin84Kr\_Si , E )

max LET [MeV/(mg/cm2)] = srMaxLETt ( srin84Kr\_Si , 0 )

File名: E5A照射01\_ビーム希望表.xlsx

Sheet名: LET範囲指定

ビームを大気圧環境に取り出して照射する時、希望するLET調整が可能かを見積もるシートです

40Kr、84Kr ビームなどを、E5Aコースに常設の

Au散乱膜, Kapton真空切り膜, 空気, Mylar製電離箱, PLシンチレータ, エネルギー減衰板(AI)を通過させてから、試験サンプル(Si)に照射される場合を考えます。

その時、各通過物質により、ビームエネルギーが減衰し、試料中の飛程が減少して行く過程、また、希望するLET値を、試料表面、試料深さ50  $\mu\text{m}$  で実現させるためには、エネルギー減衰板の厚さをどの様に設定すべきか？

といった計算を、理研側がデザインする時に使っています。

重いビームの場合、ビームが通過する物質を極力減らせるよう、この表をニラんで考えてます。

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V												
LET調整範囲推定																						今までに E5Aコースで実測したセットアップ の値を、Au,Kapton,~Air2 の欄に入力してあります。											
Matr1 Au		Matr2 Kapton		Matr3 Mylar		Matr4 EJ212		Matr5 Al		Matr6 Si		Matr7 Air		BmMon Thick		WSnam		WSnam															
Au		Kapton		IC1.mylar		PL.mylar		PLEJ212		Air1		Air2		73.0 μm		srin40Ar_Au		48.8 μm		srin84Kr_Au													
														75.0 "		srin40Ar_Kapton		75.0 "		srin84Kr_Kapton													
														24.0 "		srin40Ar_Mylar		24.0 "		srin84Kr_Mylar													
														72.0 "		srin40Ar_EJ212		48.0 "		srin84Kr_EJ212													
														500.0 "		srin40Ar_Al		100.0 "		srin84Kr_Al													
														145.0 mm		srin40Ar_Si		145.0 mm		srin84Kr_Si													
														160.0 mm		srin40Ar_Air		160.0 mm		srin84Kr_Air													
														from) params		from) params																	
気温 20.0 °C		気圧 1013.0 hPa		ThkStd 0.9998		Beam		40Ar A=40 Z=18		95.00 ExpR:実測 3260 <-2016.10		84Kr A=84 Z=36		70.00 ExpR:実測 970 <-2017.03																			
						Ebm公称		δ Ebm [%]		-1.55 ΔExpR 0		-2.00 ΔExpR 3																					
Si深さ 50 μm		Edeg出口まで		E		LET		R Si		R Al		R air		LET		E		LET		R Si		R Al		R air		LET							
				MeV/u		in Si		μm		μm		mm		in air		MeV/u		in Si		μm		μm		mm		in air							
cf)				in Vacc		93.53		2.06		4542		4014		7900		2.26		68.60		9.61		1591		1405		2755		10.61					
				aft Au		88.938		2.14		4167		3684		7247		2.35		61.818		10.33		1341		1189		2323		11.43					
IC1厚30+ボルト10				aft Kap		88.287		2.15		4114		3637		7154		2.36		60.279		10.51		1287		1143		2227		11.63					
Air1厚				aft IC1		88.081		2.15		4097		3622		7125		2.37		59.803		10.56		1270		1128		2198		11.69					
145: IC1+PL+Edeg				aft PLmyl		87.462		2.16		4047		3577		7037		2.38		58.802		10.69		1237		1098		2139		11.83					
105: IC1+PL無+Edeg				aft PL		83.911		2.23		3774		3333		6554		2.46		57.149		10.91		1184		1049		2045		12.08					
40: IC1+PL無+ED無				aft Air1		82.845		2.25		3693		3260		6409		2.48		54.511		11.25		1103		973		1900		12.47					
				照射位置で																													
				aft Air2:Si表面		81.669		2.27		3602		3179		6249		2.51		51.640		11.71		1010		890		1740		12.98					
				aft Si深さ		Edeg 81.008		2.29		3552		3135		6161		2.52		Edeg 50.022		11.97		960		847		1656		13.28					
				Si表面で		Al μm												Al μm															
				LET調整 1		1480		56.605		3.0		1922		1699		3328		3.32		195		44.189		13.0		788		695		1359		14.46	
				LET調整 2		2830		21.398		6.0		397		349		676		6.60		515		29.453		17.0		426		375		731		18.99	
				LET調整 3		3110		6.761		12.0		79		69		130		13.69		780		11.837		29.0		126		111		210		33.11	
				LET調整 4		3159		2.044		18.0		22		20		34		20.81		848		4.614		39.0		48		42		79		43.92	
				maxLET		3167		1.125		18.7		14		12		21		24.17		868		2.143		41.0		26		23		41		47.22	
				Si深50 μmで																													
				LET調整 1		1437		57.427		3.0		1972		1742		3413		3.29		151		45.954		13.0		838		740		1446		14.07	
				LET調整 2		2785		23.097		6.0		447		393		763		6.25		471		31.734		17.0		476		419		817		18.15	
				LET調整 3		3066		9.891		12.0		129		113		214		11.25		736		15.559		29.0		176		155		295		28.22	
				LET調整 4		3115		6.316		18.0		72		63		120		14.11		804		9.493		39.0		98		86		163		36.64	
				maxLET		3123		5.684		18.7		64		56		105		14.75		824		7.446		41.0		76		67		126		39.84	
																				</													



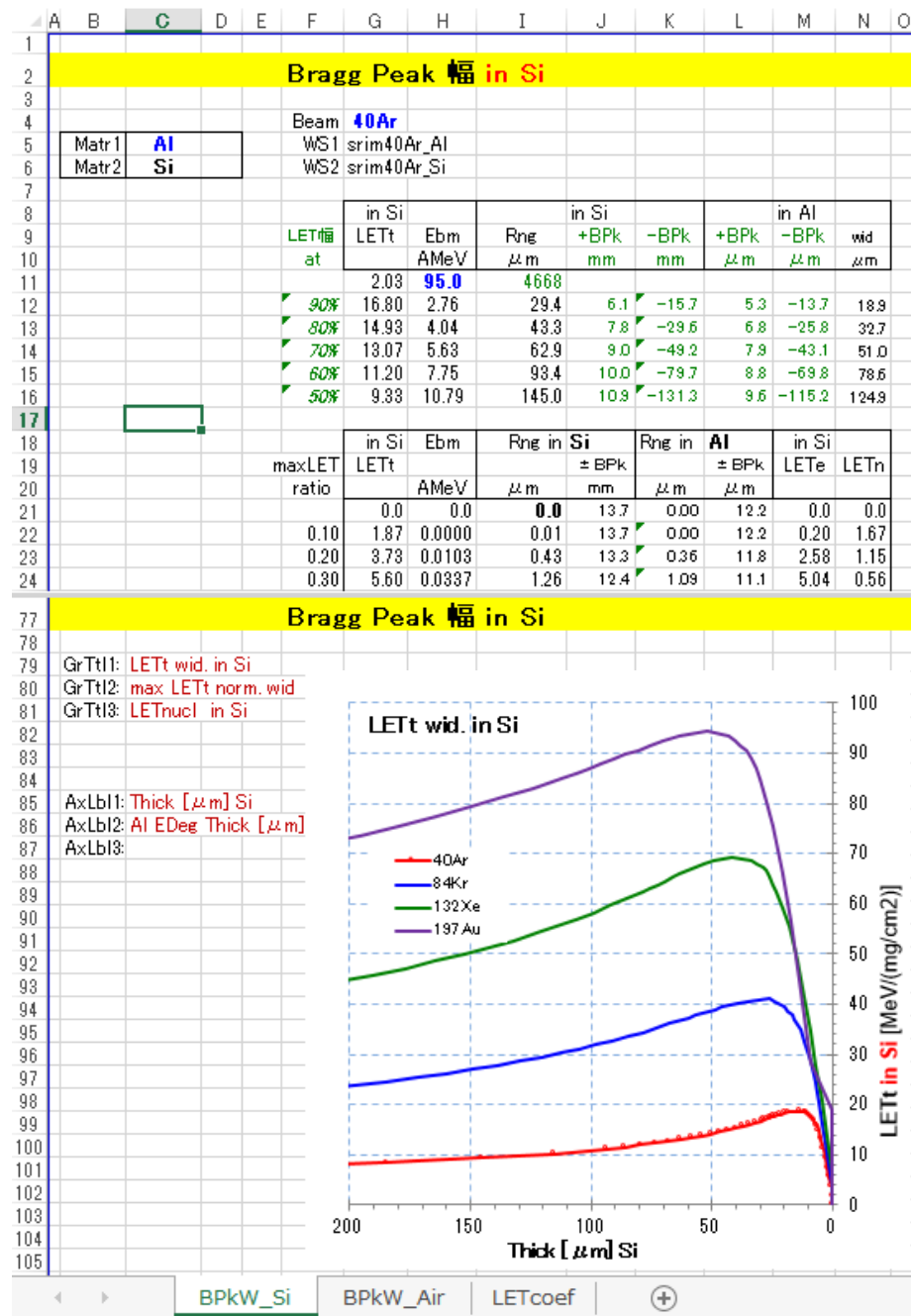
File名: E5A照射02\_計算ツール.xlsx

Sheet名: BpkW\_Si

Si チップ中でビームが停止する時、その Bragg Peak 幅を比較するシートです。

ビーム飛程(停止深さ)を揃えて、Ar, Kr, Xe, Au ビームの Bragg Peak を比較しています。  
LET調整を、Peak 近傍に合わせて行った場合、微妙な深さの違いで、LET値が大幅に変化します。  
その変化率は、ビーム核種によって異なりますので、注意が必要です。

sr\*() 関数をうまく使うと、停止位置を揃えてプロットするための数値表 などを簡単に作れます。



File名: E5A照射02\_計算ツール.xlsx

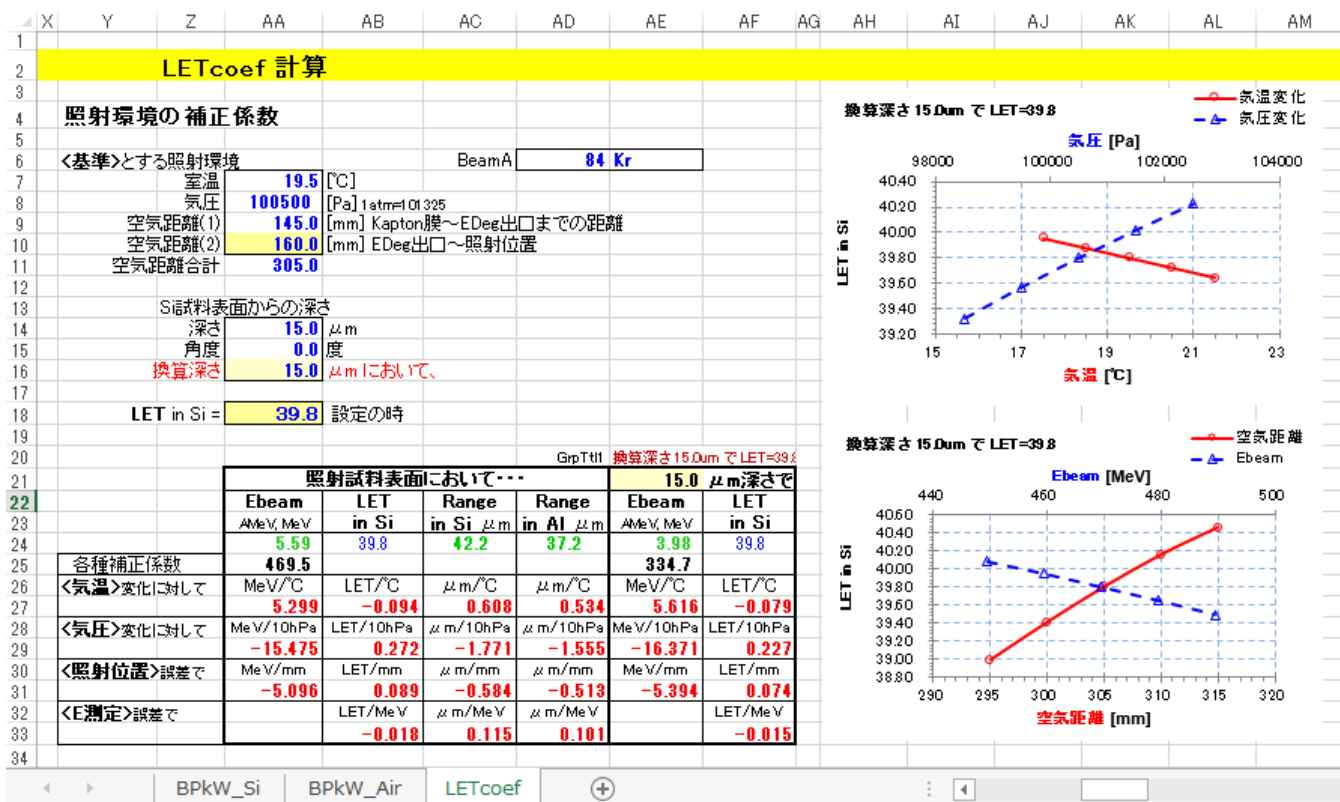
Sheet名: LETcoef

大気圧環境下の照射で、気温・気圧・照射位置などが変化した場合の計算シートです。

Kr ビームを、大気圧環境下で Si 試料に照射しています。

- 照射期間中に、台風が接近してきて、**気圧**や**室温**が変化した場合、
- 試料の **照射位置** を数mm 間違えて照射してしまった場合、
- 加速器から供給されている**真空中のビームエネルギー**がふらつた場合、  
予定していたLET値がどれほど変化するだろう？

という心配を持たれている方は、この表でチェックしておいてください。





File名: E5A照射03\_EDeg設定 Kr用.xlsx

Sheet名: ED設定

大気圧環境下の照射で、エネルギー減衰板の厚さを決める計算のシートです。

E5Aコースには、常設のAl製 エネルギー減衰板(EDeg) が11枚あります。

Si 試料表面 or 深さ 50  $\mu$ m で、希望するLET に最も近くなるEDeg 板の 厚さ組合せを、2<sup>12</sup>(12) 通りの中から選びなさい！と、いきなり言われても困るので、利用者にこの表をお渡しして  
組合せを決めて頂くようにしております。

Edeg Deg#	採用 $\mu$ m	秤量 $\mu$ m
1	10.20	10.10~10.33
2	12.80	12.80
3	23.80	23.80
4	48.59	48.59
5	100.24	100.24
6	100.80	100.80
7	196.39	196.39
8	485.95	485.95
9	5000	5000
A	5.48	5.48
B	975.39	975.39
C	2000	2000

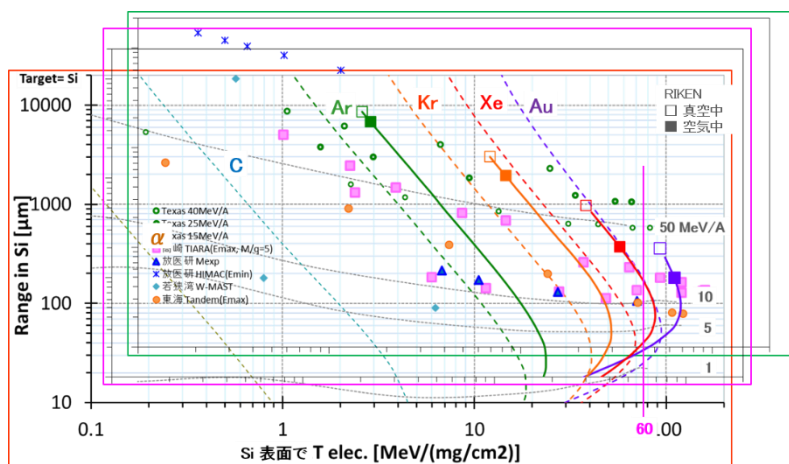
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				
31																				
32																				
33																				
34																				
35																				
36																				
37																				
38																				
39																				
40																				
41																				
42																				
43																				
44																				
45																				
46																				
47																				
48																				
49																				
50																				
503																				
504																				
505																				
506																				

File名: E5A照射04\_E\_LET\_Rプロット.xlsx

Sheet名: 各シートのグラフを 重ね合わせ

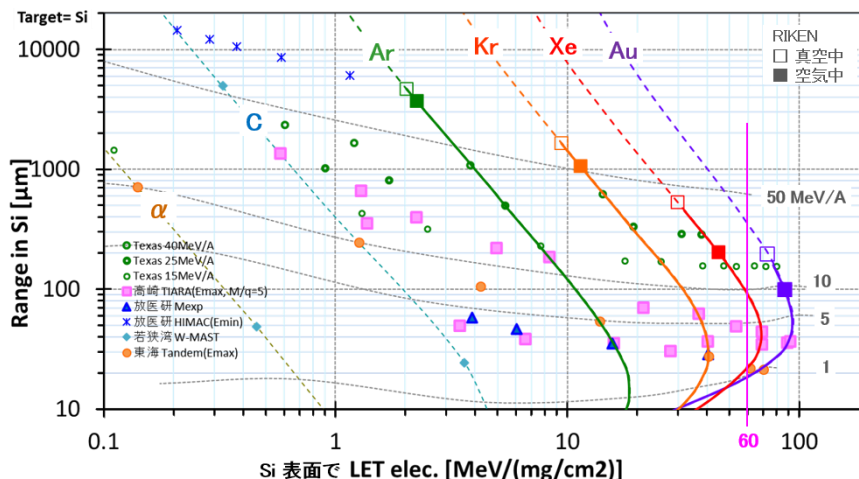
ビーム核種による、LET や Range の比較プロットを作るシートです。  
各種揃えていますので、PowerPointなどにコピーして使って下さい。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA																									
1	SRIMfit LET R plot      AddInマクロ版: セル内の式 = srFuncName()																																																			
2																																																				
3																																																				
4	Header		srIm	airT		20 °C		青字: 入力箇所										GTHit		Target=Si		AxTHit		LET tot. [MeV/(mg/cm2)]																												
5	Target		Si	airP		101325 Pa																AxTHit2		LET elec. [MeV/(mg/cm2)]																												
6	LETunit		0																			AxTHit3		LET elec. nucl [MeV/(mg/cm2)]		このシートで、一括計算しておいて																										
7																																																				
8	Evac. 散乱膜、真空切り膜～照射位置 (は、理研E5Aコースで照射する場合の値を記してあります。)																																																			
9	Beam		238U		srIm238U		Si		197Au		srIm197Au		Si		136Xe		srIm136Xe		Si		84Kr		srIm84Kr		Si		40Ar		srIm40Ar		Si																					
10	Evac		10.75		MeV/u				18.40		MeV/u				39.00		MeV/u				70.00		MeV/u				95.00		MeV/u																							
11	Au		散乱膜		0.0		μm		srIm238U		Au		散乱膜		0.0		μm		srIm197Au		Au		散乱膜		48.8		μm		srIm84Kr		Au		散乱膜																			
12	Kapton		真空切膜		25.0		μm		srIm238U		Kapton		真空切膜		25.0		μm		srIm197Au		Kapton		真空切膜		75.0		μm		srIm40Ar		Kapton		真空切膜																			
13	Mylar		IC1		24.0		μm		srIm238U		Mylar		IC1		24.0		μm		srIm197Au		Mylar		IC1		24.0		μm		srIm40Ar		Mylar		IC1																			
14	EJ212		PL		0.0		μm		srIm238U		EJ212		PL		0.0		μm		srIm197Au		EJ212		PL		100.0		μm		srIm84Kr		EJ212		PL																			
15	Mylar		PL透光		0.0		μm				PL透光		0.0		μm				PL透光		48.0		μm				μm		PL透光		72.0		μm																			
16	Air		ED出口		40.0		mm		srIm238U		Air		ED出口		105.0		mm		srIm197Au		Air		ED出口		145.0		mm		srIm40Ar		Air		ED出口																			
17	Air		照射位置		0.0		mm				照射位置		0.0		mm				照射位置		20.0		mm				mm		照射位置		160.0		mm																			
18																																																				
19																																																				
20	BeamA		238 U						197 Au						136 Xe						84 Kr						40 Ar																									
21	BeamZ		92						79						54						36						18																									
22	Eion		Eion						Eion						Eion						Eion						Eion																									
23	MeV/u		MeV/u						MeV/u						MeV/u						MeV/u						MeV/u																									
24	in Traget		dE/dX						in Traget		dE/dX				in Traget		dE/dX				in Traget		dE/dX				in Traget		dE/dX																							
25	elec		elec						elec		elec				elec		elec				elec		elec				elec		elec																							
26	nucl		nucl						nucl		nucl				nucl		nucl				nucl		nucl				nucl		nucl																							
27	tot		tot						tot		tot				tot		tot				tot		tot				tot		tot																							
28	um		um						um		um				um		um				um		um				um		um																							
29																																																				
30	Evac		10.75		110.96		1.13E+01		111.0		110.7		18.40		73.38		5.35E+02		73.43		197.5		39.00		30.08		1.35E+02		30.1		528.4		70.00		9.47		3.67E+03		9.5		1644.8		95.00		2.03		7.33E+04		2.0		4668.0	
31	散乱膜		10.75		110.96		1.13E+01		111.0		110.7		18.40		73.38		5.35E+02		73.43		197.5		39.00		30.08		1.35E+02		30.1		528.4		70.00		9.47		3.67E+03		9.5		1644.8		95.00		2.03		7.33E+04		2.0		4668.0	
32	真空切膜		8.72		115.07		1.34E+01		115.21		92.9		16.80		75.44		5.79E+02		75.50		179.3		32.38		33.04		1.54E+02		33.05		424.1		63.30		10.16		4.02E+03		10.16		1393.3		90.37		2.11		7.67E+04		2.11		4269.8	
33	IC1		6.68		118.45		1.71E+01		118.62		74.4		15.22		77.60		6.31E+02		77.66		161.6		31.37		34.54		1.64E+02		34.55		380.9		61.29		10.39		4.11E+03		10.39		1322.2		88.51		2.13		7.73E+04		2.13		4219.9	
34	PL		6.68		118.45		1.71E+01		118.62		74.4		15.22		77.60		6.31E+02		77.66		161.6		27.99		36.67		1.90E+02		36.69		322.7		59.72		10.57		4.23E+03		10.57		1266.9		86.07		2.19		8.01E+04		2.19		3940.3	
35	PL透光		6.68		118.45		1.71E+01		118.62		74.4		15.22		77.60		6.31E+02		77.66		161.6		25.78		38.43		1.94E+02		38.45		296.1		56.71		10.70		4.30E+03		10.70		1234.1		85.41		2.20		8.07E+04		2.20		3899.5	
36	ED出口		3.95		117.54		2.69E+01		117.91		51.0		9.22		86.98		9.75E+02		87.08		99.6		19.37		44.07		2.43E+02		44.10		215.3		56.17		11.04		4.49E+03		11.04		1153.1		94.34		2.22		8.17E+04		2.22		3807.6	
37	照射位置		3.95		117.54		2.69E+01		117.91		51.0		9.22		86.98		9.75E+02		87.1		99.6		19.00		45.08		2.53E+02		45.1		203.8		53.35		11.43		4.69E+03		11.4		1063.3		83.17		2.24		8.27E+04		2.2		3717.3	
38	Evac表示用		MeV		238U En		238U En		238U En		238U En		MeV		197Au En		197Au En		197Au En		197Au En		MeV		136Xe En		136Xe En		136Xe En		136Xe En		MeV		84Kr En		84Kr En		84Kr En		84Kr En		MeV		40Ar En		40Ar En		40Ar En		40Ar En	
39	0.0100		2		8.54E+00		1.31E+01		2.16E+01		4.89E+01		2		7.59E+00		1.08E+01		1.83E+01		4.64E+01		1		4.15E+00		6.45E+00		1.06E+01		5.13E+01		1		2.78E+00		3.54E+00		6.33E+00		5.03E+01		0		2.55E+00		1.17E+00		3.72E+00		4.22E+01	



各シートのグラフを  
パワポにコピーして、

グラフ軸を揃えて重ねれば  
綺麗なグラフの出来上がり。



## Debug 用ワークシートの紹介

### ● example デバッグ用 フォルダー [興味のある方のみ]

作者がデバッグ用に使っているシートです。

わかりずらいですが、sr\*()関数の詳細動作を確認するためのシートです。

**sr\_dbg1\_AddIn.xlsx** 沢山あるシートの中から、有用なものだけ紹介します。

**dbg11,13** : srE2Rng() や srEnew() デバッグ。MySRIMwb の「直線近似」の度合いを図示。

**dbg21～** : 各種組合せ関数 デバッグ。どのような場合にエラーになるかをテストできます。

**sr\_dbg2\_AddIn.xlsx** MySRIMws のデバッグ用です。

**dbg11** : 複数のシートを比較して、MySRIMws をデバッグするのに便利です。

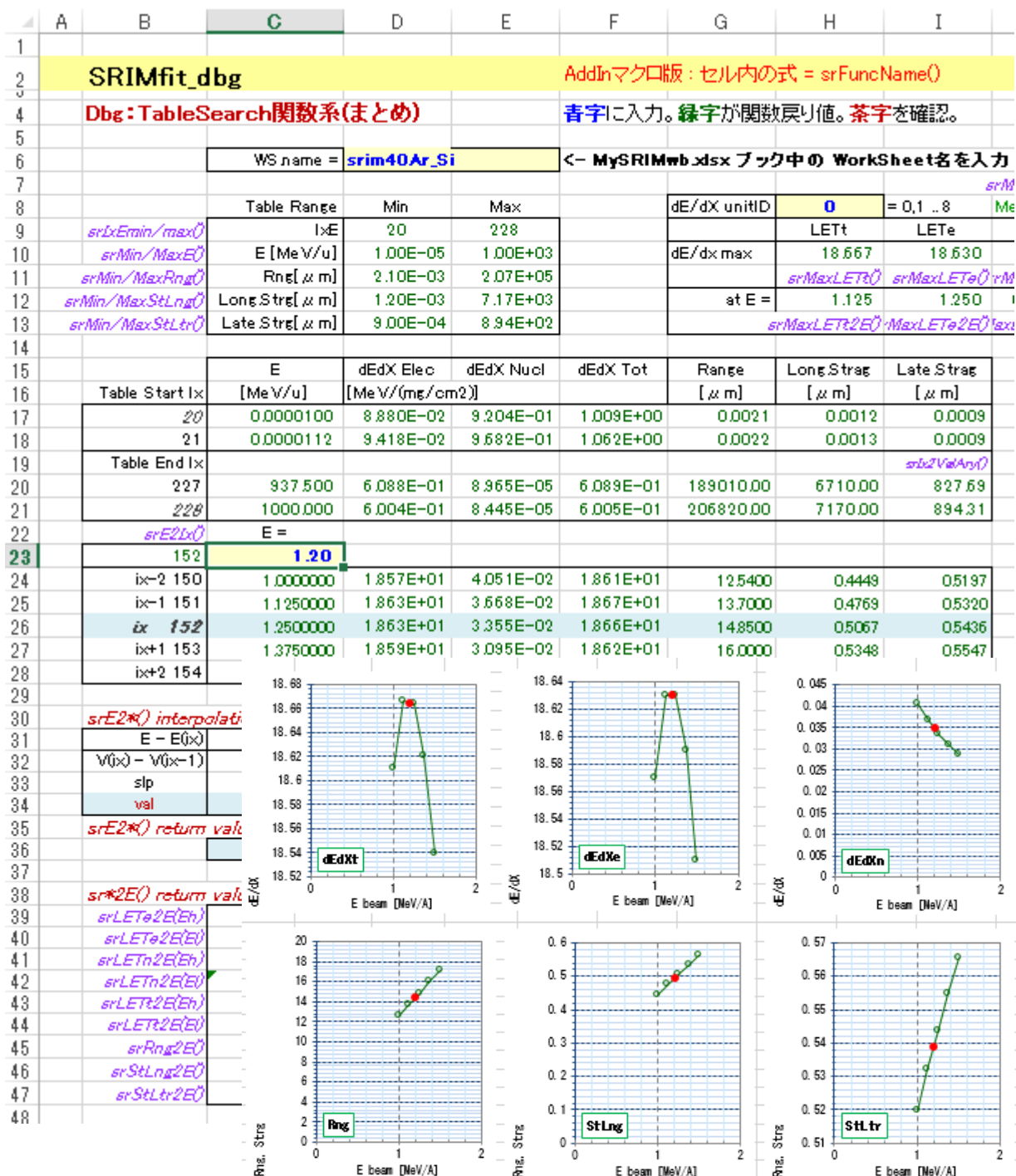
**dbg12** : 複数のシートで LETを比較。LET単位を変換して表示。

File名: sr\_dbg1\_AddIn.xlsx

Sheet名: dbg10

## 関数デバッグシート: Table Search 関数の 内部動作確認

sr\*( ) 関数は、MySRIMwb の数値表を読み込んで、2点間の直線近似で値を求めています、その内挿計算は正しいかを検算しています。  
内挿点とその前後±2点のグラフを見ることで、SRIM-2013計算のE-binning の細かさが適当かを判断してください。

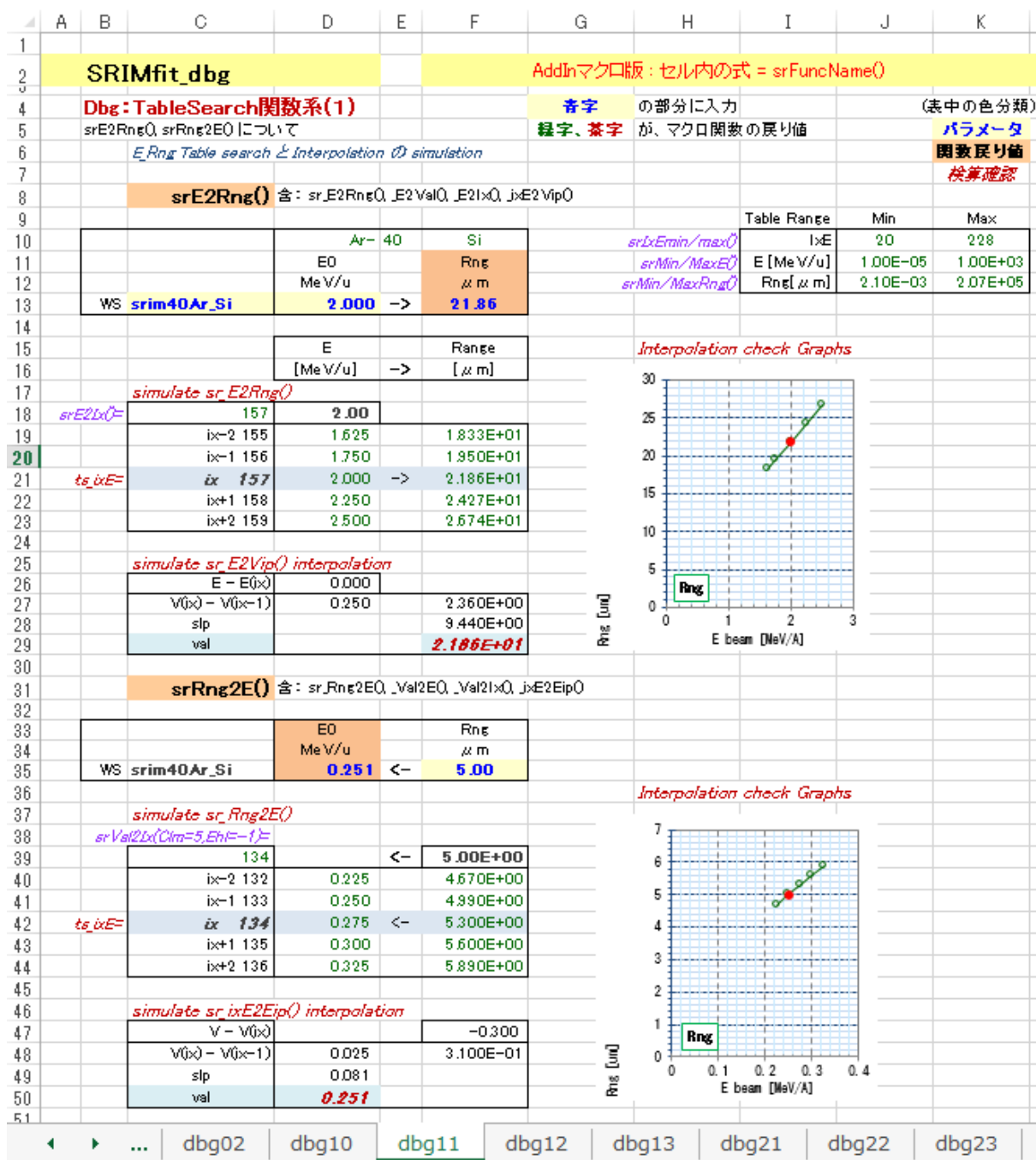


File名: sr\_dbg1\_AddIn.xlsx

Sheet名: dbg11

## 関数デバッグシート: srE2Rng() srRng2E() 関数 の 内部動作確認

この2つの関数は、srEnew() srEold() など各種の組合せ関数の基本となる関数です。  
内挿点とその前後±2点のグラフを見ることで、SRIM-2013計算のE-binningの細かさが適当かを判断してください。



File名: sr\_dbg1\_AddIn.xlsx

Sheet名: dbg12

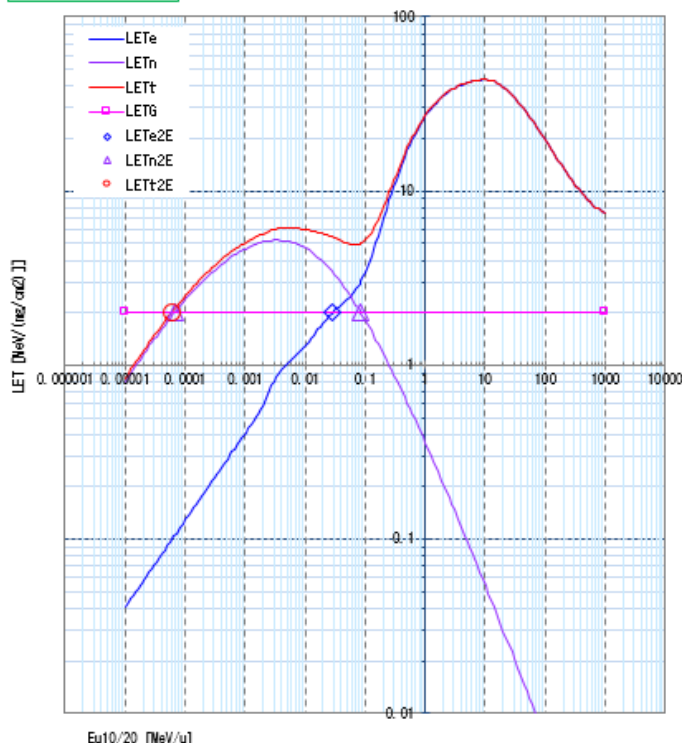
## 関数デバッグシート: srLET2E\* 関数 の 内部動作確認

この関数のように、dE/dX 数値表を検索する方向 (E-high側 | -low側から検索)を指定する場合、引数の指定値(LET値)によっては、解が無い場合があります。

グラフを見ながら、各々の WS によって、どのような場合に戻り値がエラーになっているかを確認できます。

A	B	C	D	E	F	G	H	I
1								
2		<b>SRIMfit_dbg</b>	AddInマクロ版: セル内の式 = srFuncName()					
3								
4		<b>Dbg: TableSearch関数系(2)</b>				<b>赤字</b>	の部分に入力	
5		srLET2E()について				<b>緑字</b>	が、マクロ関数の戻り値	
6		含: srLET2E(), Fpk(), Val(), E2Eip()						
7								
8		<b>srLET*2E()</b>	#N/Aになる理由を確認の事					
9								
10		WS <b>sr197Au_Au</b>					for Plot	ixEr
11								ixEn
12		LET_Goal =	<b>2.00</b>	[MeV/mg/cm2]		LETG	0.00001	2.000
13							1.000	2.000
14						LETe2E	0.03	2.000
15							#N/A	2.000
16						LETn2E	0.00	2.000
17							0.08	2.000
18						LETt2E	0.00	2.000
19							#N/A	2.000

E\_LET Table search



この場合、  
 srLETn2E()  
 Nuclear Stopping逆引き関数  
 では、  
 E-low E-high 両側から検索しても  
 → 解あり  
 ですが、  
 srLETe2E()  
 Electric Stopping 逆引き  
 srLETt2E()  
 Total Stopping 逆引き  
 では、  
 E-high 側から検索すると  
 → 解なし #N/A を返す  
 ∴ Emax Range Over で表の範囲外  
 という状況が理解して頂けると  
 思います。



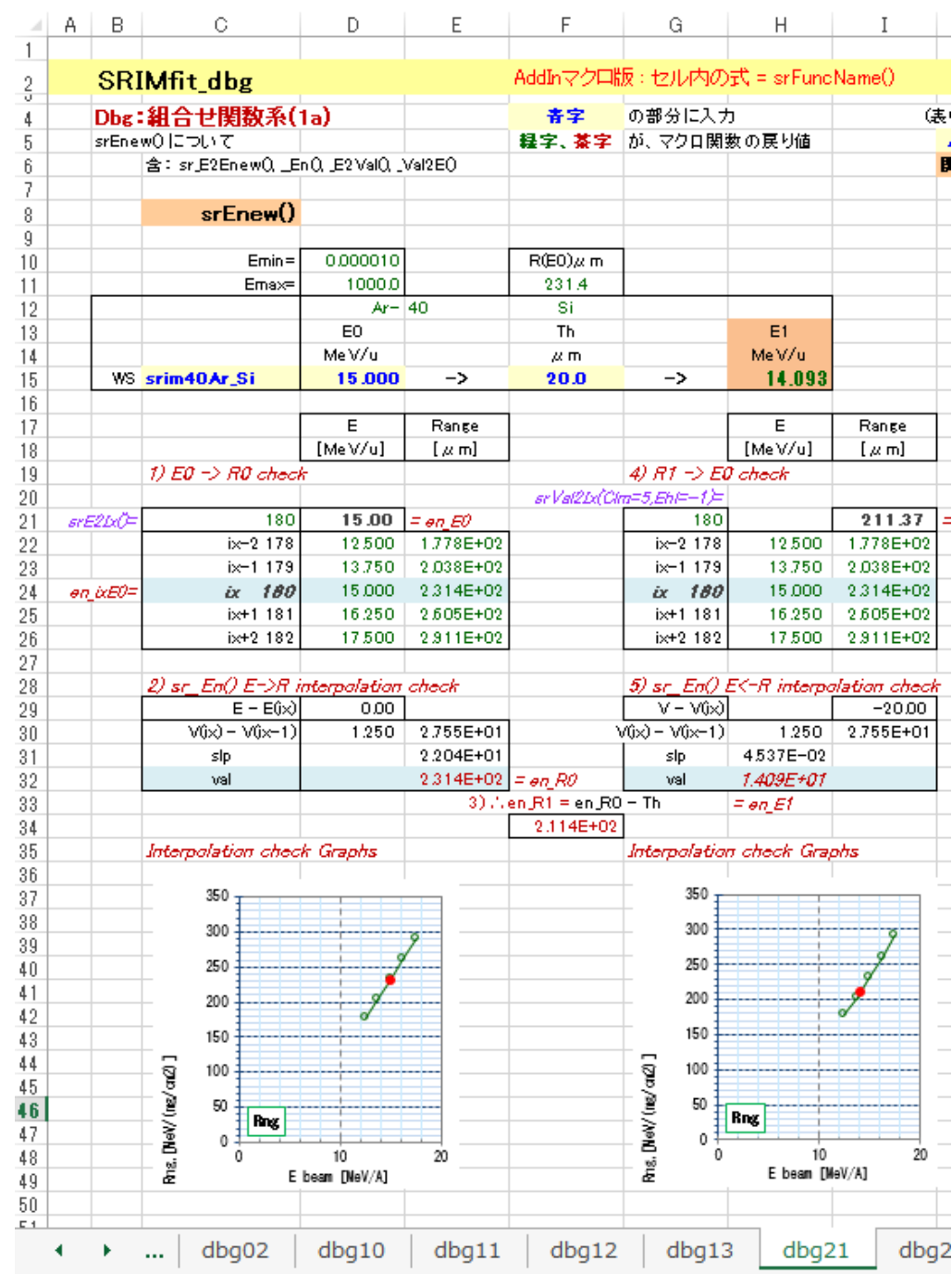
File名: sr\_dbg1\_AddIn.xlsx

Sheet名: dbg21

## 関数デバッグシート: srEnew() 関数 の 内部動作確認

この関数は、E2Rng()  $\leftrightarrow$  Rng2E() 関数を呼び出して、数値表を2度引き:正引き・逆引き します。  
その内部動作を、デバッグ関数を用いてシミュレートしています。

E vs Range 曲線は、単調関数で変化も穏やかですので、Enew() や Eold() 計算などを  
Range $\leftrightarrow$ E 変換の単純な直線内挿近似で代用しても、かなり良い結果が得られます。



File名: sr\_dbg1\_AddIn.xlsx

Sheet名: 例えば dbg24

## 関数デバッグシート: 組合せ関数 の 内部動作確認 例) srEnew\_eq\_Th()

組合せ関数の中には、関数名だけでは、関数の仕様を理解できない かもしれません。

関数のネーミングが下手ですみません。

表形式にして、その動作を説明しながら、デバッグ環境を作っておきました。

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									

SRIMfit\_dbg AddInマクロ版: セル内の式 = srFuncName()

Dbg: 組合せ関数系(2)

sr\*\_eq.\*0 関数の使い方と換算

ビーム違い、ターゲット材違いでも計算可

notation: Et = Total Energy[MeV] Eu = Energy per unit mass [MeV/u]

音字 の部分に入力

緑字、茶字 が、マクロ関数の戻り値

エラー の理由表示

(表中の色分類)

パラメータ

前提条件

求める条件

関数戻り値

換算確認

srEnew_eq_Th()		Eu11 = 0 不許可. Th2が不定の値。				=maxLET*Th1	
maxLET [MeV/μm]	@ Eu10 [MeV/u]	R(Eu10) μm				max dEu1	max dEt1
21.9	4.06	22.2				2.468	486.12
	Au- 197	Si					
Et10 [MeV]	Eu10	Th1		Eu11 ≤ 0	Et11	dEu1	dEt1
197.0	MeV/u	μm		MeV/u	MeV	MeV/u	MeV
WS(1) sr197Au_Si	1.0 →	22.2	→	0.000	0.00	1.000	197.000
maxLET	@ Eu20	R(Eu20)				max dEu2	max dEt2
5.0	1.13	11.2				#N/A	#N/A
	Ar- 40	Al					
Et20	Eu20= Eu10	Th2		Eu21= Eu11	Et21	dEu2=dEu1	dEt2
40.0	1.0 →	#N/A	→	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
WS(2) sr40Ar_Al							

=srEnew\_eq\_Th()

#VALUE!

#VALUE!

=srEnew\_eq\_Th()で換算

この例の場合、Eu11 ≤ 0 というエラー条件が発生したので、戻り値が #N/A になっています。

エラーが発生する条件を、表にまとめてありますので、試してみてください。

(( Error Return ))		return	err#	
Eu10	Th1	Th2=	eq_rV	reason
≤ 0	any	= #NUM!	--	
any	< 0	= #NUM!	--	
> Emax	any	= #N/A	= -1	
--	--	= #N/A	= -2	Eu11 ≤ 0 'Th1 becomes indefinite Bm1がTh1を通過後に停止
--	--	= #N/A	= -3	但しEnewt_eq_の場合は、Eu11=0も許可。Th1が一気に定まるので。Bm1のTh1通過後の全エネルギー
--	--	= #N/A	= -4	R20 < R21 [never?]
--	--	= #N/A	= -8	WS1 out of Rng(E) table [never] WS1 Rng(E)テーブル範囲外
--	--	= #N/A	= -9	WS2 out of Rng(E) table WS2 Rng(E)テーブル範囲外
any	= 0	= 0		OK 'Eu20=Eu10

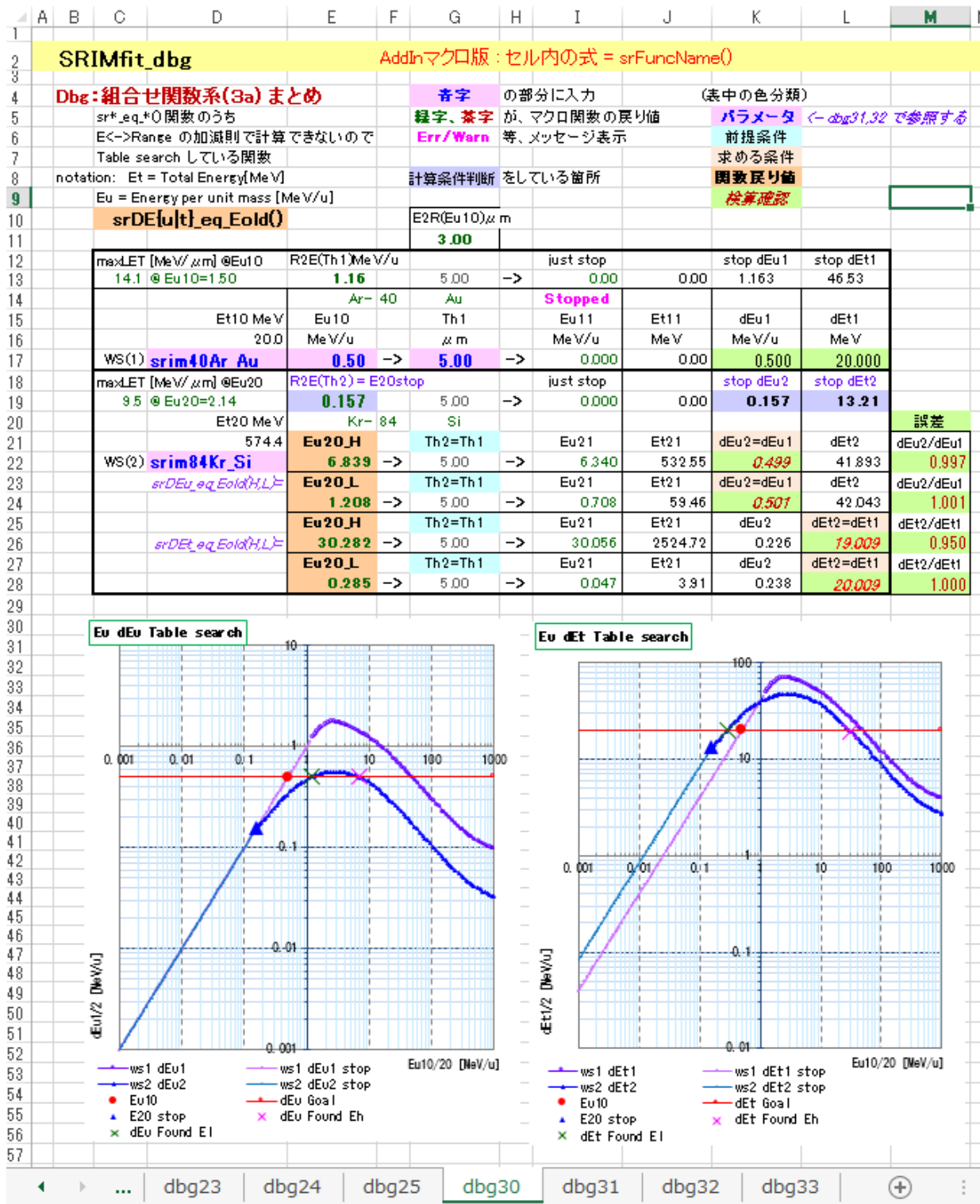


File名: sr\_dbg1\_AddIn.xlsx

Sheet名: dbg30

## 関数デバッグシート: 組合せ関数 srDE[u]t\_eq\_Eold() の 内部動作確認

この関数では、数値表検索を行う過程で **E vs (Th通過時の) dE 計算** を繰り返しながら解を求めます。  
その計算過程が理解できるように、広い E 範囲 での E vs dE グラフを作って説明しています。



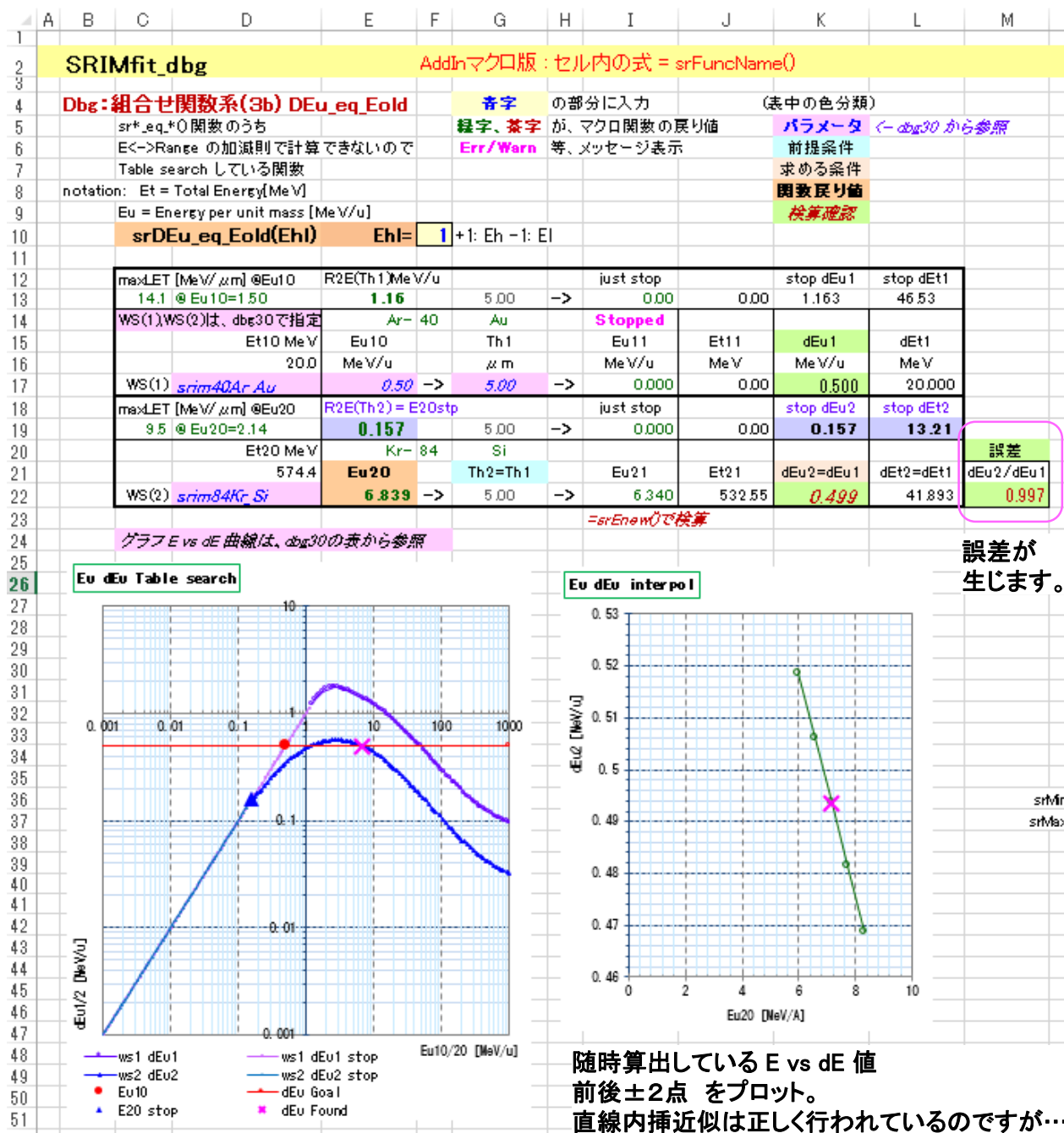
File名: sr\_dbg1\_AddIn.xlsx

Sheet名: dbg31

## 関数デバッグシート: 組合せ関数 srDEu\_eq\_Eold() の 内部動作確認

この関数では、数値表検索を行う過程で E vs (Th通過時の) dE 計算 を繰り返しながら解を求めるのですが、その過程で誤差が生じます。

検索過程において随時算出される E vs dE グラフ に於いては、正しく直線近似の内挿が行われているのですが、2つのWSで指定されている核種vs標的の E vs Range テーブルの細かさ具合によっては、この誤差が回避できません。 という事を了解して頂けるかなあ。

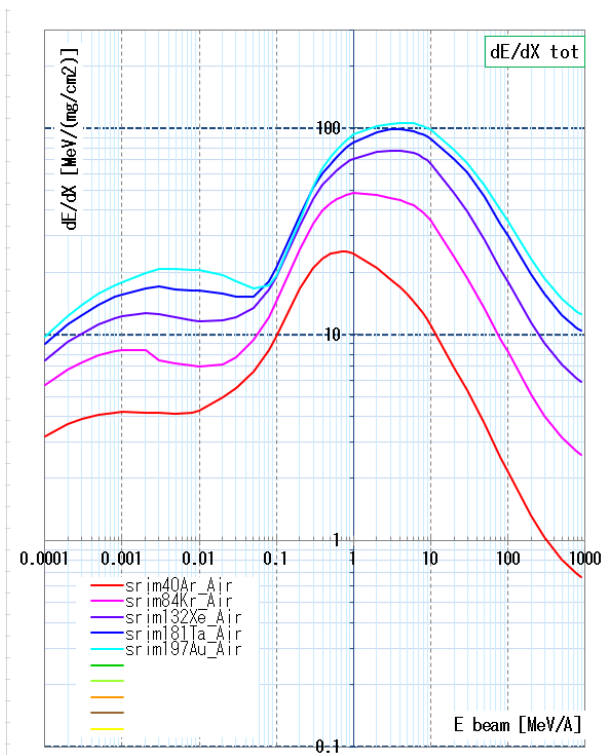


File名: **sr\_dbg2\_AddIn.xlsx**Sheet名: **dbg21****MySRIMwb デバッグシート: 複数シートの比較**

このシートでは、照射物(Material)を同じにしておいて、ビーム核種を変えた場合の比較グラフを表示します。

このシートを修正すれば、同じビームで、複数の照射物の比較も簡単にできます。

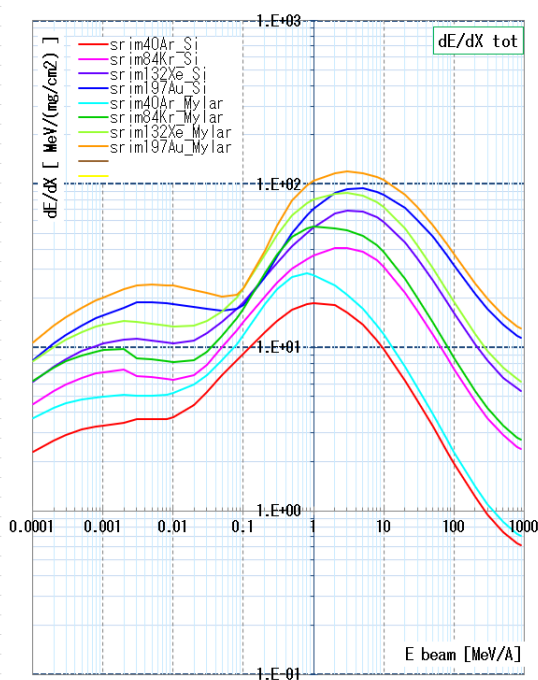
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1	<b>SRIMfit_dbg</b> Addinマクロ版: セル内の式 = srFuncName()																				
2																					
3																					
4	Dbg: MySRIMwb確認(1) 複数シート比較																				
5	青字(青)に入力、緑字(緑)が関数戻り値、茶字(茶)を確認。																				
6																					
7																					
8																					
9																					
10																					
11																					
12																					
13																					
14	空気(乾燥)の密度は、(ICRU-104)に合わせて																				
15	1.2048E-3 [g/cm3] 1013.25 hPa 20 °C とします。																				
16																					
17	Gas の場合、																				
18	Ptbl と																				
19	Ttbl も書いてありますね？																				
20	Cnv.Fact. は、同じMaterial の場合、																				
21	L.S.S. 以外は同じ値ですね？																				
22																					
23																					
24																					
25																					
26																					
27																					
28																					



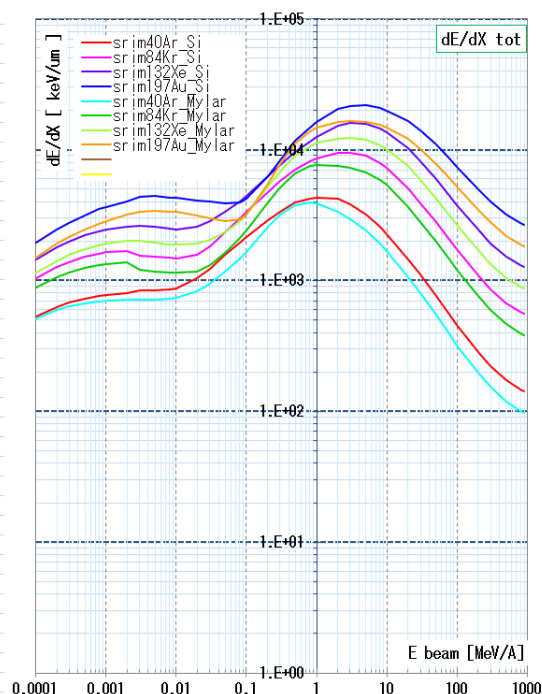
ビーム核種を  
だんだん重くしてした場合、  
・グラフの順番が間違っていないか？  
・交差していないか？  
などのチェックをする為です。

## MySRIMwb デバッグシート: 複数シート比較 LET単位変換

10種類迄の ビーム核種 vs 照射物(Material) について、LET値 (dE/dX) を比較するグラフ。  
縦軸 LET値 の単位変換機能付き。



縦軸 = MeV/(mg/cm<sup>2</sup>) : UnitID=0



縦軸 = keV/  $\mu$  m: UnitID=2