

# SRIMfit E5照射用

## Update Log :

2020.12/09 ver.1.01.01 ①ツール\_共通、①準備\_ED選 まで完成。

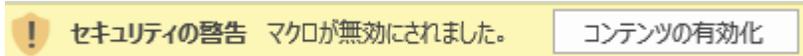
2020.12/03 ver.0.00.01 build。 SRIMfit\_サンプル紹介 から分冊とした。

# SRIMfit E5照射用

## 目次

- ・ E5①ツール\_共通: ExpR推定
- ・ E5①準備\_ED選択: Edeg組合せを決める

- ・ 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。

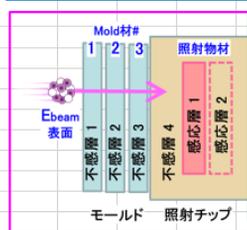
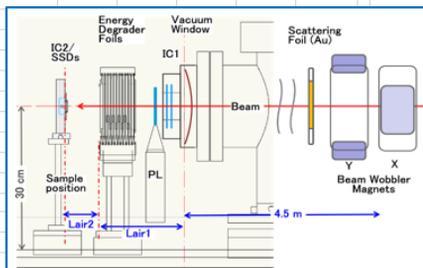
実験前の準備ツール: 照射試験の大まかなデザイン用

真空中のビーム(下表例: 40Ar 95MeV/u) を空気中に取出して、E5Aコースにあるビームモニター検出器などを通過後のエネルギー、LET値、Range 等を順番に計算して行きます。

特に、Edeg出口位置における“ExpR値”と、実際の照射位置に置ける“最小LET値”を予測しておくことが実験前に重要です。

更にこの表では、照射物表面の“モールド材”などの不感層の厚さ、及び“照射角度”を考慮して、照射物感応層位置で“指定LET値”になるような“Edegの厚さを予想”します。

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
2020.01/01 Ar(X01)										
ExpR推定										
ビームライン常設					ビームライン常設物 (ref) params					
Matr1	Au		Au	73.0	73.0	μm				
Matr2	Kapton		Kapton	78.0	78.0	μm				
Matr3	Mylar		IC1, Al	14.0	14.0	μm				
Matr4	EJ212		IC1, mylar	25.6	25.6	μm				
Matr5	Al		PL, EJ212	500.0	500.0	μm				
Matr6	Si	SSD用	PL, mylar	33.8	33.8	μm				
MatrG	Air		PL, Al(mylar)	30.0	30.0	μm				
照射物表面・モールド材質				Air1	145.0	145.0	mm			
Mold1	Epoxy		Air2	200.0	200.0	mm				
Mold2	SiO2									
Mold3	Kapton		AirT 気温		27.0	°C				
照射物・材質				AirP 気圧	1007.0	hPa				
Sample	Si		ThkStd	0.9707						
				Beam	40Ar		A=40	Z=18		
照射物表面層のモールド材				Ebm公称	95.00	ExpR実測	3330	△美測値		
Epoxy	500.00	μm	△Ebm補正 [N]	0.00	%	△ExpR	21.3			
SiO2	200.00	μm								
Kapton	0.00	μm	Edeg出口まで							
照射物表面～感応層まで				in Vacc	95.00	2.03	4668	4126	8363	2.24
Si	100.00	μm	aft Au	90.491	2.11	4294	3795	7692	2.32	
これらの照射角度				aft Kap	89.814	2.12	4239	3747	7592	2.33
	60.0	度	aft IC1-Al	89.619	2.12	4223	3738	7564	2.34	
不感部の角度換算厚さ				aft IC1-Mylar	89.400	2.13	4205	3717	7532	2.34
Epoxy	1000.00	μm	aft PL-EJ212	85.957	2.19	3932	3474	7037	2.41	
SiO2	400.00	μm	aft PL-Mylar	85.646	2.20	3908	3452	6993	2.42	
Kapton	0.00	μm	aft PL-Al(Mylar)	85.210	2.21	3874	3422	6932	2.43	
Si	200.00	μm	aft Air1	84.176	2.23	3795	3351.3	6787	2.45	
照射物位置で				aft Air2	82.748	2.25	3685	3253.1	6587	2.48
照射物 不感部 通過				aft Epoxy	69.316	2.57	2719	2404	4850	2.84
			aft SiO2	62.782	2.77	2298	2026	4092	3.07	
			aft Kapton	62.782	2.77	2298	2026	4092	3.07	
			aft Si	59.507	2.89	2098	1852	3738	3.20	
Si 感応層 入口で				Al μm						
			LET調整 1	-722.8	72.101	2.5	2911	2574	5195	2.76
			LET調整 2	154.0	56.605	3.0	1922	1699	3427	3.32
			LET調整 3	1494.9	21.398	6.0	397	349	696	6.60
			LET調整 4	1781.7	5.696	13.0	64	56	108	14.74
			LET調整 5	1812.1	2.633	17.0	28	25	45	19.32
			maxLET	1726.1	1.125	18.7	14	12	21	24.17



※ このSheetは、E5例題集:E5A01\_ビーム希望表:LET範囲指定 を拡張したものです。

## 使い方: 計算パラメータの指定 (1)

表中で、以下のセルの値を指定してください。

①a		①b	
ビームライン常設		ビームライン常設物 (ref) params	厚さ
Matr1	Au	Au	73.0 μm
Matr2	Kapton	Kapton	78.0 μm
Matr3	Mylar	IC1_AI	14.0 μm
Matr4	EJ212	IC1_mylar	25.6 μm
Matr5	Al	PLEJ212	500.0 μm
Matr6	Si	PL_mylar	33.8 μm
MatrG	Air	PL_AI(mylar)	30.0 μm
	SSD用	Air1	145.0 mm
		Air2	200.0 mm

③a		②b	
照射物表面・モールド材質		AirT 気温	27.0 °C
Mold1	Epoxy	AirP 気圧	1007.0 hPa
Mold2	SiO2	TrkStd	0.9707
Mold3	Kapton	Beam	40Ar A
照射物・材質		Ebm公称	95.00
Sample	Si	δ Ebm補正 [%]	0.00

③b		②a	
照射物表面層のモールド材		E	LET F
Epoxy	500.00 μm		
SiO2	200.00 μm		
Kapton	0.00 μm		
照射物表面～感応層まで			
Si	100.00 μm		
これらの照射角度			
	60.0 度		
不感部の角度換算厚さ			
Epoxy	1000.00 μm		
SiO2	400.00 μm		
Kapton	0.00 μm		
Si	200.00 μm		

①補足図	
Mold材#	照射物材
1	感応層 1
2	感応層 2
3	
4	不感層

## ③ 注意

モールド材の材質が未定義の場合は、MySRIMwb.xlsx に自分で追加してください。(Epoxy と SiO2(ガラス材) は定義済み)

## ① ビームラインに常設してある物質厚さの指定

常設物の説明は ①補足図 を参照。これらの値は、別シート:params で指定してある値を参照していますが、このシート中で値を再指定しても結構です。

## ② 真空中のビームエネルギー等の指定

- ②a で、ビーム核種と、その真空中でのエネルギー(加速器からのエネルギー)を指定。
- ②b は、実験日当日の気温、気圧を指定します。

## ③ 照射物やその表面にある物質の材質、厚さ、照射角度の指定

照射物の断面図が、③補足図 のようになっている場合を想定して計算します。

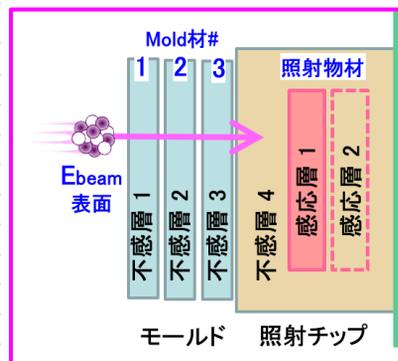
- ③a で、モールド材(3材質まで)と、デバイス材(通常 Si 材)を指定。
- ③b は、それぞれの層の厚さを指定。不要な層の厚さ=0 にして下さい。

照射物を傾けて照射する場合は、角度:0~89度を指定。垂直照射は角度=0です。

## 使い方: 計算結果の確認(1)

“最小・最大 LET値”を確認します。

Beam	40Ar	A=40	Z=18			
Ebm公称	95.00	ExpR実測	3330	←実測値		
δEbm補正 [%]	0.00	%	ΔExpR	21.3		
EDeg出口まで	E	LET	Rin Si	R Al	R air	LET
	MeV/u	in Si	μm	μm	mm	in air
in Vacc	95.00	2.03	4668	4126	8363	2.24
aft Au	90.491	2.11	4239	3795	7692	2.32
aft Kap	89.814	2.12	4239	3747	7592	2.33
aft IC1-Al	89.619	2.12	4223	3733	7564	2.34
aft IC1-Mylar	89.400	2.13	4205	3717	7532	2.34
aft PL-EJ212	85.957	2.19	3932	3474	7037	2.41
aft PL-Mylar	85.646	2.20	3908	3452	6993	2.42
aft PL-Al(Mylar)	85.210	2.21	3874	3422	6932	2.43
aft Air1	84.176	2.23	3795	3351.3	6777	2.45
照射物位置で						
aft Air2	82.748	2.25	3685	3253.1	6587	2.48
照射物不感部通過						
aft Epoxy	69.316	2.57	2719	2404	4850	2.84
aft SiO2	62.782	2.77	2298	2026	4092	3.07
aft Kapton	62.782	2.77	2298	2026	4092	3.07
aft Si	EDeg 59.507	2.89	2298	1852	3738	3.20
Si感応層入口で	Al μm					
LET調整 1	-722.8	2.5	2911	2574	5195	2.76
LET調整 2	154.0	3.0	1922	1699	3427	3.32
LET調整 3	1494.9	6.0	397	349	696	6.60
LET調整 4	1781.7	13.0	64	56	108	14.74
LET調整 5	1812.1	17.0	28	25	45	19.32
maxLET	1726.1	18.7	14	12	21	24.17



## ① ΔE計算の順番

真空中でのビームエネルギーからスタートして、ビーム通過物を「通過後」のエネルギーを、**srEnew()** 関数を用いて順次計算しています。またそのエネルギー値に於ける LET値や、残り Range値も表中右側に表示します。

## ②a, b 最小LET値の確認

②a は、真空中のビームエネルギーに於ける Si 材中の LET値です。

②b は、ビームが感応層の入口(不感層4通過後)まで通過した時の LET値です。

つまりこの値が、この照射条件による“最小LET値”になります。

この最小LET値を、②aの値に近づけるには、ビーム通過物の厚さを減らす必要があります。

## ③ 最大LET値の確認

③に **srMaxLETt()** 関数を用いて計算した“最大LET値”(Bragg Peak位置の dE/dX 最大値)を示します。MaxLET値は、ビーム核種と標的材質が決まれば一意に求まる値です。

## ④ ExpR値: EDeg出口位置の“最大”ビームエネルギーを、アルミ中飛程長(Range)に変換した値

④が ExpR値で、ビーム調整時に理研側で「実測」している値です。

“EDeg板=無し”即ち“EDeg出口における最大ビームエネルギー”をAl中飛程で与える数値です。この値は、EDegより下流の物質中でのビームエネルギーを算出するのに重要な数値です。

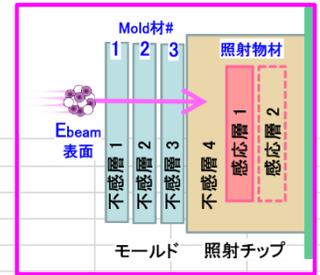
## 使い方: 計算パラメータの指定 (2) & 計算結果の確認 (2)

“希望LET値 @ 感応層”を指定し、その値になるような“Edegの厚さ予想”を確認します。

	E	LET	Rin Si	R Al	R air	LET	
	MeV/u	in Si	μm	μm	mm	in air	
aft Air1	84.176	2.23	3795	3351.3	③a	2.45	
照射物位置で							
aft Air2	82.748	2.25	3685	3253.1		2.48	
照射物 不感部 通過							
aft Epoxy	69.316	2.57	2719	2404	4850	2.84	
aft SiO2	62.782	2.77	2298	2026	4092	3.07	
aft Kapton	62.782	2.77	2298	2026	4092	3.07	
aft Si	EDeg	59.507	2.89	2009	1852	3738	3.20
Si 感応層 入口で	Al μm						
LET調整 1	-722.8	72.101	2.5	2911	2574	5195	2.76
LET調整 2	154.0	56.605	3.0	1922	1699	3427	3.32
LET調整 3	1494.9	21.398	6.0	397	349	696	6.60
LET調整 4	1781.7	5.696	13.0	64	56	108	14.74
LET調整 5	1812.1	2.633	17.0	28	25	45	19.32
maxLET	1726.1	1.125	18.7	14	12	21	24.17

srEold() で逆算が必要。EDegは不感物の上流なので						
bef Si	bef Kapton	bef SiO2	bef Epoxy	bef Air2	RAI@Air1	
75.008	75.008	80.690	92.992	94.323	4074.04	
59.894	59.894	66.610	80.464	81.938	3197.32	
27.742	27.742	38.577	57.723	59.590	1856.36	
16.389	16.389	30.275	51.893	53.949	1569.57	
14.851	14.851	29.291	51.260	53.316	1539.18	
14.198	14.198	28.890	51.006	53.063	1527.01	



### ① 希望LET値の指定

①に、感応層入口位置で希望するLET値を指定します。5点指定できるようにしてあります。指定可能な値は、前頁の“最小LET値”～“最大LET値”の範囲です。

### ②a～c 感応層位置のLET→E→上流に遡ってEDeg 出口位置のE 計算

①でLET値が指定されると、

②a で、**srLETt2Eh()** 関数を用いて、そのLET値になるビームエネルギーが一意に求まります。

②b では、**srEold()** 関数を用いて、ビームが通過前に遡ってエネルギーを求め、

②c では、**srE2Rng()** 関数で、“after Air1” = EDeg出口位置での アルミ中 Range つまり ExpR値 と同様な値 に変換します。

### ③a, b 希望LET値にするために必要なアルミ EDeg 厚さ の計算結果の確認

③a は、前述のように、ExpR 値 即ち、EDeg出口位置での最大飛程(in Al)です。この値に対して、

②c は、希望LET値を得るために、同じ EDeg出口位置での飛程値(in Al)ですから、

**③b : 必要なアルミ Edeg 厚さ = ③a — ②c**

という単純な引き算でもとめることができます。

※ ③b の値がマイナスやエラー になっている場合は、そのような LET は不可能 という表示です。

例えば、上表例の場合は、感応層入口 : after Si での 最小LET= 2.89 なのに、希望LET= 2.5 は、それより小さな値を指定している為です。

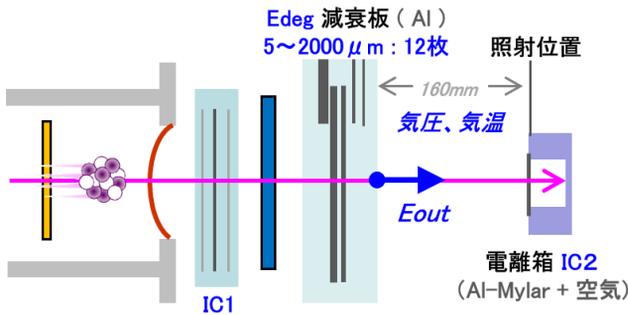
以上のような手順で、

照射試験前に、利用可能な LET範囲 や 必要な EDeg Al 板の厚さ を知ることが可能です。

また、利用可能なLET範囲にするためには、照射試料表面のモールド材をどこまで薄く除去しておかなければならないかを予め検討するためにも役立つ Excel表です。

## (解説) ExpR測定について

照射試験開始前に、理研側で行うビーム調整の時に「毎回 ExpR値を実測」しています。その時に用いている SRIMfitシートは、E5例題集:E5A06\_IC\_Range解析です。このシートの詳しい使い方は、サンプル紹介を参照してください。ここでは、「何故ExpRという値を導入したのか？」について解説します。

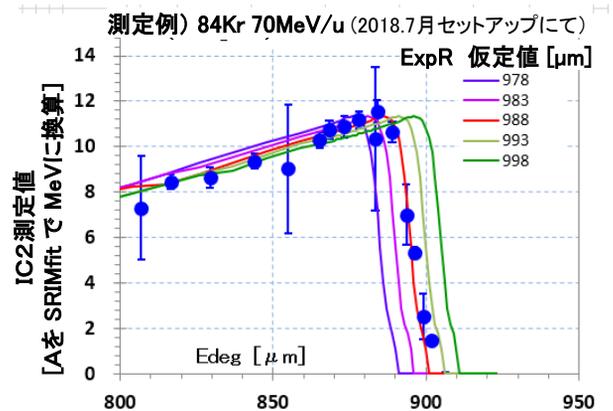


左図: ExpR測定時のセットアップです。

Edeg板の厚さを変化させながら、IC2の電流値を測定することで、空气中ビームのBragg曲線を測定します。

右図: 測定点を、SRIMfitの計算値と比較しています。

例では、ExpR値を 978~998  $\mu\text{m}$  の範囲で振って、最適値 988  $\mu\text{m}$ (赤線) を求めています。



ここで **ExpR値とは**、前頁の計算シート中の ③a の事でした。つまり、

「Edeg = 無しの際にEdeg出口位置(左図 Eout)の最大エネルギーをアルミ中Range値に換算したものでした。言い換えると「Edeg = ExpR  $\mu\text{m}$ 厚さにすると、Eout = 0 MeVになってしまう厚さ」の事です。

注)右図で Bragg peak が落ちて IC2 = 0 になる時の X軸:Edeg厚さは約 900  $\mu\text{m}$ で、ExpR値より手前です。それは、Eout 位置の下流側に空気層(例では160 mm)がある為、IC2位置では ExpRより薄いEdeg厚でビームがIC2まで到達しなくなるからです。右図のSRIMfit計算では、この様な空気層や、IC2入口電極(Al-Mylar)中での  $\Delta E$ を計算した計算曲線とデータ点を比較しています。

ここで“ミソ”は、ExpR値の単位を、Edeg板:アルミ 中でのビームのRange[ $\mu\text{m}$ ] にしてある点です。こうすると、「ExpR - 実際に挿入したEdeg厚さ = Eout 位置での残りアルミ中 Range」という単純な引き算式が成り立ちます。そして、SRIMfit には **srRng2E()**関数 がありますので、

$$Eout(\text{Edeg厚}[\mu\text{m}]) [\text{MeV/u}] = \text{srRng2E}(\text{ExpR} [\mu\text{m}] - \text{Edeg厚}[\mu\text{m}])$$

という単純な式で Eout [MeV/u] を求めることができるのです。これが ExpR を導入した理由です。

※ 右図では Kr ビームの場合の実測値を計算値と比較しています。

計算値では、ExpR 値 = 最適値 988  $\pm 5$ ,  $\pm 10$   $\mu\text{m}$  の5本をプロットしてあります。

つまりこの Bragg曲線測定法 には、 $\pm$ 数 $\mu\text{m}$ の精度で、ExpR値 即ち Eout位置でのビームエネルギーを実測できる精度があることが分かります。

※ また、E5例題集: E5A06\_IC\_Range解析 シートの説明を読んでもらうとわかるように、

- この手法(ExpR実測)では、加速器からの真空中ビームエネルギー値は使用していません。つまりEdegより上流の物質厚が不正確であっても影響しません。
- Edeg出口位置の Eout を、SRIM計算とBragg曲線実測値のみで決めています。つまり全てSRIM計算に頼る(合わせる)という立場をとっています。そうする事で、全てのエネルギー損失計算、LET計算、検出器のエネルギー較正に consistency を持たせています。



実験前の準備ツール: Edeg の組合せを選択する為のシート

ExpRが求まり、感応層位置で希望LET値にするためのEdeg厚さも決まりました。  
 ところでそのEdeg厚さは、実際ある Edeg板 の組合せで ピッタリ実現可能なのでしょうか？

ここで紹介するシートでは、

「全てのEdeg 板 12枚(12 bit) の組合せについて、感応層位置での LET を計算」 します。

ビーム調整終了時に、このシートをにらんで、Edeg板の組合せを決めてください。

2020.01/01 Ar(X01)																																	
Edeg 選択検討用																																	
《本シートの参照パラメータ》																			GH2 LET@ 感応層1入口で														
																			感応層1入口で				感応層2入口で				感応層1出口			感応層2出口で			
																			Device	LET in	Rng in	Device	LET in	Rng in	Device	LET in	Rng in	Device	LET in	Rng in	Device	LET in	Rng in
																			Si	MeV/u	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
																			μm	μm	μm	μm	μm	μm	μm	μm	μm	μm	μm	μm	μm	μm	μm
WS_head	srim40Ar																																
BeamA	40 Ar																																
Ebm	95.00 MeV/u																																
上流・組み合わせ																			上流/下流誤差														
Au Kap101 PL																																	
EAir:上流 = 84.18 MeV/u																																	
EAir:下流 = 83.87 MeV/u																																	
1.0037 比上流																																	
Rng in (AEAir)																																	
上流 = 3351.3 μm																																	
下流 = 3330.0 μm																																	
上流 - 下流 = 21.3 μm AI																																	
RinAI(Ebm) = 4126.0 μm																																	
Al-Edeg 組合せ (Ptr文字)																			ED														
1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C																			Th0 ΔTh														
																			μm μm														
																			MeV/u MeV														
																			Si														
																			μm														
																			71.55 2861.8 2.51 2872.45 71.47 2859.0 2.52 2867.45 71.18 2847.4 2.52 2847.45														
																			71.55 2861.8 2.51 2872.5 71.47 2859.0 2.52 2867.5 71.18 2847.4 2.52 2847.5														
																			71.46 2858.3 2.52 2866.3 71.39 2855.4 2.52 2861.3 71.09 2843.8 2.53 2841.3														
																			71.38 2855.3 2.52 2861.0 71.31 2852.4 2.52 2856.0 71.02 2840.7 2.53 2836.0														
																			71.34 2853.6 2.52 2858.1 71.27 2850.7 2.52 2853.1 70.98 2839.0 2.53 2833.1														
																			71.29 2851.7 2.52 2854.9 71.22 2848.8 2.52 2849.9 70.93 2837.2 2.53 2829.9														
																			71.25 2850.0 2.52 2852.0 71.18 2847.1 2.52 2847.0 70.89 2835.5 2.53 2827.0														
																			71.17 2846.9 2.52 2846.7 71.10 2844.0 2.53 2841.7 70.81 2832.4 2.53 2821.7														
																			71.16 2846.4 2.52 2846.8 71.09 2843.5 2.53 2840.8 70.80 2831.9 2.53 2820.8														
																			71.08 2843.4 2.53 2840.6 71.01 2840.5 2.53 2835.6 70.72 2828.8 2.54 2815.6														
																			71.07 2842.9 2.53 2839.7 71.00 2840.0 2.53 2834.7 70.71 2828.3 2.54 2814.7														
																			70.99 2839.8 2.53 2834.4 70.92 2836.9 2.53 2829.4 70.63 2825.3 2.54 2809.4														
																			70.95 2838.1 2.53 2831.5 70.88 2835.2 2.53 2826.5 70.59 2823.6 2.54 2806.5														
																			70.91 2836.2 2.53 2828.3 70.83 2833.3 2.53 2823.3 70.54 2821.7 2.54 2803.3														
																			70.86 2834.5 2.53 2825.4 70.79 2831.6 2.53 2820.4 70.50 2820.0 2.54 2800.4														
																			70.79 2831.5 2.53 2820.1 70.71 2828.6 2.54 2815.1 70.42 2816.9 2.54 2795.1														
																			3.57 142.9 15.57 38.0 3.11 124.5 16.26 33.0 1.05 42.2 18.63 13.0														
																			2.485.5 2.9 3.26 130.5 16.03 34.6 2.79 111.4 16.76 29.6 0.69 27.6 17.99 9.6														
																			2.486.0 2.4 3.21 128.5 16.10 34.1 2.73 109.4 16.84 29.1 0.64 25.4 17.75 9.1														
																			2.488.1 2.2 2.97 118.9 16.47 31.6 2.48 99.3 17.24 26.6 0.39 15.5 15.76 6.6														
																			2.491.4 3.3 2.59 103.6 17.07 27.6 2.08 83.2 17.95 22.6 0.09 3.8 8.95 2.6														
																			2.492.8 1.4 2.43 97.0 17.36 26.0 1.91 76.4 18.16 21.0 0.03 1.0 4.91 1.0														
																			2.496.2 3.3 2.02 80.9 18.03 22.1 1.49 59.6 18.55 17.1 0.00 0.0 #N/A 0.0														
																			2.498.3 2.2 1.75 70.1 18.32 19.5 1.22 48.6 18.66 14.5 0.00 0.0 #N/A 0.0														

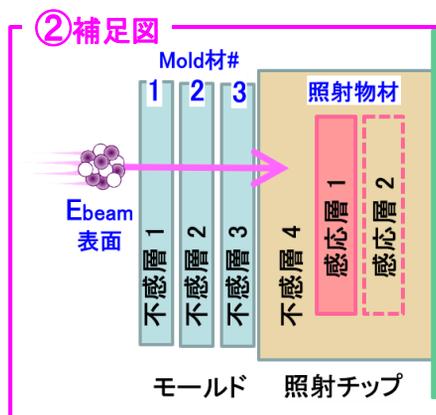
※ このSheetは、E5例題集:E5A03\_EDeg設定 Ke用:ED設定 を拡張したものです。

※ このシートは、計算量が多いので、動作が遅くなります。  
 計算パラメータを変更したら、計算が終了するまでしばらくお待ちください。

## 使い方: 計算パラメータの指定

シート中で、以下のセルの値を指定してください。

	A	B	C	D	E
2		2020.01/01 Ar(X01)			
3		Edeg 選択検査			
5		《本シートの参照パラメータ》			
6	WS head	srim40Ar			
7	BeamA	40 Ar			
8	Ebm	95.00 MeV/u			
9	ビームライン常設				
10	Mat	SRIM Fit W.S.name			
11	1	Si	srim40Ar_Si		
12	2	Al	srim40Ar_Al		
13	3	Air	srim40Ar_Air		
14	4	Mylar	srim40Ar_Mylar		
15	5	Au	srim40Ar_Au		
16	6	Kapton	srim40Ar_Kapton		
17	7	EJ212	srim40Ar_EJ212		
18	照射物表面・モールド材質				
19	Mld1	Epoxy	srim40Ar_Epoxy		
20	Mld2	SiO2	srim40Ar_SiO2		
21	Mld3	Kapton	srim40Ar_Kapton		
22	照射物・材質				
23	Dev	Si	srim40Ar_Si		
24	照射物表面のモールド材				
26	Mld1	Epoxy	500.00	μm	不感1
27	Mld2	SiO2	200.00	μm	不感2
28	Mld3	Kapton	0.00	μm	不感3
29	不感3~感応層1まで				
30	Dev1	Si	100.00	μm	不感4
31	感応層1厚さ				
32	Dev2	Si	5.00	μm	感応1
33	感応層2厚さ				
34	Dev3	Si	20.00	μm	感応2
35	これらの照射角度				
37	不感部の角度換算厚さ				
38	Mld1	Epoxy	500.00	μm	不感1
39	Mld2	SiO2	200.00	μm	不感2
40	Mld3	Kapton	0.00	μm	不感3
41	Dev1	Si	100.00	μm	不感4
42	Dev2	Si	5.00	μm	感応1
43	Dev3	Si	20.00	μm	感応2
54	空気層				
55		mm	ref)params		
56	Air1	145.0		145.0	
57	Air2	200.0		200.0	
58	今回の設定値				
59	気温℃				
60		27.0	27.0		
61	気圧hPa				
61		1007.0	1007.0		
62	ビーム調整・測定値				
63	IC測定で求めた				
64	ExpR μm	3330.0		3330.0	
65	ビーム調整・測定値				



### ① ビームライン常設物の指定

- ①aは、Edegより上流にある常設物。(以下の計算には不要です)
- ①bは、Edegより下流の空気層のパラメータ等。

これらの値は、別シート・params で指定してある値を参照するように設定してありますので、そちらの値を変更してください。  
特に、ExpR 値、Air2: 距離・温度・気圧 は、ビーム調整で測定した値に設定しなおしてください。

### ②a,b,c 照射物表面の材質、厚さ、照射角度 の指定

照射物の断面図が②補足図 のような場合を想定しています。

②a で、モールド材(3材質まで)と、デバイス材を指定。

②b は、それぞれの層の厚さを指定。

不要な層の厚さ = 0 にして下さい。

②c は、これらを傾けて照射する場合の角度。

角度: 0~89度 で、垂直照射は角度=0です。

※ 照射物の断面構造は、前述の ExpR推定 用シートと同じです。

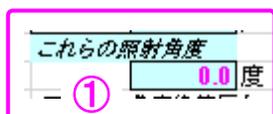
但し、このシートでは更に 感応層1の厚さ や更にその下流に感応層2があるようなデバイス も想定して計算を拡張してあります。不要な層の厚さは 0 μm にして下さい。



## 使い方: 計算結果の確認

感応層位置で希望のLETに最も近くなるようなEdeg板の組合せを決めます。

RinAI(Ebm)= 4126.0 μm										感応層1入口で		感応層2入口で		感応層1出口		感応層2出口で									
(全sort済)										ED	LET in	Rng in	Device	LET in	Rng in	Device	LET in	Rng in							
AI-Edeg 組合せ (Ptrn文字)										Th0	ΔTh	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	μm	μm	MeV/u	MeV	MeV/u	MeV	μm	μm	MeV/u	MeV	MeV/u	MeV		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0		71.55	2861.8	2.51	2872.45	71.47	2859.0	2.52	2867.45	71.18	2847.4	2.52	2847.45
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0		71.55	2861.9	2.51	2872.5	71.47	2859.0	2.52	2867.5	71.18	2847.4	2.52	2847.5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A	0	5.5	5.5	71.46	2858.3	2.52	2866.3	71.39	2855.4	2.52	2861.3	71.09	2843.8	2.53	2841.3
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.2	4.7	71.38	2855.3	2.52	2861.0	71.31	2852.4	2.52	2856.0	71.02	2840.7	2.53	2836.0
0	2	0	4	5	0	0	0	0	A	0	C	2167.1	2.0	21.57	863.0	5.97	401.8	21.40	856.0	6.00	396.8	20.70	828.0	6.14	376.8
0	2	0	4	0	6	0	0	0	A	0	C	2167.7	0.6	21.55	862.1	5.97	401.1	21.38	855.1	6.00	396.1	20.68	827.1	6.14	376.1
1	2	0	4	5	0	0	0	0	0	0	C	2171.8	4.2	21.39	855.6	6.00	396.5	21.22	848.7	6.04	391.5	20.52	820.7	6.17	371.5
1	2	0	4	0	6	0	0	0	0	0	C	2172.4	0.6	21.37	854.8	6.01	395.9	21.20	847.8	6.04	390.9	20.50	819.9	6.18	370.9
0	0	3	4	5	0	0	0	0	0	0	C	2172.6	0.2	21.36	854.4	6.01	395.7	21.19	847.5	6.04	390.7	20.49	819.5	6.18	370.7
0	0	3	4	0	6	0	0	0	0	0	C	2173.2	0.6	21.34	853.6	6.01	395.1	21.17	846.6	6.05	390.1	20.47	818.7	6.18	370.1



### ① 照射角度を指定します

指定後、計算が終了するまで暫くお待ちください。

### ② 感応層1入口位置での LET値を確認します

表サイズが膨大なので、シートを分割表示にしてスライドさせると良いでしょう。上図では例えば、希望LET = 6.0 にしたい場合を示しています。

※ 条件によっては、必ずしも希望値ピッタリの LET値が見つかるとは限りません。悪しからず。

### ③ Edegの組合せを確認します

希望LET値になる Edeg板の組合せパターンを「メモ」します。

※ 条件によっては、必ずしも希望値ピッタリの組合せがありませんので、その前後も含めて3パターンを「メモ」しておいた方が良いでしょう。

※ オススメは、なるべく #A: 5.48 μm 板をなるべく用いない組み合わせが良いと思います。この板は薄膜ですので、しわがあったりして、厚さの不均一性があるかもしれないので。

### ④a,b 感応層2位置での LETも気にする場合

④a は、感応層2の入口 = 感応層1の出口位置のLET値です。

※ つまり、同じ感応層1でも、入口と出口で②と④aの差がある事に注意してください。

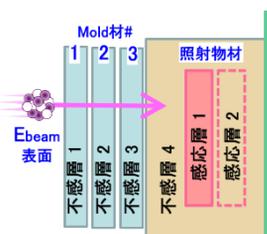
特に感応層1が厚く、照射角度が大きい場合は差が顕著になります。

また、ここで計算しているのは、ビームエネルギー分布の中心点の値です。

実際にはエネルギー分布には幅がありますので、この差による影響は大きくなりますので注意です。

④b は、感応層2の出口位置のLET値です。

また、右隣の残りRangeを参照する事で、ビームがどの深さで停止するかが分かります。



Edeg Deg#	ref)params μm
1	10.20
2	12.80
3	23.80
4	48.59
5	100.24
6	100.80
7	196.39
8	485.95
9	5000
A	5.48
B	975.39
C	2000

実験前の準備ツール: 選んだ Edeg の組合せをメモしておくシート

前シート 1\_ED検討用 で「メモ」した Edeg板の組合せ を、このシートにコピーしておくと便利です。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	Z	AA	AE	AF	AG	AH	AI	AK	AM	AO	AP	AQ
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																															
51																															
52																															
53																															
54																															

使い方: 計算パラメータの指定、結果の確認

このシートは、前シート 1\_ED検討用 と同じ計算を 特定のEdeg組合せについて行います。

2020.01/01 Ar(X01)										非表示: TTY		AE*AD									
② ビーム調整・結果報告										ED		照射角度		感応層1入口で		感応層2					
《本シートの参照パラメータ》										AI-Edeg 組合せ (Ptn文字)		θ		Device		LETin 残Rng in		Device			
WS_head <b>srim40Ar</b>										Th0 ΔTh		°		Si		Si Si		Si			
BeamA <b>40 Ar</b>										μm μm				MeV/u MeV		μm		MeV/u			
① ③										1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C				希望LET~3							
① ③										Mat SRIM Fit WS name						希望LET~3					
① ③										Si srim40Ar_Si		0 2 3 0 5 0 7 8 0 0 0 0		0 度		100.00 μm				5.00	
① ③										Al srim40Ar_Al		0 2 3 0 0 6 7 8 0 0 0 0		0 度		56.71 2268.5		3.00 1928.06		56.63	
① ③										Air srim40Ar_Air		0 2 3 0 0 6 7 8 0 0 0 0		0 度		56.70 2268.0		3.00 1927.41		56.62	
① ③												1 0 3 0 5 0 7 8 0 A 0 0		0 度		56.66 2266.3		3.00 1924.72		56.57	
① ③										Epoxy srim40Ar_Epoxy		0 0 0 4 0 0 0 8 0 0 0 0		45 度		141.42 μm				7.07	
① ③										SiO2 srim40Ar_SiO2		1 2 3 0 0 0 0 8 0 A 0 0		45 度		56.59 2263.5		3.00 1920.58		56.47	
① ③										Kapton srim40Ar_Kapton		0 0 0 4 0 0 0 8 0 A 0 0		45 度		56.52 2260.8		3.00 1916.34		56.40	
① ③										Si srim40Ar_Si		0 0 0 4 0 0 0 8 0 A 0 0		45 度		56.49 2259.4		3.00 1914.29		56.37	
① ③												0 0 3 0 0 6 0 0 0 A 0 0		60 度		200.00 μm				10.00	
① ③										Epoxy 500.00 μm 不感		1 0 3 0 5 0 0 0 0 0 0 0		60 度		56.65 2266.2		3.00 1924.59		56.49	
① ③										SiO2 200.00 μm 不感		1 0 3 0 0 6 0 0 0 0 0 0		60 度		56.58 2263.0		3.00 1919.77		56.41	
① ③										Kapton 0.00 μm 不感		1 0 3 0 0 6 0 0 0 0 0 0		60 度		56.56 2262.6		3.00 1919.12		56.40	
① ③												0 2 0 4 5 6 7 0 0 0 0 0 C		0 度		100.00 μm				5.00	
① ③										Si 100.00 μm 不感		1 0 0 4 5 6 7 0 0 A 0 C		0 度		5.87 234.8		12.83 66.24		5.50	
① ③										Si 5.00 μm 感応1		0 2 0 4 5 6 7 0 0 A 0 C		0 度		5.62 224.8		13.08 62.83		5.23	
① ③												0 2 0 4 5 6 7 0 0 A 0 C		0 度		5.38 215.2		13.34 59.75		4.99	
① ③										Si 20.00 μm 感応2		0 2 0 4 5 0 0 0 0 A 0 C		45 度		141.42 μm				7.07	
① ③												0 2 0 4 0 6 0 0 0 A 0 C		45 度		5.80 231.8		12.90 65.22		5.25	
① ③										ExpR 3330.0 μm		1 2 0 4 5 0 0 0 0 0 0 C		45 度		5.75 229.9		12.95 64.56		5.20	
① ③												1 2 0 4 5 0 0 0 0 0 0 C		45 度		5.38 215.3		13.33 59.80		4.83	
① ③										Air1 145.0 mm		0 2 0 4 5 0 0 0 0 A B 0		60 度		200.00 μm				10.00	
① ③										Air2 200.0 mm		1 2 3 4 0 0 7 8 0 A B 0		60 度		5.85 234.2		12.84 66.01		5.09	
① ③										気温 27.0 °C		1 2 3 4 5 6 0 8 0 A B 0		60 度		5.44 217.7		13.27 60.57		4.65	
① ③										気圧 1007.0 hPa		0 0 0 0 5 0 7 8 0 A B 0		60 度		5.42 217.0		13.29 60.34		4.63	

①、② 計算パラメータの指定

前シート 1\_ED検討用 と同じ値をコピーしておきます。  
但し ②照射角度 は、右側の表中に記載してください。

③ Edeg組合せの記入算

前シート 1\_ED検討用 で「メモ」しておいた Edeg組合せのパターン文字列を「値をコピー」でここにコピーしておきます。  
このパターンを元に、その右側に 1\_ED検討用 シートと全く同じ計算をします。

※ 表中第2行に、「非表示」としてある列名が書いてあります。  
「列を再表示」とすると、これらが再表示され、1\_ED検討用シート と全く同じ計算をしている事がわかります。

※ 必要に応じて、この整理表を拡張してください。  
上例は、感応層1のLET値を同じにするような照射角度が異なる組合せ という分類で整理した表です。