

ここで示している例では6cm以降2cm 間隔になっているが、すべての深さにおいて1cm 間隔で実施した方が、一部に測定誤差を持っている場合にも、より頑健である。

すべてのデータが埋まれば、このステップは終了、次のステップに移る。

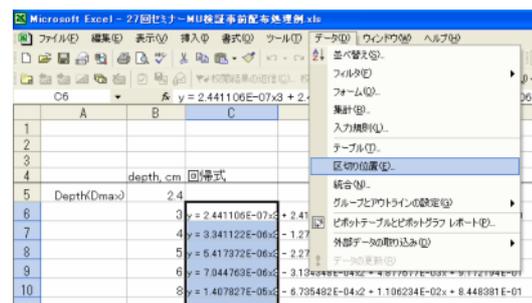
	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3						
4		depth_cm	回帰式			
5	Depth(Dmax)	2.4				
6		3	$y = 2.441106E-07x^3 + 2.417260E-05x^2 - 9.327681E-04x + 1.002064E+00$			
7		4	$y = 3.341122E-06x^3 - 1.278948E-04x^2 + 1.358040E-03x + 9.774162E-01$			
8		5	$y = 5.417372E-06x^3 - 2.273395E-04x^2 + 3.263745E-03x + 9.462099E-01$			
9		6	$y = 7.044763E-06x^3 - 3.134348E-04x^2 + 4.877677E-03x + 9.172194E-01$			
10		8	$y = 1.407827E-05x^3 - 6.735482E-04x^2 + 1.106234E-02x + 8.448381E-01$			
11		10	$y = 1.240861E-05x^3 - 6.458324E-04x^2 + 1.224382E-02x + 7.872686E-01$			
12		12	$y = 1.525553E-05x^3 - 8.000236E-04x^2 + 1.523199E-02x + 7.280860E-01$			
13		14	$y = 1.540597E-05x^3 - 8.320143E-04x^2 + 1.660566E-02x + 6.750003E-01$			
14		16	$y = 1.400491E-05x^3 - 8.160152E-04x^2 + 1.734766E-02x + 6.261700E-01$			
15		18	$y = 1.411181E-05x^3 - 8.090815E-04x^2 + 1.757631E-02x + 5.817381E-01$			
16		20	$y = 1.204556E-05x^3 - 7.462529E-04x^2 + 1.751401E-02x + 5.389056E-01$			
17		22	$y = 1.250697E-05x^3 - 7.596123E-04x^2 + 1.777794E-02x + 5.008129E-01$			
18		24	$y = 7.438900E-06x^3 - 5.493715E-04x^2 + 1.537613E-02x + 4.717968E-01$			
19		26	$y = 8.532429E-06x^3 - 6.016061E-04x^2 + 1.617937E-02x + 4.356318E-01$			
20		28	$y = 6.104387E-06x^3 - 4.740308E-04x^2 + 1.430182E-02x + 4.100044E-01$			
21						

回帰式を一括して分割する作業方法を説明する。

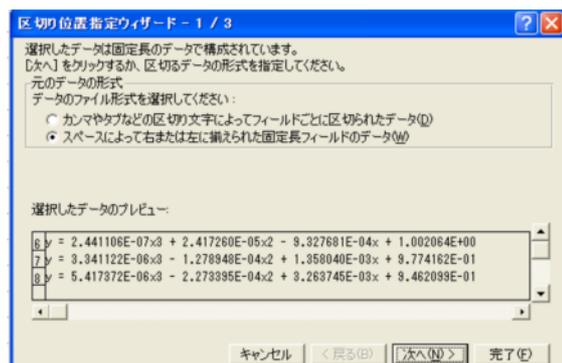
貼り付け作業が終了した“多項式回帰”のワークシート上の全ての回帰式を選択する。

	A	B	C	D	E	F
2						
3						
4		depth_cm	回帰式			
5	Depth(Dmax)	2.4				
6		3	$y = 2.441106E-07x^3 + 2.417260E-05x^2 - 9.327681E-04x + 1.002064E+00$			
7		4	$y = 3.341122E-06x^3 - 1.278948E-04x^2 + 1.358040E-03x + 9.774162E-01$			
8		5	$y = 5.417372E-06x^3 - 2.273395E-04x^2 + 3.263745E-03x + 9.462099E-01$			
9		6	$y = 7.044763E-06x^3 - 3.134348E-04x^2 + 4.877677E-03x + 9.172194E-01$			
10		8	$y = 1.407827E-05x^3 - 6.735482E-04x^2 + 1.106234E-02x + 8.448381E-01$			
11		10	$y = 1.240861E-05x^3 - 6.458324E-04x^2 + 1.224382E-02x + 7.872686E-01$			
12		12	$y = 1.525553E-05x^3 - 8.000236E-04x^2 + 1.523199E-02x + 7.280860E-01$			
13		14	$y = 1.540597E-05x^3 - 8.320143E-04x^2 + 1.660566E-02x + 6.750003E-01$			
14		16	$y = 1.400491E-05x^3 - 8.160152E-04x^2 + 1.734766E-02x + 6.261700E-01$			
15		18	$y = 1.411181E-05x^3 - 8.090815E-04x^2 + 1.757631E-02x + 5.817381E-01$			
16		20	$y = 1.204556E-05x^3 - 7.462529E-04x^2 + 1.751401E-02x + 5.389056E-01$			
17		22	$y = 1.250697E-05x^3 - 7.596123E-04x^2 + 1.777794E-02x + 5.008129E-01$			
18		24	$y = 7.438900E-06x^3 - 5.493715E-04x^2 + 1.537613E-02x + 4.717968E-01$			
19		26	$y = 8.532429E-06x^3 - 6.016061E-04x^2 + 1.617937E-02x + 4.356318E-01$			
20		28	$y = 6.104387E-06x^3 - 4.740308E-04x^2 + 1.430182E-02x + 4.100044E-01$			
21						

“データ”バーから、区切り位置を選択する。



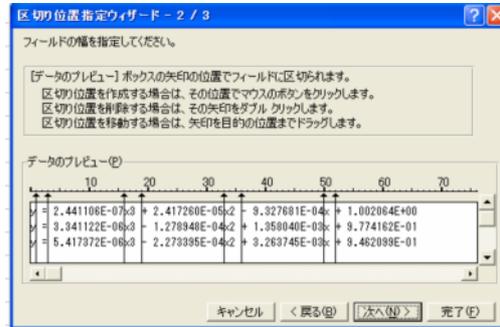
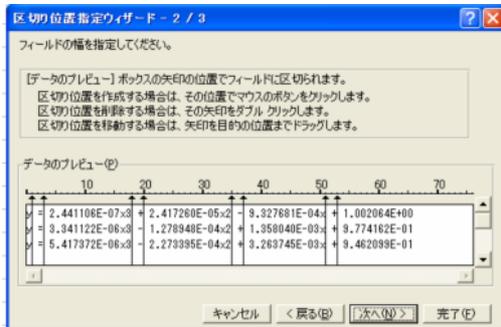
区切り位置指定ウィザードのウィンドウが表示される、「スペースによって右または左に揃えられた固定長フィールドのデータ(W)」を指定し、次に進む。



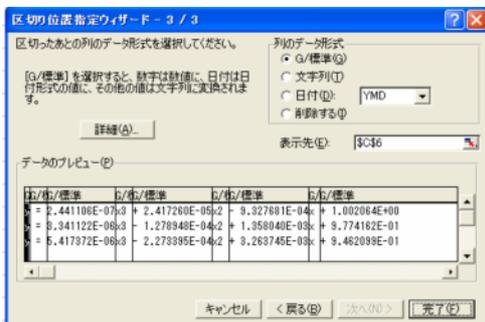
区切り位置を設定するウィンドウが表示されるので、「x」を切り離し±の符号を含める形で区切り位置を変更する。区切り位置の移動は矢印を目的の位置までドラッグする。

変更前

変更後



データ形式を指定するウィンドウに表示されるが、そのまま完了をクリック。



指定した位置で数式が分割された

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2									
3									
4		depth(cm)	回帰式						
5	Depth(Dmax)	2.4		=	2.44E-07	x0	2.42E-05	x2	-9.33E-04
6	3	y	=		3.34E-06	x0	-1.28E-04	x2	1.38E-03
7	4	y	=		5.42E-06	x0	-2.27E-04	x2	3.28E-03
8	5	y	=		7.04E-06	x0	-3.13E-04	x2	4.88E-03
9	6	y	=		1.41E-05	x0	-8.74E-04	x2	1.11E-02
10	8	y	=		1.24E-05	x0	-8.48E-04	x2	1.22E-02
11	10	y	=		1.53E-05	x0	-8.00E-04	x2	1.52E-02
12	12	y	=		1.54E-05	x0	-8.32E-04	x2	1.68E-02
13	14	y	=		1.40E-05	x0	-8.18E-04	x2	1.73E-02
14	16	y	=		1.41E-05	x0	-8.09E-04	x2	1.78E-02
15	18	y	=		1.20E-05	x0	-7.49E-04	x2	1.75E-02
16	20	y	=		1.25E-05	x0	-7.60E-04	x2	1.78E-02
17	22	y	=		7.44E-06	x0	-5.49E-04	x2	1.54E-02
18	24	y	=		8.53E-06	x0	-6.02E-04	x2	1.62E-02
19	26	y	=		6.10E-06	x0	-4.74E-04	x2	1.43E-02
20	28	y	=						
21									

ここで不必要な”y”や”=”を削除するために、”列 C,D” を指定し右クリックで削除を選択する。同様に数字のみが残るように”x3” ”x2” ”x”の列も削除する。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2									
3									
4		depth(cm)	回帰式						
5	Depth(Dmax)	2.4							
6	3	y	=		2.44E-07	x0	2.42E-05	x2	-9.33E-04
7	4	y	=		3.34E-06	x0	-1.28E-04	x2	1.38E-03
8	5	y	=		5.42E-06	x0	-2.27E-04	x2	3.28E-03
9	6	y	=		7.04E-06	x0	-3.13E-04	x2	4.88E-03
10	8	y	=		1.41E-05	x0	-8.74E-04	x2	1.11E-02
11	10	y	=		1.24E-05	x0	-8.48E-04	x2	1.22E-02
12	12	y	=		1.53E-05	x0	-8.00E-04	x2	1.52E-02
13	14	y	=		1.54E-05	x0	-8.32E-04	x2	1.68E-02
14	16	y	=		1.40E-05	x0	-8.18E-04	x2	1.73E-02
15	18	y	=		1.41E-05	x0	-8.09E-04	x2	1.78E-02
16	20	y	=		1.20E-05	x0	-7.49E-04	x2	1.75E-02
17	22	y	=		1.25E-05	x0	-7.60E-04	x2	1.78E-02
18	24	y	=		7.44E-06	x0	-5.49E-04	x2	1.54E-02
19	26	y	=		8.53E-06	x0	-6.02E-04	x2	1.62E-02
20	28	y	=		6.10E-06	x0	-4.74E-04	x2	1.43E-02
21									

次に 各列の数値の上のセルに “3次” “2次” “1次” “定数”と入力する .

	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3						
4		depth, cm	3次	2次	1次	定数
5	Depth(Dmax)	2.4				
6		3	2.41E-07	2.42E-05	-9.33E-04	1.00E+00
7		4	3.34E-06	-1.28E-04	1.36E-03	9.77E-01
8		5	5.42E-06	-2.27E-04	3.26E-03	9.49E-01
9		6	7.04E-06	-3.13E-04	4.88E-03	9.17E-01
10		8	1.41E-05	-6.74E-04	1.11E-02	8.45E-01
11		10	1.24E-05	-6.48E-04	1.22E-02	7.87E-01
12		12	1.53E-05	-8.00E-04	1.52E-02	7.28E-01
13		14	1.54E-05	-8.32E-04	1.66E-02	6.75E-01
14		16	1.40E-05	-8.18E-04	1.73E-02	6.26E-01
15		18	1.41E-05	-8.08E-04	1.76E-02	5.82E-01
16		20	1.20E-05	-7.48E-04	1.75E-02	5.39E-01
17		22	1.25E-05	-7.60E-04	1.78E-02	5.01E-01
18		24	7.44E-06	-5.49E-04	1.54E-02	4.72E-01
19		26	8.53E-06	-6.02E-04	1.62E-02	4.38E-01
20		28	8.10E-06	-4.74E-04	1.43E-02	4.10E-01
21						
22						

つぎにTMRの基準深の深さ(ここでは2.4cm)のところに、次数の部分は“0” 定数は“1” を入力する .

	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3						
4		depth, cm	3次	2次	1次	定数
5	Depth(Dmax)	2.4	0	0	0	1
6		3	2.41E-07	2.42E-05	-9.33E-04	1.00E+00
7		4	3.34E-06	-1.28E-04	1.36E-03	9.77E-01
8		5	5.42E-06	-2.27E-04	3.26E-03	9.49E-01
9		6	7.04E-06	-3.13E-04	4.88E-03	9.17E-01
10		8	1.41E-05	-6.74E-04	1.11E-02	8.45E-01
11		10	1.24E-05	-6.48E-04	1.22E-02	7.87E-01
12		12	1.53E-05	-8.00E-04	1.52E-02	7.28E-01
13		14	1.54E-05	-8.32E-04	1.66E-02	6.75E-01
14		16	1.40E-05	-8.18E-04	1.73E-02	6.26E-01
15		18	1.41E-05	-8.08E-04	1.76E-02	5.82E-01
16		20	1.20E-05	-7.48E-04	1.75E-02	5.39E-01
17		22	1.25E-05	-7.60E-04	1.78E-02	5.01E-01
18		24	7.44E-06	-5.49E-04	1.54E-02	4.72E-01
19		26	8.53E-06	-6.02E-04	1.62E-02	4.38E-01
20		28	8.10E-06	-4.74E-04	1.43E-02	4.10E-01
21						
22						

数字の桁数が気になる場合はすべての数値のセルを選択し、右クリックでセルの書式設定で、表示形式を選択、指数の6桁に変更する . ただしこの作業は必須ではなく、数値が正しいか確認のために、おこなうものである .

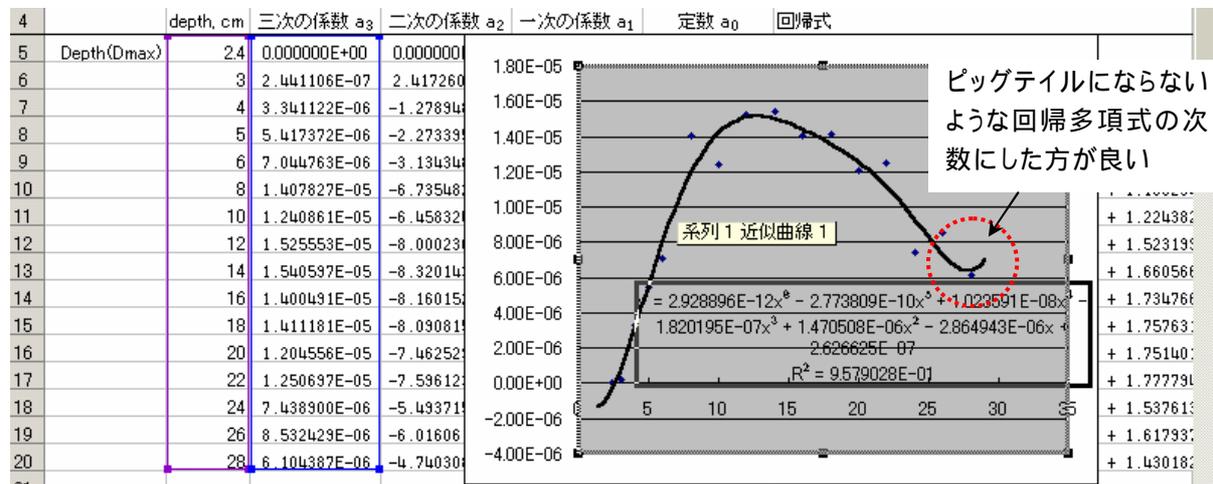
数値の確認が済んだ後は、2桁に戻した方が次の作業がしやすい .

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2											
3											
4		depth, cm	3次	2次	1次	定数					
5	Depth(Dmax)	2.4	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	1.000000E+00					
6		3	2.441106E-07	2.417260E-05	-9.327681E-04	1.002064E+00					
7		4	3.341122E-06	-1.278948E-04	1.358040E-03	9.774162E-01					
8		5	5.417372E-06	-2.273395E-04	3.263745E-03	9.462099E-01					
9		6	7.044763E-06	-3.134348E-04	4.877677E-03	9.172194E-01					
10		8	1.407827E-05	-6.735482E-04	1.106234E-02	8.448381E-01					
11		10	1.240861E-05	-6.458324E-04	1.224382E-02	7.872686E-01					
12		12	1.525533E-05	-8.000236E-04	1.523199E-02	7.280860E-01					
13		14	1.540597E-05	-8.320143E-04	1.660568E-02	6.750003E-01					
14		16	1.400491E-05	-8.160152E-04	1.734766E-02	6.261700E-01					
15		18	1.411181E-05	-8.090815E-04	1.757631E-02	5.817381E-01					
16		20	1.204556E-05	-7.462529E-04	1.751401E-02	5.389056E-01					
17		22	1.250697E-05	-7.596123E-04	1.777794E-02	5.008129E-01					
18		24	7.438900E-06	-5.493715E-04	1.537613E-02	4.717968E-01					
19		26	8.532429E-06	-6.016061E-04	1.617937E-02	4.356318E-01					
20		28	8.104387E-06	-4.740308E-04	1.430182E-02	4.100044E-01					
21											
22											

Step.4に進もう .

Step.4 3次多項式の各項の値を深さに対して回帰する

Step.2 を参考に、3次の係数と深さの関係を示すグラフを作成する。この時グラフのタイトルを付けることで、後で何のグラフが迷わずに済む。ここでは6次の回帰多項式で近似し、数式を6桁で表示させる。ここで6次の近似式は下図に示すようにビッグテイルになってしまった。この場合は次数を変更した方がよい。次数を落とし5次の回帰多項式を作成してみよう。

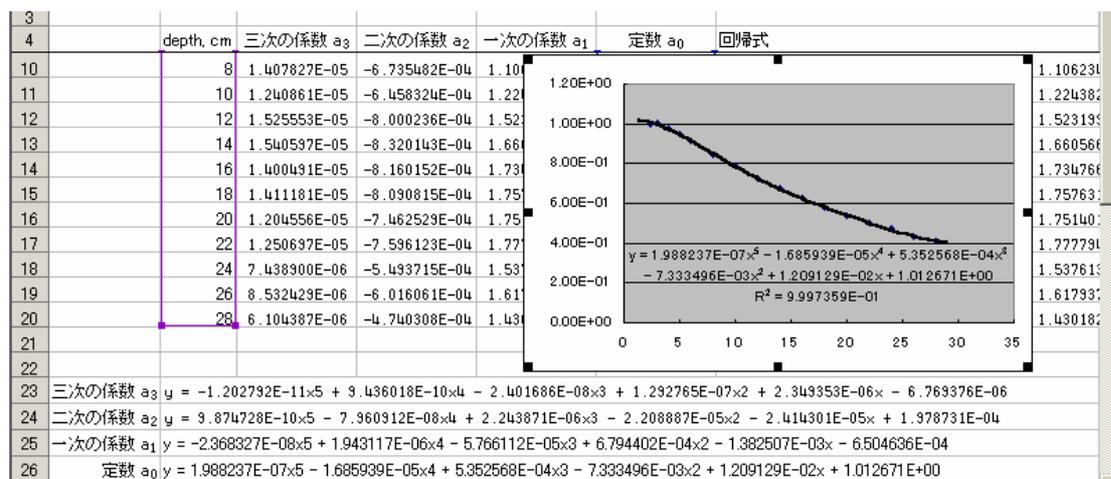
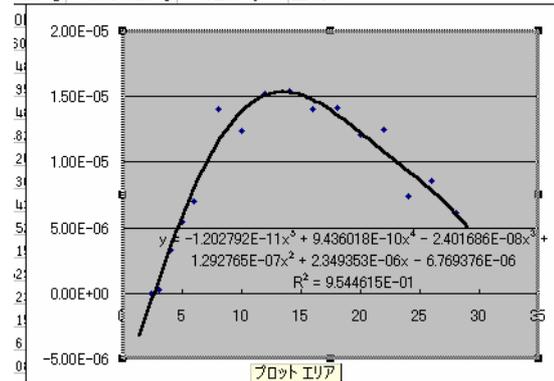


5次の回帰多項式では近似曲線の両端(前方および後方補外部)が直線的であり、これを採用する。

グラフ上の回帰式を“コピー”、表の下にある“三次の係数 a₃”項目の横のセルに“貼り付け”。

2次・1次・定数 についても、同じ方法で処理をする。

注) 3~1次の回帰は多少フィティングが悪くても良いが、定数の回帰はフィティングが良いことが重要。



以下ここで示す例では、すべて5次の回帰多項式を採用しているが、1~3次の係数および定数が同じ次数である必要はなく、回帰多項式を作成する際に次数を変化させ、回帰曲線の形状と相関係数 (R²) から最適と思われるものを選択する。

Step.5 回帰 TMR を完成させる

ここからは実際の回帰計算式を作成する。ワークシート“多項式回帰”の3次の係数の回帰式を“コピー”

18		24	7.438900E-06	-5.493715E-04	1.531	2.00E-01	-7.333496E-03x ² + 1.209129E-02x + 1.012671E+00	1.537613
19		26	8.532429E-06	-6.016061E-04	1.611	0.00E+00	R ² = 9.997359E-01	1.617937
20		28	6.104387E-06	-4.740308E-04	1.431			1.430182
21								
22								
23	三次の係数 a ₃	y =	-1.202792E-11x ⁵ + 9.436018E-10x ⁴ - 2.401686E-08x ³ + 1.292765E-07x ² + 2.349353E-06x - 6.769376E-06					
24	二次の係数 a ₂	y =	9.874728E-10x ⁵ - 7.960912E-08x ⁴ + 2.243871E-06x ³ - 2.208887E-05x ² - 2.414301E-05x + 1.978731E-04					
25	一次の係数 a ₁	y =	-2.368327E-08x ⁵ + 1.943117E-06x ⁴ - 5.766112E-05x ³ + 6.794402E-04x ² - 1.382507E-03x - 6.504636E-04					
26	定数 a ₀	y =	1.988237E-07x ⁵ - 1.685939E-05x ⁴ + 5.352568E-04x ³ - 7.333496E-03x ² + 1.209129E-02x + 1.012671E+00					
27								

ワークシート“回帰 TMR”を開き、半径:2.2444cm と 深さ:2.4cm に対応するセル(この例では C11) に、3 次係数の回帰式を貼り付ける。

先頭の y=を残しておくことにより文字列と認識され、間違った操作によるトラブルを防止できる。

	C11	y = -1.202792E-11x ⁵ + 9.436018E-10x ⁴ - 2.401686E-08x ³ + 1.292765E-07x ² + 2.349353E-06x - 6.769376E-06										
1		(PR) 回帰TMR										
2												
3												
4												
5												
6	計算式の基本形	TPR(d,r) = a₃(d)r³ + a₂(d)r² + a₁(d)r + a₀(d)										
7												
8												
9	辺cm	4	6	8	10	12	15	20	25	30	35	40
10	半径cm	2.2444	3.3666	4.4888	5.611	6.7332	8.4165	11.222	14.028	16.833	19.639	22.444
11	2.4	y = -1.202792E-11x ⁵ + 9.436018E-10x ⁴ - 2.401686E-08x ³ + 1.292765E-07x ² + 2.349353E-06x - 6.769376E-06										
12	2.5											
13	2.6											
14	2.7											
15	2.8											
16	2.9											
17	3											
18	3.1											

この式で、y = a₃、x = 深さ(cm) であるので、x を “ *\$B11^ ” に変える。

“B11” は、深さ 2.4cm のセルを指定したもので、B の前の“\$”はセルコピーを実行した時、列 B のセル指定は固定させることを意味する。

11 の後ろの“ ^ ”は、^ の後ろの数字が指数であることを示している。両者の比較を下記する。

* コピーした式

$$y = -1.202792E-11x^5 + 9.436018E-10x^4 - 2.401686E-08x^3 + 1.292765E-07x^2 + 2.349353E-06x$$

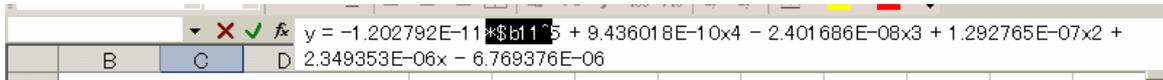
* Excel の計算式

$$(a_3 =) -1.202792E-11 * \$B11^5 + 9.436018E-10 * \$B11^4 - 2.401686E-08 * \$B11^3 + 1.292765E-07 * \$B11^2 - 2.349353E-06 * \$B11 - 6.769376E-06$$

となる。では実際に作業を進めてみよう。

f_x 上でXの部分に、 $* \$ B11^{\wedge}$ を入力する(入れ替える)。その後は、 $* \$ B11^{\wedge}$ を選択してコピー、次のXの部分に貼り付けていく。

ここでも、“コピー” “貼り付け” を繰り返すことが重要。1次はコピー後、 \wedge を削除することを忘れずに



y=以下の式を \square で囲む。次に r^3 (r = 半径)を入力する。

r に対応するセルは、C10なので、続きに $* C\$10^{\wedge}3 + ($ を入力する。

前ページでも説明したが、“\$” はコピーする際、10の行は固定するという命令で

“^” は指数を示している、 $+ ($ は、次の計算式をコピーする準備である。

計算式の基本形		$TPR(d,r) = a_3(d)r^3 + a_2(d)r^2 + a_1(d)r + a_0(d)$											
9	辺cm	4	6	8	10	12	15	20	25	30	35	40	
10	半径cm	2.2444	3.3666	4.4888	5.611	6.7332	8.4165	11.222	14.028	16.833	19.639	22.444	
11		2.4	$* C\$10^{\wedge}3 + ($										

これで3次の入力終了。

注)入力項目が多いので入力は慎重に、ミスをしたとしても原因を発見するのが難しい。

つづいて、2次係数の回帰式に移る。

ワークシート“多項式回帰”を開き、2次係数の回帰式、y= 以下を選択し、“コピー”

depth, cm	三次の係数 a_3	二次の係数 a_2	一次の係数 a_1	定数 a_0	回帰式
10	1.407827E-05	-6.735482E-04	1.10		1.106230
11	1.240861E-05	-6.458324E-04	1.22		1.224382
12	1.525553E-05	-8.000236E-04	1.52		1.319
13	1.540537E-05	-8.320143E-04	1.66		1.660566
14	1.400431E-05	-8.160152E-04	1.73		1.734766
15	1.411181E-05	-8.090815E-04	1.75		1.75763
16	1.204556E-05	-7.462529E-04	1.75		1.75140
17	1.250637E-05	-7.536123E-04	1.77		1.777791
18	7.438900E-06	-5.493715E-04	1.53		1.537613
19	8.532423E-06	-6.016061E-04	1.61		1.617937
20	6.104387E-06	-4.740308E-04	1.43		1.430182

23	三次の係数 a_3	$y = -1.202792E-11x5 + 9.436018E-10x4 - 2.401686E-08x3 + 1.292765E-07x2 + 2.349353E-06x - 6.769376E-06$
24	二次の係数 a_2	$y = 9.874$
25	一次の係数 a_1	$y = -2.368327E-08x5 + 1.943117E-06x4 - 5.766112E-05x3 + 6.794402E-04x2 - 1.382507E-03x - 6.504636E-04$
26	定数 a_0	$y = 1.988237E-07x5 - 1.685939E-05x4 + 5.352568E-04x3 - 7.333496E-03x2 + 1.209129E-02x + 1.012671E+00$

ワークシート“回帰 TMR”の、先ほどまで入力した式の続きに“貼り付け”

C11			$y = (-1.202792E-11 * b1^5 + 9.436018E-10 * b1^4 - 2.401686E-08 * b1^3 + 1.292765E-07 * b1^2 + 2.349353E-06 * b1 - 6.769376E-06) * c10^3 + (9.874728E-10 * b1^5 - 7.960912E-08 * b1^4 + 2.243871E-06 * b1^3 - 2.208887E-05 * b1^2 - 2.414301E-05 * b1 + 1.978731E-04)$
1	(PR) 回帰T		04

後は3次の項と同じように、xを $* \$ B 1 1 ^ \wedge$ に置き換える。置き換えが終了したところで、 r^2 (r = 半径)を入力する。3次の係数と同様に、 r に対応するセルはC10なので、続きに $* C \$ 1 0 ^ \wedge 2 + ($ を入力する。

1次係数・定数 についても、同様の手順で計算式を作成していく。

			$y = (-1.202792E-11 * b1^5 + 9.436018E-10 * b1^4 - 2.401686E-08 * b1^3 + 1.292765E-07 * b1^2 + 2.349353E-06 * b1 - 6.769376E-06) * c10^3 + (9.874728E-10 * b1^5 - 7.960912E-08 * b1^4 + 2.243871E-06 * b1^3 - 2.208887E-05 * b1^2 - 2.414301E-05 * b1 + 1.978731E-04) * c10^2 + (-2.368327E-08 * b1^5 + 1.943117E-06 * b1^4 - 5.766112E-05 * b1^3 + 6.794402E-04 * b1^2 - 1.382507E-03 * b1 - 6.504636E-04) * c10 + (1.988237E-07 * b1^5 - 1.685939E-05 * b1^4 + 5.352568E-04 * b1^3 - 7.333496E-03 * b1^2 + 1.209129E-02 * b1 + 1.012671E+00)$
1	(PR) 回帰T		
2			
3			
4			
5			

全ての入力が終了後、式の先頭にある、 y を削除することで、計算式と認識される。

注) y を削除する前に、もう一度入力項目を確認。

指数のないところに $^ \wedge$ が入力されていないか。 () の指定は良いか。 $\$$ マークの位置は？

入力項目の確認作業終了後、 y を削除すると、Excel の認識が文字列から計算式に変わる。

指定されたセルが枠で囲まれ、計算式内のセル指定項目の色が変わる、計算式になった証拠である。

IF			$=(-1.202792E-11 * b1^5 + 9.436018E-10 * b1^4 - 2.401686E-08 * b1^3 + 1.292765E-07 * b1^2 + 2.349353E-06 * b1 - 6.769376E-06) * c10^3 + (9.874728E-10 * b1^5 - 7.960912E-08 * b1^4 + 2.243871E-06 * b1^3 - 2.208887E-05 * b1^2 - 2.414301E-05 * b1 + 1.978731E-04) * c10^2 + (-2.368327E-08 * b1^5 + 1.943117E-06 * b1^4 - 5.766112E-05 * b1^3 + 6.794402E-04 * b1^2 - 1.382507E-03 * b1 - 6.504636E-04) * c10 + (1.988237E-07 * b1^5 - 1.685939E-05 * b1^4 + 5.352568E-04 * b1^3 - 7.333496E-03 * b1^2 + 1.209129E-02 * b1 + 1.012671E+00)$										
1	(PR) 回帰T												
2													
3													
4													
5													
6	計算式の基本形	$TPR(d,r) = a_3(d)r^3 + a_2(d)r^2 + a_1(d)r + a_0(d)$											
7													
8													
9	辺cm	4	6	8	10	12	15	20	25	30	35	40	
10	半径cm	2.2444	3.3666	4.4888	5.611	6.7332	8.4165	11.222	14.028	16.833	19.639	22.444	
11		2.4	$=(-1.202$										
12		2.5											

後は簡単、計算式を入力したセルの角にマウスのカーソルを持っていき、マウスの左ボタンを押しながら、表の全範囲にのぼしてあげれば、回帰 TMR 表の完成である。

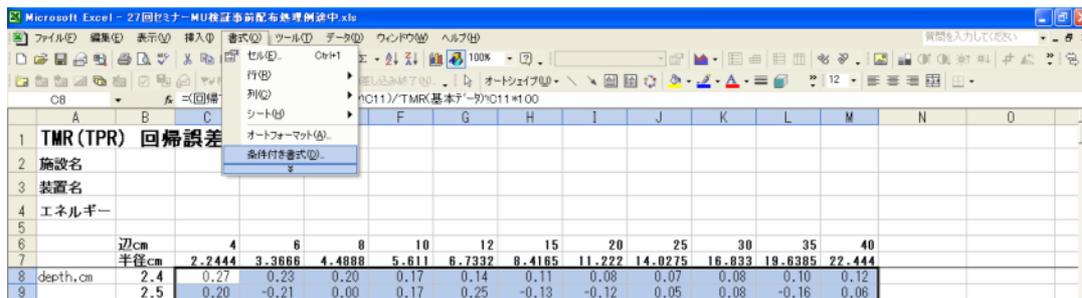
7												
8												
9	辺cm	4	6	8	10	12	15	20	25	30	35	40
10	半径cm	2.2444	3.3666	4.4888	5.611	6.7332	8.4165	11.222	14.028	16.833	19.639	22.444
280	29.3	0.4126	0.4262	0.4388	0.4502	0.4607	0.4747	0.4941	0.5093	0.5213	0.5312	0.5398
281	29.4	0.4102	0.4239	0.4364	0.4480	0.4585	0.4725	0.4920	0.5072	0.5193	0.5293	0.5381
282	29.5	0.4077	0.4214	0.4341	0.4456	0.4562	0.4703	0.4898	0.5051	0.5173	0.5274	0.5364
283	29.6	0.4051	0.4190	0.4317	0.4433	0.4539	0.4680	0.4876	0.5029	0.5152	0.5254	0.5347
284	29.7	0.4025	0.4164	0.4292	0.4408	0.4515	0.4657	0.4853	0.5007	0.5131	0.5235	0.5330
285	29.8	0.3998	0.4138	0.4266	0.4384	0.4491	0.4633	0.4830	0.4985	0.5110	0.5215	0.5313
286	29.9	0.3970	0.4111	0.4240	0.4358	0.4466	0.4609	0.4807	0.4962	0.5088	0.5195	0.5295
287												

続いて、誤差範囲をわかりやすくするために、回帰誤差が目標数値外になっているセルの色を変える設定をしよう。

回帰誤差の範囲を選択する。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	TMR (TPR) 回帰誤差%													
2	施設名													
3	装置名													
4	エネルギー													
5														
6	辺cm	4	6	8	10	12	15	20	25	30	35	40		
7	半径cm	2.2444	3.3666	4.4888	5.6111	6.7332	8.4165	11.222	14.0275	16.833	19.6385	22.444		
8	depth,cm	2.4	0.27	0.23	0.20	0.17	0.14	0.11	0.08	0.07	0.08	0.10	0.12	
9		2.5	0.20	-0.21	0.00	0.17	0.25	-0.13	-0.12	0.05	0.08	-0.16	0.06	
10		2.6	0.02	-0.11	0.03	0.10	-0.17	-0.17	-0.02	-0.11	-0.14	-0.12	-0.07	
11		2.7	-0.26	-0.40	-0.18	0.00	-0.09	-0.59	-0.25	-0.23	-0.16	-0.13	-0.15	
12		2.8	-0.26	-0.40	-0.35	-0.29	-0.56	-0.39	-0.22	-0.15	0.01	-0.18	-0.18	
13		2.9	-0.45	-0.51	-0.46	-0.31	-0.13	-1.02	-0.14	-0.22	-0.11	-0.14	0.00	
14		3.0	-0.28	-0.33	-0.26	-0.29	-0.31	0.07	0.00	-0.15	-0.02	-0.21	-0.11	
15		3.1	-0.46	-0.37	-0.19	-0.29	-0.24	-0.28	0.03	-0.15	-0.13	-0.26	-0.05	
16		3.2	-0.17	-0.64	-0.34	-0.24	-0.15	-0.54	-0.20	-0.28	-0.16	-0.27	-0.13	
17		3.3	-0.33	-0.32	-0.51	-0.48	-0.48	-0.35	-0.09	-0.20	-0.09	-0.18	-0.20	
18		3.4	-0.23	-0.63	-0.32	-0.46	-0.41	-0.62	0.03	-0.19	-0.11	-0.21	-0.13	
19		3.5	-0.10	-0.39	-0.49	-0.45	-0.09	-0.23	-0.12	-0.25	-0.14	-0.23	-0.07	
20		3.6	-0.45	-0.57	-0.20	-0.42	-0.12	-0.52	-0.19	-0.27	-0.17	-0.34	-0.12	
21		3.7	-0.06	-0.31	-0.39	-0.08	0.02	-0.28	-0.08	-0.28	-0.11	-0.18	0.00	
22		3.8	0.00	-0.55	-0.39	-0.37	-0.09	-0.23	-0.10	-0.14	-0.10	-0.21	-0.02	
23		3.9	0.08	-0.32	-0.32	-0.06	-0.04	-0.35	-0.06	-0.15	-0.06	-0.29	-0.07	
24		4.0	0.09	-0.49	-0.13	-0.15	0.13	-0.42	-0.03	-0.08	-0.06	-0.16	0.05	
25		4.1	0.03	-0.10	-0.21	0.11	-0.07	-0.19	0.00	-0.12	-0.02	-0.24	0.06	
26		4.2	0.21	-0.34	0.12	0.06	0.34	-0.20	0.04	-0.13	-0.05	-0.04	0.07	
27		4.3	0.14	0.05	-0.14	0.10	0.00	0.00	0.06	0.00	0.04	-0.12	0.02	
28		4.4	0.20	-0.32	0.08	0.03	0.16	-0.32	0.04	-0.18	-0.13	-0.11	0.10	
29		4.5	0.54	0.12	-0.26	-0.39	-0.07	-0.40	0.00	-0.13	-0.14	-0.21	0.11	

書式バーから“条件付き書式”を選択。



下図に示すように「セルの選択」「次の値の間以外」「-0.5」「0.5」を選択および入力する。ウィンドウ内の”書式(F)”スイッチを押す。



パターンを選択、セルの網かけで“赤”をクリック(他の色でもかまわない)。OKスイッチを押して元のウィンドウが表示される。



OK でこのウィンドウを閉じると、-0.5 から+0.5 の範囲外の数値のセルが赤色になる。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	TMR (TPR) 回帰誤差%													
2	施設名													
3	装置名													
4	エネルギー													
5														
6		辺cm	4	6	8	10	12	15	20	25	30	35	40	
7		半径cm	2.2444	3.3666	4.4888	5.611	6.7332	8.4165	11.222	14.0275	16.833	19.6385	22.444	
8	depth, cm	2.4	0.27	0.23	0.20	0.17	0.14	0.11	0.08	0.07	0.08	0.10	0.12	
9		2.5	0.20	-0.21	0.00	0.17	0.25	-0.13	-0.12	0.05	0.08	-0.16	0.06	
10		2.6	0.02	-0.11	0.03	0.10	-0.17	-0.17	-0.02	-0.11	-0.14	-0.12	-0.07	
11		2.7	-0.26	-0.40	-0.18	0.00	-0.09	-0.50	-0.25	-0.23	-0.16	-0.13	-0.15	
12		2.8	-0.26	-0.40	-0.35	-0.29	-0.58	-0.39	-0.22	-0.15	0.01	-0.18	-0.18	
13		2.9	-0.45	-0.51	-0.46	-0.31	-0.13	-1.02	-0.14	-0.22	-0.11	-0.14	0.00	
14		3.0	-0.28	-0.33	-0.26	-0.29	-0.31	0.07	0.00	-0.15	-0.02	-0.21	-0.11	
15		3.1	-0.46	-0.37	-0.19	-0.29	-0.24	-0.28	0.03	-0.15	-0.13	-0.26	-0.05	
16		3.2	-0.17	-0.64	-0.34	-0.24	-0.15	-0.54	-0.20	-0.28	-0.16	-0.27	-0.13	
17		3.3	-0.33	-0.32	-0.51	-0.48	-0.46	-0.35	-0.09	-0.20	-0.09	-0.18	-0.20	
18		3.4	-0.23	-0.63	-0.32	-0.46	-0.41	-0.62	0.03	-0.19	-0.11	-0.21	-0.13	
19		3.5	-0.10	-0.39	-0.49	-0.45	-0.09	-0.23	-0.12	-0.25	-0.14	-0.23	-0.07	
20		3.6	-0.45	-0.57	-0.20	-0.42	-0.12	-0.52	-0.19	-0.27	-0.17	-0.34	-0.12	
21		3.7	-0.06	-0.31	-0.39	-0.08	0.02	-0.28	-0.08	-0.28	-0.11	-0.18	0.00	
22		3.8	0.00	-0.55	-0.39	-0.37	-0.09	-0.23	-0.10	-0.14	-0.10	-0.21	-0.02	
23		3.9	0.08	-0.32	-0.32	-0.06	-0.04	-0.35	-0.06	-0.15	-0.06	-0.29	-0.07	
24		4.0	0.09	-0.49	-0.13	-0.15	0.13	-0.42	-0.03	-0.08	-0.06	-0.16	0.05	
25		4.1	0.03	-0.10	-0.21	0.11	-0.07	-0.19	0.00	-0.12	-0.02	-0.24	0.06	
26		4.2	0.21	-0.34	0.12	0.06	0.34	-0.20	0.04	-0.13	-0.05	-0.04	0.07	
27		4.3	0.14	0.05	-0.14	0.10	0.00	0.00	0.06	0.00	0.04	-0.12	0.02	
28		4.4	0.20	-0.32	0.08	0.03	0.16	-0.32	0.04	-0.18	-0.13	-0.11	0.10	

この結果を確認しながら、回帰式の精度を評価し、必要に応じて数式の変更を試みる。

全く違う結果が出た場合は、どこかで処理を間違えた可能性が高い、もう一度見直してみよう。しかし見直すよりも最初からやり直した方が早いかもしれない。

グラフ中の相関係数 (R^2) の結果が、あまりにも1からかけ離れた場合、飛び出した値があるのでそれを除外して、回帰式を再作成してみることも重要なポイント。

それでも計算結果が芳しくないときは、回帰式に問題があるかもしれない、次数を変化させ再計算するなどの工夫が必要になる。場合によっては基本データに問題があることも考えられる、この手法は数式化することで、取得データの妥当性を判断する目的もあることを忘れてはならない。

RTPS が計算した TMR の値を利用する際に注意しなければならないのは、測定した照射野以外の TMR 値は直線内挿で求めていることが多いことである。この結果 TMR を照射野サイズに対してプロットすると、本来滑らかな変化をするはずの TMR 曲線が不連続な形状を示すことがある。ここに示した TMR の回帰法によれば、測定値の不確かさを発見できるだけでなく、RTPS の TMR の妥当性も知ることができる。RTPS の TMR が妥当性を欠く点があったとしても、RTPS は TMR を直接用いて線量計算 (MU 値の計算) を行っているわけではないので問題はないと云える。重要なことは RTPS の TMR をそのまま用いて独立検証計算をするときに問題となるということである。

作成した回帰多項式の妥当性を評価し、十分利用できると判断できれば、TMR 回帰は終了である。この手法で作成した TMR 回帰式を利用して、MU 数の独立検証用ワークシートを作成することが最終目標である。独立検証プログラムの完成には、 S_c, S_p の処理も必要。しかし TMR の回帰式作成作業に比べれば、 S_c, S_p の回帰式作成は難しくない、次の章では S_c, S_p の回帰式作成にトライしよう。