

光の回折・干渉実験

第1週目 Excelよる光強度分布の計算

1. 単スリットの回折パターン
 2. 複スリットの干渉パターン
 3. 矩形開口の回折パターン

計算を行うExcelのファイルを次のURLからダウンロードする。 <u>http://akita-nct.jp/~tanaka/jikken/jik_index.html</u>内の 「回折·干渉実験」をクリックして"kaisetu.xls"をPCに保存する。

この時、Cドライブやディスクトップに保存しないこと。 必ず自分の割り当てられている領域に保存する。 (PCの電源を切るとCドライブに保存したデータは消えるので注意)



保存したファイルを開くと図のような画面が現れる。 このファイルで作業を行っていく。

作業領域

ワークシート 最初の状態で、単スリット(100µm)と 複スリット(200µm、100µm)が用意されている。

<u>パラメータの入力</u>



テキストやコメントをよく読みながらパラメータ値を入力していく。
単位に注意して、指数表示には"e"を使用する。

<u>ワークシートのコピー</u>

スリット幅が異なる計算をしたい場合は、ワークシートのコピーを作成した方が良い。

	▶ N\ 単711ット(1000		100 2 m		
54	5	コードの実子への	0.005		
53		シート見出しの色(工)	0.005		
52		すべてのシートを選択(S)	0.005		
51			0.004		
50		移動手た(ナコピー(M)	0.004		
49		名前の変更(R)	0.004		
48		肖耶余(<u>D</u>)	0.004		
47		挿八Ψ	0.004		
46		1# 1 /M	0.004		
45			0.004		

Excel画面の下の方にワークシートのタグがある。 コピーしたいワークシートのタグ上で右クリックして ***移動またはコピー"**をクリックする。



ダイアログの**"コピーを作成する"**にチェックを入れて "OK"をクリックする。

グラフの作成例以下に示すようなグラフを作成する。



単スリットの回折光分布





矩形開口の回折光分布

複スリットの回折光分布

<u>回折パターンの計算(単スリット)</u>

	A	В	С	D	E	F	G
1	スリット幅2d[m]	800.0E-06		スクリーン上 の距離x1[m]	X	sinc(<i>X</i>)^2	
2	<i>d</i> [m]	4.00E-04		0.0000	0.00E+00	#DIV/0!	
3				0.0001	7.94E-02	0.99789	
4	波長1[m]	6.33E-07		0.0002			
5	円周率π	3.1415927		0.0003			
6				0.0004			
7	波数k	9.93E+06		0.0005			
8				0.0006			
9	距離[m]	5		0.0007			
10				0.0008			
11				0.0009			
12				0.001.0			
13				0.0011			
14				0.0012			
15	<u> </u>		2	0.0013			
16				0.0014			
17				0,0015			
18				01016			

<u>D列</u> 範囲:0~任意の値 間隔:任意

間隔は計算精度でもある。実験は レーザ光の回折パターンをグラフ用紙 にスケッチしていくのでその測定精度 より細かくとること。

<u>作成するグラフ</u>

x軸:スクリーン上の距離(D列) y軸:光強度(F列)

0で割り算しているためエラーがでる。 あとでグラフを描いてみると、ここは 1になることが想像できるので、**1を** 入力する。

<u>回折パターンの計算(複スリット)</u>

	A	В	С	D	Е	F	G	н
1	スリット 幅ð [m]	050.0E-06		スクリーン上 の距離x2[m]	X	$(\sin(bX)/(bX))^2$	(sin(Nd'X)/sin(d'X))^2	I
2	スリット間隔d'[m]	1.00E-04		0.0000	0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
3	di seren de la compañía de la			0.0001	248.23	0.99994865	0.954828547	0.95478
4	<u>波長</u> ル[m]	6.33E-07		0.0002	496.46	0.99979462	0.828967217	0.828797
5	円周率π	3.1415927		0.0003	744.69	0.99953795	0.648635686	0.648336
6				0.0004	992.92	0.9991787	0.449299778	0.448931
7	波数k	9.93E+06		0.0005	1241.15	0.99871695	0.2661 42222	0.265801
8				0.0006	1489.38	0.99815283	0.125330313	0.125099
9	距離[[m]	2		0.0007	1737.61	0.99748647	0.038674732	0.038578
10	スリットの 数N[個]	15		0.0008	1985.84	0.99671803	0.00300137	0.002992
11				0.0009	2234.07	0.99584771	0.003916438	0.0039
12				0.001 0	2482.30	0.99487571	0.022238008	0.022124
13				0.0011	2730.52	0.99380228	0.040678426	0.040426
14				0.0012	2978.75	0.99262769	0.048580131	0.048222
15				0.0013	3226.98	0.991 35221	0.043471733	0.043096

<u>作成するグラフ</u>

x軸:スクリーン上の距離(D列) y軸:(11)式第1項(F列) (11)式第2項(G列) (11)式(H列) ここはN個のスリットの項なので、 Nの値で割ること(計算値は1を超えない)。

回折パターンの計算(短形スリット) 新しいワークシートに作成する。図を参考にして作成してみること。

													V	12	5									
-			_		_		_		-			8	$\boldsymbol{\Lambda}$		1					_				
4	A	В	U	U	E	F	G	н	1	J	K	L		_	_	Р	U.	R	S		U	V	W	×
0		-	-10	-0.5	-0	-0.5	_0	-75	-7	-6.5	-6	- 5 5	-5	-45	-1	-2.5	-2	-0.5	_0	-1.5	-1	-0.5	× .	0.5
3		-1.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0
4		-9.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5		-9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0
6	-	-8.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01 0
7		-8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01 0
8		-7.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01 0
9		-7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01 0
10		-6.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0
11		-6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0
12		-5.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02 0
13		-5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03 0
14		-4.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.04 0
15		-4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03 0
16		-3.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01 0
17		-3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0
18		-2.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.04	0.05	0.06	0.05 0
19		-2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.04	0.09	0.15	0.19	0.21	0.19 0
20		-1.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.03	0.09	0.20	0.31	0.41	0.44	0.41 0
21		-1	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.03	0.03	0.03	0.01	0.00	0.04	0.15	0.31	0.50	0.65	0.71	0.65 0
22	1	-0.5	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	0.03	0.04	0.03	0.01	0.00	0.05	0.19	0.41	0.65	0.85	0.92	0.85 0
23	Y	0	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.02	0.04	0.05	0.04	0.01	0.00	0.06	0.21	0.44	0.71	0.92	1.00	0.92 0
24		0.5	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	0.03	0.04	0.03	0.01	0.00	0.05	0.1.9	0.41	0.65	0.85	0.92	0.85 0
	_	1	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.03	0.03	0.03	0.01	0.00	0.04	0.15	0.31	0.50	0.65	0.71	0.65 0
7	E.	1.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.03	0.09	0.20	0.31	0.41	0.44	0.41 0
	Ξ	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.04	0.09	0.15	0.19	0.21	0.19 0
		2.5	0.00	0.0									20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.04	0.05	0.06	0.05 0
29		3	0.00	0.0									20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30		3.5	0.00	0.0									00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01 0
31		4	0.00	0.0				3	H			•		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03 0
32		4.5	0.00	0.0									00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.04 0
33		5	0.00	0.0					h .				2								1.1	0.03	0.04	0.03 0
34		5.5	0.00	0.0					TR.				2									0.02	0.02	0.02 0
30	-	6	0.00	0.0					Щ				1									0.00	0.00	0.00 0
30	-	6.5	0.00	0.0					10 L				2								10	0.00	0.00	0.00 0
37		7	0.00	0.0			10	11.	199	det.			2								1.2	0.01	0.01	0.01 0
30	-	7.5	0.00	0.0		4		影曲	1000		7 =1		5				A.			-		0.01	0.02	0.01 0
39		8	0.00	0.0				- 39					1				1					0.01	0.02	0.01 0
40		8.5	0.00	0.0									1					1		-		0.01	0.01	0.01 0
41		9	0.00	0.0				· •		- Call			1					1.0				0.00	0.00	0.00 0
42		9.5	0.00	0.0									1		1			4		-		0.00	0.00	0.00 0
43		10	0.00	0.0													A CONTRACT					0.00	0.00	0.00 0

X、Yの値をそのまま使用 する。それぞれの範囲は -10~+10程度が適当。 間隔は任意。





次ページからは、全体ガイダンスで使用した 「Excelを使ったグラフの描き方」の資料から 一部抜粋したものである。

- ・オートフィル
- ・絶対参照と相対参照
- ・グラフの作成

<u>Excelの使い方(2) オートフィル</u>



D 列に*x*値を 0 から 0.1 まで 0.002 刻みで入力する。 <u>オートフィル機能</u>を使って一定間隔の連続データを作成する。

コピーしたいセルを選択し、右下の+マークをクリックしてコピー範囲をドラックする。



データが単純にコピーされる。

2つのセルを選択すると									
	i i i i i i i i i i i i i i i i i i i	🦻 % , 號 🕺 🛛		i i i i i i i i i i i i i i i i i i i	§ % , .00 .00				
	_	-							
C		E	C	D	E				
	夏ハイアス			見ハイアス					
	₽f[V]	If [A] (Is = 10µA)		<i>V</i> f[V]	If [A] (Is = 10μA)				
	0			0					
	0.002			0.002					
				0.004					
				0.006					
				0.008					
				0.01					
				0.012					
				0.014					
	•••••••••••••••••••••••••••••••••••••••	0.014							
		0.017			_				
					þ				

値の差を順に足したデータが 入力される。

<u>Excelの使い方(3)</u>数式の入力(1)

E 列にy値を 数式を使って入力する。後でセルをコピーしたときに、参照セルを相対的に変化させたくない場合は、絶対参照を使う。

MS Pゴシック ▼11 ▼ B Z U | 三 三 三 国 | 嬰 % , % ぷ 課 律 開 • IF ▼ X √ f≥ =\$A\$9*(EXP(\$D3/\$B\$6)-1) F F B C. D. A 順方向電流 *If=Is(exp(Vf/kT)-1)* 順バイアス 1 |逆方向電流 Љ=Is(1-exp(-Vf/kT)) $\mathcal{V}f[V]$ $If [A] (Is = 10 \mu A)$ If [A] (Is = 20µ) 2 0]=\$A\$9*(EXP(\$D3/\$B\$6)-1) 3 ボルツマン定数k[eV/K] 8.62 E-05 0.002 4 温度7[K] 300.0 0.004 5 2.586E-02 0.006 $k \times T$ 6 ረን 7 0.008 飽和電流 Is[A] 0.01 8 9 10.00E-06 0.012 20.00E-06 10 0.014 30.00E-06 11 0.016 12 0.018 13 0.02 0.022 14 1 5 0.024

参考資料

セルの絶対参照には<mark>\$</mark>を <mark>行・列番号の前</mark>に付ける。 ファンクションキーF4を押すこ とによって付けることができる。

絕対参照

相対的に変化してほしくない 絶対参照にする 相対的に変化してほしい 相対参照にする

参考資料

<u>Excelの使い方(4)</u>数式の入力(2)

オートフィルを使って0.1までコピーする。

0.010	0.000101111	
0.08	0.00021 0559	
0.082	0.000228294	
0.084	0.000247455	
0.086	0.000268157	
0.088	0.000290523	
0.09	0.000314688	
0.092	0.000340795	
0.094	0.000369002	
0.096	0.000399478	
0.098	0.000432403	
0.1	0.000467976	
		
	r	

同様にF列も計算する。ただし飽和電流 Is は 20mA (セルA10)を参照させる。

	0.000L 04	1.0410.04	0.070	
	4.211 E-04	2.106E-04	0.08	
	4.566E-04	2.283E-04	0.082	
	4.949E-04	2.475E-04	0.084	
	5.363E-04	2.682E-04	0.086	
	5.81 OE-04	2.905E-04	0.088	
	6.294E-04	3.147E-04	0.09	
	6.816E-04	3.408E-04	0.092	
Q.	7.380E-04	3.690E-04	0.094	
	7.990E-04	3.995E-04	0.096	
	8.648E-04	4.324E-04	0.098	
	9.360E-04	4.680E-04	0.1	
-				

<u> グラフの作成(1)</u>



С	D	E	ΨF	20
	順バイアス			
	$V \mathbf{f} [V]$	$If [A] (Is = 10 \mu A)$	$If [A] (Is = 20 \mu A)$	
	0	0.000E+00	0.000E+00	
	0.002	8.041 E-07	1.608E-06	
	0.004	1.673E-06	3.346E-06	
	0.006	2.611 E-06	5.223E-06	
	0.008	3.626E-06	7.251 E-06	
	0.01	4.721 E-06	9.442E-06	
	0.012	5.905E-06	1.181 E-05	
	0.014	7.184E-06	1.437E-05	
	0.016	8.565E-06	1.713E-05	
	0.018	1.006E-05	2.012E-05	
	0.00	4.4.67E OF	0.0045.05	

E 🚍 🚟 🚟 % , 號 💯 ோ 🖅 🐴 • 🗛 •

x軸にしたい列(D列)を選択し、 y軸にしたい列(E、F列)をCtrl キーを 押しながら選択する。

グラフウィザードボタンを押す。





<mark>散布図</mark>を選択する。 計算データなので、プロットはしない。

<u> グラフの作成(2)</u>





グラフオプションで*x、y*軸タイトル を入力する。



目盛線でのチェックを外す (必要な場合はそのまま)。



<u> グラフの作成(3)</u>





、エリアの書式設定



プロットエリアで領域を「なし」にチェックする。 背景をなしにする。

グラフエリアで輪郭のチェックを「なし」にする。 図の外枠を消す。



<u> グラフの作成(4)</u>





<mark>見易いグラフ、示したいことがわかるグラフ</mark> になるようにグラフの書式を変更する。

<mark>軸の書式設定</mark>で**目盛、フォント、表示形式**など を適切な表示に変更する。



