

# FDTDによる電磁界シミュレータ：Wsfの使用法

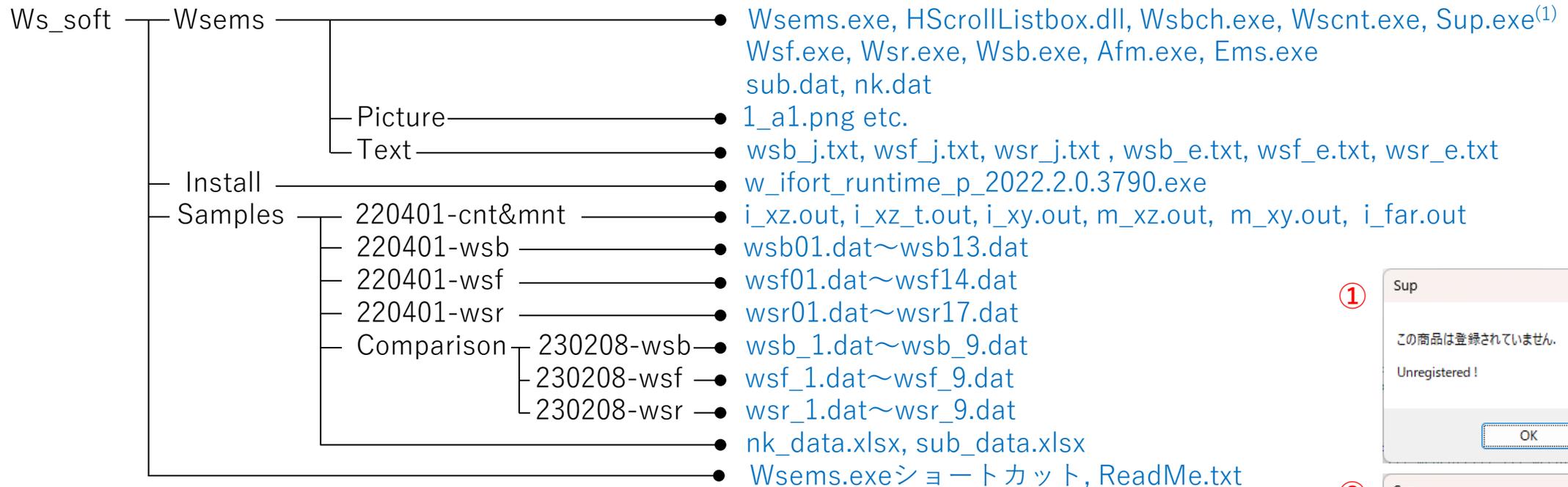
1. [使用前の準備、使用条件](#)
2. [入出力と他ソフトの関係](#)
3. [出力ファイルの内容](#)
4. [実行方法](#)
5. [計算結果の描画方法](#)
6. [入力ファイルの入力規則\(wsf09.dat\)](#)
7. [wsf.dat の内容\(wsf01.dat\)](#)
8. [wsf.dat の内容\(wsf02.dat\)](#)
9. [wsf.dat の内容\(wsf03.dat\)](#)
10. [wsf.dat の内容\(wsf04.dat\)](#)
11. [wsf.dat の内容\(wsf05.dat\)](#)
12. [wsf.dat の内容\(wsf06.dat\)](#)
13. [wsf.dat の内容\(wsf07.dat\)](#)
14. [wsf.dat の内容\(wsf08.dat\)](#)
15. [wsf.dat の内容\(wsf09.dat\)](#)
16. [nk.dat の内容](#)
17. [光学構造の定義手順](#)
18. [wsf.dat の内容\(wsf10.dat\)](#)
19. [wsf.dat の内容\(wsf11.dat\)](#)
20. [kd=0 の場合のktと構造 1](#)
21. [kd=0 の場合のktと構造 2](#)
22. [kd=0 の場合のktと構造 3](#)
23. [kd=0 の場合のktと構造 4](#)
24. [kd=1の場合、sub.datを参照\(sub.dat\)](#)
25. [レンズ形状の作り方\(wsf12.dat\)](#)
26. [afm.exeによりAFMデータを変換\(afm01.dat\)](#)
27. [AFM変換データの貼り付け\(wsf13.dat\)](#)
28. [計算例\(wsf14.dat\)](#)
29. [注意事項](#)

# 1. 使用前の準備、使用条件

1. 使用環境 対応OS Windows 64bit 7,8,10,11 Edition

2. 配布時の状態

含まれるファイル



(注1) sup.exeは登録判定ファイルで、必ず他のexeファイルと同一フォルダ(Wsems)に格納のこと。

3. インストール手順

3. 1 フォルダWs\_softをドライブ下(例えばdドライブ)にコピー

3. 2 w\_ifort\_runtime\_p\_2022.2.0.3790.exeをクリックし、インストール

4. アンインストール手順

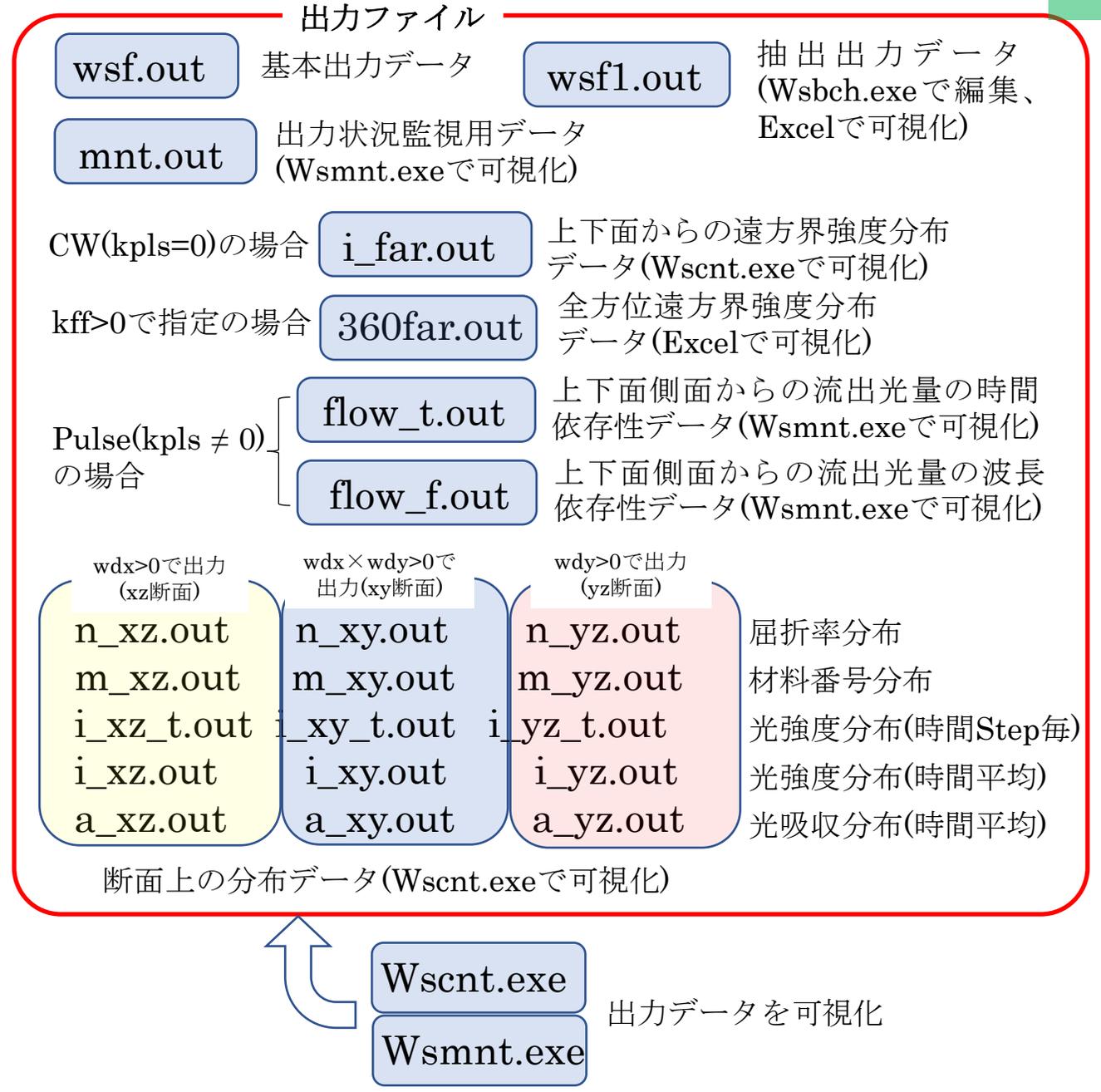
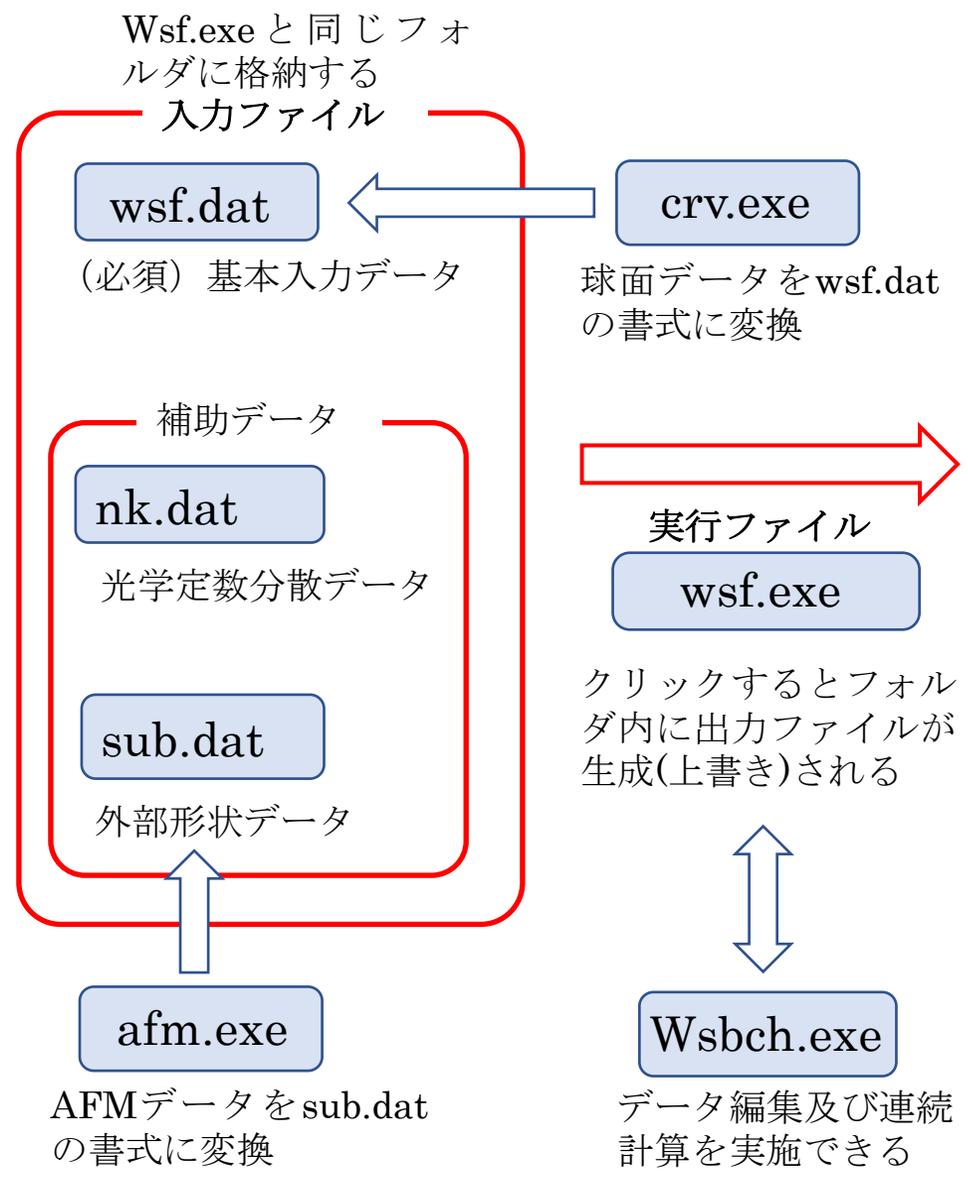
フォルダWs\_softを削除

5. 制限内容

- 登録済みの場合(MACアドレスで登録されているか、登録されたUSB dongleが接続されている場合)、対応するsup.exeがフォルダWsemsにインストールされていれば、一切の機能制限なしで計算開始。
- フォルダ内のsup.exeがMACアドレスに未対応かUSB dongleに未対応の場合は①のメッセージが5秒間掲示される。USB dongleが接続されていない場合は②のメッセージが5秒間掲示される。機能制限内の条件なら、メッセージがあっても計算は継続される。機能制限として2種類の光学材料しか指定できない。



## 2. 入出力と他ソフトの関係



### 3. 出力ファイルの内容

- wsf.out** : 計算結果。Step(時間Step数)、Distance(伝搬長)、Stability(安定係数、光の定在度を示す指数)、Region\_En(解析領域内の全光量)、Input\_En(入射層からの流出光量=投入光量)、Outflow\_B(全境界面から解析領域外への流出光量)、B<sub>-x</sub>(-x方向境界面からの流出光量)~B<sub>+z</sub>(+z方向境界面からの流出光量)、Absorbed\_M01(指定材料01の全ての境界面からの流入光量=吸収光量)、M01<sub>-x</sub>(指定材料01の-x方向境界面からの流入光量)~M01<sub>+z</sub>(指定材料01の+z方向境界面からの流入光量)。果(メイン)、dos画面と同じ表示。
- wsf1.out** : 計算結果の抽出。Transmitted(解析領域の+z境界面からの流出光量)、Reflected(解析領域の-z境界面からの流出光量)、Absorbed(解析領域内の吸収光量)、Total(前3者の合計)、Absorbed\_M01(指定材料01の全ての境界面からの流入光量=吸収光量)、M01<sub>-x</sub>(指定材料01の-x方向境界面からの流入光量)~M01<sub>+z</sub>(指定材料01の+z方向境界面からの流入光量)。
- m\_xy.out** : 材料番号のx y断面分布。各層の上下境界面の結果を-z側から+z側に重ねる。**m\_xz.out** : 材料番号のx z断面(y=csy)の分布。**m\_yz.out** : 材料番号のy z断面(x=csx)の分布。**m\_z045.out** : 材料番号のz軸を含みz軸の周りに45度回転した断面分布。**m\_z135.out** : 材料番号のz軸を含みz軸の周りに135度回転した断面分布。これらはWscntで画像表示できる。
- n\_xy.out** : 屈折率のx y断面分布。各層の上下境界面の結果を-z側から+z側に重ねる。**n\_xz.out** : 屈折率のx z断面(y=csy)の分布。**n\_yz.out** : 屈折率のy z断面(x=csx)の分布。**n\_z045.out** : 屈折率のz軸を含みz軸の周りに45度回転した断面分布。**n\_z135.out** : 屈折率のz軸を含みz軸の周りに135度回転した断面分布。これらはWscntで画像表示できる。
- k\_xy.out** : 消衰係数のx y断面分布。各層の上下境界面の結果を-z側から+z側に重ねる。**k\_xz.out** : 消衰係数のx z断面(y=csy)の分布。**k\_yz.out** : 消衰係数のy z断面(x=csx)の分布。**k\_z045.out** : 消衰係数のz軸を含みz軸の周りに45度回転した断面分布。**k\_z135.out** : 消衰係数のz軸を含みz軸の周りに135度回転した断面分布。これらはWscntで画像表示できる。
- i\_xy\_t.out** : 一定時間毎の光強度(Poyntingベクトルの大きさ)のx y断面分布。光源位置の断面とklで指定した境界面の結果を-z側から+z側に重ねて記録する。**i\_xz\_t.out** : 一定時間毎の光強度のx z断面(y=csy)の分布。**i\_yz\_t.out** : 一定時間毎の光強度のy z断面(x=csx)の分布。これらはWscntで画像表示できる。
- i\_xy.out** : 光強度(Poyntingベクトルの大きさの時間平均※)のx y断面分布。各層の上下境界面の結果を-z側から+z側に重ねる。**i\_xz.out** : 光強度(時間平均)のx z断面(y=csy)の分布。**i\_yz.out** : 光強度(時間平均)のy z断面(x=csx)の分布。**i\_z045.out** : 光強度(時間平均)のz軸を含みz軸の周りに45度回転した断面分布。**i\_z135.out** : 光強度(時間平均)のz軸を含みz軸の周りに135度回転した断面分布。これらはWscntで画像表示できる。
- a\_xy.out** : 光吸収(時間平均)のx y断面分布。各層の上下境界面の結果を-z側から+z側に重ねる。**a\_xz.out** : 光吸収(時間平均)のx z断面(y=csy)の分布。**a\_yz.out** : 光吸収(時間平均)のy z断面(x=csx)の分布。**a\_z045.out** : 光吸収(時間平均)のz軸を含みz軸の周りに45度回転した断面分布。**a\_z135.out** : 光吸収(時間平均)のz軸を含みz軸の周りに135度回転した断面分布。これらはWscntで画像表示できる。
- i\_far.out** : ファーフィールド強度分布出力(-z側最表面、+z側最表面の順)、CW発振(kpls=0)の場合に出力。Wscntで画像表示できる。
- 360far.out** : 360度遠方界出力、kff>0かつCW発振(kpls=0)の場合に出力。Excelに貼り付けて画像表示できる。
- mnt.out** : Distance(伝搬長)、Stability(安定係数、光の定在度を示す指数)、Amp\_Source(光源振幅)、Region\_Energy(解析領域内の全光量)、Input\_Energy(入射層からの流出光量=投入光量)、Outflow\_B(全境界面から解析領域外への流出光量)、B<sub>-x</sub>(-x方向境界面からの流出光量)~B<sub>+z</sub>(+z方向境界面からの流出光量)、Absorbed\_M01(指定材料01の全ての境界面からの流入光量=吸収光量)、Inflow\_M01<sub>-x</sub>(指定材料01の-x方向境界面からの流入光量)~Inflow\_M01<sub>+z</sub>(指定材料01の+z方向境界面からの流入光量)。**flow\_t.out** : 経過時間(伝搬長)に対する6つの解析境界面とko=1(Material setting)で指定された材料の6側面での光の振幅、Pulse発振(kpls>0)でSpectrumにチェックの場合に出力。**flow\_f.out** : 6つの解析境界面とko=1(Material setting)で指定された材料の6側面での光振幅のフーリエ変換強度で周波数(波長)特性を示す。Pulse発振(kpls>0)でSpectrumにチェックの場合に出力。これらはWsmntで画像表示できる。

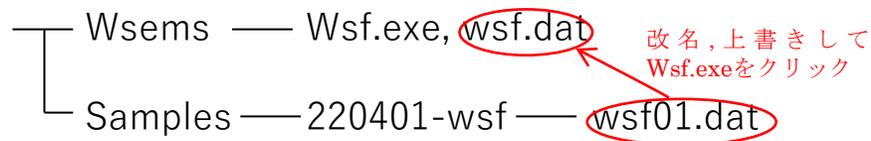
※ity=0の場合:Poyntingベクトルの大きさ、ity=1の場合:電磁場強度、ity=2の場合:電場強度、ity=3の場合:磁場強度の時間平均になる。

## 4. 実行方法

3つの方法があるが入力規則を気にせずに数値データの設定ができるので (1) を強く推奨する。

- (1) wsems.exeを用いた方法 (推奨)
- (2) wsf.exeを直接クリックする方法

Wsemsの使用法を参照



wsf.datはメモ帳でフォントをMS 明朝に設定すると縦並びが揃い、編集しやすい。ただし、全角スペースと半角スペースの判別ができないので注意。

- (3) wsbchを用いた方法 下記①~④の手順

④ Runボタンをクリック

③チェックを外す

ファイルリストボックス

ファイルパターン

操作④で内容が自動的にコピー

①ボックスをクリックし、ファイルパターンを選択したあとファイルリストからwsf.exe、wsf01.datのファイルを選ぶ

② A、a~gの上のボックスをクリックしてwsf.dat等と直接タイプイン。2回目以降は自動的に記載される。

計算終了後自動的にコピーされる

## 5. 計算結果の描画方法

計算中、wsf.exeの実行に連動して同一フォルダ内のwscent,wsmntが起動し、i\_xz\_t.out又はi\_yz\_t.outの計算状況がリアルタイムに表示される。

計算後はwscent,wsmntで¥Ws\_soft¥Wsems内に生成されるoutファイルを可視化できる(①~⑤の手順)。登録済みの場合はwsbchのファイルパターンの制限がなくなり、wsbchで生成されるot?ファイルも可視化できる。

④ Drawボタンをクリック

⑤ ▶ボタンでコマ送り

ファイルリスト  
ボックス

ファイルパターン

① ボックスをクリックし、  
ファイルパターンを選択して、  
ファイルリストから選ぶ

② 構造線を追加する場合は  
チェックを入れ、右のボク  
スをクリックしてファイルリ  
ストから選ぶ

③ ボックスをクリックして直  
接タイプイン

The screenshot shows the Wsf\_cnt software interface. On the right, a contour plot is displayed with a color scale ranging from 0.000e+0 (blue) to 5.150e-1 (red). The plot is labeled 'z-axis' and has axes ranging from -1.5 to -0.5. The interface includes several control panels: a top panel with 'Draw', 'Stop', 'Path', and 'Print' buttons; a middle panel with 'Stream 51', 'Bird's eye', and 'Exit', 'Copy', 'Replica' buttons; a left panel with 'Level line 7', 'without color', 'Cont-axis Log\* 1', 'U/D\_Reverse', 'R/L\_Reverse', 'Height meter', 'Graduation line', and 'Gradient color' options; a bottom panel with 'Width', 'Amp', 'Picture size', and 'Restricted view' options; and a file list with patterns like \*.out, \*.otc, \*.otd. Red arrows and circles highlight specific elements: the Draw button, the Stop button, the file list, and the file patterns.



# 7. wsf.dat の内容(wsf01.dat), 11.4s

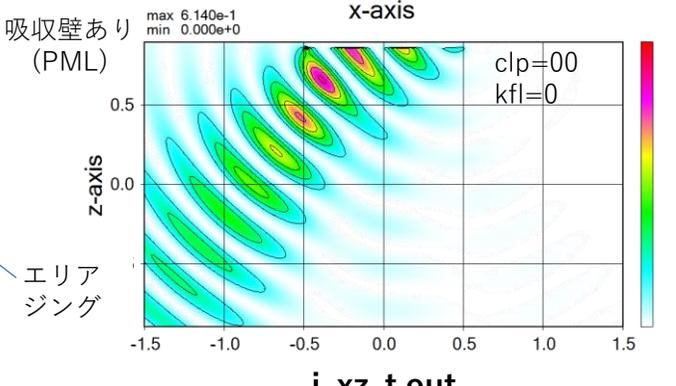
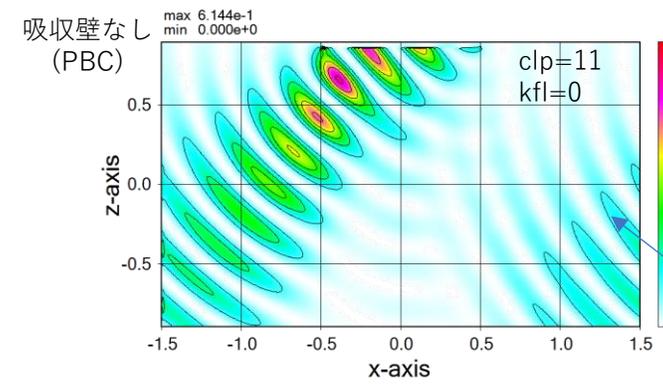
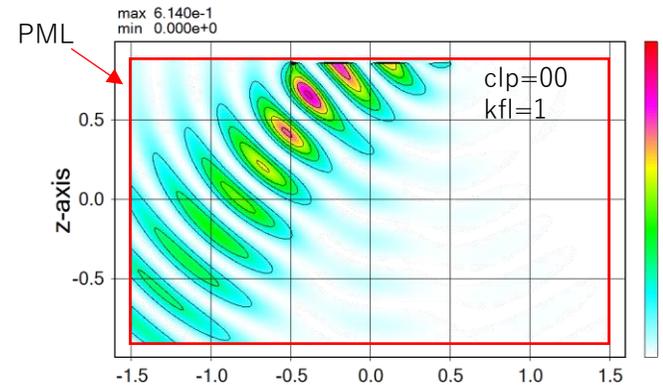
```

** wsf.dat
*   kstp      kskp      lp      clp(0,1)  crn(<1.0)  kfl      kot      ity
*   0         10       10       00        0.99      0        0        0
*   kpls      tw(um)   kdip      kdr(0-2)  dnt(um)   nd1      nd2
*   0         1.0     0         0         0         4.0     10      -3
*   ksct      lx       ly       lz
*   0         10      10       10
*   kff       nff      thf(deg)  fif(deg)  krm      nrm      rml(um)  rm2(um)
*   0         90      0.0     0.0     0         100     0.92   0.96
*   wdx(um)   wdy(um)   dxy(um)  dz(um)
*   3.0       0.0     0.01    0.01
*   Lam(um)   th(deg)   fi(deg)  gm(deg)
*   0.5       -45.0   0.0     90.0
*   wx0(um)   wy0(um)   xrm(rim) yrm(rim)  sx0(um)  sy0(um)  kpx      kpy
*   1.0       1.0     1.0     1.0     0.0     0.0     0        0
*   stx(um)   sty(um)   csx(um)  csy(um)
*   0.0       0.0     0.0     0.0
* km      *   Name ko      an      ab      ak
*   1#    -SiO2 1      2.0000 0.00   0.0000
*   2#    -Al  1      2.0000 0.00   0.0000
*   * kd  kt      ps(deg) px(um)  py(um)  wx(um)  wy(um)  sx(um)  sy(um)  xp      110
*   1#    0      4      0.0   1.50   1.50   0.500  0.50   0.00   0.00   0.0    0.0
*   * kf  km      kr      kd      kt      ps(deg) px(um)  py(um)  wx(um)  wy(um)  sx(um)  sy(um)  xp      xq
*   1#    1      0      0      1      0.0   1.00   1.000  0.50   0.50   -0.000 0.00   0.0    0.0
*   2#    2      0      0      4      0.0   2.00   2.00   1.00   1.00   0.000 0.00   0.0    0.0
* kb      kl      km      kp      tk      kf      *      *      *      *      *      *      *      *      *      *
*   1      0      0      0      0.60   0      0
*   2      0      0      0      0.60   0      0
*   3      0      0      0      0.60   0      0

```

各自で通し番号を1から連番で振ること (4桁以下)

- kstp** =0 : 決められた伝搬距離(dnt)まで計算を継続  
=1 : 安定係数値が0.001を安定して下回った時点で計算を終了
- kskp** 光強度分布出力(i\_\*\_t.out)の周期数  
大きいほど高速だが出力動画のコマ送りは荒くなる
- lp** 吸収壁(PML)の層数, 小さいほど高速だが壁面反射は大きくなる
- clp** x y 両壁面の境界条件 (1桁目: x方向、2桁目: y方向)  
=0 : PML =1 : PBC
- crn** クーラン指数 (クーラン基準に対する時間比率)  
通常は0.99程度、分散材料では発散を抑えるため  
小さめ(0.9程度)に設定
- kfl** Wscntでの表示範囲  
=0 : PMLを含まない表示 =1 : PMLを含む表示
- kot** 強度、吸収、屈折率分布などの出力を最大5+kot桁で表現
- ity** 光強度分布の定義、=0:Poynting Vectorの大きさ, =1:電磁場強度, =2:電場強度, =3:磁場強度



エリアジング

8. wsf.dat の内容(wsf02.dat), 1719s

```

桁数  1    10    20    30    40    50    60
** wsf.dat
*   kstp      kskp      lp      clp(0,1)  crn(<1.0)  kf1      kot      ity
   0          10      10      00      0.89     0        0        0
*   kp1s      tw(um)   kdip      kdr(0-2)  dnt(um)   nd1      nd2
   0          0.1     1        0        1.0     10      -3
*   ksct      lx       ly       lz
   0          10      10      10
*   kff       nff      thf(deg)  fif(deg)  krm      nrm      rml(um)  rm2(um)
   0          90     0.0     0.0     0        100     0.92     0.96
*   wdx(um)  wdy(um)  dxy(um)  dz(um)
   3.0        3.0     0.01     0.01
*   Lam(um)  th(deg)  fi(deg)  gm(deg)
   0.5        0.0     0.0     0.0
*   wx0(um)  wy0(um)  xrm(rim) yrm(rim)  sx0(um)  sy0(um)  kpx      kpy
   1.0        1.0     0.1     0.1     0.0     0.0     0        0
*   stx(um)  sty(um)  csx(um)  csy(um)
   0.0        0.0     0.0     0.0
* km *      Name ko      an      ab      ak
1# -SiO2 1      2.0000  0.00   0.0000
2# -Al   1      2.0000  0.00   0.0000
* kr *      kd      kt      ps(deg)  px(um)  py(um)  wx(um)  wy(um)  sx(um)  sy(um)  xp      xq      110
1# 0      4      0.0     1.50   1.50   0.500  0.50   0.00   0.00   0.0    0.0
* kf km      kr      kd      kt      ps(deg)  px(um)  py(um)  wx(um)  wy(um)  sx(um)  sy(um)  xp      xq
1# 1      1      0      1      0.0     1.00   1.000  0.50   0.50   -0.000 0.00   0.0    0.0
2# 2      0      0      4      0.0     2.00   2.00   1.00   1.00   0.000 0.00   0.0    0.0
* kb kl km kp tk kf *
1 0 0 0 0.60 0 0
2 1 0 0 0.60 0 0
3 0 0 0 0.60 0 0

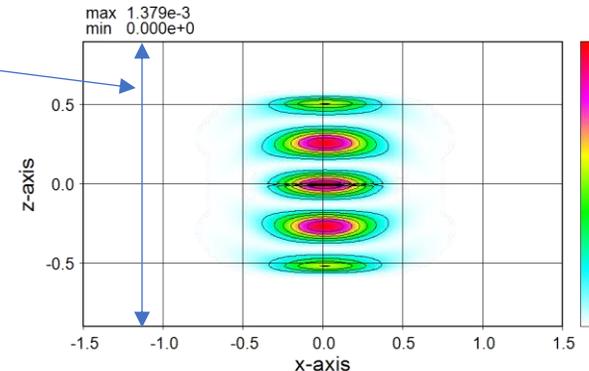
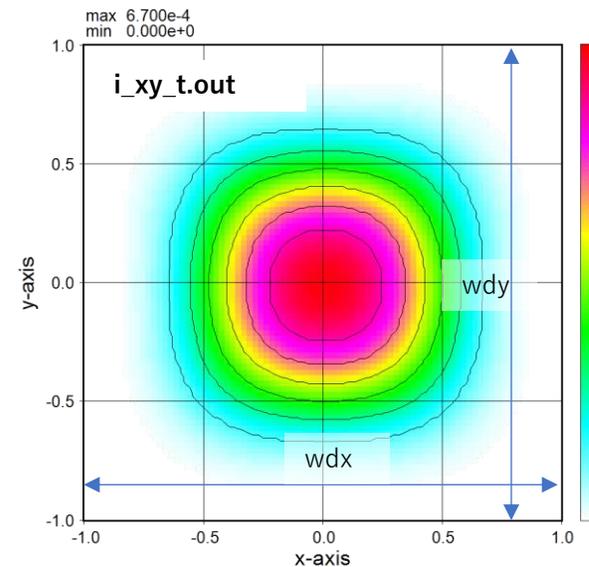
```

**wdx** x方向解析幅( $\mu\text{m}$ )。wx=0で2次元問題に。幅の中心が光源と構造の位置の基準になる。グリッド間数は $n_x = \text{int}(w_x/dx)$

**wdy** y方向解析幅( $\mu\text{m}$ )。wy=0で2次元問題に。幅の中心が光源と構造の位置の基準になる。グリッド間数は $n_y = \text{int}(w_y/dy)$

**dxy** x,y方向グリッド間隔( $\mu\text{m}$ )

**dz** z方向グリッド間隔( $\mu\text{m}$ )、tk(層厚)/dzが整数にならない層ではtk/dzを切り上げた整数でtkを等分割する間隔になる



**構成層** 10000ラインまで入力可能、最終行か"c"から始まる行が現れるまで読み込まれる。最上層の上は最上層、最下層の下は最下層と同じ光学定数の分布(上下面で境界反射なし)

**k1** =1: 光源位置を指定、層の中間線が光源位置  
 全て0の場合は $\cos(\text{th}) > 0$ は第1層の下端、 $\cos(\text{th}) < 0$ は最終層の上端が光源位置  
 =2, 3: 層下端(層上端)のxy断面強度分布をi\_xy\_t.outに出力

**km** 層の構成材料指定 (kn指定欄の材料No.)、km=0は真空( $n=1.0$ )

**kp** 未機能 (wsbで使用)

**tk** 層の厚さ( $\mu\text{m}$ )

**kf** =0 参照なし  
 >0 Kr欄でkr番目の行を参照 層上にこの行でされた構造を上書き  
 4カラム表現で1行100個まで指定可能

# 9. wsf.dat の内容(wsf03.dat), 9.5s

```

桁数 1      10      20      30      40      50      60
** wsf.dat
*   kstp      kskp      lp      clip(0,1)  crn(<1.0)  kfl      kot      ity
   0          10       10       00          0.99      0        0        0
*   kpls      tw(um)   kdip      kdr(0-2)   dnt(um)   nd1      nd2
   0          1.0     1         0          4.0       10       -3
*   ksct      lx       ly       lz
   0          10       10       10
*   kff       nff      thf(deg)  fif(deg)  krm      nrm      rml(um)  rm2(um)
   0          90       0.0     0.0       0        100     0.92     0.96
*   wdx(um)  wdy(um)  dxy(um)  dz(um)
   3.0        0.0     0.01    0.01
*   Lam(um)  th(deg)  fi(deg)  gm(deg)
   0.25       -45.0   0.0     0.0
*   wx0(um)  wy0(um)  xrm(rim) yrm(rim)  sx0(um)  sy0(um)  kpx      kpy
   3.0        3.0     1.0     1.0       0.0      0.0     0        0
*   stx(um)  sty(um)  csx(um)  csy(um)
   0.0        0.0     0.0     0.0
* km      *   Name  ko      an      ab      ak
1#      -SiO2  1      2.0000  0.00   0.0000
2#      -Al   1      2.0000  0.00   0.0000
* kr      * kd      kt      ps(deg)  px(um)  py(um)  wx(um)  wy(um)  sx(um)  sy(um)  xp      xq
1#      0        4      0.0     1.50   1.50   0.500   0.50   0.00   0.00   0.0    0.0
* kf      km      kr      kd      kt      ps(deg)  px(um)  py(um)  wx(um)  wy(um)  sx(um)  sy(um)  xp      xq
1#      1        0      0      1      0.0     1.00   1.000   0.50   -0.000  0.00   0.0    0.0
2#      2        0      0      4      0.0     2.00   2.00   1.00   1.00   0.000  0.00   0.0    0.0
* kb      k1      km      kp      tk      kf      *      *      *      *      *      *      *      *      *
1      0      0      0      0.60   0      0
2      1      0      0      0.60   0      0
3      0      0      0      0.60   0      0

```

**kpls** 面光源の発振条件

- = 0 CW光源 <twでcos増加 =twでpeak >twで一定  
光量分析に最適
- = 1 Gauss pulse光源 =twでpeak, tw/2の1/e値全幅
- = 2 sin\*\*2 pulse光源 =twでpeak, tw/2の1/2値全幅
- = 3 sin\*\*3 pulse光源 =0.5\*tw, 1.5\*twで±peak, 各peakでtw/2の $\frac{1}{\sqrt{8}}$  値全幅
- = 4 Gauss-env. sin変調光源 =twでpeak, tw/2の1/e値全幅  
直流がなく周波数特性分析に適切
- = 5 Gauss-env. cos変調光源 =twでpeak, tw/2の1/e値全幅  
ピーク位置、パルス幅(μm, 伝搬距離で換算)

**tw** 面光源の放射方向

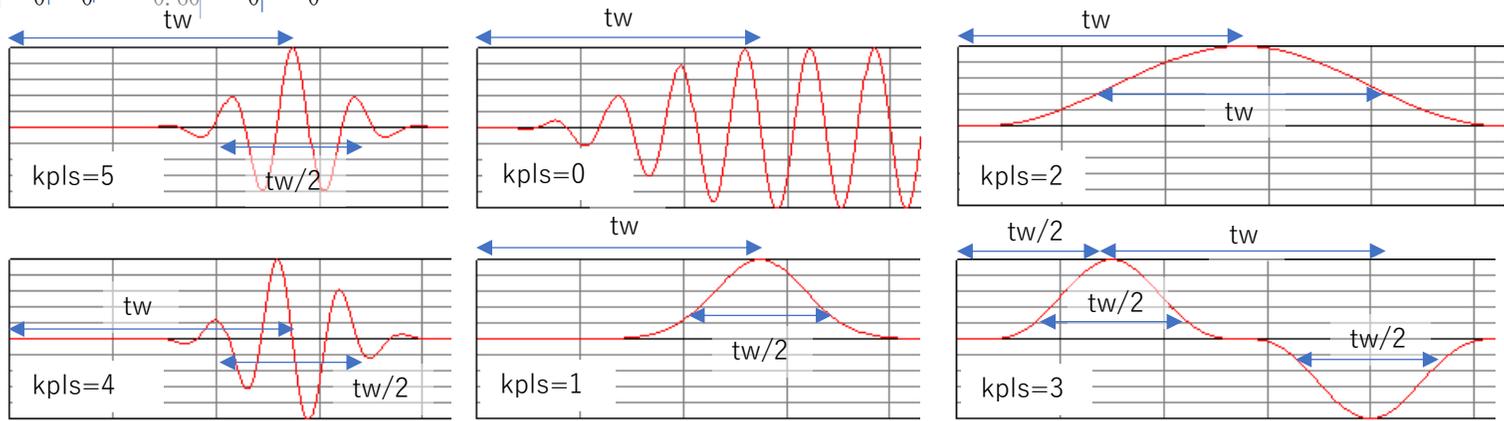
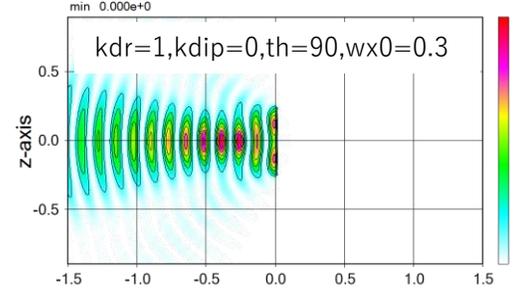
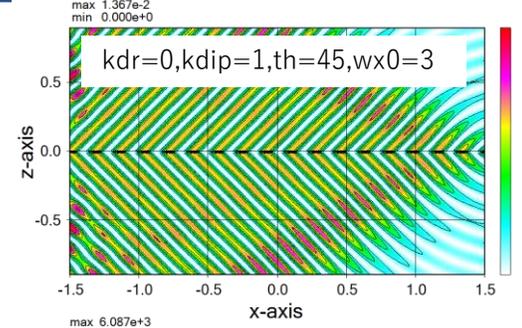
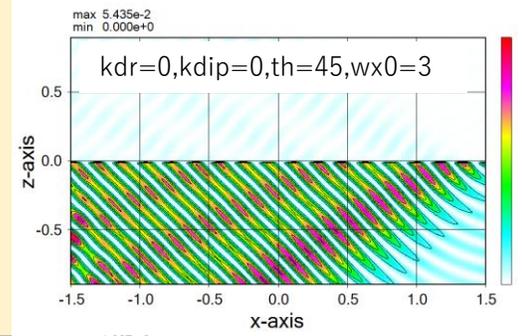
- =0 一方向放射 (EH励振)
- =1 双方向放射 (E励振)
- =2 双方向放射 (H励振)

**kdr** 面光源の励振面

- =0 z軸直交面(xy面)
- =1 x軸直交面(yz面)
- =2 y軸直交面(xz面)

**dnt** 伝播長(真空中um) ステップ数×時間刻み

有意な結果を得るには、CW発振の場合、計算が安定するまで、パルス発振の場合、解析領域内に残存する光量が十分減衰するまで、伝搬距離dntを大きく設定する。



kdr=1, kdip=0  
th=45, wx0=3  
**mnt.out**

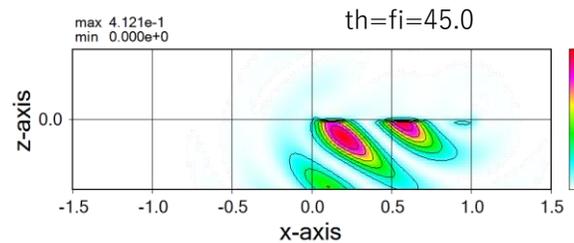
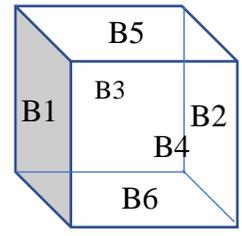
**i xz t.out**

# 10. wsf.dat の内容(wsf04.dat), 166s

```

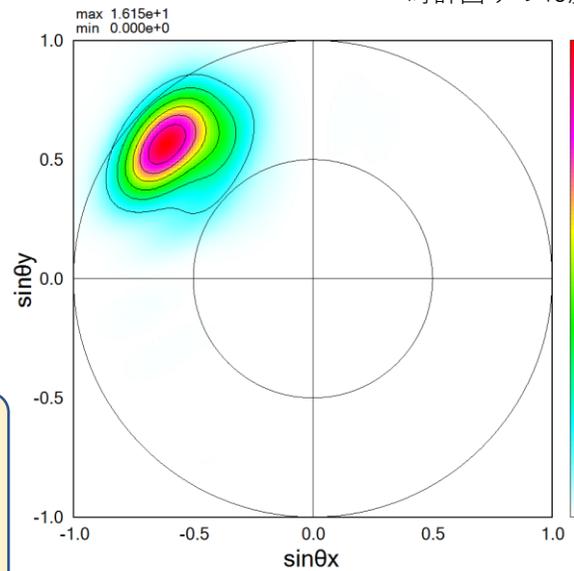
桁数 1      10      20      30      40      50      60
** wsf.dat
*   kstp      kskp      lp      clp(0,1)  crn(<1.0)  kfl      kot      ity
0       10      10      00      0.99      0       0       0
*   kpls      tw(um)   kdip      kdr(0-2)  dnt(um)   nd1      nd2      -3
0       1.0     0       0       0       5.0     10
*   ksct      lx       ly       lz
0       10      10      10
*   kff       nff      thf(deg)  fif(deg)  krm      nrm      rm1(um)  rm2(um)
0       90      0.0     0.0     0       100     0.92    0.96
*   wdx(um)  wdy(um)  dxy(um)  dz(um)
3.0     3.0     0.02    0.02
*   Lam(um)  th(deg)  fi(deg)  gm(deg)
0.5     -45.0  45.0    0.0
*   wx0(um)  wy0(um)  xrm(rim) yrm(rim)  sx0(um)  sy0(um)  kpx      kpy
1.0     1.0     1.0     1.0     0.5     0.0     0       0
*   stx(um)  sty(um)  csx(um)  csy(um)
0.0     0.0     0.0     0.0
* km *      Name   ko      an      ab      ak
1#      -SiO2  1      2.0000  0.00    0.0000
2#      -Al    1      2.0000  0.00    0.0000
* kr *      kd      kt      ps(deg)  px(um)  py(um)  wx(um)  wy(um)  sx(um)  sy(um)  xp
1#      0       4       0.0     1.50    1.50    0.500  0.50    0.00    0.00    0.0
* kf km      kr kd      kt      ps(deg)  px(um)  py(um)  wx(um)  wy(um)  sx(um)  sy(um)  xp
1# 1      0 0     1      0.0     1.00    1.000  0.50    0.50    -0.000  0.00    0.0
2# 2      0 0     4      0.0     2.00    2.00  1.00    1.00    0.000  0.00    0.0
* kb kl km kp      tk      kf      *      *      *      *      *      *      *      *      *
1 0 0 0      0.30  0      0
2 1 0 0      0.30  0      0
3 0 0 0      0.30  0      0
    
```

**Lam** 光源の波長 ( $\mu\text{m}$ )  
**th** 入射平面波の方位角 (deg)  
 kdr=0: z 軸となす角、kdr=1: x 軸となす角、kdr=2: y 軸となす角  
**fi** 入射平面波の偏角 (deg)  
 kdr=0: xy面上でx軸となす角。  
 kdr=1: yz面上でy軸となす角。  
 kdr=2: xz面上でx軸となす角。  
**gm** 入射平面波の偏光方向で、電界ベクトルEが軸となす角(deg)  
 kdr=0 xy面上でEとx軸のなす角  
 kdr=1 yz面上でEとy軸のなす角  
 kdr=2 xz面上でEとx軸のなす角



wscntでU/D\_reverseがチェックの場合、上記のごとくB5/B6が反転

**i\_xz t.out** 上下反転表示のため、反時計回りの45度に見える



**i\_far.out** 下面からの遠方界強度分布、Wscntで2番目に表示

# 1 1. wsf.dat の内容(wsf05.dat), 2858s

```

桁数 1 10 20 30 40 50 60
** wsf.dat
* kstp kskp lp clp(0,1) crn(<1.0) kfl kot ity
0 10 00 0.99 0 0 0
* kpls tw(um) kdip kdr(0-2) dnt(um) nd1 nd2
0 1.0 1 0 2.0 10 -3
* ksct lx ly lz
0 20 20 20
* kff nff thf(deg) fif(deg) krm nrm rm1(um) rm2(um)
0 90 -180.0 0.0 0 100 0.92 0.96
* wdx(um) wdy(um) dxy(um) dz(um)
3.0 3.0 0.01 0.01
* Lam(um) th(deg) fi(deg) gm(deg)
0.94 0.0 0.0 0.0
* wx0(um) wy0(um) xrm(rim) yrm(rim) sx0(um) sy0(um) kpx kpy
0 1.0 1.0 0.0 0.0 0.5 0.0 0 0
* stx(um) sty(um) csx(um) csy(um)
0.0 0.0 0.0 0.0
* km * Name ko an ab ak
1# -SiO2 1 2.0000 0.00 0.0000
2# -Al 1 2.0000 0.00 0.0000
桁数 70 80 90 100 110
* kr * kd kt ps(deg) px(um) py(um) wx(um) wy(um) sx(um) sy(um) xp
1# 0 4 0.0 1.50 1.50 0.500 0.50 0.00 0.00 0.0
* kf km kr kd kt ps(deg) px(um) py(um) wx(um) wy(um) sx(um) sy(um) xp xq
1# 1 0 0 1 0.0 1.00 1.000 0.50 0.50 -0.000 0.00 0.0 0.0
2# 2 0 0 4 0.0 2.00 2.00 1.00 1.00 0.000 0.00 0.0 0.0
* kb kl km kp tk kf * * * * * * * * * * * * * * * *
1 0 0 0 0.60 0 0
2 1 0 0 0.60 0 0
3 0 0 0 0.60 0 0

```

**wx0** 光源の x 方向拡がり幅 ( $\mu\text{m}$ ), =0で線光源  
kdr=2の場合 z 方向拡がり

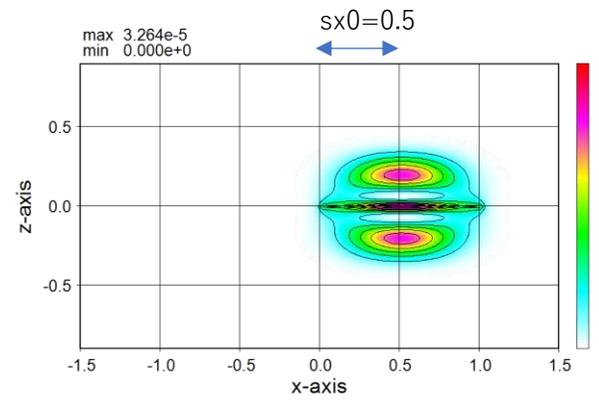
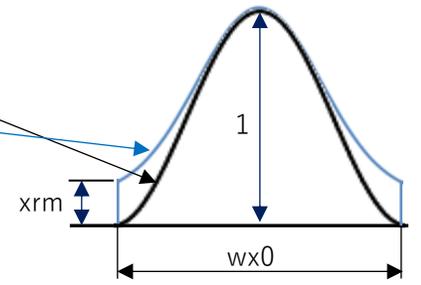
**wy0** 光源の y 方向拡がり幅 ( $\mu\text{m}$ ), =0で線光源  
kdr=3の場合 z 方向拡がり

**xrm** =1:一様強度, =0:cos強度分布, 強度半値全幅=wx0/2  
=0~1:Gaussian分布のx方向リム強度比

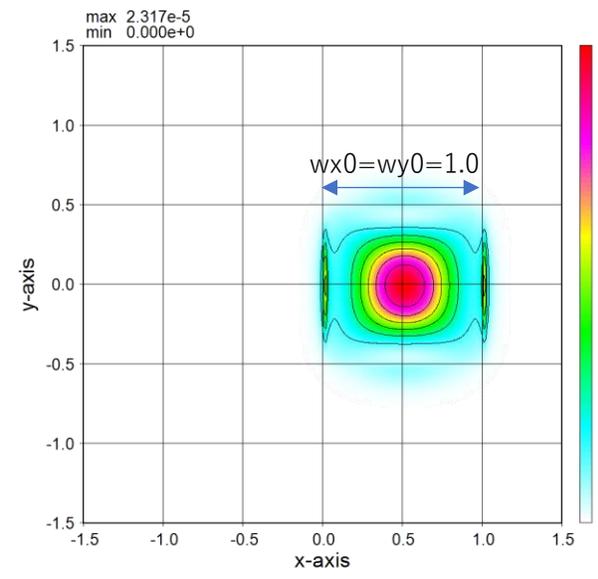
**yrm** =1:一様強度, =0:cos強度分布, 強度半値全幅=wy0/2  
=0~1:Gaussian分布のy方向リム強度比

**sx0** 光源中心の x 座標 ( $\mu\text{m}$ )

**sy0** 光源中心の y 座標 ( $\mu\text{m}$ )



**i xz t.out**



**i xy t.out**

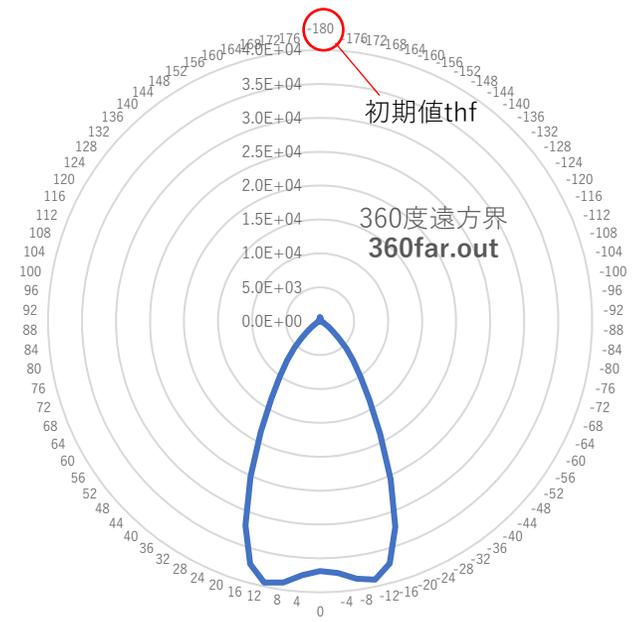
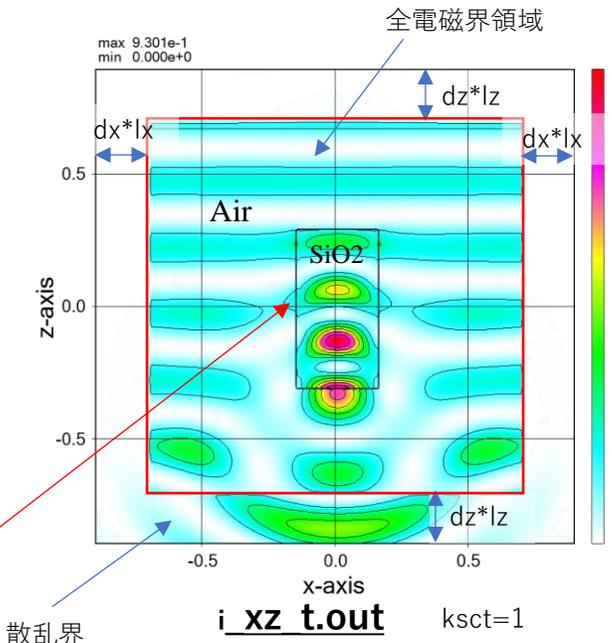
# 1 2. wsf.dat の内容(wsf06.dat), 164s

```

桁数 1      10      20      30      40      50      60
** wsf.dat
*   kstp      kskp      lp      clp(0,1)  crn(<1.0)  kfl      kot      ity
*   0          10      10      00      0.89      0          0          0
*   kpls      tw(um)  kdip      kdr(0-2)  dnt(um)  nd1      nd2
*   0          1.0      0          0          0          8.0      10
*   ksct      lx      ly      lz
*   1          20      20      20
*   kff      nff      thf(deg)  fif(deg)  krm      nrm      rm1(um)  rm2(um)
*   1          90      -180.0  0.0      0          100      0.92      0.96
*   wdx(um)  wdy(um)  dxy(um)  dz(um)
*   1.8      0.0      0.01      0.01
*   Lam(um)  th(deg)  fi(deg)  gm(deg)
*   0.5      0.0      0.0      0.0
*   wx0(um)  wy0(um)  xrm(rim)  yrm(rim)  sx0(um)  sy0(um)  kpx      kpy
*   3.0      3.0      1.0      1.0      0.0      0.0      0          0
*   stx(um)  sty(um)  csx(um)  csy(um)
*   0.0      0.0      0.0      0.0
* km      *   Name  ko      an      ab      ak
* 1      *   -SiO2  1      1.4623  0.00  0.0000
* 2#     *   -Al   1      2.0000  0.00  0.0000
* kr      * kd      kt      ps(deg)  px(um)  py(um)  wx(um)  wy(um)  sx(um)  sy(um)  xp      110
* 1#     0      4      0.0      1.50  1.50  0.500  0.50  0.00  0.00  0.00
* kf      km      kr      kd      kt      ps(deg)  px(um)  py(um)  wx(um)  wy(um)  sx(um)  sy(um)  xp      xq
* 1      1      0      0      1      0.0      0.00  0.000  0.30  0.30  -0.000  0.00  0.00  0.00
* 2#     2      0      0      4      0.0      2.00  2.00  1.00  1.00  0.000  0.00  0.00  0.00
* kb      kl      km      kp      tk      kf      *      *      *      *      *      *      *      *
* 1      0      0      0      0.60  0      0
* 2      0      0      0      0.60  1      0
* 3      0      0      0      0.60  0      0
    
```

**kdr=0の場合に機能**  
**ksct** 散乱界の有無  
 = 0 なし  
 = 1 あり  
**lx** x軸方向散乱界領域の幅(層数)  
**ly** y軸方向散乱界領域の幅(層数)  
**lz** z軸方向散乱界領域の幅(層数)

**CW発振(kpls=0)の場合に機能**  
**kff** 360度遠方界の有無  
 =0 分析なし =1 分析あり  
**nff** 分析する遠方界の方位角数(一回転分割数)  
 結果は360far.outに出力  
**thf** 遠方界方位角の初期値(度)  
**fif** 遠方界偏角(度)



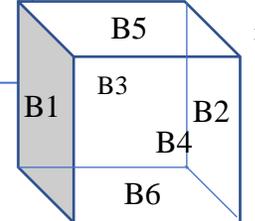
# 1 3. wsf.dat の内容(wsf07.dat), 1275s

大きくすると範囲内(wrm)でのゲイン変化が大きくなる。

構造層

1	0	0	0	0.30	0	0
2	0	2	0	0.30	0	0
3	0	1	0	0.11180	0	0
4	0	2	0	0.16268	0	0
5	0	1	0	0.11180	0	0
6	0	2	0	0.16268	0	0
7	0	1	0	0.11180	0	0
8	0	2	0	0.16268	0	0
9	0	1	0	0.67082	0	0
10	0	2	0	0.16268	0	0
11	0	1	0	0.11180	0	0
12	0	2	0	0.16268	0	0
13	0	1	0	0.11180	0	0
14	0	2	0	0.16268	0	0
15	0	1	0	0.11180	0	0
16	0	2	0	0.16268	0	0
17	0	1	0	0.11180	0	0
18	0	2	0	0.16268	0	0
19	0	1	0	0.11180	0	0
20	0	2	0	0.16268	0	0
21	0	1	0	0.11180	0	0
22	0	2	0	0.16268	0	0
23	0	1	0	0.11180	0	0
24	0	2	0	0.16268	0	0
25	0	1	0	0.67082	0	0
26	0	2	0	0.16268	0	0
27	0	1	0	0.11180	0	0
28	0	2	0	0.16268	0	0
29	0	1	0	0.11180	0	0
30	0	2	0	0.16268	0	0
31	0	1	0	0.11180	0	0
32	0	2	0	0.16268	0	0
33	0	1	0	0.11180	0	0
34	0	2	0	0.16268	0	0
35	0	1	0	0.11180	0	0
36	0	2	0	0.16268	0	0
37	0	1	0	0.11180	0	0
38	0	2	0	0.16268	0	0
39	0	1	0	0.11180	0	0
40	0	2	0	0.16268	0	0
41	0	1	0	0.67082	0	0
42	0	2	0	0.16268	0	0
43	0	1	0	0.11180	0	0
44	0	2	0	0.16268	0	0
45	0	1	0	0.11180	0	0
46	0	2	0	0.16268	0	0
47	0	1	0	0.11180	0	0
48	0	2	0	0.30	0	0
49	0	0	0	0.30	0	0

940nmを中心にした10nmのバンドパスフィルター構造



wscntでU/D\_reverseがチェックの場合、上記のごとくB5/B6が反転

```

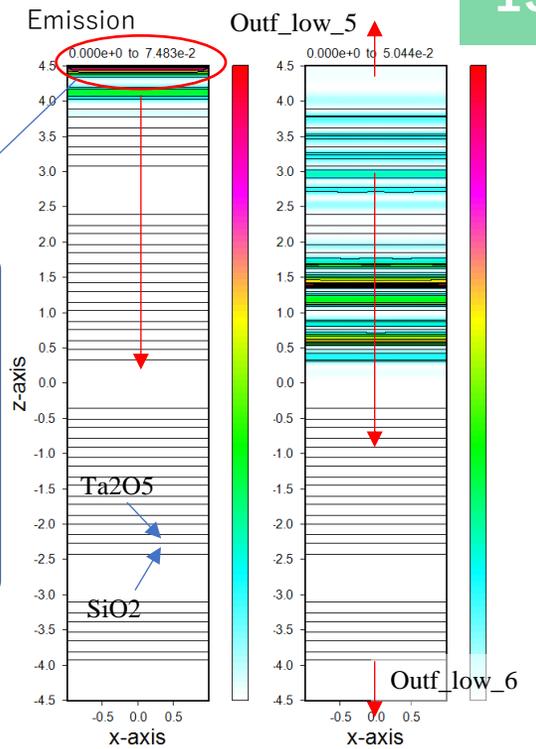
桁数 1 10 20 30 40 50 60
** wsf.dat
* kstp kskp lp clp(0,1) crn(<1.0) kfl kot ity
0 10 10 11 0.89 0 0 0
* kpls tw(um) kdip kdr(0-2) dnt(um) nd1 nd2
5 6.0 0 0 0 400.0 10 -3
* ksct lx ly lz
0 20 20
* kff nff thf(deg) fif(deg) krm nrm rml(um) rm2(um)
0 90 -180.0 0.0 0.0 1 100 0.92 0.96
* wdx(um) wdy(um) dxy(um) dz(um)
0.2 0.0 0.01 0.01
* Lam(um) th(deg) fi(deg) gm(deg)
0.94 0.0 0.0 0.0
* wx0(um) wy0(um) xrm(rim) yrm(rim) sx0(um) sy0(um) kpx kpy
3.0 3.0 1.0 1.0 0.0 0.0 0 0
* stx(um) sty(um) csx(um) csy(um)
0.0 0.0 0.0 0.0
* km * Name ko an ab ak
1 Ta2O5 1 2.11000 0.00 0.000
2 -SiO2 1 1.0000 0.00 0.0000
* kr * kd kt ps(deg) px(um) py(um) wx(um) wy(um) sx(um) sy(um) xp
1# 4 0.0 1.50 1.50 0.500 0.50 0.00 0.00 0.0
* kf km| kr kd kt ps(deg) px(um) py(um) wx(um) wy(um) sx(um) sy(um) xp xq
1# 1 0 0 1 0.0 0.00 0.000 0.30 0.30 -0.000 0.00 0.0 0.0
* kb kl km kp tk kf * * * * *
1 0 0 0 0.30 0 0
2 0 2 0 0.30 0 0
3 0 1 0 0.11180 0 0
4 0 2 0 0.16268 0 0
47 0 1 0 0.11180 0 0
48 0 2 0 0.30 0 0
49 0 0 0 0.30 0 0

```

大きくすれば分析精度が高まる。解析領域内に残存する光量が十分減衰するような値に設定する。

**Pulse発振(kpls≠0)の場合に機能**

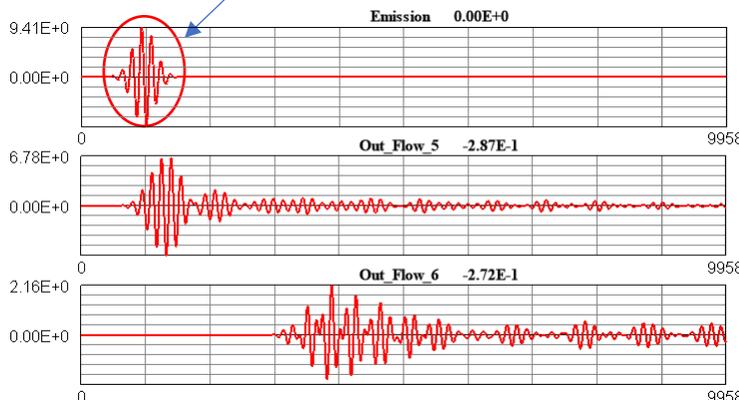
- krm** 周波数スペクトル分析の有無 =0 分析なし =1 分析あり
- nrm** 周波数スペクトル分割解像数 6境界面及び指定材料の6側面での時間軸分析と周波数軸分析を flow\_t.out, flow\_f.outに出力
- rml** 分析波長初期値(μm)
- rm2** 分析波長最終値(μm)



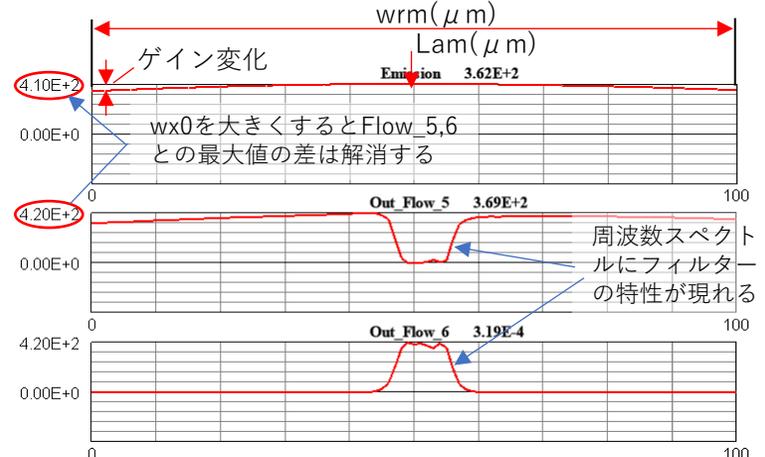
← 上端に光源位置  
 ↑ -z方向  
 ↓ 伝搬方向 cos(th)>0  
 ↓ +z方向

読み込みを中断する場合は中断箇所"c"で始まる空行を挿入

構造層の並びはz軸上で反転し、光の伝搬も+z方向になるので、これに揃えてWscntの表示では上下反転させると対応して見える



flow t.out



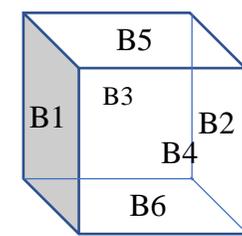
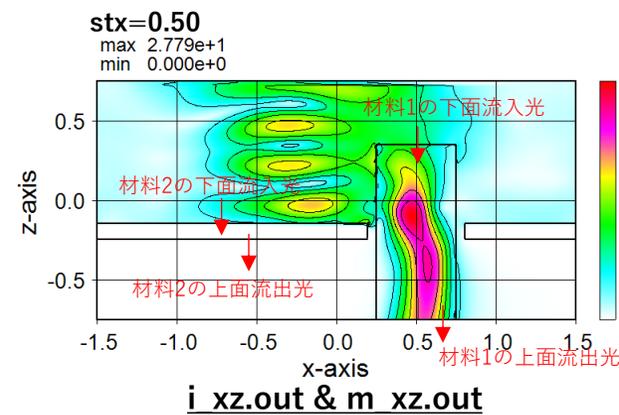
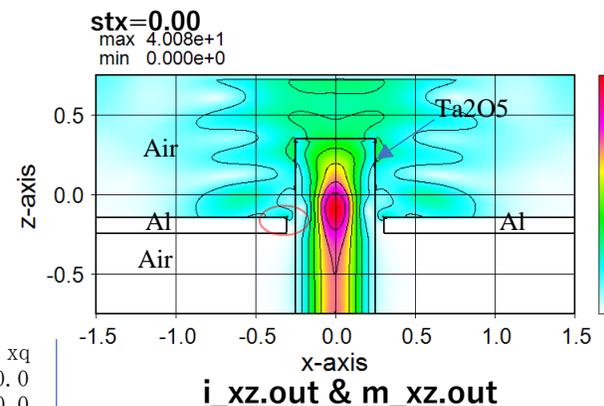
flow f.out

# 1 4. wsf.dat の内容(wsf08.dat), 24.9s

```

桁数 1      10      20      30      40      50      60
** wsf.dat
* kstp      kskp      lp      clp(0,1)  crn(<1.0)  kfl      kot      ity
0          10      10      11      0.89      0          0          0
* kppls     tw(um)   kdip      kdr(0-2)  dnt(um)   nd1      nd2
0          0.1      0          0          0          10.0      10      -3
* ksct      lx      ly      lz
0          20      20      20
* kff       nff      thf(deg)  fif(deg)  krm      nrm      rml(um)  rm2(um)
0          90      -180.0   0.0      0          100      0.92     0.96
* wdx(um)  wdy(um)  dxy(um)  dz(um)
3.0       0.0      0.01     0.01
* Lam(um)  th(deg)  fi(deg)  gm(deg)
0.94      0.0      0.0      0.0
* wx0(um)  wy0(um)  xrm(rim) yrm(rim)  sx0(um)  sy0(um)  kpx      kpy
2.5       2.5      0.0      0.0      0.0      0.0      0          0
* stx(um)  sty(um)  csx(um)  csy(um)
0.5       0.0      0.0      0.0
* km       *      Name   ko      an      ab      ak
1          Ta205  1      1.0000  0.00    0.0000
2          -Al   1      2.0000  0.00    0.0000
* kr       * kd      kt      ps(deg) px(um)  py(um)  wx(um)  wy(um)  sx(um)  sy(um)  xp
1#        0      4      0.0     1.50    1.50    0.500   0.50    0.00    0.00    0.0
* kf       km      kr      kd      kt      ps(deg) px(um)  py(um)  wx(um)  wy(um)  sx(um)  sy(um)  xp
1          1      0      0      2      0.0     0.00    0.00    0.50    0.50    0.000   0.00    0.0  0.0
2          2      0      0      -2     0.0     0.00    0.00    0.60    0.60    0.000   0.00    1.0  0.0
* kb       kl      km      kp      tk      kf      *
1          0      0      0      0.40   0      0
2          0      0      0      0.50   1      0
3          0      0      0      0.10   1      2
4          0      0      0      0.50   1      0
  
```

**stx** 全体構造 x 方向中心位置 ( $\mu\text{m}$ )、光源位置には不適用  
**sty** 全体構造 y 方向中心位置 ( $\mu\text{m}$ )、光源位置には不適用  
**csx** グラフ断面の x 方向位置 ( $\mu\text{m}$ )  
**csy** グラフ断面の y 方向位置 ( $\mu\text{m}$ )



Wscntで上下反転している場合は上は-z側、下は+z側になる

Alにすると非分散扱いになり暴走する。  
先頭に必ず分散材料を示す“-”をつけること。  
分散材料の場合、k>nとなる場合が多く、FDTD  
のアルゴリズムではk>nの条件で暴走する。

# 1 5. wsf.dat の内容(wsf09.dat), 1809s

```

桁数 1      10      20      30      40      50      60
** wsf.dat
*   kstp      kskp      lp      clp(0,1)  crn(<1.0)  kfl      kot      ity
*   0          10      10      11      0.89      0          0          0
*   kpls      tw(um)   kdip      kdr(0-2)  dnt(um)   nd1      nd2      -3
*   0          1.0      0          0          0          10.0      10
*   ksct      lx      ly      lz
*   0          20      20      20
*   kff      nff      thf(deg)  fif(deg)  krm      nrm      rml(um)  rm2(um)
*   0          90      -180.0    0.0      0          0          100      0.92  0.96
*   wdx(um)   wdy(um)   dxy(um)  dz(um)
*   1.5      1.5      0.01      0.01
*   Lam(um)   th(deg)   fi(deg)   gm(deg)
*   0.94      0.0      0.0      0.0
*   wx0(um)   wy0(um)   xrm(rim)  yrm(rim)  sx0(um)   sy0(um)  kpx      kpy
*   3.0      3.0      1.0      1.0      0.0      0.0      0          0
*   stx(um)   sty(um)   csx(um)   csy(um)
*   0.0      0.0      0.0      0.0

* km * Name ko an ab ak
* 1 Ta205 1 1.0000 0.00 0.0000
* 2 -Al 1 2.0000 0.00 0.0000

* kr * kd kt ps(deg) px(um) py(um) wx(um) wy(um) sx(um) sy(um) xp
* 1# 0 4 0.0 1.50 1.50 0.500 0.50 0.00 0.00 0.0 0.0
* kf km kr kd kt ps(deg) px(um) py(um) wx(um) wy(um) sx(um) sy(um) xp
* 1 1 0 0 2 0.0 0.00 0.00 0.50 0.50 0.000 0.00 0.0 0.0
* 2 2 0 0 -2 0.0 0.00 0.00 0.60 0.60 0.000 0.00 1.0 0.0
* kb kl km kp tk kf * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
* 1 0 0 0 0.40 0 0
* 2 0 0 0 0.50 1 0
* 3 0 0 0 0.10 1 2
* 4 0 0 0 0.50 1 0

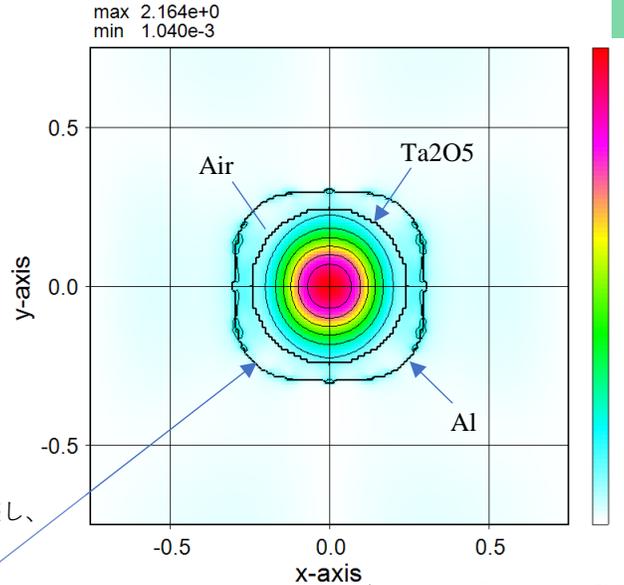
```

外部データ(nk.dat)として計算  
未登録の場合は2行までしか読み込まれない

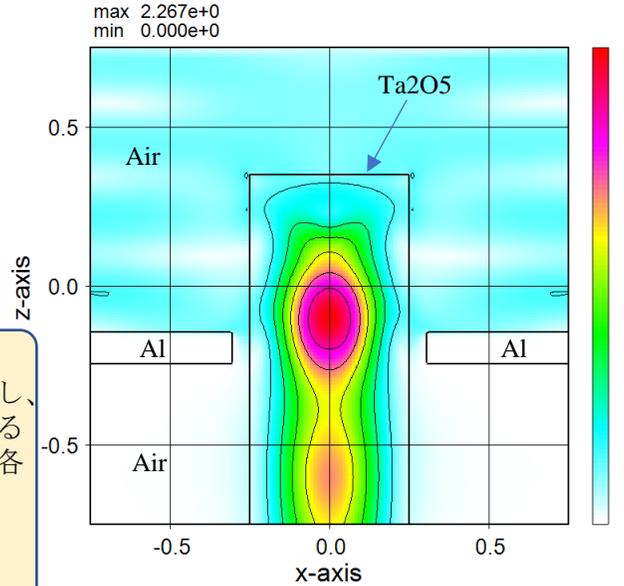
分散材料として計算  
消衰係数 > 屈折率の場合、FDTDは暴走する。従って、金属材料は必ず分散材料に指定する(頭に-をつける)。

**km指定欄(光学材料指定)、先頭4桁は通し行番号、200行まで入力可能**  
**Name** 材料名(8桁内)。SiO2, Ag, Al, Au, Be, Cr, Cu, Ni, Pd, Pt, Ti, Wは内部データが存在し、先頭に“-”を付けて差別表記し、周波数分散材料として計算。それら以外は外部データとしてnk.datのファイル内に波長、屈折率、消衰係数の列を記載することで屈折率、消衰係数が自動的に内挿される。nk.datにデータが存在しない場合にはan以下の定義値を優先。nk.datは各自作成の上、wsf.exeと同じフォルダに格納のこと。  
**ko** wsf1.outへの検出光量出力有無の指定 =0 結果出力なし =1 結果出力あり  
**an** 屈折率  
**ab** アッペ数、=0の場合、分散なし(屈折率固定)  
**ak** 消衰係数

楕円指数を調整し、角のRを表現



**i xy.out & m xy.out (Wscnt表示で4番目)**



**i xz.out & m xz.out**

# 16. nk.dat の内容

桁数	10	20	30
**	Si	61	
	0.02	0.978	0.00393
	0.04	0.86894	0.013502
	0.06	0.61016	0.064932
	0.08	0.3229	0.45029
	0.10	0.2554	0.89234
	0.12	0.29201	1.3001
	0.14	0.37955	1.6999
	0.16	0.51722	2.1005
	0.18	0.71456	2.5072
	0.20	0.97629	2.8938
	.	.	.
	.	.	.
	.	.	.
	1.80	3.500	0.0001
	1.90	3.494	0.0001
	2.00	3.489	0.0001
	100.00	3.489	0.0001
**	Ta205	726	
	0.350	2.317048	0.000655
	0.352	2.313395	0.000637
材料名	0.354	2.309832	0.000619
	0.356	2.306355	0.000602
	0.358	2.302962	0.000585
	0.360	2.299649	0.000569
	.	.	.
	.	.	.
	.	.	.

波長(μm単位)    屈折率    消衰係数

nkデータの行数

## 【数値データの入力規則】

- 入力数字の先頭行に区切りマーク(\*\*)の後、材料名(8カラム)と nkデータの行数(10カラム)を記載
- 入力数字は半角数字である(空白は半角スペース、Tabコードは不可)
- 入力数字の右端は10桁刻みの縦ラインに揃える
- 入力数字は少なくとも1つの半角スペースで空ける

必要な材料データは実測値や文献値等から上記に示す書式で重ねて作成する。ファイル名はnk.datとし、必ずwsf.exeのあるフォルダに格納すること。ただし材料名は内部定義されている-SiO<sub>2</sub>, -Ag, -Al, -Au, -Be, -Cr, -Cu, -Ni, -Pd, -Pt, -Ti, -W以外とする。材料名が重複する場合、最初にあるデータが優先される。

引用元 <https://refractiveindex.info/?shelf=main&book=Ta2O5&page=Bright-amorphous>  
<https://www.filmetricsinc.jp/refractive-index-database/Ta2O5>

## nk.dat の抜粋

# 17. 光学構造の定義手順

```

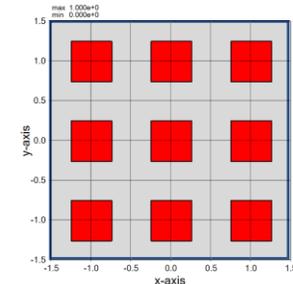
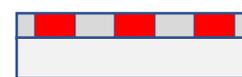
** wsf.dat
*   kstp      kskp      lp      clp(0,1)  crn(<1.0)  kf1      kot      ity
*   0         10       10       00       0.99     0       0       0
*   kpls      tw(um)   kdip     kdr(0-2)  dnt(um)  nd1     nd2
*   0         1.0     0       0       0       0.01   10     -3
*   ksct      lx       ly       lz
*   0         20      20      20
*   kff       nff      thf(deg)  fif(deg)  krm      nrm      rml(um)  rm2(um)
*   0         90      -180.0  0.0     0       100     0.92   0.96
*   wdx(um)  wdy(um)  dxy(um)  dz(um)
*   3.0      3.0     0.01    0.01
*   Lam(um)  th(deg)  fi(deg)  gm(deg)
*   0.94     0.0     0.0     0.0
*   wx0(um)  wy0(um)  xrm(rim) yrm(rim)  sx0(um)  sy0(um)  kpx      kpy
*   2.0      2.0     0.0     0.0     0.0     0.0     0       0
*   stx(um)  sty(um)  csx(um)  csy(um)
*   0.0      0.0     0.0     0.0
* km * Name ko an ab ak
* 1 -SiO2 1 2.0000 0.00 0.0000
* 2# -Al 1 2.0000 0.00 0.0000
* Kr指定欄 * kr * kd kt ps(deg) px(um) py(um) wx(um) wy(um) sx(um) sy(um) xp
* ① 1 0 2 0.0 0.00 0.00 2.50 2.50 0.00 0.00 0.0
* Kf指定欄 * kf km kr kd kt ps(deg) px(um) py(um) wx(um) wy(um) sx(um) sy(um) xp xq
* ② 1 1 0 1 0.0 1.00 1.000 0.50 0.50 -0.000 0.00 0.0 0.0
* 2# 2 0 0 4 0.0 2.00 2.00 1.00 1.00 0.000 0.00 0.0 0.0
* 背景層 * kb kl km kp tk kf * * * * * * * * * * * * * * * *
* ① 1 0 0 0 0.60 1 0

```

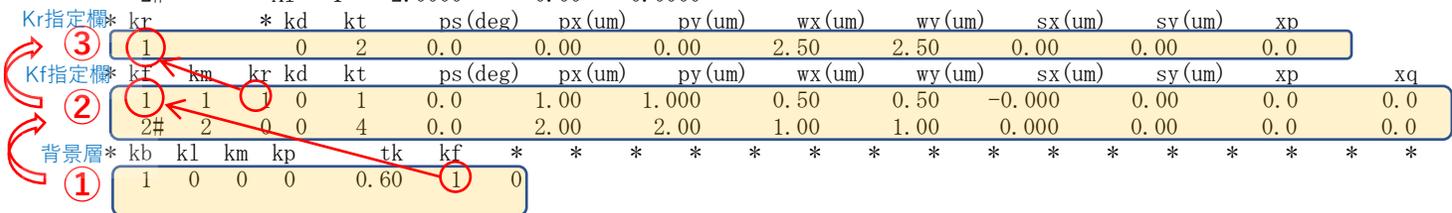
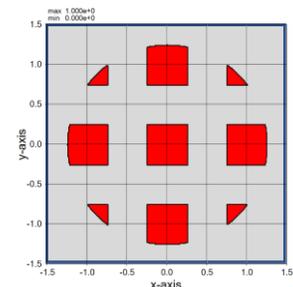
① 背景層の定義  
1. km,tkを設定  
2. 参照する場合はkfに



② 背景層上に周期構造を定義 (Kf指定欄)  
1. km,kd,ktを設定  
2. ps以降の設定で構造を定義  
3. 参照する場合はkrに



③ 周期構造の範囲制限 (Kr指定欄)  
1. kd,ktを設定  
2. ps以降の設定で制限範囲を定義



# 1 8 . wsf.dat の内容(wsf10.dat), 9.9s

```

桁数 1      10      20      30      40      50      60
** wsf.dat
*   kstp      kskp      lp      clp(0,1)  crn(<1.0)  kf1      kot      ity
      0      10      10      00      0.99      0      0      0
*   kpls      tw(um)  kdip      kdr(0-2)  dnt(um)  nd1      nd2
      0      1.0      0      0      0      0.01      10
*   ksct      lx      ly      lz
      0      20      20      20
*   kff      nff      thf(deg)  fif(deg)  krm      nrm      rml(um)  rm2
      0      90      -180.0  0.0      0      100      0.92      0.96
*   wdx(um)  wdy(um)  dxy(um)  dz(um)
      3.0      3.0      0.01      0.01
*   Lam(um)  th(deg)  fi(deg)  gm(deg)
      0.94      0.0      0.0      0.0
*   wx0(um)  wy0(um)  xrm(rim)  yrm(rim)  sx0(um)  sy0(um)  kpx      kpy
      2.0      2.0      0.0      0.0      0.0      0.0      0      0
*   stx(um)  sty(um)  csx(um)  csy(um)
      0.0      0.0      0.0      0.0
* km      * Name      ko      an      ab      ak
      1      -SiO2      1      2.0000      0.00      0.0000
      2#      -Al      1      2.0000      0.00      0.0000
* kr      * kd      kt      ps(deg)  px(um)  py(um)  wx(um)  wy(um)  sx(um)  sy(um)  xp      xq
      1#      0      2      0.0      0.0      0.0      2.50      2.50      0.00      0.00      0.0
* kf      km      kr      kd      kt      ps(deg)  px(um)  py(um)  wx(um)  wy(um)  sx(um)  sy(um)  xp      xq
      1      1      0      0      2      0.0      1.00      1.000      0.50      0.50      -0.000      0.00      0.0      0.0
      2#      2      0      0      4      0.0      2.00      2.00      1.00      1.00      0.000      0.00      0.0      0.0
* kb      klj      km      kp      tk      kf
      1      0      0      0      0.60      1      0

```

**kf指定欄 (構造形状関連)** 先頭4桁は通し番号、9999ラインまで入力可能

**km** 構造の構成材料指定 (km指定欄の材料No. 参照)、 km=0は真空 (n=1.0)

**kr** 領域制限指定 (kr指定欄の通しNo. 参照)、 kr=0は参照せず

**kd** 構造形状の入力方式  
 =0 内部定義 =1 外部構造データによる定義 (sub.dat)、 wx,wy以外が適用  
 外部構造データは400種まで (各種1000ラインまで) 入力可能

**kt** 構造形状の選択 (-ktはktの反転パターン)  
 (kd=1の場合) kt= (sub.datにおけるパターンNo.)  
 (kd=0の場合) =0 領域なし  
 =1 ピッチ(px\*py)の方形格子位置を中心とする幅(wx\*wy)の長方形  
 =2 ピッチ(px\*py)の方形格子位置を中心とする幅(wx\*wy)の楕円内、  
 xpは楕円指数、-2.0<xp<-1.0で星形、-1.0で菱形、0.0で円(楕円)、>0.0で方形  
 =3 ピッチ(px\*py)の方形格子位置を中心とする幅(wx\*wy)の六角形(上下頂角)  
 =4 ピッチ(px\*py)の方形格子位置を中心とする幅(wx\*wy)の六角形(左右頂角)  
 =5 ピッチ(px\*py)の方形格子位置を中心とする幅(wx\*wy)の菱形  
 =6 ピッチ(px\*py)の方形格子位置を中心とする幅(wx\*wy)の直角3角形(斜辺第1象限)  
 =7 ピッチ(px\*py)の方形格子位置を中心とする幅(wx\*wy)の直角3角形(斜辺第2象限)  
 =8 ピッチ(px\*py)の方形格子位置を中心とする幅(wx\*wy)の直角3角形(斜辺第3象限)  
 =9 ピッチ(px\*py)の方形格子位置を中心とする幅(wx\*wy)の直角3角形(斜辺第4象限)

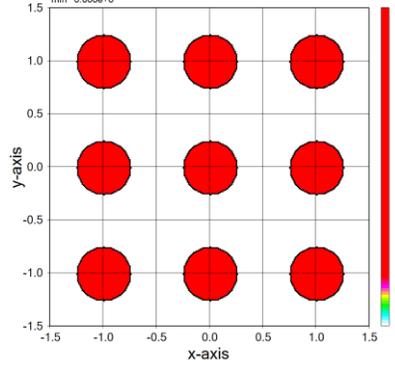
図形との関係は次ページ以降参照

参照

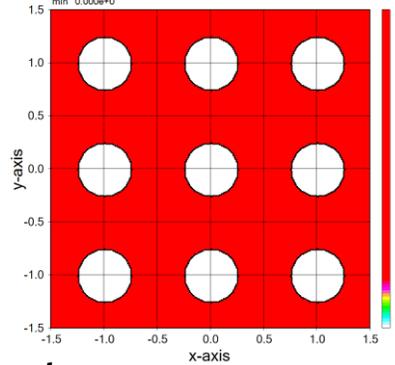
- =10 ピッチ(px\*py)の方形格子の各方形内に  
ピッチ(wx), 角度(wy), duty比xp, 起点xqの直線格子
- =11 ピッチ(px\*py)の方形格子の各方形内に  
ピッチ(wx\*wy), duty比xp, 起点xqの同心楕円格子
- =12 ピッチ(px\*py)の方形格子の各方形内に  
ピッチ(wx\*wy), duty比xp, 起点xqの同心12角形
- =13 12の15度回転図形
- =14 ピッチ(px\*py)の方形格子の各方形内に  
ピッチ(wx\*wy), duty比xp, 起点xqの同心18角形
- =15 14の10度回転図形
- =16 ピッチ(px\*py)の方形格子の各方形内に  
ピッチ(wx\*wy), duty比xp, 起点xqの同心6角形
- =17 16の30度回転図形

**ps** 領域中心回りの図形の回転角(deg)  
**px** 構造の x 方向ピッチ(μm)、=0の時は孤立パターン  
**py** 構造の y 方向ピッチ(μm)、=0の時は孤立パターン  
**wx** 構造の x 方向の幅(μm)  
**wy** 構造の y 方向の幅(μm)  
**sx** 構造の x 座標シフト(μm)  
**sy** 構造の y 座標シフト(μm)  
**xp** kt=2 楕円指数 kt=10~17 格子のduty比  
**xq** kt=10~17 格子の起点

**kt=2** 周期的な円内を定義



**kt=-2** 周期的な円の外を定義



# 19. wsf.dat の内容(wsf11.dat), 11.0s

```

桁数 1      10      20      30      40      50      60
** wsf.dat
*   kstp      kskp      lp      clp(0,1)  crn(<1.0)  kfl      kot      ity
*   0          10       10       00       0.99      0        0        0
*   kpls      tw(um)   kdip      kdr(0-2)  dnt(um)   nd1      nd2
*   0          1.0     0        0        0         0.01    10       -3
*   ksct      lx       ly       lz
*   0          20      20      20
*   kff       nff      thf(deg)  fif(deg)  krm      nrm      rml(um)  rm2(um)
*   0          90      -180.0  0.0      0        100     0.92    0.96
*   wdx(um)   wdy(um)   dxy(um)  dz(um)
*   3.0       3.0     0.01    0.01
*   Lam(um)   th(deg)   fi(deg)  gm(deg)
*   0.94      0.0     0.0     0.0
*   wx0(um)   wy0(um)   xrm(rim) yrm(rim)  sx0(um)  sy0(um)  kpx      kpy
*   2.0       2.0     0.0     0.0     0.0     0.0     0        0
*   stx(um)   sty(um)   csx(um)  csy(um)
*   0.0       0.0     0.0     0.0
* km * Name ko an ab ak
* 1 -SiO2 1 2.0000 0.00 0.0000
* 2# -Al 1 2.0000 0.00 0.0000
* kr * kd kt ps(deg) px(um) py(um) wx(um) wy(um) sx(um) sy(um) xp
* 1 0 2 0.0 0.0 0.0 2.50 2.50 0.00 0.00 0.0
* kf km kr kd kt ps(deg) px(um) py(um) wx(um) wy(um) sx(um) sy(um) xp xq
* 1 1 1 0 1 0.0 1.00 1.000 0.50 0.50 -0.000 0.00 0.0 0.0
* 2# 2 0 0 4 0.0 2.00 2.00 1.00 1.00 0.000 0.00 0.0 0.0
* kb kl km kp tk kf * * * * * * * * * * * * * * * *
* 1 0 0 0 0.60 1 0
    
```

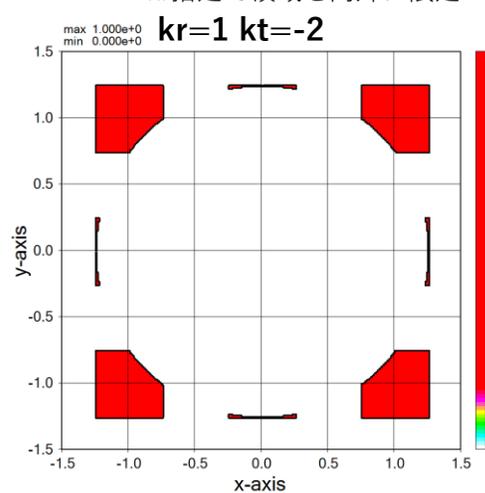
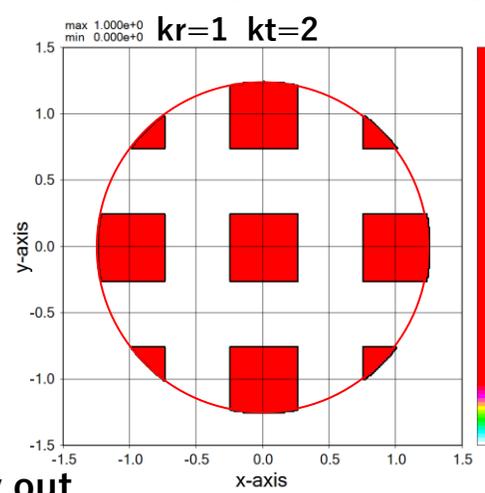
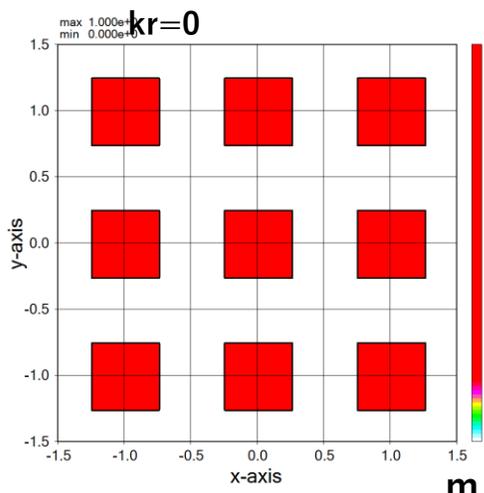
**kr** 指定欄 (領域制限構造) 先頭4桁は通し番号、1000ラインまで入力可能

**kd** 構造形状の入力方式  
 =0 内部定義  
 =1 外部構造データによる定義 (sub.dat)、wx,wy以外が適用  
 外部構造データは400種 (各種1000ライン) まで入力可能

**kt** 構造形状の選択 (-ktはktの反転パターン)  
 (kb=1の場合) kt = (sub.datにおけるパターンNo.)  
 (kb=0の場合)  
 =0 領域制限なし  
 =1 ピッチ(px\*py)の方形格子位置を中心とする幅(wx\*wy)の長方形で領域制限  
 =2 ピッチ(px\*py)の方形格子位置を中心とする幅(wx\*wy)の楕円内で領域制限、  
 xpは楕円指数、-2.0<xp<-1.0で星形、-1.0で菱形、0.0で円(楕円), >0.0で方形  
 =3 ピッチ(px\*py)の方形格子位置を中心とする幅(wx\*wy)の六角形(上下頂角)で領域制限  
 =4 ピッチ(px\*py)の方形格子位置を中心とする幅(wx\*wy)の六角形(左右頂角)で領域制限  
 =5 ピッチ(px\*py)の方形格子位置を中心とする幅(wx\*wy)の菱形で領域制限  
 =6 ピッチ(px\*py)の方形格子位置を中心とする幅(wx\*wy)の直角3角形(斜辺第1象限)で領域制限  
 =7 ピッチ(px\*py)の方形格子位置を中心とする幅(wx\*wy)の直角3角形(斜辺第2象限)で領域制限  
 =8 ピッチ(px\*py)の方形格子位置を中心とする幅(wx\*wy)の直角3角形(斜辺第3象限)で領域制限  
 =9 ピッチ(px\*py)の方形格子位置を中心とする幅(wx\*wy)の直角3角形(斜辺第4象限)で領域制限

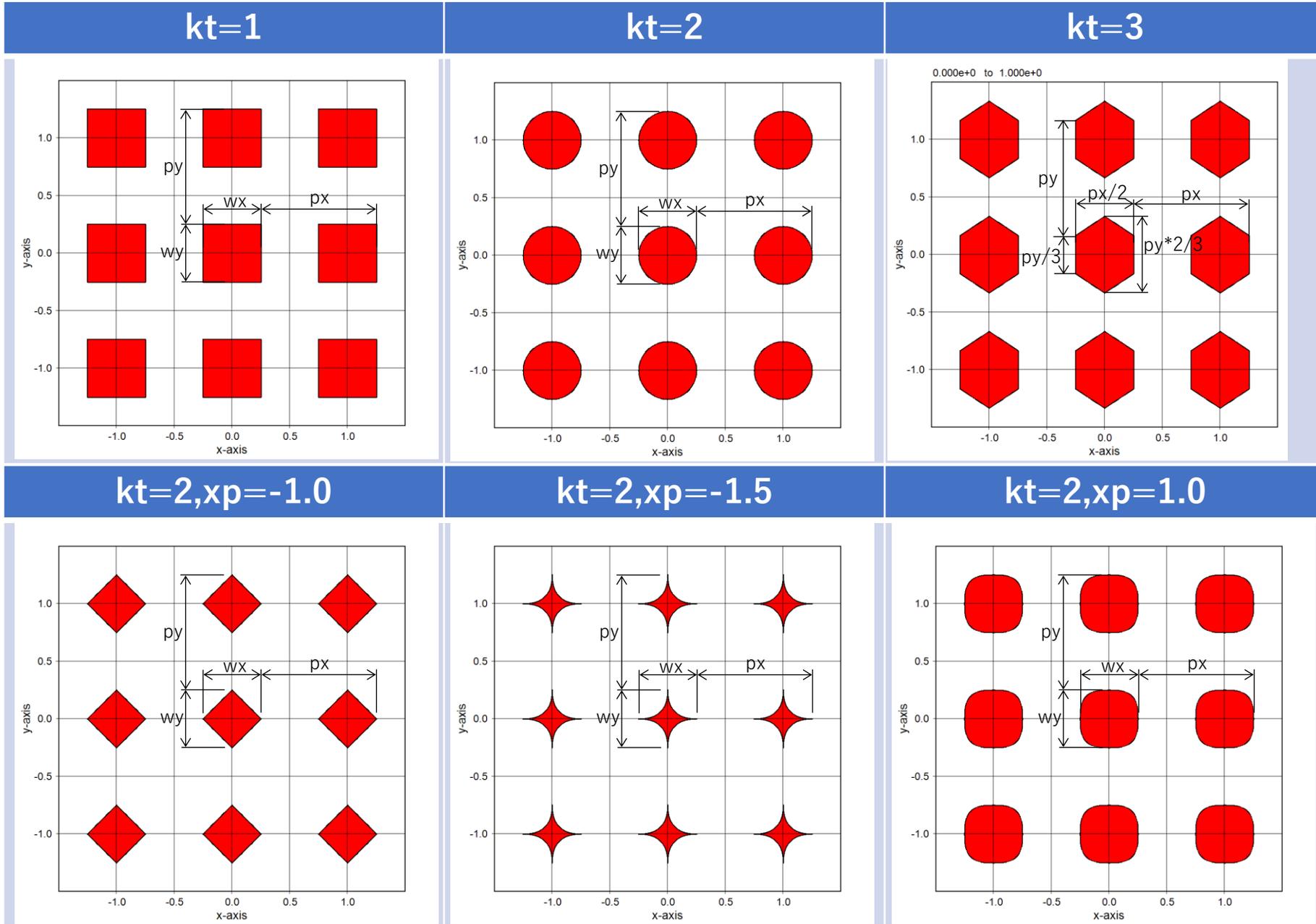
参照

**ps** 領域中心回りの図形の回転角 (deg)  
**px** 構造の x 方向ピッチ (μm)、=0の時は孤立パターン  
**py** 構造の y 方向ピッチ (μm)、=0の時は孤立パターン  
**wx** 構造の x 方向の幅 (μm)  
**wy** 構造の y 方向の幅 (μm)  
**sx** 構造の x 座標シフト (μm)  
**sy** 構造の y 座標シフト (μm)  
**xp** kt=2 楕円指数 kt=10~17 格子のduty比

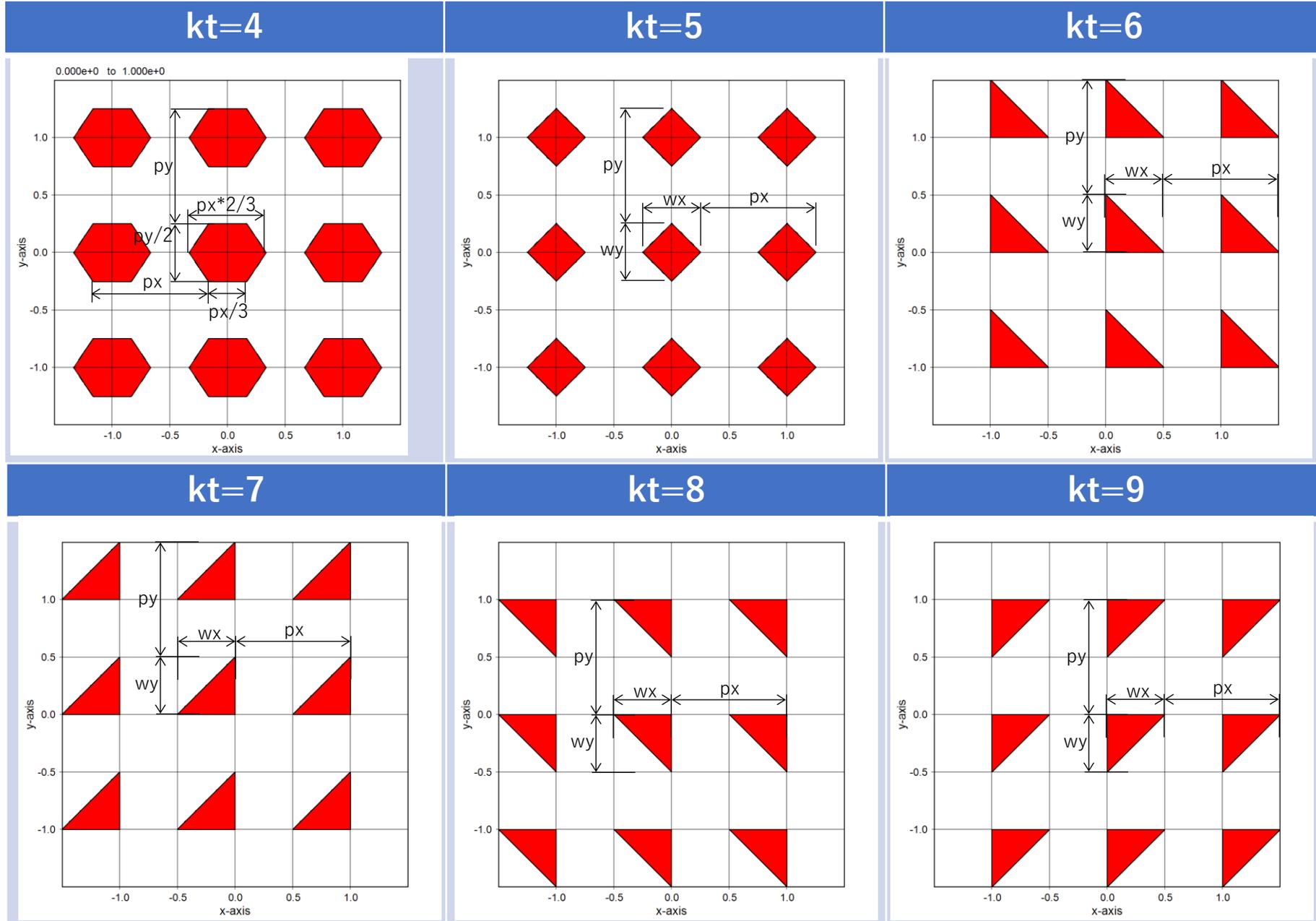


m\_xy.out

# 20. kd=0 の場合のktと構造 1

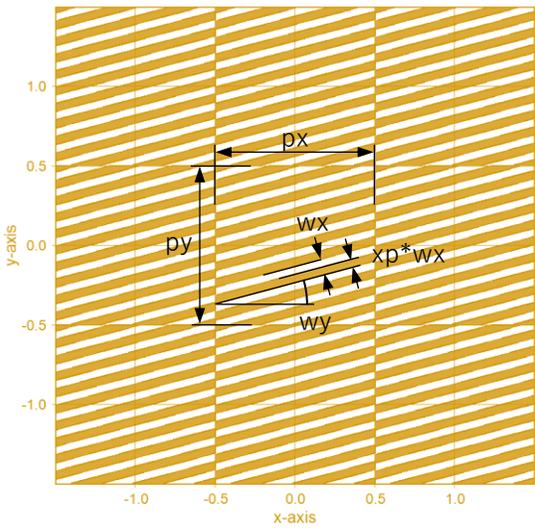


## 2 1. kd=0 の場合のktと構造 2

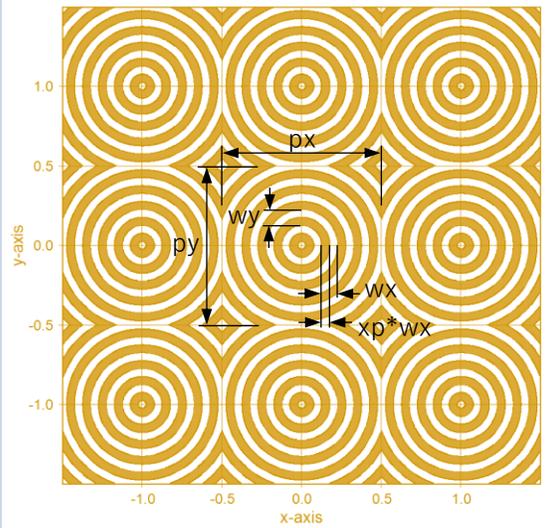


## 2 2. kd=0 の場合のktと構造 3

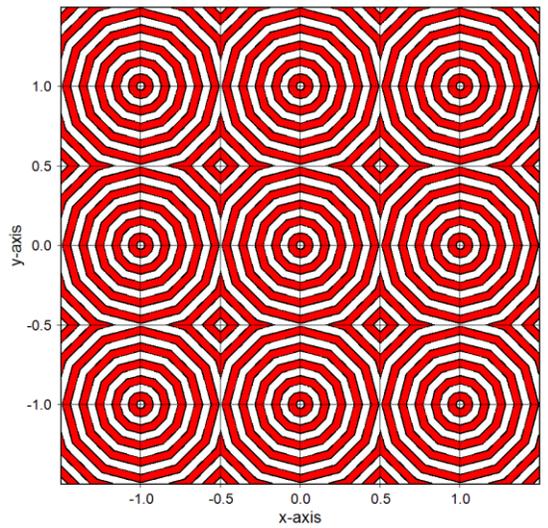
kt=10



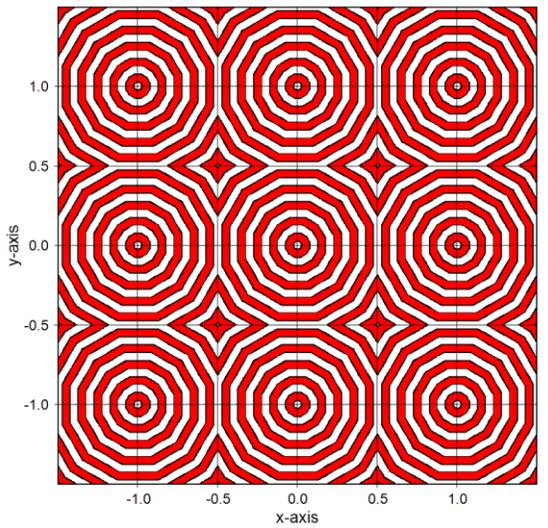
kt=11



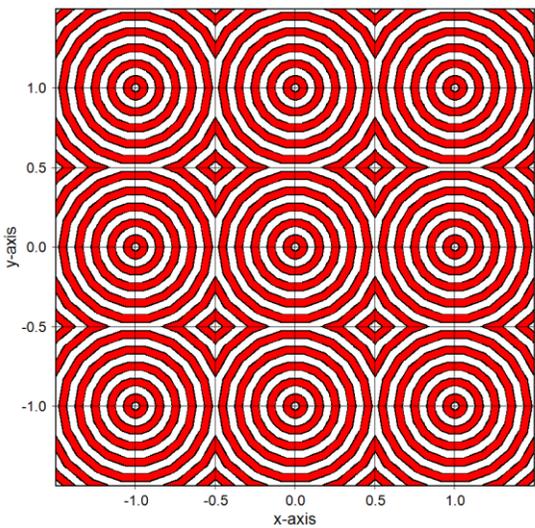
kt=12



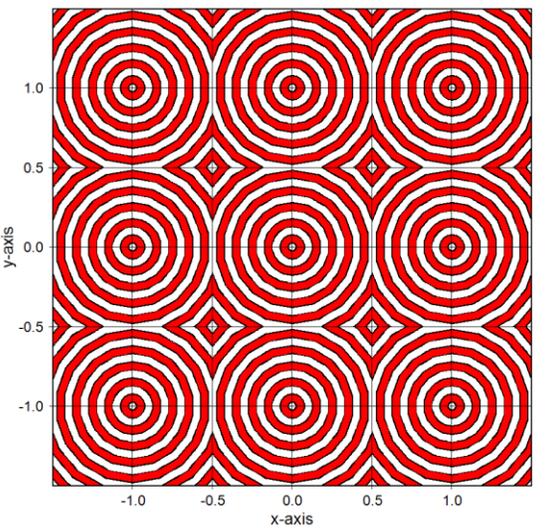
kt=13



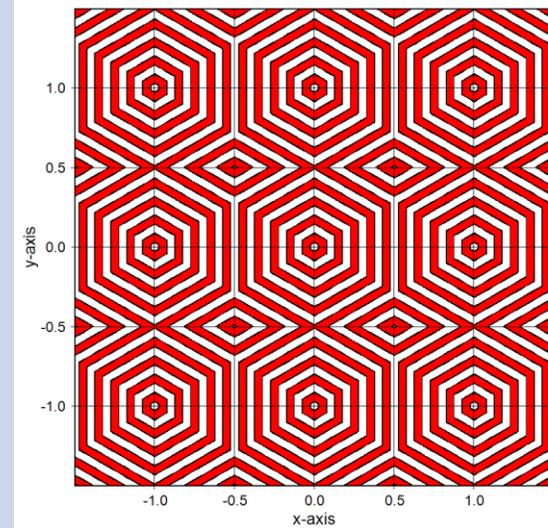
kt=14



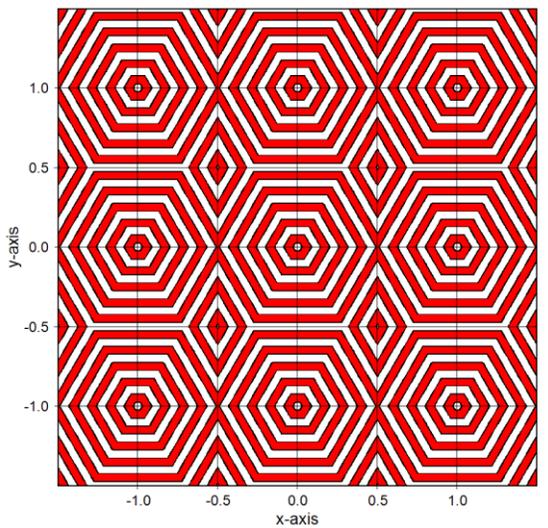
kt=15



kt=16

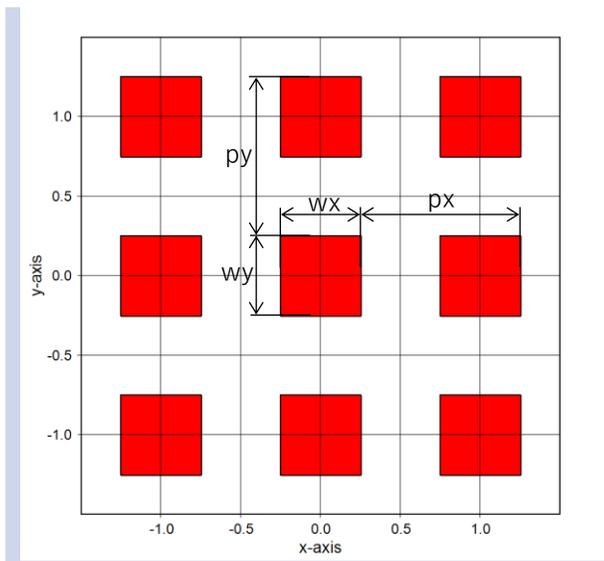


kt=17

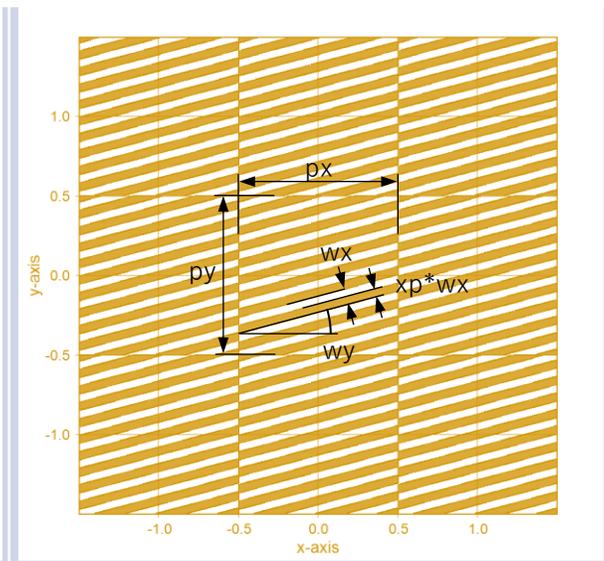


### 2 3. kd=0 の場合のktと構造 4

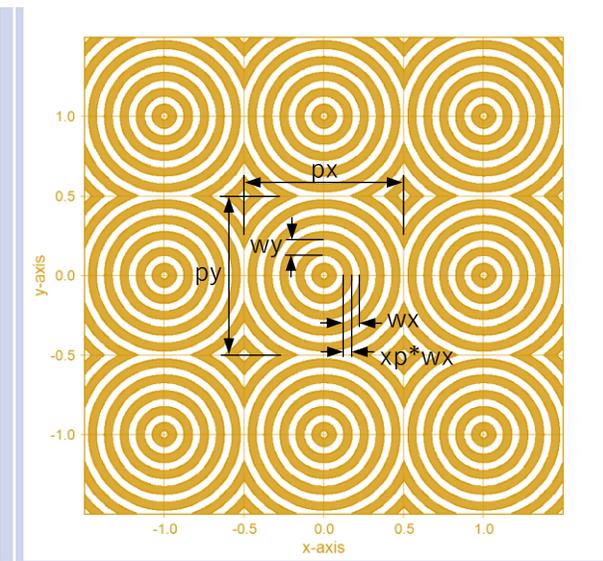
kt=1,ps=0.0



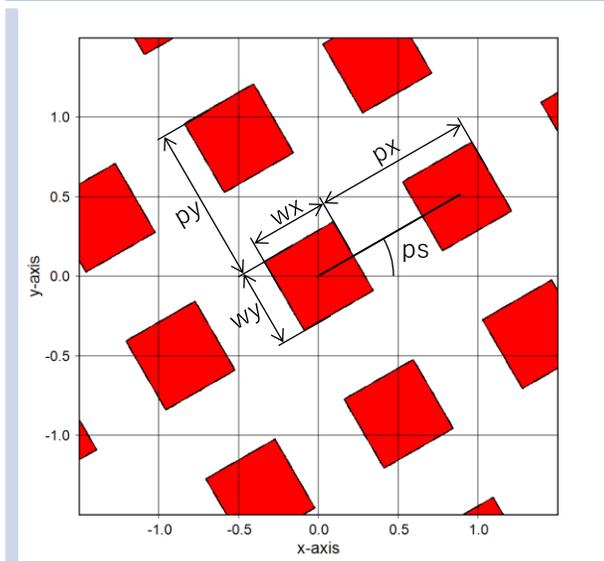
kt=10,xp=0.5



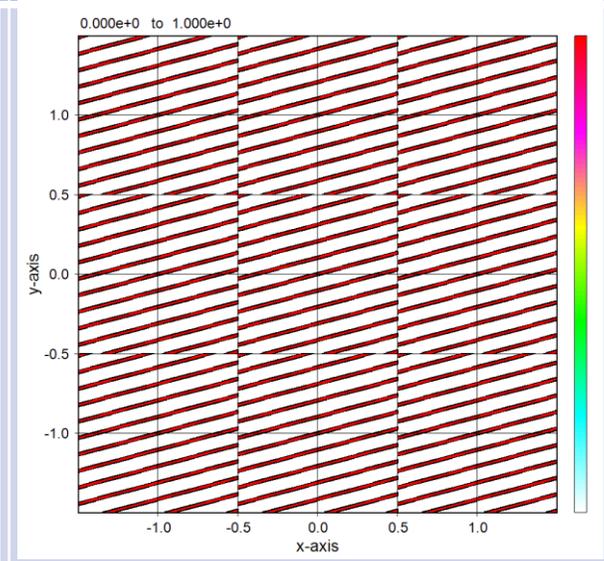
kt=11,xq=0.0



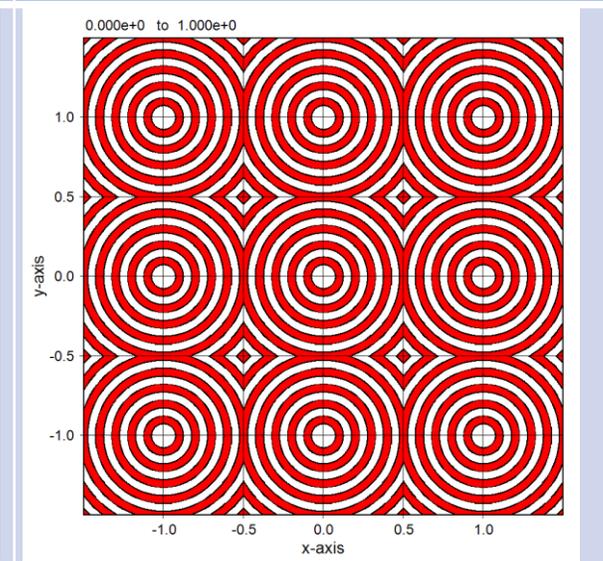
kt=1,ps=30.0



kt=10,xp=0.2



kt=11,xq=0.5



## 2 4 . kd=1の場合、sub.datを参照(sub.dat)

### sub.dat の内容

wsf.datの  
ktの値に対  
応する。重  
複無き事

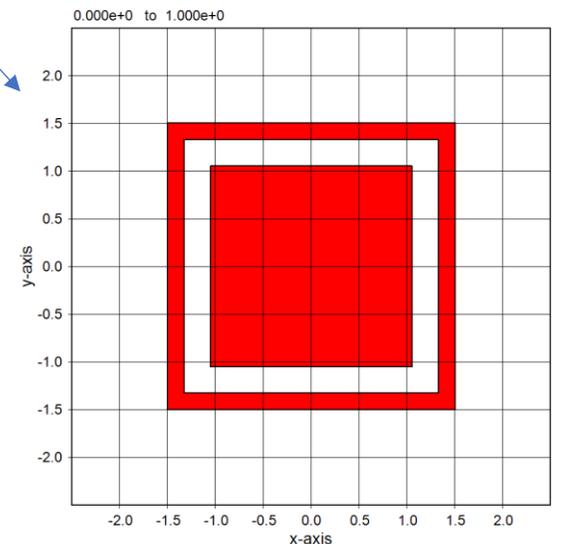
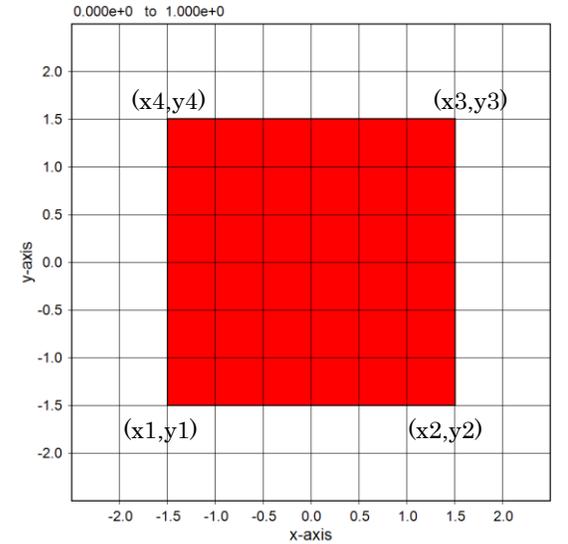
桁数	1	5	x1	y1	x2	y2	x3	y3	x4	y4
	1	5	-1.5000	-1.5000	1.5000	-1.5000	1.5000	1.5000	-1.5000	1.5000
	2	5	-1.0500	-1.0500	1.0500	-1.0500	1.0500	1.0500	-1.0500	1.0500
		15	-1.5000	-1.5000	1.5000	-1.5000	1.5000	-1.3250	-1.5000	-1.3250
		25	1.3250	-1.3250	1.5000	-1.3250	1.5000	1.3250	1.3250	1.3250
		35	1.5000	1.3250	1.5000	1.5000	-1.5000	1.5000	-1.5000	1.3250
		45	-1.5000	-1.3250	-1.3250	-1.3250	-1.3250	1.3250	-1.5000	1.3250

wsf1.dat の抜粋

(x1,y1), (x2,y2), (x3,y3), (x4,y4)の4点( $\mu\text{m}$ 単位)の囲む図形 (とそれらの集合図形) がpx,pyのピッチ、sx,syのシフト量で並ぶ。

#### 【数値データの入力規則】

- ・ 入力数字は半角数字である(空白は半角スペース、Tabコードは不可)
- ・ 入力数字の右端は10桁刻みの縦ラインに揃える
- ・ 入力数字は少なくとも1つのスペースで空ける



# 25. レンズ形状の作り方(wsf12.dat), 251s

```

** wsf.dat
* kstp      kskp      lp      clp(0,1)  crn(<1.0)  kfl      kot      ity
* 0          10       10       00       0.99     0        0        0
* kpls      tw(um)   kdip     kdr(0-2)  dnt(um)   nd1      nd2
* 0          1.0     0        0        0        5.0     10       -3
* ksct      lx       ly       lz
* 0          20      20       20
* kff       nff      thf(deg)  fif(deg)  krm      nrm      rml(um)  rm2(um)
* 0          90     -180.0  0.0      0        100     0.92    0.96
* wdx(um)   wdy(um)   dxy(um)  dz(um)
* 2.0       2.0     0.02    0.02
* Lam(um)   th(deg)   fi(deg)  gm(deg)
* 0.75      0.0     0.0     0.0
* wx0(um)   wy0(um)   xrm(rim) yrm(rim)  sx0(um)  sy0(um)  kpx      kpy
* 1.5       1.5     0.0     0.0      0.0      0.0     0        0
* stx(um)   sty(um)   csx(um)  csy(um)
* 0.0       0.0     0.0     0.0
* km        Name     ko      an      ab      ak
* 1#       Ta205    1       1.0000  0.00    0.0000
* 2       -SiO2    1       1.4500  0.00    0.0000
* kr        * kd      kt      ps(deg)  px(um)  py(um)  wx(um)  wy(um)  sx(um)  sy(um)  xp
* 1#       0        2       0.0     0.00    0.00    2.50    2.50    0.00    0.00    0.0
* kf       km      kr      kd      kt      ps(deg)  px(um)  py(um)  wx(um)  wy(um)  sx(um)  sy(um)  xp      xq

```

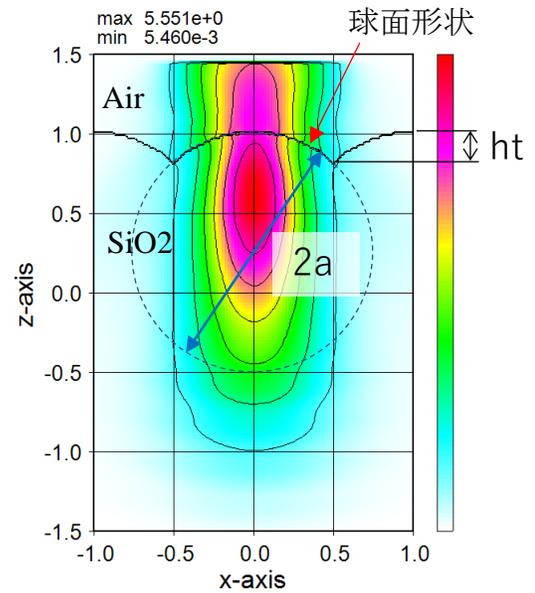
	A	B	C	D	E
1					
2	a=radius	n=Layer No	y=a-n*dz	x=sqrt(a^2-y^2)	2x=Intercept width
3	0.75	1	0.740	0.122	0.244
4	dz=Grid interval	2	0.720	0.210	0.420
5	0.02	3	0.700	0.269	0.539
6	ht=height	4	0.680	0.316	0.633
7	0.5	5	0.660	0.356	0.712
8		6	0.640	0.391	0.782
9		7	0.620	0.422	0.844
10		8	0.600	0.450	0.900
11		9	0.580	0.475	0.951
12		10	0.560	0.499	0.998
13		11	0.540	0.520	1.041
14		12	0.520	0.540	1.081

ht 構造の高さ (μm)  
a 円断面の半径 (μm)

* kf	km	kr	kd	kt	ps(deg)	px(um)	py(um)	wx(um)	wy(um)	sx(um)	sy(um)	xp	xq
1	2	0	0	2	0.0	1.000	1.000	0.244	0.244	0.000	0.00	0.0	0.0
2	2	0	0	2	0.0	1.000	1.000	0.420	0.420	0.000	0.00	0.0	0.0
3	2	0	0	2	0.0	1.000	1.000	0.539	0.539	0.000	0.00	0.0	0.0
4	2	0	0	2	0.0	1.000	1.000	0.633	0.633	0.000	0.00	0.0	0.0
5	2	0	0	2	0.0	1.000	1.000	0.712	0.712	0.000	0.00	0.0	0.0
6	2	0	0	2	0.0	1.000	1.000	0.782	0.782	0.000	0.00	0.0	0.0
7	2	0	0	2	0.0	1.000	1.000	0.844	0.844	0.000	0.00	0.0	0.0
8	2	0	0	2	0.0	1.000	1.000	0.900	0.900	0.000	0.00	0.0	0.0
9	2	0	0	2	0.0	1.000	1.000	0.951	0.951	0.000	0.00	0.0	0.0
10	2	0	0	2	0.0	1.000	1.000	0.998	0.998	0.000	0.00	0.0	0.0
11	2	0	0	2	0.0	1.000	1.000	1.041	1.041	0.000	0.00	0.0	0.0
12	2	0	0	2	0.0	1.000	1.000	1.081	1.081	0.000	0.00	0.0	0.0
13	2	0	0	2	0.0	1.000	1.000	1.118	1.118	0.000	0.00	0.0	0.0
14	2	0	0	2	0.0	1.000	1.000	1.153	1.153	0.000	0.00	0.0	0.0
15	2	0	0	2	0.0	1.000	1.000	1.185	1.185	0.000	0.00	0.0	0.0
16	2	0	0	2	0.0	1.000	1.000	1.215	1.215	0.000	0.00	0.0	0.0
17	2	0	0	2	0.0	1.000	1.000	1.243	1.243	0.000	0.00	0.0	0.0
18	2	0	0	2	0.0	1.000	1.000	1.269	1.269	0.000	0.00	0.0	0.0
19	2	0	0	2	0.0	1.000	1.000	1.293	1.293	0.000	0.00	0.0	0.0
20	2	0	0	2	0.0	1.000	1.000	1.316	1.316	0.000	0.00	0.0	0.0
21	2	0	0	2	0.0	1.000	1.000	1.337	1.337	0.000	0.00	0.0	0.0
22	2	0	0	2	0.0	1.000	1.000	1.357	1.357	0.000	0.00	0.0	0.0
23	2	0	0	2	0.0	1.000	1.000	1.375	1.375	0.000	0.00	0.0	0.0
24	2	0	0	2	0.0	1.000	1.000	1.392	1.392	0.000	0.00	0.0	0.0
25	2	0	0	2	0.0	1.000	1.000	1.407	1.407	0.000	0.00	0.0	0.0

wsems data.xlsx

2	0	0	0	0.020	001	0
3	0	0	0	0.020	002	0
4	0	0	0	0.020	003	0
5	0	0	0	0.020	004	0
6	0	0	0	0.020	005	0
7	0	0	0	0.020	006	0
8	0	0	0	0.020	007	0
9	0	0	0	0.020	008	0
10	0	0	0	0.020	009	0
11	0	0	0	0.020	010	0
12	0	0	0	0.020	011	0
13	0	0	0	0.020	012	0
14	0	0	0	0.020	013	0
15	0	0	0	0.020	014	0
16	0	0	0	0.020	015	0
17	0	0	0	0.020	016	0
18	0	0	0	0.020	017	0
19	0	0	0	0.020	018	0
20	0	0	0	0.020	019	0
21	0	0	0	0.020	020	0
22	0	0	0	0.020	021	0
23	0	0	0	0.020	022	0
24	0	0	0	0.020	023	0
25	0	0	0	0.020	024	0
26	0	0	0	0.020	025	0
27	0	2	0	2.000	000	0



i\_xz.out & m\_xz.out

書き換わる      そのまま      書き換わる      そのまま      書き換わる

# 26. afm.exeによりAFMデータを変換(afm.dat)

- nx** x 軸測定点
- ny** y 軸測定点
- dx** x 軸測定刻み ( $\mu\text{m}$ )
- dy** y 軸測定刻み ( $\mu\text{m}$ )
- amp** z軸測定値増幅比
- theta** 面法線軸が z 軸となす角 (deg)
- phi** 面法線軸の z 軸回り偏角 (deg)
- psi** 測定像の面法線周り回転角 (deg)

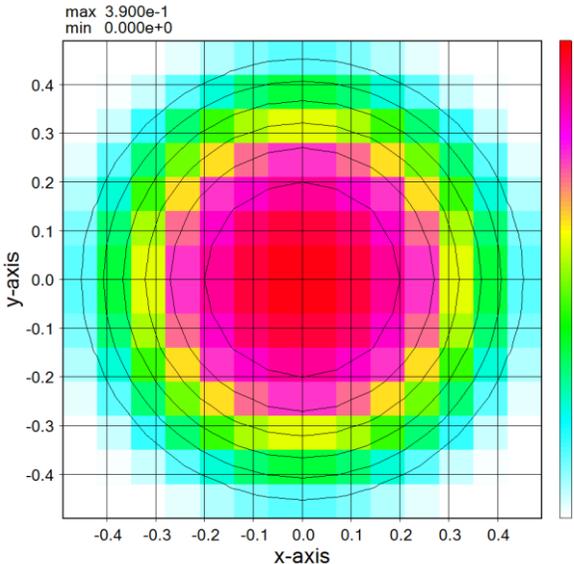
入力ファイル **afm.dat**

```

** AFM data
  nx      ny      dx(um)  dy(um)  amp  theta(deg)  phi(deg)  psi(deg)
  15      15      0.07    0.07    1.000  0.000      0.0000   0.0000
0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.007605 0.011817 0.007605 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.032162 0.064350 0.086619 0.094445 0.086619 0.064350 0.032162 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.007605 0.057395 0.110630 0.153556 0.180427 0.189501 0.180427 0.153556 0.110630 0.057395 0.007605 0.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.057395 0.127439 0.189501 0.235001 0.261937 0.270777 0.261937 0.235001 0.189501 0.127439 0.057395 0.000000 0.000000
0.000000 0.032162 0.110630 0.189501 0.253019 0.296660 0.321334 0.329225 0.321334 0.296660 0.253019 0.189501 0.110630 0.032162 0.000000
0.000000 0.064350 0.153556 0.235001 0.296660 0.336921 0.358735 0.365534 0.358735 0.336921 0.296660 0.235001 0.153556 0.064350 0.000000
0.007605 0.086619 0.180427 0.261937 0.321334 0.358735 0.378339 0.384319 0.378339 0.358735 0.321334 0.261937 0.180427 0.086619 0.007605
0.011817 0.094445 0.189501 0.270777 0.329225 0.365534 0.384319 0.390000 0.384319 0.365534 0.329225 0.270777 0.189501 0.094445 0.011817
0.007605 0.086619 0.180427 0.261937 0.321334 0.358735 0.378339 0.384319 0.378339 0.358735 0.321334 0.261937 0.180427 0.086619 0.007605
0.000000 0.064350 0.153556 0.235001 0.296660 0.336921 0.358735 0.365534 0.358735 0.336921 0.296660 0.235001 0.153556 0.064350 0.000000
0.000000 0.032162 0.110630 0.189501 0.253019 0.296660 0.321334 0.329225 0.321334 0.296660 0.253019 0.189501 0.110630 0.032162 0.000000
0.000000 0.000000 0.057395 0.127439 0.189501 0.235001 0.261937 0.270777 0.261937 0.235001 0.189501 0.127439 0.057395 0.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.007605 0.057395 0.110630 0.153556 0.180427 0.189501 0.180427 0.153556 0.110630 0.057395 0.007605 0.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.032162 0.064350 0.086619 0.094445 0.086619 0.064350 0.032162 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.007605 0.011817 0.007605 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000

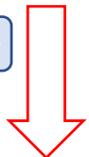
```

nx(x軸)×ny(y軸)ポイントのAFM測定データ、各数値は $\mu\text{m}$ 単位、10桁で表示



実行ファイル **afm.exe**

クリックするとフォルダ内に出カファイルが生成(上書き)される



出力ファイル

- afm.out** sub.dat貼り付け用
- afm\_xy.out** 補正前(1番目)と補正後(2番目)のAFMデータ(Wscntで可視化)

theta=phi=psi=0の場合は補正前=補正後となり片方を表示

afm\_xy.out Wscnt表示の2番目

# 27. AFM変換データの貼り付け(wsf13.dat), 225s

```

** wsf.dat
*   kstp      kskp      lp      clp(0,1)  crn(<1.0)  kfl      kot      ity
*   0         10       10       00       0.99     0       0       0
*   kpls      tw(um)   kdip      kdr(0-2)  dnt(um)   nd1      nd2
*   0         1.0     0       0       0       5.0     10     -3
*   ksct      lx       ly       lz
*   0         20      20      20
*   kff       nff      thf(deg)  fif(deg)  krm      nrm      rm1(um)  rm2(um)
*   0         90     -180.0   0.0     0       100     0.92   0.96
*   wdx(um)   wdy(um)   dxy(um)  dz(um)
*   2.0       2.0     0.02    0.02
*   Lam(um)   th(deg)   fi(deg)  gm(deg)
*   0.75      0.0     0.0     0.0
*   wx0(um)   wy0(um)   xrm(rim) yrm(rim)  sx0(um)  sy0(um)  kpx      kpy
*   1.8       1.8     0.1     0.1     0.0     0.0     0       0
*   stx(um)   sty(um)   esx(um)  csy(um)
*   0.0       0.0     0.0     0.0

```

* km	* Name	ko	an	ab	ak	* kr	* kd	kt	ps(deg)	px(um)	py(um)	wx(um)	wy(um)	sx(um)	sy(um)	xp	xq
1#	Si	1	1.0000	0.00	0.0000	1#	0	4	0.0	1.50	1.50	0.500	0.50	0.00	0.00	0.0	
2	-SiO2	1	1.4500	0.00	0.0000	1#	0	4	0.0	1.50	1.50	0.500	0.50	0.00	0.00	0.0	
1		2	0	1	11	0.0	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
2		2	0	1	12	0.0	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
3		2	0	1	13	0.0	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
4		2	0	1	14	0.0	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
5		2	0	1	15	0.0	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
6		2	0	1	16	0.0	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
7		2	0	1	17	0.0	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
8		2	0	1	18	0.0	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
9		2	0	1	19	0.0	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
10		2	0	1	20	0.0	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
11		2	0	1	21	0.0	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
12		2	0	1	22	0.0	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
13		2	0	1	23	0.0	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
14		2	0	1	24	0.0	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
15		2	0	1	25	0.0	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
16		2	0	1	26	0.0	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
17		2	0	1	27	0.0	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
18		2	0	1	28	0.0	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
19		2	0	1	29	0.0	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0

入力ファイル  
afm.dat

出力ファイル  
afm.out

貼り付け  
sub.dat

続き

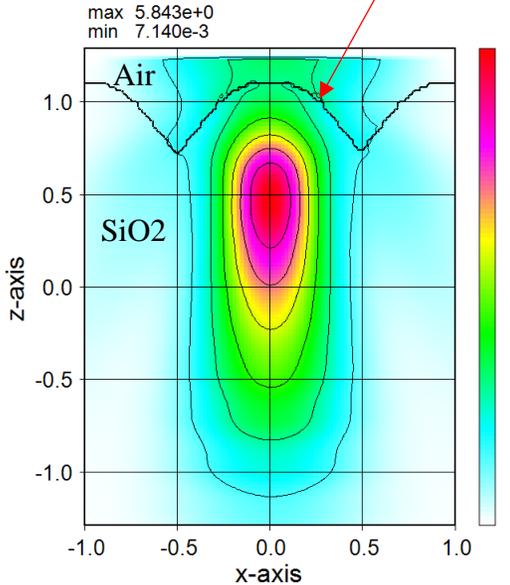
2	0	0	0	0.0200	1	0
3	0	0	0	0.0200	2	0
4	0	0	0	0.0200	3	0
5	0	0	0	0.0200	4	0
6	0	0	0	0.0200	5	0
7	0	0	0	0.0200	6	0
8	0	0	0	0.0200	7	0
9	0	0	0	0.0200	8	0
10	0	0	0	0.0200	9	0
11	0	0	0	0.0200	10	0
12	0	0	0	0.0200	11	0
13	0	0	0	0.0200	12	0
14	0	0	0	0.0200	13	0
15	0	0	0	0.0200	14	0
16	0	0	0	0.0200	15	0
17	0	0	0	0.0200	16	0
18	0	0	0	0.0200	17	0
19	0	0	0	0.0200	18	0
20	0	0	0	0.0200	19	0
21	0	2	0	2.0000	0	0

書き換わる

そのまま

書き換わる

sub.datによる  
AFM測定形状



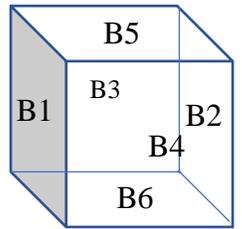
i xz.out & m xz.out

# 28. 計算例(wsf14.dat), 523s × 40 × 2

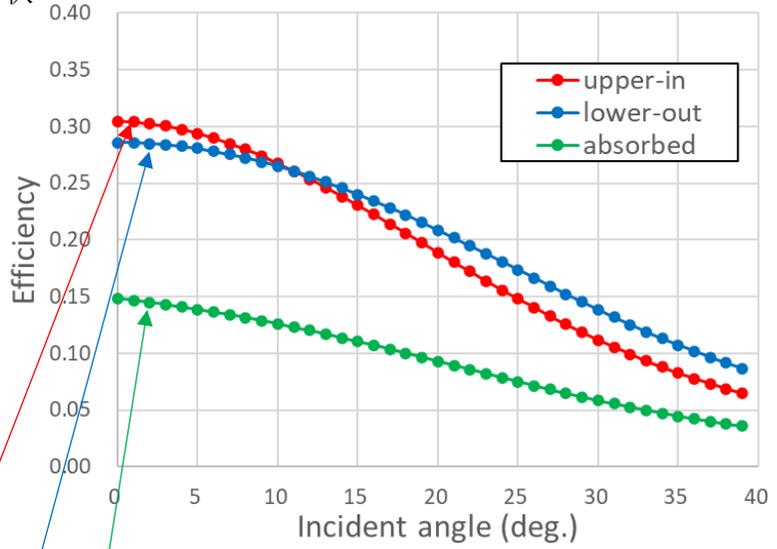
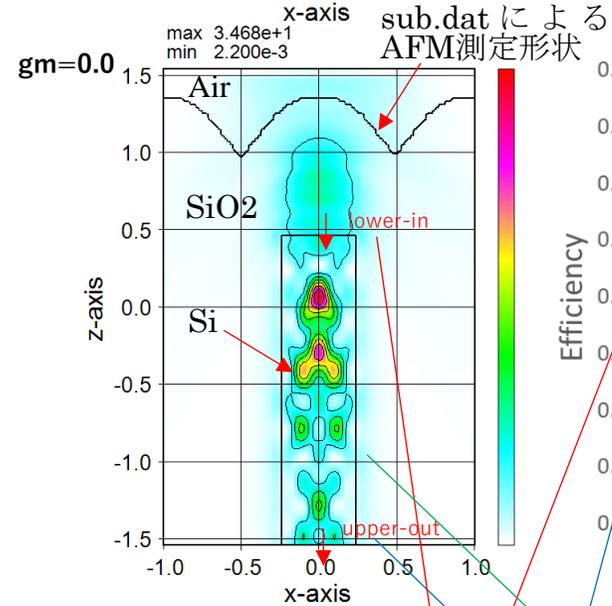
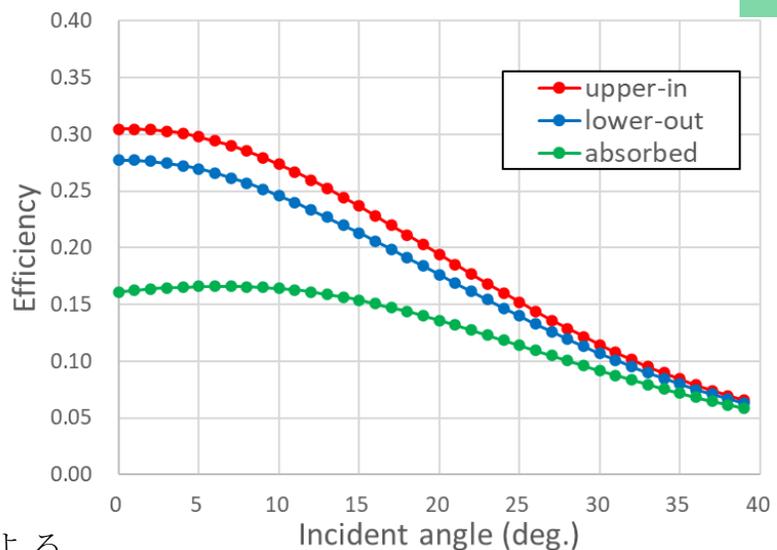
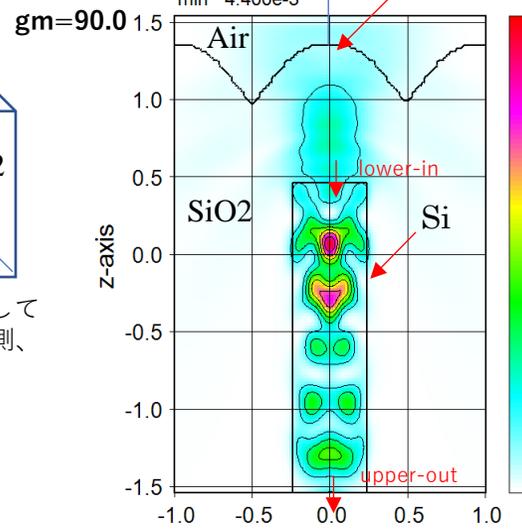
```

** wsf.dat
* kstp      kskp      lp      clp(0,1)  crn(<1.0)  kfl      kot      ity
* 0         10       10       00       0.99     0       0       0
* kpls      tw(um)   kdip     kdr(0-2)  dnt(um)   nd1     nd2
* 0         1.0     0       0       0       15.0   10
* ksct      lx       ly       lz
* 0         20     20     20
* kff       nff      thf(deg)  fif(deg)  krm      nrm      rml(um)  rm2(um)
* 0         90     -180.0  0.0     0       0       100     0.92     0.96
* wdx(um)  wdy(um)  dxy(um)  dz(um)
* 2.0      2.0     0.02    0.02
* Lam(um)  th(deg)   fi(deg)  sm(deg)
* 0.75     0.0     0.0     0.0
* wx0(um)  wy0(um)  xrm(rim) yrm(rim)  sx0(um)  sy0(um)  kpx      kpy
* 1.8      1.8     0.0     0.0     0.0     0.0     0       0
* stx(um)  sty(um)  csx(um)  csy(um)
* 0.0      0.0     0.0     0.0
* km       * Name   ko      an      ak
* 1       Si      1      1.0000  0.00    0.0000
* 2       -SiO2   1      1.4500  0.00    0.0000
* kr      * kd     kt      ps(deg)  px(um)  py(um)  wx(um)  wy(um)  sx(um)  sy(um)  xp
* 1#      km      kr      kd     kt      ps(deg)  px(um)  py(um)  wx(um)  wy(um)  sx(um)  sy(um)  xp
* 1       2     0     1     11     0.0    1.00    1.00    0.00    0.00    0.0000  0.00    0.0    0.0
* 2       2     0     1     12     0.0    1.00    1.00    0.00    0.00    0.0000  0.00    0.0    0.0
* 3       2     0     1     13     0.0    1.00    1.00    0.00    0.00    0.0000  0.00    0.0    0.0
* 4       2     0     1     14     0.0    1.00    1.00    0.00    0.00    0.0000  0.00    0.0    0.0
* 5       2     0     1     15     0.0    1.00    1.00    0.00    0.00    0.0000  0.00    0.0    0.0
* 6       2     0     1     16     0.0    1.00    1.00    0.00    0.00    0.0000  0.00    0.0    0.0
* 7       2     0     1     17     0.0    1.00    1.00    0.00    0.00    0.0000  0.00    0.0    0.0
* 8       2     0     1     18     0.0    1.00    1.00    0.00    0.00    0.0000  0.00    0.0    0.0
* 9       2     0     1     19     0.0    1.00    1.00    0.00    0.00    0.0000  0.00    0.0    0.0
* 10      2     0     1     20     0.0    1.00    1.00    0.00    0.00    0.0000  0.00    0.0    0.0
* 11      2     0     1     21     0.0    1.00    1.00    0.00    0.00    0.0000  0.00    0.0    0.0
* 12      2     0     1     22     0.0    1.00    1.00    0.00    0.00    0.0000  0.00    0.0    0.0
* 13      2     0     1     23     0.0    1.00    1.00    0.00    0.00    0.0000  0.00    0.0    0.0
* 14      2     0     1     24     0.0    1.00    1.00    0.00    0.00    0.0000  0.00    0.0    0.0
* 15      2     0     1     25     0.0    1.00    1.00    0.00    0.00    0.0000  0.00    0.0    0.0
* 16      2     0     1     26     0.0    1.00    1.00    0.00    0.00    0.0000  0.00    0.0    0.0
* 17      2     0     1     27     0.0    1.00    1.00    0.00    0.00    0.0000  0.00    0.0    0.0
* 18      2     0     1     28     0.0    1.00    1.00    0.00    0.00    0.0000  0.00    0.0    0.0
* 19      2     0     1     29     0.0    1.00    1.00    0.00    0.00    0.0000  0.00    0.0    0.0
* 20      1     0     0     1     0.0    0.0    0.0    0.50  0.50  0.0000  0.00    0.0    0.0
* kb      kl      km      kp      tk      kf      *      *      *      *      *      *      *      *      *
* 1     0     0     0     0.200  0     0     *      *      *      *      *      *      *      *
* 2     0     0     0     0.0200  1     0     *      *      *      *      *      *      *      *
* 3     0     0     0     0.0200  2     0     *      *      *      *      *      *      *      *
* 4     0     0     0     0.0200  3     0     *      *      *      *      *      *      *      *
* 5     0     0     0     0.0200  4     0     *      *      *      *      *      *      *      *
* 6     0     0     0     0.0200  5     0     *      *      *      *      *      *      *      *
* 7     0     0     0     0.0200  6     0     *      *      *      *      *      *      *      *
* 8     0     0     0     0.0200  7     0     *      *      *      *      *      *      *      *
* 9     0     0     0     0.0200  8     0     *      *      *      *      *      *      *      *
* 10    0     0     0     0.0200  9     0     *      *      *      *      *      *      *      *
* 11    0     0     0     0.0200  10    0     *      *      *      *      *      *      *      *
* 12    0     0     0     0.0200  11    0     *      *      *      *      *      *      *      *
* 13    0     0     0     0.0200  12    0     *      *      *      *      *      *      *      *
* 14    0     0     0     0.0200  13    0     *      *      *      *      *      *      *      *
* 15    0     0     0     0.0200  14    0     *      *      *      *      *      *      *      *
* 16    0     0     0     0.0200  15    0     *      *      *      *      *      *      *      *
* 17    0     0     0     0.0200  16    0     *      *      *      *      *      *      *      *
* 18    0     0     0     0.0200  17    0     *      *      *      *      *      *      *      *
* 19    0     0     0     0.0200  18    0     *      *      *      *      *      *      *      *
* 20    0     0     0     0.0200  19    0     *      *      *      *      *      *      *      *
* 21    0     2     0     0.500   0     0     *      *      *      *      *      *      *      *
* 22    0     2     0     2.000   20    0     *      *      *      *      *      *      *      *

```



Wscntで上下反転している場合は上は-z側、下は+z側になる



Transmitted	Reflected	Absorbed	Total	01/lower-in	upper-out	absorbed	02/lower-in	upper-out	absorbed
3.9601E-01	1.0659E-01	2.5324E-01	7.5584E-01	3.0458E-01	2.8560E-01	1.4853E-01	7.1858E-01	4.2959E-01	1.0471E-01

wsf1.out

wsf1.outの出力結果 (検出光量)

## 29. 注意事項

1. 消衰係数が屈折率よりも大きくなる金属材料(例えばAg, Al, Au, Be, Cr, Cu, Ni, Pd, Pt, Ti, W)はFDTDのアルゴリズムで暴走(空間エネルギーが発散)する。暴走を防ぐにはこれらの材料を分散係数で表記された分散材料として扱う必要がある。Wsfでは-Agのように先頭に-をつけ、分散材料として外部定義の材料と差別させる(ただし-SiO<sub>2</sub>は非分散として計算)。前述の金属の分散係数は全てプログラム内に内蔵してある。
2. 内部定義と同じ材料を外部定義のnk.datで定義する場合は、先頭の-を外すなど、材料名を内部定義の名前から変える。ただしnk.datでの定義の場合、 $k(\text{消衰係数}) > n(\text{屈折率})$ で暴走するので注意する。
3. クーラン指数Crnは1以上に設定すると暴走する。特に分散材料の場合、Crnが1以下でも1に近いと暴走しやすくなり、演算速度は劣化するが、0.9以下にすると計算は安定する。
4. グリッド幅は大きいほど不正確で暴走しやすくなる。通常、波長の $1/10$ 以下に設定すべきである。
5. 有意な結果を得るには、CW発振の場合、計算が安定するまで、パルス発振の場合、解析領域内に残存する光量が十分減衰するまで伝搬距離dntを大きく設定する。計算の安定は実行時のdos画面に表示される安定係数値で判定でき、0.001以下で収束するならば安定している。出力結果はCW発振の場合、最後の1周期のステップ、パルス発振の場合、発振開始からの全ステップを評価している。
6. 光源は完全な透明ではなく反射光とある程度干渉する。その影響を防ぐには、光源の配置を遠ざける、散乱界(ksct=1)を利用する、パルス発振(kpls≠0)にする、等の方法がある。
7. 実行エラーが発生する場合、下記の項目を確認下さい。
  - (1)入力数字に全角数値が含まれていないか。
  - (2)入力数字の右端が上にある変数ラベルの右端(又は\*マーク直下)と揃っているか(エディターのフォントはMS 明朝であること)。
  - (3)入力数字の型(整数型、実数型)に間違いがないか(少数点なしは整数型、ありは実数型である)。
  - (4)kn,kd,kr指定欄に存在しない番号を指定していないか。