

# FO-BS Plus3.701 簡易マニュアル



2016.1.18

---

## F0-BS Plus ― 使用許諾書

Version 3.701

---

この License.txt には、  
F0\_BS に関する使用許諾の内容が書かれています。

### [ 目次 ]

1. 使用条件
2. 禁止事項
3. 免責
4. 転載・配布
5. 著作権
6. 連絡先
7. 不具合情報

---

## 1. 使用条件

---

- F0\_BS はフリー・ソフトウェアです。  
個人使用、業務使用に関わらず自由に使用してかまいません。
- 

## 2. 禁止事項

---

- ご利用者は以下の行為を行わないものとします。
  - － 本使用許諾に反する「ソフトウェア」の複製や使用。

- ドキュメント・ヘルプなど関連する資料の複製。
  - 本「ソフトウェア」の改変およびリバースエンジニアリング。
  - インターネット上における、本「ソフトウェア」の無断公開。
  - 著作権者の許可を得ずに、無断で本「ソフトウェア」を他製品へ組み込むこと。  
(書籍などの付録メディアへの収録などもこれに含まれます)
- 

### 3. 免責

---

- このソフトウェアの使用によって生じた損害等については作者は何も保証する義務を負わないこととさせていただきます。  
各自の自己責任で使用してください。
- 

### 4. 転載・配布

---

- 使用、転載、及び配布に制限はありませんが、作者に無断での転載、雑誌等への掲載を禁止します。
- 転載、配布等を希望する場合は、必ず作者まで事前に転載先等の連絡をお願いします。また転載、配布時は書庫ファイル名及び格納ファイルを改変することを禁止します。
- インターネット・ダウンロードサイト等への転載の場合、以下の項目を事前にお知らせください。  
なお、ホームページからリンクを張る場合には、配布ファイルへ直接リンクを張ることを禁止いたします。

- サイト名称または URL
- 所在地
- 公開者名

■ 雑誌等への紹介・収録の場合、

致命的なバグが存在したり、バージョンアップ間近である場合には、掲載後の対応に混乱をきたすことが想定されるため、記事掲載・収録をお断りすることもありますので、事前に許可を受けることを厳守してください。

メールにてお問い合わせいただいた場合でも、著作権者より回答を得られない場合には、記事掲載・収録等は一切できません。  
また紹介・収録後の事後承諾も受け付けていません。

---

## 5. 著作権

---

■ 本ソフトウェアの実行ファイル、及び関連ファイルの著作権は作者である

F : 船水憲一 F : 福田和也 O : 大久敏弘 B : 坂野隆明 S : 佐々木喬 S : 佐藤和宏  
また、チャート法による MTF 測定部分は、船水憲一、大阪肇、大湯 和彦。

そして、研究助成を行った日本放射線技術学会 東北支部が保有しています。

---

## 6. 連絡先

---

■ F0\_BS に対する感想・要望、バグ報告等は下記のメールアドレスに送ってください。

E-Mail : funamizu@tsgren.jp

---



---

## 7. 不具合情報

---

### ■ダウンロードした help ファイルが開けないとの

ご指摘が一部でありました。以下の方法で対処をお願いします。

#### 方法 1

- ・ Help ファイルをダブルクリックします。
- ・ [開いているファイル – セキュリティの警告] ダイアログ ボックスで、  
[この種類のファイルであれば常に警告する] チェック ボックスをオフにします。
- ・ [開く] をクリックします。

#### 方法 2

- ・ Help ファイルを右クリックし、[プロパティ] を選択します。
- ・ [ブロックの解除] ボタンをクリックし、[OK] ボタンをクリックします。
- ・ Help ファイルをダブルクリックして開きます。

## 1.1 はじめに

### 注意事項

このソフトウェアの使用によって生じた損害等について作者は何も保証する義務を負わないこととさせていただきます。

あくまで、自己責任においてご使用ください。

### インストール

インストール作業は不要です。

FO-BS.exe をダブルクリックして起動してください。

### アンインストール

FO-BS.exe ファイルを削除していただければ、アンインストールは完了です(レジストリを使用していません)。

### 開発環境

Embarcadero® Delphi® XE5 を使用しています。

### 動作確認

Windows XP、Windows7、Windows8、  
Windows10 での動作を確認しました。

### サポートする DICOM 画像

FO-BS のサポートする DICOM 画像は、

1. Preamble に\$00 が 128 バイトあること
2. 上記に続いて、DCIM の 4 文字があること
3. 転送構文が明記されていること

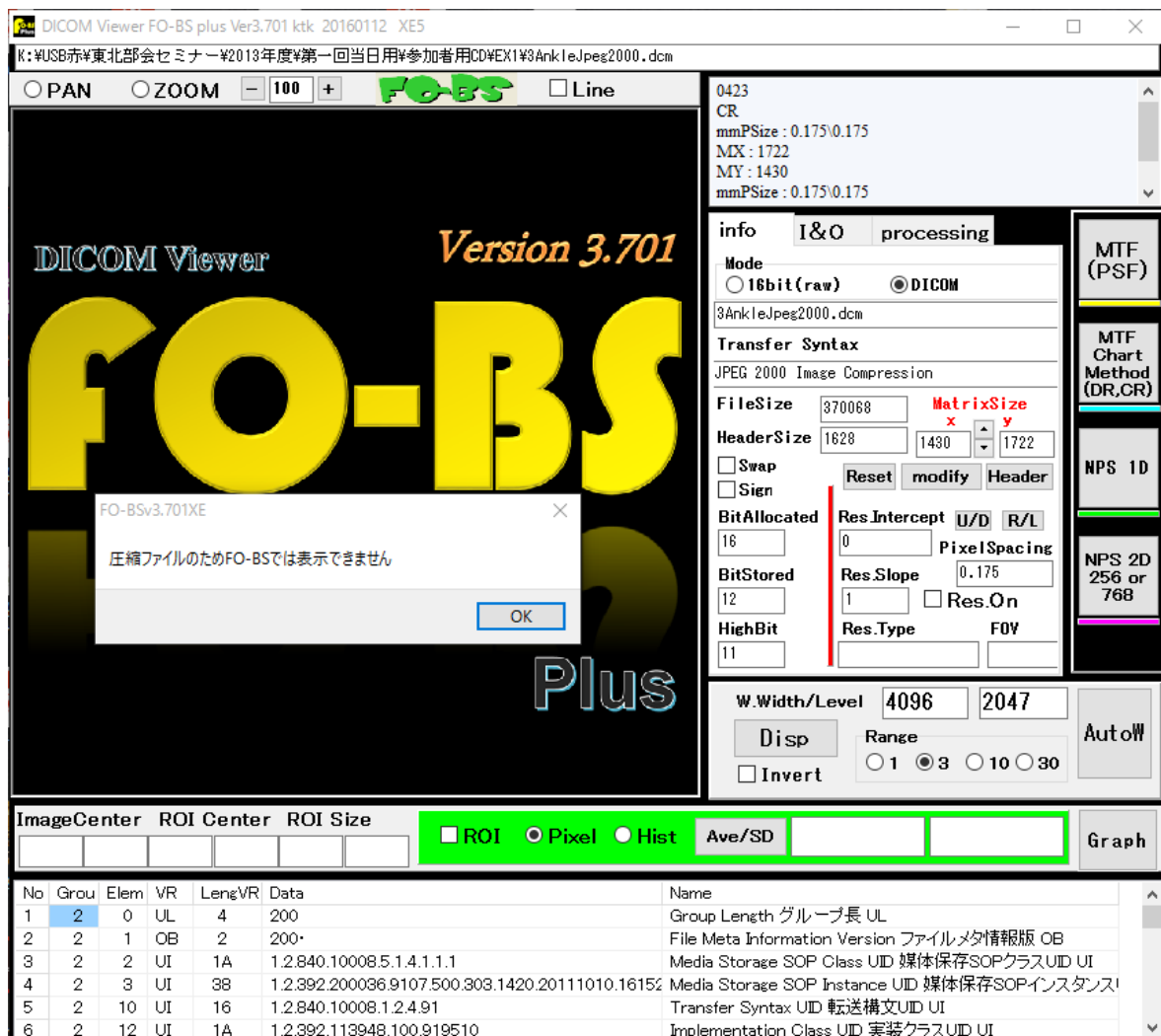
基本的には、上記 3 つの条件を満たす画像としていますが、  
version2.3 からこれ以外の条件にも対応可能となりました (2013/7/31)。

また、圧縮ファイルには対応していません。

## ウイルスチェック

FO-BS Plus は、ESST Endpoint Antivirus™  
バージョン 5.0.2254.1000 で、ウイルスチェック済みです。

## 2.1 メインメニュー info の機能



### 情報ボックス

撮影パラメータが表示されます。

### Mode

FO-BS Plus は、Grayscale16bit の DICOM 画像と Raw データ画像ファイルにのみ対応しています。画像を表示と同時に、ファイル名が表示されます。また、FO-BS Plus 上部には、ファイルのフルアドレスが表示されます。

### Transfer Syntax

転送構文の情報を表示します。ビッグエンディアンの場合には、Swap のチェックが自動的に入ります。

圧縮ファイルが入力された場合には、「表示できません」の表示とともに、転送構文の情報がある場合には、その情報を示します。

### **File Size**

File Size を表示します。Windows のプロパティにおけるサイズを表します（ディスク上のサイズではありません）。

### **Header Size**

File Size から、画像データ容量を差し引いたサイズを表示します。Footer がある場合には、誤差が出ます。

### **Matrix Size**

横の列(0028 0011)と縦の列(0028 0010)を表します。

### **Pixel Spacing**

DICOM Tag でこの部分に関する情報は、（画像受像器画素間隔: 0018 1164）、（検出器構成要素物理的寸法: 0018 7020）、（検出器構成要素間隔: 0018 7022）、（画素間隔: 0028 0030）に書かれています。CR は主に、(0018 1164)と(0028 0030)に、FPD は、(0018 1164)、(0018 7020)、メーカーによっては、(0028 0030)があるものや、(0018 1164)と(0018 7020)の値が異なるものもあります。本アプリケーションでは、基本的には、(0028 0030)の値を表示させ、Tag が無いものは、(0018 7022) の値を表示させています。

### **Sign**

16 進数の表現で、符号付き(Signed values)か、符号なし(Unsigned values)を選択します。符号付きの場合は、-32768 ～32767 までを表現できます。符号なしの場合は、0～65535 までを表現します。通常、医療画像は、符号付きで十分ですが、FPD の 16bit フルのデータの場合は、このチェックを外します。BitStored が 16bit で、HighBit が 15bit のものには、注意してください。

### **Swap**

16bit2byte での上位 byte 下位 byte の順番であるエンディアンネスを選択します。リトルエンディアンの場合は、チェックあり、ビッグエンディアンの場合は、チェックなしとなります。通常、転送構文から自動判断しますが、Raw データの場合は、データに合わせてチェックします。

### **Bit Allocated**

割り当て bit を意味します。1 画素値に対してどのくらいの bit を割り当ててい

るかということで、通常は、16bit となります。

### **Bit Stored**

格納 bit のことで、割り当て bit の中で、実際に濃度分解能に対して使用している範囲を意味します。4096 階調であれば 12bit となります。

### **High Bit**

高位 bit のことで、格納 bit の範囲の始まる位置を意味します。4096 階調であれば、通常は、0 から 4095 までの範囲を画素値がとります。Bit でいうと 11 Bit から 0bit までの 12bit です。この場合、High Bit は 11bit となります。

High Bit が 14bit の場合は、14bit から 3bit の範囲を意味します。

### **Res.On**

これがチェックされると Tag 情報にあるリスケール切片(Tag : Rescale Intercept 0028 1052)とリスケール傾斜 (Tag : Rescale Slope 0028 1053)に設定値がある場合、Res.Intercept、Res.Slope にその値が表示されます。このパラメータで計算されたデータ値 ( $Y = \text{Res.Slope} \times X + \text{Res.Intercept}$ ) を使用して表示、さらに、プロファイル、ヒストグラム、画素値へも反映されます。

### **Res.Type**

リスケールタイプには、次のようなものがありますが、これがすべてではありません。OD : Optical Density、US : Unspecified、HU : Hounsfield Units。

### **R/L、U/D**

R/L は、画像の左右反転、U/D は、上下反転します。

### **W.Width/Level**

入力ボックスに値を入力後、Disp ボタンをクリックすると、入力値に合わせた表示となります。Res.On の状態では、リスケールを考慮した値で入力してください。

### **Range**

マウスでウインドウ幅、レベルを変化させる場合の、変化幅を変えるパラメータです。値が大きくなると、変化幅も大きくなります。

## **Invert**

画像の白黒反転を行います。基本的に **FO-BS Plus** は、高信号は、白表示としています。**Tag** のモノクローム 1、2 を読み取っているわけではありません。

## **AutoW**

周辺分布という手法を使用して自動階調処理を行います。

## **PAN**

**ZOOM** で拡大率が 100 を超えている場合に、ここをチェックすると、マウスで画像を移動できます。

## **ZOOM**

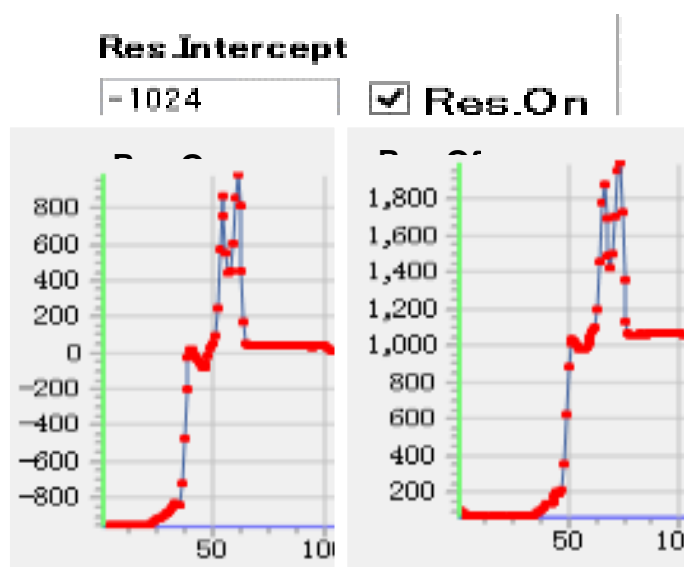
ここをチェックするとマウスのホイールを使用して画像を拡大、縮小することができます。「+、—」をクリックすることでも可能です。

## **Line**

チェックすると、脇に赤で **draw\*** と表示が出ます。画像の好きな部分を、クリックしたまま、ドラッグするとラインが表示されます。脇の表示が **move** に変わります。そのラインをドラッグして好きなところに移動すると、脇の表示が **draw2** に変わります。右下の「**Graph**」のをクリックすると、**Graph** ウィンドウが現れます。そのグラフをクリックすると、ラインのプロファイルが表示されます。グラフは、右クリックでドラッグすると移動できます。また、左クリックで右下方向にドラッグするとその部分が拡大されます。左クリックで左下方にドラッグすると元の表示に戻ります。**Res.On** の状態でラインを引いてプロファイル表示させると、リスケールが反映された値で表示されます。ラインを引き直した場合は、必ずグラフをクリックして再表示させてください。また、グラフに表示された時点で、クリップボードに値がコピーされていますので、そのまま **Excel** 等で貼り付けすることも可能です。**Res.On** の状態の場合は、リスケールの値が反映されてクリップボードに値がコピーされます。

## ROI

これをチェックすると、画像上に四角い ROI が表示されます。ROI は、その中心をドラッグすると移動でき、外側左斜め上、あるいは右斜め下をドラッグすると、サイズを変化させることが可能です。ROI チェックボタンの隣にある Pixel を選択すると選択範囲の画素値、Hist を選択するとヒストグラムを求めることが可能です。ROI の場所が決まったら、Pixel か Hist を選択し、「Ave/SD」をクリックします。ROI の平均画素値、標準偏差が表示され、Pixel の場合は、ROI 範囲のピクセル値、Hist の場合は、ヒストグラムの結果がクリップボードにコ



ピーされますので、Excel 等で貼り付けすることができます。まず、Hist の場合は、その後、「Graph」をクリックし、表示されたグラフウインドウをクリックするとヒストグラムが表示されます。Res.On の状態の場合は、平均値、標準偏差、ピクセル値、ヒストグラムにリスケールの値が反映されます。「ZOOM」併用で使用しますと、ROI サイズは、自動的に画像サイズに応じたサイズになります。

## ImageCenter

画像の中心座標 X,Y を示します。512×512 の画像であれば、256、256 となりますが、拡大表示しての Panning 時の画像中心座標を表示します。

## ROI Center

ROI の中心座標を表示します。表示部に直接数値を入力することも可能です。入力後画像をクリックすると、ROI 中心が移動します。拡大率 100%以外には、対応していません。



### **ROI Center**

ROI の横、縦のサイズをピクセル数で表します。ROI のチェックを入れる前、表示部に数値を入力し、ROI チェックすると、入力されたサイズになります。拡大率 100%以外には、対応していません。

### **Tag 表示部**

DICOM ファイルの場合は、Tag 情報を読み取り、Tag を表示します。この部分をダブルクリックすると、表示範囲が広がります。再度クリックすると、元のサイズに戻ります。

## 2.2 メインメニュー I&O の機能

### Load

画像データをダイアログボックスの使用により表示します。Raw データの場合は、info の Mode で 16bit(raw)を選択してからこのボタンをクリックしてください。

### Save\_Anonymous

画像データを保存します。DICOM データは、DICOM ヘッダーの情報をそのまま使用しますが、匿名化してファイル名に Anonymous を付加し、拡張子を.dcm にして保存します。raw データの場合には、DICOM 化はできませんが、ファイル名に Anonymous を付加し、拡張子を.raw にして保存します。

### SaveBMP

画像をビットマップ保存します。表示で拡大、縮小されている場合には、その表示のまま、保存されます。

### SaveROIarea(raw)

ROI で囲まれた領域を raw データ保存します。ROI サイズをファイル名としますので、表示する際は、ファイル名を参照にして開くことが可能です。

### Close

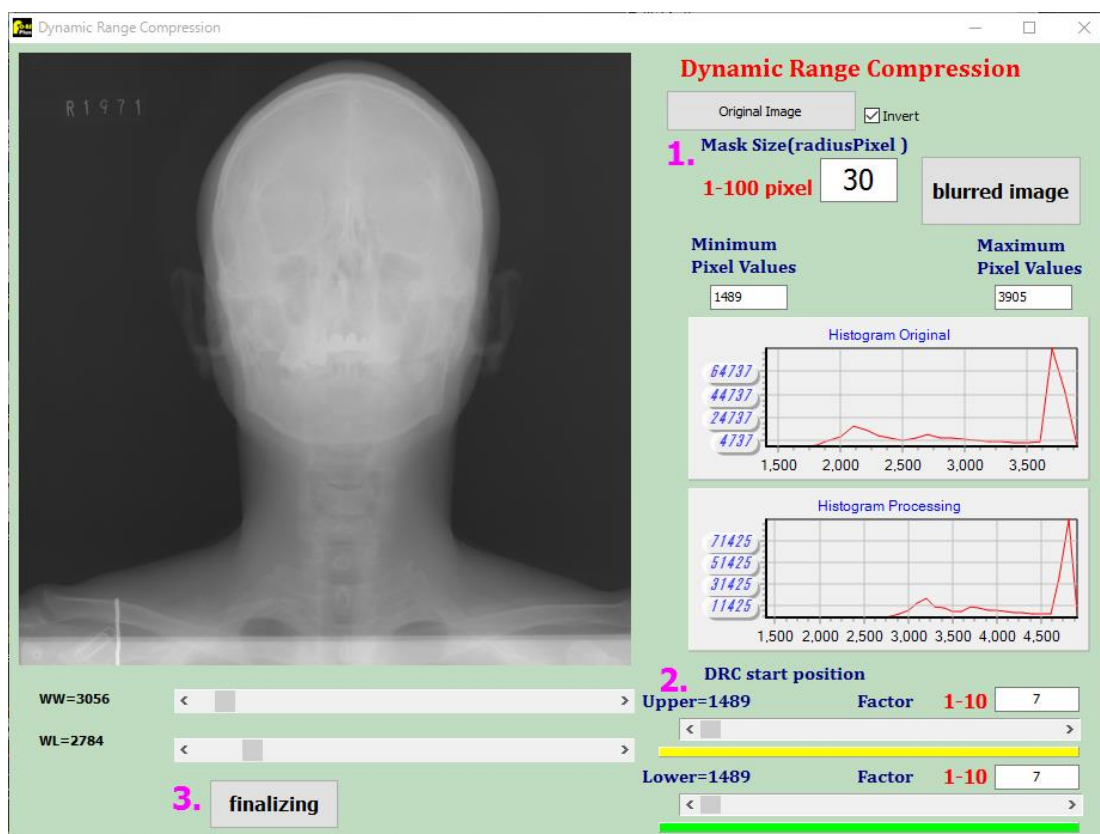
FO-BS Plus を終了します。

## 2.8 メインメニュー processing の機能

### DRC

Dynamic Range Compression (以下 DRC) は、ダイナミックレンジ圧縮機能です。

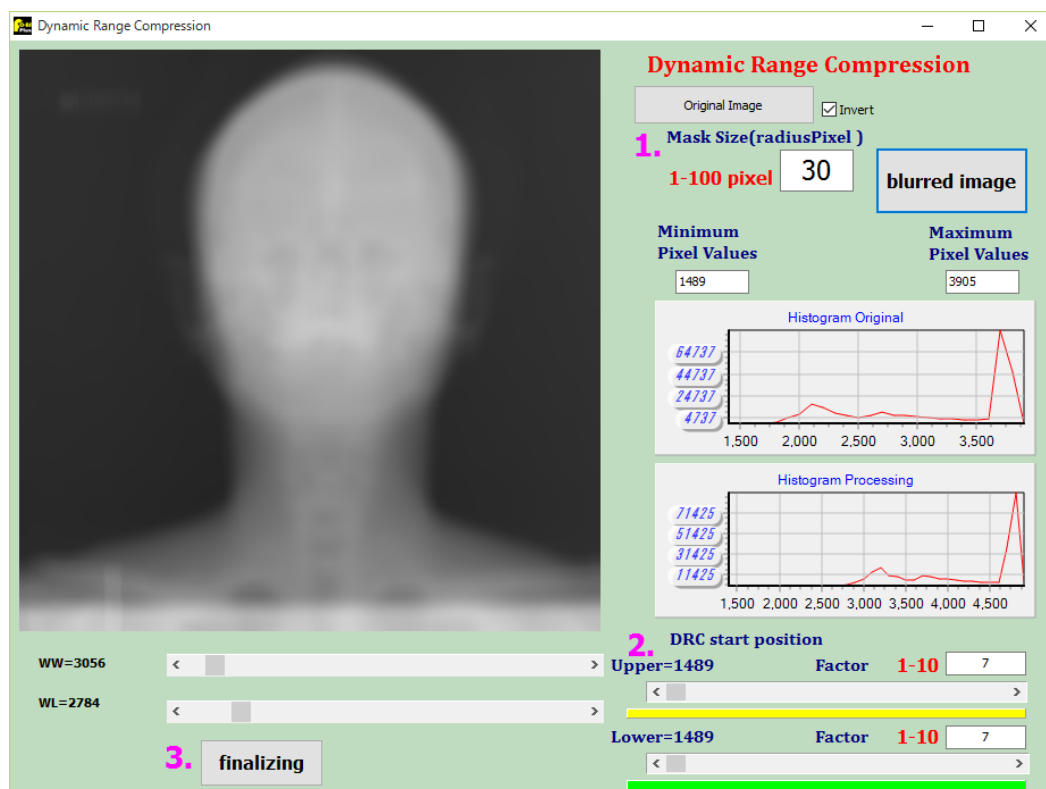
1. DRC を選択しますと、FO-BS Plus で表示された画像に対して処理用の画面が開かれます。基本的には、画面中のピンクの番号順に行います。1 でボケマスク像の作成を行い、2 で高信号、低信号、それぞれの圧縮開始点と強調係数をリアルタイムで画像を見ながら決定し、3 で画像を保存します。



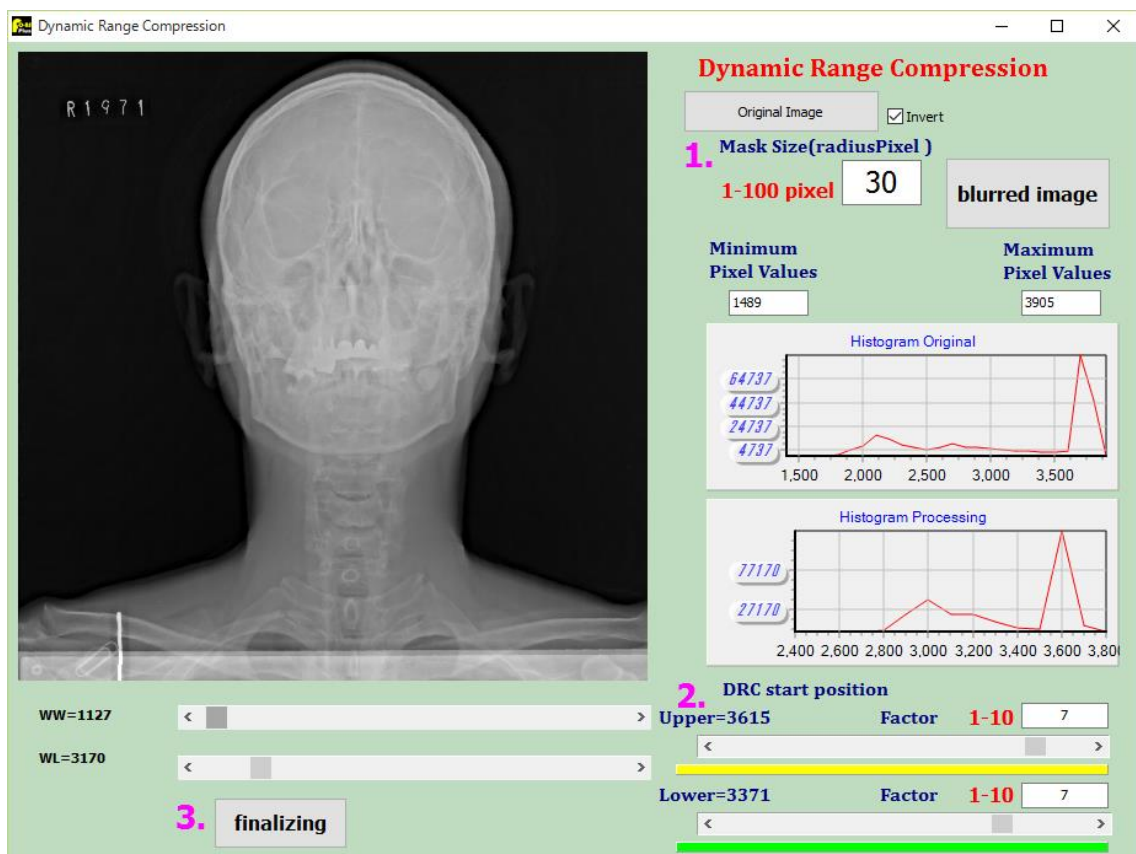
2. 「Original Image」ボタンは、処理後の画像を処理前の画像に戻したい場合に使用します。Invert のチェックボタンは、白黒反転表示用です。
3. 「Mask Size」を入力してボケ画像を作成します。入力値は半径です。30 をデフォルトとしました。中心ピクセルをカウントしていませんので、61×61 のマスクサイズでボケ画像が作られます。ピクセル値を入力後、「blurred Image」をクリックすると、ボケ画像が表示されます。値が大きくなるほど、ボケ効果が高くなります。

4. 「Histogram Original」は、オリジナル画像の画素値のヒストグラムを表示します。その上部には、画素値の最小値と最大値を表示しています。

「Histogram Processing」は、DRC を行った結果の画素値のヒストグラムを表示します。



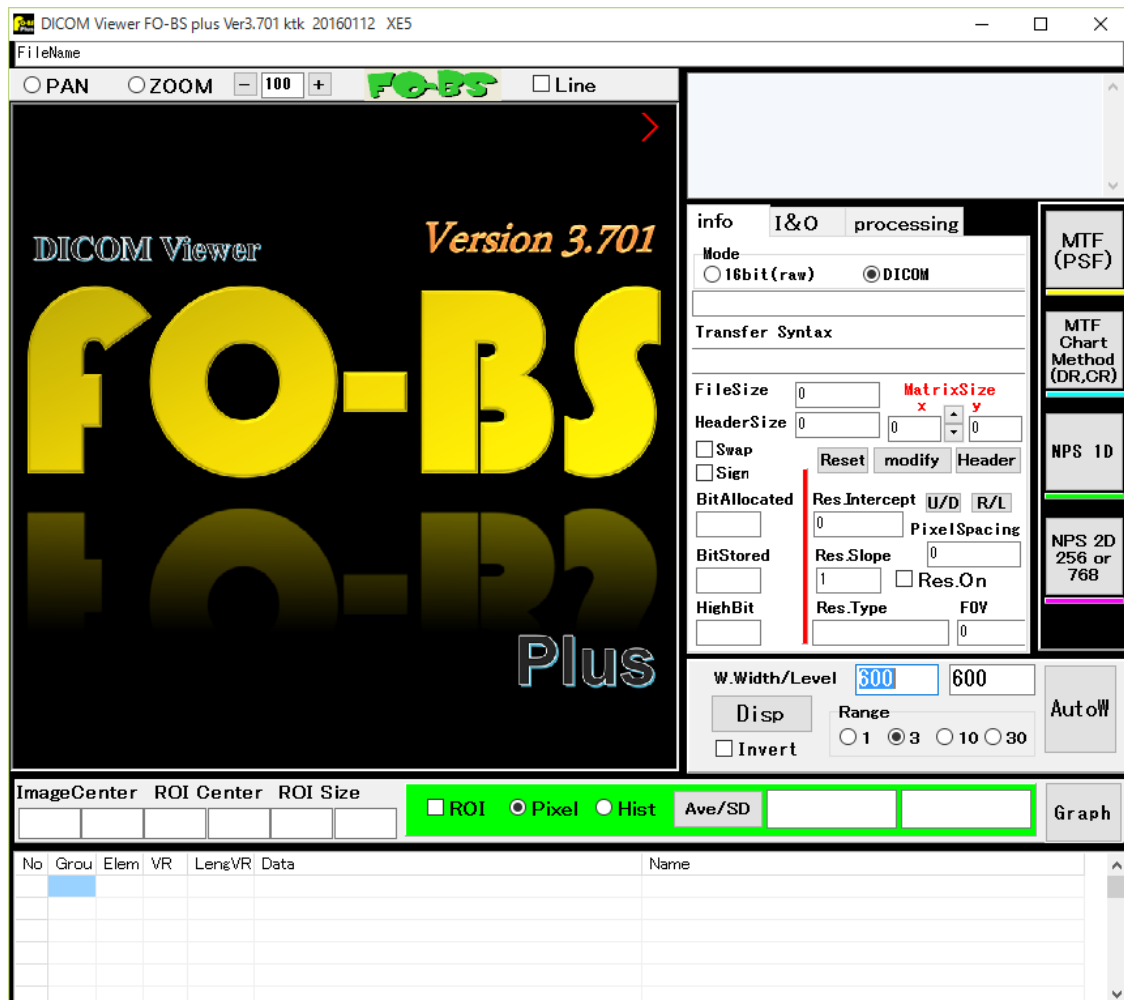
5. 「DRC start position」では、DRC の高信号領域と低信号領域の開始点をスライダーで調整します。強調係数は、Factor の入力で行います。Factor には、1 から 10 までの整数を入力してください。数値の上昇とともに、圧縮効果も強くなります。



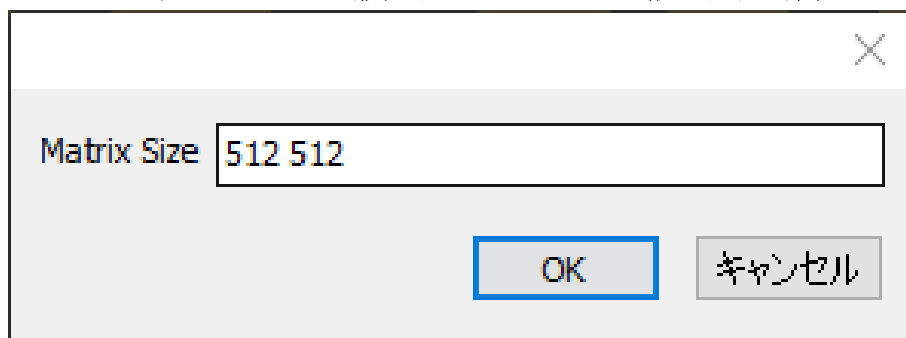
6. 「finalizing」は、画像処理のパラメータが決定後、クリックしますと、画像データを保存することができます。DICOMの場合は、ファイルネームに\_pを付けて保存します。Tag情報は、オリジナルのものを使用します。Rawデータの場合には、Tag情報がありませんのでDICOMとして保存はできませんが、オリジナルと間違わないようにファイル名に\_pを付けて保存します。

## 3.1 画像表示 DICOM 画像の表示

1. まず、FO-BS Plus を起動します。DICOM ファイルを FO-BS Plus に Drag & Drop します。



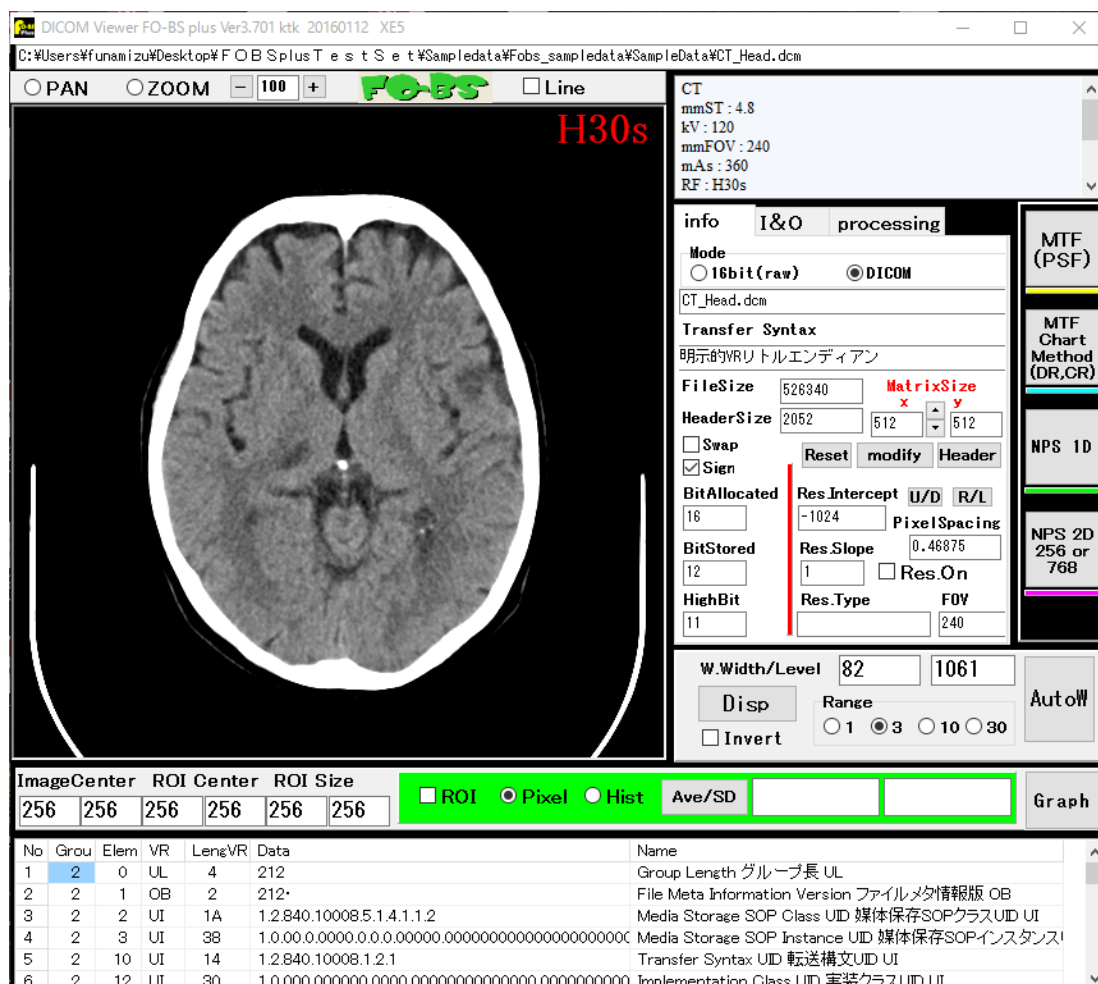
2. マトリックスサイズ(横の列 スペース 縦の列)を確認します。



通常は、変更の必要はありません。(Tag から取得します。)

「OK」を押し、画像をロードします。

3.画像が表示されます。

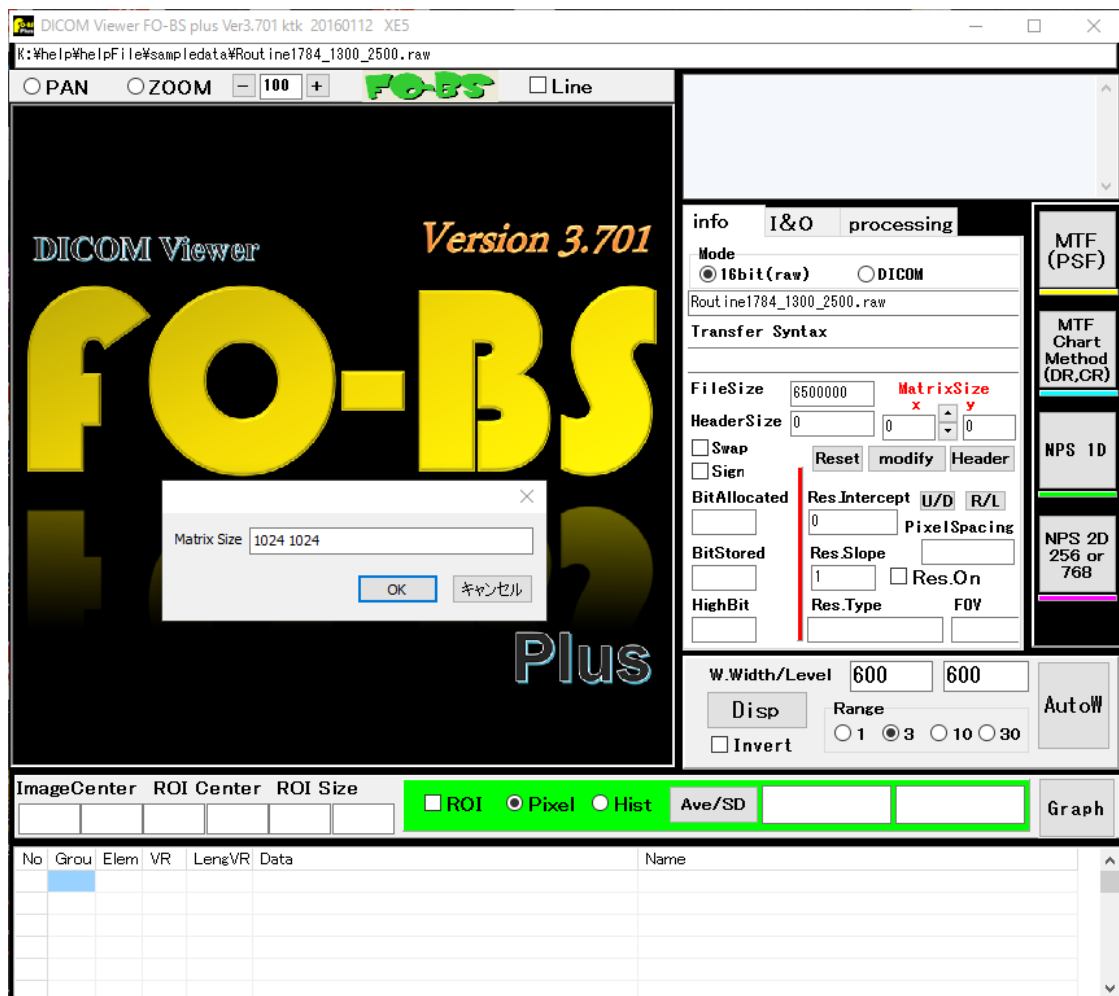


画面上で、右ドラッグでウィンドウ調整を行うことができます。

圧縮した DICOM 画像には、対応していません。また、ImageJ 専用の DICOM フォーマットにも対応していません。圧縮されたものに対しては、東北支部のホームページで提供している ImageJ の DICOM 化のプラグインで解凍した後、save DICOM を使用して保存したものをご使用ください。ImageJ 専用の DICOM フォーマットのファイルは、一度 ImageJ で表示してから、save DICOM で保存してご使用ください。

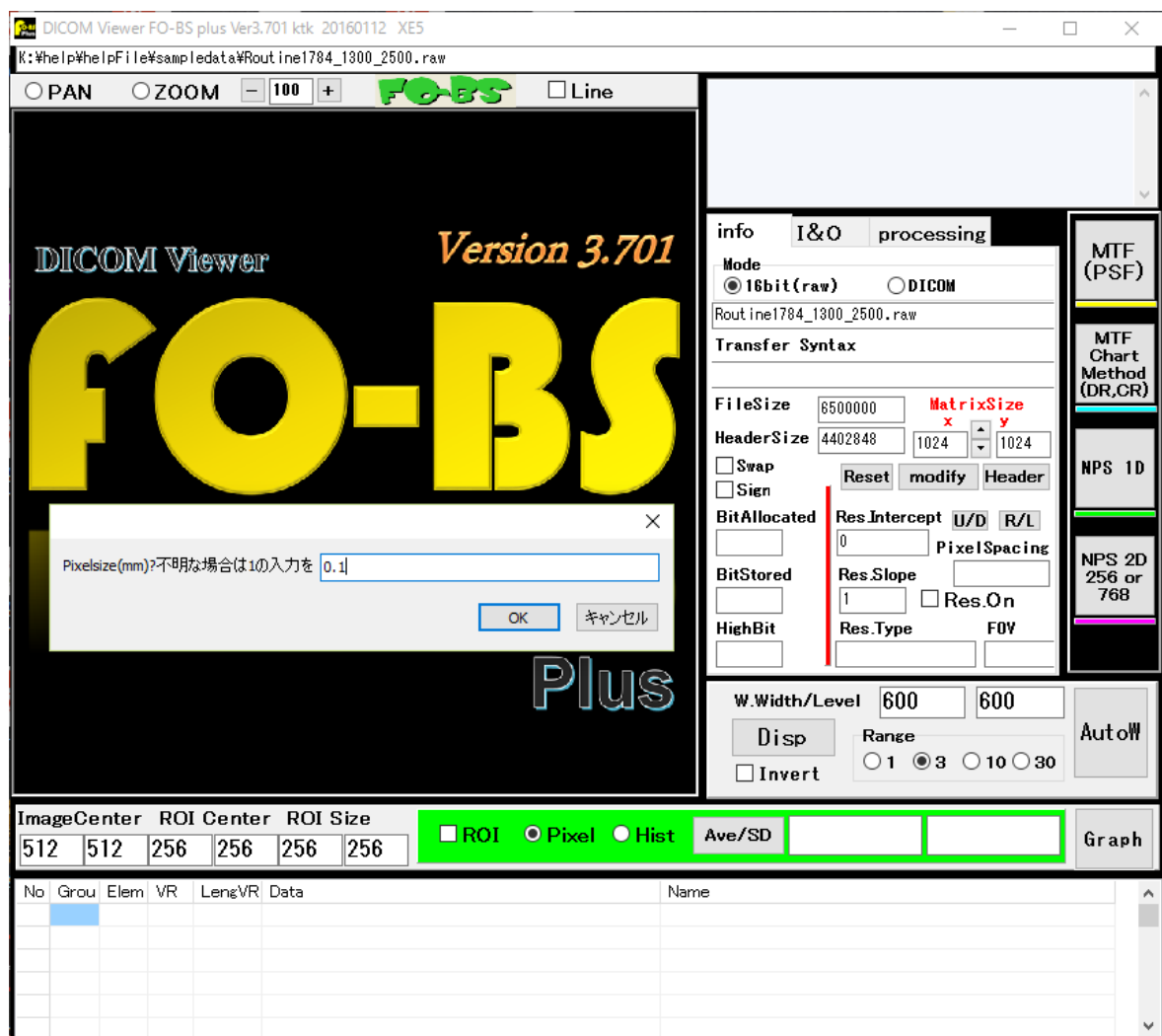
## 3.2 画像表示 DICOM 以外の画像の表示

1. DICOM 画像形式以外の読み込みは、Mode の 16bit(raw)を選択します。
2. 選択後、目的のファイルを FO-BS Plus にドラッグします。
3. マトリクス数を聞いてきますので、縦、横のマトリクスを入力します。この時、縦、横のマトリクスの間に、必ずスペースを一つ入れてください。



4. Pixel Size を聞いてきますので、mm 単位で入力します。





5. 画素値はすべて -32768 ~ 32767 までを表現できる符号付き (Signed values) で読み取りますが、FPD の一部には、32767 の値を超える画素値を持つものがあります。Bit Stored が 16bit で、High Bit が 15bit のものです。この場合は、符号なし (Unsigned values) で読み取る必要がありますので、Sign のチェックを外してください。通常表示で、画像に違和感がある場合、プロファイルカーブを測定して、信号値の変化を確認してみてください。
6. 国産メーカーの CR, FPD の raw データには、ドラッグするだけで、推測したピクセルサイズ、マトリクス数を表示します。正しければ OK のみで表示することができます。圧縮された raw データには対応していませんので、解凍したものをご使用ください。
7. 残念ながら、内部データにない場合は、正しく表示されないこととなります。画像の表示は、x 軸方向のマトリクスさえ合えば、画像として正しく認識ができます。そこで、今回マトリクス サーチ アシスト機能を付けました。こ

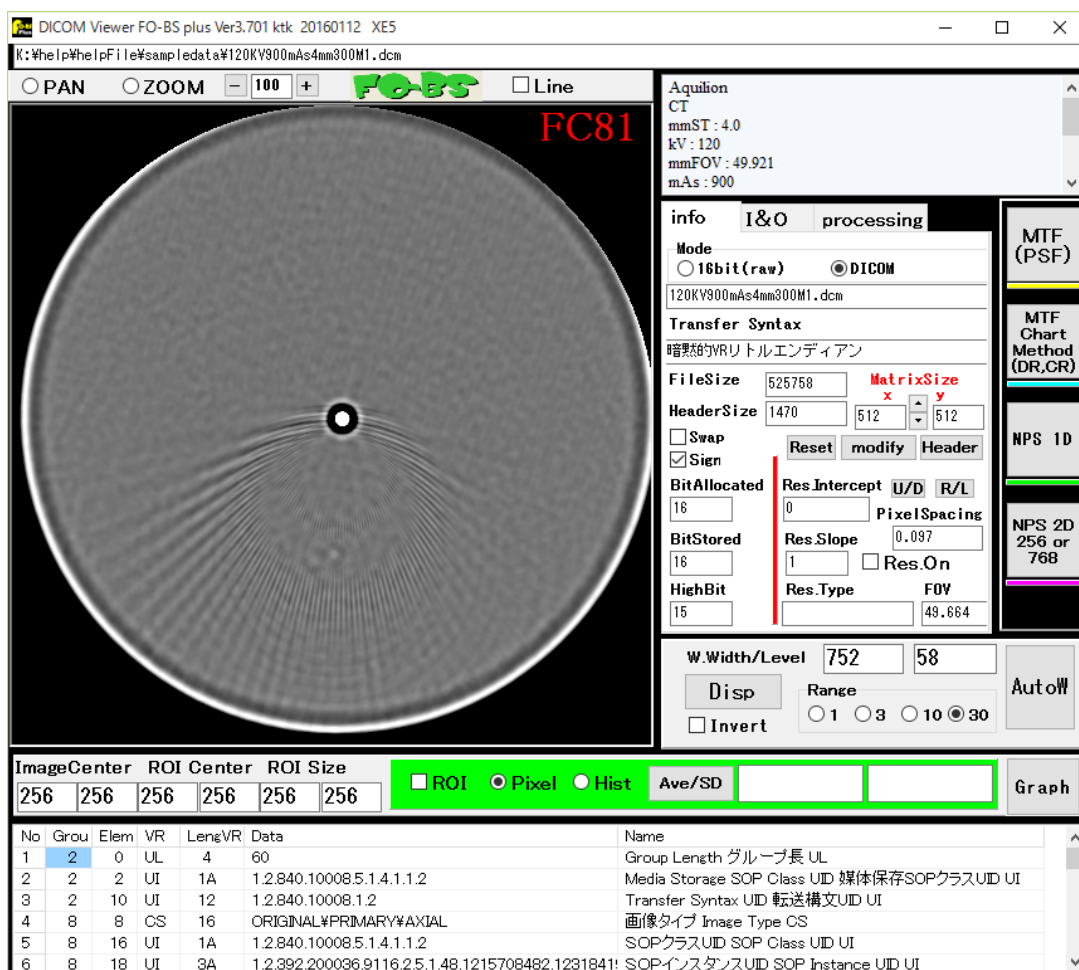
れは、**x** と **y** のマトリクスを入力する部分の真ん中にある **Up Down** コンポーネントです。これを上あるいは下に押し続けると、**x** 軸方向のマトリクス数が 1 つずつ変化して、かつ、リアルタイムに画像表示します。本来の画像が見えたなら、そこで「**Header Size**」にヘッダを入力または、**raw** データであれば、0 を入力して「**modify**」をクリックします。ファイルサイズと **x** 軸のマトリクス数とヘッダサイズから、**Y** 軸のマトリクス数を割り出します。

「**Reset**」は、**x** 軸のマトリクス数に数値を入力したとき、このボタンを押すと、その数値から検索を始めることができます。「**Header**」は、あらかじめ縦と横のマトリクス数がわかっているとき、値を入力してからこのボタンをクリックするとヘッダを計算します。

## 4.1 PSF 画像による MTF 手順

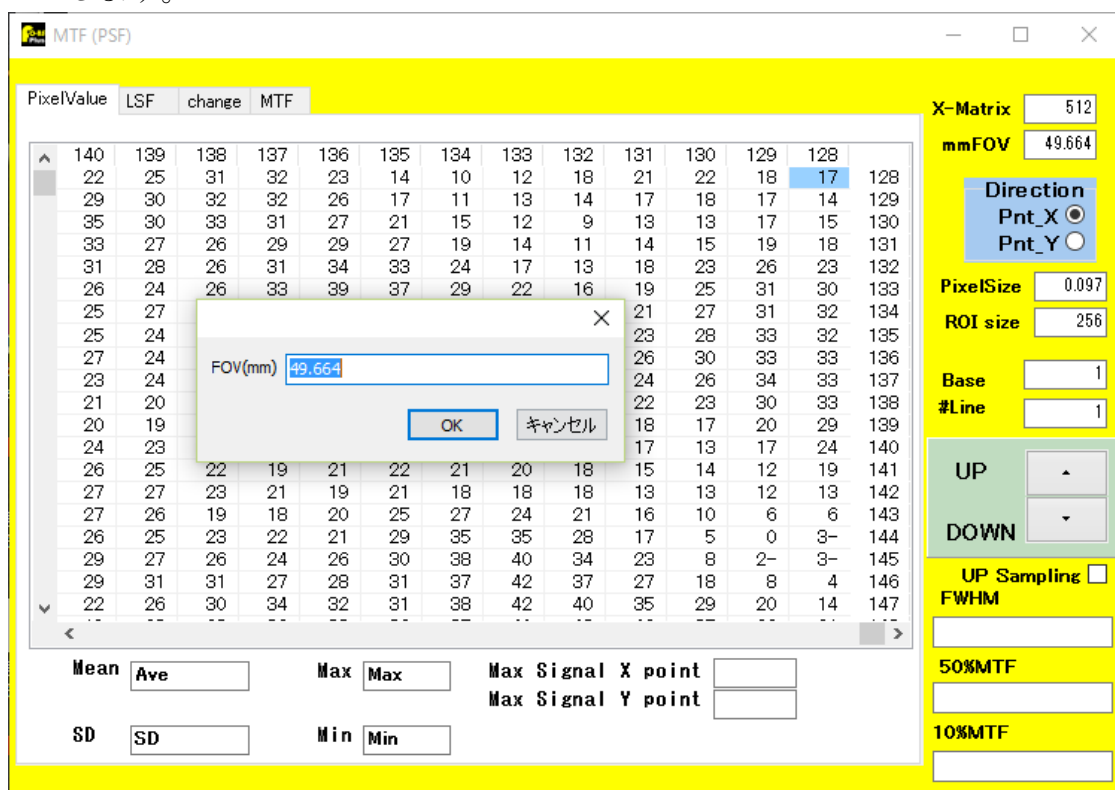
PSF（点像強度分布像：point spread Function）による MTF 測定が可能です。

1. PSF（点像強度分布像：point spread Function）の画像ファイルを開きます。マトリックスサイズを確認し、「OK」を押し、画像をロードします。



2. 画像表示領域の右上には再構成フィルタの種類が表示されます。「Auto W」ボタンを押すと、  
ほぼ見やすいウィンドウ条件になりますが、マウスの右ボタンで微調整してください。

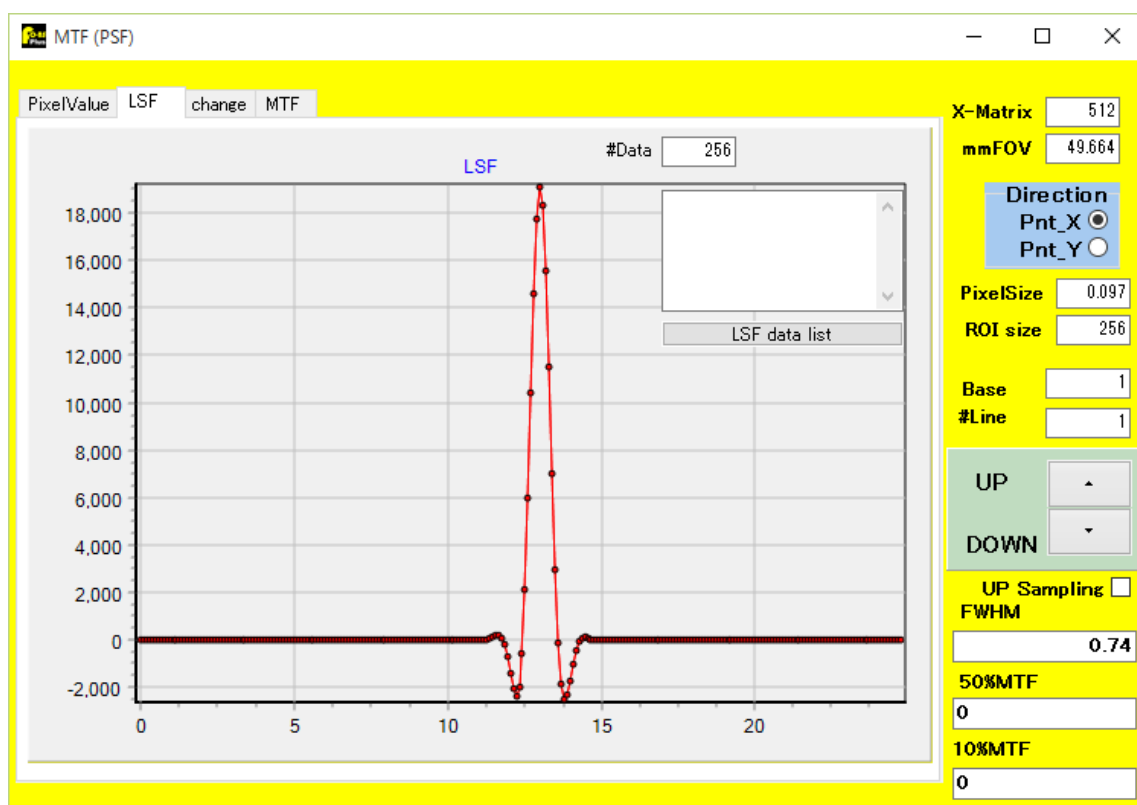
3. MTF 解析に入ります。「MTF (PSF)」をクリックしてください。
4. 再度、FOV の確認が表示されます。値が異なる場合や空欄の場合は、ここで FOV の大きさを mm 単位で手入力します。よければ「OK」をクリックします。



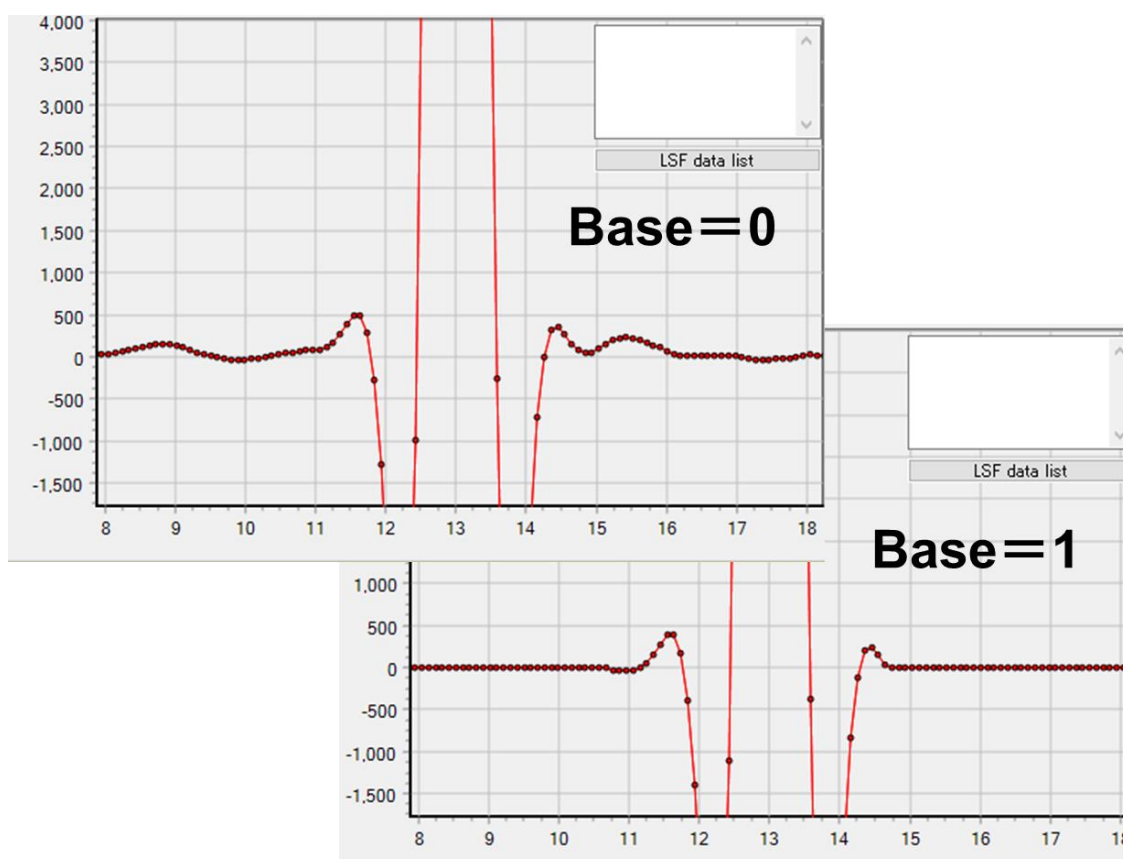
5. 「Pixel Value」「LSF」「change」「MTF」のタブが現れます。
6. 「Pixel Value」のタブは、MTF を測定するための範囲を示します。「X-Matrix」は画像データのマトリクス数、「mmFOV」は画像データの FOV サイズ、「Direction」は、MTF を測定する方向の選択で、「Pnt\_X」は、水平方向の MTF、「Pnt\_Y」は、垂直方向の MTF を測定することができます。  
「Pixel Size」は、DICOM Tag の情報ですが、raw データの場合には、ユーザー入力値を示しています。「#Disp」は、MTF 測定に使用するデータ範囲のマトリクス数の大きさを示しており、画像表示の際に ROI で範囲を選択した場合には、その大きさを示します。デフォルトでは 256 となります。このアプリケーションでは、PSF の部分を自動検索し、その最大画素値を中心として両サイドに加算範囲を展開していきます。「Mean」は、ROI 範囲の平均画素値、「SD」は、標準偏差、「Max」は、最大画素値、「Min」は、最

小画素値、さらに最大画素値の座標を表示します。各結果は、リスケールファクターを使用した場合には、その変換係数に依存します。

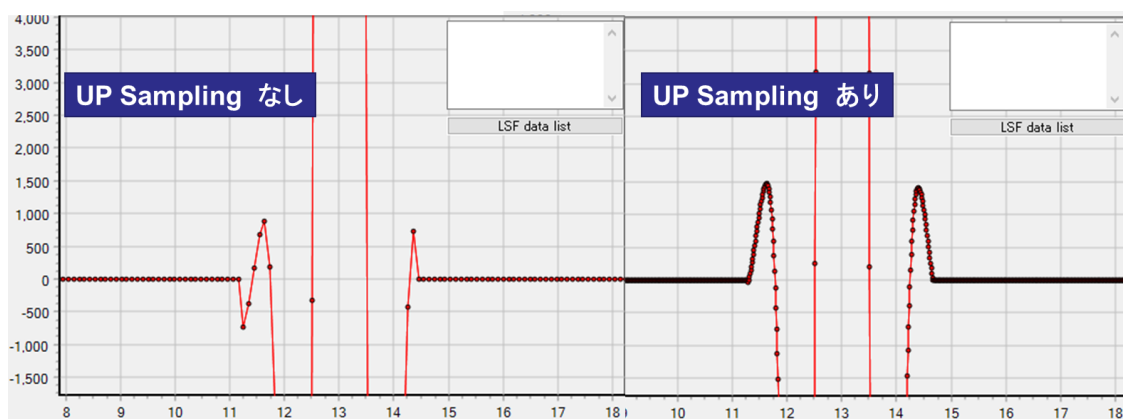
7. 「LSF」 のタブをクリックします。右にある「UP、DOWN」「▲」「▼」ボタンをクリックすると、ワイヤー像のプロファイルカーブが表示されます。加算ライン数(Line#)を「▲」「▼」ボタンで変更するとプロファイルカーブの半値幅(FWHM)が変化します。



「Base」は、PSFの裾野のゼロイング処理のパラメータです。デフォルトで1となっていますが、裾野から画素値が上昇、下降するのを1とカウントします。もう一度上昇下降すると2となります。「Base」が1ということは、裾野から上昇下降が一回終わったところでゼロイングを行うということを意味しています。この値が、0ということは、ゼロイング処理を行わないことを意味します。通常は、1でご使用ください。



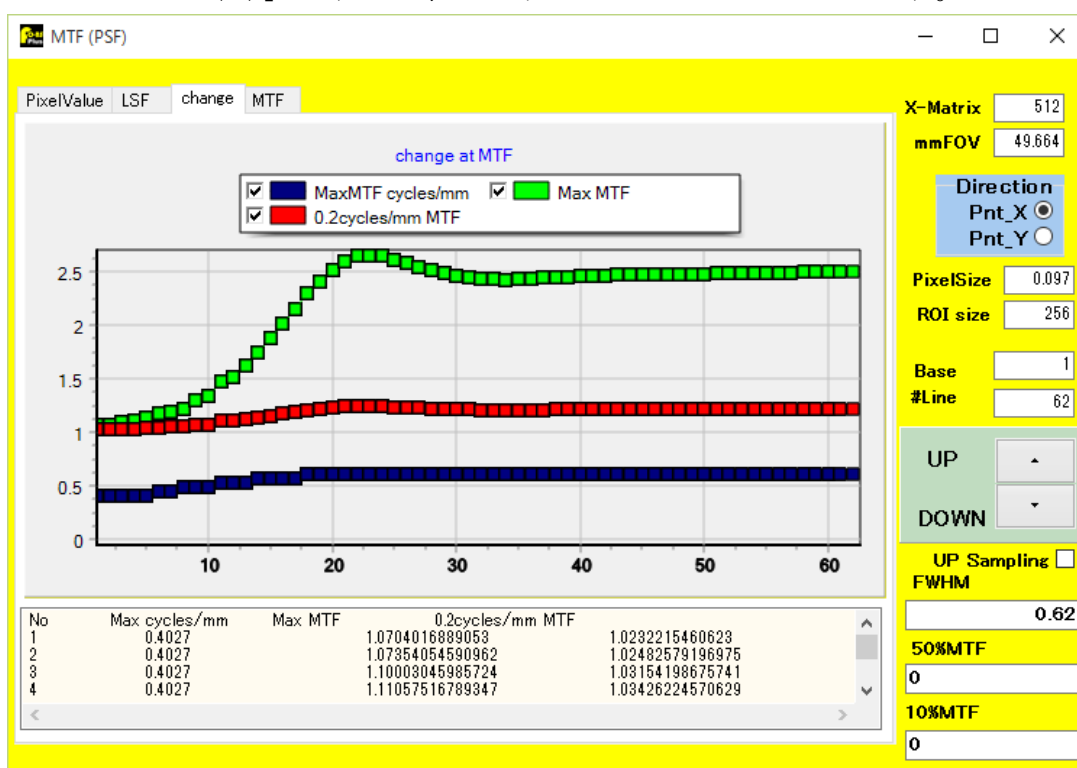
「UP Sampling」は、LSF のデータ数が少ないため、ゼロイング処理がうまくいかない場合にチェックします。高分解能な再構成関数を使用した場合に起きるアンダーシュート、オーバーシュートに使用すると効果がある場合があります。測定データを FFT 処理し、データ数が 2048 個になるようにゼロフィリングを行い、LSF を補間、再表示します。データ本来の分解能には影響ませんが、計算時間がかかるため、加算ライン数が決まった時に試してみることをお勧めします。



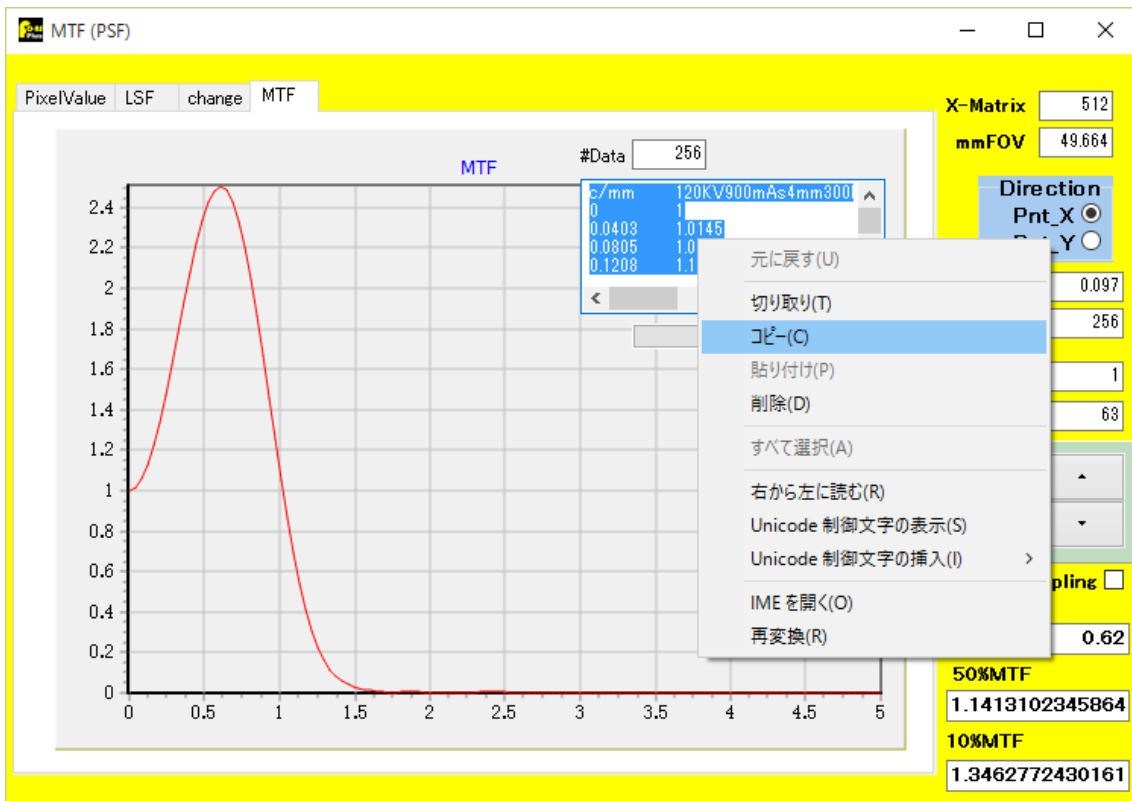
「LSF data list」は、加算した LSF のデータ値を表示します。この枠内を右クリックし、「すべて選択 (A)」、再度右クリックして「コピー (C)」とす

ると、クリップボードにコピーされます。

「change」のタブをクリックします。このグラフは、加算ライン数(Line#)を変更した場合における、MTF が最大値のときの空間周波数、最大値の MTF の値、0.2cycles/mm の時の MTF の値をリアルタイムに示します。加算ラインの決定の際の目安（値が安定している部分）になります（通常 30 ライン以上で設定することをお勧めします。加算した場合には、グラフの項目が増加しますが、一旦増加した項目は、減少できません）。データ値が表示されている枠内を右クリックし、「すべて選択 (A)」、再度右クリックして「コピー (C)」とすると、クリップボードにコピーされます。



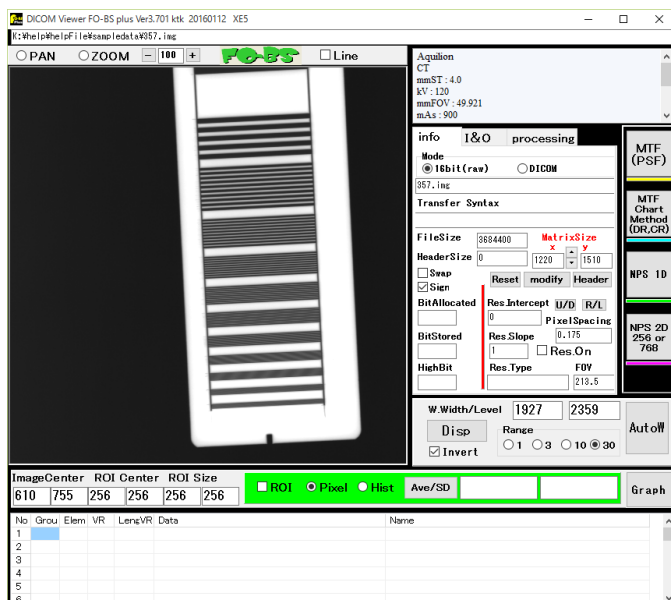
- 「MTF」のタブをクリックします。加算ライン数(Line#)に応じた MTF が 50%、10%MTF の値とともに表示されます。「MTF data list」のボタンをクリックすると、MTF の値が表示されます。この枠内を右クリックし、「すべて選択 (A)」、再度右クリックして「コピー (C)」とすると、クリップボードにコピーされます。EXCEL 等の表計算ソフトにペーストし、散布図でグラフを描くと、加算回数に応じた MTF の変化を見ることができます。





## 5.1 DR,CR のチャート法による MTF 手順

1. DR、CR でのチャート法による MTF の解析が可能です。ただし、MTF 測定用のチャートは、Type1 (0.05, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 8.0, 10.0LP/mm) のものに限定します。まず、チャート像のファイルをドラックします。RAW データ (モダリティ内の画像ファイル) を使用する場合は、Mode で 16bit(raw)を選択してからドラックしてください。DICOM、RAW どちらもサンプリングピッチの情報が無ければ、入力が表示が現れますので、mm 単位で入力して下さい。MTF の測定ですから、基本的に画像データは、raw データ、あるいは線形を担保できる DICOM データを対象とします (ただし、サイズは、5000×5000 マトリクス以上には対応しておりません。ImageJ 等で Crop したものを使用してください。)。また、チャートの撮像は、X 線コリメーションをあまりぎりぎりにしないでください。また、方向は、縦、横どちらでも構いません。画像が表示されたら、ピクセルサイズの確認を行いますので、よければ「OK」、異なるのであれば、必要な値を入力してください。次に、「MTF Chart Method」ボタンをクリックします。

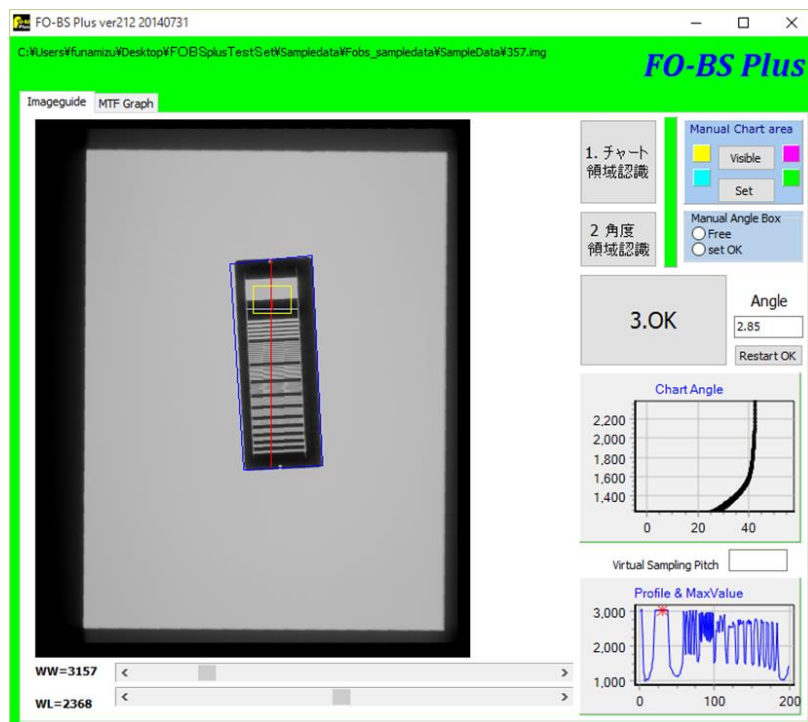


2. MTF 測定用の画面が表示されます。まず、チャート像を認識するため、「1.チャート領域認識」をクリックします。認識が成功すると、チャート領域周辺が図のように赤く囲まれるとともに、チャートの 4 隅がマーカーで表示されます。認識が失敗した場合は (全く囲まれない)、マニュアル調整となります (後

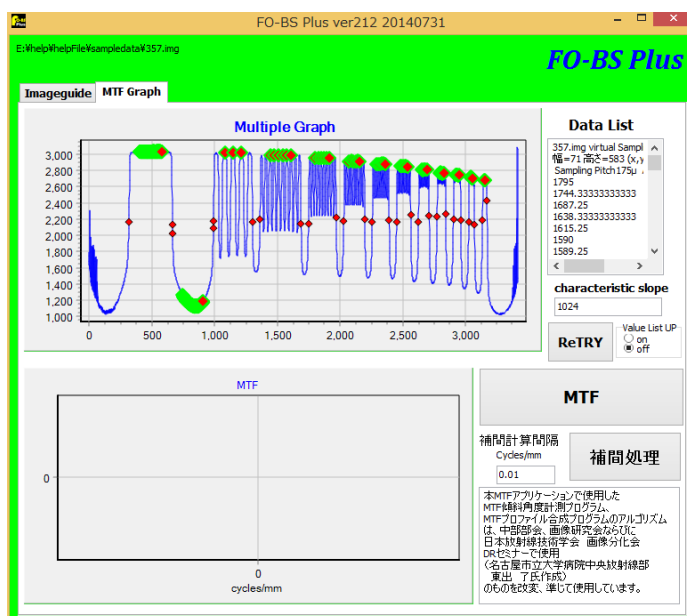
述します)。



- 次に、「2.角度領域認識」をクリックし、チャートの角度を測定します。  
0.05Cycles/mm の窓を探し出し、DR セミナーのマクロに準じたアルゴリズムで角度を測定しチャート像の中心に赤いラインが現れます。0.05Cycles/mm の検索に失敗した場合は、マニュアル調整となりますが、後述します。0.05 Cycles/mm 部分の境界に ROI が表示され、角度が測定されます。この状態で「MTF Graph」タブをクリックすると、チャート像の赤ライン部分のプロファイルと 0.05 Cycles/mm の最大信号値と最低信号値の始まり部分を確認できます。角度の精度は DR セミナーのように、Chart Angle グラフで確認できます。グラフ枠内を右クリックでマウスを左から右へドラッグするとグラフが、拡大されます。元に戻すには、右から左にドラッグすると戻ります。また、右クリックでドラッグするとグラフの移動が可能です。「Angle」に角度を入力し、「Restart」ボタンを押すとその角度で再計算しますので、マニュアル設定も可能です。「Virtual Sampling Pitch」は、サンプリングピッチの 17% にしていますので、その値が表示されます。「Profile & MaxValue」は、チャートの赤ラインのプロファイルカーブと、その最大値を赤のポイントで示してあります。



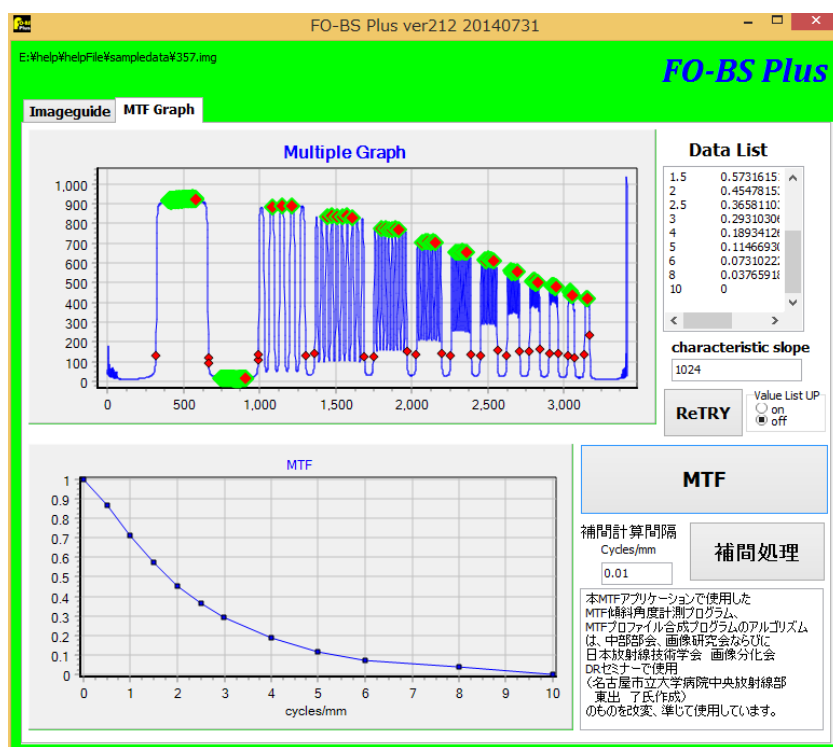
4. 「3.OK」をクリックすると、合成プロファイルカーブを作成し「MTF Graph」のタブに移ります。



5. 「Data List」には、合成プロファイルのデータリストが表示されます。表示窓を右クリックし、「すべて選択 (A)」、再度右クリックして「コピー (C)」とすると、クリップボードにコピーされます。非線形システムの場合(CR等)、「characteristic

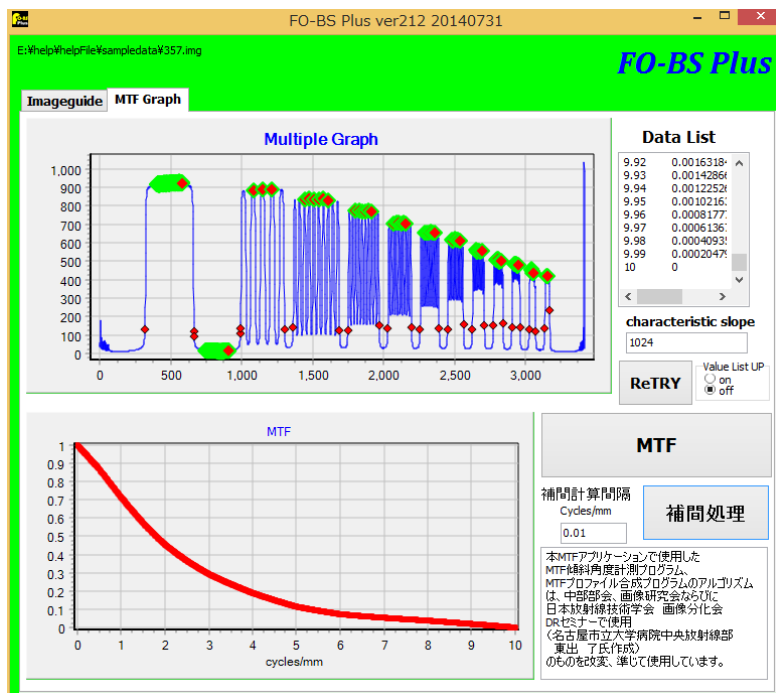
slope」の欄に、デジタル特性曲線の傾きを入力してください。12bit の場合で 1024、11bit の場合は、512、10bit の場合は、256 近辺の値となります。入力後「ReTRY」をクリックすると、露光量変換を行い、合成プロファイルカーブが再計算されます。また、「Value List UP」を on すると、再計算後のデータリストを表示します。

6. 良ければ「MTF」をクリックすると、MTF カーブが表示されます。MTF の測定値の表示窓を右クリックし、「すべて選択 (A)」、再度右クリックして「コピー (C)」とすると、クリップボードにコピーされます。EXCEL 等の表計算ソフトにペーストし、散布図でグラフを描くと、加算回数に応じた MTF の変化を見ることができます。データ情報として、ファイル名、仮想サンプリングピッチ、チャートデータ切り出しの幅、高さ、座標 (チャート画像を ImageJ で表示した場合に、ImageJ の Specify を使用してこの座標、サイズを入力すると、全く同じ範囲が切り出せます)、チャート画像サンプリングピッチ、チャートの傾き角度、を付帯します。



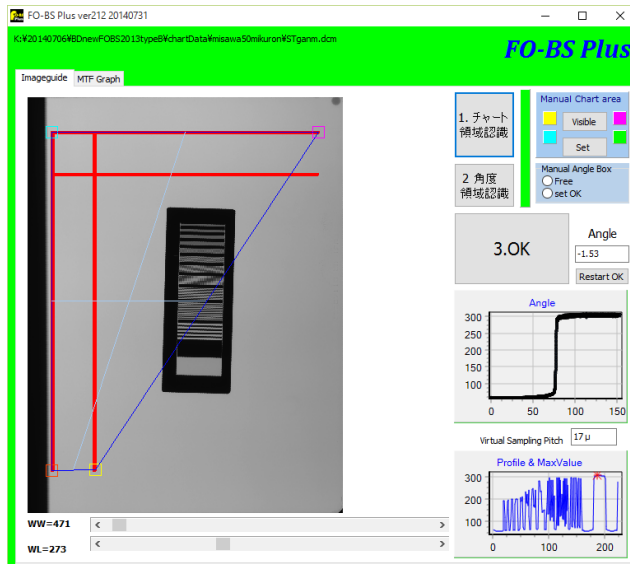
7. 「補間処理」は、3 次スプラインで MTF カーブを補間します。補間間隔は、補間計算間隔の入力欄の間隔で自由に設定できます (NEQ 用です)。ImageGuide タブをクリックすると、合成サンプリング領域と実行サンプリン

グピッチが表示されます。



## 5.2 DR,CR のチャート法による MTF チャート認識不良の場合

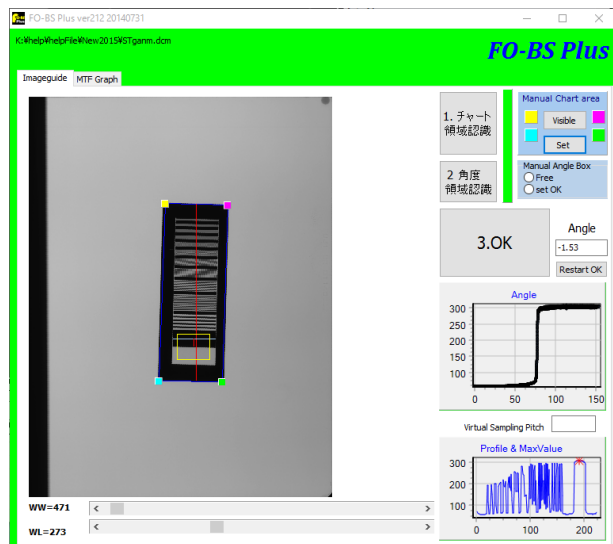
1.何らかの原因で、チャート領域認識が失敗した場合は、マニュアルで領域設定することが可能です。



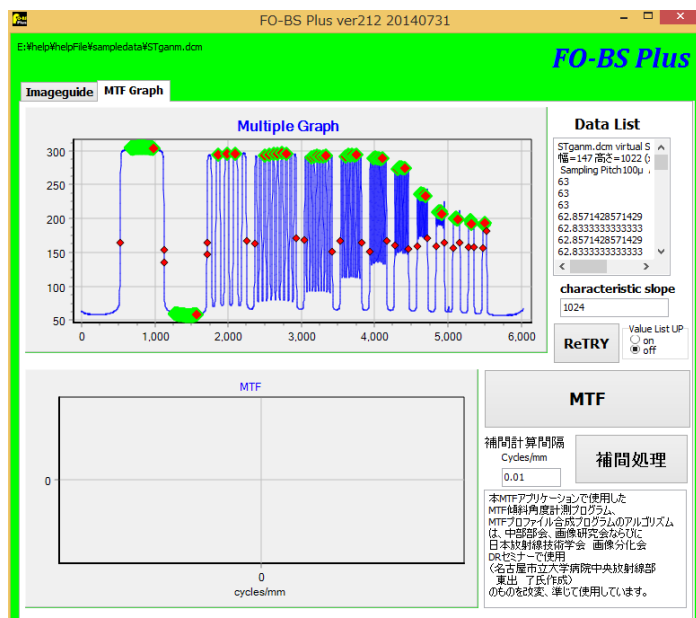
2. 「Manual Chart area」の「Visible」をクリックすると、画像上に色の異なる小さなマーカーが現れます。そのマーカーをチャート像の対応する各 4 隅にドラッグして下さい



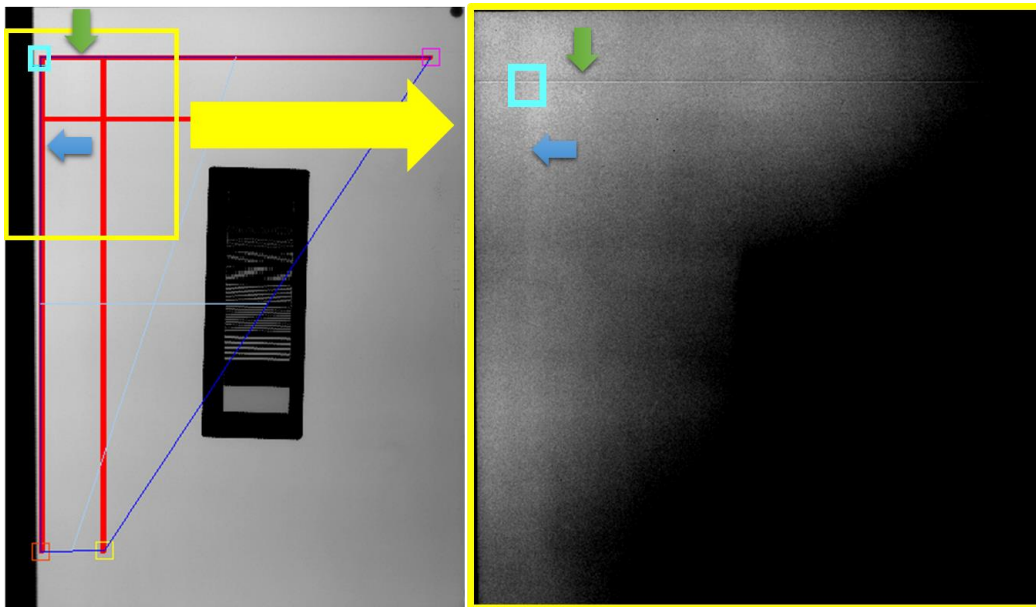
3.4 隅に配置後、「Manual Chart area」の「Set」をクリックします。すると、その領域から自動計算して、0.05LP/mm を見つけ出し、角度測定を行います。



4. 良ければOKボタンをクリックすると、合成プロファイルカーブが表示されます。



5.この例の場合は、横ラインは、CR の読み取りエラー、縦ラインは、濃度ムラが原因のようです。認識不良の場合は、画像のチェックをお勧めします。

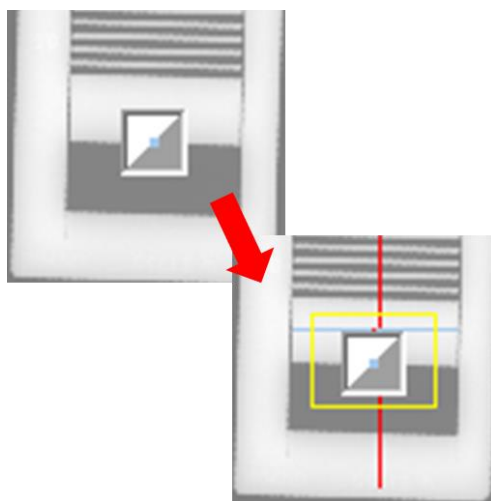




## 0.05cycles/mm が認識されない場合

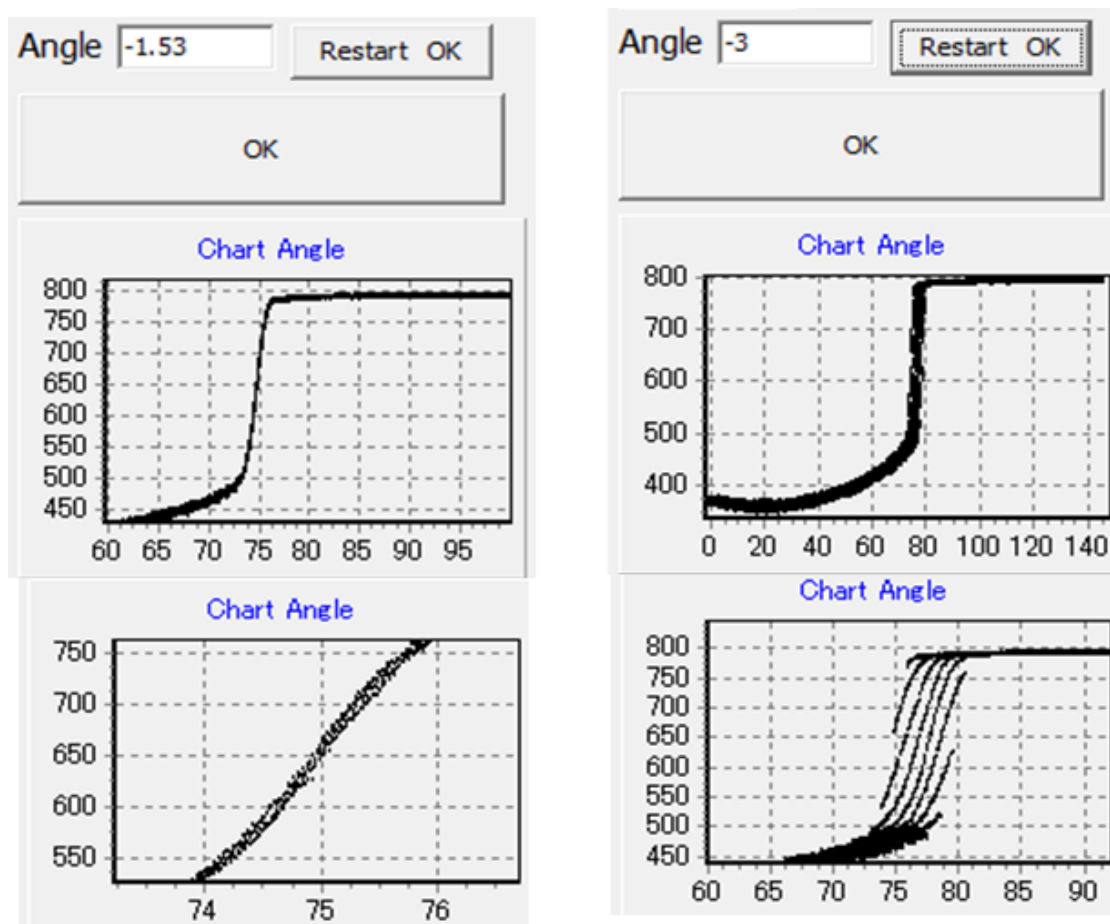
1. チャート領域認識が成功しても、何らかの原因で、角度測定に使用する 0.05Cycles/mm の認識に失敗した場合は、マニュアルで領域設定することが可能です。

2. Manual Angle Box の Free ボタンをクリックします。するとマーカーが現れます。

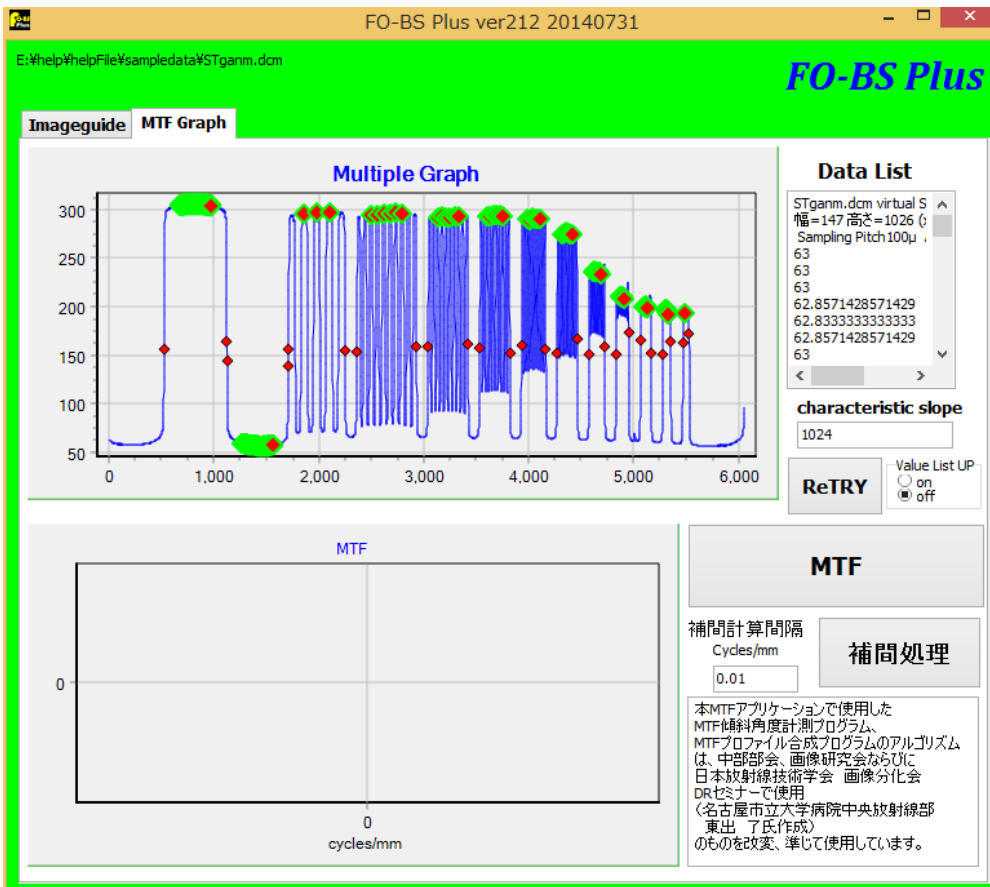


すので、0.05LP/mm の高信号部と低信号部の間でチャート像の中心付近にドラックして下さい。場所が決まれば、set OK をクリックすると 0.05LP/mm 部分の計算領域が黄色の ROI でかこまれます。

3.チャート角度は、グラフ化されます。このグラフは、マウスで範囲を選択するとその部分が拡大されます（拡大したい場所を左ボタンを押しながら左から右へ四角く囲みます。元に戻すには、右から左に囲みます）。下図は、自動計算された角度-1.53 度と無理な設定の-3 度のグラフとその拡大図です。-1.53 度は、拡大してもほぼまともっていますが、-3 度は拡大するとばらついているのが明らかなです。自動計算した場合にばらついた場合は、アングルを補正して入力し Restart ボタンをクリックするとその角度で再計算されます。

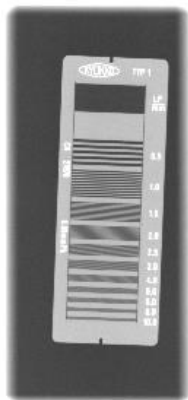


4. 良ければOKボタンをクリックすると、合成プロファイルカーブが表示されます。

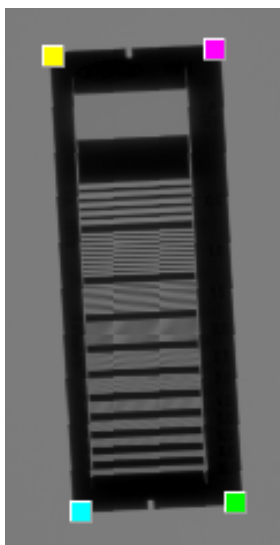


## 5.4 チャート画像の注意点

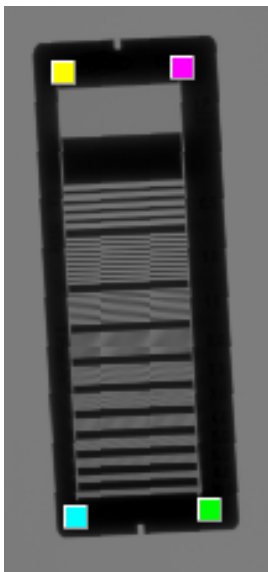
1. チャート像は、チャートの全体像が分かるようなコリメーションとしてください。チャート像より小さく絞ると、自動認識が機能しないとともに、マニュアル設定でもチャート像の4隅を推定できず不安定な結果となります。



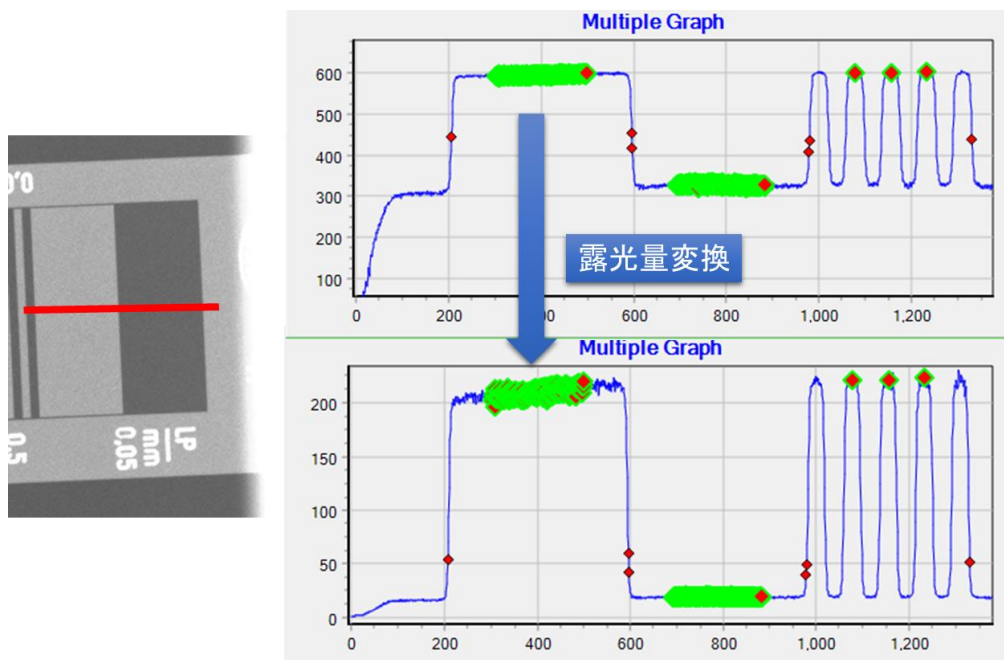
2. マニュアル設定する場合は、下図のように、チャートの4隅をポイントしてください。



3. 下図のような、チャート像の内部をポイントは、正しい測定値が得られない可能性があります。



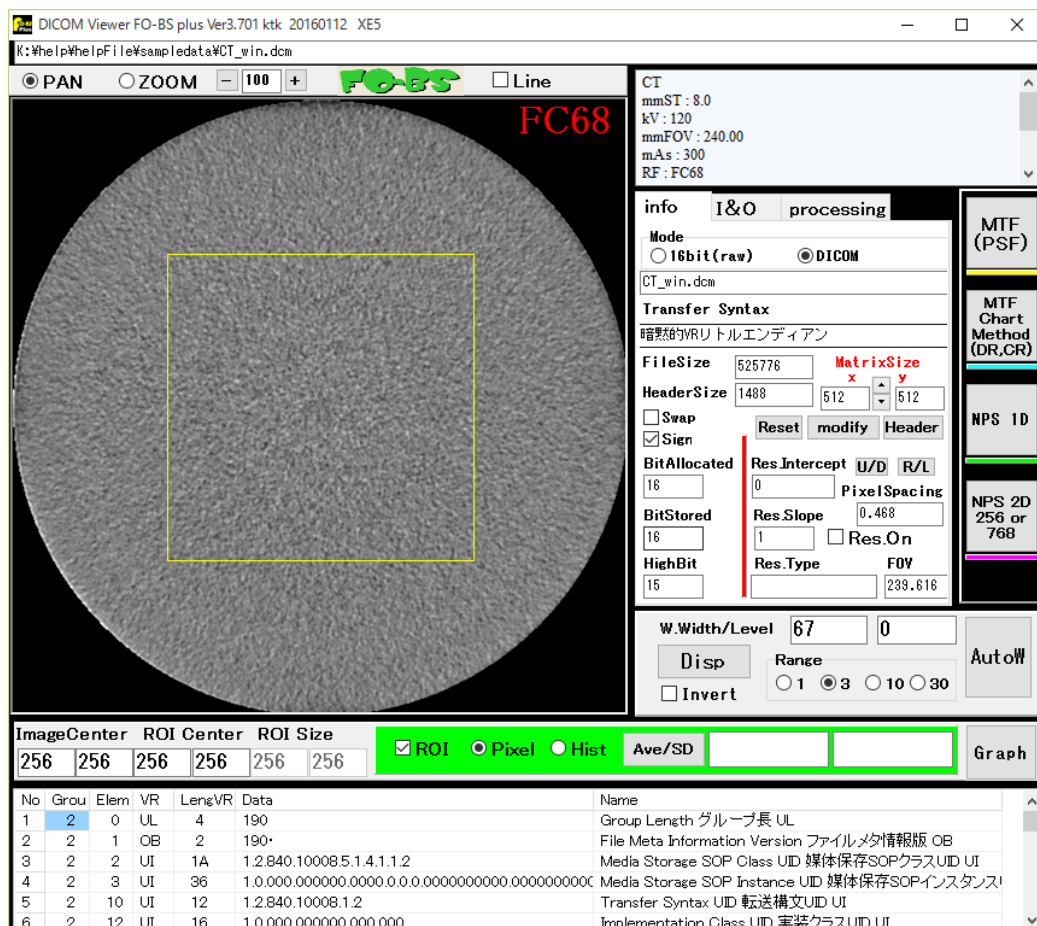
4. あまり絞り過ぎると、 $0.05\text{cycles/mm}$  の高信号部の信号値が安定しない場合があります。信号値のプロファイルが平坦に見えても、露光量変換を行うと極端な信号差が生まれる場合があります。この例の場合ですと、1を超えるMTFとなる原因にもなりえます。



## 6.1 1次元 NPS 測定手順

仮想スリット法による 1 次元 NPS (Noise Power Spectrum) 測定が可能です。

1. 水ファントム等の試料データを開きます。「ROI Size」に測定範囲の大きさを入力後、「ROI」にチェックをし、測定したい領域（できるだけ信号ムラのない部分）に ROI を移動します。「ROI Center」に座標を入力後、再度「ROI」のチェックを入れなおしてもいいですし、マウス操作でサイズ、位置を変更しても構いません。何もしない場合には  $256 \times 256$  の ROI サイズで画像中心に設定されます。



2. 「NPS 1D」をクリックします。NPS 測定用の画面が表示されます。「Recommend parameter Load」をクリックすると、設定されたサイズからセグメントサイズ、シフト量を計算し、設定します。トレンド除去用の「X trend」チェックし、「Cal」をクリックすると、セグメントのプロファイルカーブを表示します。

$$WS(u) = \frac{dxdl}{N} |F(u)|^2$$

「ROISize」には、NPS 測定領域の ROI の大きさが入力されます。

「mmFOV(x)」には、X 軸方向の FOV の大きが表示されます。

「XMtrx」は、画像データの X 軸方向のマトリクスを表します。

「SegmentSize」は、ROI の中をいくつか分割して計算するための領域の大きさが入力できます。x は 1 セグメントの x 方向の大きさ、y は y 方向の大きさです (x 方向の NPS の場合、仮想スリットの高さを表します。y 方向の場合は、x が仮想スリットの高さとなります)。

「Shift」とは、SegmentSize の領域をオーバーラップさせながら多数回計算するわけですが、その移動量 (x 方向と y 方向) が入力できます。SegmentSize より小さい場合は、オーバーラップを意味します)。

「Modality」は、normal, non LinearSystem, LinearSystem, Xconstant があり、モダリティによって使い分けます。基本的に計算される値は、次の式の値です。

non LinearSystem (CR のような、露光量と信号値が対数で線形性を保っているもので一部の FPD も含まれます) は、露光量変換がありますから、

「characteristic slope」にデジタル特性曲線の傾き (12bit であれば、おおかた 1024、11bit であれば 512、10bit であれば 256 ですが、本来は、実測するのが望ましいです) を入力します。

LinearSystem (FPD (direct, indirect) に多く、露光量と信号値が線形性を保っているもの) の場合は、平均デジタル値の二乗で除算します。

normal は、CT 等が対象になります。。

Xconstant は、constant factor に入力した数値で積算します。例えば 2 を入力すると NPS の値は 2 倍となります。

「X/Y Direction」は、測定方向を設定します。ボタンが X であれば、ROI の領域の X 軸方向の計算結果となり、Y であれば、Y 軸方向の計算結果となります。

「X trend」「Y trend」は、トレンド補正処理が行われます。X 軸方向の測定には、X trend、Y 軸方向の測定には Y trend を選択してください。最小 2 乗法で行われていますので、入力ボックスに数字を入れることで、次数を変えることができます。デフォルトで次数 3 としています。

画面中央には、「Profile」と「NPS」のタブがあります。

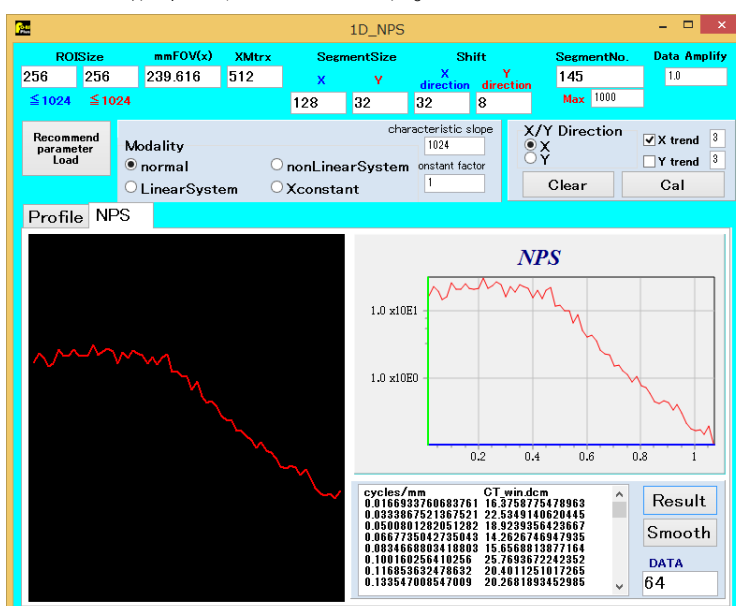
3. 「Profile」のタブをクリックし、画面右側の「Cal」ボタンをクリックする

と ROI で選択された領域のプロファイルカーブが表示されます。2 本表示されますが、ひとつは、ROI の最上位のセグメント領域、ひとつは中心部のセグメント領域のものです。この時、SegmentNo.に計算されるセグメント数が表示されます。Max は 1000 になっています。

「Data Amplify」は、データ値が低い場合に増幅するためのもので、通常は 1 で十分です。測定データ値に入力値を積算します。constant factor は、計算値に入力値を積算するため、それぞれ意味合いが異なることに、注意してください。

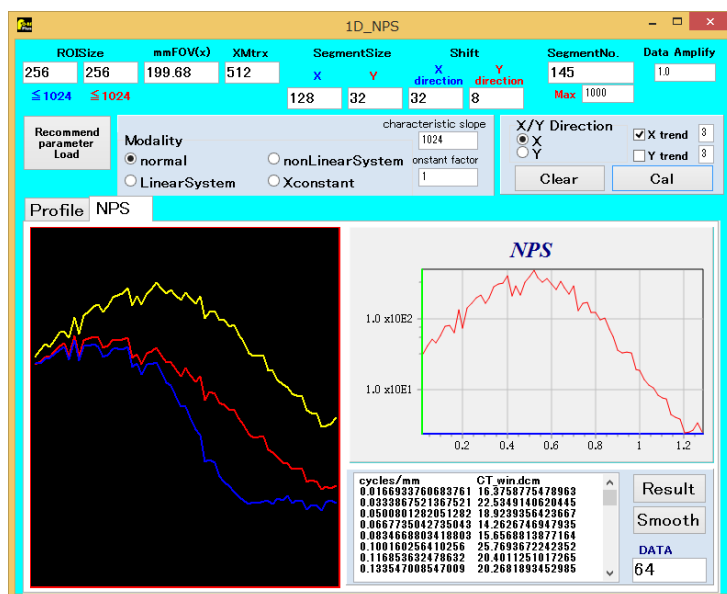


4. 「NPS」のタブをクリックし、画面右側の「Cal」ボタンをクリックすると、NPS の結果が表示されます。





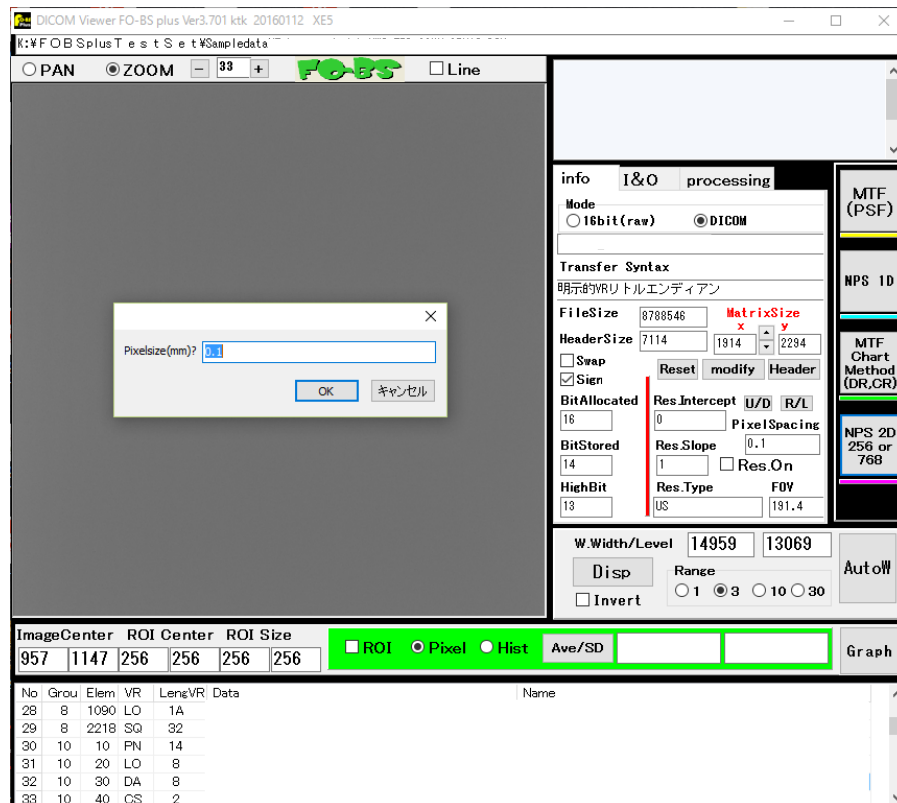
5. データとして得るには、「Result」をクリックすると、得ることができます。枠内を右クリックし、「すべて選択 (A)」,再度右クリックして「コピー (C)」とすると、クリップボードにコピーされます。EXCEL等の表計算ソフトにペーストし、散布図でグラフを描くと、ウィナースペクトルのグラフが得られます。この時、結果が表示される枠の隣に数字が表示されますが、これは、ウィナースペクトルの最高周波数に相当するデータ数 (FFT を行うデータ数の半分になります) です。グラフに使用するデータは、このデータ数を使用してください。なお、グラフの縦軸は、対数表示です。
- 「Smooth」は、グラフにスムージング処理を行い滑らかにします。8点のデータを使用しての移動平均法で行っています。ただし、最高周波数に相当するデータ数までしか処理していません。背景がブラックのグラフとグレーのグラフがありますが、ブラックのグラフは、NPS の値を保持するため、測定パラメータを決定し、画像データを表示し NPS を測定後、そのまま、異なる画像データを呼び出し、NPS をクリックすると、測定パラメータを引き継ぎグラフを重ね書きする機能があります。



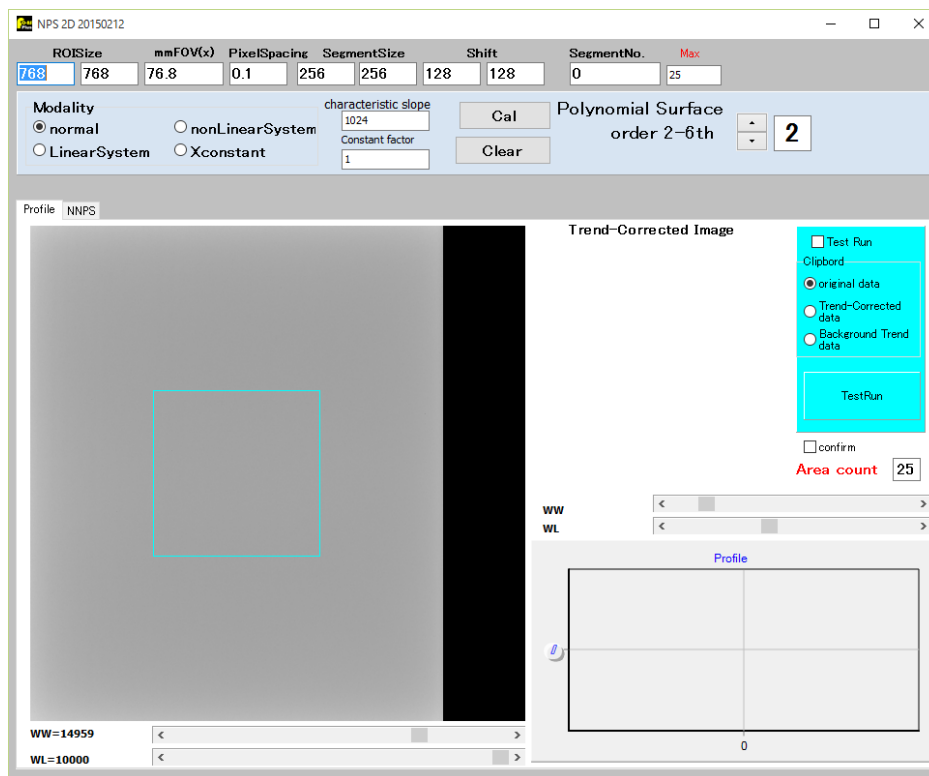
6. ウィナースペクトルに関しては、以下の文献を参考にしてください。
- 小寺吉衛ほか:放射線画像系の粒状性の測定法(I).日放技学誌 43(12):1743-1768、1987.
- 小寺吉衛ほか:放射線画像系の粒状性の測定法(II).日放技学誌 44(1):44-62、1988.

## 7.1 2次元 NPS 測定手順 2次元 領域中心部の場合

2次元フーリエ変換法による NPS (Noise Power Spectrum) 測定が可能です。



1. ノイズ画像等の試料データを開きます。CR, FPD のような  $768 \times 768$  以上のマトリクス数で構成されているものは、 $256 \times 256$  領域を 25 セグメント、2 DFFT により計算します。CT のような  $768 \times 768$  未満のマトリクス数で構成されているものは、 $256 \times 256$  を 1 セグメント。2 DFFT で計算します。測定対象のノイズ部分が画像中央にある場合は、そのまま「NPS 2D 256 or 768」をクリックします。すると、ピクセルサイズを聞いてきますので、よろしければ OK をクリックします。
2. NPS 2D の画面が表示されます。「Modality」を決めて、「Cal」をクリックすると NPS の計算が始まります。をクリックします。「Modality」は、normal, non LinearSystem, LinearSystem, Xconstant があり、モダリティによって使い分けます。



$$WS(u, v) = \frac{\Delta x \Delta y}{MN} |F(u, v)|^2$$

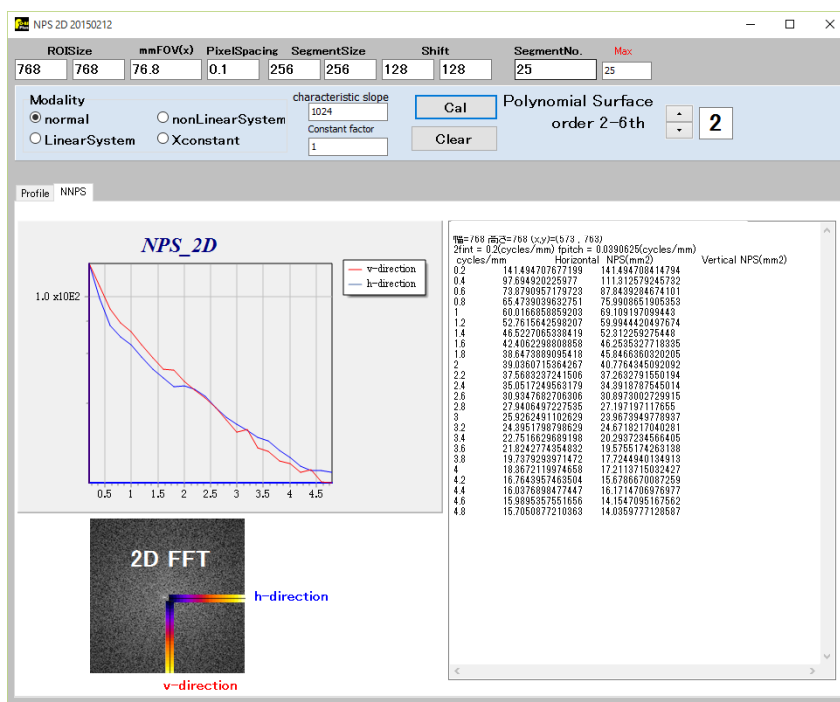
基本的に計算される値は、次の式の値です。

non LinearSystem (CR のような、露光量と信号値が線形性を保っていないもので一部の FPD も含まれます) は、露光量変換がありますから、「characteristic slope」にデジタル特性曲線の傾き (12bit であれば、おおかた 1024、11bit であれば 512、10bit であれば 256 ですが、本来は、実測するのが望ましいです) を入力します。

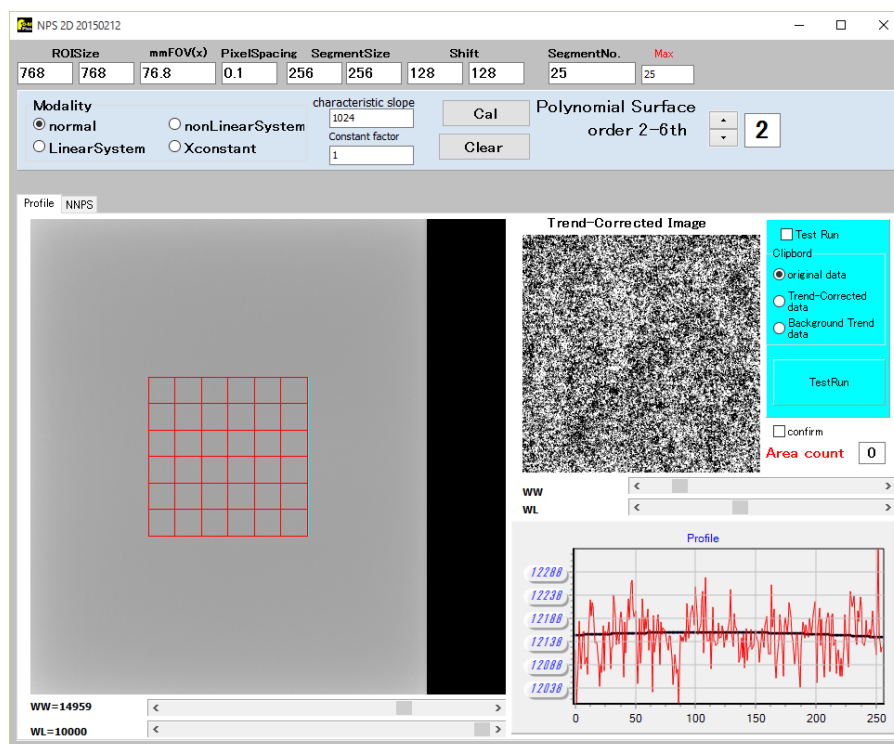
LinearSystem (ほとんどの FPD (direct, indirect)) の場合は、平均デジタル値の二乗で除算します。

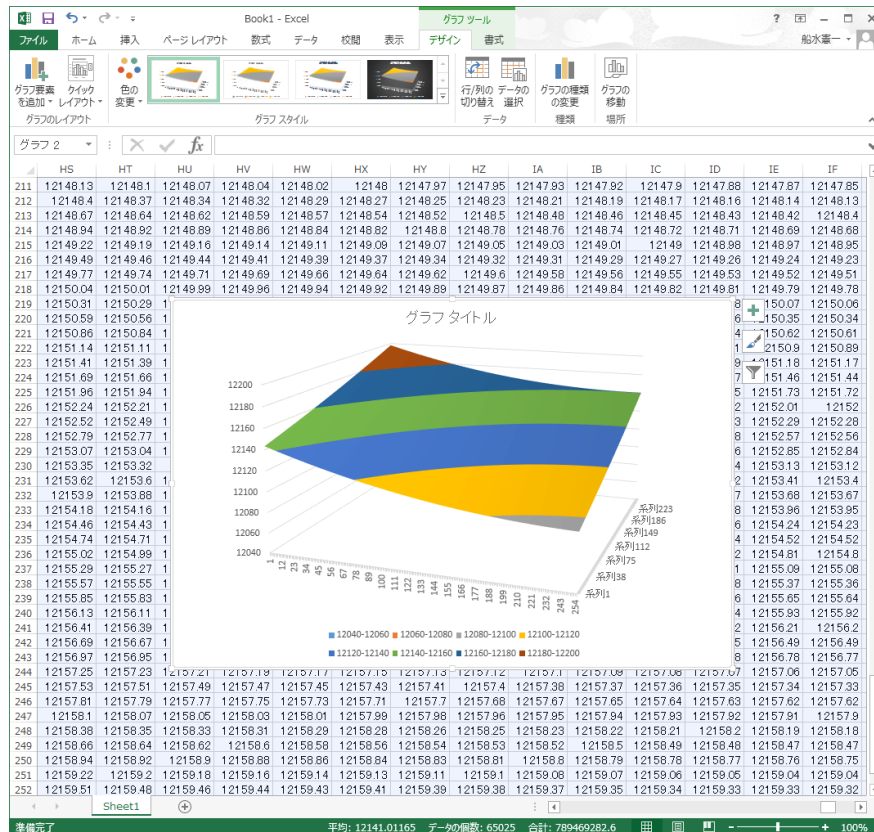
normal は、CT 等が対象になります。

Xconstant は、constant factor に入力した数値で積算します。例えば 2 を入力すると NPS の値は 2 倍となります。

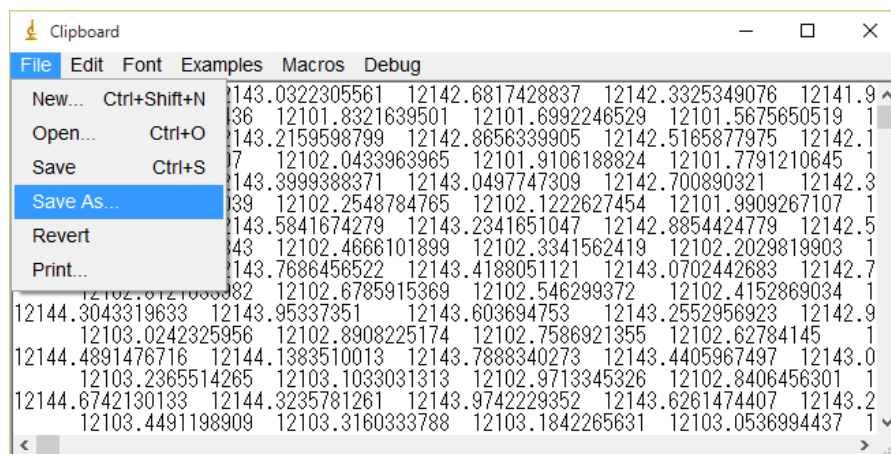
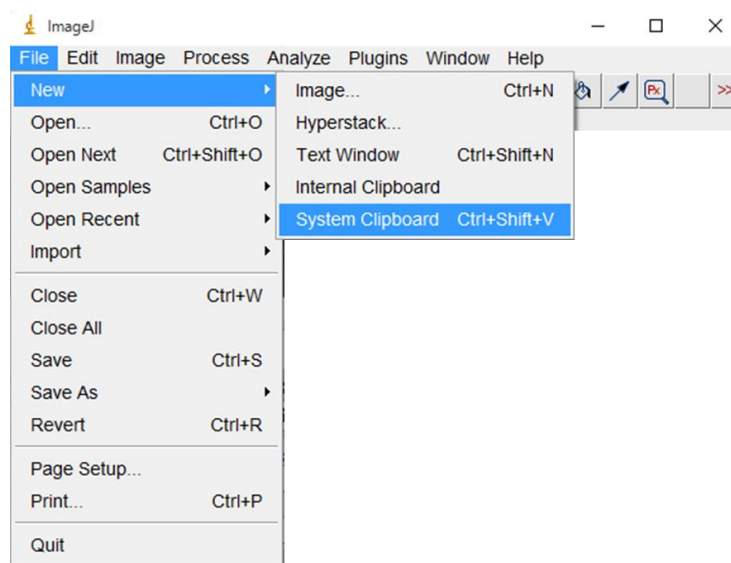


3. NPS の計算が終了すると NPS のグラフが表示される画面に移動します。グラフは、水平方向と垂直方向のグラフです。データリストにも表示されます。枠内を右クリックし、「すべて選択 (A)」、再度右クリックして「コピー (C)」とすると、クリップボードにコピーされます。EXCEL 等の表計算ソフトにペーストし、散布図でグラフを描くと、NPS のグラフが得られます。



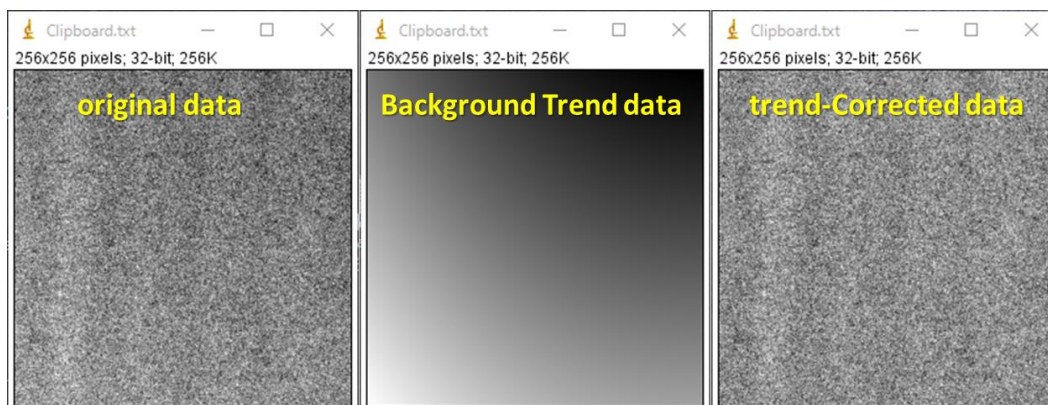
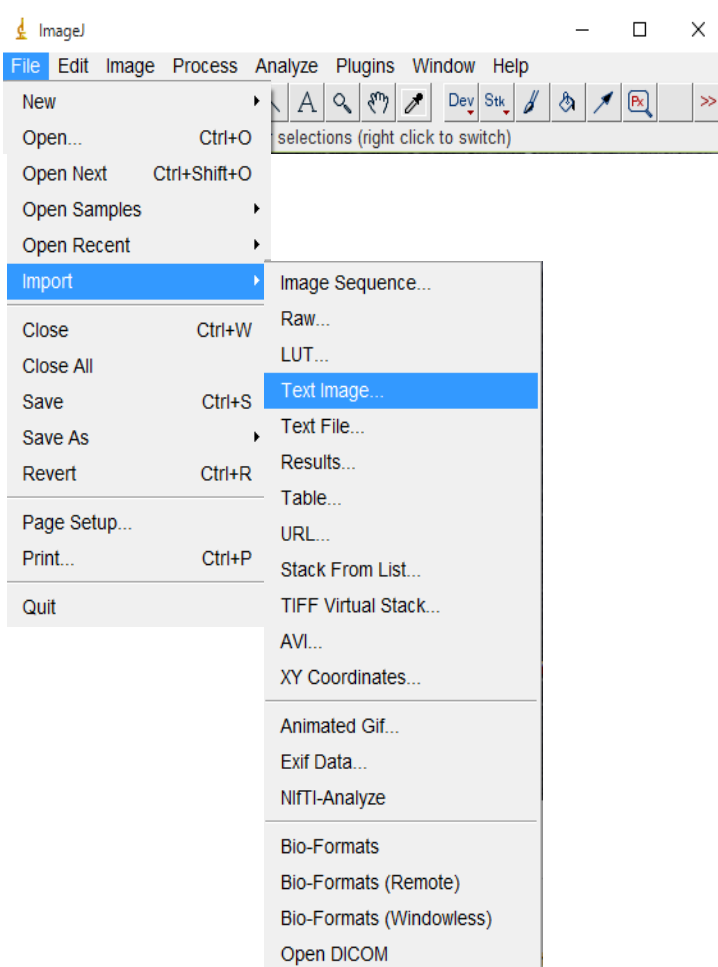


4. 計算終了後、「Profile」タブをクリックすると、セグメントが表示された画面を確認できます。
5. 2 DNPS の計算パラメータは、トレンド処理の次数調整のみです。トレンド処理は、2次元の最小二乗法を使用しており、Polynomial Surface order 2-6<sup>th</sup>で、次数は2～6次まで調整できます。
6. 「Trend-Corrected Image」には、1セグメントのトレンド除去後の画像が表示され、その中央部のプロファイルが使用したトレンドとともに表示されます。「confirm」をチェックすると、25セグメントを一つずつ、トレンド除去した画像とプロファイルを確認しながら計測できます。  
「Area count」には、その時のセグメント数がカウントダウンされます。  
「Test Run」をクリックすると、最初の1セグメントのデータがクリップボードにコピーされます。オリジナル画像データ(original data)、トレンド除去後のデータ(trend-Corrected data)、トレンドデータ(Background Trend data)のどれか一つを選択できます。そのまま、EXCEL等にコピーし、3Dグラフを描くことが可能です。  
または、ImageJで画像表示が可能です。「ImageJ」を立ち上げ、File>New>System Clipboard」を選択すると、クリップボードの内容が表示されます。



そのまま、「File>SaveAs..」を選択し、「Clipboad.txt」で保存してください。

次に、「File>Import>Text Image...」を選択し、先ほど保存した「Clipboad.txt」を選択すると、画像として表示されます。

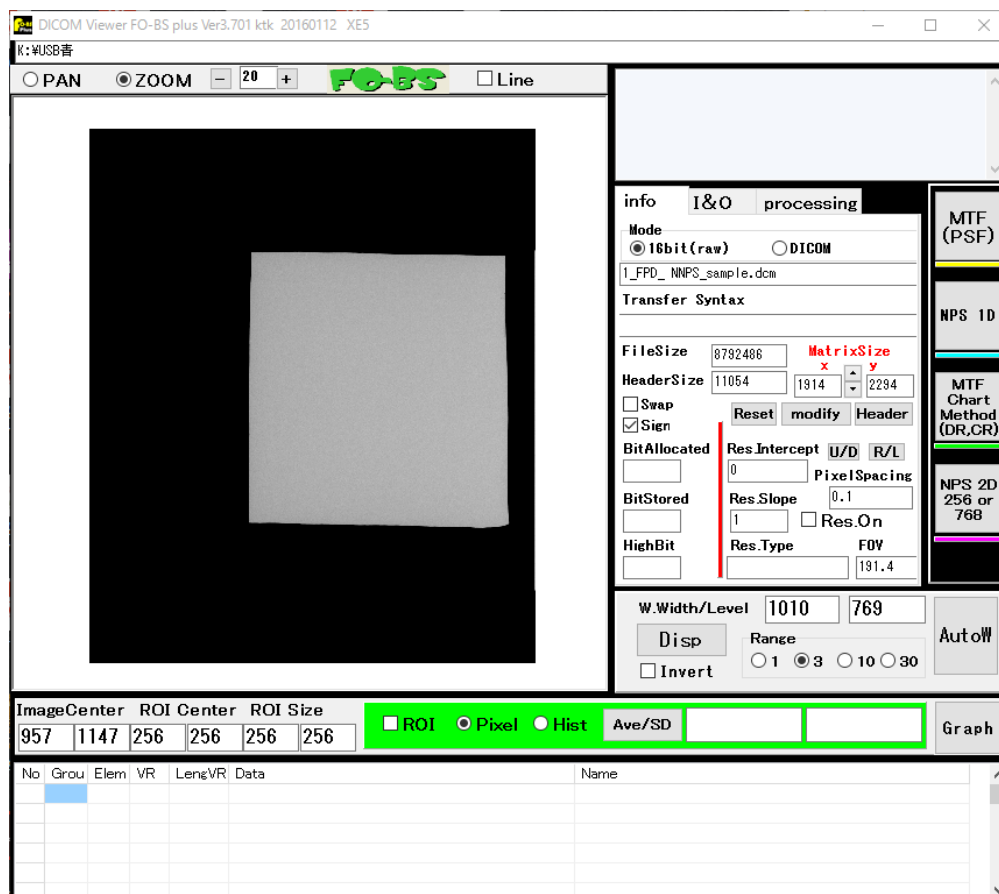




## 7.2 2次元 NPS 測定手順 2次元 任意領域選択の場合

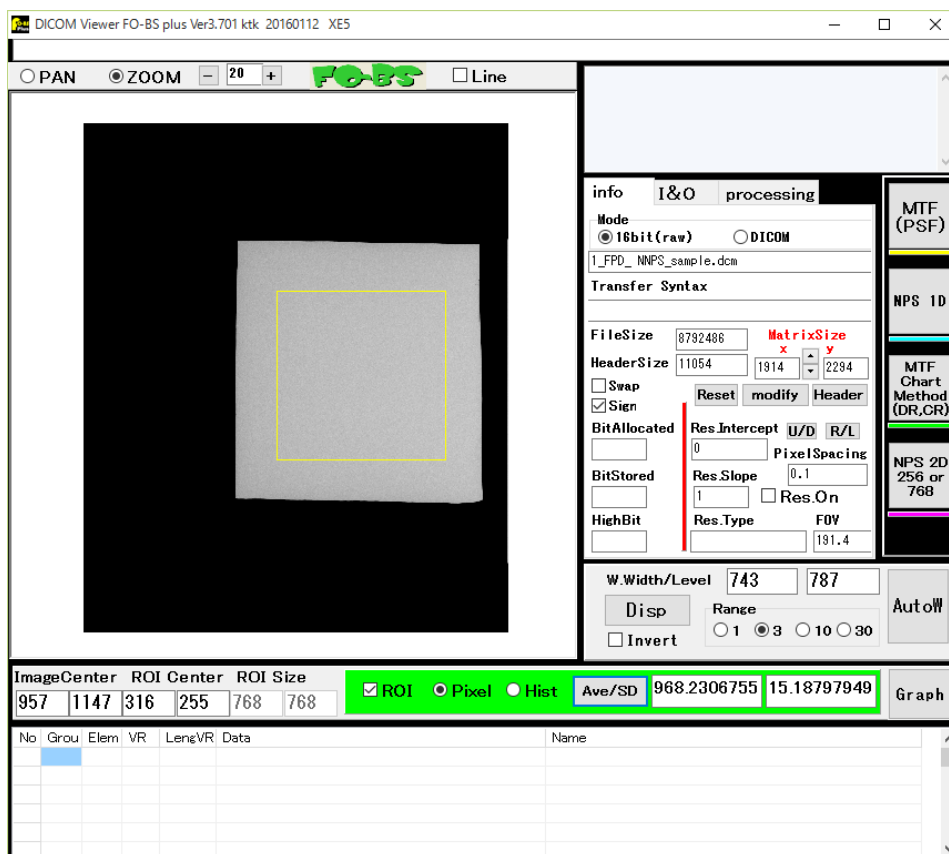
測定領域が、画像中心にない場合の方法です。

1. ノイズ画像等の試料データを開きます。「ZOOM」をチェックして、画像全体が見えるように縮小します。

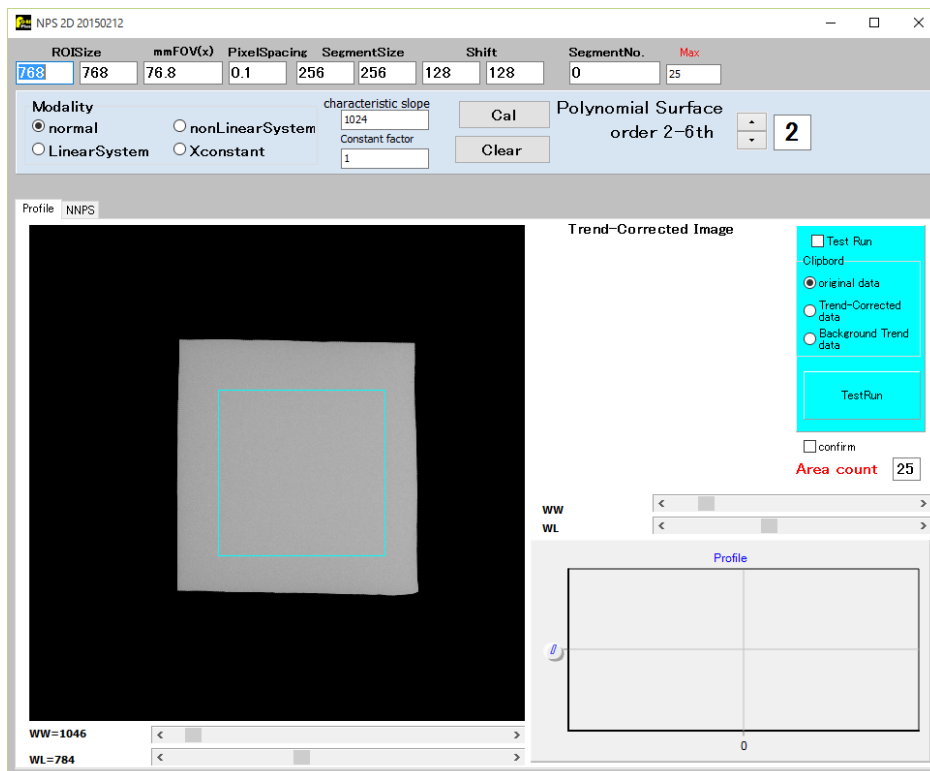


2. 「ROI Size」に x 方向 768、y 方向 768 と入力し、「ROI」のチェックボタンをクリックします。画像上に ROI が現れますので。目的領域にマウスを使って移動させてください。領域が決まったら、「Ave/SD」をクリックし ROI 中の平均値標準偏差が表示されるのを確認し、「NPS 2D 256 or 768」のボタンをクリックします。画像データが 768×768 よりも小さい画像データの場合は、「ROI Size」に x 方向 256、y 方向 256 と入力してください。





3.ピクセルサイズの確認をすると、2D NPS の画面が表示されます。

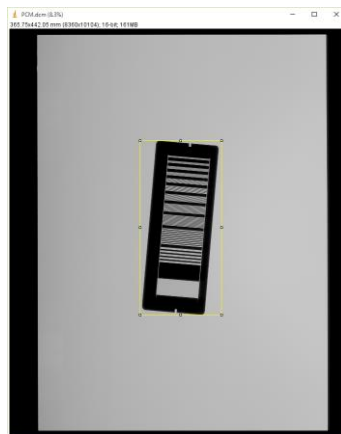


## 8.1 その他 PCM 等、巨大画像データでのチャート法による

### MTF 測定

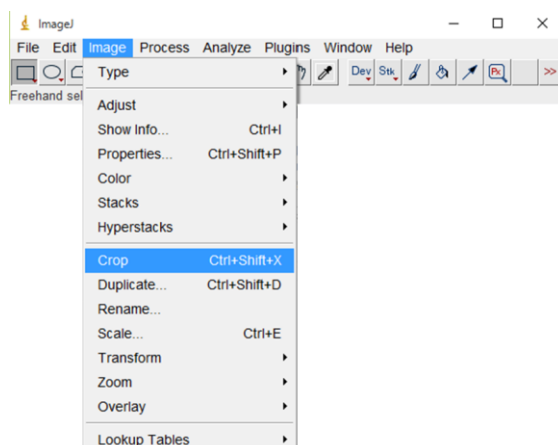
1.FO-BS Plus は、メモリの関係で  $5000 \times 5000$  以上のマトリクス数の表示は不可能としていますが、PCM (Phase Contrast Mammography  $8360 \times 10104$ ) 画像の表示のみは、可能としています。しかしながら、測定は不可能 (エラーとなります) ですので、巨大データの場合は、ImageJ で測定部分を Crop (切り取り) していただいて測定してください。ここでは、PCM を例とします。

2.まず、ImageJ を立ち上げ、PCM の画像を開きます。たとえば、チャート法であれば、チャートを Rectangular ROI でチャートぎりぎり囲みます。

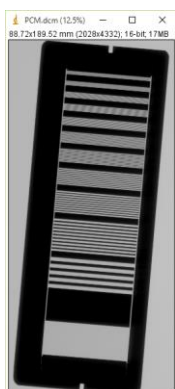


ます。

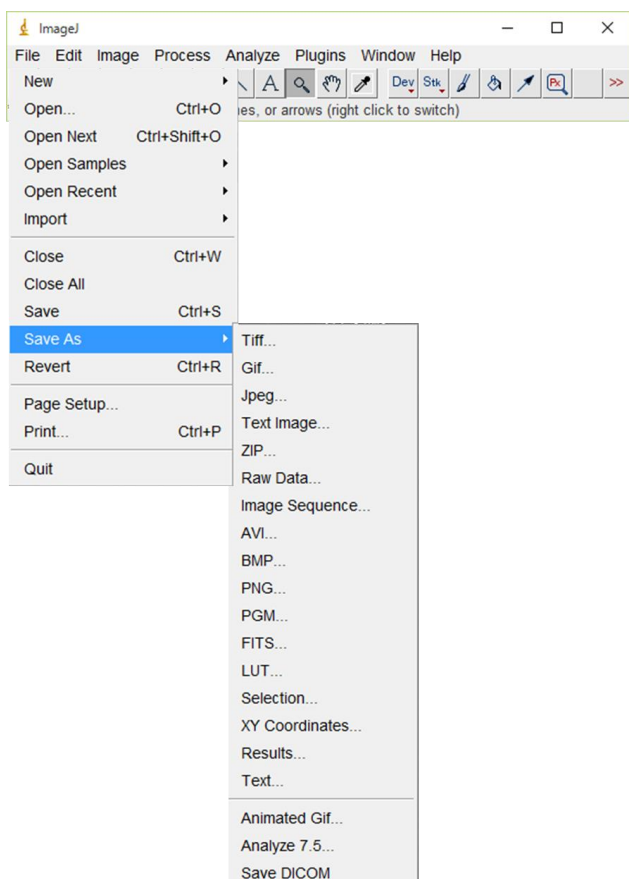
3.次に「Image>Crop」を選択します。



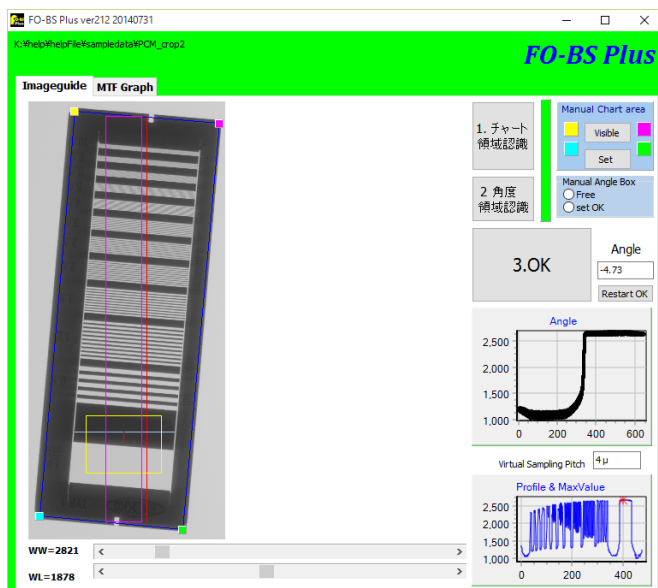
4.すると、その領域のみの画像として作成されます。



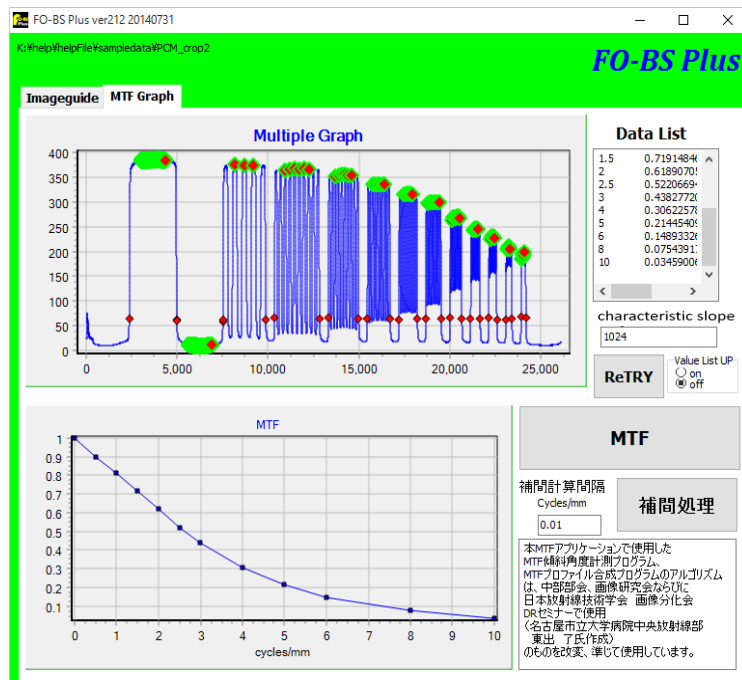
5.この画像を、Raw Data か、Save DICOM で保存します。Save DICOM は、東北支部セミナーで使用したマクロですが、東北支部のホームページで手に入れることが可能です。 <http://tohoku-b.umin.ac.jp/oshirase.html#j>



6.FO-BS Plus を立ち上げ、保存した PCM 画像データを開きます。サンプリングピッチは、 $0.04375/1.75=0.025$  mmです（PCM では、1.75 倍拡大となるため、実質サンプリングサイズは 0.025 mmになります。拡大



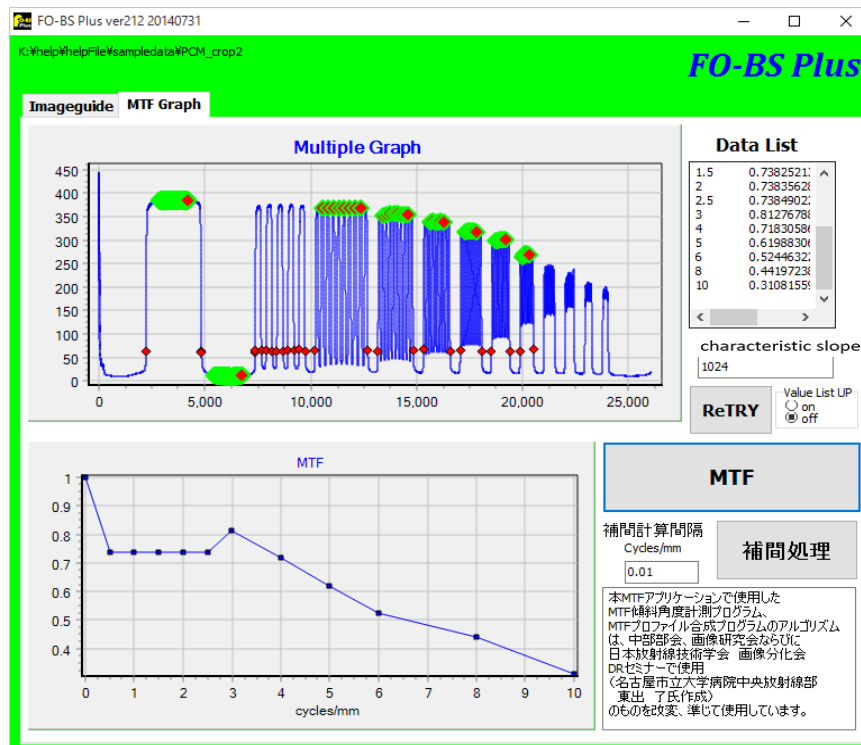
無しで撮影した場合は、0.04375 mmになります)。チャート法によるMTFの場合は、「MTF Chart Method」をクリックし、自動認識ではうまくいかないため、マニュアルで領域指定します。画像データが大きいのでやや（そうとう）時間がかかります。角度が計測できたら、「OK」をクリックします。



7.CR(ノンリニアシステム)ですので、特性曲線の傾き（ここでは1024）を「Exposure convert」に入力して、「ReTRY」をクリックすると MTF

の結果が現れます。PCM で、サンプリングピッチを 0.04375 mmで入力すると、合成プロファイルのピーク検出ができませんので、気を付けてください。

サンプリングピッチが異なるため、0.5cycles/mm のピーク認識ができない例



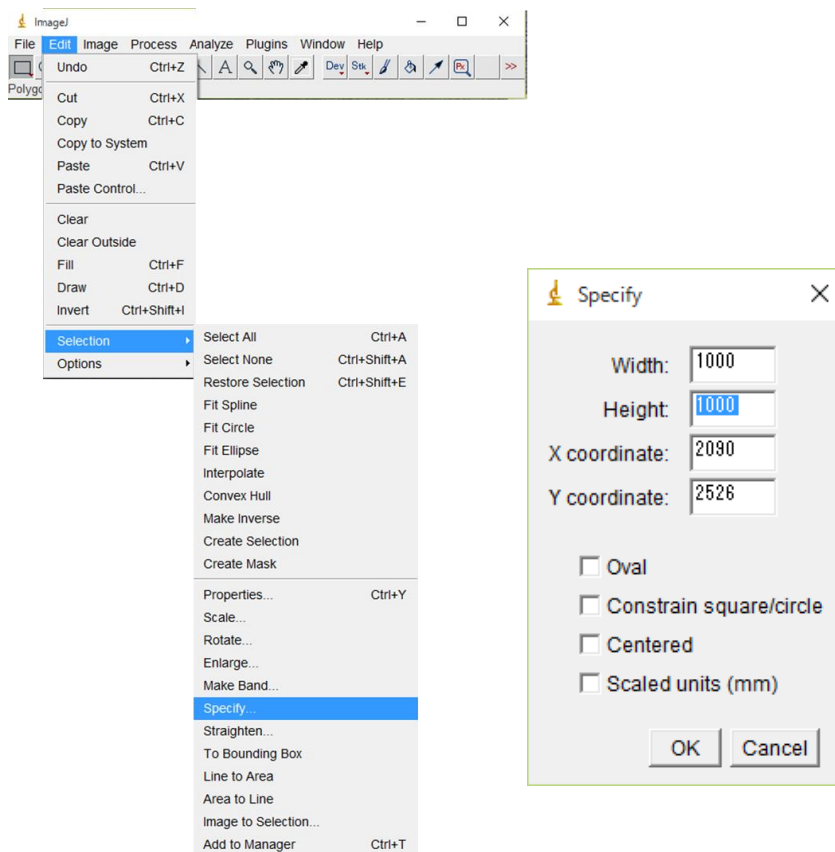
## 8.2 その他 PCM 等、巨大画像データでの NPS 測定

- 1.FO-BS Plus は、メモリの関係で  $5000 \times 5000$  以上のマトリクス数の表示は不可能としていますが、PCM (Phase Contrast Mammography  $8360 \times 10104$ ) 画像の表示のみは、可能としています。しかしながら、測定は不可能 (エラーとなります) ですので、巨大データの場合は、ImageJ で測定部分を Crop (切り取り) して測定してください。ここでは、PCM を例とします。
- 2.ImageJ を立ち上げ、PCM の画像を開きます。NPS の測定には、 $768 \times 768$  ピクセル必要ですから、 $1000 \times 1000$  の領域を切り取ります。この場合の画像は、チャート法の画像を代用しました。



- 3.次に「Edit>selection>Specify」を選択します。

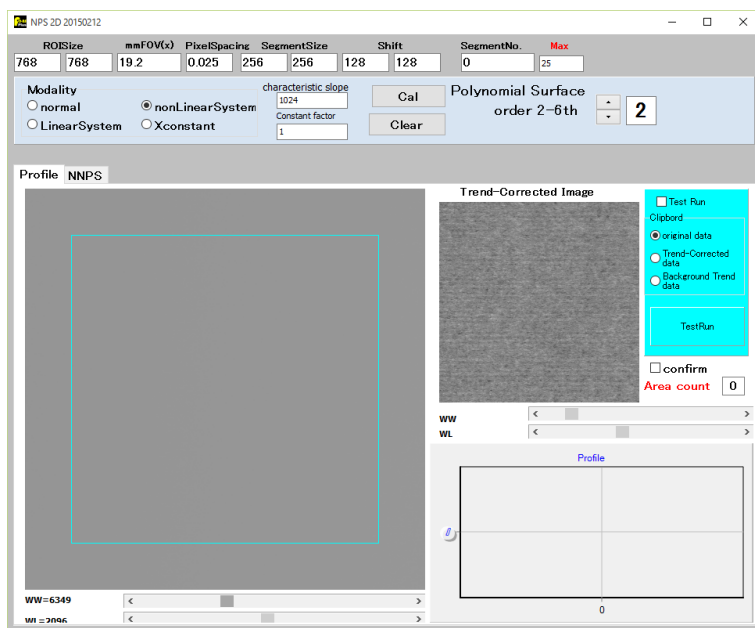
4.Specify のメニューが現れますので、Width に 1000、Height に 1000 を入力し、「OK」をクリックします。



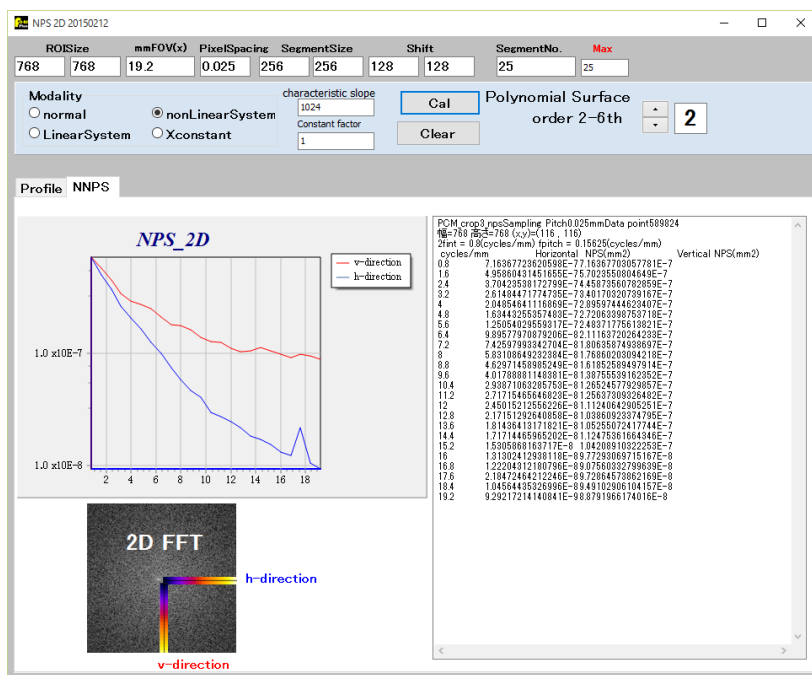
5.画像上に 1000×1000 の ROI が現れますので、マウスで、測定したい領域に



移動します。「Image>Crop」で切り取り、Raw Data か、Save DICOM で保存します。



6.FO-BS Plus を立ち上げ、保存した PCM 画像データを開きます。サンプリングピッチは、 $0.04375/1.75=0.025$  mmです（PCM では、1.75 倍拡大となるため、実質サンプリングサイズは  $0.025$  mmになります。拡大無しで撮影した場合は、 $0.04375$  mmになります）。2 D の NPS を求めますので、「NPS 2 D 256 768」をクリックし、Modality を nonLinearSystem とし、characteristic slope に 1024 を入力後「Cal」をクリックすると、NPS が求まります。





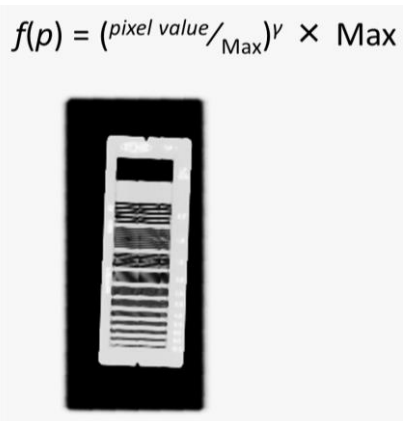
## 8.4 その他チャート像認識のアルゴリズム

チャート像認識のアルゴリズムは、以下のように行っています。

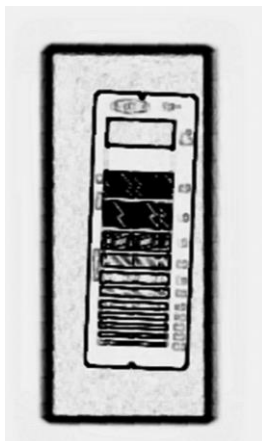
1. 3×3 Median filter によるノイズ除去



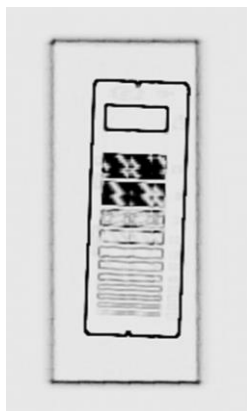
2. Gamma function による高信号値と低信号値の引き離し  $\gamma = 20$



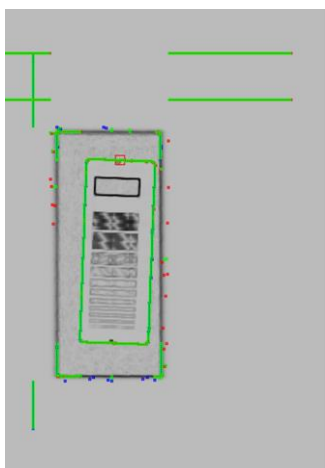
3. 3×3 Ring filter Maximum—Minimum で輪郭抽出



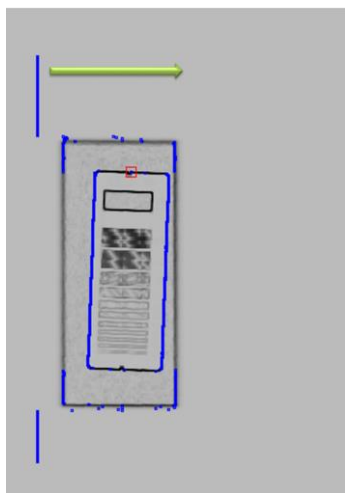
4. Gamma function 再度高信号値と低信号値の引き離し  $\gamma = 5$



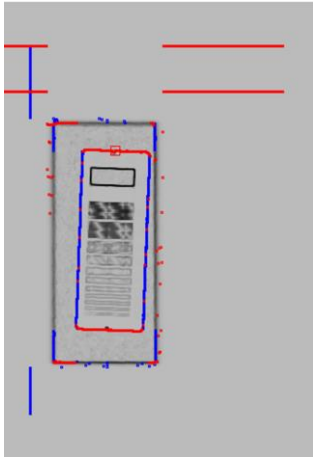
5. Peek detect 画像サイズの 80%内の信号値の最大値検索と水平方向の最大値の検索



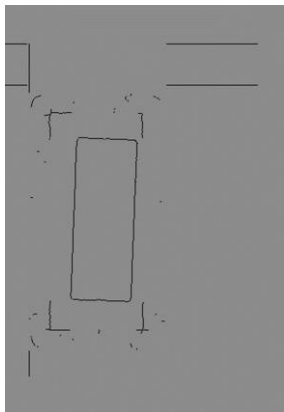
6. 垂直方向の最大値の検索



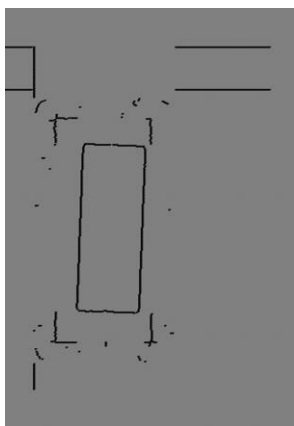
## 7. 両者の加算



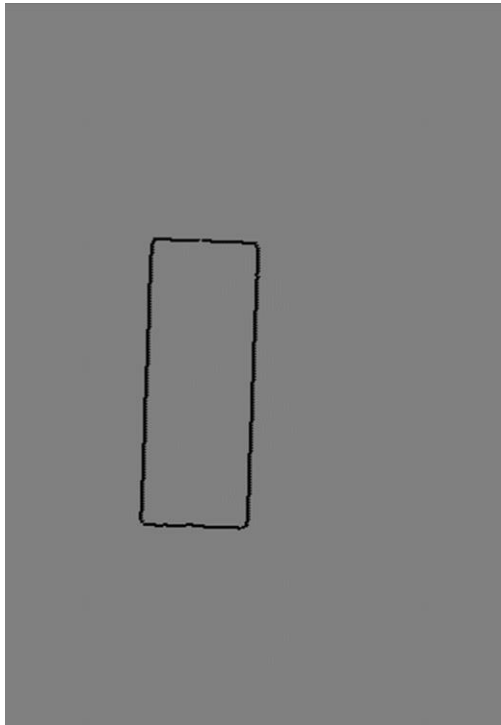
## 8. 2 値化



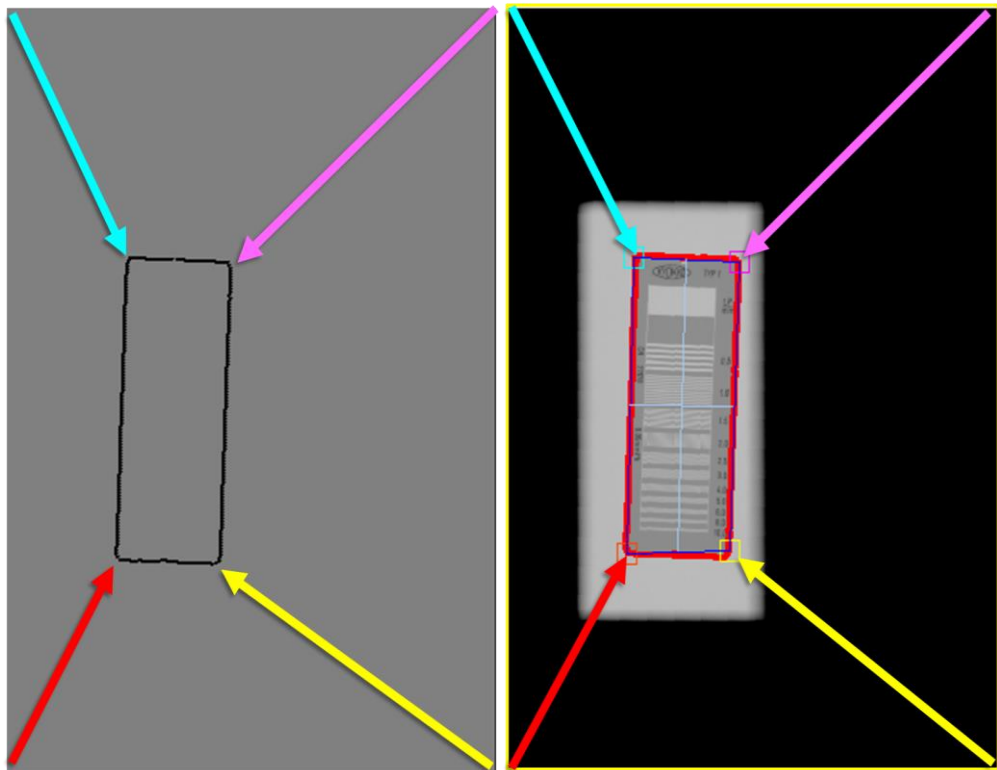
## 9. 膨張処理



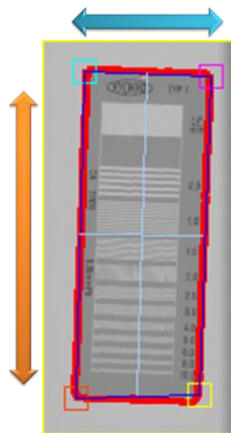
10. 最大値から走査して再起処理で連続性を抽出



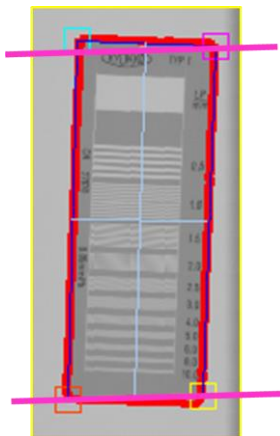
11. 画像 4 隅からの最短距離を求め、各ポイントとします



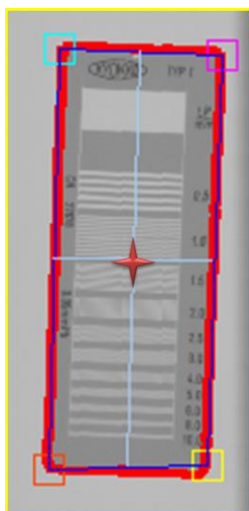
12. X 方向、Y 方向のポイント間の長さを比較し、チャートの方向を推定



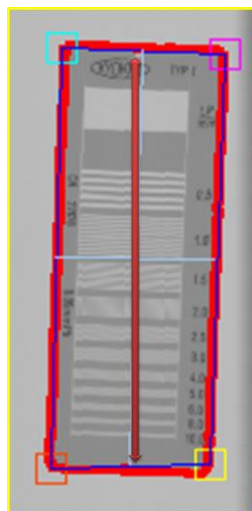
13. 各ポイントの座標を比較し、右上がりか、左上がりかを推定



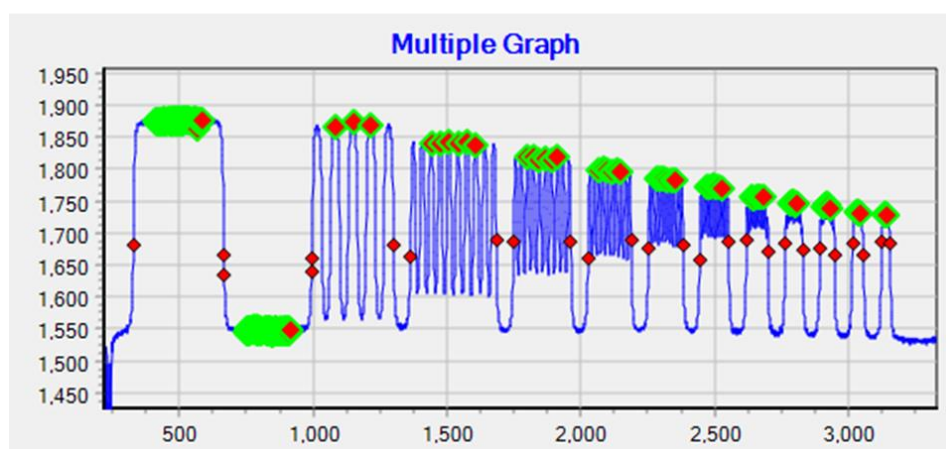
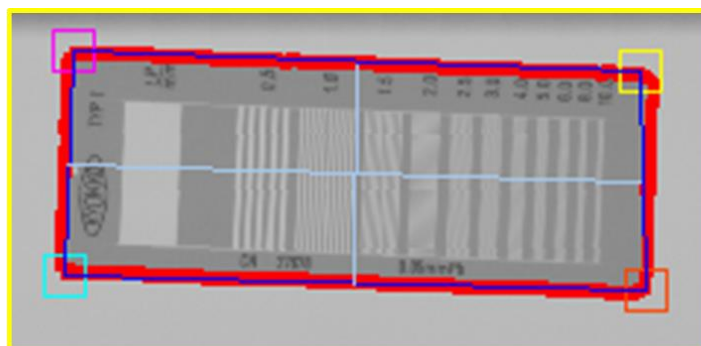
14. チャートのおおよその中心座標を求めます



15. チャートの縦方向に垂線を引きます

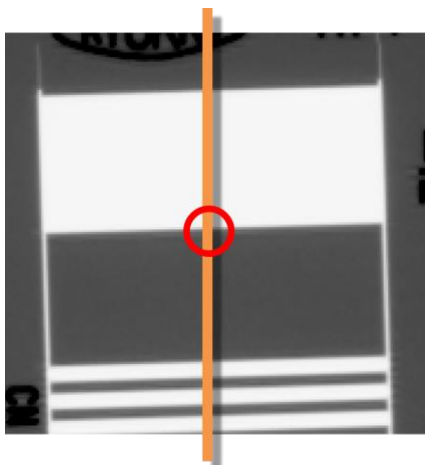


16. プロファイルカーブを求め、特定の距離での標準偏差を求める、平均値より信号値が高いもので、標準偏差が低いものを 0.05cycle と推定しま

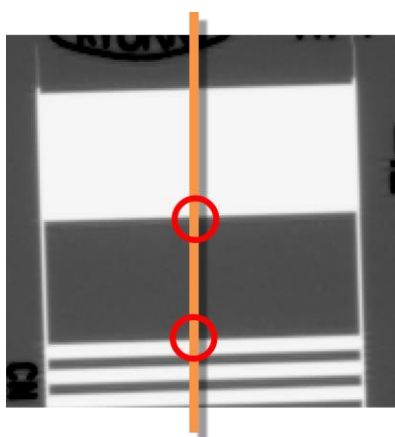


す。

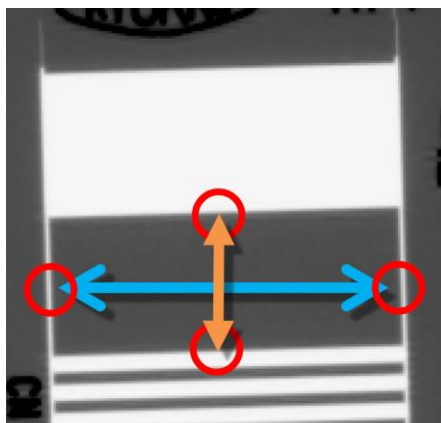
17. 0.05cycle の高信号と低信号の分岐点を求めます。



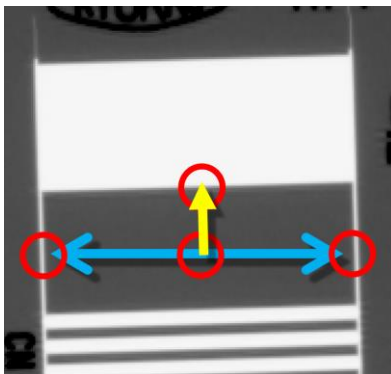
18. 0.5cycle との分岐点を求めます。



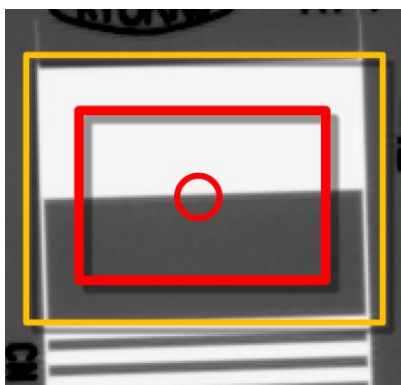
19. 求めた 2 点の中間点から水平方向に走査しチャートを構成しているエッジラインを求めます。



20. 両エッジライン間の中間点から、 $0.05\text{cycl}$  の分岐点に向け垂直方向に走査し、交点を求めます。



21. 垂直方向、水平方向それぞれ  $75\%$  の領域を角度測定領域として計算します。





22. 計測された角度に応じた、プロフィール計測領域を決定します。

