

◎ 演習（ノイズ特性）

〔1〕 NNPS解析

（1） NNPS の演習を始める前に

この演習ではフリーソフト“ImageJ”，プラグインフォルダ「NNPS macro」とマイクロソフト社製“Excel”を使用する．

ノイズ特性の演習用Excelファイルは「演習用_NNPS 測定 (Log システム).xlsx」と「演習用_NNPS 測定 (リニアシステム).xlsx」の二つに分かれており，測定対象のシステムごとに適切なファイルを利用する．演習結果は，ファイル名に（演習済）として2システムとも別のExcelファイルとして添付した．

（2） 演習画像データについて

Log システムの演習データ「1_CR_NNPS_sample.img」は，一般撮影用のCR 撮影装置であるRegius Model170（Konica Minolta）（サンプリングピッチ，0.175 mm）を使用し，データ取得条件として，RQA5 の線質を用い，0.98 mR（0.253 μ C/kg）となる入射表面線量にて取得した（撮影条件：70 kV，160 mA，100 ms，200 cm）．

リニアシステムの演習データ「1_FPD_NNPS_sample.dcm」は，間接変換型 FPD のマンモグラフィ装置である Senographe 2000D（GE）（サンプリングピッチ：0.1 mm）を使用し，データ取得条件として，RQA-M2 の線質を用い，11.9 mR（3.07 μ C/kg）となる入射表面線量にて取得した（撮影条件：27 kV，32 mAs，660 mm）．

ImageJでの演習手順

操作手順はほぼ同一であるため，Log システムを〈A〉，リニアシステムを〈B〉と表記し，併記する．

① 画像表示

〈A〉「1_CR_NNPS_sample.img」の画像を以下の条件で表示する．

「File」→「Import」→「Raw」を選択する．

画像は，「第4章演習ファイル」→「ノイズ特性 Log システム」から選択する．

*画像ファイルにヘッダ情報が含まれていないため，画像データに合わせた読み込み条件を設定する（図1）．項目設定の詳細は第2章演習「演習（入出力特性）」の「〔1〕 画像の表示方法」を参照．

Image type	「16-bit Unsigned」
Width	「1430」
Height	「1722」
Offset to first image	「0」
Number of images	「1」
Gap between images	「0」

White is zero	☒
Little-endian byte order	☒
Open all files in folder	☐
Use virtual stack	☐

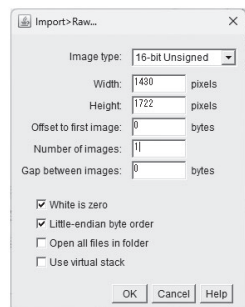


図1 〈A〉 raw image (1_CR_NNPS_sample.img) の画像データ読み込み条件

〈B〉「1_FPD_NNPS_sample.dcm」の画像を「File」→「Open」で表示する．または，画像ファイルを ImageJ

のメニューバーにドラッグ&ドロップすることでも表示可能である。

画像は、「第4章演習ファイル」→「ノイズ特性リニアシステム」から選択する。

* DICOM形式の画像には、ヘッダ情報が含まれているため、そこから画像読み込み条件を読み取って表示することが可能である。

② 解析範囲として、ROI256×256ピクセルを切り取る

〈A〉「Edit」→「Selection」→「Specify」にて

【設定条件】

Width : 256

Height : 256

X coordinate : 715

Y coordinate : 861

Centered ☒

と入力し、画像中央にROIを設定する（図2(a)）。次に、「Image」→「Crop」を選択して画像を切り取る。

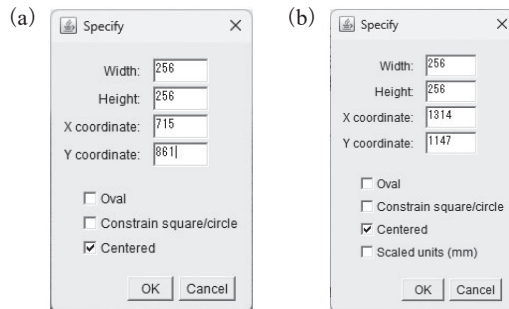


図2 「Specify」によるROIの切り取り設定
(a) Log システム, (b) リニアシステム

〈B〉 マンモグラフィ装置のNNPSの解析中心は胸壁側から60mmとする。「Edit」→「Selection」→「Specify」にて

【設定条件】

Width : 256

Height : 256

X coordinate : 1314

Y coordinate : 1147

Centered ☒

と入力し、胸壁側から60mmを中心にROIを設定する（図2(b)）。次に、「Image」→「Crop」にて画像を切り取る。

②-1 平均デジタル値の測定〈B〉のみ

「Analyze」→「Set Measurements」を選択し、表示されたダイアログで計測項目を設定する（初回のみ）（図3(b-1)）。

「Analyze」→「Measure」を選択し、平均デジタル値を測定する（図3(b-2)）。

リニアシステムでは $\Delta E(x,y)/\bar{E}$ を求めるためROIの平均値（ $\bar{E}$ ）を測定する。

* 平均デジタル値はROIごとに毎回測定する。

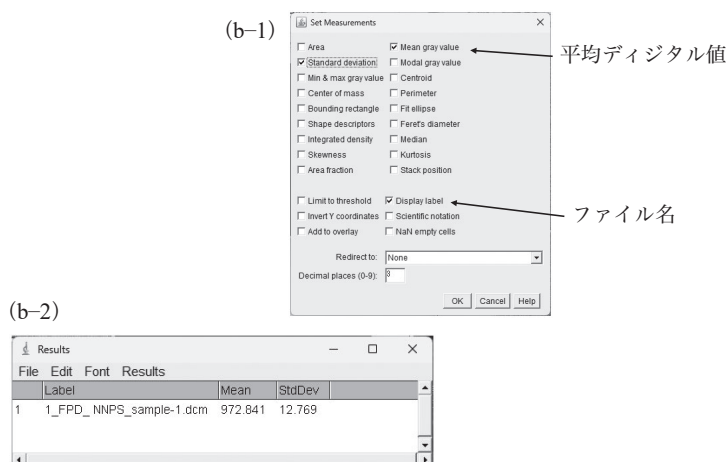


図3 平均デジタル値の測定

(b-1) Set measurement の設定, (b-2) リニアシステムの平均デジタル値の測定結果

③ 近似面を求める〈A.B〉

トレンド補正を行う画像を選択した後, 「Plugins」 → 「NNPS_macro」 → 「Polynomial_Fit」を選択する。

2次で多項近似を行うため, x , y ともに「2」を入力し, “OK”をクリックする (図4(a)).

「Poly Fit…」の近似画像が新規に作成される (図4(b)).

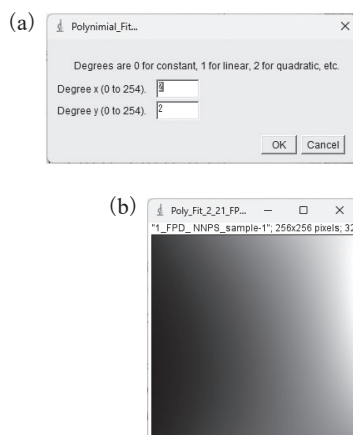


図4 近似面の測定

(a) 「Polynomial_Fit」による2次元2次多項式近似の設定,
(b) ノイズデータから得られたトレンド成分である近似画像:
近似計算の結果として生成され, トレンド成分が抽出された
「Poly Fit…」画像

④ トレンド補正の実施〈A.B〉

「Process」 → 「Image Calculator」を選択し, 「元画像」から「近似画像」を減算して, トレンド補正画像を作成する (図5(a)).

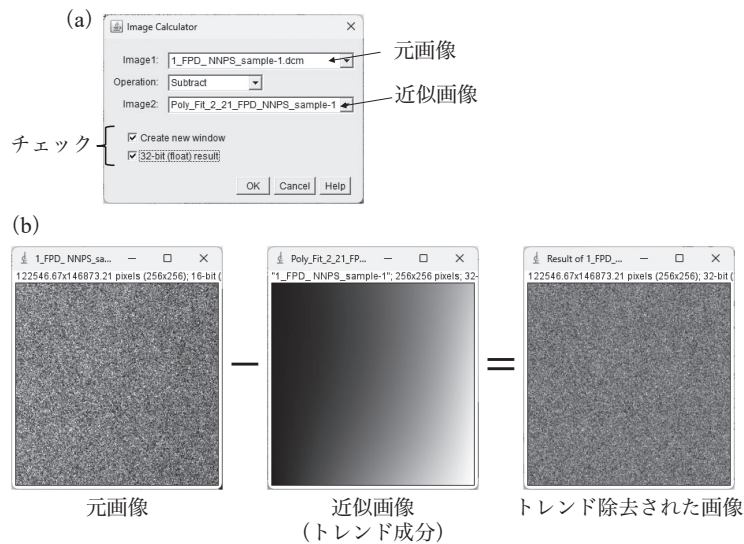


図5 トrend除去処理の手順

(a) 「Image Calculator」によるトレンド除去の設定例：「元画像」から「近似画像 (Poly Fit...)」を減算 (Subtract) する設定。「32-bit (float) result」にチェックを入れ、小数点以下が有効な差分データを取得する。(b) 画像データによるトレンド除去処理の手順：元画像からトレンド成分を差し引くことで、ROI内の緩やかな勾配を補正し、平均デジタル値を“0”中心とするノイズプロファイルを作成する

「Image Calculator」の操作について

Image1：「256×256の元画像」

Operation：「Subtract」

Image2：「近似画像：Poly Fit...」

Create new window 「☒」

32-bit(float)result 「☒」

「ROI256×256ピクセルの元画像」から「近似画像 (Poly Fit...)」を減算する。

トレンド除去された画像は、ROI内の緩やかな勾配が補正され、デジタル値が“0”を中心としたノイズプロファイルとなる (図5(b))。

⑤ 2次元フーリエ変換の実行 (A.B)

⑤-1 FFT Optionを設定する (ImageJを起動した初回のみ)

「Process」→「FFT」→「FFT Option」を選択し、“Raw power spectrum”が取得可能なようにチェックを入れる (図6(a))。

⑤-2 2次元フーリエ変換を実行し、パワースペクトルを求める

トレンド補正後の画像を選択したうえで「Process」→「FFT」→「FFT」を選択し、実行すると、パワースペクトル画像が得られる。このとき、二つの画像が作成され、重なって表示される。

解析に用いるパワースペクトル画像は「PS of...」であり (図6(b-1))、画像データは32 bit, 256 KBとなる。

「FFT of...」はFFT Windowの設定で作成される (図6(b-2))。NNPS解析には使用できない8 bit画像である。

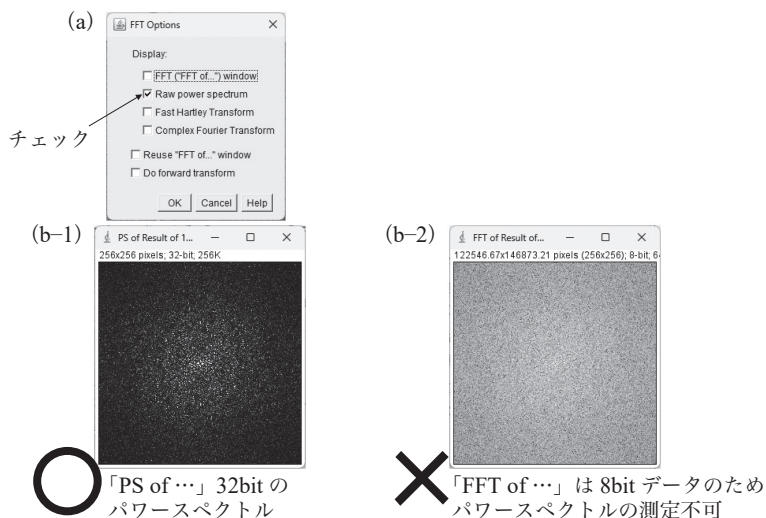


図6 トレンド補正後の画像データのフーリエ変換

- (a) 「Raw power spectrum」の設定：ImageJの「FFT Options」にて、NNPS解析に必要な32bit形式のパワースペクトルデータを取得するための設定
- (b-1) NNPS解析に必要なパワースペクトル画像
- (b-2) 解析に使用できない8bit画像：「FFT of…」で作成される8bitのパワースペクトル画像

$$\text{NNPS}_{\Delta E/\bar{E}(u,v)} = \frac{1}{G^2(\log_{10} e)^2} \frac{\Delta x \Delta y}{N_x N_y} |F_{\Delta PV}(u, v)|^2 \quad (\text{Log システム})$$

$$\text{NNPS}_{\Delta E/\bar{E}(u,v)} = \frac{\Delta x \Delta y}{N_x N_y} |F_{\Delta E}(u, v)|^2 \quad (\text{リニアシステム})$$

ImageJでは下線部の計算を実施

⑥ Text Imageで保存〈A.B〉

「PS of…」を選択した後、「File」→「Save As」→「Text Image」を選択して保存する（図7）。

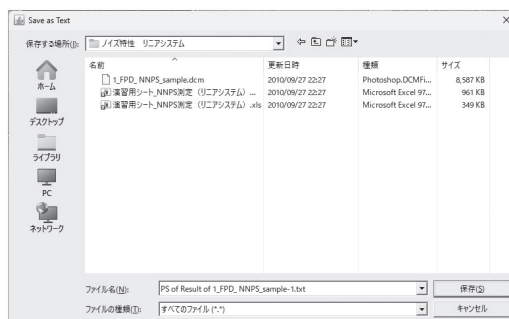


図7 パワースペクトル画像を「Save As」から「Text Image」を選択し、保存

複数のROIを解析する場合、ファイル名を適宜変更して保存する。

Excelでの演習手順

Logシステムの演習には、「演習用_NNPS測定（Logシステム）.xlsx」を使用する。

「第4章演習ファイル」→「ノイズ特性 Log システム」フォルダから起動する。
リニアシステムの演習には、「演習用_NNPS測定 (リニアシステム).xlsx」を使用する。

「第4章演習ファイル」→「ノイズ特性リニアシステム」フォルダから起動する。

各 Excel ファイルの内容を下記に示す。

「演習用_NNPS測定 (Log システム).xlsx」には

「Power Spectrum 〈A〉」……Log システムを解析し、テキストイメージで保存したパワースペクトルを貼り付けるためのシート

「NNPS (Log システム 〈A〉)」……Log システム用の解析シート

「加算平均シート」……複数の ROI を測定したときに測定結果を平均するために使用する。

「演習用_NNPS測定 (リニアシステム).xlsx」には

「Power Spectrum 〈B〉」……リニアシステムを解析し、テキストイメージで保存したパワースペクトルを貼り付けるためのシート

「NNPS (リニアシステム 〈B〉)」……リニアシステム用の解析シート

「加算平均シート」……複数の ROI を測定したときに測定結果を平均するために使用する。
なお、[] はセルの番地を示す。

⑦ 各条件を入力

入出力特性の傾きやサンプリングピッチは DR 装置によって異なる。

リニアシステムの平均デジタル値は解析する ROI ごとに測定し入力する。

試料の条件

〈A〉 Log システムの測定条件の例 (図 8(a))

「入出力特性の傾き G : 1022.6」[B7]

「サンプリングピッチ $\Delta x, \Delta y$: 0.175」[B9]

「マトリックス数 N_x, N_y : 256」[B11]

〈B〉 リニアシステムの入力条件 (図 8(b))

「平均デジタル値 $\bar{E}$: 972.841」[B7]

「サンプリングピッチ $\Delta x, \Delta y$: 0.100」[B9]

「マトリックス数 N_x, N_y : 256」[B11]

傾き: G は NNPS と同一線質で測定した入出力特性の結果から求める。

$$\text{NNPS}_{\Delta E/\bar{E}(u,v)} = \frac{1}{G^2(\log_{10} e)^2} \frac{\Delta x \Delta y}{N_x N_y} |F_{\Delta PV}(u, v)|^2 \quad (\text{Log システム})$$

$$\text{NNPS}_{\Delta E/\bar{E}(u,v)} = \frac{\Delta x \Delta y}{N_x N_y} \bar{E}^2 |F_{\Delta E}(u, v)|^2 \quad (\text{リニアシステム})$$

..... DR システムの違いより異なる箇所

_____ 測定データごとに異なる箇所

⑧ 最小空間周波数ピッチ (f_{pitch}), 周波数 bin の範囲 ($2f_{int}$, f_{int}) をそれぞれ計算 〈A.B〉
《自動》

$$f_{pitch} = 1/(\text{サンプリングピッチ} \times \text{マトリックス数}) \quad [\text{B14}]$$

$$2f_{int} = 2 \times 0.01/(\text{サンプリングピッチ}) \quad [\text{E14}]$$

$$f_{int} = 0.01/(\text{サンプリングピッチ}) \quad [\text{H14}]$$

Excel ファイルのテキストボックス内に赤字で数式を明示した。

(a)

⑦. 各条件を入力		測定DR装置の傾きを入力	
入出力特性の傾き(G)	1022.3		
サンプリングピッチ(dx dy) (mm)	0.175	測定装置のサンプリングピッチを入力	
マトリックス数(M,N)	256	ROIの大きさを入力	
⑧ 空間周波数ピッチ(f_{pitch}) 周波数binの範囲($2f_{int}$, f_{int}) をそれぞれ計算.			
実習用		$f_{pitch} =$ 0.022	$2f_{int} =$ 0.114
f_{pitch} (最小空間周波数ピッチ) =1/(サンプリングピッチ*マトリックス数) =1/(B9*B11)		$2f_{int}$ (周波数binでまとめた空間周波数) =0.02/(サンプリングピッチ) =0.02/B9	f_{int} (周波数binの範囲) =±0.01/(サンプリングピッチ) =±0.01/B9

(b)

⑦. 各条件を入力			
平均デジタル値 $\bar{E}$	972.841		
サンプリングピッチ(dx dy) (mm)	0.1		
マトリックス数(M,N)	256		
⑧ 空間周波数ピッチ(f_{pitch}) 周波数binの範囲($2f_{int}$, f_{int}) をそれぞれ計算.			
実習用		$f_{pitch} =$ 0.039	$2f_{int} =$ 0.200
f_{pitch} (最小空間周波数ピッチ) =1/(サンプリングピッチ*マトリックス数) =1/(B9*B11)		$2f_{int}$ (周波数binでまとめた空間周波数) =0.02/(サンプリングピッチ) =0.02/B9	f_{int} (周波数binの範囲) =±0.01/(サンプリングピッチ) =±0.01/B9

図8 各測定条件の入力 (a) Log システムの例, (b) リニアシステムの例

(a) Log システムでは特性曲線の傾き (G), (b) リニアシステムでは平均デジタル値を入力し, サンプリングピッチやマトリックス数の値に基づいた最小空間周波数ピッチ (f_{pitch}) や周波数 bin の範囲が自動的に算出・設定される

f_{pitch} : ROI の 1 辺の長さ [mm] に 1 周期分の信号が存在した場合の空間周波数を表す.

f_{int} : 画素ピッチで規格化 (サンプリングピッチをもとに周波数 bin の範囲を決定する).

⑦を入力するとパワースペクトル上の各データ点の空間周波数が表示される.

周波数 bin 空間周波数の範囲と色分けが合致しているか確認する (本来は「周波数 bin の範囲」から各空間周波数により色分け作業を行う).

* この色分け (周波数 bin の範囲) に従い, NPS の値を周波数 bin の範囲ごとにまとめる.

⑨ テキストファイルを開き, Excel に貼り付け <A.B>

保存したパワースペクトルデータ「PS of...txt」のテキストファイルを開き, パワースペクトルデータをすべてコピーする (図 9).

テキストファイルにて, 「編集」→「すべて選択」, 「編集」→「コピー」を選択する.

「Log システムは, Excel の『Power Spectrum <A>』, リニアシステムは『Power Spectrum 』シート」の [A1] を選択し, 貼り付ける.

「Power Spectrum <A>」シートの u 軸の周り (u 軸を含む) を黄線内 (15 行×128 列) (u 軸は計算には含まれない) と, NNPS <A> それぞれのシートの「水平方向 NNPS」とリンクしている (図 10)《自動》.

⑩ 「周波数 bin の範囲で平均」の色分けされた各周波数 bin について平均 (図 11) <A>《自動》

$2f_{int}(n) - f_{int} \sim 2f_{int}(n) + f_{int}$ の範囲の信号値を平均し, $2f_{int}(n)$ の値とする.

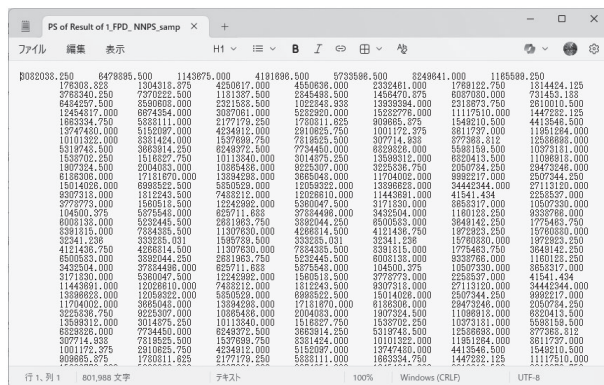


図9 「Text Image」ファイルの表示とデータのコピー
「Text Image」形式で保存したファイルをテキストエディタ
(メモ帳など)で開き、全データを選択してコピーする

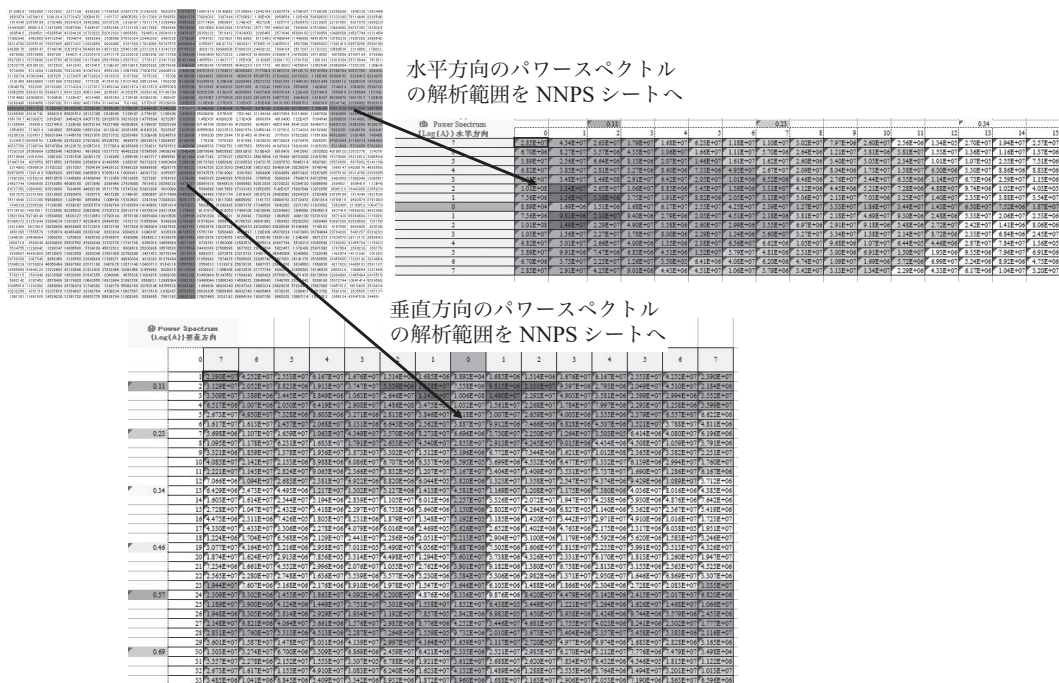


図10 パワースペクトルデータの自動リンクと反映
「Power Spectrum」シートへ貼り付けたデータのうち、各軸周辺の14ライン分が、水平・垂直
方向のNNPS解析用シートへ自動的にリンクされる

① 「実空間周波数の補正」を行う (図12(a)) 〈A.B〉《自動》

$$NPS_{\Delta p v}(u, v) = \frac{1}{N_x N_y \Delta x \Delta y} |F(u, v) \Delta x \Delta y|^2 = \frac{\Delta x \Delta y}{N_x N_y} |F(u, v)|^2$$

パワースペクトルにサンプリングピッチの2乗を掛け、実空間の大きさにし、併せてROIの面積〔mm²〕で除して、単位面積当たりのパワースペクトルを求める。

⑨ Power Spectrum (Log(A)) 水平方向		0.11							0.23	
		0	1	2	3	4	5	6	7	
7		2.34E+06	4.97E+06	1.01E+07	8.54E+06	3.90E+05	1.78E+07	3.03E+06	2.29E+05	4.3
6		3.92E+06	4.78E+06	2.08E+07	1.13E+07	3.10E+06	5.50E+05	4.45E+06	7.23E+05	6.7
5		6.21E+06	1.20E+06	1.70E+07	3.24E+06	1.20E+07	5.62E+06	2.96E+06	1.81E+06	8.5
4		3.15E+07	5.19E+06	3.04E+07	7.24E+06	1.12E+06	2.20E+06	2.14E+07	1.88E+07	3.4
3		6.92E+07	4.91E+07	1.37E+07	1.18E+07	5.48E+06	7.86E+06	5.65E+06	2.53E+06	2.7
2		2.93E+07	8.47E+07	4.30E+07	4.37E+06	5.00E+06	2.49E+07	1.55E+07	2.70E+06	2.9
1		9.40E+06	6.61E+06	1.38E+08	1.72E+08	2.31E+08	8.58E+06	1.21E+07	1.79E+07	1.6
0		1.01E+02	3.65E+07	7.45E+08	4.99E+08	1.02E+07	2.01E+08	4.73E+07	1.29E+08	1.0
1		9.40E+06	3.88E+07	4.04E+08	6.17E+07	7.06E+07	1.92E+07	4.96E+07	1.27E+07	1.3
2		2.93E+07	1.63E+07	6.74E+07	2.32E+07	4.12E+07	2.22E+07	1.32E+07	9.78E+06	5.9
3		6.92E+07	7.83E+06	1.06E+07	4.62E+06	4.72E+06	8.97E+06	9.70E+06	1.45E+07	5.7
4		3.15E+07	2.91E+06	9.71E+05	3.26E+06	1.02E+07	2.39E+06	1.68E+07	1.06E+07	7.7
5		6.21E+06	4.33E+06	1.72E+07	3.00E+07	7.35E+06	4.57E+06	6.86E+06	7.11E+06	4.5
6		3.92E+06	2.68E+07	1.97E+07	1.57E+06	6.06E+06	5.64E+05	1.82E+07	1.67E+07	1.1
7		2.34E+06	9.70E+06	1.72E+07	1.34E+07	4.65E+06	2.59E+06	2.17E+06	8.04E+05	1.1
⑩ 周波数Binで平均		1	2	3	4	5	6	7	8	
空間周波数		0.11	0.23	0.34	0.46	0.57	0.69	0.80	0.91	
Bin内の平均値(NPS)		=AVERAGE(C47:E47,C48:F48,C49:G49,C50:H50,C51:I51,D52:I52,E53:I53,E55:I55,D56:I56,C57:I57,C58:H58,C59:C59,C60:F60,C61:E61)								

同色のセル（同一周波数 bin 内のデータ点）を平均する

図 11 周波数 bin によるデータの平均化処理

空間周波数の範囲 ($2f_{int} \pm f_{int}$) ごとに色分けされたデータ点（同色のセル）を抽出し、同一 bin 内のパワースペクトル値を加算平均する

(a) [B70] の計算式

68	⑪ 実空間周波数へ補正	1	2	3	4	5	6	7
69	空間周波数	0.11	0.23	0.34	0.46	0.57	0.69	0.80
70	水平方向NPS (mm ²)	=B65*(B\$9^2/SB\$11^2)	1.8877	2.3007	1.7884	1.9253	1.5916	
71	「(Bin内の平均値)・{サンプリングピッチ}^2/(マトリクス数)^2」							
72	=B65*(B\$9^2/SB\$11^2)							

Log システム
[B78] の計算式

76	⑫ 有効露光量変換	1	2	3	4	5	6	7
77	空間周波数	0.11	0.23	0.34	0.46	0.57	0.69	0.80
78	水平方向NNPS(ΔE/E)	=B70/(\$B\$7^2*(LOG(2.718))^2)	1.167E-05	9.069E-06	9.764E-06	8.071E-06		
79	「(水平方向NPS)/(特性曲線の傾き)^2・(LOG(2.718))^2」							
80	=B70/(\$B\$7^2*(LOG(2.718))^2)							

(b-2) リニアシステム
[B78] の入力例

76	⑬ 平均デジタル値の二乗で除算	1	2	3	4	5	6	
77	空間周波数	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40
78	水平方向NNPS(ΔE/E)	=B70/SB\$7^2	3.244E-06	3.518E-06	3.300E-06	2.415E-06	2.428E-06	
79	「(水平方向NPS)/(平均デジタル値)^2」							
80	=B70/SB\$7^2							

図 12 NNPS 算出における各補正処理の手順と Excel での計算式

(a) 実空間周波数への補正：離散的なパワースペクトル値にサンプリングピッチの 2 乗を乗じ、ROI の面積で除することで、単位面積 [mm²] 当たりのパワースペクトルへ補正する処理。(b-1) Log システムの有効露光量変換：対数変換されたデジタル値を特性曲線の傾き (G) を用いて線形化する手順。(b-2) リニアシステムの平均デジタル値の 2 乗で除算：信号値「1」当たりのパワースペクトルに正規化するため、測定された平均デジタル値の 2 乗で除算を行う手順

- ⑫ 「有効露光量変換」を行う (図12(b-1)) 〈A〉のみ《自動》

$$\text{NNPS}_{\Delta E/\bar{E}} = \frac{1}{G^2(\log_{10} e)^2} \text{NPS}_{\Delta p v}(u, v)$$

露光量変換は画像データ (実空間) 上で行わず, 周波数空間上ではパワースペクトル (2乗の絶対値) をとるため, $1/G(\log_{10} e)$ の2乗を掛ける. これにより, 対数に変換したデジタル値のパワースペクトルを露光量変換により線形化し, 露光量 ($\Delta E/\bar{E}$) のパワースペクトルに変換する.

- ⑬ 「平均デジタル値」の2乗で除算 (図12(b-2)) 〈B〉のみ《自動》

$$\text{NNPS}_{\Delta E/\bar{E}} = \frac{1}{\bar{E}^2} \text{NPS}_{\Delta E}(u, v)$$

平均デジタル値で除することを画像データ (実空間) 上で行わず, 周波数空間上でパワースペクトル (2乗の絶対値) をとったため, 平均デジタル値の2乗で除し, 信号値“1”当たりのパワースペクトルに変換する.

- ⑭ グラフに表示させる (図13) 〈A,B〉《自動》

下のグラフに水平方向, 垂直方向のNNPSが表示される.

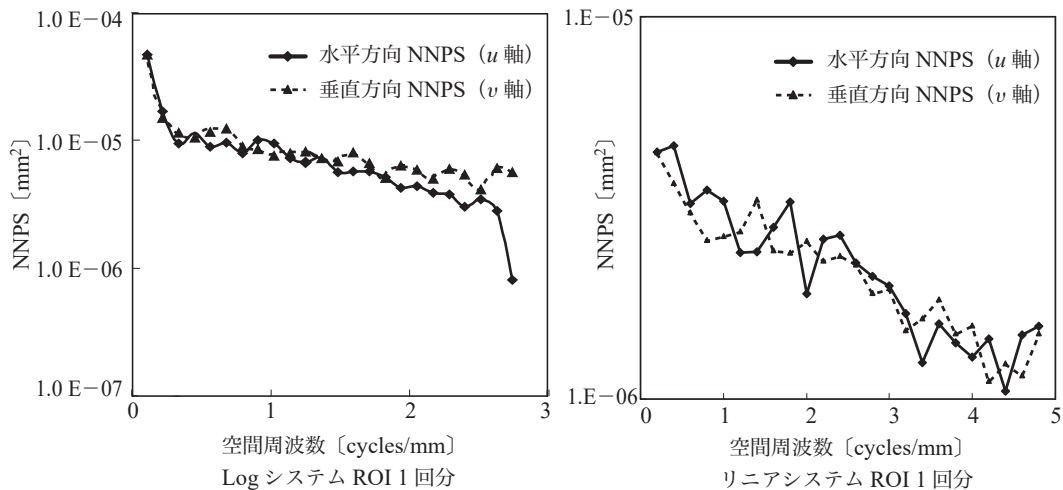


図13 1回分のROI設定によるNNPSの結果

(a) Logシステム, (b) リニアシステム

- ⑮ 垂直方向も同様に計算《すべて自動》. ここではROI 1回分の解析を行ったが, 1回分のROI解析では十分な精度が得られていない.

〔2〕マクロを用いた1画像のNNPS一括解析

操作手順はほぼ同一であるため, 異なる箇所をLogシステムは〈A〉, リニアシステムは〈B〉と表記し, 併記する.

本手順では, ImageJマクロ「NPS_Macro_for_DRm.ijm」を使用し, 画像内の広範な解析範囲から一括してパワースペクトルを算出する. このマクロは, 解析範囲内に 256×256 ピクセルのROIを設定し, 2次元2次多項式近似によるトレンド除去および2次元フーリエ変換を自動的に実行する. さらに, 128ピクセルずつオーバーラップさせながらROIを移動させ, 得られたパワースペクトルデータを加算平均して出力する. パワースペクトルデータは下記の式の下線部に相当する.

$$\text{NNPS}_{\frac{\Delta E}{E}}(u, v) = \frac{1}{G^2(\log_{10} e)^2} \frac{\Delta x \Delta y}{N_x N_y} |F_{\Delta PV}(u, v)|^2 \quad (\text{Log システム})$$

$$\text{NNPS}_{\frac{\Delta E}{E}}(u, v) = \frac{\Delta x \Delta y}{N_x N_y} \frac{1}{\bar{E}^2} |F_{\Delta E}(u, v)|^2 \quad (\text{リニアシステム})$$

下線部を計算

「NPS_Macro_for_DRm.ijm」は、DRセミナーで使用する Excel ファイル「演習用_NNPS 測定 (Log システム).xlsx」および、「演習用_NNPS 測定 (リニアシステム).xlsx」を使用する前提で作成されている。そのため種々の補正が必要である。

* ImageJ macro である「NPS_Macro_for_DRm.ijm」は、ImageJ 1.53v で作成したものであり、すべての ImageJ のバージョンで動作を保証するものではない。

(1) 画像の表示

「① 画像表示」の手順に従い、解析対象の画像を表示する。

〈A〉 Log システム：「1_CR_NNPS_sample.img」の画像を、下記の条件で開く（図 14）。

「File」→「Import」→「Raw」

Image type	「16-bit Unsigned」
Width	「1430」
Height	「1722」
Offset to first image	「0」
Number of images	「1」
Gap between images	「0」
White is zero	☒
Little-endian byte order	☒
Open all files in folder	☐

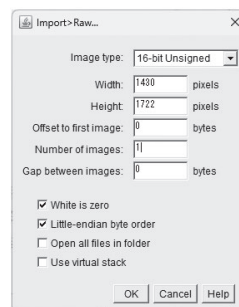


図 14 raw image の表示条件例

〈B〉 リニアシステム：「1_FPD_NNPS_sample.dcm」

画像を「File」→「Open」で表示する。または、画

像ファイルを ImageJ のメニューバーにドラッグ&ドロップすることでも表示可能である。

(2) 解析範囲 (ROI) の決定と設定

照射野範囲とサンプリングピッチから一括で解析を行うための ROI を設定する。IEC62220 シリーズに準じた解析範囲を設定する場合を下記に示す。

ROI 設定の原則：FFT 計算の都合上、ROI のサイズは必ず 128 の整数倍（1/2（128 ピクセル）オーバーラップをさせるため）で設定すること。128 の整数倍でない場合、「The analysis region is not a multiple of 128.」というエラーメッセージが表示され、実行できない。

a) Log システムのサンプリングピッチ 0.175 mm の Regius Model 170 (Konica Minolta) は一般撮影機器であるため、IEC62220-1-1 により、解析範囲が約 125 × 125 mm とされている。したがって、125 [mm] ÷ 0.175 [mm/pixel] = 714 pixels となる。やや解析範囲が大きくなるが 768 × 768 ピクセルか、または IEC62220-1-1 の指定内の 640 × 640 ピクセルの ROI を設定する。

図 15(a-1, a-2) は、「Specify」にて、マトリックスの中心に ROI を Width: 768, Height: 768 (128 の 6 倍) に設定した場合である。

b) リニアシステムのサンプリングピッチ 0.1 mm の Senographe 2000D (GE) はマンモグラ

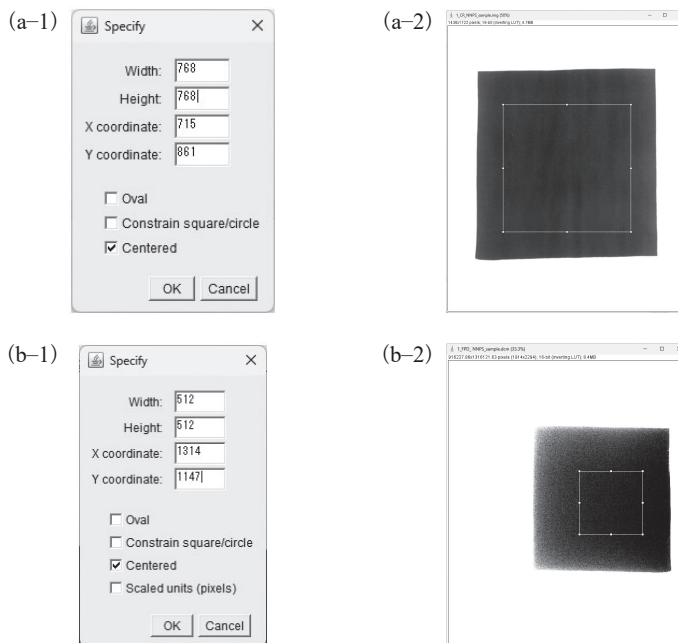


図15 「Specify」による解析範囲の設定例と解析範囲を設定した各画像
 (a-1) Log システムの「Specify」の設定例, (b-1) リニアシステムの「Specify」設定例, (a-2) Log システムの解析範囲を設定した画像, (b-2) リニアシステムの解析範囲を設定した画像

フィ装置であるため、IEC62220-1-2により、解析範囲は約 $50 \times 50 \text{ mm}$ とされている。したがって、 $50 [\text{mm}] \div 0.1 [\text{mm/pixel}] = 500 \text{ pixels}$ となる。やや解析範囲は大きくなるが、 512×512 ピクセルのROIを設定する（図15(b-1)）。ただし、解析範囲の中心は胸壁から60mmである。

図15(b-1, b-2)では、「Specify」にて、胸壁から60mmの位置を中心に、ROIを Width: 512, Height: 512 (128の4倍) に設定した場合である。

・操作：複数の試料を解析する場合は

「Analyze」→「Tools」→「ROI Manager」を開き、「ROI Manager」の「More>>」→「Specify」にて座標を入力する。

・1画像ずつ設定する場合は

「Edit」→「Selection」→「Specify」にて座標を入力する。

【設定例1】 a) Log システムの場合 Width: 768, Height: 768, X coordinate: 715, Y coordinate: 861 Centered 「☒」 (図15(a-1), (a-2))

【設定例2】 b) リニアシステムの場合 Width: 512, Height: 512, X coordinate: 1314, Y coordinate: 1147 Centered 「☒」 (図15(b-1), (b-2))

* 解析範囲内にアーチファクト、キズや著しいトレンドなどがいないか確認する。

* 注：このROIは1回分 (256 × 256 ピクセル) のFFT 解析範囲ではなく、画像内の全解析範囲を定義するものである。

(3) マクロ「NPS_Macro_for_DRm.ijm」の実行

解析範囲を選択した状態で、「Plugins」→「NNPS_macro」→「NPS_Macro_for_DRm.ijm」

を実行する。

(4) パラメータの入力

マクロを実行すると、選択範囲が複製（duplicate）され、解析範囲の画像名称が「Source Image」として表示される（図 16(a)）。また、ピクセルピッチ〔mm〕の入力ダイアログが表示される（図 16(b)）。

・装置の仕様に基づき、サンプリングピッチ〔mm〕を入力する。

例：Log システム（CR）= 0.175，リニアシステム（FPD）= 0.100

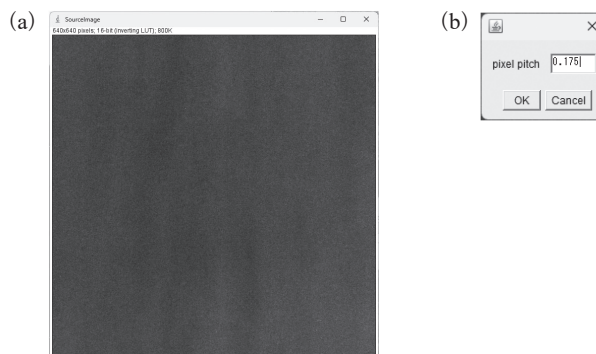


図 16 (a)「NPS_Macro_for_DRm.ijm」マクロ実行後に複製（duplicate）された画像，(b) ピクセルピッチの設定ダイアログ

(5) 解析結果の出力

計算が完了すると、「PS of 256_128 Poly_Fit_2_2」という名称で解析結果のウィンドウが表示される。これには、2 次元 2 次多項式近似によるトレンド除去後の 32 bit のパワースペクトルデータである（図 17(a)）。

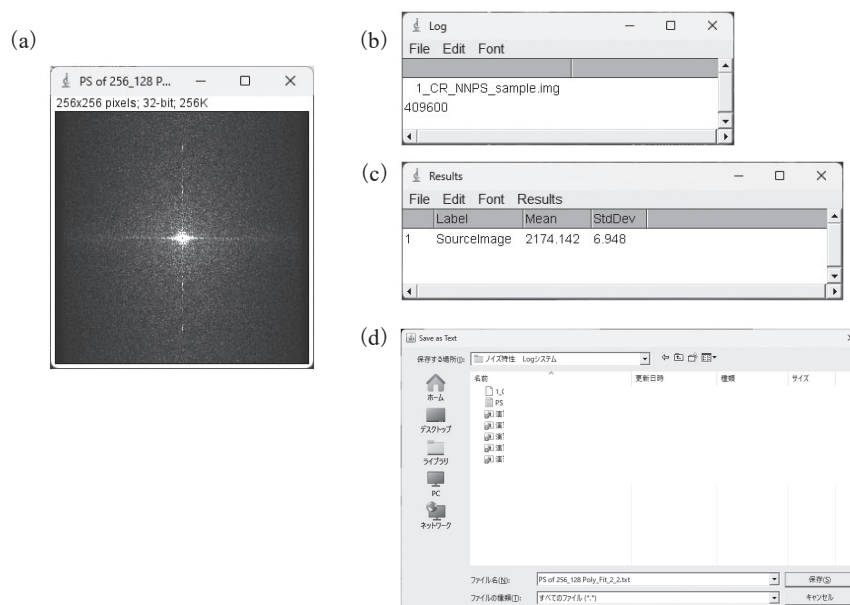


図 17 (a)「NPS_Macro_for_DRm.ijm」マクロ実行後解析後のパワースペクトル，(b) 解析範囲の画素数，(c) 解析範囲の平均デジタル値，(d)「Text Image」の保存画面

- ・「Log」には解析範囲の画素数が出力される (図17(b)).
- ・「Results」には平均デジタル値が出力される (図17(c)).

(Logシステム, リニアシステムに関わらず平均デジタル値が出力される. * リニアシステムの場合のみ平均デジタル値を使用)

(6) データの保存 (Text Image)

出力された画像を選択した状態で, 「File」 → 「Save As」 → 「Text Image」を選択し, テキストファイルとして保存する (図17(d)).

(7) Excelファイルへの貼り付けと解析の完成

1. 保存したテキストファイルをメモ帳などのテキストエディタで開き, 全データを選択してコピーする (図9).
2. 演習用 Excel ファイル (Log または リニア) の「Power Spectrum」シートを選択し, セル [A1] に貼り付ける. * [1] NNPS 解析の手順の⑦以降に従い計算をする.
3. 貼り付け後, 「水平方向 NNPS」「垂直方向 NNPS」の各シートにデータが自動的にリンク・反映される (図10).
4. 解析が終了し, NNPSの結果の太枠のみ選択し, その都度「加算平均シート」の4行目を選択し, 「形式を選択して貼り付け」の「値」のみを貼り付ける (図18).

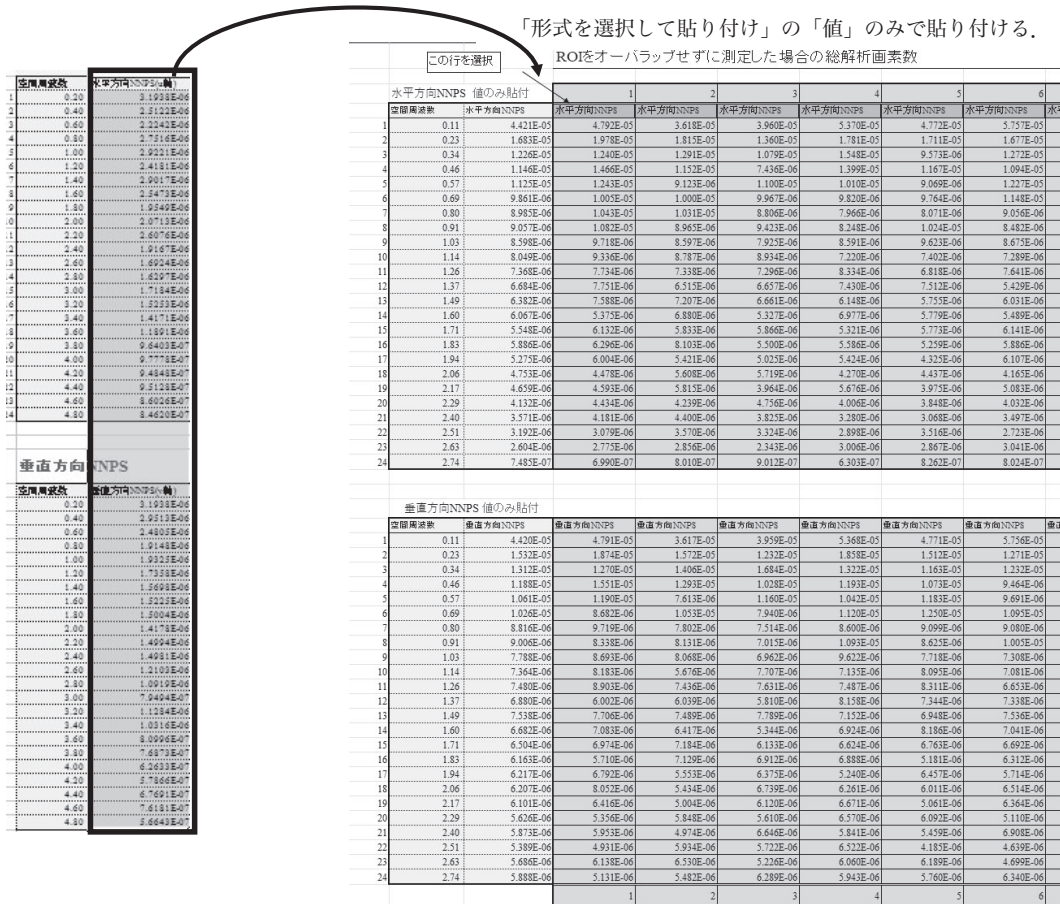


図18 加算平均シートの使用例

5. 複数の試料を解析する場合は、以降の手順（周波数 bin による平均，各補正処理）は，自動計算によってグラフ化される（図 11，図 12 参照）。
6. すべての試料（9 画像；約 530 万画素）を測定し，加算平均を行った結果を図 19 に示す。また，多少ばらついているが，1 回のみの解析である図 13(a) と比較しても，ばらつきが抑えられたことがわかる。

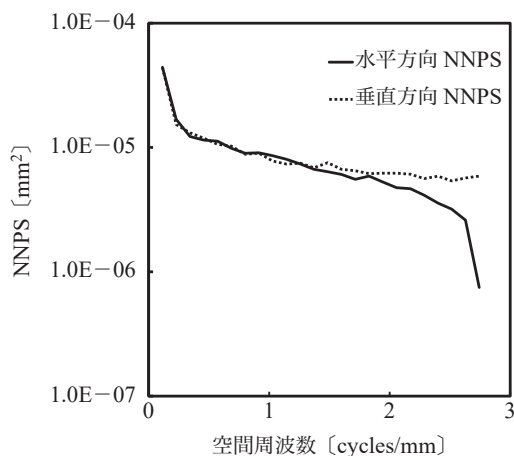


図 19 Log システムの試料を用いて，768Roi9_Set.zip
にて 9 回加算平均を行った NNPS