

◎ 演習（コントラストを含めた画質評価法）

【1】信号差対雑音比の測定

(1) 信号差対雑音比の演習を始める前に

この演習では、フリーソフト“ImageJ”とMicrosoft社製“Excel”を使用する。

「第6章演習ファイル」内の「【演習用】」フォルダ内の演習用Excelシートは測定画像ごとに分かれている。

「演習用_80kV_Cu00_AEC.xlsx」・・・画像ファイル80kV_Cu00_AEC.imgの計測用

「演習用_80kV_Cu01_AEC.xlsx」・・・画像ファイル80kV_Cu01_AEC.imgの計測用

(2) 演習画像データについて

演習データはLogシステムを想定し、一般撮影用のX線発生装置と間接変換型FPDであるCALNEO HC（Fujifilm社製）を使用し、データを取得した。35×35×5cmのアクリルスラブを4枚使用し、20cm厚としたファントムの上に、1cm厚のアクリルおよび骨等価材を配置した。撮影条件は、管電圧を80kVとし、自動露出機構（フォトライマー）を使用して銅付加フィルタ0および0.1mmでの画像をそれぞれ取得した。画像およびファイル名におけるCu00は付加フィルタ0mm、Cu01は0.1mmを示す。

ImageJでの演習手順

測定手順は、二つの画像で同じであるため、ここでは付加フィルタなしの画像についてアクリルコントラストの測定を例に説明する。

① 画像表示 「80kV_Cu00_AEC.img」の画像を表示する。

「File」→「Import」→「Raw」を選択する。

画像は、「第6章演習ファイル」→「【演習用】」→「80kV_Cu00_AEC.img」から選択する。

※ 画像ファイルにヘッダ情報がないため、画像データに合わせた読み込み条件を設定する（図1）。

【設定条件】

Image type : 16-bit Unsigned

Width : 2816

Height : 2816

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 : 「☐」

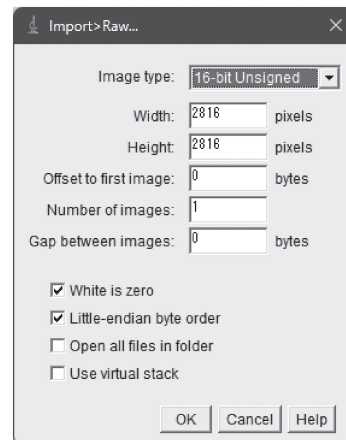


図1 画像の表示

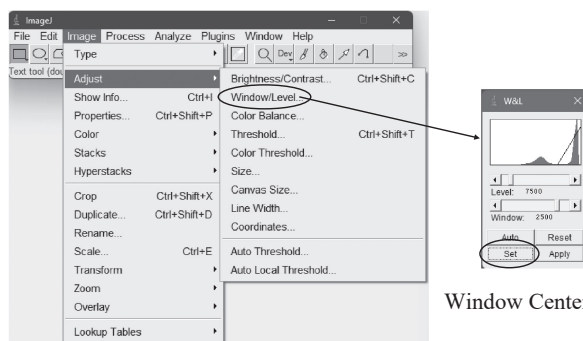
② 画像の表示条件を適宜調整する。

「Image」→「Adjust」→「Window/Level」で調整する（図2）

※ ウィンドウ幅とウィンドウレベルの例 7500/2500

③ 解析範囲として、矩形ROI 100×100ピクセルを配置し、テキスト画像として数値データを保存する。

左上の矩形ROIを選択し、「Edit」→「Selection」→「Specify」にて大きさと位置を指定する（図3）。



Window Center と Window Width を入力できる

図2 画像のウィンドウ幅、ウィンドウレベルの調整

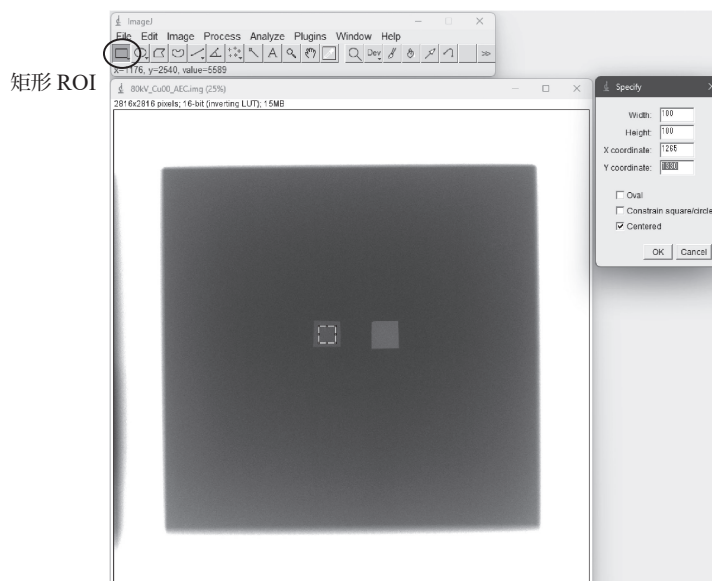


図3 ROI の大きさと位置の指定

【設定条件】

Width : 100

Height : 100

X coordinate : 1265

Y coordinate : 1330

Centered : 「☒」

と入力し、画像中央でROIを設定する。次に「Image」→「Duplicate」にてROI部分を複製する（図4）。

複製された100×100ピクセルの範囲をテキスト画像として任意の名前を付けて保存する（図5）。

「File」→「Save As」→「Text Image」→任意のファイル名を付けて保存（図6）

③-1 平均デジタル値の測定

保存したText Imageをメモ帳で開き、「編集」→「すべて選択」→「コピー」（図7）

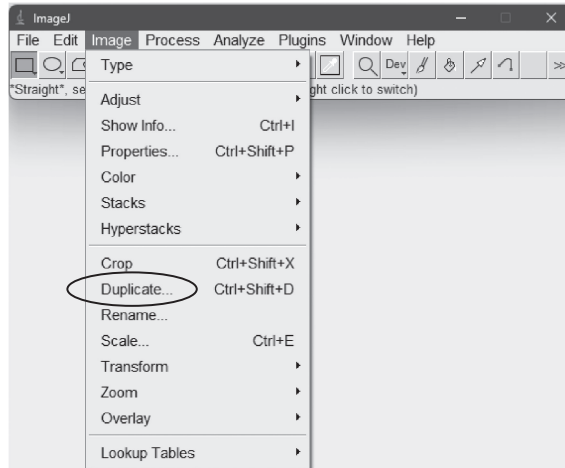


図4 ROI部分の複製

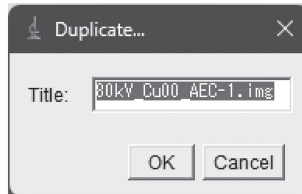


図5 複製画像の名前の設定

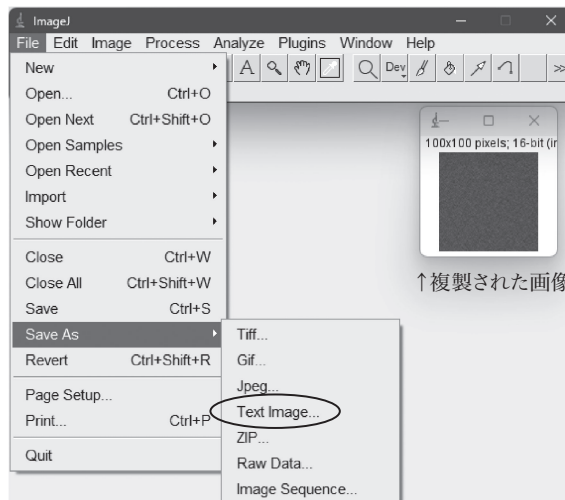


図6 複製画像のテキスト画像としての保存

コピーした数値データをExcelシート「演習用_80kV_Cu00_AEC.xlsx」→「入力シート（アクリル）」のB4に貼り付ける。

③-2 露光量変換

「アクリルの露光量変換」のシートに移動し，入出力特性を用いて，各デジタル値を有効露

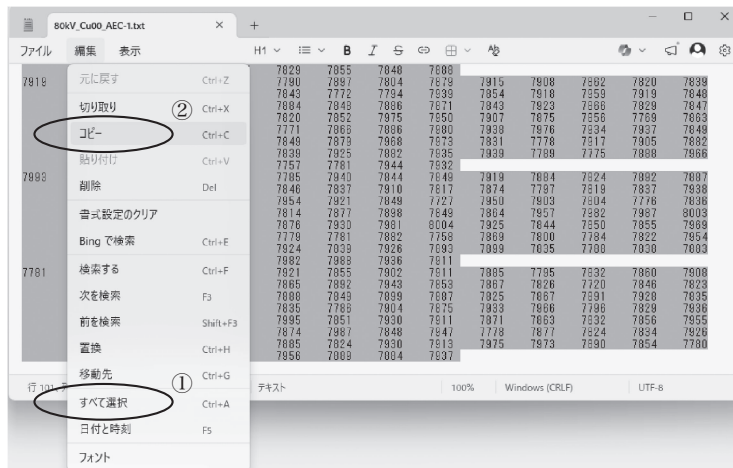


図7 メモ帳でテキスト画像を開いた例。データを全選択し、コピーする

光量へ変換する。入出力特性の測定で得られた傾きとバイアスを入力すると自動的に露光量に変換される (図8)。

②入出力特性を用いたデジタル値の有効露光量への変換(線形化)										傾き	4096	バイアス	0
81.86	82.88	85.05	87.87	88.42	85.10	85.24	82.74	83.91	80.95	82.37	84.67		
82.23	84.20	85.39	84.58	86.60	90.17	88.42	83.82	84.62	87.33	80.04	85.34		
82.88	87.67	86.69	90.43	89.82	86.40	85.53	81.08	87.13	87.04	81.08	87.18		
87.18	85.53	88.72	84.10	87.04	85.29	85.05	81.31	84.48	83.30	83.21	85.63		

図8 「露光量変換」のシートにおいて、取得画像の特性に合わせて傾きおよびバイアスを入力する

傾き：4096

バイアス：0

④ バックグラウンド領域においても③の手順に従って計測する。

矩形ROIの位置を「Edit」→「Selection」→「Specify」にて大きさと位置を指定する。

【設定条件】

Width：100

Height：100

X coordinate：1435

Y coordinate：1330

Centered：☑

100×100ピクセルの領域を複製し、テキスト画像として保存する（「File」→「Save As」→「Text Image」→任意のファイル名を付けて保存）。

保存したText Imageをメモ帳で開き、すべての数値データをコピーし、Excelシート「演習用_80kV_Cu00_AEC.xlsx」→「入力シート (BG)」のB4に貼り付ける。

「BGの露光量変換」のシートで露光量に変換される。

⑤ SDNR および FOM の算出（図 9）

入射表面線量	0.779 mGy	
アクリル	平均値	83.98
バックグラウンド	平均値	96.53
	標準偏差	2.997
被写体コントラスト	0.130	
SDNR	4.185	
Figure of merit (FOM)	22.48	

図9 アクリルおよびバックグラウンドの信号値と SDNR および FOM の算出

⑤-1 Excel の「SDNR の算出」のシートに移動し、SDNR および FOM を算出する。

まず、アクリルおよびバックグラウンド領域における信号の平均値およびバックグラウンド領域における信号の標準偏差を算出する。

アクリル部分の平均信号は、D5 のセルにおいて、=AVERAGE(アクリルの露光量変換!B4:CW103) と入力することで求められる。Excel の平均化機能を使用し、=average(と入力後、「アクリルの露光量変換」のシートへ移動し、B4 から CW103 までのデータ（100 × 100）をすべて選択し、カッコを閉じる。

同様に、バックグラウンド部分の平均信号は、D6 のセルにおいて、=AVERAGE(BG の露光量変換!B4:CW103) で求められる。さらに、バックグラウンド部分の信号の標準偏差は、D7 のセルにおいて、=STDEV.S (BG の露光量変換!B4:CW103) で求めることができる。

⑤-2 被写体コントラストの算出

D9 のセルにおいて、=(D6-D5)/D6

⑤-3 SDNR の算出

D11 のセルにおいて、=(D6-D5)/D7

⑤-4 Figure of merit (FOM) の算出

入射表面線量は各 Excel ファイルにおいて、あらかじめ測定値が入力されている。ここでは、FOM を SDNR^2/ESD と定義し、算出することも可能である。

C13 のセルにおいて、=D11^2/C2

⑥ ①～⑤の処理について、画像ファイル 80kV_Cu01_AEC.img および Excel ファイル演習用_80kV_Cu01_AEC.xlsx を用いて行うことで、自動露出機構の設定を変更することなく銅付加フィルタを 0.1 mm 挿入した際の効果などについて比較することができる。また、同様に骨コントラストについても評価可能である。