

◎ 演習 (NEQ と DQE の計算)

NEQ および DQE では、各物理測定の結果を使用するため、表計算ソフト (Excel) のみの演習となる。NEQ では、式 (5.4) のように presampled MTF, NNPS の結果を使用し、DQE では、式 (5.1) のように NEQ の値を入射光子数で除する。

〔1〕「NEQ_DQE 計算演習.xls」Excel ファイルの説明

「NEQ_DQE 計算演習.xls」は、「入力用シート」、「NEQ 結果」、「DQE 結果」の三つのシートに分かれている。

「入力用シート」・・・各測定結果や測定条件を入力するシート

「NEQ 結果」・・・NEQ の結果を表示するシート

「DQE 結果」・・・DQE の結果を表示するシート

であり、二つの結果シートでそれぞれの計算を行っている (結果シートのみシートが保護されている)。

基本的動作は、まず、エッジ法による presampled MTF の空間周波数ピッチを、線形補間を用いて NNPS と同一の $2f_{int}$ 間隔の空間周波数ピッチに変換した後、基本式に従って NEQ を計算する。そして、入力された X 線質、X 線量 (単位指定可)、距離補正などから、入射量子数を算出し、NEQ をこれで除することで DQE を算出する。

〔2〕測定結果の入力 (NEQ の算出) [] はセルの番地を示す。

- ① DR システムのサンプリングピッチ (mm) を入力、[D1]

サンプリングピッチとピクセルピッチは同義とする。

ナイキスト周波数 ($F_{ny} = 1/(2 \times \text{pixel pitch})$) [J1], 空間周波数ピッチ ($2f_{int} = 0.02/(\text{pixel pitch})$) [J2] と空間周波数 [F5 : F28] を表示 (図 1)。

[D1]	
① sampling pitch (mm)	0.1

↓ 自動計算

[J1, J2]	
Nyquist Frequency (cycles/mm)	5
$2f_{int}$ (cycles/mm)	0.2

図1 サンプリングピッチの入力と、ナイキスト周波数 (F_{ny}) と空間周波数ピッチ ($2f_{int}$) の算出

- ② エッジ法 (スリット法) の Excel ファイルの presampled MTF の測定結果を、空間周波数 [B 列] と結果 [C 列] の 2 列分コピーして、本 Excel ファイルのシート “入力用シート” の空間周波数 [B5] に、「形式を選択して貼付」の「値のみ」にてペーストする (図 2(a)) (presampled MTF の測定結果からナイキスト周波数 “以上” までを含む空間周波数範囲を選択すること)。

図 3(a) のように、元データである presampled MTF と空間周波数ピッチでまとめられたナイキスト周波数までの補間された presampled MTF, “interpolated” が表示される。

- ③ NNPS の Excel ファイルから、測定結果 (空間周波数ピッチ ($2f_{int}$) でまとめられたもので、複数回加算平均したもの) をコピーし、本 Excel ファイルの “入力用シート” の

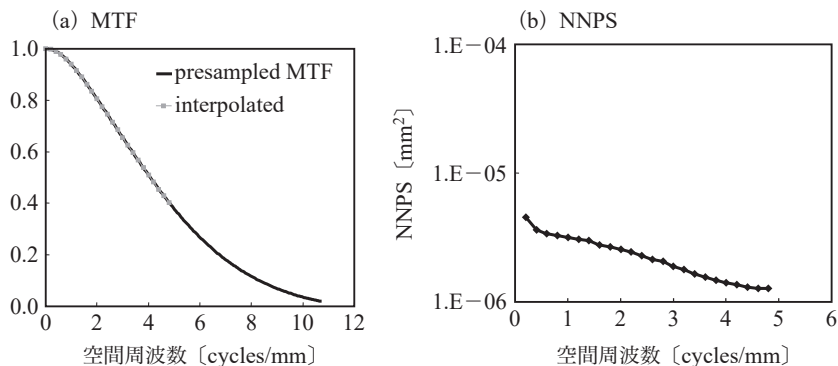
(a) 入力用シート [B5]

② MTF データ		
	空間周波数 [cycles/mm]	MTF (エッジ法)
1	0.0000	1.0000
2	0.0488	0.9998
3	0.0977	0.9994
4	0.1465	0.9986
5	0.1953	0.9974
6	0.2441	0.9960
7	0.2930	0.9943
8	0.3418	0.9922
9	0.3906	0.9899
10	0.4395	0.9873
11	0.4883	0.9843
12	0.5371	0.9811
13	0.5859	0.9777
14	0.6348	0.9740
15	0.6836	0.9700
16	0.7324	0.9658
17	0.7813	0.9614
18	0.8301	0.9568
19	0.8789	0.9519
20	0.9277	0.9469
21	0.9766	0.9417
22	1.0254	0.9363

(b) 入力用シート [G5]

③ NNPS データ		
	空間周波数 [cycles/mm]	NNPS
1	0.2	4.5777E-06
2	0.4	3.6475E-06
3	0.6	3.4109E-06
4	0.8	3.2905E-06
5	1	3.1895E-06
6	1.2	3.0739E-06
7	1.4	3.0127E-06
8	1.6	2.7907E-06
9	1.8	2.6888E-06
10	2	2.5570E-06
11	2.2	2.4526E-06
12	2.4	2.3956E-06
13	2.6	2.1449E-06
14	2.8	2.0724E-06
15	3	1.8892E-06
16	3.2	1.7884E-06
17	3.4	1.6560E-06
18	3.6	1.5731E-06
19	3.8	1.4743E-06
20	4	1.4238E-06
21	4.2	1.3769E-06
22	4.4	1.3151E-06

図2 (a) presampled MTF データと (b) NNPS データの入力 (貼り付け) 例

図3 (a) presampled MTF と、NNPS と同じ空間周波数ピッチで補間された MTF のグラフ
(b) グラフ表示された NNPS データ

[G5~] に「形式を選択して貼付」の「値のみ」にてペーストする (図2(b), 図3(b)).

これらの入力により [NEQ 結果] のシートに, NEQ の結果 [C3 : C26] が示される (図4).

[3] 入射光子数の計算 (DQE の算出)

④ X線質を選択 [J7]

図5に示すように [L2] からの表に示されている一般撮影系 (RQA3, RQA5, RQA7, RQA9), マンモグラフィ (RQA-M1, RQA-M2, RQA-M3, RQA-M4, Mo/Rh, Rh/Rh, W/Rh, W/Al) から番号を参照し選択し, [J7] に入力する. このX線質により単位面積, 単位線量当たり光子数が決定される.

⑤ 線量の単位を選択 [J16]

IEC62220シリーズの入射光子数は単位マイクログレイ (μGy) 当たりの光子数であるため, 線量計の表示値から必要に応じ変換しなければならない. よって, 図6に示すように線量単位を番号で入力する.

NEQ 結果シート
[B3]

空間周波数	NEQ
0.2	217273.68
0.4	288364.28
0.6	279633.82
0.8	273992.45
1	278502.48
1.2	272794.64
1.4	282996.21
1.6	268831.27
1.8	259031.00
2	253891.87
2.2	245358.56
2.4	242280.34
2.6	238792.16
2.8	226794.23
3	227493.00
3.2	219835.42
3.4	214853.31
3.6	204379.16
3.8	198509.64
4	182892.39
4.2	188944.53
4.4	157808.66
4.6	143327.78
4.8	127238.90

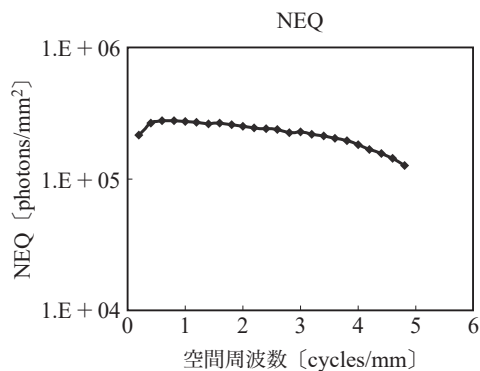


図4 NEQの結果とグラフ

入力用シート [J7]

④ X線質の選択 (1-12) (右より選択)	6
----------------------------	---

線質の選択 (1-12)	
IEC-62220-1,1-3 一般撮影領域	
1	RQA3
2	RQA5
3	RQA7
4	RQA9
IEC62220-1-2 マンモグラフィ領域	
5	Mo/Mo(RQA-M1)
6	Mo/Mo(RQA-M2)
7	Mo/Mo(RQA-M3)
8	Mo/Mo(RQA-M4)
9	Mo/Rh
10	Rh/Rh
11	W/Rh
12	W/Al

図5 X線質の選択例と IEC62220 シリーズで規定される X線質

入力用シート [J16]

⑤ 線量計の単位	
1. mR, 2. $\mu\text{C/kg}$, 3. μGy	1
⑥ 測定線量	
	24.67
⑦ 測定点と入射表面の焦点からの距離	
線量計の測定点 (mm)	500
ディテクタ表面までの距離 (mm)	660
⑧ 吸収物質などによる補正係数	
	0.841

図6 ⑤線量単位の番号, ⑥線量計読み値, ⑦距離の補正および⑧吸収物質などによる補正值の入力

mR → μGy への換算

- $1\text{ R} = 2.58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$ (SI単位).
- W 値 (空气中で1イオン対を生成するのに必要な平均エネルギー) = 33.97 eV
- $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$
- 吸収線量 $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$

よって, $1\text{ R} = 2.58 \times 10^{-4} \times 33.97 \text{ J/kg} = 0.008764 \text{ J/kg}$, ゆえに, $1 \text{ mR} = 8.764 \mu\text{Gy}$ である.

$\mu\text{C/kg} \rightarrow \mu\text{Gy}$ への変換

上記 W 値より, $1 \mu\text{C/kg} \rightarrow 33.97 \mu\text{Gy}$

⑥ 測定線量: 線量計の読み値を入力する. [J18] (図6)

⑦ 測定点と入射表面との距離の補正 [J22:23] (図6)

距離の逆2乗則による入射表面上への補正を行う.

補正係数 = (焦点-測定点間距離)² ÷ (焦点-ディテクタ表面間距離)²

⑧ 吸収物質等による補正係数 [J25] (図6)

測定上取り除くことが困難な付属品 (CR リードタイプのカバー, マンモグラフィの天板など) の線質ごとの吸収係数を求め, 入射表面線量を補正する. 吸収物質がない場合は1を入力する.

以上の入力により [DQE 結果] のシートに, DQE の結果 [C3:C26] が示される (図7).

DQE 結果シート [B3]

空間周波数	DQE(u)
0.2	0.419
0.4	0.517
0.6	0.539
0.8	0.539
1	0.532
1.2	0.525
1.4	0.506
1.6	0.514
1.8	0.499
2	0.489
2.2	0.473
2.4	0.467
2.6	0.460
2.8	0.437
3	0.438
3.2	0.422
3.4	0.413
3.6	0.394
3.8	0.378
4	0.352
4.2	0.325
4.4	0.304
4.6	0.276
4.8	0.245

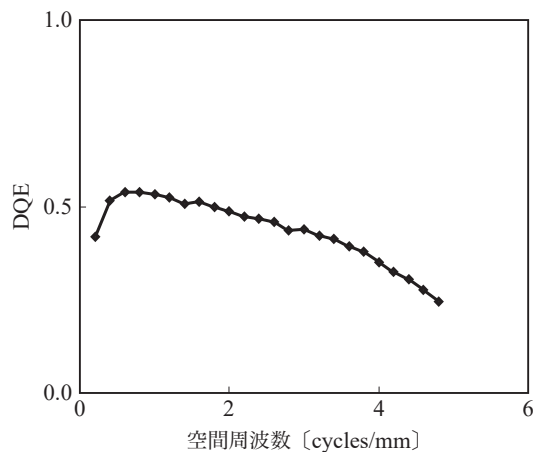


図7 DQE の結果とグラフ