

# CR 用イメージングプレートの 2 枚重ねによる 検出量子効率向上の試み

## 要旨

computed radiography (CR) 装置のイメージングプレート (IP) を 2 枚重ねて使用することによって、検出量子効率 (detective quantum efficiency: DQE) の向上を試み、その物理的画質特性を通常と比較した。コニカミノルタ社の CR システム、Regius model 210 の IP、RP-4S の六切サイズを用い、1 枚使用と、2 枚重ねについて、解像特性 (modulation transfer function : MTF)、粒状性 (normalized noise power spectrum: NNPS) を、IEC62220-1 に従って RQA3 及び 5 で測定し、DQE を算出した。2 枚重ねでは、微小球はんだマーカ像を基準にして位置合せして 2 枚の画像を加算した。また、前腕ファントムの撮影による視覚的評価と、斜入による MTF への影響の確認を行った。通常に比べて MTF は、2cycles/mm にて約 1~3%低下したが、NNPS は 1cycles/mm にて約 40~55%向上した。0.3~1.3cycles/mm の平均 DQE 値は、RQA3 と RQA5 にてそれぞれ約 40%と約 55%向上した。2 枚重ねによりファントム画像のノイズが低減された。斜入による MTF の低下は通常より大きくなった。DQE の向上が確認されたことから IP を 2 枚重ねて使用することによる画質向上の可能性が示唆された。より正確な合成方法や、斜入による影響の低減についての更なる検討が今後必要である。

## I. 緒言

イメージングプレート (以下 IP) を用いた撮像における感度向上の方法の 1 つとして両面集光方式[1]がある。しかし、両面集光方式では蛍光体層が従来どおり 1 枚のため、X 線利用効率の向上に限度があると考えられる。そこで、蛍光体層を 2 枚重ねて照射し 2 画像を加算することにより、鮮鋭度の低下を抑えつつ X 線利用効率を高められると推測した。本研究では、CR 装置の蛍光体層を 2 枚重ねて使用することによって、DQE の向上を試み、その物理的画質特性を通常と比較した。

## II. 使用機器

- ・ X 線発生装置 : SIEMENS 社製 AXIOM Luminos dRF
- ・ Computed Radiography (CR)装置 : KONICA 社製 REGIUS model 210 (CR)
- ・ CR カセット : KONICA 社製 REGIUS RC-110 2 枚
- ・ 電離箱線量計 : VICTOREEN MODEL660-4A
- ・ タングステン板 : 100mmx100mm, 1mm 厚
- ・ 画像処理ソフト : ImageJ ・ 保護シート : LIHIT LAB. SLIDE BAR FILE

## III. 方法

蛍光体プレートのみをカセットから取り外し、別のカセットの蛍光体プレートに重ねたものを 2 枚重ねプレートとし実験を行った。照射後、重ねていた蛍光体プレートを元のカセットに戻し、2 枚のカセットを独立して CR で読み取った。画像処理には ImageJ のプラグインである TransformJ Affine を使用し、回転、平行移動により画像の位置合わせを行った。

### 1)線質の決定と入出力特性の確認

IEC (International Electrotechnical Commission) 62220-1 で規定された RQA3, RQA5 の線質を半価層測定により決定し、線量はそれぞれ約 1mR(8.764  $\mu$  Gy) となるように定めた。以下、この線量を基準線量とする。入出力特性 RQA5 の線質で測定し、直線性が良好であることとバイアス値を確認した。

### 2)エッジ法による MTF の測定

RQA3, RQA5 の線質間で MTF に差はみられないため、RQA5 の線質のみで測定した。線量は基準線量とし、タングステンエッジを約 2.5° 傾けて撮影した。得られた画像から Edge Spread Function (ESF) を取得し、これを微分し Line Spread Function (LSF) に変換し、フーリエ変換して水平方向および垂直方向の MTF を算出した。

### 3) NNPS の測定

RQA3, RQA5 の線質を用い、一様曝射した画像からノイズによる変動成分のパワースペクトルを算出して、ピクセルサイズなどの係数を乗じて NNPS を測定した。なお線量は 1mR, 1/5mR でそれぞれ測定した。

### 4) DQE の算出

以下の式により、測定した MTF と NNPS の値から算出した。

$$DQE(u) = MTF^2(u) / (q \cdot NNPS(u)) \quad (q: 1\text{mm}^2 \text{あたりの入射 X 線量子数})$$

### 5) ファントムの撮影

前腕ファントムを RQ3 で撮影し、通常と 2 枚重ねを比較した。なお線量は 1mR, 1/5mR でそれぞれ測定した。

### 6) 斜入時の MTF 測定

斜入による影響を調べるため、 $0^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $30^\circ$  における MTF の測定を行った。照射は RQA5, 1mR で行った。

## IV. 結果

### 1) 線質の決定と入出力特性の確認

Table.1 に決定した線質の結果を示した。入出力特性の直線性は良好であった。

Table.1 決定した線質

	管電圧 (kV)	半価層 (mmAl)	付加フィルタ (mmAl)
RQA3	51	4.0	10.0
RQA5	73	7.1	21.0

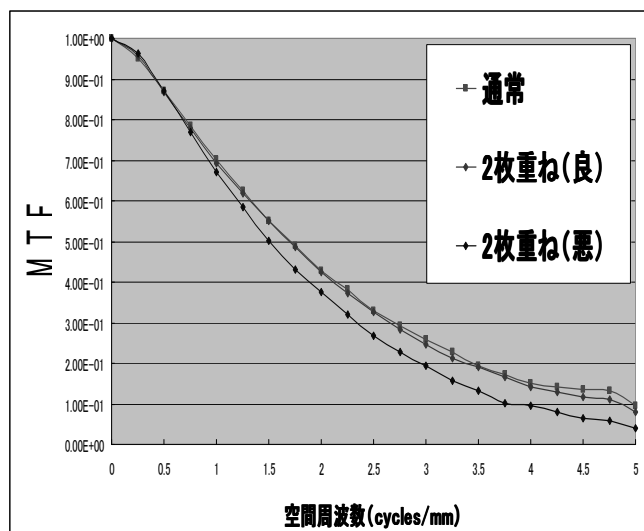


Fig.1 MTF (水平)

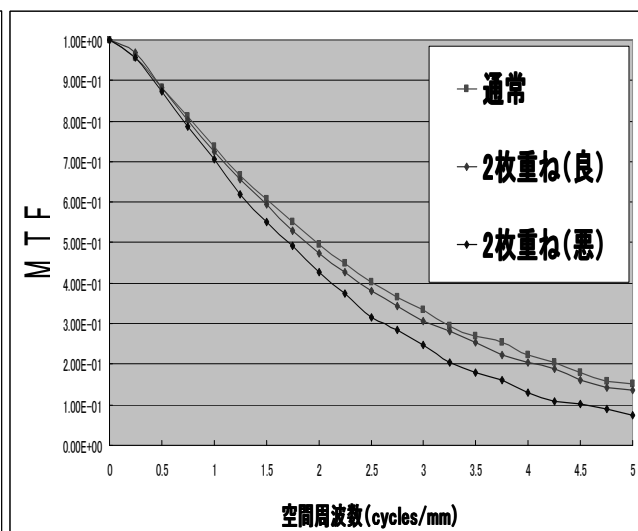


Fig.2 MTF (垂直)

### 2) エッジ法による MTF の測定

Fig.1 に垂直方向, Fig.2 に垂直方向の MTF の結果を示した。精度良く位置合わせした場合、2.0cycles/mm の MTF は、水平方向で 1.1%, 垂直方向で 4.5%それぞれ低下した。

### 3) NNPS の測定

RQA3, RQA5 の結果を Fig.3, Fig.4 に示した。1.0cycles/mm において、RQA3 では 2 枚重ねによって、1mR で 45%, 1/5mR で 40%それぞれ向上した。RQA5 では 1mR で 56%, 1/5mR で 54%それぞれ向上した。

### 4) DQE の測定と平均 DQE 比の算出

RQA3, RQA5 の結果を Fig.5, Fig.6 に示した。1.0cycles/mm において、RQA3 では 2 枚重ねによって、1mR で 49%, 1/5mR で 41%それぞれ向上した。RQA5 では 1mR で 56%, 1/5mR で 54%それぞれ向上した。

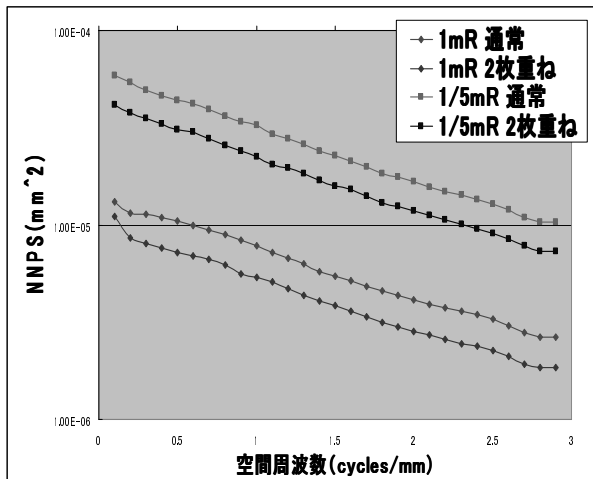


Fig.3 NNPS(RQA3)

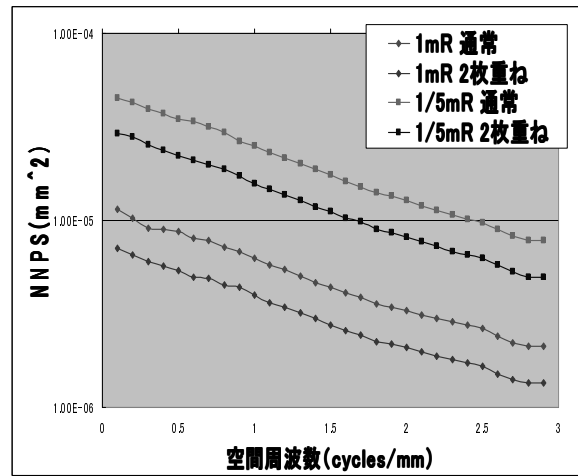


Fig.4 NNPS(RQA5)

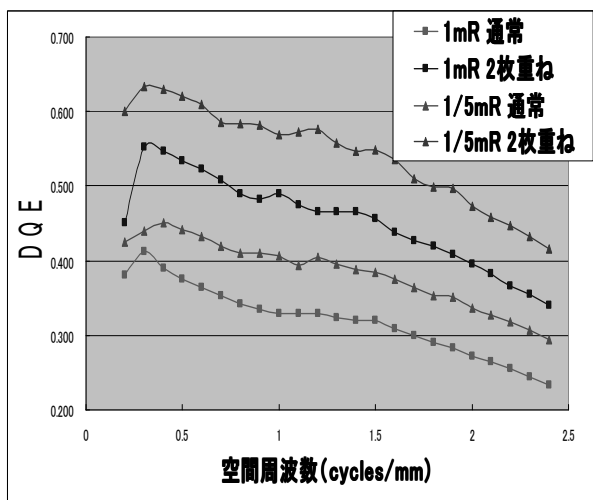


Fig.5 DQE (RQA3)

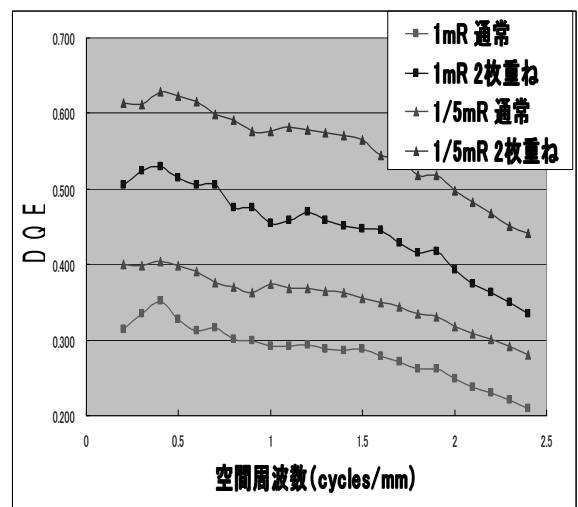


Fig.6 DQE (RQA5)

### 5)ファントム画像の比較

RQA3, 1mR で撮影した通常画像を Fig.7 に, 2枚重ね画像を Fig.8 にそれぞれ示した. 2枚重ねを行うことによってノイズに埋もれていた骨辺縁や骨梁の描出能が向上した.



Fig.7 ファントム画像 (通常)



Fig.8 ファントム画像 (2枚重ね)

## 6) 斜入時の MTF 測定

Fig.9 に通常, Fig.10 に 2 枚重ねの MTF の結果を示した. 2.0cycles/mm において, 通常では 15° で 2.0%, 30° で 5.4%それぞれ低下した. 2 枚重ねでは 15° で 4.6%, 30° で 12%それぞれ低下した.

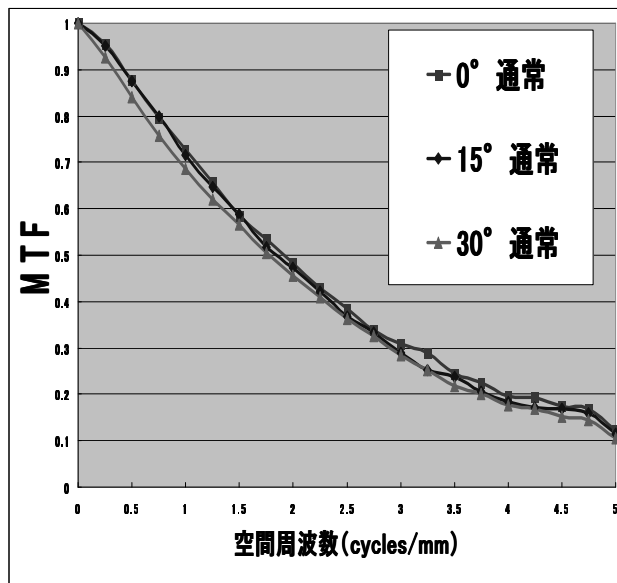


Fig.9 斜入時の MTF (通常)

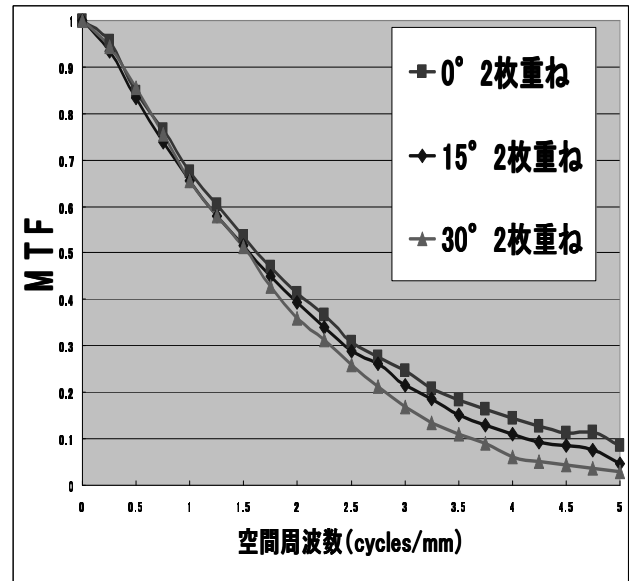


Fig.10 斜入時の MTF (2 枚重ね)

## V. 考察

2 枚の画像を合成すると、MTF はわずかに低下するが、NNPS が大幅に向上するため、DQE が向上した。これにより、1 枚目のプレートを透過した X 線を利用することで利用効率が向上することが確認された。これには合成時の精度の高い位置補正が重要である。ファントムによる視覚的評価は DQE の結果と矛盾無いものであった。蛍光体層 1 枚での撮影に比べ、X 線の斜入による MTF への影響は受け易くなった。この影響は、用いた保護フィルムの厚み (0.2mm) をさらに薄くすることで軽減可能であると推測される。

## VI. 結語

蛍光体層を 2 枚重ねて使用する方法によって、検出量子効率 は約 50% 向上した。ファントム画像の画質向上も確認された。今後、斜入による影響の軽減や合成方法のさらなる検討が必要である。

## 参考文献

1] 両面集光方式による新しい CR システムの低コントラスト検出能, 日本放射線技術学会雑誌, 2003, 59(3), 410-415.