

# X線斜入における FPD の感度低下の検証

○西山大 土居将也 大内功 渡辺真由美 曾我部翔 小田真由美 白石雄基  
愛媛県立中央病院

## 【背景・目的】

当院では平成27年5月より、間接変換方式FPDが導入された。間接変換方式FPDにはCsIシンチレータ(柱状結晶)が用いられていることから、X線の斜入によって感度が変化する可能性がある。撮影のポジショニングによって、X線がディテクタに対し垂直に入射しないものもあるため、X線斜入時の感度変化の程度はFPDを使用する上で知っておく必要があると考える。また、平成29年1月のコンソールバージョンアップに伴い、EI値の観察が容易になった。EI値とは検出器への到達線量を利用して算出される値であることから、この性質を利用し、FPDの感度低下の程度を検証することを本研究の目的とした。

## 【使用機器】

- ・使用FPD:FUJIFILM DR CALNEO smart C77
- ・使用CR:FUJI IP CASSETTE type CC
- ・半導体線量計:Unfors MOM-332 191804
- ・アルミフィルタ

## 【方法】

本研究におけるキャリブレーション条件を設定する。SID120cm, 照射野をディテクタ全面, 線質をRQA5, 線量を1mRとした(Fig.1)。照射線量はFig.1のジオメトリからFPDを除いてモニタリングを行った。EI値の特性を確認するため、キャリブレーション条件を基準として、mAs値を変更し、線量を2倍, 2分の1, 4分の1, 8分の1の点でEI値を確認し、FPDとCRそれぞれグラフを作成した。

次に、X線入射角度の変化によるEI値の変化を見るため、X線入射角度を10度から40度までFig.2のように変化させ、各X線入射角度でキャリブレーション条件を含め、その2倍, 2分の1, 4分の1, 8分の1の線量における点のEI値を確認し、グラフを作成した。

また、CRにおいても、キャリブレーション条件でX線入射角度を変化させてEI値を確認し、FPDと変化量の比較を行った。

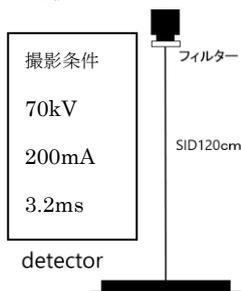


Fig.1 キャリブレーション配置図

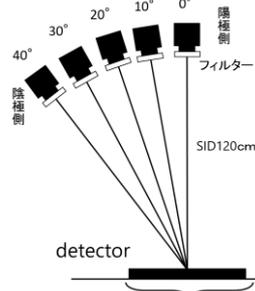


Fig.2 各入射角度配置図

## 【結果】

EI値の特性を表すグラフをFig.3に示す。各測定線量点から近似直線を求めた。FPD, CR共に強い正の相関を示し、リニアな特性を示した。また、近似直線を外挿すると、照射線量0mRにおいて、EI値はFPD, CR共にほぼ0を示した。キャリブレーション条件においてFPDはEI値が800, CRは598になった。

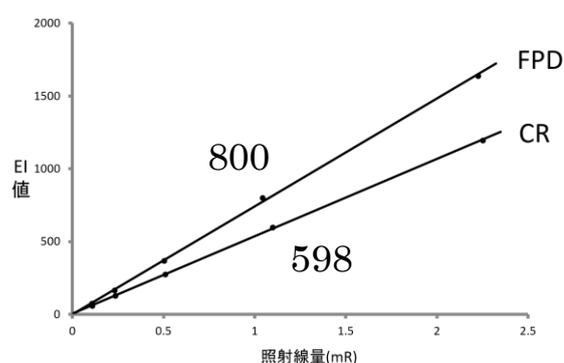


Fig.3 FPDとCRにおけるEI値の特性

X線入射角度を変化させた時の線量に対するEI値のグラフをFig. 4に示す。各X線入射角度において近似直線は強い相関を示し、リニアな特性を示した。各角度において、近似直線を外挿すると、照射線量0mRで、ほぼ0を示した。

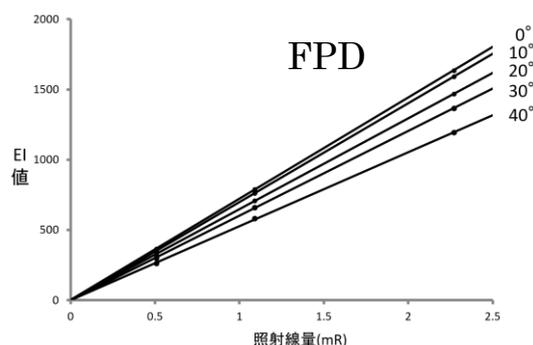


Fig.4 X線入射角度を変化させた時のEI値の特性 (FPD)

X線入射角度変化によるEI値変化のモダリティ比較のグラフをFig.5に示す。各X線入射角度において、FPDとCRそれぞれキャリブレーション条件においてEI値を確認した。FPD, CRそれぞれ、キャリブレーション条件で撮影した時のEI値を100%とすると、入射角度40°においてFPDは70%まで低下し、CRは80%まで低下した。CRに比べFPDの低下の割合が多くなっ

た. 今回の実験ではFPDとCRで測定日が異なったため, 照射線量に誤差が生じた. Fig.4のグラフから, X線射入によるEI値の変化の程度は照射線量が変わっても, 変化の割合は変わらないと考える.

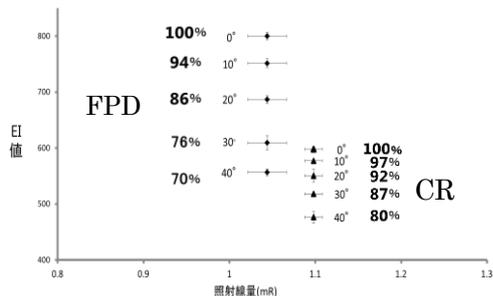


Fig.5 X線入射角度変化によるEI値変化のモダリティ比較

**【結果まとめ】**

EI値は, RQA5の線質において, 照射線量に対し正の強い相関が認められた. 同一照射線量において, CRはFPDより低いEI値を示した. X線入射角度が大きくなると, EI値は低くなった. X線入射角度を変えた場合, FPDはCRと比較しEI値低下の割合が多かった.

**【考察】**

今回使用したCRは塗布型のためFig.6のような粒状結晶構造である(Fig.6). そのため, X線が射入しても, X線束に対して結晶の形が変わらず, 感度にあたえる影響は少なかったと考える.

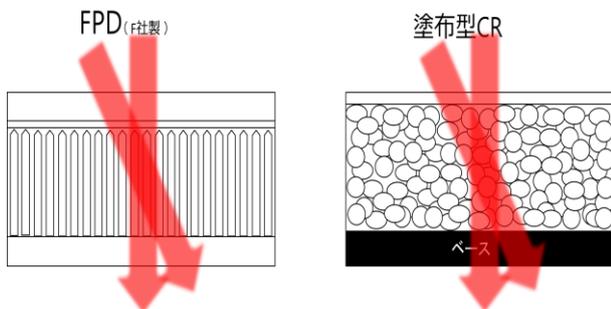


Fig.6 FPDとCRのシンチレータ(結晶構造)の違い

Fig.7に示すように, 2次元で簡素化したCsIシンチレータの発行モデルを作成した. ディテクタ面積と光子数を一定とし, CsIは結晶間隙があるため, 結晶間隙を黒のブロックで表した. X線束は6本の矢印で表し, 矢印が通過したブロックを発光するものと考え白ブロックで表した. X線束の間隔を保った状態で角度を振ると, 9個のブロックがX線束から外れた. X線束から外れたブロックをFig.7ではグレーで表した. X線が射入することで同一面積当たりの入射光子数が減ると考えられる. CsIシンチレータを用いているFPDに関しては, さらにFig.7のようにCsI結晶間隙の影響で発光強度が落ち, EI値に影響を与えたのではないかと考えた.

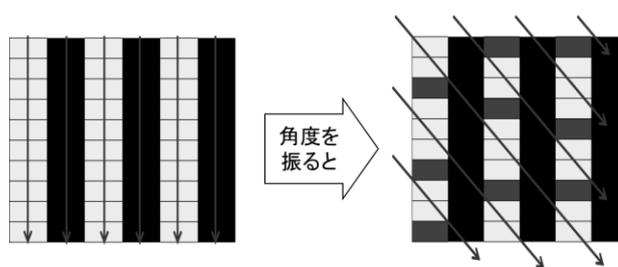


Fig.7 CsIシンチレータ発光モデル

**【結語】**

X線射入によるFPDの感度変化の程度を, EI値を用いて検証することは可能であった. ディテクタに対してX線が射入するポジショニングの撮影を行う場合は, 注意して検像を行うべきであると考え. CRシステムからFPDシステムへ移行する場合, ディテクタに対して角度を振る撮影においては感度が変わることを加味して撮影条件の設定を行うのが望ましいと考える.

**【課題点】**

本研究では陰極側にX線管球を振ったが, 陽極側にX線管球を振った場合, ヒール効果の影響でEI値が変わってくる可能性が考えられる. また, X線射入による影響はシンチレータの結晶構造以外の違いによる影響も考えられる. 線量モニタリングがEI値測定と同時ではないため, そこで誤差が生じている可能性があると考え.