

人工ルビーを使用したX線CT撮影時の照射線量測定

-半導体型 CT sensor との比較-

国際医療福祉大学 保健医療学部 放射線・情報科学科 ○牛島 楓美(Ushijima Fumi)

大河原 夏美 小笠原 史也 鈴木 早紀 細貝 良行

【目的】

我々は人工ルビーを使用した線量計の開発を行っており、各種学会等で一般撮影やIVR時における基礎特性に関する報告を行ってきた。今回は、その他のモダリティでの有用性を追求するためにCTを使用した。本研究においては、人工ルビー線量計の短軸方向における方向依存性が見られないということを踏まえ、X線CT撮影時の吸収線量を測定し、Unfors Raysafe社製 X2 CT sensorとの比較を行った。

【方法】

1.位置依存性について

・撮影条件を管電圧120 kV、管電流 200 mA、スキャン時間2.0 secで測定した。

2.線量率特性について

・管電圧は120 kV固定、スキャン時間は0.32~3.0 sec、管電流は50~300 mAとして、mAs値を変化させた。相関関数である、 $y=0.0529x$ の式を用いて、 x に発光光子数を代入し、吸収線量を算出してグラフにまとめた。

3.変動係数について

以下の条件で変動係数の算出を行った。

・X2 CT sensor :管電圧120 kV、管電流300 mA、スキャン時間2.0 sec ⇒ 50 回× 20 セット

・人工ルビー :管電圧120 kV、管電流400 mA、スキャン時間3.0 sec ⇒ 50 回× 10 セット

4.局所(水晶体)被曝線量の測定の把握について

・ファントムの水晶体の前面に人工ルビーを設置しテープで固定した。

・管電圧は120 kV固定、スキャン時間は1.0 sec固定、管電流は50~300 mAとして、mAs値を変化させた。

・線量率特性で算出した発光光子数と線量の相関関係である、 $y=0.0529x$ の式を用いて、 x に発光光子数を代入し、吸収線量を算出してグラフにまとめた。

5.短時間測定の把握について

・管電圧120 kV、管電流50 mA、スライス厚1.0(4.0) mmで、局所被曝線量を1 msecごとに測定した。

【結果および考察】

1.位置依存性について

X2 CT sensorと人工ルビー、どちらの線量計においても位置依存性があり、人工ルビーで特に顕著となった。X2 CT sensorでは、先端部の測定値が中心部の半分となった(Fig.1)。人工ルビーでは、ルビーに対して垂直にビームが当たったとき測定値が最大となり中心部から5 mmずれるだけで測定値に大きな差が生じた(Fig.2)。ルビー線量計の位置依存性が極端なのは、検出範囲が小さいためだと考える。

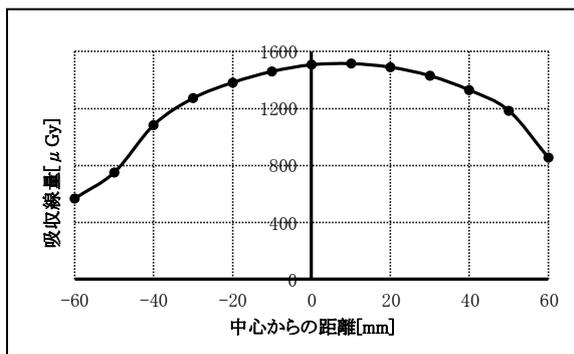


Fig.1 X2 CT sensor の位置依存性

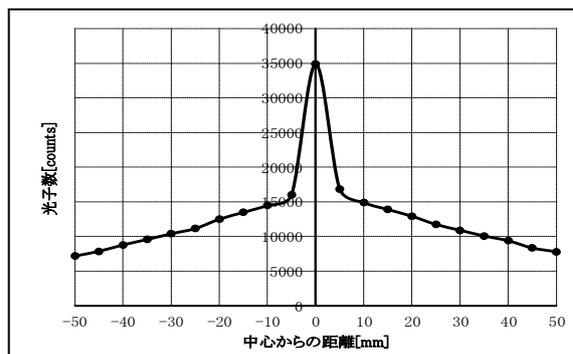


Fig. 2 人工ルビーの位置依存性

2.線量率特性について

管電流変化において、人工ルビー線量計はX2 CT sensorと同等の直線性が得られた。これらの結果から作成した線量率特性のグラフは R^2 が0.99 を超える、優位な直線性が得られた。このことから、人工ルビー線量計とX2 CT sensorに相関関係があることがわかった (Fig.3)。

3.変動係数

実験方法に記した照射条件で2 Gyを超えるまで照射しX2 CT sensor、人工ルビーそれぞれの変動係数を把握した。

X2 CT sensorでは0.6550、人工ルビーでは1.516となり、人工ルビーの方でバラツキが多い評価となった。

これは、データ収集時の照射条件の相違による焦点サイズの変動が考える。

4.局所(水晶体)被曝線量の測定の把握について

Fig1より、人工ルビー線量計の発光光子数から水晶体の被曝線量を算出できた (Fig.4)。

〈水晶体の被曝線量算出例〉

管電圧120 kV、スキャン時間1.0 sec、管電流50 mA、スライス厚1.0(4.0) mmで測定したときの発光光子数は32873 [counts]になった。

Fig.4より $y=0.0529x$ の式を用いて、 x に発光光子数を代入する。

$$y=0.0529 \times 32873=1739 \text{ } [\mu\text{Gy}]$$

よって、水晶体の被曝線量は1739 [μGy]であることがわかる。

5.短時間測定の把握について

X線CT撮影での光子数の経時変化をグラフとした。CT撮影時間を1.0 sec とし、1 msec ごとにデータの収集を行った結果、波形にピークが見られた (Fig.5)。

このことから、人工ルビー線量計は短時間での光子数の変化に対応できることがわかるため、時間分解能が優れていると考える。

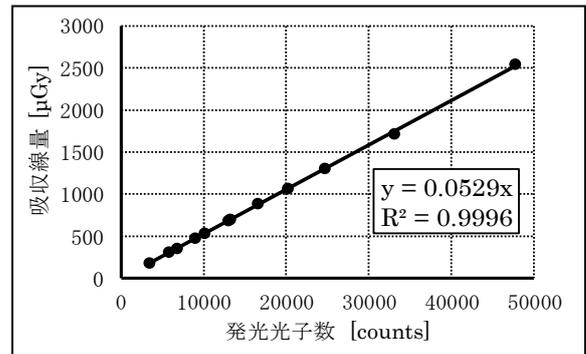


Fig.3 線量率特性

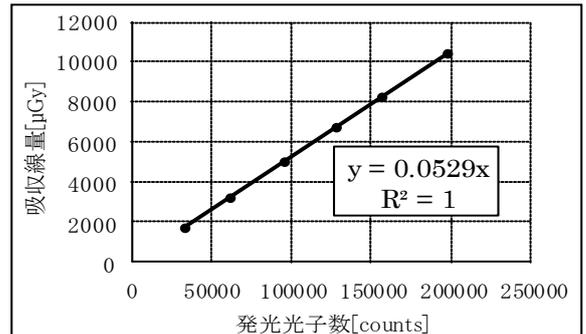


Fig.4 局所(水晶体)被曝線量の算出結果

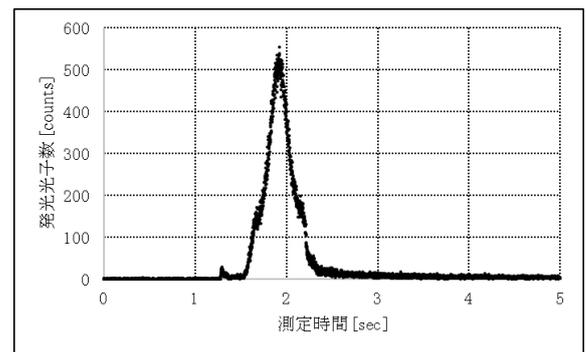


Fig.5 短時間測定

【まとめ】

人工ルビー線量計は、位置依存性が極端であるが、線量率特性・変動係数・時間分解能がともに優れていることからX線CT撮影用線量計として使用できる可能性が示唆された。また、人工ルビー線量計は、局所の被曝線量測定に有用であることがわかった。

【参考文献】

- 1) 松本健希, 細貝良行 他 : 人工ルビーを使用したIVR時における被ばく線量測定システムの開発
臨床条件における検討 第71回日本放射線技術学会総会学術大会抄録 2015年4月10日
- 2) Y.Hosono, M.Nakazawa, T.Ueda : Characteristic of the Scintillation of an alumina fluorescent Plate,
Particle Accelerator Society of Japan and the 29th Linear Accelerator Meeting in Japan, August4-6. 2004.