

放射線治療領域における人工ルビー線量計の基礎特性の検討

国際医療福祉大学 放射線・情報科学科 ○平岩 誠也(Hiraiwa Seiya)

齋藤 有貴 佐々木 宏輝 服部 恒太 細貝 良行

【はじめに】

私たちはこれまで診断領域における人工ルビー線量計の基礎特性の把握や有用性の報告を行ってきたが、放射線治療領域での有用性の検討はなされていなかった。そこで、私たちは放射線治療領域の高エネルギーX線における応答を確認するとともに、人工ルビー線量計の基礎特性の検証を行った。

【使用機器】

- 放射線治療装置:VARIAN Clinac iX (みやぎ県南中核病院内に設置)
- 人工ルビー線量計
- 光子カウンティングシステム:HAMAMATSU
- 平行平板型電離箱線量計:PTW RoosChamber Type 34001
- ファントム:SUN NUCLEAR ID SCANNER

【検討項目】

- 電離箱と人工ルビー線量計によるPDDのピークの確認
- 再現性の確認
- MU値の直線性の確認
- 線量率依存性の確認

【実験方法】

- 人工ルビー線量計の幾何学的中心をアイソセンタに合わせ、SSD100 cm、50 MU、500 MU/minを固定し、10 MVX線(照射野10 cm×10 cm、20 cm×20 cm)、6 MVX線(10 cm×10 cm)で測定深0 g/cm²から20 g/cm²の計68点で測定を行い、照射中の発光光子数を積算しグラフを作成した。また、比較のため平行平板型電離箱線量計を用い、同条件で標準計測法12に従い、PDDの作成を行った (Fig.2)。
- 10 MVX線(照射野10 cm×10 cm)、200 MU、測定深10 g/cm²とし、他は①と同条件で測定を10回繰り返し、照射中の発光光子数を積算しグラフを作成した (Fig.3)。
- 10 MVX線(照射野10 cm×10 cm)、測定深10 g/cm²、MU値を10,50,100,200,400,600,800 MUと変化させ、他は①と同条件で測定を行い、照射中の発光光子数を積算しグラフを作成した (Fig.4)。
- 10 MVX線(照射野10 cm×10 cm)、200 MU、測定深10 g/cm²、線量率を100,200,300,400,500,600 MU/minと変化させ、他は①と同条件で測定を行い、照射中の発光光子数を積算しグラフを作成した (Fig.5)。

【結果・考察】

Fig.1は検討項目1の10 MVX線(照射野10 cm×10 cm)において、線量最大深での発光光子数の様子をサンプリングタイム100 msecで示したものである。X線ビームの立ち上がりや、立ち下りの様子が正確にかつリアルタイムに検出されており、照射時間が実測可能(6.05 sec)である。また、人工ルビー線量計はサンプリングタイムをnsecオーダーまで細かくすることができ、パルス形状がより詳細に把握できる。

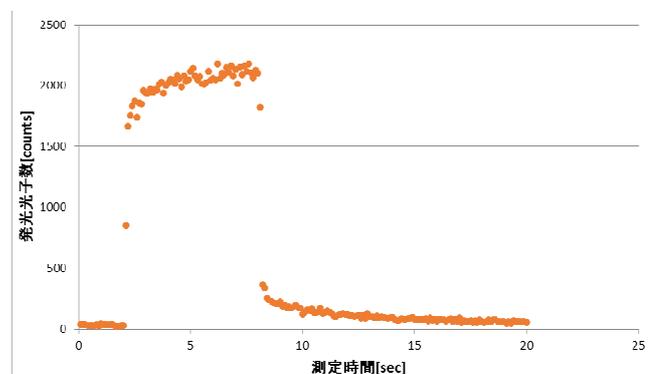


Fig.1 線量最大深における発光光子数の変化

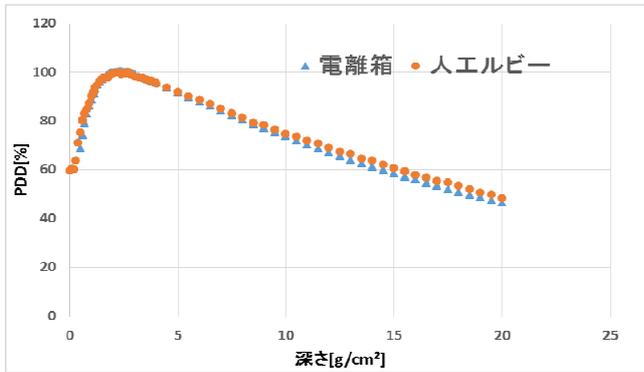


Fig.2 PDD

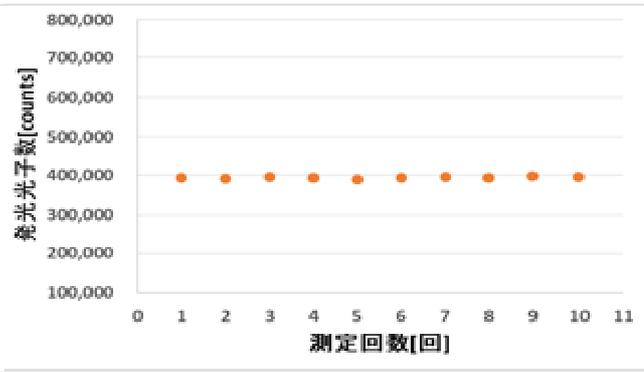


Fig.3 再現性

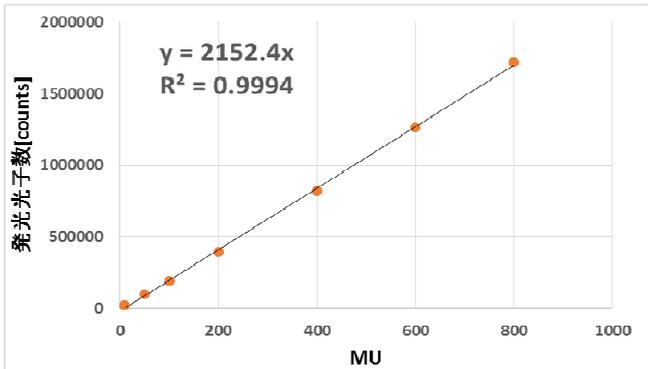


Fig.4 MU 直線性

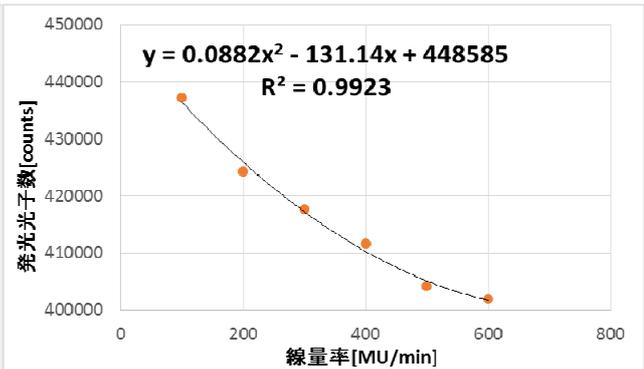


Fig.5 線量率依存性

- 1.PDDの作成では、人工ルビー線量計と平行平板型電離箱との間に線量最大深(2.3 cm)の差はほとんど見られず、両者で近似したPDDが得られたが多少のデータの揺らぎが見られた。これは電離箱専用の固定器具に人工ルビー線量計を無理やり固定して使用したため深さを変える際に光ファイバーの動きが悪くなったことが考えられる。また、人工ルビー線量計は方向依存性がないためあらゆる方向からの散乱線を検出し、深部でのPDDが上昇したと考える。
- 2.再現性は変動率±0.67%と良好であった。
- 3.直線性はR²値が0.9994となりMU値との間に優位な位相関係が得られた。
- 4.線量率依存性では線量率が高くなると測定値が減少する傾向が見られ、変動率は±2.91%であった。これは、人工ルビーに残光特性があり高線量率での線量変化をとらえきれずカウントが低下したものと考える。そのため、高線量率に対する補正方法等の検討が必要である。

【おわりに】

人工ルビー線量計が放射線治療領域の高エネルギーX線において応答を示すことを確認できた。また、4つの検討項目についての特性も把握できた。その結果、本システムの放射線治療領域に対する有用性が確認され、今後より詳細な検討を実施する予定である。

本研究の最終目標としては、多数点でのリアルタイムな局所照射線量測定を実施することで、放射線治療の更なる安全性を高めることにある。その第一段階として、今回のような検証を行ったが、今後、多数点で測定できるよう更なる使用条件・方法の確立をしていかなければならないと考えている。さらに、現在把握できていない、人工ルビーの大きさ、高線量によるルビーや光ファイバー、被覆材の劣化、人工ルビー線量計による線量分布への影響などの問題も今後検討する必要があると考えている。

本研究データの取得にご協力いただいた、みやぎ県南中核病院の渡邊暁様に感謝いたします。