

人工ダイヤモンド検出器の基礎物理特性の検討

秋田大学医学部附属病院 中央放射線部 ○柳本 一貴(Yanagimoto kazuki)
渡辺 涼太 泉 未来 斎藤 智彦 照井 正信

【目的】

定位放射線治療などの高精度放射線治療では、小照射野、線量勾配に応じた線量測定が必要とされる。人工ダイヤモンド検出器であるmicroDiamond(PTW社製 T60019)は、有感体積が 0.004 mm^3 と高分解能であり、高精度放射線治療におけるビームプロファイルや線量測定などへの使用に期待される。そこで、本研究ではmicroDiamondの基礎的物性について検討する。

【方法】

深部量百分率(PDD)、出力係数(OPF)、線量率依存性の測定を行った(Table 1)。治療装置はTrueBeam-STx (Varian社製)を使用した。

1.PDD

エネルギー10 MV X線(以下、10 X)、線量率300 MU/min.とし、照射野1 cmから20 cmまで測定を行った。照射野1 cmと10 cmのPDDの値をPinPoint 3D(PTW社製 T31016以下、3D)とsemiflex(PTW社製 T31010 以下、SF)比較した。

2.OPF

エネルギー10 X、線量率600 MU/min.、深さ10 cmとした。測定時間を30秒一定とし、照射野1 cmから40 cmまで測定した。4 cm以上の照射野では、Farmer(PTW社製 T30013)と比較し、4 cmより小さい照射野では3Dと比較した。また、SFとも比較をした。

3.線量率依存性

線量率を5 MU/min.から2400 MU/min.の範囲とし、エネルギー4 X、6 X、10 X、6 XFFF(Flattening Filter Free)、10 XFFFを測定した。

Table 1 検出器の仕様と検討項目

Detectors	Type No.	仕様			検討項目		
		有感体積(mm^3)	半径(mm)	Direction	PDD	OPF	線量率
microDiamond	60019	0.004	1.1	axial	○	○	○
PinPoint 3D ionization chamber	31016	16	1.45	radial	○	○	
SemiFlex ionization chamber	31010	125	2.75	radial	○	○	
Farmer ionization chamber	30013	600	3.05	radial		○	

【結果】

1.PDDの測定

照射野1 cm、10 cm共にmicroDiamondは3Dと同様の傾向を示した(Fig.1)。SFとの比較では照射野10 cmでは同様の傾向を示したが、1 cmではmicroDiamondの方が低い値を示した。

2.OPFの測定

4 cm以上の照射野では、Farmerと比較すると同様の傾向を示したが、照射野が大きくなると差分が少し大きくなった。また、4 cmより小さい照射野では3Dと比較すると、同様の傾向を示した。SFとの比較では小照射野で

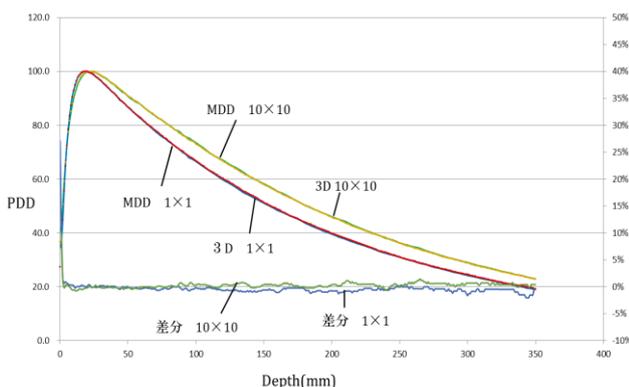


Fig.1 microDiamondとPinpoint3DのPDDの比較

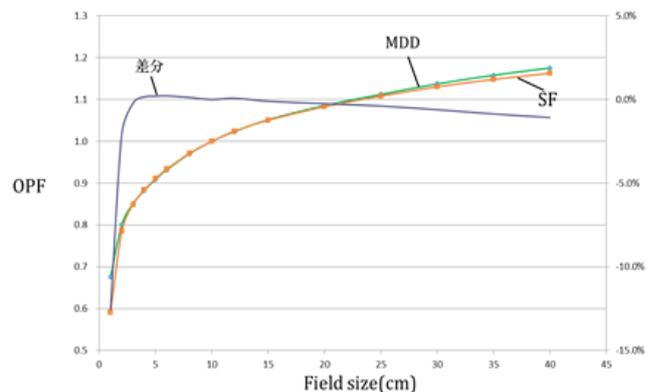


Fig.2 microDiamondとSemiFlexのOPFの比較

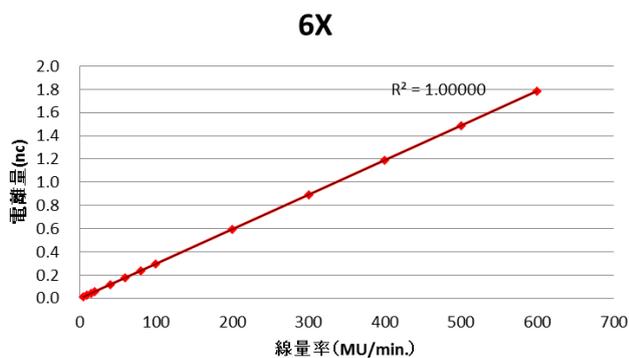


Fig.3 線量率依存 6X

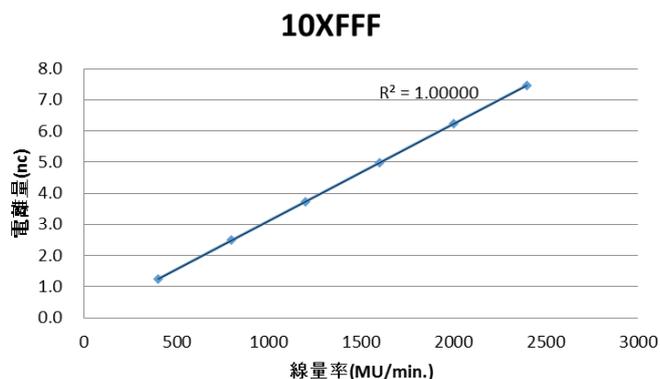


Fig.4 線量率依存 10XFFF

は差分が大きくなったが、その他の部分では同様の傾向を示した(Fig.2)。こちらもFarmerと同様に照射野が大きくなると少し差分が大きくなった。

3.線量率依存性

全てのエネルギーで比例関係の相関が得られた(Fig.3、Fig.4)。

【考察】

1.PDDについて

MicroDiamondは線量勾配が急峻なところでも緩やかなところでも従来の電離箱線量計と同等の結果が得られ、線量勾配に応じた線量測定が可能であることがいえる。

2.OPFについて

メーカーが推奨している各線量計の使用可能な照射野サイズはFarmerで5 cmから40 cm、SFで3 cmから30 cm、3Dで2 cmから30 cmとなっている。これを踏まえてOPFの測定値を比較すると、4 cm以上ではFarmer、SFと同様の傾向を示した。照射野が大きくなるにつれてFarmer、SFとの差分が大きくなっているのは、microDiamondのケーブル部分が照射野内に入ってしまうことによって生じた、ケーブル効果の影響と考えられる。

3Dと比較した4 cmより小さい照射野では、照射野1 cmのときにmicroDiamondより低い値になり、差分も大きくなっている。これは、SFの電離空洞の大きさより照射野が小さくなり、側方電子平衡が成立していないため、電離箱で検出される二次電子が少なくなり、過小評価しているためと考えられる。しかしながら、3Dとほぼ同様の傾向を示していることから、小照射野から大照射野の測定が可能であるといえる。

3.線量率依存性について

どのエネルギーにおいても比例の相関が得られ線量率依存はないと考えられる。

【まとめ】

本研究でmicroDiamondの基礎物理特性について検討し、その有用性を確認することができた。

【参考文献・図書】

- 1) 外部放射線治療における水吸収線量の標準測定法、244-266. 医学物理学会、2012.