

2015 年度 博士前期課程学位論文要旨

学位論文題名

X 線小照射野の線量分布計測のための半導体検出器に関する研究

学位の種類： 修士 (放射線学)

首都大学東京大学院

人間健康科学研究科 博士前期課程 人間健康科学専攻 放射線科学域

学修番号 14897614

氏名： 菅原 崇

(指導教員名：齋藤 秀敏)

定位放射線治療では、通常の放射線治療よりもより小さい照射野が利用される。このような X 線小照射野は装置によりビーム特性が異なり、その利用には精密な線量分布計測が必要となる。しかし定位放射線治療に用いられる X 線小照射野の線量分布計測では、いくつかの不確かさを考慮する必要がある。不確かさの要因としては、照射野サイズに対する検出器サイズの影響、照射野サイズおよび深さによる光子および電子のエネルギースペクトルの変化による検出器のエネルギー特性の変化があげられる。

これらの不確かさの要因に関する報告はいくつかあるが、リニアックにコーン形コリメータを設置し、X 線小照射野を形成して定位放射線治療を行っている施設は少なく、そのエネルギースペクトルの変化や平均制限質量衝突阻止能比に関する報告は見られない。また、電離箱線量計を対象とし、X 線小照射野における空気に対する水の平均制限質量衝突阻止能比を示した報告はいくつかあるものの、半導体検出器を対象とした、シリコンに対する水の平均制限質量衝突阻止能比を示した報告は少ない。

本研究では、リニアックにコーン形コリメータを設置することで形成された X 線小照射野の特性を明らかにし、半導体検出器による線量分布計測の妥当性を明らかにするため、以下のことを行った。

はじめに、半導体検出器による線量分布計測のエネルギー依存性を明らかにするため、電離箱線量計および半導体検出器を用い、組織ファントム線量比 (TPR) の計測を行った。また、検出器サイズの線量分布計測への影響を明らかにするため、電離箱線量計、半導体検出器、ラジオクロミックフィルムを用い、軸外線量比 (OAR) の計測を行った。次にエネルギースペクトル、平均制限質量衝突阻止能比の計算のため、Monte Carlo シミュレーションによるリニアックからの X 線のシミュレーション体系の構築を行った。また実験で使用したリニアックからの X 線を正確に再現するため、シミュレーションパラメータの最適化を行った。

そして X 線小照射野における照射野サイズおよび水中深さによる光子および電子のエネルギースペクトルの変化を明らかにするため、Monte Carlo シミュレーションによりエネルギースペクトルの計算を行った。最後に、半導体検出器に関するエネルギー特性を明らかにするため、Monte Carlo シミュレーションにより、シリコンに対する水の平均制限質量衝突阻止能比の計算を行った。

計測および Monte Carlo シミュレーションにより、リニアックにコーン形コリメータを設置し形成した X 線小照射野の線量分布計測における半導体検出器のエネルギー特性は照射野サイズにより変化するものの、その変化は小さいことを示した。またこの X 線小照射野の線量分布計測における半導体検出器の空間分解能はフィルムと同等であることを示した。これらの結果から X 線小照射野の線量分布計測において、半導体検出器は適切な検出器であり、特にエネルギー依存性に関する補正なしに使用できることを示した。