

論文審査の結果の要旨

博士の専攻分野の名称	博士( 医学 )	氏名	恒田 雅人
学位授与の条件	学位規則第4条第①、2項該当		
論文題目			
<p>A novel verification method using a plastic scintillator imaging system for assessment of gantry sag in radiotherapy</p> <p>(プラスチックシンチレータとCCDカメラを用いた新規ビーム照射位置計測システムの開発 -ガントリサグの定量評価) -</p>			
論文審査担当者			
主査	教授 保田 浩志	印	
審査委員	教授 松浦 伸也		
審査委員	准教授 馬場 康貴		
〔論文審査の結果の要旨〕			
<p>汎用型直線加速器（LINAC）を用いた強度変調放射線治療や体幹部定位放射線治療といった高精度放射線治療の実施において、ビーム照射位置精度が重要となる。また、LINAC 以外にも CyberKnife や Vero4DRT といった照射方向を変化させ腫瘍を追尾して照射を行う特殊な放射線治療装置もある。これらの治療は、腫瘍への線量集中性に優れる反面、線量やビームの照射位置といった多くの品質管理項目について高い精度でその品質を保証する必要がある。</p> <p>本研究では、ビーム照射位置の検証に対して、新たなビーム照射位置計測システムを開発し、これを用いて、LINAC がガントリヘッド内にある Jaws や Multi-leaf collimators といった遮蔽体の自重によってたわむ、Sagging Angle（たわみ角度）の定量評価と3次元空間におけるビーム照射軸（3次元ビーム照射軸）の計測を試みた。この評価・計測は、現在臨床現場で実施されている品質管理手法では不可能なものである。また、計測した3次元ビーム照射軸の情報から、現在の評価指標を算出可能であるか検討した。</p> <p>まず、ビーム照射位置計測システムの設計と開発を行った。このシステムは、放射線照射により可視光を生成する円柱型のプラスチックシンチレータ（円柱型PS）と円柱型PS内で生じた可視光の円柱側面からの計測を可能にするための円錐台形ミラー、冷却式CCDカメラで構成した。円柱型PSとCCDカメラで構成してい</p>			

ることから、放射線計測位置分解能及び計測時間応答性が高い。本研究では、上記システムを用いて、以下2つの実験を行った。

本システムの特徴の1つとして、円柱型PS側面に対して照射したビームの角度情報を取得できる特徴がある。実験1では、円柱型PSに対して照射したビームの斜入角度の計測精度を評価した。広島大学病院のLINACを用いて、システムの検出器部分である円柱型PSに対して6MV-X線を照射した。その際の照射角度と測定画像より算出した計測角度との関係性を確認した。また、計測角度と照射角度の差分を取り、その傾向と頻度分布を評価した。次に、実験2ではシステムの実用化に向けてたわみ角度の定量評価、かつ3次元ビーム照射軸を描出できるか検討した。また、現在の評価指標を従来法と本手法で算出し、その結果を比較した。

本研究の結果は以下のようにまとめられる。まず、構築したシステムを用いて、円柱型PSで生じた可視光を計測することが可能となった。実験1において計測角度を算出した結果、系統誤差が確認され、これに対して補正が必要だということが確認された。また、円柱型PSの中心をビームが通る場合、本システムを用いた計測角度の算出はできないと判断された。これは、ビームの入射位置と射出位置が明瞭に描出できないためと考えられた。照射角度と補正後の計測角度は線形の関係にあることが確認された。照射角度と計測角度の差分値の頻度分布より、計測角度の算出精度は、平均と標準偏差でそれぞれ0.012と0.078度であり、たわみ角度を評価可能であると判断された。次に、実験2において本システムを用いて測定したたわみ角度は、ガントリ角度0、180CW、180CCW度において、それぞれ-0.31、0.39、0.38度であった。また、現在の評価指標であるAxial平面の2D radiation isocenterの算出結果は、従来法と本手法でそれぞれ0.464 mmと0.470 mmであり、同等の精度であることが確認された。本システムを用いることで円柱型PS内部に照射されたビームの3次元可視化が可能となり、その結果従来法では評価不能であった3次元ビーム照射軸の計測ができることが確認された。

以上の結果から、本研究で開発されたシステムは、高精度放射線治療のさらなる高品質化のための画期的な品質管理手法として、将来の臨床応用が期待される。また、高い独創性に基づいて得られたこれらの知見は、今後の医学物理分野の進歩に貢献する内容であり、高く評価できる。よって審査委員会委員全員は、本論文が著者に博士（医学）の学位を授与するに十分な価値あるものと認めた。

最終試験の結果の要旨

博士の専攻分野の名称	博士（ 医学 ）	氏名	恒田 雅人
学位授与の条件	学位規則第4条第①、2項該当		
論文題目			
<p>A novel verification method using a plastic scintillator imaging system for assessment of gantry sag in radiotherapy</p> <p>（プラスチックシンチレータと CCD カメラを用いた新規ビーム照射位置計測システムの開発 -ガントリサグの定量評価） -</p>			
最終試験担当者			
主 査	教授 保田 浩志	印	
審査委員	教授 松浦 伸也		
審査委員	准教授 馬場 康貴		
〔最終試験の結果の要旨〕			
判 定 合 格			
<p>上記3名の審査委員会委員全員が出席のうえ、平成30年8月2日の第75回広島大学研究科発表会（医学）及び平成30年8月3日本委員会において最終試験を行い、主として次の試問を行った。</p>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1 たわみ角度の測定結果を装置側に反映できないか？</li> <li>2 今回作成したシステムの構造について</li> <li>3 なぜたわみ角度が左右対称にならないのか？</li> <li>4 たわみ角度の測定結果を治療計画に取り込んだ臨床応用可能か？</li> <li>5 本研究の四次元線量分布再構成への応用について</li> <li>6 ガントリのたわみ角度と測定される計測角度との違いについて</li> <li>7 本測定システムのセットアップ精度と再現性について</li> </ol>			
<p>これらに対して極めて適切な解答をなし、本委員会が本人の学位申請論文の内容及び関係事項に関する本人の学識について試験した結果、全員一致していずれも学位を授与するに必要な学識を有するものと認めた。</p>			

