

論文の内容の要旨

論文題目 コーンビーム CT を用いた 4 次元治療精度検証と
その画質改善に関する研究

木田智士

本研究において、CBCT (Cone beam computed tomography) を用いた 4 次元照射精度検証システムの開発と kV CBCT (kilo-voltage cone beam computed tomography) の画質改善に取り組んだ。前者の目的を達成する為に、画像を用いた呼吸信号取得法 (NCC-IBPR: Normalized cross correlation-image based phase recognition) の開発と、それを用いた治療中の 4 次元 CBCT (4D kV-CBCT (4 dimensional kilo-voltage cone beam computed tomography) と 4D VMAT-CBCT (4 dimensional volumetric modulated arc therapy-cone beam computed tomography) の開発を行った。この治療中 4D kV-CBCT と 4D VMAT-CBCT を合わせて用いることにより、治療中における位相ごとの、照射野と腫瘍の相対的な位置確認、すなわち、治療中の 4 次元照射精度の検証を実現した。この技術により、照射マージンの適切な設定や、照射野の縮小 (調節) が可能となり、正常組織への被ばく量の低減に寄与すると考えられる。

また、後者の目的を達成するために、散乱成分の実測と、解析的な散乱シミュレーションを相補的に組み合わせることによる、逐次最適化散乱補正アルゴリズムを構築した。再構成法には、検出光子数が少ない場合でも雑音の影響を抑えた画質を得られる統計的逐次近似法 (Convex 法) を用いた。このような散乱補正と逐次近似再構成法を組み合わせた手法により、散乱線や統計雑音によるアーチファクトを除去し、線量計算への利用可能性が示唆される kV CBCT 画像の画質改善に成功した。本研究では、方法論の構築とファントムによる定量解析に留まったが、今後、患者の kV CBCT に対して応用する予定である。kV CBCT 画像の画質改善は、kV CBCT の画素値の電子密度への変換を可能にし、その結果、kV CBCT を用いた線量計算が可能となる。さらに、kV CBCT を用いて治療直前に撮影された患者体内の解剖学的な変化を考慮し、患者が治療寝台の上でセットアップされている状態で、kV CBCT を用いて再度治療計画を行い、患者ごとにリアルタイムに治療計画を変更、最適化していく適応型放射線治療 (ART: Adaptive radiation therapy) の実現において、本研究の内容は大きく貢献すると期待される。