

Title	Gemstone spectral imaging : determination of CT to ED conversion curves for radiotherapy treatment planning
Author(s)	八木, 雅史
Citation	大阪大学, 2014, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/34338
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

論文内容の要旨

Synopsis of Thesis

[論文題名: Thesis Title]

Gemstone spectral imaging: determination of CT to ED conversion curves for radiotherapy treatment planning (ジェムストーンスペクトル画像を用いたCT値-電子密度変換テーブルの決定)

専攻名 : 内科系臨床医学
Division

学位申請者 : 八木 雅史
Name

[目的(Purpose)]

現行の放射線治療計画では、多色X線CT画像から取得されたCT値からCT値-電子密度変換曲線が作成され、この変換曲線を基に吸収線量分布が計算されている。多色X線によるCT画像は物質を通過する際、X線エネルギースペクトルが高エネルギー側へ移動する線質硬化現象のために、ビームハードニングアーチファクトが発生する。これにより多色X線CT画像のCT値に大きな誤差が生じる。一方単色X線画像におけるCT値は、X線エネルギースペクトルが単一であるため、物質透過の際にX線エネルギースペクトルの変化の影響を受けず、多色X線画像における値よりも正確である。放射線治療計画におけるより正確な吸収線量分布計算のために、単色X線画像が使用できる可能性がある。これまでシンクロトロンといった大規模な装置を用いなければ単色X線を得ることはできなかった。近年、二つの異なるX線エネルギーを用いてCT画像を取得するデュアルエネルギーCT装置が臨床に導入され、大規模な装置を用いることなく、任意の単色X線エネルギーを持つ仮想単色X線CT画像を作成することができるようになった。本研究では異なる仮想単色X線画像におけるCT値の物理的評価をした後、CT値-電子密度変換曲線を決定し放射線治療計画への利用の可能性について考察した。

[方法ならびに成績(Methods/Results)]

デュアルエネルギーCT装置であるDiscovery CT750 HD (GE Healthcare)を用いて、人体を構成する物質を模擬したtissue characterization phantom (Gammex)を撮影した。逐次近似法 (ASiR: Adaptive Statistical Iterative Reconstruction)を用いて再構成を行った仮想単色X線CT画像 (60 keV, 80 keV, 100 keV, 140 keV)において、ImageJ (National Institutes of Health)を用いて、CT値の物理特性 (再現性、精度)を解析した。CT値の再現性は短期 (~1日)及び長期 (~1ヶ月)における複数回のCT値の測定結果の標準偏差を用いて評価した。CT値の精度は測定値と理論値との差分を計算することにより評価した。仮想単色X線画像のCT値の理論値はXCOM (National Institutes of Standards and Technology)を参照して計算した。各単色X線CT画像において、各物質のCT値 (測定値)を電子密度 (既知)に対してプロットすることによりCT値-電子密度変換曲線を決定した。短期並びに長期における仮想単色X線画像のCT値の変動は、本研究で調べた単色X線エネルギー領域に対し、放射線治療において放射線治療計画に要求される精度 (~3%)の許容範囲内に収まっており安定していた。仮想単色X線画像上のCT値と理論値との差は、使用する単色X線エネルギーが高くなるにつれて小さくなった。しかし単色X線エネルギーの低い領域では、軟部組織等価物質において、理論値との間に吸収線量計算に誤差を与えるような大きな差 (>20 HU)が見られた。仮想単色X線画像から取得したCT値-電子密度変換曲線は、仮想単色X線のエネルギーが高くなるにつれて、コンプトン効果を反映して双直線から直線に近づいた。

[総括(Conclusion)]

仮想単色X線等価CT画像を用いた放射線治療計画のために、CT値の物理的評価を行った後、CT値-電子密度変換曲線の決定を行った。デュアルエネルギーCTから取得した仮想単色X線画像を、放射線治療計画における線量計算に用いることができる可能性が示唆された。

論文審査の結果の要旨及び担当者

(申請者氏名) 八木 雅史

	(職)	氏 名
論文審査担当者	主 査 大阪大学教授	小川 和彦
	副 査 大阪大学教授	畑 澤 順
	副 査 大阪大学教授	猪 原 秀典

論文審査の結果の要旨

現行の放射線治療計画では、多色X線CT画像から取得されたCT値からCT値－電子密度変換曲線が作成され、この変換曲線を基に吸収線量分布が計算されるため正確なCT値が要求される。多色X線CT画像では、偽像が発生するためにCT値に大きな誤差が生じるが、単色X線CT画像では偽像が発生しないため正確なCT値が得られる。近年、二つの異なるX線エネルギーを用いてCT画像を取得するデュアルエネルギーCT装置が開発され、大型装置を用いることなく単色X線CT画像を作成することが可能になった。本研究ではデュアルエネルギーCT装置より取得した単色X線CT画像におけるCT値の正確さについて評価をした後、CT値－電子密度変換曲線を決定し、放射線治療計画への利用について考察した。研究の着想と計画の立案、データの測定、解析及び解釈、論文作成を主体的に行ったこと、並びに世界に先駆けてデュアルエネルギーCTの放射線治療への利用についての報告したことは博士の学位授与に値する。