

(西暦) 2022 年度 博士前期課程学位論文要旨

学位論文題名 (注: 学位論文題名が英語の場合は和訳をつけること)

非線形な画質特性を有する CT 画像の面内および体軸方向に対する空間分解能評価用
ファントムの開発

学位の種類: 修士 (放射線学)

東京都立大学大学院

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: 21897719

氏名: 宮前 裕太

(指導教員名: 根岸 徹)

超高精細 CT は面内および体軸方向ともに優れた空間分解能を有している。しかし、CT 画像のピクセルサイズが小さくなったことで、表現可能な周波数帯域が拡大し、画像ノイズが増加するため、撮影線量が増加する傾向にあると報告されている。近年では、新しい画像再構成法として **deep learning-based reconstruction (DLR)** が開発され、画質改善や撮影線量の低減に関する報告が多数みられるようになった。しかし、それらの研究は面内における画質評価のみであり、体軸方向の評価は行われていない。

DLR は、コントラストや撮影線量によって画像処理が変化する「非線形挙動」の特性を有することが報告されている。しかし、非線形挙動の特性を有する CT 画像の体軸方向特性を評価するためのファントムは現在存在せず、面内の画質評価のみで撮影線量が決定されている。撮影条件の最適化を行う上で、体軸方向の評価が行われていないことは、思わぬ画質の劣化を引き起こしている可能性があると考えた。

本研究では、面内および体軸方向の空間分解能を効率よく測定可能なファントムを開発し、DLR を用いた超高精細 CT 画像の画質特性について評価することを目的とした。なお、評価項目は、面内における空間分解能とノイズ特性、および、体軸方向における空間分解能とノイズ特性とした。また、DLR の画質特性を、**filtered back projection (FBP)** と **hybrid iterative reconstruction (HIR)** と比較した。

作成した空間分解能評価用ファントムは、面内および体軸方向に対して **liner edge** 法による **task transfer function (TTF)** を測定可能とした。背景とのコントラストが $\Delta 300$ HU と $\Delta 30$ HU となる 2 種類のブロックエッジを作成し、コントラストによる空間分解能への影響を評価可能とした。本研究では、空間分解能の評価として、それぞれのブロックエッジに対する TTF を測定した。加えて、ノイズ特性の評価として、ファントム内の均一な領域において **radial frequency** 法を用いて **noise power spectrum (NPS)** を測定した。撮影線量は 3 種類の **volume CT dose index (CTDI_{vol})** を設定し、撮影線量による空間分解能とノイズ特性への影響も評価した。

本研究により、DLR の体軸方向における空間分解能がコントラストと撮影線量の影響を受けることが明らかとなった。とくに、低コントラストを対象とした場合や、撮影線量を低減した場合において、面内のみでなく体軸方向の空間分解能も劣化した。また、DLR は HIR より面内および体軸方向の画像ノイズをより低減させるが、**Body** や **Body Sharp** などの再構成パラメータによってもノイズ低減効果が異なっていることが明らかとなった。撮影条件の最適化を行う上で体軸方向の評価も重要な要素であることが示された。また、本研究で開発したファントムを使用することによって、空間分解能評価のためのデータ収集を半分にすることが可能となり、タスクベースによる空間分解能評価の煩雑さを大幅に軽減する。