

氏名(国籍)	李 美 花 (中 国)
学位の種類	博 士 (工 学)
学位記番号	博 甲 第 3427 号
学位授与年月日	平成 16 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審査研究科	工学研究科
学位論文題目	非線形計画問題の双対性を用いた CT 画像再構成に関する研究

主査	筑波大学教授	工学博士	平 井 有 三
副査	筑波大学教授	工学博士	根 本 承次郎
副査	筑波大学教授	博士(工学)	福 井 幸 男
副査	筑波大学教授	工学博士	椎 名 毅
副査	筑波大学助教授	工学博士	工 藤 博 幸

### 論 文 の 内 容 の 要 旨

実用的な CT (コンピュータ・トモグラフィー) 装置に用いられている画像再構成法としては解析的手法が主流であるが、解析的手法では測定方向数が制限された少数方向投影データや統計雑音を多く含む投影データから高品質の CT 画像を得ることは困難である。そこで、これらの問題点を解決するため逐次近似法に基づく画像再構成法が研究されている。逐次近似法に基づく画像再構成は、再構成画像の良さを評価する評価関数を設定しそれを様々な反復法を用いて最小化することにより行われるが、『真の解への収束が保証されない』、『収束が遅く膨大な計算量を必要とする』などの問題点がある手法も多いのが現状である。本論文では、非線形計画問題の双対性と呼ばれるこの分野で新しい概念に着目し、少数方向投影データや統計雑音を含む投影データから高品質の CT 画像を再構成する逐次近似法を提案している。そして、具体的な応用分野として、『アンジオグラフィーや小動物用マイクロ CT における少数方向投影データからの 3 次元血管画像再構成』と『統計的手法による PET 画像再構成』をとりあげ、非線形計画問題の双対性に基づき構築した画像再構成法が、再構成画像の品質と計算量の両方の点で優れた特性を持つことを示している。

第 1 章は序論であり、本論文の背景と目的について述べている。第 2 章では、以降で逐次近似法に基づく CT 画像再構成法を構成するための基礎となる非線形計画問題の双対性について述べ、評価関数が一般の場合の逐次近似法を導出している。第 3 章では、本論文で対象とする CT 装置や既存の逐次近似法に基づく CT 画像再構成法について述べている。第 4 章では、アンジオグラフィーや小動物用マイクロ CT における少数方向投影データからの 3 次元血管画像再構成問題に対して、第 2 章の数学的枠組みに基づいて逐次近似法を導出している。具体的に 3 種類の手法が提案されており、手法 1 と手法 2 では血管画像が疎物体であることに基づいて評価関数を構成し、手法 3 では手法 1 と手法 2 の評価関数に血管画像の滑らかさを加えて評価関数を構成している。第 5 章では、PET (ポジトロン CT) を対象とした統計的手法による CT 画像再構成問題に対して、第 2 章の数学的枠組みに基づいて逐次近似法を導出している。具体的には、評価関数を統計雑音の性質を考慮した最ゆう推定や事後確率最大推定に基づいて構成し、これを最小化する逐次近似法を第 2 章の数学的枠組みに基づいて導出している。第 6 章は本論文のまとめである。

## 審査の結果の要旨

本論文は、非線形計画問題の双対性という CT 画像再構成の分野で独創的な新しい概念に着目し、少数方向投影データや統計雑音を含む投影データから高品質な CT 画像を再構成する逐次近似法の提案を行ったもので、得られた画像再構成法がきわめて優れた特性を持つことも詳細な実験により示されている。したがって、研究の着目点、新規性、有効性、実用性のどれをとってもトップレベルであり、博士（工学）の学位を受けるにふさわしい優れた論文と評価する。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。