

様式(7)

報告番号	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 40px; height: 20px; display: inline-block; text-align: center; margin-bottom: 5px;">甲 保</div> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;">第 41 号</div> 乙 保
論文内容要旨	
氏 名	木村 雅司
題 目	Tomographic Inverse Problem with Estimating Missing Projections (欠損した投影の推定を伴う断層逆問題)
<p>コンピュータ断層 (CT) 撮影の画像再構成は、一般に逆問題として考えることができる。すなわち、測定された投影と既知の投影作用素から再構成画像の画素値を求める問題である。X線CTでは、検出器で測定された投影の一部が不正確であったり、欠損したりすることで、金属アーチファクトやリングアーチファクトなどが生じ、これらは画像の品質を著しく劣化させることがある。これらのアーチファクトを削減するために、信頼性の低い投影を周りの投影や数学モデルを用いて補間してから再構成を行う方法がよく知られている。金属アーチファクトを削減する別の方法には、金属部分を推定し、補正した再構成画像の再投影を用いて、アーチファクトの原因となる投影を補正する方法がある。</p> <p>本論文では、画像再構成と再投影を順行的に行うのではなく、再構成画像の画素値と共に信頼性の低い投影の一部も同時に未知変数に含めた連立非線形微分方程式系を最適化原理に基づき構成する原理を提案している。微分方程式系の初期値問題を解くことにより、再構成画像と一部の投影が同時に得られる新しい方法である。さらに、信頼性の低い投影を推定するダイナミクスには重み係数を導入し、画像再構成過程における投影の変化速度を調整することができる。このアイデアにより、より効果的なアーチファクトの削減が期待できる。論文において、異なるベクトル場を持つ3つの非線形微分方程式系を構成した。リアプノフの安定性定理により、最適解に対応した平衡点の安定性を各系に対して理論的に証明することに成功した。さらに、提案系の状態変数に正の初期値を与えることで解の存在と一意性に基づく解の正值性を保証している。その上で、実用に耐え得る演算時間を得るため、乗法的オイラー法による離散化逐次法も提案した。提案法の有効性を検証するため、金属アーチファクトの削減を目的とした数値実験を行った。対照法には、金属の影響を受けた信頼性の低い投影を周りの投影から線形補間を行い、画像再構成を行う線形補間法、および代数的画像再構成法を用いた。共通の設定として線形補間法と同じ投影データを用い、線形補間された投影を信頼性の低い投影データの初期値として使用した。画素数を単純化したモデルを用いて、提案系にみられる解の時間発展が意図通りの挙動を示すことを説明した。実用的な画素数のモデルを対象として再構成画像の品質と評価関数を比較したところ、提案法は、対照法に比べてアーチファクト削減効果が高いことが明らかとなり、提案法の優位性を定性的および定量的に示すことができた。</p> <p>欠損した投影を未知数として画素値と同時に解く新しいCT逆問題解法を提案し、再構成画像のアーチファクト削減に効果が認められた。実用化により診断画像の精度向上が期待でき、本研究効果が医療分野に与える効果は大きい。</p>	