

様式 (7)

報告番号	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px; display: inline-block;">甲 保</div> 第 37 号 乙 保
論文内容要旨	
氏名	立石 貴代子
題目	Continuous Analog of Accelerated OS-EM Algorithm for Computed Tomography (コンピュータ断層のための加速化OS-EMアルゴリズムに対応した連続時間系)
<p>医用コンピュータ断層 (CT) の画像再構成法としてフィルタ補正逆投影法 (変換法) と逐次画像再構成 (IIR) 法がある。IIR 法は、演算に長時間を要するが逆問題が非適切な場合において変換法よりも高い品質の画像が得られる特長がある。IIR 法には代数的再構成法 (ART)、最尤推定期待値最大化 (ML-EM) 法、ML-EM 法のブロック化法 (OS-EM 法)、乗法的 ART (MART) など多くのアルゴリズムが知られており、現在も新しい方法の開発が活発に進められている。ML-EM および OS-EM アルゴリズムは、特に、核医学分野で利用されている。この理由は、測定雑音と核の崩壊にポアソン分布を仮定した尤度関数を最大化、したがって、相互エントロピーを最小化) できる良好な性質を持つためである。反復演算による収束を加速化するため、OS-EM アルゴリズムに冪指数も導入されている。</p> <p>本論文では、CT 逆問題の解法として非線形ハイブリッド力学系の初期値問題を与え、系の数値離散により IIR アルゴリズムを構築する新しいアプローチを提案している。具体的には、数値的・一次離散が加速化 OS-EM アルゴリズムに一致する非線形ハイブリッド力学系を与える。提案系を理論的に解析し、次の成果を得た。まず、真の画像に対応した平衡点の漸近安定性を共通リアプノフ定理を用いて理論的に証明することに成功した。すなわち、CT 逆問題が適切性を満たすとき、任意の正の初期値 (画素値) から出発した解軌道は、評価関数を単調減少させながら平衡点 (真の画素値) に収束する。一般化サブセット・バランスを満たす緩い条件のもとで理想解が得られる画像再構成法を提案できたことの意義は大きい。次に、ハイブリッド力学系の部分系を記述する微分方程式の乗法的 Euler 法が OS-EM アルゴリズムに一致することを示した。さらに、離散化法に 2 次および 3 次の乗法的な Runge-Kutta 法を用いることにより、複数の新しい IIR 法を提案した。最後に、SPECT 画像診断装置から得られたサイノグラムをもとに数値実験を行い、提案したハイブリッド力学系および Runge-Kutta 法に従う IIR 法が、従来の OS-EM 法よりも品質の高い画像を再構成できることを示した。</p> <p>少ない投影数や信号雑音比の小さい測定であっても精度の高い再構成画像が得られる提案法は、医用画像再構成法への実用化によって被曝量低減が期待でき、本研究成果が医療分野に与える効果は大きい。</p>	