

## はじめに

X線CT (CT), 磁気共鳴イメージング (MRI), 陽電子放射型断層撮影 (PET), 単光子放射型断層撮影 (SPECT) では, 投影切断面定理に基づく解析的画像再構成法のフィルタ補正逆投影法 (FBP法) が用いられている. 一方, PET, SPECT では, 光子の計測がポアソン分布に従うことを考慮した統計的画像再構成法の最尤推定-期待値最大化 (ML-EM) 法, その高速演算を実現した OS-EM 法が開発された. PET, SPECT は少ない計数値に起因する統計雑音の影響を強く受けるが, ML-EM 法 (OS-EM 法) は FBP 法に比較し統計雑音を抑制することが可能であり臨床に広く用いられている. ML-EM 法を含め逐次近似画像再構成法は, 仮定した画像 (初期画像) から計算される投影 (順投影) と計測データ (投影データ) を比較し, その差を反復計算で次第に縮小し再構成画像を得る. 逐次近似画像再構成法は多くの演算時間を必要とするため, PET, SPECT に比べ大きな画像となる CT, MRI に導入されることはなかったが, コンピュータの進歩に伴い, 今日では様々な逐次近似画像再構成法が CT に普及し, MRI について研究されている.

逐次近似画像再構成法の開発経緯を辿ると, 代数的方法, 最小二乗法, 統計的方法に大別される. 代数的方法ははじめに開発された手法であるが, 圧縮センシング画像再構成の登場によって再び注目されている. 本書はこれら 3 種類の画像再構成法の基礎について, わかりやすく解説することを目的に作成した. 本書の特徴は以下の通りである.

1. 代数的方法, 統計的方法の計算過程を付属の画像表示ソフトウェア Display で繰り返し体験できる.
2. 最小二乗法による画像再構成の例として, 反復計算に勾配法, 最急降下法, 共役勾配法を用いた画像再構成プログラムを付している. そして,  $256 \times 256$  画素の画像を用い勾配法による画像再構成の過程を示している.
3. 逐次近似画像再構成法で重要な画像と投影の関係を表す係数行列 (システム行列, 投影行列, 検出確率などとも呼ばれる) の作成について詳しく解説している. また, 係数行列の画像化を第 4 章の実習に取り入れ, 画像と数値の両方から係数行列をイメージしやすくしている.
4. 画像の回転処理で順投影, 逆投影を行う代数的方法について紹介している. この方法は係数行列を用いないため, C 言語初心者にも理解しやすく, 逐次近似画像再構成法に慣れるのに役立つ.
5.  $2 \times 2$  画素の画像を例に, 代数的方法, 勾配法, 統計的方法の計算過程を詳しく示し, その C 言語プログラムを付している.

本書は断層映像研究会誌に「断層映像法の基礎」として, 2010 年 37 巻 2 号の第 31 回から 2011 年 38 巻 1 号の第 33 回, 2013 年 40 巻 1 号の第 39 回に連載した内容をもとに解説した. 断層映像研究会誌の解説は主として放射線科医師の方を対象としたものだが, 本書はそこに数式および C 言語プログラムを追加し, 保健医療系大学の学部・大学院生, 医師, 診療放射線技師, 医学物理士の方々の他, 逐次近似画像再構成に関心をお持ちの理工系学生や企業などの技術者の方々にも役立つような構成にしている. 書籍化に際し快く転載のご許可をいただいた断層映像研究会にお礼を申し上げます.

最後になりましたが, 出版に際し, 医療科学社の齋藤聖之, 小柳晶子の両氏には大変お世話になりましたことをお礼申し上げます.

2013 年 6 月

篠原広行 中世古和真  
坂口和也 橋本雄幸