

はじめに

磁気共鳴イメージング (MRI) は非侵襲的に人体の形態および機能情報を画像化し、今日の医療において重要な役割を果たしている。また、原画像のフーリエ変換を直接計測できるなど技術的観点からも他の医用イメージング装置にはない特徴を有している。MRI の理論・技術の基盤となるのはフーリエ変換である。フーリエ変換については国内外で優れた書籍が多く発刊されている。同様に、MRI についても多くの優れた書籍・解説がある。しかし、MRI を念頭にフーリエ変換の基礎をやさしく解説した書籍はこれまでなかったように思われ、このことが本書を作成する動機となった。また、著者らは断層映像研究会誌に「断層映像法の基礎」を 1999 年の第 1 回から今日まで連載させていただいており、この中で放射線科医師の方を対象に MRI とフーリエ変換を解説したことも本書の動機となっている。

本書は、著者の一人が東京都立保健科学大学および首都大学東京において、放射線学科 2 年生を対象に 2000 年から 2011 年に担当した「応用数学」の講義資料をもとに作成した。講義はフーリエ変換を中心に構成したが、これは放射線技術学を勉強していく基礎として、フーリエ変換に慣れることが不可欠との考えによるものである。学生に、フーリエ変換の勉強を通して、現象を実空間と周波数空間の 2 つの観点から捉える習慣を身に付けてほしいという希望があった。さらに、MRI、X 線コンピュータトモグラフィ (CT)、陽電子放射型コンピュータトモグラフィ (PET)、単光子放射型コンピュータトモグラフィ (SPECT) などの医用イメージングの理論や医用画像処理に、フーリエ変換が幅広く応用されていることも講義でフーリエ変換を取り上げた理由である。フーリエ変換は MRI のパルスシーケンス、画像再構成、画像処理などに密接に関係しており、フーリエ変換の知識がなければ、ラジオ波によって選択的に特定の断面を励起させるしくみを理解するのは不可能である。位相エンコード、周波数エンコードによって MR 画像が作られるしくみ、MR 画像の線形フィルタ処理、畳み込み、相関などの画像処理を理解するにも、フーリエ変換の知識が必要である。

本書は、MRI 信号の計測、2 次元フーリエ変換による画像再構成、ラジアルスキャンの画像再構成に必要なフィルタ処理などについて、豊富な図を用いやさしく解説している。2 次元フーリエ変換 MRI の理解には、 k 空間データの収集をイメージ化できることが必要であり、この目的のため、計算機シミュレーションによる位相エンコード画像、周波数エンコード画像、そしてそれらのグラフを繰り返し掲載している。このような画像とグラフを眺めながら、MRI にフーリエ変換がどのように関わっているかを読者に理解していただくようにするためである。本書は、本文や例題について計算過程を省略することなく丁寧に示しており、読み進める上で本書以外の参考書を必要としないでフーリエ変換とその性質を無理なく学習できるように工夫している。

本書は、MRI の理解を助ける目的で Excel による 1 次元フーリエ変換、2 次元フーリエ変換の計算を紹介している。Excel でフーリエ変換を実現するのに必要な関数は、SUMPRODUCT 関数と OFFSET 関数の 2 つのみである。著者らはフーリエ変換を学習する上で、手計算による例題の解答とともに、結果の画像化やグラフ表示が学習効果を高めると考えている。そこで、本書では Excel と付属の画像表示ソフトウェア display を連携させ、例題の結果の画像化やグラフ表示が可能な学習環境を実現している。実際の MR 画像をテキスト形式で Excel に表示し解剖学的構造を知ることや、Excel で作成したテキスト形式のファントムデータ、それに微分、畳み込み、相関などのフーリエ変換処理をしたデータをバイナリ形式に変換し画像として表示することが可能である。このように Excel に計算過程の数式に加え、display を利用し画像とグラフを貼り付けておけば、本書で学習した内容をノートブックの感覚で保存し必要なときにいつでも参照できる。そして、学習の進行度とともにノートブックが充実されていく楽

しみもあるかと思われる。

本書が人体内部を画像化する最先端医療技術の MRI とフーリエ変換の関わりについて、読者の学習書として役立てば幸いである。

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。

2012年9月

篠原広行

橋本雄幸