

# 6. Synthetic MRIの原理と multi-contrast撮像法の今後の展望

椋沢 宏之 GEヘルスケア・ジャパン(株)技術本部研究開発部MR研究室

画像バイオマーカーへの期待が高まる中で、コントラスト分解能の高いMRIの定量化への期待は非常に高い。MRの最も基本的な定量値である、緩和時間を計測することは、NMRの黎明期からの基本技術である。MRIの黎明期には、T1、T2緩和時間を測定することは基本撮像手法の一つであった。しかしながら、MRIが臨床装置として広まっていく中で、緩和時間計測は、臨床用アプリケーションとしては一度廃れてしまい、強調画像を使用することが標準手法となった。そのため、緩和時間計測は長らく研究用ツールであるとの認識が主流であった。これは、計測時間が非常に長かったことが大きな問題であったと考えられる。この撮像時間の問題は、Warntjesらにより、臨床的に実用的な時間での緩和時間計測手法と解析方法が開発されたことで解決を見た。この手法により、緩和時間およびプロトン密度を現実的な時間で収集することが可能となった。

本稿では、synthetic MRI撮像および解析の原理を説明した後、今後のsynthetic MRI技術の発展の展望を示す。また、synthetic MRIの位置付けを、multi-contrast撮像技術全体について俯瞰しながら、今後の発展の方向性を議論したい。

## 緩和時間計測と synthetic MRI

T1、T2値を計測するためには、spin echo法を用いて複数のecho timeで計測し、inversion recovery法で複数のinversion timeにて計測することが標準的手法であると考えられる。計測精度を保つには、計測したいT1、T2値の範囲の縦緩和、横緩和による信号強度変化を十分カバーできるecho time、inversion timeの範囲、および計測点数を最適化する必要がある。fast spin echo法による収集法をベースとして、脳組織で想定される緩和時間の範囲に対して最適化を行った計測法が、multi-dynamic multi-echo (以下、MDME)法である。MDME法は、縦緩和の計測時間(delay time)を4点、横緩和の計測時間(echo time)を2点使用し、脳組織の縦緩和と横緩和時間を効率的に計測するパルスシーケンスデザインとなっている。脳の組織で想定される緩和時間のT1、T2値であれば、精度が保たれることは報告されている。限られた測定点から緩和時間を推定しているため、脳以外の部位やファントムなど、想定している範囲を超えた緩和時間の計測にMDME法を用いると、十分な精度が出ない場合があることには注意が必要である。画像解析は、B1不均一を想定したBloch方程式に基づくT1、T2緩和のspin echo法の理論式へのモデルフィッ

ティングを行うことで、B1不均一の補正などを行い、T1、T2緩和時間、プロトン密度を推定する<sup>1)</sup>。

計測された緩和時間、プロトン密度から、spin echo法の信号強度理論式を用いて計算画像として種々の強調画像を得ることができる。これをsynthetic MRIと呼ぶ。synthetic MRIでは、1回の収集でさまざまなspin echo系の強調画像を得ることが可能である。6施設が参加した多施設研究の結果では、GE社がsynthetic MRIをMRI装置に実装した“MAGiC (MAGnetic resonance image Compilation)”法により生成された画像は、プロトン密度強調画像、STIR画像、T1強調画像、T2強調画像では従来法で収集された画像と同等であるとの報告がなされている<sup>2)</sup>。多くの強調画像を後処理として作成できるのは、synthetic MRIおよびMAGiCの大きな利点であるが、もう1つの利点として、現実的には収集が難しい画像を容易に得ることができることが挙げられる。例えば、TEを最短にしてT2コントラストを排除したT1強調画像や、プロトン密度強調画像を作成することが可能である。また、有用性があっても、撮像時間の兼ね合いで撮像の難しいdouble IRなどのコントラストを容易に臨床検査へ組み込むことが可能となる(図1)。

最新の定量マッピング法を使用すると、計測されたT1、T2値から、ミエリンの定量マップの推定や、脳のセグメンテーションを行うことができると報告さ