

1. MRI技術のCutting edge — Deep Learning ReconstructionなどAIを中心に 3) シーメンスヘルスケアにおける心臓MRIの技術動向

市場 義人 シーメンスヘルスケア(株) ダイアグノスティックイメージング事業本部MR事業部

心臓MRI (CMR) 検査は、汎用性の高い非侵襲的な画像診断法であり、心機能、形態や組織性状と包括的に評価を行うことができるツールとなっている。心血管疾患 (CVD) の有病率は年々増加傾向にあり、世界的に見ても罹患率・死亡率の高い疾患の一つとなっている。このような背景から、CMRがCVD患者の診断、治療、およびモニタリングにおいて重要な役割を担っていることは明らかである。しかし、CMRがさらに普及するためには、①長い検査時間、②多くのパルスシーケンスとパラメータ、撮像断面の設定という撮像手技の複雑さ、③心臓と呼吸による生理的な動き、という課題を解決する必要がある。

本稿では、これらの課題に対する人工知能 (AI) やそのほかのSiemens Healthineersの技術について紹介する。

■ 「myExam Cardiac Assist」による自動プランニング

日常的にCMR検査を実施する上で最も難しいと考えられる部分は、撮像位置の断面設定の煩雑さである。これまでのCMR検査では、画像の品質が撮像オペレータの経験値に依存してしまい、誤った撮像位置や撮像タイミングにより画像診断が困難となる場合があった。myExam Cardiac Assistでは、AIを用いたアルゴリズムにより撮像断面設定の

ワークフロー全体を簡便化でき、撮像プロトコールおよびワークフローを標準化することが可能になる^{1),2)}。これにより、オペレータ間での画質の差が低減され、かつ全体の検査時間の短縮にも貢献する。

■ 「BioMatrix Beat Sensor」による心拍同期撮像

CMR検査を行うには、心臓の動きの影響をなくすため心電図による同期撮像は必須である。しかし、心電図同期には、電極を取り付けるための準備時間や患者の不快感、また、不整脈による心電図異常や、磁気流体力学効果 [magneto-hydrodynamic (MHD) effect] によるT波の増強などの問題点がある。BioMatrix Beat Sensor (以下、Beat Sensor) は、pilot tone技術³⁾を基にした、既存の方法とは異なる新しいCMRの同期撮像技術である。図1のように、Beat Sensorを搭載したBioMatrix Bodyコイルを胸部に配置するだけで、心拍同期撮像の準備が完了する。その後、検査開始時にBeat Sensor専用のトレーニングスキャンを行うことで、Beat Sensorをトリガーとして認識することが可能となる。すでに、さまざまな年齢層、体格、症例においてBeat Sensorを用いた検査が実施されており、従来の心電図トリガーと比

較しても遜色のない、安定したトリガー信号が得られている。また、Beat Sensorを用いた心拍同期撮像は電位を用いていないため、既存の心電図同期撮像で問題となる皮膚との接触不良や電極配置によるトリガー不良、MHD effect (特に高磁場強度)などを回避できることが報告されている⁴⁾。特に、不整脈のある患者では、心電図異常の影響を受けやすい心電図トリガーに代わる有用な手法となる⁵⁾。

■ Deep learning reconstructionの現在と技術開発動向

Siemens Healthineersのdeep learning reconstruction技術である「Deep Resolve」は、パラレルイメージングにより生じるg-factorの影響を含めた不均一なノイズを効果的にdenoiseする「Deep Resolve Gain」と「Deep Resolve Boost」、さらに、超解像技術により低空間分解能の画像から高空間分解能な画像を再構成する「Deep Resolve Sharp」がある (図2)。これらはまずTSEシーケンスにて適用が可能で、順次適用シーケンスの拡大を進めている。また、ノイズ低減技術と超解像技術の両者を併用することが可能である。特に、Deep Resolve Boostを用いることで、パラレルイメージングファクタを4倍速という高い倍速に設定しても、良好な画質を得ることができる。TSEシーケンスにおいて高いパラレルイメージングファクタを利用できる利点は、画像1枚あたりの心拍数を減らすことができ、撮像時間の短縮につながる点である。また、1心拍あたりのデータ収集時間が短くなるようturbo factorを小さくすることで、心臓の動きによるアーチファクトを低減する設定も可能である。

心臓検査においてTSEシーケンスは、dark-blood撮像に用いられている。一般

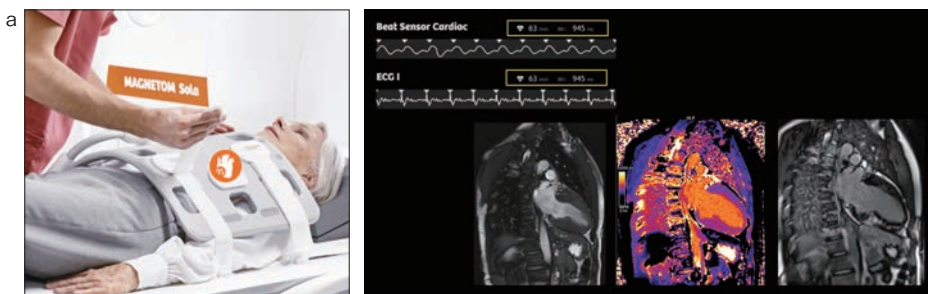


図1 Beat Sensorのセッティングと各種画像

Beat Sensorでは、心電図の準備が不要で、受信コイルを患者にセットするだけで心拍同期撮像の準備が完了する (a)。Beat Sensorにより、ECGによって得られる心拍と同様の同期信号が得られている (b 上段)。Beat Sensorを使用した心臓シネ画像、T1 map、遅延造影を示す (b 下段)。