

MY BOOK MARK

～本当に使いやすい製品がこの中に～

File No. 75

愛媛大学医学部附属病院 放射線部門

白石泰宏

はじめに

愛媛大学医学部附属病院は、愛媛県松山市に隣接する東温市に位置している。当院は、現在24の診療科、48の中央診療施設、そして644床の病床を有しており、県内で唯一の「特定機能病院」としての役割に加え、地震や津波等の災害発生時に災害医療を行う「愛媛県災害拠点病院」としても指定されている。これらの役割を果たしながら、地域医療の発展に寄与している。

当院の基本理念は、「患者から学び、患者に還元する病院」という考え方を基盤としている。この理念を具現化するために、次の3つの柱を掲げており、「愛媛県民から信頼され、愛される病院（診療）」、「患者さんの立場に立てる医療人の養成（教育）」、「愛媛で育ち、世界に羽ばたく医療の創造（研究）」である。これらの柱を通じて、地域医療の貢献に努めている。

現在、当院では3.0TのMRI装置が3台稼働しており、2024年4月にPhilips社製「MR7700 3.0T」を機器更新により導入した（図1）。この新たなMRI装置は、従来よりも高出力・高精度のグラジエントを搭載し、さらにAI技術を活用した画質の向上を実現している。これにより、診断精度のさらなる向上と新たな診療・研究の可能性を広げることが期待されている。

本稿では、新たに導入したMR7700の使用経験を基に、その特徴的な機能や臨床での有用性について詳しく紹介する。

Vega XP Gradient

MR7700に搭載されているグラジエントシステム「Vega XP Gradient」は、Philips社が現在提供している中で最高スペックのシステムである。このシステムは、最大傾斜磁場強度65mT/mと最大Slew Rate 220mT/m/msを継続的に印加する能力を持ち、

当院に導入された 「MR7700」 -新しい技術と臨床応用-



図1 当院に設置された「Philips社製 MR7700 3.0T」

非常に高い性能を発揮する。これにより、グラジエント波形を理論的な目標値に極めて近い精度で再現することが可能となった。

通常、Diffusion Weighted Imaging (DWI) やfunctional MRI (f-MRI)、さらに高分解能画像の撮像では、グラジエントスイッチングや印加回数が多いため、グラジエントにかかる負荷が大きくなる。このような場合、従来のシステムではグラジエントの発熱が増加し、Duty Cycleの効率が低下することで、撮影時間が延びる傾向があった。しかし、Vega XP Gradientでは、優れた冷却効率を備えることでグラジエントの発熱を抑え、Duty Cycleの効率を効果的に向上させている。その結果、撮影時間の短縮が可能となり、撮像の効率性が大きく改善されている。

さらに、グラジエントコイルの構造技術においても革新が図られている。特に渦電流の発生が大幅に抑制されており、これが画像品質に直接的なメリットをもたらしている。具体的には、DWIにおいて高い信号対雑音比 (SNR) が得られるだけでなく、渦電流の減少によりN/2アーチファクトの発生が軽減されている（図2）。これらの技術的進化は、より正確で高品質な画像を短時間で取得することを可能にしており、診断精度の向上や臨床応用の幅を広げることが期待されている。

Smart Speed AI

Smart Speed AIは、Philips社のCompressed SENSEプラットフォームにAI技術を組み合わせた先進的なアプリケーションである。Compressed SENSEは、Compressed Sensingの繰り返し画像再構成ループに、コイル感度情報およびリファレンスデータを活用したSENSEアルゴリズムを組み込むことで、これら二つの技術の相乗効果を発揮している。この組み合わせにより、再構成精度を高めつつ効率的な撮像を実現している。さらに、従来のデノイズ工程をAI技術に置き換えることで、ノイズを効果的に除去しつつ、画像の質を向上させることができた。

Smart Speed AIは、3D撮像や2D撮像を問わず、多くの撮像シーケンスに対応している汎用性の高い技術である。当院では、この技術を積極的にルーチン撮像に導入しており、画質を維持しながら検査時間を大幅に短縮することが可能となっている。具体的には、Compressed SENSE単独の場合と比較して、1.5倍から2.0倍以上の高速化を達成しており、患者さんの負担軽減に大いに貢献している。

特に、長時間の安静保持が難しい患者に対しては、この技術が有する短時間での撮像能力が大きな助けとなっている。十分な画質を維持しながら迅速に検査を行えるため、臨床現場において非常に有用である。また、Smart Speed AIの優れたデノイズ効果を活用することで、撮像時間を延長することなく高分解能の撮像も可能となった。このため、検査目的や患者の状態に応じた柔軟な使い分けが可能となり、臨床的な選択肢が広がっている(図3)。

Vital Eye

従来、MRI撮像において呼吸波形情報を取得するためには、患者にベルト状やパッド状のセンサーを装着し、胸郭の動きや呼吸による体表変化を測定する必要があった。一方、Vital Eyeは、ガントリーに設置された高精細カメラによる動きの検知とAI解析を組み合わせることで、非接触で正確な呼吸波形を取得する呼吸同期システムである。この技術により、事前にセンサーを準備する必要がなく、腹部

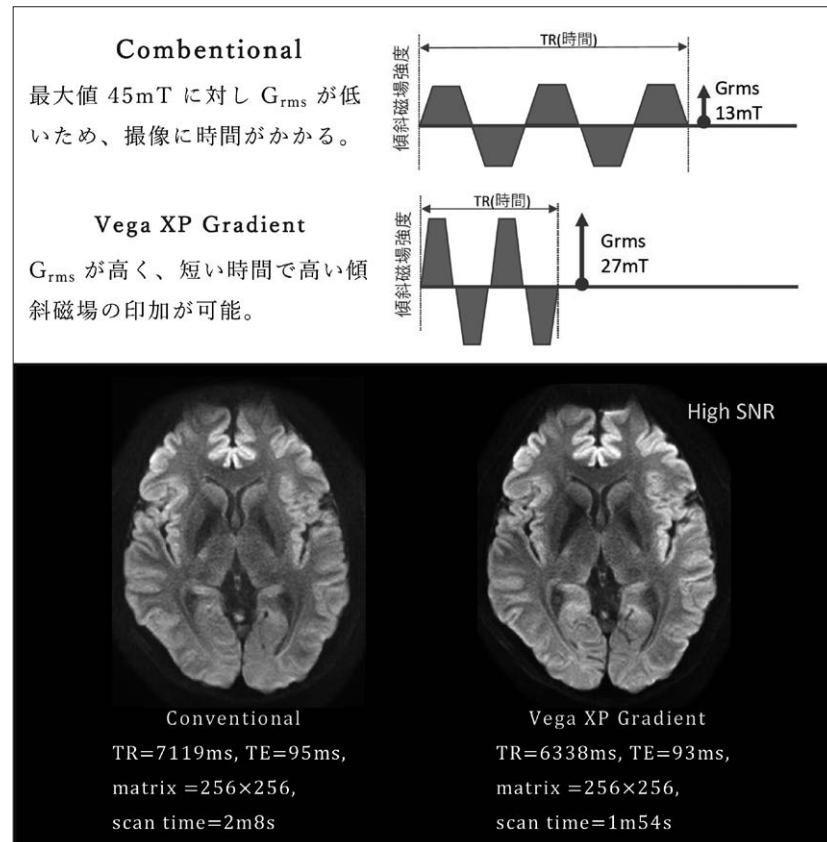


図2 Vega XP Gradient システムの高い傾斜磁場強度と、渦電流低減による高SNR 拡散強調画像(図はPhilips社 提供)

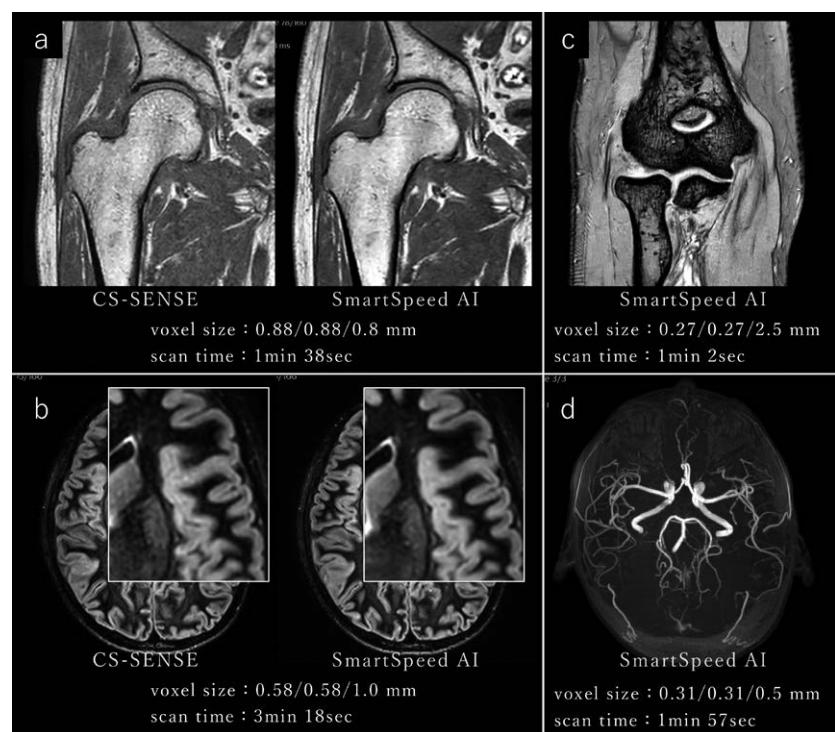


図3 Smart Speed AI Image

用コイルを装着したままでも迅速に利用可能である。

さらに、Vital Eyeは微弱な呼吸や咳などの不規則な動きにも対応し、正確な波形検知と不要な信号の除去を実現している。従来のベルトセンサーでは、痩せ型の患者において大動脈の拍動が誤検知されることもあったが、Vital Eyeはその精度の高さにより、こうした問題を解消した。これにより患者のポジショニングが簡便化され、スループットの向上にも寄与している。また、検査中に呼吸同期を急遽必要とする場合でも、即座に対応可能であり、臨床現場で大きな利便性を発揮している。

REACT (AV-TRANCE)

REACT (Relaxation-Enhanced Angiography without Contrast and Triggering) は、非造影血管撮像法であり、組織の緩和時間差を利用して非造影・非同期で広範囲の血管を描出する技術である。この方法では、mDIXON-FFEによる水・脂肪分離効果、IRパルスによる血液流入効果の向上、そしてT2prepによるT2コントラスト効果を組み合わせることで、高品質な画像を実現している。また、撮像断面に制約がなく、冠状断での広範囲撮像が可能である。

造影剤を使用しないため、腎機能障害のある患者にも適応可能であり、心電図同期を必要としないため操作も簡便でありながら、高分解能・高コントラストの画像を得られる。動静脈の分離は困難であるものの、頸部、骨盤部、四肢など多様な部位に応用でき、臨床において非常に有用である(図4)。

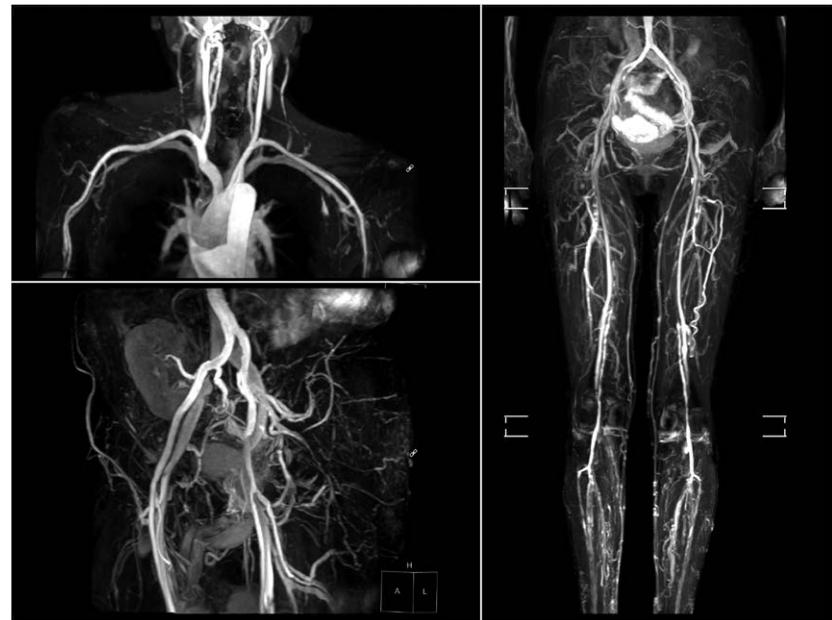


図4 REACT (AV-TRANCE) による非造影MRA撮像

REACT は非造影、非同期による撮像が可能であり、Dixon法を用いた脂肪抑制が可能のため、磁場不均一の影響を受けず、良好な脂肪抑制効果・高コントラストでの撮像が可能。

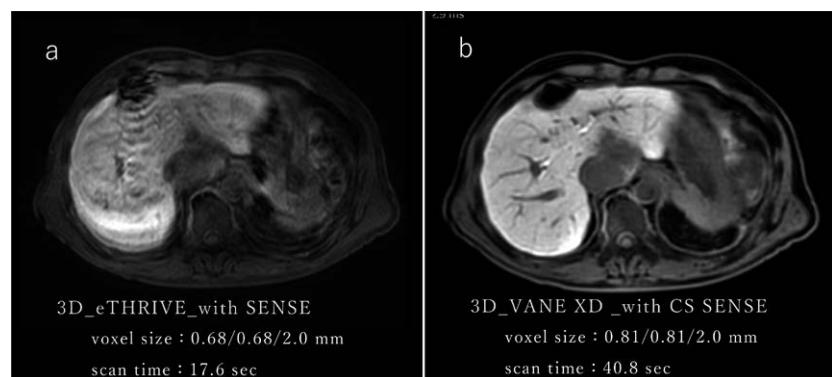


図5 息止め不良症例に対する、3D VANE XDを用いた肝臓MRI

a 3D_eTHRIVE_with SENSE では息止め不良によるアーチファクトで評価困難である。

b 3D VANE XD ではラジアルサンプリングにより、自由呼吸下においても評価可能である。

a | b

3D VANE XD

3D VANE XDは、スライス面内をラジアルサンプリングする3D-GRE撮像法である。従来法と異なり時計回りの収集ではなく、ゴールデンアングルを改良したPseudo Golden Angleが採用されており、これによりストリークアーチファクトの発生が抑制されている。ラジアルサンプリング技術により体動アーチファクトの抑制効果が高く、腹部撮像にも自由呼吸下で対応可能である。

当院では、3D VANE XDに横隔膜同期を併用し精度を向上させるとともに、Compressed SENSEを活用して短時間での撮像を実現している。また、Dixon法を併用することで、in-phaseやopposed-phaseの画像を同時に取得できる。Smart Speed AIを用いた3D e-THRIVEでは約10秒の息止めで撮像可能だが、息止めが困難な

患者に対しては3D VANE XDが非常に有用である。微小病変が疑われる症例においても、息止め時間を気にせず高分解能撮像が可能である(図5)。

今後の展望

現時点では当院においてMR7700のバージョンアップや新しいアプリケーションの搭載予定はない。しかし、当院のMR7700には搭載されていないものの、非常に興味深い技術がいくつもある。本項では、それらの中から注目すべきアプリケーションをいくつか紹介する。

SmartQuant Neuro

SmartQuant Neuroは、Smart SpeedとSynthetic MRIを融合した新しい技術である。この技術を用いることで、灰白質・白質の体積測定、脳室の体積測定、さらにはMyelin Mapの作成が可能となる。Myelin MapはSynthetic MRIの技術により、T1w/T2w比を用いて求められ、脳のミエリン量を定量評価することができる。この技術により、多発性硬化症などの脱髓疾患の早期診断や治療適正化が期待される。また、アルツハイマー病、筋萎縮性側索硬化症、さらには統合失調症などの精神疾患におけるミエリンの異常評価にも応用が期待されている。

Multi Nuclei Imaging

Multi Nuclei Imagingは、プロトン(¹H)以外の核種(例:ナトリウム²³Na、リン³¹P、フッ素¹⁹F、炭素¹³C)を対象とするMRI技術である。この技術では、形態情報だけでなく生体内の代謝情報や機能情報を取得することが可能である。従来はこれらの核種の天然存在量が少なく、磁気回転比が低いために臨床応用が難しいとされていたが、技術の進歩により、これら課題が克服されつつある。

この技術を用いることで、生体内の灌流、代謝物輸送、さらに

は代謝反応をリアルタイムで観察可能となり、糖尿病や腎不全、腫瘍の特性評価など、多様な疾患への診断や研究への応用が期待されている。また、物理化学的な研究分野においても、その可能性が広がっている。

まとめ

本稿では、今年度新たに当院に導入された「Philips社製 MR 7700 3.0T」について、その特長や使用経験を基に紹介した。MR7700に搭載されたVega XP Gradientシステムは、発熱や渦電流の影響を効果的に抑制することで画像品質を大幅に向上させる。また、Smart Speed AIを活用したAI技術の進化により、高速撮像と画質低下のトレードオフが大幅に改善され、短時間で高画質な画像を得ることが可能となった。このように、MR7700はMRI技術の新たなステージへと進化を遂げ、診断精度や患者ケアの向上に寄与する可能性を広げている。

さらに、AI技術の実装は今後もますます進化し、MRIの臨床利用における可能性を広げていくことが期待されている。一方で、技術の進歩は目覚ましく、それについていくことが容易ではないと感じることもある。正直なところ、私自身もそのスピードに追いつくのがやっとであり、むしろ置いていかれそうになる瞬間さえある。しかし、そのような挑戦こそがMRIに携わる醍醐味であり、絶えず研鑽を重ね、最新技術を習得し、それを臨床に還元するために尽力していきたいと思う。