MRI

2023年のトレンドと最新動向について

国家公務員共済組合連合会熊本中央病院 放射線科主任｜野田誠一郎

MRI分野において人工知能（以下AI）画像再構成デバイスの普及は数年前より流行しており時間短縮やノイズ除去、画像診断サポートにおいて有利であるため確実に今後も続くであろう。今回、当院に導入された最新ソフトSmartSpeedについて紹介し、臨床に関してはAIを用いた直腸EVIMと乳腺ultrafast dynamicへの応用を述べる。

Artificial intelligence (AI) is a trend in the MRI field. It is advantageous in reducing scan time, removing noise, and supporting image diagnosis. Inspections using AI will continue in the future.This time, I would like to introduce the latest software (SmartSpeed) introduced in our hospital. Clinical application describes rectal EVIM and mammary gland ultrafast dynamic using AI.

はじめに

MRIにおいて近年のトレンドといえば、人工知能（以下AI）の普及である。撮像時間短縮や画像ノイズ除去、検査診断サポートにおいて有利であり、ソフトウェア開発が確実に進んでいる。現在は、多くの施設で使用されている高速撮像技術で、既に臨床において様々なシーンで活躍している圧縮センシングは少数のサンプリングデータから画像に必要なデータを推定し、画像を再構成する技術である。それとともにAIを用いることで、今まで以上の高速撮像技術が開発されている。

高速撮像技術SmartSpeedについて

Philipsが提供する新しい高速化技術“SmartSpeed”は、圧縮センシングを使用した高速化技術“Compressed SENSE”に新しい画像再構成エンジン（Smart Speedエンジン）を搭載することで、高速化、高空間分解能化を実現している。今回、当院の3TMRIのソフトウェアがSmart Speedに更新された。SmartSpeedはCompressed SENSEのOne-Goプラットフォームに、Adaptive-CS-NETをデノイズの要となるWavelet変換（スパース変換）の置き換えとして採用している。ベース

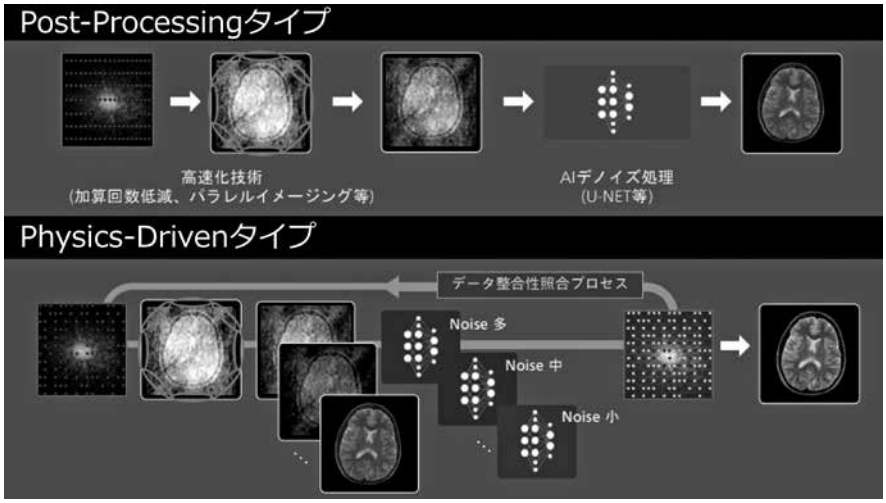

図1　Physics-Drivenタイプ のSmartSpeed AIは、Compressed SENSEとAIと融合した技術で“Deep Learning-based Compressed SENSE”とも呼ばれる。従来のデノイズ工程をwavelet変換からAIに置き換えたため再構成の過程でAIによる処理を何度も繰り返し行い、データの整合性を保ちつつ画像のノイズを低減する。

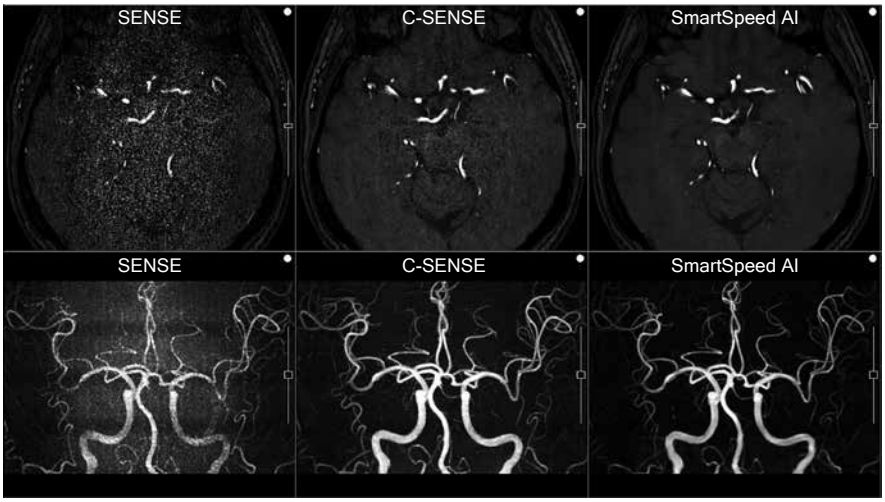

図2　各パラメータの撮像条件を揃えたうえでReduction factorは6倍速に設定しAccelerationのみを変更した。
SENSEでは時間短縮に限界があり、C-SENSEではSNRにやや限界感じられる厳しい条件設定でもSmartSpeed AIはすべて両立できる。末梢血管を観察するとC-SENSEでは描出不良で観察できない血管があるが、SmartSpeed AIでは、末梢まで綺麗に観察可能である。

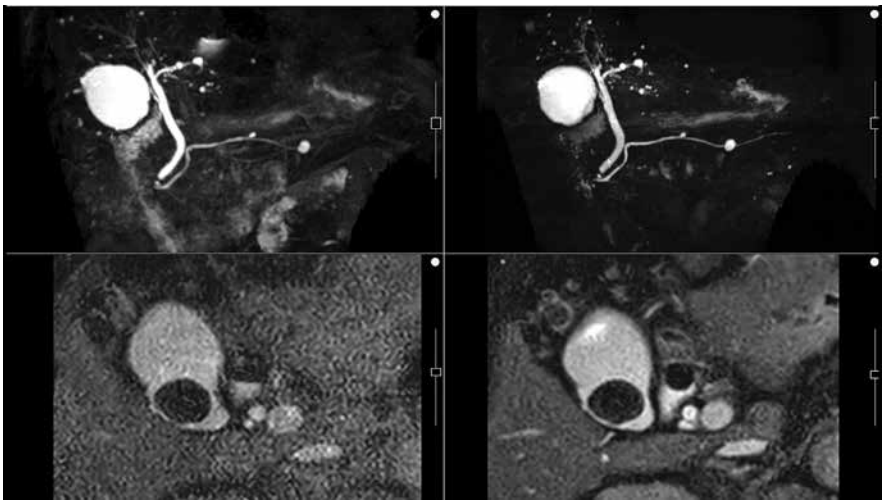

図3　SmartSpeed AI Redution Factor 16を用いた横隔膜同期MRCPでは息止めGRACE MRCPに比べ膵管の描出能は遥かに高い。また、息止めzoom balanced 2Dでは、SENSEの場合はSNRに乏しく画質の劣化が激しいがSmartSpeed AIで撮像するとノイズが少なく容易に胆嚢の観察が可能である。
a　GRACE MRCP
b　SmartSpeed AI MRCP
c　SENSE zoom balanced
d　SmartSpeed AI zoom balanced

a	b
c	d

表1　今回設定したパラメータ

TR (ms)	TE (ms)	FOV (mm)	voxel	recon	Reduction (AI CS-SENSE)	Coverage	Scan time
1500	200(eff) 138(equiv)	280×280	0.75iso	0.5×0.5×0.35	10	124mm	6:16

となるデータセットはFull SamplingデータとUnder Samplingデータであり、ノイズ上昇だけでなく高倍速化に伴うあらゆる画質劣化(g factorノイズやパラレルイメージング由来の折返しアーチファクトなど)も考慮されている。またSmart Speed engineは処理過程で変化するノイズ量に応じた画像復元パラメータの最適化がされており、デノイズ後のデータをフーリエ変換し元データと整合性を取りながら、一連の画像再構成プロセスが繰り返し行われる。 本手法は従来のPost-Processingタイプと比較して、画像データが完成してからデノイズを行わないため、ノイズ上昇以外に起因する情報の劣化が起こる前に効果的な画像復元が可能である(**図1**)。

頭部領域ではSENSE、C-SENSE、Smart Speed AI、それぞれの技術を用いた際の画質の比較を提示する(**図2**)。各パラメータの撮像条件を揃えたうえでReduction factorは6倍速に設定しAccelerationのみを変更した。SENSEでは時間短縮に限界があり、C-SENSEではSNRにやや限界感じられる。このような厳しい条件設定でも SmartSpeed AIは画質劣化が最小限に抑えられている。末梢血管を観察するとC-SENSEでは描出不良で観察できない血管があるが、SmartSpeed AIでは、末梢まで綺麗に観察可能である。また、体幹部領域において代表的な3D MRCPでは高分解能化が撮像可能である(**図3**)。SmartSpeed AI Redution Factor 16を用いた横隔膜同期MRCPでは息止めGRACE MRCPに比べ膵管の描出能は遥かに高い。また、息止めzoom balanced 2Dでは、SENSEの場合はSNRに乏しく画質の劣化が激しいがSmartSpeed AIで撮像するとノイズが少なく容易に胆嚢の観察が可能である。