

PHILIPS

Healthcare

SmartSpeed

次世代高速化ストラテジー SmartSpeed

～Next Generation Compressed SENSE～

SpeedとImage Qualityを最大限に引き出す -SmartSpeed-

2000年初頭Sensitivity Encoding (SENSE) の臨床への導入から始まり、これまで培ったアルゴリズムをdS SENSE, MultiBand SENSE, Compressed SENSE (C-SENSE) へと技術革新を遂げてきた。特に C-SENSEは圧縮センシング (Compressed Sensing) にSENSEのアルゴリズムを融合させることにより、圧縮センシング単体では困難であった2Dシーケンスやスパース性の低いT1/T2コントラストなどへも対応可能とし、臨床大きなインパクトを与えた。

SmartSpeed はC-SENSEにSmartSpeed engineを搭載、またはこれまで対応できなかったNon-Cartesianシーケンス (Radial収集やEPI) にも適用可能とし、さらなるSpeedとImage Qualityを追求できるようになった。



Patient Accessibility

97%: 対応シーケンスの拡大¹



Enhance Diagnostic Accuracy

最大65%: 高空間分解能化²



Increase Productivity

最大65%: 高速化²

1. Release 5.7すべてのシーケンスに対する割合
2. Release 5.7においてSENSEと比較した割合

C-SENSE

One-Goプラットフォーム



機能発展

機能拡張

C-SENSE + SmartSpeed engine

SmartSpeed engine



C-SENSE + Non-cartesian/EPI

One-Goプラットフォーム



SmartSpeed engine のDetail

SmartSpeed engine はCompressed SENSE のOne-Go プラットフォームに、Adaptive-CS-NET³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SmartSpeed 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、さらには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**Physics-Driven** (Cascaded Network)⁴タイプとも呼ばれ、AIによるMR画像コンテストであるFast MRI Challenge⁵ で上位入賞チームすべてが用いている。従来の**Post-Processing** (Image Domain Network)⁴タイプと比較して、画像データが完成してから（アンダーサンプリングの展開処理後）デノイズを行うのではないため、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なされる⁶。

3. Pezzotti et al. IEEE 2020.

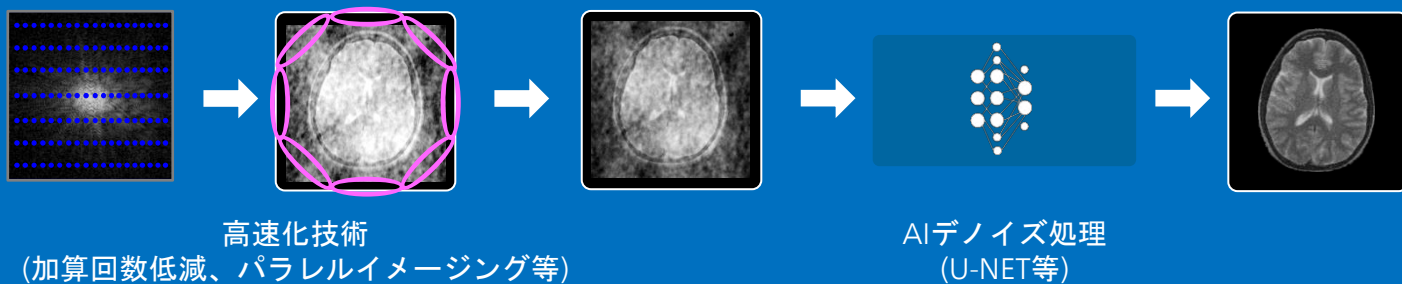
4. Hans et al. IEEE 2019.

5. Pezzotti et al. airXiv (NeurIPS) 2019.

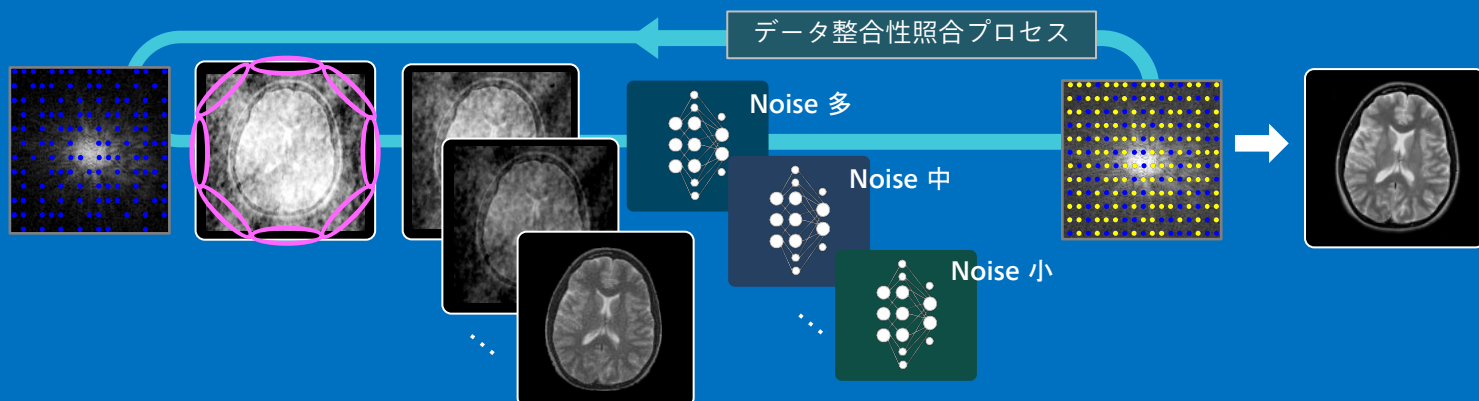
6. Hammernik et al. MRM 2021.

	Physics-Drivenタイプ	Post-Processingタイプ
データセット	Full Samplingデータ & Under Samplingデータ	SNRの低いデータ & SNRの高いデータ
デノイズの タイミング	画像再構成プロセス内	データ完成後 (パラレルイメージング等の 展開後)
ノイズ量に応じた 自動パラメータ最適化	あり	なし
繰り返し計算	あり	なし
データ整合性照合	デノイズ後、元データと照合	なし

■ Post-Processingタイプ



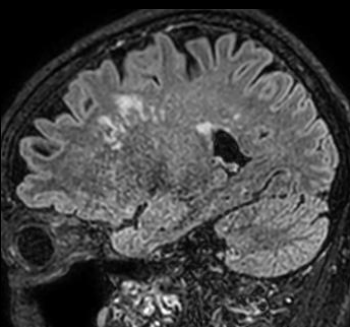
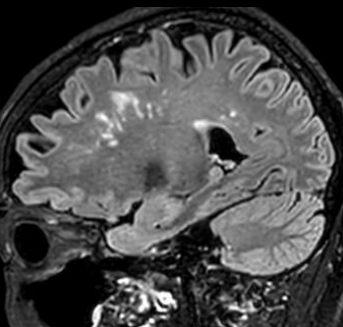


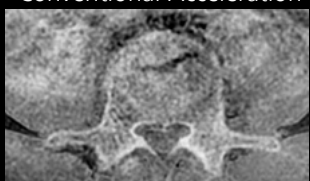

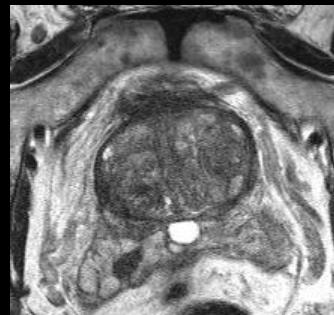
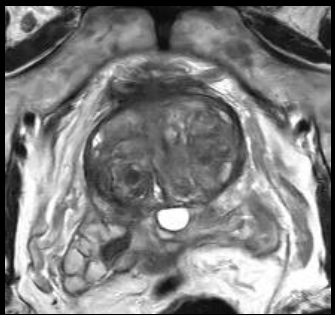
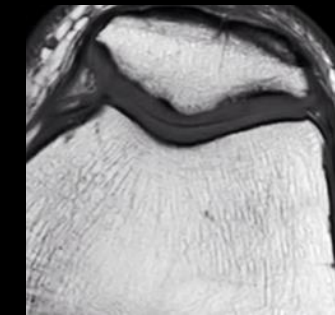
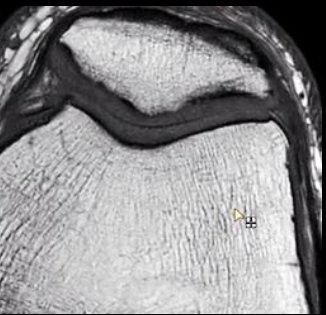
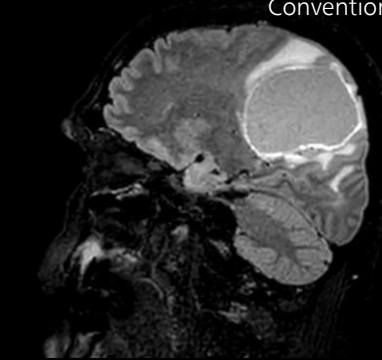
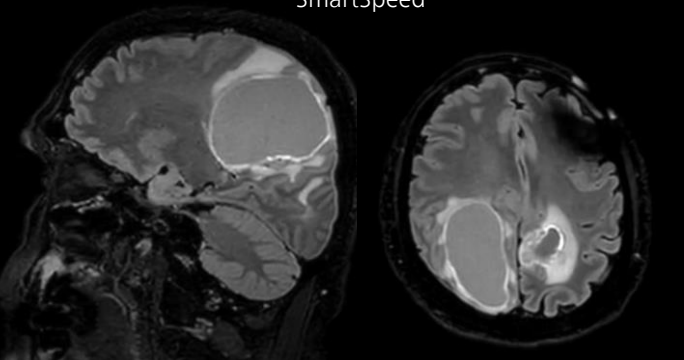


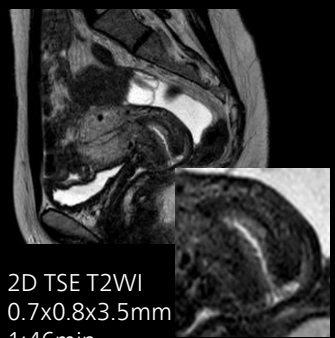
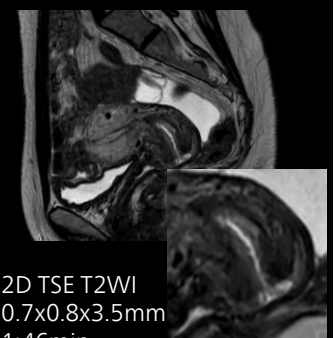
■ Physics-Drivenタイプ (SmartSpeedフレームワーク: ONE-GO Physics-Drivenタイプ)



SmartSpeed : Clinical images



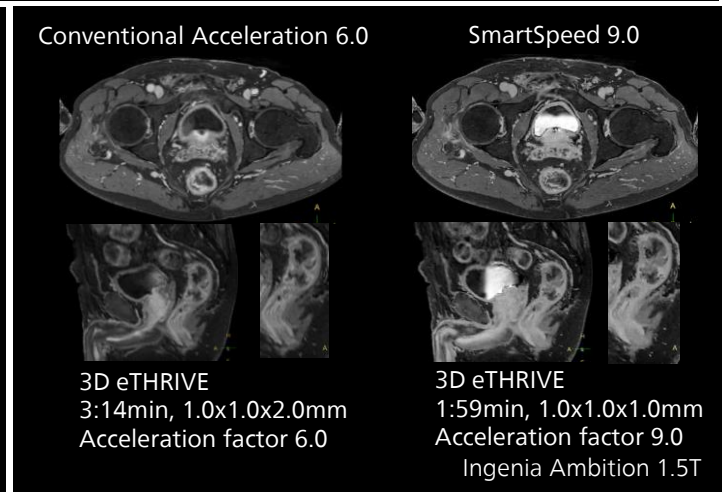
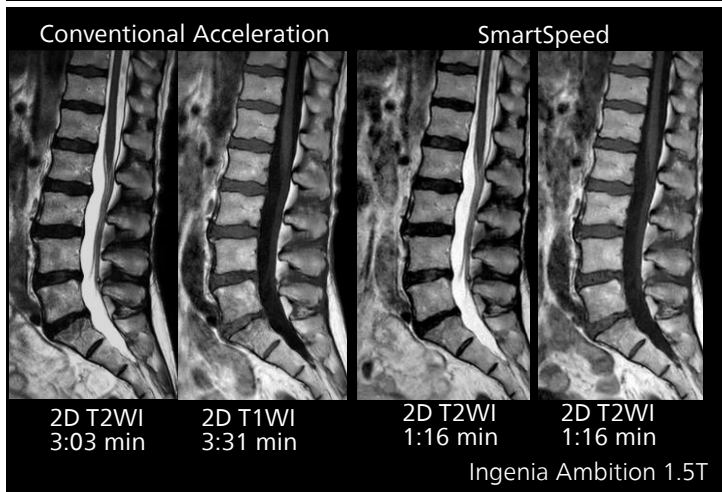
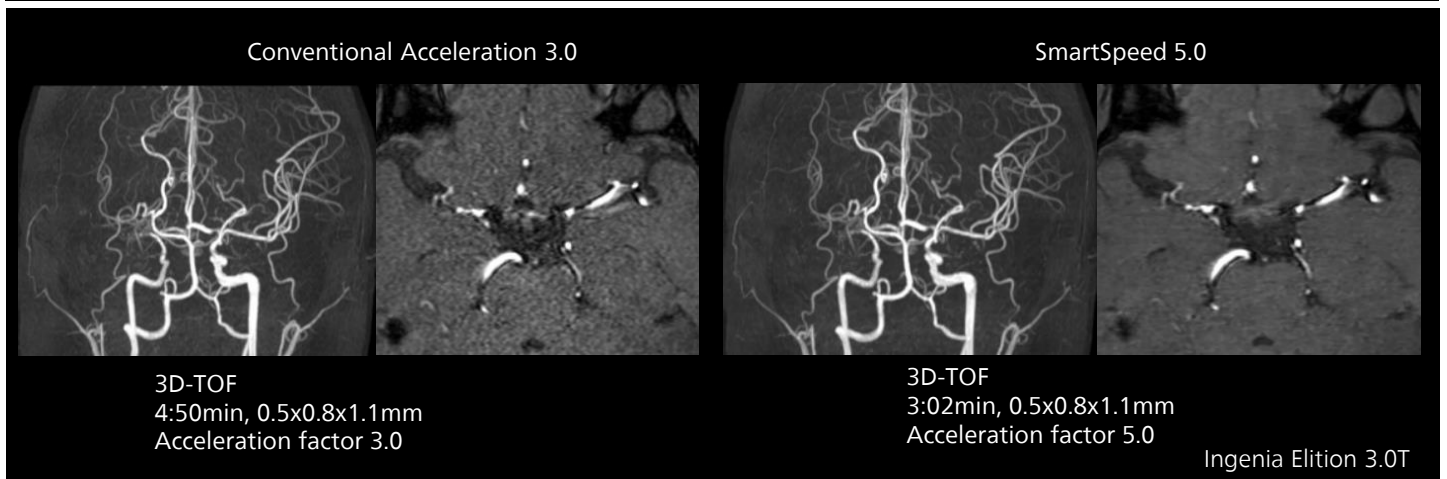
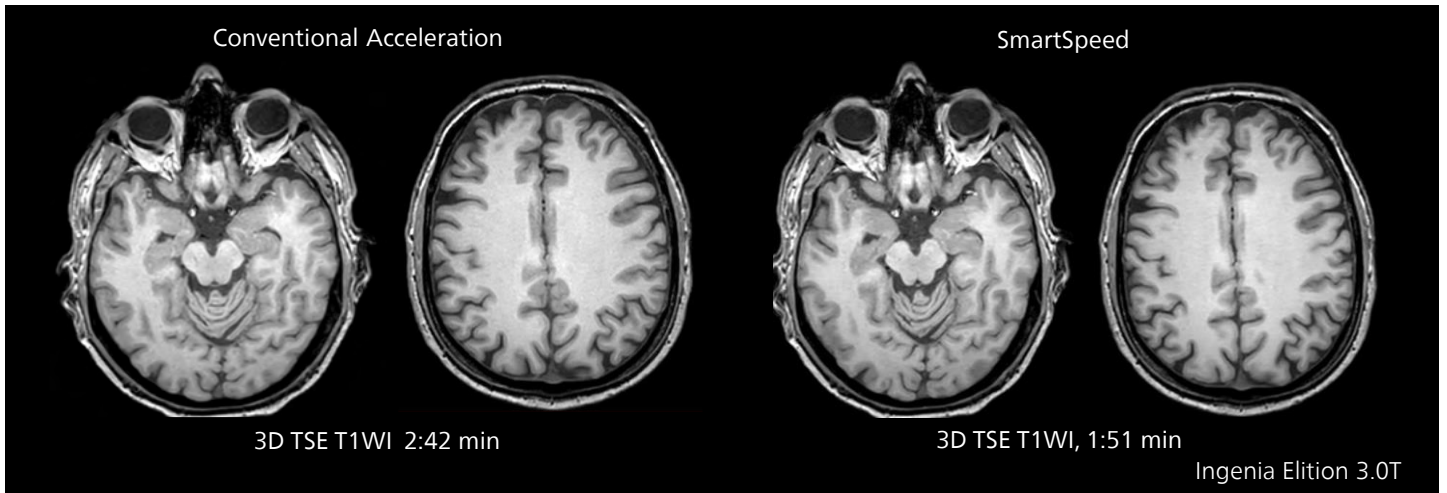
Enhance diagnostic Accuracy : SNRの向上、高分解能化～

<p>Conventional Acceleration</p>  <p>3D BrainVIEW FLAIR 1.1x1.1x1.1mm, 2:16min Acceleration factor 10</p>	<p>SmartSpeed</p>  <p>3D BrainVIEW FLAIR 1.1x1.1x1.1mm, 2:24min Acceleration factor 10 Ingenia Elition 3.0T</p>	<p>Conventional Acceleration</p>  <p>FRACTURE(3D) 1.0x1.0x1.0mm 2:42min</p>	<p>SmartSpeed</p>  <p>FRACTURE(3D) 1.0x1.0x1.0mm 2:30min Ingenia Elition 3.0T</p>	<p>Conventional Acceleration</p>  <p>SmartSpeed</p>  <p>Ingenia Elition 3.0T</p>
<p>Conventional Acceleration</p>  <p>2D TSE T2WI 0.4x0.63x3.0mm, 3:04min</p>	<p>SmartSpeed</p>  <p>2D TSE T2WI 0.4x0.63x3.0mm, 2:15min Ingenia Elition 3.0T</p>	<p>Conventional Acceleration</p>  <p>2D TSE T1WI 0.42x0.48x3mm, 2:17min</p>	<p>SmartSpeed</p>  <p>2D TSE T1WI 0.34x0.34x2mm, 2:08min Ingenia Elition 3.0T</p>	
<p>Conventional Acceleration</p>  <p>3D BrainVIEW FLAIR 1.15x1.15x1.15mm, 3:12min</p>	<p>SmartSpeed</p>  <p>3D BrainVIEW FLAIR 1.15x1.15x1.15mm, 3:12min Ingenia Ambition 1.5T</p>			
<p>Conventional Acceleration</p>  <p>3D PDWI FS 0.6x0.6x0.6mm, 4:44min</p>	<p>SmartSpeed</p>  <p>3D PDWI FS 0.6x0.6x0.6mm, 4:44min Ingenia Ambition 1.5T</p>	<p>Conventional Acceleration</p>  <p>2D TSE T2WI 0.7x0.8x3.5mm 1:46min</p>	<p>SmartSpeed</p>  <p>2D TSE T2WI 0.7x0.8x3.5mm 1:46min Ingenia Ambition 1.5T</p>	

SmartSpeed : Clinical images



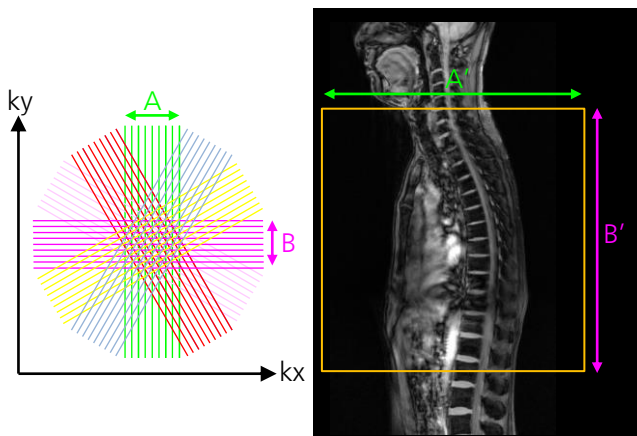
Increase productivity : 高速化



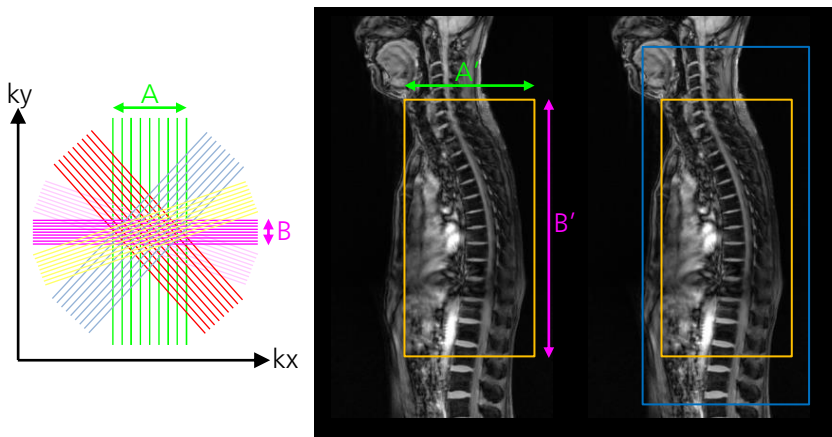
SmartSpeed MotionFree / Diffusion

SmartSpeed MotionFree は体動補正技術であるMultiVane XD にC-SENSEを適用可能としたシーケンス (CS-MV) である。C-SENSEのWavelet 変換においてデノイズだけでなく、Radial収集特有のストリークアーチファクトの除去も行い、撮像時間の延長なく短時間で高い体動補正効果を実現可能となる。加えて、MultiVane 自体の改良も行い、長方形FOV、目的TE付近のプロファイルに重み付け (Contrast Weighting)、ケミカルシフトをCartesian収集と同等にコントロールが可能となり、一般的にRadial収集の問題点であったパラメータ制限や画像コントラストが改良されている。

SmartSpeed Diffusion はEPI-DiffusionにC-SENSEの再構成を適用可能としたシーケンス (EPICS) である。C-SENSEデノイズによるSNR向上だけでなく、Acceleration factorの上昇に伴って上昇する局所的なg-factorノイズの軽減効果も得られる。加算回数を減らすことによる撮像時間短縮、高いAcceleration factorによる画像歪みの軽減が可能となる。



従来法：BLADEの幅が一定のため、FOVは正方形となる



CS-MV：BLADEごとにサンプリング密度を変更することで長方形FOVを実現

SmartSpeed
MotionFree



Update

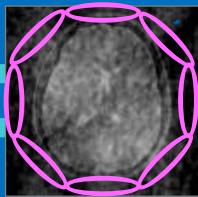
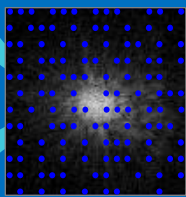


One-Goプラットフォーム



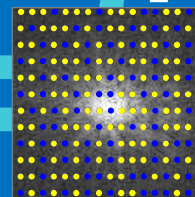
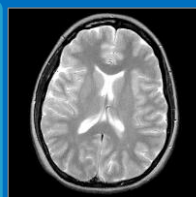
Gridding¹

SmartSpeed
Diffusion



Wavelet変換

Denoising



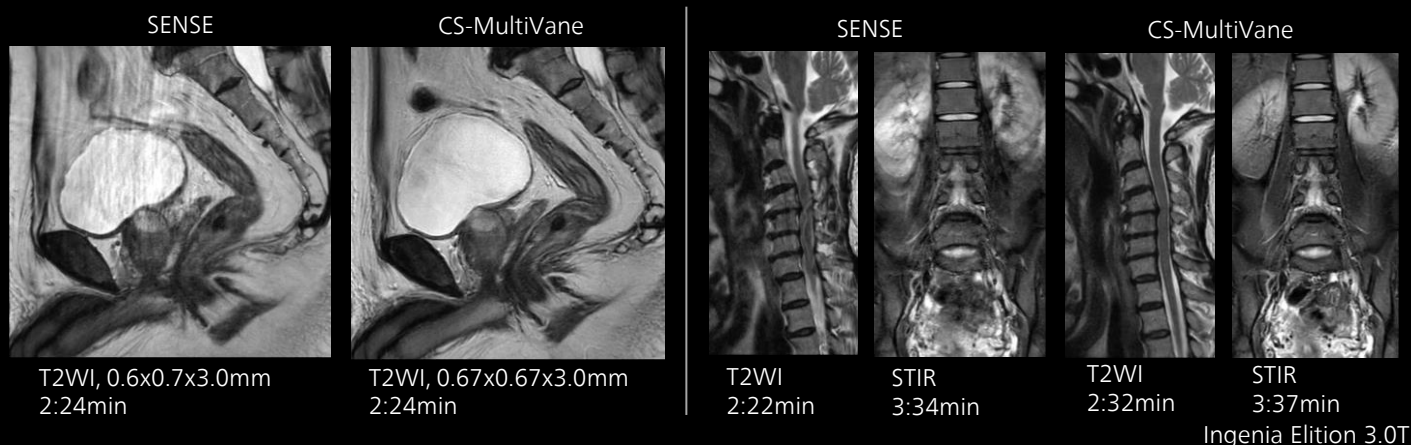
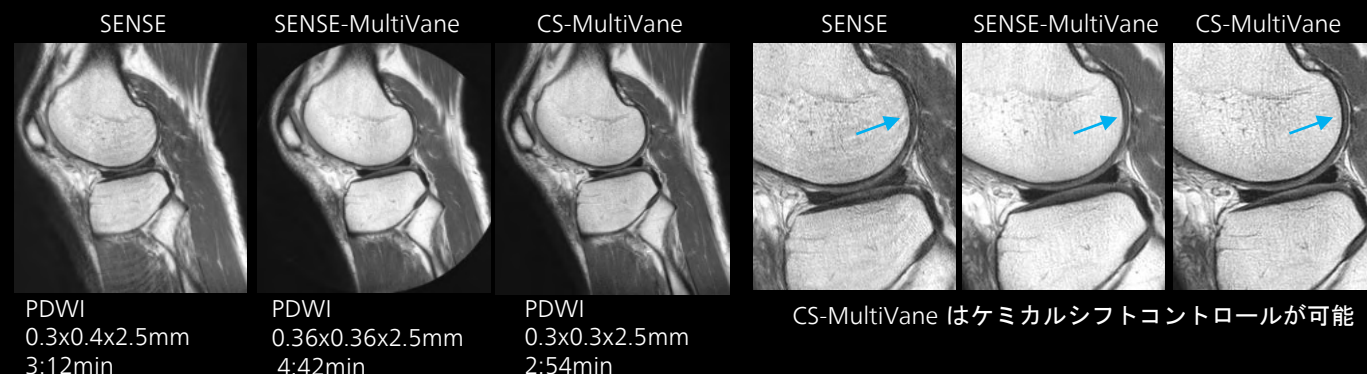
One-Goプラットフォーム

SmartSpeed : Clinical images

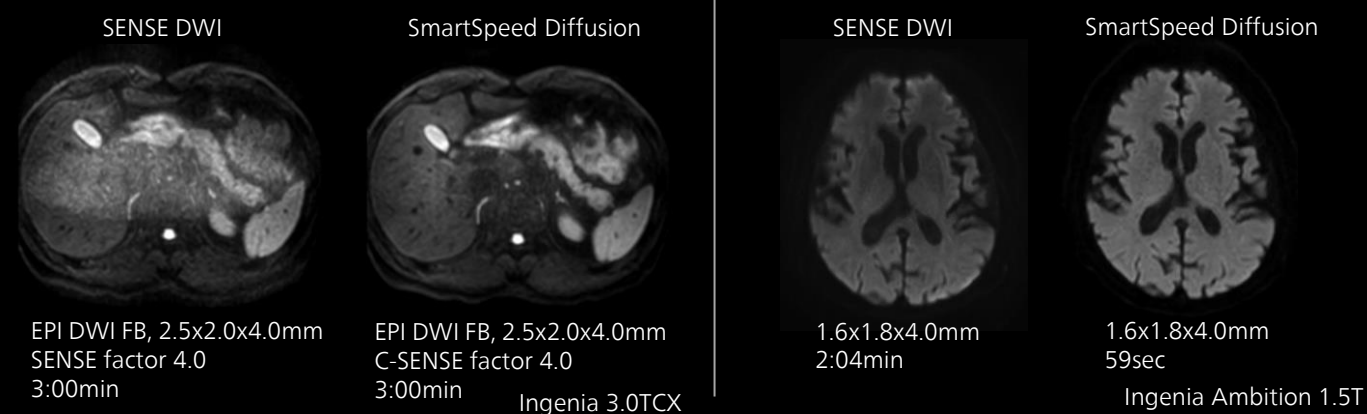


Patient accessibility : 97% 対応シーケンスの拡大

SmartSpeed MotionFree



SmartSpeed Diffusion



製造販売業者

株式会社フィリップス・ジャパン

〒108-8507 東京都港区港南2-13-37 フィリップスビル

お客様窓口 0120-556-494

03-3740-3213

受付時間 9:00~18:00

(土・日・祝祭日・年末年始を除く)

www.philips.co.jp/healthcare



改良などの理由により予告なしに意匠、仕様の一部を変更することがあります。あらかじめご了承ください。詳しくは担当営業、もしくは「お客様窓口」までお問い合わせください。記載されている製品名などの固有名称は、Koninklijke Philips N.V. またはその他の会社の商標または登録商標です。

© 2022 Koninklijke Philips N.V.