

題名：小児 MRI 検査のための様々なソリューション

所属：(株) フィリップス・ジャパン MR モダリティスペシャリスト

氏名：廣瀬加世子

はじめに

小児 MRI 検査は、X 線を使わないことや造影剤を利用せずとも脈管系描出ができることなど低侵襲性がメリットである。さらに、平成 30 年度診療報酬改定においては鎮静下小児 MRI 検査への加算が新設されたことから小児 MRI 検査への期待と需要の増加が予想される。本稿では、患者にとって有益な検査を安全でかつ円滑に実施するための検査環境ソリューションと撮像支援機能、新しい高速撮像技術について紹介する。

患者のストレスを軽減する検査環境

MRI 検査の暗い、長い、煩いという患者が感じる様々なストレスの改善は、長年の関心事項である。鎮静下で行う小児検査において騒音対策は重要であり、フィリップスは 1990 年後期に静音機能 SofTone を臨床機に搭載してから技術開発をつづけ、近年には ComforTone という画質と静音の絶妙なバランスを実現する静音機能を発表した。ComforTone は、gradient wave form を可変させる手法を用いており、コントラストごとにそれぞれ最適な form を採用することによって画質や撮像時間のトレードオフを最小限にし、最大限の静音効果が得られるように設計されている。ComforTone は位置決め画像やリファレンススキャンをはじめとしたすべてのシーケンスに対応する静音化機能で、一連の検査を通して最大 80% の検査音ノイズを低減することができる(図 1)。この機能により、検査時の不安から発生する不意の挙動、沈静下の小児検査など、安全な検査環境の構築に期待できる。また小児や新生児の可聴域は成人のそれとは大きく違うことが知られている。特に週齢数が早いほど高周波域の聴覚に優

れているとされるため、高周波帯のノイズを最大 80% 減少できる防音マット Acoustic Hood

(図 2) の利用は効果的である。自我を持ち始めた幼児の検査になると、検査に対する不安から検査を拒否する場合も少なくない。それら精神的な不安を解消するために、検査中に映像と音楽を鑑賞できる Inbore solution (図 3) への注目度は近年高くなっている。RF シールドされた大型の液晶モニターには、患者が検査前にタッチパネル操作で 30 種類以上のコンテンツの中から選んだ映像コンテンツが映しだされ、患者はコイルに装着された専用の広角鏡を通してガントリ外の映像コンテンツを鑑賞する。自らコンテンツを選択することで患者に検査への主体性がうまれることが期待できる。また導入施設からは、経過観察で繰り返し検査を受ける場合に映像コンテンツを変えることで患者の気分転換になり検査が円滑に行えたという経験談も聞かしている。

息止め検査の場合は、映像上に息止め開始からカウントダウンするアニメーションが撮像と連動して表示されるため、言語や聴覚に不安のある患者においても検査を進めることができる(図 3)。昨今、ガントリボア径が 70 センチ以上のワイドボアの装置が流通しているが、これらの映像システムにより検査に対する患者の印象が良かったというアンケート結果も存在する。もちろん自動音声による呼吸停止コントロールも可能でマルチ言語に対応している。呼吸停止コントロールだけでなく、検査時間や寝台移動、検査終了などの検査進捗も自動音声でアナウンスすることも可能で、検査の進捗が分かると患者の安心へつながる。これら静音機能や映像システム、音声ガイダンス機能は Enhanced MRI In-bore experience と称し国内外問わず導入する施設が増えている。6 台の

MR が稼働するデンマークの Herlev Hospital では、そのうち

1 台にこのシステムを導入した結果、患者の訴えにより中断する検査が半減し、検査ワークフローの改善に貢献できているという（図 4）。その他フィリップスは、MR 対応生体監視モニターや小児体型に合わせて設計した多チャンネルの専用 RF コイルなど、小児 MRI 検査にまつわる様々なソリューションを提供しより多くの検査需要に応える提案が可能である（図 5）。

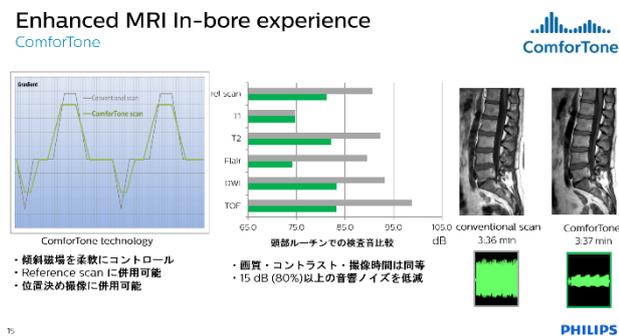


図 1. ComforTone の概要図

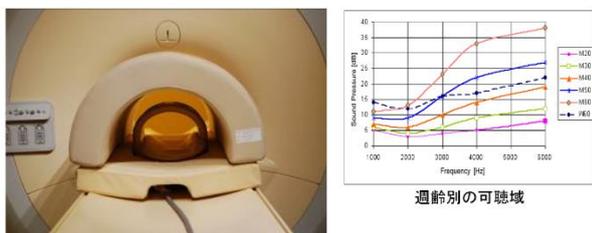


図 2. 新生児検査用の Acoustic Hood



図 3. 検査中に映像と音楽を鑑賞できる Inbore solution

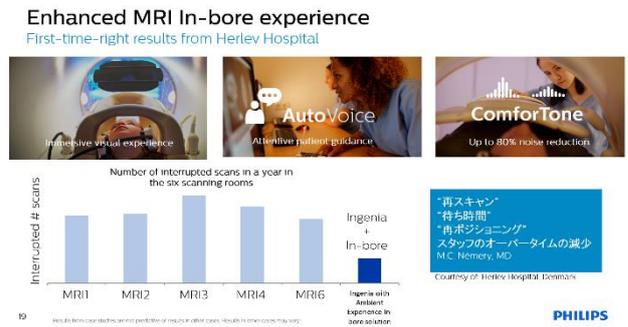


図 4. Herlev Hospital 導入例



図 5. 様々な小児 MR 検査用ソリューション

安全性と簡便性を両立させる撮像支援機能

MRI 検査は、複数のコントラストから病変の悪性度の鑑別や病勢の診断をすることができる。最適なコントラストを得るために、オペレータは様々なパラメータの組み合わせや撮像断面、撮像技術の使い分けを瞬時に判断する必要がある。さらに年々 MRI 検査の機能が複雑化し診療科からの要望に高度に応えなければならないため専門性の高い知識が必要となっている。フィリップスとしては、医療の質を維持した簡便な検査ワークフローと確実な患者安全管理システムは、備えておかなければならない MRI 装置の設備だと考えている。たとえば妊婦の患者や条件付き MRI 対応インプラント患者の MRI 検査を安全且つ簡便に行うことができる機能に“ScanWise Implant”がある（図 6）。ScanWise Implant ではまず、患者基本情報登録中に妊娠の有無やインプラントの有無を選択し、インプラントの存在が示された場合、MR

条件付きインプラントに関連するガイドランスが起動する。オペレータはステップバイステップのガイドランスに沿って、インプラントメーカーの条件値である SAR、B1+rms、dB/dt などの入力を行う。条件値入力後、ExamCard（一連の撮像プロトコルが設定されたファイル）中の全てのシーケンスに対し、RF 出力および傾斜磁場出力を管理する実績ある手法により撮像パラメータは最適化される。撮像パラメータの最適化は、フィリップス独自の MRI シーケンス用 Sequence Order オブジェクトモデルを使用し、予測に基づいて実際のスキャン施行およびその結果として、RF および傾斜磁場へのばく露を評価し行っている。ScanWise Implant は、今日、インプラント使用患者の MRI 検査が必要とされる場合に、オペレータが直面する複雑なワークフローへのソリューションである。ScanWise Implant は、IEC および ISO が FDA、MRI 製造メーカー、インプラント製造メーカーと共に進める標準化活動へのフィリップスの積極的な関与から開発され、上述したフィリップス独自の技術により、オペレータのスキルや経験年数に依存することなく、安全かつ簡便に検査を行うことができるプラットフォームである。

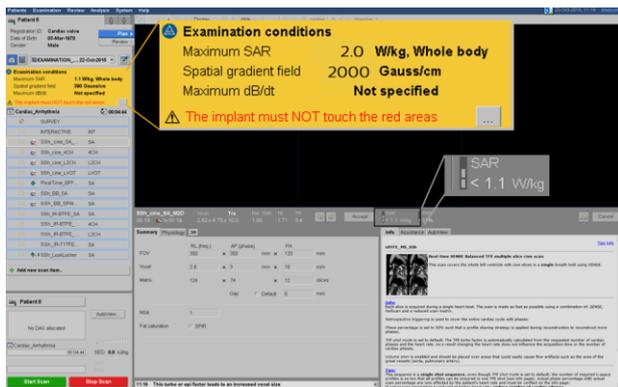


図 6. SAR や B1+rms、dB/dt などの制限値を任意で指定し撮像パラメータを自動で管理する (ScanWise Implant)

新しい高速撮像技術「Compressed SENSE」の登場

近年、新しい高速撮像技術として Compressed Sensing が注目されている。Compressed sensing は少数のサンプリングデータから画像に必要な元データを推定し画像を再構成する技術である。現在までのハードウェアやソフトウェアにより高速化をはかった技術に対し、情報理論に基づいた新しい技術である。フィリップスの Compressed sensing である

“Compressed SENSE” は、SENSE で培ったアルゴリズムや、より正確な画像を推定しやすく最適化された Balanced Sampling を採用している。さらにフルデジタルプラットフォーム dSync を組み合わせることによりパフォーマンスが向上し、画質を維持した状態で、大幅な撮像時間短縮が期待できる（図 7）。

Compressed SENSE で得られる時間短縮は、撮像領域に制限がなく、解剖情報を得るための静的な撮像からダイナミック撮像、頭部、腹部、整形、心臓領域のルーティン撮像など全身領域に対応している（図 8）。例えば呼吸同期で約 4 分かけて撮像している 3D MRCP は、

Compressed SENSE 24 倍速を利用して画質と空間分解能を維持しながら息止め 18 秒に短縮できている。また検査件数増という側面からは、検査枠が 1 時間を超えることもある心臓検査や、患者の安全管理を厳しくガイドライン化されている小児検査への期待は大きい（図 9）。さらに時間的な余裕は、従来の撮像時間内より高空間・高時間分解能画像や高コントラスト画像の収集を可能にする。例えば肝臓ダイナミック検査においては、より薄いスライス厚撮像をすることで微小病変の検出、SAR 制限や時間の都合により TR 短縮を余儀なくされていた領域のコントラスト回復などに活かすことができる。

Compressed SENSE は、mDIOXN 法、高速スピネコーを用いた拡散強調画像 (TSE-DWI)、iMSDE を用いた Neurography (3D NerveVIEW) など近年リリースした殆どの

アプリケーションに併用可能であることも特

長である。

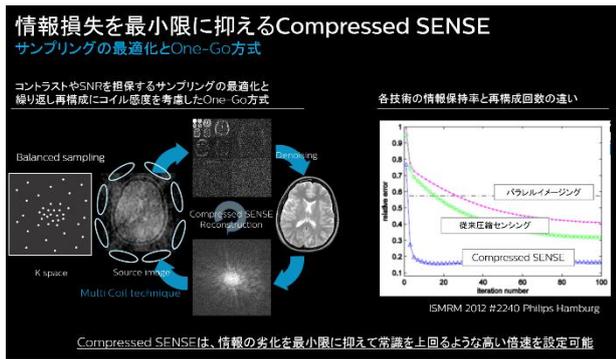


図 7. Compressed SENSE 概念図

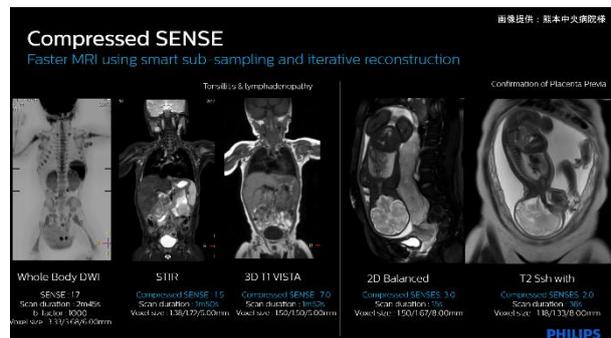
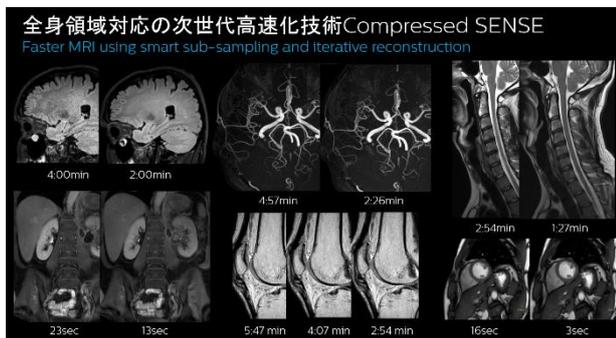


図 8. 適応範囲の広い Compressed SENSE

図 9. Compressed SENSE を用いた小児 MRI 画像

まとめ

小児 MRI 検査に取り組むためのソリューションとして、患者のストレスを軽減する検査環境や安全な検査構築のための機能 ScanWise Implant、そして今注目されている Compressed SENSE を紹介した。小児 MRI 検査のために工夫された様々なソリューションのさらなる技術革新に期待されたい。

問い合わせ先：

株式会社フィリップスエレクトロニクスジャパン

〒108-8507

東京都港区港南 2-13-37 フィリップスビル

フリーダイヤル：0120-556-494

【フィリップスお客様窓口】

土日祝休日を除く 9：00～18：00

<http://www.philips.co.jp/healthcare>