

# 静音化技術と自然呼吸下撮影の積極利用

宮城県立こども病院 放射線部 佐々木 正臣(Sasaki Masaomi)

## 【はじめに】

当院は病床数：241床（本館160床、拓桃館81床）、2014年度MRI件数：1,297件、2015年度MRI件数：1,109件（装置更新のため減少）と小規模な病院だが、全検査数に占める20歳未満の割合は全検査数の約94%といったように小児の検査数に関しては東北地方でも多い。

2013年を例にとってみると、Fig.1に示すように1,223件中、鎮静施行611件、鎮静不要612件と当院では1年間の検査の半数で鎮静が必要な状況となっている。そのような中、昨年更新されたSIEMENS社製MRI装置MAGNETOM Aeraおよび最新ソフトウェアバージョンSyngo MR VE platformに搭載された数ある先進ソリューションの中から、こどもたちにとってどのような利点があるかを考えると、静音化技術、自由呼吸下撮影が挙げられると考えた。

## 【こどもたちにとっての利点として】

### 1. 静音化技術

MRI検査を行う上で避けられない撮像音はこどもたちにとっては少なからず恐怖感を与える原因の一つとなっている。SIEMENSの静音化技術Quiet Suiteは、SIEMENSの提唱する新しいノイズリダクション機構で、Fig.2に示すようにクラッシュグラジエントを含め傾斜磁場の変動が少なくなるよう印加しグラジエント全体の形状を最適化する

ることによって印加時間を延長することなく撮像時の音を軽減可能な技術である。当院の場合、使用可能シーケンスはSE、TSE、GREといったように幅広く使用できるのも特長の一つである。

Quiet Suiteは、メーカーカタログによると、従来比70%以上のノイズリダクションを実現とのことであるが、当院の撮像条件、当院の測定環境下での実測値でどれくらい静音化されるのか測定を行ってみた。

TSE法（T2WI、FLAIR）での詳細については、今学会セッション1-5「静音化技術でのパラメータ最適化によるMRI撮像音低減の試み」の後抄録を参照していただきたい。

メーカーマニュアルに記載されている通り、Echo spaceを延長することで撮像音は低減傾向になることが見られるが、Band Widthを高く設定することや、TR/TEを延長することではほとんど効果が見られなかった。しかし、Fig.3に示す通りパラメータの最適化を行うことによって、T2WIでは従来法と比較し88.1%、従来法にQuiet Suiteを適用しただけの条件と比較し87.8%の撮像音低減が可能となった。FLAIRにおいても、前者との比較では88.8%、後者との比較では88.4%の撮像音低減が可能であった。

SE法でも、TSE法と同様に、従来条件にQuiet Suiteを適用しただけの条件と比較しても、Band



Fig.1 MRI検査年齢構成

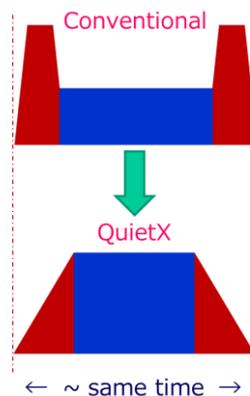


Fig.2 Quiet X

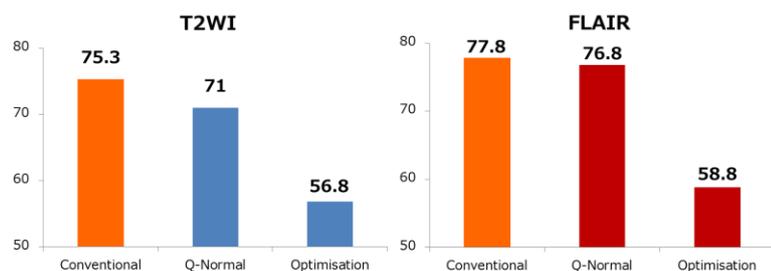


Fig.3 TSE法での最適化

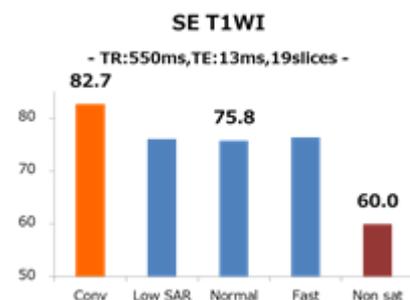


Fig.4 SE法での撮像音の変化

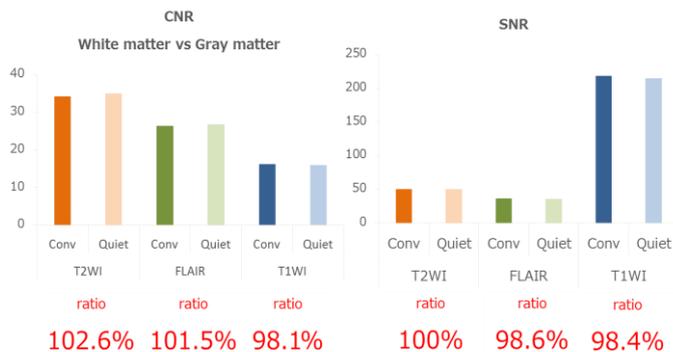


Fig.5 CNR、SNRの比較

Widthを高く設定することや、TR/TEを延長することではほとんど効果が見られなかった。しかし、Fig.4に示すようにParallel Saturationをoffにすることで劇的に撮像音の低減が可能であることがわかった。

TSE法、SE法における従来条件とパラメータ最適化後のSNR、CNRの比較をFig.5に示す。両者とも大きく変化することがないことがわかる。臨床画像の比較をFig.6に示す。

静音化技術の利用によって、従来と比較し大幅な撮像音低減が可能となり、当院の様な鎮静施行下での検査が主体の場合には、検査中の覚醒率減少が期待され検査効率の向上が期待される。

また、本人の頑張りによって覚醒した状態で検査施行することもたちにとって、音に対する恐怖感の低減につながると考える。

一方で、当院の場合には静音化技術を利用可能なEPIシーケンスが搭載されていないため、鎮静施行下での検査では最後に覚醒してしまうケースも経験している。

こういった状況を改善するためにも、最小撮像音での組み合わせを模索するだけでなく、当該検査一連の撮像音の変動が少なくなるようなパラメータの設定や、各シーケンスごとの撮像音の変動幅が少なくなるような撮像順番の構築などで、検査中の覚醒率減少を見込めるのではないかと考える。

【こどもたちにとっての利点として】

2. 自由呼吸下撮像

自由呼吸下撮像の歴史を辿ってみると、2000年: SIEMENS 世界初のナビゲータによる体動補正機能PACE(Prospective Acquisition Correction)を開発されたことを契機に、BLADEやStar-VIBEの臨床利用が可能となったことでこどもたちの腹部撮像環境も大きく変わった。

Star-VIBEは、kx-ky方向に放射状にデータを

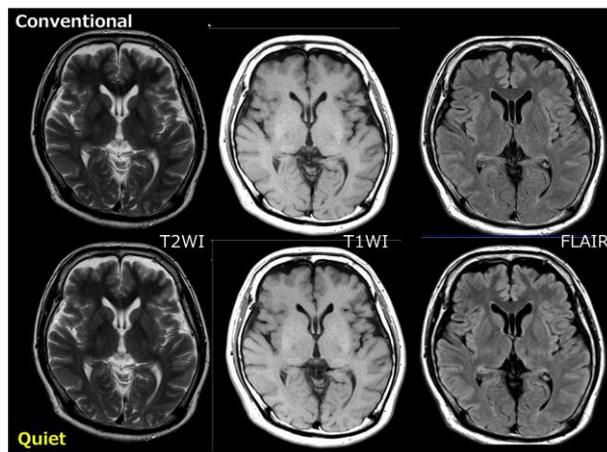


Fig.6 臨床画像の比較

埋めることによって動き補正された3D撮像のため、鎮静下のこどもや息止めの協力が難しいこどもでも息止めの必要なく、またナビゲータも必要なく腹部撮影が可能である。しかし、Radial Viewsというkx-ky平面のデータ数が少ない場合にはアーチファクトが発生すること、iPAT、Dixon、View sharingの併用が不可、FOV phaseは100%に固定などといった制限もある。そういったことを踏まえた上でも、Fig.7に示すように従来に比べ良好な画像を取得することが容易になったと考える。

Star-VIBEにおけるFOV:320 mm、matrix:320×320でのRadial Viewsを変化させた例をFig.8に示す。Radial Viewsのメーカー推奨はBase resolutionの2～3倍と言われているが、Radial Viewsを増やすことで撮像時間が増加するため、時間分解能優先の場合には、1.5倍程度でも臨床使用可能ではないかと考える。

次に、Syngo MR VE platformではPACEにも従来の横隔膜同期に加え、Phase Scoutといった新



Fig.7 腹部息止め撮像例の比較

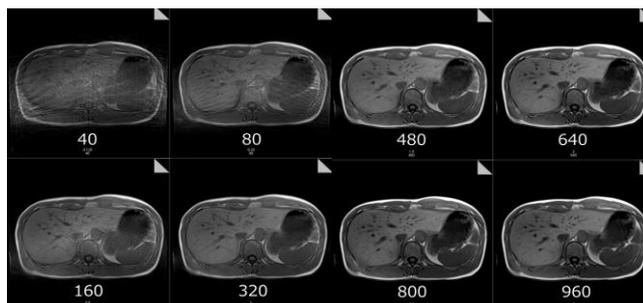


Fig.8 Star-VIBEにおけるRadial viewsの違いによる比較

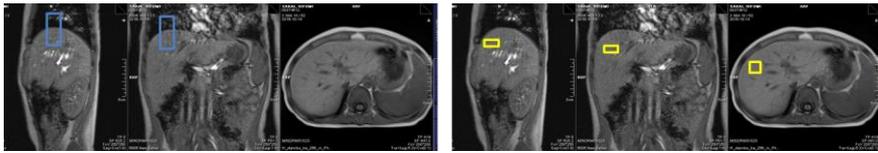


Fig.9 横隔膜同期とPhase Scoutの設定例

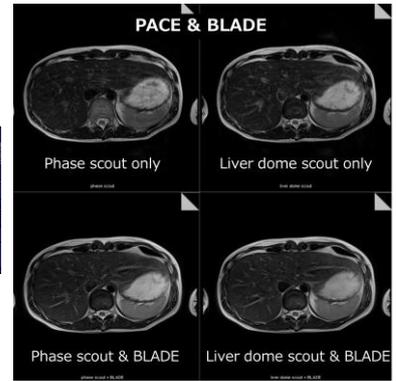


Fig.10 PACE、BLADEの比較例

たな手法が追加された。Phase Scoutは、臓器の上下動を位相変化として検出することで撮像タイミングを制御可能で、横隔膜の上下動が少ない浅い呼吸のこどもでも精度よく呼吸同期撮像が可能となっている。(Fig.9)

当院での使用例からみると、横隔膜同期と比較し平均80秒程度撮像時間が短縮可能で、こどもは横隔膜同期ではうまく同期ができない場面に多々直面していたが、Phase Scoutでは精度よく同期が可能で、Fig.10に示すようにさらにBLADEを併用することで腹部領域の画像は劇的に進化したと考える。

BLADEにおけるFOV:320 mm、matrix:320×320でのBLADE coverageを変化させた例をFig.11に示す。Radial Views同様にBLADE coverageを増やすことで撮像時間が増加するため、時間分解能優先の場合には、125%程度でも臨床使用可能ではないかと考える。

Radial scan (Star-VIBE、BLADE)特有の画像の癖は現時点では完全には除去できない。

しかし、その特性を否定するのではなく、理解し共存するためにパラメータの最適化を行うことで癖を最小限に抑えることができれば、こどもたちのみならず息止めのできない場合にはとても有効な撮影手段であると考ええる。

Phase scoutは従来の横隔膜同期と比較して、ほとんどの場合で撮像時間の短縮が可能であることから、今後の撮像時間の短縮に向けたパラメータの再構築に大きな可能性を与えてくれると考える。

#### 【まとめ】

今回は、こどもたちにとってどのような利点があるかに着目し、SIEMENS先進ソリューションの中から静音化技術、自由呼吸下撮像を挙げた。こどもたちにとってMAGNETOM Aeraは今回取り上げなかった中にも多くのメリットをもたらしてくれた。本稿が今後各施設における小児検査での一助となれば幸いである。

#### 【謝辞】

今回、様々な資料提供いただきましたシーメンスヘルスケア株式会社 DI事業本部 MR事業部 大澤 勇一様カスタマーサービス事業本部/アプリケーション部 藤林 裕平様リージョナル営業本部 北海道・東北営業部 太田 貴志様そして、健常ボランティアとして各種データ収集に協力していただいた宮城県立こども病院 放射線部MRI担当スタッフの方々に、この場をお借りしてすべての皆様のご協力に感謝申し上げます。

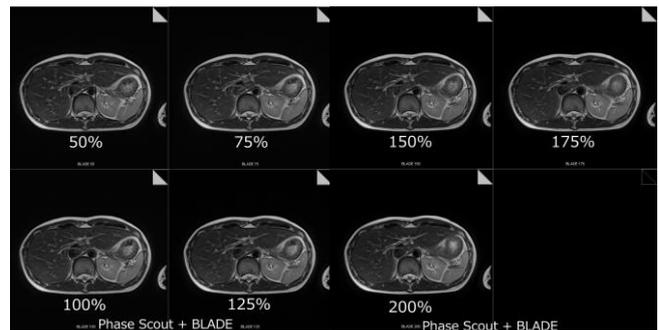


Fig.11 BLADEにおけるBLADE coverageの違いによる比較

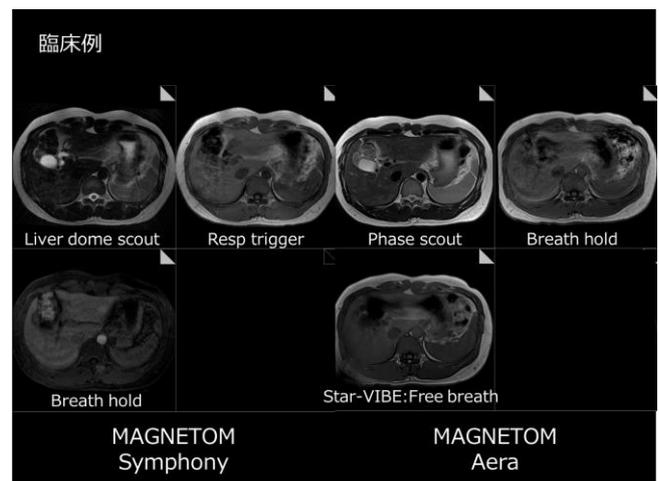


Fig.12 従来機種とAeraでの臨床画像の比較