

# 1.5T MRI装置ECHELON Vegaの 整形領域における初期使用経験

Early Stage Experience of Using 1.5T MRI System ECHELON Vega in Orthopedics Area

青山 信和<sup>1)</sup> Nobukazu Aoyama  
藤井 正彦<sup>2)</sup> Masahiko Fujii

川光 秀昭<sup>1)</sup> Hideaki Kawamitsu

<sup>1)</sup>神戸大学医学部附属病院 放射線部

<sup>2)</sup>神戸大学医学部附属病院 放射線科

日立メディコより発売された1.5T MRI装置ECHELON Vega\*が導入され、整形領域での使用が開始された。MRIでは脊椎・関節撮像に限らず、「動き」に対処するテクニックは必須である。ECHELON Vegaには最新の撮像法RADAR (RADial Acquisition Regime)が搭載され、「動き」補正に利用されている。この撮像法を肩関節冠状断(プロトン密度強調像)に応用し、その有用性について検討を行った。また、腰椎検査の際、MRミエログラフィーに3D Balanced SARGEを撮像し、診断上有意義な画像を提供している。このような最新撮像技術の紹介を行うとともに、省スペース化についても述べる。

1.5T MRI system ECHELON Vega\*, put into market by Hitachi Medical Corp., was introduced to our hospital and started to be used in the area of orthopedics. In MR imaging, the techniques for “movement” are indispensable not only for imaging of spines and joints. ECHELON Vega incorporates the latest imaging method RADAR (RADial-Acquisition Regime) for application in “movement” compensation. This imaging method was applied in the shoulder joint coronary fragmentation (proton-density-enhanced imaging) and studied about its usefulness. Also, 3D Balanced SARGE method imaging in MR myelography provides diagnostically significant images. This paper introduces such latest imaging technologies and space saving as well.

Key Words: MRI, RADAR, 3D Balanced SARGE

## 1. はじめに

日立メディコとの共同研究目的により、1.5T MRI装置ECHELON Vega\*(エシェロンベガ)が導入され、整形領域での使用が開始された。今日の整形領域での診断には、MRIはなくてはならない非常に重要なモダリティである。その中でわれわれに与えられた使命は、まだ販売後日の浅いECHELON Vegaの課題の抽出とブラッシュアップにあると考えている。そこで本稿では、ECHELON Vegaに搭載されている最新撮像技術のRADAR (RADial Acquisition Regime)やMRミエログラフィーに有用な3D Balanced SARGEなどを含めた、整形領域での初期使用経験を紹介する。

## 2. 当院におけるECHELON Vegaの位置づけ

現在当院では1.5T装置3台(内訳:PHILIPS 2台、GE 1台)と3.0T装置1台(PHILIPS)が稼働中であり、今回5台目の装置として日立メディコ製1.5T ECHELON Vegaの使用が開始された。この装置は、最大傾斜磁場強度30mT/m、スリューレイト150T/m/s<sup>1)</sup>であり、診断用1.5T MRI装置としては満足できる性能を有している。われわれはこの能力を脊椎・関節撮像でも十分発揮できるように撮像条件の検討を重ねている。したがって、現段階での検査は整形外科依頼の単純撮像に限った使用状況となっている。

現在提供されているコイルは、主磁場コイルであるT/R Body Coil、Head Coil(QD)、C-Spine Coil、CTL-Spine Coil、Torso Coil、Knee Coil、Wrist CoilそしてMP Coilで

ある。その中でも、Knee Coilを用いた膝関節軟骨撮像での脂肪抑制併用プロトン密度強調像(図1)は高い評価を得ている。しかしその反面、上腕骨や前腕骨のような長管骨撮像には現在使用できるコイルがなく、もっと自由度の高いコイルの開発が待たれるところである。

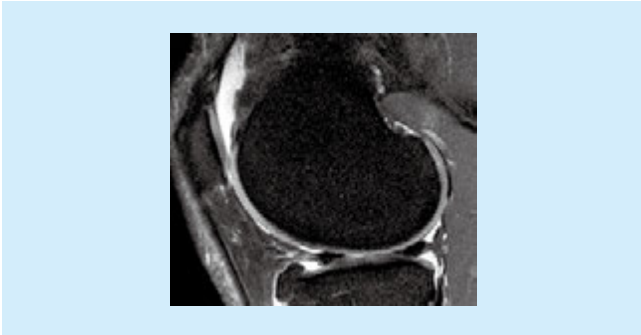


図1：Knee Coilを用いた膝関節軟骨撮像  
(脂肪抑制プロトン密度強調画像)

### 3. 設置面積の省スペース化

図2aに当院でのECHELON Vegaの設置図面と図2bに日立メディコより提供された標準的な低磁場装置の設置図面を示す。

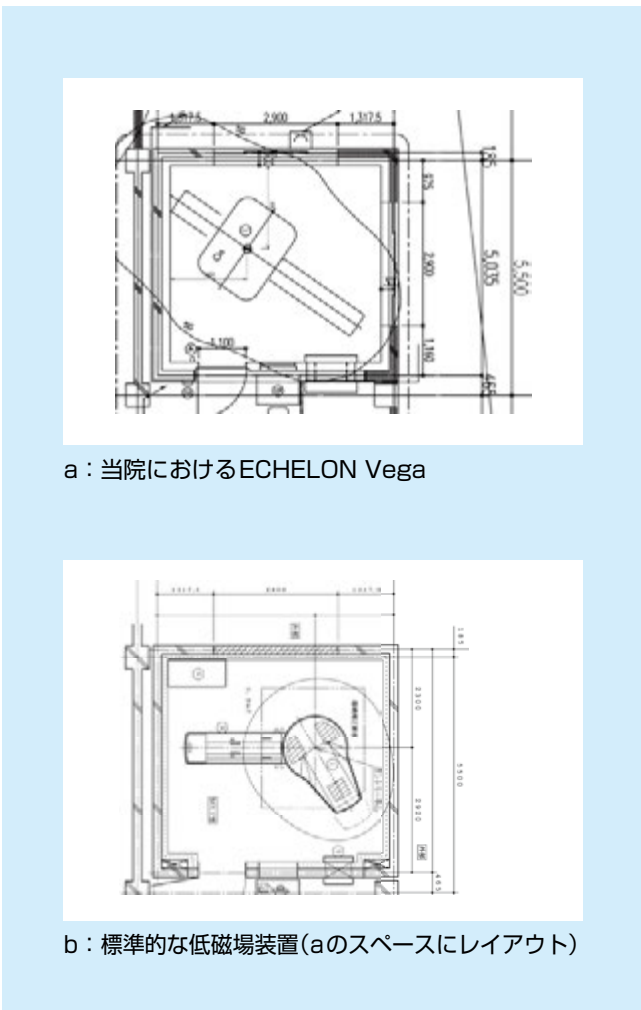


図2：設置図面

これらが示すように、ECHELON Vegaは同社の低磁場装置とほぼ同等の面積に設置可能である。このことは、低磁場装置から1.5T装置へ更新を考える施設にも朗報であり、かつ十分対応できるコンパクトな設計となっている。したがって、低磁場ユーザーは現状のスペースを拡張することなく、ECHELON Vegaの設置が可能であると言える。また、このようなコンパクトな外観でありながら寝台のストロークは2800mmもあり、最近話題の全身撮像も可能な設計となっている。

図3に当院でのECHELON Vegaを示す。図面で示したとおり、検査室に斜めに設置することで狭小スペースにも対応した配置としている。



図3：当院でのECHELON Vega

### 4. 最新撮像技術

#### 4.1 RADAR(RADial Acquisition Regime)

最近各メーカーが発表している撮像方法に、Radial Scanの変法(PROPELLER:GE、BLADE:SIEMENS、JET:東芝など)があるが、日立ではRADAR(RADial Acquisition Regime)と名付けられた撮像法がECHELON Vegaに搭載されている。従来の撮像でのk空間充填法は、各エコー信号がk空間内に等間隔に平行に充填される。しかしRADARではk空間の中心を軸として、回転しながら充填を行っている。これにより、k空間中心のデータ加算が何度も行われるので「動き」に強い撮像法となる(図4a、b)。

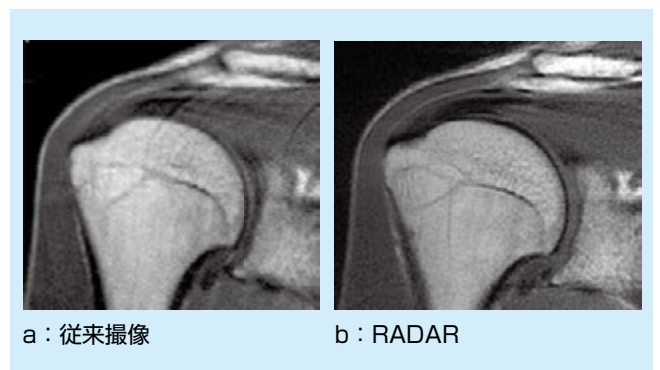


図4：従来撮像とRADARの比較(肩関節冠状断画像)

RADARでは、水平断・冠状断・矢状断・斜位断と任意断面にて撮像可能である。そこでわれわれは、モーションアーチファクトの発生しやすい部位である肩関節冠状断プロトン密度強調像に応用を試みた。図5aに従来撮像での撮像条件の検討を重ねて得られた肩関節冠状断プロトン密度強調像を示す。撮像条件は、TR/TE = 1767/12、FOV = 160、スライス厚 = 4mm、FSE = 7、matrix = 256 × 224(512recon.)、NSA = 4、k-space trajectory = centric、撮像時間 = 3:49である。肩関節撮像で最も重要である棘上筋腱も、十分なコントラストで描出されている。図5b、cにそれぞれRADARでの画像を示す。ともにTR = 1200、FOV = 220、スライス厚 = 4mm、matrix = 256 × 504(512recon.)、k-space trajectory = sequentialとし、図5bではTE = 24、FSE = 6、NSA = 2、撮像時間 = 3:23の設定で撮像を行った。従来撮像に比べて、棘上筋腱の描出が不十分である。この原因としては、筋や腱板のようにT2値が短い組織に対してTEの設定が長すぎたためと考えられる。なぜなら、RADARでは得られたエコー信号のすべてがk空間の中心部に用いられるため、TEの設定が不適切な場合にはT2減衰によりコントラストが低下したり、アーチファクトが生じたり

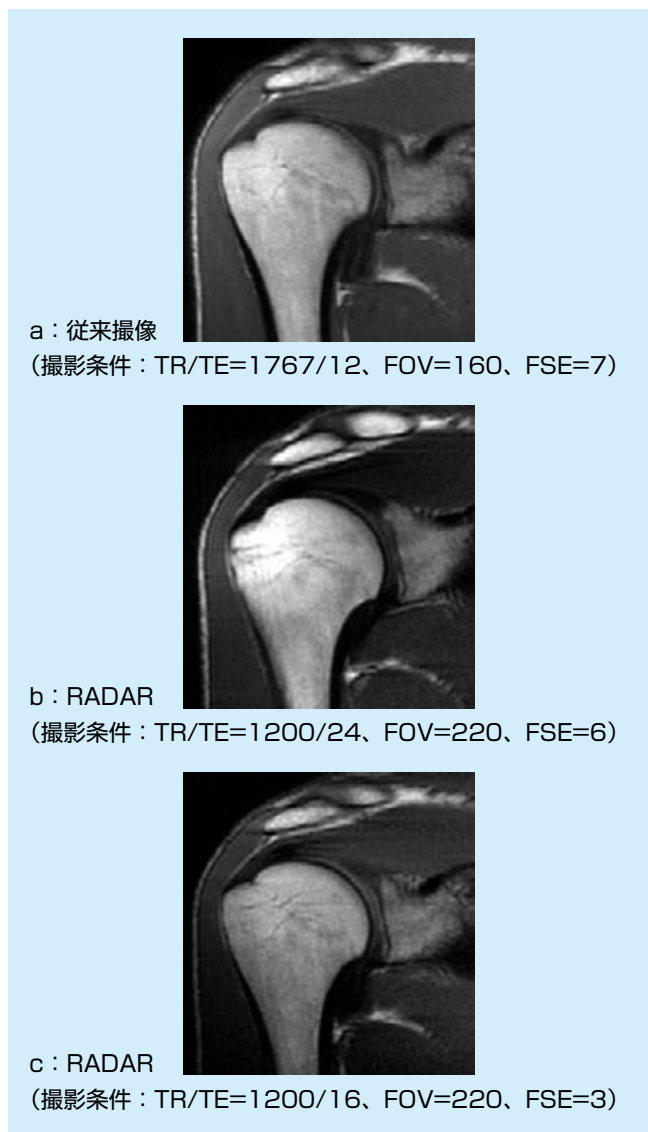


図5 : 肩関節冠状断プロトン密度強調像における従来撮像とRADAR

する傾向にある。よって、このようなT2減衰の著しい部位でのTEの設定は、従来撮像以上に注意を要する。そこで、図5cではTE = 16、FSE = 3、NSA = 1、撮像時間 = 3:23の設定に変更し撮像を行った。これにより従来撮像同様に棘上筋腱が十分なコントラストで描出されるようになった。ここで不思議なことに気が付く。RADARでは位相マトリクス数が周波数マトリクス数よりかなり大きくなっている。この値は位相マトリクスではなく、取得するエコーの総数を示し、位相マトリクスに $\pi/2$ をかけて求められる値である。ECHELON Vegaでは自動計算されている。そして、このエコー総数をEcho Factorで除した値がBlade数となり、つまりはShot数ということになる。また、RADARでの空間分解能は撮像面内で等方的になる。さらにRADARでは読み出し傾斜磁場方向が回転するため、各々の方向でのケミカルシフトが重なり画像のボケを生じる。これを避けるためにバンド幅を広めに設定することが必要となる。図6にmatrix = 352 × 630で撮像された画像を示す。これによりバンド幅は、図5cでは67.2kHzであったのが98.1kHzとなり、ケミカルシフトは0.84ピクセルから0.79ピクセル(水と脂肪の共鳴周波数差は220Hzとして計算)と改善された。もうひとつRADARで特徴的なことは、エコー総数を多くすることでSNRを向上させることができる点である。なぜなら、エコー総数を多くすればBlade数が多くなるので、k空間の中心部の加算回数が増えることになり、SNRの向上につながる。

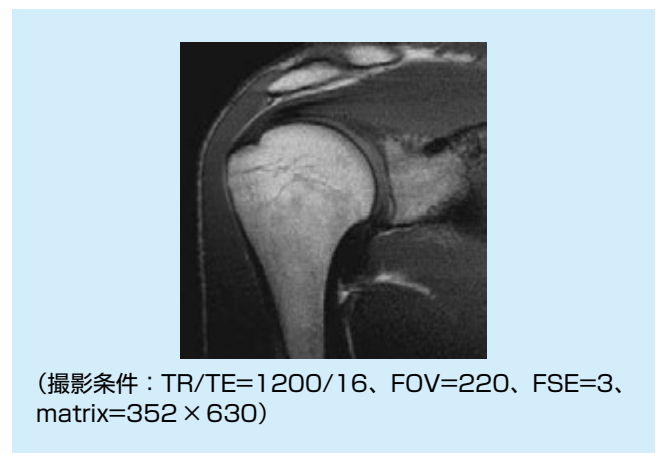


図6 : バンド幅を拡大したRADAR撮像 (肩関節冠状断プロトン密度強調像)

#### 4.2 3D Balanced SARGE

腰椎検査のなかでもMRミエログラフィーは、CSFのT2値が長いことを利用しHeavy T2強調画像を用いることで、X線ミエログラフィーに近似した画像を非造影にて得る手法である。シーケンスとしては3D FSE法が一般的であるが、撮像時間が約8分と非常に長くかかってしまう。しかしECHELON Vegaでは、SSFPシーケンスの3D Balanced SARGEを使用し、約4分で撮像可能である。SSFPシーケンスのコントラストは周知のとおり、T2/T1により決定される<sup>2)</sup>。したがって、この値が大きければ高信号に描出される。腰椎では、脂肪とCSFが高信号となるので、脂肪抑制を併用すればいいことになる。

MRミエログラフィーの適応は、椎間板ヘルニアなどによっ

て圧排された硬膜嚢や神経根の描出などである。実際の臨床例を図7a～dに示す。L5/S1レベルにT2強調画像で、椎間板ヘルニアが描出されている。3D Balanced SARGEでは、同部位の神経根が圧排されているのが明瞭である。撮像条件は、TR/TE = 10.6/5.3、FA = 40°、FOV = 260、スライス厚 = 1.5mm、スライス数 = 40、matrix = 288 × 336(512recon.)、NSA = 1、Water Excitation = 1-2-1、k-space trajectory = sequential、撮像時間 = 3:47である。撮像後の処理として、MIPとMPRを作成する。MIP処理により、立体的な疾患部の把握が可能となる。

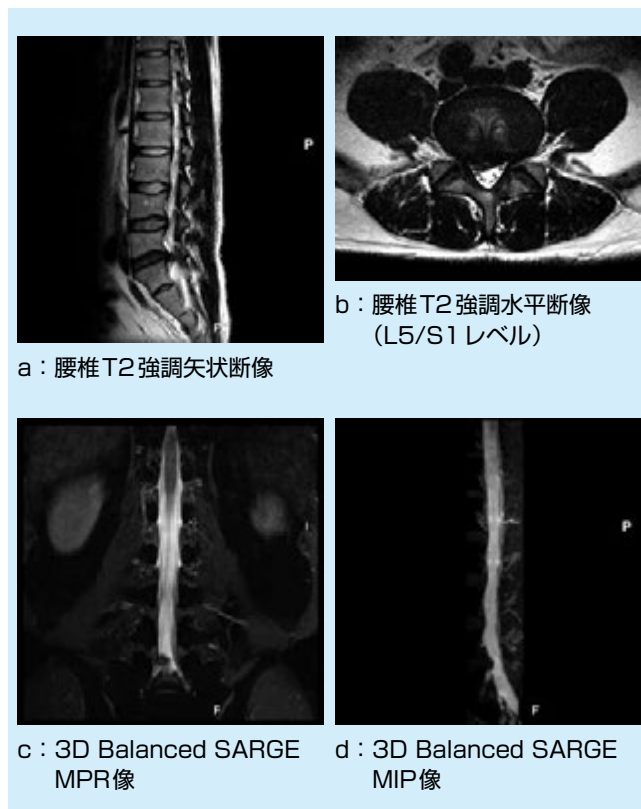


図7：臨床例

## 5. ECHELON Vegaの課題と将来展望

2007年4月より使用を開始して、現時点での要望は、コイル感度の補正技術であると考え。特にMP Coilは一对として使用するが、肩関節などの場合に前後でコイルと身体の距離が違っているときなどは顕著に現れる。しかしこの問題は、新しい感度補正技術により、解消されると思われる。もうひとつの要望は、やはり長管骨を撮像できるコイルである。

ECHELON Vegaでは、最大コイルチャンネルが32ch用意されており、寝台のストロークが2800mmあることから、近い将来には多チャンネルコイルを駆使した、高分解能全身検査が容易に行われる日がくるであろう。そう願うとともに、今後の改良・開発にも、われわれユーザーの声を是非活かして欲しいと思う。

※ ECHELON Vegaは株式会社日立メディコの登録商標です。

## 参考文献

- 1) 中西 彰, ほか: 超電導磁石方式1.5T MRIシステム ECHELON Vegaの開発, MEDIX, 45:27-32, 2006.
- 2) 田淵 隆, ほか: balanced sequenceの臨床応用, 映像情報MEDICAL, 34(8):772-779, 2002.