

総説

MRI：最近の技術動向

内海 一行

GE横河メディカルシステム MR営業技術グループ

MRI：Recent Technical Development

Kazuyuki Uchiumi

MR Sales Planning Dept

はじめに

MRIが臨床の場に登場してから15年以上が経過しようとしている。この間に、ハードウェア、ソフトウェア共に性能は著しく向上し、その臨床用途は拡大してきている。21世紀を迎えた今、MRIの最近の技術動向を概説する。

MR装置のカテゴリー

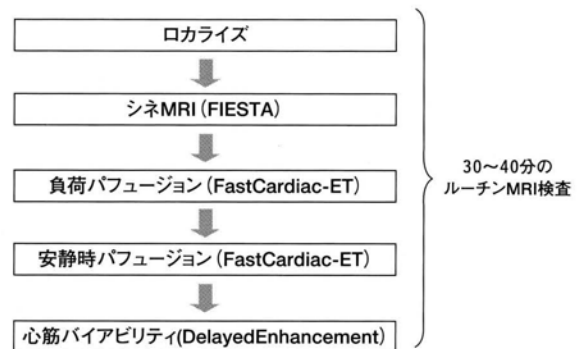
従来は1.5Tを指す「高磁場」、0.5T～1.0Tを指す「中磁場」、0.5T未満の装置を指す「低磁場（もしくは永久磁石）」というカテゴリーがほぼ全てであった。現在では、それに加え、研究機として3T～4Tの磁場強度を有する「超高磁場」と呼ばれるジャンルが登場している。主に頭部領域がターゲットであったが、最近では腹部を含めた全身領域への対応がリサーチの世界で話題になっている。（注：これらは2001年5月現在、臨床用MR装置としては薬事法で認可されていない。）また、低磁場は「オープンMR」という姿に変わり、今や一つのジャンルを築いていると言っても過言ではない。特に米国においてはオープン性そのものが装置の性能評価になっており、そういった背景もあってか、より磁場強度の高い「オープンMR」というニーズも生まれている。2000年末のRSNA（北米放射線学会）の展示ブースでは、各メーカーより新製品や参考出展が発表されていた。本稿では臨床用のMRI、とりわけその最高磁場強度である1.5Tの装置を中心に以下の4点について紹介する。また、一部オープンMRについても取り上げる。

- 1 心臓領域のMRI検査
- 2 頭部領域での高速撮影
- 3 リンストラクションによる撮影時間短縮
- 4 ハードウェアの新たな展開

1 心臓領域のMRI

MRはダブルオブリークを始めとする任意断面の撮影が容易なことから、実用初期より心臓領域での臨床応用

三重大学でのカーディアックMRI検査



に期待がかけられていたがこの15年間メジャーなモダリティであったとはとても言い難い。この最も大きな要因としては、臨床で必要とされる「機能情報」を提供できなかったことが挙げられると思われる。しかし、近年登場したカーディアック用のMRI装置により心臓領域でのMR検査の有用性も随分と変わってきた。以下は三重大学での虚血性心疾患におけるMR検査の内容の一部である。使用装置はGEのカーディアックMR: SignaCV/iである。

1-1 心筋パフュージョン

MRI用造影剤（Gd系）を急速静注し、高速T1強調画像でダイナミック撮影を行った場合、虚血領域はファーストパス通過中に低信号領域として観察される。実際の検査プロトコルとしては、ペルサンチン＋ハンドグリップによる負荷検査とアミノフィリン注入15分後の安静時検査の2回のパフュージョン撮影が行われ対比される。撮影パルスシーケンスは造影剤のファーストパスを高いコントラストで、かつ広範囲でカバーできるような特殊撮影で、GEではFast Cardiac-ET (EchoTrain) と呼んでいる。この方法はマルチショットEPIを応用した高速撮影で、2R-R間隔で7-9スライスの短軸像が撮影できる。

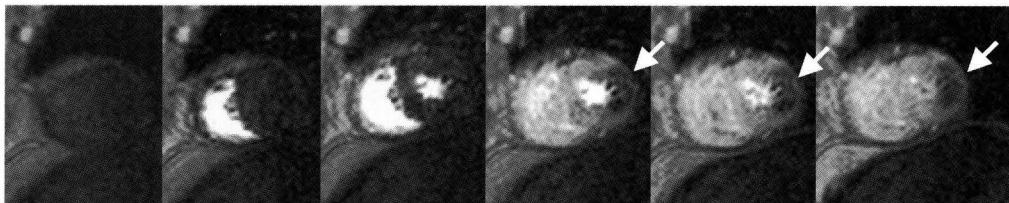
1-2 シネMRIによる左室機能の評価

心臓断面の動画撮影(シネMRI)自体は古くから行われている手法だが、ここへきてこのシネMRIに強力なパ

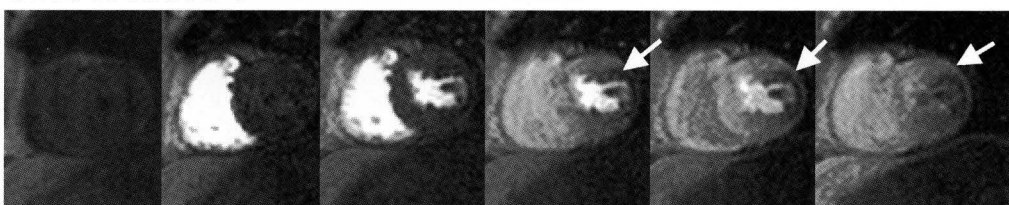
ルスシーケンスが登場した。従来法より心筋と心腔内血流とのコントラストに優れたこの方法は、GEではFIESTA (Fast Imaging Employing STEady State

負荷パフュージョン

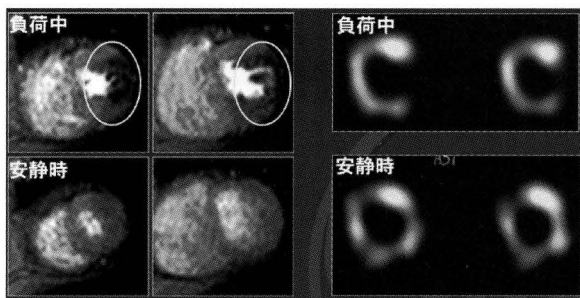
Slice location 4



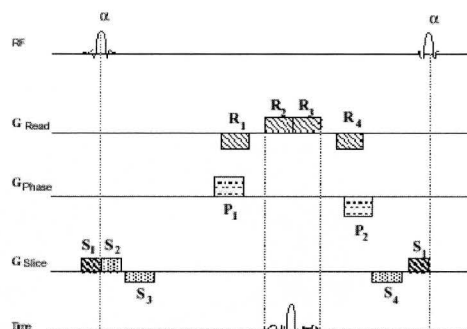
Slice location 6



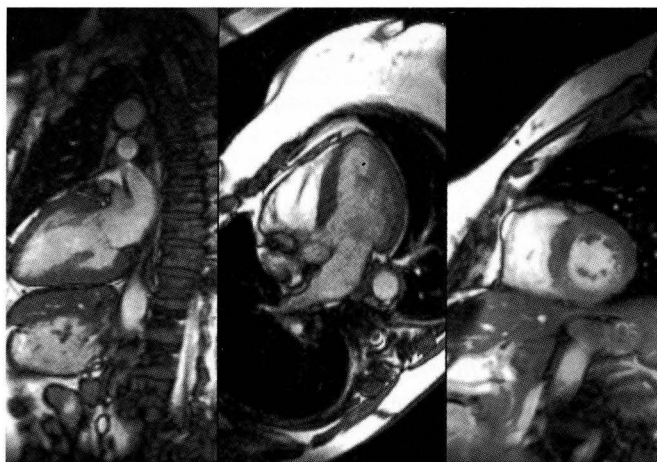
パフュージョン MRIとSPECTの比較 (68歳男性、狭心症、左回旋枝狭窄)



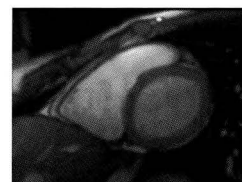
パフュージョンMRI TI-201 SPECT
(上) 負荷中、(下) 安静時



2D FIESTAのパルスシーケンス



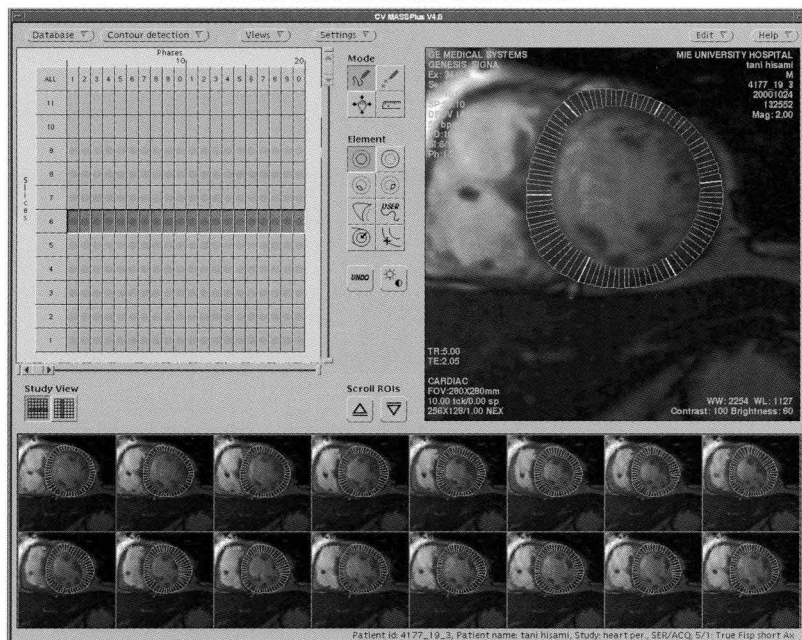
FIESTA
(Fast Imaging Employing STEady state Acquisition)



左図. 16秒の息止めシネ撮影: 非常に高いコントラスト、高S/N

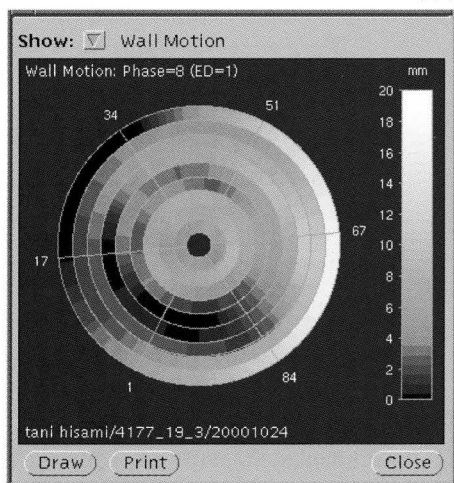
上図. この画像からではわからないが、Valve Visualizationにも非常に優れる。

MASS < Ventricular Function / Wall Motion >



オートマチック エッジディテクション

局所心筋機能の極座標表示: Bull's eye display (下壁梗塞症例)



Wall motion

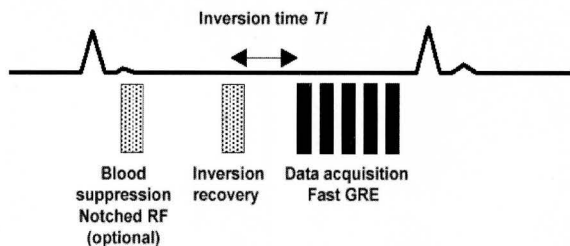


Wall thickening

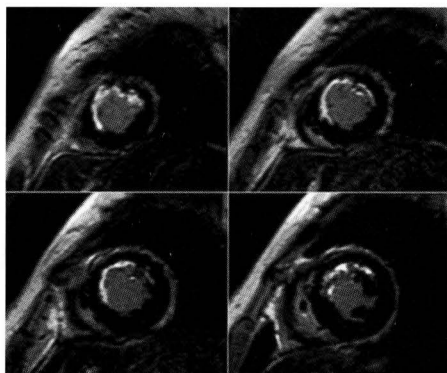
Acquisition)と呼んでいる。Steady Stateを高度に利用したグラディエントエコーの撮影で息止めのシネ撮影でも非常にS/Nが高い。この撮影はTR/TEが短い程、その真価を発揮する撮影であり、非常に高い傾斜磁場性能(高スリューレート)を有するカーディアックMRIにはまさにうってつけの撮影と言える。このように短時間で高画質なシネMRIが手軽に得られるようになると、各種の

計測を行う心機能解析のプログラムも活きてくる。GEではライデン大学が開発した「MASS」と呼ばれる心機能解析プログラムを新たに導入している。本プログラムではオートマチックのエッジディテクションはもとより、ブルズアイを用いたディスプレイが特長であり、特に壁運動評価においてWall Thickeningの解析も可能となっている。

Delayed Enhancement Sequence



Delayed Enhancement MRI (前壁梗塞)



梗塞部位は顕著な高信号領域として描出される。

1-3 心筋バイアビリティの評価

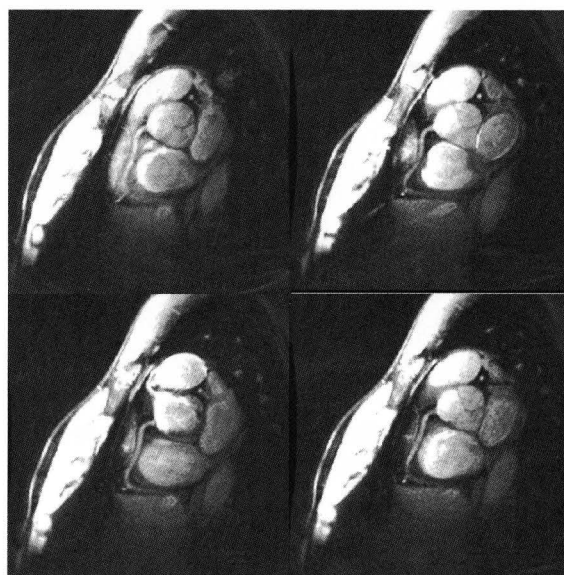
Delayed Enhancementと呼ばれ、造影剤投与15分以降に撮影を行う。この撮影では急性期～慢性期の心筋梗塞が高信号を示す。

パルスシーケンスとしては呼吸停止が可能なように κ スペースセグメンテーションを併用したFast IR法でIRパルスにより心筋を抑制し心電同期下SE法よりもコントラストを上げている。実際、非常に高コントラストな画像が得られる。上記検査法により、左室機能、心筋血流、心筋梗塞の描出に関しては他の非侵襲的診断法と比較して高い診断能を示すモダリティという評価を頂いており、虚血性心疾患において、形態と機能を総合的に診断できる「One-Stop Shop」の可能性を有している。

1-4 冠状動脈のMRA

また、冠状動脈の血管像をMRAでどこまで追えるかについても期待されている。現在のところは様々なパルスシーケンスによる試みがなされている。具体的には呼吸停止下によるスパイラルスキャン、横隔膜の動きを検知し、呼吸とECGの両方の同期を行う3D-NAVIスキャン、

Coronary Artery Imaging SPIRALスキャン Vessel Tracking併用



非造影での16秒の息止め撮影

Coronaryを追いかけるように断面を変えて

撮影→Vessel Tracking

0.90 mmの空間分解能

造影剤を使用した息止めの3Dスキャン等が代表的な撮影である。しかし、現状では決定打と呼べる撮影法はなく、患者の様態や目的別で使い分けられている。この領域では全く新しい方法が出現するかも知れないし、その臨床有用性については今後も様々な角度から検討されると思われる。

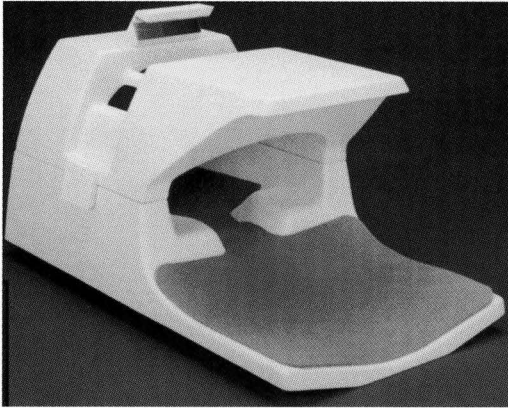
2 頭部領域での高速撮影

頭部領域では、超高速撮影であるEPI(エコープラナーイメージング)の実用が進み、また、臨床に十分な画質がより短時間で撮影可能となったことも併せて、脳卒中急性期のプロトコル(Stroke Set)が注目を集めている。一部の施設では既に臨床実用されている。その他、EPIを用いた撮影として、脳機能画像(f-MRI)の臨床応用やTensorイメージング等が期待されている。

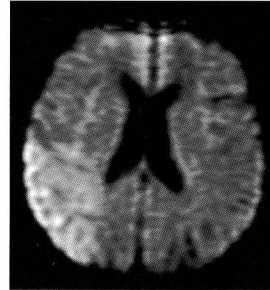
2-1 Stroke Set

以下は横浜栄共済病院での実際のプロトコルである。使用装置は1.0Tの臨床機(SR77)である。

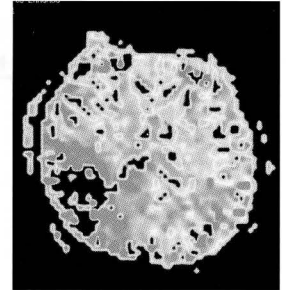
臨床現場でのStrokeSet



ニューロバスキュラー (NV) フェイズドアレイコイル
※大動脈弓部～頭部全体が感度範囲。患者から完全にフ
ローティングした専用設計品。



Diffusion EPI



Perfusion EPI

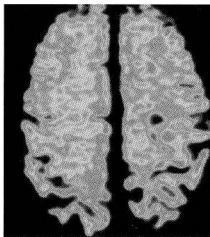
MTEのカラーマッピング

右脳梗塞 69歳男性

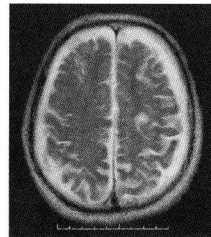
救急で来院。CTでは全く異常見られず。右の側頭葉から後
頭葉にかけてDiffuionイメージで高信号。PerfusionのMTE
画像では病変部の信号が描出されず。側副血行の全くない
領域で、塞栓症の脳梗塞によくみられる。



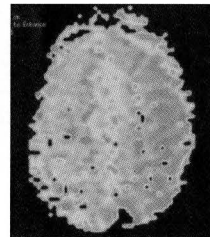
Diffusion EPI



eADCマップ

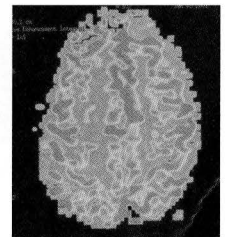


T2強調画像



Perfusion EPI

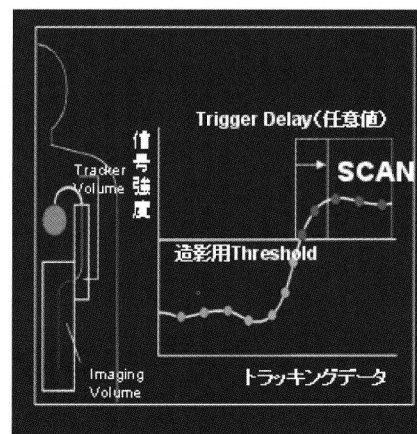
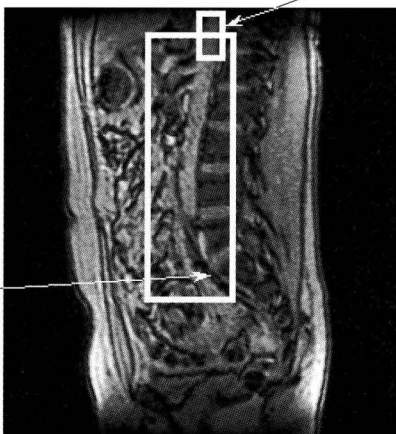
(左) MTE画像、(右) rCBV画像



左脳梗塞 68歳男性

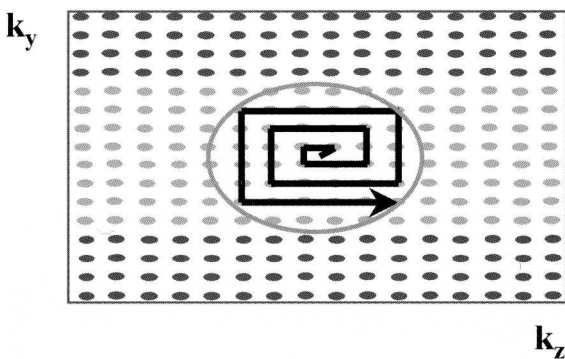
CTでは全く異常見られず。Diffusionイメージングでの異常高信号領域はT2強調画像では認めず。PerfusionのMTEで
灌流異常領域が明瞭。rCBV画像上には明らかな異常領域は認められず、側副血行により左大脳半球が補われているこ
とが示唆される。

3D ダイナミックMRAでの技術

Tracker
VolumeImaging
Volume

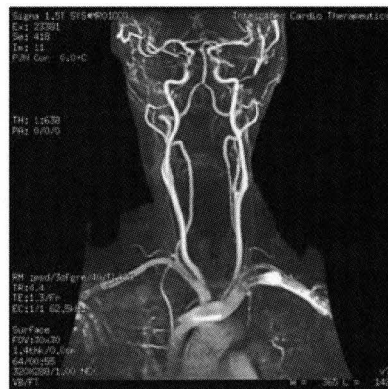
スマートプレップの模式図 (図は腹部でのシェーマ)

トラッカーによる撮影タイミングの自動化



エリプソイドセントリックビューオーダー(k スペース上のトラジェクトリー)

撮影時間の先行10%で殆どのコントラストを決定。→静脈の混入のないダイナミックMRAの撮影が可能。



3D ダイナミックMRA

撮影時間: 約1分

NVアレイコイルなら幅広くスクリーニングが可能。

<使用コイル>

ニューロバスキュラーフェイズドアレイコイル

本コイルは大動脈弓部分岐部から頭部全体を4つのコイルでカバーする高性能コイルで、広範囲撮影と高S/N撮影の両立を狙っている。

<プロトコル>

3-Plane (Ax, Cor, Sag) ロカライザー: 25秒

拡散強調画像 (Diffusion-EPI): 40秒

Phase Contrast法によるMRA: 28秒

T2強調画像: 53秒

T1強調画像: 64秒

造影MRA (ダイナミックMRA): 48秒

灌流画像 (Perfusion-EPI): 61秒

(造影後) T1強調画像: 64秒

上記8つの撮影を約20分以内で行っている。

(ルートを確保してから検査にくるよう指示。)

<拡散強調画像 (Diffusion) 撮影でのポイント>

$b=0$ と1,000の両方の撮影を実際には行っており、そのデータからはADC (eADC) マップの作成が可能。およそ30秒程度の画像処理でT2 Shine Throughを排除した計算画像が得られる。

<造影MRAでのポイント>

造影剤8ccを用いてのダイナミックMRA。静脈の混入しない動脈像を得るために、コントラストの決定を時間的にピンポイントにした特殊撮影、GEではエリプソイドセントリックと呼ばれる方法を用いている。ニューロバスキュラーフェイズドアレイコイルを用いることで、大動脈分岐部、頸動脈分岐部、頭蓋内の血管と幅広くスクリーニングが可能となっている。また、時間的にピンポイントであ

るということはそれだけ、造影剤を最適なタイミングで捕らえる必要がある。患者個人によってバラつくこのタイミングをスマートブレップ法は自動でトリガーをかけることが可能である。

<灌流画像 (Perfusion) 撮影でのポイント>

造影剤12ccを用いてのダイナミックPerfusion撮影。パルスシーケンスはグラディエントエコータイプのEPI。12location×30Phase撮影。360枚の画像をワークステーションに転送してはそれだけでもかなりの時間を要するが、Func Tool2000と呼ばれる画像処理ツールは本体コンソール上で起動可能であり、rCBV、及びMTE (MTTとはほぼ同義) のカラーマッピング像をおよそ1分で施行可能。時間と争う緊急検査では特に真価を発揮している。

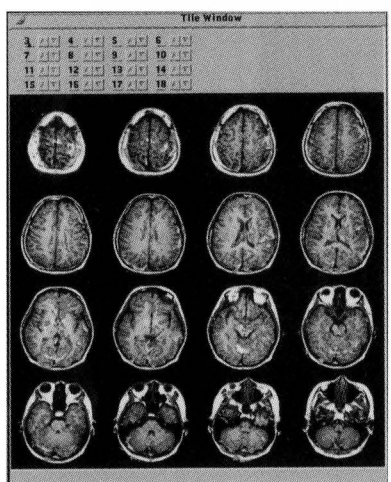
2-2 Realtime f-MRI

EPIの臨床応用といえば、Stroke Setでも登場したDiffusion、Perfusionが代表的であるが、もう一つの代表として脳の機能画像 (f-MRI) が挙げられる。

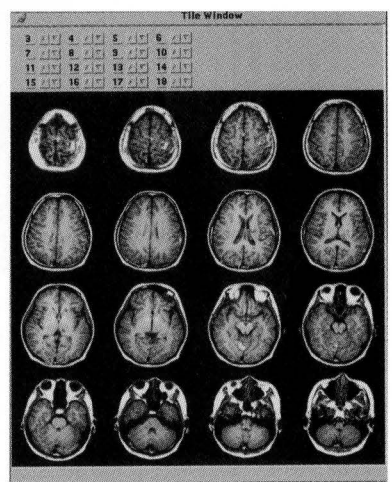
頭部領域の術前情報等として臨床応用が期待される (※一部施設では既に施行されている) f-MRIであるが、研究用のツールとしては使用できるものの時間とマンパワーに限度のある臨床現場では簡便に用いられているとは言い難い。f-MRIの最終結果はデータの解析によって得られるため、実際のところその検査がうまくいったかどうかは、後になってみないとわからなかった。Realtime f-MRIは負荷や刺激を与えている際のデータを高速ワークステーション (GE: Advantage Workstation 4.0) に取り込み、ほぼリアルタイムに統計

Real Time f-MRI

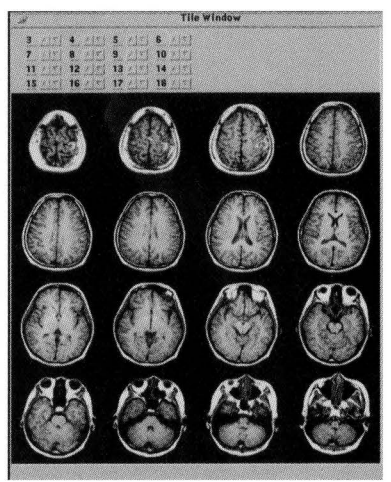
健常ボランティア (MRの検査経験なし) での手指対立運動例。
(※白黒印刷ではわかりにくいかも知れないが) 測定直後に解剖画像にスーパーインポーズされた画像を得ることができる。



1回目の解析画像
検査に慣れない被検者の体動などによるアーチファクトであちこちが一見、有意な領域として描出されている。



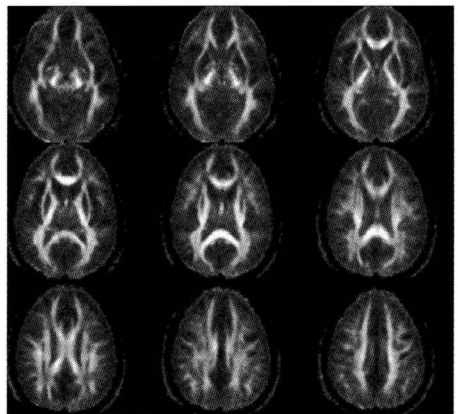
2回目の解析画像
頭が動いていたので、さらにじっとして検査を受けるようにアドバイスをした結果、1回目のFales Positiveに描出されていた領域が減少している。



3回目の解析画像
さらに被検体に手指運動時に肘や肩が動かないように指示。満足 of いく結果が得られている。
Real Time f-MRIではこのようにその場で適切な対応ができる。

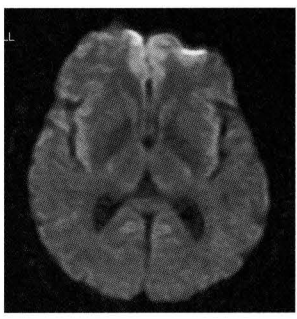
Diffusion Tensor Imaging

FA : Fractional Anisotropy

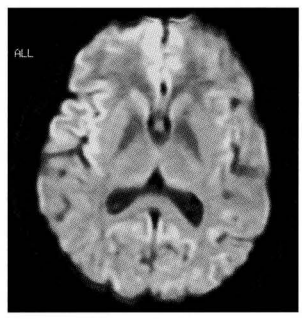


拡散の不等方性を表現する一つの指標として使用出来る。
拡散が等方的 → FAが小 (低信号)
拡散の異方性が強い場合 → FAが大 (高信号)

処理 (t検定) を施して、事前に撮影されている同じ位置のT1強調画像やEPIの元画像にその結果 (信号強度変化と刺激のON/OFFとの間に有意差のある部分) をスーパーインポーズして表示する機能である。
このことのメリットは画像処理に費やす時間の短縮だ



23mT/m, b=1000, TE=95ms

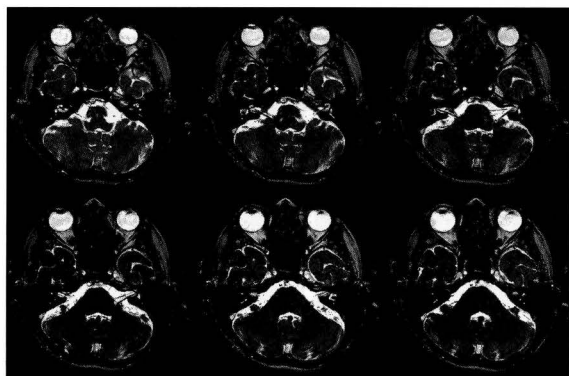


33mT/m, b=1000, TE=77ms

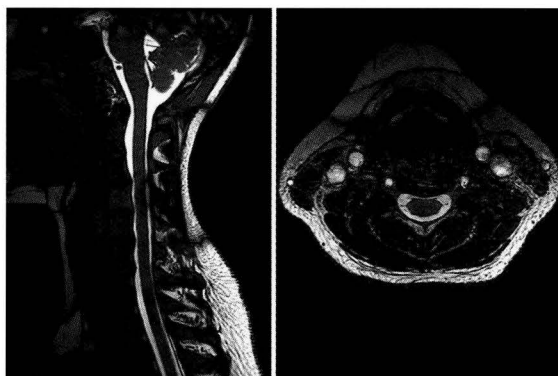
最大傾斜磁場強度が高いほど、同じb値でもより短いTEを使用可能。結果としてS/Nの良いDiffuion画像が得られている。Tensor Imagingにも有利である。

けではなく、検査そのものがうまくいったかどうかをその場で検証可能であり、もし体動等でうまくいっていない場合はその場で説明してもう一度測定することができる。その結果、実用的な時間、労力、精度で臨床でのf-MRIが可能になるとと思われる。

3D FIESTA



CSFを強調したMR Cisternographyが短時間で得られる。



短時間でのSpineのボリューム撮影にも期待される。

2-3 Tensorイメージング

Diffusion EPIは超急性期脳梗塞の画像化として臨床に定着した感があるが、これは組織における水分子の拡散のしやすさをコントラストとして利用している。一方、神経線維に代表されるように、組織によってはその方向によって拡散がしやすい/しにくいという特性が存在する。これを拡散の異方性と呼んでいるが、この異方性を利用した画像がTensorイメージングである。パルスシーケンス的には拡散を取り出すためのMPGと言われる傾斜磁場を6パターンの組み合わせで印加し、得られたデータセットから計算画像を作成する。

λ_1 、 λ_2 、 λ_3 等、様々な計算画像が得られるが、最もポピュラーなものはTraceとFA (Fractional Anisotropy) である。Traceは原理的にはDiffusionの3軸合成画像のADC像と同義である。FAは拡散の異方性を持つもののほど高信号に描出され、頭部の断層面では白質を強調したような画像が得られる。

まだリサーチの域を出ていないが、錐体路の障害度の評価、白質変性疾患、精神疾患でのFAの変化といった応用に期待されている。

なお、Tensorイメージングは非常にS/Nが低いため、同じb値ならばより短いTEの選択が可能な最大傾斜磁場強度の大きな装置が有利である。

2-3 その他

心臓領域のシネ撮影で紹介したSteady Stateを利用したグラディエントエコー法のFIESTAを3D撮影(3D FIESTA)で用いるとCSFを強調したMR Cisternographyが3D Fast SE法に比較して短時間で得られる。

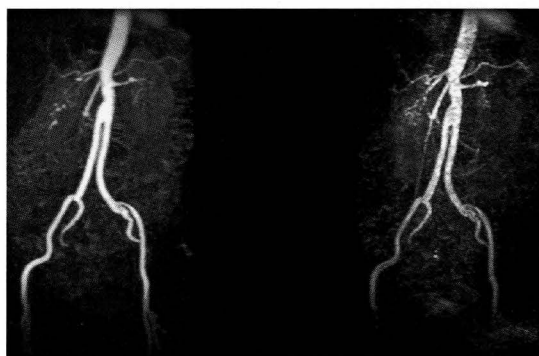
3DのFIESTAは脊髄のT2強調画像をルーチンでボリューム撮影できる可能性も有している。

3 リコンストラクションによる撮影時間短縮

MRの撮影時間は $TR \times \text{マトリクス数} \times \text{積算回数(NEX)}$ である。3D撮影の場合はこれにスライス枚数の掛け算となる。単に撮影時間を短縮しようと考えた時、それぞれのパラメーターを短くすれば良いわけだが、TRは得ようとするコントラストやシーケンスに依存するため何でも短くできるわけではない。マトリクス数は空間分解能が犠牲になる。積算回数はたとえば1が最低の数字で、ハーフフーリエと呼ばれる技術を使うと0.5までは短くなる。(※但し、S/Nは犠牲になる。)では、それ以上にMRの撮影時間を短くする方法はないであろうか。

近年のMRの話題であるSENSE (Sensitivity Encoding) はフェイズドアレイコイル (複数個の受信コイル) を用いて特殊な演算を行い、リコンストラクション、すなわち画像処理で撮影時間を短縮させる技術である。なお、GEではASSET (Array Spatial Sensitivity Encoding Technique) という名称を用いている。撮影時間の短縮率は原理的には使用しているコイルの数分短くなるのだが、実用限界としては現在のところ1/2、つまり半分である。この方法は原理的にはパルスシーケンスを選ばず撮影時間の短縮が可能であるが、トレードオフとしてはS/Nの低下、原理的なアーチファクトが挙げられる。よって、S/N的に殆ど支障がなく、空間分解能を犠牲にしないで、撮影時間を短縮するメリットが高い領域で特にその真価を発揮する。(勿論、フェイズドアレイコイルの対象領域に限られる。) 具体的には造影剤を使用した胸部腹部での3DダイナミックMRAはその筆

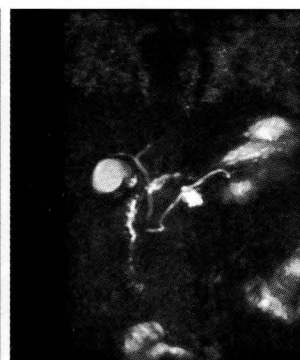
ASSET (SENSE) イメージング例 Array Spatial Sensitivity Encoding Technique



3D DynamicMRA ASSET 3D DynamicMRA
scam time 16sec/Phase scam time 8sec/Phase
ASSET使用(右)では非使用の(左)に比較してS/Nの低下が見られるが、撮影時間は1/2であり、Time Resolved MRA等には特に優れた適応を示すと思われる。



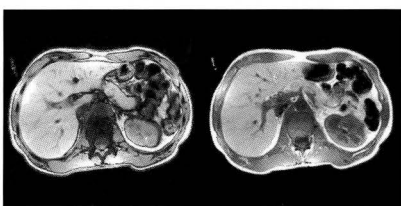
ASSET 3D FSE
呼吸同期 (R-Trig.)
6分33秒



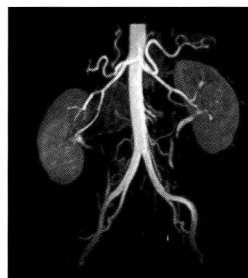
ASSET 3D FastRecovery
TR2,000msec 息止め
30秒



ASSET FIESTA 13秒



ASSET
FastSPGR-Dual
TR: 180, TE: 2.3/4.6, FOV: 34x26,
256x192, 1NEX
18slice
Scan Time: 14秒



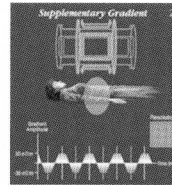
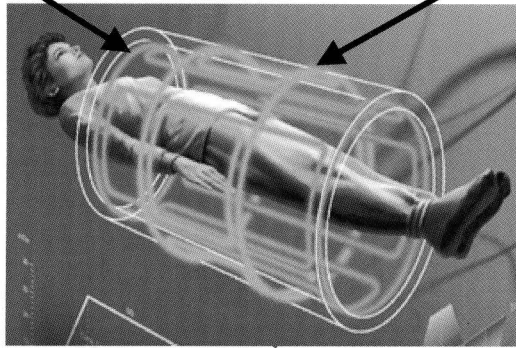
ASSET
3D DynamicMRA
14秒

頭に挙げられる。また、本法を使用しなければ到底息止め可能な撮影時間にならないような特殊撮影(例えば3DのMRCP)でも有用である。また、データ収集時間の短縮が画質の向上に大きく貢献する心臓、サセプタビリティーアーチファクトの低減が期待される頭部EPIにも有効と考えられる。(但し、この場合は専用コイルが必要になる。)一方、S/Nを犠牲にはできないような撮影やアーチファクト等のリスクをあえて払ってまで撮影時間を短くす

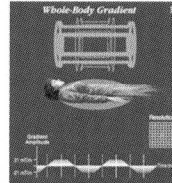
る必要のない領域では積極的に使用していくとは考えにくい。よって撮影時間短縮技術の殆どがそうであるように、そのメリットとデメリットを考慮して選択されるイメージングオプションの一つであると考えている。

4 ハードウェアの新たな展開

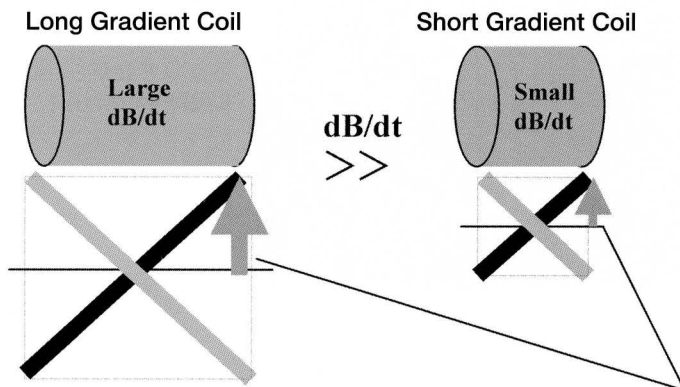
ここ数年のMRIは傾斜磁場システムの性能と共に歩んできた。傾斜磁場の性能、とりわけスイッチング性能を

Whole-Body ModeZoom ModeZoom Mode (Speed)

- Advanced Sequence
- Real Time
- Diffusion/Perfusion
- High Resolution

Whole-Body Mode (Large FOV)

- Localize
- Whole Spine

Twin Gradient System**傾斜磁場コイルの長さとはdB/dt**

※長いGradient Coilでは、dB/dtの制限をすぐに越えてしまう。
→実際の撮影には使えない。

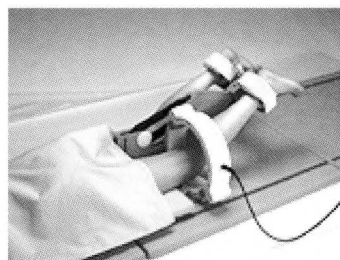
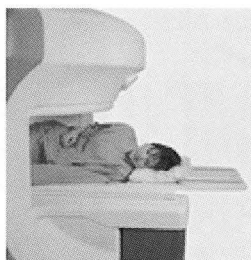
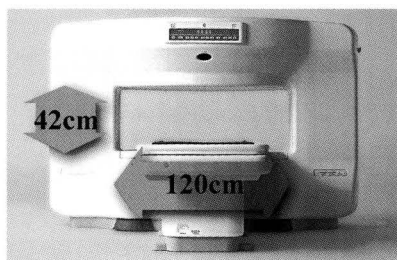
この矢印(↑)の大きさが大きい程、制限がかかる。

表すSR(スリューレート)は重要視されており、前述のカーディック用のMRではSR150といった非常に高いスペックを有している。実際、カーディックシーケンスの多くは高SR程有利であるし、FIESTAも高SRであるほど真価を発揮できる。しかし、MRIの傾斜磁場のスイッチングはdB/dt(ディービーディーティーと呼ばれている。)というレギュレーションで規定されており、幾らでも人体に印加できるものではない。このレギュレーションは生体への安全性を考慮したもので、かつてEPIの実用初期に「EPIはビリビリくる!」と噂された生体神経刺激が挙げられる。ここで、dB/dtは傾斜磁場の変動率であるため、MRの構造的に体軸方向(Z軸)が引っかけやすい。(※ボア内部の上下、左右方向よりも軸方向の方が長いことによる。)そのため、何度も登場しているカーディック用MRIではSR150を優先させて、敢えて軸方向に

短い傾斜磁場システムを採用している。このトレードオフは撮影範囲(FOV)の縮小で、通常の全身用MRIが約50cm程度の最大FOVを有するのに対して、カーディック用MRIは40cmという制限を持っている。

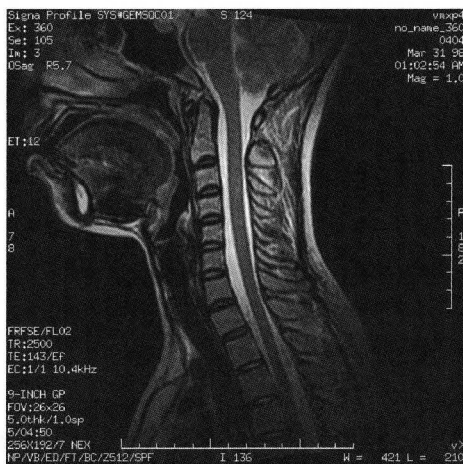
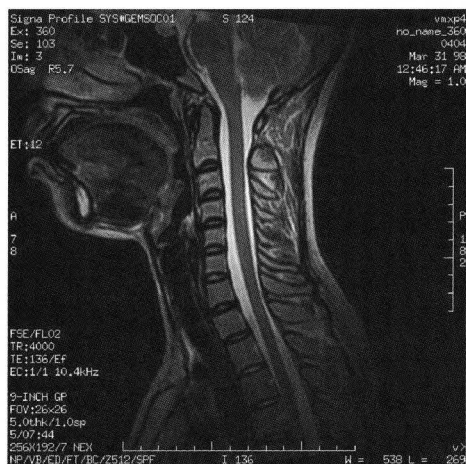
40cmあれば日常の殆どの撮影はカバーできるが、脊椎・脊髓の広範囲撮影等ではより大きなFOVを必要とすることもある。高SRと広範囲撮影の両立、この技術的問題に対してGEが昨年末に発表した技術が「Twin Gradient」である。Twin Gradientはまさにその名のごとく、2種類の傾斜磁場システムを一つのボディに詰め込んだ全く新しい機構のMRI装置である。

Zoom Modeと呼んでいる傾斜磁場システムは、カーディック用MRIと同じSR150の超高速ユニットである。高速スイッチング性能を必要とするAdvancedアプリケーションの実行や高分解能撮影を得意とする。軸方向に



GE社 : SignaProfile OpenSpiral
120cm×42cmの広々した開口部横になってのスキャンも可能

キネマティックデバイスの一例
膝用(負荷をかけられます)



左:通常のFast SE法
によるT2強調画像:
TR4000で7分44秒
右:FastRecovery法
による撮影:TR2500
で4分50秒
ほぼ同等のコントラ
ストを保ちながら、撮影
時間を約3割カット。

対しては物理的に短く設計され、生体への安全性が考慮されている。一方、Whole Body Modeと呼ばれる傾斜磁場システムは広く臨床に普及しているMRIシステムとほぼ同じスペックを有し、こちらは広範囲撮影の可能なユニットである。

このような2種類の性格の異なる傾斜磁場システムを組み込み、適材適所で使用する、というのがこのTwin Gradientの基本コンセプトである。もう一つのハードウェア的な流れとして、MRの静音化技術が挙げられる。一世代前のMRIに比べて、現在の装置は「ダダダダ...」というグラディエントノイズが大きい傾向にある。これは装置自体がどんどんコンパクトになるのに対して、傾斜磁場システムの能力はどんどん大きくなっていることに起因している。特に高速な撮影であればあるほど音は「やかましい」傾向にあり、通常はソフトタイプの耳栓等により耳を保護して検査を受けて頂いている。コンパクトMRでの高SRと静音化、この技術的問題に対して、GEが発表した技術が、「Quiet Technology」である。具体的には傾斜磁場システムを真空層に閉じ込める等の工夫を凝らしてグラディエントノイズの伝達を低減するもの

で、可聴周波数帯域にて約40%のダウンを実現している。本技術は前述のTwin Gradientと併せて、GE社の新しい1.5TMRI : Signa Twin Speedに搭載される。このようにハードウェアの展開としては、単に「力技」としてスペックを追求するのではなく、生体安全性や音問題といった、被検体への配慮や検査環境を技術的に解決しながら、高速化、高画質化を目指していく方向である。

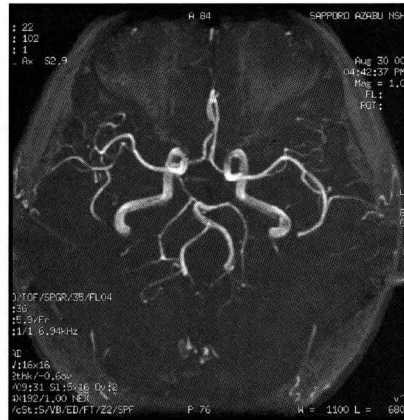
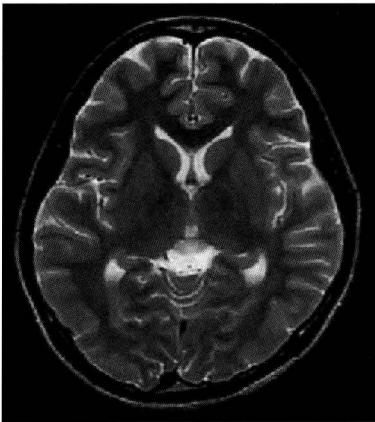
5 オープンMRIと新しい展開

冒頭で触れた通り、低磁場というジャンルは今やオープンMRという姿に変わった。従来はイニシャルコスト、ランニングコストの安い、「お手軽な」というイメージがあったが、今やオープンガントリーを利用した超伝導がない広々とした検査空間、関節部位のキネマティックスタディ、リサーチではMRガイド下生検等独自の魅力を放っている。オープンガントリーの特長が最も活かせるのは整形領域でガントリーの開口高さが十分なモデルでは横向きになって撮影をしたり、うつ伏せにて膝を30°程立てた状態から負荷をかけて押し込む撮影も可能となる。また、グラディエントノイズは元々少なく非常



GE社: SignaOvation
 中磁場: 0.35Tの静磁場強度
 QD ソレノイドフェイズドアレイコイル
 スウィングテーブルによるoffset

1.5Tの画像。Signa Ovationによる。



に静かであり、不要な振動も少なく、検査環境は非常に高い。手首等も楽な姿勢できれいに撮影できる。

また、ルーチンのT2強調画像の撮影ではFast SE法の変形であるFast Recoveryと呼ばれる方法が高い評価を得ている。TRを比較的短くしても良好なT2コントラストが得られる本法では積算回数を増やすことで、現実的な撮影時間の中で高S/Nと高コントラストを実現できる。米国でのオープンMR市場は年々拡張しており、中～高磁場のオープンMRが昨年末のRSNAでも話題になっていた。本邦では米国ほどオープン性そのものにフォーカスされることが少ないことや、設置条件の点からこれらの装置がどのように評価されていくか今後の動向を見守りたい。昨年末にGEが発表したSigna Ovationは中磁場: 0.35Tの静磁場強度とQD方式のソレノイド型フェイズドアレイコイルを用いて、1.5Tで行っているルーチン検査、画質をオープンMRで匹敵できるよう目標を置いた装置である。

<謝辞>

下記の施設からのデータを掲載させていただきました。また、本文中に先生方のコメントを引用させていただきましたことを記すとともに感謝いたします。カーディックMRIに関しまして

三重大学 佐久間 肇先生

CD-ROM Cardiac MR Imaging Practical Tips and Protocols から引用しました。

Stroke Setに関しまして

横浜栄共済病院 高橋光幸先生

GE Today April 2001から引用しました。

Real Time f-MRIに関しまして

明治鍼灸大学 福永雅喜先生

GE Today July 2000から引用しました。

FIESTAのデータ掲載させていただきました。

慶應義塾大学

ASSET(※SENSE)のデータ掲載させていただきました。

慶應義塾大学

聖隷浜松病院

ダウンロードされた論文は私的利用のみが許諾されています。公衆への再配布については下記をご覧ください。

複写をご希望の方へ

断層映像研究会は、本誌掲載著作物の複写に関する権利を一般社団法人学術著作権協会に委託しております。

本誌に掲載された著作物の複写をご希望の方は、(社)学術著作権協会より許諾を受けて下さい。但し、企業等法人による社内利用目的の複写については、当該企業等法人が社団法人日本複写権センター（(社)学術著作権協会が社内利用目的複写に関する権利を再委託している団体）と包括複写許諾契約を締結している場合にあっては、その必要はございません（社外頒布目的の複写については、許諾が必要です）。

権利委託先 一般社団法人学術著作権協会

〒107-0052 東京都港区赤坂 9-6-41 乃木坂ビル 3F FAX：03-3475-5619 E-mail：info@jaacc.jp

複写以外の許諾（著作物の引用、転載、翻訳等）に関しては、(社)学術著作権協会に委託致しておりません。

直接、断層映像研究会へお問い合わせください

Reprographic Reproduction outside Japan

One of the following procedures is required to copy this work.

1. If you apply for license for copying in a country or region in which JAACC has concluded a bilateral agreement with an RRO (Reproduction Rights Organisation), please apply for the license to the RRO.

Please visit the following URL for the countries and regions in which JAACC has concluded bilateral agreements.

<http://www.jaacc.org/>

2. If you apply for license for copying in a country or region in which JAACC has no bilateral agreement, please apply for the license to JAACC.

For the license for citation, reprint, and/or translation, etc., please contact the right holder directly.

JAACC (Japan Academic Association for Copyright Clearance) is an official member RRO of the IFRRO (International Federation of Reproduction Rights Organisations).

Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC)

Address 9-6-41 Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-0052 Japan

E-mail info@jaacc.jp Fax: +81-33475-5619