



Network 接続による workstation の活用

医) 涼風会 佐藤脳神経外科

佐藤 透

■はじめに

Seeing is believing, 百聞は一見にしかずの諺のごとく, 生体情報の3次元可視化は, 肉眼や想像力の限界を打破したい潜在的な人間の好奇心をくすぐる. CTやMRIで得られる元画像 (source image) は, 一般撮影での単なる平面写真 (透過画像) ではなく, 1枚1枚が厚みを持った volume data である. 最近のコンピュータ技術と medical visualization software の革新に伴い, workstation を用いることで volume data から極めて短時間で3次元画像の作成が可能となり, 長年の夢であった3次元画像診断が現実のものとなった. 今回は, workstation と個別の personal computer (PC) とを network 接続することで, 3次元画像を日常診療で簡便に活用しているので, 現状を紹介し3次元画像の新たな展望について略記した.

■ Network 接続構成

MRI (Signa HiSpeed, GE Healthcare, Milwaukee, WI, USA, <http://www.gehealthcare.co.jp/>) と CT (HiSpeed dual, GE-Yokogawa Medical Systems, Tokyo, Japan) で取得された元画像 volume data は, 撮像終了後速やかに操作室から診察室の workstation (M900, AMIN Co, Tokyo, Japan, <http://www.hi-amin.co.jp/>) に DICOM 転送される (Fig. 1). この workstation software の動作環境は, 汎用 PC (Precision 530, Dell Computer Co, Austin, TX, USA) と OS (Windows XP, Microsoft Co, Redmond, WA, USA) であるため, 個人で購入し

た業務用 PC-1 と network 接続が可能である. Workstation 本体は遮音と冷却の必要性から, 業務用 PC-1 とともに隣の専用室に設置し, 診察卓上に据えた液晶 display を適時切り替え共用している. この業務用 PC-1 は internet に接続され, また air station を介して別棟2階の書斎に設置した個人用の複数の PC-2, PC-3, server と wireless で network 接続されている. ただし, 外部からの不法侵入による個人検査情報の漏洩や data 破損を避けるため, workstation と業務用あるいは個人用 PC との直接接続は避け, network を介して間接的に情報を共有している.

■ Workstation data の添付送受信

Workstation の画像 holder に保存した JPEG 画像, BMP 画像, AVI file や DICOM data は, network 接続することで業務用 PC からそのすべてが閲覧できる. 検査依頼例での画像診断レポートは, 再構成画像を添付することで簡便に済ませることができる. Workstation に保存してある元画像や3次元画像を適宜選択し, 送る・メール受信者の右クリックひとつで, 電子メールに添付して紹介元的主治医宛に internet 電子送信することができる. T1WI や T2WI, MR angiography や MR cisternography などの元画像 (JPEG で 30 ~ 40KB 程度) なら 40 ~ 50 枚を一括送付可能である. 再構成画像の組写真を作成し, 矢印・文字などのコメントを画像自体に添える必要がある場合には, Adobe Photoshop (<http://www.adobe.co.jp/products/photoshop/>), Microsoft Picture It (Digital Image

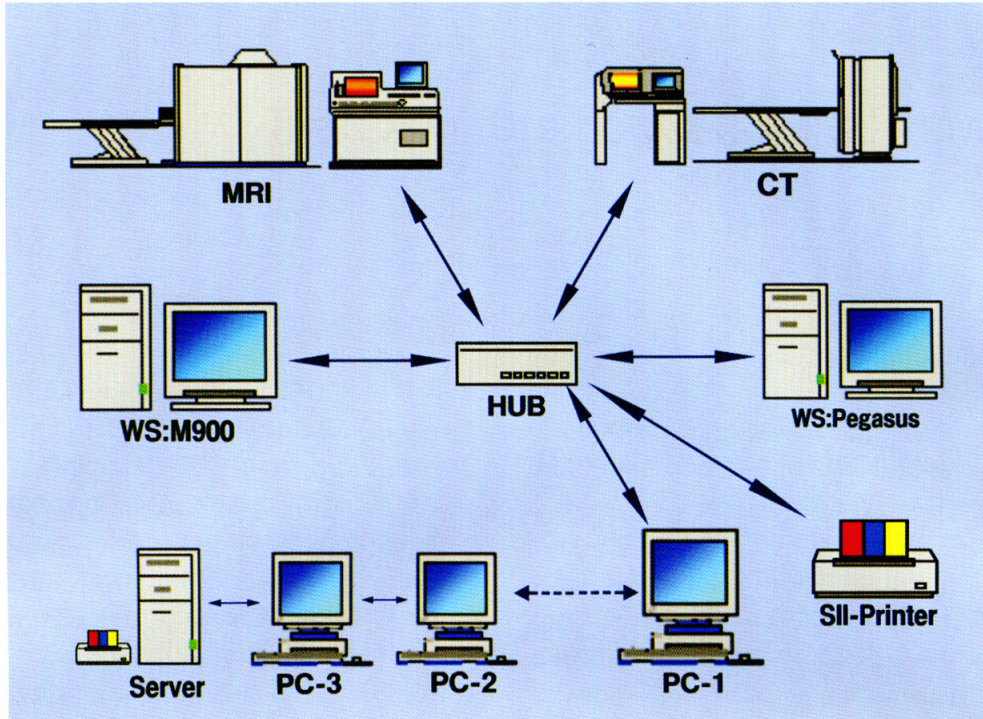


Fig. 1 Workstationと personal computer との network接続の模式図.

Pro), Microsoft Power Point (<http://www.microsoft.com/japan/>) などの software を使用して画像加工する. その際には, マイネットワークから holder 選択することで, workstation 自体から編集画像を取り込むことが可能である. これら作成した画像は電子メールに添付して追加送信できる. 業務用あるいは個人用 PC に Adobe Acrobat Series (<http://www.adobe.co.jp/products/acrobat/>) を載せておけば, 参考文献や Microsoft Word の文書を再構成画像とともに PDF 変換して送付することが可能である. これらは抄録の添削, 論文の校閲, 電子投稿, さらにはコメントを書き込んだ電脳抄読会にも対応できる. また, workstation の画像 holder にあるすべての data は, 右クリックひとつで server に一括転送し保管することができる. そのため, 業務を終えて workstation を終了したあとに, 書斎の PC で再構成画像の data をいろいろな視点からじっくり再考する時間が持

てる.

■ 3次元画像再構成の実際

大学病院をはじめとする大規模病院では workstation を含めた診断機器の保守管理は放射線科が担うため, workstation を使った 3D 画像再構成も放射線技師や放射線科医が担当する場合が多い. しかし, 脳神経外科領域の臨床現場では, 画像情報が診断・治療に占めるウエイトが大きく, 画像診断レポートを参照した元画像の詳細な読影が必要となる. その際, ショウカステンでのフィルム読影だけではなく, 元画像を display 上に表示し, 関心領域を拡大, 白黒反転し, あるいは paging して読影することができれば診断精度の向上が期待できる. しかし患者を前にして診断確定が差迫った場合には, 脳神経外科医であろうとも, 自分自身で workstation を操作して画像解析することが望まれる. 疑問の箇所を元画像

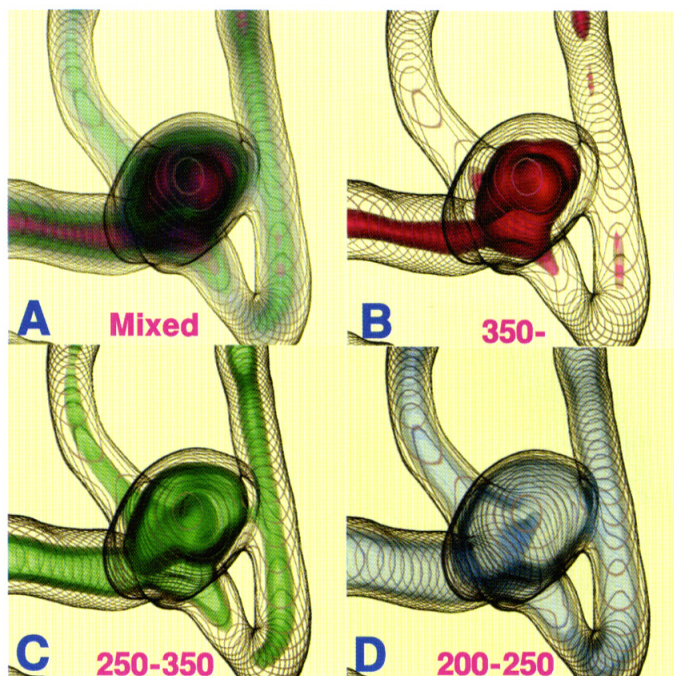


Fig. 2 前交通動脈瘤例でのMR信号強度 Mixed (200-500) (A), 350-(B), 250-350(C), 200-250(D) の数値値で選択・色づけした瘤内MR信号強度分布パターン of 3次元可視化.

volume data から target MIP (maximum intensity projection), MinIP (minimum intensity projection), MPR (multi-planar reconstruction) などに再構成し, さらには SR (surface-rendering image), VR (volume-rendering image) や VE (virtual endoscopy) などの3次元画像を作成して, いろいろな見地から検討する. 目を皿にして元画像を見てもわからず, 3次元再構成画像で初めて判別できる画像所見や後で気が付く見逃し所見も少なくない. また, これらの3次元画像は, 医療人のみならず一般の人を含めた“誰もが見てわかる絵画のひとつ”として, 診断・治療における患者家族への説明, さらにインフォームドコンセントにおいても大いに役立つ.

3次元画像の作成には, 元画像 volume data の質とその情報の特徴とを熟知することが肝要である. MRI, CT, DSA などの撮像 modality から得られる画像情報にはおのずとそれぞれの違いがある. 情報収集密度や後処理により, また撮像機器の性能により, 空間分解能, 濃度分解能あるいは

時間分解能にも大きな差異が生じる. MRI や MRA では撮像 sequence により volume data に含まれる画像情報が違って来る. また, volume data の品質, 撮像時点での動きや artifacts による画質の低下も data 解析上の大きな要因となる. これらのことから, よりよい3次元画像を作成するためには, 撮像方法を工夫し, 目的とする構造物が十分コントラストされる高品質の元画像を取得することが必要である. また, workstation では, 人為的トリミングや削除を行うことなく, すべての volume data のなかから関心領域の data を選択し, これを強調して立体的に可視化表示する.

■ Workstation に求められるもの, そして新しい3次元画像の創作

かつての workstation は, 専用の hardware から software まで莫大な開発費を投じて主として研究用途に開発された. しかし近年のコンピュータ技術の発展に伴い, 特殊な hardware を用いることなく, Windows あるいは UNIX の OS を使用

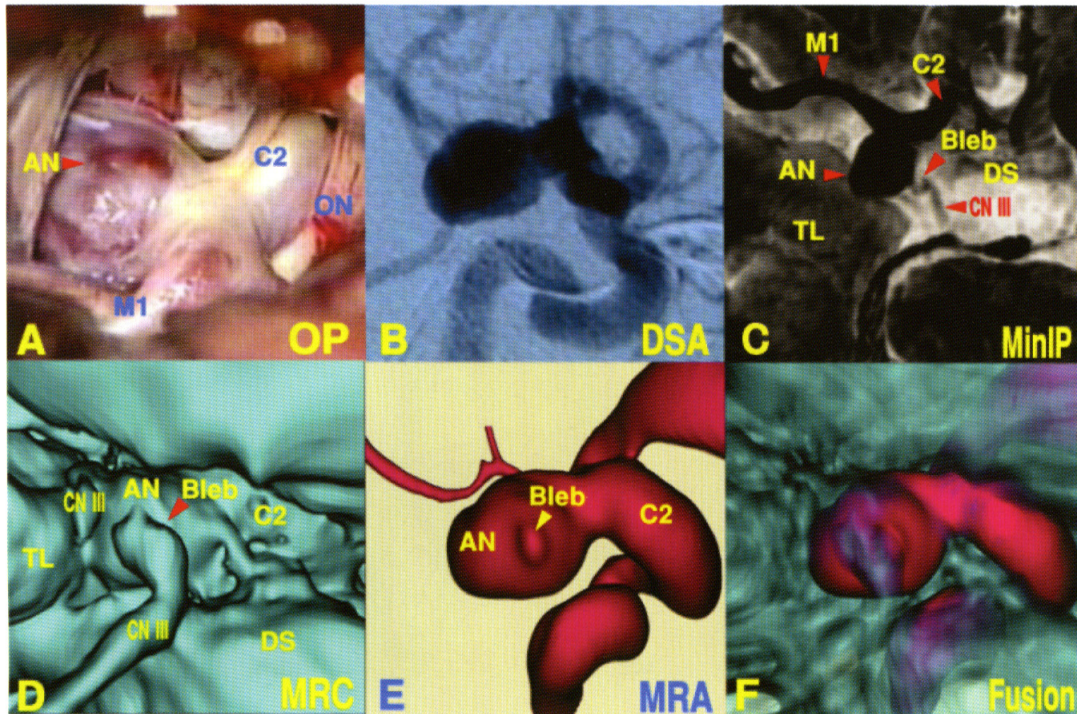


Fig. 3 術後一過性左動眼神経麻痺を来した未破裂左内頸動脈-後交通動脈瘤の画像解析: 術中写真(A), 脳血管造影(B), MR cisternographyのMinIP画像(C), 3D MR cisternography(D), 3D MR angiography(E), Fusion 3D MRC/MRA(F); 3D MR cisternogramと3D MR angiogramを重畳することで(F), dome blebとこの部に接触癒着する動眼神経など, 脳動脈瘤と瘤周囲環境との解剖学的関係が立体表示される。

した汎用PCに高速data処理が可能な高度なsoftware技術を搭載した, 臨床使用の独立型workstationが開発され現在数社から販売されている (<http://www.aze.co.jp/>, <http://www.kgt.co.jp/index.html>, <http://www.terarecon.co.jp/>). このなかでZio software (<http://www.zio.co.jp/>) 開発(AMIN社販売)のworkstation:M900は, 3次元画像を再構成するにあたり, 作成者がvolume dataから関心領域を選択・加工する際に精度・自由度が高く, この点が評価される。

Workstationを使用して画像情報の解析技術を工夫することで, いくつかの見たい関心領域の情報のみを選択し, それらの不透明度を自在に調節し, 個別に色づけ階調を加え, 単独あるいは複数のdataと加算・減算することで, 写実的な3次元画像を作成することが可能である。例えば,

3D MR angiographyで得られるvolume dataはinflow effectに関連した血流情報であり, peak systolic velocityの相違により, 特に脳動脈瘤では不均一な信号強度分布となることが多い。このvolume dataを数値解析し, MR信号強度数値でdata選択して個別に色分けし, 管腔を透視して表示(transluminal imaging)することで, 脳動脈瘤内のMR信号強度分布パターンが可視化表示される (Fig. 2A-D)。

また, workstationに搭載されているfusion機能を用いることで, 同じ検査日の同一シリーズでの異なった撮像sequenceで得たvolume dataを画像合成(fusion imaging)することが可能である。例えば, 3D MR cisternogramで描出される脳動脈瘤など脳槽内構造物の外壁形態画像と3D MR angiogramで示される血流情報としての脳動脈瘤

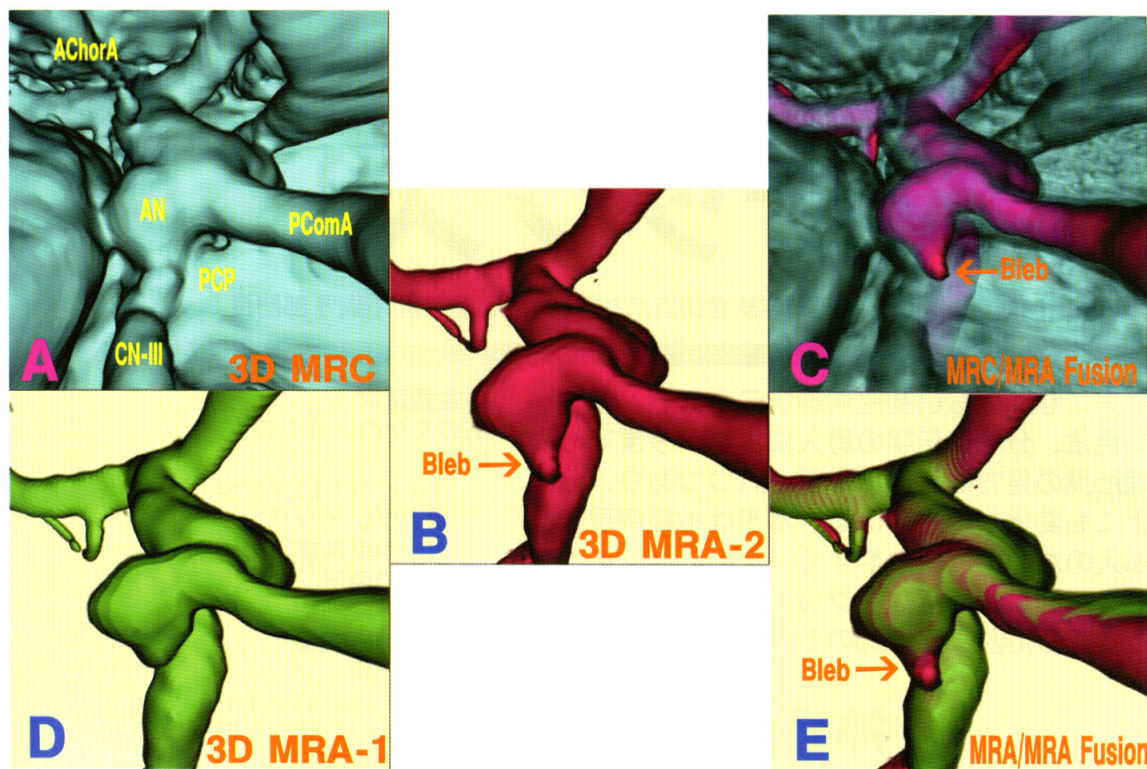


Fig. 4 Blebの増大を認めた左内頸動脈-後交通動脈瘤例での MRC(A)/増大後 MRA-2(B)の fusion image(C)と、増大前後の follow-up MRA-1(D)/MRA-2(B)の fusion image(E); blebは後下外側に伸展発育し、後床突起(PCP)と動眼神経(CN-III)に接触している。

画像とが同一座標軸，同一投影方向から1枚の3D画像として重畳表示される(Fig. 3A-F)。さらに、日時を越えて、あるいは異なったmodalityのvolume dataを便宜上画像合成することもできる。例えば、3D MR angiographyのfollow-upでblebの形成やdomeの変形を認めた脳動脈瘤では、その1年前の3D MR angiography volume dataから3D画像を再構成しそれらのfusion imageを作成することが可能である(Fig. 4A-E)。これにより、脳動脈瘤形態の変化が親動脈と瘤との血管構築上の関係からのみならず、瘤周囲環境との解剖学的位置関係からも詳細に評価することができる。これらtransluminal imagingやfusion imagingによるvolume dataの新しい画像解析技術は、脳動脈

瘤の自然歴を追跡するうえで有用であり、今後新たな発展を遂げるものと期待される。

■まとめ

MRI・CTの撮像方法を工夫し、得られたvolume dataをworkstationでいろいろな見地から日々の診療の楽しみに画像解析している。WorkstationとPCとをnetwork接続することで、workstationで得られた3次元画像などの再構成画像dataを簡便に活用することが可能となっている。みなさまにもぜひお勧めしたい。

〔連絡先〕佐藤 透=医 涼風会 佐藤脳神経外科 (☎ 729-0104 広島県福山市松永町 5-23-23)
E-mail : ucsfbtrc@urban.ne.jp