

第13回バイオイメージング学会学術集会ポスター発表

P44 DeltaViewer による立体構築：MRI 事例研究

和田昌昭（奈良女子大・理・情報科学）

片桐展子（東京女子医大・総研・研究部）

重松康秀（東京女子医大・総研・共同利用）

藤原左知子（奈良女子大・人間文化・情報科学）

西堀千晶（奈良女子大・人間文化・情報科学）

竹内千仙（東京女医大・神経内科）

橋本しをり（東京女子医大・総研・研究部）

堀井昭男（早稲田大・理工）

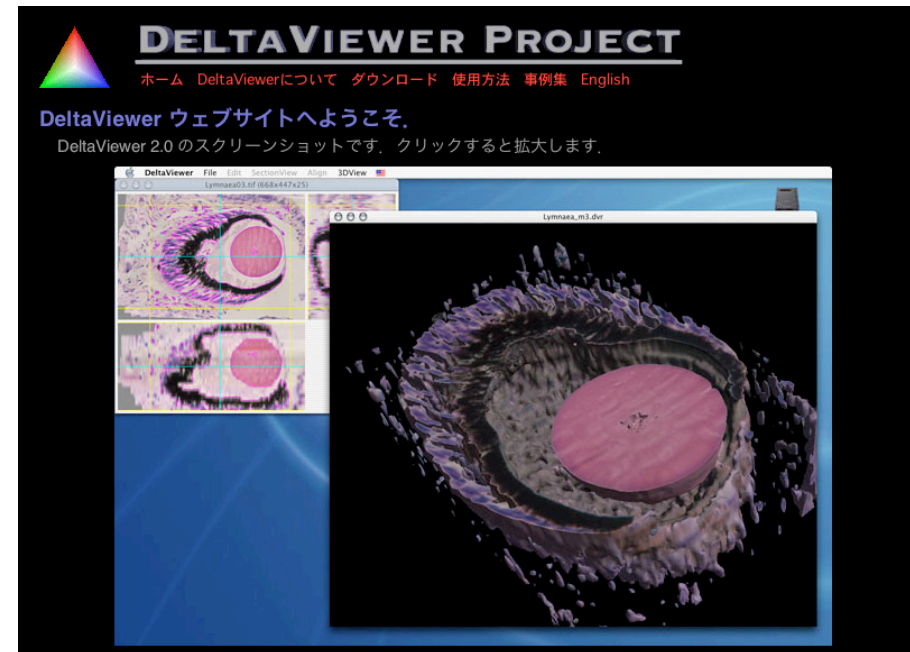
片桐康雄

DELTAVIEWER とは

Apple Macintosh 用の立体構築プログラムです。共焦点レーザー顕微鏡，CT，MRI 等から得られる連続断面画像をもとに物体表面を抽出してコンピュータディスプレイ上に表示します。また強力な位置合せ機能によって光学及び電子顕微鏡連続切片画像からの立体構築が簡単に行えることが特徴で，それについては第12回バイオイメージング学会学術集会で発表して大きな反響

を呼びました。DeltaViewer は誰でもウェブサイトから無料でダウンロードして自由に使うことができます。(http://vivaldi.ics.nara-wu.ac.jp/~wada/DeltaViewer/)

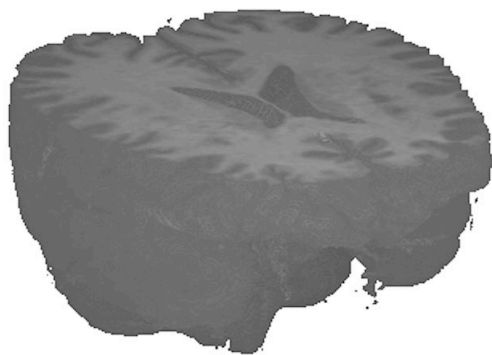
DeltaViewer を開発しているのは奈良女子大学理学部情報科学科和田研究室です。入出力から位置合せや立体構築のアルゴリズム，インタラクティブな 3D 画像表示にいたるまですべて和田研究室の教官と学生が自前でプログラムを作成しています。プロジェクトは2000年4月にスタートし，今年で5年目です。開発当初から東京女子医大総合研究所片桐研究室のチームを初めとして立体構築を用いた解析を長年続けている研究者達と協同してプロジェクトを進め，使用者が真に必要とする機能を持った使いやすいプログラムの開発を目指しています。



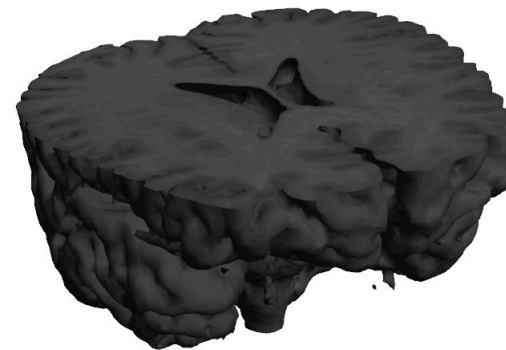
▲ 立体構築のアルゴリズム

DeltaViewer における立体構築アルゴリズムの最大の特徴は Marching Cubes 法を用いているにもかかわらずカラー画像を使用できることです。

アルゴリズム	Volume Rendering 法	Marching Cubes 法	DeltaViewer
方法	断面画像を後ろ側から手前側に向かって並べておき、設定した閾値内のピクセルのみを順番に描画していく。	指定した値による等値面をポリゴンの集まりとして抽出し OpenGL 等を用いて描画する。Isosurface 法とも呼ばれる。	独自の非線形補間アルゴリズムを組み合わせた改良型 Marching Cubes 法
物体表面	表面の硬軟に合わせた表現が可能。半透明物体の表現が容易。	物体表面の種類によらず石膏で型をとったような堅い表現になる。	
陰影と立体感	陰影をつけにくく立体感に乏しい構築像になりがち。	照光処理により陰影のはっきりした表現が可能。	
カラー画像	使用可	使用不可	使用可



Volume Rendering (ImageJ)



Marching Cubes (DeltaViewer)

MRI イメージングについて

MRI は臨床医療分野で古くから利用されているイメージング技術です。MRI 画像からの立体構築研究の歴史も古く、特に脳の MRI 画像からの立体構築は立体構築アルゴリズムのテストケースの1つになっています。ここでは DeltaViewer の改良型 Marching Cubes アルゴリズムを実際に脳 MRI 画像に適用してみて、MRI 画像からの立体構築においてどのような新たな可能性があるかについて検討してみました。

MRI 画像に着色処理を施す

白黒濃淡画像である MRI 画像からの立体構築では、構築しようとする物体以外の部分が同時に選択されてしまう問題が起きます。これを回避するには選択したい部分、あるいは逆にそれ以外の部分を事前に着色してしまうのが有効です。

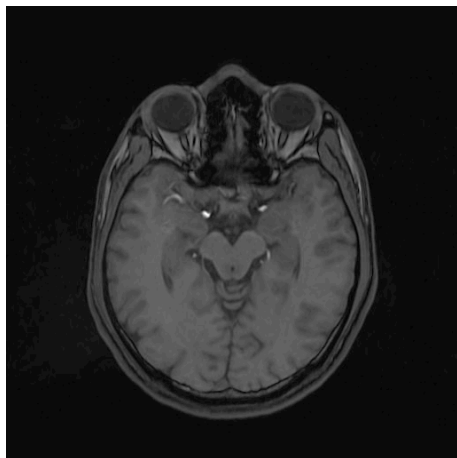
MRI 画像の重ね合わせ

MRI では TR, TE 等のパラメータを調整することで T1 強調画像, T2 強調画像, FLAIR 画像等の様々な画像を得ることができ、臨床医療においてはこれらの異なる画像が様々な疾病の診断に利用されています。同じ対象についてこれらの画像を同時に撮影し、それらを個別の RGB チャンネルとして読み込めば合成カラー画像が得られます。臨床医療分野でのこうした合成カラー画像の利用価値はいまのところ不明ですが、立体構築に関しては大きな新しい可能性を持っていると考えられます。

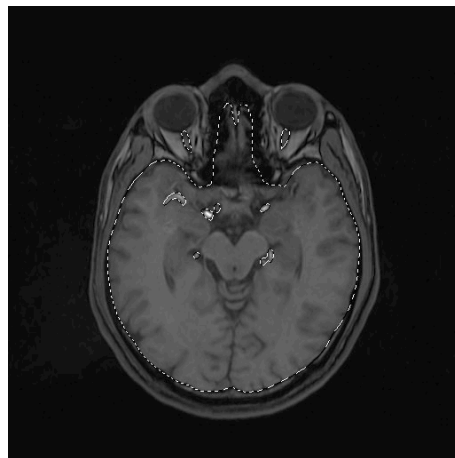
今回使用した MRI 画像の撮影にあたり、東京女子医科大学放射線科小野由子教授と吉田滋俊技師長のご協力を頂きました。深謝いたします。

▲着色処理の実際

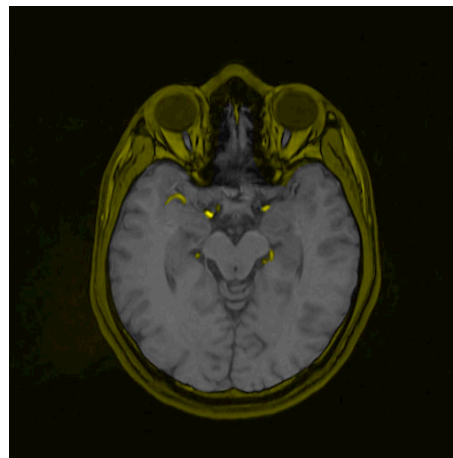
Photoshop を用いた着色作業について説明します。



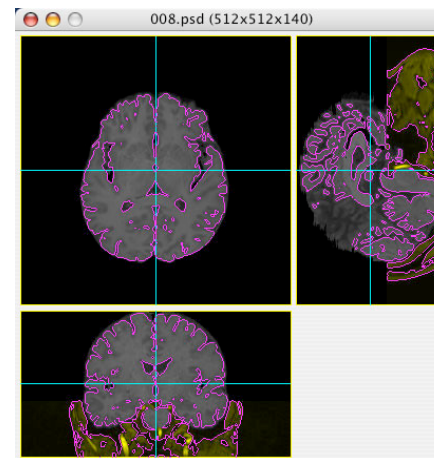
MRI デジタルデータは DICOM 形式で保存されていることが多く、最初にこれを Photoshop で読み込み可能な 2 次元画像形式に変換する必要があります。これは OsiriX や ImageJ 等のフリーウェアを利用すれば簡単にできます。



断面画像を Photoshop で読み込みます。立体構築したい範囲を選択するには多角形ツールが便利です。選択範囲にたとえば A という名前をつけて保存し、いったんファイルを閉じます。これをすべての断面画像に対して行うのは大変な作業ですが、ここで丁寧に作業しておくとも出来上がったファイルの利用価値が高くなります。



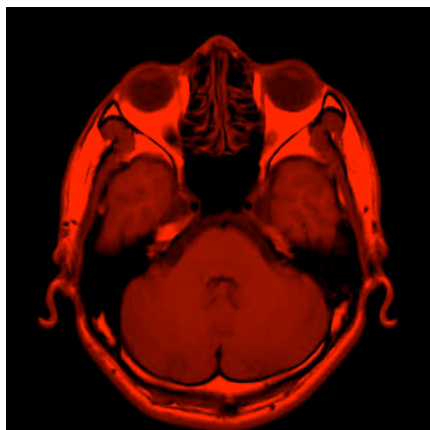
たとえば選択範囲外を黄色く着色したい場合は「ファイルを開いて選択範囲 A を読み込み、反転してから不透明度 50% Yellow で着色し、別のフォルダに保存」というアクションを作成し全部のファイルにバッチで適用します。選択範囲外を消去したファイルのスタックをつくるのもバッチ処理を使えば簡単にできます。



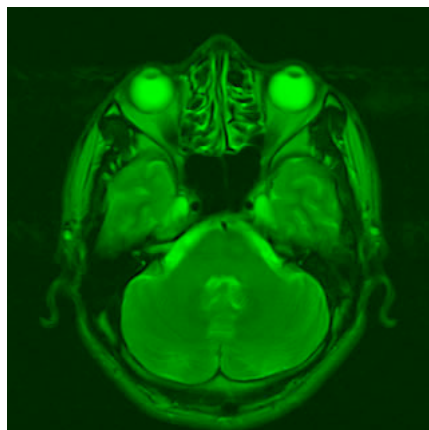
たとえば選択範囲外を黄色く着色したファイルの 61 番目までと、選択範囲外を消去したファイルの 62 番目以降を組み合わせることで、対象の一部だけを露出させたような立体構築も可能になります。以下の構築像はこのようにして得られたものです。

▲MRI 合成カラー画像

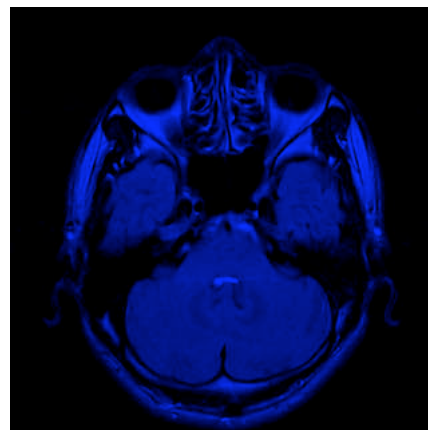
MRI は撮影時に TR, TE 等のパラメータを調整することで T1 強調画像, T2 強調画像, FLAIR 画像等の画像が得られ, それらを合成することでカラー画像が得られます.



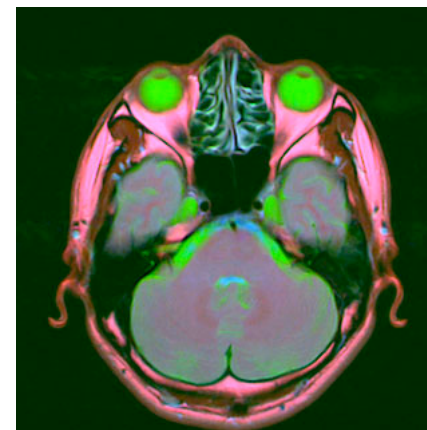
T1 強調画像



T2 強調画像



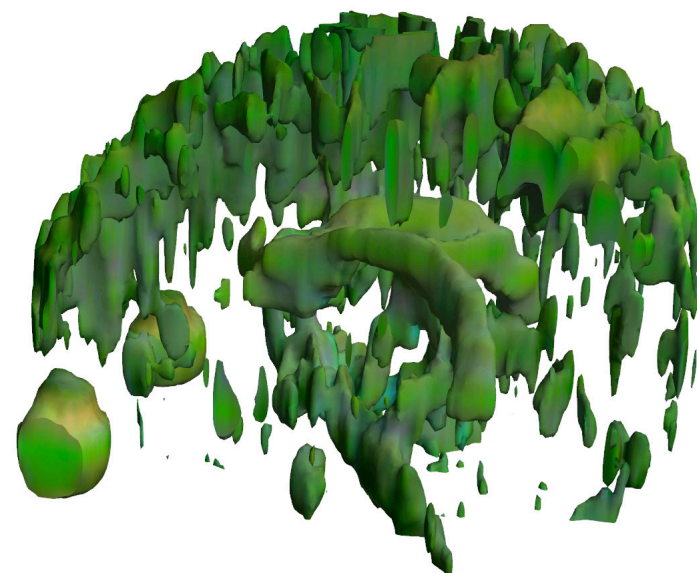
FLAIR 画像



合成カラー画像

こうして得られたカラー画像を用いることにより, 着色等の作業をすることなく, 特定の組織のみを簡単に選択できる可能性があります. また着色等の作業に起因する恣意性を排除できることも大きな利点の1つです.

ここで使用した MRI データはスライス間隔 8.4mm の粗い画像であるにもかかわらず, 大脳皮質のしわに入り込んでいる脳脊髄液や脳室の様子がわかります. 単一の MRI 画像からこのような立体構築を行うことは困難です.



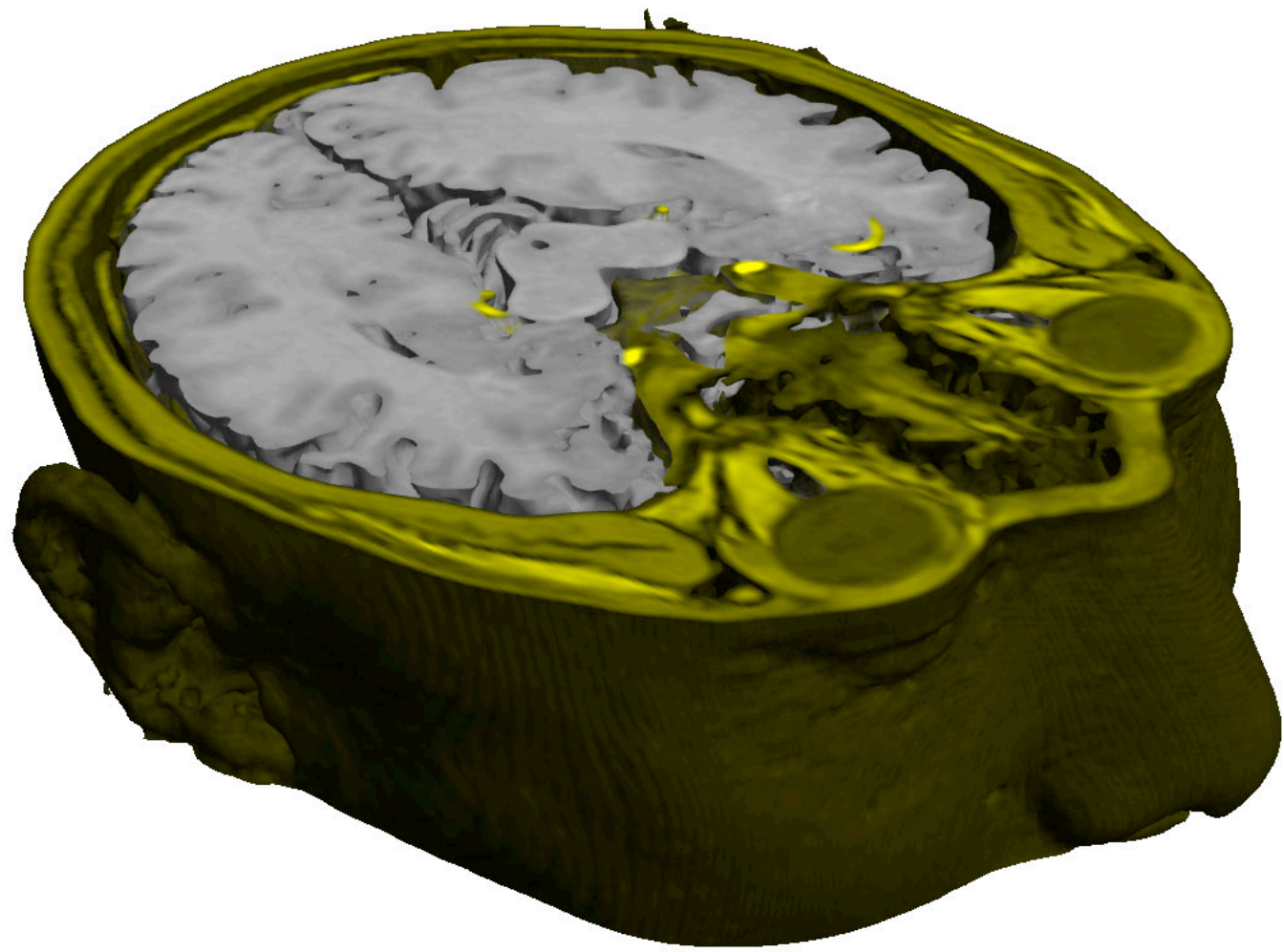
まとめ

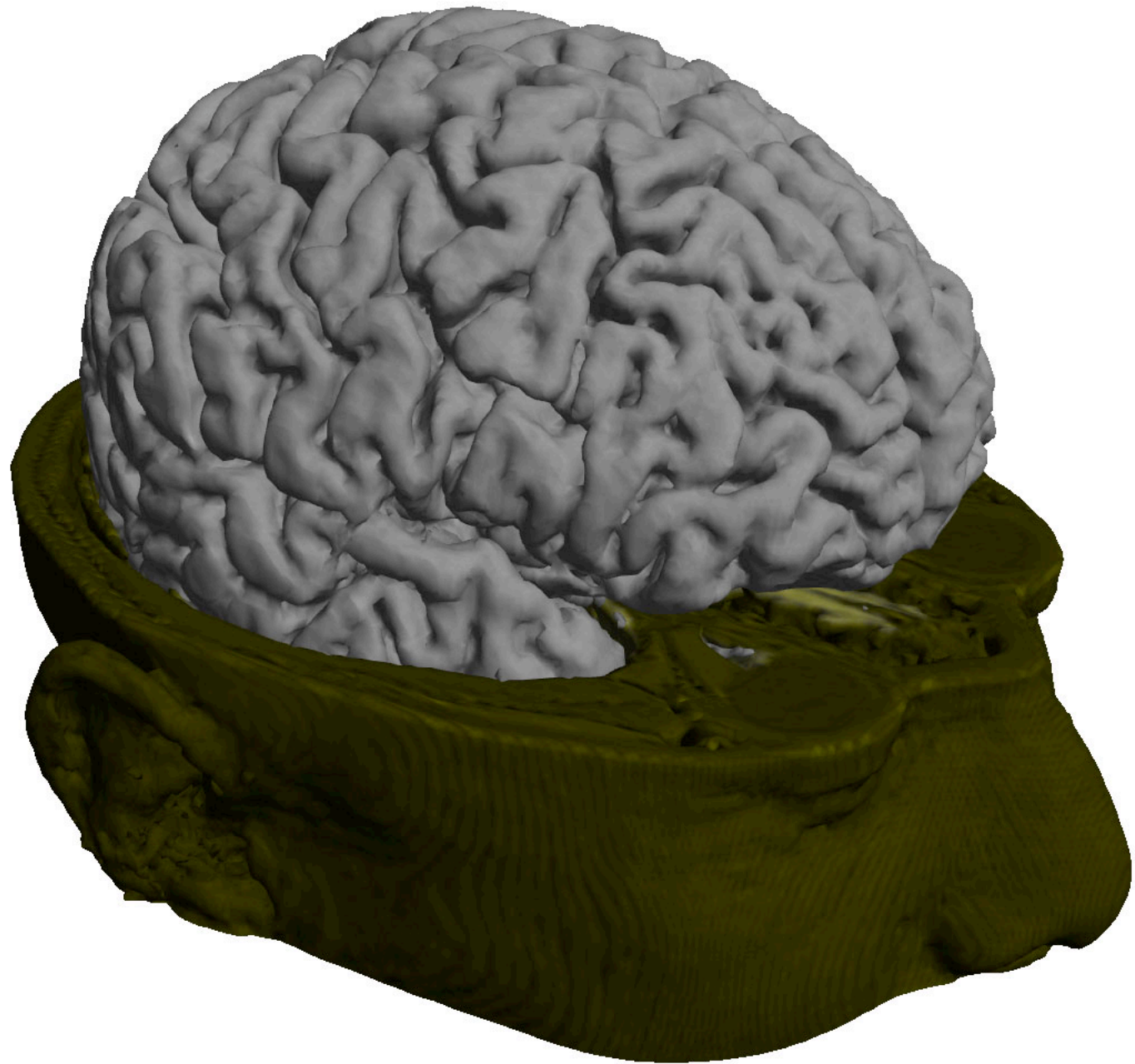
カラー画像に Marching Cubes 法を適用できる DeltaViewer の新しいアルゴリズムによって MRI 画像からの立体構築における新しい可能性が開けたと思う。

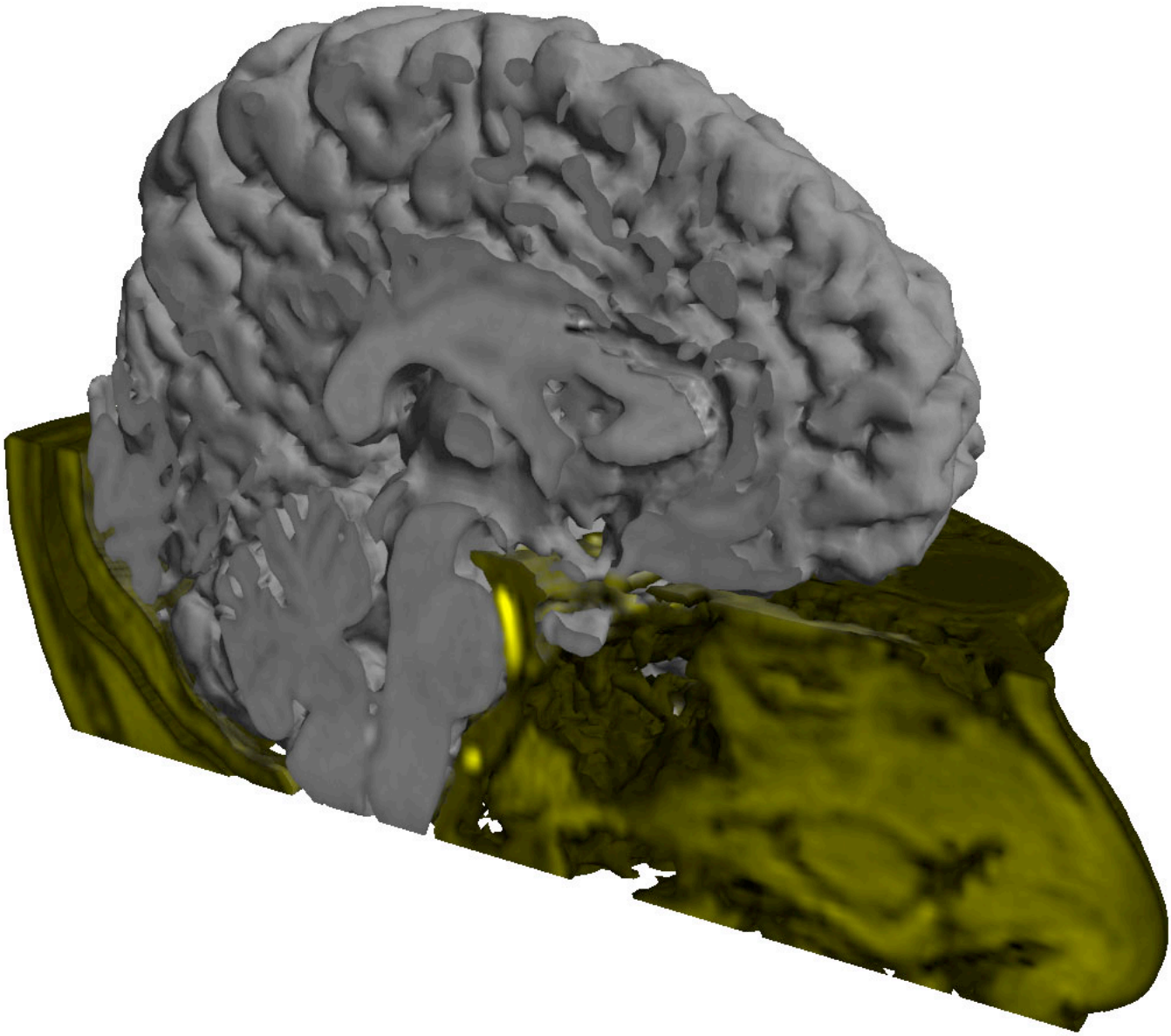
- ◆ MRI 画像の一部に着色を施すことにより構築物の柔軟な選択が可能になり、見せたい部分だけを適切に立体構築することが容易になった。
- ◆ パラメータの異なる MRI 画像を合成したカラー画像からの立体構築では、選択の自由度が大きくしかもデータに忠実な立体構築が可能である。

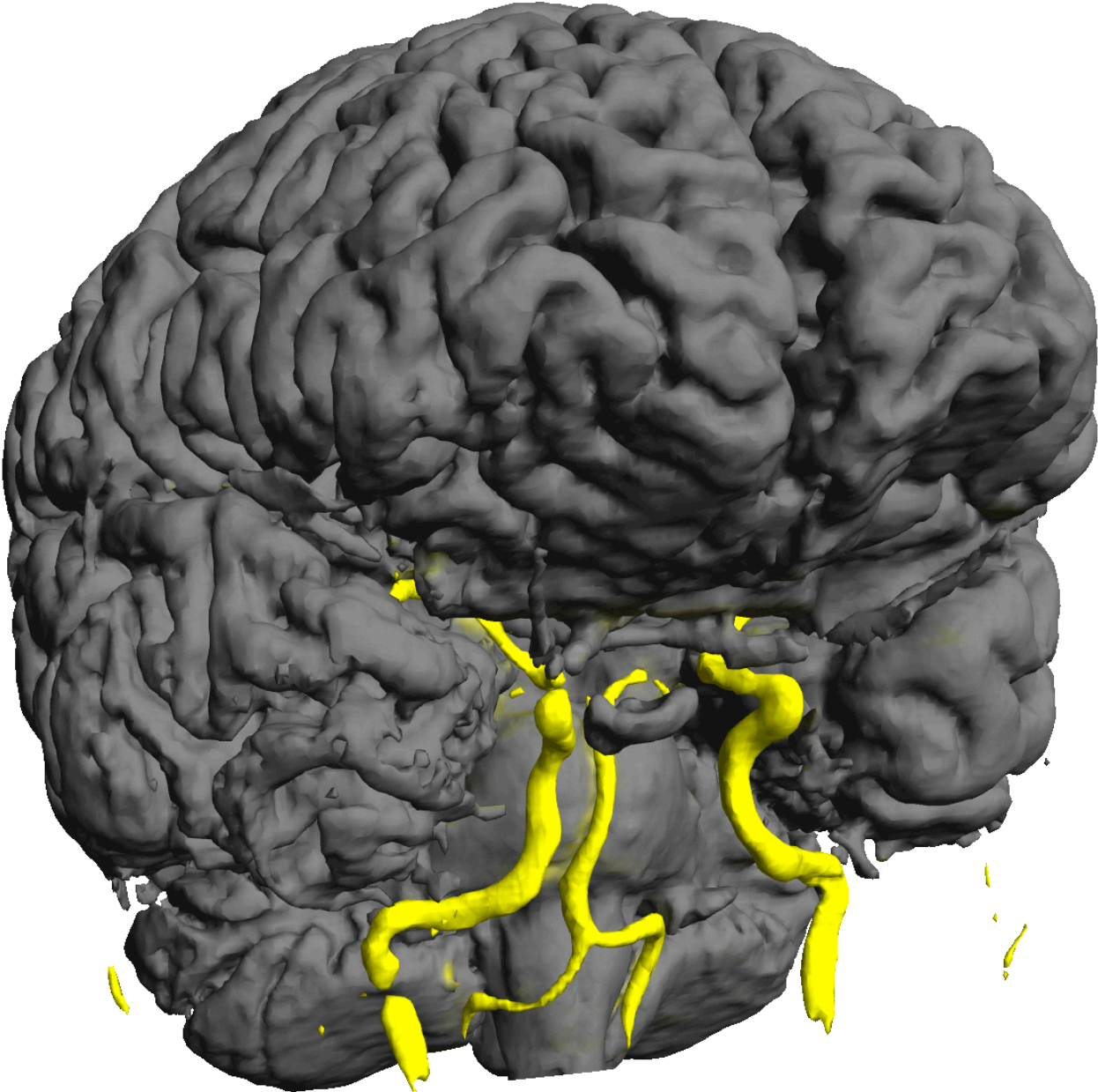
イメージングの目指すべき方向として、これまで計測技術としてのイメージングに重点が置かれてきました。しかし情報テクノロジーの進展に伴い、得られた知見をどのように表現するか、どのような形で人に伝えるかが次第に重要になりつつあります。また、こうした可視化技術は未来を支える次世代の研究者の教育という面においても非常に重要な意味を持っています。

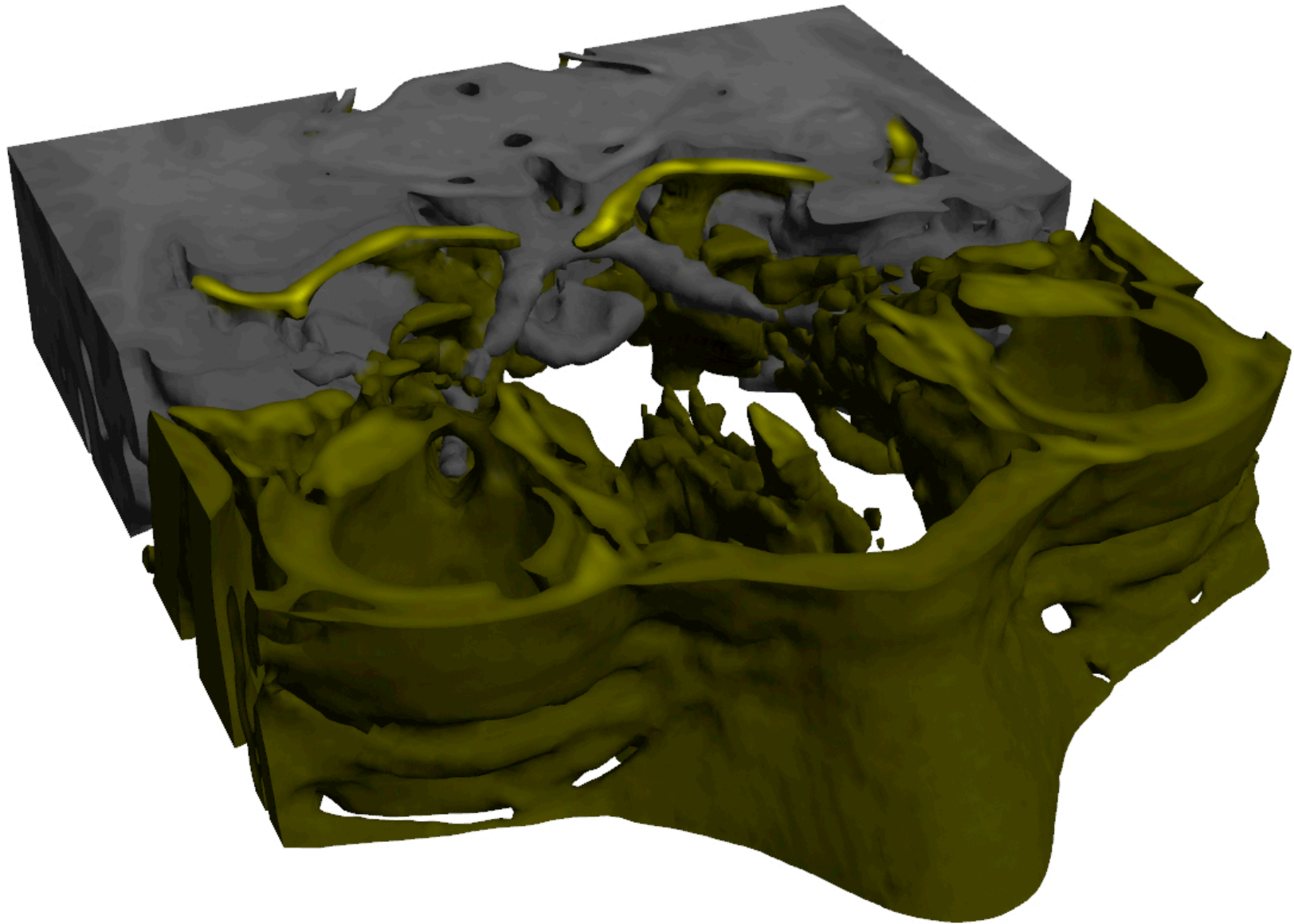
DeltaViewer プロジェクトでは、この研究の最終アウトプットの可視化を支えるイメージングツールとしての DeltaViewer をさらに発展させ、今後もさらに開発や応用研究を進めて行きたいと考えています。

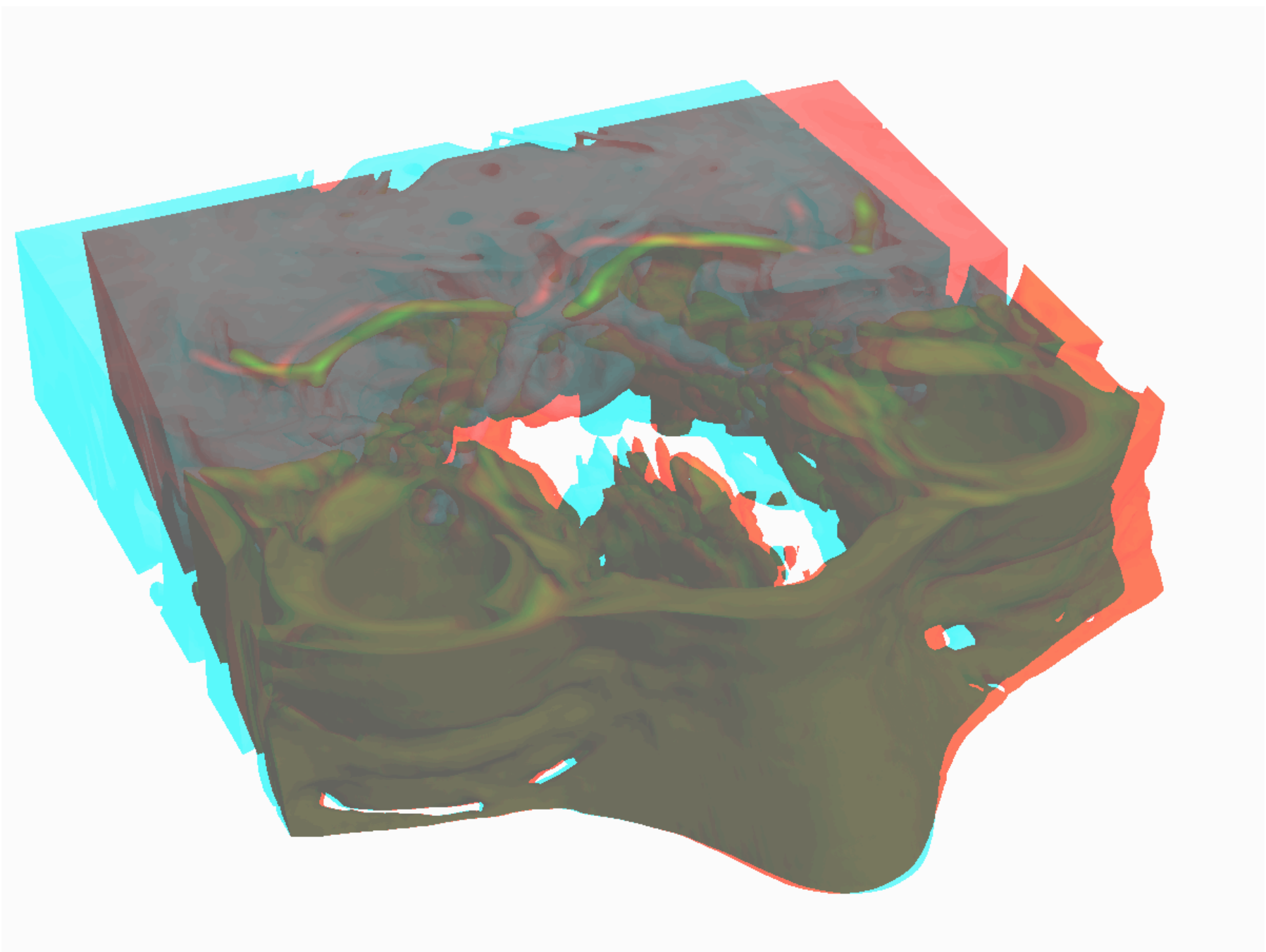




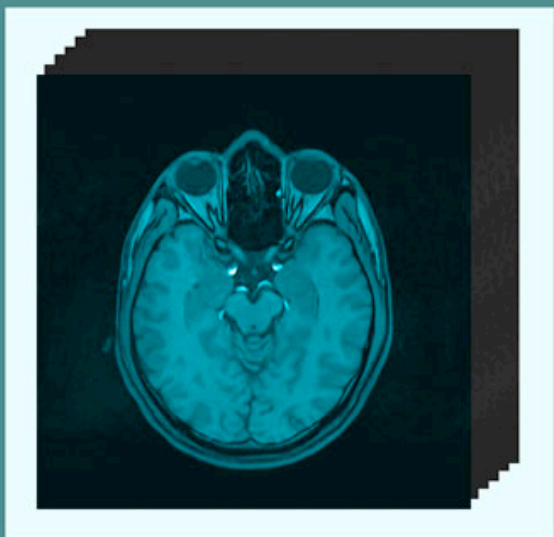
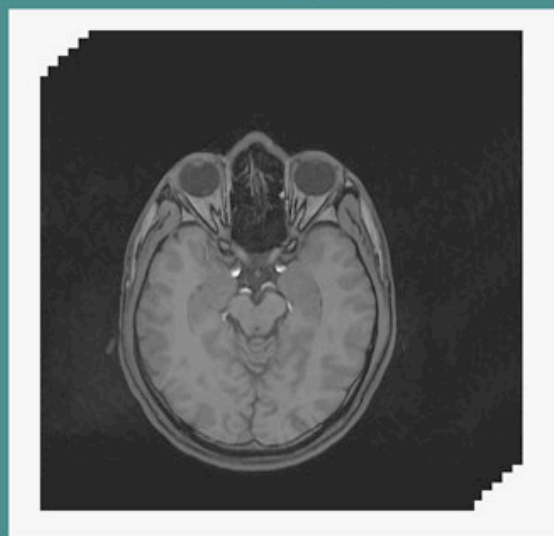




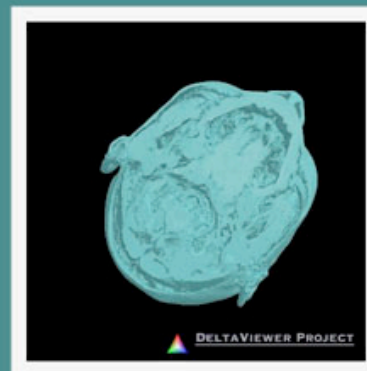
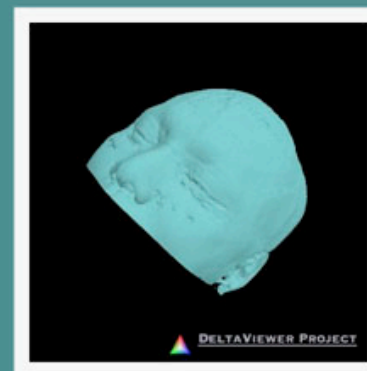
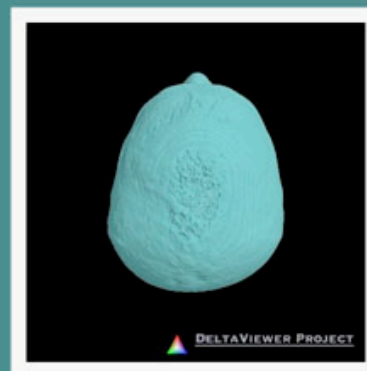




MRI 原画像

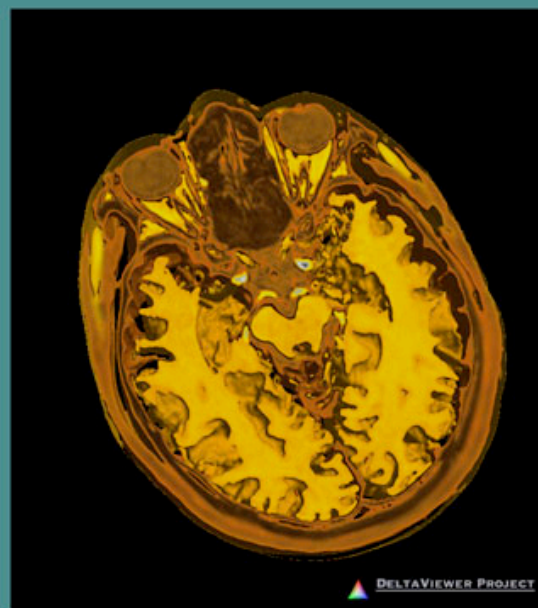
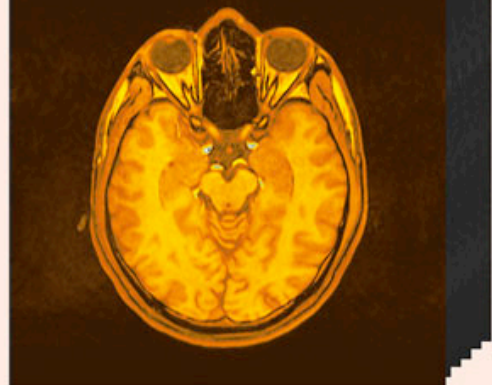


MRI 抽出像
(単色抽出)

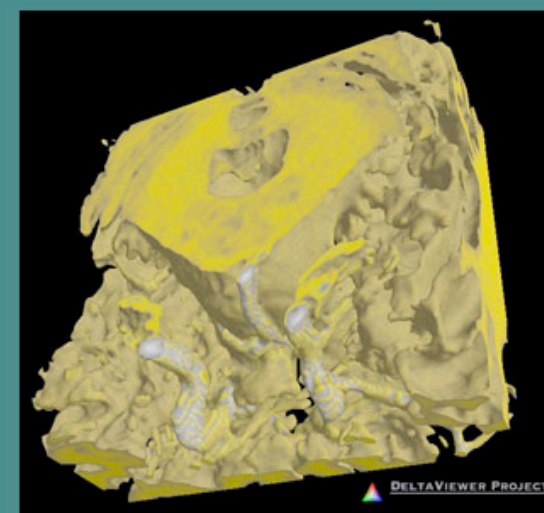
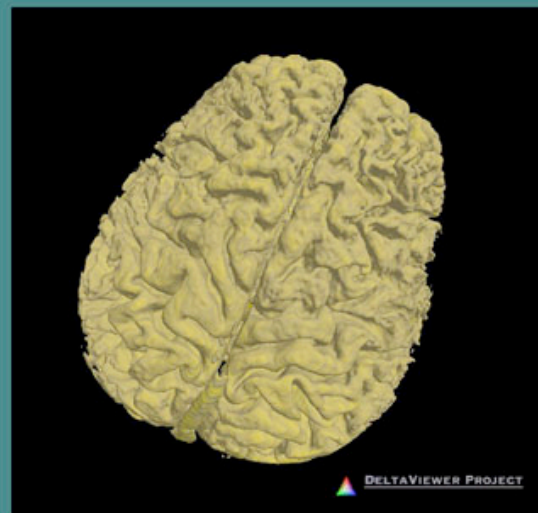
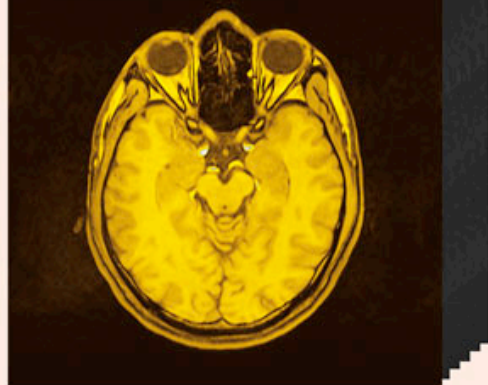


DeltaViewer は、MRI データの目的とする位置範囲を簡単に選択し 3D 像を構築することができる。

グラデーション処理+特定色相対値調整

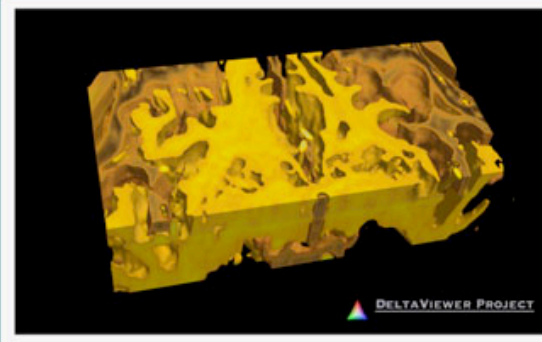
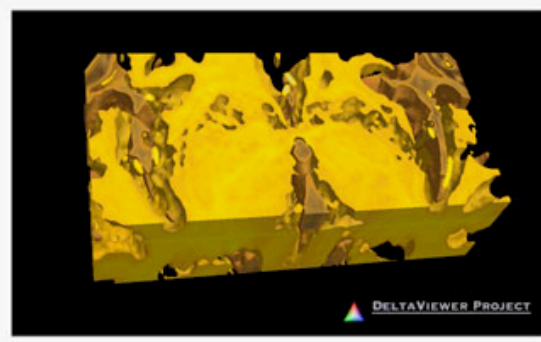
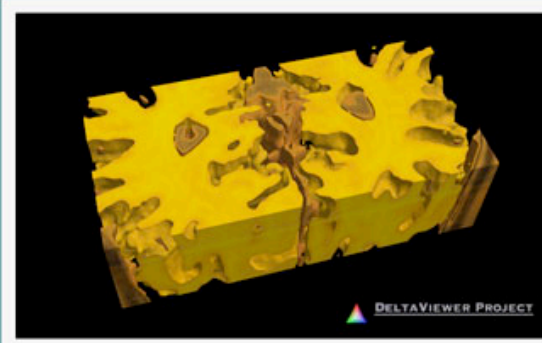
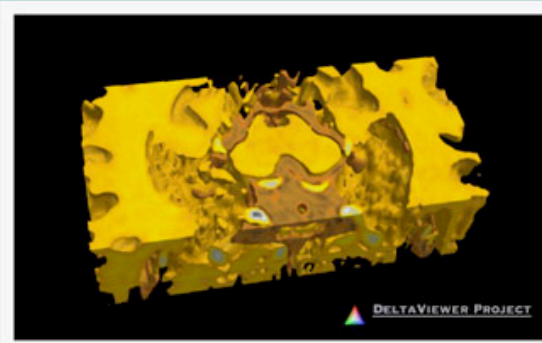
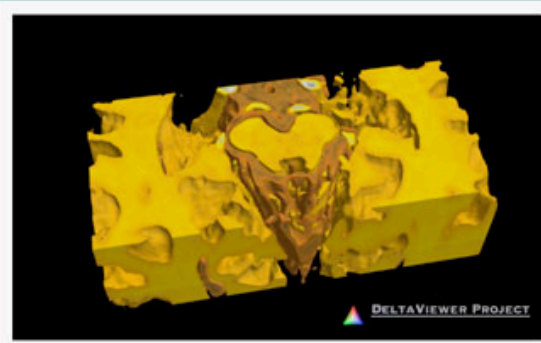
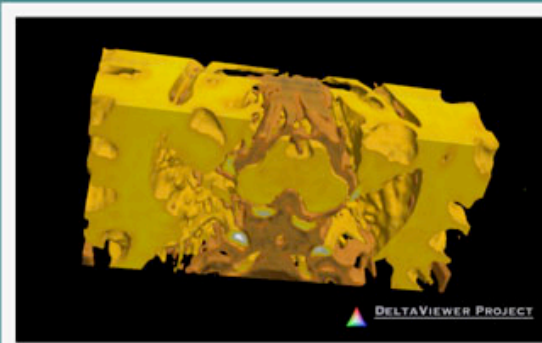
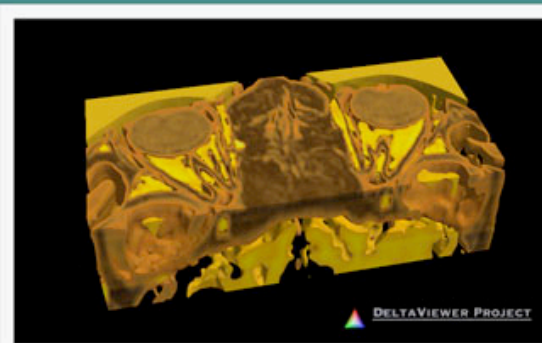
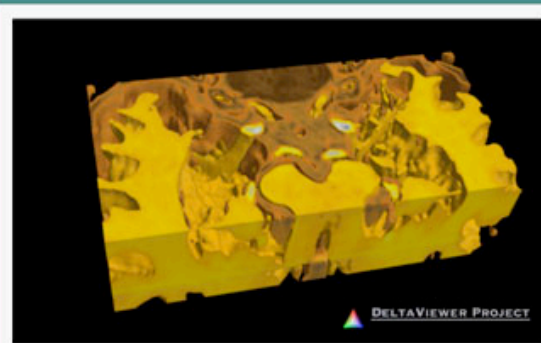


グラデーション処理



MRI 抽出像
(複数色抽出)

DeltaViewer を用いて、いろいろな 3D 像を構築することができる。



DeltaViewer は、データの横断領域を簡単に選択し 3D像を構築することができる。