

3次元医用画像処理(1)

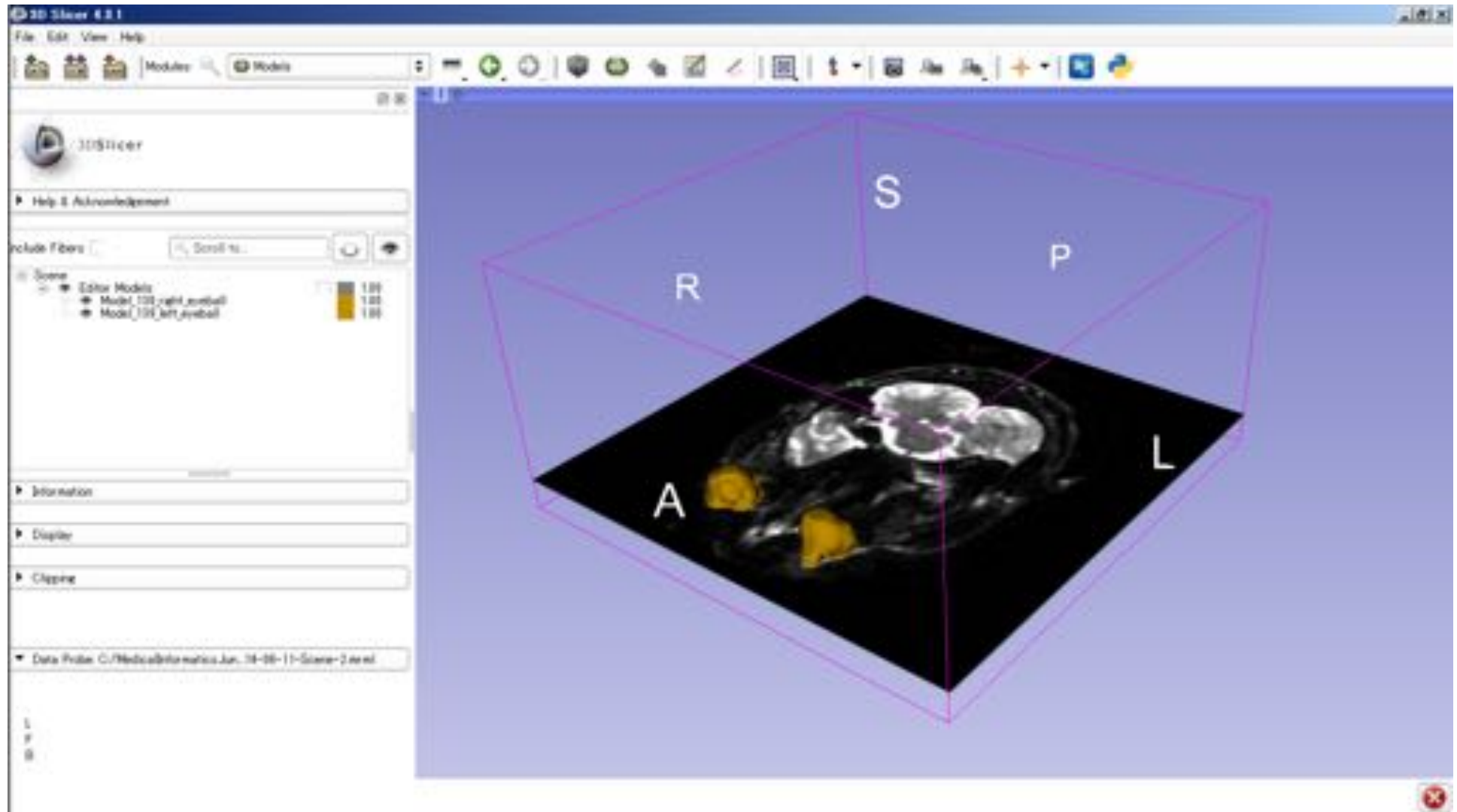
公益財団法人 医療機器センター
医療機器産業研究所
主任研究員 鈴木孝司
suzuki@jaame.or.jp

- 本テキストは東京女子医科大学医学部で開講されている「医学情報学」のうち
 - 3次元医用画像処理(1)
 - 3次元医用画像処理(2)のために作成した資料です。

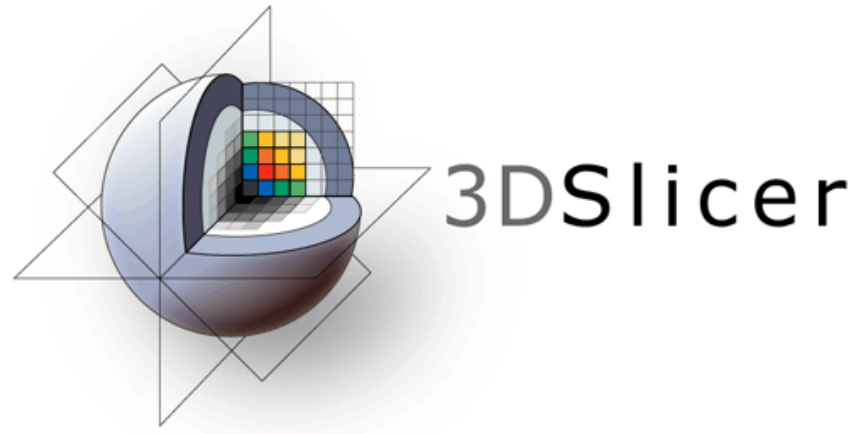
<http://bit.ly/twmu-1>

からダウンロード可能です。

今日の目標



3D Slicer

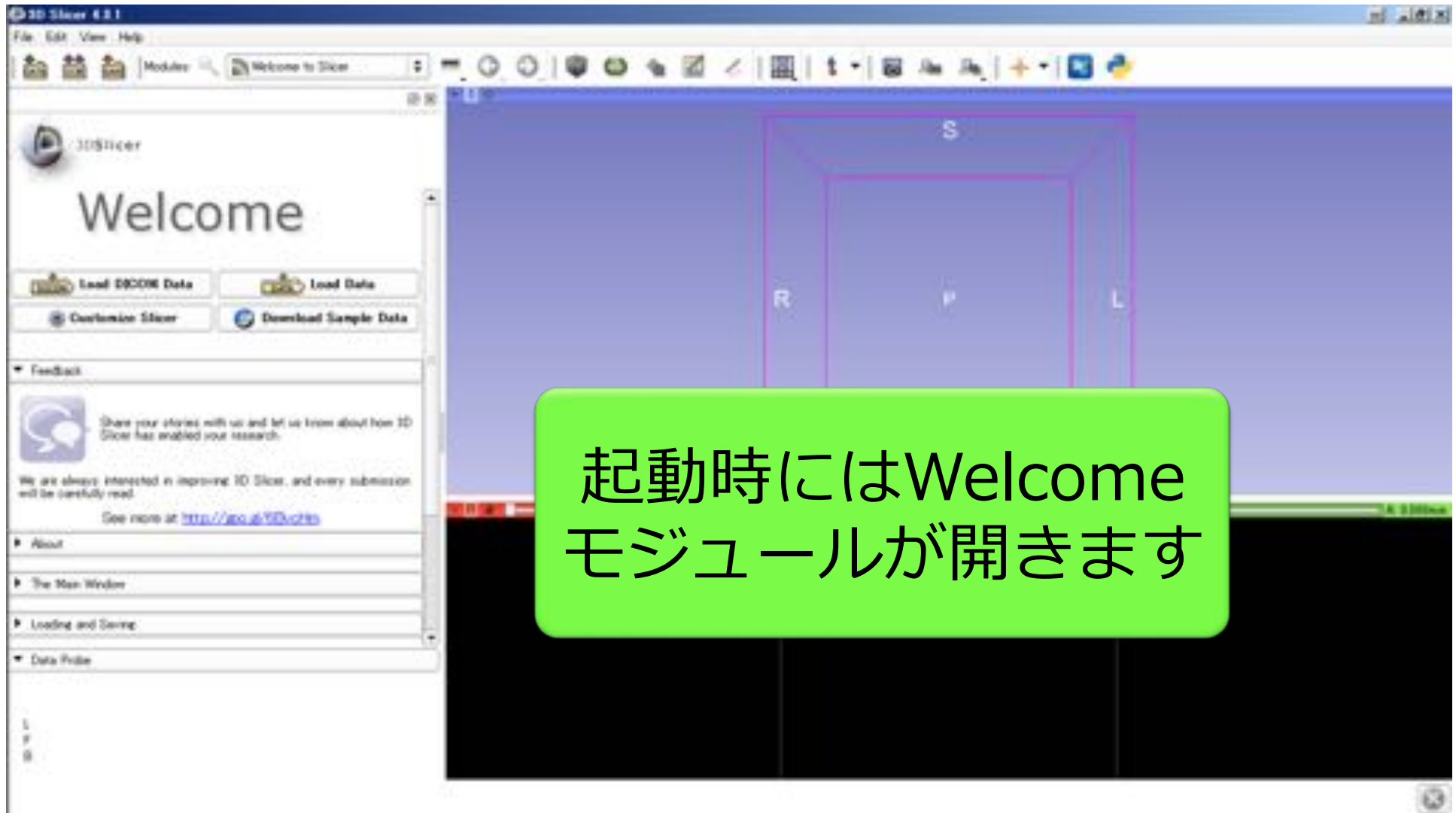


- 3次元医用画像処理に特化したフリーソフト
 - <http://www.slicer.org/>
- 複数の機関の研究者により開発(1997年～)
 - ハーバード大学 Surgical Planning Laboratory
 - マサチューセッツ工科大学
- マルチプラットフォーム対応
 - Windows / mac / Linux

目的

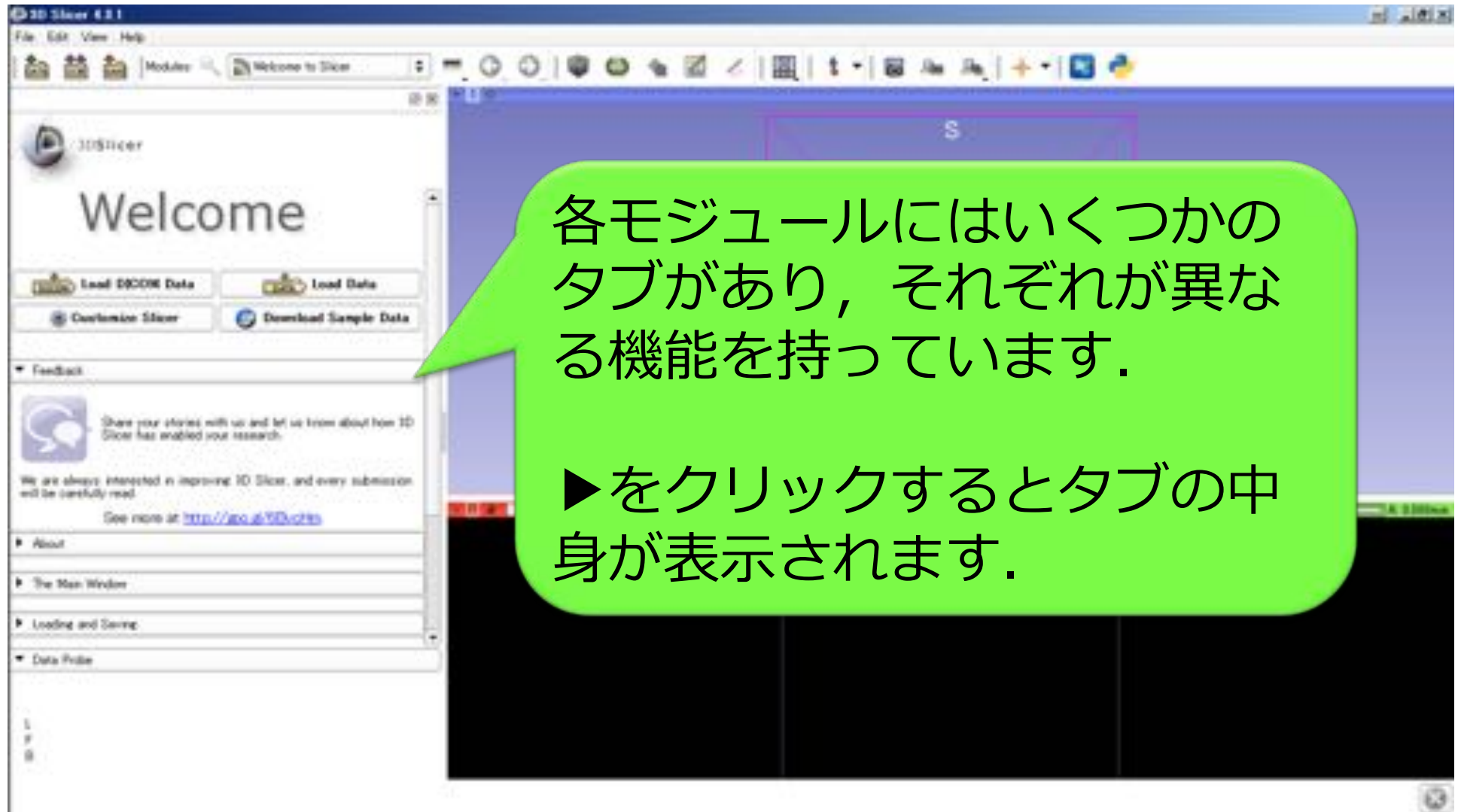
- 3次元医用画像の扱いに慣れる
 - 医用画像の読み込み
 - 目的部位の3次元モデル作成
 - 脳の神経繊維の描画
- 第1回：5月20日(水)
 - 基本的な使い方, 腫瘍領域の抽出
- 第2回：5月27日(水)
 - 腫瘍領域の抽出, 神経線維描出

3D Slicer 4.3.1を起動してみる

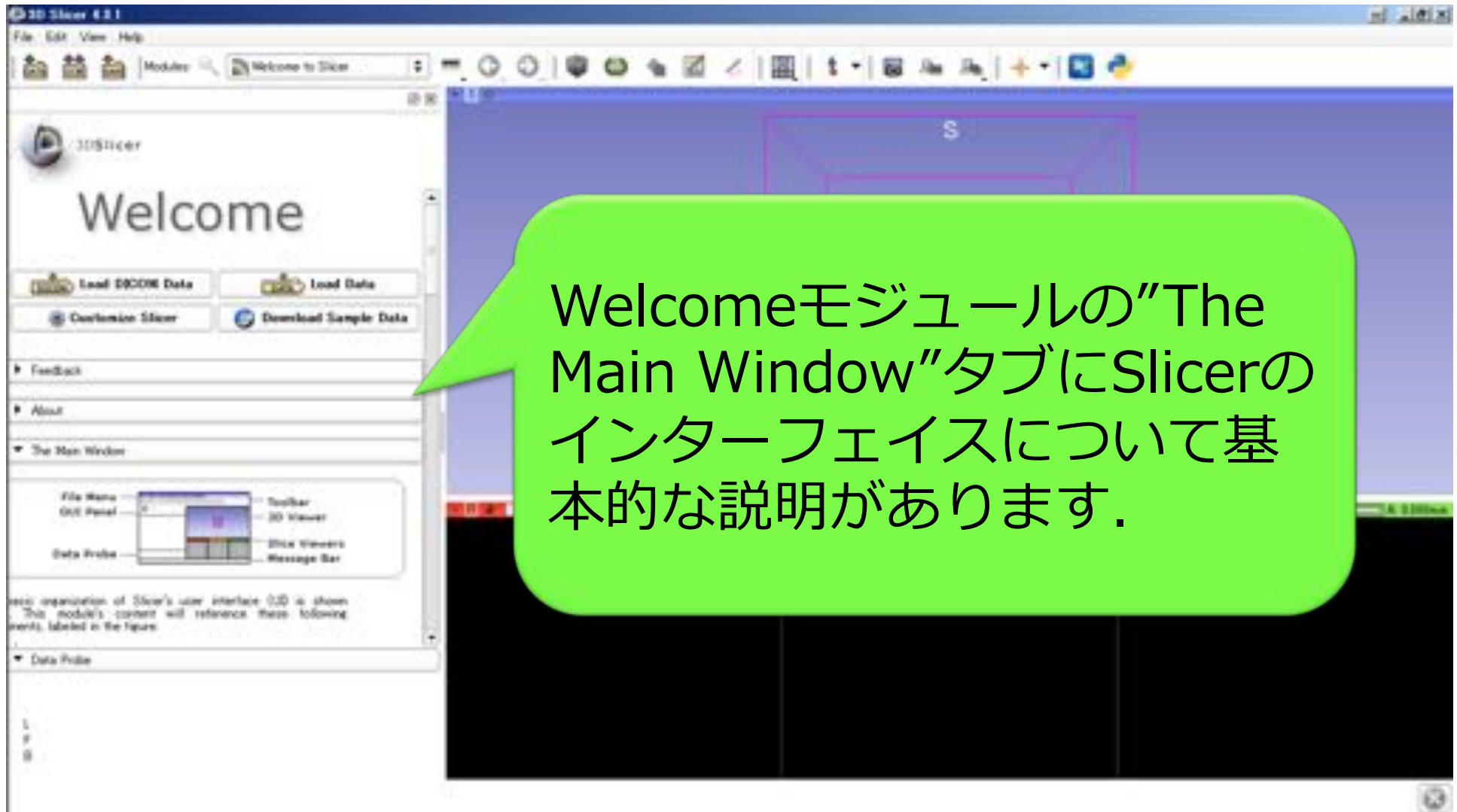


起動時にはWelcome
モジュールが開きます

3D Slicer 4.3.1



3D Slicer 4.3.1



Welcomeモジュールの“The Main Window”タブにSlicerのインターフェイスについて基本的な説明があります。

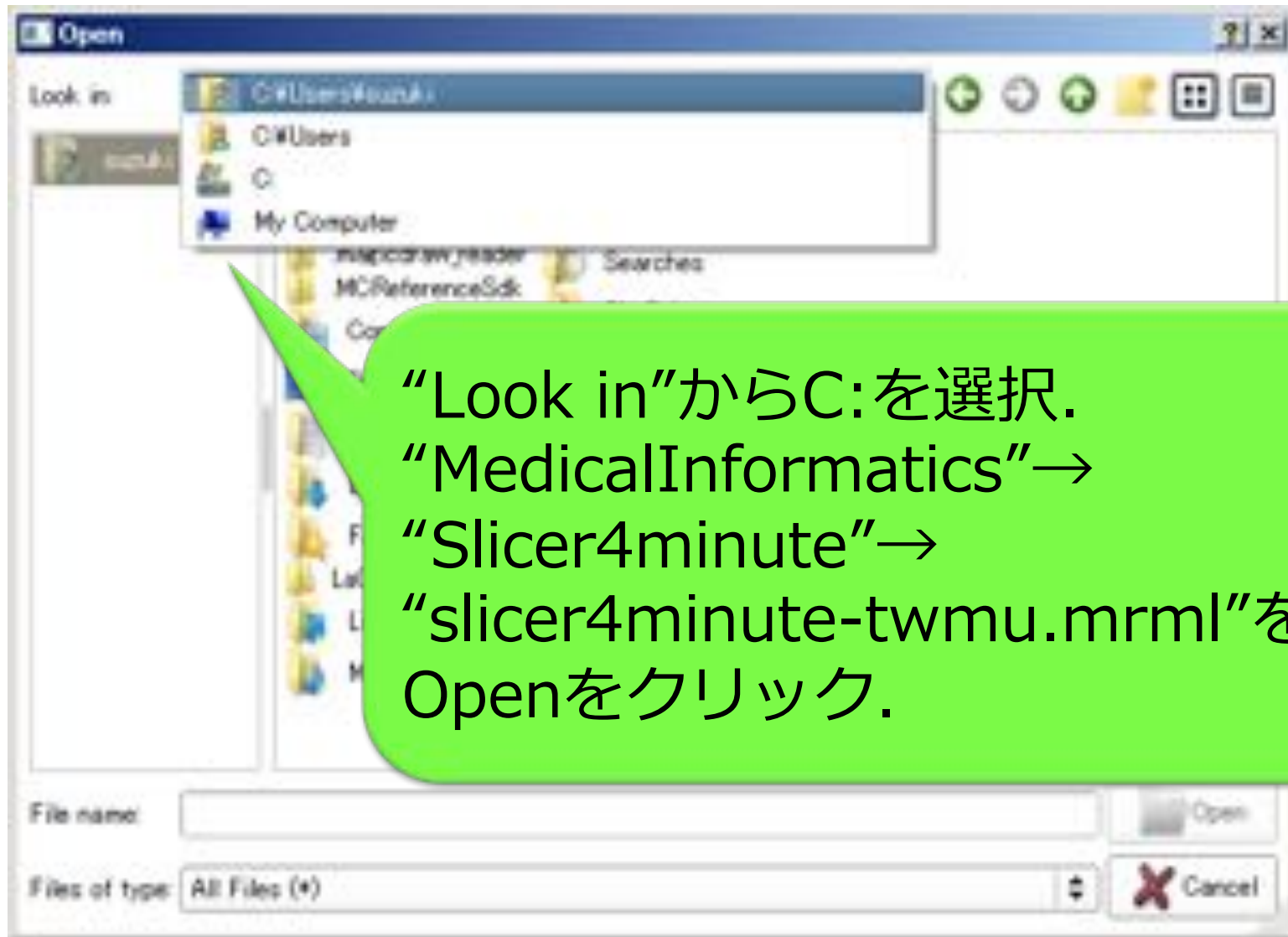
サンプルデータの読み込み

The image shows the 3D Slicer 4.8.1 software interface. The main window displays a "Welcome" message and several buttons: "Load DICOM Data", "Load Data", "Customize Slicer", and "Download Sample Data". A green callout bubble points to the "Load Data" button with the text "Load Data"をクリック. Another green callout bubble points to the "Download Sample Data" button with the text "右側の'Choose File(s) to Add'をクリック". Below the main window, a dialog box titled "Add data into the scene" is open, showing a table with columns for "File" and "Description". The dialog also includes "Choose Directory to Add" and "Choose File(s) to Add" buttons, a "Show Options" checkbox, and "Reset", "OK", and "Cancel" buttons at the bottom.

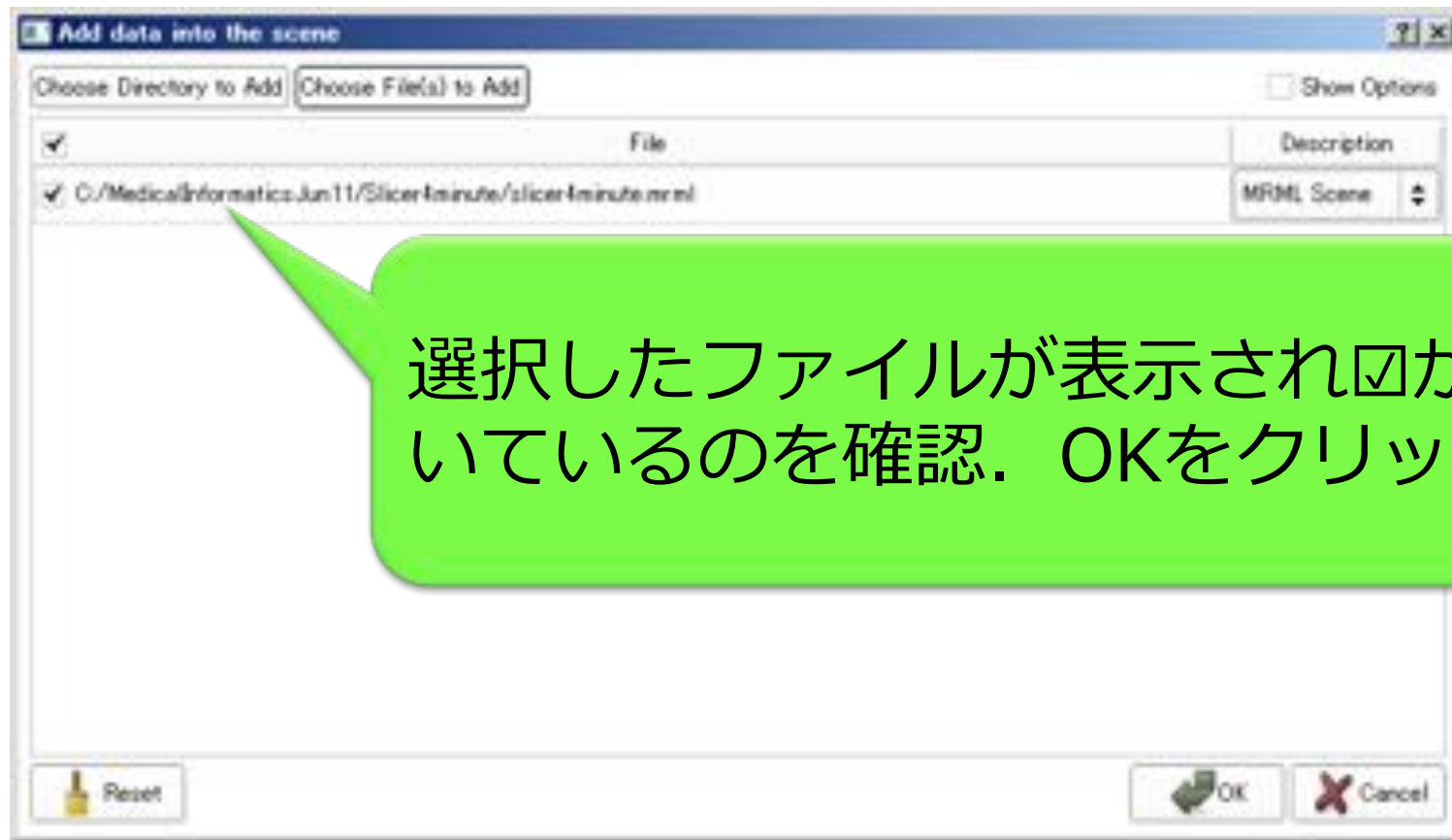
“Load Data”をクリック

右側の“Choose File(s) to Add”をクリック

サンプルデータの読み込み



サンプルデータの読み込み

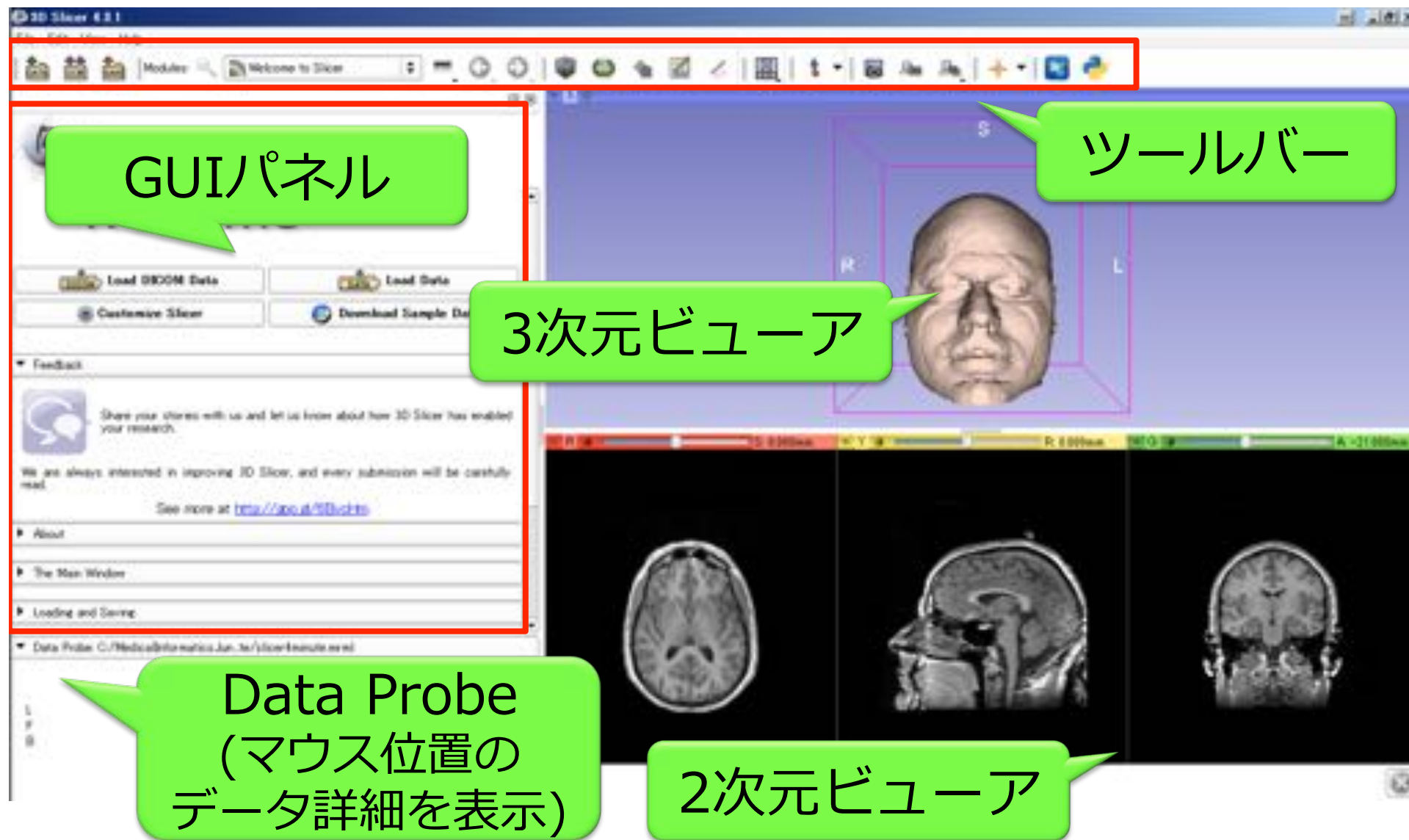


サンプルデータの読み込み

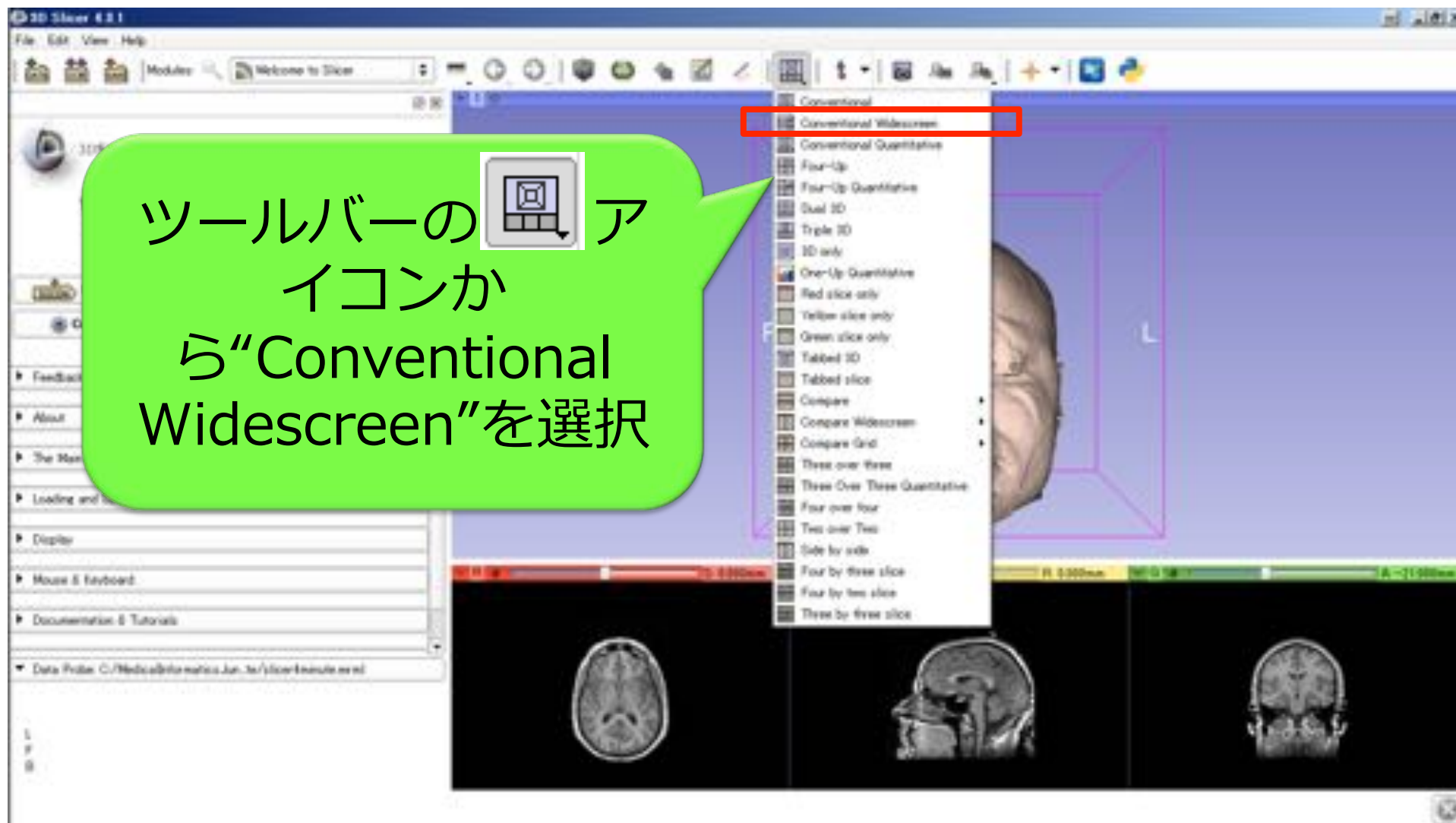
頭部のMRI画像が読み込まれ、同時に3次元の顔のモデルが表示されます。



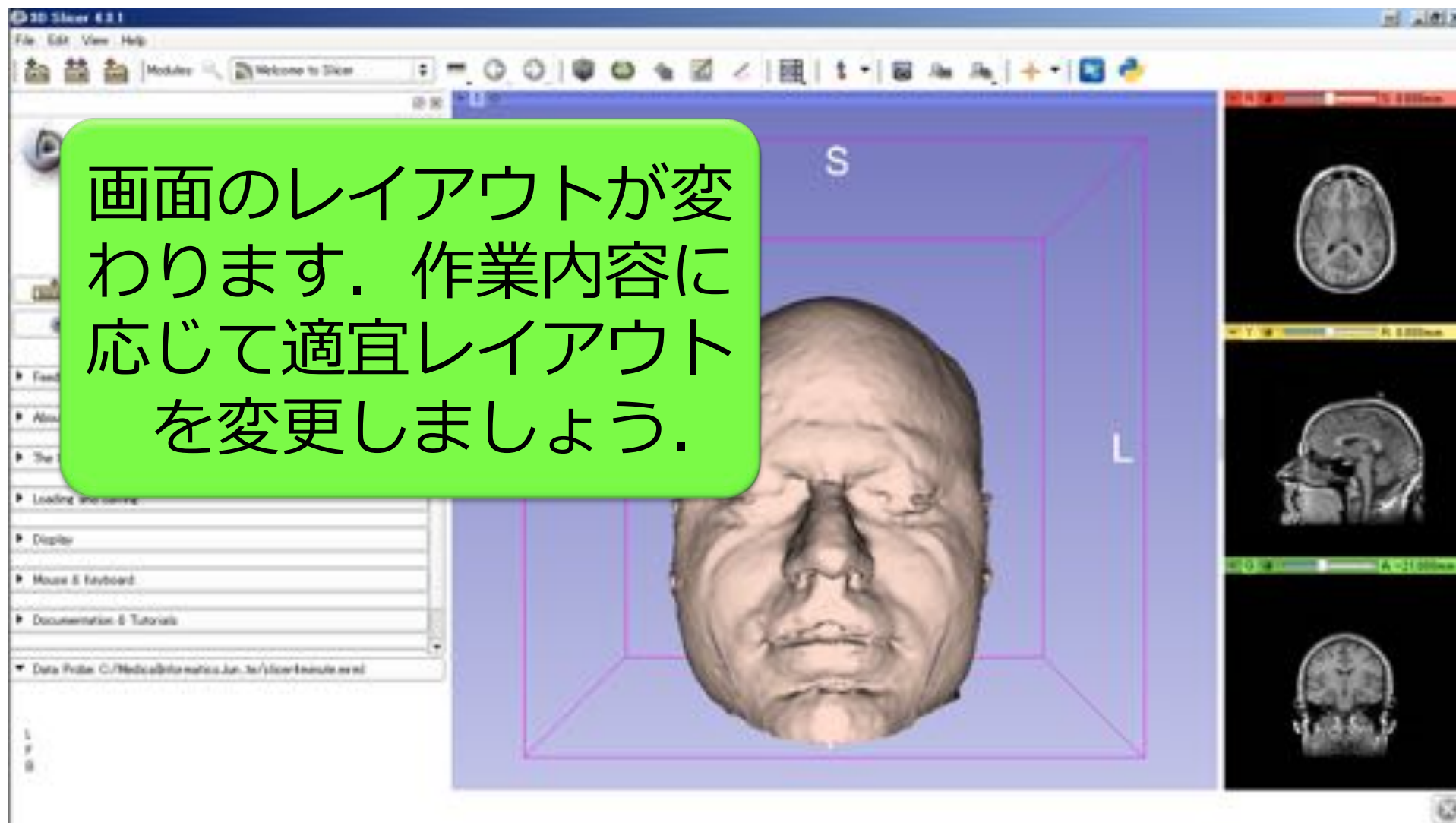
ユーザーインタフェース



画面のレイアウト変更

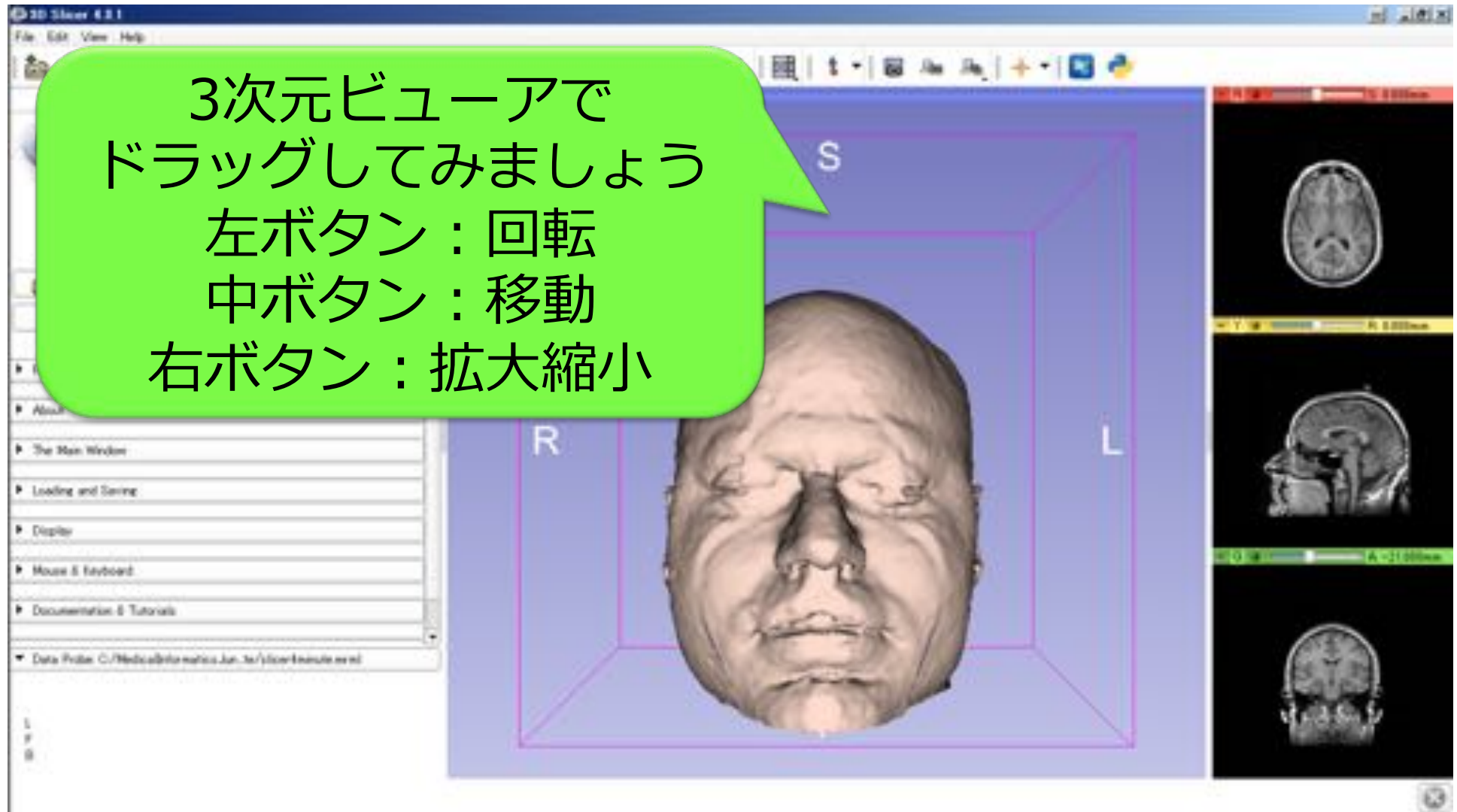


画面のレイアウト変更

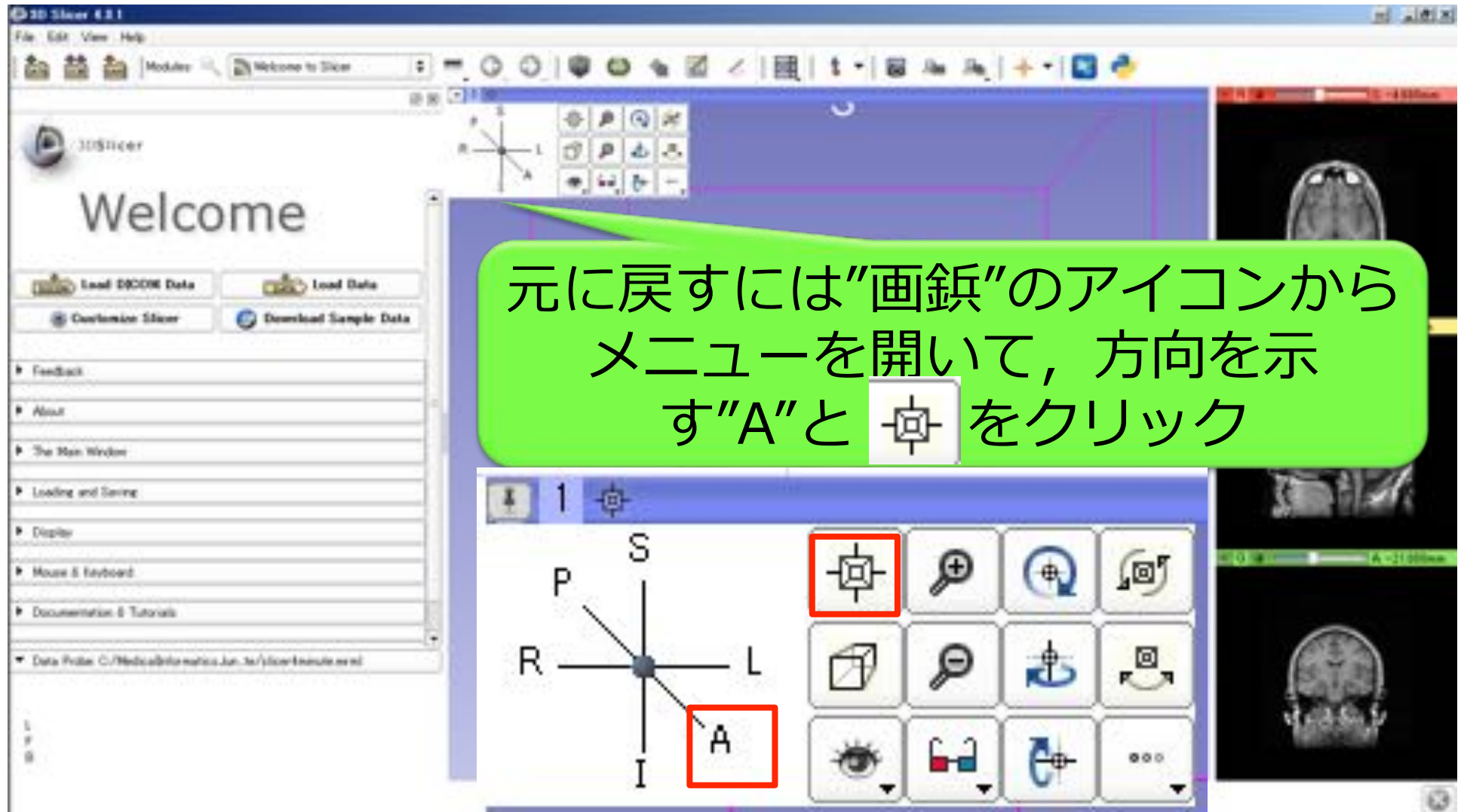


マウスでの操作


3次元ビューアで
ドラッグしてみましょう
左ボタン：回転
中ボタン：移動
右ボタン：拡大縮小



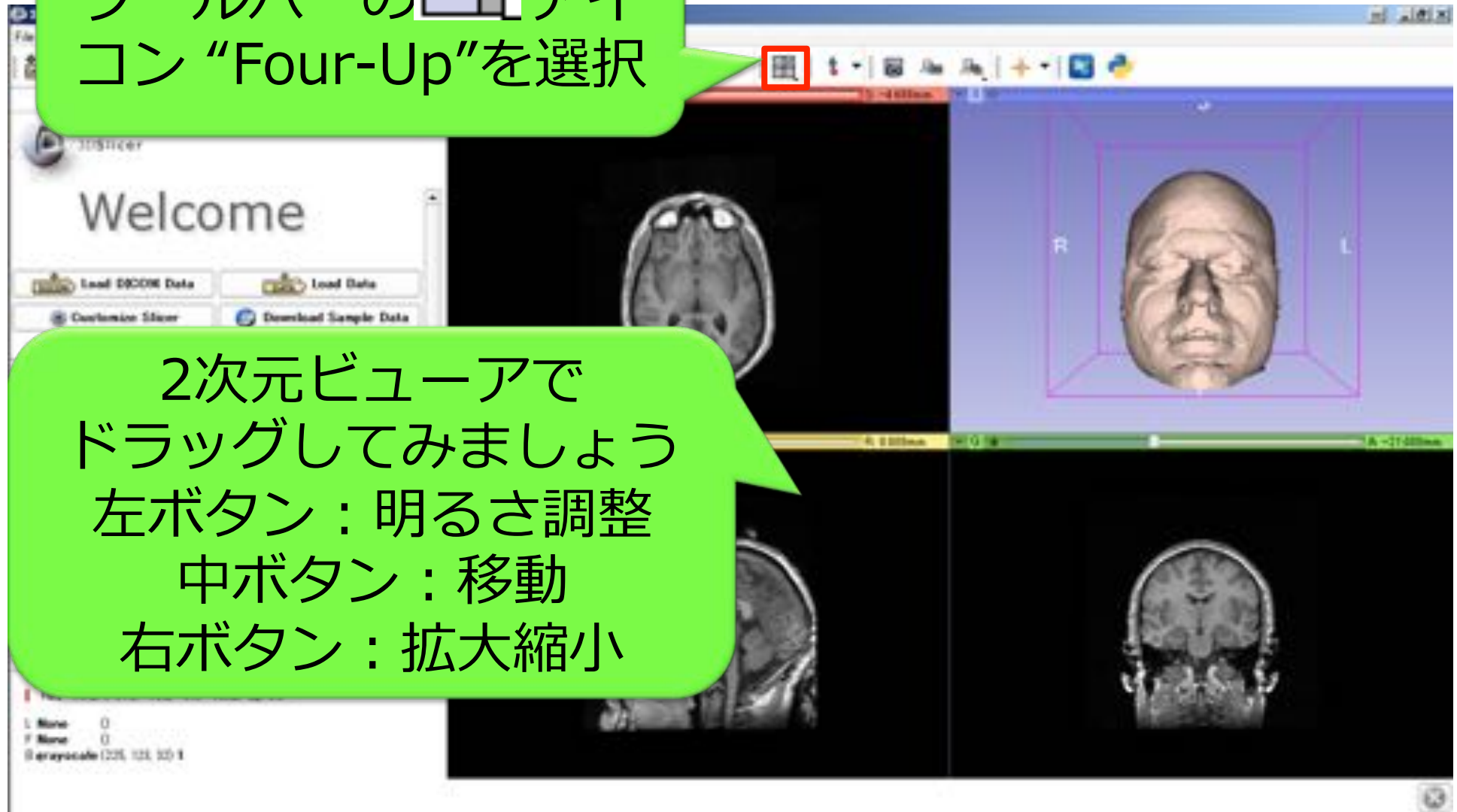
マウスでの操作




マウスでの操作

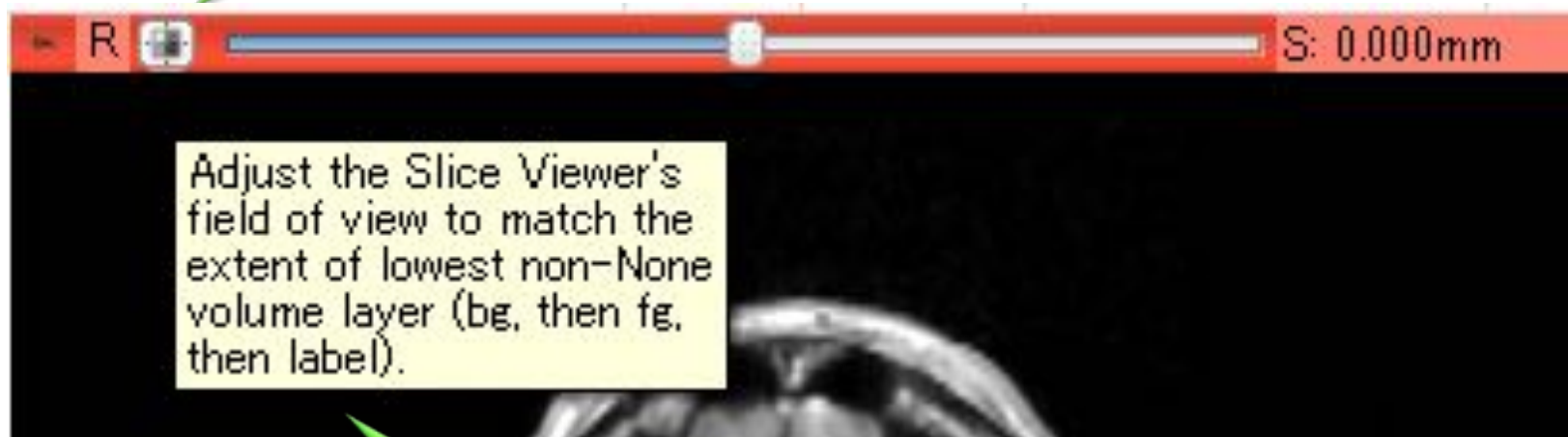
ツールバーの  アイコン “Four-Up” を選択

2次元ビューアで
ドラッグしてみましょう
左ボタン：明るさ調整
中ボタン：移動
右ボタン：拡大縮小



マウスでの操作

2次元画像の位置・サイズを元に戻すには赤・黄・緑のバーの  をクリック



マウスを重ねるとそのボタンの動作のヒントが表示されます

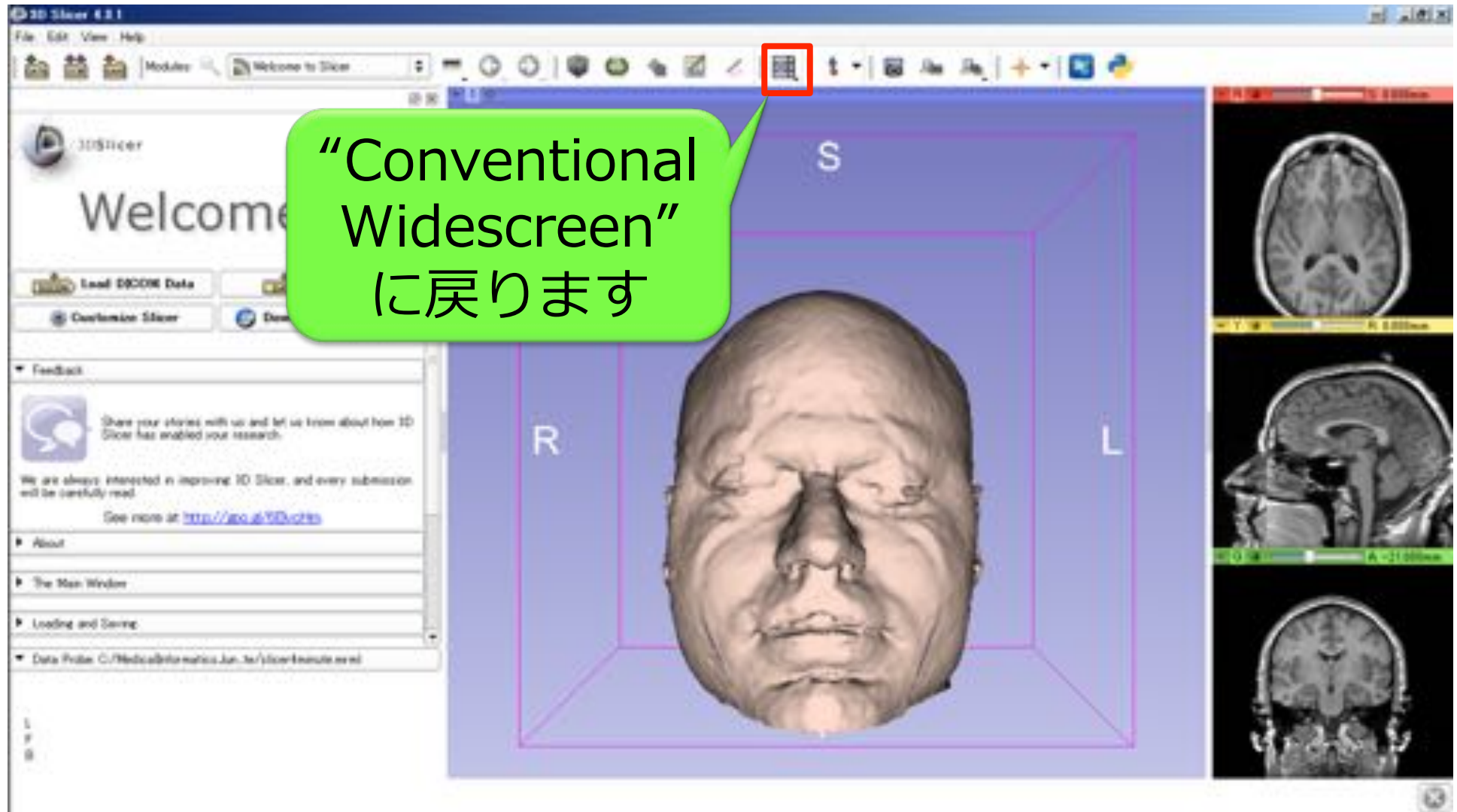
マウスでの操作

The screenshot shows the 3D Slicer 4.8.1 interface. On the left, the 'Volumes' menu is open, listing various modules. A green callout bubble points to this menu. In the center, the 'Display' tab is selected, showing a 'Lookup Table' set to 'Grey', an 'Interpolate' checkbox checked, and several 'Window Level editor presets' represented by small image thumbnails. A red box highlights the 'Display' tab header and the 'Auto W/L' option. A second green callout bubble points to the 'Auto W/L' option.

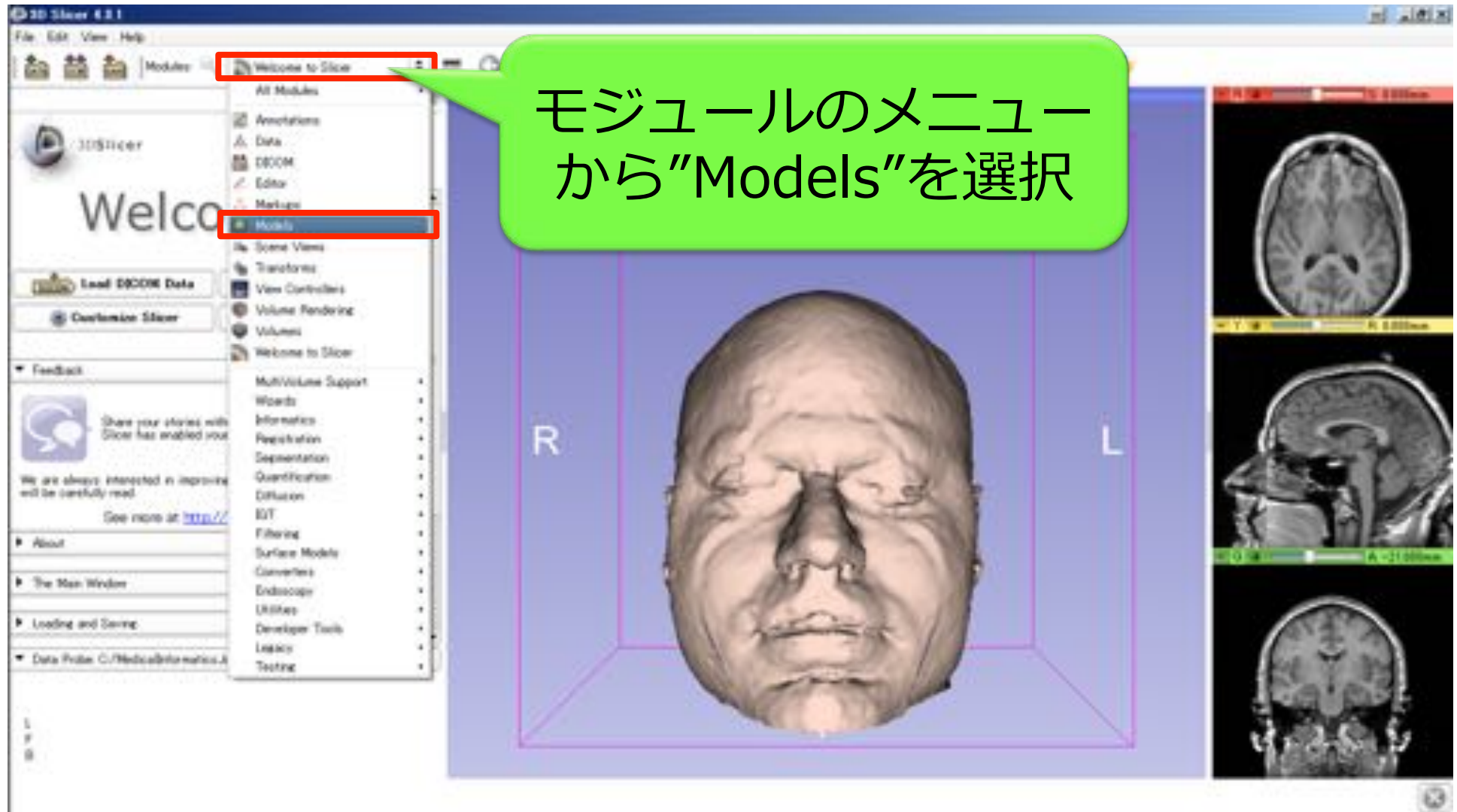
2次元画像の明るさを元に戻すにはモジュールのメニューから“Volumes”を選択

“Display”タブの中で Auto W/Lを選択

Modelの操作



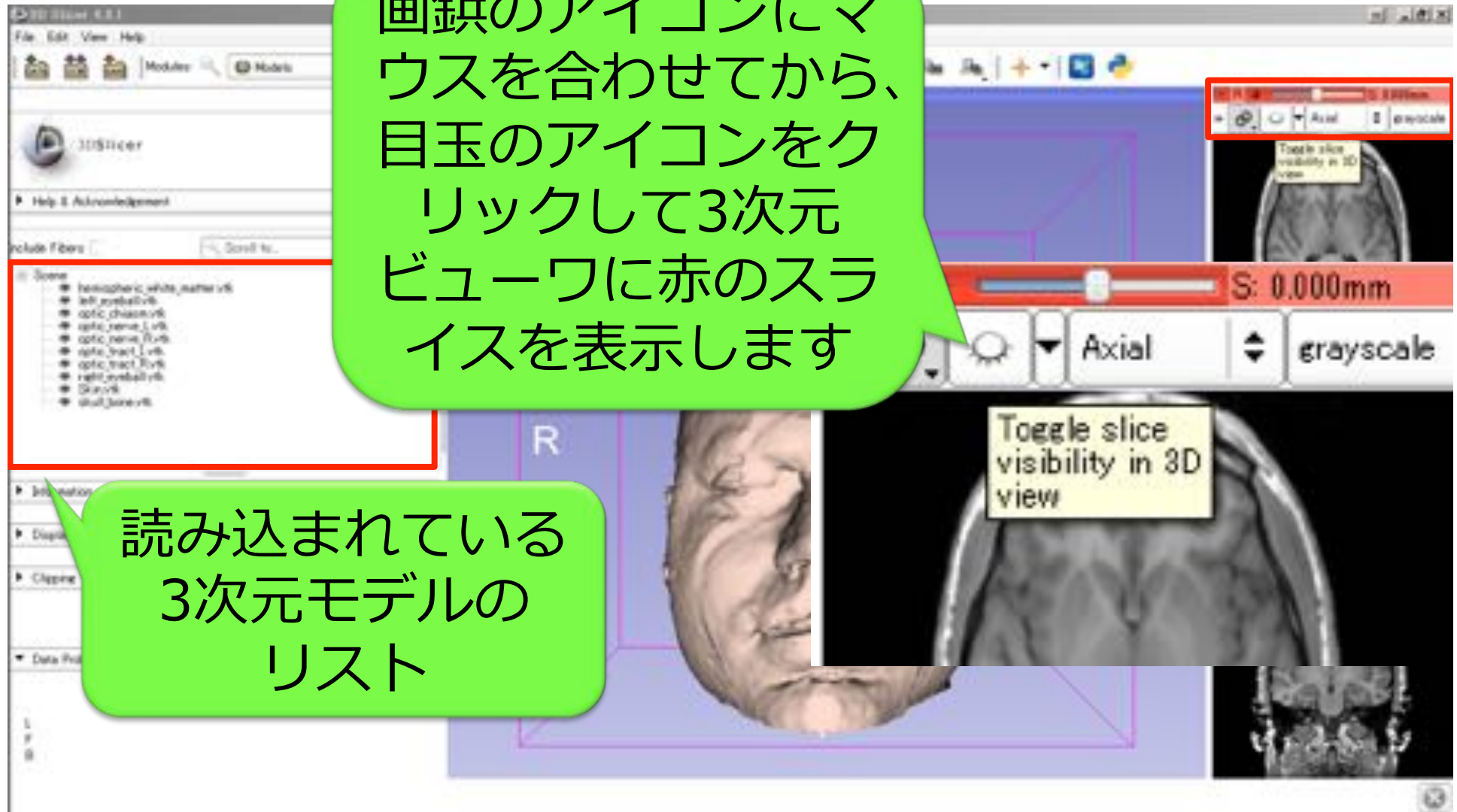
Modelの操作



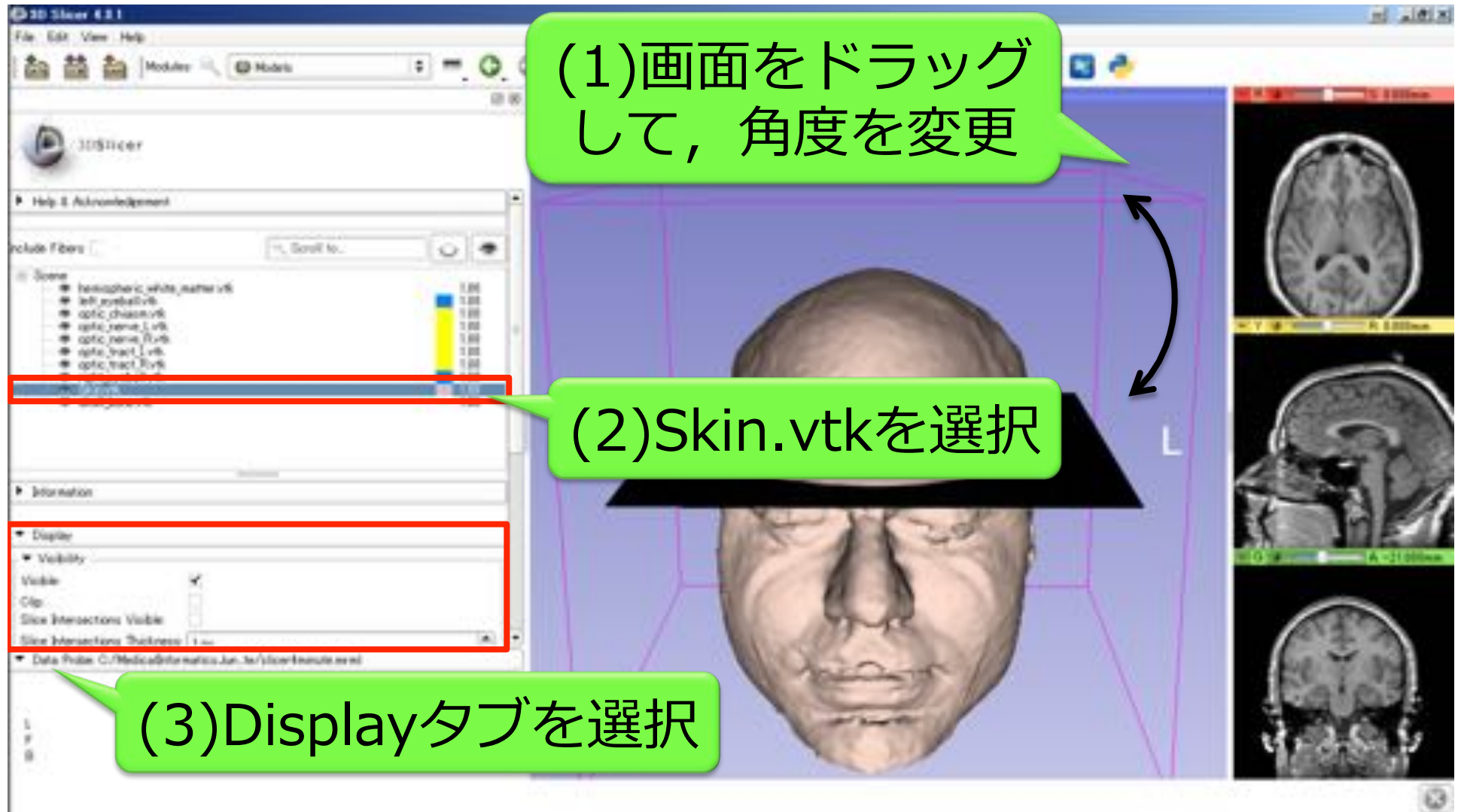
Modelの操作

画鋏のアイコンにマウスを合わせてから、目玉のアイコンをクリックして3次元ビューワに赤のスライスを表示します

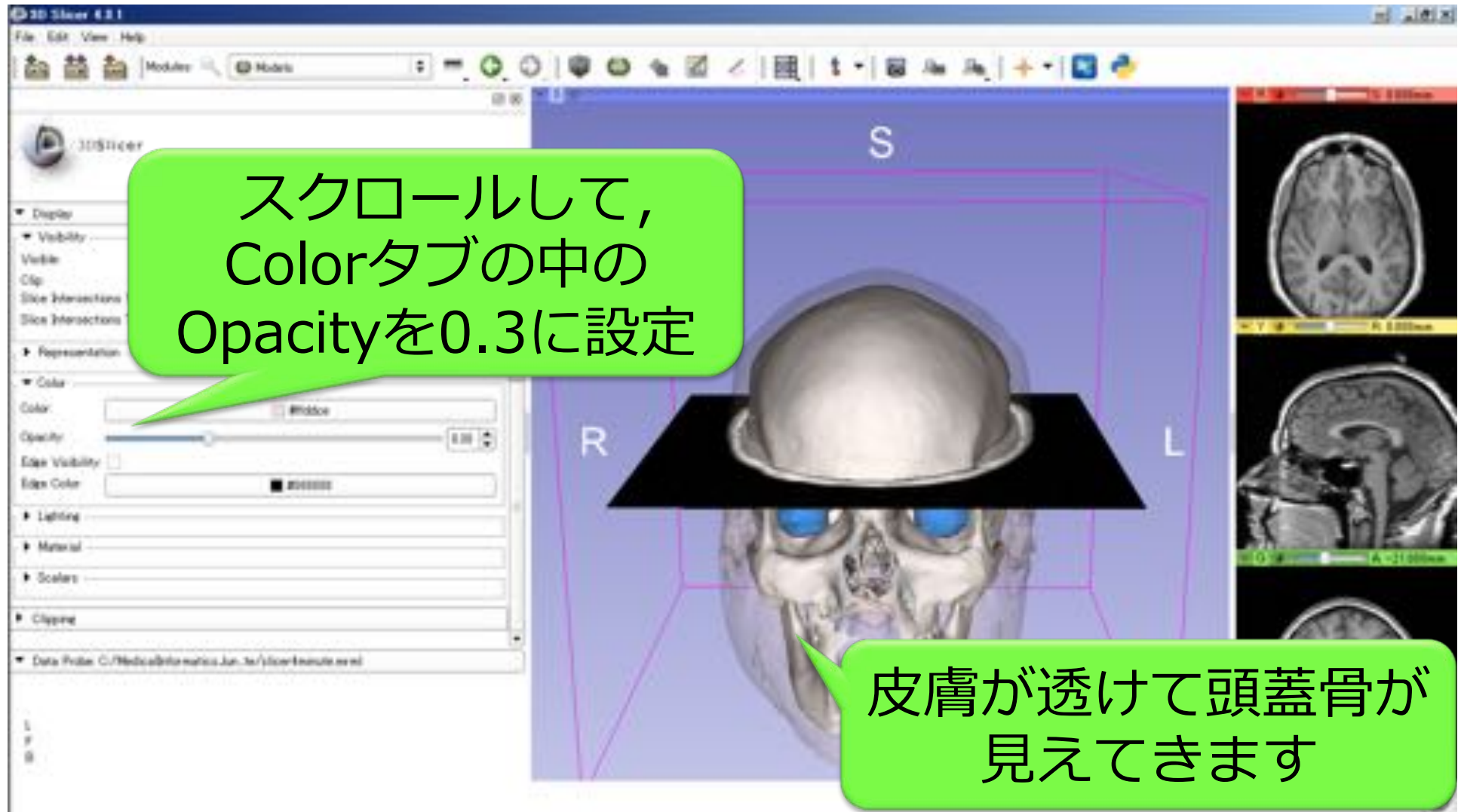
読み込まれている3次元モデルのリスト



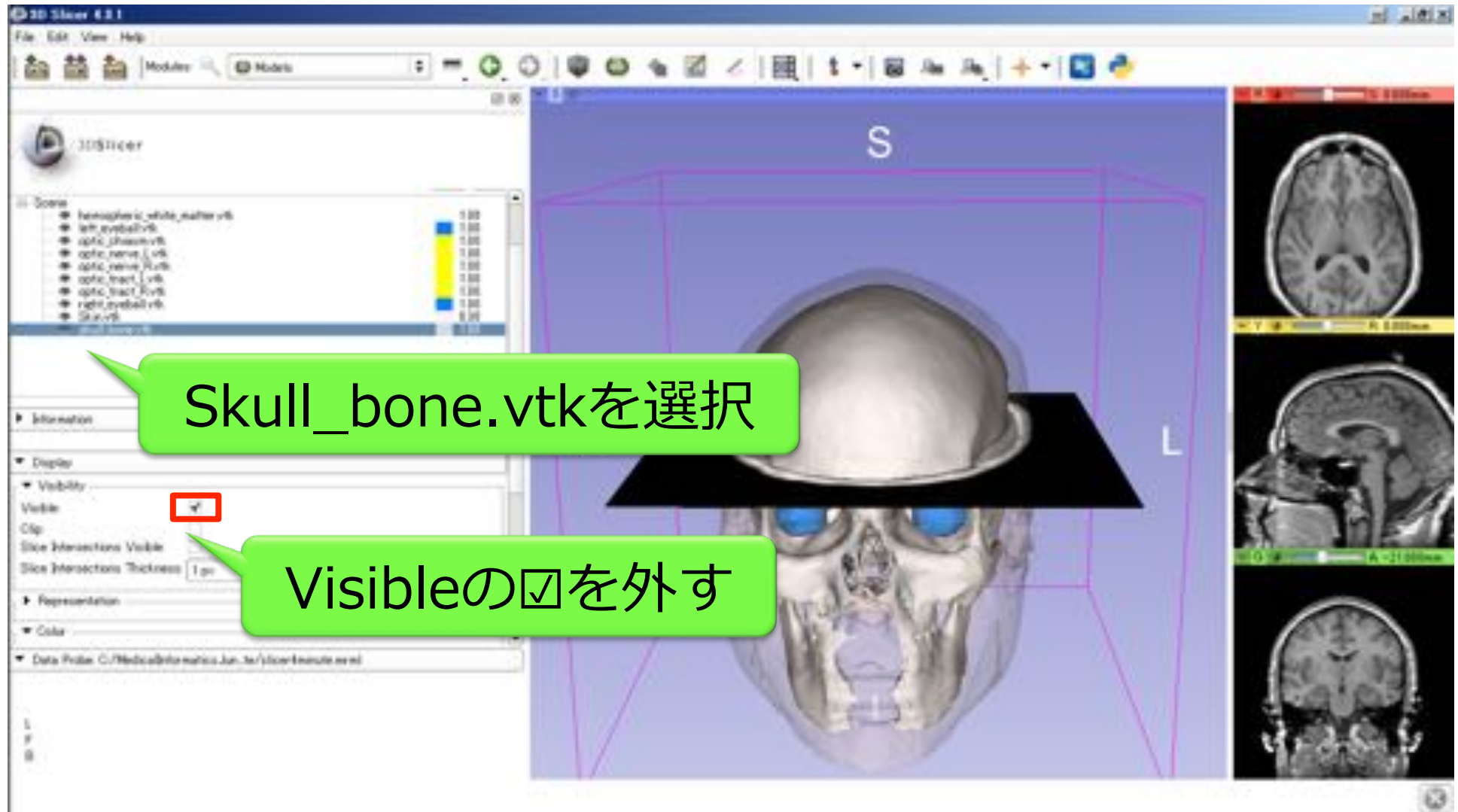
Modelの操作



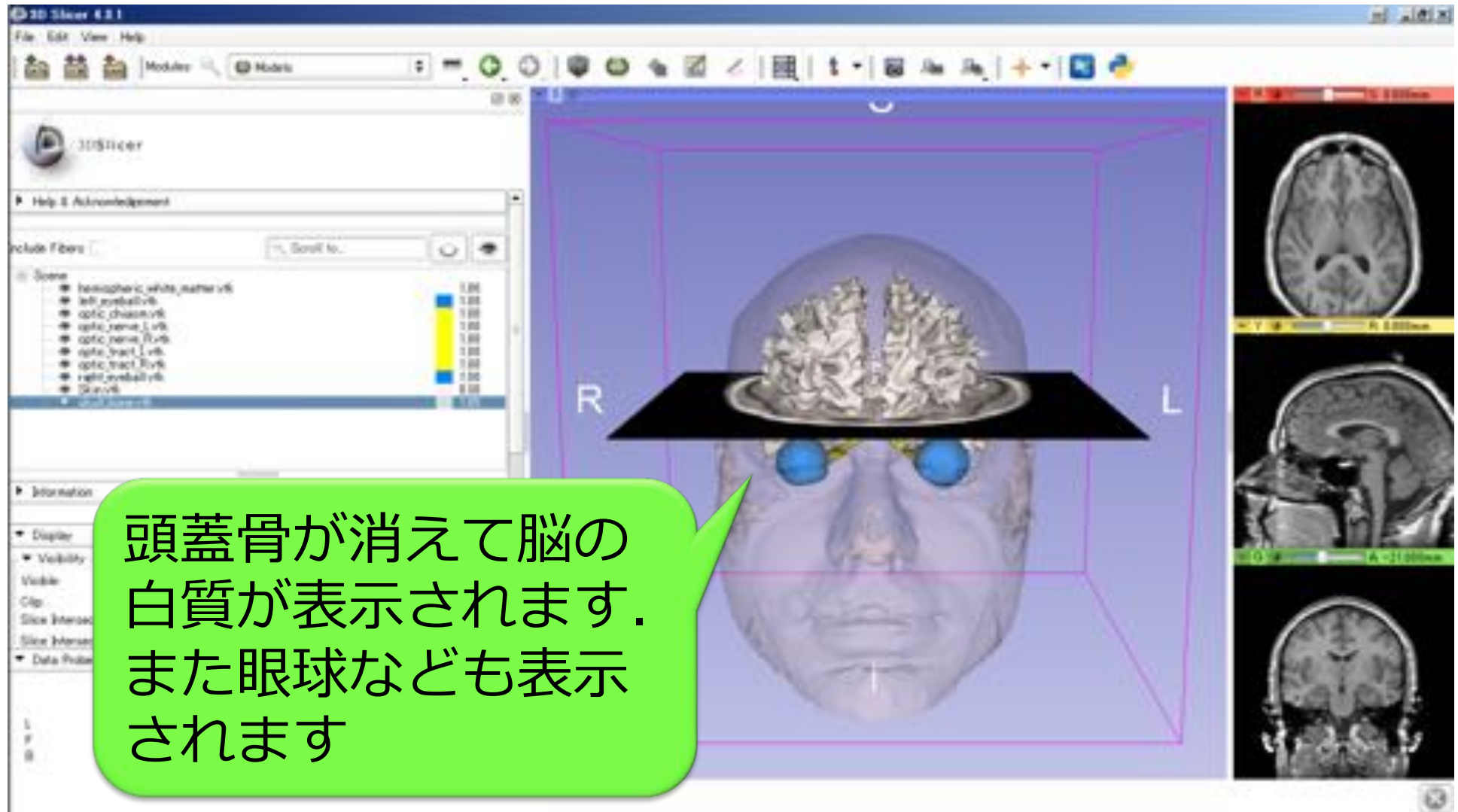
Modelの操作



Modelの操作

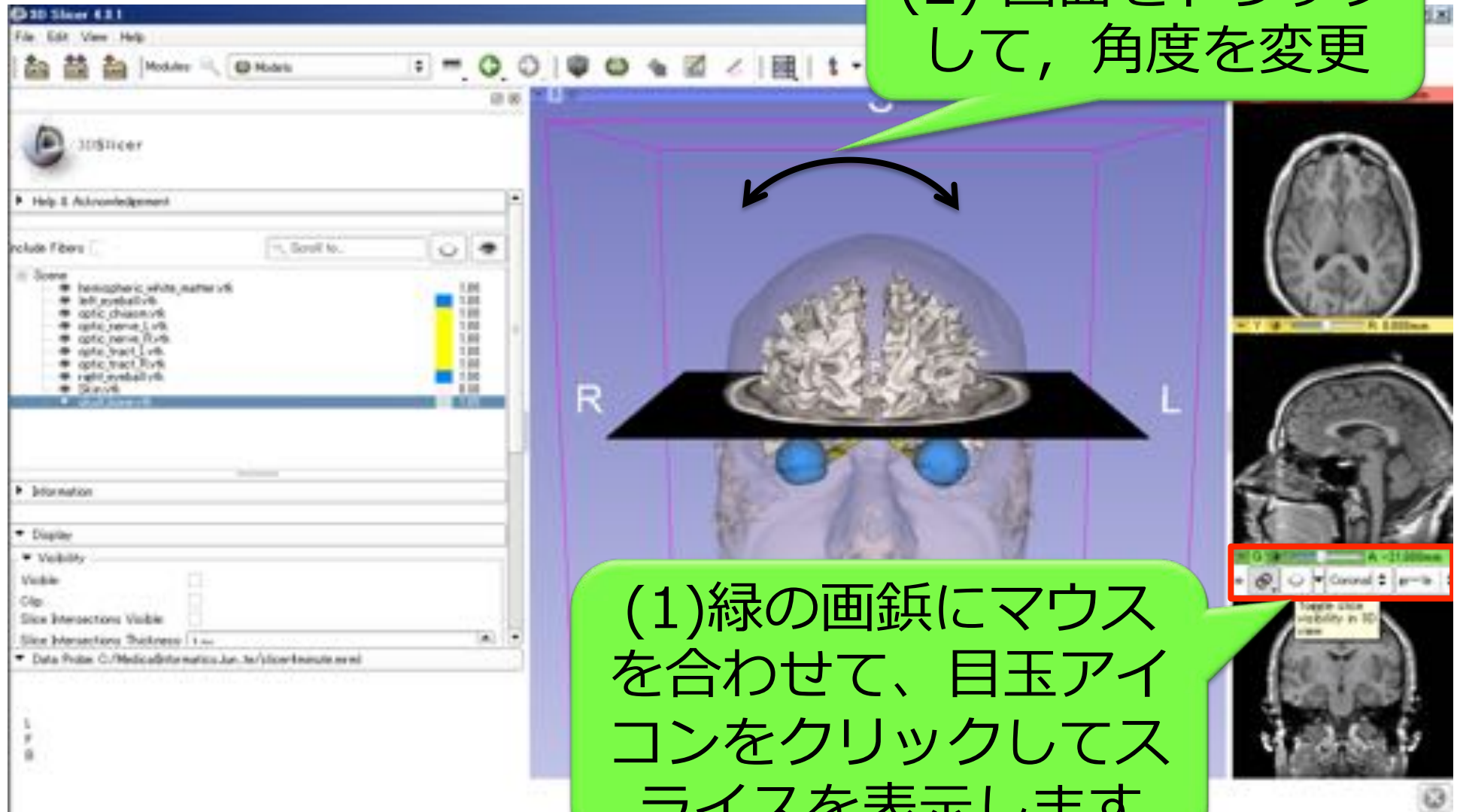


Modelの操作



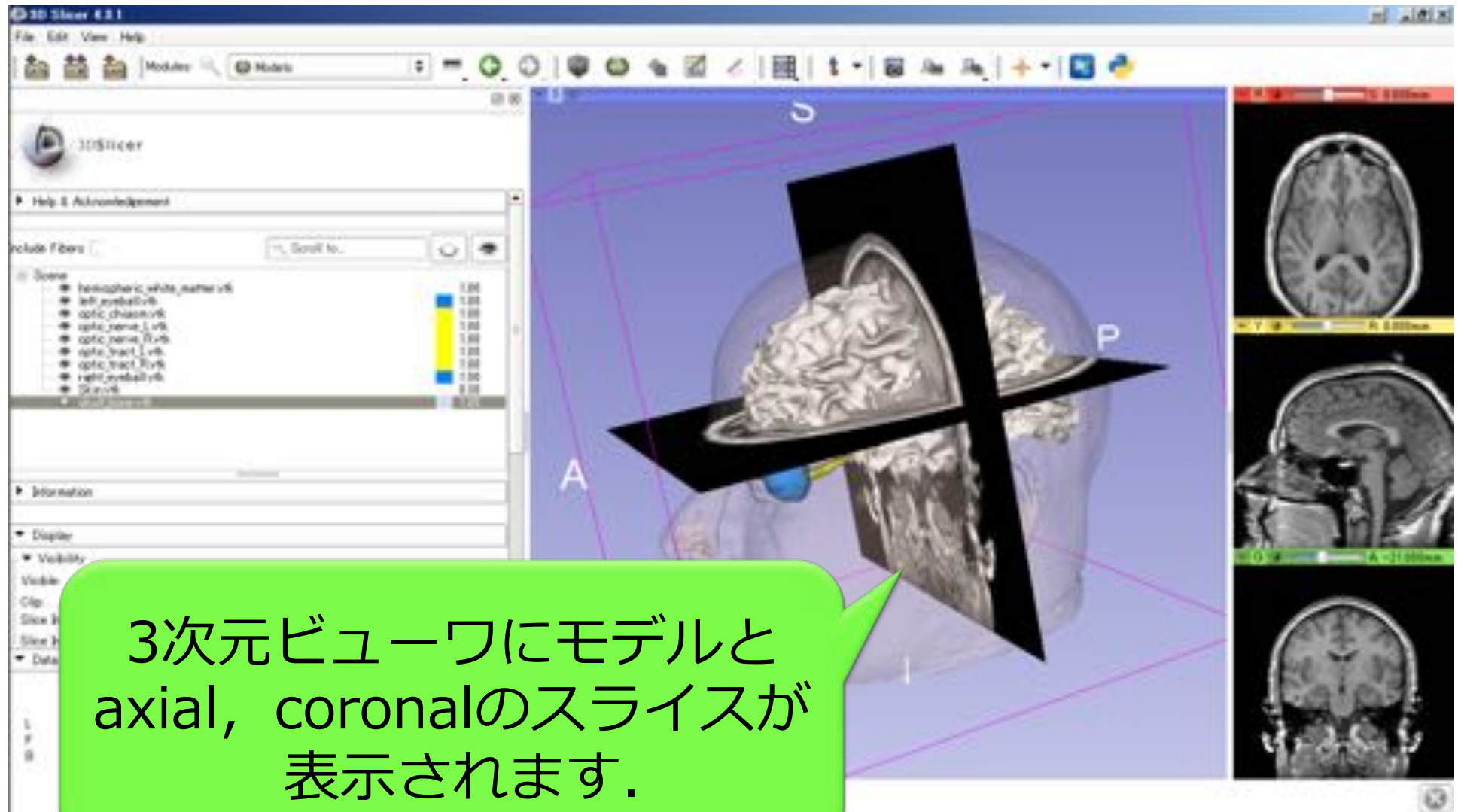
Modelの操作

(2) 画面をドラッグして、角度を変更

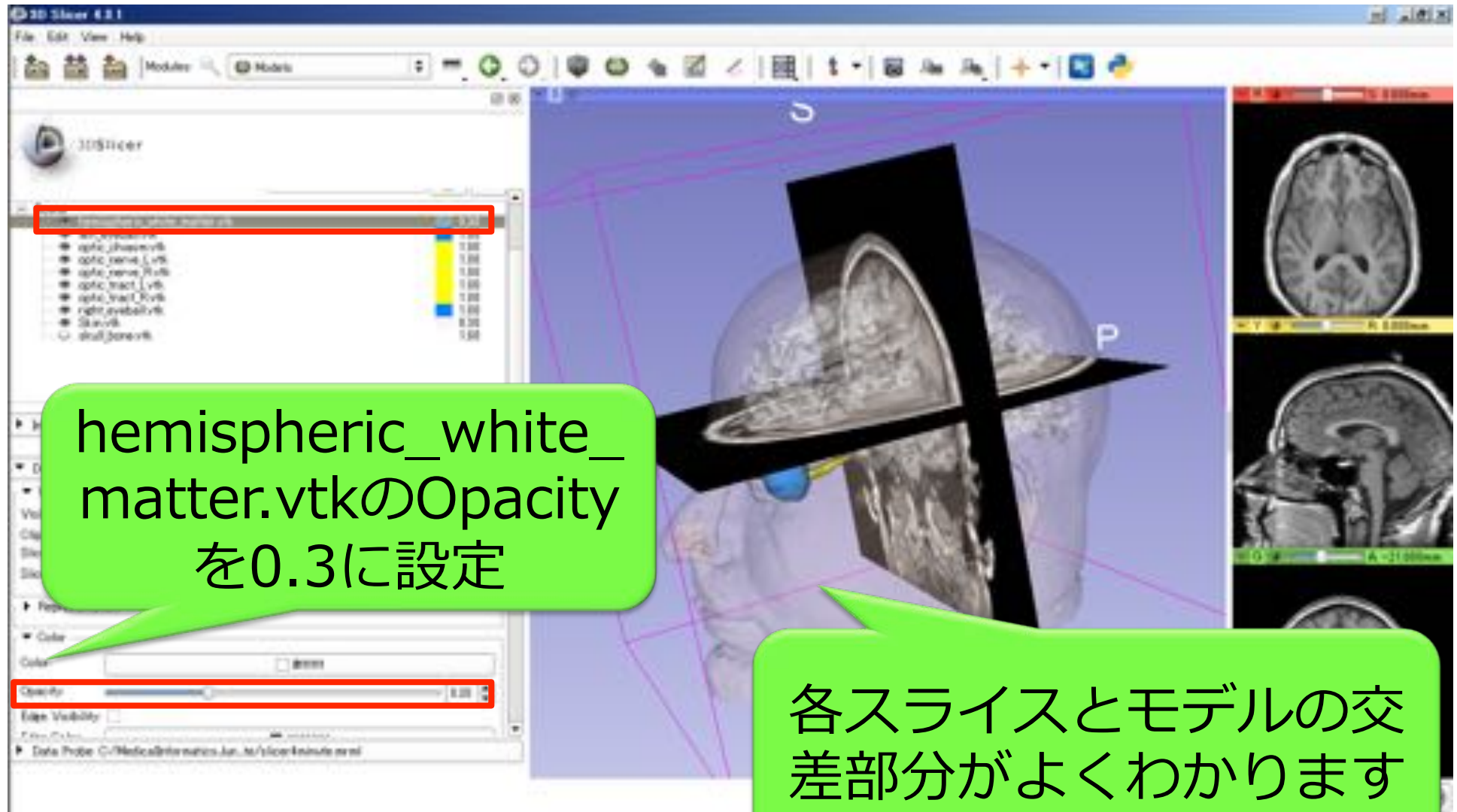


(1) 緑の画鋏にマウスを合わせて、目玉アイコンをクリックしてスライスを表示します

Modelの操作



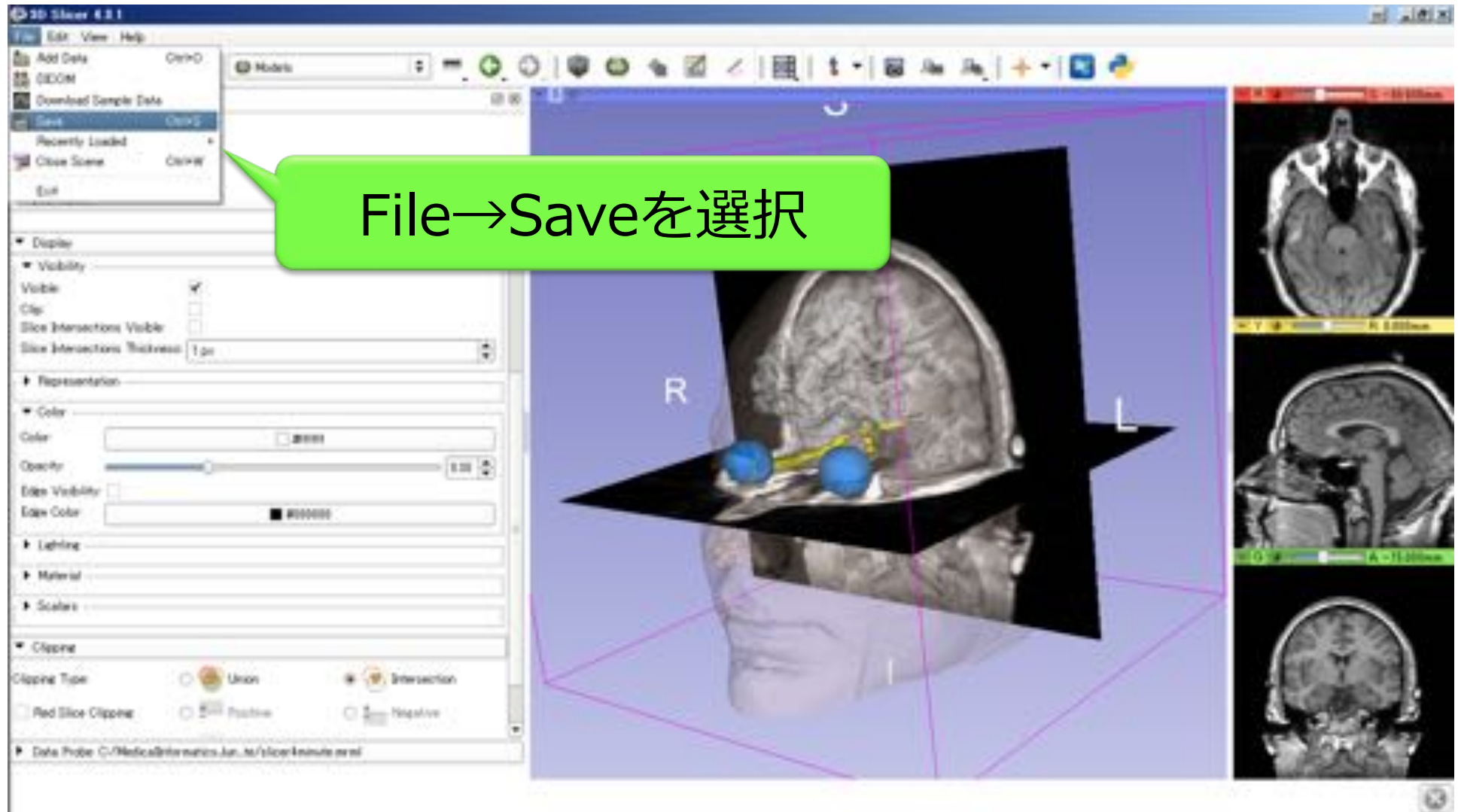
Modelの操作



hemispheric_white_matter.vtkのOpacityを0.3に設定

各スライスとモデルの交差部分がよくわかります

一度保存しておきましょう



保存対象の選択

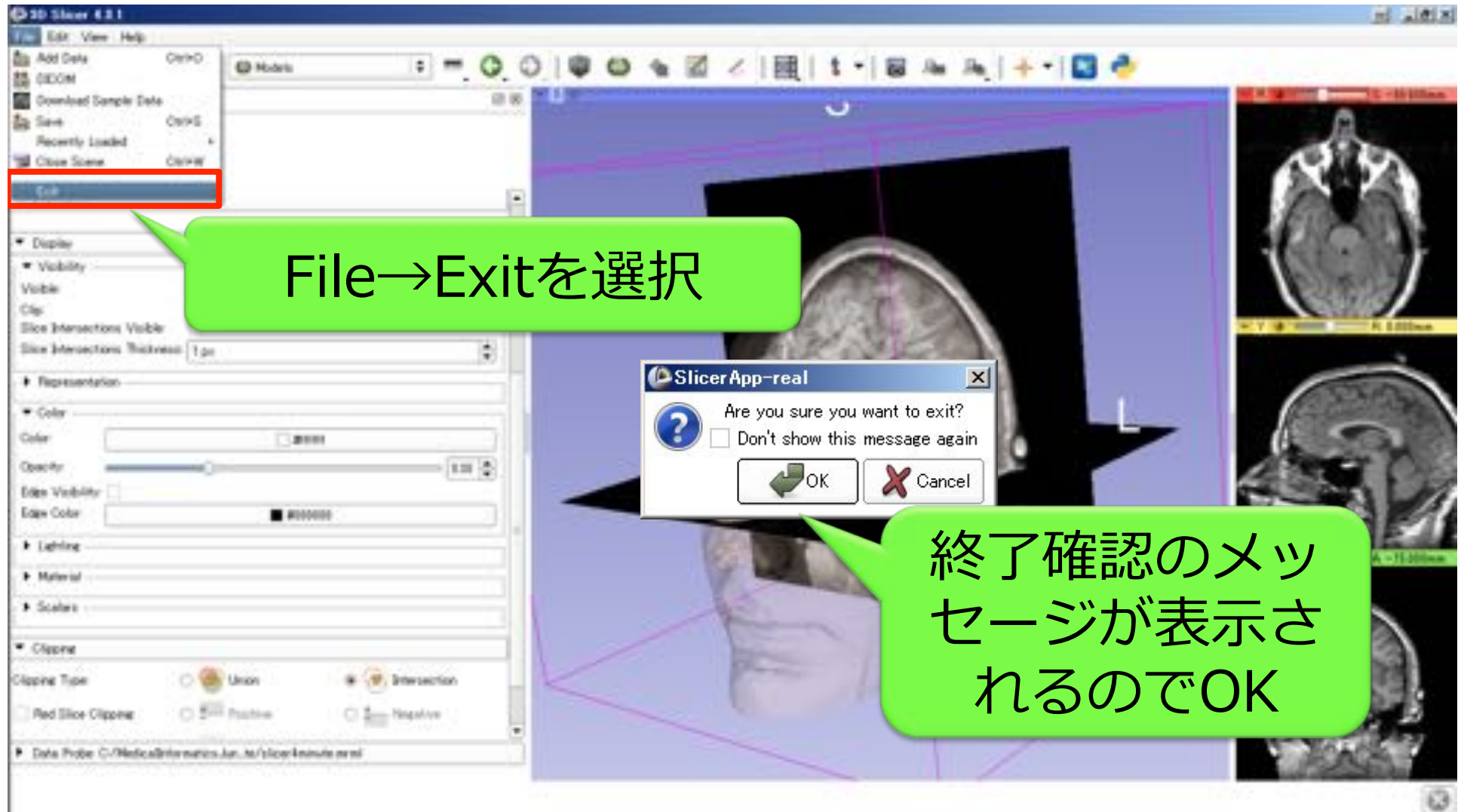


(2) slicer4minute-twmu.mrml
をダブルクリックして
myNewScene.mrmlに書き換えます。
□に✓を入れて☑にします。

(3) Save

(1) "Change directory for selected files"
を選択してC:¥MedicalInformatics
¥Slicer4minuteを選択

一度終了します



File→Exitを選択

終了確認のメッセージが表示されるのでOK

保存したデータの読み込み

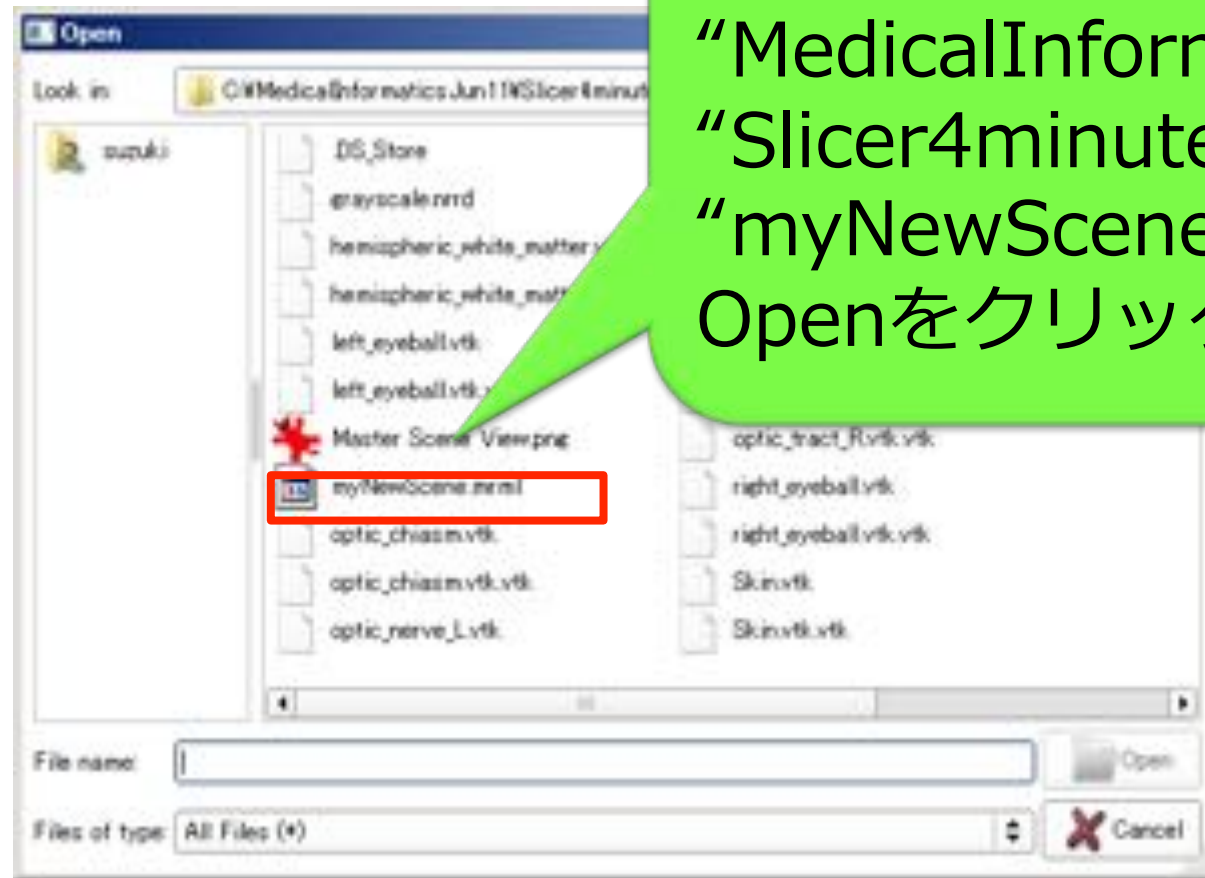
The image shows the 3D Slicer 4.8.1 software interface. The main window displays a 'Welcome' message and several buttons: 'Load DICOM Data', 'Load Data', 'Customize Slicer', and 'Download Sample Data'. A green callout bubble points to the 'Load Data' button with the text: '再度Slicerを開いて “Load Data”をクリック'. Below the main window, a smaller dialog box titled 'Add data into the scene' is open. It has two tabs: 'Choose Directory to Add' and 'Choose File(s) to Add'. The 'Choose File(s) to Add' tab is active, showing a table with columns for 'File' and 'Description'. A green callout bubble points to the 'Choose File(s) to Add' tab with the text: '“Choose File(s) to Add”をクリック'. The dialog box also features a 'Reset' button and 'OK' and 'Cancel' buttons.

再度Slicerを開いて
“Load Data”をクリック

“Choose File(s) to Add”をクリック

保存したデータの読み込み

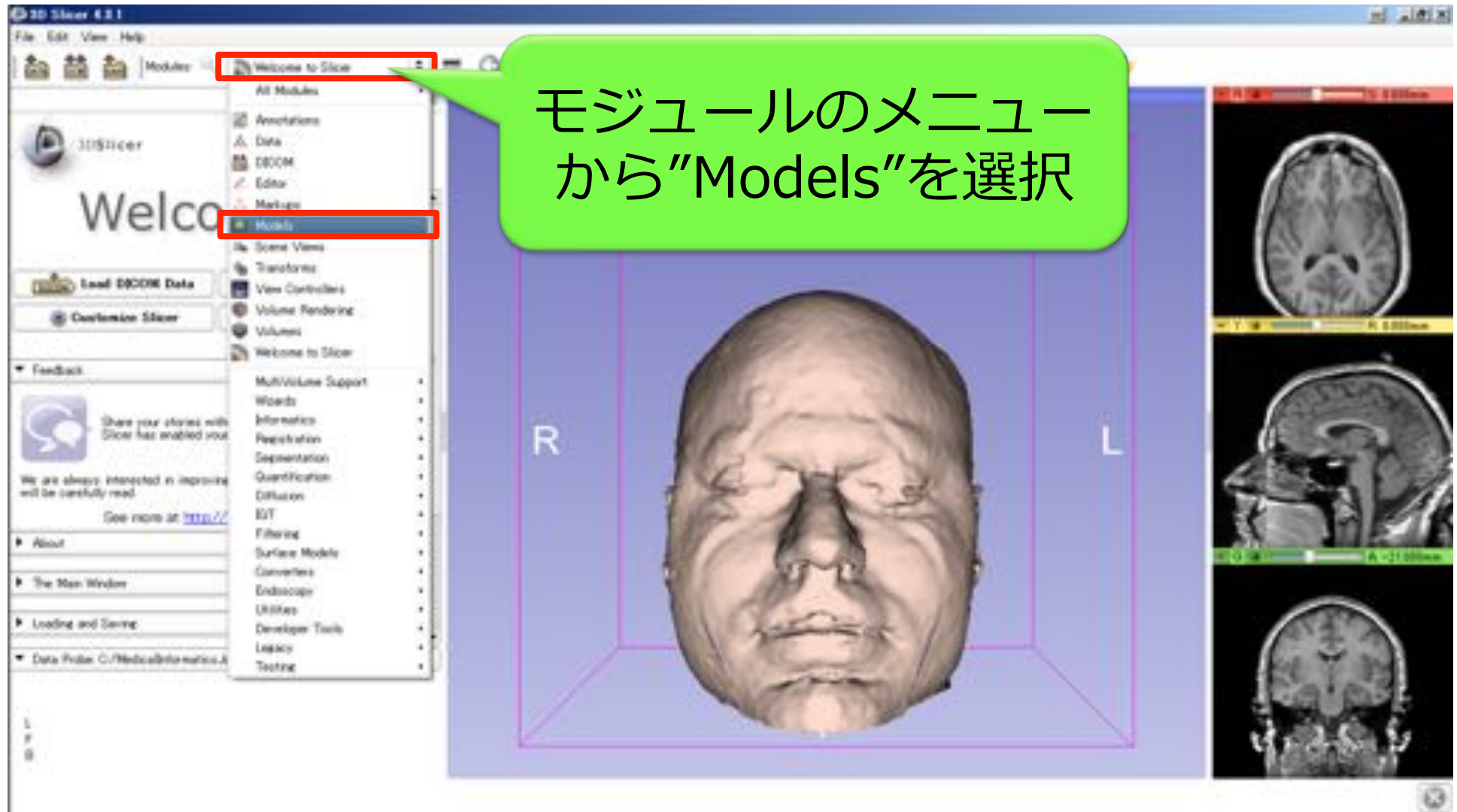
“Look in”からC:を選択。
“MedicalInformatics”→
“Slicer4minute”→
“myNewScene.mrml”を選択。
Openをクリック。



保存したデータの読み込み

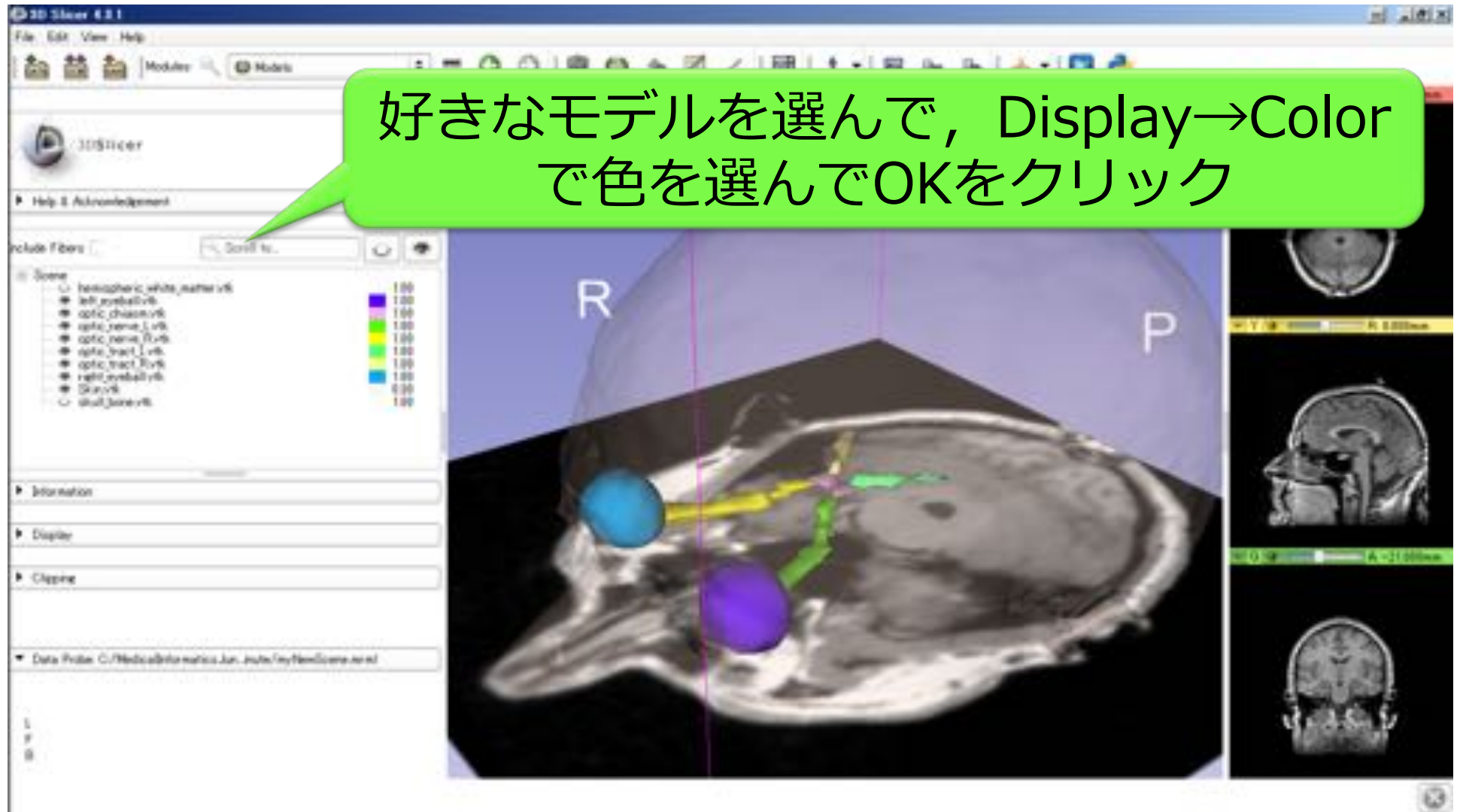


Modelの色を変えてみる

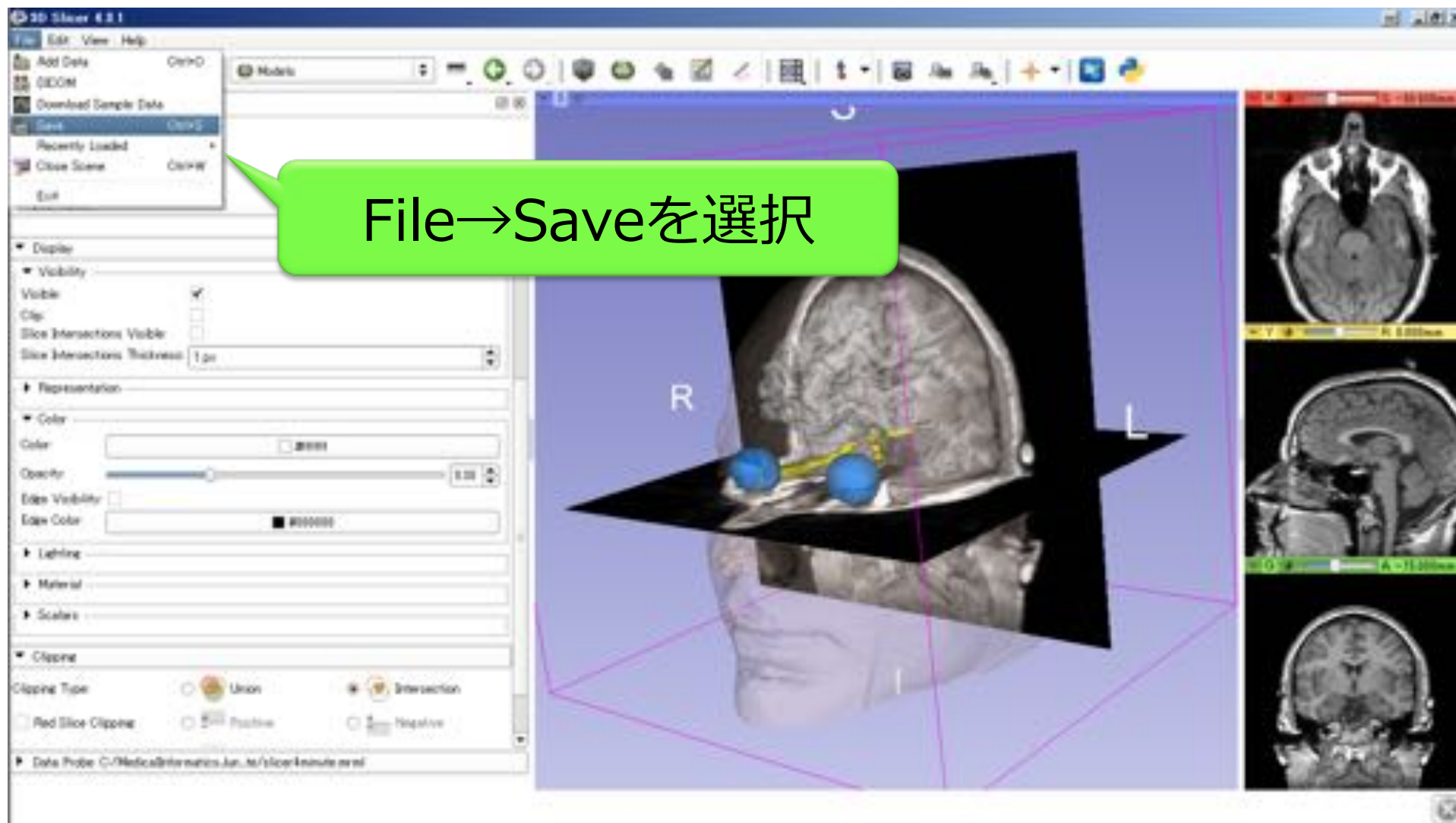


Modelの色を変えてみる

好きなモデルを選んで、Display→Color
で色を選んでOKをクリック



再度保存して終了します



再度保存して終了します

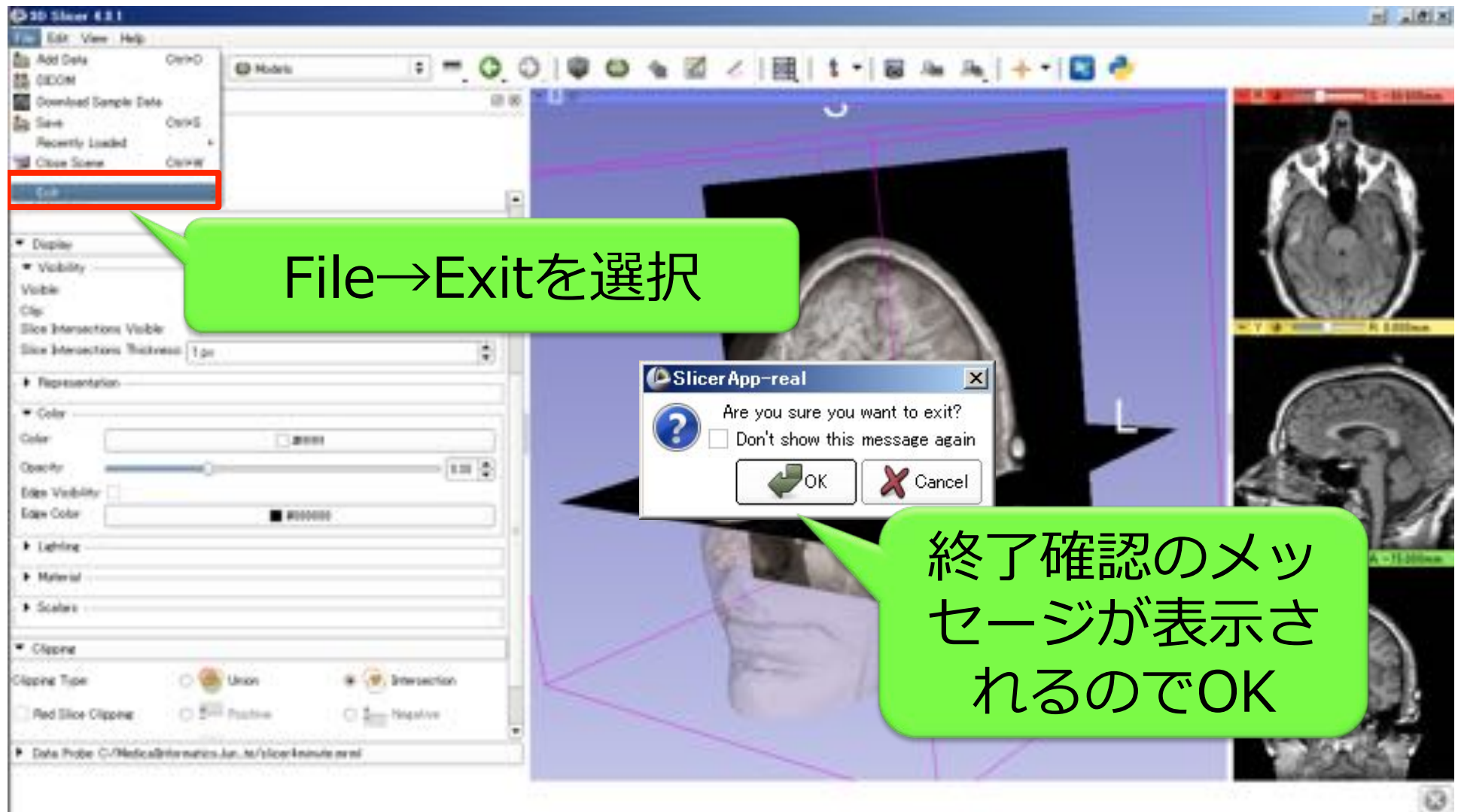


(1)“Change directory for selected files”
を選択してC:¥MedicalInformatics
¥Slicer4minuteを設定する。

再度保存して終了します



終了します



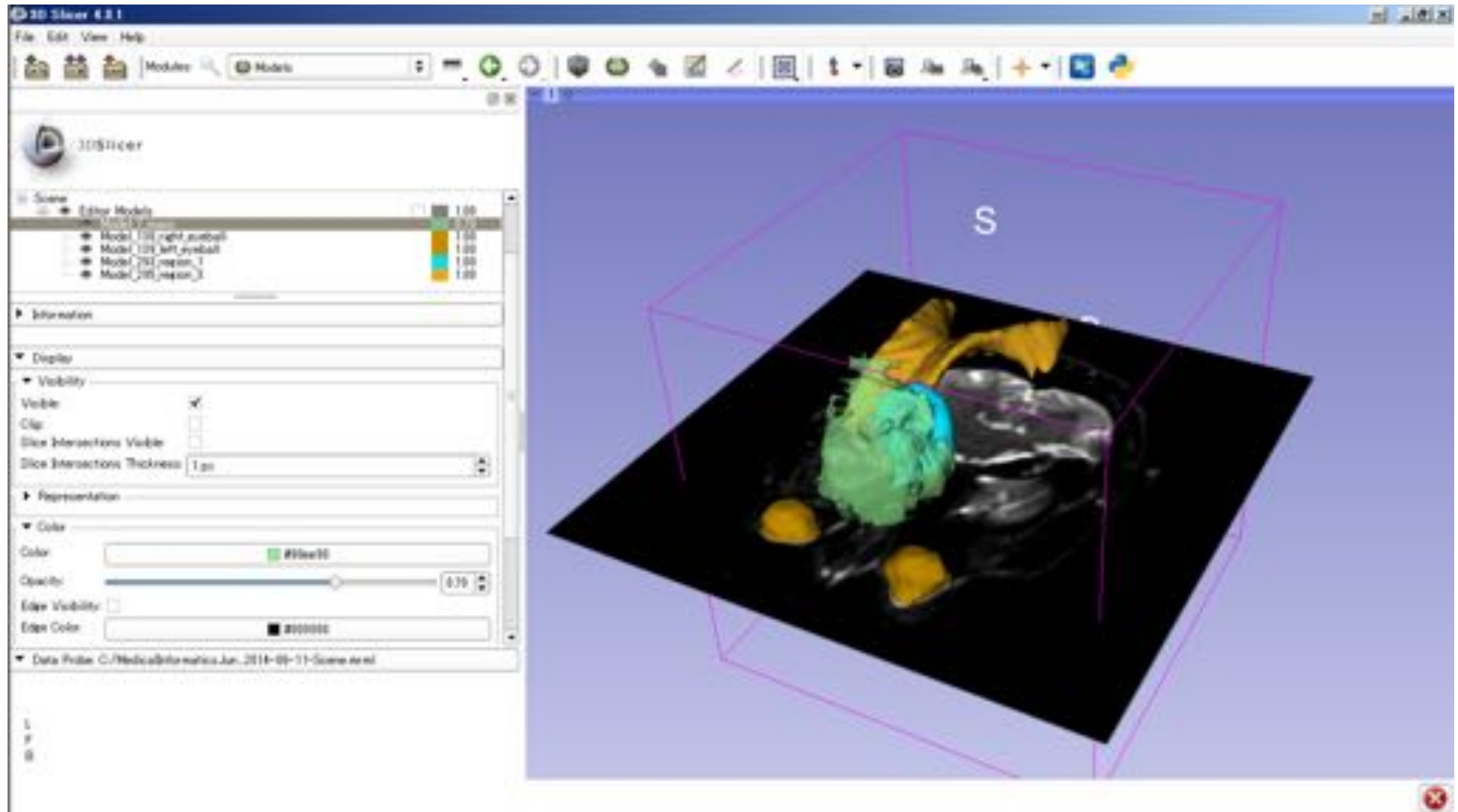
File→Exitを選択

終了確認のメッセージが表示されるのでOK

小休止

- 何かわからないことがあれば、このタイミングで質問して下さい。
- ソフトウェアが強制終了した人はいいますか？
- これからの作業
 - 患者MRIから腫瘍部分を選択してModelを作成する

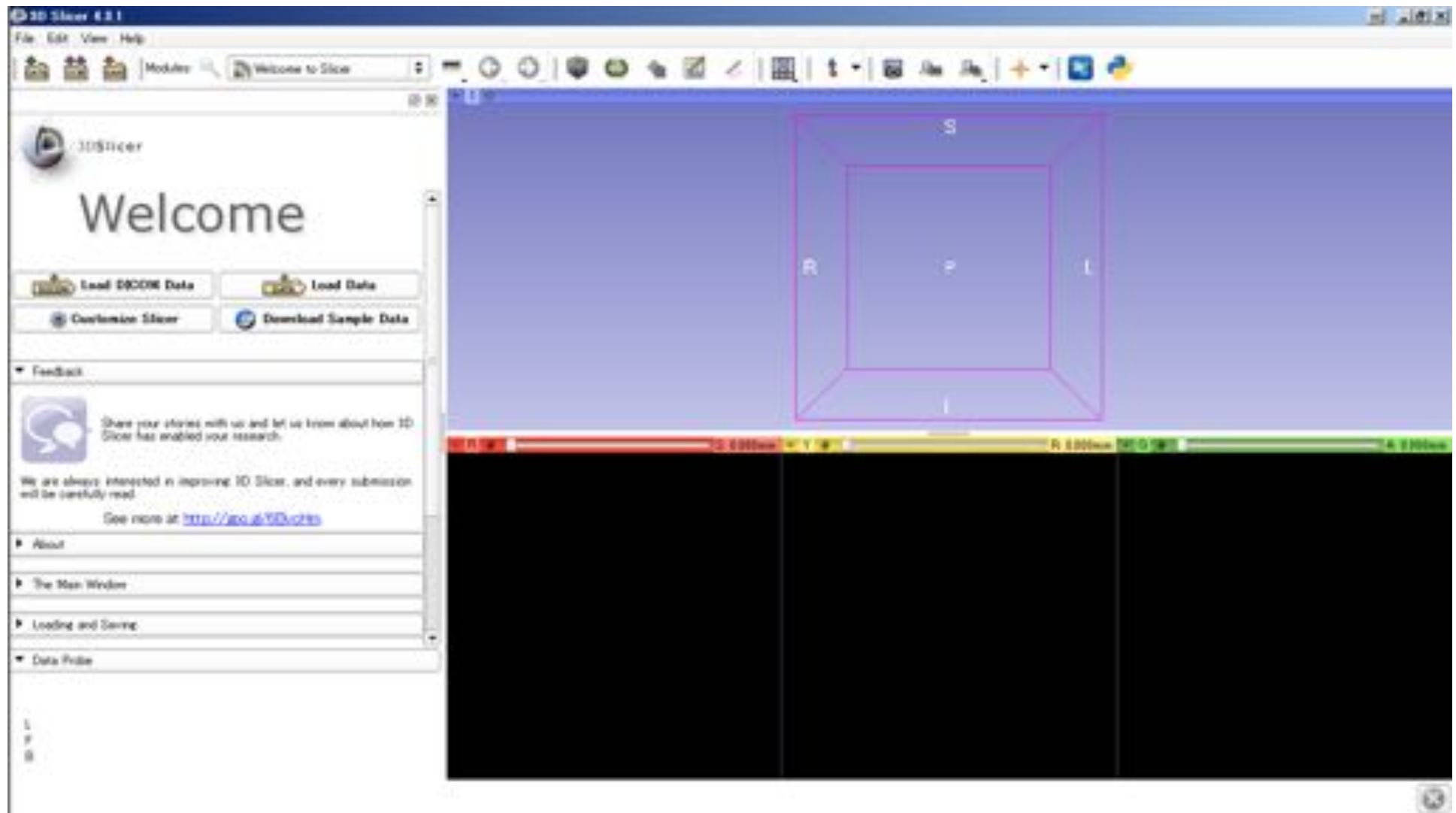
今日の目標



Modelの作成

- Modelの作成方法
 - 対象領域に色を塗る→コンピュータで計算
- 対象領域の色塗りの方法
 - 手動で一生懸命色塗りををする
 - コンピュータに色塗りをさせる
 - 輝度値(色の濃さ)で指定する

3D Slicerを起動します



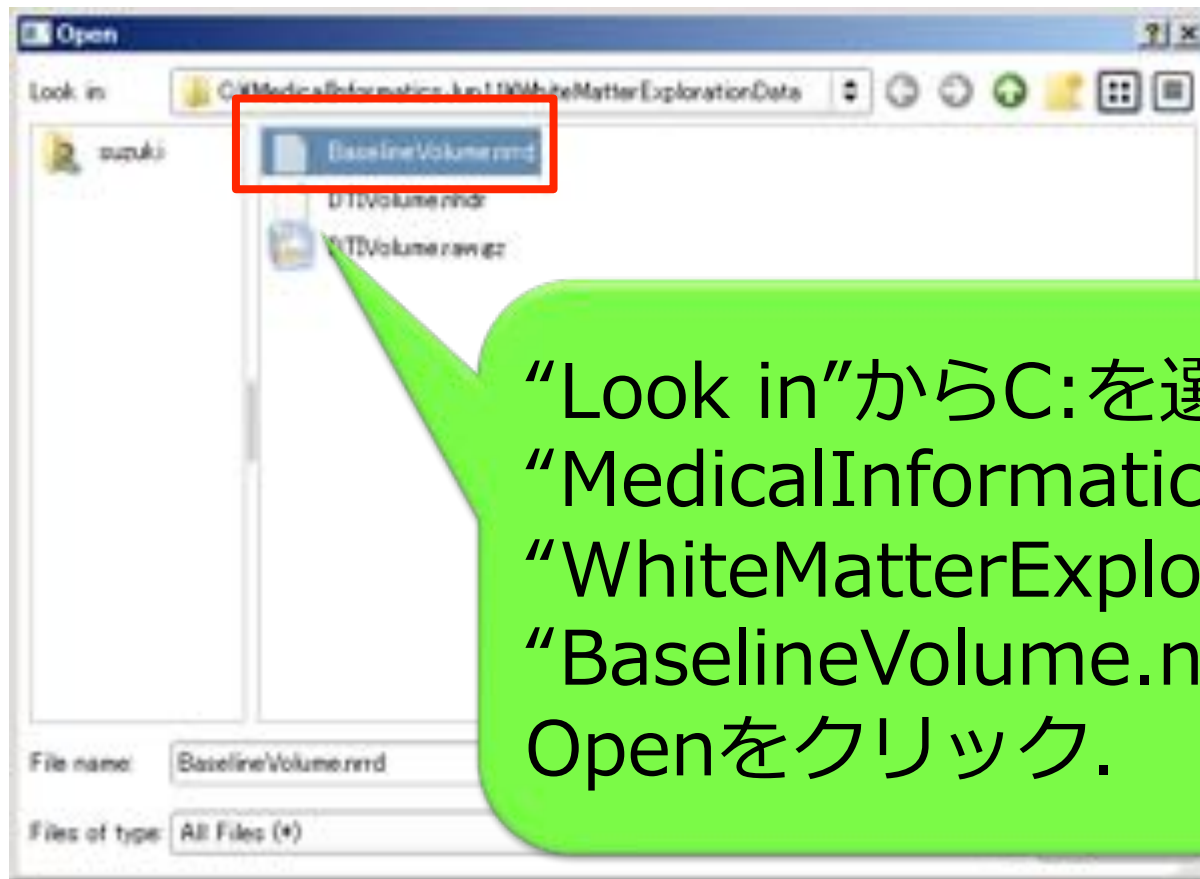
データの読み込み

The image shows the 3D Slicer 4.8.1 software interface. The main window displays a 'Welcome' message and several buttons: 'Load DICOM Data', 'Load Data', 'Customize Slicer', and 'Download Sample Data'. The 'Load Data' button is highlighted with a red rectangle. A green callout bubble points to this button with the text '“Load Data”をクリック'. Below the main window, a dialog box titled 'Add data into the scene' is open. It has two tabs: 'Choose Directory to Add' and 'Choose File(s) to Add'. The 'Choose File(s) to Add' tab is selected and highlighted with a red rectangle. A green callout bubble points to this tab with the text '“Choose File(s) to Add”をクリック'. The dialog box also features a 'Reset' button and 'OK' and 'Cancel' buttons.

“Load Data”をクリック

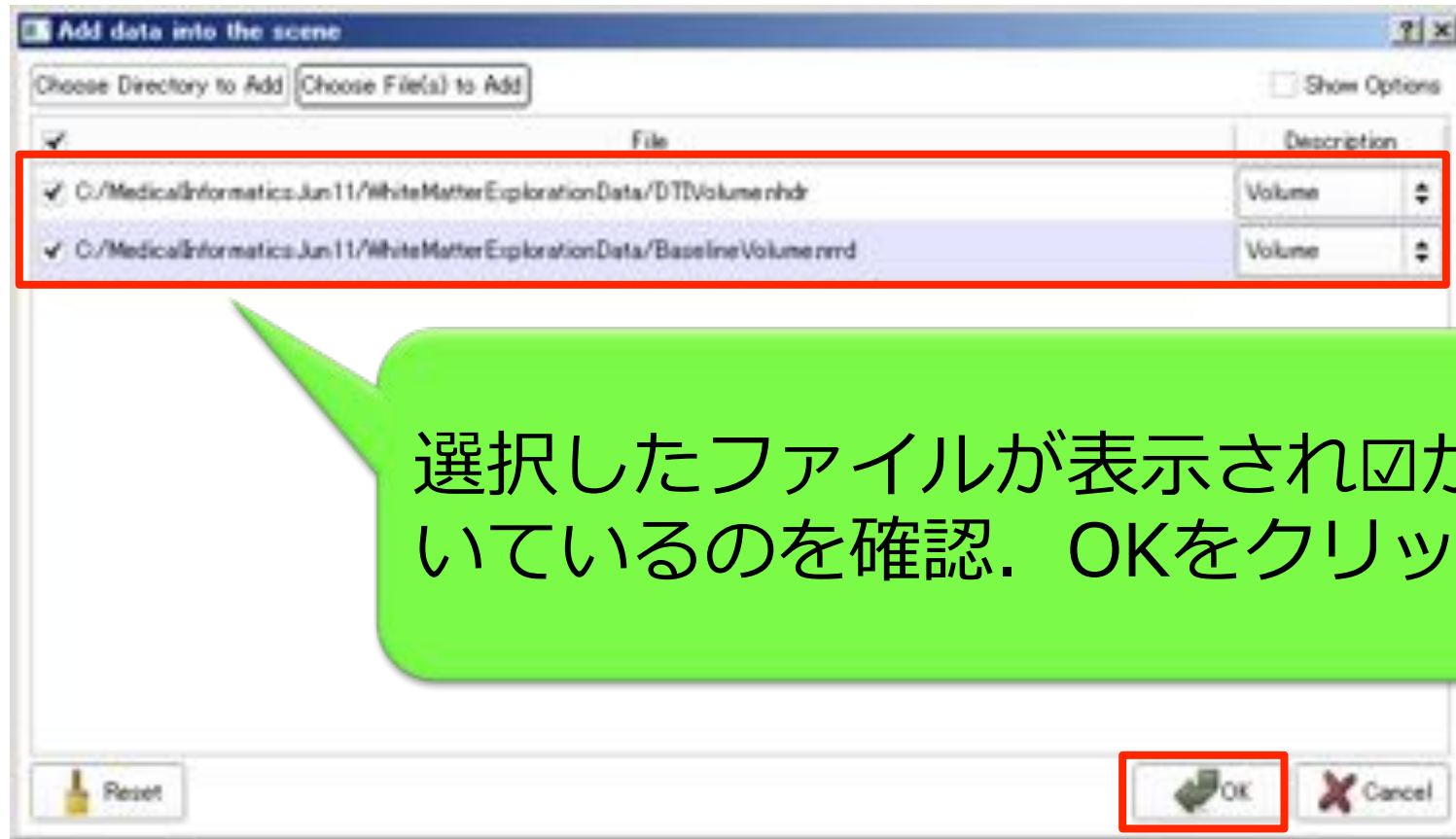
“Choose File(s) to Add”をクリック

データの読み込み



“Look in”からC:を選択.
“MedicalInformatics”→
“WhiteMatterExplorationData”→
“BaselineVolume.nrrd”を選択.
Openをクリック.

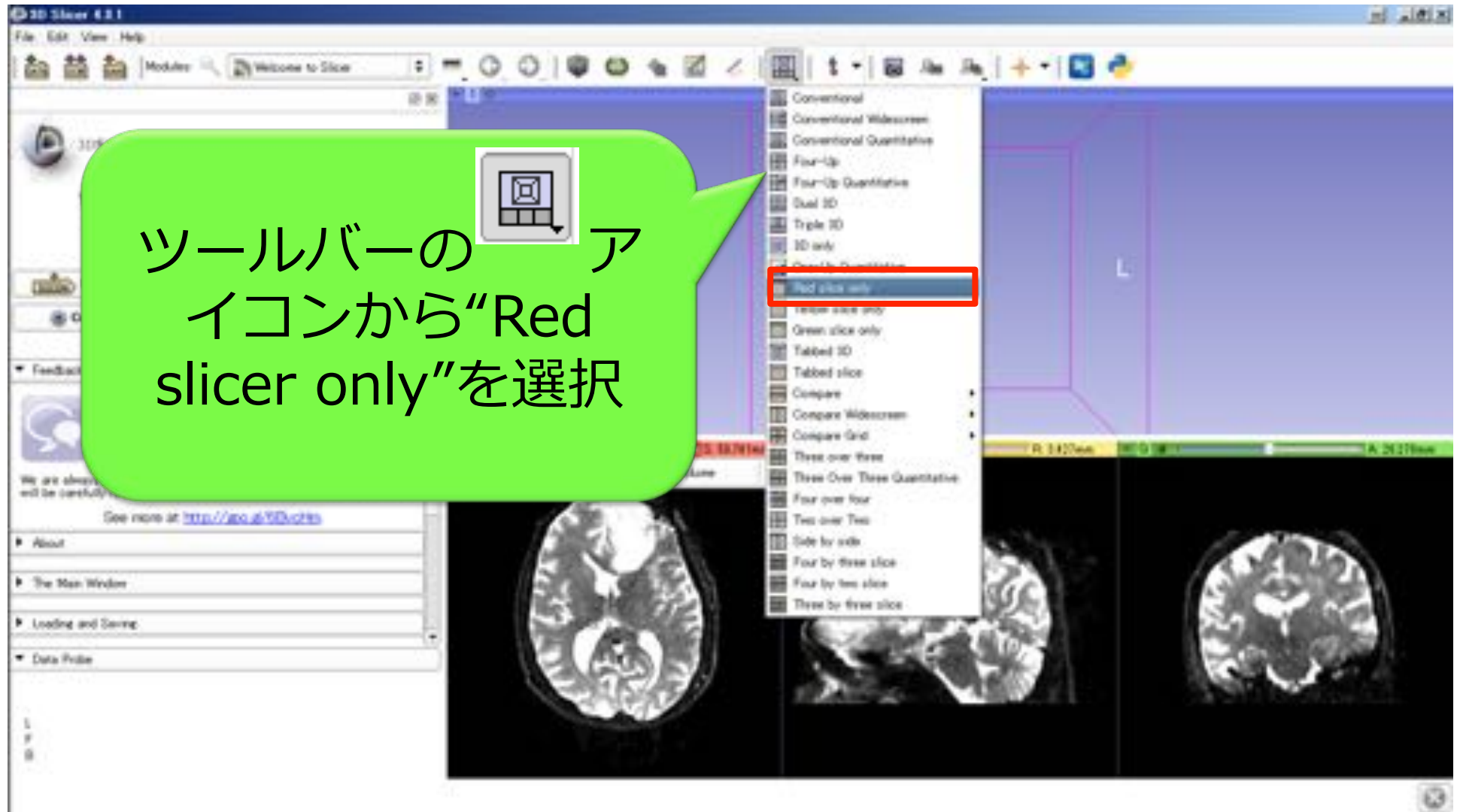
データの読み込み



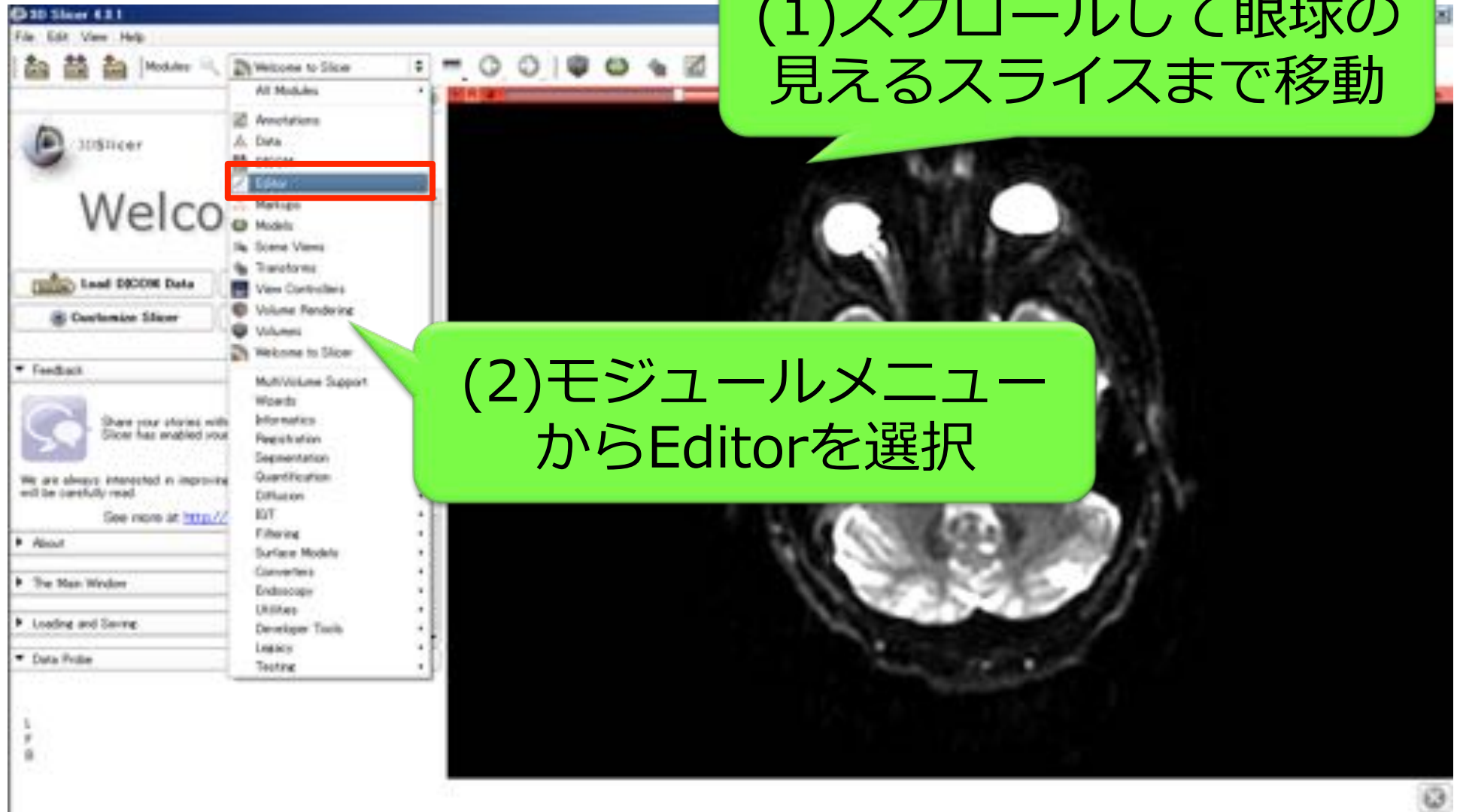
データの読み込み



表示画面の変更



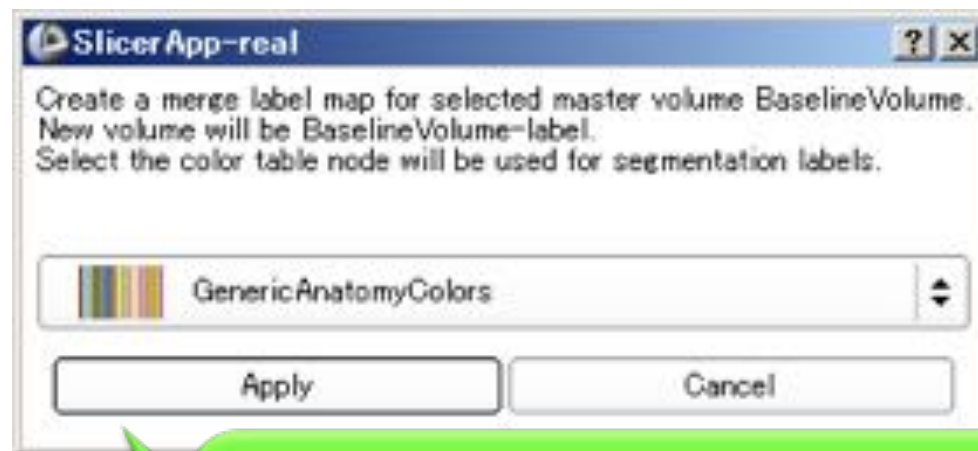
対象領域の色塗り



(1)スクロールして眼球の見えるスライスまで移動

(2)モジュールメニューからEditorを選択

対象領域の色塗り



色塗りのパレットを選択. 初期設定の"GenericAnatomyColors"を選択してApplyをクリック

色塗りの方法

- 対象領域の色塗りの方法
 - 手動で一生懸命色塗りをする
 - コンピュータに色塗りをさせる
 - 輝度値(色の濃さ)で指定する

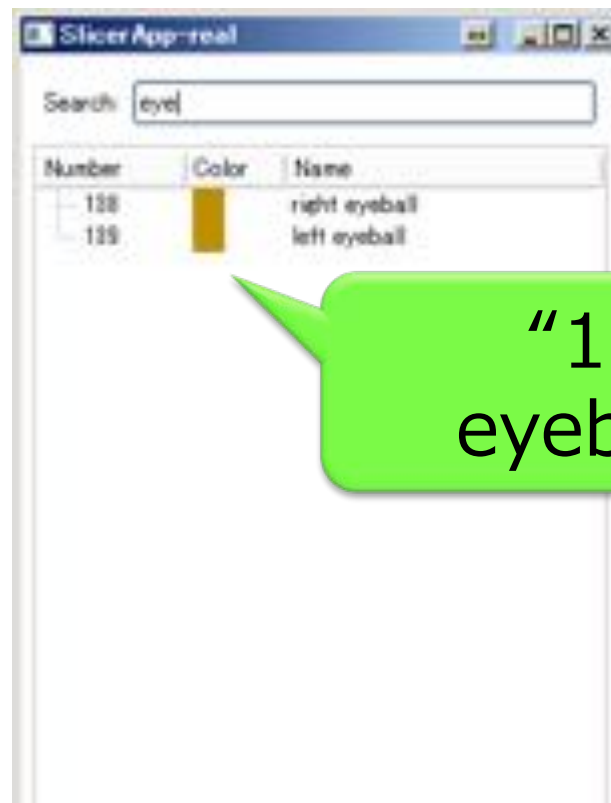
手作業による色塗り



手動による色塗り

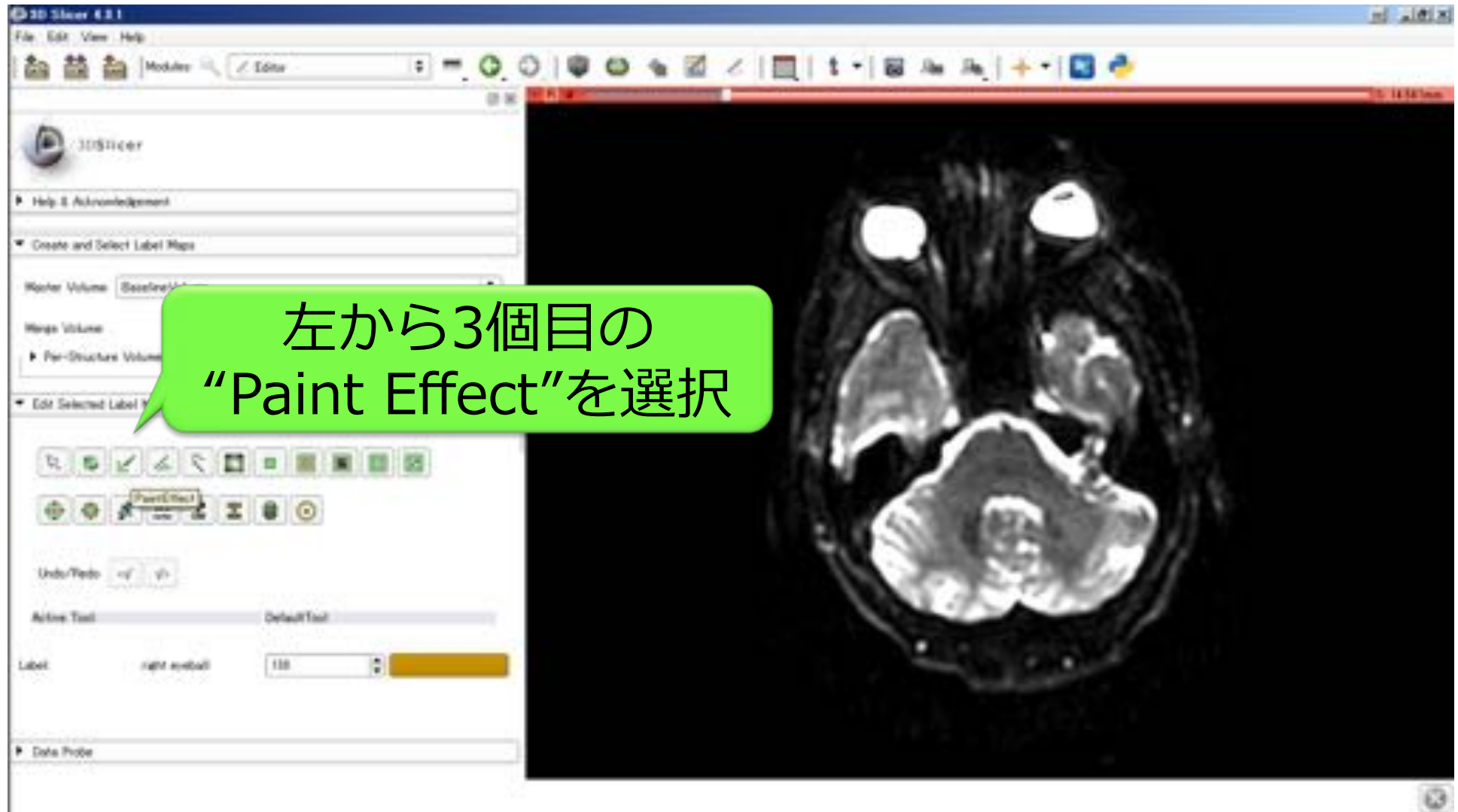


Searchにeyeを入力



“138 right eyeball”を選択

手動による色塗り



手動による色塗り

右の眼球の部分の色塗り

R

間違ったときは0の“Background”で塗り直し

ペンの太さはRadiusで調整

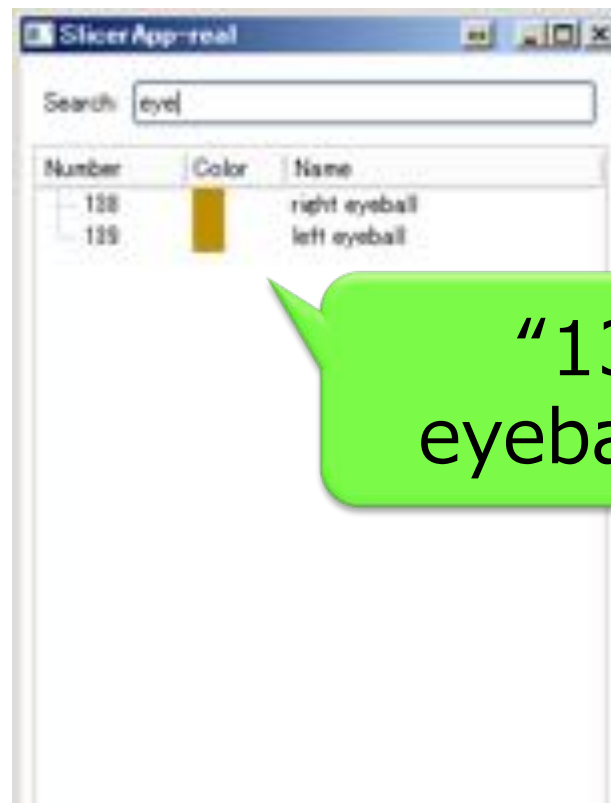
スライス11枚分
(画像が歪んでいますが、ここでは気にする必要はありません)

Number	Color	Name
0	Black	background
1	Green	tissue
2	Orange	bone
3	Brown	skin
4	Blue	connective tissue
5	Red	blood

手動による色塗り

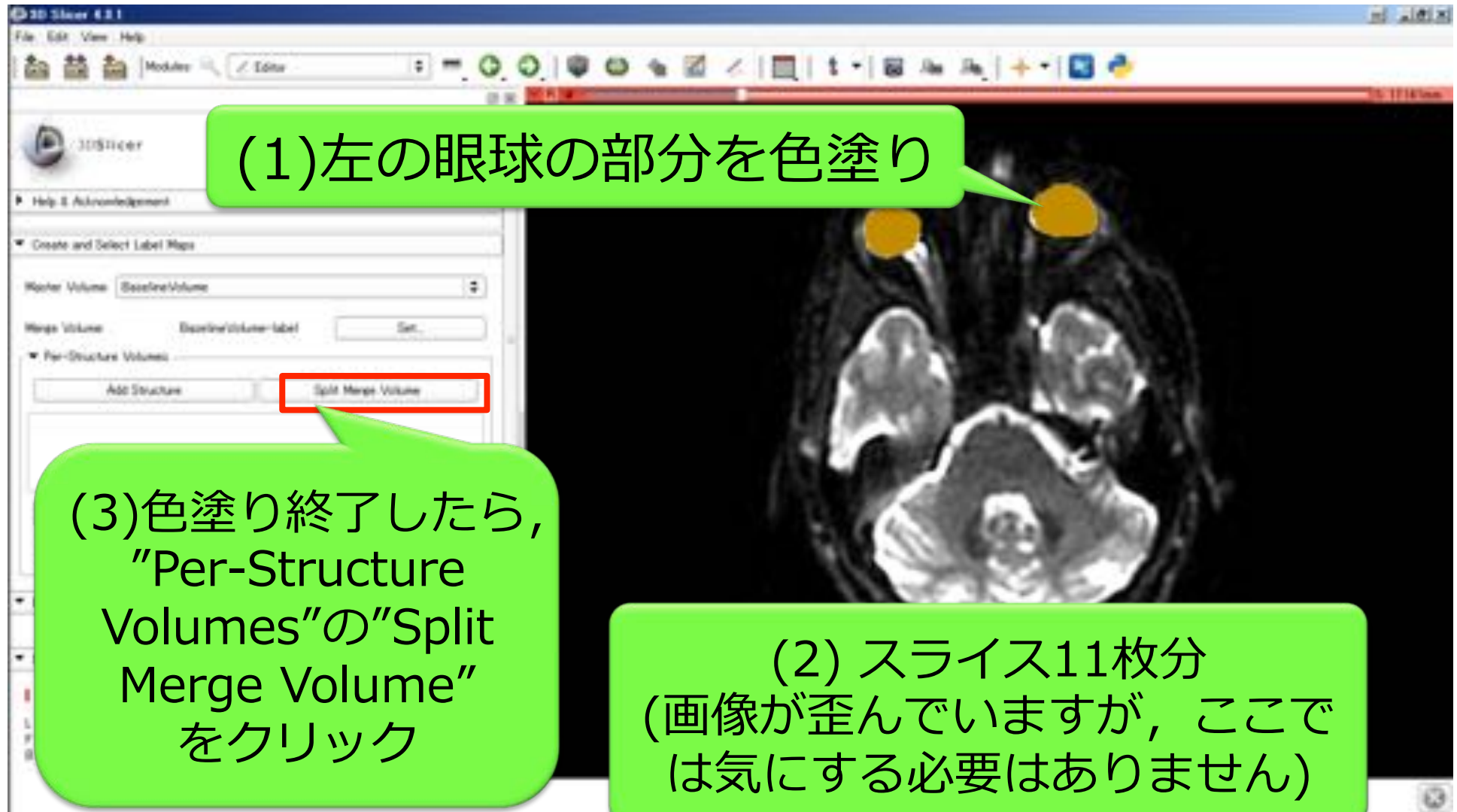


Searchにeyeを入力

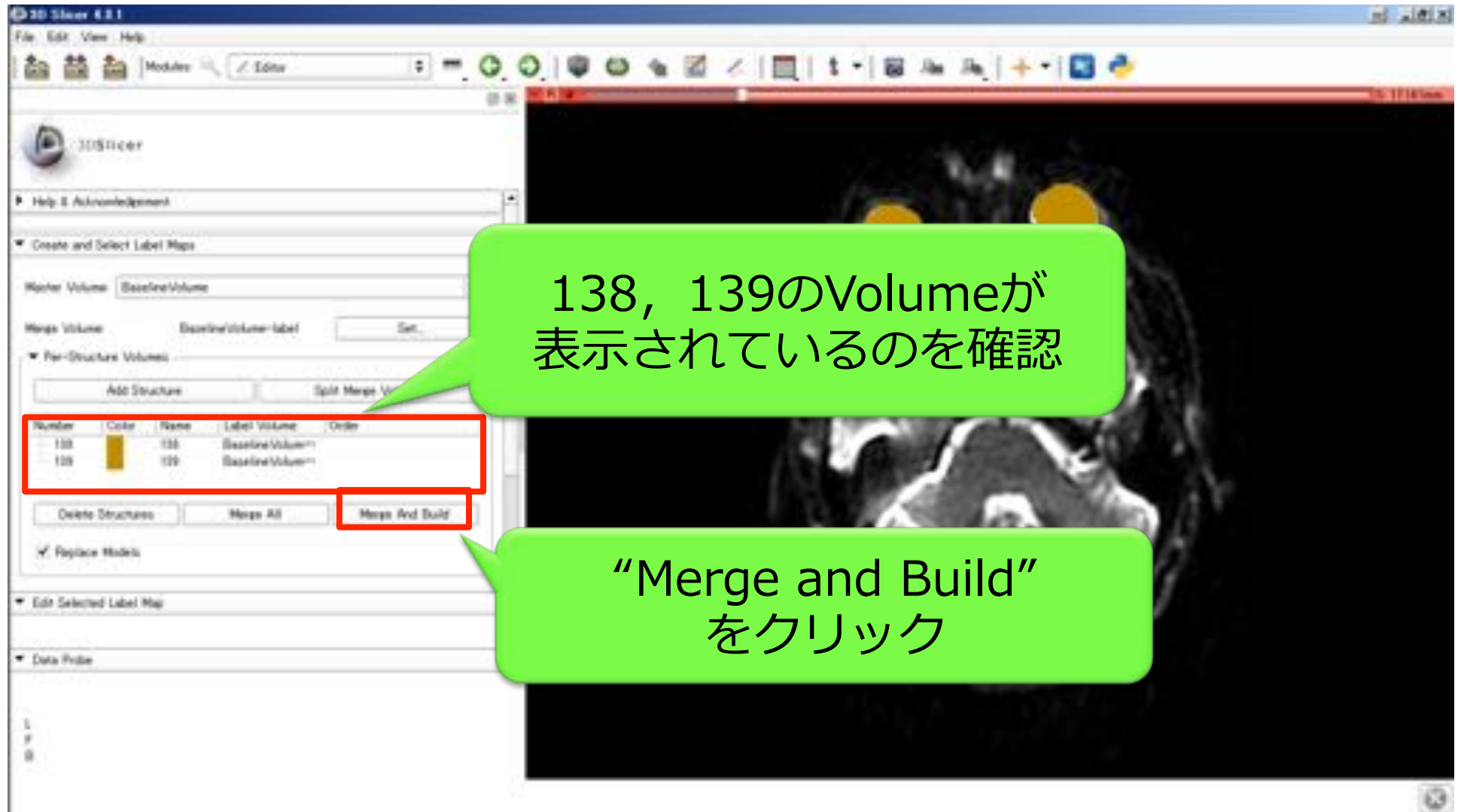


“139 left eyeball”を選択

手動による色塗り

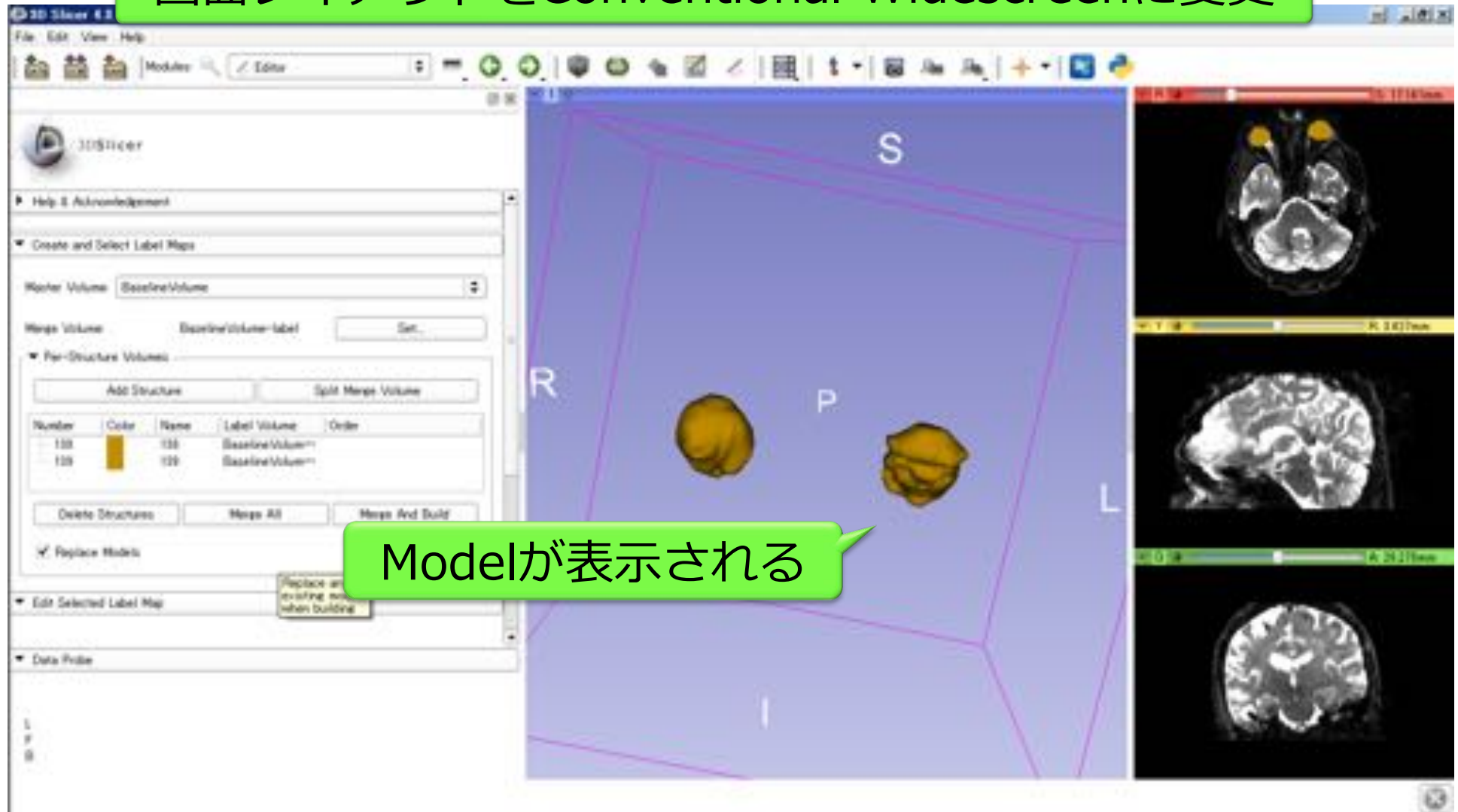


手動による色塗り



手動による色塗り

画面レイアウトをConventional Widescreenに変更

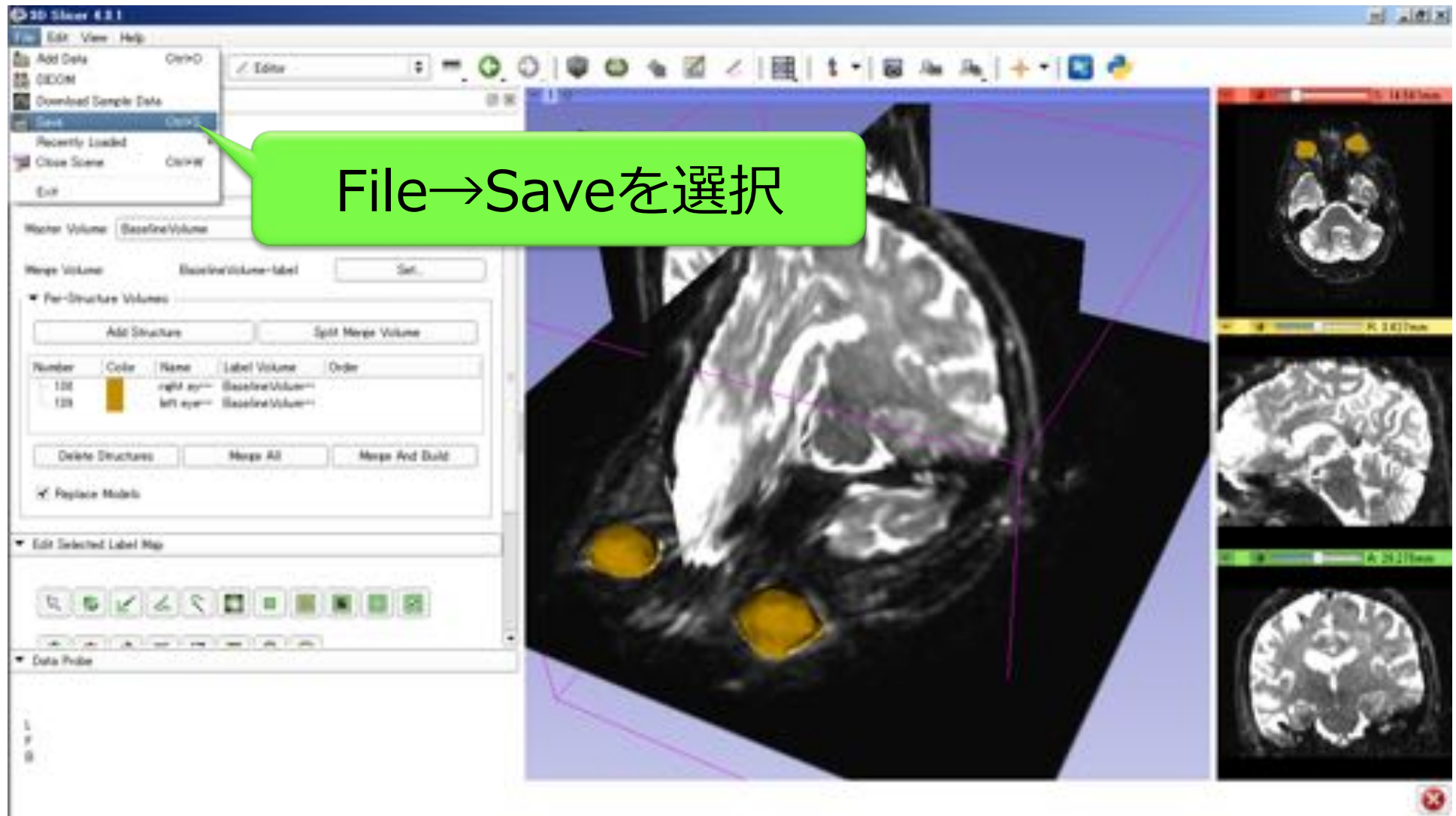


手動による色塗り

赤のスライスで目玉のアイコンをクリックして3次元ビューアにスライスを表示



ここで一度保存しましょう

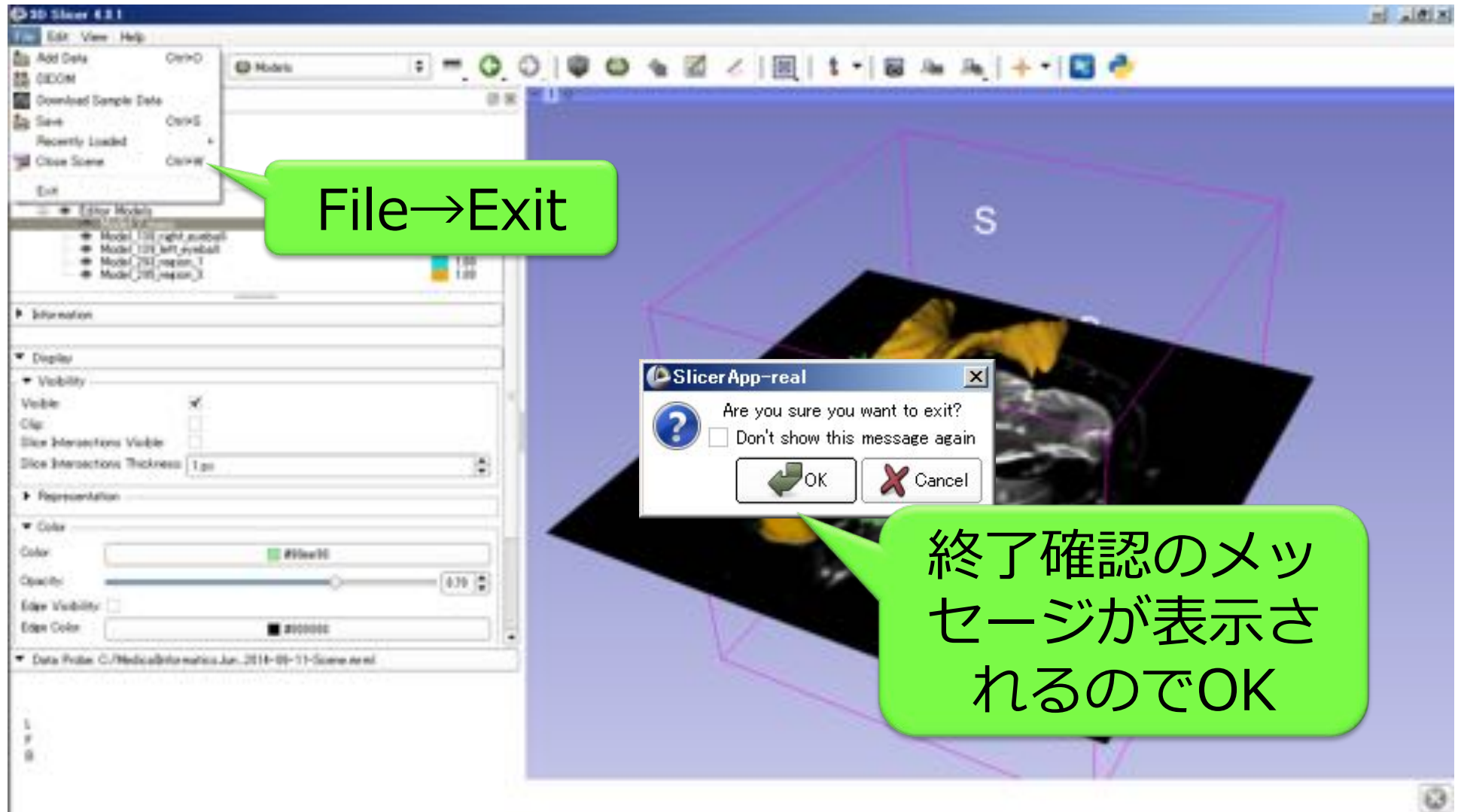


ここで一度保存しましょう



(2) "Change directory for selected files"
を選択してC:¥MedicalInformatics¥
WhiteMatterExplorationData
を選択

終了します



File→Exit

終了確認のメッセージが表示されるのでOK

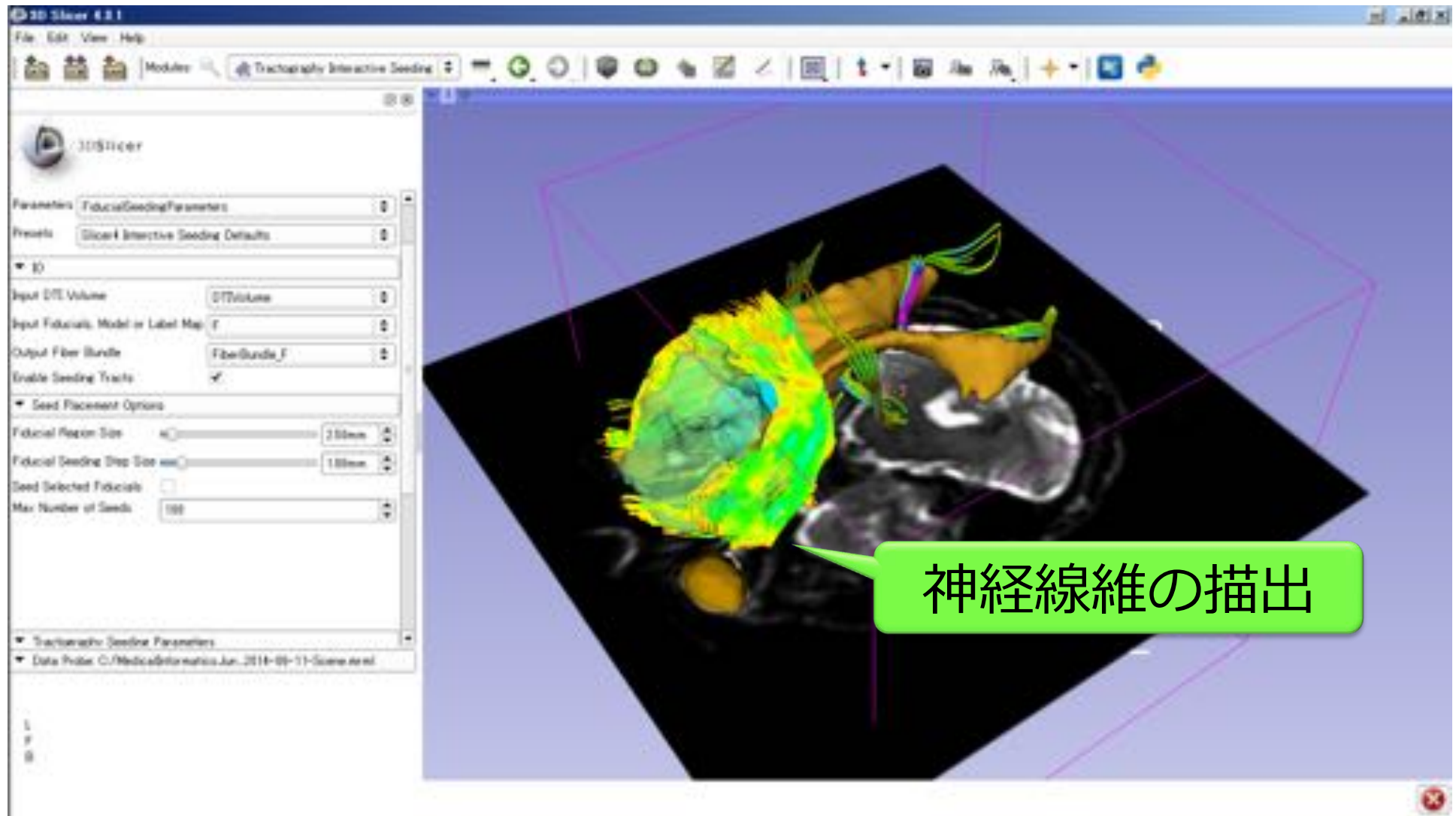
第1回はここまで

- 今日のまとめ
 - Slicerの基本的な操作方法
 - 手動による色塗りでのModel作成
- 次回の予定
 - コンピュータによる色塗り
 - 脳の神経繊維の描出

3次元医用画像処理(2)

公益財団法人 医療機器センター
医療機器産業研究所
主任研究員 鈴木孝司
suzuki@jaame.or.jp

今回の目標



色塗りの方法

- 対象領域の色塗りの方法
 - 手動で一生懸命色塗りをする
 - コンピュータに色塗りをさせる
 - 輝度値(色の濃さ)で指定する

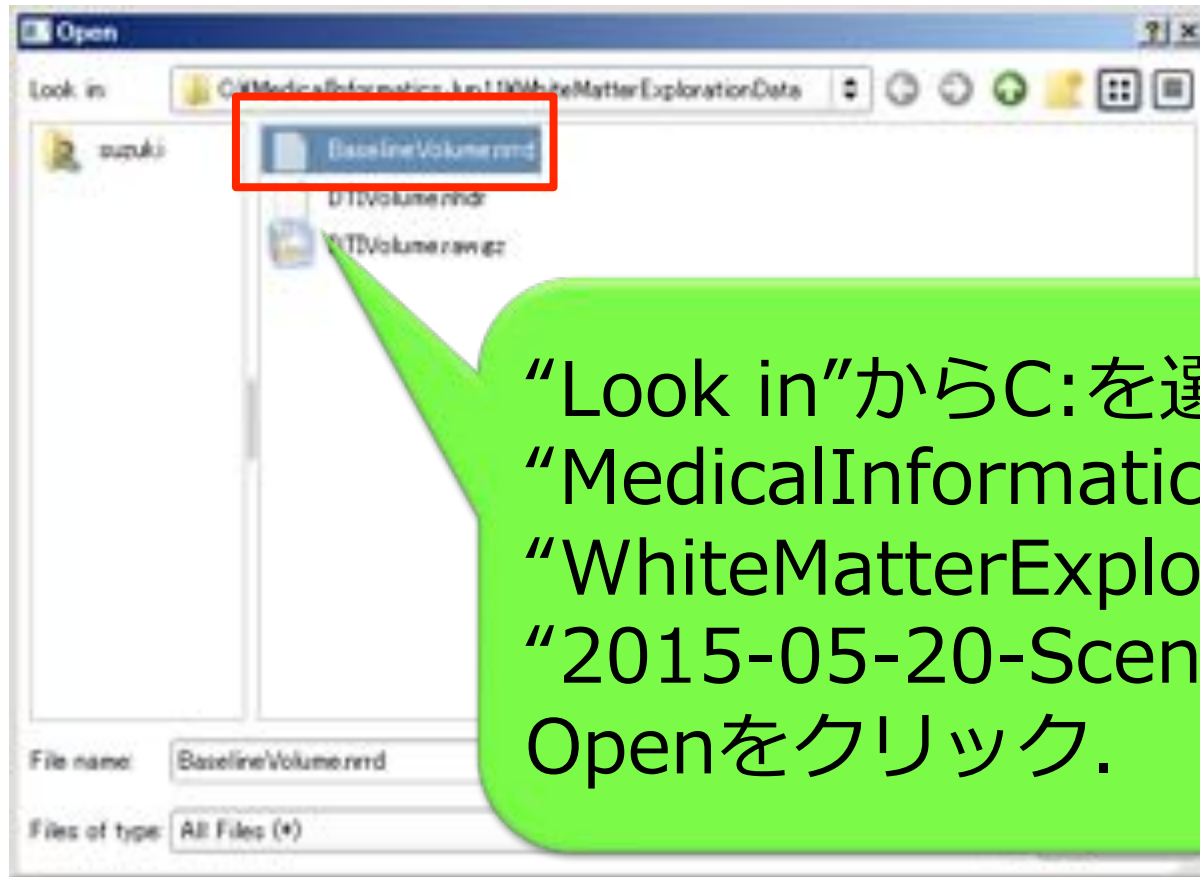
データの読み込み

The image shows the 3D Slicer 4.8.1 software interface. The main window displays a 'Welcome' message and several buttons: 'Load DICOM Data', 'Load Data', 'Customize Slicer', and 'Download Sample Data'. The 'Load Data' button is highlighted with a red rectangle. A green callout bubble points to this button with the text '“Load Data”をクリック'. Below the main window, a dialog box titled 'Add data into the scene' is open. It has two tabs: 'Choose Directory to Add' and 'Choose File(s) to Add'. The 'Choose File(s) to Add' tab is selected and highlighted with a red rectangle. A green callout bubble points to this tab with the text '“Choose File(s) to Add”をクリック'. The dialog box also features a 'Reset' button at the bottom left and 'OK' and 'Cancel' buttons at the bottom right.

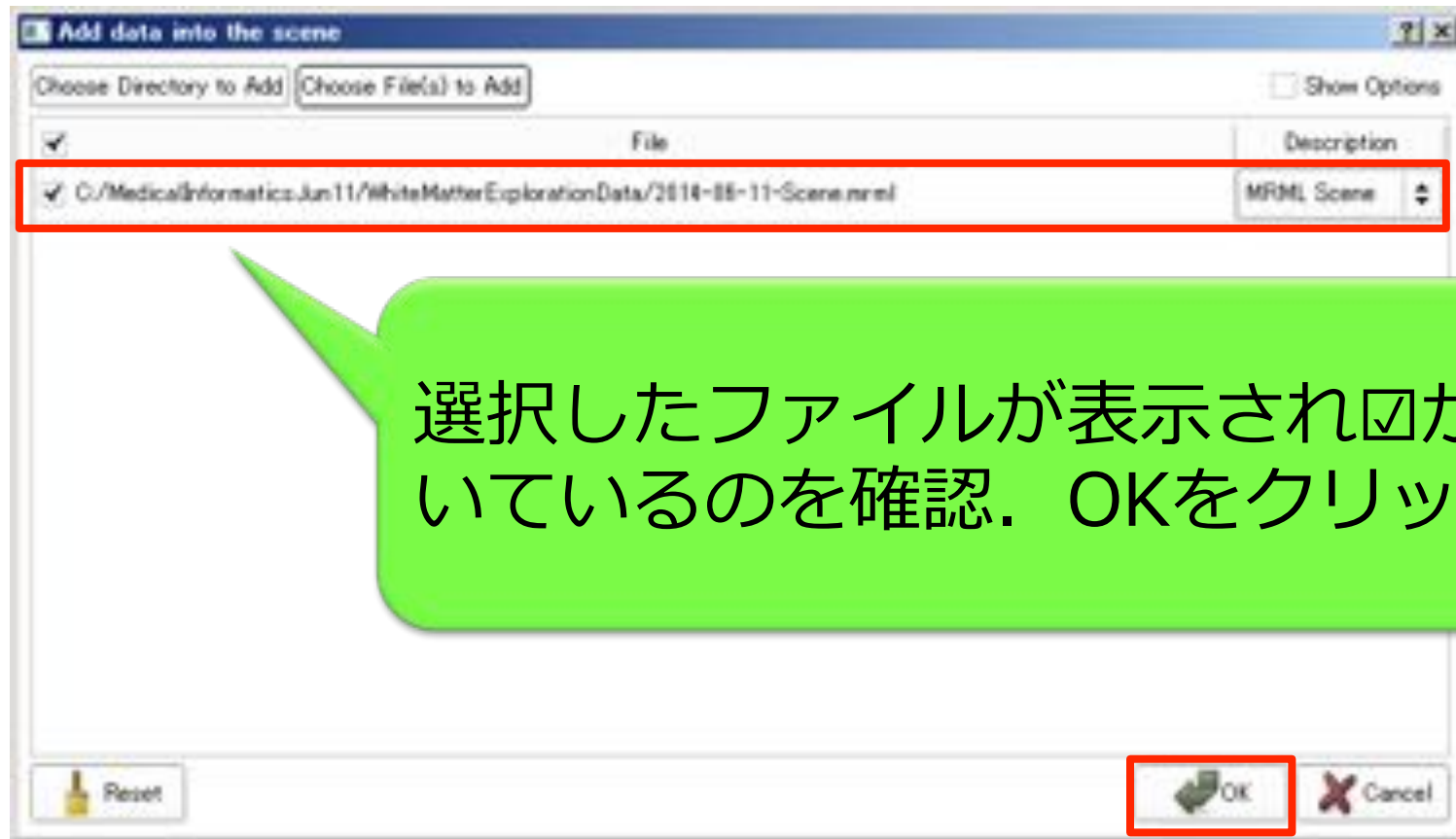
“Load Data”をクリック

“Choose File(s) to Add”をクリック

データの読み込み

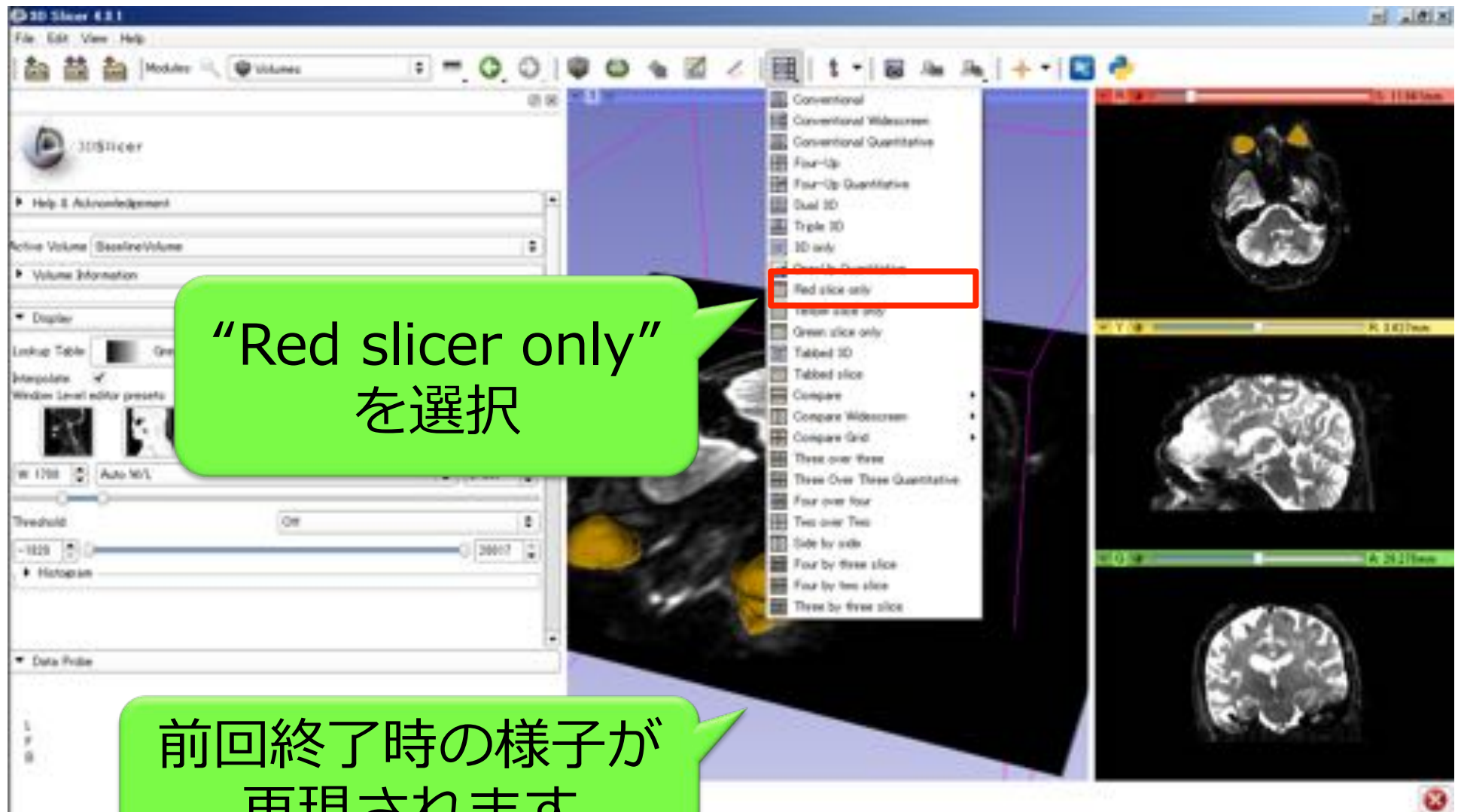


データの読み込み



選択したファイルが表示され☑がついているのを確認. OKをクリック.

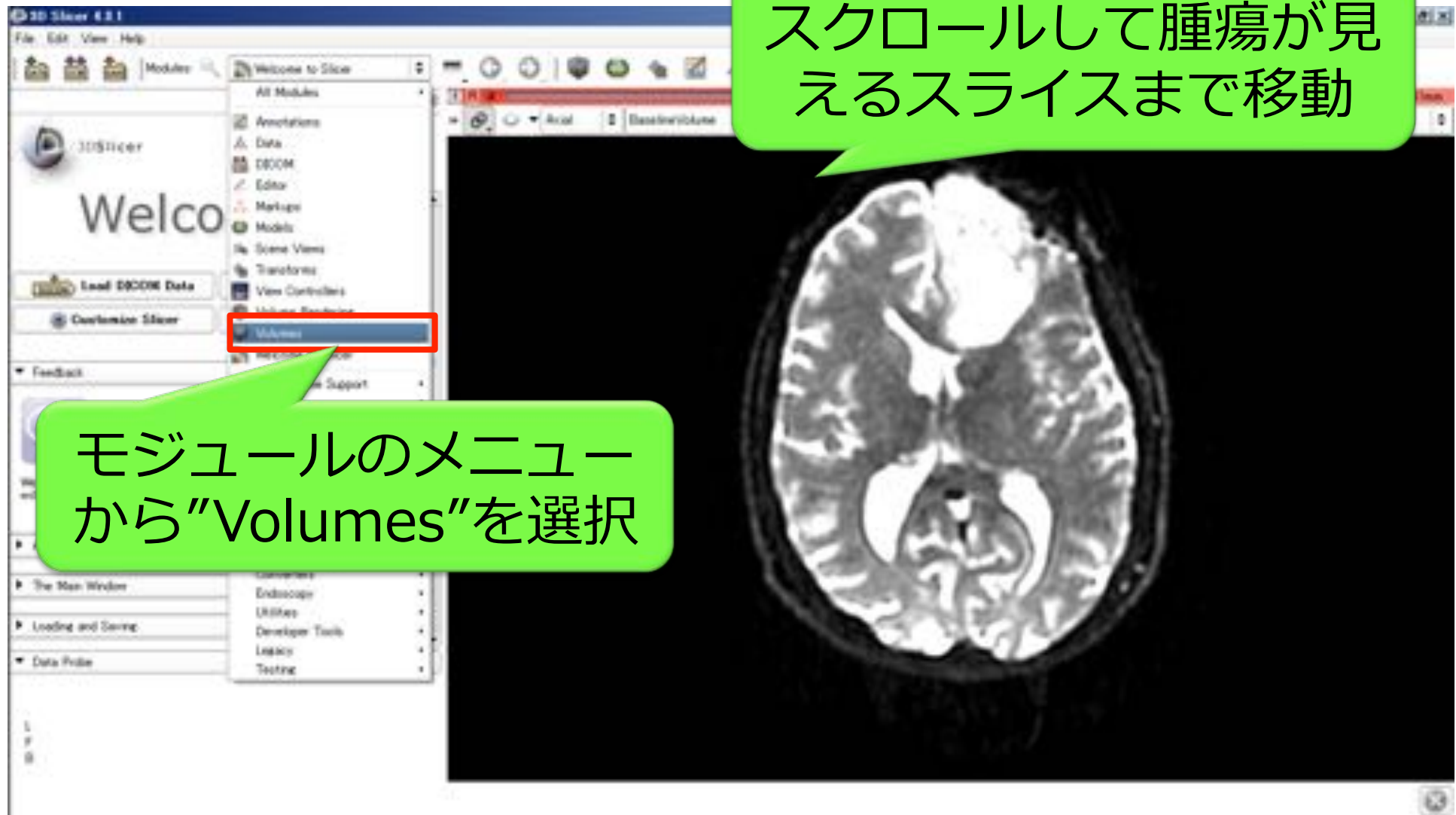
コンピュータによる色塗り



“Red slicer only”
を選択

前回終了時の様子が
再現されます

コンピュータによる色塗り



スクロールして腫瘍が見えるスライスまで移動

モジュールのメニューから“Volumes”を選択

コンピュータによる色塗り

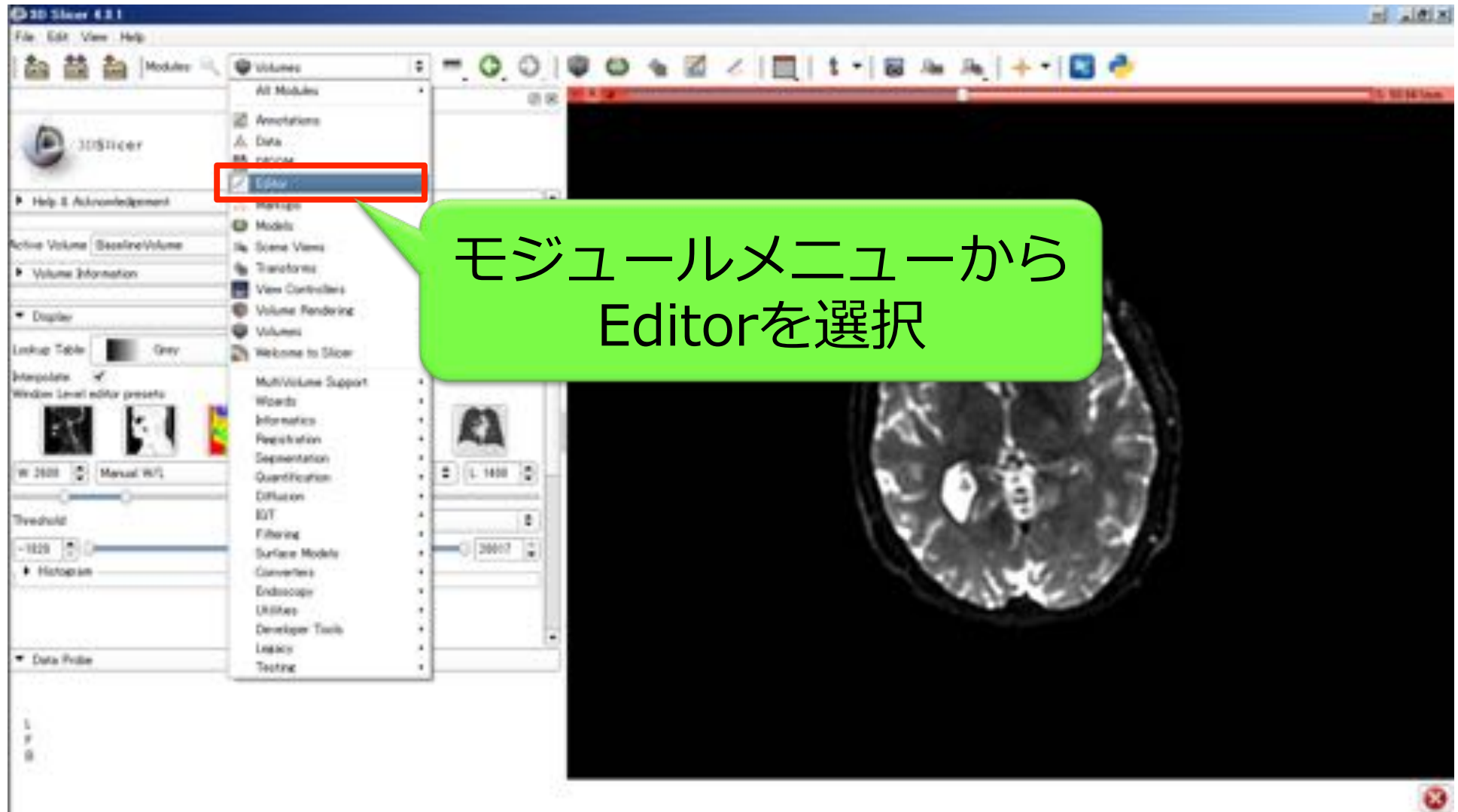
The image shows a screenshot of the 3D Slicer 6.3.1 software interface. The main window displays an axial MRI slice of a brain with a red dashed circle highlighting a specific region. A yellow-bordered inset on the right shows a zoomed-in view of this region. The left sidebar contains several panels: 'Active Volume' (set to 'BaselineVolume'), 'Volume Information', 'Display' (with a red box around it), 'Lookup Table' (set to 'Grey'), 'Interpolate', and 'Window Level editor presets'. At the bottom of the sidebar, there are input fields for 'W: 1700' and 'L: 1400', with 'Auto W/L' and 'L: 100' buttons. Three green callout boxes provide instructions: (1) 'Active Volume' selection, (2) 'Display' tab settings, and (3) 'Window Level editor presets' settings.

(1)Active Volumeで
"BaselineVolume"を選択

(2)輝度値を調整して、
赤囲み領域で右上見本
のような輝度値に調整

(3)難しけれ
ば"Display"タブの中で
W:2600, L:1400に設
定

コンピュータによる色塗り



コンピュータによる色塗り

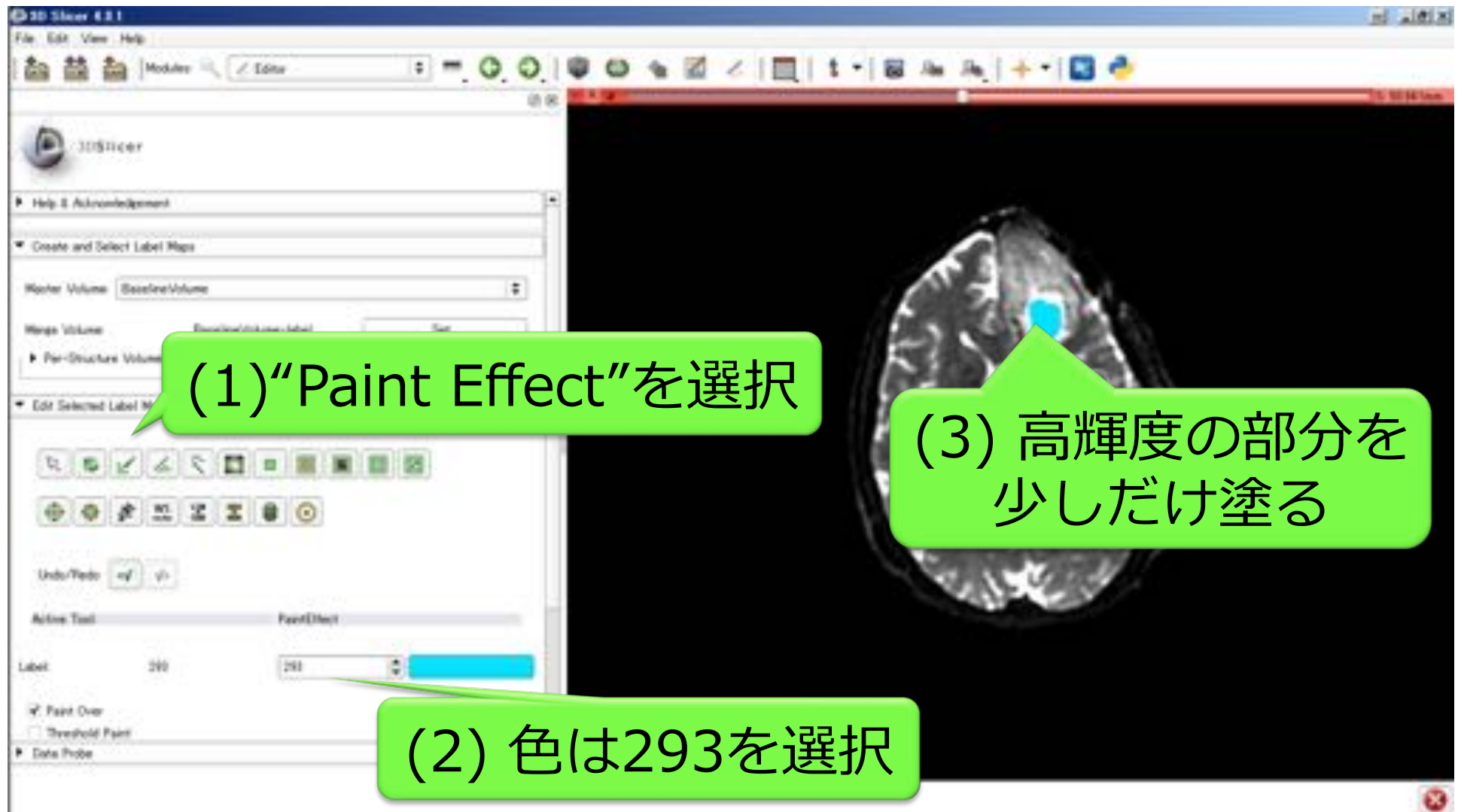
The image shows a screenshot of the 3D Slicer 4.8.1 software interface. The main window displays the 'Merge Volume' dialog box, which is used to create a new label map volume from a selected master volume. The 'Master Volume' is set to 'BaselineVolume', and the 'Merge Volume' is 'BaselineVolume-label'. The 'Create New...' button is highlighted with a red box. A green callout bubble points to this button with the text '(2) Create Newをクリック'. Below the dialog box, another green callout bubble points to the 'Apply' button in the 'SlicerApp-real' dialog box, with the text '(3) Applyをクリック'. The 'SlicerApp-real' dialog box shows the 'GenericAnatomyColors' color table selected for segmentation labels. A third green callout bubble points to the 'Merge Volume' button in the main dialog box with the text '(1) Merge VolumeでSetをクリック'. The background shows the 3D Slicer interface with various toolbars and panels.

(1) Merge VolumeでSetをクリック

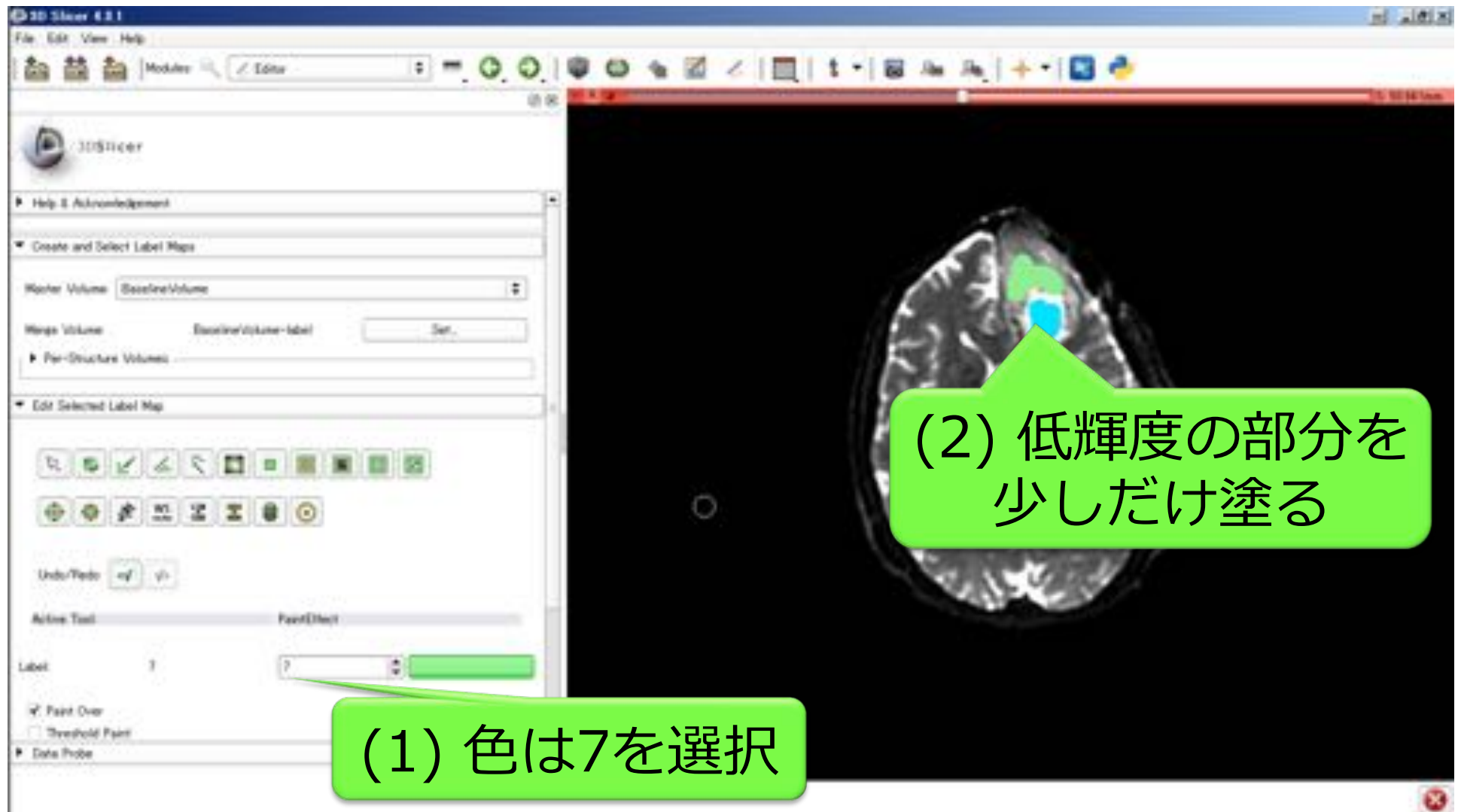
(2) Create Newをクリック

(3) Applyをクリック

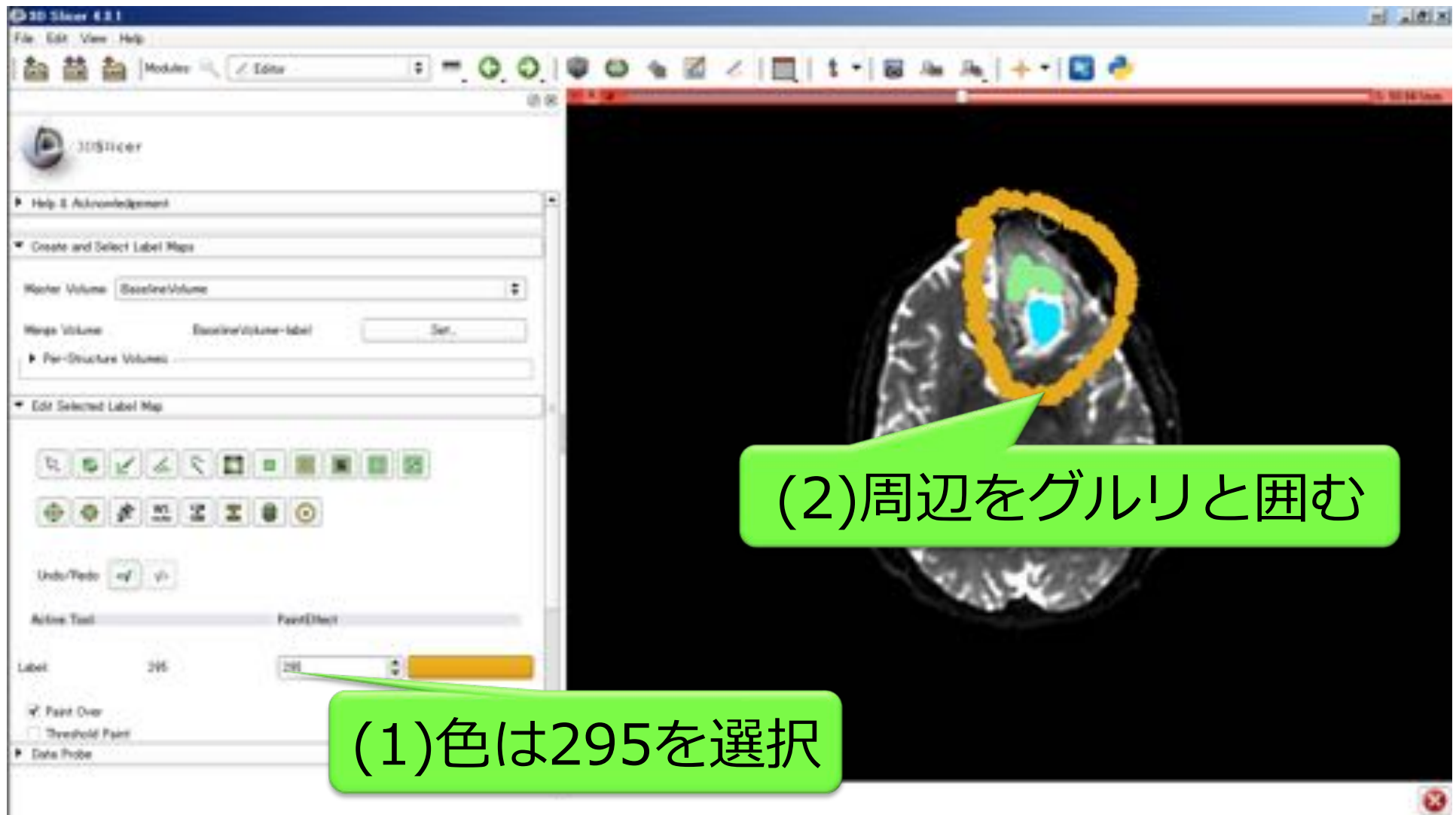
コンピュータによる色塗り



コンピュータによる色塗り



コンピュータによる色塗り



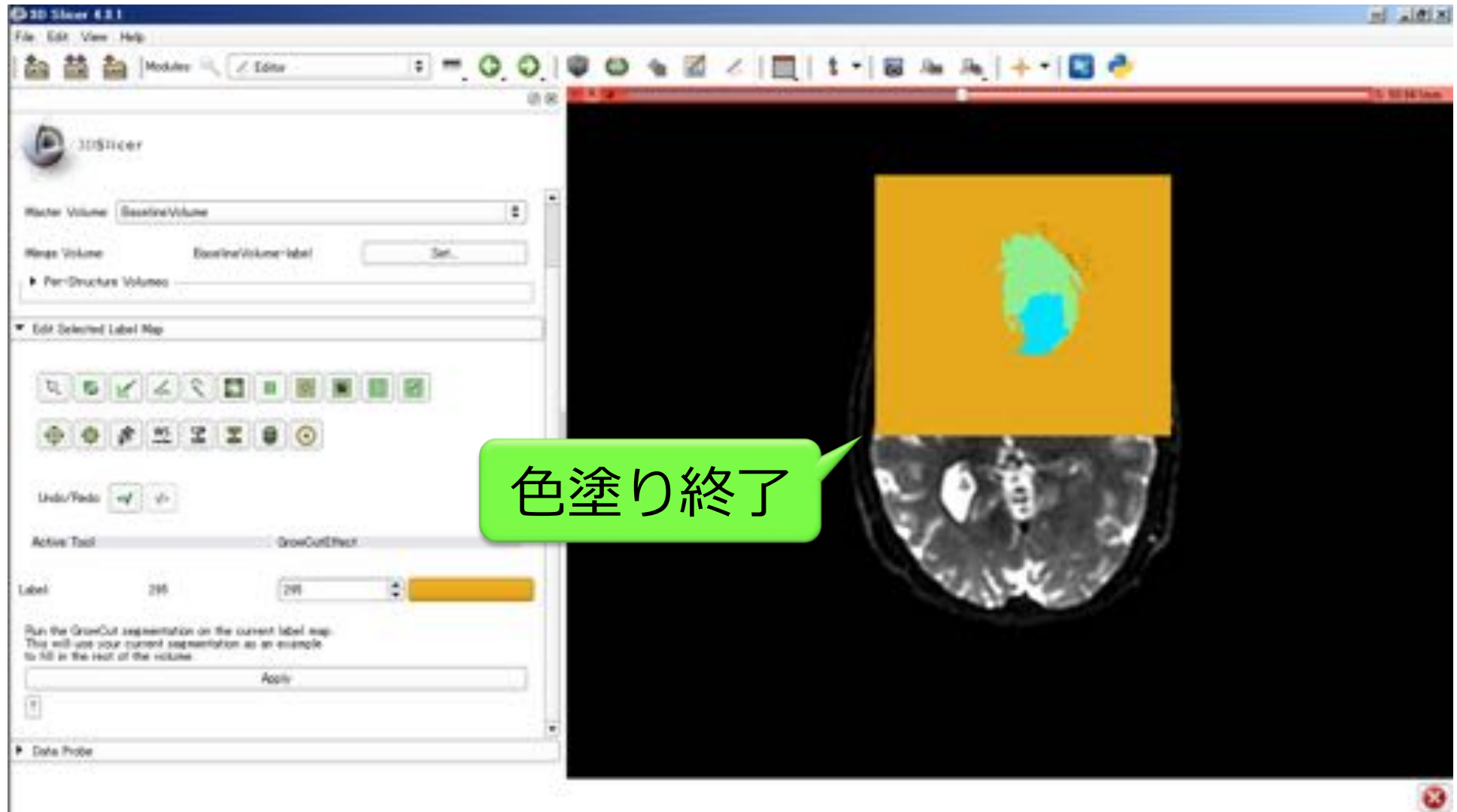
(1)色は295を選択

(2)周辺をグルリと囲む

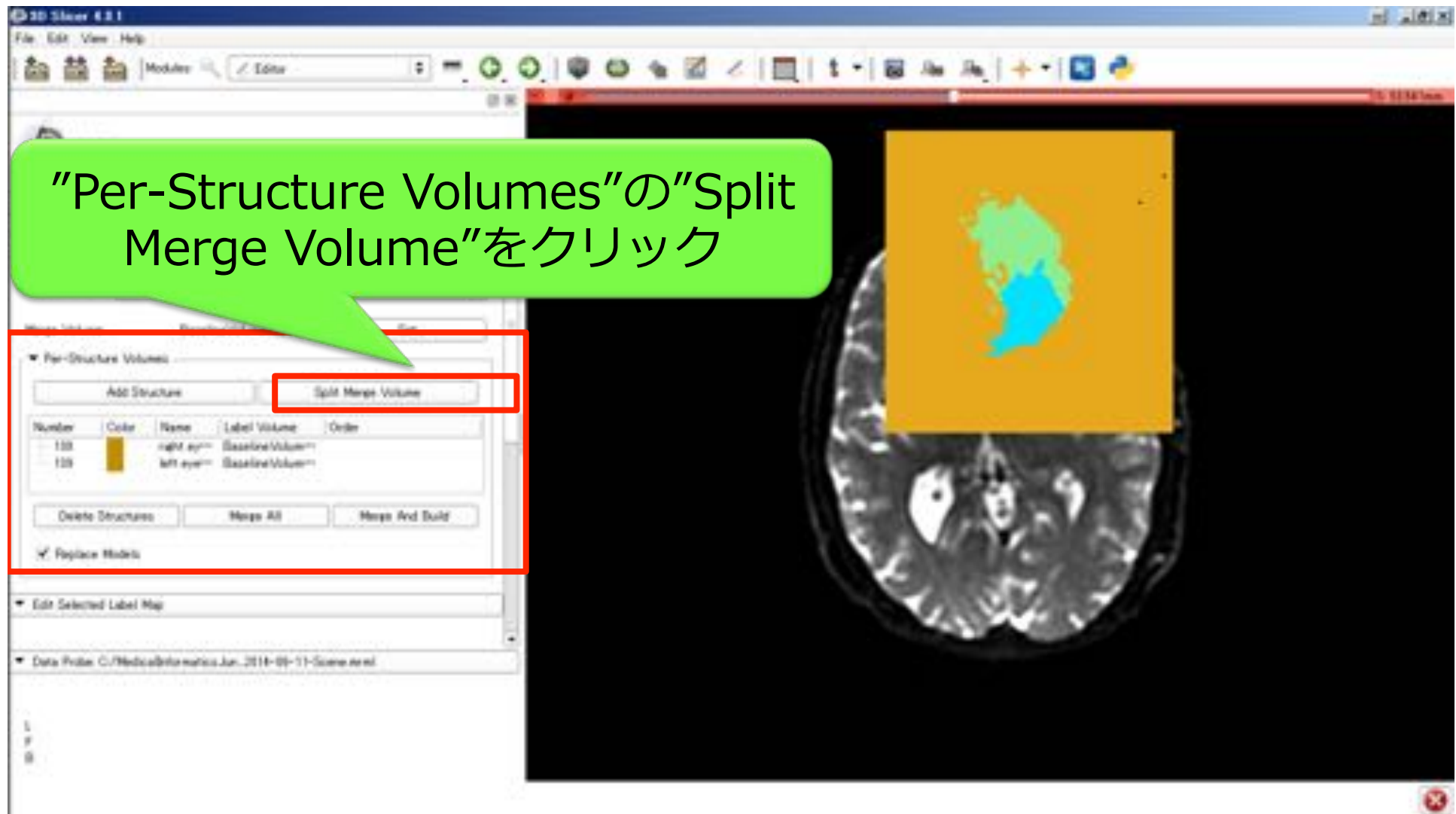
コンピュータによる色塗り



コンピュータによる色塗り



コンピュータによる色塗り



コンピュータによる色塗り

色塗りの結果が各々示されてクリックして
選択すると色塗りの結果が表示される

色塗りの結果を確認したら、region3を選択

Number	Color	Name	Label Volume	Order
290		region 1	BaselineVolume	
295		region 3	BaselineVolume	

色塗りの方法

- 対象領域の色塗りの方法
 - 手動で一生懸命色塗りをする
 - コンピュータに色塗りをさせる
 - 輝度値(色の濃さ)で指定する

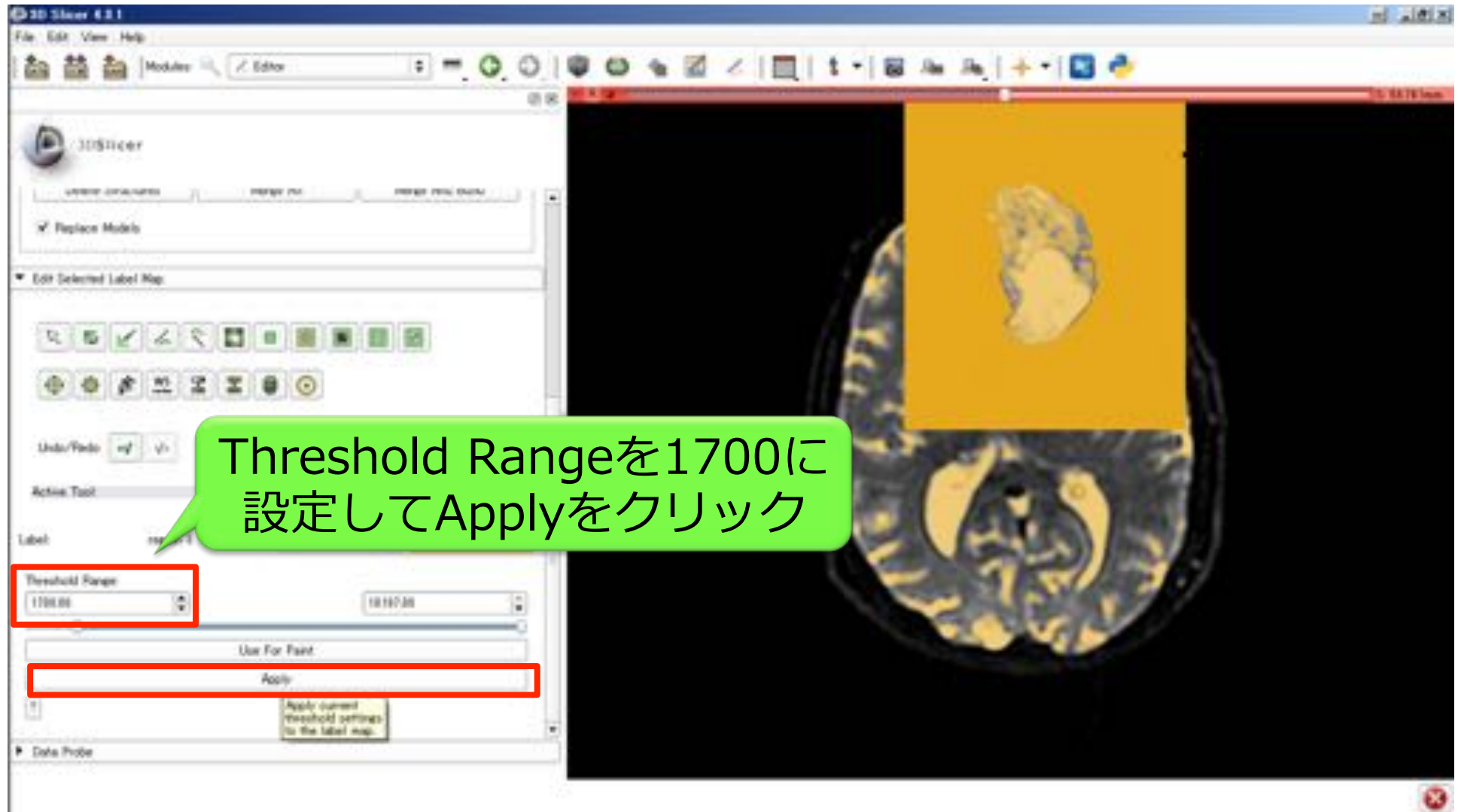
輝度値による色塗り

ここからは
脳室の部分を
色塗りします。

Threshold Effectを選択

Number	Color	Name	Label Volume	Order
7	green	mass	BaselineVolume-mass-label	
100	blue	region 1	BaselineVolume-region 1-label	
200	orange	region 2	BaselineVolume-region 2-label	

輝度値による色塗り

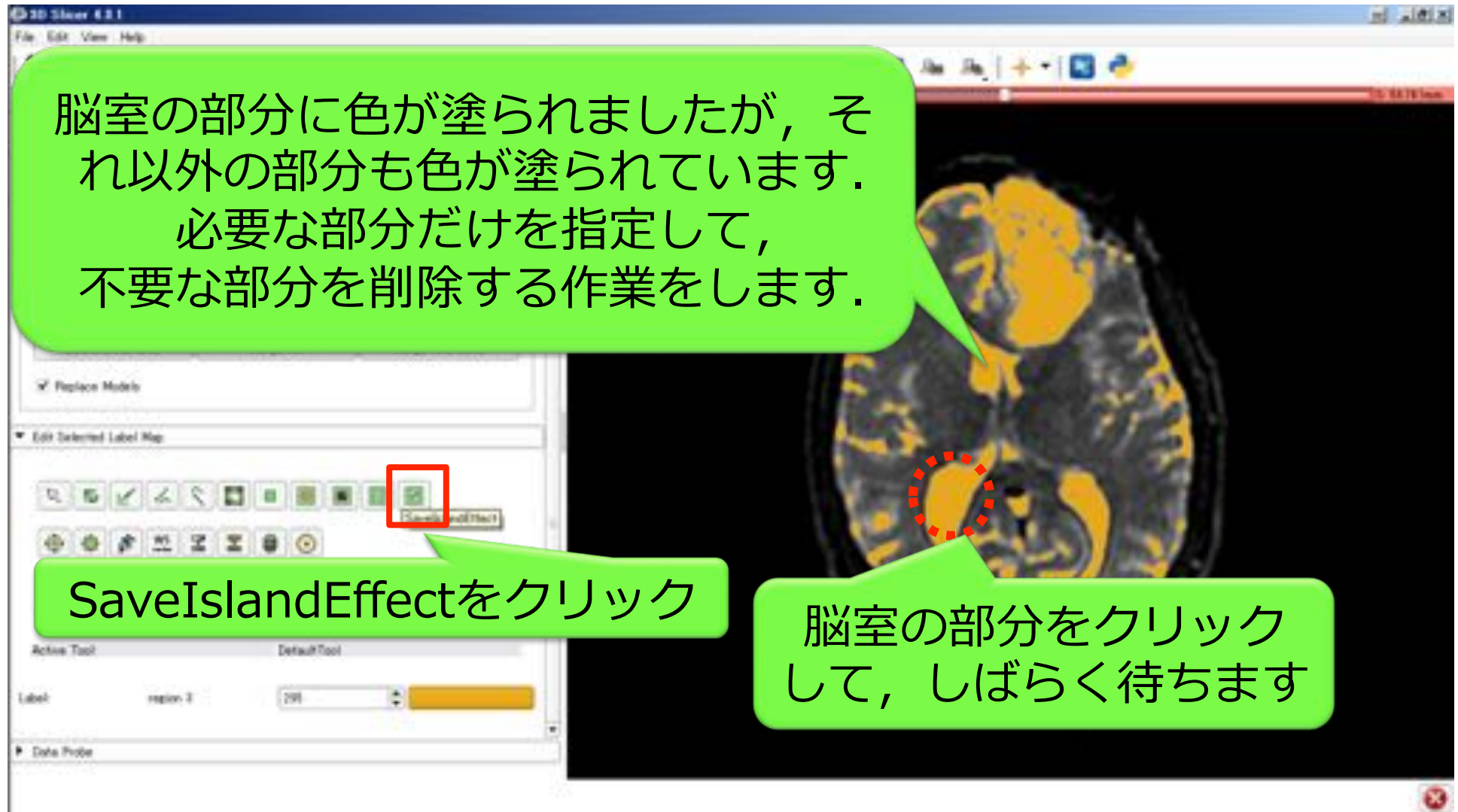


輝度値による色塗り

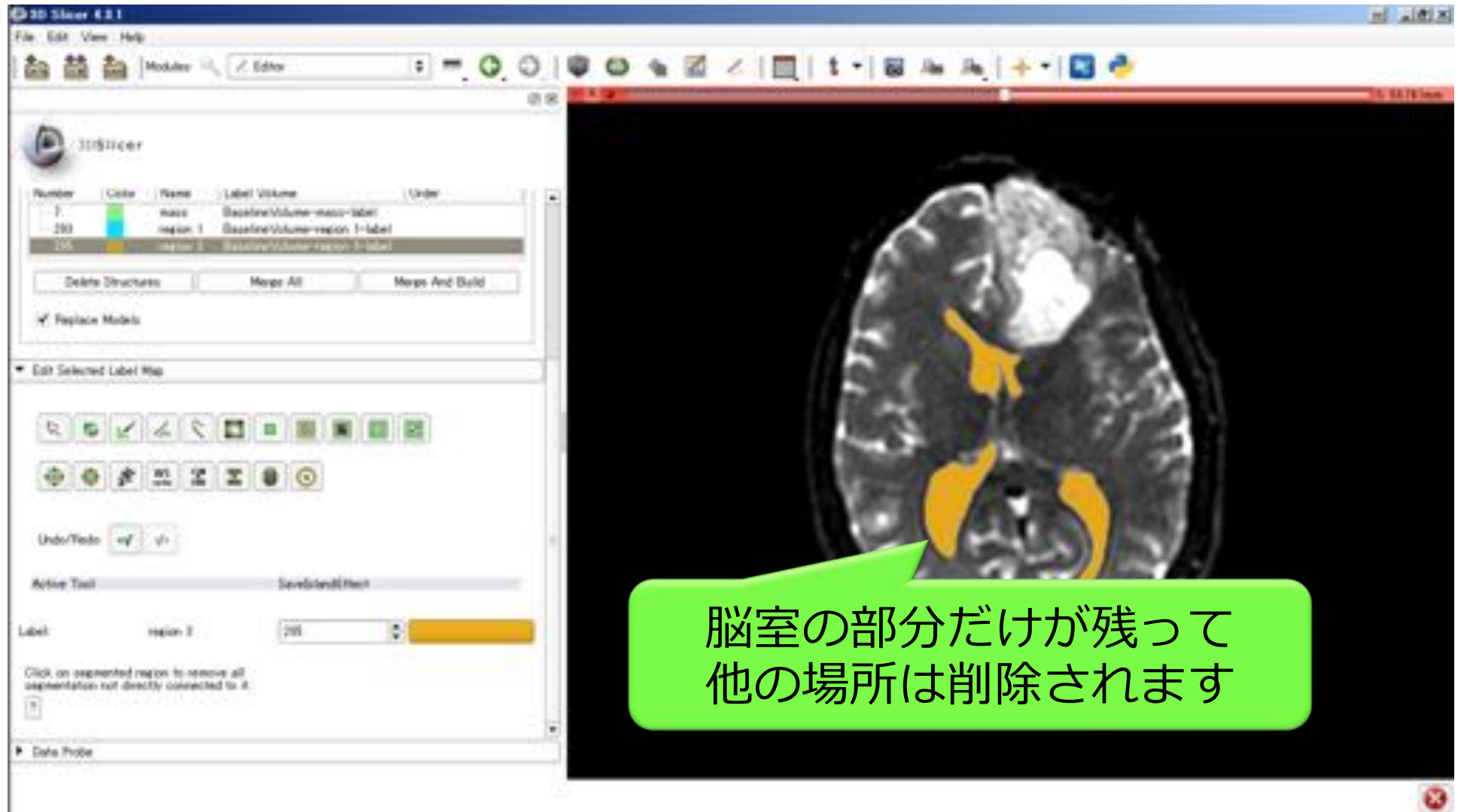
脳室の部分に色が塗られましたが、それ以外の部分も色が塗られています。
必要な部分だけを指定して、不要な部分を削除する作業をします。

SaveIslandEffectをクリック

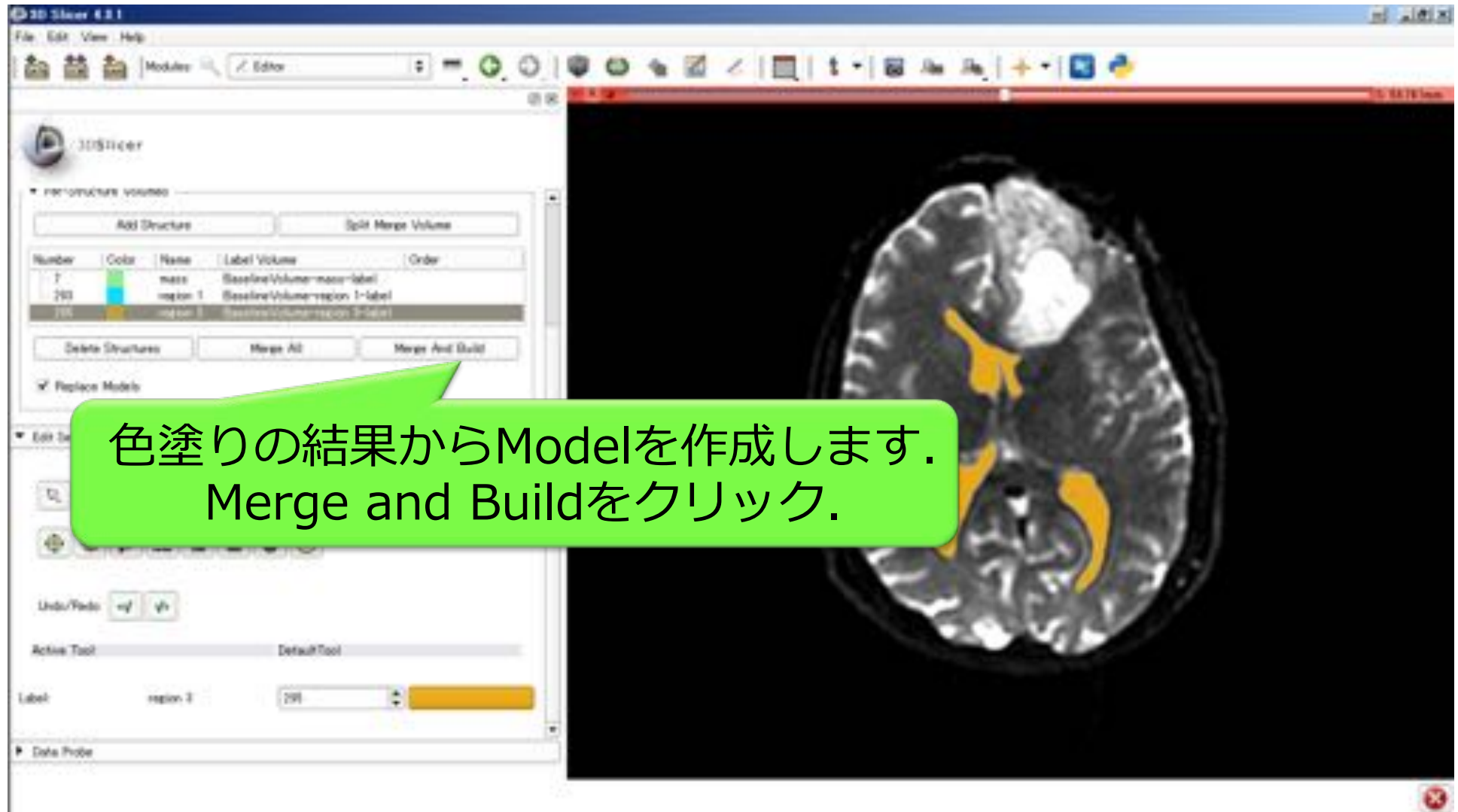
脳室の部分をクリックして、しばらく待ちます



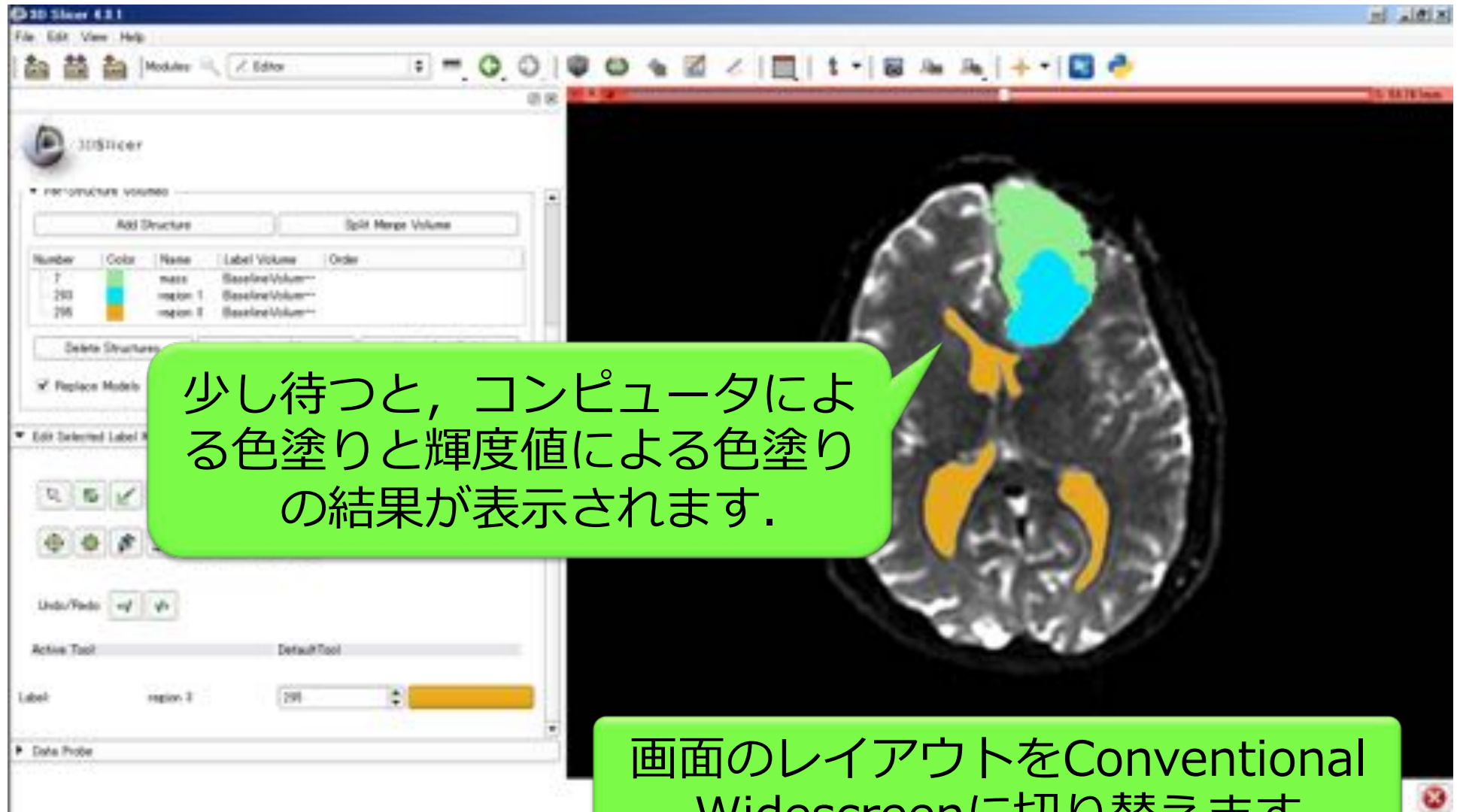
輝度値による色塗り



Modelの作成



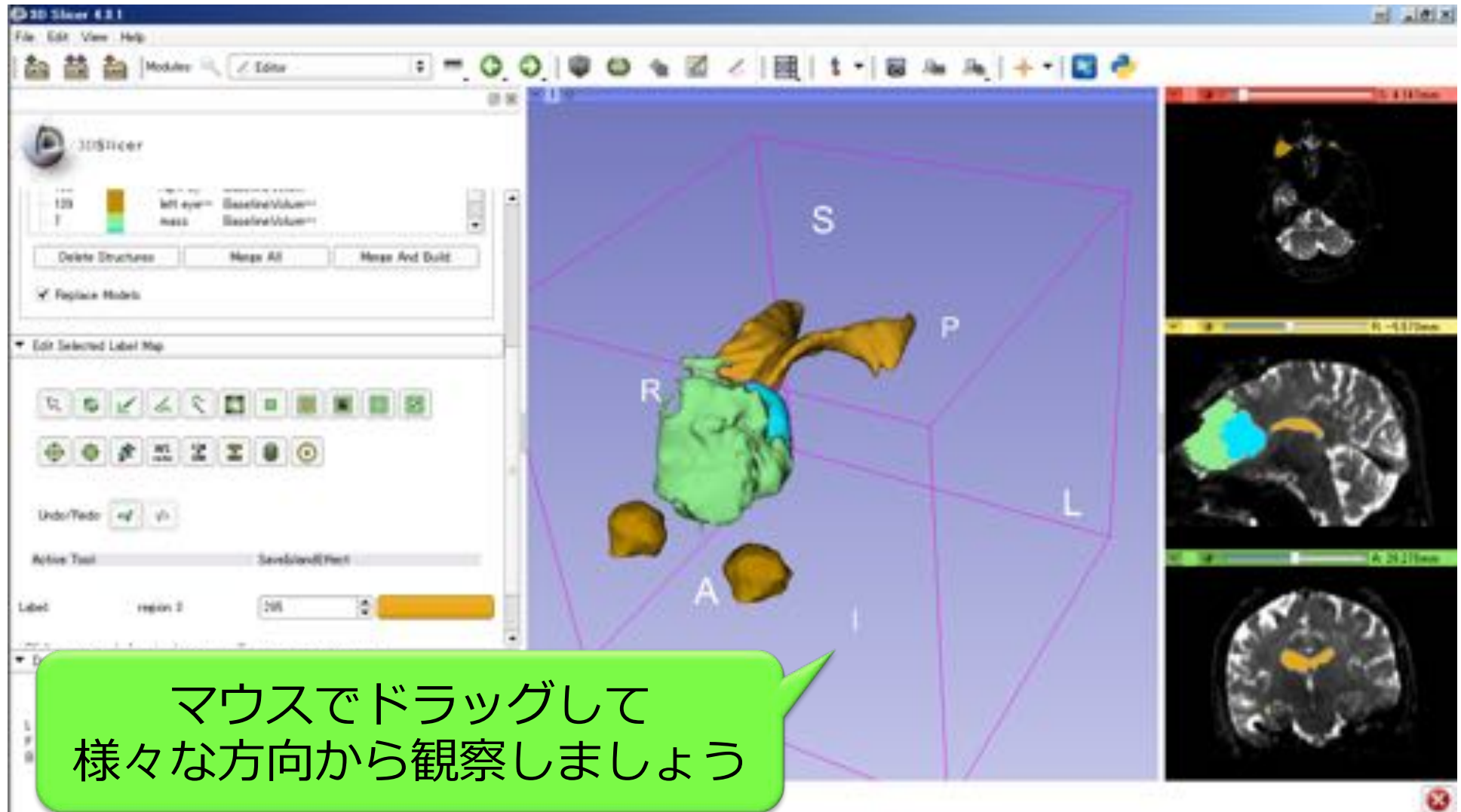
Modelの作成



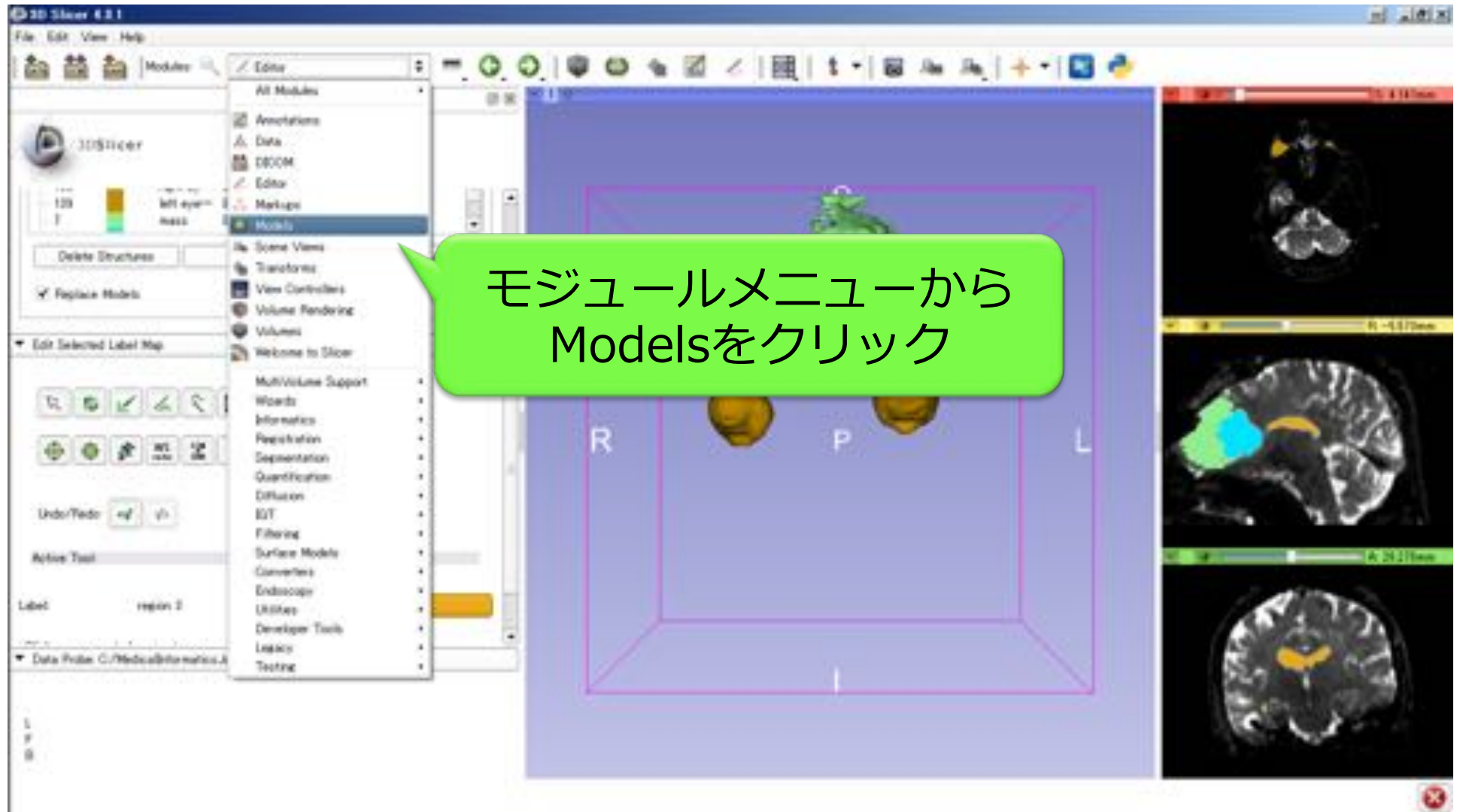
Modelの作成



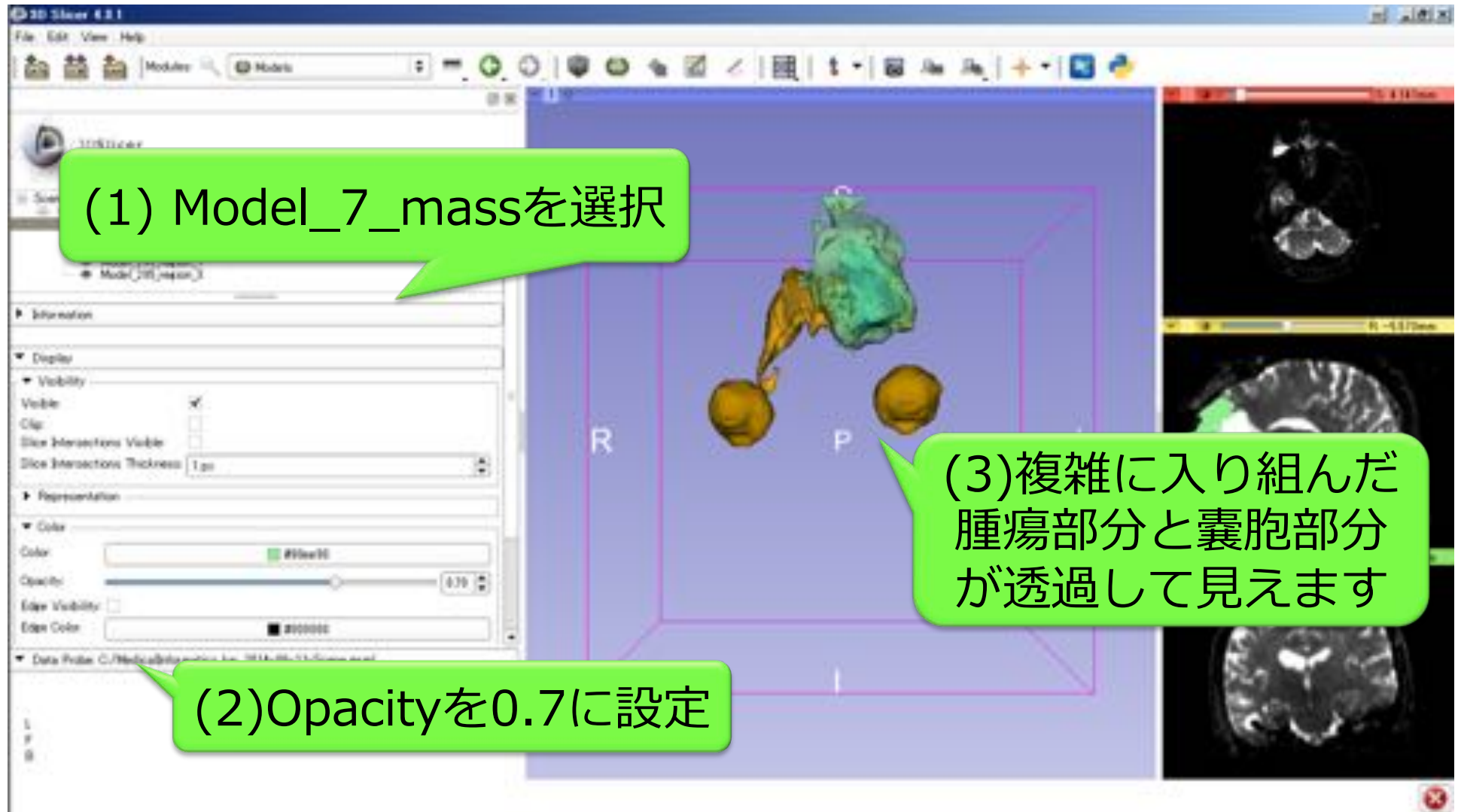
Modelの作成



Modelの表示



Modelの表示

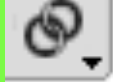



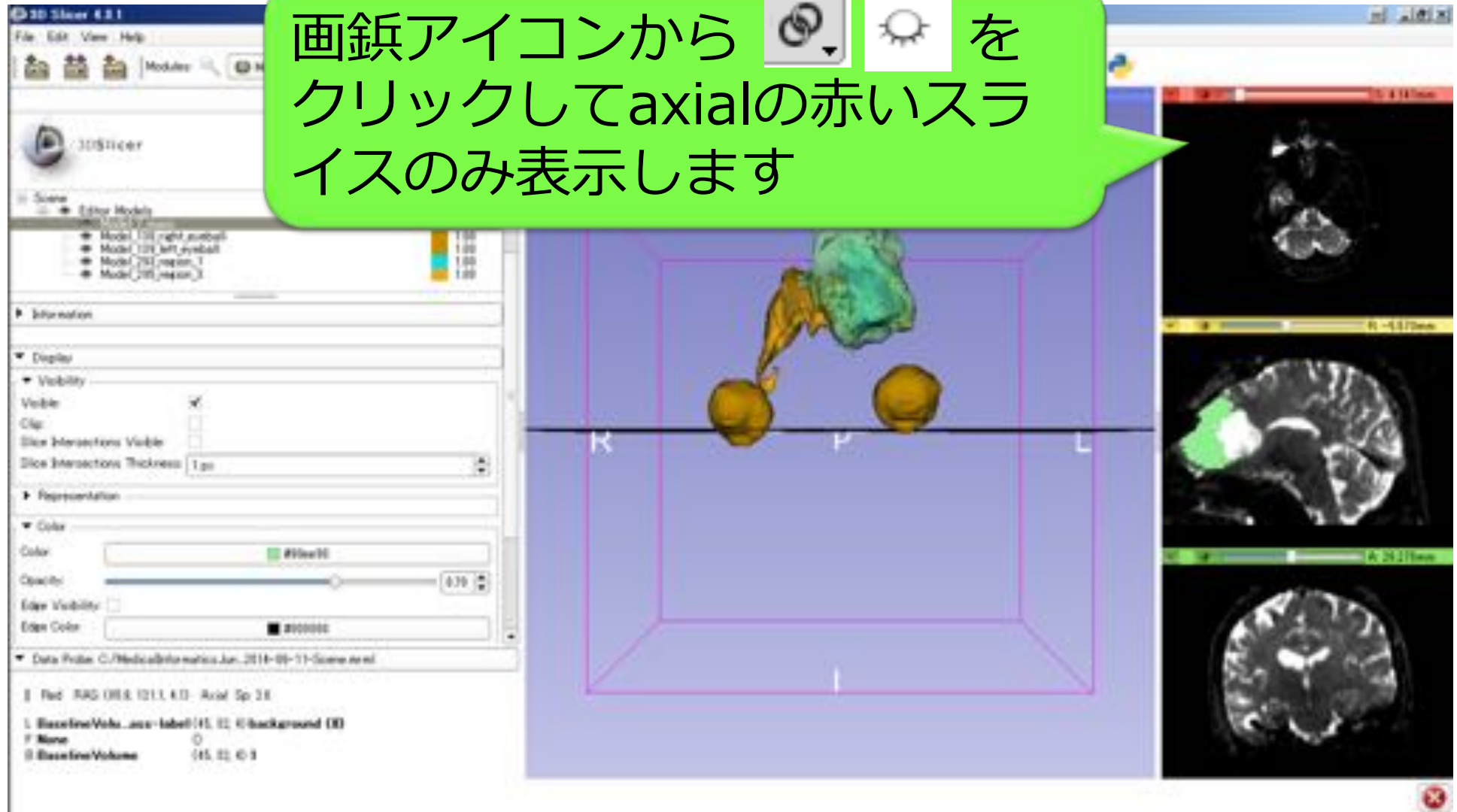
(1) Model_7_massを選択

(2) Opacityを0.7に設定

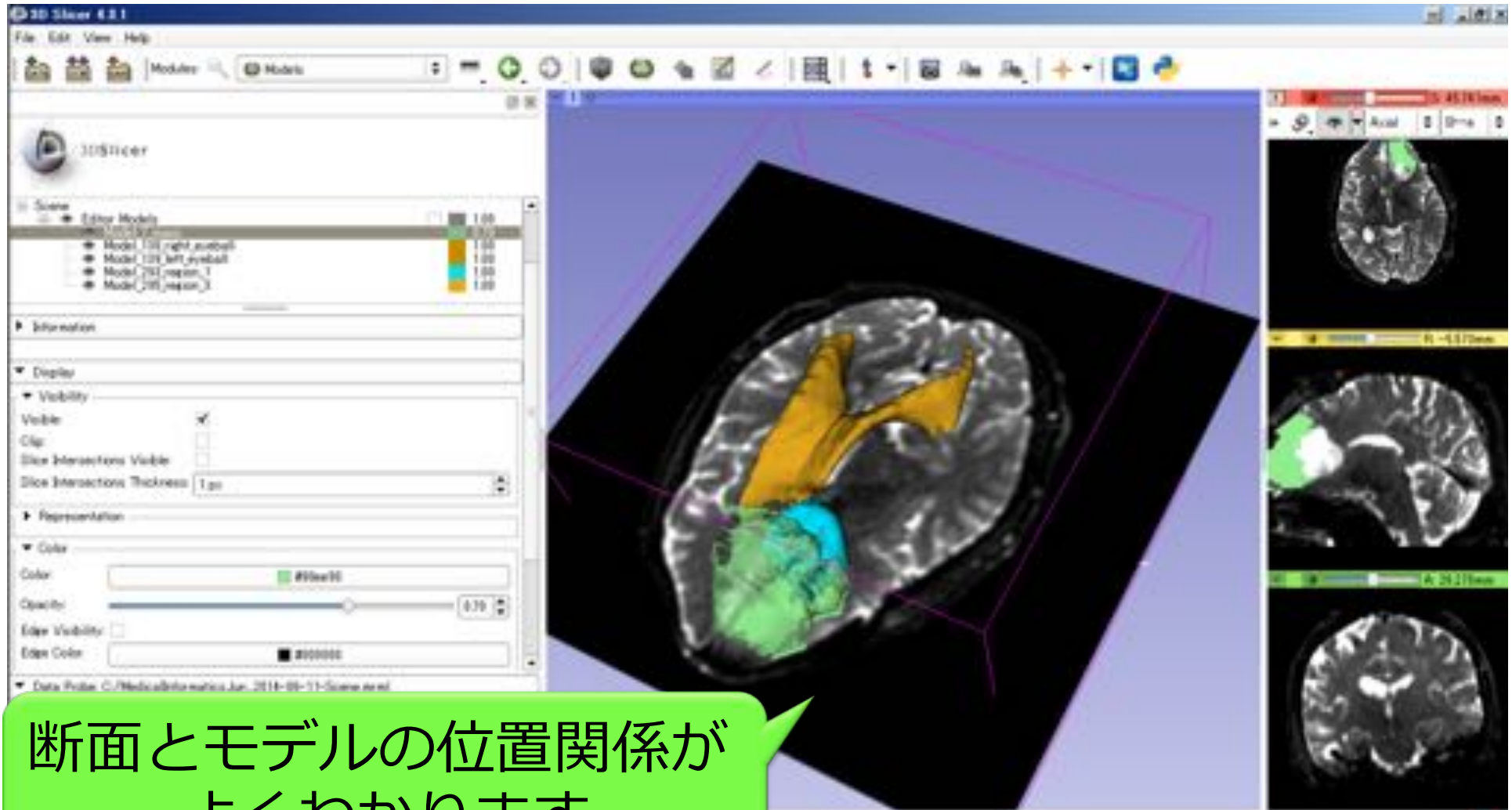
(3) 複雑に入り組んだ腫瘍部分と嚢胞部分が透過して見えます

Modelの表示

画鋏アイコンから   を
クリックしてaxialの赤いスラ
イスのみ表示します

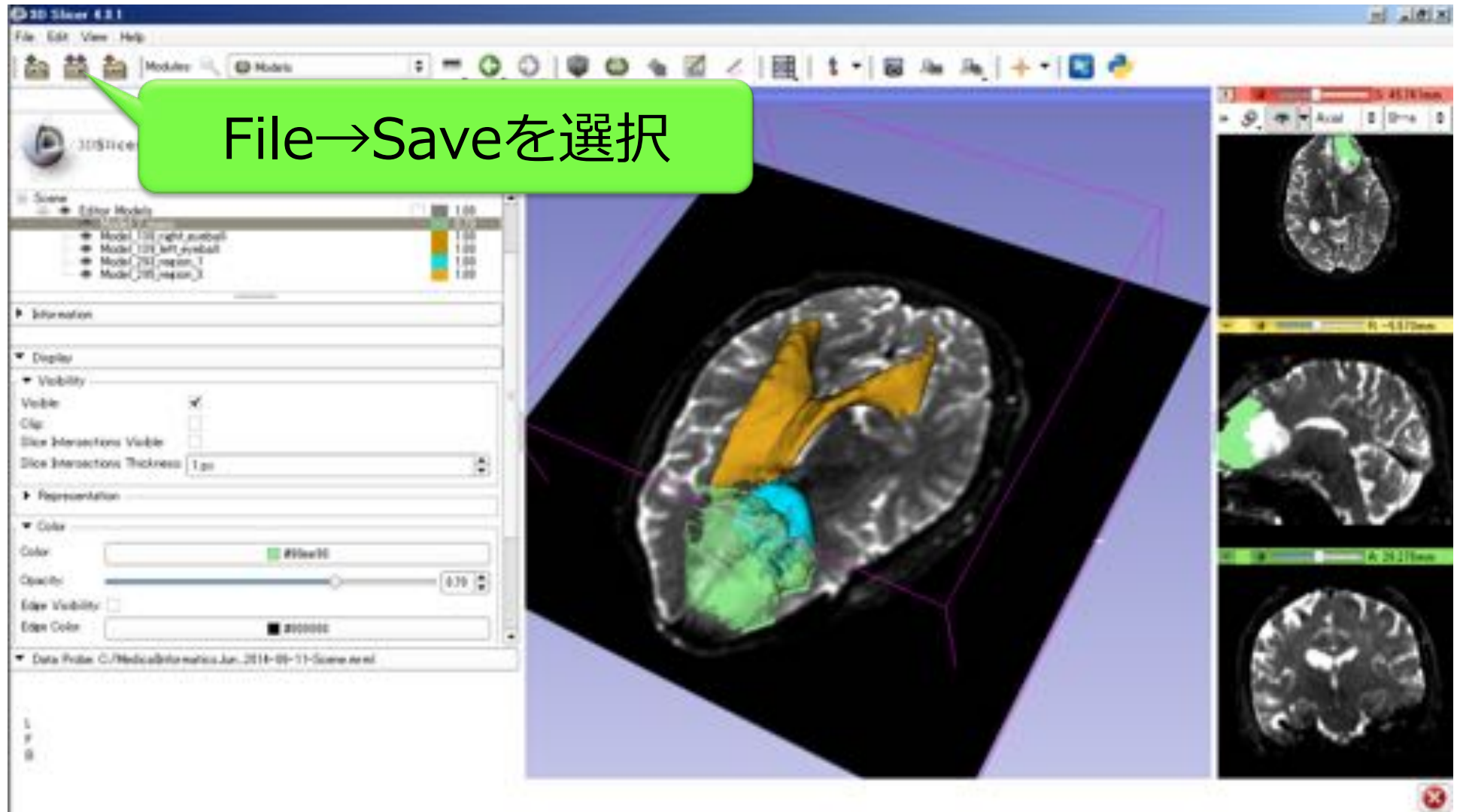


Modelの表示

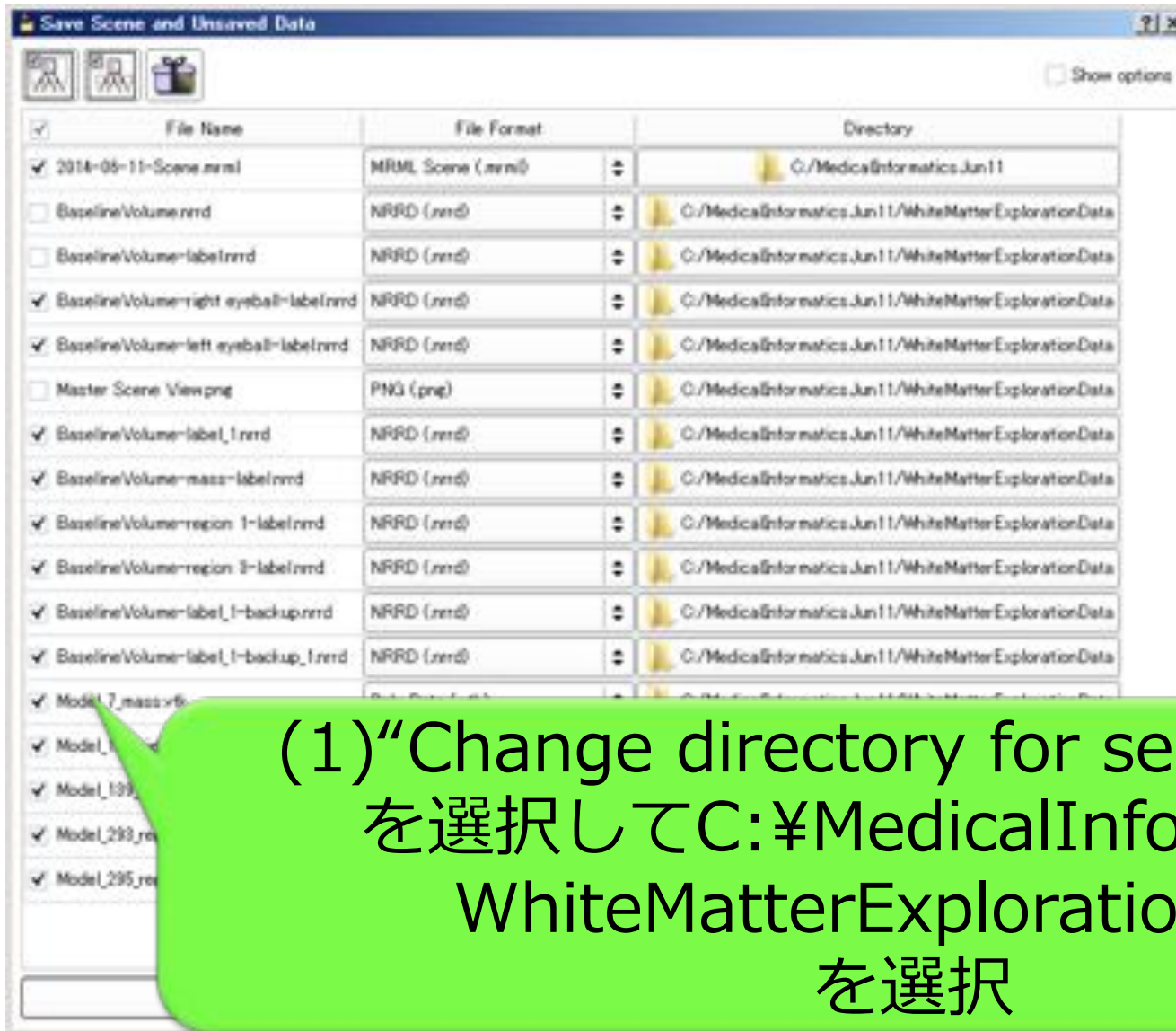


断面とモデルの位置関係が
よくわかります

保存しましょう



保存しましょう



保存しましょう



上書き確認の
メッセージが出るので「OK」



Yes to Allをクリック

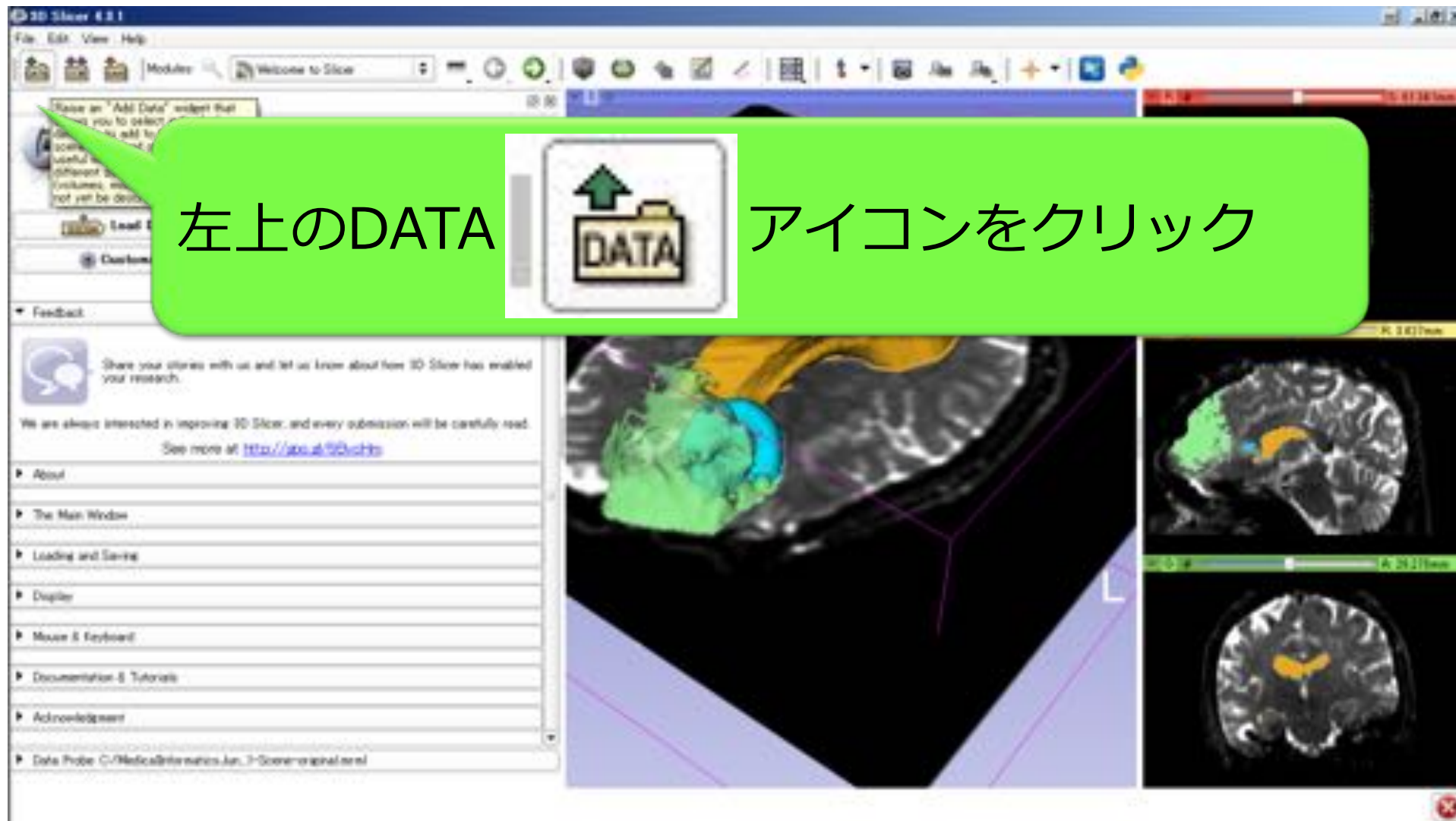
小休止

- ここまででわからないことがあれば質問して下さい
- ソフトが強制終了した人はいませんか？
- これからの作業
 - 脳の神経繊維の描出 Tractography

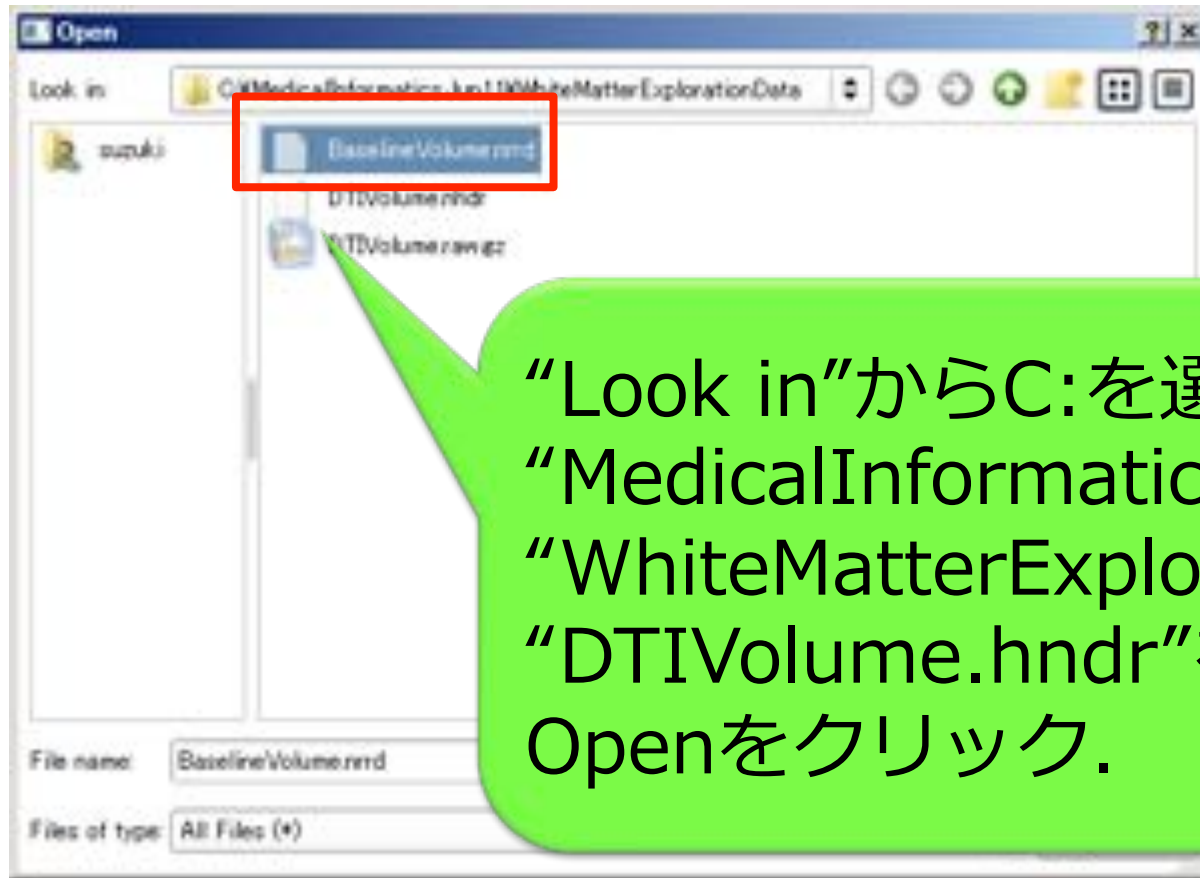
Tractographyとは

- MRIの特性を活かして水分子の動きを可視化
 - DWI(Diffusion Weighted Image) : 拡散強調画像
- 水分子の動く方向を可視化
 - DTI(Diffusion Tensor Image) : 拡散テンソル画像
- コンピュータグラフィックスの力で3次元表示をしたもの→Tractography
 - 今日には既に処理が行われたデータを用います

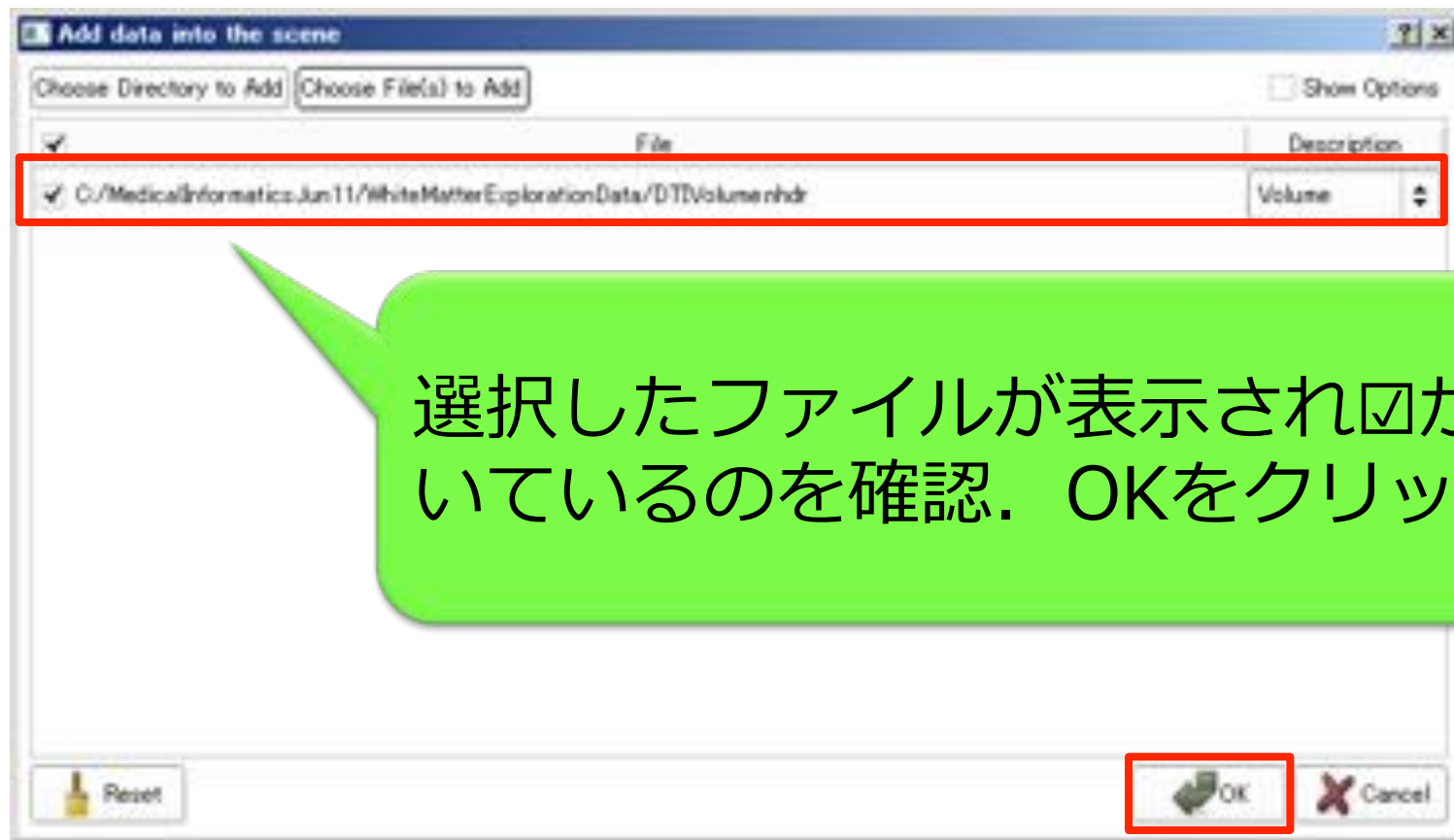
データの読み込み



データの読み込み

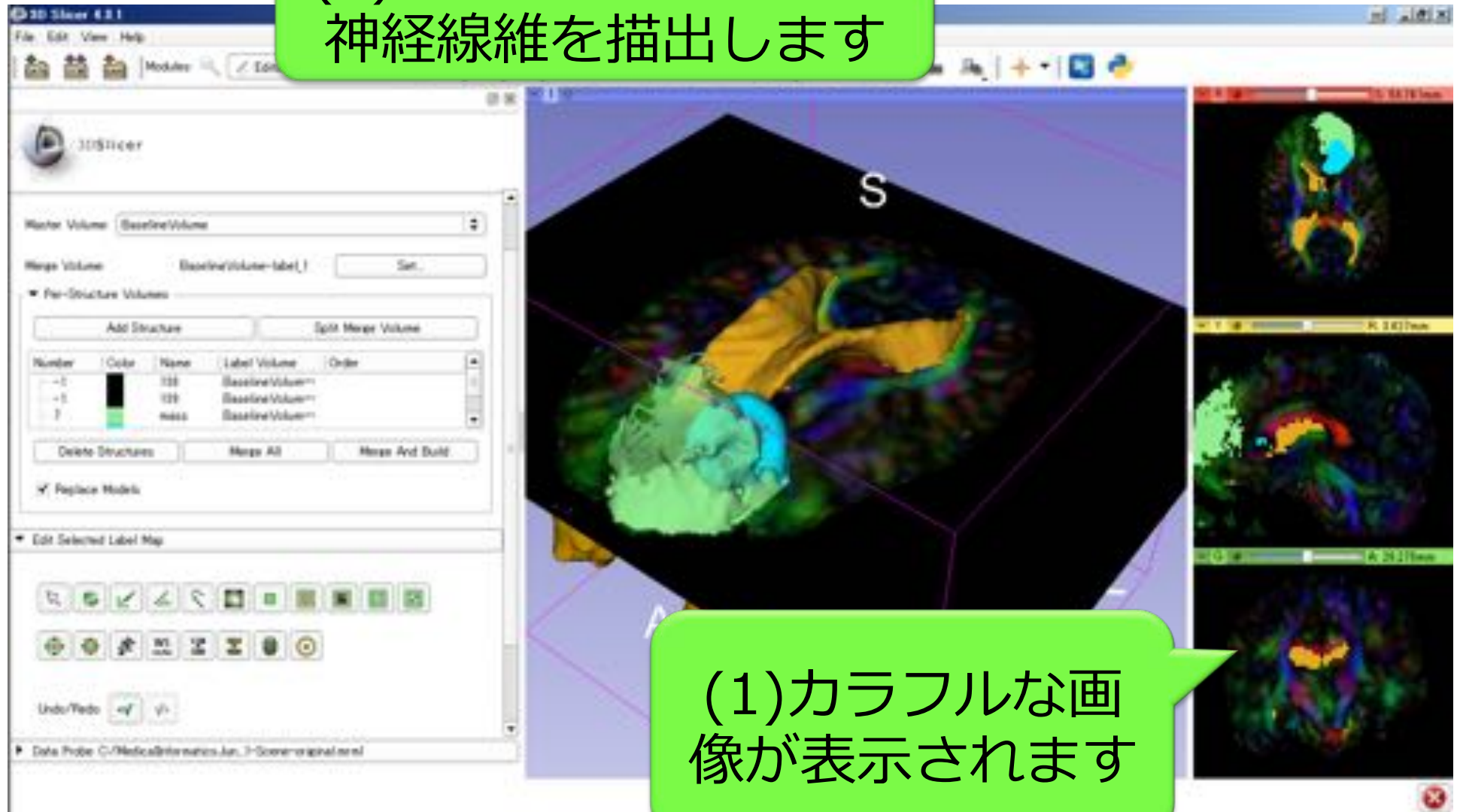


データの読み込み



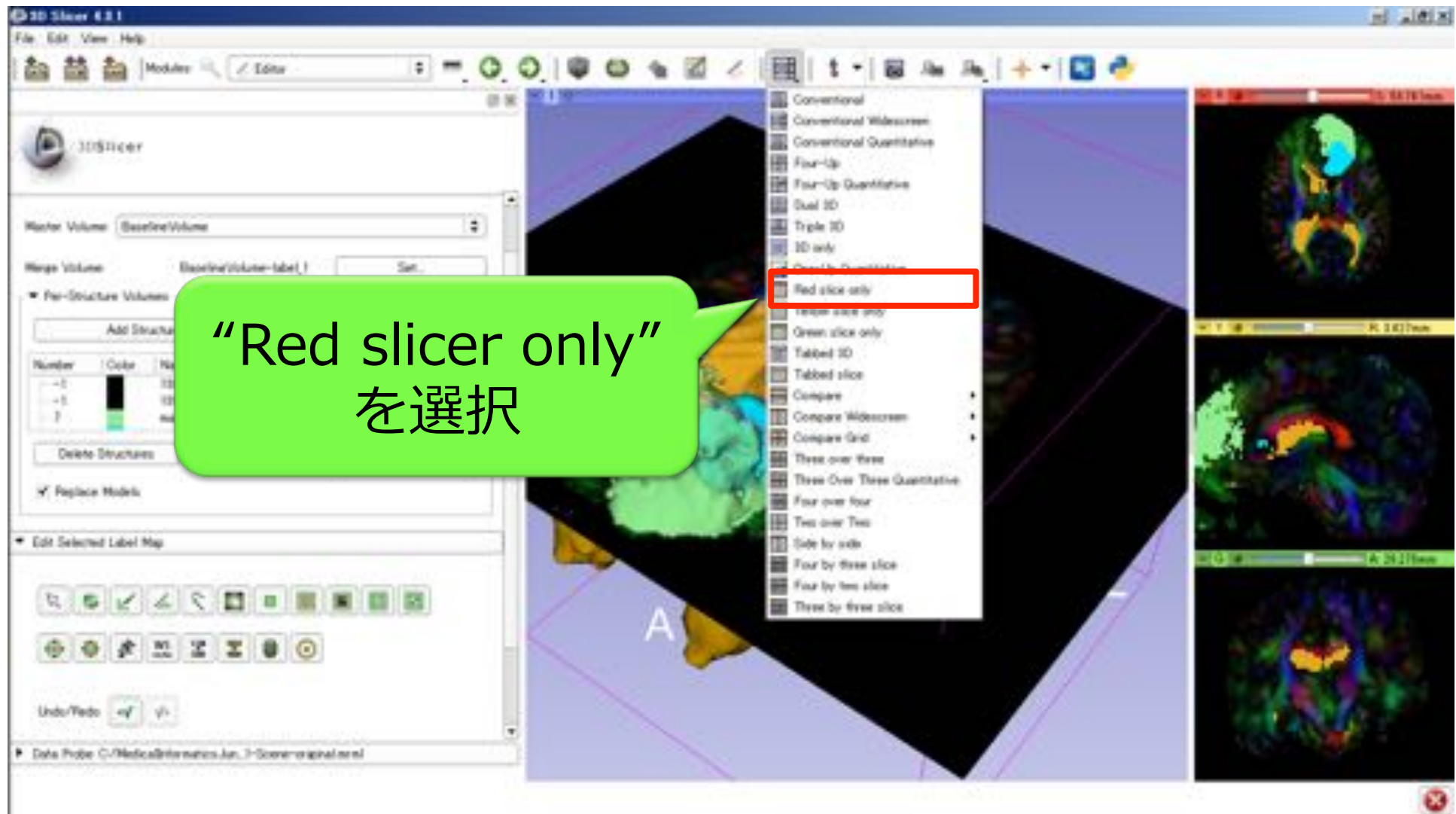
神経線維を描出する領域の指定

(2) 指定した領域を通る
神経線維を描出します



(1) カラフルな画像が表示されます

神経線維を描出する領域の指定



神経線維を描出する領域の指定

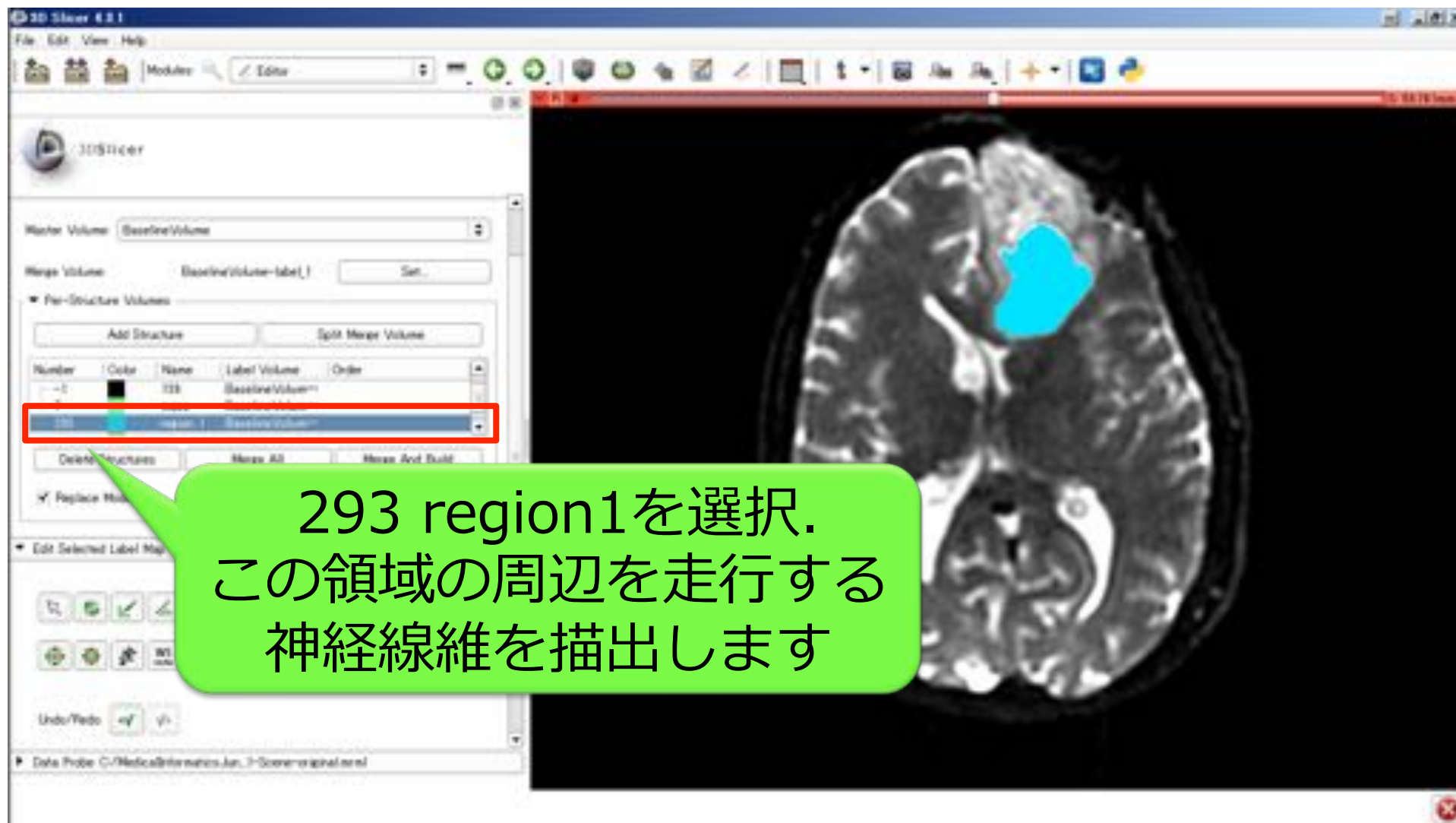
スクロールして腫瘍が見えるスライスまで移動



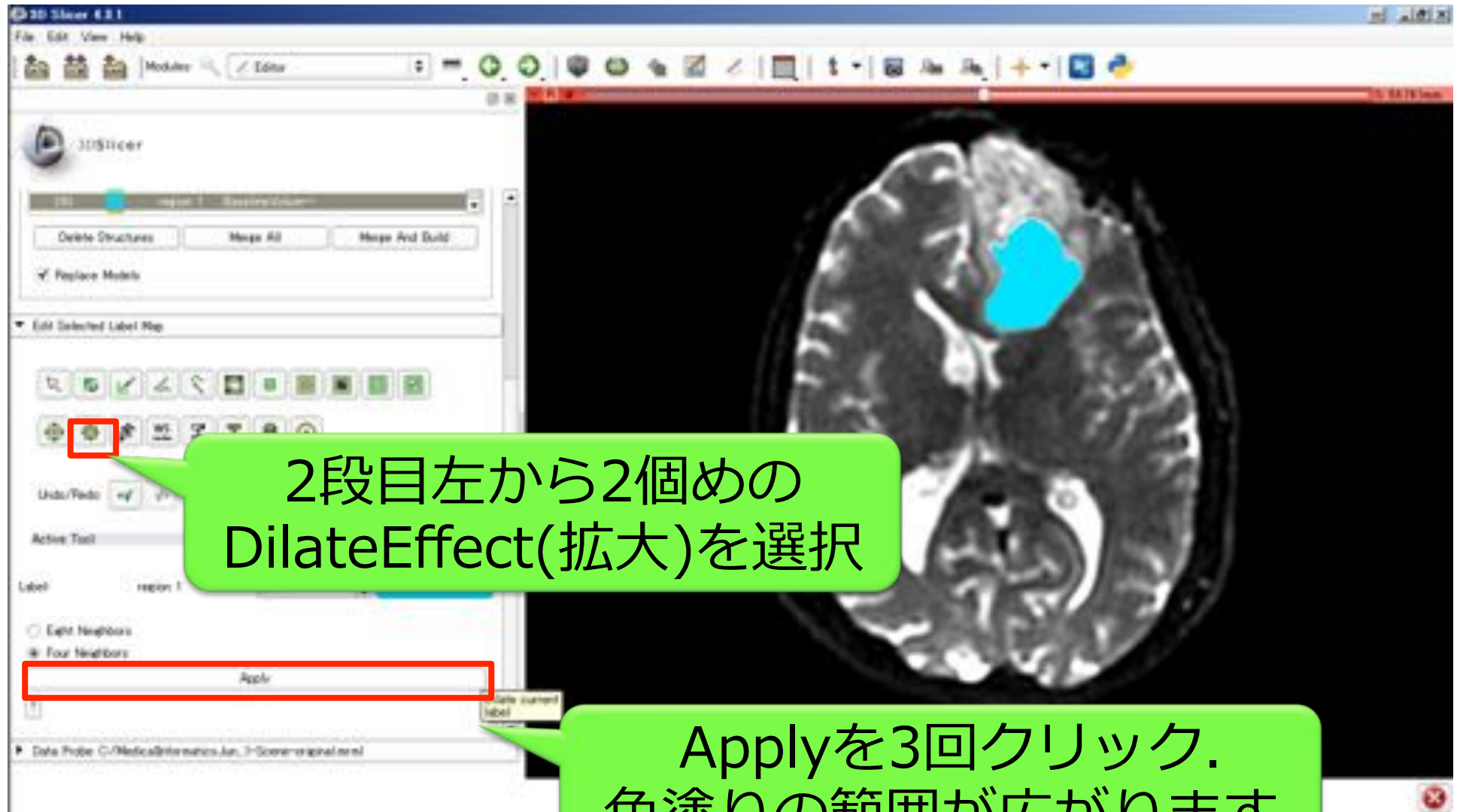
神経線維を描出する領域の指定



神経線維を描出する領域の指定



神経線維を描出する領域の指定

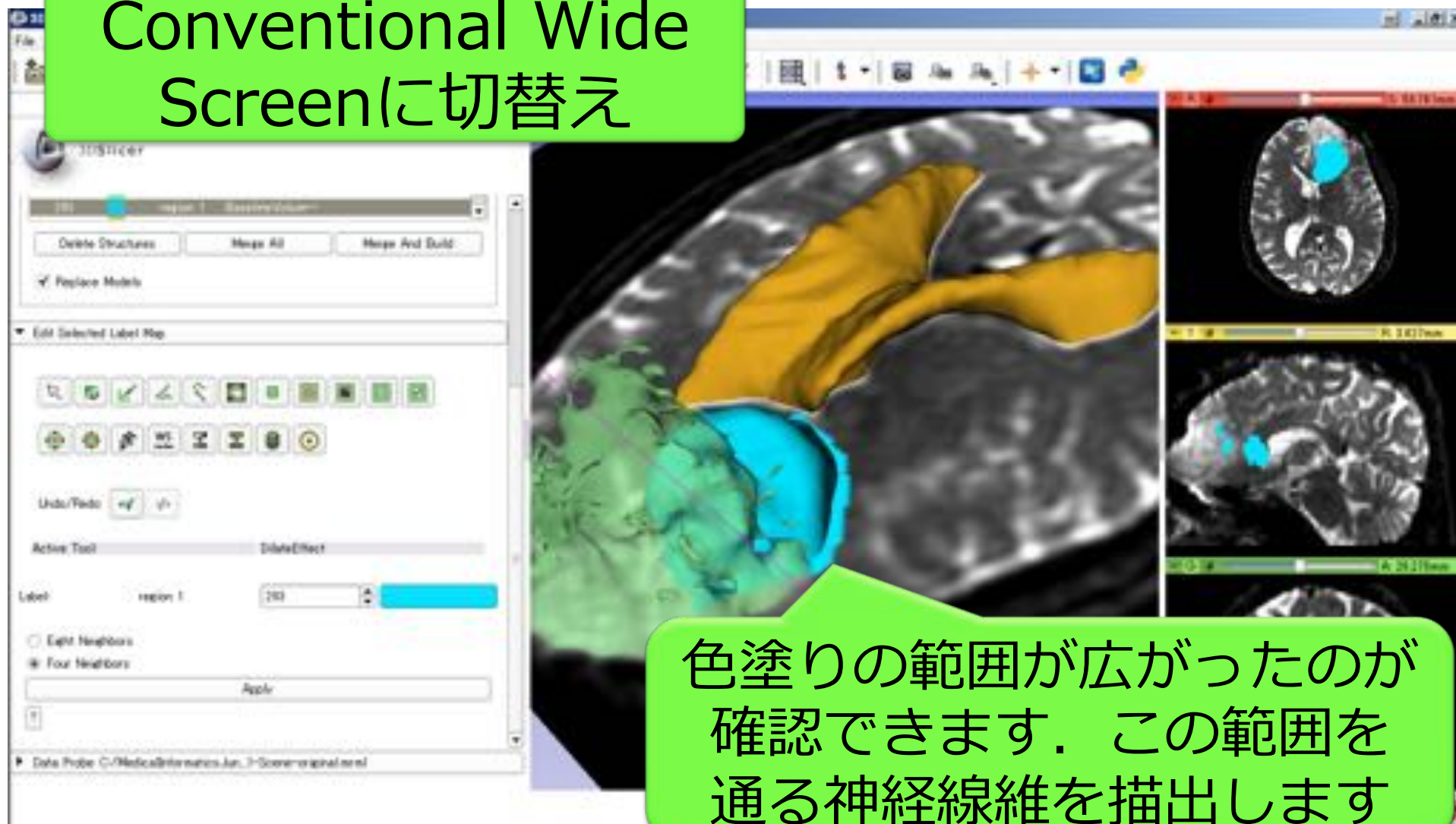


2段目左から2個めの
DilateEffect(拡大)を選択

Applyを3回クリック。
色塗りの範囲が広がります

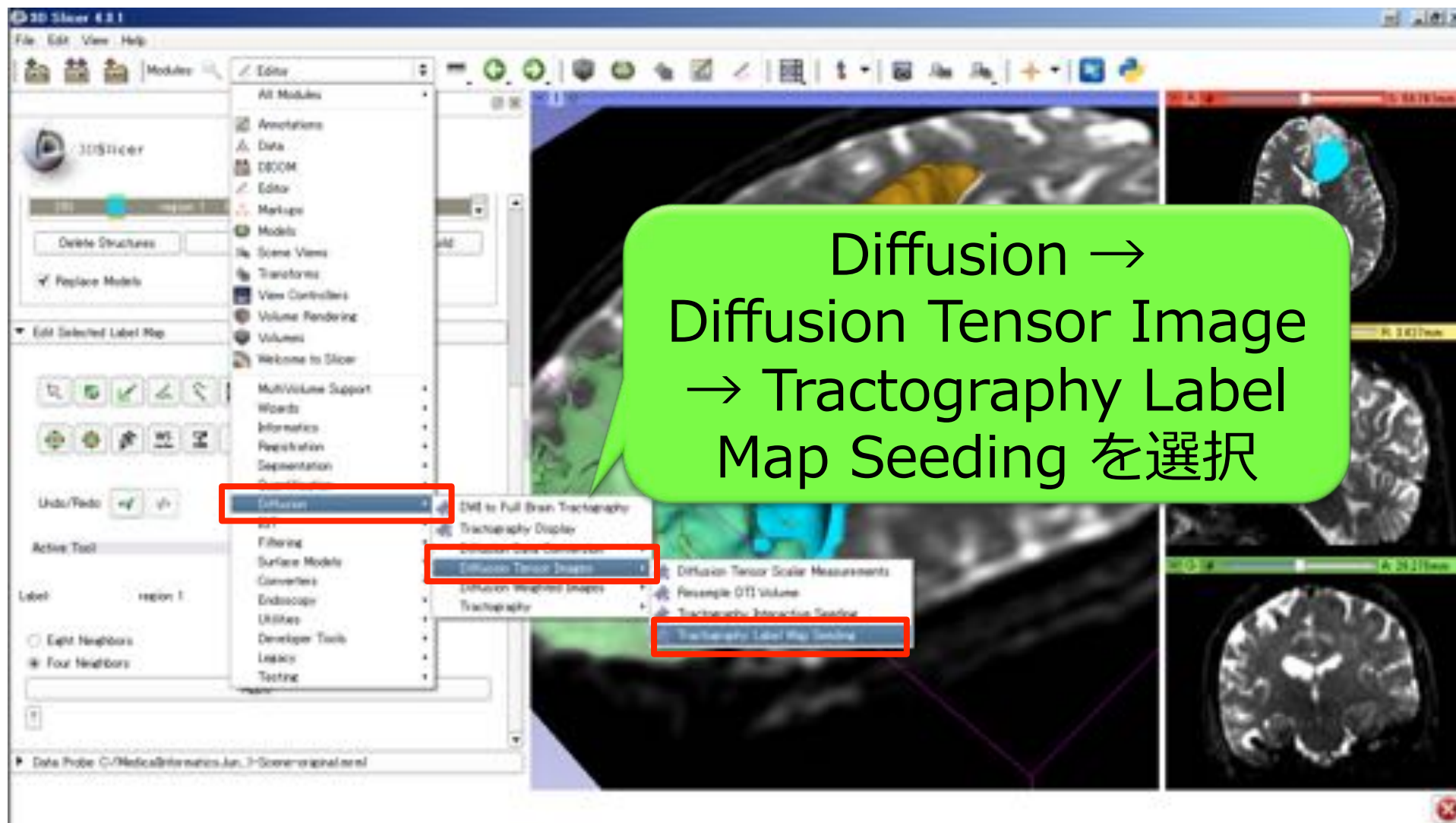
神経線維を描出する領域の指定

Conventional Wide
Screenに切替え

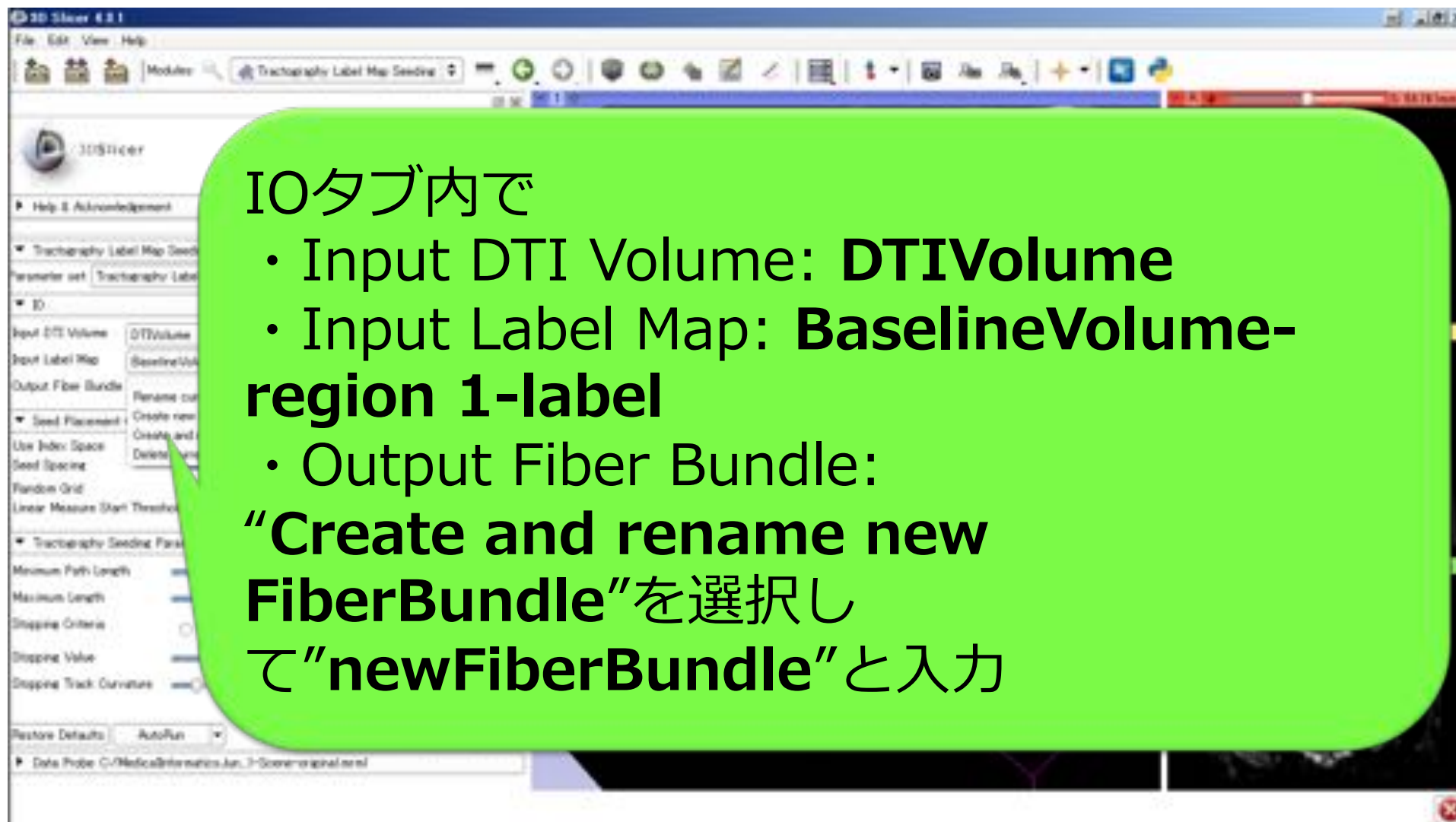


色塗りの範囲が広がったのが
確認できます. この範囲を
通る神経線維を描出します

指定の領域を通る神経線維の描出



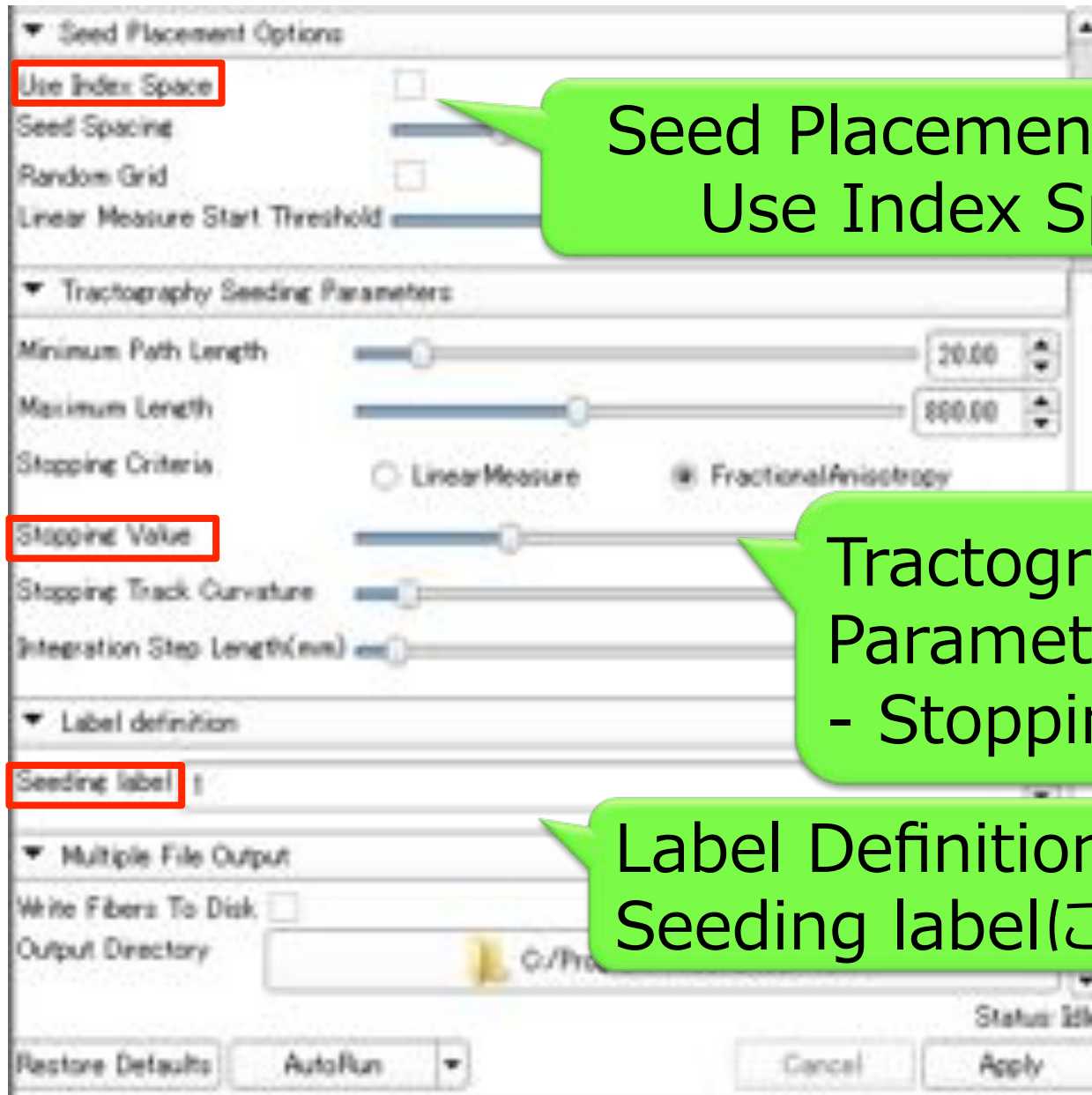
指定の領域を通る神経線維の描出



IOタブ内で

- Input DTI Volume: **DTIVolume**
- Input Label Map: **BaselineVolume-region 1-label**
- Output Fiber Bundle:
“Create and rename new FiberBundle”を選択して
“newFiberBundle”と入力

指定の領域を通る神経線維の描出



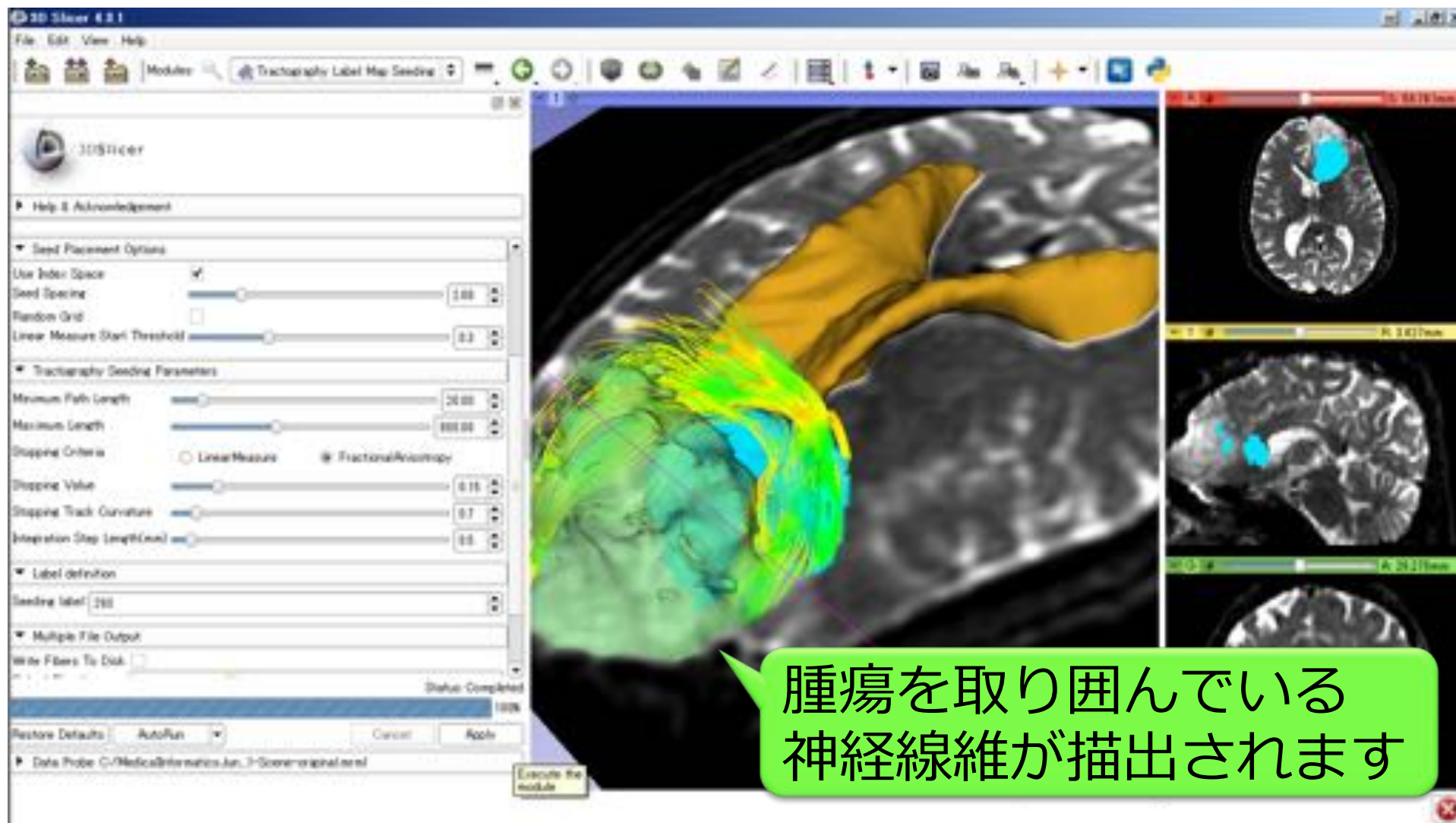
Seed Placement Optionsで
Use Index Spaceを☑

Tractography Seeding
Parametersで
- Stopping Value: 0.15

Label Definitionの
Seeding labelに**293**を入力

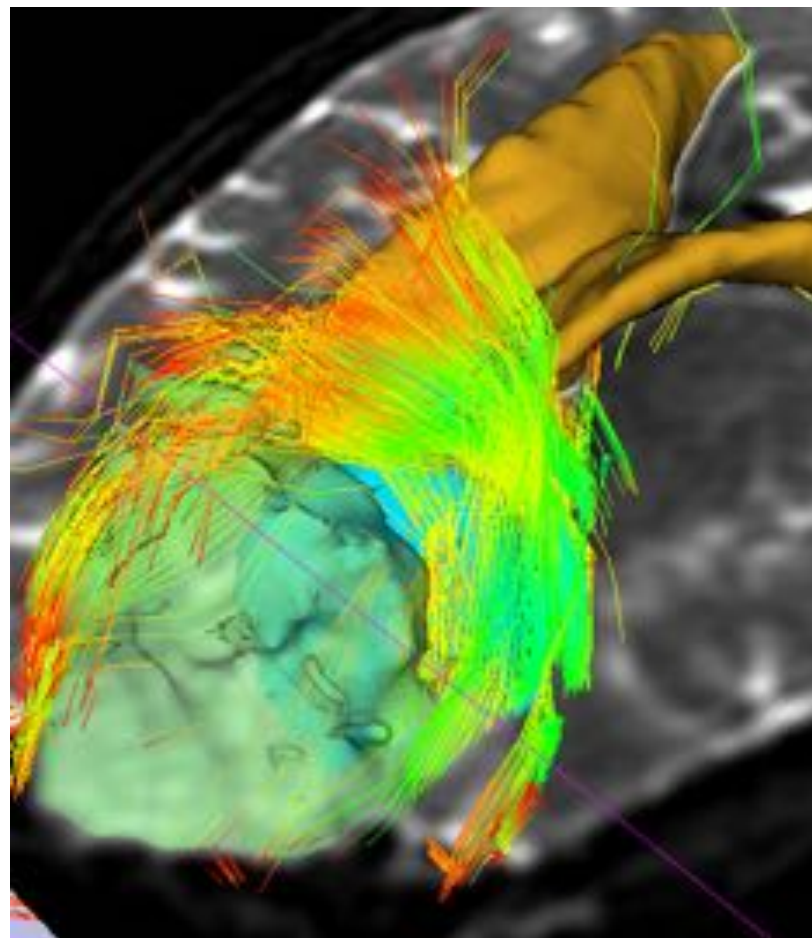
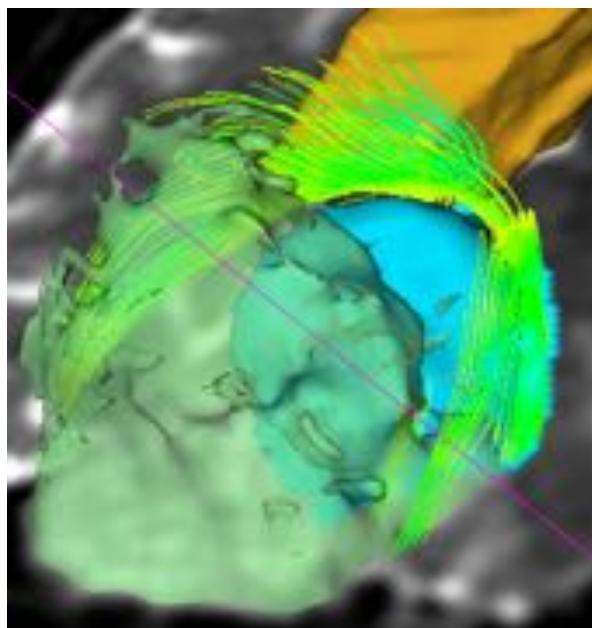
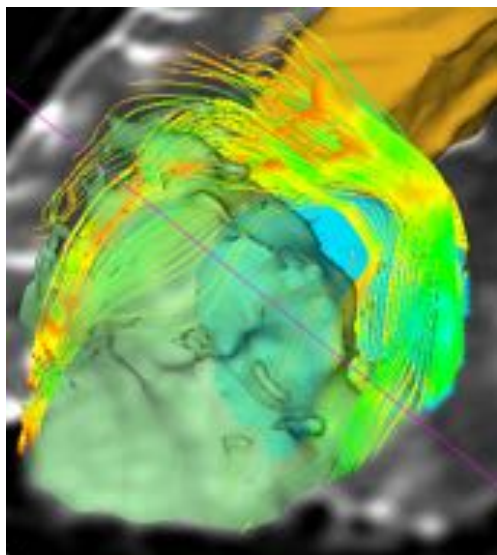
Apply

指定の領域を通る神経線維の描出



指定の領域を通る神経線維の描出

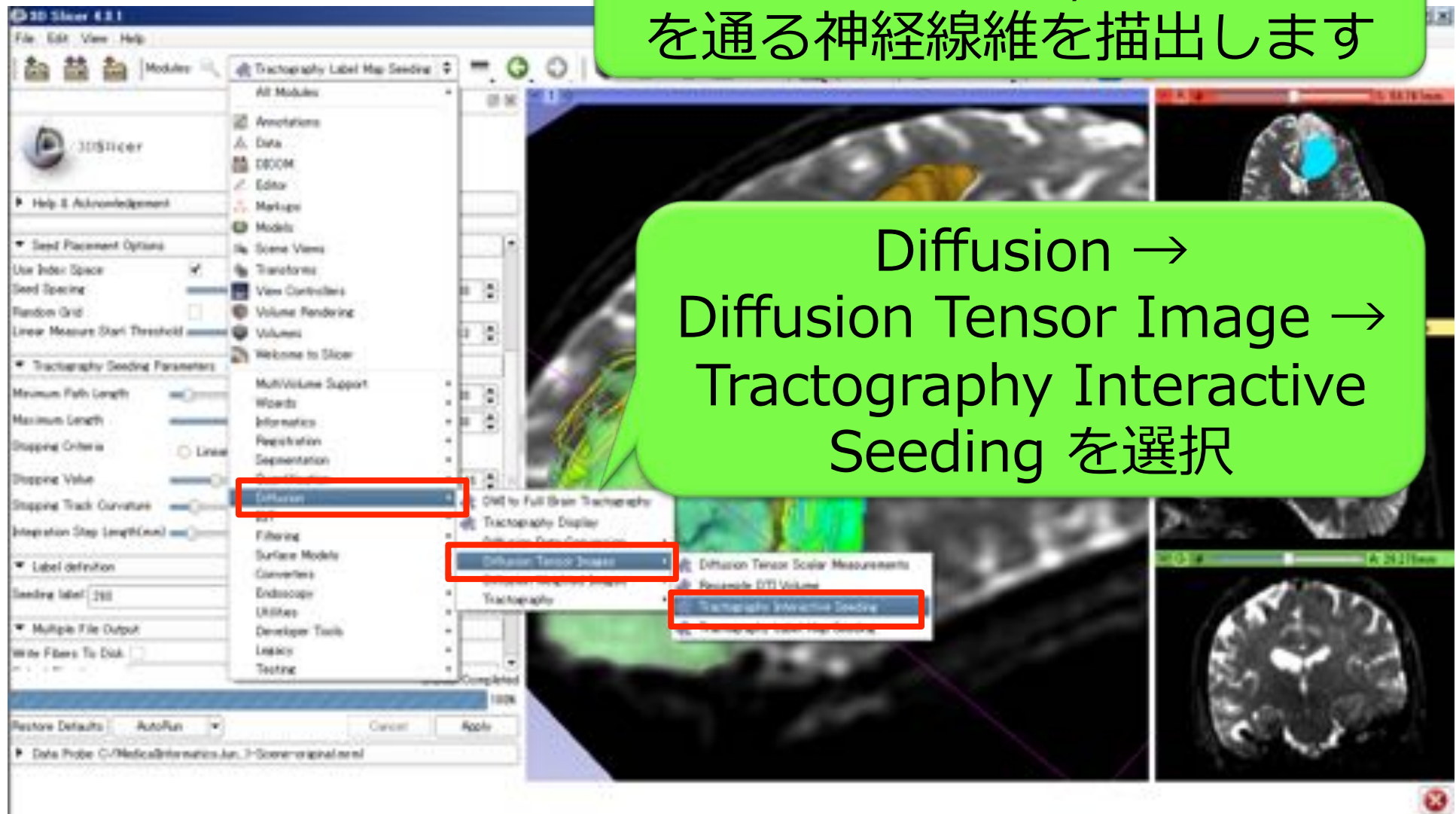
パラメータを変えてApplyをクリックすると、描出の様子が変わります



指定した点を通る神経線維の描出

次は領域ではなく、指定した点を通る神経線維を描出します

Diffusion →
Diffusion Tensor Image →
Tractography Interactive Seeding を選択



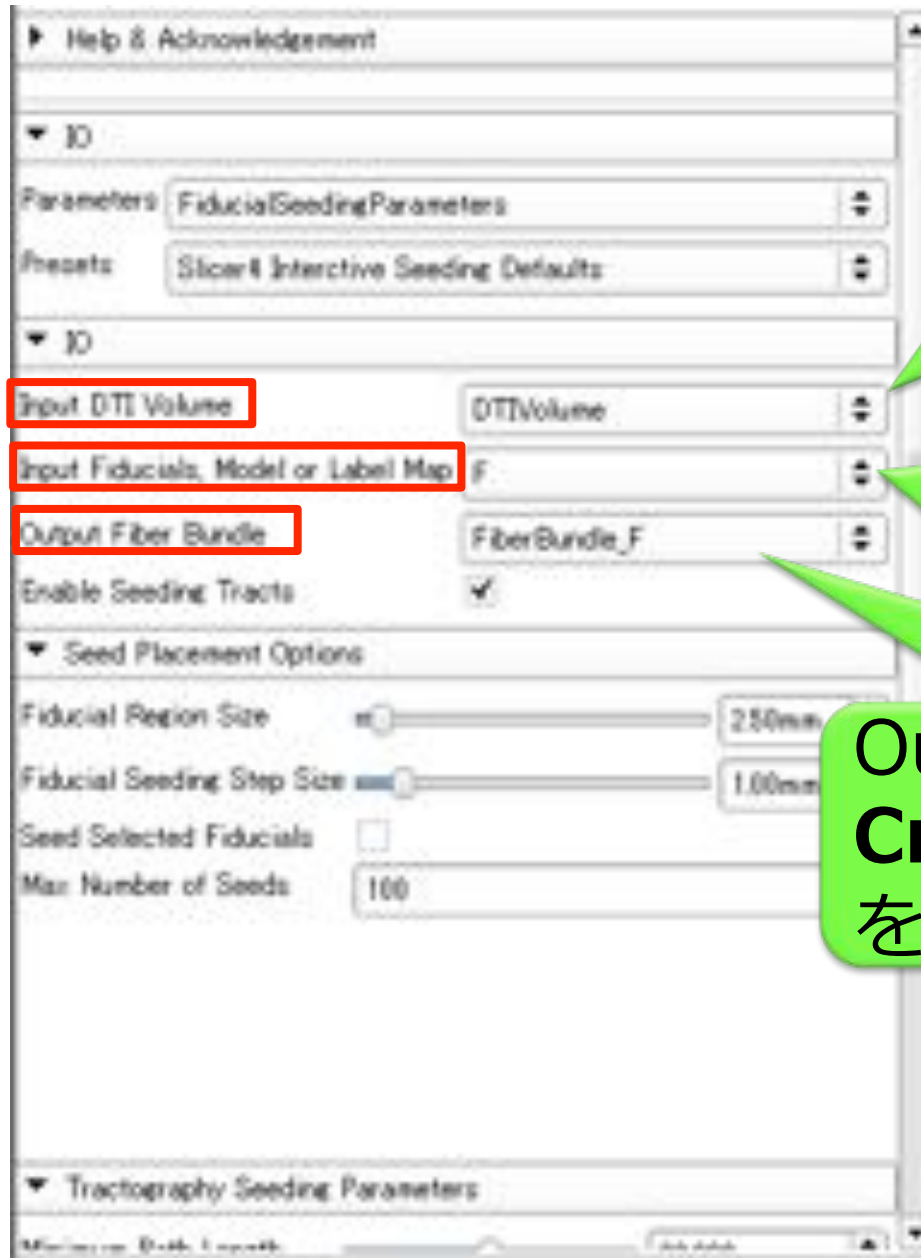
指定した点を通る神経線維の描出



指定した点を通る神経線維の描出



指定した点を通る神経線維の描出



Input DTI Volumeで
DTIVolumeを選択

Input Fiducials, Model
or Label Mapで**F**を選択

Output Fiber Bundleで
Create new Fiber Bundle
を選択

指定した点を通る神経線維の描出

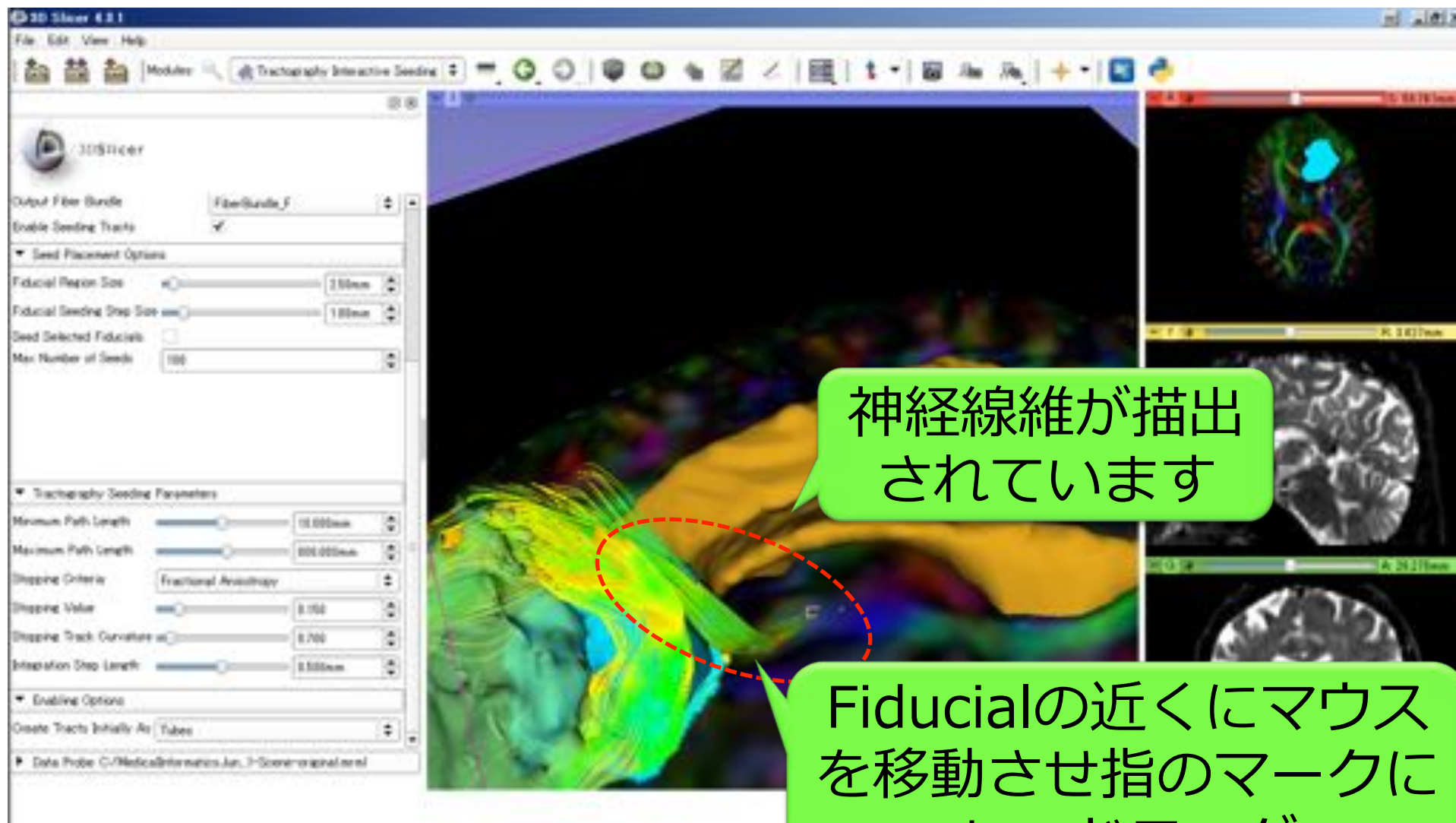


モジュール画面を
スクロールダウン

Minimum Path Lengthを
10.0 mmに設定

Stopping Valueを
0.15 に設定

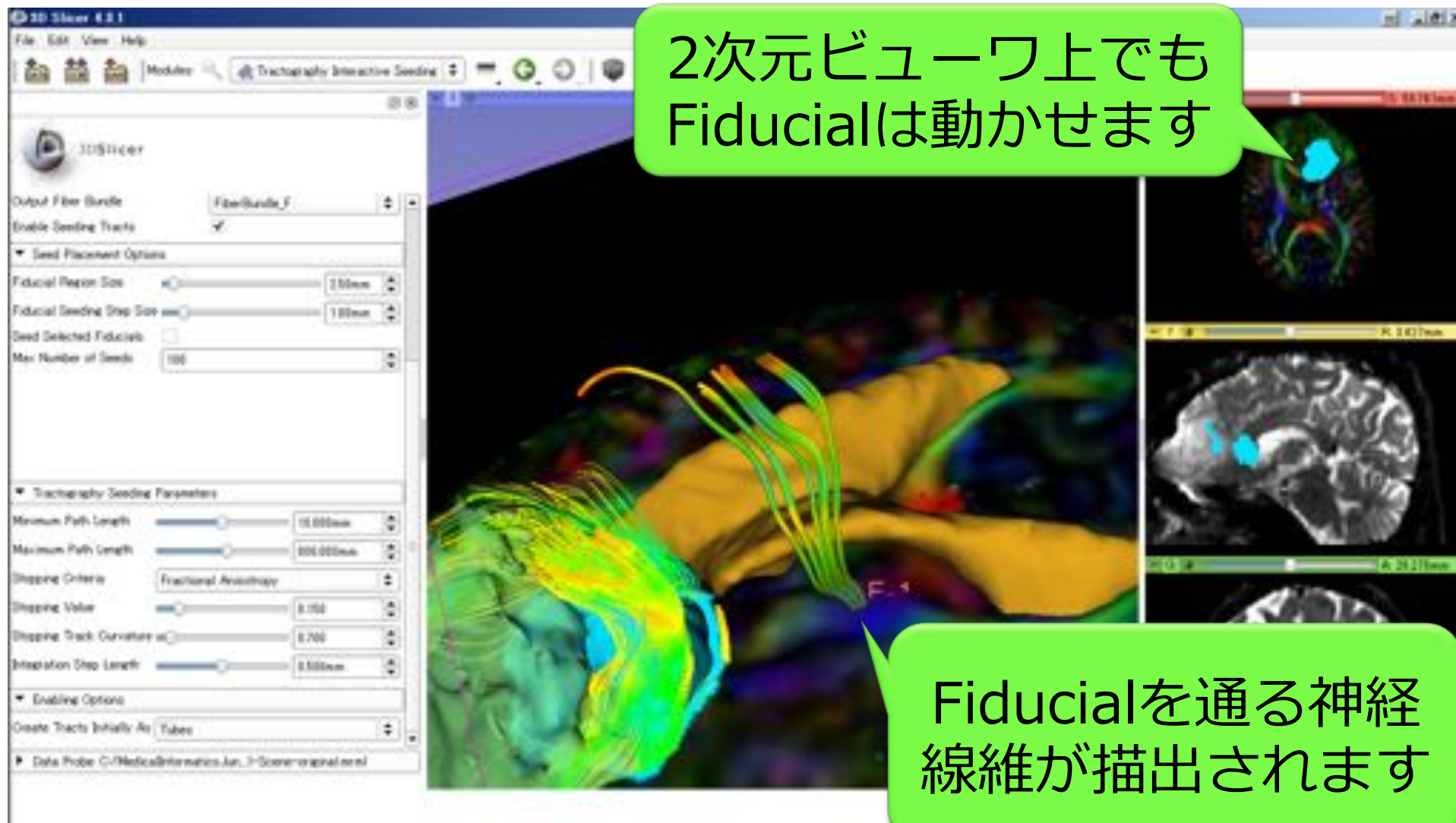
指定した点を通る神経線維の描出



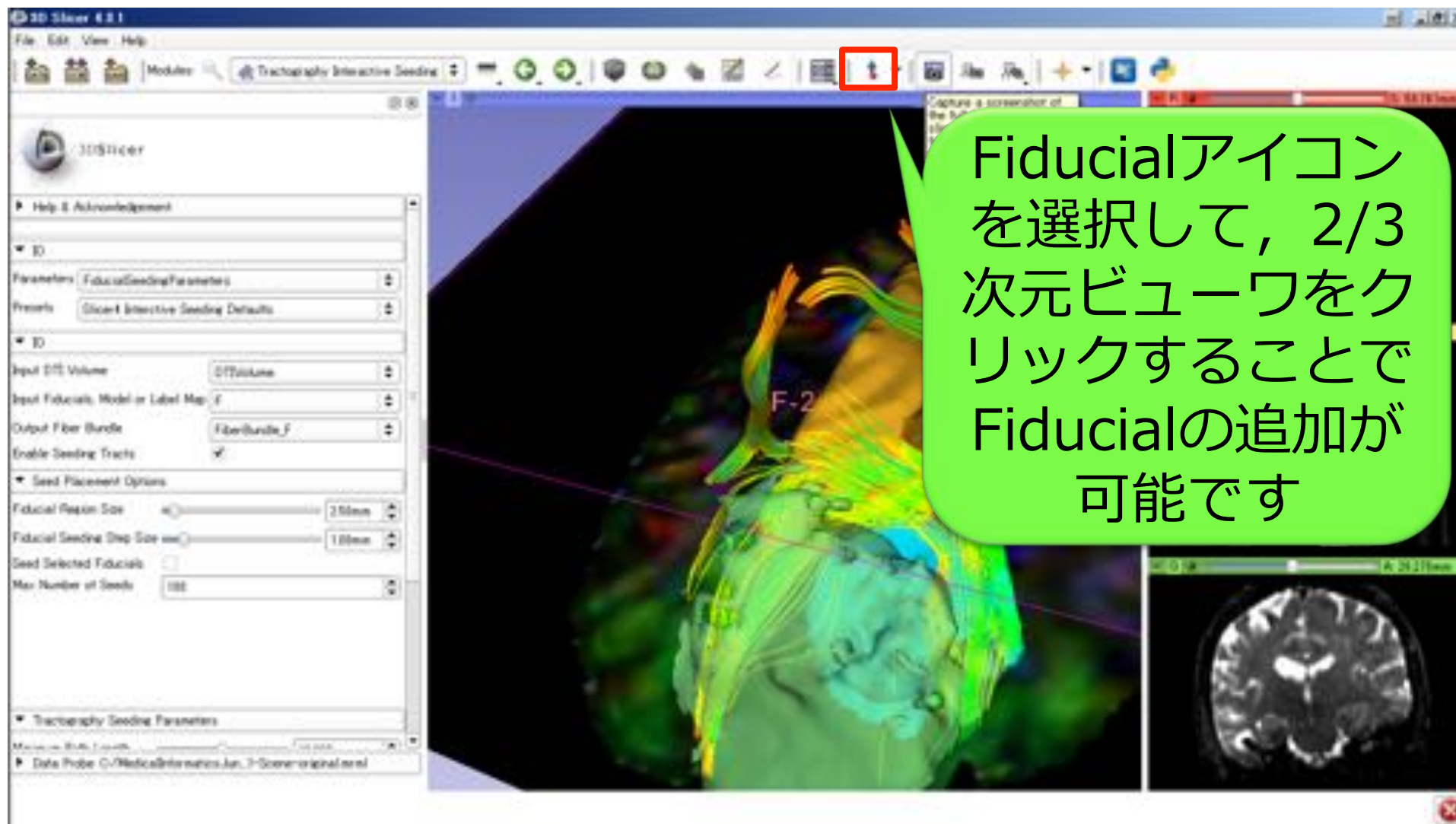
神経線維が描出されています

Fiducialの近くにマウスを移動させ指のマークにしてドラッグ

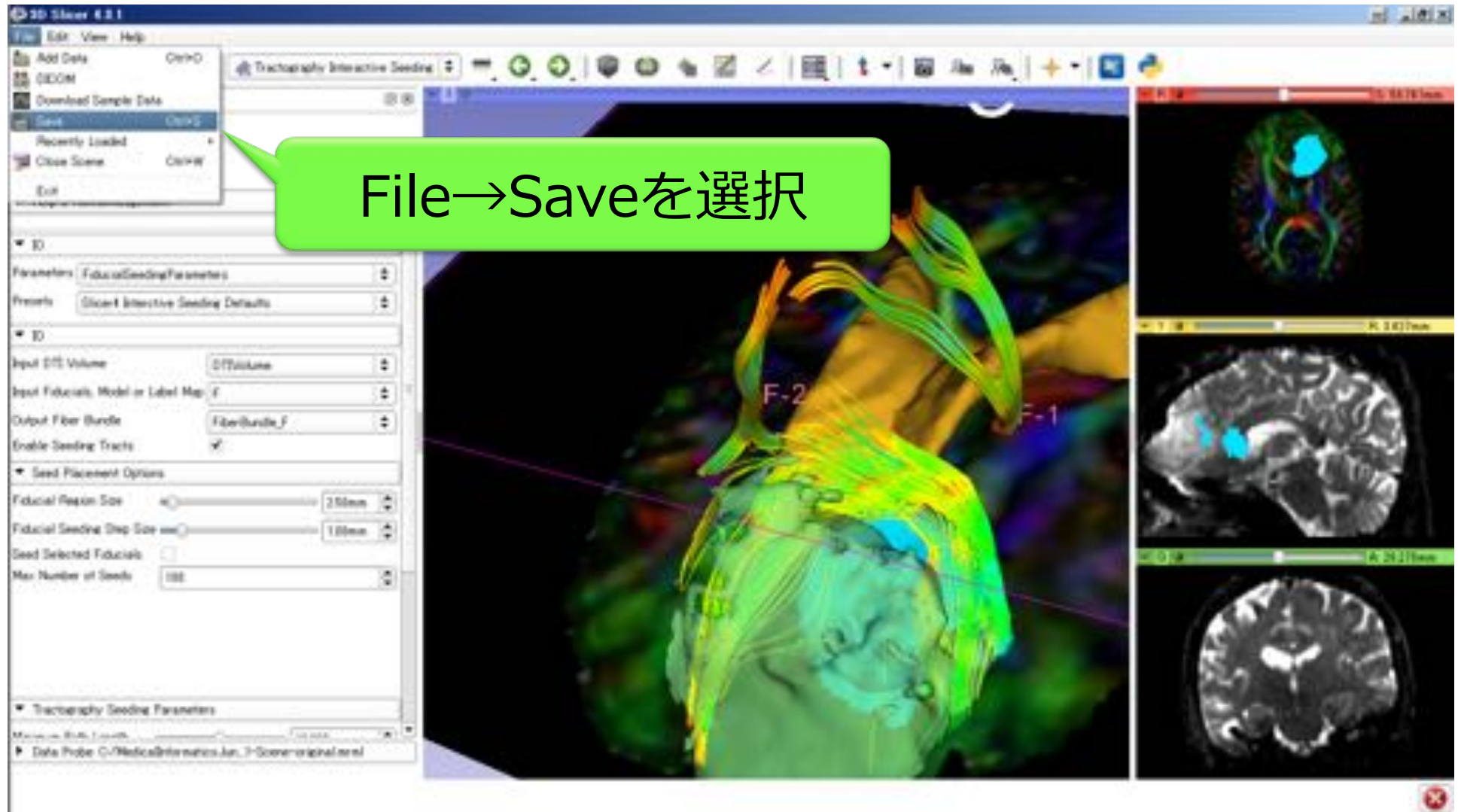
指定した点を通る神経線維の描出



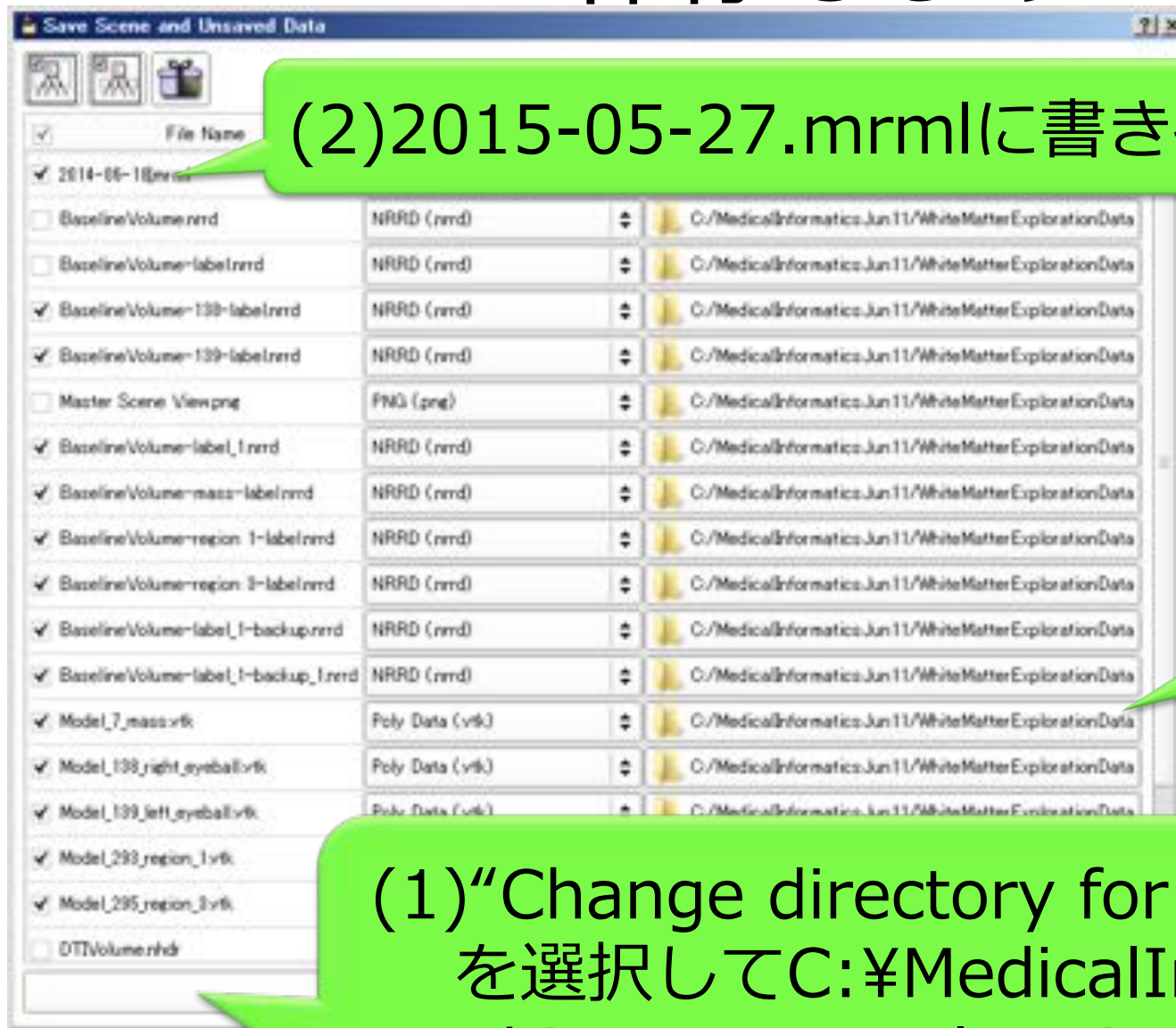
指定した点を通る神経線維の描出



保存します



保存します



(2) 2015-05-27.mrml に書き換え

(3) Save

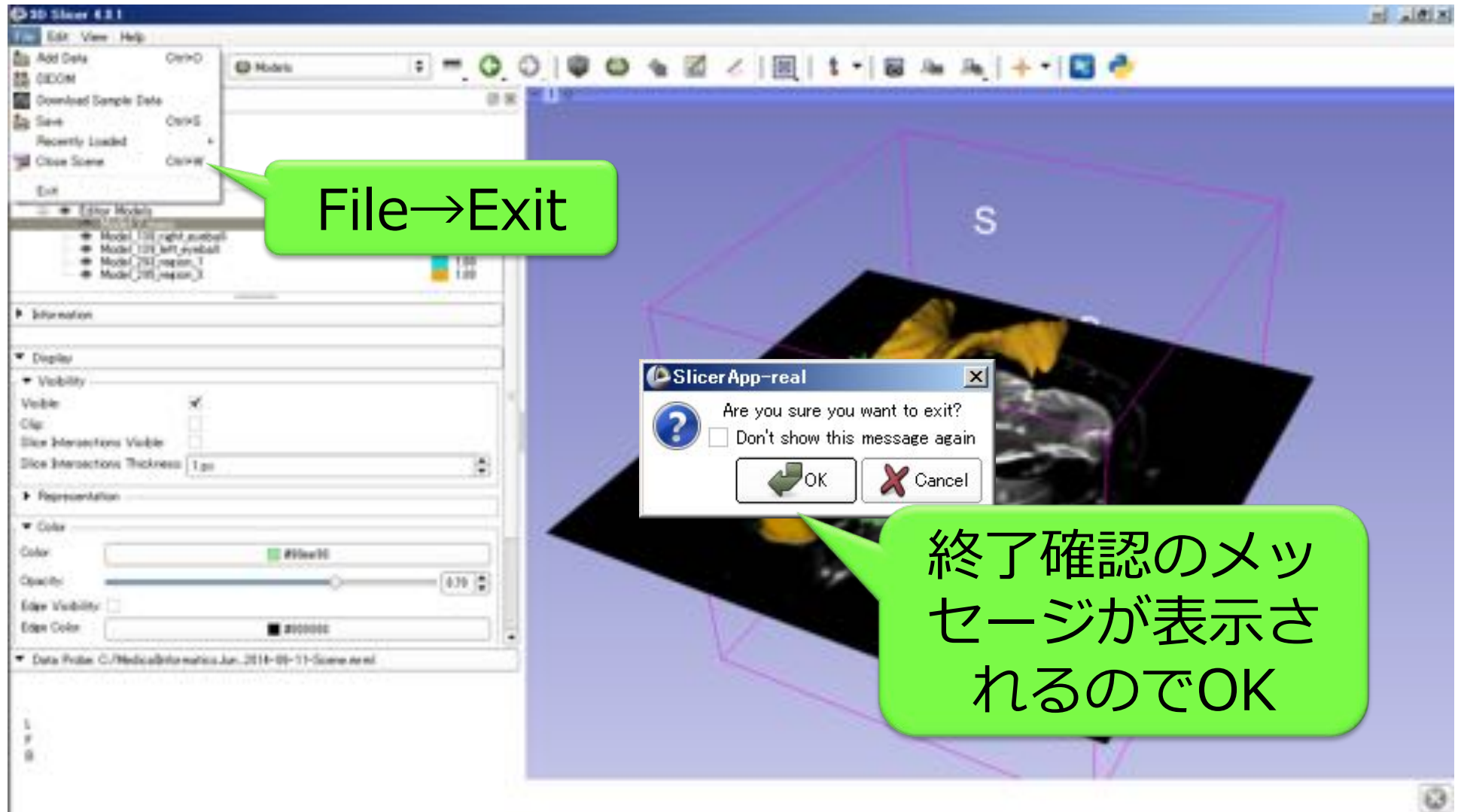
(1) "Change directory for selected files"
を選択して C:\MedicalInformatics\WhiteMatterExplorationData を選択

保存します

上書き確認のメッセージが出るのでYes to Allをクリック



終了します



File→Exit

終了確認のメッセージが表示されるのでOK

3D Slicerを用いた3次元医用画像処理

- データの読み込み・保存
- Modelの取り扱い
- 領域抽出(色塗り)
 - 手動
 - GrowCut
 - Threshold
- 神経線維の描出
 - 指定した領域を通る神経線維
 - 指定した点を通る神経線維

謝辞

- 本講義資料は
<http://www.slicer.org/slicerWiki/index.php/Documentation/UserTraining>
で公開されているTutorial資料を元に作成しました
- 謝辞
 - Harvard Medical School / Brigham and Women's Hospital Department of Radiology,
 - Surgical Planning Laboratory
Ron Kikinis先生, Sonia Pujol先生
 - Surgical Navigation and Robotics Laboratory
波多 伸彦 先生