

第1章 スタートアップ

"Advanced"(拡張)メニューの"3D Constructor"コマンドは、Image-Pro Plus ver. 4.5.1以降のオプションソフト「3D Constructor ver. 5.0」を起動します。このソフトは、標準環境のImage-Pro Plus上にて3次元画像を構築、表示し、体積などを測定します。

3次元画像のレンダリングに使用するZ軸のスタック画像は、Media Cybernetics社のScope-ProやAFAを用いて取り込むことができ、また、主要な共焦点画像ファイル形式のファイルからロードすることもできます。

主な機能:

- 2値化による立体オブジェクト検出
- 3次元での測定: 体積、直線、Polyline、測定値のヒストグラム表示
- X、Y、Z各軸での回転表示
- 多数のレンダリングオプションによる表示:
輝度割り当て、不透明度指定、透過度指定、照明効果
- 任意の角度からの動画表示
- 拡大/縮小、ステレオモード表示
- X、Y、Z各軸での直交断面表示、任意断面表示

システム要件

3D Constructor ver. 5.0を実行するためには、次の環境が必要です。

- Image-Pro Plus ver. 4.5.1以降
- Pentium 以上 (800MHz以上) のCPU
- Microsoft Windows(TM) 2000 SP3以降/XP Professional
- 512MB RAM (1GMB以上を推奨)
- 3GB以上のハードディスク及び (1ピクセル = 4バイトとして) 取り扱う画像サイズの4倍のディスク空き領域
- 24ビットフルカラー以上、解像度1024 × 768以上のカラーモニタ
- OpenGL対応のグラフィックカード (ハードウェアアクセラレータ付き) : 64MBメモリ、2次元テクスチャマッピングサポート、解像度1024 × 768以上

注記: 3D Constructorの多くの機能は、ボリュームデータのリアルタイム処理を行います。大きな画像スタックで高度の機能性を得るためには、OpenGLレンダリングによるハードウェアアクセラレーション付きのグラフィックボードが必要です。

GeForceチップセットを持つボードには次のようなものがあります。

GeForce2、GeForce2 GTS、GeForce256、GeForce MX、GeForce3、
GeForce2 Go (ラップトップ用)

3D ConstructorはOpenGL対応のグラフィックボードを搭載しないパソコンでも動

作可能ですが、処理速度が極端に低下しますので、実用的ではありません。

レンダリングの操作手順

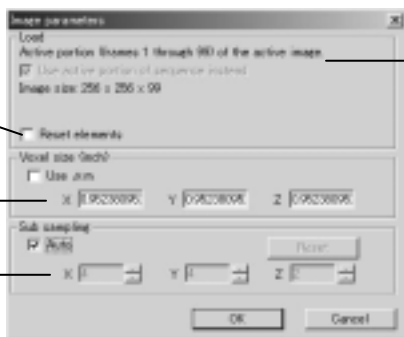
ここでは、3D Constructorの操作に慣れていただくため、デモ画像を使用してボリュームレンダリングの一般的な操作手順をご説明します。

1. デモ画像を用いない場合は、顕微鏡ステージをZ軸に沿ってスライドさせ、複数のスライス画像を取り込み保存します。Image-Proで取り込んだ場合は、シーケンス画像(画像形式:SEQ)として保存します。
2. 取り込んだ画像をImage-Pro Plus (ver. 4.5.1以降)で開きます。ここでは、Image-Proのアプリケーションフォルダ(通常"C:\IPWIN45J")下にある"Images"フォルダから"Pollen.seq"ファイルを開いて下さい。(これは花粉の画像です。)
3. 次に、"Advanced"(拡張)メニューから"3D Constructor"コマンドを実行します。下図の"Image parameters"(画像パラメータ)ダイアログボックスが表示されます。

オプションウィンドウ(後述)のオプションをリセットする場合にオンにします

ボクセルのサイズを指定します

サブサンプリングするボクセルのオフセットを指定します



ロードされた画像の情報(画像のサイズなど)が表示されます(詳細は「ビューウィンドウのコマンド」の章をご覧ください)

このダイアログボックスでは、レンダリングするボリュームのVoxel(ボクセル)サイズ、およびサブサンプリング(間引き)するボクセルのオフセットを指定します。

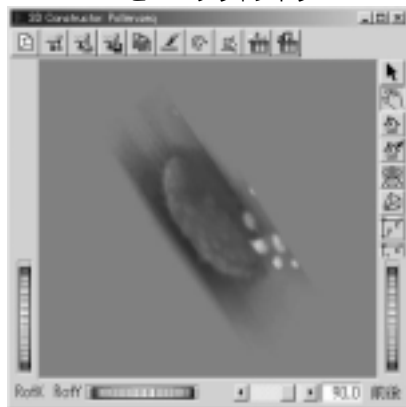
今回開いた画像では、X、Y軸のボクセルのサイズは画像の空間較正の値、Z軸のサイズは画像を取り込んだ際のスライスの厚みが表示されます。また、サブサンプリングのオフセットは自動で設定されています。"Auto"オプションをオフにするとXYZ各欄が入力できるようになり、"Reset"ボタンがアクティブになります。"Reset"ボタンをクリックすると1ボクセル毎(XYZ欄が1となり)、つまりすべてのボクセルをサンプリングする指定となります。

注記: 画像のサイズが大きくなると、レンダリングに非常に時間がかかる場合があります。最適なレンダリングの設定を探すためにテストでレンダリングするような場合などでは、"Sub sampling"欄の"Auto"オプションをオンにして下さい。3D Constructorがサブサンプリングのオフセットを自動で決定しますが、それでも時間がかかるようであれば、このオプションをオフにして、より大きなオフセットサイズを指定するようにして下さい。

ここでは、この状態のまま「OK」ボタンをクリックします。

4. "3D Constructor"ダイアログボックス(以下ビューウィンドウと略:次図左)と"3D Constructor Options"ダイアログボックス(以下オプションウィンドウと略:次図右)が表示されます。

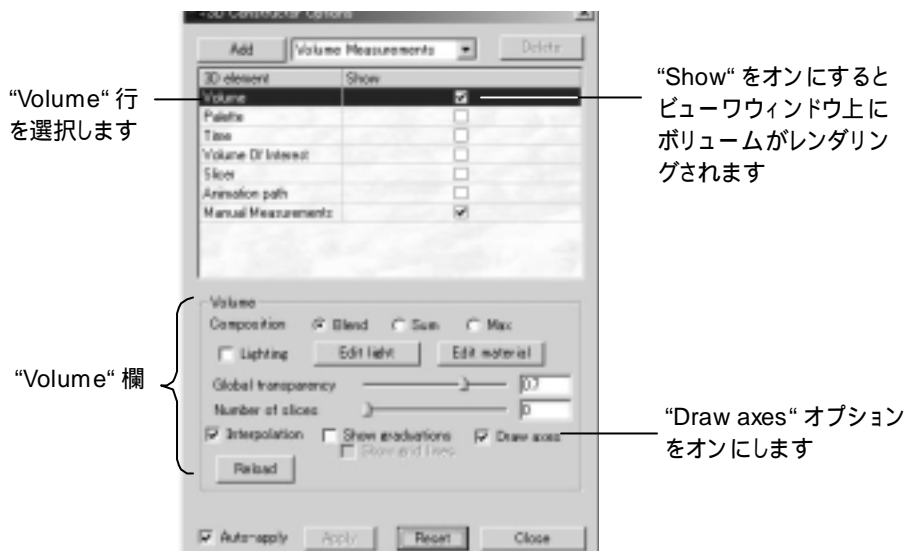
ビューウィンドウ



オプションウィンドウ

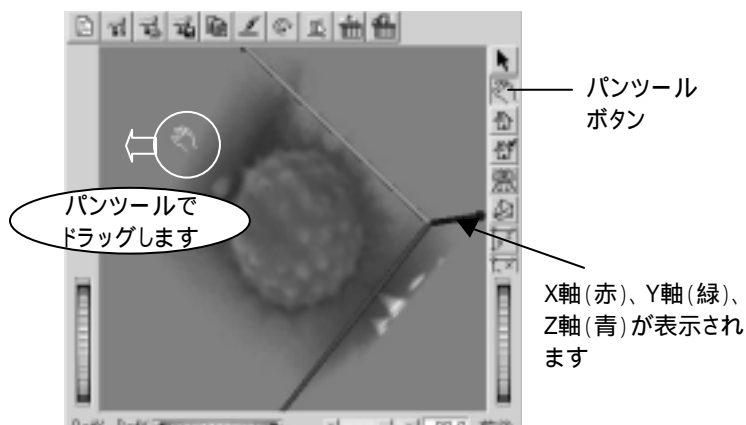


5. 次に、オプションウィンドウの"Volume" (ボリューム)と表示された行をクリックして選択すると(選択された行は強調表示されます)、オプションウィンドウの下半分に"Volume" (ボリューム) オプション欄が表示されます。




"Volume" (ボリューム) 欄の"Draw axes" (軸を表示) チェックボックスをオンにし、"Volume" (ボリューム) 行の"Show" チェックボックスをオンにします。

ボリュームのXYZ軸が、それぞれ、赤、緑、青で表示され、ボリュームがレンダリングされます。



6. ビューウィンドウの右端にあるパンツールボタンをクリックするとカーソルが手の形に変わりますので、この状態でビューウィンドウ上をドラッグすると、ドラッグした方向に画像がウィンドウの中心を回転軸として回転を始めます。

ドラッグする速度を変更すると、その速度に合わせて回転の速度が変更されます。回転を止めるには、手の形のカーソルをウィンドウ内の任意の位置に置いて1度だけクリックします。

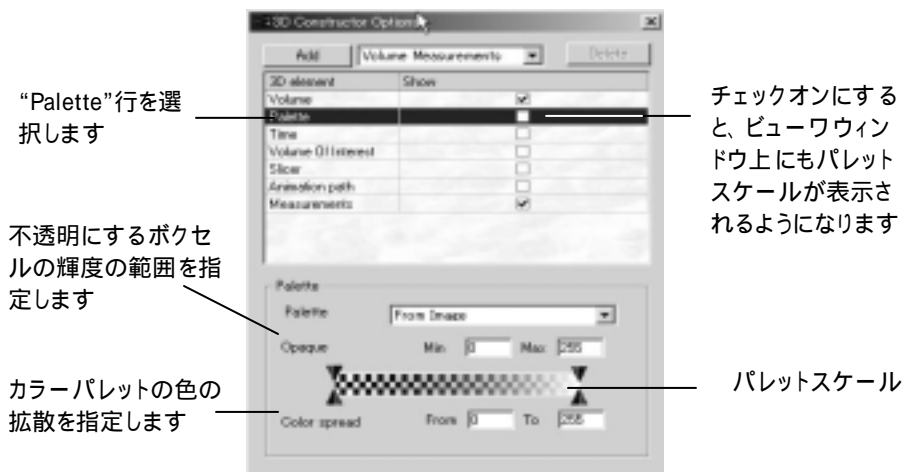
補足: ビューウィンドウの  (選択矢印) ボタンをクリックするとカーソルが矢印に変わります。この状態で、レンダリングされている画像の任意の位置にカーソルを置き、"Alt" キーを押しながら左クリックするとカーソルが手の形のカーソルに一時的に切り替わりますので、上記と同様の操作ができるようになります。

また、マウスホイールのあるマウスを使用している場合は、手の形のカーソルが表示されている状態の時にマウスホイールを押しながらドラッグすると、レンダリングされるオブジェクトのビューウィンドウ上での位置が変更できます。(この時も回転軸はウィンドウの中心となります。)

7. 現在のレンダリングでは、ボリウムのバックグラウンドが全体的に暗く表示され、内部のオブジェクトがバックグラウンドを透過してほんの少し明るく表示されています。これを内部のオブジェクトがより明確になるように表示オプションを変更します。

まず、パレットを適用して画像表示を見やすくします。オプションウィンドウの "Palette" (パレット) 行をクリックして選択します。

オプションウィンドウの下部に "Palette" 欄が表示されます。



8. パレットスケールの上側のハンドルをスライドさせて、“Opaque” (不透明の範囲) を輝度の“Min” (最小値)、“Max” (最大値) で調整します。スライドに伴い画像の表示が変化します。

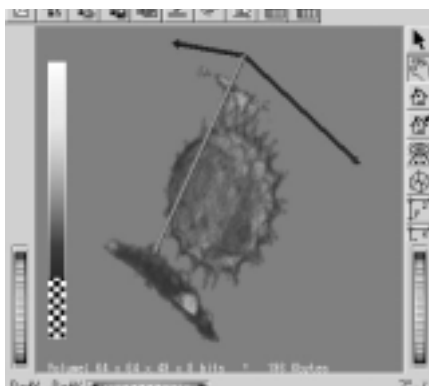


ここでは、“Min”を50程度にすると、この輝度以下のボクセル(主にバックグラウンドのボクセル)が透過されオブジェクトが明確に表示されるようになります。

次に、“Palette”選択ボックスに表示される、既に登録されているパレットの中から“Glow”パレットを選択します。画像がパレットで色づけされて表示されます。

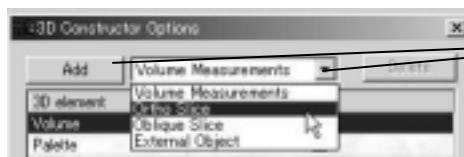
9. 再度、“Volume”欄に戻り、“Global transparency” (全体の透過度) スライダーを左右方向へ移動させて、ボリューム全体の透過度を高めた場合と低めた場合の表示の差をご確認下さい。





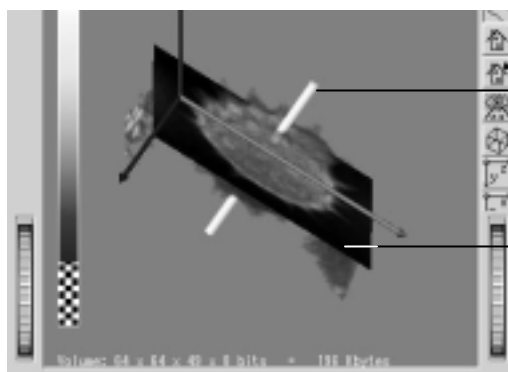
10. 次に、ボリュームを切断して切断面を表示します。

オプションウィンドウの「追加のツール」の選択ボックスの中から"Ortho Slice" (直交断面) ツールを選択して"Add" (追加) ボタンをクリックすると、当ツールがオプションウィンドウに追加されます。



「追加のツール」欄から
"Ortho Slice"を選択し、
"Add" ボタンをクリックします

ここで、"Show" (表示) チェックボックスをオンにすると、ビューウィンドウ上に "Ortho Slice" が表示されます。



ハンドル

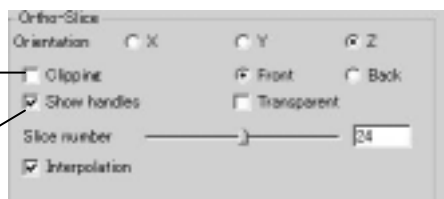
"Ortho Slice"
(直交断面)

注記: "Ortho Slice" は複数追加できます。

また、オプションウィンドウの下半分が "Ortho Slice" (直交断面) 欄となります。

"Clipping" をオンにすると、ボリューム
が切断されます

"Show handles" をオンにします



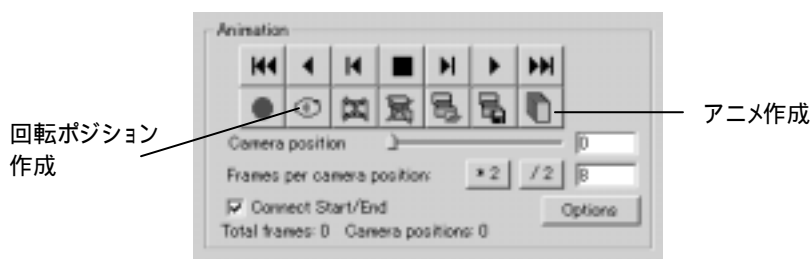
ここで、"Show handles"チェックボックスをオンにすると"Ortho Slice"の中心に白い棒状のハンドルが表示されます。"Ortho Slice"を移動する場合は、選択矢印をこのハンドル上に置いてドラッグします。

"Ortho Slice"の切断面を表示するには、"Clipping" (切り取り) チェックボックスをオンにし、"Front" (前)、"Back" (後) 丸ボタンで切り取る部分を指定します。指定した部分が切り取られ、ボリュームを回転させると切断面が現れるようになります。

注記：後述の"Slicer" (スライサー) ツールを使用するとXYZ軸のそれぞれで切断した断面がインタラクティブに表示できます。詳細は、3-6ページをご参照下さい。

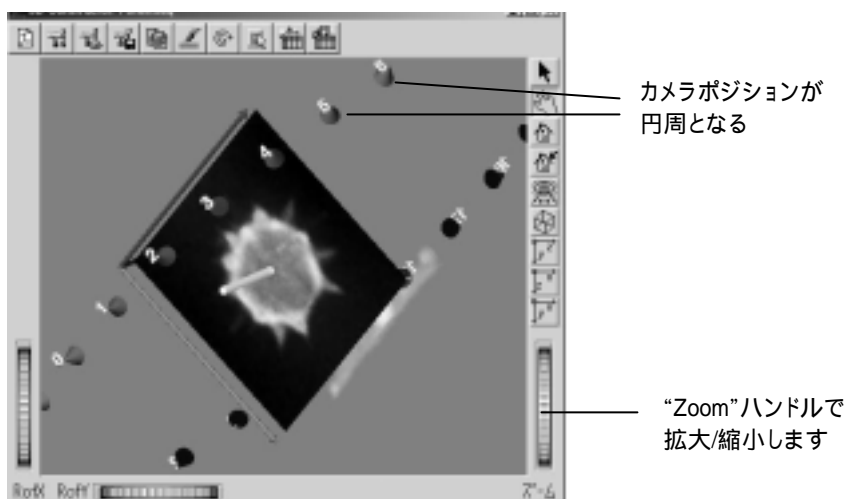
11. 次に、レンダリングを動画として作成します。

オプションウィンドウの"Animation path" (アニメーションパス) 行をクリックして選択すると、ウィンドウの下半分に"Animation" (アニメーション) 欄が表示されます。




(回転ポジション作成) ボタンをクリックし、"Animation path" 行の "Show" チェックボックスオンにします。

ビューウィンドウに動画を撮影するカメラ位置が円周となって表示されます。



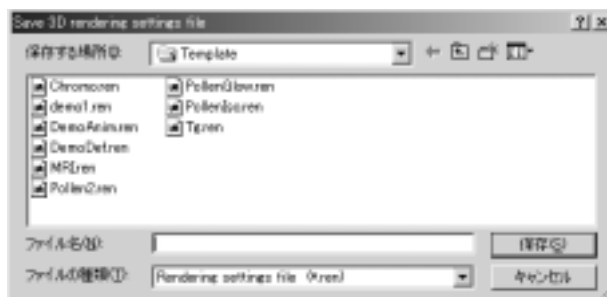
注記：この時、ビューウィンドウの右辺下にある"Zoom" (ズーム) ハンドルを前後に回転させるとボリュームが拡大/縮小表示され、カメラ位置全体を表示できます。

この状態で  (アニメ作成) ボタンをクリックすると、Image-Proのワークスペース上に動画がシーケンス画像として作成されます。(カメラ位置を非表示にする場合は、"Show"チェックボックスをオフにしてアニメ作成を実行します。)


12. 最後に、現在の設定を保存し3D Constructorを終了します。


ビューウィンドウの上辺左にある  "Save rendering settings" (レンダリングの設定を保存) ボタンをクリックします。

下図の"Save 3D rendering settings file" (3Dレンダリングの設定を保存) ダイアログボックスが表示されます。



ファイル名欄に保存するファイルの名称を入力し「保存」ボタンをクリックします。

これで設定ファイル(拡張子".ren")が保存されます。保存した設定ファイルは  "Load rendering settings" (レンダリングの設定をロード) ボタンでいつでも再ロードできます。

13. 3D Constructorを終了するには、ビューウィンドウの右上隅にある  (クローズ) ボタンをクリックします。

ボリューム測定の手順

ここでは、デモ画像を使用してボリューム測定の一般的な操作手順をご説明します。

1. まず、Image-Proを起動し、Image-Proのアプリケーションフォルダ(通常 C:\IPWIN45J)下にある"Images"フォルダから"ColSeq64.seq"ファイルを開いて下さい。(これは血管の画像です。)

次に、"Advanced"メニューから"3D Constructor"コマンドを実行します。"Image parameters"ダイアログボックスが表示されますので、次図のようにオプションを選択して画像をロードします。



"Hi-color (non paletted)" オプションをオンにします: カラー画像をロードする場合にこのオプションをオンにすると、パレット調整が自動的になされ、ハイカラーモードでレンダリングできるようになります。但し、パレットを使用する場合に比べて4倍以上のビデオカードメモリを使用します。オフの場合は、256色のカラーパレットモードとなります。

"Use μm (microns)" をオンにします: 測定値の表示がマイクロメートル単位になります。オフの場合は、画像が持っている較正值が適用されます。

2. ビューウィンドウとオプションウィンドウが表示されますので、オプションウィンドウの「追加のツール」欄から"Volume Measurements"を選択し、"Add" ボタンをクリックして追加します。次図のダイアログが表示されます。



このダイアログボックスからは、"Iso-surface"と呼ばれる曲面をボリューム上に作成します。"Iso-surface"とは、同一輝度を持つボクセルを結びつけて三角形を生成し、この三角形を繋いでいくことで面として表現したものです。

ここでは、各オプションを次のように指定して「OK」ボタンをクリックします。

"Add isosurface for" 欄から "Red channel" を選択します。

"Sub sampling" 欄の "Auto" オプションをオンにします：サブサンプリング間隔が自動的にセットされます。

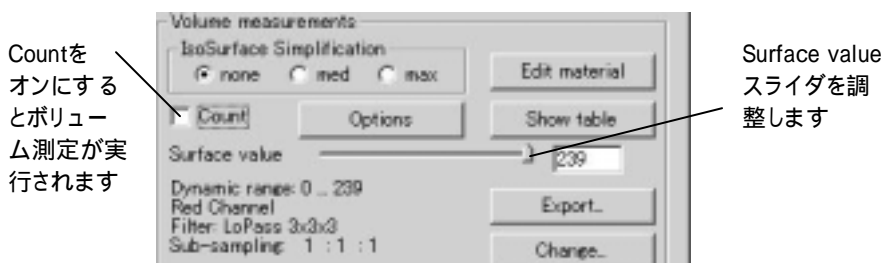
"Filter" 欄から "LoPass 3x3x3" を選択します：生成された Iso-surface にローパスフィルタがかけられ、曲面がなめらかになります。

"Close edge" オプションをオフにします：血管が管状に表示されるように、Iso-surface のエッジを閉じない選択にします。このオプションをオンにすると、バウンディングボックスに接した Iso-surface の面に輝度 0 のピクセルの壁を生成して、面を閉じます。

バウンディングボックスとは、オブジェクトとそのバックグラウンドの境界枠のことです。ロードした画像では、その画像とビューウィンドウの背景との境界にバウンディングボックスが生成されます。Iso-surface では、2 値化されたボリュームの外接枠がバウンディングボックスとなります。2-6 ページ "Draw Style" の項をご参照下さい。

3. "Volume Measurements" 行がオプションウィンドウに追加されますので、クリックして選択します。オプションウィンドウの下部に "Volume measurements" 欄が表示されます。

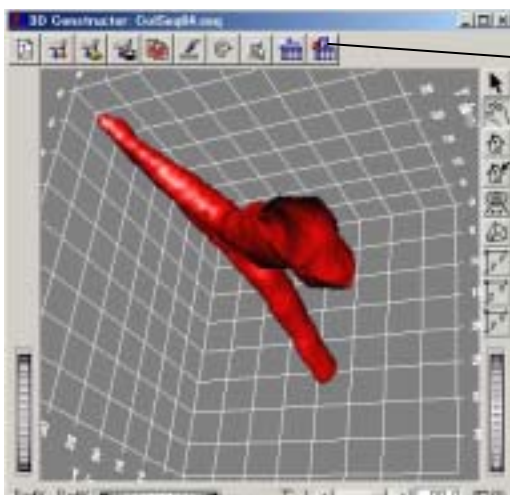
注記："Add" ボタンで当機能を追加する際、ロードした元の画像が Image-Pro 上に開かれていないと、"Volume Measurements" 行は追加されません。



"Surface value" スライダーの調整でボリュームを 2 値化することにより、ビューウィンドウ上でレンダリングされている画像の赤色のチャンネルの部分に赤い Iso-surface が生成されるようにします。 ("Surface Value" を 110 程度にして下さい。)

4. ここでオプションウィンドウの "Volume" 行の "Show" をオフにします。ボリュームが非表示となり、Iso-Surface だけが表示されます。

また、"Volume"行に戻って、"Volume"欄から"Show graduations"、"Show grid lines"オプションをオンにします。グリッドラインが表示されます(次図参照)。



Show Volume measurements data tableボタンをクリックし、ボリューム測定の測定値を表示します

- 再度"Volume Measurements"行を選択し、"Volume measurements"欄の"Count"オプションをオンにします。カウントが実行され、検出されたオブジェクトが自動的に着色され、オブジェクト番号が表示されます。(カウントが実行されると管の入り口部分が閉じられ、1つのボリュームとして体積が測定されます。)

ビューウィンドウの上部にあるツールボタンから"Show Volume measurements data table"ボタンをクリックすると、測定されたデータが"Volume Measurements Data Table"ダイアログボックスに表示されます。

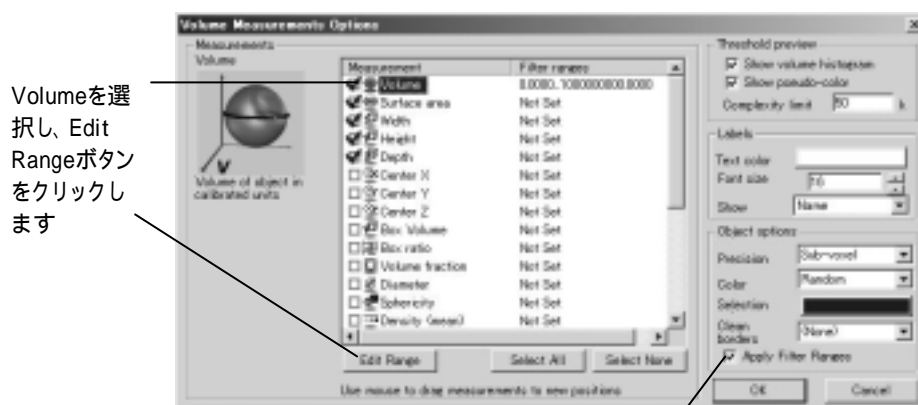
このボタンをクリックすると統計値が表示されます

#	Name	Volume	Surface area	Width	Height
1	1.1	1513.3484	1.275.3516	36.1269	39.72
2	1.2	0.0000	0.0079	0.0747	0.03
Summary Statistics					
Mean value		756.6742	637.6798	18.1008	19.87
Standard deviation		1070.0869	901.8042	25.4927	28.06
Minimum		0.0000	0.0079	0.0747	0.03
Maximum		1513.3484	1.275.3516	36.1269	39.72
Range		1513.3484	1.275.3437	36.0521	39.68
Sum		1513.3484	1.275.3585	36.2016	39.75
Index of Min		2.0000	2.0000	2.0000	2.00
Index of Max		1.0000	1.0000	1.0000	1.00
Shown obj.		2.0000	2.0000	2.0000	2.00
Total obj.		2.0000	2.0000	2.0000	2.00

- 測定されたオブジェクトの中には、測定対象外のものも混じっています。ここでは、これを体積のレンジでフィルタをかけ、測定対象とならないようにします。

"Volume measurements"欄の"Option"ボタンをクリックします。次図の"Volume Measurements Options"ダイアログボックスが表示されますので、測定項目を選択するための"Measurement"欄から"Volume"をクリックして選択し、"Edit Range"ボ

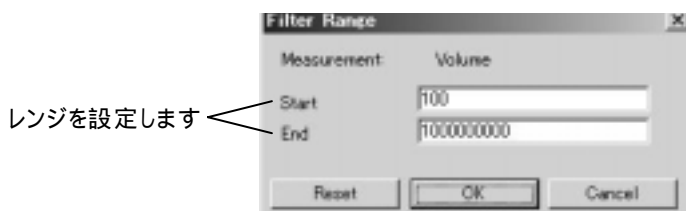
タンをクリックします。



Volumeを選択し、Edit Rangeボタンをクリックします


このオプションがオンになっていると、設定したレンジでフィルタがかかります

"Filter Range"ダイアログボックスが表示されたら、"Start"、"End"欄に数値を入れて体積のレンジを設定し、「OK」ボタンをクリックします。



レンジを設定します

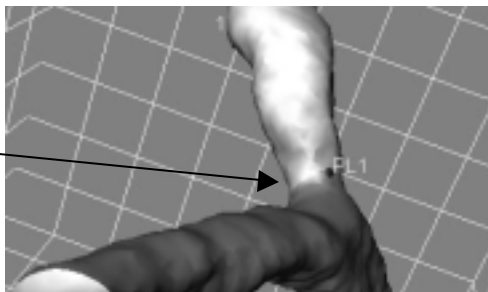
"Volume Measurements Options"ダイアログボックスに戻ったら、"Apply Filter Ranges"オプションをオンにして「OK」ボタンをクリックします。カウントが再実行され、レンジ外のオブジェクトが測定からオミットされます。


- 次に、血管を枝分かれている場所で切断し、オブジェクトを分けてそれぞれの体積を測定します。"Volume Measurements Data Table"ダイアログボックスのツールボタンから、 "Split objects manually" ボタンをクリックします。

その後、選択矢印カーソルをIso-surface上に置き、切断する始点を決めてクリックします。始点を示す"PL1"というラベルが表示されます。次に終点を決めてクリックすると、始終点を結ぶ"Polyline"がIso-surface上に引かれ、オブジェクトが切断されます。切断されると表示されていたラベルが消えます。

注記："PL1"というラベルが表示されない場合は、オプションウィンドウの"Manual Measurements"行の"Show"をオンにして下さい。

Iso-surface上にカーソルを置いて始点をクリックし、その後、終点の位置で再度クリックします




ボリュームを回転させて、正しいPolylineで切断されたかをご確認下さい。切断を取り消すには  "Undo split/merge" ボタンをクリックします。アンドゥできる回数は実用上制限はありません。

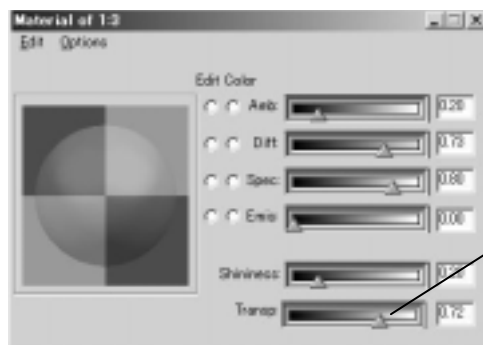
8. オブジェクトが分割されたら、2つのオブジェクトを選択して中心間の距離を測定してみます。

まず、"Volume Measurements Data Table" ダイアログボックスで表示されているオブジェクト測定データの1行をクリックして選択します(強調表示になります)。次に、別の行をCTRLキーを押しながらクリックして選択すると、2つの行とも強調表示され、これで2つのオブジェクトが選択されたことになります。

注記: 選択を取り消す場合には、強調表示されている行をCTRLキーを押しながらクリックします。

選択後、 "Measure distance between centers" ボタンをクリックします。これでオブジェクトの中心間に直線が引かれ、距離が測定されます。但し、直線はIso-surfaceの内部に表示されている場合が多く、今のままではIso-surfaceに隠れて見ることはできません。このような場合は、Iso-surfaceの透過度を高めます。

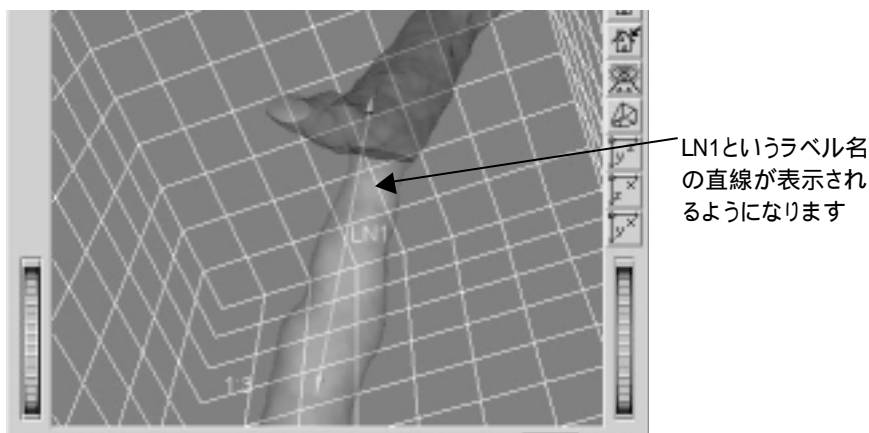
方法は、まず、"Volume Measurements Data Table" ダイアログボックスのオブジェクト番号が表示されているセルをダブルクリックします。Iso-surfaceの質感を設定する"Material of ..." ダイアログボックスが表示されますので、ここで"Transp:" (透過度)を高めます。



バーを右側にスクロールして透過度を高めます

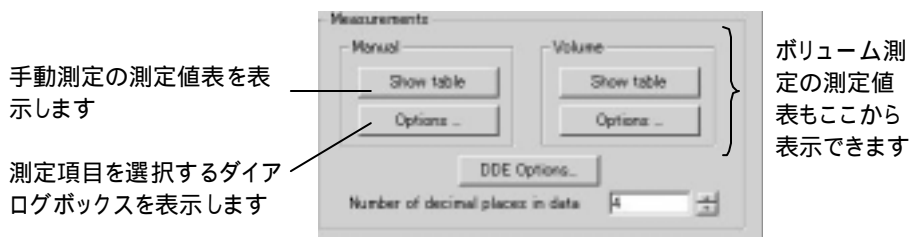
もう1つのオブジェクトに対しても同様の操作を行うと、中心間を結ぶ直線が

Iso-surfaceの内部で表示されるようになります。

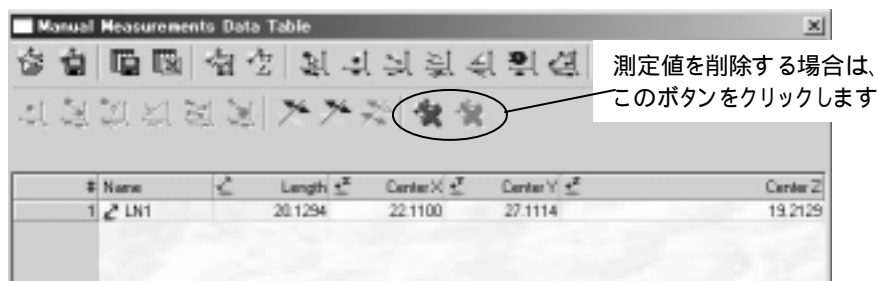


9. 引かれた直線の測定値は手動測定の測定値表に表示されます。

まず、オプションウィンドウの"Measurements" (手動測定) 行を選択します。オプションウィンドウの下部に"Measurements"欄が表示されますので、"Manual"欄から"Show table"ボタンをクリックします。



10. "Manual Measurements Data Table" ダイアログボックスが表示され、引かれた直線の測定値が表示されます。



手動測定のツールを用いると、座標、距離、角度、Polylineなどが測定できます。

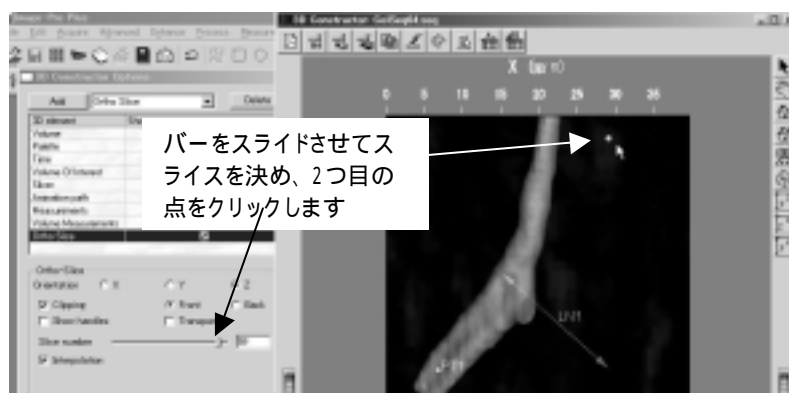
11. 次に、ロードされた画像の任意の2点間の距離を測定します。オプションウィンドウの「追加のツール」の選択ボックスの中から"Ortho Slice" (直交断面) ツールを選択して"Add" (追加) ボタンをクリックして下さい。"Ortho Slice"が表示されます。

この後、オプションウィンドウの"Ortho-Slice"欄から、"Orientation"を"Z"、"Clipping"をオン、"Front"をオン、"Slice number"を0と設定して下さい。



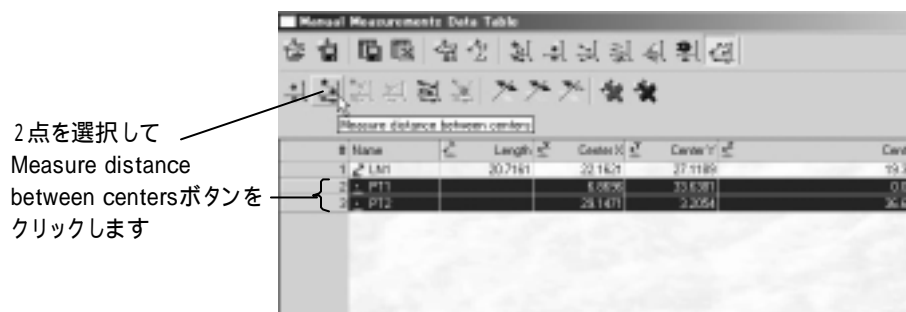
また、ビューウィンドウの基準ポジションボタンをクリックして画像を正面向きにします。(この画像表示は、Image-Proのワークスペース上で開かれているZスタックの画像と同じ表示になります。) 必要なら、Zoomハンドルを回転させて画像の表示を拡大させて下さい。

12. ここでは、1枚目のスライスに1つ目の点を置きます。"Manual Measurements Data Table"ダイアログボックスの"Add point measurement"ボタンをクリックし、ビューウィンドウ上で"Ortho Slice"が表示されている部分の任意の位置をクリックして下さい。(黄色で点が表示されます。)
13. 次に、"Ortho-Slice"欄の"Slice number"バーをスライドさせて2つ目の点を置くスライスを表示させ、12.と同様に任意の位置をクリックします。(2つ目の点が黄色で表示されます。)



14. "Manual Measurements Data Table"ダイアログボックスに生成された2点の測定値が表示されますので、2行共選択し、"Measure distance between centers"ボタ

ンをクリックすると2点間の距離が測定されます。



15. 測定が終了したら、測定図形が見やすくなるように"Ortho Slice"の"Show"をオフにします。

