
Volume Extractor 操作マニュアル (中級編：造形)

(株)アイプランツ・システムズ

はじめに

Volume Extractor Ver. 3.0 (VE) は、CT 装置や MRI 装置から取り込んだスライス画像から、画像処理、セグメンテーション、画像表示、3 次元形状再構成までの処理を処理することが可能です。図 1 は、スライス画像群をボリュームレンダリング機能を用いて表示した例です。このように大量のスライス画像から、必要な情報のみを 3 次元的に見ることも可能です。また、VE は、簡単な操作ですべての機能を利用できるように対話メニューから操作できるように設計されています。そのため、3 次元画像を扱うのが初めての方でも十分使いこなせるものになっています。図 2 は、VE の主な機能と構成です。本マニュアルでは、VE の形状再構成機能を中心に、具体例を挙げながら、その機能や操作方法を説明します^[4-7]。

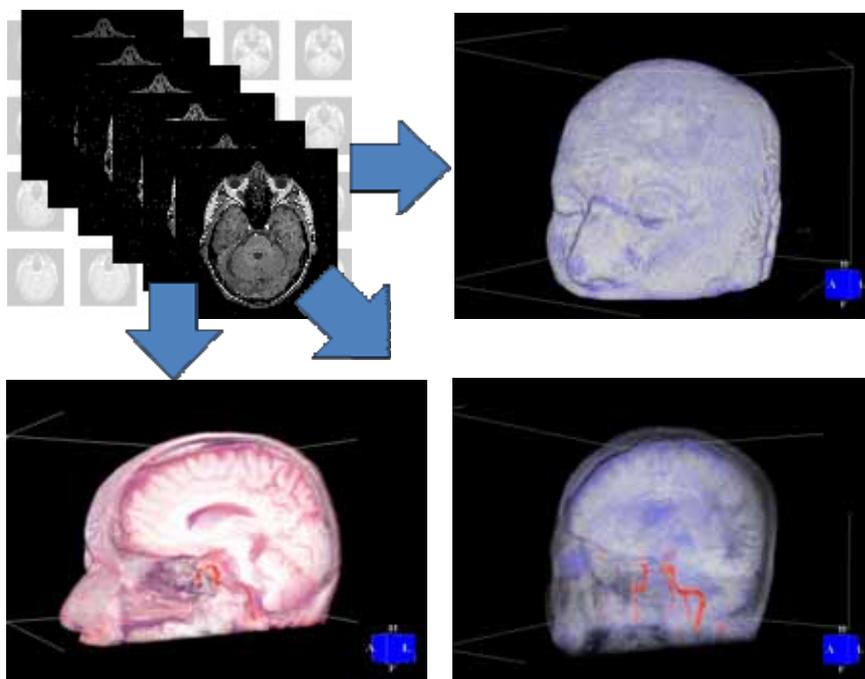


図 1 ボリュームレンダリングによる表示例

図 3 は、歯の CT 画像に対して、ボリュームレンダリング（左側）と等値面生成（右側）の違いを表したものです。図 3 の右側の等値面生成では、歯および骨の CT 値を持つ画素を 3 次元ポリゴンで表現しています。図 4 は、この等値面生成された 3 次元ポリゴンを 3D プリントで造形した例です。このように VE では、与えられた 3 次元画像に対して、用途に応じた加工や表示が可能となっています。

図 5 は、脳の MR 画像（T2 強調画像）から、大脳部分と表皮を作成した例です。大脳部分はセグメンテーション機能を用いて、抽出しています。図 4 および図 5 で使用した 3D プリ

ンタは , Dimension 3D プリンタ^[3]です .

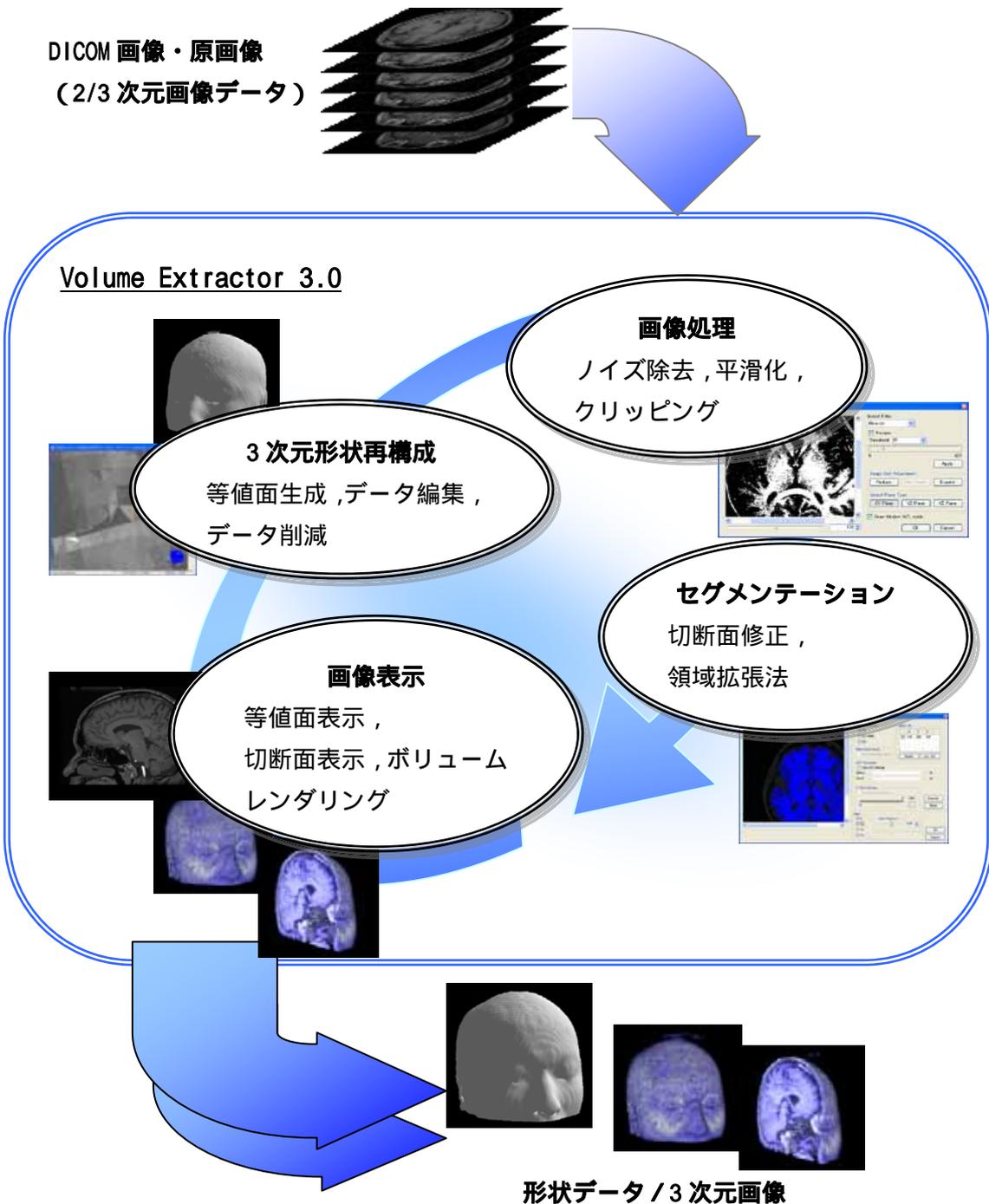


図2 VolumeExtractor 3.0 主な機能と構成

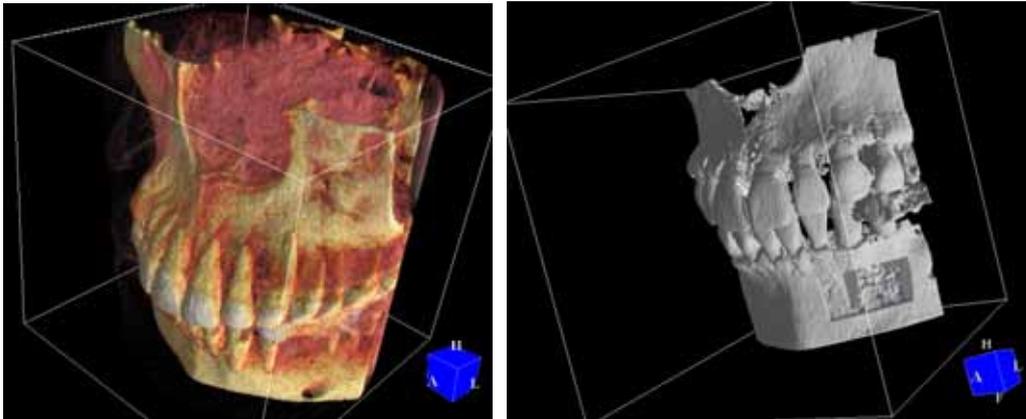


図3 ポリウムレンダリングと等値面生成の違い

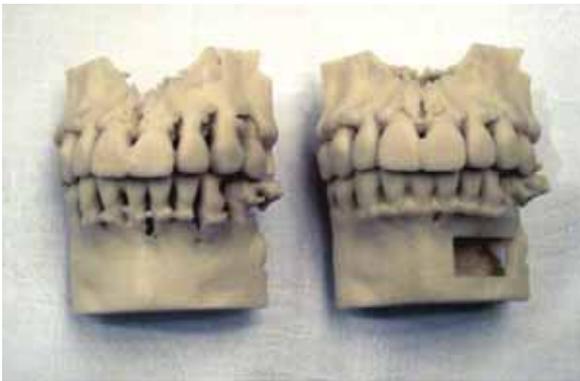


図4 3D プリントによる出力例(1)



図5 3D プリントによる出力例(2)

2. 機能概要

VE は主に医用画像データの処理を行うことを目的としており、次のような機能を提供しています^[4, 6]。

- DICOM 画像等の医療用画像の入力と 3 次元画像構築
- 複数の 3 次元画像表示
- 3 次元画像の部位抽出 (セグメンテーション)
- 3 次元画像の計測
- 3 次元形状の再構成と操作
- 3 次元画像データ, 3 次元形状データの出力

2.1 医療用画像の入力と 3 次元画像構築

MRI, CT の医療用画像として一般的な DICOM 画像フォーマットの入力に対応しています。また、原画像として、TIFF, BMP, RAW データなどのフォーマット入力に対応しています^{注 a)}。図 6 は、複数の 2 次元断面画像から 3 次元画像を構築し、その表面形状を 3 次元ポリゴンで近似した例です。

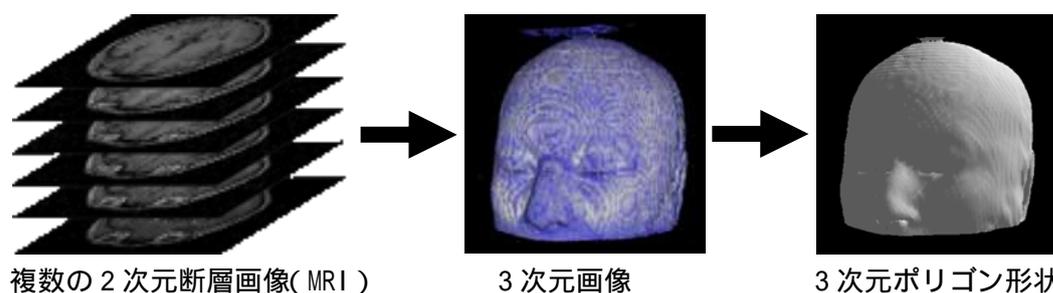


図 6 3 次元画像の構築と 3 次元形状再構成

注 a) DICOM, RAW, TIFF

DICOM は、Digital Imaging and Communications in Medicine の略で、医用デジタル画像と通信の標準規格です。DICOM 規格を採用することで、異なった装置間で、医用画像の相互接続やデータベースの統一化が可能になります。RAW は、生データや未加工であることを表しており、画像フォーマットとしては、画素値だけの画像データを表すことが多いです。TIFF は、Tagged Image File Format の略で、汎用の画像データフォーマットとして、広く普及しています。

2.2 複数の 3 次元画像表示

VE では、複数の 3 次元画像を同時表示することが可能です。例えば、骨の形状を観測するための 3 次元 CT と軟骨や内臓を観察するための MRI を同時表示することができます。表

示方法には、断面表示、等値面表示、ポリウムレンダリング、各表示の組み合わせが使用可能です。3次元画像は「ポリウム画像」、「3次元ポリウム画像」とも呼ばれ、ポリウムレンダリングは、ポリウム画像を効果的に表示するレンダリング（画像生成）手法です。VEでは、グラフィックスプロセッサユニット（GPU: Graphics Processing Unit）を利用したポリウムレンダリングにより、高速な3次元画像表示を可能にしています。

2.3 部位抽出（セグメンテーション）

VEでの部位抽出（セグメンテーション）は、「対話型セグメンテーション」、「領域拡張法」、「ヒストグラムベース」による方式をサポートしています（図7）。対話型セグメンテーションでは、ペンや矩形領域で直接スライス画像を編集できます。領域拡張法は、複数のシード点を与えて、その点群に隣接かつ類似した領域を抽出します。ヒストグラムベースは、ヒストグラム上で範囲を指定することで、その範囲の領域を抽出します。

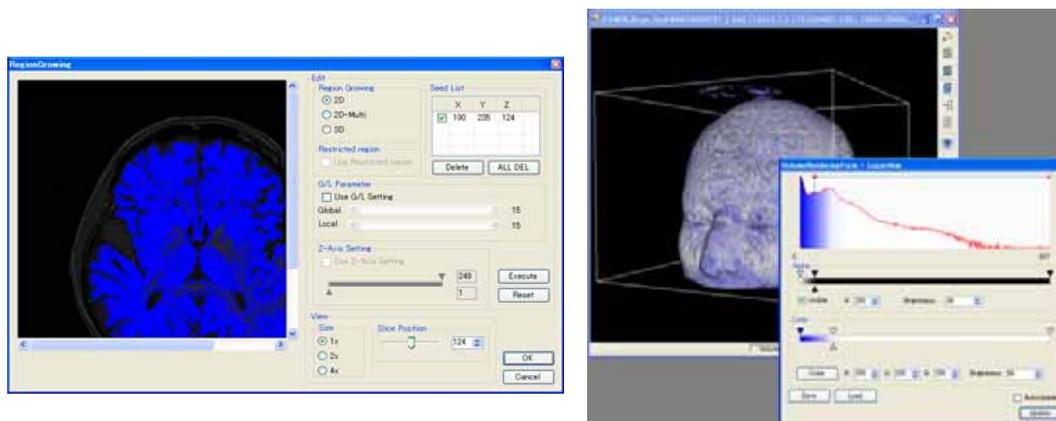


図7 VEのセグメンテーション（領域拡張法（左）とヒストグラムベースによる手法（右））

2.4 3次元画像の計測

VEでは、3次元画像の長さや角度、面積、体積を対話的な操作で計測することができます（図8）。CTやMRIの性能向上により、解像度の高い3次元画像データが計測可能になってきたため、十分な精度の計測が可能になっています。

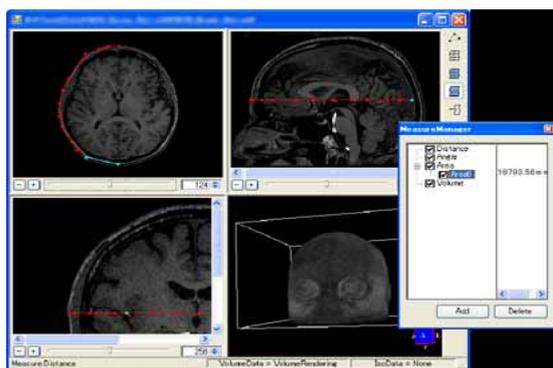


図 8 3次元画像の計測

2.5 3次元画像データ，形状データの出力

VEで作成した3次元画像，3次元形状モデルをファイルへ出力することができます。また，DICOM 画像フォーマットでの出力や，STL，DXF，VRML 等々の形状モデルのフォーマットでの出力にも対応しています^{注 b)}。出力された形状データは，実物モデルの作成以外にも，有限要素法（FEM）による応力シミュレーションや手術の術前計画などに利用可能です。

注 b) STL，MGF，VRML

STLはStereo Lithographyの略で，ラピッドプロトタイピング（Rapid Prototyping）でよく使用されている汎用データフォーマットです。MGF(Materials and Geometry Format)，VRML(Virtual Reality Modeling Language)も同様にポリゴン形状を表現するデータフォーマットの種類で，MGFはモデリングや可視化，VRMLはWEBなどでよく使用されています。

3. 3次元形状再構成

3.1 データ読み込み

CT装置やMRI装置から得られたDICOM画像を読み込み，3次元画像（ボリュームデータ）を作成します。図9-A～図9-Dは，インポート機能でDICOM画像を読み込んでいます。図9-Bは，DICOM画像の入ったディレクトリを指定しています。図9-Cは，読みこむDICOM画像の確認画面です。画像サイズや異なる種類のDICOM画像が含まれている場合，そのファイルのチェックボックスを外して下さい。画像ファイルのインポート終了後，画面右端のSliceEdit画面に読み込まれた画像が断面表示されます（図9-D）。

次にインポート終了後，File - Saveの3次元画像保存機能を用いて，VDFフォーマットかVOLフォーマット^{注 d)}で，3次元画像を保存して下さい。次回からは，インポート機能を用いずに，File-Openの3次元画像読み込み機能で，その3次元画像ファイルを直接，読み込

めます。

注 c) VDF , VOL ファイルフォーマット

VDF , VOL フォーマットは , Volume Extractor 専用の 3 次元画像フォーマットです . VDF フォーマットは , ファイルの中に画像サイズと原画像が含まれています . VOL ファイルは , 原画像のみのデータ (ファイルタイプが . vol) と , 同じファイル名でファイルタイプが . vif の 2 種類のファイルが生成されます . ファイルタイプが . vif のファイルには画像サイズや画素サイズが書かれています . 他のアプリケーションで原画像を読み込む際は , VOL ファイルフォーマットが便利です .

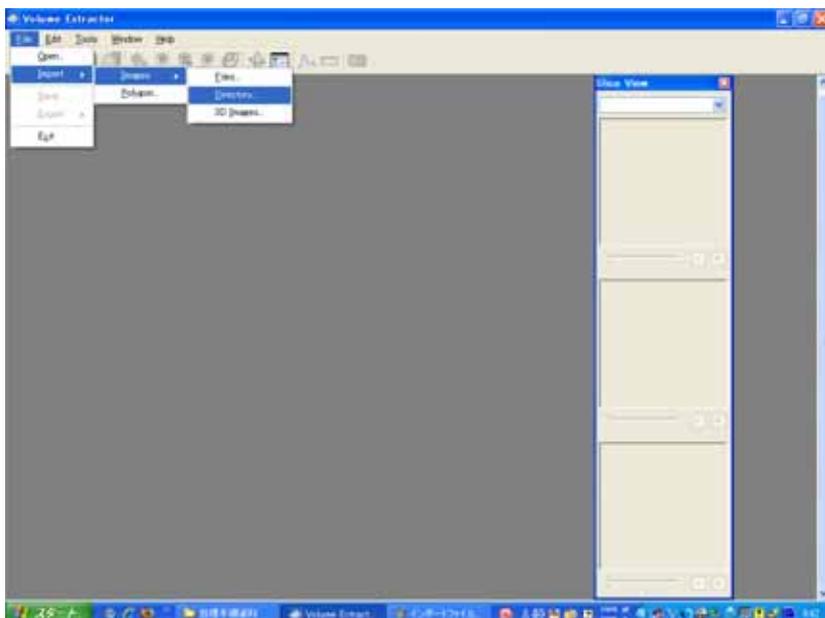


図 9-A インポート作業 (ファイルまたはディレクトリの指定)

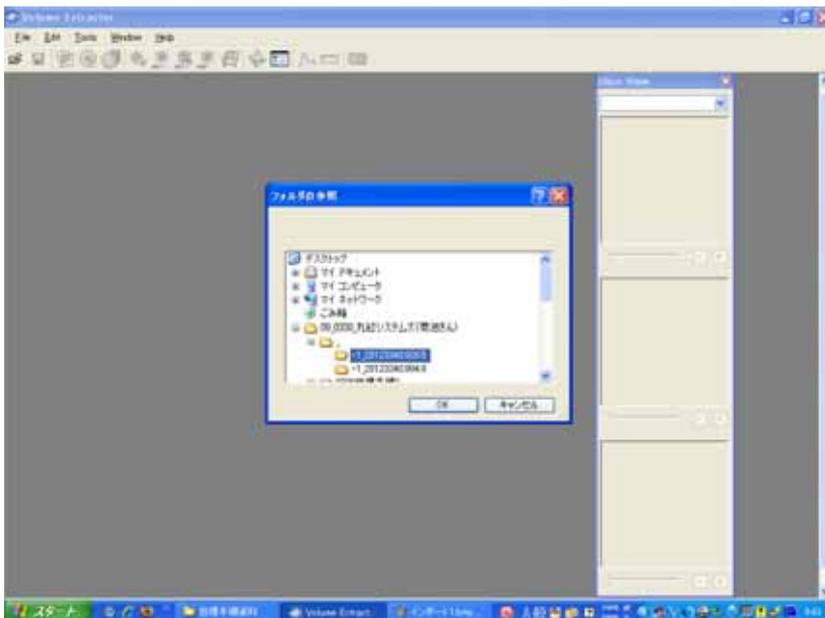


図 9-B インポート機能 (DICOM 画像のディレクトリ指定)

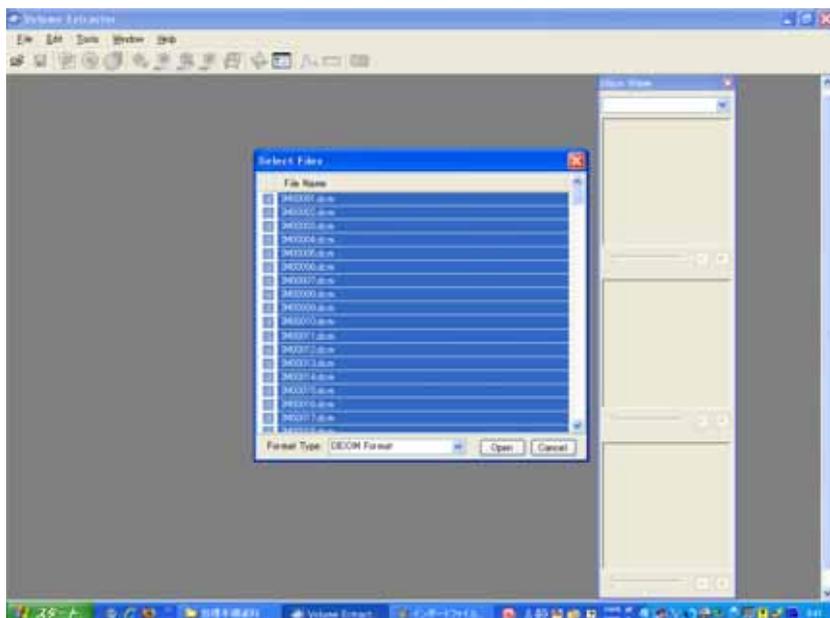


図 9 C インポート機能 (DICOM 画像の読み込み)

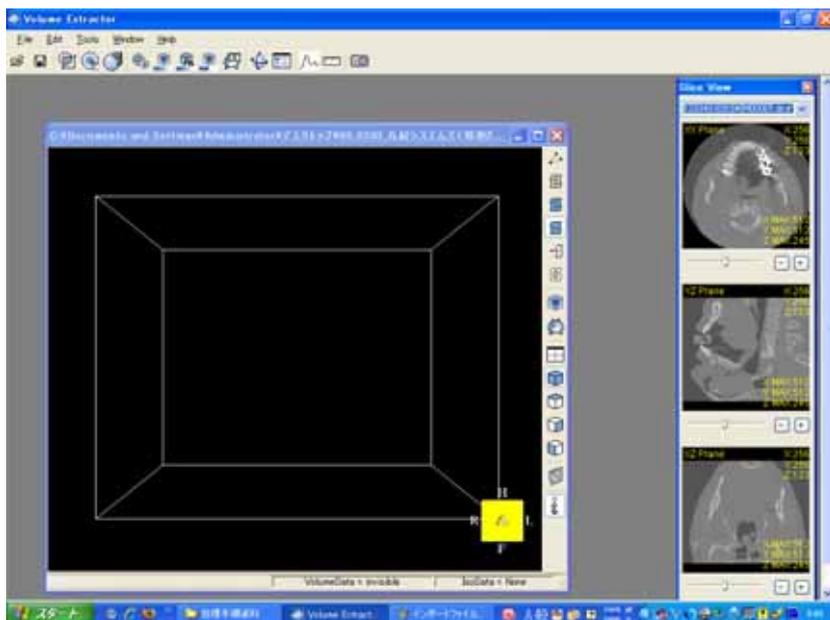


図 9 D インポート機能 (3次元画像の作成)

3.2 前処理

一般に 3 次元画像 (ボリュームデータ) には, ノイズや不必要な領域などが含まれていま
す. そのため, これらの領域は, 形状データに変換する前に, 3 次元画像の段階で取り除い
ておくことが重要です. また, 3D プリンタや光造形装置を用いる際に, 閉じた表面を作成
する際にもセグメンテーションの段階で行うと, その後の処理が容易になります. そのた
め, VE では, ノイズ除去機能, 不必要な領域のクリッピング機能, 指定された範囲の輝度

値を同一の輝度値に変換するなどの機能（インデックスマップ機能）が備わっています。

図 10 では、必要な部分を確認するために、最初に等値面生成を行っています。必要な画像のみをクリッピング（切り出し）するためには、等値面生成やボリュームレンダリングで表示しておくクリッピングする際にその大きさを決定するのに便利です。クリッピング機能は、メインフレーム上段の Edit メニューの下にあります（図 11-A）。

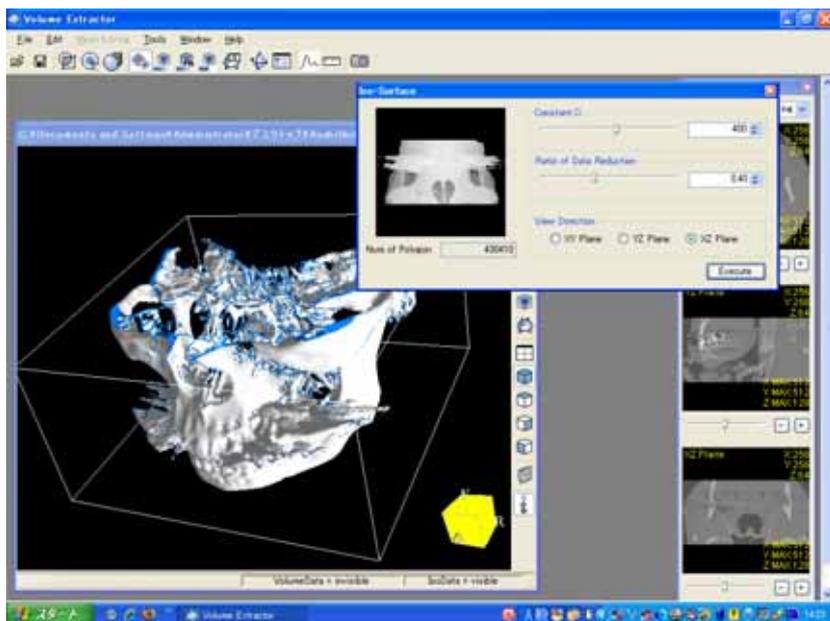


図 10 クリッピング機能のための等値面生成

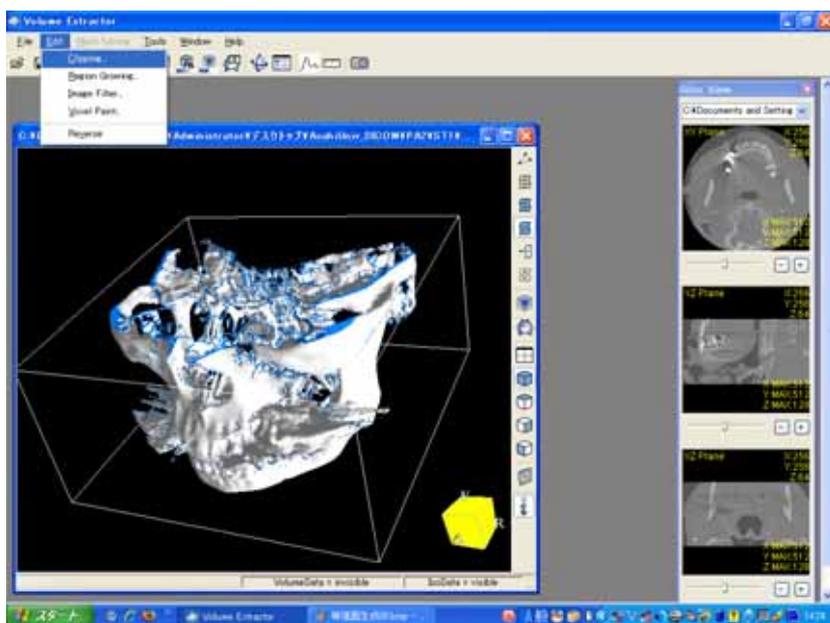


図 11 A クリッピング機能の選択

クリッピング機能が選択されると、図 11-B のようにクリッピングダイアログとクリッピングされる領域を示す赤枠が表示されます。赤枠の大きさは、スライダーを修正することで、変更可能です。クリッピングダイアログの”Execute”ボタンを押すと、赤枠の内部がクリッピングされます。

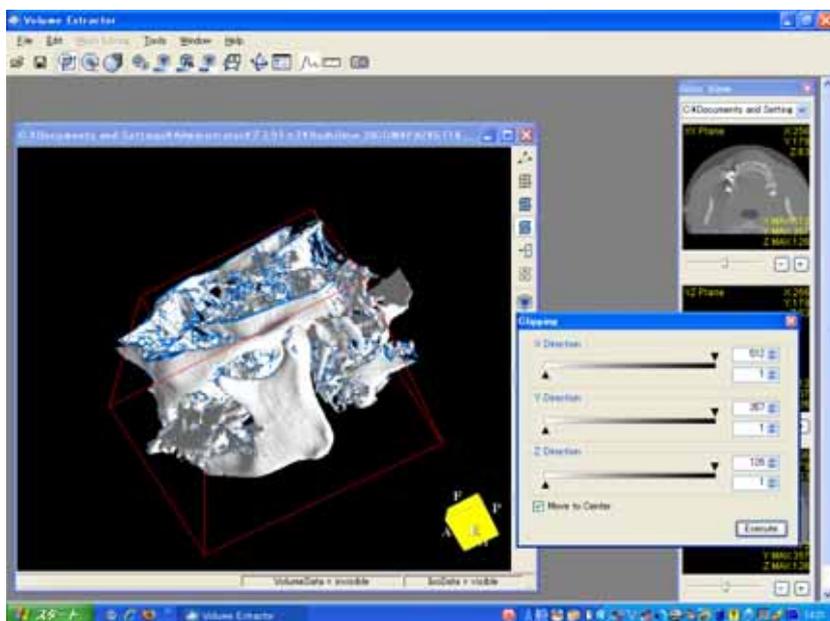


図 11 B クリッピング機能のダイアログ

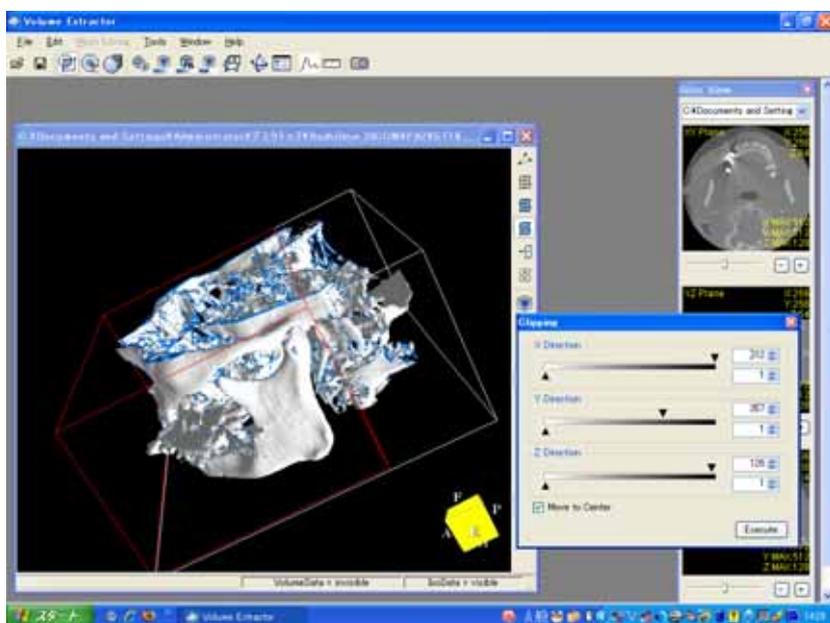


図 11 C クリッピング領域（赤枠の部分）の指定

図 11-D は、クリッピングの最終確認です。クリッピングを行うと、その領域のみの 3 次元画像データになります(図 11-E)。クリッピングされた領域は、新しい 3 次元画像データとして、“File-Save” で保存して下さい(図 11-F)

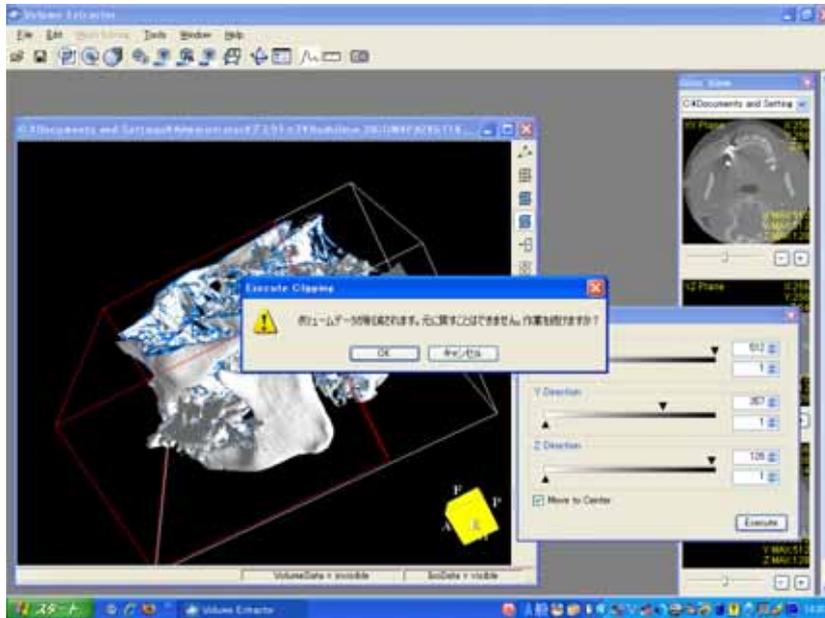


図 11 D クリッピングの実行および確認

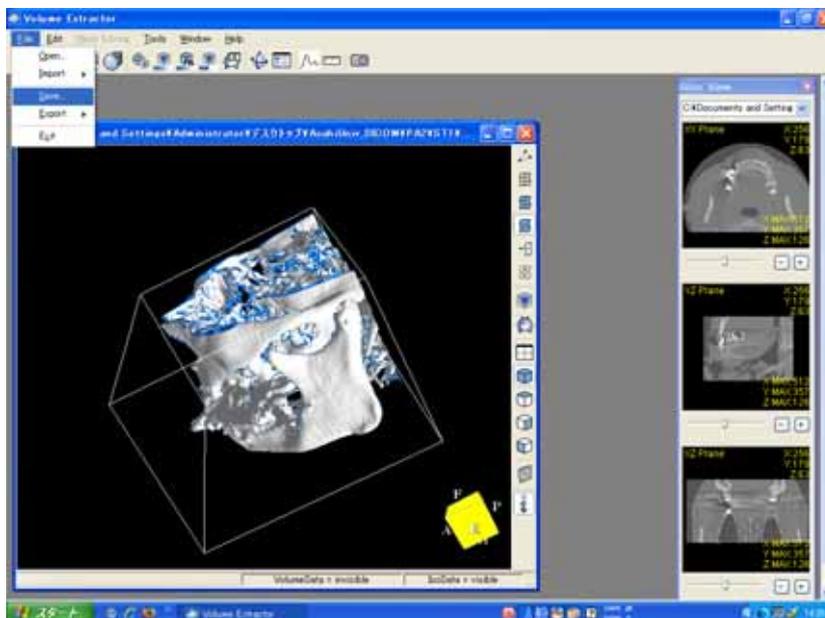


図 11 E クリッピング領域(赤枠の部分)の指定

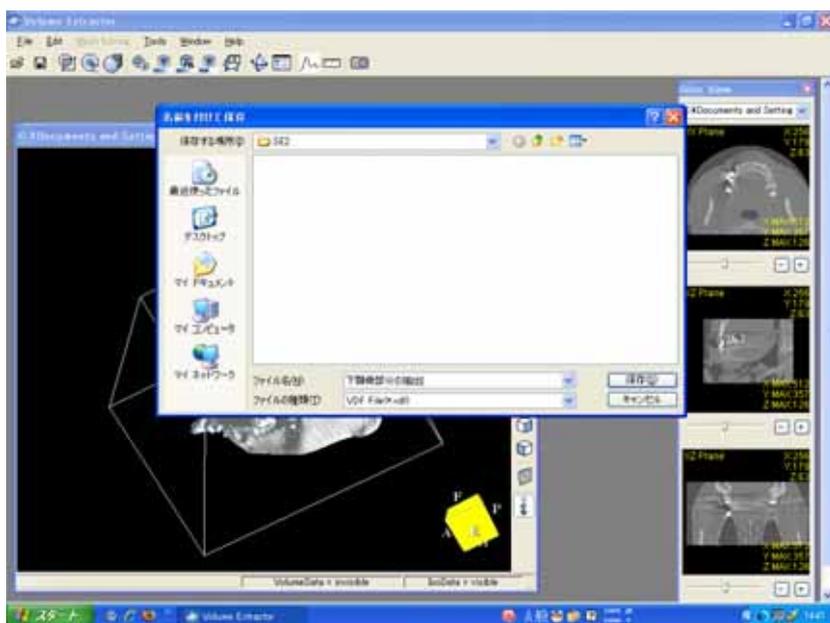


図 11 F クリッピングされた 3 次元画像の保存

図 12 A~図 12 F では、インデックスマップ機能を用いて、骨抽出に必要な領域を削除しています。ここでは、対象としない領域として、CT 値のデータ全体の最小値から 79 までの値を持つボクセル値をゼロにしています（図 12 D, 12 E）。

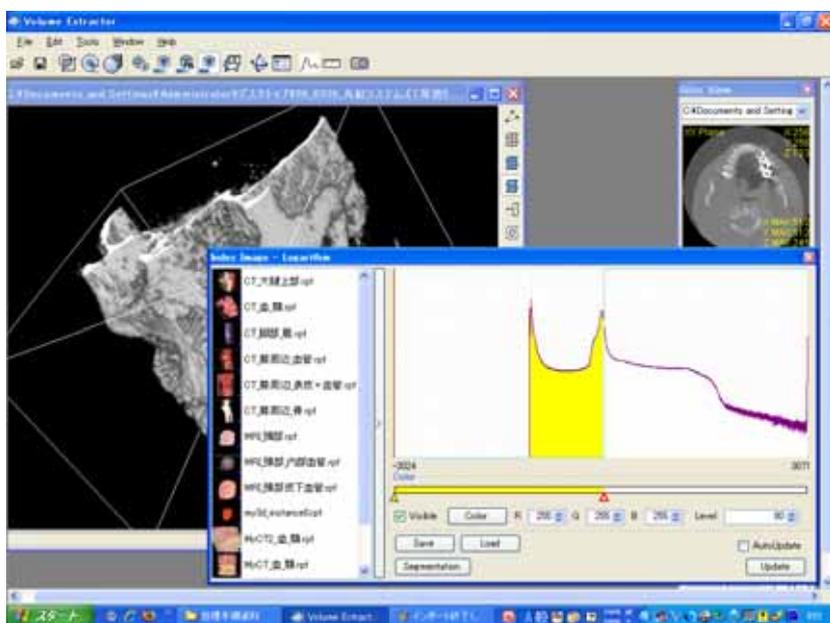


図 12 A インデックスマップ機能（修正前）

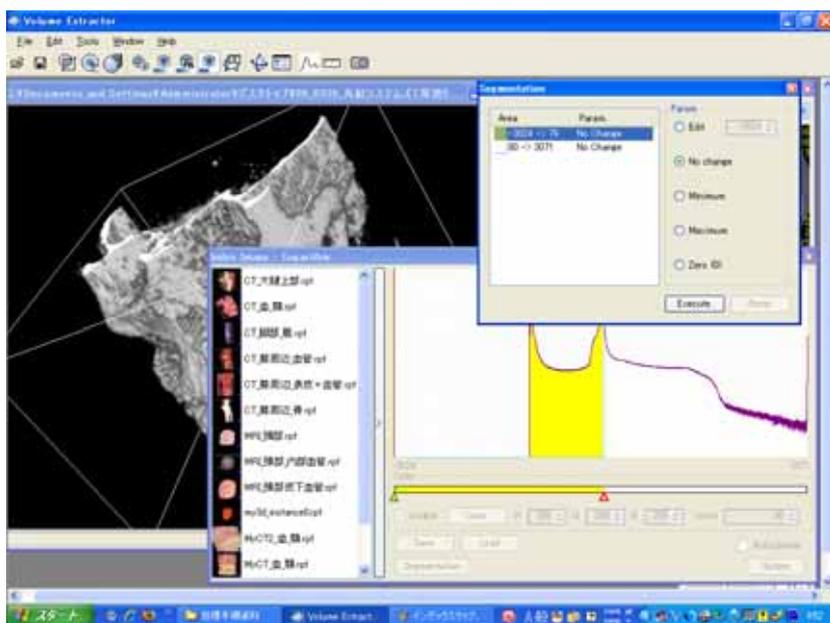


図 12 B インデックスマップ機能 (Segmentation 機能を実行)

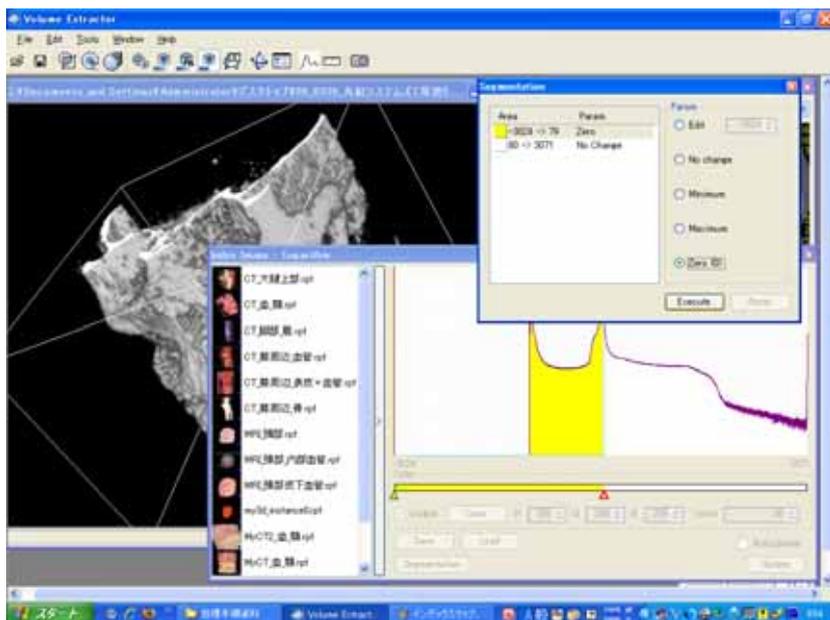


図 12 C インデックスマップ機能 (最小値から 79 までにゼロを代入)

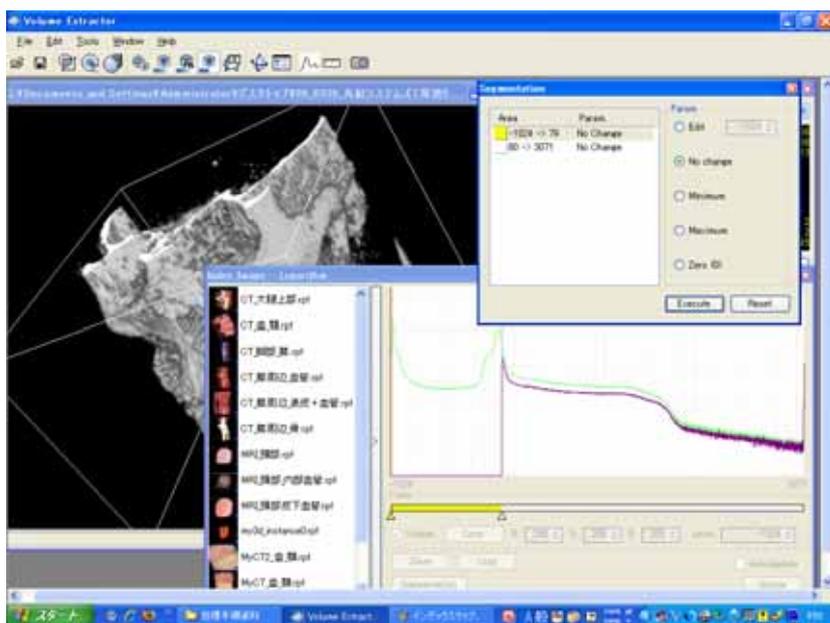


図 12 D インデックスマップ機能 (ヒストグラムの違いを表示)

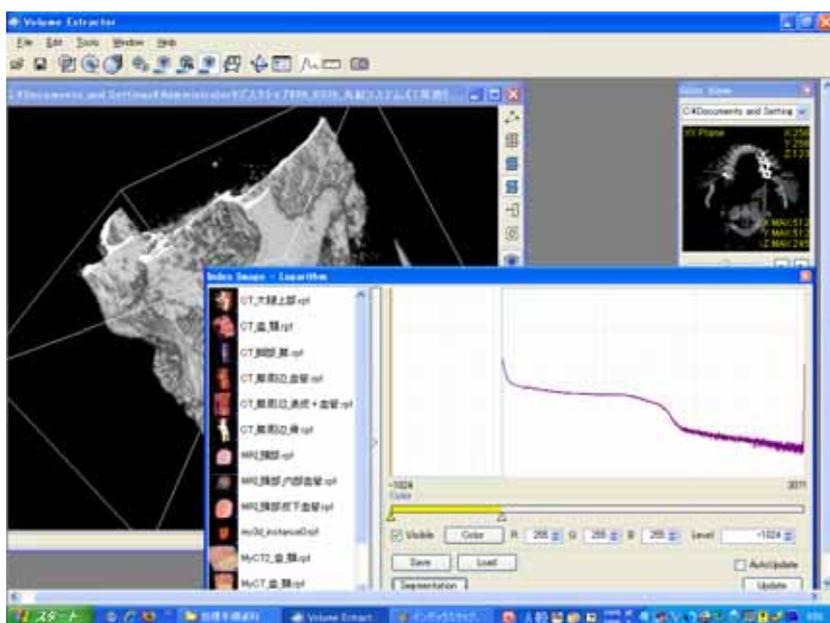


図 12 E インデックスマップ機能 (Segmentation 機能のダイアログを閉じる)

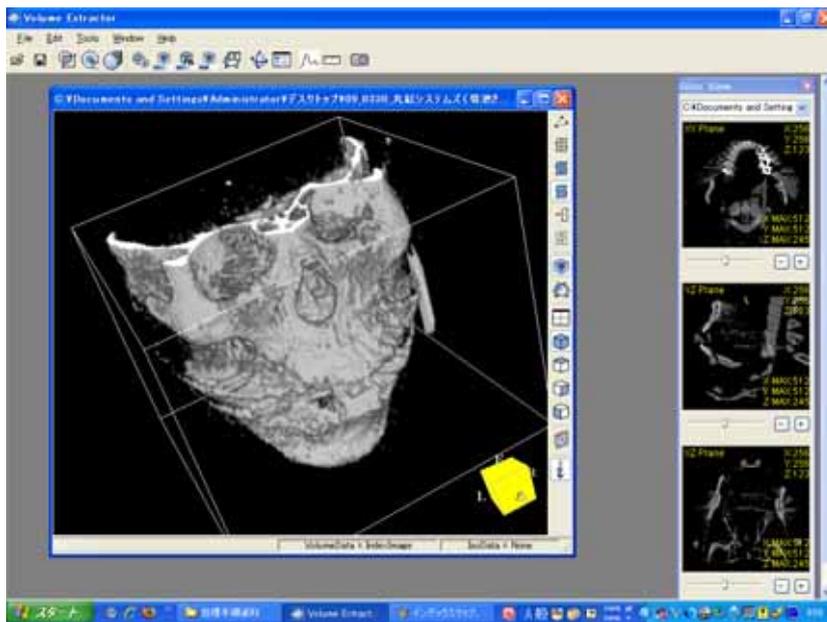


図 12 F インデックスマップ機能（変更した 3 次元画像を等値面表示）

3.3 ペイント機能（SliceEdit 機能）によるアーチファクト除去

図 13 - A に示すようなアーチファクト（黄色い輪の部分）が生じている場合があります。例えば、歯の部分に金属が被せてある場合、CT 撮影では、金属アーチファクトが発生します。このようなアーチファクトを、ペイント機能（SliceEdit 機能）を用いて、直接、除去することが可能です。SliceEdit 画面をダブルクリックするとペイント機能の画面が表示されます（図 13 - B）。大きな領域を塗りつぶす際は Tool 機能の矩形ツール、小さい領域を塗りつぶすのは Tool 機能のペンツールが便利です（図 13 - C）。

各スライス画面を対話的に修正することで、金属アーチファクトを除去することが可能です（図 13 - D）。図 13 - E は、各スライス画像を修正した後に再度、等値面生成をした例です。歯の部分にあった金属アーチファクトが取れていることが分かります。

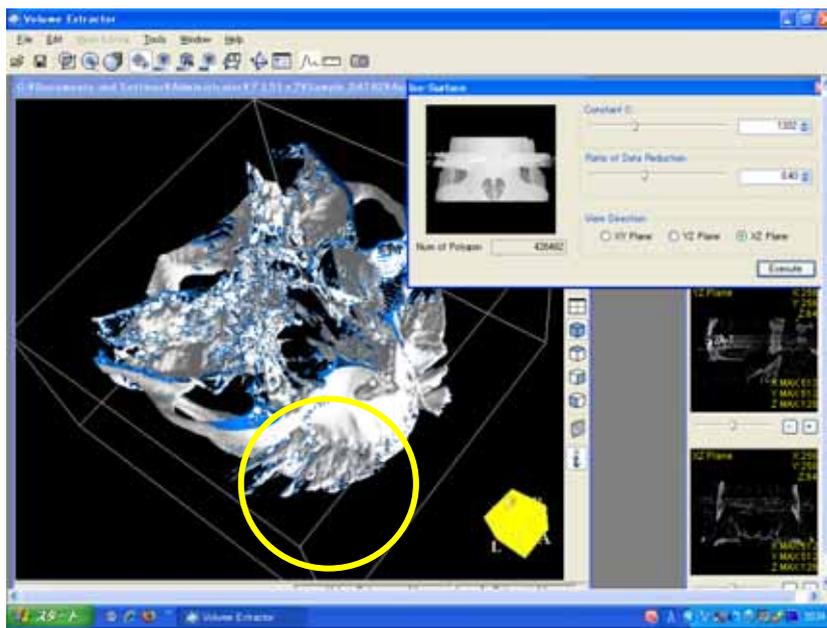


図 13 A アーチファクト表示

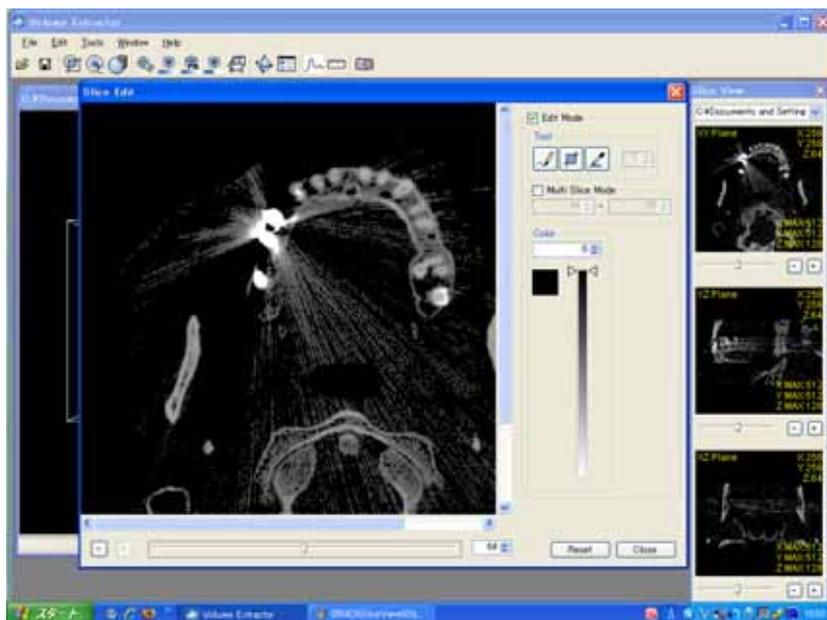


図 13 B ペイント機能 (SliceEdit 機能) による表示 (修正前)

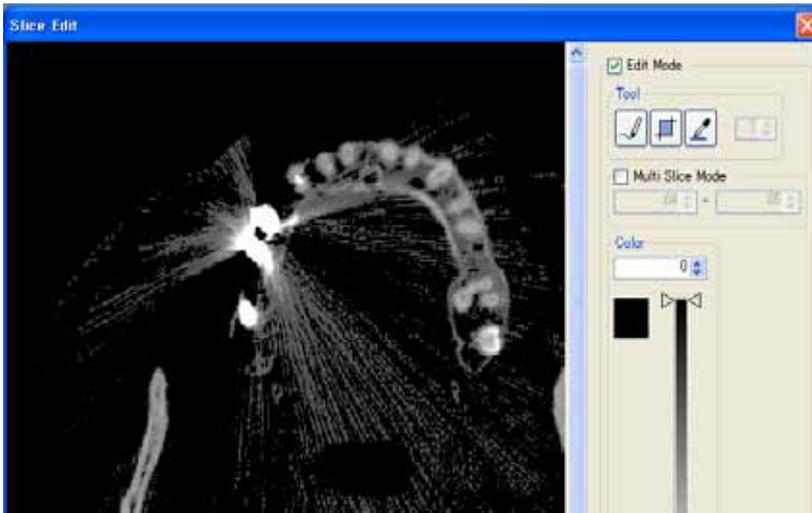


図 13 C ペイント機能 (SliceEdit 機能) の Tool メニュー

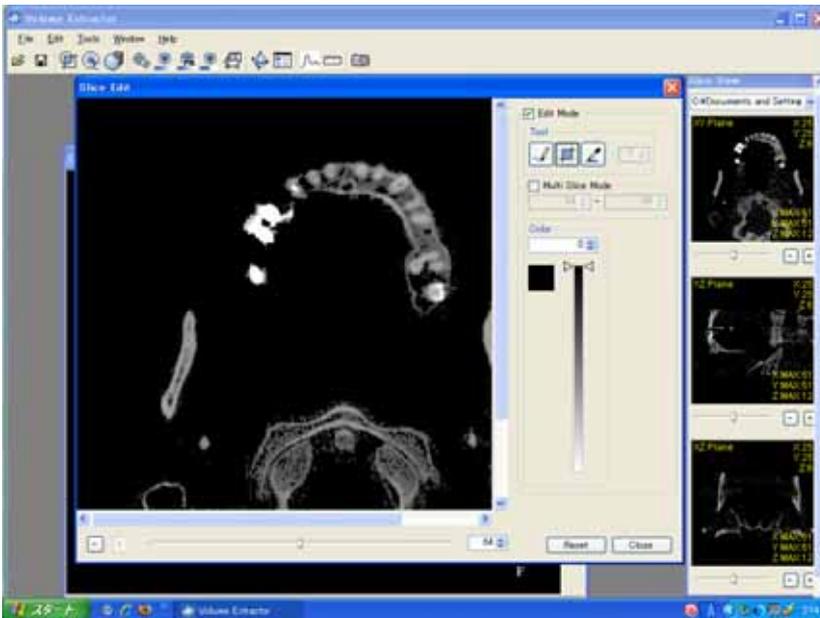


図 13 D ペイント機能 (SliceEdit 機能) による表示 (修正後)

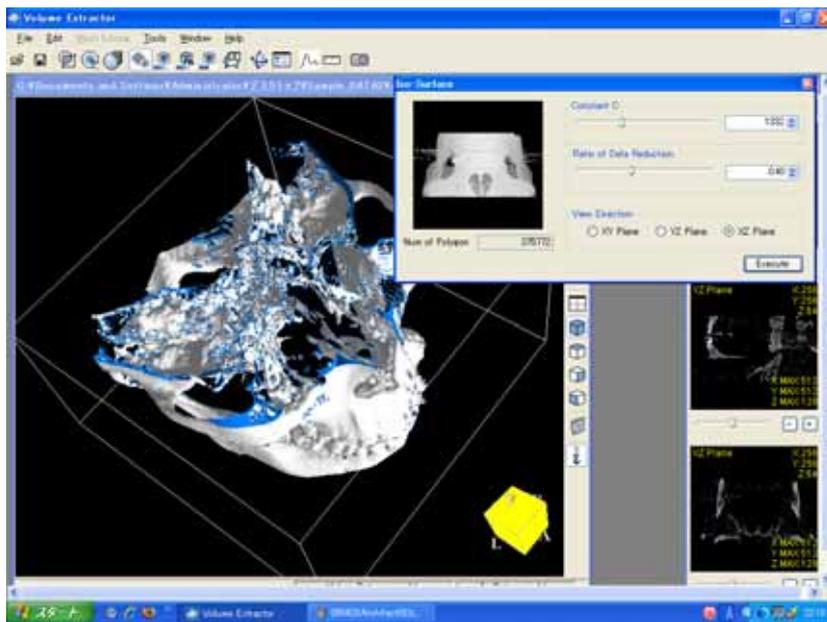


図 13 E アーチファクトの除去（ペイント機能（SliceEdit 機能）による修正）

3.4 等値面生成

ボリュームデータより指定した輝度と等値の要素を抽出し，その要素と隣接する要素をつなぐ三角形の面を生成します（等値面生成）．作成した面はポリゴンデータとなるため，以後メッシュ編集機能による編集や，外部ファイルに出力して他のアプリケーションで使用可能です（図 14 A）．等値面生成ダイアログでは，定数 C とデータ削減率を指定して，実行します（図 14 B）．

データ削減率は，読み込まれた 3 次元画像をそのまま使用する場合，1.0 となります．3 次元画像の解像度が大きい場合，大量の等値面が生成され，生成時間もかかりますので，最初は小さな値（初期値は 0.4）で行って下さい．

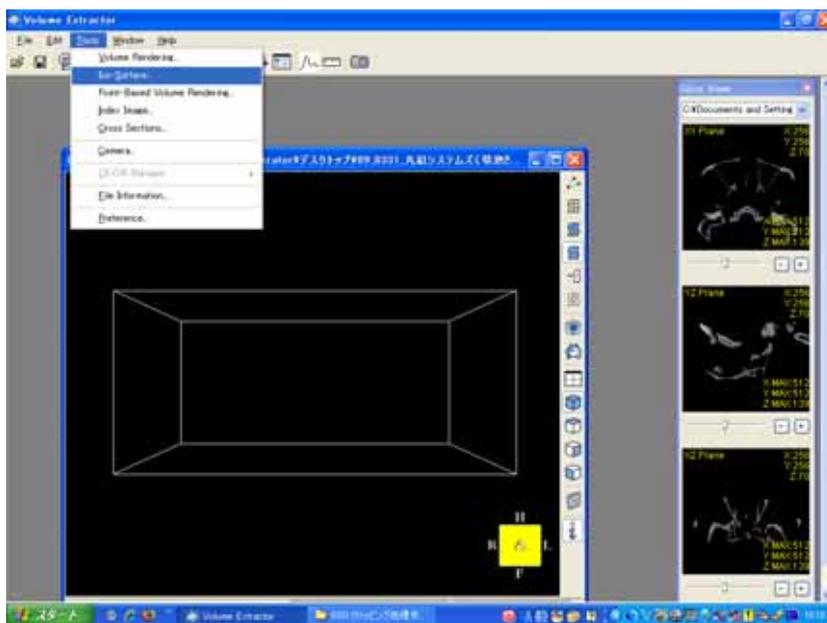


図 14 A 等値面生成機能

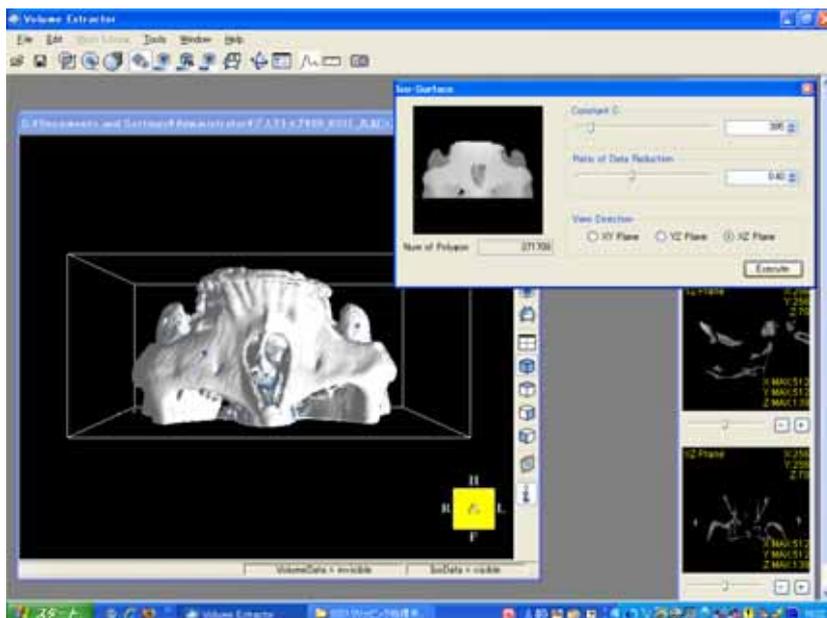


図 14 B 等値面生成機能（定数 C およびデータ削減率の指定）

3.5 ポリゴン編集機能^{注 d)}

前述の等値面生成ダイアログのデータ削減率は、元の 3 次元画像を縮小していました。さらに生成されたポリゴンデータは、ポリゴン編集機能で削減目標数を指定して、特長のある形状を出来るだけ保持しながら、削減が行えます。本削減アルゴリズムでは、削減しても特徴が失われないポリゴンから順に削除するため、モデルの特徴を維持しながら、データ削減が可能です。

さらに VE には、ユーザが対話的に行うポリゴン編集とシステムが自動的に行う自動ポリゴン編集機能があります。対話的に行うポリゴン編集では、ユーザが頂点，辺，ポリゴンを画面上で指定し，個別に編集を行います。修正するポリゴンが多い場合は，最初に自動ポリゴン編集を行い，修正しきれないポリゴンは対話的に編集します。

図 15 A，図 15 B は，“Mesh Editing”->”Filling-Auto”を選択した例です。光造形装置や 3D プリンタ装置用の STL ファイルを作成する場合は，“Filling-Auto”，”Reverse-Auto”，”Delete-Auto”を行って下さい。

また、一部の 3 次元プリンタは，造形データと水平面との交差線毎にプリントし，積層する仕組みになっています。そのため，再構成された形状と水平面が交差する線分は，閉じていること（水平面と交差した線分は，連続で矛盾がないこと）が必要です。光造形装置や 3D プリンタでポリゴン形状にエラーが生じる場合，“Propriety Check”で形状をチェックして下さい。エラーが改善される場合があります。

注 d) Volume Extractor Ver.3.0 Light

Volume Extractor Ver.3.0 Light には，ポリゴン編集機能が装備されていません。本機能は，上位パッケージの Volume Extractor Ver.3.0 で使用可能です。本機能は，光造形装置や 3D プリンタで造形可能なポリゴン形状ファイルを作成する際に威力を発揮します。

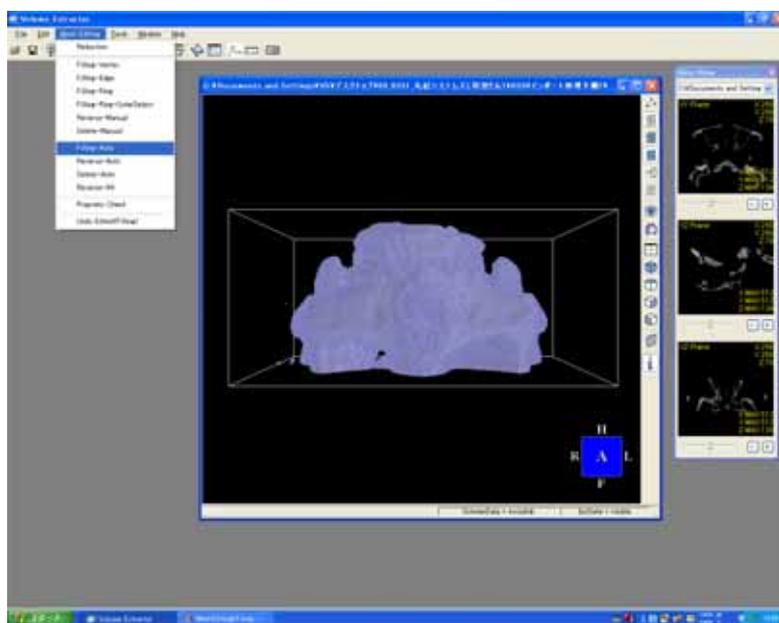


図 15 A データ編集（自動穴埋め機能）

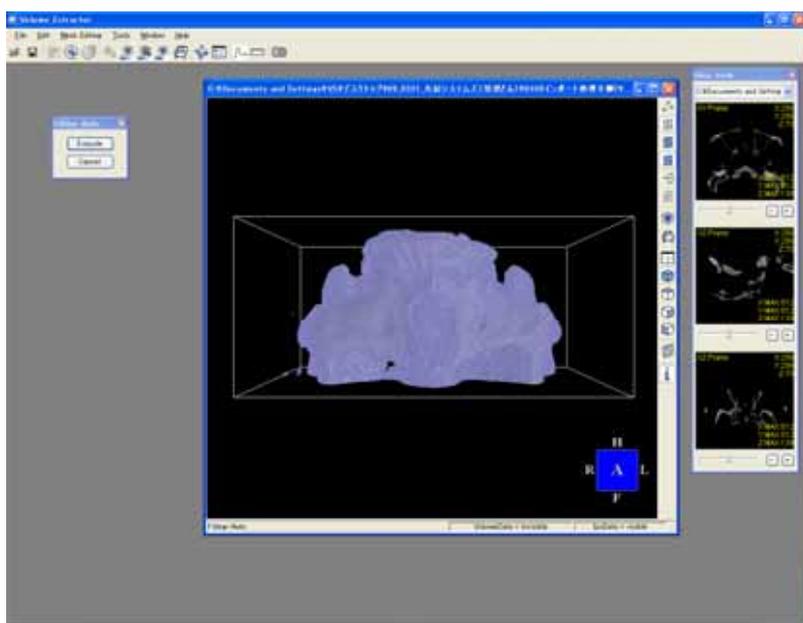


図 15 B データ編集 (自動穴埋め機能実行の確認)

3.5.1 自動穴埋め

モデルデータ上の穴を自動で検出し、3 角形を追加して、穴埋めを行います。最初に隣接する 3 角形を保持しない 3 角形の辺の頂点 (ここでは、基準頂点と呼ぶ) から、探索を開始して、基準頂点まで辺を探索して穴を検出します。すべての穴の自動検出が終了すると、埋められたフェイスが強調表示され、確認ダイアログが表示されます (図 15 A 図 15 B)。

3.5.2 自動反転

自動反転モードは、隣接するポリゴンの表裏が揃うように自動で反転を行います。表裏判定には、隣接するポリゴンを調べて、最も多い法線の向きを採用しています。表裏判定に失敗する場合は、「手動反転」を使用して、修正します。

3.5.3 自動削除

モデルデータを、ポリゴンの塊ごとに自動でグループ分けし、グループ単位で削除を行います。具体的には、シーン内の 3 角形をグループ化し、リスト形式で表示します。削除するグループの選択方法は、以下の 2 方式を用いることが可能です。

ケース 1) 3 角形数が一定数以下のグループを選択することができます。3 角形数の閾値スライダーで閾値を設定後、対象となるグループが自動選択されます。

ケース 2) 3 角形グループリスト上でマウスクリックすることにより、個別に選択状態を切り替えることができます。選択されている 3 角形群は、メインビュー上にて、強調表示されます。図 16 は、不必要なポリゴングループを削除した結果を示しています。



図 16 自動削除機能（ unnecessary ポリゴングループの削除）

4. 一般的な処理手順

一般的な処理の流れは、取り出す部位やモダリティ（CT 画像，MR 画像，OCT，超音波，SPECT，など）によって大きく異なりますが，本稿では，一般的な処理手順を述べます。

4.1. 形状再構成の処理手順

1) 必要部分の切り出しと編集

CT 装置や MRI 装置から取得した 3 次元画像から，抽出する部位を含む 3 次元画像のみを切り出します（クリッピング）。すべての DICOM 画像を読み込んだまま，セグメンテーションや 3 次元再構成を行うと大量のメモリを消費する場合があります。

一度，クリッピング機能で必要な領域を切り取り，その 3 次元画像をハードディスクに VE の 3 次元画像フォーマット（VDF，VOL フォーマット）で保存して下さい。一旦，VE を終了させて，再度，VE を起動して，このクリップされたデータファイルを読み込むことで，メモリの有効利用がはかれます。

切り出された 3 次元画像から，不必要な領域やアーチファクトが生じている領域は，対話編集機能（SliceEdit）、ボクセルペイント機能（VoxelPaint）で削除可能です。SliceEdit ダイアログは，画像を読み込む際に表示される X-Y，Y-Z，Z-X 断面表示のダイアログで，表示された画像をクリックすると，その断面の拡大表示が表れ，スライス単位で，画像の対話編集機能（ペイント，矩形塗りつぶし，画素値のチェックなど）が使えます。

ボクセルペイント機能は，3 次元の長方形領域で任意の色に塗りつぶしが可能です。

2) セグメンテーション

ヒストグラムによる分類セグメンテーション機能で，抽出したい部位の輝度値の範囲以外をすべて特定の値（例えば，零）にまとめます（抽出したい部位の輝度値のみ残す）。例えば，骨の場合、内部情報が欠落する場合があります。そのケースでは，領域拡張法を用いて，骨の外側部分に適用します。この場合，骨領域の外側に複数のシード点（領域拡張の開始点）を配置して，グローバル・ローカルパラメータ（領域拡張度を調整するパラメータ）を調整しながら，骨領域の外側を分離します。あるいは，骨領域を示す輝度値の部分にシード点を置き，パラメータを調整しながら，連続した骨領域のみを抽出します。

3) 画像フィルタリング，2 値化

VE の画像フィルタには，ノイズ除去機能やスムージング機能があります。一般に画像に小さなゴミが含まれている場合は，ノイズ除去を数回行うと効果的です。スムージング機能は，対話編集機能（SliceEdit）を利用した後に使用することで，対象とする部位の表面を滑らかにします。2 値化機能は，最終的に取り出したい部位とそれ以外に分ける際に用います。

4) 対話編集機能 (SliceEdit、VoxelPaint) を用いた穴埋め

切り出した面を広い範囲に閉じる必要がある場合、その切断面を対話編集機能で、抽出したい部位の輝度値と同じ輝度値で塗りつぶします。その後処理 5 の等値面生成を行えば、その切断面は対象とする部位の表面と判断され、閉じた形状が生成されます。

5) 等値面生成

部位の境界を示す輝度値を等値面として、3次元形状を再構成します。等値面のデータ量が多過ぎる場合、3次元画像データを縮小して、等値面を生成するか、生成された等値面(ポリゴンデータ)を削減します。3次元画像データを縮小した処理は高速ですが、表面形状がボケます。そのため、3次元画像データは縮小せず、生成された等値面データをデータ削減処理アルゴリズムで削減した方が、より精度の高い形状を生成できます。

図 16 は、領域拡張法により、骨領域とそれ以外に分けた 3次元画像(2値画像)で、等値面生成した例です。上部の骨の境界面は、閉じていません。3Dプリンタや光造形装置で出力する場合、この境界面の領域を閉じる必要があります。境界面を閉じるには、ポリゴン形状編集によって閉じることも可能ですが、複雑な形状ほど時間がかかります。そのため、この境界面のスライス画像を、画像編集機能により、骨以外の数値に塗りつぶします。

図 17 は、その 3次元画像に対する等値面生成結果ですが、境界面が閉じていることがわかります。図 18 は、高解像度の 3次元画像(原画像の約 80 パーセントの画像に縮小した 3次元画像)に対して、等値面生成した例です。一般に等値面生成は、解像度が大きい場合、処理時間を要しますので、VE の場合、対象となる 3次元画像の解像度を自由に変更して、等値面生成が可能です。

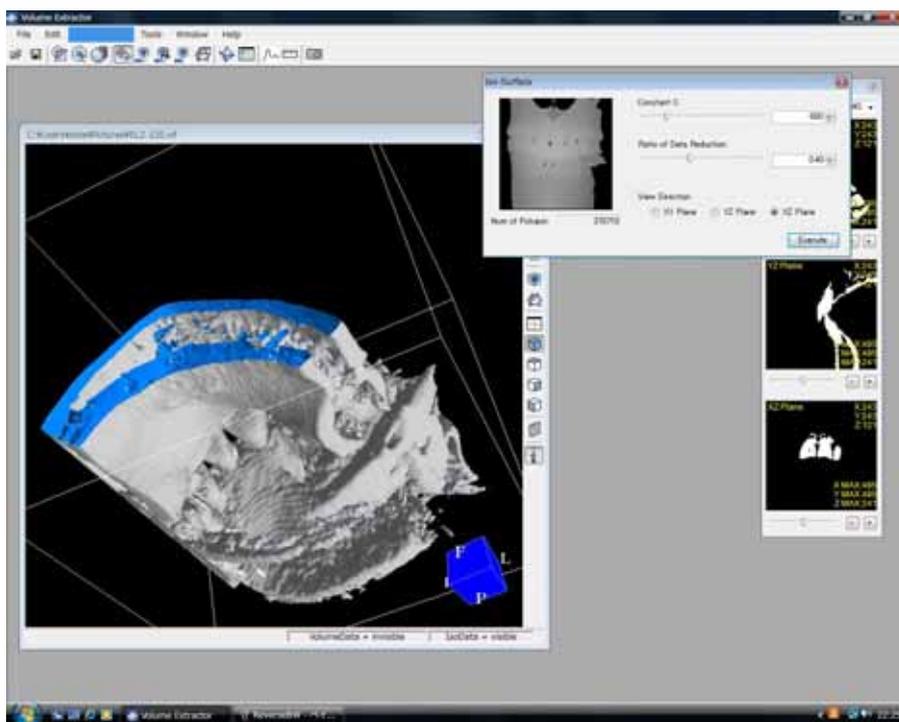


図 16 領域拡張法によるセグメンテーションと等値面生成（低解像度：370710 ポリゴン）

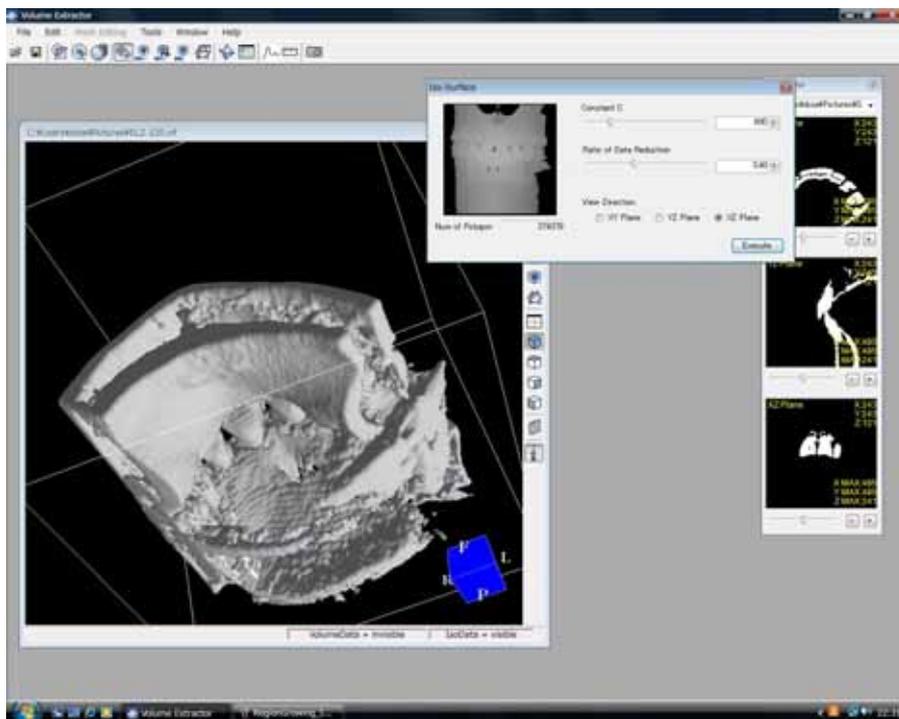


図 17 境界面を閉じた 3 次元画像に対する等値面生成（低解像度：374379 ポリゴン）

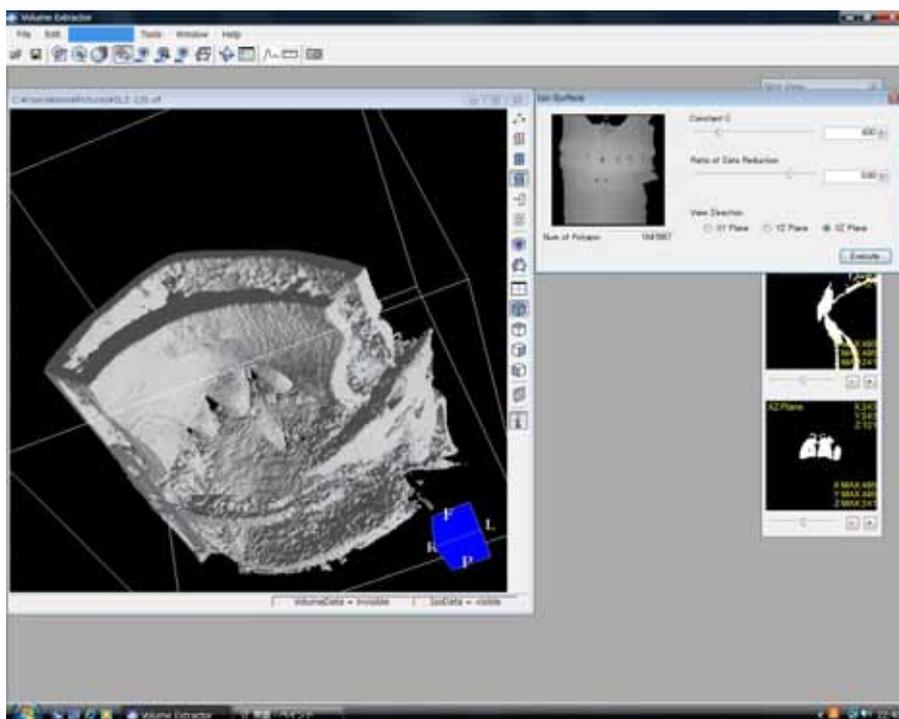


図 18 境界面を閉じた 3 次元画像に対する等値面生成（高解像度：1647267 ポリゴン）

6) 3 角形ポリゴン形状の整形

メッシュ編集機能の自動削除機能，自動反転機能，自動グループ分け機能を使用して，生成した等値面の微小な形状を整形します．人体の CT 画像や MR 画像の場合，等値面処理により，微小な穴やノイズによる穴が生じます．そのため，隣接する辺情報を調べて，面積の小さい穴を自動的に穴埋めする必要があります．また，次に隣接する面の法線情報を利用して，面の向きに矛盾がある場合は，自動反転を行います（反転している面の修正）．最後に，全体の等値面データを空間的にグループ分けし，造形する対象のグループから空間的に乖離している小グループ群は，自動的に削除します．

5 . おわりに

本マニュアルでは，VE の機能の概要を述べ，特に形状再構成機能について，具体例を挙げながら，その概念や操作方法を説明しました．VE では，3 次元画像からセグメンテーションした任意領域（内臓，骨，血管など）を 3 角形ポリゴンデータに変換・編集し，3D プリンタや光造形装置による実体モデルを作成できます．また，VE により作成された 3 次元形状モデルは，医療や工業分野に関するいろいろな場面で活用できます．例えば，内臓・骨・血管などを含んだ形状モデルは，術前計画支援，手術シミュレーション，医療教育，患者のインフォームドコンセント，VR（Virtual Reality）^{注④)}などで利用できます．

今後の開発項目としては、ユーザインターフェースの改善、形状データへの色情報の付加機能、内臓・骨格・血管などを組み合わせた実体モデル作成機能、再構成された形状の4面体および6面体メッシュ分割機能、高解像度な画像に対する高速処理などが挙げられます。本ソフトウェアの試行版 (Volume Extractor Ver.3.0 Light 32/64 ビット版^{注 f)}) は、株式会社 i-Plants Systems のホームページ^[8]より、ダウンロード可能です。

注 e) VR

VR は、バーチャルリアリティ (Virtual Reality) の頭文字で、人工現実感や仮想現実感などと約されます。一般にコンピュータなどによって、仮想世界 (サイバースペース) を作り出す技術や体系を表し、コンピュータグラフィックス、ネットワーク、音声、触覚などの技術が関係しています。

注 f) Windows 64 ビット版

Windows OS (主に XP, Vista) には、32 ビット版と 64 ビット版が利用可能です。次期 Windows OS と言われている Windows 7 も、64 ビット版がサポートされています。64 ビット版のメリットは、4GB より大きなメモリで使用可能です。また、データ処理能力の増大により、パフォーマンスが向上します。

Volume Extractor の歴史：

VolumeExtractor (VE) は、岩手県立大学で研究・開発されている実用的な 3 次元画像処理ソフトウェアです。VE は、1998 年頃より開発が開始され、現在は Ver. 3.0 が利用可能です。VE Ver. 1.0, VE Ver. 2.0 までは、3 次元画像処理や可視化に特化していました^[1]。2005 年、同大学に 3 次元プリンタが導入され、実物モデル構築 (Rapid Prototyping : RP) のため、医用画像から生成された等値面の形状データ (例えば、骨、内臓、筋肉など) を編集するソフトウェア SMESH Ver.1.0 が開発されました^[2]。

一般に医用画像から生成された等値面データには、不必要な形状やノイズなどによるデータの不完全性 (微小な穴や面の反転など) を含んでおり、3D プリンタや光造形装置で出力するためには、この不完全性を除去することが必要です。SMESH Ver.1.0 の主な機能は、3 次元画像から生成した等値面データを読み込み、形状編集 (穴埋め、面の向き修正、ゴミの除去など)、3D プリンタや光造形装置用の STL ファイル作成であり、本ソフトウェアを用いて、実際に多くの実物モデルが作成されました。

VE Ver. 2.0 と SMESH Ver. 1.0 は、別々のソフトウェアであったため、データの受け渡しや形状編集の点で、いくつかの改良すべき点がありました。例えば、医用画像のような 3 次元画像の場合、多くのノイズ (雑音) やアーチファクトと呼ばれる不自然な画素値が含まれています。また、セグメンテーション結果と再構成される形状ファイルには、大きな関連があるため、形状編集する前に取り除けるノイズや不必要な領域は、3 次元画像処理の段階で取り除いていた方が、効率的です。

これらの問題を解決するために、VE Ver. 3.0 では、SMESH Ver. 1.0 の機能を包含し、同時に VE Ver. 2.0 の機能に加えて、多くの新しい 3 次元画像処理機能 (例えば、3 次元計測、マルチボリューム表示機能、ヒストグラムベースのセグメンテーション機能など) が追加されました。そのため、VE Ver. 3.0 を用いると、3 次元画像からセグメンテーションした任意領域 (3 次元画像) を 3 角形ポリゴンデータに変換・編集し、3D プリンタや光造形装置による実体モデルの作成をサポートしています。

参考文献

- [1] 土井章男, “3次元医療画像処理を中心としたソフトウェア技術の研究開発”, インテリジェントコスモス学術振興財団, Vol. 9, pp. 9-12, ANNAL 2005, (2005)
- [2] 土井章男, 女鹿幸夫, “フェイス削減・穴埋め・反転ツール「SMESH」”, 画像ラボ 2006年12月号, pp.42-47, 日本工業出版, (2006)
- [3] 丸紅情報システム, “Dimension 3D プリンタ”, <http://www.marubeni-sys.com/de/dimension/>, (2008)
- [4] 土井章男, 第253回塑性加工シンポジウム用テキスト”医療用画像処理技術と医工連携について”, 日本塑性加工学会第253回塑性加工シンポジウム, 日本塑性加工学会, (2007)
- [5] 土井章男, 松井佳一, 山佐史人, 伊藤史人, 鈴木聡史, “Volume Extractor Ver.3.0 操作マニュアル”, <http://www.i-plants.jp/hp>”, (2008)
- [6] 土井章男, 鈴木聡史, 山佐史人, 松井佳一, 伊藤史人, 女鹿幸夫, 伊藤忍, “Volume Extractor Ver.3.0 - 3次元画像処理と形状再構成 - ”, 画像電子学会, 第239回研究会, 2008
- [7] 土井章男, 鈴木聡史, 山佐史人, 松井佳一, 伊藤史人, 女鹿幸夫, 伊藤忍, “形状編集機能を包含した3次元画像処理システム: Volume Extractor Ver. 3.0”, 画像ラボ 2009年1月号, 2009.
- [8] 株式会社 i-Plants Systems, “VE Ver.3.0”, http://www.i-plants.co.jp/hp/download_, (2008)

Volume Extractor 3.0 中級編（造形）マニュアル
2009年5月1日 第1.0版発行

製作・著作 株式会社 i-Plants Systems
info@i-plants.jp
ve_support@i-plants.jp（VE サポート専用窓口）
019 - 694 - 3103（代表）

<http://www.i-plants.jp/hp>