
Volume Extractor 操作マニュアル (初級編)

(株) アイプランツ・システムズ

1. はじめに

このマニュアルでは、Volume Extractor 3 (以下 VE)の等値面生成機能 (Iso-surface 機能) とポリゴン修正機能 (MeshEditing 機能) を用いて DICOM 画像から 3D プリ ンタで造形可能な造形用データを作成する手順を説明します。等値面生成機能では、ボクセルデータからポリゴンデータに変換します。ポリゴン修正機能では、重複面や不要な辺の除去を行って、3D プリ ンタが造形出来るポリゴンデータに修正します。

- 手順1. DICOM 画像読み込み
- 手順2. ポリゴンデータの作成
- 手順3. ポリゴンデータの調整
- 手順4. ファイルへ保存

付録 A には、「より高品質なデータ作成のための Tips」をまとめています。

2. [手順 1] DICOM 画像読み込み

造形物の元となる DICOM 画像を、以下の手順で VE へ読み込みます。

1. [File] - [Import] - [Images] - [Files...] をクリックします。
[フォルダの参照]画面が出ますので、DICOM 画像が保存されているフォルダを選択し、OK ボタンをクリックします
2. [Select Files]画面が出ますので、[Open]ボタンをクリックします
3. [Slice View]ウィンドウで、ファイルを読み込んだことが確認できます

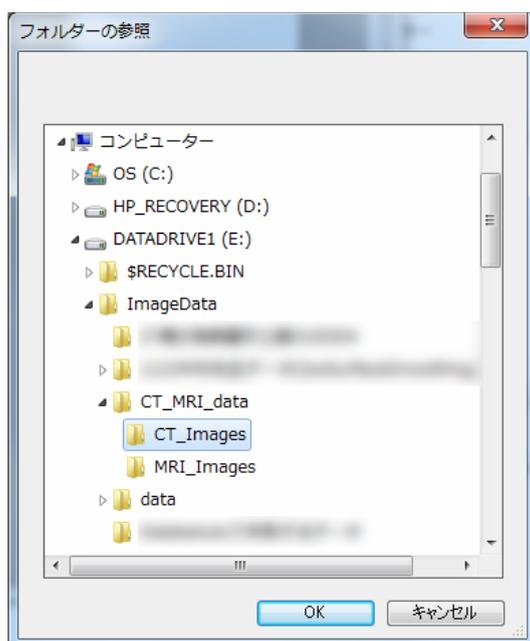


図 2-1 フォルダの参照

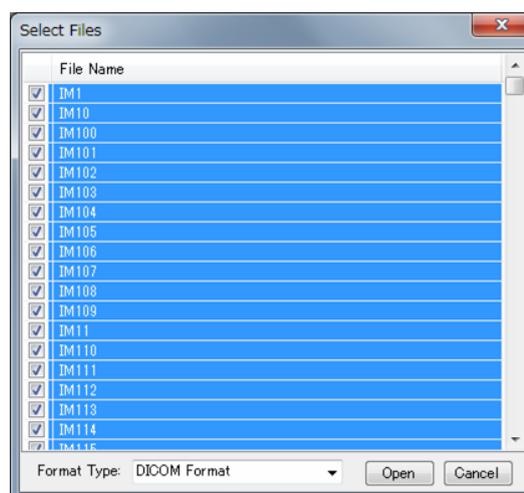


図 2-2 Select Files でファイルを読み込

注 1) [File]-[Import]-[Images]-[Directory...]で、ディレクトリ名を選択した場合は、フォルダ内部のファイルをすべて選択します

注 2) フォルダ内で選択された画像の解像度は、同一である必要があります。もし、画像の解像度が異なるファイルがある場合は、選択を外すか、フォルダ内から他のフォルダへ移動させて下さい

3. [手順 2] ポリゴンデータの作成

3.1 不要部分の削除

この手順は省略することができます。画像に不必要な部分が存在する場合は、[Tools] - [Clipping], [Tools] - [Voxel Paint]を用いて、除去することが可能です。

詳細は、**付録 A より高品質なデータ作成のための Tips** を参照してください

3.2 等値面生成

画像データから等値面をとる輝度値を指定して、VE で等値面を生成します。

1. [Tools] - [Iso-Surface] をクリックします (図 3-1)
2. [Iso-Surface]画面が表示されますので、各パラメータを設定します

| | |
|---------------------------|--|
| ① Constant C | 画像の数値を関数 $F(x, y, z)$ と想定した場合、等値面は、定数 C を用いて、 $F(x, y, z) = C$ で定義されます。ここでは、等値面をとる輝度値 C を設定します。この値が大きいほど、DICOM 画像上のより明るい部分を造形に使用することになります(図 3-2) |
| ② Ratio of Data Reduction | ポリゴンデータの品質 (0.0~1.0) を設定します。この値が 1.0 に近いほど、DICOM 画像に忠実なポリゴンを作成することができます(図 3-3) ※Ratio が高すぎるとデータが膨大になり、造形ができなくなることがあります |
| ③ Closed Boundary | 等値面が画像の境界まで及ぶとき、その領域を自動的に閉じます。3D プリンタ用の造形では形状が閉じている必要があります、通常は On のままにします |
| ④ 3D Printer Mode | 3D プリンタ用の造形には、On にして、等値面生成を行って下さい。 等値面生成時に、「付録 A より高品質なデータ作成のための Tips」で紹介する画像データの二値化や平滑化の処理を自動で行います |

3. [Execute]ボタンをクリックし、等値面を作成します

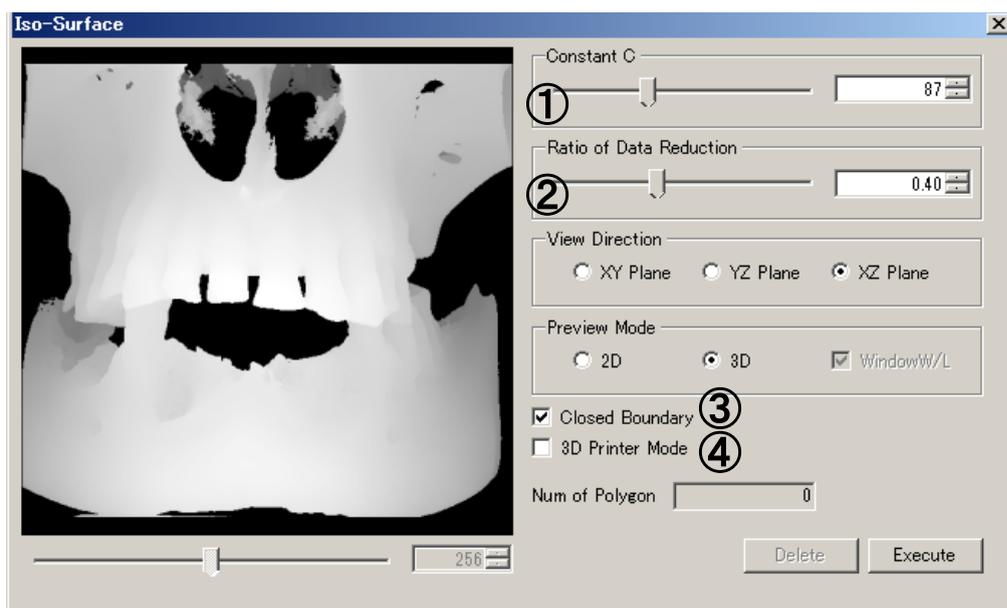


図 3-1 Iso-Surface 画面

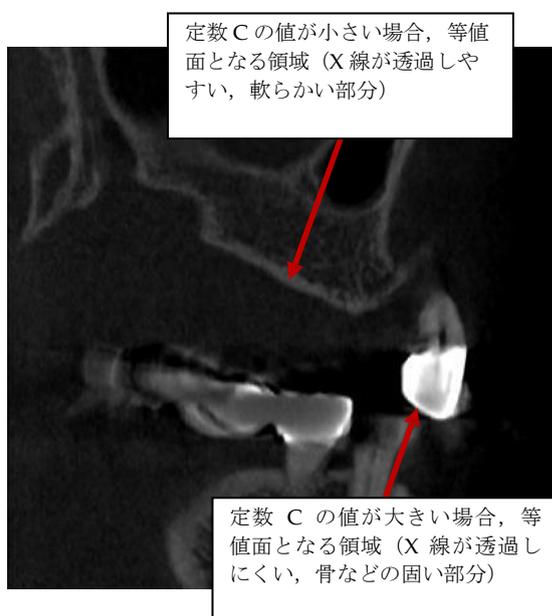


図3-2 Constant C による等値面の選択

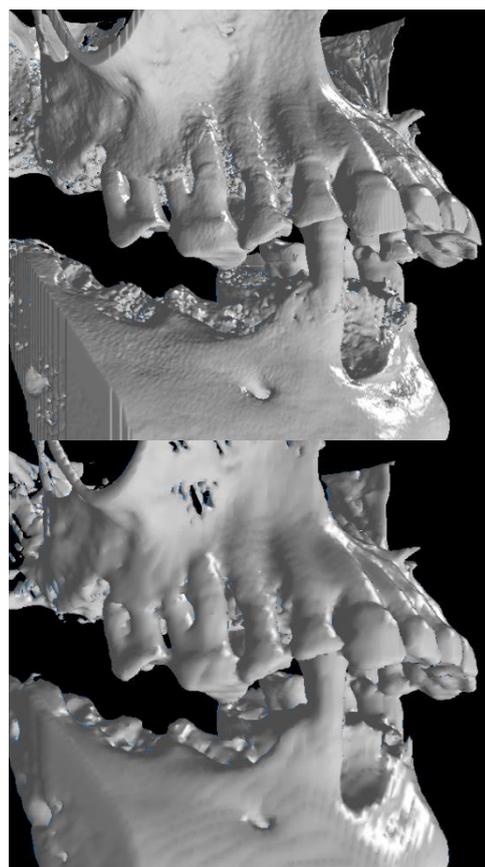


図3-3 Ratio of Data Reduction (上 Ratio=1.0) (下 Ratio=0.2)

4. [手順 3] ポリゴンデータの調整

前章で作成したポリゴンデータに対して、以下の処理が行えます。

- ・ポリゴンデータの自動穴埋め、自動反転、不必要な領域の自動削除(4.1)
- ・ポリゴンデータの再構成(4.2)

4.1 自動穴埋め・反転・削除

ポリゴンデータの自動穴埋め、自動反転、不要な領域の削除は、以下の手順で行います。

1. [Iso-Surface]ウィンドウを閉じた状態で、[Mesh Editing]-[Auto Modification]をクリックします。自動穴埋め、自動反転、固まりの部分の抽出が行われます
2. 最後に[Delete-Auto]画面が表示されます。この画面の Number は、固まりごとのポリゴン数を表します。Number が小さい固まり (Group) は造形に不要なゴミデータであるため、Number が小さいデータを削除します
3. [Delete-Auto]画面の[Threshold of Polygon]のバーを右へスライドするか、適当な数値を入力し、Number が2桁、3桁程度の要素がすべて選択される状態にします (図 4-1)
4. [Execute]ボタンを押し、選択された Number が小さいデータを削除します

この作業により、造形用データとして相応しくないエラーを修復し、不要なデータを取り除くことができます。(図 4-2)

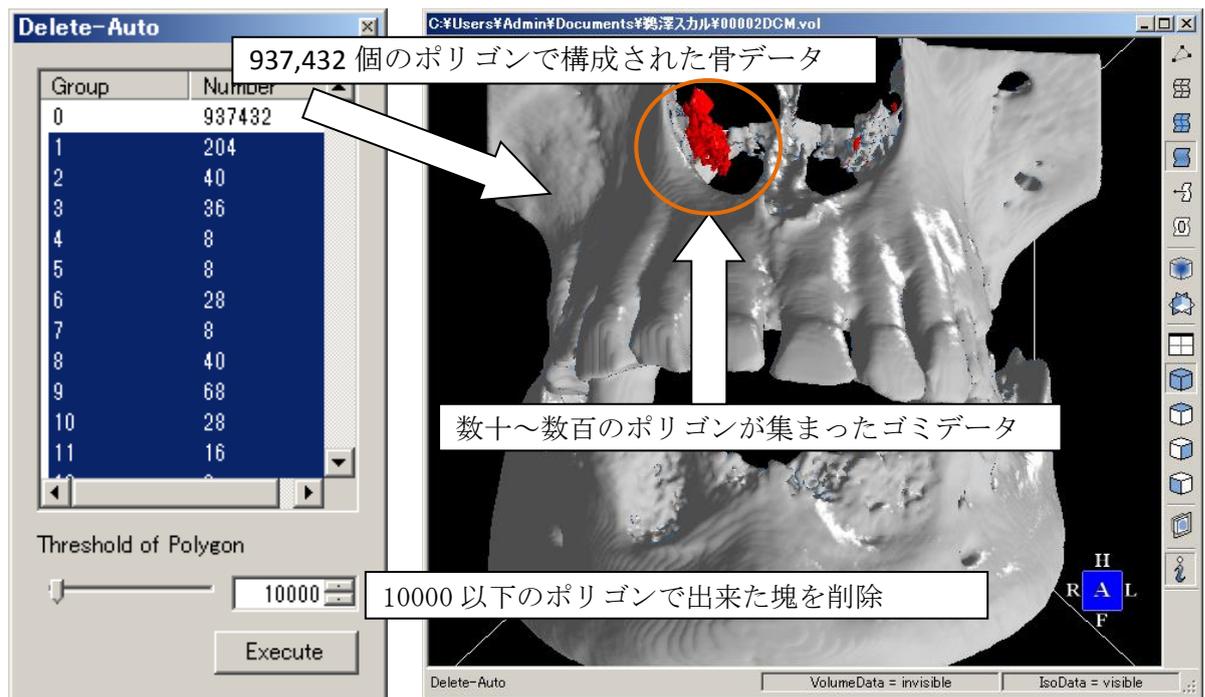


図 4-1 Delete-Auto によるゴミデータの削除

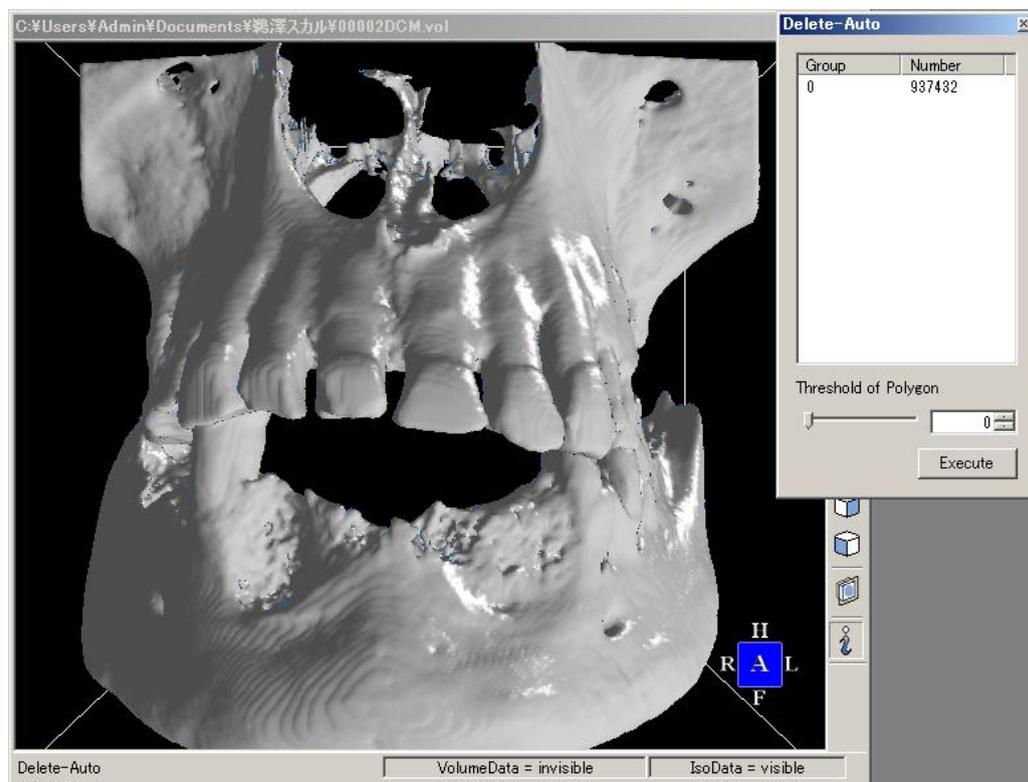


図 4-2 完成した造形用データ

4.2 再構成

ポリゴン数が非常に多い場合は、再構成の処理が有効です。

再構成は、元のポリゴン形状の特徴を残しながら、少ない3角形で形状を再構成します。

1. [MeshEditing] - [Reconstruction/Reduction] をクリックします (図 4-3)
2. 再構成画面が表示されますので、各パラメータを設定します

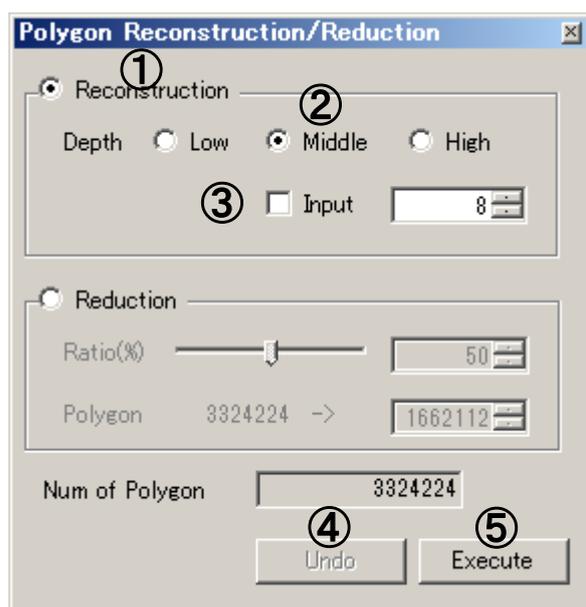


図 4-3 再構成画面

| | |
|------------------|--|
| ① Reconstruction | 再構成モードを選択します |
| ② Depth | 再構成を行った際のポリゴン精度を選択します Middle が標準設定です Low はデータが軽いですが、ポリゴン精度が低くなります High はポリゴン精度が高いですが、データが重くなります |
| ③ Input | Input チェックボックスを ON にすると、ポリゴン精度の数値を手動で入力可能になります ②では、Low=6, Middle=8, High=10 が自動決定されます |
| ④ Undo | Undo ボタンを押下すると、1つ前のポリゴン形状に戻ります 再構成の実行後、1回だけ戻すことが可能です |
| ⑤ Execute | 再構成を実行します(図 4-4) |

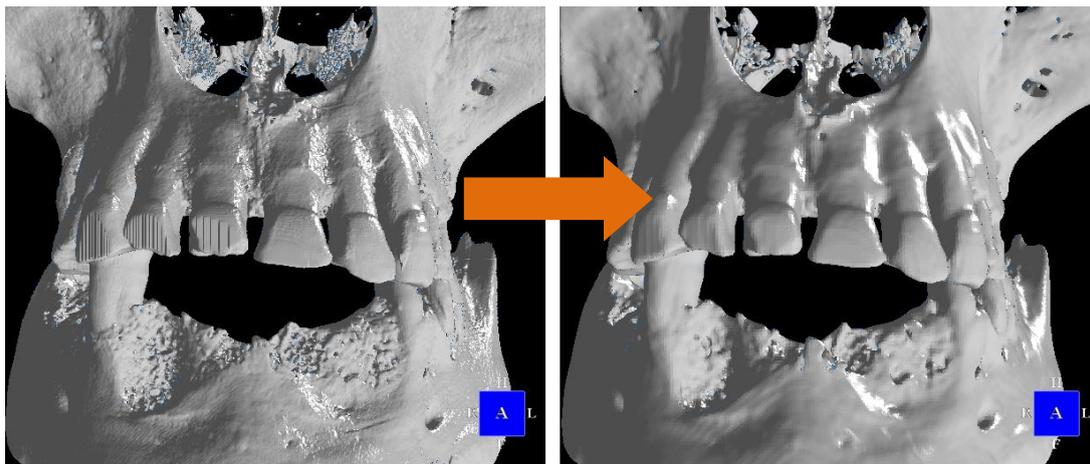


図 4-4 ポリゴン再構成の実行結果（左：実行前、右：実行後）
※ポリゴン数 8,235,906 から 1,127,114 に減少

5. [手順 4] ファイルへ保存

VE で作成した造形用データを，STL 形式で外部ファイルに保存します

1. [File]-[Export]-[Polygon...]を選択します
2. [名前を付けて保存]画面が表示されるので，[ファイルの種類]が[STL Binary File]になっていることを確認し，[保存]をクリックします。STL 以外のデータフォーマット（VRML, DXF, NPTS など）にも対応しています



図 5 名前を付けて保存

付録 A より高品質なデータ作成のための Tips

造形データを作成する際に、不要な部分まで等値面として作成してしまうことがあります。ここではそういった問題を解決する方法を紹介します。

A.1 不要部分の削除

造形データに不要な画素を，DICOM 画像から取り除くことができます。

ここでは，Voxel Paint による塗りつぶしを例に説明します。

1. Volume Rendering 機能を用いて三次元画像を表示します
2. 取り除きたい個所を特定します(図 A-1)
3. [Edit]-[Voxel Paint...]をクリックします
4. スライダーを操作し，不要な領域を枠で囲みます(図 A-2)
5. [Execute]をクリックし，選択した領域を低い輝度値で塗りつぶします(図 A-3)

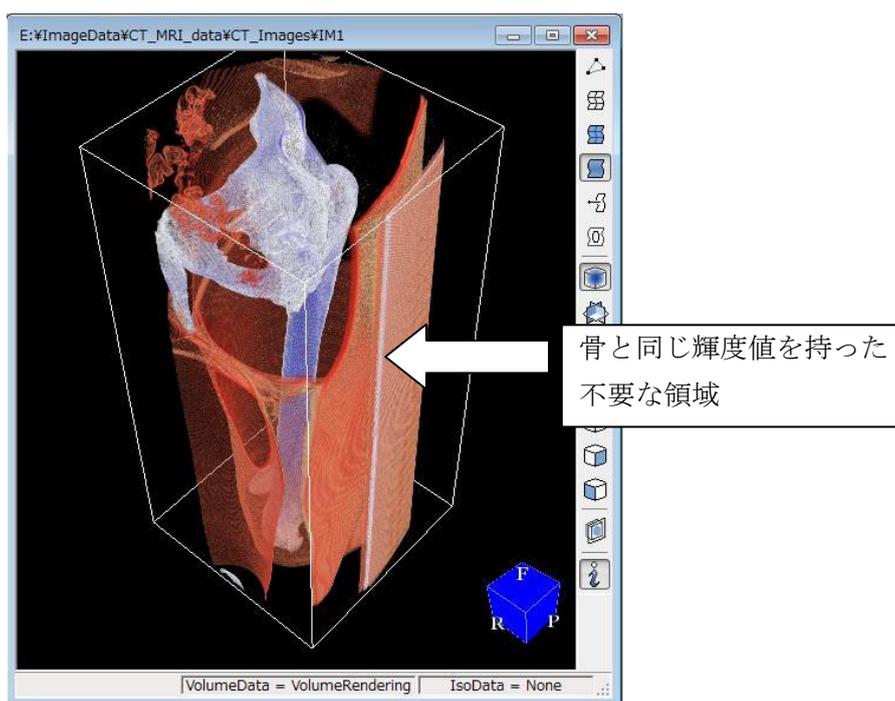


図 A-1 取り除きたい領域を特定

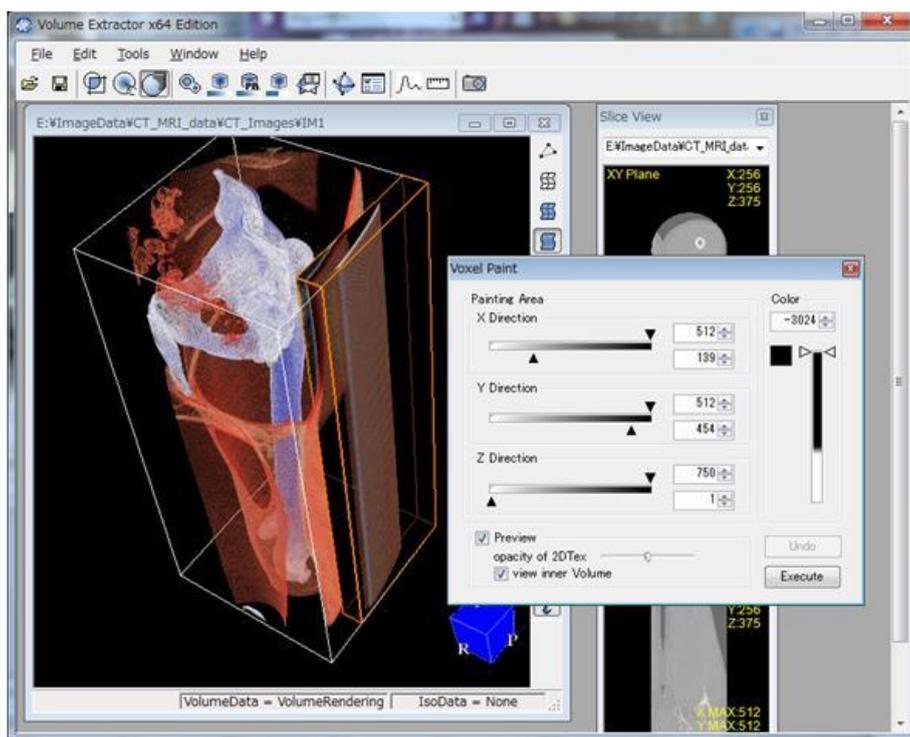


図 A-2 領域を枠で囲む

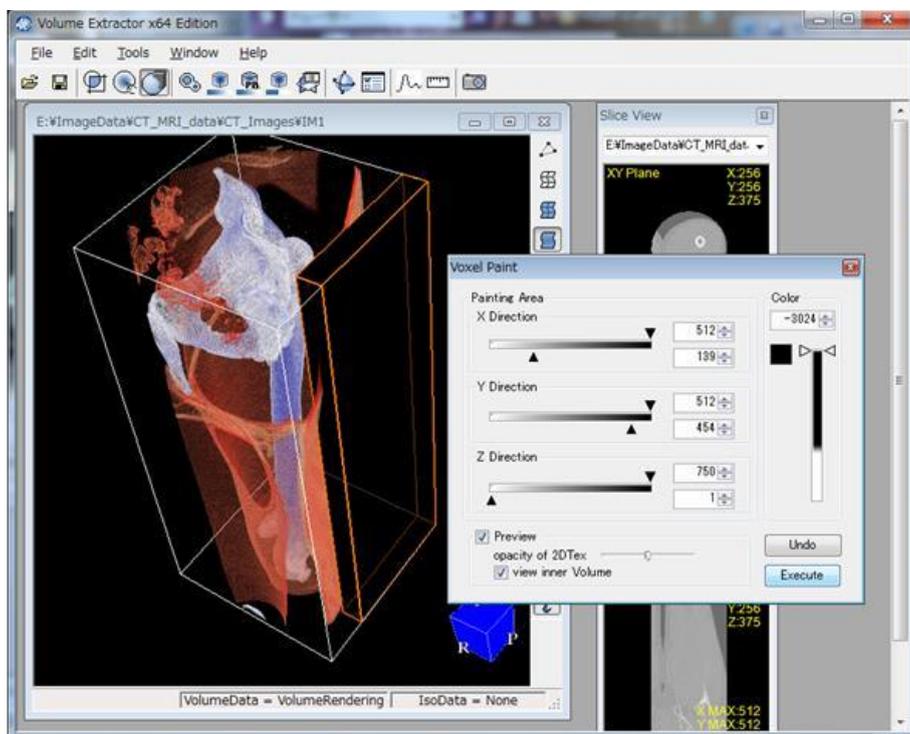


図 A-3 領域を削除

A.2 データの二値化

データの二値化を行うことで、ある輝度値以上の部分と以下の部分を切り分けることができます。これによりデータの輪郭が明確になり、3D プリンタで造形する際、エラー発生を防ぐことができます。

1. [Edit]-[Image Filter]をクリックします
2. [Select Filter]から[Binarize]を選択します(図 A-4)
3. [Threshold]の輝度値を設定します。この値より低い輝度値は黒、高い輝度値は白となります(図 A-5, 図 A-6)

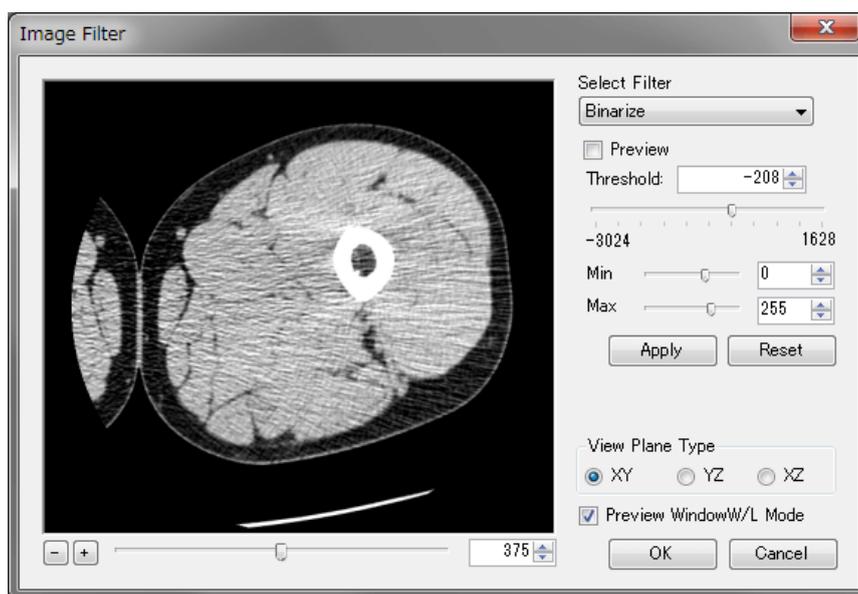


図 A-4 Image Filter の Binarize 機能

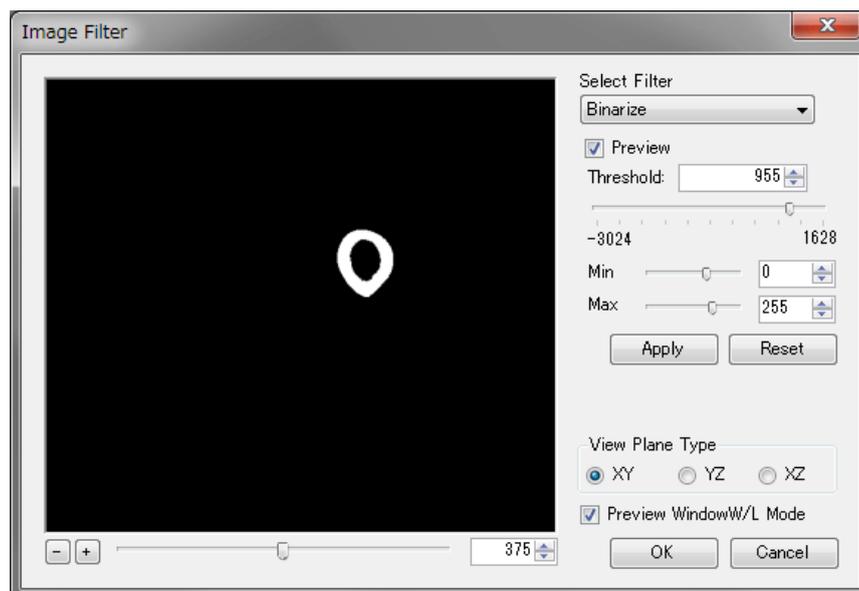


図 A-5 輝度値 955 以上は白にする

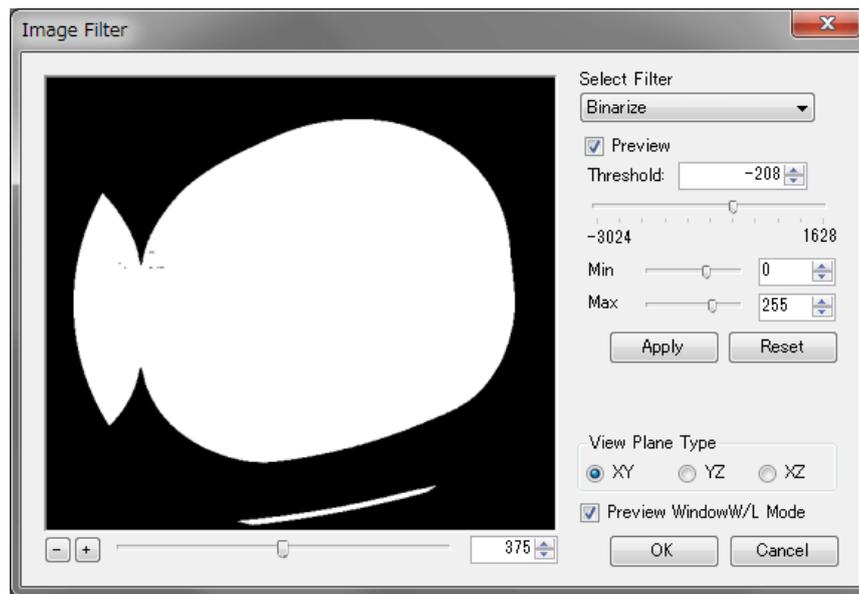


図 A-6 輝度値-208以上は白にする

付録 B DCMTK について

Volume Extractor は、はドイツのオルデンブルグ大学開設の OFFIS によって、BSD ライセンスのもと発行された DCMTK ライブラリを使用しています。DCMTK の BSD ライセンス条文を示します。（※条文は、DCMTK の COPYRIGHT より抜粋したものです）

Copyright (C) 1994-2011, OFFIS e.V.

All rights reserved.

This software and supporting documentation were developed by

OFFIS e.V.

R&D Division Health

Escherweg 2

26121 Oldenburg, Germany

Redistribution and use in source and binary forms, with or without modification, are permitted provided that the following conditions are met:

- Redistributions of source code must retain the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer.
- Redistributions in binary form must reproduce the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer in the documentation and/or other materials provided with the distribution.
- Neither the name of OFFIS nor the names of its contributors may be used to endorse or promote products derived from this software without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE COPYRIGHT HOLDERS AND CONTRIBUTORS "AS IS" AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE COPYRIGHT HOLDER OR CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

Volume Extractor 3.0 操作マニュアル (初級編)
2017年 10月 6日 Version 3.6.0.3

製作・著作 株式会社 i-PlantsSystems
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>