

# デジカメでわかる CT スキャンのしくみ ー医用画像診断装置とバイオメカニクスー

東京大学生産技術研究所

大島まり

## 概要：

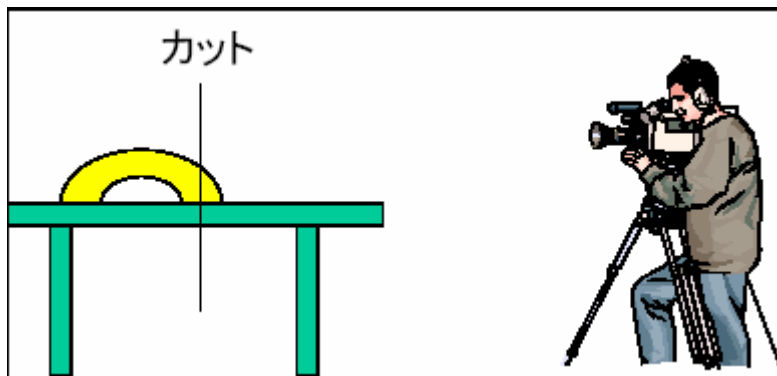
CT 装置や MRI（磁気共鳴）装置といった名前を聞いたことがありますか？病院に置かれている装置で、詳しくは医用画像診断装置と呼ばれています。このような装置を使うことにより、人間の体を切り開かないでも、体内にある臓器の状態を見たりすることができるため、がんや腫瘍などの色々な病気を発見することができます。レントゲンなども医用画像診断装置の一種ですが、レントゲン装置との最大の違いは、レントゲンは平面 2 次元の写真（画像）であるのに対して、CT や MRI 装置は平面の写真では表すことのできない立体的な 3 次元の画像であることです。これは、CT や MRI は、たくさんのデジタルスライス画像を高さ方向に積み上げて、コンピュータを使って見るからです。

そこで、このような装置のしくみをもっと詳しく知るために、身近にあるデジカメとコンピュータを用いて、野菜をコンピュータ上に再現する実験をすることにより原理を学びましょう。

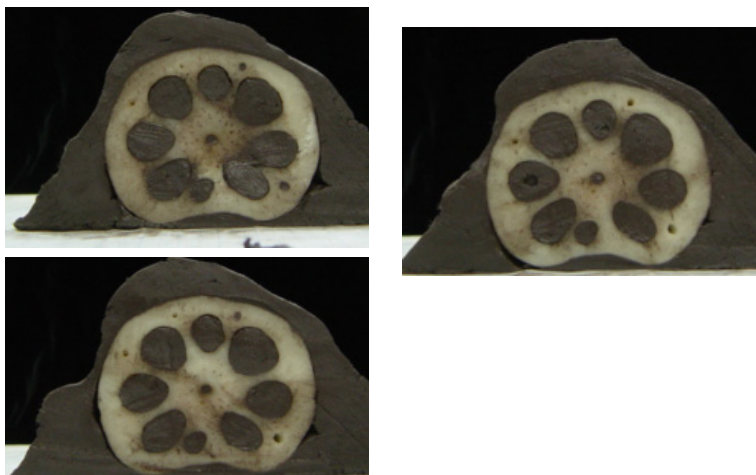
## 1. 実験手順の概要

実験の概要を簡単に、次に示します。

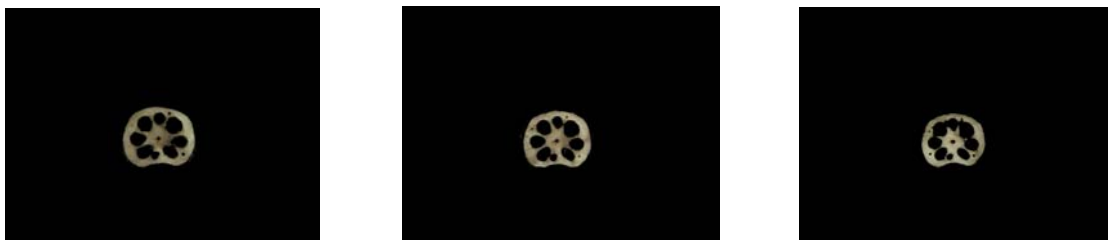
1) 野菜を包丁でスライスしながら、その断面をデジタルカメラで撮影します。



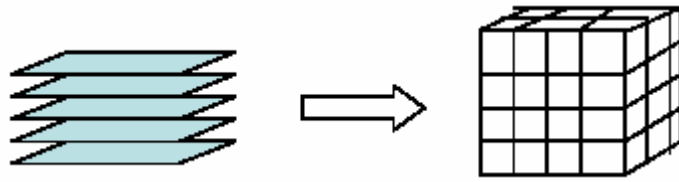
2) 断面の写真をデジカメからコンピュータに入れます。



3) デジカメ画像編集ソフトを使って、一つ一つの画像から野菜の断面を抜き出します。



4) 画像から3次元のボリュームデータへ変換するソフトを使って立体画像を作ります。



5) 可視化ソフトウェアを使って、コンピュータ上に再現します。

## 2. 用意するもの

実験に必要なものは、以下のものです。

- ・ デジカメ+PC との接続ケーブル
- ・ デジカメの三脚（カメラを固定するために必要）
- ・ 野菜（硬くて切れやすいものがおすすめ）  
例：レンコン、にんじん、きゅうり、みょうが、硬めのキュウイ、おくら、いちご大福など
- ・ 土粘土（野菜の色とのコントラストをつけるために黒っぽい色がおすすめ）
- ・ 包丁
- ・ まな板
- ・ 方眼紙（切る際の厚さをそろえるために必要）
- ・ ふきん
- ・ コンピュータ（Windows マシン）
- ・ コンピュータソフトウェア（フリーソフトをインターネットからダウンロード）
  - (1) DCVision22（試用版：30 日）
  - (2) Image to Volume  
<http://www.kgt.co.jp/library/tool/avs.html>
  - (3) MicroAVS（体験版：3 ヶ月）  
<http://www.kgt.co.jp/cgi-bin/down/down.cgi?id=01>
  - (4) 3D AVS Viewer（Player）  
<http://www.kgt.co.jp/cgi-bin/down/down.cgi?id=08>
- ・ 黒いついたて（ブックエンドに黒紙をはったものや黒い下敷きのような簡単なもので代用）
- ・ 野菜おさえ

## 3. 注意事項

野菜は包丁を使って切りますが、そのときに手や指を切らないように注意してください。

#### 4. 詳細

##### 1) 準備

- (1) まな板の上に方眼紙をしいて、動かないように固定する。
- (2) 三脚にデジカメを設定します。

##### 2) 野菜の固定

- (1) 物体を固定するために粘土で包みます。(まるごとバナナのようなイメージです。)
- (2) 粘土で包んだものをまな板の上に置きます。

##### 3) カメラの設置

- (1) カメラと野菜がなるべく水平になるようにカメラを設定します。そのときに、画面いっぱい断面が入るようにカメラを設置するようにしてください。ここで、一旦設置したカメラを動かすことができませんので、スライスしていくうちに画面からはみ出さないように注意してください。
- (2) フラッシュはオフにしてください。

##### 4) 撮影

- (1) 野菜を切るときはなるべく等間隔に垂直に切ってください。切り終わったら、切った断面を下図のようにデジカメで撮影してください。切っては撮影を繰り返してください。(スライスの間隔は5ミリぐらいで、8～10スライスが目安です。)



##### 5) 画像のデジカメからコンピュータへの移動

- (1) 撮影した画像データをコンピュータに移動してください。

##### 6) スライス画像からの野菜を取り出し

- (1) デジカメ画像編集ソフト (Photoshop など、今回はフリーソフト : DC Vision 22 を

使用) を用いて、背景を黒にします。

- (2) 背景を塗りつぶしたら、ファイル形式ビットマップ (XXXX.BMP) にして保存してください。その際に、XXX01.BMP、 XXX02.BMP.....というように連続した番号のファイル名にして、全てのファイルを一つのフォルダに入れてください。(フォルダには画像以外のファイルは置かないで下さい。)

## 7) 画像からボリュームデータへの変換

フリーソフトの **Image to Volume** を用います。

- (1) プログラムを起動すると右のような画面がでます。「次」をクリックします。



- (2) ファイルブラウザのパネルができます。右図の赤丸部分をクリックして、画面の入っているディレクトリを指定します。

- (3) 左側の「窓」にディレクトリの中にあるファイル名がリストされます。

一番上の画像ファイルをクリック

し、一番下の画像ファイルまでシフト+クリックすることで、全ての画像ファイルを選択できます。

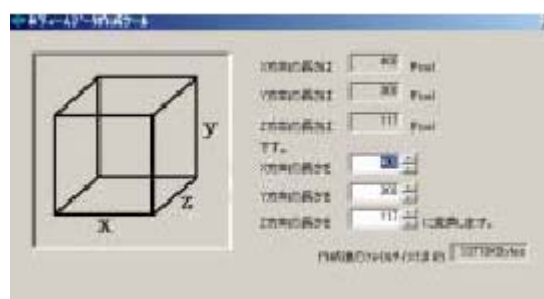
中央の「追加」ボタンを押すと、右側に画像ファイルがリストされます。

不要なファイルが混じっている場合には、右側のままでファイル名を選択して「削除」ボタンを押すことで削除できます。

- (4) 画像の変換処理が終わると、下図のようなパネルに変わります。

X 方向の高さ、Y 方向の高さは写真の解像度になります。

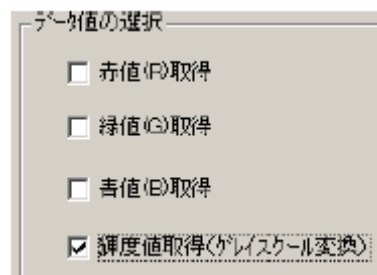
Z 方向の高さは、撮影した写真の枚数になります。しかし、これでは野菜をカットした方向の高さが小さくなり、ぺっしゅんこの野菜になってしまいます。そこで、細長い野菜の場合



には、Z方向の高さのXとY方向の高さの2倍ぐらいに設定します。

- (5) 最後の右図のパネルになります。「輝度値取得 (グレイスケール変換)」を選択してください。

写真はカラーですので、色は赤、緑、青 (RGB) の3つの値で表現されます。MicroAVS では、赤、緑、青の3つの値で明るさ (輝度) を計算して表示します。



- (6) 変換されたファイルを保存して、ボリュームデータへの変換作業は終了です。

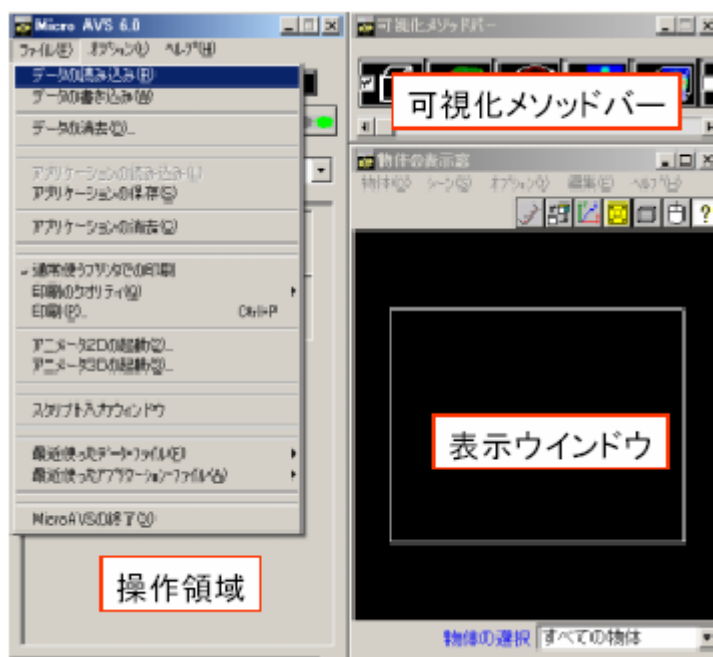
## 6) MicroAVS での可視化

フリーソフト MicroAVS を用います。

- (1) MicroAVS を起動すると、左上の「ファイル」メニューから「データ読み込み」を選択し、ファイルブラウザでボリュームデータに変換したファイル名を指定してください。

- (2) MicroAVS は3つのウィンドウからできています。左側が「操作領域」、右上がどのような可視化手法を用いるか選択するための「可視化メソッドバー」、その下が可視化結果を表示する「表示ウィンドウ」です。

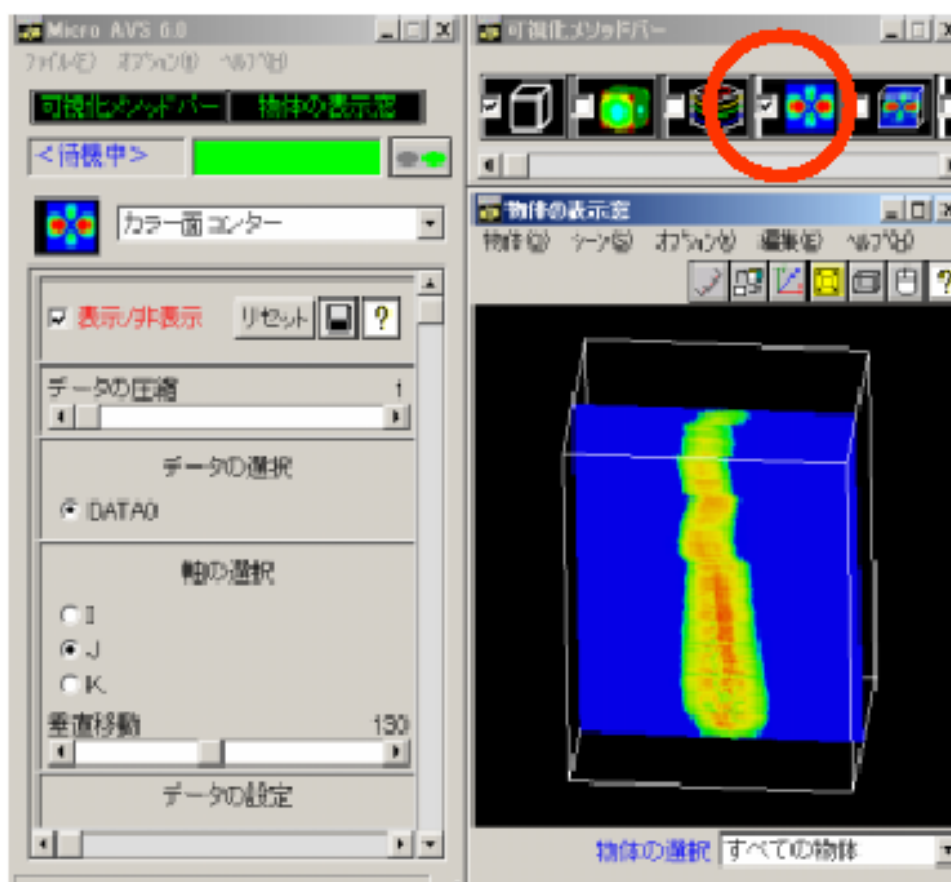
- (3) 野菜のデータを読み終わると「表示ウィンドウ」に四角の枠が表示されます。



(4) 色々な可視化手法を試みてみましょう。

[断面の確認]

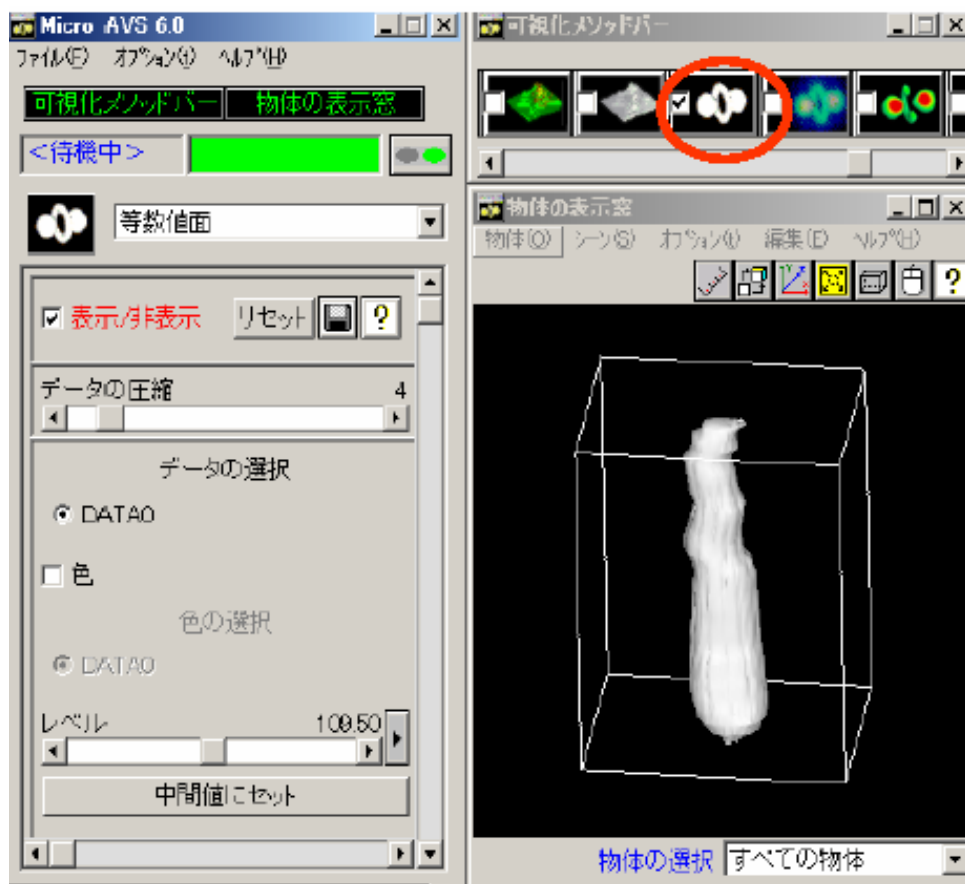
- ・「可視化メソッドバー」で「カラー面コンター」を選択します。「操作領域」には、色々なボタンやスライダーがあります。
- ・「データの圧縮」は、おおきなデータでは処理に時間がかかるため、最初は間引きされた粗いデータが表示されます。これを「1」にすると完全なデータが表示されます。「2」にすると1方向で1/2のデータ量となり、3次元であるため、1/8のデータ量となります。
- ・「軸の選択」は、I、J、Kの3つの軸があります。断面の向きを変えることができます。
- ・「垂直移動」は、断面のスライドをすることができます。
- ・可視化メソッドバーの「カラー面コンター」のボタンを、もう一度押すと「オフ」になります。(メモリーも解放されます。)





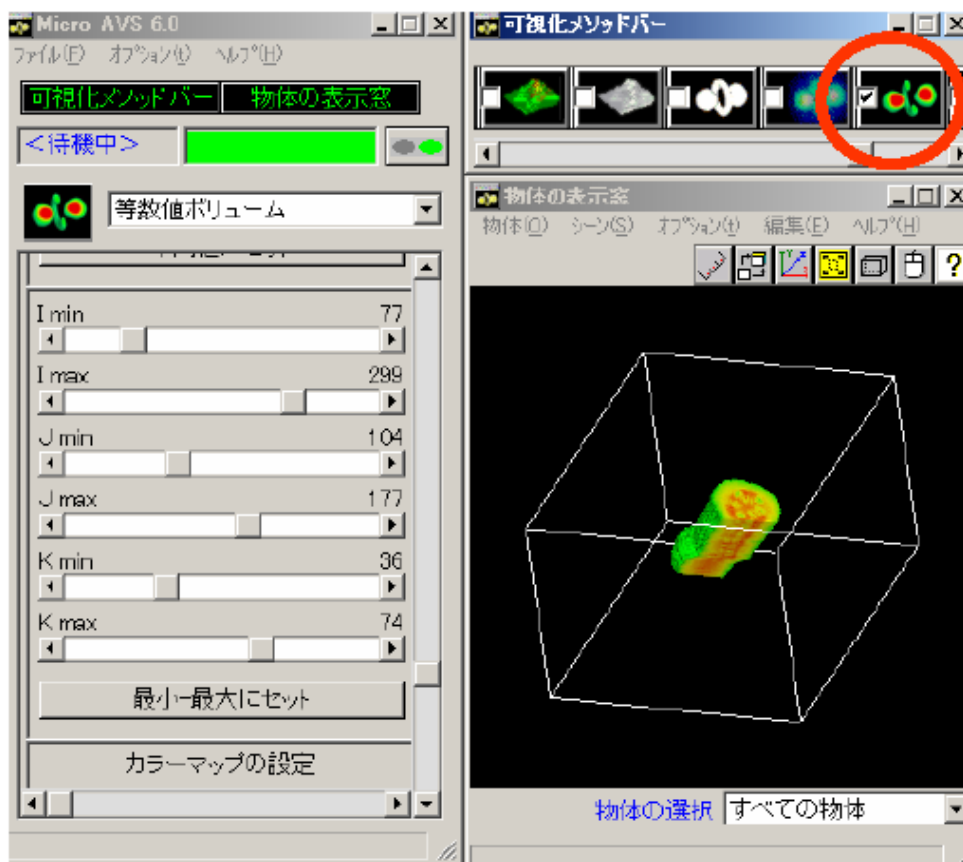
#### [等値面表示]

- ・「可視化メソッドバー」で「等値面」を選択します。
- ・等値面は同じ値を持つ場所を表示する手法です。
- ・「操作領域」の「レベル」のスライダーを調整することで野菜の外形が表示されます。背景を黒にしているので、黒の輝度値は0です。
- ・レベルのスライダーを調節して、0より少し大きな値に設定してください。



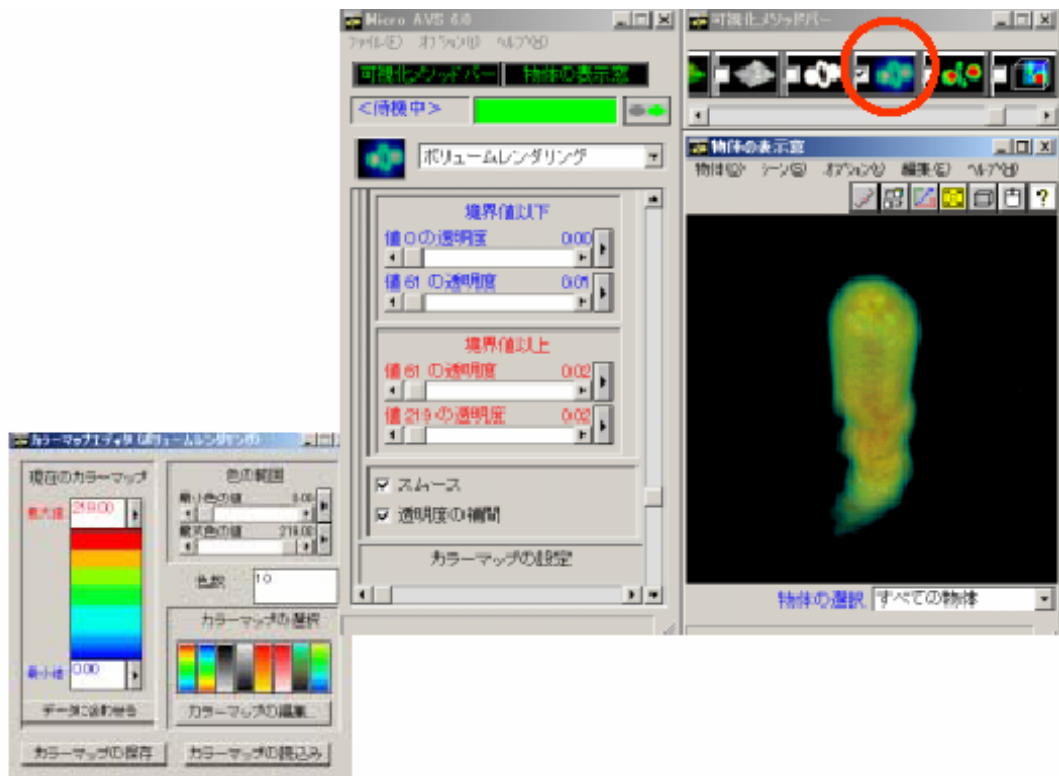
### [等数値ボリューム]

- 「可視化メソッドバー」で「等数値ボリューム」を選択します。
- 「操作領域」には、6つのスライダーがあります。等値面で野菜の外形を表示しながら、6つのスライダーを用いて、野菜をコンピュータの中でカットできます。
- この操作は、大変な処理なので、最初は「操作領域」の上方にある「データの圧縮」を「2」または「3」にして間引きしておくといいです。



### [ボリュームレンダリング]

- 「可視化メソッドバー」で「ボリュームレンダリング」を選択します。
- ボリュームレンダリングは、等値面のように表面だけを見るだけでなく、内部まで透かして見るができます。
- 4つのスライダーで、透明度の設定ができます。
- 「スムーズ」「透明度の補間」を「オン」にすると滑らかな画像になります。
- カラーマップの設定により、内部構造が透けて見えて違った結果に見えます。



#### [MicroAVS を使って画像サイズを小さくする方法]

画像サイズを小さくするため、MicroAVS 上で速く画像を動かすことができます。コンピュータの容量があまり大きくないときに有効です。

1) 「データの読み込み」から、画像ファイルを読み込みます。

2) 表示ウインドウを小さくします。マウスカーソルをウインドウの隅でドラッグします。

3) 表示ウインドウの「絵」のプルダウンメニューから、「位置の指定」を選択し、下図の位置の指定のダイアログボックスを出します。

4) 位置を修正して真ん中に表示されるようにします。

ここで、代表的な断面画像をいくつか読み込んで、すべての画像が画面内に入ることを確認します。

このとき、2つの注意が必要です。

(1) 表示窓の「大きさを正規化する」ボタンをオフにしてください。

これは、新しいデータが読み込まれる毎に、全体が見えるように大きさを正規化するボタンです。

(2) 手順1で使った「データの読み込み」は使わないで、「読み替え」を使います。  
具体的には、下図のところのメニューです。

5) あとは、読み込み、書き出し（こちらは、メインメニューの「ファイル」の下の「データの書き込み」を使います）を繰り返して、小さな画像を作成します。

6) **Image to Volume** でボリューム化する。

以下、同じ操作方法で可視化しましょう。

8) 完成した野菜の持ち帰り

- (1) Micro AVS の「操作領域」の「ファイル」メニューの中の「アニメータ 3D の起動」を選択すると、下図のような「アニメータ 3D パネル」が登場します。
- (2) 「アニメータ 3D」の「コントロール」メニューから「1 ショット撮影」を選択すると、表示している 3 次元地図が「アニメータ 3D」に表示されます。
- (3) 最後に、「アニメータ 3D」の「ファイル」メニューから、「ファイル保存」を選び、「ファイルの種類」アニメーションファイル (\*.Gfa) で保存することができます。このファイルはフリーソフト 3DAVSPlayer で再生することができます。
- (4) また、動画して持ち帰ることができます。この場合には、MicroAVS の「操作領域」の「ファイル」メニューの中の「アニメータ 2D の起動」を選択します。このツールを起動すると、立体地図が拡大・回転している様子を動画 (avi、mpeg) で保存することができます。これらのファイルはメディアプレイヤーなどのソフトで再生することができます。

