

ExFact VR 2.1 ケーススタディ

NVS 日本ビジュアルサイエンス株式会社

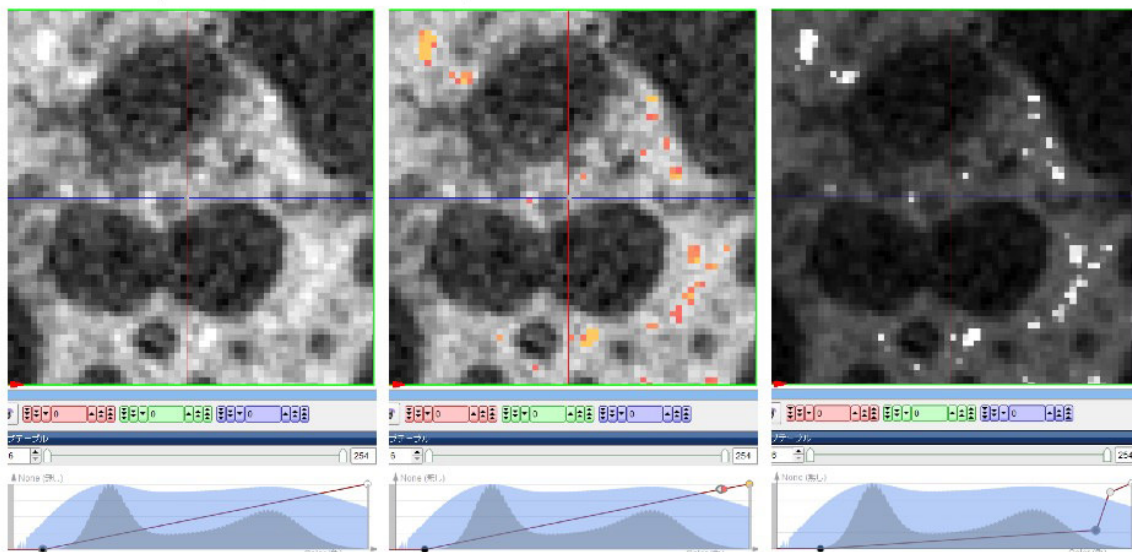
1. 多孔質材料の画像解析例

はじめに、多孔質材料の実践的な 3D 画像解析の手順をご紹介します。ExFact VR 2.1 の画像解析機能を複合的に組み合わせて用いるテクニックをこの事例を通して学んで頂きたいと存じます。

なお本節で説明しているサンプルデータ一式は、以下の URL からダウンロードして頂くことができます。操作の練習やデータのまとめ方の参考にご利用下さい。ユーザー名とパスワードを入力すると、ダウンロードできます。約 806MB ございます。



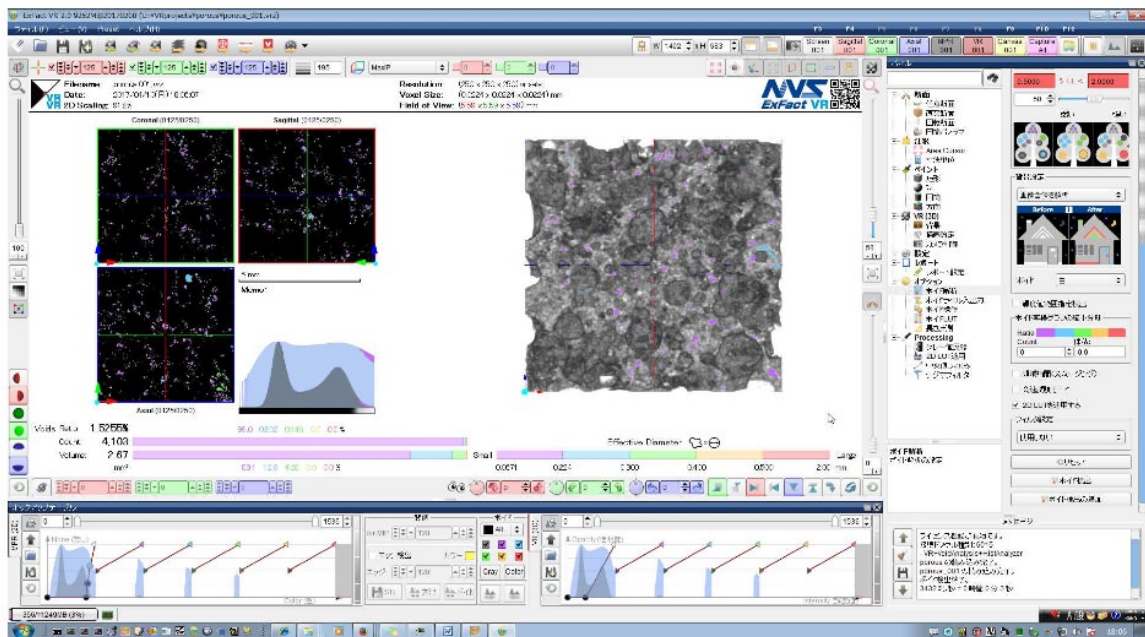
まずは画像データを 8bit 化して読み込み、porous.vrz などといった名前で作成しておきます。このデータは後から再利用します。この材料は黒(空隙)、グレー、白の 3 種類の成分が複合しています。白い粒子は、あまり明瞭に映っていませんが、図(中)のような LUT を設定すると、色をつけて見ることができます。LUT を色々と操作し、表示してみて、ヒストグラムと対応付けて画像を理解することが画像解析では、とても重要です。



白い粒子は、あまり明瞭に映っていない訳ですが、図(右)のように LUT を調整すると、粒子を強調して可視化することができます。黒→白の単純な一直線の LUT ではなく、複数のキーを追加して非線形の LUT を作るのがコツです。

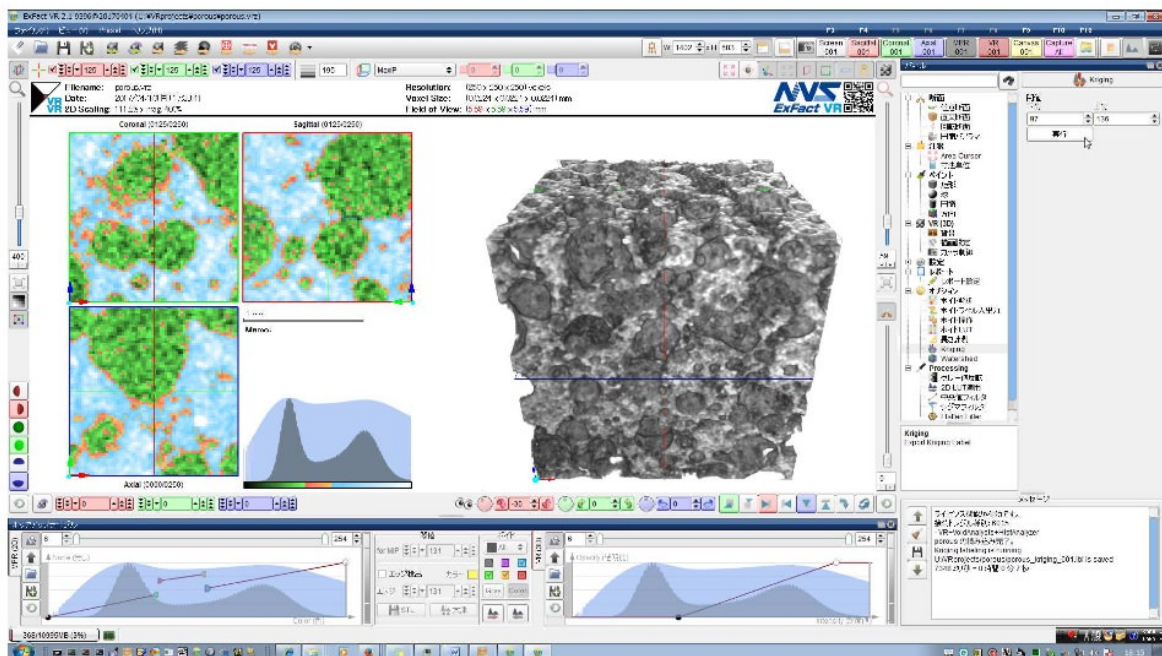
次に「ポイド解析」機能を用いて、白い粒子の検出を試みます。「画像全体を解析」、検出対象として「白」を選択します。「2D LUT を適用する」にチェックを入れると、2D 側 LUT が適用された画像、つまり白い粒子が強調されたこの画像に対して、検出処理が行われます。

このオプションを用いるほかに「Processing→2D LUT 適用」を用いて、画像データを LUT の通りに書き換えて検出を行う方法があります。



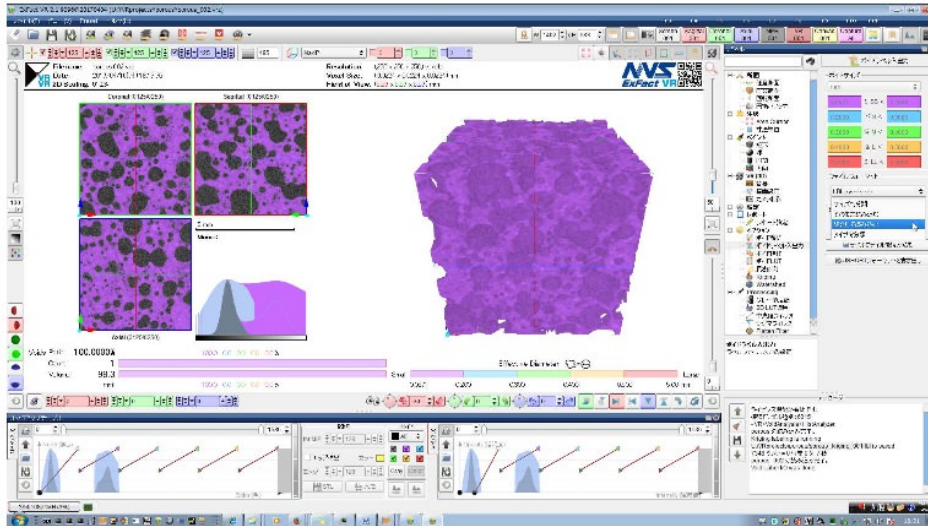
1回目のボイド検出が終わり、LUTが6色に変化しました。フォルダ内には、porous_001.vrx, csv, lblの3つのファイルが作られています。白い粒子の個数やサイズ別分布は、この結果、得られています。粒子の検出が充分でない場合は、LUTやパラメータを変えて処理をやり直すことができます。

次に黒(空隙)と「グレー+白」の材料成分の分離を試みます。ヒストグラムがふた山を形成しており、2D側に下図のようなLUTを設定したところ、空隙と材料の輝度値が比較的、明瞭に分離していることが明らかですので、Krigingによる二値化処理を行います。



LUTの丸いキーをドラッグすると、LUTの横軸に相当する輝度値を読み取ることができます。閾値の見当をつけて入力し、Kriging処理を実行します。フォルダ内にラベルファイルporous_kriging_001.lblが作られます。

porous.vrzを読み込み直します。あるいはExFact VR 2.1を新たに起動して、porous.vrzを読み込みます。そして、「ポイドラベル入出力」「LBLフォーマット」「統合して読み込む」という手順でporous_kriging_001.lblを読み込むと、空隙とマテリアルが黒白と紫の2セグメントで分離したLUTで表示されます。

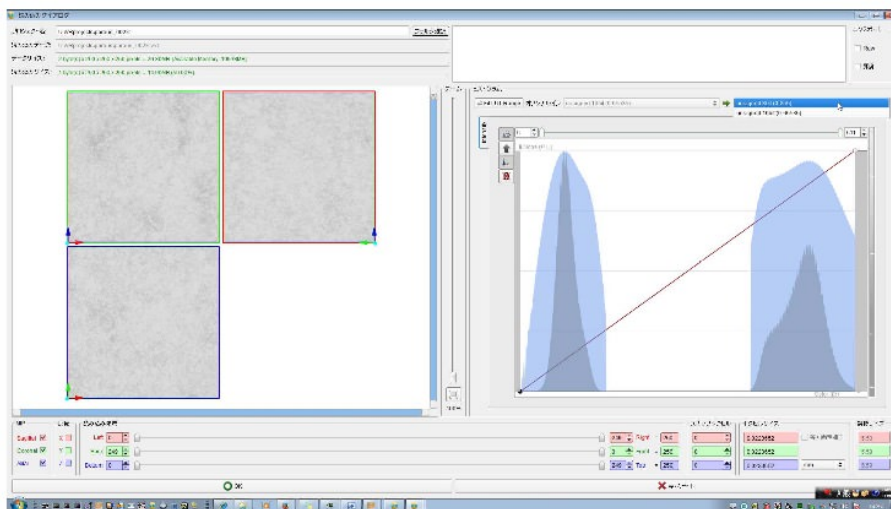


お客様からよく白黒二値化した画像データが欲しいとのご要望を頂きます。二値化画像とは、中間のグレー色の輝度情報を捨てて、白黒どちらかで表現した画像データを指します。

ここまでの処理結果から、二値化画像をつくる方法をご説明致します。下図左のメニューからvrd+raw ファイルを一旦、保存します。そして、下図右のメニューから再び読み込み直します。



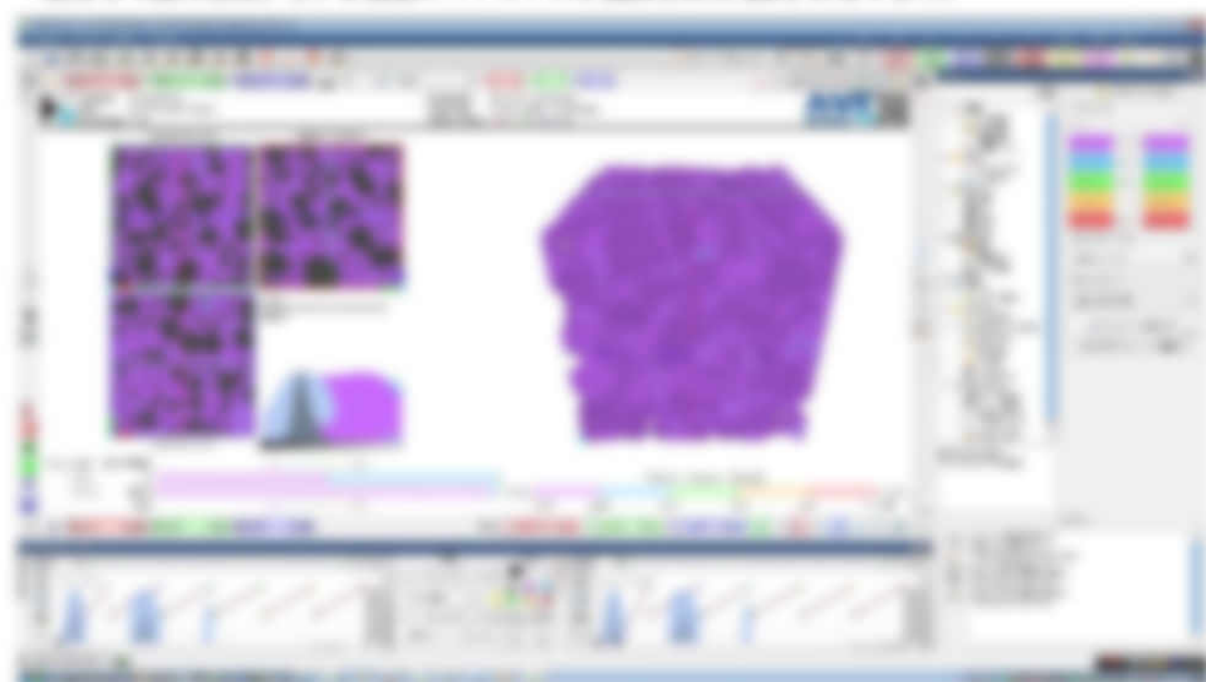
二値化画像をつくる場合は、Import Dialog で8bit 化のメニューを選んで読み込んでください。最終的に白黒2色の画像にしてしまいますので、16bit は冗長すぎるからです。



また、GIMPで開いた画像、その領域を切り取って別の領域に貼り付けると、その領域が切り取られた元の画像の位置に、その領域の位置が反映されて表示されるようになります。

- ② 画像を切り取る (Ctrl+Shift+I) → [gimp.com, 201.00](#)
- ③ 貼り付け (Ctrl+V) → [gimp.com, 201.00](#)

このように、GIMPで切り取った領域を別の領域に貼り付けると、その領域の位置が反映されて表示されます。また、GIMPで切り取った領域を別の領域に貼り付けると、その領域の位置が反映されて表示されます。



このようにして切り取った領域を別の領域に貼り付けると、その領域の位置が反映されて表示されます。また、GIMPで切り取った領域を別の領域に貼り付けると、その領域の位置が反映されて表示されます。

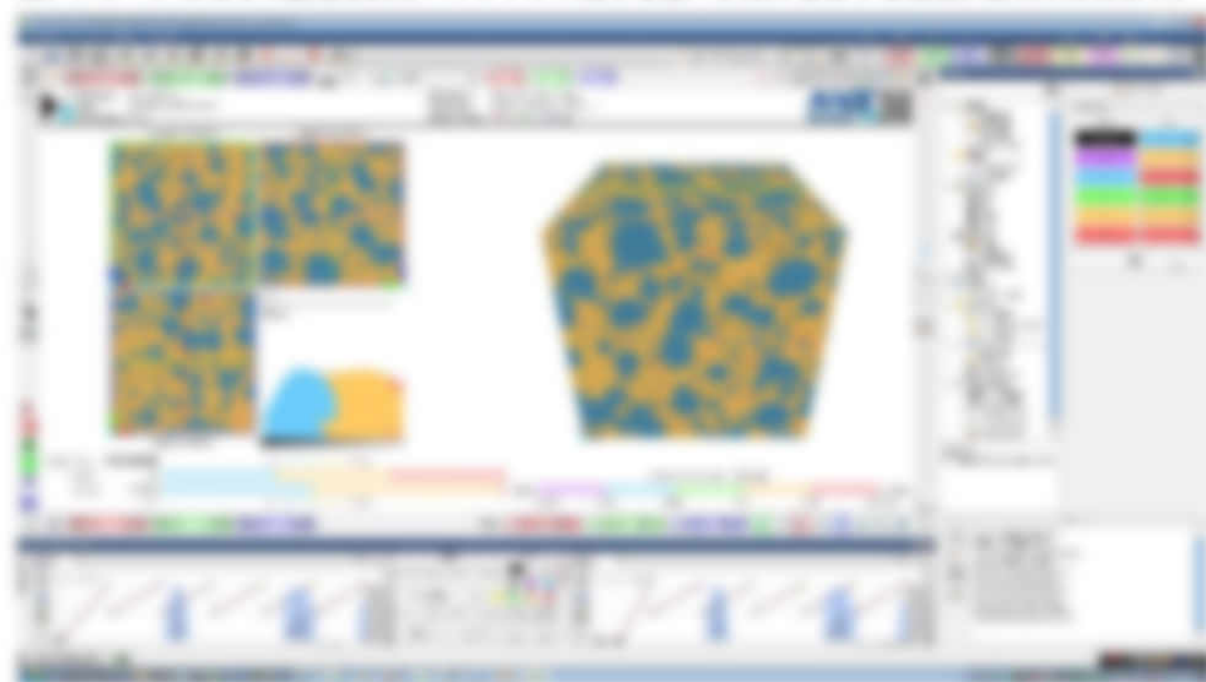


圖 2-1-1 圖表顯示，「總數」欄位中所有資料的總和，在「總數」欄位中顯示，其餘欄位皆為空。

圖 2-1-2 圖表顯示，在「總數」欄位中所有資料的總和，在「總數」欄位中顯示，其餘欄位皆為空。圖 2-1-3 圖表顯示，在「總數」欄位中所有資料的總和，在「總數」欄位中顯示，其餘欄位皆為空。圖 2-1-4 圖表顯示，在「總數」欄位中所有資料的總和，在「總數」欄位中顯示，其餘欄位皆為空。

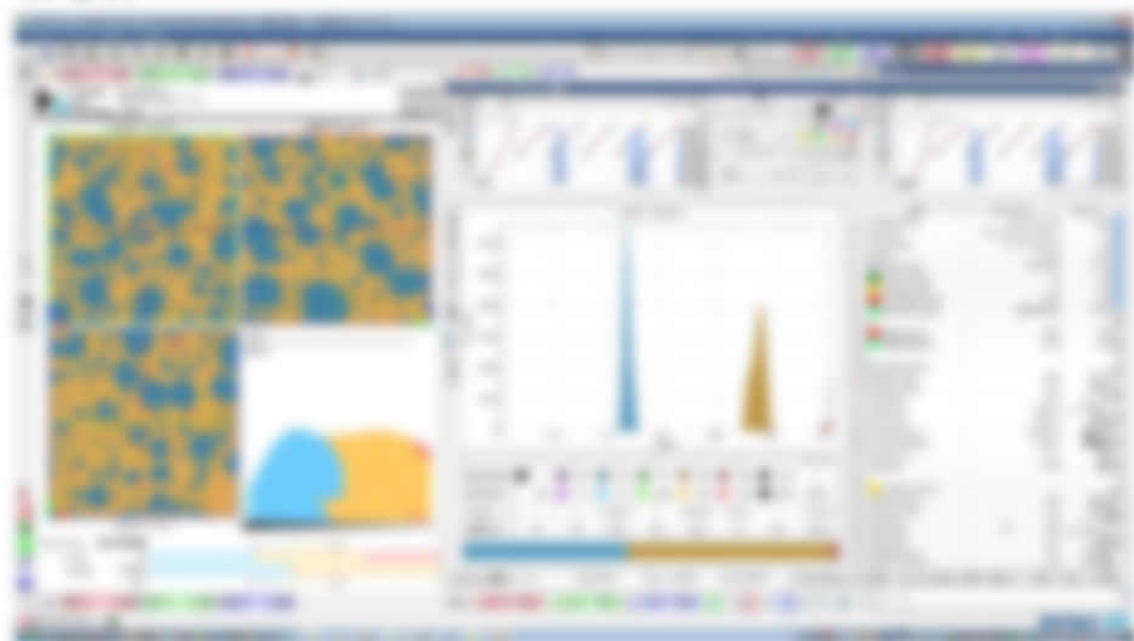


圖 2-1-5 圖表顯示，在「總數」欄位中所有資料的總和，在「總數」欄位中顯示，其餘欄位皆為空。圖 2-1-6 圖表顯示，在「總數」欄位中所有資料的總和，在「總數」欄位中顯示，其餘欄位皆為空。圖 2-1-7 圖表顯示，在「總數」欄位中所有資料的總和，在「總數」欄位中顯示，其餘欄位皆為空。

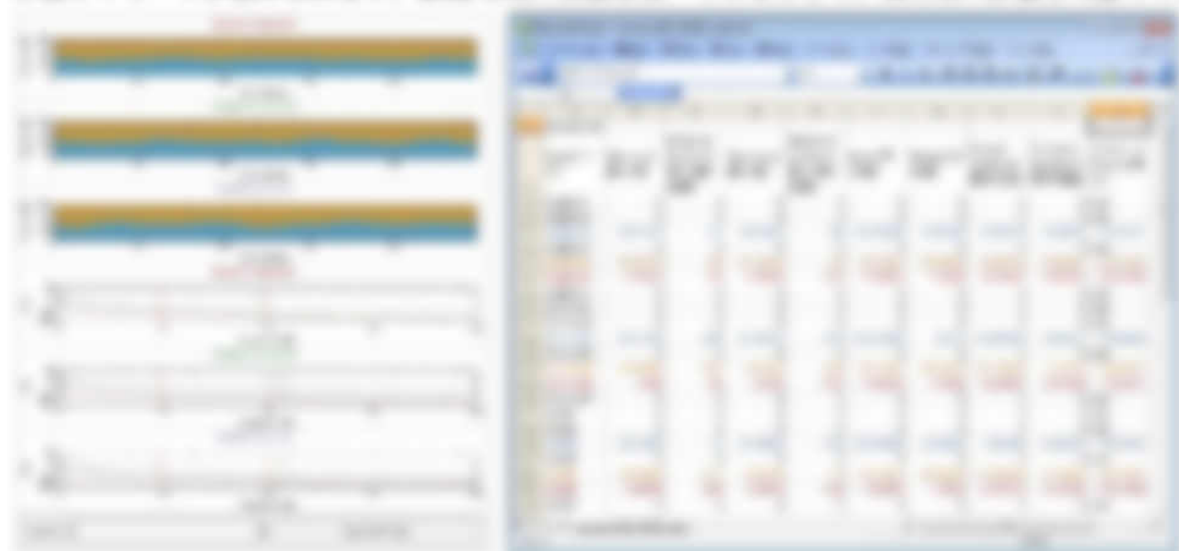
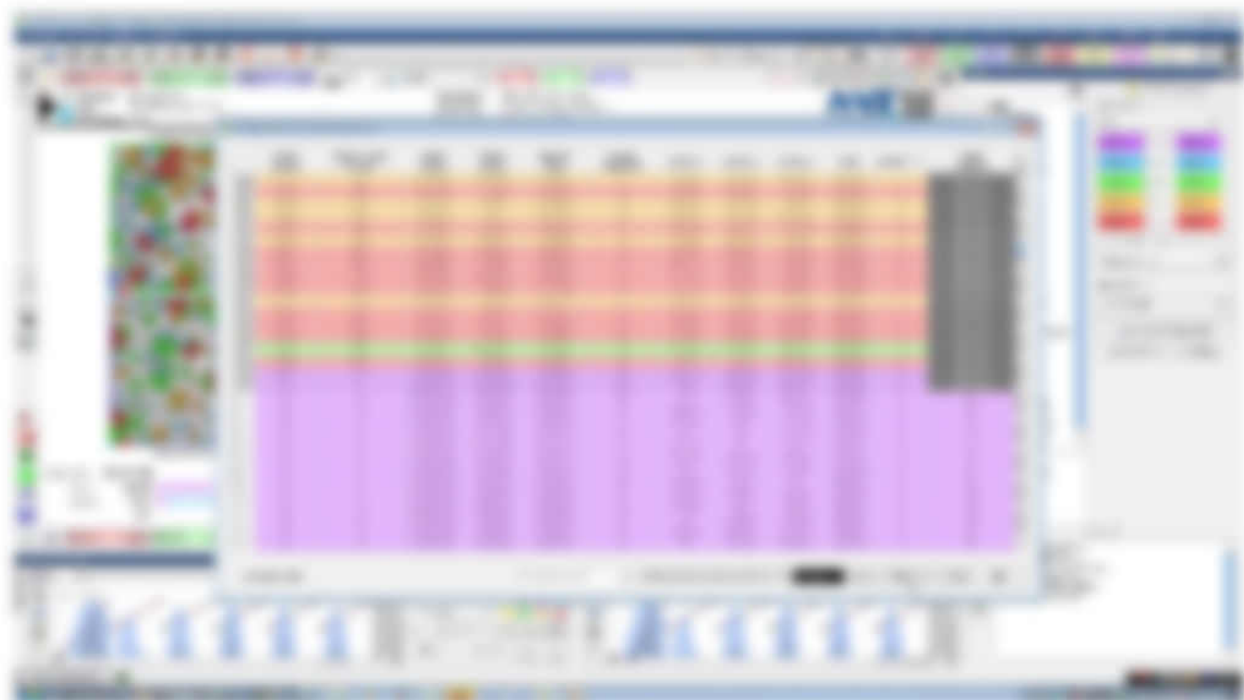


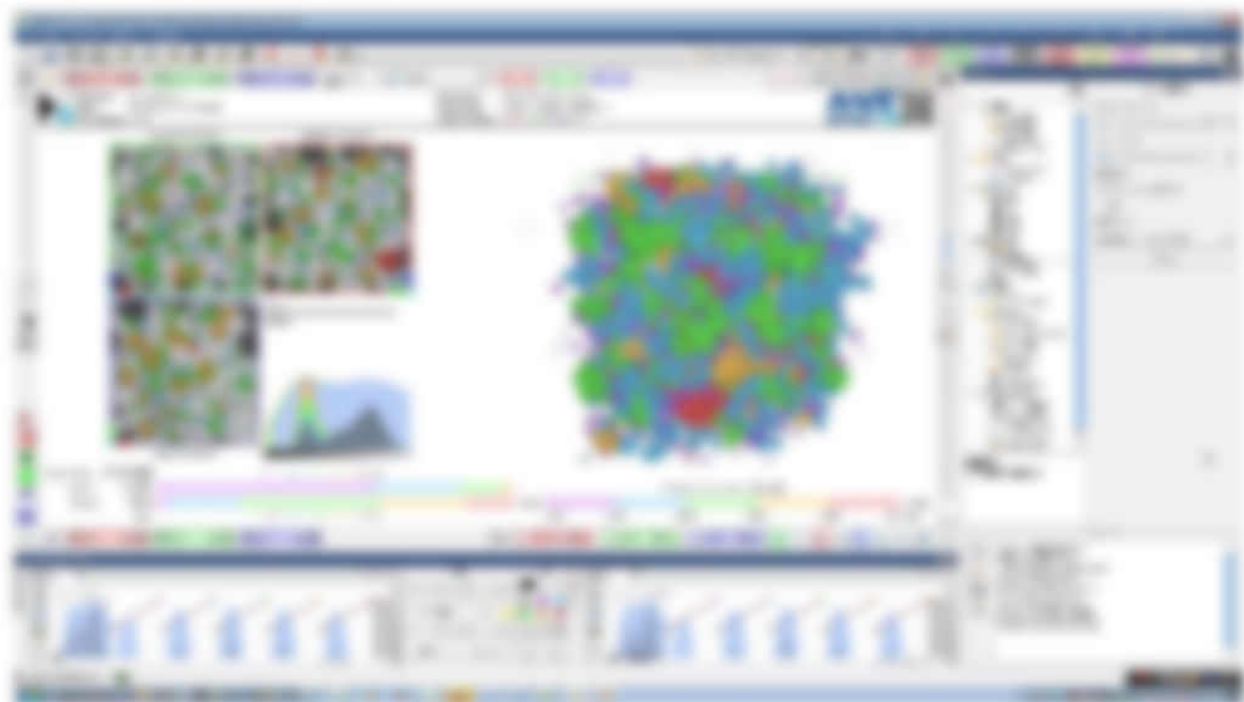
圖 2-1-8 圖表顯示，在「總數」欄位中所有資料的總和，在「總數」欄位中顯示，其餘欄位皆為空。圖 2-1-9 圖表顯示，在「總數」欄位中所有資料的總和，在「總數」欄位中顯示，其餘欄位皆為空。圖 2-1-10 圖表顯示，在「總數」欄位中所有資料的總和，在「總數」欄位中顯示，其餘欄位皆為空。

圖 2-1-11 圖表顯示，在「總數」欄位中所有資料的總和，在「總數」欄位中顯示，其餘欄位皆為空。

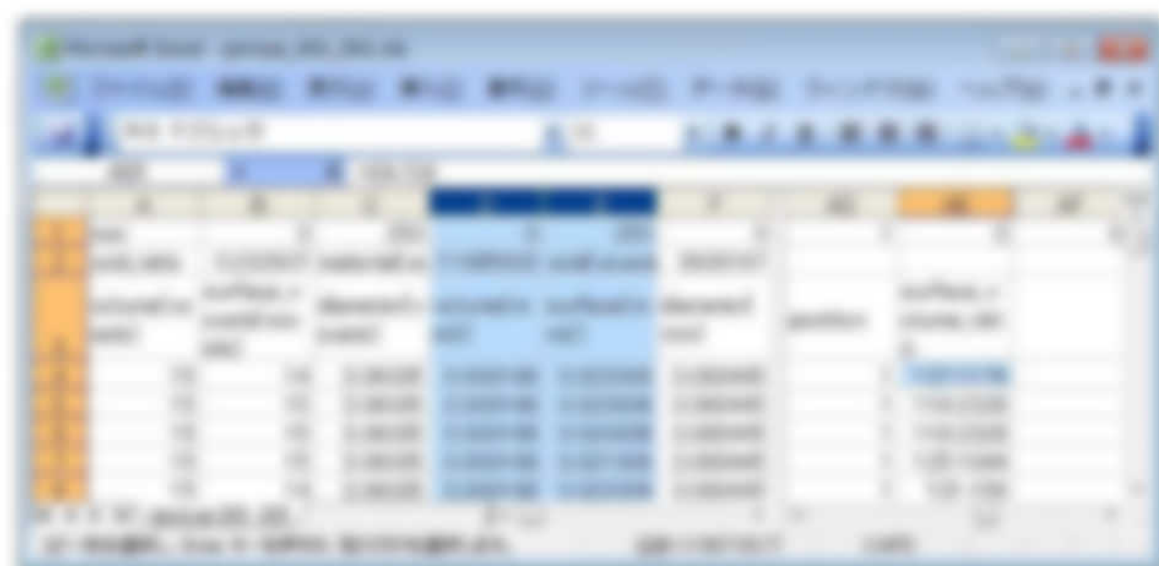
この図は、異なる条件下で培養された細胞の遺伝子発現データを可視化したものである。縦軸は遺伝子（Gene）を示し、横軸は細胞（Cell）を示している。色は発現レベルを示し、赤は高発現、青は低発現を示している。異なる条件下で培養された細胞は、異なる遺伝子発現パターンを示している。



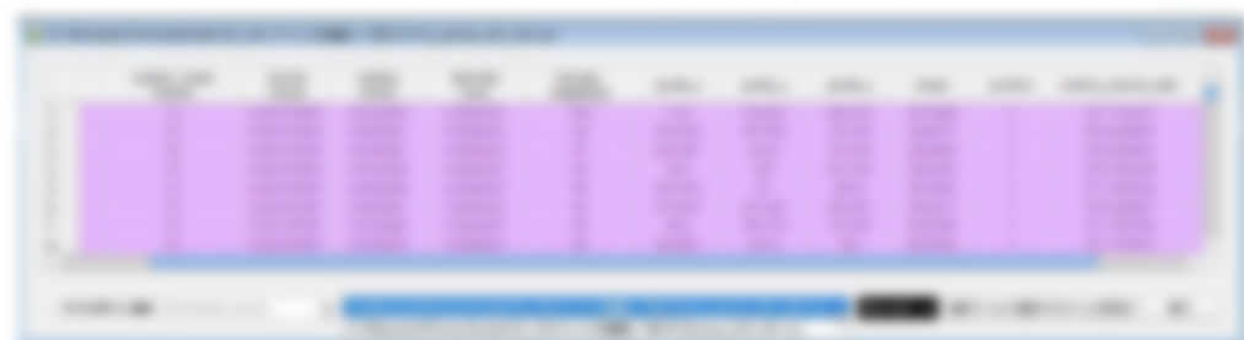
この図は、異なる条件下で培養された細胞の遺伝子発現データを可視化したものである。縦軸は遺伝子（Gene）を示し、横軸は細胞（Cell）を示している。色は発現レベルを示し、赤は高発現、青は低発現を示している。異なる条件下で培養された細胞は、異なる遺伝子発現パターンを示している。



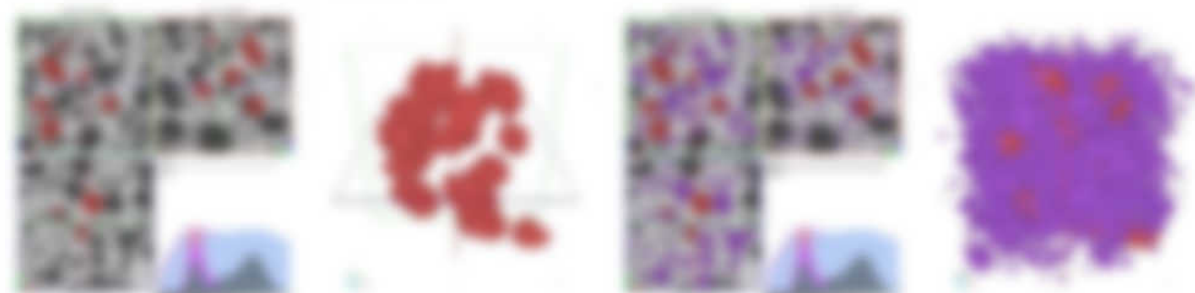
SoftXen 環境をインストールした VM 上で動作確認して、動作確認が正常に完了したら、仮想マシンを再起動して、仮想マシン上で動作確認を行います。また、仮想マシンを再起動した後は、仮想マシン上で動作確認を行います。



仮想マシン上で動作確認が正常に完了したら、仮想マシンを再起動して、仮想マシン上で動作確認を行います。また、仮想マシンを再起動した後は、仮想マシン上で動作確認を行います。また、仮想マシンを再起動した後は、仮想マシン上で動作確認を行います。



SoftXen 環境を再起動して、動作確認が正常に完了したら、仮想マシンを再起動して、仮想マシン上で動作確認を行います。また、仮想マシンを再起動した後は、仮想マシン上で動作確認を行います。また、仮想マシンを再起動した後は、仮想マシン上で動作確認を行います。



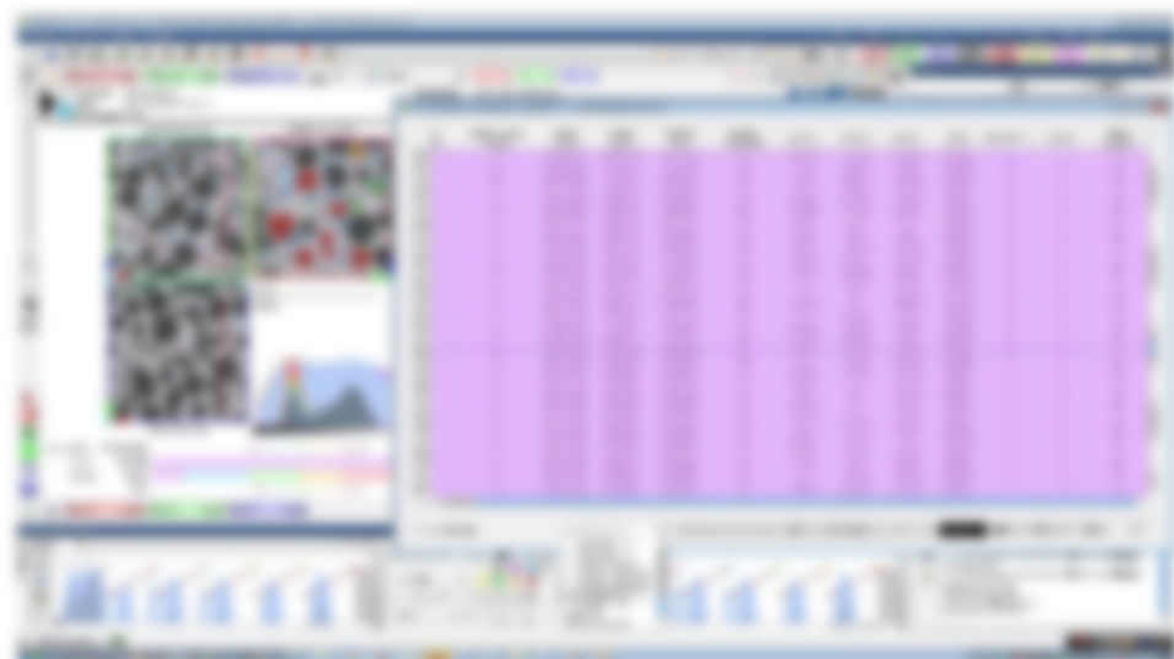
SoftXen 環境を再起動して、動作確認が正常に完了したら、仮想マシンを再起動して、仮想マシン上で動作確認を行います。また、仮想マシンを再起動した後は、仮想マシン上で動作確認を行います。また、仮想マシンを再起動した後は、仮想マシン上で動作確認を行います。

個體の平均値を算出する操作、この個體の平均値を標準偏差として処理する、この操作の処理内容は、以下の通りです。平均値を算出する操作、この操作の処理内容は、以下の通りです。

① 平均値を算出する操作 → `gamma_001_00`

② 標準偏差を算出する操作 → `gamma_001_001`

この操作の処理内容は、以下の通りです。平均値を算出する操作、この操作の処理内容は、以下の通りです。平均値を算出する操作、この操作の処理内容は、以下の通りです。平均値を算出する操作、この操作の処理内容は、以下の通りです。平均値を算出する操作、この操作の処理内容は、以下の通りです。



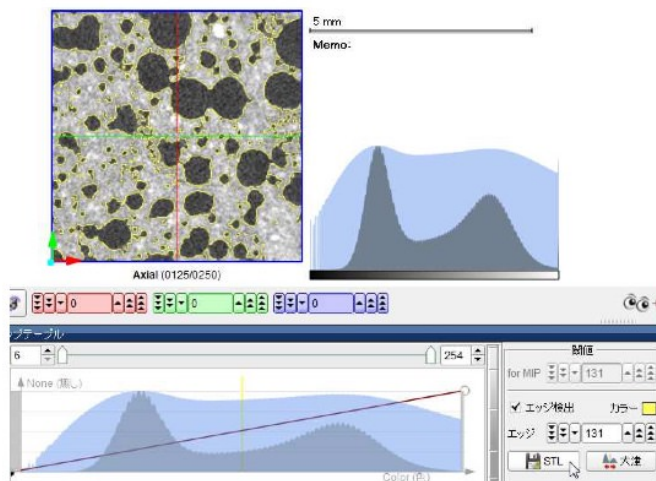
この操作の処理内容は、以下の通りです。平均値を算出する操作、この操作の処理内容は、以下の通りです。平均値を算出する操作、この操作の処理内容は、以下の通りです。平均値を算出する操作、この操作の処理内容は、以下の通りです。平均値を算出する操作、この操作の処理内容は、以下の通りです。

この操作の処理内容は、以下の通りです。平均値を算出する操作、この操作の処理内容は、以下の通りです。平均値を算出する操作、この操作の処理内容は、以下の通りです。平均値を算出する操作、この操作の処理内容は、以下の通りです。平均値を算出する操作、この操作の処理内容は、以下の通りです。

- ① 平均値を算出する操作
- ② 標準偏差を算出する操作
- ③ 平均値を算出する操作
- ④ 標準偏差を算出する操作
- ⑤ 平均値を算出する操作
- ⑥ 標準偏差を算出する操作
- ⑦ 平均値を算出する操作
- ⑧ 標準偏差を算出する操作
- ⑨ 平均値を算出する操作
- ⑩ 標準偏差を算出する操作

2. STL ファイルの出力

STL ファイルを出力してみます。原理的には、3D 画像に閾値を設定し、認識した等値面(isosurface)をポリゴン化して STL ファイルが出力されます。中央下部のインターフェースで「エッジ検出」をチェックすると、2D LUT 上に閾値を意味する黄色い縦のラインが現れます。MPR 画像上に表れるエッジは、等値面を意味しています。デフォルトの閾値は、大津の方法によって決定されますが、この方法では、ふた山を形成するヒストグラムの場合に空隙とマテリアルをうまく分離する閾値が自動的に算出されます。「STL」ボタンをクリックすると、porous_001.stl のようなファイル名で STL ファイルが出力されます。

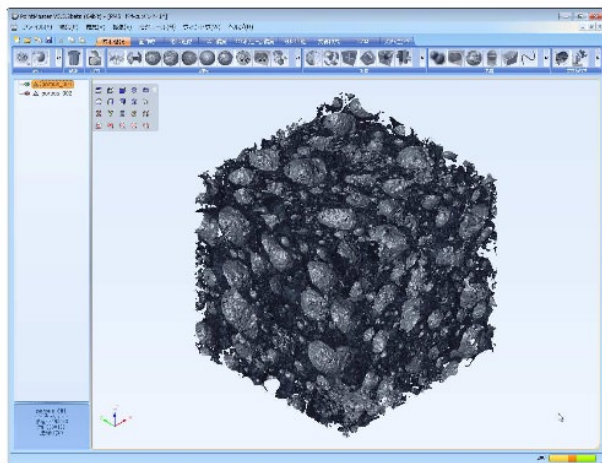


図のようなデータの場合、関心領域を指定して画像を読み込んだため、画像の端が切れています。そのまま STL ファイルを出力した場合、三角形が作られないので、前処理を行った上で、STL ファイルを出力してみます。Area Cursor を表示→「パネル→ペイント」機能で最大領域から 2 ピクセル分、小さい領域を指定→外側を 0 で塗る…といった手順で、画像の 1 ピクセル内側の領域を塗りつぶします。

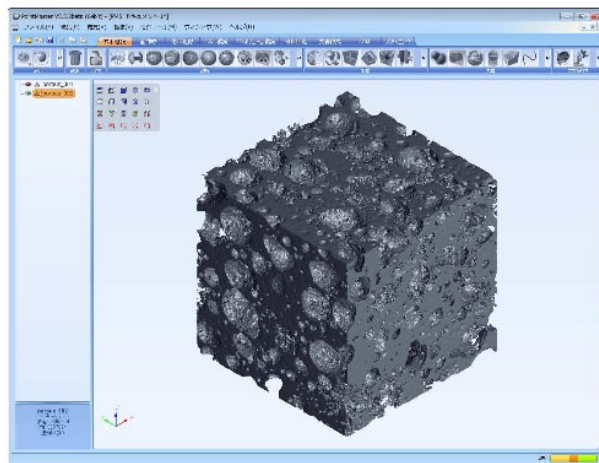


下図はリバースエンジニアリングソフトウェア PointMaster の画面です。前述の方法で出力した STL ファイルを読み込んで表示しています。後者の方法では、6 方向の境界面にふたがされてポリゴン化されていることが分かります。

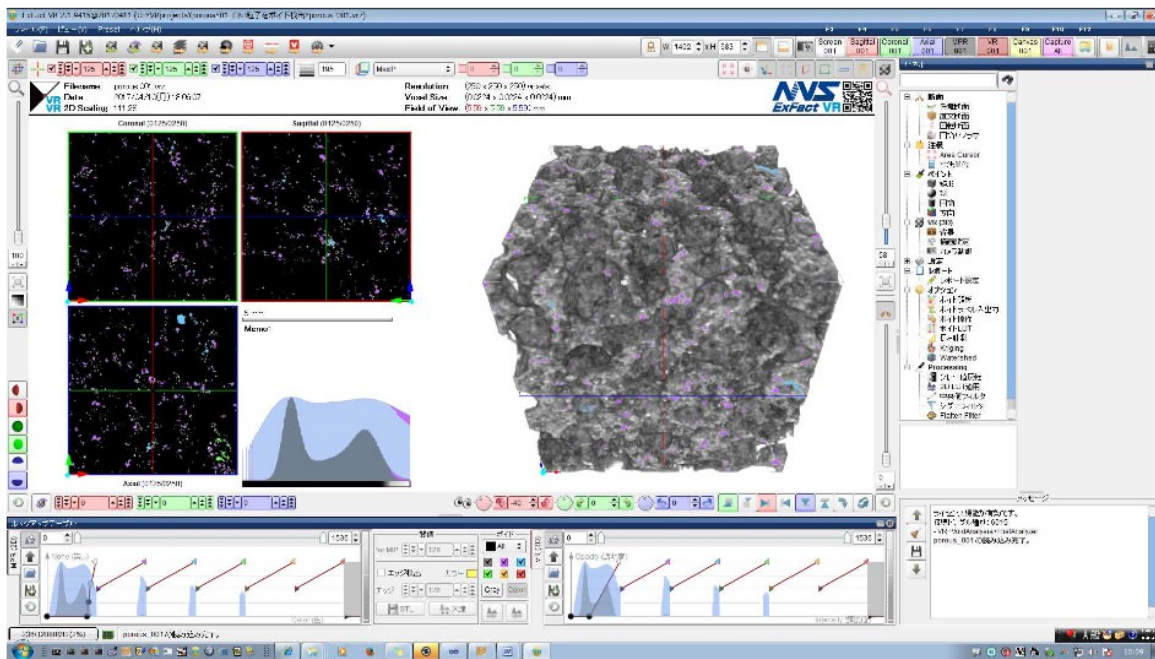
そのまま出力した STL ファイル



外側を塗って出力した場合



不明瞭で分解能的に厳しい、また一様な輝度値を持たない構造など、一意の閾値でポリゴン化するの
が難しい画像データは、実務では多々みられます。そういった場合、ポイド解析を行ったボリュームデ
ータに対して、ポリゴン化する方法が有用です。さきに使用した、多孔体構造に内包される白い粒子を
ポイド解析で検出したデータを用います。



このメニューから一旦、データを保存し… 再び読み込みます。

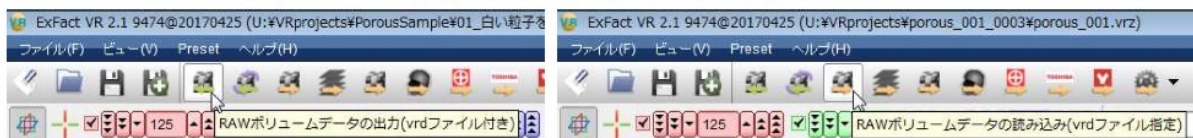
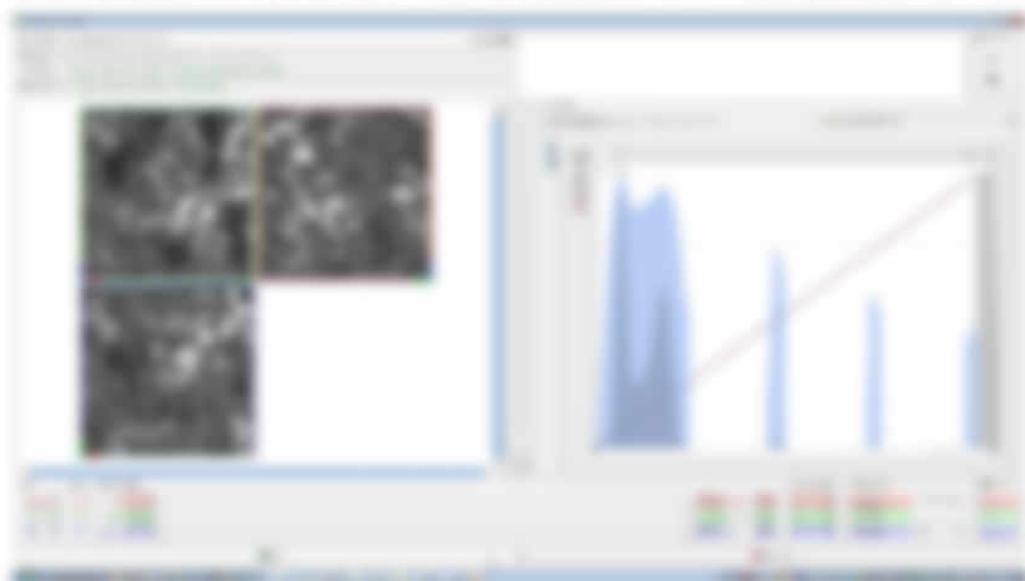
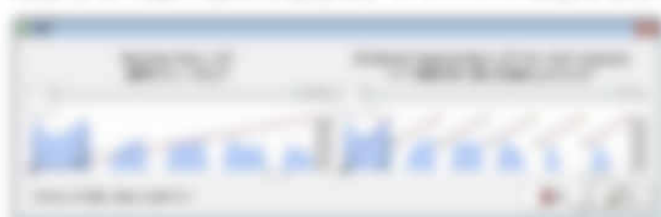


Figure 10. The first-order distribution of the number of particles in the system. The first-order distribution is shown in the left panel, and the second-order distribution is shown in the right panel.

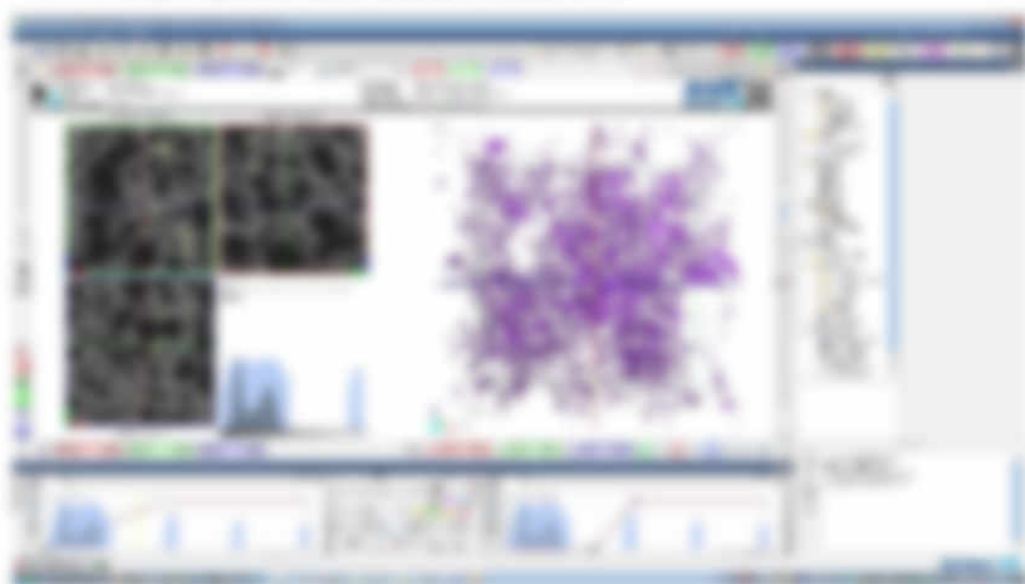


The first-order distribution is shown in the left panel, and the second-order distribution is shown in the right panel. The first-order distribution is shown in the left panel, and the second-order distribution is shown in the right panel.



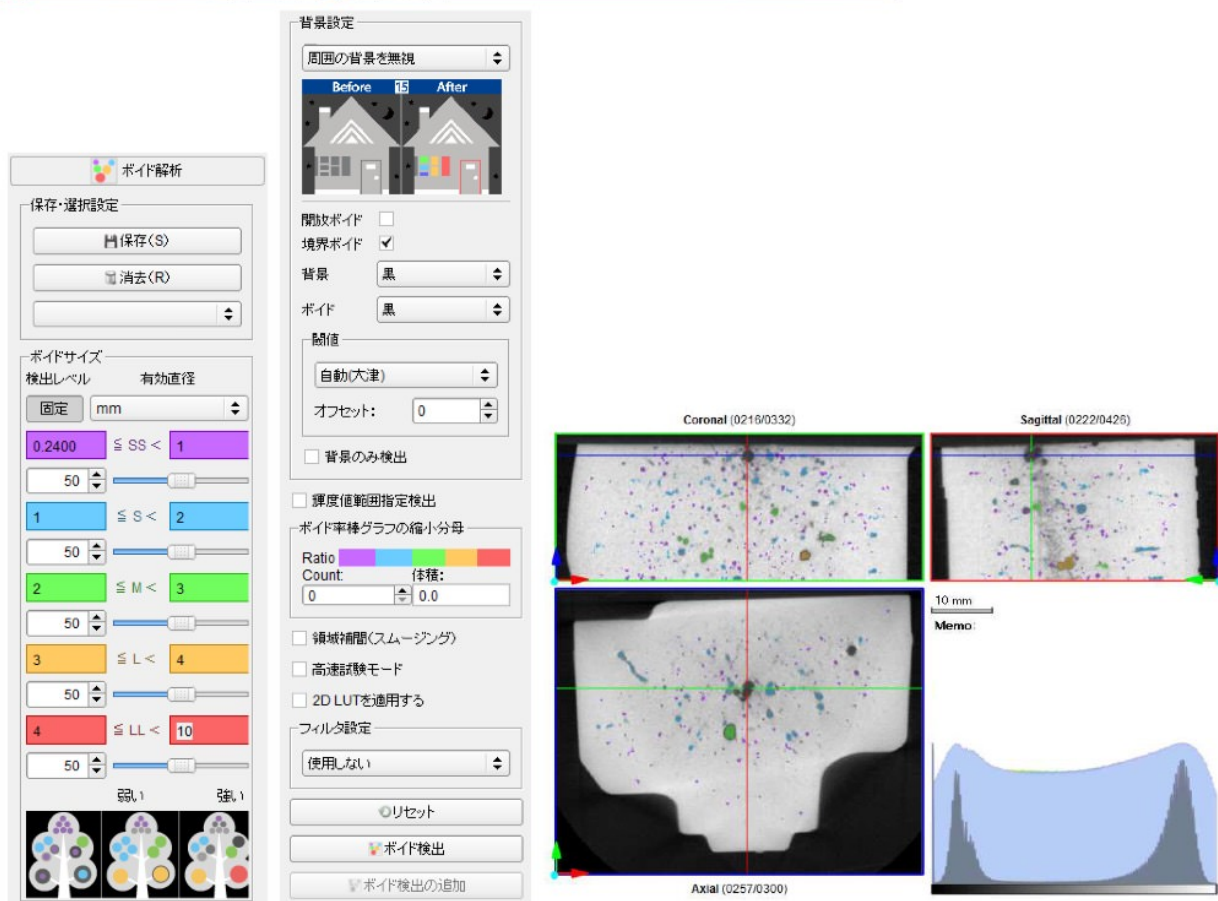
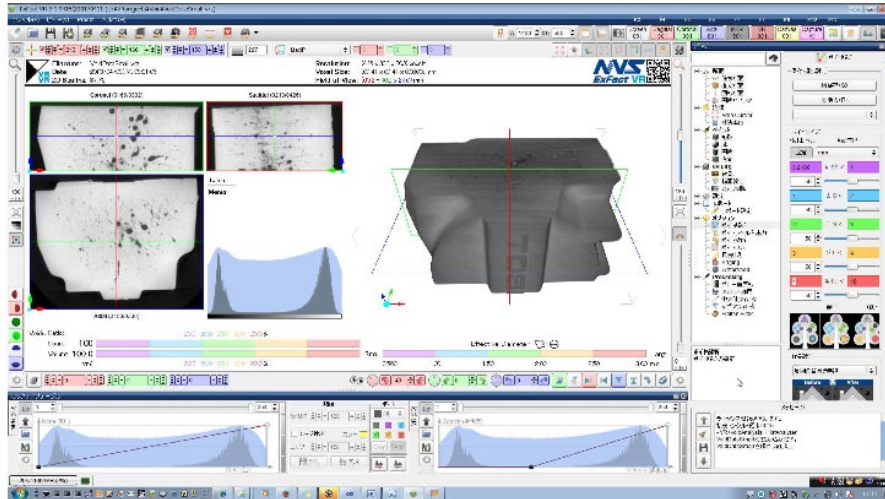
The first-order distribution is shown in the left panel, and the second-order distribution is shown in the right panel. The first-order distribution is shown in the left panel, and the second-order distribution is shown in the right panel.

The first-order distribution is shown in the left panel, and the second-order distribution is shown in the right panel.



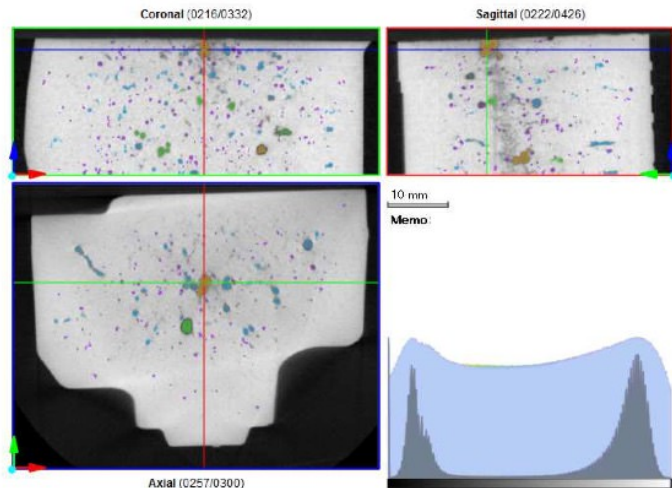
3. 鋳造品の画像解析例

よくご質問、ご相談頂く話として、外部に連通する空隙構造の画像解析があります。ここでは、下図の鋳造品を例として、ポイド解析を行ってみます。



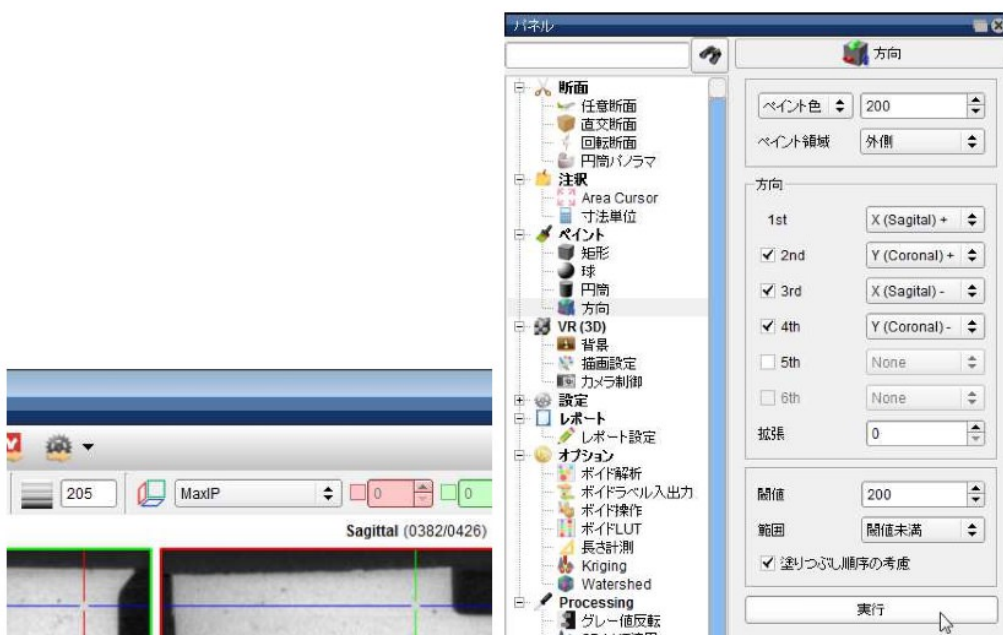
上図の条件で、1回目のポイド検出を行います。「境界ポイド」にチェックを入れると、画像の輪郭に接する空隙も検出の対象になります。領域補間やフィルタ処理を行うかどうかは、画像データの質に依存して決定します。今回は使用しませんでした。

上部の空隙は外部とつながった構造をしているため、この条件では検出されませんでした。こういった空隙を検出したい場合、ExFact VR 2.1では、いくつかの便利な処理方法が用意されています。



このデータ、この形状の場合に有効な策としては、図に示すような設定で2回目のポイド解析を行う方法が考えられます。XY方向に背景を塗る前処理を行うと、Z軸方向 上方に開放している空隙にフタがされる結果となり、うまく空隙が検出されます。「ポイド検出の追加」ボタンを押すと、この条件で検出したポイドが現在の結果に追加されます。

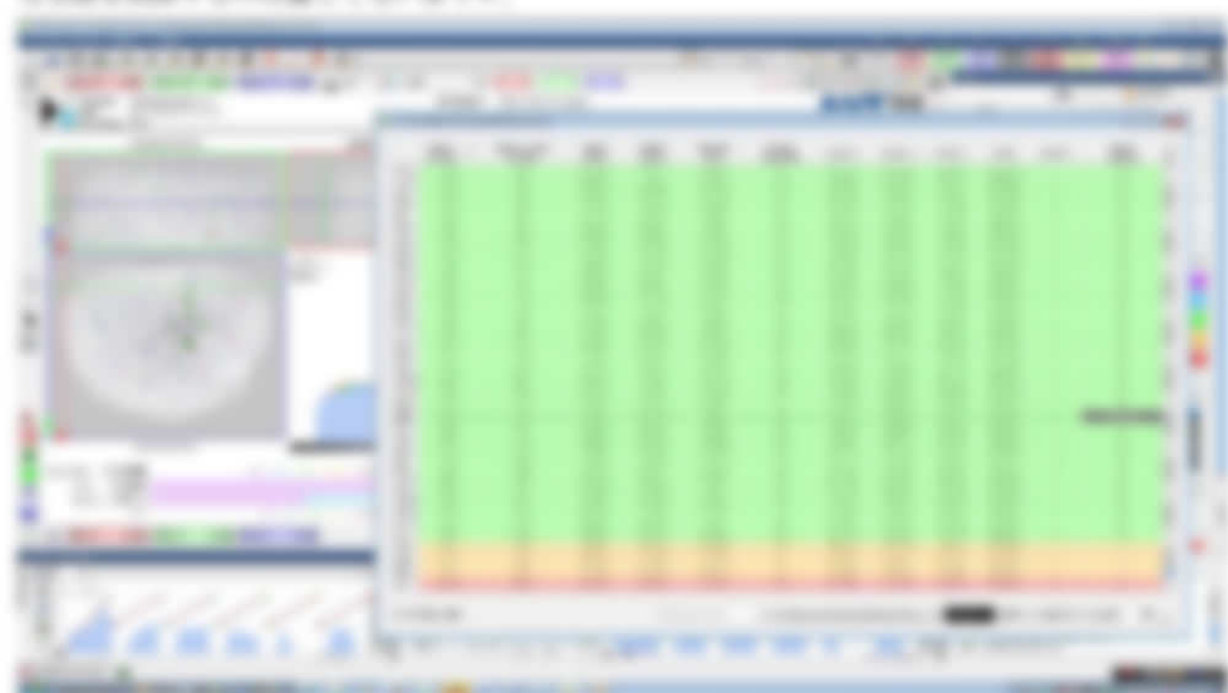
同じ概念でペイント機能を使って、明示的に背景を塗ってしまう方法も考えられます。まずは十字カーソルがのっているマテリアルの画素の輝度値を調べておきます。200 前後の値を示していることが分かります。そして「ペイント→方向」を用いて、以下の設定で処理を行います。



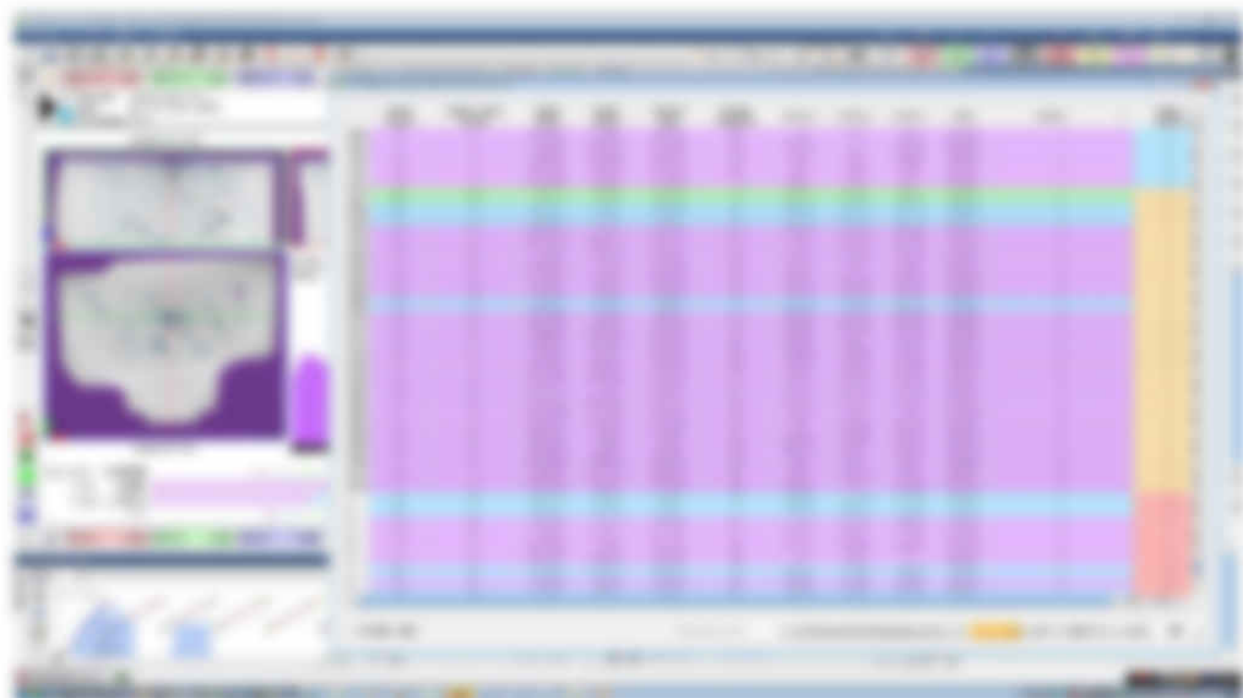
この機能は、特定の領域を選択し、その領域のデータを抽出し、そのデータを別の領域に貼り付けることができます。また、この機能は、特定の領域を選択し、その領域のデータを抽出し、そのデータを別の領域に貼り付けることができます。



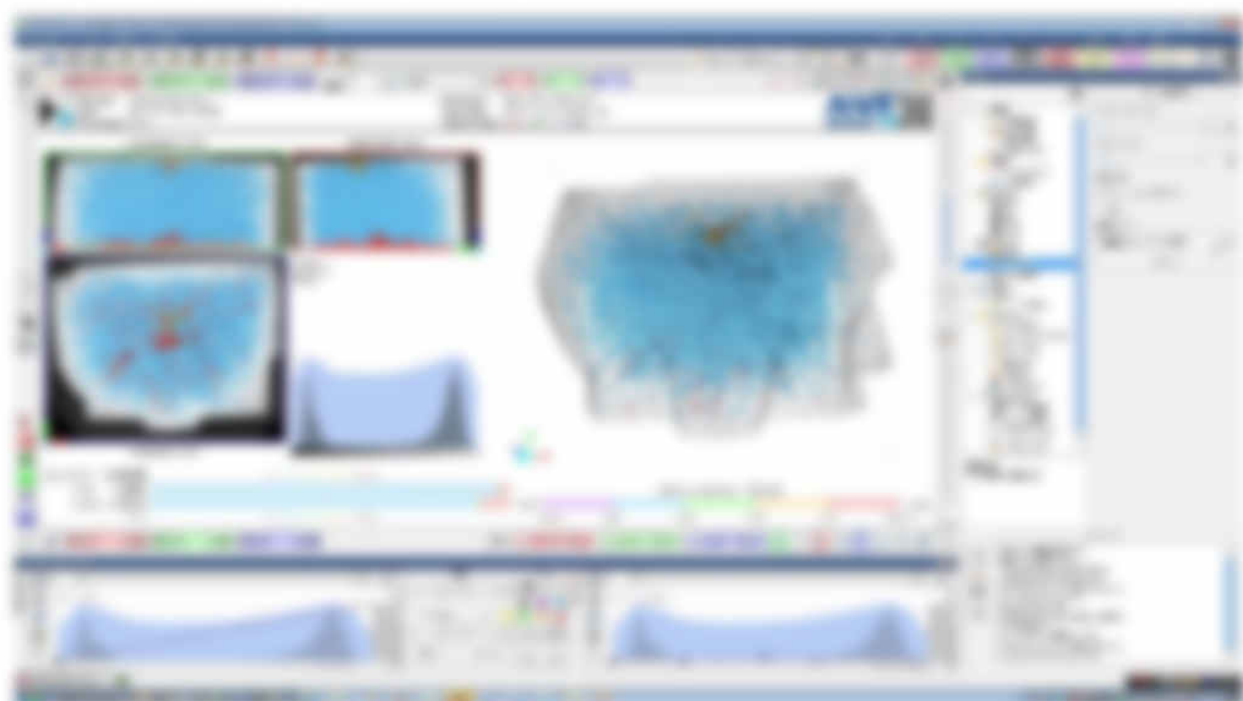
この機能は、特定の領域を選択し、その領域のデータを抽出し、そのデータを別の領域に貼り付けることができます。また、この機能は、特定の領域を選択し、その領域のデータを抽出し、そのデータを別の領域に貼り付けることができます。



上記の「距離」を「平均」に設定し、その結果を「平均」で「Quality」表示させると、図1-10のようになる。このように「平均」で「Quality」表示させると、図1-10のようになる。このように「平均」で「Quality」表示させると、図1-10のようになる。



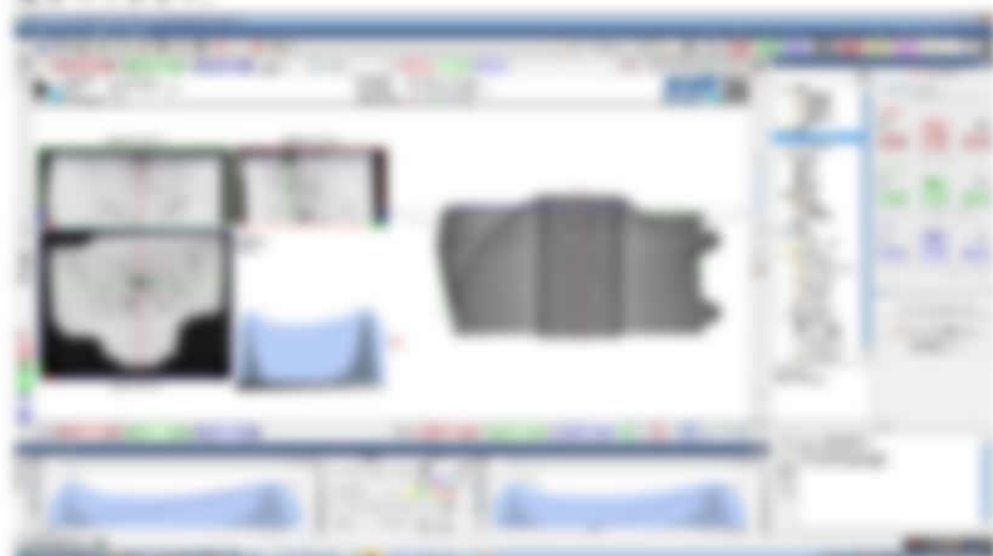
この結果、平均値が0.5に設定され、この結果が「平均」で「Quality」表示させると、図1-10のようになる。このように「平均」で「Quality」表示させると、図1-10のようになる。



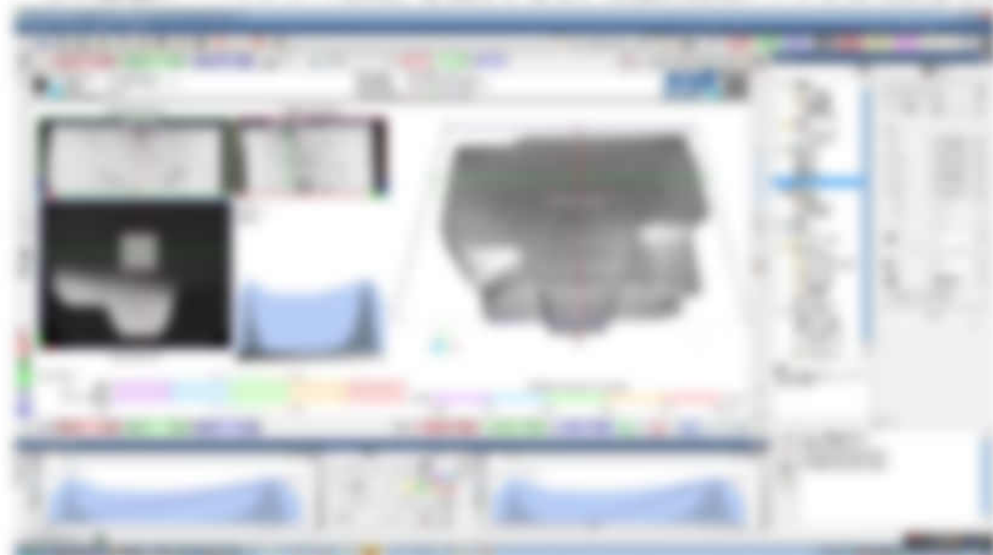
この操作では、1つのオブジェクトを別のオブジェクトに複製して貼り付け、複製したオブジェクトを元のオブジェクトから削除して元のオブジェクトを元のオブジェクトに戻すことができます。元のオブジェクトは、NewCanvas を開いて、そのオブジェクトの複製を作成して元のオブジェクトに戻すことができます。



この操作では、複製したオブジェクトを元のオブジェクトに NewCanvas を開いて、元のオブジェクトを元のオブジェクトに戻すことができます。元のオブジェクトは、NewCanvas を開いて、そのオブジェクトの複製を作成して元のオブジェクトに戻すことができます。



この操作では、複製したオブジェクトを元のオブジェクトに NewCanvas を開いて、元のオブジェクトを元のオブジェクトに戻すことができます。



NewCanvas を開いて、複製したオブジェクトを元のオブジェクトに戻すことができます。複製したオブジェクトを元のオブジェクトに戻すことができます。複製したオブジェクトを元のオブジェクトに戻すことができます。複製したオブジェクトを元のオブジェクトに戻すことができます。