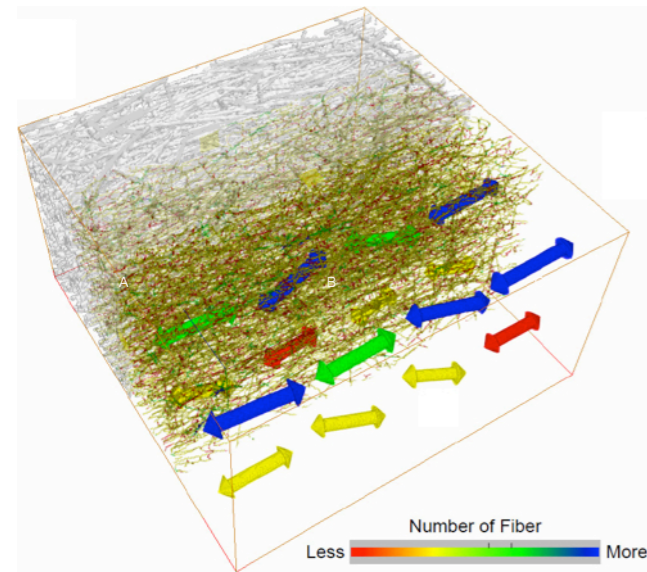


ガラス繊維が入ったプラスチックを用いた画像処理



図では、処理の過程をご理解頂けるようにボリュームデータを4層に分けて表現しています。内側から外側へ、1, 2, 3, 4層とし、内側の1層目はオリジナルのCT画像を半透明にした状態、外側の4層目は繊維の配向性を示すベクトル表示、2層目はMedial Axisと1層目を合わせた状態、3層目はMedial Axisと4層目を合わせた状態を表示しています。ベクトルは、ボリュームデータ全体を4x4x2の直方体のメッシュに分割し、各々の領域内で検出されたMedial Axis全部の慣性モーメントを求めて平均化したもので、繊維の平均的な配向方向を表します。レインボーカラーは、検出された繊維の量を示しています。繊維の数が、赤に行くほど少なくなり、反対に行けば行くほど多くなります。

適用分野

材料工学全般

特に石油、ゴム、プラスチック、樹脂、ポリマー、葉顆粒、メタンハイドレート、コンクリート/砂利、燃料電池、カーボンナノチューブ、紙、パルプ繊維、セラミックス、触媒、骨、歯科/医学材料、精密部品、電子、半導体など

入力データ形式

X線CT、共焦点レーザー顕微鏡、TEMトモグラフィーなどから得られた連続的な断層画像

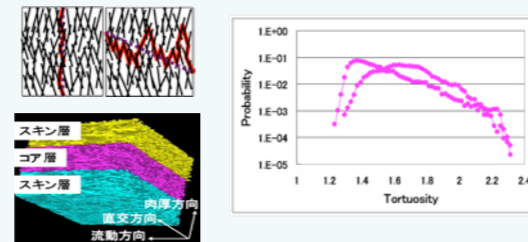
ExFact® VR で断層画像を読み込んで、関心領域の切り出しなどの前処理を行い、ExFact® Analysisで三次元画像解析を行います。

ExFact® VR は、TIFF, BMP, DICOM, 装置独自形式など、多彩なファイルフォーマットの読み込みに対応しています。

処理事例

プラスチック成形加工学会(2007年6月)
非破壊検査シンポジウム(2008年2月)における発表
「X線CTによる樹脂成形品中のガラス繊維の観察と三次元解析」

プラスチック製品にガラス繊維を加えて成形した場合、繊維の配向状態と機械物性や反りなどの成形不良には深い関係があります。容易に繊維の配向状態を知る手段として、産業用X線CT装置を用いて繊維を観察し、三次元画像から繊維の形態や分布を評価しました。例として、平板状の成形品において、スキン層とコア層の繊維の配向状態をExFact Analysis for Fiberを用いて分析し、コンピュータシミュレーションによる解析結果との比較を行いました。



ExFact Analysis 詳細仕様 / 商品構成

商品構成

- ・ ExFact® Analysis for Porous/Particles (多孔体や粒子向け)
 - ・ ExFact® Analysis for Fiber (繊維向け)
- 試料に応じて、どちらか、あるいは両方のソフトウェアをご購入頂けます。

前提ソフトウェア

- ・ ExFact VR® Windows用(64bit 版)
- ※画像データの前処理と表示に使用致します。

ソフトウェア・ライセンス形式

- ・ USBプロテクトモジュールによるプロテクト

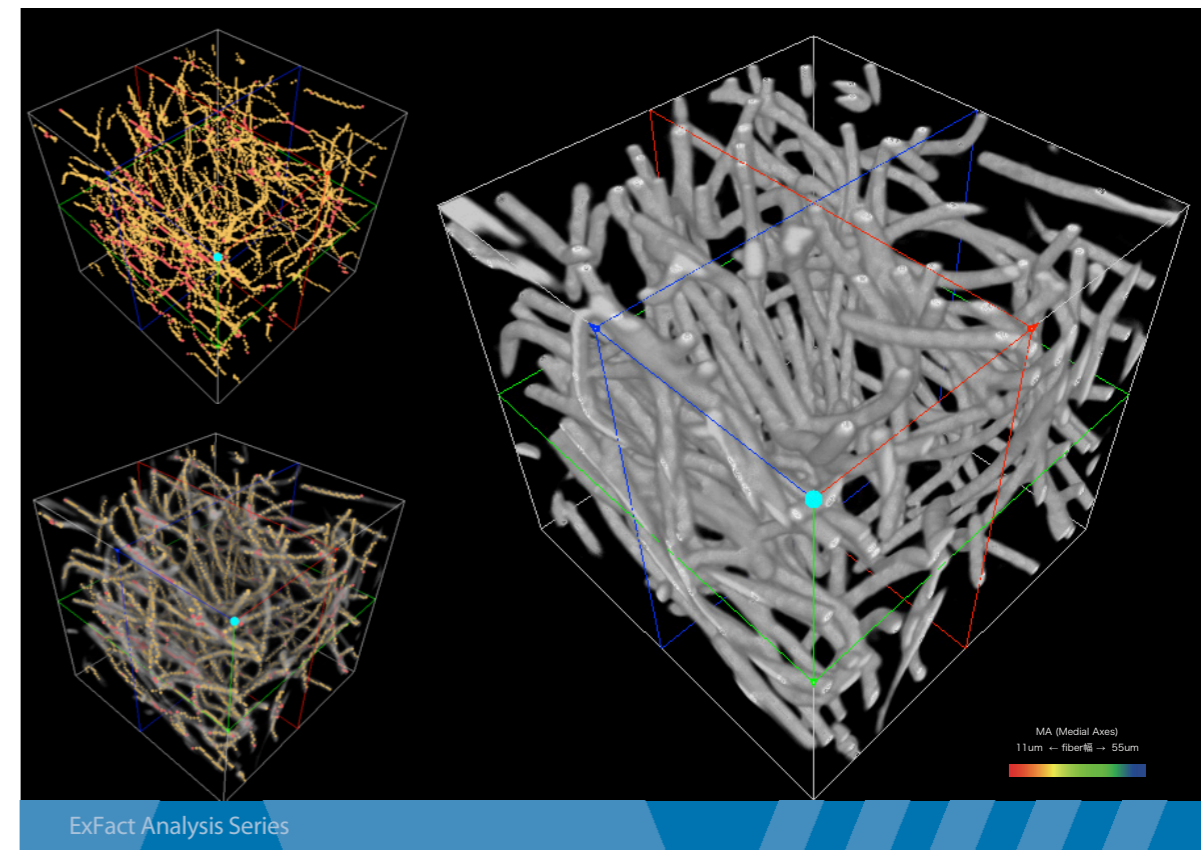
ソフトウェア動作環境

- ・ Microsoft Windows 7, 8の各Editionの日本語/英語版をサポート致します。64bit動作は致しません。
- ・ メモリ4GB以上
- ・ フルカラー1280x1024以上のディスプレイ
- ・ USBポート(プロテクト モジュール接続用)

三次元画像解析ソフトウェア

ExFact® Analysis for Fiber

繊維構造の三次元解析



Visualize your imagination

※仕様、発売時期等は予告無く変更することがあります。 ※会社名及び製品名は各社の商標または登録商標です。

NVS 日本ビジュアルサイエンス株式会社
<http://www.nvs.co.jp/> info@nvs.co.jp

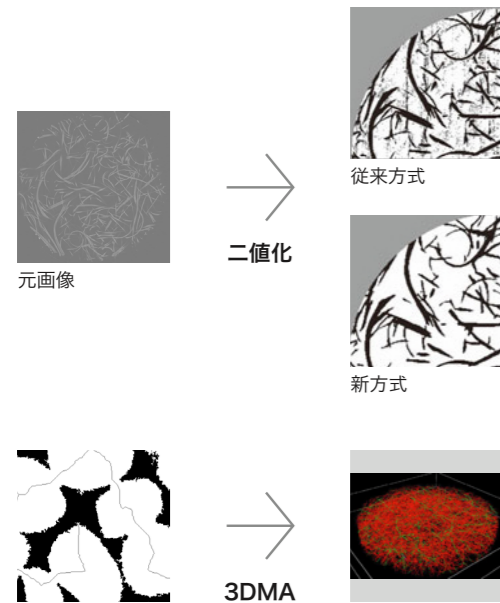
〒160-0022 東京都新宿区新宿6-26-2 コーラルビル4階
TEL (03)5155-5561 FAX (03)5155-5560

Beyond Software Technology
ソフトウェアのその先に
since 1997



X線CT、共焦点レーザー顕微鏡、TEMトモグラフィーなどのイメージング技術を使って工業製品や材料を撮像すると、その断層画像を連続的に出力し、三次元像を立体構築することができます。ExFact Analysisは、3DMA(Medial Axis)と呼ばれる手法を用いて、そうした三次元画像を細線化し、その複雑な構造を記述することによって、粒子や空隙の形態や分布、繊維の配向などを様々な視点から統計的に評価/分析することができるソフトウェアです。

本ソフトウェアの基礎技術の特徴



新開発の二値化処理

X線CT等の画像デバイスでは、一般に材料密度に応じた濃淡で画素が構成され、試料の断層像が描画されます。デジタル画像では、空間分解能が有限であるため、形状辺縁部の輝度値が真値よりも低く描画され(Partial volume effect)、さらにノイズやアーチファクト等も影響した結果、材料と空隙が明確に分離した理想的な画像を得ることは簡単ではありません。

ExFact Analysisは、新開発の二値化アルゴリズムを搭載し、複雑に入り組んだ材料/空隙部分の形態を三次元的に考慮して二値化処理を行います。原理的には、画像データに対して高低2つの閾値を与え、材料/空隙どちらへ分類すべきか不確実な画像に関しては、注目する画素近傍の輝度値を統計的に処理することによって、輪郭を推定します。領域抽出の結果は、ファイルとしてExFact VRに渡して、その後の画像処理に使用することもできます。

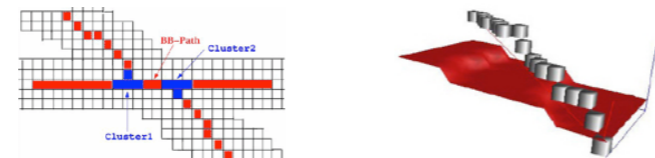
3DMA(Medial axis)

二値化した三次元画像の各箇所に内包する球体を定義し、少なくとも2点で接するまで、その径を大きくしていった時、球の中心を連続的に結んだ軸をMedial Axisと呼びます。

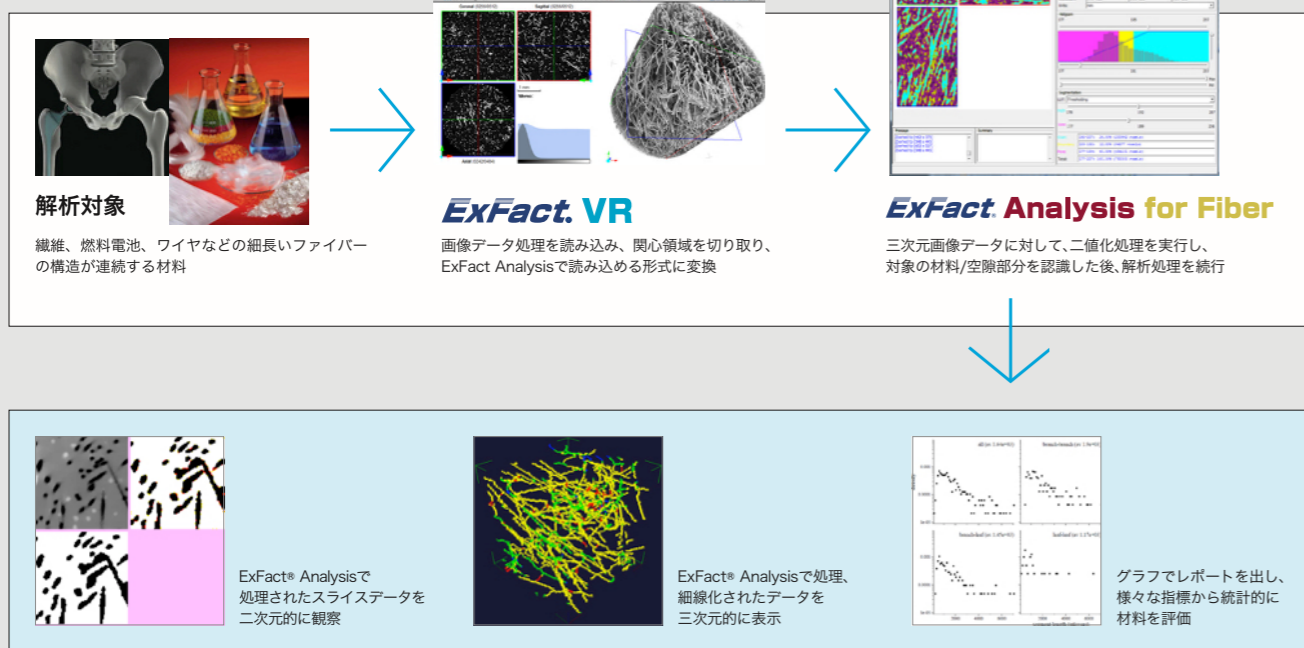
ExFact Analysisでは、三次元画像に対して3DMAによる細線化処理を行い、その結果を複雑な三次元形状を記述し、理解するための基礎的な構造として用いています。

定量分析の準備

ファイバー同士が接触、交差、分岐している部分で分割します。右図を見ると、その分割した部分をClusterといいます。Clusterによって分割されたパスの角度を測定、最も直線に近いパスを連結し、それぞれの繊維を抽出して長さ、配向、交差の度合い等の値を算出します。



処理の流れ



主な解析結果のグラフ

本ソフトウェアでは、こうした構造を元に様々な統計的パラメータを算出して材料を評価することができます。

Bonds per fiber ファイバー1本あたりに存在するBondsの数の分布

Fiber moment of inertia ファイバー1本1本の配向の分布

Fiber moment of inertiaとは、ファイバーの慣性主軸(3次元なので直交する三軸があります)を算出したものです。S, M, Lの表記は、慣性主軸の3軸の大きさが、最小、中間、最大という意味になります。よって、Sのプロットが、ファイバーの配向の分布を表しているものということになります。なお、慣性主軸の大きさに関しては1にノーマライズされています。このベクトルの数値データはCSVファイルに出力されます。

Crossing Angle ファイバー同士の交差角の分布

測定した角から最も直線に近い角を選択そのパスを連結して一つの繊維を形成して出力

横軸: 個々の選択した角
縦軸: その頻出を表す度合い

Fiber length ファイバーの長さの分布

Cluster: 三本以上のファイバーの接触部分
LL(leaf-leaf): 他のファイバーと交差点がない
BB(branch-branch): 両端がクラスター
BL(branch-leaf): 一方が末端、他方がクラスター
All: 全部のファイバーを含む
横軸: ファイバーの長さ
縦軸: その頻出を示す度合い

Tortuosity(迂回率) 大まかなファイバーの分布の傾向

fとsが同じ場合、つまりまっすぐな場合にTortuosityは1になります。この値が最小値となり、がりがねった度合いが進むにつれ大きい値となります。

複雑に連続する繊維の両端がそれぞれどの程度迂回しているかを表す指標を用いて、繊維の形態(BB, BL, LL)による屈曲傾向を評価します。

Shortest paths分布 任意方向の面同士に流れる繊維の迂回率

Medial Axis which are connected from "m" to "n" interface

a-1, b-2, b-3, b-4

b-3 is the shortest path for medial axis of "b", so a-1 and b-3 are counted

All: a-1, b-2, b-3, b-4

Shortest paths: a-1, b-3

例として多孔体フィルターやポリマー等の液体、空気、電気などの流路を把握することができます

全ての経路(白)と、画面左右方向の流路(赤)

ボクセルメッシュによる3D空間の繊維配向の可視化

各々のベクトルが示す意味
向き: 繊維の配向の平均
長さ: 繊維の配向の度合い
色: 繊維の量

ボクセルメッシュで分割された空間に対して(例: 400x400x400voxelsのポリウムデータを100x100x100voxelsに4x4x4 = 64ブロックで分割)繊維の配向性をベクトルで3D表示本来のCT画像を半透明にして重ね合わせて出力可能