

TNT 入門



# 地表面モデリング



TNTmips®

[www.opengis.co.jp](http://www.opengis.co.jp)

## はじめに

本書では、TNTmips® の強力な Surface Modeling (地表面モデリング) 処理を紹介します。地表面モデリングは、ユーザが与えた 3 次元情報から近似した関数面を作成します。関数面は、空間的な位置と、その位置における何らかの変数 (標高、化学物質の濃度、人口密度など) の値を組み合わせたものです。関数面は通常、デジタル標高モデル (ラスタ)、等値線 (ベクタ等高線)、または TIN (Triangular Irregular Networks; 不規則三角形網オブジェクト) として表現されます。地表面モデリング処理は、これらのすべての地表面形式の生成および各形式の間の変換をサポートします。また、関数面を一連の断面で表示することもできます。

**必須基礎知識** 本書では、読者が『TNT 入門：地理空間データ表示』と『TNT 入門：システムの基本操作』の練習問題を完了しているものと仮定しています。本書では、これらの基本的な操作については繰り返して説明しませんので、必要に応じこれらの入門書および TNTmips リファレンスマニュアルで調べてください。

**サンプルデータ** 本書の練習問題では、TNT 製品に添付されているサンプルデータを使用します。TNT 製品の CD にアクセスできない場合は、マイクロイメージ社のウェブサイトからデータをダウンロードできます。特に、本書では SURFMODL データ集のサンプルファイルを使用します。

**その他の資料** 本書には、地表面モデリングについての概要しか示されておりません。本書で説明している処理の詳細については、マイクロイメージ社ウェブサイトですぐ入手可能な各種入門書、テクニカルガイド、クイックガイド等を参照してください。

**TNTmips Pro,Basic, および Free** TNTmips には 3 つのバージョンがあります。TNTmips Pro (ソフトウェア・ライセンスキーが必要です)、廉価版の TNTmips Basic、そして TNTmips Free です。本書ではどのバージョンもみな「TNTmips」と呼ぶことにします。TNTmips Basic と TNTmips Free は TNTmips Pro と機能は同じですが、プロジェクト内で扱える地理空間オブジェクトや属性テーブルのサイズに制約があります。

地表面モデリングは、TNTview や TNTedit、TNTatlas では使用できません。TNTmips Free では、添付されたサンプルの地理データを使用してすべての練習問題を実行することができます。

Randall B. Smith 博士 2009 年 7 月 9 日  
© MicrolImages, Inc 1997-2009 年

### 目次

地表面モデリングの世界によくこそ .....	3	TIN から等高線を作る .....	16
地表面近似操作の開始 .....	4	ラスタから等高線を作る：線形法 .....	17
入出力パラメータの設定 .....	5	リサンプリングを用いた等高線の作成 .....	18
逆距離による地表面近似 .....	6	しきい値の反復計算による等高線の作成 .....	19
多項式による傾向分析 .....	7	点データから三角網を作成する .....	20
単変量曲線による地表面近似 .....	8	ラスタから TIN を生成する .....	21
地表面ラスタの処理結果の評価 .....	9	不連続線を用いた三角網の生成 .....	22
最小曲率法による地表面近似 .....	10	不連続線を用いて三角網を切り取る .....	23
張力を使った最小曲率法 .....	11	最適化を伴う三角網作成処理 .....	24
三角補間法による地表面近似 .....	12	地表面ラスタの断面作成 .....	25
三角補間法のオプション .....	13	断面の回転 .....	26
二方向地表面近似 .....	14	地表面モデリングのまとめ .....	27
その他の地表面近似方法 .....	15	地理空間解析のための先進的ソフトウェア .....	28

一部のイラストでは、カラーコピーでないと重要な点がわかりにくい場合があります。マイクロイメージ社のウェブサイトから本書を入手されれば、カラーで印刷したり表示できます。また、このウェブサイトからは、『TNT 入門』のその他のテーマに関する最新の入門書も入手できます。インストールガイド、サンプルデータ、および最新バージョンの TNTmips をダウンロードできます。アクセス先は次の通りです。

<http://www.microimages.com>

## 地表面モデリングの世界によるこそ

TNTmips の地表面モデリング (Surface Modeling) 処理には、3次元の地表面を表す空間データを1つの形式から別の形式に変換する一連の操作が含まれています。このようなデータでもっともなじみのある例は、おそらく地球表面の標高の変化でしょう。しかし、地表面に限らず、選んだ地図のスケールにおいてある程度滑らかに変化し、どの地点においてもただ一つの値を持つならば、3次元の表面として可視化し解析できます。穀物の収穫量のデータ、人口密度のデータ、海洋や地下水層に溶解した化学物質の濃度、重力などの地球物理学的な測定値など、他の多くのデータが例として含まれます。

3次元の表面は、不規則な間隔の観測点や等間隔格子上の値、等しい値を繋いだ等高線 (等値線) など様々な形で近似することができます。TNTmips では不規則な間隔の点データをベクタやシェイプオブジェクトの点データ、TIN (不規則な三角網) のノード、または x や y 座標や主題データを含んだデータベースオブジェクトとして保存することができます。格子状の測定値はラスタオブジェクトとして保存され、等高線はベクタまたはシェイプオブジェクトとして保存されます。これらのデータ形式はそれぞれ地表面モデリング操作の入力データとして使用することができます。

地表面モデリングの各操作はある特定の形式のオブジェクトを生成します。Surface Fitting (地表面近似) 操作はラスタグリッドを、Contouring (等高線生成) 操作はベクタの等高線を、Triangulation (三角網) は TIN データを生成します。Profiling (断面作成) 操作は地表面ラスタに対し一連の平行な垂直断面を生成します。ほとんどの操作は、作りたい地表面データに対して複数の異なる手法を選択できます。手法の選択は出力する地表面の用途だけでなく、入力データの形式にも依存します。

### ステップ

- TNTmips を起動します。
- TNTmips のメインメニューから Convert/Surface Modeling (変換 / 地表面モデリング) を選択します。



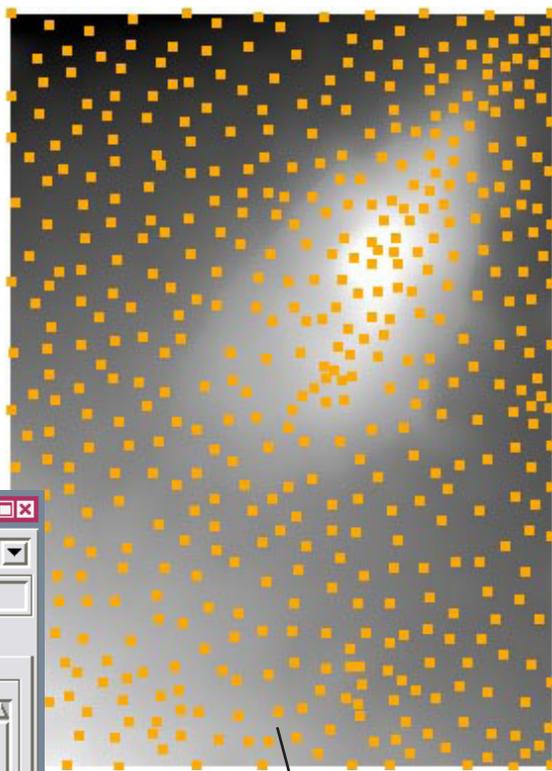
本書の4～15ページの練習問題では、**Surface Fitting (地表面近似)** 処理により地形ラスタを作成する方法を示します。16～19ページでは、**Contouring (等高値線作成)** 処理によりベクタ等値線を作成する方法を紹介しします。20～24ページでは、**Triangulation (三角網)** 処理により TIN オブジェクトを作成する方法を示します。25～26ページでは、**Profiling (断面作成)** 処理により地形ラスタから連続した垂直断面図を作成する方法を示します。27ページでは地表面モデリングの操作と手法を図と表にまとめてあります。

## 地表面近似操作の開始

### ステップ

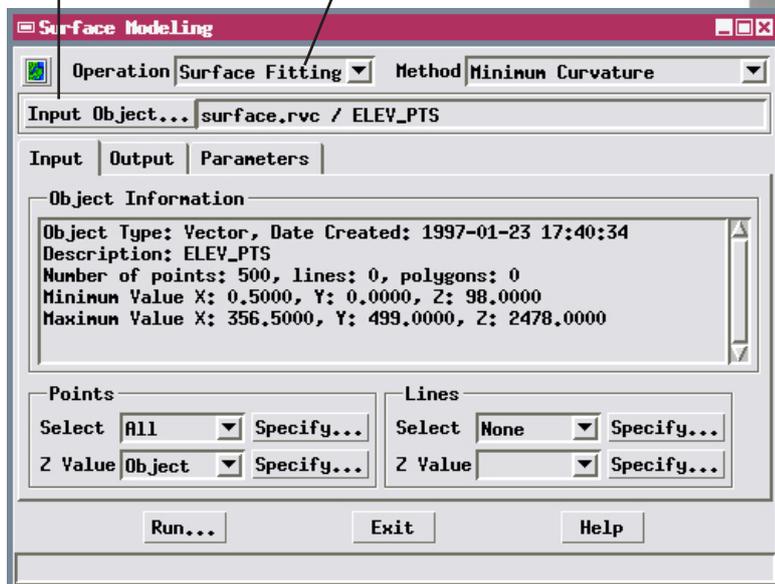
- Operation オプションメニューから Surface Fitting (地表面近似) を選択します。
- Input Object (入力オブジェクト) ボタンを押します。
- SURFMODL データコレクションの中の SURFACE プロジェクトファイルから ELEV\_PTS ベクタオブジェクトを選択します。
- Run (実行) ボタンを押し、新しいプロジェクトファイルに SURFOUT という名前を付けます。
- 出力地表面ラスタに付けられたデフォルト名のまま実行します。

まずは、地表面近似操作から始めましょう。**地表面近似処理**では、入力オブジェクトから格子上での値を補間し、ラスタオブジェクトとして格子を出力します。入力データは、ベクタオブジェクト内か、各レコードに対する X と Y の座標フィールドを持つデータベース内に格納された点の形式で構いません。ベクタ等値線や TIN オブジェクトのノードやエッジも入力として使用できます。この練習問題で使用する入力オブジェクトは、500 個の不規則に配置された地形表面のサンプル標高点を含む 3次元のベクタオブジェクトです。標高は、各点に対する Z 値として格納されています。



Surface Fitting (地表面近似) 処理を選択します。

Input Object (入力オブジェクト) ボタンをクリックして入力オブジェクトを選択します。



地表面モデリングでは、表示ウィンドウに入力オブジェクトと出力オブジェクトを自動的に表示します。

通常の Layer Manager (レイヤマネージャ) ウィンドウを使用して Surface Modeling (地表面モデリング) ウィンドウに表示している入出力オブジェクトの表示設定を変更します。Layer Manager が開いていなければ、表示ウィンドウの Layer Controls (レイヤコントロール) アイコンボタンを押してウィンドウを開きます。



次の練習問題に備えて、現在の設定のまま Surface Modeling ウィンドウを開いておいてください。

## 入出力パラメータの設定

Surface Modeling (地表面モデリング) ウィンドウの Input (入力) および Output (出力) タブ付きパネルを使用して、入力オブジェクトからデータを選択したり、出力する地表面ラスタのサイズや空間解像度を調整します。この練習問題では、これらの設定を調べ、セルサイズを変えて **ELEV\_PTS** ベクタオブジェクトから地表面ラスタを生成してみましょう。

Input タブパネルでの操作は、選択した入力オブジェクトの形式と操作によって大きく異なります。現在の入力ベクタオブジェクトには点が含まれているため、Points (ポイント) サブパネルがアクティブになります。これらの設定は、どの点を使用して地表面ラスタを生成するか、どれが「標高値」であるかを決定します。ここではオブジェクト中のすべての入力点は有効な標高測定値ですので、Select (選択) オプションボタンに表示される選択肢の初期値である All (すべて) をそのまま選択します。3次元(X, Y, Z)ベクタオブジェクトにZ値として格納されている標高値を使って地表面近似をしますので、Z Value (Z値) オプションメニューのデフォルトの選択肢である Object (オブジェクト) をそのまま選択します。メニューには By Query (クエリによる) オプションも用意されており、データベースのクエリを使ってポイントの一部を選択して入力データにしたり、データベースフィールドにある値をZ値として利用することができます。

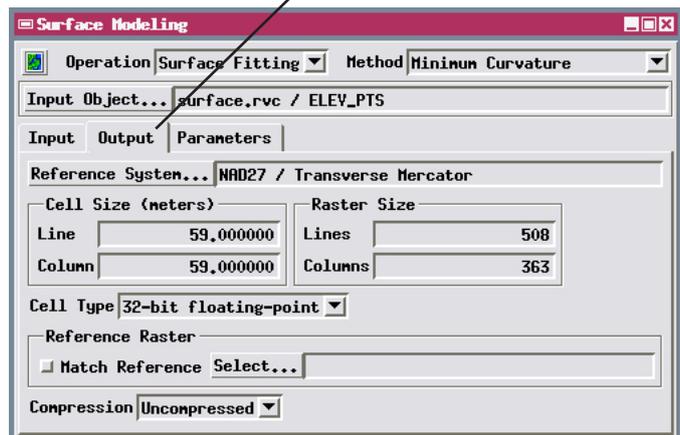
Output (出力) タブパネルの Cell Size (セルサイズ) サブパネルを使用して、出力ラスタセルのサイズを m 単位で設定します。前の地表面近似 (Surface Fitting) 処理では、入力オブジェクトの地理的な範囲とデフォルトの出力ラスタサイズから、59m というセルサイズが求められています。Line (行) および Column (列) の数値フィールドに新たにセルサイズを入力すると、出力ラスタの大きさが再計算され、Raster Size (ラスタサイズ) のフィールドは自動的に更新されます。



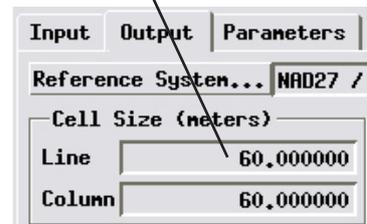
ステップ

- Input タブパネルの Points コントロールを調べます。
- Output タブをクリックして、Output タブの付いたパネルを前に出します。
- Cell Size サブパネルの Line、Column テキストフィールドに 60.0 と入力します。
- Cell Type メニューから 16-bit signed (16 ビット符号付き整数) を選択します。

タブをクリックして対応するパネルを表示します。



パラメータ値を変更するには、マウスカーソルでフィールドをハイライト表示にし、希望する値を入力します。



現在の設定のまま Surface Modeling ウィンドウを開いておいてください。

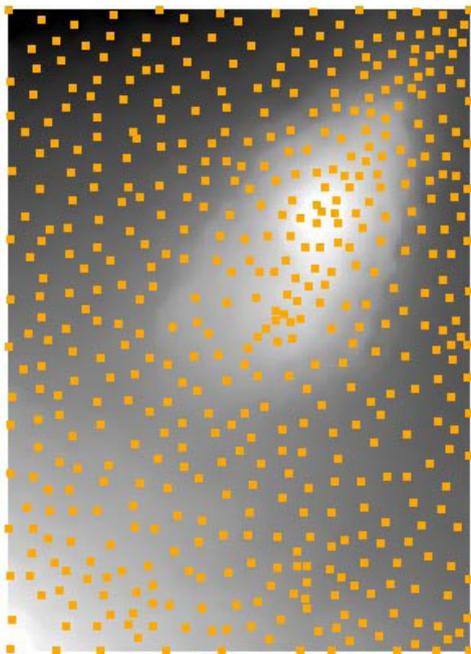
## 逆距離による地表面近似

### ステップ

- ✓ Method (手法) オプションメニューから Inverse Distance (逆距離) を選択します。
- ✓ Parameters (パラメータ) タブをクリックして、Search Area (サーチ領域) オプションメニューから Circle (円) を選択します。
- ✓ Search Distance (サーチ距離) の値を 1800 にセットし、単位のメニューから meters (メートル) を選択します。
- ✓ Weighting Power (重み付け累乗) を 2.0 に設定します。
- ✓ Run (実行) ボタンを押し、出力ラスタを **SURFOUT** プロジェクトファイルに指定します。
- ✓ 出力地表面ラスタに付けられたデフォルト名で実行します。

Inverse Distance (逆距離) 法はセルの近くにある入力ポイントを使用して出力ラスタの各セルの値を補間します。近傍の点が遠方の点よりも計算結果に寄与するように各点に重み付けがされます。この方法は点や等値線を含むベクタやシェイプオブジェクト、およびデータベースや TIN オブジェクトで使用できます。

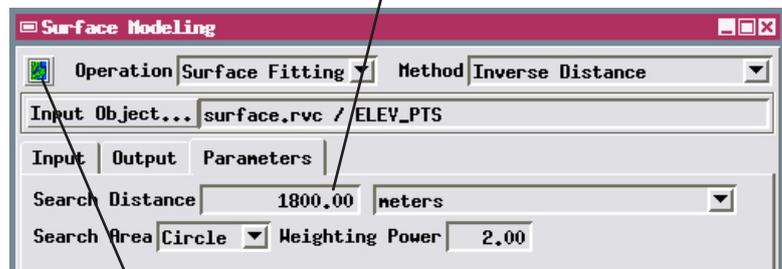
Search Area (サーチ領域) パラメータは選択領域の形状を決定するのに対し、Search Distance (サーチ距離) 値は選択領域のサイズを決めます。Search Distance はラスタセルや実際の距離の単位で設定できます。ここで使用する設定では、半径が 1800m (現在の出力セルサイズが 60m なので 30 セル に相当) の円形の選択領域を作成します。入力オブジェクト内の近接する点の間隔は 200m から約 2000m の範囲で変化しますので、これらの設定値は、各ラスタセルの位置に対して十分な数の点を与えたと考えられます。Weighting Power (重み付け累乗) パラメータは、距離関数に使われる指数を決定し、それは入力の Z 値に対する重み付け係数を決定します。デフォルト設定の 2.00 の場合、重みの値は距離の二乗で減少します。



入力オブジェクト中の点の距離を測るには表示ウィンドウの GeoToolbox アイコンを押し、Ruler (物差し) ツールを使用します。「**TNT 入門：スケッチと測定**」にさらに詳しく載っています。



Search Distance (サーチ距離) パラメータは補間に使用する入力データの範囲をコントロールします。



表示ウィンドウを閉じていたり、表示ウィンドウを手前に持てきたいときは、この Open 2D View (2次元ビューを開く) アイコンボタンを押します。

次の練習問題に備えて、現在の設定のまま Surface Modeling ウィンドウを開いておいてください。

## 多項式による傾向分析

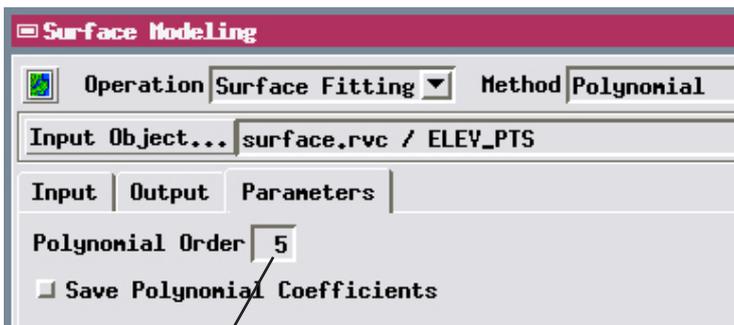
Polynomial (多項式による) 地表面近似法は、地図上の値を地理的な位置の関数として取り扱う多項式によって定義される最適近似面を求めます。この方法ではベクタのポイントや TIN、データベースオブジェクトを入力として使用できます。

多項式の方法では、入力値と計算される表面との間の誤差の二乗の総和が最小になるように最適の地表面を求めます。この面は入力点の**全集合**の最適近似であるため、一般に出力地表面は各入力点の元の値とは一致しません。この方法は「ノイズの多い」地図上の値の概括的な空間傾向を描画するのにもっとも適しています。

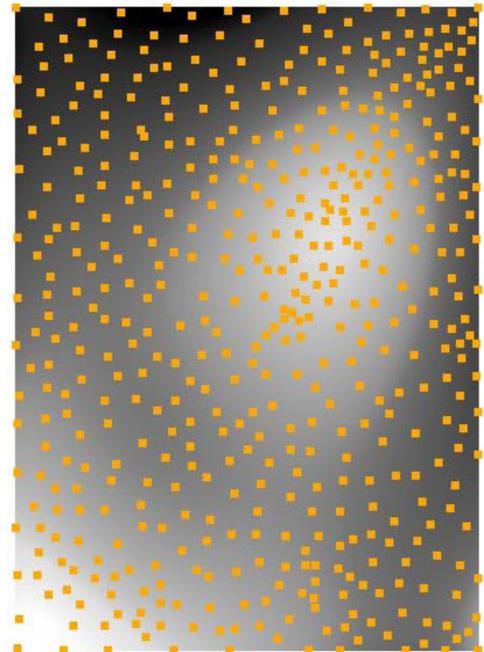
Polynomial Order (多項式の次数) パラメータは多項式の形をコントロールし、逆に計算される面の複雑さは、これによって決まります。2 次の多項式は、1 つだけの極性を持つ放物面を定義します (凹または凸)。3 次式を使用すると、任意の断面で 1 回だけ曲率の変化が許されます。高次式の場合は、より複雑になりますが、局所的により詳細になります。ここで作成する 5 次の多項式による面は、入力点オブジェクトの標高の一般的傾向を示しますが、前の練習問題で逆距離法により作成した地表面ラスタに見られるような微細は表現できません。

### ステップ

- Method (手法) オプションメニューから Polynomial (多項式) を選択します。
- Parameters (パラメータ) タブをクリックします。
- Polynomial Order (多項式の次数) パラメータの値を 5 に設定します。
- Run (実行) ボタンを押し、出力ラスタを **SURFOUT** プロジェクトファイルに指定します。
- 出力地表面ラスタ用のデフォルト名を使用します。



Polynomial Order (多項式の次数) パラメータは、計算する地表面の複雑さをコントロールします。



次の練習問題に備えて、現在の設定のまま Surface Modeling ウィンドウを開いておいてください。

**重要：** 地表面モデリングの操作には様々な方法があり、特定の種類の入力オブジェクトでのみ使用できるものがあります。Method (手法) オプションメニューには、現在の入力オブジェクトの種類に対応している方法のみ表示されます。

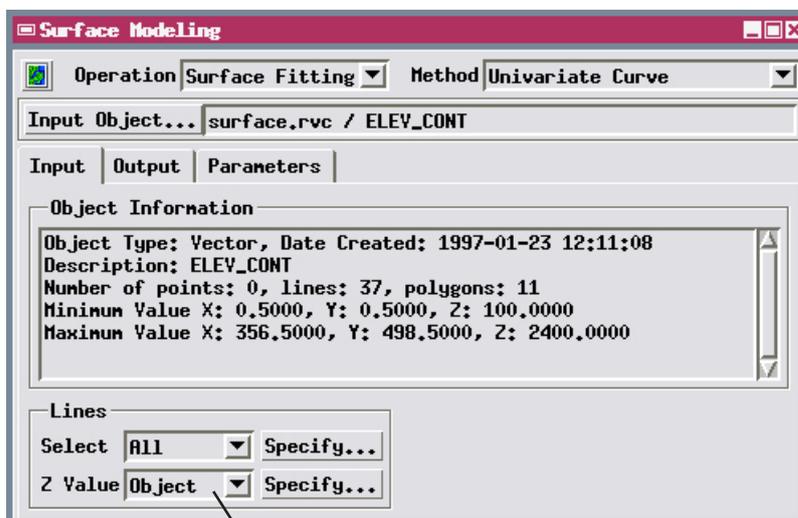
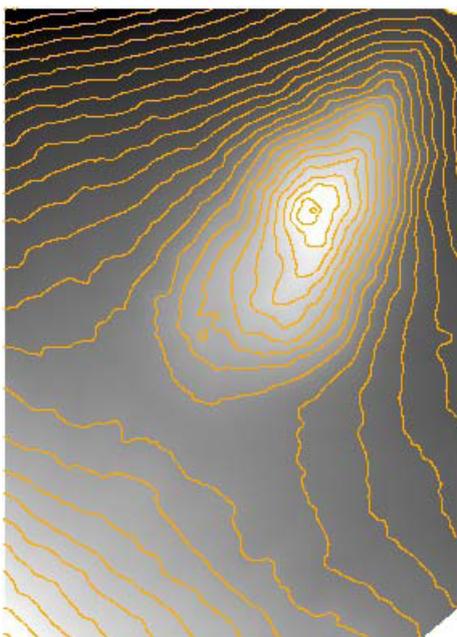
## 単変量曲線による地表面近似

### ステップ

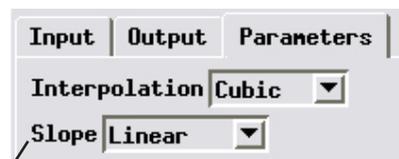
- ✓ Input Object (入力オブジェクト) ボタンを押し、**SURFACE** プロジェクトファイルから **ELEV\_CONT** ベクタ オブジェクトを選択します。
- ✓ 質問ダイアログで [Yes (はい)] を押し、以前の処理のレイヤを削除します。
- ✓ Method (手法) オプションメニューから Univariate Curve (単変量曲線) を選択します。
- ✓ Output (出力) パネル上で、Line (行) と Column (列) のセルサイズを 60.0 に設定します。
- ✓ Parameter (パラメータ) パネル上で Interpolation (補間) メニューから Cubic (3次) を、Slope (傾斜) メニューから Linear (線形) を選択します。
- ✓ Run (実行) ボタンを押し、ラスタの出力先を **SURFOUT** プロジェクトファイルに指定します。

Univariate Curve (単変量曲線) による地表面近似法は特に等高線から地表面ラスタを生成するために考案されました。各出力セルの値を割り当てる方法は、2本の等高線の間を、各セルを通る最も勾配が急なパスを最急降下法によって近似することで補間します。パスを求めるには、上下の等高線をセルを通る直線で結び、最近接の2つの交点を求め、その距離と等高線の標高値から補間を行います。

補間には3つの方法があります。Linear (線形) 法は各等高線間に対しては滑らかな地表面を生成しますが、等高線上で勾配が急激に変化することがあります。Cubic (3次式) と Hermite (エルミート) 法は曲線による近似手法であり、各等高線での局所的な傾斜値を補間のための入力として使います。これらの補間手法は等高線と滑らかに交わる曲面的な地表面を生成します。しかし、稜線や谷底をはさむ両側の斜面が鋭角で交差する傾向があります。



入力ベクタオブジェクトに等高線が含まれている場合は、Lines (線) サブパネルが表示します。3次元の入力オブジェクトの場合は、Z Value (Z値) オプションメニューのデフォルト選択肢の Object (オブジェクト) を使用します。



等高線の Slope (傾斜) の値は Linear (線形) 法 (隣接する4セル) か Quadratic (2次) 法 (隣接する8セル) のどちらかで計算されます。

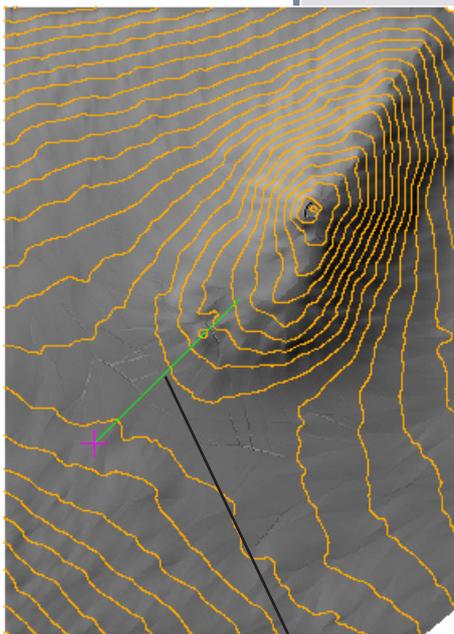
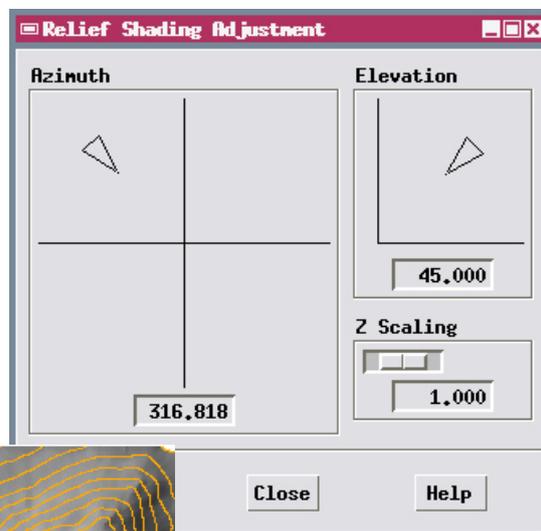
## 地表面ラスタの処理結果の評価

地表面モデリング処理の表示インターフェースには計算処理した地表面ラスタの品質の評価に使える多くのツールが含まれています。データタイプを使って入力オブジェクトの要素の標高値と出力した地表面ラスタの同じ位置の標高を比較することができます。地表面ラスタの起伏に陰影をつけると単純なグレイスケールの表示よりずっと自然に地表面の形状を表します。細かい部分まで含めて、全スケールで地表面の形状が強調されます。GeoToolbox (ジオツールボックス) の Profile View (断面表示) を使うと地表面の任意の横断線に沿って垂直の標高断面を作成し表示できるので、地表面の形状を調べるのに便利です。これらのツールの詳細に関しては入門書「スケッチと測定 (Sketching and Measuring)」および「地形と地表面の解析 (Analyzing Terrain and Surfaces)」に記載されています。

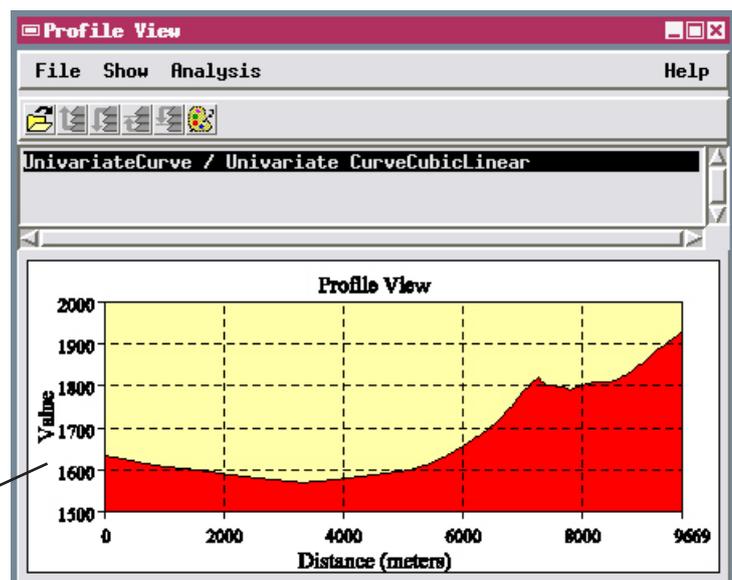
ステップ

- Layer Manager (レイヤマネージャ) ウィンドウで、現在の地表面ラスタレイヤの上を右クリックし、ドロップダウンメニューから Relief Shading (陰影図) を選択します。
- Relief Shading Adjustment (陰影図を調整) ウィンドウで Azimuth (方位) を北西の方向にドラッグします。
- Z スケールに 3.0 を入れます (もしくはスライダーを使用)。
- Relief Shading Adjustment ウィンドウで [Apply (適用)] をクリックします。
- 表示ウィンドウの GeoToolbox アイコンボタンを押します。
- GeoToolbox の Ruler (定規) アイコンボタンを押します。
- 画面の中でマウスを左クリックしてドラッグし、線を引きます。
- GeoToolbox の Open Profile View (プロファイルビューを開く) アイコンボタンを押します。

起伏に陰影を付けると、画像的に出力地表面をより分かりやすく表示することができ、地表面近似によって作られたエラーを明らかにすることができます。



Ruler (定規) ツールで設定された横断線とその断面の表示



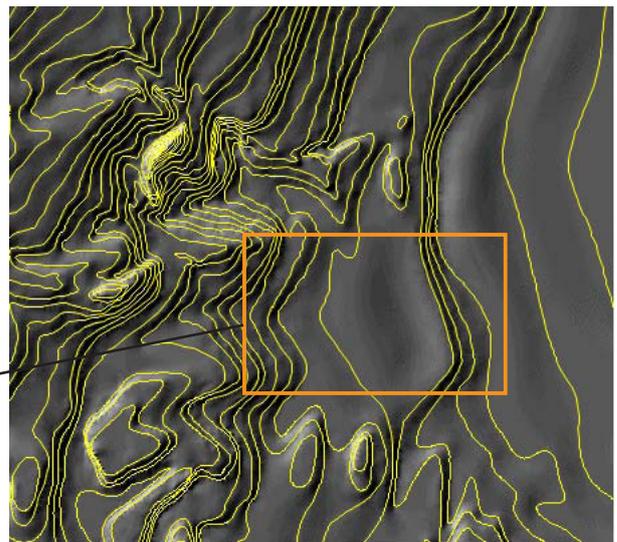
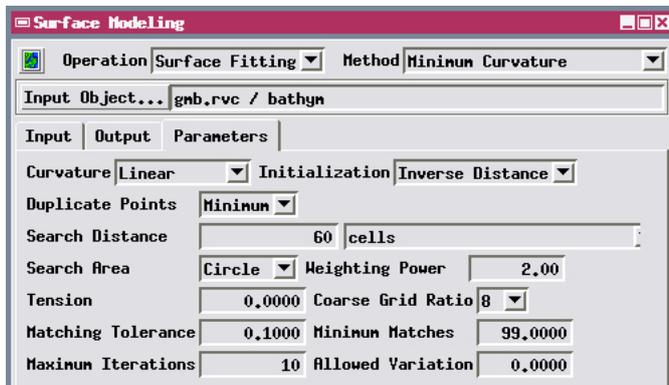
## 最小曲率法による地表面近似

### ステップ

- Method (手法) オプションメニューから Minimum Curvature (最小曲率) を選択します。
- Input Object (入力オブジェクト) アイコンボタンを押し、**GMB** プロジェクトファイルから **BATHYM** ベクタオブジェクトを選択します。
- Parameters (パラメータ) パネル上で Search Distance (サーチ距離) の値を 60 セルに設定します。
- Tension (張力) の値を 0.0 に設定します。
- Coarse Grid Ratio (粗分割グリッド比率) メニューを 8 に設定します。
- 他のパラメータは画面イラストの値に設定します。
- Run (実行) ボタンを押し、ラスタの出力先を **SURFOUT** プロジェクトファイルに指定します。
- 出力ラスタに対して Relief Shading (陰影表示) をオンにし、Z Scaling (Zスケール) を 12.0 に設定します。

Minimum Curvature (最小曲率) 法は入力ポイントや TIN ノードまたは等高線の頂点に対して 2 次元の 3 次スプラインを適用します。この地表面は全体の曲率が最小となるよう構成され、滑らかに変化する面が生まれます。Allowed Variation (許容範囲) パラメータで、地表面がデータポイントちょうどを通らなければならないか (値 0)、入力した値以内でポイントからずれてもよいかどうかを決定します。

この方法は反復処理のアプローチを使って、最初は粗い解像度の出力セルのグリッドから始められます。Coarse Grid Ratio (粗分割グリッド比率) パラメータでこの初期グリッドにおけるセル間の間隔 (最終的な出力セルの数で) を設定します。粗いグリッドのセルの初期値は入力オブジェクトから Inverse Distance (逆距離) もしくは Profiles Method (断面法) を使って決定されます。粗いグリッド値に対して 3 次式による地表面近似を行い、地表面の曲率が最小になるまで繰り返し調整されます。変化が Matching Tolerance (マッチング許容度) 値以下になったとき、または Maximum Iterations (最大反復) 回数に達したときに各グリッド値に対する反復処理が終了します。より細かい解像度のグリッドが調整された粗いグリッドから補間され、その値は繰り返し調整されます。この処理が最終ラスタの大きさに達するまで繰り返されます。



この練習で使用した等高線は海底の水深を表しているの  
ので、Z 値はマイナスになります。四角で囲まれた領域を  
次ページでより詳細に表示しています。

## 張力を使った最小曲率法

Minimum Curvature (最小曲率) 法は、境界に沿って、あるいは入力値がまばらな領域で大きなブレや不必要な湾曲のある地表面を生成することがあります。そうしたブレの例が、前ページの地表面の図の枠内（下記に詳細を表示）やサンプル領域の右側の等高線の間隔が広く空いた場所で起きています。

こうした誤ったブレを減らすため、Coarse Grid Ratio setting (粗分割グリッド比率) の最大値 (16) を使って最初に滑らかな低解像度の地表面を作り、何度も修正を行います。0 から 1.0 の間で Tension (張力) 設定の値を増やすこともできます。その効果は引っ張る力を増やして弾性的に伸び縮みする地表面をデータ値に合うように引き伸ばすことに似ています。張力の値を増やすと入力データポイントの間の地表面の形状を単純化します (曲率を減らす) がデータポイント地点での曲率は増えます。

ステップ

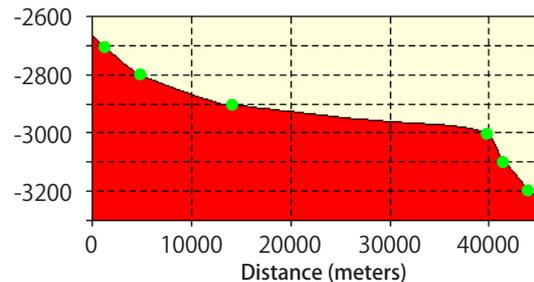
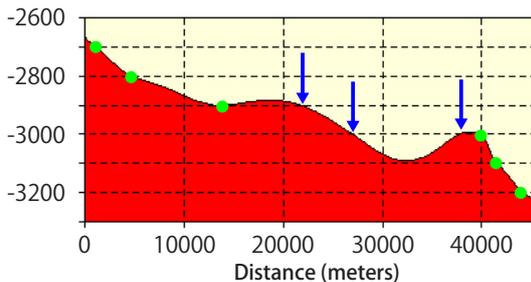
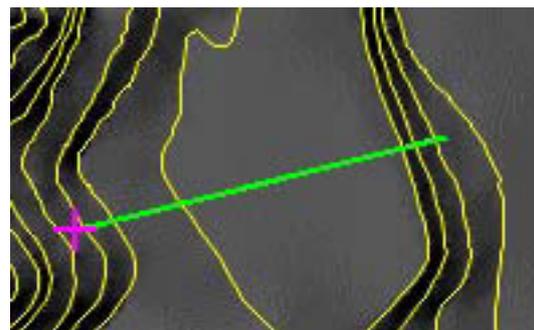
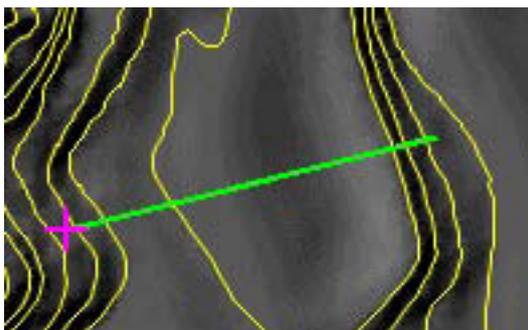
- Minimum Curvature (最小曲率) 法の Tension (張力) パラメータを 0.75 に設定します。
- Coarse Grid Ratio (粗分割グリッド比率) オプションメニューを 16 に設定します。

Tension

0.7500

Coarse Grid Ratio 16

- [Run (実行)] を押し、ラスタの出力先を **SURFOUT** プロジェクトファイルに指定します。
- 出力ラスタに対して Relief Shading (陰影表示) をオンにし、Z Scaling (Z スケール) を 12.0 に設定します。



緑色の線に沿った断面。左図は前ページで計算された地表面の詳細。右図はこのページの方法によるもの。断面線上の緑色の点は断面が入力等高線と交わるポイントを示しています。左の断面図上の矢印は、等高線間が広くあいている地表面に無理やり最小曲率法を適用することによってできたブレによる存在しない等高線の交差位置を示しています。Coarse Grid Ratio と Tension の値を上げるとこうした誤ったブレの発生を抑えることができます。

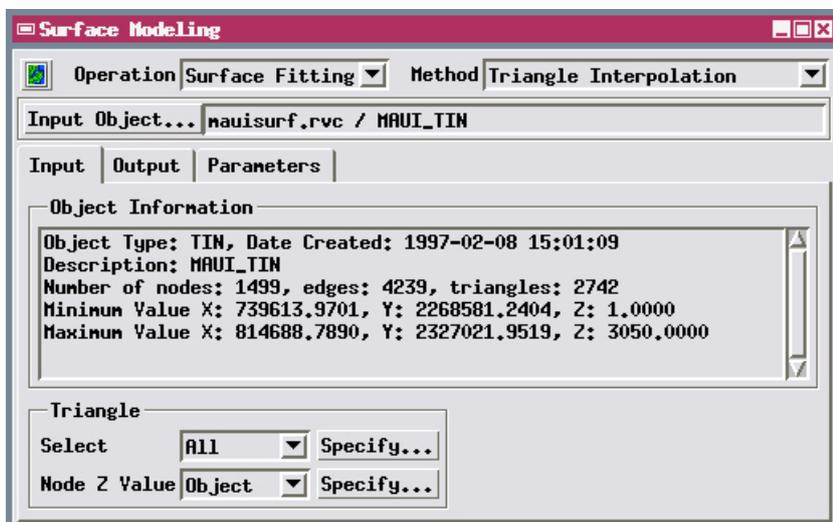
## 三角補間法による地表面近似

### ステップ

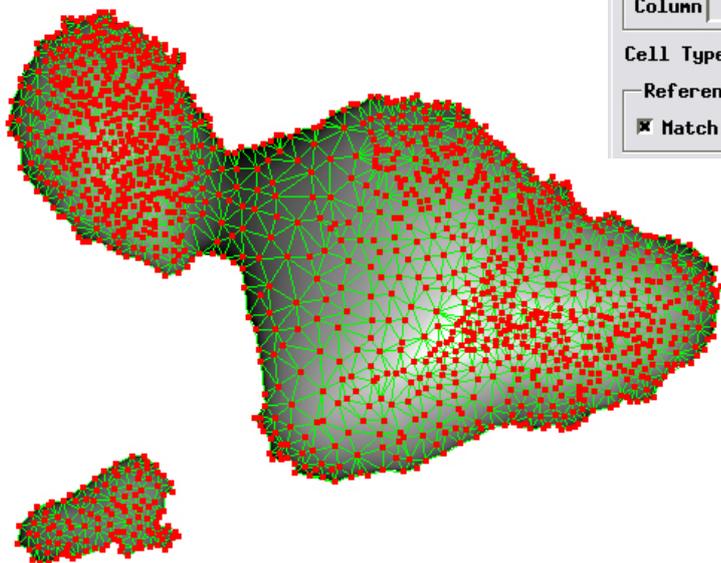
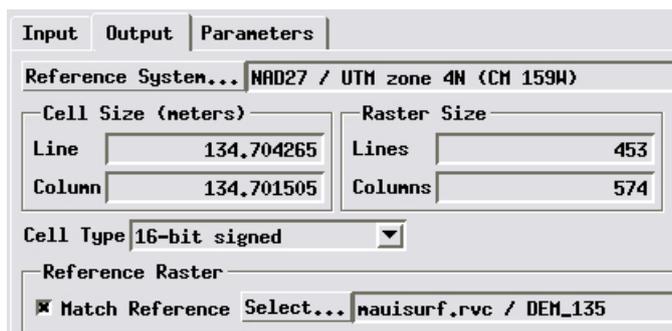
- ✓ Input Object (入力オブジェクト) ボタンを押し、**MAUISURF** プロジェクトファイルから **MAUI\_TIN** オブジェクトを選択します。
- ✓ Method (手法) オプションメニューから Triangle Interpolation (三角補間法) を選択します。
- ✓ Output (出力) パネル上で Match Reference (基準に合わせる) トグルボタンを ON にします。
- ✓ 参照ラスタとして **MAUISURF** プロジェクトファイルから **DEM\_135** オブジェクトを選択します。

三角補間法による地表面近似は TIN オブジェクト用に作られました。ベクタやシェイプオブジェクトも入力データとして使用できますが、その場合は、入力要素から一時的な TIN オブジェクトが作られます。この手法では TIN の三角網のノードの標高値を使って、各三角形の区域に合う地表面を計算します。TIN 内の「穴」は埋められません。また、(この例で作られた島の地表面によって示されるように) 別々の TIN 包は別の標高面を生成します。TIN 包の外側の領域のラスタセルにはヌル値がつけられ、自動的に透明に表示されます。

Output (出力) タブの付いたパネルの Match Reference (基準に合わせる) オプションを使用して、出力地表面ラスタの範囲や向き、セルサイズを、入力データと同じ区域をカバーするジオリファレンスされた既存のラスタオブジェクトに合わせることができます。このオプションは後に説明する二方向法以外のどの地表面近似法にも適用することができます。



- ✓ Parameters (パラメータ) パネル上で Interpolation (補間) メニューから Linear (線形) を選択します。
- ✓ [Run (実行)] を押し、出力ラスタを **SURFOUT** プロジェクトファイルに指定します。



入力 TIN オブジェクトに 1 個以上の TIN 包があるとき、三角補間法は各 TIN 包に対して別々の標高の地表面を生成します。領域の外側のセルにはヌル値がつけられます。

## 三角補間法のオプション

Parameters (パラメータ) タブパネルで数種類の補間方法が選択できます。これまでの練習で使用した Linear (線形) オプションは単純な平面を入力 TIN オブジェクトの各三角形に合わせます。隣接した三角形の平面は共通の辺に沿って別々の角で交わります。このオプションは本質的に三角形の面の集合である TIN 表面をラスタ形式で再成します。

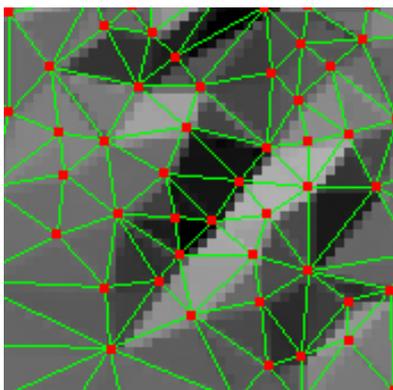
Quintic (5 次式) および Nonic (9 次式) オプションは曲面的な多項式面を各三角形に合わせます。Quintic オプションは 5 次多項式を使い、他方 nonic オプションは 9 次多項式を使います。これらの多項式は対象の三角形のノードだけでなく、周囲の三角形のノードも使って導き出されます。各ノードの周りのさまざまな方向における傾斜や傾斜の変化量を計算し、隣接する三角形から導き出される地表面と相対的に滑らかに接続をするように対象の三角形の地表面の形状を制約します。Quintic オプションは Linear オプションより滑らかで角の少ない地表面を生成しますが、三角形の辺のエッジが全ては除去されないかもしれません。Nonic オプションは、より自由度の高い方法で、より複雑な曲面を持つ地表面を生成しますが、三角形の辺がエッジ状に残ることは少ないです。

ステップ

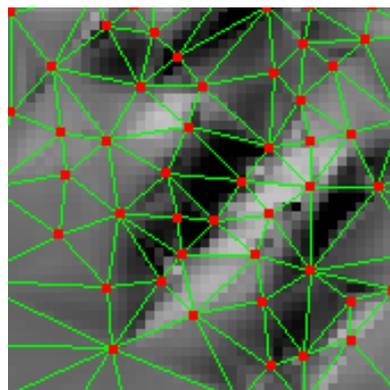
- Parameters (パラメータ) パネル上で Interpolation (補間) メニューから Quintic (5 次式) を選択します。
- [Run (実行)] を押し、出力ラスタを **SURFOUT** プロジェクトファイルに指定します。



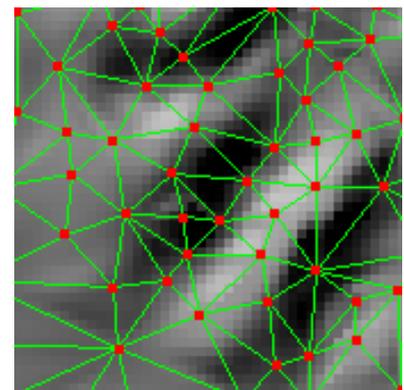
- Parameters (パラメータ) パネル上で Interpolation (補間) メニューから Linear (線形) を選択します。
- Run (実行) ボタンを押し、出力ラスタを **SURFOUT** プロジェクトファイルに指定します。
- Linear、Quintic そして Nonic オプションで作成した地表面ラスタの、Relief Shading (陰影表示) をオンにし、それらの形状を比較します。



Linear (線形) 補間



Quintic (5 次式) 補間



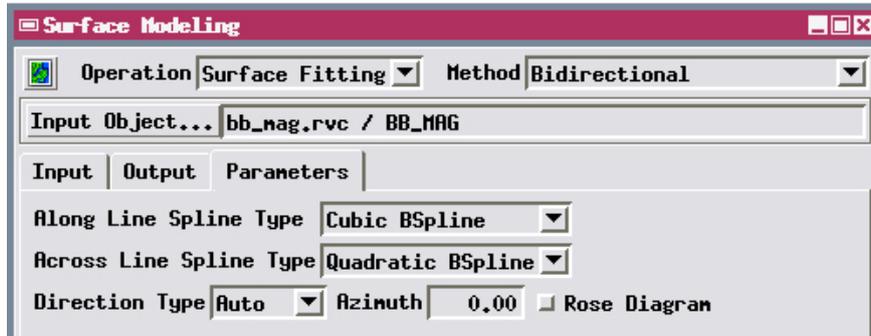
Nonic (9 次式) 補間

## 二方向地表面近似

### ステップ

- ✓ Input Object(入力オブジェクト) ボタンを押し、**BB\_MAG** プロジェクトファイルから **BB\_MAG** オブジェクトを選択します。
- ✓ Method(手法) オプションメニューから Bidirectional (二方向) を選択します。

Bidirectional (二方向) 地表面近似法はほぼ平行な横断線に沿って得られる空中磁気や他の地球物理学的データを扱うために開発されました。二方向法に対する入力データの形式は、一本の線がそれぞれの横断線に対応し、線を構成する点が測定値の場所を表すような、3次元のラインベクタでなければいけません。多くの場合、横断線に沿って得られる測定点の間の距離は、隣り合う横断線の間隔より非常に小さいため、観測点の分布には方向による固有の偏りがあります。



二方向地表面近似法は二段階でラスタの値を補間します。まず、横断線に沿った方向で、次に横断線に垂直な方向です。Direction Type (方向タイプ) オプションを Auto (自動) にすると、卓越した横断線の方向を自動的に決定してくれます。あるいは、このオプションを Manual (手動) に

- ✓ Output(出力) パネル上で Line(行) と Column(列) のセルサイズを 31.0 に設定します。
- ✓ Cell Type(セルタイプ) オプションメニューから 32ビット浮動小数点を選びます。
- ✓ Parameter(パラメータ) パネル上で Along Line Spline Type(線に沿ったスプラインタイプ) メニューから Cubic BSpline(3次Bスプライン)を選びます。
- ✓ Across Line Spline Type(横切る線のスプラインタイプ) メニューから Quadratic BSpline(2次Bスプライン)を選びます。
- ✓ [Run(実行)] を押し、出力ラスタを **SURFOUT** プロジェクトファイルに指定します。

して、卓越した横断線の方向として使われる方位の値を入力することもできます。

横断線に沿った補間と垂直な補間に対しては、それぞれ異なる手法が選択できます。各方向に対して3つの補間方法があります。それは、Linear(線形)法、Quadratic BSpline(2次Bスプライン)法、Cubic BSpline(3次Bスプライン)法です。後の2つの方法は、線形スプライン法よりも滑らかで、変化の度合いがよりゆるやかな地表面が生成できます。



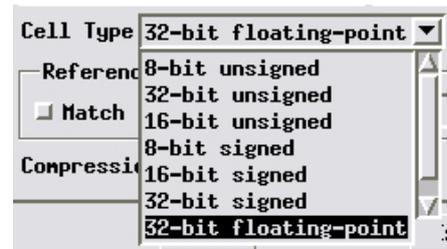
これら横断線は7.5分の区画の空中磁気探査(磁気強度の単位はnT)からのものです。

## その他の地表面近似方法

TNTmips の地表面モデリング処理には、この他にも本書の練習問題で使用されていない、いくつかの地表面近似方法があります。これらの方法の概要を以下に示します。

**Kriging (クリギング)** クリギング法は、統計的アプローチによる補間方法であり、入力データ値が連続した地表面のサンプリング値であると仮定することにより、近傍のデータは同じような値になり（互いに）、遠方データの値はほぼ無関係になるように計算されます。クリギングでは、近い点の標高の加重平均を計算することにより、出力ラスタの各セルの値を補間します。異なる距離と異なる方向での値の統計的変動（バリオグラムとしてグラフィカルに描かれる）を解析して、各ポイントの選択領域の形状とサイズを決め、標高計算における誤差が最小になるような一連の重み付け係数を決定します。入力値の変動はその領域の傾向の上に乗った局所的な変動であると仮定できます。通常のクリギングでは、傾向面が無しか、線形または非線形関数としてモデル化されます。異方性の方向が分かっているならば計算に組み込むこともできます。クリギングは、入力ベクタ点、TIN、データベースオブジェクトに対して使用できます。

**Profiles (断面法)** この方法では、多方向線形補間処理を使用して等高線から地表面ラスタを作成します。この処理では各出力セルの向かい合う両側の標高の対を捜します。端にあるセルが補間された後、8つの異なる方向で捜し（上、下、右、左、対角線）、最も近い値の対（端のセルを含む）を使用して、出力標高値を割り当てます。Search Distance（サーチ距離）パラメータはサーチする半径を決定します。



Output (出力) タブパネル上の Cell Type (セルタイプ) オプションメニューを使用して、計算される地表面ラスタに適するデータタイプを選択します。入力が地球表面の標高をメートルまたはフィート単位で表す場合は、標高レンジ全体が -32,768 から +32,767 の範囲でカバーされるため、通常、16ビット符号付き整数 (16bit signed integer) のセルタイプが適当です。標高において小数点以下のメートルやフィートの垂直精度を求めたり、狭い範囲の数値に対して地表面近似をするには、出力に 32ビット浮動小数点 (32-bit floating point) を選択できますが、格納されるラスタのサイズが非常に大きくなります。加えて、浮動小数点ラスタは圧縮できません。

## TIN から等高線を作る

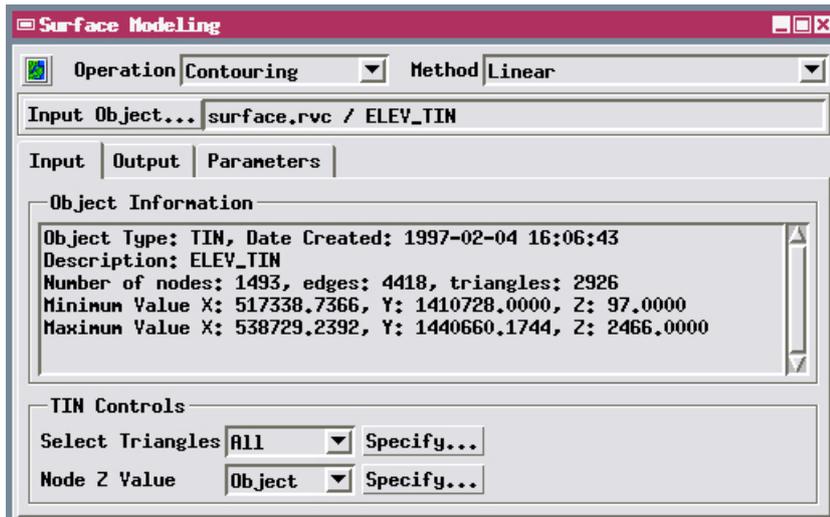
### ステップ

- Operation オプションメニューから Contouring (等高線作成) を選択します。
- [Input Object (入力オブジェクト)] を押し、**SURFACE** プロジェクトファイルの **ELEV\_TIN** オブジェクトを選択します。

次の練習は、値の等しい線（等高線あるいは等値線）からなる 3 次元ベクタオブジェクトを一定の間隔で生成する **Contouring (等高線作成)** 処理です。TIN やラスタオブジェクトは等高線作成の入力として使えます。

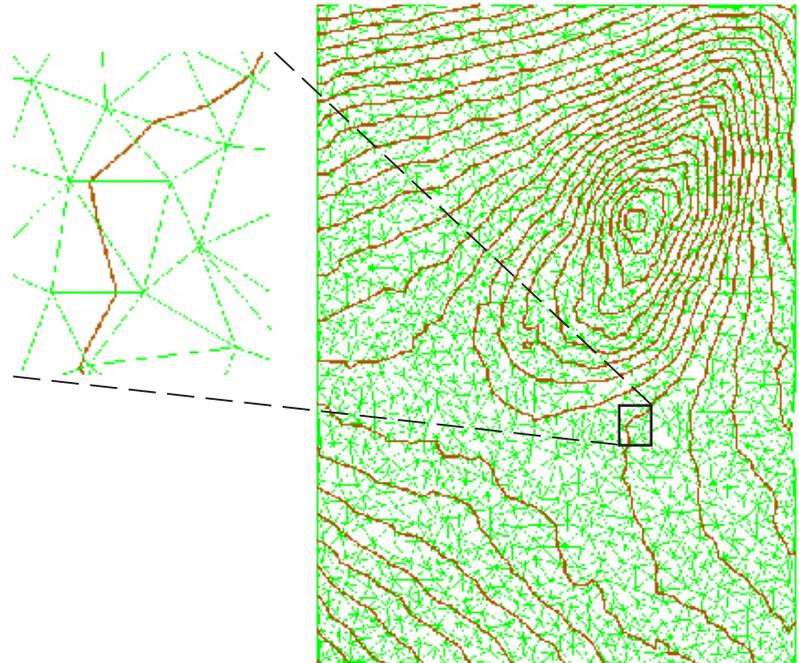
Linear (線形) 法は TIN オブジェクトから等高線を求める唯一の方法です。Linear 法では、各 TIN 三角形を平面として扱います。2 つの TIN ノードの間を通るような等高線を見つけた時には、その三角形の辺との交点はノードの Z 値(あるいはクエリによって指定した値)からの線形補間によ

て決定されます。出力された各等高線は直線のセグメントからなり（三角形と交わるごとに 1 つのセグメント）、線分の方向は三角形の辺上で変化します。



Input	Output	Parameters
Starting Level		100,00000000
Ending Level		2466,00000000
Interval		100,00000000

- Parameters (パラメータ) パネル上で、Starting Level (開始レベル) パラメータ値を 100 に設定します。
- Interval (間隔) パラメータ値を 100 に設定します。
- [Run (実行)] を押し、出力ベクタオブジェクトを **SURFOUT** プロジェクトファイルに指定します。



**重要：** 新しく Surface Modeling 処理を選択すると、以前の Input Object (入力オブジェクト) の選択がクリアされます。また、新しい Surface Modeling 処理を開始する前に、「表示ウィンドウから前の結果のレイヤを削除するか否か」を聞いてきます。

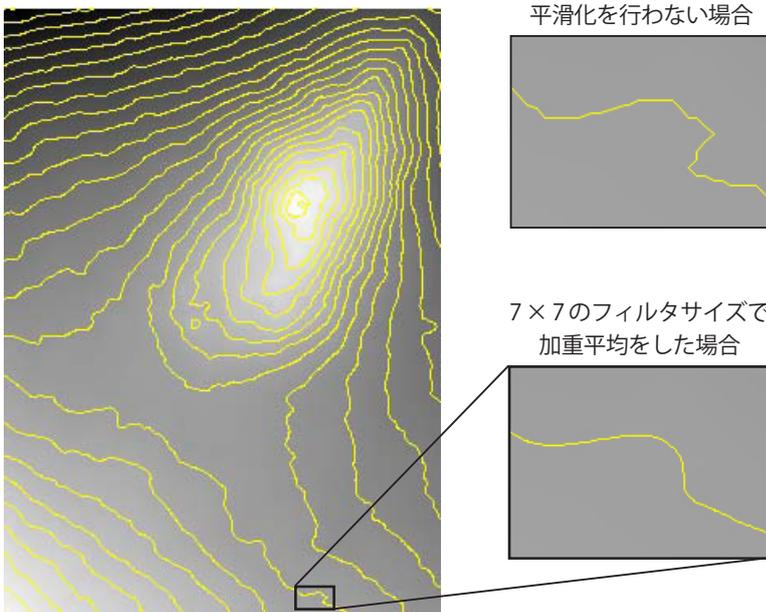
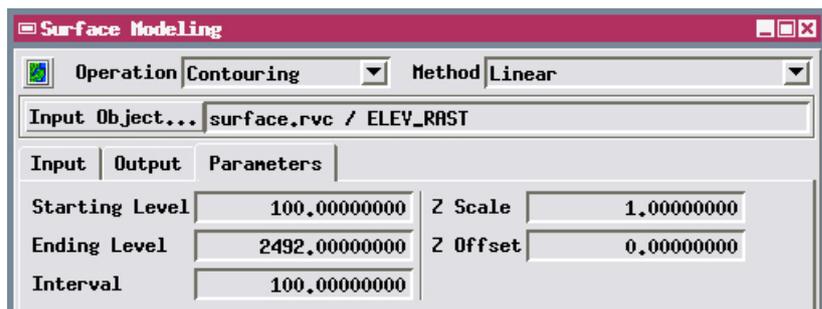
## ラスタから等高線を作る：線形法

Linear（線形）法もまたラスタオブジェクトから等高線を求めるのに利用できます。ラインやコラムの方向への線形補間によってラスタ値から等高線を作ります。

等高線の位置を求める前に、入力ラスタ値の平滑化を選択することができます。Input(入力)タブパネルに Smoothing Method(平滑化方法) オプションがあります。平滑化を行わない場合、等高線に凹凸が出来ることがあります。平滑化の方法で Filter Window Size (フィルタウィンドウのサイズ) を大きくするほど滑らかになります。平滑化フィルターには、Weighted Average (加重平均)、Gaussian (ガウス型)、Quadratic (2次)、Cubic (3次)、そして Quartic (4次) があります。

ステップ

- [Input Object (入力オブジェクト)] を押し、**SURFACE** プロジェクトファイルから **ELEV\_RAST** オブジェクトを選択します。
- Parameters (パラメータ) パネル上で、Starting Level (開始レベル) パラメータを 100 に、Interval (間隔) パラメータを 100 に設定します。



- Input (入力) パネル上の Smoothing Method (平滑化) オプションメニューから None (無し) を選択します。
- [Run (実行)] を押し、出力ベクタオブジェクトを **SURFOUT** プロジェクトファイルに指定します。
- Input (入力) パネル上で Smoothing Method (平滑化) オプションメニューから Weighted Average (加重平均) を選択します。
- Filter Window Size (フィルタウィンドウのサイズ) オプションメニューから 7x7 を選択します。
- Resampling Method (リサンプリング方法) メニューから None (無し) を選択します。
- [Run (実行)] を押し、出力ベクタオブジェクトを **SURFOUT** プロジェクトファイルに指定します。

Input(入力)タブパネルの Smoothing Method オプションメニューからラスタの平滑化オプションを選択します。



等高線をより滑らかな曲線にするには、Filter Window Size を大きくします。

## リサンプリングを用いた等高線の作成

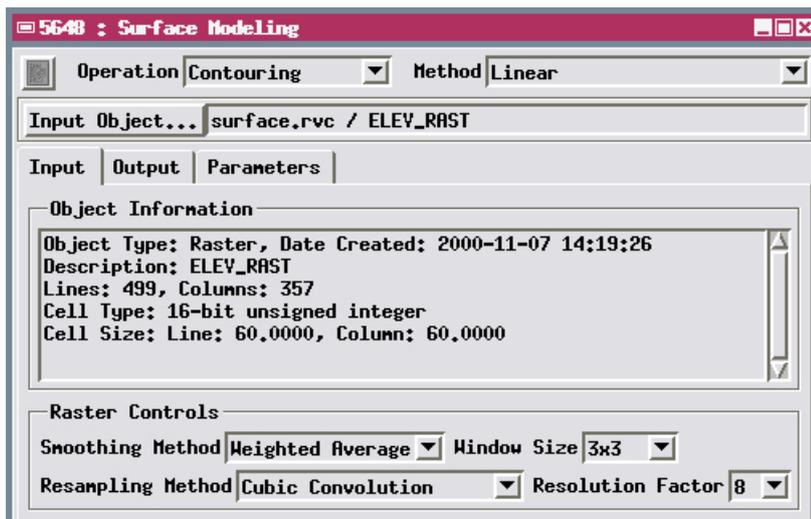
### ステップ

- Input (入力) パネルで Window Size (ウィンドウサイズ) メニューから 3×3 を選択します。平滑化の方法は Weighted Averaging (加重平均) のままです。
- Resampling Method (リサンプリング方法) メニューから Cubic Convolution (3 次畳み込み) を選択します。

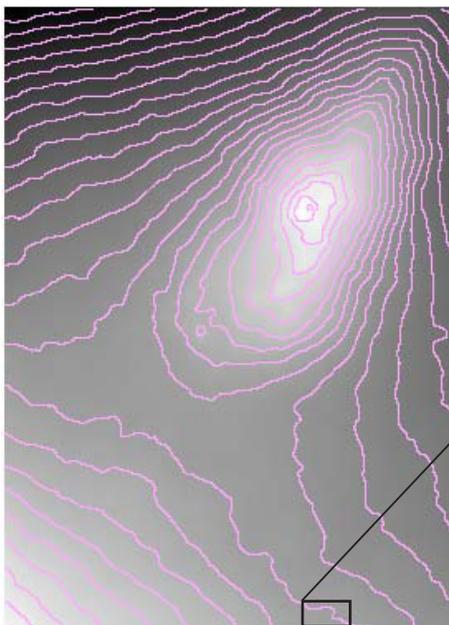
リニア法による等高線の作成において、等高線の計算に先立って入力ラスタをより小さなセルサイズに再サンプリングすることで、より滑らかな等高線を生成できます。この処理では、入力ラスタの周囲のセルの値を使って新規のより小さなセルの値を補間します。

新たにセルの値の補間をするために、Resampling Method (リサンプリング方法) メニューを使って Bilinear Interpolation (バイリニア補間) または Cubic Convolution (3 次畳み込み) を選択します。Resolution Factor (分解能因数) はもとのセルのグリッドをリサンプリングによりどれだけ

細分化するかを設定をします。分解能因数が 2 の場合は、各セルを 2×2 のセル (4 セル) に細かく分割し、分解能因数が 4 の場合は、各セルを 4×4 のセル (16 セル) に分割します (以下同様)。より高次の分解能へのリサンプリングは、単独もしくはラスタの平滑化と組み合わせて使用できます。この練習では、最小の平滑化が因数 8 のリサンプリングと併せて適用されています。



- Resolution Factor (分解能因数) メニューから 8 を選択します。
- [Run (実行)] を押し、出力ベクタオブジェクトを SURFOUT プロジェクトファイルに指定します。



下の図では、平滑化の結果を入力ラスタを高次の分解能でリサンプリングした場合と比較しています。黄色の等高線は前の練習で作られたもので、7×7 のフィルタウィンドウによる Weighted Averaging (加重平均) 平滑化を使用しました。今回の練習でリサンプリングを使って作られたピンク色の等高線は局所的な詳細をよくとらえているだけでなく、もとの入力ラスタスケールで見ても曲線が滑らかに表現されています。



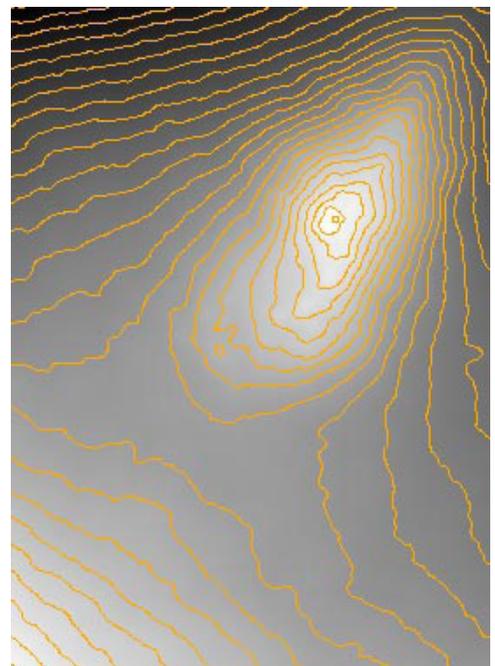
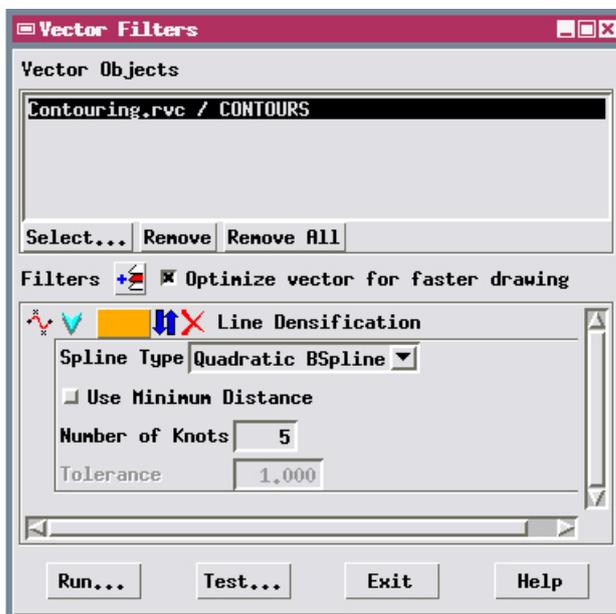
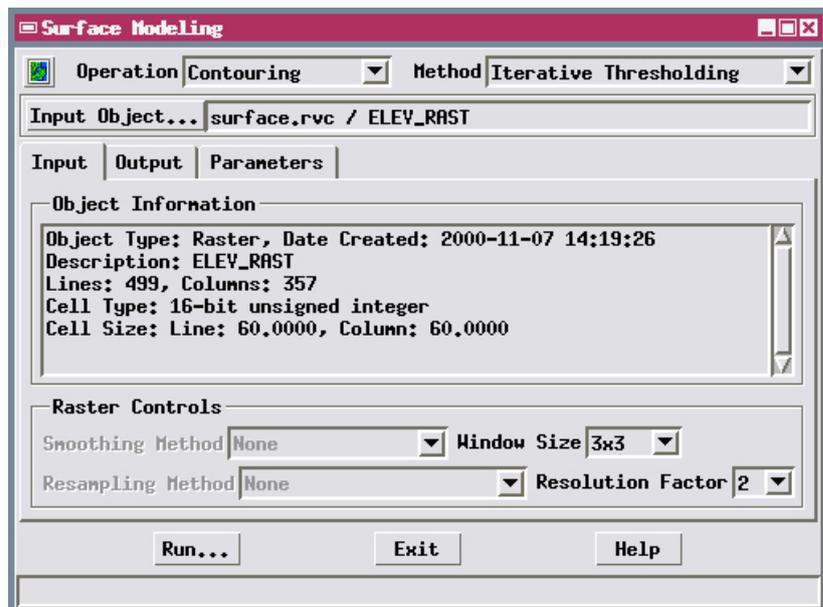
## しきい値の反復計算による等高線の作成

ラスターオブジェクトに対する Iterative Thresholding (しきい値の反復計算) での等高線作成の方法は、等高線の位置決めには画像分割のアプローチを用います。各等高線の値をしきい値として使い、標高ラスターをしきい値と同じかそれ以下の領域と、しきい値よりも上のラスター値を持つ領域に分割します。等高線がこれらの領域の境界に沿って作られます。その際等高線は等高線の値と同じ値の全てのセルの中心を通り (そのセルが局所的な極大値か極小値の場合を除く)、等高線の値をはさむ値を持ったセルの間を常に通ります。

しきい値の反復計算は数学的に正確な結果を出しますが、ノイズが混じったカクカクした等高線を生じることもあります。この方法はまた他の等高線作成方法に比べて処理が数倍遅いです。

ステップ

- Method (手法) オプションメニューから Iterative Thresholding (しきい値の反復計算) を選択します。
- [Run (実行)] を押し、出力ベクタオブジェクトを **SURFOUT** プロジェクトファイルに指定します。



この方法や他の方法で作成した等高線を Vector Filters (ベクタのフィルタ) 処理で平滑化できます (TNTmips メニューの各種図形>フィルタ)。Line Densification (ラインの平滑化) フィルタで線に頂点を追加して、より滑らかな曲線に近づくようにします。Line Densification フィルタの詳細については「ベクタ編集上級編 (Advanced Vector Editing)」と「土壌地図のデジタル化入門 (Digitizing Soil Maps tutorials)」にあります。

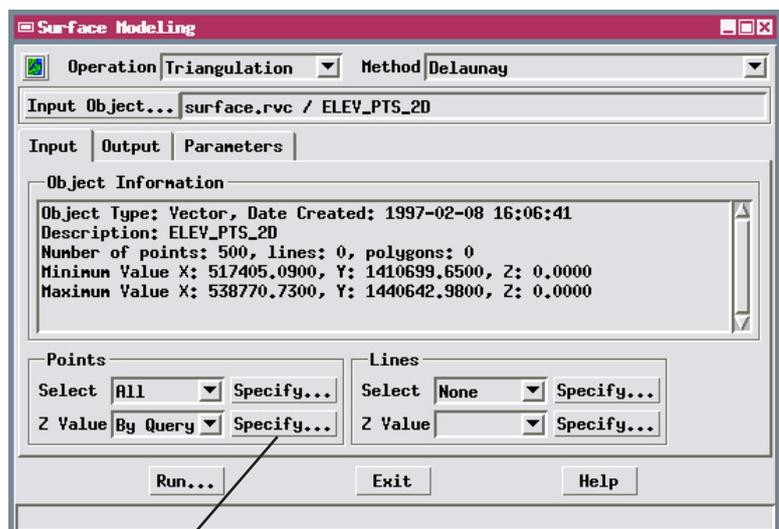
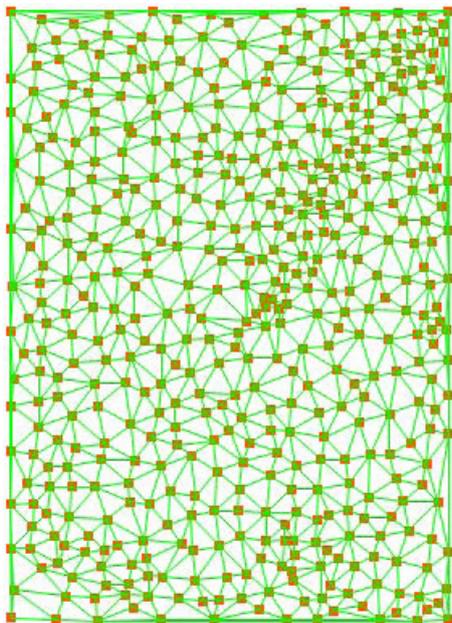
## 点データから三角網を作成する

### ステップ

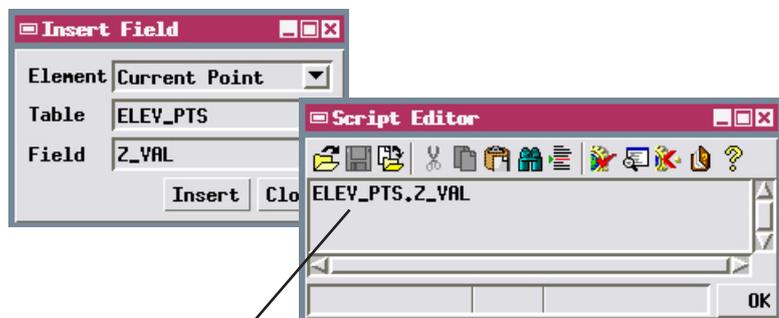
- ✓ Operation オプションメニューから Triangulation (三角網作成) を選択します。
- ✓ [Input Object (入力オブジェクト)] を押し、**SURFACE** プロジェクトファイルから **ELEV\_PTS\_2D** オブジェクトを選択します。
- ✓ Input (入力) パネル上の Z Value (Z 値) オプションボタンの隣の [Specify... (指定...)] を押します。
- ✓ Script Editor (スクリプトエディタ) ウィンドウで、Insert Field (フィールド挿入) アイコンボタンを押します。
- ✓ Insert Field (フィールド挿入) ウィンドウで、Table メニューから ELEV\_PTS を選択し、Field メニューから Z\_VAL を選択します。[Insert (挿入)] を押します。
- ✓ Script Editor ウィンドウで [OK] を押します。
- ✓ [Run (実行)] を押し、出力 TIN オブジェクトを **SURFOUT** プロジェクトファイルに指定します。

ここまでの練習問題では TIN を入力オブジェクトに使用してきました。TIN オブジェクトを作成するには、Triangulation (三角網作成) 処理を使用します。**Triangulation** では、ベクタまたはデータベースオブジェクト内の点やベクタ等高線、ラスタオブジェクトから TIN を計算します。

入力オブジェクトに点データや等高線が含まれている場合、デフォルトの Delaunay (ドロネ) 三角網法が使用されます。この方法では、入力点 (または等高線の間) を使用して、(三角網法による地表面近似の練習問題で説明した) Delaunay 基準を満足する三角網を作成します。入力データベースオブジェクトまたは 2 次元ベクタオブジェクトの場合は、Input (入力) タブパネルの Z Value (Z 値) オプションボタンの By Query (クエリによる) がアクティブな選択肢となっています。クエリを使用して、出力する TIN ノードの Z 値として割り当てる値を含むデータベーステーブルとフィールドを指定する必要があります。



[Specify...] を押して Script Editor ウィンドウを開き、希望する Z 値を含むテーブルとフィールドを指定します。



クエリの値は TABLE.FIELD という簡単な形式です。これで希望する値を含むデータベーステーブルにあるフィールドを指定します。

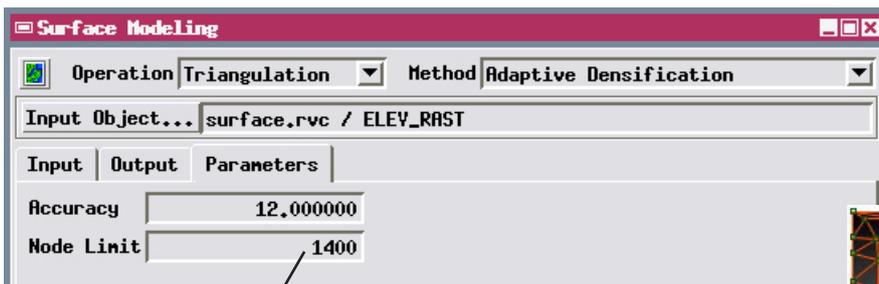
## ラスタから TIN を生成する

Triangulation (TIN 作成) の Adaptive Densification (適応密度化) 法はラスタオブジェクトから TIN を作成するのに使用されます。二つの大きな三角形を作るために入力ラスタの角にはじめの TIN ノードを置いた後、この方法によって三角形の分割を何回もくり返し、より高密度の TIN 構造を生成します。三角形によって定義された平面から、最もずれの大きいラスタセルの場所に新たにノードを追加することで、三角形が分割されます。

Accuracy (精度) と Node Limit (ノード制限) のパラメータを使えば、出力される TIN の複雑さと忠実さを制御することができます。Accuracy (精度) パラメータ値は三角形とその三角形が表すラスタ表面との間の Z 方向の最大偏差を設定します。三角形の偏差がこの値よりも小さければ、三角形はそれ以上分割されません。Node Limit (ノード制限) パラメータは最終的に生成される TIN オブジェクトのノード数のおおまかな上限値を設定します。

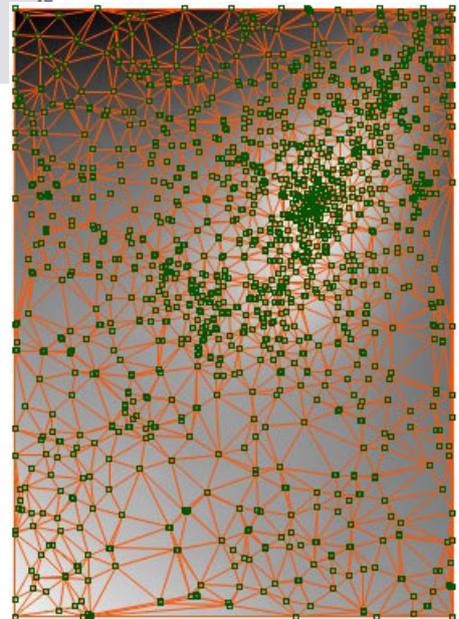
### ステップ

- [Input Object (入力オブジェクト)] を押し、**SURFACE** プロジェクトファイルから **ELV\_RAST** オブジェクトを選択します。
- Parameters (パラメータ) タブをクリックします。
- Parameters タブパネルで、Accuracy (精度) パラメータの値に 12 を、Node Limit (ノード制限) 値に 1400 を設定します。
- [Run (実行)] を押し、TIN オブジェクトの出力先として **SURFOUT** プロジェクトファイルを指定します。



Node Limit (ノード制限) の値に届く前に、現在の Accuracy (精度) パラメータの設定値をすべての三角形が満足したときには、最終的に生成される TIN オブジェクトのノードの数は Node Limit (ノード制限) よりも少ない場合があります。一方、くり返し処理の途中でノード制限に達した場合、現在の三角形が処理されるまで分割作業は続行されます。この場合、ノードの最終的な数は Node Limit (ノード制限) 値をほんの少し上回り、Accuracy (精度) パラメータの設定を満足しない三角形もいくつか出てきます。たとえば、今回の練習の設定を使って生成された TIN は 1417 個のノードを含んでいます。

Triangulation 操作において、入力オブジェクトとしてラスタオブジェクトを選んだ時は、Adaptive Densification (適応密度化) 法は自動的に選ばれます。



## 不連続線を用いた三角網の生成

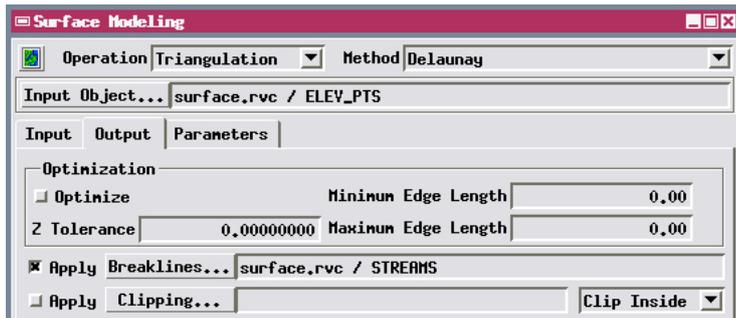
### ステップ

- [Input Object (入力オブジェクト)] を押し、**SURFACE** プロジェクトファイルから **ELEV\_PTS** オブジェクトを選択します。
- Output (出力) パネル上の Apply Breaklines (不連続線の適用) トグルボタンをオンにします。

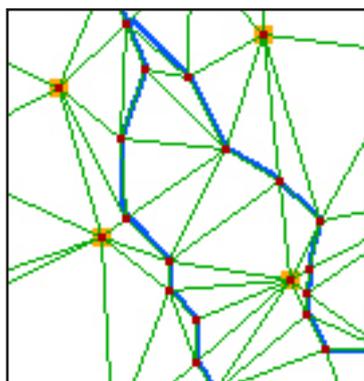
Triangulation (三角網の生成) 操作にはどのタイプの入力オブジェクトにも利用できるいくつかの処理オプションが含まれています。不連続線の使用もその一つです。**不連続線**は、生成された TIN オブジェクトの構造を修正、改善する 3 次元ベクタの線またはポリゴンです。

Apply Breakline (不連続線の適用) オプションはベクタの線を TIN 構造を生成する際にガイドとして使用します。TIN ノードが不連続線に沿って挿入され、不連続線を構成する各セグメントは連続した三角形の辺を構成

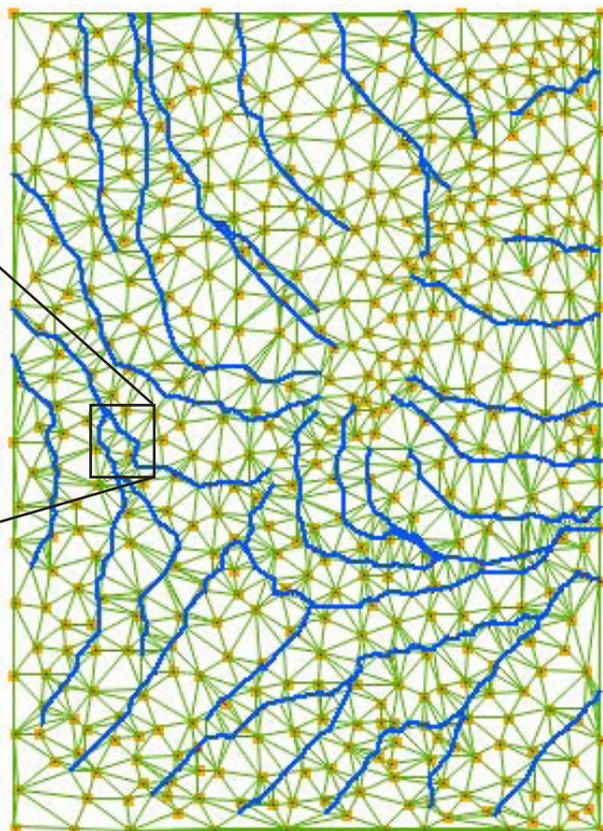
します。TIN の辺はこの不連続線をまたぐことはありません。練習で使われる不連続線は排水網を表します。補足的な標高の制御に加え、排水網は谷底での傾斜方向の変化や、重要な地形的特長を表現します。不連続線を使って河川や山の尾根を表すと、地形をうまく表現した TIN を生成できます。



- SURFACE** プロジェクトファイルから **STREAMS** オブジェクトを選択します。
- [Run (実行)] を押し、出力する TIN オブジェクトを **SURFOUT** プロジェクトファイルに指定します。



TIN ノードが不連続線に沿って挿入されます。不連続線と三角形の辺は交差しません。

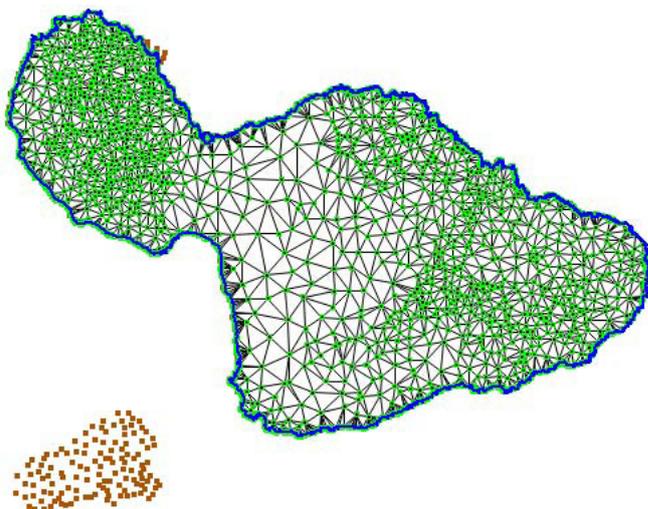


## 不連続線を用いて三角網を切り取る

Apply Clipping (切り取りの適用) オプションによってベクタオブジェクトの中の複数のポリゴンを使用して、三角網操作によって生成する TIN の範囲を制限することができます。

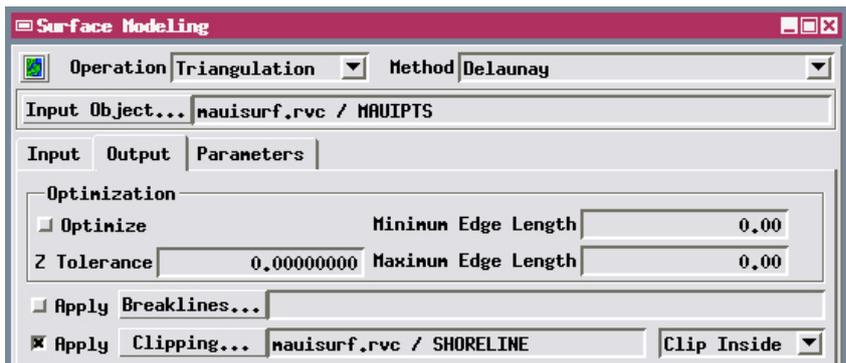
ポリゴンが対象領域の外側の境界を表している時には、Clip Inside (内側を切り取る) オプションを用いるのが適切です。ポリゴンの外側の辺とノードは除去されます。不連続線ポリゴンの内側の TIN 構造は保持されますが、この練習問題の例では入力の高点データベースはマウイ島とそのまわりに位置する小島を表し、不連続線ポリゴンは本島の海岸線を示します。本島のみが結果の TIN オブジェクトに覆われます。

Clip Outside (外側を切り取る) オプションは TIN の中に「穴」を作ります。ポリゴンの外側の TIN 構造は保存され、ポリゴン内部の辺やノードは削除されます。地勢学的な例として、大きくて不規則な形をした湖の複雑な湖畔線をポリゴンが表す時に、このオプションは使われます。切り取り機能なしでは湖の表面は多くの水平な三角形で表現されるでしょう。



### ステップ

- [Input Object(入力オブジェクト)] を押し、**MAUISURF** プロジェクトファイルから **MAUI\_PTS\_DB** オブジェクトを選択します。
- 入力パネルの Pins セクションで Z Value (Z 値) メニューから [By Query (クエリによる)] を選び、[Specify... (指定)] を押します。



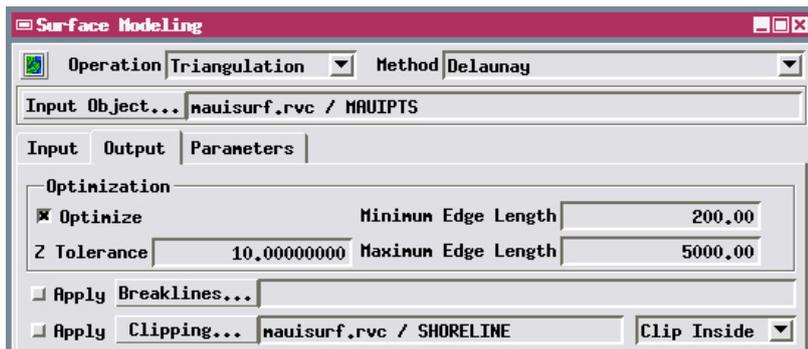
- Script Editor (スクリプト編集) ウィンドウで [Insert Field (フィールドの挿入)] アイコンボタンを押します。
- Insert Field (フィールドの挿入) ウィンドウでテーブル一覧から MAUIPTS が自動的に選択されていますが、フィールド一覧から ELEV を選択し、[Insert (挿入)] を押します。
- Script Editor ウィンドウで [OK] を押します。
- Output (出力) タブパネル上で Apply Clipping トグルボタンをオンにします。
- MAUISURF** プロジェクトファイルから **SHORELINE** オブジェクトを選択します。
- クリッピングメニューから Clip Inside(内側を切り取る) を選択します。
- [Run (実行)] を押し、TIN の出力先として **SURFOUT** プロジェクトファイルを指定します。

## 最適化を伴う三角網作成処理

### ステップ

- Output (出力) タブパネル上で Clip Area (範囲の切り取り) トグルボタンをオフにします。
- Optimization (最適化) ボックスの Optimize (最適化) トグルボタンをオンにします。

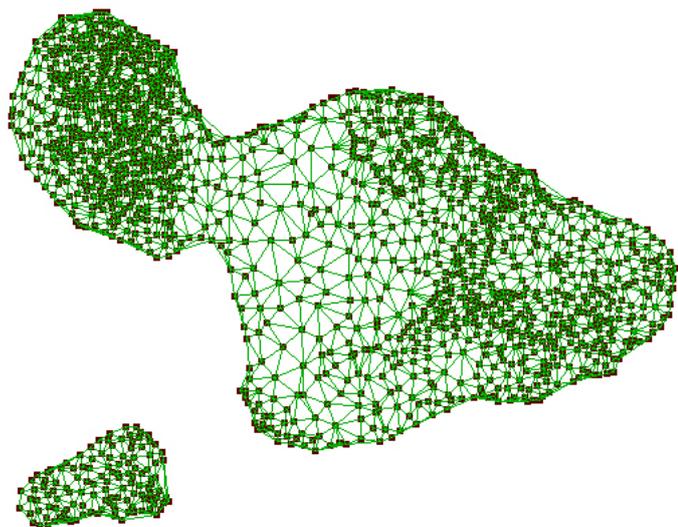
TIN の Optimization (最適化) には、余分な TIN ノードを除外したり、結果の TIN オブジェクトの幾何形状をコントロールするための、いくつかの機能があります。TIN ノードが他のノードのすぐ近くにあり、標高も近い場合、冗長であると判断され削除されます。Z Tolerance (Z 値の許容値) パラメータは最終の TIN オブジェクトの近接するノードに許される最小標高差を定義します。Minimum Edge Length (最小辺長) パラメータ値は「近接」の程度を数値で表します。この値は、出力される TIN に許される三角形の最小辺長を設定します。



Maximum Edge Length (最大辺長) パラメータ値は TIN 三角形の辺長の上限を設定します。このパラメータは入力点データの外周が不規則な場合や点のクラスターが 2 つあり、切り出しに適した不連続線ポリゴンがない場合に役に立ちます。ここで使われている点データベースでは、最適化を使わないで三角網の生成を行うと、海岸線のへこんだ部分まで届いて、2 つの島を結んでしまうような長い辺がたくさん作られるでしょう。今回選ばれた Maximum Edge Length (最大辺長) パラメータ値によってそのような長い辺の多くは削除されます。海岸線に沿って多少残る辺は TNTmips の空間エディタを用いて簡単に削除することができます。

- Z Tolerance (Z 値の許容値) を 10.0 にします。
- Min. Edge Length (最小辺長) 値を 200 にします。
- Max. Edge Length (最大辺長) 値を 5000 にします。
- [Run (実行)] を押し、TIN オブジェクトの出力先として **SUFOUT** オブジェクトファイルを選択します。

今回のような長い辺がたくさん作られるでしょう。今回選ばれた Maximum Edge Length (最大辺長) パラメータ値によってそのような長い辺の多くは削除されます。海岸線に沿って多少残る辺は TNTmips の空間エディタを用いて簡単に削除することができます。



## 地表面ラスタの断面作成

**Profiling (断面作成)** 操作では、地表面ラスタの垂直断面を並行にいくつも並べて「積み重ねるように」作成します。積み重ねた断面は異なる方向や様々な垂直方向の縮尺で3次元の地表面を可視化する手軽な手段です。断面は、CAD オブジェクトとして格納されます。

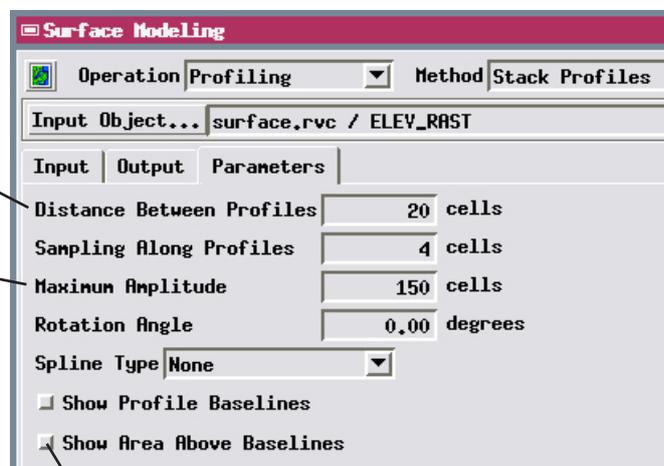
Parameters (パラメータ) タブパネルの様々な設定を使って、断面線の間隔、垂直方向の縮尺、断面線の方法、断面線の平滑化をコントロールできます。

ステップ

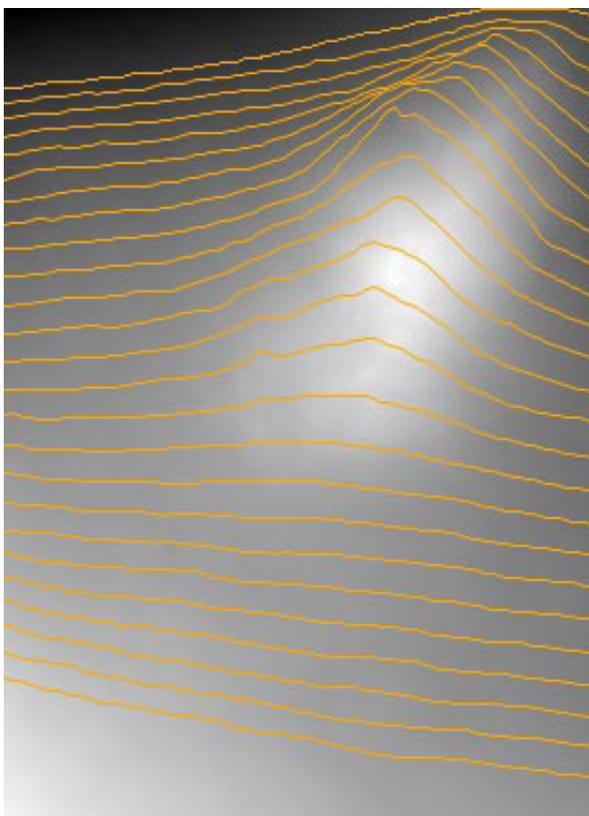
- Operation オプションメニューから Profiling (断面作成) を選択します。
- [Input Object (入力オブジェクト)] を押し、**SURFACE** プロジェクトファイルの **ELEV\_RAST** オブジェクトを選択します。
- Parameters (パラメータ) パネル上で Distance Between Profiles (断面間の距離) パラメータ値を 20 に、Maximum Amplitude (最大振幅) を 150 に設定します。

Distance Between Profiles (断面間の距離) パラメータは断面の間隔を制御します。

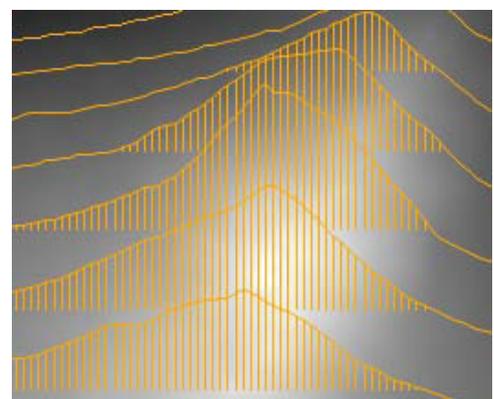
Maximum Amplitude (最大振幅) パラメータ値を使用して、断面の垂直方向の最大サイズをラスタのセルの個数で設定します。断面の細部が十分見えて、重なって見にくくならないように、断面の間隔と振幅の両方を調整すべきです。



- [Run (実行)] を押し、出力 CAD オブジェクトを **SURFOUT** プロジェクトファイルに指定します。



Show Area Above Baselines (基線より上を塗りつぶす) トグルボタンをオンにすると、断面図の上部がハッチで埋められます。

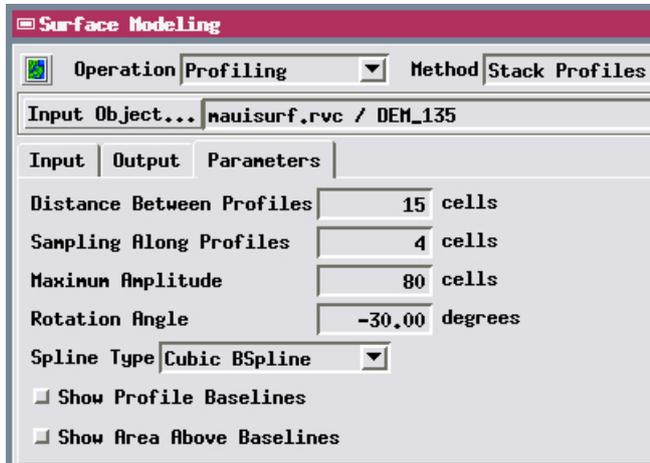


## 断面の回転

### ステップ

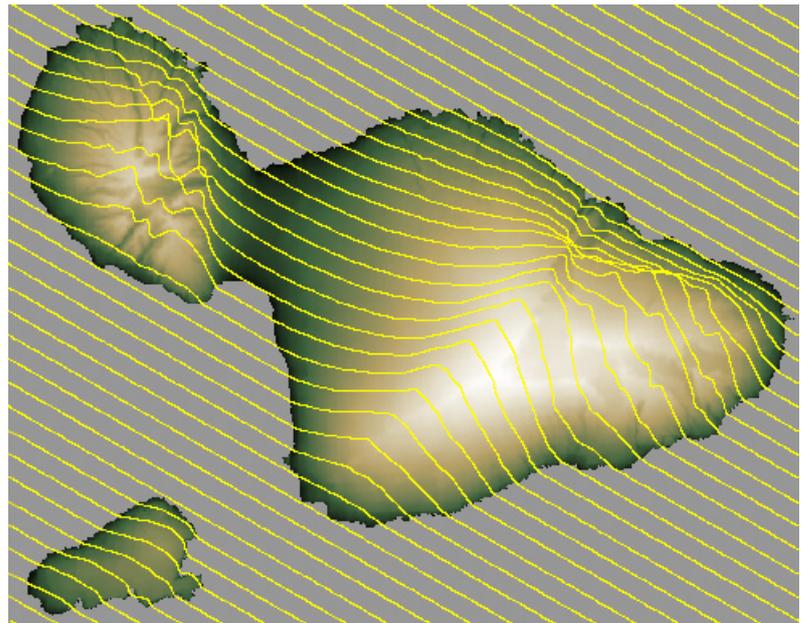
- [Input Object (入力オブジェクト)] を押し、**MAUISURF** プロジェクトファイルから **DEM\_135** オブジェクトを選択します。

断面図作成の方向の初期値は水平方向です。他の方向で断面図を作成するためには回転角度（水平方向から反時計周りが正の角度、時計周りが負の角度）を入力する必要があります。



断面図に「細かい変動がある」（細かすぎる）ならば、Sampling Along Profile（断面に沿ってサンプリング）パラメータ値を増加するか、断面図を平滑化してもよいです。スプライン関数によって断面図は平滑化されます。Cubic（3次）または B Spline（B スプライン）、Quadratic（2次）B スプラインのいずれかの手法を選ぶことができます。

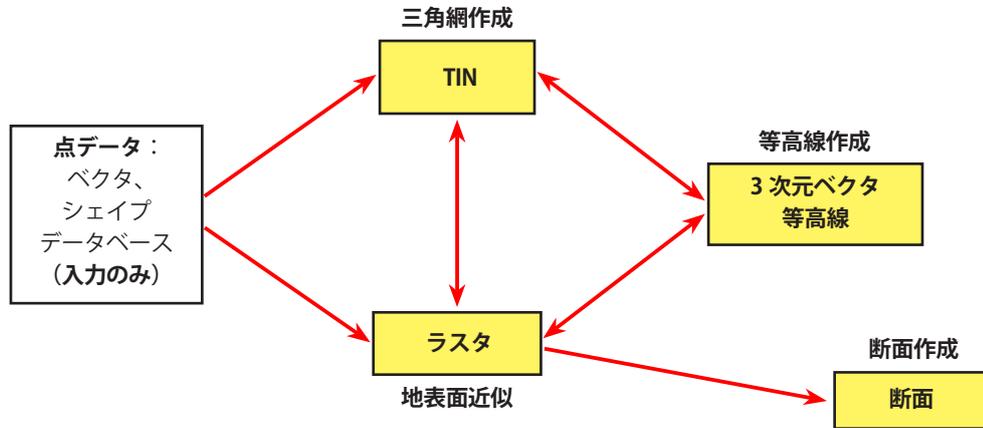
- Parameters（パラメータ）パネル上で、Distance Between Profiles（断面間の距離）パラメータ値を 15 に、Maximum Amplitude（最大振幅）値を 80 に設定します。
- Rotation Angle（回転角度）を -30.00 に設定します。
- Spline Type（スプラインの種類）オプションメニューから Cubic BSpline（3次 B スプライン）を選びます。
- [Run（実行）] を押し、CAD の出力先として **SURFOUT** プロジェクトファイルを指定します。



Surface Modeling（地表面モデリング）処理で作成した出力オブジェクトにおいて Z 値を表示するためのデータタイプを簡単に設定することができます。レイヤマネージャで適当なレイヤの Layer Controls（レイヤコントロール）アイコンボタンを押し、Layer Controls（レイヤコントロール）ウィンドウを開きます。Datatip（データタイプ）のタブパネル（ラスタの場合）を開くか、もしくはベクタあるいは TIN オブジェクトの場合はそれぞれ適当な要素パネルを開きます。Show（表示）メニューからデフォルトの DataTip ソースを選択するか、Select Attribute（属性の選択）を選び Select Table/Field（テーブル/フィールドの選択）ウィンドウを開き、適切なデータベーステーブルとフィールド（例：TIN ノードの NODE.Z）を選びます。詳しくは、TNT 入門「[地理空間データ表示](#)」や「[システムの基本操作](#)」を参照して下さい。

# 地表面モデリングのまとめ

次の図と表は、地表面モデリングのさまざまな操作、出力オブジェクト、有効な入力オブジェクトの間の関係をまとめています。



処理	方法	入力オブジェクト						出力オブジェクト
		ラスタ	TIN	線ベクタ	点ベクタ	シェイプ	データベース	
地表面近似	最小曲率 (Minimum Curvature)		あり	等高線	あり	あり	あり	ラスタ
	単変量曲線 (Univariate)			等高線				
	逆距離 (Inverse Distance)		あり	等高線	あり	あり	あり	
	断面 (Profiles)		あり	等高線				
	多項式 (Polynomial)		あり		あり	あり	あり	
	三角補間 (線形、5次式、9次式)		あり		あり	あり		
	クリッキング (Kriging)		あり		あり	あり	あり	
	二方向 (Bidirectional)				横断線			
等高線作成	線形 (Linear)	あり	あり					ベクタ 等高線
	しきい値の反復計算	あり						
TIN 作成	ドローネ法 (Delaunay)			等高線	あり	あり	あり	TIN
	適応密度化 (Adaptive Densification method)	あり						
断面作成	断面の積み重ね表示	あり						CAD

# 地理空間解析のための先進的ソフトウェア

マイクロイメージ社は、高度な地理空間データの視覚化、解析、出版を行う専門家向けソフトウェアを提供しています。製品に関する詳細は、マイクロイメージ社にお問い合わせになるか、ウェブサイトアクセスしてください。

**TNTmips Pro** TNTmips Pro は、GIS、画像解析、CAD、TIN、PC を用いた地図印刷、地理空間データベース管理機能を統合した専門家のためのシステムです。

**TNTmips Basic** TNTmips Basic は、TNTmips の廉価版で小規模プロジェクト向けのシステムです。

**TNTmips Free** TNTmips Free は、学生や小規模プロジェクトを行う専門家向けの無料バージョンです。

**TNTedit** TNTedit はベクタ、画像、CAD、TIN、リレーショナルデータベースなど様々な形式の地理データを作成、座標付け、編集するための専門家のための対話的ツールです。

**TNTview** TNTview は TNTmips と同じ強力な表示機能があります。TNTmips の持つ解析機能やデータ編集機能はありません。

**TNTatlas** TNTatlas を使用すると、自分のプロジェクトデータを CD-ROM にプレスして、低コストで出版や配布ができます。TNTatlas の CD は Windows や Mac で使用できます。

**TNTserver** TNTServer を使用すると、インターネットやイントラネットを使って TNTatlas を公開することができます。Tclient Java アプレットを使用してウェブブラウザから地理データにアクセスすることができます。

## 索引

陰影図 .....	9	クリギング (Kriging) 法 .....	15
距離パラメータの検索		最小曲率法 .....	10, 11
逆距離による地表面近似 .....	6	三角補間法 .....	12
断面による地表面近似 .....	15	多項式法 .....	7
切り取り (クリッピング) .....	23	単変量曲線法 .....	8
三角網作成 .....	3, 20, 21, 22, 23, 24, 27	断面法 .....	15
TIN の最適化 .....	24	二方向法 .....	14
切り取り (クリッピング) .....	23	張力 (最小曲率法) .....	11
適応密度化法 .....	21	等高線作成 .....	3, 16, 17, 18, 19, 27
ドローネ法 .....	20	しきい値の反復計算 .....	19
不連続線の使用 .....	22, 23	線形 (Linear) 法 .....	17, 18
次元、多項式 .....	7, 13	リサンプリング .....	18
出力パネル .....	5	入力パネル .....	5
断面図作成 .....	3, 25, 26	不連続線 (三角網作成) .....	22, 23
断面表示 (ジオツールボックス) .....	9	平滑化	
地表面近似 .....	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 27	断面線 .....	25
逆距離法 .....	6	等高線 .....	17

地表面モデリング (改訂版)  
2009年12月16日 第1版



**MicroImages, Inc.**

206 South 13th Street  
Lincoln, Nebraska 68508-2010 USA

電話: (402) 477-9554 email: info@microimages.com  
FAX: (402) 477-9559 URL: www.microimages.com

[翻訳]



株式会社 オープン GIS

〒130-0001 東京都墨田区吾妻橋 1-19-14 紀伊国屋ビル 1F  
Kinokuniya Bld. 1F, 1-19-14 Azumabashi, Sumida-ku, Tokyo 130-0001, JAPAN  
TEL (03) 3623-2851 FAX (03) 3623-3025