

ジオフォーミュラを使う

# TNT入門



## ジオフォーミュラを使う



TNTmips®

TNTedit®

TNTview™

## はじめに

本書は、TNTmips®、TNTedit™、TNTview® においてジオフォーミュラを使用するための技法を紹介しています。表示処理の際に、TNTプロジェクトファイルの地理空間オブジェクトを動的に組み合わせて、**データ融合**効果を実現することができます。本書では、Display / Spatial Data (表示/空間データ) 処理や Process / GeoFormula (解析処理/串刺し演算機能(ジオフォーミュラ)) 処理における基本的なジオフォーミュラのツールについて紹介します。

**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**』および『**システムの基本操作**』の例題を完了しているものと仮定しています。これらの例題では、プロジェクトファイルに格納されたオブジェクトの選択や表示および、TNTmips内での移動操作に関する必須知識と基本的な技法を紹介しています。必要に応じ、これらのTNT入門シリーズのマニュアルやTNTmips リファレンスマニュアルで調べてください。また、ジオフォーミュラの作成にはSMLの文法を使用しますので、TNT入門『**SMLを使ってスクリプトを書く**』の例題も済ませておいた方が良いでしょう。

**サンプルデータ** 本書の例題では、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することができます。本書では特に、**CB\_DATA**および**GEOFRMLA**というデータ集に含まれているオブジェクトを使用します。これらのファイルの読み書き用のコピーをハードディスクドライブ上に作成してください。CD-ROM上の読み込み専用のサンプルデータに対して直接操作を行うと問題が発生する場合があります。

**その他の資料** 本書では、ジオフォーミュラを使ったデータ融合に関する概要しか説明しておりません。詳細はTNTmipsリファレンスマニュアルの2次元表示や個別のジオフォーミュラ処理の項を参照してください。

**TNTmipsとTNTlite®** TNTmipsには2つのバージョンがあります。プロフェッショナルバージョンと、無料バージョンであるTNTliteです。本書では、どちらのバージョンも「TNTmips」と呼ぶことにします。プロフェッショナルバージョンにはハードウェア・キーが必要です。このキーがない場合、TNTmipsはTNTliteモードで動作し、使用できるオブジェクトのサイズに制限があります。

ジオフォーミュラ機能は、TNTeditやTNTviewでも使用できます。TNTliteにおいても、提供されるサンプルの地理データを使用して本書の例題を実行することができます。

Keith Ghormeleay, 2004年1月2日

本書の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、その他のテーマに関する『TNT 入門』シリーズの最新マニュアルも入手できます。また、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TNTlite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>

## ジオフォーミュラの概要

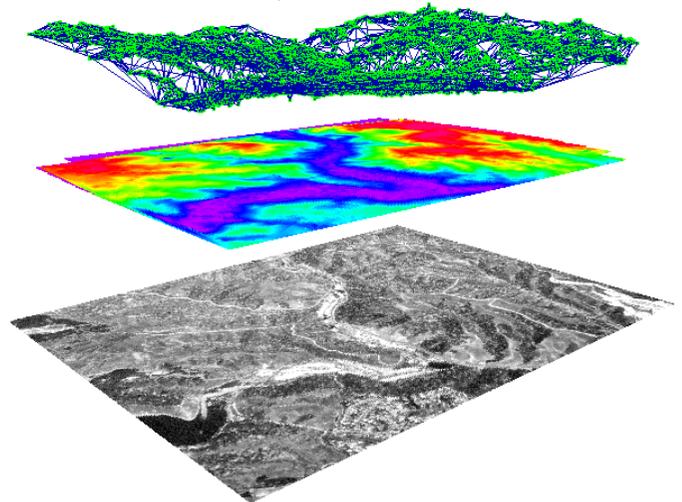
ジオフォーミュラは、計算によって表示を行うレイヤーであり、1つまたは複数の入力オブジェクトを使用して表示用の結果を求めます。ジオフォーミュラは、別途処理を実行しないで、**その場で**オブジェクトを組み合わせて出力オブジェクトを計算し、表示します。ジオフォーミュラは、**仮想オブジェクト**を含む動的な表示レイヤーです。ジオフォーミュラ・レイヤーはプロジェクトファイルに保存されるような出力オブジェクトを生成しません。生成するのは、表示レイヤーであり、終了するとこのレイヤーに対する（ディスク領域やメモリなどの）すべてのシステム・リソースは解放されます。

たとえば、ラスタ画像の赤と赤外線のパンドを組み合わせて Transformed Vegetation Index (変換植生指標: TVI) を生成できます。もちろん TNTmips には、他の用途のために TVI 出力を保存したい場合に、選択した入力オブジェクトから TVI の出力ラスタオブジェクトを生成する簡単な処理が用意されています。しかし単に TVI の結果を見たいだけで、出力オブジェクトを保存しなくてもよい場合は、ジオフォーミュラの表示レイヤーを使用するのがよいでしょう。(6 ページの例題に TVI ジオフォーミュラ・スクリプトが示されています)。

ジオフォーミュラ・スクリプトは、再使用可能なファイルとして保存することができます。TNTmips の表示処理においてジオフォーミュラ・レイヤーを他の任意の数のレイヤーと組み合わせて、多数の地理空間オブジェクトによる複雑な表示を行うことができます。

ジオフォーミュラは、基本的に表示処理において動的な可視化機能を提供するためにあります。また、別のジオフォーミュラ処理である Process / GeoFormula メニューを実行して、出力オブジェクトを生成し、他の用途に使用することもできます (18 ページ参照)。

複数の入力オブジェクトを参照するジオフォーミュラから、1つまたは複数の表示レイヤーを動的に計算することができます。



ジオフォーミュラによる表示レイヤーは、その場でファイルにアクセスし、複数オブジェクトの演算を行います。処理の負荷により表示時間が遅くなるので、他のレイヤーの表示にくらべてまどろこしく思われるでしょう。

4、5 ページでは、1つのオブジェクトからなる簡単なジオフォーミュラについて説明しています。6～12 ページでは、複数のラスタを使用したスクリプトをいくつか示しています。13～15 ページの例題では、1つのジオフォーミュラの中でラスタとベクタの両方のオブジェクトを組み合わせる方法を示しています。

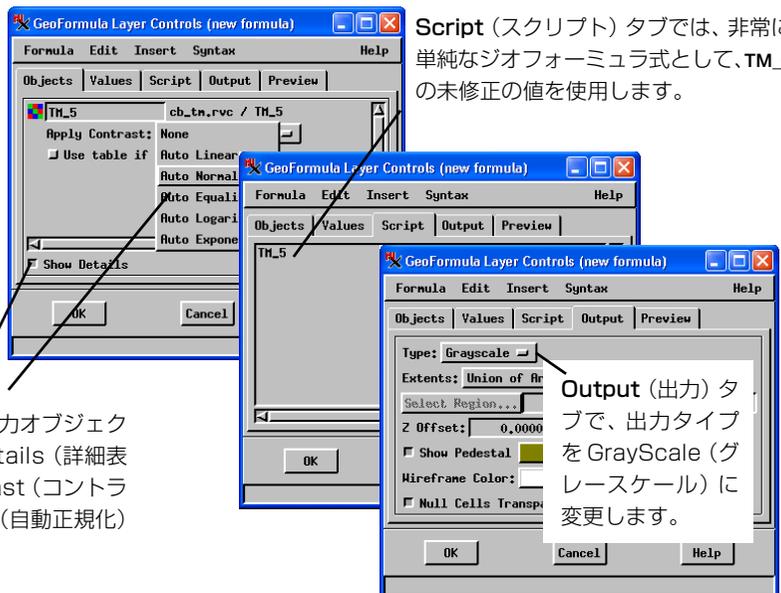
# 単純なジオフォーミュラ

## ステップ

- New 2D Group(2次元グループの新規作成)を開きます。
- Group Controls (グループコントロール) ウィンドウにおいて、Add Geoformula (ジオフォーミュラの追加) アイコンの下のメニューにある Add GeoFormula Layer (ジオフォーミュラレイヤーの追加) を選択します。
- GeoFormula Layer Controls (串刺し演算式(ジオフォーミュラ)レイヤーコントロール) ダイアログの Formula / New (フォーミュラ/新規作成) を選びます。
- Select Objects (オブジェクトを選択) ダイアログで、CB\_DATA / CB\_TM / TM\_5 を選択します。
- Objects (オブジェクト) タブの Show Details (詳細表示) トグルをクリックし、コントラストに対して Auto Normalize (自動正規化) を選択します。
- Script (スクリプト) タブを選択し、TM\_5 と入力します。
- Output (出力) タブを選択し、Type(タイプ)を Grayscale(グレースケール) に変更します。
- [OK] をクリックして、GeoFormula Layer Controls ダイアログを閉じます。
- Verify (確認) ダイアログで変更内容を保存するか聞いてきますので、[NO] をクリックします。

Display (表示) 処理の Group Controls (グループコントロール) ウィンドウで他の表示レイヤーを追加すると同様に、ジオフォーミュラレイヤーを追加します。Add GeoFormula (ジオフォーミュラ・レイヤーを追加) アイコンボタンをクリックして GeoFormula Layer Controls (ジオフォーミュラ・レイヤー・コントロール) ダイアログを開きます。GeoFormula Layer Controls ダイアログでは、ジオフォーミュラを新しく作成したり、既存のものを開いたりできます。Formula (フォーミュラ) メニューから New (新規作成) を選択します。ジオフォーミュラは少なくとも1個のジオリファレンス処理されたオブジェクトを参照する必要があるため、この処理では、標準の Select Objects (オブジェクトを選択) ダイアログで1つまたは複数の入力オブジェクトを選択するよう要求してきます。CB\_DATA データコレクション中の CB\_TM プロジェクトファイルから TM\_5 ラスタオブジェクトを選択します。[OK] をクリックして、Select Objects (オブジェクトを選択) ダイアログを閉じます。

このスクリプトでは単純に、TM\_5 ラスタオブジェクトの未修正の値をグレースケールで表示します。Object (オブジェクト)、Script (スクリプト)、Output (出力) タブを順番に選択し、下図のように変更します。最後の変更を行ってから [OK] をクリックすると、GeoFormula Layer Controls (串刺し演算式(ジオフォーミュラ)レイヤーコントロール) ダイアログが閉じ、ジオフォーミュラ・レイヤーが表示されます。



Objects (オブジェクト) タブには入力オブジェクト TM\_5 が表示されます。Show Details (詳細表示) トグルボタンをオンにし、Contrast (コントラスト) メニューから Auto Normalize (自動正規化) を選択します。

Script (スクリプト) タブでは、非常に単純なジオフォーミュラ式として、TM\_5 の未修正の値を使用します。

Output (出力) タブで、出力タイプを GrayScale (グレースケール) に変更します。

## Insert Symbol(記号を挿入)を使う

次にジオフォーミュラ・コントロールを調べるため、もう少し複雑なスクリプトを作成してみます。Group Controls(グループコントロール) ウィンドウのレイヤーリストの GeoFormula アイコンボタンをクリックして、GeoFormula Layer Controls ウィンドウを開きます。4ページの例題の Formula / New(フォーミュラ/新規作成) から始まるステップを繰り返して新しいジオフォーミュラを作成し、同じ入力ラスタオブジェクト **TM\_5** を選択します。Objects (オブジェクト) タブの contrast (コントラスト) を Auto Normalize (自動正規化) に設定し、Output (出力) タブの output type (出力タイプ) を Grayscale (グレースケール) にします。

Script (スクリプト) タブで、Insert (挿入) メニューから Symbol (記号) を選択して Insert Symbol (記号を挿入) ダイアログを開きます。Insert Symbol ダイアログで Type (タイプ) を Numeric (数値) に変更します。この処理では、入力オブジェクト **TM\_5** で使用可能な数値変数のリストが自動的に表示されます。TM\_5\_Value を選択し、[Insert] (挿入) をクリックします。Script (スクリプト) パネルにカーソルを移動し、TM\_5\_Value の後にプラス演算子 (+) を入力します。Insert Symbol ダイアログに戻ると変数 TM\_5\_X が得られます。Script タブに戻って /4 と入力し、式を完成させます。完成したジオフォーミュラは次のようになるはずです。

$$TM\_5\_Value + TM\_5\_X / 4$$

[OK] をクリックして GeoFormula Layer Controls ダイアログを閉じ、結果を見ます。

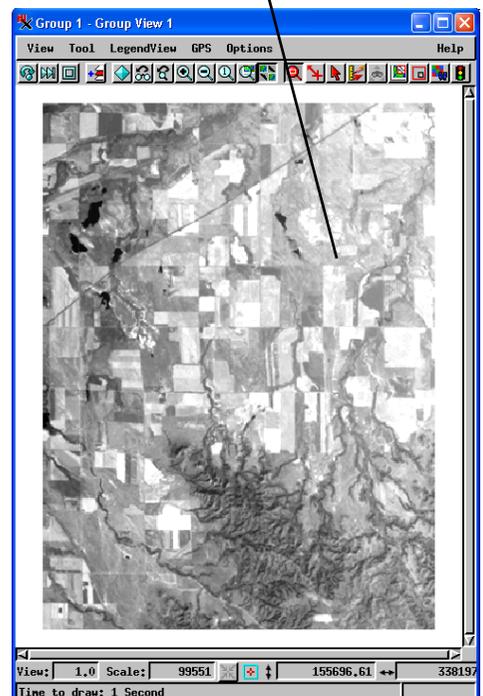
変数 **TM\_5\_Value** は処理された値です。すなわち、セル値は、選択したコントラストテーブルにより表示用に調節されています。(前の例題で使用された) **TM\_5** の値は生の入力セル値であり、選択したコントラストテーブルによって影響は受けていません。



### ステップ

- 前の例題のステップを繰り返し、**CB\_TM / TM\_5** 入力を使用した新しいスクリプトを作成します。
- Insert / Symbol (挿入/記号) を選択します。
- Numeric (数値) 記号リストから **TM\_5\_Value** を挿入します。
- スクリプトを編集して、記号リストから **TM\_5\_X** を選択し、図のように式を完成させます。

出力値に **TM\_5\_X / 4** を追加すると、ぼかし効果が得られ、X 座標値が大きくなるほど表示の輝度が高くなります。



## 2バンドによる植生指標

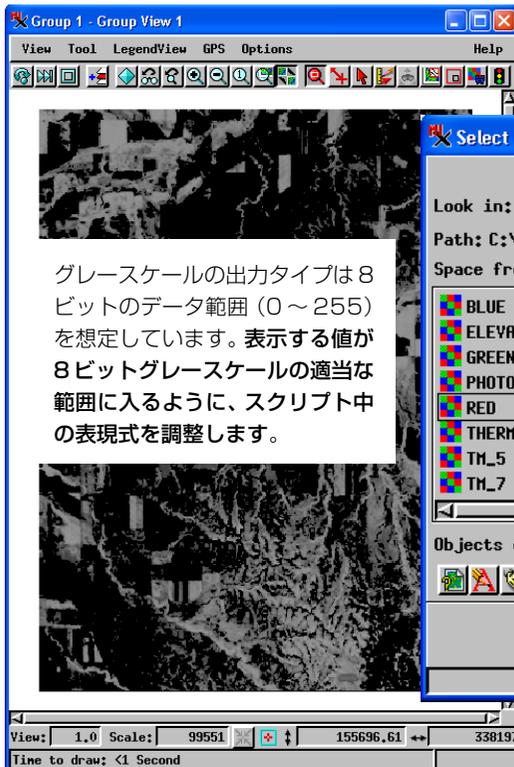
gsf (GeoSpatial Formula) ファイルは、ジオフォーミュラで使用されるパラメータと定義が含まれたテキストファイルです。GeoFormula Layer Controls ダイアログで行った変更は自動的に記録されます。

### ステップ

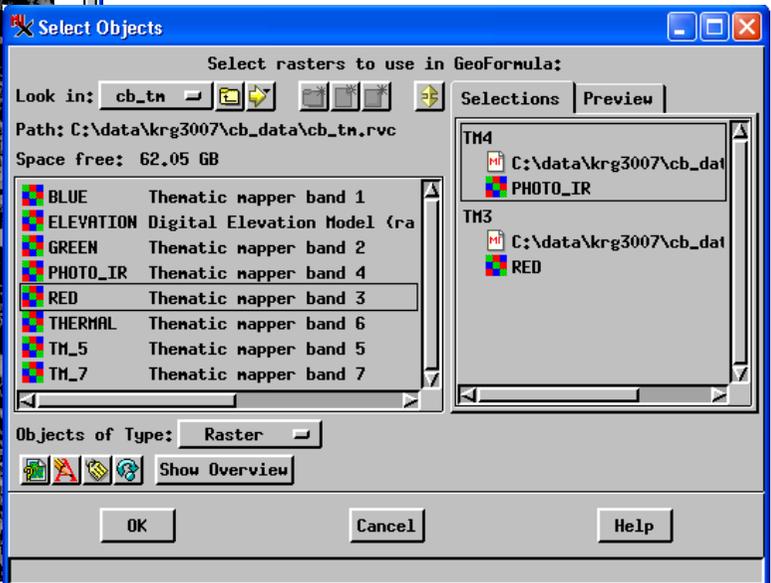
- GeoFormula Layer Controls ダイアログの、Formula / Open (フォーミュラ／開く) を選択します。
- GEOFRMLA / TVI.GSF を選択します。
- CB\_TM プロジェクトファイルから PHOTO\_IR と RED を選択します。
- 背景の色が透けて見える場合は、GeoFormula Layer Controls の Output (出力) タブの Null Cell transparent (ヌルセルを透明にする) トグルをオフにしてください。

Display (表示) 処理におけるジオフォーミュラの強力な点は、複数の入力オブジェクトに対する処理を**その場で、即座**に行えることです。たとえば、(近赤外と赤のスペクトルバンドから計算される植物の活性度を示す) TVI (Transformed Vegetation Index: 変換植生指標) の結果を表示するには、Process / Raster / Combine / Predefined (解析処理 / ラスタ / 組み合わせ / 一般演算式) 処理を実行し、入力オブジェクトを選択し、出力ラスタを作成し、結果を表示します。これに対し、ジオフォーミュラ機能を使用すると、ラスタオブジェクトを個別の処理で生成しなくても、動的に**仮想オブジェクト**として TVI の結果を表示することができます。

GeoFormula Layer Controls ダイアログを開き、Formula (フォーミュラ) メニューから Open (開く) を選択します。オブジェクト選択ダイアログを使用して TVI.GSF スクリプトを選択します。スクリプトが開かれ、オブジェクト選択ダイアログが開き、スクリプトに必要な入力オブジェクトを聞いてきますので、CB\_TM プロジェクトファイルから PHOTO\_IR と RED を選択します。



TVI.GSF スクリプトは、倍率 100 で TVI 値を拡大します。表示が暗過ぎる場合は、スクリプトを編集して倍率を大きくします。



CB\_TM から PHOTO\_IR と RED を選択します。

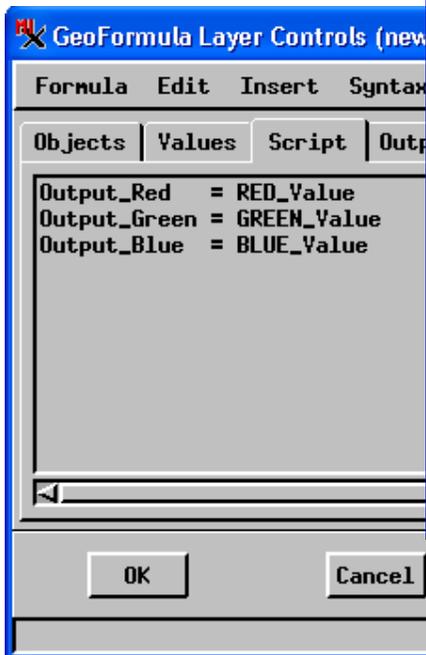
## カラーの表示

これまでの例題においてジオフォーミュラ・スクリプトはグレースケール表示用の数値が得られる簡単な式でした。出力タイプがグレースケールである場合、数値式は8ビット・グレースケール表示の輝度として直接使用されます。(グレースケールのジオフォーミュラ値は常に0～255の範囲に入るように正規化します)。

出力タイプをカラーに変更した場合、3つのカラー成分変数: Output\_Blue、Output\_Green、Output\_Redが自動的に生成されます。カラーの出力を行うには、スクリプトで各出力成分変数に8ビットの値を割り当てる必要があります。

単純な場合として、GeoFormula Layer Controlsダイアログを開いて、Formula / New (フォーミュラ / 新規作成) を選択します。CB\_TMプロジェクトファイルからRED、GREEN、BLUEを入力オブジェクトとして選択し、各オブジェクトのコントラストに対してAuto Normalize (自動正規化) を選択します。Output (出力) タブでType (タイプ) としてColor (カラー) を選択します。Script (スクリプト) タブで次のようなスクリプトを入力します (リストから記号を選択するにはInsert Symbol (記号を挿入) ダイアログを使用します)。

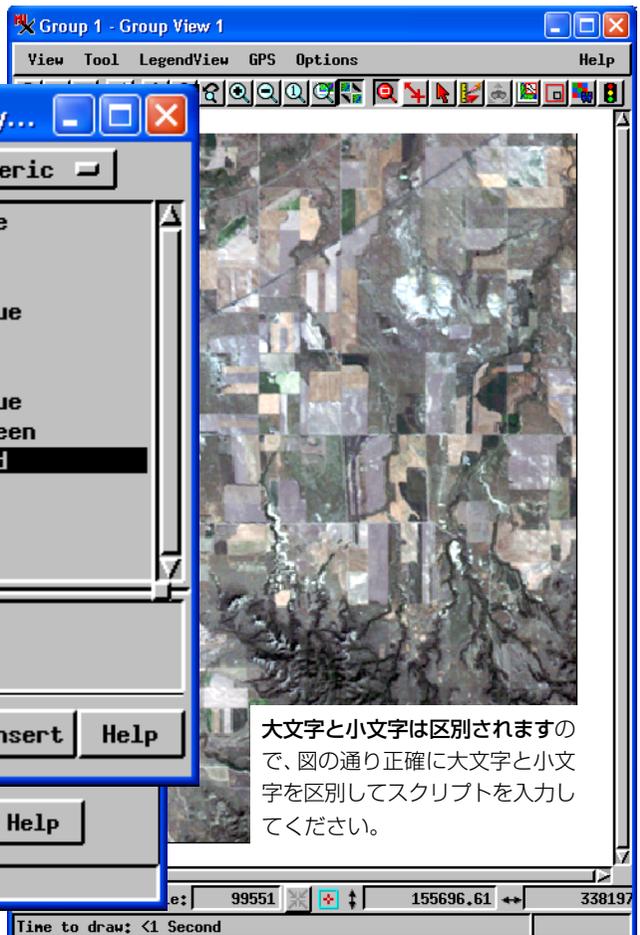
OutputタブのTypeに応じてInsert Symbolリストの項目は自動的に調整されます。



### ステップ

- GeoFormula Layer Controls ダイアログを開いて、Formula / New (フォーミュラ / 新規作成) を選択します。
- CB\_TMプロジェクトファイルからRED、GREEN、BLUEを選択します。
- コントラストとしてAuto Normalize (自動正規化) を、Output Type (出力タイプ) としてColor (カラー) を選択します。
- 図のようなスクリプトを入力します。

次に示す単純なスクリプトでは、表示処理での直接的なRGBカラー表示と同じ表示結果が得られます。



## コンポジットカラーのバンド比率

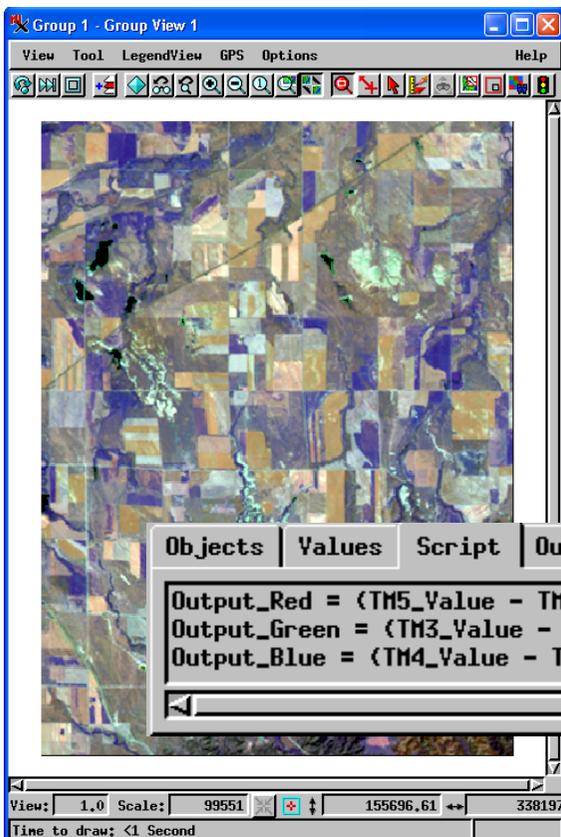
### ステップ

- GeoFormula Layer Controlsダイアログを開きます。
- Formula / Open (フォーミュラ/開く) を選択し、さらに GEOFRMLA/NDTMRGB.GSF を選択します。
- 入力としてCB\_TMプロジェクトファイルを選択します。
- 入力オブジェクトを聞いてきますので、BLUE、RED、PHOTO\_IR、TM\_5、TM\_7を選択します。
- [OK] をクリックして、オブジェクト選択ダイアログを閉じます。
- [OK] をクリックして Geo Formula Layer Controlsダイアログを閉じます。

前の例題では、簡単な入力値と式をジオフォーミュラのRGBカラー成分に割り当てる方法を示しました。もう少し複雑な例として、計算値をRGBカラー成分に使用してみます。

画像処理の入門コースなどでNormalized Difference (正規化差分) バンド比については理解されていると思います(正規化差分比についての簡単な説明は、TNT入門『**ラスタの組み合わせ演算**』を参照してください)。2つのバンドの正規化差分比率から得られる値は、6ページで行ったTVIの例と同様、グレースケール表示用を使用することができます。この例題では、3つの比率で6つのバンドを使用してRGB成分による表示を行うための値を求めます。CB\_TMプロジェクトファイル内のTM画像を組み合わせる各カラー成分を定義します。RED: TM-5/TM-7は、露出している土壌を明るく、緑色の植生を暗く表示します。GREEN:RED/BLUEは、鉄分を斑点状に含む土壌を明るく、緑色の植生を暗く表示します。Blue:PHOTO\_IR/REDは植生を明るく表示します。

Formula / Open (フォーミュラ/開く) を使用してNDTMRGB.GSFを選択し、プロンプトに従ってCB\_TMからTMバンドを選択します。



スクリプト NDTMRGB.GSF の結果では、植生のない部分は明るい緑から黄色の値で表示されます。穀物の生育状態が良好な畑は暗い青で、草の多い牧草地や休閑中の畑はピンクから茶色で表示されます。

## Brovey ジオフォーミュラを開く

もっと複雑に色を使用する例として Brovey 変換があります。これは高解像度のグレースケール画像を利用して低解像度のカラー画像の画質を向上させます。GeoFormula Layer Controls ダイアログを開き、Formula / Open (フォーミュラ/開く) を選択し、GEOFRMLA データ中の BROVEY1.GSF を選択します。

BROVEY1.GSF では、1 つの高解像度グレースケール画像バンドを使用して低解像度画像の 3 色成分バンド表示の画質を向上させます。CB\_TM プロジェクトファイル中のサンプルデータは解像度 30m の TM 画像 7 バンドを含みます。CB\_SPOT プロジェクトファイルには解像度 10m の SPOT 画像を 1 バンド含んでいます。ジオフォーミュラは TM と SPOT を組み合わせて、カラー TM データに対して 10m 解像度の合成画像を作ります。

RED、GREEN、BLUE の入力用に、CB\_TM プロジェクトファイルから PHOTO\_IR、RED、GREEN を選択します。HIGHRES 入力用には CB\_SPOT / SPOT\_PAN を選択します。

大きな入力オブジェクトを使用する複雑なスクリプトでは、全体描画を行うとスピードが遅くなります。Preview (プレビュー) タブでは、小さいですが、高速に描画します。

### ステップ

- GeoFormula Layer Controls ウィンドウを開きます。
- GeoFormula Layer Controls ウィンドウで Formula / Open (フォーミュラ/開く) を選択します。
- 標準のオブジェクト選択を使用して GEOFRMLA / BROVEY1.GSF を選択します。
- 入力として CB\_TM プロジェクトファイルを選択し、入力オブジェクトとして PHOTO\_IR、RED、GREEN を選択します。
- HIGHRES 入力オブジェクトとして CB\_SPOT / SPOT\_PAN を選択します。
- Preview (プレビュー) タブを選択し、描画を行います。

The image shows two overlapping dialog boxes from a GIS software. The foreground dialog is 'GeoFormula Layer Controls' with the 'Preview' tab selected. It contains a preview window showing a color-coded map of a terrain. Text next to the preview says: 'Previewパネルにカーソルをおいて、ズームボックスを描きます。' (Place the cursor in the preview panel and draw the zoom box). Below the preview is a 'Time to draw: <1 Second' indicator and 'OK', 'Cancel', and 'Help' buttons. The background dialog is 'Select Objects' with the title 'Select rasters to use in GeoFormula:'. It shows a file path 'C:\data\krg3007\cb\_data\cb\_tn.rvc' and a list of rasters: BLUE (Thenatic napper band 1), ELEVATION (Digital Elevation Model (raster)), GREEN (Thenatic napper band 2), PHOTO\_IR (Thenatic napper band 4), and several other TM bands. On the right, there are 'Selections' and 'Preview' tabs, with 'Selections' showing the selected rasters: PHOTO\_IR, RED, GREEN, and BLUE. 'Cancel' and 'Help' buttons are at the bottom.

初期設定では、ジオフォーミュラ処理は入力オブジェクトの空間的な範囲が異なる場合、重合部分だけを処理します。従って、CB\_SPOTの狭い方の領域に表示が限られ、CB\_TMの全体は表示されません。

## Brovey ジオフォーミュラの結果

Broveyの式は非常に単純です。(TMバンド4、3、2のように)バンドB5、B4、B2のRGB表示を(SPOTなどの)バンドS1を使って画質を鮮明にします。式は次のようになります。

$$R=B5/(B5+B4+B2)*S1$$

$$R=B4/(B5+B4+B2)*S1$$

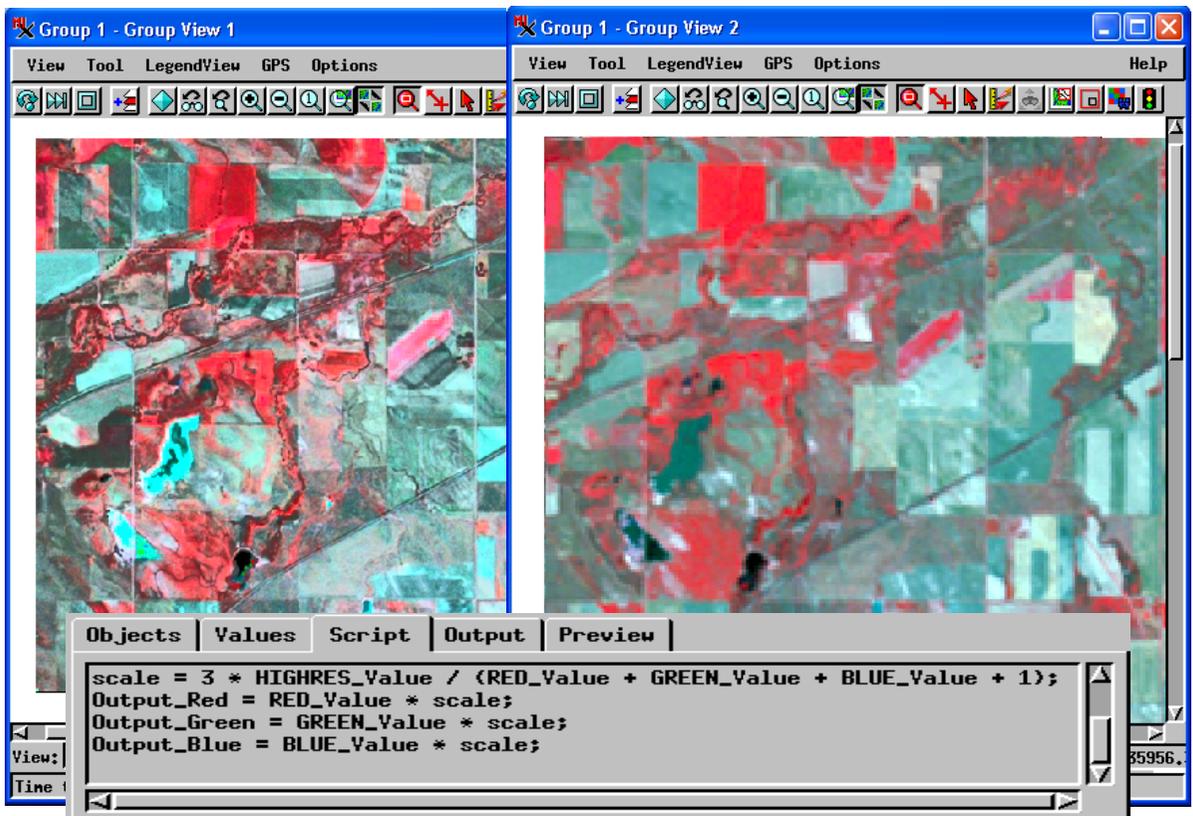
$$R=B2/(B5+B4+B2)*S1$$

下図に **BROVEY1** スクリプトが示されていますが、単純な代数式と、(表示輝度を向上させるための)倍率の掛け合わせが行われています。

Display (表示) 処理は **BROVEY1.GSF** ジオフォーミュラ・レイヤーを Group View (グループ表示) ウィンドウに描画します。通常のズームや位値決めツールを使用して表示した画像をチェックします。比較のため、2つ目のグループ表示ウィンドウを開き、同じ3つのTM入力画像を RGB ラスタレイヤーとして追加し、表示結果を比較します。下図のように、そのままの RGB 画像 (右) に比べて Brovey ジオフォーミュラによる表示 (左) では、地形の細部の画質が大幅に改善されています。

Brovey変換では2つのことを行います。まず第1に、表示するバンドを、表示するすべてのバンドの和で割ることでデータを正規化しています。第2に、正規化された結果に高解像度データを掛けることで画像をシャープにします。TNTmipsのジオフォーミュラでは、表示輝度を高めるため倍率を掛ける処理も行っています。

Broveyジオフォーミュラは、低解像度のTM画像からカラー情報を取り出し、高解像度のSPOT画像から地形の詳細情報を取り出し、疑似的な高解像度によるカラー画像を自動的に表示します。左: Broveyの結果、右: TM/SPOT入力。



## バンド比による Brovey の強調

この学習段階での最後の例題として、8ページの例題のバンド比の計算と9、10ページの Brovey 解像度強調処理を組み合わせ、より複雑なジオフォーミュラ・レイヤーを作成し、その強力な機能をお見せします。

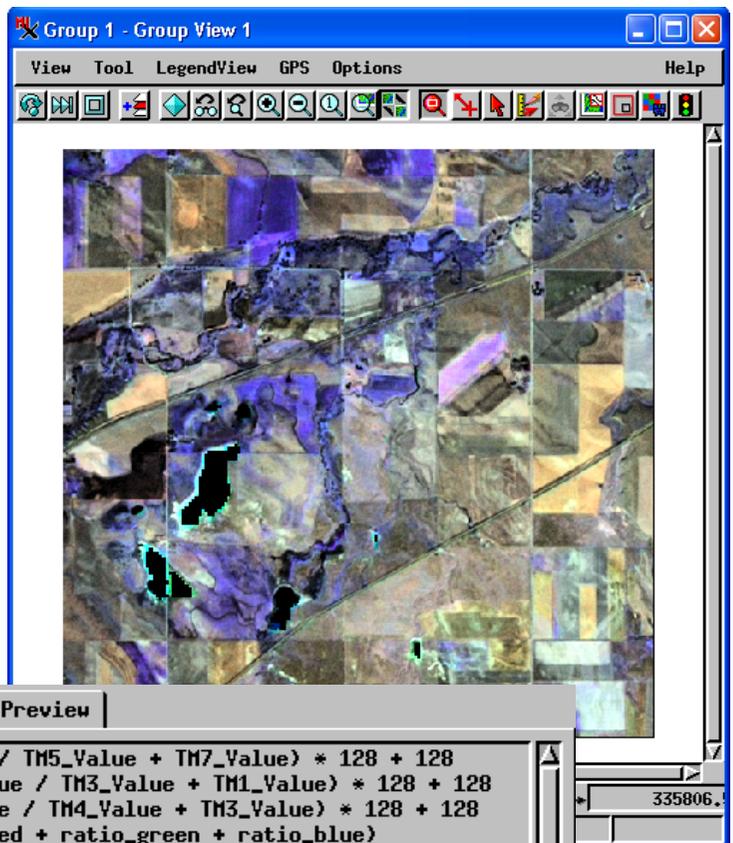
Formula / Open (フォーミュラ / 開く) を使用して **NDRATBRV.GSF** を選択し、プロンプトに従って **CB\_TM.RVC** から TM バンドを選択します。このスクリプトは、低解像度の TM バンドに対して TM5 / TM7、TM3 / TM1、TM4 / TM3 の各比を適用し、その結果に SPOT 画像を掛けて高解像度の画像を作成します。

基本的な Brovey ジオフォーミュラ (10 ページ) とバンド比のジオフォーミュラ (8 ページ) のスクリプトを見て、この2つがどのように組み合わせられているか、確認してください。最初の3行は **NDRGB.GSF** にわずかな修正を加えたものであり、最後の4行は **BROVEY1.GSF** のものです。同じ方法で、単純なスクリプトからさまざまな複雑なジオフォーミュラを作成することができます。賢いユーザは単純なスクリプトを使ってジオフォーミュラの要素的なスクリプトをテストしてから、複雑なスクリプトの中でこれらを使用します。

**NDRATBRV.GSF** スクリプトは、低解像度の TM バンドでの Normalized Difference (正規化差分) 比率計算と、高解像度 SPOT 画像を使った Brovey 解像度強調とを組み合わせます。結果として、SPOT の解像度情報によりシャープになった TM のスペクトル情報が表示されます。

### ステップ

- GeoFormula Layer Controls ダイアログを開きます。
- Formula / Open (フォーミュラ / 開く) を選択し、**GEOFRMLA / NDRATBRV.GSF** を選択します。
- CB\_TM** プロジェクトファイルから **BLUE、RED、PHOTO\_IR、TM\_5、TM\_7** を選択します。
- CB\_SPOT** から **SPOT\_PAN** を選択します。
- [OK] をクリックしてオブジェクト選択ダイアログを閉じます。
- [OK] をクリックして Geo-Formula Layer Controls ダイアログを閉じます。



## 彩度ストレッチ

### ステップ

- GeoFormula Layer Controls ダイアログを開きます。
- Formula / Open (フォーミュラ/開く) を選択し、GEOFRMLA / STRETCH2.GSF を選択します。
- 入力として CB\_TM から RED、GREEN、BLUE を選択します。
- [OK] をクリックしてオブジェクト選択ダイアログを閉じます。
- [OK] をクリックして GeoFormula Layer Controls ダイアログを閉じます。

ジオフォーミュラ・レイヤーを使って、色変換処理を適用することができます。この例では、入力のRGB成分がこれと等価なHIS (Hue-Intensity - Saturation : 色相-輝度-彩度) 値に変換されます。続いて彩度値に対して対数関数的なコントラストのストレッチが適用され、HIS成分がRGB値に逆変換され、表示されます。新しいRGBセットの色は、元のやわらかな調子の色に比べると、より明るく鮮やかな色になります。HIS彩度ストレッチは、RGBを操作する他の方法に比べて利点があります。RGBを操作する方法を使用した場合、しばしば色のドリフト (赤がオレンジにずれるなど) の問題が発生します。対照的に、HISを操作する方法では、色相を変えずに、より簡単に明るい色に変えることができます。

このページのステップに従って、STRETCH2.GSFジオフォーミュラを表示します。

正規化によるコントラストのTM3、TM2、TM1

彩度ストレッチの後のTM3、TM2、TM1

2行目の乗数の値を変更すると彩度ストレッチの程度を増減することができます。

```

ConvertRGBtoHIS(255,RED_Value, GREEN_Value, BLUE_Value, hue, intensity, saturation)
saturation = log10(saturation) * 50
ConvertHISToRGB(255, hue, intensity, saturation, Output_Red, Output_Green, Output_Blue)
    
```

## ベクタオブジェクトの使用

ジオフォーミュラではベクタオブジェクトを使用することができません。入力としてベクタオブジェクトを選択した場合、object\_xおよびobject\_yの形でオブジェクトの座標値にアクセスできます。また、次の形で対応する属性テーブルの値にもアクセスできます。

OBJECT.poly.TABLE.FIELD,  
OBJECT.line.TABLE.FIELD,  
OBJECT.node.TABLE.FIELD.

**注意：**大文字と小文字を正確に区別します。テーブル名が大文字でYIELDとなっている場合に小文字のyieldを使用すると、処理の中でテーブルを見つけることができません。同様に、要素タイプのキーワードは、小文字でpoly、line、nodeと入力する必要があります。

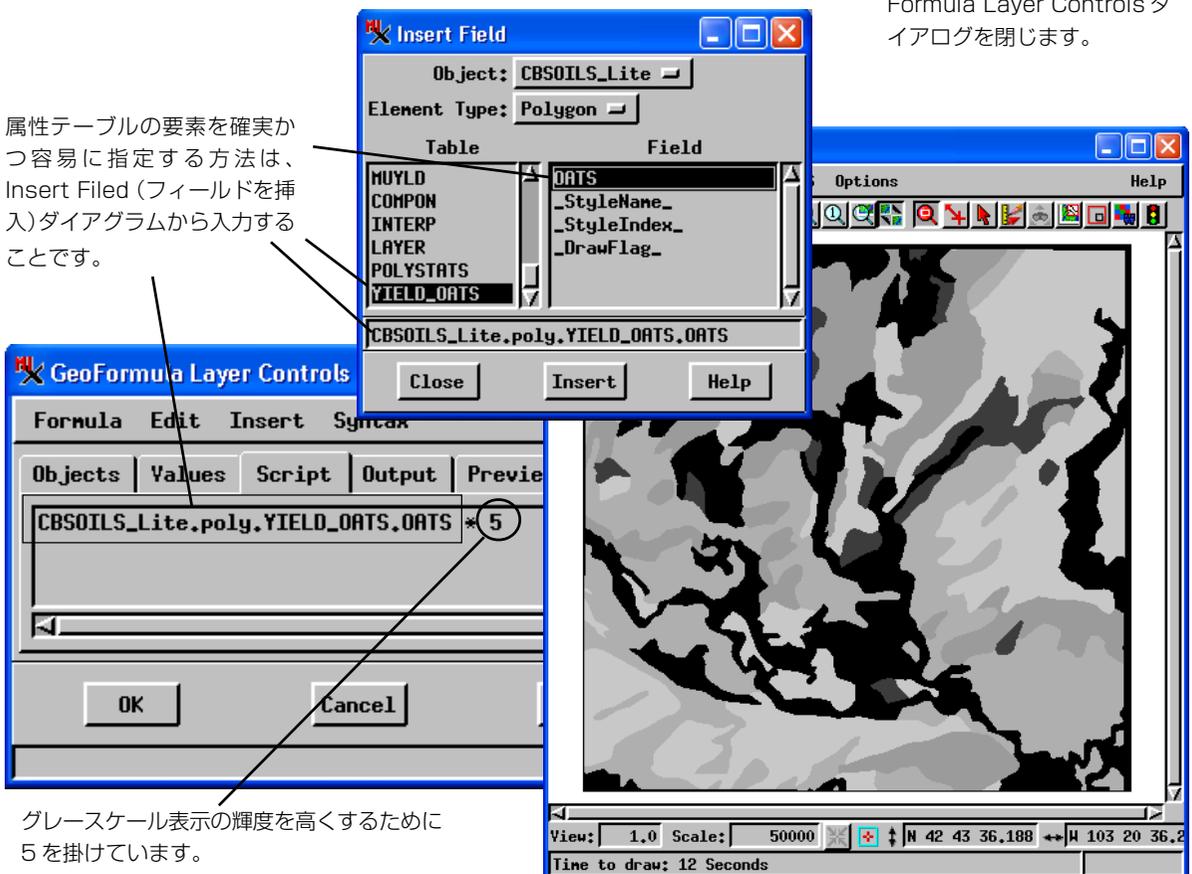
グレースケール出力用の新しいジオフォーミュラを作成し、図のようにポリゴン用のテーブル CBSOILS\_LITE YIELD\_OATS にアクセスします（大文字、小文字の区別を正確に）。

CBSOILS\_Lite.poly.YIELD\_OATS.OATS \* 5

ステップ

- GeoFormula Layer Controls ダイアグラム  を開きます。
- Formula / New(フォーミュラ / 新規作成) を選択し、単独の入力オブジェクトとして **CB\_DATA / CB\_SOILS / CBSOILS\_LITE** を選択します。
- GeoFormula Layer Controls ダイアログで Script (スクリプト) タブを選択し、図の通り式を入力します。(Insert Field ダイアログを使ってフィールド名を取り出します)
- Output (出力) タブを選択し、出力タイプを grayscale (グレースケール) に変更します。
- [OK] をクリックして Geo-Formula Layer Controls ダイアログを閉じます。

属性テーブルの要素を確実に指定する方法は、Insert Filed (フィールドを挿入) ダイアグラムから入力することです。



属性テーブルの要素を確実に指定する方法は、Insert Filed (フィールドを挿入) ダイアグラムから入力することです。

グレースケール表示の輝度を高くするために5を掛けています。

## ベクタとラスタの両方を使用する

### ステップ

- ✓ GeoFormula Layer Controls ダイアログ  を開きます。
- ✓ Formula / New(フォーミュラ / 新規)を選択し、入力オブジェクトとして **CBSOILS\_LITE** と **TM\_5** を選択します。
- ✓ 図の通りスクリプトを入力します。
- ✓ 出力タイプをグレースケールに変え、Null Cells Transparent (ヌル値を透明にする) トグルをオンにし、結果を見ます。
- ✓ Formula / Open (フォーミュラ / 開く) を選択し、**YIELD431.GSF** を選択し、入力オブジェクトとして **CB\_TM** と **CBSOILS\_LITE** を選択します。
- ✓ [ O K ] をクリックして GeoFormula Layer Controls ウィンドウを閉じます。

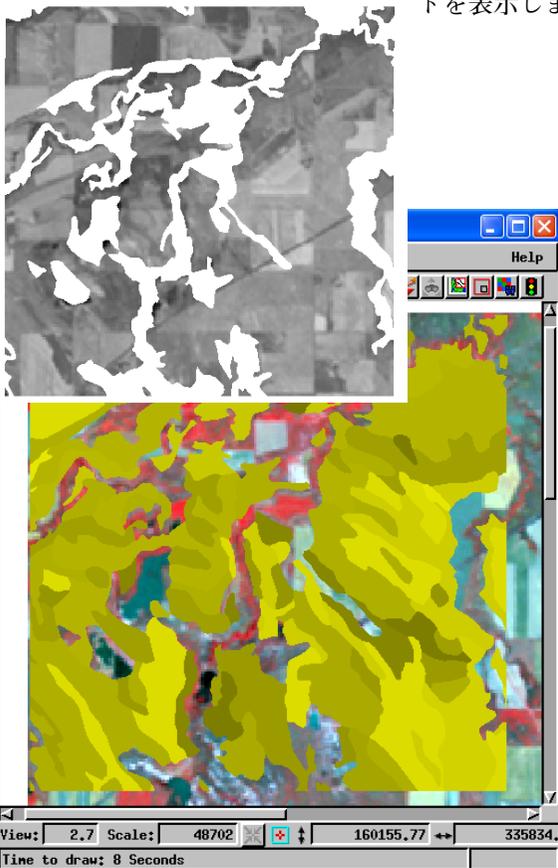
ジオフォーミュラでは、異なるタイプのオブジェクトを複雑に組み合わせることができます。タイプの異なる多数の入力オブジェクトの属性や値を参照して、いくつでも条件式や命令を作成することができます。

この例題では、**CBSOILS\_LITE** ベクタオブジェクトを **CB\_TM** の TM 画像の1つのバンドと組み合わせます。ベクタの式は前の例題の式と似ていますが、条件式の構文が追加されています。グレースケール出力用の新しいジオフォーミュラを作成し、入力オブジェクトとして **TM\_5** と **CBSOILS\_LITE** を選択し、次の式を入力します。

**if (CBSOILS\_Lite.poly.YIELD\_OATS.OATS > 0)  
TM\_5\_Value else 255**

この式はマスクのように機能し、**YIELD\_OATS.OATS** の値が0でない場合は **TM\_5** から表示値を取り込みます。

さらに複雑なジオフォーミュラを見るため **YIELD431.GSF** を開きます。これは、**YIELD\_OATS.OATS** の値が1より大きい部分ではこの値を表示し、その他の部分ではTM画像のコンポジットカラー431バンドを表示します。



# 文字でマークした行はコメント行になります。  
# 文字を使うと処理はその行を無視します。

Objects	Values	Script	Output	Preview
<pre> if (CBSOILS.poly.YIELD.OATS &gt; 0) {Output_Red = CBSOILS.poly.YIELD.OATS * 5 Output_Green = CBSOILS.poly.YIELD.OATS * 5 #Output_Blue = CBSOILS.poly.YIELD.OATS * 5 } else { Output_Green = TM_3_Value Output_Blue = TM_1_Value Output_Red = TM_4_Value }                     </pre>				

Crow Butte(クロー山) TM バンド 431 のカラーコンポジット画像は、**YIELD\_OATS.OATS** に値がない場合に表示されます。赤と緑の出力カラー成分に同じ値を割り当てることで色の変換を行っています。異なる色成分を除去するようにスクリプトを修正して効果を確認してください。

## 一般土壌損失式(USLE)

一般土壌損失式(Universal Soil Loss Equation)は、土壌保全措置、土壌タイプ、地表の斜度、降水量などのデータから土壌浸食地図を作成するのに使用されます。式の基本的な形を次に示します。

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

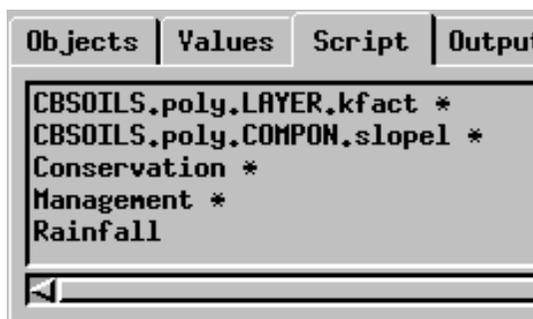
ジオフォーミュラ・スクリプト (USLE.GSF) は、Crow Butte(クロー山)地図区画について一般土壌損失式を実行します。スクリプトは、CBSOILS\_LITE ベクタオブジェクトを使用して、土壌浸食性 (K=LAYER.kfact)と傾斜長係数 (LS=COMPON.slope1)にアクセスします。その他の入力に対しては、CB\_DATA / LANDUSE プロジェクトファイルに含まれている3つのラスタオブジェクト RAINFALL(R)、MANAGEMENT (C)、CONSERVATION (P)が使用されます。

結果として得られる表示レイヤーは、浸食作用を示すグレースケール地図となります。比較的暗い部分は浸食が少ないことを示し、明るい部分は土壌損失が多いことを示します。

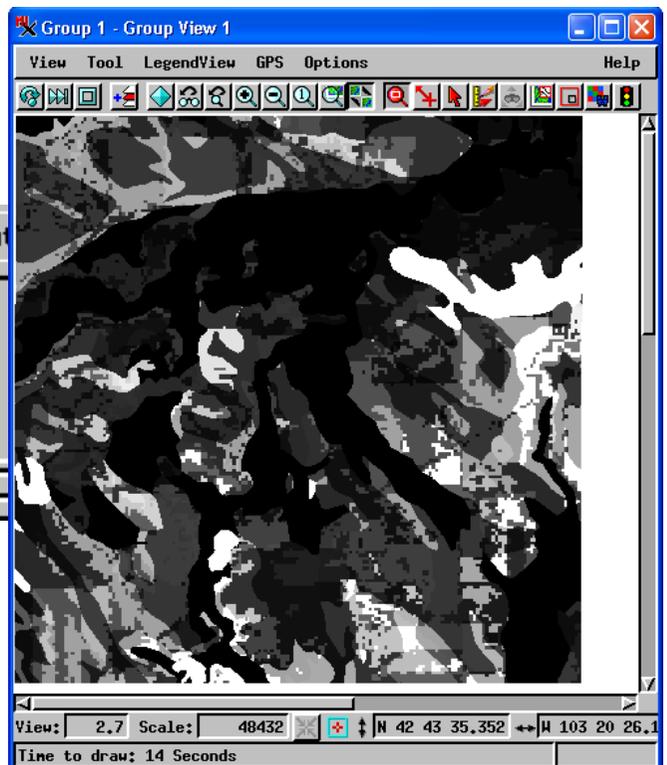
このページのリストに示すステップに従ってUSLEスクリプトを実行します。スクリプトを修正してRainfall係数の後に乗数を追加すると、グレースケールの表示を明るくすることができます。

### ステップ

- GeoFormula Layer Controls ダイアログを開きます。
- Formula / Open (フォーミュラ / 開く)を選択し、GEOFRMLA / USLE.GSFを選択します。
- 入力ラスタとして、LITEDATA/CB\_DATA/LANDUSE/RAINFALL、MANAGEMENT、CONSERVATIONを選択します。
- 入力ベクタオブジェクトとして LITEDATA/CB\_DATA/CB\_SOILS/CBSOILS\_LITE を選択します。
- [OK] をクリックしてオブジェクト選択ダイアログを閉じます。
- [OK] をクリックして GeoFormula Layer Controlsダイアログを閉じます。



USLE.GSF は、バッチ型のジオフォーミュラ処理 (Process/GeoFormula)に適したスクリプトです。出力ラスタオブジェクトを調べると、浸食量を予測したり、表示用のカラーマップを作成したりすることができます。



次のステップに進む前に、ジオフォーミュラのレイヤー USLE は削除して下さい。

## 背景レイヤーとデータチップ

### ステップ

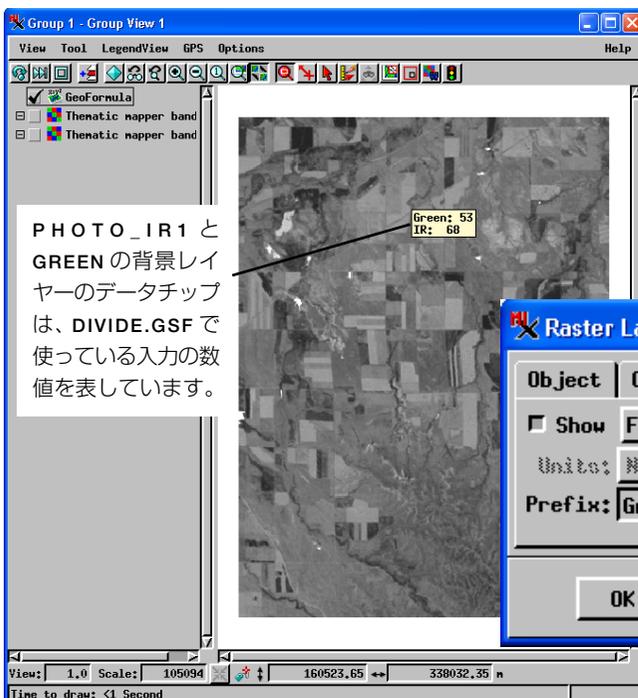
- ✓ 背景として、PHOTO\_IR と GREEN を追加します。
- ✓ Raster Layer Display Controlsダイアログを開き、両方の背景レイヤーに対してデータチップを定義します。
- ✓ 両方の背景レイヤーに対する凡例表示のHide/Show(非表示/表示)チェックボックスを外します。
- ✓ Options/DataTips/All Layers(オプション/データチップ/全てのレイヤー)で全レイヤーに対するデータチップをオンにします。
- ✓ Add GeoFormula(ジオフォーミュラの追加)をクリックし、DIVIDE.GSFを選び、入力としてPHOTO\_IRとGREENを選択します。
- ✓ 明るく表示するためジ Geo-Formula Layer Controlsダイアログを開き、Values(数値)タブのScale(倍率)の値を増やします。

TNTmips のラスタ組み合わせ (演算) 処理 (Process / Raster / Combine / Predefined(解析処理/ラスタ/組み合わせ演算/一般演算式))には、ラスタに関する多くの標準的な代数演算が用意されています。ジオフォーミュラにもこれらの組み合わせ演算機能の多くが用意されています(8ページ参照)。背景レイヤーのデータチップを使用したり、ジオフォーミュラの入力値のチェックのために複数の表示ウィンドウを使うことによって、ジオフォーミュラの利用をより一層強化することができます。

この例題では、簡単なグレースケールバンドの比を表示してみることにします (TNT 入門『ラスタの組み合わせ演算』5 ページ参照)。CB\_TMプロジェクトファイルから背景レイヤーとして、PHOTO\_IRとGREENを追加します。Raster Layer Display Controlダイアログを使って、それぞれのレイヤーに対してデータチップとしてInternal.Valueを定義します。LegendView(凡例表示)のHide / Show (非表示/表示)チェックボックスをはずします。表示ウィンドウにある、Options / DataTips / All Layers (オプション/データチップ/すべてのレイヤー) で、全レイヤーに対するデータチップをオンにします。

Add GeoFormula (ジオフォーミュラを追加) アイコンツールをクリックし、DIVIDE.GSFを選び、AとBの入力オブジェクトとしてGREENとPHOTO\_IRを選択します。グレースケール表示を明るくするために、GeoFormula Layer ControlsダイアログにあるValues (値) タブのScale(倍率)の値を調整します。

Internal.Value のデータチップはラスタレイヤーのセル値を表わしています。



どのレイヤーのセル値を表しているか分かるように、データチップの前に置く言葉を設定します。

## 対話形式のスクリプト開発

ジオフォーミュラは、便利な開発環境を提供します。ジオフォーミュラやSMLスクリプト、さらにはAPPLIDATを組み合わせることができます。このようなジオフォーミュラの機能を使うことによって、スクリプトを変更した際の結果を即座に確かめることができます。

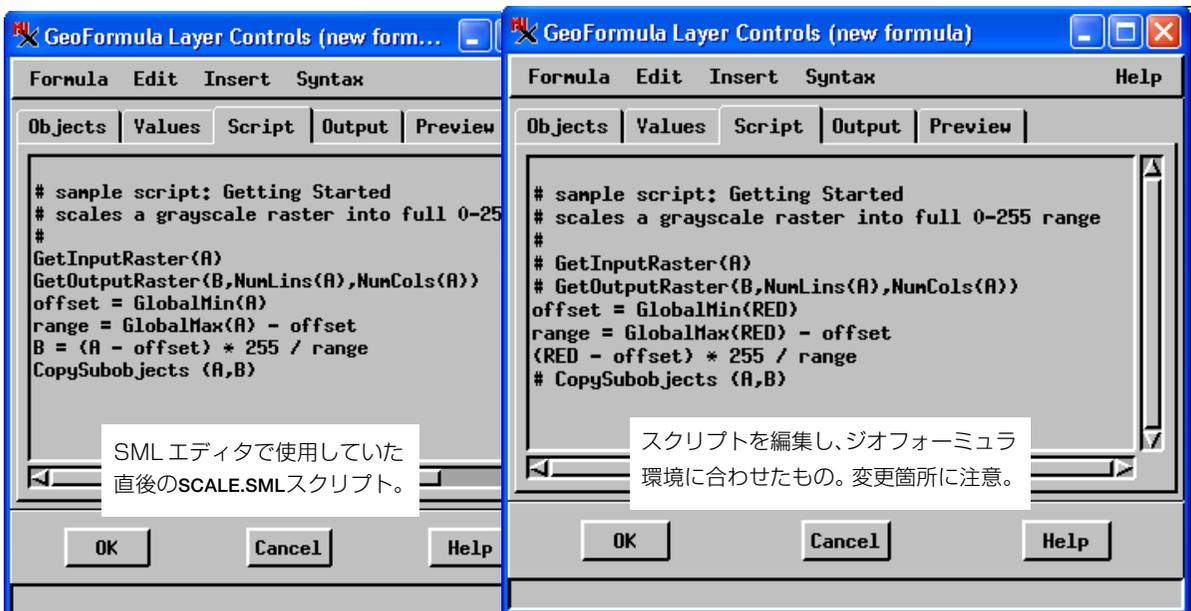
大きな開発プロジェクトの部分部分をジオフォーミュラとして作成し、テストを行い、満足な結果が得られたら、FormulaメニューからSave as (別名保存) を選択してください。Save As(別名保存)は、テキストの出力ファイルを作成し、SMLスクリプトに組み込んだり、修正して\$include ファイルとしてSMLから呼び出すことができます。

さらにジオフォーミュラを使って、SMLプロセスで開発しているスクリプトを対話形式でデバッグすることができます。例えば、SMLスクリプトで正しくないような結果が出ている場合、その中からジオフォーミュラとして使えるようなスクリプトを探してください。そして手早くジオフォーミュラ・スクリプトを作り、個々の部品のテストを行い、出て来た結果を見てください。Edit(編集)メニューから、Insert File(ファイルを挿入)を選択し、SMLスクリプトを選んでください。

SMLとジオフォーミュラの環境の違いを念頭に置きながら、ジオフォーミュラに対して適切な変更を間違わないように行います。

### ステップ

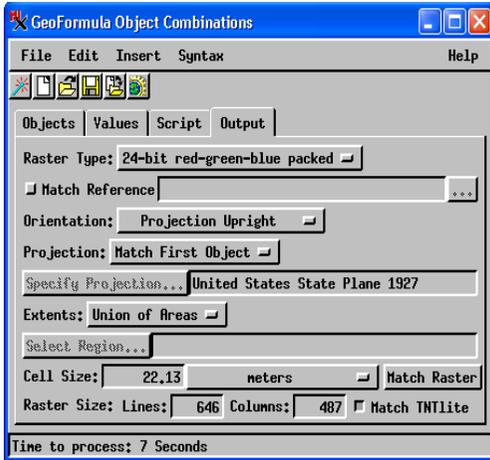
- Add GeoFormula / Add Geofomula Layer (ジオフォーミュラを追加/ジオフォーミュラレイヤーを追加) をクリックします。
- Formula (フォーミュラ) メニューから、New(新規作成) を選びます。
- 処理するオブジェクトとして、LITEDATA / CB\_DATA / CB\_TM / RED を選びます。
- Script (スクリプト) タブを選び、Edit (編集) メニューから Insert File (ファイルを挿入) を選びます。
- LITEDATA / SML / SCALE.SML を選択します。
- 下図にあるように修正し、Preview (プレビュー) タブをクリックします。



Edit / Insert File (編集/ファイルを挿入) を選択し、SCALE.SML をジオフォーミュラの Script パネルに表示します。

## ジオフォーミュラの出力の保存

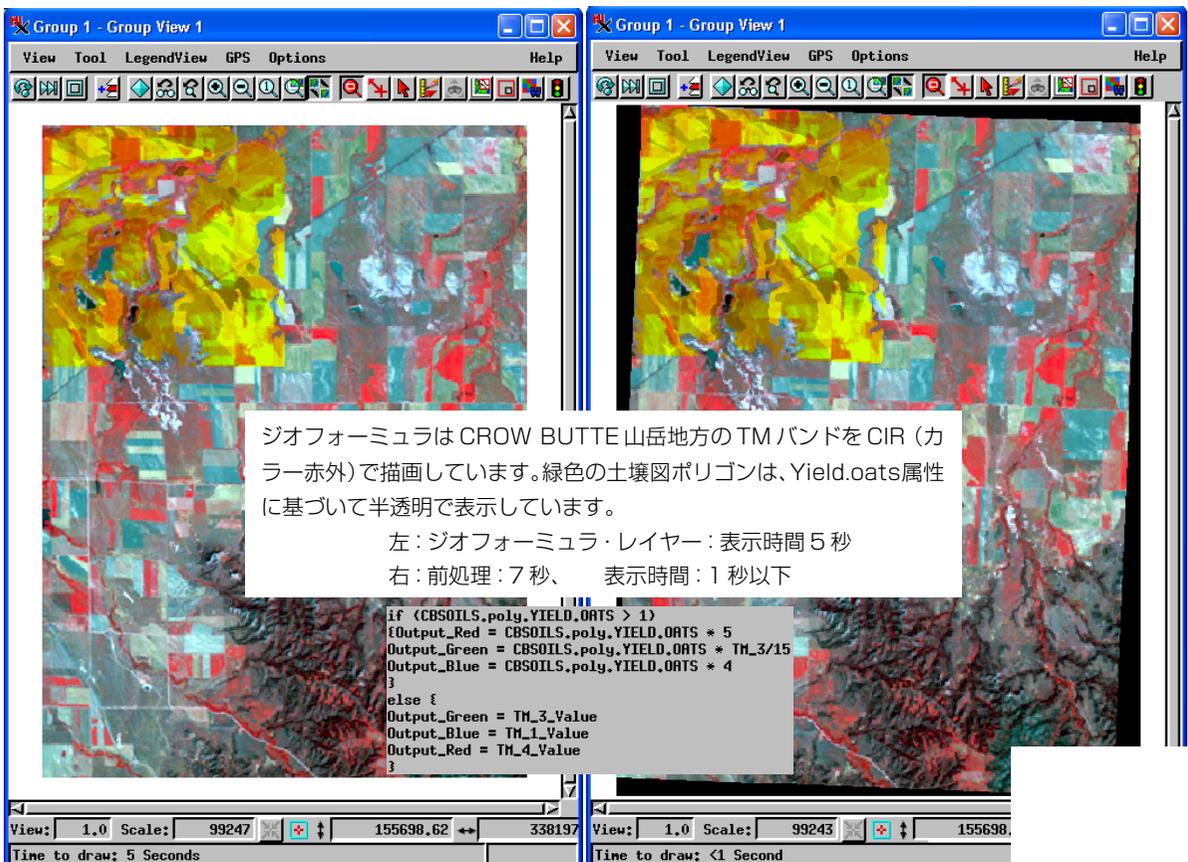
Output(出力)パネルで、出力ラスタオブジェクトに対するオプションを指定します。



ジオフォーミュラのバッチ処理である Process / GeoFormula (解析処理/串刺し演算 (ジオフォーミュラ)) メニューでは、ジオフォーミュラの出力をラスタオブジェクトとしてプロジェクトファイルに保存できます。対話的に複雑なジオフォーミュラを改良していった後、ジオフォーミュラの表示結果をラスタオブジェクトとして保存したい場合があります。複雑なジオフォーミュラが入力オブジェクトをくり返し処理し表示するのを待つのではなく、前処理をしておいて時間を稼ぎたい場合があります。1つのラスタレイヤーの描画時間は1秒以下です。他方、ほとんどのジオフォーミュラ・レイヤーでは、数秒かそれ以上の時間がかかります。

GeoFormula Object Combinations ウィンドウは、PreViewタブがない、Outputパネルにおいて出力ラスタのパラメータを指定するという点で、GeoFormula Layer Controls ウィンドウとは異なります。

ジオフォーミュラを事前に処理しておく则表示での描画時間を減少できます。



## ジオフォーミュラの描画時間を短縮するには

ジオフォーミュラの表示レイヤーは、ファイルアクセスや複数オブジェクトの処理を**その場**で行います。このような処理による負荷のため、単なるオブジェクトの表示に比べ表示までにかかる時間が長くなります。この例題では、表示時間を減らすための、よくあるプログラミングテクニックを紹介します。

**プレビューパネルを使う** GeoFormula Layer Controlsウィンドウのプレビューパネルは、小さいプレビュー画像をすばやく表示します。開発過程で、様々な変数値の影響やクリプトの変更の影響をすばやく比較したい場合はプレビューパネルでのチェックがお勧めです。

**表示ウィンドウを小さくする** プレビューパネルの小さな画像がすみやかに表示されるように、表示ウィンドウを小さくすることで表示を高速化できます。ジオフォーミュラ処理では、表示ウィンドウのサイズによって入力オブジェクトを間引いて処理を行うため、小さな表示ウィンドウだと、処理に使われる入力データが少なくてすみます。

### 数値を事前に計算しておく

スクリプトを最適化できないかチェックします。同じ数値をその都度繰り返して計算するのではなく、一度求めておいて再利用するようにします。たとえば、9ページの **BROVEY1.GSF** では、**scale** 変数は各出力行で計算されるのではなく、一度だけ計算されています。

```
scale = 3 * HIGHRES_Value / (RED_Value +
    GREEN_Value + BLUE_Value + 1);
Output_Red = RED_Value * scale;
Output_Green = GREEN_Value * scale;
Output_Blue = BLUE_Value * scale;
```

**BROVEY1.GSF** では、**scale** の値を Output 文で何度も計算するのではなく、最初に一度だけ計算しています。

**scale** 使用：3 秒  
**scale** 使用しない：4 秒

**If/Else のネストを使う** if/else 文がネストした複合的な論理条件節では、最頻条件を先に、逆に最も起りそうもない条件を最後に並べます。スクリプトが真の条件に合致すれば、それ以降の条件文はスキップされます。他方、if 文単純に繰り返すと、全ての条件節を毎回試行します。

```
if((SPOT_PAN>=36)and(SPOT_PAN<47))128
else if(SPOT_PAN>=32)and(SPOT_PAN<36))86
else if(SPOT_PAN>=47)and(SPOT_PAN<50))170
else if(SPOT_PAN>=19)and(SPOT_PAN<32))42
else if(SPOT_PAN>=50)and(SPOT_PAN<54))212
else if(SPOT_PAN<19)0
else if(SPOT_PAN>=54)255
```

**NESTEDIF.GSF** では起りやすい条件を先に置いています。

起りそうな条件が最初：4 秒  
起りそうな条件が最後：6 秒

表示時間は、ジオフォーミュラの複雑さや、入力オブジェクトのサイズや数によって変わります。時間短縮を比較した一例を、下に示します。

プレビューパネル：1 秒  
表示ウィンドウ：3 秒

小さい表示ウィンドウ：2 秒  
大きい表示ウィンドウ：9 秒

# 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、地理空間データの可視化、解析、出版の高度な処理を行う、専門家向けソフトウェアTNTmipsを始めとするTNT製品を提供しています。

- TNTmips** TNTmipsは、GIS、画像解析、CAD、TIN、デスクトップ地図製作、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。
- TNTedit** TNTeditは、様々な形式のベクタ、ラスタ、CAD、TIN、リレーショナルデータベース・オブジェクトを加工、生成、ジオリファレンス、編集するための対話ツールを提供します。
- TNTview** TNTviewには、TNTmipsと同様の強力な表示機能があります。TNTmipsの解析処理機能や編集機能を必要としないユーザー向けです。
- TNTatlas** TNTatlasを使用すると、自分の作成した空間データ・プロジェクトをCD-ROMで出版し、安価に配布することができます。
- TNTserver** TNTserverを使うと、TNTatlas用に作成したデータをインターネットやイントラネットで公開できます。またウェブブラウザやTNTclient Javaアプレットを使ってデータを閲覧、操作することができます。
- TNTlite** TNTlite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。マイクロイメージ社のウェブサイトからダウンロードするか、CD-ROMを注文することができます。マイクロイメージ社または(株)オープンGISまでお問い合わせください。

## 索引

アプリダット.....	17	属性テーブル.....	13
一般土壌損失式(USLE).....	15	データチップ.....	16
オブジェクトタブ.....	4	データ融合.....	2
解像度強調.....	11	ヌルセルを透明にする.....	6
カラー出力.....	7	背景レイヤー.....	16
記号の挿入.....	5	バンド比.....	8, 11
記号の挿入ダイアログ.....	13	表示時間の最適化.....	19
グレースケール出力.....	6	フィールド挿入ダイアログ.....	13
彩度ストレッチ.....	12	プレビューパネル.....	9, 19
サンプルデータ.....	2	ラスタ/ベクタの組み合わせ.....	14
ジオフォーミュラ.....	3	ベクタオブジェクト.....	13
ジオフォーミュラの出力の保存.....	18	ベクタ/ラスタの組み合わせ.....	14
ジオフォーミュラのバッチ処理.....	18	変換植生指標(TVI).....	3
ジオフォーミュラレイヤーコントロール.....	4	ラスタ/ベクタの組み合わせ.....	14, 4
出力タブ.....	4	.gsfファイル.....	6
植生指標.....	6	Brovey変換.....	9, 10, 11
スクリプト開発.....	17, 19	output_blue, outoput_red, outoput_green.....	7
スクリプトタブ.....	4, 5	SMLとジオフォーミュラ.....	17
正規化差分.....	8	TVI.....	3, 6



**MicroImages, Inc.**

11th Floor Sharp Tower 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