

【GIS 講座 TNTlite】

数値標高データを利用した地形解析

テキスト & メモ

高知大学理学部

2006.9.11 - 13

GIS 沖縄研究室

渡辺康志

はじめに

地球の表面の姿は、地震・火山活動・地殻変動といった地球内部に原因を持つ力（内的営力）と、雨・風・流水の働きといった地表面に外部から働く力（外的営力）によってたえず変化している。現在見られる地形は、長い地質時代（大部分は第四紀）の中で、これら内的営力と外的営力の相互作用によって形成された。したがって、現在の地形を調べることによって、そこに働いた過去の営力や地質状況を読み取ることができる。また、野外調査のデータ整理や考察にあたって、地形情報のとの関連を考察することは非常に重要である。

近年、GIS ソフトと数値標高データを利用して地形解析を行うことが容易になった。今回は、四国地方の数値標高データをと GIS ソフト (TNTmipsLITE) を使用して、数値地形解析方法を実習する。

従来から多量の情報を保存・検索・分析する機能はデータベースによって提供されていたが、取り扱った情報は文字・数値など帳票にされたデータのみであった。これに対して、GIS (地理情報システム) は、位置情報や図形情報も同時に取り扱うことができるデータベースである。GIS で扱うデータは大きくベクトルデータとラスタデータに区分される。ベクトルデータは市町村範囲や道路、地籍、地番ポイントなど、線分などで構成される図形として定義され、その図形 (範囲) ごとに判断された値を属性値として保持している。

ラスタデータは正方形または長方形メッシュデータで、1セル (ピクセル) ごとに数値を持ったデータの集合である。画像データはその代表的なものである。ラスタデータは、セル数値の算術処理 (画像データ処理) により、必要な情報を強調したデータを作成することが可能であり、リモートセンシングはその代表的な利用例である。今回の数値標高データもラスタデータとして処理される。

今回利用する TNTlite は有償版 TNTmips のフリー版であり、取り扱えるデータサイズやデータ出力に制限がある。しかし、数値標高データの地形解析演習においては十分な機能を有することからこのソフトを利用することとした。

. TNTlite の準備と DEM の表示

1. TNTlite の準備

(1) サンプルデータ及びソフト

C D - ROM内のデータ及びフォルダーを適当な場所にコピーする。日本語を含むパスや長く複雑なパスの場合、ソフトからの読み込みエラーの可能性があるので、各ドライブのルートに新たにフォルダーを作成してコピーすることを勧める。



DEM.rvc : TNTlite 用サンプルデータ, 数値標高データ四国400mメッシュ
 geo_map.rvc : TNTlite 用サンプルデータ, 四国地質データ
 kaitei_2.rvc : TNTlite 用サンプルデータ, 海底数値標高データ
 フォルダー『H_data』: 数値地図50mメッシュ標高データ(四国地方)
 フォルダー『soft』: 実習使用ソフト

名前	サイズ	種類	更新
kaido_H.exe	292 KB	アプリケーション	2/1
summit.pdf	391 KB	Adobe Acrobat D...	2/1
Summit_v10.sml	2 KB	SML Script File	2/1
TNT67.zip	63,339 KB	圧縮 (zip 形式)...	2/1

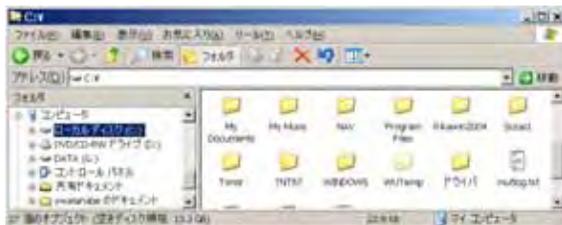
kaido_H.exe : TNTlite 用DEM切り出しソフト(標高, 地上・地下開度出力)
 Summit_v10.sml : 接峰面計算(マニュアル summit.pdf)
 TNT67.zip : TNTlite6.70 (Free版 TNTmips 6.70)

(2) TNTlite インストールと情報

TNT67.zip ダブルクリック

表示されたフォルダー『TNT67』を選択, 右クリック/コピー

c : ドライブのルートに貼り付け



【注意】デスクトップやマイドキュメントに『TNT67』を置くと起動しない。(プログラムのパスが複雑になる場合や日本語が含まれていると起動しない。)

【情報】TNTmips6.7は2002年のバージョン, 現在はTNTmips7.2となっている。TNTmips7.2はソフトインストール時にレジストレーションを行う必要があり, microimages社にメールで申請し認証パスワードを受ける必要がある。

最新のバージョンや詳しいマニュアルが必要な場合は下記アドレスより。

Microimages, Inc. <http://www.microimages.com> (個人用として利用する場合は最新版をダウンロード可能, Mac版, UNIX・LINUX版, WINDOWS版あり。)

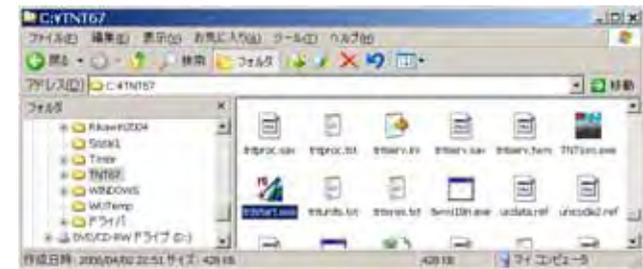
オープン・ジー・アイ・エス <http://www.opengis.co.jp> (和文の情報サイト)

パソコンによる数値地理学演習 野上道男・杉浦芳夫著 古今書院

(3) TNTlite 起動と初期画面設定

TNTliteの起動は『TNTstart.exe』のダブルクリック。

『TNTstart.exe』のショートカットアイコンをデスクトップ上に作成しておくで便利。



デフォルトでのTNTlite起動画面は独自のXwindowとなっているため利用しにくい。windows画面に設定。

TNTlite 起動, 右下タスクバーより『MI』アイコンを右クリック。

『preferences』から, 『options, Run in Rootless mode』にチェック。

1度TNTliteを終了させ, TNTliteを再起動。



(4) 日本語使用環境設定

TNTlite の起動。

メニューバーより, Support / Setup / Fonts

フォント設定ウィンドウから適当な日本語フォントを選択し, 『Add』により追加。

1度 TNTlite を終了させ, TNTlite を再起動。

以降, ファイル名などに日本語利用可能。



【注意】TNTlite でのファイル操作方法は, windows とは異なる。

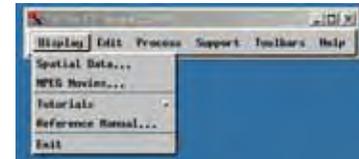
2 . DEM の読み込み

TNTlite のデータファイルは windows から見ると 1 個のファイルとなり, 内部の詳細を知ることとはできない。 x x x x .rvc プロジェクトファイル

プロジェクトファイル内には複数のオブジェクトが含まれる GIS データ本体

2 - 1 . DEM 表示

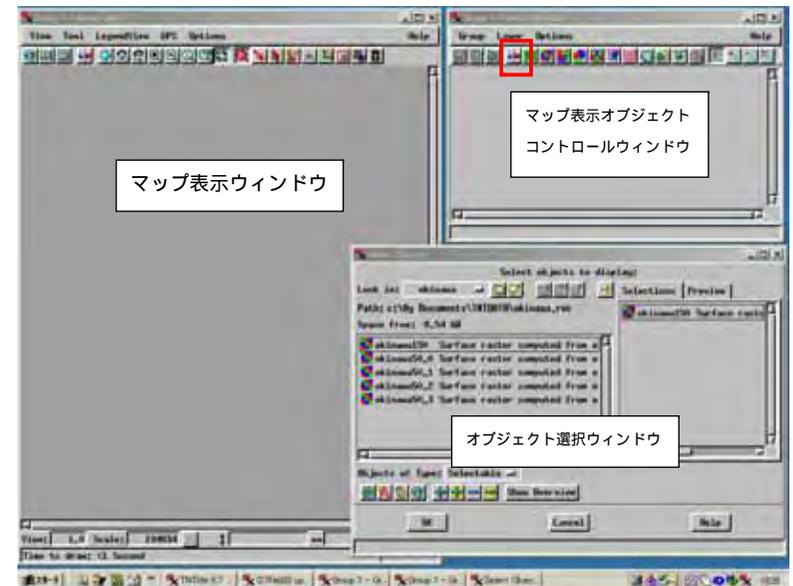
TNTlite 起動。GIS データの画面表示はメニューより, Display / Spatial Data を選択。



アイコン群が表示される。2 D 表示 (左から 2 番目) クリック。



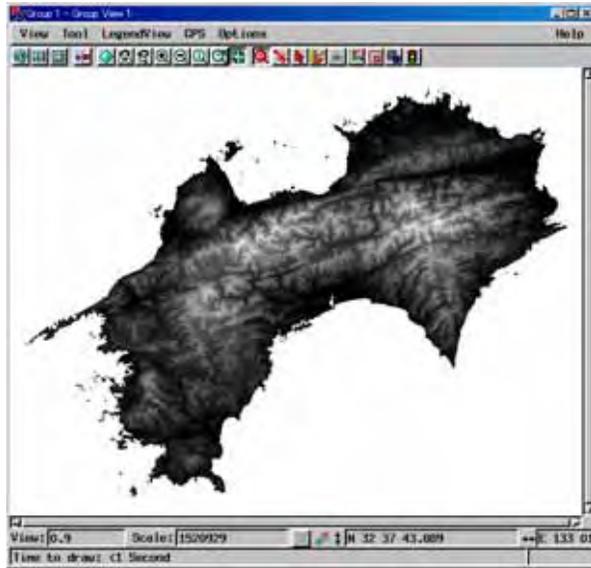
マップ表示ウィンドウ及びマップ表示オブジェクトコントロールウィンドウが開く。



マップ表示オブジェクトコントロールウィンドウ内のレイヤー追加アイコン (赤色囲み) クリックによりオブジェクト選択ウィンドウが開く。ここで表示するオブジェクトを選択する。

例) DEMの表示【四国】

DEM.rvc 内の shikoku_400m オブジェクトを選択。



2 - 2 . オブジェクト表示の調整

マップ表示オブジェクトコントロールウィンドウに表示されているオブジェクトのアイコンより、諸設定を行う。

また、各オブジェクトの名称は『Name』と『Desc』(Description)から構成されている。

『Name』: 文字数に制限がある。MS-DOS時代のファイル名に相当。 .rvc 内に同じ名称不可。

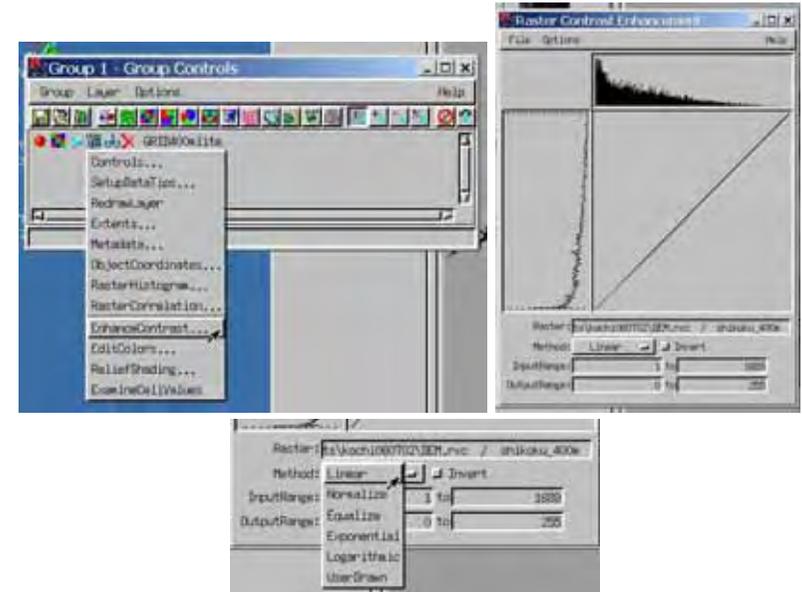
『Desc』: 文字数に制限がない(?)。省略可能。オブジェクトコントロールウィンドウに表示される。『Desc』にはわかりやすい名称を与えることを勧める。



コントラストの調整及び彩色設定は各オブジェクトの『スパナ』アイコンを使用する。

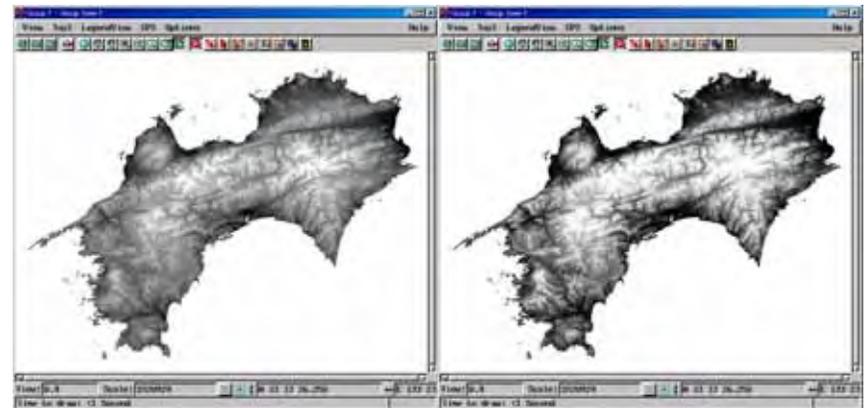
(1) コントラストの調整

マップ表示オブジェクトコントロールウィンドウ内、各オブジェクトの『スパナ』アイコンをクリック。EnhanceContrastよりコントロールウィンドウが開く。入力・出力範囲の設定、表示モード設定等が行える。



凡例表示のため、『Linear』、『Normalize』、『Equalize』等の設定を File / Save より保存する必要がある。

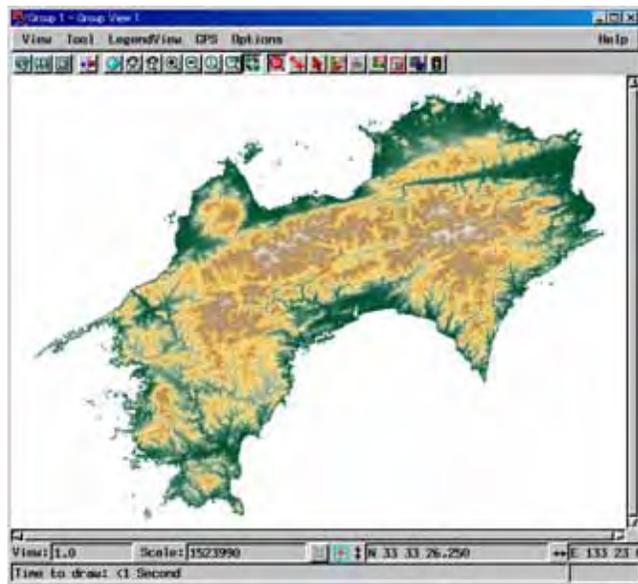
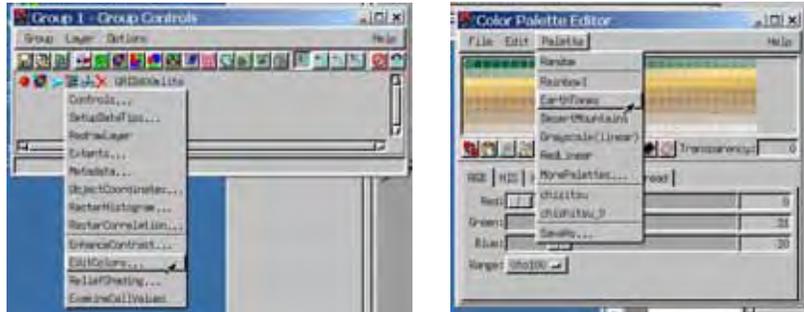
『例』DEMの表示【四国】の表示は『Linear』モード、次の図はそれぞれ『Normalize』と『Equalize』モードによる表示例。



(2) パレット表示

地形図彩色は『スパナ』アイコンより EditColors をクリック。パレット設定ウィンドウから palette / (パレットパターン名称) を選択する。

地形図を作製する場合は EarthTones を選択するが、目的によって各種パレットを選択する。一覧表に表示されていない場合は MorePalettes よりさらに多くのパターンを選択可能。



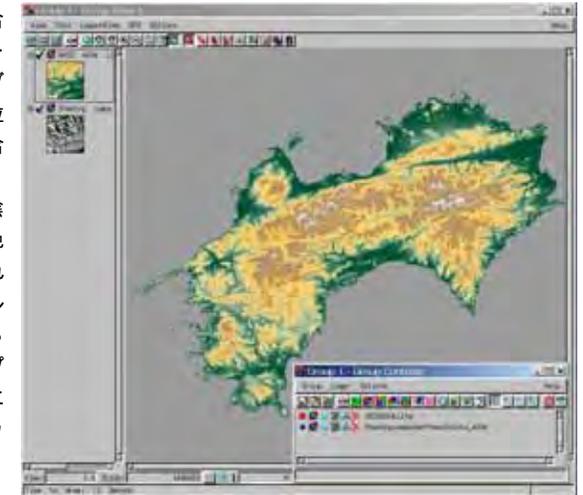
3. 地形図の作成

レイヤー操作及びラスターデータの透明化設定により地形図を作成する。

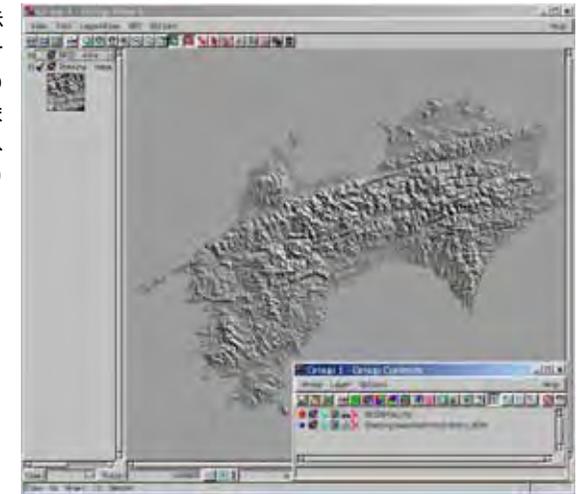
(1) レイヤー操作

標高彩色図と陰影図を重ね合わせる。2. で学んだ『レイヤー追加』アイコン操作を複数のオブジェクトに対して行うとその位置情報に従って自動的に重ね合わせを行う。

この例では、下位レイヤーに陰影図 (Shading) 上位に標高彩色図 (Grid400mlite) に配置される。レイヤー順は、コントロールウィンドウのメニューから Layer より変更可能。またマップ表示ウィンドウの Legend 表示エリア (左側) のアイコンのドラッグ移動によっても可能。

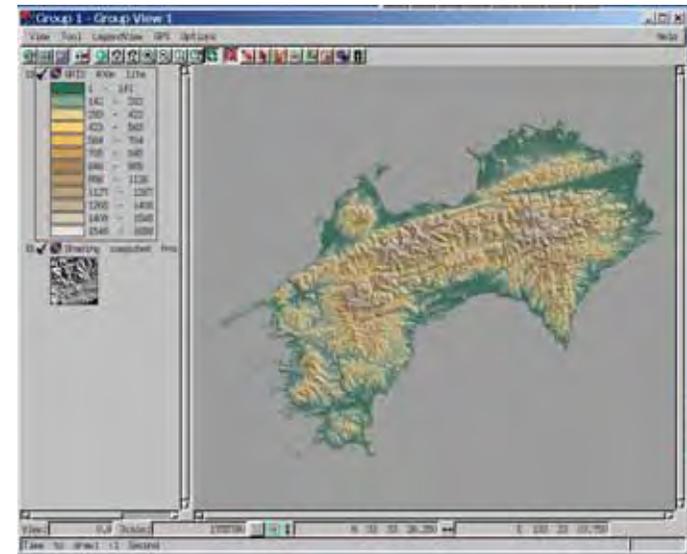
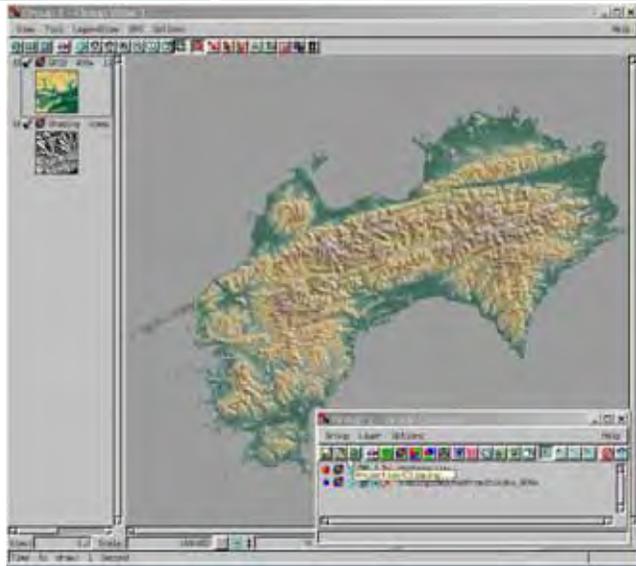


レイヤーの表示 / 非表示 Legend 表示エリア (左側) のオブジェクトチェックの ON / OFF によりコントロール可能。またコントロールウィンドウの『メガネアイコン』のクリックにより表示 / 非表示切り替え可能。

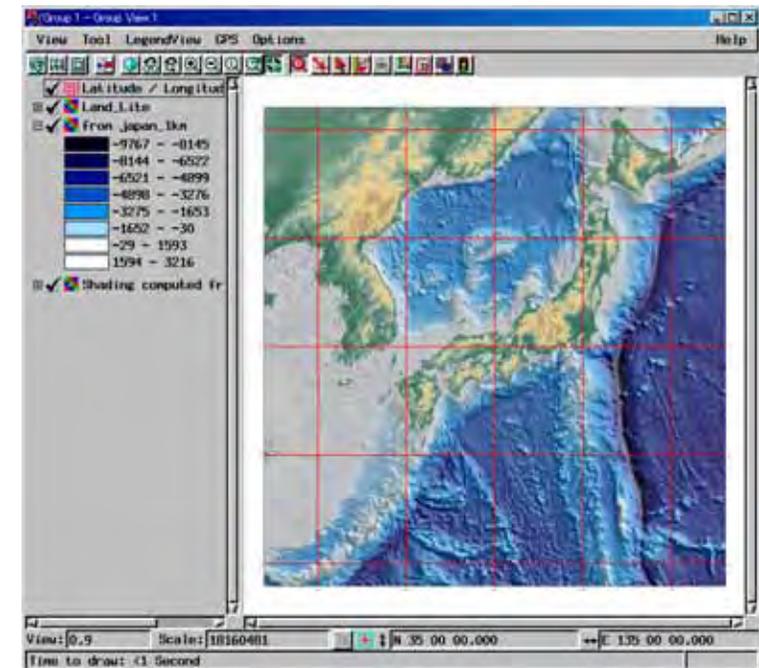


(2) 標高彩色図の半透明化

上位レイヤーに位置する標高彩色図を半透明化する事により、地形図を作成する。オブジェクト表示の詳細設定は、調整したいオブジェクトの『スパナ』アイコンから Contolols より、設定ウィンドウが開く。Options タグの Transparency に数値を与える。0 で不透明、100 で透明となるので、半透明は50程度の数値とする。



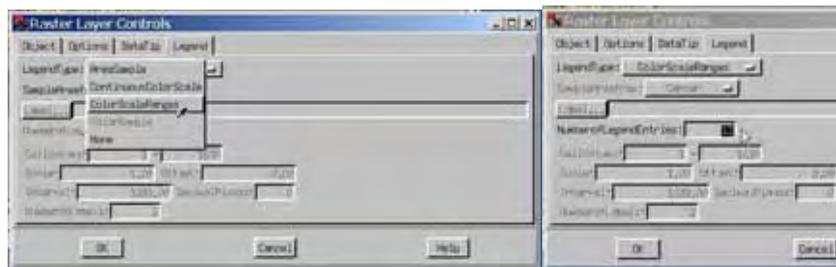
練習【海底地形の作成】



(3) Legend の追加

標高彩色の凡例を追加する。(2)と同様に Contolols より設定ウィンドウの Legend タグを選択する。LegendType から凡例形式を選択し、凡例表示区分数を入力する。

【注意】凡例表示のため、EnhanceContrasti の設定を File / Save より保存する必要と、EditColors によるパレット設定の必要がある。



【作成した画像の利用法】

有償版 TNTmips では各種データ形式で出力することが可能であるが、TNTlite ではデータ等に制限があるため、windows の画面ハードコピー機能により画像データを利用する。

手順は以下の通り。画像データを貼り付けるためワードを起動しておく。

画像を表示しているマップ表示ウィンドウや3Dビュー表示ウィンドウにスコープ。

Alt キーを押しながら PrintScreen キーを1回押す。

アクティブウィンドウをキャプチャ

ワードに切り替え、適当な位置にカーソルを設定し、右クリックから『貼り付け』。

以上で、画像をワードに貼り付けることが可能。ワードの編集機能により文書を整える。

課題 1

1. 四国地形図（標高彩色 + 陰影 + 凡例）を作成。

2. 日本周辺海底地形図（標高彩色 + 陰影 + 凡例）を作成。

以上、画像データをワードに貼り付け、印刷提出する。

4. 地形解析 1

4. 3D地形図の作成

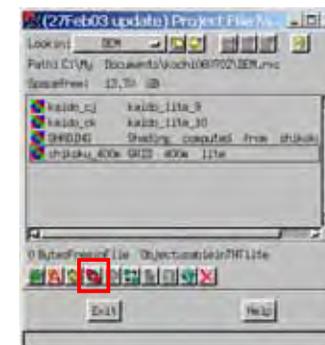
3D表示は DEM からワイヤーフレームを作成、2D地形図（3. で学習）をレンダリングする事により実行できる。

(1) ワイヤーフレーム地形モデル作成データ

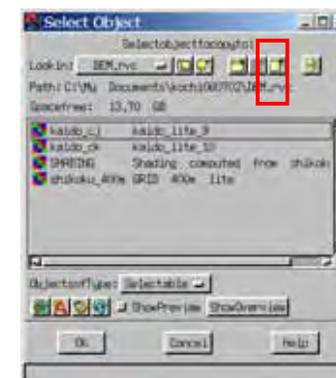
海域を含む DEM は、陸部分データのみを有効とするため、海部分に入力されている数値をヌル値（データなしと扱う値）と設定してある。前項までの例では、海域には -1 が入力され、ヌル値設定がなされている。ワイヤーフレームを作成する場合、ヌル値と設定データでは不都合が生じる。

ステップ1 オブジェクト shikoku_400m をコピー（Windows とは操作が全く異なるので手順に十分注意する）

Support / Maintenance / ProjectFile
コピーするオブジェクトを選択し、
コピーボタン（赤囲み）。



コピー先の指定とオブジェクトの指定
（赤囲みボタンを押す）を行う。

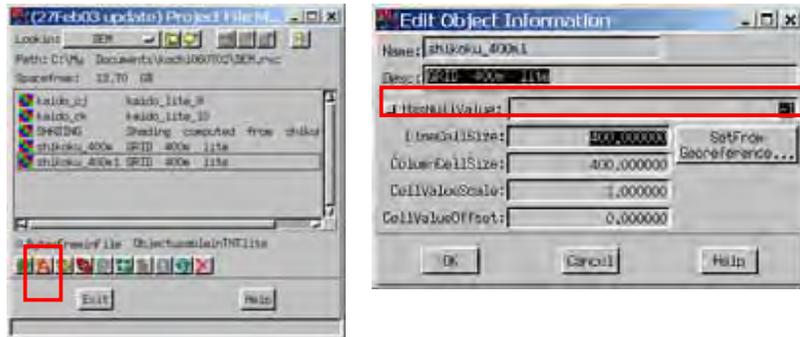


ステップ2 コピーされたオブジェクト

shikoku_400m1 のヌル値設定を取り消す。

shikoku_400m1 を選択後、データエディットアイコンを押す。

HasNullValue スイッチを OFF。終了。



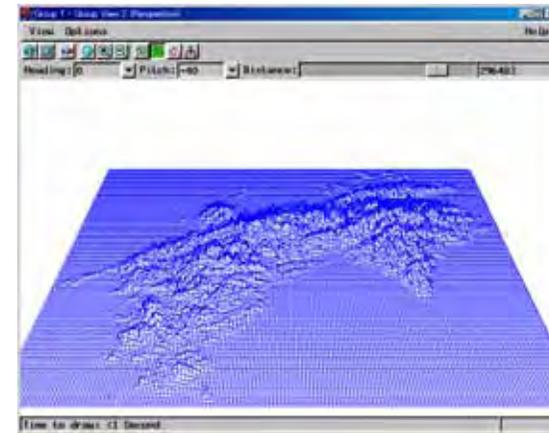
(2) ワイヤーフレーム

以下のアイコンから New3Dgroup 選択。



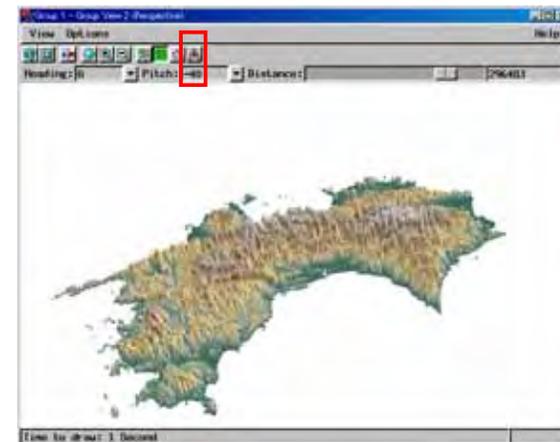
2Dマップ表示ウィンドウ、3Dビュー表示ウィンドウ及びマップ表示オブジェクトコントロールウィンドウが開く。

ワイヤーフレームを作成するにはオブジェクトコントロールウィンドウのサーフェイス追加アイコンから上記 **shikoku_400m1** オブジェクトを選択する。 ワイヤーフレーム



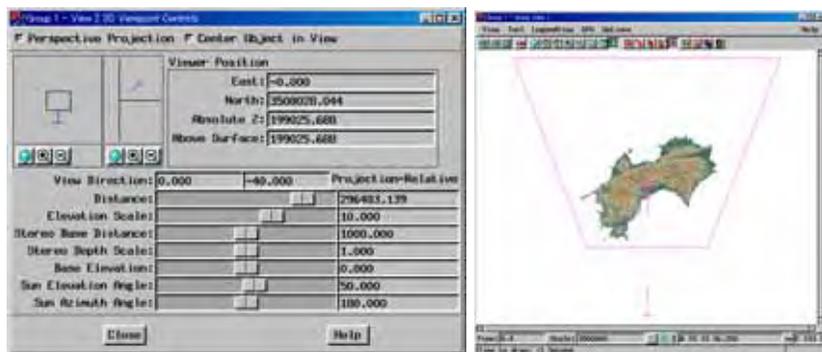
(3) 地形図レンダリングによる鳥瞰図

オブジェクトコントロールウィンドウ内のレイヤー追加アイコンから陰影図+標高彩色図を追加する。操作手順は3.と同様。 3Dビュー表示ウィンドウに鳥瞰図表示。



(4) ビューポイントの設定

ビューポイント設定アイコンから諸パラメータ変更可能。



ビューポイントの設定メモ (詳細は講義中に説明)

5. 傾斜・傾斜方向・陰影図

数値地図よりの地形解析で最も基本的な計量値である傾斜(Slope)・傾斜方向(Aspect)及び地形図作成で利用した陰影図(Shading)について、その作成方法を演習する。TNTliteではこれらの処理がプロセスとして提供されている。

(1) データ処理

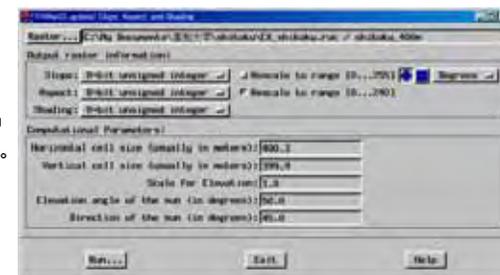
Process / Raster / Elevation / Slope, Aspect, and Shading より以下のコントロールウィンドウが開く。Raster オブジェクト (DEM) から一気に3種類の計算結果オブジェクトが得られる。

(省略も可能)

パラメータ設定

処理ラスタ **Raster...** をクリック
オブジェクト選択画面から処理対象
オブジェクト (DEM) 選択。

Slope : 『Rescale to range [0..255]』
チェック。計算結果は0 ~ 90°となる。
ONで、この範囲を0 ~ 255 (8ビット
整数)と再計算し、1 = 0.3°の精度
で結果を出力。(通常OFF)



Aspect : 傾斜方向は、北を0°とし時計回りに360°表記。『Rescale to range [0..255]』
ONにより、1 = 1.5°表記となる(通常ON)。例、60 = 東、120 = 南、180 = 西、240
or 0 = 北

ComputationalParameter : 陰影図作成のためのパラメータ。

Scale for Elevation 数値大設定により地形(標高)を強調。

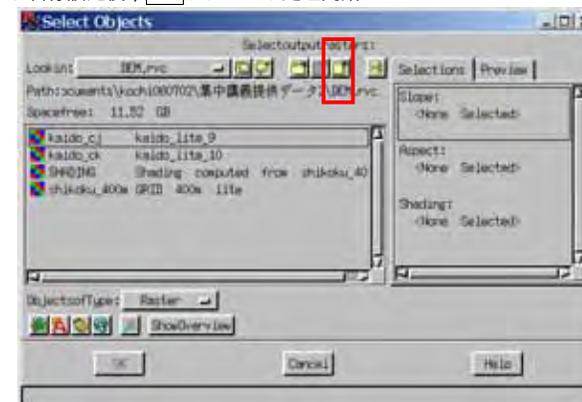
Elevation angle of the sun 太陽高度

Direction of the sun 太陽方向(北0時計回り)

パラメータ設定後、**Run**ボタン。

計算結果を収容するオブジェクト名称を設定。 新期オブジェクト作成ボタンから作成
(windows とは操作が異なる)。デフォルトではそれぞれ slope, aspect, shading となる。

オブジェクト名称設定後、**OK**ボタンより処理開始



課題2

1. 四国地形図を利用し、各方向から鳥瞰した3Dビューを作成する。
2. 日本周辺海底地形図を利用し、各方向から鳥瞰した3Dビューを作成する。

以上、画像データをワードに貼り付け、印刷提出する。

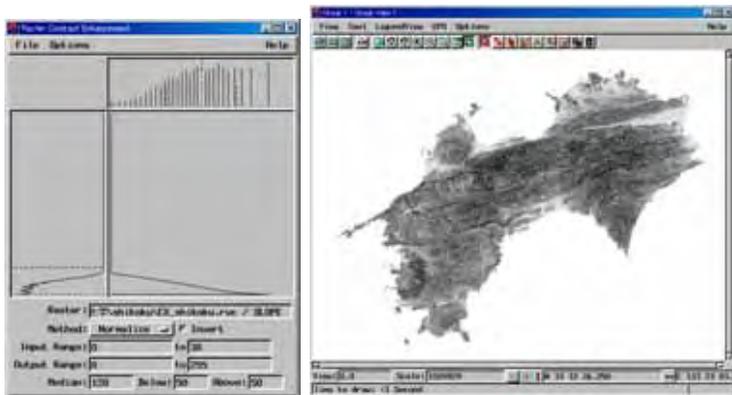
(2) 傾斜図

オブジェクト **slope** を開く。

コントロール window の **slope** の **スパナ** アイコンより, EnhanceContrast 選択。

コントラスト Method : 『Linear』, 『Normalize』, 『Equalize』 の設定。

Invert ボタンを ON 平坦 : 白 << 急傾斜 : 暗灰 設定のため



(3) 傾斜方向

オブジェクト **Aspect** を開く。

コントロール window の **Aspect** の **スパナ** アイコンより, EnhanceContrast 選択。

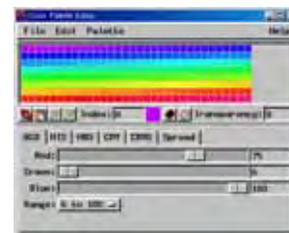
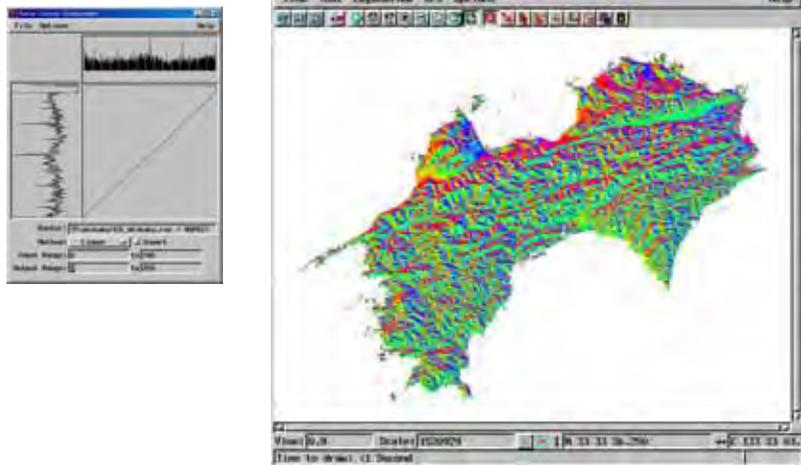
コントラスト Method : 『Linear』 の設定。

Input Range 0 to 240 と設定。

コントロール window の **Aspect** の **スパナ** アイコンより, EditColors をクリック。

パレット設定ウィンドウが

ら palette / Rainbow1 を選択。



(4) 陰影図

オブジェクト **shading** を開く。

コントロール window の **shading** の **スパナ** アイコンより, EnhanceContrast 選択。

コントラスト Method : 『Linear』, 『Normalize』, 『Equalize』 の設定。

陰影図は地形図作成で利用したので, 詳細・画像は省略。

課題3

1. 四国標高データより傾斜及び傾斜方向分布図を作成する。
ただし, 凡例を付けること。
2. 四国標高データより陰影図を作成する。
ただし太陽光線方向パラメータの異なる陰影図を2種類作成すること。

以上, 画像データをワードに貼り付け, 印刷提出する。

6. 地形断面図・標高ヒストグラム

(1) 地形断面図 標高データから地形断面図を作成することが可能。

標高データオブジェクトを開く。(2Dマップ表示)

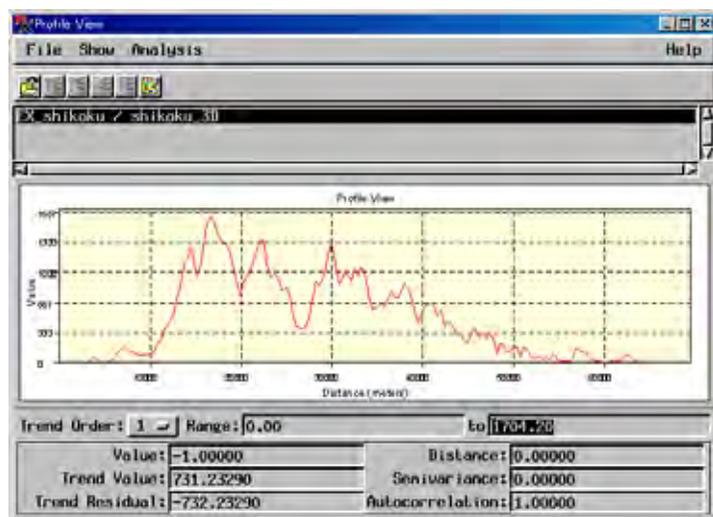
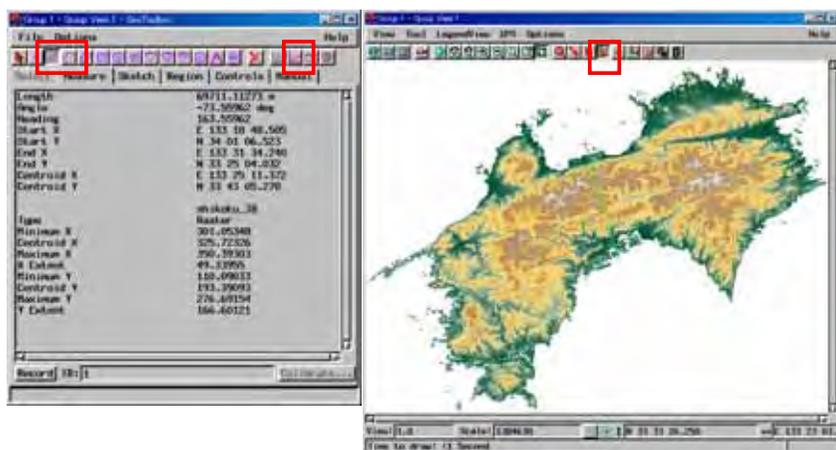
マップウィンドウのジオツールボタンを押す。

GeoToolboxが開く。ラインまたは曲線アイコンをクリック。マップウィンドウ内地形図に断面線を描画。

断面作成アイコンクリック。

地形断面ウィンドウから Show / ManualRange ON

Range に最適数値入力。



【注意】 DEM にヌル値が設定されている場合、地形断面線がとぎれる。その場合はヌル値設定を OFF にした3D表示用(ワイヤーフレーム用)のラスターオブジェクトを使用する。

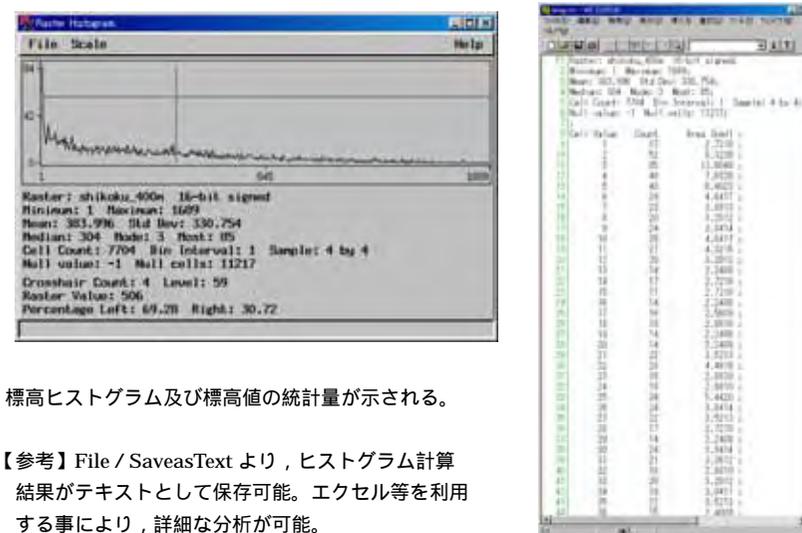
(2) 標高ヒストグラム

標高データオブジェクトを開く。(2Dマップ表示)

コントロール window のスバナアイコンより、RasterHistogram 選択。

ヒストグラムウィンドウ表示

File / Recompute により、ヒストグラム再計算。



標高ヒストグラム及び標高値の統計量が表示される。

【参考】 File / SaveasText より、ヒストグラム計算結果がテキストとして保存可能。エクセル等を利用する事により、詳細な分析が可能。

課題 4

1. 四国標高データより地形断面を数本作成する。
このとき断面線がわかるよう2D地形ウィンドウも添付する。
2. 海底地形データより地形断面を数本作成する。
このとき断面線がわかるよう2D地形ウィンドウも添付する。
3. 四国標高データより標高ヒストグラムを作成する。

以上、画像データをワードに貼り付け、印刷提出する。

7. 等高線

ラスターオブジェクト（標高データ，DEM）から等高線を作成することが可能。

(1) 等高線作成処理

Process / SurfaceModeling より SurfaceModeling コントロールウィンドウ等が開く。

Operation : Contouring (等高線作成モード)

Method : 等高線作成時，DEM 処理方法設定。通常は Linear

Input Object : 処理を施すラスターオブジェクトを選択。

Parameter タグ

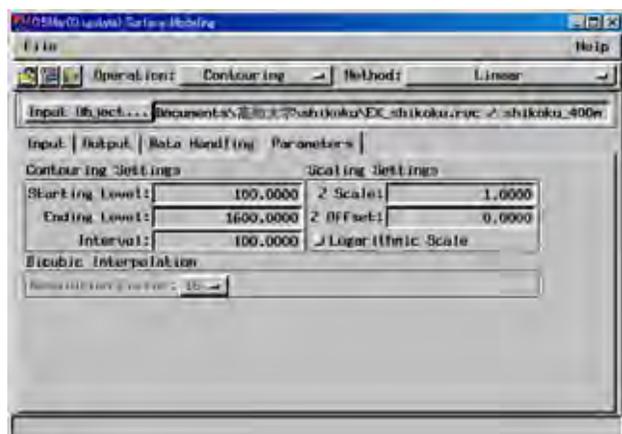
StartingLevel : 等高線作成する最低標高入力

EndLevel : 等高線作成する最高標高入力

Interval : 等高線作成する間隔。

DataHandling タグから標高処理設定が可能，通常はデフォルト値とする。

File / Run，処理開始。(アイコンからも可能) 作成等高線オブジェクト名称設定。

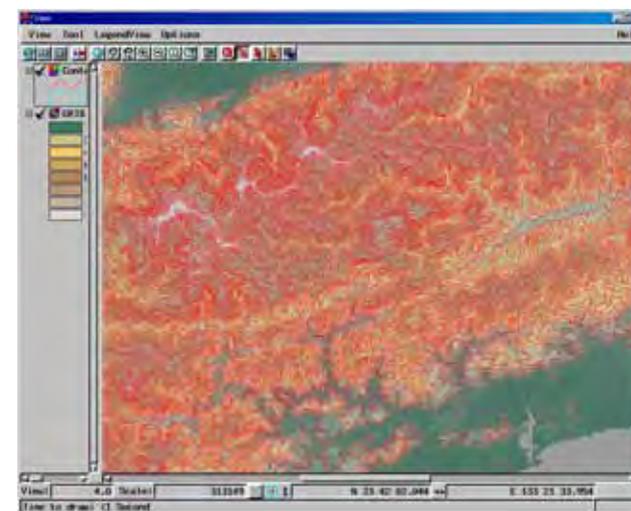


以上の処理により等高線が2Dマップ表示ウィンドウに描画される。また計算結果はベクトルオブジェクトとして指定したRVCファイル内に作成されている。

(2) 等高線表示と主題図

等高線などの図形情報（点，線，多角形）からなるデータはベクトルオブジェクトとよばれている。ベクトルオブジェクトは各図形に属性値を有しており，等高線ベクトルデータは属性情報の一部に標高値を有している。主題図とは属性に着目し，属性値により彩色等を施し作成した物である。

ベクトルオブジェクトは2Dマップコントロールウィンドウから「レイヤー追加」アイコンで開くことができ，ラスターオブジェクトに重ねて表示することも可能である。

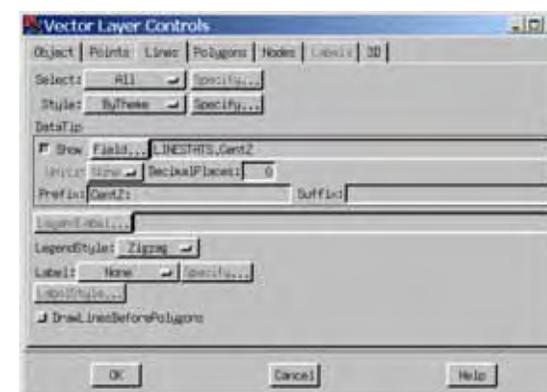


(3) 主題図の作成

2Dマップ表示から等高線ベクトルオブジェクトを表示し，主題図のための設定を行う。今回は標高ごとに等高線を塗り分ける主題図を作成する。

コントロールウィンドウの「スバナ」アイコンから Controls.

Lines タグより，Style : から ByTheme 選択後，Specify を押す。



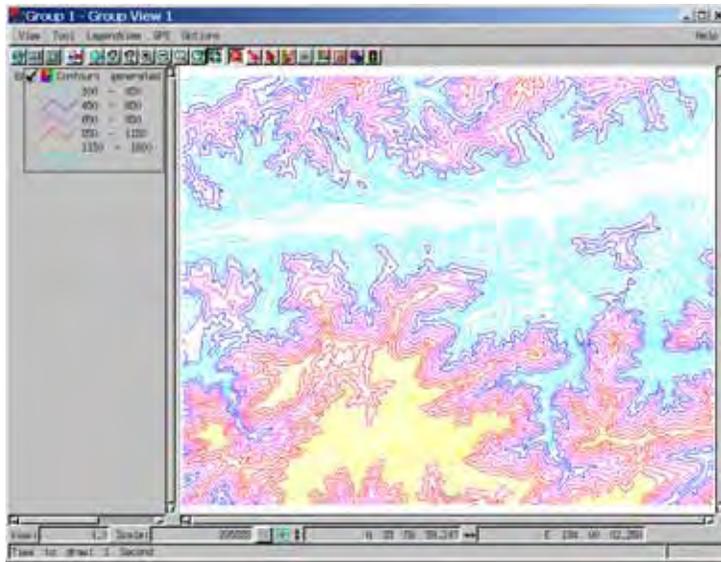
ThemeMapping コントロールが開く。各種パラメータを設定

Attribute : 主題図作成に利用する属性フィールドを選択。Attribute から設定。

Class : 区分数入力。数値大で詳細区分。

その他区分方法の変更やカラーの変更も可能。

設定後，Theme / SaveAs 等で，設定を保存。ThemeMapping コントロールを閉じる。のコントロールから OK。



自動的に等高線主題図の凡例も表示される。

課題 5

1. 四国標高データより等高線を作成し、標高ごとに彩色した主題図を作成する。

以上、画像データをワードに貼り付け、印刷提出する。

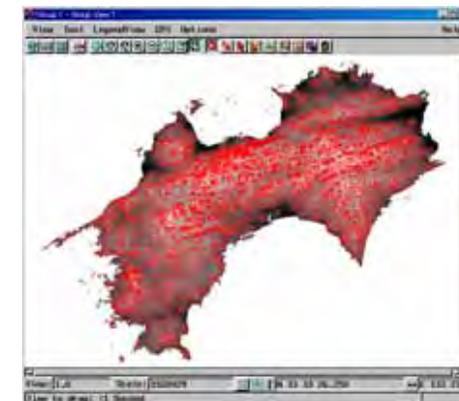
地形解析 2

8. 接峰面図

実際の山地には尾根や谷があり、細かい起伏に富んでいる。接峰面とは、このような地形に大きな風呂敷をかぶせたときにできる仮定の曲面のことであり、接峰面を等高線で表現した図面を接峰面図という。接峰面は侵食される前の地形に近いものと推定されるので、接峰面図と地形図を比較すると、侵食の程度を推定できる。また、接峰面図の高度急変部からは地盤運動による地形（断層崖などは比較的直線状の急斜面となる）、新旧浸食面の境界（段丘面のちがひ）、侵食によってできた硬軟岩石の境界などが読み取りやすい。

接峰面図の作成方法には方眼法と埋谷法があり、それぞれ特徴を持つ。方眼法は、山頂の高さとその分布状態の把握に効果があるのに対し、埋谷法は斜面の状態が詳しく表現され、台地面や段丘面の復元に有効である。

TNTlite では DEM から接峰面を計算する方法を SML と呼ばれるマクロ言語で実現している。以下は、この方法により作成した接峰面とその計算結果 DEM から作成した等高線ベクトルデータである。



9. 水系分析

水系分析（水系図）は、地表を流れる本流・支流・分流などを含めた河川を系統的に結んだものであり、水系図には流水の働きの様子が色々な形で現れている。

水系発達の初期の段階では、地表が少しでも傾斜していれば低所に向かって水が流れる。このような水系を必従的な水系とよび、そうした方向に発達した谷を必従谷とよぶ。水系がのびて谷が深くなると、侵食に対する抵抗力の異なる岩盤が現れ、水系の発達に規制されることになる。そこで侵食に弱い岩石の方向、または侵食に強い岩石を避ける方向に水系が転向する。こうした、侵食に対する抵抗性が水系パターンを決めているものを適従的な水系（適従谷）とよぶ。

水系の発達史的な見方として、離水した海食台（海岸段丘など）を例にとると、時間の経過につれて周縁部から谷に刻まれ、やがて谷密度や斜面の占める面積が増えて丘陵ないし山地性の地形に移り変わっていく。このような場合にも、その土地の形成史や地質・岩石の種類と構造は、水系網の性質を強く規定する。

水系の平面的な広がり（水系網）も重要で、水系の密度や水系の方向などをもとに水系模様は区分することができる。水系模様は岩種の判定に有効である。花崗岩などでは、ふつう樹枝状の水系がほぼ均等に発達する。老年期の山では起伏量が非常に小さくなるが、やはり樹枝状の水系を示す。断層など地質構造的な影響を強く受けたところでは、局部的に格子状や角状など直線的な谷が混じる率が高くなる。また、火山岩類では、平行状や平行に近い水系が発達する。堆積岩類のうち、頁岩の分布する地域では、樹枝状や羽毛状の水系が密に発達していることが多い。

水系図を地形図からアナログ処理で作成する場合、地形判読の熟練を必要とし、また作業時間も多くなることとなる。一方、TNTlite では DEM を処理することによって水系分析することが可能である。

(1) 水系分析

Process / Raster / Elevation / Watershed より以下のコントロールウィンドウが開く。

Input Object : 処理を施すラスタースタートオブジェクトを選択。

FlowPath and Basin タグより、パラメータ入力。(デフォルト値で差し支えない)
パラメータの数値はその地点の集水量を表す。

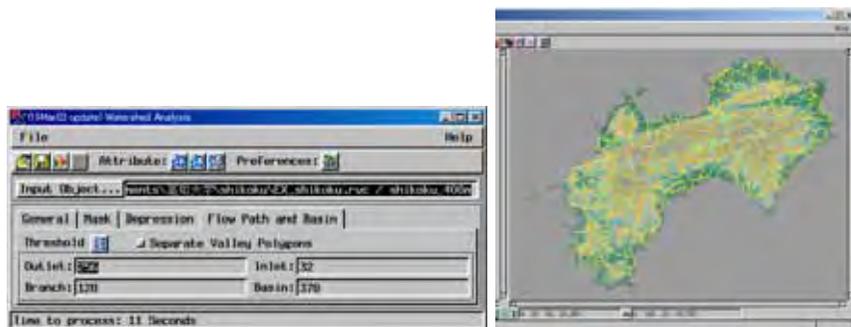
Outlet : 最下流部でこの数値をオーバーする河川でラインを描く。

Inlet : 最上流、河川ライン描画開始する値。(数値を小さくすると河川ライン開始地点が上流側に移るとともに、上流部の河川ラインを細かく描く。)

Branch : 分流を検討する値。

Basin : 流域を細分する集水盆の基準値

File / Run, 処理開始。(アイコンからも可能)



Standard basin (集水盆), Standard flow path (流路), Watershed (ベクトル流域, デフォルトで非表示) が出力されるとともに、数種類の中間処理ファイルが出力される。

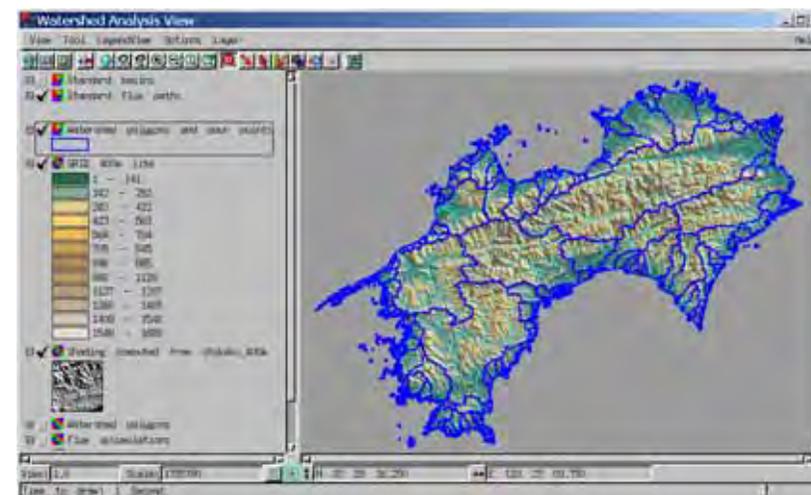
(2) 地形図との重ね合わせ

Standard flow path, Watershed 及び地形図から水系図を作成する。

マップ表示ウィンドウの凡例部から Standard basin を OFF とし, Watershed を ON とする。

マップ表示ウィンドウの「スパン」アイコン, コントロールウィンドウが開く。

陰影図 (shading) 追加, 標高ラスタースタートオブジェクトの下位に移動。



課題 7

1. 四国標高データより水系分析を行い、その結果から地形図上に Standard flow path, Watershed を描いた水系図を作成。
パレット EarthTones を使って彩色。

以上、画像データをワードに貼り付け、印刷提出する。

10. 開度図

DEMの地形解析手法の1つとして『開度』が有効である。開度とは地表の凹凸を表す解析方法であり、また新しい地形解析方法である。以下『開度による地形特性の表示』横山隆三他 1999の論文(写真測量とリモートセンシング1999)抜粋を参考資料として引用する。

開度による地形特性の表示

横山隆三他

デジタル標高モデルの普及により、地形の表示及び解析がコンピュータを用いて効果的におこなえるようになってきた。本論文では「開度」という概念を導入して、デジタル標高モデルにより地形特徴を表示する新しい手法を提案する。直感的には、開度は当該地点が周囲に比べて地上に突き出ている程度及び地下に食い込んでいる程度を数量化したものである。実際に国土地理院発行の「数値地拘50mメッシュ(標高)」をもとに岩手山周辺地域の開度図を作成したところ、本手法は特に尾根線及び谷線の抽出に優れており、豊富な地形・地質情報が判読できることが明らかとなった。

・地上角と地下角

2つの標本地点 $A(i_A, j_A, H_A)$ と $B(i_B, j_B, H_B)$ を考える。標本間隔が50mであることからAとB

の距離は $P = \sqrt{(i_A - i_B)^2 + (j_A - j_B)^2}$ となる。

図2は標高0mを基準として、標本地点のAとBの関係を示したものである。標本地点Aの標本地点Bに対する仰角 $\theta = \tan^{-1}\{(H_B - H_A)/P\}$ で与えられる。の符号は $H_A < H_B$ の場合には正となり、 $H_A > H_B$ の場合には負となる。

着目する標本地点から方位D距離Lの範囲内にある標本地点の集合を ${}_D S_L$ と記述して、これを「着目する標本地点のD-L集合」を呼ぶことにする。ここで、

${}_D \beta_L$: 着目する標本地点の ${}_D S_L$ の各要素に対する仰角のうちの最大値、

${}_D \delta_L$: 着目する標本地点の ${}_D S_L$ の各要素に対する仰角のうちの最小値、

として(図3参照)、次の定義をおこなう。

定義 : 着目する標本地点のD-L集合の地上角及び地下角とは、各々 ${}_D \phi_L = 90 - {}_D \beta_L$ 及び

${}_D \varphi_L = 90 + {}_D \delta_L$ を意味するものとする。

${}_D \phi_L$ は着目する標本地点から距離L以内で方位Dの空を見ることができる天頂角の最大値を意味している。一般に言われる地平線角とはLを無限大にした場合の地上角に相当している。また、 ${}_D \varphi_L$ は着目する標本地点から距離L以内で方位Dの地中を見ることができる天底角の最大値を意

味している。Lを増大させると、 ${}_D S_L$ に属する標本地点の数は増加することから、 ${}_D \beta_L$ はLに対して非減少特性を持ち、逆に ${}_D \delta_L$ は非増加特性を持つ。したがって ${}_D \phi_L$ 及び ${}_D \varphi_L$ は共にLに対して非増加特性を持つことになる。

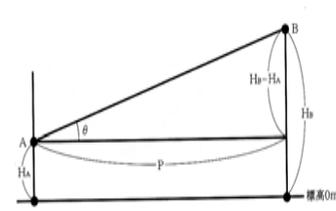


図2 標本地点Aの標本地点Bに対する仰角 θ

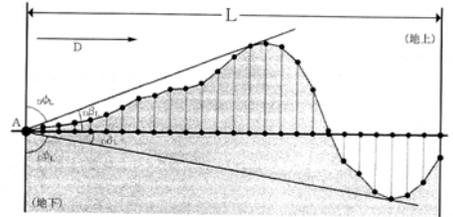


図3 標本地点AのD-L集合の地上角及び地下角

・地上開度と地下開度

地上角及び地下角は指定された方位Dについての概念であったが、これを拡張したものととして、次の定義を導入する。

定義 : 着目する標本地点の距離Lの地上開度及び地下開度とは、各々

$$\Phi_L = (\phi_{L+45} \phi_{L+90} \phi_{L+135} \phi_{L+180} \phi_{L+225} \phi_{L+270} \phi_{L+315} \phi_L) / 8 \quad \text{及び}$$

$$\Psi_L = (\psi_{L+45} \psi_{L+90} \psi_{L+135} \psi_{L+180} \psi_{L+225} \psi_{L+270} \psi_{L+315} \psi_L) / 8$$

を意味するものとする。

地上開度は着目する標本地点から距離Lの範囲内で見える空の広さを表しており、また、地下開度は逆立ちをして地中を見渡す時、距離Lの範囲における地下の広さを表している(図4参照)。



図4 着目する標本地点(●印)における開度

開度は距離Lと周辺地形に依存している。表1は9種の基本地形についての地上開度及び地下開度を、方位毎の地上角及び地下角の8角形グラフで示したものである。一般に地上開度は周囲から高く突き出ている地点ほど大きくなり、山頂や尾根では大きな値をとり窪地や谷底では小さい。逆に地下開度は地下に深く食い込んでいる地点ほど大きくなり、窪地や谷底では大きな値をとり山頂や尾根では小さい。実際には、距離Lの範囲内でも種々の基本地形が混在しているために、地上角及び地下角の8角形グラフは変形され開度も種々の値をとることが多い。

表1. 基本地形の中を通過する標本地点(●印)の地上開度と地下開度の開度は平地の地上角及び地下角(90度となる)を1目盛とする方法別の地形グラフで示している。

	基本地形	地上開度	地下開度
1	平地	(中)	(中)
2	山頂	(特大)	(特小)
3	凹地	(特小)	(特大)
4	南北に走る尾根	(大)	(小)
5	南北に走る谷	(小)	(大)
6	東西の谷と南北の尾根による鞍部	(中)	(中)
7	東向きの一様な斜面	(中)	(中)
8	西部の平地と東部の南向斜面の境界	(中)	(中)
9	西部の平地と東部の南向斜面の境界	(中)	(中)

以上、『開度による地形特性の表示』横山隆三他 1999 より。

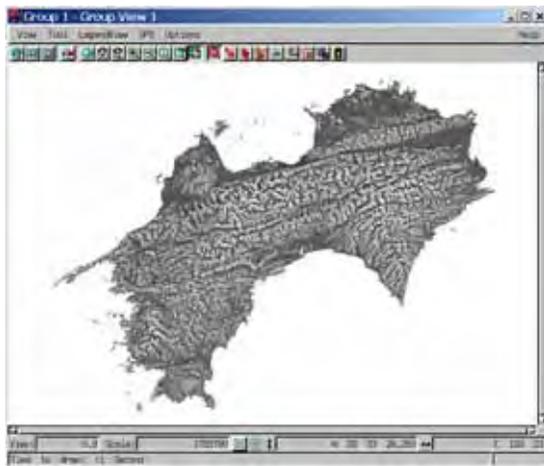
開度計算結果ラスターデータは、『国土地理院数値地図50mメッシュ標高』からDEMを切り出す処理で算出する。巻末の【レポート】の項を参照。

(1) 地上開度

谷地形を表す地形解析値。

ラスターオブジェクト **kaido_cj** を2Dマップ表示。EnhanceContrastiより、**Invert** ボタンをON, Method設定は任意(Normalize推奨), EnhanceContrastiの設定をFile/Saveより保存。

上記設定により谷地形は暗灰～黒色鮮明表示。尾根部は灰色不鮮明となる。

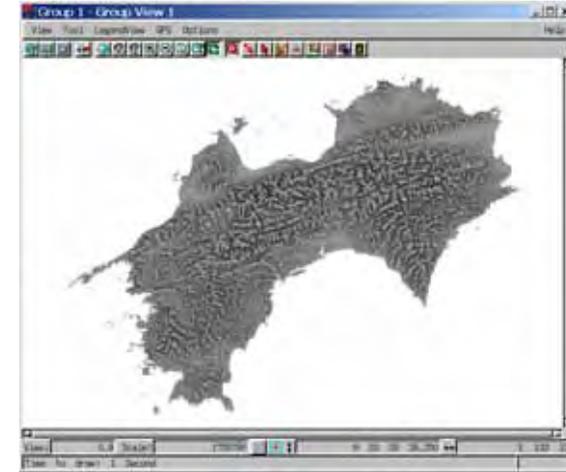


(2) 地下開度

尾根地形を表す地形解析値。

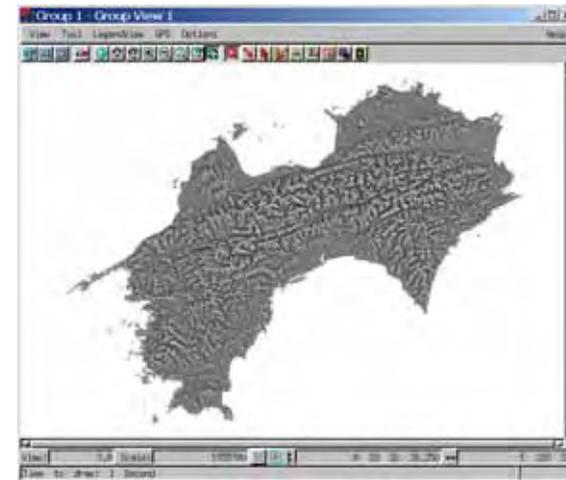
ラスターオブジェクト **kaido_ck** を2Dマップ表示。EnhanceContrastiより、**Invert** ボタンをON, Method設定は任意(Normalize推奨), 設定をFile/Saveより保存。

上記設定により尾根地形は明灰～白色鮮明表示。谷部は暗灰色不鮮明となる。

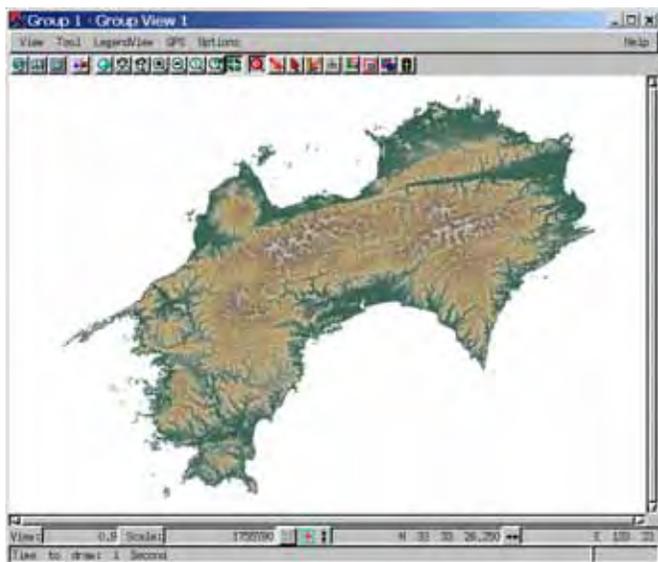


(3) 合成開度図

谷地形を鮮明に表現する地上開度と尾根地形を鮮明に表現する地下開度を重ね合わせ、上位レイヤー画像を半透明にすることによって、両画像データの特徴を利用できる画像を作成、合成開度図とする。



3. で作成した地形図において、陰影図の代わりに合成開度図を利用した場合、谷や尾根地形が明瞭な地形図を作成することができる。



【レポート】

課題 各自、地形・地質等に興味のある地域を選択し、本講義で学んだ手法を使い地形解析を行う。

1. 数値地図

「国土地理院数値地図50mメッシュ(標高)」データは、国土地理院刊行1/25000地形図の等高線をベクトル化し、計算によって求めた数値標高モデル(DEM: Digital Elevation Model)データで、2次メッシュを経度方向及び緯度方向に200等分して得られる各区分(1/200細分メッシュ、2万5千分1地形図上約2mm)の中心点の標高値が記録されている。標高点間隔は緯度(南北)方向で1.5秒、経度(東西)方向で2.25秒となり、実距離では約50mとなっている。

2. CD-ROMのデータ及びソフト

Free版のTNTliteは扱えるラスタデータの大きさに制限があるため、演習で使用したデータは、国土地理院数値地図50mメッシュより再計算した400mメッシュの標高データであった。

TNTliteの扱えるラスタデータの大きさは560x560で、国土地理院数値地図50mメッシュでの範囲は1/25000地形図3x3枚程度の範囲となる。

「国土地理院数値地図50mメッシュ標高」データを利用するためには、TNTlite利用可能ラスタサイズ(560x560)にデータを切り出すとともに、そのファイル形式を変換する必要がある。

利用するデータ及びソフトは、CD-ROMからコピーしたデータの内、以下の物である。

フォルダー『H_data』内全データ：数値地図50mメッシュ標高データ(四国地方)

フォルダー『soft』：実習使用ソフトの内

kaido_H.exe：TNTlite用DEM切り出しソフト(標高、地上・地下開度出力)

名前	サイズ	種類	更新日時
kaido_H.exe	292 KB	アプリケーション	200...
summit.pdf	391 KB	Adobe Acrobat D...	200...
Summit_v10.smf	2 KB	SML Script File	200...
TNT67.zip	63,333 KB	圧縮(zip形式)...	200...

kaido_H.exeを適当なフォルダーにコピーする。ソフト起動後作成されたデータはkaido_H.exeが置かれたフォルダーに作成される。

課題 8

1. 四国標高データより地上開度及び地下開度図を作成する。
2. 合成開度図を作成する。
3. 合成開度図を利用した地形図を作成する。

以上、画像データをワードに貼り付け、印刷提出する。

3. 標高データ切り出しソフト

kaido_H.exe 起動。

pass:? パスワード入力 **【パスワードは請求してください】**

グリッドサイズ： 1~3入力。(画面注釈参照)

50m : 50mメッシュ標高利用。高精度、約2.5km四方

100m : 50mメッシュの1/2圧縮。精度中、約5.0km四方

200m : 50mメッシュの1/4圧縮。精度低、約10.0km四方

切り出す範囲の中心位置：緯度、経度。

ヌル値指定：海域など標高値のない場合の割り当て数値。
出力ファイル名



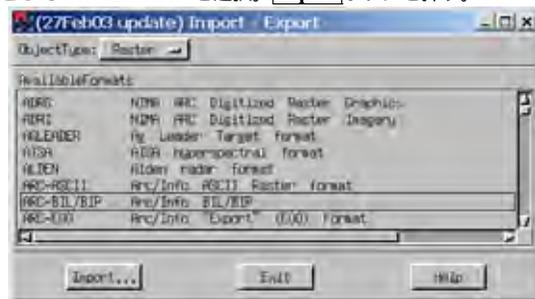
以上の設定で処理開始。以下のデータファイルが作成される。
標高データ : Shikoku50_H.bil, Shikoku50_H.hdr
地上開度データ: Shikoku50_chiyo.bil, Shikoku50_chiyo.hdr
地下開度データ: Shikoku50_chika.bil, Shikoku50_chika.hdr

名前	サイズ	種類
kaiko_H.exe	232 KB	アプリケーション
shikoku50_H.bil	612 KB	BIL ファイル
shikoku50_H.hdr	1 KB	HDR ファイル
shikoku50_chiyo.bil	612 KB	BIL ファイル
shikoku50_chiyo.hdr	1 KB	HDR ファイル
shikoku50_chika.bil	612 KB	BIL ファイル
shikoku50_chika.hdr	1 KB	HDR ファイル

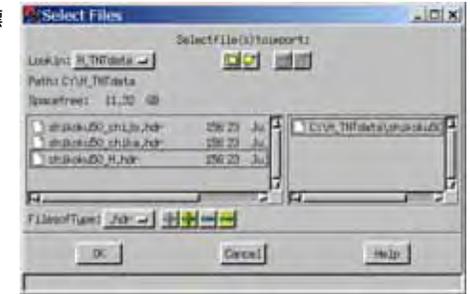
4. TNTlite へのインポート

ファイル変換後は TNTlite のインポート機能を使い、rvc ファイル内のラスターオブジェクトとしてインポートする。

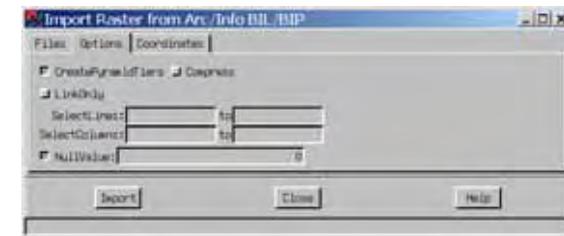
Process / Import/Export よりコントロールウィンドウが開く。
ファイル形式として ARC-BIL/BIP を選択。Import ボタンを押す。



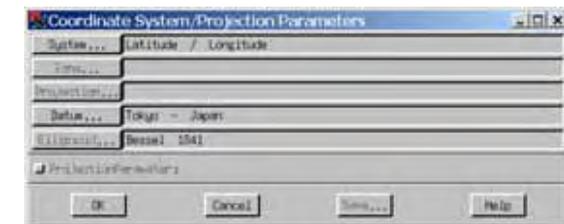
インポートするデータを選択。(例：標高データ shikoku50_H) OK



Options タグより、NullValue ON, 0 セット。データ切り出しソフトのパラメータ設定に従う。



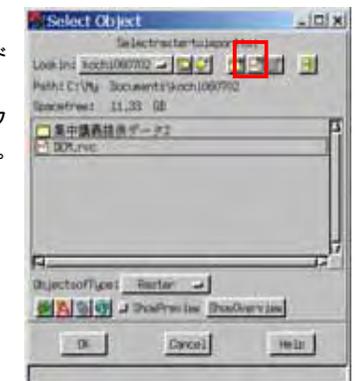
Coordinates タグより、Projection 設定。Projection ボタン。以下のパラメータに設定。



OK, Import ボタンを押す。

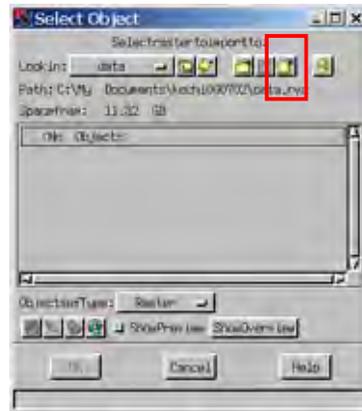
rvc 及びラスターオブジェクトを作成するウィンドウが表示される。

RVC ファイル (オブジェクトを含むフォルダ様ファイル) を作成のため MI ボタンを押し、名称を与える。



インポートデータのラスターオブジェクトを作成するため、ボタンを押し、名称を与える。デフォルトでインポートファイル名称が与えられる。

OKボタンにより処理開始。



以上の処理により TNTlite 用 RVC ファイル及び RVC ファイル内にラスターオブジェクトがインポートされる。地上開度・地下開度データも同様に処理して、標高データと同じ RVC ファイル内にインポートする。

このように処理された複数のラスターデータは、その位置座標により自動的に配置されるので、張り合わされた状態（モザイク）で利用可能。