

2-2 地形図の3次元表示

ArcMAP を利用し、標高データの3次元表示が可能である。ここでは、米国地質調査所 (USGS) が作成した 2 分刻み(約 3km)の標高データ、30 秒刻み(約 1km)の標高データ、また、国土地理院の 50m 刻みの標高データを利用する。

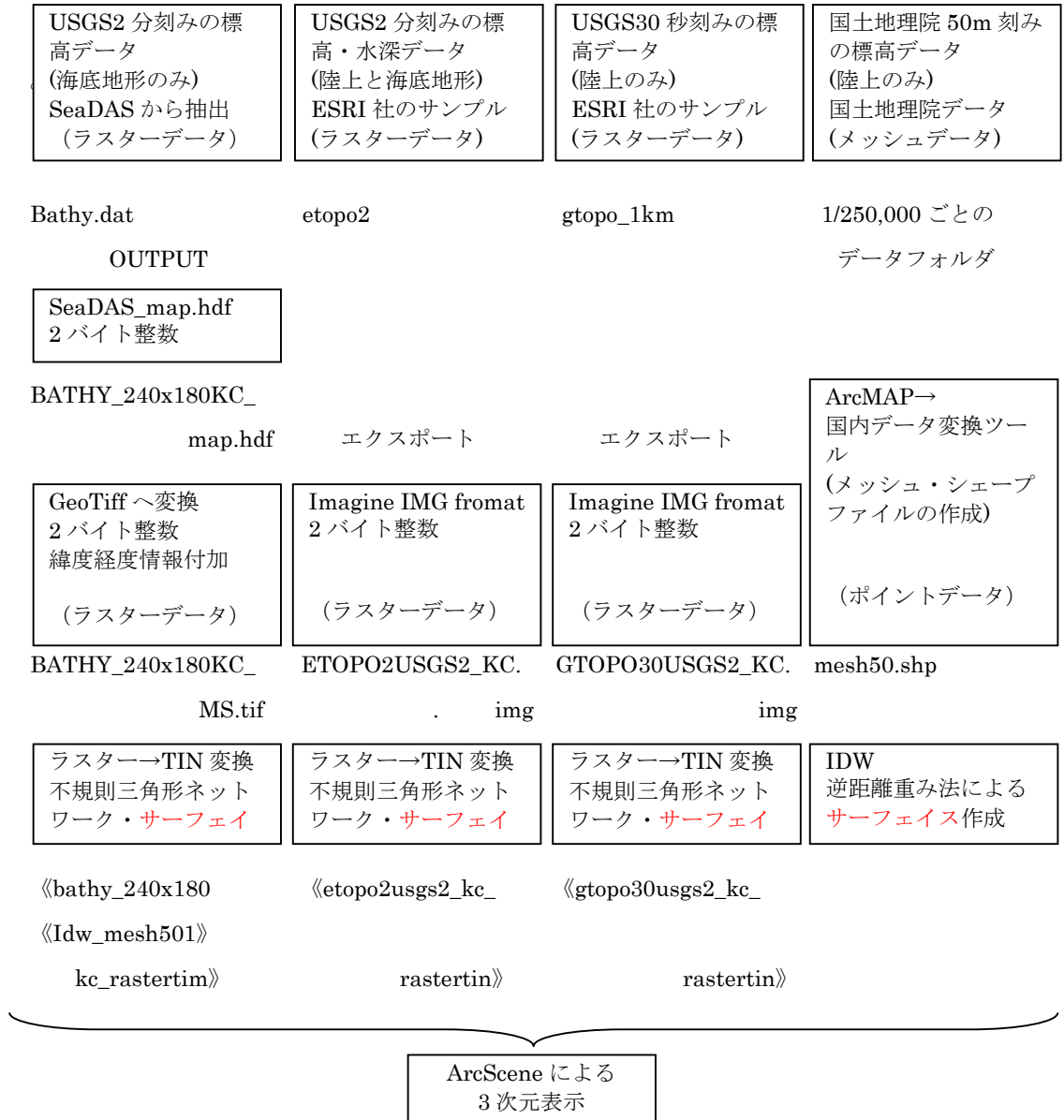


図 2-15 3次元表示のためのフローチャート

これらの例は、ラスタデータあるいはポイントデータからサーフェイス(面)を作成することにより、3次元表示が可能となる。

2-2-1 SeaDAS の海底データを利用

(1) SeaDAS によるデータセットの抽出

- ① 2-1-3 節に示すように SeaDAS を利用し、任意の海域の海底地形を表示する。
- ② 課題 1 の (7) と同様に任意の海域の海底地形を [SeaDAS Mapped] の hdf データとして出力する。ここでは、北緯 34 度から 37 度、統計 138 度から 142 度までを、240 カラム×180 ラインの SeaDAS Mapped データとして、〈BATHY_240x180KC_mapped. hdf〉のファイルに出力した。

(2) MultiSpec による GeoTiff への変換

- ① MultiSpec を立ち上げ、[File] > [Open] から (1) の 〈BATHY_240x180KC_mapped. hdf〉を選択し、デフォルトの条件で表示する。
- ② SeaDAS Mapped の HDF データは、座標情報をもつが、SeaDAS 以外のソフトウェアと互換性をもたないため、MultiSpec の編集機能を利用し、座標情報を付加する。[Edit] > [Image Map Parameter] から **【Set Map Coordinate Specifications】** の座標・投影情報入力のウィンドウを開く。

設定値は、図 2-16 に示すように、次の値を入力する。

- Units(単位) : decimal degree (10 進度数)
- X map coordinate for center of upper left pixel (左上 X 座標) : 138 (度)
- Y map coordinate for center of upper left pixel (左上 Y 座標) : 37 (度)

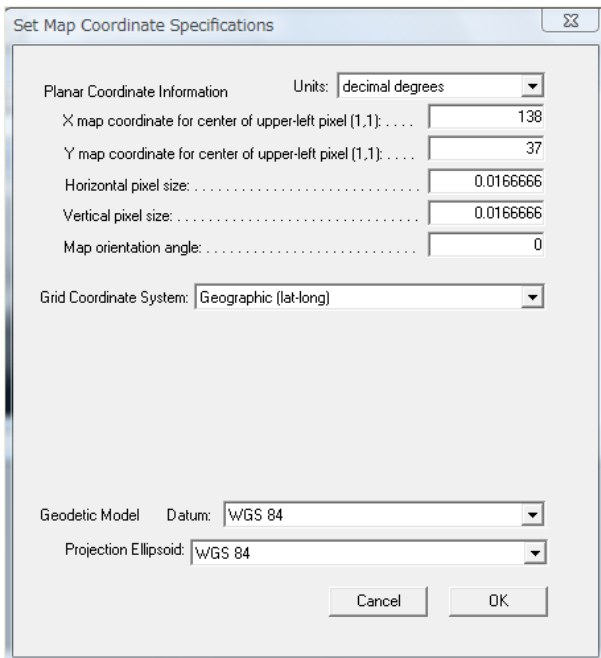


図 2-16 投影座標系の入力

- Horizontal pixel size(水平ピクセルサイズ) : 0.0166666(度)
- Vertical pixel size(垂直ピクセルサイズ) : 0.0166666(度)
- Map coordinate angle(地図座標傾き) : 0(度)
- Grid Coordinate System(座標システム) : Geographics(lat, long)(地理緯度)
- Geodetic Method Datum(測地系) : WGS 84
- Projection Ellipsoid(投影楕円体) : WGS 84

③ GeoTiff フォーマットへの出力

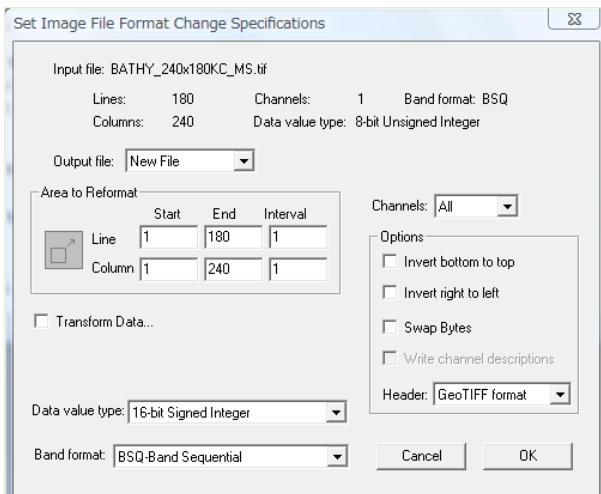


図 2-17 フォーマット変更設定ウインドウ

- [Processor]>[Reformat]>[Change Image File Format]を選択する。図 2-17 に示すように、【フォーマット変更設定】ウインドウにおいて、次の項目を設定する。
- Header(ヘッダー) : GeoTIFF
- その他は、デフォルトでよい。
- パラメータの中で注目する点は、[Data value type(データ値タイプ)]が 16 ビットになっている点である。水深を表すため、±32768 を表示可能な 2 バイト整数である。

ファイル名を〈BATHY_240x180KC_MS.tif〉として保存すること。

(3) ArcMAPによるMultiSpecデータの表示

ArcMAPを立ち上げ、[データ追加]のアイコンをクリックし、(2)で用意したファイル〈BATHY_240x180KC_MS.tif〉を選択し、表示する。図2-18は、水深の図の上に、都道府県単位の行政界のポリゴンデータ〈GMJ-PrefTUIS¥AllJapanPrefTUIS.shp〉を重ね合わせ表示したものである。

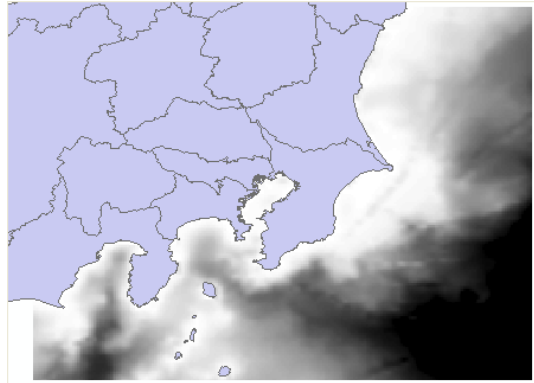


図 2-18 水深データと都道府県別行政界図

(4) ArcMAPによるラスターからサーフェイス作成

ArcMAPの[ArcToolbox(ツールボックス)]を開き、[3D Analyst(3次元解析)ツール]>[変換]>[ラスターから変換]>[ラスター→TIN]を選択する。このTINは、不規則三角形ネットワーク(Triangle Irregular Network)の意味で、水深あるいは標高の異なる座標の間を、三角形で面(サーフェイス)を作る機能である。

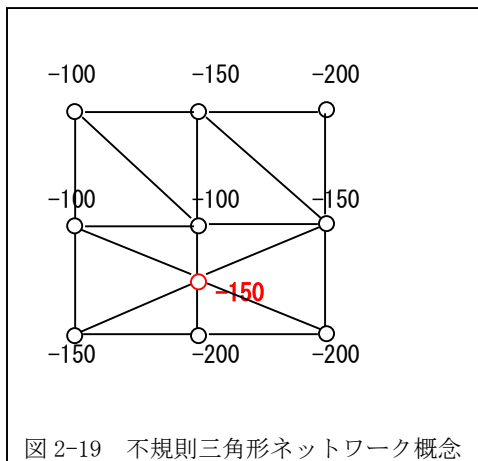


図 2-19 不規則三角形ネットワーク概念

図2-19に示すように、入力ピクセルが与えられた時、面(サーフェイス)を作るため、ピクセル間を直線により接続する。各ピクセルに仮想の水深を付加した。-100mの等深線を結ぶと、左上にひとつの三角形が作られる。-100mの平らな面である。続いて、-150mのポイントを結ぶと、中央下側の-100mと-200mを結ぶ中間に-150mのポイントを置き、等深線を形成する。さらに、水深の異なるピクセル間を結ぶことにより、斜面が形成される。このように、対象域を面として表すため

のひとつの手法が不規則三角形ネットワーク(TIN)である。

ラスターは走査線データであり、ピクセル間に隙間はないが、間隔を拡大し、サーフェイス(面)を形成する。

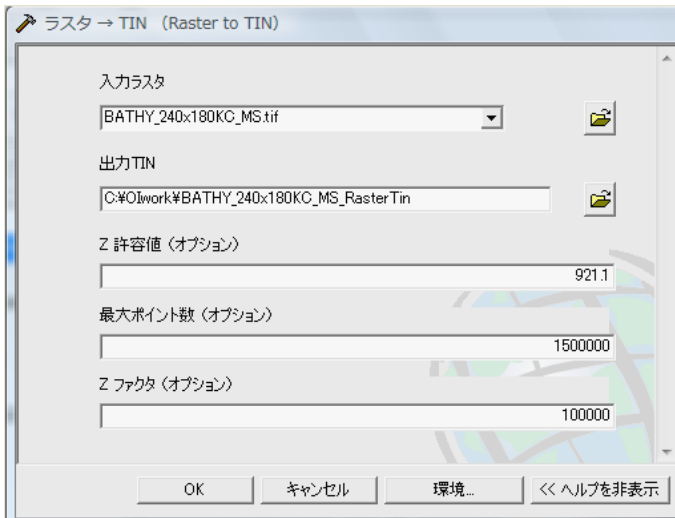


図 2-20 ラスター→TIN 設定ウインドウ

図 2-20 に【ラスター→TIN】の設定ウインドウを示す。

- ・入力ラスターは、ArcMAP 上に表示した

(BATHY_240x180KC_MS.tif) のレイヤーを選択する。

- ・出力 TIN は自動的に決定される。ひとつのレイヤーとして表示されるとともに、ひとつのフォルダとして出力される。デフォルト値とする。

- ・Z 許容値は、水深差を 1/10

した値が表示される。デフォルト値とする。

- ・最大ポイント数は、デフォルトで 1,500,000 個と表示されるが、ラスターが大きい場合はこの数を増やす。

- ・Z ファクタは、Z 軸方向の距離を水平方向の距離と合わせるための係数である。たとえば、水深 9211m までのデータに 100000 の Z ファクタをかけることによって、921100000m の Z 軸方向の空間が作られる。実際には、Z ファクタを大きくすることにより、等深面の数を増やす結果となり、多くの三角形により滑らかなサーフェイス(面)を作ることができる。

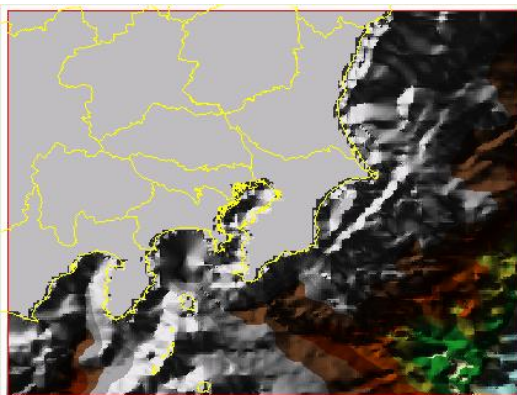


図 2-21 TIN により作成された水深図

図 2-21 に、TIN により作成されたサーフェイス面の図を示す。

Z ファクタの設定によりサーフェイスの滑らかさが変化する。

(5) ArcScene による 3 次元表示

ArcScene を立ち上げ、[データ追加]アイコンをクリックし、
 〈BATHY_240X180KC_MS_RasterTin〉と都道府県単位の行政界のポリゴンデータである〈GMJ-PrefTUIS¥AllJapanPrefTUIS.shp〉を追加する。この結果、図 2-22 に示すように、水深方向に長く伸びた立体画像が表示される。これは、前段において設定した Z ファクタにより拡大された水

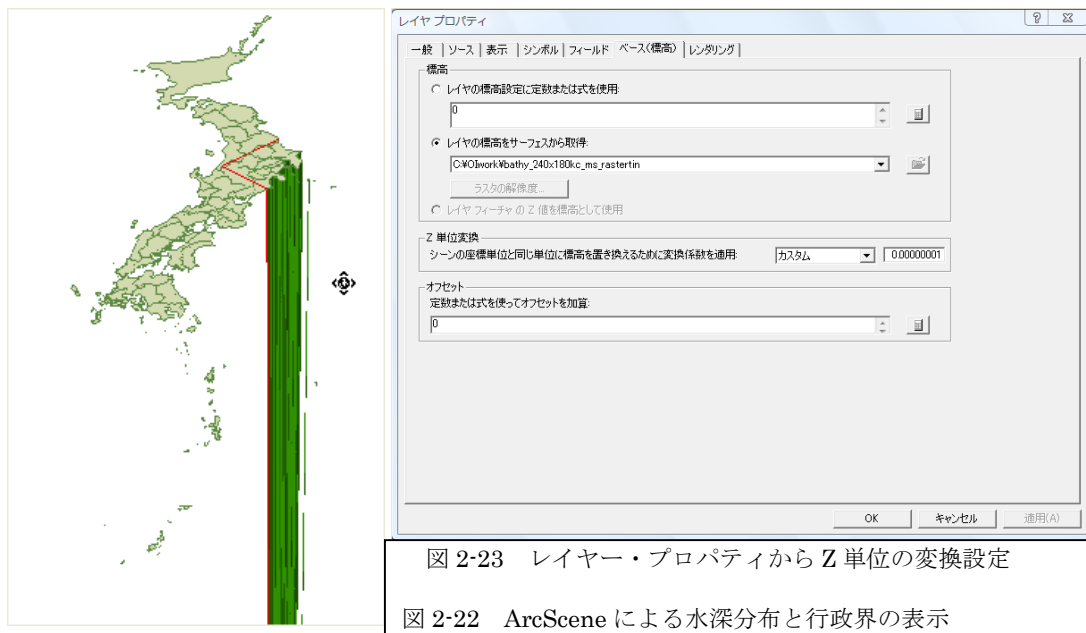


図 2-23 レイヤー・プロパティから Z 単位の変換設定

図 2-22 ArcScene による水深分布と行政界の表示

深によるものである。

ここでは、TIN による 3 次元構造を作成する段階において、Z ファクタを 100000 としているため、921100000m の空間を再現しようとしている。3 次元表示における水深方向の表現は、見かけ上、水深が適切に表現されればよい。図 2-23 の[Z 単位変換]を[カスタム]とし、

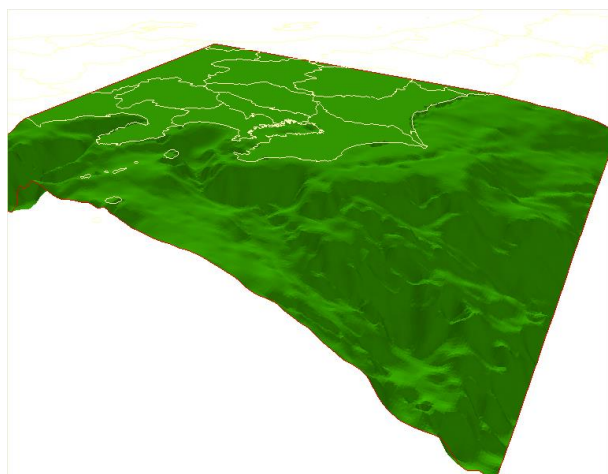


図 2-24 関東周辺海域の水深分布 3 次元表示

[0.000000001]とする。この結果、図 2-24 に示すように、関東を中心とする周辺海域の水深図が示される。

ここでは、行政界データの塗りつぶし色をなしとした。また、行政界の【レイヤープロパティ】から【ベース(標高)】のタブにおいて、[レイヤーの標高設定に定数または式を使用]の値を「0」とした。

2-2-2 USGS の 2 分刻みの標高・水深データを利用（課題）

(1) データセットの用意

ここでは、USGS(米国地質調査所)から公開されている 2 分刻み(約 3km)の標高・水深データを利用し、陸上の標高と海底地形を表示する。海底地形部分に関しては、SeaDAS から抽出する海底地形と同等の解像度をもつ。サンプルファイルとして、関東地方を中心に、北緯 34 度から 37 度、東経 138 度から 142 度の領域を抽出した Imagine IMG フォーマットのラスターデータ〈ETOP02USGS2_KC.img〉のファイル及び行政界データ(AllJapanPrefTUIS.shp)を用意した。教材フォルダ(Y:)から、BathyData をフォルダごと、D: ¥TEMP へコピーする。

(2) ArcMAP によるラスターからサーフェイス作成

ArcMAP を立ち上げ、[データの追加]から、D: ¥TEMP ¥BathyData の〈ETOP02USGS2_KC.img〉のファイルを選択する。図 2-25 は、都道府県単位の行政界のポリゴンデータ

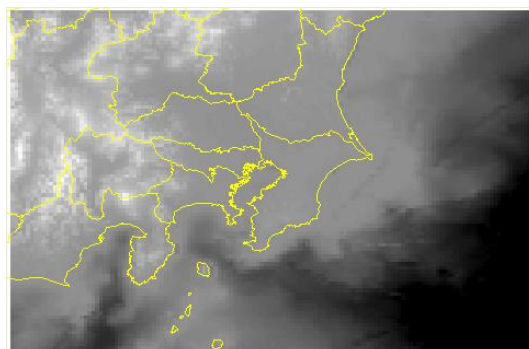
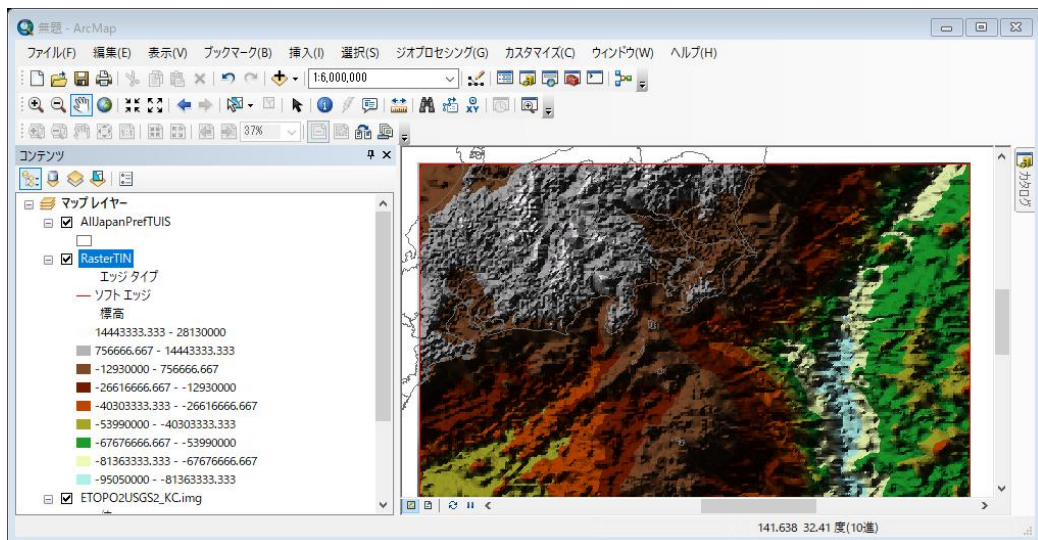
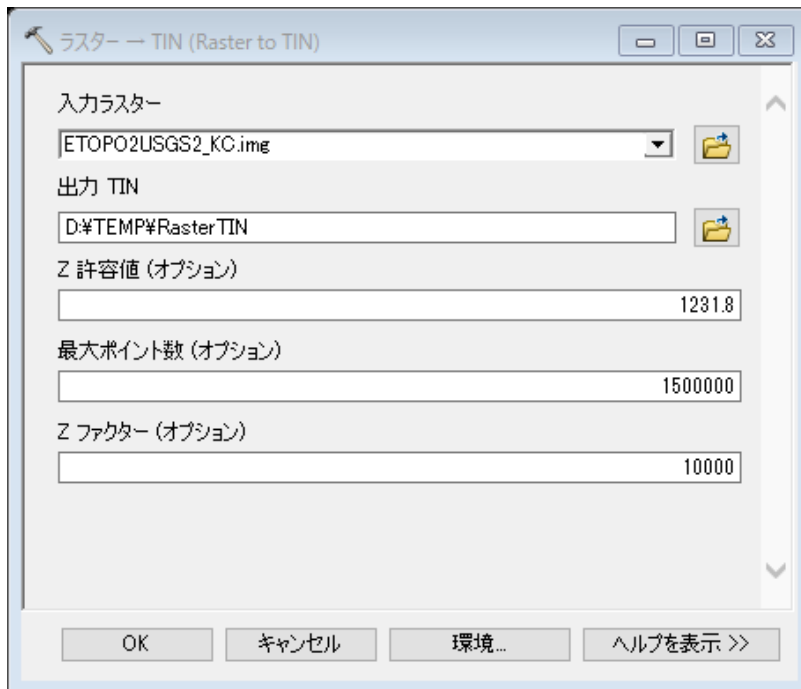


図 2-25 USGS2 分刻みデータの表示例

〈GMJTUIS ¥AllJapanPrefTUIS.shp〉を追加した表示例である。

前節と同様に、ArcMAP の [ArcToolbox(ツールボックス)] を開き、[3D Analyst(3次元解析)ツール] > [変換] > [ラスターから変換] > [ラスター→TIN] を選択する。図 2-26 に示すように、【ラスター→TIN】のウインドウにおいて、[入力ラスター]を表示されているレイヤーから選択すると、[出力 TIN]のファイル名、[Z 許容値]の、[最大ポイント数]が自動的に与えられる。これらの内、Z 許容値の 1234.1 は、最大標高の 3100m と最大水深の 9200m を加えて、1/10 した値である。[Z ファクタ]は、10000 とする。Z ファクタ値が小さいと、微小な標高変化が表示されない。

この結果、図 2-27 に示すように、TIN により構成される新しいレイヤーが表示され、《RasterTIN》のフォルダが作成される。



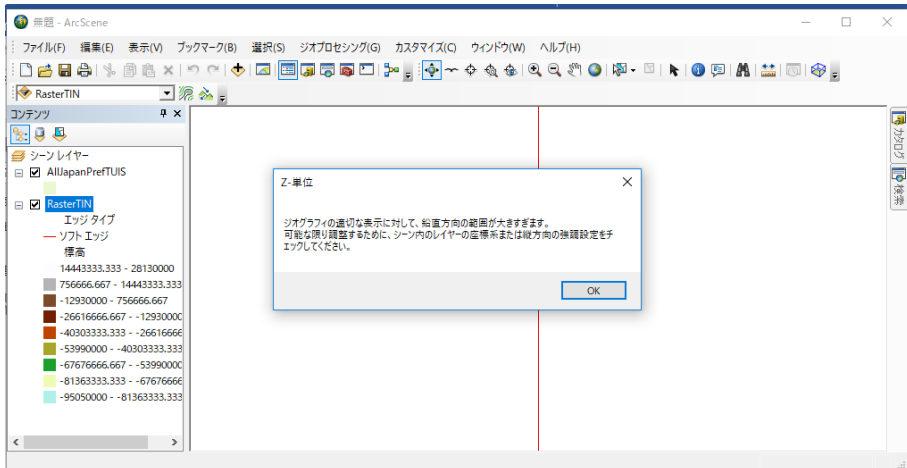
(5) ArcScene による 3 次元表示

ArcGIS のグループから ArcScene を立ち上げ、[データ追加]アイコンをクリックし、D:\TEMP の〈RasterTIN〉と都道府県単位の行政界のポリゴンデータである〈AllJapanPrefTUIS.shp〉を追加する。

この結果を確認するため、全体表示をクリックすると、次のようにエラーメッセージが表示される。これは、Z方向の解像度を上げるために10,000倍したことによるものである。

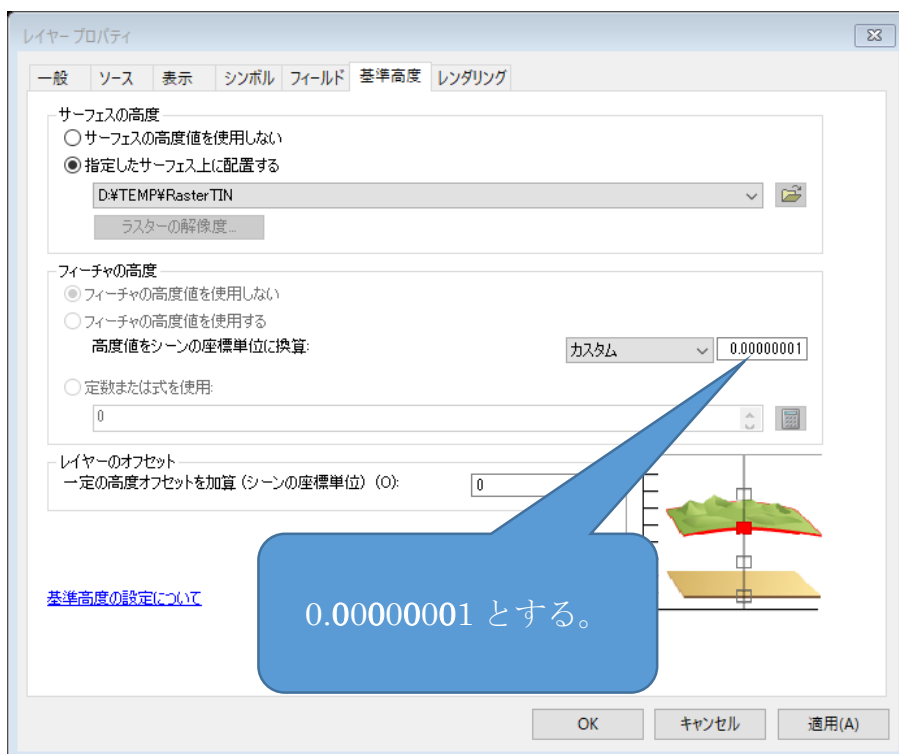


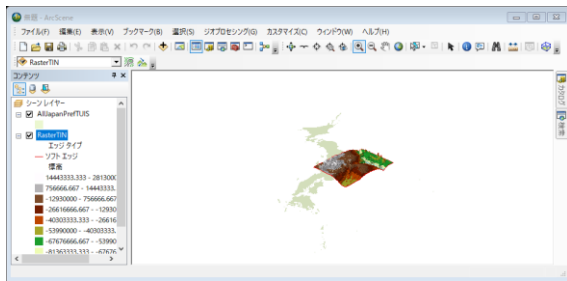
地球儀=全体表示



① Zファクタ

【レイヤープロパティ】から【ベース(標高)】タブを選択し、[Z単位変換]の値を「0.0000001」とする。この大きさは、適宜選択し、見やすい3次元表示とする。

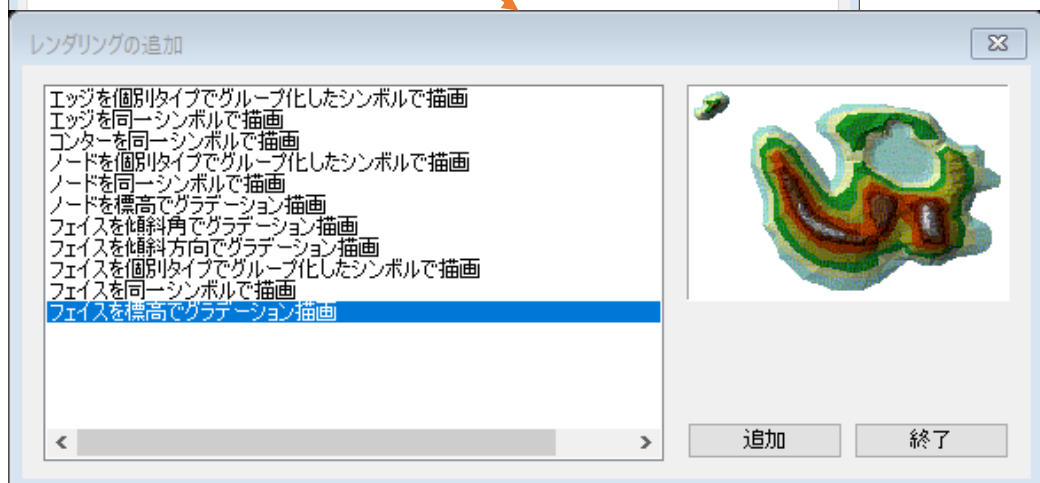
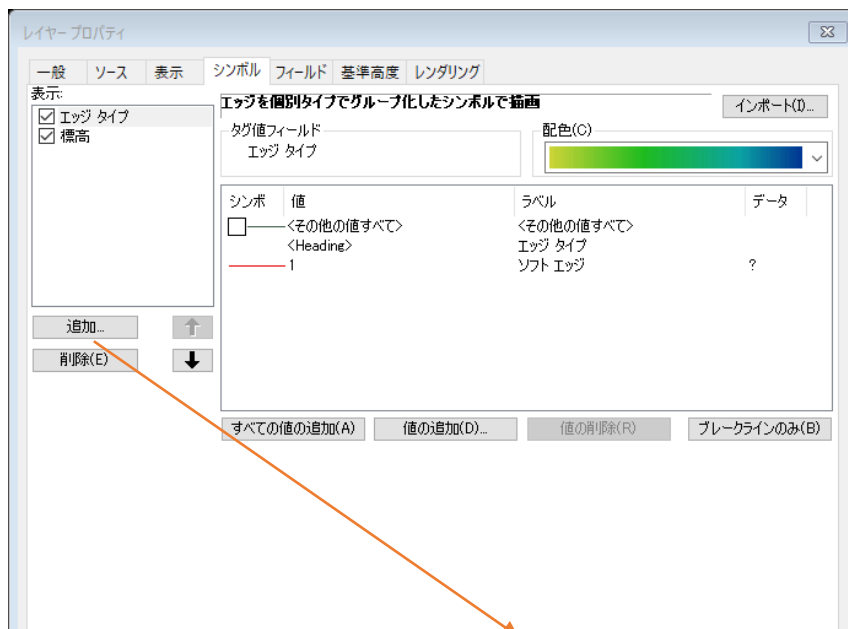




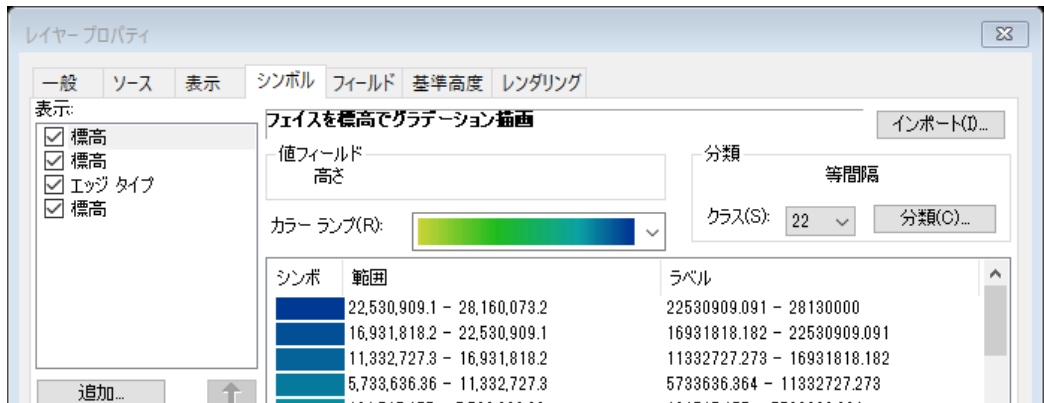
全体表示。

② 水深と標高別のカラー表示

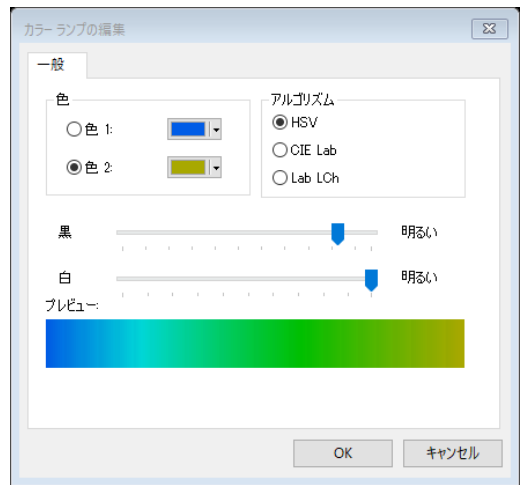
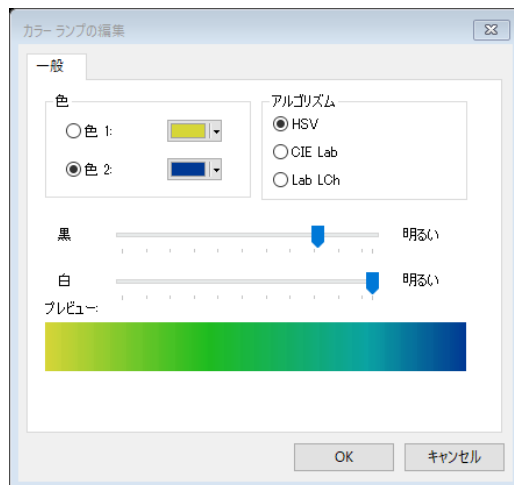
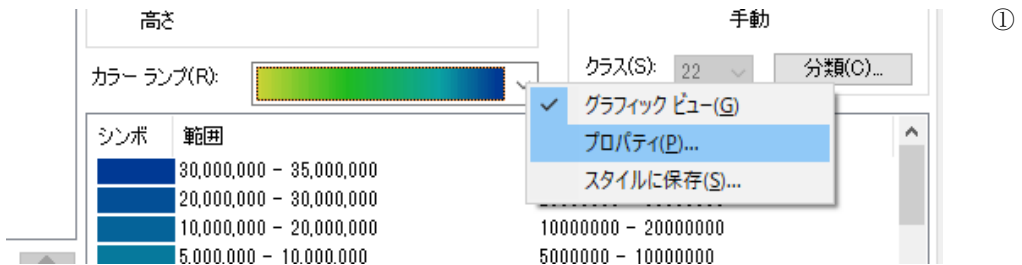
【レイヤープロパティ】から【シンボル】タブを選択し、[表示]のオプションにおいて、[追加]のアイコンをクリックし、図 2-28 に表示される【レンダリングの追加】から[フェイスを標高でグラデーション描画]を選択し、[追加]



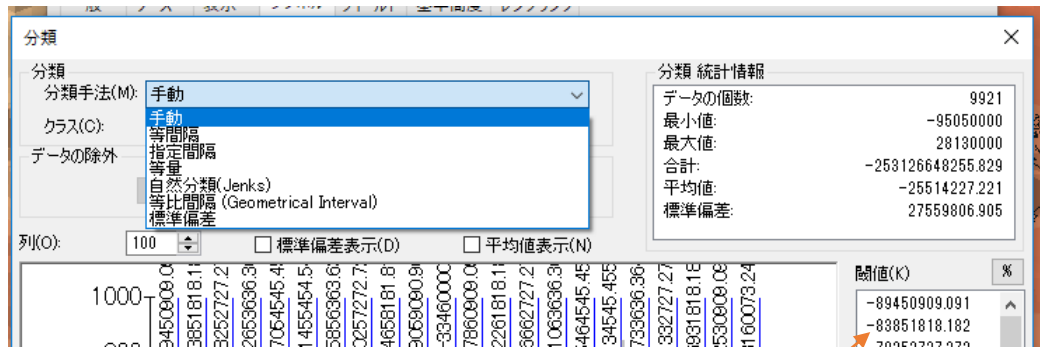
同じく、【シンボル】のタブにおいて、[カラーランプ]を「黄緑から青」を選択する。分類において、クラス数を22とし、「分類」をクリックする。



カラーバーを次のように反転する。右クリックし、プロパティから、

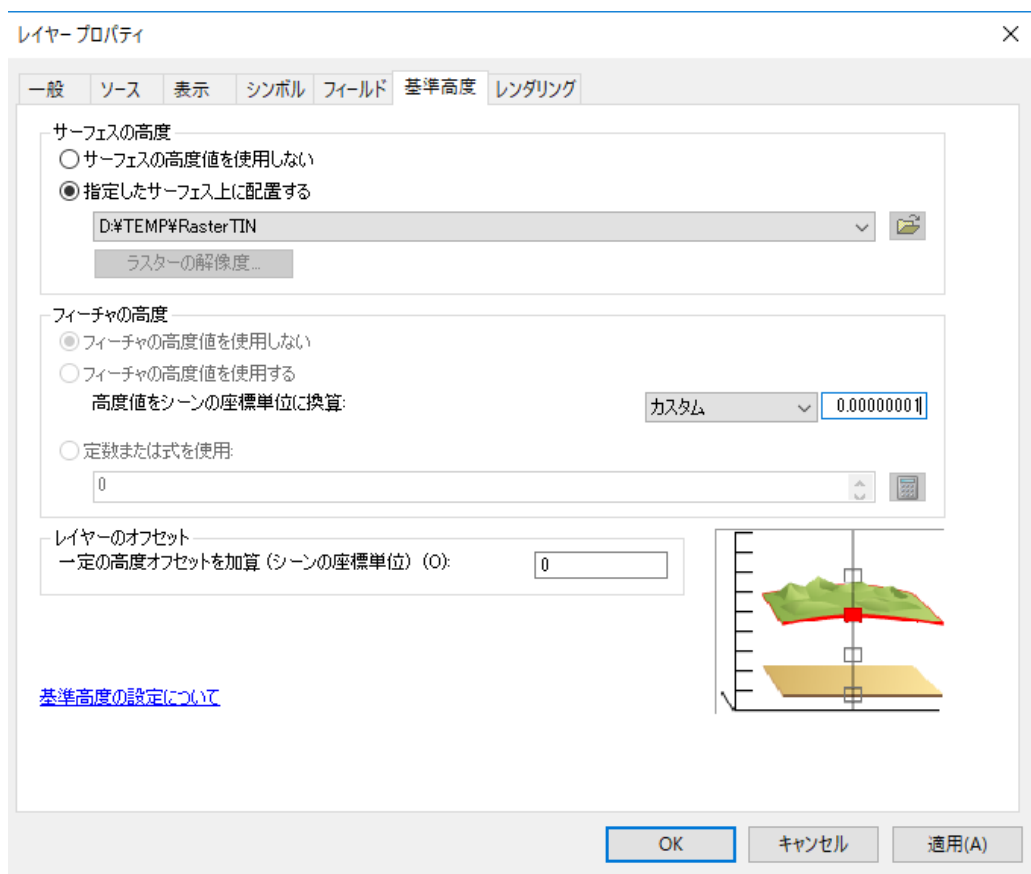
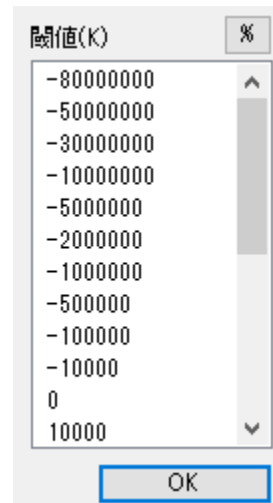


分類手法を「手動」とし、閾値を次のように変更する。



1	-80000000	<<<	-8000m x 10000	13	100000	<<<	10m
2	-50000000	<<<	-5000m x 10000	14	200000	<<<	20m x 10000
3	-30000000	<<<	-3000m	15	500000	<<<	50m x 10000
4	-10000000	<<<	-1000m	16	1000000	<<<	100m x 10000
5	-5000000	<<<	-500m	17	2000000	<<<	200m x 10000
6	-2000000	<<<	-200m	18	5000000	<<<	500m x 10000
7	-1000000	<<<	-100m	19	10000000	<<<	1000m x 10000
8	-500000	<<<	-50m	20	20000000	<<<	2000m x 10000
9	-100000	<<<	-10m	21	30000000	<<<	3000m x 10000
10	-10000	<<<	-1m	22	35000000	<<<	3500m x 10000
11	0	<<<	0m				
12	10000	<<<	1m				

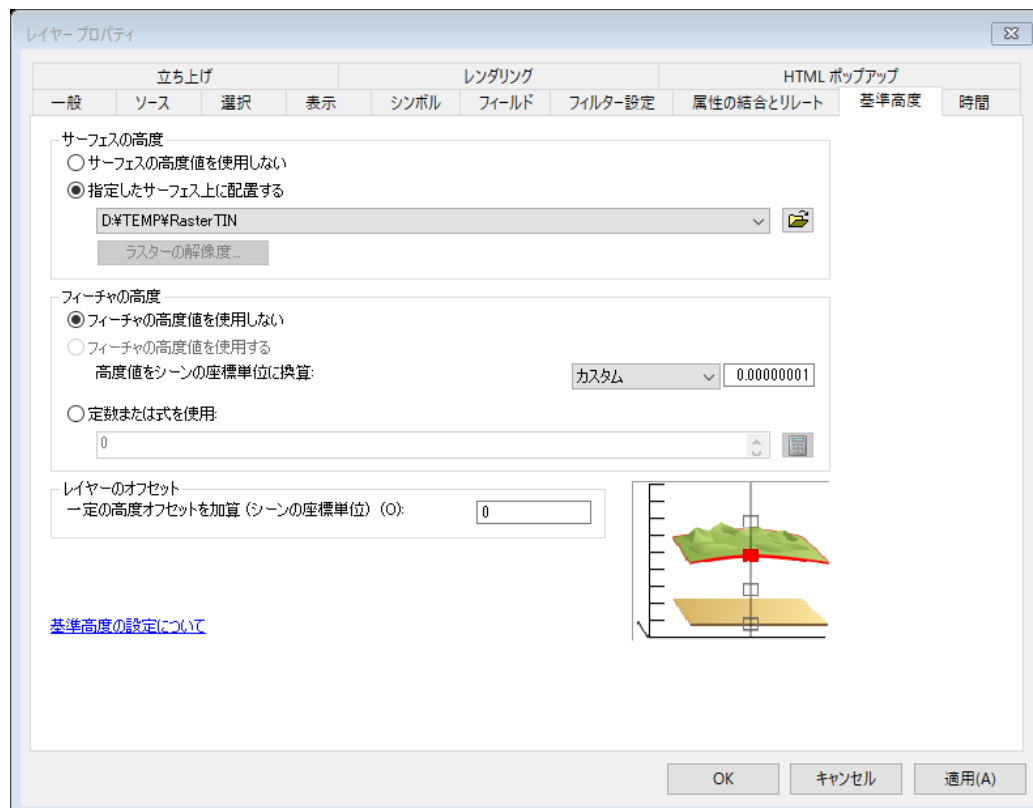
この例では、水深-8000mに対して、(4)のサーフェイス TIN 作成の際に設定した「Z ファクタ」である 10000 をかけた-80000000 とする。



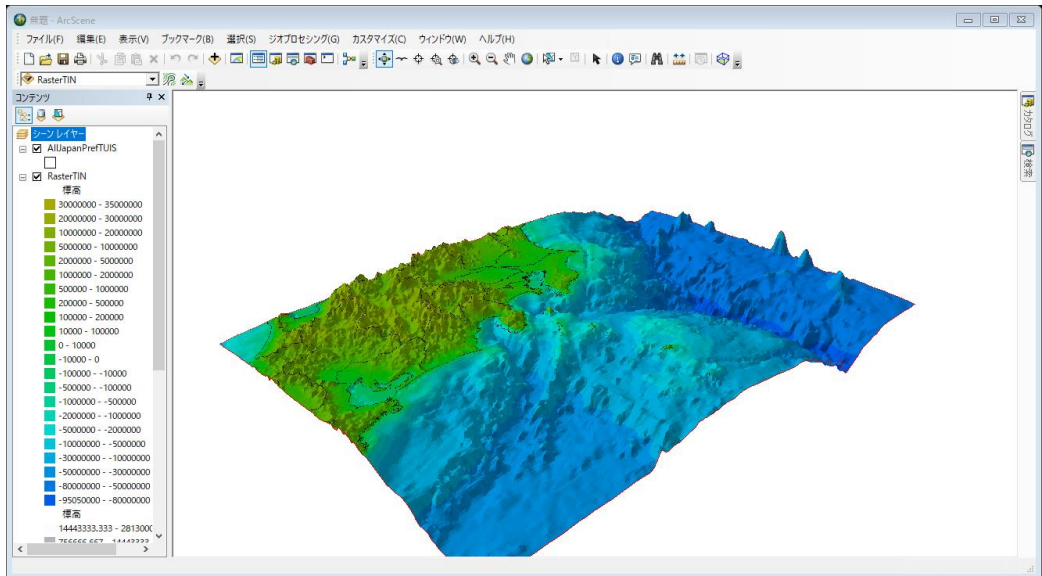
基準高度のフィーチャの高度を 0.00000001 とする。

③ 行政界の表示面

都道府県単位の行政界のポリゴンは、デフォルトの状態では、標高 0m 高さに表示され、一部が山の下になり、隠れてしまう。このため、図 2-31 に示すように、行政界の【レイヤープロパティ】の【基準高度】タブから、[サーフェスの高度]を[指定したサーフェス上に配置する]を選択する。また、[Z 単位変換]のスケールを[0.00000001]として、前段の標高と合わせる。



この結果、図 2-32 に示すように、関東地方を中心とした近県の標高と、近海の水深分布の 3 次元表示画像が得られる。



任意の位置に回転し、fn キーと prt sc キーを同時に押し、パワーポイントへ貼り付け、提出する。

房総半島沖合から見た関東地方と富士山

学籍番号 氏名

2-2-3 USGS の 30 秒刻みの標高データを利用

ここでは、USGS(米国地質調査所)から公開されている 30 秒刻み(約 1km)の標高のみのデータを利用し、標高データを 3 次元表示する。方法は、2-2-2 と同じである。

(1) データセット

関東地方を中心に、北緯 34 度から 37 度、東経 138 度から 142 度の領域を抽出した Iimage IMG フォーマットのラスターデータ〈GTOPO30USGS2_KC.img〉のファイルを用意した。

(2) ArcMAP によるラスターからサーフェイス作成

2-2-2 と同様に、ArcMAP の [ArcToolBox(ツールボックス)] の [3D-Analyst(3 次元解析)ツール] から、[ラスター→TIN]の機能を利用し、3 次元表示のための不規則三角形ネットワーク (TIN)によるサーフェイス(面)データを作成する。[Z ファクタ]を 10000 とする。

この結果、《GTOPO30USGS2_KC_RasterTin》のフォルダとサーフェイスデータが作成される。

(3) ArcScene による 3 次元表示

図 2-33 に 3 次元表示の例を示す。凡例は最大標高の値が 36000000 となっているのは、3600m を Z ファクタにより 10000 倍しているためである。この図の Z 単位変換は、0.00000001 とした。任意の配色と、任意の角度から表示してみよう。

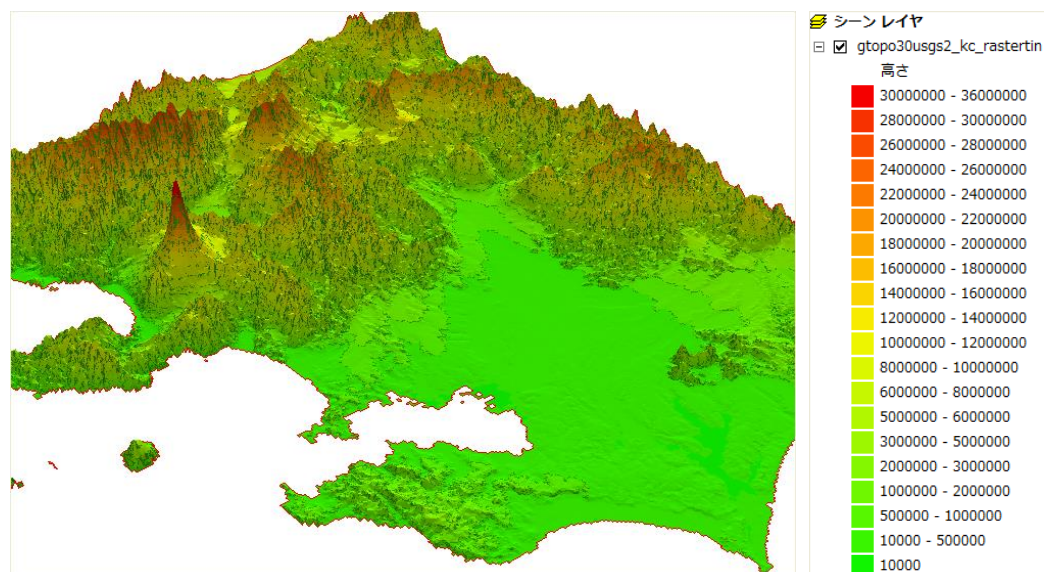


図 2-33 USGS-GTOPO30 の 3 次元表示例 (30 秒刻み(約 1km)の標高データ)

2-2-4 国土数値情報

ここでは、国土地理院が作成し、市販されている「数値地図 50m メッシュ (標高)」を例にあげ、ArcMAP による処理と、ArcScene による 3 次元表示方法について説明する。

数値地図 50m メッシュは、1/25,000 の地形図から求めた数値標高モデル (Digital Elevation Model) である。1/25,000 の地形図を緯度、経度方向に 200 等分し、各座標点の標高を与える。各座標点の間隔は 50m である。

(1) ArcMAP による読み込み

[表示] > [ツールバー] > [国内データ変換ツール] の選択により、ArcMAP のツールの一つとして、[国内データ変換ツール] が利用可能となる。[国内データ変換ツール] から [数値地図データ変換ツール] を選択し、[数値地図 50m メッシュ (標高)] を選択する。【数値地図フォルダの設定】のウィンドウが開くので、3 次元表示の対象となるメッシュファイルを指定する。メッシュファイルは、図 2-34 に示すように、1/25,000 の地形図単位にファイルとなっている。

	A	B
1	メッシュコード	図名
2314	534020	五井
2315	534021	蘇我
2316	534022	東金
2317	534023	上総片貝
2318	534024	木戸
2319	534030	千葉西部
2320	534031	千葉東部
2321	534032	八街
2322	534033	成東
2323	534034	木戸
2324	534040	習志野
2325	534041	佐倉

図 2-34 数値地図 50m メッシュ (標高) データのメッシュコードと図名

一つのファイルは、約 40000 個の座標点から構成される。複数のファイルをまとめて処理可能であるが、場合によっては、コンピュータに極端な負荷をかけることがあるので、メッシュコードにより示される領域単位で処理し、目的に応じた使い方を選択する。

ここでは、東京情報大学の含まれる千葉東部 (534031) の処理を例にあげる。図 2-35 に示すように、

① フォルダの指定：メッシュコードの上位 4 桁がフォルダ名に相当する。ここでは、《5340》のフォルダを指定する。

② ファイルの指

定：【数値地図 50m メッシュ (標高)】のウィンドウにおいて、千葉東部 (534031) を選択し、[追加] キーをクリックすると、右側のウィンドウに千葉東部のファイルが移動する。出力フォルダを

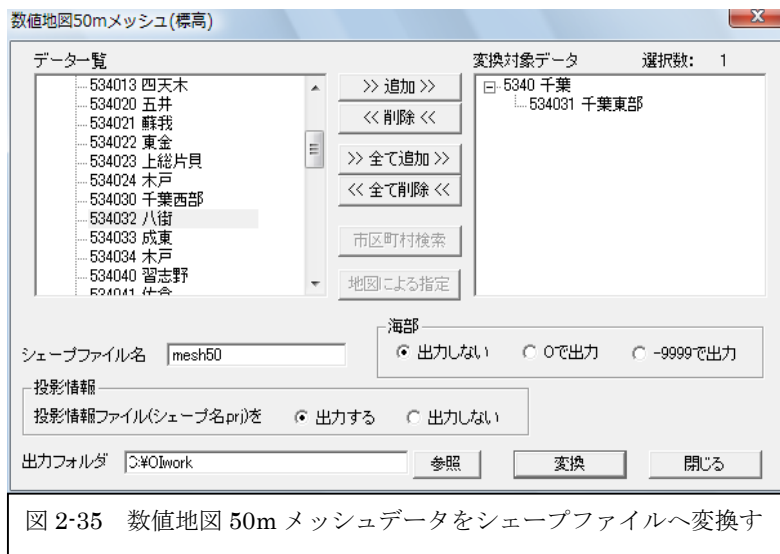


図 2-35 数値地図 50m メッシュデータをシェープファイルへ変換す

《C:\¥OIwork》とする。

[変換]キーをクリックする。〈mesh50.shp〉としてシェープファイルが作成される。

(2) ArcMAPによるメッシュデータの表示

[データの追加]アイコンをクリックし、《C:\¥OIwork》の〈mesh50.shp〉を選択すると、図 2-36 に示すように、千葉東部のメッシュデータが表示される。東京情報大学付近を拡大表示すると、図 2-37 に示すように、50m 間隔のメッシュ(ポイント)データから構成されることが分かる。

2-2-1 から 2-2-3 まで扱ったラスタデータと異なり、50m 間隔のポイントデータであることが分かる。

メッシュデータから 3 次元表示のためのサーフェイスを作成する方法がいくつか提供されている。

- ・ メッシュデータ→ラスタデータ→サーフェイスデータ
- ・ メッシュデータ→サーフェイスデータ

と変換する方法であり、特に、メッシュデータからサーフェイスデータを構築する方法では、メッシュ(ポイント)間の補間方法が複数方法用意されている。

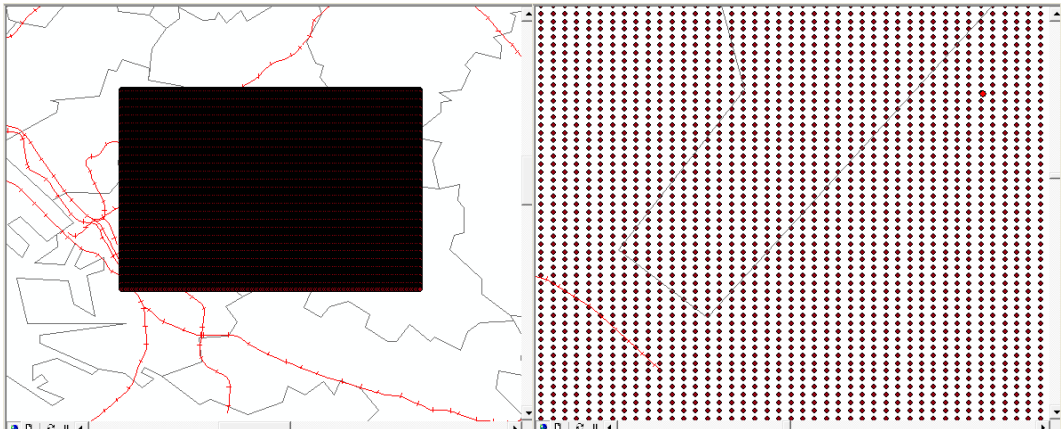


図 2-36 千葉東部のメッシュデータ

図 2-37 東京情報大学付近の拡大図

(3) メッシュデータ(ポイントデータ)からラスタデータの作成

ここでは、メッシュデータから直接サーフェイスデータを作成する。この方法は、均質に分布しないポイントデータにも適用可能である。

[ArcTool] > [Spatial Analyst(空間解析)ツール] > [内挿] > [IDW]を選択する。IDW(Inverse Distance Weighted Technique)は、距離の逆数で重み付けし、ポイントとポイントの間を補間し、内挿する方法である。

図 2-37 に示すように、【IDW】の設定ウインドウにおいて、[入力ポイントフィーチャ]に、〈mesh50〉のレイヤーを選択する。[Z 値フィールド]には標高データのレコードである「ELEV」が、[出力ラスタ]には《Idw_mesh50》のフォルダが、[出力セルサイズ]には約 30m に相当する「0.000333」度が、[乗数]には距離の乗数により自由度を設定するための定数が、[検索半径]には補間対象のポイントの個数が、それぞれ設定される。

この結果、図 2-38 に示すように、IDW(距離逆関数重みづけ)により内挿されたレイヤーが表示される。同時に、《Idw_mesh50》のフォルダが作成され、3次元表示のためのデータが収納される。

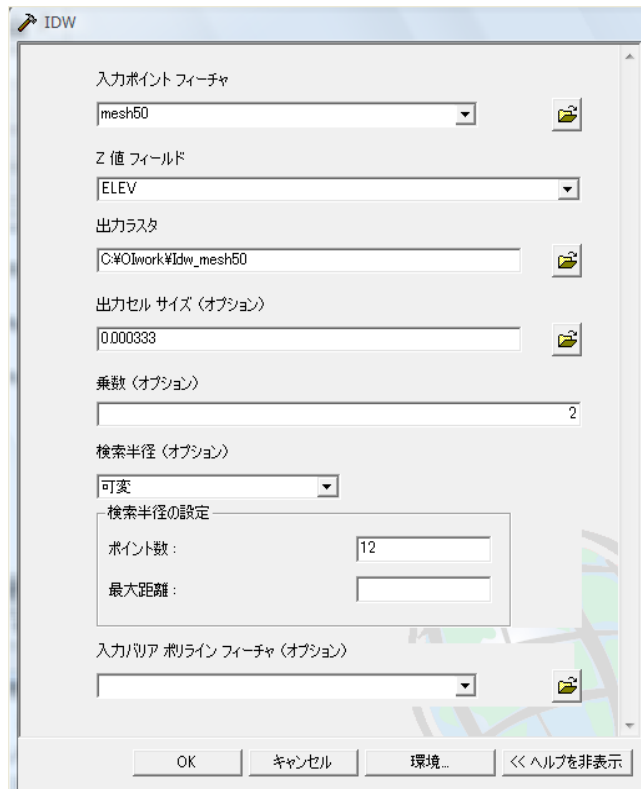


図 2-37 IDW 設定ウインドウ

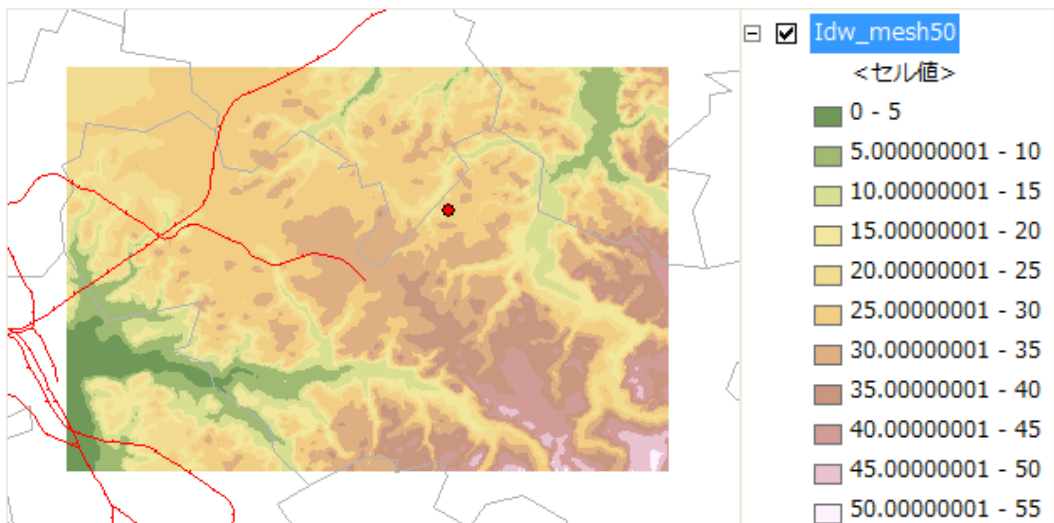


図 2-38 IDW により内挿されたサーフェイス

(4) AcrScene による 3 次元表示

[データの追加] から《Idw_mesh50》を選択する。【レイヤープロパティ】の【ベース(標高)】において、

- ① [レイヤーの標高をサーフェイスから取得]を選択し、
- ② [Z変換単位]を「0.0001」とする。

【レイヤープロパティ】の【シンボル】において、図 2-39 に示すように、

- ③ [表示]を[分類]とし、
- ④ [分類]から[分類(Y)]を選択し、分類値を 5m 単位に設定する。

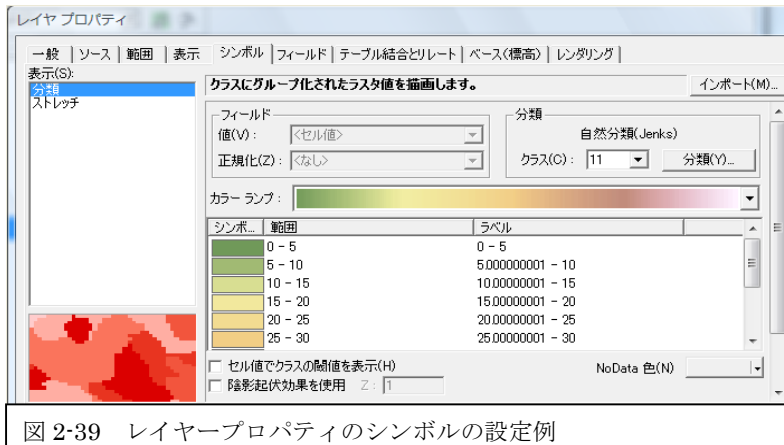


図 2-39 レイヤープロパティのシンボルの設定例

[データの追加]から、千葉県行政界のポリゴンデータ〈GMJ-TUIS¥ChibaTUIS¥ChibaPolygon.shp〉と千葉県の鉄道のラインデータ〈GMJ-TUIS¥ChibaTUIS¥ChibaRailRoad.shp〉を追加する。それぞれ、【レイヤープロパティ】の【ベース(標高)】において、

- ⑤ [レイヤーの標高をサーフェイスから取得]とし、
- ⑥ [Z単位変換]を 0.0001 とする。起伏を大きくするとき、[Z単位変換]を変更する。

この結果、図 2-40 のように、数値地図 50m メッシュ(標高)の 3 次元表示が可能となる。行政界のポリゴンと鉄道のラインは、3 次元の標高データの面に配置される。

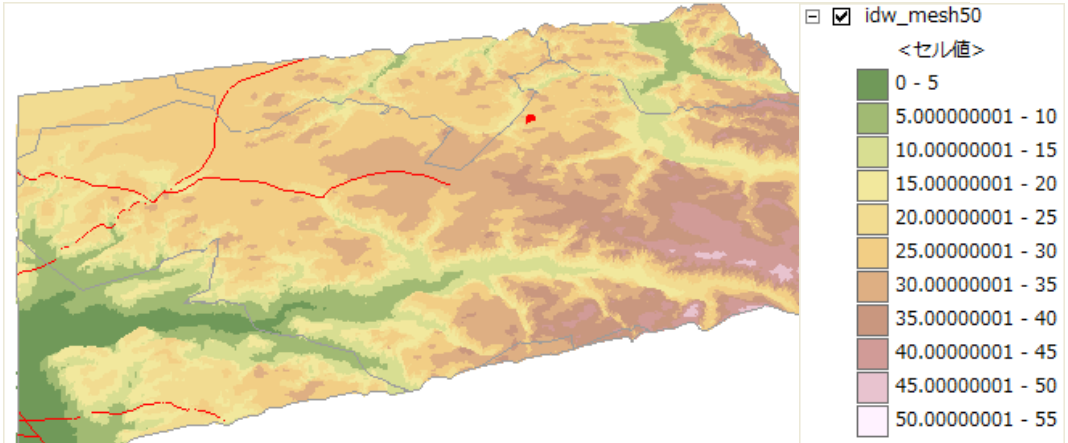


図 2-40 数値地図 50m メッシュ(標高)の千葉東部分の 3 次元表示例