

CSMapMaker1805

2018年5月5日大丸 裕武

CS立体図とは？

CS立体図は長野県の戸田堅一郎さんが考案した地形データの可視化技術です。最近、航空レーザー測量の普及によってきわめて解像度が高い地形データを入手できるようになりました。山の中の非常に細かい地形まで手に取るように見えるようになったのですが、それをうまく表現する図法が無いという問題がありました。ArcGISをはじめとして、多くのGISソフトには陰影図を作成するためのツールが準備されていますが、陰影図はどうしても陰になってしまう斜面の地形が見えにくくなるという欠点があります。アジア航測株式会社が考案した赤色立体図をはじめ、航測各社から陰の問題を克服した図法が提案されていますが、残念ながら図法の著作権があり、誰でも自由に作成ソフトを配布できるという状況にはありません。

この点、CS立体図は、作成方法が公開され作成ソフトも自由に配布できます。本ソフトはArcGISを用いて作成するものですが、その他にもQGIS用のプラグインも配布されています。また、ENVIで作成するツールも提供されています。個人や企業が独力で航空レーザー測量データの可視化をしたいと思った場合に、現状ではCS立体図を作ってみるというのが有力な方法だと思います。

本アプリケーションについて

本アプリケーションは長野県林業総合センターの戸田堅一郎の監修のもと、国立研究開発法人森林総合研究所の大丸裕武が開発しました。本アプリケーションはArcPyによって記述されています。ソースコードの意味については、ESRI社から出ているドキュメント等を参考にしてください。本アプリケーションの開発に際しては、ESRI Japan社の技術的助言を受けました。

本研究の開発には、平成26～28年度農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「安全な路網計画のための崩壊危険地ピンポイント抽出技術（課題番号26079C）」を使用しました。

このアプリケーション（スクリプト）の著作権は下記のクリエイティブ・コモンズ・ライセンス（表示・非営利・継承）によって保護されています。このアプリケーションを利用した事によるいかなる利益・損害にも作者は一切の責任を負いません。自己の責任の上で使用して下さい。



参考文献

CS立体図の原理や森林防災分野での利用法については下記の文献を参考にしてください。

- 1) 戸田堅一郎 (2014) 曲率と傾斜による立体図法（CS立体図）を用いた地形判読. 森林立地, 56(2), 75-79.
- 2) 長野県林務部・長野県森林整備加速化・林業再生協議会路網部会（2014）
「長野県型立体地形図＝C S 立体図」を用いた林内路網の路網配置検討手順
<http://www.rincon.or.jp/sinrinseibikasokukaringyosaiseikyogikai/>

本バージョンの特徴

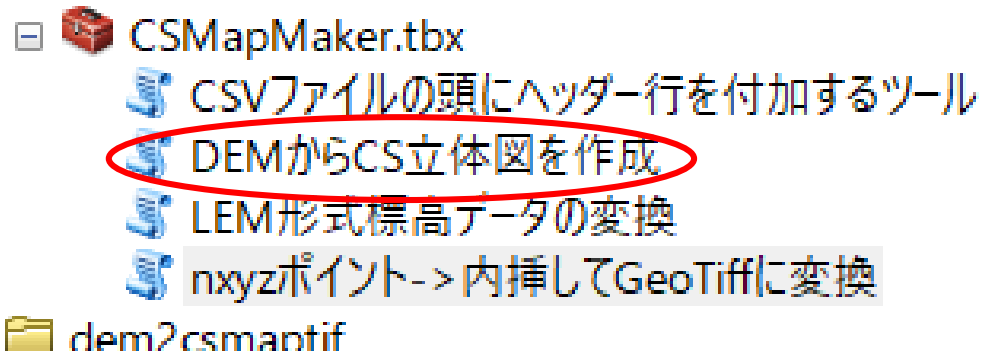
- 新たに、**lem**ファイルや**xyz**形式のファイルなどのテキストデータからラスタデータ（**GeoTIFF**）を作成するツールを準備しました。
- これによって、公共機関等から提供を受けた標高データからラスタデータを作成することが出来ます。
- データはもらったけど、ラスタデータの作り方がわからないという方の悩みを解決できればと思います。
- **CS**立体図を作成する機能は基本的に同じです

ArcCatalogで中を覗いてみましょう

CSMapMaker1805のフォルダーをArcCataloguで開くと下記のようなコンテンツが確認できます。

CSMapMaker.tbxという工具箱のようなアイコンがツールの本体です。”DEMからCS立体図を作成”と書いてあるのが、ツールの本体となるスクリプトです。

GeoTIFFなどのArcGISで利用可能なラスター形式などのデータがあれば、このツールだけでCS立体図を作成することが可能です。残りの3つの、スクリプトはデータを一般的なラスターデータが無く、標高に関するテキスト形式のファイルしか持っていない場合に、ラスターデータ（GeoTiff）を生成するためのスクリプトです。国内で流通している全てのテキスト形式の標高データに対応できているわけではありませんが、ひょっとして使えるかもしれないので必要に応じて試用してください。



起動してみましょう

さて、ここでは、**Geotiff**形式のラスターデータが入手出来ているものとします。**sample**というフォルダーに**testdem.tif**というお試し用のファイルがありますので、これを使って使用法を説明しましょう。

上で開いた、**CSMapMaker1805**のフォルダーの中の”**DEMからCS立体図を作成**”というスクリプトをクリックしてください。下記のようなウィンドウが現れます。なお、ディレクトリの情報はこのソフトを置いた場所や、各自の環境によって異なります。ここでは、**D:¥arcpy_work¥CSMaker1805**というフォルダーに展開してあります。

DEMからCS立体図を作成

DEMファイル

D:¥arcpy_work¥CSMaker1805¥sample¥dem¥testdem.tif

出力先フォルダー

D:¥arcpy_work¥CSMaker1805¥output

内挿用カーネルファイル

D:¥arcpy_work¥CSMaker1805¥kernel¥gaus2503.txt

色調情報フォルダー

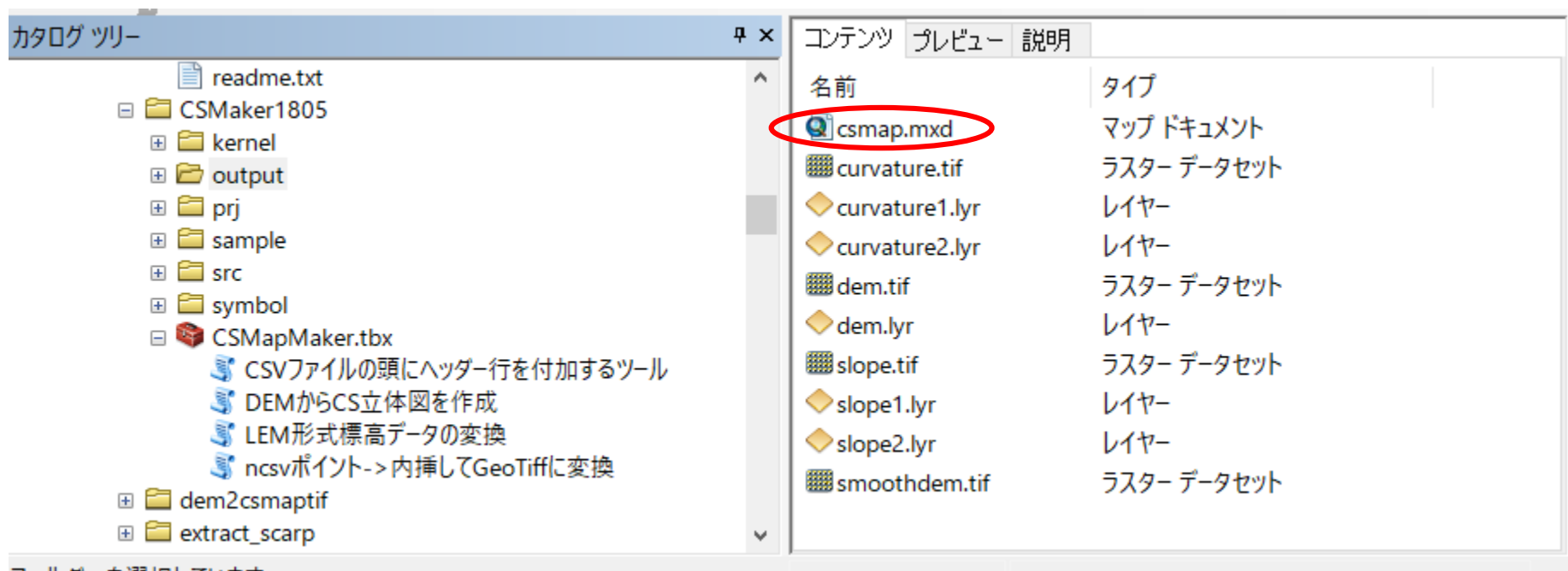
D:¥arcpy_work¥CSMaker1805¥symbol

☒ マップドキュメントの作成

一番上の**DEM**ファイルには **sample¥dem¥testdem.tif** を選択してください。出力先フォルダーは任意の空のフォルダーを指定してください。**CSMapMaked**で作成されるファイルの名前は決まっているので、同じものが出力先に入っているとエラーとなってしまいます。内挿用カーネルファイルは、**kernel**というフォルダーの、どれかを選択してください。これは**DEM**を平滑化するためのフィルターです。ここでは、**gaus2503.txt**というファイルを指定しています。全て設定したら**OK**を押してください。

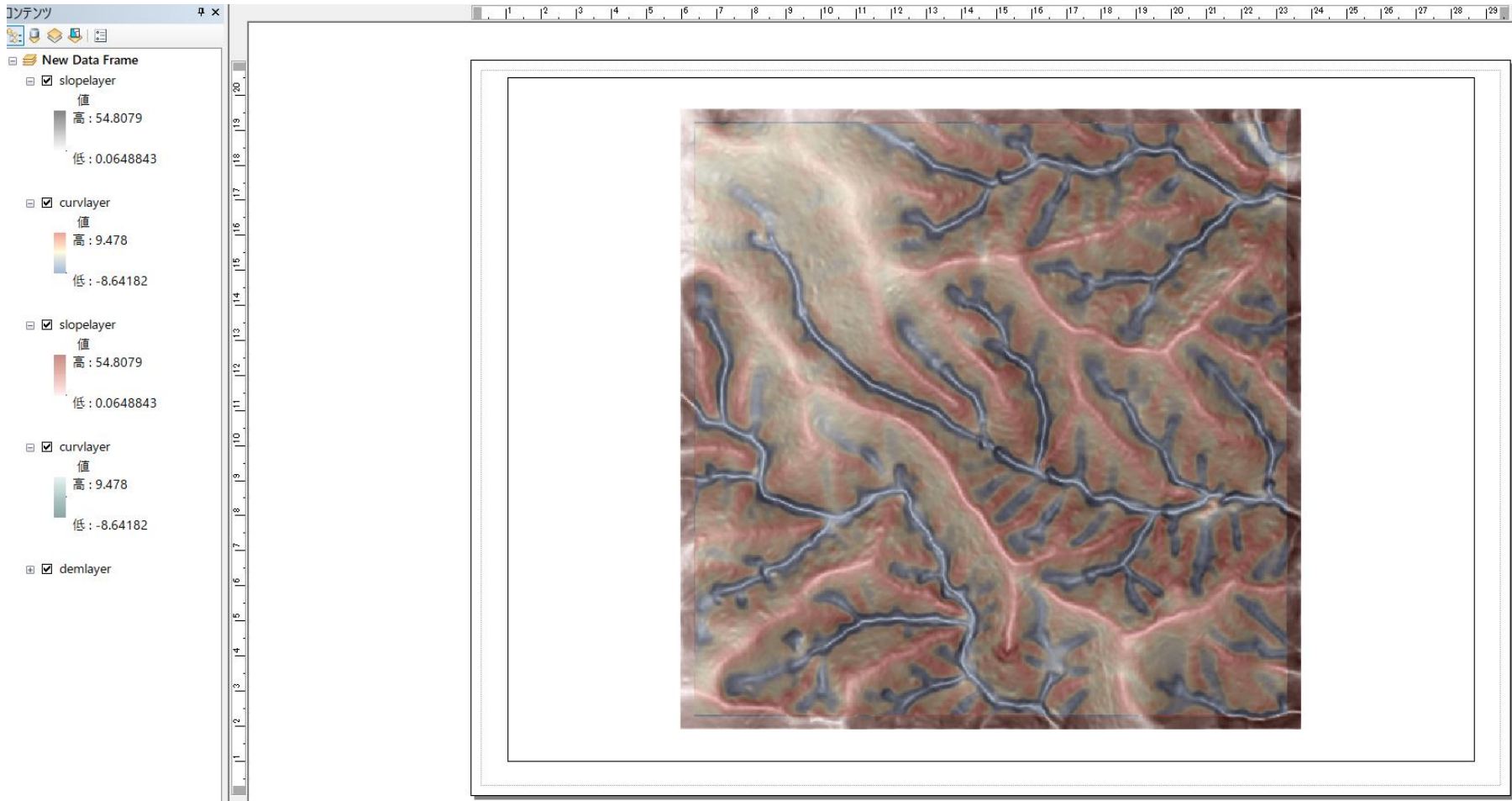
出来たかな？

出力先に指定したフォルダー（ここでは**output**）には、**CS立体図**を作成するためのパーツとなる、レイヤー群が出力されています。これらを**ArcMap**上で順番に重ねれば**CS立体図**を作成できるのですが、最初のパネルで”マップドキュメントの作成”にチェックが入っていれば、あらかじめ**CS立体図**を作成する順にレイヤー群を読み込んだ**"csmmap.mxd"**というマップドキュメントが作成されていますので、これをクリックして読み込んでみましょう。



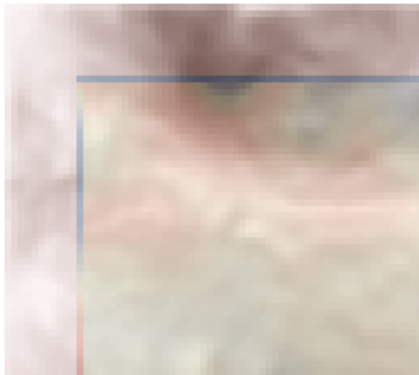
CS立体図が出来ています

下のような、CS立体図が出来ているはずです。



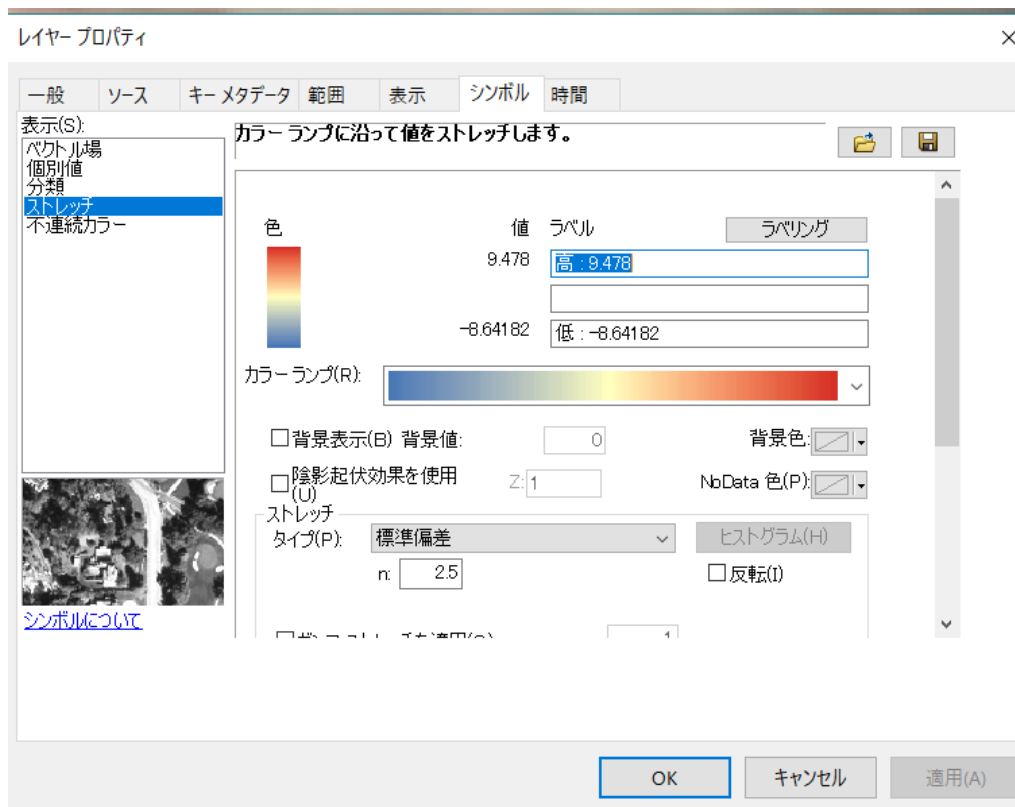
四隅は欠落しています

画面に現れた**CS**立体図の左上の角を拡大してみてください。下のように、隅の部分は色が抜け落ちたようになっているはずです。これは、元のデータの**4**隅の部分は外側のデータが無く、内挿補完が出来ないため、平滑化した**DEM**を使用する曲率のレイヤーが作成できないのでこの現象が起こります。この欠落部分が気になる方は**ArcGIS**のクリップ機能を用いて削除するなどしてください。特定のエリアの**CS**立体図を作りたい場合は、あらかじめ、実際に**CS**立体図が欲しいエリアよりも広めの標高データを準備しておくとういと思います。



色調を変えてみよう

上記で出力したマップドキュメントでは、CS立体図の色調として一般的な値を入れてあります。しかし、急峻な山地となだらかな山地では、色調のパターンを変えた方が見やすいこともあると思います。ArcMapで色調を変更することもできます。例えば、上から2番目の"curvature"を右クリックして、プロパティを選択してシンボルタブを表示してみてください。デフォルトではストレッチのタイプを"標準偏差"、 $n=2.5$ で与えてあります。

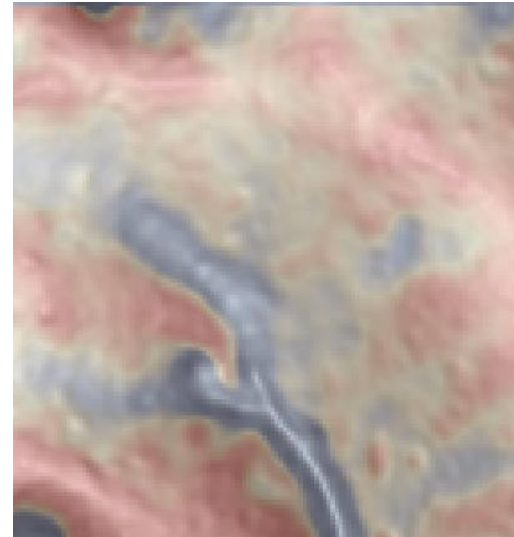
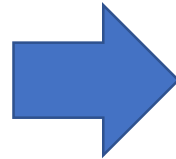


n の値を変えると

n の値を2.5から1.0に変更してみましょう。すると尾根型斜面はより赤く、谷型斜面はより青く見えるようになります。これを”地形が見やすい”と感じるか、”気持ち悪い”と感じるかは人によりますが、パラメータを変更することで見え方を微調整できることを覚えておいてください



$n = 2.5$



$n = 1.0$

画像の出力と利用

これを他のGISソフトやスマホなどで使用するには、地理情報付きの画像データとして出力する必要があります。

ArcMap10.5では表示をビュー画面にしないと、地理情報付きの画像を出力できないようです。

表示をビュー画面にして、ファイル>マップのエクスポート、を選択すると下記のような画面が現れますので、“一般”タブで“ワールドファイルの作成に”、“形式”のタブで、“GeoTIFFタグの書き込み”にチェックを入れてください。

指定した出力先のフォルダーにはCS立体図（拡張子はtif）とワールドファイル（拡張子はtfw）が出力されているはずです。

▽ オプション(O)

一般 | 形式

解像度(R): 400 dpi

幅(W): 5656 ピクセル

高さ(H): 3117 ピクセル

☒ ワールド ファイルの作成(D)


▽ オプション(O)

一般 | 形式

カラー モード: 24-bit true color

圧縮: なし

品質: 低 最大

背景色: 

☒ GeoTIFF タグの書き込み

自作したCS立体図を野外でスマートフォンで参照したい

CS立体図は山地の地形を判読するうえで非常に強力な情報源になります。これを、GPS機能付きのスマートフォンで利用できれば、趣味や仕事で山のフィールドワークをやりたい人には強力なツールになります。

私が、最も重宝しているのが**AvenzaMaps**です。アンドロイド版とiOS版が用意されていますので、基本的にどのスマートフォンでも使えると思います。

このソフトは有料ですが、非商用の個人利用に限り無料で利用できます。自分のDropBoxに置いた地図画像を簡単に参照できること、電波の入りにくい山ではスマホに保存したローカルの地図情報を利用できること、位置情報に紐づけた写真画像や文字情報を複数で共有する機能の強力さ、など優れた点を持っています。とくに、自作の地図は、クラウドにおいて使いたいのですが、個人が独力で地図サーバーを立ち上げることは技術的にかなり高度な技です。しかし、**AvenzaMaps**はDropBoxとの親和性が非常に高く自分のDropBoxのフォルダーに置いた地図を簡単に呼び出すことが出来ます。また、国土地理院の2万5千分の1地形図がマップストアで用意されており、2018年4月現在無料で使えるのも魅力的です。

[AvenzaMapsについては下記のサイトを参照してください](http://pdf-maps.jp/)

<http://pdf-maps.jp/>

そもそもテキスト形式のDEMデータしかない場合

これまでに、説明したCS立体図の作成方法は、GeoTiffなどのGISで利用可能なラスターデータがすでに存在していることを前提にしています。本ツールを使用する方の中には、すでに公共測量データを入手しており、それからCS立体図を作成したいという方が多いと思います。公共測量データの中には、GISで利用可能なラスターデータが付属していない場合も多くあります。多くは、総量で数100GBを超えるテキスト形式の標高データが付属しており、これをどうやってラスターデータに変換すればよいのだろうと途方に暮れる場合も多くあると想像します。私自身も、これまで公共測量のデータを利用してきましたが、公共測量の標高データのテキストファイルのタイプには、**lem**形式のファイルと**xyz**形式のテキストファイルのどちらかか、双方が付属している場合が多いようです。そこで、この2つのタイプのテキストファイルから、**GeoTIFF**形式のラスターデータを作成するためのツールを添付してあります。まだ、完成度は高くありませんが、ラスターデータの作成で困っている方は、あきらめしないで、これらのツールを試してみてください。

lem2rasterの使用方法（lem形式のファイルの場合）

国土交通省河川局をはじめとして多くの公共機関で取得されたLiDARデータは国土地理院のlem形式で提供されています。この形式はデータ本体のファイル（拡張子はlem）とデータの諸情報（解像度や座標系、地図の位置情報など）が記録されたファイル（拡張子はcsv）が一对になったものです。

本ツールは、このlem形式の標高データをラスターデータ(GeoTiff)に変換することを目的に作成しました。前バージョンでは、単独のファイルを変換することを目的としましたが、本バージョンでは、フォルダーを指定してフォルダー内のlemファイルを一括してラスターデータに変換します。GeoTiffへの変換はASCII形式のラスターデータを介して行われます。ASCIIデータとGeoTiffデータは、それぞれ、lemやcsvデータがあるフォルダー内に、ascii、rasterというフォルダーを自動的に作成して出力されます。ファイル名はlemやcsvのファイル名（拡張子を除いた部分）と同じ名前で出力されます。

同様のlem形式のファイルを変換できるツールは、ESRI社の数値地図変換ツールをはじめいくつか出ているようです。lem2rasterは、フォルダー内の複数のファイルを一括して変換することを想定しており便利な点もありますので試してみてください。

具体的な使用方法

このツールでは、一つのフォルダーに標高データの本体（拡張子は**lem**）とヘッダーファイル（拡張子は**csv**）の組み合わせから、**GeoTIFF**形式のラスターデータを作成することを目的としています。いずれのデータもテキスト形式ですので、秀丸などのエディターで見ることが出来ます。中身をのぞいてみてください。

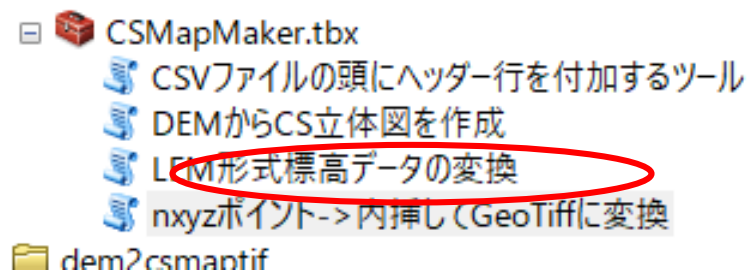
lem形式のファイルは一定間隔の標高データがスペース区切りでひたすら並んでいるものです。一方、**csv**形式のヘッダーファイルは、データの四隅の座標や、データの間隔など地図データとしての基本的な情報が格納されています。公共測量の場合は、基本的に世界測地系の平面直角座標系に準拠している場合が多いので、単純な変換作業を組み合わせることでラスターデータに変換できます。単純な変換作業は2つあり、一つ目は、**lem**形式のデータから**csv**形式のヘッダーファイルを参照しながら、**ASCII**形式のラスターファイルを作成するプロセス。二つ目は**ASCII**形式のラスターファイルから**GeoTIFF**に変換するプロセスです。

まずは、入手した公共測量データのフォルダーの中に**lem**形式と**csv**形式のヘッダーファイルがあるかどうか確認してください。もし、両者が別のフォルダーにある場合は下記のように同一フォルダーにコピーしてください。

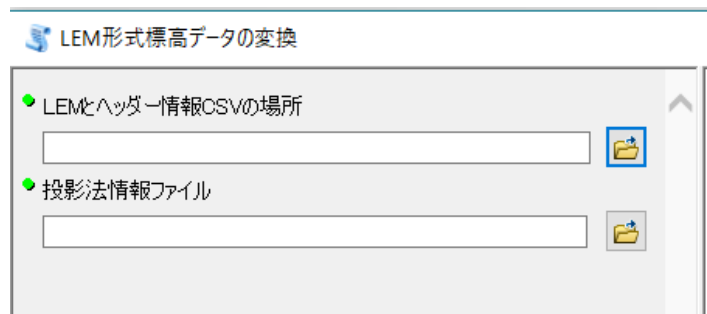
名前	更新日時	種類	サイズ
 09dg831_1g.csv	2012/03/12 9:26	Microsoft Excel...	35 KB
 09dg831_1g.lem	2012/03/12 9:26	LEM ファイル	14,667 KB
 09dg832_1g.csv	2012/03/12 9:26	Microsoft Excel...	35 KB
 09dg832_1g.lem	2012/03/12 9:26	LEM ファイル	14,667 KB
 09dg833_1g.csv	2012/03/12 9:26	Microsoft Excel...	35 KB
 09dg833_1g.lem	2012/03/12 9:26	LEM ファイル	14,667 KB
 09dg834_1g.csv	2012/03/12 9:26	Microsoft Excel...	35 KB
 09dg834_1g.lem	2012/03/12 9:26	LEM ファイル	14,667 KB

起動してみよう

CSTMapMakerのツールタブを展開して”LEM形式標高データの変換”のスク립トを起動してください。

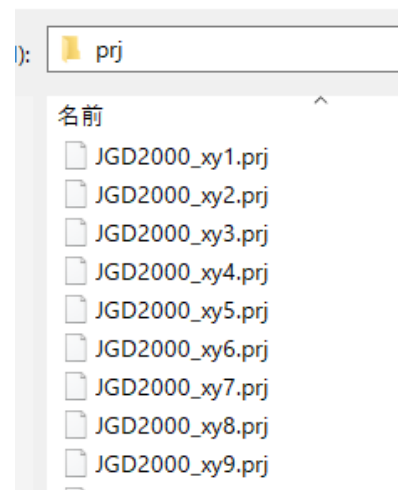


データフォルダーを選択するウィンドウが現れます。”LEMとヘッダー情報CSVの場所”でデータがあるフォルダーを指定してください。



投影法情報ファイルは付属のprjというフォルダーの中の、測地系2000のファイル

(JGD2000_xy1.prj~JGD2000_xy19.prj)の中から該当するものを選択してください。1~19の数字が、座標系の数字に該当します。東日本大震災の影響が顕著な地域について測地系2011を使用される場合は別途prj形式のファイル入手してください。



OKを押すとラスターデータが出来上がり

OKを押すと変換が始まります。指定したデータフォルダーと同じフォルダーにASCIIというフォルダーが作成されてASCII形式のラスターデータが出力されています。また、**raster**というフォルダーには**GeoTIFF**形式の標高データが出力されています。この**GeoTIFF**形式のデータは投影法等の地理情報が付属していますので、そのまま、CS立体図作成用のデータとして使用可能です。

point2raster (xyz形式データからラスターを作成)

lem形式の次に多いテキストファイルが、x y z形式のファイルです。正確には先頭の列に、行の番号を示す数字がある場合が多いので、nxyz形式とでも言えばよいでしょうか。このnxyz形式のファイルですが、要するに点のx y z座標をカンマ区切りで表示しただけというものです。x yの間隔が一定であれば、そのままASCII形式のラスターデータに変換することも可能ですが、XYの間隔が一定でない場合も多いので、Z値を持つ離散的なポイントデータに変換して、ラスターデータに変換するのが無難でしょう。

point2rasterはポイントデータを介してラスターデータを作成するためのスクリプトです。ただし、先頭にカンマ区切りのヘッダー行を持つ事が前提になります。ArcGISの仕様で、ヘッダー情報を読み取って、x y zのカラムを特定するようになっているためです。ここでは、テキストファイルが

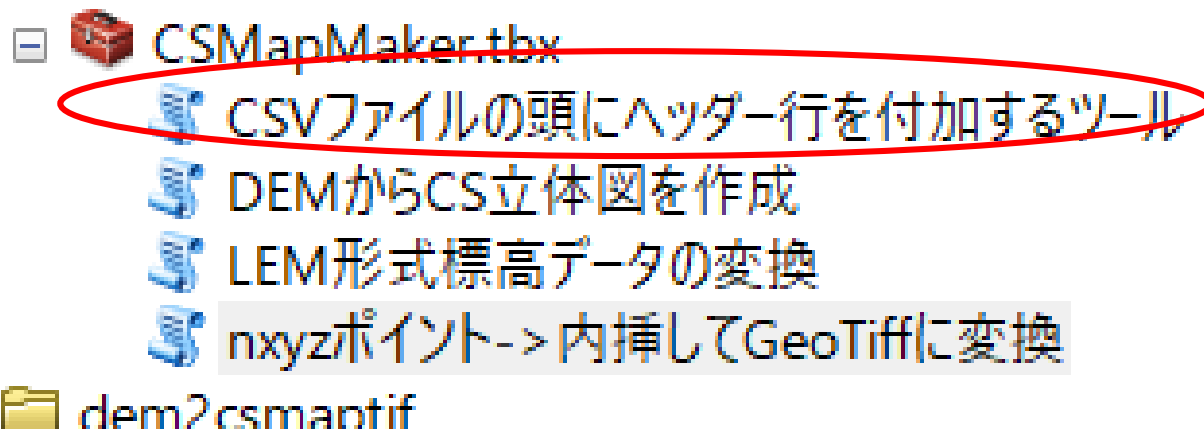
n, x, y, z

のような形のヘッダー行を持つことを前提としています。

ヘッダ行が無い場合は付けましょう

"n"は何でもよく、iでも構いません。xyzだけは半角のアルファベットで記述してください。秀丸などのエディターがあれば自分で作成できます。ただし、公共測量データによっては、ヘッダ行が無いx y z形式のデータが大量に提供されている場合も多いため、手作業で行うのは気が滅入ります。そこで"csvファイルの頭にヘッダ行を付加するツール"というものも準備しており、フォルダー内の大量のnxyz形式のファイルに対して、"n, x, y, z"というヘッダ行を付加するだけという、単純な作業を黙々と行うツールもいれてあります。rubyでもpythonでもawkでも、そのへんの適当な言語で簡単に作れるものですが、無いよりはましということで、自分で作るのがめんどくさい人は使ってみてください。

ヘッダを持たないテキストファイルがあるフォルダーを指定するだけで、すべてのデータにヘッダをつけてくれます。ヘッダ付きのテキストファイルは"header_txt"というフォルダーに作成されます。



Point2rasterを使ってみよう

では、具体的な使用方法です。

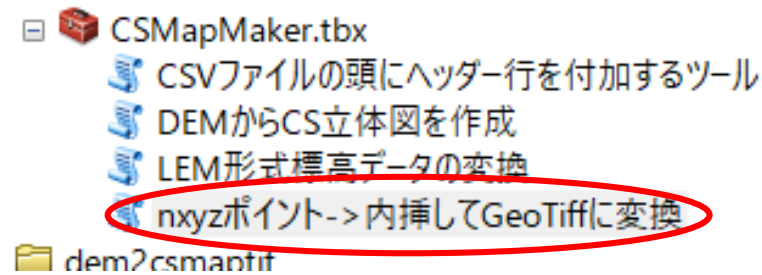
まずは、“nxyzポイント->内挿してGeoTIFFに変換”というスクリプトを起動してください。下記のようなウィンドウが立ち上がります。

ワークスペースには変換したいデータが入っているフォルダーを指定してください。複数のファイルがある場合には、同名の複数のラスターデータを作成します。

投影法ファイルでは、prjというフォルダーの中から該当エリアの平面直角座標系に対応したprj形式のファイルを指定してください。

データファイルの拡張子では、拡張子を指定してください。デフォルトではtxtになっています。セルサイズは、デフォルトでは自動計算されますが、手動で与えた方がよいでしょう。1.1m間隔のDEMとかあっても困ると思いますので。

デフォルトでは1mにしてありますが、提供されているx y z形式のファイルをエクセルで計算するなどして、大体の点の間隔を把握してください。



nxyzポイント->内挿してGeoTIFFに変換

A screenshot of the 'nxyzポイント->内挿してGeoTIFFに変換' dialog box. The dialog has several fields and buttons. The 'ワークスペース' field is empty. The '投影法ファイル' field is empty. The 'データファイルの拡張子(. 不要)' field contains 'txt'. The 'セルサイズ' field is set to '以下の指定に一致'. The '内挿に使用する点数' field is set to '4'. The '検索半径' field is set to '4'. There are folder selection buttons next to the 'ワークスペース', '投影法ファイル', and 'セルサイズ' fields.

穴だらけのラスターデータ

非常に間隔の広いデータから高解像度のDEMを作ることは数学的には可能ですが、本質的な意味はあまりありません。使用目的にもよりますが、元データに応じた値を設定するのが無難でしょう。

このスクリプトではIDW法を用いて内挿を行います。3DAnalystがあれば、TINを介する方法がスマートかもしれませんが、3DAnalystのライセンスが無い方も多いと思いますので、Spatial Analystで利用できるIDWを使用しています。IDWとは計算したい位置を中心に近所のデータを検索して、近いものほど係数を大きくして加重平均を取って内挿するという方法です。内挿方法については下記のサイトを参照ください

<https://www.esri.com/gis-guide/spatial/interpolation/>

デフォルトでは内挿を行う点数は4、検索半径は4 mになっていますが、適当に変えてください。とくに検索半径は平均的な点間隔よりも大きめに設定しないと、内挿できなかった場所がデータの無いナル値として返ってきます。ナル値だらけ、穴だらけのラスターデータを潔いと感じるか、格好悪いと感じるかは、使用目的によります。使用目的が、見栄えの良い地図を作成することであれば、穴は無い方がよいかもしれませんが、研究が目的であれば、遠い場所のデータで無理やり値をでっちあげるとするのは、気持ちの良いものではないでしょう。