

Date: Fri, 21 Feb 2014 15:04:47 +0900 (「Re: 造形用データに関するご相談」)
 Date: Mon, 24 Feb 2014 15:43:10 +0900 (「stl_japan_追加」)
 From: Tsukasa NAKANO
 To: Takuya Murakami
 Cc: "Y.TESHIMA", Kentaro Uesugi
 Subject: Re: 造形用データに関するご相談
 Subject: stl_japan_追加

村上さま、

なかのです。お待たせしました。日本列島の造形用のデータを作るためのプログラムやそれを使用する地形データなどをまとめた書庫ファイルを用意しました：

http://www-bl20.spring8.or.jp/~sp8ct/tmp/stl_japan.zip

もしくは

http://www-bl20.spring8.or.jp/~sp8ct/tmp/stl_japan.tar

← こちらは使わないとは思いますが、TAR 形式の書庫ファイルです。

ただし、これらの書庫ファイルには日本列島周辺の地形図を様々に色付けした「瓦状の物体像」（以下ではこれを「瓦」と呼びます）の造形用のデータの2種類の形式（STL と PLY/ZCP 形式）のファイルを作るためのプログラムと元データだけが入っています（瓦の鳥瞰図描画用のバッチファイルなどは入れなかった）。また、先日紹介した地球儀用のものとは違って、こちらにはきちんとした説明書の類がありません。以下では瓦の造形用データの作成法を簡単に説明します。

(0) 瓦の造形データ作成用プログラムなどのインストール

前記の書庫ファイルを展開すると以下の構成のディレクトリなどを得ることができます。

japan/	
src/	瓦の造形データ作成用プログラムのソースが入っている。
bin/	最初は空。UNIX 用プログラムの実行ファイルを入れる。
exe/	Windows 用プログラムの実行ファイルが入っている。
grs80.tbl	地球楕円体 GRS80 の定義が記されているテキストファイル
test/	GRS80 の「殻」の形状などを示す図が入っている。
japan.tbl	造形する瓦のサイズ情報が記されているテキストファイル
map/	造形データ作成に使う地図データの画像が入っている。
demo_csh/	瓦の造形データを作る C-shell scripts が入っている。
demo_bat/	瓦の造形データを作るバッチファイルが入っている。

瓦の造形データ作成用プログラム（ssm と ssm_zcp）は標準ライブラリ関数だけを使用した C 言語で書かれており、ディレクトリ src/ にはそれらを gcc(GNU C-Compiler)でコンパイルするための"Makefile"

も入れてあります。Linux や MacOS X なら、ディレクトリ `src/` へ移動した後にコマンドラインから "make" と入力すれば `ssm` と `ssm_zcp` をコンパイルできます。そして、"make install" の入力により、それらをディレクトリ `bin/` にインストールします。また、ディレクトリ `exe/` に入れてある Windows 用の実行ファイルは 32 ビット CPU 用の MinGW (Minimalist GNU for Windows) で `src/` の下の C 言語ソースファイルを "Makefile" を使ってコンパイルしたものです。

これら以外の `japan/` の下のディレクトリやファイルの内容は以下の通りです。

テキストファイル `grs80.tbl` とディレクトリ `test/` の下の図のファイル

「(2) 地球楕円体について」で説明します。

テキストファイル `japan.tbl` とディレクトリ `map/` の下の地図データの画像ファイル

「(3) 地図データについて」で説明します。

ディレクトリ `demo_csh/` の下のデモ用の C-shell scripts

これらのファイル名の付け方やそれに応じた機能は `demo_bat/` の下のバッチファイルのものと概ね同じです。ただし、こちらの `scripts` を実行するには事前に `bin/` の下に `ssm` と `ssm_zcp` をインストールしておく必要があります。

ディレクトリ `demo_bat/` の下のデモ用のバッチファイル

「(1) デモ用のバッチファイルの実行」で説明します。

(1) デモ用のバッチファイルの実行

先日の E-mail で紹介した地球儀の場合と同様に、まず Windows 機の上でデモ用のバッチファイルを実行して瓦の造形データを作ってみましょう。

[1] 前記の書庫ファイルをダウンロードして展開する。

[2] ファイルブラウザで「`japan¥demo_bat`」に移動する。

[3] そこにある下記のバッチファイルのいずれかをクリックして実行する。

`japan¥demo_bat` の下のバッチファイルは動作内容に応じた名前になっています。

バッチファイルの名前 = `DEM_EXT.bat` もしくは `DEM+COLOR_EXT.bat`

これらが出力するファイルの名前 = `DEM.EXT` もしくは `DEM+COLOR.EXT`

ただし、文字列 `DEM`、`COLOR` および `EXT` の意味は以下の通りです。

`DEM` = "jtopo30" もしくは "etopo1"

瓦の上面の地形の計算に使う日本列島周辺のデジタル標高モデル (`DEM`、digital elevation model) の略称。ただし、正確には、瓦の全体的な形状は地球楕円体の「殻」であり、その上面に `DEM` が表している標高値を強調した地形を乗せている (後述)。

`COLOR` = "jtopo30"、"etopo1"、"gmj_1m" もしくは "gmj_2m"

瓦の上面の「色付け」に使用する地図データの名前。ただし、色なしの瓦の造形データ作成用のバッチファイル (`etopo1_zcp.bat` など) では名前に文字列 `COLOR` を含めなかった。

EXT = "stl" もしくは "zcp"

出力する造形用データファイルの形式 (STL もしくは PLY/ZCP 形式)。また、出力するデータファイルの名前の拡張子も ".EXT" となる。

このように DEM には2種類、COLOR は色なしを含めて5種類、EXT には2種類のものがあるので、ディレクトリ japan¥demo_bat の下に置いたバッチファイルの総数は $2 \times 5 \times 2 = 20$ です。これらのいずれか (すべて?) をお試し下さい。

なお、先日紹介した地球儀用のものとは異なり、japan¥demo_bat の下のバッチファイルを修正による瓦のデータの出力サイズの調整はできません。瓦の造形データの総量は使用する DEM のサイズ (横・縦画素数) で決まります。後述するように jtopo30.tif の横・縦画素数はいずれも etopo1.tif の値の2倍なので、高精細な造形を行いたい場合にはバッチファイル "jtopo30_*.bat" の出力を、サイズが小さい造形データを作りたい時は "etopo1_*.bat" をお使い下さい。

(2) 地球楕円体について

前述のように、瓦の全体的な形状は地球の形状を良く近似する回転楕円体 (地球楕円体) の「殻」です。今回は赤道半径が 6378137、極半径が 6356752.31406213245334827479 meter と定義されている地球楕円体 GRS80 を使いました。また、瓦の厚さ (正確には、瓦の底面の地球楕円体表面からの深さ) は 200 km としました。このような地球楕円体の殻の図がディレクトリ japan¥test の下の ss.pdf (ワイヤフレームの図) と ss_gray.pdf (陰影図) です。なお、これらに示したように、STL 形式と PLY/ZCP 形式の造形データでは瓦の上面と側面の三角形分割の仕方が少しだけ異なります (瓦の表面を分割する三角形の総数は同じですが)。

また、この地球楕円体表面に DEM が表している標高値を強調した地形を乗せたものが瓦の上面です。これは、具体的には、DEM が表している標高値に指定した倍率 (とりあえず 10 倍にしました) を掛けることによって強調しました。

前記のバッチファイルを微修正すれば、上記の「地形の強調率」と「瓦の底面の地球楕円体表面からの深さ」を変更できます。具体的には、バッチファイルそれぞれの以下の箇所に埋め込まれている数値をお好みの値に書き換えて下さい。

```
set ratio=10          ← 地形の強調率
set depth=200000     ← 瓦の底面の地球楕円体表面からの深さ (meter)
```

(3) 地図データについて

瓦の造形データ作成にはディレクトリ japan¥map の下に置いてある以下の4個の TIFF 形式画像ファイルに格納した地図データを使用しています。

注 1

japan¥map の下にある TIFF 画像ファイルに格納した地図データはいずれも、元データそれ

それぞれから経度 128～147 度、緯度 28～47 度の範囲の矩形領域を切り出した、円筒図法で地図投影した「画像」です。

注 2

jtopo30.tif と etopo1.tif は TIFF の仕様で許されている 16 ビット画素値のカラーマップ形式の画像ですが、通常の画像ビューワーはそれに対応していないことが多いので、これらを表示できないかもしれません。

jtopo30.tif

画素数：2281（東西）×2281（南北）

画素値のビット数：16

画像の表示形式：カラーマップ ← 地形高度に応じた色が埋め込まれている
元データ

一般財団法人 日本水路協会（JHA）、海洋情報研究センター（MIRC）発行
JTOPO30 - 日本近海 30 秒グリッド水深データ 第 1 版（生産完了品）

<http://www.mirc.jha.jp/products/index.html>

<http://www.mirc.jha.jp/products/finished/JTOPO30/>

etopo1.tif

画素数：1140 × 1140

画素値のビット数：16

画像の表示形式：カラーマップ ← 地形高度に応じた色が埋め込まれている
元データ

National Oceanic and Atmospheric Administration（NOAA）、
National Geophysical Data Center（NGDC）発行
ETOPO1 - 1 arc-minute global relief model of Earth's surface

<http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/>

gmj_1m.tif

画素数：2281×2281

画素値のビット数：8

画像の表示形式：RGB カラー ← 地質などを表す色で色分けされている
元データ

独立行政法人 産業技術総合研究所（AIST）、地質調査総合センター（GSJ）発行
100 万分の 1 日本地質図第 3 版 CD-ROM 版

<http://www.gsj.jp>

<https://www.gsj.jp/Map/index.html>

<https://www.gsj.jp/Map/JP/dgm.htm>

gmj_2m.tif

画素数：2281×2281

画素値のビット数：8

画像の表示形式：RGB カラー ← 地質などを表す色で色分けされている

元データ

独立行政法人 産業技術総合研究所 (AIST)、地質調査総合センター (GSJ) 発行
200 万分の 1 日本地質図第 5 版 CD-ROM 版

<http://www.gsj.jp>

<https://www.gsj.jp/Map/index.html>

<https://www.gsj.jp/Map/JP/dgm.htm>

なお、これら 4 個のファイルのうちで USA の政府機関が発行しているデータを元にした etopo1.tif 以外のものは、(知的所有権の問題が発生すると困るので) 再配布しないで下さい。

(4) プログラム ssm と ssm_zcp について

注 : ssm = spheroidal shell mapper

瓦の造形データ作成用プログラム ssm と ssm_zcp は出力するデータファイルの形式 (STL と PLY/ZCP 形式) が異なるだけで、それ以外の処理内容はほぼ同じです。これらはいずれもコマンドライン (Windows ならコマンドプロンプト) から複数のパラメータの値を指定して起動します。その後、指定されたパラメータの個数に応じて、ssm と ssm_zcp は以下の 4 種類の処理のいずれかを行います。

- [1] ディレクトリ test/ の下の 2 個の図に示した、その上面に地形を乗せず色付けもしていない瓦の造形データを作成する。
- [2] その上面に色付けだけを行った地形なしの瓦の造形データを作成する。
- [3] その上面に地形だけを乗せた色なしの瓦の造形データを作成する。
- [4] その上面に地形を乗せて色付けした瓦の造形データを作成する。

コマンドラインからの ssm と ssm_zcp の具体的な起動法は以下の通りです。

ssm

- [1] ssm A B λ_1 ϕ_1 λ_2 ϕ_2 N λ N ϕ T STL
- [2] ssm A B λ_1 ϕ_1 λ_2 ϕ_2 N λ N ϕ COLOR T STL
- [3] ssm A B λ_1 ϕ_1 λ_2 ϕ_2 DEM Z0 DZ E T STL
- [4] ssm A B λ_1 ϕ_1 λ_2 ϕ_2 DEM Z0 DZ E COLOR T STL

ssm_zcp

- [1] ssm_zcp A B λ_1 ϕ_1 λ_2 ϕ_2 N λ N ϕ T WR WG WB ZCP
- [2] ssm_zcp A B λ_1 ϕ_1 λ_2 ϕ_2 N λ N ϕ COLOR T WR WG WB ZCP
- [3] ssm_zcp A B λ_1 ϕ_1 λ_2 ϕ_2 DEM Z0 DZ E T WR WG WB ZCP
- [4] ssm_zcp A B λ_1 ϕ_1 λ_2 ϕ_2 DEM Z0 DZ E COLOR T WR WG WB ZCP

ただし、上記の起動パラメータを表す記号の意味は以下の通りです。

A と B

地球楕円体の赤道および極 (子午線) 半径。これらの単位は任意だが、普通は (地球楕円体の

定義に合わせて)メートル単位で指定する。

$\lambda 1$ と $\lambda 2$

瓦の地図領域の経度の値域 (最小値と最大値; 単位は度)

$\phi 1$ と $\phi 2$

瓦の地図領域の緯度の値域 (最小値と最大値; 単位は度)

$N\lambda$ と $N\phi$

地形なしの瓦を作る時に指定する瓦の経度と緯度方向のセグメント数。

DEM

瓦で使う地形データ (**DEM**) が格納されている **TIFF** 画像ファイルの名前。地形ありの瓦ではこの画像の横および縦画素数が上記の $N\lambda$ と $N\phi$ になる。

Z0 と **DZ**

DEM の画像上の画素値 $PV = 0 \sim$ とその実際の標高値 Z の間の関係式 $Z = Z0 + DZ \times PV$ に含まれる 2 個の係数値。この標高値 Z が地球楕円体の半径と同じ単位の値になるような係数値を指定する必要がある。

E

地形強度の強調率。値 $Z \times E$ を瓦の上面に乗せる地形高度とする。

COLOR

瓦の色付けに用いる **TIFF** 画像ファイルの名前。この画像の横および縦画素数は **DEM** のものと異なった値でもかまわない。

T

瓦の「厚さ」(正確には、瓦の底面の地球楕円体表面からの深さ)。この値は造形データにそのまま (強調されずに) 用いられる。地球楕円体の半径や (強調された) 地形高度と同じ単位の値を指定する必要がある。

WR、**WG** および **WB**

瓦の側面および底面に塗る色の **R**、**G**、**B** 成分の値。0 ~ 255 の整数値を指定する。

STL もしくは **ZCP**

瓦の造形データを書き込む **STL** もしくは **PLY/ZCP** 形式ファイルの名前

とりあえず、以上です。

Date: Fri, 21 Feb 2014 19:25:58 +0900
 From: Tsukasa NAKANO
 To: Takuya Murakami
 Cc: "Y.TESHIMA", Kentaro Uesugi
 Subject: 瓦の寸法

村上さま、

GSJ/AIST のなかのです。すみません。先程の E-mail に「瓦」の寸法のことを書くのを忘れていました。先日の地球儀の場合とは異なり瓦は「実寸大」で、それに含まれる座標値は実際の地球のものに即したメートル単位の値です。

瓦の上面の地形は使用した DEM だけで決まるので、japan¥demo_bat の下のバッチファイルで作成できるもののうち jtopo30.zcp と etopo1.zcp の座標値の値域だけを調べてみました。地球儀用の書庫ファイルに入っているプログラム zcp_scale を使えばこれらの PLY/ZCP 形式のファイルに含まれるデータの座標値の値域を調べることができます。その実行結果は以下の通りでした。

```
zcp_scale  jtopo30.zcp
→ -929013.750000      921714.187500      1850727.937500
   -1046003.312500    1087166.375000    2133169.687500
   -343776.031250    29843.109375     373619.140625

zcp_scale  etopo1.zcp
→ -929031.250000      921740.437500      1850771.687500
   -1045885.187500    1087152.750000    2133037.937500
   -343776.031250    25843.261719     369619.292969
```

これら 3 行の出力の 3 個の値はそれぞれ、指定した PLY/ZCP 形式ファイル上のデータの x、y、z 座標値の最小値、最大値とそれらの幅 (= 最大値 - 最小値) です。これらより、jtopo30.zcp と etopo1.zcp が表現する瓦の幅は以下の値だということがわかります。

x 方向の幅 : およそ 1851.0 km
 y 方向の幅 : およそ 2133.0 km
 z 方向の幅 : 370.0 (etopo1.zcp) もしくは 374.0 (jtopo30.zcp) km

jtopo30 と etopo30 で z 座標の幅が 4 km も違っていますが、地形を 10 倍に強調したデータなので実際の標高値の違いは高々 400 m です。地球 (楕円体) の曲率の影響で 2 個の DEM の標高値の違いが拡大して現われているのだと思われます。

このように、瓦のデータをそのまま造形に使うわけには行かないので、ぼくならそれを「切りの良い」1000 万分の 1 にスケール変換します。3 次元プリンタの制御ソフトが座標値の単位をどう処理するのかわかりませんが、以前に使用した Z-corp. の 3 次元プリンタでは mm を指定できたように記憶しています。それが可能なら、1000 万 ÷ 1000 (meter / mm) = 1 万を考慮して、バッチファイルで作成した瓦の造形

データを1万分の1にスケール変換すれば良いです。zcp_scale で処理するなら、それは具体的には以下のようにします。

PLY/ZCP 形式ファイルのデータを1万分の1にスケール変換

```
zcp_scale jtopo30.zcp 0.0001 j.zcp
```

```
zcp_scale etopo1.zcp 0.0001 e.zcp
```

また、念のため、変換後の造形データ (j.zcp と e.zcp) の座標値の値域も調べてみました。

```
zcp_scale j.zcp
```

```
→ -92.901375      92.171417      185.072792
```

```
    -104.600334    108.716637     213.316971
```

```
    -34.377602     2.984311       37.361912
```

```
zcp_scale e.zcp
```

```
→ -92.903122      92.174042      185.077164
```

```
    -104.588516    108.715279     213.303795
```

```
    -34.377602     2.584326       36.961928
```

日本列島の瓦も提供して頂けるなら、このような1000万分の1の寸法のものにして頂けると嬉しいです。よろしくお願ひします。

Date: Wed, 26 Feb 2014 20:25:50 +0900
From: Tsukasa NAKANO
To: "TSUCHIYAMA, Akira"
Cc: Michihiko Nakamura, Satoshi Okumura, Takashi Matsushima, "NAKASHIMA, Yoshito",
Miwa Yokokawa, Naru Hirata, Masayuki Uesugi, 名和一成, "N.Fujii", Kentaro Uesugi
Subject: stl_japan_訂正

みなさま、

なかのです。すみません。昨日の E-mail に間違っただけを書きました。

On Tue, 25 Feb 2014 11:57:53 +0900 Tsukasa NAKANO wrote:

- > http://www-bl20.spring8.or.jp/~sp8ct/tmp/stl_japan.pdf
- > なお、この PDF で説明しているプログラム（正確には、バッチファイル or C-shell script）で
- > 作った造形データを使って GSJ/AIST のパンフレット
- > <https://www.gsj.jp/publications/pamphlet/GSJ-P-1305J.pdf>
- > の表紙に載っている日本列島の地形+地質を表す鳥瞰図を描きました。

上の PDF で説明している書庫ファイル

http://www-bl20.spring8.or.jp/~sp8ct/tmp/stl_japan.tar

http://www-bl20.spring8.or.jp/~sp8ct/tmp/stl_japan.zip

を使って作成できる「瓦」の造形データは現在の GSJ/AIST のパンフレットの図用のものではないです。これはひとつ前の版のパンフレットの図用のデータで、政治的な理由から現在の版では図の「領域」を変えました。参考のため、現在のパンフレットの図の描画前に用意したファイル `pamph.pdf` をこの E-mail に添付します。

このファイルの上の地図は 100 万分の 1 日本地質図（Geological Map of Japan, scale 1 / 1 Million ; GMJ_1M）のもとになった 20 万分の 1 地質図（GMJ_200K）のインデックスマップから作りました。地図上の黒四角の中に記されているのが GMJ_200K の図幅それぞれの名称と「1 次メッシュコード」で、それらすべてを合わせたものが GMJ_1M の領域です。新しいパンフレットの図の領域の選定用に、この地図の上に以下の 4 種類の長方形領域の枠を描きました。

黒の太線で囲んだ経度 122~154 度、緯度 20~46 度の領域

地質データ（GMJ_1M）の分布域

緑色の線で囲んだ経度 120~150 度、緯度 18~48 度の領域

地形データ（DEM ; JTOPO30）の分布域

青色の線で囲んだ経度 128~147 度、緯度 28~47 度の領域

ひとつ前の版のパンフレットの表紙に使った鳥瞰図の領域

赤色の線で囲んだ経度 122~149 度、緯度 24~46 度の領域

現在のパンフレットの図の領域（北方領土などをカバーしている）

ということで、現在のパンフレットの図は先の書庫ファイルを使って作成できる造形データのものよりも広い領域をカバーしています（海域が広いだけです）。

今回の間違いのお詫び(?)として、以前の版の GSJ/AIST のパンフレットのものと同じ鳥瞰図を描くためのバッチファイル "pamph_[g,t]if.bat" と C-shell scripts "pamph_[g,t]if.csh" を書き、これらそれぞれを先の書庫ファイルのディレクトリ demo_bat/ と demo_csh/ の下に追加しておきました。ただし、これらは3次元物体像の鳥瞰図描画用の新しいプログラム群「hvd」を使っています。

hvd の紹介スライド (きちんとした説明書を書かないといけないのですが、...)

http://www-bl20.spring8.or.jp/~sp8ct/tmp/hvd_120301.pdf#page=11

hvd の書庫ファイル

<http://www-bl20.spring8.or.jp/~sp8ct/tmp/hvd.taz>

<http://www-bl20.spring8.or.jp/~sp8ct/tmp/hvd.zip>

日本列島の地形+地質を表す瓦の鳥瞰図の描画の手順は以下の通りです。

- [0] 瓦の造形データ作成用書庫ファイルをダウンロード・展開し、必要なら造形データ作成プログラム ssm をコンパイル・インストールする。
- [1] 以下の文書の p.44 に従って hvd のプログラム群をインストールし、任意の場所から起動できるように実行パスの登録を行う。
<http://www-bl20.spring8.or.jp/~sp8ct/tmp/gravity.pdf#page=44>
- [2] ディレクトリ "japan/demo_*/" の下のバッチファイル or C-shell script "jtopo30+gmj_1m_stl.*" を起動して、瓦の造形データの STL 形式ファイル "jtopo30+gmj_1m.stl" を作成する。
- [3] ディレクトリ "japan/demo_*/" のそれぞれに追加した "pamph_[g,t]if.*" を起動すれば、瓦の鳥瞰図のファイル "pamph.[g,t]if" を作成できる。

なお、上の[3]のバッチファイルや C-shell scripts の機能は以下の通りです。

pamph_gif.bat もしくは pamph_gif.csh

画素数 1000² の鳥瞰図画像を描画し、GIF 画像ファイルに格納する。

pamph_tif.bat もしくは pamph_tif.csh

画素数 4487² の鳥瞰図画像を描画し、TIFF 画像ファイルに格納する。なお、これは以前の版の GSJ/AIST のパンフレットの表紙の図に使った画像で、400 dpi (dots per inch) でプリンタに出力すると縮尺が 1000 万分の 1 になる。

とりあえず、以上です。

添付ファイル : pamph.pdf

