

PTGMT Ver. 2.00:
**地図上と鉛直断面上に震源メカニズム(震源球とP-T軸)を
描画するためのソフトウェアの解説書**

吉田 晶樹

E-mail: myoshida@jamstec.go.jp
URL: <http://yoshida-geophys.jp/>

2016年12月5日改訂

1. PTGMTについて

1.1. 概略

- ユーザーが用意した震源データから、指定した緯度経度範囲の地図上と地表面の大円に沿った鉛直断面図上に、地震のメカニズム(震源球とP-T軸)がプロットできる。

1.2. 動作環境

- Generic Mapping Tools (GMT) [Wessel et al., 2013]とインテルのFortranとC++のコンパイラがインストールされたLinuxマシン上でのみ使用可能。

2. ダウンロード

PTGMTは筆者のウェブページ(<http://yoshida-geophys.jp/ptgmt.html>) からダウンロードできる。

3. インストール

3.1. ダウンロードしたPTGMTv0200.tar.gzを展開する。

```
$tar zxvf PTGMTv0200.tar.gz
```

展開すると、ディレクトリPTGMTv0200の中に、以下のディレクトリやファイルが存在する。

- ファイル
 - ptgmt.csh
作図用シェルスクリプト。作図に必要なパラメータ設定及び、作業は全て

このスクリプトで行われる。ユーザーはこのファイルを編集する。

- `ptgmt_sample01.csh, ptgmt_sample02.csh`
`ptgmt.csh`のサンプル。
- `make.csh`
`PTGMTv0200`に入っている作図に必要な全てのプログラムをコンパイルするためのmakefileスクリプト。
- `map_sample01.eps, map_sample01.pdf`
インストール後の動作確認のためのサンプル図。
`ptgmt_sample01.csh`を実行したときに出力されるファイル。

● ディレクトリ

- `data_seis/`
震源データのファイルが入っている。任意のデータファイルを入れることも可能。
- `data_topo/`
地形データ(ETOPO1 [Amante et al., 2009])とプレート境界データのファイルが入っている。
- `src/`
作図に必要なプログラムが入っている。ディレクトリ`meca/`の中のプログラムはGMTで使われているプログラムを改良したもの。

3.2 `ptgmt.csh, ptgmt_sample01.csh, ptgmt_sample02.csh, make.csh`に実行許可を与える。

```
$chmod +x ptgmt.csh, ptgmt_sample01.csh,  
ptgmt_sample02.csh, make.csh
```

3.3 `src/meca/`にあるMakefileの中の下記の一行を自分のコンピューターにインストールされているGMTのソースコードが入ったディレクトリ(`src/`)のパスに変更する。例えば以下の通り。

```
GMTSRCDIR = /usr/local/gmt/GMTx.x.x/src/
```

ここで，“`x.x.x`”は通常、GMTのバージョン番号。

3.4 プログラムをコンパイルする。

```
$make.csh
```

3.5. 動作確認のため, `ptgmt_sample01.csh`を編集せずそのまま実行して作図する.

```
$ptgmt_sample01.csh
```

3.6. 実行が終わると, `map.eps`, `map.pdf`という名前のEPSファイルとPDFファイルが生成される. `map_sample01.eps`, `map_sample01.pdf`と同じ図が描けていればインストール成功.

4. 作図の手順

4.1. 震源データ(ファイル名は任意)を用意し, ディレクトリ`data_seis/`に置く. データのフォーマットは16行で,

年	月	日	時	分	秒	経度	緯度	深さ	Mw	strike1	dip1	rake1	strike2	dip2	rake2
---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	---------	------	-------	---------	------	-------

の順(経度の範囲は -180° から $+180^{\circ}$, 緯度の範囲は -90° から $+90^{\circ}$ である.

`data_seis/`にはインストール時に, Global CMT catalogによる1977年1月1日から2016年1月31日までに起きたモーメントマグニチュード(Mw)5.0以上の地震の震源データ(`seis_19770101_20160131_Mge50.data`)が入っている. このデータは, 東京大学地震研究所地震予知情報センターのウェブページ (<http://wwwweic.eri.u-tokyo.ac.jp/CATALOG/index-j.html>) で公開されているGlobal CMT catalog (The Global Centroid-Moment-Tensor (CMT) Project; Dziewonski et al., 1981; Ekström, 2012])のデータベースからダウンロードしたものである.

また, Seno and Yoshida [2004]で使用したステラ内浅発大地震($Mw \geq 7.0$)の震源データ(`seis.seno_yoshida_2004.data`)も入っている.

4.2. `ptgmt.csh`を開いて以下の解説に従って編集する.

```
#####
# START OF USER SETTING #####
#####

# Plot type; No focal sphere on the map => 1,
#               + focal spheres on the map => 2,
#               + focal spheres on the section => 3
set plottype = 3
```

地図のみを描く場合は1, さらに, その地図上に地震のメカニズム(震源球とP-T軸)をプロットする場合は2, 地表面の大円に沿った鉛直断面図上に地震のメカニズムをプロットする場合は3.

```
# Plot Focal spheres on the map; no => 0, yes => 1
set plotfs_map = 1
```

地図上に震源球をプロットしない場合は0，プロットする場合は1 .

```
# Plot Focal spheres on the section; no => 0, yes => 1
set plotfs_sec = 1
```

断面図上に震源球をプロットしない場合は0，プロットする場合は1 .

```
# Plot P-T axes on the map; no => 0, yes => 1
# (only P-axis => 2, T-axis => 3)
set plotpt_map = 1
```

地図上にP-T軸両方をプロットしない場合は0, P-T軸両方をプロットする場合は1, P軸のみをプロットする場合は2, T軸のみをプロットする場合は3.

```
# Plot P-T axes on the section; no => 0, yes => 1
set plotpt_sec = 1
```

断面図上にP-T軸をプロットしない場合は0, プロットする場合は1.

```
# Plot topography; no => 0, yes => 1
set usetopo = 1
```

地図上に地形の色を塗らない場合は0, 色を塗る場合は1.

```
# Plot plate boundaries; no => 0, yes => 1
set usebound = 1
```

地図上にプレート境界を描かない場合は0 , 描く場合は1.

```
# File name for the output file
set fname = map
```

出力する図のファイル名.

```
# Title of the figure
set title = "North-eastern Japan"
```

出力される図に付けるタイトル. 必要ない場合は, ""の間は空白.

```
# File name of the seismic data
set cmtdata =
data_seis/seis_19770101_20160131_Mge50.data
```

震源データのファイル名.

```
# Map region
set rwest = 135
set reast = 150
set rsouth = 36
set rnorth = 44
```

表示する地図の経度・緯度の範囲. 上から, 西経, 東経, 南緯, 北緯. 東経は 0° から 180° までの値, 西経は 180° から 360° までの値を与える. 北緯は 0° から 90° までの正の値, 南緯は -90° から 0° までの負の値を与える.

```
# Setting for the frame and the cross shape for the map
set bint = 2dg2
```

地図の枠に表示する緯度経度の数字の間隔. 例えば, "2d"とすれば2度間隔, "30m"とすれば30分間隔に表示される. 例のように, 2dの後に"g2"と付ければ, 地図内に2度ごとの十字の印が入る. 必要ない場合は"g0"とする.

```
# Size of the map
set rlen = 7.5
```

メルカトル図法で地図を描く関係で, 高緯度や低緯度の場所をプロットすると, 紙に描かれる地図が紙から縦方向または横方向にはみ出したり, 小さすぎたりする. そのときは, この値を調節する(高緯度では値を小さく, 低緯度では値を大きぐする).

```
# Western edge of longitude and latitude for the great
circle
set lon1 = 145.0
set lat1 = 38.2
```

プロットしたい鉛直断面図の, 地表面に沿った大円の北極点に向かって西側の先端(A点とする)の経度と緯度. 東経は 0° から 180° までの値, 西経は 180° から 360° までの値を与える. 北緯は 0° から 90° までの正の値, 南緯は -90° から 0° までの負の値を与える.

```
# Eastern edge of longitude and latitude for the great
circle
set lon2 = 139.0
set lat2 = 39.5
```

プロットしたい鉛直断面図の, 地表面に沿った大円の北極点に向かって東側の先端(B点とする)の経度と緯度. 東経は 0° から 180° までの値, 西経は 180° から 360° までの値を与える. 北緯は 0° から 90° までの正の値, 南緯は -90° から 0° までの負の値を与える.

```
# Range of the magnitude
set aminmag = 5.0
set amaxmag = 9.9
```

プロットに使うマグニチュードの最小値と最大値.

```
# Range of the depth
set amindep = 0.0
set amaxdep = 750.0
```

プロットに使う震源の深さ(km)の最小値と最大値.

```
# Half width of the section
set pwidth = 100
```

断面図にプロットする震源データの幅をkmで指定. 例えば, 100とすれば大円を挟んで幅 200 kmの場所の震源データをプロットする.

```
# Minimum and maximum depths of the section
set dmin = 0
set dmax = 200
```

断面図に表示する震源の深さの最小値と最大値. kmで指定.

```
# Setting for the frame of the section
set hint = a100f50
set dint = a50f50
```

断面図の枠に打たれる水平方向と深さ方向の目盛りの間隔. aの後の値は, 表示する数字の間隔. fの後の値は, これより細かく表示する小さい目盛りの間隔.

```
# Horizontal distance
set hmax = 1.85
```

断面図を出力したとき, 横方向の長さが長すぎたらこの値を小さく, 短すぎたら値を大きくする. 長さを0.8倍にしたい場合は0.8, 1.2倍にしたい場合は1.2. 通常は1.0 のままでよい.

```
##### END OF USER SETTING #####
```

```
##### START OF MINOR SETTING #####
```

```
# Diameter of focal sphere on map
set dmeca_map = 0.4
```

地図上にプロットする震源球の大きさ. 出力した後, 少し大きくしたい場合は, 0.5などとする(ちなみに GMTのデフォルト設定で, 震源球の大きさはマグニチュードが1大きくなると直径が5/3倍になるが, そうしないことも可能である).

```
# Diameter of focal sphere on section
set dmeca_sec = 0.4
```

同様に, 断面図上にプロットする震源球の大きさ.

```
# Color of extensive quadrants
set cext = WHITE
```

震源球の押しの部分の色(地図, 断面図共通).

```
# Color of compressive quadrants
set ccom = DARKGRAY
```

同様に, 震源球の引きの部分の色(地図, 断面図共通).

```
# Color of T-axes
set ctax = BLUE
```

T軸の色(地図, 断面図共通).

```
# Color of P-axes
set cpax = RED
```

同様に, P軸の色(地図, 断面図共通).

```
# Width of P-T axes
set wpt = 0.02
```

P-T 軸の線の幅の大きさ.

```
# Label for X
set labelx = "Horizontal distance [km]"
```

断面図の水平距離方向に付くラベル. 必要ない場合は, ""の間は空白.

```
# Label for Y
set labely = "Depth [km]"
```

断面図の深さ方向に付くラベル. 必要ない場合は, ""の間は空白.

```
# Width and color of plate boundaries
set ridwc = 4/BLACK
```

```
set trawc = 4/BBLACK
set trewc = 4/BBLACK
```

プレート境界の線の太さと色. 上から, 海嶺, トランスマーフ断層, 海溝の順.

```
# Scale bar on map [km]
set lfscale = 200
```

地図の中に挿入するスケールの長さ.

```
# Paper media ; PS => a4, EPS => a4+
gmtset PAPER_MEDIA a4+
```

図をPSファイルかEPSファイルのどちらに出力するかの指定.

```
##### END OF MINOR SETTING #####
```

3.4. ptgmt.cshを閉じて実行する.

```
$ptgmt.csh
```

5. 使用上の注意点

- 出力ファイルをIllustratorやPhotoshopで編集するときは, EPSファイルではなく, PDFファイルを使う(EPSファイルをこれらのソフトで開くと一部文字化けする場合がある).

6. 参考文献・ウェブページ

- Amante, C. and B.W. Eakins, 2009. ETOPO1 1 Arc-Minute Global Relief Model: Procedures, Data Sources and Analysis. NOAA Technical Memorandum NESDIS NGDC-24. National Geophysical Data Center, NOAA. doi:10.7289/V5C8276M
- Dziewonski, A. M., T.-A. Chou and J. H. Woodhouse, Determination of earthquake source parameters from waveform data for studies of global and regional seismicity, J. Geophys. Res., 86, 2825-2852, doi:10.1029/JB086iB04p02825, 1981.
- Ekström, G., M. Nettles, and A. M. Dziewonski, The global CMT project 2004-2010: Centroid-moment tensors for 13,017 earthquakes, Phys. Earth Planet. Inter., 200–201(1–9), doi:10.1016/j.pepi.2012.04.002, 2012.
- Global CMT Web Page, <http://www.globalcmt.org/>.
- GMT-The Generic Mapping Tools, <http://gmt.soest.hawaii.edu/home/>.

- Seno T. and M. Yoshida, Where and why do large shallow intraslab earthquakes occur?, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 141(3), 183-206, doi:10.1016/j.pepi.2003.11.002, 2004.
- TSEIS for WEB, <http://wwwweic.eri.u-tokyo.ac.jp/CATALOG/index-j.html>.
- Wessel, P., W. H. F. Smith, R. Scharroo, J. F. Luis, and F. Wobbe, Generic Mapping Tools: Improved version released, *EOS Trans. AGU*, 94(45), 409-410, doi:10.1002/2013EO450001, 2013.