

# GNSSデータ解析

防災研究所

西村卓也

# ソフトウェアのダウンロード



## Download

Version	Date	Binary AP Package for Windows	Full Package with Source Programs
0.2.0	2006/12/16	-	<a href="#">rtklib_0.2.0.zip</a> (2.8MB)
1.0.0	2007/01/25	-	<a href="#">rtklib_1.0.0.zip</a> (10.5MB)
1.1.0	2007/03/20	-	<a href="#">rtklib_1.1.0.zip</a> (6.2MB)
2.1.0	2008/07/15	-	<a href="#">rtklib_2.1.0.zip</a> (22.9MB)
2.2.0	2009/01/31	<a href="#">rtklib_2.2.0_bin.zip</a> (10.7MB)	<a href="#">rtklib_2.2.0.zip</a> (23.4MB)
2.2.1	2009/05/17	<a href="#">rtklib_2.2.1_bin.zip</a> (15.3MB)	<a href="#">rtklib_2.2.1.zip</a> (30.6MB)
2.2.2	2009/09/07	<a href="#">rtklib_2.2.2_bin.zip</a> (21.4MB)	<a href="#">rtklib_2.2.2.zip</a> (33.8MB)
2.3.0	2009/12/17	<a href="#">rtklib_2.3.0_bin.zip</a> (26.7MB)	<a href="#">rtklib_2.3.0.zip</a> (35.8MB)
2.4.0	2010/08/08	<a href="#">rtklib_2.4.0_bin.zip</a> (17.4MB)	<a href="#">rtklib_2.4.0.zip</a> (26.5MB)
2.4.1	2011/06/11	<a href="#">rtklib_2.4.1_bin.zip</a> (16.5MB)	<a href="#">rtklib_2.4.1.zip</a> (26.4MB)
2.4.2	2013/04/29	<a href="#">rtklib_2.4.2_bin.zip</a> (30.4MB)	<a href="#">rtklib_2.4.2.zip</a> (55.2MB)
2.4.3	2015/03/31	<a href="#">rtklib_2.4.3_bin.zip</a> (???.7MB)	<a href="#">rtklib_2.4.3.zip</a> (???.7 MB)

Please refer the [support information](#) to get the latest patches.  
RTKLIB 2.4.3 betas are available at GitHub. ([RTKLIB - branch rtklib\\_2.4.3](#))

[Open Repository in GitHub.](#)

[Tutorial and Demonstration](#)

[GNSS-SDRLIB: Open Source GNSS Software Defined Radio Library](#) (SDR working with RTKLIB)

[Google play: RTKGPS+](#) (Android frontend of RTKLIB)

## Overview

RTKLIB is an open source program package for standard and precise positioning with GNSS (global navigation satellite system). RTKLIB consists of a portable program library and several APs (application programs) utilizing the library. The features of RTKLIB are:

(1) It supports standard and precise positioning algorithms with:

[GPS](#), [GLONASS](#), [Galileo](#), [QZSS](#), [BeiDou](#) and [SBAS](#)

(2) It supports various positioning modes with GNSS for both real-time and post-processing:

Single, DGPS/DGNSS, Kinematic, Static, Moving-Baseline, Fixed, PPP-Kinematic, PPP-Static and PPP-Fixed

(3) It supports many standard formats and protocols for GNSS:

[RINEX 2.10](#), [2.11](#), [2.12](#) OBS/NAV/GNAV/HNAV/LNAV/QNAV, [RINEX 3.00](#), [3.01](#), [3.02](#) OBS/NAV, [RINEX 3.02 CLK](#), [RTCM ver.2.3](#), [RTCM ver.3.1](#) (with amendment 1-5), [ver.3.2](#), [BINEX](#), [NTRIP 1.0](#), [RTCA/DO-229C](#), [NMEA 0183](#), [SP3-c](#), [ANTEX 1.4](#), [IONEX 1.0](#), [NGS PCV](#) and [EMS 2.0](#) (refer the [Manual](#) for details)

(4) It supports several GNSS receivers' proprietary messages:

[NovAtel: OEM4/V/6](#), [OEM3](#), [OEMStar](#), [Superstar II](#), [Hemisphere: Eclipse](#), [Crescent](#), [u-blox: LEA-4T/5T/6T](#), [SkyTraq: S1315F](#), [JAVAD: GRIL/GREIS](#), [Furuno: GW-10 II/III](#) and [NVS NV08C BINR](#) (refer the [Manual](#) for details)

URL <http://www.rtklib.com>

上記ホームページから、Binary AP Package for Windowsの2.4.2をダウンロードする。

# RTKPOST

- 実際に使用するアプリは, RTKPOST
- いろいろ前準備が必要.
  - アンテナ位相テーブルPCVファイルの登録.
  - JAV\_GRANT-G3T
  - 固定点の座標入力
  - 海洋潮汐荷重変形パラメータの計算
  - 放送暦・精密暦のダウンロード
- 様々な解析モードを試してみる.
  - Single, DGPS/DGNSS, Static
  - 電離層補正, 対流圏補正,

# 海洋潮汐加重係数の計算

- Onsala Space Observatoryの海洋潮汐加重計算用ホームページ (<http://holt.oso.chalmers.se/loading/index.html>) ホームページより計算する.
- Ocean tide modelを選択し, Do you want to correct your loading values for the motion? をYesに変更.
- 結果はメールで受信. 必要部分をファイルに保存する.

## 結果のメールの例

```
$$ Ocean loading displacement
$$
$$ Calculated on holt using oflg/olmpp of H.-G. Scherneck
$$
$$ COLUMN ORDER: M2 S2 N2 K2 K1 O1 P1 Q1 M1 MM SSA
$$
$$ ROW ORDER:
$$ AMPLITUDES (m)
$$ RADIAL
$$ TANGENTL EW
$$ TANGENTL NS
$$ PHASES (degrees)
$$ RADIAL
$$ TANGENTL EW
$$ TANGENTL NS
$$
$$ Displacement is defined positive in upwards, South and West direction.
$$ The phase lag is relative to Greenwich and lags positive. The
$$ Gutenberg-Bullen Greens function is used. In the ocean tide model the
$$ deficit of tidal water mass has been corrected by subtracting a uniform
$$ layer of water with a certain phase lag globally.
$$
$$ Complete <model name> : No interpolation of ocean model was necessary
$$ <model name>_PP : Ocean model has been interpolated near the station
$$ (PP = Post-Processing)
$$
$$ CMC: YES (corr.tide centre of mass)
$$
$$ Ocean tide model: FES2004
$$
$$ END HEADER
$$
KOFU
$$ FES2004_PP ID: 2015-08-07 08:28:09
$$ OLCMC/ OLMPP by H G Scherneck, Onsala Space Observatory, 2015
$$ kofu, RADI TANG lon/lat: 133.4872 35.2829 0.000
.00474 .00267 .00073 .00069 .00604 .00478 .00195 .00096 .00027 .00019 .00016
.00221 .00086 .00032 .00038 .00440 .00309 .00145 .00061 .00034 .00013 .00009
.00398 .00122 .00086 .00035 .00245 .00145 .00081 .00021 .00049 .00024 .00010
85.9 100.1 88.8 96.2 -132.1 -148.5 -132.4 -155.9 -84.1 -137.1 -169.6
43.6 65.9 34.9 66.8 -146.7 -170.6 -146.9 178.8 117.8 68.9 17.4
-20.6 4.9 -31.7 5.4 -56.2 -50.6 -57.6 -35.6 -5.4 -16.6 -7.6
$$
MERN
$$ FES2004_PP ID: 2015-08-07 08:28:45
$$ OLCMC/ OLMPP by H G Scherneck, Onsala Space Observatory, 2015
$$ mern, RADI TANG lon/lat: 133.4789 35.2646 0.000
.00477 .00267 .00074 .00069 .00606 .00479 .00195 .00097 .00027 .00019 .00016
.00221 .00086 .00032 .00038 .00440 .00309 .00145 .00061 .00034 .00013 .00009
.00398 .00122 .00085 .00035 .00245 .00145 .00081 .00020 .00049 .00024 .00010
86.2 100.4 89.3 96.5 -132.0 -148.5 -132.4 -155.9 -86.2 -137.1 -169.6
43.7 65.9 35.0 66.8 -146.7 -170.6 -146.9 178.8 117.8 68.9 17.4
-20.6 4.9 -31.7 5.3 -56.2 -50.7 -57.6 -35.6 -5.4 -16.6 -7.6
$$
```

# 衛星軌道(暦)

IGS(International GNSS services)が提供する暦

種類	放送暦 (IGSではない)	超速報暦		速報暦	最終暦
観測／予報 値	予報	予報	観測	観測	観測
提供頻度	2時間毎	UTC 3時、9時、15時、21 時		UTC 17時	毎週木曜日
時間遅れ	リアルタイム	リアルタイム	3-9時間	17-41時間	12-18日
精度	~100cm	~5cm	~3cm	~2.5cm	~2.5cm

ファイル命名規則: igsXXXXY.sp3 (XXXXはGPS week, Yは曜日を表す。)

地殻変動解析には一般に最終暦を使用する。

軌道データのダウンロードは <http://garner.ucsd.edu/>

# GPS週と通算日(DOY)

- GPS時刻 (Time)
  - GPSで用いられる時刻. 1980年1月6日に世界協定時 (UTC)と一致するように定められた. 現在, GPS時刻はUTCから17秒進んでいる.
- GPS週(Week)
  - 1980年1月6日に始まる週が, 第0週.
  - 曜日は, 日曜日が0, 月曜日が1, …土曜日が6となる.
- その年の1月1日からの日付(通算日)もしばしば使われる.
- 観測日(2017年11月3日)の通算日は, 307日

# 基準点(SRH2)の座標



北緯  $33^{\circ} 40'49.6543''$   
( $33.68045925^{\circ}$  )  
東経  $135^{\circ} 22'06.4472''$   
( $135.368457558^{\circ}$  )  
楕円体高 70.06m

2017年10月4日～11月3日のデータに基づく。

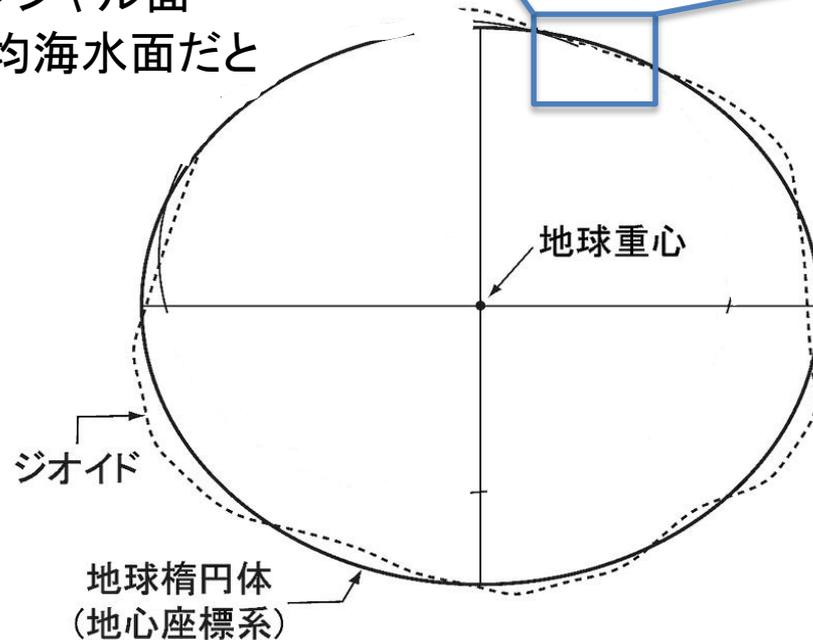
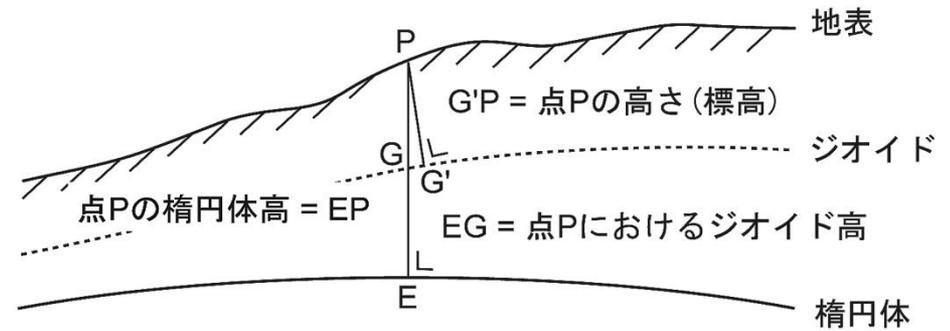
# 高さの基準

高さには複数の種類がある.

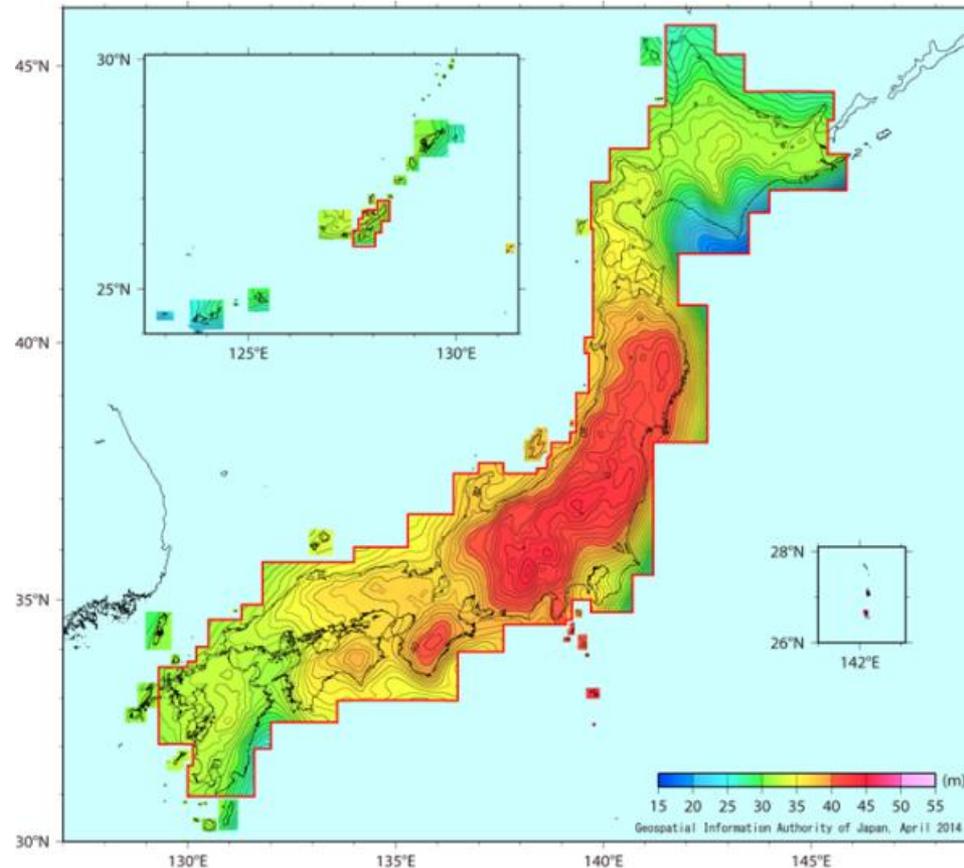
標高: 重力の働く方向を下として, ジオイドを基準とした高さ

楕円体高: 地球楕円体からの距離として幾何学的に決まる量.

ジオイド: 重力の等ポテンシャル面 (海流等がないときの平均海面だと考えれば良い)



# ジオイド高の計算



「日本のジオイド2011」モデルによるジオイド高

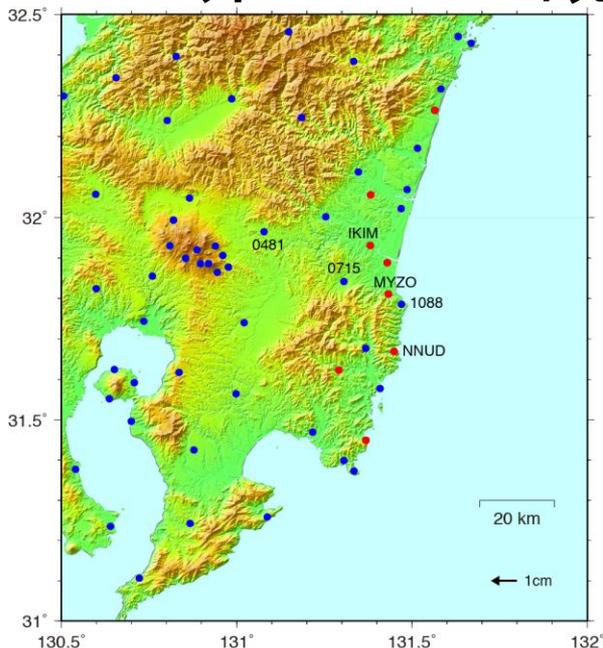
国土地理院ホームページ(<http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/geoid/>)から国内の任意の場所でのジオイド高が計算できる。

# A点とB点の高さを計算

- SRH2を基準としてA点とB点の楕円体高を計算.
  - 楕円体高の計算には重み付き平均を取る必要あり.
- ジオイド高を用いて, A点とB点の標高を計算し, 比高を求める.
- 他の手法(水準測量, 重力)からの比高と比較する.

# 豪雨時の大気遅延量の変化

- 2017年10月28日 夕刻～夜 台風22号の接近に伴い宮崎県南部で集中豪雨
  - 宮崎空港で17:15～18:14に98mmの雨
- 宮崎県では, GEONET観測点に加えて, 防災研のGNSS観測網が稼働中



九州南部の  
GNSS観測点

当日の気象レーダー



# 豪雨時の大気遅延量の変化

- 防災研究所地震予知研究センター宮崎観測所へ渡る橋が落橋.
- GNSSデータの解析により, 台風到来時の大気遅延量の変化を調べてみよう.



# 大気遅延量に関するTips

天頂大気遅延量 = 天頂静水圧遅延量 +  
天頂湿潤大気遅延量

天頂静水圧遅延量は、2m超、天頂湿潤大気遅延量は数cmから数十cmくらい。

天頂湿潤大気遅延量は、可降水量と比例関係にある。

RTKLIBの出力ファイルでは、拡張子が.pos.statのファイルで\$TROPの行に天頂大気遅延量が出力されている。