衛星測位研究会第３弾・Static 編
電子基準点を与点とした測位方法

前回までの研究報告では「NSP-1」を複数台使って成果を得る方法をお伝えいたしました。
複数の場所にロガーを設置して GNSS 衛星の data を取得します。
そして、一方のロガーの位置を起点とし、一方のロガーの位置を終点としたベクトルを計算した訳ですが、起点の座標値が既知であればベクトル成分によって終点（未知点）の座標値が判ります。

GNSS・Static 測位とは、求めたいベクトルの起点、終点に受信機を設置して、複数の GNSS 衛星（4 機以上）から発する同時間帯の data（瞬時でなくある程度長時間）を静止して受信し、その data を使ってベクトルを計算する測位方法です。（後処理基線解析）

そこで、起点の位置座標値と受信 data に代わるものとして、電子基準点の位置座標値と電子基準点が受信した GNSS 衛星 data を使って基線解析する方法が電子基準点を与点とした測位方法と言うものです。

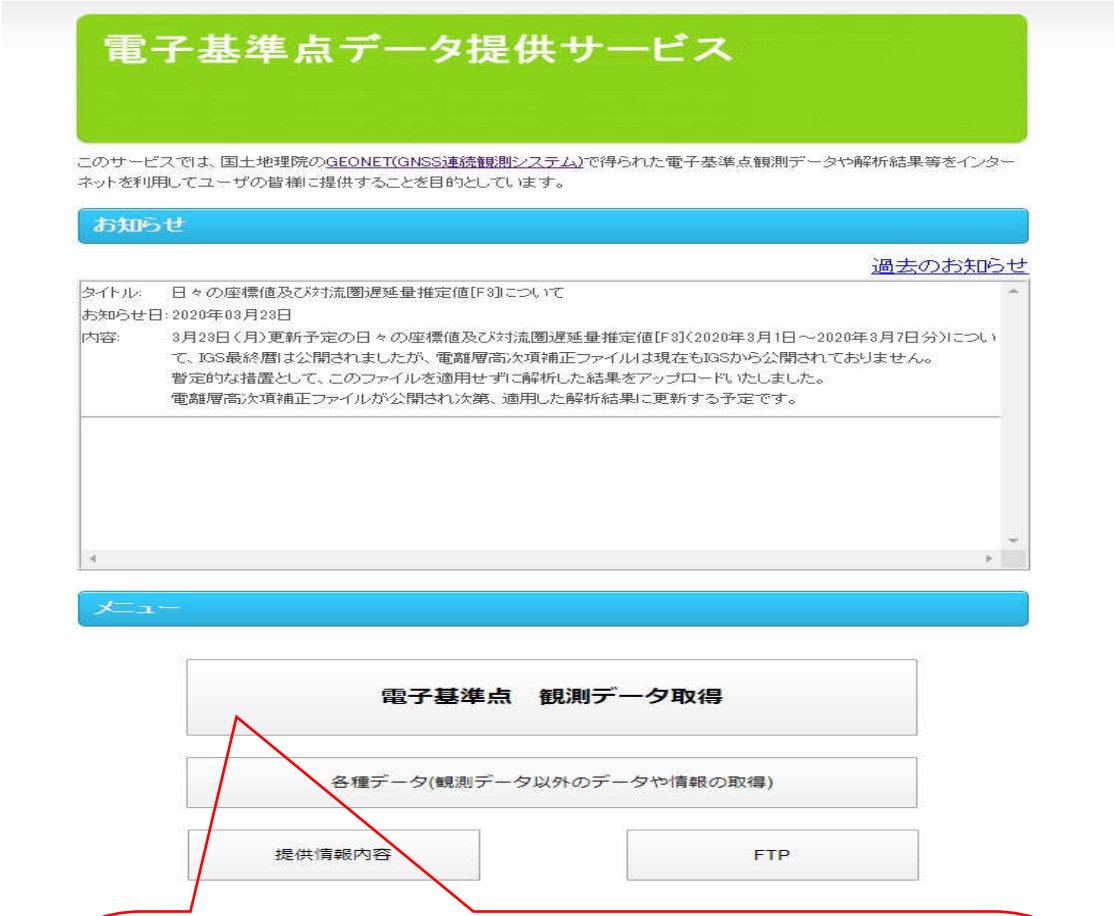
国土地理院は、全国に約 1300 箇所の電子基準点を持っており、GNSS 衛星からの観測 data を Web 上で公開しています。
data は 30 秒単位の情報で、受信した 1 時間後には、1 時間ごとのまとまりのある data が Web 上で公開され、ダウンロード可能となります。

①　電子基準点 data をダウンロードする。

国土地理院の HP メニュー「基準点・測地観測データ」より

（電子基準点データ提供サービス） https://terras.gsi.go.jp/

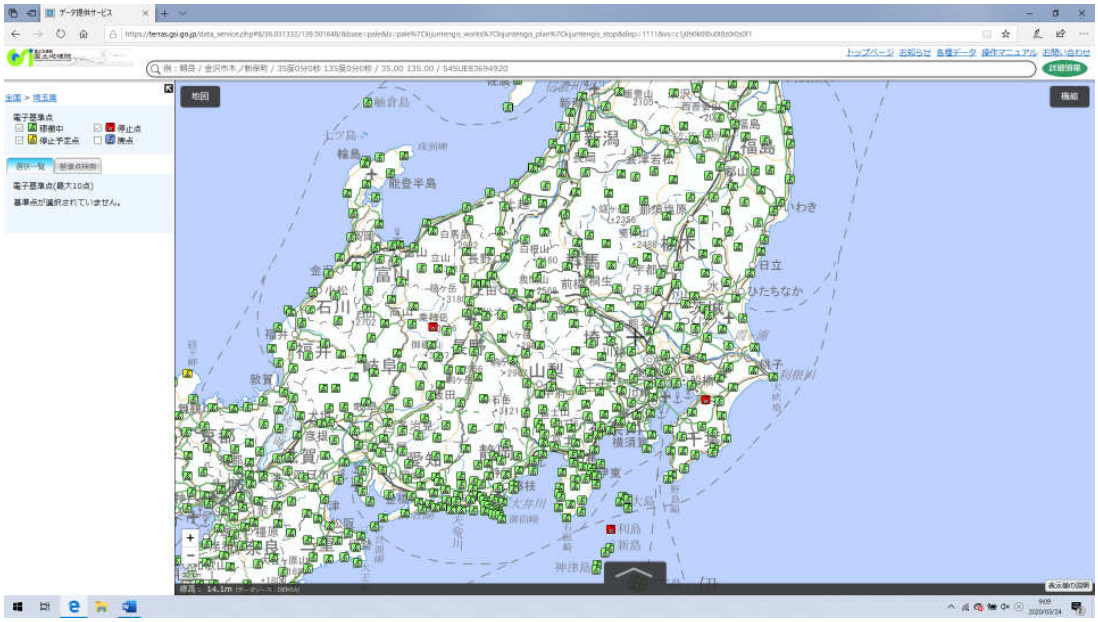
を開きます。

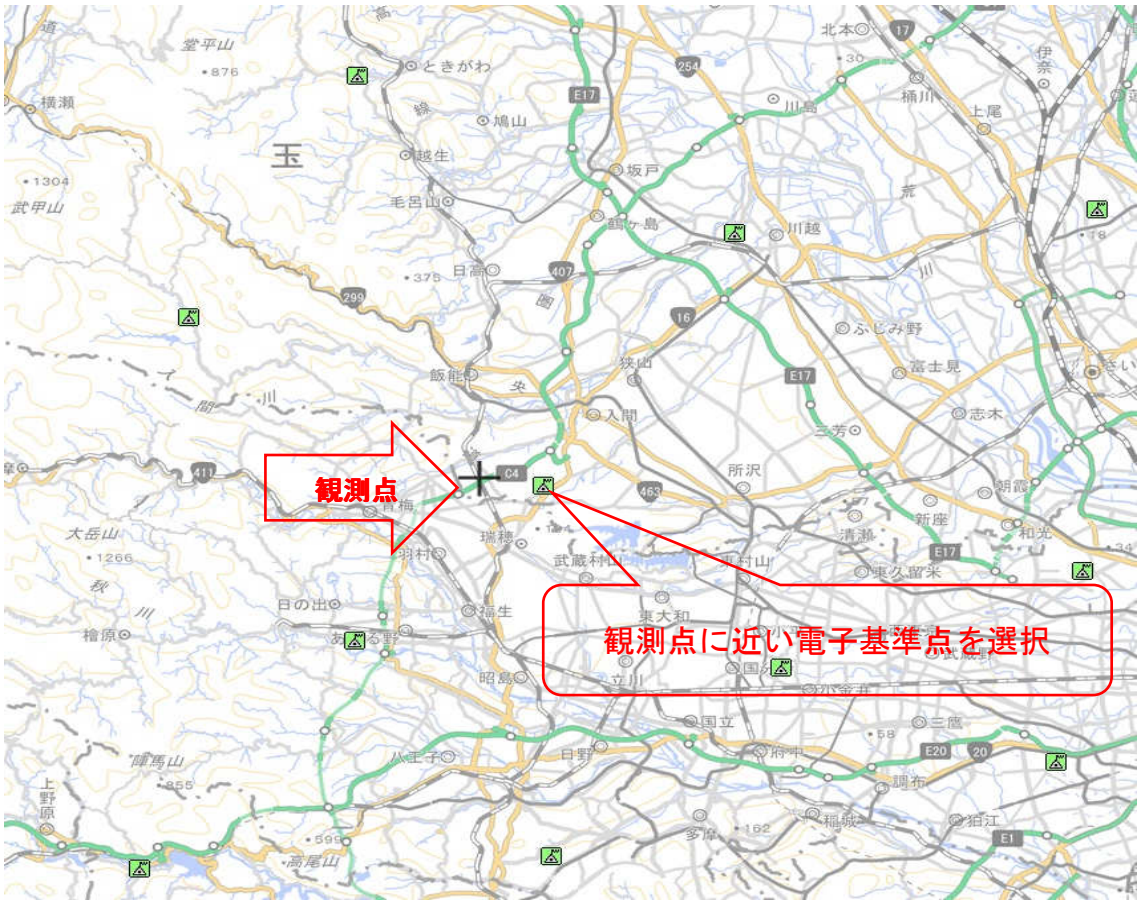


クリックするとログイン ID とパスワードを求められます。

新規登録の方法は画面の指示に従って行ってください。

ログインできると電子基準点の配点画面が出てきますので、与点としたい電子基準点を探索します。
マウスホイールで拡大、縮小、ドラック＆ドロップして、観測点付近を拡大表示します。



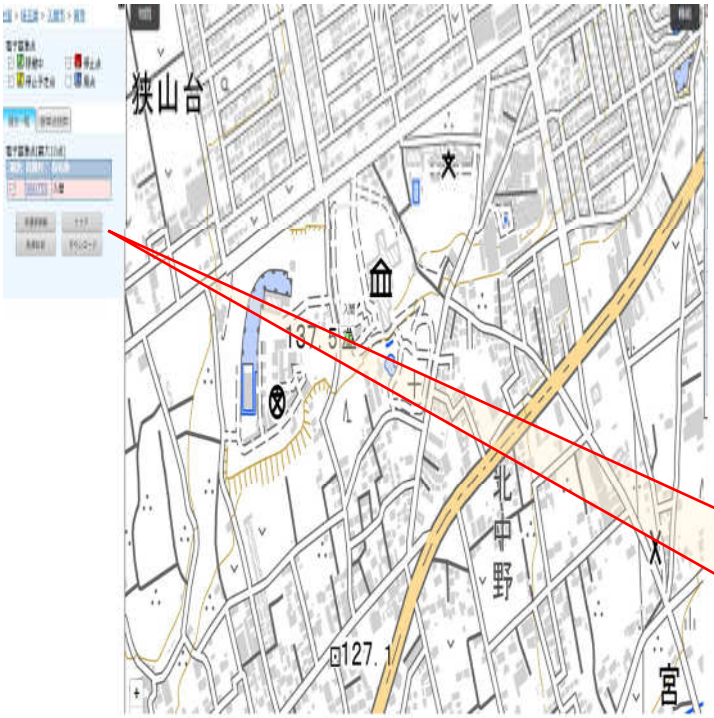


GNSS 測位における誤差要因に電離層遅延があります。電離層は場所によって層の厚さが異なり、遅延速度が一定で無い事から、計算モデルによる誤差消去が難しくなります。しかしベクトル間が短距離の場合、電離層の厚さに大きな差がない事から一定の遅延速度として補正計算が可能となります。

しかし、ベクトル間が長距離の場合は電離層遅延が一定でなく、計算モデルによる補正が出来ないことから、異なる周波数の搬送波 data を多元的に組み合わせて計算する事になります。
公共測量作業規定では 1 周波受信機を使用した場合の測定可能距離は 10Km 以下となっています。

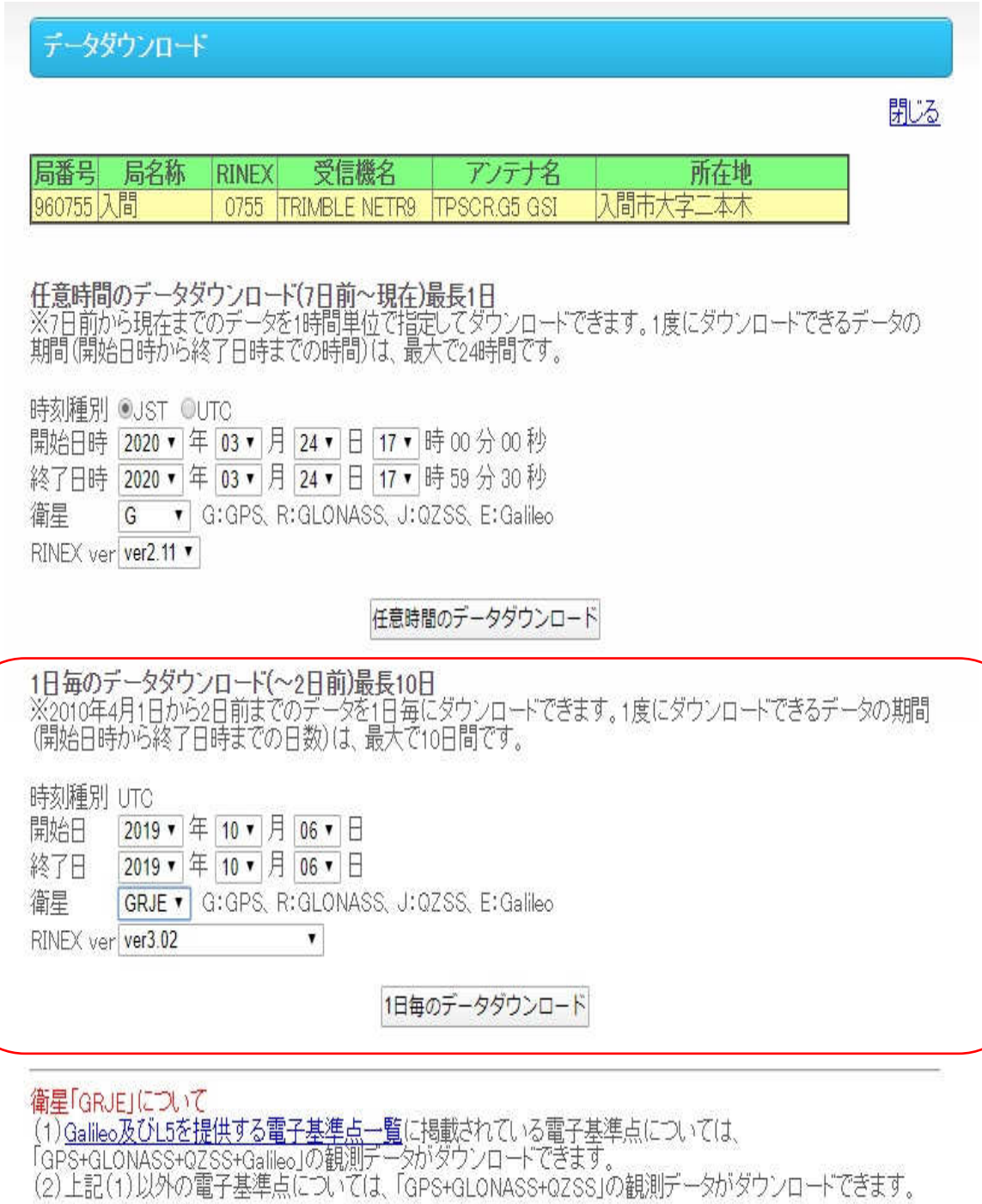
GNSS・Static ロガー「NSP-1」は 1 周波の搬送波を受信しますので、観測点から 10 km以内に電子基準点が無いと「電子基準点を与点とした測位方法」は使えないことになります。
しかし、公共測量作業規定では 1 周波受信機を使って Static 測量を行う場合、10 kmを超えるベクトル基線の場合、中間にもう 1 台受信機を設置して、受信機間が 10 km以内となればよいことが示されています。
若しくは、実務的には観測時間を長時間（数時間）とする方法も考えられます。

いずれにしても、観測点最近傍の電子基準点を与点とする事となります。



選択した電子基準点 data をダウンロードします。
局番号「960755」
局名称「入間」を選択しました。

ダウンロードをクリックするとダウンロード条件の画面に移ります。



上段の「任意時間のデータダウンロード」は 7 日前までのデータであれば時間単位でダウンロードできますが、それ以上前となると、1 日単位のデーターとなります。今回、計算に用いる data は第 1 弾研修マニュアル CD に格納した観測 data を使いますので、**2019 年 10 月 6 日の data をダウンロードします。**

データダウンロード

観測日が７日前までだったら１時間単位で電子基準点 data をダウンロードできる。

閉じる

局番号	局名称	RINEX	受信機名	アンテナ名	所在地
960755	入間	0755	TRIMBLE NETR9	TPSCR.G5 GSI	入間市大字二本木

任意時間のデータダウンロード(7日前～現在)最長1日

※7日前から現在までのデータを1時間単位で指定してダウンロードできます。1度にダウンロードできるデータの期間(開始日時から終了日時までの時間)は、最大で24時間です。

時刻種別 ◉JST ○UTC
開始日時 2020 年 03 月 24 日 17 時 00 分 00 秒
終了日時 2020 年 03 月 24 日 17 時 59 分 30 秒
衛星 G G:GPS、R:GLONASS、J:QZSS、E:Galileo
RINEX ver ver2.11

任意時間のデータダウンロード

1日毎のデータダウンロード(～2日前)最長10日

※2010年4月1日から2日前までのデータを1日毎にダウンロードできます。1度にダウンロードできるデータの期間(開始日時から終了日時までの日数)は、最大で10日間です。

計算に使用する衛星を選択「NSP-1」は GPS, GLONASS, QZSS を受信できるように設定してありますが、Galileo は受信できません。電子基準点情報は G, R, J, E 全てを受信している data の方を選択します。

時刻種別 UTC
開始日 2019 年 10 月 06 日
終了日 2019 年 10 月 06 日
衛星 GRJE G:GPS、R:GLONASS、J:QZSS、E:Galileo
RINEX ver ver3.02

1日毎のデータダウンロード　ダウンロードします

衛星「GRJE」について
(1)Galileo及びL5を提供する電子基準点一覧に掲載されている電子基準点については、「GPS+GLONASS+QZSS+Galileo」の観測データがダウンロードできます。
(2)上記(1)以外の電子基準点については、「GPS+GLONASS+QZSS」の観測データがダウンロードできます。

衛星の選択を G, R, J, E とすると RINEX バージョンは 3.02 になるようです。RINEX バージョンは RTKPOST の計算で、必要情報となります。

一日毎のダウンロードをクリックするとダウンロードサイトに移動します。

1日毎のデータダウンロード

データダウンロードページへ戻る

一括ダウンロード

期間(UTC)	2019/10/06 00:00:00 ～ 2019/10/06 23:59:30
衛星	GRJE
RINEX ver	ver3.02

指定した日時、衛星の種類、RINEX バージョンが表示されています。

局番号	観測日時(UTC)	観測ファイル	衛星軌道情報ファイル	取得率	ファイルサイズ	マルチパスL1	マルチパスL2	サイクルスリップ
960755	2019-10-06 00:00:00 ～ 2019-10-06 23:59:30	ダウンロード	ダウンロード	99	4,641KB	0.25	0.27	21

電子基準点観測データのファイル名について

電子基準点の観測データファイルの名称は、定められた規則に従ってつけられます。
ファイルはgzip形式で圧縮されています。

sssddd?.yyo ： 観測データファイル
sssddd?.yyn ： 衛星軌道情報ファイル
ssss ： 観測局の番号もしくは名称を表します。
ddd ： 観測した日の通算日を表します。
yy ： 観測した日の西暦下2桁を表します。2009年では09となります。
? ： セッション番号の詳細はこちらをご覧ください。

観測局の番号は、以下の約束に従って割り当てられています。

電子基準点			sssssの数字
92年度設置点	「2???」	例 92110「つくば1」	---> 2110
93年度設置点	「3???」	例 93002「八郷」	---> 3002
94年度以降設置点	「0???」	例 940050「新潟」	---> 0050
	「1???」	例 950228「世田谷」	---> 0228
		例 960603「母島」	---> 0603
		例 021062「福岡」	---> 1062

ダウンロードしたら解凍してください。観測 2019 年の obs ファイルということでファイル名 ////.19o となっています。

ダウンロードしたら解凍してください。
解凍すると衛星ごとの航法メッセージファイルが展開されます。
GPS の航法メッセージ＝////.19n
QZSS の航法メッセージ＝////.19q
GLONASS の航法メッセージ＝////.19g
Galileo の航法メッセージ＝////.19l
です。Galileo の航法メッセージは RTKPOST の計算では使用しません。
「NSP-1」は Galileo の data を受信する設定にはしていないからです。

②　電子基準点位置情報（元期座標）を収集する

国土地理院の基準点成果等閲覧サービスを利用します。

基準点成果等閲覧サービス

https://sokuseikagis1.gsi.go.jp/top.html

基準点成果等閲覧サービス

国土地理院が設置した各種基準点の成果及び測量法第42条に定められた、
測量成果の写しについて閲覧することができます。

▶国土地理院ホーム ▶基準点・測地観測データ

お知らせ

- **街区三角点節点、街区多角点節点、街区点補助点は、国土交通省地籍整備課(国土交通省地籍調査Webサイト)が提供していますので、そちらにお問い合わせください。**（令和2年2月20日更新）
- 本サービスＰＣ版サイトをリニューアルしました（令和2年2月15日更新）
- 本サービスのユーザーマニュアル（ＰＣ版）を一部改訂しました。（令和2年2月15日更新）
- ＜重要なお知らせ＞ 謄抄本交付申請書に記載される申請年月日について　改元日以降の元号表

■過去のお知らせ

マニュアルのダウンロードについて

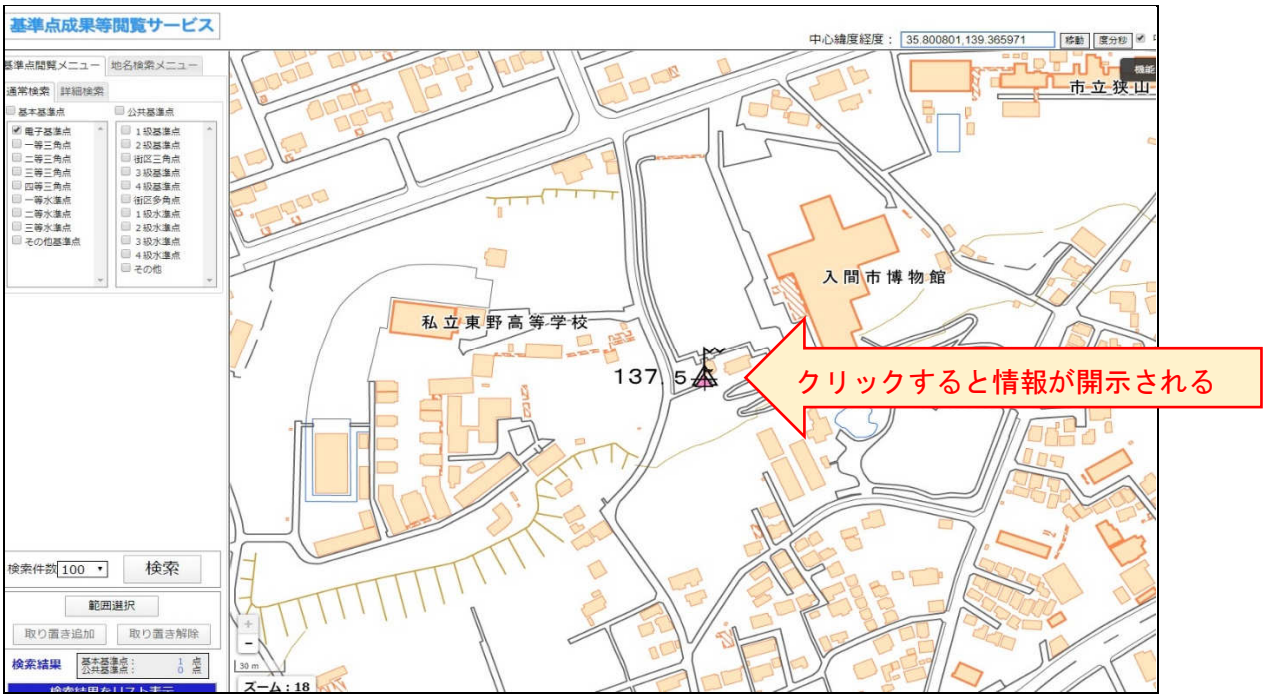
ユーザーマニュアル(タブレット版)【pdf：0.96MB】（令和2年2月19日更新）
ユーザーマニュアル(PC版)【pdf：2.89MB】（令和2年2月15日更新）

本サイトについて

- 点の記および写真を閲覧するには ユーザー登録（無料） が必要になります。
- 測量成果・測量記録の謄抄本交付について（過去の基本基準点成果・点の記も謄本交付できます。）
- 本サービスより出力された基本基準点成果表は、公共測量を実施する際の既知点成果として利用可能です。なお、公共測量で利用する際は、当該測量計画機関に御確認の上、御利用ください。
- 重力点の緯度、経度、標高の値は、公共測量等には御利用できません。
- 公共基準点成果等の「閲覧・謄本交付の可否」に表示されている「閲覧・謄本交付不可」等の情報は、管轄する 国土地理院の各地方測量部・支所 の窓口へお問い合わせ下さい。
- 本サービスで提供している街区基準点等の測量成果は、街区三角点、街区多角点のみです。
- 街区三角点節点、街区多角点節点、街区点補助点は、国土交通省地籍整備課が国土交通省地籍調査Webサイト（ http://www.chiseki.go.jp/plan/cityblock/index.html ）で提供しています。
- 測量標及び測量成果の無断使用は測量法により罰せられることがあります。使用する際は必ず使用承認を得て下さい。基準点が設置されている土地に立ち入る際は、土地の所有者（管理者）の承諾を得て下さい。
- 基本基準点の移設等維持管理については、国土地理院の各地方測量部・支所にお問い合わせください。
- 利用規約はこちらをご確認ください。

基準点検索入口

検索地図が表示されますのでマウスで拡大、縮小　移動して目的の電子基準点にたどりつき、電子基準点のアイコンをクリックすると情報が開示されます。



基準点基本情報　解説　　取り置き

基準点コード	EL05339526901
ICタグ(ucode)	
等級種別	電子基準点
冠字選点番号	
電子基準点観測点番号	960755
基準点名	入間
部号	
成果品質	1974年以降観測されている
電子基準点取り付け	
標高区分	水準測量による
ワンストップサービスの可否	○

基準点成果情報　解説

登録年月日	成果状態
2014/04/01	正常

２０万分の１地勢図名	東京
５万分の１地形図名	青梅
成果区分	世界測地系(測地成果2011)
北緯	35°48'02".8890
東経	139°21'57".5043
標高(m)	142.525
楕円体高	182.24
平面直角座標系(番号)	9
平面直角座標(X)(m)	-21999.400
平面直角座標(Y)(m)	-42240.535
真北方向角(計算値)	0°16'24".22
縮尺係数(計算値)	0.999922
作業内容	標高改算
作業年月日	20140320

位置情報は元期と呼ばれる基準日の位置座標です。まずは元期の位置情報を取得します。（サイトは閲覧サービスですのでプリントは出来ません）
緯度、経度、標高、楕円体高、平面直角座標等　位置情報を PC 画面プリントするか、メモ書きして控えておいてください。

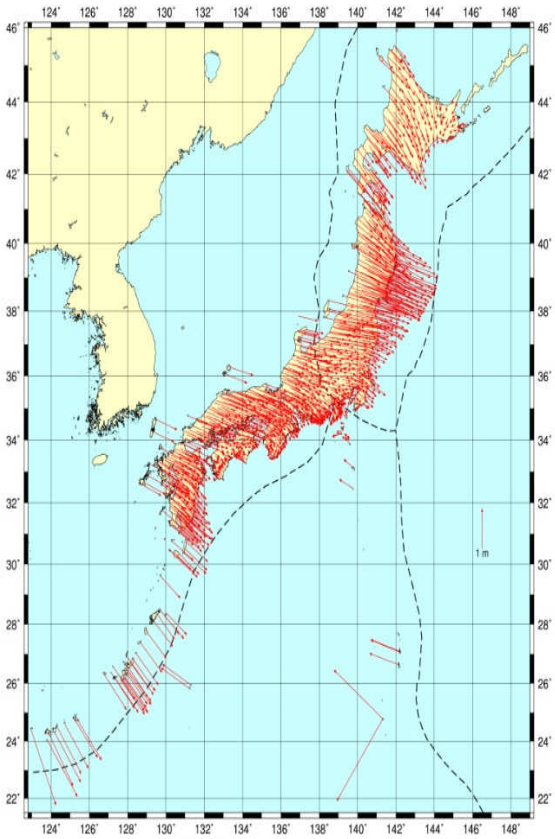
③ 電子基準点位置情報（元期座標）をセミ・ダイナミック補正により今期座標に変換する。

セミダイナミック補正については国土地理院 HP の解説をご覧ください。

https://www.gsi.go.jp/sokuchikijun/sokuchikijun40046.html

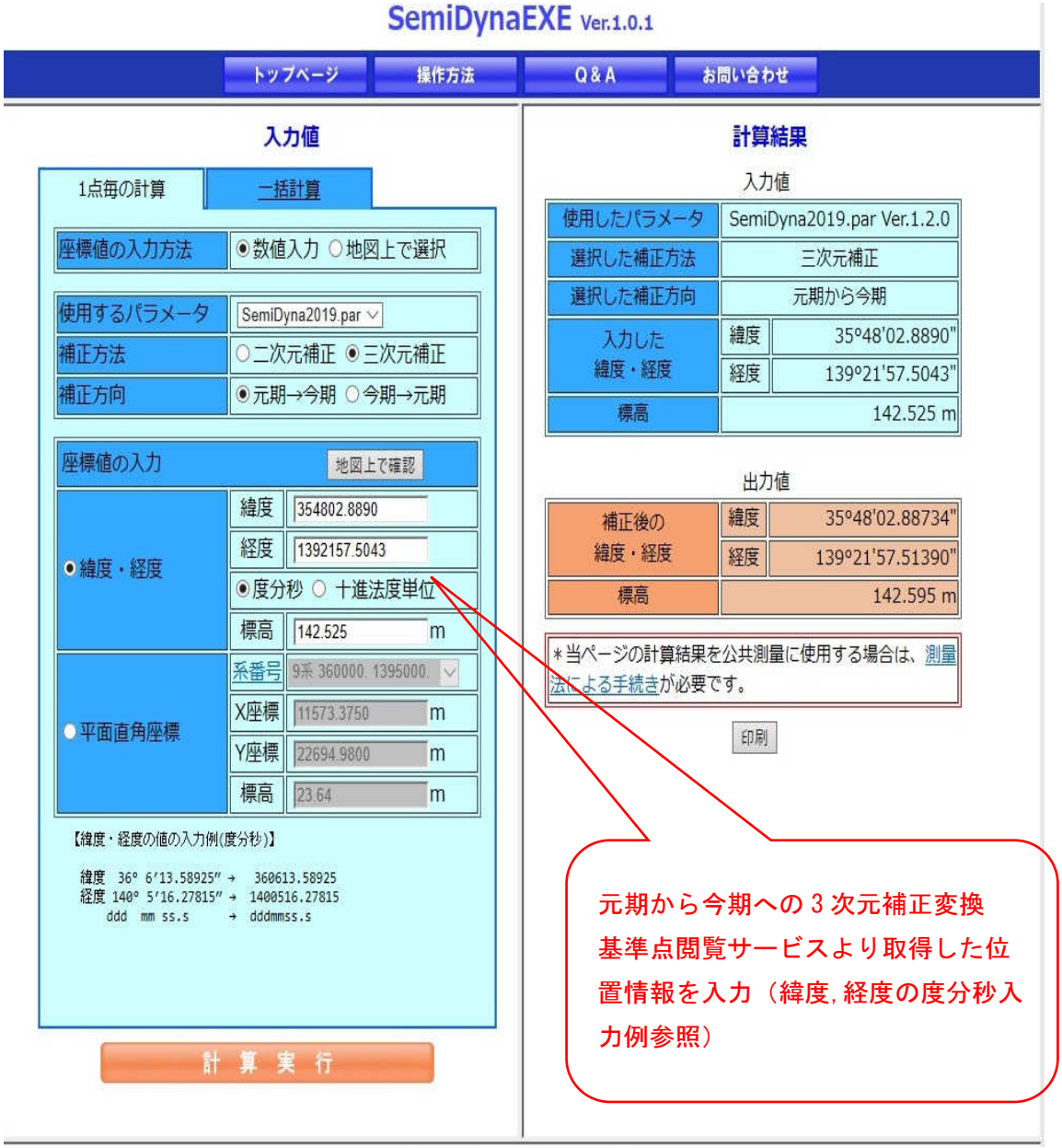
セミ・ダイナミック補正とは

近年の測量は、電子基準点とGNSS測量機を使用することによって正確に位置を求めることができるようになりました。しかし、我が国は複数のプレート境界に位置し、それぞれのプレートが異なる方向へ動くことから、複雑な地殻変動が起こっています（図－1）。測量に利用される基準点もこの地殻変動の影響により、実際の地球上の位置と測量成果の示す座標値が時間とともにずれていきます。位置情報（緯度、経度、標高）の均一な精度を長期的に維持するため、この一様でない地殻変動による歪みの影響を補正するのがセミ・ダイナミック補正です。これにより、利用者に安定した位置情報が提供できるようになります。



図－１ GNSS連続観測が捉えた日本列島の地殻変動
基準データ:測地成果2011
比較データ:2019年1月1日

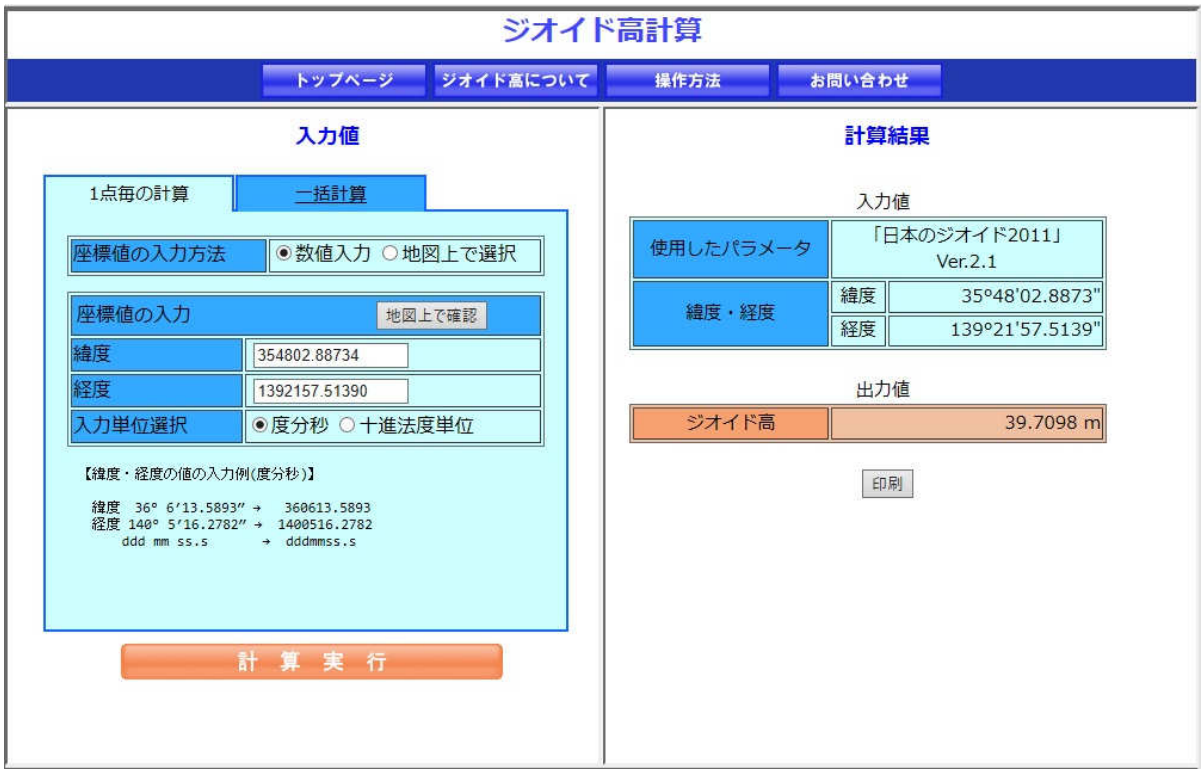
電子基準点の元期座標を今期座標に変換します。
セミ・ダイナミック補正の計算は国土地理院が公開している「測量計算サイト」の中にある「SemiDynaEXE」 を使います。
https://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/surveycalc/semidyna/web/index.html



基準点閲覧サービスより収集した電子基準点入間の元期座標
緯度　35 度 48 分 02.8890 秒　経度　139 度 21 分 57.5043 秒　標高 142.52 を

セミ・ダイナミック補正計算プログラム SemiDynaEXE により計算した電子基準点入間の今期座標
緯度　35 度 48 分 02.88734 秒　経度　139 度 21 分 57.51390 秒　標高 142.595

標高を楕円体高表示する。
同じく国土地理院の「測量計算サイト」ジオイド高の計算を使います。
https://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/surveycalc/geoid/calcgh/calcframe.html



電子基準点入間の今期座標（SemiDynaEXE により計算したもの）
緯度　35 度 48 分 02.88734 秒　経度　139 度 21 分 57.51390 秒　標高 142.595
の位置でジオイド高を計算
39.7098m
標高＋ジオイド高＝楕円体高
142.595＋39.7098＝182.3048mとなります。
＊基準点閲覧サービスより収集した元期の標高 142.525　楕円体高 182.24 と表示されているからこれからジオイド高は 182.24-142.525＝39.715 と計算されます。
今期座標から計算したものと少し違いますが、cm オーダーでは同じですが、一応、計算しておきます。
RTKPOST でベクトル計算する際に入力する高さは楕円体高です。

④　起点（電子基準点）今期座標を使って PTKPOST で基線ベクトル計算をする。

その前に、第 1 弾研修マニュアル CD に格納した TEST 観測 NO1 の観測 data を RTKCONV を使って RINEX データにコンバートします。

観測点 NO1 の状況

観測点 NO1 は入間市 2 級基準点を使っています。

「電子基準点を与点とした測位法」の精度を検証するために、位置座標値が既知の点を観測、計算することにしました。

観測点 NO1（入間市 2 級基準点）の公開されている座標値は

緯度 35 度 48 分 32.8240 秒　経度 139 度 21 分 13.8188 秒　楕円体高 186.14m

です。

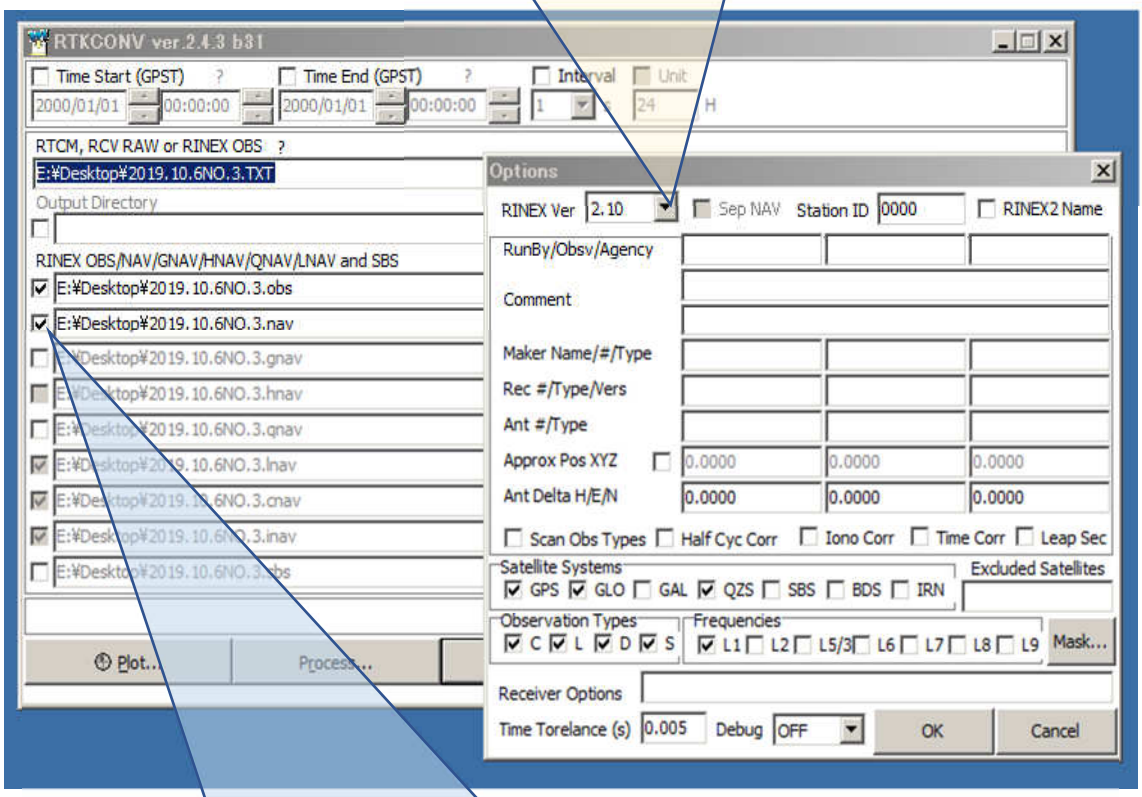
第 1 弾 CD に格納した data

2919.10.6NO1.TXT	2000/01/01 1:00	テキスト ドキュ...	7,763 KB

RINEX ファイルへのコンバート方法は第 1 弾マニュアルをご覧ください。

今回の注意点

RINEX バージョンは電子基準点 data と同じ 3.02 を選択



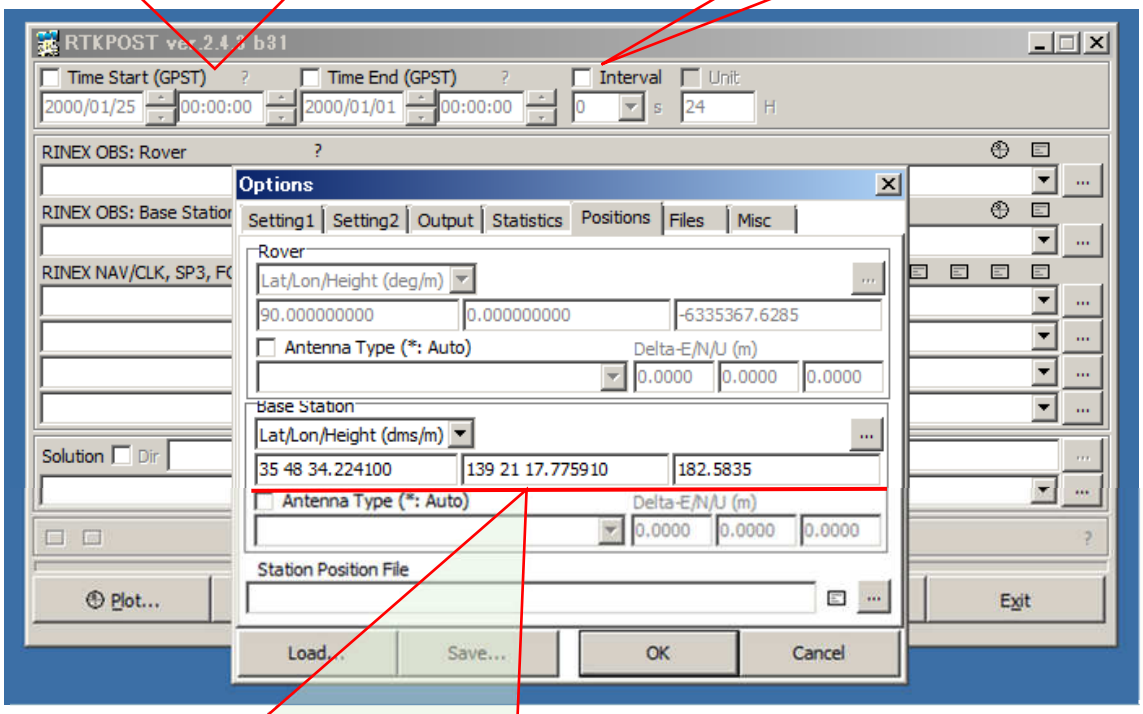
求点（Rover）の航法メッセージは計算に使わないのでチェックしなくてもよい

RTKPOST で今期座標の基線ベクトルを計算をします。
RTKPOST の入力方法、設定方法等操作方法は第 1 弾マニュアルをご覧ください。今回注意する点のみ掲載します。

設定は第 1 弾参照
設定情報

Time ゾーンはあえて設定しなくても可　Rover Base の両 data が揃っている時間帯のみしか計算しないので

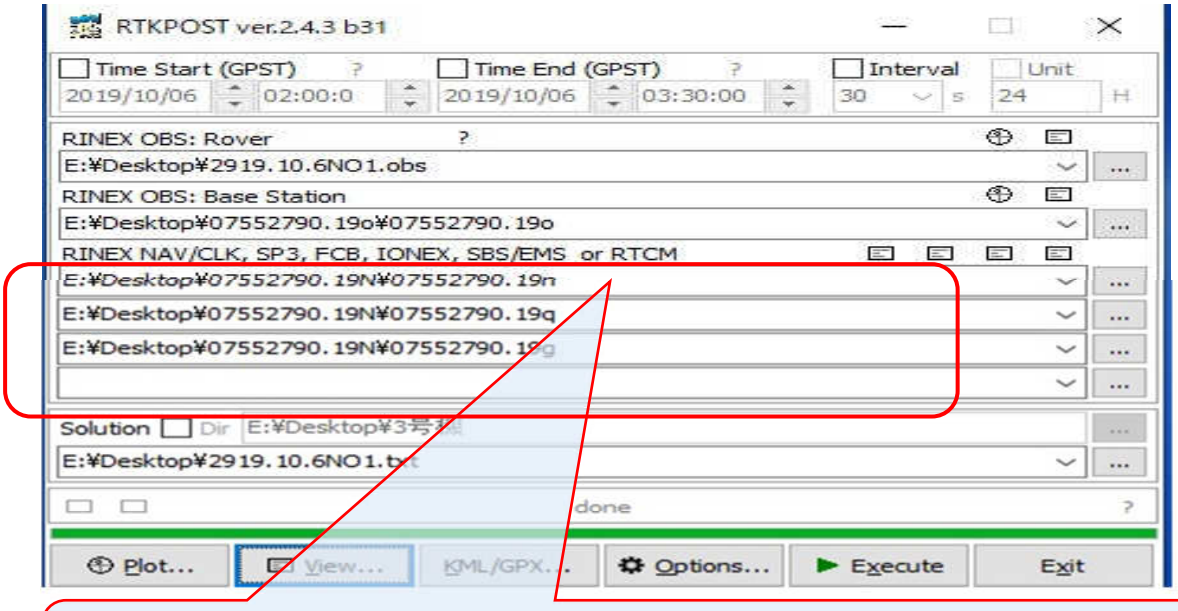
Interval を長く設定すると FIX しない場合もあるので、あえて設定しない。（チェックしない）



Base（起点）＝電子基準点の今期座標を入力します。
緯度 35 度 48 分 02.88734 秒　経度 139 度 21 分 57.51390 秒　楕円体高 182.30

Interval を設定しないと、計算結果が多くなりますが、OUTPUT の設定で Solution for Static Mode を Single に設定すると Ratio が最高潮に達した時点の結果のみを表示します。故に、あえて Interval を設定しなくても差し支えありません。

＊ 電子基準点 data は 30 秒単位なので Interval をこれに合わせるべきと考えますが、FIX しない時があります。よって Interval はあえて設定しません。



ダウンロードした電子基準点 data（航法メッセージ）を入力する。

////.19n は GPS メッセージ　////.19q は QZSS メッセージ　////.19g は GLONASS メッセージ

計算結果（今期座標）

```
% program   : RTKPOST ver.2.4.3 b31
% inp file  : E:¥Desktop¥2919.10.6NO1.obs
% inp file  : E:¥Desktop¥07552790.19o¥07552790.19o
% inp file  : E:¥Desktop¥07552790.19N¥07552790.19n
% inp file  : E:¥Desktop¥07552790.19N¥07552790.19q
% inp file  : E:¥Desktop¥07552790.19N¥07552790.19g
% obs start : 2019/10/06 11:21:14.0 JST (week2074   8492.0s)
% obs end   : 2019/10/06 12:30:40.0 JST (week2074  12658.0s)
% pos mode  : static
% freqs     : L1
% solution  : forward
% elev mask : 15.0 deg
% dynamics  : off
% tidecorr  : off
% ionos opt : broadcast
% tropo opt : saastamoinen
% ephemeris : broadcast
% navi sys  : gps glonass qzss
% amb res   : fix and hold
% amb glo   : on
% val thres : 5.0
% antenna1  :                          ( 0.0000   0.0000   2.0680)
% antenna2  :                          ( 0.0000   0.0000   2.0030)
% ref pos   : 35 48 02.88734  139 21 57.51390   182.3000
%
%
(lat/lon/height=WGS84/ellipsoidal,Q=1:fix,2:float,3:sbas,4:dgps,5:single,6:ppp,n
s=# of satellites)
%  JST                    latitude(d'")   longitude(d'")  height(m)   Q  ns
sdn(m)    sde(m)    sdu(m)   sdne(m)   sdeu(m)   sdue(m)  age(s)   ratio
2019/10/06 11:21:14.002   35 48 32.82145  139 21 13.82897   186.1672   1  14
0.0002    0.0002    0.0004   -0.0000    0.0001   -0.0001   28.00   999.9
```

電子基準点入間の今期座標

観測点 NO1 の計算座標（今期）

観測点の計算により得られた今期座標

緯度　35 度 48 分 32.82145 秒　　経度　139 度 21 分 13.82897 秒

楕円体高 186.1672m

標高は 186.1672-39.7098＝146.457

⑤　RTKPOST によって計算した座標値（今期座標）をセミ・ダイナミック補正により元期座標に戻す。

https://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/surveycalc/semidyna/web/index.html

観測点 NO1 を元期座標に変換した結果

緯度　35 度 48 分 32.8231 秒　　経度　139 度 21 分 13.8193 秒

標高 146.39m＝アンテナの位置

平面直角座標　　X＝-21071.583　　Y=-43332.777

観測点 NO1（入間市 2 級基準点）の既知座標値

2級基準点	NO.2048	35	48	48.8274	139	21	30.7479	−20580.430	−42905.420	140.129
2級基準点	NO.2049	35	48	32.8240	139	21	13.8188	−21071.557	−43332.790	144.257
2級基準点	NO.2050	35	48	24.1740	139	21	23.6240	−21339.335	−43087.943	143.696
2級基準点	NO.2050−5	35	48	26.5180	139	21	22.2141	−21266.924	−43122.985	143.544
2級基準点	NO.2051	35	48	39.8435	139	21	0.7618	−20853.617	−43659.497	146.465
2級基準点	NO.2052	35	48	50.2968	139	20	49.4689	−20530.062	−43941.384	146.637

⑥　較差検証

平面直角座標較差　X=-0.026　　Y=+0.013

＊Hはアンテナの高さで観測したため比較対象外

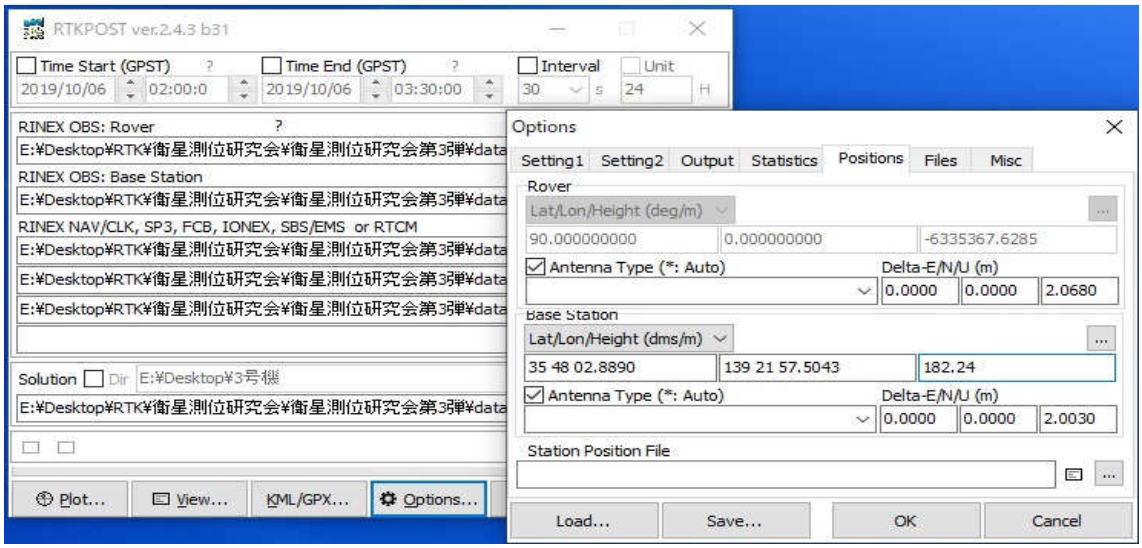
セミ・ダイナミック補正を考慮せず計算した場合どうなるか

電子基準点元期座標　⟶　観測点元期座標とした場合

電子基準点入間の元期座標（基準点閲覧サービスより）

緯度　35 度 48 分 02.8890 秒　経度　139 度 21 分 57.5043 秒　標高 142.525

をそのまま使用して RTKPOST にて計算してみました。




```
% obs start : 2019/10/06 11:21:14.0 JST (week2074   8492.0s)
% obs end   : 2019/10/06 12:30:40.0 JST (week2074  12658.0s)
% pos mode  : static
% freqs     : L1
% solution  : forward
% elev mask : 15.0 deg
% dynamics  : off
% tidecorr  : off
% ionos opt : broadcast
% tropo opt : saastamoinen
% ephemeris : broadcast
% navi sys  : gps glonass qzss
% amb res   : fix and hold
% amb glo   : on
% val thres : 5.0
% antenna1  :                          ( 0.0000   0.0000   2.0680)
% antenna2  :                          ( 0.0000   0.0000   2.0030)
% ref pos   : 35 48 02.88900  139 21 57.50430   182.2400
%
%
(lat/lon/height=WGS84/ellipsoidal,Q=1:fix,2:float,3:sbas,4:dgps,5:single,6:ppp,n
s=# of satellites)
%  JST                      latitude(d'")   longitude(d'")  height(m)   Q  ns
sdn(m)   sde(m)   sdu(m)  sdne(m)  sdeu(m)  sdue(m)  age(s)  ratio
2019/10/06 11:21:14.002  35 48 32.82311  139 21 13.81937   186.1073   1  14
0.0002   0.0002   0.0004  -0.0000   0.0001  -0.0001   28.00   999.9
```

セミ・ダイナミック補正を考慮しないで計算した結果
緯度　35 度 48 分 32.8231 秒　経度　139 度 21 分 13.8194 となりました。

2 級基準点成果座標
緯度　35 度 48 分 32.8240 秒　経度　139 度 21 分 13.8240
平面直角座標　X=-21071.557　Y=-43332.790

① セミ・ダイナミック補正をした場合
緯度　35 度 48 分 32.8231 秒　経度　139 度 21 分 13.8193
平面直角座標　X=-21071.583　Y=-43332.777
ΔX＝-0.026　　ΔY=+0.013

② セミ・ダイナミック補正をせず元期座標をそのまま用いた場合
緯度　35 度 48 分 32.8231 秒　経度　139 度 21 分 13.8194
平面直角座標　X=-21071.583　Y=-43332.775
ΔX＝-0.026　　ΔY=+0.015

セミ・ダイナミック補正をして計算した今期座標（元期に戻す前）
緯度　35 度 48 分 32.82145 秒　　経度　139 度 21 分 13.82897 秒
平面直角座標　X=-21071.635　Y=-43332.535
ΔX＝-0.078　　ΔY=+0.255

＊セミ・ダイナミック補正をして計算した今期座標（元期に戻す前）と既知の元期座標との較差ΔX＝-0.078　ΔY=+0.255 は地殻変動の結果なのでしょうか？

① セミ・ダイナミック補正を考慮しても、②考慮しなくても結果はそんなに変わりありませんでした。

観測点と、電子基準点の距離が近い事が理由です。（近距離地物は地殻変動によって同時移動するから）
長距離基線の場合はもう少し違ってくるかもしれません。

また
今回は、一つの電子基準点からのベクトル（一方向）のみで観測点の座標を計算しています。複数の電子基準点からのベクトルを平均して観測点の座標を求めている訳ではありません。
遠距離の電子基準点を使って網平均する場合、セミ・ダイナミック補正して、いったん今期座標に変換して置かないと、(今期)観測結果が規定値に入らない可能性が出てきます。

公共測量作業規定で規定する電子基準点を使った 2 級基準点測量とは、遠距離

の電子基準点を与点として網平均計算をする場合にセミダイナミック補正を行わないと、地殻変動の影響により、観測結果が制限内に入らないことを示しています。

近距離（ｋｍ）の公共基準点を与点とした基準点測量においては、セミ・ダイナミック補正の必要は無いことになります。

今回の電子基準点を与点とした測位法においては、セミ・ダイナミック補正を行う解説をしていますが、長距離電子基準点を使って網平均する場合はその意味がありますが、そうでない場合は意味がない気もします。

まして、「NSP-1」は１周波の受信機なので、長距離観測における電離層遅延の問題があり、電子基準点を与点とし、網平均計算を行う測量には向かないことになります。セミダイナミック補正は無縁となります。
また、別の話、電子基準のアンテナと NSP-1 のアンテナは違うモノなので PCV 補正の話も出てきます。

しかし、衛星測位を研究する以上、地殻変動の影響やセミダイナミック補正について知る必要もあると思い、今回の報告に至りました。

一方、GNSS・Static ロガー「NSP-1」１台で前述程度の誤差は含みますが GNSS 測量による世界測地系座標が得られます。
認定 VRS 測量機と遜色ない結果が得られるのも事実です。

以上は研究会会員に向けた実験報告です。
当報告書は会員の研究材料として利用する事を目的としており、記事の正確性や表現方法については、今後の研究課題としています。