



はじめての Bernese

Ver . 2.02

鹿児島大学理学部
地球環境科学科島弧火山講座
中尾 茂

2006 年 9 月 4 日

目 次

0 . はじめに

1 . 計算をはじめのための準備

- i) キャンペーンディレクトリ
- ii) メニュー画面の起動
- iii) キャンペーンディレクトリの作成
- iv) セッションテーブルの確認
- v) 解析する日の設定
- vi) パラメタ変数について

2 . データ , 軌道暦の準備

- i) データのコピー
- ii) 計算に必要なファイル (観測点座標 , 観測点の速度 , 観測点情報 , ABB ファイル)
- iii) 初期座標ファイルの作成 (COOVEL)
- iv) RINEX ファイルの Bernese フォーマットへの変換 (RXOBV3)

3 . 軌道ファイルの作成

- i) 地球回転パラメタファイルのフォーマット変換 (POLUPD)
- ii) Tabular ファイルの作成 (PRETAB)
- iii) Standard ファイルの作成 (ORBGEN)

4 . GPS データプロセッシング

- i) 一点測位 , 受信機の時計の補正值の推定 (CODSP)
- ii) 一重位相差の作成 (SNGDIF)
- iii) サイクルスリップ , 異常値の検出と補正 (MAUPRP)
- iv) データのチェック (GPSEST , RMSCHK , SATMRK)
- v) アンビギュイティの整数化をしないときの座標値と大気伝播遅延量の推定 (GPSEST)
- vi) アンビギュイティの整数化 (GPEST)
- vii) NEQ ファイルの作成 (GPSEST)
- viii) 座標値の計算 (ADDNEQ2)

5 . 実際のデータを解析するための準備

- i) RINEX ファイル
- ii) 精密暦ファイル

- iii) STA ファイル
- iv) ABB ファイル
- v) CRD ファイル
- vi) PLD ファイル
- vii) VEL ファイル
- viii) BLQ ファイル

6 . 初期座標の決定方法 (PPP.PCF を使って)

7 . おまけ

- i) プログラム名とその役割
- ii) 精密暦 , 地球回転パラメタファイルの取得の方法
- iii) DCB ファイルの取得方法
- iv) 全地球電離層モデルファイルの取得方法
- v) IGS 座標 , 速度ファイルの Bern 大学のサイトからの取得方法
- vi) プログラムと処理の内容 , メニュー画面からの起動の対応表

更新履歴

2005 年 9 月 20 日作成

2006 年 4 月 18 日改訂

2006 年 9 月 4 日改訂

0 . はじめに

この小冊子では Bernese GPS Software (以下, Bernese と表記) を使って初めて基線解析をする人のためのものです . データの準備から観測点座標の計算までの流れを一通り示しています .

説明には Ver.5.0 を使っています . Bernese はすでにインストールされているものとしませす . Ver.4.2 とはメニュー画面が大幅に変更されていますので , ご注意ください . この小冊子ではインストールの方法は説明しません . ここでの説明は UNIX 版をもとにしていますが , Windows 版についてもほぼ同様です .

基線長によっては指定するパラメータが異なりますが , 数十 km から数百 km の長さの基線を解析するときのパラメータを例として示しています . 各パラメータの詳細は Bernese の説明書である Bernese GPS Software Ver. 5.0 をご覧ください . この説明書は以下のアドレスから PDF ファイルで取得することができます .

<http://www.bernese.unibe.ch/download.html>.DOC

また , Bern 大学で行われています講習会で使用されている説明書も上記のアドレスから PDF ファイルを入手することができます .

説明は

- 1 . 計算を使うための準備
- 2 . データ , 軌道暦の準備
- 3 . 軌道ファイルの作成
- 4 . GPS データプロセッシング
- 5 . 実際のデータを解析するための準備
- 6 . 初期座標を PPP.PCF を使って決める方法

の順に行います . 実際の解析の際にもこの順序で行うと観測点座標の計算ができます .

この説明書に関する質問や間違いの指摘は直接中尾まで電子メール nakao@sci.kagoshima-u.ac.jp へお願いします . 他のメールやメーリングリストには流さないでください .

1. 計算をはじめするための準備

この節では Bernese で使用するディレクトリを紹介し、Bernese で使う変数や計算する日付の設定の方法などを説明します。

まず、最初に以下のように下線部を入力し、Bernese の環境変数を設定します。

Bern50\$ source LOADGPS.setvar リターン

i) キャンペーンディレクトリ

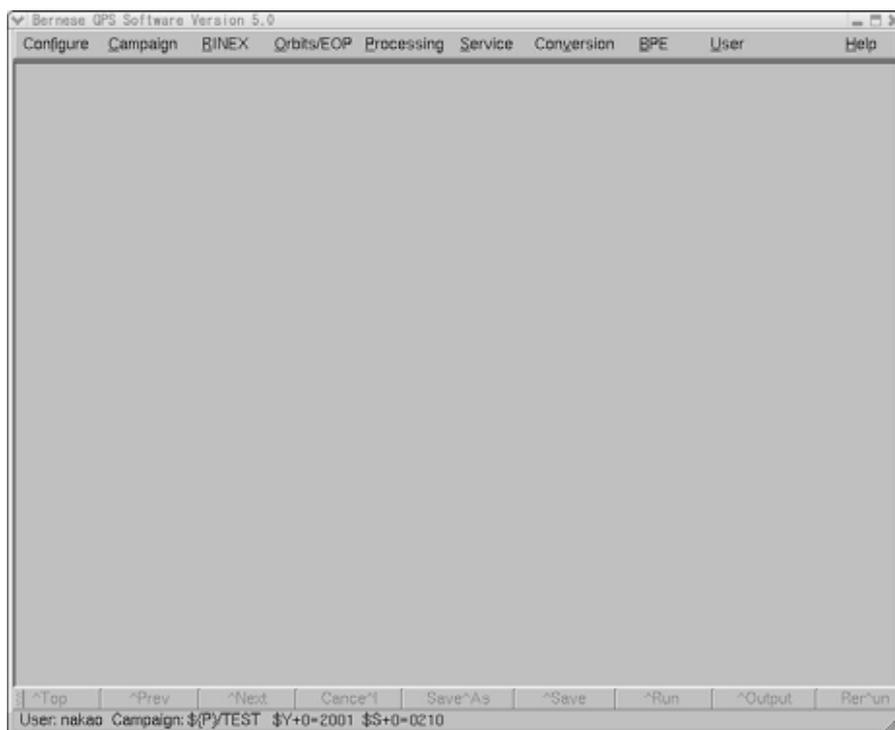
次項で作成するキャンペーンディレクトリの下にいくつかのディレクトリが作成されます。そのディレクトリとその中に入るデータの種類の表にまとめて示します。

ディレクトリ名	ユーザーが作ったファイル	Bernese が作ったファイル
ATM	観測された気象データ	大気圏伝播遅延量 電離層モデル
BPE		BPE を使用したときのログ ファイル, ステータスファイ ル, アウトプットファイル
OBS		ゼロディファレンス シングルディファレンス
ORB	精密暦, 地球回転パラメタ	Tabular and standard orbit files, 衛星の時計情報
ORX	RINEX ファイル	
OUT		各プログラムのアウトプ ットファイル
RAW	RINEX ファイル	
SOL		NEQ ファイル
STA	観測点の座標初期値のフ ァイル	座標値の計算結果, Session Table, 海洋荷重潮汐パラメ タファイル, 観測点情報フ ァイル

ii) メニュー画面の起動

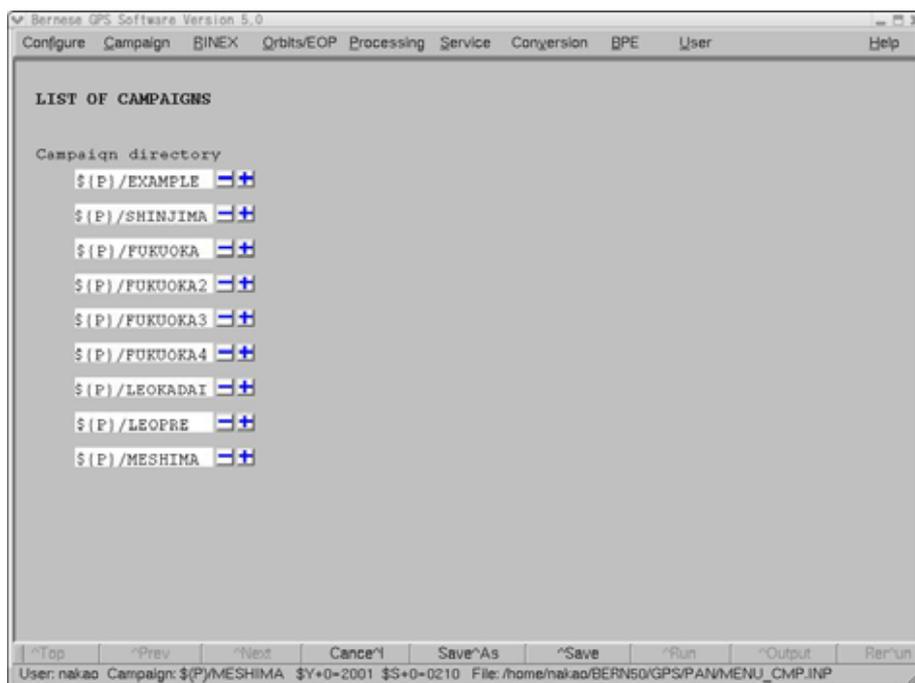
Bern50\$ G & リターン

と下線部を入力し、メニュー画面を起動します。以下のような画面（メニュー初期画面）が現れます。telnet あるいは ssh などリモートホストにログインしている場合は、上記コマンドを打つ前にローカルホストで xhost + リターン と入力した後、リモートホストで set DISPLAY (ホスト名):0 リターン と入力した後に上記 G & を入力します。

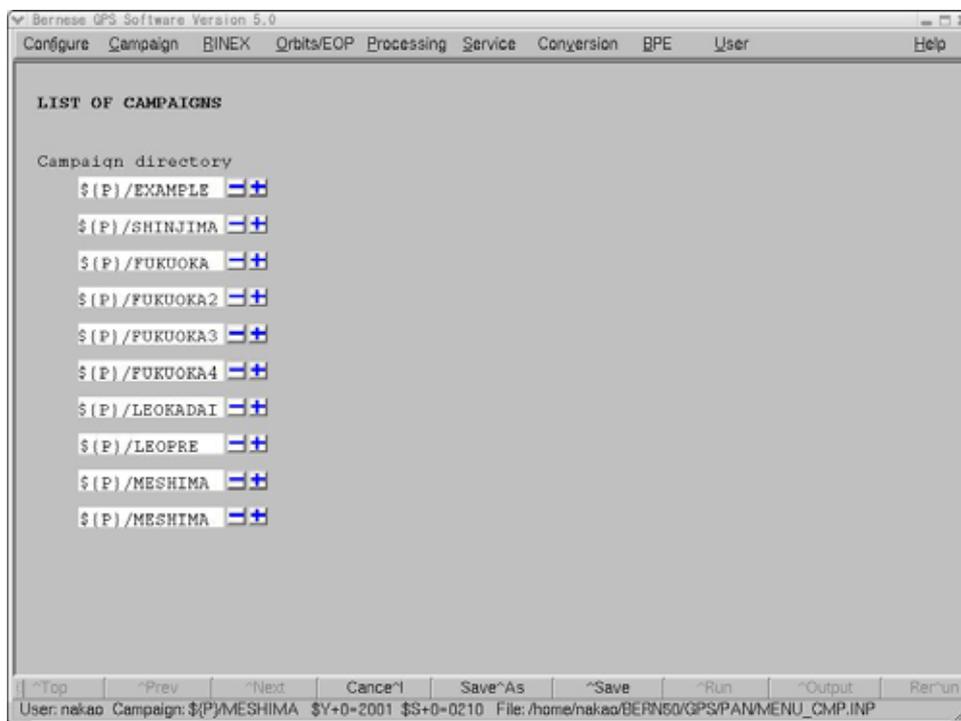


iii) キャンペーンディレクトリの作成

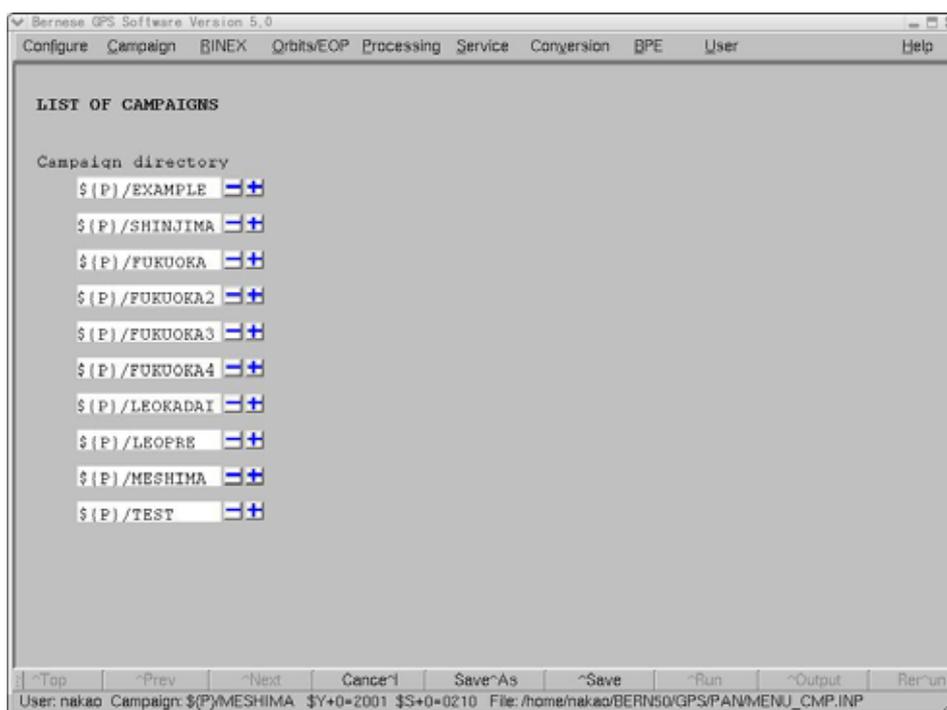
ここでは TEST という名前のキャンペーンディレクトリを作成する手順を示します。メニュー画面で “Menu→Campaign→Edit list of Campaigns” とすると以下のような画面が現れます。ここではいま登録されているキャンペーンの一覧表が表示されます。



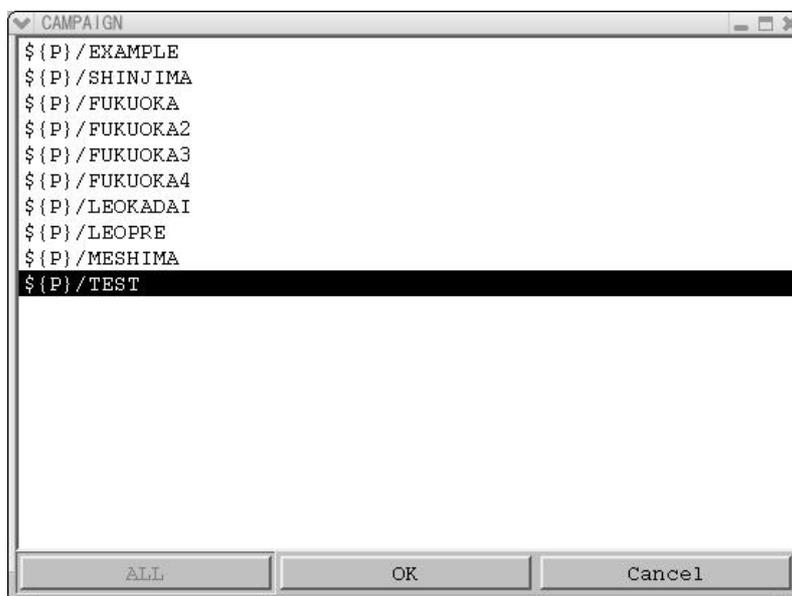
青色で示されている - をクリックするとそのディレクトリはリストから削除され、+ をクリックするとそのディレクトリがコピーされます。次の画面は最後のディレクトリ名の右の+ をクリックした結果を示します。MESHIMA というディレクトリ名がコピーされました。



コピーされたディレクトリ名 MESHIMA のところにカーソルを移動し、TEST と書き換えます(下の画面)。その後最下段の“SAVE” をクリックするとリストが書き換えられます。

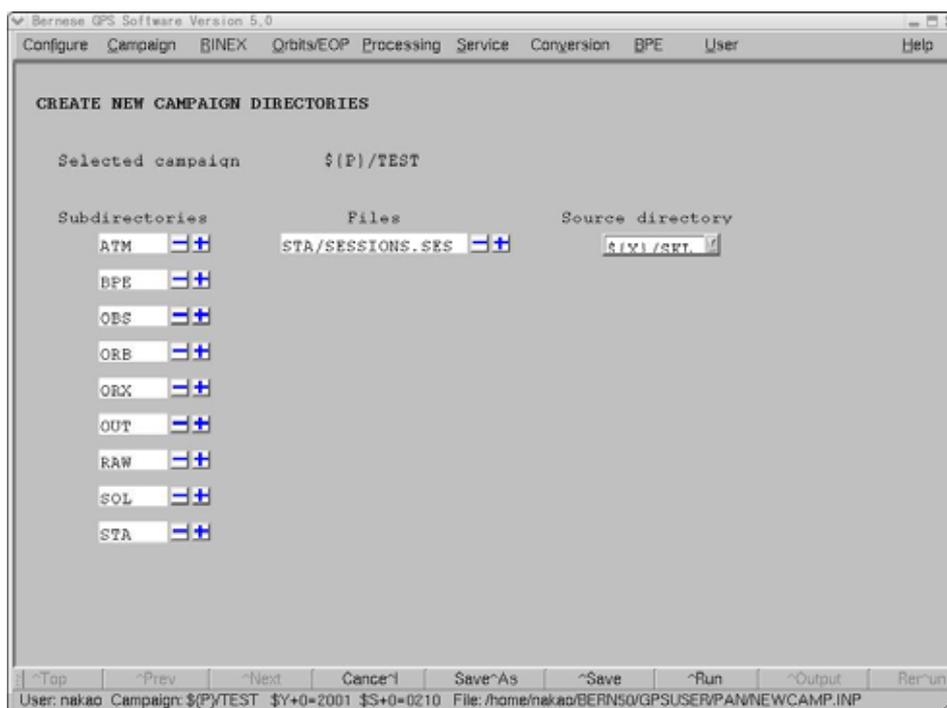


次にメニュー初期画面で “ Menu→Campaign→Select Active Campaign ” を選択すると以下のように現在登録されているキャンペーンリスト一覧が示されます。そのうちで今後使用したいキャンペーンディレクトリ(ここでは TEST)のところをクリックし、反転させてアクティブにします。

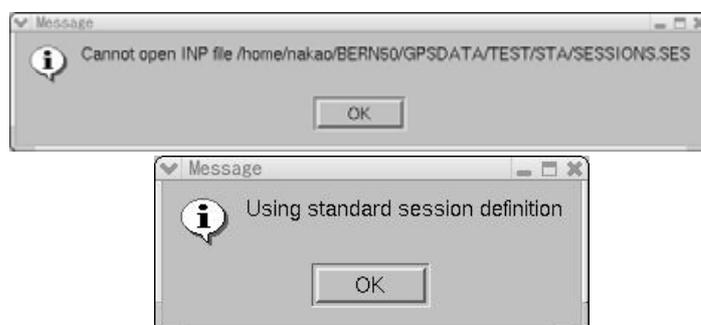


その後 “ OK ” をクリックし終了します。

さらにメニュー初期画面で “ Menu→Campaign→Create new campaign ” を選択すると作成するキャンペーンディレクトリとサブディレクトリの一覧表が現れます。通常は以下のとおりのディレクトリがあればよいので、このままディレクトリを作成します。作成は最下段の “ RUN ” をクリックします。



そうすると以下のように2つエラーメッセージが現れますが、キャンペーンディレクトリを作成するときには必ず現れますので、どちらも“OK”をクリックします。



これでキャンペーンディレクトリができました。キャンペーンディレクトリは\$Pディレクトリの下に作成されています。今作成したキャンペーンディレクトリに移動したい場合は `cd $P/TEST` リターンと入力します。

iv) セッションテーブルの確認

GPSでは1日以内で観測した時間をセッションと呼びます。一般的には1日24時間観測するのでセッションは1です。しかし、場合によっては1日のうち数時間しか観測しないこともあります。その情報をBerneseではセッションテーブルで管理します。

“Menu→Campaign→Edit session table”を選択すると以下の画面が出てきます。一番左の欄には1月1日を1とした通算日をいれませんが、ワイルドカードである???を入れて何日でもよいと設定しています。また、右の日付欄は空欄とし、何日でも対応できるようにしています。一般的には24時間観測なので開始時刻を0時0分0秒とし、終了時刻を23時59分59秒としています。このセッションテーブルは確認するだけでOKです。



最下段の“Save”で終了します。

v) 解析する日の設定

解析を行う日付を設定します。“Menu→Configure→Set session/compute_date”を選択すると以下のような画面が現れます。ここでは2001年1月1日(通算日1, GPS週1095)が設定されています。

The screenshot shows a dialog box titled "Date Selection Dialog". It contains several input fields and buttons. The "Year Month Day (YYYY MM DD)" field is set to "2001 1 1". The "Modified Julian Date" field is set to "51910". The "GPS Week, Day of Week (WWWW D)" field is set to "1095 1". The "Year, Day of Year (YYYY DDD)" field is set to "2001 1". There are "+1" and "-1" buttons next to the "Year, Day of Year" field, and a "Compute" button. Below these are "Session Char" (set to "0"), "Session Table" (set to "SESSIONS"), and "Job ID" (empty). At the bottom are "Help", "Set", "OK", and "Cancel" buttons.

ここで2001年の通算日21を設定するために画面の“Year, Day of Year”の行の一番右端の四角をクリックする。画面は以下ようになり、カーソルを持っていくと数字を変更することができる。日付を変更したいときは“Year Month Day”の行の一番右端の四角をクリックすればよい。

The screenshot shows the same dialog box, but the "Year, Day of Year (YYYY DDD)" field now contains "2001 21". The cursor is positioned at the end of the "21". The other fields and buttons remain the same as in the previous screenshot.

入力した後最下段の“Set”をクリックすると以下の画面となり、各項の計算が行われる。

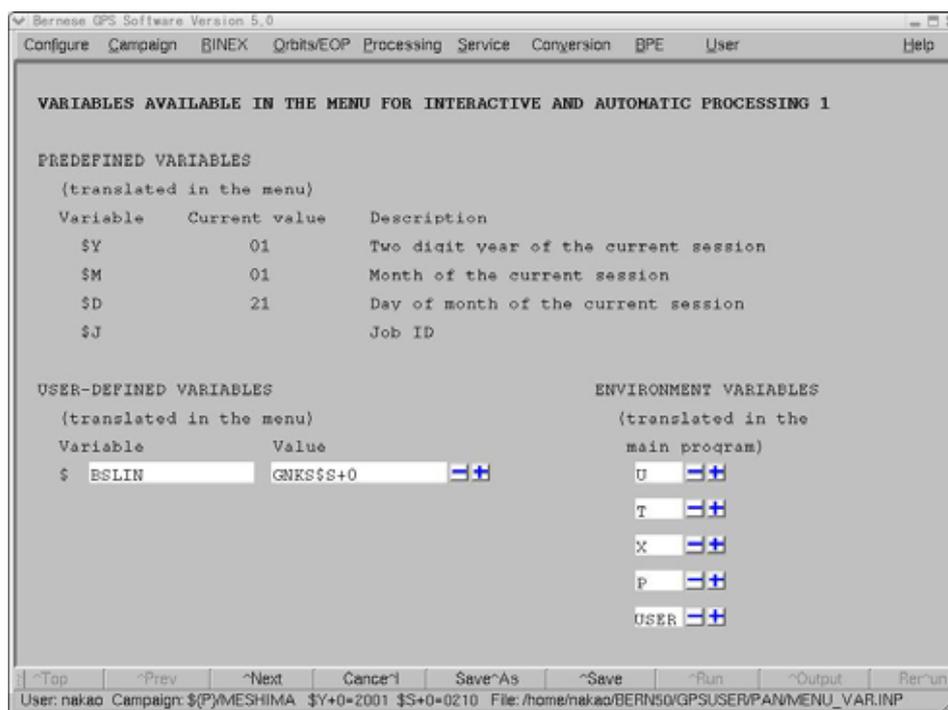
The screenshot shows the dialog box after the "Set" button has been clicked. The "Year Month Day (YYYY MM DD)" field is now "2001 1 21". The "Modified Julian Date" field is now "51930". The "GPS Week, Day of Week (WWWW D)" field is now "1098 0". The "Year, Day of Year (YYYY DDD)" field remains "2001 21". The other fields and buttons are the same as in the previous screenshots.

確定し、画面から抜け出すには最下段の“OK”をクリックする。

vi) パラメタ変数について

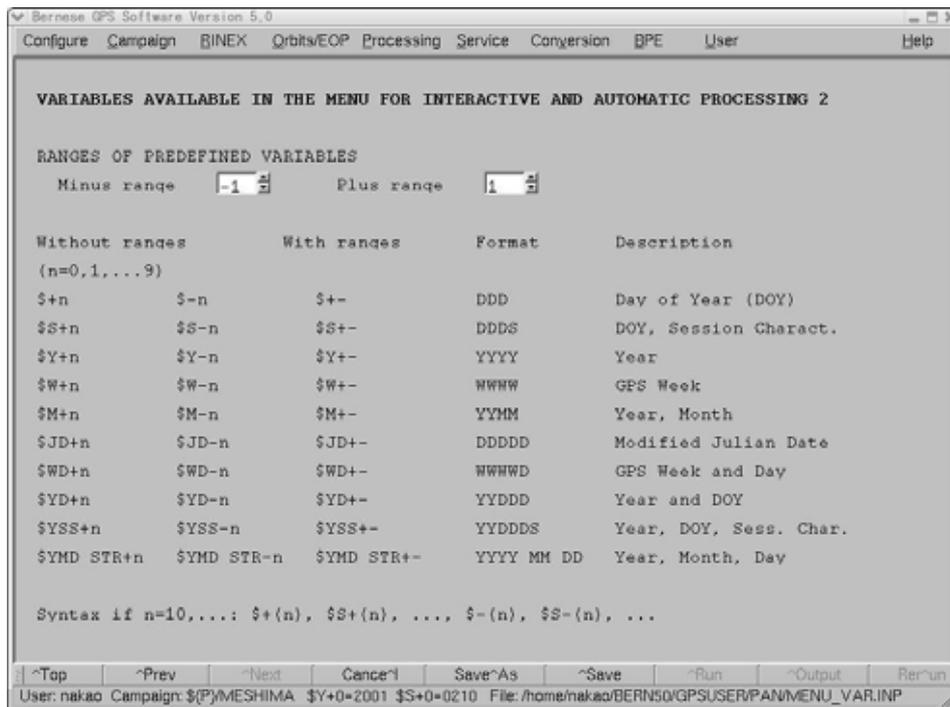
Bernese のメニュー画面では通算日、GPS 週などを画面ごと、あるいは通算日の変更するごとに変更しなくてもよいように変数が用いられる。ユーザーが変数を追加したり、Bernese で設定されている変数の意味を確認したりすることができる。

“Menu→Configure→Menu variables”を選択すると以下のような画面が現れる。



ここで上半分は変数“\$Y”(西暦の下2桁)、“\$M”(月)、“\$D”(日)、“\$J”(ジョブID)の説明です。下半分左側はユーザーが定義した変数一覧を示します。増やしたい場合は“Value”欄の右にある+印を、減らしたい場合は-印をクリックします。下半分右側は計算の中で使用される変数(ディレクトリなどを表す)です。使用される場合はUであれば“\${U}”のように使用する。Uはユーザーディレクトリ、Tは一時ファイルを格納するディレクトリ、Xは計算時に使用するパラメタファイルなどが入ったディレクトリ、Pはキャンペーンディレクトリが入ったディレクトリ、USERはユーザー名をしめします。

次の画面には最下段の“Next”をクリックする。すると次ページのような画面となり、それぞれ変数名が何を意味するかの対応表が示されます。たとえば、“\$YSS+0”は西暦下2桁、通算日とセッション番号がつづいたもの(例:010210)を意味する。“\$W+0”とするとGPS週を示し、“\$WD+0”とするとGPS週と曜日を現す1桁の数値がつづいたものを現わします。画面を終了する場合は最下段の“Save”(変更してその変更を残したいとき)、あるいは“Cancel”(すべての変更を残したくないとき)をクリックします。



2. データ, 軌道暦の準備

i) データのコピー

RINEX ファイルデータはキャンペーンディレクトリの中のサブディレクトリのひとつである ORX に入れます。コピーの前に `df -k` コマンドを使ってハードディスクの残り容量を調べておくとい良いでしょう。RAW, OBS ディレクトリへは以下のようにすると移動できます。

```
V50-$ cd $P/TEST/RAW
```

```
V50-$ cd $P/TEST/OBS
```

データをコピーする例を示します。Bernese ではファイル名はすべて大文字を仮定しているので小文字の場合は大文字に変える必要があります。変換はおまけを参照してください。ファイルが圧縮してある場合は `uncompress` や `gunzip` コマンドを使って圧縮をときます。

```
V50-$ cd $P/TEST/RAW [リターン]
V50-$ cp /bern40/EXAMPLEtmp/*061*.97* . [リターン]
V50-$ ls
brdc0610.97n.Z komu0610.97o.Z ohit0610.97o.Z tskb0610.97o.Z
V50-$ UPPERC [リターン]
V50-$ ls [リターン]
BRDC0610.97N.Z KOMU0610.97O.Z OHIT0610.97O.Z TSKB0610.97O.Z
V50-$ uncompress *. [リターン]
V50-$ ls
BRDC0610.97N KOMU0610.97O OHIT0610.97O TSKB0610.97O
```

精密暦についても同様にコピーします。なお、精密暦のファイル名のエクステンションは PRE と仮定してありますので、ファイル名を変更します。

```
V50-$ cd $P/TEST/ORB [リターン]
V50-$ cp /bern40/EXAMPLEtmp/igs08950.sp3 . [リターン]
V50-$ ls [リターン]
igs08950.sp3
V50-$ UPPERC [リターン]
V50-$ ls [リターン]
IGS08950.SP3 [リターン]
V50-$ mv IGS08950.SP3 IGS08950.PRE [リターン]
```

ここで GPSMET はキャンペーンディレクトリの名前です。

精密暦は日本では国土地理院の anonymous ftp サイトにおいてあります。取得の方法についてはおまけを参考にしてください。

ii) 計算に必要なファイル (観測点座標, 観測点の速度, 観測点情報, ABB ファイル)

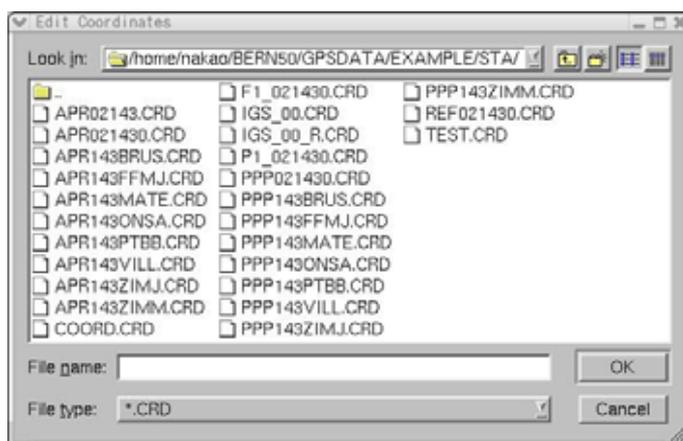
観測点座標ファイル

これはキャンペーンディレクトリの下に STA ディレクトリにあり、ITRF 座標系に準

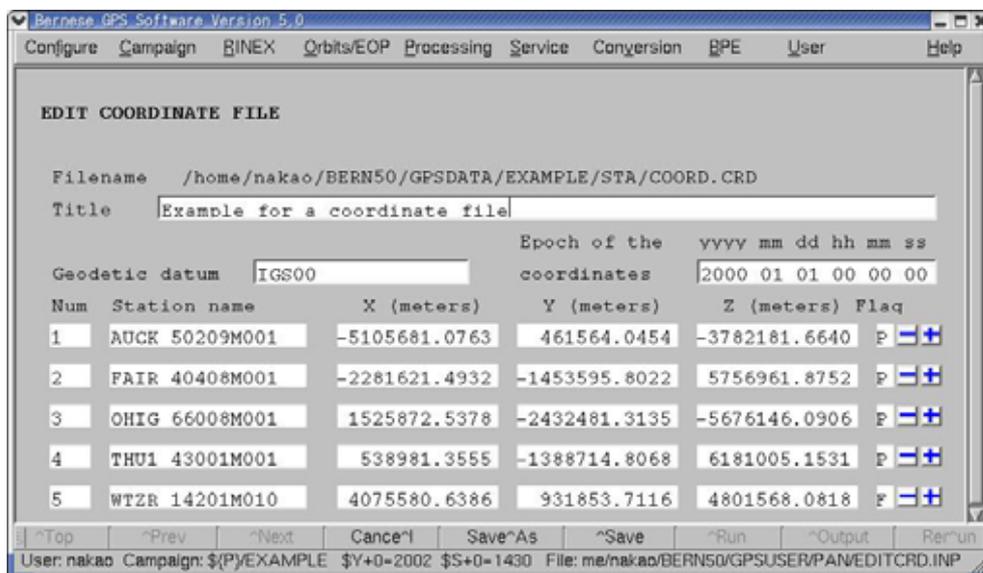
拠したなるべく正確なある元期での座標値のファイルです。もし、正確な座標がわからなければ、RINEX ファイルに書かれた座標を初期値として書き込みます。これは(iv)で説明するフォーマット変換の際に作成することも可能です。手で入力する場合はまず、\$X/DOC/EXAMPLE.CRD というファイルを以下のコマンドにより、コピーします。

```
V50-$ cd $P/TEST/STA [リターン]
V50-$ cp $X/DOC/EXAMPLE.CRD COORD.CRD [リターン]
```

その後 “Menu→Campaign→Edit station file→station coordinates” とすると以下のような画面となります。



この中から編集したいファイルをクリックして選択し、“OK” をクリックします。以下のような画面になります。



各行の一番右にある - + をクリックすることにより、行を減らしたり増やしたりすることができます。終了するときには最下段の “Save” をクリックします。

観測点の速度ファイル

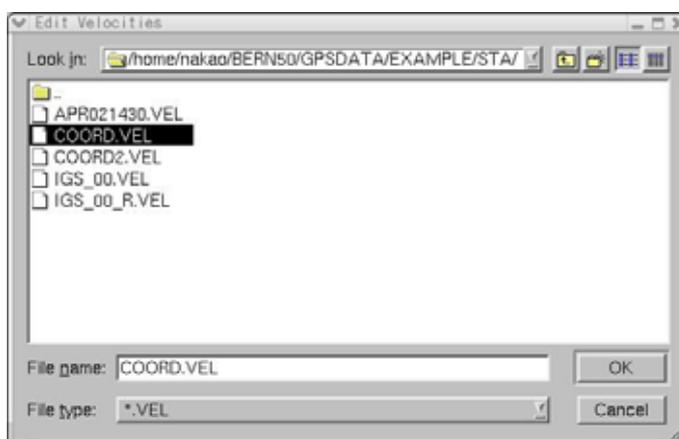
これもキャンペーンディレクトリの下の STA ディレクトリにあり，ITRF 座標系に準拠したなるべく正確な各観測点の速度のファイルです。すでに各観測点の速度が入力されたファイルがあれば，それを使用します。作成するには値を手で入力する方法と NUVEL-1A モデルを使って各観測点の速度を計算する方法があります。

手で入力する場合はまず，\$X/DOC/EXAMPLE.VEL ファイルをキャンペーンディレクトリのサブディレクトリの STA にコピーします。

```
V50-$ cd $P/TEST/STA [リターン]
```

```
V50-$ cp $X/DOC/EXAMPLE.VEL COORD.VEL [リターン]
```

その後 “Menu→Campaign→Edit station file→station velocities” とすると以下のような画面となります。



編集したいファイル名をクリックし，“OK”をおすと以下のような画面になります。



ここでも各行の右側にある - + をクリックして行を減らしたり，増やしたりして入力して

いきます。入力が終了したら最下段の“ Save ”をクリックします。

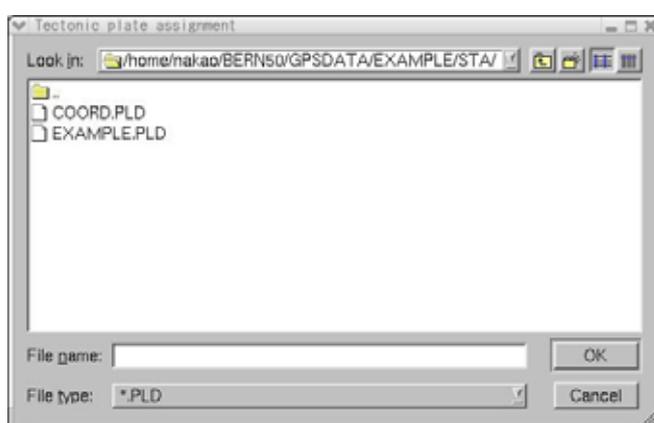
観測点の速度情報ファイル

NUVEL-1A モデルから観測点の速度を計算する場合はまず観測点がどのプレート上にあるかを定義するファイルを作成します。\$X/DOC/EXAMPLE.PLD ファイルをキャンペーンディレクトリの STA にコピーします。

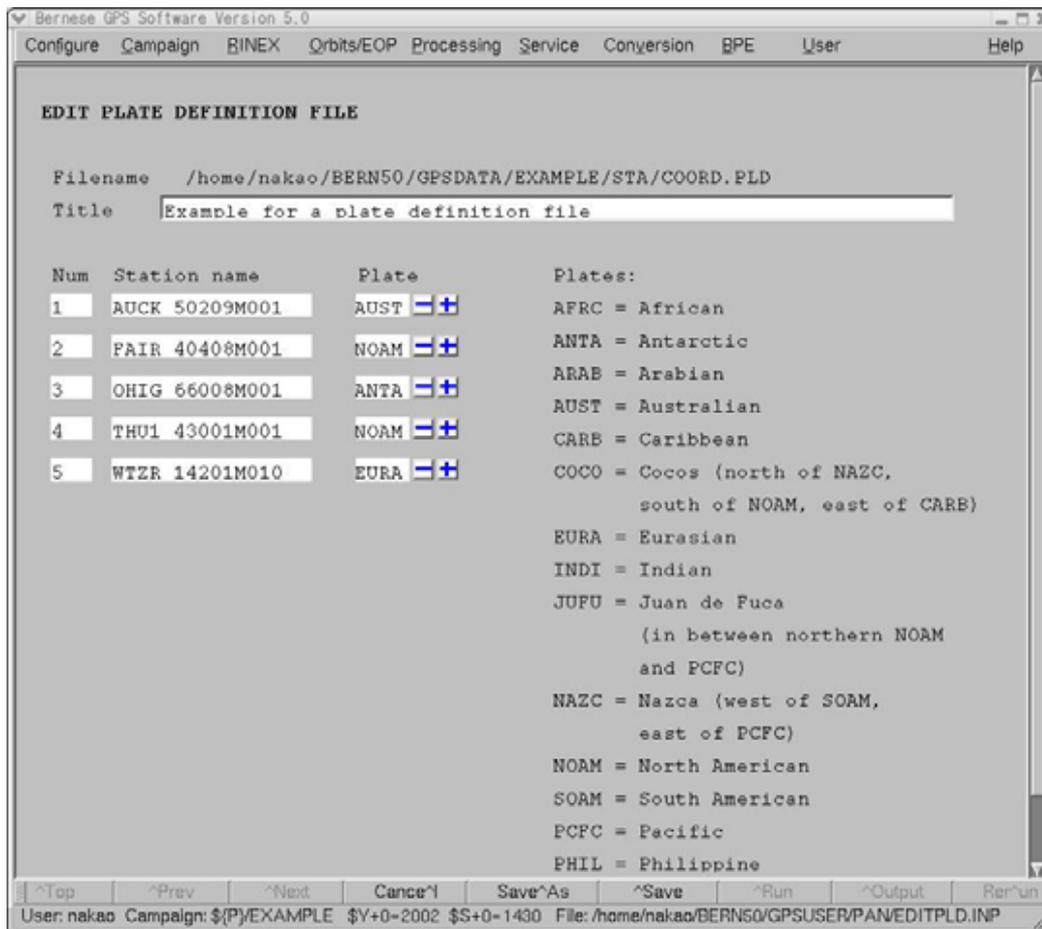
```
V50-$ cd $P/TEST/STA [リターン]
```

```
V50-$ cp $X/DOC/EXAMPLE.PLD COORD.PLD [リターン]
```

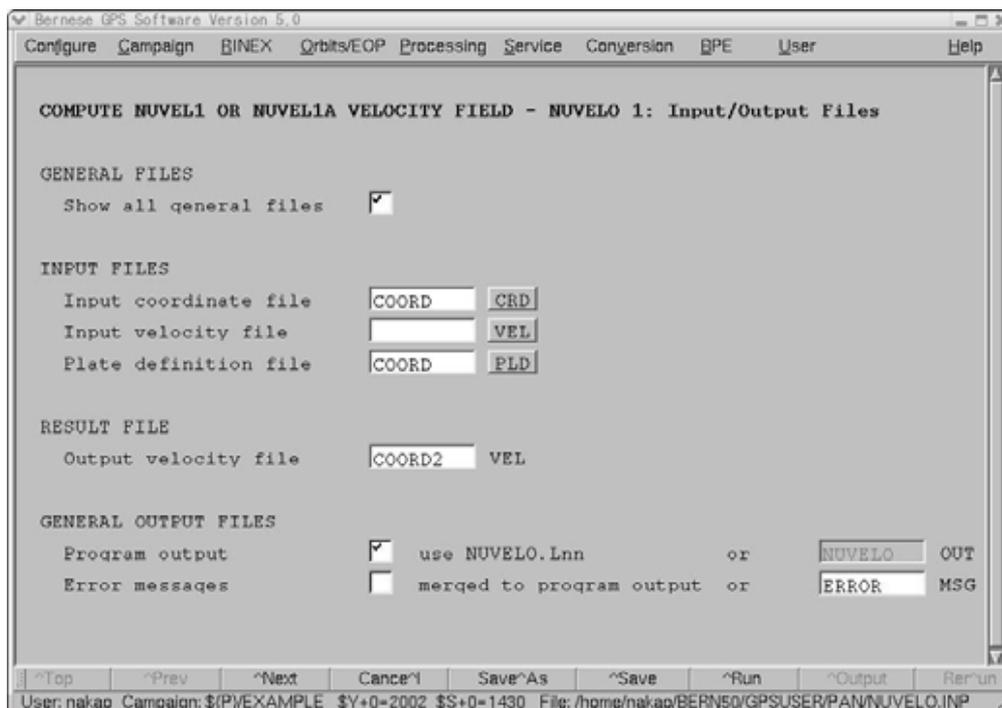
その後“ Menu→Edit station files→Tectonic plate assignment ”を選択すると以下のような画面になります。



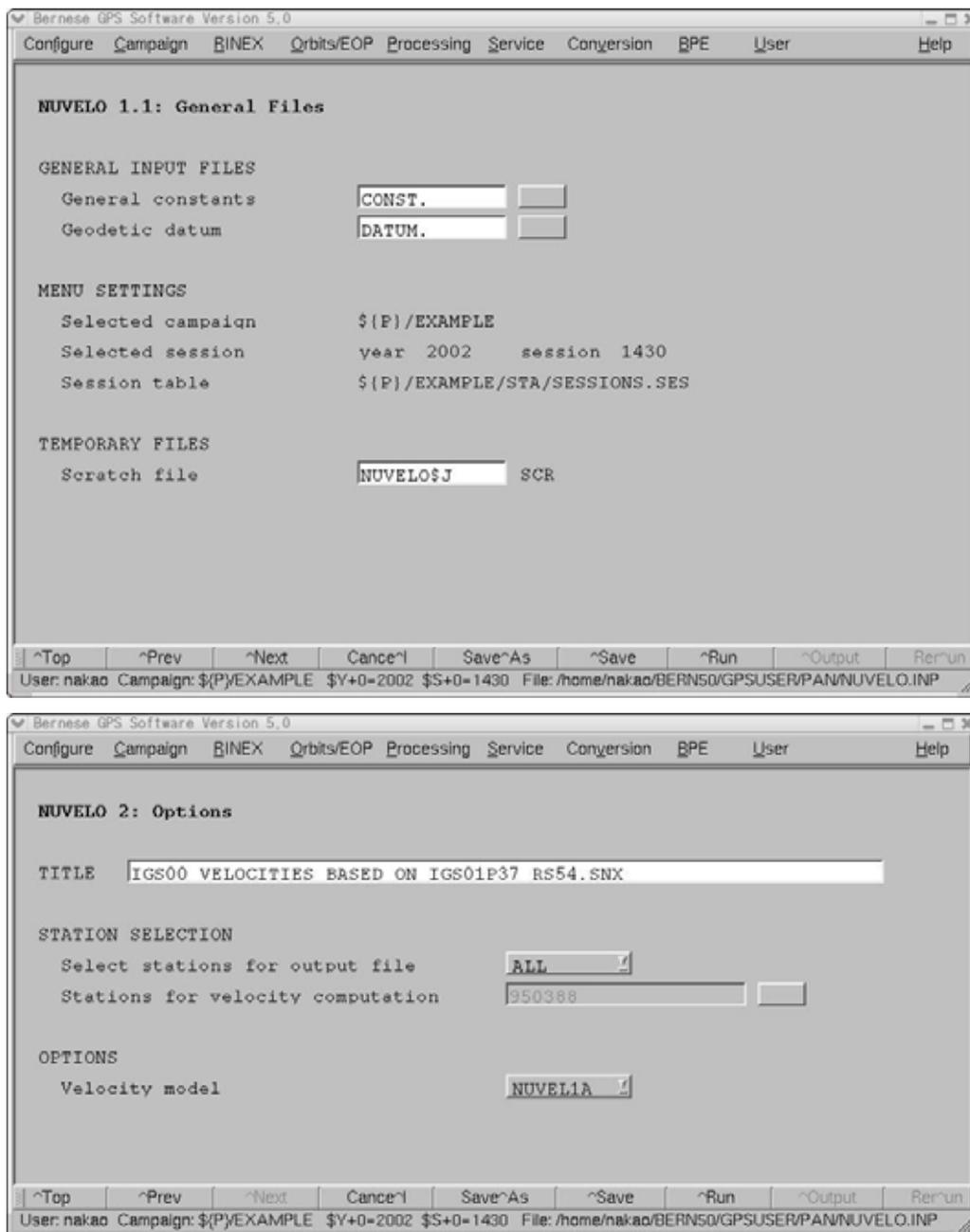
編集したいファイルを選択して“ OK ”をクリックします。



各行の右にある - + をクリックして行を減らしたり増やしたりします。プレートの名前は画面右半分に略号が書いてありますのでそれにしたがって入力してください。入力が終了したら “ Save ” をクリックします。その後、“ Menu→Service→Coordinate tools→Compute NUVEL-velocities ” を選択します。



観測点座標が入った CRD ファイル , どの観測点がどのプレート上にあるかを示した PLD ファイルの名前を入れます . さらに各観測点の速度を入れる VEL ファイルの名前を指定します . 最下段の “ NEXT ” をクリックすると次の画面となります .
 さらに最下段の “ NEXT ” をクリックすると次の画面となります .



ここでどの観測点の速度を計算するかはすべて (ALL) を選択し , プレートの速度モデルは “ NUVEL - A ” を選択します . 以上の設定が終了したら最下段の “ Run ” をクリックすると各観測点の速度が計算されます .

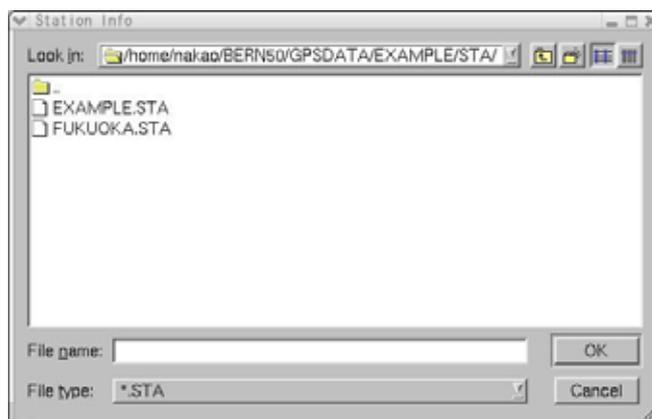
観測点の情報ファイル

観測点情報ファイルは観測点名の変換のためのデータ、観測点で使用している受信機、アンテナの情報、アンテナ高、観測データのうち使用してはいけない時間の情報、観測点間の相対的なコンストレンの情報、観測点のマーカの情報を記載するファイルです。\$X/DOC/EXAMPLE.STA ファイルをキャンペーンディレクトリの STA にコピーします。

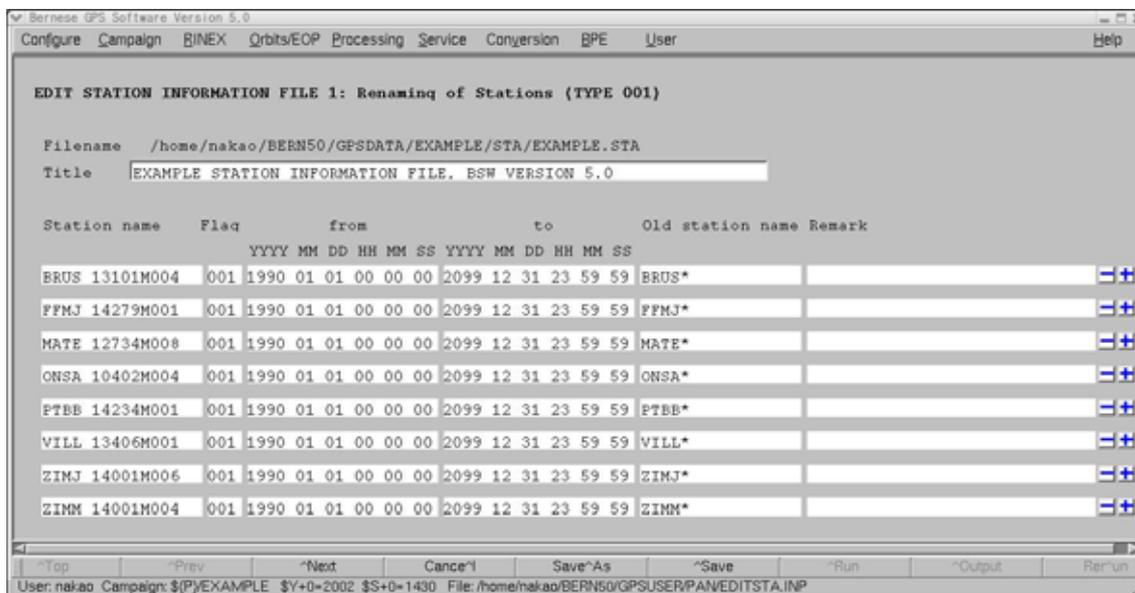
```
V50-$ cd $P/TEST/STA [リターン]
```

```
V50-$ cp $X/DOC/EXAMPLE.STA EXAMPLE.STA [リターン]
```

その後“ Menu→Edit station→Station informatino ”を選択すると以下のような画面が出てきますのでファイルを選択して“ Open ”します。



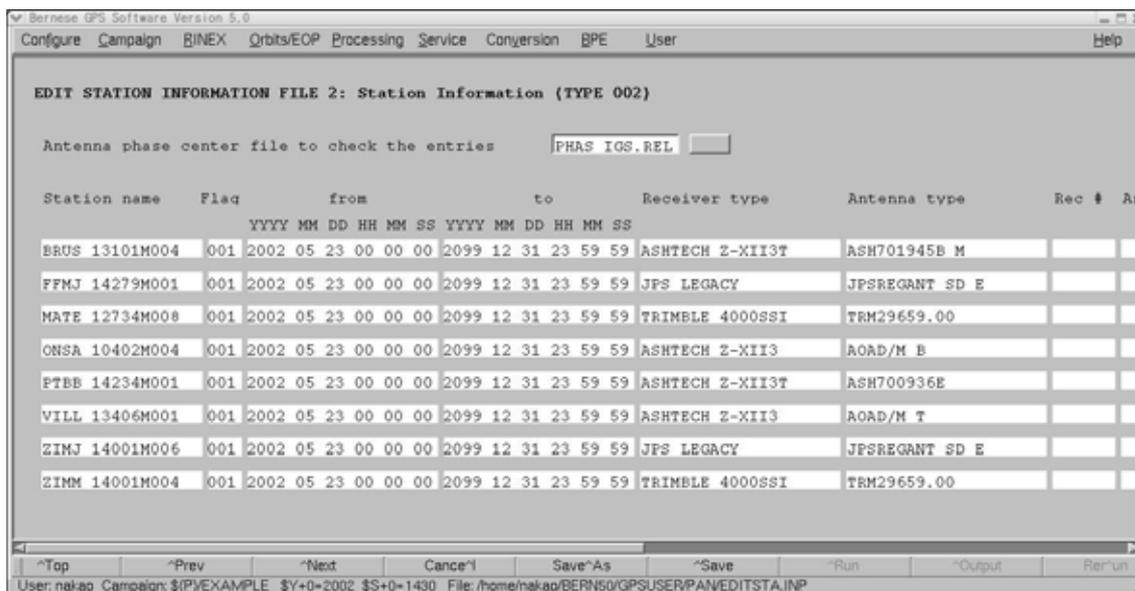
すると次のような画面となり、情報を入力することができます。



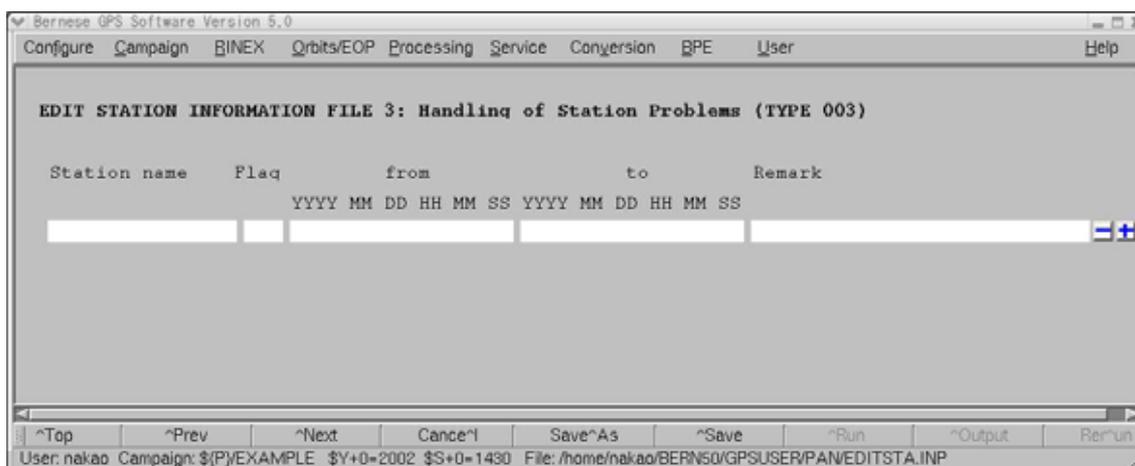
上の画面は観測点情報ファイルのうちの観測点名変換の情報です。これは観測点情報ファイルの中では“ TYPE1 ”という名前がつけられています。

最下段の“ Next ”をクリックすると次ページの画面となり、これは観測点で使用していた受信機、アンテナやアンテナ高などの情報 (TYPE2) を入力する画面です。最下段

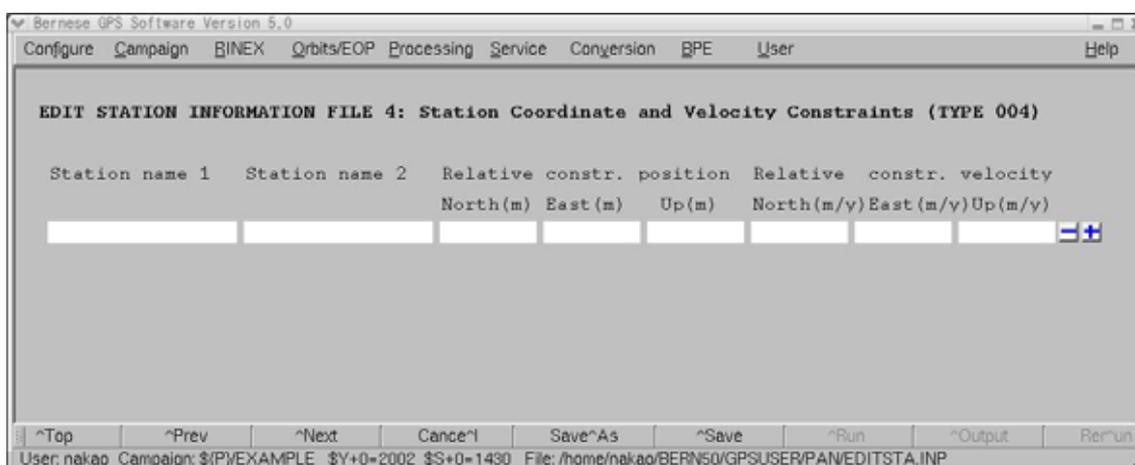
の “ Next ” をクリックすると次に進みます .



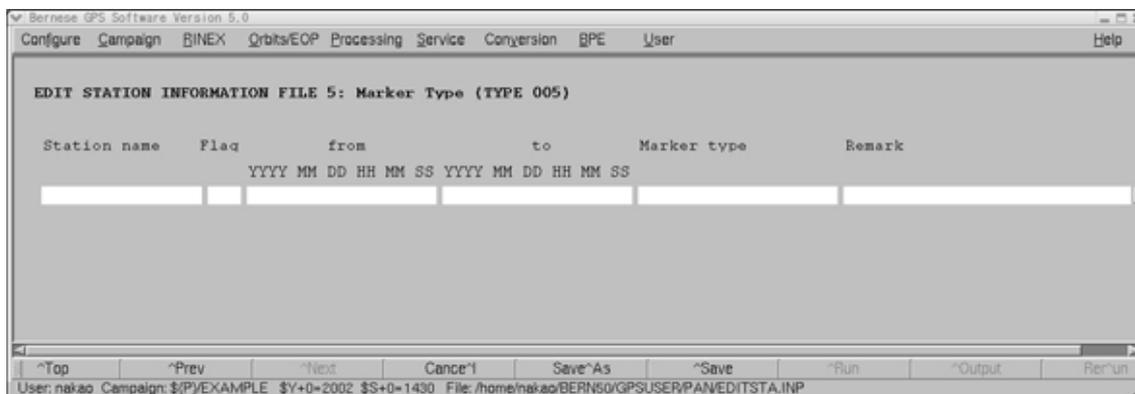
次の画面は観測されたデータうち、解析に使用してはならない時間 (TYPE3) の指定を行う画面です . 通常は使用されません .



次の画面は観測点間の相対位置や相対速度に制限をかけるときに使用します . 制限の強さ (TYPE4) を入力します . 通常は使用しません .

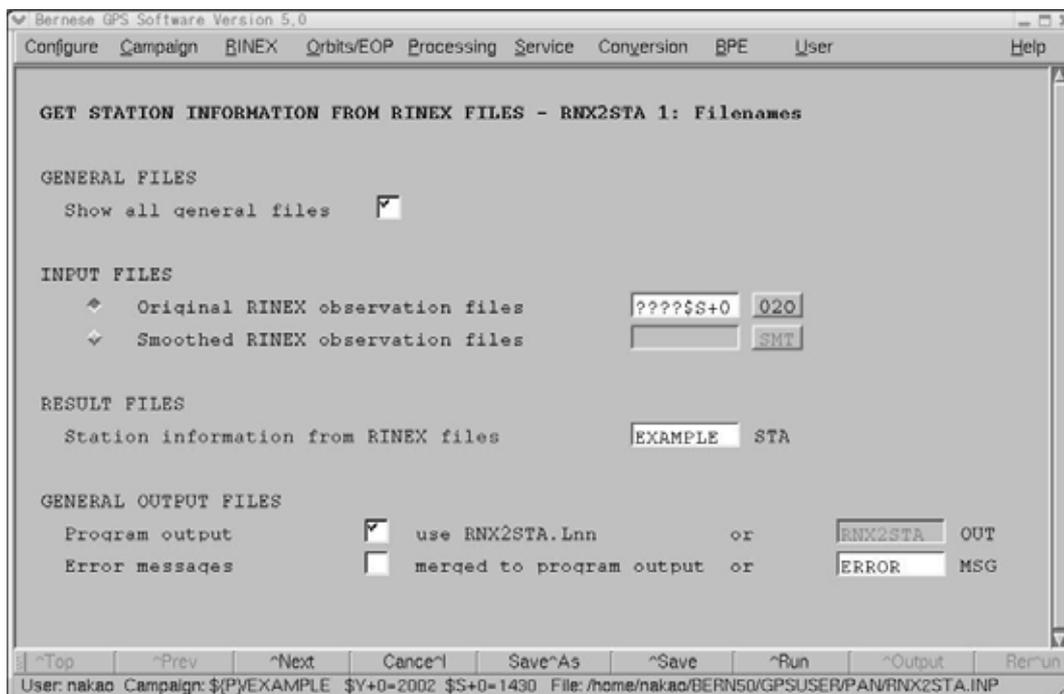


最後には観測点の形状に関する情報 (TYPE5) を入力する画面です。通常は使用しません。低軌道衛星 (LEO) のデータを解析するときには使用するようです。



終了時には最下段の “ Save ” をクリックします。

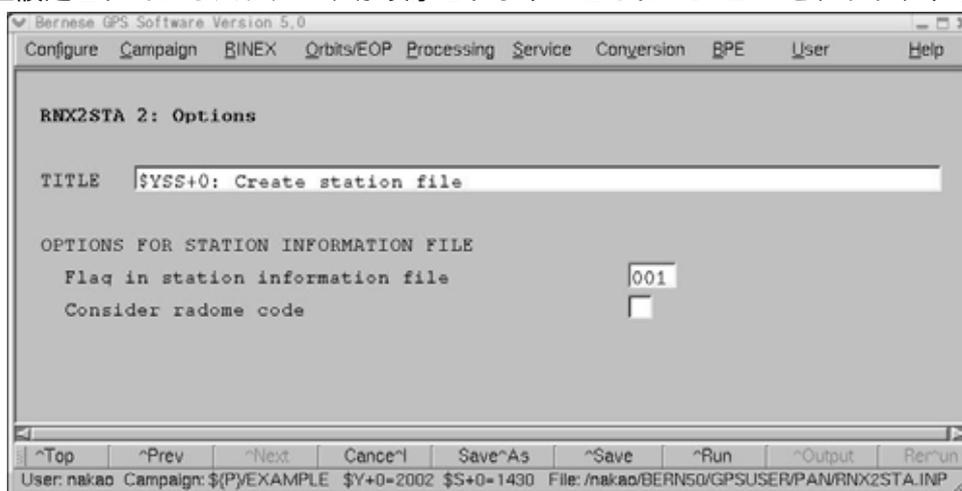
上記のように手で入力することも可能ですが、プログラムを使って RINEX ファイルから TYPE 2 の情報を抜き出して観測点情報ファイルの TYPE 2 だけのファイルを作成することが可能です。“ RINEX→RINEX utilities→Extract station information ” を選択すると以下のような画面となります。



この画面で RINEX ファイル名と作成する観測点情報ファイル名を入力します。最下段の “ Next ” をクリックすると



現在設定されているパラメータが表示されます．さらに“ Next ”をクリックすると



タイトルなどを入力します．最後に“ Run ”をクリックすると観測点情報ファイルが作成されます．

観測点の略号定義ファイル

最後に ABB ファイルです．これは解析の途中で一重位相差のファイルなどの名前を作成するときに使います．観測点ごとに 2 文字，4 文字の略号をキャンペーン内で重ならないように決めます．あとで述べる (iii) RINEX ファイルの Bernese フォーマットへの変換の際にパラメータを指定することによって Bernese の方で自動的に略号を決める方法もあります．

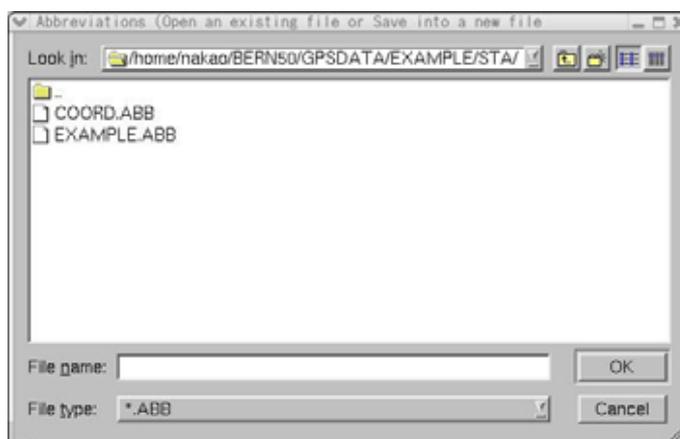
\$X/DOC/EXAMPLE.ABB ファイルをキャンペーンディレクトリの STA にコピーします．

```
V50-$ cd $P/TEST/STA [リターン]
```

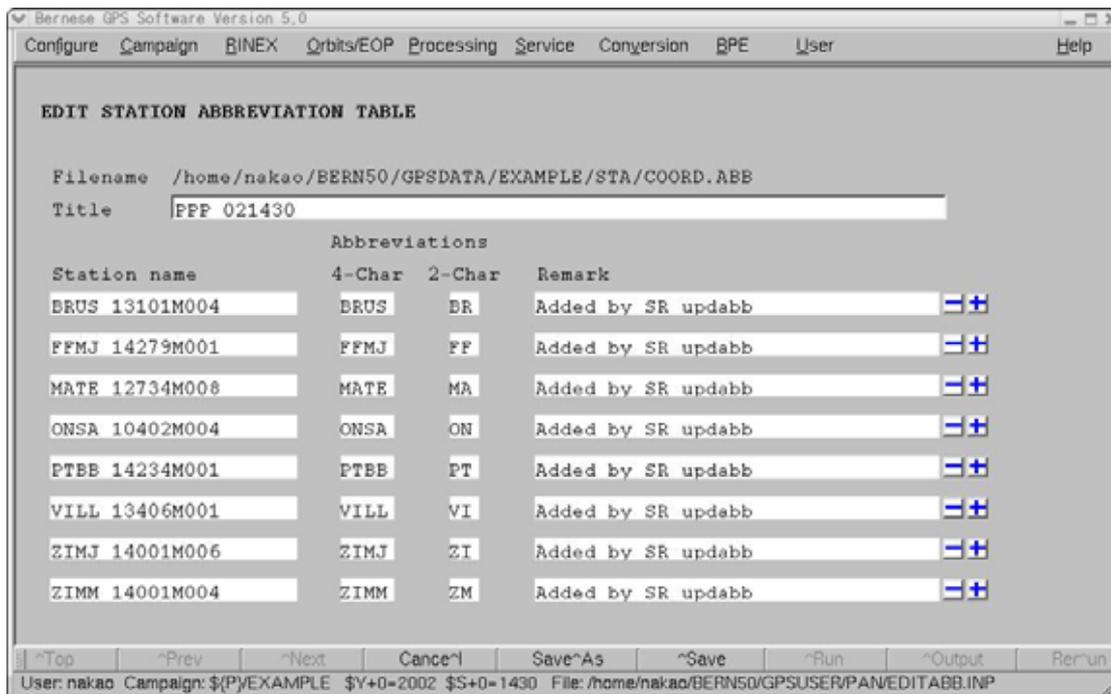
```
V50-$ cp $X/DOC/EXAMPLE.ABB COORD.ABB [リターン]
```

その後“ Menu→Edit station→Abbreviation file ”を選択すると以下のような画面があ

られますので、開きたいファイルを選択して“Open”をクリックします。



以下の画面で各行の右端にある - + で行を減らしたり，増やしたりして観測点名（観測点座標ファイルに書き込まれているもの），4文字，2文字の略号を入力します。



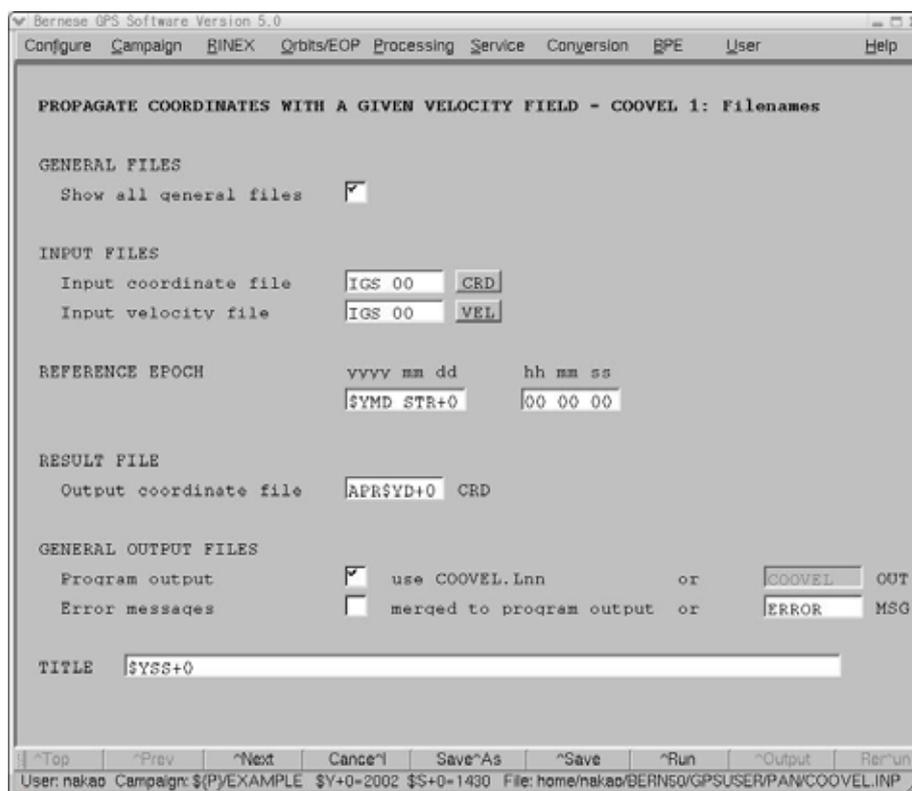
最後に最下段の“Save”をクリックし終了します。

iii) 初期座標ファイルの作成 (COOVEL)

Bernese では座標計算の際に初期座標が必要です。何らかの方法によりある座標系に準拠した観測点のあるときの座標値とその年間の速度がわかっているときには，観測点の速度を考慮した解析日における観測点座標を計算する必要があります。

あらかじめ Bernese の観測点座標ファイルのフォーマットで \$ P/TEST/STA/IGS_00.CRD に座標が，\$ P/TEST/STA/IGS_00.VEL に年間速度がはいっているとします。“Menu→Service→Coordinate tools→Extrapolate coordinates”を選択

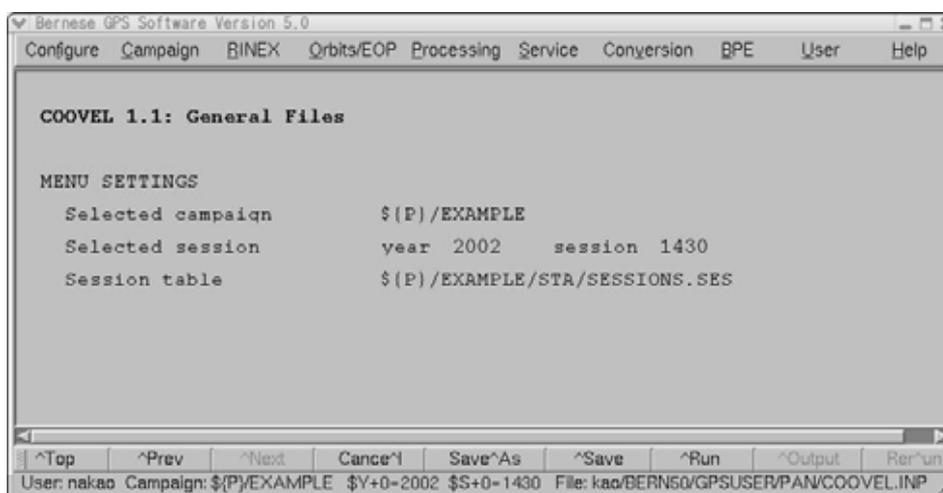
すると以下の画面のようになります。



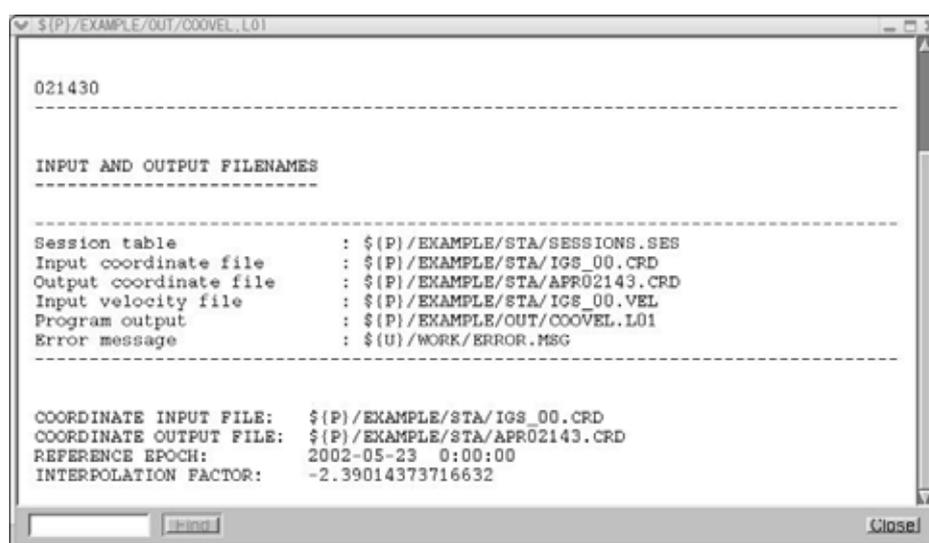
前頁の画面での変数の意味は解析日として2002年143日を設定している場合は以下のとおりとなります。

Reference Epoch \$ YMD_STR+0 ----- > 2002 05 23
 Output Coordinate File APR\$YD+0----- > APR02143
 Title \$ YSS+0----- > 021430

ページ最下段の“Next”をクリックすると以下の画面が現れます。

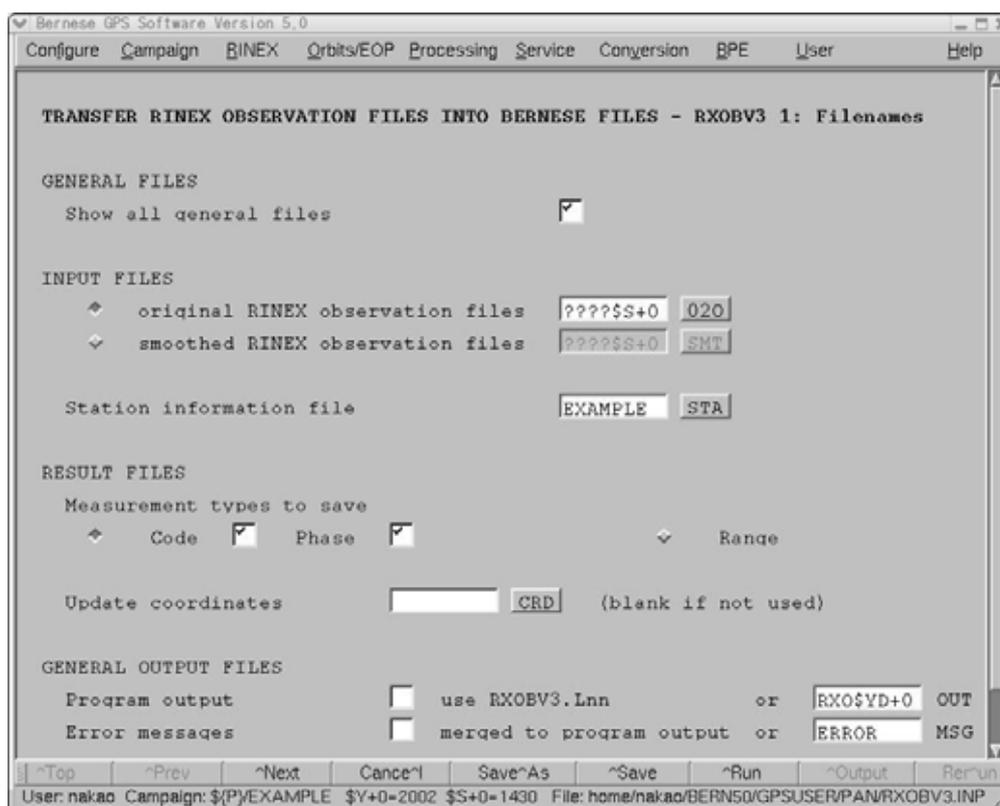


ここでは現在設定されているパラメータが確認できます。すべてのパラメータが正しいのを確認し、最下段“ Run ”をクリックするとプログラムが実行されます。実行が終了するとメニュー画面が表示されます。その際下段“ Output ”をクリックすると以下のような画面があらわれ、プログラムの実行結果が表示されます。この表示は右下の“ Close ”をクリックすることで閉じることができます。

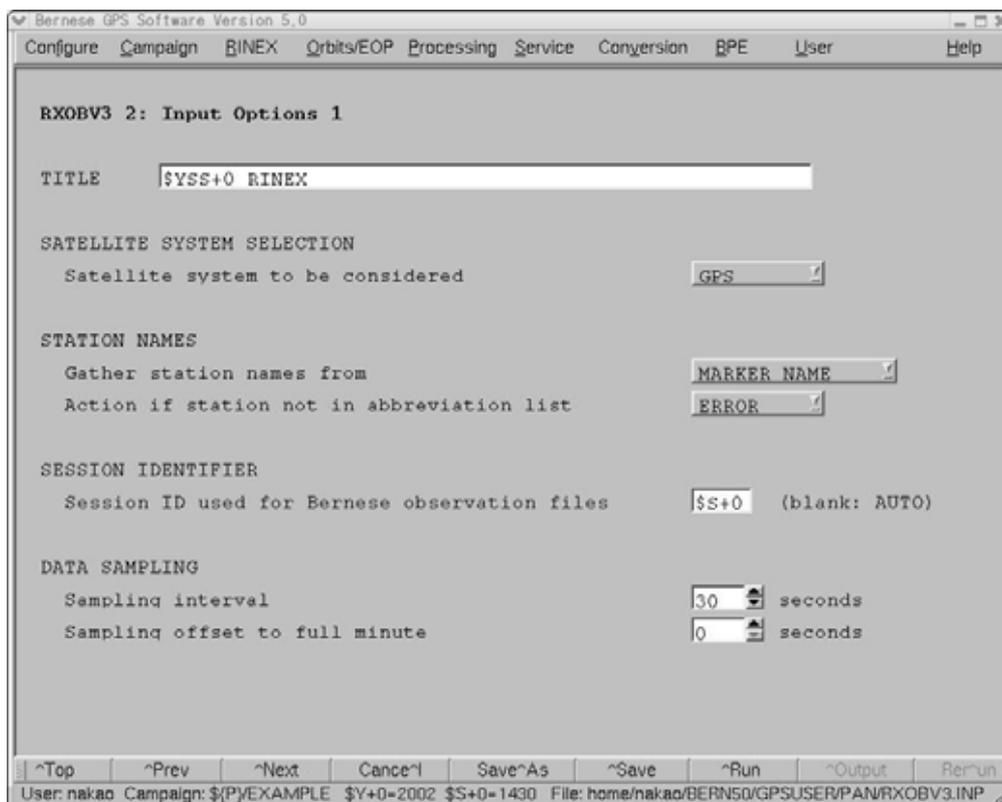
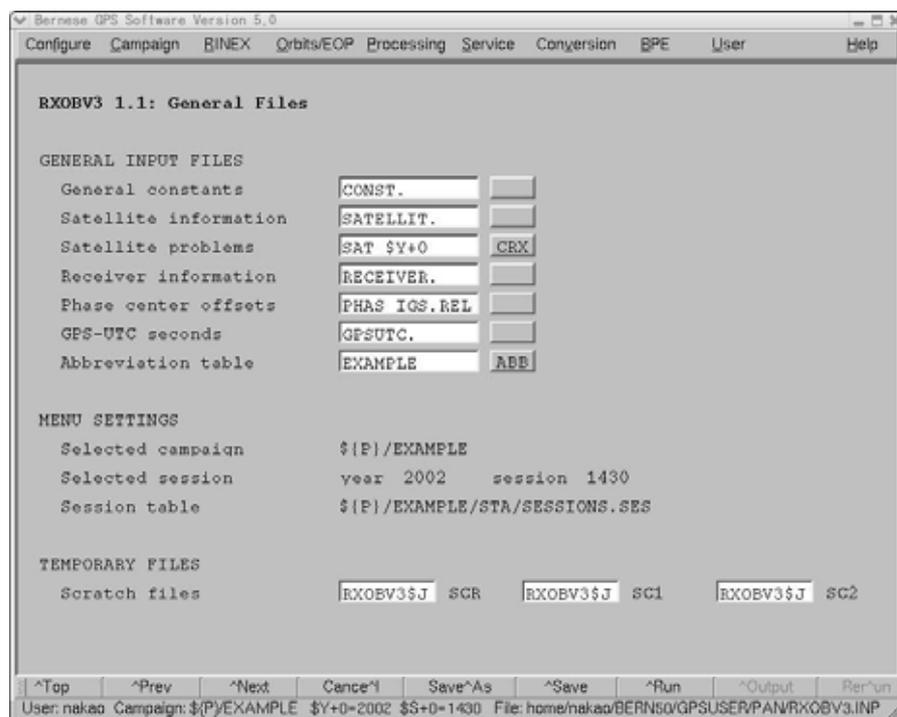


iv) RINEX ファイルの Bernese フォーマットへの変換 (RXOBV3)

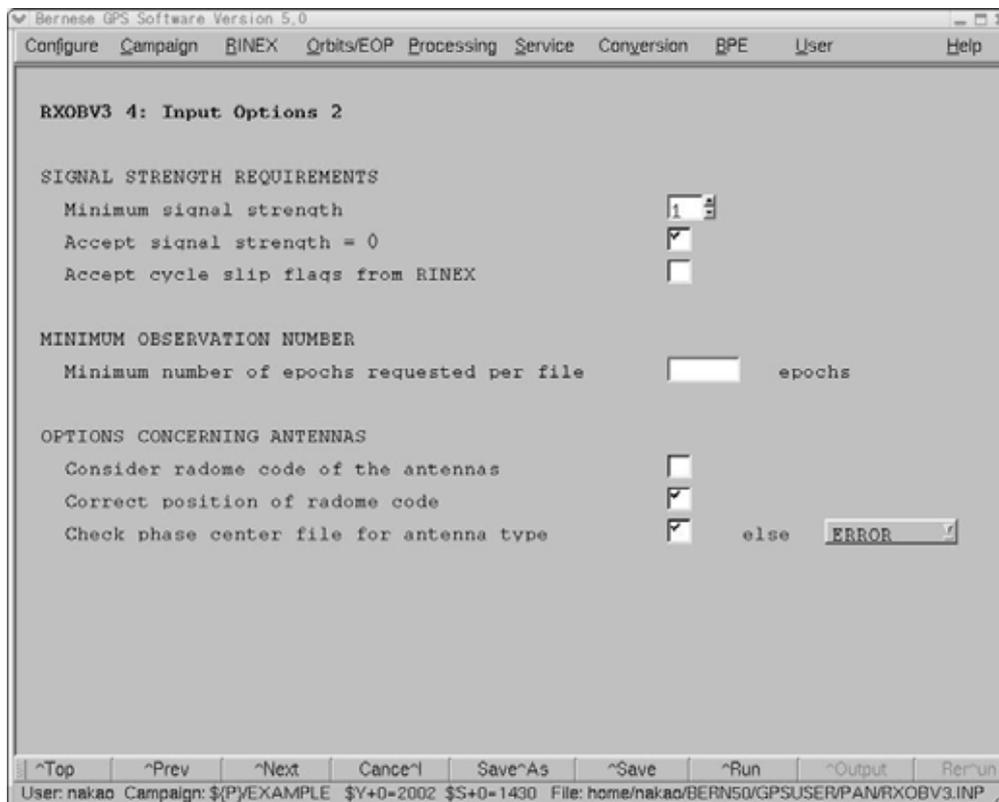
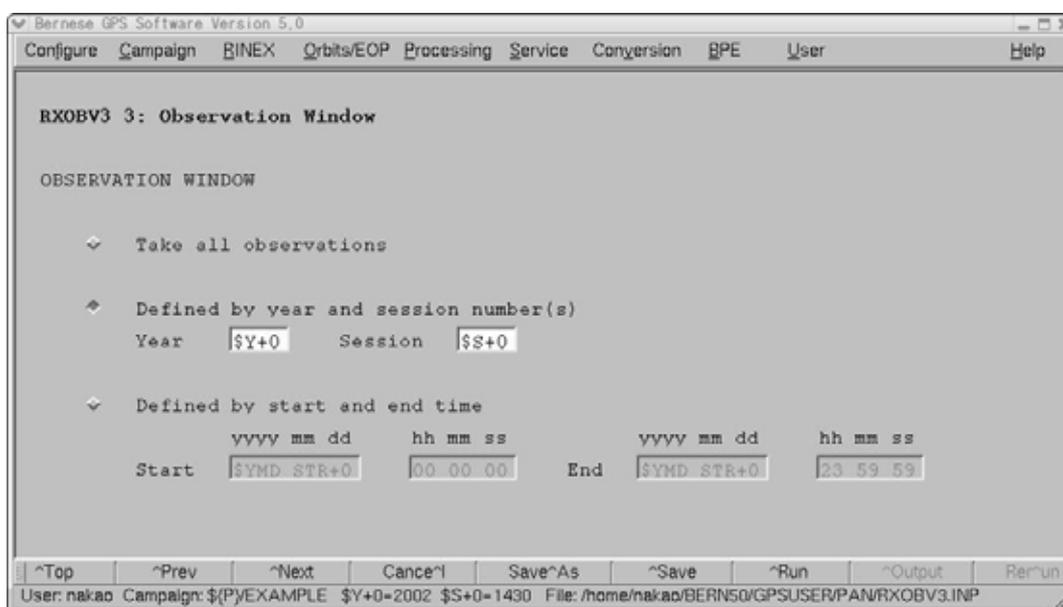
ここでは RINEX ファイルを Bernese のフォーマットに変換を行います。“ Menu→RINEX→Import RINEX to Bernese format→Observation files ”を選択します。



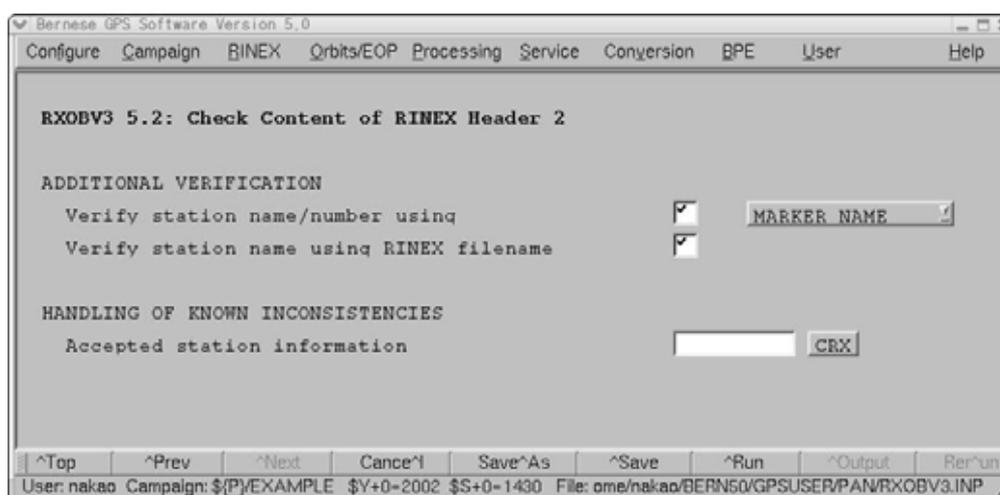
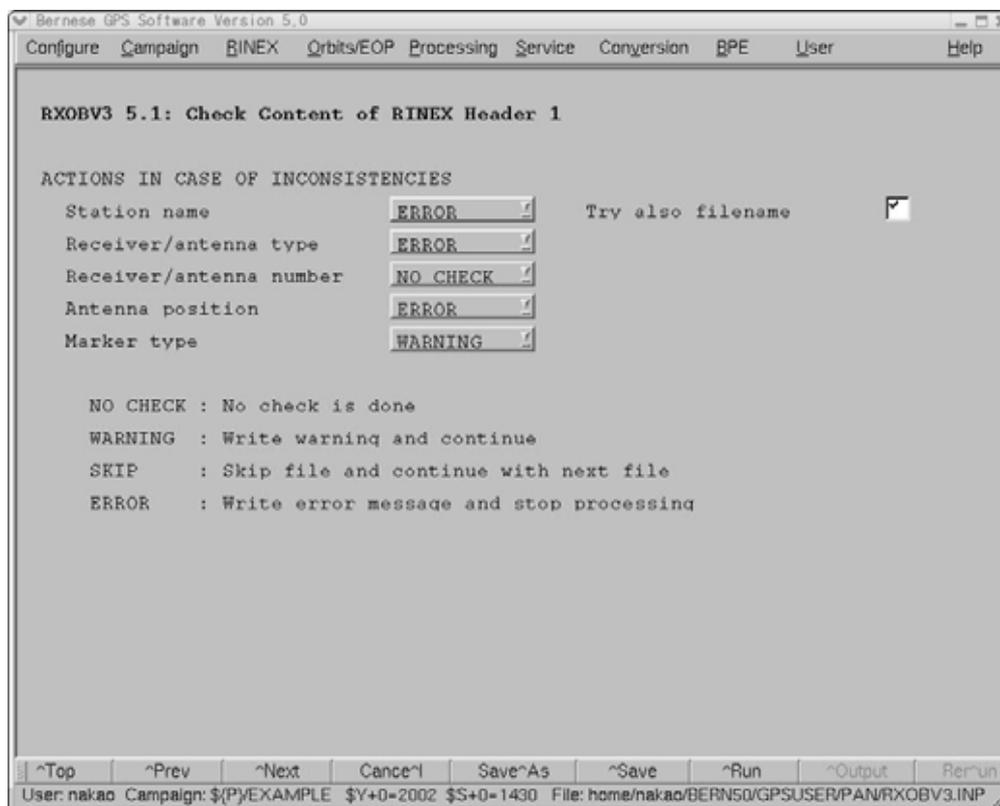
“ INPUT FILES ” に RINEX ファイル名を入れます．ここでは観測点名をワイルドカードである “ ? ” 4 つで現し，通算日とセッション番号を表す 4 桁の数字は “ Menu variables ” で設定されている変数 “ \$S+0 ” で表しています．観測点情報ファイルを指定し，セーブするデータは “ Code ”，“ Phase ” の 2 種類です．最下段の “ Next ” をクリックすると次の画面になります．



ここでは “ Abbreviation table ” の欄に作成済みのファイル名をいれます . 省略名がまだ “ Abbreviation table ” の file に入っていない場合は前ページの画面で “ Action if station not in abbreviation list ” のところを “ UPDATE ” にします .



つぎの2つの画面は RINEX ファイルのヘッダーに書いてある情報を確認するためのものです。



ここで “ Run ” をクリックすると変換が始まります。その後、エラーメッセージがある場合はプログラム終了直後に表示されます。たとえば次ページにあるような画面です。最後の2つの画面のパラメータの設定によっては変換ができていてもエラーメッセージ、あるいは警告メッセージが出てくることがあります。

```

/home/nakao/BERNSO/GPSUSER/WORK/ERROR_MSG

*** SR RXOSTA: Station name different from RINEX marker name:
RINEX file      : ${P}/EXAMPLE/RAW/BRUS1430.020
Station name    : BRUS 13101M004
RINEX marker name: BRUS

*** PG RXOBV3: OBSERVATION DATA FROM OTHER SATELLITE SYSTEM REJECTED
RINEX FILE NAME: ${P}/EXAMPLE/RAW/FFMJ1430.020

SR R2RDOR: SATELLITES SKIPPED! SYSTEM: "R"

*** SR RXOSTA: Station name different from RINEX marker name:
RINEX file      : ${P}/EXAMPLE/RAW/FFMJ1430.020
Station name    : FFMJ 14279M001
RINEX marker name: FFMJ

*** SR RXOSTA: Station name different from RINEX marker name:
RINEX file      : ${P}/EXAMPLE/RAW/MATE1430.020
Station name    : MATE 12734M008
RINEX marker name: MATE

```

変換が完了しているかを確認するためにはメニュー画面の最下段の“ Output ”をクリックします。この変換プログラム RXOBV3 の出力結果が表示されます。そのファイルの半ば以降に以下に示すような表示があります。この中で各行右端のエポック数(#epo)欄が 0 でなければ変換は行われています。30 秒サンプリングの 1 日のデータではエポック数は 2880 となります。

```

${P}/EXAMPLE/OUT/RX002143_OUT

TABLE OF INPUT AND OUTPUT FILE NAMES:
-----

```

Num	Rinex file name	Bernese code header file name	Bernese code observ. file name	Bernese phase header file name	Bernese phase observ. file name	#epo
1	\${P}/EXAMPLE/RAW/BRUS1430.020	\${P}/EXAMPLE/OBS/BRUS1430.CZH	\${P}/EXAMPLE/OBS/BRUS1430.CZO	\${P}/EXAMPLE/OBS/BRUS1430.PZH	\${P}/EXAMPLE/OBS/BRUS1430.PZO	2778
2	\${P}/EXAMPLE/RAW/FFMJ1430.020	\${P}/EXAMPLE/OBS/FFMJ1430.CZH	\${P}/EXAMPLE/OBS/FFMJ1430.CZO	\${P}/EXAMPLE/OBS/FFMJ1430.PZH	\${P}/EXAMPLE/OBS/FFMJ1430.PZO	2799
3	\${P}/EXAMPLE/RAW/MATE1430.020	\${P}/EXAMPLE/OBS/MATE1430.CZH	\${P}/EXAMPLE/OBS/MATE1430.CZO			2880

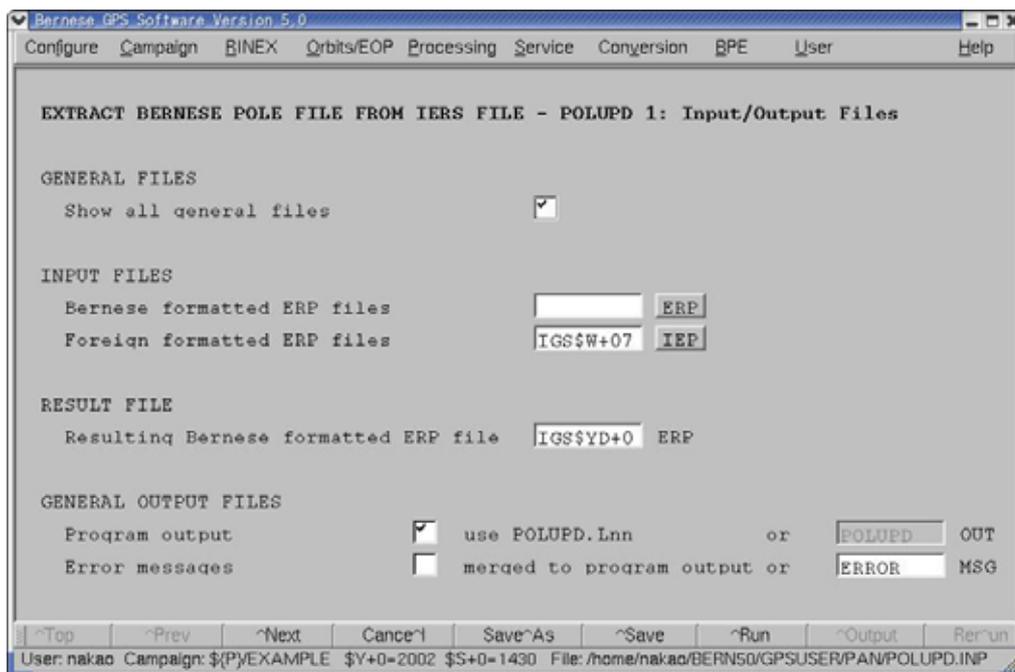
3. 軌道ファイルの作成

本節では軌道情報ファイルの作成について例を示します。

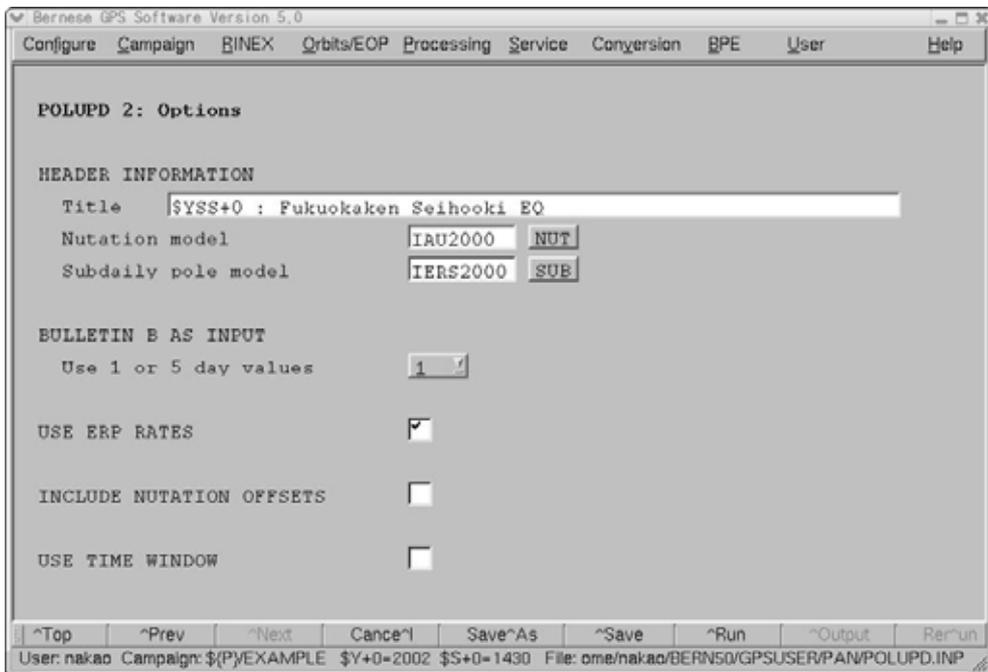
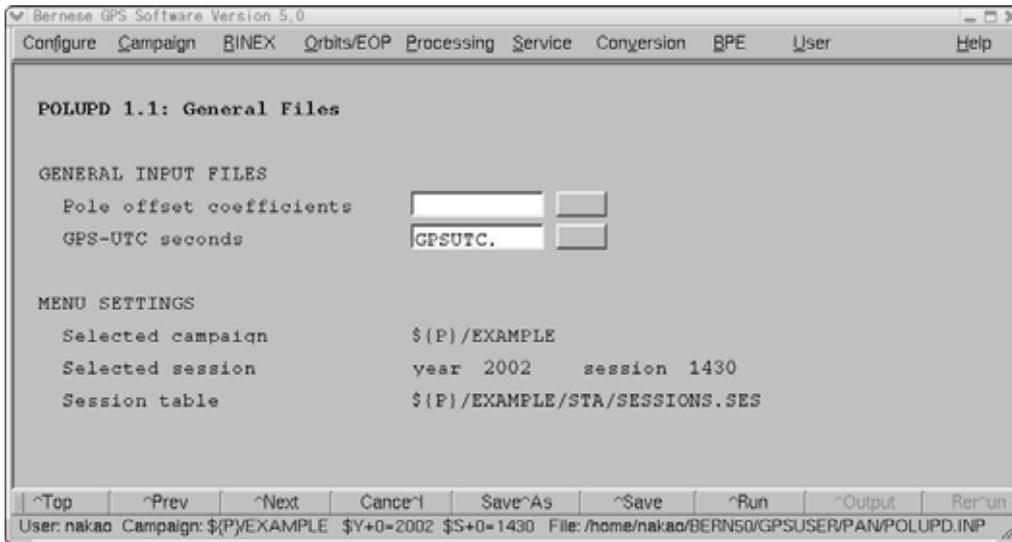
i) 地球回転パラメタファイルのフォーマット変換 (POLUPD)

以前のバージョンまでは地球回転パラメタファイルは VLBI で求めた値を使うことが基本となっていました。ファイルも \$X/GEN ディレクトリに入れることになっていました。V5.0 からは GPS 観測で求めたものを使うこととなり、ファイルも精密暦と同じようにキャンペーンディレクトリの ORB ディレクトリに入れることとなりました。POLUPD では各解析センターで求められた地球回転パラメタファイルのフォーマット変換を行います。地球回転パラメタの拡張子は IEP ですので、通常 IGS のサイトや国土地理院のサイトから取得した地球回転パラメタファイルの拡張子は変更する必要があります。また、ファイルが圧縮されている場合は解凍しておきます。

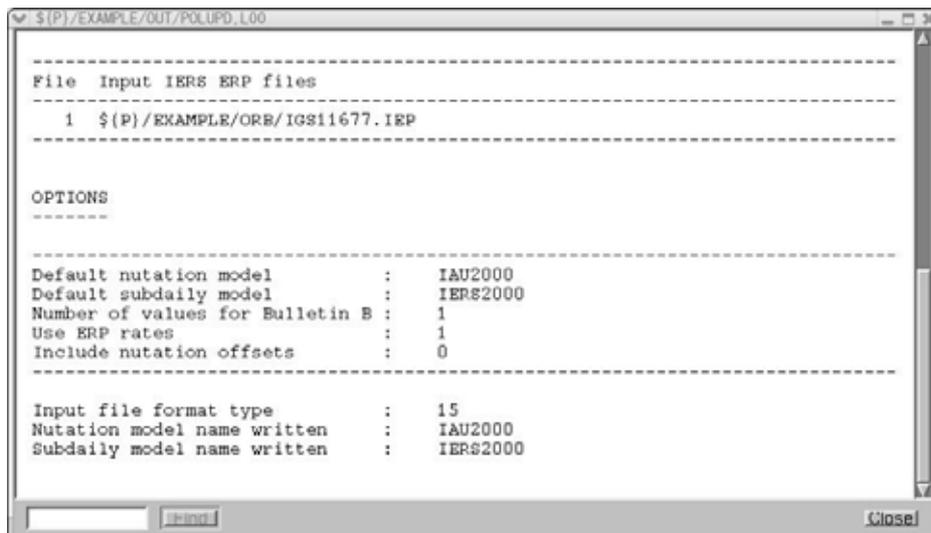
“ Menu→Orbit/EOP→Handle EOP files→Convert IERS to Bernese format ” を選択すると以下のような画面が立ち上がる。



“ Foreign formatted ERP files ” に IGS の地球回転パラメタファイルのファイル名を指定する。“ Resulting Bernese formatted ERP file ” に今後使用するファイル名を書き込む。最下段の “ Next ” をクリックする。



実行は最下段 “ Run ” をクリックする．変換終了後 “ Output ” をクリックするとプログラム
 Δ POLUPD の出力ファイルが画面に現れる．

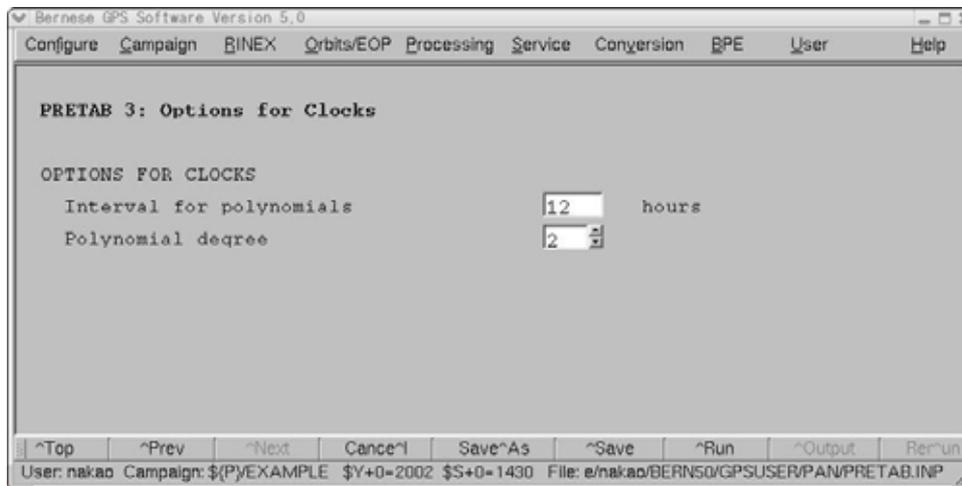


ii) Tabular ファイルの作成 (PRETAB)

精密暦を使用する場合の Tabular ファイルの作成について述べる。ここでは衛星の時計誤差のファイルも同時に作成する。“Menu→Orbits/EOP→Create_tabular orbits”を選択し、IGS 精密暦と地球回転パラメタのファイルを指定する。“Result files”には出力ファイルを指定する。

The screenshot shows the 'PRETAB 1: Filenames' dialog box in Bernese GPS Software Version 5.0. The window title is 'Bernese GPS Software Version 5.0'. The menu bar includes 'Configure', 'Campaign', 'BINEX', 'Orbits/EOP', 'Processing', 'Service', 'Conversion', 'BPE', 'User', and 'Help'. The main area is titled 'CREATE TABULAR ORBIT FILES USING PRECISE EPHEMERIDES - PRETAB 1: Filenames'. It contains several sections: 'GENERAL FILES' with a checked 'Show all general files' checkbox; 'INPUT FILES' with 'Precise ephemeris' set to 'IGS\$WD+0' and 'PRE', and 'Pole file' set to 'IGS\$YD+0' and 'ERP'; 'RESULT FILES' with 'Tabular file(s)' set to 'IGS\$YD+0' and 'TAB (blank: same name as input file(s))', and 'Satellite clock file' set to 'IGS\$YD+0' and 'CLK'; and 'GENERAL OUTPUT FILES' with 'Program output' checked and 'use PRETAB.Lnn' selected, and 'Error messages' unchecked and 'merged to program output' selected. The status bar at the bottom shows 'User: nakao Campaign: \$(P)EXAMPLE \$Y+0=2002 \$S+0=1430 File: /home/nakao/BERN50/GPSUSER/PAN/PRETAB.INP'.

The screenshot shows the 'PRETAB 2: General Options' dialog box in Bernese GPS Software Version 5.0. The window title is 'Bernese GPS Software Version 5.0'. The menu bar includes 'Configure', 'Campaign', 'BINEX', 'Orbits/EOP', 'Processing', 'Service', 'Conversion', 'BPE', 'User', and 'Help'. The main area is titled 'PRETAB 2: General Options'. It contains several sections: 'TITLE' with a text field containing '\$YSS+0'; 'GENERAL OPTIONS' with 'Reference system' set to 'J2000'; and 'SATELLITE OPTIONS' with 'Remove bad satellites' unchecked, 'Use accuracy codes from SP3-file' unchecked, 'Exclude sat. with accuracy code 0' checked, and 'Exclude sat. with acc. code exceeding' set to '99'. The status bar at the bottom shows 'User: nakao Campaign: \$(P)EXAMPLE \$Y+0=2002 \$S+0=1430 File: /home/nakao/BERN50/GPSUSER/PAN/PRETAB.INP'.



iii) Standard ファイルの作成 (ORBGEN)

次に Standard Orbit ファイルを作成します。“Menu→Orbits/EOP→Create_standard orbits”を選択し、Tabular ファイル名と地球回転パラメタファイル、出力ファイル名を指定する。そのほかは以下のとおりです。



Bernese GPS Software Version 5.0

Configure Campaign BINEX Orbits/EOP Processing Service Conversion BPE User Help

ORBGEN 1.1: General Files

GENERAL INPUT FILES

General constants	CONST.	<input type="checkbox"/>
Satellite problems	SAT \$Y+0	<input checked="" type="checkbox"/> CRX
Satellite information	SATELLIT.	<input type="checkbox"/>
Planetary ephemeris file	DE200	<input checked="" type="checkbox"/> EPH
Subdaily pole model	IERS2000	<input checked="" type="checkbox"/> SUB
Nutation model	IAU2000	<input checked="" type="checkbox"/> NUT
Coeff. of Earth potential	JGM3.	<input type="checkbox"/>
Ocean tides file	OT CSRC	<input checked="" type="checkbox"/> TID

MENU SETTINGS

Selected campaign	\$ (P) /EXAMPLE	
Selected session	year 2002	session 1430
Session table	\$ (P) /EXAMPLE/STA/SESSIONS.SES	

TEMPORARY FILES

Scratch files	ORBGEN\$J	SCR	ORBGEN\$J	SC2
---------------	-----------	-----	-----------	-----

^Top ^Prev ^Next Cancel Save^As ^Save ^Run ^Output Re^run

User: nakao Campaign: \$(P)/EXAMPLE \$Y+0=2002 \$S+0=1430 File: e/nakao/BERN50/GPSUSER/PAN/ORBGEN.INP

Bernese GPS Software Version 5.0

Configure Campaign BINEX Orbits/EOP Processing Service Conversion BPE User Help

ORBGEN 2: Result and Output Files

RESULT FILES

Standard orbits	IGS\$YD+0	STD
Radiation pressure coeff.		RPR
Residual file		RES

OUTPUT FILES

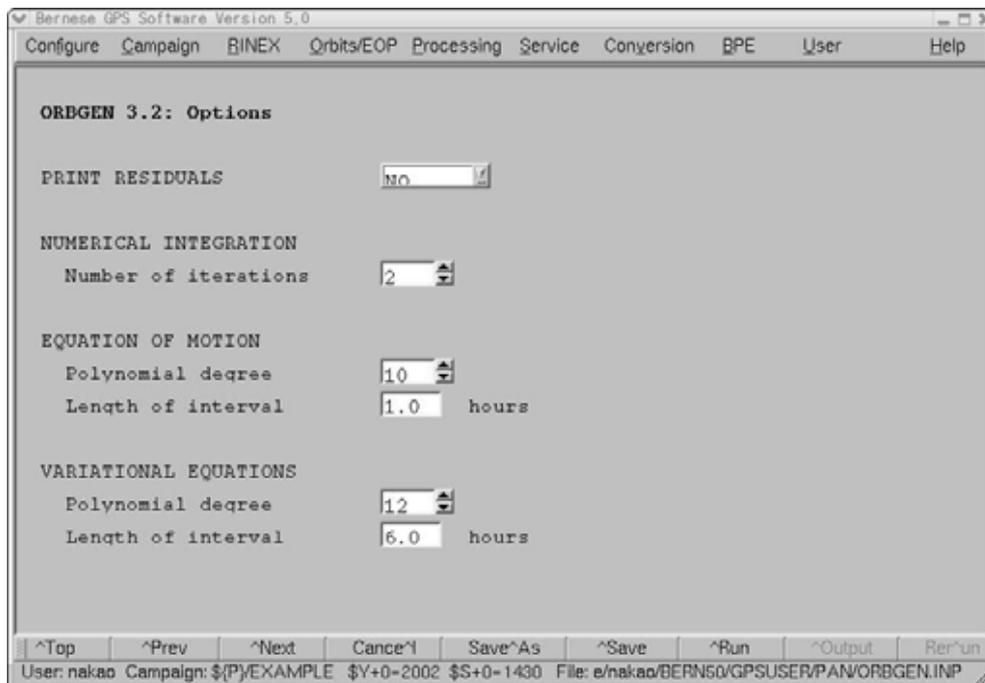
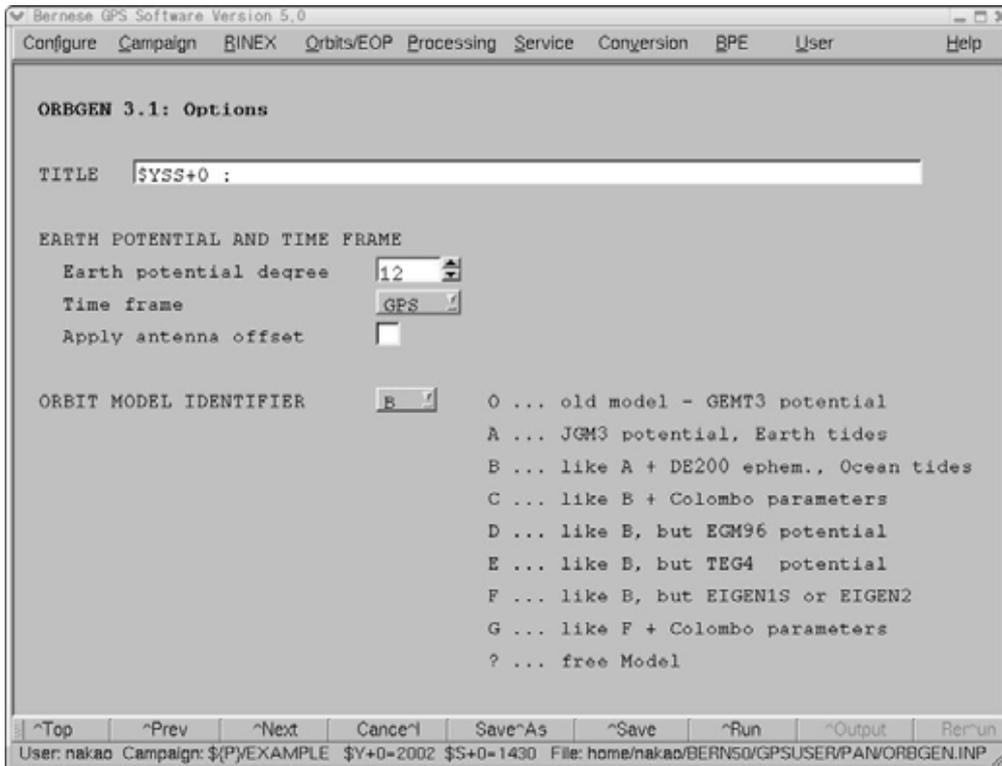
Summary file		LST
--------------	--	-----

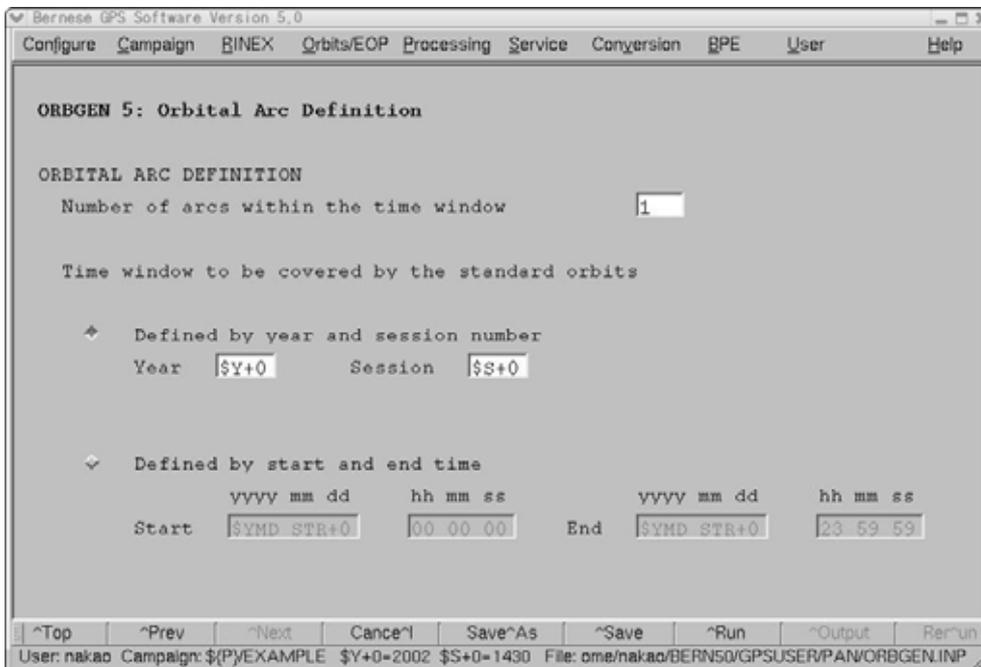
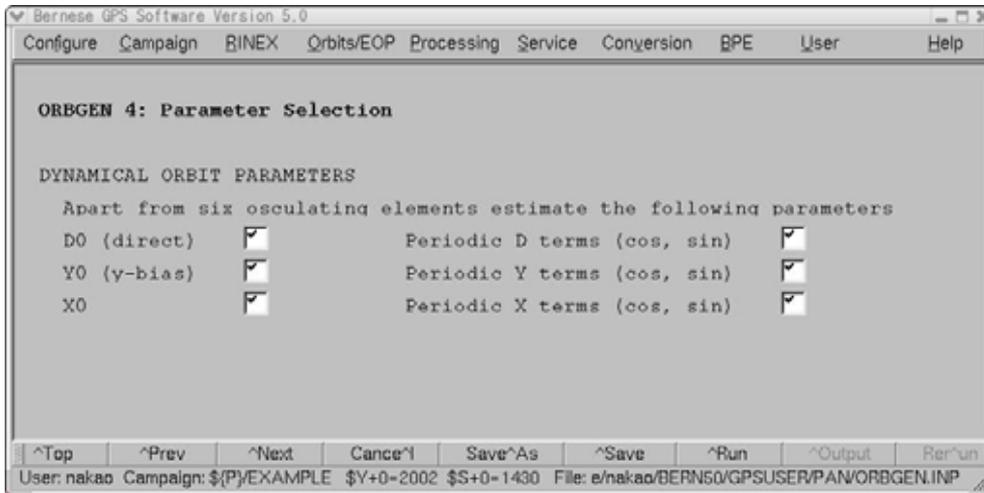
GENERAL OUTPUT FILES

Program output	<input type="checkbox"/> use ORBGEN.Lnn	or	<input type="checkbox"/> ORB\$YD+0	OUT
Error messages	<input type="checkbox"/> merged to program output	or	<input type="checkbox"/> ERROR	MSG

^Top ^Prev ^Next Cancel Save^As ^Save ^Run ^Output Re^run

User: nakao Campaign: \$(P)/EXAMPLE \$Y+0=2002 \$S+0=1430 File: e/nakao/BERN50/GPSUSER/PAN/ORBGEN.INP



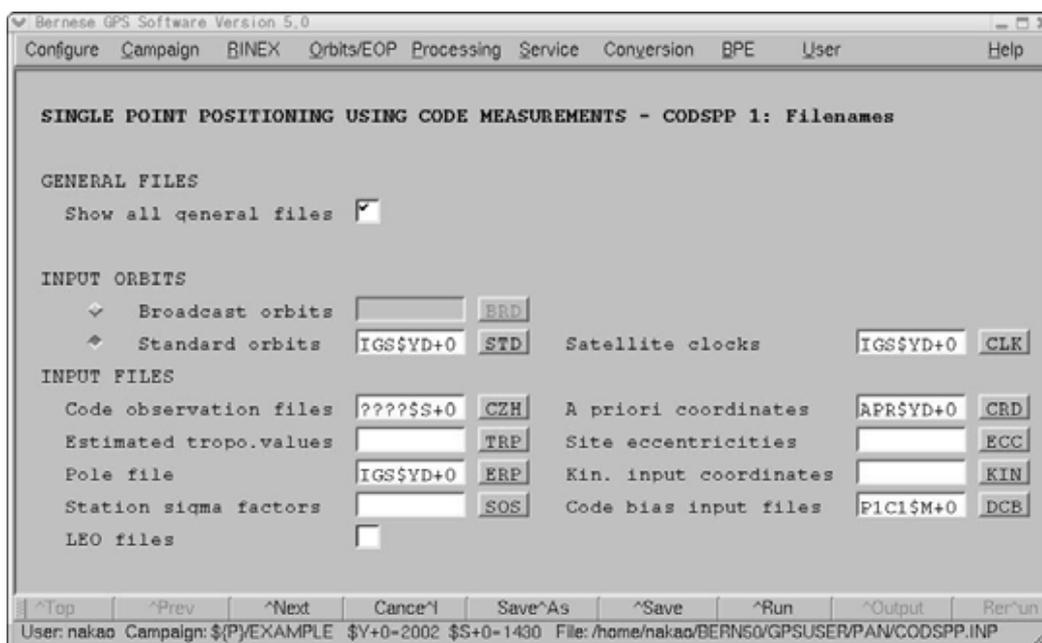


4. データプロセッシング

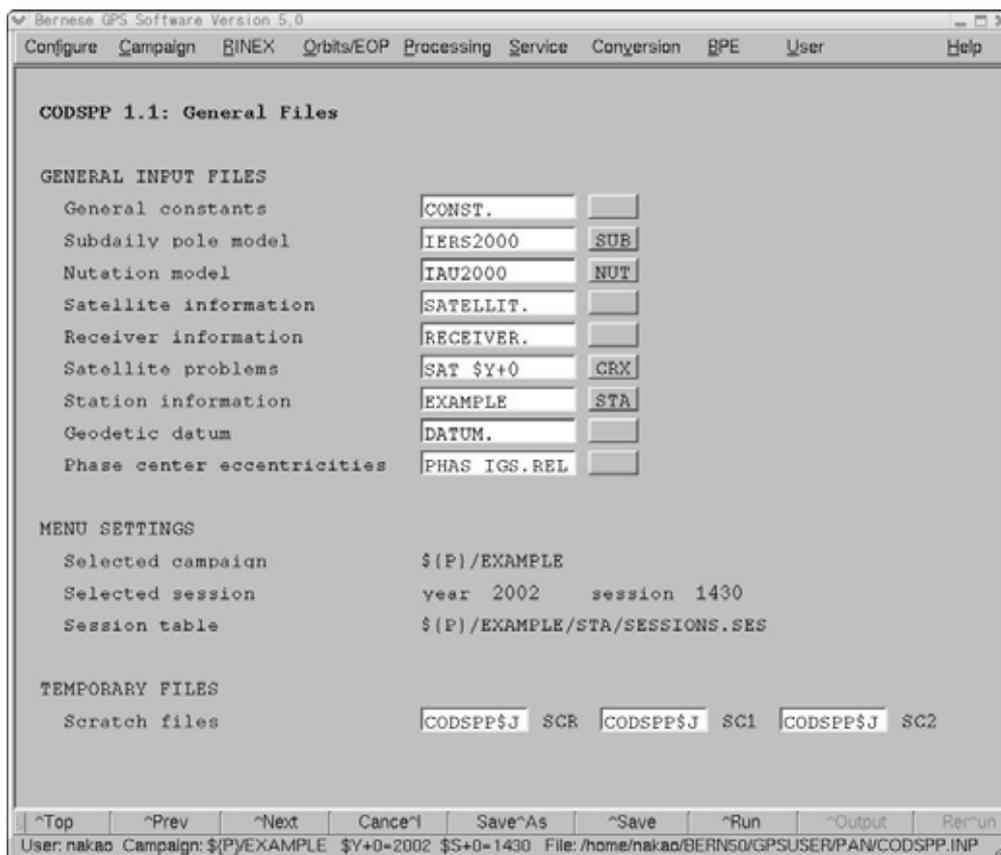
i) 一点測位，受信機の時計の補正値の推定 (CODSPP)

ここでは一点測位を行うことによって受信機の時計の補正値を計算します．観測点の座標値が正確に求められていれば，座標値は推定せずに時計の補正値のみを求めます．

“ Menu→Processing→Code-based clock synchronization ” を選択します．



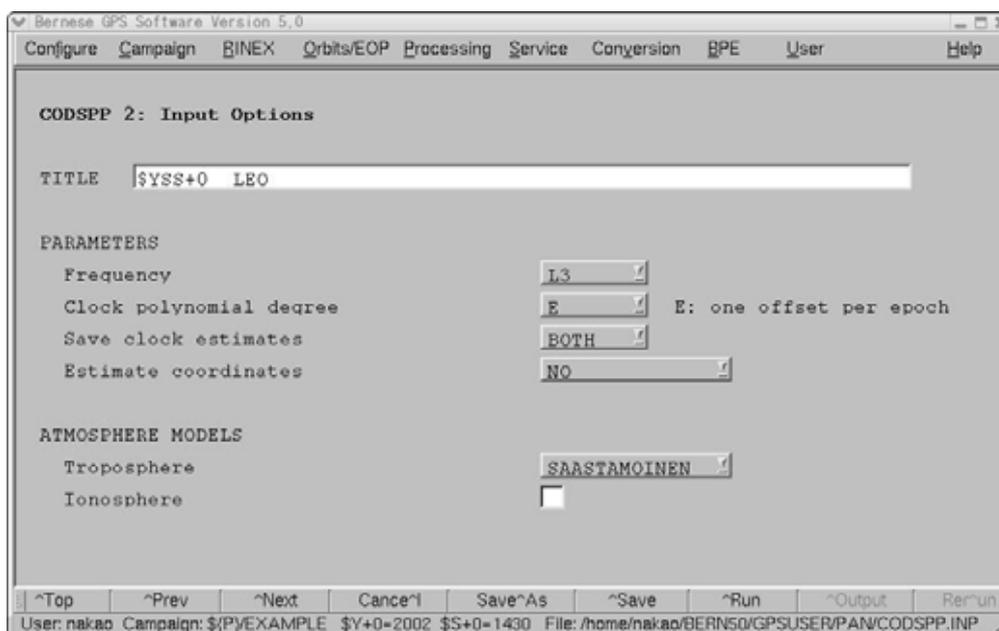
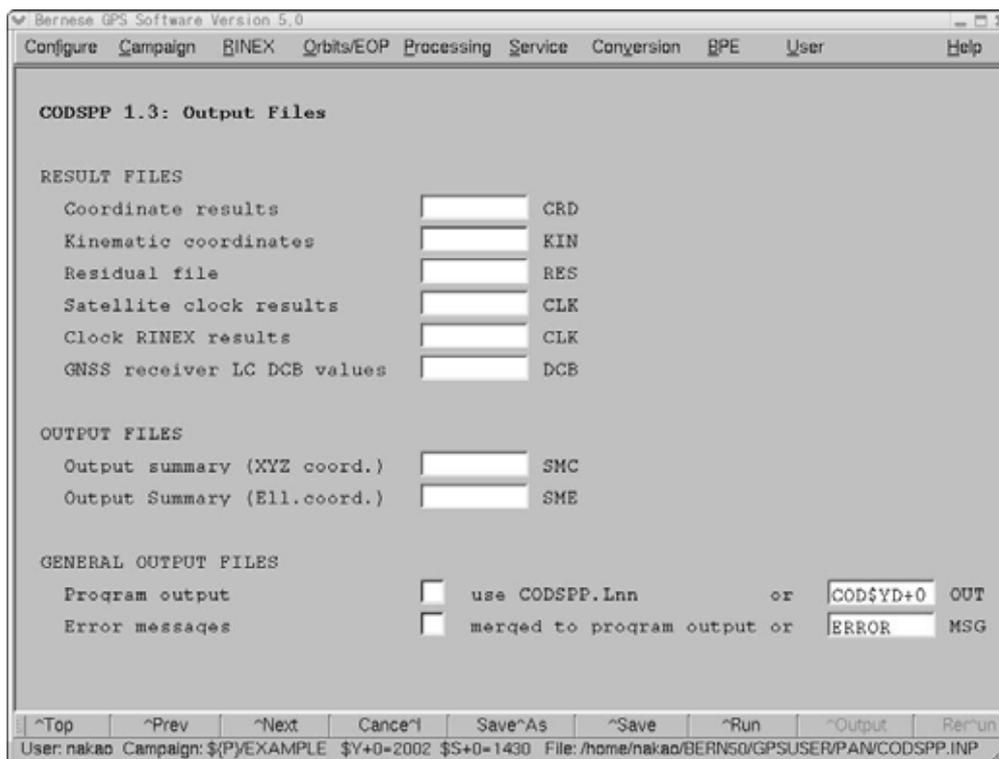
ここでは使用する衛星軌道，衛星の時計の補正情報，観測データ，初期値座標，地球回転パラメタ，DCB の各ファイル名を指定する．DCB ファイルについてはベルン大学の FTP サイトより入手することができる(おまけ参照).最下段“ Next ”を押すと次の画面となる．

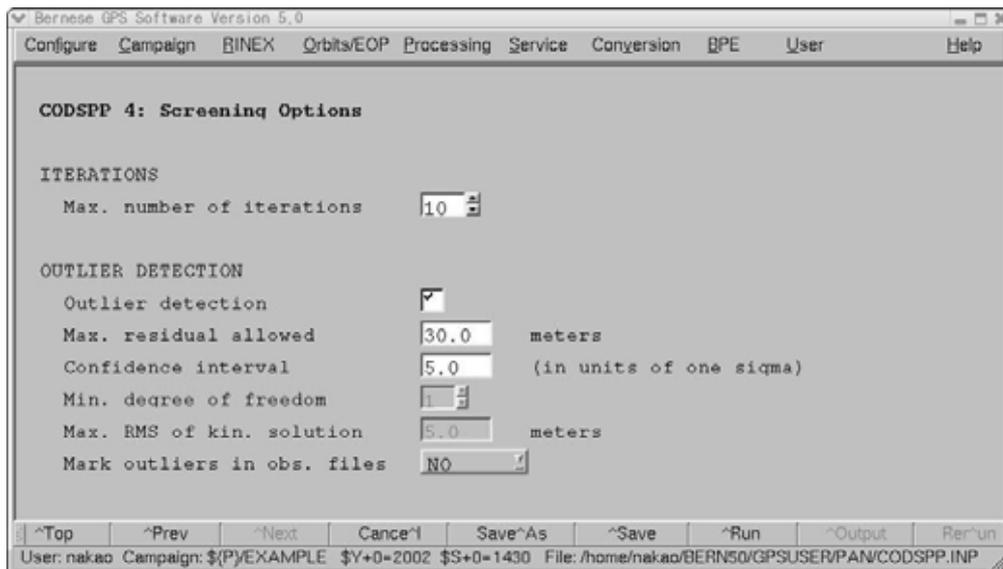
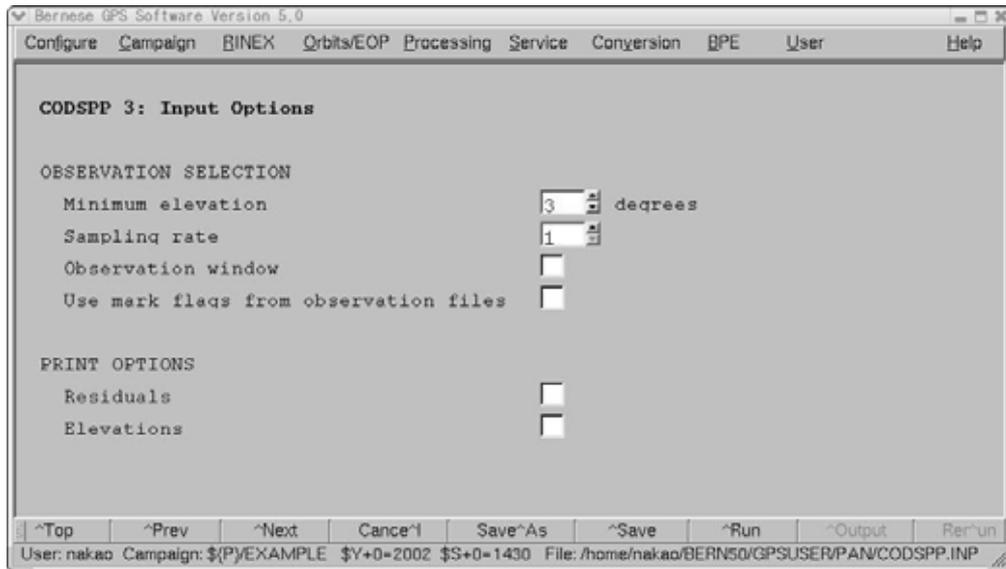


各ファイル名は上記とおなじであれば変更の必要はありません。

出力ファイルの設定画面ですが、プログラム CODSPP の出力ファイルを “COD\$YD+0” と設定しています。とくにこのとおりにする必要はありませんが、このとおりにすると一つのデータの解析結果かがファイル名を見ただけでわかります。

“Frequency” は2周波データの場合は L1 と L2 の線形結合である L3、1周波データのみ場合は L1 とします。ほかの項目は上記の画面のようにします。





以上を設定した後に最下段“ Run ”をクリックしてプログラムを実行する。出力結果は以下
のようになります。

```

$ (P)/EXAMPLE/OUT/C0002143.OUT
OBSERVATIONS IN FILE:      23714
BAD OBSERVATIONS   :      0.00 %
RMS OF UNIT WEIGHT  :      1.59 M
NUMBER OF ITERATIONS:      2

STATION COORDINATES:
-----

LOCAL GEODETIC DATUM:  IGS00

ZIMM 14001M004   X      A PRIORI      NEW      NEW- A PRIORI  RMS ERROR
(MARKER)         Y      4331297.10   4331297.10   0.00      0.00
                  Z      567555.82   567555.82   0.00      0.00
                  4633133.89   4633133.89   0.00      0.00

                HEIGHT      956.32      956.32      0.00      0.00
                LATITUDE    46 52 37.550  46 52 37.550  0 0 0.000  0.0000
                LONGITUDE   7 27 54.993   7 27 54.993   0 0 0.000  0.0000

CLOCK PARAMETERS:
-----

OFFSET FOR REFERENCE EPOCH:      0.033357639 SEC

CLOCK OFFSETS STORED IN CODE+PHASE OBSERVATION FILES

RECEIVER UNIT      :      2691
REFERENCE EPOCH    :      2002-05-23 00:00: 0.03

*****
SUMMARY OF BAD OBSERVATIONS
*****

MAXIMUM RESIDUAL DIFFERENCE ALLOWED :      30.00 M
CONFIDENCE INTERVAL OF F*SIGMA WITH F:      5.00

NUMBER OF BAD OBSERVATION PIECES      :      2

NUMB FIL STATION      TYP SAT      FROM      TO      #EPO
-----
1 2 PFMJ 14279M001   OUT 7 02-05-23 15:47:30 02-05-23 15:47:30 1
2 4 ONSA 10402M004   OUT 6 02-05-23 17:34:00 02-05-23 17:34:00 1
-----

```

出力ファイルの中に “ CLOCK OFFSETS STORED in CODE+PHASE OBSERVATION FILES ” が出力されていることを確認してください。これは “ CODSP ” で推定された受信機の時計の補正値をコード、フェーズデータファイルに書き込んだことを示しています。この補正値は今後の計算で使用するので必ずデータファイルに書き込まれていることが必要です。

“ RMS OF UNIT WEIGHT ” は P コードを使った場合で 3 m くらいであればよいでしょう。

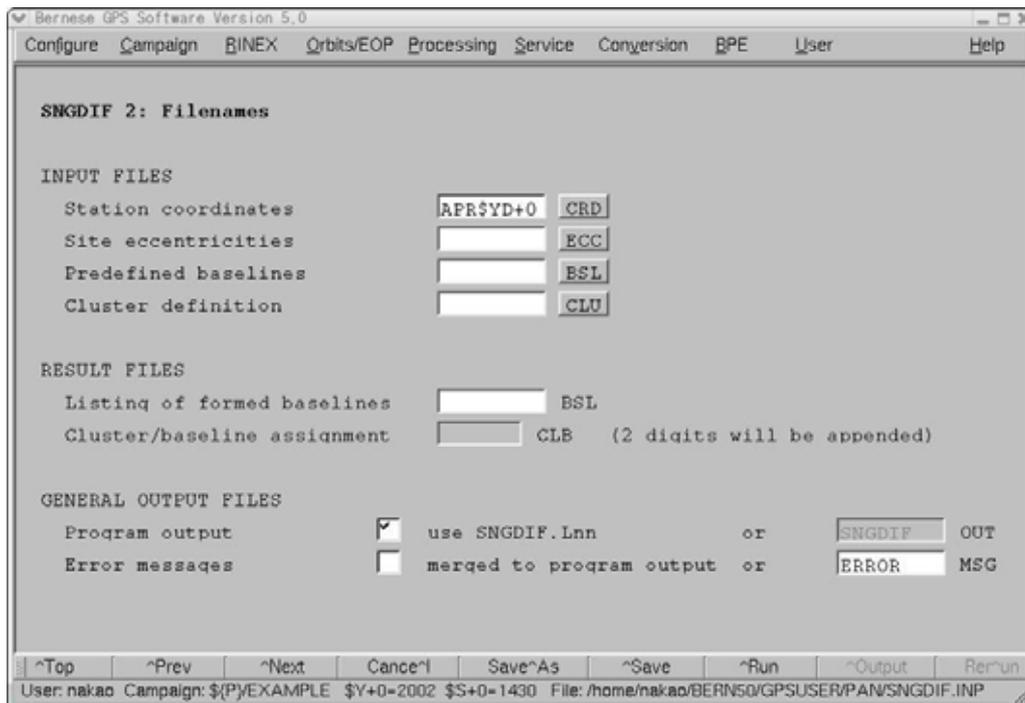
ii) 一重位相差の作成 (SNGDIF)

次に一重位相差をとります。“ Menu→Processing→Baseline file creation ” を選択すると以下の画面となります。

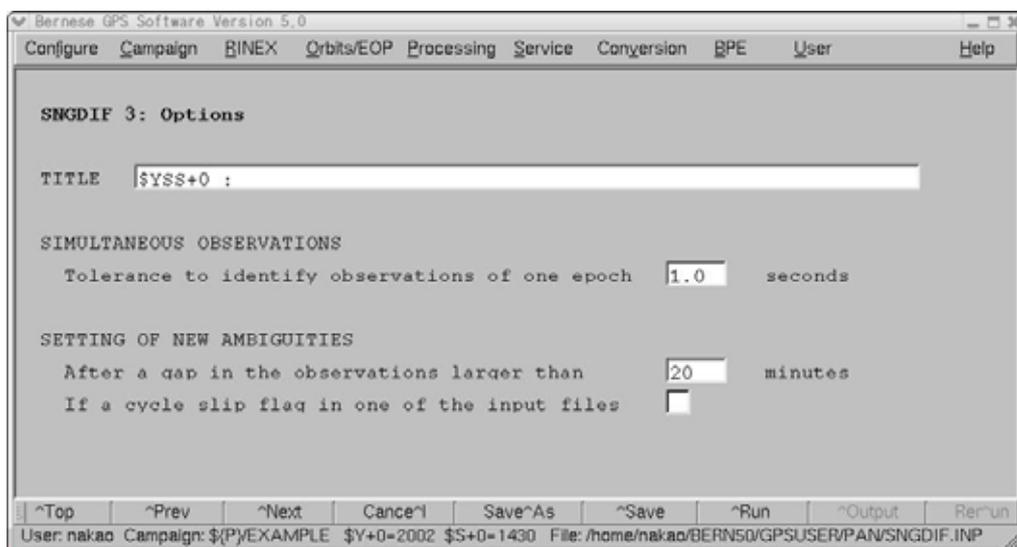


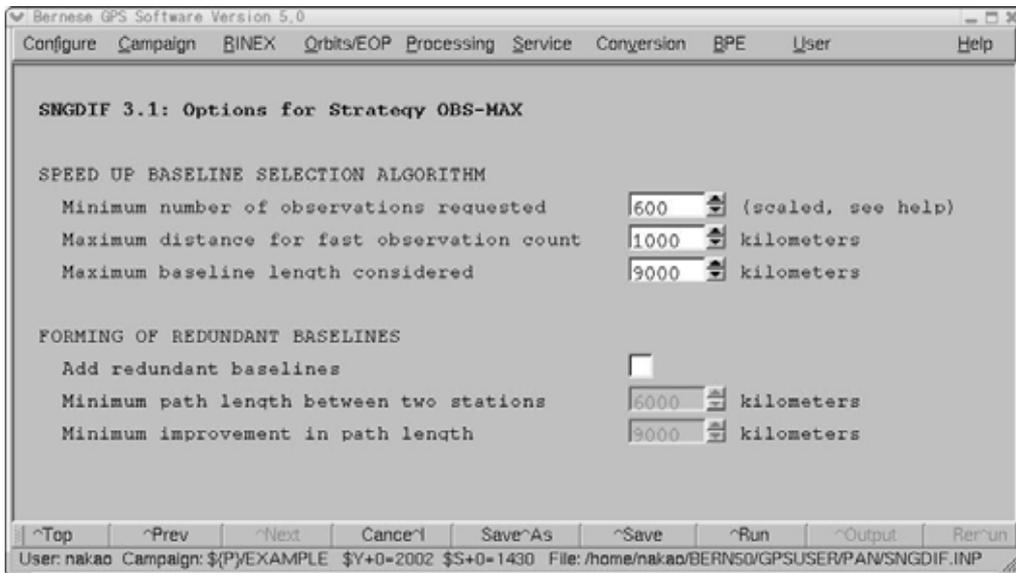
ここでは一重位相差をとるファイル名と一重位相差のとり方を指定します。通常は“OBS - MAX”を指定します。これは一重位相差をとったあとにデータ数をカウントし、データ数の多い一重位相差を最終的に使用するというものです。そのほかには“SHORTEST”(基線長の短いものから一重位相差として採用)、“STAR”(観測網の中心付近の観測点から星上に一重位相差を作成)、“Manual”(解析者が指定する)などがあります。



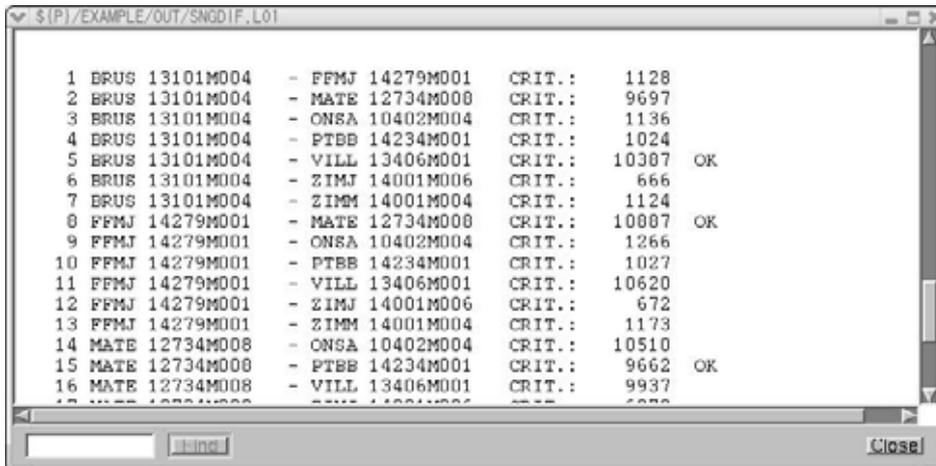


“ Strategy ” で “ Star ”, “ Shortest ” を指定した場合は最上段の “ Station coordinates ” フォイルを指定します .





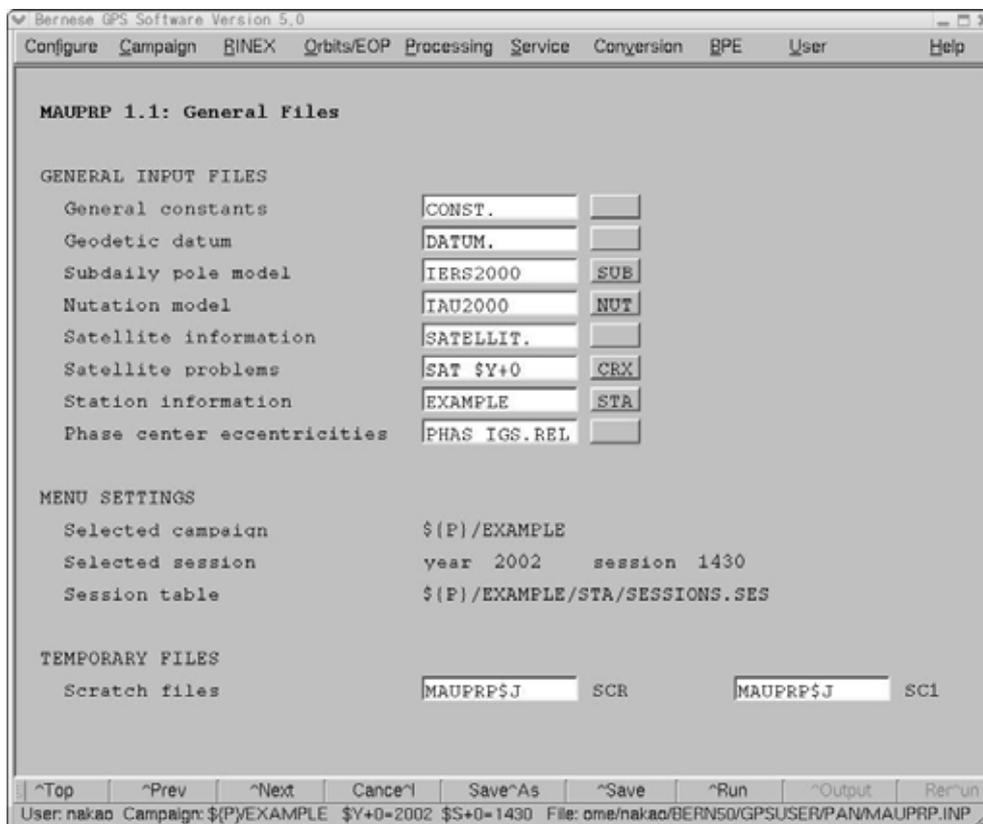
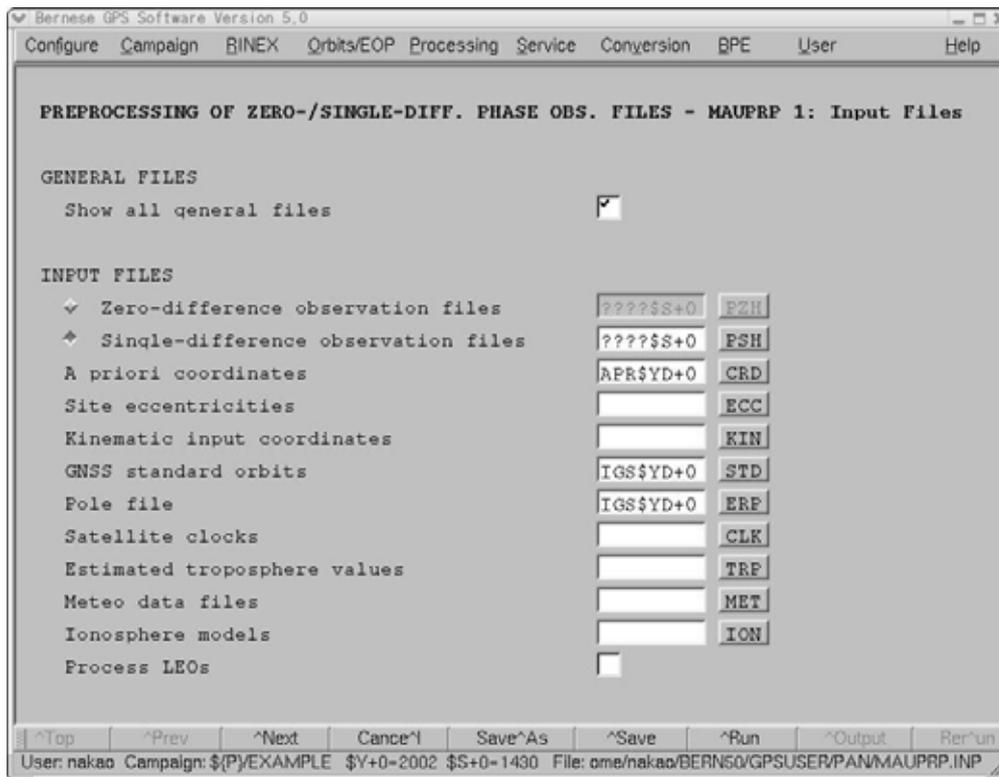
以下は SNGDIF で “ OBS-MAX ” を選択したときの出力ファイルです .

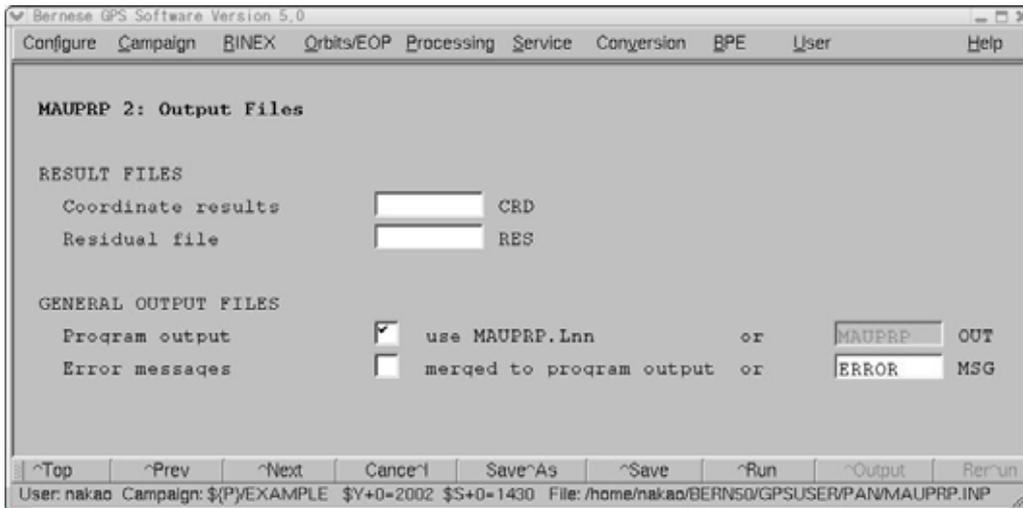


ここでは実際に一重位相差とそのときの観測データ数のリストが出力され , “ OK ” と右端に書いたペアが最終的に一重位相差として採用されます .

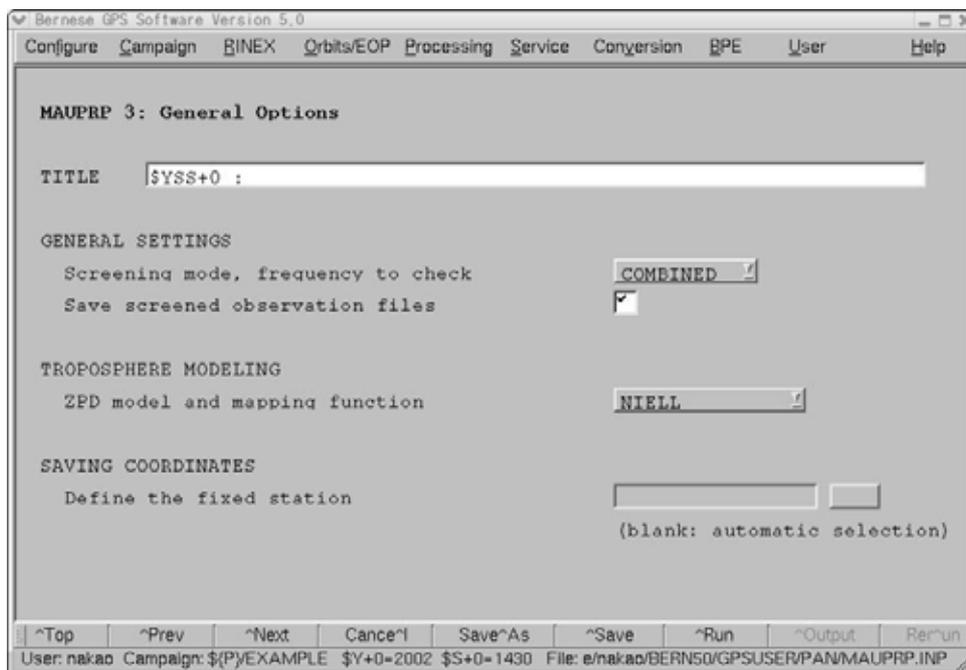
iii) サイクルスリップ , 異常値の検出と補正 (MAUPRP)

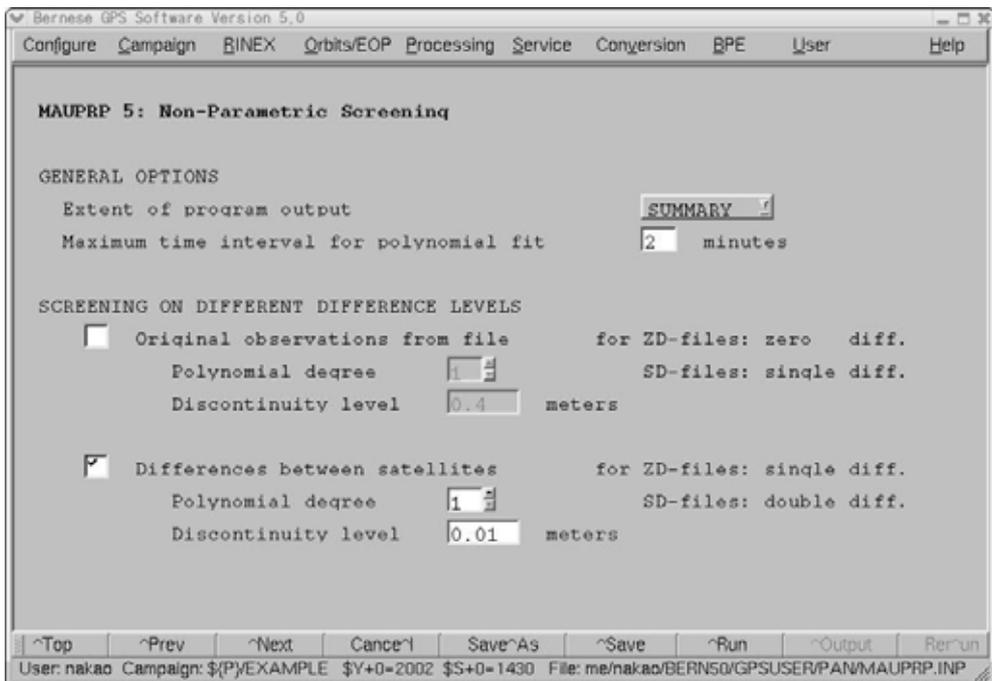
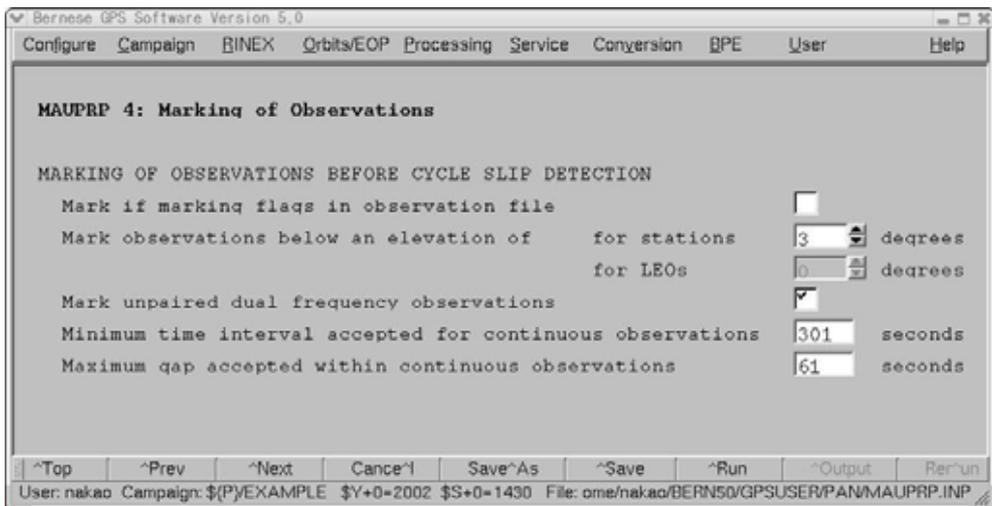
“ Menu→Processing→Phase preprocessing ” を選択します .

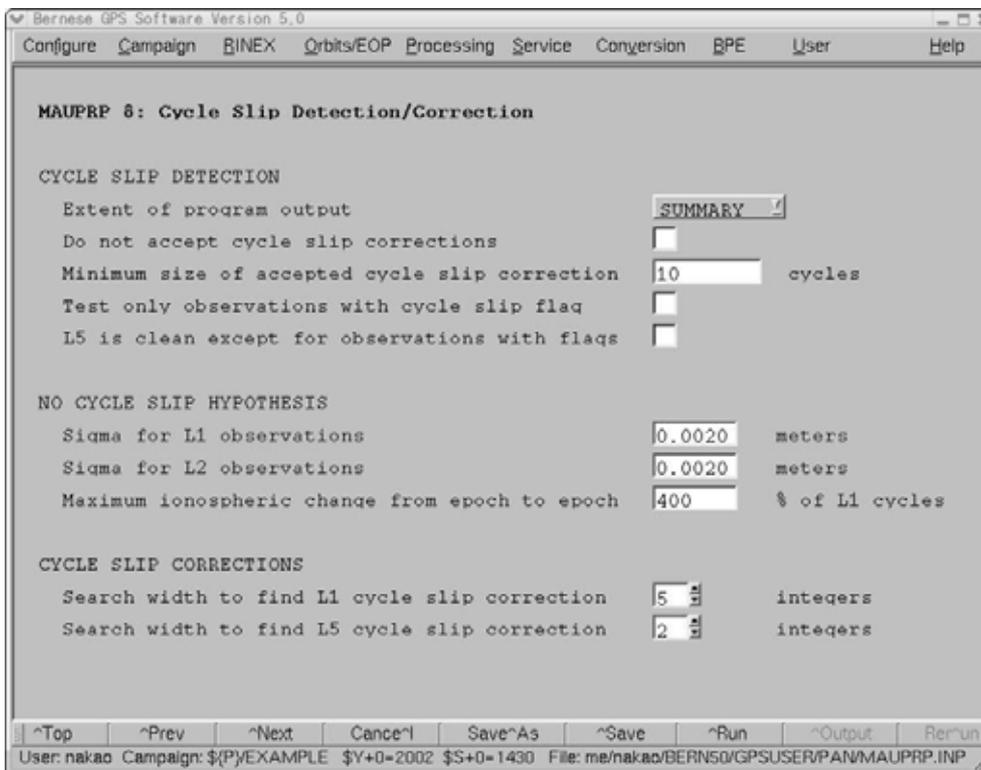
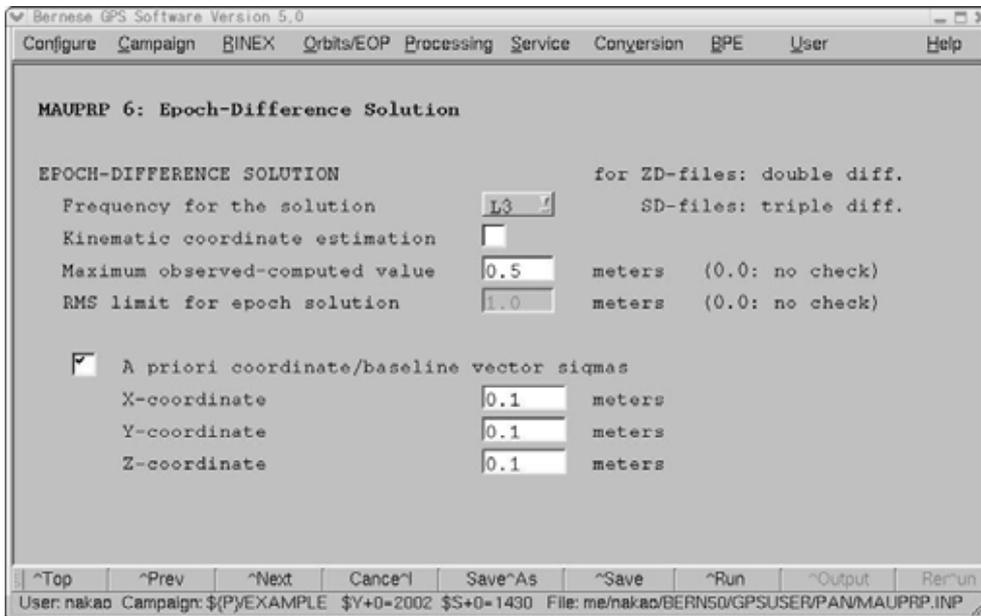


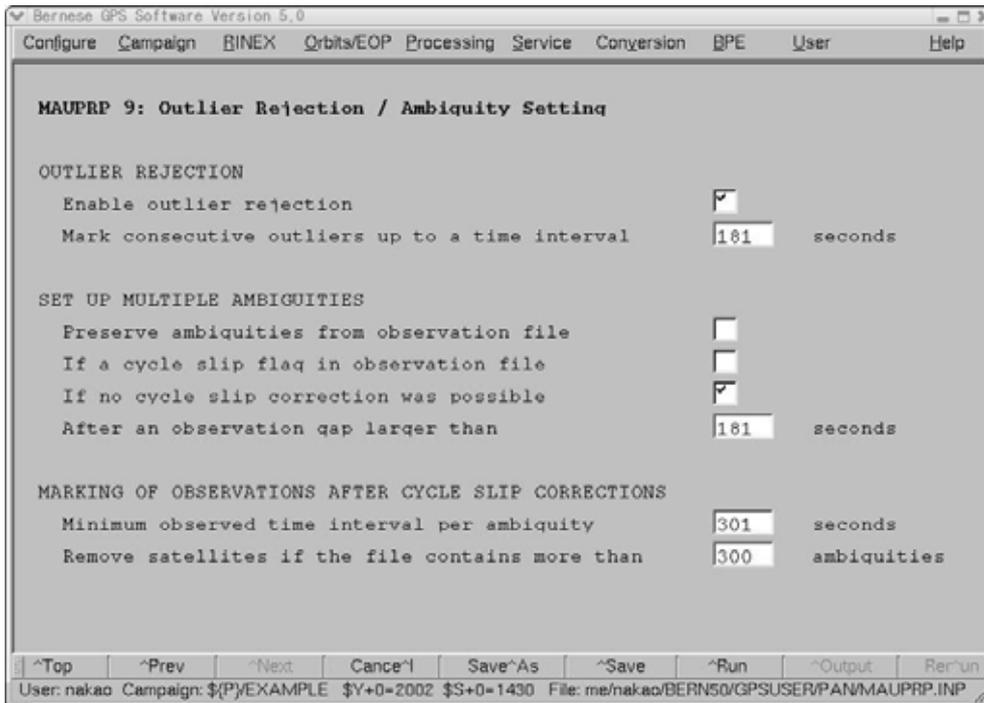


プログラム“ MAUPRP ”では三重位相差を使った座標値の計算が行われます。その結果を残したい場合は上記画面の“ Coordinate results ”にファイル名を指定します。以下は 30 秒サンプリングの 2 周波データを解析する際のパラメータです。

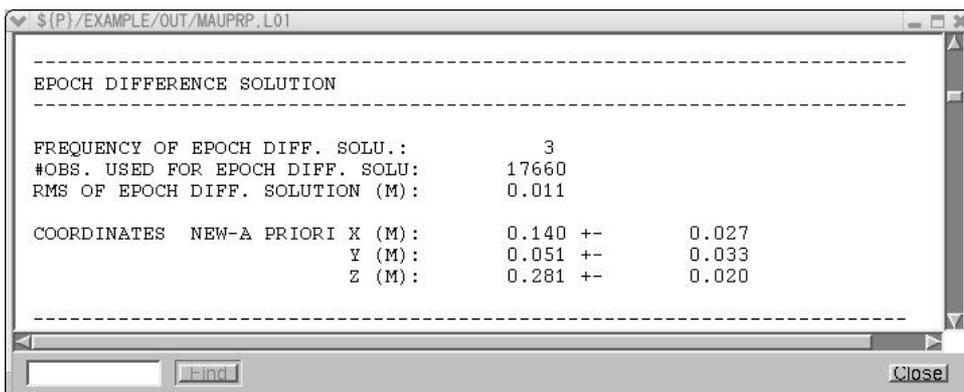








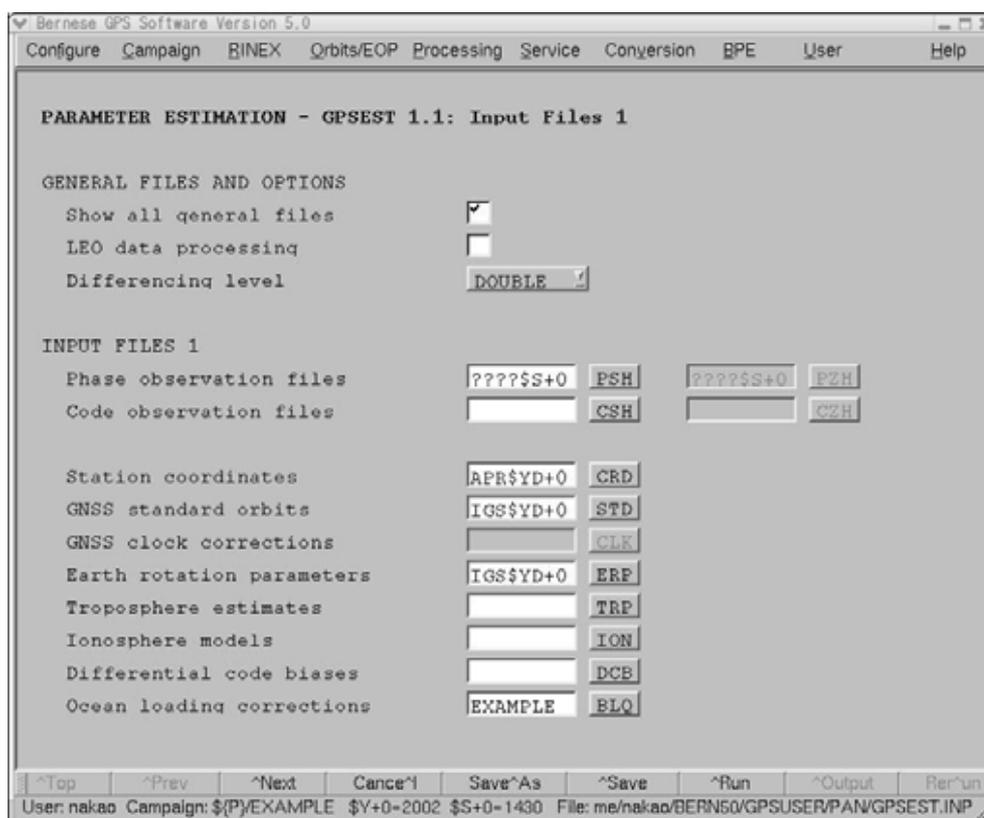
出力結果のうち，“ RMS OF EPOCH DIFF. SOLUTION(M) ” の値は 2 cm 以下で，
“ COORDINATES NEW-A PRIORI ” の値は 0.5m 以下であれば解析は成功です．

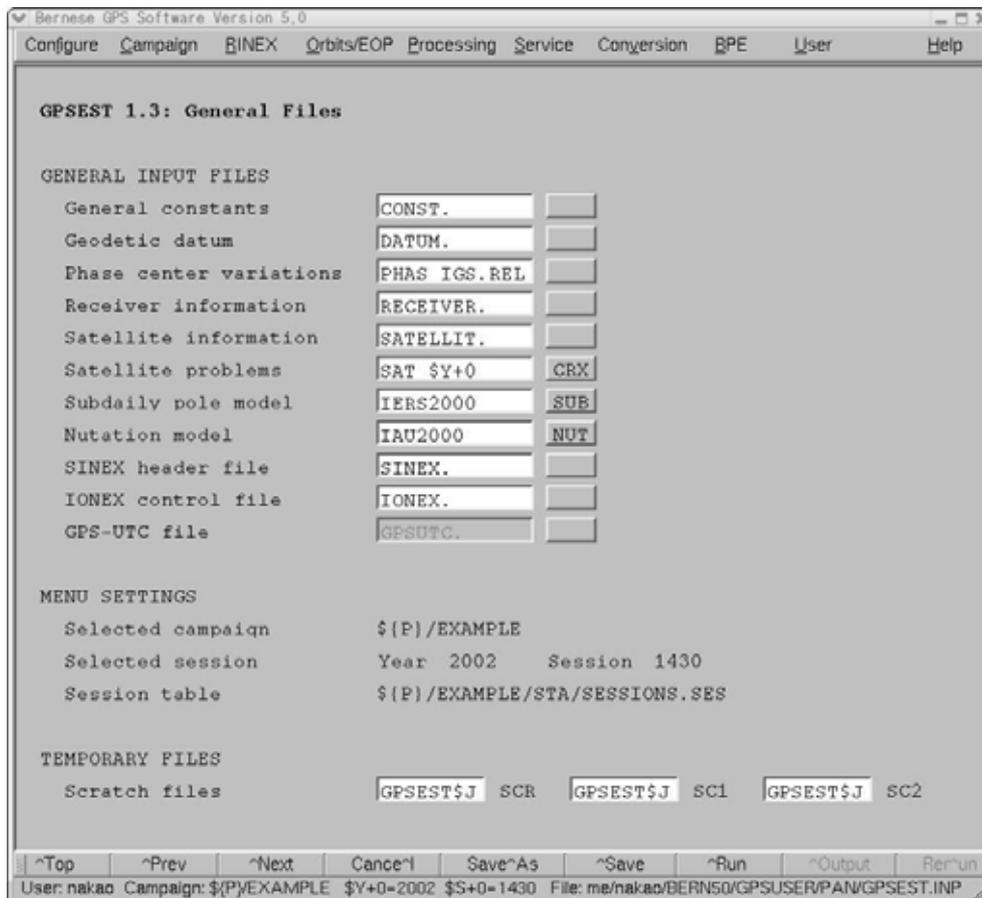
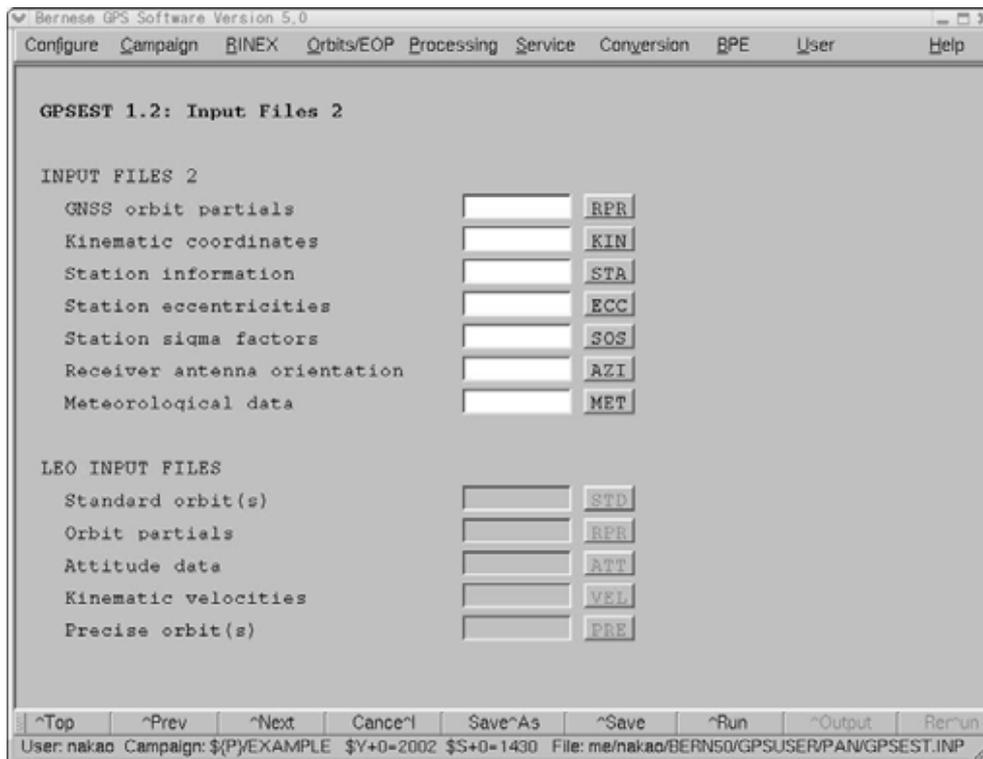


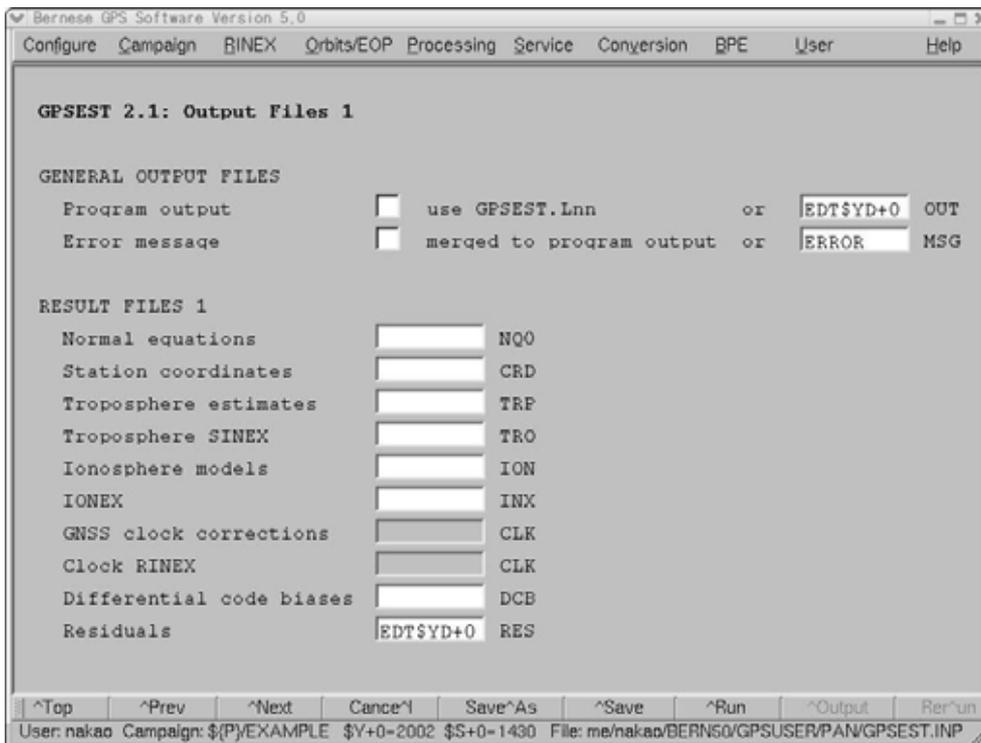
iv) データのチェック (GPSEST, RMSCHK, SATMRK)

ここでまずアンビギュイティを整数化しないで座標値を求めてその RMS を使ってデータの質をチェックします。

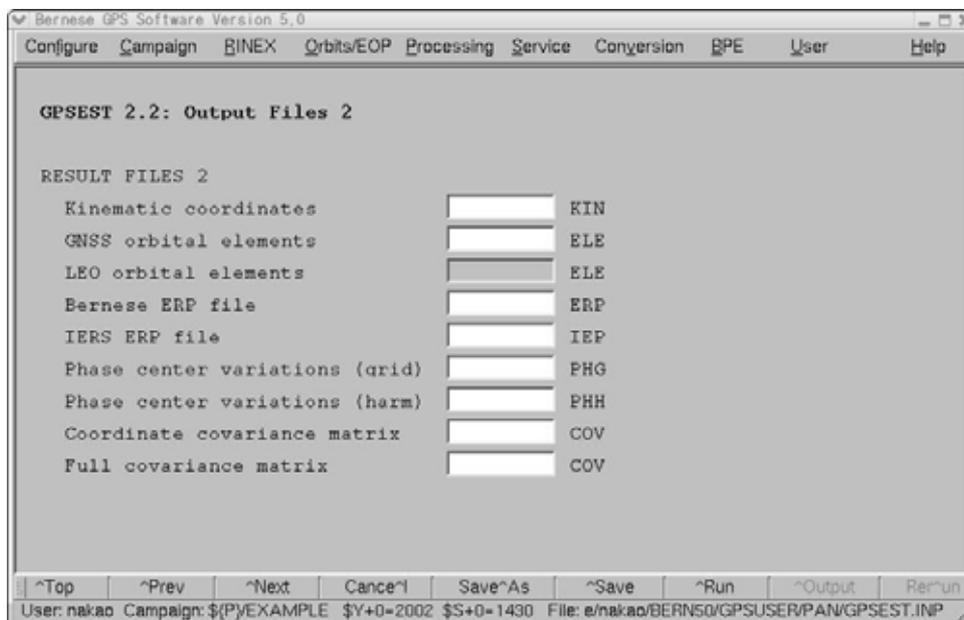
“ Menu→Processing→Parameter_estimation ” を選択します。以下の画面で BLQ ファイルを指定します。これは変位の海洋荷重潮汐の振幅と位相を表にしたものです。日本では Matsumoto et al.(2000)が開発した GOTIC2 を使い計算するとよいでしょう。フォーマットは \$X/DOC/EXAMPLE.BLQ ファイルを参照してください



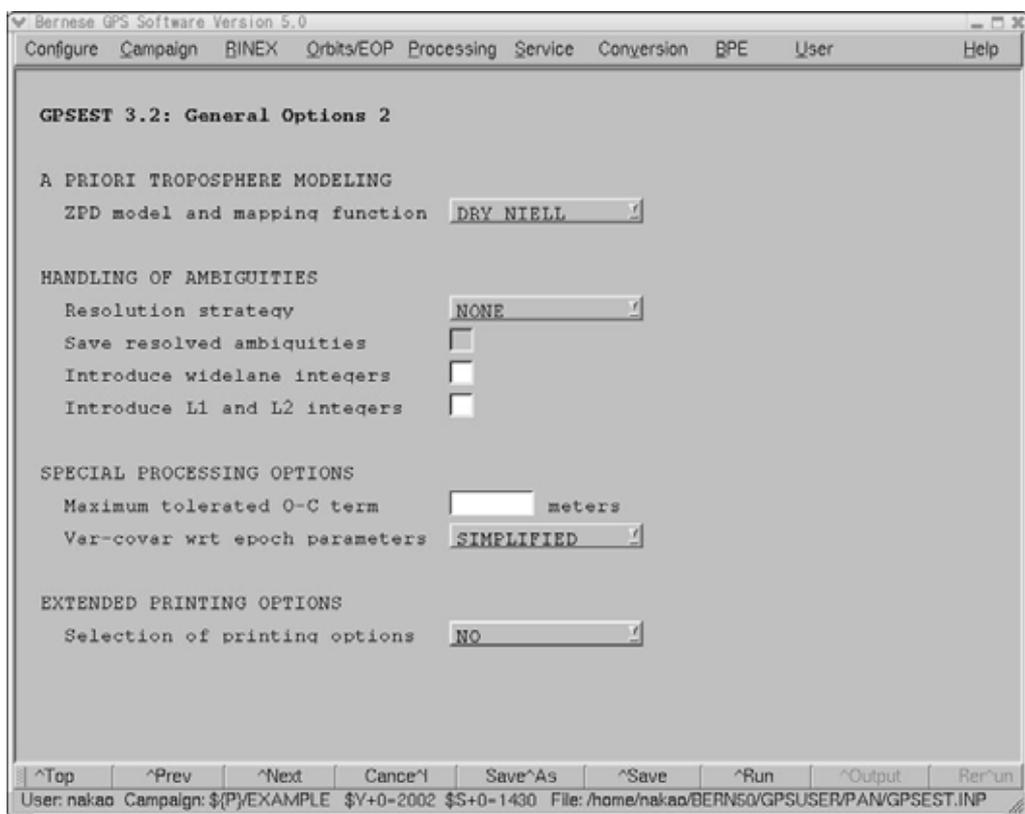
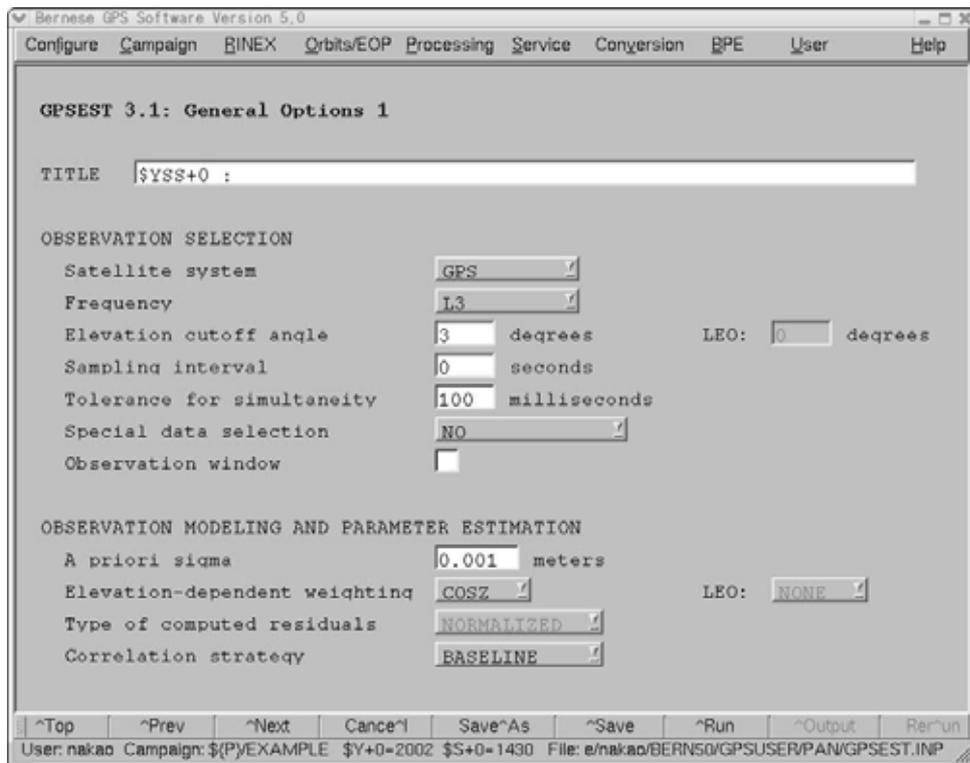




あとで残差ファイルを使って異常値などをチェックする場合 “ Residuals ” にファイル名を記入します .

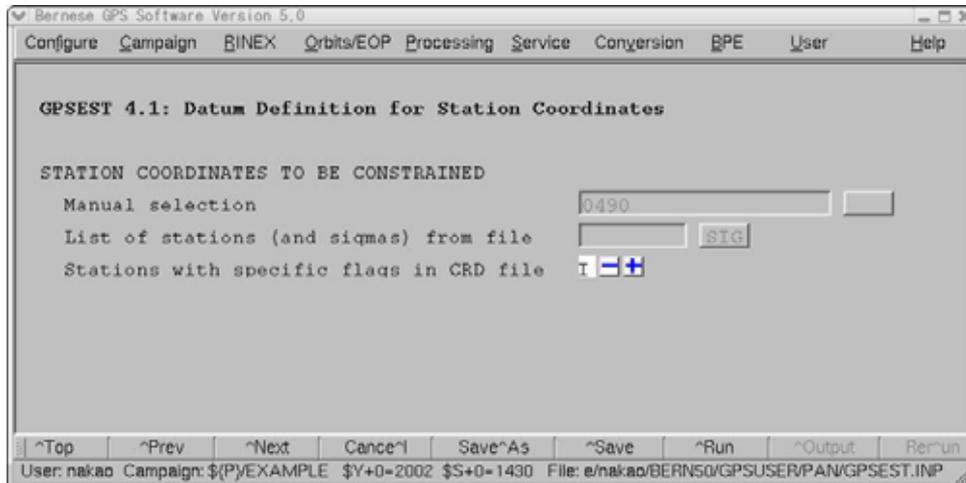
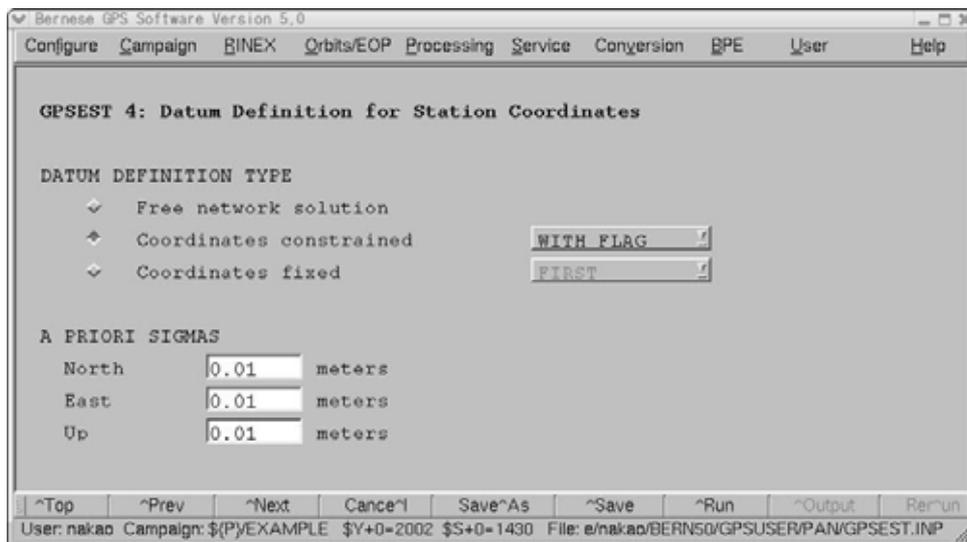


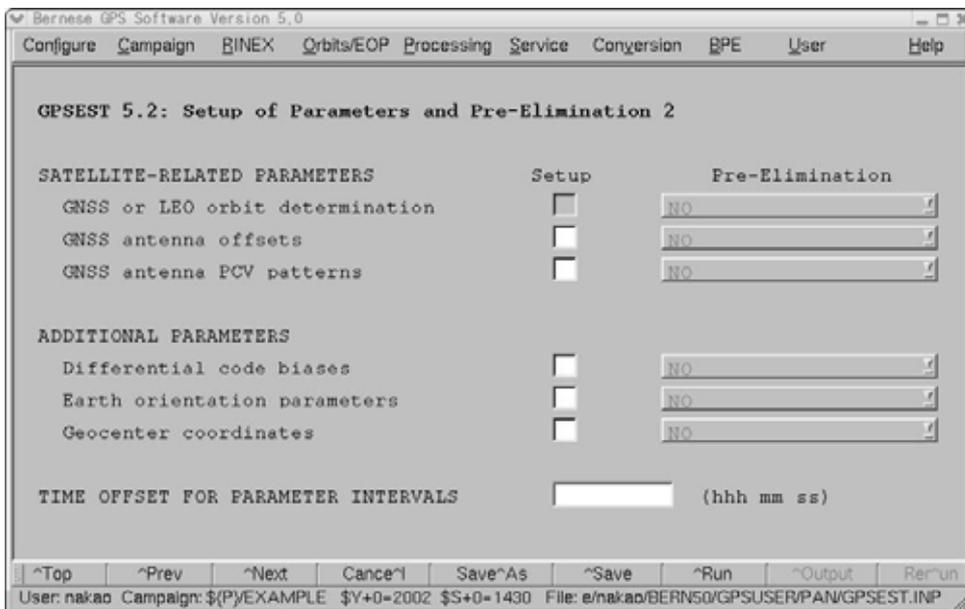
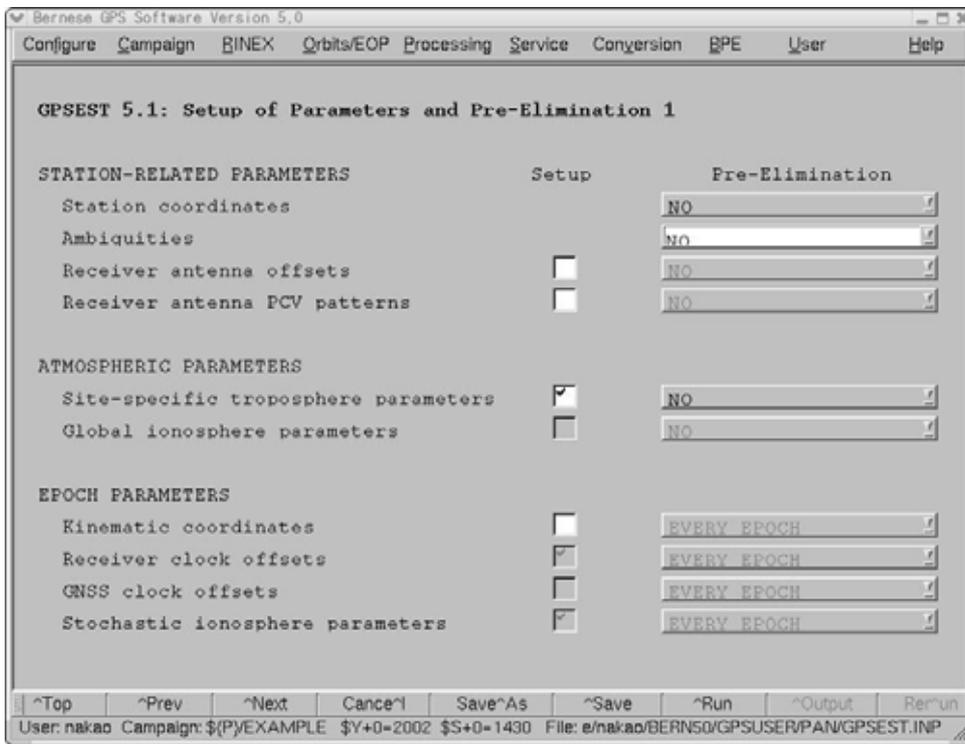
2周波データの場合は L1 と L2 の線形結合である L3 を選択します . すべてのデータをチェックするために “ Sampling interval ” は 0 あるいはサンプリング間隔を指定します .



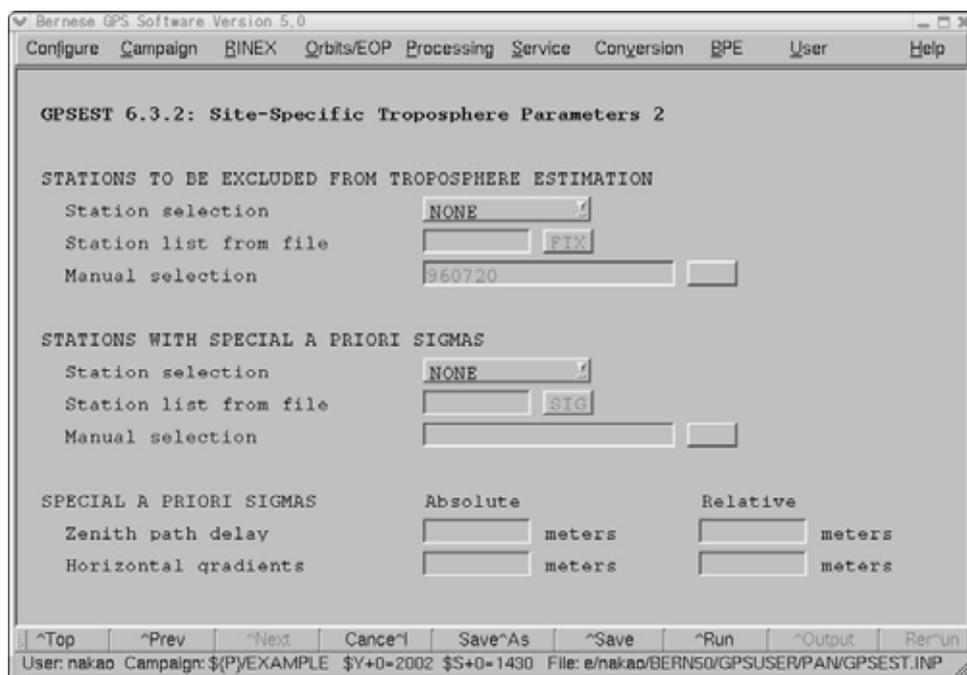
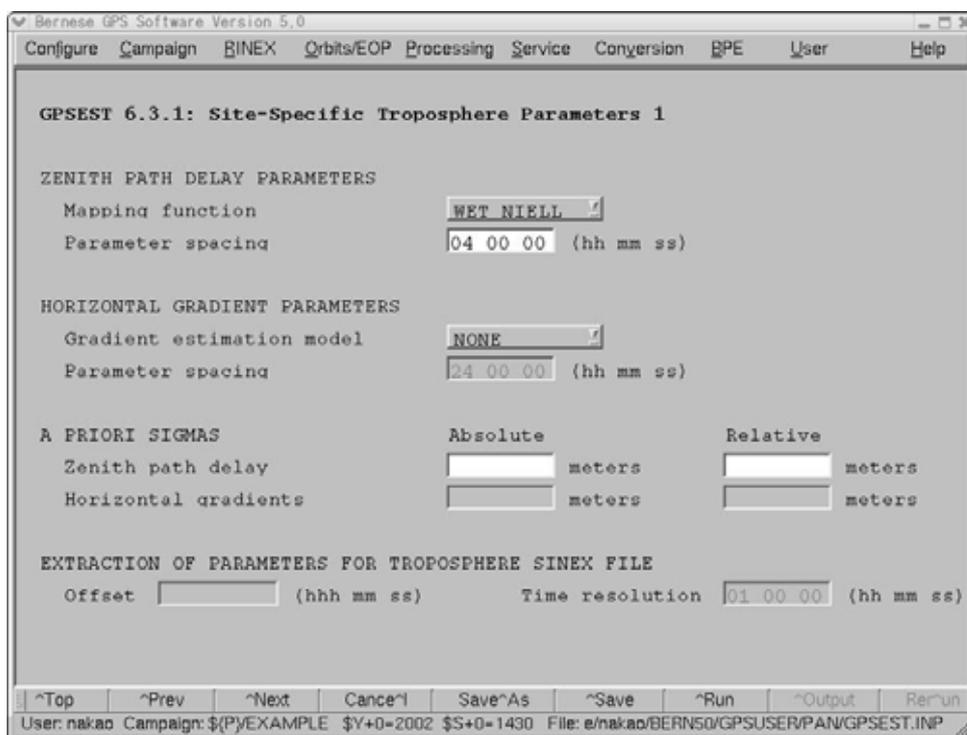
IGS 観測点を ITRF2000 座標系に緩やかにコンストレインをかける．次ページで“ FLAG ”

を“ I ”とします。

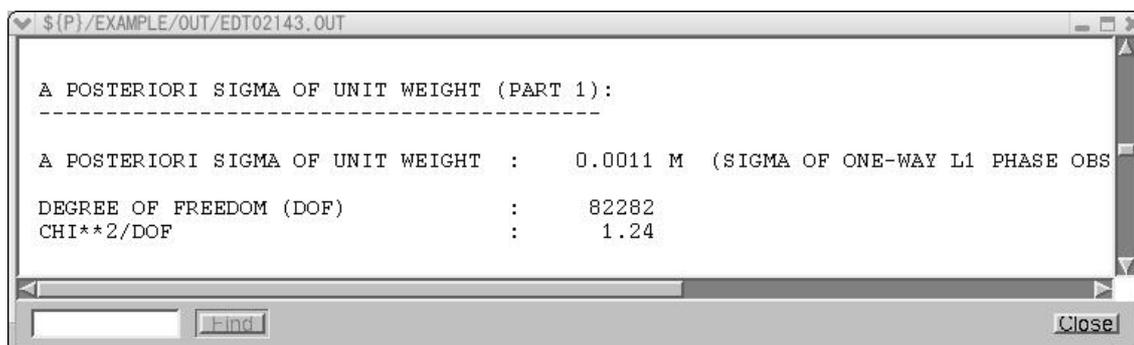




ここでは大気伝播遅延量の時間分解能はあげなくてもよいので4時間とします。

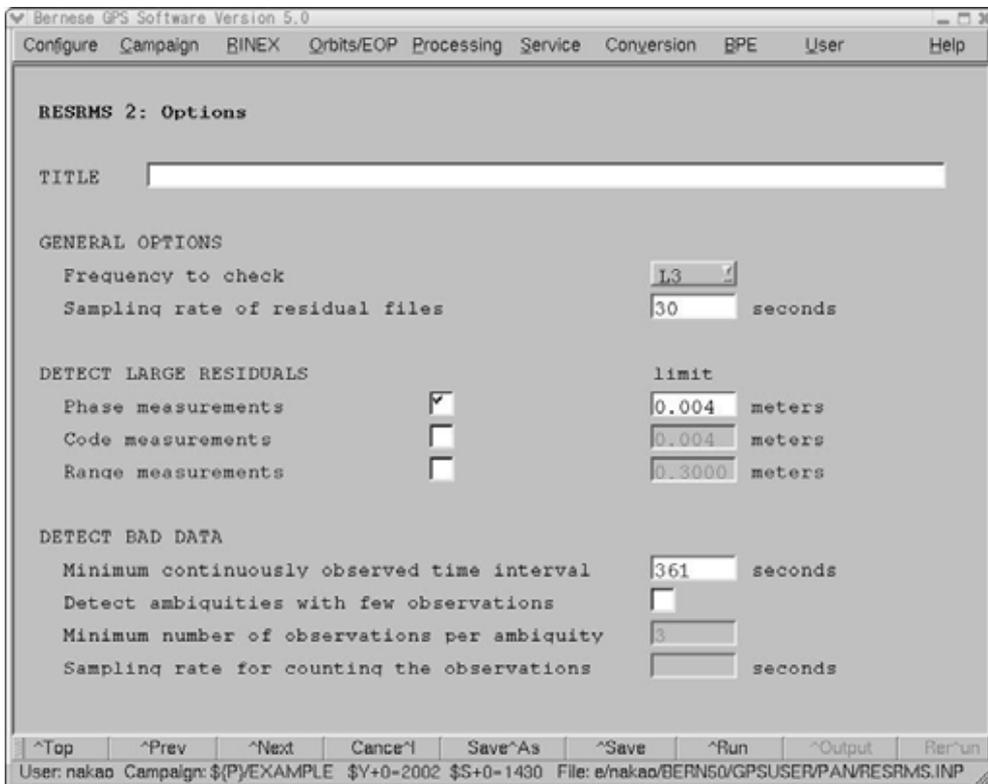


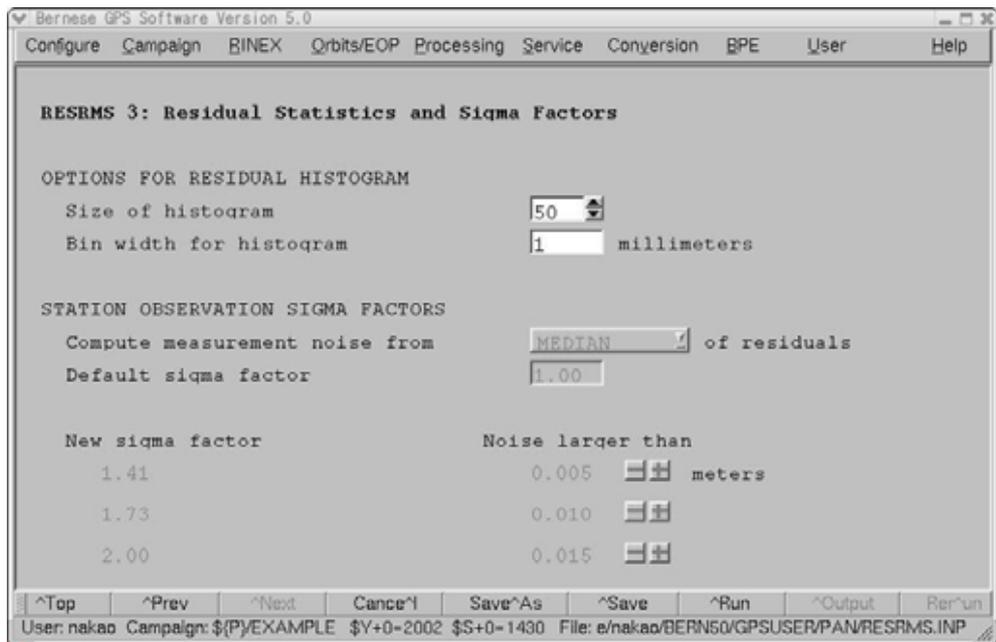
GPSEST の出力ファイルは“ Out ”をクリックすると表示され ; A Posteriori Sigma of Unit Weight ” の値をチェックする . この値が 1 ~ 1.5mm であれば問題ありません . それ以上の場合はもともとデータの質がよくないか , サイクルスリップあるいは異常値が残っている可能性があります .



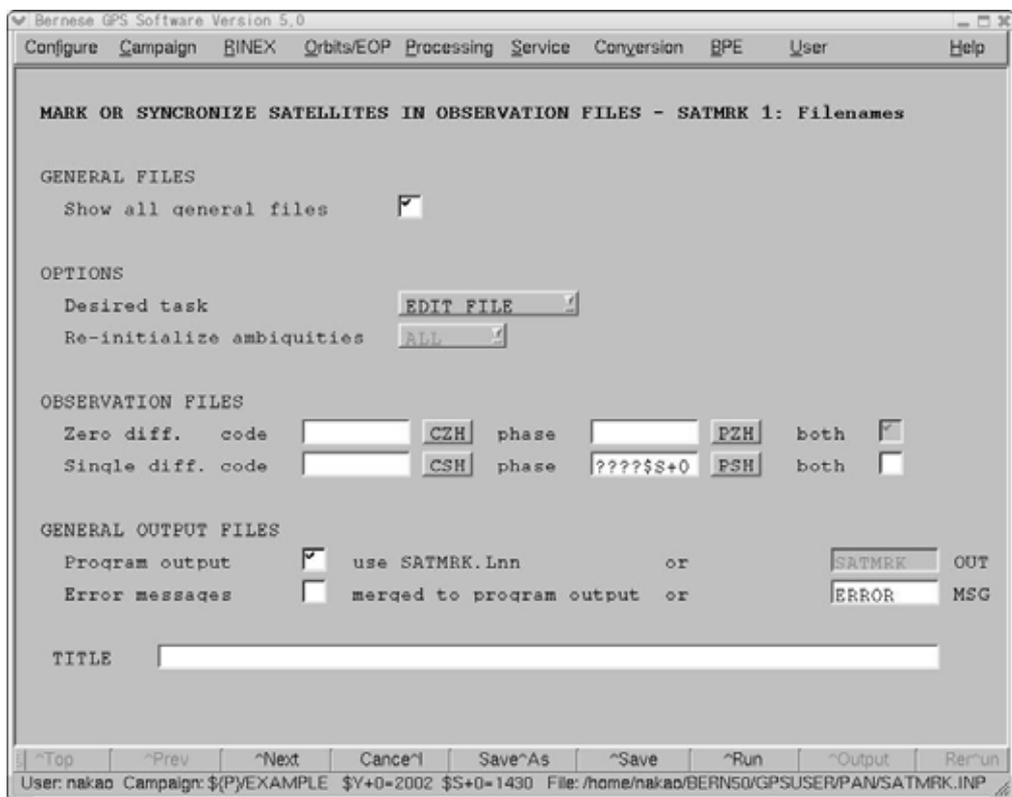
“ Residuals ” ファイルを使って残差のチェックを行う場合 “ Menu→Service→Residual files→Generate residual statistics ” を選択する . 以下に示すようにパラメータを設定します .

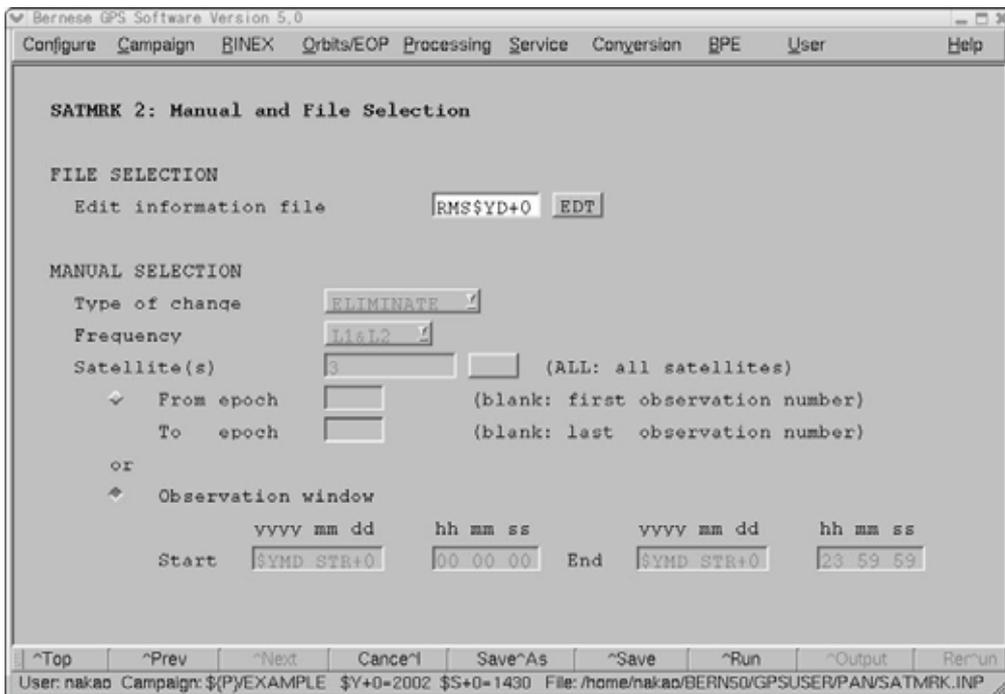
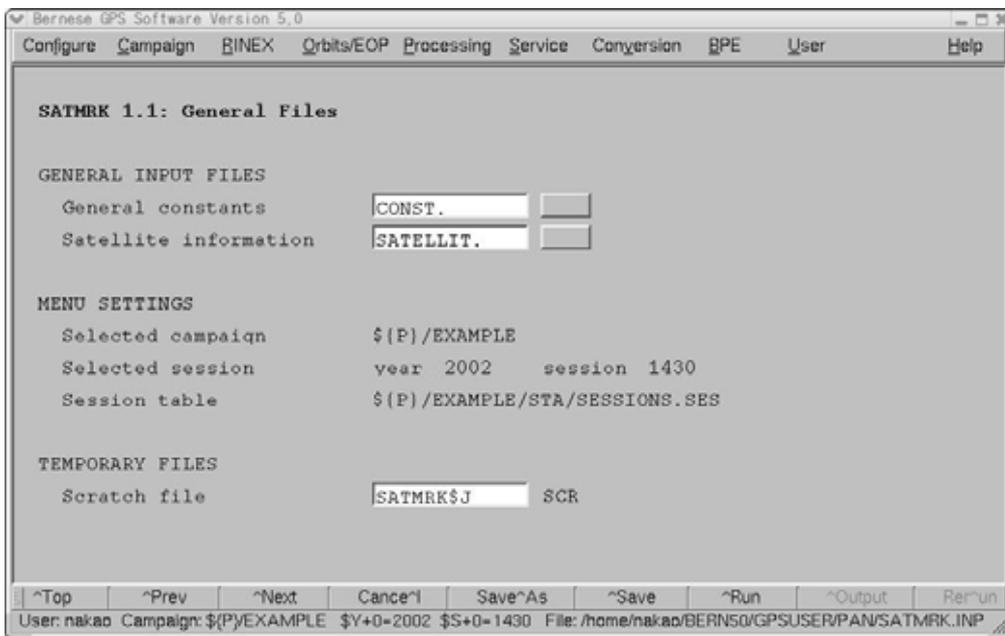




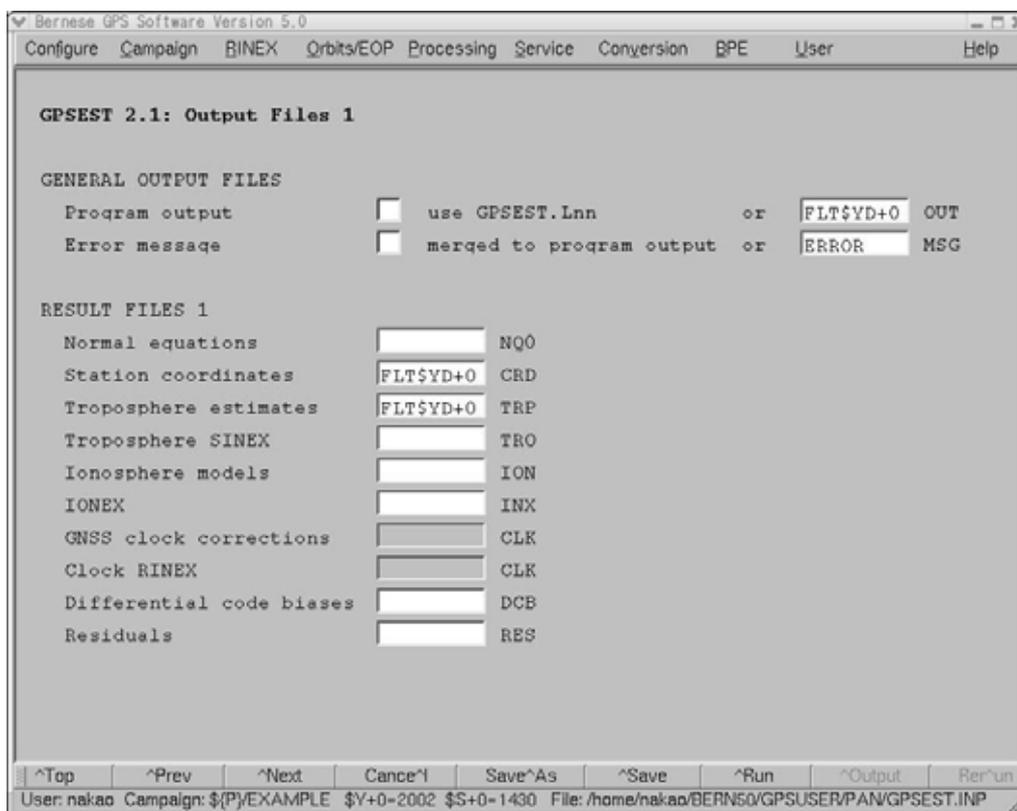


ここで作られた編集情報を使ってプログラム“ SATMRK ”を使って異常値をマークします。
 “ Menu→Service→Bernese observation files→Mark/delete observations ”を選択します。
 パラメータは以下の画面のとおりです。

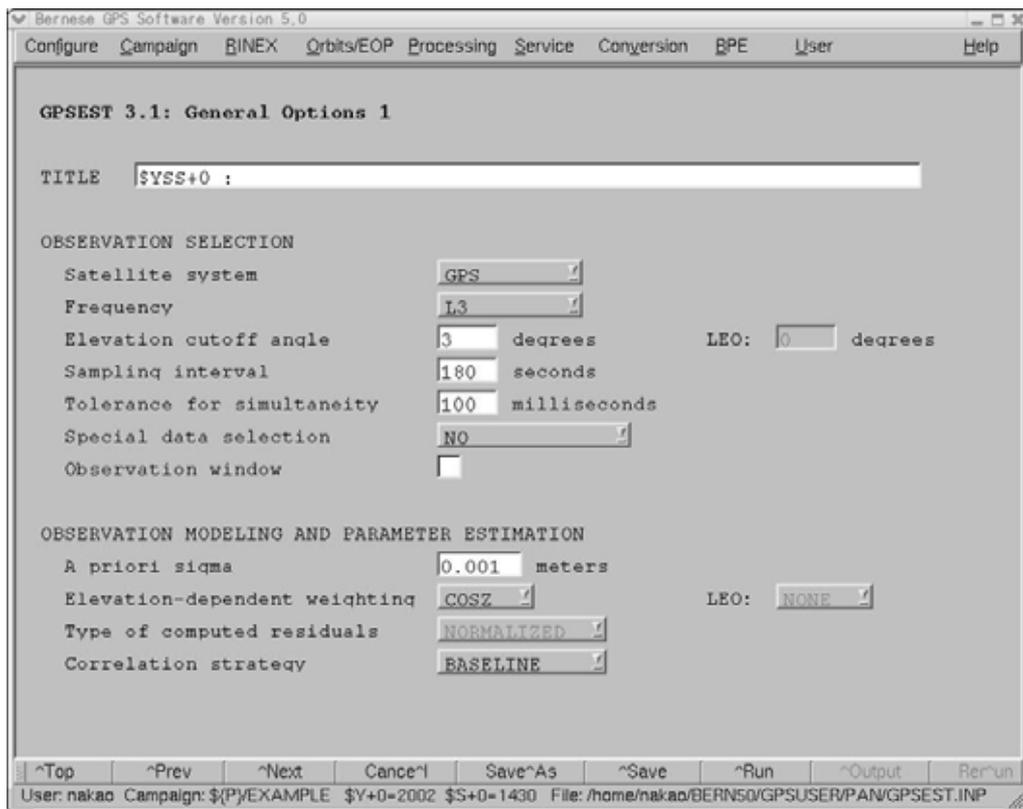




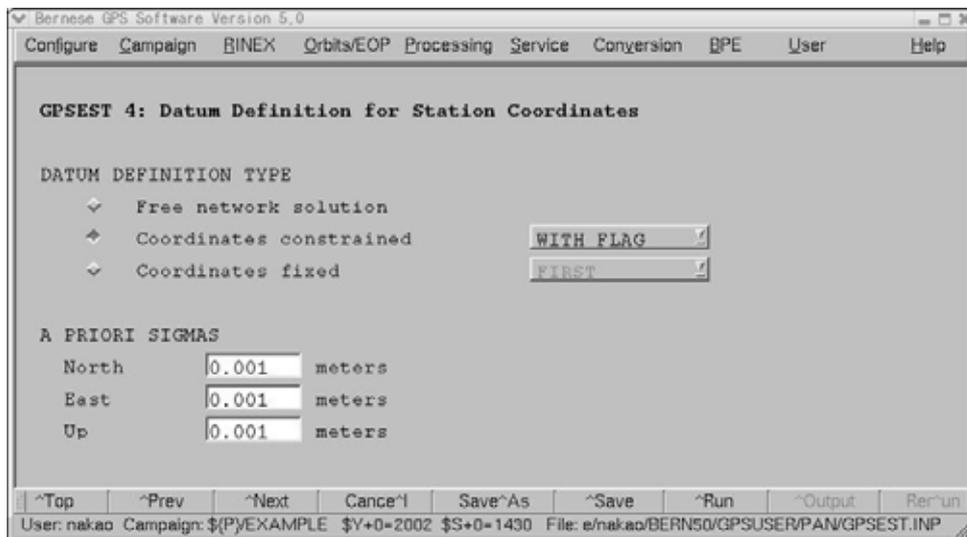
v) アンビギュイティの整数化をしないときの座標値と大気伝播遅延量の推定 (GPSEST)
 ここではアンビギュイティの整数化をしないでまず座標値と大気伝播遅延量を推定し、ファイルに残します。ここでは(iv)の GPSEST の画面と異なるもののみを示します。



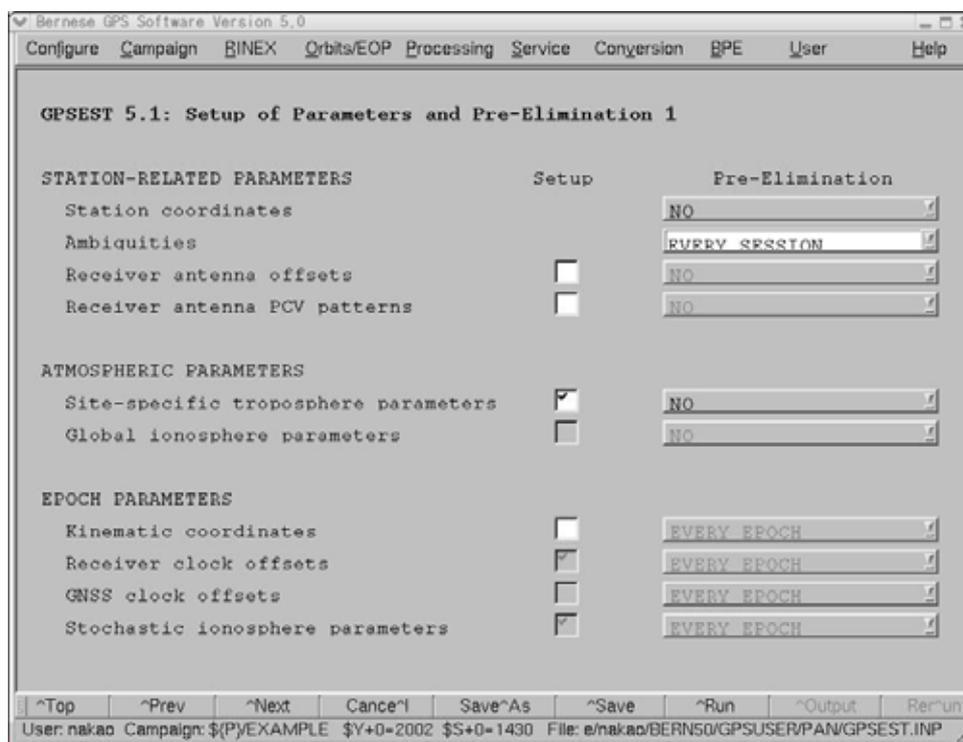
ここでは“ GPSEST ”の出力をいれるファイル名と“ Station coordinates ”と“ Troposphere estimates ” のファイル名を記入します。



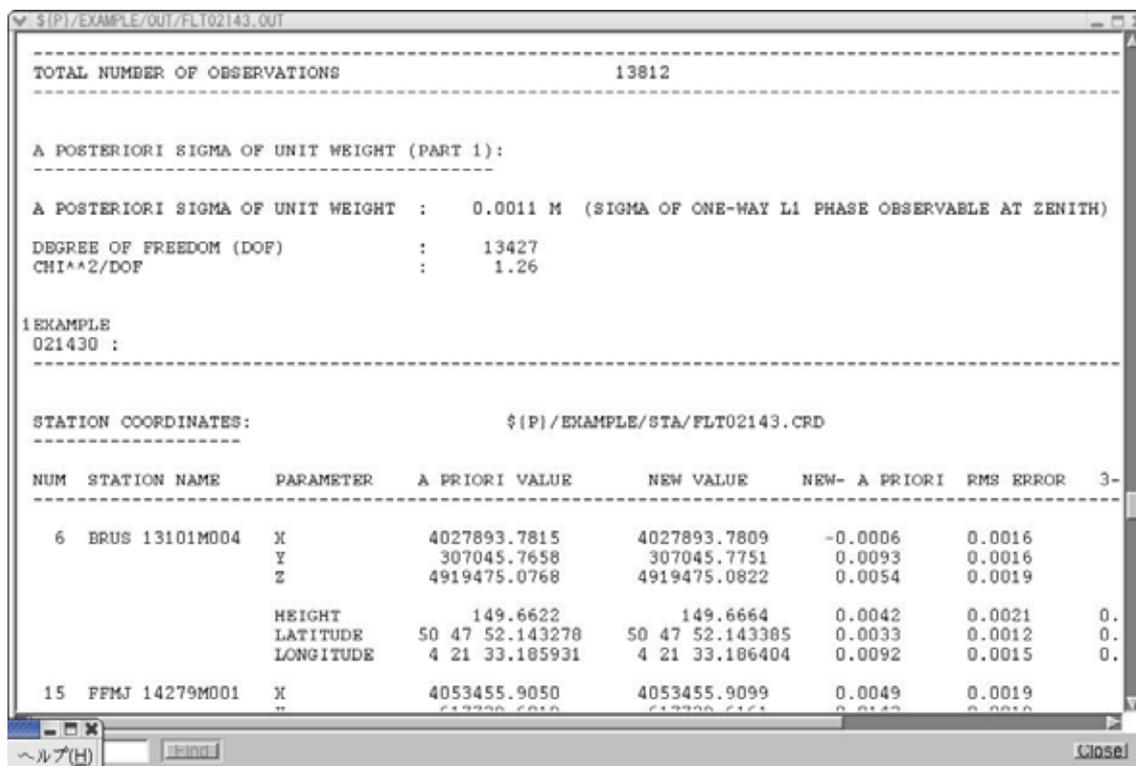
“ Sampling interval ” は計算時間節約のため 180 秒にします .



“ A priori sigma ” を小さい値にして IGS 観測点でのコンストレンをかけます .



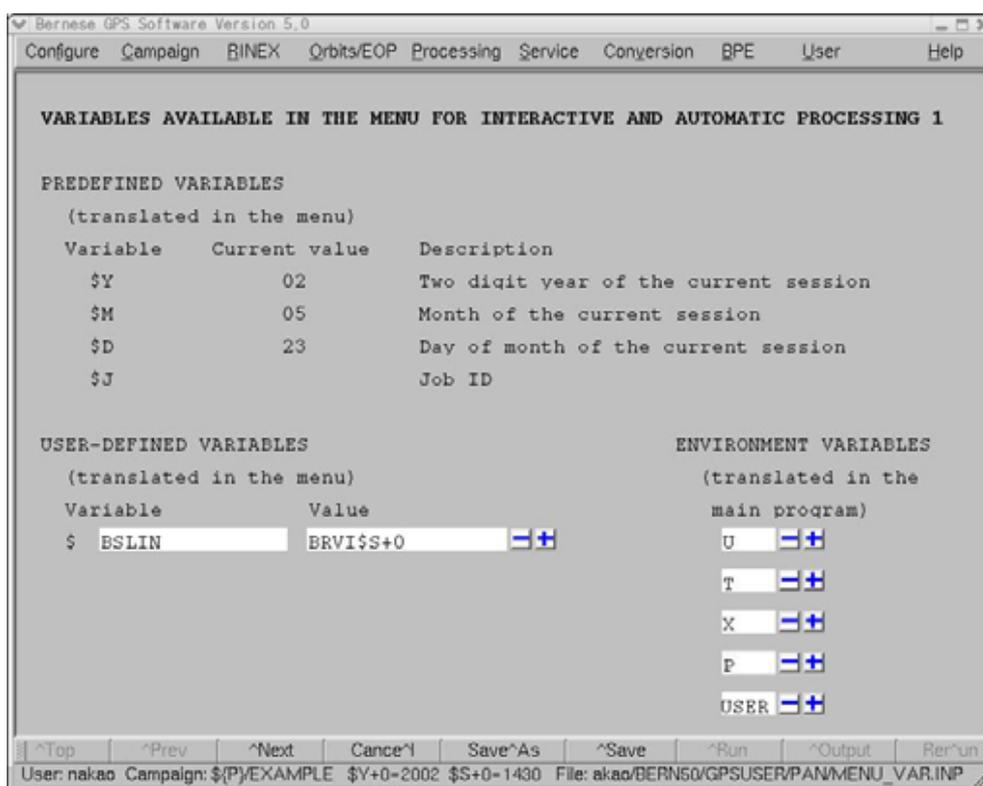
“ Ambiguity ” を “ Every session ” を指定し，実際には計算しないようにする．



出力で RMS エラーは以前データチェックのところで計算したものよりも大きくなることはないはずで、それを確認してください。

vi) アンビギュイティの整数化 (GPEST)

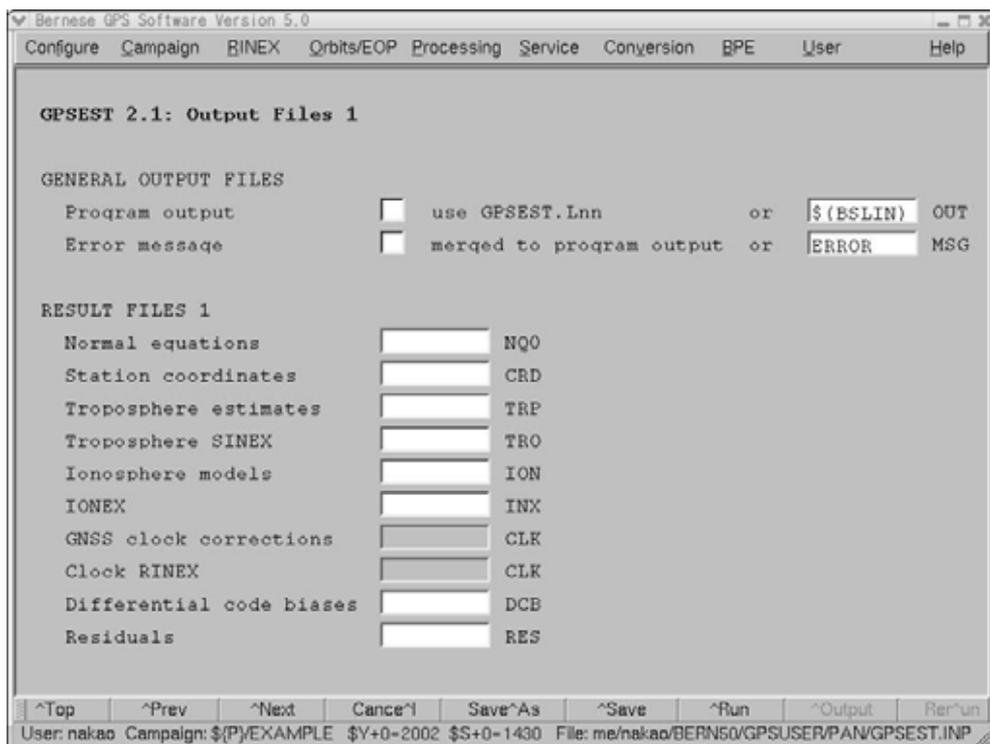
アンビギュイティを整数化します。“SIGMA DEPENDENT” や “ROUND” などの方法がありますが、ここでは “QIF(Quasi-ionosphere-free)” を使用します。この方法では 1 基線毎に整数化を実行します。そのため “Menu variables” を活用します。



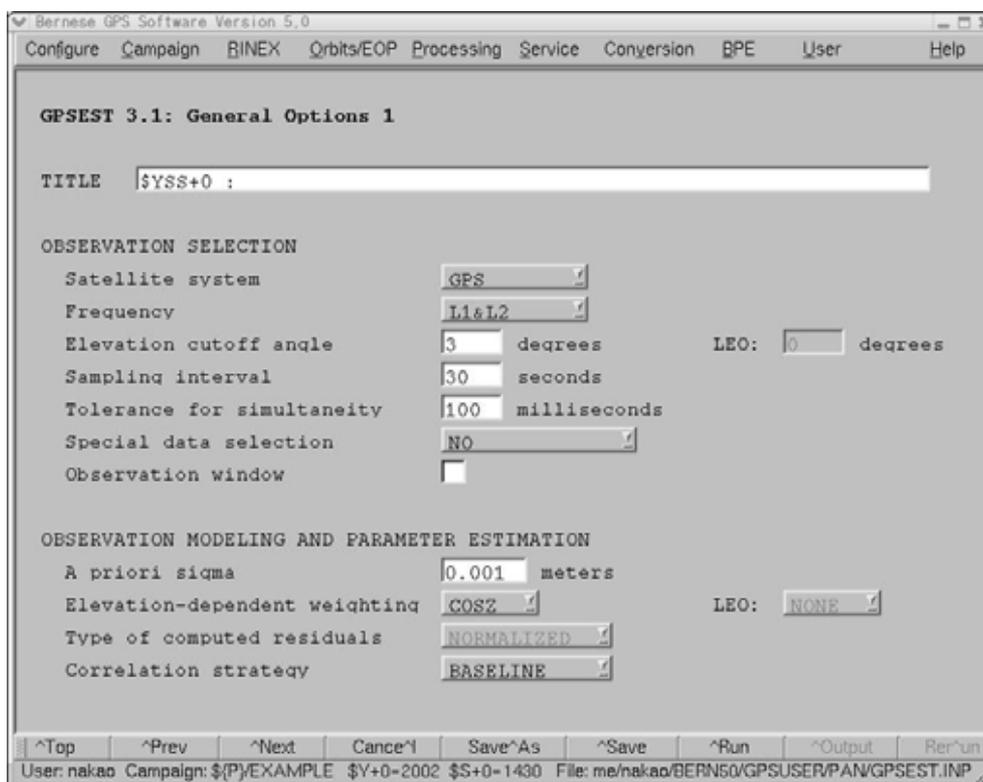
“User-defined variables” に変数 “BSLIN” を指定し、“Value” に一重位相差のファイル名を 1 回 1 回指定して GPSEST を実行します。したがって、2 回目以降は “Menu→Processing→Parameter_estimation” を選択し、そのまま “Run” を選択すればよい。



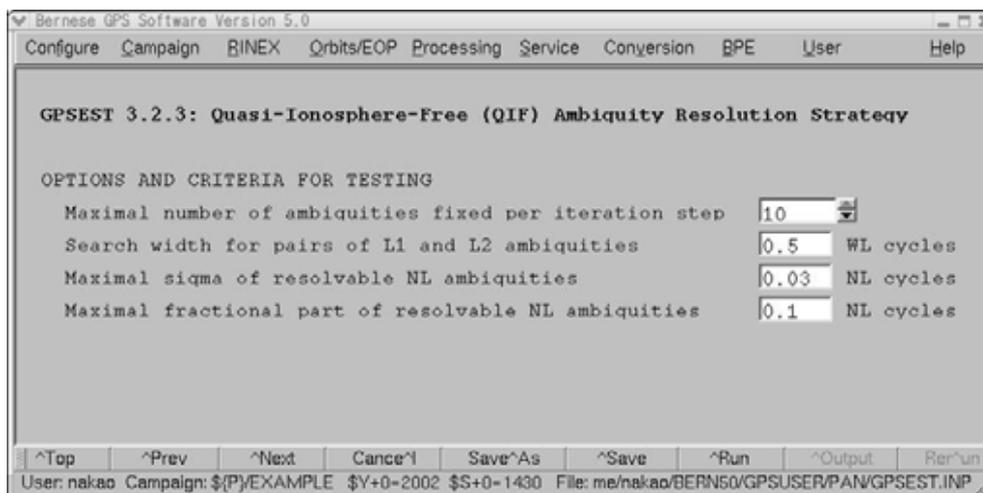
“Phase observation files”に“\$(BSLIN)”というように“Menu variables”で指定した変数を入れます．さらに“Station coordinates”や“Troposphere estimates”は前回に推定した結果を使います．また，“Ionosphere models”はCODEが推定したグローバル解をダウンロードして使用します．

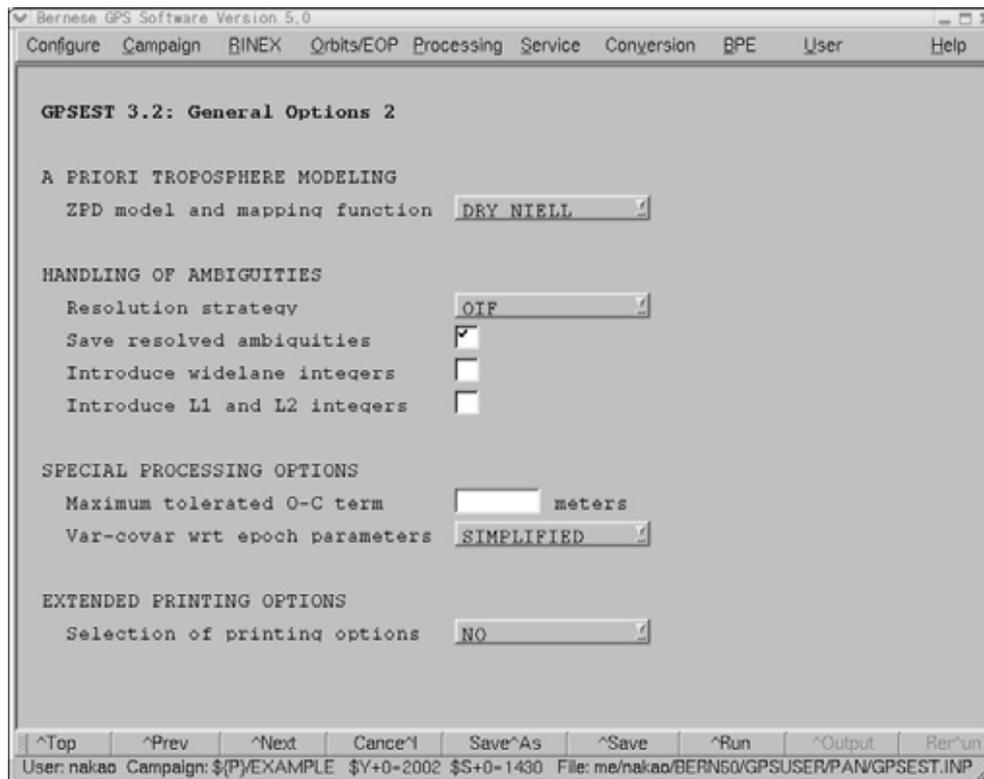


プログラムの出力する結果ファイルについても “ Menu variable ” の変数を指定します .

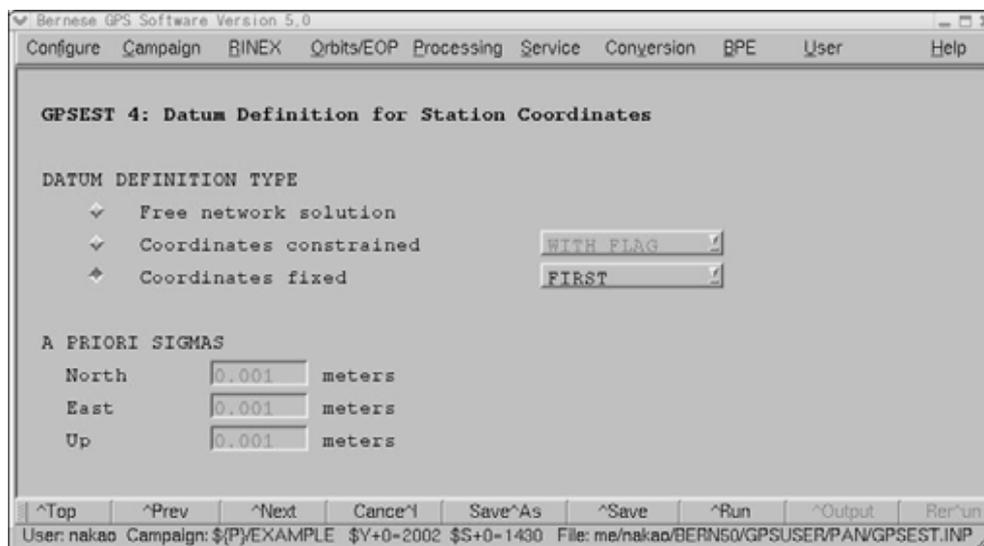


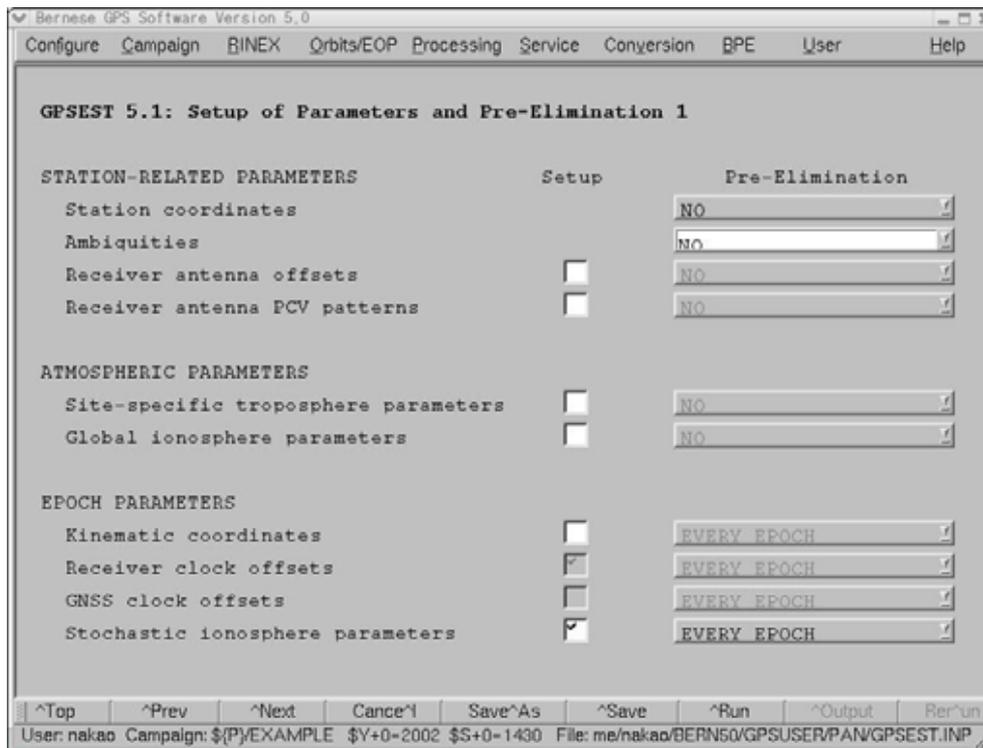
“ Frequency ” は “ L1&L2 ” を “ Sampling interval ” はすべてのデータを使うように指定します .



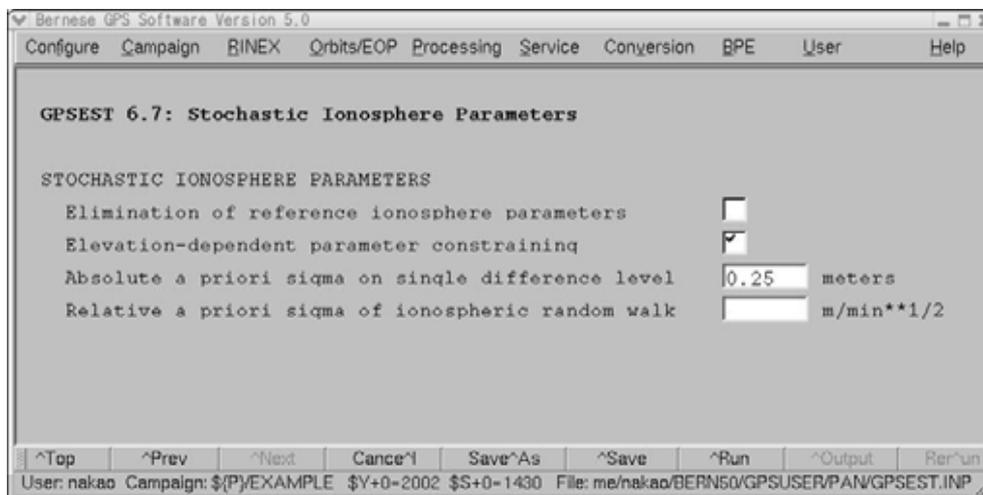


“ Resolution strategy ” は “ QIF ” を , “ Save resolved ambiguities ” にチェックを入れます .





“ Site-specific troposphere parameters ” は推定しないのでチェックをはずします .



GPSEST の出力はまず , PART 1 でアンビギュイティが実数の場合の座標値の計算結果が表示されます .

13. RESULTS (PART 1)

NUMBER OF PARAMETERS (PART 1):

PARAMETER TYPE	#PARAMETERS	#PRE-ELIMINATED	#SET-UP
STATION COORDINATES	24	0	24
AMBIGUITIES	94	94 (BEFORE INV)	133
SITE-SPECIFIC TROPOSPHERE PARAMETERS	232	0	232

TOTAL NUMBER OF PARAMETERS	350	94	309

NUMBER OF OBSERVATIONS (PART 1):

TYPE	FREQUENCY	FILE	#OBSERVATIONS
PHASE	L3	ALL	19659

TOTAL NUMBER OF OBSERVATIONS			19659

A POSTERIORI SIGMA OF UNIT WEIGHT (PART 1):

A POSTERIORI SIGMA OF UNIT WEIGHT : 0.0011 M (SIGMA OF ONE-WAY L1 PHASE OBSERVABLE AT ZENITH)

DEGREE OF FREEDOM (DOF) : 19330

CHI**2/DOF : 1.27

そのときのアンビギュイティは以下のように表示されます。

1 EXAMPLE

021430 :

AMBIGUITIES:

AMBI	FILE	SAT.	EPOCH	FRQ	WLF	CLU	REFERENCE		AMBIGUITY	RMS	TOTAL AMBIGU.	DL/L
							AMBI	CLU				
1	1	18	1	1	1	1	143	10	-0.21	0.59	1359349.79	
2	1	18	803	1	1	2	144	33	-1.05	0.23	3116994.95	
3	1	18	1140	1	1	3	145	75	-7.29	0.38	19343988.71	
4	1	18	2541	1	1	4	145	75	-6.37	0.28	6196153.63	
5	1	26	1	1	1	5	143	10	-1.42	0.39	-632412.42	
6	1	26	2293	1	1	6	145	75	5.91	0.20	4173839.91	
7	1	9	1	1	1	7	143	10	-0.06	0.15	429932.94	
8	1	9	361	1	1	8	144	33	-0.21	0.83	429925.79	
9	1	9	2561	1	1	9	145	75	2.72	0.25	5153722.72	
10	1	5	361	1	1	11	144	33	0.52	0.21	820448.52	
11	1	5	2743	1	1	12	145	75	4.24	0.40	12426552.24	
12	1	21	1	1	1	13	143	10	-0.46	0.46	1494364.54	
13	1	21	870	1	1	14	144	33	-1.71	0.29	2745277.29	
14	1	21	1140	1	1	15	145	75	-7.27	0.25	24934903.73	
15	1	21	2708	1	1	16	145	75	0.76	0.42	6227436.76	
16	1	30	37	1	1	18	143	10	9.62	0.19	-3145667.38	
17	1	30	361	1	1	19	144	33	0.16	0.14	-3145673.84	

```

(P)/EXAMPLE/OUT/BRFF1430_OUT
-----
AMBIGUITY RESOLUTION:
-----
STRATEGY : QUASI-IONOSPHERE-FREE AMBIGUITY RESOLUTION (QIF)
-----
AMBIGUITY RESOLUTION ITERATION: 1
-----

```

FILE	AM1	CL1	#AM1	AM2	CL2	#AM2	BEST INT.		CORRECTIONS IN CYCLES				RMS(L3)
							L1	L2	L1	L2	L5	L3	
1	51	55	1	70	74	1	11	9	0.06	0.08	-0.018	0.000	0.004
1	40	44	1	47	51	1	5	5	-0.01	-0.01	0.002	-0.002	0.004
1	6	6	1	20	22	1	11	9	-0.02	-0.01	-0.001	-0.018	0.004
1	67	71	1	70	74	2	5	4	-0.34	-0.43	0.089	-0.029	0.004
1	66	70	1	145	75	1	8	8	0.08	0.08	-0.009	0.043	0.004
1	33	37	1	145	75	1	2	2	0.01	0.00	0.005	0.025	0.005
1	69	73	1	71	76	1	0	2	-0.09	-0.13	0.034	0.028	0.005
1	17	19	1	144	33	1	0	0	0.16	0.21	-0.049	-0.013	0.005
1	43	47	1	53	57	1	3	3	-0.54	-0.69	0.145	-0.029	0.005
1	20	22	2	62	66	1	0	0	0.28	0.36	-0.082	-0.013	0.005

```

-----
AMBIGUITY RESOLUTION ITERATION: 2
-----

```

FILE	AM1	CL1	#AM1	AM2	CL2	#AM2	BEST INT.		CORRECTIONS IN CYCLES				RMS(L3)
							L1	L2	L1	L2	L5	L3	

QIF を使ったアンビギュイティの整数化の途中経過が出力されます。

```

(P)/EXAMPLE/OUT/BRFF1430_OUT
-----

```

AMBI	FILE	SAT.	EPOCH	FRQ	WLF	CLU	REFERENCE		AMBIGUITY	RMS	TOTAL AMBIGU.	DL/L
							AMBI	CLU				
1	1	18	1	1	1	1	21	23	0		1359350.	0.00000
2	1	18	803	1	1	2	144	33	0		3116996.	0.00000
3	1	18	1140	1	1	3	145	75	-5		19343991.	0.00000
4	1	18	2541	1	1	4	145	75	-6		6196154.	0.00000
5	1	26	1	1	1	5	143	10	0		-632411.	0.00000
6	1	26	2293	1	1	6	20	22	11		4173845.	0.00000
7	1	9	1	1	1	7	143	10	0		429933.	0.00000
8	1	9	361	1	1	8	144	33	0		429926.	0.00000
9	1	9	2561	1	1	9	62	66	8		5153728.	0.00000
10	1	5	361	1	1	11	144	33	0		820448.	0.00000
11	1	5	2743	1	1	12	145	75	5		12426553.	0.00000
12	1	21	1	1	1	13	143	10	0		1494365.	0.00000
13	1	21	870	1	1	14	144	33	-1		2745278.	0.00000
14	1	21	1140	1	1	15	145	75	-5		24934906.	0.00000
15	1	21	2708	1	1	16	145	75	1		6227437.	0.00000
16	1	30	37	1	1	18	143	10	10		-3145667.	0.00000
17	1	30	361	1	1	19	144	33	0		-3145674.	0.00000
18	1	29	1	1	1	20	143	10	0		-117503.	0.00000
19	1	29	1190	1	1	21	145	75	-3.88	2.39	3552062.12	
20	1	29	2399	1	1	22	62	66	0		5370227.	0.00000
21	1	7	1	1	1	23	143	10	0.51	0.25	-1055988.49	
22	1	7	1434	1	1	24	145	75	3		-2302142.	0.00000
23	1	7	1913	1	1	25	145	75	6.66	2.15	-10690756.34	
24	1	7	2655	1	1	26	145	75	9		3750179.	0.00000
25	1	14	1	1	1	27	143	10	3		1327064.	0.00000
26	1	14	361	1	1	28	32	36	1		1327058.	0.00000
27	1	14	497	1	1	29	144	33	-1.05	2.19	-2867249.05	

正数化されたアンビギュイティの一覧が出力されます。おおむね 80%のアンビギュイティ

が整数化されていればよいと思われます。

14. RESULTS (PART 2)

NUMBER OF PARAMETERS (PART 2):

PARAMETER TYPE	#PARAMETERS	#PRE-ELIMINATED	#SET-UP
STATION COORDINATES	3	0	3
AMBIGUITIES	38	0	152
STOCHASTIC IONOSPHERE PARAMETERS	20740	20740 (EPOCH-WISE)	20740
TOTAL NUMBER OF PARAMETERS	20781	20740	20895

NUMBER OF OBSERVATIONS (PART 2):

TYPE	FREQUENCY	FILE	#OBSERVATIONS
PHASE	L1	ALL	18043
PHASE	L2	ALL	18043
TOTAL NUMBER OF OBSERVATIONS			36086

A POSTERIORI SIGMA OF UNIT WEIGHT (PART 2):

A POSTERIORI SIGMA OF UNIT WEIGHT : 0.0013 M (SIGMA OF ONE-WAY L1 PHASE OBSERVABLE AT ZENITH)

DEGREE OF FREEDOM (DOF) : 18002

CHI**2/DOF : 1.57

1EXAMPLE

021430 :

STATION COORDINATES: (NOT SAVED)

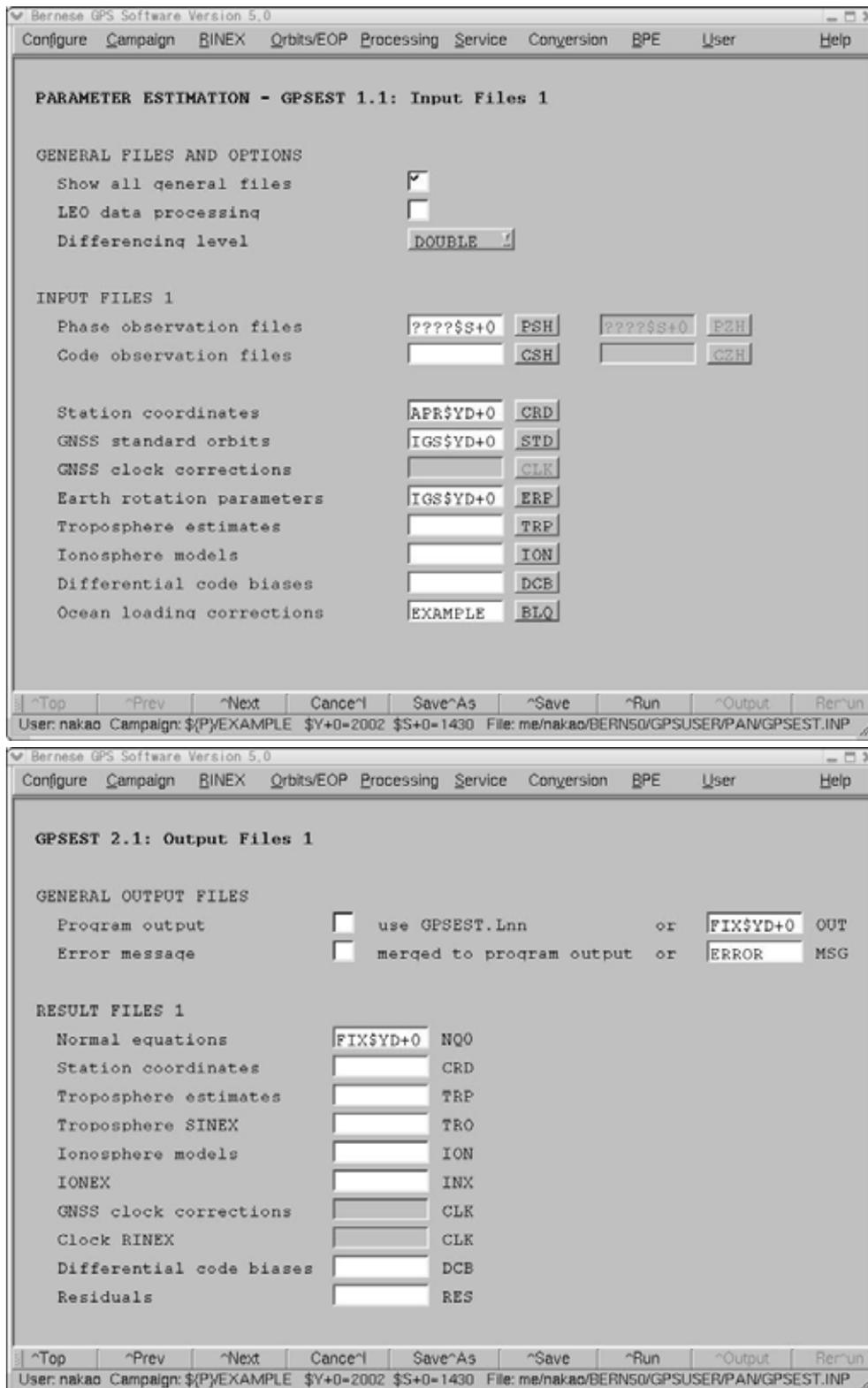
NUM	STATION NAME	PARAMETER	A PRIORI VALUE	NEW VALUE	NEW- A PRIORI	RMS ERROR	3-
15	FFMJ 14279M001	X	4053455.9050	4053455.9094	0.0044	0.0002	
		Y	617729.6019	617729.6028	0.0009	0.0001	
		Z	4869395.6672	4869395.6623	-0.0049	0.0003	

最後に PART2 として整数化したアンビギュイティを使って計算した座標値が表示されます。

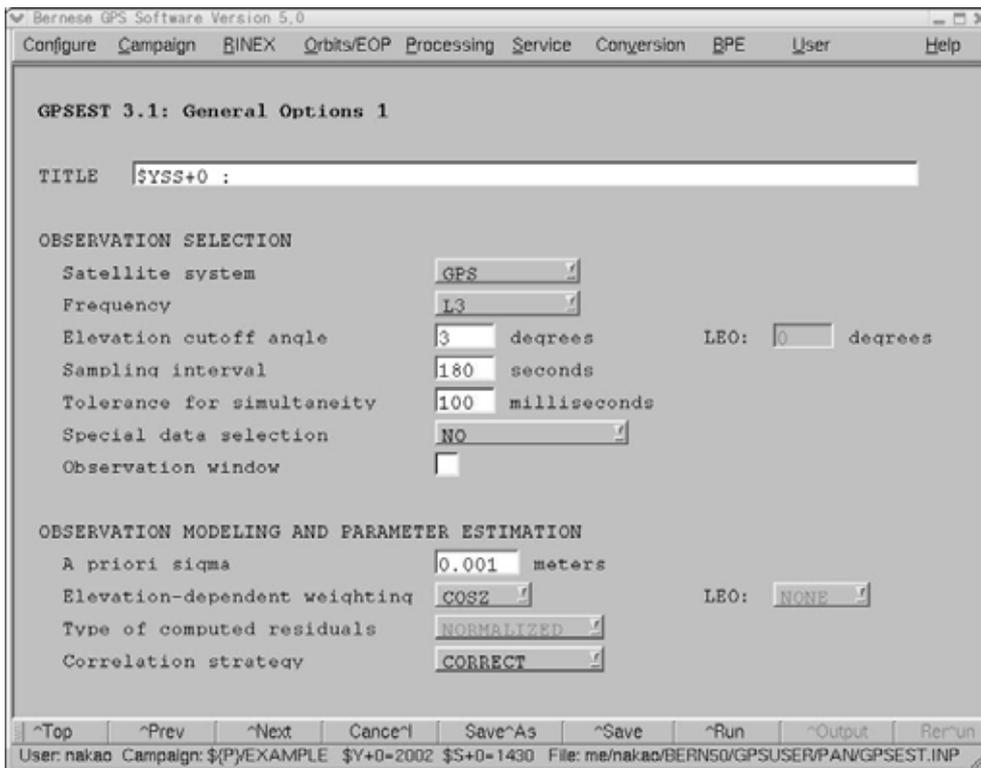
vii) NEQ ファイルの作成 (GPSEST)

ここでは正規方程式ファイル (NEQ ファイル) の作成をします。

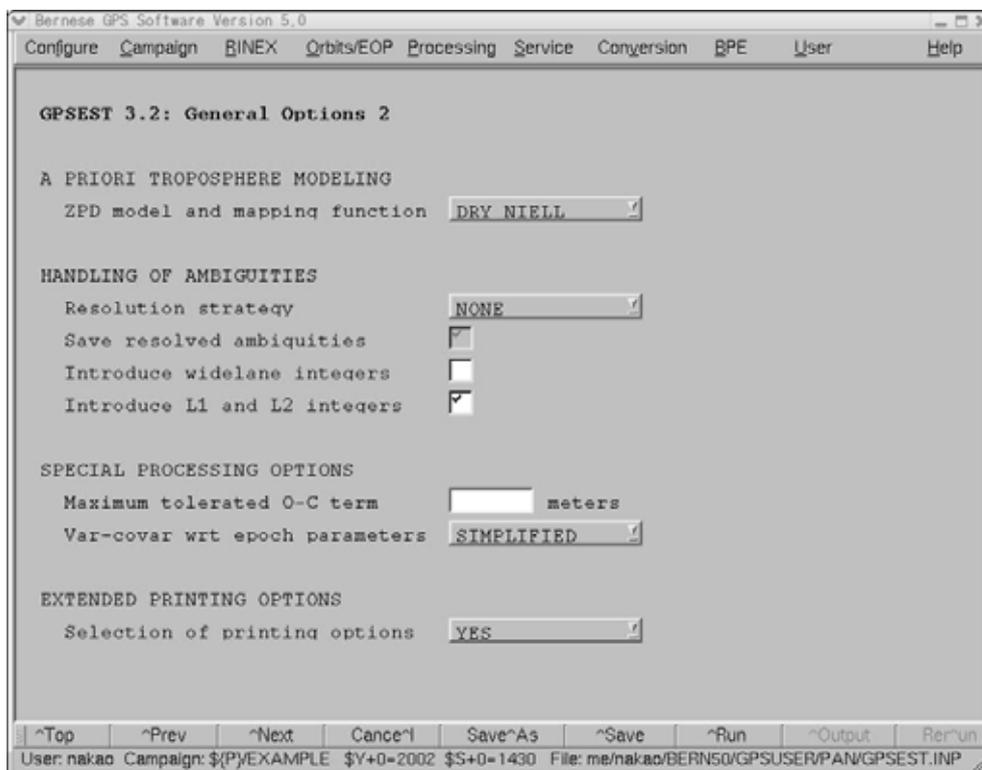
“ Menu→Processing→Parameter_estimation ” を選択します。データファイルはすべてのファイル名を指定し、座標ファイルは COOVEL で作成した初期値ファイルを使用します。大気伝播遅延量、電離層の影響量の計算値は使用しません。



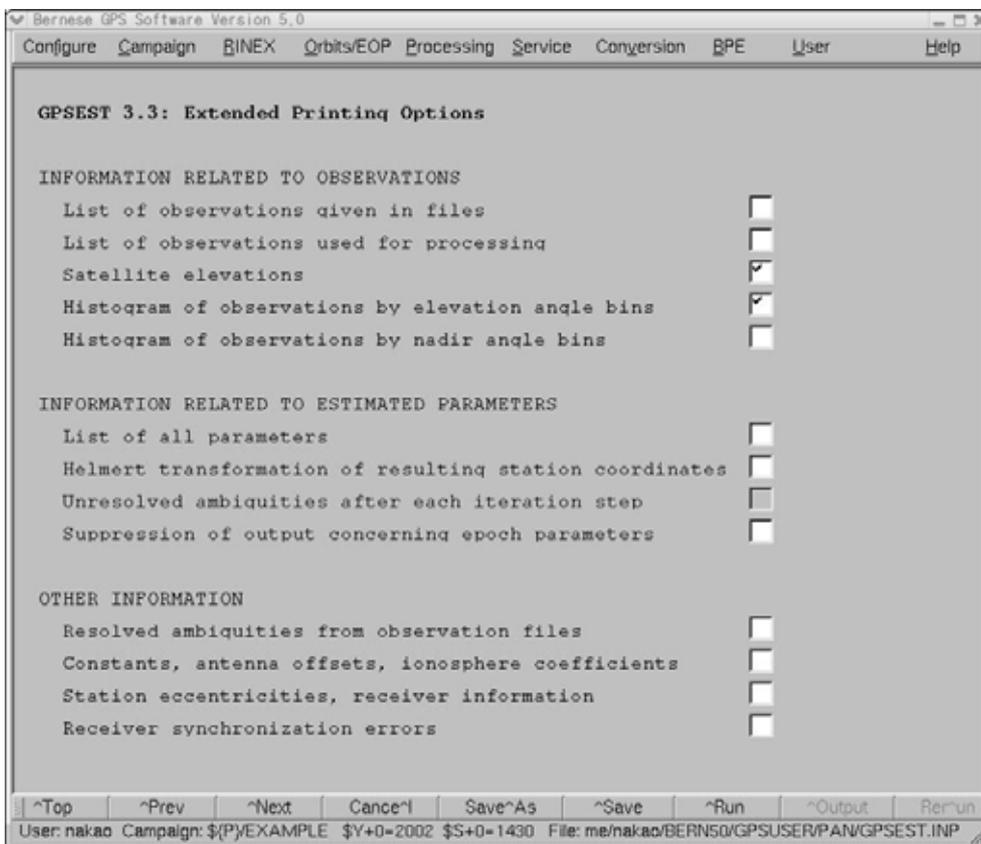
出力ファイルは“ Normal equations ”ファイル名と GPSEST の出力ファイルを指定します .



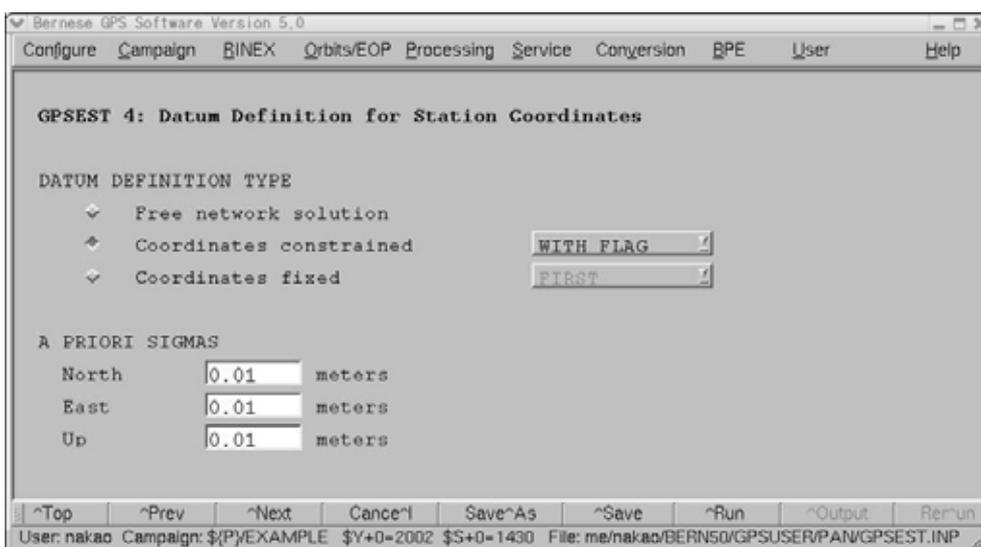
“ Frequency ” は L3 を指定し , “ Sampling interval ” は 180 秒とし , 計算時間の節約をします . “ Correlation strategy ” は Baseline ではなくて “ CORRECT ” とします .

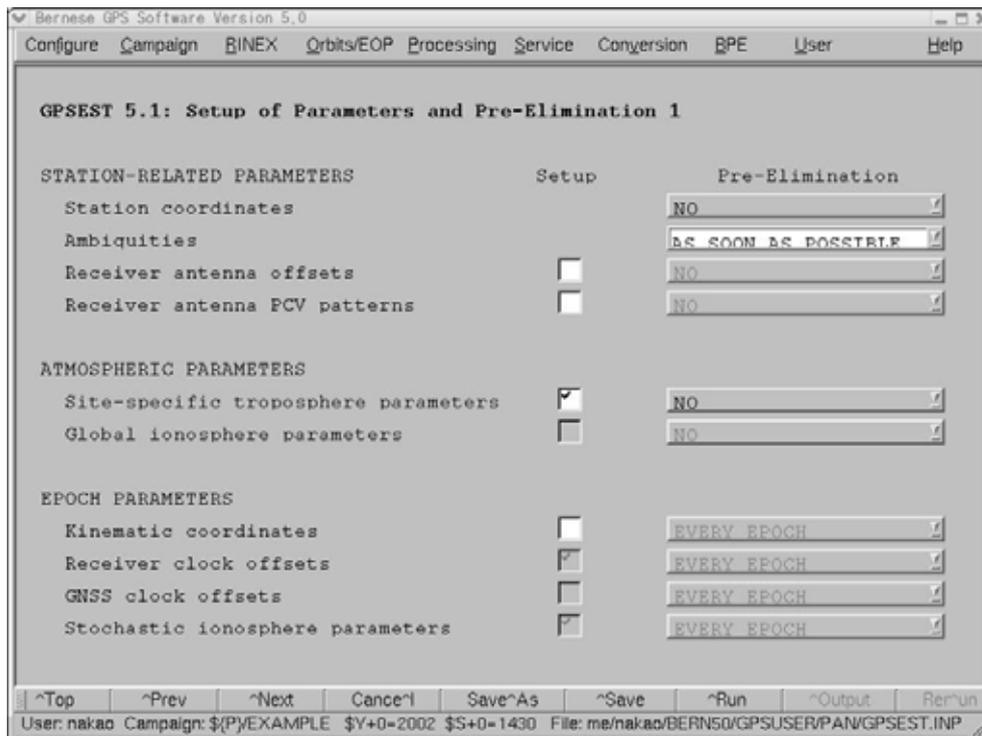


アンビギュイティに関しては “ Introduce L1 and L2 intergers ” にチェックし，QIF で整数化したアンビギュイティを使用するように設定します．

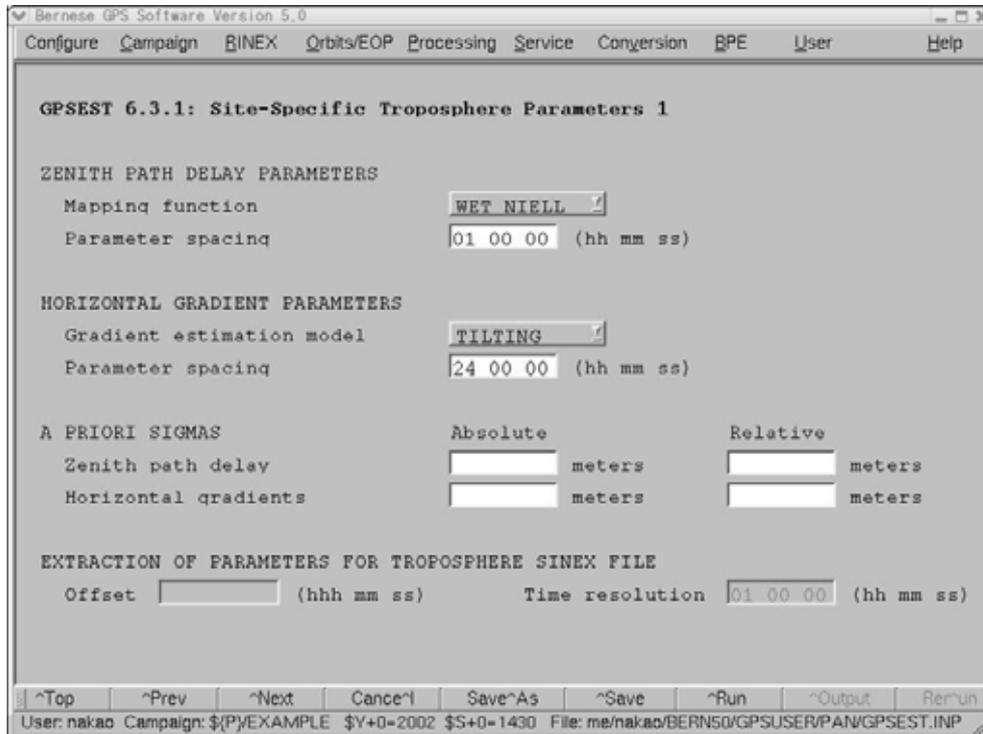


IGS2000 座標系に IGS 観測点を使ってゆるく拘束します．





整数化されていないアンビギュイティは計算前に取り除くように設定します。



大気伝播遅延量の推定時間間隔を細かくし、勾配についても推定するように設定します。

```

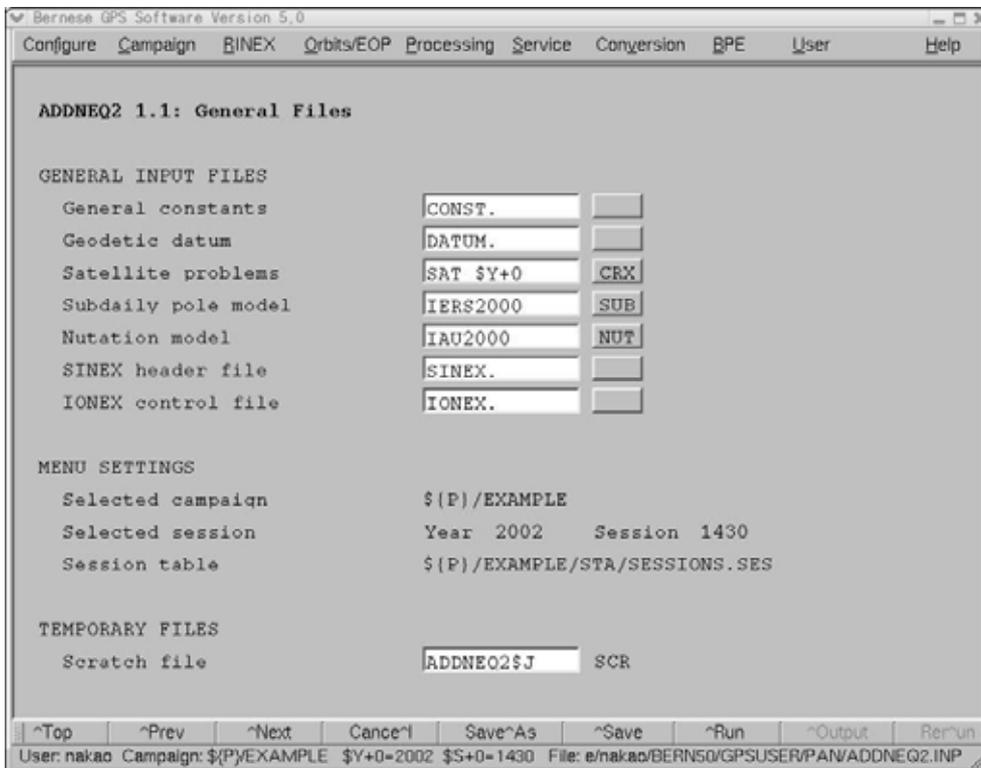
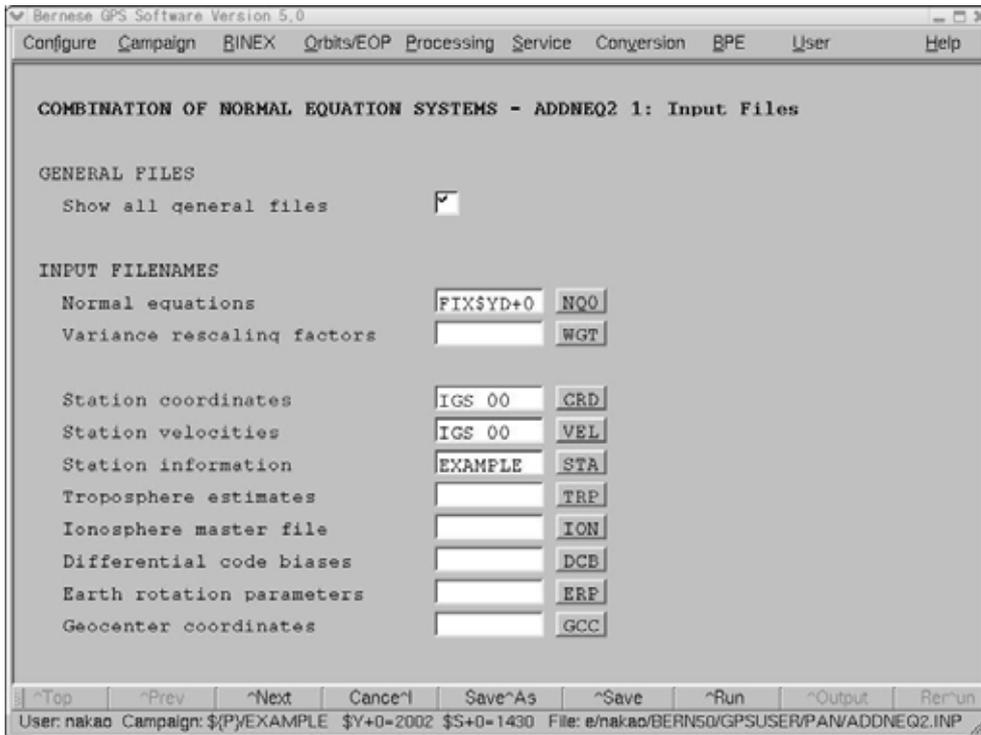
S:\P\EXAMPLE\OUT\F1X02143.OUT
13. RESULTS (PART 1)
-----
NUMBER OF PARAMETERS (PART 1):
-----
PARAMETER TYPE                                #PARAMETERS  #PRE-ELIMINATED  #SET-UP
-----
STATION COORDINATES                            24             0                 24
AMBIGUITIES                                    94            94 (BEFORE INV)  133
SITE-SPECIFIC TROPOSPHERE PARAMETERS          232             0                 232
-----
TOTAL NUMBER OF PARAMETERS                      350             94                 309
-----
NUMBER OF OBSERVATIONS (PART 1):
-----
TYPE      FREQUENCY      FILE      #OBSERVATIONS
-----
PHASE     L3             ALL       19659
-----
TOTAL NUMBER OF OBSERVATIONS                    19659
-----
A POSTERIORI SIGMA OF UNIT WEIGHT (PART 1):
-----
A POSTERIORI SIGMA OF UNIT WEIGHT :    0.0011 M (SIGMA OF ONE-WAY L1 PHASE OBSERVABLE AT ZENI
DEGREE OF FREEDOM (DOF)           :    19330
CHI*2/DOF                          :     1.27
-----
-----

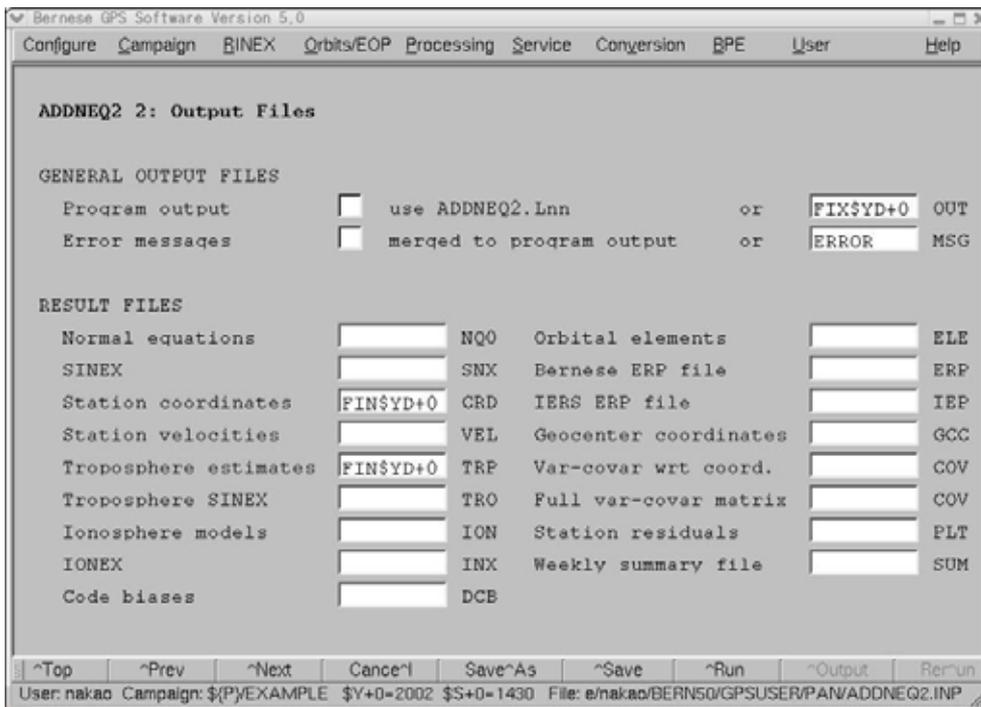
```

GPSEST の出力結果は上記のようになります。

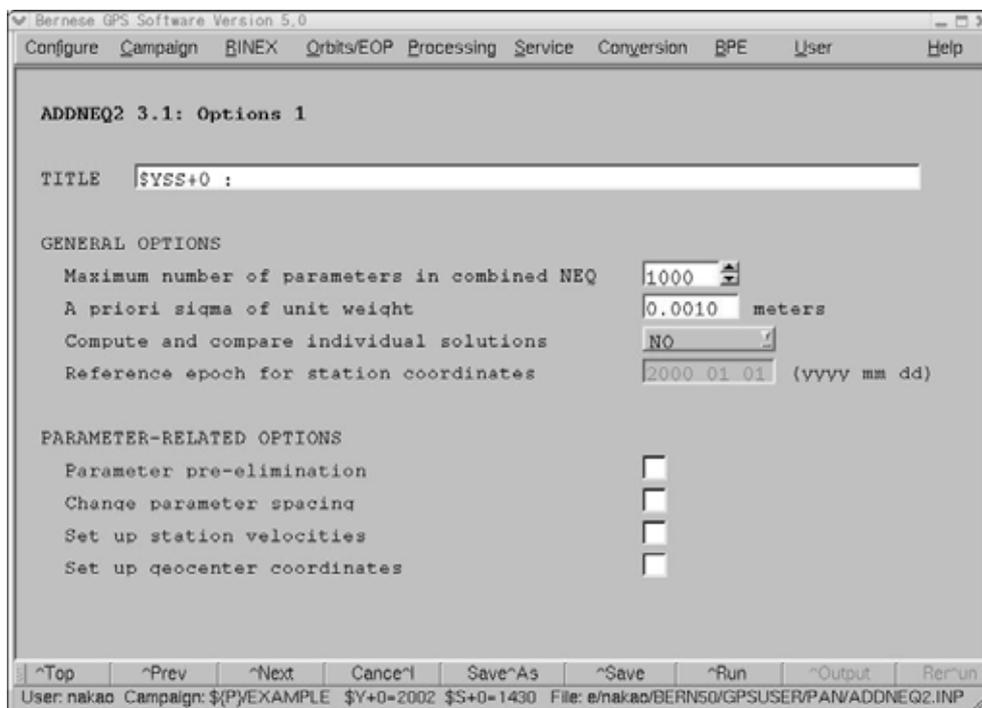
viii) 座標値の計算 (ADDNEQ2)

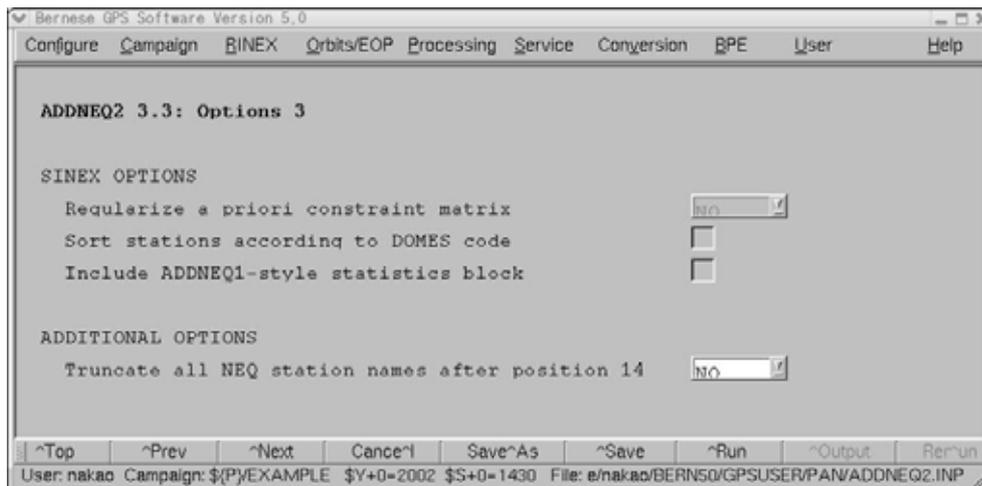
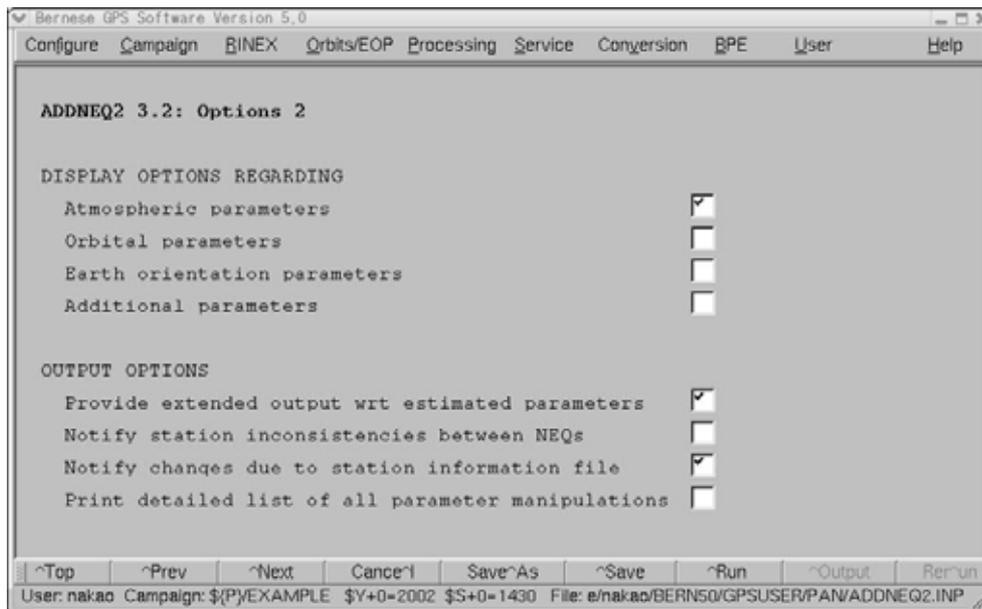
いよいよ最終的な座標値の計算です。前項で作成した NEQ ファイルを使って計算します。
 “ Menu→Processing→Normal equation stacking ” を選択します。前項で作成した NEQ
 ファイル名, 使用する “ Station coordinates ” ファイル, “ Station velocities ” ファイル,
 観測点情報のファイルについても指定します。



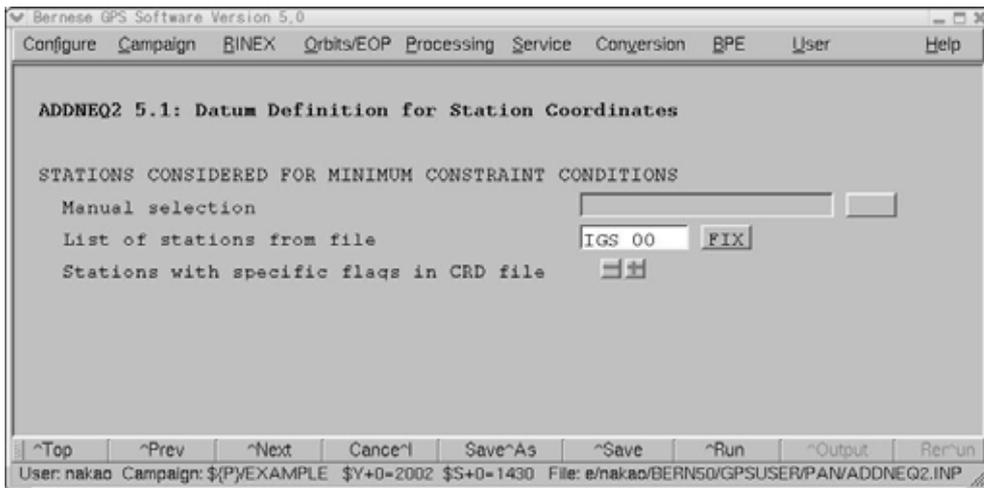
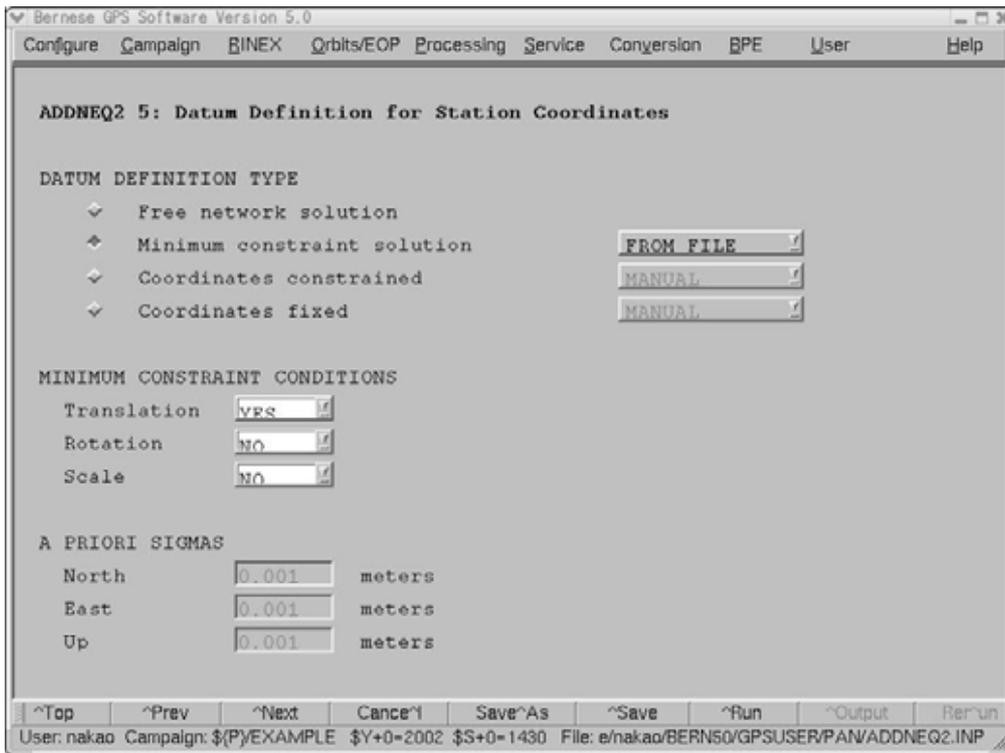


ADDNEQ の出力のファイル , 観測点座標ファイル , 大気伝播遅延量のファイルを指定します .

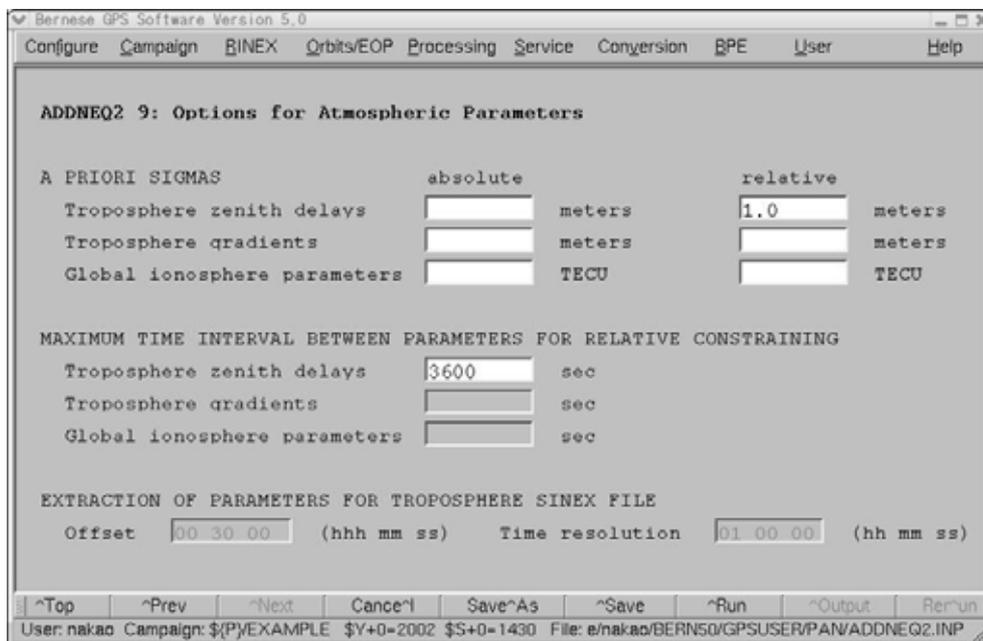




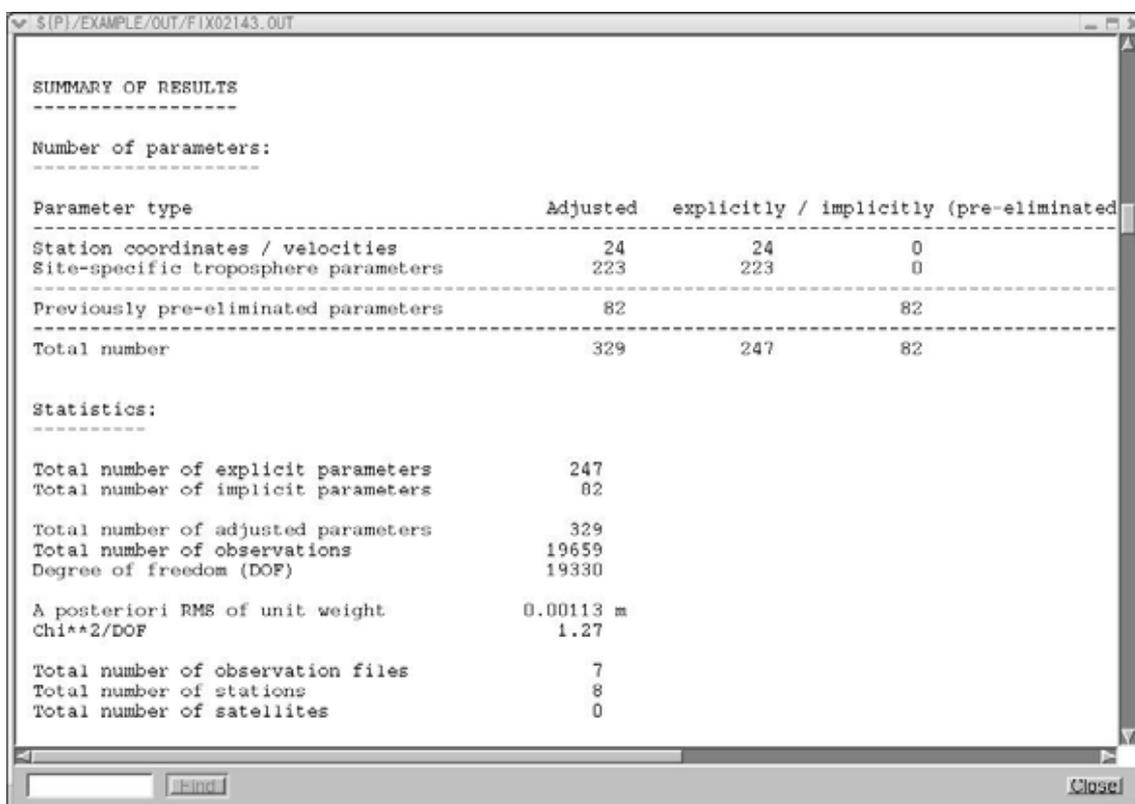
ITRF2000 座標系に IGS 観測点を使って固定します。このとき、IGS 観測点の座標を使って原点移動の変換を行います。複数の IGS 観測点がある場合には最小二乗法によりその原点移動の量を求めます。



大気伝播遅延量の推定間隔を1時間ごとに指定します。勾配については再設定していませんので NEQ ファイルを作成するときに設定した間隔（例では 24 時間）が採用されます。



以下は ADDNEQ2 の出力の RMS などを示した箇所です。



SIP/EXAMPLE/OUT/FIX02143.OUT

Station coordinates and velocities:

Sol	Station name	Typ	Correction	Estimated value	RMS error	A priori value	Unit	Fr
1	BRUS 13101M004	X	0.0079	4027893.7897	0.0010	4027893.7818	meters	20
1	BRUS 13101M004	Y	0.0164	307045.7815	0.0003	307045.7651	meters	20
1	BRUS 13101M004	Z	0.0090	4919475.0862	0.0011	4919475.0772	meters	20
1	FFMJ 14279M001	X	0.0109	4053455.9149	0.0010	4053455.9041	meters	20
1	FFMJ 14279M001	Y	0.0174	617729.6177	0.0003	617729.6003	meters	20
1	FFMJ 14279M001	Z	0.0048	4869395.6713	0.0010	4869395.6666	meters	20
1	MATE 12734M008	X	0.0027	4641949.6131	0.0009	4641949.6104	meters	20
1	MATE 12734M008	Y	-0.0013	1393045.3702	0.0003	1393045.3794	meters	20
1	MATE 12734M008	Z	0.0028	4133287.4205	0.0009	4133287.4177	meters	20
1	ONSA 10402M004	X	0.0048	3370658.5853	0.0009	3370658.5806	meters	20
1	ONSA 10402M004	Y	0.0007	711877.1016	0.0003	711877.1009	meters	20
1	ONSA 10402M004	Z	0.0036	5349786.9226	0.0011	5349786.9189	meters	20
1	PTBB 14234M001	X	0.0139	3844059.9969	0.0012	3844059.9830	meters	20
1	PTBB 14234M001	Y	0.0213	709661.2715	0.0004	709661.2502	meters	20
1	PTBB 14234M001	Z	0.0106	5023129.5112	0.0013	5023129.5006	meters	20
1	VILL 13406M001	X	-0.0075	4849833.7268	0.0009	4849833.7343	meters	20
1	VILL 13406M001	Y	0.0006	-335049.0768	0.0003	-335049.0774	meters	20
1	VILL 13406M001	Z	-0.0064	4116014.8949	0.0009	4116014.9013	meters	20
1	ZIMJ 14001M006	X	0.0098	4331293.9748	0.0012	4331293.9649	meters	20
1	ZIMJ 14001M006	Y	0.0110	567542.0893	0.0004	567542.0783	meters	20
1	ZIMJ 14001M006	Z	0.0126	4633135.6893	0.0013	4633135.6767	meters	20
1	ZIMM 14001M004	X	0.0103	4331297.1046	0.0010	4331297.0942	meters	20
1	ZIMM 14001M004	Y	0.0188	567555.8326	0.0003	567555.8138	meters	20
1	ZIMM 14001M004	Z	0.0043	4633133.8943	0.0011	4633133.8900	meters	20

Site-specific troposphere parameters:

Station name	Typ	Correction	Estimated value	RMS error	A priori value	Unit	Fr
BRUS 13101M004	N	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	meters	20
BRUS 13101M004	E	0.0008	0.0008	0.0001	0.0000	meters	20
BRUS 13101M004	U	0.1276	2.3943	0.0021	2.2667	meters	20
BRUS 13101M004	U	0.1204	2.3871	0.0016	2.2667	meters	20
BRUS 13101M004	U	0.1007	2.3674	0.0016	2.2667	meters	20
BRUS 13101M004	U	0.0983	2.3650	0.0017	2.2667	meters	20
BRUS 13101M004	U	0.0978	2.3645	0.0014	2.2667	meters	20
BRUS 13101M004	U	0.1000	2.3667	0.0016	2.2667	meters	20
BRUS 13101M004	U	0.0994	2.3661	0.0015	2.2667	meters	20
BRUS 13101M004	U	0.1000	2.3667	0.0016	2.2667	meters	20

これは求められた観測点の座標値と大気伝播遅延量の値を示した部分です．他に座標値に
 関しては緯度経度高さで表した結果もあります．

これで座標値が求まりました．おめでとうございます．

5. 実際のデータを解析するための準備

ここでは、皆さんが観測したデータを解析するために必要なファイルとその作成方法について説明します。

i) RINEX ファイル (O ファイル)

GPS で観測したデータのアスキーファイル。GPS 受信機のメーカーが提供している RINEX ファイル作成ソフトや TEQC (おまけ vi 参照) を使って作成します。ファイルはキャンペーンディレクトリの中の ORX ディレクトリに入れます。

ii) 精密暦ファイル

IGS や CODE が作成した精密暦を使用するとき、おまけ(ii)の要領で各サイトから FTP でファイルを取得します。精密暦は GPS 週を用いたファイル名となっているので解析したい GPS 週と曜日をあらかじめ調べておく必要があります。ファイルはキャンペーンディレクトリ内の ORB ディレクトリに入れます。

iii) STA ファイル

観測点の情報を書き込むファイルです。ファイルはキャンペーンディレクトリの STA ディレクトリに入れます。「2. ii」計算に必要なファイル「観測点の情報ファイル」の項を参考に観測点名、観測点で使用した GPS 受信機、GPS アンテナ、アンテナ高などの情報を入力します。

iv) ABB ファイル

観測点の略号を記録するファイルです。ファイルはキャンペーンディレクトリの STA ディレクトリに入れます。「2. ii」計算に必要なファイル「観測点の略号ファイル」の項を参考にして、略号を決めます。また、RXOBV3 を実行するときに略号を Bernese が決めるという方法もあります。

v) CRD ファイル

観測点の初期座標を入れておくファイルです。ファイルはキャンペーンディレクトリの STA ファイルに入れます。元期は 1998 年 1 月 1 日にします。このときはあとで述べる VEL ファイルを必ず使用します。「2. ii」計算に必要なファイル「観測点情報ファイル」の項を参考にして作成します。「6. 初期座標の決め方」で述べる方法によって作成することも可能です。このときは IGS_00.CRD というファイル名になります。

vi) PLD ファイル

各観測点がどのプレート上に位置しているかを指定します。プレートはアフリカ(AFRC)、南極(ANTA)、アラビア(ARAB)、カリブ(CARB)、ココス(COCO)、ユーラシア(EURA)、イ

インド(INDI), ファン・デ・フカ(JUFU), ナスカ(NAZC), 北米(NOAM), 南米(SOAM), 太平洋(PCFC), フィリピン(PHIL)のなかから選んで指定する。「2 . ii」計算に必要なファイル「観測点の速度情報ファイル」の前半を参考にしてください。ファイルはキャンペーンディレクトリの STA ディレクトリにいれます。

vii) VEL ファイル

観測点の移動速度(年率)を記録しておくファイルです。ファイルはキャンペーンディレクトリの STA ディレクトリにいれます。「2 . ii」計算に必要なファイル「観測点の速度情報ファイル」の後半を参考に作成することもできますし、「6 . 初期座標の決め方」で述べる方法によって作成することも可能です。このときは IGS_00.VEL というファイル名になります。

viii) BLQ ファイル

海洋荷重潮汐による変位の振幅と位相を入れておくファイルです。ファイルはキャンペーンディレクトリの STA ディレクトリにいれます。採用分潮は 11 分潮($M_2, S_2, N_2, K_2, K_1, O_1, P_1, Q_1, Mf, Mm, Ssa$)で、振幅の単位は m, 上下方向は上昇を正, 水平方向では南と西への移動を正とします。位相は度(グリニッジを基準として遅れを正で表します)。<http://www.oso.chalmers.se/~loading/>では、緯度経度と電子メールアドレスを入れると海洋荷重潮汐による変位の振幅位相を計算し、ファイルを送ってくれます。ファイルのフォーマットは Bernese で採用しているものですので、そのまま Bernese で計算に使用できます。海洋潮汐モデルは日本周辺の潮位データも使用して作成された NAO99b が使用できますが、海岸線のデータは国土地理院発行の 50m メッシュは用いることはできません。日本の観測点、特に海岸線の観測点では不正確になることが想像されます。したがって、日本の GPS 観測点における海洋潮汐荷重の影響を見積もるには Matsumoto et al.(2001)による GOTIC2 をお勧めします。GOTIC2 の使い方については <http://www.miz.nao.ac.jp/staffs/nao99/>を参照してください。GOTIC2 で計算した場合はファイルのフォーマットは Bernese が想定しているものに変更しなければいけません。フォーマットは \$X/DOC/EXAMPLE.BLQ を参考にしてください。

6. 初期座標の決定方法 (PPP.PCF を使って)

ここでは精密単独測位 (PPP) を使って初期座標を決める方法を説明します。ここでは Bernese に搭載された自動解析処理機能 BPE を使います。BPE のもう少し詳しい使い方、必要な設定などは「BPE への道」あるいは Bernese のマニュアルをご覧ください。

i) 必要なファイル

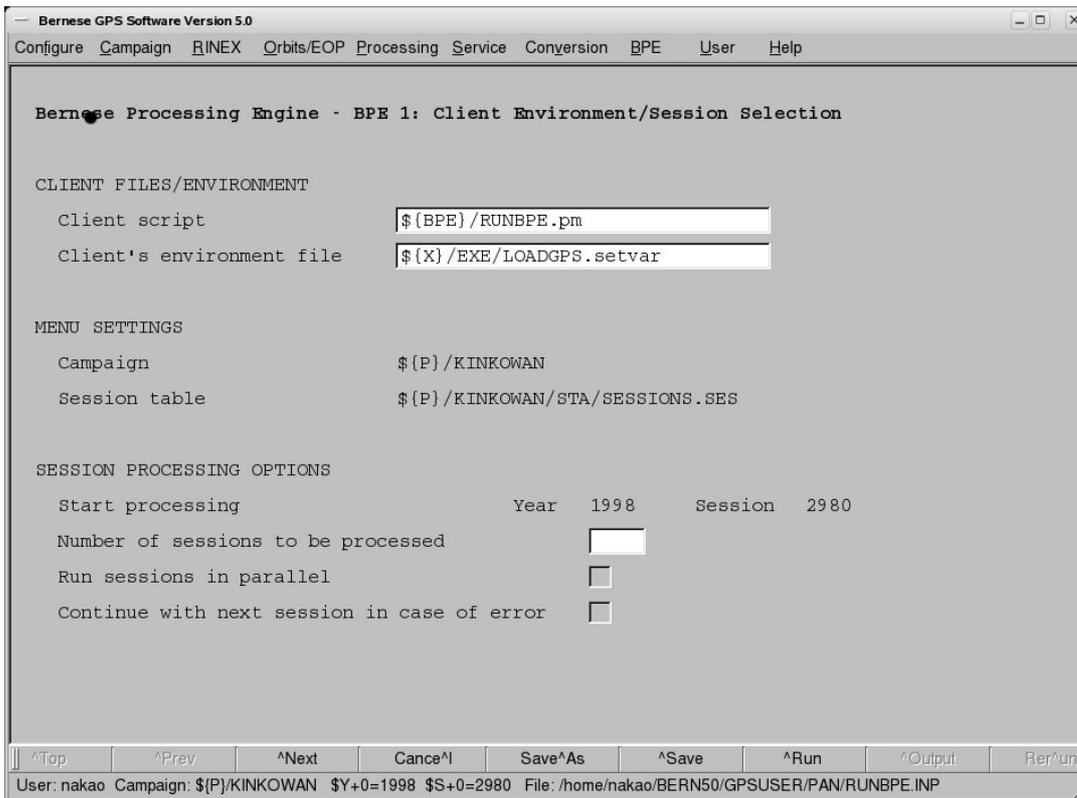
必要なファイルとキャンペーンディレクトリ内のどのサブディレクトリに入れるかを列挙します。圧縮されているファイルはすべて解凍しておきます。

RINEX ファイル	ORX ディレクトリに入れる
精密暦ファイル	拡張子を SP3 から PRE に変更して ORX ディレクトリに入れる
POLE データファイル	拡張子を ERP から IEP に変更して ORX ディレクトリに入れる
DCB ファイル	ORX ディレクトリに入れる
衛星時計データファイル	OUT ディレクトリに入れる
STA ファイル	STA ディレクトリに入れる。
ABB ファイル	\$X/DOC/EXAMPLE.ABB ファイルを名前を変更して STA ディレクトリにコピーします。
PLD ファイル	STA ディレクトリに入れる。必ずしも必要ないが、あれば各観測点の NNR-NUVEL1 モデルを使用した速度ファイルを作成し、座標の元期を 1998 年 1 月 1 日にする。
BLQ ファイル	STA ディレクトリに入れる。必ずしも必要ないが、あれば海洋荷重潮汐を考慮し、より正確な PPP が実行可能
マスター座標ファイル	IGS_00b_R.CRD を STA ディレクトリに入れる
マスター速度ファイル	IGS_00b_R.VEL を STA ディレクトリに入れる。

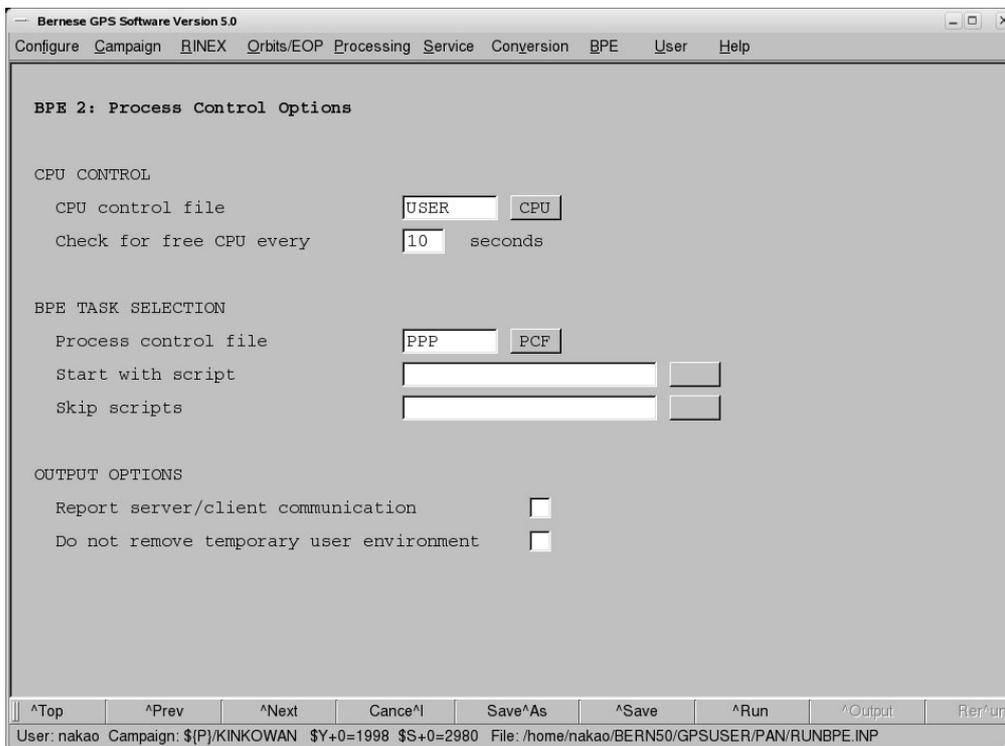
精密暦、POLE データファイル、衛星時計データファイルの取得は「6. おまけ ii) 精密暦、地球回転パラメータファイルの取得方法」を、DCB ファイルは「6. おまけ iii) Code bias file の Bern 大学のサイトからの取得方法」を、IGS の座標、速度ファイルの取得は「6. おまけ v) IGS 座標、速度ファイルの Bern 大学のサイトからの取得方法」を参考にしてください。

あとは解析日を設定し (1. 解析を始めるための準備 v) 解析をする日の設定)、以下の画面に従い、PPP.PCF を起動するのみです。

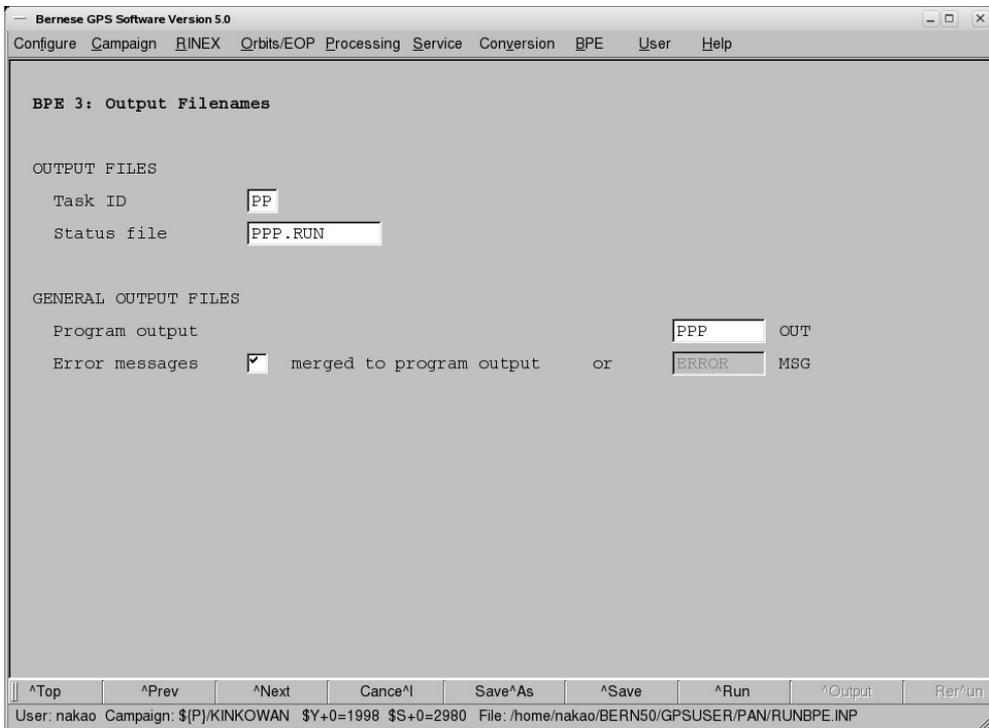
まず、メニュー画面から “Menu→BPE→Star BPE Process” で BPE 起動画面を表示します。



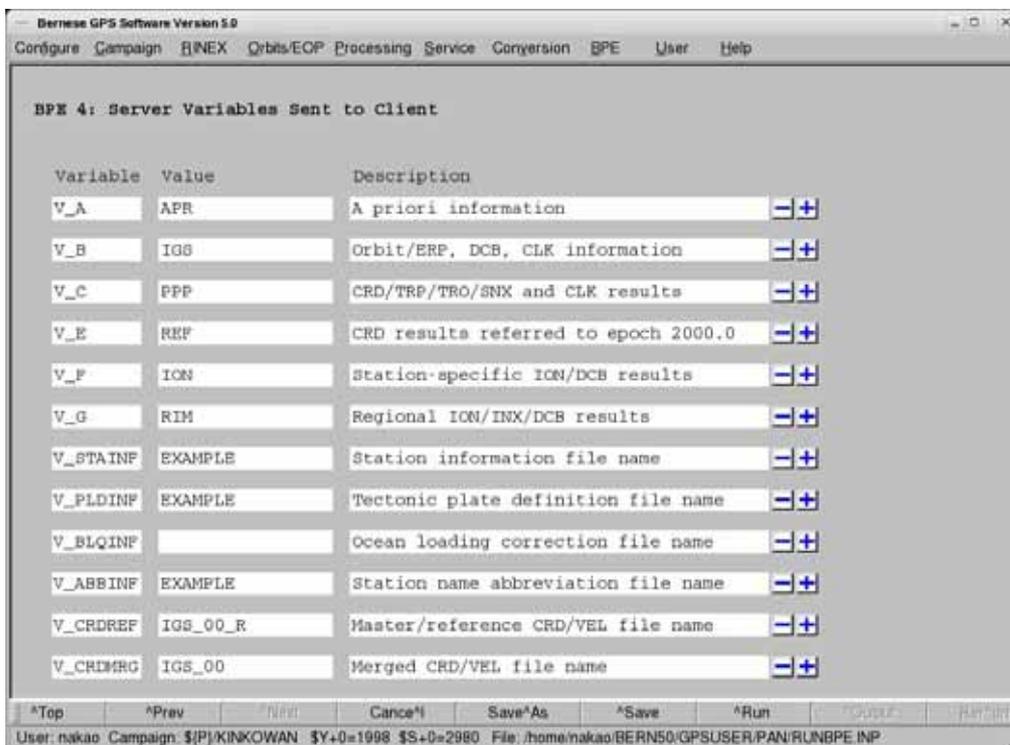
最初の画面では解析する日（Start processing）が正しいかを確認します．複数日解析する場合は“Number of sessions to be processed”に日数を書き込みます．



この画面では使用する PCF ファイルを指定します .今回は“ Process control file ”欄に PPP と入力します .



ここでは ,BPE で作成される OUTPUT ファイルのファイル名を上記のように設定します .



ここでは V_STAINF には作成した STA ファイルのファイル名 , V_PLDINF には作成した

PLD ファイルのファイル名を入力します。もし、PLD ファイルを作成していない場合は空欄にします。V_BLQINF は BLQ ファイルのファイル名を入れます。PLD ファイルと同様作成していない場合は空欄にします。V_ABBINF には作成したあるいは \$ X/DOC からコピーした ABB ファイルのファイル名を入れます。V_CRDREF には通常 IGS_00B_R を入力します。V_CRDMEG にはこの PPP で計算した座標を入れるファイル名を入れます。通常 IGS_00 と入力します。

PLD ファイルを使用した場合は座標の元期は 1998 年 1 月 1 日になりますが、使用しなかった場合は解析した日になります。これは CRD ファイルの 3 行目に書いてありますので確認してください。

これで PPP により初期座標を決めることができました。必要に応じてこの座標はより正確なものに変えることをお勧めします。

7. おまけ

i) 小文字のファイル名を大文字に変更する方法.

V.42 にあったシェルコマンド \$X/EXE/UPPERC を使用する. このコマンドの中身は以下のようになっている.

```
#!/bin/sh
#
# PROGRAM      : UPPERC
#
# PURPOSE     : CONVERT ALL FILENAMES IN CURRENT DIRECTORY
#              INTO UPPERCASE LETTER FILENAMES
#
# PARAM       : ---
#
# REMARKS     : ---
#
# AUTHOR      : H. FRIEDHOFF
#
# VERSION     : 3.3
#
# CREATED    : 17-OCT-91          LAST MODIFIED :
#
# COPYRIGHT  : ASTRONOMICAL INSTITUTE
#              1991  UNIVERSITY OF BERNE
#              SWITZERLAND
#
#
# LOOP OVER ALL FILES
# -----
# for name in `ls`
# do
#
# TRANSLATE PARAMETER INTO UPPERCASE LETTERS
# -----
# FNEU=`echo ${name} | ${UPPERC}`
#
# RENAME FILE
# -----
#   if [ $name != $FNEU ]
#   then
#     mv ${name} ${FNEU}
#   fi
#
# done
```

ii) 精密暦, 地球回転パラメタ, 衛星時計ファイルの取得方法

精密暦は世界のいくつかのサイトに保管されていますが, 日本では国土地理院にアーカイブされています. 以下にその取得方法を示します.

取得は以下の手順で行ないます.

```
ftp terras.gsi.go.jp (または 163.42.5.1)
anonymous
e-mail address
cd data/IGS_products
cd WWWW
prompt
binary
mget igs*.sp3.Z (あるいは cod*.eph.Z 等)
mget igs*.erp.Z (あるいは cod*.erp.Z 等)
mget igs*.clk.Z (あるいは cod*.clk.Z 等)
quit
```

ここで WWWW は GPS 週を示します. dir が使えますので, ファイルのディレクトリをとりながら取得してください.

Bernese では精密暦，地球回転パラメタファイルのエクステンションはそれぞれ PRE と IEP と仮定していますので，mv コマンドを使って変更してください．たとえば 1137 週の地球回転パラメタファイルとある日の IGS の精密暦ファイルの場合では

```
V50-$ mv igs11377.erp.Z IGS11377.IEP.Z リターン
V50-$ mv igs11374.sp3.Z IGS11374.PRE.Z リターン
```

とします．ここで，Bernese のファイルは大文字を使いますので大文字を用いました．

iii) Code bias file の Bern 大学のサイトからの取得方法

DCB ファイルは Bern 大学から取得し，各キャンペーンディレクトリの ORB ディレクトリに入れます．取得手順は以下のとおりです．

```
ftp ftp.unibe.ch (または 130.92.4.49)
anonymous
e-mail address
cd aiub/CODE
cd YYYY
prompt
binary
mget P1C1*.DCB.Z
mget P1P2*.DCB.Z
quit
```

YYYY は 4 桁の西暦を表します．DCB ファイルは月ごとになっています．

iv) Global Ionosphere Model の Bern 大学のサイトからの取得方法

全地球的な電離層のモデルは Bern 大学のサイトから取得することができます．このファイルは各キャンペーンディレクトリの ATM ディレクトリに入れます．取得手順は以下のとおりです．

```
ftp ftp.unibe.ch (または 130.92.4.49)
anonymous
e-mail address
cd aiub/CODE
cd YYYY
prompt
binary
mget CODWWWW.D.ION.Z
quit
```

ここで WWWWD は GPS 週，D は 1 週間のうち何日目かを 0 から現した数です．

v) IGS 座標，速度ファイルの Bern 大学のサイトからの取得方法

IGS の ITRF2000 座標系で表した IGS 観測点の座標と速度ファイルは Bern 大学のサイトから取得することができます．このファイルは各キャンペーンディレクトリの STA ディレクトリに入れます．取得手順は以下のとおりです．

```
ftp ftp.unibe.ch (または 130.92.4.49)
anonymous
e-mail address
cd aiub/BSWUSER50/STA
ascii
get IGS_00B_R.CRD
get IGS_00B_R.VEL
quit
```

vi) プログラムと処理の内容，メニュー画面からの起動の対応表

- RXOBV3 RINEX ファイルを Bernese で使用するフォーマットに変換する
Menu→RINEX→Import RINEX to Bernese format →Observation files
- PRETAB Bernese で使用する衛星暦 (Standard Orbit) を作成するための前段階として
も Tabular ファイルを作成
Menu→Orbits/EOP→create tabular orbits
- ORBGEN Bernese で使用する衛星暦 (Standard Orbit) を Tabular ファイルから作成
Menu→Orbits/EOP→create standard orbits
- CODSPP 一点測位を行う
Menu→Processing→Code-based clock synchronization
- SNGDIF 一重位相差ファイルを作成
Menu→Processing→Baseline file creation
- MAUPRP サイクルスリップの除去
Menu→Processing→Phase preprocessing
- GPSEST アンビギュイティの推定，NEQ ファイルの作成
Menu→Processing→Parameter estimation
- ADDNEQ NEQ ファイルを用いた座標，大気伝播遅延量などの推定
Menu→Processing→Normal equation stacking