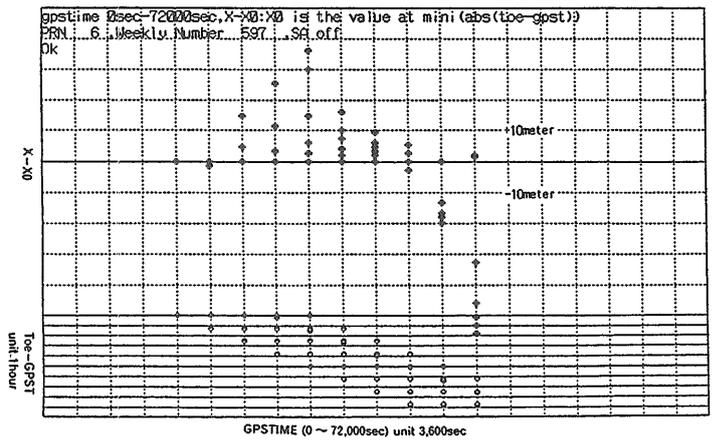
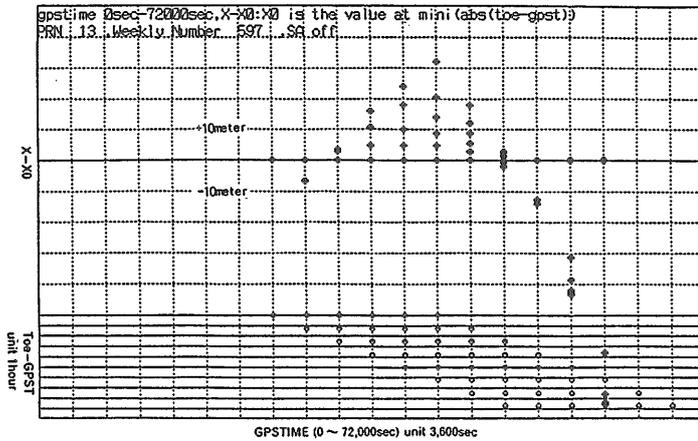


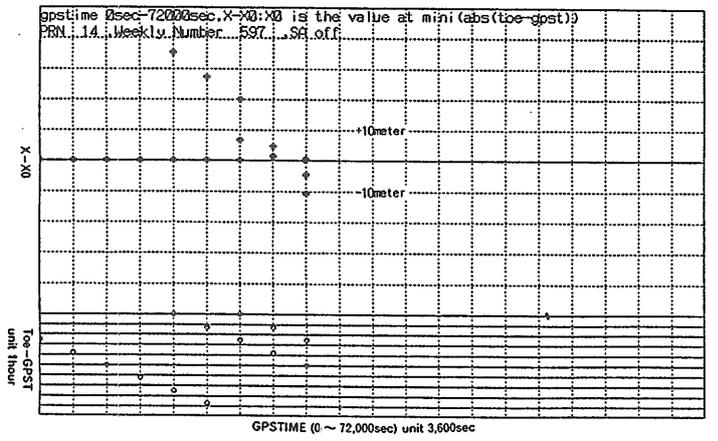
第2a図 異なるエフェメリスによるxの値の相違、PRN=3



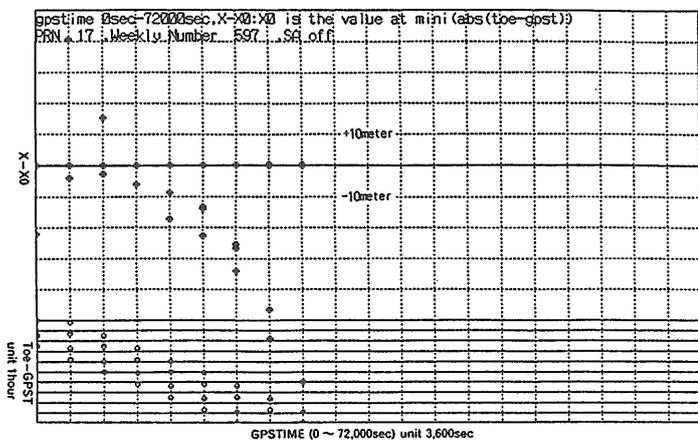
第2b図 異なるエフェメリスによるxの値の相違、PRN=6



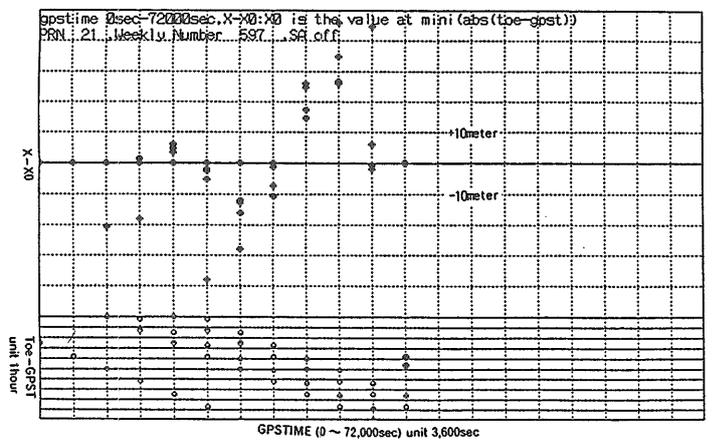
第2c図 異なるエフェメリスによるxの値の相違、PRN=13



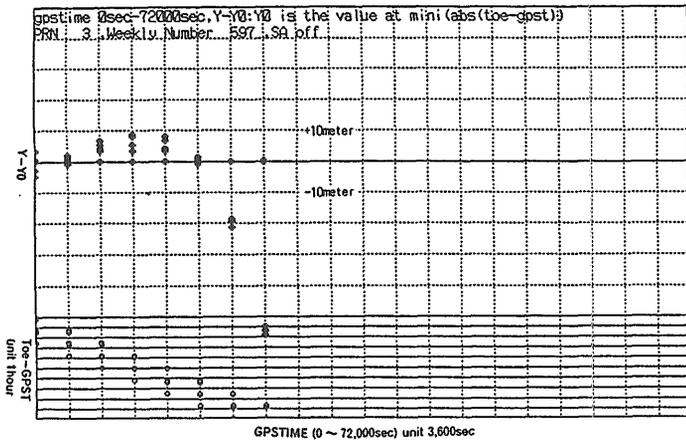
第2d図 異なるエフェメリスによるxの値の相違、PRN=14



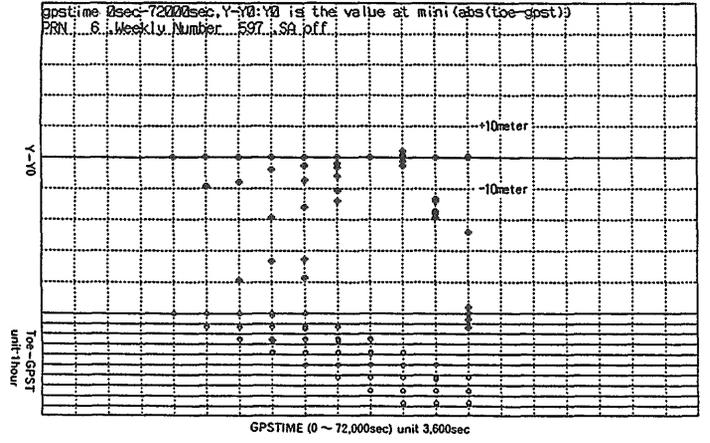
第2e図 異なるエフェメリスによるxの値の相違、PRN=17



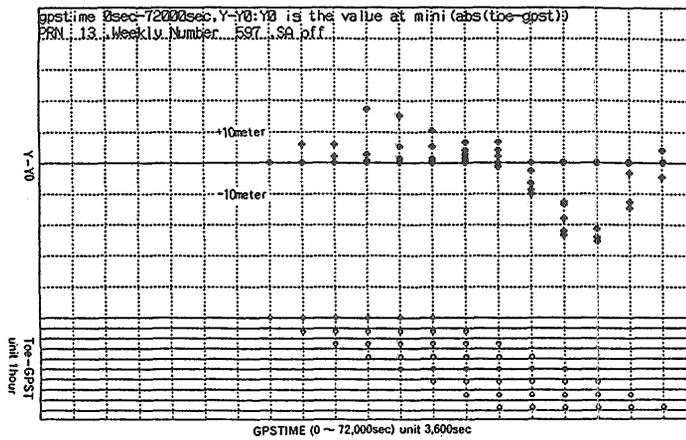
第2f図 異なるエフェメリスによるxの値の相違、PRN=21



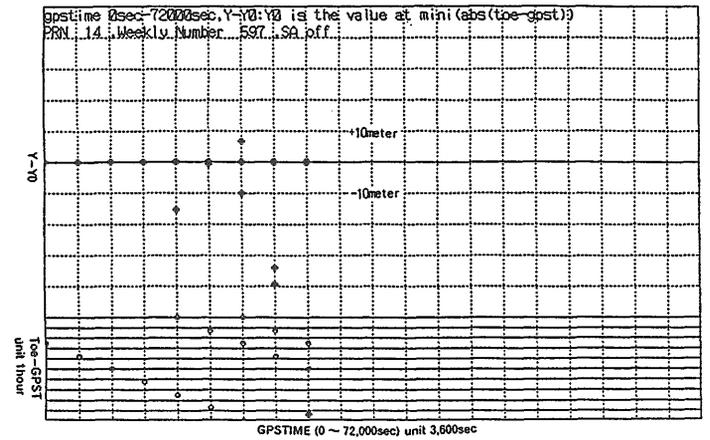
第3a図 異なるエフェメリスによるyの値の相違、PRN=3



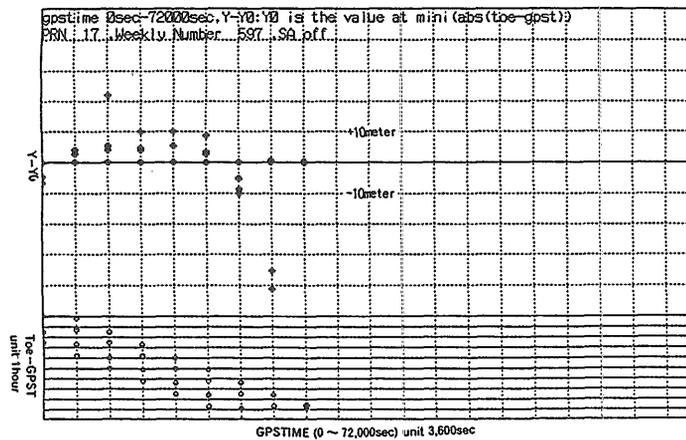
第3b図 異なるエフェメリスによるyの値の相違、PRN=6



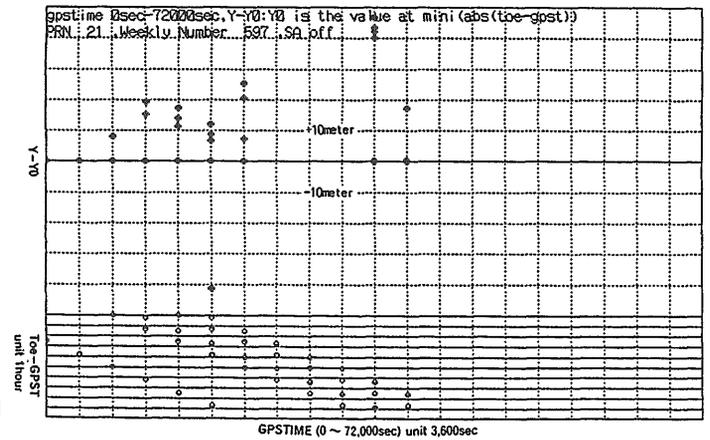
第3c図 異なるエフェメリスによるyの値の相違、PRN=13



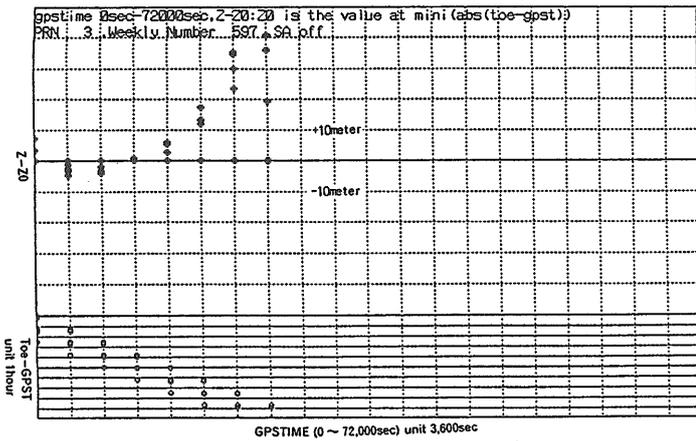
第3d図 異なるエフェメリスによるyの値の相違、PRN=14



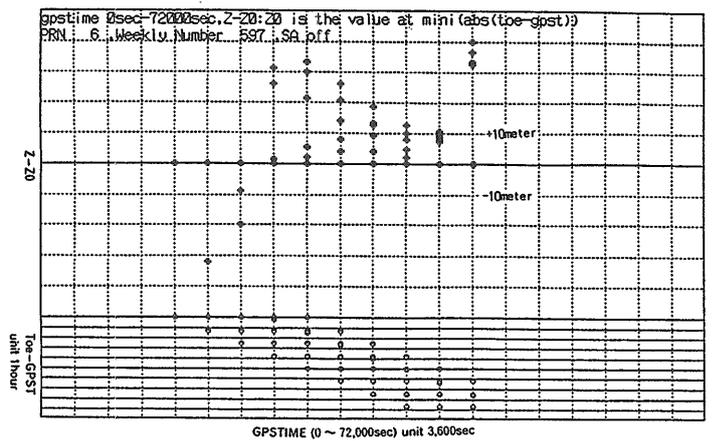
第3e図 異なるエフェメリスによるyの値の相違、PRN=17



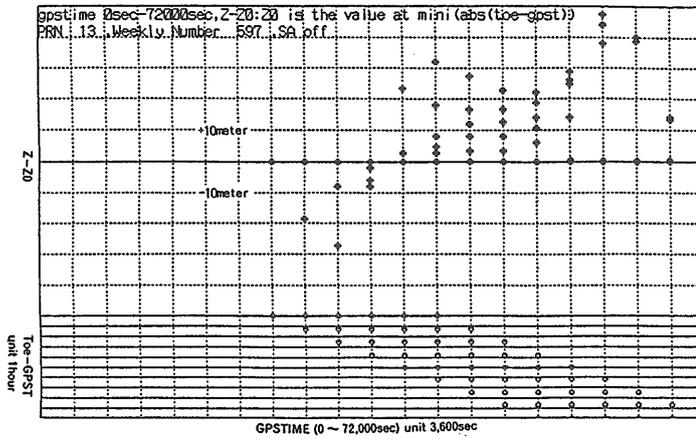
第3f図 異なるエフェメリスによるyの値の相違、PRN=21



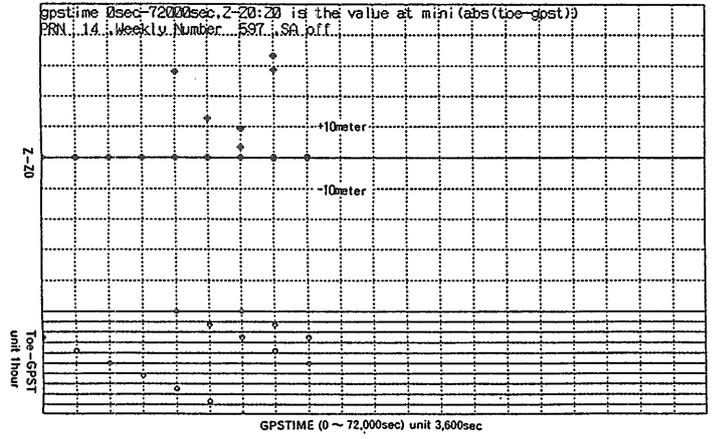
第4a図 異なるエフェメリスによるzの値の相違、PRN=3



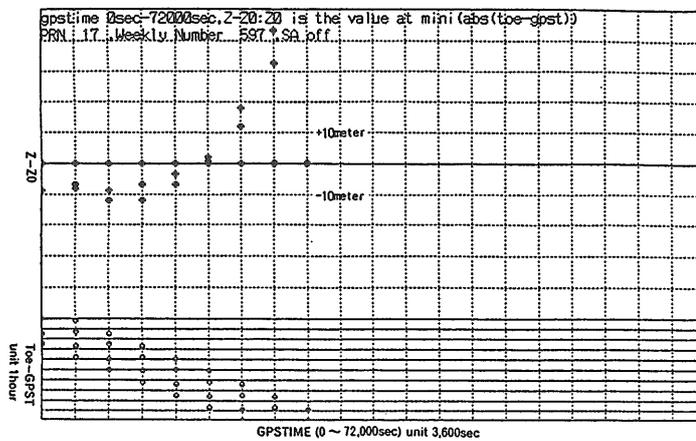
第4b図 異なるエフェメリスによるzの値の相違、PRN=6



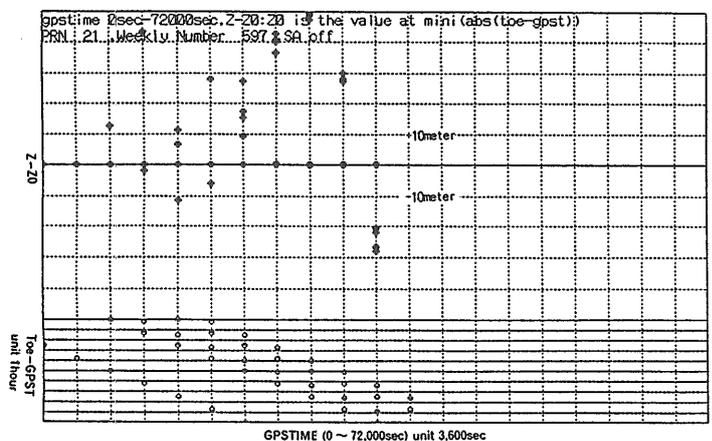
第4c図 異なるエフェメリスによるzの値の相違、PRN=13



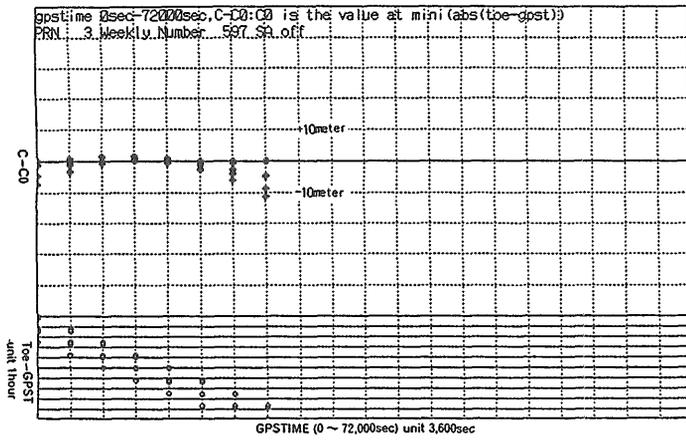
第4d図 異なるエフェメリスによるzの値の相違、PRN=14



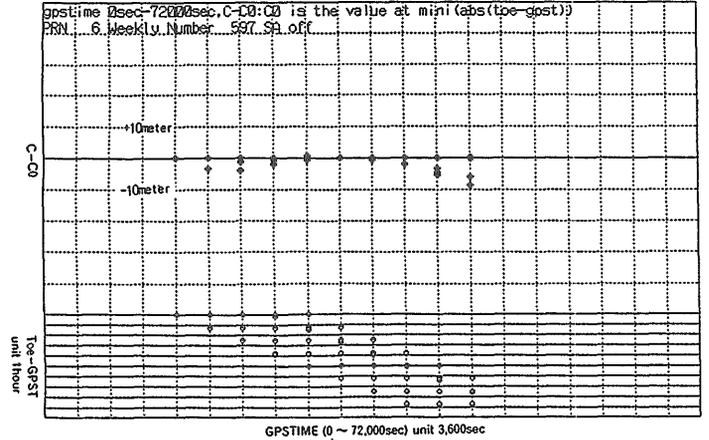
第4e図 異なるエフェメリスによるzの値の相違、PRN=17



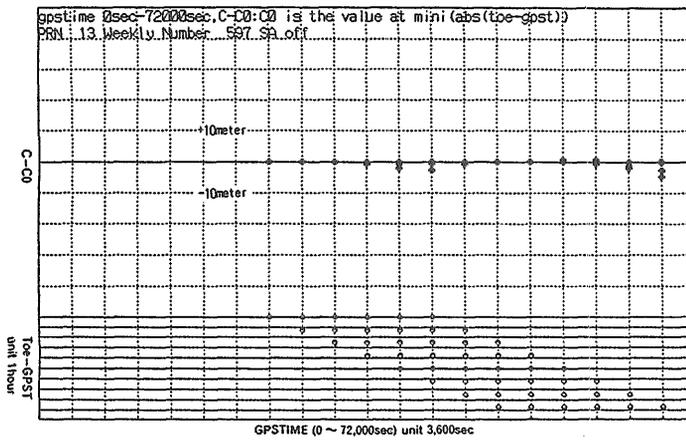
第4f図 異なるエフェメリスによるzの値の相違、PRN=21



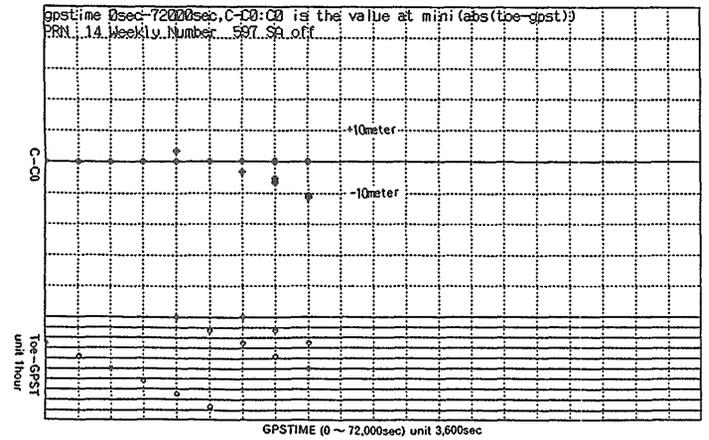
第5a図 異なるエフェメリスによるオフセット値の相違、PRN=3



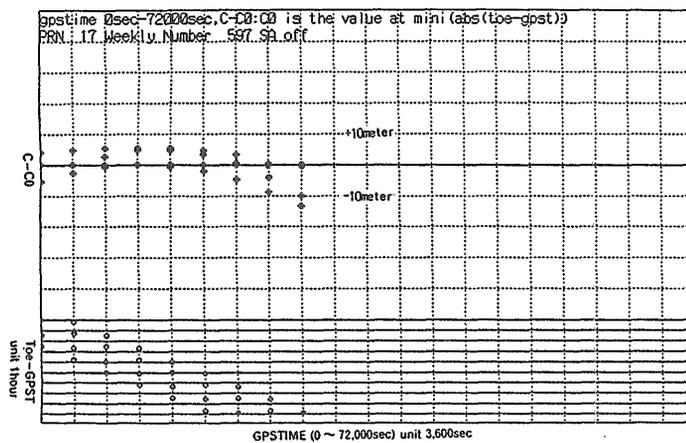
第5b図 異なるエフェメリスによるオフセット値の相違、PRN=6



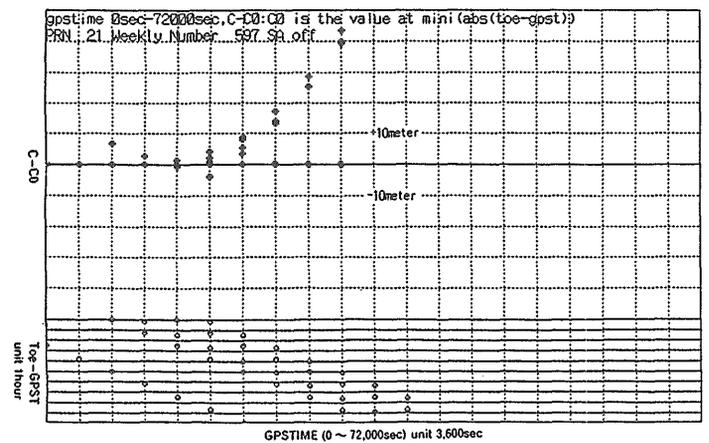
第5c図 異なるエフェメリスによるオフセット値の相違、PRN=13



第5d図 異なるエフェメリスによるオフセット値の相違、PRN=14



第5e図 異なるエフェメリスによるオフセット値の相違、PRN=17



第5f図 異なるエフェメリスによるオフセット値の相違、PRN=21

幸い、この時得られたエフェメリスは、SA (精度故意劣化措置) がされていない時期のものであったので、エフェメリスの寿命、耐用精度維持期間を調べるのに好都合である。

各図の横軸は時間 (目盛単位3600sec)、縦軸は、Xi-Xo, Yi-Yo, Zi-Zo, Ci-Coであって、Xo, Yo, Zo, Coは、ある世代のエフェメリスから得られたもので、各世代から得られるものとの比較のために選んだに過ぎない。横軸の目盛単位は3600sec、縦軸の目盛単位は10meterである。

各図の下方のグラフは Toe-GPST をプロットしたもので、この値のマイナスの度合いが大きいと差が大きくなる。この部分の縦軸の目盛単位は3600secである。これはエフェメリスが予測を主にしていることを物語っている。

この図では、どの世代のエフェメリスが何処にプロットされているか不明である。世代の違いが、それぞれの値にどのように跳ね返るかを、概括的にとらえるために載せた。

エフェメリスは約2時間毎に更新されるのが原則であるが、場合によっては4、5時間も更新されないことがある。その影響が決定位置をどの程度狂せたかの大凡が推定できる。

特に、過去数時間前のToe (エフェメリス元期) のエフェメリスは、位置決定に加えないように、ソフト化されるべきである。

9. 観測方程式と解法

9.1 コード測定によるGPSの観測方程式

3.1.1「コード測定から得られる観測方程式」の項で観測方程式を誘導したので結果だけを掲げる。但し (2,6) 式の記号を次のように置き換えた。すなわち

$x=x_A, y=y_A, z=z_A, \xi=u_B, \eta=v_B, \zeta=w_B, p=P, dt=T, d_1=D_1, d_2=D_2$ と置き

$\sqrt{(x-\xi)^2+(y-\eta)^2+(z-\zeta)^2}-S = p-dt-d_1-d_2$
未知量は ξ, η, ζ, S の4個であるから、少なくとも4衛星の測定データが得られないと原式は解けない。

9.2 原式の解法-----線形化と逐次近似法

測位原式には、未知量が4個あるので、少なくとも4衛星の測定情報が必要である。換言すれば、少なくとも4個以上の衛星の原式が必要である。すなわち

$$\sqrt{(x_i-\xi)^2+(y_i-\eta)^2+(z_i-\zeta)^2}-S = p_i-dt_i-d_{1i}-d_{2i} \quad (9.1)$$

ここで $i=1,2,\dots,N$ は受信した衛星の数である。

これは ξ, η, ζ に関しては非線形な方程式群である。

このままで解けないことはないが、連続的に受信機の位置を求める場合には、概略の位置は分かっているのが通常の場合であるから、次のように(5)式を線形化して解いてゆく。いま、

$$F_i = \sqrt{(x_i-\xi)^2+(y_i-\eta)^2+(z_i-\zeta)^2}-S-p_i+dt_i+d_{1i}+d_{2i}$$

$F_i=0$ を満足させる ξ, η, ζ, S の近似値を $\xi_k, \eta_k, \zeta_k, S_k$ と置く

$$F_{i,k} + \frac{\partial F}{\partial \xi} \Delta \xi_k + \frac{\partial F}{\partial \eta} \Delta \eta_k + \frac{\partial F}{\partial \zeta} \Delta \zeta_k + \frac{\partial F}{\partial S} \Delta S_k + o\{(\Delta \xi_k)^2, (\Delta \eta_k)^2, (\Delta \zeta_k)^2, (\Delta S_k)^2\} = 0 \quad (9.2)$$

ここに

$$F_{i,k} = \sqrt{(x_i-\xi_{k-1})^2+(y_i-\eta_{k-1})^2+(z_i-\zeta_{k-1})^2}-S_{k-1}-p_i+dt_i+d_{1i}+d_{2i}$$

$$\Delta \xi_k = \xi_k - \xi_{k-1}, \Delta \eta_k = \eta_k - \eta_{k-1}, \Delta \zeta_k = \zeta_k - \zeta_{k-1}, \Delta S_k = S_k - S_{k-1}$$

で、 $\xi_k, \eta_k, \zeta_k, S_k$ はそれぞれ第k番目の逐次近似値である。

従って $\Delta \xi_k, \Delta \eta_k, \Delta \zeta_k, \Delta S_k$ が収束する方向に向かい、十分小さくなれば、解は次の線形方程式を逐次近似法によって求めることができる。

$$F_{i,k} + \frac{\partial F}{\partial \xi} \Delta \xi_k + \frac{\partial F}{\partial \eta} \Delta \eta_k + \frac{\partial F}{\partial \zeta} \Delta \zeta_k + \frac{\partial F}{\partial S} \Delta S_k = 0 \quad (9.3)$$

ここに $i=1,2,3,\dots,N$ で衛星の個数であるから、

$N=4$ ならば、4元連立1次方程式の解。

$N \geq 5$ ならば、最小自乗法による解、または $N C_4$ の組み合わせ数の4元連立1次方程式の解。

9.3 INOUEの解法原式

航海中の船舶は、常にジオイド (geoid) 上にいることを利用して、筆者の一人は次のような解法で、GPS受信機から得られる生データ (RAW DATA) とエフェメリスとから船位を求める手法を開発しプログラム化した。

地球標準楕円体上の緯度 ϕ 、経度 λ における地心距離 ρ は

$$\rho^2 = \frac{\cos^2 \phi + (1-f)^2 \sin^2 \phi}{\cos^2 \phi + (1-f)^2 \sin^2 \phi}$$

から得られる。

ここで f は地球標準楕円体の扁率で、WGB84の値は $\frac{1}{f} = 298.257223563$ である。

また ρ の単位は、地球標準楕円体の赤道半径で、WGB84の値は、 $a=6378137m$ である。

ジオイド高と吃水線から受信機までの高さ h とを加えた高さ h とすると、十分な精度で、

$$(\rho + h)^2 \approx \xi^2 + \eta^2 + \frac{1}{(1-f)^2} \zeta^2$$

成り立つ。ここで ξ, η, ζ は受信機のアンテナ位置である。

そこで、逐次近似の過程で

$$\zeta_k^2 = (1-f)^2 \{ (\rho_{k-1} + h)^2 - \xi_k^2 - \eta_k^2 \}$$

と置くことができ、 ζ は ξ, η の関数となり、未知量が一つ減る。

GPSの世界では、このような解法は2次元解法と呼ばれている。

そこで、 $z_k = \pm\sqrt{z_k^2}$ から

$$\Delta \zeta = \frac{F(1-f)}{\sqrt{(\rho+h)^2 - \xi^2 - \eta^2}} (\xi \Delta \xi + \eta \Delta \eta) \dots\dots\dots (9,4)$$

が成り立つ。複号は船位が北緯地帯にいればマイナス、南緯にいればプラスをとる。

また

$$\frac{\partial F_1}{\partial \zeta} = \frac{-(z_1 - \zeta)}{\sqrt{(x_1 - \xi)^2 + (y_1 - \eta)^2 + (z_1 - \zeta)^2}}$$

であるから。

$$\frac{\partial F_1}{\partial \zeta} \Delta \zeta = \frac{\pm(1-f)(z_1 - \zeta)(\xi \Delta \xi + \eta \Delta \eta)}{\sqrt{(\rho+h)^2 - \xi^2 - \eta^2} \sqrt{(x_1 - \xi)^2 + (y_1 - \eta)^2 + (z_1 - \zeta)^2}} \dots\dots\dots (9,5)$$

同様に、

$$\frac{\partial F_1}{\partial \xi} \Delta \xi = \frac{-(x_1 - \xi) \Delta \xi}{\sqrt{(x_1 - \xi)^2 + (y_1 - \eta)^2 + (z_1 - \zeta)^2}} \dots\dots\dots (9,6)$$

$$\frac{\partial F_1}{\partial \eta} \Delta \eta = \frac{-(y_1 - \eta) \Delta \eta}{\sqrt{(x_1 - \xi)^2 + (y_1 - \eta)^2 + (z_1 - \zeta)^2}} \dots\dots\dots (9,7)$$

いま、

$$A_{1,k} = \frac{1}{\sqrt{(x_1 - \xi_k)^2 + (y_1 - \eta_k)^2 + (z_1 - \zeta_k)^2}}$$

$$B_{1,k} = \frac{F(1-f)(z_1 - \zeta_k)}{\sqrt{(\rho_k+h)^2 - \xi_k^2 - \eta_k^2}}$$

$$C_{1,k} = \frac{1}{A_{1,k}} - S_k - p_1 + dt_1 + d_{11} + d_{21}$$

$\Delta \xi_{k+1} = \xi_{k+1} - \xi_k, \Delta \eta_{k+1} = \eta_{k+1} - \eta_k, \Delta \zeta_{k+1} = \zeta_{k+1} - \zeta_k, \Delta S_{k+1} = S_{k+1} - S_k$
と置き、(9,1), (9,5), (9,6), (9,7) 式から

$$A_{1,k} [(x_1 - \xi_k) - B_{1,k} \xi_k] \Delta \xi_{k+1} + [(y_1 - \eta_k) - B_{1,k} \eta_k] \Delta \eta_{k+1} - \Delta S_{k+1} = C_{1,k} \dots\dots\dots (9,8)$$

これが、INOUEの解法の計算原式である。

10. 解への準備

10.1 エフェメリスの解読

(12)の既知量は、定数を除き、すべてコードを解読し、場合によっては繰り返し計算の度毎に、再計算する必要がある。

再計算の内容は大別して、エフェメリス・コードを解読し、エフェメリスを計算し、衛星の位置、衛星搭載時計の補正値を計算することと、この方式で必須のジオイド高の

計算である。

エフェメリスの解読法は付録で解説する。⁽⁹⁾

10.2 電離層モデルのパラメータの解読

アルマナックのtype135は電離層モデルのパラメータが入っている。[9] これはtype201,202,203と同様に48個の16進数(hexadecimal number)列がASCIIで与えられており、これらを

$d_1, d_2, \dots, d_{47}, d_{48}$

とする。

$$\alpha_0 = (d_3 \times 2^8 + d_4) \times 2^{-31}$$

$$\alpha_1 = (d_5 \times 2^8 + d_6) \times 2^{-31}$$

$$\alpha_2 = (d_7 \times 2^8 + d_8) \times 2^{-29}$$

$$\alpha_3 = (d_9 \times 2^8 + d_{10}) \times 2^{-29}$$

$$\beta_0 = (d_{11} \times 2^8 + d_{12}) \times 2^8$$

$$\beta_1 = (d_{13} \times 2^8 + d_{14}) \times 2^9$$

$$\beta_2 = (d_{15} \times 2^8 + d_{16}) \times 2^{10}$$

$$\beta_3 = (d_{17} \times 2^8 + d_{18}) \times 2^{12}$$

符号についての注意

各データの最上位ビット(MSB)が1なら負数で、絶対値は2の補数である。

10.3 相対論を信号、軌道に適用

前節までは、受信機と衛星間に働く力はニュートン力学、古典電磁気学によるものであった。精密な位置を求めるには信号、軌道等に関して相対論効果を検討しなければならない。

この検討結果を紹介する。[2,PP 117-123]

10.3.1 衛星軌道への効果

$$\frac{d^2 \vec{\rho}}{dt^2} = -\frac{3\mu^2 a(1-e^2)}{c^2} \frac{\vec{\rho}}{\rho^5}$$

ここに $\vec{\rho}$ は受信機から衛星へのベクトル、 μ は万有引力定数 a, e はそれぞれ衛星軌道の半長径、離心率、 c は光速である。

Zhu and Groten (1988)の計算によると、加速度の摂動部分は $3 \times 10^{-10} \text{m/s}^2$ である。

一方、衛星に働く力は平均して 0.5896m/s^2 であり、加速度の摂動による影響は、エフェメリスから求められる加速度の精度以下である。計算精度に埋まってしまう。

10.3.2 衛星信号への効果

地球重力場の時空の歪みによる衛星信号への影響は、衛星・受信機間距離の補正量として表現される。

Holdridge (1967)によると

$$\Delta d_s = \frac{2\mu}{c^2} \ln \left(\frac{\rho^I + \rho_I + \rho_I^I}{\rho^I + \rho_I - \rho_I^I} \right)$$

である。ここに、 μ は地球重力定数、 c は光速、 ρ^I は地心・衛星間距離、 ρ_I は地心・受信機間距離、 ρ_I^I は受信機・衛星間距離である。

Zhu and Groten (1988)の計算によると、0.001ppmの

微小変動の影響でしかない。

10.3.3 衛星搭載時計への効果

時計の基本周波数は $f_0 = 10.23\text{MHz}$ であるが、衛星の運動による特殊相対論の効果と、地球重力場による一般相対論の効果によって

$$\frac{f_0' - f_0}{f_0} = \frac{1}{2} \left(\frac{v}{c} \right)^2 + \frac{\mu}{c^2} \left[\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2} \right]$$

である。

これは簡単のために円軌道を適用して算出したもので、この平均値を求めると、

$$\frac{f_0' - f_0}{f_0} = 4.464 \times 10^{-10}$$

となる。

これは無視できない効果であるから、衛星時計の信号は、10.22999999545MHzで発射している。

衛星は楕円軌道上を運行しているから、更に次の補正が必要である。

$$\frac{2}{c} \sqrt{\mu A e} \sin E \quad (\text{Gibson, 1983})$$

ここで A, e, E は、それぞれ軌道半長径、離心率、離心近点離角である。

この影響は、近似的に、エフェメリス中の衛星時計の補正式の係数に加味されている。

10.3.4 受信機時計への効果

地心を原点とした静止座標系に対し、受信機は地球自転に伴い回転している。赤道上に置かれた受信機の場合その効果は、 $\frac{f_0' - f_0}{f_0} = 4.464 \times 10^{-10}$ であり、周波数シフトは、相対誤差で 10^{-12} 程度で、3時間で、1ns = $10^{-9} \approx 30\text{cm}$ の誤差を生じる。

10.4 ジオイド高の計算

通常、ジオイド高とは、地球基準楕円体からの高さを符号付きで表されている。現在GPSの位置はWGS84系の基準楕円体で得られているから、ジオイド高はこの基準楕円体に対するものでなければならない。

3次元測位するのであれば、測位に際してジオイド高は無関係である。

2次元測位であれば、ジオイド高は測位に際しては必須のデータである。それは、未知量を一つ減らし、一つの拘束条件を増やしたことであり、ジオイド高は拘束条件に必要なデータだからである。

通常、ジオイド高は、各国の海洋測地関係機関が公表するジオイド・マップかジオイド高表から得られる。

これは海上重力観測データ及び人工衛星観測データ等の解析から得られもので、必要に応じて、数式でモデル化している。

通常流布されている計算式は、2次元調解析の係数と2引数 (ϕ, λ) の三角関数の級数で表している。

筆者の場合、日本近海を航行する船舶に搭載される受信機に対して、Ganeko (J.H.D, 1990) のジオイド高表を2次元調解析した式を用いた。

関数関係式で表現すれば $h = f(\phi, \lambda)$ 、で、緯度 ϕ 、経度 λ を度とその端数を与えてジオイド高がメートル単位で得られる。

11. 解の実際

11.1 MX4200の生データを使った計算例

5.3の解法原式を適用して解がどのように求められて行くかの例を第5表に示した。

例では5回繰り返し計算をしているが、平均的には3回目に収束する。

11.2 疑似距離観測を基礎にした方程式解法の種々相

11.2.1 3次元解法

未知量を ξ, η, ζ, S とした方程式を解くには、健康な状態の衛星の測定値の組が最低4組必要である。

4組の場合は、問題なくこの組を使用するが、DOP値が設定域値を超える場合には、位置決定を一時中止し、DOP値が域値内に戻るまで待つか、新しい衛星が見えはじめ、そのDOPが域値内にあるのを待つことになる。

ここでDOPとは、Dilution of Precisionのことで、決定位置の精度を大きく支配する精度係数である。

5組、またはそれ以上のN組の衛星が測定出来ていれば、解法は次の3つに大別できる。

(1) nC_4 個の組み合わせの中から、DOPの最小値を持つ組み合わせ衛星の組を方程式群から抜き出し位置決定の為の4方程式とする。幾つかの測定値は捨てられることになる。

この方式の欠点は、受信機の決定位置と実際の位置とのズレがDOP値に比例して大きくなることである。また、衛星の組み合わせを変えた場合には、決定位置が大きく飛ぶことである。

初期のGPS受信機が出力する決定位置が、しばしば、あらゆる方向にかけ離れて行ったり、急に位置が大きく飛ぶことがあったのは、主として4衛星一組に限定して使っていたからである。

これは、取得生データを用い、後ほど数値実験によって確かめることができる。

(2) N個の全測定データの方程式群を最小自乗法で解く。

天文航法、電波航法の用語を借用してマルチレンジ方式などと称しているのがこの方法であり、(1)の方法に比べ、一般に優れているが、その計算過程にいくつかのチェック機構を設けておく必要がある。

それは、例えば、(1)の場合には排除されるDOP値が高い組み合わせに相当する衛星の諸量が、観測方程式群に潜りこんでいるせいか、正規方程式の解が不安定になり、決定位置が大きく振動する場合がある。さらに最悪の場合には位置が決まらないことがある。

機械的に全データを観測方程式に組み込むことをすると

第5表 生データを使った計算例

```

SHPLAT= 35.634051666666660 計算初期値 概略受信機 緯度
SHPLON= 139.778766666666700 経度
SHPGD = 35.792566608569100 アンテナ高
SHIP U -6.212965769239496E-001 受信機X座標 (WGS84)
SHIP V 5.254311907319321E-001 " Y座標
SHIP W 5.793701583858044E-001 " Z座標
INITIAL DATE YMD 1990 12 14 計算開始年月日 湾岸危機の最中でSAはoff
GPST 431999.99999970500000 開始時刻 世界時をGPSTIMEに換算
WEEKLY NUMBER 570 週番号 1980年1月6日0時UTC から起算
STARTING DATA 出発値
M.NSAT 1 3
X = 2.193512574823017E-001
Y = 3.694507497345897
Z = 1.792182877934690
C = -1.072354575130547E-002
P = -25.848532111194560 PRN 3 の疑似レンジ
M.NSAT 2 6
X = -3.820031035992311
Y = 6.835915734801156E-001
Z = 1.515267037375766
C = -5.153525363237455E-003
P = -26.015026638468420 PRN 6 の疑似レンジ
M.NSAT 3 16
X = -2.631145160869447
Y = 1.003555832950202
Z = 3.057627899324454
C = -2.608225653591060E-002
P = -26.100802613755430 PRN 16 の疑似レンジ

INITIAL VALUE OF U,V,S 逐次近似の初期値
U -6.212965769239496E-001 受信機のX座標
5.254311907319321E-001 " Y座標
0.000000000000000E+000 受信機時計の補正量 (0 として出発)
INDEX PRN NUMBER= 1 3
COEF OF DU RRR(I) (AE) = -6.100344759462467E-001 3元連立1次方程式の係数
COEF OF DV SSS(I) (AE) = -5.939951208683673E-001 "
COEF OF DS -1 "
GIVEN VALUE TTT(I) (AE) = -29.355050963745950 "
INDEX PRN NUMBER= 2 6
COEF OF DU RRR(I) (AE) = 6.599192298186085E-001 "
COEF OF DV SSS(I) (AE) = 2.052659478087888E-001 "
COEF OF DS -1 "
GIVEN VALUE TTT(I) (AE) = -29.356767417778760 "
INDEX PRN NUMBER= 3 16
COEF OF DU RRR(I) (AE) = -1.952613936531875E-001 "
COEF OF DV SSS(I) (AE) = 5.437472019734900E-001 "
COEF OF DS -1 "
GIVEN VALUE TTT(I) (AE) = -29.353311461255640 "
GPSTIME = 451114.000000000000000
ITERATION COUNT KAI= 1 iteration 開始
DU (AE) = -3.002779594143491E-003 出発値 u の第1回目の補正值
DV (AE) = 2.623594620760204E-003 出発値 v の第1回目の補正值
DS (AE) = 29.355324360418170 出発値 s の第1回目の補正值
DETERMINANT = -1.113368102086462 係数行列の行列式の値
GPSTIME 451114.000000000000000 受信機時計の指示時刻
UB=UA+DU(AE) -6.242993565180931E-001 第2回目の出発値
VB=VA+DV(AE) 5.280547853526923E-001 "
WB (AE) 5.737675061117470E-001 "
SB=SA+DS(AE) 29.355324360418170 "
    
```

ITERATION CURRENT INTERMEDIATE DATA 主要中間結果の出力
 COUNT KAI 1
 NSAT=PRN 3
 GPSTIME (sec)= 451114.0000000000000000
 TRUE DISTANT(AE)= 3.496095480541424 PRN 3 と受信機間の真距離
 X (AE)= 2.193414288457058E-001 衛星の X 座標
 Y (AE)= 3.694654803580100 衛星の Y 座標
 Z (AE)= 1.791881071632852 衛星の Z 座標
 C (AE)= -1.072354847059158E-002 衛星時計のオフセット
 D1 (AE)= 5.214233781986491E-006 電離層遅延補正
 D2 (AE)= 6.866646760567293E-007 大気層遅延補正
 ALTITUDE (deg)= 31.879023314665450 衛星高度
 AZIMUTH (deg)= 273.716952761196100 方位角

ITERATION CURRENT INTERMEDIATE DATA
 COUNT KAI 1
 NSAT=PRN 6
 GPSTIME (sec)= 451114.0000000000000000
 TRUE DISTANT(AE)= 3.335166645821690 PRN 6 と受信機間の真距離
 X (AE)= -3.819909817979251
 Y (AE)= 6.835669546265436E-001
 Z (AE)= 1.515577250850568
 C (AE)= -5.153525692492487E-003
 D1 (AE)= 3.768062533877853E-006
 D2 (AE)= 4.685027854619004E-007
 ALTITUDE (deg)= 51.785049780449980
 AZIMUTH (deg)= 109.485479343380400

ITERATION CURRENT INTERMEDIATE DATA
 COUNT KAI 1
 NSAT=PRN 16
 GPSTIME (sec)= 451114.0000000000000000
 TRUE DISTANT(AE)= 3.228481140219743 PRN 16 と受信機間の真距離
 X (AE)= -2.631351997840060
 Y (AE)= 1.003426637912382
 Z (AE)= 3.057491562805491
 C (AE)= -2.608225799714082E-002
 D1 (AE)= 3.298172868813547E-006
 D2 (AE)= 4.069711347683090E-007
 ALTITUDE (deg)= 65.267076917928240
 AZIMUTH (deg)= 43.699307674400470

UB=UA+DU(AE) -6.242384664998600E-001
 VB=VA+DV(AE) 5.280389269325955E-001
 WB (AE) 5.738478034259916E-001
 SB=SA+DS(AE) 29.355345890296280

以下抄録

TRUE DISTANT(AE)= 3.496096136053179 PRN 3 と受信機間の真距離
 TRUE DISTANT(AE)= 3.335169966615058 PRN 6 と受信機間の真距離
 TRUE DISTANT(AE)= 3.228464732182196 PRN 16 と受信機間の真距離

DU (AE) = 3.848985264942007E-009
 DV (AE) = -4.697324275115786E-009
 DS (AE) = 5.190423761929875E-009
 DETERMINANT = -1.126766160581672

UB=UA+DU(AE) -6.242384626508748E-001
 VB=VA+DV(AE) 5.280389222352712E-001
 WB (AE) 5.738478118783480E-001
 SB=SA+DS(AE) 29.355345895486700

TRUE DISTANT(AE)= 3.496096136453417 PRN 3
 TRUE DISTANT(AE)= 3.335169968114581 PRN 6
 TRUE DISTANT(AE)= 3.228464728776454 PRN 16

DU (AE) = 3.396136681667551E-014
 DV (AE) = -2.556431283455388E-014
 DS (AE) = -4.129808346236999E-015
 DETERMINANT = -1.126766139354649

UB=UA+DU(AE) -6.242384626508408E-001
 VB=VA+DV(AE) 5.280389222352456E-001
 WB (AE) 5.738478118784081E-001
 SB=SA+DS(AE) 29.355345895486700

FINAL SOLUTION 最終結果 収束条件 root(du*du+dv*dv+dw*dw+ds*ds)<10**-10
 GPS TIME= 451114.624540120400000 受信機時計指時+SB*AE/C (sec)
 U = -6.242384626508408E-001 受信機の X 座標 (WGS 84) (AE)
 V = 5.280389222352456E-001 衛星の Y 座標 (") (AE)
 W = 5.738478118784081E-001 衛星の Z 座標 (") (AE)
 S = 29.355345895486700 受信機時計の補正值 (AE)
 LAT = 35.244397738472870 受信機の緯度 X 座標 (WGS 84) (度)
 LON = 139.772353620172700 受信機の経度 X 座標 (") (度)
 HEIGHT = 61.792566608569100 受信機の標高 (") (メートル)
 DETERM = -1.126766139354649 行列式の値