

10-8 沖縄地方の地殻変動

Crustal Movements in the Okinawa Districts

国土地理院

Geographical Survey Institute

第1～15図は、沖縄地方（南西諸島）の地殻変動である。1998年以降、いくつかの大きめの地震がこの地域周辺で発生しており、それらの地震に関連した地殻変動と、最近までの中期的な変動傾向を見るための図を作成した。

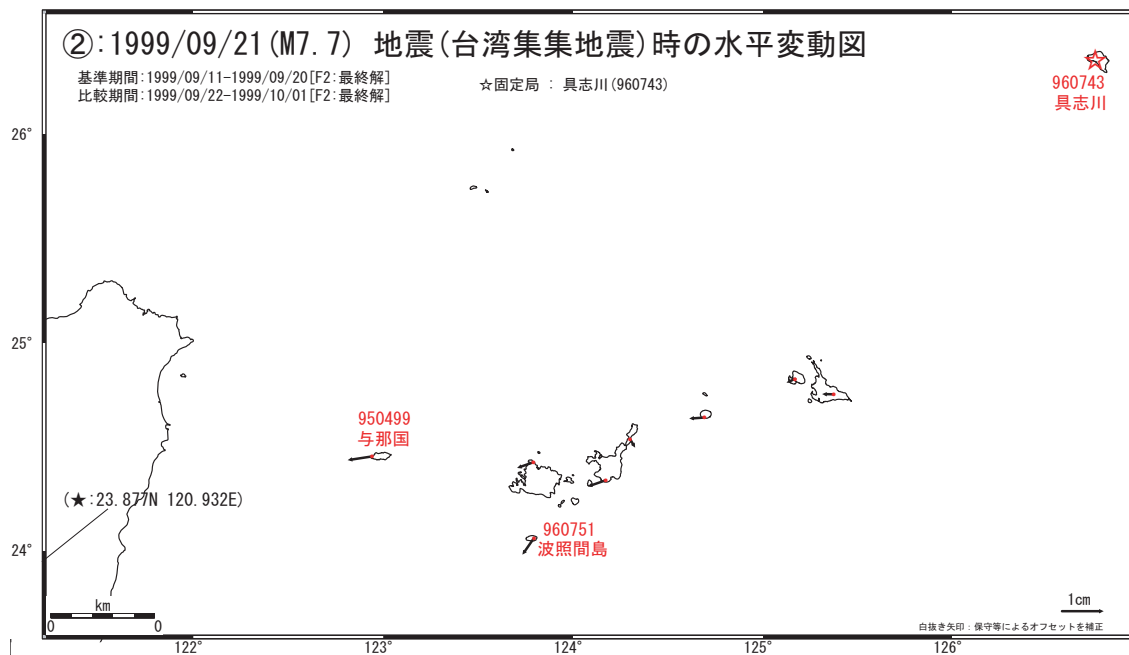
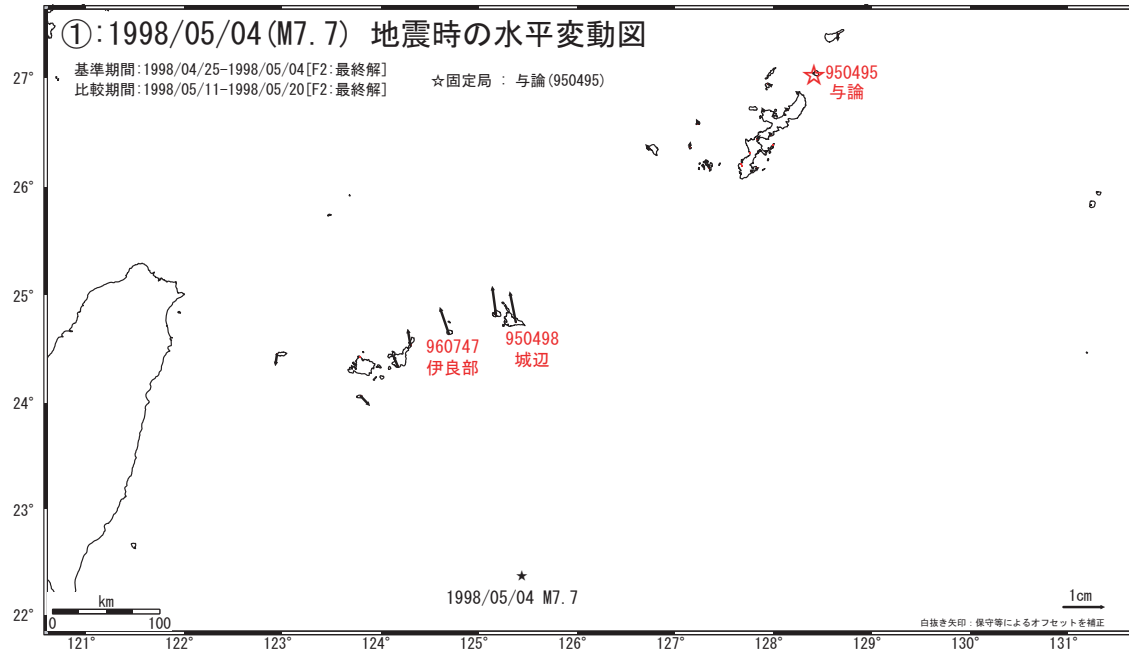
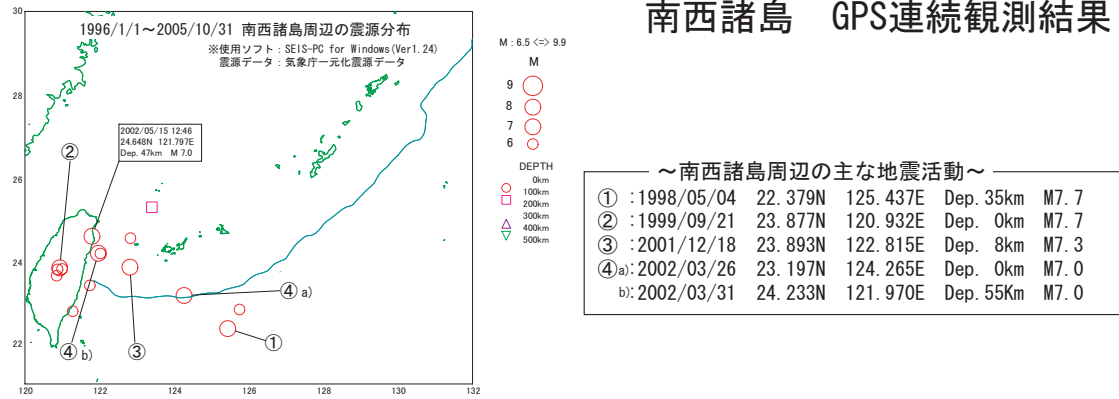
第1図は、1998年5月4日の石垣島南東沖の地震（上段）および1999年9月21日の台湾集集地震に伴う地殻水平変動である。変動量は1cm程度であるが、それぞれ co-seismic な変動が観測されている。第2図は2001年12月18日の与那国島近海の地震（上段）および2002年3月26日石垣島南方の地震と3月31日の台湾東部沿岸の地震（下段）に伴う地殻水平変動である。下段の2つの地震による変動は分離が困難なので、併せて表示した。いずれも与那国島で最大3cm前後の変動が観測されている。

第3～5図は宮古島から与那国島に至る南西諸島の電子基準点8点の与論島を固定してみた地殻変動時系列グラフである。第3図は観測点の配置図である。いずれの点も南向きの大きいトレンドを持っている。西側の与那国島、波照間島で、先に示した5つの地震に関連した変動が確認できるほか、西表島、石垣2でも2001年12月の地震および2002年3月の2つの地震に関連したステップが見られる。それ以东でも、スケールの関係で見にくいが同じ時期に変動があるように見える。

第6図は、南西諸島の定常的な地殻変動を示したものである。固定点を上対馬にとって、大きなイベントがない2つの時期(A)1999年11月～2001年11月（左図）と(B)2003年1月～2005年1月の水平変動を示した。このスケールで見るとほとんど違いがわからないが、第7図以降のトレンド除去の際には多少の差異を生じる。

第7～15図は、トレンド・年周・半年周を除去した南西諸島の地殻変動時系列グラフである。これも与論島を固定している。パターンAは1999年11月～2001年11月を定常状態としたもの(第8～11図)、パターンBは2003年1月～2005年1月を定常状態としたもの(第12～15図)である。それぞれ、定常状態とした期間にハッチをいれてグラフ上で示している。第16図の与那国島（上段）と波照間島（下段）で最も明瞭に見られるが、パターンAでみると、2002年3月のイベント以降、それまでの定常状態と明らかに異なる、南東向きの余効変動あるいはスロースリップとも見える変動が継続しているように見える。程度の違いはあるが、石垣島の観測点まではその傾向が確認できる。多良間島でもわずかに見える。また、与那国島では、2004年10月以降、また新たな南向きの非定常変動が始まったように見える。これは、2005年10月15日の与那国島近海の地震(M6.6)と関連しているのかもしれない。なお、波照間島では短周期のスロースリップイベントが発生している可能性も指摘されている（矢来ほか2004）。パターンBでみると、1999年5月の地震以降、非定常的な変動が続き、2002年3月のイベントでそれが抑制されて、余効変動を経て定常状態に戻ったというような経過と見ることもできる。

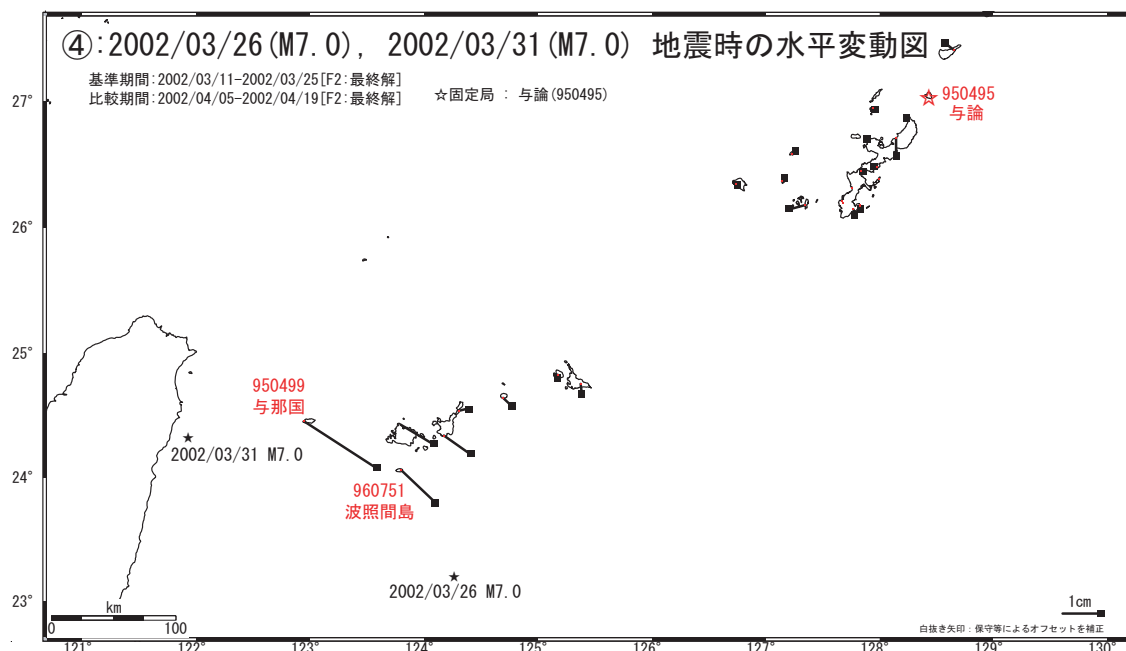
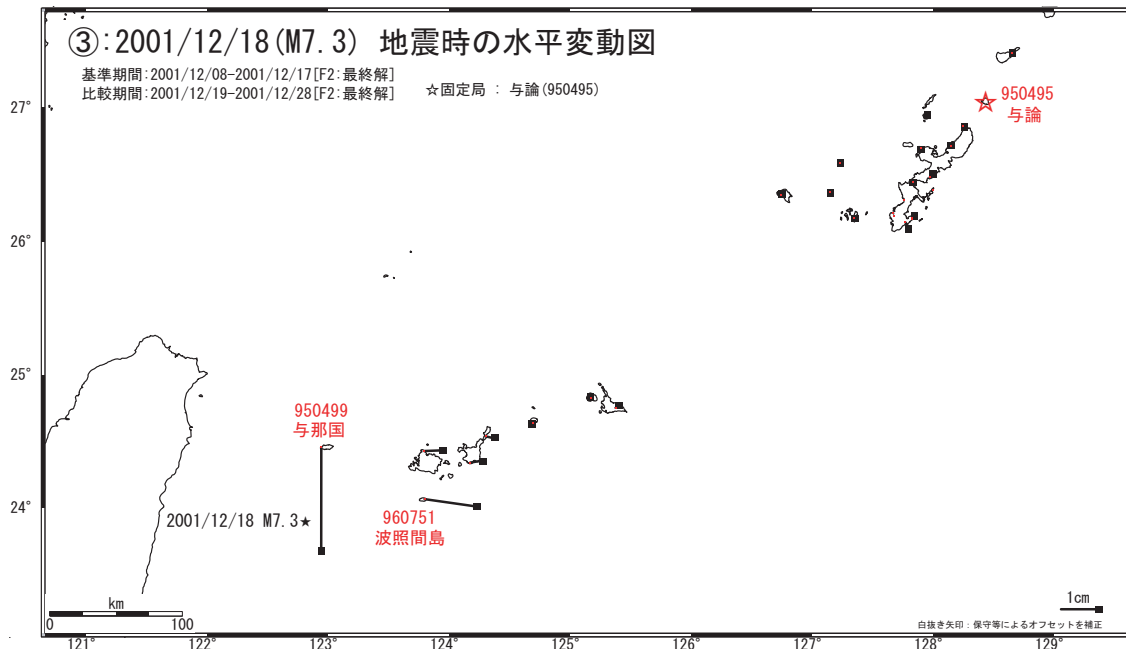
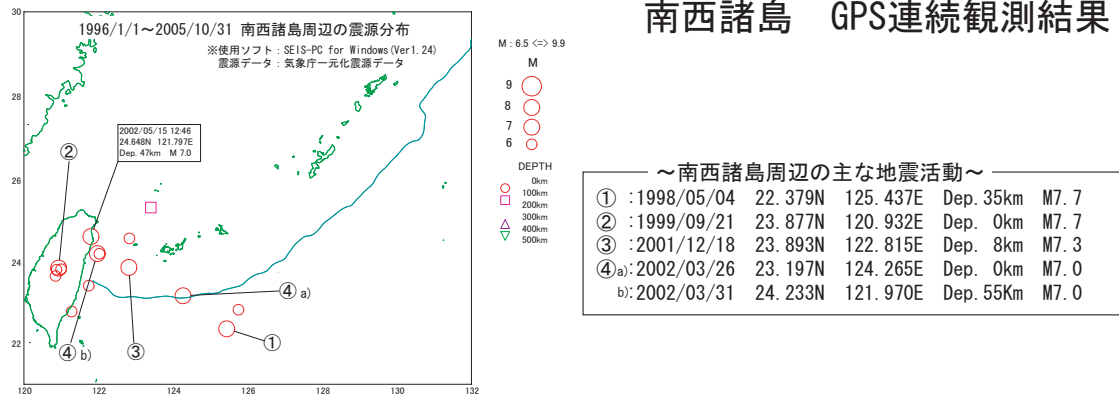
南西諸島 GPS連続観測結果



第1図 南西諸島における GEONET 観測結果 (上段: 1998 年 5 月 4 日の地震時の変動, 下段: 1999 年 9 月 21 日台湾集集地震時の変動)

Fig.1 GEONET observation result in Nansei islands (upper: Horizontal movement by the earthquake on May 4, 1998, lower: Horizontal movement by the Chi-chi earthquake on September 21, 1999)

南西諸島 GPS連続観測結果

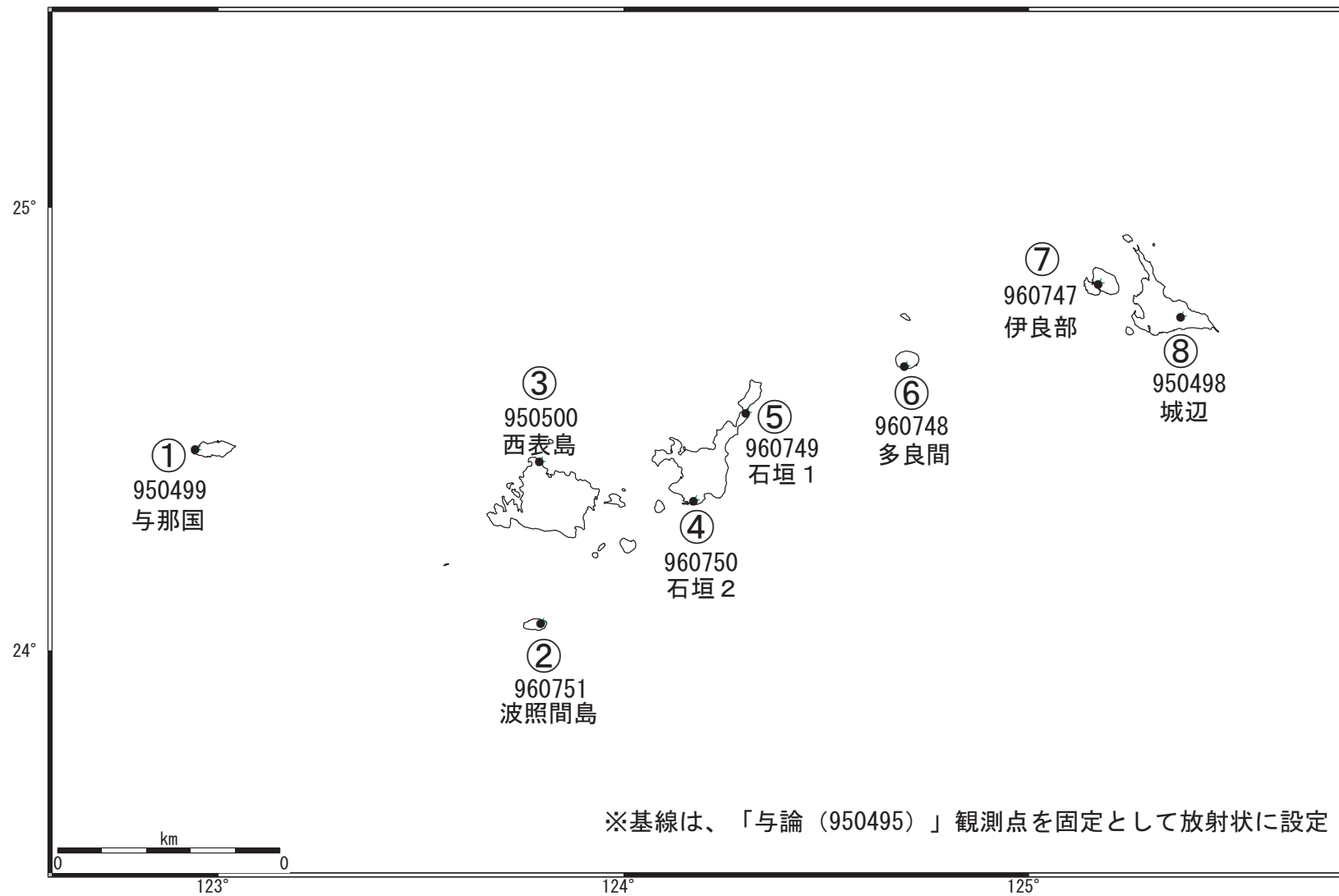


ベクトル図の変動は、3/26の地震前と3/31の地震後を比較して得られたものである。

第2図 南西諸島における GEONET 観測結果 (上段: 2001年12月18日の地震時の変動, 下段: 2002年3月26日および2002年3月31日の地震時の変動)

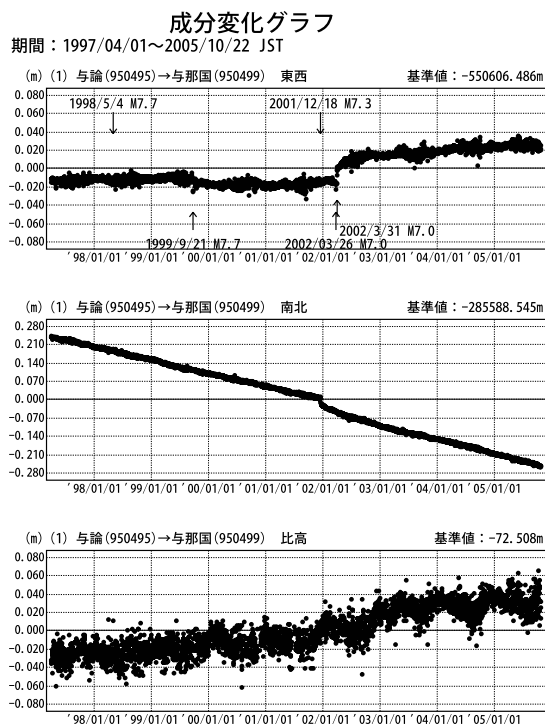
Fig.2 GEONET observation result in Nansei islands (upper: Horizontal movement by the earthquake on December 18, 2001, lower: Horizontal movement by the earthquake on March 26 and March 31, 2002)

南西諸島 GPS連続観測基線図

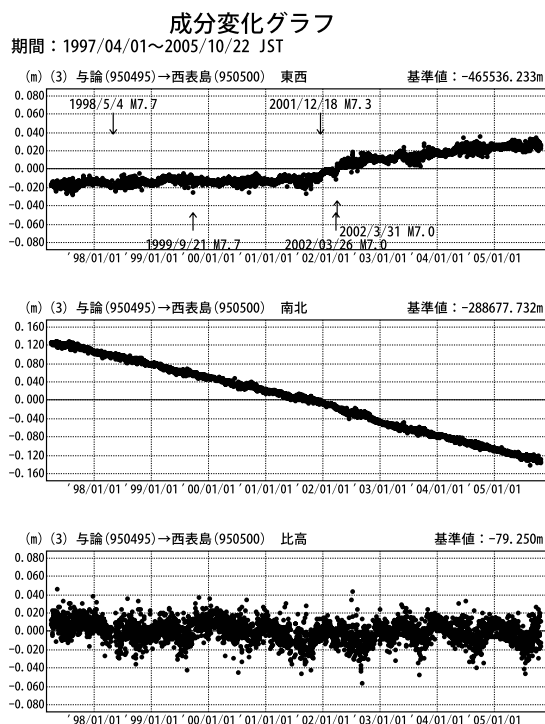
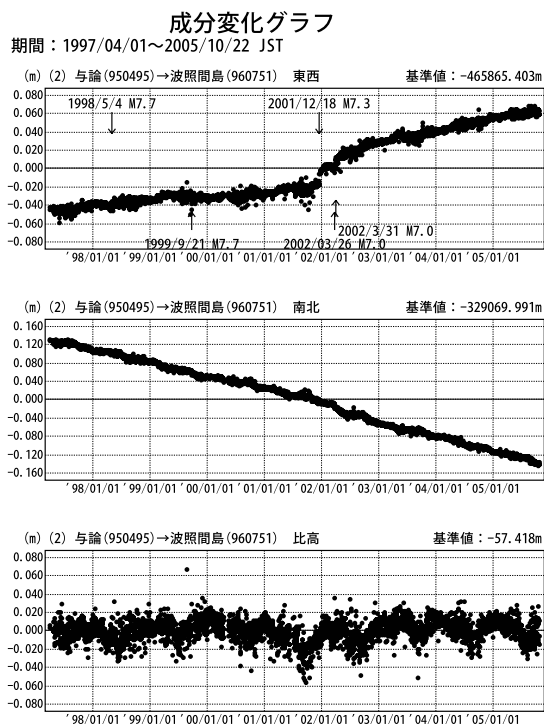


第 3 図 GEONET 最終解による南西諸島における長期間の GPS 連続観測結果（基線図）

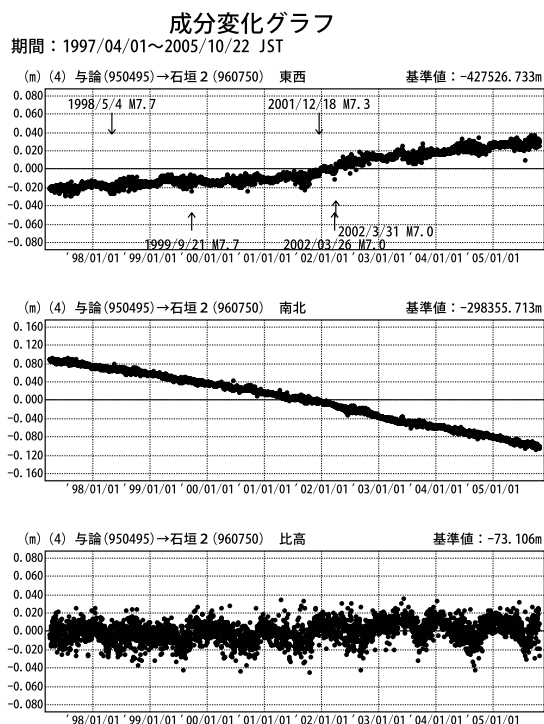
Fig.3 Long term time series of GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around Nansei islands(baseline map).



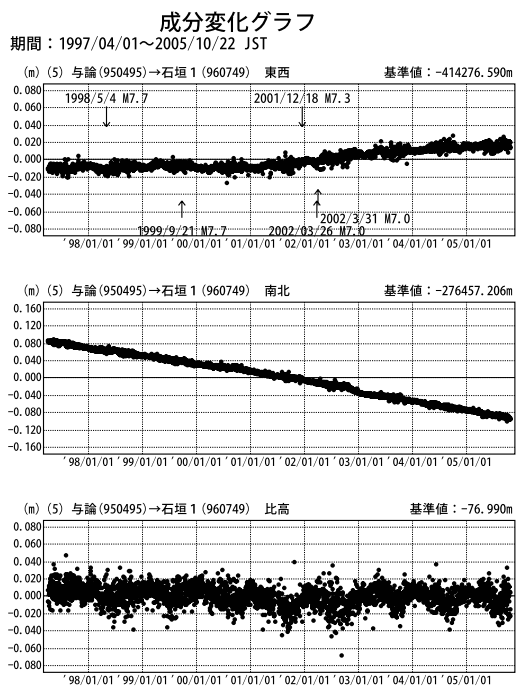
● --- [F2:最終解]



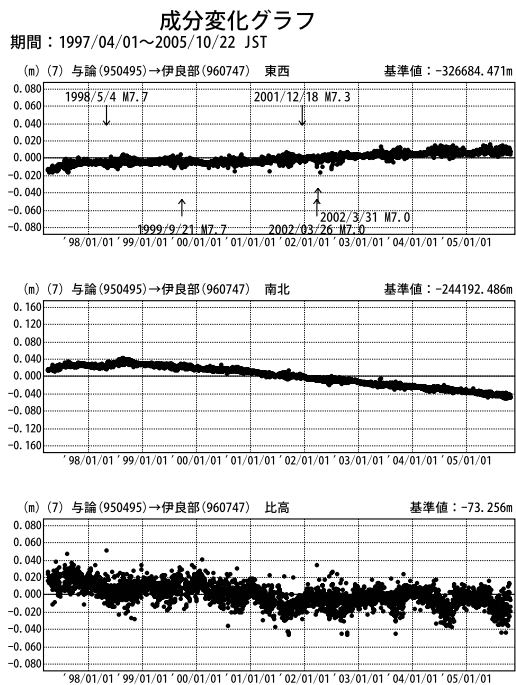
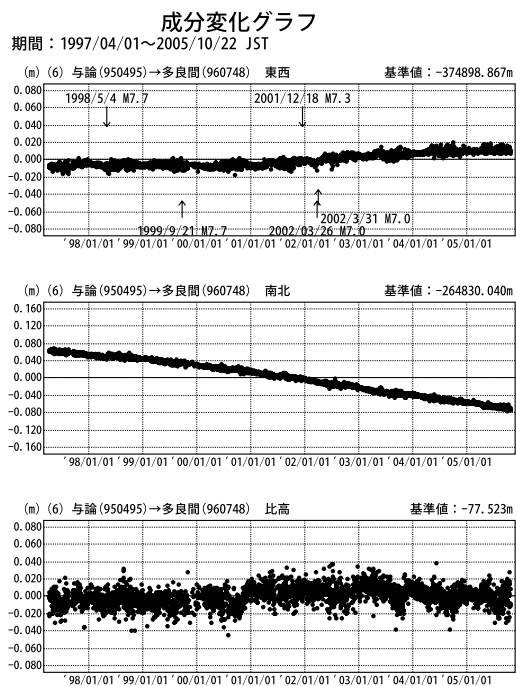
● --- [F2:最終解]



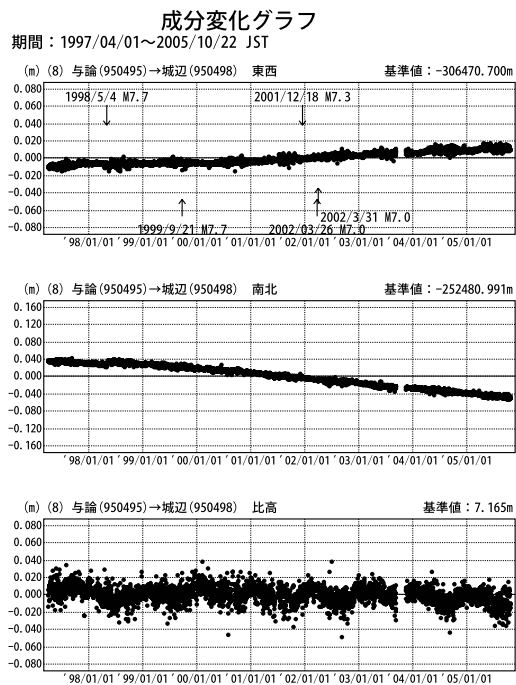
第4図 GEONET 最終解による南西諸島における長期間の GPS 連続観測結果
Fig.4 Long term time series of GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around Nansei islands



● --- [F2:最終解]



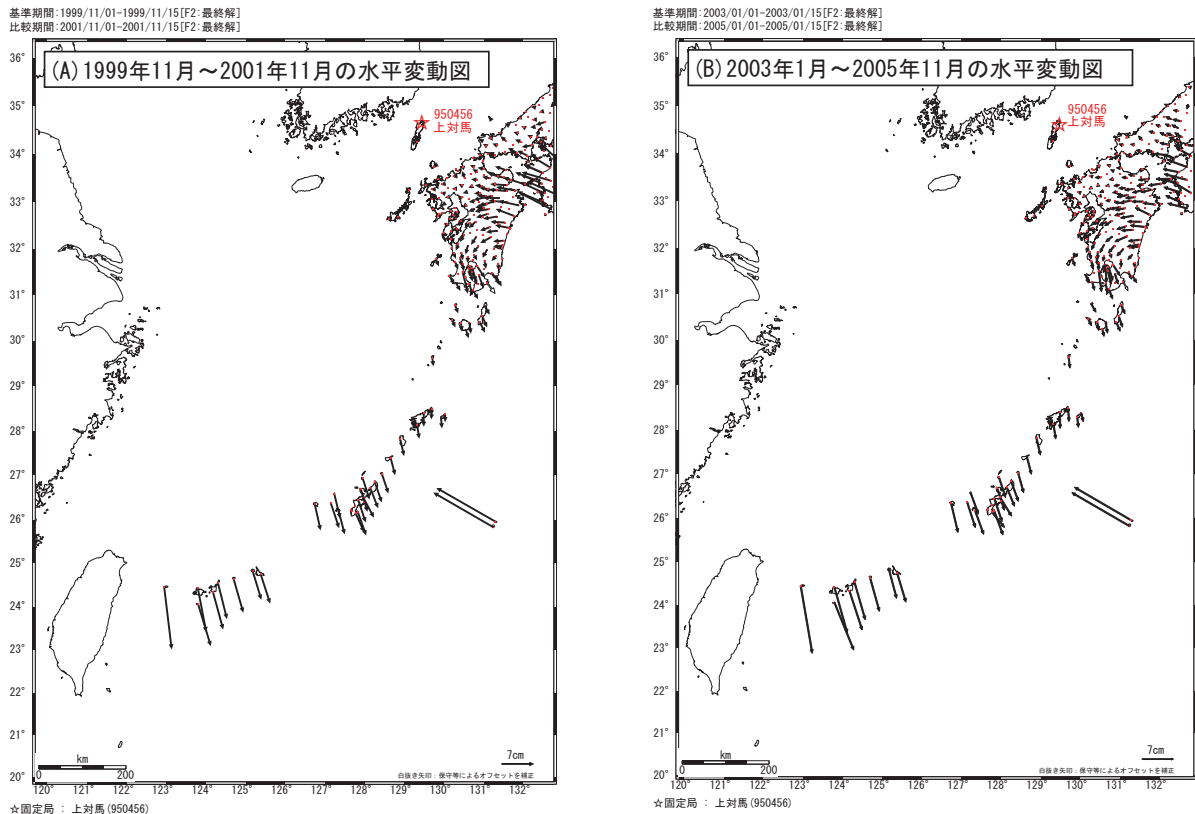
● --- [F2:最終解]



第5図 GEONET 最終解による南西諸島における長期間の GPS 連続観測結果
Fig.5 Long term time series of GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around Nansei islands

南西諸島の定常的な変動パターン

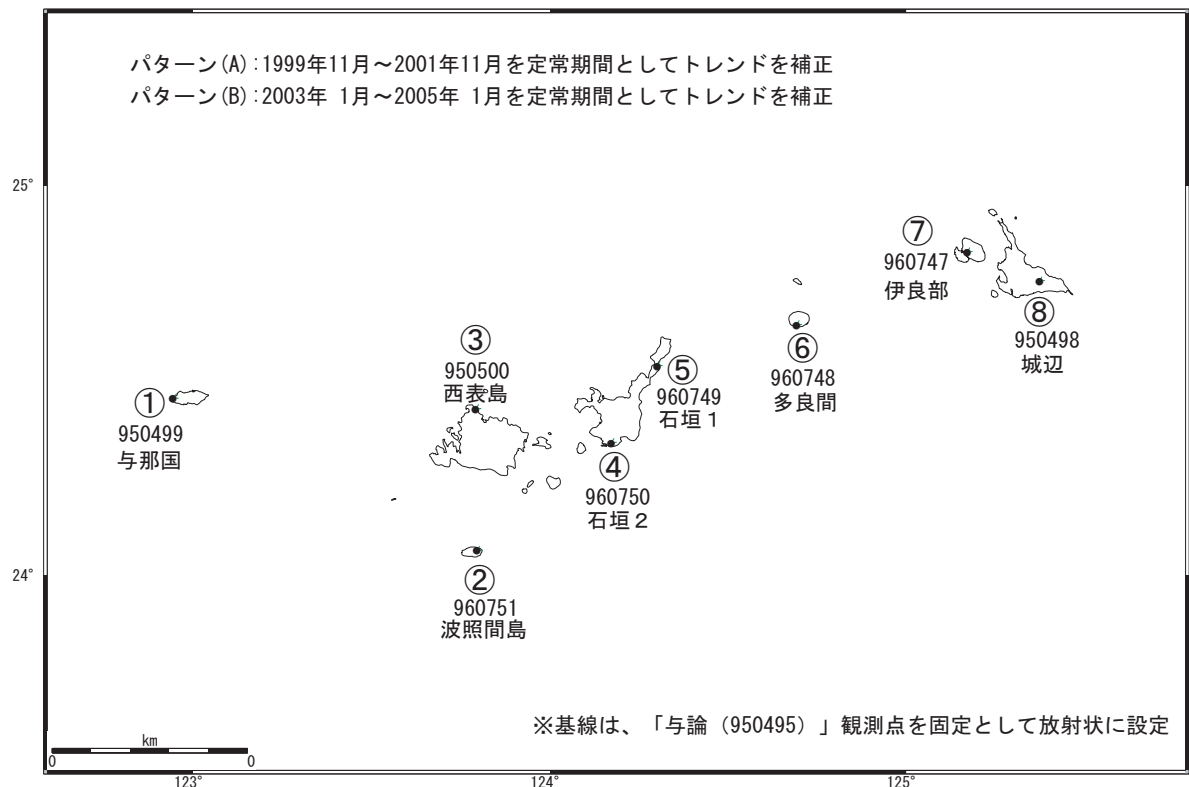
地震活動がなかった(A) 1999年11月～2001年1月, (B) 2003年1月～2005年1月, 各期間の水平変動図



第 6 図 南西諸島の定常的な地殻水平変動パターン

Fig.6 Standard horizontal crustal movement pattern in Nansei islands

南西諸島 GPS連続観測基線図



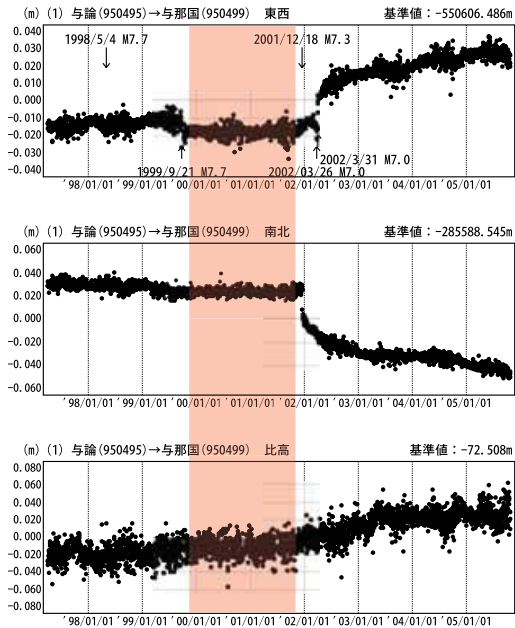
第 7 図 トренд・年周・半年周を補正した南西諸島における長期間の GPS 連続観測結果 (基線図)

Fig.7 Long term time series removing linear trend, one year cycle and half year cycle variation from the GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around Nansei islands(baseline map).

パターン (A)

傾斜・半年周・年周補正グラフ

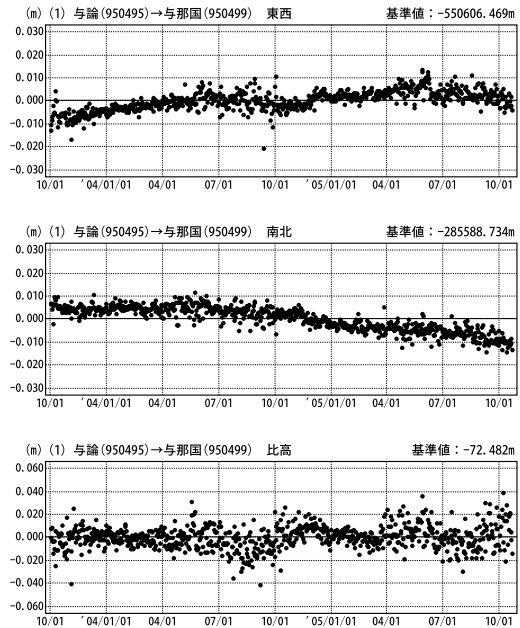
期間：1997/04/01～2005/10/22 JST



● ---[F2:最終解]

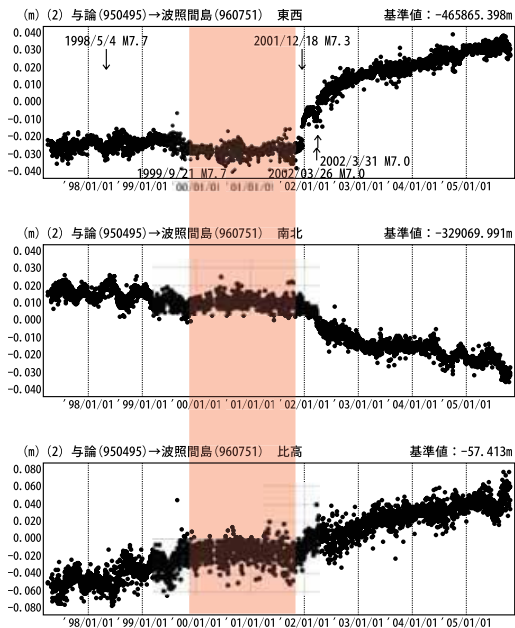
傾斜・半年周・年周補正グラフ

期間：2003/10/01～2005/10/22 JST 計算期間：1999/11/01～2001/11/01



傾斜・半年周・年周補正グラフ

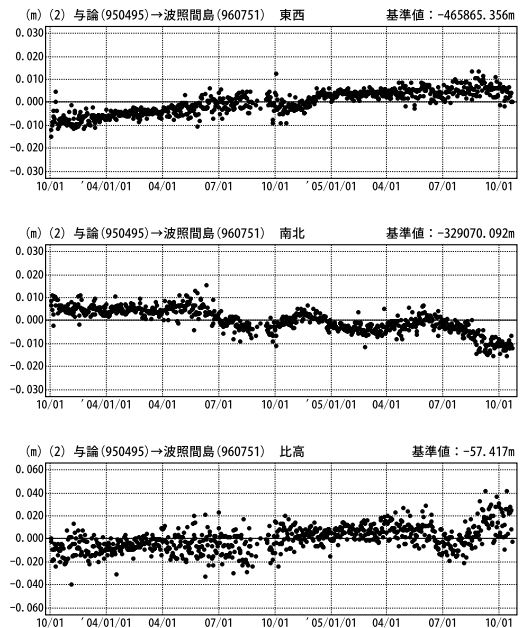
期間：1997/04/01～2005/10/22 JST



● ---[F2:最終解]

傾斜・半年周・年周補正グラフ

期間：2003/10/01～2005/10/22 JST 計算期間：1999/11/01～2001/11/01



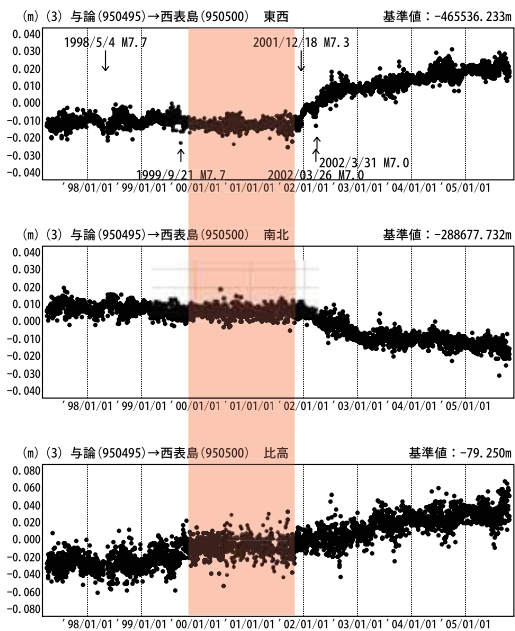
第 8 図 トレンド・年周・半年周を補正した南西諸島における長期間の GPS 連続観測結果（基準期間 1999 年 11 月～2001 年 11 月）

Fig.8 Long term time series removing linear trend, one year cycle and half year cycle variation from the GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around Nansei islands.
(referred to the trend from Nov. 1999 to Nov. 2001)

パターン (A)

傾斜・半年周・年周補正グラフ

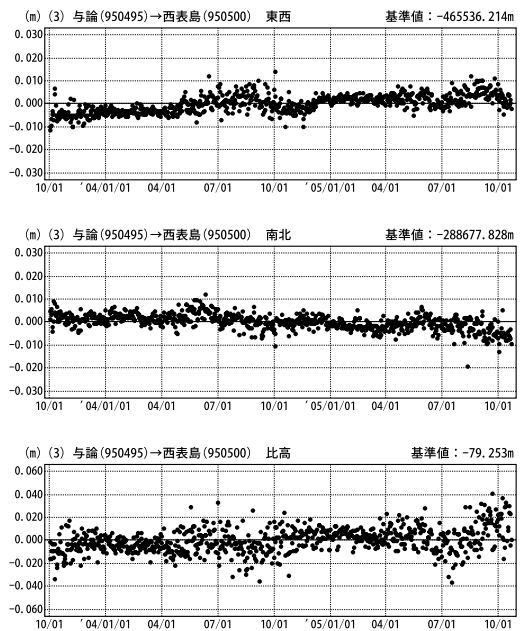
期間：1997/04/01～2005/10/22 JST



● ---[F2:最終解]

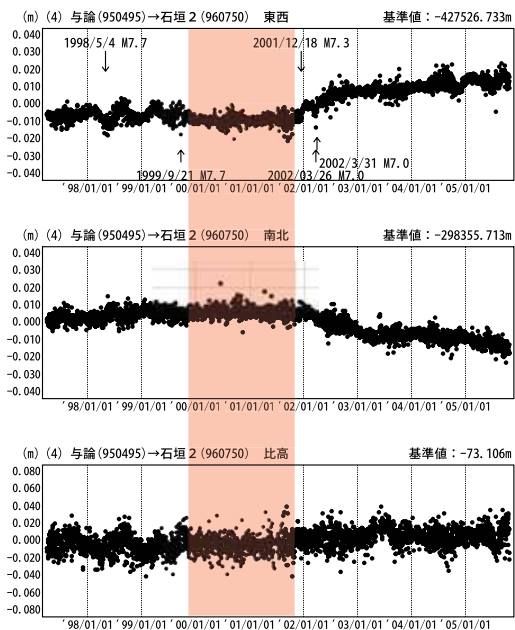
傾斜・半年周・年周補正グラフ

期間：2003/10/01～2005/10/22 JST 計算期間：1999/11/01～2001/11/01



傾斜・半年周・年周補正グラフ

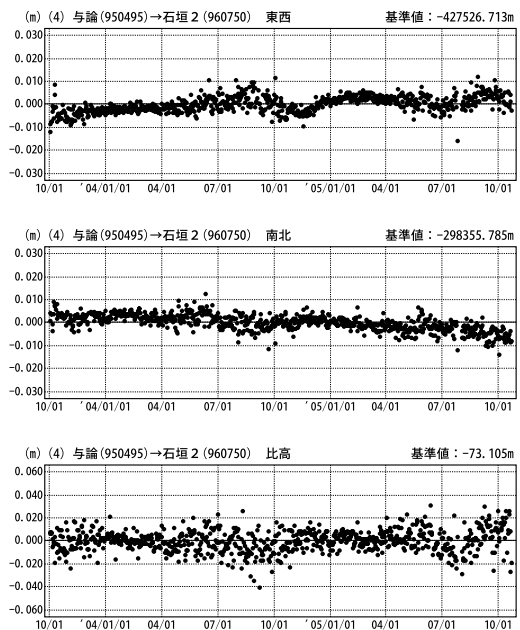
期間：1997/04/01～2005/10/22 JST



● ---[F2:最終解]

傾斜・半年周・年周補正グラフ

期間：2003/10/01～2005/10/22 JST 計算期間：1999/11/01～2001/11/01



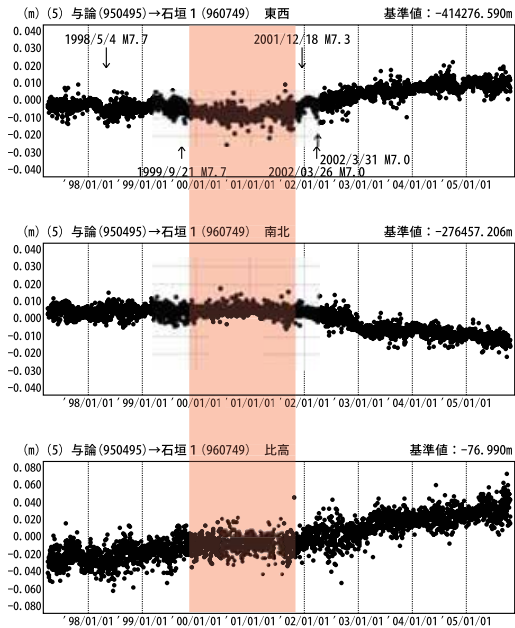
第9図 トレンド・年周・半年周を補正した南西諸島における長期間のGPS連続観測結果（基準期間1999年11月～2001年11月）

Fig.9 Long term time series removing linear trend, one year cycle and half year cycle variation from the GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around Nansei islands. (referred to the trend from Nov. 1999 to Nov. 2001)

パターン (A)

傾斜・半年周・年周補正グラフ

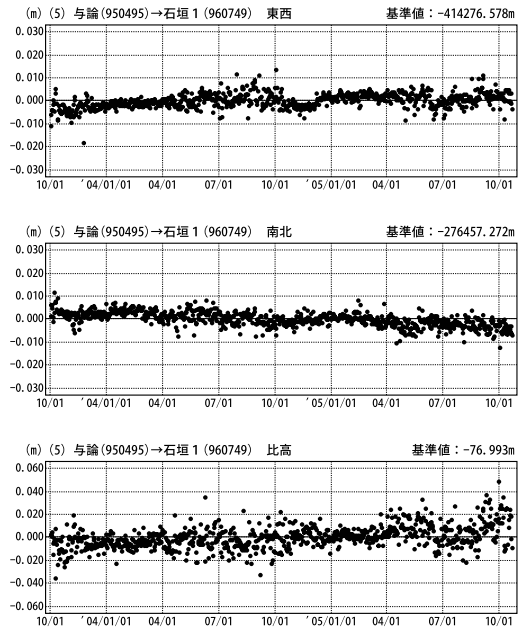
期間：1997/04/01～2005/10/22 JST



● ---[F2:最終解]

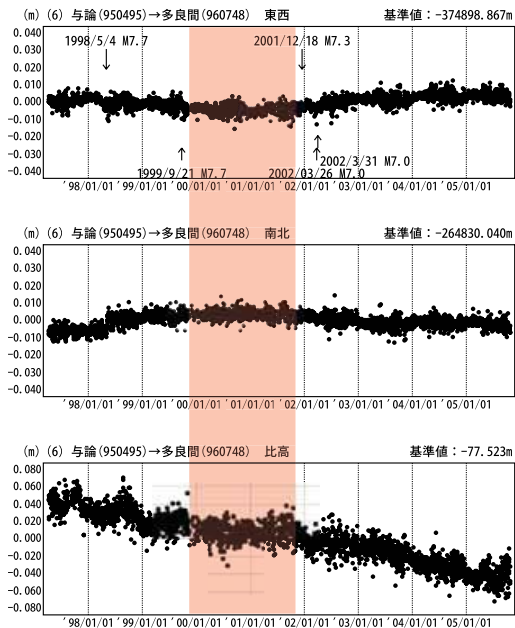
傾斜・半年周・年周補正グラフ

期間：2003/10/01～2005/10/22 JST 計算期間：1999/11/01～2001/11/01



傾斜・半年周・年周補正グラフ

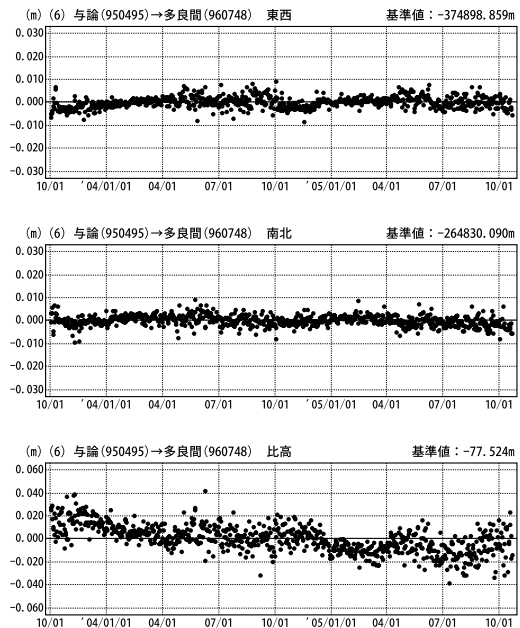
期間：1997/04/01～2005/10/22 JST



● ---[F2:最終解]

傾斜・半年周・年周補正グラフ

期間：2003/10/01～2005/10/22 JST 計算期間：1999/11/01～2001/11/01



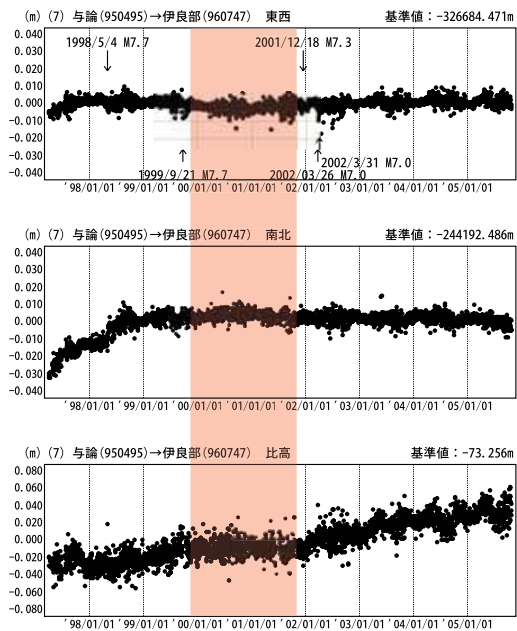
第 10 図 トレンド・年周・半年周を補正した南西諸島における長期間の GPS 連続観測結果（基準期間 1999 年 11 月～2001 年 11 月）

Fig.10 Long term time series removing linear trend, one year cycle and half year cycle variation from the GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around Nansei islands.
(referred to the trend from Nov. 1999 to Nov. 2001)

パターン (A)

傾斜・半年周・年周補正グラフ

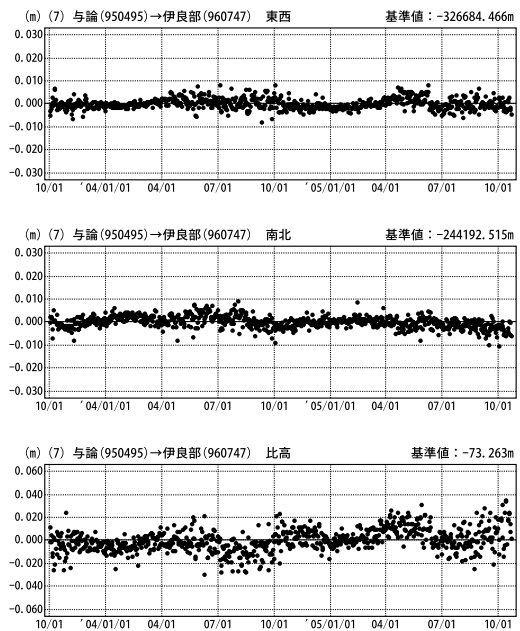
期間：1997/04/01～2005/10/22 JST



● ---[F2:最終解]

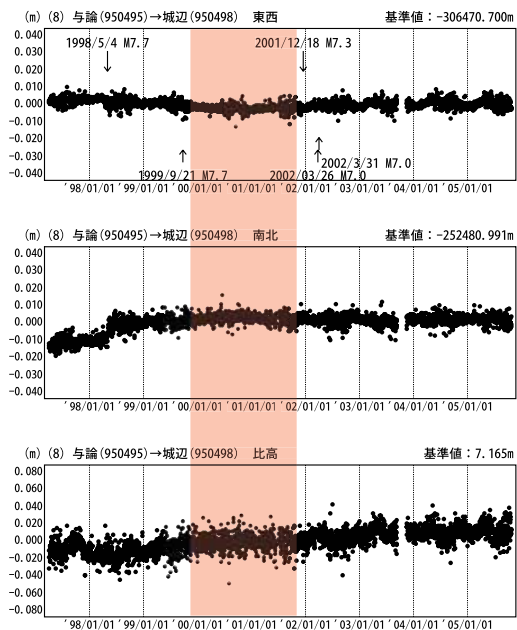
傾斜・半年周・年周補正グラフ

期間：2003/10/01～2005/10/22 JST 計算期間：1999/11/01～2001/11/01



傾斜・半年周・年周補正グラフ

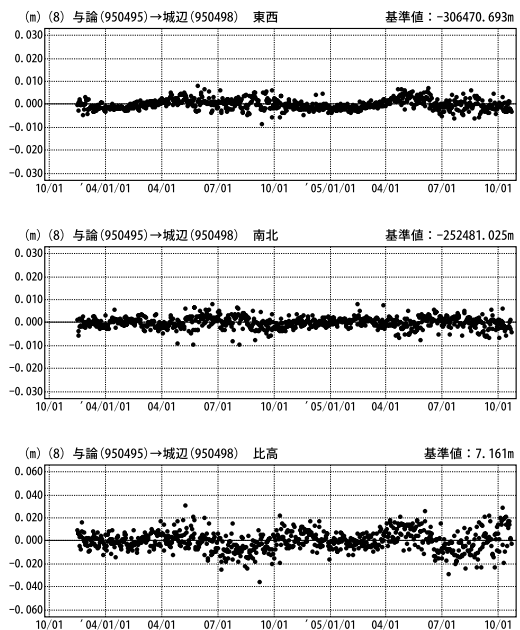
期間：1997/04/01～2005/10/22 JST



● ---[F2:最終解]

傾斜・半年周・年周補正グラフ

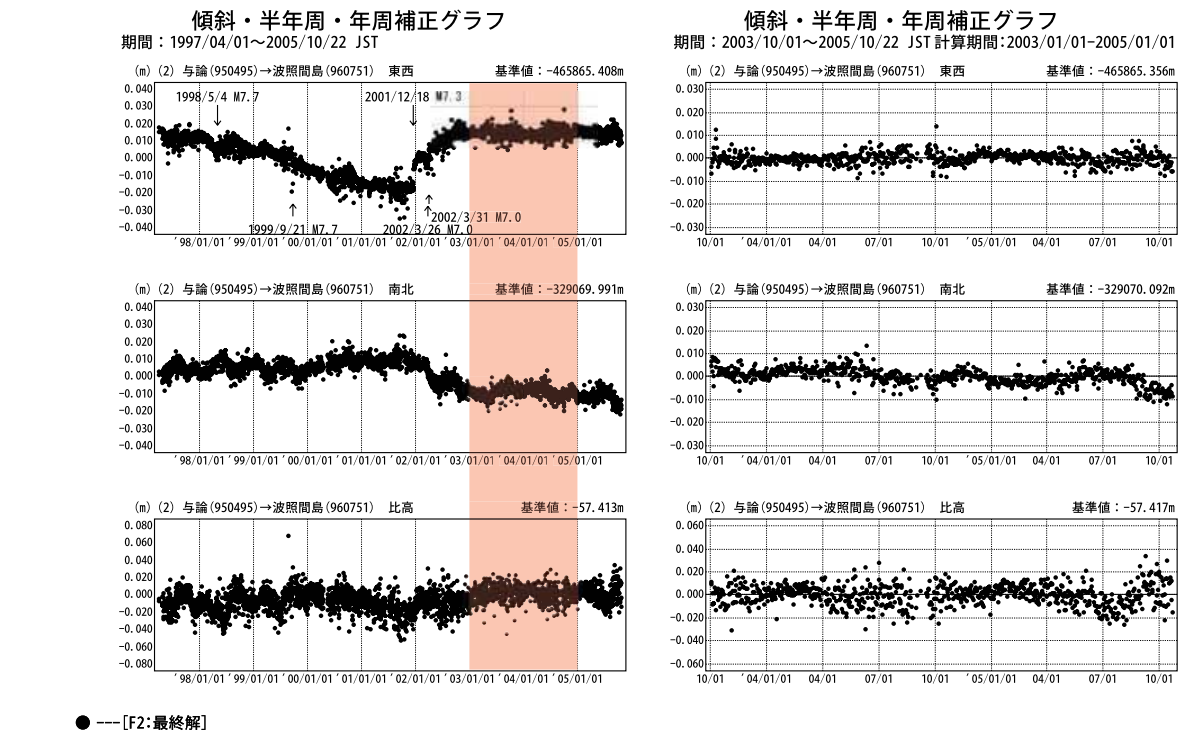
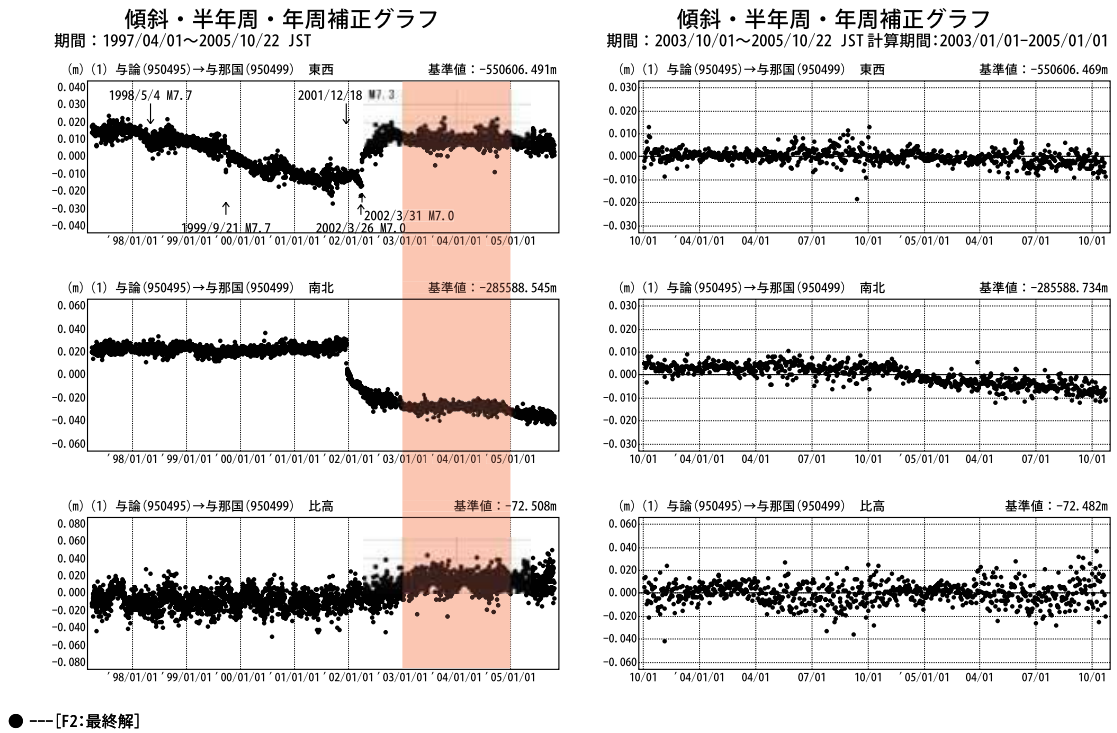
期間：2003/10/01～2005/10/22 JST 計算期間：1999/11/01～2001/11/01



第 11 図 トレンド・年周・半年周を補正した南西諸島における長期間の GPS 連続観測結果（基準期間 1999 年 11 月～2001 年 11 月）

Fig.11 Long term time series removing linear trend, one year cycle and half year cycle variation from the GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around Nansei islands. (referred to the trend from Nov. 1999 to Nov. 2001)

パターン (B)



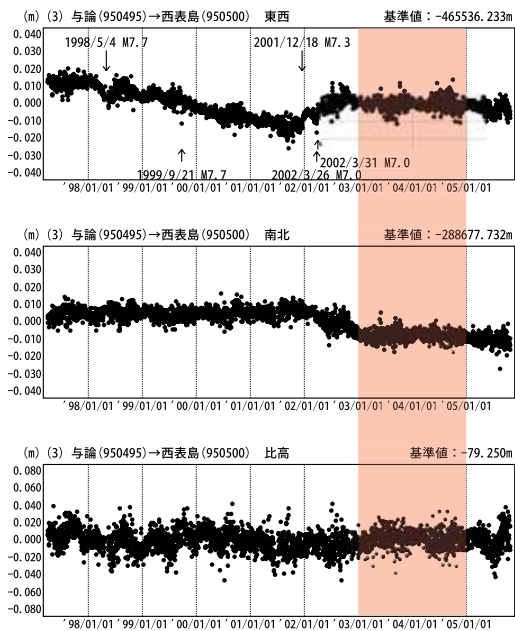
第 12 図 トレンド・年周・半年周を補正した南西諸島における長期間の GPS 連続観測結果（基準期間 2003 年 1 月～2005 年 1 月）

Fig.12 Long term time series removing linear trend, one year cycle and half year cycle variation from the GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around Nansei islands. (referred to the trend from Jan. 2003 to Jan. 2005)

パターン (B)

傾斜・半年周・年周補正グラフ

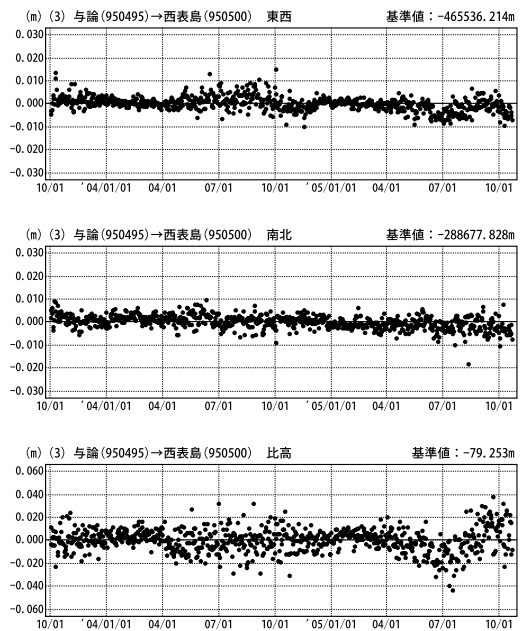
期間：1997/04/01～2005/10/22 JST



● ---[F2:最終解]

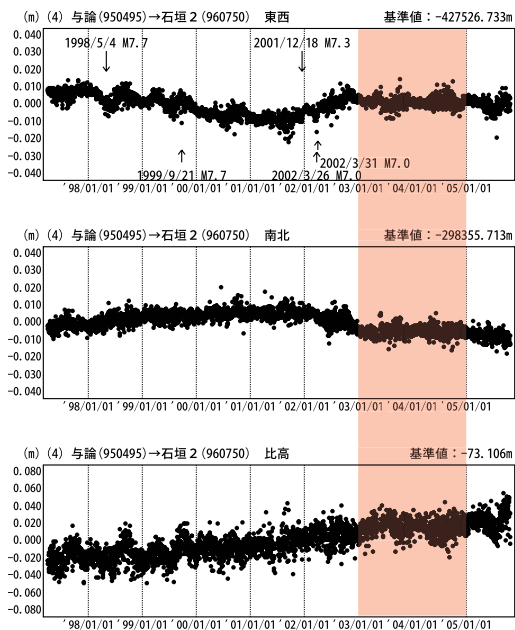
傾斜・半年周・年周補正グラフ

期間：2003/10/01～2005/10/22 JST 計算期間：2003/01/01～2005/01/01



傾斜・半年周・年周補正グラフ

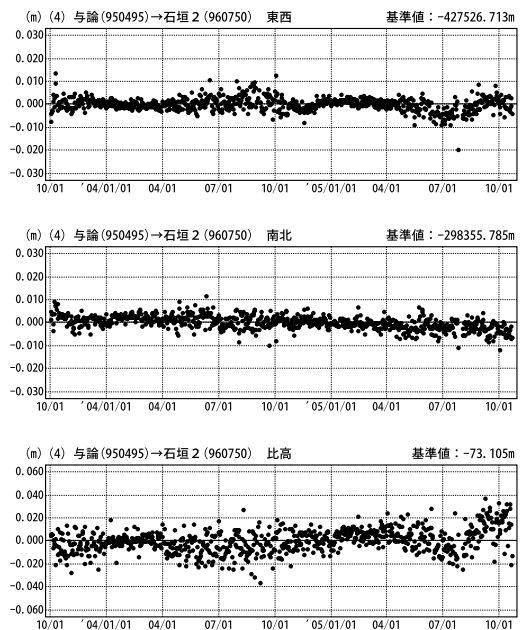
期間：1997/04/01～2005/10/22 JST



● ---[F2:最終解]

傾斜・半年周・年周補正グラフ

期間：2003/10/01～2005/10/22 JST 計算期間：2003/01/01～2005/01/01



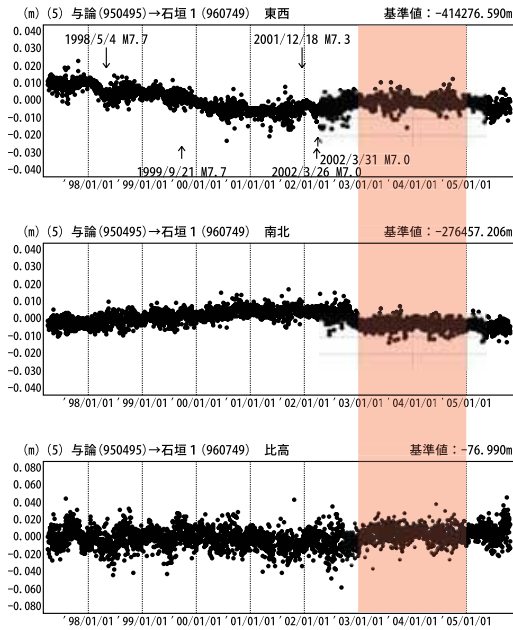
第 13 図 トレンド・年周・半年周を補正した南西諸島における長期間の GPS 連続観測結果（基準期間 2003 年 1 月～2005 年 1 月）

Fig.13 Long term time series removing linear trend, one year cycle and half year cycle variation from the GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around Nansei islands. (referred to the trend from Jan. 2003 to Jan. 2005)

パターン (B)

傾斜・半年周・年周補正グラフ

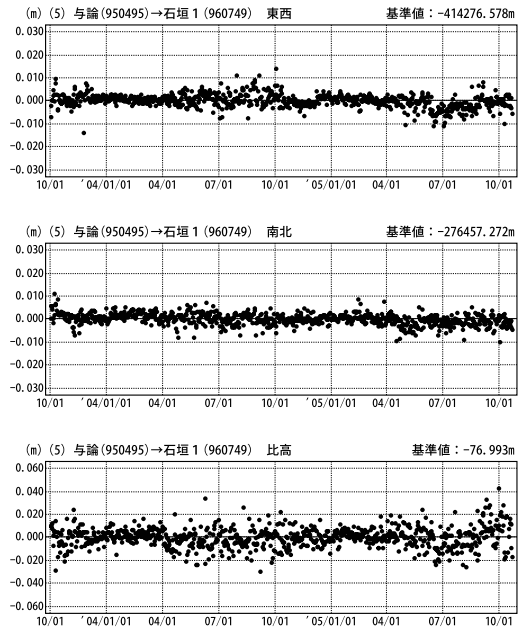
期間：1997/04/01～2005/10/22 JST



● ---[F2:最終解]

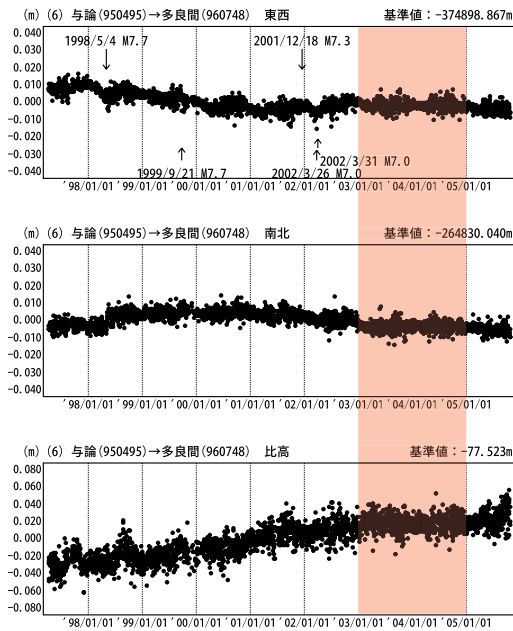
傾斜・半年周・年周補正グラフ

期間：2003/10/01～2005/10/22 JST 計算期間：2003/01/01～2005/01/01



傾斜・半年周・年周補正グラフ

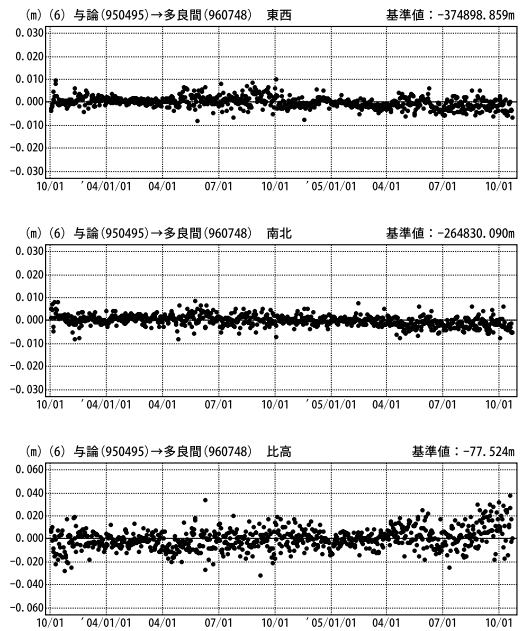
期間：1997/04/01～2005/10/22 JST



● ---[F2:最終解]

傾斜・半年周・年周補正グラフ

期間：2003/10/01～2005/10/22 JST 計算期間：2003/01/01～2005/01/01



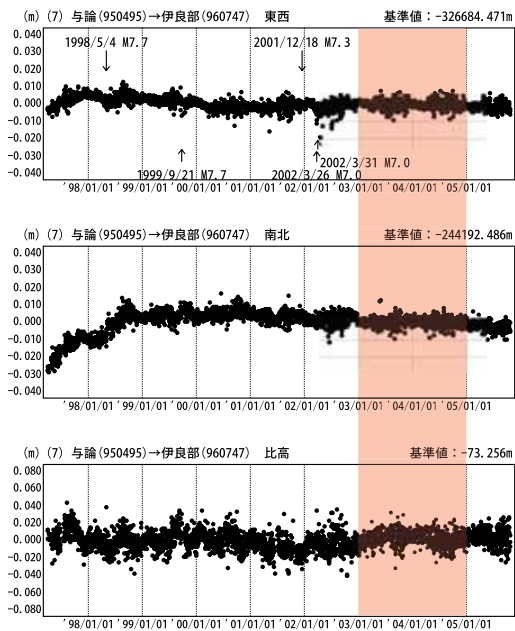
第 14 図 トレンド・年周・半年周を補正した南西諸島における長期間の GPS 連続観測結果（基準期間 2003 年 1 月～2005 年 1 月）

Fig.14 Long term time series removing linear trend, one year cycle and half year cycle variation from the GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around Nansei islands. (referred to the trend from Jan. 2003 to Jan. 2005)

パターン（B）

傾斜・半年周・年周補正グラフ

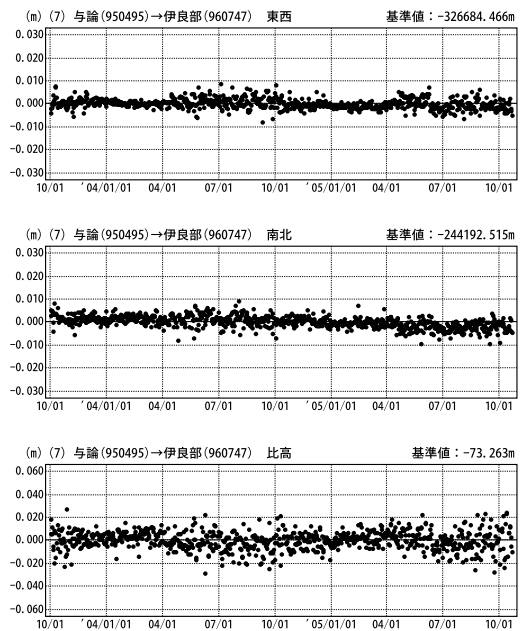
期間：1997/04/01～2005/10/22 JST



● ---[F2:最終解]

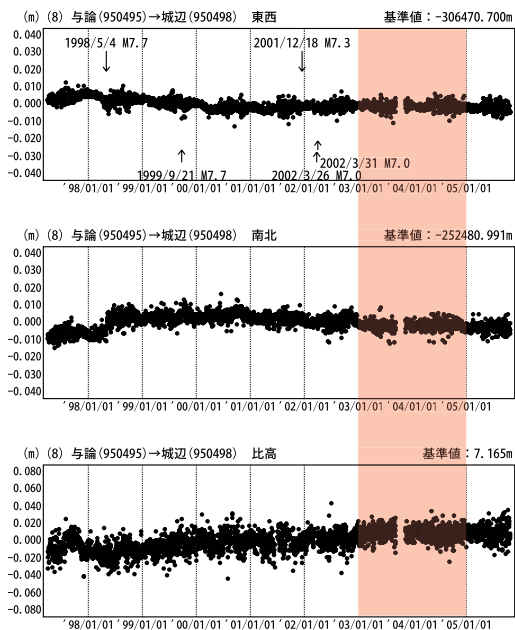
傾斜・半年周・年周補正グラフ

期間：2003/10/01～2005/10/22 JST 計算期間:2003/01/01-2005/01/01



傾斜・半年周・年周補正グラフ

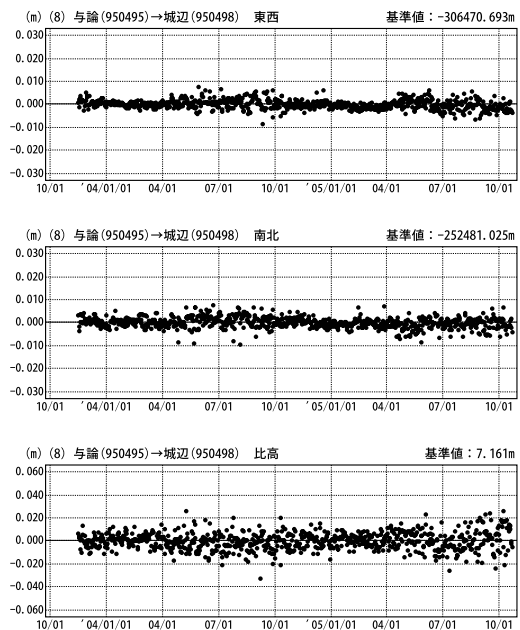
期間：1997/04/01～2005/10/22 JST



● ---[F2:最終解]

傾斜・半年周・年周補正グラフ

期間：2003/10/01～2005/10/22 JST 計算期間:2003/01/01-2005/01/01



第 15 図 トレンド・年周・半年周を補正した南西諸島における長期間の GPS 連続観測結果（基準期間 2003 年 1 月～2005 年 1 月）

Fig.15 Long term time series removing linear trend, one year cycle and half year cycle variation from the GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around Nansei islands. (referred to the trend from Jan. 2003 to Jan. 2005)