

11 - 7 水平成分変化率による地殻変動

Crustal movement monitoring method by plotting horizontal velocity component from GPS observation

国土地理院

Geographical Survey Institute

第1図からは、水平変動速度の変化から、余効変動などの非定常成分を抽出する新たな表示手法を考案し、全国の地殻変動監視に適用した例を示した。第1図に原理を説明してあるが、一定の時間窓（60日または90日）での水平変動速度の定常的な成分からのずれを、東西方向・南北方向それぞれにプロットし、ある閾値を超えれば非定常的な変動が起きている（続いている）ことが推定できる、というものである。

第2図には、今回この手法を適用した地域を示した。

第3～8図は、北海道東部太平洋沿岸のえりも1、釧路町、根室4観測点について調べたものである。第4図のえりも1の図では、2005年8月時点では定常的な変動の範囲にまだ戻っていないことが確認できる。第6図の釧路町では、定常的な動きに戻りつつあるが、完全には余効変動が終息していない様子がみえる。第8図の根室4では、プロットが中心部に戻ってきており、2005年8月時点では非定常的な動きがかなり小さいことが見て取れる。

第9～16図は、宮城県沿岸部の大船渡、志津川、牡鹿、利府観測点について調べたものである。第10図の大船渡観測点では、2003年5月26日の宮城県沖地震の影響が確認できる。また、同10月31日の福島県沖の地震の影響も見られるが、それ以外の時期は概ね平常状態にあるように見える。第12図の志津川観測点でも、2003年5月26日の宮城県沖地震の影響が大きく、7月26日の宮城県北部の地震も多少影響しているようである。また、同10月31日の福島県沖の地震の影響も見られる。第14図は牡鹿観測点である。2003年5月26日の宮城県沖地震、7月26日の宮城県北部の地震、10月31日の福島県沖の地震の影響が見られる。最終プロットは2005年7月3日であり、8月3日のデータまで使っているがプロットはほぼ中心にあり、2005年8月16日の宮城県沖地震の発生に関連するような前兆的な非定常変動はこのグラフでは見られない。第16図利府観測点である。牡鹿観測点と同様、2003年5月26日の宮城県沖地震、7月26日の宮城県北部の地震、10月31日の福島県沖の地震の影響が見られる。

第17, 18図は中越地方について調べたものである。新潟大和観測点の動きから、中越地震発生以降、非定常的な動きが終息しかかったものの、2005年8月時点ではまだ続いている様子が確認できる。

第19～22図は房総半島の千葉大原、丸山観測点について見たものである。第20図の千葉大原観測点では、2004年5月29日および2005年1月19日の三重会合点付近における地震の影響が見られる。

第23～26図は東海・紀伊半島沿岸部で御前崎・志摩の2点について調べたものである。第24図の御前崎についてみると、2004年9月5日の紀伊半島南東沖地震によるco-seismicな変動があり、その後、数ヶ月はそれ以前と比較して北向きの非定常変動があったことが見える。この図では、「定常」の期間を2001年4月から2004年4月の、東海スロースリップイベント継続期に取っているため、

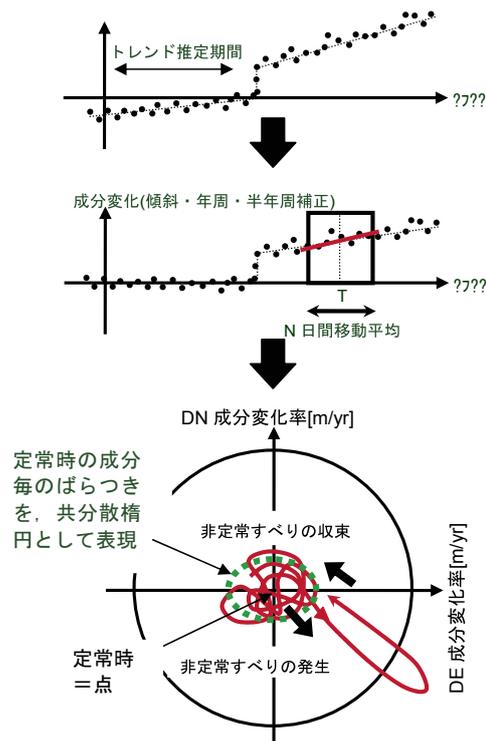
紀伊半島南東沖地震以降の数ヶ月の変動は、スロースリップを見えにくくしていたというこれまでの解析結果を別の表し方で示したものと言える。2005年8月時点では、定常状態を示す楕円の内側にグラフが納まっており、スロースリップがなお続いていることを示している。第26図の志摩観測点では、2004年9月5日の紀伊半島南東沖地震の影響が大きいですが、それ以降もわずかに南向きの成分が2005年8月に至るまでも残っていることを示している。余効変動は御前崎には影響を与えずこの観測点に影響を与えるような領域でまだ残っている可能性がある。

第27～30図は四国地方太平洋沿岸の観測点について調べたものである。第28図は室戸観測である。全体的にばらつきが大きいですが、2004年9月5日の紀伊半島南東沖地震の影響だけは明らかに受けている。第30図は土佐清水観測点である。2003年8月末頃から12月頃にかけて発生したスロースリップイベントの影響が見える。紀伊半島南東沖地震の影響は明瞭ではない。

水平成分変化率

(傾斜・年周・半年周補正)

による地殻変動監視



共分散楕円は2種類提示

下側確率 50%楕円

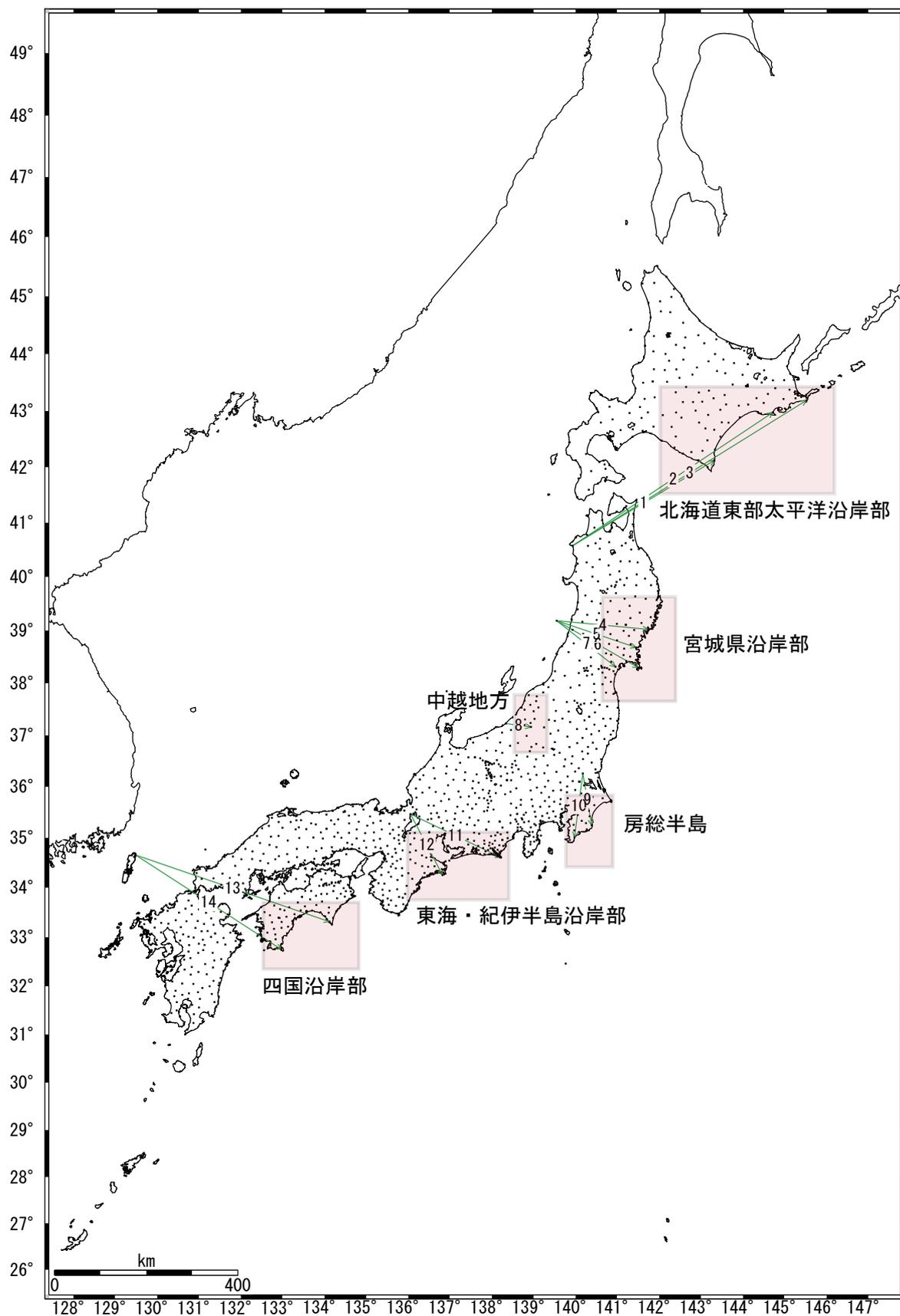
下側確率 99%楕円

トレンド推定期間における成分変化率のばらつきから、トレンド推定期間における水平変化率のばらつきを計算し、共分散楕円としてモデル化した。

第1図 地殻変動水平成分変化率の算出方法および監視図へのプロット方法

Fig.1 The definition of the horizontal crustal movement rate for the monitoring chart and rule for plotting

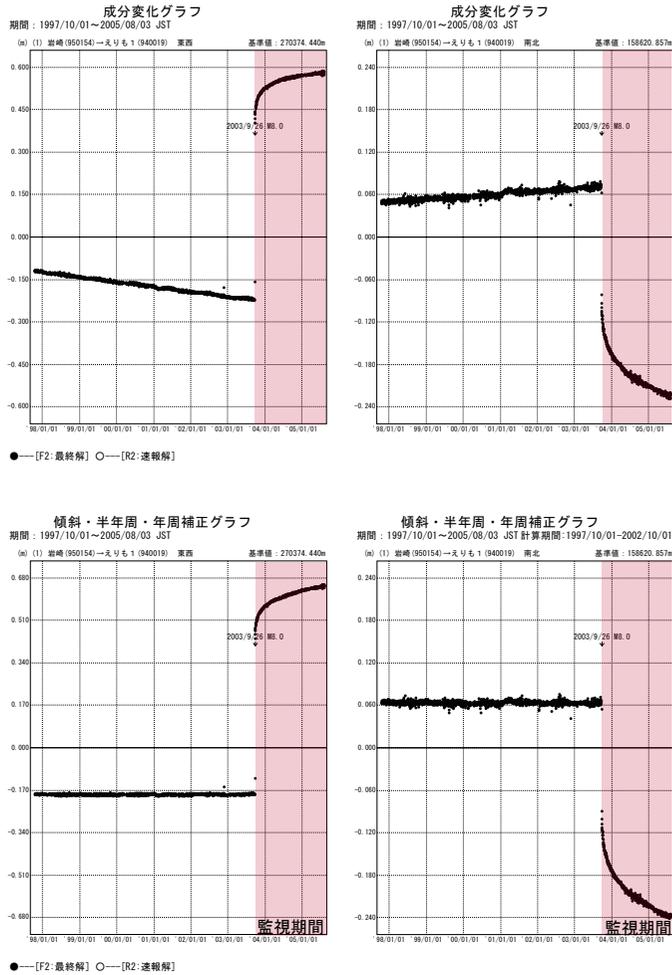
非定常地殻変動監視基線図



第2図 地殻変動速度変化監視図作成地域

Fig.2 Site map of the monitoring chart for horizontal crustal movement rate change

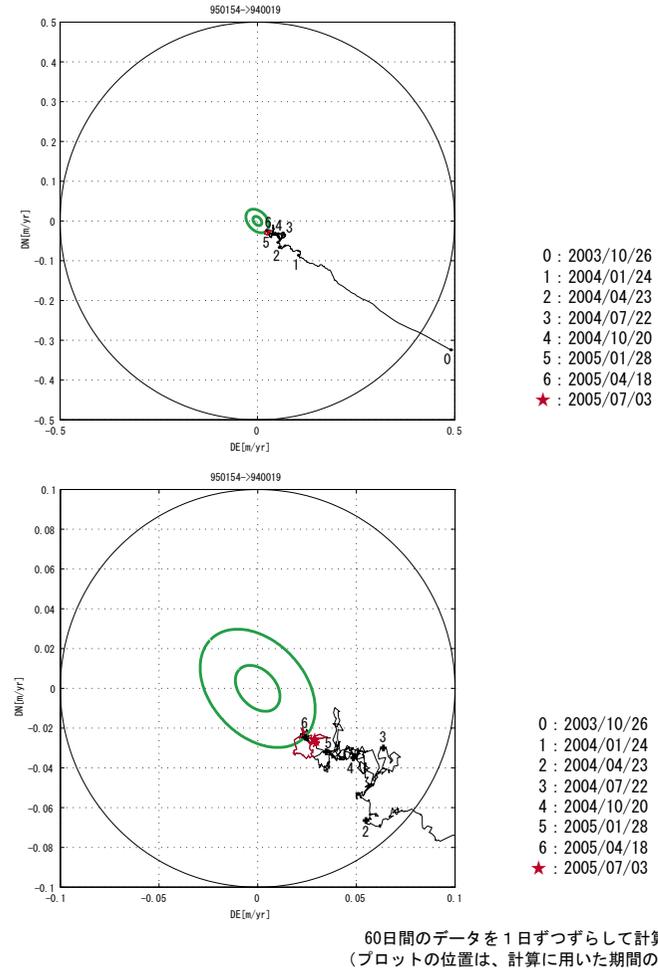
岩崎 (950154) → えりも 1 (940019)



第3図 地殻変動速度水平成分の時系列 (えりも1観測点: 岩崎観測点基準)
Fig.3 The time series of horizontal crustal movement rate at Erimo-1 site (reference: Iwasaki site)

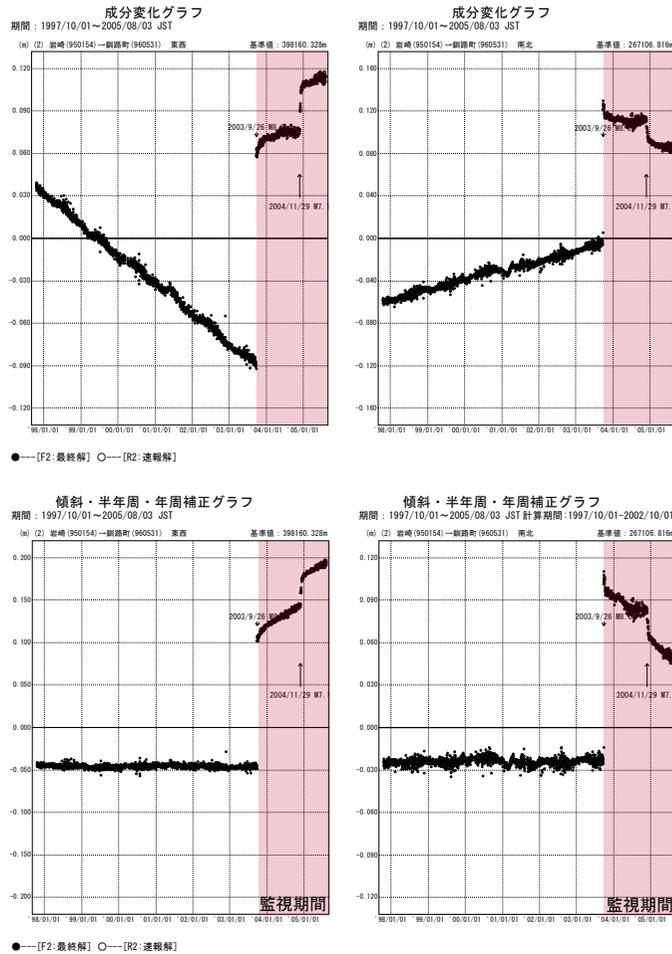
水平成分変化率 (傾斜・年周・半年周補正)
(岩崎:950154 → えりも1:940019)

監視期間 : 2003/09/26 - 2005/08/03
トレンド推定期間 : 1997/10/01 - 2002/10/01



第4図 地殻変動速度変化図 (えりも1観測点: 岩崎観測点基準)
Fig.4 The monitoring chart of horizontal crustal movement rate at Erimo-1 site (reference: Iwasaki site)

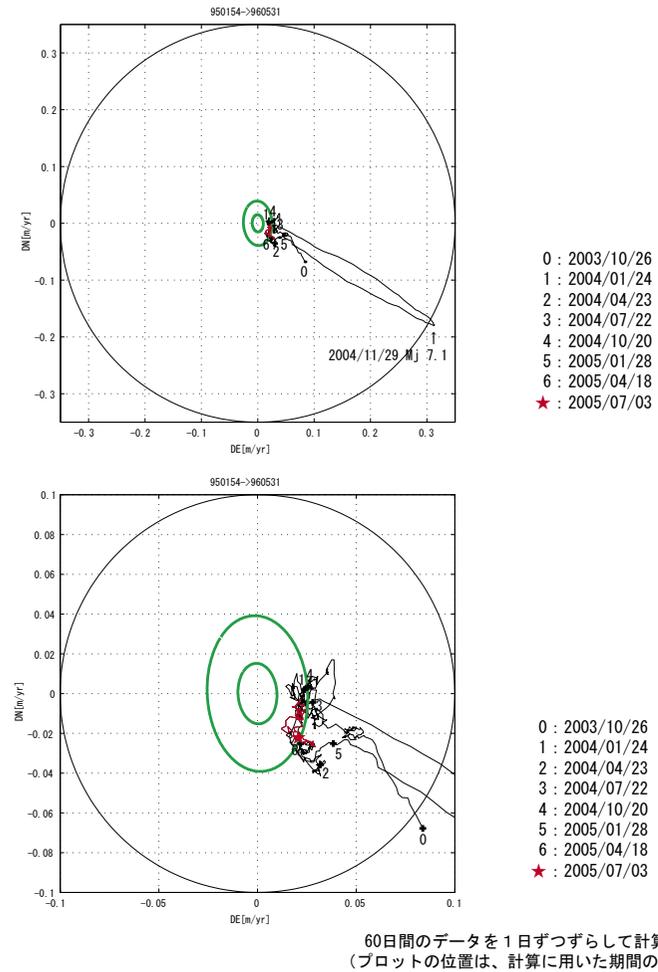
岩崎 (950154) → 釧路町 (960531)



第5図 地殻変動速度水平成分の時系列 (釧路町観測点: 岩崎観測点基準)
Fig.5 The time series of horizontal crustal movement rate at Kushiro-cho site (reference: Iwasaki site)

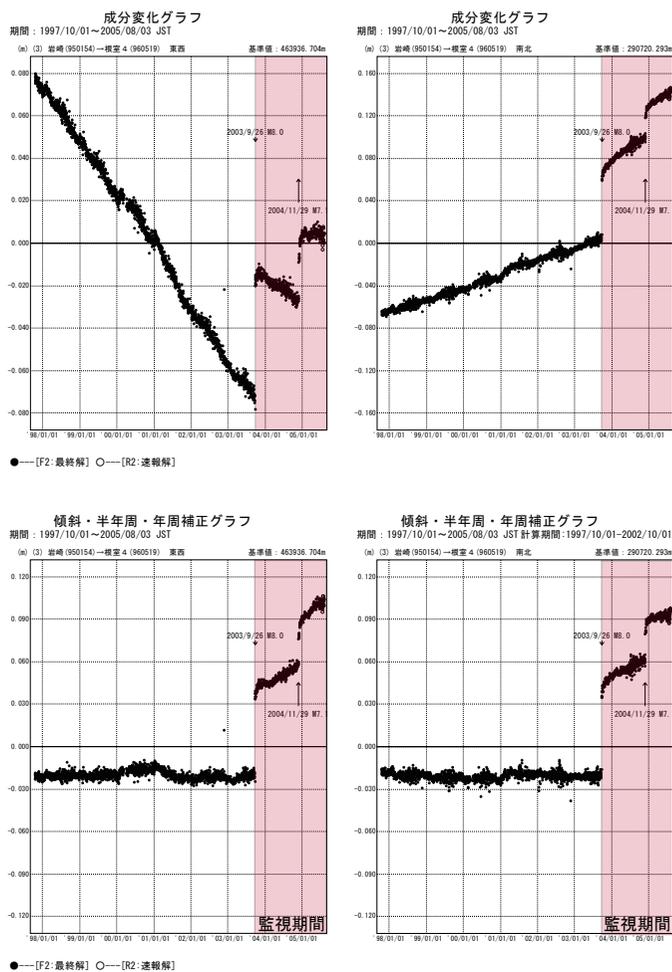
水平成分変化率 (傾斜・年周・半年周補正)
(岩崎:950154 → 釧路町:960531)

監視期間 : 2003/09/26 - 2005/08/03
トレンド推定期間 : 1997/10/01 - 2002/10/01



第6図 地殻変動速度変化図 (釧路町観測点: 岩崎観測点基準)
Fig.6 The monitoring chart of horizontal crustal movement rate at Kushiro-cho site (reference: Iwasaki site)

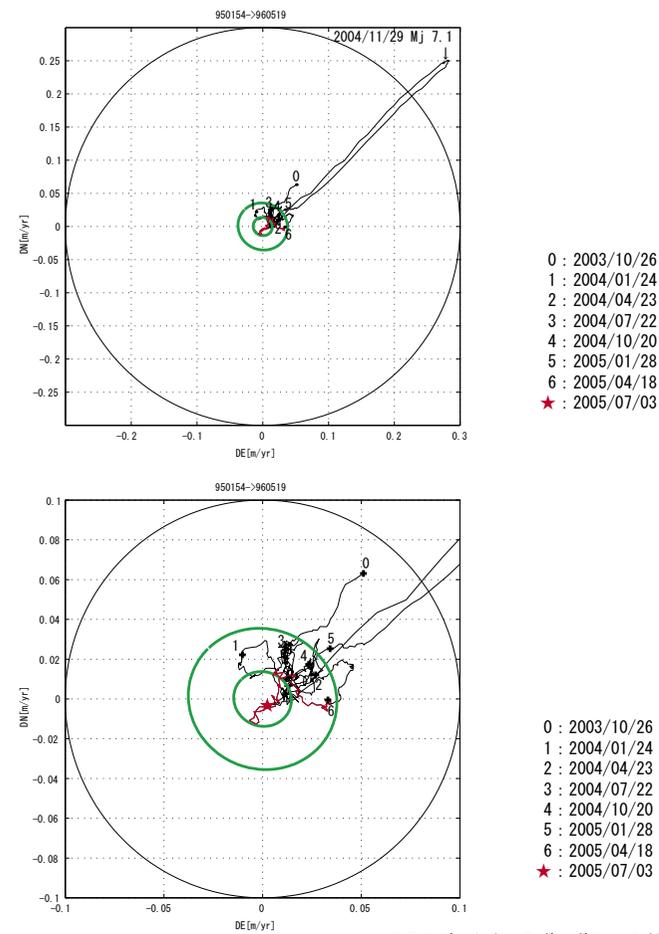
岩崎 (950154) → 根室 4 (960519)



第 7 図 地殻変動速度水平成分の時系列 (根室 4 観測点 : 岩崎観測点基準)
 Fig.7 The time series of horizontal crustal movement rate at Kushiro-4 site (reference:Iwasaki site)

水平成分変化率 (傾斜・年周・半年周補正)
 (岩崎:950154 → 根室 4 :960519)

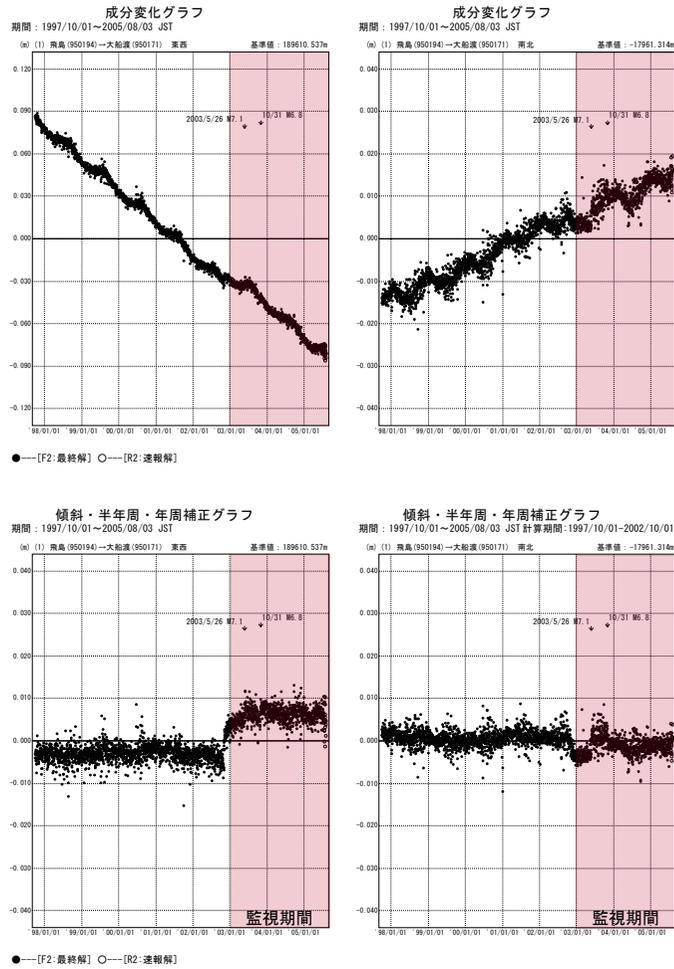
監視期間 : 2003/09/26 - 2005/08/03
 トレンド推定期間 : 1997/10/01 - 2002/10/01



第 8 図 地殻変動速度変化図 (根室 4 観測点 : 岩崎観測点基準)
 Fig.8 The monitoring chart of horizontal crustal movement rate at Nemuro-4 site (reference: Iwasaki site)

60日間のデータを1日ずつずらして計算
 (プロットの位置は、計算に用いた期間の中間)

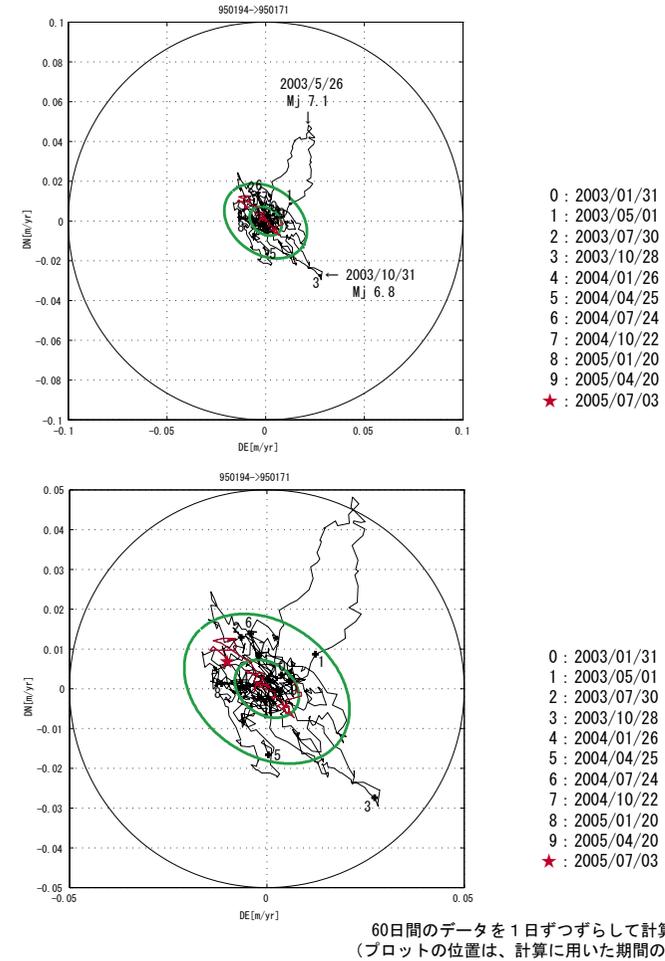
飛島 (950194) →大船渡 (950171)



第9図 地殻変動速度水平成分の時系列 (大船渡観測点：飛島観測点基準)
Fig.9 The time series of horizontal crustal movement rate at Ohfunato site (reference:Tobishuma site)

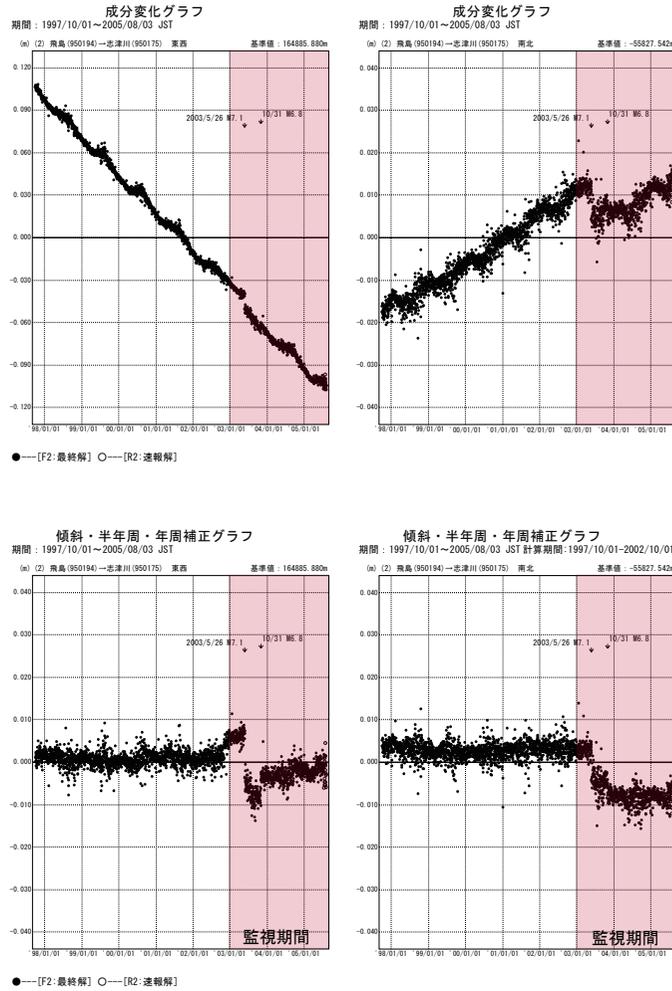
水平成分変化率 (傾斜・年周・半年周補正)
(飛島:950194 → 大船渡:950171)

監視期間 : 2003/01/01 - 2005/08/03
トレンド推定期間: 1997/10/01 - 2002/10/01



第10図 地殻変動速度変化図 (大船渡観測点：飛島観測点基準)
Fig.10 The monitoring chart of horizontal crustal movement rate at Ohfunato site (reference: Tobishima site)

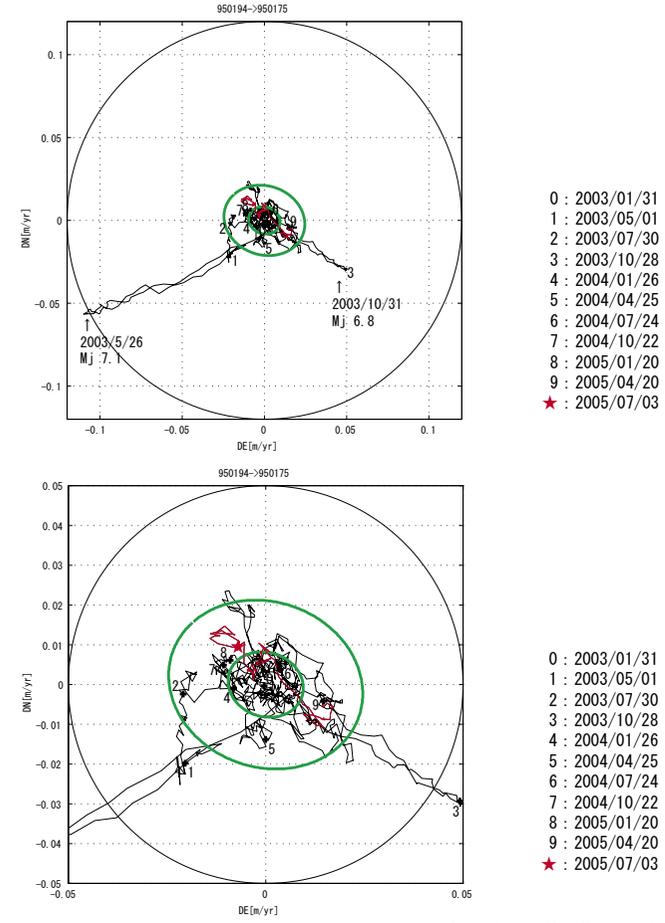
飛島 (950194) →志津川 (950175)



第 11 図 地殻変動速度水平成分の時系列 (志津川観測点：飛島観測点基準)
 Fig.11 The time series of horizontal crustal movement rate at Shizugawa site (reference: Tobishuma site)

水平成分変化率 (傾斜・年周・半年周補正)
 (飛島:950194 → 志津川:950175)

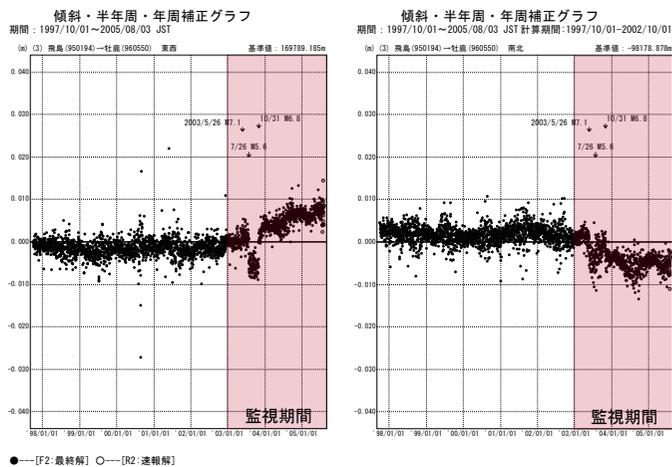
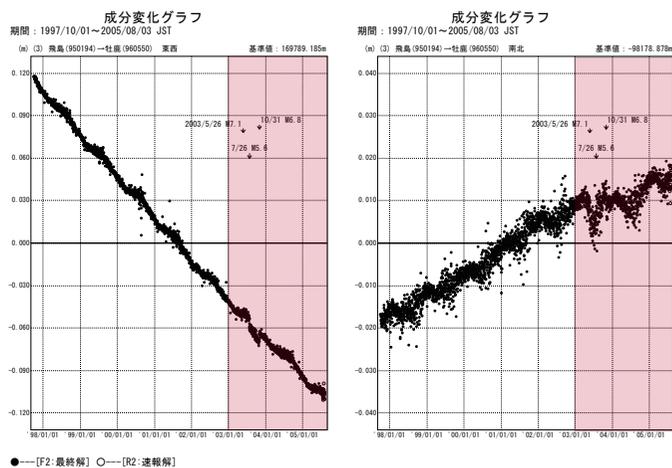
監視期間 : 2003/01/01 - 2005/08/03
 トレンド推定期間: 1997/10/01 - 2002/10/01



第 12 図 地殻変動速度変化図 (志津川観測点：飛島観測点基準)
 Fig.12 The monitoring chart of horizontal crustal movement rate at Shizugawa site (reference: Tobishuma site)

60日間のデータを1日ずつずらして計算
 (プロットの位置は、計算に用いた期間の中間)

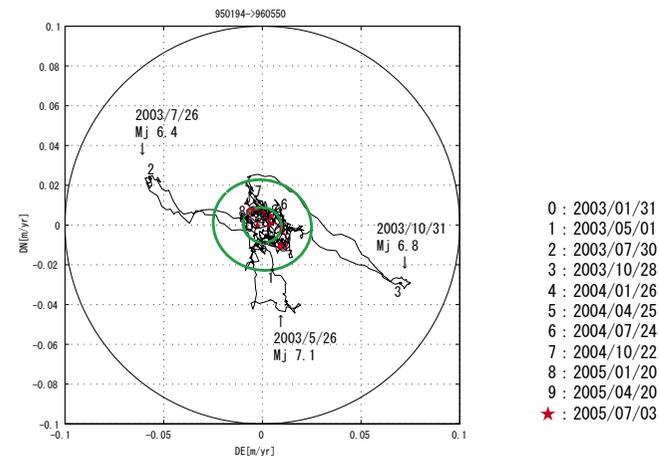
飛島 (950194) → 牡鹿 (960550)



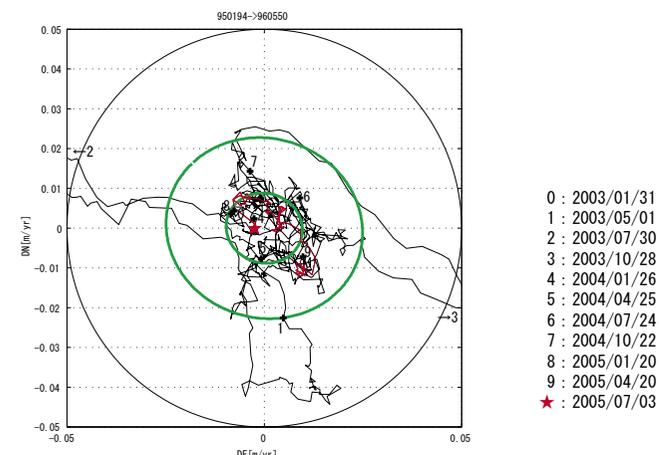
第 13 図 地殻変動速度水平成分の時系列 (牡鹿観測点: 飛島観測点基準)
 Fig.13 The time series of horizontal crustal movement rate at Oshika site (reference:Tobishuma site)

水平成分変化率 (傾斜・年周・半年周補正)
 (飛島:950194 → 牡鹿:960550)

監視期間 : 2003/01/01 - 2005/08/03
 トレンド推定期間 : 1997/10/01 - 2002/10/01



- 0 : 2003/01/31
- 1 : 2003/05/01
- 2 : 2003/07/30
- 3 : 2003/10/28
- 4 : 2004/01/26
- 5 : 2004/04/25
- 6 : 2004/07/24
- 7 : 2004/10/22
- 8 : 2005/01/20
- 9 : 2005/04/20
- ★ : 2005/07/03

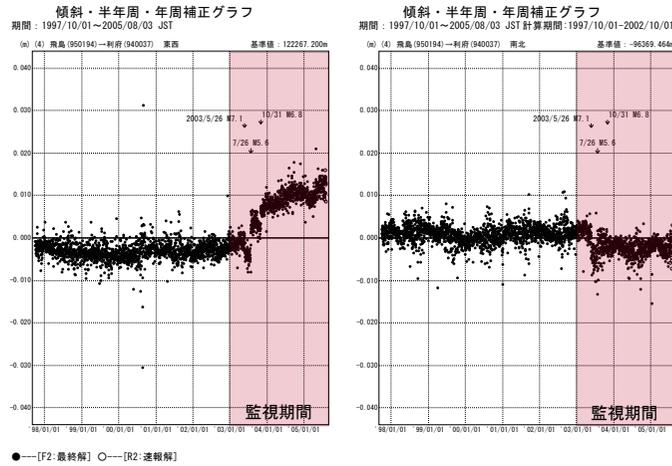
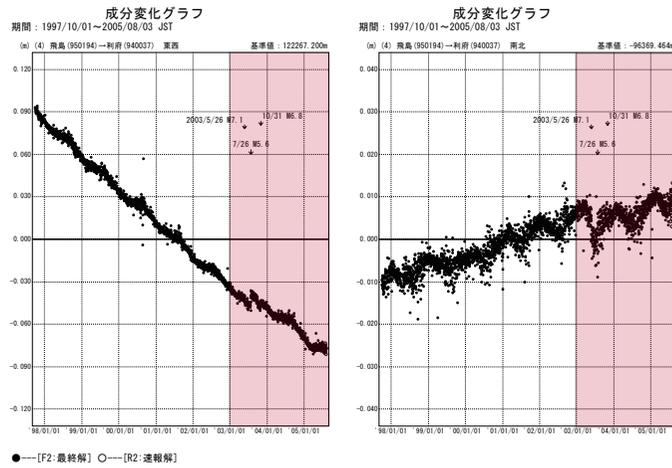


- 0 : 2003/01/31
- 1 : 2003/05/01
- 2 : 2003/07/30
- 3 : 2003/10/28
- 4 : 2004/01/26
- 5 : 2004/04/25
- 6 : 2004/07/24
- 7 : 2004/10/22
- 8 : 2005/01/20
- 9 : 2005/04/20
- ★ : 2005/07/03

60日間のデータを1日ずつらして計算
 (プロットの位置は、計算に用いた期間の中間)

第 14 図 地殻変動速度変化図 (牡鹿観測点: 飛島観測点基準)
 Fig.14 The monitoring chart of horizontal crustal movement rate at Oshika site (reference: Tobishuma site)

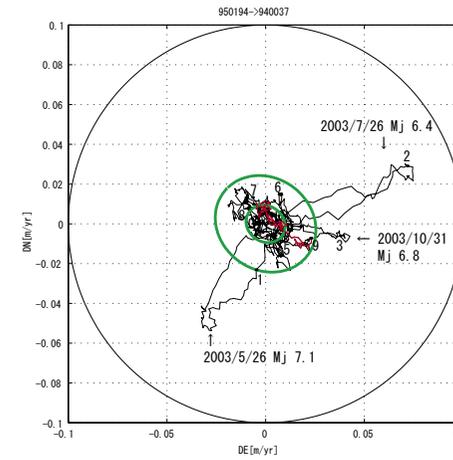
飛島 (950154) → 利府 (940037)



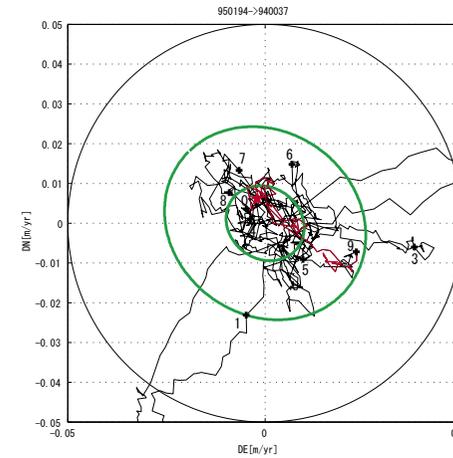
第 15 図 地殻変動速度水平成分の時系列 (利府観測点: 飛島観測点基準)
 Fig.15 The time series of horizontal crustal movement rate at Rifu site (reference: Tobishuma site)

水平成分変化率 (傾斜・年周・半年周補正)
 (飛島:950194 → 利府:940037)

監視期間 : 2003/01/01 - 2005/08/03
 トレンド推定期間 : 1997/10/01 - 2002/10/01



- 0 : 2003/01/31
- 1 : 2003/05/01
- 2 : 2003/07/30
- 3 : 2003/10/28
- 4 : 2004/01/26
- 5 : 2004/04/25
- 6 : 2004/07/24
- 7 : 2004/10/22
- 8 : 2005/01/20
- 9 : 2005/04/20
- ★ : 2005/07/03

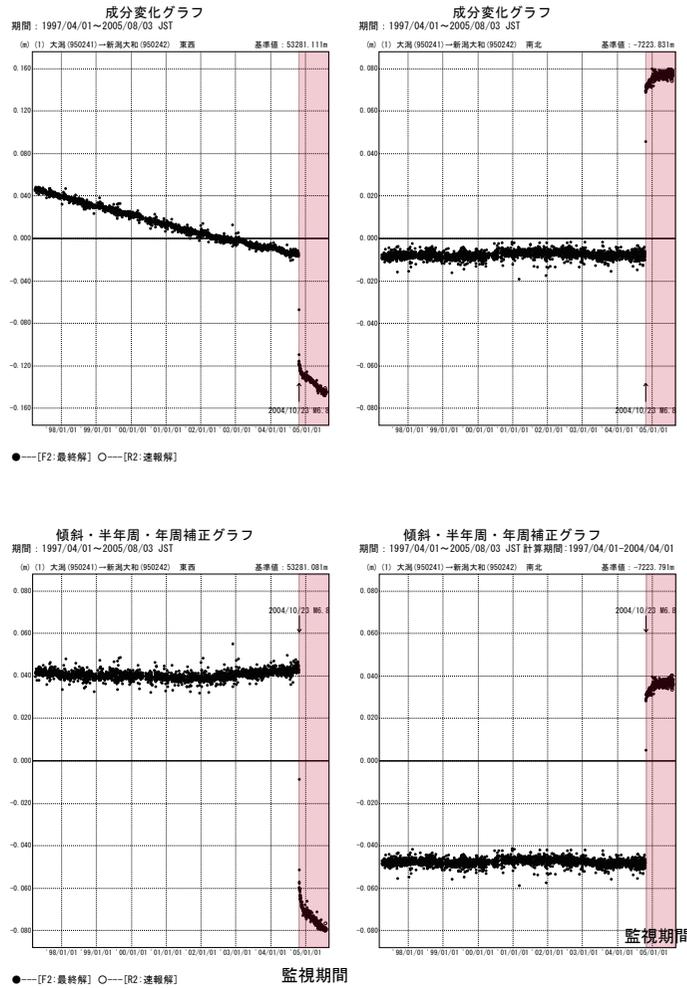


- 0 : 2003/01/31
- 1 : 2003/05/01
- 2 : 2003/07/30
- 3 : 2003/10/28
- 4 : 2004/01/26
- 5 : 2004/04/25
- 6 : 2004/07/24
- 7 : 2004/10/22
- 8 : 2005/01/20
- 9 : 2005/04/20
- ★ : 2005/07/03

60日間のデータを1日ずつずらして計算
 (プロットの位置は、計算に用いた期間の中間)

第 16 図 地殻変動速度変化図 (利府観測点: 飛島観測点基準)
 Fig.16 The monitoring chart of horizontal crustal movement rate at Rifu site (reference: Tobishuma site)

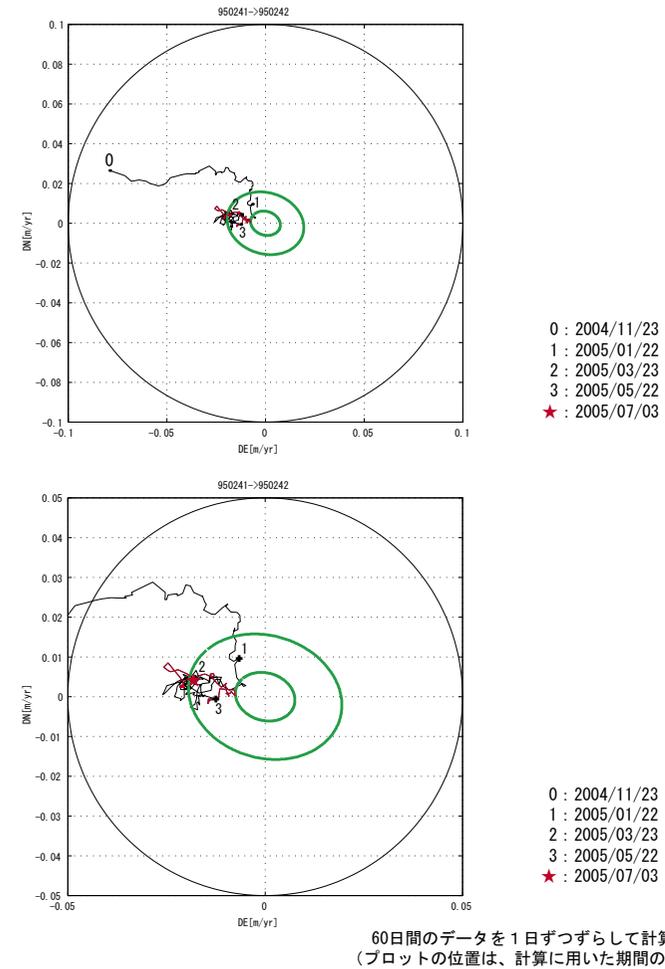
新潟 (950241) →新潟大和 (950242)



第 17 図 地殻変動速度水平成分の時系列 (新潟大和観測点:新潟観測点基準)
 Fig.17 The time series of horizontal crustal movement rate at Niigata-Yamato site (reference: Niigata site)

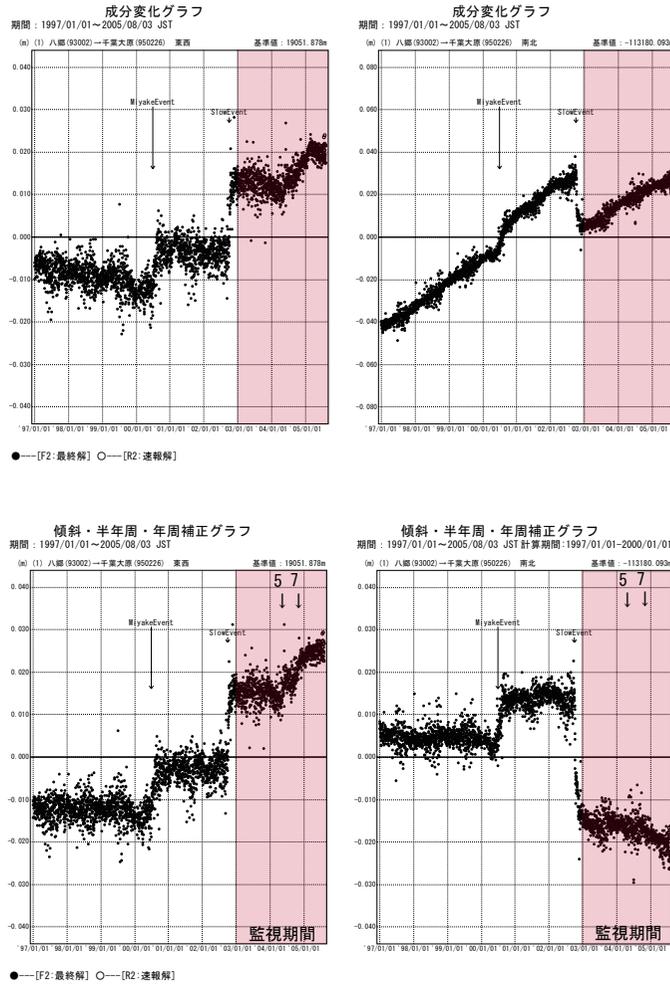
水平成分変化率 (傾斜・年周・半年周補正)
 (大潟:950241 → 新潟大和:950242)

監視期間 : 2004/10/24 - 2005/08/03
 トレンド推定期間 : 1997/04/01 - 2004/04/01



第 18 図 地殻変動速度変化図 (新潟大和観測点:新潟観測点基準)
 Fig.18 The monitoring chart of horizontal crustal movement rate at Niigata-Yamato site (reference: Niigata site)

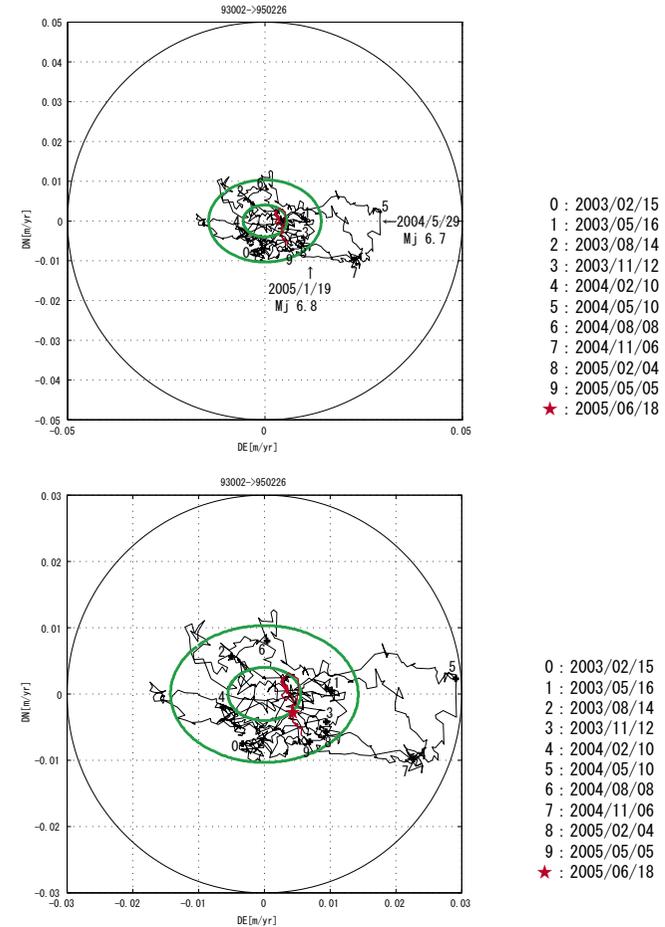
八郷 (93002) →千葉大原 (950226)



第 19 図 地殻変動速度水平成分の時系列 (千葉大原観測点: 八郷観測点基準)
 Fig.19 The time series of horizontal crustal movement rate at Chiba-Ohara site (reference: Yasato site)

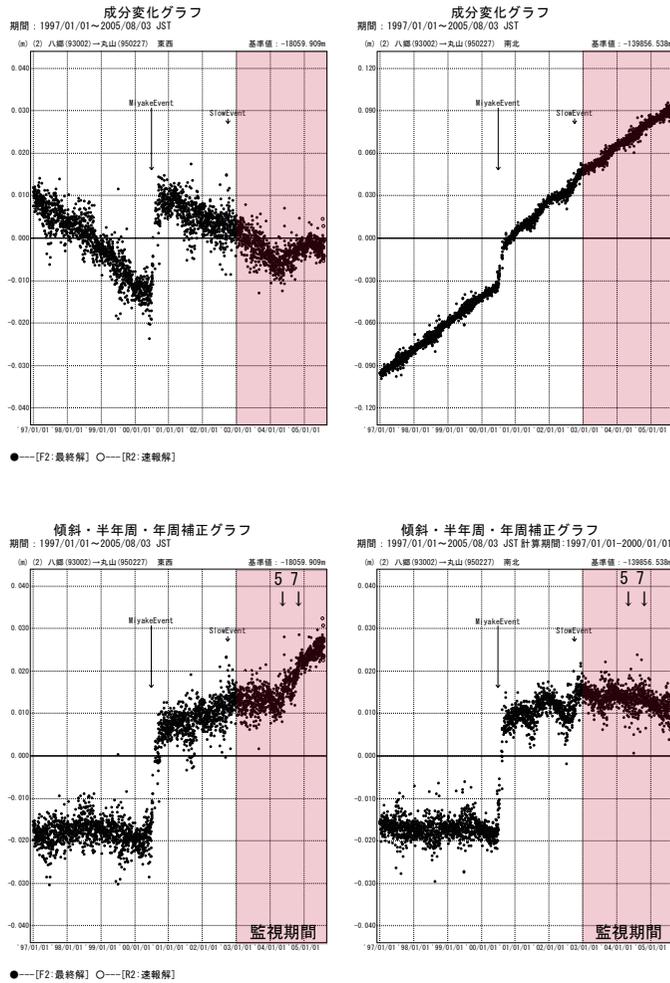
水平成分変化率 (傾斜・年周・半年周補正)
 (八郷:93002 → 千葉大原:950226)

監視期間 : 2003/01/01 - 2005/08/03
 トレンド推定期間 : 1997/01/01 - 2000/01/01



第 20 図 地殻変動速度変化図 (千葉大原観測点: 八郷観測点基準)
 Fig.20 The monitoring chart of horizontal crustal movement rate at Chiba-Ohara site (reference: Yasato site)

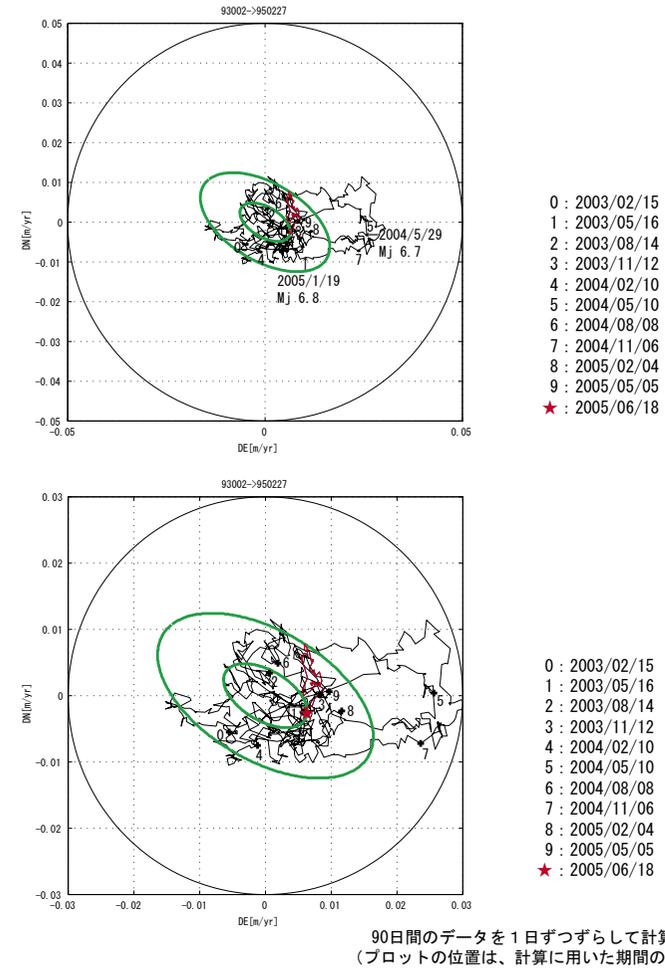
八郷 (93002) →丸山 (950227)



第 21 図 地殻変動速度水平成分の時系列 (丸山観測点: 八郷観測点基準)
 Fig.21 The time series of horizontal crustal movement rate at Maruyama site (reference: Yasato site)

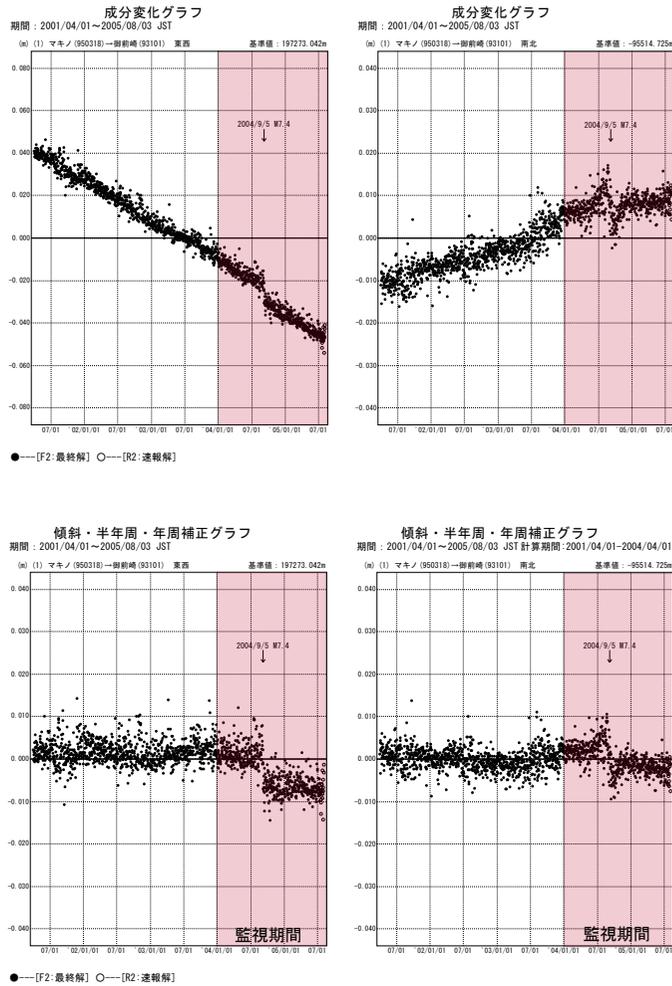
水平成分変化率 (傾斜・年周・半年周補正)
 (八郷:93002 → 丸山:950227)

監視期間 : 2003/01/01 - 2005/08/03
 トレンド推定期間: 1997/01/01 - 2000/01/01



第 22 図 地殻変動速度変化図 (丸山観測点: 八郷観測点基準)
 Fig.22 The monitoring chart of horizontal crustal movement rate at Maruyama site (reference: Yasato site)

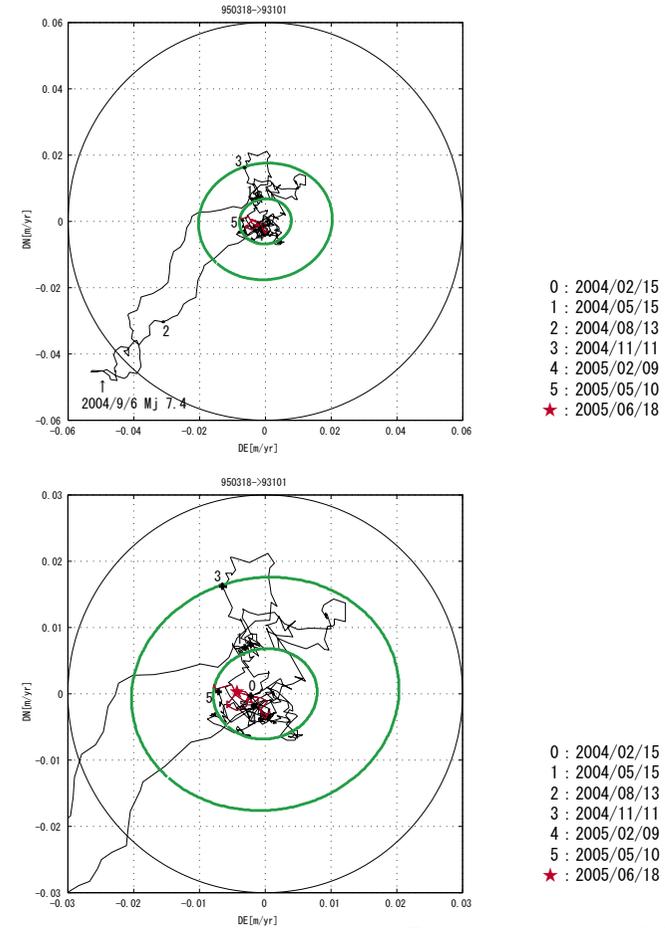
マキノ (950318) →御前崎 (93101)



第 23 図 地殻変動速度水平成分の時系列 (御前崎観測点：マキノ観測点基準)
Fig.23 The time series of horizontal crustal movement rate at Omaezaki site (reference: Makino site)

水平成分変化率 (傾斜・年周・半年周補正)
(マキノ:950318 → 御前崎:93101)

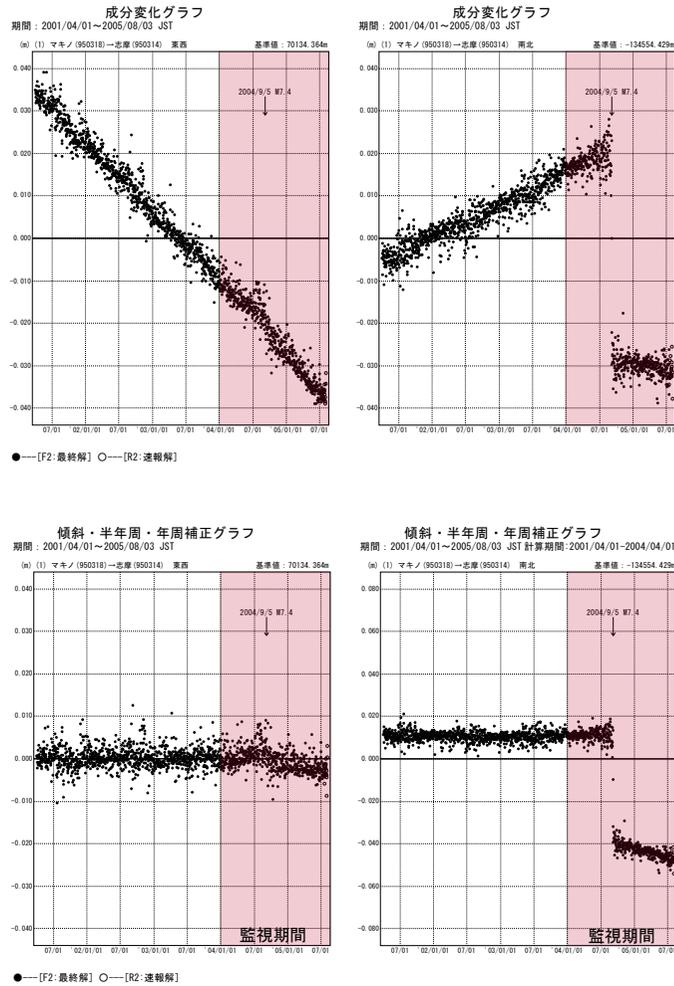
監視期間 : 2004/01/01 - 2005/08/03
トレンド推定期間: 2001/04/01 - 2004/04/01



第 24 図 地殻変動速度変化図 (御前崎観測点：マキノ観測点基準)
Fig.24 The monitoring chart of horizontal crustal movement rate at Omaezaki site (reference: Makino site)

90日間のデータを1日ずつずらして計算
(プロットの位置は、計算に用いた期間の中間)

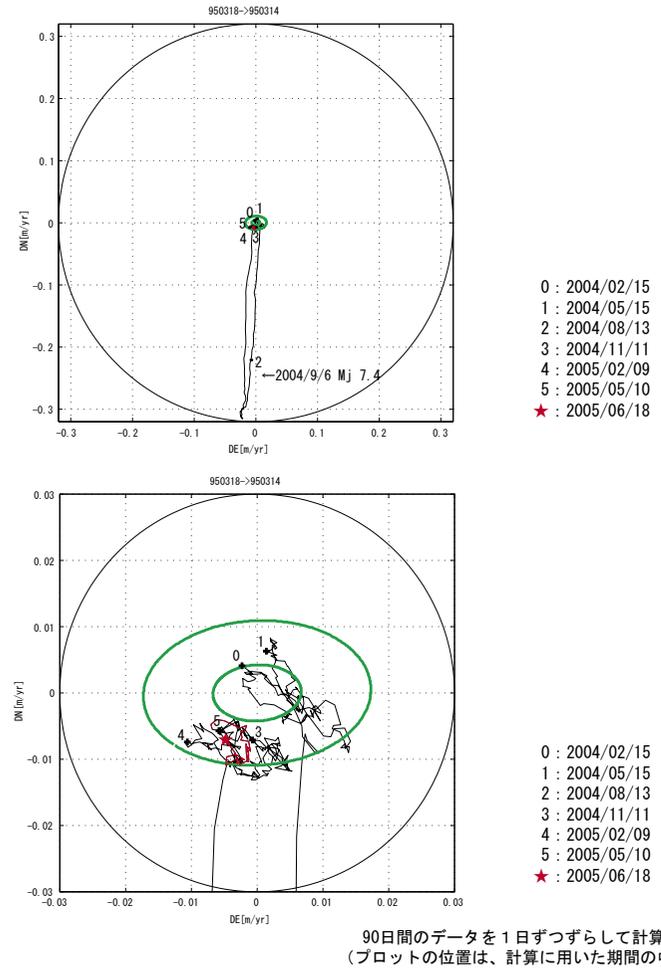
マキノ (950318) →志摩 (950314)



第 25 図 地殻変動速度水平成分の時系列 (志摩観測点: マキノ観測点基準)
 Fig.25 The time series of horizontal crustal movement rate at Shima site (reference: Makino site)

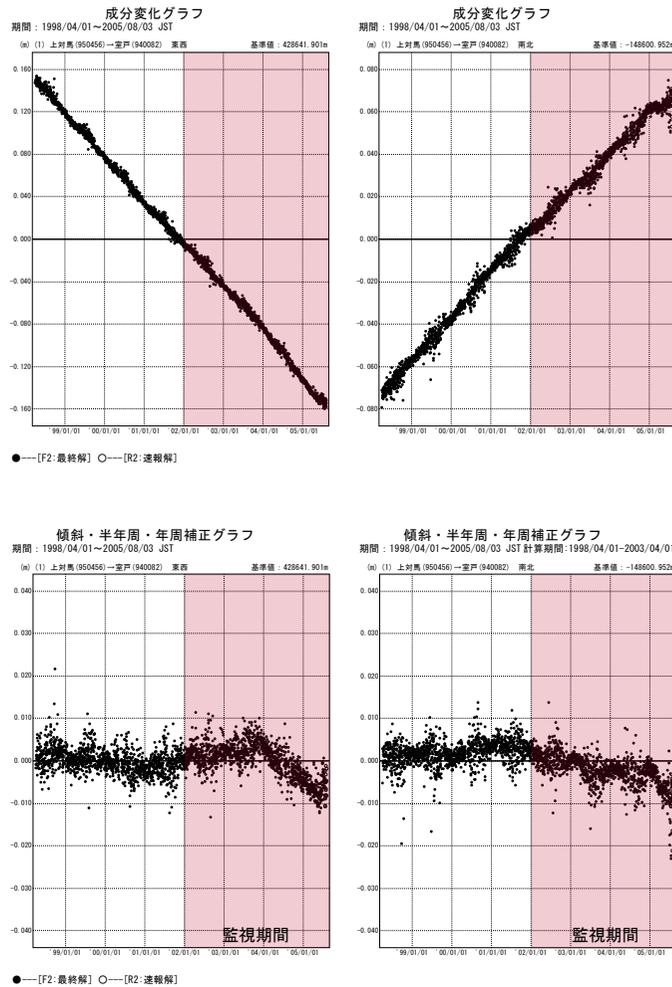
水平成分変化率 (傾斜・年周・半年周補正)
 (マキノ:950318 → 志摩:950314)

監視期間 : 2004/01/01 - 2005/08/03
 トレンド推定期間 : 2001/04/01 - 2004/04/01



第 26 図 地殻変動速度変化図 (志摩観測点: マキノ観測点基準)
 Fig.26 The monitoring chart of horizontal crustal movement rate at Shima site (reference: Makino site)

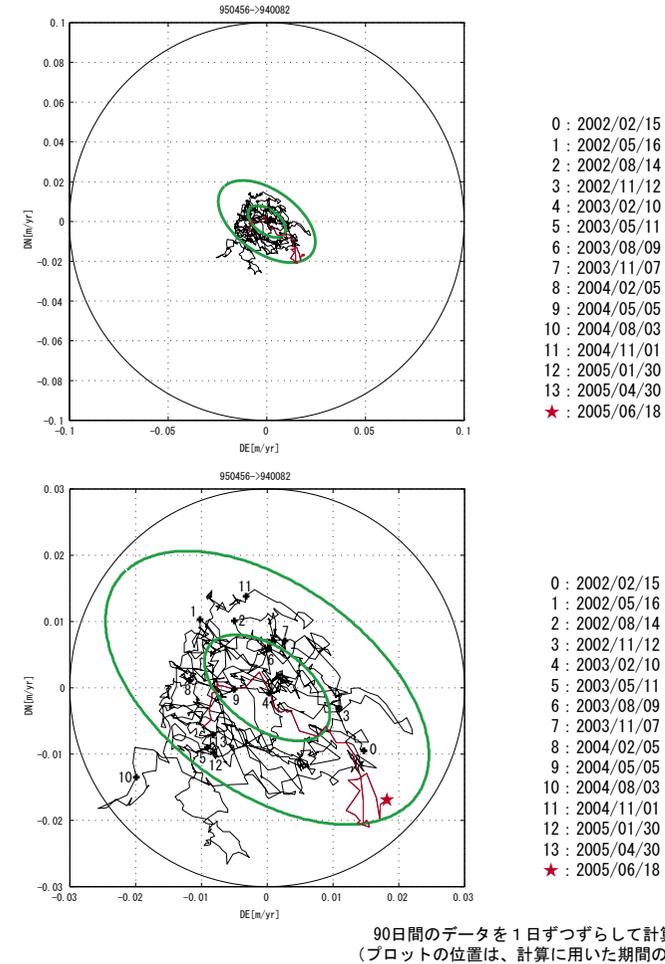
上対馬 (950456) →室戸 (940082)



第 27 図 地殻変動速度水平成分の時系列 (室戸観測点: 上対馬観測点基準)
 Fig.27 The time series of horizontal crustal movement rate at Muroto site (reference: Kami-tsushima site)

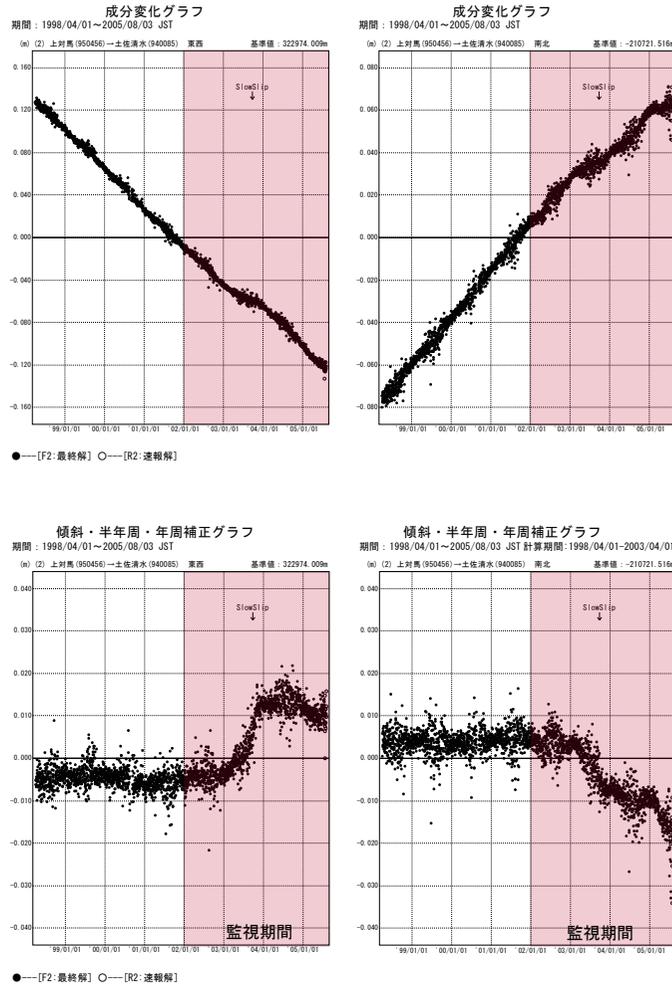
水平成分変化率 (傾斜・年周・半年周補正)
 (上対馬:950456 → 室戸:940082)

監視期間 : 2002/01/01 - 2005/08/03
 トレンド推定期間: 1998/04/01 - 2003/04/01



第 28 図 地殻変動速度変化図 (室戸観測点: 上対馬観測点基準)
 Fig.28 The monitoring chart of horizontal crustal movement rate at Muroto site (reference: Kami-tsushima site)

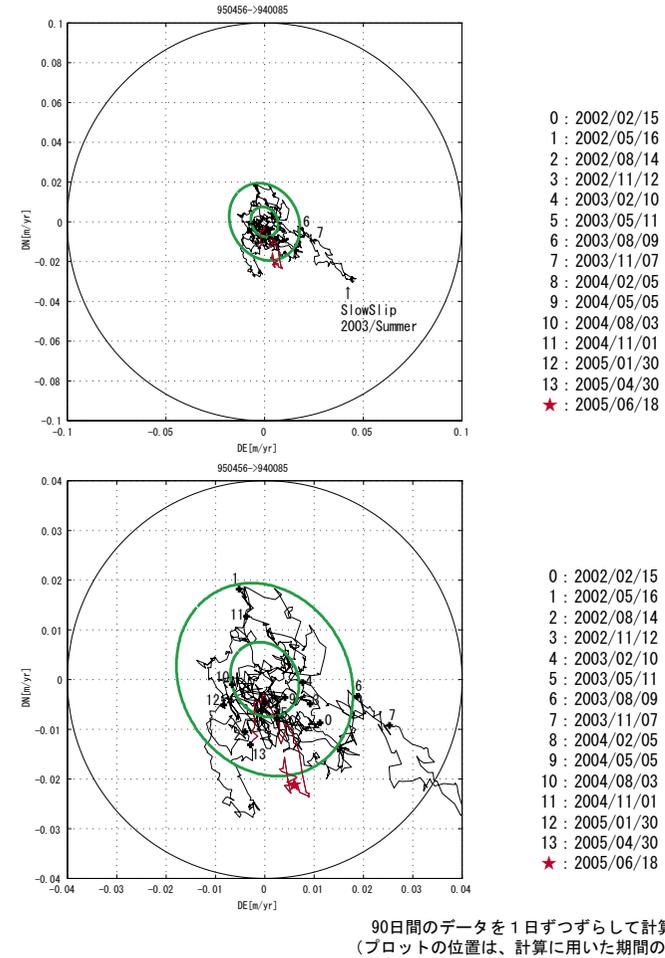
上対馬 (940456) →土佐清水 (940085)



第 29 図 地殻変動速度水平成分の時系列(土佐清水観測点:上対馬観測点基準)
Fig.29 The time series of horizontal crustal movement rate at Tosa-Shimizu site (reference: Kami-tsushima site)

水平成分変化率 (傾斜・年周・半年周補正)
(上対馬:950456 → 土佐清水:940085)

監視期間 : 2002/01/01 - 2005/08/03
トレンド推定期間: 1998/04/01 - 2003/04/01



第 30 図 地殻変動速度変化図 (志摩観測点: 上対馬観測点基準)
Fig.30 The monitoring chart of horizontal crustal movement rate at Tosa-Shimizu site (reference: Kami-tsushima site)