

霧島山周辺の地殻変動*

Crustal Deformations around Kirishima Volcano

国土地理院

Geospatial Information Authority of Japan

第1図、第2図は、霧島山周辺におけるGPS連続観測結果である。第1図上段には山体を取り囲む基線の配置を、下段には第1図中に表示されている観測点の整備の履歴を示した。第2図は時系列グラフで、第2図(a)、第2図(b)では左列に2007年2月1日～2012年2月4日までの約5年間の時系列を、右列に2011年2月1日～2012年2月4日までの約1年間の時系列グラフを示した。2009年12月から山体の膨張を示す基線の伸びが始まり2011年1月に至り、1月26日の噴火以降に急速な短縮が見られ、2月1日以降は再び噴火前とほぼ同じ速度での基線の伸びが始まった。この伸びの傾向は11月頃まで続いていたが、12月頃から鈍化し、2012年2月時点ではほぼ停滞している。

第3図は、霧島山周辺のGEONET観測点間の基線長について、1次トレンドを除去した時系列グラフである。2007年2月から、2009年10月のトレンドを基準として、2007年2月から2012年2月の期間までを示した。霧島山を囲む基線で2009年12月から伸びが始まっているが、他の基線ではトレンドからの差はほとんどなく経過していることがわかる。トレンドを除くと、2011年1月噴火時に短縮した基線では、2011年12月までにその短縮量をほぼ回復していることが確認できる。

第4図は、霧島山周辺の電子基準点、機動観測点、気象庁のGPS観測点および防災科学技術研究所のGPS観測点における水平変動ベクトル図である。基準期間を2011年2月1日から2月10日の10日間、比較期間を2012年1月15日から1月24日の10日間にとったもので、噴火後の約11ヶ月半の山体膨張を示す図である。噴火前の膨張（例えば(国土地理院、2011)¹⁾）と比較すると2012年1月時点で、2011年噴火前の膨張量の2/3を超えるような山体の膨張が噴火後に起きたことがわかる。

第5図は長期的な地殻変動の推移を見るための図である。基線毎に左列に基線長、東西成分、南北成分、上下成分の時系列を、右列に90日間のデータを用いた各成分の変化速度をプロットしたものである。データ期間は最も長期の観測データがある(1)「えびの」－「牧園」基線で1997年から、他の基線は2003年から2012年1月8日までである。「えびの」－「牧園」基線では観測開始当初の1997年から短縮傾向が続いていたが、2006年ころから小幅な増減があり、2009年12月から明瞭な膨張が始まったことが確認できる。右列の変動速度では、2003年～2005年にかけての変動速度を標準と見なして「Linear Trend」の線を入れてあるが、いずれの基線でも、2009年12月までは大きなトレンドの変化がなかったことが分かる。また、2011年1月噴火時の急速な収縮の後、2011年2月以降の変化速度は噴火前の変化速度のレベルとほぼ同じであることも確認できる。

第6図、第7図はGEONET観測点、気象庁および防災科学技術研究所のGPS観測点における地殻変動から、茂木ソースとダイクを仮定して変動源を推定した結果である。観測値と推定値のベクトルを表示しており、第6図が水平変動、第7図が上下変動の比較である。噴火後の収縮が一段落した2月以降の約1年間の変動に対して変動源を推定したもので、基準期間を2011年2月10日から10日間、比較期間を2012年2月1日からの15日間にとっている。図中に説明があるように、噴火前の膨張源²⁾とほぼ同じ韓国岳北西の水平位置に球状膨張源を置いてインバージョンによるモデル作成を行ったが、前回報告と同様、球状膨張源だけではモデルによる推定値と観測値との整合性があまりよくないため、

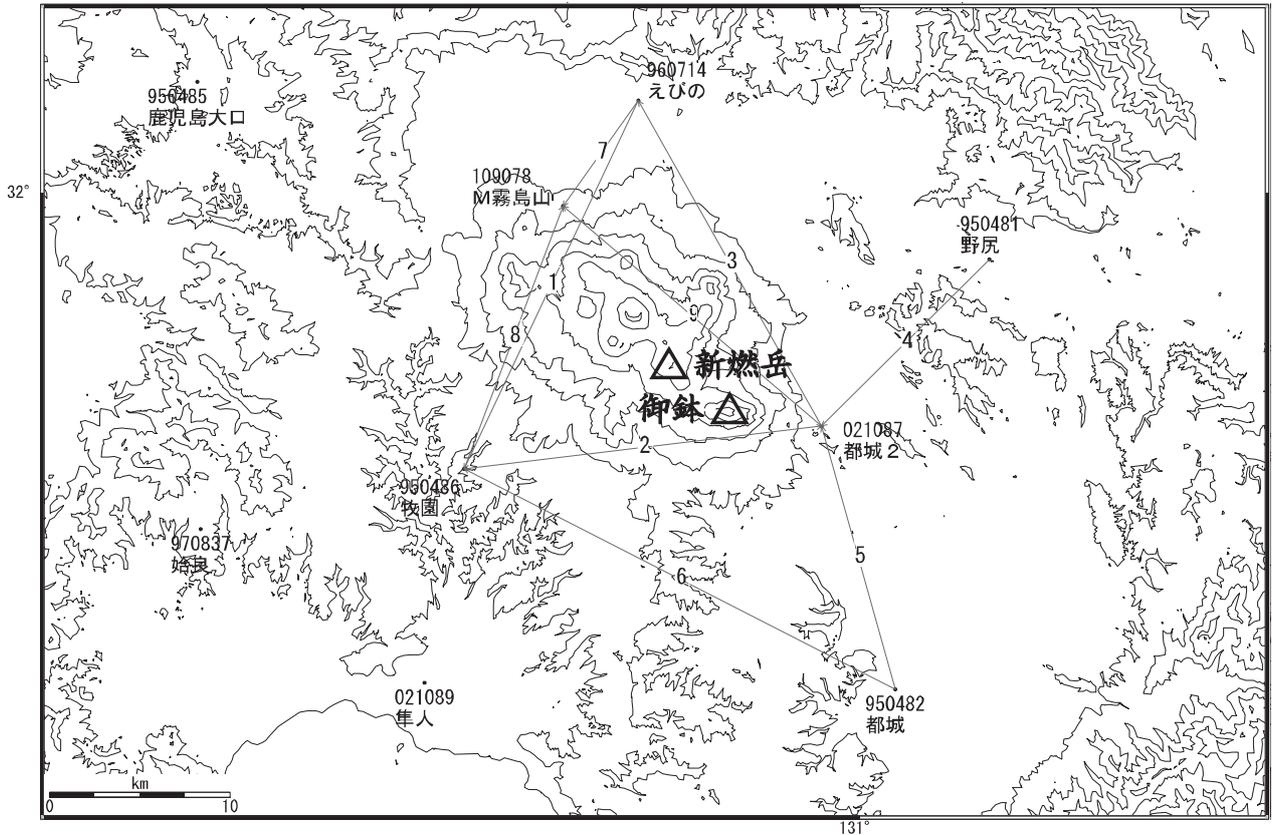
*2012年3月27日受付

北西-南東方向のダイクを加えて再推定を行った。ダイクの深さは前回報告と同じ約 3.2km において開口量を推定している。なお、新燃岳直下にも球状膨張源を置き同時に膨張量を推定したが、やはり寄与はあまりないという結果であったため、変動量は 0 に固定して韓国岳北西の球状膨張源とダイクの体積変化量を推定している。膨張量は 1 年間でも約 8 百万 m³ 程度と推定され 9 月時点の推定値からはほとんど変化していなかった。これは、秋以降山体の膨張傾向が鈍化したことに対応した結果と思われる。

【参考文献】

- 1) 国土地理院 (2012) : 霧島山の地殻変動, 火山噴火予知連絡会会報, 110, (印刷中) .
- 2) 国土地理院 (2011) : 霧島山の地殻変動, 火山噴火予知連絡会会報, 108, 149-158.

霧島山周辺 GPS連続観測基線図



霧島山地区の各観測局情報

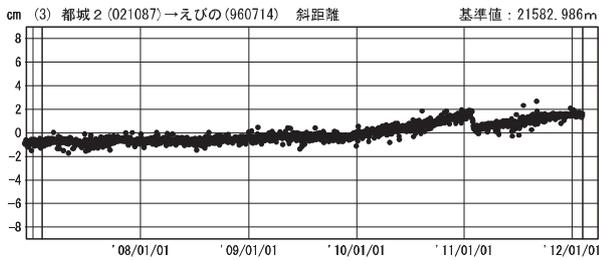
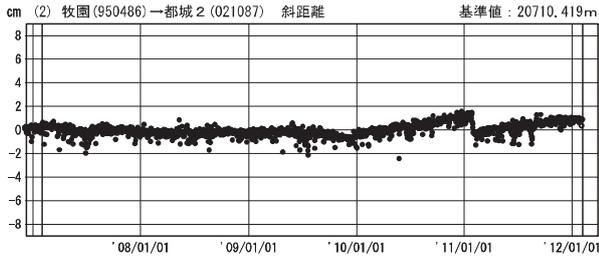
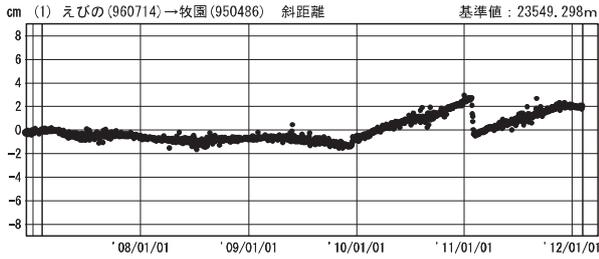
点番号	点名	日付	保守内容
950486	牧園	19981211	アンテナ交換
		20080523	周辺伐採
		20100302	レドーム開閉
		20101102	周辺伐採
960714	えびの	20080910	周辺伐採
		20111107	受信機交換
		20111222	受信機交換
950482	都城	20101110	周辺伐採
950481	野尻	20110921	受信機交換
109078	M霧島山	20110203	新設

第1図 霧島山周辺のGPS連続観測基線図（上段：基線図、下段：整備履歴）

Fig.1 Site location map of the GPS continuous observation network around Kirishima Volcano; (Upper) Site location map, (Lower) History of site maintenance.

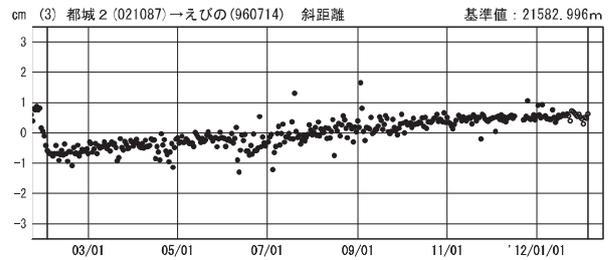
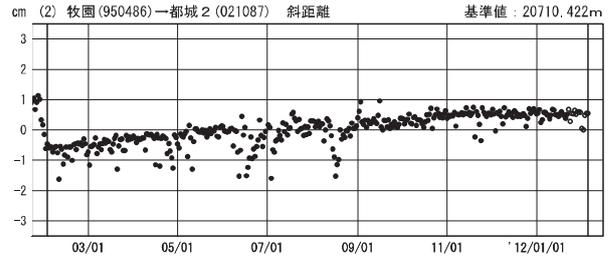
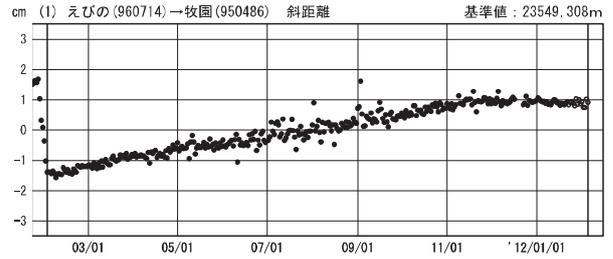
基線変化グラフ

期間：2007/02/01～2012/02/04 JST



基線変化グラフ

期間：2011/02/01～2012/02/04 JST



●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

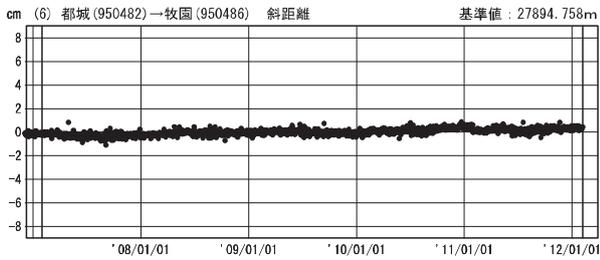
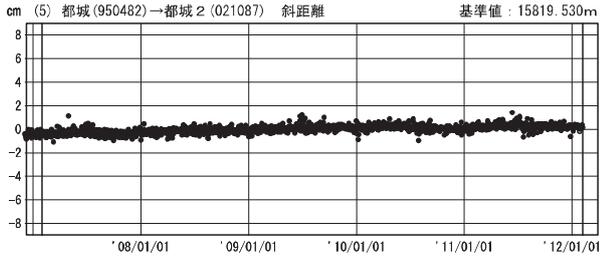
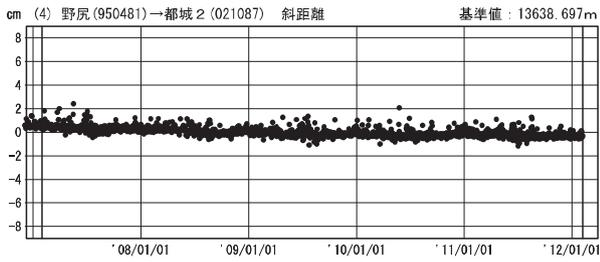
※R3:速報解は暫定、電子基準点の保守等による変動は補正済み

第2図(a) 霧島山周辺のGPS連続観測結果(左列:2007年2月～2012年2月、右列:2011年2月～2012年2月)

Fig.2(a) Results of continuous measurements of the GPS around Kirishima Volcano; (left) from February 2007 to February 2012, (right) from February 2011 to February 2012.

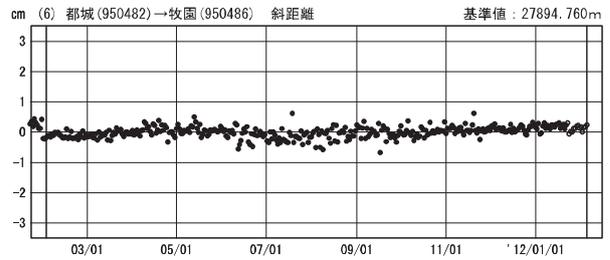
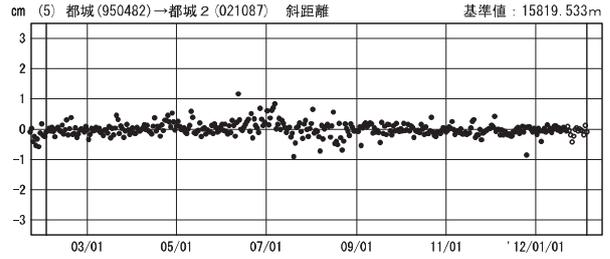
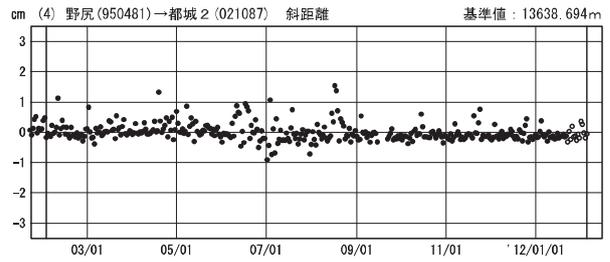
基線変化グラフ

期間：2007/02/01～2012/02/04 JST



基線変化グラフ

期間：2011/02/01～2012/02/04 JST



●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

※R3:速報解は暫定、電子基準点の保守等による変動は補正済み

第2図(b) 霧島山周辺のGPS連続観測結果(左列:2007年2月～2012年2月、右列:2011年2月～2012年2月)

Fig.2(b) Results of continuous measurements of the GPS around Kirishima Volcano; (left) from February 2007 to February 2012, (right) from February 2011 to February 2012.

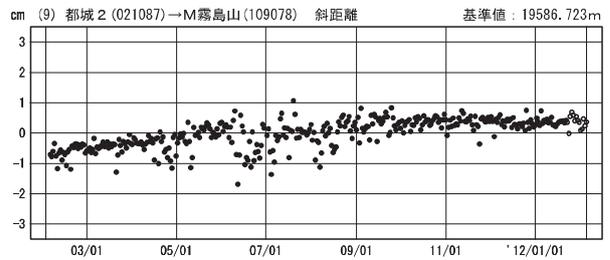
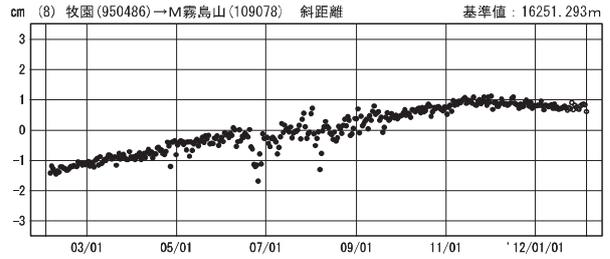
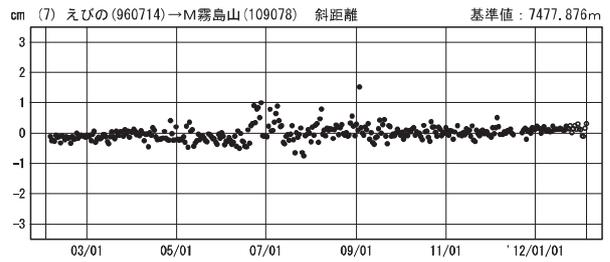
基線変化グラフ

期間：2007/02/01～2012/02/04 JST



基線変化グラフ

期間：2011/02/01～2012/02/04 JST



●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

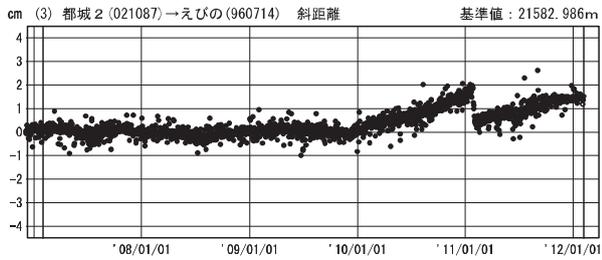
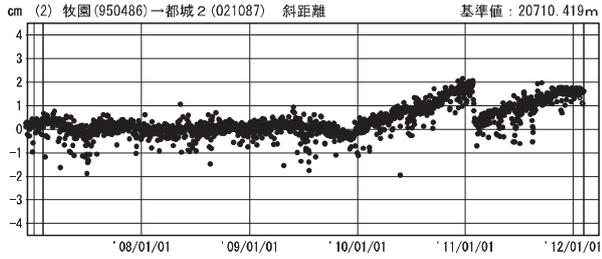
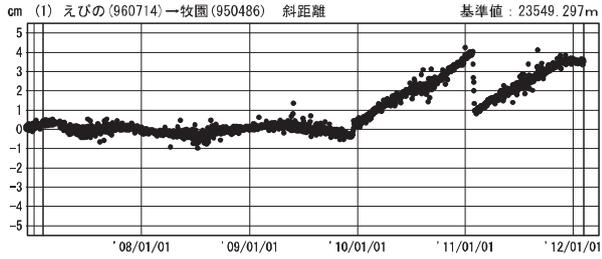
※R3:速報解は暫定、電子基準点の保守等による変動は補正済み

第2図(c) 霧島山周辺のGPS連続観測結果(左列:2007年2月～2012年2月、右列:2011年2月～2012年2月)

Fig.2(c) Results of continuous measurements of the GPS around Kirishima Volcano; (left) from February 2007 to February 2012, (right) from February 2011 to February 2012.

一次トレンド除去グラフ

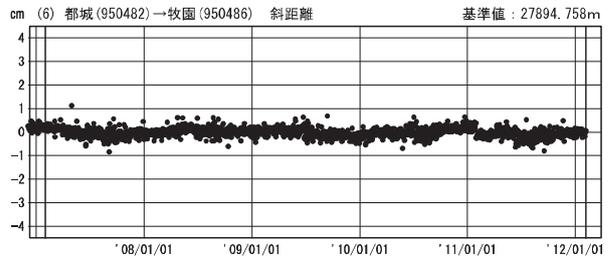
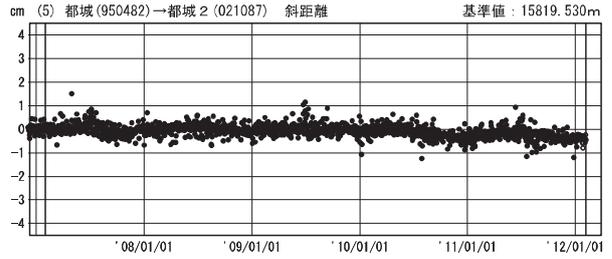
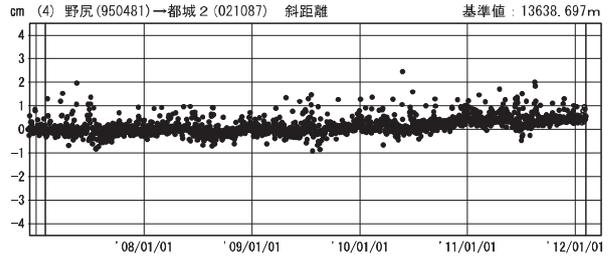
期間：2007/02/01～2012/02/04 JST



●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

一次トレンド除去グラフ

期間：2007/02/01～2012/02/04 JST 計算期間：2007/02/01～2009/10/01



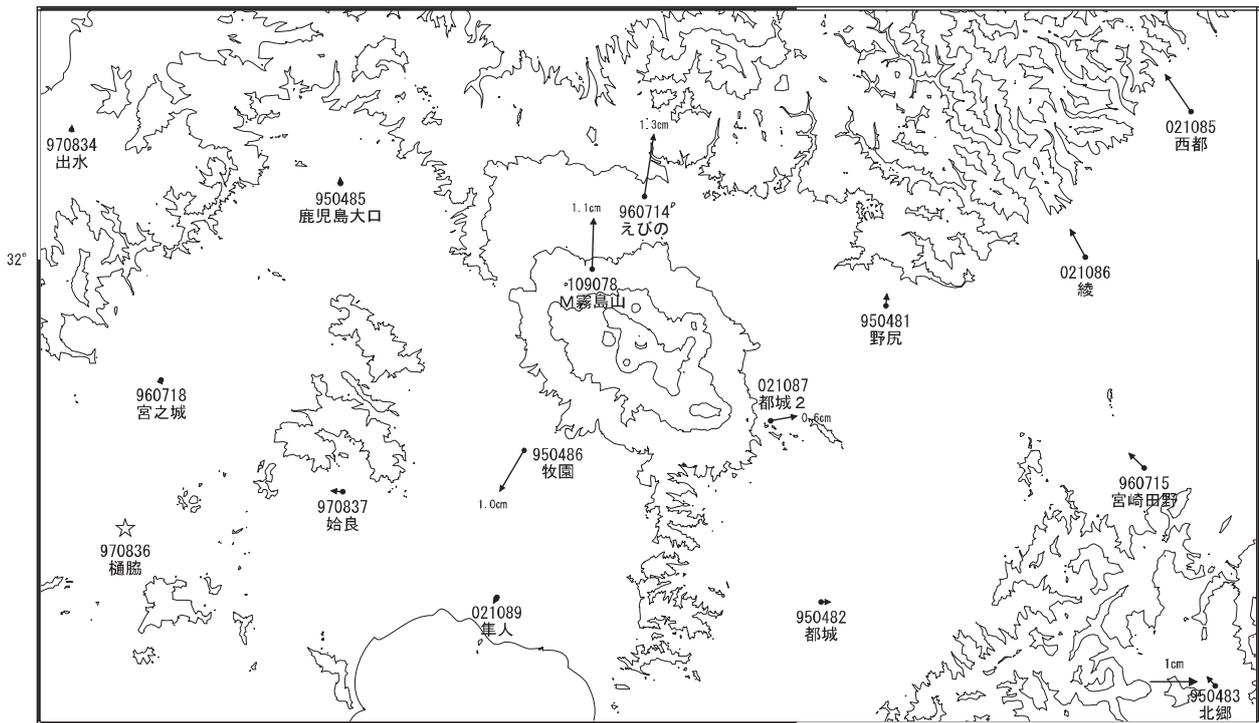
※R3:速報解は暫定、電子基準点の保守等による変動は補正済み

第3図 霧島山周辺のGPS連続観測結果・一次トレンド除去時系列(2007年2月～2012年2月)

Fig.3 Results of continuous measurements of the GPS around Kirishima Volcano, time series after removing linear trend; from February 2007 to February 2012.

基準期間:2011/02/01-2011/02/10[F3:最終解]
比較期間:2012/01/15-2012/01/24[R3:速報解]

地殻変動(水平)



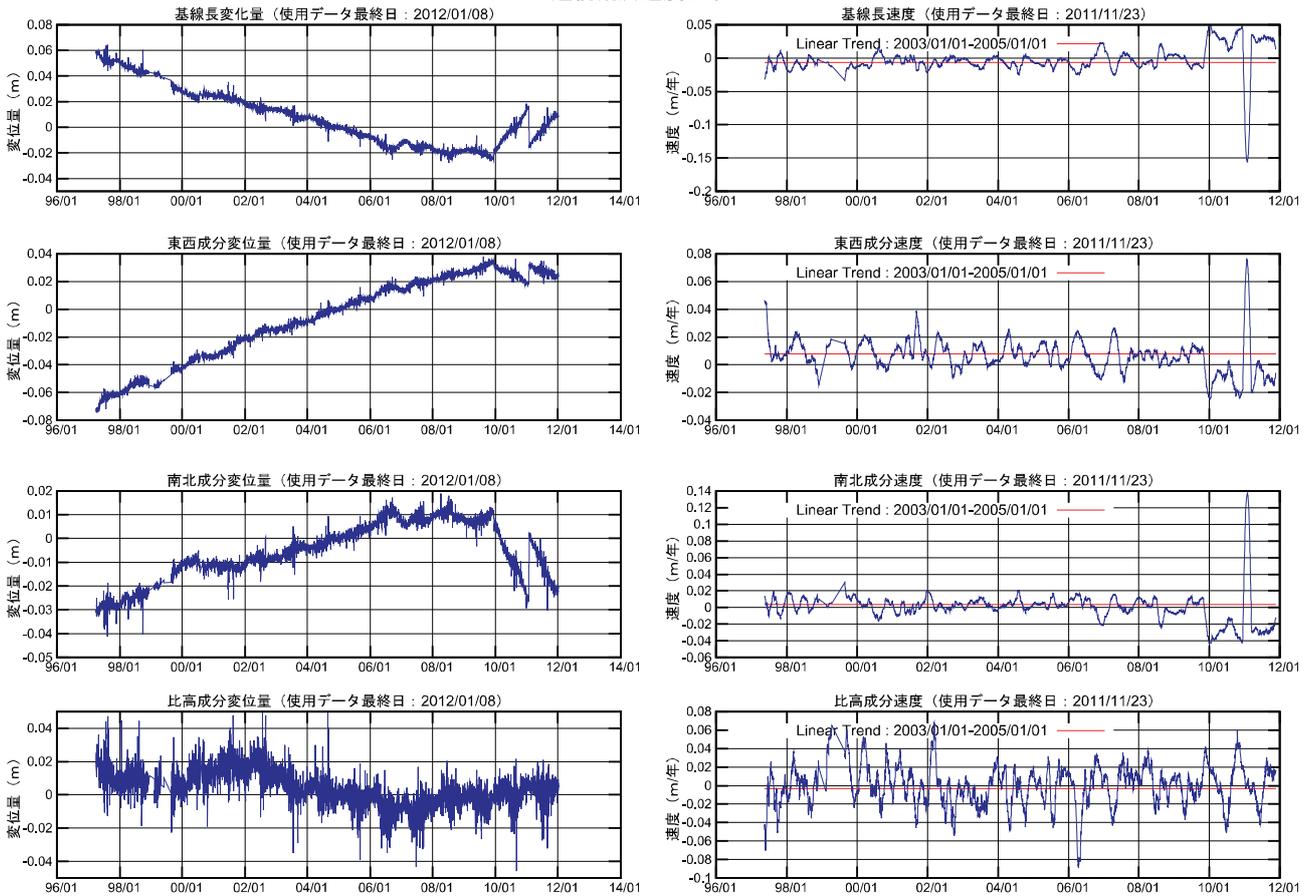
☆ 固定局:樋脇(970836)

※電子基準点の保守等による変動は補正済み

第4図 霧島山周辺におけるGPS観測点の水平変動ベクトル図(2011年2月~2012年2月)

Fig.4 Horizontal displacement of GPS continuous observation stations around Kirishima Volcano from February 2011 to February 2012.

えびの (960714) - 牧園 (950486)
GPS 連続観測速度グラフ



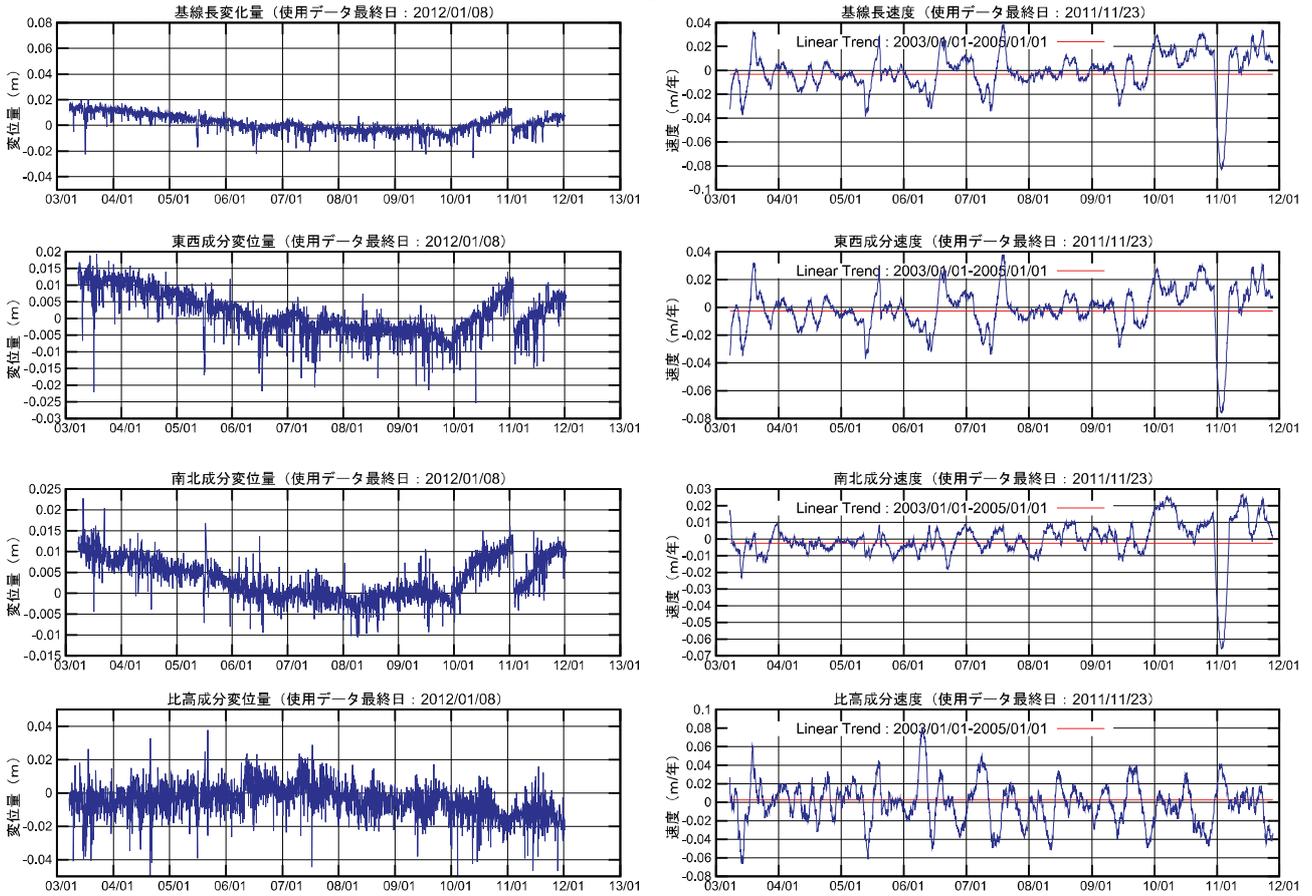
※速度は90日間のデータを1日ずつずらして計算 (プロットの位置は計算に用いた期間の中間)

※R3:速報解は暫定、電子基準点の保守等による変動は補正済み

第5図(a) 霧島山周辺のGPS連続観測結果(左列:各成分時系列、右列:各成分変化速度・90日平均)

Fig.5(a) Results of continuous GPS observation around Kirishima Volcano; (Left) Baseline length, E-W component, N-S component and Relative height, (Right) Time series of velocity for the baseline length, E-W component, N-S component and Relative height, by 90 days moving averages.

牧園 (950486) - 都城 2 (021087)
GPS 連続観測速度グラフ



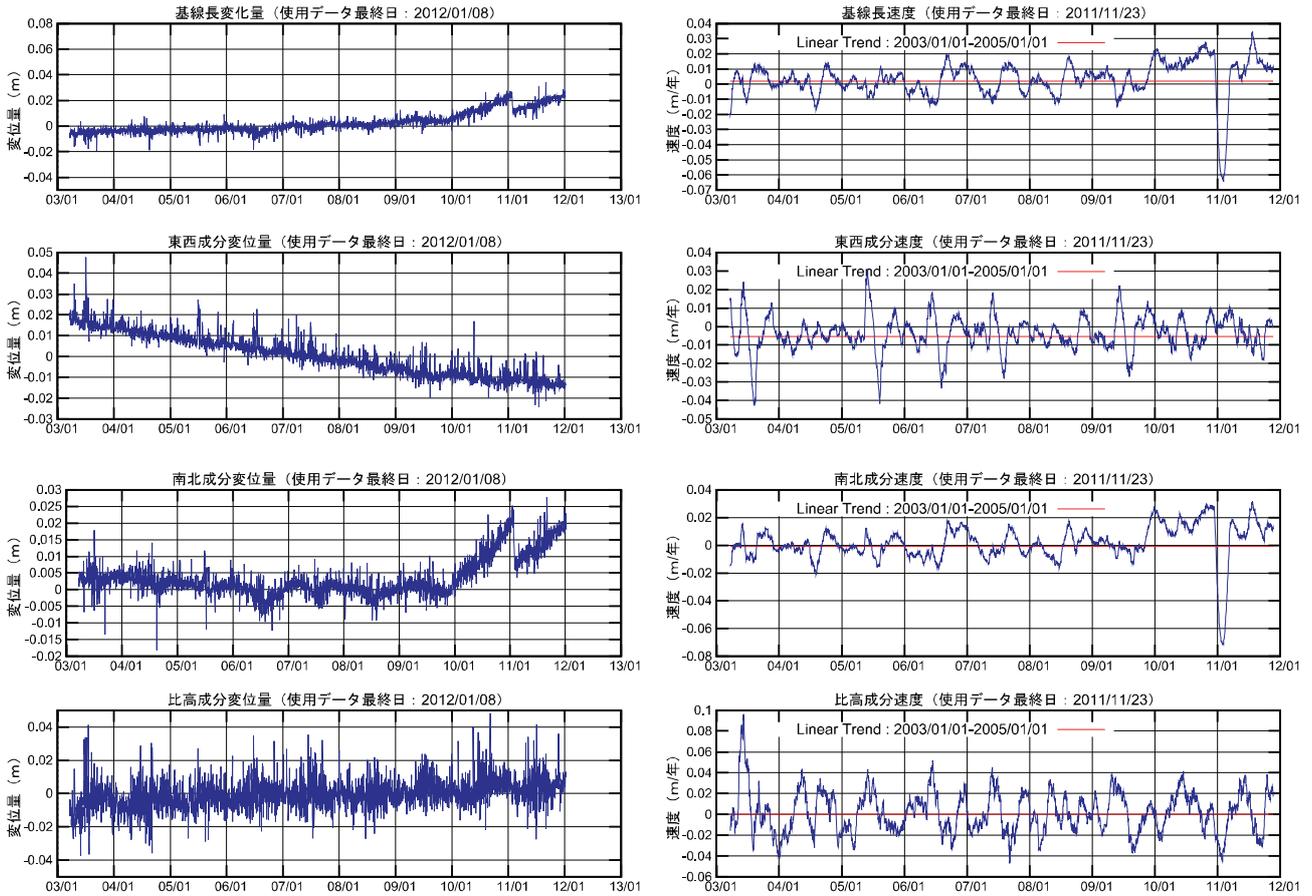
※速度は90日間のデータを1日ずつずらして計算 (プロットの位置は計算に用いた期間の中間)

※R3: 速報解は暫定、電子基準点の保守等による変動は補正済み

第5図(b) 霧島山周辺のGPS連続観測結果(左列:各成分時系列、右列:各成分変化速度・90日平均)

Fig.5 (b) Results of continuous GPS observation around Kirishima Volcano; (Left) Baseline length, E-W component, N-S component and Relative height, (Right) Time series of velocity for the baseline length, E-W component, N-S component and Relative height, by 90 days moving averages.

都城2 (021087) - えびの (960714)
GPS連続観測速度グラフ

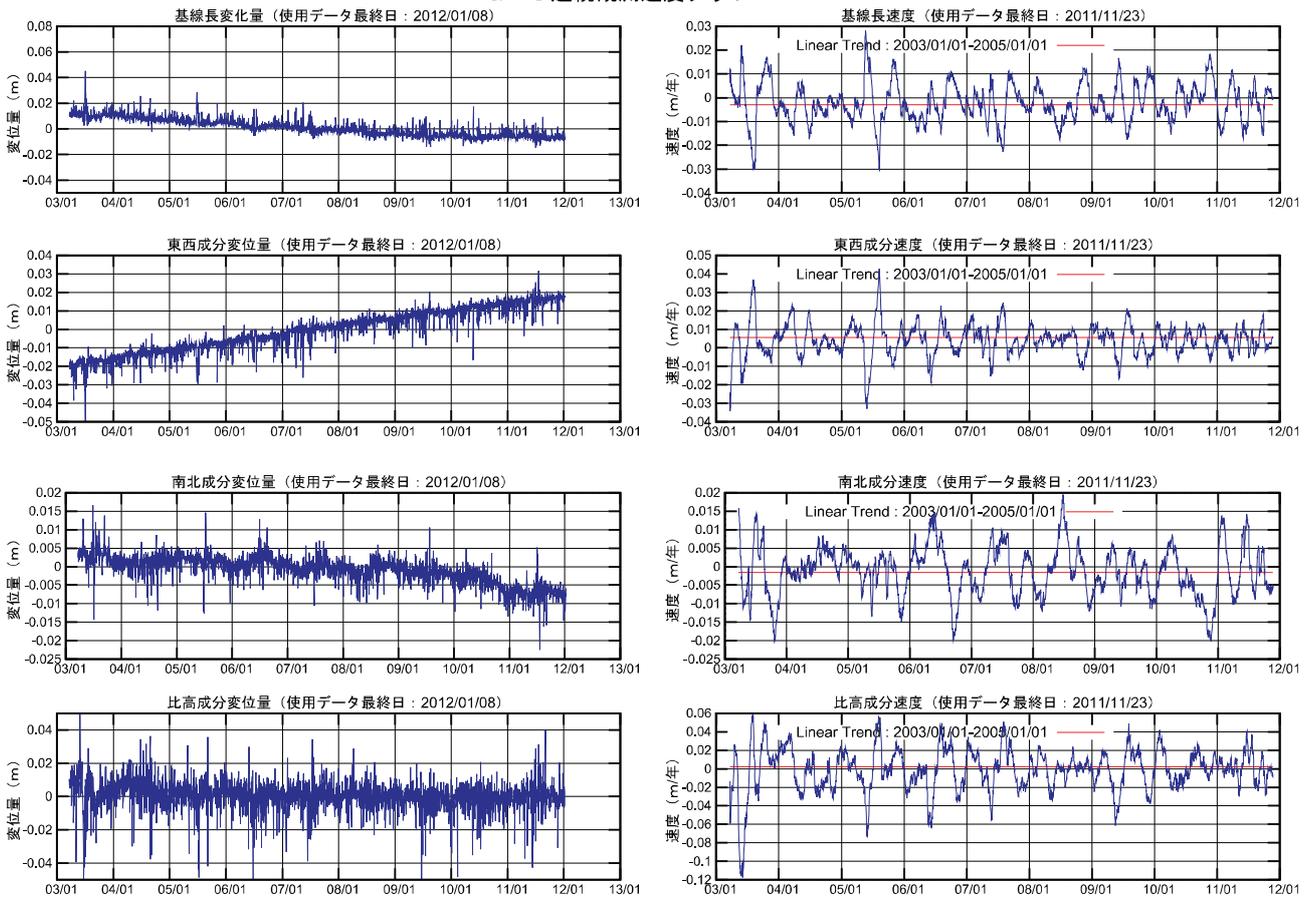


※速度は90日間のデータを1日ずつずらして計算（プロットの位置は計算に用いた期間の中間）
 ※R3: 速報解は暫定、電子基準点の保守等による変動は補正済み

第5図(c) 霧島山周辺のGPS連続観測結果(左列：各成分時系列、右列：各成分変化速度・90日平均)

Fig.5(c) Results of continuous GPS observation around Kirishima Volcano; (Left) Baseline length, E-W component, N-S component and Relative height, (Right) Time series of velocity for the baseline length, E-W component, N-S component and Relative height, by 90 days moving averages.

野尻 (950481) - 都城 2 (021087)
GPS 連続観測速度グラフ

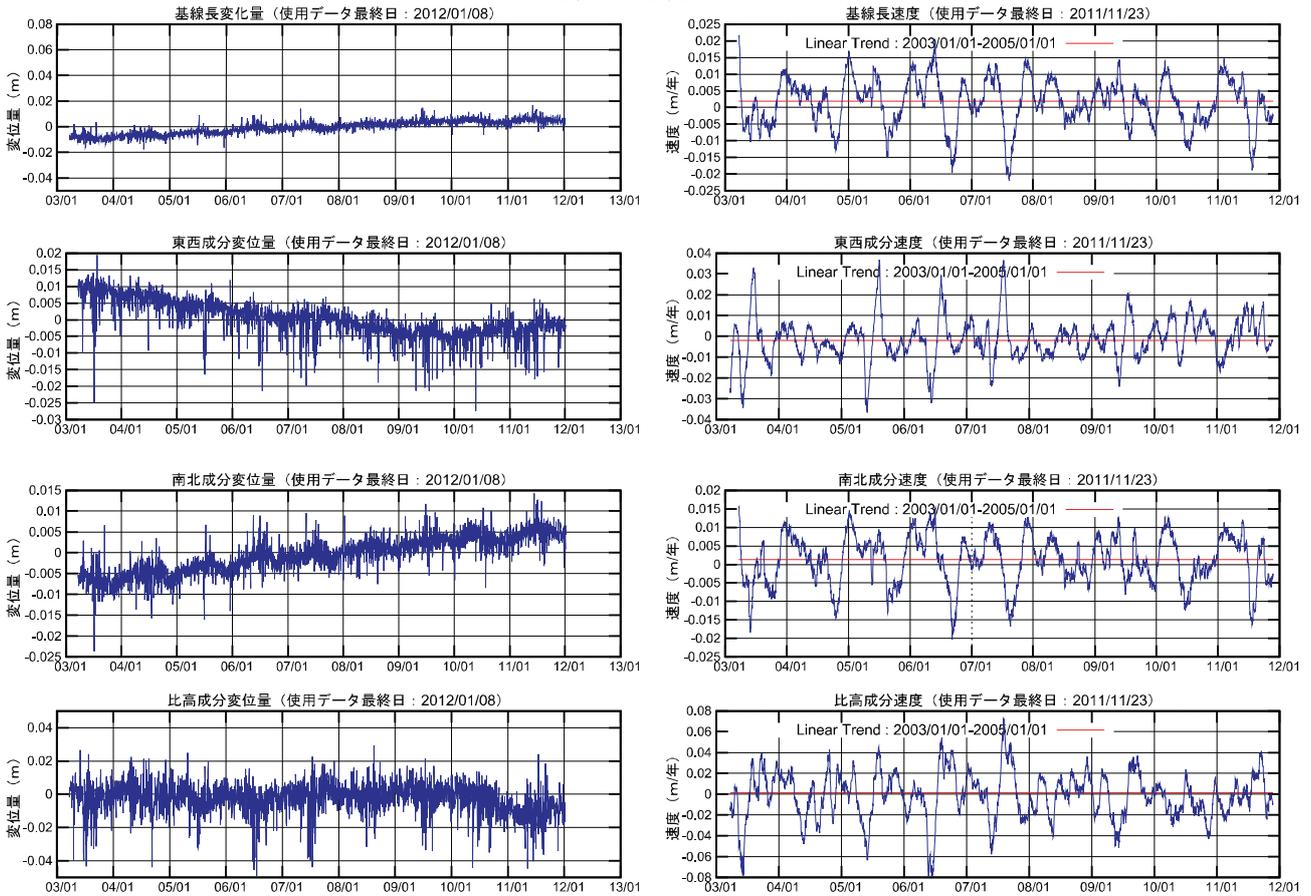


※速度は90日間のデータを1日ずつずらして計算 (プロットの位置は計算に用いた期間の中間)
 ※R3: 速報解は暫定、電子基準点の保守等による変動は補正済み

第5図(d) 霧島山周辺のGPS連続観測結果(左列:各成分時系列、右列:各成分変化速度・90日平均)

Fig.5(d) Results of continuous GPS observation around Kirishima Volcano; (Left) Baseline length, E-W component, N-S component and Relative height, (Right) Time series of velocity for the baseline length, E-W component, N-S component and Relative height, by 90 days moving averages.

都城 (950482) - 都城2 (021087)
GPS 連続観測速度グラフ

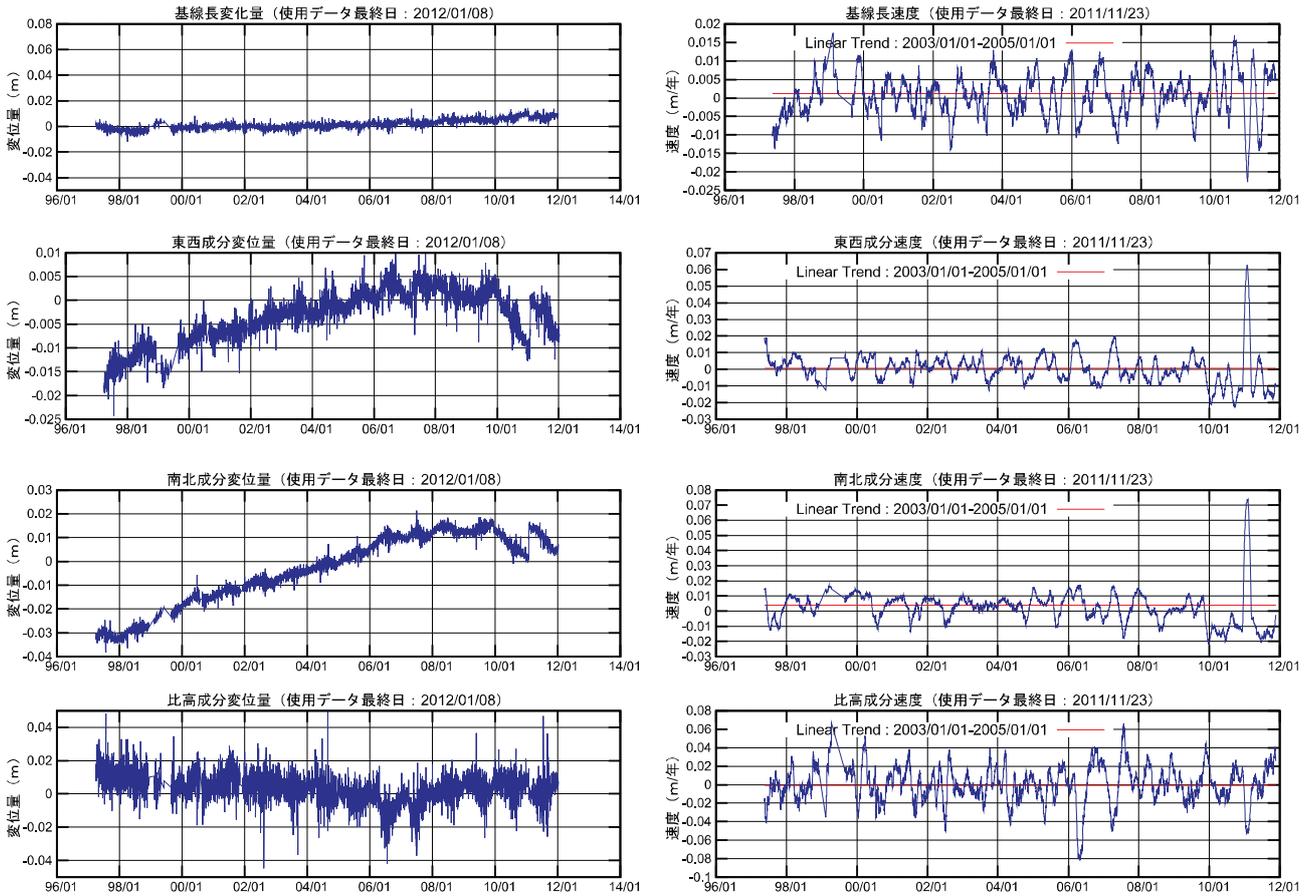


※速度は90日間のデータを1日ずつずらして計算 (プロットの位置は計算に用いた期間の中間)
 ※R3: 速報解は暫定、電子基準点の保守等による変動は補正済み

第5図(e) 霧島山周辺のGPS連続観測結果(左列:各成分時系列、右列:各成分変化速度・90日平均)

Fig.5(e) Results of continuous GPS observation around Kirishima Volcano; (Left) Baseline length, E-W component, N-S component and Relative height, (Right) Time series of velocity for the baseline length, E-W component, N-S component and Relative height, by 90 days moving averages.

都城 (950482) - 牧園 (950486)
GPS 連続観測速度グラフ



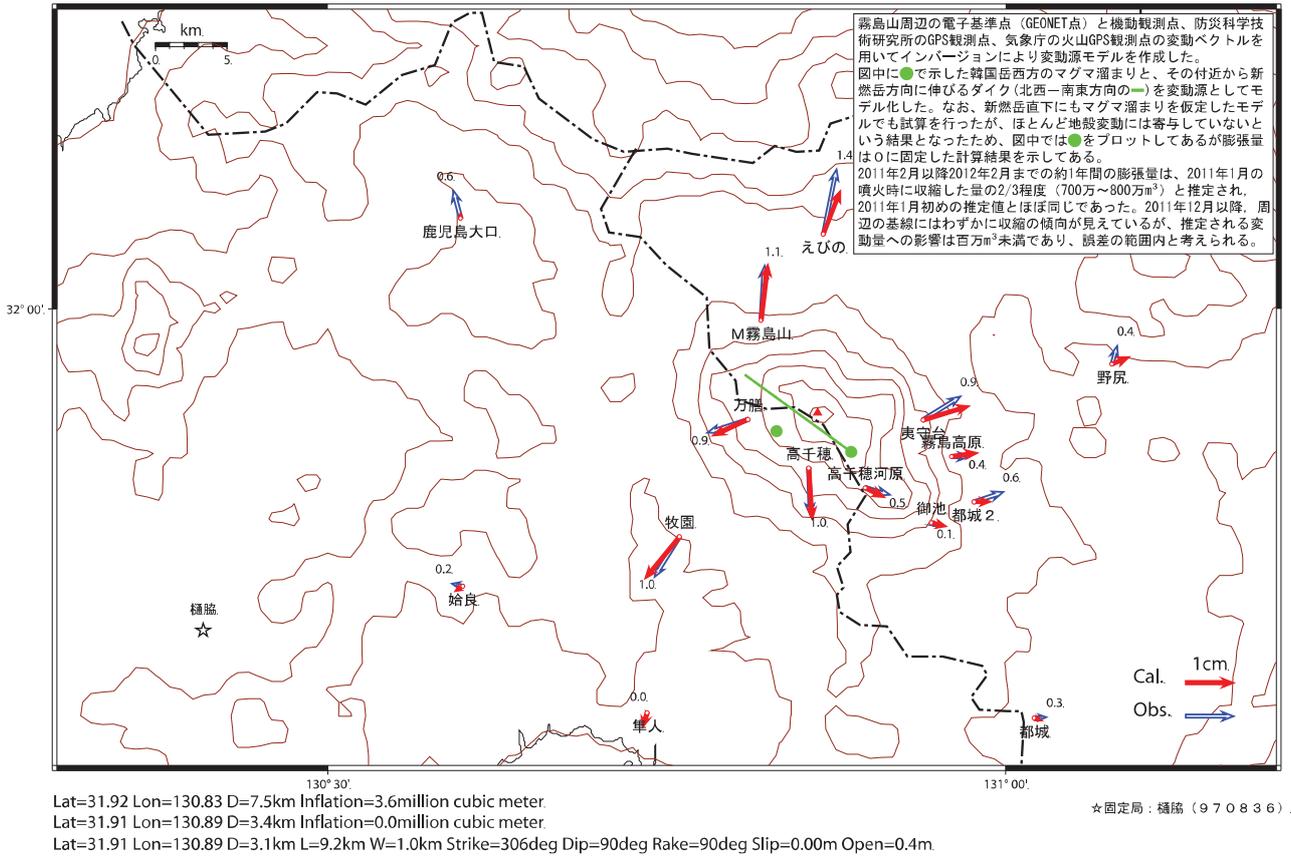
※速度は90日間のデータを1日ずつずらして計算（プロットの位置は計算に用いた期間の中間）
 ※R3:速報解は暫定、電子基準点の保守等による変動は補正済み

第5図(f) 霧島山周辺のGPS連続観測結果(左列:各成分時系列、右列:各成分変化速度・90日平均)

Fig.5 (f) Results of continuous GPS observation around Kirishima Volcano; (Left) Baseline length, E-W component, N-S component and Relative height, (Right) Time series of velocity for the baseline length, E-W component, N-S component and Relative height, by 90 days moving averages.

基準期間：2011/02/01 - 2011/02/15
 比較期間：2012/02/10 - 2012/02/19

霧島山変動源 モデル計算

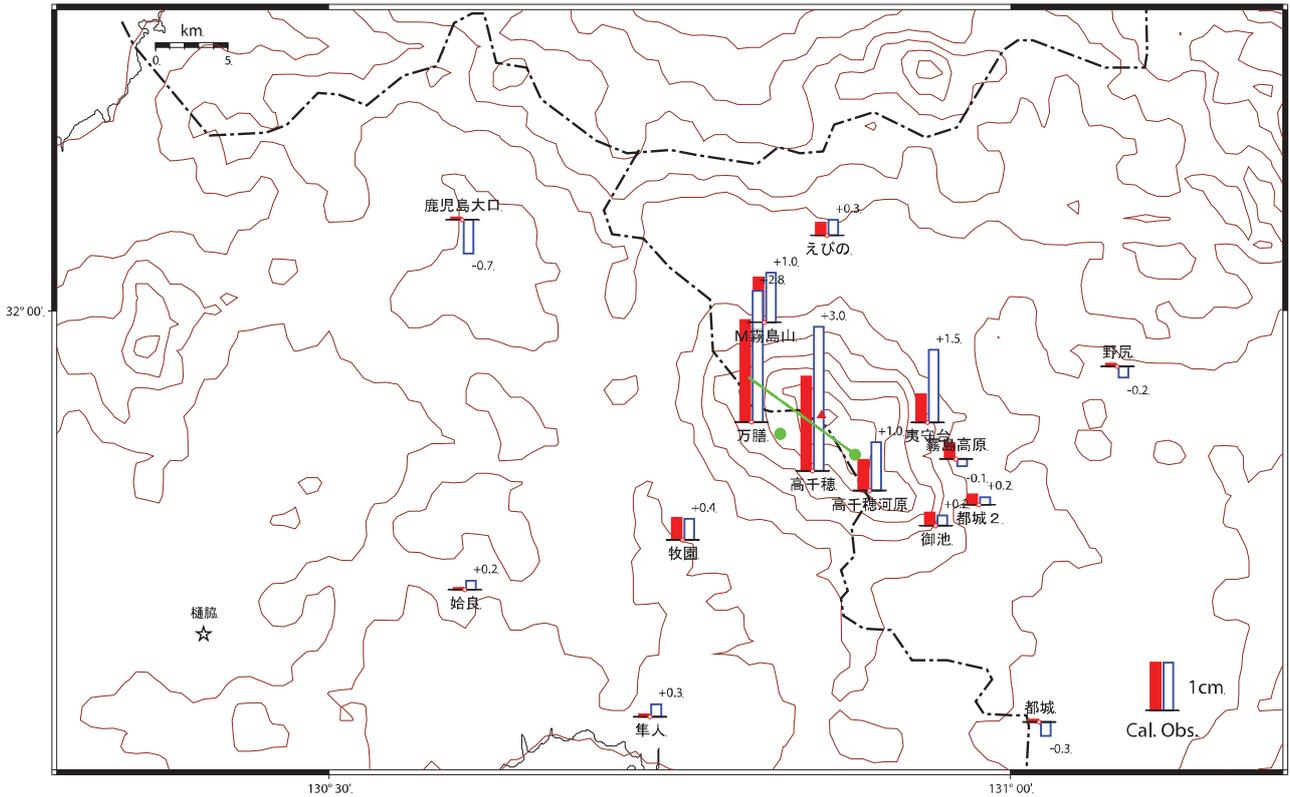


第6図 GPS連続観測点における地殻変動データから推定した霧島山の変動源モデル・球状膨張源とダイクを仮定(2011年2月~2012年2月：水平変動)

Fig.7 Source model of Kirishima Volcano estimated from crustal deformation observed by GPS continuous observation stations around Kirishima Volcano from February 2011 to February 2012, with Mogi sources and a dyke. (Comparison of horizontal vectors between observed and estimated ones)

基準期間：2011/02/01 - 2011/02/15
 比較期間：2012/02/10 - 2012/02/19

霧島山変動源 モデル計算



Lat=31.92 Lon=130.83 D=7.5km Inflation=3.6million cubic meter

Lat=31.91 Lon=130.89 D=3.4km Inflation=0.0million cubic meter

Lat=31.91 Lon=130.89 D=3.1km L=9.2km W=1.0km Strike=306deg Dip=90deg Rake=90deg Slip=0.00m Open=0.4m.

☆固定局：種子 (970836)

第7図 GPS連続観測点における地殻変動データから推定した霧島山の変動源モデル・球状膨張源とダイクを仮定 (2011年2月~2012年2月：上下変動)

Fig.7 Source model of Kirishima Volcano estimated from crustal deformation observed by GPS continuous observation stations around Kirishima Volcano from February 2011 to February 2012, with Mogi sources and a dyke. (Comparison of vertical displacement between observed and estimated ones)