7-1 北陸地方の地殻変動

Crustal Movements in the Hokuriku Districts

国土地理院

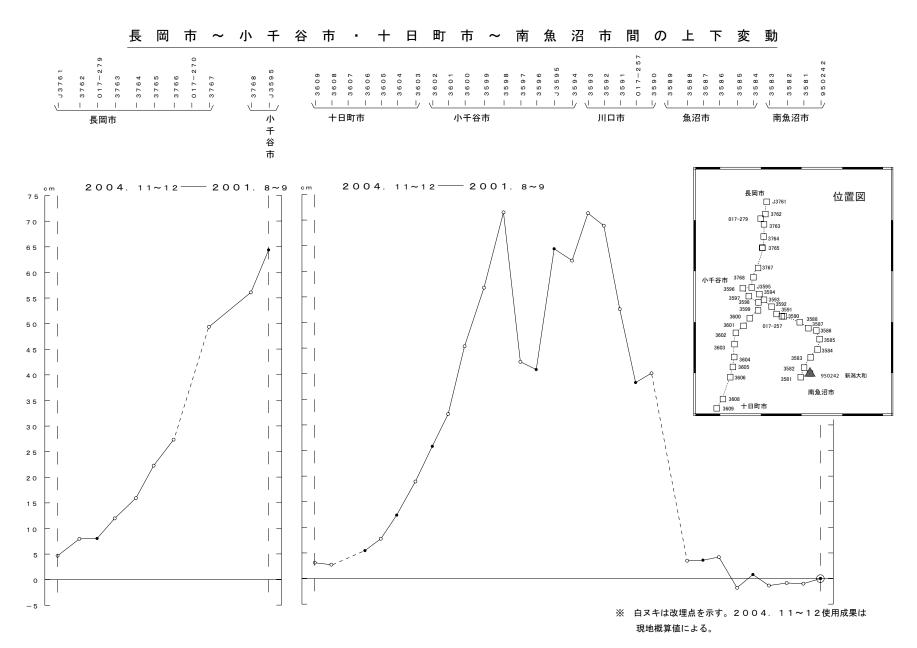
Geographical Survey Institute

第1図は新潟県中越地震震源域周辺で行った水準測量の結果である。断層面の上に当たる川口市、小千谷市で最大74cmの隆起が観測された。第2図はGPS観測結果から作成した震源断層モデルによる上下変動の計算値と水準測量の観測値の比較である。非常に良く一致しており、本震・余震を含めて複数の震源断層があるものの、1枚の断層で近似しても地表での変動はこの程度まで再現できることを示している。

第3~7図は中越地震の震源域を中心とした基線における地震後のGPS観測結果である。新潟大和観測点の東西成分に余効変動とも思える変化がある。10月27日、11月8日の余震に伴う変動が栃尾、守門観測点関連の基線などに見られる。小千谷、M十日町、M堀之内などでは、冬季に融雪のための地下水汲み上げによって上下成分の観測値が大きく変化しているのがみられる。

第8~19 図は新潟県中越地震震源域とその周辺のいわゆる地震空白域における長期間の地殻変動を見るために作成した GPS 観測結果の時系列グラフである。中越地震の co-seismic な変動以外に、目立った傾向の変化はない。豪雪地帯であるため、いくつかの観測点で冬季の融雪のための地下水くみ上げによる年周的上下変動が見られる。

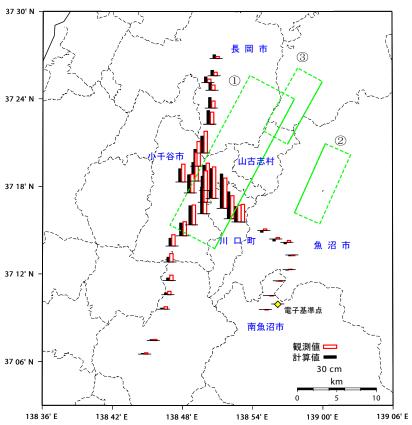
第20~23 図は1秒サンプリングデータで解析した本震時の電子基準点の地震動である。両津1観測点を固定して、地震波到達直前から直後の各観測点の変動をプロットした。第21 図は最も震源に近い小千谷観測点のデータである。近傍の K-net の観測点の加速度データ(2 階積分で変位に変換)と比較している。初動のセンスやその後のパルスなどが似ている。また、電子基準点位置における理論波形とも一致する(理論波形は気象庁による)。第22、23 図はその他の観測点であるが、地震計の記録との比較に耐えうる変位のデータが得られていると考えられる。



第1図 中越地方の水準測量結果(長岡市~小千谷市、十日町市~南魚沼市の路線)

Fig. 1 Results of Precise Leveling in Izu Peninsula (Nagaoka city to Ojiya city and Tohkamachi city to Minami-Uonuma city)

水準測量による上下変動観測値と断層モデルから 推定される上下変動量の比較



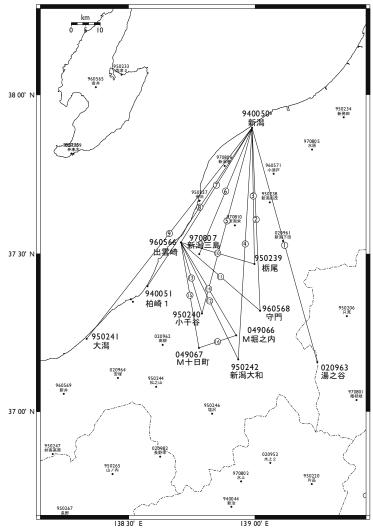
- ① 10/23本震による断層モデル
- ② 10/27余震による断層モデル
- ③ 11/8余震による断層モデル

断層モデルは、GEONETによる地殻変動観測に基づいて推定したもので、本震の地震断層を 1 枚の矩形断層で近似しています。断層の形状は北東ー南西走向で長さ約22km、幅約11km、上端の深さは約3kmで、西側に向かって傾斜約53度で深くなる面にそって、西側地塊が東側地塊に対して約1.8m隆起したものです。

第2図 水準測量による上下変動観測値と中越地震の断層モデルから推定される上下変動の 比較

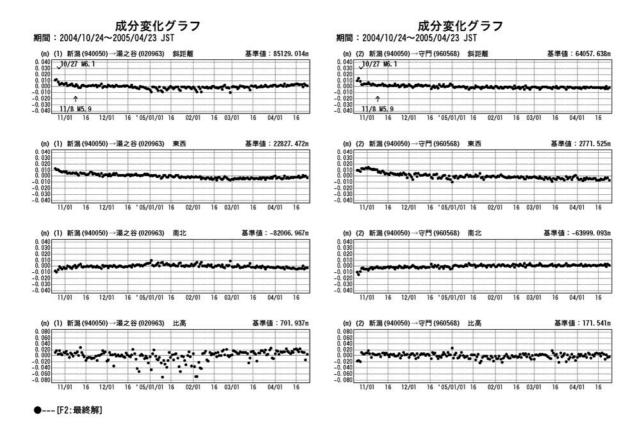
Fig.2 Comparison of observed vertical movement by leveling survey and calculated values from estimated faults model of Chuetsu earthquake

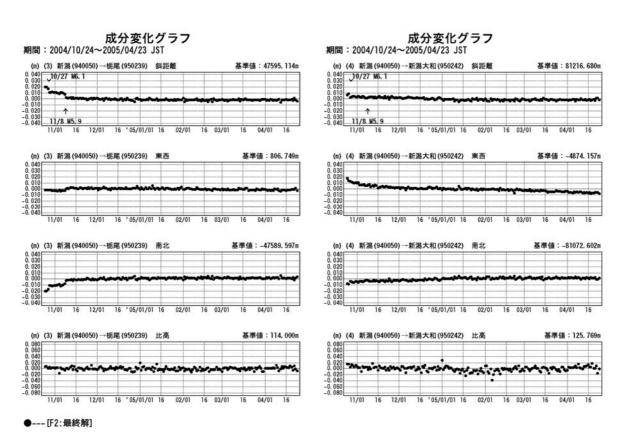




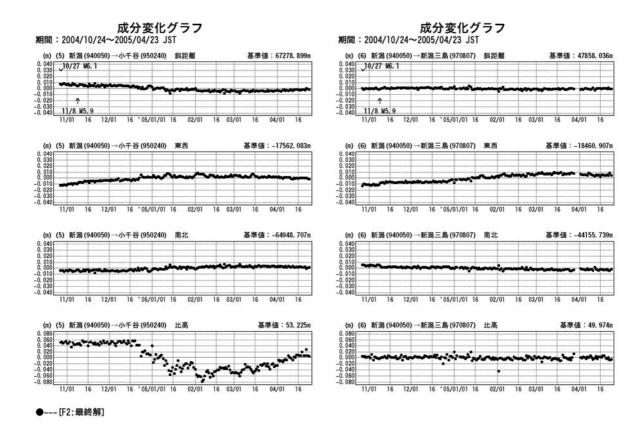
第3図 GEONET 最終解による平成 16 年 (2004 年) 新潟県中越地震発生後の中越地方周辺 における GPS 連続観測結果 (基線図)

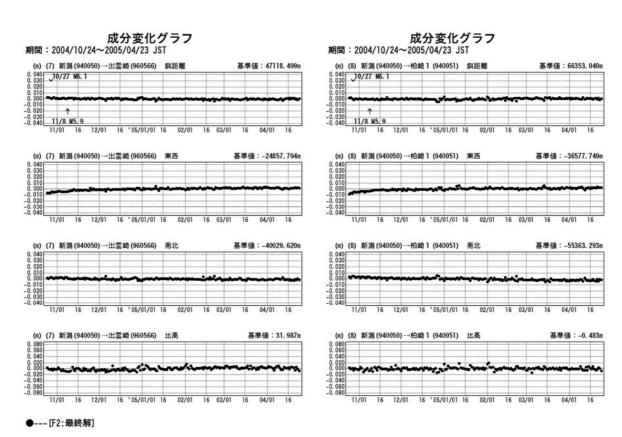
Fig.3 GEONET F2 solution results of Continuous GPS Measurements around the Chuetsu region after Chuetsu earthquake(baseline map)



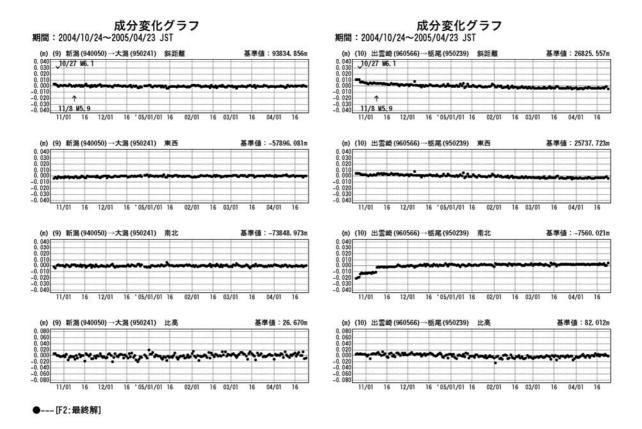


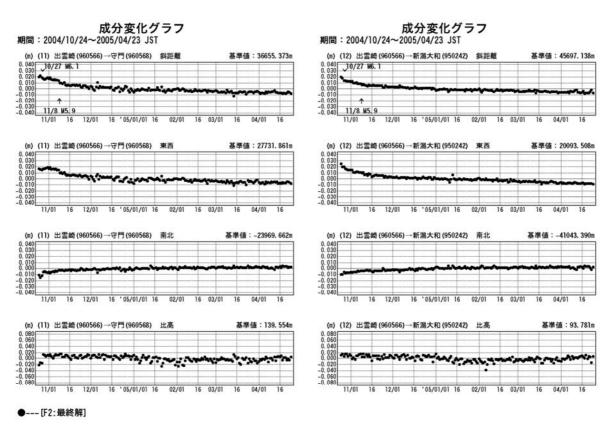
第4図 GEONET 最終解による平成 16年 (2004年) 新潟県中越地震発生後の中越地方周辺における GPS 連続観測結果 Fig.4 GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around the Chuetsu region after Chuetsu earthquake



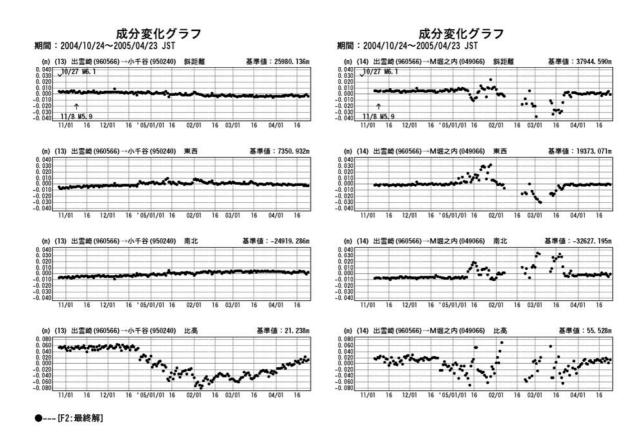


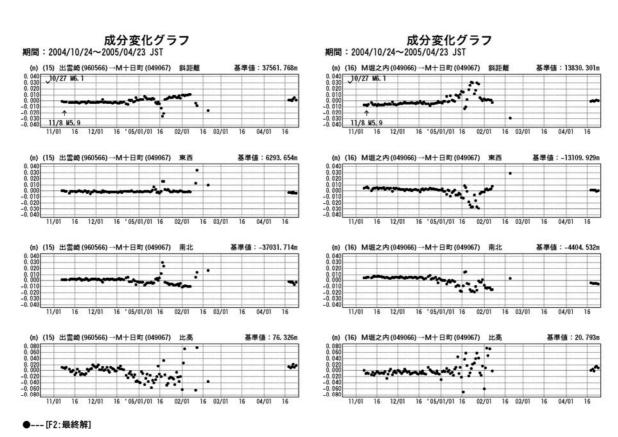
第5図 GEONET 最終解による平成 16年 (2004年) 新潟県中越地震発生後の中越地方周辺における GPS 連続観測結果 Fig.5 GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around the Chuetsu region after Chuetsu earthquake



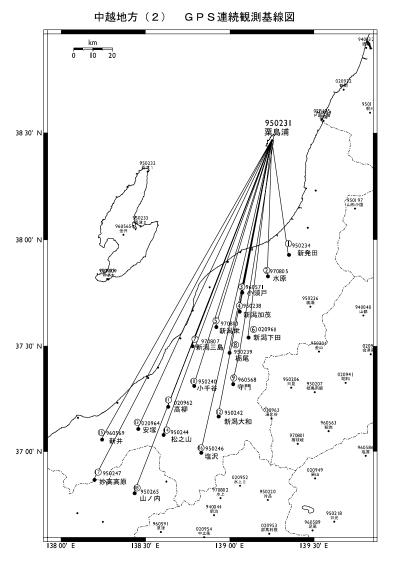


第6図 GEONET 最終解による平成 16年 (2004年) 新潟県中越地震発生後の中越地方周辺における GPS 連続観測結果 Fig.6 GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around the Chuetsu region after Chuetsu earthquake



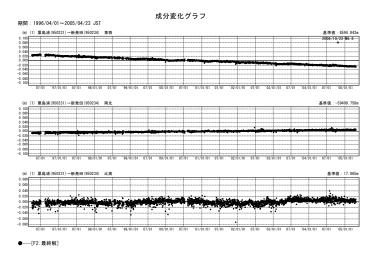


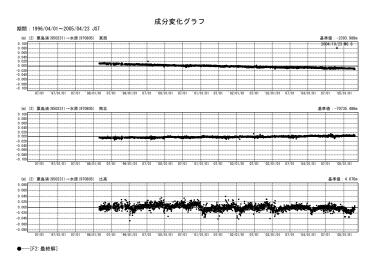
第7図 GEONET 最終解による平成 16 年 (2004 年) 新潟県中越地震発生後の中越地方周辺における GPS 連続観測結果 Fig.7 GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around the Chuetsu region after Chuetsu earthquake



第8図 GEONET 最終解による平成 16 年 (2004 年) 新潟県中越地震発生前後の中越地方周 辺における長期間の GPS 連続観測結果(基線図)

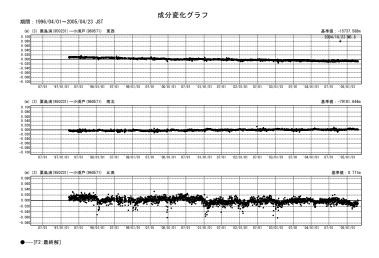
Fig.8 Long term time series of GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around the Chuetsu region (baseline map)

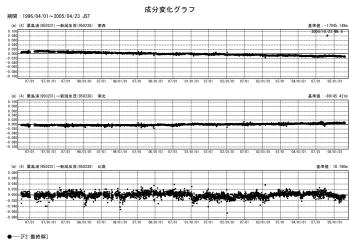




第9図 最終解による平成 16 年 (2004 年) 新潟県中越地震発生前後の中越地方周辺における長期間の GPS 連続観測結果

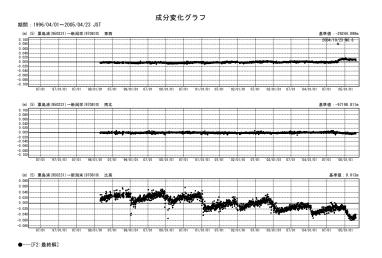
Fig.9 Long term time series of GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around the Chuetsu region

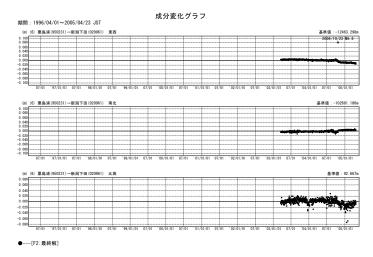




第 10 図 最終解による平成 16 年 (2004 年) 新潟県中越地震発生前後の中越地方周辺における長期間の GPS 連続観測結果

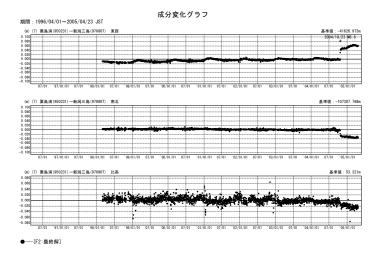
Fig.10 Long term time series of GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around the Chuetsu region

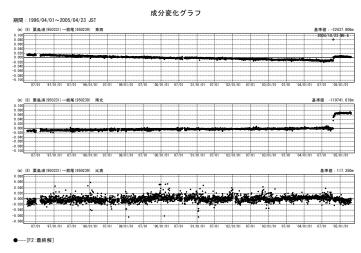




第11 図 最終解による平成16年(2004年)新潟県中越地震発生前後の中越地方周辺における長期間のGPS連続観測結果

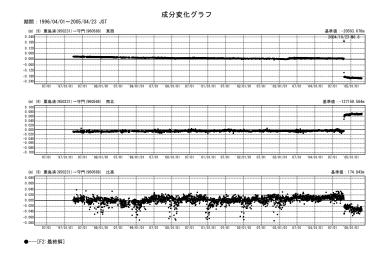
Fig.11 Long term time series of GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around the Chuetsu region

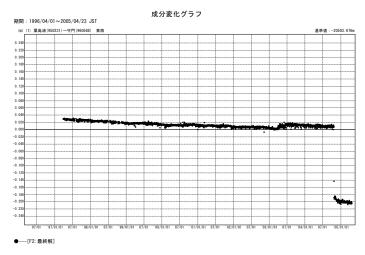




第12 図 最終解による平成16年(2004年)新潟県中越地震発生前後の中越地方周辺における長期間のGPS連続観測結果

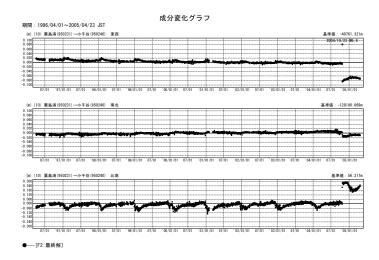
Fig.12 Long term time series of GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around the Chuetsu region

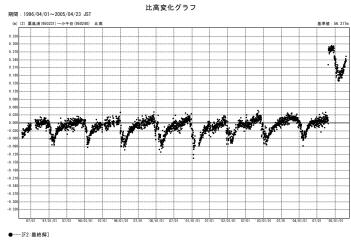




第13 図 最終解による平成16年(2004年)新潟県中越地震発生前後の中越地方周辺における長期間のGPS連続観測結果

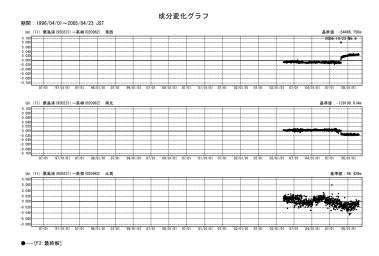
Fig.13 Long term time series of GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around the Chuetsu region





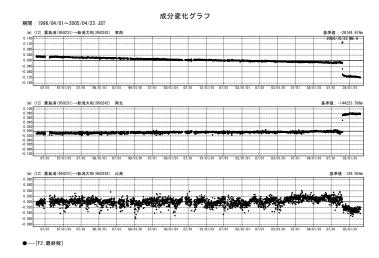
第14図 最終解による平成16年(2004年)新潟県中越地震発生前後の中越地方周辺における長期間のGPS連続観測結果

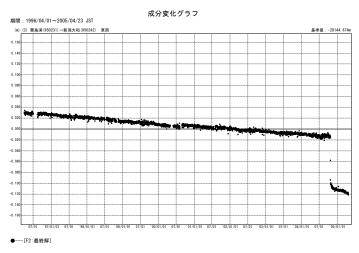
Fig.14 Long term time series of GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around the Chuetsu region



第 15 図 最終解による平成 16 年 (2004 年) 新潟県中越地震発生前後の中越地方周辺における長期間の GPS 連続観測結果

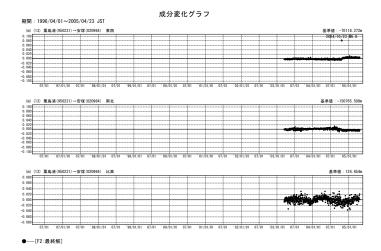
Fig.15 Long term time series of GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around the Chuetsu region

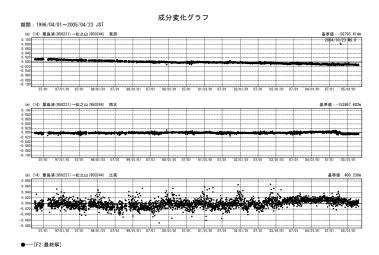




第 16 図 最終解による平成 16 年 (2004 年) 新潟県中越地震発生前後の中越地方周辺における長期間の GPS 連続観測結果

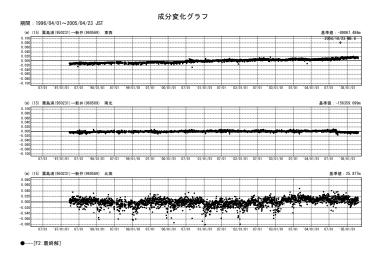
Fig.16 Long term time series of GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around the Chuetsu region

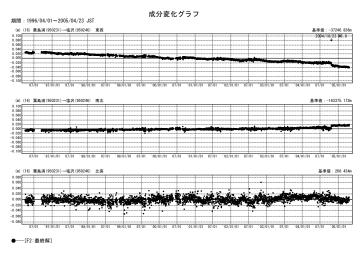




第 17 図 最終解による平成 16 年 (2004 年) 新潟県中越地震発生前後の中越地方周辺における長期間の GPS 連続観測結果

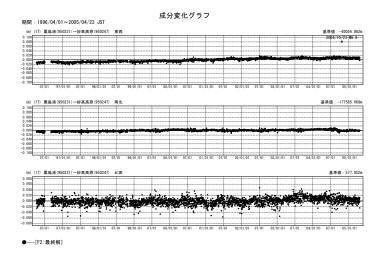
Fig.17 Long term time series of GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around the Chuetsu region

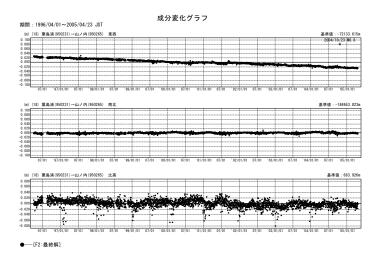




第18図 最終解による平成16年(2004年)新潟県中越地震発生前後の中越地方周辺における長期間のGPS連続観測結果

Fig.18 Long term time series of GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around the Chuetsu region

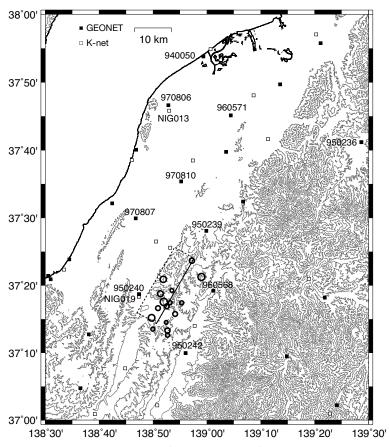




第19図 最終解による平成16年(2004年)新潟県中越地震発生前後の中越地方周辺における長期間のGPS連続観測結果

Fig.19 Long term time series of GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around the Chuetsu region

新潟県中越地震1秒サンプリングGPS解析観測点配置図

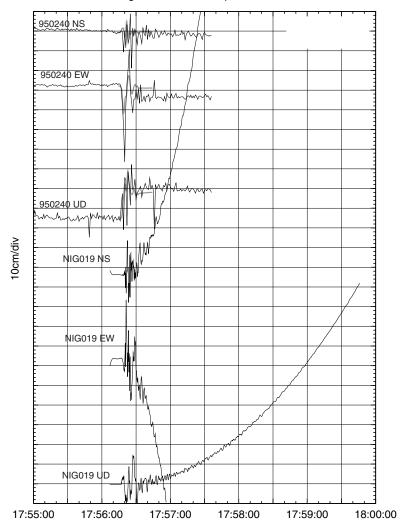


- ・GPSの時系列は、RTD(GPS解析ソフトウェア)を用いて950232(両津1)に対する相対座標として解析したものである。
- ・NIGから始まる観測点コードの時系列は、防災科学技術研究所K-netの加速度記録に10秒のハイパスフィルターをかけた後、数値積分して変位に変換したものをGPSとの比較のために示した
- ・GPSのデータに重ねてある太線は、吉田(2004;第160回地震予知連絡会気象庁資料)による強震波形インヴァージョン結果から計算されるGPS観測点での理論波形を表す。
- ・時系列を示した観測点のうち、950232(両津1)と950235(小木)は上記の地図外に位置する.

気象研究所との共同作成資料

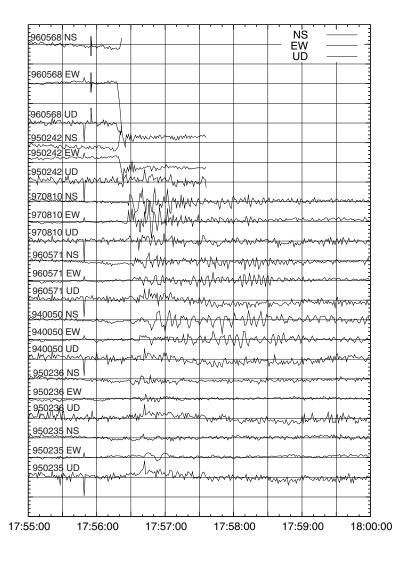
- 第20図 平成16年(2004年)新潟県中越地震発生直後の1秒サンプリングデータによる 観測点の変位記録(配点図)
- Fig.20 Co-seismic Crustal Movement Record by 1 second epoch GEONET data just after the occurence of Chuetsu Earthquake (site map)

Niigata Chuetsu earthquake 1s GPS



- 第 21 図 平成 16 年(2004 年)新潟県中越地震発生直後の 1 秒サンプリングデータによる 観測点の変位記録
- Fig.21 Co-seismic Crustal Movement Record by 1 second epoch GEONET data just after the occurence of Chuetsu Earthquake

Niigata Chuetsu earthquake 1s GPS 950239 NS 950239 EW 950239 UD 970807 NS 970807 EW 970807 UD 10cm/div 970806 NS 970806 EW 970806 UD drange and the same and the sam NIG013 NS NIG013 EW 4MMM/MM/MM/MM NIG013 UD



第22 図 平成16年(2004年)新潟県中越地震発生直後の1秒サンプリングデータによる 観測点の変位記録

17:57:00

17:55:00

17:56:00

Fig.22 Co-seismic Crustal Movement Record by 1 second epoch GEONET data just after the occurence of Chuetsu Earthquake

17:58:00

17:59:00

18:00:00

第23 図 平成16年(2004年)新潟県中越地震発生直後の1秒サンプリングデータによる 観測点の変位記録

Fig.23 Co-seismic Crustal Movement Record by 1 second epoch GEONET data just after the occurence of Chuetsu Earthquake