

7-1 北陸・中部地方の地殻変動

Crustal Movements in the Hokuriku and Chubu District

国土地理院
Geographical Survey Institute

[GPS ベクトル図 余効変動]

第1～2図は、新潟県中越沖地震の余効変動を示すGPS連続観測時系列グラフである。富山観測点をベクトルの始点とする、柏崎1、柏崎2、P柏崎に向かう3基線のベクトル3成分について、左の列に長期、右の列に地震後の短期の時系列が示されている。第1図下段の柏崎1の東西成分には、最近逆戻りするような変動が見えているが、2006年6月15日の受信機交換、23日のアンテナ交換の後に年周的な変動が見られ、今回も春以降東に動くという見かけ上のものである可能性がある。

第3図は、新潟県中越沖地震の余効変動の終息を判断するため、柏崎1、柏崎2、P柏崎観測点の各成分の変動速度を時系列で示したものである。どの観測点でも、東西・南北成分ともに、地震前の速度にほぼ戻ったように見える。新潟県中越沖地震の余効変動は、2008年の夏頃までにほぼ終息したとみられる。

[長岡における絶対重力測定]

第4～5図は、新潟県中越沖地震後に行った長岡市での絶対重力測定の結果である。平成19年新潟県中越沖地震の発生を挟む2005年5月から2008年10月までの間に $7.3\mu\text{Gal}$ の重力減少が測定された。この減少量はフリーエア勾配を仮定すると約2.4cm、ブーゲー勾配を仮定すると約3.7cmの隆起に相当する。一方、平成19年新潟県中越沖地震の震源断層モデルによる長岡FGSの上下変動は0.9cmの沈降であった。

[長岡における絶対重力測定結果に関する一考察]

長岡技術科学（長岡市上富岡町）構内に在る重力点GR0563816-NGO（長岡FGS）において、2008年9月25日～10月1日に実施した重力絶対測定結果を、平成19年新潟県中越沖地震（2007/07/16）をはさんで2005年5月13～17日に実施した重力絶対測定結果と比較したところ、 $7.3\mu\text{Gal}$ の重力減少が測定された。この減少量をフリーエア勾配およびブーゲー勾配を仮定すると、それぞれ約2.4cmおよび3.7cm隆起に相当する。

中越沖地震の断層モデルから計算される長岡FGS地点の変動は約0.9cmの沈降である。

中越沖地震後に行われた近傍の水準路線の改測結果では、長岡FGSの北から北東に位置する水準点で中越沖地震の断層モデルから導かれる計算値と比較して、隆起する傾向が見られる。この隆起傾向は、2004年新潟県中越地震の震源域に近づくにつれて大きくなることから、中越地震の余効変動を表している可能性がある。中越地震の余効変動モデル（国土地理院、2008）は、浅部での余効すべりを想定しているため、長岡FGS及び水準測量の隆起傾向を説明しない（モデルAで1mm、モデルBで2mmの沈降）が、中越地震の震源断層深部延

長上での余効すべりも起こっていたとすると、これらの隆起を説明できる。

[EDM 跡津川断層]

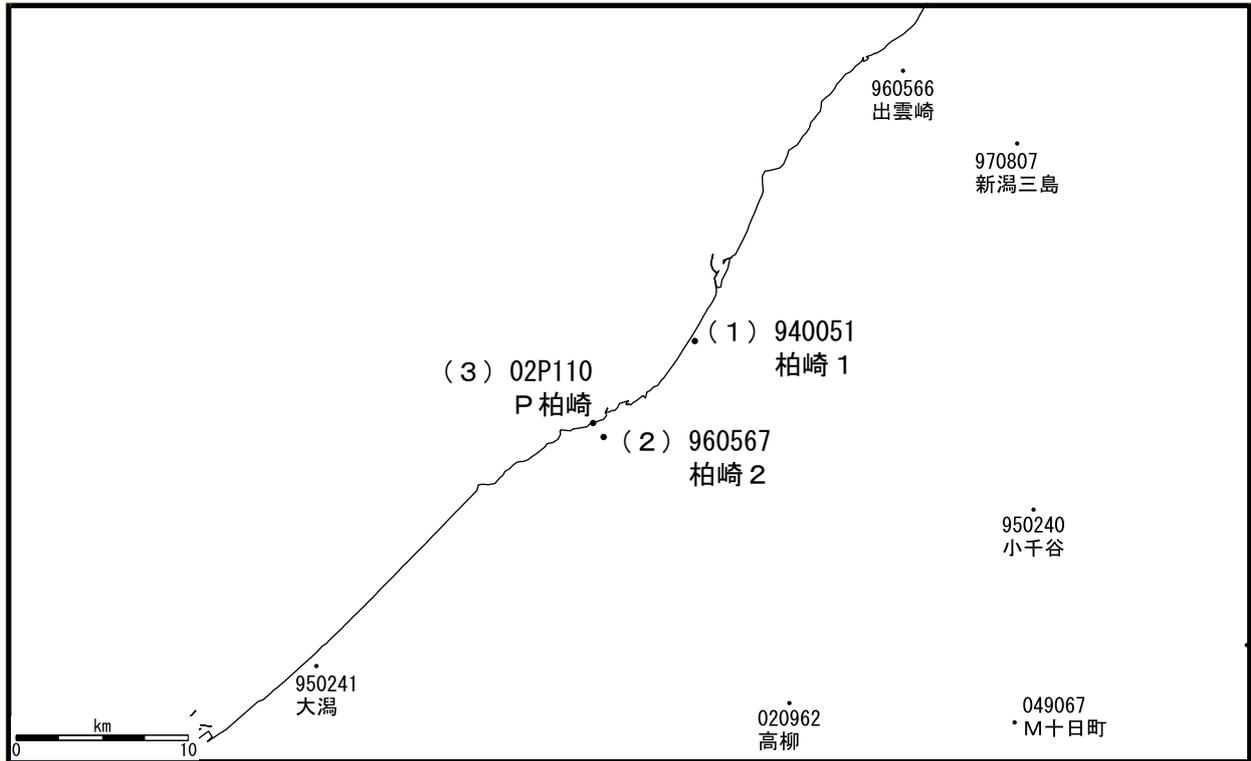
第6図は、富山県の有峰湖地区で行っている跡津川断層を挟んだ光波測距儀による約2年ごとの繰り返し辺長測量結果である。右横ずれの断層クリープを示唆する変動が進行しているように見える。

参 考 文 献

- 1) 国土地理院, 2004, 中部・近畿地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 72, 510-514.
- 2) 国土地理院, 2005, 北陸地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 73, 269-317.
- 3) 国土地理院, 2005, 中部・近畿地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 73, 426-463.
- 4) 国土地理院, 2005, 北陸地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 74, 331-345.
- 5) 国土地理院, 2005, 中部・近畿地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 74, 365-380.
- 6) 国土地理院, 2006, 北陸地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 75, 443-450.
- 7) 国土地理院, 2006, 長岡における絶対重力測定, 地震予知連絡会会報, 75, 451-452.
- 8) 国土地理院, 2006, 北陸・中部地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 76, 446-463.
- 9) 国土地理院, 2007, 北陸・中部地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 78, 424-456.
- 10) 国土地理院, 2008, 北陸・中部地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 79, 403-477.
- 11) 国土地理院, 2008, 北陸・中部地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 80, 374-411.

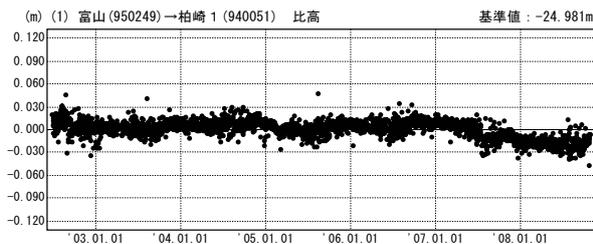
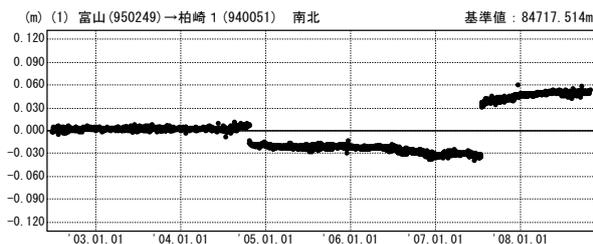
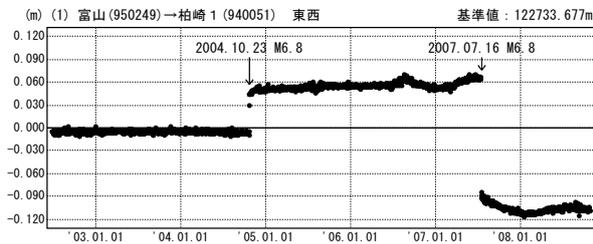
柏崎市周辺の観測点で見られていた余効変動は、2008年夏頃に終息したと見られる。

電子基準点配点図



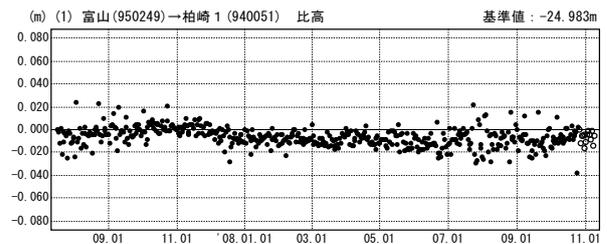
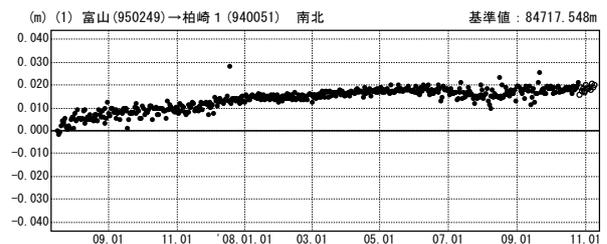
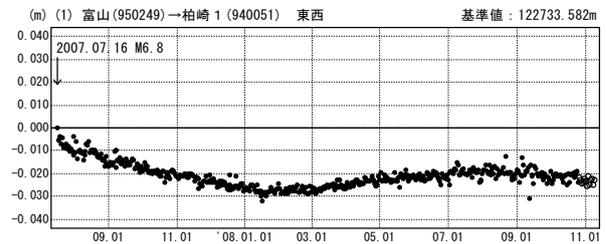
1次トレンド・半年周・年周除去後（2002年～）

期間：2002.07.01～2008.10.25 JST



1次トレンド・半年周・年周除去後（地震後）

期間：2007.07.16～2008.11.08 JST 計算期間：2002.07.01～2004.07.01



● ---[F2:最終解] ○ ---[R2:速報解]

第1図 新潟県中越沖地震以降の地殻変動

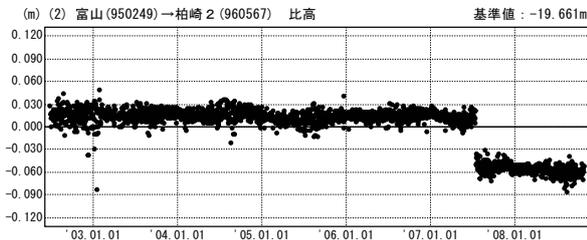
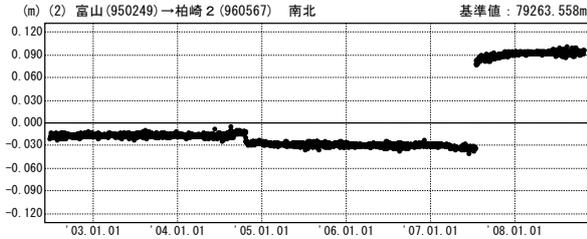
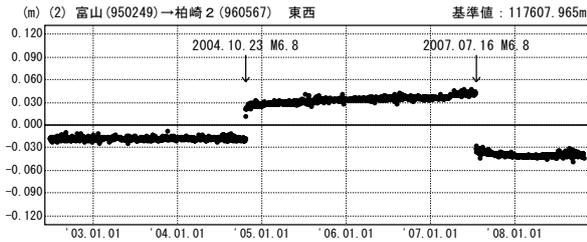
Fig. 1 Crustal deformation after the Niigataken Chuetsu-oki Earthquake in 2007 (1/3).

平成19年（2007年）新潟県中越沖地震後の地殻変動（2）

暫定

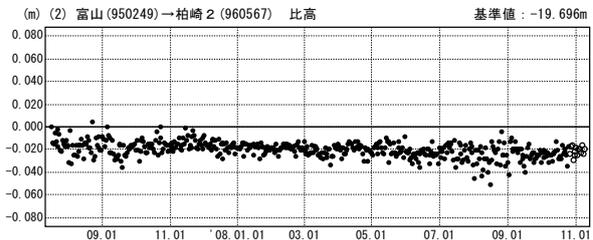
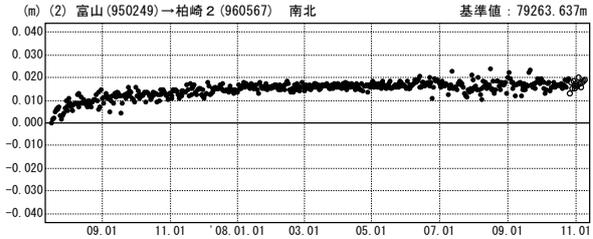
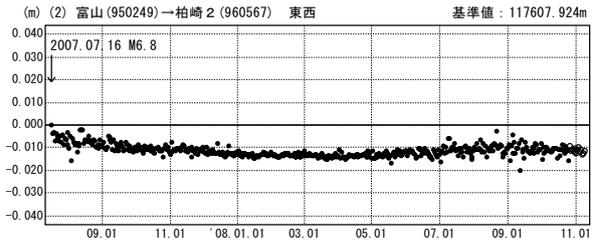
1次トレンド・半年周・年周除去後（2002年～）

期間：2002.07.01～2008.10.25 JST



1次トレンド・半年周・年周除去後（地震後）

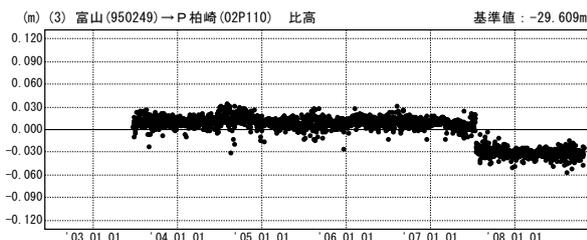
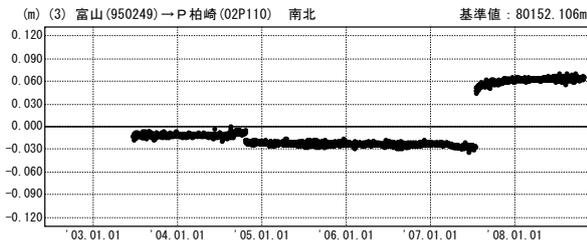
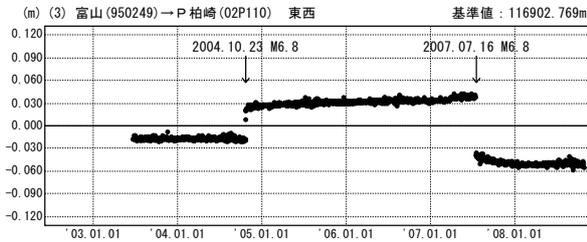
期間：2007.07.16～2008.11.08 JST 計算期間：2002.07.01～2004.07.01



● ---[F2:最終解] ○ ---[R2:速報解] ※「柏崎2」の傾斜による変位は補正しています。

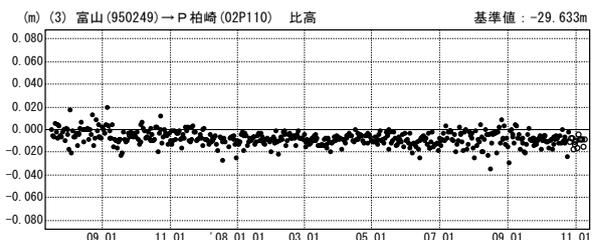
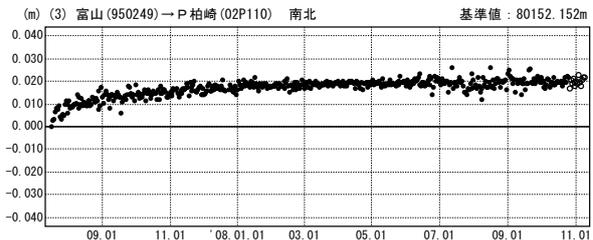
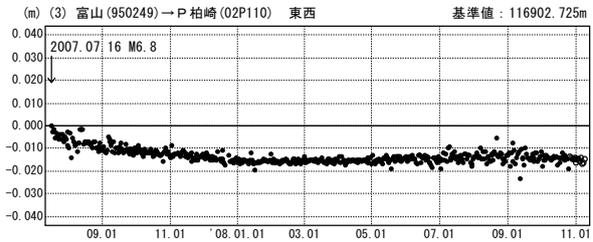
1次トレンド・半年周・年周除去後（2002年～）

期間：2002.07.01～2008.10.25 JST



1次トレンド・半年周・年周除去後（地震後）

期間：2007.07.16～2008.11.08 JST 計算期間：2002.07.01～2004.07.01



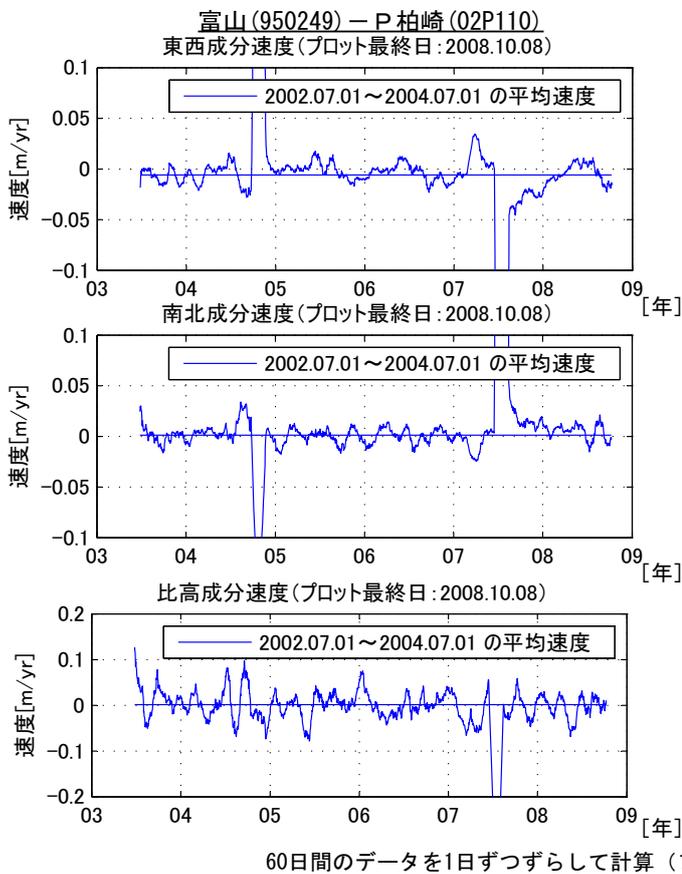
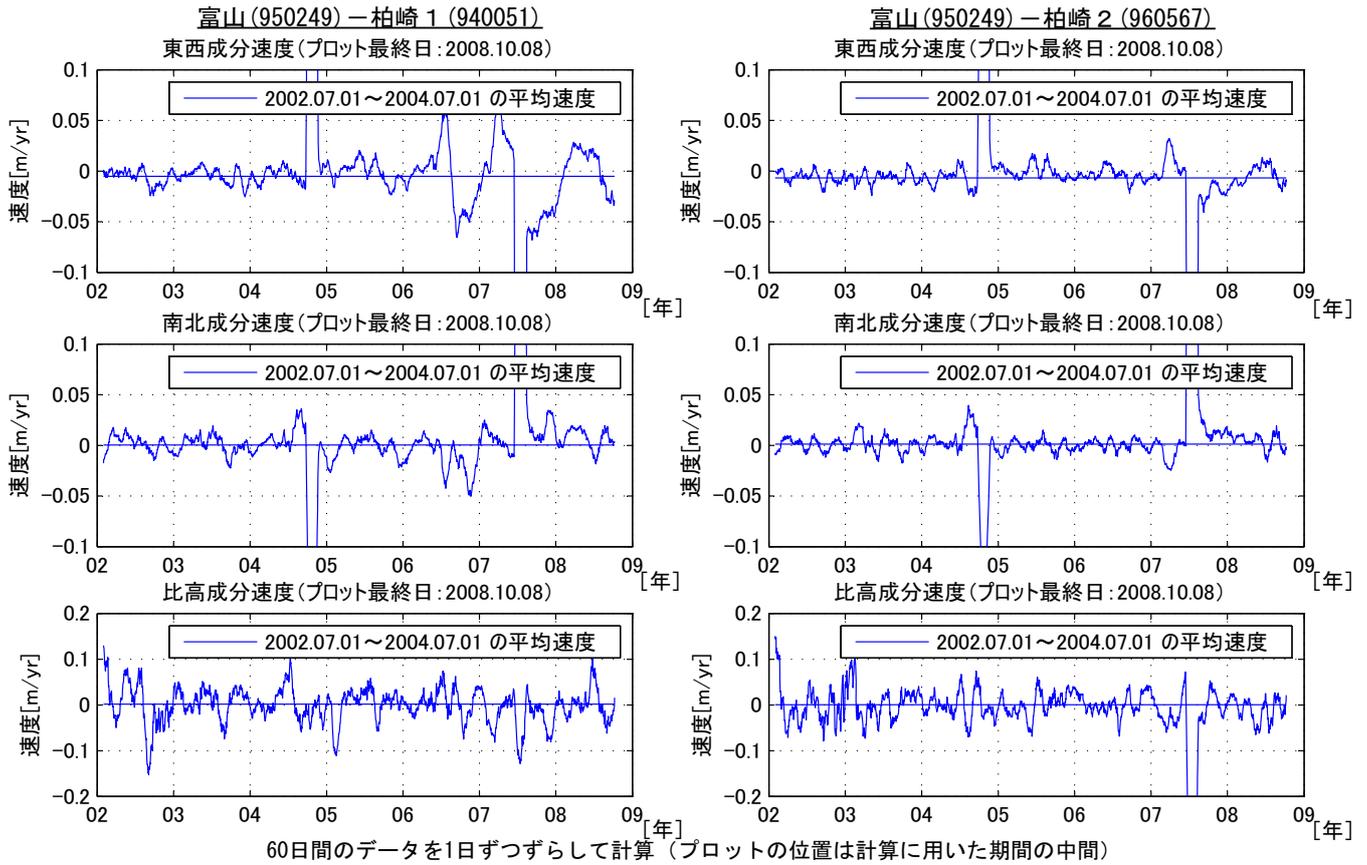
● ---[F2:最終解] ○ ---[R2:速報解]

第2図 新潟県中越沖地震以降の地殻変動
Fig. 2 Crustal deformation after the Niigatiken Chuetsu-oki Earthquake in 2007 (2/3).

平成19年(2007年)新潟県中越沖地震後の地殻変動 (3)

速度グラフ

東西、南北成分ともに、2008年夏頃に地震前の速度にほぼ戻ったように見える。



第3図 新潟県中越沖地震以降の地殻変動

Fig. 3 Crustal deformation after the Niigataken Chuetsu-oki Earthquake in 2007 (3/3).

長岡における絶対重力測定

Absolute Gravity Measurements at Nagaoka

国土地理院
Geographical Survey Institute

[1] はじめに

国土地理院では、2004年10月23日の平成16年新潟県中越地震後に新潟県長岡市において2005年5月13日から17日まで重力の絶対測定を実施した。その後2007年7月16日に平成19年新潟県中越沖地震が発生した。

今回2008年9月25日から10月1日までの間に同市において重力の絶対測定を実施し、前回までの測定結果との比較を行ったので報告する。

[2] 測定について

測定地点は、図1に示した長岡基準重力点（長岡 FGS）である。使用した器械は Micro-g Lacoste 社製の絶対重力計 FG5 である。表1および図2に測定結果、表2に各種補正情報をまとめる。

平成19年新潟県中越沖地震の発生を挟む2005年5月から2008年10月までの間に**7.3 μ Galの重力減少が測定された**。この減少量はフリーエア勾配を仮定すると約2.4cm、ブーゲー勾配を仮定すると約3.7cmの隆起に相当する。一方、平成19年新潟県中越沖地震の本震およびこの余効変動の断層モデルによる長岡FGSの上下変動は2.2cmの沈降であった。

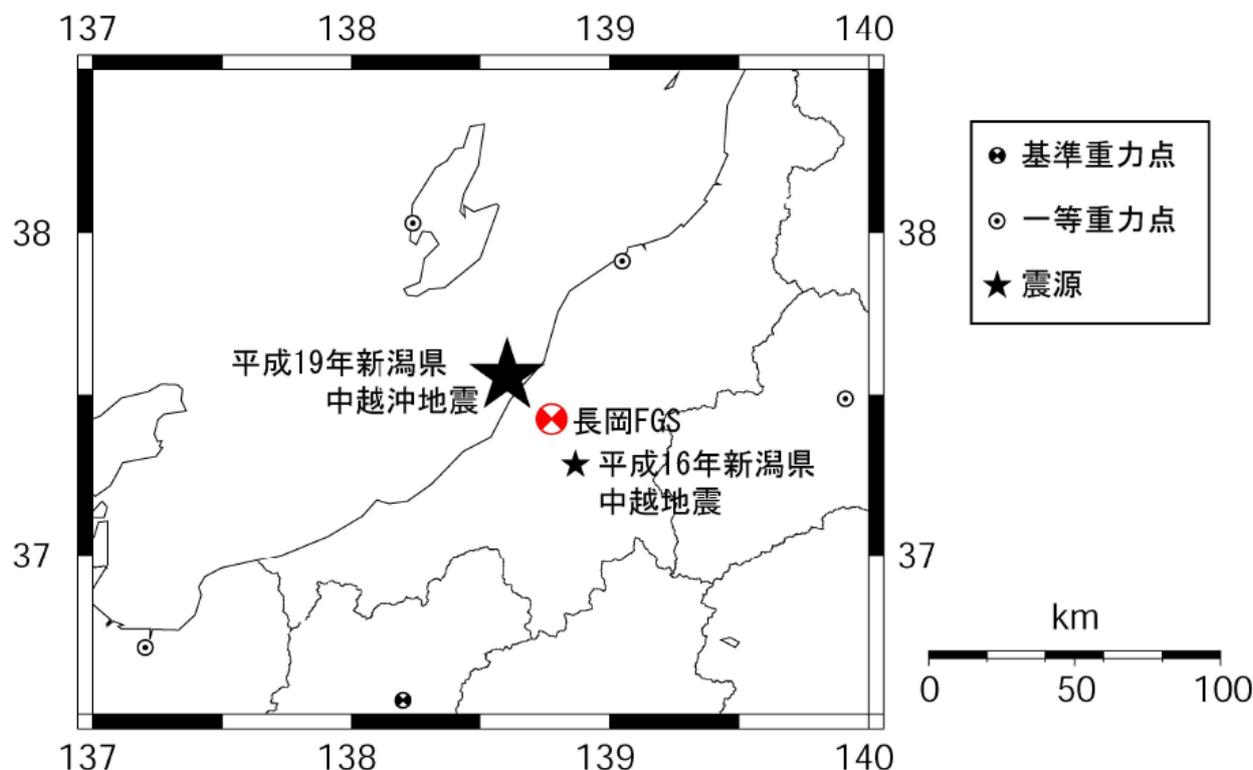


図1 長岡 FGS の位置

Fig.1 Map of Nagaoka Fundamental Gravity Station

第4図 長岡における絶対重力測定

Fig. 4 Absolute Gravity Measurements at Nagaoka.

表 1 長岡 FGS における絶対重力値

Table.1 Absolute Gravity Value at Nagaoka FGS

観測期間	測器	重力値(†) [mGal]	有効落下数	標準偏差(‡) [mGal]
19970903 - 0908	#201	979931.0992 ± 0.0001	18,697	0.0187
20040731 - 0806	#201	979931.1014 ± 0.0004	6,651	0.0290
20050513 - 0517	#203	979931.0931 ± 0.0003	6,174	0.0232
20080925 - 1001	#201	979931.0858 ± 0.0001	12,437	0.0118

(†) : 絶対重力値は金属標の 130.0cm 直上における値 (‡) : 有効落下データの標準偏差をあらわす

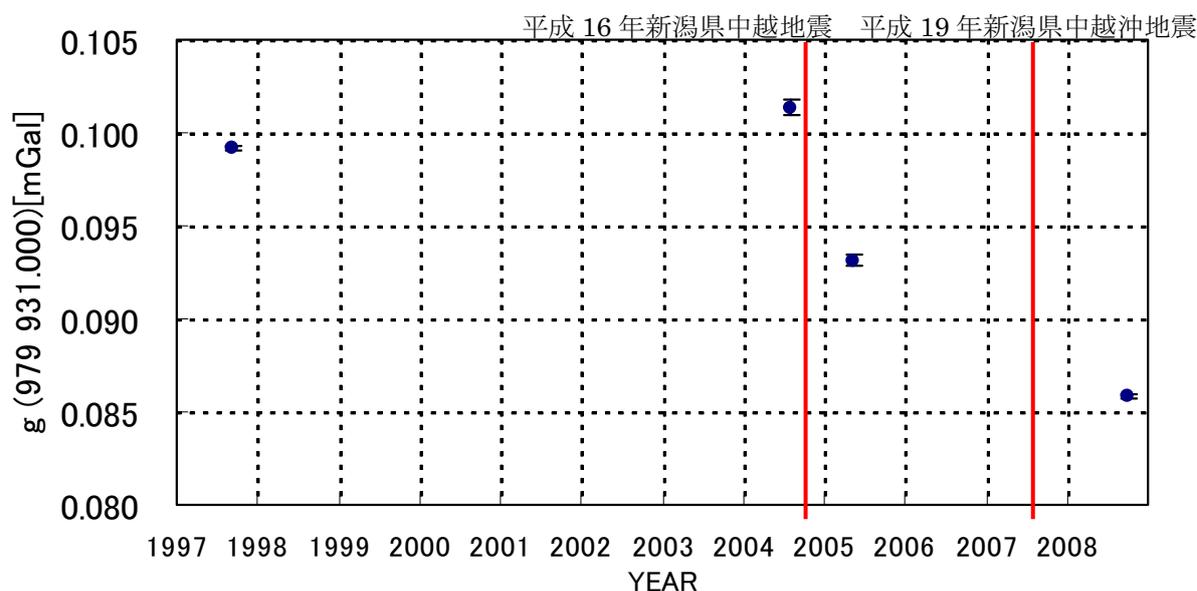


図 2 1997 年 9 月以降の長岡 FGS における重力変化

Fig.2 Absolute Gravity Change at Nagaoka FGS since Sep. 1997

表 2 各種補正情報

Table.2 Auxiliary Information

測定点の緯度・経度・標高	37.4239°N, 138.7764°E, 58.97m (世界測地系)
器械高の化成	重力値は金属標の上面から 130.0cm 直上に化成 重力鉛直勾配 $dgdh = -0.2960 \text{ mGal/m}$ (2005 年 5 月測定)
固体潮汐 δ ファクター	永久潮汐については 1.0
気圧補正	アドミッタンスは 0.0003 mGal/hPa 標準大気圧は標高にもとづき 1006.19 hPa
極潮汐補正	IERS Bulletin B による極位置を使用, δ ファクター = 1.164 ただし, 2008 年 10 月は IERS Bulletin A による極位置を使用
海洋潮汐補正	なし (海洋潮汐の影響は 0.001 mGal 以内)
処理ソフト	g (Ver.v5.05.01.14 Evaluation)

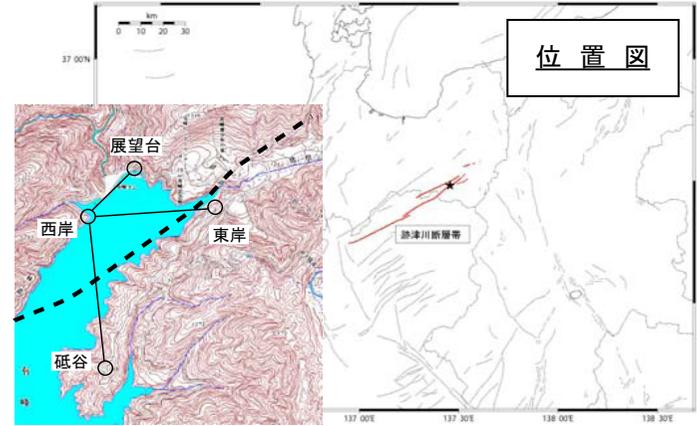
第 5 図 長岡における絶対重力測定

Fig. 5 Absolute Gravity Measurements at Nagaoka.

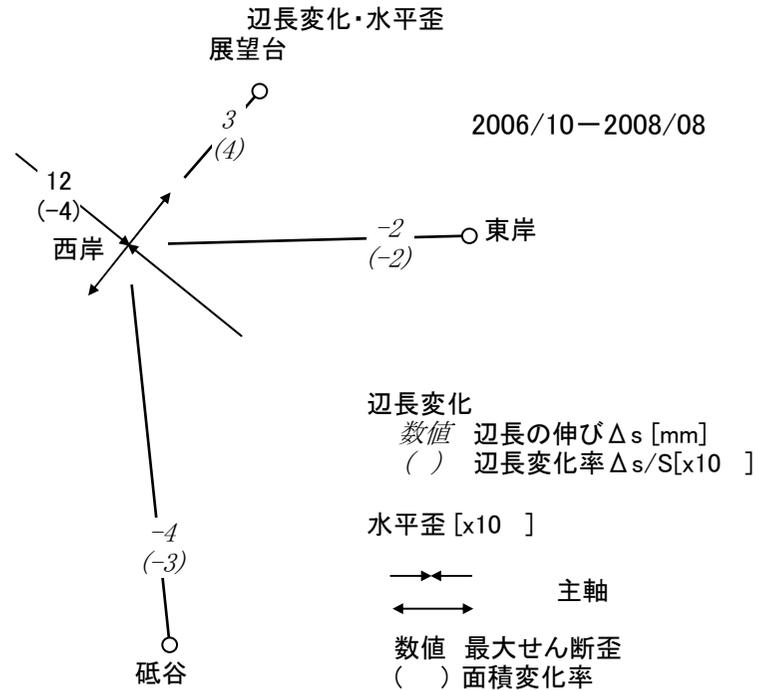
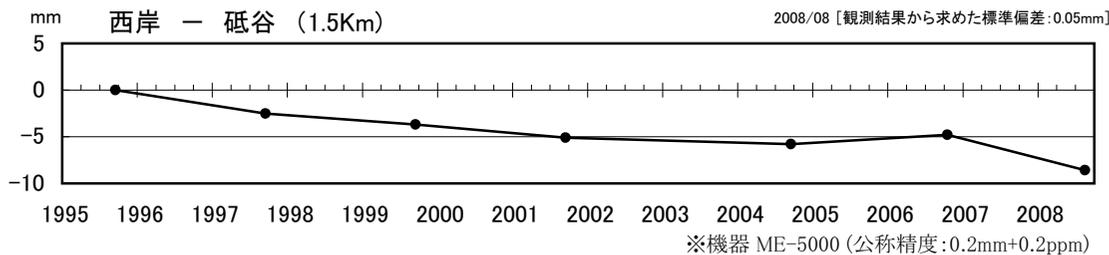
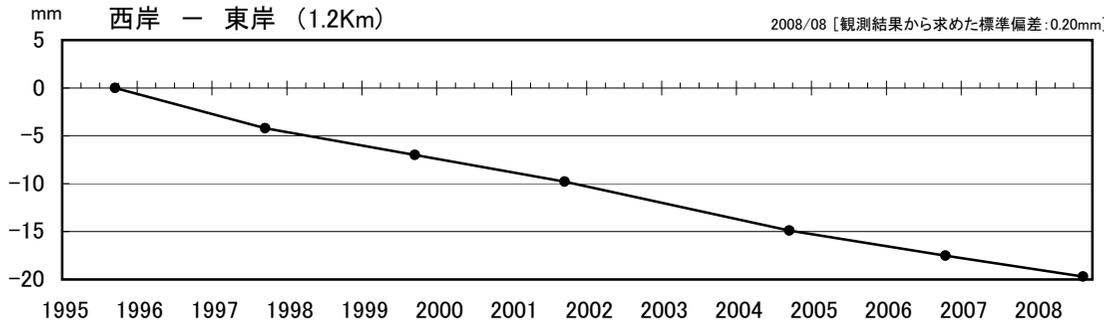
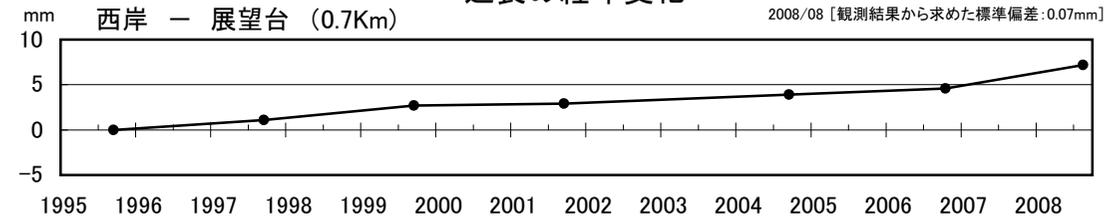
跡津川(有峰湖地区) 変動地形調査測量結果

右横ずれの断層クリープを示唆する変動が進行しているように見える。

区 間	測定年月	1995/09	1997/09	1999/09	2001/09	2004/09	2006/10	2008/09
西岸～展望台	m	694.477	.4780	.4796	.4798	.4808	.4815	.4841
西岸～東岸		1185.41	.4044	.4016	.3988	.3937	.3911	.3889
西岸～砥谷		1470.69	.6848	.6836	.6822	.6815	.6825	.6787



辺長の経年変化



第6図 跡津川変動地形調査測量結果

Fig. 6 Distances from EDM survey around Atotsugawa fault.