

地球観測実習 重力観測

2009年7月27日～29日

担当

田中愛幸先生

発表者

澤井智子・竹尾明子・塚本明奈

重力観測の目的

重力変化の検出

地震火山活動

物質移動による密度変化

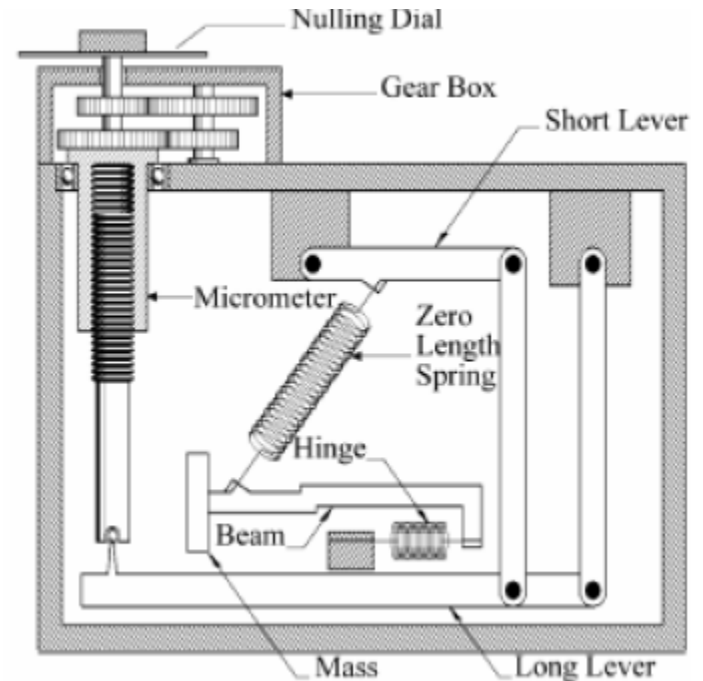
観測点の隆起・沈降による影響

圧縮・膨張による密度変化

ラコステ重力計について

しくみ

- ばねの調整量が重力に比例することを利用
- 内部が 50°C の恒温槽



取り扱い・測定方法

(1)取り出し:ケースから重力計本体を取り出し、皿にのせる(慎重に！！)



(2)検流計を設置する。

(3)レベル合わせ

(4)クランプをはずす



取り扱い・測定方法

(5)測定開始

ダイヤルを回転させ検流計の針を $0\mu\text{A}$ にする。

このときの値が読み取り値。

(6)再測定

ダイヤルを反時計回りに1回転、続いて時計回りに回転させ、検流計の値が再び $0\mu\text{A}$ になるよう調整し、値を読み取る。



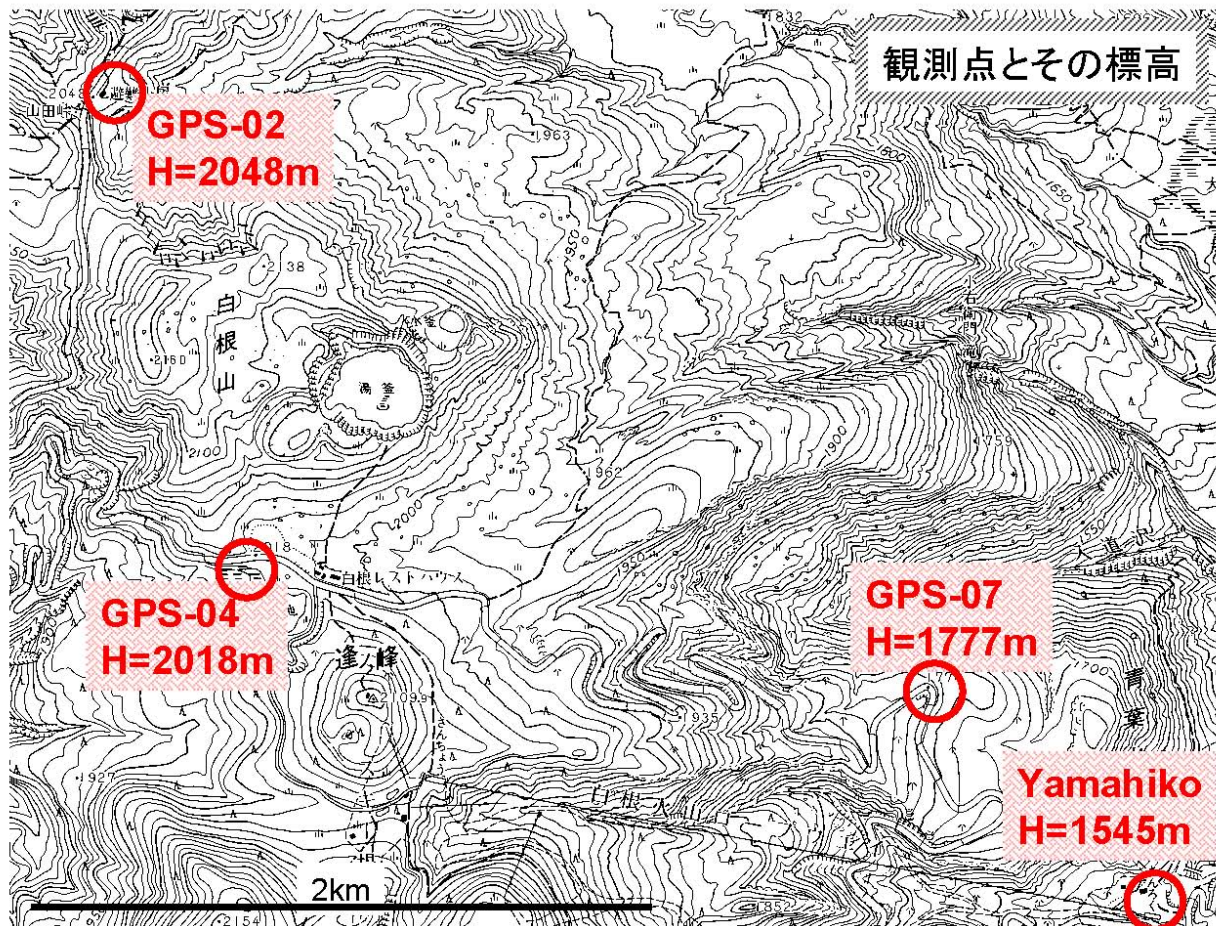
(7)機械高読み取り

基準点標識から重力計上面までの高さをコンベックスで読み取る

(8)クランプを時計回りにまわし、固定する。

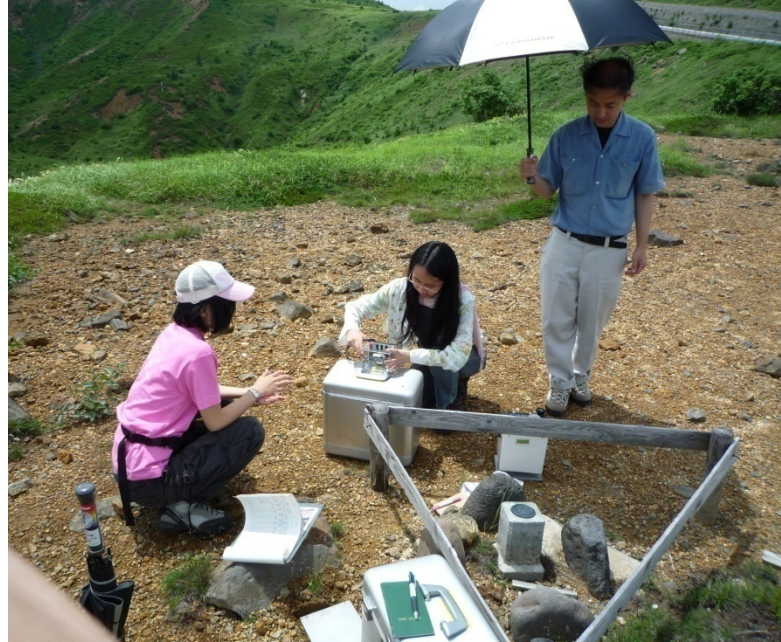
(9)重力計本体をケースに収納する

観測点およびルート



新Yamahiko
↓
GPS07
↓
GPS02
↓
GPS07
↓
新Yamahiko
↓
GPS04
↓
新Yamahiko
↓
旧Yamahiko

観測の様子



結果 生データ

G875

測定者	点名	月	日	時	分	読み取り値	器械高(m)
澤井	新 Yamahiko	7	28	8	58	2986.75900	0.25700
						2986.75800	0.25700
澤井	GPS 07	7	28	9	48	2938.16800	0.08800
						2938.17100	0.08800
		7	28	9	56	2938.17500	0.08800
						2887.93500	-0.04000
竹尾	GPS02	7	28	10	47	2887.92000	-0.04000
						2887.91700	-0.04000
澤井	GPS07	7	28	11	37	2938.18200	0.09000
						2938.18500	0.09000
		7	28	11	43	2938.17800	0.09000
澤井	新 Yamahiko	7	28	12	24	2986.80700	0.25800
						2986.80000	0.25800
竹尾	GPS04	7	28	14	35	2890.80100	0.06900
						2890.79800	0.06900
竹尾	新 Yamahiko	7	28	15	29	2986.79100	0.25800
						2986.78500	0.25800

G876

観測者	点名	月	日	時	分	読み取り値	器械高(m)
Takeo	新 Yamahiko	7	28	8	55	3053.285	0.257
						3053.289	0.257
Tsukamoto	GPS07	7	28	9	48	3004.463	0.098
						3004.467	0.098
Tsukamoto	GPS02	7	28	10	45	2954.001	0.005
						2954.01	0.005
Takeo	GPS07	7	28	11	45	3004.448	0.094
						3004.449	0.094
Tsukamoto	新 Yamahiko	7	28	12	28	3053.244	0.257
						3053.278	0.257
		7	28	12	36	3053.271	0.257
Tsukamoto	新 Yamahiko						
Tsukamoto	GPS04	7	28	14	37	2956.955	0.047
						2956.953	0.047
Sawai	新 Yamahiko	7	28	15	28	3053.208	0.257
						3053.209	0.257

補正①係数換算値への変換

G875

C.R.	g	Factor b
2900	2951.843	1.01899
3000	3053.743	1.01909
3100	3155.652	1.01919

G876

C.R.	g	Factor b
2900	2941.372	1.01559
3000	3042.931	1.01572
3100	3144.503	1.01584

読み取り値と実際の重力値は異なる。
器械ごとに補正をしなければいけない。

例. 読み取り値C.R.=2986.759(器械G875)のとき

$2900 < \text{C.R.} < 3000$

$$\begin{aligned} g(\text{C.R.}) &= g(2900) + b(2900) \times (\text{C.R.} - 2900) \\ &= 2951.843 + 1.01899 \times (2986.759 - 2900) \\ &= 3040.2496 \end{aligned}$$

補正②器械高補正

得られた重力値は重力計上面における重力値なので、これを測定点における重力値に変換する。

地上から1m高くなると0.3mgal減少

計算例

器械高0.257mの場合

$$0.257 \times 0.3 = 0.0771$$

測定点では 0.0771 mgal だけ大きな重力値をもつ。

補正③潮汐補正

測定された重力は

1. 地球の及ぼす重力
2. 月・太陽が及ぼす引力＝潮汐力

の和である。

知りたいのは重力なので潮汐力を補正する。

注) 潮汐力は場所・時間によって変化する
天体力学で求まる値を使った

補正④ドリフト補正

ドリフトとは？

重力値が一定でも材質の特性上、
時間とともに測定値が変化する。

同じ観測点で行きと帰りの2回計り
そのずれを経過した時間で割ると

1時間あたりのドリフト量(mgal/hour)がわかる

補正④ドリフト補正（器械ごと）

点名	月	日	時	分	補正済み重力 (mgal)	重力平均 (mgal)	時間差平均 (hour)	往復重力差 (mgal)	往復時間差 (hour)
新Yamahiko	7	28	8	58	3040.329	3040.328	0.000		
	7	28	9	1	3040.328				
GPS 07	7	28	9	48	2990.753	2990.757	1.342		
	7	28	9	54	2990.756				
GPS02	7	28	9	56	2990.760	2939.510	1.875	0.000	0.000
	7	28	10	47	2939.521				
GPS07	7	28	10	52	2939.506	2990.761	2.664	0.004	1.322
	7	28	10	57	2939.503				
	7	28	11	37	2990.761				
新Yamahiko	7	28	11	38	2990.764	3040.359	3.442	0.031	3.442
	7	28	11	43	2990.757				
	7	28	12	24	3040.363				
新Yamahiko	7	28	12	26	3040.356	3040.359	0.000		
	7	28	12	28	3040.356				
GPS04	7	28	14	35	2942.491	2942.489	2.183	0.000	0.000
	7	28	14	39	2942.488				
新Yamahiko	7	28	15	29	3040.361	3040.358	3.117	-0.002	3.117
	7	28	15	37	3040.354				

行きも帰りも各観測点で測定を複数回行い平均をとった。
往復の重力差と時間差を使ってドリフト補正量を求めた。

補正⑤ドリフト補正

器械ごとの
重力値時間変化



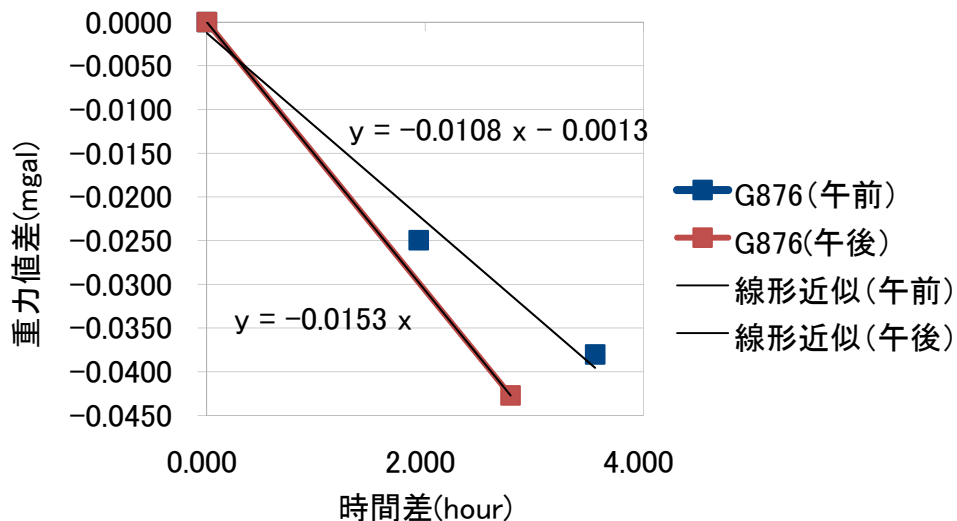
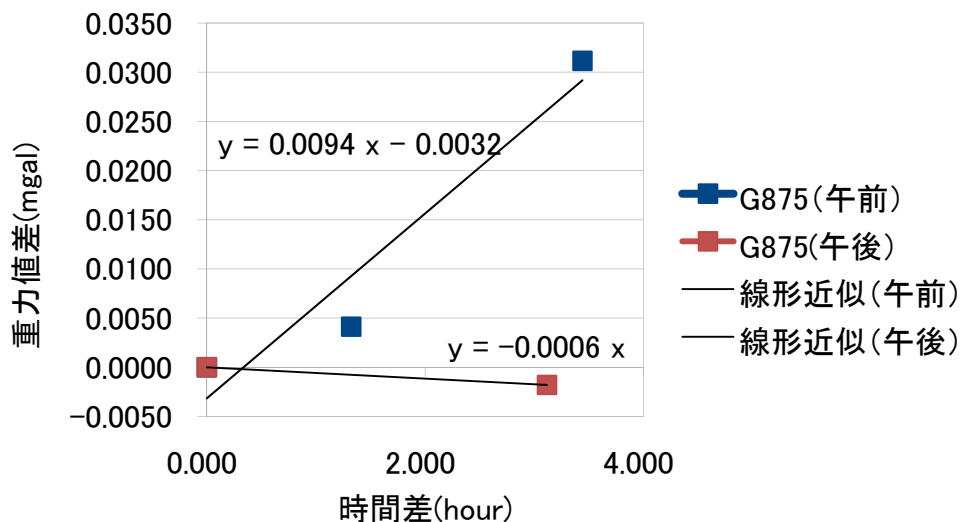
ドリフト補正式

$$(重力差) = a \times (時間差) + b$$

のaとbを求めた



ドリフト補正



補正④ドリフト補正（器械ごと）

G876

点名	月日時分			補正済み重力	重力平均	時間差平均	往復重力差	往復時間差	ドリフト補正量	ドリフト補正後	往復平均	新Yamahikoとの差	
	月	日	時	分	(mgal)	(mgal)	(hour)	(mgal)	(hour)	(mgal)			(mgal)
新Yamahiko	7	28	8	58	3040.329	3040.328	0.000			0.003	3040.331	3097.136275	0
	7	28	9	1	3040.328								
GPS 07	7	28	9	48	2990.753	2990.757	1.342			-0.009	2990.747	3047.495255	-49.609
	7	28	9	54	2990.756								
GPS02	7	28	9	56	2990.760								
	7	28	10	47	2939.521	2939.510	1.875	0.000	0.000	-0.014	2939.495	2996.225686	-100.879
GPS07	7	28	10	52	2939.506								
	7	28	10	57	2939.503								
	7	28	11	37	2990.761	2990.761	2.664	0.004	1.322	-0.022	2990.739		
新Yamahiko	7	28	11	38	2990.764								
	7	28	11	43	2990.757								
	7	28	12	24	3040.363	3040.359	3.442	0.031	3.442	-0.029	3040.330		
新Yamahiko	7	28	12	28	3040.356								
	7	28	12	26		3040.359	0.000			0.000	3040.359	3097.09669	0
GPS04	7	28	14	35	2942.491	2942.489	2.183	0.000	0.000	0.013	2942.502	2999.25821	-97.806
	7	28	14	39	2942.488								
新Yamahiko	7	28	15	29	3040.361	3040.358	3.117	-0.002	3.117	0.018	3040.376		
	7	28	15	37	3040.354								

行きも帰りも各観測点で測定を複数回行い平均をとった。
往復の重力差と時間差を使ってドリフト補正量を求めた。

結果

旧Yamahikoとの差 (mgal)

	G875	G876
新Yamahiko	0.032	0.032
GPS-02	-100.804	-100.879
GPS-04	-97.837	-97.806
GPS-07	-49.556	-49.609

経年変化

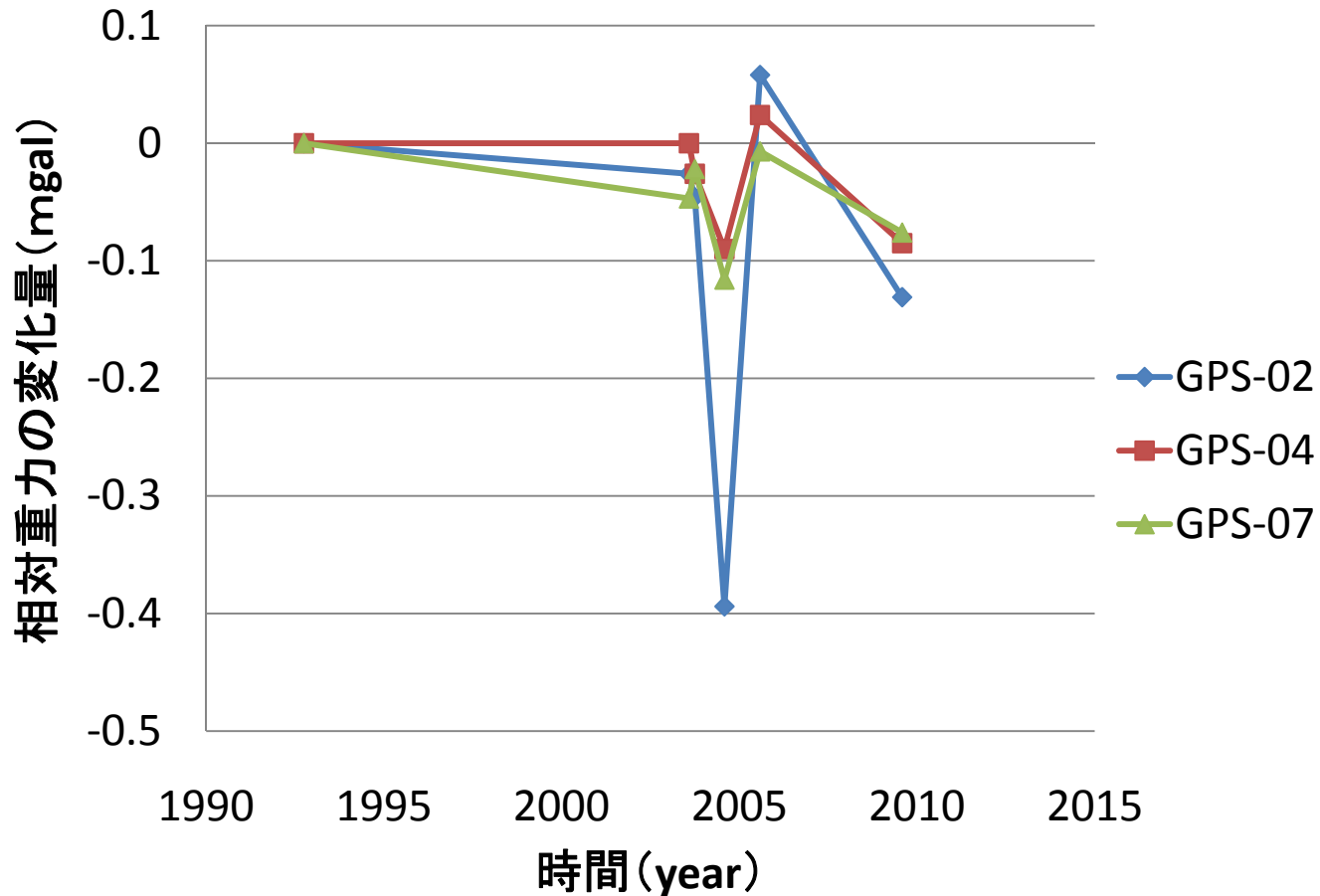
旧Yamahikoを基準点とした相対重力 (mgal)

	1992.09	2003.07	2003.09	2004.07	2005.07	2009.07 G875	2009.07 G876	2009.07 平均
旧Yamahiko	0	0	0	0	0	0	0	0
GPS-02	-100.710	-100.736	-100.756	-101.104	-100.652	-100.804	-100.879	-100.842
GPS-04	-97.736	-97.736	-97.762	-97.826	-97.712	-97.837	-97.806	-97.822
GPS-07	-49.506	-49.553	-49.528	-49.622	-49.513	-49.556	-49.609	-49.583

1992年からの相対重力の変化量 (mgal)

	1992.09	2003.07	2003.09	2004.07	2005.07	2009.07 G875	2009.07 G876	2009.07 平均
旧Yamahiko	0	0	0	0	0	0	0	0
GPS-02	0	-0.026	-0.046	-0.394	0.058	-0.094	-0.169	-0.132
GPS-04	0	0	-0.026	-0.090	0.024	-0.101	-0.070	-0.086
GPS-07	0	-0.047	-0.022	-0.116	-0.007	-0.050	-0.103	-0.076

結果



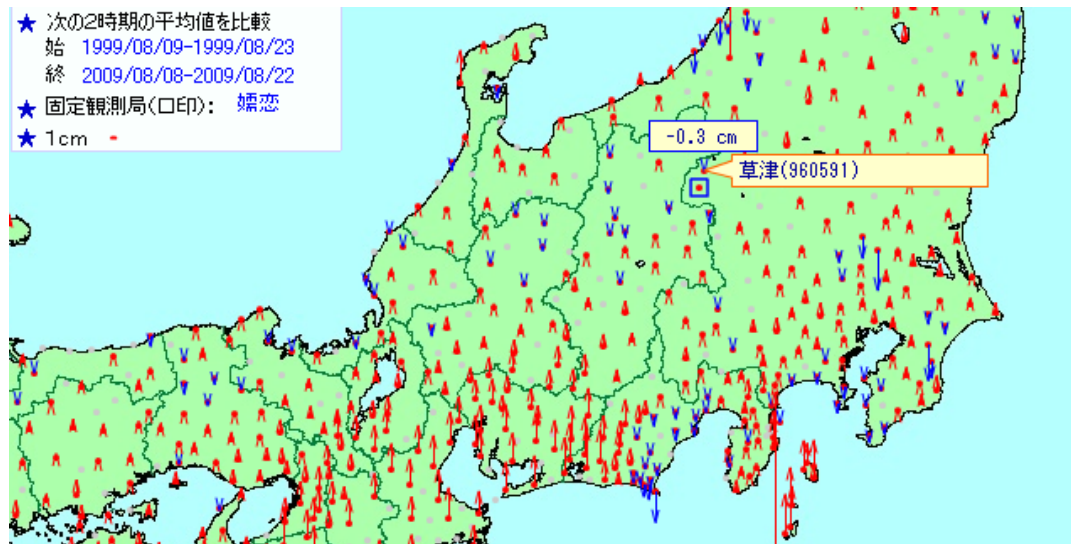
2004年に大きな負の変化、2005年には正の変化が観測された。
全体としては減少傾向にある。

考察

相対重力値 減少傾向



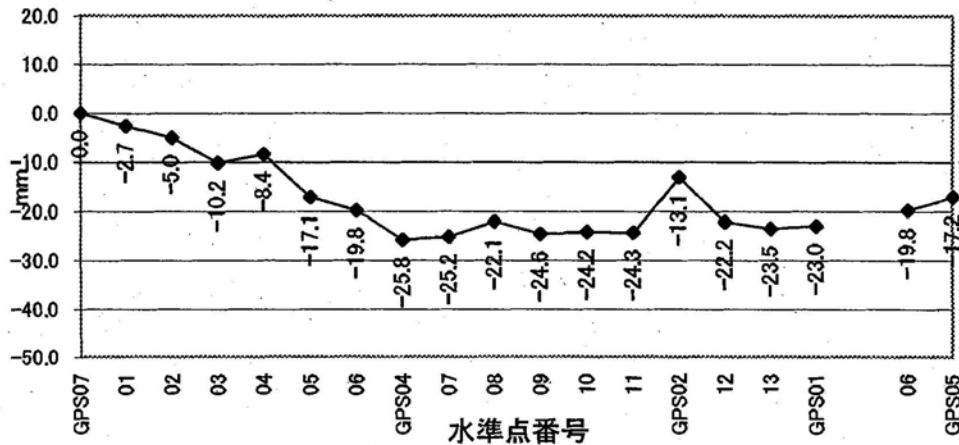
地盤の隆起 or 物質の移動



広域的な地殻変動は観測されていない
⇒ 深部にソースはない

考察

変動図(2003-1999)



地震予知連会報71巻(2)

水準点 沈降傾向

重力は増加するはず！

観測結果



重力値 減少

浅部での物質(間隙流体・マグマ)の移動による密度の減少が考えられる。

実習で学んだことのまとめ

記録はいけないん
ちゃんとつけなきゃ
だと実感しました。

地殻変動測量って大
変なんだなあと思い
ました。

♡田中先生ありがとう♡

あんなに器械を慎
重に取り扱わねば
ならないことにびっ
くりしました。

重力データだけでは考
察が難しい！
水準測量データの充実
を！！！！