

課題演習DC (測地学)

相対重力データ解析

助教 風間卓仁

takujin [at] kugi.kyoto-u.ac.jp

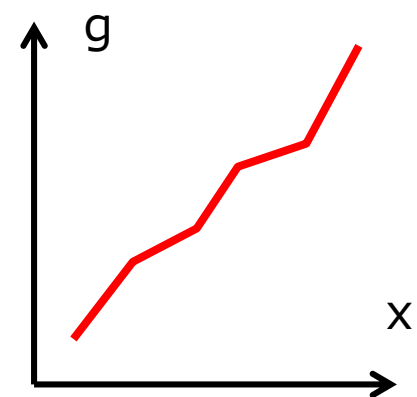
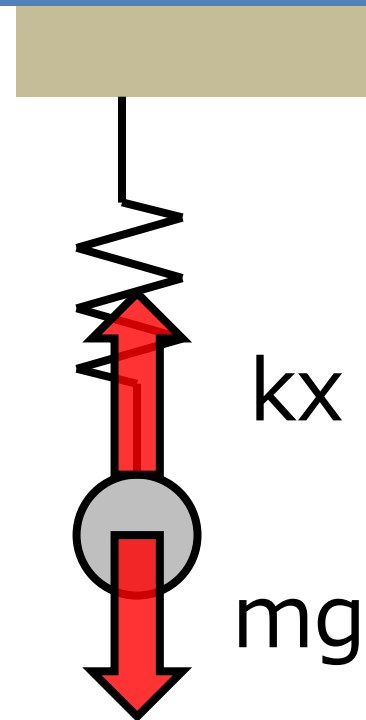
今日やること

- 「重力鉛直勾配 dg/dz の計算値」を得る
- 「 dg/dz の理論値」を知る
- 白浜で測定した相対重力データから器械高・潮汐・ドリフトの影響を補正する
- 重力データから「 dg/dz の観測値」と「新旧観測棟間の比高 $h = \Delta g / (dg/dz)$ 」を求める

dg/dz の計算値

[2] 読取值 → 重力値 の変換

- 相対重力計ではバネの伸び x から重力値 g を見積もる： $mg = kx$
 $\rightarrow g = (k/m) x = cx$
- ただし、 x の大きさによって c の値がわずかに変化するため、単純な1次式ではない： $g = f(x)$
- 製品出荷時には $x \rightarrow g$ の換算表が各重力計ごとに付属される



[2] 読取值 → 重力値 の変換

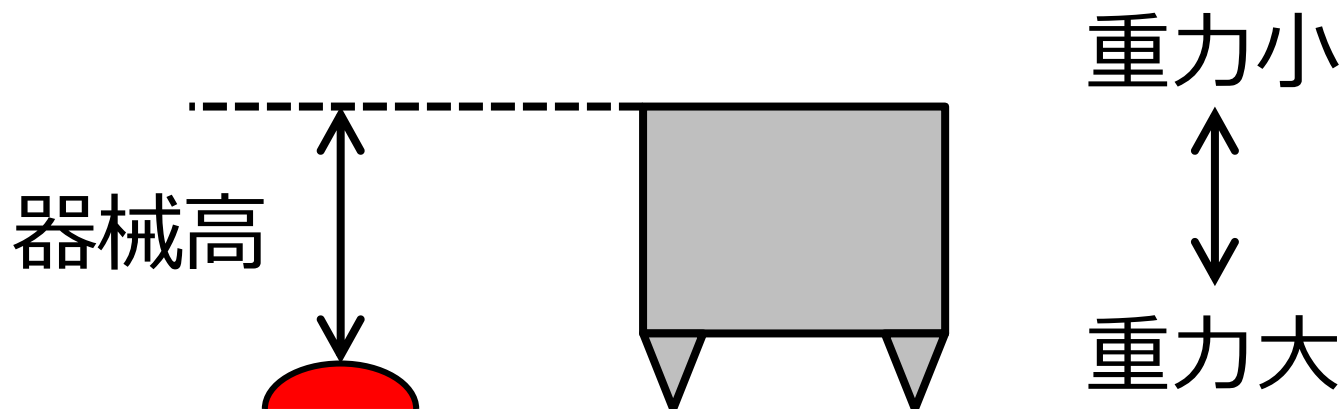
- 各重力計の換算表（以下に抜粋）を用いて読取值を重力値に変換し、手簿(4)に記入する
- 例えば読取值が3100~3200の場合、この間で傾きが一定と考えて重力値を内挿する

G196	
読取值	重力値
3100	3243.179
3200	3347.977
3300	3452.782
3400	3557.597

G680	
読取值	重力値
2800	2857.379
2900	2959.419
3000	3061.461
3100	3163.505

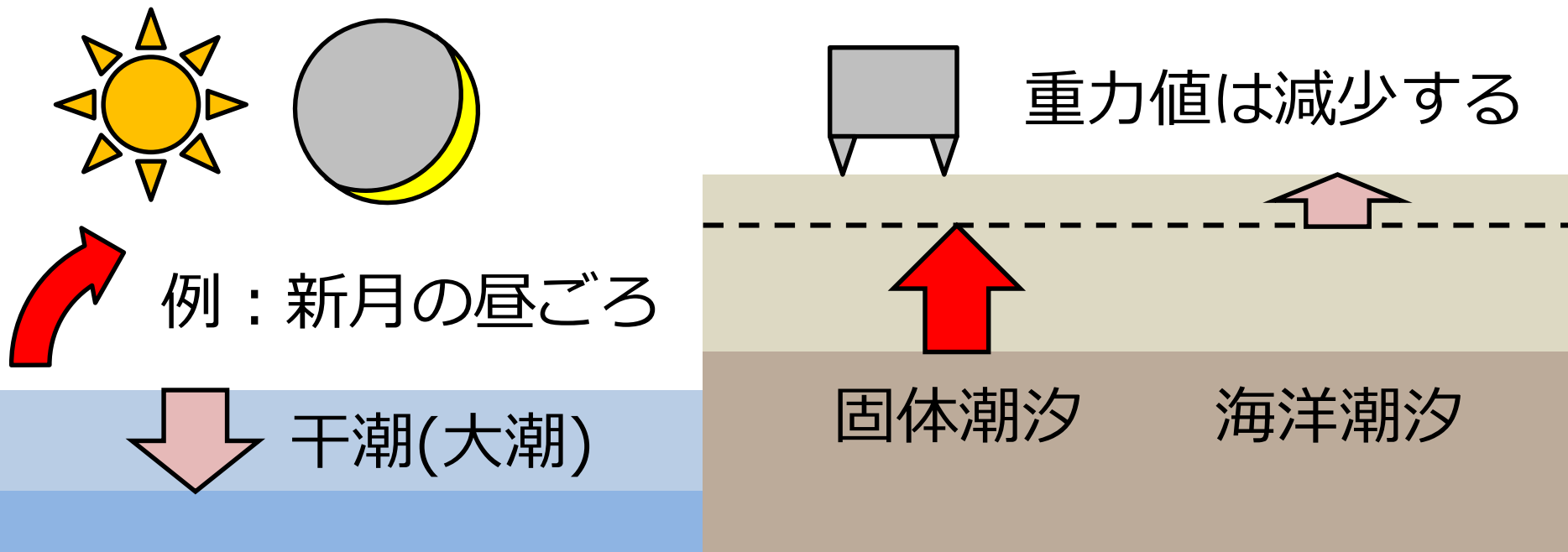
[3] 器械高補正

- 地球重心から離れると、重力値は小さくなる
 - $dg/dz \sim dy/dz = -0.3086 \text{ mGal/m}$
- 器械高に伴う重力変化の補正值を計算する
 - 補正值 = $+0.3086 \text{ [mGal/m]} * \text{器械高 [m]}$
 - 補正值は手簿(6)に記入する



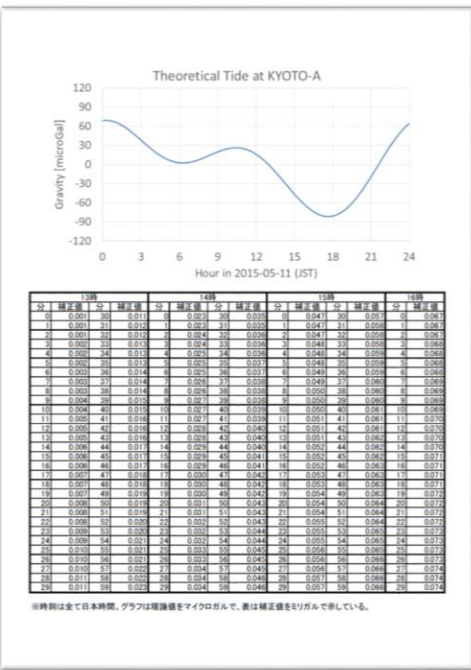
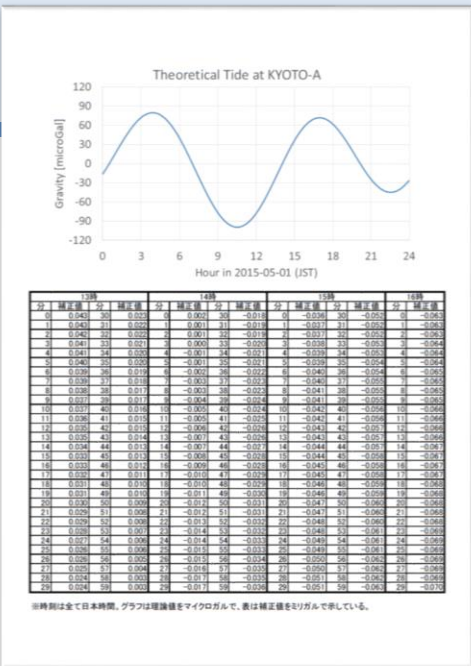
[4] 潮汐補正

- 潮汐：天体の位置変化等により生じる地球変形
 - 固体潮汐：天体の位置関係によって理論計算可
 - 海洋潮汐：海洋潮汐変化に伴う固体地球の二次変形
- 潮汐に伴い重力も変化する（±数100 μGal ）



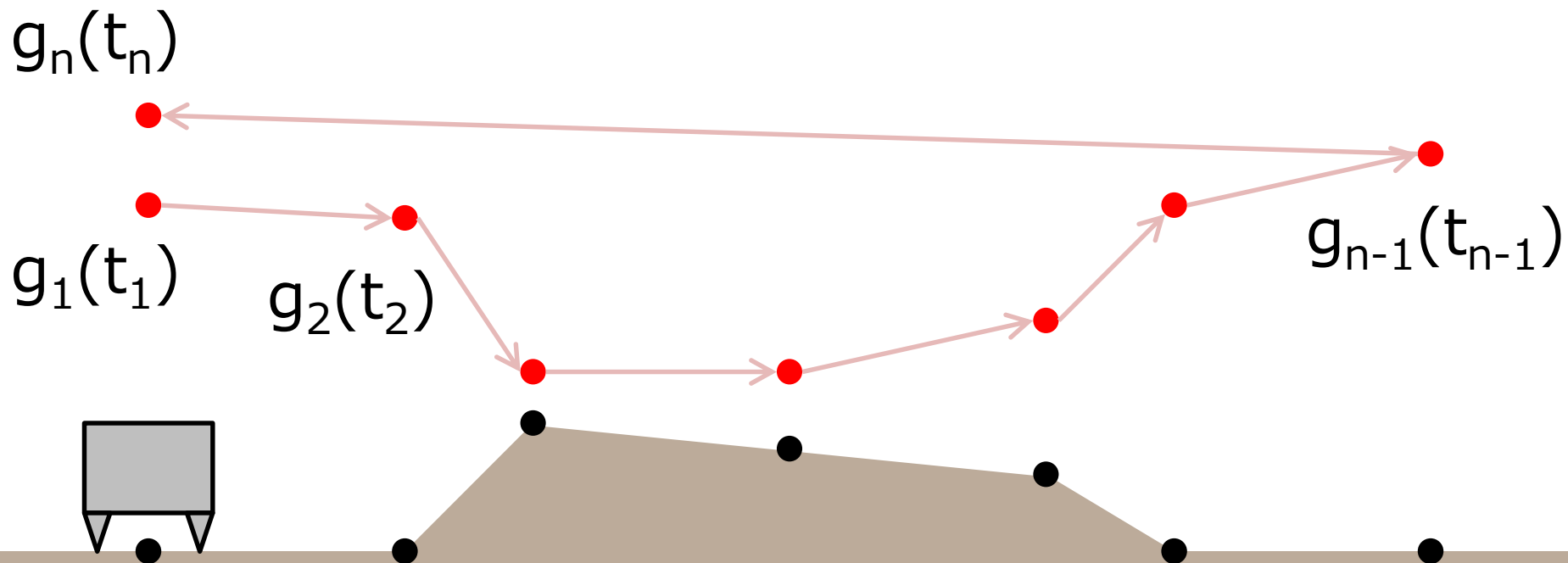
[4] 潮汐補正

- 白浜の潮汐重力変化を理論計算した → 観測日時の値を抜き取って手簿(7)に書き取る
- 表に記載された値は(理論値ではなく)補正值になっているので、潮汐補正したいときはこの値を足せばよい
- 器械高と潮汐を一緒に補正：(8) = (4) + (6) + (7)



[5] ドリフト補正

- 器械ドリフト：ばねの経時的変化に伴う重力の見かけ変化（真の重力変化ではない！）
- 各基準点で重力を往復測定 → 器械高・潮汐補正後の重力値ずれはドリフトの影響



[5] ドリフト補正

■ $A \rightarrow B \rightarrow A$ と測定した場合

■ 観測値は $g_{A1}(t_{A1}), g_B(t_B), g_{A2}(t_{A2})$

■ $g_{A1}(t_{A1}) = g_A$

■ $g_B(t_B) = g_B + a (t_B - t_{A1})$

■ $g_{A2}(t_{A2}) = g_A + a (t_{A2} - t_{A1})$

ドリフトが時間に比例
すると仮定

■ 未知数は2つ： 重力差 ($g_B - g_A$), ドリフト a

■ 方程式の連立により解くことができる

[5] ドリフト補正

■ $A \rightarrow B \rightarrow B \rightarrow A$ と測定した場合

■ 観測値は $g_{A1}(t_{A1}), g_{B1}(t_{B1}), g_{B2}(t_{B2}), g_{A2}(t_{A2})$

■ $g_{A1}(t_{A1}) = g_A$

■ $g_{B1}(t_{B1}) = g_B + a (t_{B1} - t_{A1})$

■ $g_{B2}(t_{B2}) = g_B + a (t_{B2} - t_{A1}) + b$

■ $g_{A2}(t_{A2}) = g_A + a (t_{A2} - t_{A1}) + b$

重力値の飛び
(テア) が生じ
たと仮定

(観測の状況に応じてテアを入れるタイミングを変えることも可)

■ 未知数は3つ： 重力差 ($g_B - g_A$), ドリフト a , テア b

■ 方程式の連立により解くことができる

[5] ドリフト補正

- $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow A$ と測定した場合
- 実質的な観測値は $g_{A2}(t_{A2}) - g_{A1}(t_{A1}), g_{B2}(t_{B2}) - g_{B1}(t_{B1}), g_{C2}(t_{C2}) - g_{C1}(t_{C1})$
- ドリフトが時間に比例し、Cの往復間でテアが生じたと仮定すると、「往復時間」と「往復重力差」は1次関数 $y = a x + b$ となるはず
- 往復時間 ($t_{i2} - t_{i1}$) をX軸に、往復重力差 ($g_{i2} - g_{i1}$) をY軸に取り、最小二乗法で傾き a と切片 b を求める

[5] ドリフト補正

[6] 比高の計算

■得られた新旧観測所間の重力差 Δg と、いろいろな重力勾配 dg/dz から比高を計算してみる

■ $h = \Delta g / (dg/dz)$

水準測量結果	往路	復路	平均	較差
新棟 → No.1	-8.56580	-8.56606	-8.56593	0.00026
No.1 → No.2	-9.44540	-9.44574	-9.44557	0.00034
No.2 → 旧棟	-1.55521	-1.55516	-1.55519	0.00005
合計(2016年)	-19.56641	-19.56696	-19.56669	0.00055
合計(2015年)	-19.56797	-19.56905	-19.56851	0.00108

コメント

- 2016年の場合、以下のような観測を実施した
 - 10月9日①：新棟1階—(新棟踊り場)—新棟2階
 - 10月9日②：旧棟1階—旧棟2階
 - 10月10日：新棟屋外—旧棟屋外
- 3回の環状観測を行ったとみなせるので、データ手簿は1人につき3枚準備する
- 10月9日の観測から dg/dz の観測値を2個求め、10月10日の観測から Δg を得る