

課題演習DA（測地）

補足説明

助教 風間卓仁

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

今回やったこと

- 地球のかたちをはかる（第3回目）
 - 水準測量によって地形を精確に測定する@北部構内
- 地球の重力をはかる（第1回目）
 - 可搬型バネ式相対重力計を使って重力加速度(重力)の高さ変化を精確に測定する@1号館階段
- 高さ と 重力 の 関係 を 調 べ る（第2回目）
 - 重力観測値から重力の高さ変化率 dg/dz を求める
 - 昨年 の 水準 測量 + 重力 測定 の 結果 から ブーゲー 重力 異常 を 求める

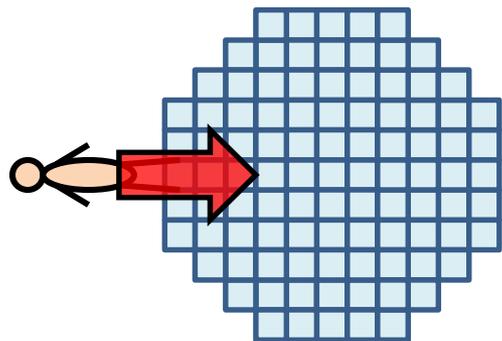
重力と質量分布の関係

- 正規重力 $\gamma(\varphi)$: 回転楕円体の理論的な重力分布 (扁平楕円体の寄与、遠心力の寄与)

$$\gamma = 978.03267715 \left(1 + 0.0052790414 \sin^2 \psi + 0.0000232718 \sin^4 \psi + 0.0000001262 \sin^6 \psi + 0.0000000007 \sin^8 \psi \right)$$

(式：測地学テキストより)

- 重力は質量分布の空間積分 \rightarrow 正規重力からの重力観測値のずれは質量異常を意味する



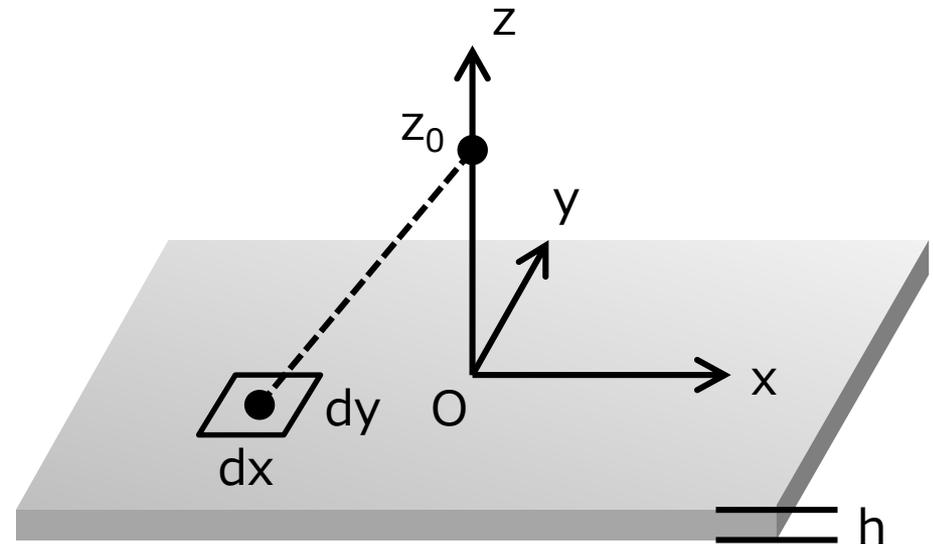
$$g(x, y, z) = G \int \frac{dm(x, y, z)}{r^2} \cdot \frac{z}{r}$$

高さ(厚さ)と重力の関係

- 重力の高さ変化率 (重力鉛直勾配) $dg/dz \sim dy/dz = -0.3086 \text{ mGal/m}$
- 厚さ h , 密度 ρ の無限平板による重力変化

$$\iint \frac{G \, dx \, dy \, h}{r^2} \cdot \frac{z_0}{r}$$

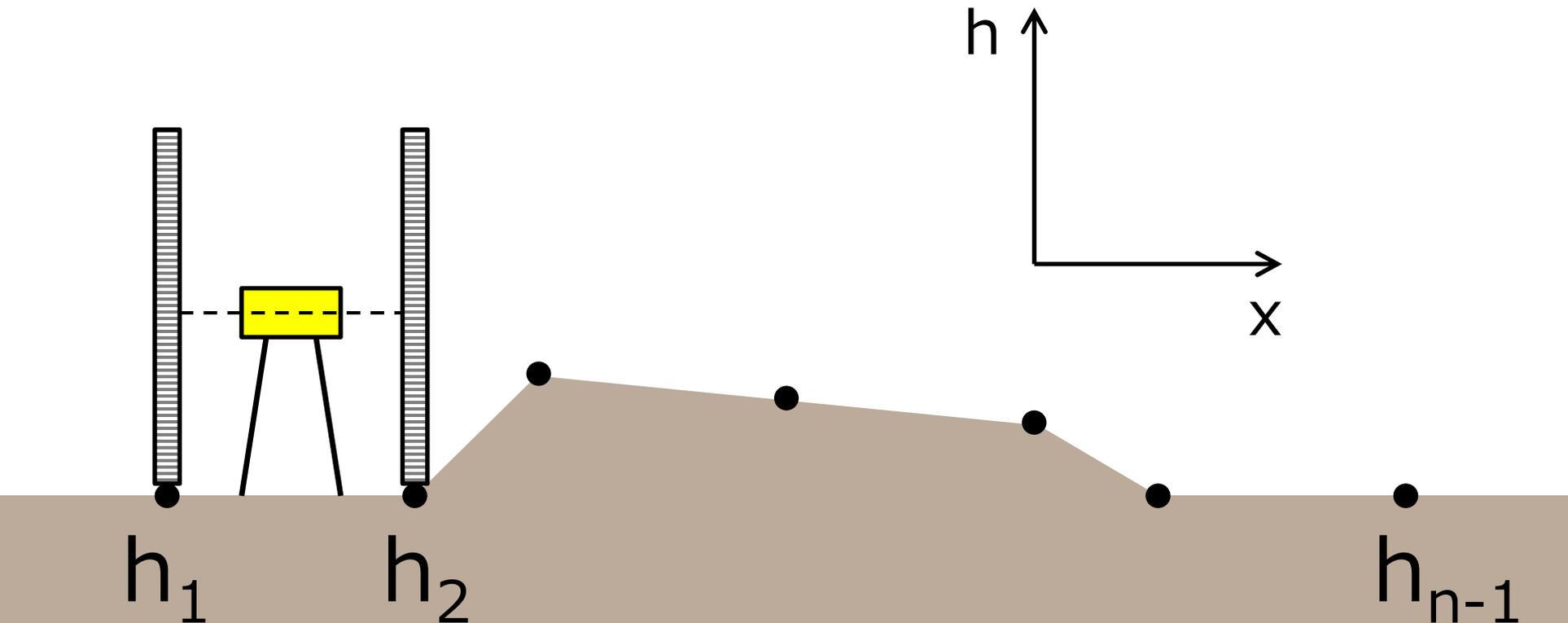
$$= \dots = 2\pi\rho Gh$$



- $h = 1\text{E-}3 \text{ m}$, $\rho = 1\text{E+}3 \text{ kg/m}^3$ の時の重力変化は約 $0.042 \text{ }\mu\text{Gal}$

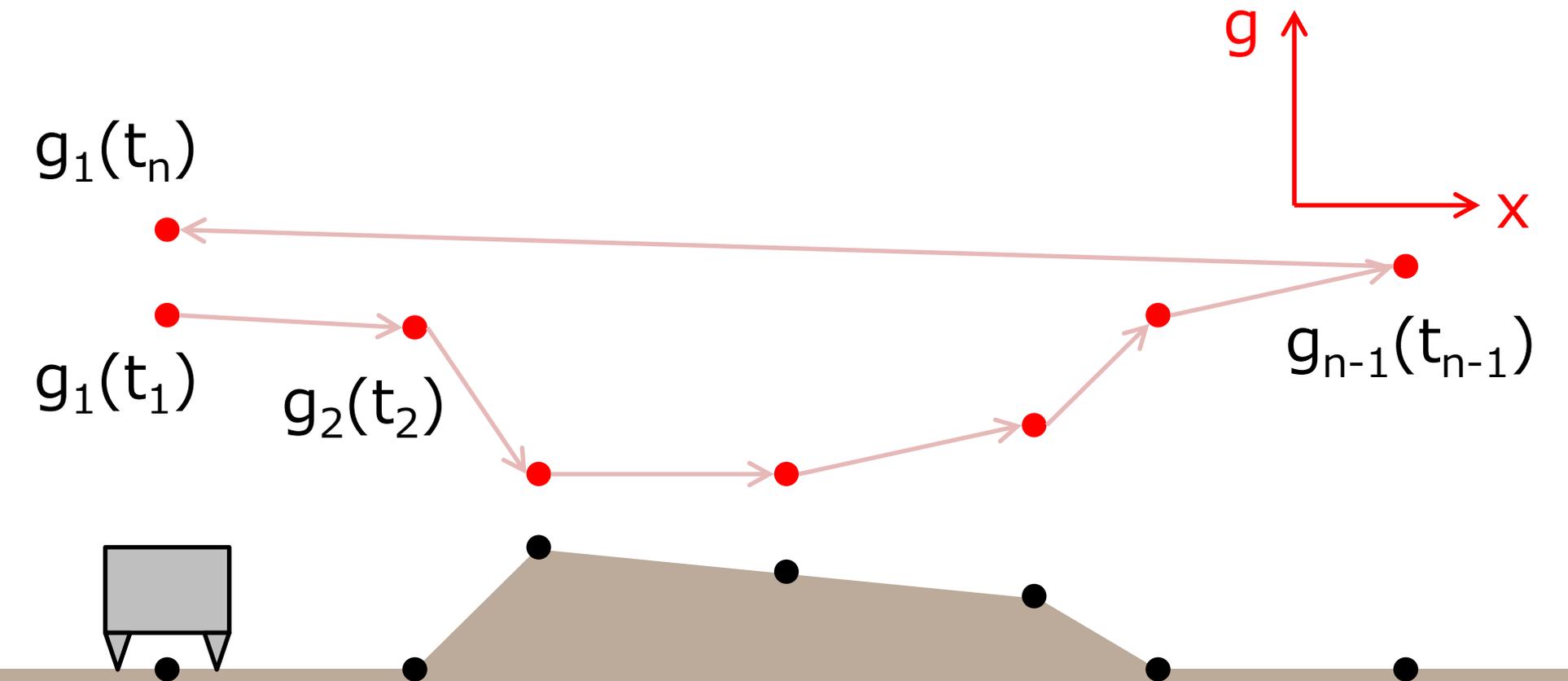
水準測量

- 水準儀と標尺を使って標高差(比高)を測る
- ある基準点の海拔が既知だと海拔値に変換可



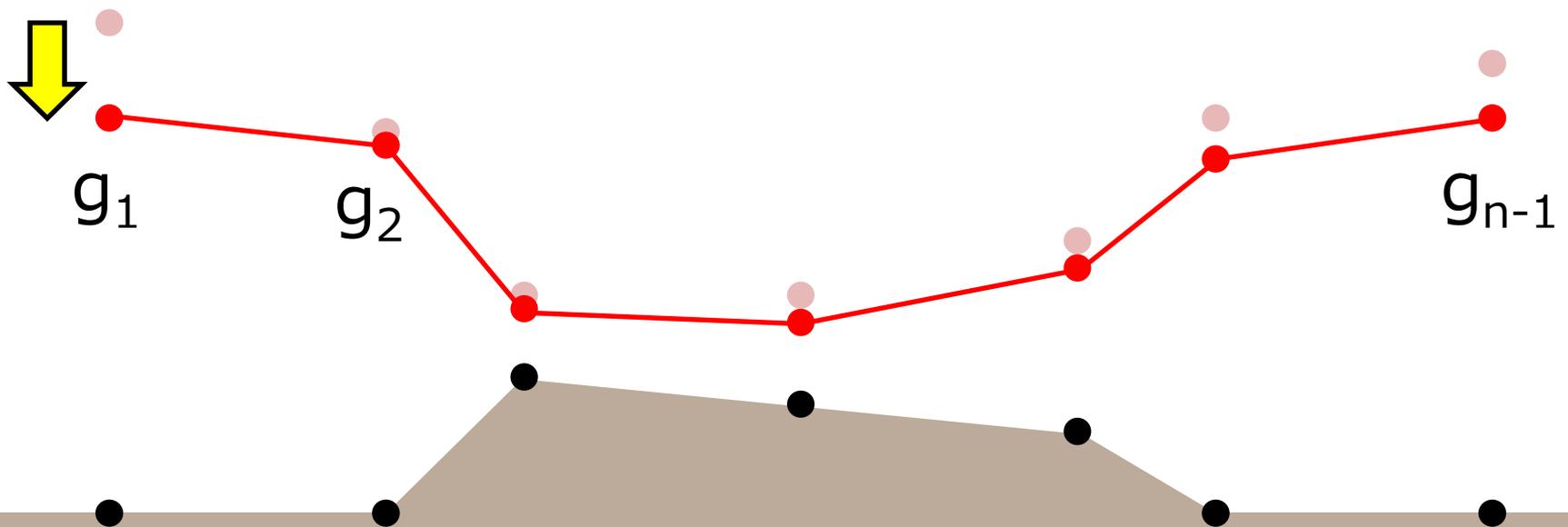
重力測定

- 可搬型バネ式相対重力計を使って重力差を測る
- ある基準点の絶対値が既知だと絶対値に変換可



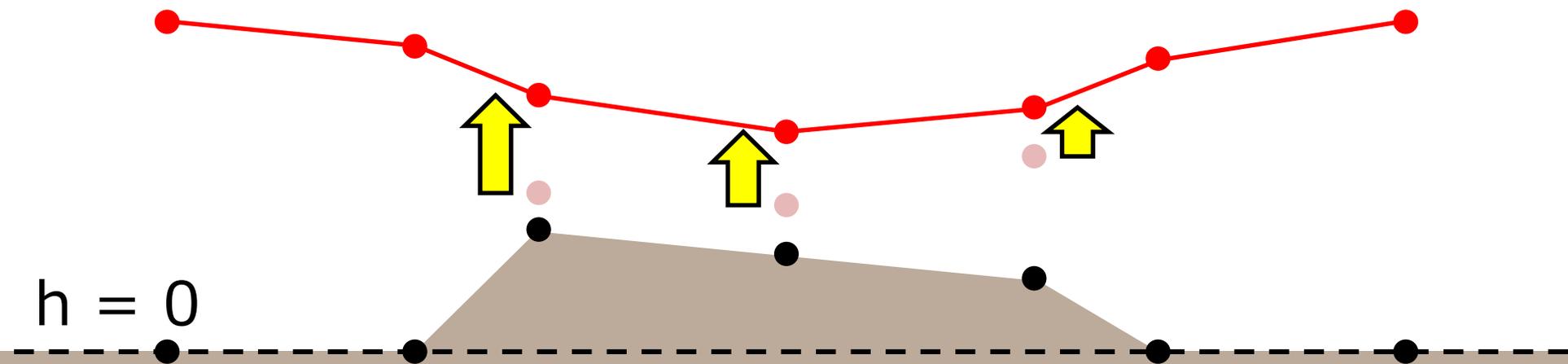
重力値の補正

- 器械高補正： $0.3086 \text{ mGal/m} * h \text{ m}$ を加算
- 潮汐補正：各時刻における潮汐起源の重力変化理論値を引く（補正值の場合は加算する）
- ドリフト補正：ばねの経時的変化の影響を引く



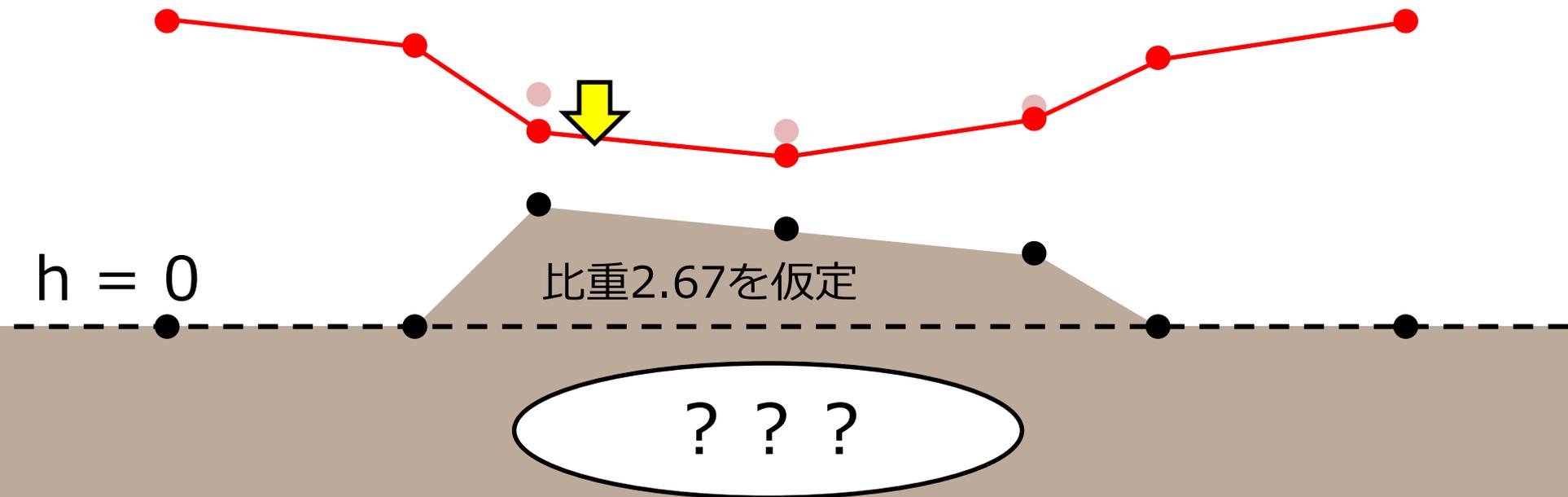
フリーエア異常

- 重力値 - 正規重力 + フリーエア補正
- 正規重力 $\gamma(\varphi)$: 緯度 φ における重力理論値
- フリーエア補正 = $+ 0.3086 \text{ mGal/m} * h \text{ m}$:
地球重心からの距離の効果を補正
- 地表面より下の質量分布の情報を反映している



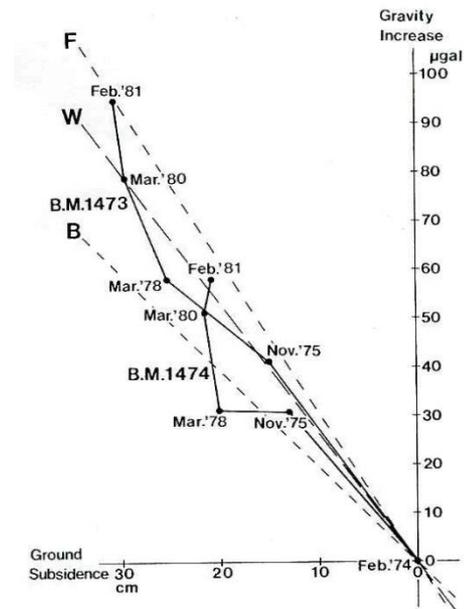
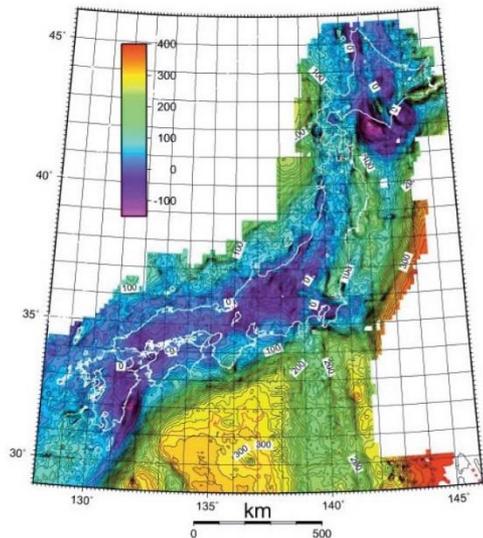
ブーゲー異常

- フリーエア異常 + ブーゲー補正 + (地形補正)
- ブーゲー補正 = $-0.1119 \text{ mGal/m} * h \text{ m}$:
基準面からはみ出した質量の効果を補正
- 基準面より下の質量分布の情報を反映している



高さ測定 + 重力測定の意味

- 地形と重力を線的・面的に測る
→ 地下の質量(密度)異常を非破壊で把握できる
- 時間変化も測る(地殻変動・重力変化) → 地下質量の移動や増減も把握できる
- 活断層周辺・火山域・地盤沈下域で応用されている



上図：日本の重力異常（立命大・熊谷道夫氏HPより）

下図：地下水取水域の地殻・重力変動（Satomura, 1985）

参考になるサイト・書籍

- 測地学研究室 **NEW!** <http://goo.gl/Ly5m40>
 - この資料もPDFとして掲載予定です
- 測地学テキスト <http://goo.gl/YPgflX>
 - 2-2-3-2 フリーエア異常 <http://goo.gl/94MJUl>
 - 2-2-3-3, 2-2-3-4 も参考になります
- Wikipedia 「重力異常」
 - 日本語版 <http://goo.gl/D2R7Kp>
 - 英語版 <http://goo.gl/qR8h5E>
- 地球が丸いってほんとうですか？ (朝日選書752)

宿題

- 理学部1号館内での重力測定値から器械高・潮汐、・リフトの影響を補正し、高さ(X軸)と重力値(Y軸)のグラフにプロット → 直線を近似して重力鉛直勾配 dg/dz を見積もる → $dy/dz = -0.3086 \text{ mGal/m}$ と近い値になるか？
- 昨年の水準測量・重力測定結果にFA・BG補正を適用し、経度(X軸)とBG異常値(Y軸)のグラフにプロット → 地下にどんな構造があると推定されるか？