

# 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
- 高さとう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

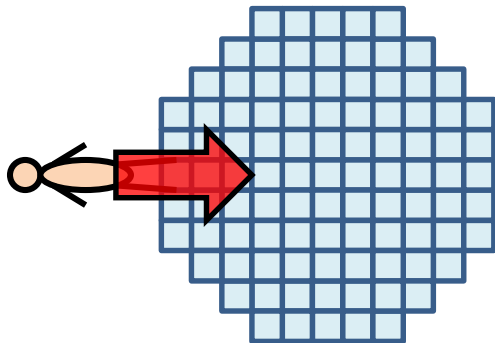
# 重力と質量分布の関係

- 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



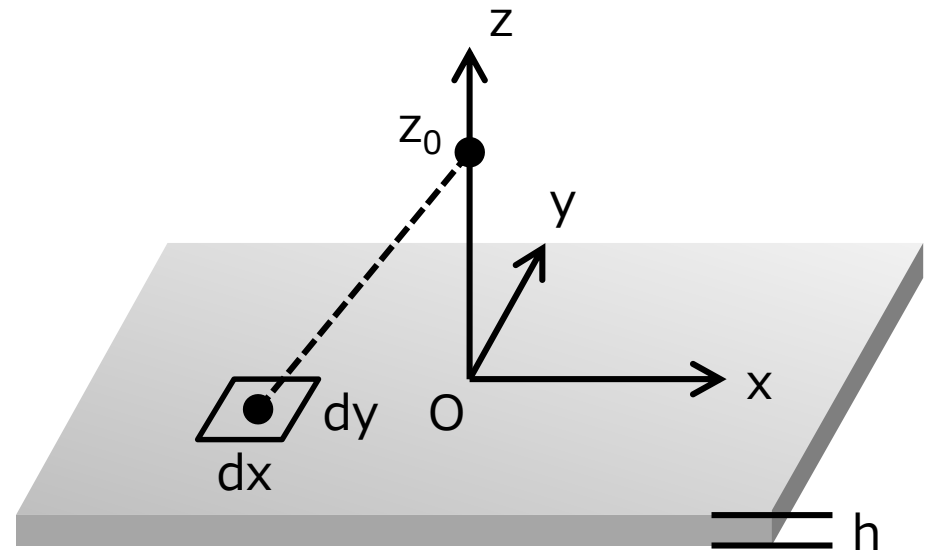
$$g(x, y, z) = G \int \frac{dm(x, y, z)}{r^2} \cdot \frac{z}{r}$$

# 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  $\rho$  の無限平板による重力変化

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

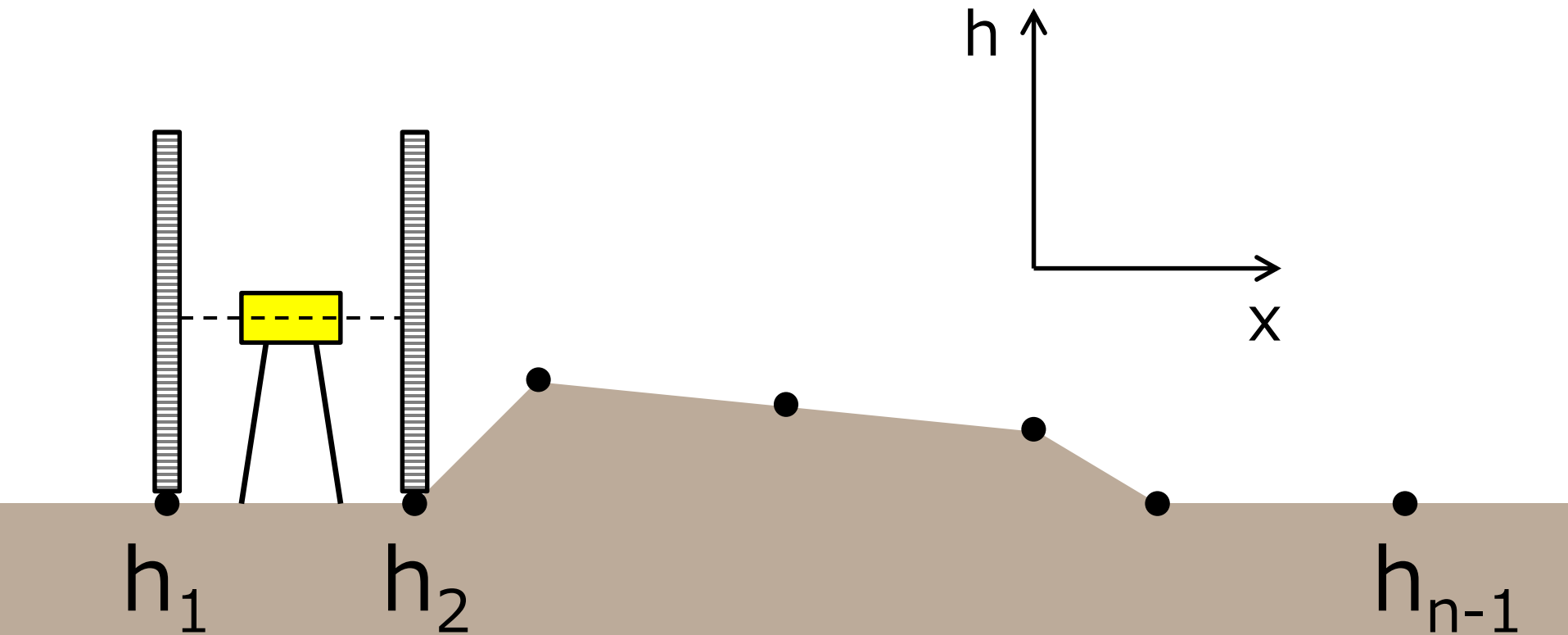
$$= \dots = 2\pi\rho Gh$$



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

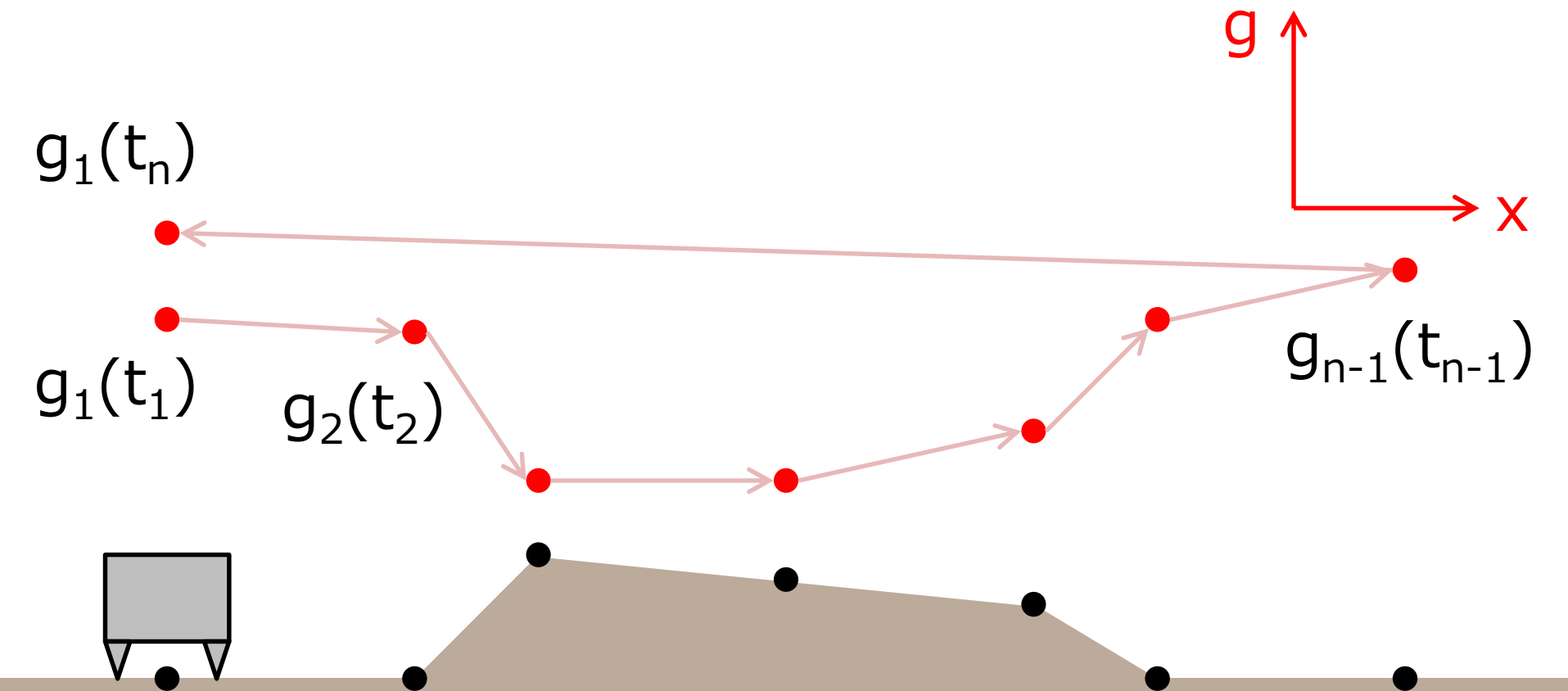
# 水準測量

- 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



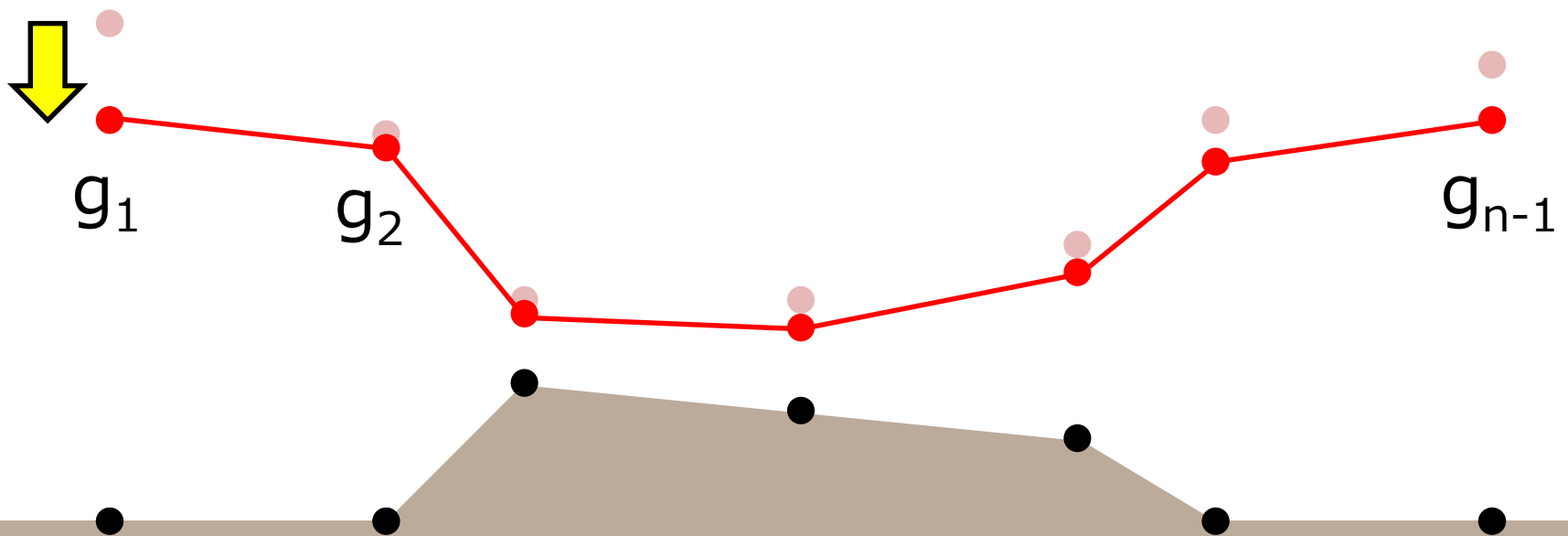
# 重力測定

- 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



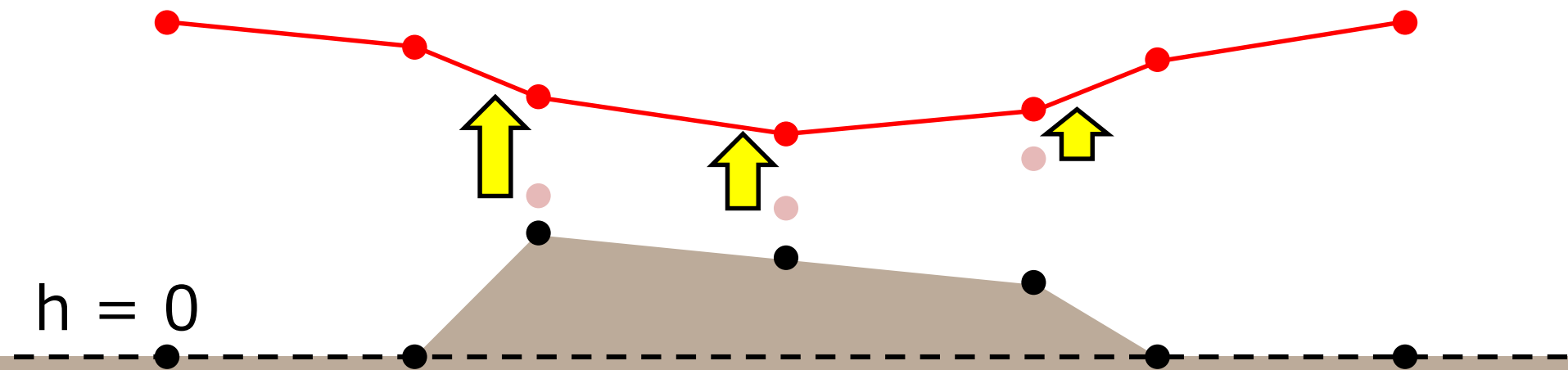
# 重力値の補正

- 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

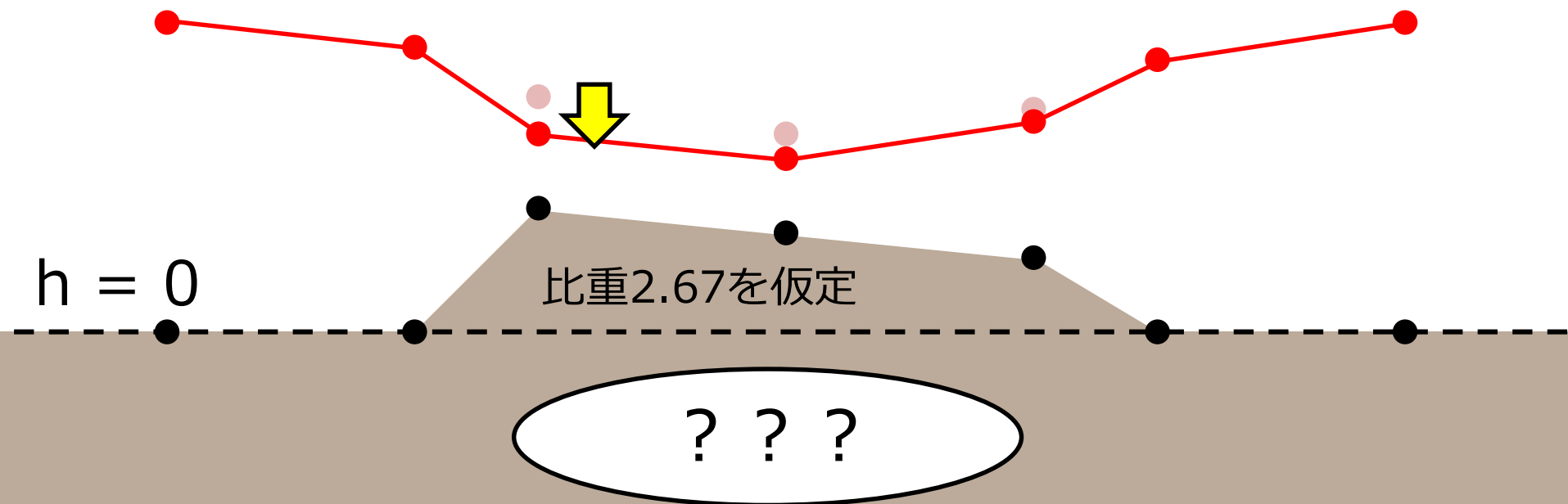
- 重力値 - 正規重力 + フリーエア補正
- 正規重力  $\gamma(\varphi)$  : 緯度 $\varphi$ における重力理論値
- フリーエア補正 =  $+ 0.3086 \text{ mGal/m} * h \text{ m}$  :  
地球重心からの距離の効果を補正
- 地表面より下の質量分布の情報を反映している





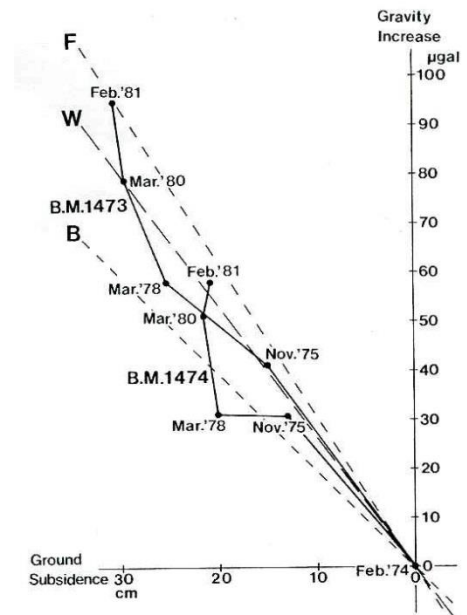
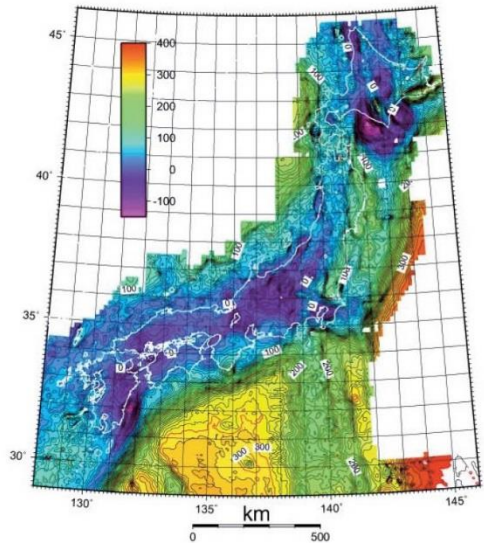
# ブーゲー異常

- 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？