

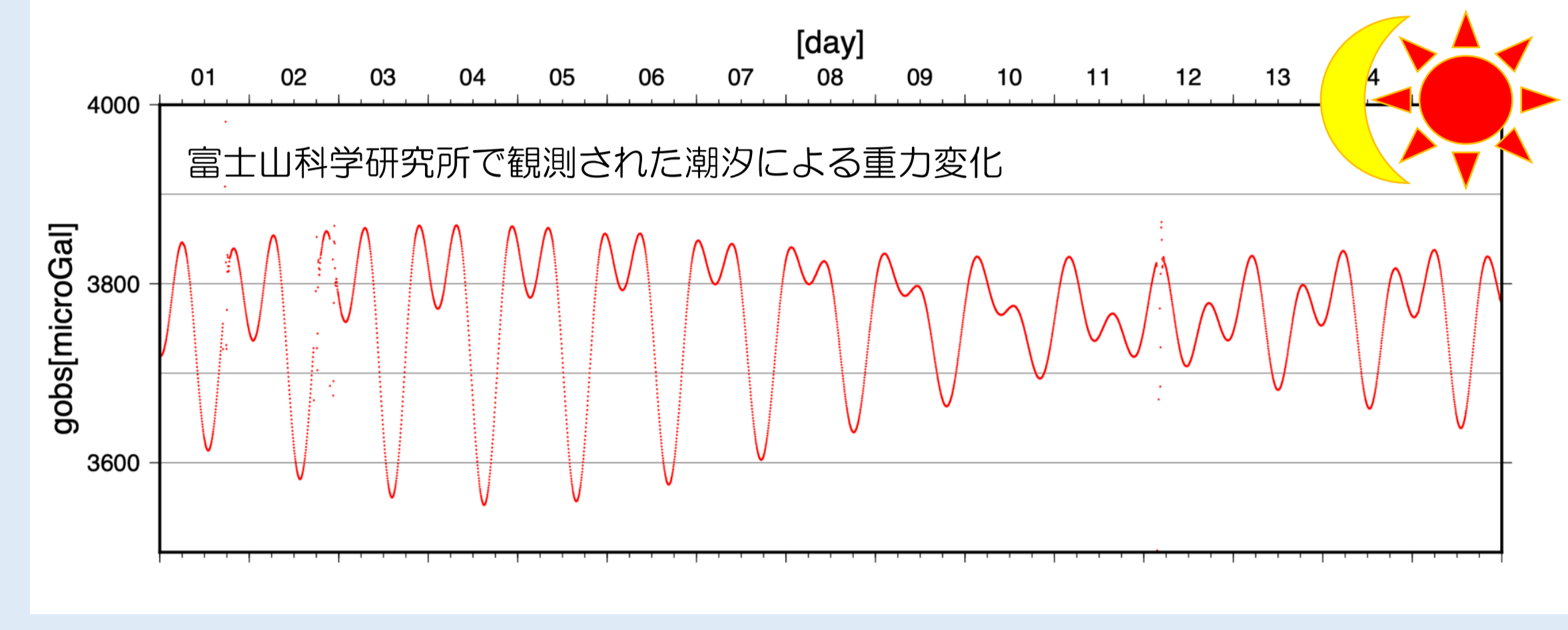
はじめに ~ 富士山火山を効果的に観測するために

富士山は多くの観光客を呼び込む観光資源である一方、若く、いつ噴火をしても不思議ではない活火山である。想定される社会への影響が大きいものの、現時点では静穏であることもありその観測体制が十分とは言い難い。

我々はより多角的な観測により、効果的な観測体制の実現を目指すことを意識した。その観点から、地球内部の物質移動を直接検知できる「重力」の観測体制構築に取り組んだ。

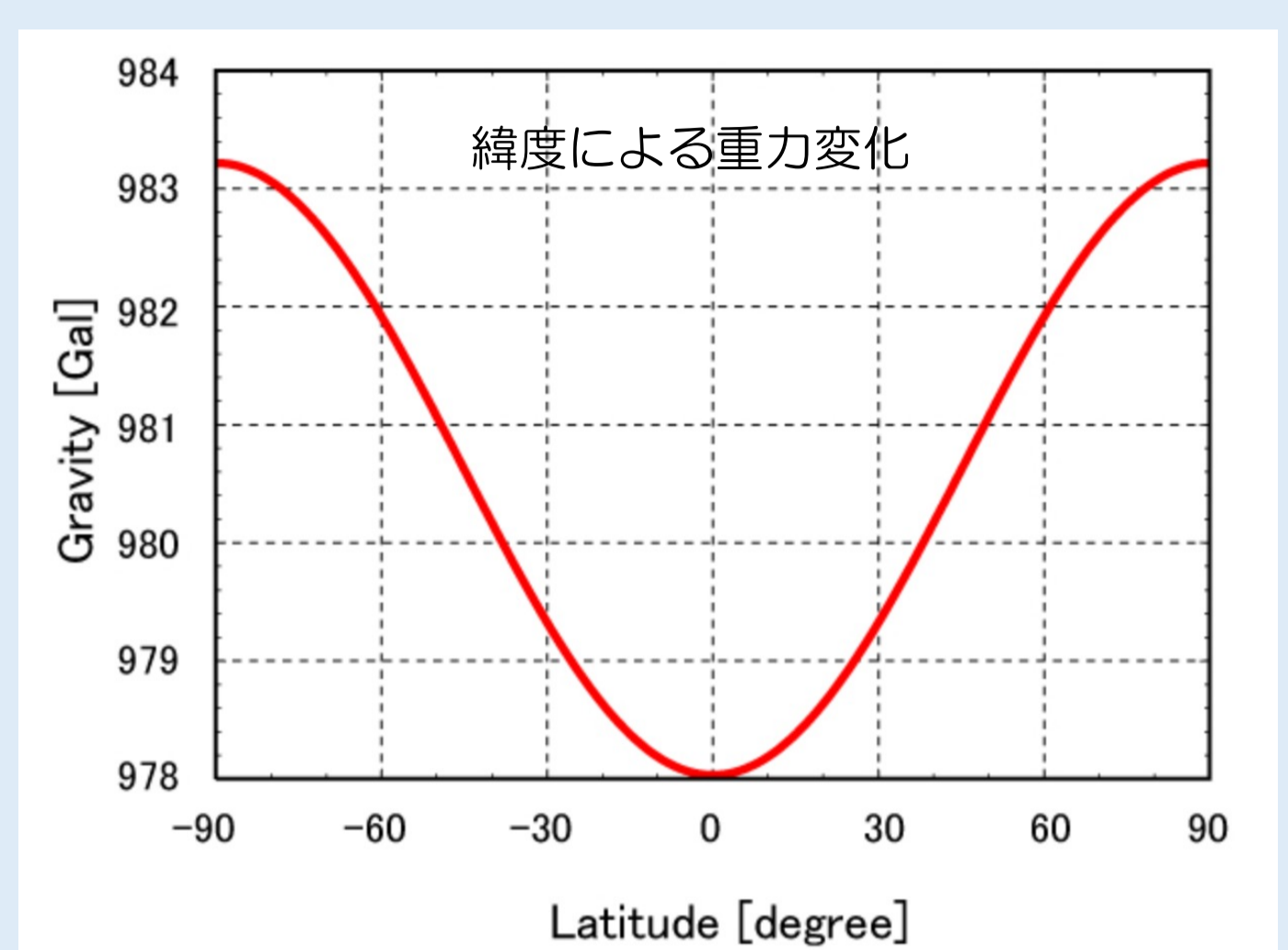
富士山において重力観測網を構築したことで、火山活動を把握するための貴重な情報源がひとつ加わった。それと同時に富士山の地理的に特殊な条件も相まって、重力観測技術それ自体の向上のための挑戦的取り組みにも寄与することとなり、結果として富士山は国内の重力研究者が集う場となった。

時間により重力変化する主な原因は月と太陽の位置関係の周期的変化(地球潮汐)。

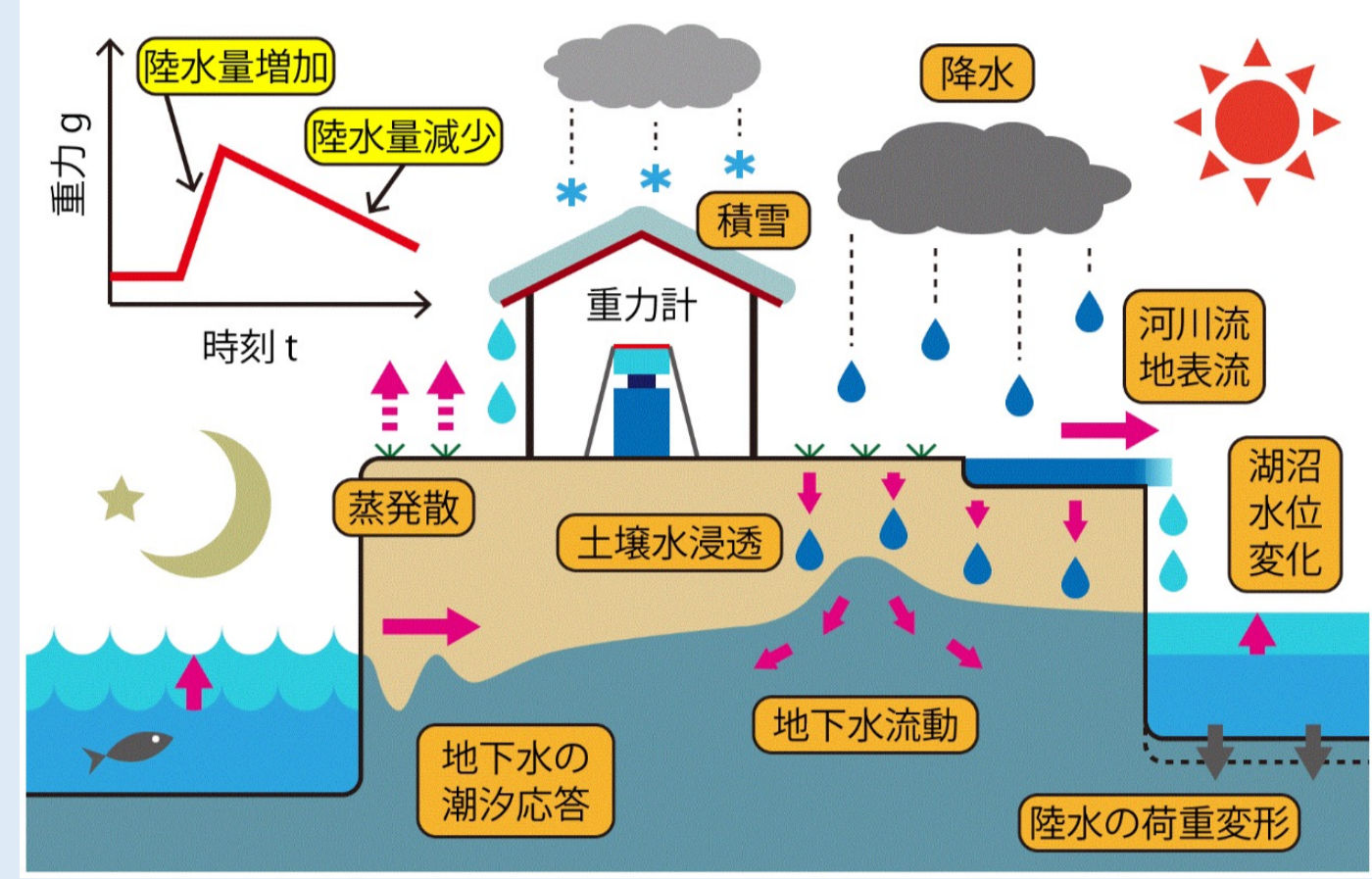


場所や時間によって変化する地球重力

緯度により地球の重力は大きく変化し、赤道で最小となる。地球の遠心力が赤道で最大になるため。一部の体重計に「地域の設定」があるのはこのため。

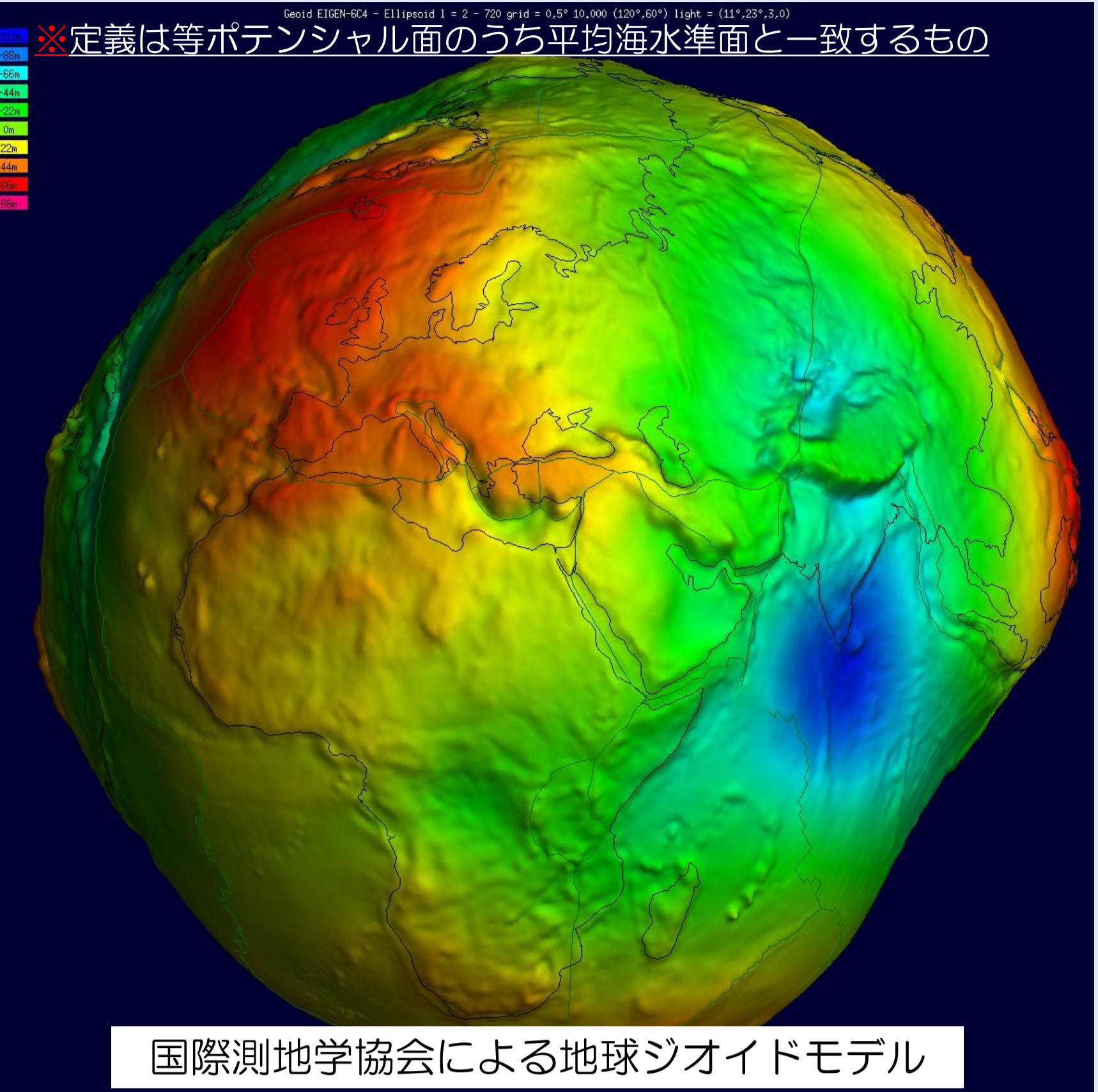


降雨や地下水の影響でも時間や場所によって重力は変化する。これは重力観測をする上で除去すべき擾乱源である。



「測地学テキスト」：陸水擾乱の概念図

地下の密度分布によっても地球の重力は変わるため、地球の水平面には凹凸がある。これを**ジオイド**※と言う。



国際測地学協会による地球ジオイドモデル

標高が高くなると重力は小さくなる。地球から距離が離れていくためである。

標高による重力変化は -0.3086 mGal/m

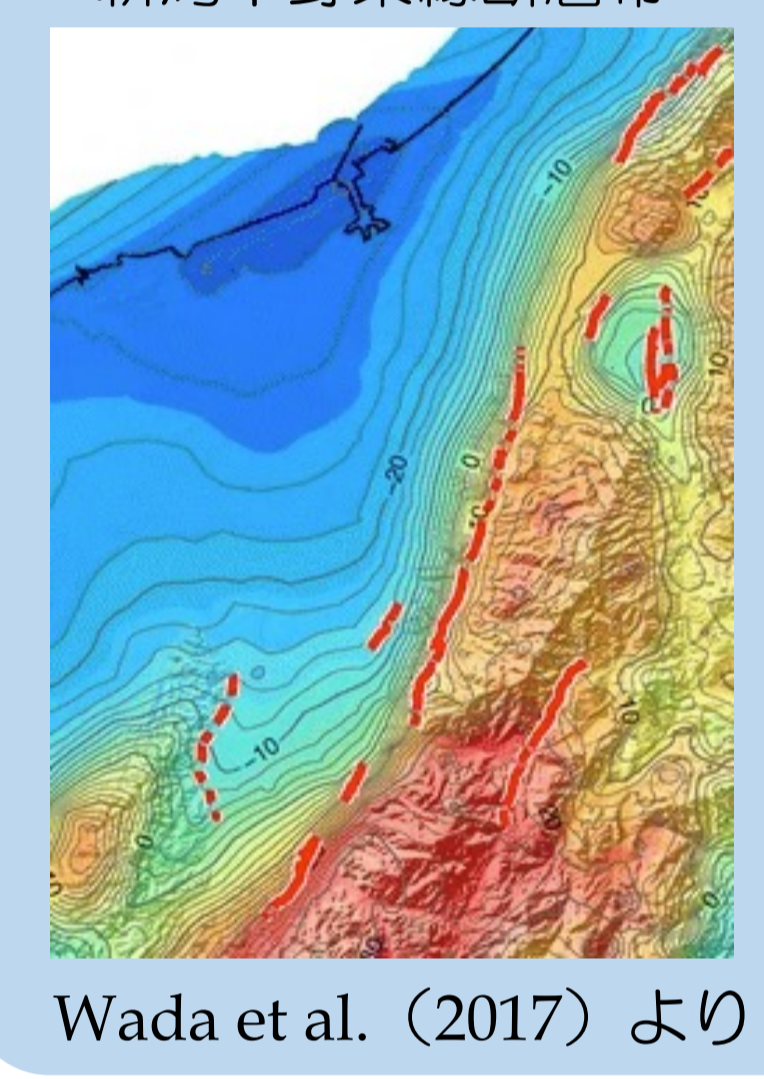
※ $1 \text{ Gal} = 10^{-2} \text{ m/s}^2$

重力を測るとどんなことがわかる？

地下の質量の不均質を反映して、場所による重力の違いがあることを利用すると、**石油などの資源や活断層、カルデラ構造**等を発見することができる。

地球の重力はその場所の地下にある質量を反映して異なる。地下の物質が移動すればそれを反映して重力が変化する。このことを利用すれば**火山内部の物質(マグマやガス)の移動**を直接検知できる。

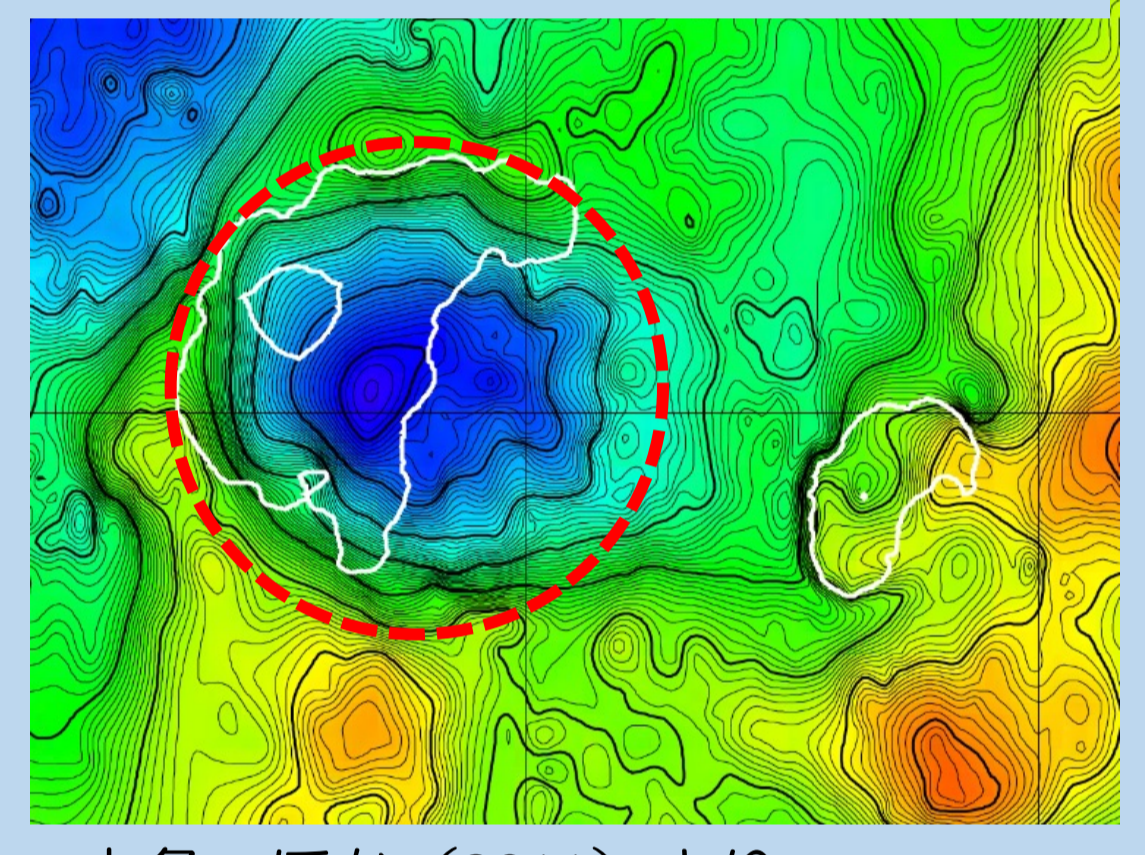
断層構造による重力分布



Wada et al. (2017) より

空間変化の例

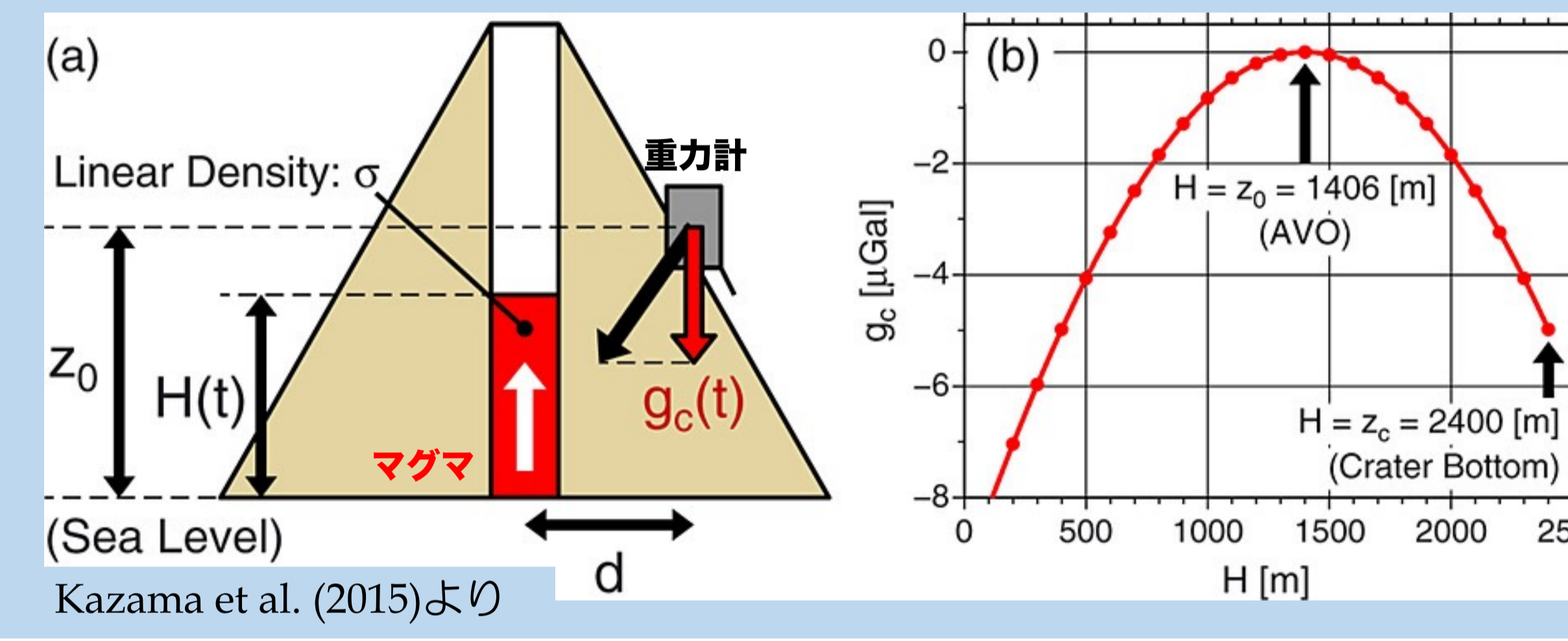
カルデラの質量欠損による重力分布
⇒ 屈斜路カルデラ



本多・ほか (2011) より

時間変化の例

火道を上下する**マグマ**による重力変化の例。マグマの接近で増加した重力値は、マグマが重力観測点の標高を超えると、今度は上に引き付けられて減少し始める。



Kazama et al. (2015)より

富士山における重力観測網と様々な取り組み

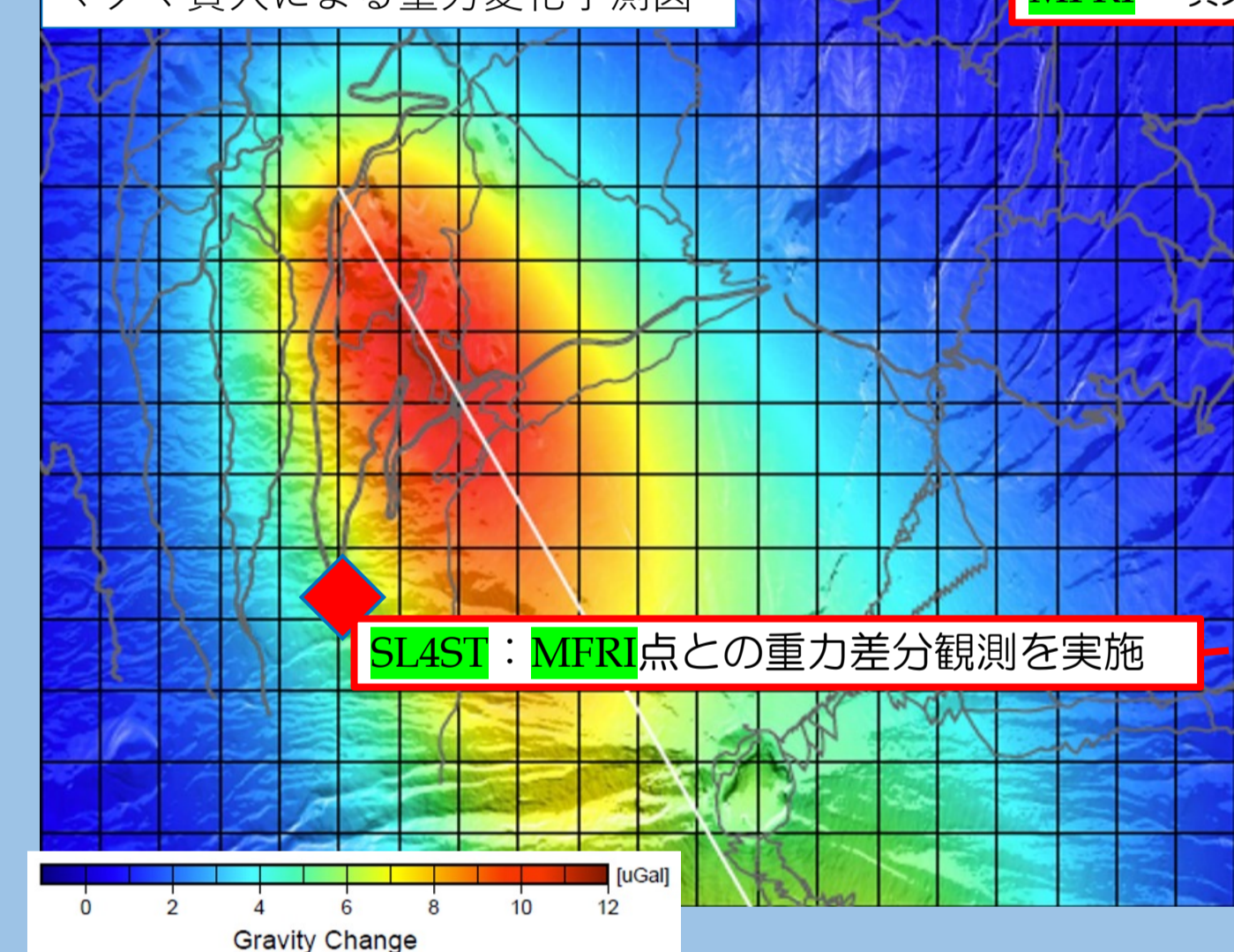
- ① 想定火口域の**SL4ST**と**MFRI**(研究所)での**連続重力差分観測**による火山モニタリング
- ② MFRIとSL5STの標高差を活かした**相対重力計のスケールファクター(バネ定数)検定**
※火山モニタリング測定を兼ねる
- ③ 2つの基台を使った**絶対重力計の器差測定**
- ④ 重力値の鉛直勾配測定高精度化の試み

絶対重力計と相対重力計
絶対重力計は真空中で自由落下するマスの動きをレーザーで追うことで、その挙動から**その場所の重力加速度を直接計測する機械**。
相対重力計は精密なバネ計りにより、重力値がわかっている場所・時間からの**重力差を計測する機械**。

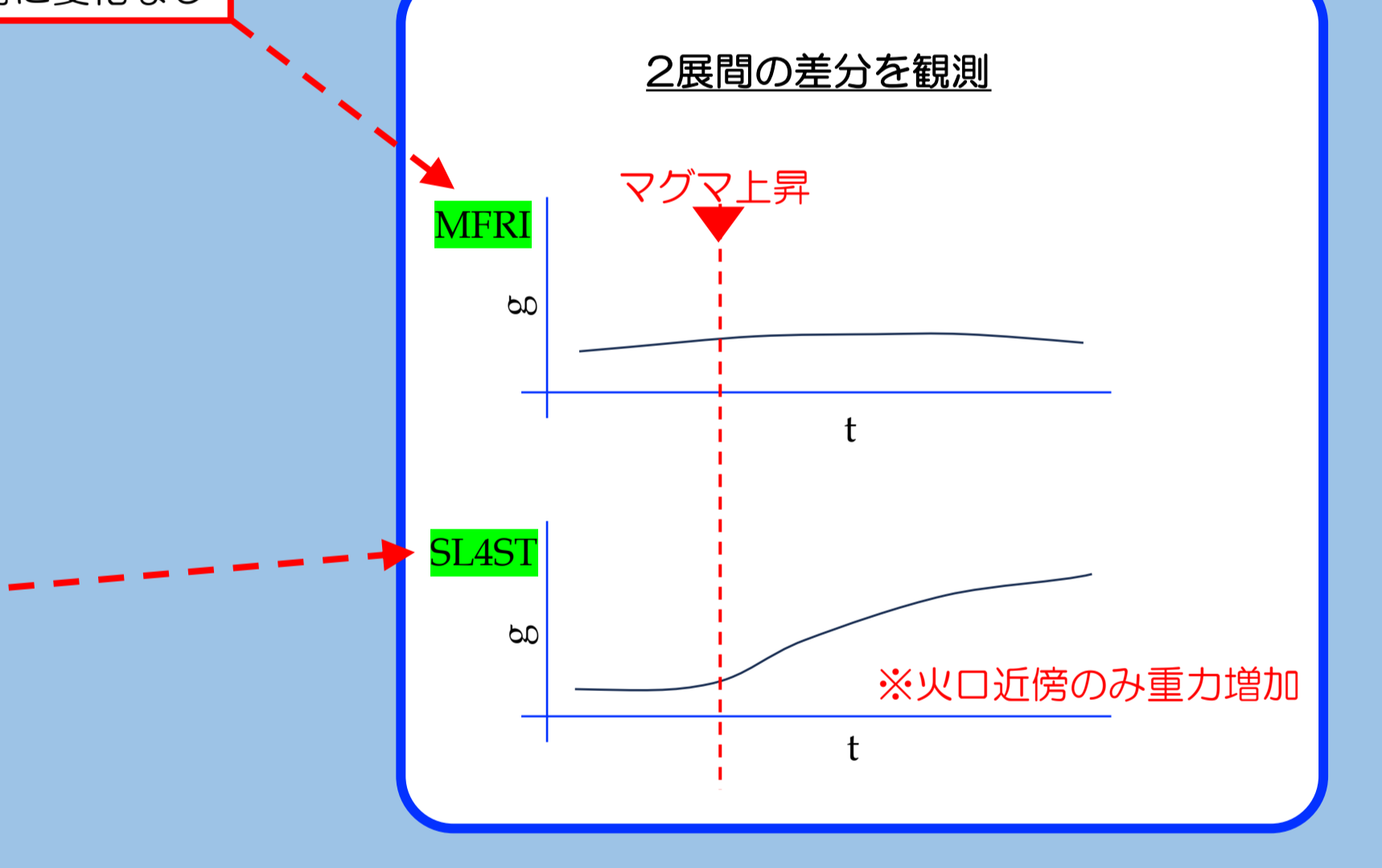
重力観測網を構成する観測点

- MFRI**: 富士山科学研究所に設置した基準点
⇒ 国土院による絶対重力測定が実施され、基準重力点としても登録。2つの観測基台で比較観測可能。
⇒ 東京大学地震研究所による絶対重力測定も実施。
- SL2ST**: 樹海台駐車場
⇒ 改修工事が終われば定期的な観測を再開
- RINDO4**: 林道富士線最高標高点付近
⇒ スバルライン以外の火口近傍観測点(補助点)
- SL4ST**: 4合目大沢駐車場トイレ棟ポンプスペース
⇒ 相対重力計による連続観測実施点。
- SL5ST**: 5合目道路公事務所
⇒ 東京大学地震研究所による絶対重力測定実施。
⇒ MFRI点との重力差を利用して相対重力計の検定実施

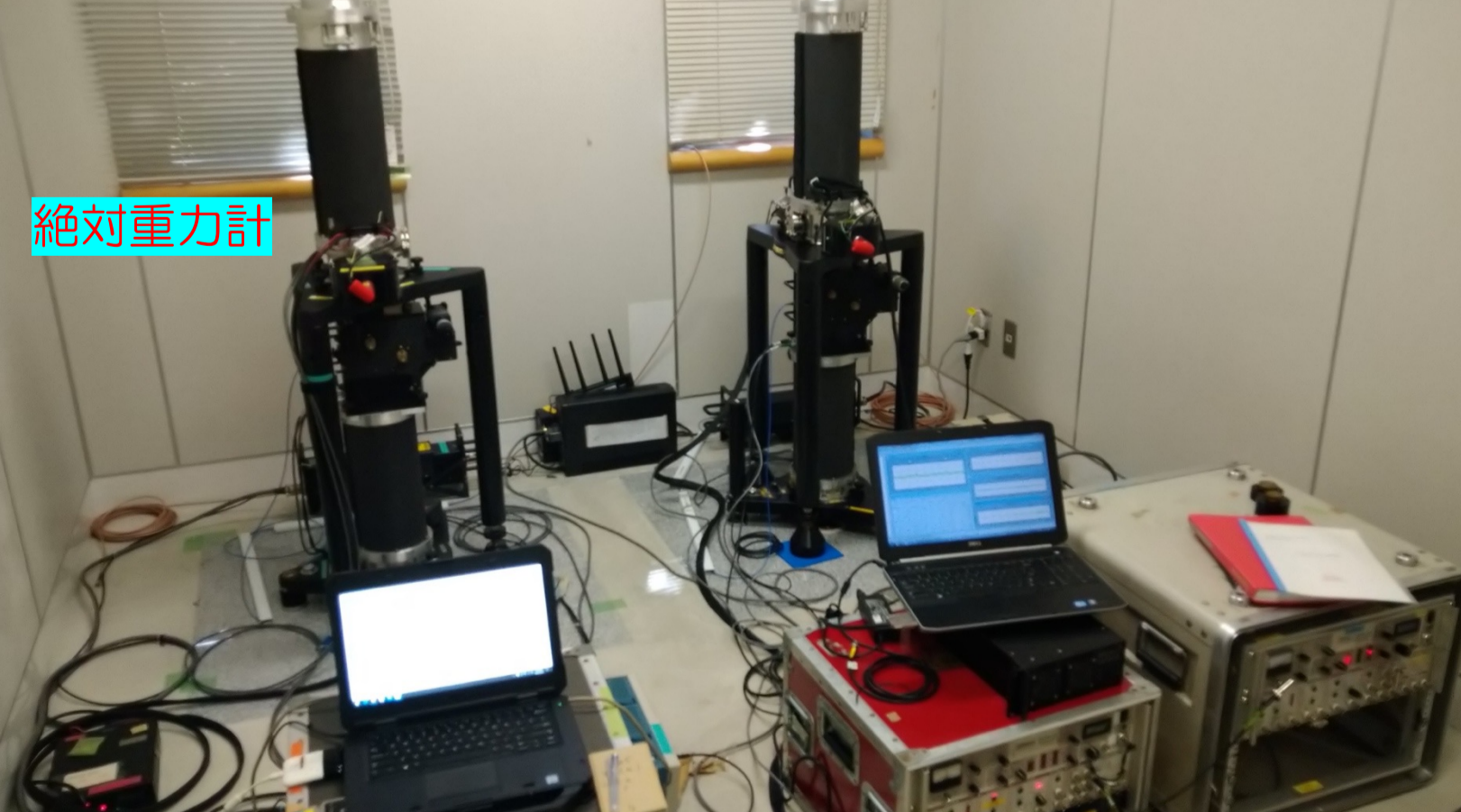
① 火山モニタリング



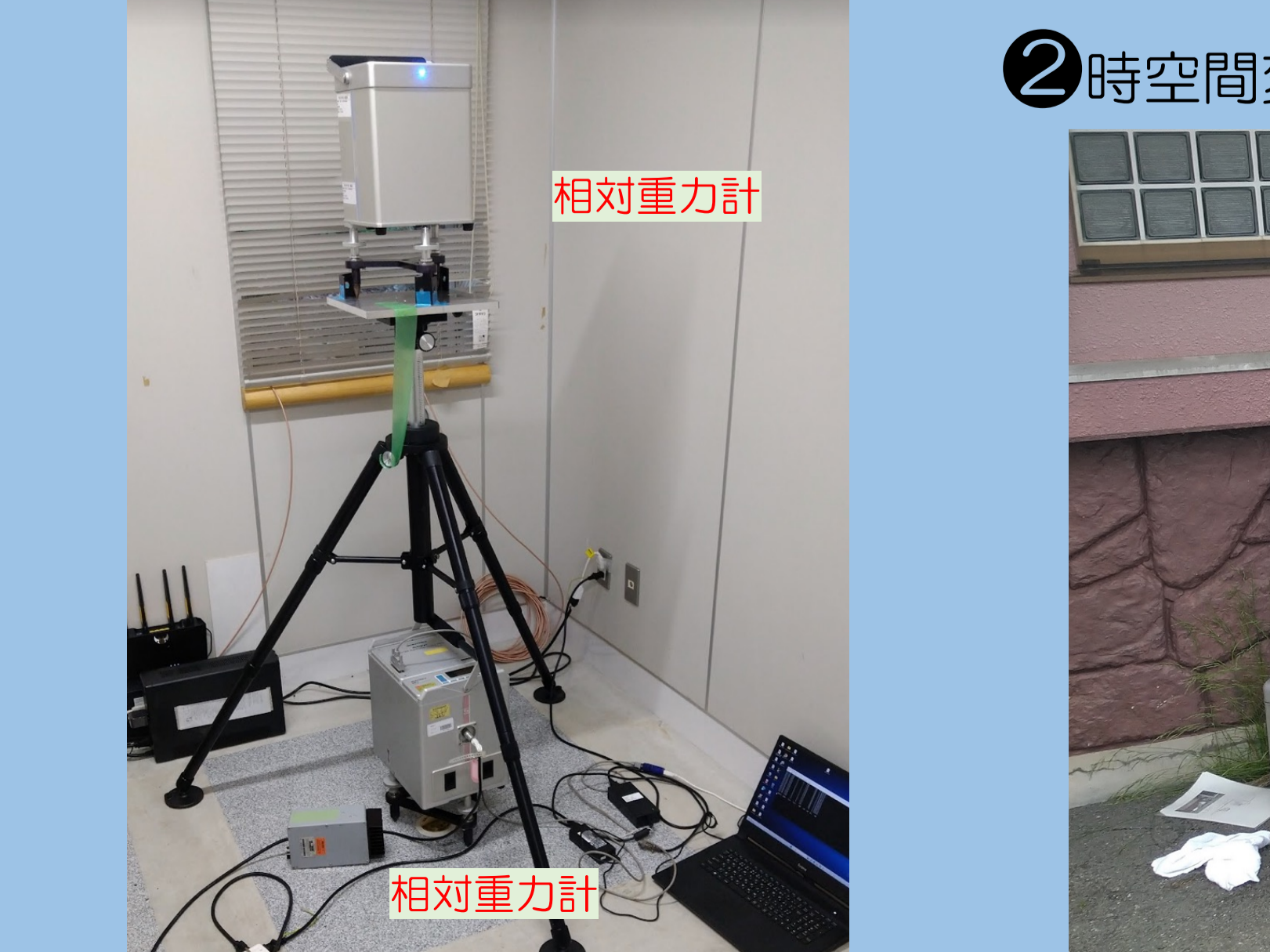
スバルライン(水色線)を活用して構築した「富士山重力観測網」



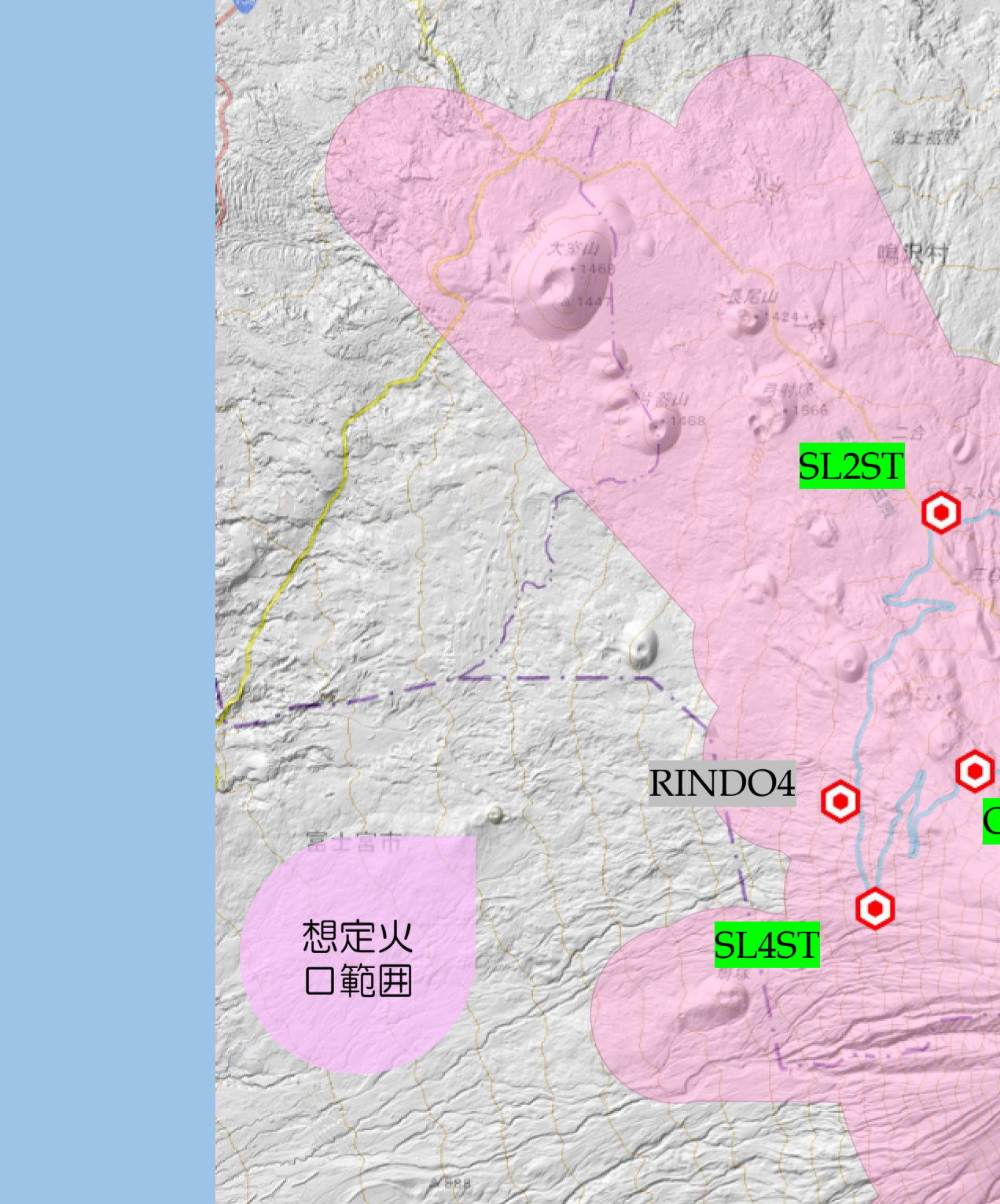
③ 絶対重力計の器差測定



④ 重力鉛直勾配測定



② 時空間変化検出の為の往復測定の様子



① 火山モニタリング



② スケールファクター検定



- これまでに富士山の重力観測に参加した研究機関
- ・ 東京大学地震研究所
 - ・ 京都大学理学部
 - ・ 産業技術総合研究所
 - ・ 情報通信研究機構
 - ・ 北海道大学地震火山研究観測センター
 - ・ 名古屋大学地震火山研究センター
 - ・ 金沢大学理学部
 - ・ 北海道立総合研究機構