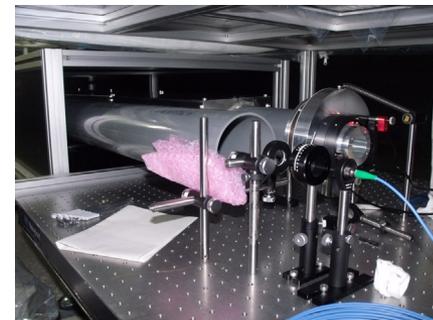


# 神岡坑内における精密地球物理観測と地殻活動のモデリング

新谷 昌人(東大地震研)

- ・神岡坑内観測の目的
- ・レーザー伸縮計、超伝導重力計による地殻活動の観測
- ・今後の課題と体制





## これまでの採択課題

・・・レーザー伸縮計、超伝導重力計による地殻活動の観測

2003～2005年度

神岡地下施設におけるレーザー伸縮計を用いた地球ダイナミクスの研究  
(竹本修三、他)



2007～2012年度

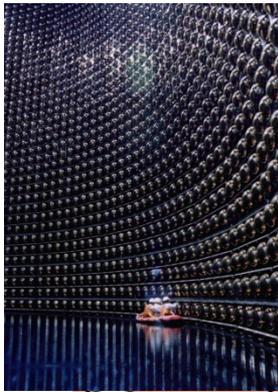
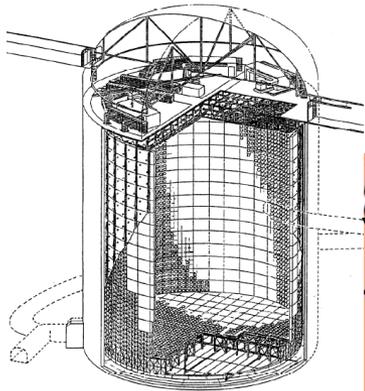
レーザー伸縮計と超伝導重力計の同時観測による地球の固有振動の研究  
(森井互、田村良明、他)

2013～2016年度

坑内地球物理観測でとらえる水と雪のダイナミクス  
(今西祐一、新谷昌人、他) **2016年度 旅費15万円**



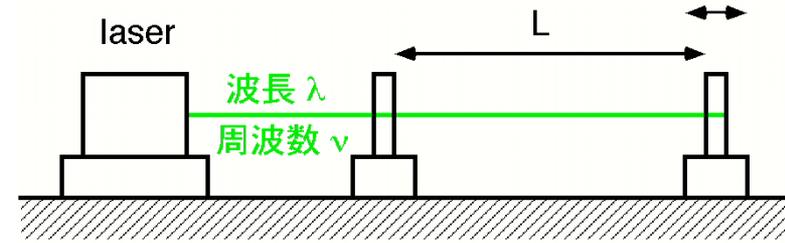
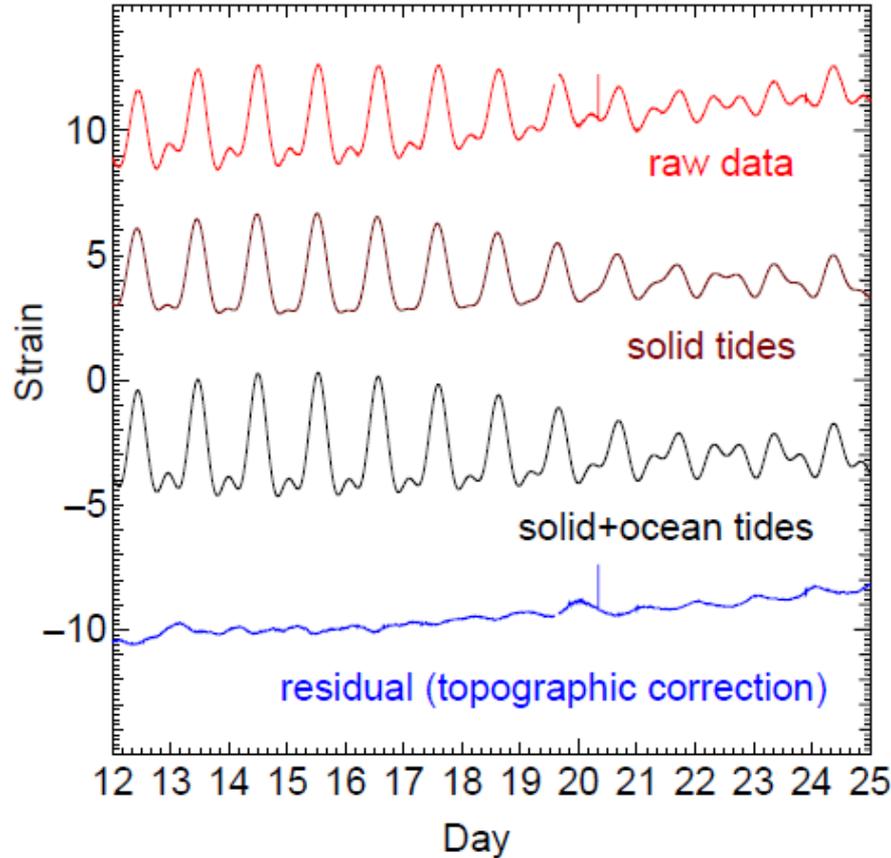
# 神岡地下観測施設



# レーザー伸縮計による地球潮汐の観測

- ・地球の堅さ、内部構造、海・地形の影響

$[1 \times 10^{-8}]$



観測データ

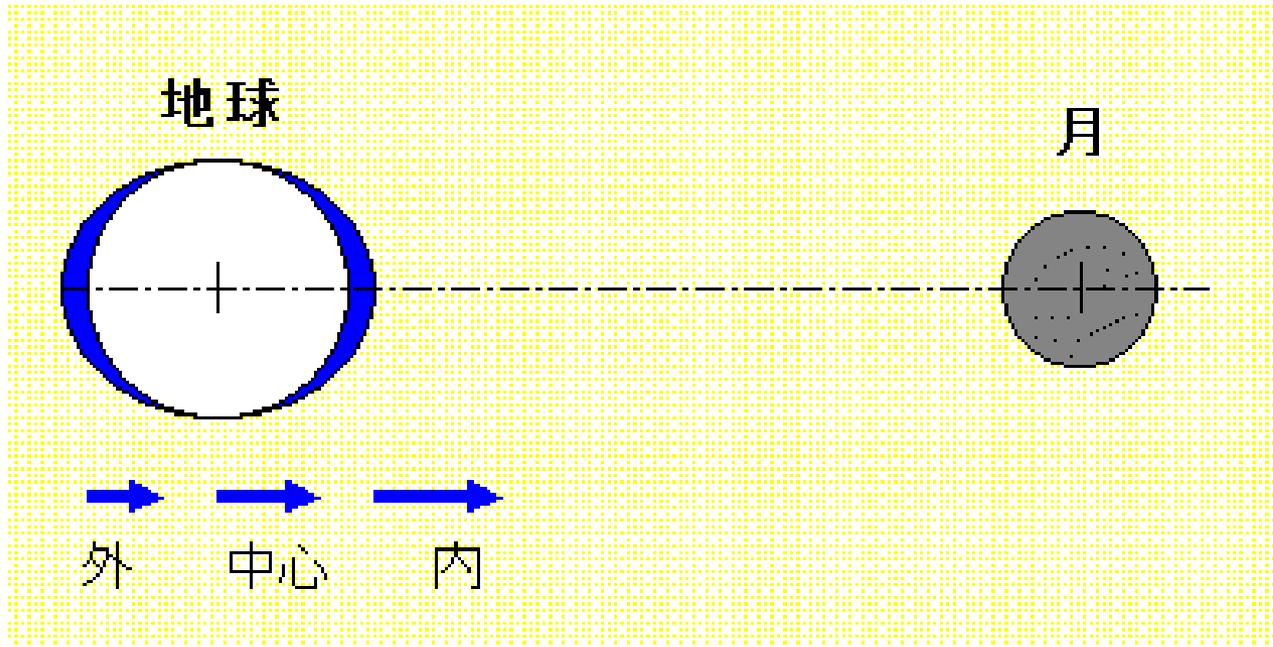
固体モデル

固体+海洋  
モデル

地形補正後の  
誤差

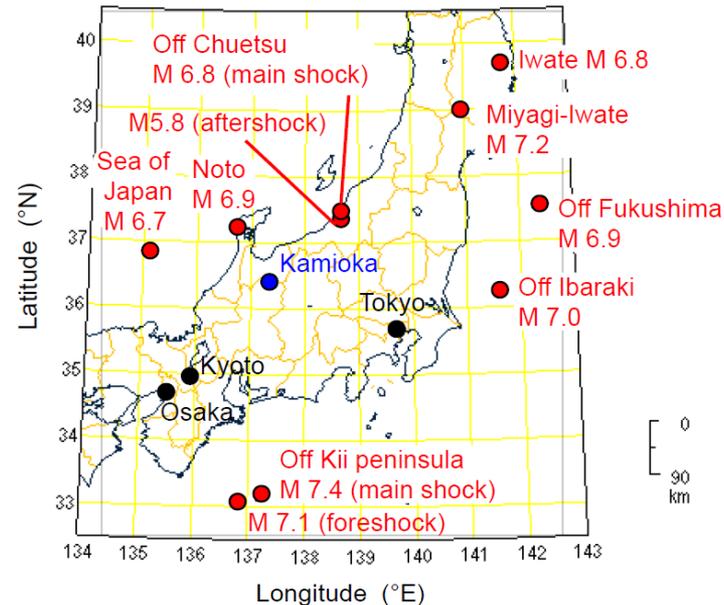
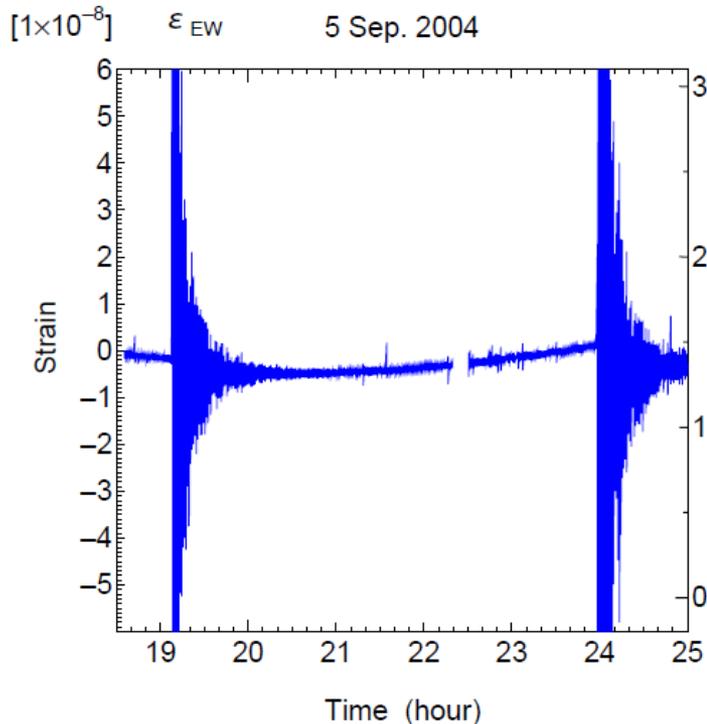
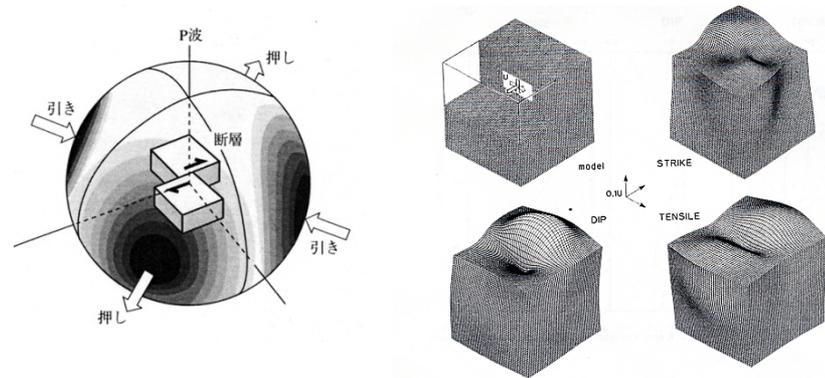
標準的な地球の内部構造+海の荷重効果+地形（山）効果  
で観測結果をほぼ説明 → 地殻歪と観測値との関係の定量化

# 地球潮汐 . . . 月や太陽の引力による地球の変形



# 地震に伴う地殻変動の観測

## 紀伊半島南東沖地震 (2004/9/5-6)



地震の前後で $10^{-8}$ (100mあたり1ミクロン)以下のひずみ変化。約400km離れた神岡で観測。断層モデルからの予想値と整合。

100mの課題・・・地震～潮汐

の帯域では高精度。

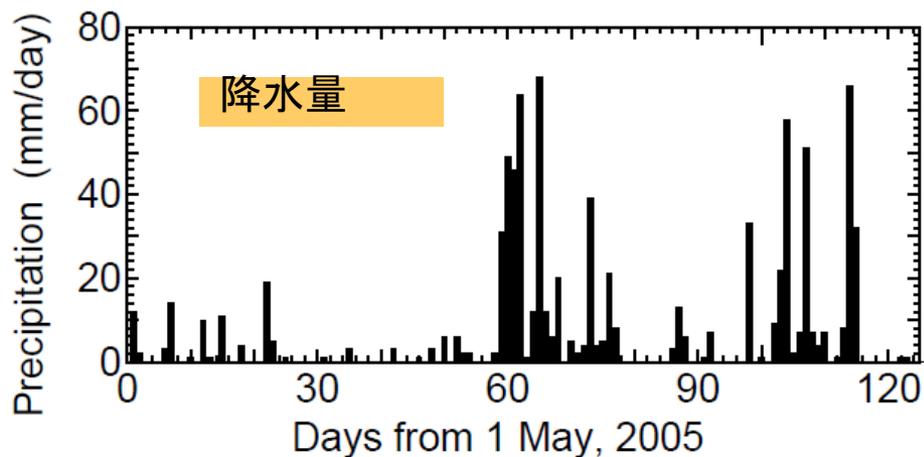
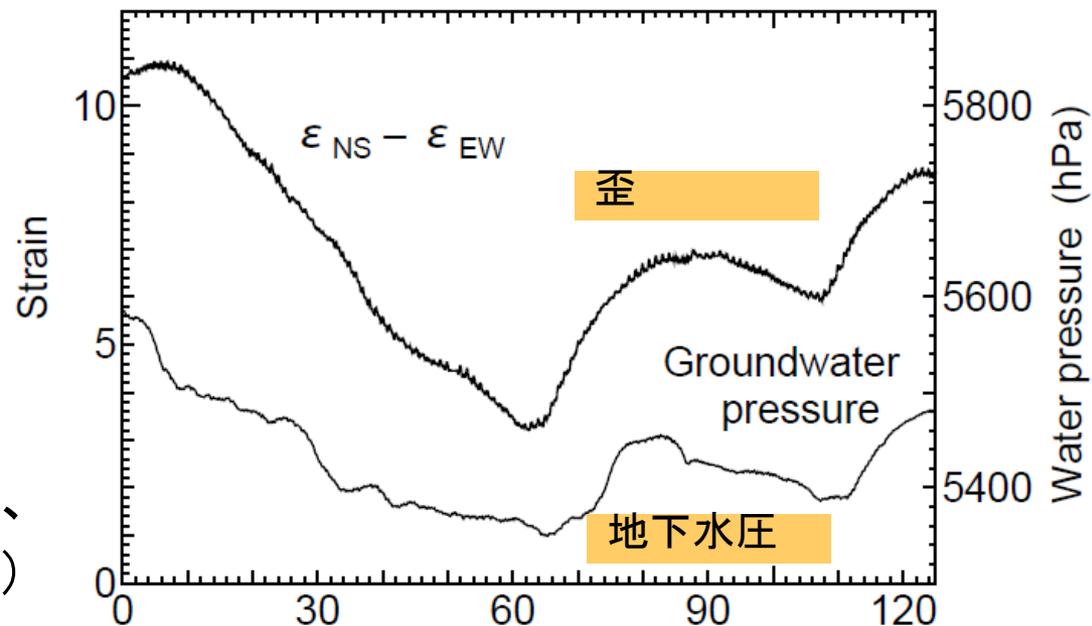
それより長期では？

- ・ 長期変動ノイズ
- ・・・ 降雨、地下水圧との相関

長基線化(1500m)

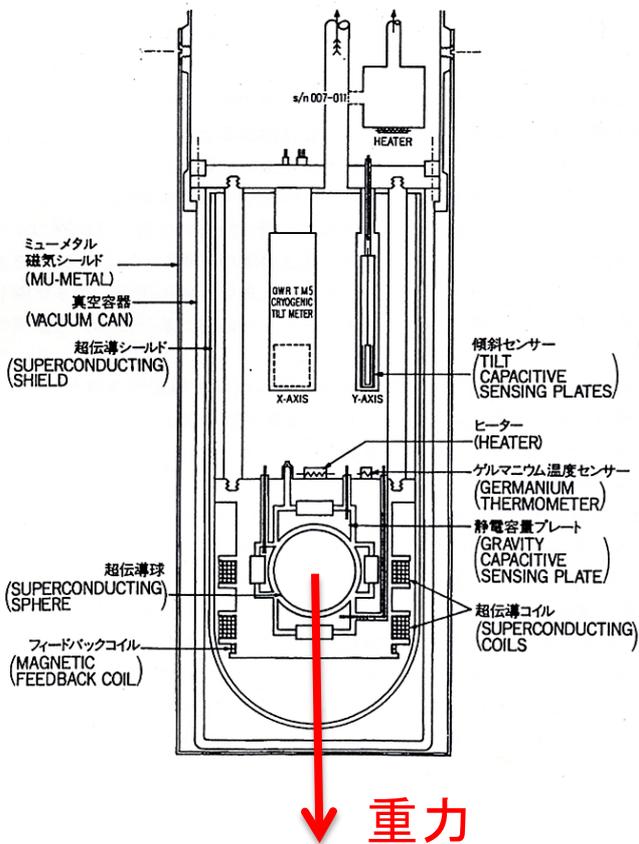
→ 空間平均によるノイズ低減、  
気圧、地下水圧（降雨、積雪）  
の観測強化

$[\times 10^{-7}]$

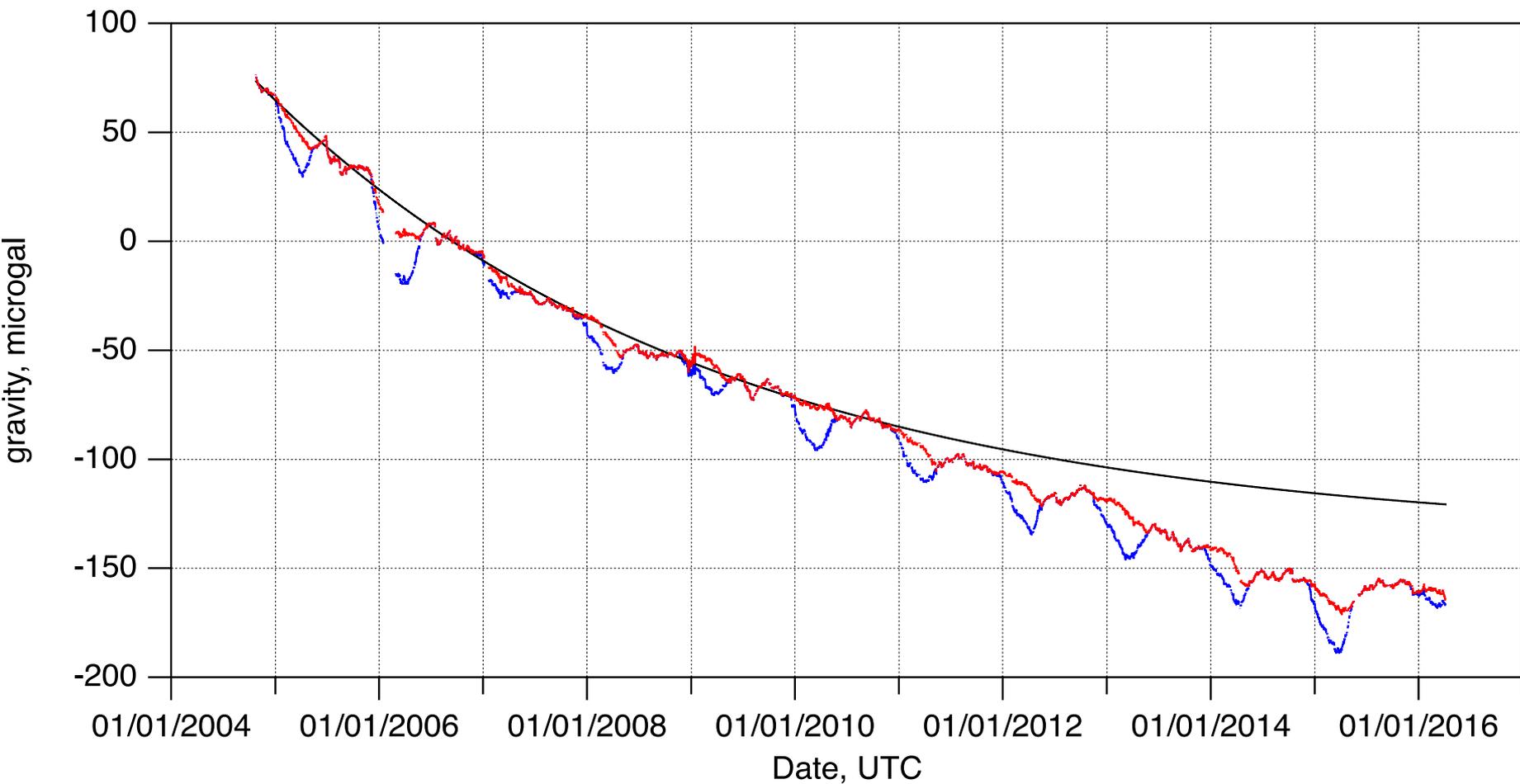


# 超伝導重力計による観測

・・・超伝導で浮上させた球の動きから重力加速度を計測する

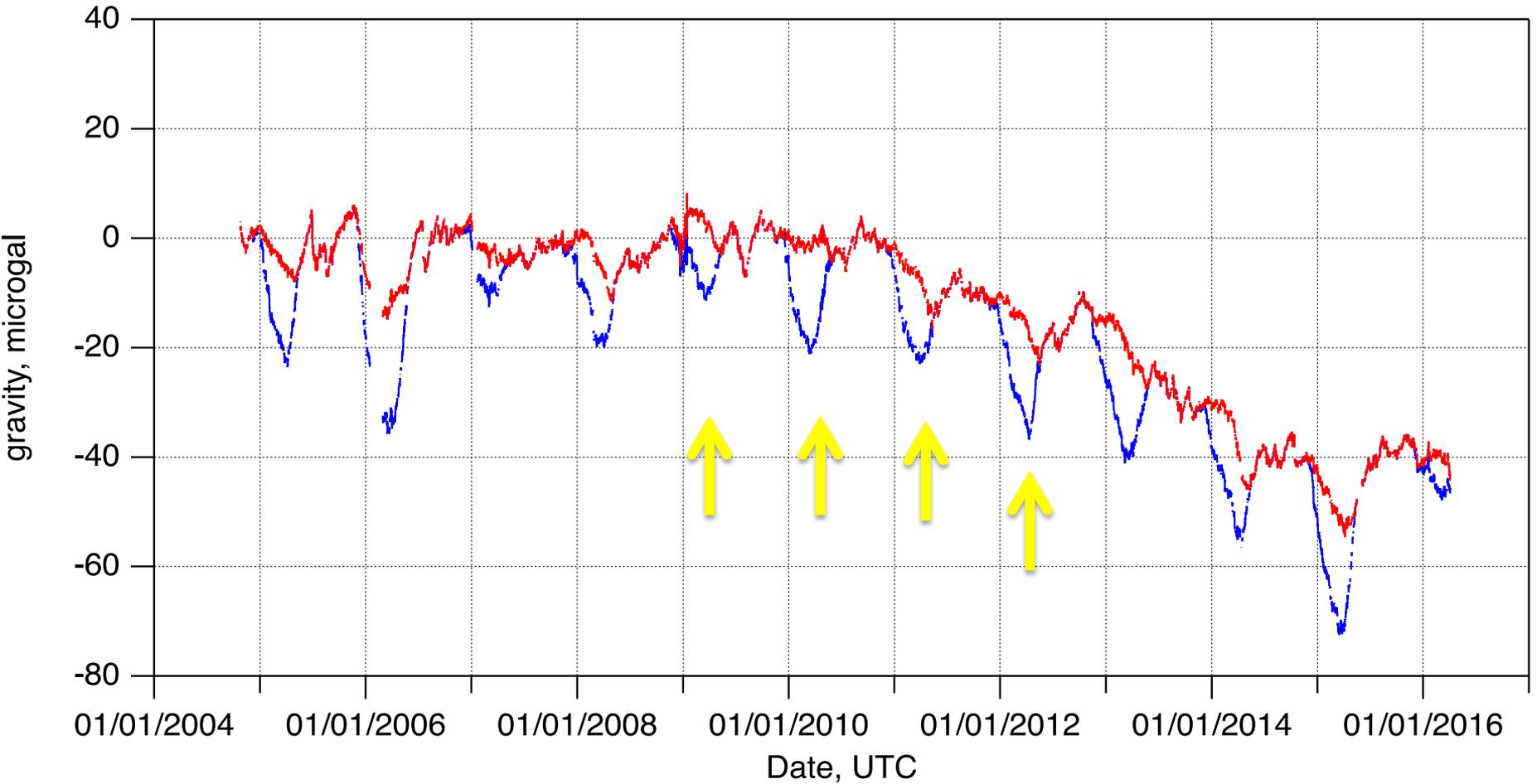


# 神岡の超伝導重力計で記録された長期的な重力変化(青)

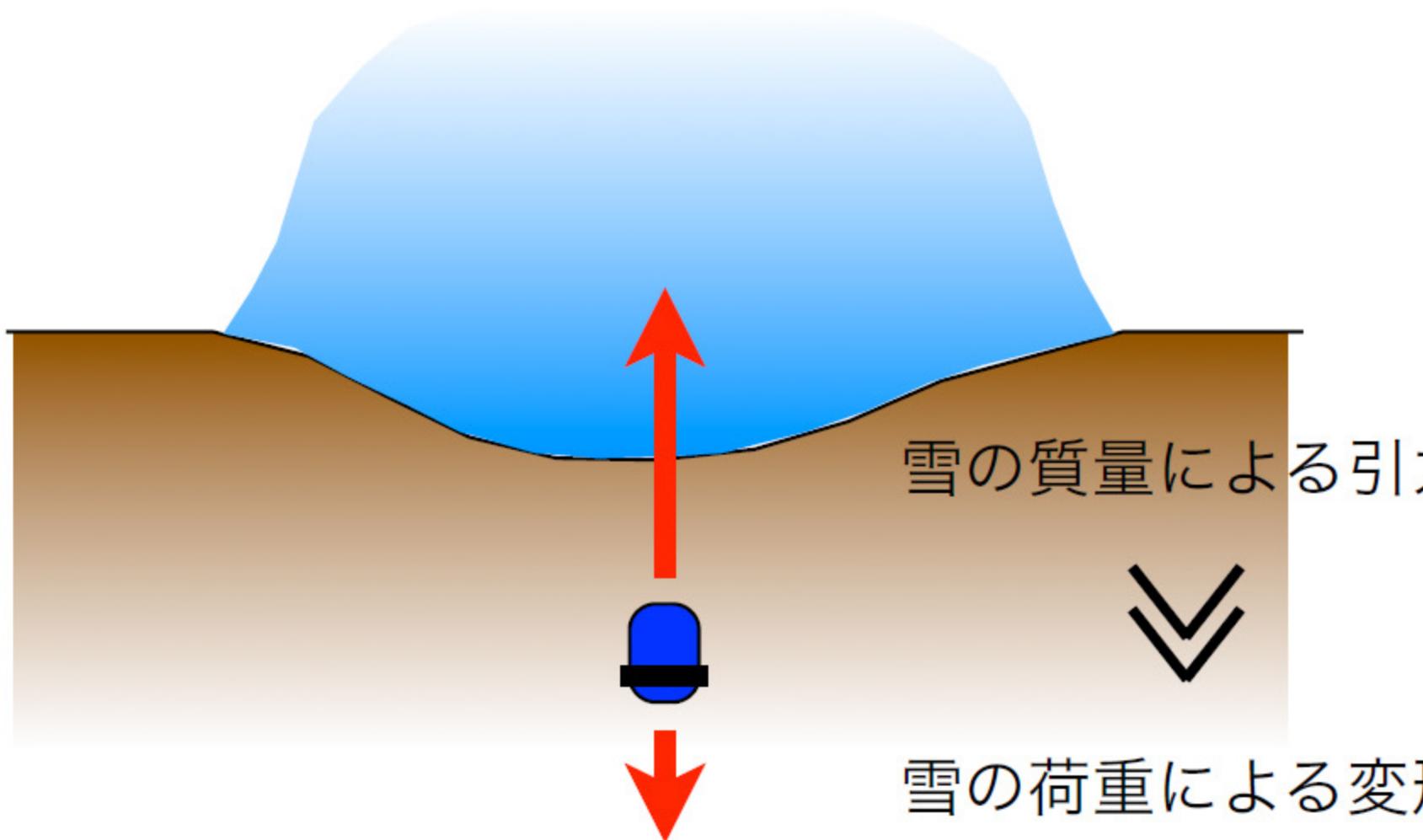


# 神岡の超伝導重力計で記録された長期的な重力変化(青)

・・・機器固有のドリフト除去後。冬～春に重力値が低下



# 積雪の影響

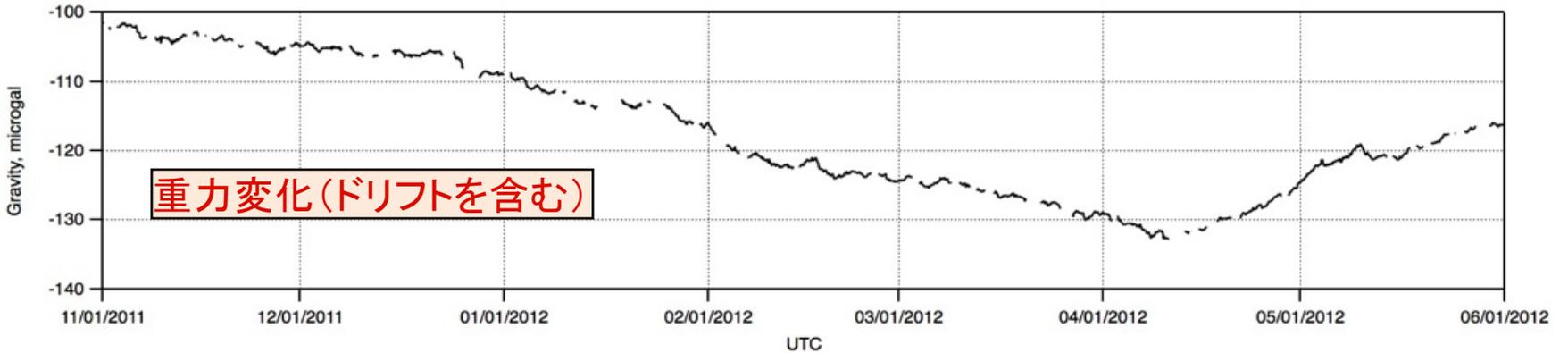
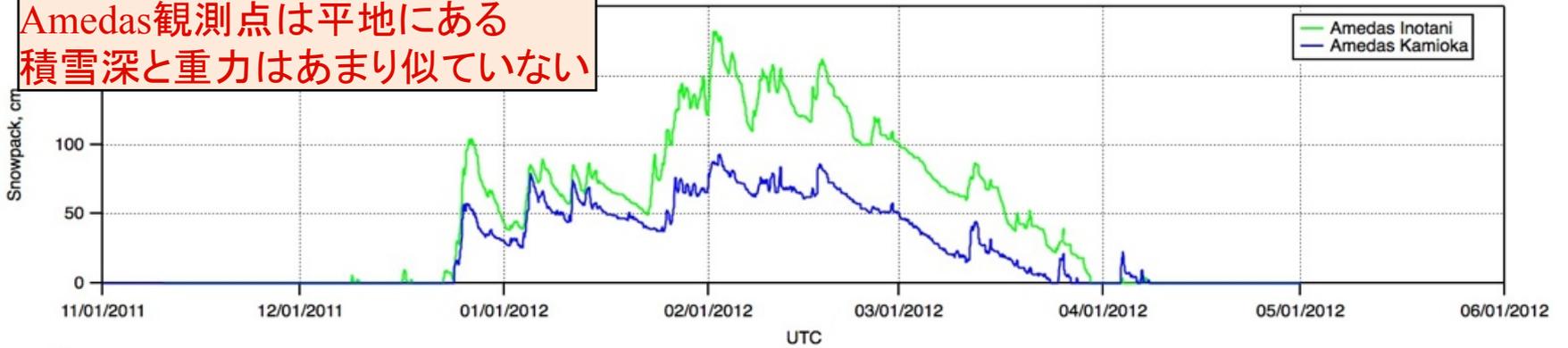


## 自作の積雪計(池の山)

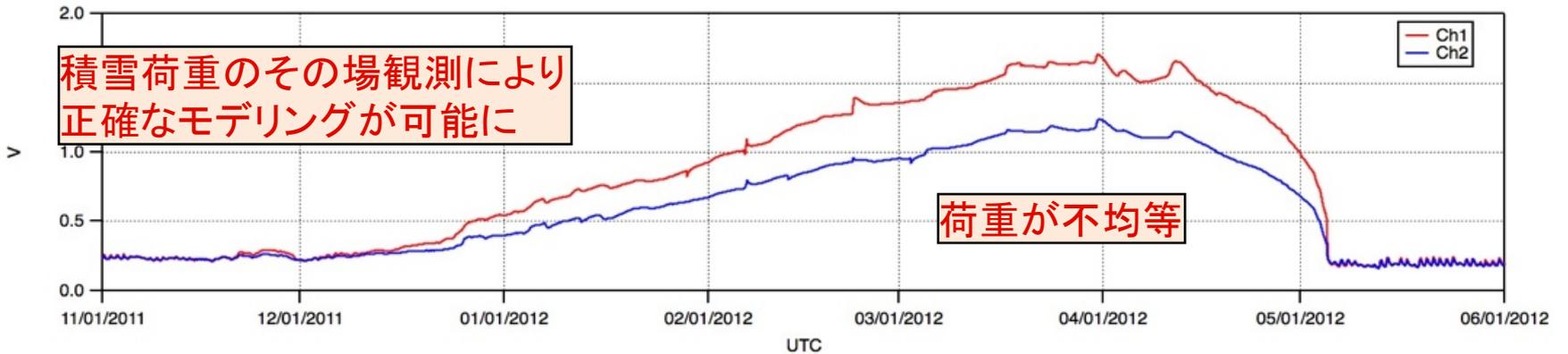
・・・板にかかる荷重を計測



Amedas観測点は平地にある  
積雪深と重力はあまり似ていない



重力変化(ドリフトを含む)

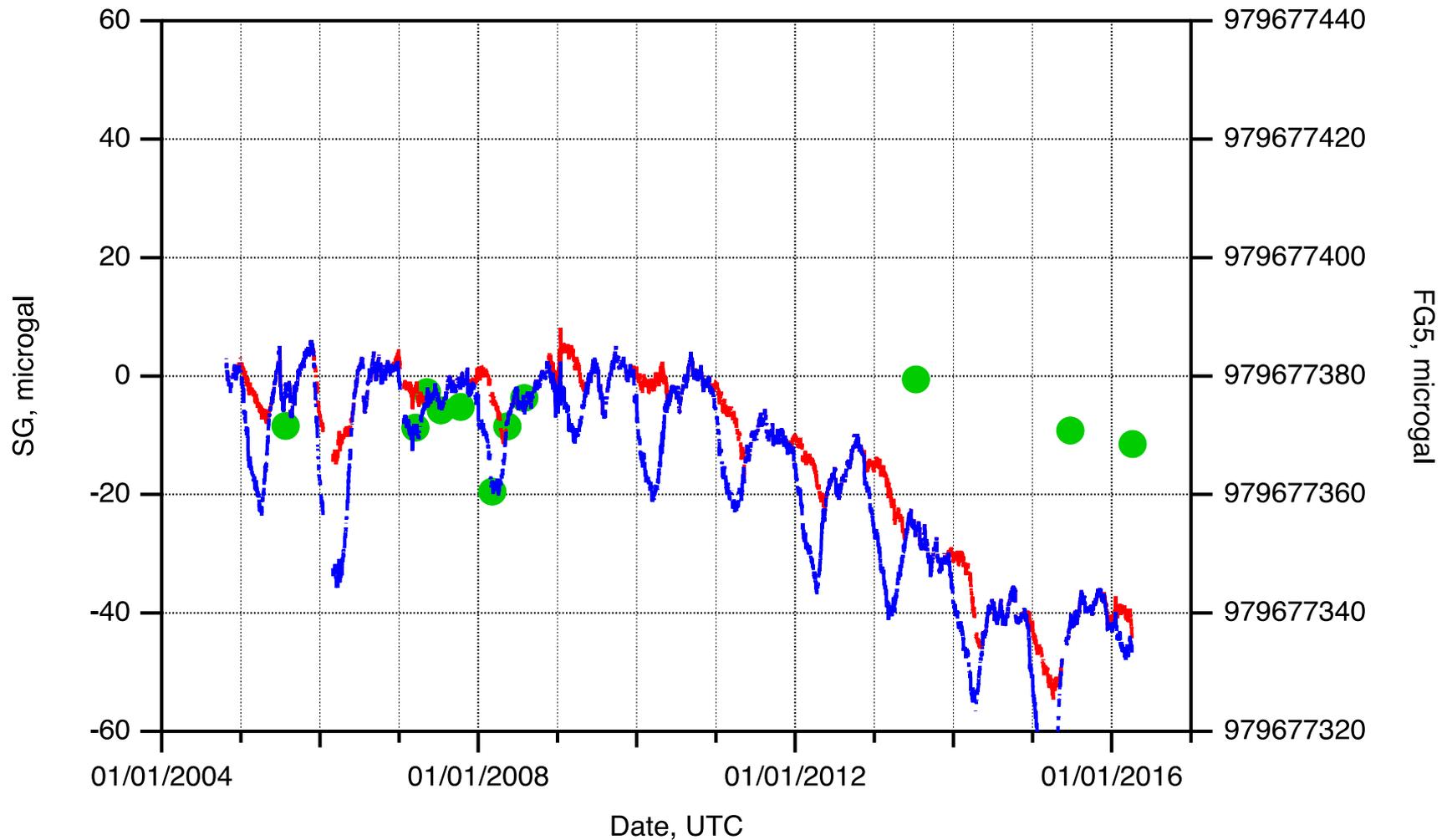


積雪荷重のその場観測により  
正確なモデリングが可能に

荷重が不均等

# 神岡の超伝導重力計と絶対重力計で記録された長期的な重力変化

・・・右下がりの傾向だが、ずれがある

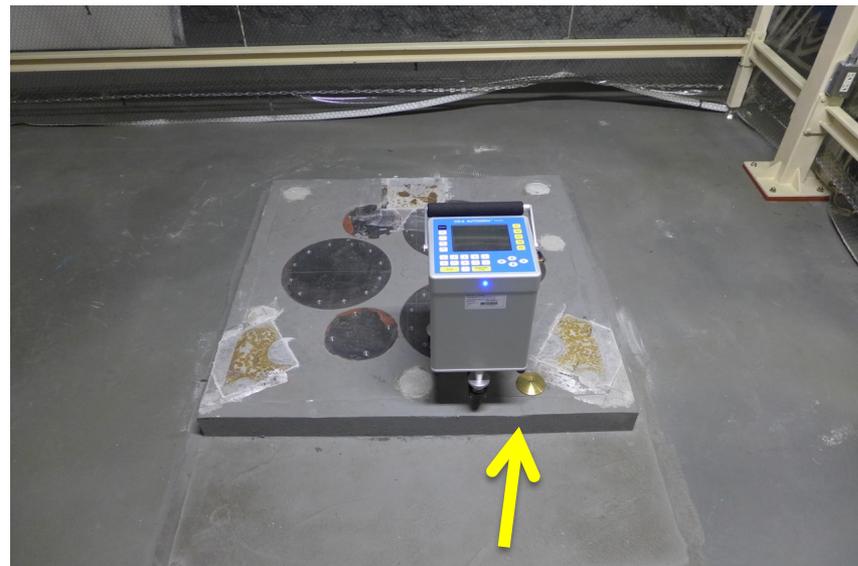


## 絶対重力計による測定(標章)



## 今後の重力測定計画

- ・超伝導重力計は保守等の利便を考慮し、移設
- ・標章上で継続して計測し長期変動を観測
  - 一 → 標章の維持を希望



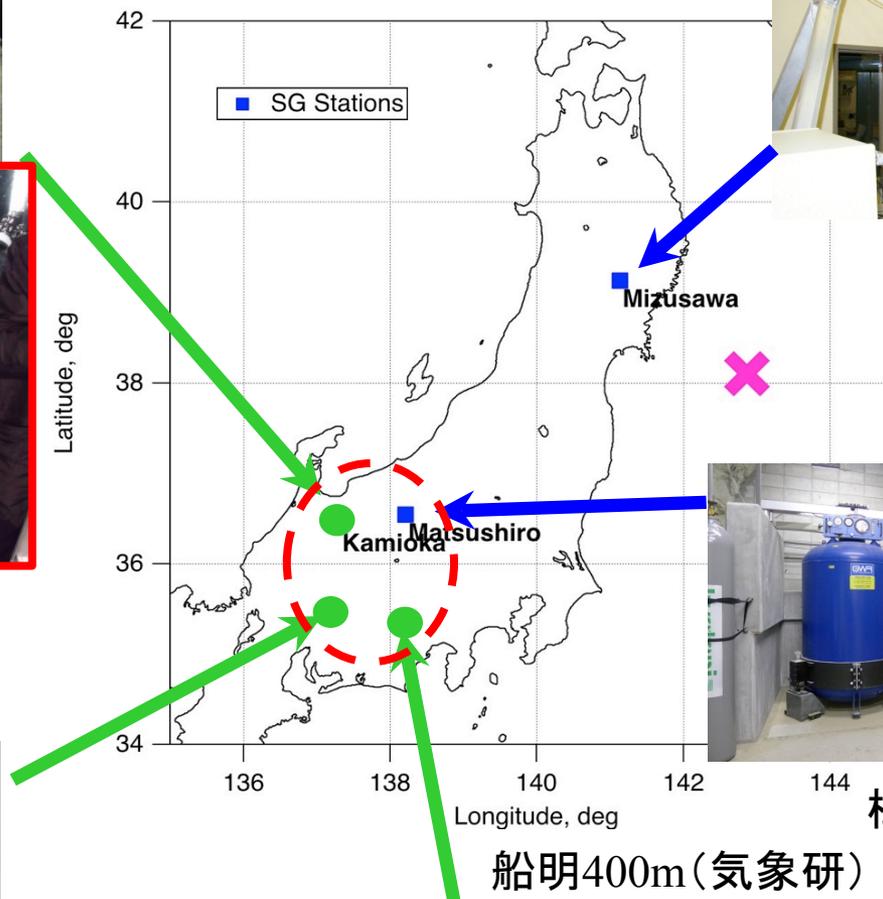
# 超伝導重力計(■)、レーザー伸縮計(●)



水沢(国立天文台)



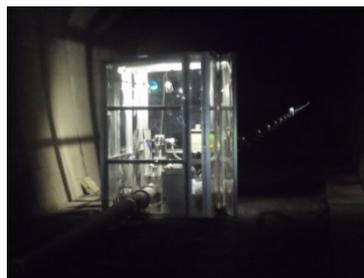
松代(東大・気象庁)



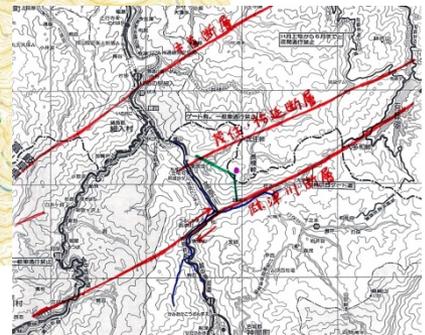
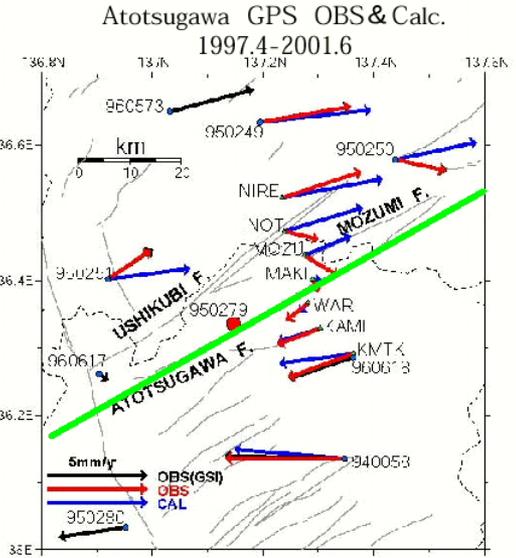
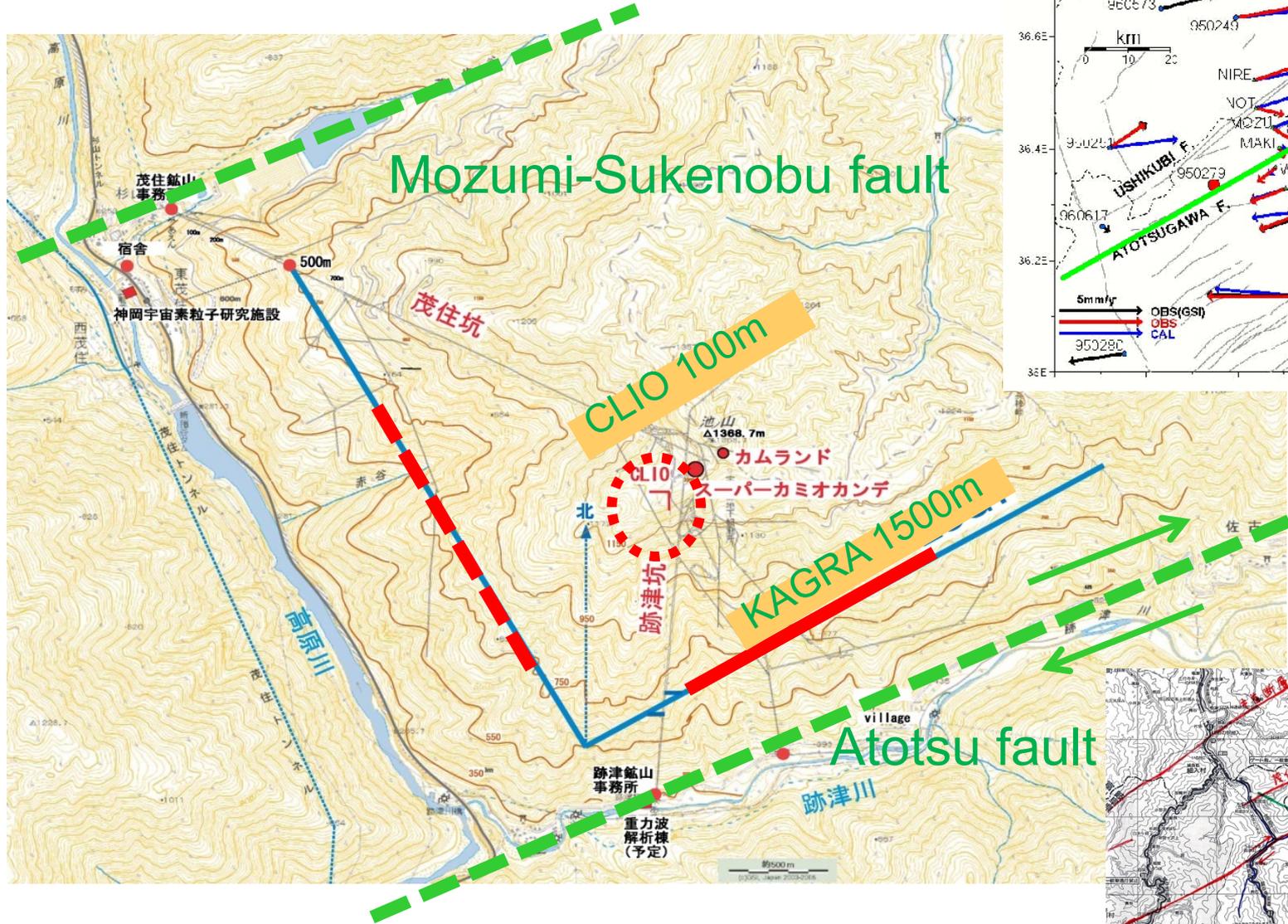
神岡(CLIO100m、  
KAGRA-GIF1500m)



犬山30m(名大)  
石英管伸縮計と併設

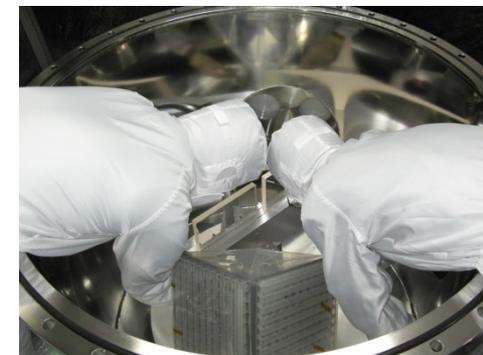
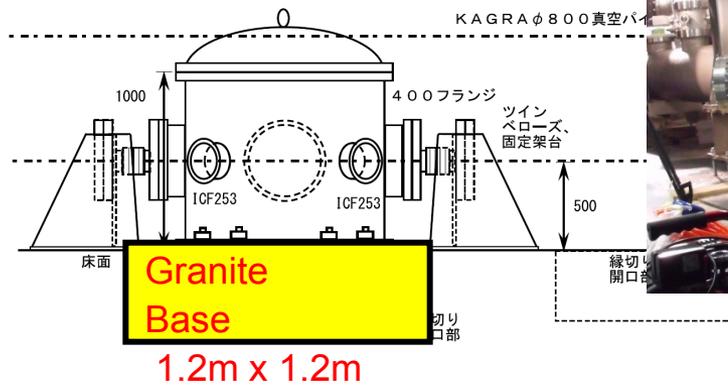
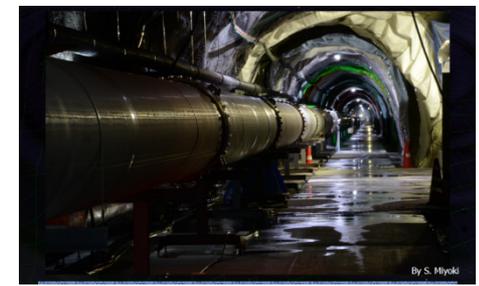


# KAGRA baselines and fault locations



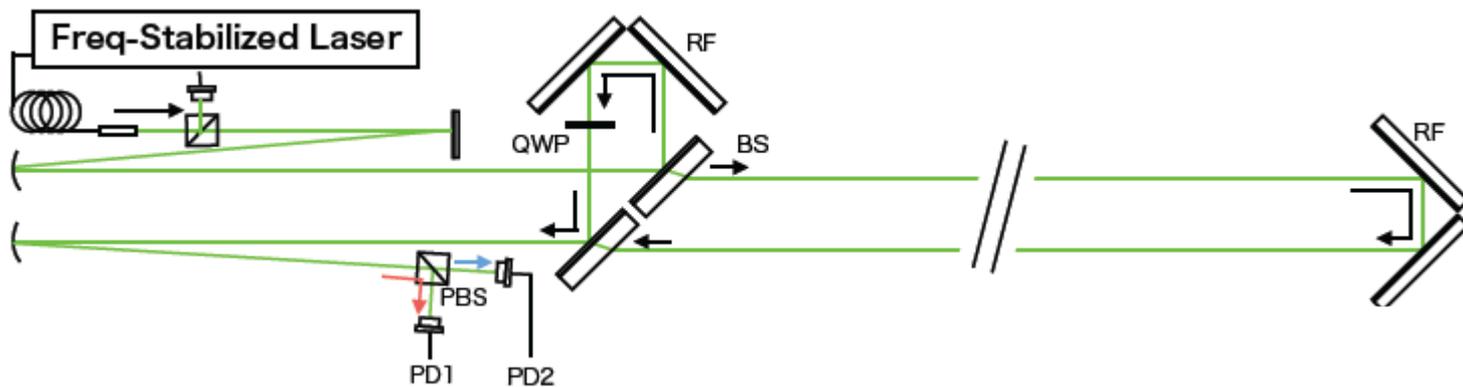
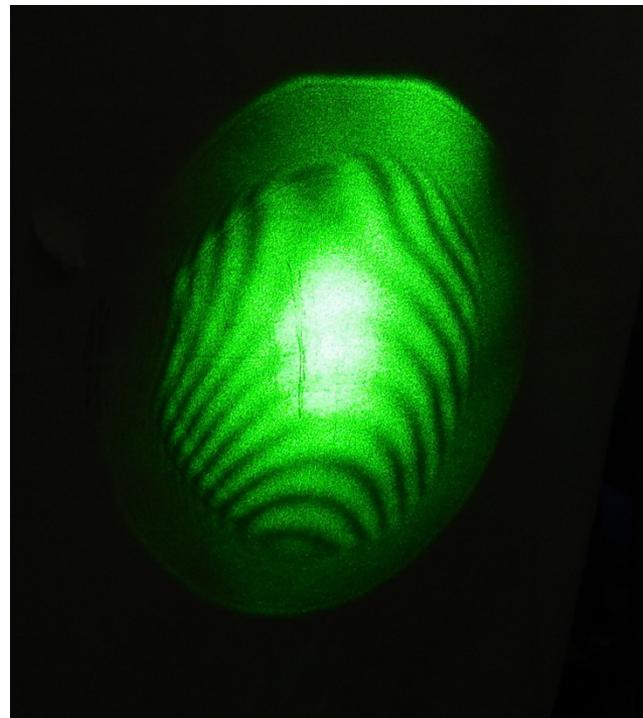
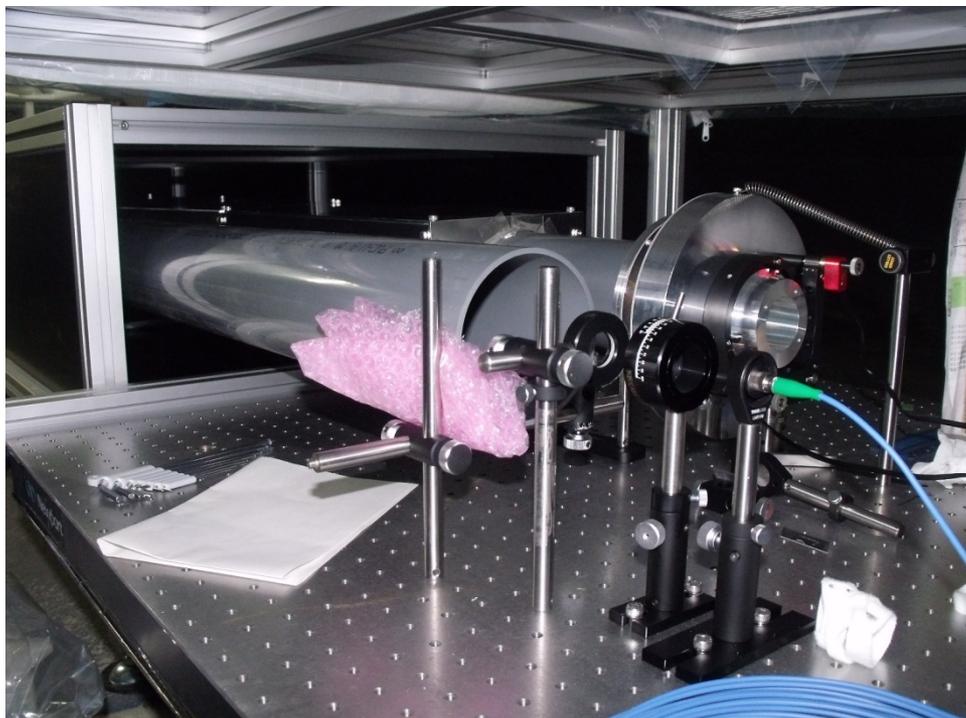


# 1500mレーザー伸縮計建設の様子 (H26-27)



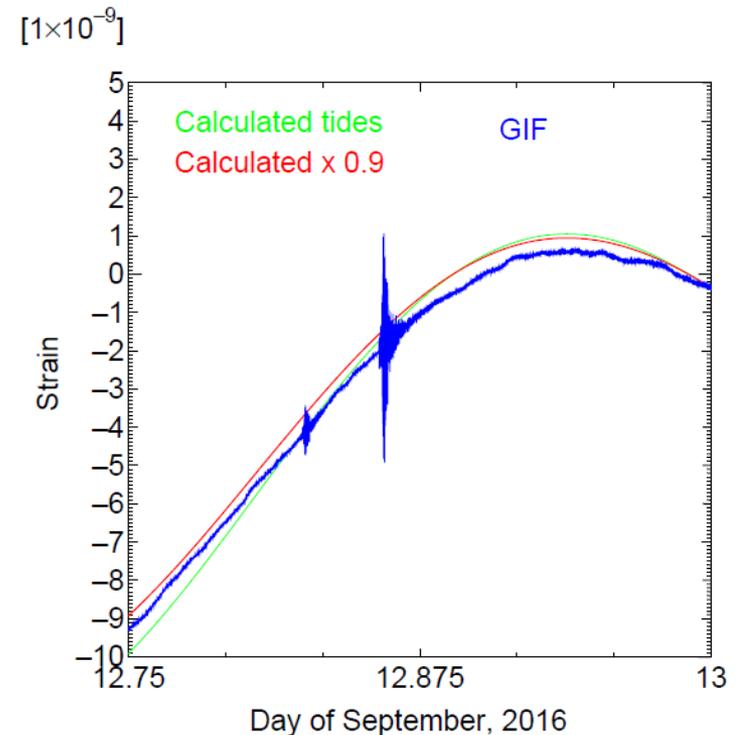
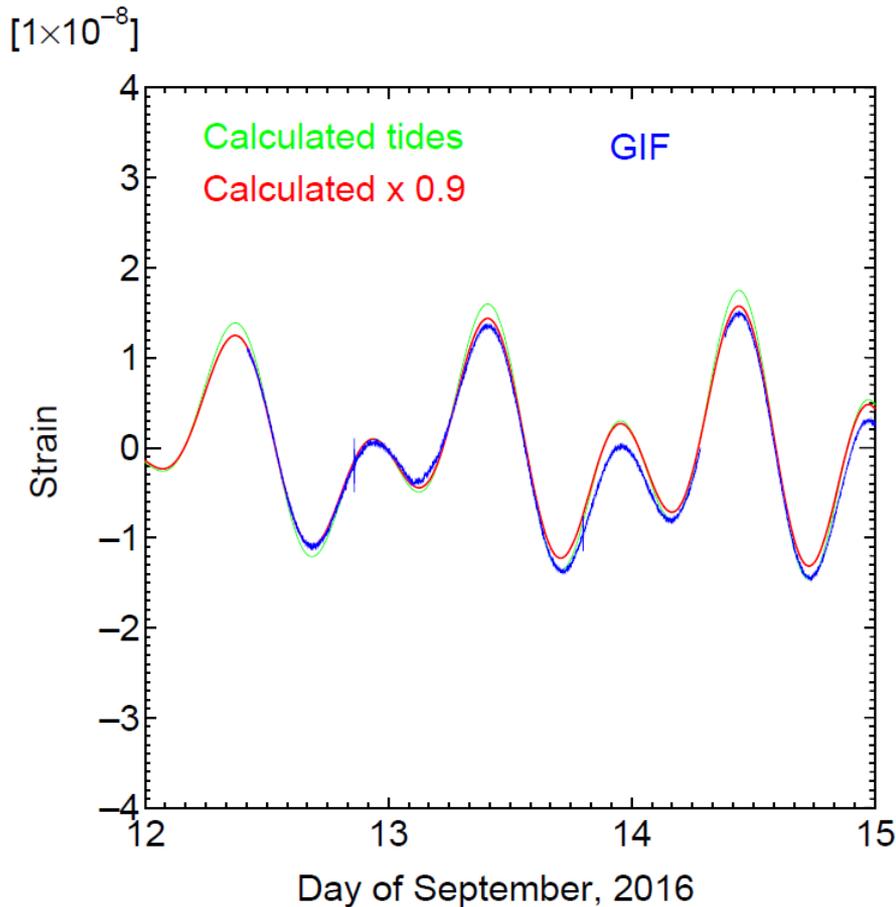
真空容器の中に  
鏡を固定

# 入射光学系と干渉縞



# 地球潮汐と地震

- ・・・観測された潮汐振幅は理論値の約0.9倍  
->地形効果

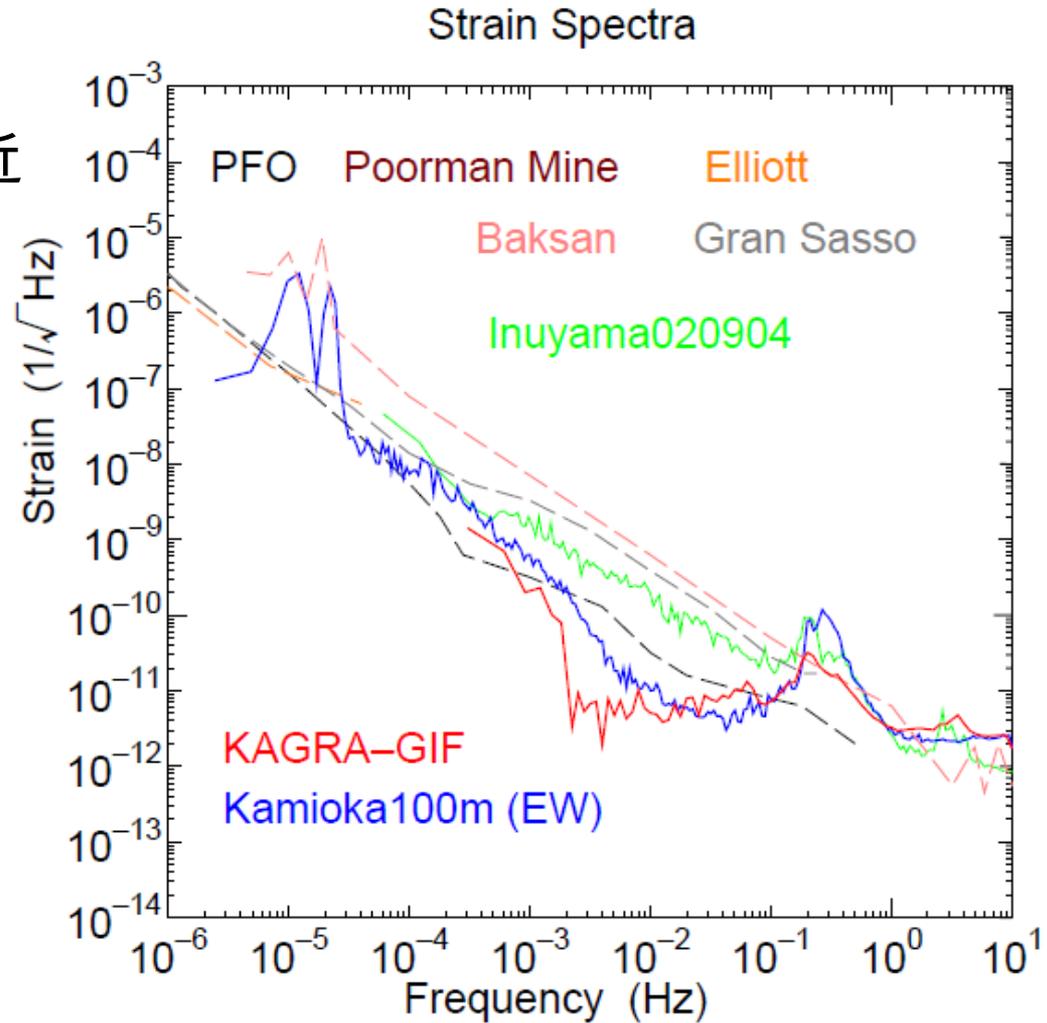


## 地震波

12-SEP-2016 10:44:33 M4.9 SOUTH KOREA  
12-SEP-2016 11:32:54 M5.4 SOUTH KOREA

# ひずみスペクトル

最低のノイズレベル  
・・・ (1-10) mHz付近



## 今後の計画

- 100mレーザー伸縮計と1500mレーザー伸縮計の同時長期観測
  - ひずみ3成分、地下水圧の影響(空間平均効果)の検証
- 標章上での継続した重力計測
  - 長期地殻変動の計測
- 中部～東北の歪／重力観測ネットワークを用いた地殻活動観測

