

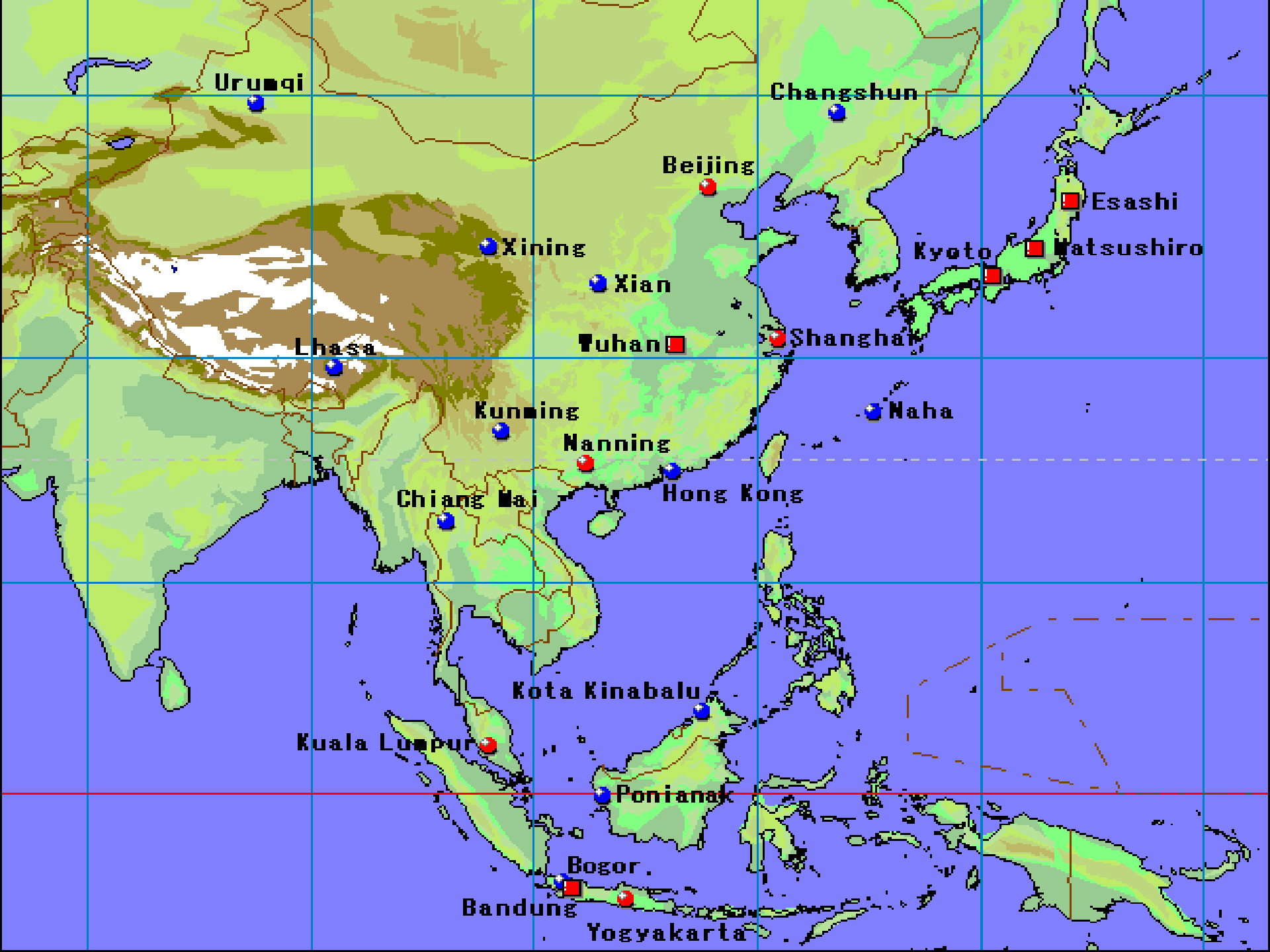
# 重力観測と衛星データを用いた地下水調査 - 精密重力測定とその可能性 -

京都大学大学院理学研究科  
地球惑星科学専攻 福田洋一

# 話 題

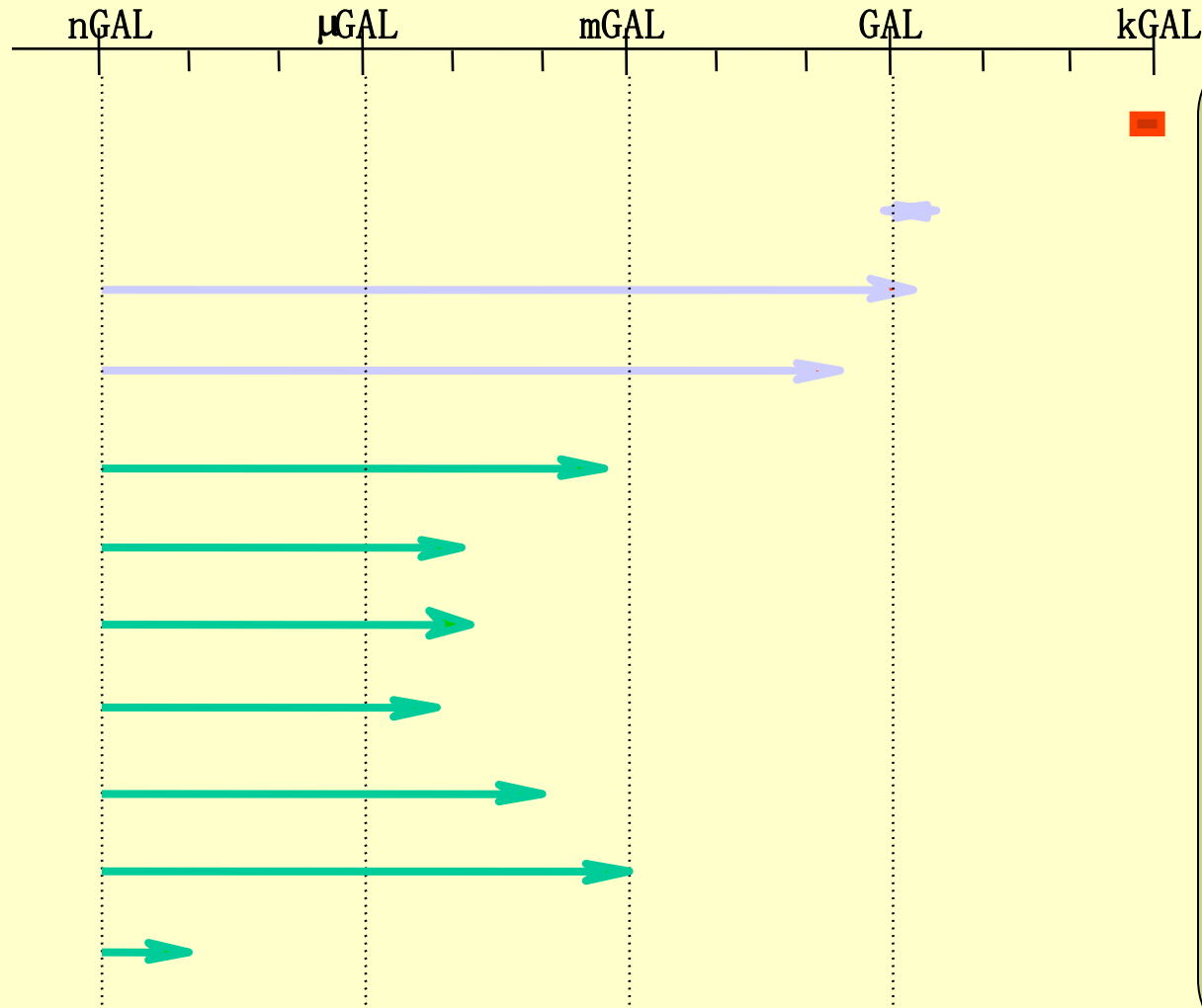
- **精密重力測定**
  - 絶対重力測定
  - 超伝導重力測定
- **衛星重力ミッション**





# 重力を変化させる要因

1GAL=1cm/s<sup>2</sup>=0.01m/s<sup>2</sup>



地球の表面重力

緯度の効果

高さの効果

地形・質量異常  
(重力異常)

地球潮汐

海洋潮汐

気圧変動

極運動

ローカルな質量移動

地球自由振動

コアモード・

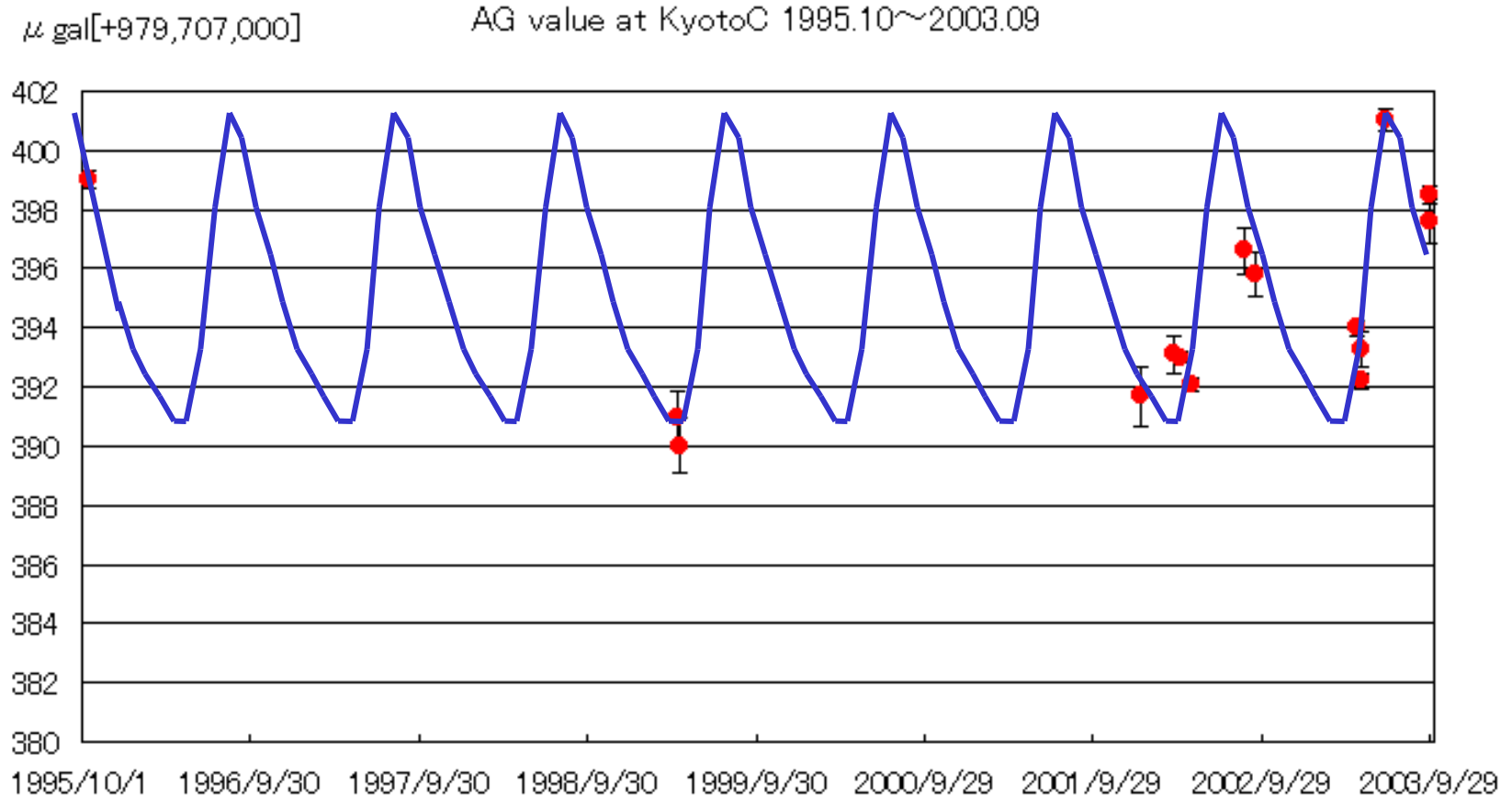
アンダートーン

# 京都の絶対重力測定



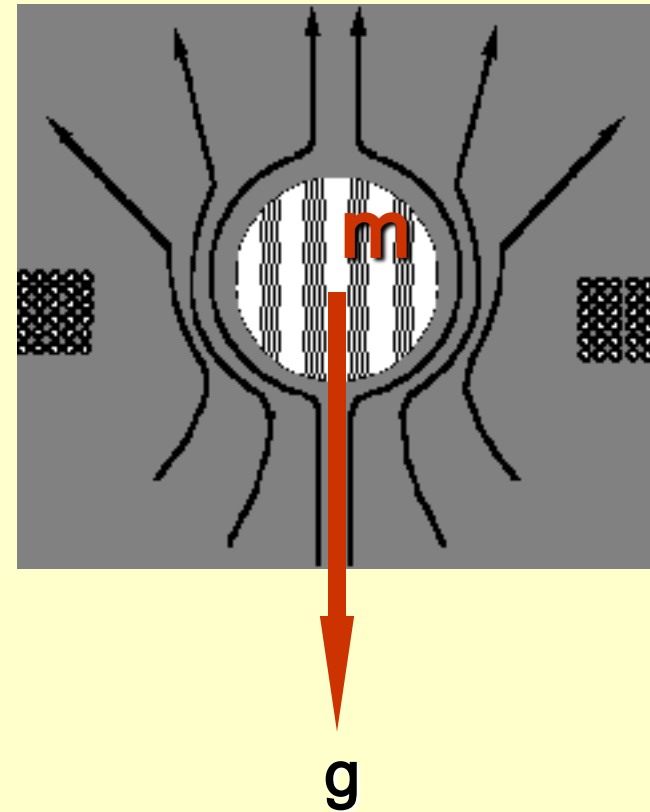
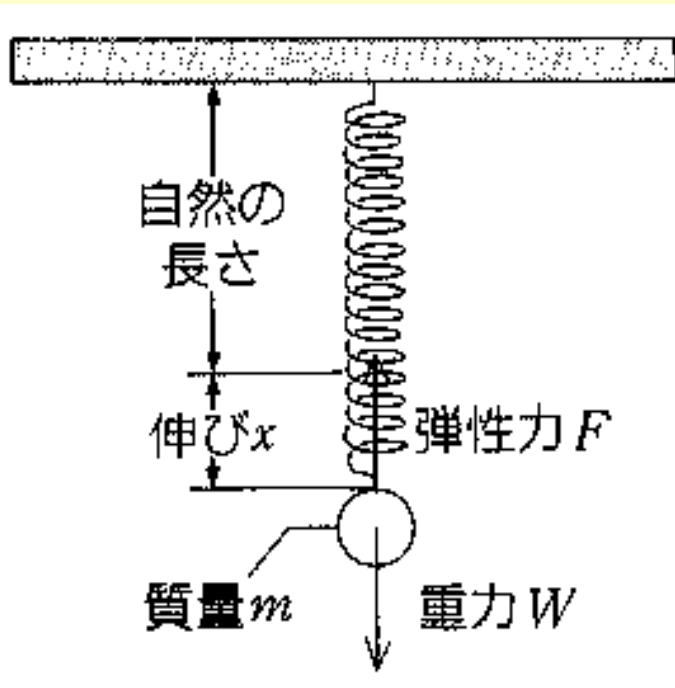
※**京都C**(IGSN71、IAGBN(B点))  
は理学3号館の地下

# 京都の絶対重力測定結果 (1995年10月～2003年9月)



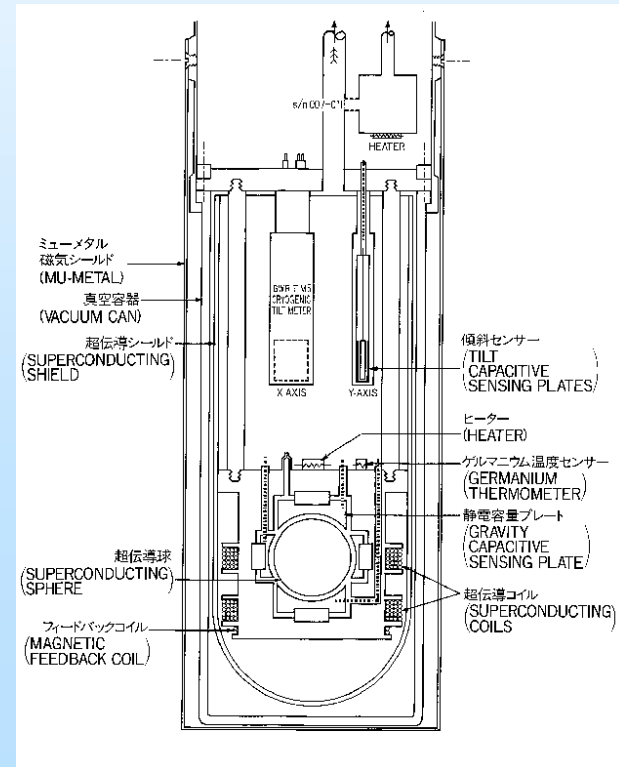
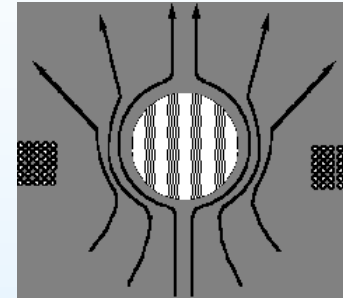
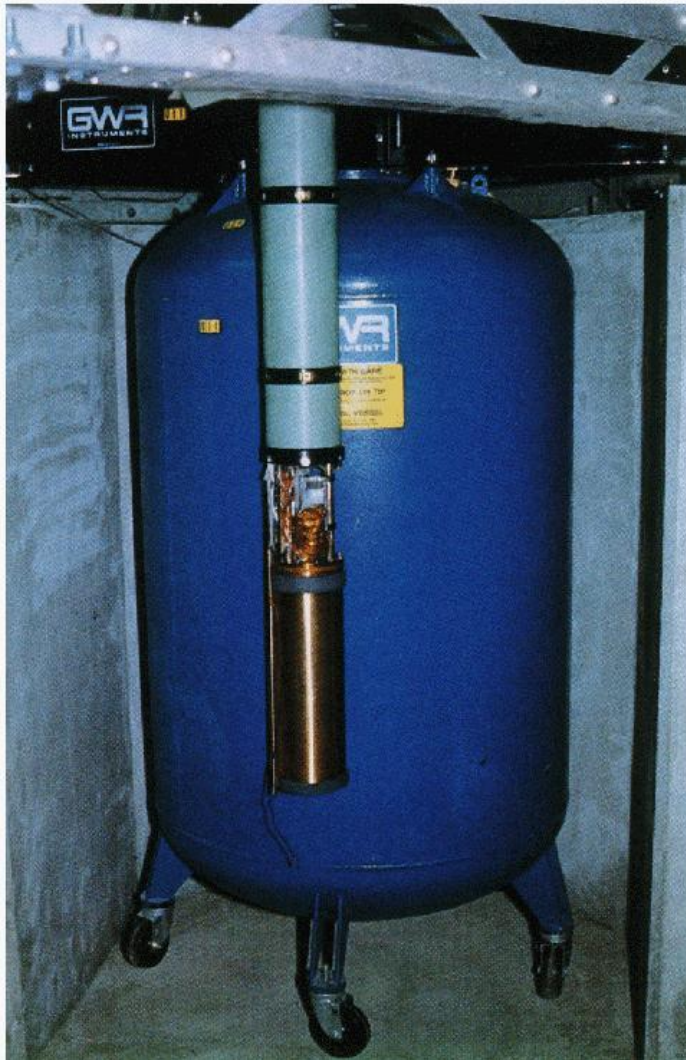
春に小さく夏から秋に大きい(5~9 $\mu$  galの季節変化)

# 超伝導重力計の原理(1)



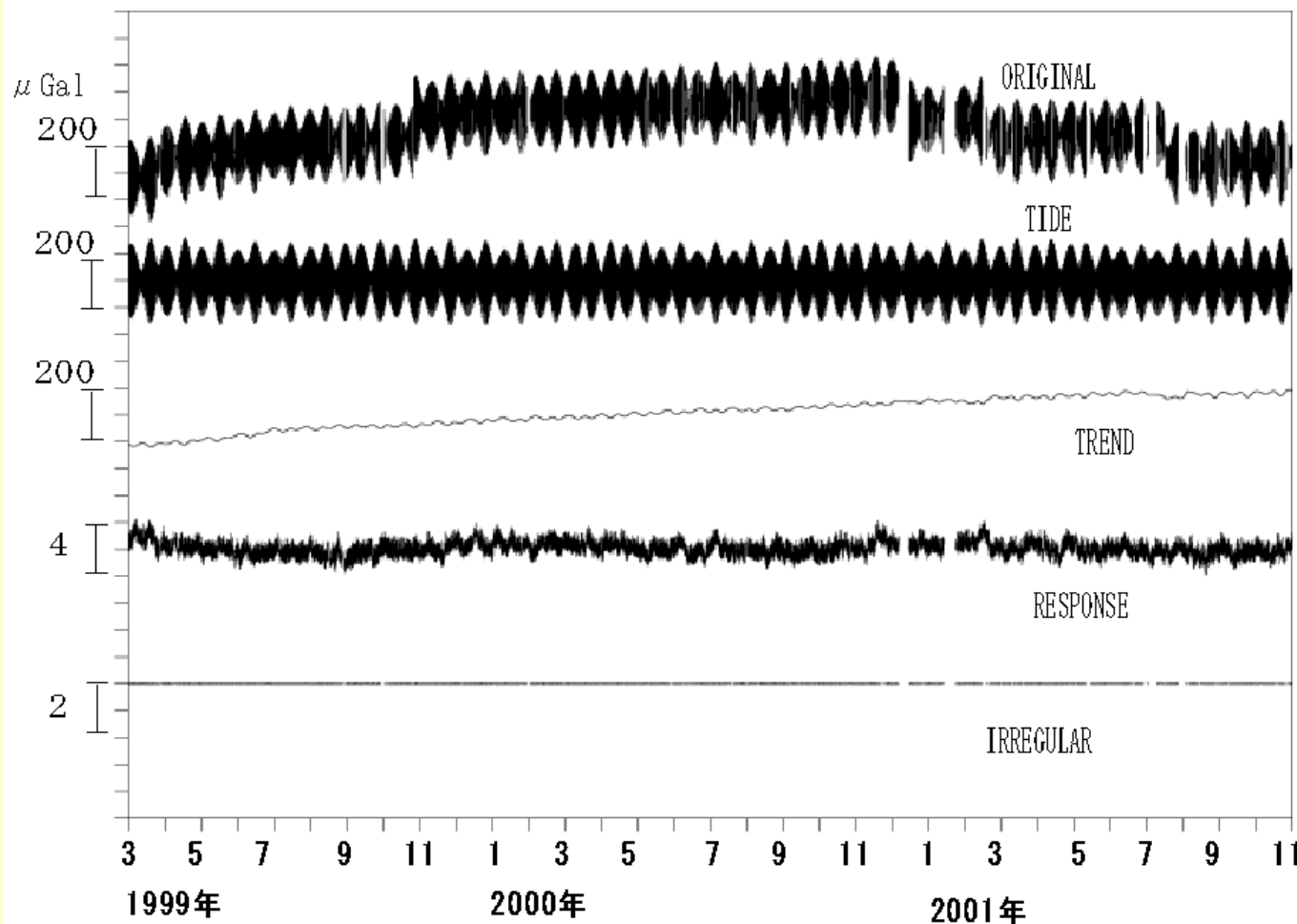
# 超伝導重力計

Superconducting Gravimeter





# バンドンでの超伝導重力計データ



測定値

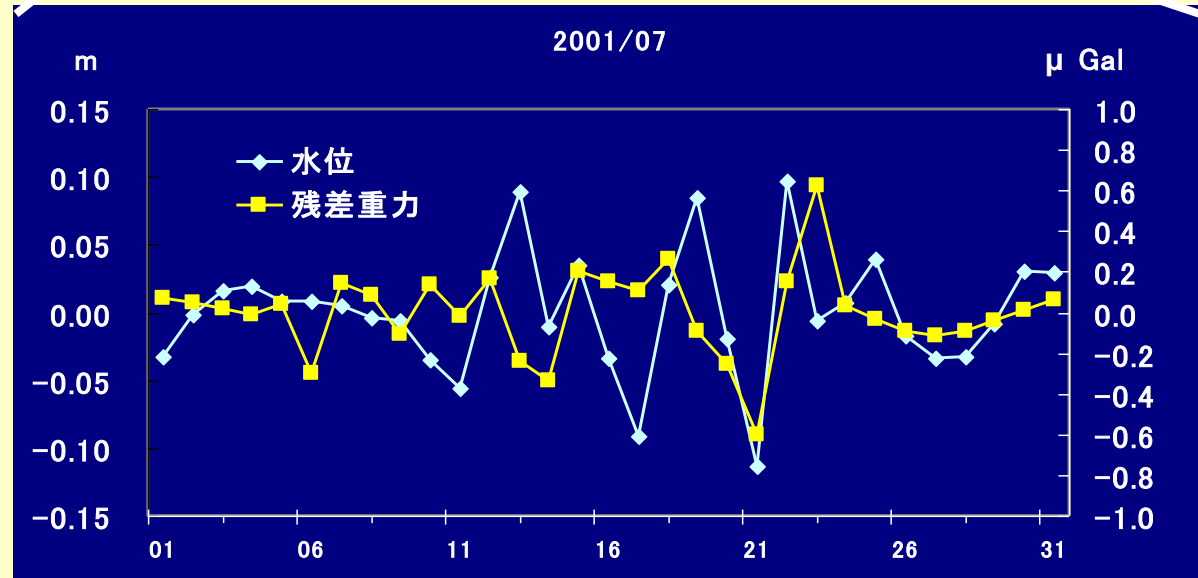
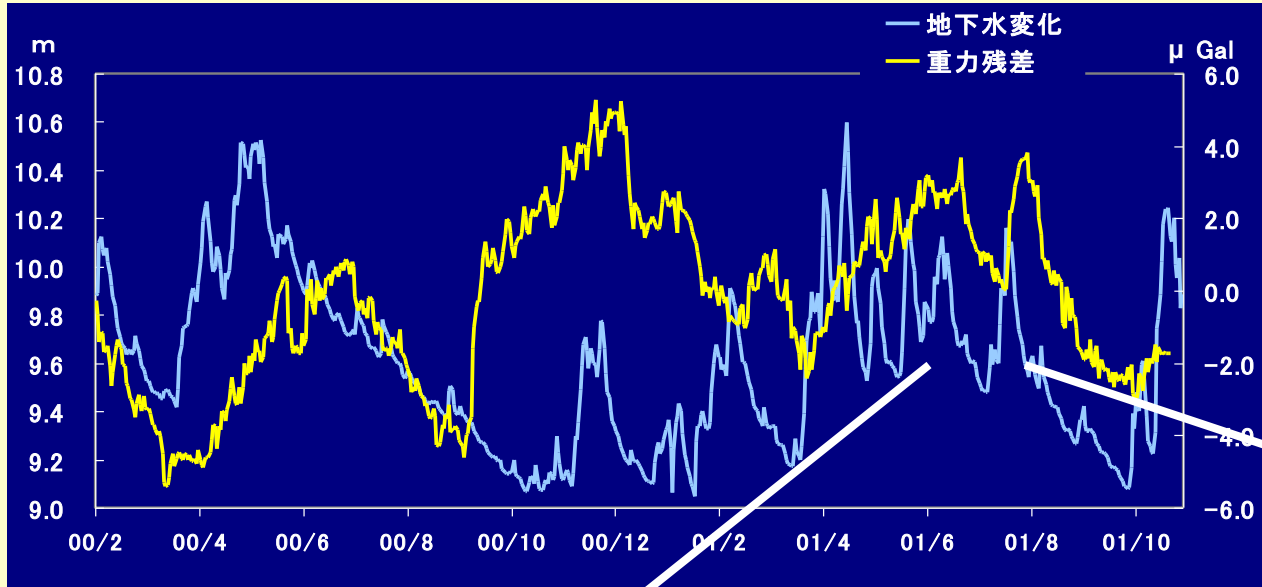
潮汐

長周期変化

気圧

短周期  
不規則変化

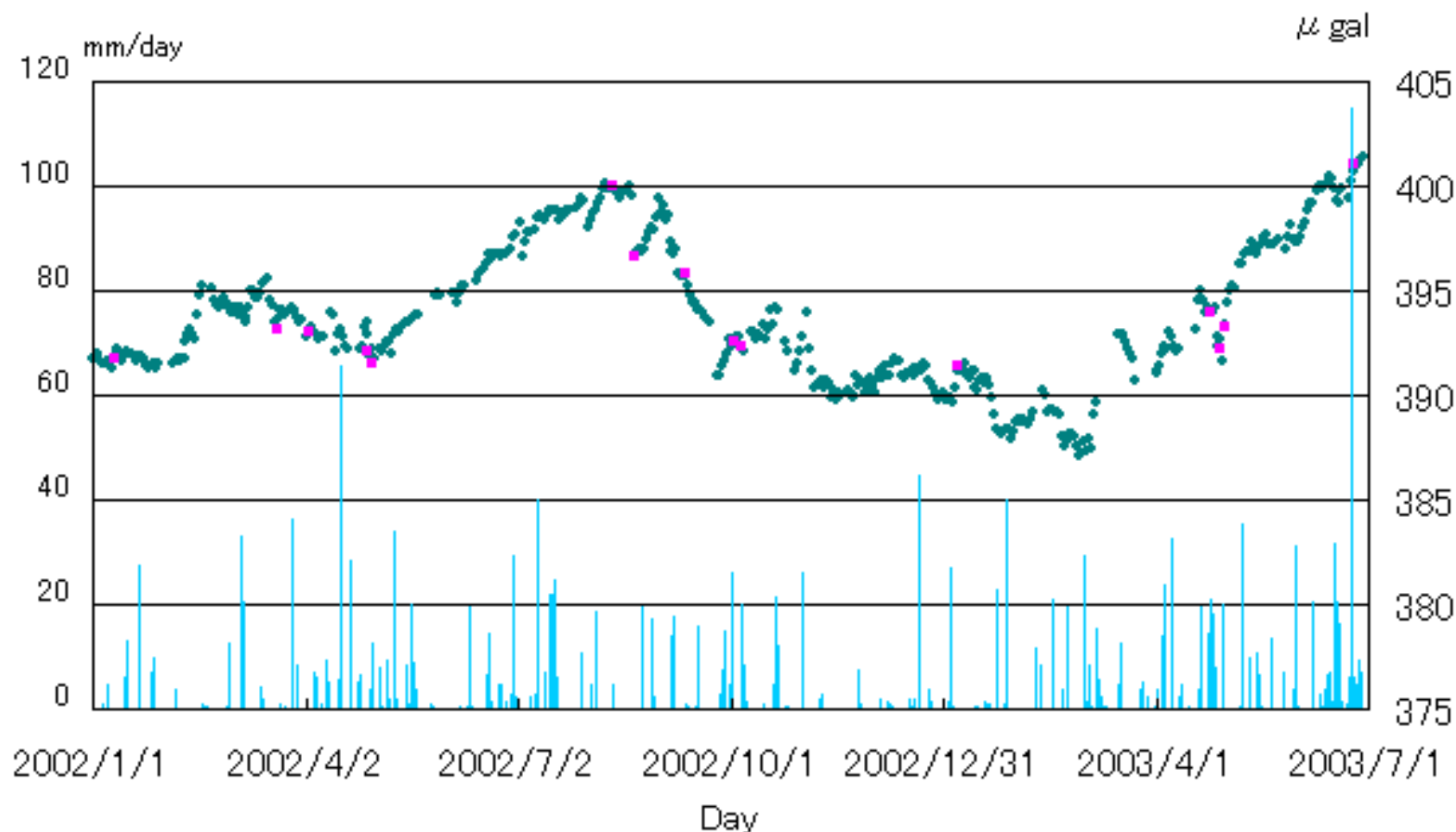
# 地下水と重力変化

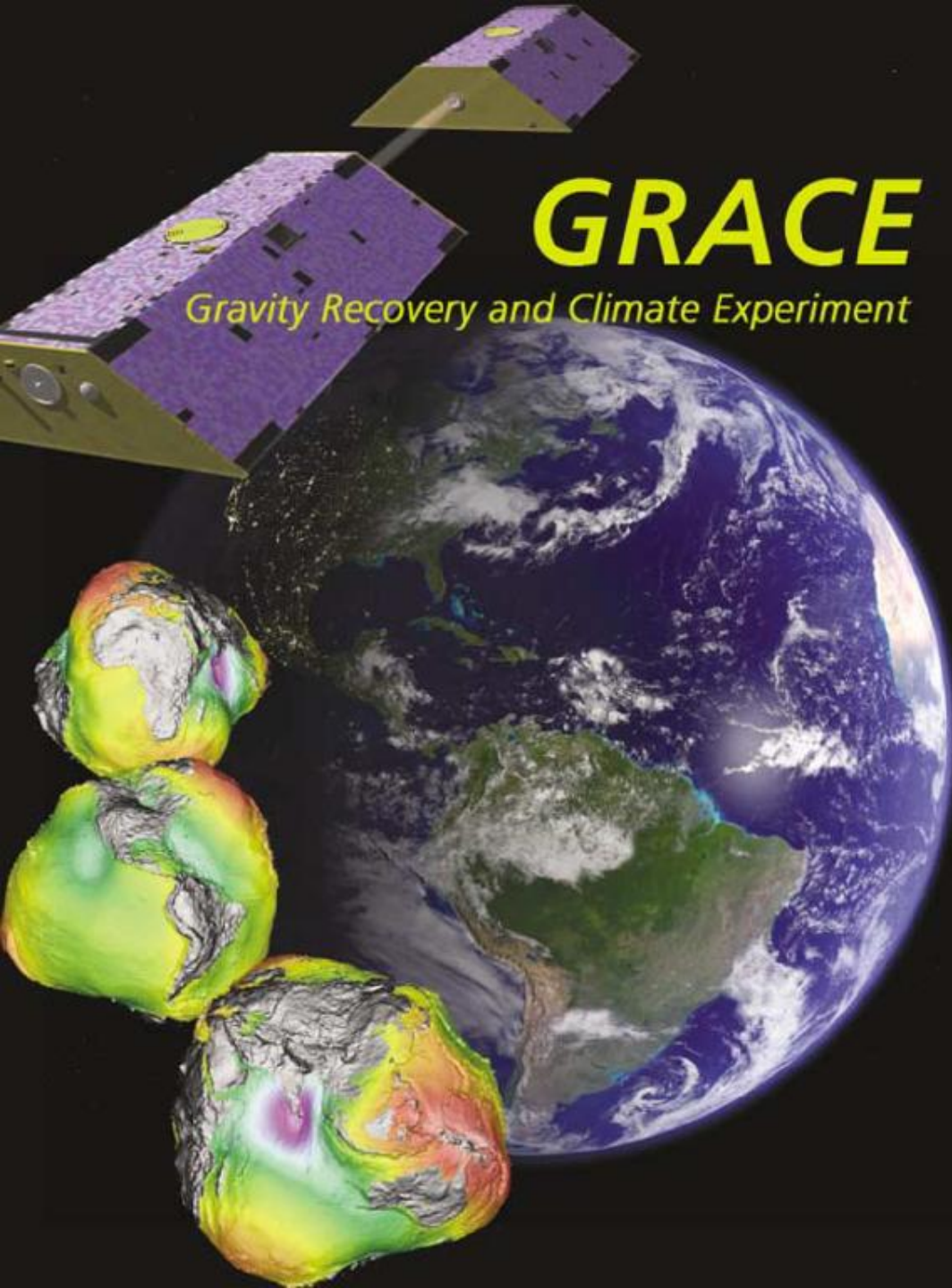


# SG+AGと降雨

※ Polar motion補正済みデータ

SG:AG 2002.01.01~2003.06.30





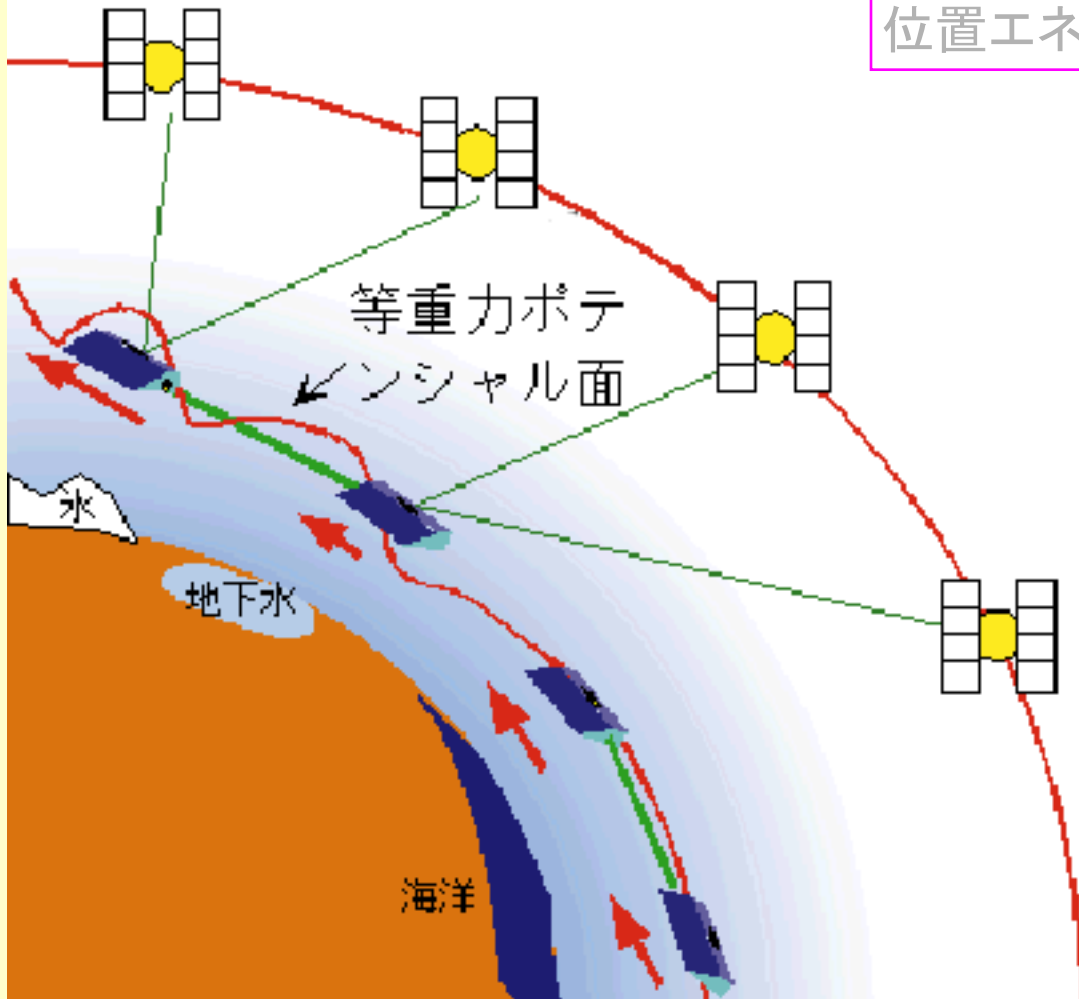
## 期待される成果

- ✓ グローバル水循環
- ✓ 海洋のダイナミクス
- ✓ 海面上昇
- ✓ 氷床変動
- ✓ ポストグレーシャル・リバウンド
- ✓ 地殻・リソスフェアの構造
- ✓ マントル・ダイナミクス
- ✓ 大気の大ダイナミクス

# L-L SSTの原理

## エネルギー保存の法則

位置エネルギー  $\leftrightarrow$  運動エネルギー



地球重力場の変化



衛星の速度変化



衛星間の精密測位

$1 \mu\text{m/s} \doteq 1\text{mm}$ ジオイド

# CSR GGM02モデル

- Kaula constraints なし; GRACE 以外のデータ一切なし
- およそ1ヶ月ごとに, これまで 14 solutions 導出
- 従来の 100 倍の決定精度, それでも予想より1桁悪い
- 緯度方向の精度は高いが, 経度方向の再現性低い
  - 明らかに実際のシグナルとは思えない縦縞模様
  - ほぼ極軌道を描いていることに関係するが, 計測精度が不安定?
- 季節変化の説明
  - 陸水 (南米アマゾン川周辺の陸水モデルとよく一致)**
  - 海洋 (Altimeter + Steric モデルとよく一致)
  - 雪氷 (Greenland の ERA40 モデルを 3.2 倍するとなぜかよく一致)

# 精密重力測定—今後の動向

- 絶対重力計
  - 小型化
  - $\mu\text{gal}$ オーダーの精度での野外測定
- 超伝導重力計
  - 小型化
  - 液化機の内蔵によるメンテナンス・フリー
- 衛星重力
  - 利用技術の向上
  - レーザー干渉測位による精度向上







38次

の  
JARE

新  
茂

クラブレキオ

# 精密衛星測位による地球環境監視技術

## GPS掩蔽法 大気の3次元構造

航空機・山頂からのGPS掩蔽観測

低軌道(LEO)衛星によるGPS掩蔽観測

GPS掩蔽データの解析と同化

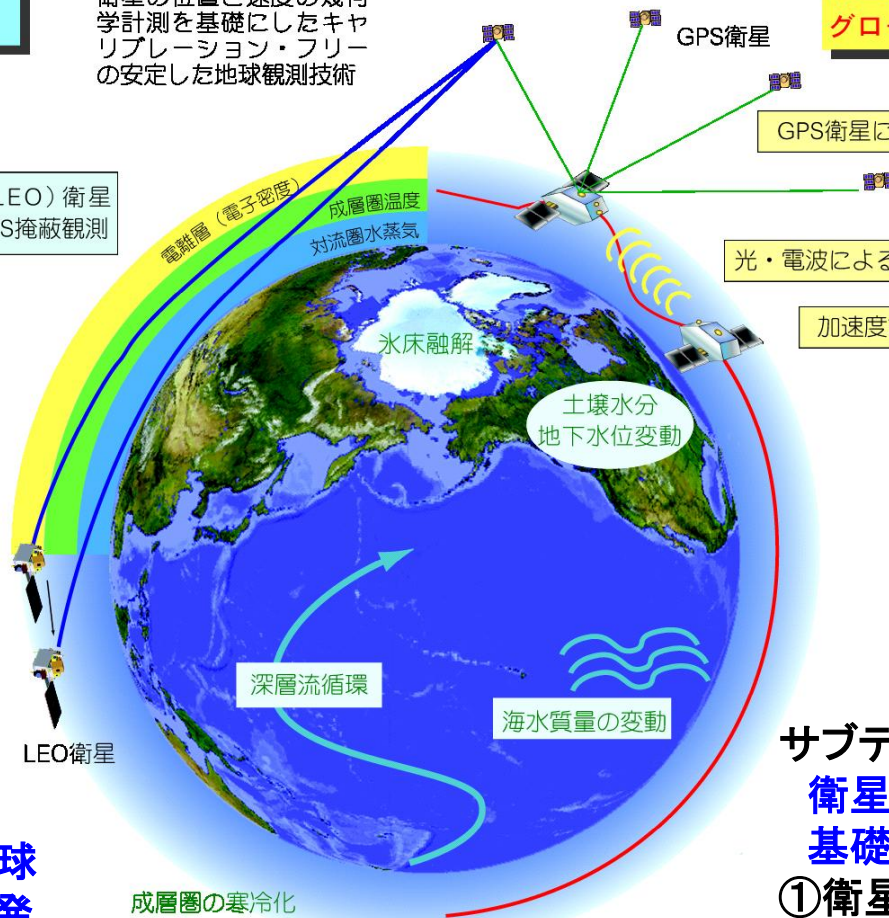
衛星の位置と速度の幾何学計測を基礎にしたキャリアプレーション・フリーの安定した地球観測技術

## 衛星重力ミッション グローバル水質量分布

GPS衛星による軌道決定

光・電波による衛星間測位

加速度計による軌道補正



### サブテーマ1

#### GPS掩蔽法を用いた地球大気圏モニター技術開発

- ①航空機からのダウンルッキングGPS掩蔽観測技術の開発
- ②LEO衛星によるGPS掩蔽観測の国際共同研究の推進
- ③GPS掩蔽観測データの解析とデータ同化システムの開発

### サブテーマ2

#### 衛星重力ミッションの基礎技術開発

- ①衛星の軌道決定精度向上のための基礎技術開発
- ②衛星間測位の高精度化に関する基礎技術開発
- ③衛星搭載型高感度加速度計の開発
- ④将来の衛星観測ミッションに関する技術評価と物理設計