



衛星重力データの解析と 重力場の復元

東大・地震研 菅野貴之

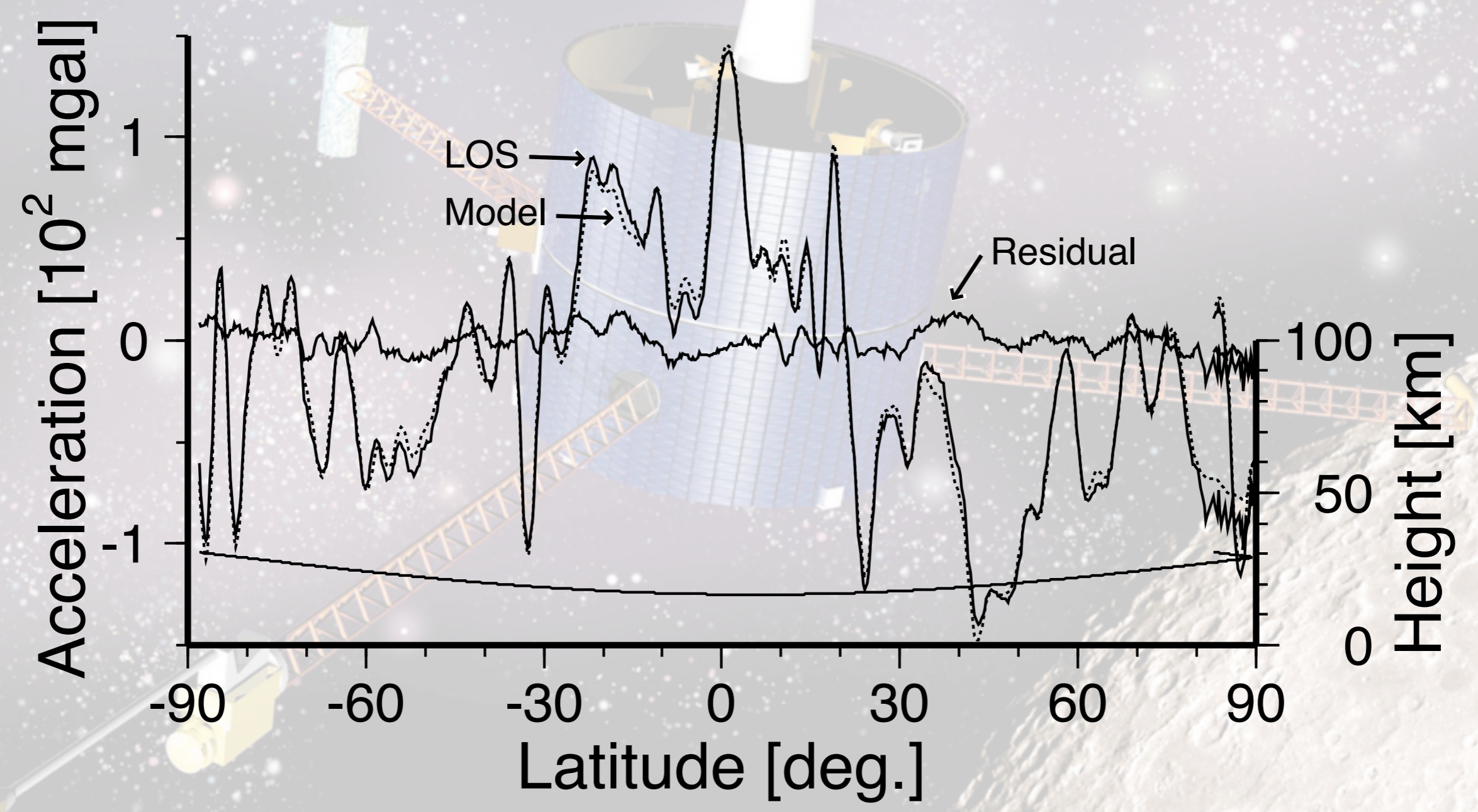
DPF サイエンス検討会
2009.11.24 (Tue)

○ ● ● 話の流れ

- 背景：なぜ視線加速度？ LP の場合
- GRACE の概要と Level 1B データ
- Sugano & Heki(2004) の拡張・一般化
- 地球重力地図の作成
- まとめ

○ ● ● 背景：なぜ視線加速度？

- Lunar Prospector の場合



Sugano and Heki (2004)

○ ● ● 背景：なぜ視線加速度？

- Lunar Prospector の場合

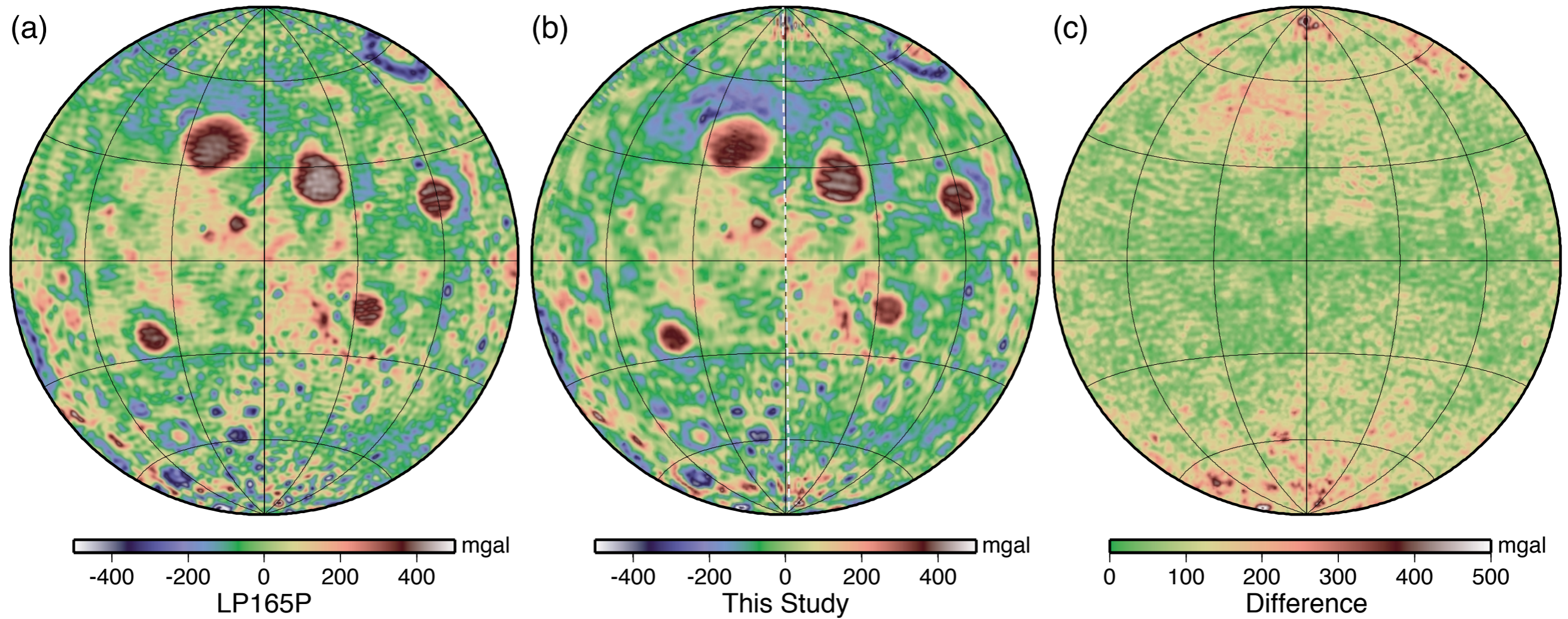


Fig. 1. (a) Lunar nearside free-air anomaly map from the LP165P gravity model using spherical harmonics up to 165th degree/order. (b) Result from direct inversion of LP LOS acceleration data. Thick dashed line in (b) indicates satellite trajectory shown in Fig. 2. (c) Absolute value of the difference between (a) and (b).

Sugano and Heki (2004)

○ ● ● 従来の方法との比較

	重力場モデル	Sugano and Heki (2004)
モデル	複雑	シンプル
推定パラメータ	C_{nm}, S_{nm}	Δg
領域	全球的	局所的
解像度	49 km	24 km
ソフトウェア	GEODYN II/SOLVE, ODP	自作
計算時間	長い	短い

○ ● ● 本研究の目的

- GRACE Level 1B データを解析し
重力異常地図を作成
- Sugano & Heki (2004) の方法を
双子衛星に拡張・一般化

GRACE Mission

Science Goals

High resolution, mean & time variable gravity field mapping for Earth System Science applications.

Mission Systems

Instruments

- KBR (JPL/SSL)
- ACC (ONERA)
- SCA (DTU)
- GPS (JPL)

Satellite (JPL/DSS)

Launcher (DLR/Eurockot)

Operations (DLR/GSOC)

Science (CSR/JPL/GFZ)

Orbit

Launch: March 2002

Altitude: 485 km

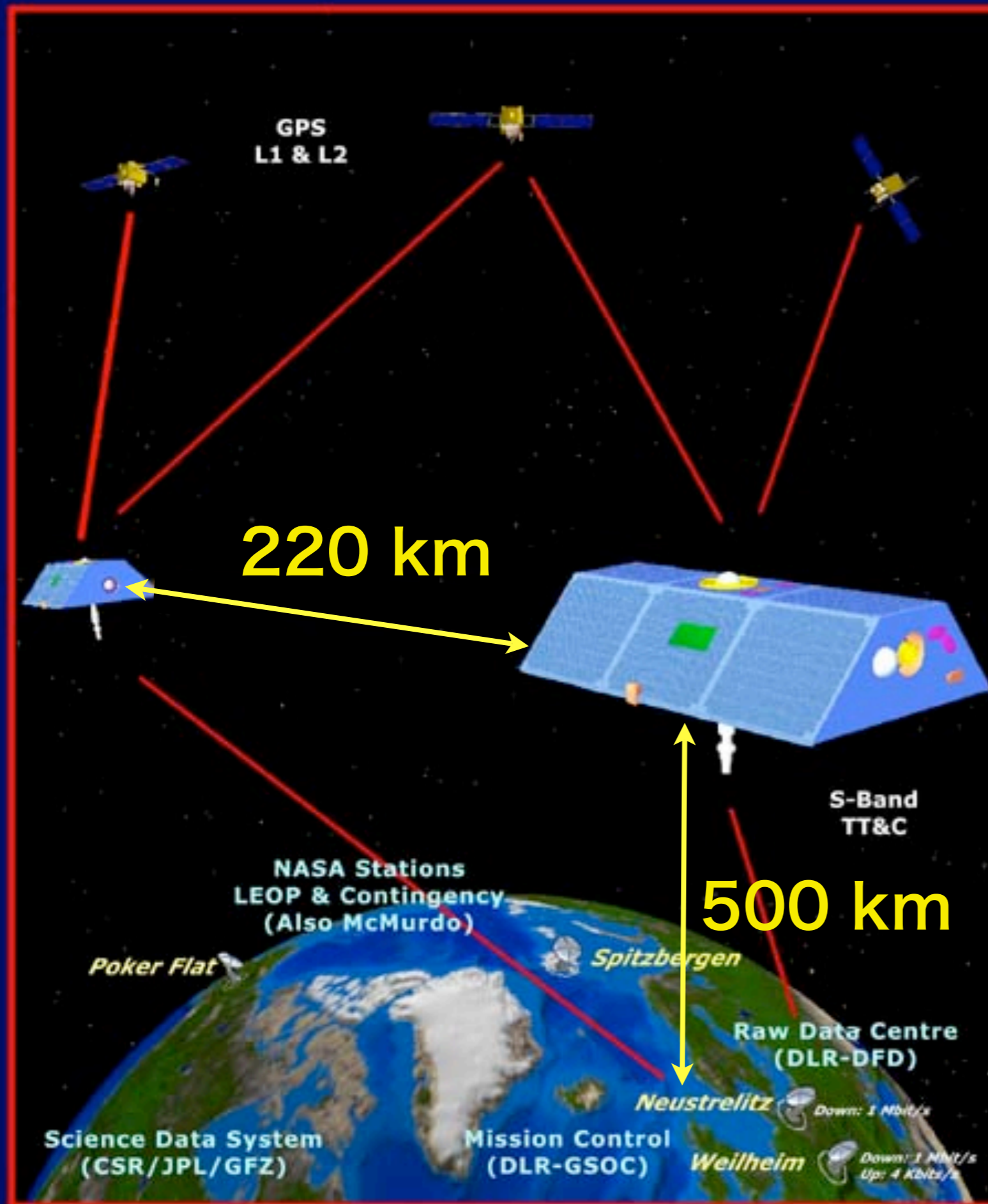
Inclination : 89 deg

Eccentricity: ~0.001

Lifetime: 5 years

Non-Repeat Ground Track

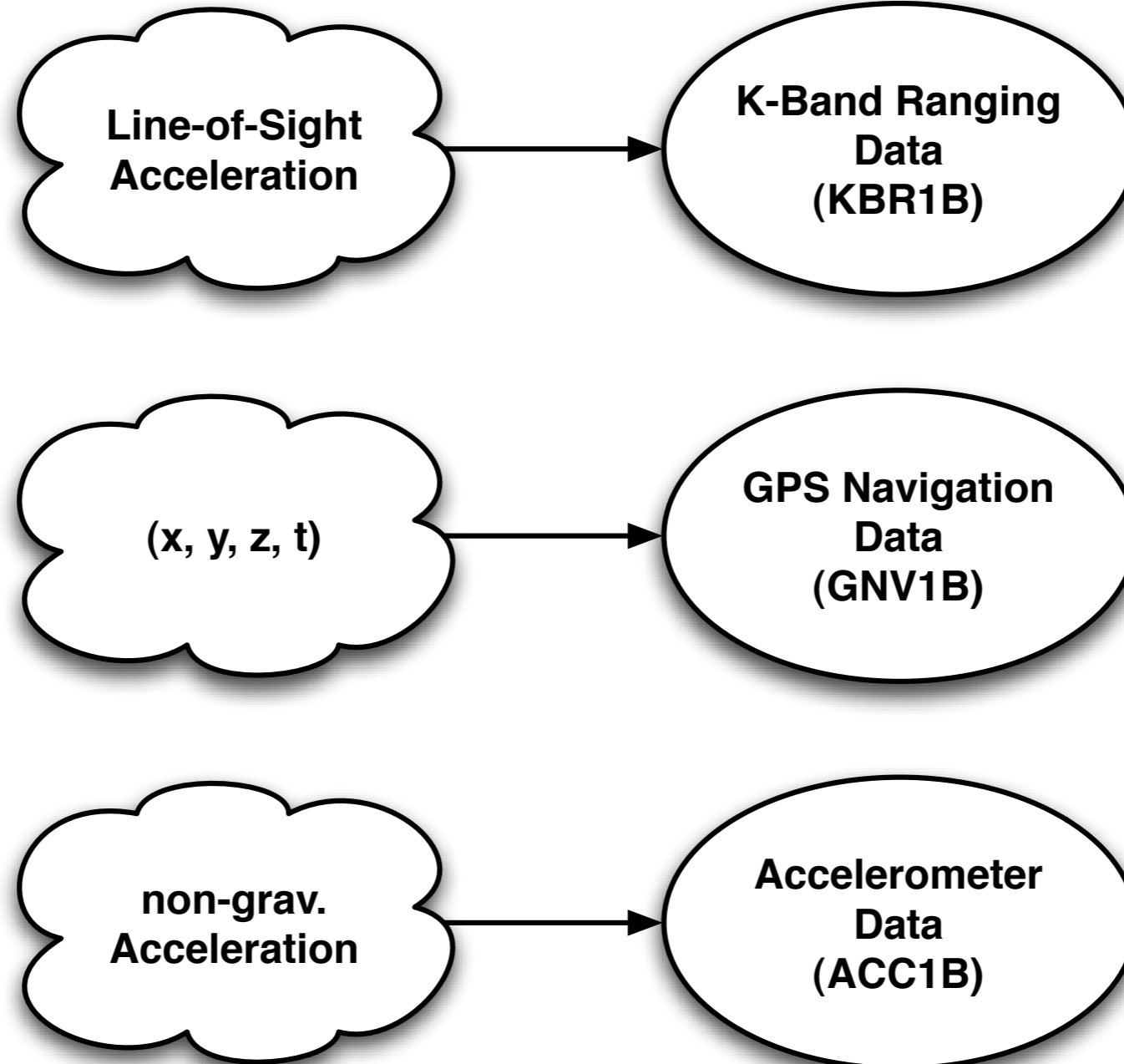
Earth Pointed, 3-Axis Stable



○ ● ● 使用する Level 1B データ

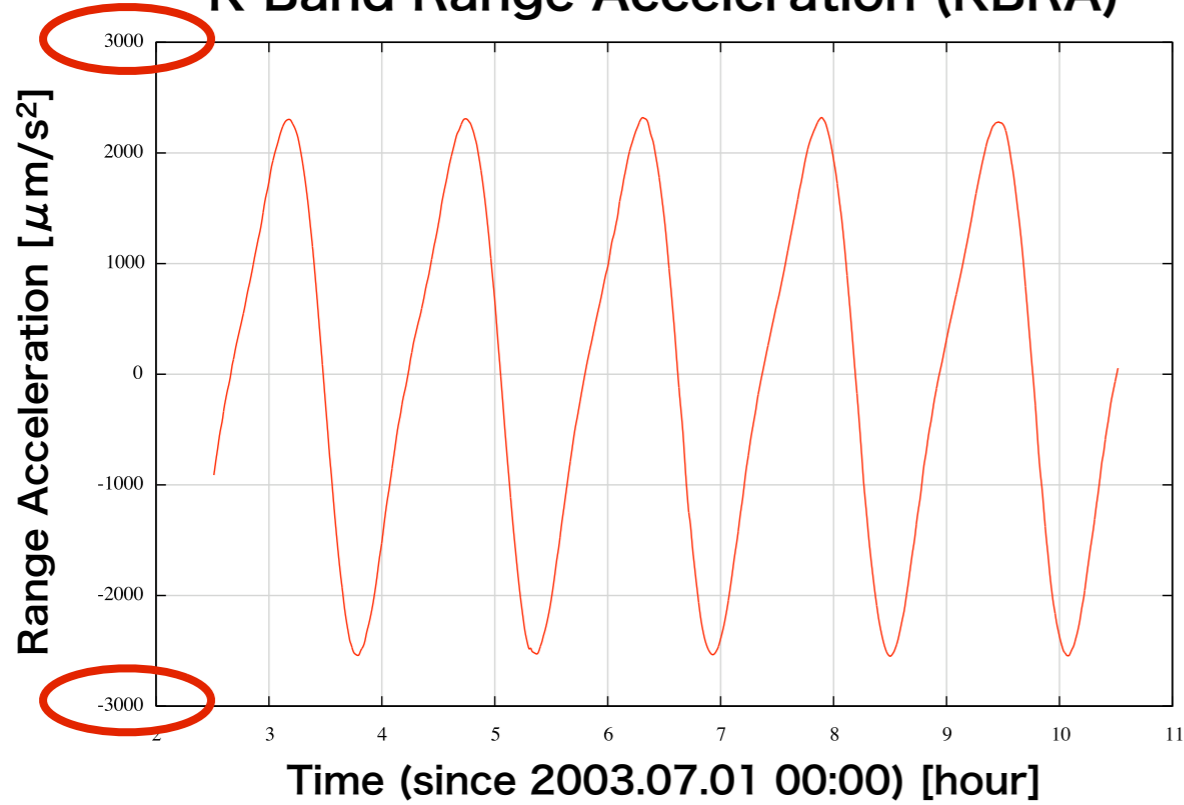
必要なデータ

GRACE L1B

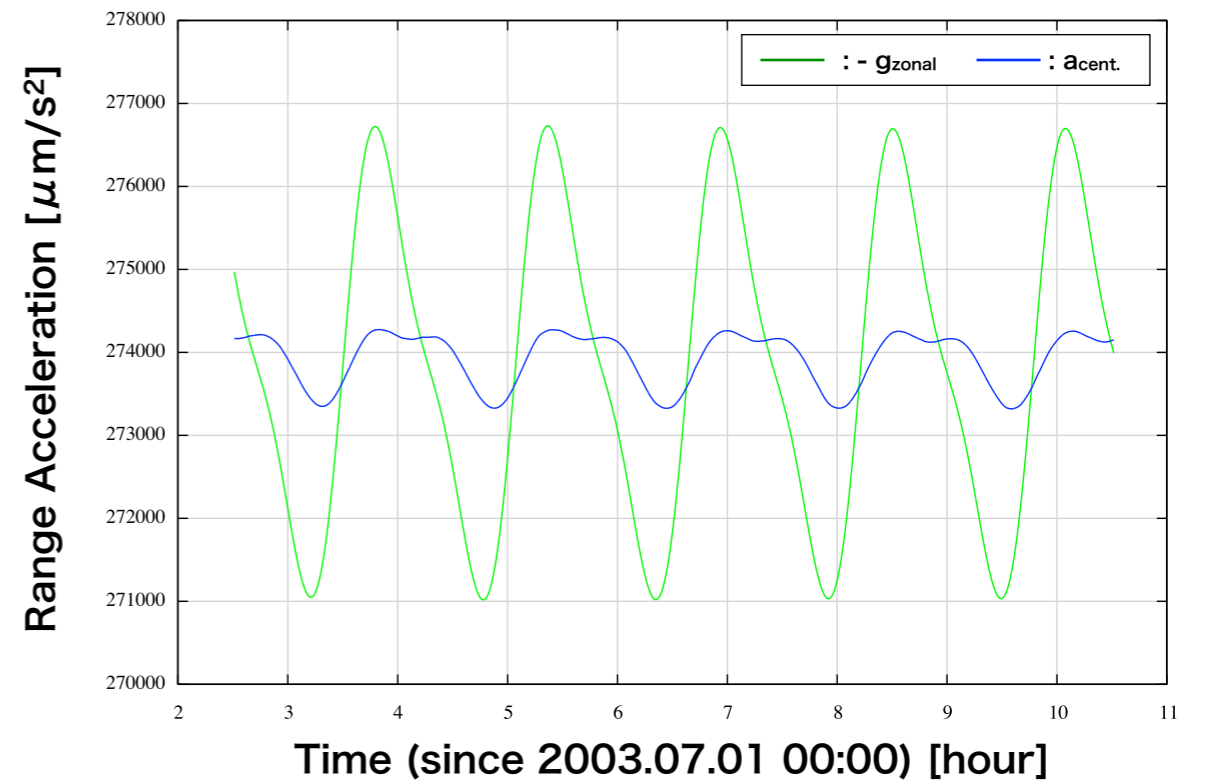


○ ● ● 視線加速度データを見る

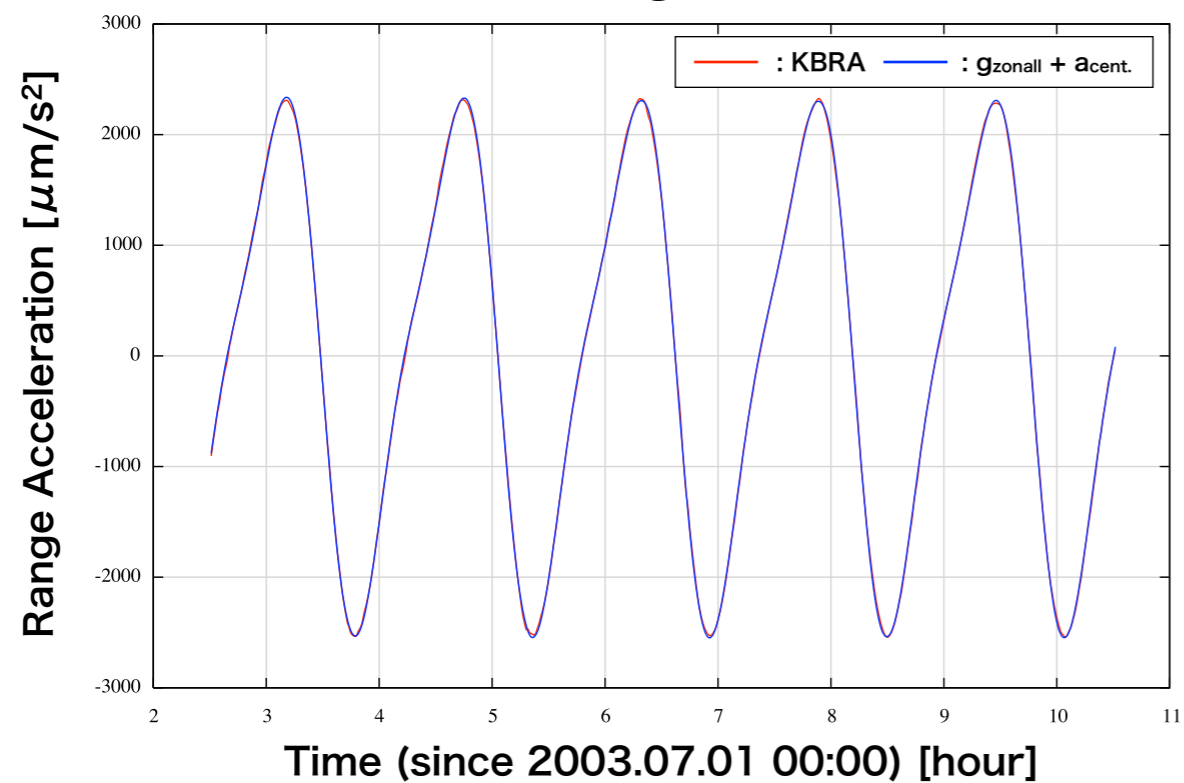
K-Band Range Acceleration (KBRA)



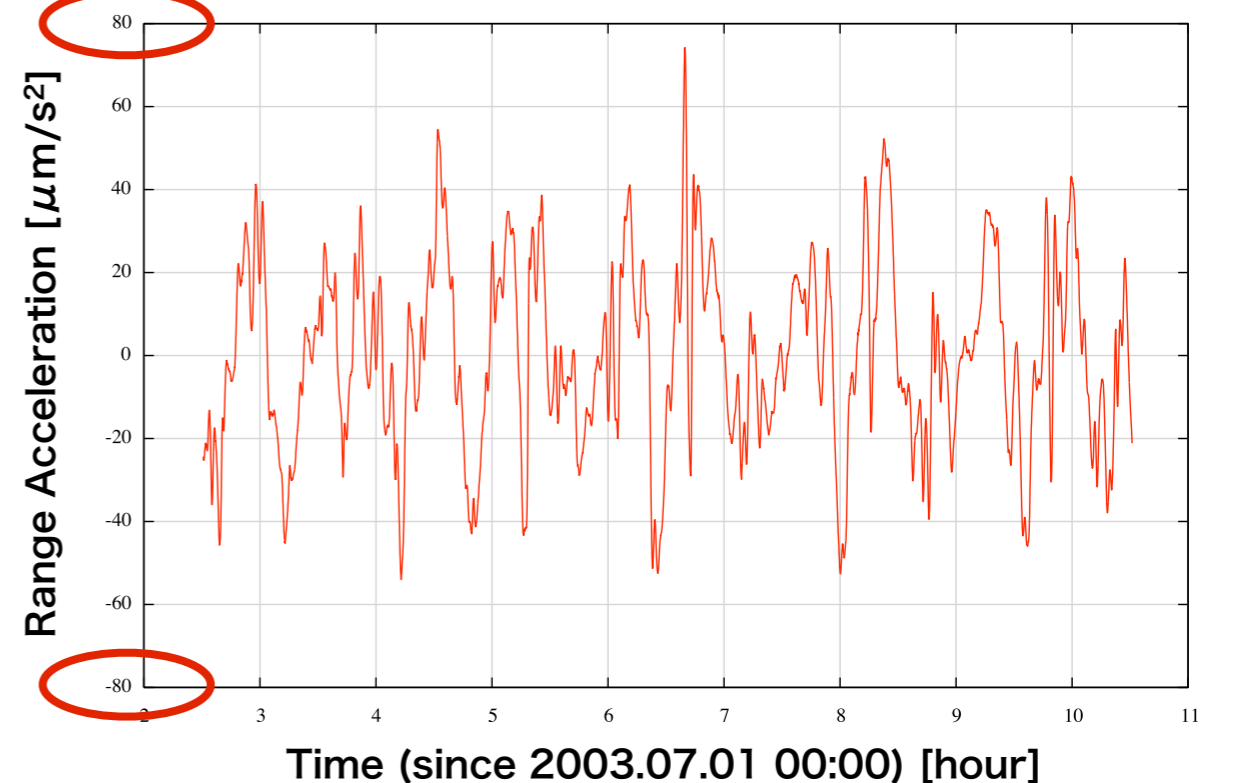
- g_{zonal} and a_{cent} .



KBRA v.s. ($g_{\text{zonal}} + a_{\text{cent}}$)

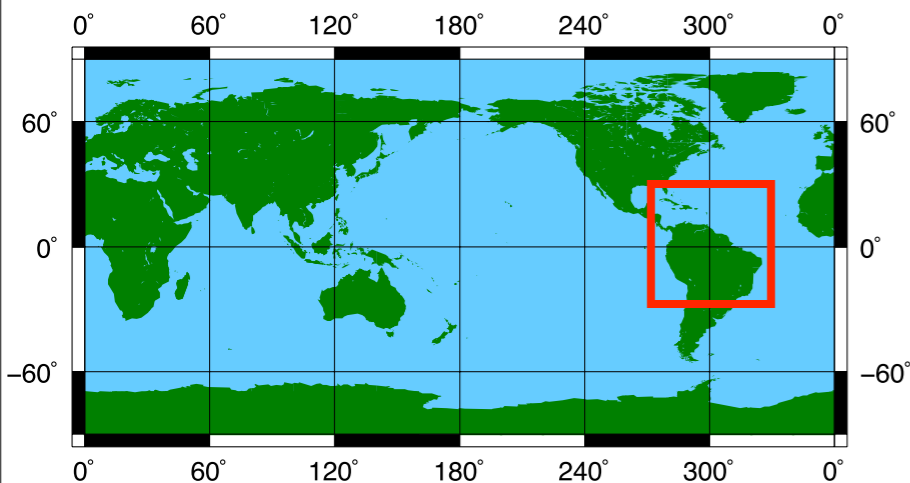
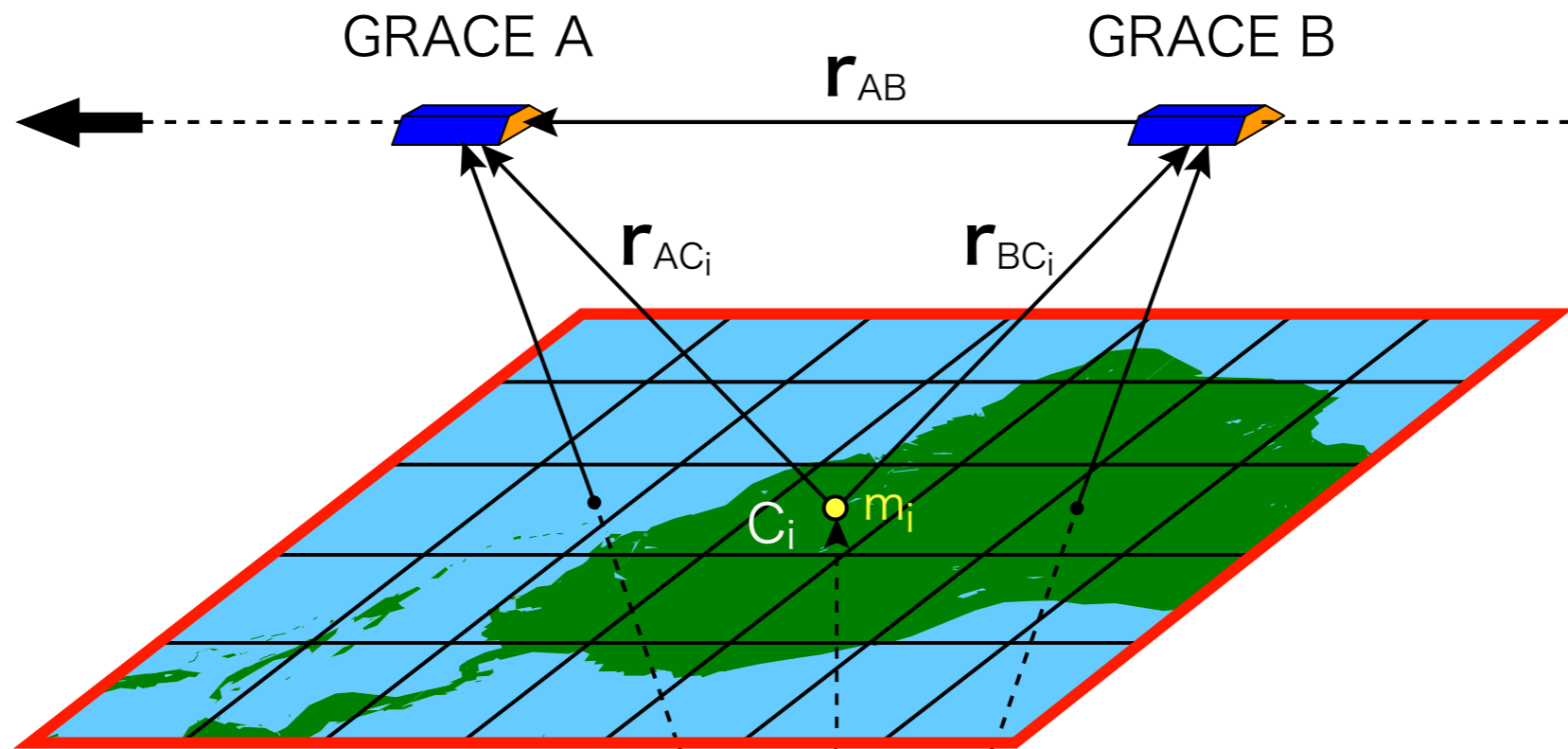


Residual KBRA



○ ● ● モデルの拡張・一般化

$$\ddot{r} - (\mathbf{g}_{corr.} + \mathbf{a}_{corr.}) \cdot \mathbf{e}_{AB} = -G \sum_{i=1}^N \left(\frac{m_i}{r_{AC_i}^3} \mathbf{r}_{AC_i} - \frac{m_i}{r_{BC_i}^3} \mathbf{r}_{BC_i} \right) \cdot \mathbf{e}_{AB}$$



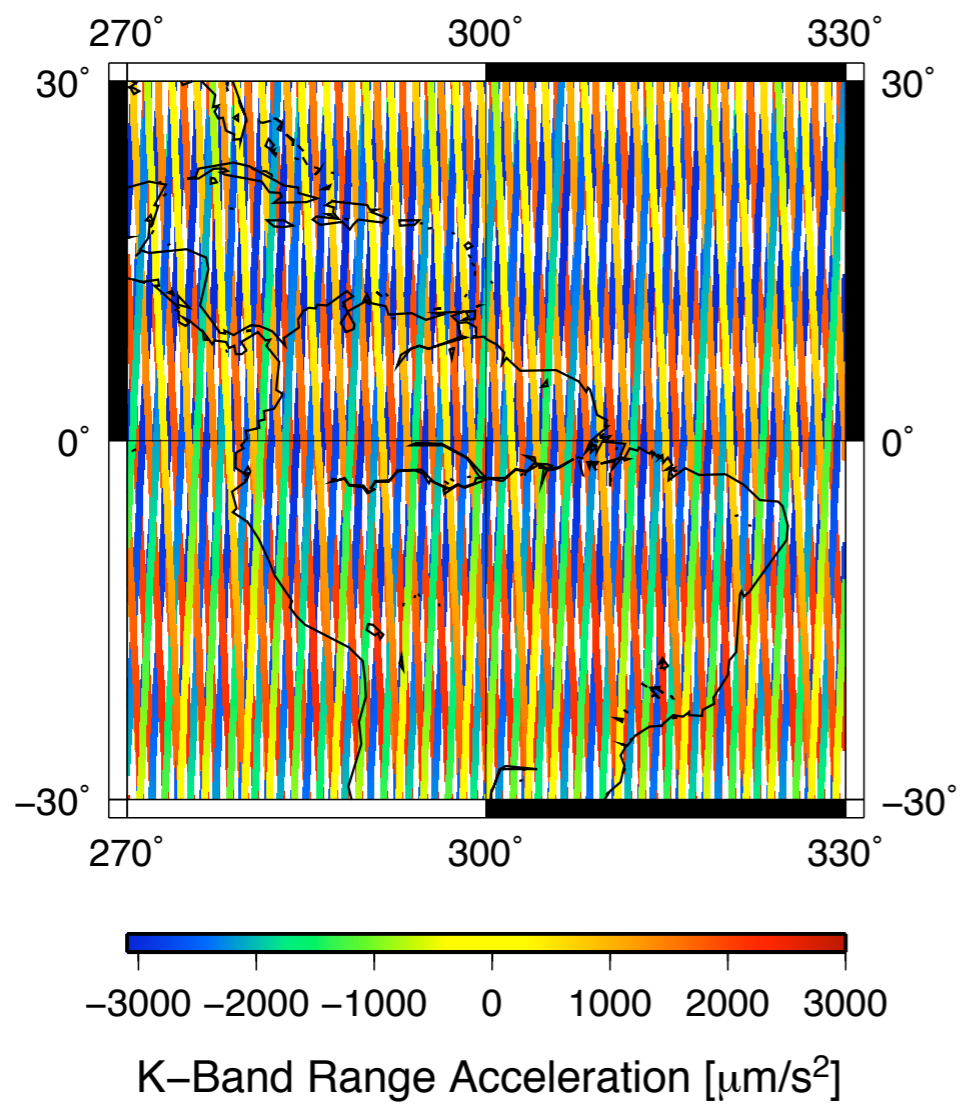
小セルの合計：N個
小セルの大きさ = 解像度

○ ● ● テスト解析

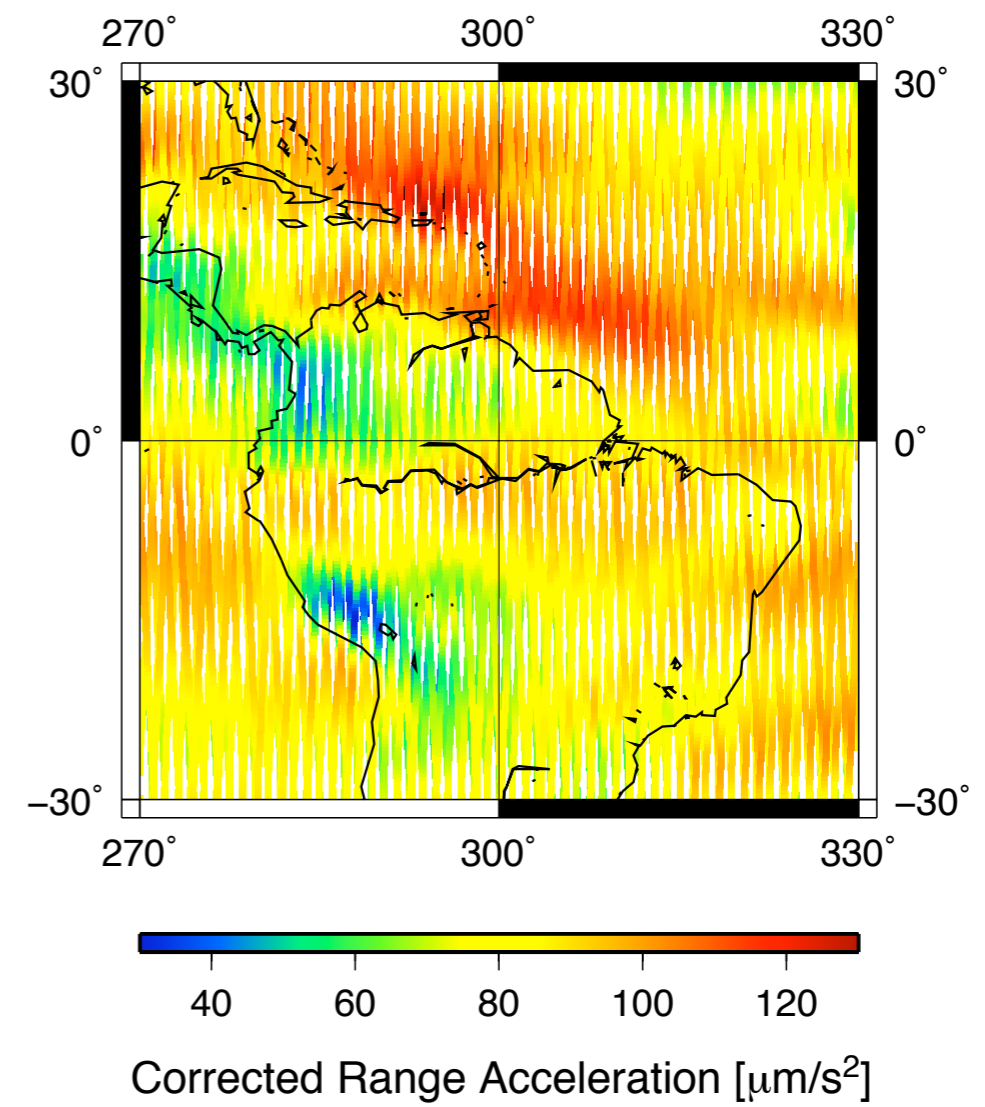
使用データ	GRACE Level 1B (KBR, GNV, ACC)
期間	2003年7月1日~31日
場所	アマゾン周辺 (0°N, 60°W)
大セルの大きさ	60° × 60°
小セルの大きさ	3° × 3°
データ点数	29,700点
a priori J2	GRACE GSM

○ ● ● 視線加速度データの補正

Before

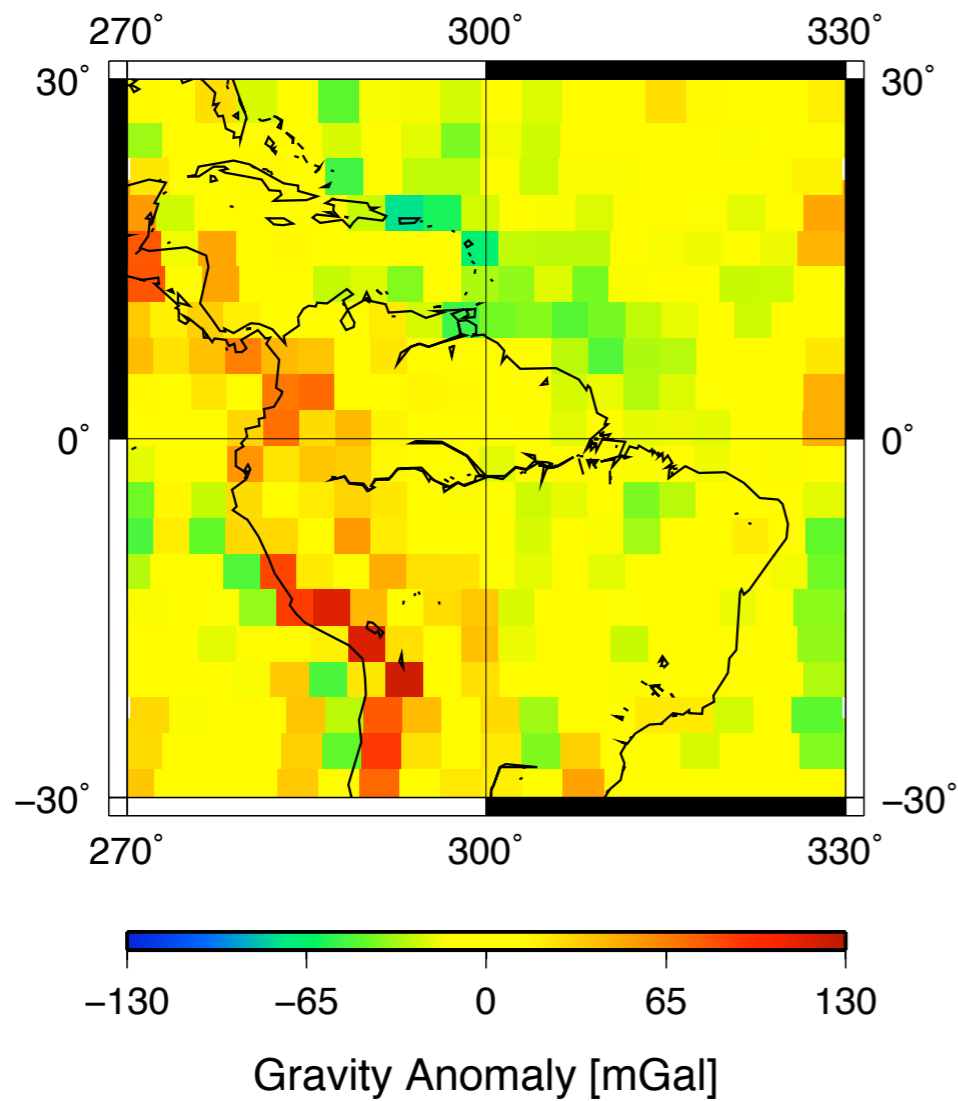


After

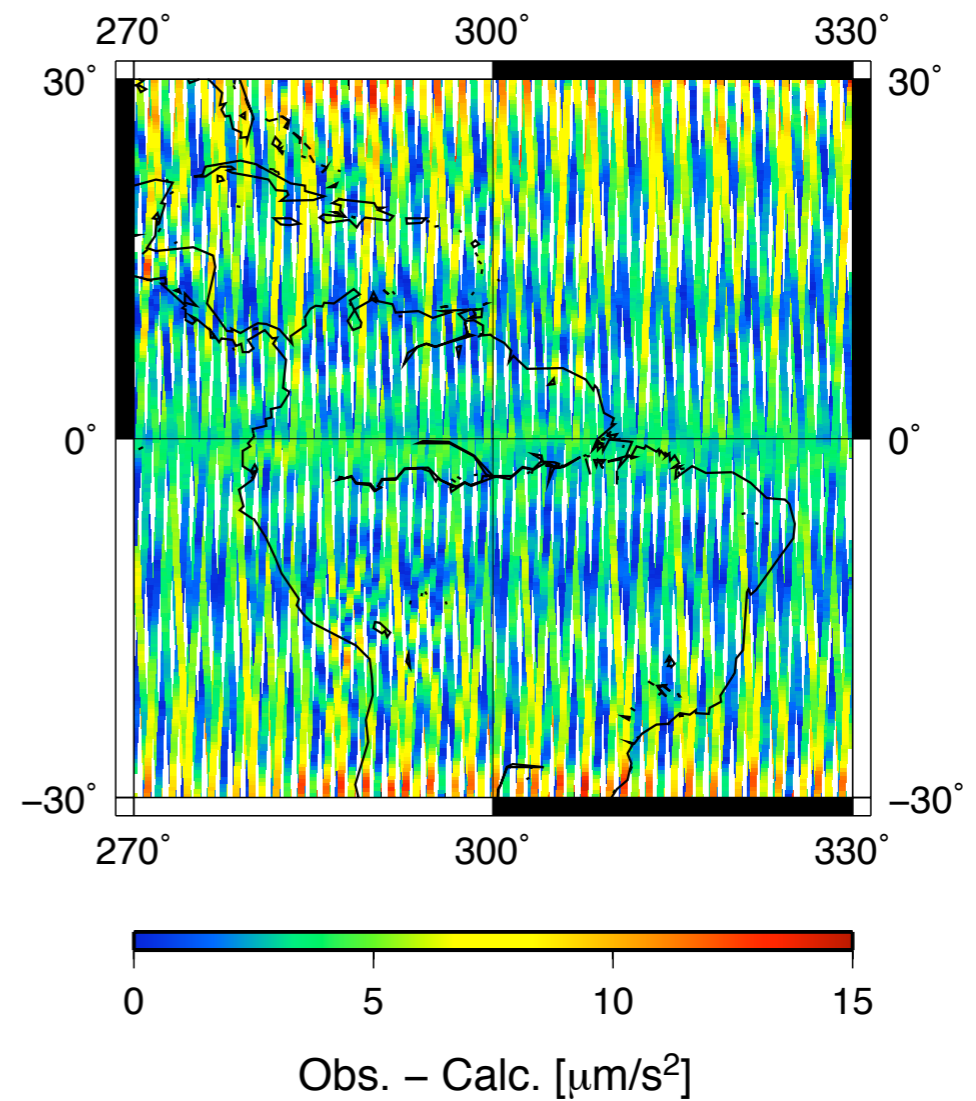


○ ● ● 地域的な重力場の復元

Inversion

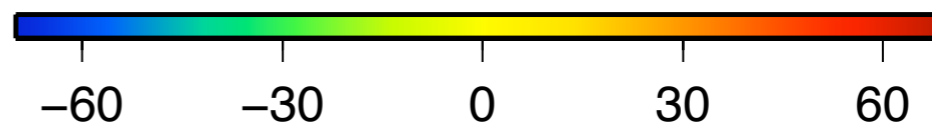
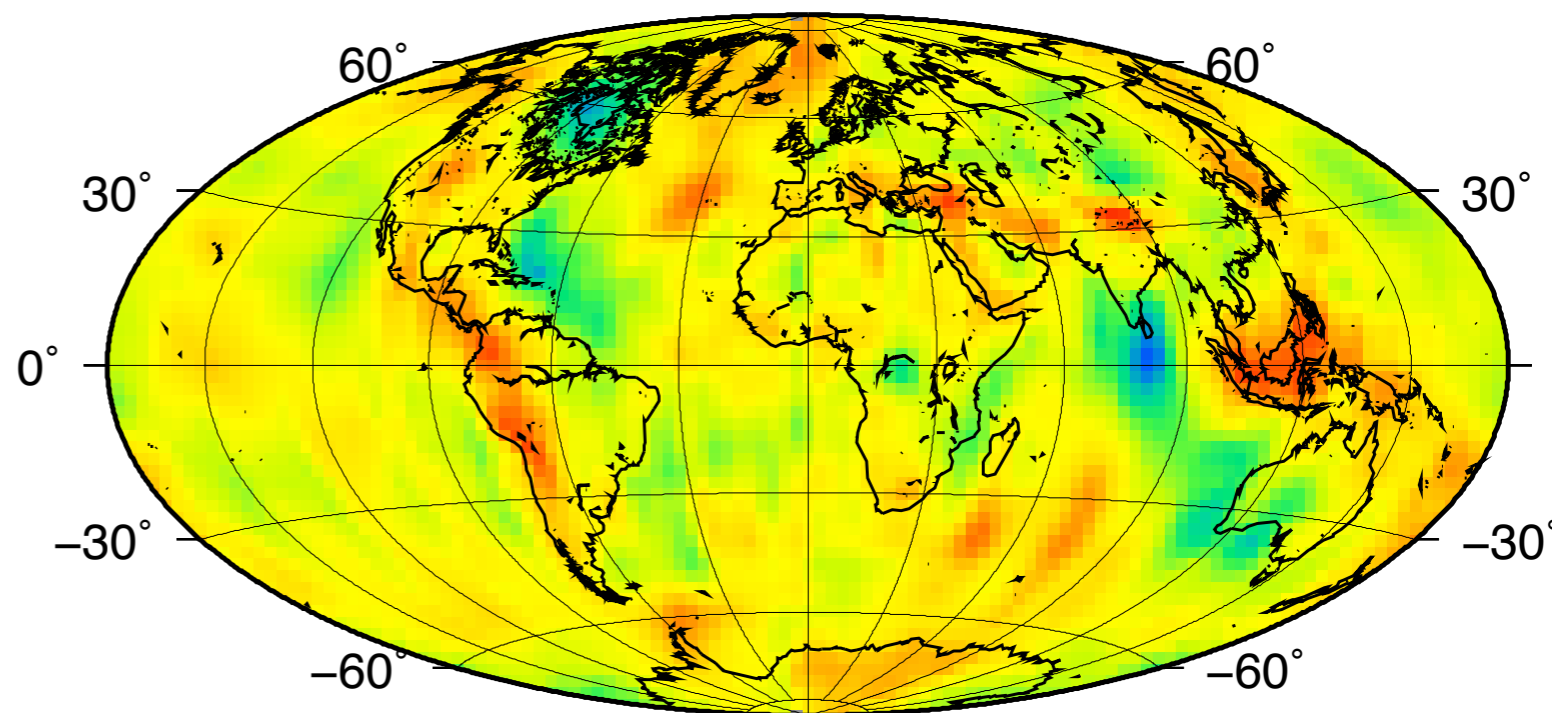
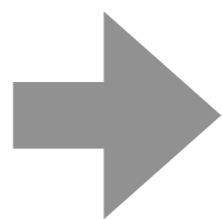
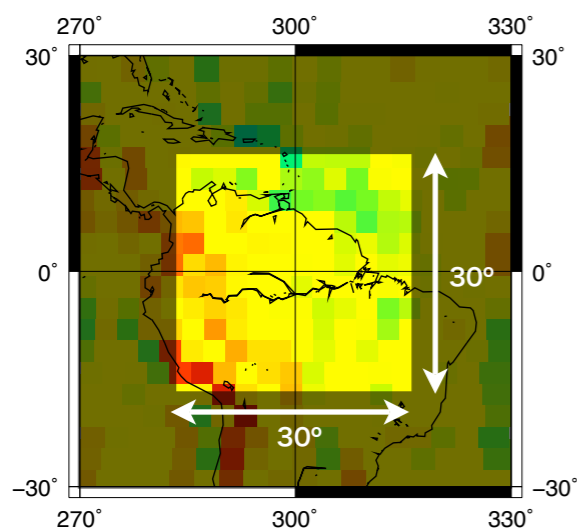


O - C



Post-fit RMS : $7.74 \mu\text{m/s}^2$

○ ● ● 全球重力地図の作成



Gravity Anomaly [mGal]

- $60^\circ \times 60^\circ$ で計算
- 中心 $30^\circ \times 30^\circ$ を切取り、張り合わせる

○ ● ● まとめ

- GRACE Level 1B データの解析し
地球重力地図を作成
- Sugano & Heki (2004) の方法を
双子衛星に拡張・一般化
- 一ヶ月分のデータ、空間解像度 $3^\circ \times 3^\circ$
- Post-fit RMS : $7.74 \mu\text{m/s}^2$