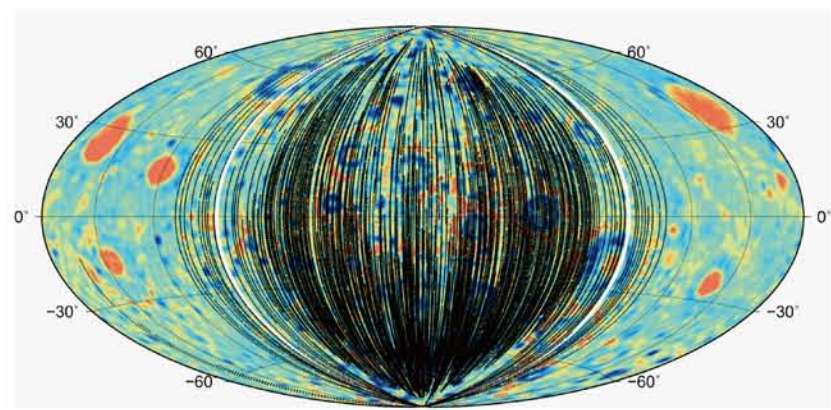
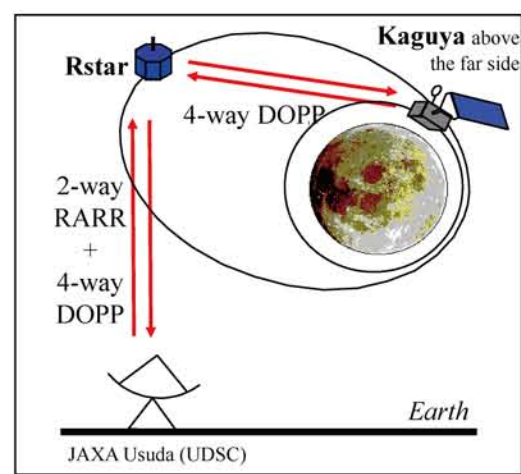


P4-046 SELENE (かぐや) データによる全球月重力場モデルの精度向上

松本晃治¹、Sander GOOSSENS²、石原吉明³、菊池冬彦¹、並木則行⁴、岩田隆浩⁵、花田英夫¹、野田寛大¹、劉慶会⁶、佐々木晶¹
1: 国立天文台、2: NASA/GSFC、3: 産総研、4: 千葉工大、5: JAXA 宇宙研、6: 上海天文台

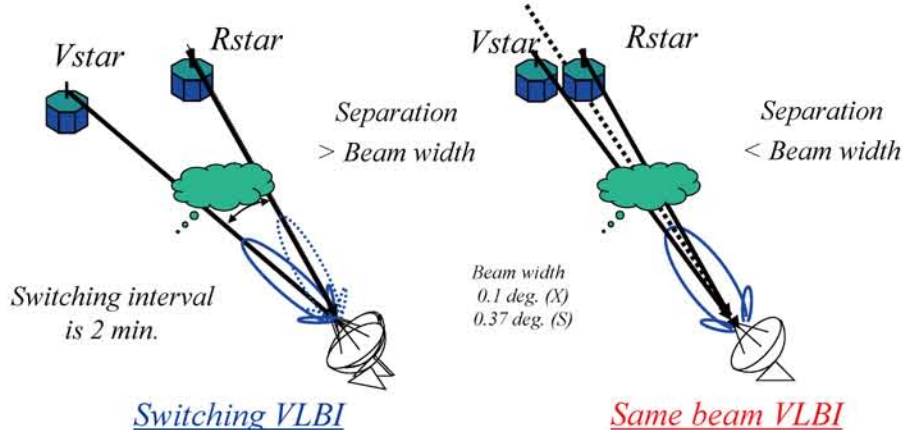
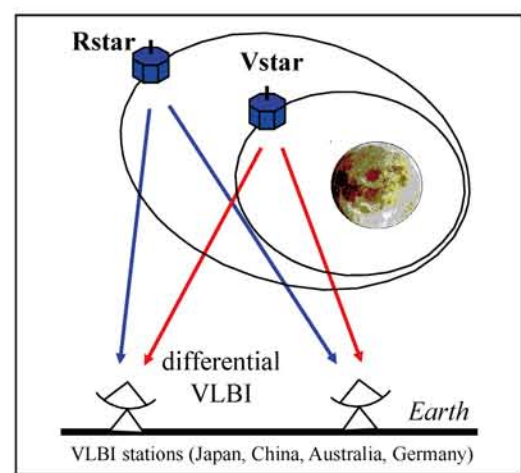
○ SELENE (かぐや) において、初めて月周回衛星追跡に応用された観測：(1) 4-way ドップラー観測、(2) 相対 VLBI 観測

(1) 4-way ドップラー観測



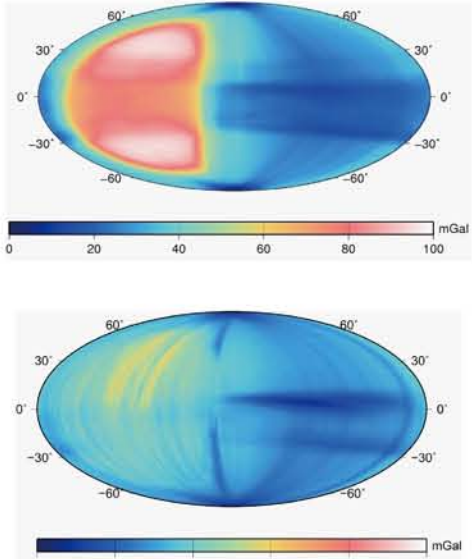
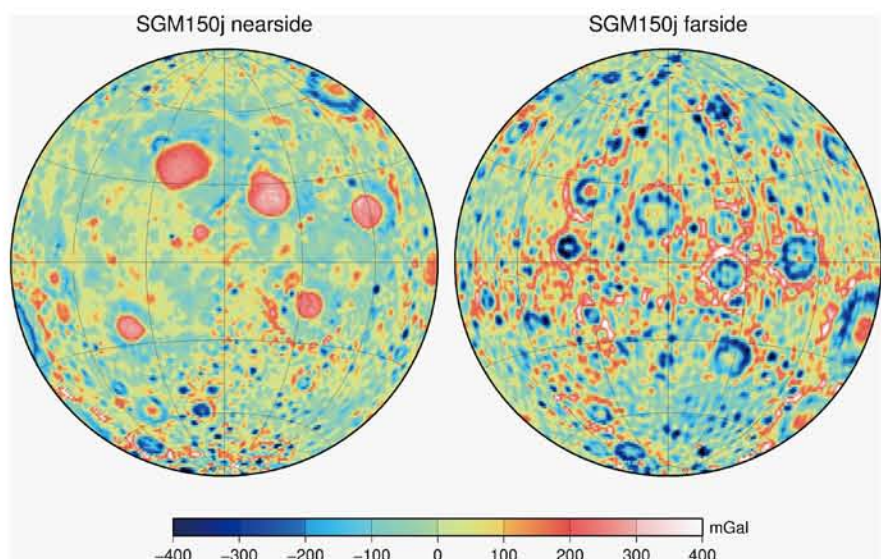
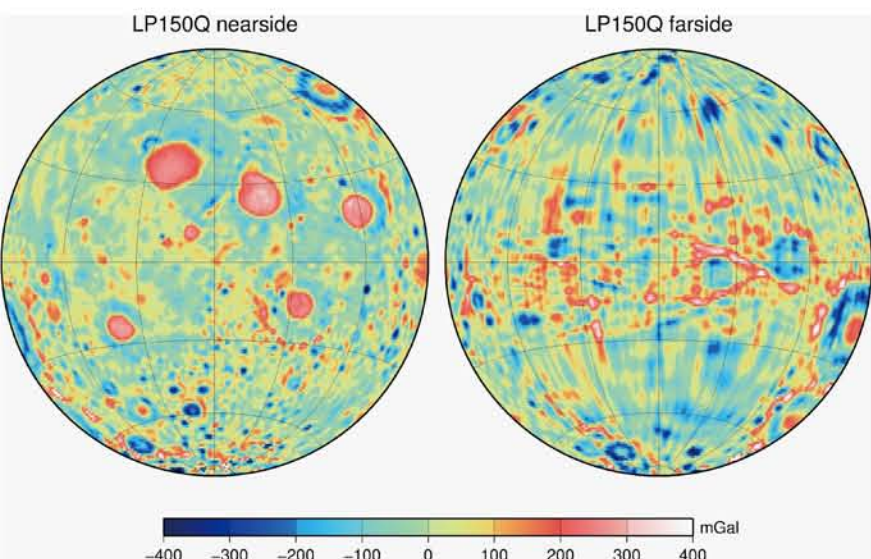
リレー衛星を用いたドップラー信号中継により、世界で初めて月裏側の重力場を詳細に観測。左図はミッション期間中に実現された裏側の観測カバレッジ。白線は表側と裏側の境界を示す。

(2) 相対 VLBI 観測



二つの子衛星からの電波を複数の地上局で受信。2重差をとること大気・電離層の影響を大幅に低減。二つの電波源間の離角がビーム幅より小さい場合は同時に受信する同一ビーム観測を、大きい場合は交互に受信するスイッチング観測を行った。

○ 月全球の重力異常マップ。「かぐや」以前のモデルと比べて、裏側の精度が大幅に向上した。



重力異常の誤差。上が LP150Q, 下が SGM100h のもの。次数 $n=100$ までの評価。図の左側が月の裏側に相当。

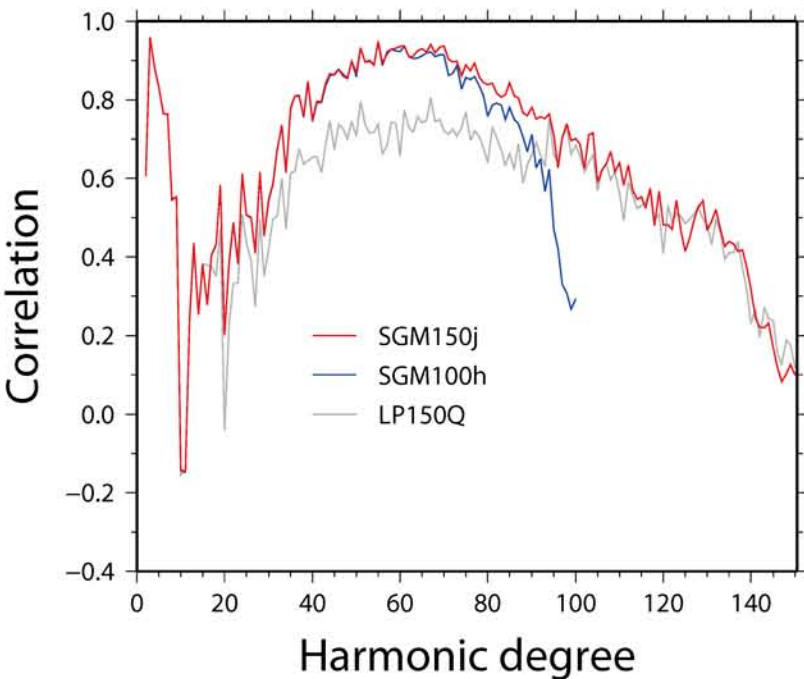
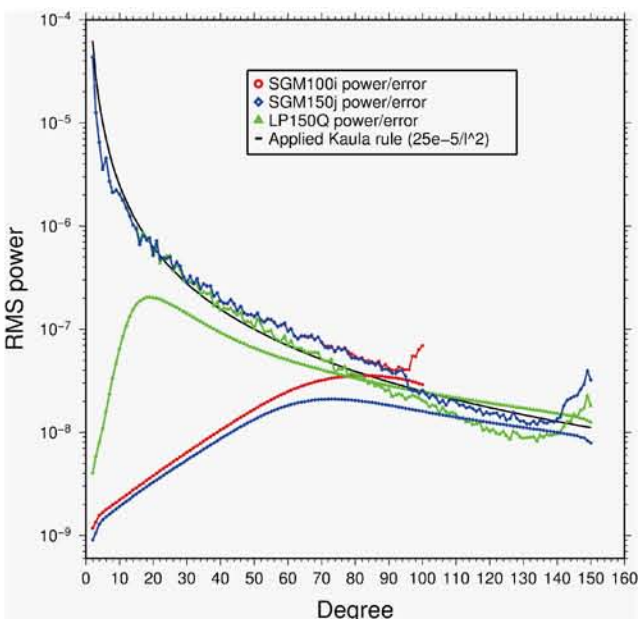
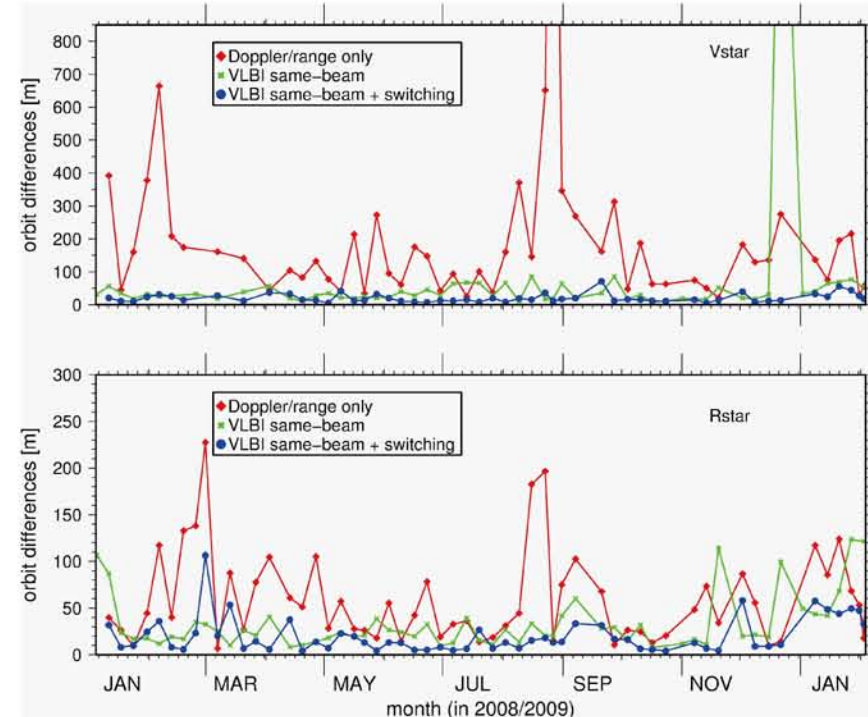
「かぐや」以前のモデル (LP150Q)

「かぐや」モデル (SGM150j)

主な「かぐや」月重力場モデル
SGM90d, Namiki et al. (2009), Science, 323, pp. 900-905: 初期成果モデル。展開次数 = 90。
SGM100h, Matsumoto et al. (2010), J. Geophys. Res., 115, E06007: 全ての 4-way ドップラーデータを含むモデル。展開次数 = 100。
SGM100i, Goossens et al. (2011), J. Geod., 85, pp.205-228: 同一ビーム VLBI データを追加したモデル。
SGM150j, Goossens et al. , AGU Fall Meeting 2011: スwitching VLBI データおよび LP 延長ミッションデータを追加したモデル。展開次数 = 150。

○ VLBI データの追加によって子衛星の軌道精度が向上した。

○ 問題点：およそ次数 70 以降の短波長成分 (半波長 < 約 80km) に対する感度が不足。主衛星の平均高度が 100km であったため。



(上左図) 重力場係数のスペクトル。エラースペクトルの形状が次数 $n \sim 70$ 付近でアプリオリ拘束条件に沿うようになる (観測の感度限界が現れる)。
(上右図) 「かぐや」のレーザ高度計 LALT が観測した地形と重力との相関。短波長 (高次) 側では地形が地殻の固さで支えられるために 1 に近い相関が期待されるが、 $n \sim 70$ 以降で相関が下がっている。特に裏側の重力場について、「かぐや」の比較的高い軌道高度では短波長成分を捉えるのに十分な感度が得られなかったため。

←ごく最近発表された NASA の GRAIL ミッションによる研究結果。
Zuber et al., Science, 2012, 10.1126/science.1231507
「かぐや」による次数 70 程度までの改善が、独立なデータによって確かめられた。「かぐや」重力場モデルの問題点が改善された。低高度双子衛星間の距離変化率を高精度に測定することにより、展開次数は 420 まで伸びている (13km の空間解像度に相当)。なお、左図の Coherence は重力と地形の相関の二乗として計算されている。

