

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 31 日現在

機関番号：62616

研究種目：基盤研究（A）

研究期間：2008～2011

課題番号：20244073

研究課題名（和文）探査機「かぐや」による月重力・測地マッピングと月二分性の起源

研究課題名（英文） Lunar gravity and geodesy mapping by KAGUYA mission
and the origin of lunar dichotomy

研究代表者

佐々木 晶 (SASAKI SHO)

国立天文台・RISE 月探査プロジェクト・教授

研究者番号：10183823

研究成果の概要（和文）：かぐや月探査で、2機の子衛星と国内外8局によるVLBI観測を使い裏側を含む月全球の重力場を、レーザ高度計により極域を含む月全球の地形を、ともに世界で初めて高精度で求めた。VLBIによる衛星軌道決定精度向上を実証した。重力場と地形から月全球の地殻厚さを求め、裏側のモスクワの海の下で地殻が最も薄いことを明らかにした。裏側高地の中規模の衝突地形は、表側よりはやく冷えた厚い地殻で支えられたと考えられる。

研究成果の概要（英文）： In JAXA KAGUYA (SELENE) mission, using two subsatellites and VLBI observations by VERA 4 stations and international 4 stations, the first global accurate gravitational field of the Moon including the far-side was obtained. The first global accurate lunar topography was also obtained by a laser altimeter. Multi-frequency differential VLBI was proven to be the powerful technique for orbital determination (less than 1cm, 1mm in principle). Global distribution of lunar crust was obtained from gravity and topography data. The thinnest crust was beneath Mare Moscoviences on the far-side. 500-1000km scale far-side highland impact structures are supported mostly by the crust which would have been cooled faster than near-side crust.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	15,500,000	4,650,000	20,150,000
2009年度	8,300,000	2,490,000	10,790,000
2010年度	7,700,000	2,310,000	10,010,000
2011年度	5,100,000	1,530,000	6,630,000
総計	36,600,000	10,980,000	47,580,000

研究分野：惑星科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・固体地球惑星物理学

キーワード：月、重力、内部構造、二分性、地殻、かぐや、衝突盆地、VLBI

1. 研究開始当初の背景

月の起源説では、46億年前の原始地球に火星サイズの天体が衝突した放出物から形成されたという、巨大衝突説が有力である。形成されたときの月は、熔融状態で、マグマオ

ーシャンが形成されていた。ところが、そこからどのように現在の月の姿になったのか、溶岩の噴出した「海」地域の多い「表」と斜長岩に富む高地地殻に覆われた「裏」の違いが生まれてどのように進化してきたのか、明

らかにになっていなかった。

クレメンタイン探査機が、地殻厚さなどの内部構造を議論するために必要な、月の重力と地形のデータを計測した。しかし、月はいつも表側を地球に向けているため、裏側の正確な重力データは取得されていない。また、高度計による地形データの精度が低くしかも極域のデータは欠けていた。後のルナ・プロスペクタ探査機により表側の重力場精度は向上したが、裏側の重力場は改善されていない。この状況を打開するため、2機の子衛星と高精度のレーザ高度計を搭載した、日本の探査機「かぐや」が打ち上げられ、初期データが取得されはじめたのが、本研究の開始段階である。

2. 研究の目的

月の地殻形成としては、マグマオーシャンからの固化と、天体上での火山活動によるものと、2つの説がある。巨大衝突により形成時の月は熱かったと考えられ、マグマオーシャン説が有力であるが、表裏の違いがなぜ生じたのかは解明されていない。これを見分けるためには、地殻の厚さの正確な分布を求める必要があり、さらに地域的な地殻の不均質を議論する必要がある。

本研究では以下を主目的とする。月の二分性「表」と「裏」の違いの原因を調べるために、「かぐや」探査機による衛星軌道決定から、月の裏側を含む正確な重力場を取得する。そのために多周波相対 VLBI 観測による高精度軌道決定を実証する。さらに月内部構造を解析するために必要な地形データも、「かぐや」搭載レーザ高度計により取得する。地形と重力データを合わせて解析することにより、月地殻厚さ分布や、衝突盆地の内部構造の解析を行い、月の表側と裏側の地殻の違いを明らかにする。

3. 研究の方法

日本の月探査衛星「かぐや」の取得する重力データを高精度にするため、国立天文台 (VERA 4 局) や海外局 (上海、ウルムチ、ホバート、ヴェッツェル) の電波望遠鏡を使った VLBI 衛星観測により衛星軌道決定を行い、月の高精度重力データを取得する。とくに「かぐや」が月の裏側にいるときに電波を中継するリレー衛星「おきな」の軌道を正確に決めるため、VLBI 衛星「おうな」との多周波相対 VLBI 観測を行う。さらに、「かぐや」搭載レーザ高度計により詳細地形データを取得する。この両者を合わせることで、これまでよりも精度が 1 桁以上高いブーグ重力異常分布を求め、月地殻厚さマップを作成する。

また、他機器による組成などのデータを使い、月地殻 (さらに上部マントル) 構造を精

緻なものにする。月地殻・リソスフェアの緩和過程を明らかにするとともに、隠れた衝突盆地・海の探索を行う。これにより、現在の地殻構造だけではなく、その進化過程を明らかにし、表と裏の違いを明確にして、月の起源・初期進化におけるダイナミックな過程を明らかにする。

4. 研究成果

(1) かぐや探査機による重力観測により、世界で初めて月全球の正確な重力場の構築を行った。裏側の重力場の精度が大幅に向上した。図 1 に見られるように、裏側の重力場は大きく変わり、高地の衝突盆地の地形効果が大きいことが明らかになった。

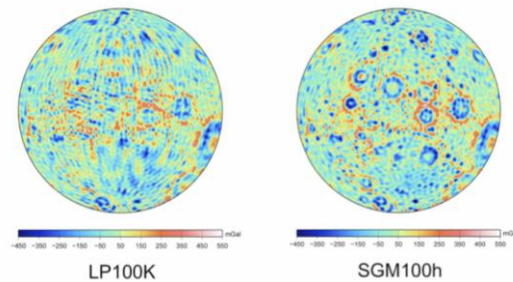


図 1 かぐや以前 (左) とかぐや (右) による月の裏側の重力場

(2) 世界で初めて極域を含む月全球の定量的な地形図を作成した。その結果を使い、月の極域の定量的な日照率分布を求めた。

(3) 月を周回する複数衛星の多周波相対 VLBI 観測の手法により、位相遅延が解消され、1cm を切る精度で軌道決定が可能であることを示した。

(4) VLBI 観測データを導入することにより、月の裏側および縁辺域の重力場の精度が向上することが示された。2012 年段階のモデルは SGM150j (SELENE GRAVITY MODEL) である。

(5) 重力と地形データから月全球の地殻厚さ分布を求めた。表裏の厚さの違いの傾向は以前と同じであるが、裏側の地殻厚さ分布が大きく改善され、地殻が最も薄い場所は表側や南極エイトケン盆地ではなく、モスクワの海であることが明らかになった。

(6) 南極エイトケン盆地の楕円型構造が確認され、マントル物質が広範囲に露出している可能性は低いことを明らかにした。

(7) 中大規模な衝突地形がリソスフェアで支えられるタイプ I と分類されたものは、裏側に限定されること、表側のように広がった正の重力異常、マスコンは裏側には見られないことを示した。表と裏の地殻の冷却史の違いを示唆する情報が得られた。

(8) 求めた月重力、地形などのデータは、JAXA および国立天文台のホームページより一般の研究者に公開している。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 19 件)

- ① Hanada, H.、Araki, H.、Tazawa, S.、Tsuruta, S.、Noda, H.、Asari, K.、Sasaki, S.、Funazaki, K.、Sato, A.、Taniguchi, H.、Kikuchi, M.、Takahashi, T.、Yamazaki, A.、Ping, J.、Kawano, N.、Petrova, N.、Gouda, N.、Yano, T.、Yamada, Y.、Niwa, Y.、Kono, T.、Iwata, T.、Development of a digital zenith telescope for advanced astrometry, Science China (Physics, Mechanics & Astronomy)、査読有、Vol. 55、2012、pp. 723-732、DOI:10.1007/s11433-012-4673-1
- ② Ogawa, Y.、Matsunaga, T.、Nakamura, R.、Saiki, K.、Ohtake, M.、Hiroi, T.、Takeda, H.、Arai, T.、Yokota, Y.、Yamamoto, S.、Hirata, N.、Sugihara, T.、Sasaki, S.、Haruyama, J.、Morota, T.、Honda, C.、Demura, H.、Kitazato, K.、Terazono, J.、Asada, N.、The widespread occurrence of high-calcium pyroxene in bright-ray craters on the Moon and implications for lunar-crust composition, Geophys. Res. Lett.、査読有、Vol. 38、2011、pp. L17202、DOI:10.1029/2011GL048569
- ③ Goossens, S.、Ishihara, Y.、Matsumoto, K.、Sasaki, S.、Local lunar gravity field analysis over the South Pole-Aitken basin from SELENE farside tracking data、J. Geophys. Res.、査読有、Vol. 117、2011、pp. E02005、DOI:10.1029/2011JE003831
- ④ Yan, J.、Goossens, S.、Matsumoto, K.、Ping, J.、Harada, Y.、Iwata, T.、Namiki, N.、Li, F.、Tang, G.、Cao, J.、Hanada, H.、Kawano, N.、CEGM02: An improved lunar gravity model using Chang'E-1 orbital tracking data, Planet. Space Sci.、査読有、Vol. 62(1)、2011、pp. 1-9、DOI: 10.1016/j.pss.2011.11.010
- ⑤ Goossens, S.、Matsumoto, K.、Rowlands, D. D.、Lemoine, F. G.、Noda, H.、Araki, H.、Orbit determination of the SELENE satellites using multi-satellite data types and evaluation of SELENE gravity field models、J. Geod.、査読有、Vol. 85(8)、2011、pp. 487-504、DOI:10.1007/s00190-011-0446-2
- ⑥ Goossens, S.、Matsumoto, K.、Liu, Q.、Kikuchi, F.、Sato, K.、Hanada, H.、Ishihara, Y.、Noda, H.、Kawano, N.、Namiki, N.、Iwata, T.、Lemoine, F. G.、Rowlands, D. D.、Harada, Y.、Chen, M.、Lunar gravity field determination using SELENE same-beam differential VLBI tracking data、J. Geod.、査読有、Vol. 85(4)、2011、pp. 205-228、DOI: 10.1007/s00190-010-0430-2
- ⑦ Yamamoto, S.、Nakamura, R.、Matsunaga, T.、Ogawa, Y.、Ishihara, Y.、Morota, T.、Hirata, N.、Ohtake, M.、Hiroi, T.、Yokota, Y.、Haruyama, J.、Olivine-rich exposures in the South Pole-Aitken Basin, Icarus. 査読有、Vol. 218、2011、pp. 331-344、DOI: 10.1016/j.icarus.2011.12.012
- ⑧ Yokota, Y.、Matsunaga, T.、Ohtake, M.、Haruyama, J.、Nakamura, R.、Yamamoto, S.、Ogawa, Y.、Morota, T.、Honda, C.、Saiki, K.、Nagasawa, K.、Kitazato, K.、Sasaki, S.、Iwasaki, A.、Demura, H.、Hirata, N.、Hiroi, T.、Honda, R.、Iijima, Y.、Mizutani, H.、Lunar photometric properties at wavelengths 0.5-1.6 μm acquired by SELENE Spectral Profiler and their dependency on local albedo and latitudinal zones, Icarus. 査読有、Vol. 215(2)、2011、pp. 639-660、DOI: 10.1016/j.icarus.2011.07.028
- ⑨ Ishihara, Y.、Morota, T.、Nakamura, R.、Goossens, S.、and Sasaki, S.、Anomalous Moscoviense basin: Single oblique impact or double impact origin?、Geophys. Res. Lett.、査読有、Geophys. Res. Lett.、Vol. 38、2011、PP. L03201、DOI: 10.1029/2010GL045887
- ⑩ Liu, Q.、Matsumoto, K.、Iwata, T.、Namiki, N.、Noda, H.、Hanada, H.、Ishihara, Y.、Goossens, S.、Kikuchi, F.、Asari, K.、Tsuruta, S.、Ishikawa, T.、Sasaki, S.、Takano, T.、Effect of Phase Pattern of Antennas Onboard Flying Spin Satellites on Doppler Measurements for Lunar Gravity Field、IEEE Trans., Aerospace Electron. Syst.、査読有、Vol. 47、2011、pp. 405-419、DOI: 10.1109/TAES.2011.5705683
- ⑪ Matsumoto, K.、Goossens, S.、Ishihara, Y.、Liu, Q.、Kikuchi, F.、Iwata, T.、Namiki, N.、Noda, H.、Hanada, H.、Kawano, N.、F. G. Lemoine, and D. D. Rowlands、An improved lunar gravity field model from SELENE and historical tracking data: revealing the farside gravity features、J. Geophys. Res.、査読有、Vol. 115、2011、pp. E06007、DOI: 10.1029/2009JE003499
- ⑫ Sasaki, S.、Hanada, H.、Noda, H.、Kikuchi, F.、Iwata, T.、Matsumoto, K.、Kawano, N.、Araki, H.、Tsuruta, S.、Tazawa, S.、Liu, Q.、Asari, K.、Ishikawa, T.、Funazaki, K.、Kunimori, H.、and SELENE-II Group.、In Situ Measurements of Lunar Rotation for the Study of the Interior of the Moon、Trans. JSASS Aerospace Tech. Japan. 査読有、Vol.

8(ists27)、2010、pp. To_3_7-To_3_10、
DOI: 10.2322/tastj.8.To_3_7

⑬Goossens, S.、Applying spectral leakage corrections to gravity field determination from satellite tracking data、Geophysical Journal International、査読有、Vol. 181、2010、pp.1459-1472、DOI: 10.1111/j.1365-246X.2010.04585.x

⑭Hanada, H.、Iwata, T.、Liu, Q.、Kikuchi, F.、Matsumoto, K.、Goossens, S.、and 28 others、Overview of differential VLBI observations of lunar orbiters in SELENE (Kaguya) for precise orbit determination and lunar gravity field study、Space Sci. Rev. 査読有、Vol. 154、2010、pp.123-144、DOI: 10.1007/s11214-010-9656-9

⑮Ishihara, Y.、Goossens, S.、Matsumoto, K.、Noda, H.、Araki, H.、Namiki, N.、Hanada, H.、Iwata, T.、Tazawa, S.、and Sasaki, S.、Crustal thickness of the Moon: Implications for farside basin Structures、Geophysical Research Letters、査読有、Vol. 36、2009、pp. L19202、DOI: 10.1029/2009GL039708

⑯Araki, H.、Tazawa, S.、Noda, H.、Ishihara, Y.、Goossens, S.、Sasaki, S.、Kawano, N.、Kamiya, I.、Otake, H.、Oberst, J.、and Shum, C. K.、Lunar Global Shape and Polar Topography Derived from Kaguya-LALT Laser Altimetry、Science、査読有、Vol. 323、2009、pp. 897-900、DOI:10.1126/science.1164146

⑰Namiki, N.、Iwata, T.、Matsumoto, K.、Hanada, H.、Noda, H.、Goossens, S.、Ogawa, M.、Kawano, N.、Asari, K.、Tsuruta, S.、Ishihara, Y.、Liu, Q.、Kikuchi, F.、Ishikawa, T.、Sasaki, S.、Aoshima, C.、Kurosawa, K.、Sugita, S.、and Takano, T.、Far side gravity field of the Moon from four-way Doppler measurements of SELENE (Kaguya)、Science、査読有、Vol. 323、2009、pp. 900-905、DOI:10.1126/science.1168029

⑱Kikuchi, F.、Liu, Q.、Hanada, H.、Kawano, N.、Matsumoto, K.、Iwata, T.、Goossens, S.、Asari, K.、Ishihara, Y.、Tsuruta, S.、Ishikawa, T.、Noda, H.、Namiki, N.、Petrova, N.、Harada, Y.、Ping, J.、and Sasaki, S.、Pico-second Accuracy VLBI of the Two Sub-satellites of SELENE (KAGUYA) using Multi-Frequency and Same Beam Methods、Radio Science、査読有、Vol. 44、2009、pp. 1-7、DOI: 10.1029/2008RS003997

⑲Noda, H.、Araki, H.、Goossens, S.、Ishihara, Y.、Matsumoto, K.、Tazawa, S.、

Kawano, N.、and Sasaki, S.、Illumination conditions at the lunar polar regions by KAGUYA (SELENE) laser altimeter、Geophys. Res. Lett. 査読有、Vol. 35、2008、pp. L24203、DOI:10.1029/2008GL035692

[学会発表] (計 29 件)

①Sasaki, S.、KAGUYA and Beyond: Summary of Selenodesy Results and Future Plans、International Symposium on Lunar and Planetary Science 2012、2012年3月26日、マカオ(中国)

②Sasaki, S.、Goossens, S.、Ishihara, Y.、Araki, H.、Hanada, H.、Matsumoto, K.、Noda, H.、Kikuchi, F.、Iwata, T.、KAGUYA Selenodesy and the South Pole Aitken basin、43th Lunar and Planetary Science Conference、2012年3月19日、ウッドランズ(アメリカ)

③Goossens, S. J.、Matsumoto, K.、Kikuchi, F.、Liu, Q.、Hanada, H.、Lemoine, F. G.、Rowlands, D. D.、Ishihara, Y.、Noda, H.、Namiki, N.、Iwata, T.、Sasaki, S.、Improved High-Resolution Lunar Gravity Field Model From SELENE and Historical Tracking Data、American Geophysical Union Fall Meeting 2011、2011年12月5日、サンフランシスコ(アメリカ)

④鎌田俊一、杉田精司、阿部 豊、石原吉明、原田雄司、並木則行、岩田隆浩、花田英夫、荒木博志、月衝突盆地の長期粘弾性変形、日本惑星科学会 2011 年秋季講演会、2011 年 10 月 23 日、相模女子大学(神奈川県)

⑤佐々木 晶、石原吉明、ホーセンス サンダー、諸田智克、松本晃治、花田英夫、岩田隆浩、大竹 真紀子、かぐや(SELENE) 重力・地形データによる月の南極エイトケン盆地の構造と年代、日本惑星科学会 2011 年秋季講演会、日本惑星科学会 2011 年秋季講演会、2011 年 10 月 23 日、相模女子大学(神奈川県)

⑥Sasaki, S.、Ishihara, Y.、Goossens, S.、Matsumoto, K.、Araki, H.、Hanada, H.、Kikuchi, F.、Noda, H.、Iwata, T.、and Ohtake, M.、Structure of lunar crust from KAGUYA selenodesy data、EPSC-DPS Joint Meeting 2011、2011 年 10 月 2 日、ナント(フランス)

⑦Sasaki, S.、Araki, H.、Hanada, H.、Iwata, T.、Namiki, N.、Matsumoto, K.、Noda, H.、Ishihara, Y.、Goossens, S.、Kikuchi, F.、Kawano, N.、Tazawa, S.、Tsuruta, S.、Asari, K.、Ishikawa, T.、Morota, T.、Liu, Q.、Harada, Y.、The First Precise Gravity and Topography of the Global Moon by KAGUYA (SELENE)、Astro Kazan 2011、2011 年 8 月 22 日、カザン(ロシア)

⑧諸田智克、石原吉明、佐々木 晶、ホーセンス サンダー、松本晃治、野田寛大、荒木

博志、花田英夫、田澤誠一、菊池冬彦、石川利昭、鶴田誠逸、春山純一、大竹真紀子、月の海の火成活動と地殻構造との関係、第44回月・惑星シンポジウム、2011年8月1日、宇宙科学研究所(神奈川県)

⑨ Tazawa, S.、Noda, H.、Araki, H.、Ishihara, Y.、Kawano, N.、Sasaki, S.、Behavior of return pulse intensity data obtained by the laser altimeter onboard KAGUYA、28th International Symposium on Space Technology and Science (28th ISTS)、2011年6月5日、沖縄コンベンションセンター(沖縄県)

⑩ 岩田隆浩、前島弘則、米倉克英、並木則行、花田英夫、今村剛、野田寛大、浅利一善、山本善一、田中孝治、飯島祐一、月周回衛星「かぐや」「おきな」「おうな」における臼田局運用、宇宙航行エレクトロニクス研究会(SANE研)、2011年4月21日、臼田宇宙空間観測所(長野県)

⑪ Ishihara, Y. et al、Was the Moscoviense Basin Formed by Double-Impact?、42nd Lunar and Planetary Science Conference、2011年3月20日、ウッドランズ(アメリカ)

⑫ Goossens, S. et al、Analysis of Multi-Satellite Tracking Data of the Kaguya Satellites for Orbit and Gravity Field Determination、2010 AGU Fall Meeting、2010年12月13日-17日、サンフランシスコ(アメリカ)

⑬ 松本晃治、SELENE-2/VLBI ミッションで期待される月のk2の推定精度、日本測地学会、2010年11月8日、京都大学宇治キャンパス宇治おうばくプラザ(京都府)

⑭ Sasaki, S. et al、The First Accurate Global Gravity and Topography of the MOON by KAGUYA (SELENE) and Implication for Lunar Basin Evolution、AOGS 2010、2010年7月7日、ハイデラバード(インド)

⑮ 松本晃治、かぐや(SELENE)同一ビーム VLBI データを用いた月重力場モデルの改良、日本地球惑星科学連合大会、2010年5月28日、幕張メッセ国際会議場(千葉県)

⑯ Iwata, T.、Results of the Global Mapping of Lunar Gravity Field by KAGUYA, OKINA, and OUN、International Symposium on Lunar Science、2010年3月25日、マカオ(中国)

⑰ Ishihara, Y.、Lunar large impact basin structures and implications for thermal History、41st Lunar and Planetary Science Conference、2010年3月3日、ウッドランズ(アメリカ)

⑱ Sasaki, S.、Structure of the lunar South Pole-Aitken basin from KAGUYA (SELENE) gravity/topography、41st Lunar and Planetary Science Conference、2010年3月3日、ウッドランズ(アメリカ)

⑲ Matsumoto, K.、An Improved Lunar Gravity Field Model from SELENE and Historical Tracking Data、IVS GM2010、2010年2月8日、ホバート(オーストラリア)

⑳ Goossens, S.、Updated Lunar Gravity Results From Kaguya (SELENE) and Historical Tracking Data、American Geophysical Union Fall Meeting、2009年12月14日、サンフランシスコ(アメリカ)

㉑ Namiki, N.、Study of Compensation Mechanism of Lunar Impact Basins From New Gravity and Topographic Data of Kaguya、41st annual meeting Division for Planetary Sciences of the American Astronomical Society、2009年10月7日、プエルトリコ(アメリカ)

㉒ Sasaki, S.、Global Topography and Gravity of the Moon Observed by KAGUYA、European Planetary Science Congress 2009、2009年9月18日、ポツダム(ドイツ)

㉓ Noda, H.、Lunar global topographic model by Laser Altimeter (LALT) aboard KAGUYA (SELENE)、Asia Oceania Geoscience Society、2009年8月12日、シンガポール(シンガポール)

㉔ Ishihara, Y.、Localized gravity/topography correlation and admittance spectra on the Moon、European Geoscience Union、2009年4月20日、ウィーン(オーストリア)

㉕ 荒木博志、田澤誠一、野田寛大、石原吉明、Goossens, S.、佐々木晶、河野宣之、神谷泉、大嶽久志、Oberst, J.、Shum, C. K.、「かぐや」搭載レーザ高度計(LALT)1年間の成果、宇宙科学シンポジウム、2009年1月6日、宇宙科学研究所(神奈川県)

㉖ 並木則行、岩田隆浩、松本晃治、花田英夫、野田寛大、Sander Goossens、小川美奈、河野宣之、浅利一善、鶴田誠逸、石原吉明、劉慶会、菊池冬彦、石川利昭、佐々木晶、青島千晶、杉田精司、高野忠、黒澤耕介、松村瑞秀、横山聖典、鎌田俊一、久保公央、佐藤麻里、森朝子、月裏側重力場計測にもとづく内部構造の推定、日本惑星科学会秋季講演会、2008年11月1日、九州大学(福岡県)

㉗ 並木則行、岩田隆浩、松本晃治、花田英夫、野田寛大、小川美奈、河野宣之、浅利一善、鶴田誠逸、Goossens Sander、劉慶会、菊池冬彦、石原吉明、石川利昭、佐々木晶、廣田正夫、青島千晶、杉田精司、黒澤耕介、横山聖典、鎌田俊一、久保公央、RSAT ミッション月重力場観測の報告、地球惑星科学連合大会、2008年5月25日、幕張メッセ国際会議場(千葉県)

㉘ 花田英夫、岩田隆浩、河野宣之、並木則行、菊池冬彦、劉慶会、松本晃治、石原吉明、浅利一善、石川利昭、野田寛大、鶴田誠逸、

Goossens Sander、Petrova Natalia、佐々木晶、VRAD チーム、花田英夫、VERA グループ、小林秀行、衛星の軌道と月重力場モデルの精度向上のための「おきな」と「おうな」の VLBI 観測、地球惑星連合大会、2008 年 5 月 25 日、幕張メッセ国際会議場（千葉県）
② Sasaki, S.、Namiki, N.、Hanada, H.、Iwata, T.、Kawano, N.、Matsumoto, K.、Noda, H.、RSAT/VRAD Group、New lunar gravity field from SELENE (KAGUYA) gravity experiment using two subsatellites、EGU、2008 年 4 月 13-18 日、ウィーン（オーストリア）

〔図書〕（計 1 件）

JAXA（宇宙航空研究開発機構）編、新潮社、月のかぐや、2009、143

〔その他〕
ホームページ等
<http://www.miz.nao.ac.jp/rise/>
（月測地データ公開を含む）

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐々木 晶 (SASAKI SHO)
国立天文台・RISE 月探査プロジェクト・教授
研究者番号：10183823

(2) 研究分担者

花田 英夫 (HANADA HIDEO)
国立天文台・RISE 月探査プロジェクト・准教授
研究者番号：60132677

(3) 連携研究者

荒木 博志 (ARAKI HIROSHI)
国立天文台・RISE 月探査プロジェクト・助教
研究者番号：10290884
松本 晃治 (MATSUMOTO KOJI)
国立天文台・RISE 月探査プロジェクト・准教授
研究者番号：30332167
野田 寛大 (NODA HIROTOMO)
国立天文台・RISE 月探査プロジェクト・助教
研究者番号：10353426
河野 宣之 (KAWANO NOBUYUKI)
国立天文台・RISE 月探査プロジェクト・名誉教授
研究者番号：10186116
（H21→H23 は研究協力者）
岩田 隆浩 (IWATA TAKAHIRO)
独立行政法人宇宙航空研究開発機構

宇宙科学研究本部・准教授
研究者番号：20201949
春山 純一 (HARUYAMA JUNICHI)
独立行政法人宇宙航空研究開発機構
宇宙科学研究本部・助教
研究者番号：40373443
大竹 真紀子 (OTAKE MAKIKO)
独立行政法人宇宙航空研究開発機構
宇宙科学研究本部・助教
研究者番号：30373442
松永 恒雄 (MATSUNAGA TSUNEO)
独立行政法人国立環境研究所
地球環境研究センター・室長
研究者番号：70302966
並木 則行 (NAMIKI NORIYUKI)
千葉工業大学・惑星探査センター・副所長
研究者番号：50274428
出村 裕英 (DEMURA HIROHIDE)
会津大学・コンピュータ理工学部・准教授
研究者番号：10360009
山口 靖 (YAMAGUCHI YASUSHI)
名古屋大学・環境学研究科・教授
研究者番号：80283472
山路 敦 (YAMAJI ATSUSHI)
京都大学・理学研究科・教授
研究者番号：40212287