

令和 6 年 6 月 7 日現在

機関番号：12613

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20H01993

研究課題名（和文）ミリメートル精度測距で地球の形と変動を捉える：全球展開型の衛星レーザー測距装置

研究課題名（英文）Millimeter-precision laser ranging system for denser global coverage

研究代表者

大坪 俊通 (OTSUBO, Toshimichi)

一橋大学・大学院社会学研究科・教授

研究者番号：70358943

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,600,000 円

研究成果の概要（和文）：本研究では、宇宙測地技術のなかで唯一の光技術である衛星レーザー測距（Satellite Laser Ranging; SLR）観測を、小型で低価格の機器で実現できることを試作機の開発および性能実証をもって示すことをめざした。これまで既存の SLR 局では使われることがなかった民生品を活用して価格を下げ、乗用車で運べる程度に小型化した。システム設計から各コンポーネントの評価・組み込みまで注意深く進め、最終的に、2023年12月、低軌道衛星4パスへの測距に成功した。ノーマルポイントベースでは1 cm よりも高い精度が得られており、今後の開発を進めることで全球展開可能な SLR システムになる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

レーザーパルスを人工衛星に当て地球の大きさや形を測る技術（SLR）は、地球環境監視の基幹技術であるにも関わらず、局の数は世界で30程度しかない。数を増やして全球展開するためには、既存のもの（多くは数億円から十億円；大きな施設が必要）から、大幅に小型・低価格化する必要がある。本研究ではその可能性を追求するため、民生品を積極的に活用してプロトタイプシステムを作り上げた。乗用車でも運べる程度に小型化し、さらに価格も1千万円以下にした。2023年12月には、本システムで低軌道衛星へのレーザー測距に成功し、国内のみならず海外へもインパクトの大きな成果が得られた。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to demonstrate that Satellite Laser Ranging (SLR) observation, the only optical technology in space geodetic technology, can be achieved with compact and low-cost equipment through the development and performance demonstration of a prototype. The system was downsized to the level that it can be carried by a car by actively using consumer products that have not been used in existing SLR stations. The system was carefully developed from the system design to the evaluation and integration of each component, and finally succeeded in ranging four passes of a low-earth orbit satellite in December 2023. Accuracy better than 1 cm has been obtained on a normal point basis, and further development will enable the SLR system to be deployed globally.

研究分野：測地学

キーワード：衛星レーザー測距 宇宙測地学 光計測 GGOS 精密軌道決定

1. 研究開始当初の背景

汎地球規模でミリメートルの正確さを追求することは、現代の測地学が全世界から求められている最重要課題である。平均海水面の上昇を計測する上での最大の誤差要因は地球基準座標系にあり、その原点やスケールの決定精度を高めることが強く求められている。その役割を果たす宇宙測地技術の中で、衛星レーザー測距 (Satellite Laser Ranging; SLR) は唯一の光領域を用いる観測手段であり、衛星までの距離を直接そして高精度に計測できるものである。また、国際標準として使われている地球基準座標系の定義においては、SLR が原点とスケールの両方を定義する唯一の技術である。現状では、観測局数が稼働中のものが 30 程度と少ないことが最大の弱点で、多くは北半球高緯度域に偏っている。主たる理由は、SLR 装置一式が大規模で高額 (1局当たり数億円から十億円) になるため、先進国の大型研究機関でしか所有・運営できていない。この世界的な状況を日本発のアイデアで打破するために、本研究課題を提案・推進した。

2. 研究の目的

本研究では、上記の問題を克服すべく、小型で低価格 (当初目標: 数千万円) の装置で SLR 観測を実現できることを試作機の開発および性能実証をもって示すことをめざした。より多くの機関 (発展途上国や大学など) がより多くの点で測距観測を始めることが期待される。将来、世界の SLR 局の数を爆発的に増やし、文字通り全球から衛星測距観測ができるようにしたいというねらいがある (図1)。すでに、研究代表者らによるシミュレーション (Otsubo, et al., EPS, 2016) により、南半球高緯度域へ置局することの有効性が示されており、世界初の南極での観測も視野に入れて開発を進める。

近年、パルスレーザーの小型化・低価格化が目覚ましく、本研究を開始する絶好機である。それでも、多くの SLR 局が採用するパルス幅数十ピコ秒のレーザー装置は大型で高価なので、パルス幅が 1 ナノ秒程度の小型で低価格のものを選ぶことにする。また、光学系・追尾系・計測系なども、すべて民生品として販売されている低価格なものを活用することにする。

現在のSLRシステム：

「重厚長大」=1局当たり数億円～10億円
大型 (~1 m) 望遠鏡, 大型ピコ秒パルスレーザー

本研究がめざす SLRシステム：

「身軽・低価格」=1局当たり数千万円
小型 (数十 cm) 望遠鏡, 小型ナノ秒パルスレーザー

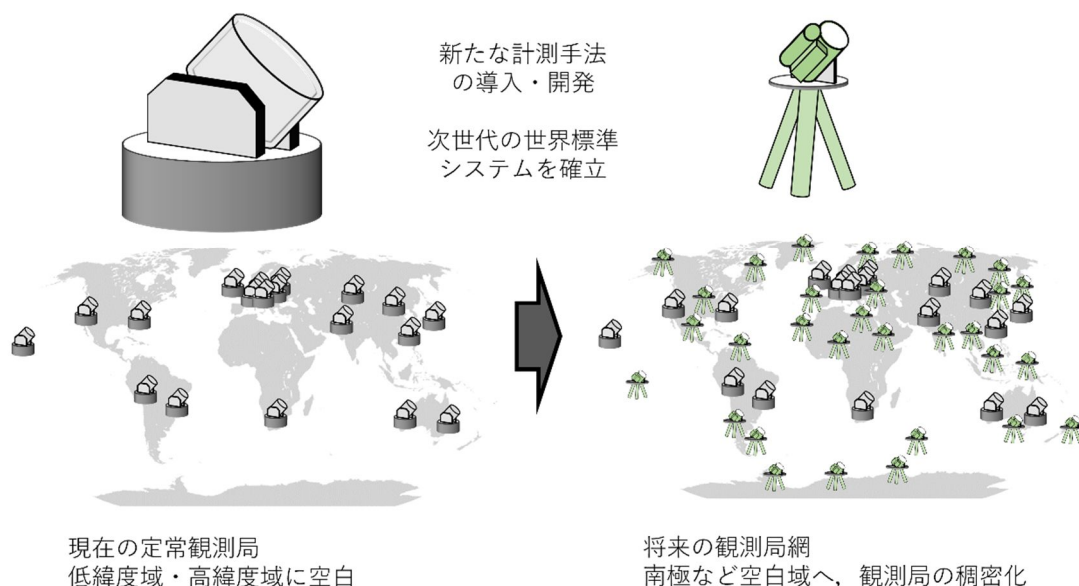


図1：本研究で開発する小型低価格 SLR システムのねらい。本図は提案時のまま。

3. 研究の方法

汎地球規模でミリメートルの精度をもつ測地基盤情報・人工衛星軌道と、精密な地球重力場を提供するため、新たな形の SLR 装置を設計・開発・実証する。できるだけ小型で低価格なシステムにすることをめざし、これまで SLR には使われてこなかった民生品を積極的に取り入れることにするが、そのためにはコンポーネントごとの試験を十分に行う必要がある。

光学系は国立天文台、追尾系は一橋大学、タイミング計測系は東京大学が担当することと

し、まずは各コンポーネントの個体試験から開始した。国立極地研究所の支援を得て、低温環境での動作試験も行った。また、各コンポーネントを司るために Raspberry Pi を充てるなど、分散システムとして開発の効率化を図った。

中心的な役割を果たす機器について紹介する。追尾を行う架台は市販の赤道儀を経緯台に変えたうえ、両軸の角速度を制御するソフトウェアを自前で開発し、衛星追尾を数十秒角の精度で行えるようにした。また、レーザは小型で架台に載せられるものを選び、そのパルス幅は 1.1 ns 程度である。タイミング計測には、簡易型のイベントタイマーを導入し、その誤差はレーザのパルス幅よりも無視できるほど小さいことも確認した。

これらの機器を徐々に組み合わせさせた。最初は、一橋大学の校舎の屋上などで衛星の追尾試験を中心に進め、最終的には図2に示すような1つのシステムとしてひとまず完成させた。和歌山県那智勝浦町の海上保安庁下里水路観測所や、東京都立川市の国立極地研究所(図2)において、システム一式を組み上げ各種試験を実施した。

4. 研究成果

(1) 測距観測

測距観測がそもそも成立するか、成立させるためにはどのような機器の組み合わせが要求されるか、についてまず予備解析を行った。少なくとも低軌道衛星からの反射信号を受信するためには、どれほどのレーザや受信望遠鏡が必要であるか、数値的に見積もり、0.06 W (6 μ J, 10 kHz) のレーザと 20 センチ口径の望遠鏡を組み合わせれば、既存の局(ここでは英国の Herstmonceux 局を基準とした)に比べて 100 分の 1 の信号強度が期待できることが分かった。また、1.1 ns 程度のパルス幅のレーザを用いることで、ショットごとのばらつきは 7 cm RMS ほどと大きくなるが、観測数を稼ぐことでノーマルポイントと呼ばれる区間代表値はじゅうぶん 1 cm を切るものと見込まれた。

システム一式の組み上げは、国立天文台や一橋大学の室内にて開始した。反射鏡(1つのミラーと1つの散乱体にて構成)を数メートルの固定距離に置いてレーザ測距ができることを確認した。そこでは、リターンレートをあえて数%と低く保つことで計測値が安定すること、また当初見積もり通りショットごとのばらつきは 7 cm RMS 程度になることを確認することができた。

その後、それを屋外(下里水路観測所および国立極地研究所)に持ち出して、衛星を追尾しそしてレーザを発射する試験を実施した。試験の実施は、低軌道衛星が光って見える日没後 2 - 3 時間を中心とした。そのためには、その日の昼間から機材を組み上げ、星が見えるほど暗くなるのを待ってから架台の軸校正観測を毎回実施する必要があるなど、作業効率が上がらず開発が難航する時期もあった。特に、送信望遠鏡と受信望遠鏡の正確なアライメント(図3)には多くの試行錯誤と長い試験時間を必要とした。最終的に、2023年12月22日と26日、国立極地研究所の屋上にて、4つの低軌道衛星への測距に成功した。図4はその最初の成功観測例である SARAL 衛星からの信号を示したものである。赤枠内の横に並ぶ点の集合

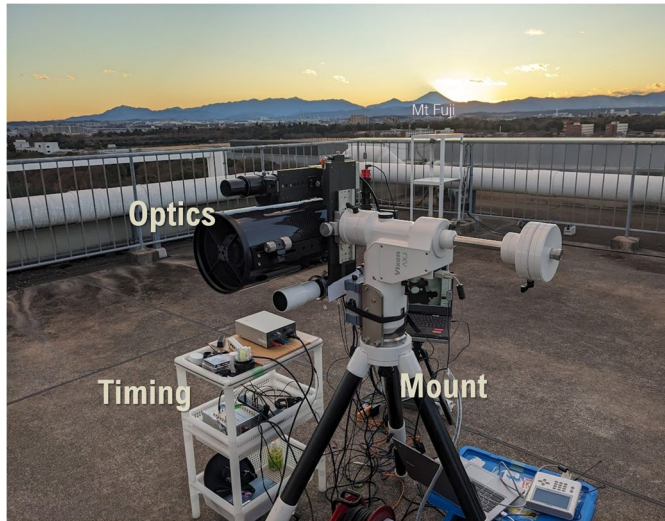


図2: 本課題で開発した SLR システム。国立極地研究所屋上にて展開。2023年12月22日。

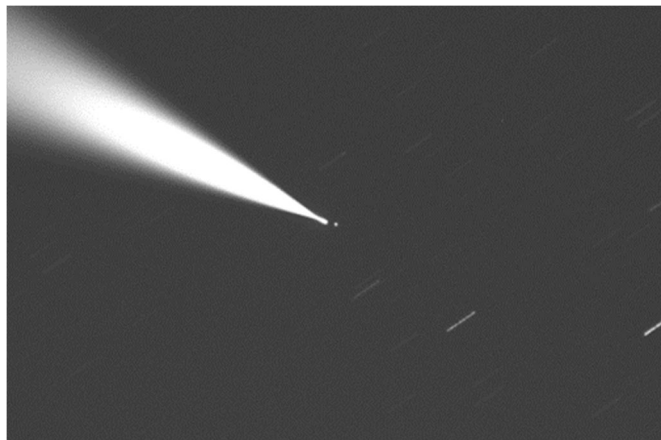


図3: 低軌道衛星 Sentinel-6A (中心の点)を追尾し、それに向けてレーザを発射しているところを撮像したもの。斜めの線として写っているのは恒星。

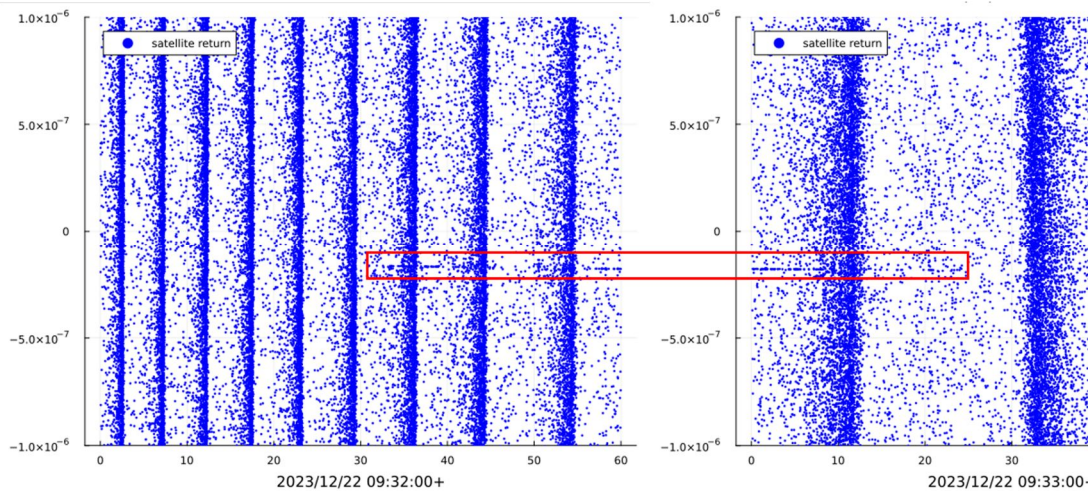


図 4：本課題で開発した SLR システムによる初の衛星測距の例．国立極地研究所屋上に実施．2023 年 12 月 22 日の世界時 9:32-9:33．衛星は地球観測衛星 SARAL．縦軸は測距値と軌道予測値からの差(単位：秒)．赤で囲んだ横に並んでいる点が衛星からの反射信号．縦縞に見えるものは，送信パルスが大気により反射され，それがちょうど受信タイミングと重なったもので，後処理で容易に除去可能である．

が衛星からの反射信号である．このあと，22 日には SWARM-C 衛星，26 日には BEACON-C 衛星と SWARM-C 衛星への測距に成功することができた．

26 日の BEACON-C データの解析から，リンクおよび精度の簡易的な評価を行うことができた．リターンレートが最大で 1% ほどとなり，これは上記 Herstmonceux 局基準で計算するときに見込まれる 1-10% にぎりぎり到達したもので，大きなロスはないもののまだ多少の改善の余地がありそうである．また，測距の精度はショットごとに 7 cm RMS が得られ，また，ノーマルポイント内に 500 観測が得られたことでノーマルポイント単位では精度 3 mm RMS を達成したことになる．なお，この確度の検証については，もっと多くの観測数を蓄積し，観測局位置を正確に求めて評価することが前提となるため，次年度以降の課題とする．

(2) 研究・応用の広がり

本研究では研究代表者・研究分担者間の協力がたいへんスムーズに確立でき，効率的に開発が進んだ．以下の点において，当初の予定を大幅に上回る成果が得られたといえる．

計画時には「数千万円」と見積もっていた SLR システム一式は，民生品を優先して取り入れ，自前で各種比較試験を行うなどした結果，結局，700 万円から 900 万円(物品のみの計上；外貨レートにより幅が出る)で組み上げることができた．低価格化という意味では挑戦的な試みで，当初予定よりも大幅に下げられたことは今後の普及に寄与するものと考えられる．

計画時には，少人数の相談の会から始まった研究課題であるが，継続的に国内・海外にて設計コンセプトと開発状況を報告するなどした結果，さまざまな機関や研究者から声がかかり協力が進んだ．たとえば，国立極地研究所から第 66 次から第 68 次までの南極地域観測隊の萌芽研究課題として南極での SLR 実験が選定されたほか，一橋大学と国土地理院間では 2 者間の共同研究が締結され，国土地理院の石岡測地観測局にて固定設置して試験開発を継続することになった．そのほか，海外の測地関係者からの関心も強く，具体的な協力や展開も始まりそうである．

計画時には，測地学上のインパクトのみを考えて立案したが，多分野の研究者や技術者と交流する中で，本研究において開発した技術が，衛星や飛行機との光通信への応用や，離れた 2 点間の光による時刻比較への応用など，大きな広がりを持つことがわかった．国立研究機関や民間企業との協力が一部始まっており，さらに新たな関係構築を模索しているところである．また，飛行機の位置を検知するためにマイクロホンを 4 本使うだけの低価格な音響測位システムを開発するなど，スピンオフ研究も芽生えてきており，本研究にて実施した内容が出発点となり，新たな研究が広範囲に展開されると見込んでいる．

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計36件（うち査読付論文 34件 / うち国際共著 9件 / うちオープンアクセス 26件）

1. 著者名 Otsubo Toshimichi, Kobayashi Mihoko, Yokota Yusuke, Kouno Kenji, Araki Hiroshi	4. 巻 73
2. 論文標題 Acoustic positioning of closely-flying aircraft for eye safety of space laser applications	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Advances in Space Research	6. 最初と最後の頁 982 ~ 991
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.asr.2023.09.067	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Noda Hiroto, Senshu Hiroki, Otsubo Toshimichi, et al.	4. 巻 71
2. 論文標題 Demonstration of deep-space synchronous two-way laser ranging with a laser transponder aboard Hayabusa2	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Advances in Space Research	6. 最初と最後の頁 4196 ~ 4209
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.asr.2022.12.057	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Yokota Yusuke, Ishikawa Tadashi, Watanabe Shun-ichi, Nakamura Yuto, Nagae Koya	4. 巻 237
2. 論文標題 Representation and interpretation about underwater sound speed gradient field in the GNSS-A observation	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Geophysical Journal International	6. 最初と最後の頁 902 ~ 915
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/gji/ggae083	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Matsuda Takumi, Yokota Yusuke	4. 巻 57
2. 論文標題 Cooperative Ocean Survey Method by a UAV and an AUV: State Estimation of the AUV Based on the UAV	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Marine Technology Society Journal	6. 最初と最後の頁 24 ~ 33
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4031/MTSJ.57.4.5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tanaka Hiroyuki K. M., et al.	4. 巻 3
2. 論文標題 Muography	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nature Reviews Methods Primers	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s43586-023-00270-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Watanabe Shun-ichi, Ishikawa Tadashi, Nakamura Yuto, Yokota Yusuke	4. 巻 97
2. 論文標題 Full-Bayes GNSS-A solutions for precise seafloor positioning with single uniform sound speed gradient layer assumption	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Geodesy	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00190-023-01774-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Tanaka Hiroyuki K.M., Gallo Giuseppe, Gluyas Jon, Kamoshida Osamu, Lo Presti Domenico, Shimizu Takashi, Steigerwald Sara, Takano Koji., Yang Yucheng, Yokota Yusuke	4. 巻 26
2. 論文標題 First navigation with wireless muometric navigation system (MuWNS) in indoor and underground environments	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 iScience	6. 最初と最後の頁 107000 ~ 107000
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.isci.2023.107000	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 塩谷 圭吾、リングナウバー カイ、アレクサンダー スターク、フスマン ハウケ、GALAチーム、小林 正規、荒木 博志、木村 淳、野田 寛大、竝木 則行、押上 祥子、東原 和行、齋藤 義文	4. 巻 32
2. 論文標題 みんなでふたたび木星へ、そして氷衛星へ その8 ~ JUICE搭載ガニメデレーザ高度計GALA: 打ち上げ・軌道上初期チェックの報告 ~	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本惑星科学会誌遊星人	6. 最初と最後の頁 302 ~ 312
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14909/yuseijin.32.4_302	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 大坪 俊通、宮原 伐折羅	4. 巻 3
2. 論文標題 GGOS Japan: 宇宙測地技術の拠り所としての10年	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 月刊測量	6. 最初と最後の頁 18~21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Enya Keigo, et al.	4. 巻 69
2. 論文標題 The Ganymede Laser Altimeter (GALA) for the Jupiter Icy Moons Explorer (JUICE): Mission, science, and instrumentation of its receiver modules	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Advances in Space Research	6. 最初と最後の頁 2283~2304
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.asr.2021.11.036	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Yamada Ryuhei, Yamamoto Keiko, Oshigami Shoko, Araki Hiroshi, Senshu Hiroki, Noda Hiroto, Namiki Noriyuki, Matsumoto Koji, Yoshida Fumi, Abe Shinsuke, Hirata Naru, Sasaki Sho, Mizuno Takahide	4. 巻 74
2. 論文標題 Derivation of 1.064 μm normal albedos on the C-type asteroid Ryugu from laser pulse intensity measurement of the Hayabusa2 LIDAR	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-022-01717-z	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 横田 裕輔、児島 志侑	4. 巻 33
2. 論文標題 XCTD/XBT投下型UAVの構築と検証	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 海洋調査技術	6. 最初と最後の頁 3~9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11306/jsmst.33.1-2_3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tanaka Hiroyuki et al.	4. 巻 12
2. 論文標題 Periodic sea-level oscillation in Tokyo Bay detected with the Tokyo-Bay seafloor hyper-kilometric submarine deep detector (TS-HKMSDD)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-022-10078-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Tanaka Hiroyuki K. M., Gluyas Jon, Holma Marko, Joutsenvaara Jari, Kuusiniemi Pasi, Leone Giovanni, Lo Presti Domenico, Matsushima Jun, Olah Laszlo, Steigerwald Sara, Thompson Lee F., Usoskin Ilya, Poluianov Stepan, Varga Dezso, Yokota Yusuke	4. 巻 12
2. 論文標題 Atmospheric muography for imaging and monitoring tropic cyclones	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-022-20039-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 SUMIYOSHI Masanao, NAGASAWA Ryosuke, OGAWA Haruka, YOSHIKAWA Makoto, AKIYAMA Yuhei, NAGANO Katsuyuki, HASHIMOTO Takafumi, HORINOUCI Ryoichi, HORIUCHI Koji, SAITO Koji, KAWAKAMI Tomoki, YOSHIDA Zengo, YOKOTA Yusuke	4. 巻 49
2. 論文標題 Multibeam-echosounder Accuracy Verification Experimental Method and Initial Results	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Journal of the Marine Acoustics Society of Japan	6. 最初と最後の頁 127 ~ 137
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3135/jmasj.49.127	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yokota Y., Watanabe S., Ishikawa T., Nakamura Y.	4. 巻 9
2. 論文標題 Temporal Change of km Scale Underwater Sound Speed Structure and GNSS A Positioning Accuracy	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Earth and Space Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2022EA002224	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yokota Yusuke, Kaneda Masata, Hashimoto Takenori, Yamaura Shusaku, Kouno Kenji, Hirakawa Yoshiaki	4. 巻 13
2. 論文標題 Experimental verification of seafloor crustal deformation observations by UAV-based GNSS-A	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-023-31214-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yokota Yusuke, Ishikawa Tadashi, Watanabe Shun-ichi, Nakamura Yuto	4. 巻 8
2. 論文標題 Crustal deformation detection capability of the GNSS-A seafloor geodetic observation array (SGO-A), provided by Japan Coast Guard	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40645-021-00453-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yokota Yusuke, Matsuda Takumi	4. 巻 13
2. 論文標題 Underwater Communication Using UAVs to Realize High-Speed AUV Deployment	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Remote Sensing	6. 最初と最後の頁 4173 ~ 4173
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/rs13204173	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 横田 裕輔	4. 巻 67
2. 論文標題 GNSS-A海底地殻変動観測による南海トラフ海底下のプレート間固着の検出およびその高感度化に基づく浅部スロースリップイベントの発見	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 測地学会誌	6. 最初と最後の頁 1 ~ 17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11366/sokuchi.67.1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 古屋 正人、宮原 伐折羅、渡邊 俊一、日置 幸介、大坪 俊通、福田 洋一、市川 隆一、田中 愛幸、松尾 功二	4. 巻 67
2. 論文標題 国際測地学協会2021年学術総会（北京/オンライン）報告	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 測地学会誌	6. 最初と最後の頁 40～45
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11366/sokuchi.67.40	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 加瀬 貞二、水野 貴秀、荒木 博志、千秋 博紀	4. 巻 2
2. 論文標題 月・惑星探査用ライダー	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 レーザセンシング学会誌	6. 最初と最後の頁 31-36
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Yamamoto Keiko, Otsubo Toshimichi, Matsumoto Koji, Noda Hiroto, Namiki Noriyuki, Takeuchi Hiroshi, Ikeda Hitoshi, Yoshikawa Makoto, Yamamoto Yukio, Senshu Hiroki, Mizuno Takahide, Hirata Naru, Yamada Ryuhei, Ishihara Yoshiaki, Araki Hiroshi, et al	4. 巻 72
2. 論文標題 Dynamic precise orbit determination of Hayabusa2 using laser altimeter (LIDAR) and image tracking data sets	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s40623-020-01213-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Klopotek Grzegorz, Hobiger Thomas, Haas Ruediger, Otsubo Toshimichi	4. 巻 94
2. 論文標題 Geodetic VLBI for precise orbit determination of Earth satellites: a simulation study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Geodesy	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00190-020-01381-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 Kucharski Daniel, Kirchner Georg, Otsubo Toshimichi, Flegel Sven K., Kunimori Hiroo, Jah Moriba K., Koidl Franz, Bennett James C., Steindorfer Michael, Wang Peiyuan	4. 巻 174
2. 論文標題 Quanta Photogrammetry of Experimental Geodetic Satellite for remote detection of micrometeoroid and orbital debris impacts	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Acta Astronautica	6. 最初と最後の頁 24 ~ 31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.actaastro.2020.04.042	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Matsumoto Koji, Noda Hiroto, Ishihara Yoshiaki, Senshu Hiroki, Yamamoto Keiko, Hirata Naru, Hirata Naoyuki, Namiki Noriyuki, Otsubo Toshimichi, Higuchi Arika, Watanabe Sei-ichiro, Ikeda Hitoshi, Mizuno Takahide, Yamada Ryuhei, Araki Hiroshi, et al.	4. 巻 338
2. 論文標題 Improving Hayabusa2 trajectory by combining LIDAR data and a shape model	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Icarus	6. 最初と最後の頁 113574 ~ 113574
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.icarus.2019.113574	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 塩谷 圭吾, 木村 淳, 小林 正規, 荒木 博志, 野田 寛大, 並木 則行, 押上 祥子, 石橋 高, 東原 和行, 齋藤 義文, フスマン ハウケ, GALAチーム	4. 巻 29
2. 論文標題 みんなでふたたび木星へ, そして氷衛星へ その5 ~ ガニメデレーザ高度計GALAで測る氷の世界と地下の海	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 遊・星・人	6. 最初と最後の頁 153-170
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Noda Hiroto, Senshu Hiroki, Matsumoto Koji, Namiki Noriyuki, Mizuno Takahide, Sugita Seiji, Abe Shinsuke, Araki Hiroshi, et al	4. 巻 73
2. 論文標題 Alignment determination of the Hayabusa2 laser altimeter (LIDAR)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-020-01342-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 渡邊 俊一、横田 裕輔、石川 直史	4. 巻 66
2. 論文標題 キネマティック精密単独測位を用いたGNSS-A海底測位の精度検証	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 測地学会誌	6. 最初と最後の頁 1~7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11366/sokuchi.66.1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ishikawa Tadashi、Yokota Yusuke、Watanabe Shun-ichi、Nakamura Yuto	4. 巻 8
2. 論文標題 History of On-Board Equipment Improvement for GNSS-A Observation With Focus on Observation Frequency	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Earth Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/feart.2020.00150	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yokota Yusuke、Ishikawa Tadashi、Watanabe Shun-ichi、Nakamura Yuto	4. 巻 8
2. 論文標題 Kilometer-Scale Sound Speed Structure That Affects GNSS-A Observation: Case Study off the Kii Channel	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Earth Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/feart.2020.00331	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 横田裕輔、石川直史	4. 巻 47
2. 論文標題 海底下ゆっくりすべりを検知するためのGNSS-A解析戦略と海洋学的応用	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 海洋音響学会誌	6. 最初と最後の頁 151-157
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Watanabe Shun-ichi、Ishikawa Tadashi、Yokota Yusuke、Nakamura Yuto	4. 巻 8
2. 論文標題 GARPOS: Analysis Software for the GNSS A Seafloor Positioning With Simultaneous Estimation of Sound Speed Structure	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Earth Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/feart.2020.597532	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Nakamura Yuto、Yokota Yusuke、Ishikawa Tadashi、Watanabe Shun-ichi	4. 巻 9
2. 論文標題 Optimal Transponder Array and Survey Line Configurations for GNSS-A Observation Evaluated by Numerical Simulation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Earth Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/feart.2021.600993	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 横田裕輔	4. 巻 -
2. 論文標題 GNSS-A海底地殻変動観測による南海トラフ海底下のプレート間固着の検出およびその高感度化に基づく浅部スロースリップイベントの発見	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 測地学会誌	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yokota Yusuke	4. 巻 6
2. 論文標題 How to know slow slip events and anticipate future large earthquakes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 TheScienceBreaker	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.25250/thescbr.brk405	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計78件（うち招待講演 11件 / うち国際学会 30件）

1. 発表者名 T. Otsubo
2. 発表標題 IVS and GGOS Japan
3. 学会等名 The 25th Anniversary Event of IVS (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 T. Otsubo, H. Araki, Y. Yokota, M. Kobayashi, K. Kouno, T. Matsumoto, J. Nakajima, K. Kokado, Y. Aoyama
2. 発表標題 Low-cost, compact, multi-purpose SLR system, Omni-SLR
3. 学会等名 13th IVS General Meeting (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 大坪 俊通, 荒木 博志, 横田 裕輔, 松本 岳大, 小林 美穂子, 河野 賢司, 土井 浩一郎, 青山 雄一, 高嶋 徹, 柳本 教朝
2. 発表標題 小型・低価格・多目的の衛星レーザ測距システム Omni-SLR の開発
3. 学会等名 第67回宇宙科学技術連合講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 T. Otsubo, M. Kobayashi, Y. Yokota, K. Kouno, H. Araki
2. 発表標題 Acoustic positioning system of closely-flying aircraft for SLR eye safety
3. 学会等名 2023 Virtual International Workshop on Laser Ranging (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大坪 俊通
2. 発表標題 地球の大きさをミリメートルの精度で測るには？ いつの世もからみあう時間と位置
3. 学会等名 日本測地学会公開講座：世界をつなぐ測地学（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 荒木 博志, 大坪 俊通, 小林 美穂子, 横田 裕輔, 松本 岳大
2. 発表標題 Omni-SLRの開発 (1) 光学系サブシステム
3. 学会等名 日本測地学会第140回講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大坪 俊通, 小林 美穂子, 荒木 博志, 横田 裕輔, 河野 賢司, 松本 岳大
2. 発表標題 Omni-SLR の開発 (2) 追尾系・制御系サブシステム
3. 学会等名 日本測地学会第140回講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 河野 賢司, 横田 裕輔, 大坪 俊通, 荒木 博志, 松本 岳大
2. 発表標題 Omni-SLR の開発 (3) タイミング計測系サブシステム
3. 学会等名 日本測地学会第140回講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大坪 俊通, 宮原 伐折羅
2. 発表標題 GGOS Japan: 全球統合測地観測システム (GGOS) のAffiliate としての測地学への貢献
3. 学会等名 日本測地学会賞坪井賞 (団体賞) 受賞記念講演 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 T. Otsubo, H. Araki, Y. Yokota, T. Matsumoto, M. Kobayashi, K. Kouno, K. Doi, Y. Aoyama, T. Takashima, N. Yanagimoto
2. 発表標題 Small-size, low-cost, multi-purpose SLR System: Omni-SLR
3. 学会等名 IUGG2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 T. Otsubo, B. Miyahara, S. Kurihara, Y. Yokota, Y. Takagi, Y. Nakamura, H. Takiguchi, Y. Aoyama, K. Matsuo
2. 発表標題 The 10-year evolution of GGOS Japan
3. 学会等名 IUGG2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大坪 俊通, 荒木 博志, 横田 裕輔, 松本 岳大, 小林 美穂子, 河野 賢司, 土井 浩一郎, 青山 雄一, 高嶋 徹, 柳本 教朝
2. 発表標題 小型・低価格・多目的 SLR システム Omni-SLR の開発進捗報告
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 宮原 伐折羅, 大坪 俊通, 横田 裕輔, 栗原 忍, Sehnal Martin, Sanchez Laura
2. 発表標題 全球統合測地観測システム (GGOS) -日本での最近の活動-
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 荒木 博志、石橋 高、並木 則行、野田 寛大、小林 正規、塩谷 圭吾、尾崎 正伸、水野 貴秀、齋藤 義文、東原 和行、押上 祥子、鹿島 伸悟、木村 淳、Steinbrugge Gregor、Stark Alexander、Althaus Christian、Del Tognò Simone、Lingenauer Kay、Hussmann Hauke
2. 発表標題 木星氷衛星探査ミッション (JUICE) 搭載ガニメデレーザ高度計 (GALA): 性能モデルシミュレーション
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yokota Y, Kaneda M, Hashimoto T, Yamaura S, Kouno K, Hirakawa Y
2. 発表標題 Engineering issues of UAV-based GNSS-A observation technology
3. 学会等名 OCEANS 2023 Gulf Coast (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 横田裕輔, 石川直史, 永江航也, 中村優斗, 渡邊俊一, 望月将志, 河野賢司, 吉田善吾
2. 発表標題 GNSS-A観測の機器・角度依存性を検証するための水槽実験
3. 学会等名 海洋音響学会2023年度研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 横田裕輔
2. 発表標題 海洋音響工学関連の最新の研究動向
3. 学会等名 2023年度港湾及び海洋土木技術者のためのROV等水中機器類技術講習会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 横田裕輔, 金田政太, 橋本武憲, 山浦秀作, 河野賢司, 平川嘉昭
2. 発表標題 UAVによるGNSS-A海底地殻変動観測の実証実験
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2023 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 横田裕輔
2. 発表標題 新しい海面プラットフォーム：UAVの海底測地観測への応用
3. 学会等名 第9回海中海底工学フォーラムZERO (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yokota Y, Ishikawa T, Nagae K, Watanabe S, Nakamura Y
2. 発表標題 Correction for underwater acoustic ranging in GNSS-A related to sound speed structures and signal reading
3. 学会等名 AGU fall meeting 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yokota Y, Hashimoto T, Yamaura S, Kaneda M, Kouno K, Hirakawa Y
2. 発表標題 Development of UAV technology to realize high-frequency GNSS-A observation: experimental verification
3. 学会等名 Slow2Fast Earthquake Workshop 2023, (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yokota Y, Ishikawa T, Watanabe S, Nakamura Y, Nagae K
2. 発表標題 Advancement of accuracy and frequency of the GNSS-A seafloor crustal deformation observation
3. 学会等名 IUGG2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 横田裕輔, 石川直史, 渡邊俊一, 中村優斗, 永江航也
2. 発表標題 GNSS-Aによって取得される海洋場の表現
3. 学会等名 日本地震学会2023年度秋季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 横田裕輔, データ作業部会
2. 発表標題 測地学データポータルについて
3. 学会等名 日本測地学会第140回講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 横田裕輔, 落唯史, 三井雄太, 瀧口博士
2. 発表標題 Domestic and international situations regarding open data in the field of geodesy
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 横田裕輔, 石川直史, 永江航也, 中村優斗, 渡邊俊一, 望月将志, 河野賢司, 吉田善吾
2. 発表標題 GNSS-A観測の機器・角度依存誤差の補正手法の検討
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 宮原 伐折羅, 大坪 俊通, 横田 裕輔, 栗原 忍, M Sehnal, L Sanchez
2. 発表標題 全球統合測地観測システム (GGOS) -最近の活動と日本での連携-
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大坪 俊通, 荒木 博志, 横田 裕輔, 松本 岳大, 土井 浩一郎, 青山 雄一, 國森 裕生, 柳本 教朝, 高嶋 徹, 亀岡 航, 小林 美穂子
2. 発表標題 小型・低価格 Omni-SLR システムの開発: 追尾系と室内ターゲット測距
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大坪 俊通, 松尾 功二
2. 発表標題 SLR 非標準衛星の精密軌道決定 (1) 衛星形状モデルの導入
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松尾 功二, 大坪 俊通
2. 発表標題 SLR 非標準衛星の精密軌道決定 : (2) 地球重力場決定への効果
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宮原 伐折羅, 大坪 俊通, 横田 裕輔, 栗原 忍, M Sehnal
2. 発表標題 全球統合測地観測システム (GGOS) -最近の活動と日本での連携-
3. 学会等名 日本測地学会第138回講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大坪 俊通, 荒木 博志, 横田 裕輔, 松本 岳大, 小林 美穂子, 河野 賢司, 土井 浩一郎, 青山 雄一, 高嶋 徹, 柳本 教朝
2. 発表標題 小型・低価格 Omni-SLR 組み上げ試験 (1) 概要と追尾系
3. 学会等名 日本測地学会第138回講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 荒木 博志, 大坪 俊通, 横田 裕輔, 松本 岳大, 小林 美穂子
2. 発表標題 小型・低価格 Omni-SLR 組み上げ試験 (2) 光学系
3. 学会等名 日本測地学会第138回講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 横田 裕輔, 大坪 俊通, 荒木 博志, 松本 岳大, 河野 賢司
2. 発表標題 小型・低価格 Omni-SLR 組み上げ試験 (3) タイミング計測系
3. 学会等名 日本測地学会第138回講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Mizuno et al.
2. 発表標題 Deep-Space Synchronous Two-way Laser Ranging Experiment Using the LIDAR on board Hayabusa2
3. 学会等名 22nd International Workshop on Laser Ranging (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Otsubo, H. Araki, Y. Yokota, T. Matsumoto, M. Kobayashi, K. Kouno, K. Doi, Y. Aoyama, T. Takashima, N. Yanagimoto
2. 発表標題 System design and concept of small-size, low-cost, multi-purpose Omni-SLR System
3. 学会等名 22nd International Workshop on Laser Ranging (国際学会)
4. 発表年 2022年

1 . 発表者名 H. Araki, T. Otsubo, Y. Yokota, T. Matsumoto, M. Kobayashi
2 . 発表標題 Development of Omni-SLR System: (1) Optical subsystem
3 . 学会等名 22nd International Workshop on Laser Ranging (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 T. Otsubo, M. Kobayashi, H. Araki, Y. Yokota, T. Matsumoto, Tetsu Takashima
2 . 発表標題 Development of Omni-SLR System: (2) Tracking subsystem
3 . 学会等名 22nd International Workshop on Laser Ranging (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 Y. Yokota, T. Otsubo, H. Araki, T. Matsumoto, Kenji Kouno
2 . 発表標題 Development of Omni-SLR System: (3) Timing/software subsystem
3 . 学会等名 22nd International Workshop on Laser Ranging (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 J. Rodriguez, T. Otsubo
2 . 発表標題 Satellite Orientation effects on Centre of Mass Corrections
3 . 学会等名 22nd International Workshop on Laser Ranging (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Otsubo
2. 発表標題 Systematic range residuals 2021-2022
3. 学会等名 22nd International Workshop on Laser Ranging (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 横田 裕輔
2. 発表標題 GGOS, GGOS Japan, 日本測地学会におけるデータの取扱いの検討状況
3. 学会等名 ROIS-DS-JOINT 2022 共同研究集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大坪 俊通, 荒木 博志, 横田 裕輔, 土井 浩一郎, 國森 裕生, 小林 美穂子, 塚越 涼, 友松 雅人, 松本 岳大
2. 発表標題 SLR 装置の小型化・低価格化: Omni-SLR 進捗報告
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Y. Yokota, T. Otsubo, B. Miyahara
2. 発表標題 Activity of GGOS working group on DOIs for geodetic data sets from 2019 to 2021
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大坪 俊通, 宮原 伐折羅, 栗原 忍, 横田 裕輔, 高木 悠, 渡邊 俊一, 瀧口 博士, 青山 雄一, 松尾 功二
2. 発表標題 GGOS Japan: 2019-2021 トピックス
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Otsubo, B. Miyahara, S. Kurihara, Y. Yokota, Y. Takagi, S. Watanabe, H. Takiguchi, Y. Aoyama, K. Matsuo
2. 発表標題 Coordinating global geodesy in Japan: GGOS Japan
3. 学会等名 IAG Scientific Assembly 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Otsubo
2. 発表標題 Herstmonceux Virtual Station Tour
3. 学会等名 ILRS Virtual World Tour 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大坪 俊通, 荒木 博志, 横田 裕輔, 松本 岳大, 小林 美穂子, 土井 浩一郎, 國森 裕生, 中島 潤一
2. 発表標題 小型・低価格の衛星レーザー測距システム Omni-SLR (1) システムコンセプト
3. 学会等名 第65回宇宙科学技術連合講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 荒木 博志, 大坪 俊通, 横田 裕輔, 松本 岳大
2. 発表標題 小型・低価格の衛星レーザ測距システム Omni-SLR (2) 光学系設計
3. 学会等名 第65回宇宙科学技術連合講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 横田 裕輔, 大坪 俊通, 荒木 博志, 松本 岳大, 亀岡 航
2. 発表標題 小型・低価格の衛星レーザ測距システム Omni-SLR (3) ソフトウェア設計
3. 学会等名 第65回宇宙科学技術連合講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大坪 俊通, 荒木 博志, 横田 裕輔, 松本 岳大, 小林 美穂子, 土井 浩一郎, 国森 裕生, 中島 潤一
2. 発表標題 小型・低価格 Omni-SLR 要素技術開発 (1) システムコンセプト
3. 学会等名 日本測地学会第136回講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 荒木 博志, 大坪 俊通, 横田 裕輔, 松本 岳大, 小林 美穂子
2. 発表標題 小型・低価格 Omni-SLR 要素技術開発 (2) 光学系設計
3. 学会等名 日本測地学会第136回講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 横田 裕輔, 大坪 俊通, 荒木 博志, 松本 岳大, 亀岡 航
2. 発表標題 小型・低価格 Omni-SLR 要素技術開発 (3) ソフトウェア設計
3. 学会等名 日本測地学会第136回講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮原 伐折羅, 大坪 俊通, 横田 裕輔, 栗原 忍, M Sehnal
2. 発表標題 全球統合測地観測システム (GGOS) -最近の活動と日本での連携-
3. 学会等名 日本測地学会第136回講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大坪 俊通
2. 発表標題 グローバル宇宙測地技術としての衛星レーザー測距
3. 学会等名 レーザー学会学術講演会第42回年次大会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Otsubo, B. Miyahara, S. Kurihara, Y. Yokota
2. 発表標題 GGOS Japan: Seven-year history and hot topics
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名	U. Schreiber, M. R. Pearlman, C. E. Noll, E. C. Pavlis, J. M. Torre, T. Otsubo, M. Steindorfer
2. 発表標題	Recent Progress and Plans for Improvement of ILRS Infrastructure and Data Product Delivery
3. 学会等名	AGU Fall Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	大坪 俊通, 宮原 伐折羅, 栗原 忍, 横田 裕輔
2. 発表標題	GGOS Japan: グローバル宇宙測地推進剤として
3. 学会等名	VLBI懇談会シンポジウム (招待講演)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	横田 裕輔, 大坪 俊通, 宮原 伐折羅, 石川 直史, 渡邊 俊一
2. 発表標題	測地学分野におけるオープンデータ: グローバル測地学における議論と海底測地学における事例
3. 学会等名	地球電磁気・地球惑星圏学会講演会 (招待講演)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	大坪 俊通, 荒木 博志, 横田 裕輔, 土井 浩一郎, 国森 裕生, 小林 美穂子, 塚越 涼, 友松 雅人, 松本 岳大
2. 発表標題	SLR 装置の小型化・低価格化の試み: Omni-SLR 計画の概要
3. 学会等名	第134回日本測地学会講演会
4. 発表年	2020年

1 . 発表者名 T. Otsubo, B. Miyahara, Y. Yokota, S. Kurihara
2 . 発表標題 GGOS Japan 's roles and activities as a GGOS Affiliate
3 . 学会等名 JPGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Y. Yokota, B. Miyahara, T. Otsubo, Y. Murayama, H. Munekane, T. Ishikawa
2 . 発表標題 Activities of WG on DOIs in GGOS and DOI WG in GGOS Japan
3 . 学会等名 JPGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Y. Yokota, T. Ishikawa, B. Miharaya, T. Otsubo
2 . 発表標題 Issues and progress of open science in geodesy
3 . 学会等名 JPGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 G. Klopotek, R. Haas, T. Hobiger, T. Otsubo
2 . 発表標題 Satellite geodesy with VLBI in the GGOS era: observation concepts, geodetic products and the technical feasibility
3 . 学会等名 EGU General Assembly 2020 (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1. 発表者名	M. R. Pearlman, C. Noll, E. Pavlis, T. Otsubo, J.-M. Torre, U. Schreiber, G. Kirchner, M. Steindorfer Steindorfer
2. 発表標題	Recent Progress and Plans for Improvement of ILRS Infrastructure and Data Product Delivery
3. 学会等名	EGU General Assembly 2020 (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	T. Otsubo, B. Miyahara, Y. Yokota, S. Kurihara, H. Muneane, S. Watanabe, T. Miyazaki, H. Takiguchi, Y. Aoyama, K. Doi, Y. Fukuda, K. Matsuo, T. Jike, T. Matsumoto, R. Ichikawa
2. 発表標題	GGOS Japan: Uniting Space Geodetic Activities in Japan
3. 学会等名	EGU General Assembly 2020 (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	野村麗子, 新谷昌人, 並木則行, 松本晃治, 荒木博志, 浅利一善, 浅村和史, 白石浩章
2. 発表標題	太陽系小天体の内部構造探査を目指した重力偏差計の研究開発
3. 学会等名	JPGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	塩谷圭吾, 小林正規, 木村 淳, 並木則行, 荒木博志, 野田寛大, 押上祥子, 鹿島慎吾, 宇都宮 真, 石橋 高, 尾崎正伸, 水野貴秀, 斎藤義文, 東原和行, 鎌田俊一, 松本晃治
2. 発表標題	JUICE 搭載ガニメデレーザー高度計 (GALA) - 概要およびプロジェクト進捗
3. 学会等名	JPGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名 土井浩一郎, 大坪俊通, 荒木博志, 横田裕輔, 松本岳大, 國森裕生, 小林美穂子, 青山雄一
2. 発表標題 将来の南極運用をめざした小型の衛星レーザー測距システムの構想
3. 学会等名 第64回宇宙科学技術連合講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 河合晃司, 渡邊俊一, 中村優斗, 瀬尾徳常, 福良博子, 横田裕輔
2. 発表標題 下里水路観測所の人工衛星レーザー測距観測の紹介
3. 学会等名 第64回宇宙科学技術連合講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 横田裕輔
2. 発表標題 海洋音響工学関連の最新の研究動向
3. 学会等名 2020年度港湾及び海洋土木技術者のためのROV等水中機器類技術講習会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤田雅之, 松本良浩, 佐藤まりこ, 石川直史, 渡邊俊一, 横田裕輔
2. 発表標題 定常的なGNSS-A海底地殻変動観測技術の確立と地震学への貢献
3. 学会等名 2020年度日本地震学会秋季大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 横田裕輔
2. 発表標題 GNSS-A海底地殻変動観測による南海トラフ海底下のプレート間固着の検出およびその高感度化に基づく浅部スロースリップイベントの発見
3. 学会等名 日本測地学会第134回講演会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 T. Ishikawa, Y. Yokota, S. Watanabe
2. 発表標題 Open data action to publish the GNSS-A seafloor geodetic data
3. 学会等名 JPGU-AGU Joint Meeting 2020（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 S. Watanabe, N. Seo, Y. Nakamura, Y. Yokota, H. Fukura
2. 発表標題 Satellite Laser Ranging and GNSS observations in the Shimosato Hydrographic Observatory, Japan
3. 学会等名 JPGU-AGU Joint Meeting 2020（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 石川直史, 渡邊俊一, 横田裕輔, 中村優斗
2. 発表標題 海上保安庁の海底地殻変動観測の新解析戦略とデータの公開
3. 学会等名 日本測地学会第134回講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 渡邊俊一, 石川直史, 横田裕輔, 中村優斗
2. 発表標題 下里水路観測所におけるSLR及びGNSS観測によるグローバル測位
3. 学会等名 日本測地学会第134回講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮原伐折羅, 大坪俊通, 横田裕輔, 栗原忍
2. 発表標題 全球統合測地観測システム (GGOS) -役割と活動-
3. 学会等名 第18回VLBI技術開発センターシンポジウム
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

小型・低価格な衛星レーザー測距システム Omni-SLR https://www.miz.nao.ac.jp/rise/node/634.html 一橋大学地学研究室 http://geo.science.hit-u.ac.jp/

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	荒木 博志 (Araki Hiroshi) (10290884)	国立天文台・RISE月惑星探査プロジェクト・助教 (62616)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	横田 裕輔 (Yokota Yusuke) (30840540)	東京大学・生産技術研究所・准教授 (12601)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関