

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 20 日現在

機関番号：32635

研究種目：基盤研究(S)

研究期間：2016～2020

課題番号：16H06310

研究課題名(和文) 海洋GNSSブイを用いた津波観測の高機能化と海底地殻変動連続観測への挑戦

研究課題名(英文) A challenge to develop GNSS buoy system for high-functional tsunami monitoring and continuous observation of ocean-bottom crustal movements

研究代表者

加藤 照之 (Kato, Teruyuki)

大正大学・地域構想研究所・特命教授

研究者番号：80134633

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 141,900,000円

研究成果の概要(和文)：GNSSブイを用いた遠洋での海面変動の高精度観測のために精密単独測位方式を用いたデータ解析手法と商用衛星通信を導入し、観測に成功した。また、海底地殻変動連続観測のための新たなソフトウェアを開発するとともに、数か月に及ぶ連続的な観測を実施し、得られたデータから数cm精度による海底の位置座標推定を実現した。衛星通信に関する成果としては、ブイの揺動による信号揺らぎの影響評価を行い、揺動による受信信号の強度変化をモデル化することに成功し、また、多数のブイからの通信衛星へのデータ送信に関して効率的に信号を処理する新しい方法を提案した。さらに、気象学・電離層研究への応用可能性に関する新たな知見を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

GNSSブイを実質上距離制限の不要な遠洋で運用し、海面高を即時的かつ数cm精度で監視できることを実証した。これにより津波の早期発見と住民の避難に一層役立てられることが示された。また、海底地殻変動を高頻度かつ数cm精度で推定することができ、海底での短期的な変動をも捉えることができることを示した。これらに加え、衛星通信に関しても新たな手法が提案され、海洋での広範な利用が期待できる。海洋GNSSブイは、これらの他にも気象学や電離層研究にも用いることができるため、多目的の総合的な防災システムとして防災への貢献が期待できるばかりでなく、基礎的な地球科学の研究にも革新的なデータを提供できることを示した。

研究成果の概要(英文)：A new GNSS buoy system was developed for deploying at a far offshore. For this purpose, we used so-called PPP-AR method together with satellite communication link for sending precise orbits for PPP-AR and sending back the obtained coordinates of the buoy. The experiment at a fishery buoy off Cape Ashizuri, Kochi, Japan, showed that the sea-level change can be monitored in a few centimeter accuracy in real-time. We also evaluated the effects of phasing due to tilting of the buoy and found that it can be expressed by a log-normal distribution based on a buoy data. In addition, a new effective method of data uplink of the buoy data to a communication satellite was developed. On the challenge for the continuous observation of the ocean-bottom crustal movements, a new processing algorithm was developed and it was implemented in the buoy system. The results of the several months of experiment showed that the array position at the sea-bottom can be estimated with a few centimeters accuracy.

研究分野：固体地球物理学

キーワード：GNSSブイ 津波防災 海底地殻変動連続観測 衛星通信技術

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) GNSS プイを用いた津波早期検知の技術は波浪計として実用化されたが、技術的制限により設置位置が沿岸から 20km 以内に制限されてきた。この制限を克服して遠洋でも利用可能とするための技術が望まれてきた。このために新たな測位方式と衛星通信を利用した新しい津波早期検知方式の基礎的な実験が開始されていた。

(2) 海底の地殻変動を検出する技術として船舶に搭載した GNSS 測位と海中の音速を計測する技術を組み合わせた GNSS-音響方式が格段に発展してきたが、船舶を用いた GNSS 測位のため観測頻度が年数回程度と制約を受けてきた。これを克服して、例えば毎日程度に、連続的に海底地殻変動を計測することで海溝型巨大地震の発生領域である海底において連続的に地殻変動を高精度に計測する技術が求められていた。

(3) 気象学や電離層研究の分野において陸上観測を用いた大気・電離層研究が進んでいたものの、海上での GNSS 計測が気象予測や電離層擾乱の研究への応用が可能となることから海上での GNSS 観測への期待が高まっていた。

(4) 上記 3 つの分野を統合した GNSS プイの海上アレイ観測が提唱され、基礎的な研究開発が開始されていた。

2. 研究の目的

(1) 精密単独測位 (PPP-AR) と呼ばれる方式と衛星通信を用いた新たなシステムを構築し、遠洋での潮位変動を cm 精度で計測する技術を確立する。また、将来の海洋プイアレイに必要な専用衛星に関する仕様を検討する。

(2) GNSS プイを用いた海底地殻変動の連続観測の手法を開発・実施する。

(3) GNSS プイで取得されるデータから気象学に有用な可降水量及び電離層の全電子数を抽出し、気象学や電離層研究に適用可能であることを、精度評価等を実施して確認する。

3. 研究の方法

(1) 海洋プイは足摺岬沖で高知県が運用している漁礁用のプイを借用し、プイ上に GNSS 観測・解析装置、衛星通信装置、海底観測用のトランスジューサとデータ収集・解析機器及び電源用の太陽電池・蓄電池等を設置して運用した。GNSS データの解析には単独の測位で cm 精度が得られる精密単独測位方式を用いたが、このためには精密な衛星の位置と時刻のリアルタイム補正情報が別途必要であるため、衛星通信は補正情報のプイへの送信とプイ上での解析結果を陸側に送り返す双方向で実施した。

(2) 海底地殻変動の連続観測のために新たな解析ソフトウェアを開発し、適用した。GNSS-音響方式ではプイと海底に置かれた音波の送受波装置の間の距離を計測するため、プイにトランスジューサをまた海底にはプイを取り巻くように 3 か所にトランスポンダーと呼ばれる送受波装置を設置した。また、距離の正確な計測のためには海水の音速構造を知る必要があり、またトランスポンダーの変位を高精度で測定するには 3 つのトランスポンダーで構成される海底ベンチマークの形状を決定しておく必要があるため、弓削商船高専所有の弓削丸を借用し、プイ周辺において CTD 計測と海底ベンチマークの形状決定を実施した。

(3) プイで得られた GNSS データは別途、関係の気象学及び電離層研究者に依頼して精度評価を行い、気象学や電離層研究に有用であるかの調査を行った。

(4) 将来の海洋ブイアレイのための衛星通信として、商用衛星ではコスト上課題があることから専用の衛星を開発することが考えられる。このための仕様や安定的な通信のための技術的課題の洗い出しを行うための実験を実施した。

4. 研究成果

本研究課題については申請の段階において(1)津波計としての高機能化、(2)海底地殻変動連続観測、(3)気象学・電離層研究への応用可能性の3つに学術成果としての目的を設定して研究を進めた。

(1)については、申請書では「GNSS 津波計に関しては、PPP-AR の精度向上のための精密な衛星位置と時計の補正情報のブイへの伝送方式を確立すること、また、商用衛星等を用いた場合のブイの揺動による伝送率低下の問題を解決するため、フェージングシミュレータを開発して実験を行い、将来のブイアレイによる衛星データ伝送のための高精度で欠測の少ない連続通信方式を実験的に確立する。」と書かれた。このうち、前半に書かれている、「精密な衛星位置と時計の補正情報のブイへの伝送方式の確立」については、日立造船株の協力のもと、同社の精密暦生成センターにおいて国土地理院のGEONETデータを用いた解析によるデータを、また衛星通信においてはソフトバンク社の協力のもと、同社が運用している衛星通信システム（衛星はThurayaを利用）を、いずれも有償により利用することができた。これらを利用することで、ブイ上でPPP-ARと呼ばれるGNSS衛星の精密な位置・時計を用いた精密単独測位が可能となった。こうして組み上げられた本研究によるシステムを図1に示す（論文、）。また、図2にこのシステムを用いて取得したデータの一例を示す（論文、）。同図上段は短周期変動計測安定性で定評のあるPVD法で解析したものでPPP-ARがほぼ同一の解を得てい

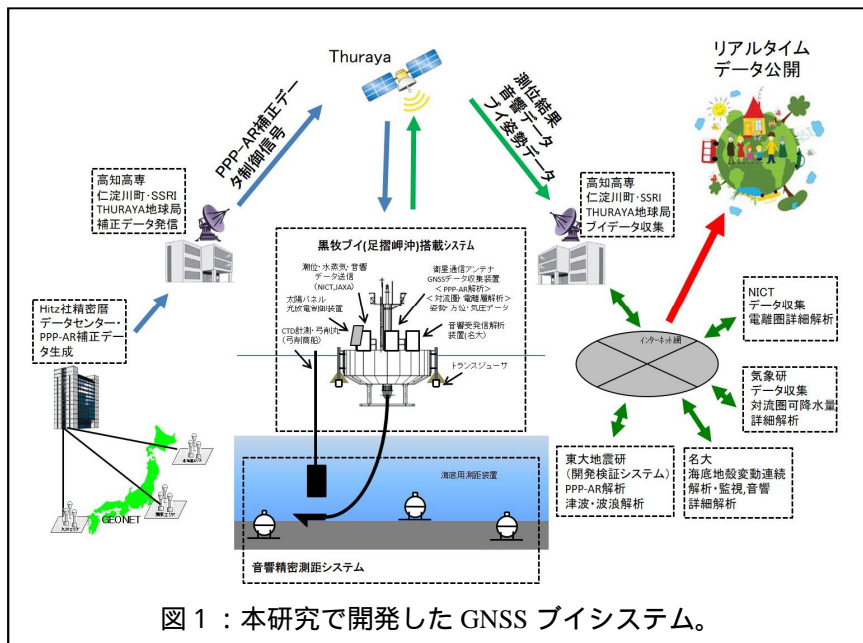


図1：本研究で開発したGNSSブイシステム。

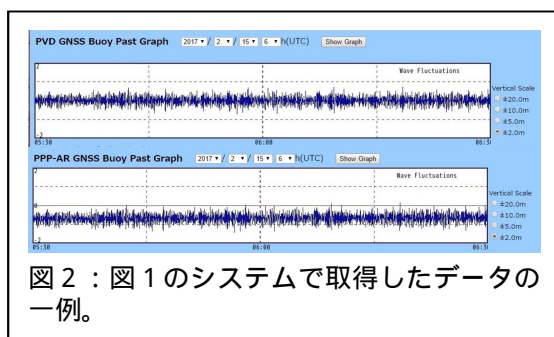


図2：図1のシステムで取得したデータの一例。

ることを示す。

PPP-ARの解析結果は数秒程度の短周期から長周期のDC成分までを含んでいるのでフィルターによって短周期成分と長周期成分を分離してWeb上でリアルタイム表示を行っている。

一方、後半の衛星通信の高機能化については、フェージングシミュレータをハードウェアとして開発することはできな

かったものの、ハードウェアではブイの揺動による衛星通信の欠測率の低下のためのジンバルを用いた実験を実施し、得られたデータを数値解析することによりブイの揺動と受信信号電力との関係を数理モデルによって記

述できることを明らかにすることができたほか（論文 ）、将来、多数のブイを用いた海洋アレイを展開して衛星通信を介してデータ収集を行うことを想定し、低軌道周回衛星のような通信可能な時間が短時間に限られる場合でも、データ欠測の少ない通信を実現する新しい伝送方式を考案し（論文 ）、少数の通信衛星によって非常に多数のブイとの衛星通信を効率的に実施できる手法を開発することに成功した。この方式は汎用のものであり、今後海洋におけるブイや構築物等と陸を結ぶ衛星通信分野が発展すれば基盤的な衛星通信の技術として活用できる可能性を秘めており、重要な成果といえる。

(2)については、申請書では「GNSS ブイを用いた海底地殻変動連続観測システムによるcm 級の高精度音響測距、及び海底位置決定が可能であることを示すとともに、通信衛星を介して音響測距結果等のデータを連続的に送信するためのデータ量の圧縮方式を確立し、実際に連続的な観測を行って、海底地殻変動を実験的に明らかにする。」と記載している。本研究においてはGNSS 音響結合による海底地殻変動計測において、これまで用いられてきた船舶を用

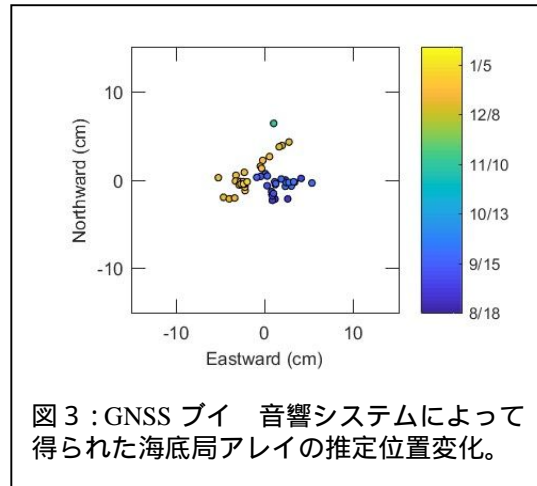
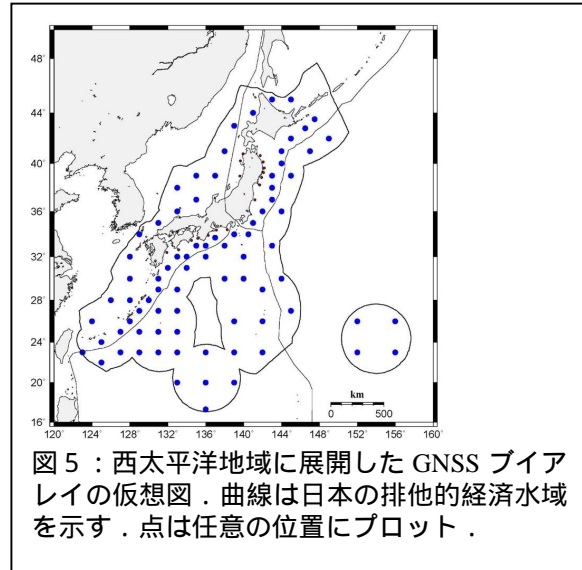
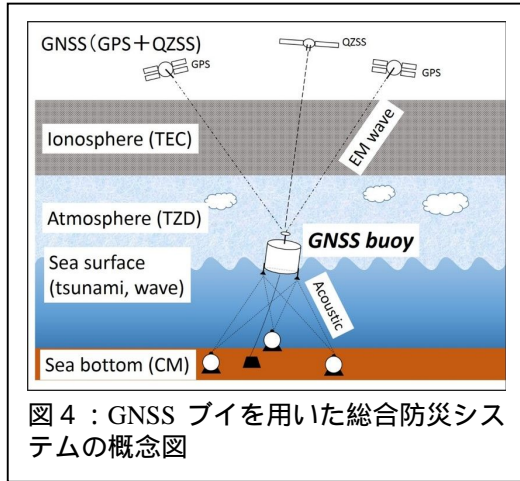


図3：GNSS ブイ 音響システムによって得られた海底局アレイの推定位置変化。

いた間歇的な計測と異なり、GNSSブイを活用した連続計測を試みた。GNSS 音響結合を用いた海底地殻変動計測においては、音響を用いたブイと海底局の距離が重要な計測データとなるが、この原記録をそのまま衛星通信で陸上へ送って読み取るのでは通信データ量が大量になることから、ブイ上に解析処理装置を設置し、海底局からの音響データから直接到達波を読み取るアルゴリズムを導入した。この試みが成功し、確度高く到達記録の読み取りが行われることを確認した（論文 ）。この結果、ブイから陸への伝送データが、ブイ 海底局間の距離の値だけになり、申請時に企図した送信データ量の大幅な低減を実現することに成功した。また、この方式を適用することで海底局の位置を約数か月間にわたって自動計測することに成功し、その間の海底の位置が3cm程度の推定誤差で決定できることが示された（図3、論文 ）。これは世界初の成果といってよい。

(3)に関しては申請書では「ブイに搭載したGNSS から水蒸気量及び電離層全電子数TEC を抽出し、その精度評価とともに、気象予報や電離層研究へのインパクトを調査する。」と記載している。本計画では開始当初より関係する気象研と情報通信研究機構の研究者に連携研究者として参画していただき、これらの方々からブイで取得されたデータを提供して、気象学及び電離層研究のいずれにも適用可能な精度を有するものであるとの評価をいただいた（論文 ）。

以上は、研究計画に沿って得られた研究成果であるが、この成果によってこれまでは沿岸の20km以内に限定されていたGNSSブイによる潮位の計測が海洋のほぼどこでも設置できる可能性が示された。そもそもこのような海洋に設置されたブイで潮位他各種の地球科学的計測を実施しようとする研究は見当たらず、世界的に見てもユニークな研究であるといえる。また、本研究で示したように、GNSSブイを用いることで海底地殻変動と潮位（津波、波浪）はもとより大気中の可降水量や電離層の全電子数も計測できることになる（図4、論文 、 、 、 、 ）。このような海洋ブイを多数海上に展開し、専用の通信衛星を介してデータを陸上にリアルタイム伝送・監視できれば、これらの物理パラメータを活用することにより多くの自然災害の軽減に寄与する重要な資料となるばかりでなく、基礎的な自然科学（固体地球物理学、



海洋物理学、大気物理学、電離層研究等）
に新たな観測データを提供できることにな

り、自然科学分野、防災分野において大きなインパクトが与えられると考えられる。図 5 はこのような一案として北西太平洋の日本をとりまく排他的経済水域内に多数のブイを設置するという将来像を示したものである（図 4、論文、[、](#)[、](#)[、](#)[、](#)）。

一方、本研究で十分に吟味できなかった要素技術として、長年にわたって安定的かつ自律的に運用できるブイシステムの開発が求められるところであり、技術的な開発研究は引き続き必要であり、これらを克服して海洋ブイアレイを実現するために本計画の次のステップを日本学術会議の科学者委員会が検討を進めている大型研究計画への申請提案（課題名：海陸・掘削統合観測による革新的地震・噴火予測科学 - 沈み込み帯の時空間情報科学の挑戦 - ）の一部として申請中である。

< 引用文献 >

Kato, T., Y. Terada, K. Tadokoro, and A. Futamura (2022) Developments of GNSS buoy for a synthetic geohazard monitoring system, Proc. Jpn. Acad., Ser. B 98, 49-71. <https://doi.org/10.2183/pjab.98.004> 査読有

加藤照之・寺田幸博・田所敬一・二村彰 (2022) GNSS を用いた地球科学・災害監視のための総合海洋アレイ、月刊 地球、Vol. 44、No.1、44-51。 査読無

Takizawa, K., S. Yamamoto, Y. Terada, and T. Kato (2021) Non-orthogonal multiple access (NOMA) in IoT non-terrestrial network for GNSS buoy array in the ocean, IEEE VTC2021 Fall meeting (online), 27 September – 28 October, 2021. 査読有

Tadokoro, K., N. Kinugasa, T. Kato, Y. Terada, and K. Matsuhira, A Marine-Buoy-Mounted System for Continuous and Real-Time Measurement of Seafloor Crustal Deformation, (2020) Front. Earth Sci., 8:123, doi:10.3389/feart.2020.00123 査読有

Teruyuki Kato, Yukihiro Terada, Keiichi Tadokoro, Natsuki Kinugasa, Akira Futamura, Morio Toyoshima, Shin-ichi Yamamoto, Mamoru Ishii, Takuya Tsugawa, Michi Nishioka, Kenichi Takizawa, Yoshinori Shoji, Hiromu Seko, Tadahiro Iwasaki, and Naokiyo Koshikawa (2018) Development of GNSS Buoy for a Synthetic Geohazards Monitoring System," Journal of Disaster Research, Vol.13, No.3, 460-471. <https://doi.org/10.20965/jdr.2018.p0460> 査読有

加藤照之・寺田幸博 (2018) GNSS を用いた総合防災ブイの開発，地質工学，15，33-38。 査読無

滝沢賢一・山本伸一・豊嶋守生・二村彰・寺田幸博・加藤照之 (2017) 海洋 GNSS ブイからの洋上・衛星間データ収集を想定した電波伝搬モデルの構築、信学技報、Vol.117、No.174、SAT2017-39、99-102。 査読無

Teruyuki Kato, Yukihiro Terada, Keiichi Tadokoro, Akira Futamura, Morio Toyoshima, Shin-ichi Yamamoto, Mamoru Ishii, Takuya Tsugawa, Michi Nishioka, Kenichi Takizawa, Yoshinori Shoji, Tadahiro Iwasaki, Naoyuki Koshikawa (2017) GNSS buoy array in the ocean for a synthetic geohazards monitoring system, in Proceedings of the twenty-seventh International Ocean and Polar Engineering Conference, pp.777-782, San Francisco, CA, USA, June 25-30, 2017, ISBN978-1-880653-97-5, ISSN 1098-6189. 査読有

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 5件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 寺田幸博・加藤照之	4. 巻 66
2. 論文標題 GPS津波計・波浪計・潮位計	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 非破壊検査	6. 最初と最後の頁 178-182
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 Kato, T., Y. Terada, K. Tadokoro, A. Futamura, M. Toyoshima, S. Yamamoto, M. Ishii, T. Tsugawa, M. Nishioka, K. Takizawa, Y. Shoji, T. Iwasaki, N. Koshikawa	4. 巻 -
2. 論文標題 GNSS Buoy Array in the Ocean for a Synthetic Geohazards Monitoring System	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proc. Twenty-seventh International Ocean and Polar Engineering Conference San Francisco	6. 最初と最後の頁 777-782
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 滝沢賢一, 山本伸一, 豊嶋守生, 二村彰, 寺田幸博, 加藤照之	4. 巻 117
2. 論文標題 海洋GNSSブイからの洋上・衛星間データ収集を想定した電波伝搬モデルの構築	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 信学技報	6. 最初と最後の頁 99-102
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 T. Kato, Y. Terada, K. Tadokoro, N. Kinugasa, A. Futamura, M. Toyoshima, S. Yamamoto, M. Ishii, T. Tsugawa, M. Nishioka, K. Takizawa, Y. Shoji, H. Seko, T. Iwasaki, and N. Koshikawa	4. 巻 13
2. 論文標題 Development of GNSS Buoy for a Synthetic Geohazards Monitoring System	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Disaster Research	6. 最初と最後の頁 460-471
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20965/jdr.2018.p0460	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 加藤照之・寺田幸博	4. 巻 15
2. 論文標題 GNSSを用いた総合防災ブイの開発	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 地質工学	6. 最初と最後の頁 33-38
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Tadokoro, K., N. Kinugasa, T. Kato, Y. Terada, and K. Matsuhiro	4. 巻 14
2. 論文標題 A Marine-Buoy-Mounted System for Continuous and Real-Time Measurement of Seafloor Crustal Deformation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Earth Science	6. 最初と最後の頁 8:123
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/feart.2020.00123	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 田所敬一	4. 巻 6
2. 論文標題 リアルタイム・連続海域観測	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本地震学会モノグラフ	6. 最初と最後の頁 12-15
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 加藤照之	4. 巻 70
2. 論文標題 GNSSを用いた総合防災ブイシステム	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 神奈川県温泉地学研究所観測だより	6. 最初と最後の頁 11-20
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Takizawa, K., S. Yamamoto, Y. Terada, and T. Kato	4. 巻 -
2. 論文標題 Non-orthogonal multiple access (NOMA) in IoT non-terrestrial network for GNSS buoy array in the ocean	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the IEEE VTC2021 Fall meeting	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 加藤照之・寺田幸博・田所敬一・二村彰	4. 巻 44
2. 論文標題 GNSSを用いた地球科学・災害監視のための総合海洋アレイ	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 月刊 地球	6. 最初と最後の頁 44-51
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 Kato, T., Y. Terada, K. Tadokoro, and A. Futamura	4. 巻 98
2. 論文標題 Developments of GNSS buoy for a synthetic geohazard monitoring system	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the Japan Academy Series B	6. 最初と最後の頁 49-71
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2183/pjab.98.004	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34件 (うち招待講演 7件 / うち国際学会 15件)

1. 発表者名 Teruyuki Kato
2. 発表標題 Update of the project of development of GNSS buoy for a synthetic disaster mitigation system
3. 学会等名 8th Multi-GNSS Asia (MGA) Conference (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 加藤照之
2. 発表標題 海洋GNSSブイを用いた総合防災システムの開発
3. 学会等名 リアルタイム測地データによる地震・津波規模即時予測に関する研究集会（招待講演）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Teruyuki Kato
2. 発表標題 GNSS buoy array in the Pacific for natural disaster mitigation
3. 学会等名 The First Pacific Regional Workshop on Multi-Hazard Risk Assessment and Early Warning Systems by Using Space and GIS Applications, Nadi, Fiji（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 T. Kato, Y. Terada, K. Tadokoro, A. Futamura, M. Toyoshima, S. Yamamoto, M. Ishii, T. Tsugawa, M. Nishioka, K. Takizawa, Y. Shoji, T. Iwasaki and N. Koshikawa
2. 発表標題 Developments of GNSS Buoy for a Synthetic Geohazards Monitoring System
3. 学会等名 Twelfth Meeting of the International Committee on Global Navigation Satellite System（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 加藤照之・寺田幸博・田所敬一・衣笠菜月・二村彰・多田光男・小司禎教・瀬古弘・石井守・津川卓也・西岡未知・豊嶋守生・山本伸一・滝沢賢一・越川尚清
2. 発表標題 新たな海洋総合防災GNSSブイアレイの開発
3. 学会等名 日本測地学会第128回講演会
4. 発表年 2017年

1 . 発表者名 T. Kato, Y. Terada, K. Tadokoro, A. Futamura, M. Toyoshima, S. Yamamoto, M. Ishii, T. Tsugawa, M. Nishioka, K. Takizawa, Y. Shoji, T. Iwasaki and N. Koshikawa
2 . 発表標題 GNSS Buoy Array in the Ocean for a Synthetic Geohazards Monitoring System
3 . 学会等名 IAG- IASPEI 2017 (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 T. Kato, Y. Terada, K. Tadokoro, A. Futamura, M. Toyoshima, S. Yamamoto, M. Ishii, T. Tsugawa, M. Nishioka, K. Takizawa, Y. Shoji, T. Iwasaki and N. Koshikawa
2 . 発表標題 GNSS Buoy Array in the Ocean for a Synthetic Geohazards Monitoring System
3 . 学会等名 International Offshore and Polar Engineering Conference (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 T. Kato, Y. Terada, K. Tadokoro, A. Futamura, M. Toyoshima, S. Yamamoto, M. Ishii, T. Tsugawa, M. Nishioka, K. Takizawa, Y. Shoji, T. Iwasaki and N. Koshikawa
2 . 発表標題 GNSS buoy array in the ocean for a synthetic geohazards monitoring system
3 . 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017 (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 加藤照之
2 . 発表標題 GNSSブイを用いた総合防災ブイアレイ構想の現状と将来への展望
3 . 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4 . 発表年 2018年

1. 発表者名 衣笠菜月, 田所敬一, 稲垣駿, 寺田幸博, 二村彰, 加藤照之
2. 発表標題 海洋GNSSブイを用いた海底地殻変動連続観測のための音響信号処理装置の開発
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田所敬一, 衣笠菜月, 稲垣駿, 二村彰, 加藤照之, 寺田幸博, 松廣健二郎
2. 発表標題 海洋GNSSブイを活用した海底地殻変動観測システムの開発
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田所敬一, 衣笠菜月, 加藤照之, 寺田幸博, 松廣健二郎
2. 発表標題 係留ブイを用いた海底地殻変動連続観測のための音響測距試験
3. 学会等名 測地学会第130回講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 衣笠菜月, 田所敬一, 加藤照之, 寺田幸博
2. 発表標題 ブイによる海底地殻変動連続観測のための解析手法の開発
3. 学会等名 測地学会第130回講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Keiichi Tadokoro, Natsuki Kinugasa, Teruyuki Kato and Yukihiro Terada
2. 発表標題 Experiment of acoustic ranging from GNSS buoy for continuous seafloor crustal deformation measurement
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Natsuki Kinugasa, Keiichi Tadokoro, Akira Futamura, Yukihiro Terada, and Teruyuki Kato
2. 発表標題 Development of analysis method for ocean bottom crustal deformation by continuous observation using marine GNSS buoy
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kinugasa, N., K. Tadokoro, Y. Terada, T. Kato
2. 発表標題 Observation for seafloor crustal deformation using moored buoy by GNSS-A technique considering the heterogeneity of sound speed in ocean
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2019, San Francisco, USA (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 加藤照之・寺田幸博
2. 発表標題 GNSSブイを用いた総合防災システムについて～現状と課題～
3. 学会等名 測位航法学会 GPS/GNSSシンポジウム
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Kato, T.
2 . 発表標題 Recent developments of GNSS buoy for a synthetic disaster mitigation system in the ocean
3 . 学会等名 Economic and Social Commission for Asia and the Pacific 2019 (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Shoji, Y., T. Kato, Y. Terada, T. Tsuda, M. Yabuki
2 . 発表標題 Study of Water Vapor Monitoring in the Open Ocean using Kinematic Precise Point Positioning
3 . 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Shoji Y., Tsuda T., Kato T. ,Terada Y., Yabuki M.
2 . 発表標題 Ocean Platform GNSS Meteorology for Heavy Rainfall Prediction
3 . 学会等名 European Space Agency (ESA), 2019 Living Planet Symposium, Milan, Italy (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Shoji, Y., T. Kato, Y. Terada, T. Tsuda, and M. Yabuki
2 . 発表標題 Maritime Water Vapor Estimation using Ocean Platform GNSS Measurement
3 . 学会等名 Conference on Mesoscale Convective Systems and High-Impact Weather in East Asia (ICMCS) XIII (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 Tadokoro, K., N. Kinugasa, T. Kato, Y. Terada, A. Futamura and K. Matsuhiro
2. 発表標題 Continuous acoustic ranging from a GNSS buoy for the new method of seafloor crustal deformation measurements
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kinugasa, N., K. Tadokoro, Y. Terada, T. Kato
2. 発表標題 Analysis for GNSS/acoustic ocean bottom crustal deformation considering the heterogeneity of sound speed structure in ocean
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木下正高、平田直、篠原雅尚、入船徹男、鍵裕之、加藤照之、小野重明、道林克禎、阿部なつ江、稲垣史生、小村健太郎、小原一成
2. 発表標題 リアルタイム観測・大深度掘削・高圧実験の統合による沈み込み帯4D描像
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 瀬古弘，小泉耕，小司禎教，加藤照之
2. 発表標題 船舶やブイで観測したGNSSデータを用いた同化実験
3. 学会等名 日本気象学会2019年度春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kato, T.
2. 発表標題 Recent developments of GNSS buoy for a synthetic disaster mitigation system in the ocean
3. 学会等名 Multi GNSS Asia 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 加藤照之・寺田幸博
2. 発表標題 GNSSブイを用いた総合防災システムについて～現状と課題～
3. 学会等名 測位航法学会 GPS/GNSSシンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田所敬一
2. 発表標題 リアルタイム・連続海域観測
3. 学会等名 日本地震学会特別シンポジウム「南海トラフ地震臨時情報：科学的データや知見の活用」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 衣笠 菜月・田所 敬一・加藤 照之・寺田 幸博
2. 発表標題 係留ブイを用いたGNSS-Aによる海底地殻変動観測のための解析手法の開発
3. 学会等名 地球惑星科学連合大会2020年大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田所 敬一・衣笠 菜月・加藤 照之・寺田 幸博・松廣 健二郎
2. 発表標題 Buoy-mounted system for continuous and real-time seafloor crustal deformation measurements
3. 学会等名 地球惑星科学連合大会2020年大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kato, T.
2. 発表標題 Recent developments of GNSS buoy for a synthetic disaster mitigation system in the ocean
3. 学会等名 MGA 2020 Online Seminar (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 衣笠菜月・田所敬一・加藤照之・寺田幸博
2. 発表標題 係留ブイによる GNSS-A 海底地殻変動観測のための解析手法の研究
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 Takizawa, K., S. Yamamoto, Y. Terada, and T. Kato
2. 発表標題 Non-orthogonal multiple access (NOMA) in IoT non-terrestrial network for GNSS buoy array in the ocean
3. 学会等名 IEEE VTC2021 Fall meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 加藤 照之・寺田 幸博・田所 敬一・二村 彰
2. 発表標題 海洋GNSSブイを用いた津波観測の高機能化と海底地殻変動連続観測への挑戦～レビューと今後の課題～
3. 学会等名 地球惑星科学連合大会2022年大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/wp-content/wp-content/uploads/2016/08/b012f9b5c894b504ca4bbe261c3763a3.pdf http://cms.kochi-ct.ac.jp/news/archives/68 http://www.yuge.ac.jp/archives/5687 http://www.mri-jma.go.jp/Topics/H28/280824/Press_20160824ER1.html 海洋GNSSブイを用いた津波観測の高機能化と海底地殻変動連続計測への挑戦
--

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	寺田 幸博 (Terada Yukihiro) (30442479)	高知工業高等専門学校・その他部局等・客員教授 (56401)	
研究分担者	田所 敬一 (Tadokoro Keiichi) (70324390)	名古屋大学・環境学研究所・准教授 (13901)	
研究分担者	二村 彰 (Futamura Akira) (90332080)	弓削商船高等専門学校・商船学科・教授 (56302)	

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
研究協力者	衣笠 菜月 (Kinugasa Natsuki)		
研究協力者	岩崎 匡宏 (Iwasaki Tadahiro)	国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構・第一宇宙技術部門・主任研究員 (82645)	2018年3月まで
研究協力者	越川 尚清 (Koshikawa Naokiyo)	国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構・第一宇宙技術部門・主任開発員 (82645)	2019年3月まで
連携研究者	瀬古 弘 (Seko Hiromu) (60354445)	気象庁気象研究所・気象観測研究部・部長 (82109)	
連携研究者	小司 禎教 (Shoji Yoshinori) (70354446)	気象庁気象研究所・気象観測研究部・室長 (82109)	
連携研究者	石井 守 (Ishii Mamoru) (20359003)	国立研究開発法人情報通信研究機構・電磁波研究所・研究センター長 (82636)	
連携研究者	津川 卓也 (Tsugawa Takuya) (20377782)	国立研究開発法人情報通信研究機構・電磁波研究所・室長 (82636)	
連携研究者	西岡 未知 (Nishioka Michi) (20582589)	国立研究開発法人情報通信研究機構・電磁波研究所・主任研究員 (82636)	

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
連携研究者	豊嶋 守生 (Toyoshima Morio) (00500547)	国立研究開発法人情報通信研究機構・ネットワーク研究所・研究センター長 (82636)	
連携研究者	山本 伸一 (Yamamoto Shin-ichi) (50358933)	国立研究開発法人情報通信研究機構・ネットワーク研究所・研究技術員 (82636)	
連携研究者	滝沢 賢一 (Takizawa Ken'ichi) (70462877)	国立研究開発法人情報通信研究機構・ネットワーク研究所・室長 (82636)	

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