

(1) 実施機関名：

海上保安庁

(2) 研究課題（または観測項目）名：

海底地殻変動観測

(3) 関連の深い建議の項目：

5 研究を推進するための体制の整備

(3) 研究基盤の開発・整備

イ. 観測・解析技術の開発

(4) その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究

(2) 低頻度大規模地震・火山噴火現象の解明  
地震

2 地震・火山噴火の予測のための研究

(1) 地震発生の新たな長期予測

ア. 海溝型巨大地震の長期予測

(2) 地殻活動モニタリングに基づく地震発生予測

ア. プレート境界滑りの時空間変化の把握に基づく予測

5 研究を推進するための体制の整備

(2) 総合的研究

ア. 南海トラフ沿いの巨大地震

(5) 総合的研究との関連：

南海トラフ沿いの巨大地震

(6) 本課題の5か年の到達目標：

プレート境界の固着状態の把握のため、GNSS-音響測距結合方式による海底地殻変動観測を継続する。観測点の増設によって空間分解能の向上を図るとともに、測位精度および時間分解能の向上を目指した技術開発を行い、固着状態の時間変化の把握に努める。

(7) 本課題の5か年計画の概要：

日本海溝沿い、南海トラフ沿いなど、日本近海の花溝型巨大地震の震源域となる海域において、海底地殻変動観測を継続するとともに、観測の高度化のための技術開発を行う。

(8) 令和5年度及び計画期間中（令和元年度～5年度）の成果の概要：

・今年度の成果の概要

海溝型地震震源域海底において、GNSS-音響測距結合方式（GNSS-A）による地殻変動観測を継続して実施した。日本海溝沿いにおける観測から、東北地方太平洋沖地震の余効変動が続いていること（図1）、南海トラフ沿いにおける観測から、プレート境界固着の影響による地殻変動を観測している（図2）。

Markov Chain Monte Carlo (MCMC)法を用いた新たな解析手法の検討(Watanabe et al., 2023や数

値シミュレーションによる誤差解析など、さらなる精度向上を目指した解析技術の研究を進めている。また、音響機器の機種依存の誤差が明らかになりつつあり、水槽実験等を通じて機器特性を把握するための研究を進めている（中村他、2023）。

・計画期間中（令和元年度～5年度）の成果の概要

日本海溝・南海トラフ周辺の海底においてGNSS-音響測距結合方式（GNSS-A）による地殻変動観測を定常的に実施している。観測結果は、地震調査研究推進本部地震調査委員会や気象庁南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会に定期的に報告を行い、地殻活動の現状評価の資料として活用されている。

南海トラフの観測データから浅部スロースリップ由来と考えられる非定常の変動を複数の観測点で検出した（Yokota and Ishikawa, 2020）。

GNSS-Aの最大の誤差要因である海中音速場変動の推定の高度化を進め、新たな手法を実装したソフトウェアのソースコードを公開した（Watanabe et al., 2020）。

東北沖地震後10年にわたる海底地殻変動観測データから、余効変動を詳細に調査した結果、福島県沖の海溝軸付近に大きな地震時すべりが生じていたことを示唆する結果を得た（Watanabe et al., 2021）。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

海域における地殻変動観測を安定的・継続的に実施し、成果を政府関連会議に定期的に報告することで国の地震防災対策に貢献している。また、観測データや解析ソフトウェアを公開することで、海底測地分野の研究の推進に貢献している。

(9) 令和5年度の成果に関連の深いもので、令和5年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Watanabe, S., T. Ishikawa, Y. Nakamura and Y. Yokota, 2023, Full-Bayes GNSS-A solutions for precise seafloor positioning with single uniform sound speed gradient layer assumption, Journal of Geodesy, 97, 89, doi:10.1007/s00190-023-01774-6, 査読有, 謝辞無

中村優斗, 石川直史, 秋山裕平, 渡邊俊一, 黒田泰成, 望月将志, 横田裕輔, 2023, 海底地殻変動観測で用いる海底基準局のディレイタイムの計測について, 海洋情報部研究報告, 61, 19-27, 査読有, 謝辞無

海上保安庁, 2023, 日本海溝沿いの海底地殻変動観測結果, 地震予知連絡会会報, 110, 62, 査読無, 謝辞無

海上保安庁, 2023, 南海トラフ沿いの海底地殻変動観測結果, 地震予知連絡会会報, 110, 281, 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

Nakamura, Y., Ishikawa, T., Watanabe, S., Nagae, K., Yokota, Y., 2023, Japan Coast Guard's GNSS-A seafloor geodetic observation: analysis scheme and development of data format, EGU General Assembly 2023

Nagae, K., Ishikawa, T., Watanabe, S., Nakamura, Y., Yokota, Y., 2023, Various error factors in GNSS-A seafloor geodetic observation, EGU General Assembly 2023

渡邊俊一, 石川直史, 中村優斗, 永江航也, 横田裕輔, 2023, 広く使えるベイズ情報量基準（WBIC）の適用によるGNSS-A解析ソフトウェアGARPOS-MCMCにおけるモデル評価, JpGU 2024, SGD01-P12

石川直史, 横田裕輔, 永江航也, 中村優斗, 渡邊俊一, 2023, 海上保安庁のGNSS-A海底地殻変動観測の現状と最近の課題, JpGU 2024, SSS12-02

永江航也, 横田裕輔, 石川直史, 渡邊俊一, 中村優斗, 2023, 水槽実験によって明らかになったGNSS-A海底地殻変動観測における機器・角度依存誤差, JpGU 2024, SCG52-04

中村優斗, 横田裕輔, 石川直史, 渡邊俊一, 永江航也, 2023, GNSS-A解析ソフトウェア「GARPOS」の音速場モデルに関する数値的考察, JpGU 2024, SCG52-05

石川直史, 横田裕輔, 永江航也, 中村優斗, 渡邊俊一, 2023, GNSS-A測位で用いられる音響測距技術の諸問題, 海洋音響学会2023年度研究発表会

Watanabe, S., Ishikawa, T., Nakamura, Y., Nagae, K., Yokota, Y., 2023, Another implementation of GARPOS-MCMC for the full-Bayes GNSS-A seafloor precise positioning analysis with the widely applicable Bayesian information criterion, IUGG 2023

Nakamura, Y., Ishikawa, T., Watanabe, S., Nagae, K., Yokota, Y., 2023, Japan Coast Guard's GNSS-A seafloor crustal deformation observation and the data strategy, IUGG 2023

永江航也, 横田裕輔, 石川直史, 渡邊俊一, 中村優斗, 2023, SGO-A での音響信号読み取り方法の改良, 日本測地学会第140回講演会  
中村優斗, 石川直史, 横田裕輔, 渡邊俊一, 永江航也, 2023, シンプルな数値モデルとPythonライブラリ「PyMC」によるGNSS-Aの測位精度評価, 日本地震学会2023年度秋季大会, S21P-13  
渡邊俊一, 石川直史, 中村優斗, 永江航也, 横田裕輔, 2023, GNSS-A海底地殻変動観測の解析における渡辺ベイズ, 日本地震学会2023年度秋季大会, S21-04  
永江航也, 横田裕輔, 石川直史, 渡邊俊一, 中村優斗, 2023, SGO-A観測点における測位解, 日本地震学会2023年度秋季大会, S03P-09  
Nakamura, Y., Ishikawa, T., Watanabe, S., Nagae, K., Yokota, Y., 2023, GNSS-A observation of the Japan Coast Guard: a history of two decades, AGU fall meeting 2023, G42A-01  
Nagae, K., Ishikawa, T., Watanabe, S., Nakamura, Y., Yokota, Y., 2023, Advance of acoustic signal reading method in GNSS-Acoustic observation, AGU fall meeting 2023, G42A-05  
Watanabe, S., Ishikawa, T., Nakamura, Y., Nagae, K., Yokota, Y., 2023, Development of GARPOS-WBIC: GNSS-A seafloor positioning analysis tool with MCMC-based model selection with the widely applicable Bayesian information criterion, AGU fall meeting 2023, G43B-0488

(10) 令和5年度に実施した調査・観測や開発したソフトウェア等のメタ情報:

項目: 地震: 地殻変動: GNSS音響結合方式海底地殻変動観測

概要: 日本海溝及び南海トラフで実施しているGNSS音響結合方式による海底地殻変動観測の観測データ、解析ソフトウェア、解析結果

既存データベースとの関係:

調査・観測地域:

調査・観測期間:

公開状況: 公開中 (データベース・データリポジトリ・Web)

<http://www1.kaiho.mlit.go.jp/chikaku/kaitei/sgs/datalist.html> 国会図書館アーカイブ(WARP)に永続保存されている。

<https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/13116474/www1.kaiho.mlit.go.jp/chikaku/kaitei/sgs/datalist.html>

(11) 次期計画における課題名:

海底地殻変動観測

(12) 実施機関の参加者氏名または部署等名:

海上保安庁 海洋情報部沿岸調査課海洋防災調査室

他機関との共同研究の有無: 有

東北大学災害科学国際研究所, 名古屋大学大学院環境学研究科地震火山研究センター, 東京大学生産技術研究所, 海洋研究開発機構

(13) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等: 海上保安庁海洋情報部沿岸調査課海洋防災調査室

電話: 03-3595-3632

e-mail: 下記URLの問い合わせフォームから問い合わせください。

URL: <https://www1.kaiho.mlit.go.jp/>

(14) この研究課題 (または観測項目) の連絡担当者

氏名: 石川直史

所属: 海上保安庁海洋情報部技術・国際課

| Site name | Lat. (°N) | Lon. (°E) | Velocity (cm/yr) (deg) |       | Period                  | Data | Update |
|-----------|-----------|-----------|------------------------|-------|-------------------------|------|--------|
| (1) KAMN  | 38.89     | 143.36    | 5.7                    | 296.7 | 02/07/2020 - 07/31/2023 | 10   |        |
| (2) KAMS  | 38.64     | 143.26    | 8.5                    | 293.9 | 10/20/2019 - 07/31/2023 | 12   |        |
| (3) MYGI  | 38.08     | 142.92    | 6.4                    | 285.2 | 10/20/2019 - 09/03/2023 | 15   | *      |
| (4) MYGW  | 38.15     | 142.43    | 2.9                    | 139.8 | 03/09/2019 - 03/06/2023 | 16   |        |
| (5) FUKU  | 37.17     | 142.08    | 1.4                    | 199.4 | 10/19/2019 - 08/01/2023 | 15   |        |
| (6) CHOS  | 35.50     | 141.67    | 1.5                    | 297.5 | 10/17/2019 - 09/05/2023 | 13   | *      |
| (7) BOSN  | 34.75     | 140.50    | 2.6                    | 356.8 | 03/05/2019 - 02/17/2023 | 15   |        |
| (8) SAGA  | 34.96     | 139.26    | 3.6                    | 342.4 | 08/11/2019 - 08/06/2023 | 15   |        |
| GEONET    |           |           |                        |       | 09/05/2019 - 09/05/2023 |      |        |

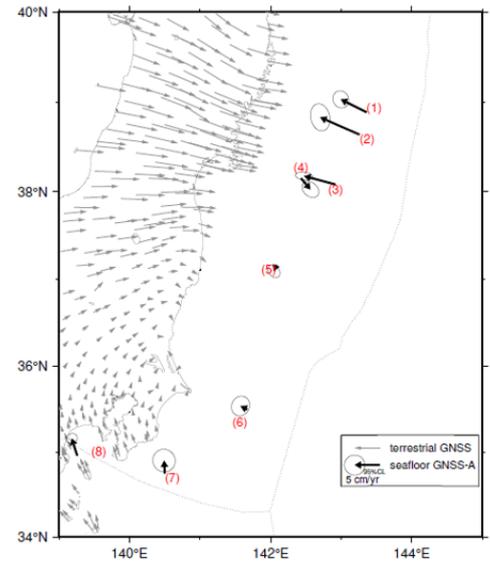


図1 日本海溝沿いの直近約4年間の水平移動速度（北米プレート固定）

| Site name | Lat. (°N) | Lon. (°E) | Velocity (cm/yr) (deg) |       | Period                  | Data | Update |
|-----------|-----------|-----------|------------------------|-------|-------------------------|------|--------|
| (9) TOK1  | 34.08     | 138.13    | 4.8                    | 284.5 | 11/26/2019 - 12/10/2023 | 20   | *      |
| (10) TOK2 | 33.88     | 137.60    | 4.2                    | 309.7 | 11/25/2019 - 11/25/2023 | 18   | *      |
| (11) TOK3 | 34.18     | 137.39    | 3.3                    | 288.5 | 11/13/2019 - 12/10/2023 | 18   | *      |
| (12) ZENW | 33.09     | 137.55    | -                      | -     | 02/20/2020 - 11/26/2023 | 12   | *      |
| (13) KUM1 | 33.67     | 137.00    | 3.0                    | 304.7 | 11/24/2019 - 12/10/2023 | 19   | *      |
| (14) KUM2 | 33.43     | 136.67    | 2.4                    | 279.8 | 11/24/2019 - 12/09/2023 | 19   | *      |
| (15) KUM3 | 33.33     | 136.36    | 3.4                    | 250.9 | 11/24/2019 - 09/12/2023 | 18   | *      |
| (16) KUM4 | 33.08     | 136.64    | -                      | -     | 02/21/2020 - 11/26/2023 | 15   | *      |
| (17) SLOW | 33.16     | 135.57    | 4.8                    | 290.1 | 02/21/2020 - 12/04/2023 | 17   | *      |
| (18) SIO2 | 32.98     | 135.99    | -                      | -     | 03/18/2020 - 12/09/2023 | 16   | *      |
| (19) MRT1 | 33.35     | 134.94    | 3.4                    | 298.8 | 11/12/2019 - 11/27/2023 | 15   | *      |
| (20) MRT2 | 32.87     | 134.81    | 5.2                    | 285.9 | 11/11/2019 - 09/12/2023 | 21   | *      |
| (21) MRT3 | 32.80     | 135.35    | -                      | -     | 10/27/2019 - 11/27/2023 | 16   | *      |
| (22) TOS1 | 32.82     | 133.67    | 6.0                    | 297.8 | 11/21/2019 - 12/04/2023 | 18   | *      |
| (23) TOS2 | 32.43     | 134.03    | 1.9                    | 315.8 | 11/11/2019 - 09/11/2023 | 18   | *      |
| (24) ASZ1 | 32.37     | 133.22    | 5.1                    | 292.3 | 11/10/2019 - 09/11/2023 | 16   | *      |
| (25) ASZ2 | 31.93     | 133.58    | 4.9                    | 295.7 | 11/10/2019 - 11/29/2023 | 15   | *      |
| (26) HYG1 | 32.38     | 132.42    | 4.3                    | 291.7 | 11/09/2019 - 11/28/2023 | 16   | *      |
| (27) HYG2 | 31.97     | 132.49    | 2.6                    | 296.5 | 11/10/2019 - 11/29/2023 | 18   | *      |
| GEONET    |           |           |                        |       | 12/10/2019 - 12/10/2023 |      |        |

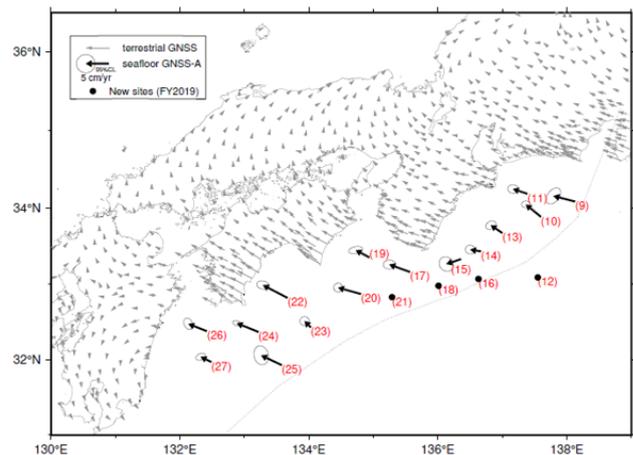


図2 南海トラフ沿いの直近約4年間の水平移動速度（アムールプレート固定）