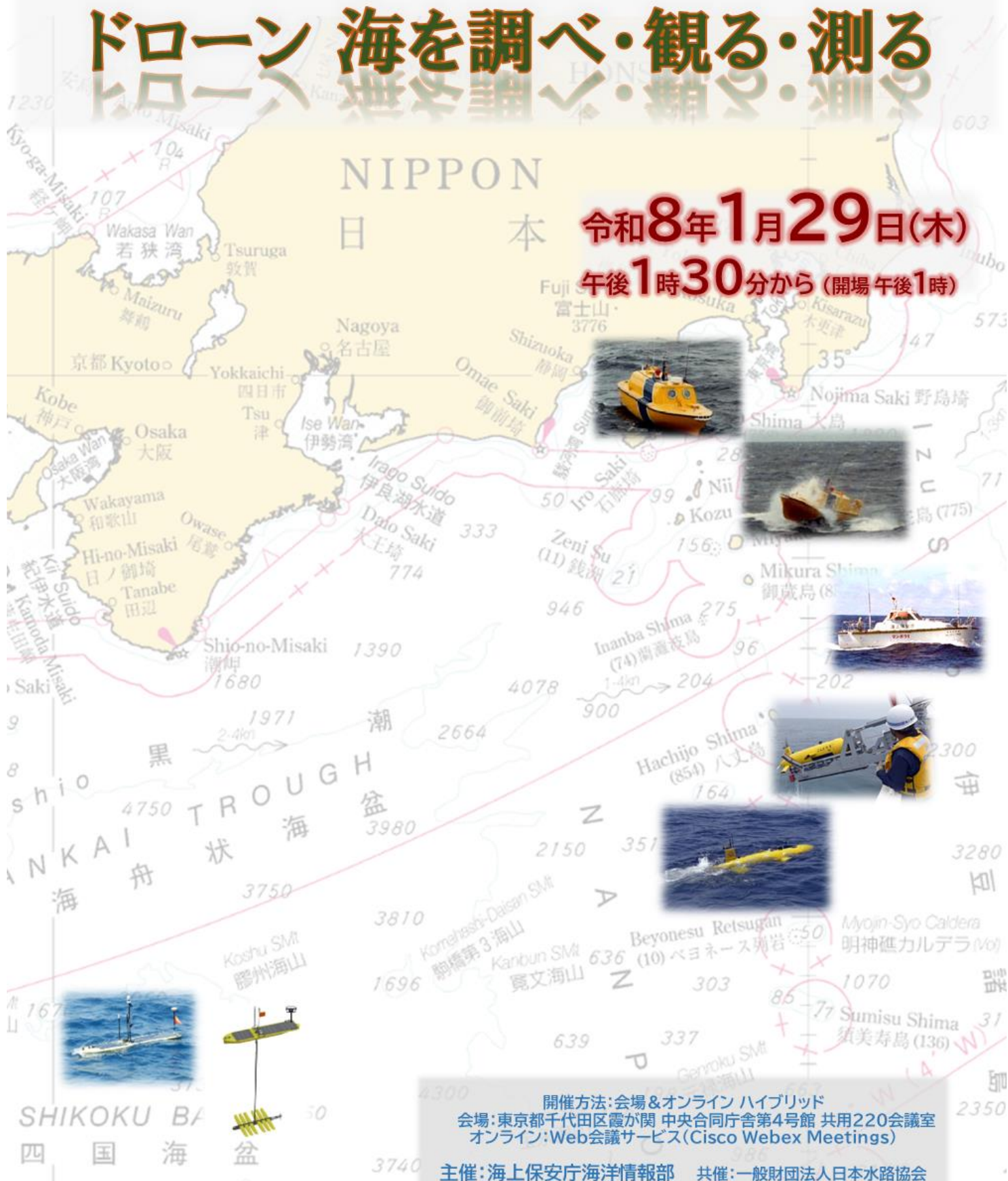


ドローン 海を調べ・観る・測る

令和8年1月29日(木)

午後1時30分から(開場午後1時)



開催方法:会場&オンライン ハイブリッド
 会場:東京都千代田区霞が関 中央合同庁舎第4号館 共用220会議室
 オンライン:Web会議サービス(Cisco Webex Meetings)
 主催:海上保安庁海洋情報部 共催:一般財団法人日本水路協会

海上保安庁海洋情報部は、海の安全を守るため海図を作製しています。

令和7年度海洋情報部研究成果発表会/水路新技術講演会プログラム

日 時: 令和8年1月 29 日(木)13:30~17:30(13:00 開場)
会 場: 中央合同庁舎第4号館2階 共用 220 会議室
方 式: ハイブリッド方式(会場開催と Web によるオンライン開催)
主 催: 海上保安庁海洋情報部 共 催: 一般財団法人日本水路協会

テーマ: ドローン 海を調べ・観る・測る

<開会挨拶>

13:30-13:40 海洋情報部長 木下 秀樹

<口頭発表>

①13:40-14:20【基調講演Ⅰ】

和製AUV「MONACA」による南極氷下観測
国立極地研究所 研究教育系・地圏研究グループ

助教 藤井 昌和

②14:20-15:00【基調講演Ⅱ】

海上無人機による海底地殻変動観測
国立研究開発法人海洋研究開発機構
海域地震火山部門 地震津波予測研究開発センター
センター長代理・主任研究員 飯沼 卓史

15:00-15:20 休憩

③15:20-15:45 海洋情報部のドローン利用:歴史と取組み

技術・国際課 三枝 隼

④15:45-16:10 琉球弧・沖縄トラフ・東シナ海において実施した AUVを用いた精密海底地形調査成果

大洋調査課 堀之内 龍一

⑤16:10-16:35 高品質なAUV測深データの取得に向けた 調査手法の標準化に関する技術的な取組

技術・国際課 住吉 昌直

⑥16:35-17:00 海上保安庁における自律型海洋観測装置(AOV)による 観測の成果と今後

沿岸調査課 五味渕 有花

※講演及び発表の時間には、質疑応答時間を含みます。

17:00-17:10 全体的な質疑応答

<ポスター発表(会場展示及び概要紹介)>

17:10-17:25 ポスター発表者より紹介

P1 ニューハンプシャー大学におけるラボビジット報告

大洋調査課 堀之内 龍一
ニューハンプシャー大学 John Hughes Clarke, Larry Ward,
Jang-Geun Choi, Rachel Morrison,
Atsushi Matsuoka, Rochelle Wigley

P2 2025年までに得られた海底地殻変動観測の成果

沿岸調査課 海洋防災調査室 海底地殻変動観測グループ

P3 伊豆弧南部リフト帯での珪長質マグマ活動:

2023年10月伊豆諸島南方海域漂流軽石との関連

技術・国際課 原口 悟

P4 海図の地名に使われる「礁」の読み

情報管理課 河合 晃司・社 泰裕
技術・国際課 藤井 智雄

<業務紹介展示>

「海しる」の紹介

情報利用推進課

<閉会挨拶>

17:25-17:30 技術・国際課長 中林 茂

①和製 AUV「MONACA」による南極氷下観測

藤井昌和

国立極地研究所/総合研究大学院大学

南極大陸は四方を海に囲まれ、約 2 億年前に始まった大陸分裂と海底拡大の結果、地球最南端に孤立した。約 3,400 万年前以降は恒常的な氷床を抱えるようになり、直近 100 万年間には氷期・間氷期の変動を繰り返し経験した。この長い地史の過程で、大陸縁辺は氷床と海洋変動に伴う激しい侵食・堆積作用を受け、大陸棚上に水深 1,000 m 級の深い氷河性トラフを形成するに至った。

現在、南極氷床の融解要因として、沖合の比較的暖かい水塊（周極深層水など）の大陸棚内への侵入が注目されている。近年の研究では、氷床活動が刻んだ深いトラフ状地形が暖水の「通路」となり、棚氷縁辺から棚氷下深部へ熱を運び得ることを示しつつある。すなわち、複雑な海底地形こそが暖水侵入の様式と棚氷融解の空間分布を決定づける主要因といえる。

このように暖水・氷床・海底の相互作用が集中する南極大陸棚は、氷床と海水準の変動を規定する極めて重要な領域である。しかし、その地形は平均水深 200m 前後の一般的な大陸棚とは本質的に異なり、深く、かつ極めて不均質である。暖水がどのトラフを通り、どの水深帯を遡上して棚氷下面へ熱を供給しているのか。その実態を解明するための直接観測は、依然として極めて困難な状況にある。

南極沿岸、特に昭和基地周辺は定着氷に覆われ、砕氷船による接近や長時間停船が難しい。棚氷縁辺では安全確保や運航制約が厳しく、船舶搭載の音響観測や係留系の展開にも制限が大きい。とりわけ棚氷下は、衛星観測では捉えることができず、船舶からも直接アクセスできない典型的な「観測の空白域」であり、氷床融解の現場像は推定や間接情報に依存してきた。この物理的制約を突破し、氷下環境を現場で捉えるために開発されたのが、和製 AUV（自律型水中ロボット）「MONACA（Mobility Oriented Nadir AntarctiC Adventurer）」である。2017 年から約 5 年をかけて開発され、第 64 次南極地域観測隊において、昭和基地沖およびラングホブデ沖での 20 潜航により氷下観測の技術的成立性を実証した。

本講演では、日本が 60 年以上観測を継続してきた「基準海域」であるリュツォ・ホルム湾と、融解が加速し海水準上昇への寄与が懸念される「臨界海域」のトッテン氷河沖を対象に、MONACA が挑んだ最新の成果を紹介する。第 64 次隊では、総運用約 39 時間、航行距離約 15 km を通じて海氷下面形状・海底地形・水温塩分構造などを取得した。第 66 次隊では、機体改良と運用手法の見直しにより、母船から離れた氷下環境での無索自律航行に成功した。これは、船舶が直接アクセスできない未知の海底地形や水塊構造を可視化する上で、歴史的な一歩となった。第 67 次隊でも無索自律航行の拡張、観測範囲の拡大、科学的解析に直結するデータ取得を計画している。

「なぜ南極で AUV が必要か」「なぜ大陸棚なのか」「なぜ和製 AUV『MONACA』なのか」。工学・観測・科学、そして船舶運用が一体となって挑む極域探査の最前線と、海底地形の解明が拓く氷床変動研究の新機軸、さらには現場での運用経験に基づく今後の極域観測の展望について議論したい。

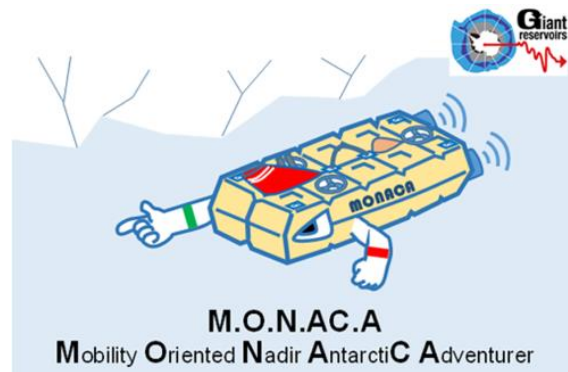


図1 AUV MONACA が氷の下を冒険するイメージイラスト



図2 AUV MONACA の観測の現場の様子

②海上無人機による海底地殻変動観測

飯沼卓史

国立研究開発法人海洋研究開発機構 海域地震火山部門 地震津波予測研究開発センター

海底での地殻変動観測は、プレート沈み込み帯の海溝型巨大地震の想定震源域やその周辺における、プレート間の固着・すべり状態の現状把握に不可欠である。現在日本列島周辺に数多く基準点が存在する GNSS-音響測距結合方式の海底地殻変動観測(以下「GNSS-A 観測」。図 1 参照)は、プレート間での定常的な固着や地震時の大きなプレート間すべり、間欠的に発生するプレート境界でのスロースリップイベント、巨大地震後に生じる粘弾性緩和やプレート境界での余効すべりに伴う地殻変動(余効変動)を検出する点で優れた実績を持ち、地震発生帯における歪の蓄積・解放過程を明らかにすることに貢献してきた。

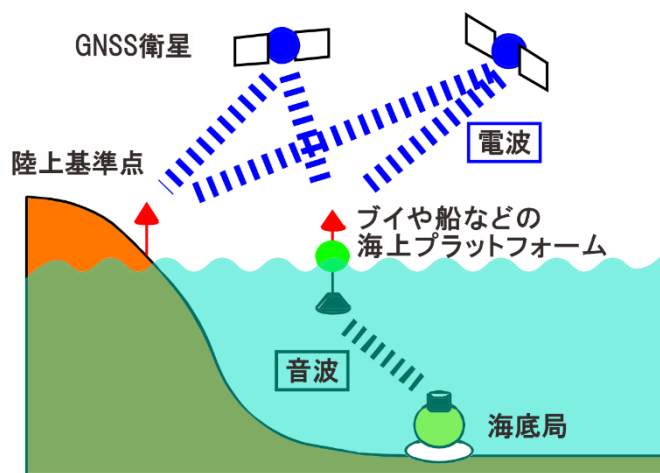


図 1 GNSS-A 観測の模式図。

船舶等の海上プラットフォームの位置を GNSS 測位により決定するとともに、海底局の位置を音響測距によって計測し、両者を結合して海底地殻変動を検出する。実際には 1 基準点に 3～6 台の海底局が設置されている。

GNSS-A 観測を行うには、船舶やブイなどの、何らかの海上プラットフォームを基準点上の海面に配置することが必要となる。海洋研究開発機構と東北大学では、無人観測機「ウェーブグライダー」を用いて GNSS-A 観測を行うシステムを開発し、運用を重ねてきた(図 2)。ウェーブグライダーは Liquid Robotics 社(米)が開発した、自動自律航行する無人海上観測機であり、波浪によるフロート部の上下運動をグライダー部の羽根で前向きの力に変換することで、推進力を燃料や電力の消費に依らずして得られる。現場の海流の向きを踏まえてラダーの角度を調節し、設定した航路をたどれるようにしたり、船舶との衝突を回避したりといった自律制御機能を備えている。フロート部の太陽光パネルと二次電池からの電力供給により、航行制御や陸との通信、観測機器の作動及びデータ収録などが行われる。このように、長期的な運用が可能であるものの、推進力は対水速度にして平均 1.2 ノット程度(波高に依存する)と大きくはなく、グライダー部に補助スラスターを備えてはいるが、使用時には消費電力が大きく増す(不使用時の約 3～6 倍に増加する)一方で、推進力を著しく強化するほどの出力はない。

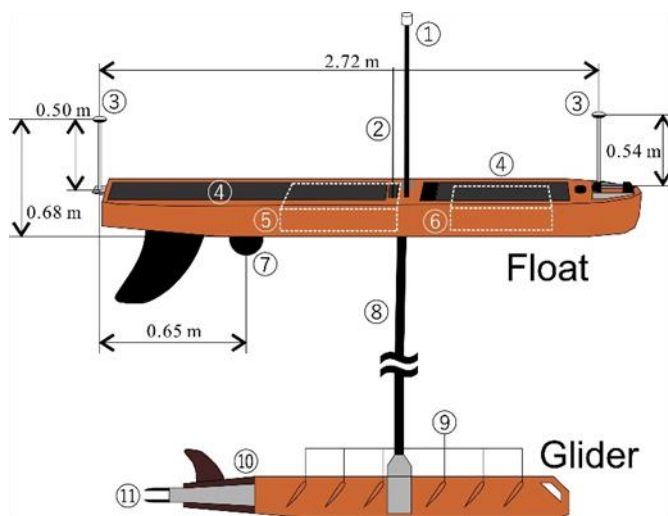


図 2 海底地殻変動観測用ウェーブグライダーと搭載機器 (Iinuma et al., 2021 より)。

①気象センサー・フラッシャー、②AIS アンテナ、③GNSS アンテナ、④ソーラーパネル、⑤制御ユニットおよびバッテリー (フロート内)、⑥GNSS-A 観測用制御・収録機器 (フロート内)、⑦音響トランスデューサー、⑧アンビリアルケーブル (8m)、⑨ウィング、⑩ラダー、⑪補助スラスター。

2020 年度以降、ウェーブグライダーを用いた観測航海を千島・日本海溝沿いに東北大学及び北海道大学が設置した基準点において年 2 回行い、各基準点における繰り返し観測を年 1~2 回程度の頻度で実施してきた。しかしながら、上述の通り、ウェーブグライダーの推進力は大きくないため、海流の影響で設定した通りの航路をたどれないことがあったり、太陽光パネルによる発電量が十分ではないために観測時間を短縮せざるを得ないことがあったりと、機体の性能による運用の限界も明らかとなってきた。

一方、無人機による GNSS-A 観測の実施には、費用対効果の面や荒天耐性の面で、船舶に比して優れたところは数多く存在する。現在、ウェーブグライダーの他にも、セイルドローンやブルーボトルといった風力によって航行する無人機が存在し様々な海域観測に用いられている。大型の機体を用いるならば、発電量を増やしたり航行速度をあげたりすることが可能となるが、日本国内においては、無人船舶と位置づけられるか漂流物とみなされるかが、機体の大きさに依存する。無人船舶扱いとなると運用面でのコストが増大し、費用対効果の面での利点を損ないかねない。

本講演では、ウェーブグライダーを用いて GNSS-A 観測を行うシステムとその運航事例及び取得したデータの解析結果を紹介するとともに、ウェーブグライダー以外の海上無人機の活用を展望する。

③海洋情報部のドローン利用：歴史と取組み

三枝 隼
技術・国際課

本発表は、海洋情報部においてこれまでに導入・運用してきた各種無人観測機について、その導入背景、目的、機体特性、運用実績および得られた観測成果を体系的に整理し、関連する科学技術の進展と併せて俯瞰的に振り返ることを目的とする。

近年、無人機技術は、測位精度の飛躍的向上、通信技術の高度化、自律制御アルゴリズムの発展、電源・バッテリー技術の進歩等を背景として急速に発展している。無人航空機(UAV)、無人海上艇、無人潜水機といった各種無人機は、測量、インフラ点検、防災、環境調査、資源探査など多様な分野において実運用段階に至っており、人が直接立ち入ることが困難又は危険を伴う現場において、安全性と効率性を両立した観測・調査手段として不可欠な存在となっている。

海洋情報部においても、こうした社会的要請および技術的進展を背景として、比較的早期から無人観測機の導入と実運用に取り組んできた。海域火山の活動域における観測を目的として開発された自航式ブイ「マンボウ」を端緒とし、改良型である「マンボウⅡ」、さらに近年導入された自律型潜水調査機器(Autonomous Underwater Vehicle: AUV)、自律型海洋観測装置(Autonomous Ocean Vehicle: AOV)へと無人観測機のラインナップを段階的に拡充し、観測の高度化を実施してきた。

本発表では、これらの無人観測機を導入時期の順に取り上げ、各機体について、当時の課題認識、導入目的、主要な機体仕様、運用形態、観測手法および得られた成果の概要を紹介する。あわせて、測位技術、通信手段、稼働時間、潜水能力といった要素技術が、時代ごとにどのように進展し、それぞれの無人観測機の性能向上や運用範囲の拡大にどのように寄与してきたのかを整理する。これらを踏まえ、今後の無人観測技術の発展を見据えた海洋観測・調査の将来像について考察する。



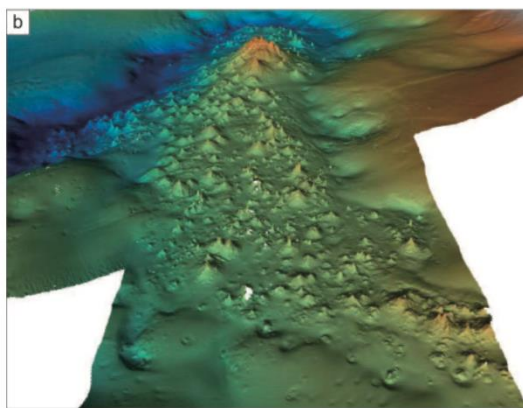
④琉球弧・沖縄トラフ・東シナ海において実施したAUVを用いた精密海底地形調査成果

堀之内龍一
大洋調査課

四方を海に囲まれた我が国にとって、領海や排他的経済水域等の海洋権益を確保することは重要であり、その基礎となる海洋情報の整備は不可欠である。海上保安庁では、日本周辺海域において、測量船に搭載されたマルチビーム音響測深機や自律型潜水調査機器(Autonomous Underwater Vehicle: AUV)による精密海底地形調査を含む、多種多様な調査を実施している。本発表では測量船拓洋搭載AUV及び平洋搭載AUVにより得られた調査結果についてまとめた成果を報告する。

沖縄トラフにおける拓洋搭載AUVの観測結果例(Minami and Ohara, 2017)

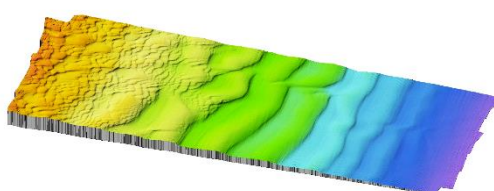
フィリピン海プレートがユーラシアプレートに沈み込む「沈み込み帯」に位置する琉球弧や沖縄トラフ周辺では、ダイナミックな火成活動や熱水活動が予想される海域だが、陸上とは異なり、海底の火成活動や熱水活動についてはその分布、様式、規模等、未だに明らかになっていない点が多い。ここでの例では、拓洋搭載AUVにより得られた高解像度海底地形データと水温異常(水中音響異常)データから、沖縄トラフ第3久米海丘において発見された大規模な海底熱水鉱床である「ごんどうサイト」を紹介する。



拓洋搭載 AUV によって得られた
多数のチムニー
(熱水活動を示す尖塔状地形)

東シナ海陸棚斜面域における平洋搭載AUVの観測結果例(堀之内ほか, 2024)

東シナ海の陸棚斜面域は、陸棚から沖縄トラフにかけての急峻な斜面が広がる一方、最も流れの強い海流の一つである黒潮や半日周期が支配的である潮汐等、多様な海洋現象が知られている。これらの特徴から泥や砂等の堆積物の輸送が発生し、堆積構造や表層地形も多様であると考えられるが、その動態は十分に議論されていない。ここでの例では、陸棚斜面域において発見された特徴的な海底地形について、平洋搭載AUVで得られた高解像度地形データを示すとともに、海洋情報部で実施している堆積物採取、海象観測等の多種多様な調査と組み合わせた堆積物輸送及び地形発達過程への考察を述べる。



平洋搭載 AUV によって得られた
波状ベッドフォーム

⑤高品質な AUV 測深データの取得に向けた調査手法の標準化に関する技術的な取組
住吉昌直
技術・国際課

現在、「AUV の社会実装に向けた戦略」(総合海洋政策本部, 2023)のもと, 産官学連携で Autonomous Underwater Vehicle (AUV)の海洋での活用が進められています。深海地形調査では, 海上保安庁や国内外の研究機関, 民間企業等が, 海洋権益, 科学的調査, 海底資源探査, 世界の海底地形解明を目的に, 様々なAUVが運用しています。AUVが深海地形調査で極めて有用な理由は, AUV が海底に接近して測深することで, 浅海域と同等の高解像度の水深データ(グリッドサイズ 0.5 - 2 m 程度)が取得可能なためです。また, 海底付近は安定した環境であるため, 船上からの測深と異なり海面の影響を受けず, ノイズの少ない高品質な水深データを広範囲で取得できます。

しかしながら, 実際に AUV で高品質な水深データを確実に取得するためには, 高度な AUV 測深技術が不可欠です。例えば, 水深データに大きな系統誤差が生じてしまうと, 高精度かつ高分解能な高性能ソナーを用いたとしても, 水深データの再現性が担保されず, 複数回の計測に不整合が生じることになります。このような結果を避けるため, AUV 自体の特性, ソナーの特性等を正しく理解して運用することが必要となります。また, 様々な AUV で取得した水深データを統合する場合は, この AUV 測深技術が特に重要となります。近年, 戦略的イノベーションプログラム(SIP)では, 複数機の AUV で隊列を編成して, 高品質の水深データを一挙に広範囲に取得することも試行されています。

このような背景のもと, 高品質な AUV 測深データを取得するための標準手順を確立することを目標に, AUV測深や浅海域の水路測量を実施する海上保安庁海洋情報部と AUVを開発する海洋研究開発機構で, 共同研究を行ってきました。本研究では, 浅海域の水路測量の品質管理手法を応用すること, AUV の型式等に極力依存しない一般化された標準手順とすること, 無人海底探査の国際競技大会 Shell Ocean Discovery XPRIZE の GEBCO-Nippon Foundation Alumni Team と Team KUROSHIO が培ったAUV測深技術を活用すること, を基本コンセプトに進めてきました。

本研究の方法として, まず, AUV測深データの品質をコントロールする様々な要因を特定し, 次に, AUV測深手順の標準化を目指したAUV測深データの検証を海域試験にて実施しました。

本研究の成果として, 第一に, 複雑なAUV測深手順から高品質データを取得するために高度に制御すべき各影響因子を特定し, 海洋環境による補正, AUV搭載センサー, AUV運用・航法, データ処理の4つに分類しました(Fig. 1)。次に, XPRIZEで活躍した海洋研究開発機構のAUV-NEXTを用いて海域試験を行い, ソナーの測深パラメータ調整, ソナーのパッチテスト, 高品質のAUV測位のためのDVLキャリブレーション等の手順を確立しました。更に, これらを適用した AUV 測深の改善手法では, 従来手法と比べて, 非常に高品質なAUV測深データを実際に取得できることが実証されました(Fig. 2)。

高品質なAUV測深データ取得のための標準手順を確立するためには、様々な型式のAUVによる検証が必要となります。この標準手順が確立されれば、大地震前後の深海地形の変動検出や深海探索など、将来のAUVの活用範囲が広がることが期待されます。

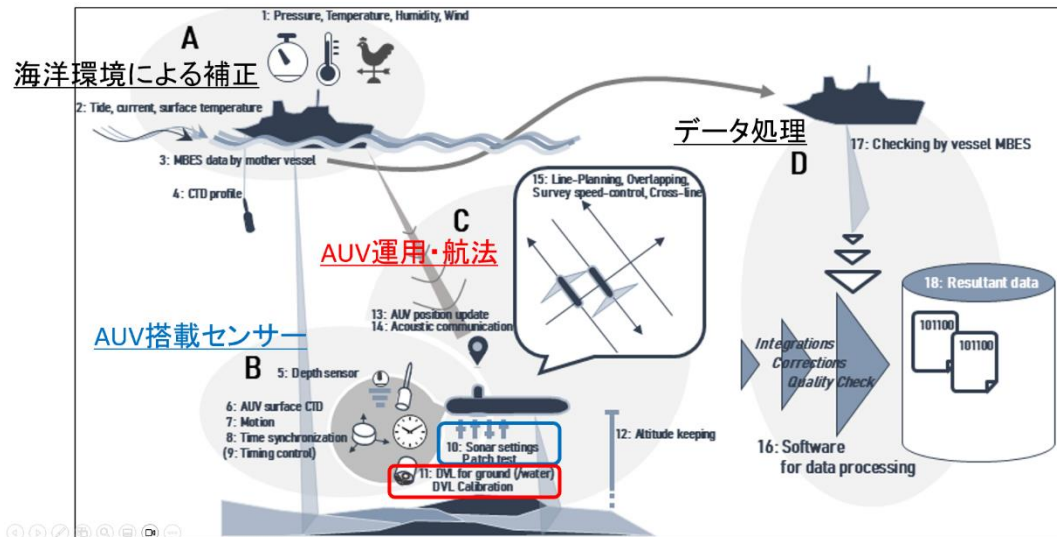


Fig. 1 高品質な AUV 測深データを取得するために制御すべき各影響因子.

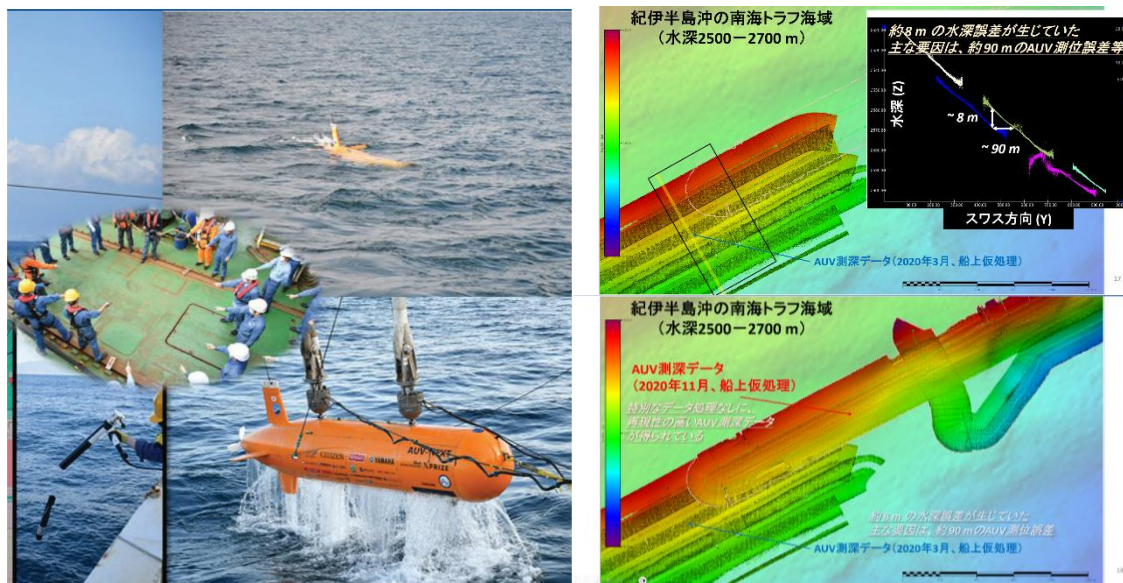


Fig. 2 AUV-NEXT を用いた海域試験による AUV 測深データの検証.

参考文献

Sumiyoshi, M., et al. (2021) AUV Bathymetric Survey Data - Developing Standardization, Quality Control. Sea Technology. 62(12), 15-17.

Sumiyoshi, M., et al. (2023) Developments of standardization and quality control for AUV bathymetric data through sea trials of "AUV-NEXT". In 2023 IEEE Underwater Technology (UT) (pp. 1-5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/UT49729.2023.10103401>.

⑥海上保安庁における自律型海洋観測装置(AOV)による観測の成果と今後

五味渕有花*¹, 松永智也*¹, 杉山伸二*¹, 土屋主税*²

*¹ 沿岸調査課, *² 技術・国際課

海上保安庁海洋情報部では、精密な最低水面の調査のため 2016 年度より西日本海域を中心に自律型海洋観測装置 AOV(Autonomous Ocean Vehicle)「Wave Glider」(図 1)の運用を開始した。AOV は燃料を要せず無人で自律的に航行し、長期間の観測が可能な海洋プラットフォームである。海洋情報部では1年以上の潮汐観測から得られる天文最低低潮面 LAT (Lowest Astronomical Tide)を精密な最低水面とし、AOV による潮汐観測のデータから LAT の算出を目指すこととした。



図1 観測中のAOV

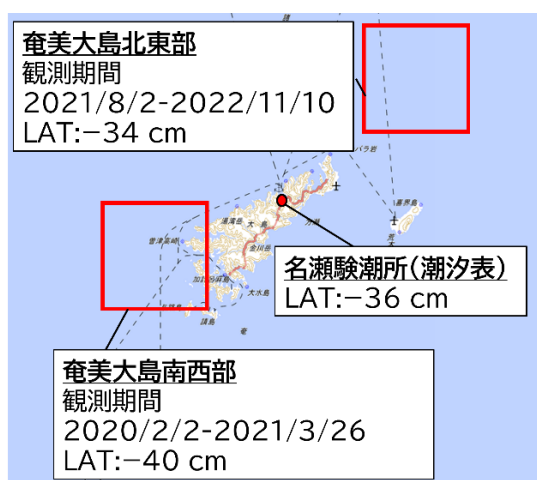


図2 奄美大島周辺の観測結果
(LATは最低水面を基準とした値)

これまで第七、八、九、十、十一管区で AOV を導入し、管区職員を中心に運用、整備及びデータ解析を行ってきた。観測中は運用者がインターネットを介して陸上から監視及び指示を行い、24 時間の運用体制を構築した。また、AOV で得た海象及び気象データは衛星通信を介してリアルタイムで陸上に送り、常時海況を確認しながら運用している。

常設験潮所の沖合で AOV により観測され算出された LAT は、最低水面を基準として常設験潮所の LAT と同等または最大で 4 cm 程度低

くなることが確認された(図 2)。潮汐を除く風向・風速、気温、波浪、流向・流速、水温、塩分といった観測データは海洋状況表示システム「海しる」に提供され、海洋情報部のホームページにリアルタイムで公開されてきた。また、黒潮横断時の海流データが海洋速報に活用された例(図 3)や台風通過時の海象及び気象データを観測した報告(図 4)もあった。

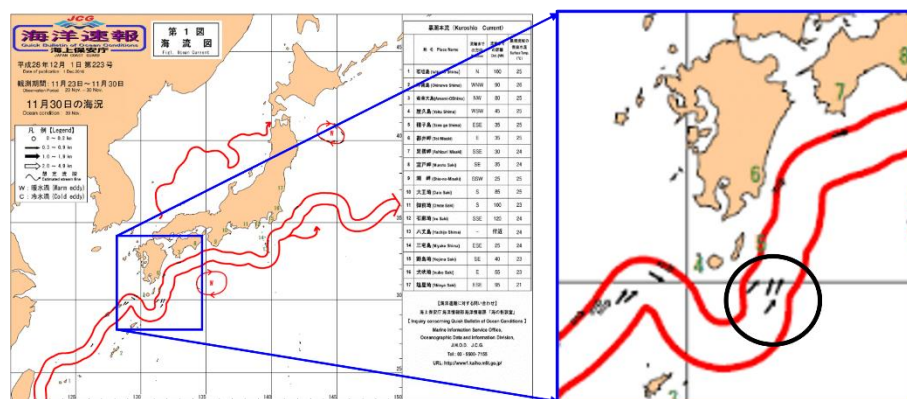


図3 AOV観測データの海洋速報への掲載

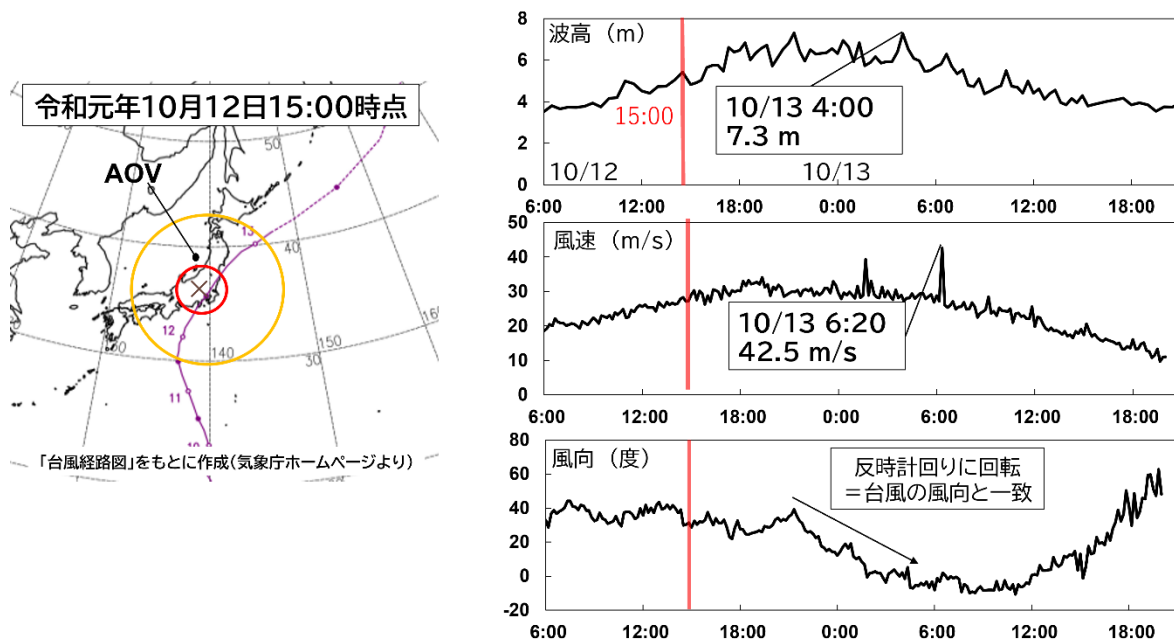


図4 令和元年台風19号通過時の観測値

AOV は船を派遣せず連続した海象観測を行える一方で、長期観測であることから冬季の日照不足に伴う電力不足や海生生物付着による動作不良といった課題も生じた。これらの経験を踏まえ来年度以降には風力を動力源とした新型の AOV「Sailbuoy」(図 5)の試験運用を開始予定である。従来の AOV と比較し小型かつ省電力な機体であり、より安定した長期運用が見込まれる。今後、本庁を中心として本格的な運用を予定しており、今年度3月に実施する海上試験を通し運用に関する問題点の抽出、解決を図ったうえで海洋調査能力の一層の向上に資する運用を目指す。



図5 2025年12月に実施した
新型AOVの海上試験の様子

P1 ニューハンプシャー大学におけるラボビジット報告



堀之内龍一^{*1}, John Hughes Clarke^{*2}, Larry Ward^{*2}, Rachel Morrison^{*2}, Jang-Geun Choi^{*2}, MATSUOKA Atsushi^{*2}, Rochelle Wigley^{*2}

(^{*1} 海洋情報部大洋調査課, ^{*2} University of New Hampshire)

概要

本発表では、筆頭著者が2024年から2025年にかけて参加した日本財団/GEBCO（大洋水深総図）プログラムの一環であるラボビジット^{**}として、ニューハンプシャー大学在籍の研究者らとともに、水路測量に係る海洋科学の諸分野（水中音響学、堆積学、海象モデリング、衛星リモートセンシング）について探究する機会を得たため、その結果について報告を行う。

(^{**} ラボビジット: プログラム修了時に、海洋科学の探究や国際コネクションの獲得のために設けられている、大学や政府機関への訪問機会)



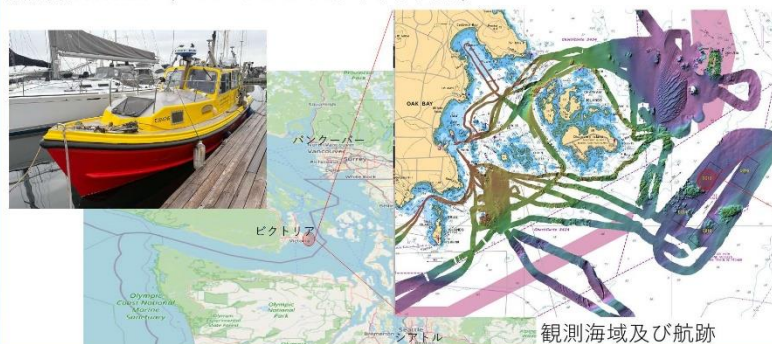
水中音響観測

Hughes Clarke 教授とともに、カナダのプリティッシュコロンビア州ビクトリア沖において、マルチビーム音響測深機等、複数のソナーを用いたウォーターカラム観測を行い、可視化プログラム改造及びデータ可視化の結果、内部重力波、懸濁物質輸送、泡によるノイズ等の音響異常を三次元的に観測することができた。下記に観測諸元及び結果の例（ケルビン・ヘルムホルツ不安定）を示す。

日時: 2025.9.28 - 10.4

海域: プリティッシュコロンビア州ビクトリア沖（カナダ）

観測船: Heron（ニューブロンズウィック大学）



観測機器:

マルチビーム音響測深機 EM712, EM2040C (Kongsberg)

魚群探知機 EK80 (Kongsberg)

多層音波流速計 CP300 (Kongsberg)

水温塩分計 BOT (Brooke Ocean Technology)

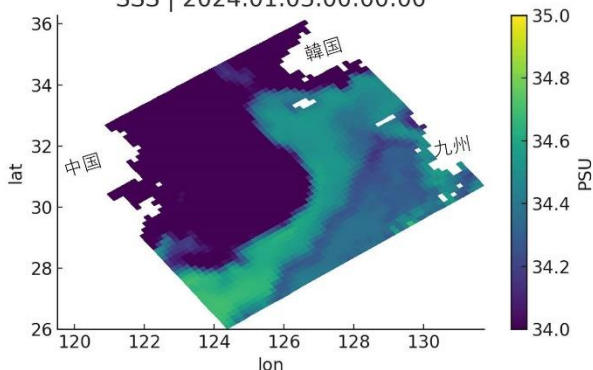
サブボトムプロファイラー Knudsen 320 (Knudsen)

三次元的に可視化されたケルビン・ヘルムホルツ不安定

海洋シミュレーション

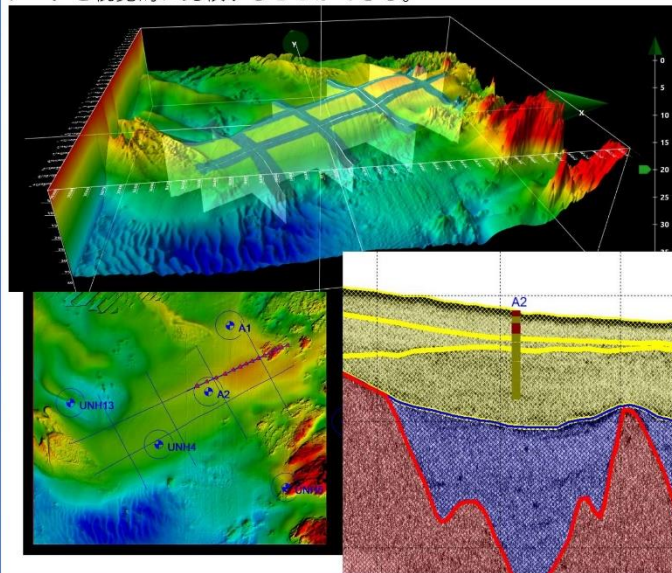
Choi 博士とともに、数値モデル ROMS^{*1} を用いて東シナ海を模した海洋シミュレーションモデルを作成した（下記は表面塩分の計算結果例）。本モデルを拡張することで、堆積物、プランクトン、海水の輸送等、様々な分野における活用可能性を有している。

SSS | 2024.01.03.00:00:00



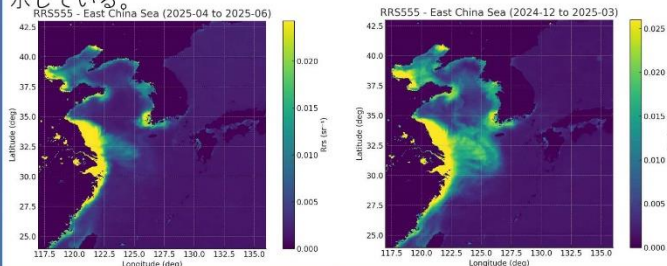
堆積物データの三次元可視化

Ward 教授及び Morrison 研究員とともに、Sonar Wiz^{*3} を用いて海底地形データ、反射散乱強度モザイク、サブボトムプロファイル断面、堆積物コアの統合的三次元可視化を試みた。下記はアメリカ合衆国のニューハンプシャー州ポーツマス沖におけるデータ可視化例で、それぞれのウィンドウにおいてマウス操作のカーソルは同期しており、各データを視覚的に比較することができる。



衛星リモートセンシングデータの可視化

MATSUOKA 准教授とともに、Google Earth Engine^{*2} を用いて衛星リモートセンシングデータの可視化を行った。下記図は東シナ海における 555 nm 反射強度を可視化したもので、懸濁物質分布の季節性を示している。



参考文献

^{*1}: ROMS, https://www.myroms.org/wiki/Documentation_Portal,

^{*2}: Google Earth Engine, <https://earthengine.google.com/>

^{*3}: SonarWiz, <https://chesapeakeketch.com/>

まとめ

本発表内で報告したデータ解析技術は、当部において必要となる水路測量的あるいは海洋科学的考察において大変有用な参考データとなり得る。今後の業務において大いに活用していく所存である。

謝辞

本報告に至る探究活動は日本財団及びGEBCOのご支援、並びにニューハンプシャー大学のご協力の元に実現したものです。ここに記して深く感謝の意を表します。

Sub-bottom data: Innomar Medium-100 provided to UNH/CCOM by ECHO 81.

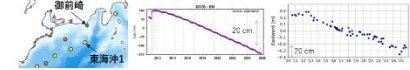
Satellite data: E.U. Copernicus Marine Service Information, Product: Global Ocean Colour: Bio-Geo-Chemical, L4, Reflectance, Multi-Sensor 4 km, DOI: 10.48670/moi-00279.

1. GNSS-A海底地殻変動観測の概要

GNSS-音響測距結合方式 (GNSS-A) は、GNSS測位と海中音響測距を船舶等の海上プラットフォームで結合し、海底に設置したトランスポンダのグローバル位置をセンチメートルの精度で測定する技術である。GNSS-Aにより、陸域GNSS観測網 (GEONET等) からはカバーできない海底の地殻変動を捉えることができる。

海上保安庁洋情報部では2000年代から定期的なGNSS-A観測を実施しており、現在31か所の海底基準点で構成される観測網SGO-A (Seafloor Geodetic Observation Array) を運用している。

	GNSS	GNSS-A
国内の観測点数	約1300点 (国土地理院GEONET)	約70点 (大学含む)
観測頻度	連続観測	年3-5回程度 (SGO-A点)
測位の不確かさ (水平)	1 cm 以下	2-3 cm (1σ)
主な誤差要因	電離層/対流圏の擾乱	左記+海洋場の深度 (水深の時空間変化等)
結果の例	GEONET [御前崎]	SGO-A [東海沖1]

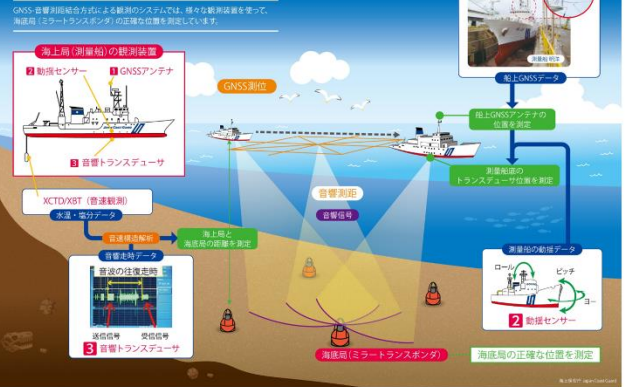


ポスターで示すデータと解析手法

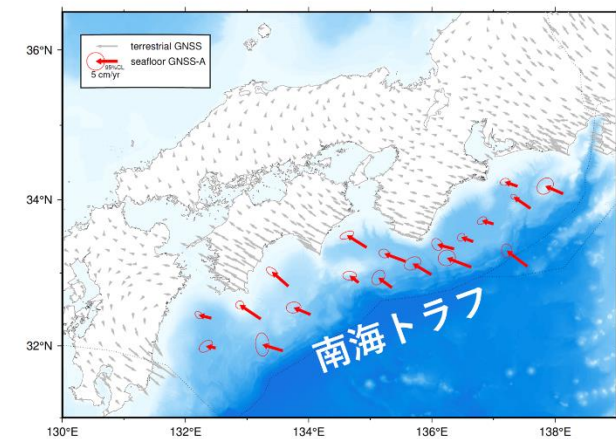
- 観測点 (計27点) : 日本海溝6点, 相模トラフ2点, 南海トラフ19点
- データ期間: 2021年11月-2025年11月 (4年間)
- 解析ソフトウェア: GNSS: RTKL ver. 2.4.2 (Takasu, 2013) 局位置: GARPOS ver.1.1.0 (Watanabe et al. in prep)



GNSS-音響測距結合方式による観測システムの概要

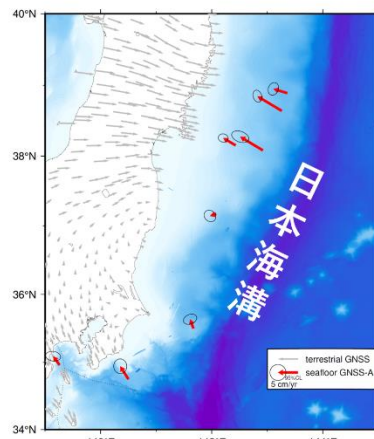


2. 観測結果 (直近4年間の移動速度)



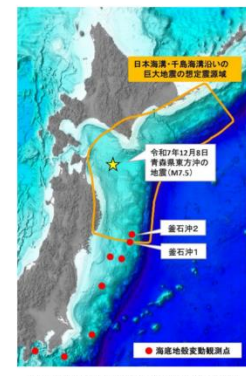
南海トラフ沿いの直近4年間の移動速度 (アムールプレート固定)

- 多くの観測点でフィリピン海プレートが沈み込む方向に4-5 cm/yr程度の移動速度が検出され、広範囲でプレート境界面に強い固着が生じていることが示唆される。(Yokota et al. 2016)
- 一部の観測点で浅部長期スロースリップによる地殻変動速度のゆらぎが検出されている。(Yokota and Ishikawa, 2020)



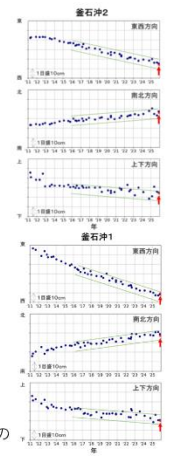
日本海溝・相模トラフ沿いの直近4年間の移動速度 (北米プレート固定)

日本海溝沿いでは、東北地方太平洋沖地震 (M_w 9.0) の余効変動が現在も見られる。(Watanabe et al. 2021)
※余効変動: 地震による地下の応力変化がゆっくりと (数年~数十年単位) 解消されていく現象。



令和7年12月19日報道資料より

令和7年12月8日青森県東方沖の地震後の臨時観測



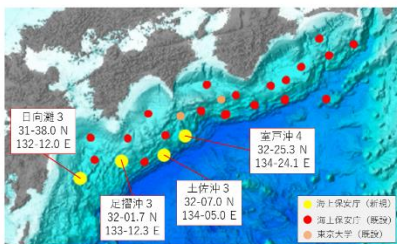
より詳しい観測結果はこちら
(地震調査委員会提出資料)
<https://www1.kaiho.mlit.go.jp/jishin/meeting/>



3. 今年のトピック

南海トラフ沿い西側の海域にGNSS-A観測点を増設

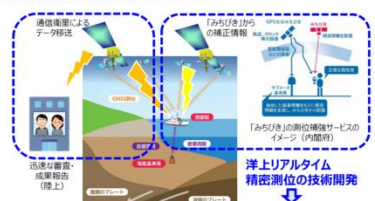
南海トラフ地震の想定震源域の地殻変動をより詳細に捉えるため、2025年12月に4点の観測点を増設した。定期的な観測を継続し、観測点の移動速度やその変化をモニタリングする。



- 観測の空白域を埋めるよう、地形・構造物等を考慮して設置位置を選定。
- これまで同様、概ね2-3 cmの精度 (標準偏差) で海底の変位を検出。
- 4年間のデータ蓄積の後、1 cm/yrの精度での地殻変動速度を提供予定。

GNSS-A解析の準リアルタイム化に向けた開発を開始

船上での準リアルタイム解析を可能とすべく、準天頂衛星のMADOC-PPPを用いたリアルタイムGNSS測位技術の開発・洋上通信環境の構築を進めている。



衛星通信による洋上通信環境の構築 → 船上解析結果の即時送信に活用 → 船上での準リアルタイム解析の実現に活用

令和7年度事前防災対策総合推進費調査研究事業 (内閣府)

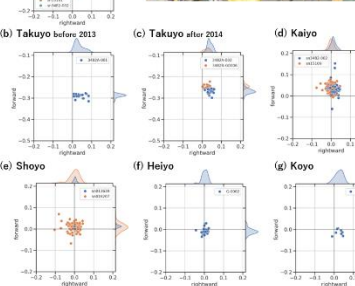
ATDオフセット計測方法の検討

富岡・渡邊・吉田 (2026, 研究報告) Watanabe et al. (IAG proc, in press)

GNSSアンテナとトランスデューサーを結びつけるATDオフセット計測について整理・評価した。

GNSS-Aデータから推定されるATDオフセットと比較し、偏差のばらつきを確認した。

なお、一部の船で見られた有意なバイアス自体は既知であり、過去の成果でも補正済みである。



各エポックのGNSS-Aデータから推定されたATDオフセットの、地ドック測定値からの偏差 (船首・右舷方向のみ推定可能)

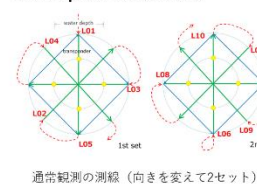
- 昭洋・平洋・光洋 → ゼロ周りに数cmの幅で分布
- 明洋・海洋 → 数cm前方にオフセット
- 拓洋 (向世代) → 25-30 cm前方にオフセット

緊急時を想定した時短観測の事前性能評価

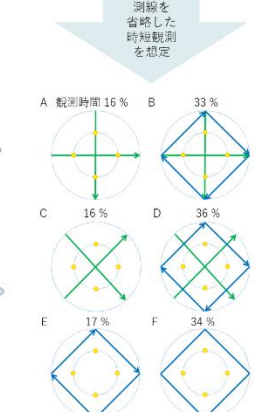
伊幸田・渡邊 (2026, 研究報告)

大きな地震が発生した後の緊急観測においては、時短観測が求められる可能性がある。そこで、いくつかの測線省略パターンについて精度劣化具合を事前に評価した。10 cmの地殻変動 ($M7.5$) の検出には、パターンDの観測が適している。より大きな地震に対しては、パターンEで観測時間を6分の1程度にまで削減可能。

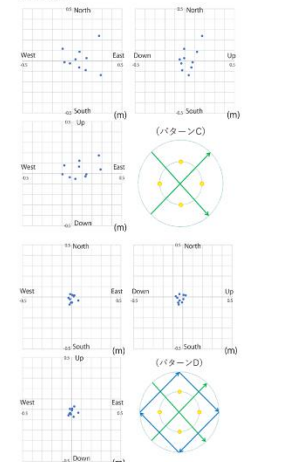
Concept of validations



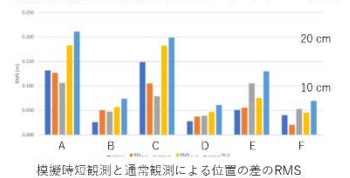
通常観測の測線 (向きを変えて2セット)



Results



模擬時短観測と通常観測による位置の差 (パターンCとE)



P3 伊豆弧南部リフト帯での珪長質マグマ活動:2023 年 10 月伊豆諸島南方海域 漂流軽石との関連

原口 悟
技術・国際課

2023 年 10 月上旬に伊豆弧南部、鳥島から嬬婦岩西方のリフト帯を震源とする群発地震が発生、9 日には津波が発生したが、当初津波に対応する地震活動が観測されず、発生メカニズムが謎な津波として注目された。メカニズムの一つの可能性として、「リフト帯における火山活動」が指摘されたが、10 月 20 日に鳥島西方海域に軽石の漂流が発見され（図 1）、リフト帯の火山活動が改めて注目された。

一方、1995 年にハワイ大学の研究船 Moana Wave 号によって青ヶ島から鳥島にかけての火山フロントから雁行海山列（西七島海嶺）に至る範囲で火山岩採取調査が行われ、背弧リフト帯でも多くのドレッジを実施、火山岩が採取された。これらの火山岩は玄武岩と流紋岩が主で、玄武岩は島弧横断方向の化学組成変化を示し(e.g. Kimura et al., 2010)、流紋岩もまた、島弧横断方向の化学組成変化を示すが、玄武岩とは異なる特徴も有する(Haraguchi et al., 2017、図 2)。これらの火山岩が強い島弧横断方向の化学組成バリエーションを示すことから、漂流軽石もまた、島弧横断方向の化学組成変化の上に乗ることが予想される。

また、地震を受けた海洋研究開発機構による南部伊豆弧の調査の結果、嬬婦岩西方の「嬬婦海山」山頂にカルデラ状の地形が新たに生成されたことが確認され、津波の発生源となった可能性が示唆された。しかし、同海域の海流は北北東から南南西へと流れており、津波発生時には南に位置する嬬婦海山へは戻らず、むしろ北側の「明神礁」方面から流れてきたことが示唆された（桑谷：私信、図 1）。このため、同海域が軽石の噴出源として注目される。

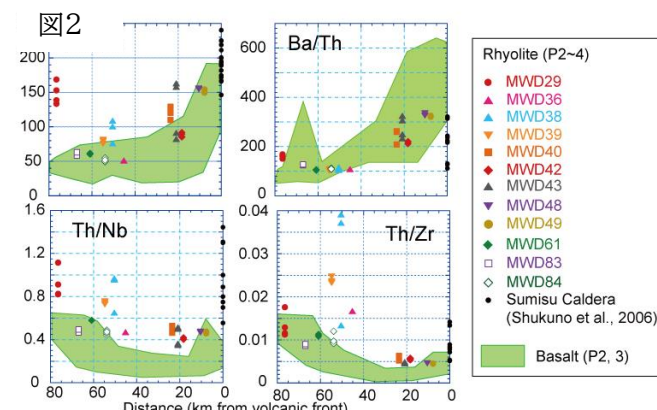
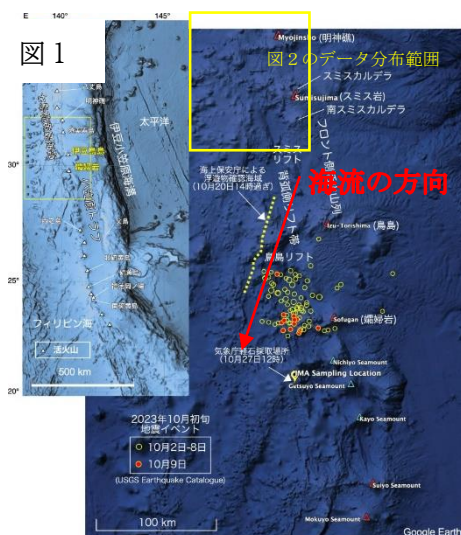
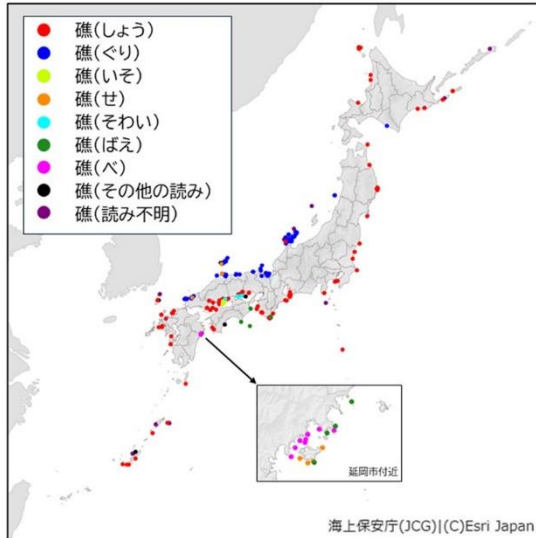


図1 2023 年 10 月の伊豆弧南部群発地震の震源分布と軽石流の位置
図2 リフト帯玄武岩と流紋岩の液相濃集元素濃度比の島弧横断方向の変化(Haraguchi et al., 2017)

河合 晃司，社 泰裕（情報管理課），藤井 智雄（技術・国際課 海洋研究室）

海図において、浅瀬の地名に「礁」が使われているものは全国で300箇所ほどみられ、その読み方は多様である。「礁」の文字の読みについては、漢和辞典によると「しょう」と「せう」との読みが記載されているが、浅瀬の呼称に現れる「礁」の読みはそれだけに止まらない。

図1. 礁の読みに関する全国の分布図。



「礁」が使われている浅瀬地名の分布を図1に示す。

「しょう」と読む浅瀬の地名は最も多く110箇所ほど存在。「しょう」は全国的にみられるものの、日本海側ではほぼみられず、概ね太平洋側全体及び瀬戸内海に分布しているといえる。

「ぐり」と読む浅瀬の地名が2番目に多く100箇所ほど存在。「ぐり」は日本海側に多くみられ、特に山口県西部から福井県西部の日本海側の区域および能登半島に集中している。

「ばえ」，「せ」，「べ」の読みがそれぞれ10箇所程度存在。

「ばえ」は、紀伊半島南岸から九州東岸にかけての太平洋側に分布。

「せ」は、宮崎県延岡市の島浦島周辺などで確認できる。

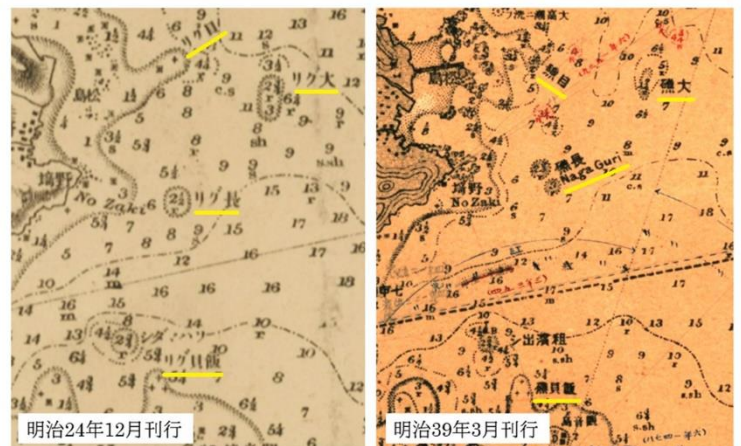
「べ」も、宮崎県延岡市の北浦港付近のごく限られた区域に存在。

「いそ」，「そわい」の読みが数箇所存在。

「いし」，「いわ」，「ざ」，「じま」，「ぞね」，「ね」が僅かに存在。

図2. 海図第二百一十一號(七尾湾)

明治24(1891)年と明治39(1906)年の比較。



特に数の多い「ぐり」と呼ぶ「礁」について、明治時代海図により、その変遷をいくつか確認したものを図2及び図3に示す。

これらを見ると、元々海図に「グリ」と記載されている浅瀬が、「礁」に置き換わり、その際に読みについてはローマ字表記が「Guri」としてそのまま残されているものがいくつも確認できる。

図3. 海図第二百四十四號(隠岐諸島)

明治26(1893)年と明治36(1903)年の比較。



これらのことから、当時、海図を刊行していた海軍水路部は、明治30(1897)年前後から海図の刊行に併せて、意図的に「礁」に置き換える方針があったのではないかと推察できる。地名はもとより、海図の表現方法も大きく変わっており、この間に海図記載事項の統一を図った可能性がある。

このように「礁」のつく浅瀬は全国に分布しているが、地名の「礁」とその読みの関係については、地域で呼称されている読み、浅瀬の意味を持つ「礁」の漢字を当てはめたことが考えられる。

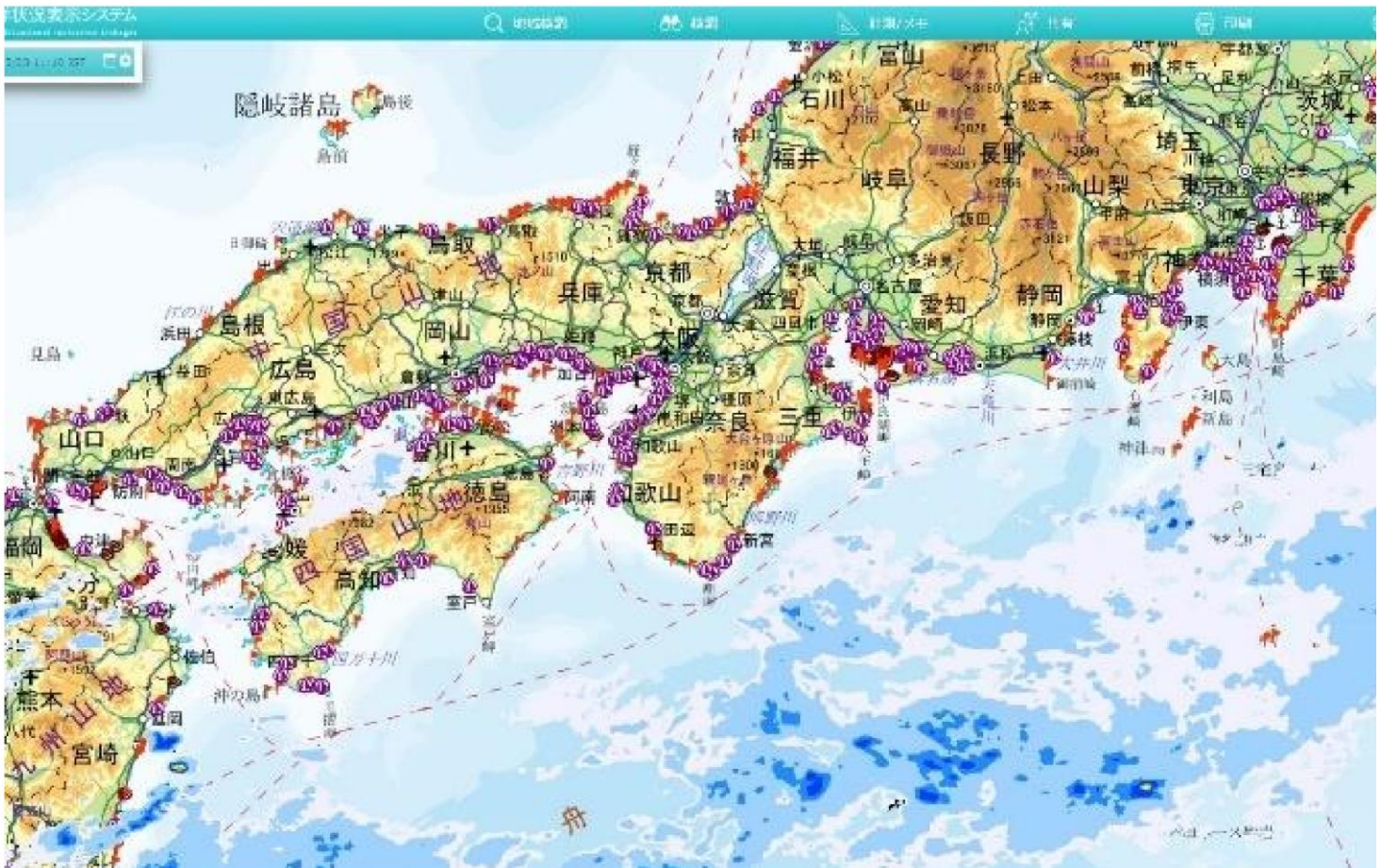
さらに、現地調査から取得した漢字を使用したものと海軍水路部の表現の統一によるものの両方が考えられるが、明治時代海図記載内容の変遷やそれに関する資料を詳しく調査することで、当時の海図への浅所の名称の表記についての説明が可能になるであろう。

海しるとは

「海洋状況表示システム」（海しる）は、“海の今を知るために” さまざまな海洋情報を集約し、地図上で重ね合わせ表示できる情報サービスです。

政府及び政府関係機関が収集・提供している海洋情報を一元的に利用いただくことができます。日本の周辺海域のみならず、衛星情報を含む広域の情報を掲載するとともに、気象・海象のようなリアルタイムの情報も掲載しています。船舶の運航管理や漁業、防災、海洋開発といった利用シーンを想定していますが、用途はそれだけに限りません。皆さんの自由な発想で、さまざまな海洋情報を組み合わせた自分だけの地図を作ってみましょう。

2月1日、サイトデザインを一新するなど、「海しる」を全面的にリニューアルします。



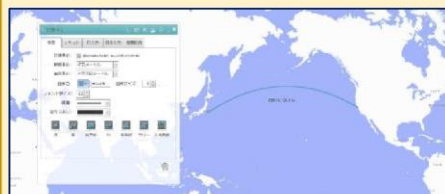
① アニメーション表示

「海しる」では、現在の情報だけでなく、未来と過去の情報も見ることができます。タイムスライダーを操作して、重ね合わせたリアルタイム情報を時間移動させたり、アニメーション表示させることができます。



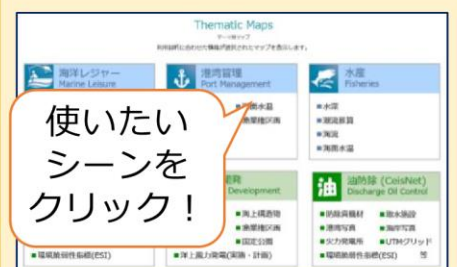
② 計測・作図

地図上で距離や面積を計測したり、図形やテキストを入力することができます。作成した図形はファイルに保存することもできます。また、大圏航路（測地線）に沿った作図・距離計測にも対応しています。



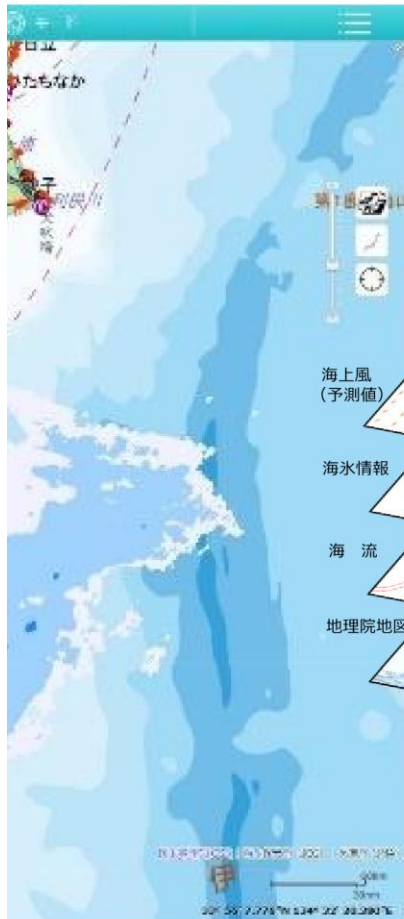
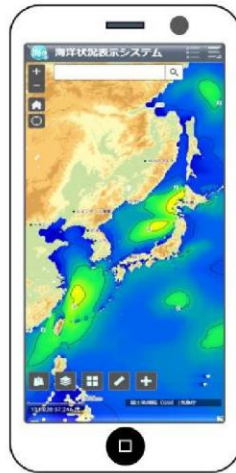
③ テーマ別マップ

海しるに掲載された多くの情報のうち、必要な情報だけがすぐに見られるよう、マリンレジャー、漁業等の利用シーンに合わせて、ワンクリックで利用できるテーマ別マップを用意しています。





<https://www.msil.go.jp/>



海上風
(予測値)

海水情報

海流

地理院地図

情報を選択し、
地図上に重ね合わせ

掲載情報

海域名称

島名、海底地形名

地形・地質

底質、海底地質図、等深線、概略海岸線

地理境界

直線基線、領海外縁線

海象

水温、海流、潮流、潮汐、波、塩分、海水(日本周辺・北極域)、気象・海象観測情報(AOV)

気象

天気図、風、雲(気象衛星画像)、船舶気象通報、高解像度降水ナウキャスト(実況・予想)、降水量(GSMaP)、台風経路図

安全

海上分布予報、水路通報、航行警報、釣りの事故マップ、地方海上警報、地方海上予報、気象特別警報・警報・注意報、大津波警報・津波警報・津波注意報、米軍演習区域、海賊・武装強盗(ReCAAP)、船舶事故ハザードマップ、リーフカレント情報(沖縄)

海事

港則法適用港、港湾、漁港、灯、海交法航路、港則法航路、推薦航路、海上保安部署等、沈船、海底障害物、指定錨地、検疫錨地、水路測量特級区域、船舶通航量(月別)

防災

指定緊急避難場所、排出油等防除計画資料、津波シミュレーション(中部、四国沖～紀伊半島沖、九州)、海底地殻変動情報、海域火山DB、強震動情報、海岸線種類(環境脆弱性指標(ESI))、ESIマップエリア、海岸アクセス道、津波防災情報図国郭

インフラ・エネルギー

海底ケーブル、洋上風力ソーニング基礎情報、海洋エネルギー・ポテンシャルの把握に係る業務報告書画像、年平均風速(地上100m)、海底輸送管、海上構造物、取水施設(取水口)、火力発電所、洋上風力発電(実施・計画)、海洋再生可能エネルギー発電設備整備促進区域

海洋生物・生態系

重要海域(生物多様性の観点から重要度の高い海域)、クロロフィルa濃度、ラムサール条約登録湿地、ウミガメ産卵地、海獣類生息地、哺乳類生息地、鳥類生息地、マングローブ、湿地、藻場、干潟、珊瑚礁、生物等の脆弱性評価

水産

漁業権区域、過去の漁業権、保護水面、主要漁港別上場水揚量、地理的表示(GI)登録産品

海域利用

海水浴場、潮干狩り場、マリーナ

海域保全

史跡、名勝、天然記念物、国定公園、国立公園、海域公園、自然環境保全地域、閉鎖性海域、鳥獣保護区(国指定)、投棄区域、海岸保全区域、低潮線保全区域、海ゴミ、海岸清掃活動

航空写真等

航空写真、港湾写真、海岸写真

経緯度・グリッド

経緯度線、経緯度メッシュ、標準地域メッシュ、東京湾グリッド、UTMグリッド

海洋教育

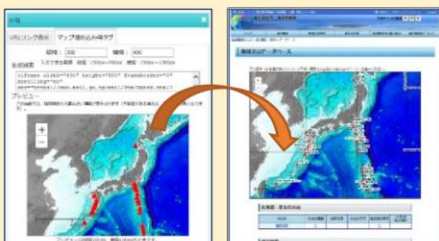
海洋教育関連団体、水族館、自然体験施設、博物館等

背景図

地理院地図、白地図(日本周辺)、公共地図(日本周辺)、海底地形図

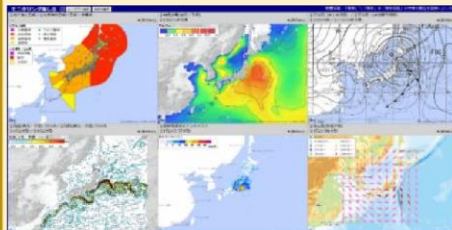
④ マップ埋め込み

海しるで作った地図を自分のWebサイトに埋め込むことができます。「共有」メニューの「マップ埋め込み用タグ」に表示されるHTMLタグをコピーしてご利用ください。



⑤ モニタリング機能

1つの画面を分割して複数の海しるを一度に表示する機能です。画角や表示する情報を画面毎に選択でき、表示されている情報は自動的に更新されるため、現場の状況をリアルタイムで把握することに向いています。



⑥ 海しるAPI

「海しる」で公開している地理空間情報を、外部アプリでも利用できるように公開した、海しるの「窓口機能」です。「海しるAPI」を利用することにより、独自で開発したアプリやシステムに「海しる」の情報を組み込むことができます。



海洋情報部ホームページ

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



海洋情報部の調査・研究成果



- ・海洋情報部研究成果発表会…要旨・録画を掲載
- ・海洋情報部研究報告…第 64 号は令和8年3月発行予定

「海の研究」に掲載

<https://www1.kaiho.mlit.go.jp/kenkyu/index.html>



2026 年 1 月発行