

目次

調査 令和6年能登半島地震震源域における浅海域の精密海底地形図の整備  
 .....高柳 茂暢 2

研究 令和5年度 水路技術奨励賞（第38回）業績紹介.....10  
 ・スマートフォン用航行支援アプリnew pec smartのアラート機能の開発  
 ～不幸な海難事故を減らしたい『new pec smart』アラート機能～・・・高橋 裕亮 11  
 ・多時期の衛星画像と機械学習を用いた浅海域の水深推定技術の高度化  
 .....佐川 龍之 18

歴史 御木本幸吉と柳檜悦.....齋藤 涼夏 24

海図 海図を楽しむ《2》.....上田 秀敏 30

若手技術者紹介 YOUNG GENERATION☆.....吉岡 菜那 35  
 海洋情報部コーナー.....海洋情報部 36

お知らせ

令和6年度水路技術奨励賞 募集案内..... 43  
 第39回理事会及び第15回評議員会開催 ..... 44  
 令和6年水路業務功績者表彰式 ..... 46  
 2024年度 水路測量技術検定試験合格者 ..... 48  
 協会だより..... 50  
 編集後記..... 51  
 (一財)日本水路協会 移転のお知らせ..... 52

表紙：「小樽運河」・・・加藤 茂

イラスト：淵之上 倫子

掲載広告

オーシャンエンジニアリング 株式会社・・・表2  
 株式会社 離合社..... 53      古野電気 株式会社..... 54  
 株式会社 武揚堂..... 55      株式会社 鶴見精機..... 56  
 海洋先端技術研究所..... 57      株式会社 東陽テクニカ..... 表4  
 一般財団法人 日本水路協会..... 45, 58, 59, 60, 表3

# 令和6年能登半島地震震源域における 浅海域の精密海底地形図の整備

—「日本財団 海の地図 PROJECT」の取組の一環として—

アジア航測株式会社 社会基盤システム開発センター  
マリンイノベーション推進室 室長 高柳 茂暢

## 1. はじめに

アジア航測株式会社は、最新鋭の航空機とセンサによる空間情報の収集・解析から活用方法まで、一貫した技術サービスを提供している空間情報コンサルテントとして事業を展開している会社です。「日本財団海の地図 PROJECT（以下、本プロジェクトという）」は、（公財）日本財団と（一財）日本水路協会が実施する、2022年から10年をかけて、我が国の約90%にもおよぶ浅海域の海底地形を計測し、地図化を

行うプロジェクトで、アジア航測株式会社は、日本水路協会から委託を受け、計測の実施、海の地図調製、その利活用の支援を行っています。

本稿では、この事業の一環として取り組んだ令和6年能登半島地震で影響を受けた浅海域の精密海底地形調査の取組について紹介します。この取組による浅海域の海底地形図が、今回の地震で被災された地域の復興の一助となるよう取り組んでいきます。



地震により大きく隆起した鹿磯漁港（2024年3月）

## 2. 「日本財団海の地図プロジェクト」について

本プロジェクトは従来の船舶による音響測深ではなく、航空機による「航空レーザ測深（ALB：Airborne LiDAR Bathymetry 以下、ALB という）」で水深 20m までの浅海域の極めて精緻な地形図を整備することを目指し、2022 年度から開始されました。本プロジェクトの成果は、将来的に研

究機関・行政・企業・市民等の様々な主体に幅広く利活用されることで、我が国の抱える海の諸問題解決の糸口となることが期待されています。日本財団のホームページより本プロジェクトのプレスリリースを是非ご覧ください。[日本初、日本の浅海域約 90%を航空測量&地図化する海の地図 PROJECT 始動 | 日本財団 \(nippon-foundation.or.jp\)](#)



海の地図プロジェクトの記者会見の様子(2022年10月)



日本財団ホームページ

## 3. アジア航測株式会社の災害対応

令和6年能登半島地震震源域における取組の紹介に入る前に、水路とは一見関係がないように見える弊社について、少し紹介させていただきます。

弊社は戦後間もない1954年に、復興には地図作りが欠かせないという信念のもと、空から地図作りを行う航空測量会社として創立しました。現在、グループ会社を含め約1,600名の社員を擁し、防災・環境・道路・鉄道・上下水道・エネルギー・行政サービスなどのコンサルティングサービスを提供しており、航空機やドローンを用いた測量なども行っています。

弊社の主な顧客は国や自治体であり、測量や地図作りのほか、社会インフラに関する業務が主要な業務範囲を占めています。

このような背景から、地震や洪水などの災害発生時には、迅速に被災地を上空から撮影し、撮影した写真などを災害の状況把握、初動対応や復旧・復興のために活用いただいています。



創立総会(1954年2月)



**De Havilland DHC-2 Beaver (1954~75年)**

今回の能登半島地震においても、地震発生当日に緊急対策チームを立ち上げ、翌日には被災地の上空撮影を行い、その結果を関係機関に提供するとともに、当社のホームページなどでも公開しています。このように、航空機を用いた写真撮影や測量を得意とする弊社ですが、冒頭にも紹介したALBによって、海底の地形測量も可能になりました。

この技術の歴史は意外に古く、1960年代初頭にはアメリカで研究が始まりました。その後、技術の進歩や機材（航空レーザ測深器）の小型化が進み、日本では2003年に海上保安庁が初めて機材を導入しています。しかし当時はまだ機材が大きく重かったため、民間の航測会社が測量に使用する小型の固定翼（セスナ）や回転翼（ヘリコプター）に搭載できるようになったのはごく最近のことです。

弊社では2016年に航空レーザ測深器を本格的に導入し、日本の民間企業としていち早く「空から海底を測量できる会社」の一つとなりました。現在は、自社保有の固定翼1機、回転翼4機に航空レーザ測深器を搭載し、本プロジェクトの地図作りで全国を飛び回っています。



**固定翼に搭載したALB機材**



**機体下部から撮影したALBセンサー**



**能登半島地震での緊急撮影（2024年1月2日）**

#### 4. 航空レーザ測深 (ALB) について

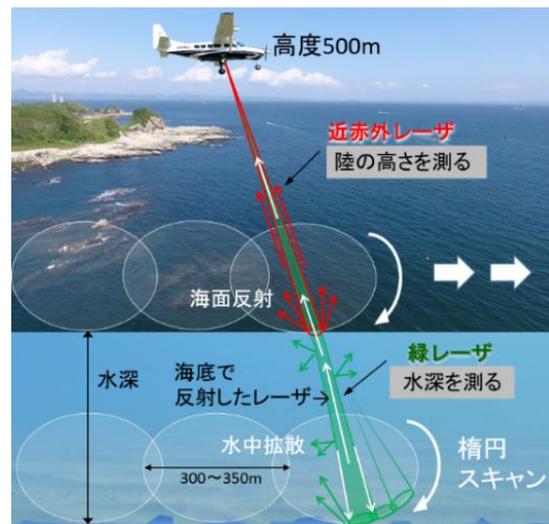
ALB は、高度 500m 前後の上空から「近赤外」と「グリーン」の 2 種類のレーザ（光）を発射して測量しています。この 2 種類のレーザのうち、近赤外のレーザは物体の表面で反射しやすい性質を持っているため、水面や陸上部はこの近赤外レーザのデータを用いて測量しています。一方、グリーンレーザは水中を透過する性質を持ち海底で反射して戻ってくるため、海底の測量に利用されます。

ALB はこの 2 種類のデータを活用して海底を測量しているのですが、レーザは「光」のため、濁った水域や波で白く泡立ったような場所では測量が難しいという弱点があります。しかし、透明度が高く波による泡や砂の巻上げが少ない場所では、透明度の約 1.5 倍の海底を広範囲かつ迅速に測量することができます。また、ALB は船舶を用いた音響測深では入れない非常に浅い海域を効率的に計測できるだけでなく、陸域も同時に計測できることが大きな特徴です。

さて、高度 500m、時速 220km で海の上を飛行する固定翼機（セスナ）が、計測コースを 50% 重複させて計測した場合、取得できるデータの「点」の密度はどのくらいになるのでしょうか。

答えは 1 m<sup>2</sup>あたり 4 点以上となります。海底測深用のグリーンレーザは毎秒 3.5～5 万発のレーザを発射できるので、高速飛行中でも極めて密度の高い「高さを含む位

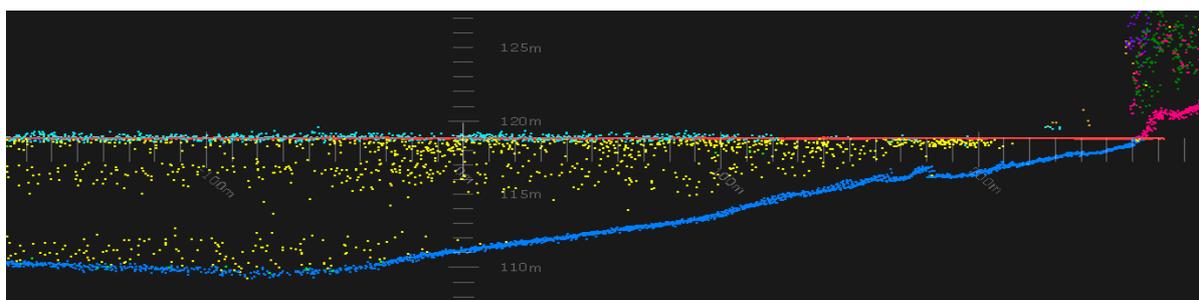
置情報を持った点のデータ」を取得することができます。このようにして得られた ALB のデータを用いることで、従来の海の地図とは一線を画す、陸上から海底までシームレスに連なった、まるで写真のように精密な図面を作成することが可能となるのです。



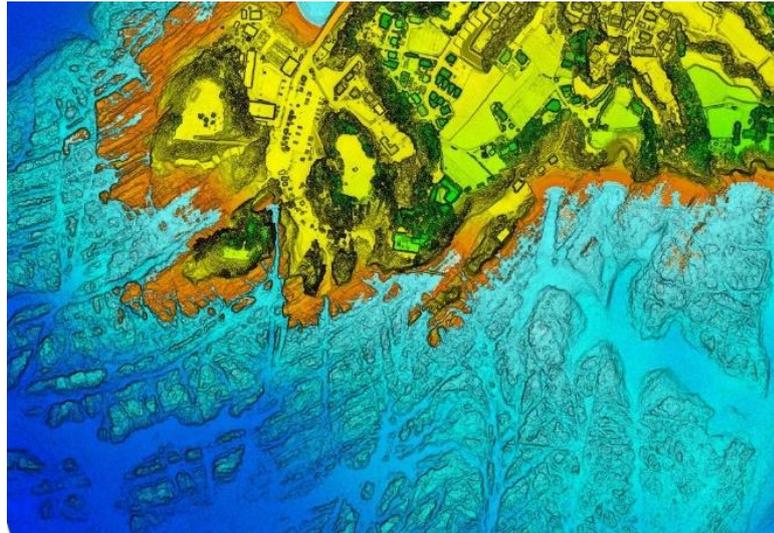
ALB による海底地形の測量イメージ



機体から発射されるグリーンレーザ



ALB で取得したデータの断面図 青色のラインが海底



ALB のデータから作成した水深段彩図（出典：釣りドコ<sup>1)</sup>）



上段：斜め写真      下段：同じ場所の水深段彩図（記者発表資料より抜粋）

#### 4. 令和6年能登半島地震震源域における取組

2024年の元日に発生した令和6年能登半島地震では、多数の死傷者や、家屋の倒壊や山崩れなど甚大な被害が発生しました。特に能登半島の北岸の海岸では、最大約4mもの地盤隆起<sup>2)</sup>によって、漁港が使用できず、地域の水産業に大きな影響を与えました。また、地震後に実施された海上保

安庁の調査では、海底地すべりの痕跡や海底にある活断層の隆起が確認され<sup>3)</sup>、メディアなどで大きく取り上げられています。今回の地震によって、震源域の広い範囲で海底が変化したことから、海の利用を進めるための基礎情報である、海底地形情報の早期の把握が重要となっています。

本プロジェクトの開始当時、能登半島の北側において群発地震が続いていたため、

初年度となる 2022 年に、水深 20m までの約 100 km<sup>2</sup>の範囲を延べ 7 日間かけて計測しました。

計測した範囲は今回の能登半島地震で地盤が隆起した能登半島の北側（西端：志賀町増穂が浦～東端：珠洲市長手崎）をほぼカバーしており、計測した範囲のうち、図面化した範囲は約 50 km<sup>2</sup>に及びます。

計測から約 1 年半後、能登半島は地震により地盤が大きく変動したことから、陸地だけでなく海域を含めて「正確な地図の空白地帯」となりました。地震直後は人命救助や復旧作業が最優先となるため、民間機は近隣の空港を利用できず、さらに飛行高度にも制限がかかったことにより、ALB による測量ができない状況が続きました。また、地盤が大きく動いたことで航空測量に不可欠な電子基準点の測量成果も公開停止となり、仮に被災地上空を飛行可能であったとしても、正確な測量を行うことができない状態となりました。

そのような状況が続く中、規制の解除後、可能な限り早期に ALB による測量が実施できるよう、3 月より現地で海岸状況の確認や調整点測量の地点選定などの準備作業を開始しました。現地踏査の結果、2022 年に使用した基準点が使用不能となった地点があったほか、山崩れや海食崖の崩壊による土砂の影響で海水が濁り、ALB による測量が困難であると推定されるエリアも確認されました。

飛行高度の制限が解除された後の 3 月、検査測線（どの程度の深さまで計測が可能か判断するための事前の ALB 測深）を実施し、この結果を基に水深 35m までの範囲を計測エリアとして設定しました。能登半島は冬の間、北風の影響で特に波が高くなるため、海が濁りやすい状況となります。そのため、可能な限り良い条件で計測できるよう、波が穏やかとなることが多い 4 月

20 日から梅雨入りする 6 月中旬までの期間で、気象・海象の状況を踏まえて固定翼機で計測する計画とし、約 200 km<sup>2</sup>の範囲を延べ 7 日間かけて計測しました（2024 年 5 月 4 日計測完了）。



沿岸部の被災状況の確認（2024 年 3 月）



調整点の地点選定（2024 年 3 月）



輪島港周辺の様子

## 5. 今後の見通し

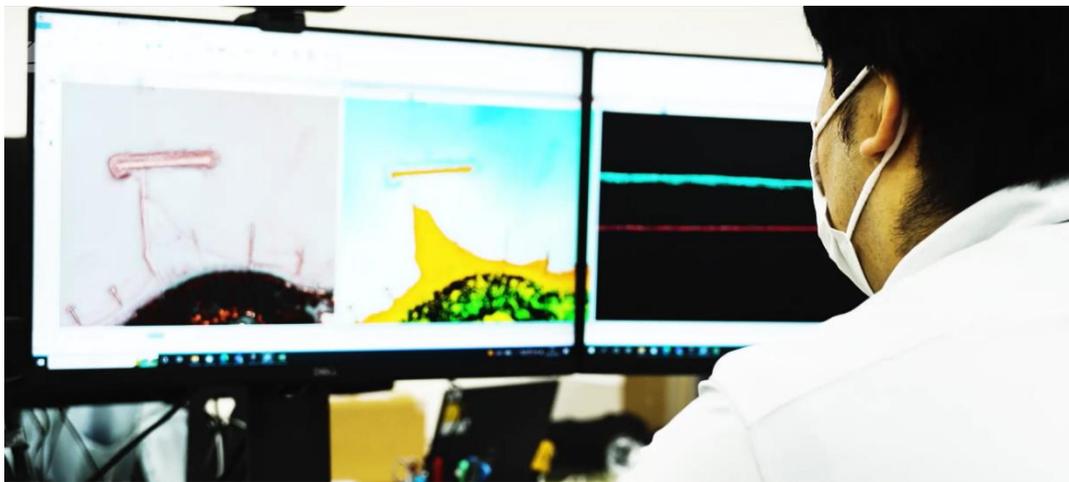
計測によって得られた元のデータ（RAW データ）は、位置情報のみならず、

レーザ測量から得られる様々な情報を含む膨大な数字の羅列であり、そのままの状態から図面にはできません。そこで、まず RAW データに様々な補正を施して「三次元点群データ」に変換します。その三次元点群データをさらに処理し、「ノイズ除去」「コース間調整」「精度検証」といった工程を経て「オリジナルデータ」が作成されます。

オリジナルデータは「フィルタリング処理」を経た後、海底地形が表現された「グラウンドデータ」となります。その後、グラウンドデータを赤色立体地図で点検し、最終的に「グリッドデータ」が作成されま

す。このグリッドデータは、位置情報を持つ点が格子状に整列している扱いやすいデータで、このデータを用いて、水深段彩図を作成したり、三次元データの特徴を活かして地形を立体的に表現したりすることができます。

現在、計測したデータの解析作業が進行中で、解析完了は今年の夏頃を予定しています。解析が完了した後、今回作成した地形図と地震前の地形図を比較することで、地殻変動の規模や動きが明らかになることが期待されるだけでなく、これまで未知だった現象が発見される可能性もあります。



ALB データの解析の様子

## 6. おわりに

「海の地図」プロジェクトでは、能登半島地震のわずか1年半前に海底地形データを取得し、地震直後にも同じ範囲で計測を行いました。大規模な地震の直前と直後に詳細な海底地形図を広範囲にわたって取得した事例は日本初であり、学術的にも非常に価値のあるデータが得られたものと考えられます。そして何より、本プロジェクトで集約されたデータは、地震復興にも大きく貢献するものと期待されます。

最後になりますが、本プロジェクトの成果が能登半島の復旧・復興に役立ち、地元

の皆さまが一日も早く平穏な日常生活に戻れるよう願っています。



計測に使用したセスナ機（左側）



計測に使用したセスナ機（右側）

註)

1. 釣りドコ <https://turidoco.com>
2. 穴倉ほか（2024）、第四紀研究、63
3. 地震調査研究本部（2024）令和 6 年 2 月の地震活動の評価

# 令和5年度 水路技術奨励賞（第38回）

## －業績紹介－

去る令和6年2月28日に水路技術奨励賞選考委員会において受賞者を選考し、下記の2件4名の方が水路技術奨励賞を受賞されました（「水路」第209号で紹介）。本号では業績内容を紹介します。

1. スマートフォン用航行支援アプリ new pec smart（ニューペックスマート）の  
アラート機能の開発

受賞者：株式会社 マップル・オン

高橋 裕亮

西村 篤人

高澤 宏光

2. 多時期の衛星画像と機械学習を用いた浅海域の水深推定技術の高度化

受賞者：公立鳥取環境大学環境学部

佐川 龍之

# 不幸な海難事故を減らしたい

## 『new pec smart』アラート機能

株式会社マップル・オン 取締役 高橋 裕亮

### 1. はじめに

前号の季刊「水路 209 号（2024 年 4 月 25 日発行）」に続き、今回で 3 度目の執筆の機会を頂きました。

本号では 2024 年 3 月 18 日に日本水路協会の「水路技術奨励賞」を受賞した「new pec smart」のアラート機能について、プロジェクトチーム代表の高橋より紹介させていただきます。筆者はエンジニアチームのリーダーとして、new pec smart 及び海釣図 V のアプリ開発、地図データ生成、サーバ運用を担当しています。筆者自身はマリネジャーに全く触れてこなかったため、「海釣図 V」「new pec smart」開発時にはユーザーがどのような環境でアプリを使うのか想像がつきにくく、苦労した記憶があります。

初代「海釣図」から 10 年の節目を迎える今年に、水路技術奨励賞という歴史ある素晴らしい賞を受賞できたことを、チーム一同非常に嬉しく感じています。

### 2. 背景

ダイビングやシーカヤック、ウィンドサーフィン、SUP といったマリネジャーの多様化に伴い、沿岸区域の利用状況も変化してきました。そんな中、2022 年 4 月 23 日に北海道知床沖で発生した遊覧船沈没事故は皆さんの記憶にも新しいかと思いますが、この事故によりマリネジャーや海運業務に携わる方々も危機意識が一段階上がったのではないのでしょうか。

「new pec smart」のアラート機能の企画が上がった 2021 年の海上保安庁「プレジャーボートの船型別船舶事故隻数の推移（図 1）」によると、事故件数自体はほぼ横ばいではあるものの、安価で持ち運びもしやすいモーター付きミニボートでの事故増加が見受けられます。このような背景の中、利用者が安心して航海できる機能を提供するべく、「new pec smart」のアラート機能開発がスタートしました。

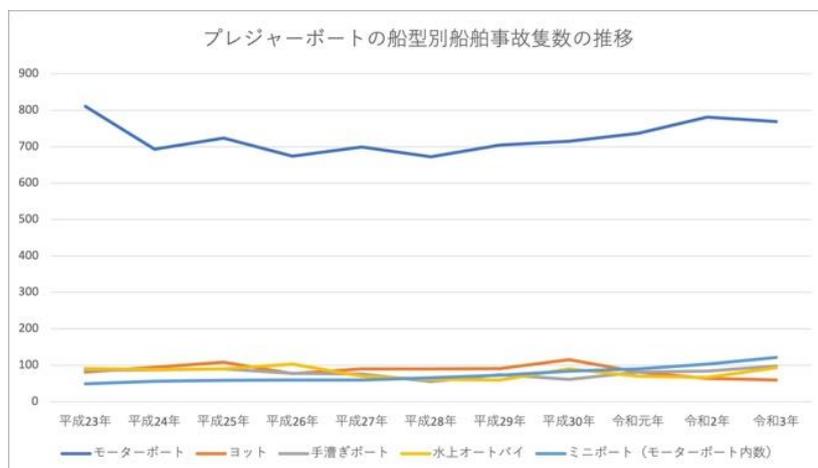


図 1 プレジャーボートの船型別船舶事故隻数の推移※海上保安庁資料より

なお、前述の知床沖遊覧船事故の影響からか、2023年の最新資料ではプレジャーボート全体での事故件数は幸いにも減少傾向にあるようです。

### 3. リモートワーク環境の立ち上げ

企画がスタートした2021年は世界中で猛威を振るった新型コロナウイルス感染症の真っ只中で、当社でも2020年より全社員のフルリモートワークが開始されました。

リモートワーク開始から1年間は世界情勢の見極めと体制構築に努めてきましたが、1年遅れで東京オリンピックも開催され、人との接触の少ないマリレジャーはむしろ増加傾向であったことから、2022年1月より、コロナ禍で初の本格的な機能開発を行うこととなりました。

当社ではアジャイル型エンジニアリングという開発手法を取っています。

本誌の読者の皆様には聞き馴染みが薄いかと思うので簡単に説明すると、アジャイル型エンジニアリングとはおおよその仕様を決めて機能の大枠を開発し、徐々に仕様を固めてブラッシュアップしていくという手法です。

このアジャイル開発はチームメンバーの距離が近いほど有効で、通常の開発体制であれば直接画面を見ながら細かな表現の伝達が可能です。

テレワーク開発で最初にネックとなったのがこの意思疎通方法でしたが、これは比較的簡単に解決しました。

世界中でテレワークが促進される中、ビデオ会議システムが急速に発展し、「Zoom」や「Google Meet」、「Microsoft Teams」といった単なるテレビ通話だけでなくチャットや画面共有といった複合的な機能を持つソフトの登場で、オフィスで打ち合わせするのと遜色のないコラボレーションが実現しました（図2）。

その他にも、進捗管理の「バックログ」、ス

トレージ、メール、オンラインオフィスソフトといった業務支援の「Google Workspace」、チャットツールの「Slack」といったオンラインサービスを駆使することで、すべての業務をテレワークでも実現することに成功しました。

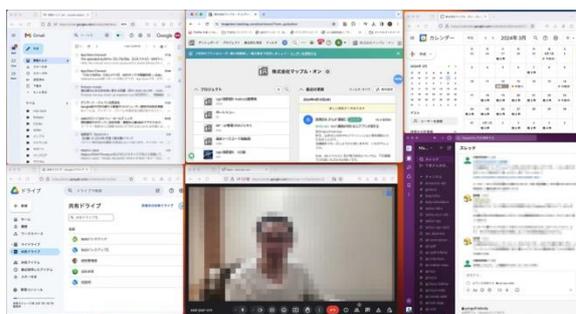


図2 当社のテレワークを支える  
オンラインサービス

### 4. 実地テストで見た不具合

開発開始から3ヶ月ほど経った2022年3月末頃、最初のバージョンが完成しました。

机上テストでは比較的問題無く動作しているように見受けられたため、一般財団法人日本海洋レジャー安全・振興協会様協力のもと東京湾で実地テストを行いました（図3）。すると、端末によってハザード情報を検出する場合としない場合が見受けられました。

細かく調査してみると、これにはいくつかの理由があることが判明しました。

まず一つ目に、複数のハザードが重複するエリアで、端末によってハザードを検出したり、しなかったりする現象がありました。これは処理の負荷の問題で、new pec smartではリアルタイムに様々な処理が並行して実行されているため、端末の性能や同時処理の状況によって処理が追いついていないということが分かりました。

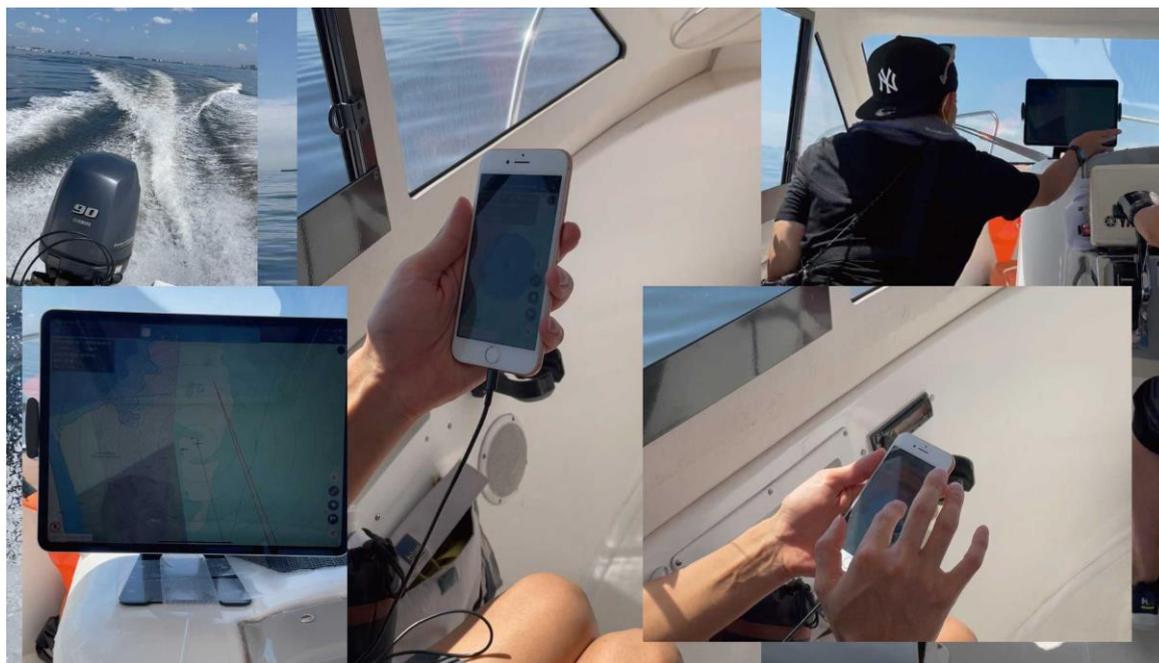


図3 東京湾での検証風景

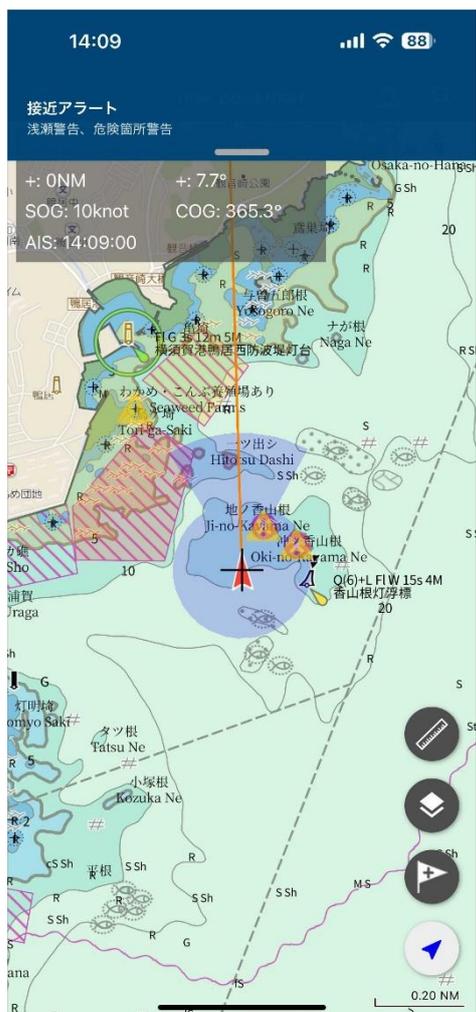


図4 複数のハザードが検出されるエリア

次に、ハザード情報が検出できたりできなかったりするという現象がありました。

new pec smart では前号でも紹介しましたが MapboxSDK という地図ライブラリを利用しています。

初期の開発段階ではハザード情報をこの MapboxSDK から取得するようにしており、現在地と現在地からの距離を MapboxSDK に渡すだけで簡単にハザードが近くにあるか判別できました (図 4)。

ところが、実地検証で複数の端末で様々な設定状況、地図スケールで確認していると端末によってハザードが検出できたりできなかったりすることが分かりました。

調査の結果、MapboxSDK では地図に表示しているデータしか検出できないことが分かりました。つまり、地図のレイヤー設定でハザードが非表示になっていたり、地図を縮小してハザードが見えていなかったりする場合には検出ができないのです。

さらに頭を悩ませたのは、new pec smart にはオフラインでも地図が使えるように地図のダウンロード機能があるのですが、(図 5) MapboxSDK ではダウンロードした地図のデ

ータからはハザードの検出ができないことが発覚しました。

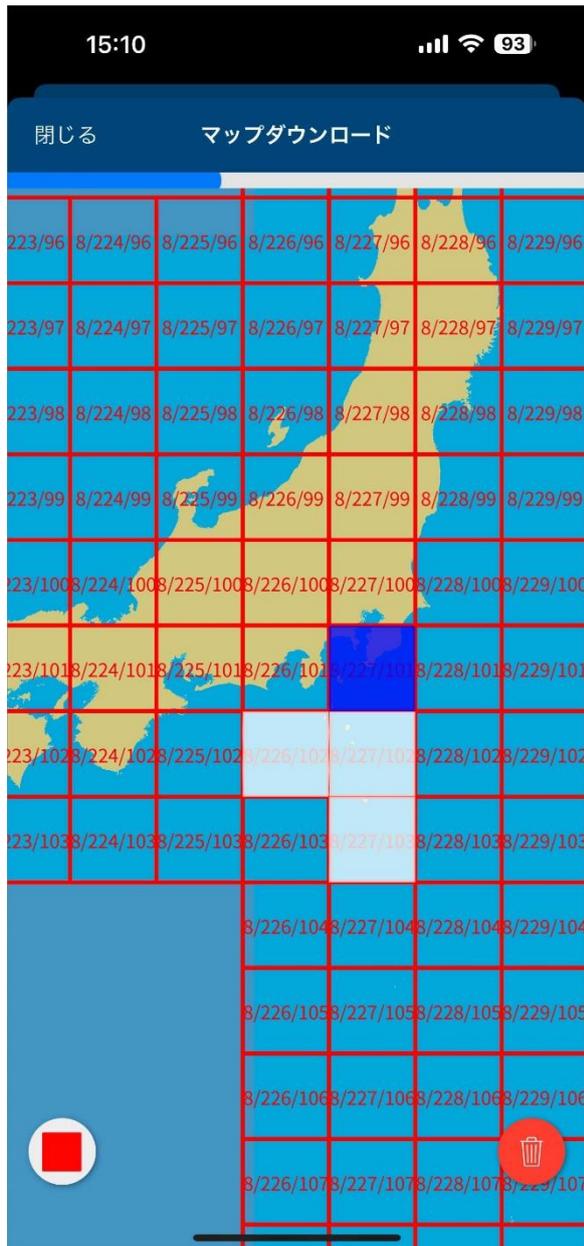


図5 オフライン用地図ダウンロード機能

## 5. リリースの断念

ハザードが検出できない条件が判明したため、アラート機能の動作条件をある程度制限することでリリースが可能な段階まで辿り着きましたが、ちょうどその頃、前述した知床沖遊覧船沈没事故が発生しました(図6)。

アジャイル開発では最低限の仕様実装から

細かい調整を行っていくため、通常であればここで一度リリースしてユーザーの反応を見ながら調整します。

ですが、「アラート機能」は人命にも関わる重要な機能。しかも、沈没事故が発生した場所では電波が入らなかったとの報道を受け、MapboxSDKを使った実装を諦め独自方式での実装を模索することにしました。



図6 観光船「KAZU I」の沈没場所

## 6. 最初の独自実装と失敗

MapboxSDKの機能を使わずに独自実装をすることとなった訳ですが、ここからが本当の意味での開発スタートとなりました。

何しろ、これまで開発してきたものがほとんど使えなくなる上に、独自に同様の機能を開発しつつパフォーマンスの問題やオフライン利用の問題も解決する必要があります。

最初に実装を試みたのは「GeoJSON」でハザード情報を整備し、アプリ内のメモリに展開する方式でしたが、これは失敗でした。

「GeoJSON」はJSON (JavaScript Object Notation) を用いて空間データに非空間デー

タを関連付けてエンコードできるデータフォーマットです。

例えば今回の場合では、ハザードの位置情報（空間データ）に対して、ハザード種別である浅瀬・漁具・岩礁（非空間データ）等の属性を関連付ける、といった具合です。

JSON は iOS の開発言語「Swift」や Android の開発言語「Kotlin」とは親和性の高いデータ形式であるため、期待が持てました。

実際に GeoJSON でハザードの空間情報を整備して実際にアプリ内のメモリに展開してみたところ、データ容量が膨大でアプリ内で展開するのも、現在地からハザードと近接しているか検索するのも時間が掛かってしまうことがわかりました。

GeoJSON は高速で扱い易いことが特徴のデータフォーマットですが、今回整備したデータは 480MB（メガバイト）あり、スマートフォンアプリが取り扱えるデータ量の限界を超えていました。

様々なデータ削減施策や処理の高速化施策も試してみたものの、思うようなパフォーマンスは出ず、GeoJSON を使った実装は諦めざるを得ませんでした。

## 7. 諦めないチャレンジ精神

「GeoJSON」での実装を断念した時点で、すでに開発開始から 1 年以上が経過していました。

ソフトウェアの開発期間＝投資であるため、実装が振り出しに戻った段階でこのまま開発を継続すべきか、断念すべきかのフェーズに入っていました。

私個人のこの時の判断としては、初めてのテレワーク開発で本アプリの開発者であり今回の奨励賞の受賞者でもある西村が孤立している状況の中、進展のない開発を続けさせることに懸念があり、一旦開発を中止した方が良いのではないかと考えていました。

ですが、彼のモチベーションが高く別の方法を試してみたいという意見があったことと、企画担当の高澤もこの機能の社会的意義から開発期間が掛かってもなんとしても完成させたいという強い意志があり、改めて別の施策をチャレンジすることとなりました。

結果的にはこの施策が功を奏し、完成まで漕ぎ着けることができました。

現在の実装で使われているこの施策は、データベースとインデックスを使う手法です。

専門的な話になってしまいますが、new pec smart では元々「SQLite」というデータベースを利用しています。

「SQLite」は軽量なデータベースエンジンでスマートフォンアプリでは一般的に扱われるものですが、高速な検索には向いておらず今回のアラート機能のようなリアルタイムに空間情報を検索することには不向きであり、開発当初は利用を考慮していませんでした。この処理速度問題を解決したのが「インデックス」です。

インデックスというのはデータベース内のデータに「索引」をあらかじめ付けておき、データベース内を検索する際にその「索引」を参照することで検索を高速に行えるようになる技術です。

インデックス自体は他の機能でも利用していましたが、空間情報のインデックス化を行うということが非常に難しく、開発者も苦労したそうです。

後から分かったことですが、データベースには「空間インデックス（図 7）」という概念がそもそもあり、SQLite にも「Spatialite」という空間インデックスを扱うことのできる拡張ライブラリが存在します。しかし、「Spatialite」をスマートフォンアプリの開発言語で扱うことが難しく、結果的に開発者の執念がスマートフォンアプリとしてはあまり例のない空間インデックスを使ったアプリ機能の完成へと繋がりました。

開発開始から実に1年10ヶ月が経過した2023年10月、ようやくアラート機能がリリースされました。

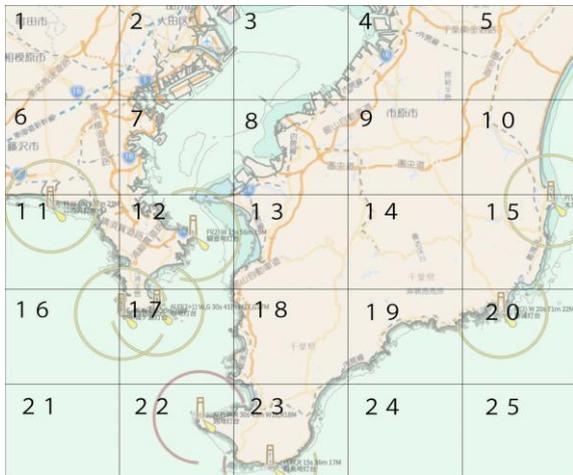


図7 空間インデックスの例

日本地図を賽の目に分割して番号を割り、ハザード情報を分割する。

## 8. 「アラート機能」のご紹介

ここまでは開発の裏側を紹介させて頂きましたが、最後に「アラート機能」の紹介をさせて頂きたいと思います。

アラート機能には大きく分けて「近接アラート(図8)」と「離脱アラート(図9)」の二種類があります。

近接アラートは浅瀬、危険箇所、他船(AIS)に対して、設定した距離まで近接した場合に音声やバイブレーション、プッシュ通知でアラートを表示します。

また、検出範囲については進行方向を優先させるか、全方位で行うかを設定することができます。

次に「離脱アラート」ですが、こちらは走錨とルート離脱があります。

走錨アラートは停泊中に船が流された時に、ルート離脱は航海計画のウェイポイントにナビゲーション中にルートから離れた際に近接アラートと同様の方法でアラートを表示します。



図8 近接アラートの設定と危険箇所近接時のアラート

なお、本機能は安全な航海をサポートするためのものであり、目視による安全確認を必ず行って下さい。

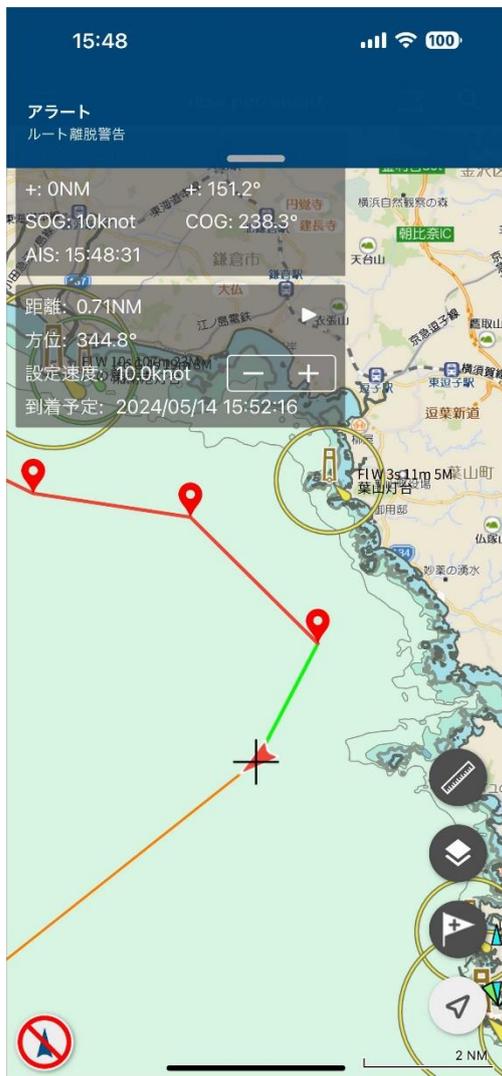


図9 ルート離脱アラート

## 9. 最後に

当記事では、当社アプリについて、紹介しきれない部分が多いため、詳細につきましては、下記 QR コードより、当社 HP にてご確認いただければ幸いです。



# 多時期の衛星画像と機械学習を用いた 浅海域の水深推定技術の高度化

公立鳥取環境大学 環境学部環境学科 佐川 龍之

## 1. はじめに

浅海域の海底地形は航海の上では座礁の危険を回避するために重要であり、沿岸域における高潮や高波のシミュレーションなど学術的な基礎データとしても不可欠である。既存の測深方法には主に音響測深と航空レーザー測深（ALB: Airborne Lidar Bathymetry）がある。音響測深では船による調査を行うが、非常に浅い海域においては効率が悪く、座礁の危険性もあることからそもそも計測が困難である。ALBでは、浅海域を計測できるが、航空機が飛行できる海域である必要がある。この他、各調査に必要なコストが大きいこともあり、浅海域においてはこれまで必ずしも十分なデータが収集されていない。

これら既存の測深方法とは異なる方法として、衛星画像を解析して得られる水深情報であるSDB（Satellite Derived Bathymetry）がある。衛星画像から水深を推定する方法は、光が水中で指数関数的に減衰する原理に基づき、衛星で観測される放射輝度が水深により異なることを利用している。SDBは、ALBと同じく浅海域の水深情報の取得に適している上に、衛星画像は世界中のほとんどの海域を観測でき、迅速に結果を得ることが期待できる。

SDBについてはこれまで様々な解析手法が提案されてきたが、沿岸域の光学的な物理モデルに基づいて衛星画像のデータと水深の関係を表すモデルがしばしば用いられてきた（例えば、Lyzenga, 1978）。これらのモデルでは海域ごとに海水の透明度などの影響で変化する係数が含まれるが、衛星画像とそれに対応する測深データ（学習用水深データ）との比較でモデルの係数を回帰的に得るため半経験的手法と呼ばれる。近年は、物理モデルにかわり機械学習

で水深推定モデルを構築する方法も提案されている（Manessa et al, 2016; Misra et al 2018）。しかしながら、これらの方法では衛星画像ごとに対応した学習用水深データを得るための現地調査が必要である。SDBに期待される低コストかつ迅速に情報を提供するという目的を達成するためには、現地調査を必要とせず、衛星画像のみからあらゆる海域の水深を高精度で推定可能な方法が求められる。そこで、Sagawa et al (2019)は、機械学習と多時期の衛星画像を活用することで衛星画像のみから効率的かつ高精度でSDBを作成する方法を考案した。本稿ではこの研究手法についての紹介を行う。

## 2. 解析環境とデータ

Google社が提供するクラウド上の解析環境Google Earth Engine (GEE)を利用して、衛星画像の解析を行った。衛星画像としてUSGS（米国地質調査所）より提供されているLandsat-8の地表面反射率プロダクトを使用した。同プロダクトはLandsat-8 Surface Reflectance Code (LaSRC)より作成された大気補正済みデータである。

本研究では機械学習により衛星データと水深データを対応付けるモデルを構築するが、正解として使用する水深データとしては、表1の測深データを用いた。各海域について、2013年4月から2018年8月までの雲量20%未満のすべてのLandsat-8の画像を取得し、合計で135シーンの画像を使用した。例として、2016年5月28日に波照間島の周辺を撮影したLandsat-8画像を図1に示す。これらの海域は透明度が非常に高い海域である。海洋は、その光学的な特性が

単純か複雑であるかによって、それぞれケース 1、ケース 2に分けられている (Morel and Prieur, 1977)。ほとんどの外洋域はケース 1であり、光学的特性が主に植物プランクトンによって決定される。

NASAが提供しているAqua衛星搭載のMODISセンサの観測データから作成したクロロフィルaのプロダクトでは、研究対象とした海域の2003年1月から2018年12月までの平均値は1.0mg/m<sup>3</sup>未満であった。

表1 測深データ

海域名	測深方法	提供機関
竹富島	シングルビームソナー	山口大学
プエルトリコ・ガウニカ	ALB	NOAA
ハワイ・オアフ島	ALB	NOAA
バヌアツ・エファテ島	シングルビームソナー	RESTEC
波照間島	ALB	海上保安庁



図1 波照間島周辺の Landsat-8 画像 (2016年5月28日)

### 3. 解析方法

水深を推定する機械学習モデルとしてはランダムフォレストを選定した (Breiman, 2001)。ランダムフォレストは既往研究においてもSDBの機械学習モデルとして使用されており、高い性能を発揮している (Manessa et al, 2016)。機械学習においては、目的変数と説明変数を含む学習用と評価用のデータ

セットが必要である。ここでは、測深データ (目的変数) と対応する衛星画像の画素データ (説明変数) を1組とするデータセットを衛星画像ごとに作成した。このデータセットから海域ごとに無作為に20,000点を上限としてデータを抽出し、さらに無作為に学習用と評価用に分けて学習データセットと評価データセットを構築した。

学習データのうち水深が5~25mのデータを用いてランダムフォレストのモデルの学習を行った。精度評価する水深の範囲は0~20mであるので、少し水深の幅を広くしている。ランダムフォレストでは、学習の過程で、衛星画像の反射率と水深の関係を関係づける複数の決定木を自動的に生成する。水深推定時は、入力された衛星画像の各画素の反射率データに対し、各決定木が出力した水深推定値から多数決的に最終的な水深を決定する。複数の海域を複数時期に撮影した衛星データについて、測深データとの関係を学習させることで、多様な底質や透明度に対応した決定木を生成することが想定され、モデルの汎用性を向上させることが期待できる。

学習済みのランダムフォレストモデルを用いたSDBの作成は3つステップで行い、それぞれの段階で精度評価も実施した。各ステップの処理内容について以下に説明する。

#### ①ステップ1

ランダムフォレストによる水深推定モデルを用いて、各衛星画像に対して0~20mの水深を推定したSDB-1を作成した。SDB-1の精度評価は学習データセットと評価データセットのそれぞれに対して行った。

#### ②ステップ2

水中での減衰率の高い近赤外バンドを用いて陸域を判別し、青バンドについて十分に深い海域の統計量から深海域を分類した。SDB-1について陸域と深海域のマスク処理を行うことでSDB-2を作成した。SDB-2の精度評価は同様のマスク処理を行った評価データセットについて行った。

#### ③ステップ3

海域ごとにSDB-2のマージ処理を実施した。解析範囲の画素ごとにSDB-2の中央値、データ数、標準偏差を算出し、データ数が3以上、標準偏差が5.0m未満の画素について、中央値をSDB-3の出力とした。海域ごとに測深データのある画素から10,000点を上限として検証点を無作為に抽出し、精度評価を行った。

## 4. 結果と考察

図2 に波照間島周辺におけるSDB(a)とALB(b)の分布図を示す。水深0~20mの範囲をカラースケールで表示している。SDBとALB概観は類似していることが確認できる。全海域のSDB-1~3についての精度として、二乗平均平方根誤差 (RMSE)、平均誤差、決定係数 ( $R^2$ ) を表2にまとめた。SDB-1のRMSEをみると、評価データの誤差が学習データの1.67倍となっている。SDB-2、SDB-3の処理で精度は改善され、最終的なSDBの0~20mの推定値についての誤差はRMSEで1.41mであった。図3に全海域におけるSDBと測深データの散布図を示す。データは対角線上によくまとまっていることが分かる。この散布図からもSDB-2、SDB-3の処理で精度が改善されて大きな誤差を含むデータが減っていることがわかる。

水深の計測精度の基準としてはIHO発行のS-44があり、水深100m未満かつUKC (余裕水深) が問題にならない海域では1b級の基準が示されている (IHO, 2008)。同基準では、水平位置の測定の誤差の限度 (THU: Total horizontal uncertainty) および深さの測定の誤差の限度 (TVU: Total vertical uncertainty) を定めている。また、これとは異なる基準として、同じくIHO発行のS-67で定義されているCATZOC (Category Zones of Confidence) があるが、A1級、A2級、B級、C級の4段階のカテゴリーについてTHUとTVUの基準を示しており、C級に達しない場合はD級に分類される (IHO, 2020)。S-44の1b級の精度はCATZOCのA1級に相当する (厳密にはTVUの定義はやや異なる)。SDBについては、水平方向位置精度は衛星画像のプロダクトに依存するが、最も位置精度の高いWorldView-3はA1級の基準を満たしている (Mulawa et al, 2018)。一方で、水深推定精度は、過去の文献 (Ashphaq et al (2021)が調べた文献を対象とする) において水深10~20mまでを対象とした研究では、精度はCATZOCのA2級からD級に相当する結果が報告されており、手法と深さによる精度ばらつきが大きい。

本研究結果のSDB精度について、CATZOCの基準に照らし合わせてみると、水平方向の位置精度については、Landsat-8のデータの誤差は65m (90%信頼

区間) であり (USGS, 2019)、C級の基準誤差500m (95%信頼区間) を満たす。また、鉛直方向誤差の平均値およびRMSEは0.27mおよび1.41mであり、95%信頼区間の誤差に換算した場合に、C級の許容誤差3.0mをほぼ満たしている。

ここで紹介した手法は、透明度の高い浅海域に広く適用可能であり、衛星画像のみからSDBを作成で

きるということで、従来手法と比較した場合に作業効率の大幅な向上に貢献できる。より高い精度の成果物を得るには最適な機械学習方法の選定などさらにいくつか解決すべき課題があるが、多数の衛星画像を用いるアプローチは従来手法より信頼性の高いSDBの作成が期待でき、今後の主要な解析方法の一つとなると考えられる。

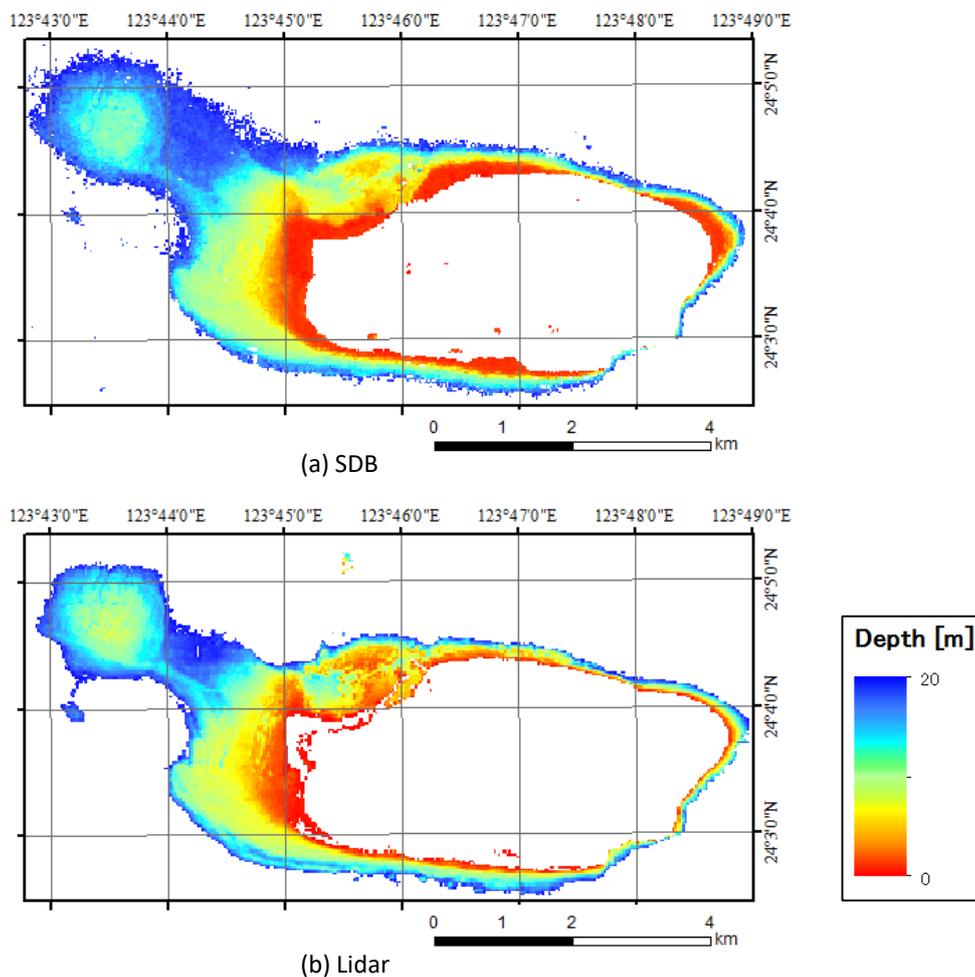


図2 波照間島周辺におけるSDB (a)とALB(b)の分布図

表 2 全海域におけるSDBの精度

	SDB-1		SDB-2	SDB-3
	Training	Evaluation	Evaluation	Evaluation
Depth (m)	-5 to 25	0 to 20	0 to 20	0 to 20
n	34,627	28,981	18,719	26,451
RMSE (m)	-	1.32	2.21	1.87
ME (m)	-	0.16	0.27	0.27
R <sup>2</sup>	-	0.939	0.821	0.920

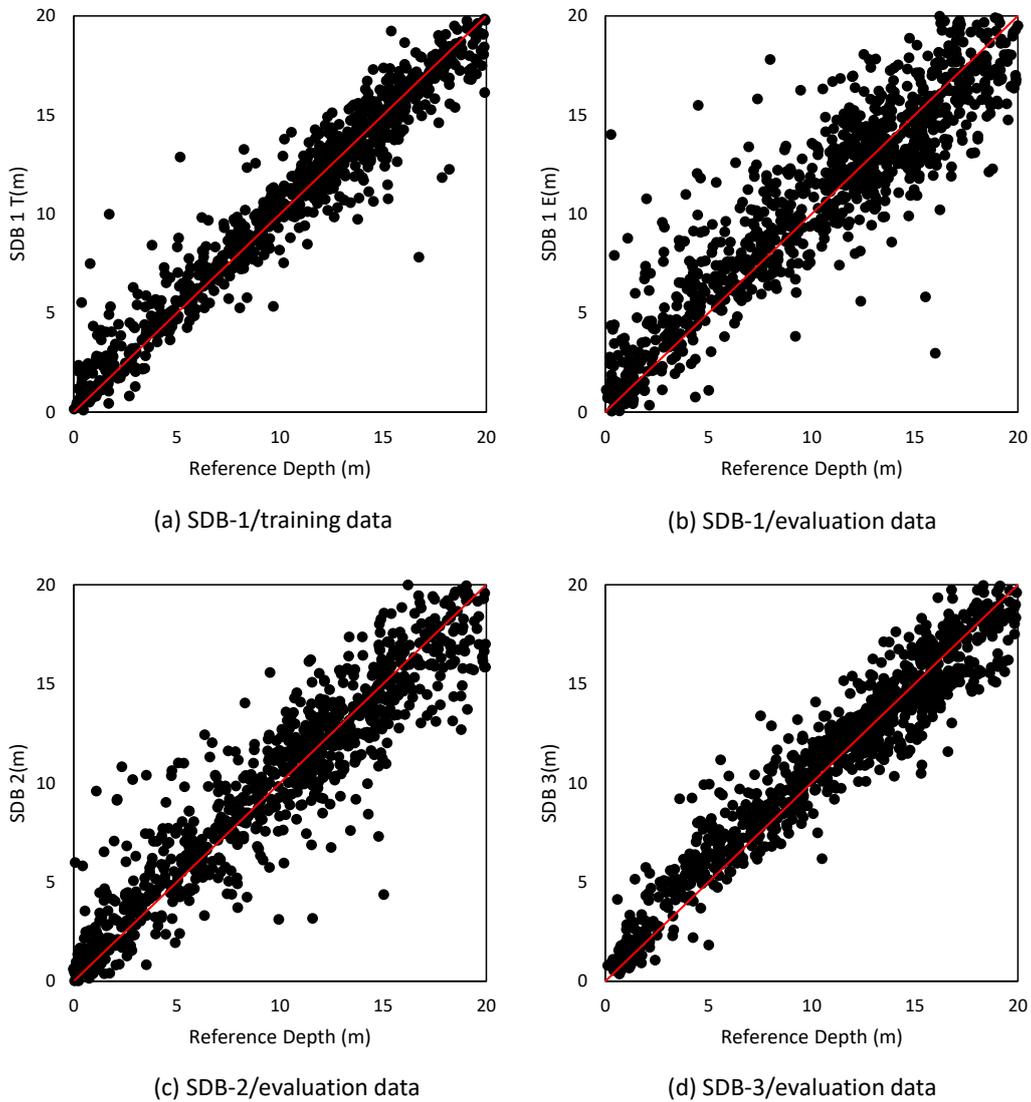


図 3 全海域における SDB の散布図

## 5. 今後の展望

高性能の衛星センサで撮影された衛星画像が高頻度で利用できるようになったことや機械学習などの解析技術の向上により、SDBの精度の更なる改善が検討されている。水平方向の位置精度は、最も位置精度の高いWorldview-3衛星のデータを使用した場合で、CATZOCのA1級の基準を満たしていることから、鉛直方向の推定精度が向上すれば、条件によっ

ては既存の水路測量方法に迫る精度が得られる可能性もある。SDBを実用化する上で、解析条件と得られる水深推定精度の不明瞭さも主な課題であるが、SDBに用いる衛星データや対象海域と精度の関係などの整理が進めば、よりSDBを実利用しやすくなりSDBの活用が促進されることが期待される。

### <参考文献>

- Ashphaq, M., Srivastava, P.K., Mitra, D., 2021, Review of Near-Shore Satellite Derived Bathymetry: Classification and Account of Five Decades of Coastal Bathymetry Research. *Journal of Ocean Engineering and Science*, 6, 340–359, doi:10.1016/j.joes.2021.02.006.
- Breiman, L., 2001, Random Forests. *Machine Learning*, 45, 5–32.
- IHO, 2008, IHO Standards for Hydrographic Surveys, Special Publication No. 44, 5th ed.; International Hydrographic Bureau: Monaco, Principality of Monaco.
- IHO, 2020, Mariners' Guide to Accuracy of Depth Information in Electronic Navigational Charts (ENC), Special Publication No. 67, Edition 1.0.0, International Hydrographic Organization, Monaco.
- Lyzenga, D.R., 1978, Passive Remote Sensing Techniques for Mapping Water Depth and Bottom Features. *Applied Optics*, 17, 379, doi:10.1364/AO.17.000379.
- Manessa, M.D.M.; Kanno, A.; Sekine, M.; Haidar, M.; Yamamoto, K.; Imai, T.; Higuchi, T., 2016, Satellite-derived bathymetry using random forest algorithm and worldview-2 Imagery. *Geoplanning: Journal of Geomatics and Planning* 3, 117–126.
- Misra, A., Vojinovic, Z., Ramakrishnan, B., Luijendijk, A., 2018, Shallow water bathymetry mapping using Support Vector Machine (SVM) technique and multispectral imagery Shallow water bathymetry mapping using Support Vector Machine (SVM) technique and multispectral imagery, *International Journal of Remote Sensing* 39 (13), 4431-4450, doi:10.1080/01431161.2017.1421796.
- Morel, A.; Prieur, L., 1977, Analysis of variations in ocean color: *Limnology and Oceanography*. 22, 709–722.
- Mulawa, D., Comp C, Clarke B., 2018, Geolocation Accuracy Performance of the Digital Globe Constellation During 2017 and 2018 H1, <https://calval.cr.usgs.gov/apps/sites/default/files/jacie/JACIE2018mulawadigitalglobe.pdf> (2024年5月7日アクセス) .
- Sagawa, T., Yamashita, Y., Okumura, T., Yamanokuchi, T., 2019, Satellite Derived Bathymetry Using Machine Learning and Multi-Temporal Satellite Images. *Remote Sensing*, 11, 1155, doi:10.3390/rs11101155.
- USGS, 2019, Landsat 8 data users handbook ver. 5.0, [https://d9-wret.s3.us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/s3fs-public/atoms/files/LSDS-1574\\_L8\\_Data\\_Users\\_Handbook-v5.0.pdf](https://d9-wret.s3.us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/s3fs-public/atoms/files/LSDS-1574_L8_Data_Users_Handbook-v5.0.pdf) (2024年5月7日アクセス) .

# 御木本幸吉と柳檜悦

## — 二人の出会いと二見浦の水族館計画 —

京都女子大学 文学部 史学科 卒業生 齋藤涼夏

### 1. はじめに

私は、京都女子大学文学部史学科の2023年度卒業生です。卒業論文では「近現代における伊勢神宮と戦争」をテーマとして、主に伊勢神宮と日本海軍の関係について研究しました。

卒業論文を執筆する過程で、ゼミの指導教員である小林瑞穂先生の研究分野である水路部の「柳檜悦」と、私の地元、三重県の偉人である「御木本幸吉」の繋がりを示す明治期の新聞記事を発見しました。この発見をきっかけとして小林先生から原稿の執筆を勧めて頂き、『季刊 水路』に投稿する機会を得ることができました。

初めての経験のため、内容や書き方に至らない部分も多いと思いますがご理解頂ければ幸いです。



図1 鳥羽駅前の御木本幸吉像  
〔2024年4月、筆者撮影〕

### 2. 御木本幸吉と柳檜悦

まずは、今回テーマとする「御木本幸吉」と「柳檜悦」がどういった人物であるのかを紹介します。

御木本幸吉は、志摩国鳥羽浦大里町（現、三重県鳥羽市）出身の世界的な真珠業者です。養殖真珠の創始者であり、1905年（明治38）には世界で初めて真円真珠の養殖に成功し、ミキモトパールとして世界各地に輸出を行いました。そのため、「世界の真珠王」と称されることもある人物です<sup>1</sup>。〔図1参照〕

柳檜悦は、幕末から明治前期における海軍軍人です。柳は数学者でもあり、東京数学会社を創立しました。幕府海軍創設に際

して、長崎海軍伝習所に学び、1871年（明治4）の兵部省海軍部の水路局創設とともに初代局長となった人物です。また、大日本水産会創設を支援し、水産界の発展に貢献しました。大日本水産会では、会誌への寄稿や、各地での演説を行い、海軍退官後は、大日本水産会の幹事長に就任しています<sup>2</sup>。

次に、先行研究で触れられている御木本幸吉と柳檜悦の関係について述べたいと思います。

『日本水路史百五十年』では<sup>3</sup>、1886年（明治19）に大日本水産会が開催した水産共進会における柳の講演を聞いて、御木本が真珠養殖の事業化を決心したことや、養

殖業のきっかけをくれた柳を終生の恩人としたことを「御木本幸吉伝」を挙げて、紹介しています。

一方で、大林日出雄氏の『御木本幸吉』では4、1888年（明治21）6月に開催された第二回全国水産品評会に、志摩国海産物改良組合の組合長として御木本幸吉が参加したことを2人の出会いとしています。また、1888年8月には、柳檜悦自らが御木本幸吉を訪ね、三重県を視察したことが明らかにされています。

小林瑞穂氏の『戦間期における日本海軍水路部の研究』では5、柳檜悦が同郷である御木本幸吉の真珠養殖の試みに理解を示し、助言を与えたことを述べています。

上記のように、先行研究においては「大日本水産会」を通じた2人の関係性について記述されており、特に柳檜悦が御木本幸吉の真珠養殖に影響を与えたことが指摘されています。

### 3. 二人の出会い

ここでは、御木本と柳のつながりを詳しく見ていきます。まずは、『日本水路史百五十年』において、2人の出会いとされた1886年（明治19）の「水産共進会」について説明します。

1886年3月25日に東京・上野において開会した「水産共進会」には、1か月余りの開催期間に4万2千123人の人々が訪れました。この会の直前に水産共進会の幹事長に就任した柳は、開会式の挨拶を担当しています6。

この年の水産共進会には御木本も参加しており、柳の演説を聞くという形で2人が出会ったことがわかります。御木本は、この時の柳の演説を聞いて真珠養殖の事業化を決心したとされています7。

次に、『御木本幸吉』において紹介された「第二回全国水産品評会」について説明します。全国水産品評会は、大日本水産会主

催の品評会です。「第二回全国水産品評会」は、東京・木挽町の「厚生館」において、1888年（明治21）6月1日から一週間かけて行われました8。

前述の通り、御木本幸吉が組合長をしていた志摩国海産物改良組合もこの品評会に出品していました。ここでついに、柳と御木本が面会を果たします。

「第二回全国水産品評会」における会話をきっかけとし、2人は関係を深めます。同年8月、御木本は柳に真珠貝養殖の視察を要請し、同月13日、三重県の神明浦における真珠貝養殖の視察が行われました。この視察は、柳自らが御木本のもとへ赴いたものでした9。

この時、なぜ柳はわざわざ御木本のもとへ赴いたのでしょうか。大林氏の『御木本幸吉』では、その理由として、御木本が生活していた「伊勢志摩の海」にあると考察しています10。

伊勢湾は柳が津藩士であった頃、藩主に命じられて測量した地であり、志摩の海は1870年（明治3）に柳が日本海軍の測量責任者として、初めて水路測量を行った地でした。そして、鳥羽の港は、1872年（明治5）に明治天皇が海路により伊勢神宮を参拝したとき、海軍大佐の柳が先発官として、鳥羽港内の調査と御召艦の先導を務めた地でした11。

以上のように、柳にとって「伊勢志摩の海」は思い出深い土地であるといえるのです。

1888年の視察以降も柳と御木本の関係は続きます。視察から2年経った1890年（明治23）には、柳から御木本宛に以下の内容の手紙が送られます。

「貴台の真珠養殖事業は、その緒に着かれ、大慶至極に存候。就いては、陽春四月一日より東京に於いて第三回内国勲業博覧会が開催の運びと相成り候。依て、貴台に

は真珠の宣伝の為、揮って御出品の程、篤と願入候。尚、貴台を博覧会審査員帝大教授箕作理学博士に紹介いたし置き候<sup>12</sup>。」

ここで、柳は御木本に「第三回内国勸業博覧会」への出品依頼をするとともに、東京帝国大学理学博士であった箕作佳吉と御木本を繋げています。出品依頼や人物紹介という行動は、柳が御木本を認め、応援していることを表していると言えるのではないのでしょうか。

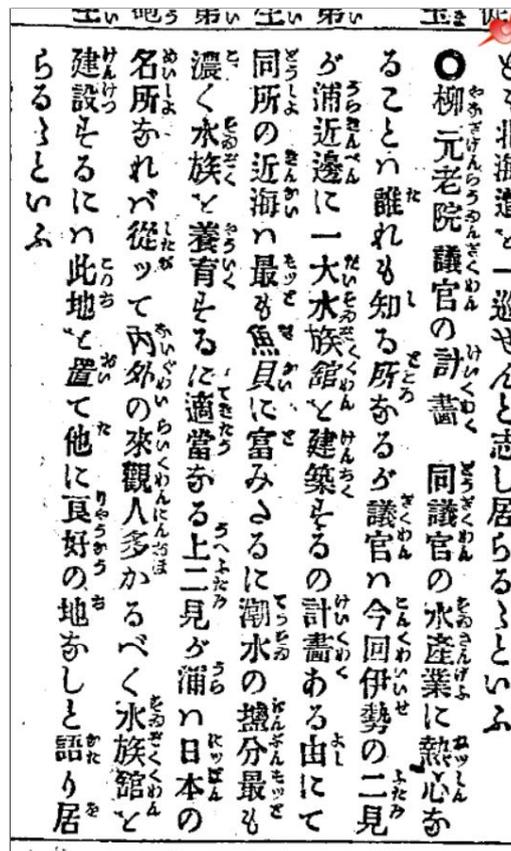
この手紙で登場した「第三回内国勸業博覧会」は東京の上野公園において、1890年4月1日から7月31日までの三か月間行

われました。手紙での依頼通り、御木本も真珠を出品しており、他の出品者とは違い、生きた真珠貝を展示することにも成功しました<sup>13</sup>。

このように、出会ってから数年をかけて、御木本は着実に柳からの信頼を得て、関係を深めていったのです。

#### 4. 水族館計画

第三回内国勸業博覧会の開催と同時期に、柳による水族館建設の計画が進んでいました。柳の水族館計画は『読売新聞』において、以下のように報じられました。〔図2参照〕



同議官〔柳のこと〕の水産業に熱心なることハ誰も知る所なるが議官ハ今回伊勢の二見が浦近辺に一丈水族館を建築するの計画ある由にて同所の近海ハ最も魚貝に富みたるに潮水の塩分最も濃く水族を養育するに適當なる上二見が浦ハ日本の名所なれば従って内外の來觀人多かるべく水族館を建設するにハ此地を置て他に良好の地なしと語り居らるといふ<sup>14</sup> [亀甲カッコ内、齋藤]

図2 「柳元老院議官の計画」『読売新聞』1890年（明治23）7月27日付。

この記事では1890年(明治23)の時点で、環境や水質、観光面を考慮した上で、柳が三重県の「二見が浦」に水族館を建設しようとしていることがわかります。記事中の「二見が浦」は、現在の「二見浦」で

伊勢神宮付近に位置しており、日の出の名所としても有名な地です。

水族館建設の計画に関する記事は、柳の死後にも報じられました<sup>15</sup>。〔図3参照〕



図3 「二見水族館建立の計画」『読売新聞』1897年(明治30)1月5日付。

この記事では、前述の記事で報じられた情報に加え、①三重県の巡回の際に柳が計画を思いついたこと、②柳の遺志を継いで御木本が計画を進めていること、③水族館の建設予定地が賓日館と立石の間であること、④具体的な水族館の設計計画が報じられています。

1つ目の記事が掲載された時期が、御木本と共に伊勢志摩の海を視察した1888年の2年後であることや、①の情報のように「巡回の際に計画を思いついた」ことから、柳による水族館建設の構想には、御木本との視察が少なからず影響を与えたと考えます。

2つ目の記事が掲載された1897年(明治30)の時点で御木本は、真珠養殖の技術の特許を得ており、真珠の養殖、加工、販売に専念していました<sup>16</sup>。このように、真珠養殖の第一人者となり、柳に恩を感じている御木本が、②の情報のように柳の遺志を継いだのです。

③の情報で、水族館は賓日館と立石の間

とされています。「賓日館」は、1887年(明治20)に、伊勢神宮に参拝する賓客が休憩や宿泊をするための施設として建てられました<sup>17</sup>。また、「立石」は、「夫婦岩」の別名です<sup>18</sup>。つまり、水族館は図4において赤丸で示した2つの場所の周辺に建てられる予定だったことがわかります。2024年現在、水族館が建設される予定だった土地付近には、図4にもあるように「伊勢夫婦岩ふれあい水族館 伊勢シーパラダイス」という水族館があります<sup>19</sup>。

柳が計画していた水族館と「伊勢夫婦岩ふれあい水族館 伊勢シーパラダイス」との関連は、まだ調べることができていませんが、柳が計画していた土地は、水族館を建設する土地として適していたと言えるのではないのでしょうか。

## 5. おわりに

本稿では、御木本幸吉と柳檜悦の関係について先行研究と新聞記事に注目し、考察するとともに、柳檜悦が計画した水族館建

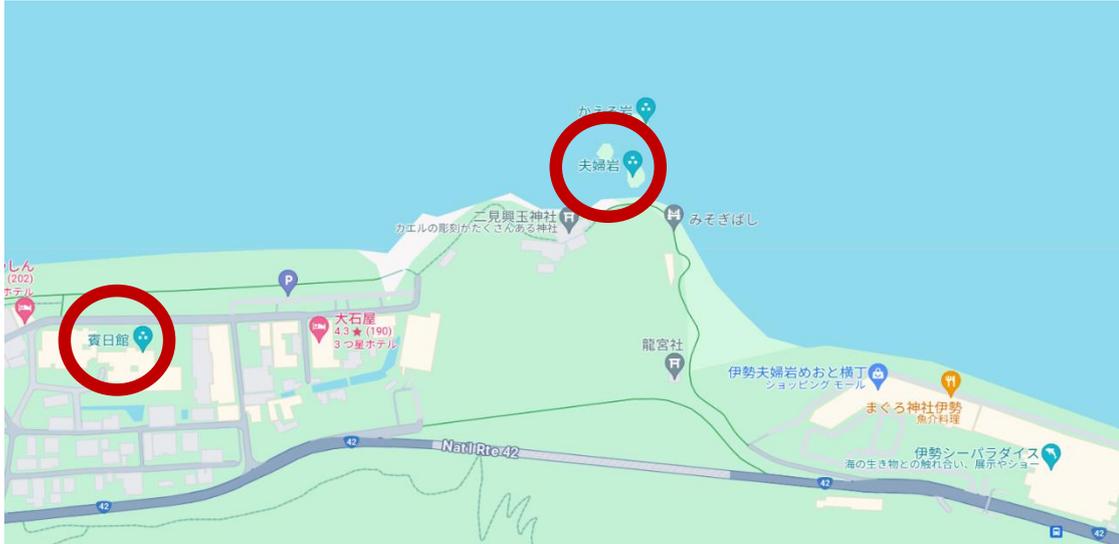


図 3 水族館の建設予定地〔Google マップの地図をもとに筆者加筆。〕

設についても考察しました。

柳が二見に水族館を建設しようとした要因には、御木本との視察における経験もあったのではないかと考えます。また、御木本が同じ三重県出身であったことや、二見の土地、伊勢志摩の土地が柳にとって思い入れのある土地であったことも影響していると考えます。

柳が水族館建設を考えていた場所と近い土地に、現在の新しい水族館が建てられているという事実は、二見の土地が水族館建設に適していたということを表すのではないのでしょうか。

今回、「伊勢夫婦岩ふれあい水族館 伊勢シーパラダイス」と、柳の計画していた水族館、御木本幸吉との関連性については深く調べることができませんでした。そのため、今後は「伊勢夫婦岩ふれあい水族館 伊勢シーパラダイス」との関連についても調べ、より知識を深めていきたいと考えます。

今回、筆者の地元の偉人について深く調べる機会を頂いたことを誠に感謝しております。このように、身近な存在を深く掘り下げていくと新たな知識や歴史に出会うことができる場合があります。是非、身近な存在に目を向け、調べてみてください。

長くなりましたが、本稿をきっかけに、筆者の地元の歴史だけでなく、皆さまの地元の歴史に対しても、少しでも興味をもっていただければ幸いです。

#### <参考文献>

- 1 「御木本幸吉」『国史大辞典』、「御木本幸吉」『デジタル大辞泉』による。
- 2 「柳権悦」『国史大辞典』による。
- 3 日本水路協会『日本水路史百五十年』日本水路協会、2022年、125頁。
- 4 大林日出雄『御木本幸吉』吉川弘文館、1988年、39—42頁。
- 5 小林瑞穂『戦間期における日本海軍水路部の研究』校倉書房、2015年、102—103頁。
- 6 「水産共進会幹事長」『読売新聞』1886年3月20日付。
- 7 「共進会開場」『読売新聞』1886年（明治19）3月12日付、「縦覧人総計」『読売新聞』1886年4月27日付。
- 8 「水産品評会」『読売新聞』1888年（明治21）6月1日付。「厚生館」は元「明治会堂」である。「明治会堂」が1884年（明治17）に改名され、「厚生館」となった。
- 9 前掲、『御木本幸吉』、38—42頁。
- 10 本論では、「伊勢志摩」を伊勢市、鳥羽市、志

摩市とする。

- 11 前掲 『御木本幸吉』、40－41 頁。
- 12 同前、48 頁。
- 13 同前、49 頁。
- 14 「柳元老院議官の計画」『読売新聞』1890 年（明治 23）7 月 27 日付。（図 2）
- 15 「二見水族館建立の計画」『読売新聞』1897 年（明治 30）1 月 5 日付。（図 3）
- 16 「御木本幸吉」『国史大辞典』による。
- 17 「賓日館」『デジタル大辞泉』による。
- 18 「二見興玉神社」『日本大百科全書』による。
- 19 「伊勢夫婦岩ふれあい水族館 伊勢シーパラダイス」ホームページ、[ise-seaparadise.com](http://ise-seaparadise.com)  
（最終閲覧日：2024 年 5 月 26 日）



## 海図を楽しむ《2》

海上保安庁海洋情報部 OB 上田秀敏

### 1. 海図への興味

おおよそ 50 年ほど前に初めて海図を見たときの印象は今でもかすかに残っています。数字（水深）がパラパラと入っているだけで、等深線もほとんど入っていない、かなり小縮尺の海図だったと思います。陸上も海岸線が書かれているだけの海図で、さほど図としての興味を持つものではありませんでした。しかし、書かれていた数字には大変興味を持ちました。その数字が海の深さを示していることを知り、何千メートルもある深さをどのように測るのか、まして海のだ真ん中でどのように位置を知ったのか、当時はとても不思議に思いました。

我が国が水深を測るようになったのは明治の初め頃で、当時は、錘測と呼ぶ錘を付けた索を海底に垂らし、届いた感触を感じたところで索の目盛りを読み取るという方法で計測していました。また、位置の測定は、陸測か天測であったことは後に知りました。今日においては、水深の測量方法は、船舶や航空機から超音波やレーザーを発射して、海底から反射してくるまでの時間を計るという方法に変わってきました。また、位置は GPS 等の人工衛星の利用が主となっています。このような水路測量の歴史については、多くの報告・著書がありますので、ここでは触れませんが、水深の取得や水深の意味を考えると、海図に対する興味が出てきたことを思い出しました。

今回は、この水深とこれに深く関わる等深線などについてお話しします。

### 2. 水深の表現について

#### (1) 水深の基準

海図上の水深情報は、航海の安全だけでなく経済的な運航に大きな影響を与えます。このため、様々な工夫がされています。ご存じのように海には潮の満ち引き（潮汐）があります。このことから、海面の高さは絶えず変化しています。しかし、海図で表記される水深値は何らかの基準面に基づく必要があります。

海図の水深の基準面は、安全を妨げるほどではありませんが、各国で少しずつ異なります。日本では、この基準面として「最低水面」（略最低低潮面）と呼ばれるものを採用しています。この言葉の詳細は、潮汐表に説明されていますので、ここでは割愛します。

ここでは、水深の基準面は各地で異なることについてお話しします。潮の満ち引きの高さの差（干満差）について話しますと、日本海側では数十センチと小さく、九州西岸の島原湾などでは数メートルとなり、地域により干満差は大きく異なります。このため、例えば平均水面のような全国どこでもほぼ同じとなる水面を基準面として海図水深を表示すると、地域によっては干潮のときに船から見た水深が海図水深に比べてやたら浅くなったりして不都合なことが生じます。このため、水深の基準面は、その地で長期の潮汐観測を行い、これ以上に海面が下がることのないような面を決定し、その面を基準面とすることになっています。このため、異状気象でも起こらない限りは、実際的水深が海図の水深より浅くなることはほとんどありません。

## (2) 水深の単位

海図上の水深の表記には、幾つかのルールがあります。その一つとして単位はメートルをすることになっています。日本では 1920 年以前は尋（ファズム）を用いていましたが、それ以降に順次メートル表記に改訂されました。なお、当時の改訂作業では海図刊行数が現在の 2 倍以上であったこともあり、全ての海図を改訂するのに 27 年の歳月が掛かったようです。

現在の水深表記は、メートルとデシメートル（10cm 単位）の組合せで表現されます。このデシメートルの表記は水深の浅いところで付記されますが、船舶の大型化に併せ、航海の安全と経済性を考慮し、付記される水深が時代とともにより深くなっていきました。具体的には、国際水路機関の勧告に従って変更されており、メートル表記が採用された 1920 年頃は、15m 未満の水深にデシメートルを付記しましたが、次第にそれが 21m 未満となり、現在では、31m 未満までデシメートルの表記が付記されています。ちなみに、デシメートル表記には、1 デシメートル間隔と 5 デシメートル間隔の 2 通りがあります。

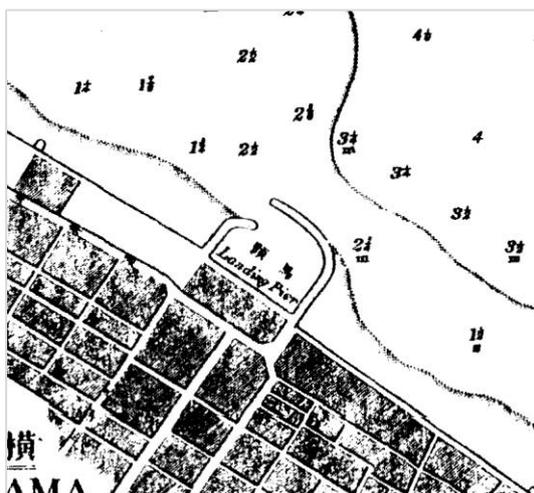


図 1 1844 年に刊行した横浜港（明朝体）

## (3) 水深の字体

次にフォント（字体）についてです。海図の水深には、いわゆる明朝体かゴシック体が使われています。日本では、当初明朝体を使っていました（図 1）が、より読みやすくするとの目的から、現在は、飾りの付かないゴシック体を使っています（図 2）。どのような字体を使うかは国により異なり、英国などは、明朝体を使っています。

更に、水深は一般的には斜体で表記されますが（図 2）、立体で表記される場合もあります（図 3）。斜体表記の水深は、位置が明確に分かっている水深を表すのに対し、立体表記の水深は、より小縮尺の測量成果又は海図から水深を採用したために水深の位置精度が通常より劣る場合に使用されます。日本ではほぼ 2 分の 1 より小縮尺の測量成果又は海図から水深を採用した場合には立体表記にしています。例えば、2 万分の 1 の図面に記載された測量成果を 1 万分の 1 の海図に利用する場合に立体表記の水深が使用されます。



図 2 2019 年刊行の横浜港（ゴシック体）

14	12	97	小縮尺の測量成果から採用した水深 Soundings which are unreliable or taken from a smaller scale source	12	97
----	----	----	---	----	----

図 3 立体水深(海図第 6011 より)

最近は、測量の成果や海図の水深はデジタル化されているため、このような表記は減ってきていますが、以前は、写真や投射などによって編集していたため、位置の精度が落ちる可能性があったことから、利用者に注意を促すためにそのような表記をしていました。

ちなみに、米国海図の水深は、精度とは関係なく全体的に立体表記をしています。

#### (4) 報告水深

この他によく見かける水深表記のルールとして「報告水深」があります(図4)。これは、水深値に”Rep” (以前は Rept.) が付記されたものです。図4の2列目は IHO、4列目は日本の図式を表します。このような”Rep” が付記された水深は、測量成果を正式に海上保安庁が評価していない水深(航海者等から海上保安庁に報告はあったものの正確かどうかは未確認である水深)であることを意味します。浅い海域での「報告水深」は、水深値がどの程度正確かは分からないが、航海者への安全性を考慮して、水路通報などにより公表されています。公表後に現地の測量を行い、評価を終えると、周辺の水深を含め、海図の水深表記は修正されます。このとき、「報告水深」は削除されることになります。また、「報告水深」の中には、報告年が付記されたものもあります(図4)。

#### (5) 水深選択

原情報(測量成果)には非常に多くの水深値が記載されています。このような多くの水深値から水深情報を見やすく、かつ分かりやすく海図に表現するために水深の選択を行い

ます。その結果、海図に表記されたときには整然と記載され、直感的に見やすくなっています。そのような水深の選択をする作業には決め事があります。まずは、周りの海域より浅い海域には多数の水深を選択し、視線が向き、危険に気がつきやすいようにしています。一方、平坦で滑らかな海域は選択数を減らして見やすくしています。

#### (6) 干出の表記

水深に似た情報で、干出の高さの表記があります。潮が引ききったときに現れる海底の水面上の高さを表すもので、これには、数字(メートル)の下にアンダーバーが付いて水深と区別できるようになっています。この高さを元に干出帯の中に等高線を記載する国もありますが、日本では採用していません。

### 3. 等深線の表現について

海図の等深線は、水深と密接な関係があります。標準的に使用する等深線は、0、2、5、10、20m など(常用等深線と呼ぶ)があります(図5)。等深線は、航海者にとって危険線(これ以上浅い方向へ入ってはいけない線)としての役目があります。このため、過去には主要港湾の海図に7m等深線が記載されていました。その後、船舶の大型化により7m等深線は廃止され、現在の10m等深線がそれに変わるようになりました。

この等深線の記載について過去には紆余曲折もありました。以前、津軽海峡の海図に地形の凹凸をなるべく正確に反映した詳細な等深線を記載したことがありました。しかし、当時の航海者からは、見にくくなりかえって

3.1	Rep	報告水深(確認していないもの) Reported, but not confirmed	Rep
3.2	Rep (2010)	報告水深(報告年) (確認していないもの) Reported (with year of report), but not confirmed	Rep (2010)

図4 報告水深(海図第6011号より)

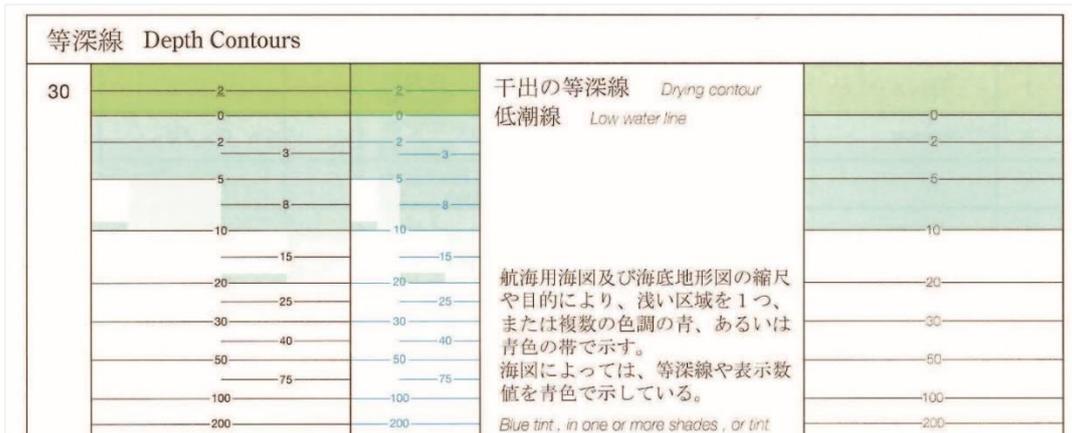


図5 常用等深線の例（海図 6011 号より）

不安になるとの意見があり廃止されました。それに替わり、5m、10m 及び 20m のいずれかの等深線を境界としてそれより浅い海域に水色（みずいろ）が塗られるようになりました（図6）。どの等深線を選んで水色を施すかは、海図の利用船舶を想定して決めます。利用船舶が主に小型船であれば、5m 等深線を、大型船であれば、20m 等深線を選んでそれより浅い海域に水色が塗られています。例えば海岸図クラス（縮尺 5 万分の 1 から 30 万分の 1 の海図）では 20m 等深線がその役目をしています。しかし、最近では、さらなる船舶の大型化に伴い、避険線として 30m 等深線の記載の必要性が求められるようになり、徐々に 30m 等深線が記載された海図が増えつつあります。この他、日本の航海用海図には、100m、200m などの等深線も使用されています。

一方、最近の電子海図には極詳細な等深線を表記するものもあります。近隣では、マラッカ海峡の電子海図の一部には 1m 間隔の等深線が記載された例もあります。

ちなみに、海図上の等深線は、水深値と厳密に一致した線ではありません。いわゆる地形線ではなく、等値水深の外側に描くと決められています（図 6）。国際水路機関でも、「等深線は、それと厳密に同じ値の水深数字が、等深線の深い方に記入されないように等

深線を描くべきである。」と提言しています。これは、あくまでも航海の安全を担保するための工夫です。



図6 水深 20m の外側にある 20m 等深線（海図 W90 より抜粋）

## 5. 危険界線

等深線と性格が似たものに危険界線があります。これは、危険物の存在を航海者に知らせて回避を促すために以下のような場合に用いられています。

- (1) 多数の危険物を含む海域や洗岩（海面が最も下がったときに顔を出す岩）の存在海域
- (2) 水深が不明な暗岩（常時海面下に存在する孤立した岩）
- (3) 水深が不明な沈船（水深 30m 未満と考えられる沈船）

- (4) 水深が不明な障害物
- (5) 魚礁区域（最小水深が不明なものを含む）



図7 危険界線 (W90より抜粋)

危険界線はこれらの存在を囲む記号（点線で表記）（図7）です。危険界線で囲われた危険物等は、精密な水路測量を行うことによりその正体分かると表現が変わる場合があります。例えば、暗岩などは水深表記と底質（R）として表記、障害物については明確な物質（例えば、くい、錨など）として表記されます。

## 6. おわりに

海図は、国際水路機関（IHO）の勧告に基づき、国内で規定している海図図式及び作業内規により編集されています。今回は、水深、等深線及び関連図式の考え方について触れてみました。まだ触れていない部分は多々ありますが、海図に対する興味が少しでも増すことを祈念します。

次回は、航路標識についてお話ししたいと思います。

# YOUNG GENERATION☆

このコーナーでは水路および海洋分野の未来を担う若い世代を紹介します。  
シリーズ第2回目は、日本郵船株式会社入社 8 年目の吉岡菜那さんです。



## ◆ 入社までの経緯

就職活動の時期が迫る中で、改めて自分を見つめ直した際に、オフィスのデスクでパソコンに向き合っている自分の姿が想像できず、オフィスではなく「現場」で働く仕事の方が、自分には合っているのではないかと考え始めました。そこで出会ったのが当社であり、海上職の教育プログラムである「自社養成制度」でした。自然を舞台に海外で活躍するという願ってもいない働き方と、航海士として船を動かし世界中に貨物を届けるというスケールの大きさに強く惹かれました。そして、さまざまな事業を他社に先駆けて取り組む先進的な姿勢や、OB 訪問を通じて感じた社員の優しい人柄に魅了され、当社に入社を決めました。

## ◆ 担当業務について

船上では、二等航海士として乗船していました。二等航海士は、主に、モノ運びの大前提となる航海計画を担当します。目的地が決まったら安全運航と燃料節約を勘案し、船長と相談しながら目的地までの航路を引きます。可航水域、船舶交通、気象・海象など様々な要素を考慮して航路を決定しなければならず、経験が浅いため悩むこともありますが、大ベテランの船長にアドバイスをいただきながら最適なルートを選択します。航海計画のほか、

航海計器や無線通信機器の整備・管理なども二等航海士の仕事です。航海の安全に関わる非常に重要な計器・機器であるため、綿密な点検・整備を実施することを心掛けています。

そして、2024 年 3 月から海上職の新卒採用を担当しています。主に採用広報活動を行っており、説明会やインターンシップを通じて当社の魅力・海上職の魅力を学生に伝えています。海上職という仕事はグローバル且つダイナミックと、そのスケールは非常に大きく、他の職業では体験できないものです。少しでも多くの学生に海上職という職業について知ってもらい、興味を持ってもらえるよう、創意工夫しながら業務に励んでいます。

## ◆ 今後の目標

今後の目標は、一等航海士そして船長になって活躍することです。一等航海士になると 10 人～15 人程の多国籍の乗組員を指揮する必要があります。同時に、荷役責任者という重責も背負い、貨物を適切に管理し、港から港まで安全に届けるという使命を果たす必要があります。裁量の大きさや責任の重さに今から気後れしてしまっていますが、その職位に伴う実力を付けられるよう精進し続けたいです。

船長は、その名の通り船の長ですので、船、貨物、乗組員など、すべてに対して責任を負います。船上では、決断を迫られる難しい状況が多くありますが、最終決定権は常に船長にあります。すべての決断の裏にある責任を思うと、船長という役職に対し畏敬の念を抱きます。今までご一緒してきた船長はスマートで優しくかっこいい、「グレートキャプテン」と呼ばれる方々でした。そういった先輩方に肩を並べられる船長になりたいと思っています。

## 1. トピックスコーナー

### (1) 東京みなと祭で測量船拓洋を公開

(本庁 海洋情報部)

令和6年5月18日、東京みなと祭において、測量船「拓洋」を一般の方々に公開しました。東京みなと祭は、東京港の振興を図るために官民様々な機関が参加して毎年開催されるイベントです。同イベントで測量船が一般に公開されるのは5年ぶりとなります。当日は、気温が28度を超える夏日にもかかわらず、子ども連れの方、ご高齢の方や学生のグループなど1,800名を超える多くの方に来船いただきました。

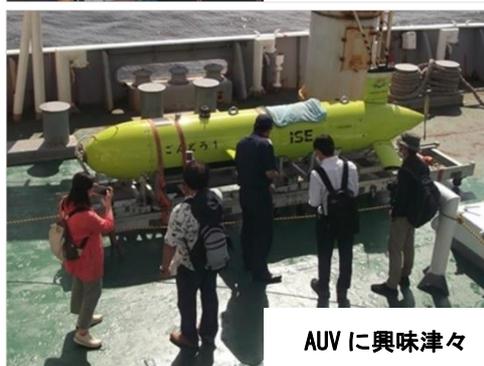
当日の見学ルートをたどりながら船内の様子をご紹介します。拓洋に乗船したら上へ上へと登ります。航海船橋甲板にて海洋情報部の調査成果等から作成した3D海底地形図を見て海の深さにびっくりしつつ気持ちを高め、船橋に入ります。航海機器やエンジンについて質問をする方、舵を動かして船員気分を味わう方、それぞれにお楽しみいただき大盛況でした。最上階の船橋の後は、足元に気を付けながら急な階段をゆっくりと下って観測室です。海底地形を映したモニターや自律型潜水調査機器(AUV)のオペレーション機器など様々な観測機器の説明に皆さん聞き入っていました。現在売り出し中の測量船ペーパークラフトにも興味を持っていただき、多くの方にお持ち帰りいただきました。頭を使った後は、調理室や公室、居室などの居住区域を見て船内生活の様子を思い描きながら進み、いよいよAUVが鎮座している観測準備室と後部甲板です。多くの方から「大きい!」や「自分で動くななんて賢いな〜」、「海洋調査していたなんて知らなかった

よ」といった感想が聞かれました。最後は、職員お手製のカードにスタンプを押して下船です。こちらも大行列ができるほどの盛況ぶりでした。

来船者の方々に楽しく安全に海洋情報業務を知っていただく絶好の機会となりました。



大盛況の船橋



AUVに興味津々



職員お手製のカード

## (2) 第 65 次南極地域観測隊への参加

(本庁 海洋情報部沿岸調査課 井川 隼)

南極地域観測は国際協力のもとに国が行う事業であり、我が国の関係機関がそれぞれ担当分野の観測等を行っています。その中で海上保安庁は、南極地域観測隊の夏隊として、船舶の航行安全の確保、地球科学の基盤情報の収集等を目的とした海底地形調査や潮汐観測を行っています。南極周辺海域の海図作製は世界各国で分担されており、海上保安庁は上記調査したデータを用いて昭和基地周辺の海図を刊行しています。

第 65 次隊南極地域観測隊の隊員として沿岸調査課の井川隼沿岸調査官付が、令和 5 年 11 月 24 日～令和 6 年 3 月 21 日までの約 4 ヶ月間、昭和基地及び砕氷艦「しらせ」において活動してきましたので報告します。

第 65 次隊は、第 62 次隊から第 64 次隊までとは異なり、空路で日本と豪国間を移動、豪国で乗下船となりました。

「しらせ」乗船中はマルチビーム音響測深機を使用した海底地形調査を実施し、昭和基地においては潮汐観測を実施しました。

昭和基地周辺の海底地形調査は、調査期間が限られているうえ、海氷の厚さや分布は年により異なり、また日々変化するため、事前に詳細な計画を立てることが難しく、調査海域が冰山や海氷に阻まれてしまうこともあるため、海底地形調査をどの程度進められるかを判断することは困難です。

そのような状況の中においても、海図の空白域を埋める、調査時期の古い水深データを更新する海底地形調査は、船舶の航行安全のために欠かすことのできない重要な作業です。

第 65 次隊の「しらせ」では、リュツォ・ホルム湾沖の海域にて、集中的に海底地形調査を実施しました。また、調査中は、冰山や海氷を避航することが多く、南極地域の特性を痛感し

ました。



リュツォ・ホルム湾 アデリーペンギン

昭和基地では潮汐観測を担当し、験潮所の保守・点検作業、目視で行う海面高観測との比較による水位計の動作確認を実施しました。

昭和基地には常設の験潮所が設置されており、海底設置型の水位計により、常時、潮位の観測を行っています。東オングル島の西の浦に設置されているため、西の浦験潮所と呼ばれています。南極の過酷な環境下で運用し、不具合があったとしても即座の点検や修理を行うことが難しいこともあるため、水位計やケーブルを複数設置し、観測を行っています。これら設置機器の点検、保守作業を行うために雪や海氷の融ける夏時期は、極めて重要な期間です。



東オングル島 西の浦 (2024 年 1 月末)

特に第 65 次隊では、験潮所の建て替え作業を実施しました。現験潮所は、約 50 年以上経過している建物であり、老朽化やブリザードに

よる窓の破損があり、観測機器やデータの伝送の不具合等の想定されるリスクを減らすためです。また、本格的な機能移転については、第66次隊以降の実施を計画しています。



**第65次隊で建て替えた観測所**

これら海底地形調査や潮汐観測は、観測隊及び「しらせ」乗員の協力を得て実施することができました。海洋観測になじみのない方も多く、安全に作業を行うためにも「どのような観測を

行うのか」「そのためにどういった作業を行うか」ということを、分かりやすく説明しなければならず、まだ勉強不足な点があると痛感しました。

また、観測隊の他隊員が実施する業務の支援も行いました。国内業務では接することのない様々な職種の業務支援を行うことで、各業務の作業方法や進捗管理方法といった、海洋情報部の業務だけでは経験することのなかった知見を得ることができました。この時に得られた貴重な経験を海洋情報部の業務にも活かしていきたいです。

文末にあたり、南極地域観測隊に派遣されるに先立ち様々なご支援、ご協力をいただきました関係者の皆様に対し、感謝の意を申し上げます。



**リュツォ・ホルム湾内 蜃気楼**

### (3) 五つの連携が実を結んだ「海図展」

(第六管区海洋情報部監理課)

昨年8月、呉海上保安部から呉市海事歴史科学館「大和ミュージアム」での海図展示の提案がありました。

呉海上保安部では毎年、「大和ミュージアム」にて118番の日にあわせて、呉海上保安部、海上保安大学校、呉市間の地域連携の協定に基づいて、各種海上保安業務紹介の展示を行っていたところ、海図の展示こそ「大和ミュージアム」と親和性が高く多くの来館者に見ていただけるのではないかと、話がまとまったものです。

歴史的な資料を多数展示している「大和ミュージアム」で、海図の展示を行うにあたっては、これまでの大型コピー印刷（複写）ではなく極力オリジナル（原物）の展示にこだわることとなりました。

まず、戦時中の軍機海図（原物）（※）については、幸いにも呉周辺のもを当部で所有しており、それらをメインとして入口と、主展示スペースすべてに展示しました。

次に測量機器の展示については、本部の別棟倉庫に昭和の六分儀（今でも現役）があり、即採用。三棹分度器、測深器については海上保安大学校から借用しました。加えて、同校へ借用に赴いた際、資料館で、大正14年の軍機海図 第232号の印刷銅版（原物）を見つけ、こちらも合わせて借用。当部所有の軍機海図 第232号（原物）は昭和7年刊行のもので、これよりも前の貴重な印刷銅板です。立派な架台に備え付けられており、今回の展示物の中で一番の重量物となりました。

更に、明治4年に刊行された海図第1号「陸中国釜石港之図」の当時印刷に使用した唯一無二の銅板（原物）を本庁海洋情報部から借用し、6管区として初めて展示しました。

※ 軍機海図とは、戦時中一般の普通海図とは別に作成された機密性の高い海図



保大から借用した印刷銅版



「陸中国釜石港之図」銅板（原物）

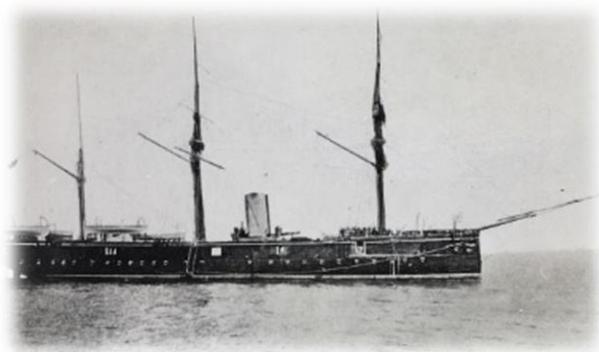
「大和」との関連については、大和ミュージアム公式 HP 内のブログ「館長ノート vol. 14 初代大和のこと」では、初代大和は測量艦であったことに触れています。それによれば、測量艦「大和」は、樺太や千島列島の測量に従事するなど明治時代に活躍し、大正 15 年には精測した測量艦「大和」を記念して「大和堆」と名付けられたとのこと。是非これをトピックとして、展示品の資料に使おうと、明治時代に活躍した測量艦「大和」の解説と海図 W161「大和堆及び付近」を展示しました。

また、同時期に測量に従事した測量艦「武蔵」も同様の経緯により、北海道の天売島の沖に「武蔵堆」があることから、関連する海図 W41「宗谷岬至小樽港」を展示することとしました。展示期間中、大和ミュージアムの戸高館長にご挨拶した際には、軍機海図、「大和堆」、「武蔵堆」の海図もご覧いただき、「これからもしっかり海を守ってください」とあたたかいお言葉をいただきました。今回の展示作業の終盤、大和ミュージアムの学芸員により、海図一図一図に照明を当てていただき、細かな位置修正を行いました。展示海図の中でも特に反応が良かったのは、軍機海図第 236 号 広湾 S8(1933)で、当時の飛行場や重要な軍事施設が記載され、軍機海図であるため水深の表記が多く、海岸線は比較的水深が浅くフラットで、沖に向かい一気に水深が深くなる地形であることが見て取れます。学芸員は、「これはお宝ですよ、初めて拝見しました！」と、興奮気味でした。また「海図は、写真とも絵とも違い、数字（水深）から想像力が働き、見る人を引き付けるんです」とのこと。

こうして、5 つの地域・関係部署（本庁海洋情報部、海上保安大学校、呉海上保安部、

呉市及び第六管区海上保安本部）の連携が実を結んで開催に漕ぎつけた大和ミュージアムでの「海図展」は、令和 6 年 1 月 17 日～2 月 5 日の約 3 週間、連日多くの方に来場いただき、無事に展示を終えました。

関係各位様に、この場をお借りして感謝とお礼を申し上げます。



測量艦「大和」



海図 W161「大和堆及び付近」より



展示中の様子

## 2. 国際コーナー

( \* 所属・職名は当時のもの )

### (1) 第10回東アジア水路委員会運営委員会 (EAHC SC10)

インドネシア バリ  
海上保安庁 海洋情報部  
令和6年3月6日～8日

令和6年3月6日から8日にかけて、バリ（インドネシア）において、第10回東アジア水路委員会運営委員会 (EAHC SC10) が開催されました。EAHC SC は、EAHC における活動や諸課題の検討、組織運営等についての議論を行う各国水路部長級の年次会議です。今次会議には、我が国から海上保安庁海洋情報部の金田謙太郎国際業務室長ほかが出席し、北朝鮮を除く EAHC 全加盟国（ブルネイはリモート参加）、オブザーバ5カ国、国際水路機関（IHO）等から約50名が出席しました。

会議では、EAHC 議長国であるインドネシアの議事進行の下、新しい EAHC 会議の

体制及び方針、EAHC 規約の改定、次期（2027-2032）IHO 戦略計画等の EAHC に関する重要事項について議論されたほか、2030年までに世界の海底地形データのカバーレッジを100%とすることを目標とした日本財団-GEBCO Seabed 2030 プロジェクトの現状について GEBCO 指導委員会から報告されました。当庁からも令和6年能登半島地震への対応と海上安全情報（NAVAREA XI）の状況等についての報告を行い、出席者から高い関心が示されました。

次回は、令和7年3月頃に中国で開催される予定です。



EAHC SC10 集合写真



会議の様子

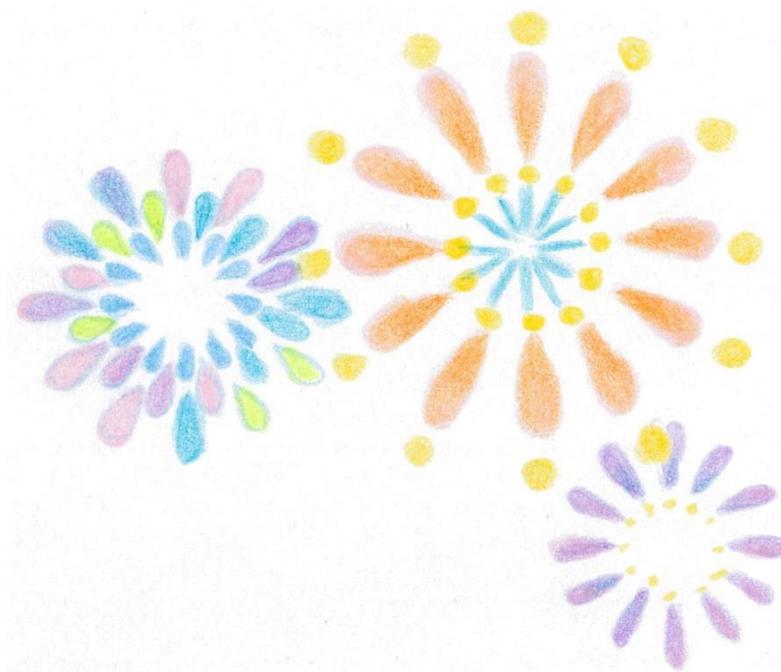
### 3. 水路図誌コーナー

令和6年4月から6月までの水路図誌等の新刊、改版、廃版等は次のとおりです。  
詳しくは海上保安庁海洋情報部のホームページをご覧ください。

(<https://www1.kaiho.mlit.go.jp/chart/oshirase/default.htm>)

#### <航海用海図(改版)>

刊種	海図番号	図名	縮尺1:	図積	発行日
改版	W 1 2 4 5	佐伯湾 (分図) 佐伯港	30,000 10,000	全	2024/4/12
改版	W 2 1 5	薩摩硫黄島及付近 (分図) 硫黄島港	35,000 8,000	1/2	2024/6/14



# 推薦をお願いします

## 令和6年度 水路技術奨励賞候補者募集

若手水路技術者の研究開発意欲を振興し、我が国の水路技術の進歩・発展に寄与することを目的として、毎年、優れた業績を残した若手技術者にこの賞を贈っています。候補者にお心当たりがある方は、この機会に是非ご推薦ください。

### ◆ 対象となる業績

水路技術に関し、原則として令和3年度から5年度(令和6年度まで継続したものを含む)の顕著な業績を対象とします。具体的には、水路測量・海象観測・水路図誌作製等の水路業務及びこれに関連する分野の研究、技術開発の成果が対象になります。

### ◆ 推薦の対象者

- ① 個人：令和6年4月1日時点で45歳以下の技術者・研究者
- ② グループ：グループリーダーおよび過半数のメンバーが①の条件を満たしていること

### ◆ 賞状等

受賞者には賞状及び副賞を贈呈します。

副賞は、個人受賞者には10万円、グループの受賞者(2人以上)には20万円を授与します。

### ◆ 推薦手続き

推薦者は、推薦状に被推薦者の業績調書を添えて、当協会あてに送付してください。

推薦状及び業績調書の様式及び過去の受賞者リストは日本水路協会のホームページから入手できます。

### ◆ その他

推薦者と被推薦者は必ずしも同じ組織に所属している必要はありません。

### ◆ 提出期限：令和6年10月18日(金) 期限厳守

<お問合せ>

(一財)日本水路協会 調査研究部

メール: cho-sa@jha.jp

担当:中山 奈美



日本水路協会 HP

## 一般財団法人 日本水路協会 第 39 回 理事会 開催

令和 6 年 5 月 29 日、KKR ホテル東京において第 39 回理事会が開催されました。

○理事会（11 時 00 分～12 時 00 分）

- 1) 令和 5 年度事業報告及び決算報告について
- 2) 令和 5 年度公益目的支出計画実施報告書について
- 3) 評議員会の招集について
- 4) 主たる事務所の移転について
- 5) 報告事項  
(代表理事及び業務執行理事の職務執行状況について)

## 一般財団法人 日本水路協会 第 15 回 評議員会

令和 6 年 6 月 19 日、KKR ホテル東京において、第 15 回評議員会が開催されました。

○評議員会（16 時 00 分～17 時 15 分）

- 1) 令和 5 年度事業報告及び決算報告について
- 2) 評議員の選任について
- 3) 定款の一部変更について
- 4) 役員報酬規程の一部改正について
- 5) 報告事項（令和 6 年度事業計画及び収支予算について）
- 5) 報告事項（令和 5 年度公益目的支出計画実施報告書について）

一般財団法人 日本水路協会  
令和 6 年 水路 業務 功績 者 表彰 式

令和 6 年 6 月 19 日、KKR ホテル東京において、令和 6 年水路業務功績者の表彰を行いました。

○川崎地質株式会社

後藤 慎二 様

海域活断層などの調査において地形・地質調査手法の改良のほかGISや3次元PDFを用いた地形・地質情報の可視化技術の向上など我が国の海洋調査の推進に貢献

○国際航業株式会社

松田 健也 様

「海のジパング計画」ではAUV複数機による詳細地形調査の実証航海の責任者として乗船するなど我が国の海洋調査の推進に貢献

○日本工営都市空間株式会社

近藤 泰徳 様

沿岸の海の基本図測量をはじめ港内・航路・泊地などの水路測量に従事し我が国の海洋調査の推進に貢献

○株式会社アーク・ジオ・サポート

折橋 雅人 様

沿岸の海の基本図測量やオマーン・クウェートなどの水路測量に従事し海底地形図のデジタル化やデータベースの作成に取り組み我が国の水路測量の推進に貢献

○株式会社臨海測量

斉野平 兼二 様

沿岸の海の基本図測量や京浜港などの水路測量に精力的に取り組み我が国の水路測量の推進に貢献



左から国際航業株式会社 松田健也様、川崎地質株式会社 後藤慎二様、  
日本工営都市空間株式会社 近藤泰徳様、日本水路協会 北村会長、  
株式会社アーク・ジオ・サポート折橋雅人様、 株式会社臨海測量 斉野平兼二様

2024年度 水路測量技術検定試験合格者

- ◆ 試験日：4月19日（金）
- ◆ 2級合格者 45名

人数	氏名	所属	都道府県
1	土屋 真則	京葉測量株式会社	千葉県
2	志知 貴司	京葉測量株式会社	千葉県
3	播磨 信幸	アルゴーステム株式会社	北海道
4	方 子堯	アルゴーステム株式会社	北海道
5	侯 子豪	アルゴーステム株式会社	北海道
6	麦 礼耀	アルゴーステム株式会社	北海道
7	田中 健太郎	エイコウコンサルタンツ株式会社	青森県
8	石崎 章	ホコタ設計コンサルタンツ株式会社	茨城県
9	菅谷 一則	ホコタ設計コンサルタンツ株式会社	茨城県
10	建石 楽斗	光進企画調査株式会社	福井県
11	竹村 侑規	中電技術コンサルタント株式会社	広島県
12	月森 朋和	復建調査設計株式会社 大阪支社	大阪府
13	岡田 洋平	株式会社 IWATA	愛媛県
14	徳田 絢也	株式会社 IWATA	愛媛県
15	田光 嘉彦	株式会社 かみえちご測地	新潟県
16	大河原 聖	株式会社 海洋先端技術研究所	東京都
17	吉山 泰樹	株式会社 かみえちご測地	新潟県
18	茂木 洋平	株式会社 東日本建設コンサルタント	福島県
19	日向 諒典	三国屋建設株式会社	茨城県
20	日隈 聡美	株式会社 E-SYSTEM	福岡県
21	平山 陽介	株式会社 ウィンディネットワーク	静岡県
22	斉藤 貴義	株式会社 ウィンディネットワーク	静岡県
23	本田 貴之	株式会社 快適空間FC 東京支店	東京都
24	太田 健斗	朝日航洋株式会社	埼玉県

25	金子 寿明	オーシャンエンジニアリング株式会社	茨城県
26	木谷 太司	個人	兵庫県
27	相見 翔太	UIC コンサルタント株式会社	山口県
28	相原 義幸	三重測量設計株式会社	三重県
29	笹川 広紀	株式会社 アーク・ジオ・サポート	東京都
30	岩脇 雅人	株式会社 アーク・ジオ・サポート	東京都
31	坂本 千晶	株式会社 アーク・ジオ・サポート	東京都
32	Oshita Tello Ayumi	株式会社 アーク・ジオ・サポート	東京都
33	平井 裕希	株式会社 アーク・ジオ・サポート	東京都
34	新妻 光瑠	株式会社 アーク・ジオ・サポート	東京都
35	堀淵 望瑛	株式会社 アーク・ジオ・サポート	東京都
36	齊藤 楓	株式会社 アーク・ジオ・サポート	東京都
37	山本 啓裕	株式会社 アーク・ジオ・サポート	東京都
38	飯塚 友章	服部エンジニア株式会社	静岡県
39	増川 聡	矢口港湾建設ヤグチダイバー株式会社	北海道
40	工藤 一人	矢口港湾建設ヤグチダイバー株式会社	北海道
41	大西 寿拓	川崎地質株式会社	東京都
42	立花 冬威	川崎地質株式会社	東京都
43	恩田 恭史	株式会社 アイテック	鳥取県
44	西村 和真	アジア航測株式会社	神奈川県
45	兼子 太一	アジア航測株式会社	神奈川県

## 協会だより

日本水路協会活動日誌（令和6年4月～6月）

### 4月

日	曜日	事項
1	月	◇ new pec(航海用電子参考図) 4月更新版提供
10	水	2級水路測量技術研修(～19日)
19	金	2級水路測量技術検定試験
25	木	◇ 機関誌「水路」第209号発行

### 5月

日	曜日	事項
28	火	◇ナローマルチビーム水路測量講習会(～31日)
29	水	◇第39回理事会(KKRホテル東京)

### 6月

日	曜日	事項
6	木	◇1級水路測量技術研修(～15日)
19	水	◇第15回評議員会 ◇令和6年水路業務功績者表彰式・懇親会 (KKRホテル東京)
27	木	◇機関誌「水路」編集委員会

## 編集後記

☆ 高柳 茂暢さんの「令和6年度能登半島地震震源域における浅海域の精密海底地形図の整備」―「日本財団 海の地図PROJECT」の取組の一環として―は、日本財団と当協会が実施する海の地図PROJECT（日本の浅海域の海底地形を計測し、海の課題の改善を目指す事業）の一環として、その委託を受けたアジア航測株式会社の筆者が今回の能登半島地震で影響を受けた海底調査の取組についてご紹介されています。

☆ 現在計測データの解析作業が進行中ですが、1年半前のデータと今回のデータが比較可能になれば、これだけ大規模な事例は日本初であり、このことが能登半島の復旧・復興に役立つと筆者の願いが伝わってきました。

☆ 齋藤 涼夏さんの「御木本幸吉と柳 檜悦 一二人の出会いと二見浦の水族館計画―」は、真珠王と言われた御木本幸吉と日本水路測量の父と言われた柳 檜悦の出会いを通し、伊勢に水族館建設の計画が立ち上がるまでの過程等をご紹介されています。身近な存在に目を向

け、歴史に興味を持つ面白さを感じられました。

☆ 上田 秀敏さんの「海図を楽しむ〈2〉」は、楽しみながら海図を眺められるようにシリーズで投稿して頂けることになりました。第2回目は、海図の水深に係る基本的な知識について、ご紹介されています。長年海図の作成に携わってきた筆者ですので、海図の色々なことを知ることができると良い機会です。

☆ 新企画の YOUNG GENERATION ですが、新任の水路及び海洋分野の未来を担う方々の紹介をさせていただきます。第2回目は、日本郵船株式会社入社8年目の吉岡菜那さんです。「グレートキャプテン」を目指し一層のご活躍をお祈りいたします。

☆ 皆さん209号から表紙のデザインが変わったのにお気づきですか。当協会の絵師である加藤理事長の4作目です。神戸も良かったのですが、小樽も良いですね。

(武久 裕信)

### 編集委員

富山 新一	海上保安庁海洋情報部 技術・国際課長
田丸 人意	東京海洋大学学術研究院 海事システム工学部門教授
壹岐 信二	アジア航測株式会社 環境部 主任技師
宇野 正義	日本エヌ・ユー・エス株式会社 理事
瓜生 浩二	日本郵船株式会社 海務グループ航海チーム
武久 裕信	一般財団法人日本水路協会 専務理事

### 水路第210号

発行：令和6年7月25日

発行先：一般財団法人 日本水路協会  
〒144-0041 東京都大田区羽田空港1-6-6  
第一総合ビル 6階  
TEL 03-5708-7074 (代表)  
FAX 03-5708-7075

印刷：株式会社 武揚堂  
TEL 03-5704-7561

税抜価格：400円 (送料別)

\*本誌掲載記事は執筆者の個人的見解であり、  
いかなる組織の見解を示すものではありません。

# 事務所移転 のお知らせ

このたび、（一財）日本水路協会は下記へ移転いたします。今後とも変わらぬご支援とご協力を賜りますようお願い申し上げます。

移転先

〒140-0001 東京都品川区北品川四丁目7-35

御殿山トラストタワー16階

\* JR品川駅高輪口より無料バスあり

連絡先

03-6880-7100 (代表)

[soumu@jha.jp](mailto:soumu@jha.jp)



2024年  
8月26日  
より