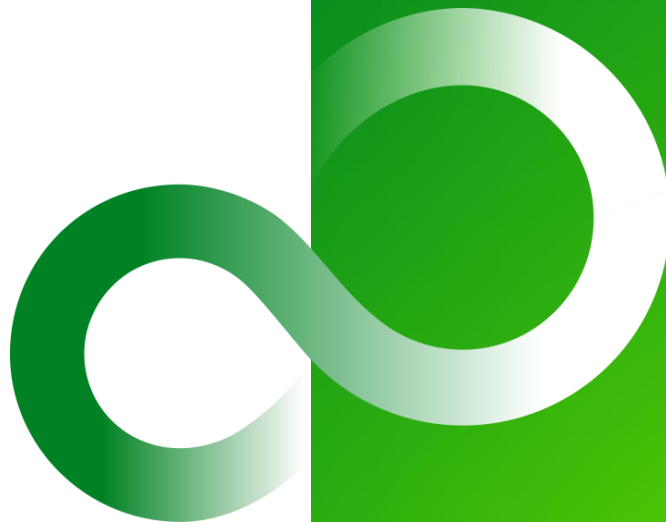


# 非既存外部環境データの プラットフォームの構築

2026年 3月12日  
富士通株式会社



はじめに

1. 衛星画像による水深計測
2. 衛星画像による養殖筏等の検知
3. 清水港に3Dモデル(水深、ふ頭形状)生成、船舶表示ツール検証

## ■ 目的

- ・ 自動運航の普及促進には、機器開発に加え船外・船内のデジタル環境整備も重要
- ・ ここでは特に船外デジタル環境に着目し、船舶の輻輳度・海象・離着棧港3D情報等の地図への情報付加は、船舶の自動運航でも有用と考えられる。また、付加情報の取得方法・情報利用の権利関係が課題

## ■ 計測技術に関する実証実験および**海事データサービストライアルの実施**

- ・ 付加情報の取得方法として期待される衛星画像を利用した計測技術、並びに離着棧港3Dモデル化に関する計測技術について、実証実験の継続実施および**海事データサービストライアルの実施**

衛星画像(光学)、離着棧港の3Dモデル化を用いた計測に関する技術(継続)

**海事データサービストライアルの実施(継続)**

# 1. 衛星画像による水深推定

## ■ 概要

- ✓ マルチビームソナーで計測した水深を入手（水深正解データとして活用）
- ✓ 衛星画像から水深を推論するAIモデルを構築し、対象の海域の水深を面的に推論、評価

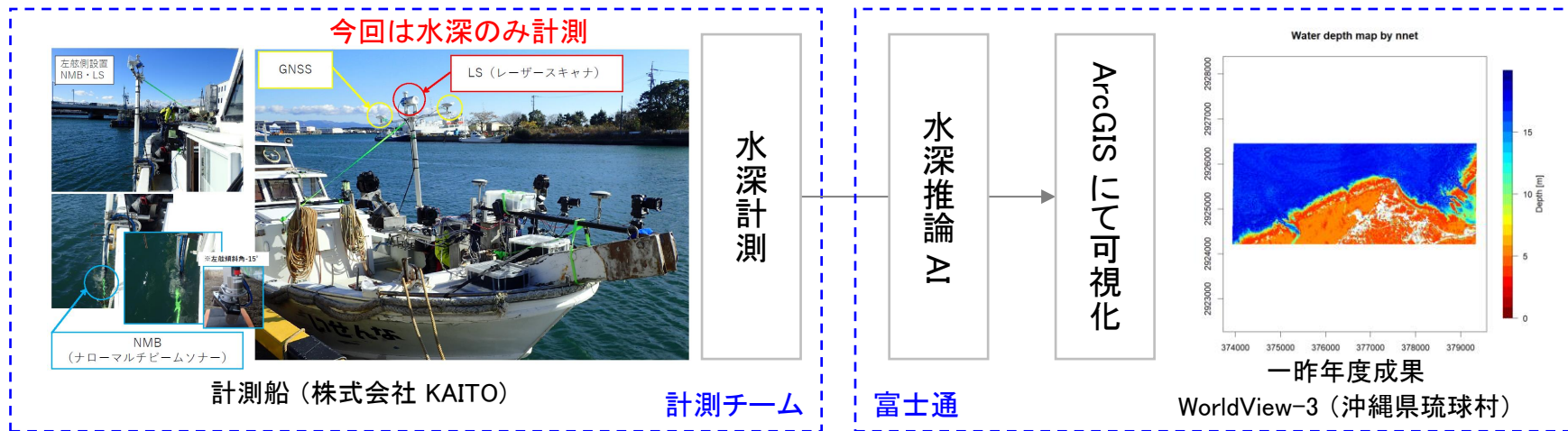


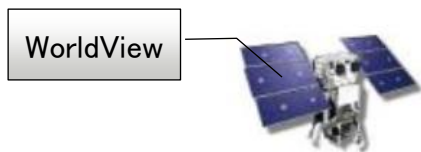
図1-1. 水深計測の処理フロー

# 1. 衛星画像による水深推定

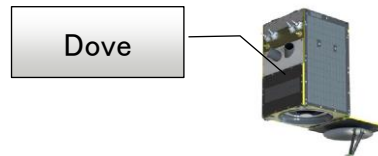
## ■ WBS

### 1, 衛星画像による水深推定

- (1) 対象海域の選定 : 海域、気象条件、衛星画像(解像度、計測バンド等)、水深計測の実現性
- (2) 対象海域の計測 : マルチエコーサウンダーを用いて、対象海域の水深を計測(正解データ)
- (3) 学習と水深推定モデル構築 : 計測した水深データを正解として、水深推定モデルの学習と構築
- (4) 衛星画像からの水深推定結果 : 海域、気象条件、衛星画像(中・高解像度)による比較評価



(a) 高解像度衛星の例(解像度 50cm)



(b) 中解像度衛星の例(解像度 3m) 小型衛星

## (1) 対象海域の選定

### ■ 海域選定条件 (昨年度、検討結果から)

#### ■ 水深推定AIに関する技術的観点

- ✓ 東京湾を対象とする場合は、海水の濁度が精度に影響するため、衛星画像の撮影条件、対象海域の選定 (例えば、遠浅の海域) がより重要
- ✓ 候補地が河口付近であれば、河川からの土砂流入の影響を避けるため、衛星画像撮影の数日前の上流の天候も考慮

#### ■ マルチエコーサウンダーにて計測可能な海域 (広さ、測定間隔、水深計測許可の有無、申請等)

#### ■ 対象衛星の選定

- ✓ 昨年度の成果から、高解像度衛星 (観測頻度: 低) WorldView-3 (解像度 50cm) を想定
- ✓ 候補地の観測機会 (頻度)、海底地形の変化を考慮すると直近に撮影された画像が望ましい

## (1) 対象海域の選定

### ■ 水深計測対象海域

- ✓ 前頁の内容を考慮し、清水港「三保内浜海水浴場周辺」を水深計測箇所とする。



(a) 清水港周辺地図

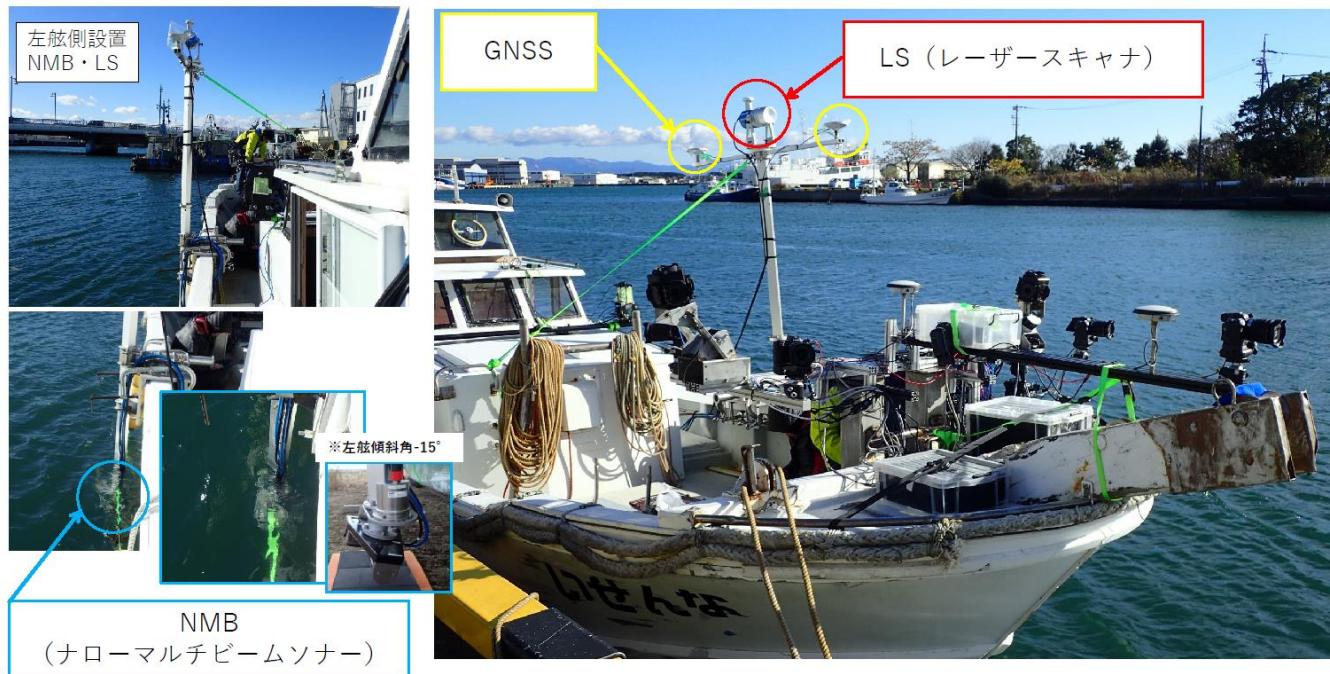


(b) 清水港「三保内浜海水浴場」

## (2) 対象海域の水深計測

■ 水陸一体型3Dスキャナによる計測 (今回は水深計測のみ)

- ✓ 作業船に水中、水上を同時に計測可能な3Dスキャナを搭載し、ふ頭を計測 (水中:ソナー、水上:レーザ)



## (2) 対象海域の水深計測

### ■ 計測機器スペック

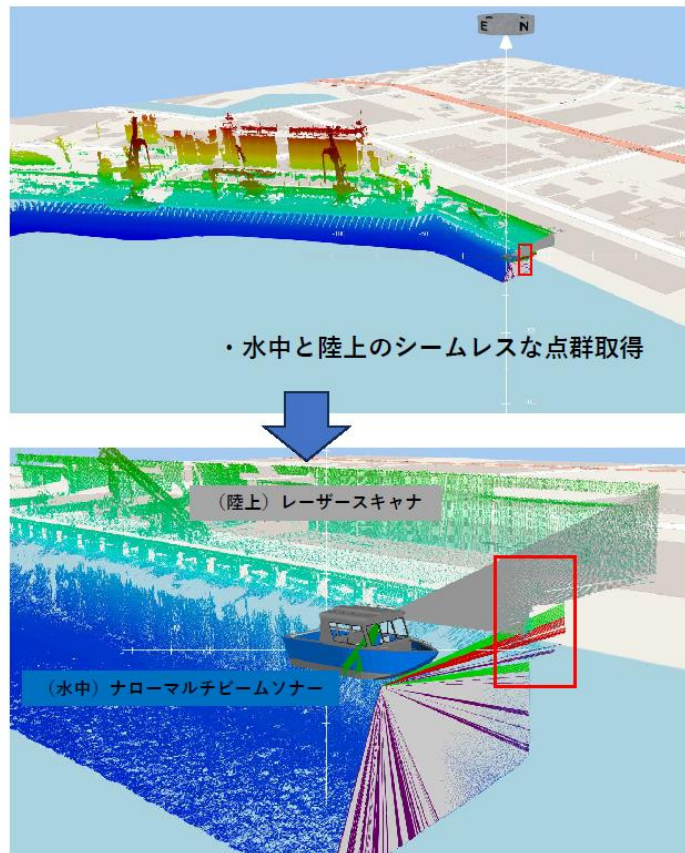
- ・ スキャナ・ソナー位置：左舷側に設置
- ・ 岸壁離岸距離 5m前後を航行計測
- ・ 航行速度 5km/h前後
- ・ MMS (モバイルマッピングシステム)
- ・ GNSS (VRS方式)
- ・ IMU 水面下-0.5m (計測機器のリファレンスポイント)
- ・ 地理座標：JGD2000
- ・ 投影座標：平面直角座標第8系
- ・ 高さ：標高 (TP)

#### ◇ (陸上) レーザースキャナ

- ・ 取付高：3.716m (IMUより)
- ・ 点群取得範囲360° (垂直)

#### ◇ (水中) ナローマルチビームソナー

- ・ 取付高：水面下-0.344m (IMUより)
- ・ ソナー左傾斜角  $-15^\circ$
- ・ ソナースワス角  $165^\circ$  (最大)、ビーム数 512本/s
- ・ 等角度モード (岸壁護岸など垂直方向に有効)



## ■ 計測状況

- ✓ 三保内浜海水浴場周辺をマルチエコーサウンダーにて水深計測 (AIにおける正解データとして活用)



(a) 水中センサ



(b) 沿岸近くの計測

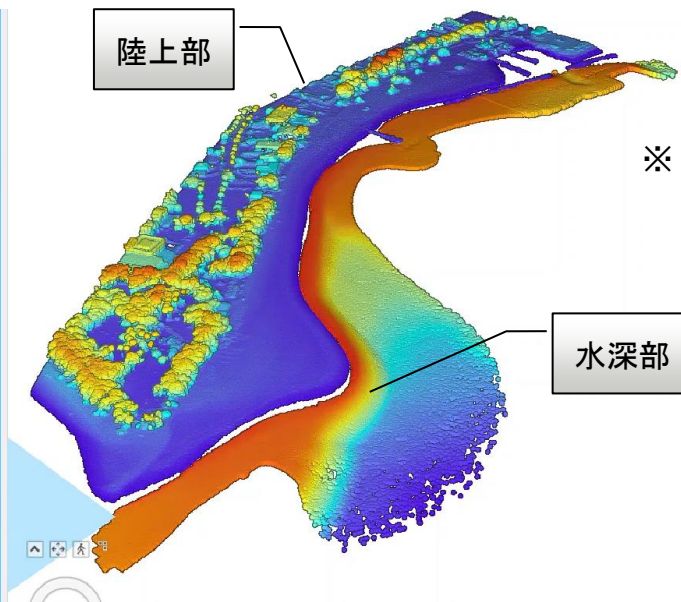


(c) 計測船の位置

## (2) 対象海域の水深計測

### ■ 計測結果

- ✓ 計測データ：10,985,582 ポイント、データ間隔：10×30 cm（場所により、粗密あり）
- ✓ AIの正解データ：約 1/10 に間引き

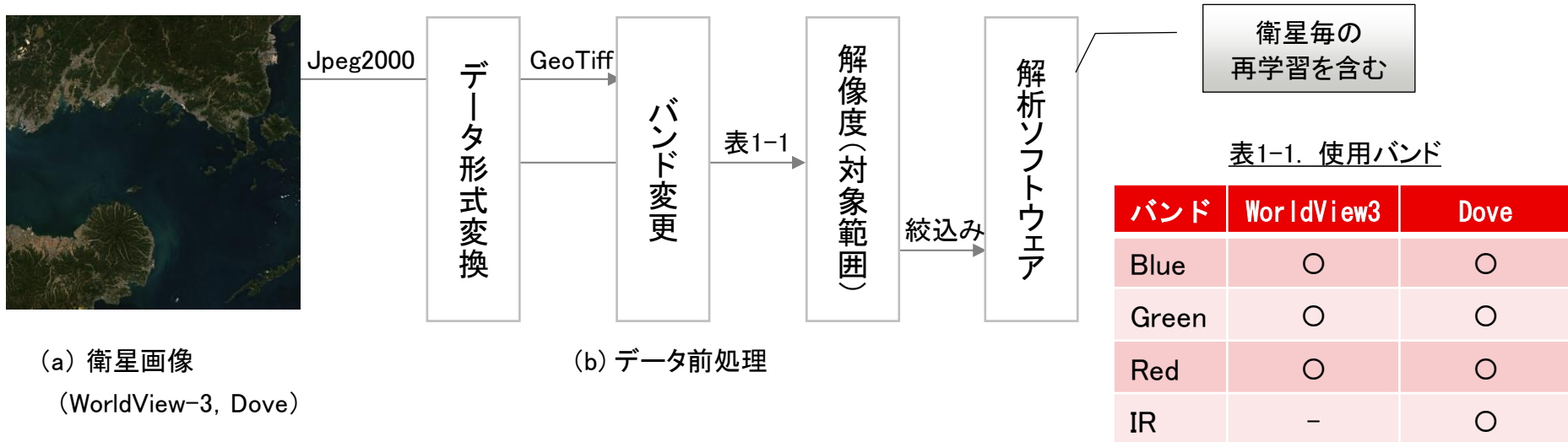


※ 陸上部は、既存モデル

# (3) 学習と水深推定モデル構築

## ■ 学習データの作成と処理フロー

- ✓ データ形式、バンド波長帯、解像度の違いに対応し、解析ソフトウェア(モデル化+AI)に入力
- ✓ 正解データは、前ページの方法で実測値を使用



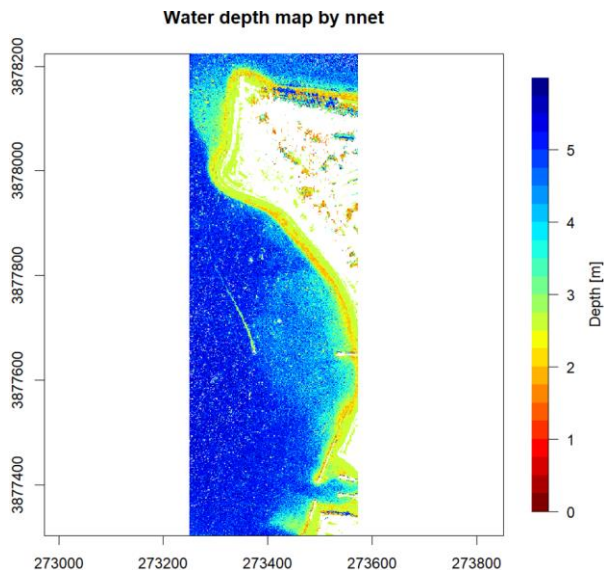
# (4) 衛星画像からの水深推定結果

■ 推定対象衛星画像 (WorldView LEGION 2号機 : 2025/12/5 10:27:25 JST 撮影)

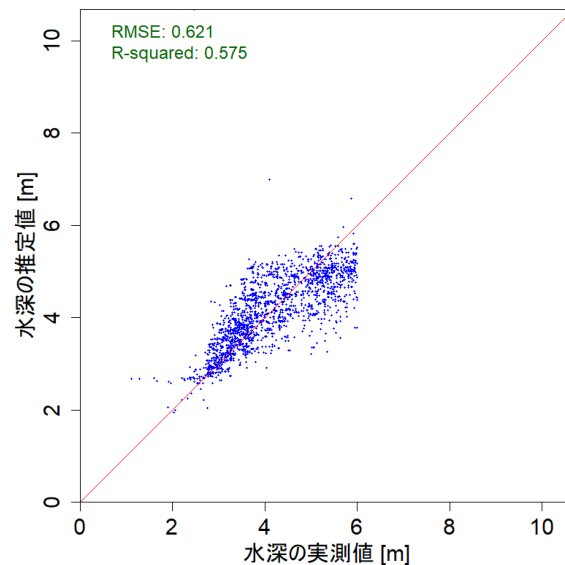
- ✓ 解析チャンネル(1-7 band)、陸域判定 (Near-IR)、正解データ(水深)を 6.0 m 以上削除
- ✓ 清水港 潮位 28cm を補正 (東京湾平均海面(T.P.))



(a) 衛星元画像



(b) 水深推定AI結果



(c) 実績・推定値 散布図

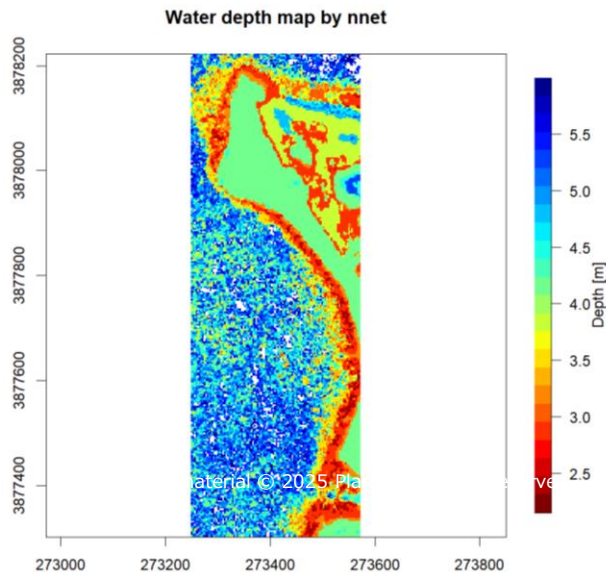
## (4) 衛星画像からの水深推定結果

■ 推定対象衛星画像 (Dove PSB.SD : 2025/12/5 11:24:21 JST 撮影)

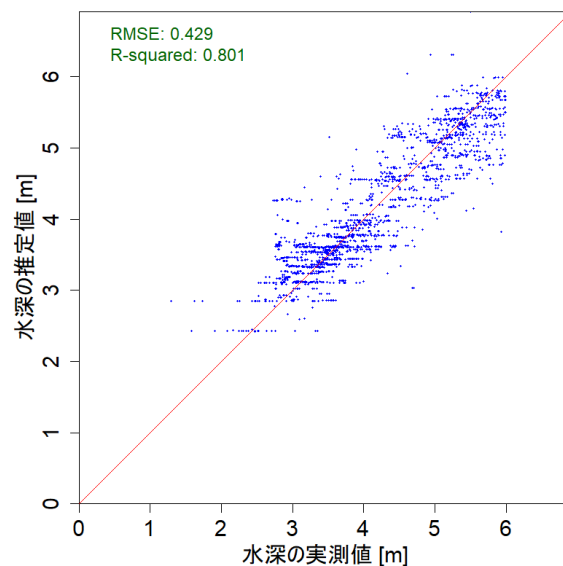
- ✓ 解析チャンネル(1-7 band)、陸域判定(NIR)、正解データ(水深)を 6.0 m 以上削除
- ✓ 清水港 潮位 28cm を補正 (東京湾平均海面(T.P.))



(a) 衛星元画像



(b) 水深推定AI結果



(c) 実績・推定値 散布図

## (4) 衛星画像からの水深推定結果

### ■ まとめ

- ✓ 水深推定精度は、以下に示す誤差要因が考えられるが、**撮影頻度の高い衛星から条件の良い画像**(雲率、波高、数日前からの天候)画像を選択することが最も効果的と考えられる。
  - 濁度(数日前からの天候の影響大)、衛星撮像頻度、水深計測(正解データ)からの経過日数等

## 2. 衛星画像による養殖筏等の検知

### ■ 実施内容

- ✓ 衛星画像から画像処理AIを用いて、養殖筏等を検知し、レイヤー表示
- ✓ 同じ海域を定期的に観測することで、準リアルタイムに養殖筏等の位置を把握

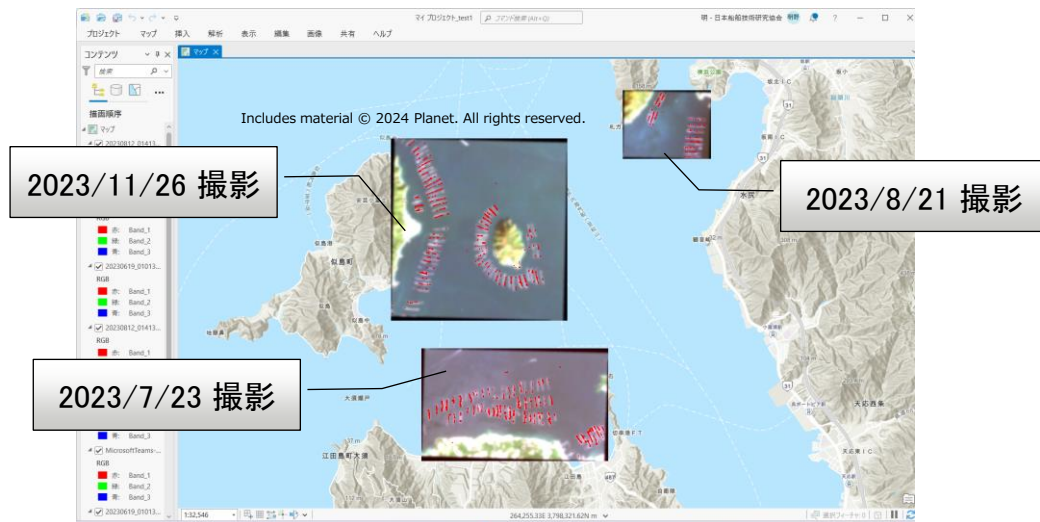


図2-1. かき筏の検出結果とレイヤー表示

## 2. 衛星画像による養殖筏等の検知

### ■ WBS

#### 2. 衛星画像による養殖筏等の検知

- (1) 対象海域の選定 : 対象の筏、海域の選定 (広島のカキ筏を想定し、県庁、海保のヒアリング)
- (2) 衛星画像による撮影 : 対象海域における高解像度衛星によるカキ筏の撮影
- (3) カキ筏の位置計測 : 衛星画像から筏を学習、筏検知のうえ、実際の位置との誤差を計測
- (4) カキ筏周辺の安全航行 : 検出した筏、定置網をGISに表示

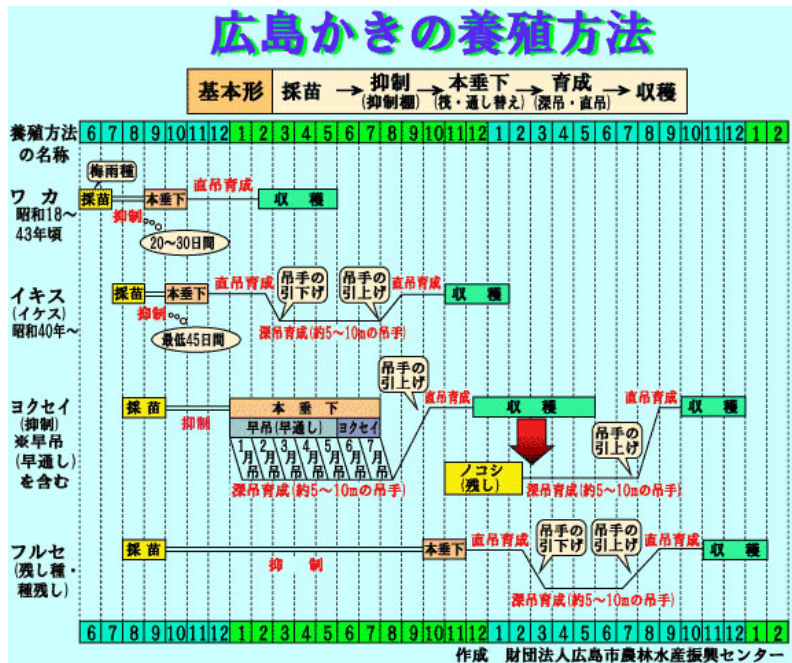
## 2. 衛星画像による養殖筏等の検知

# (1) 対象海域の選定

### ■ 対象海域(案): 広島県

#### ■ 選定理由

- ✓ 広島カキ養殖の特徴として、年間3~4回筏を移動させながら育成
  - ① 牡蠣種(幼生)を沿岸の棚(抑制棚)に移動し、過酷な環境にて、抵抗力をつけさせる。
  - ② 牡蠣殻を成長させ、酸欠をさけるため、流れの早い育成漁場に移動
  - ③ 牡蠣の身入りを良くするため、栄養豊富な漁場に移動、収穫
- ✓ 養殖方法として、1年周期と2年周期の育成期間があり、衛星撮影時期の調整が容易



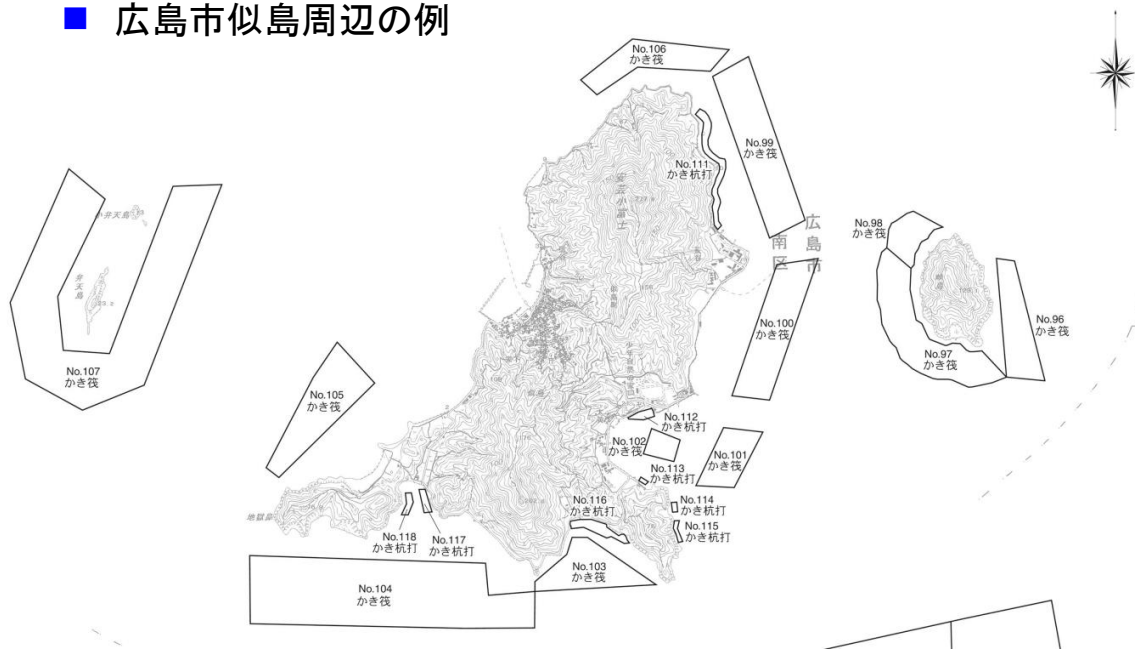
出典：広島市水産振興センターホームページ

## 2. 衛星画像による養殖筏等の検知

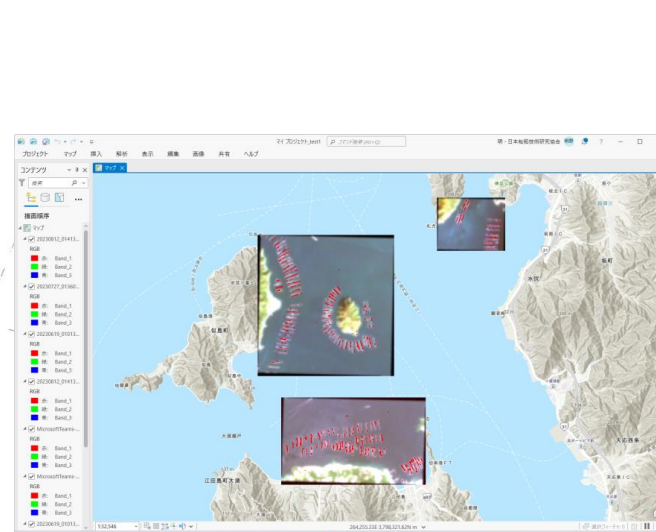
### (1) 対象海域の選定

#### ■ かき筏等養殖業の海域(広島県 区画漁業権より)

#### ■ 広島市似島周辺の例



(a) 似島周辺の区画漁業権



(b) 昨年度の成果(似島周辺)

出典：広島県農林水産局水産課 区画漁業権連絡図

# (1) 対象海域の選定

### ■ 広島県農林水産局水産課ヒアリング (2025/2/13 県庁にて)

#### ■ カキ筏の季節毎の位置について

- ✓ 地域ごとにカキ養殖組合があるが、カキ筏自体は個人所有のため、組合も把握していない状況
- ✓ そのため、カキ筏がどの時期に、どの程度設置されているか、県庁もわからない

#### ■ 筏との衝突事故

- ✓ 10年に1回程度、大型船による事故が発生している
- ✓ 広島湾の航路近くのカキ筏の位置が把握できるとよい

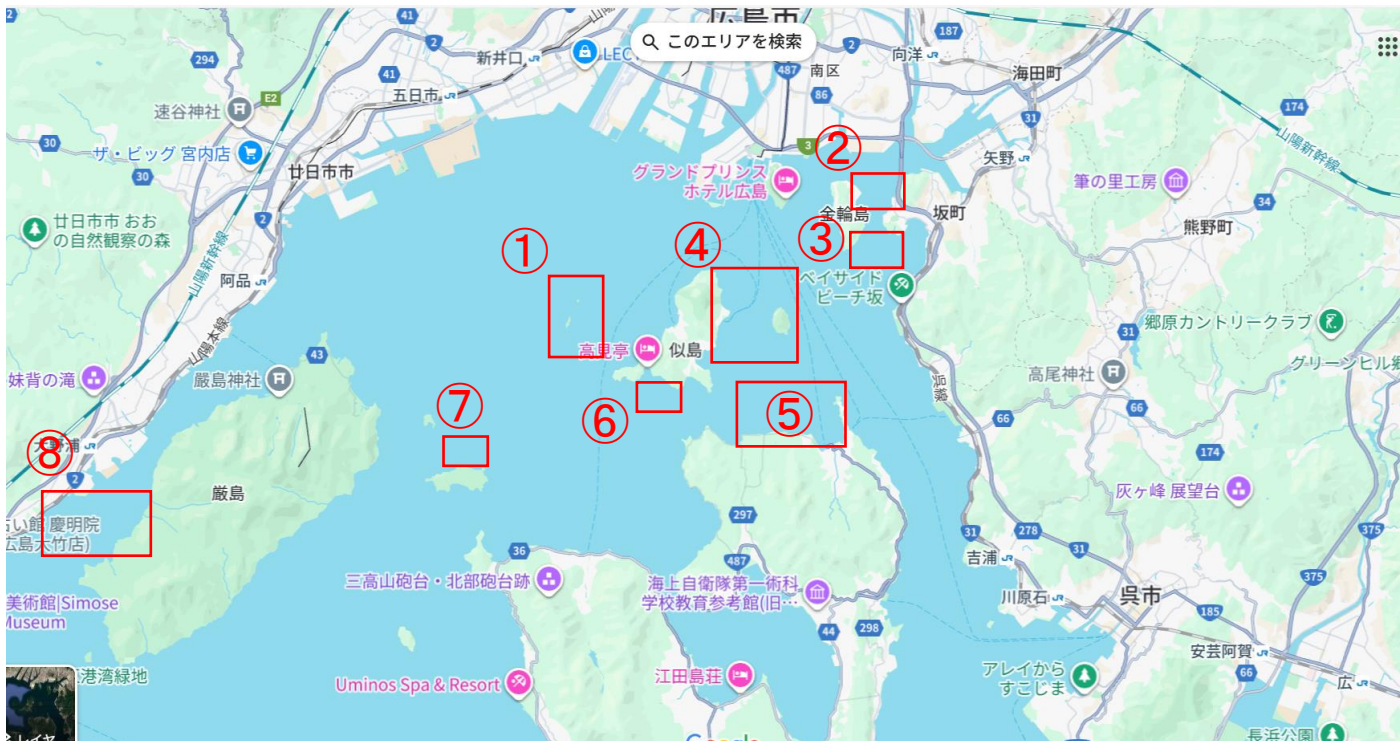
### ■ 対象海域の選定方針

- 広島港を発着する航路周辺を対象
- 過去の衛星画像を確認し、航路近くにてカキ筏が多く設置されている次ページの箇所を候補として選定

## 2. 衛星画像による養殖筏等の検知

### (1) 対象海域の選定

#### ■ 対象海域候補(8か所)



## (2) 衛星画像による撮影

■ カキ筏対象海域候補(8か所) : 小型衛星 Dove、撮影日時 2025/11/22 11:25:49 JST

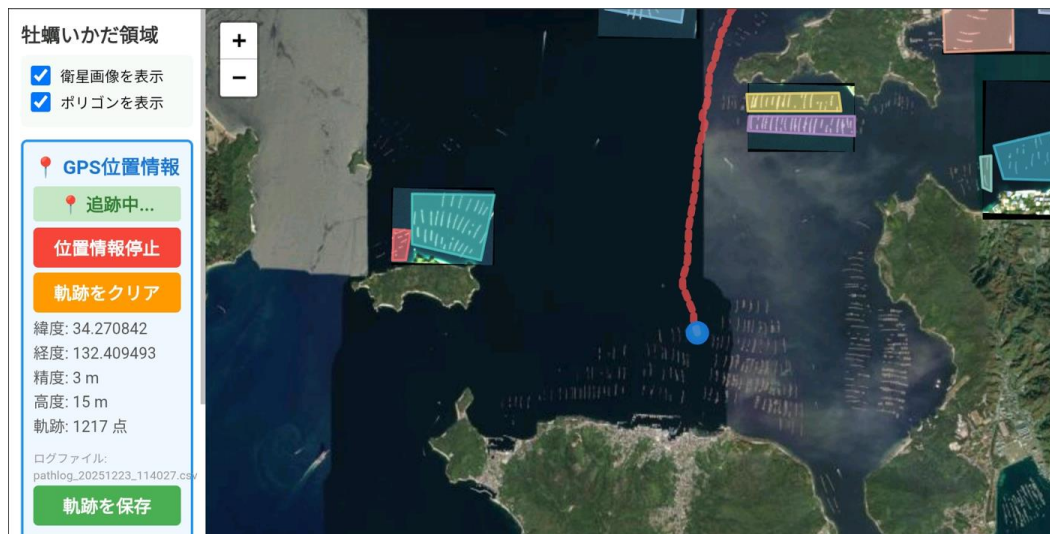


## 2. 衛星画像による養殖筏等の検知

### (3) カキ筏の位置計測

#### ■ カキ筏の位置計測

- ✓ 衛星画像から検知したカキ筏について、実際のカキ筏の位置を計測
- ✓ カキ筏に十分接近可能なため、GNSS受信機(RTK補正付き)をカキ筏に置き、直接位置を計測



(a) 船舶位置表示ツール(タブレットGPSによるリアルタイム表示)



(b) 接近したカキ筏

## 2. 衛星画像による養殖筏等の検知

### (3) カキ筏の位置計測

#### ■ カキ筏の位置計測

##### ■ 実施内容

右図のカキ筏に接近し、青丸6カ所にGNSS受信機を筏に設置し、座標値(WGS-84)を取得

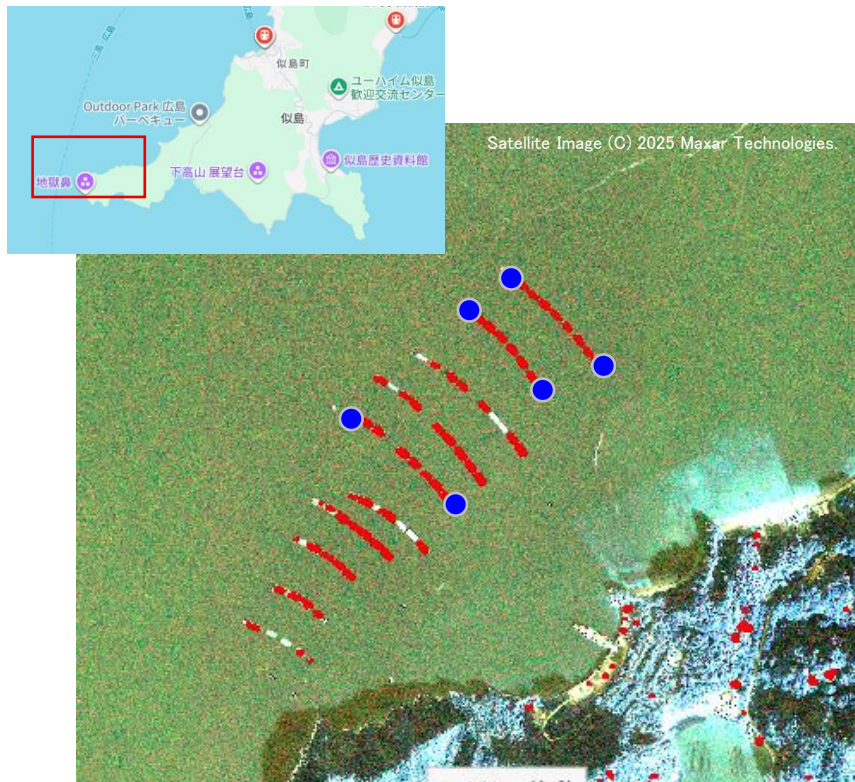
衛星画像から取得した同位置の座標との誤差を算出  
但し、筏に接近できない場合は、他の箇所を選定

✓ 似島 地獄鼻沖合の筏

##### ■ 取得データ

事前に広島宇品港の2級基準点の平面直角座標系(3系)をGNSS+RTKで取得し、比較対象とする。

✓ GNSS+RTKは、WGS-84のため、取得後、平面直角座標系に変換し、誤差を比較



(a) 似島 地獄鼻沖合のカキ筏

## 2. 衛星画像による養殖筏等の検知

### (3) カキ筏の位置計測

■ (ご参考) 広島宇品港の2級基準点

■ 基準点成果等閲覧サービスより

✓ <https://service.gsi.go.jp/kijunten/app/map/>



(a) 基準点の位置

( AREA = 3 )		
	4053	4053A
		m
B	34 21 10.9901	X -182 660.555
L	132 27 47.2738	Y 27 272.336
N	0 10 2.26	H 3.875
		ジオイド高 33.119
		0.999909

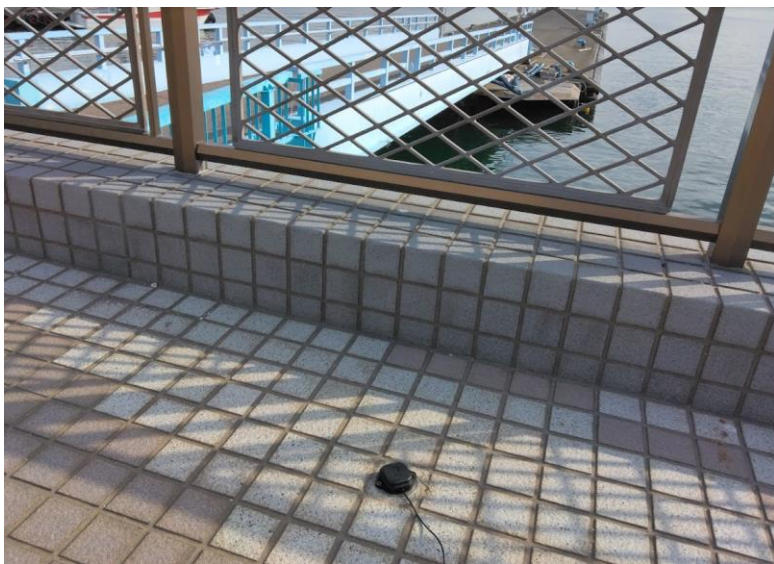
(b) 基準点の座標

## 2. 衛星画像による養殖筏等の検知

### (3) カキ筏の位置計測

■ (ご参考) 広島宇品港の2級基準点

■ GNSS受信機+RTK補正の座標誤差評価



(c) 基準点の周辺



(a) 2級基準点



(b) 基準点上に受信機設置

	X (m)	Y (m)	備考
基準点	-182,660.555	27,272.336	
GNSS+RTK補正	-182,660.732	27,272.128	
誤差 (FIX値)	0.177	0.280	10分設置後
FLOAT解	1.426	1.007	ご参考

(d) GNSS受信機+RTK補正の誤差

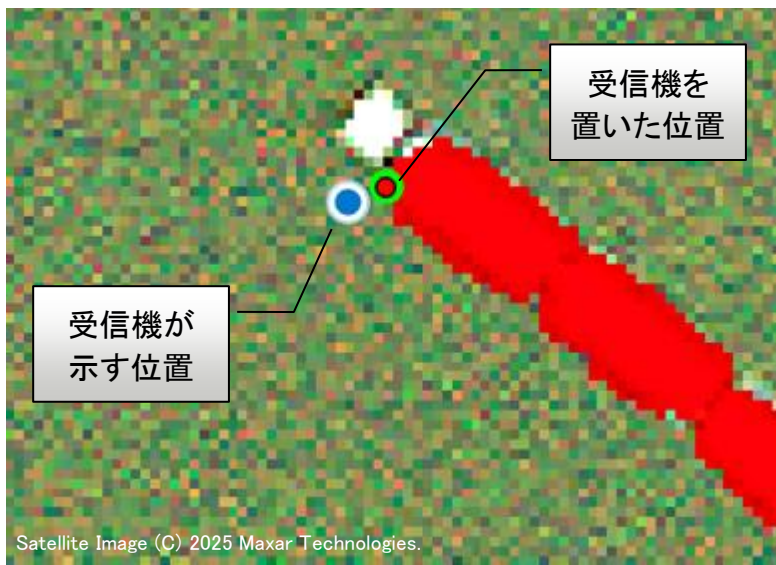
## 2. 衛星画像による養殖筏等の検知

### (3) カキ筏の位置計測

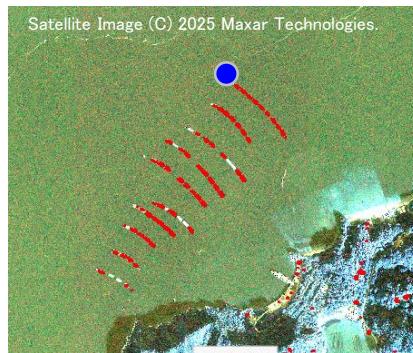
#### ■ 実際のカキ筏の位置実測 (1/2)

#### ■ 北から1列目北西側ポイント

→ 位置ずれは、フロート解の可能性あり



(c) 衛星画像(拡大図)



(a) カキ筏全体図



(b) 筏に乗せた受信機

	X (m)	Y (m)	備考
(c) 赤丸の座標	-187,142.144	23,245.845	
(c) 青丸の座標	-187,143.033	23,244.864	
位置ずれ	-0.889	-0.981	

(d) 衛星画像とGNSS受信機+RTK補正の位置ずれ

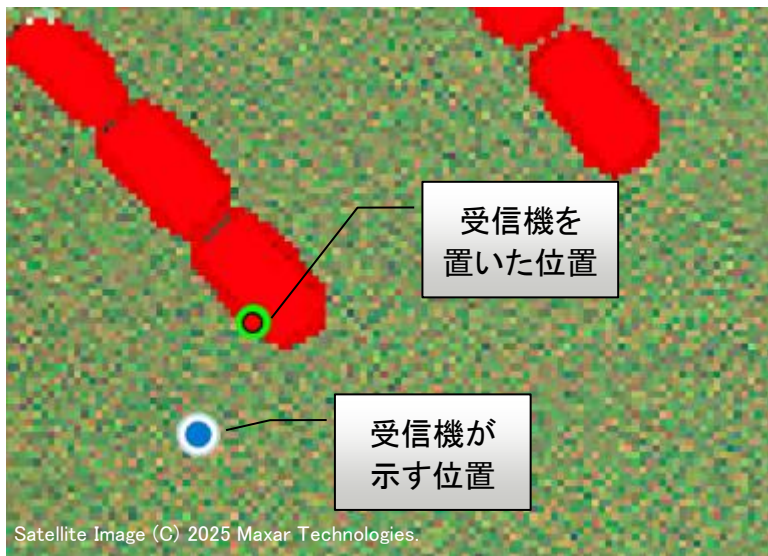
## 2. 衛星画像による養殖筏等の検知

### (3) カキ筏の位置計測

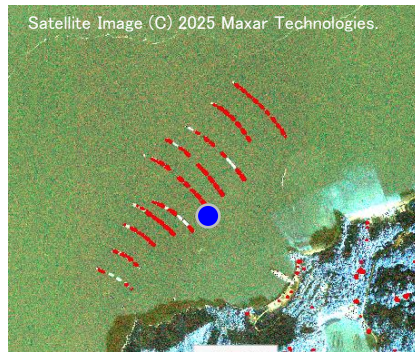
#### ■ 実際のカキ筏の位置実測 (2/2)

#### ■ 北から5列目南東側ポイント

→ 衛星画像撮影から、移動した可能性あり



(c) 衛星画像(拡大図)



(a) カキ筏全体図



(b) 筏に乗せた受信機

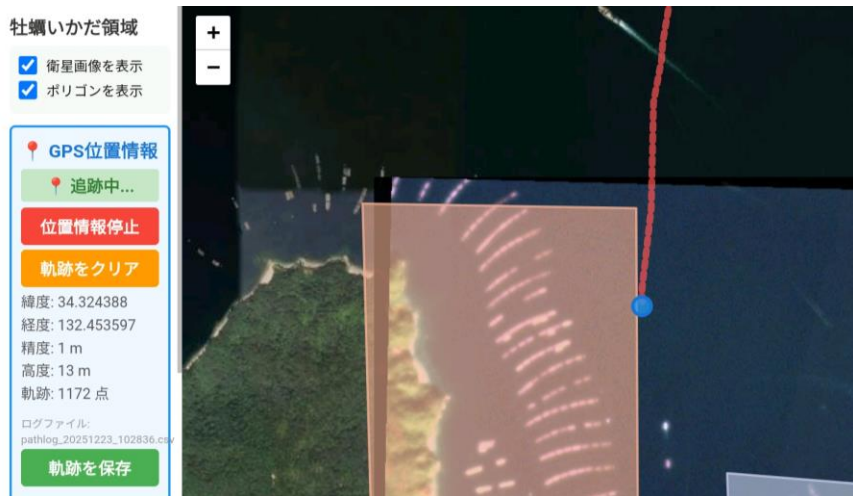
	X (m)	Y (m)	備考
(c) 赤丸の座標	-187,834.040	23,156.659	
(c) 青丸の座標	-187,857.568	23,145.533	
位置ずれ	-23.529	-11.126	

(d) 衛星画像とGNSS受信機+RTK補正の位置ずれ

# (4) カキ筏周辺の安全航行

### ■ フェリー航路からのカキ筏の視認性確認

- ✓ 似島(北東)付近(但し、船長の目測のため、正確にフェリー航路とは異なる)
- ✓ カキ筏方向を目視と写真撮影にて確認 → 地図表示に比べると、感覚的には十分距離あり



(a) 船舶位置表示ツール (タブレットGPSによるリアルタイム表示)



(b) カキ筏

# (4) カキ筏周辺的安全航行

### ■ カキ筏接近時のアラート発報

#### ■ 実施内容

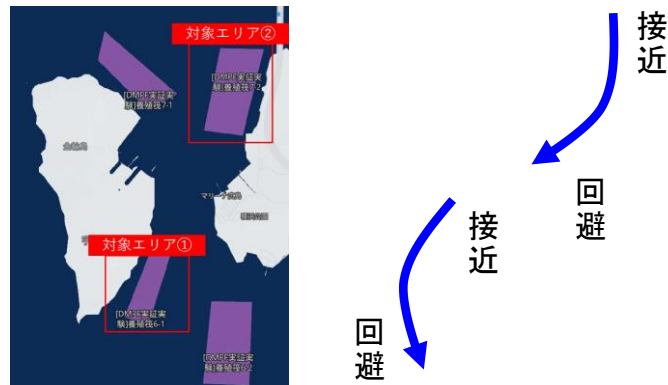
以下の経路に変更し、前回と同様に視認性、iPhoneアプリケーション (Aisea) による警告を確認

- ✓ 金輪島と坂町間の海峡の2か所 (①、②)
- ✓ 似島学園棧橋への入棧航路

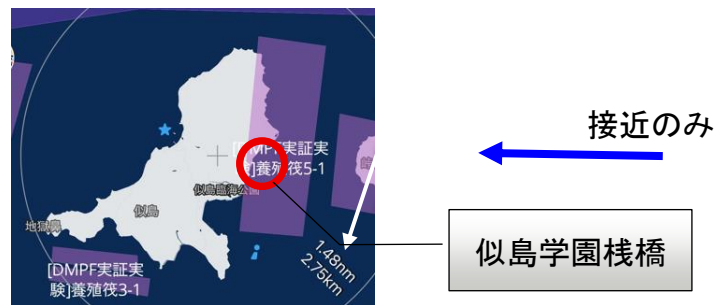
#### ■ 取得データ

進行方向にカキ筏をおき、Aisea警告発生まで接近し、その後、警告が消えるまで回避し、以下のデータ取得

- ✓ Aisea 警告表示画面、警告解除後画面
- ✓ 接近、回避後の船舶位置表示ツールの画面
- ✓ 接近前の前方カキ筏の写真



(a) 金輪島付近と航行イメージ



(b) 似島学園棧橋と航行イメージ

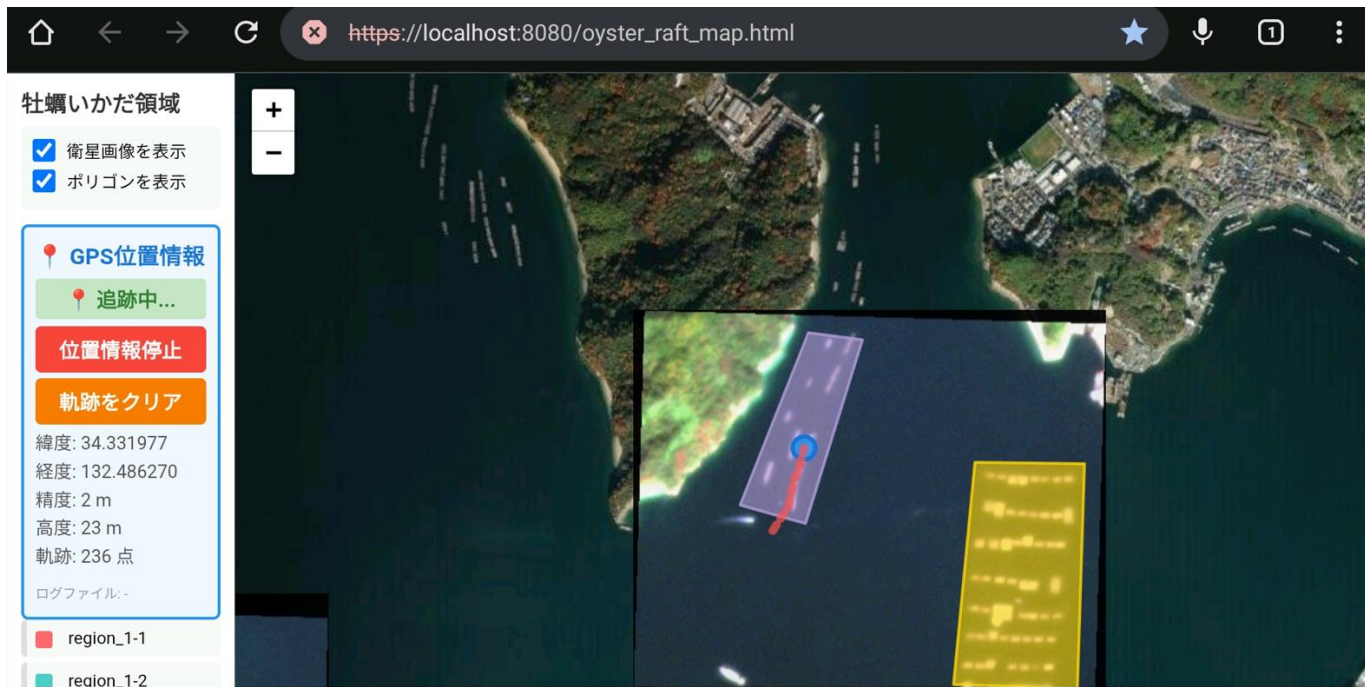
## 2. 衛星画像による養殖筏等の検知

### (4) カキ筏周辺の安全航行

#### ■ 金輪島沖のカキ筏内を航行した際のアラート例



(a) アラート表示例



(b) 船舶位置表示ツール

## 2. 衛星画像による養殖筏等の検知

### (4) カキ筏周辺の安全航行

#### ■ 金輪島沖のカキ筏内を航行した際のアラート例



(a) アラート表示例

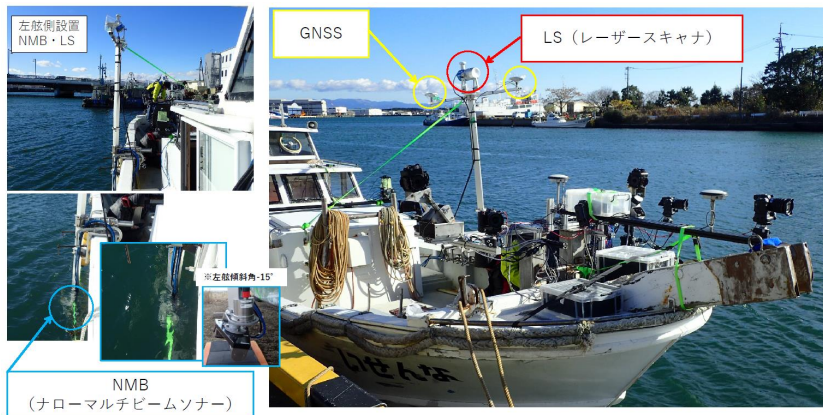


(b) カキ筏方向

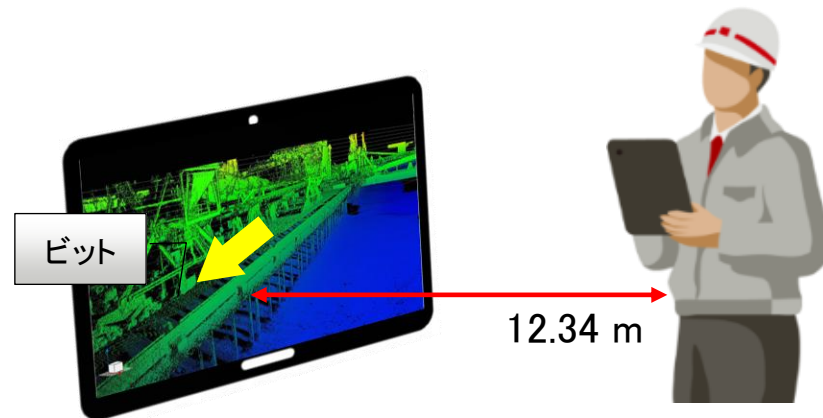
# 3. 清水港3Dモデル(水深、ふ頭形状)生成、船舶表示ツール検証

## ■ 目的

- ✓ ふ頭形状の3Dモデル化のため、レーザ測距、ドローン搭載画像による点群データ計測
- ✓ 3Dモデルの活用ユースケースとして、船舶表示ツールの表示タイムラグの解消と現場検証



(a) 水深計測、ふ頭形状のデータ取得



(b) 船舶表示ツールの検証

図3-1. 清水港における水深、ふ頭形状の取得、船舶表示ツール検証

## ■ WBS

### 3. 清水港3Dモデル(水深、ふ頭形状)生成、船舶表示ツール検証

(1) 実際のビット、防舷材の寸法実測方法

: ふ頭構造物(ビット、防舷材)の形状、位置を実測

(2) 実測結果

: ビット、防舷材の実測結果のまとめ

(3) 各種アルゴリズムによる3Dモデル生成

: ドローン搭載カメラ、レーザ測距、水中マルチエコーサウンダーによる各種3Dモデルの生成

(4) 生成された3Dモデルの寸法

: 実測値と生成された3Dモデルの比較

(5) 船舶表示ツール検証

: ふ頭3Dモデルを地図上に表示し、小型船にて航行

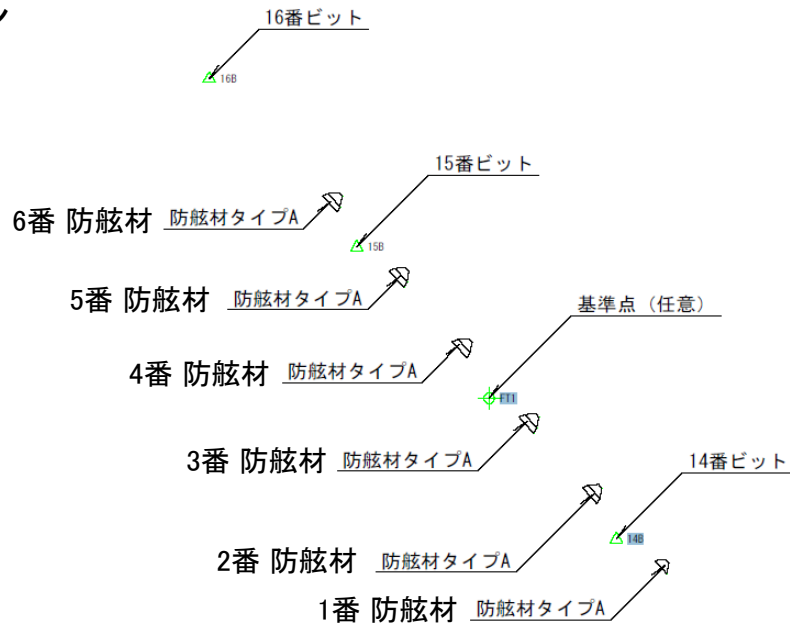
# (1) 実際のビット、防舷材の寸法実測方法

## ■ 評価対象のビット、防舷材の実測

- ✓ 14-16番ビットと付近の防舷材をトータルステーションにて計測



(a) 清水港富士見ふ頭



(b) ビット、防舷材の設置状況

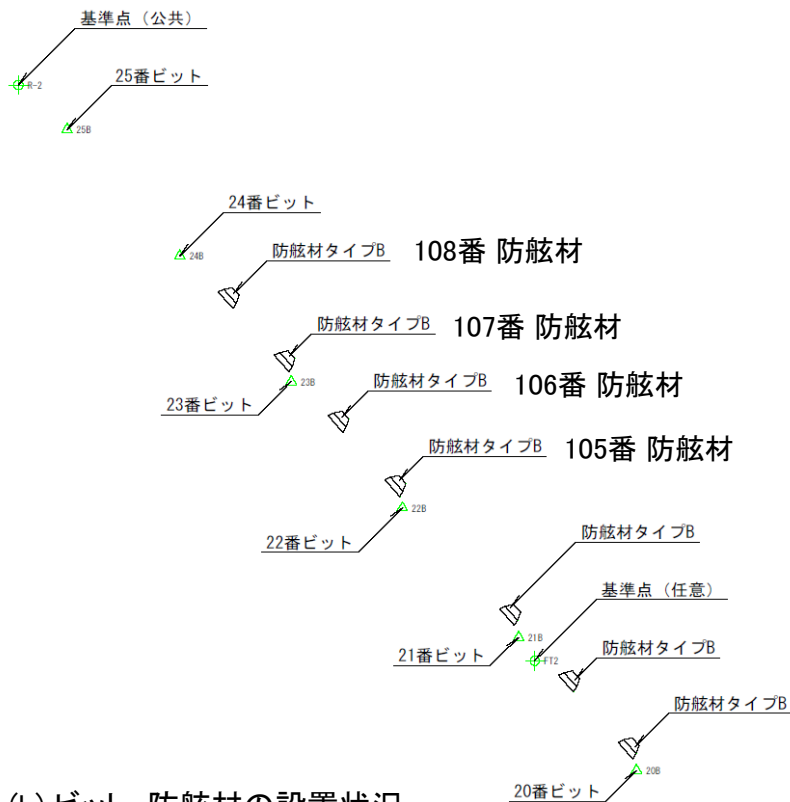
# (1) 実際のビット、防舷材の寸法実測方法

## ■ 評価対象のビット、防舷材の実測

- ✓ 船舶が停泊していたため、20-25番ビットと付近の防舷材をトータルステーションにて計測



(a) 清水港富士見ふ頭



(b) ビット、防舷材の設置状況

## (1) 実際のビット、防舷材の寸法実測方法

■ 評価対象のビット、防舷材 ※ 対象ビット、防舷材付近を船舶が離発着している場合は中断、退避

- ✓ 富士見ふ頭 14-16番ビットを対象とする。
- ✓ 防舷材は、上記ビット付近を想定

(世界測地系)

点番	点名	X座標	Y座標	Z座標
1	1 (14ビット)	-53.242	-111535.218	2.412
2	2 (15ビット)	-77.488	-111507.905	2.415
3	3 (16ビット)	-91.021	-111491.946	1.750

■ 実際のビット、防舷材の計測機器

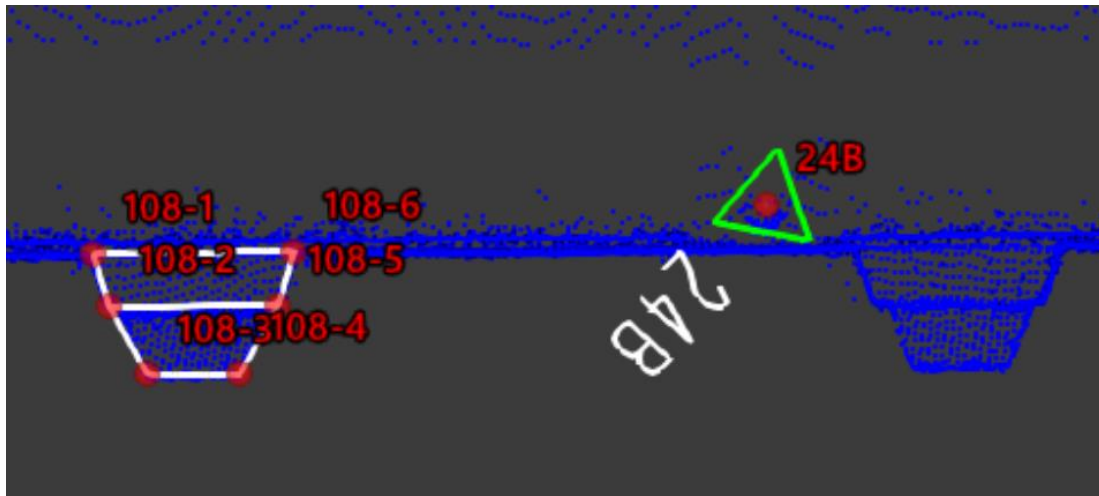
- ✓ 測量機器(トータルステーション)を用いた測距
- ✓ ミリ単位の正確な測距を実施予定
- ✓ トプコン製トータルステーションGTシリーズ
- ✓ <https://www.topcon.co.jp/news/5892/>



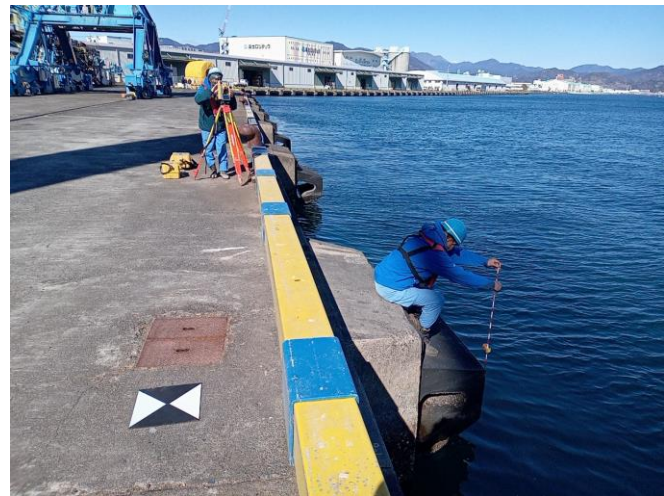
# (1) 実際のビット、防舷材の寸法実測方法

## ■ 評価対象のビット、防舷材の実測

- ✓ ビット、防舷材の指定した点をトータルステーションにて光学測定(ミリ単位の精度)
- ✓ 指定点の平面直角座標を取得できるため、防舷材の実寸、ビット間距離を算出
- ✓ 防舷材の指定点：下図(a)の6箇所、ビットの指定点：上部の中心点



(a) 計測結果(平面図)と指定点



(b) 計測の様子

## (2) 実測結果

### ■ 評価対象のビット、防舷材の実測結果

✓ ビット、防舷材の指定した点をトータルステーションにて光学測定(ミリ単位の精度)

平面直角座標第8系(世界測地系)			
仕様	点名	X座標	Y座標
14ビット	14B	-111,535.193	-53.218
15ビット	15B	-111,507.886	-77.468
16ビット	16B	-111,492.150	-91.255
防舷材Aタイプ	1-1	-111,538.418	-48.500
〃	1-2	-111,537.442	-48.316
〃	1-3	-111,537.086	-48.643
〃	1-4	-111,537.165	-49.631
〃	2-1	-111,531.381	-54.751
〃	2-2	-111,530.432	-54.556
〃	2-3	-111,530.070	-54.877
〃	2-4	-111,530.147	-55.874
〃	2-5	-111,530.358	-56.404
〃	2-6	-111,531.901	-55.039
〃	3-1	-111,525.288	-60.952
〃	3-2	-111,523.750	-62.314
〃	3-3	-111,523.536	-61.760
〃	3-4	-111,523.435	-60.794
〃	3-5	-111,523.791	-60.475
〃	3-6	-111,524.769	-60.653

平面直角座標第8系			
仕様	点名	X座標	Y座標
〃	4-1	-111,518.265	-67.190
〃	4-2	-111,517.749	-66.902
〃	4-3	-111,516.782	-66.700
〃	4-4	-111,516.442	-67.011
〃	4-5	-111,516.500	-67.991
〃	4-6	-111,516.732	-68.556
〃	5-1	-111,511.652	-73.070
〃	5-2	-111,511.126	-72.785
〃	5-3	-111,510.171	-72.601
〃	5-4	-111,509.805	-72.903
〃	5-5	-111,509.885	-73.883
〃	5-6	-111,510.113	-74.436
〃	6-1	-111,504.620	-79.312
〃	6-2	-111,504.109	-79.022
〃	6-3	-111,503.135	-78.838
〃	6-4	-111,502.779	-79.151
〃	6-5	-111,502.868	-80.129
〃	6-6	-111,503.099	-80.667

## (2) 実測結果

### ■ 評価対象のビット、防舷材の実測結果

✓ ビット、防舷材の指定した点をトータルステーションにて光学測定(ミリ単位の精度)

平面直角座標第8系(世界測地系)			
仕様	点名	X座標	Y座標
公共基準点	R-2	-111,362.782	-207.048
22ビット	22B	-111,407.821	-166.183
防舷材Bタイプ	105-1	-111,406.614	-166.469
防舷材Bタイプ	105-2	-111,406.044	-166.114
防舷材Bタイプ	105-3	-111,405.203	-165.818
防舷材Bタイプ	105-4	-111,404.369	-166.540
防舷材Bタイプ	105-5	-111,404.553	-167.430
防舷材Bタイプ	105-6	-111,404.851	-168.034
防舷材Bタイプ	106-1	-111,399.786	-172.517
防舷材Bタイプ	106-2	-111,399.216	-172.171
防舷材Bタイプ	106-3	-111,398.361	-171.872
防舷材Bタイプ	106-4	-111,397.532	-172.620
防舷材Bタイプ	106-5	-111,397.736	-173.483
防舷材Bタイプ	106-6	-111,397.999	-174.085

平面直角座標第8系(世界測地系)			
仕様	点名	X座標	Y座標
23ビット	23B	-111,394.386	-178.004
防舷材Bタイプ	107-1	-111,393.308	-178.238
防舷材Bタイプ	107-2	-111,392.765	-177.912
防舷材Bタイプ	107-3	-111,391.933	-177.642
防舷材Bタイプ	107-4	-111,391.069	-178.347
防舷材Bタイプ	107-5	-111,391.275	-179.216
防舷材Bタイプ	107-6	-111,391.562	-179.829
防舷材Bタイプ	108-1	-111,386.594	-184.214
防舷材Bタイプ	108-2	-111,386.034	-183.868
防舷材Bタイプ	108-3	-111,385.171	-183.562
防舷材Bタイプ	108-4	-111,384.354	-184.288
防舷材Bタイプ	108-5	-111,384.550	-185.188
防舷材Bタイプ	108-6	-111,384.823	-185.791
24ビット	24B	-111,380.991	-189.865

## (2) 実測結果

### ■ 評価対象のビット、防舷材の実測結果

- ✓ 前頁座標から算出したビット間距離、防舷材の寸法
- ✓ 数値のばらつきは、計測機誤差、指定した点の設置誤差等

表6-1. ビット間距離

仕様	点名	世界測地系 (平面直角座標)		ビット間距離 (m)		
		X (m)	Y (m)	22 - 23	23 - 24	22 - 24
22番ビット	22B	-111,407.821	-166.183	17.895	-	35.787
23番ビット	23B	-111,394.386	-178.004		17.892	
24番ビット	24B	-111,380.991	-189.865	-		

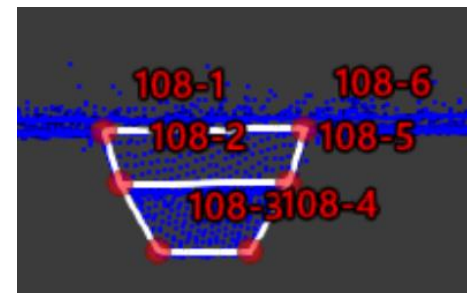


図6-1. 防舷材の各点(平面図)

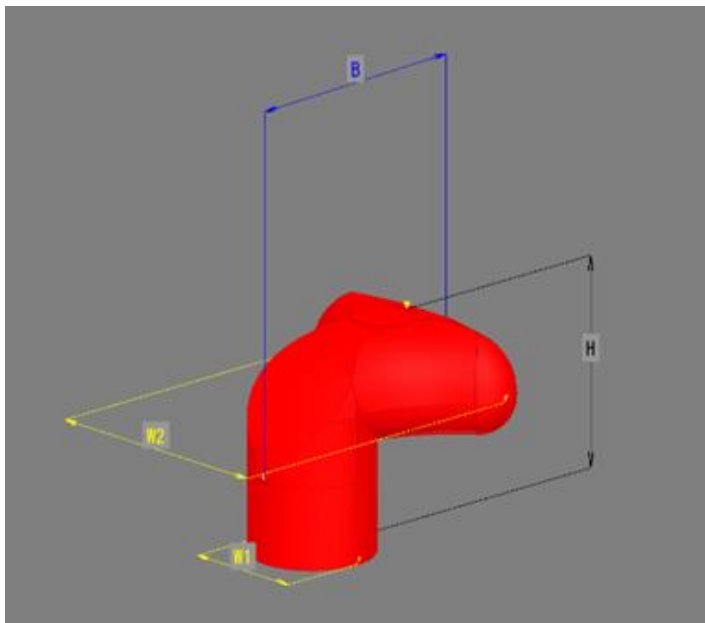
表6-2. 防舷材の各寸法

仕様	点名	幅 (m)			奥行き (m)			
		3-4	2-5	1-6	1-2	1-3	6-5	6-4
105番防舷材	105	1.103	1.989	2.357	0.672	1.554	0.674	1.570
106番防舷材	106	1.117	1.978	2.377	0.667	1.564	0.657	1.538
107番防舷材	107	1.115	1.980	2.362	0.633	1.499	0.677	1.562
108番防舷材	108	1.093	1.986	2.371	0.658	1.565	0.662	1.574

## (2) 実測結果

### ■ ビット自体の実測結果

- ✓ 以下の箇所をコンベックス(巻き尺)にて、実測



ビット寸法 (m)				
ビット番号	W1	W2	B	H
22	0.30	0.60	0.48	0.50
23	0.30	0.60	0.47	0.52
24	0.30	0.60	0.50	0.50

## (3) 各種アルゴリズムによる3Dモデル生成【山口大学】

### ■ セルフキャリブレーション用多方向撮影 (SfMモデル)

- ✓ ドローンに搭載した**光学カメラによるSfM**において、**カメラの焦点距離や歪みを精密に推定** (セルフキャリブレーション)
- ✓ カメラを同じ向きに向けた**従来型の平行光軸撮影**ではなく、被写体に対して**多様な向きで撮影**するよう設計される撮影

### ■ 条件、利点

- ✓ RTKドローンを用いると**対空標識を少なくできる** (通常ドローンでも標識を増やせば可)

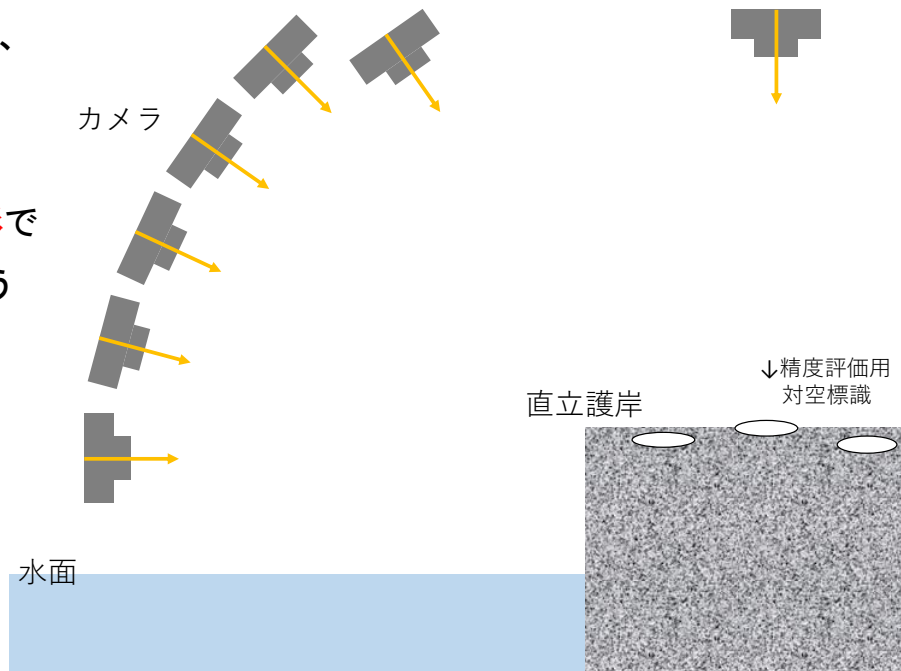


図3-2. セルフキャリブレーション用多方向撮影

# (3) 各種アルゴリズムによる3Dモデル生成【岩根研】

- 車両に搭載したカメラから対象物を移動しながら撮影し、3Dモデルを生成する手法 (CV: Camera Vector)

## カメラベクター技術とは



移動する各カメラの位置と姿勢 (CV 値) を高精度に求めます

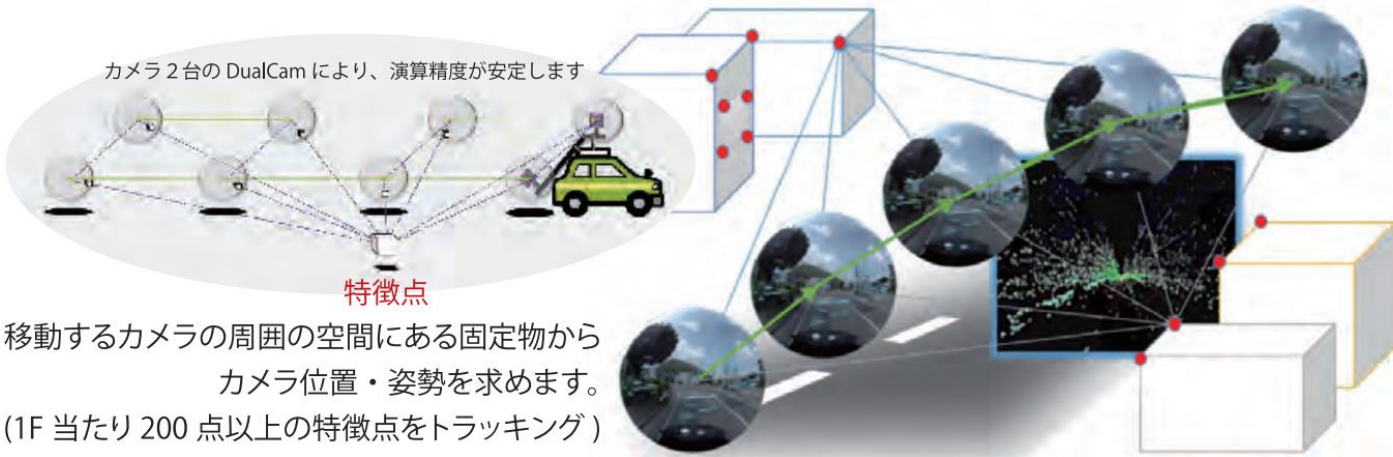
特許取得済

複数のフレームで複数の特徴点をトラッキング



6変数を持つ CV 値

カメラ 2 台の DualCam により、演算精度が安定します



特徴点

移動するカメラの周囲の空間にある固定物から  
カメラ位置・姿勢を求めます。  
(1F 当たり 200 点以上の特徴点をトラッキング)

# (3) 各種アルゴリズムによる3Dモデル生成【京セラ】

■ カメラ、LiDAR の両方を内蔵し、両者の光軸を合わせたフュージョンセンサ (京セラ製)

✓ 前提 : カメラ、LiDAR の両方活用

✓ 利点 : **カメラ、LiDAR の光軸が同一**のため、オクルージョンがなく、光軸ずれの**キャリブレーション不要**

カメラで撮影した対象物  
までの距離を取得



(a) カメラ画素単位のLiDAR測距



(b) カメラ画像、LiDAR測距データから生成された3Dモデル例

図3-3. フュージョンセンサ撮影例

## (3) 各種アルゴリズムによる3Dモデル生成【KAITO】

### ■ 船舶にマルチエコーサウンダーを艦装し、水中構造物を計測

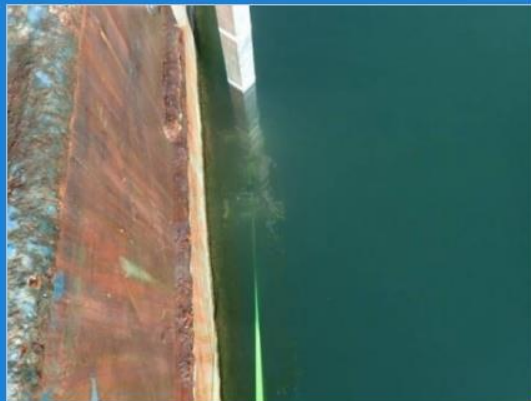
#### ▷ マルチビームソナー

マルチビームソナーは、送波器から扇状の音響ビームを海底に向けて発信し、直交して配置した受波器で現側方向に鋭い指向性をもつ多数の受波ビームを形成し、海底からの反射波を受信することで一度に広範囲かつ多数の点を精度よく計測できる音響測深器です。

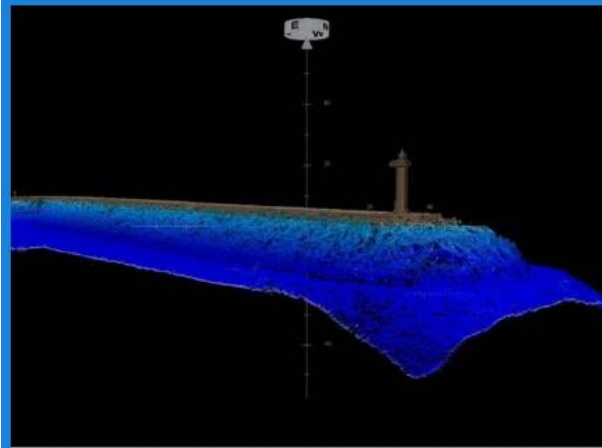
Sea Bat T20 - P



艦装状況



観測結果

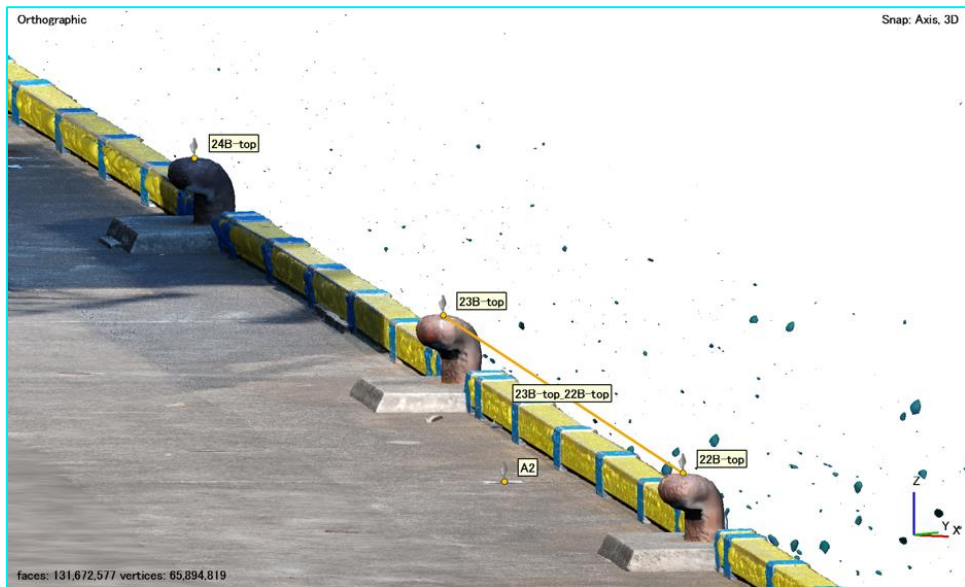


### 3. 清水港3Dモデル(水深、ふ頭形状)生成、船舶表示ツール検証

## (4) 生成された3Dモデルの寸法

#### ■ 3Dモデルからのビット間距離の取得

- ✓ SfMに基づき、各ビット上部の白十字マークの座標を推定(三角測量)し、3次元距離公式で距離を計算



(a) 22-24番ビット間距離の計測

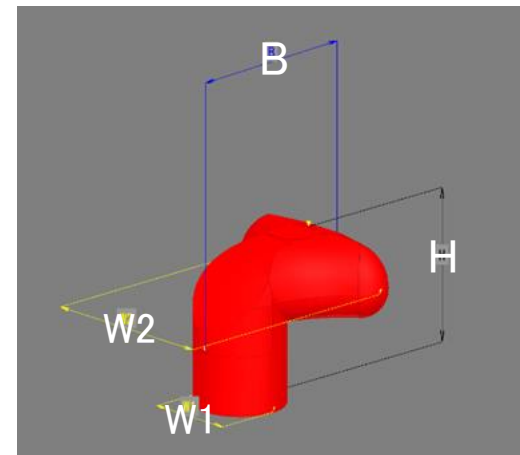
	(単位：m)
区間	SfMに基づく推定値
22B-24B	35.778
22B-23B	17.886
23B-24B	17.892

(b) 各ビット間距離

# (4) 生成された3Dモデルの寸法

■ 3Dモデルからのビット自体の寸法の取得

- ✓ SfM/MVSに基づき、メッシュモデルを作成、Hを計測
- ✓ 水平面に投影するオルソモザイク画像を作成、各W2、Bを計測
- ✓ W1は正確性のため、鉛直面に投影するオルソモザイク画像による計測を実施



ビット自体の寸法計測箇所



(a) ビット寸法 W2 の測定



(b) ビット寸法 B の測定

ビット番号	SfMに基づく推定値			
	W1	W2	B	H
22	0.309	0.619	0.521	0.520
23	0.318	0.615	0.504	0.525
24	0.324	0.613	0.517	0.512

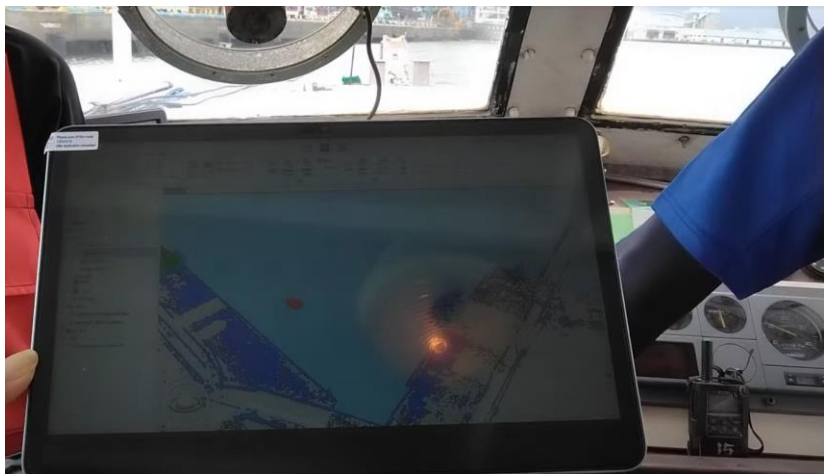
(c) 測定結果

### 3. 清水港3Dモデル(水深、ふ頭形状)生成、船舶表示ツール検証

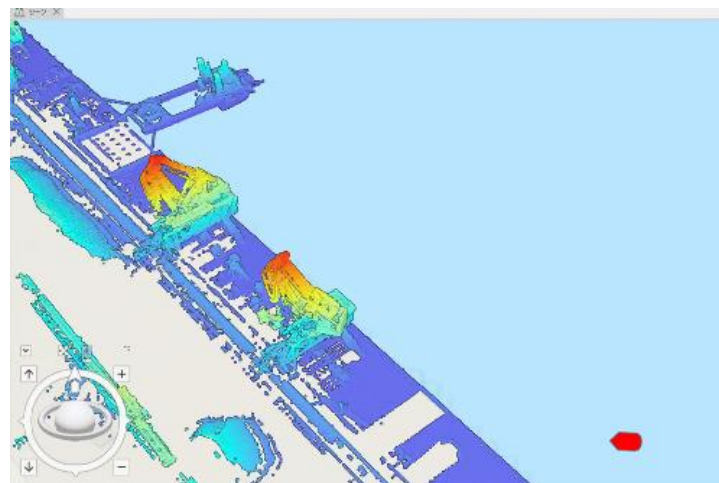
## (5) 船舶表示ツール検証

#### ■ 船舶表示ツールの利用状況

- ✓ 清水港富士見ふ頭の沖合から、ふ頭に沿って小型船を航行させ、船舶位置をタブレット上に表示
- ✓ 3D表示のメリットは、港湾設備のランドマーク化、防舷材等の拡大表示など（位置精度は、RTK測距レベル）
- ✓ 昨年度からの改善点：3Dモデルを**シーンレイヤー表示用ファイル**に変換し、描画の高速化



(a) 船内の様子



(b) 左図タブレット表示(ふ頭3Dモデルと船舶表示例)

# (5) 船舶表示ツール検証

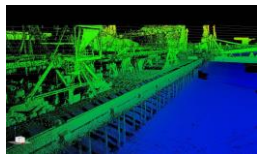


ネットワーク RTK 基準局

## クラウド環境

ArcGIS online (Esriクラウド)

### データ



清水港3Dデータ

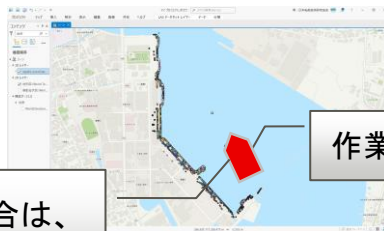
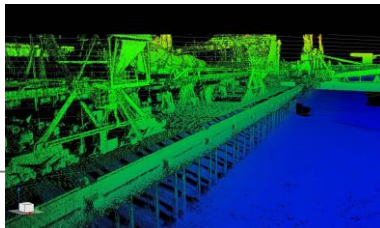
### 各種チャート



## 船上

PC (Windows 11 Pro)

ArcGIS Pro  
(データ、チャート表示)



作業船

ENCの場合は、  
PCにインストール

インター  
ネット  
(マップ更新)



課題：  
オフライン  
利用

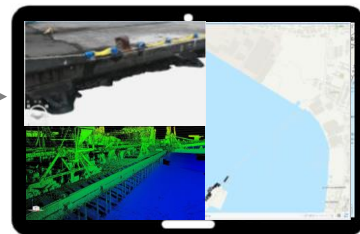
GNSS  
受信機  
受信機

USB接続

Wi-Fi

(インター  
ネット  
未接続)

タブレット (Android 14)



Windows 11 Pro  
リモートデスクトップ  
機能による画面飛ばし

**Thank you**

