

自律型無人探査機（AUV）の利用実証事業 中間報告

「AUVを用いた水中インフラ構造物の3次元的な把握および評価」



AUVのインフラ適用における課題

① 取得データの信頼性

- i-construction相当の手法との比較による有効性検証を通じたAUV取得データへの信頼確立

② 鉛直面のデータ取得

- ダム堤体水中部、防波堤の堤体、港湾岸壁等の状況把握が困難

③ 手動操縦と自動操縦の切り替えによる効率化

- 沈船の捜索や海底ケーブル露出箇所等の精査等、「変状を見過ごさない」ための手動操縦切り替え可能なシステム

今回の実証内容

課題①～③に対応した実証実験によりAUVのインフラ点検適用を加速

【課題】

- ① 取得データの信頼性
- ② 鉛直面のデータ取得
- ③ 手動操縦と自動操縦の切り替えによる効率化



【実証実験】

- ① AUV搭載インターフェロメトリ音響測深機を用いた防波堤基礎部点検
- ② AUV搭載カメラによる防波堤の堤体壁面部点検
- ③ 自動・手動操縦を切り替え可能なROVによる指定座標の詳細点検

実証実験①

GPS



みちびき

AUV搭載インターフェロメトリ音響測深機を用いた防波堤基礎部点検

→ASV搭載ナローマルチビーム音響測深機による測深データを真値として、
AUV搭載インターフェロメトリ音響測深機で取得したデータと比較、精度検証する

事前準備：ASV搭載ナローマルチビーム測深機を用いた真値の取得

ナローマルチビーム測深機を用いて防波堤基礎部の3D点群データを取得



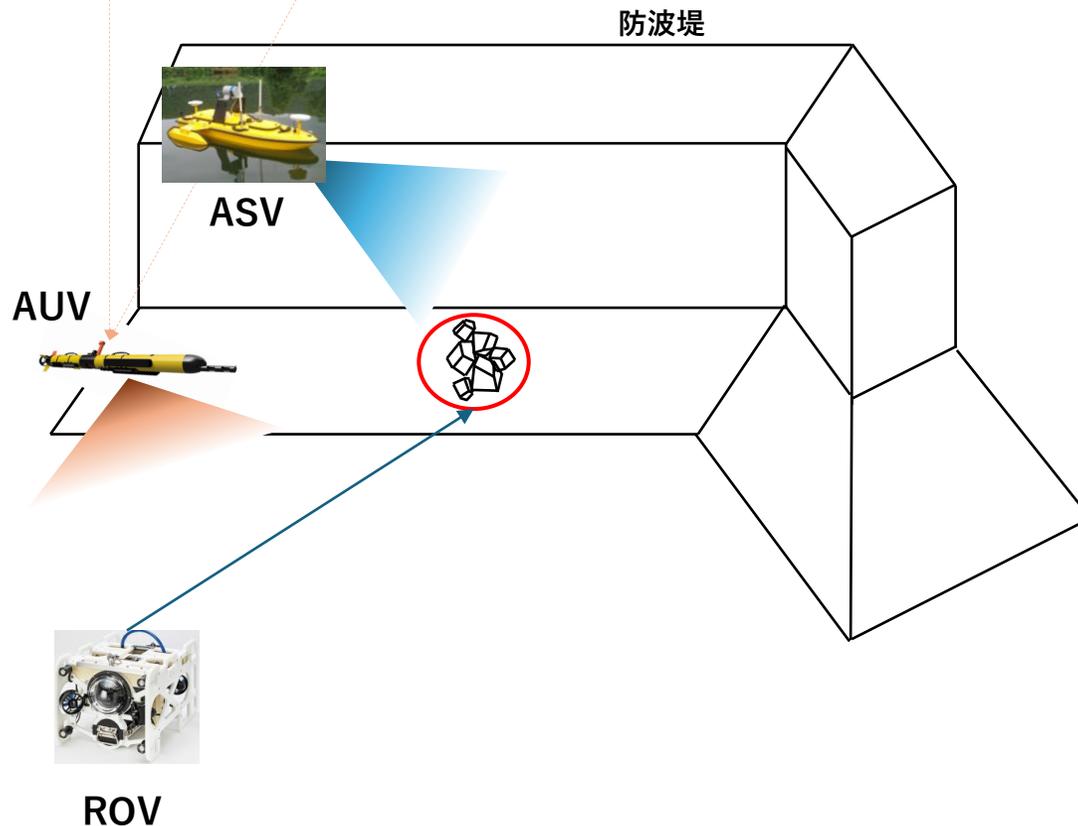
STEP①：巡航型AUVによる広域調査

巡航型AUVを自律潜航させて、インターフェロメトリ音響測深機で3D点群データを取得

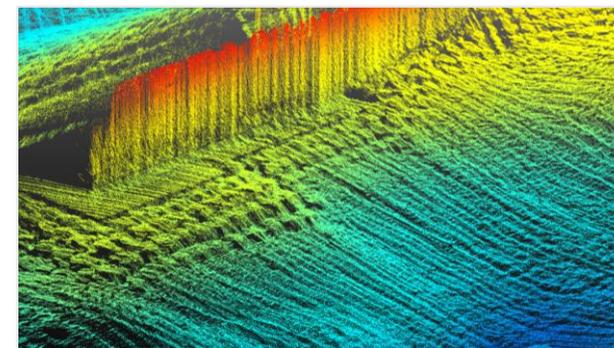


STEP②：ROVによる詳細調査

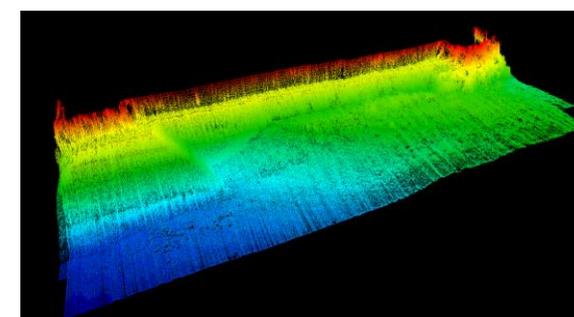
ROVを防波堤基礎部に向けて潜航させ、STEP①で抽出された変状場所とその周囲における詳細な映像データを取得



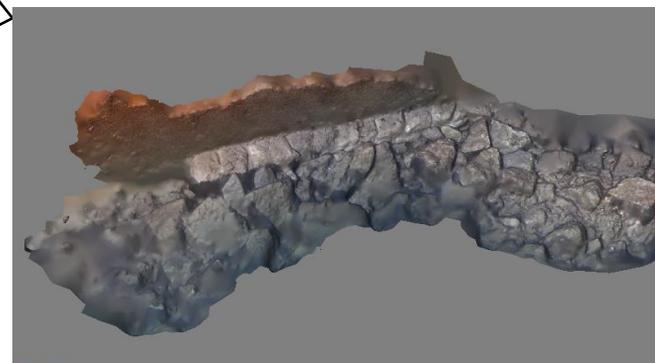
ASVによる3D点群データ



AUVによる3D点群データ



ROVによる3DCG

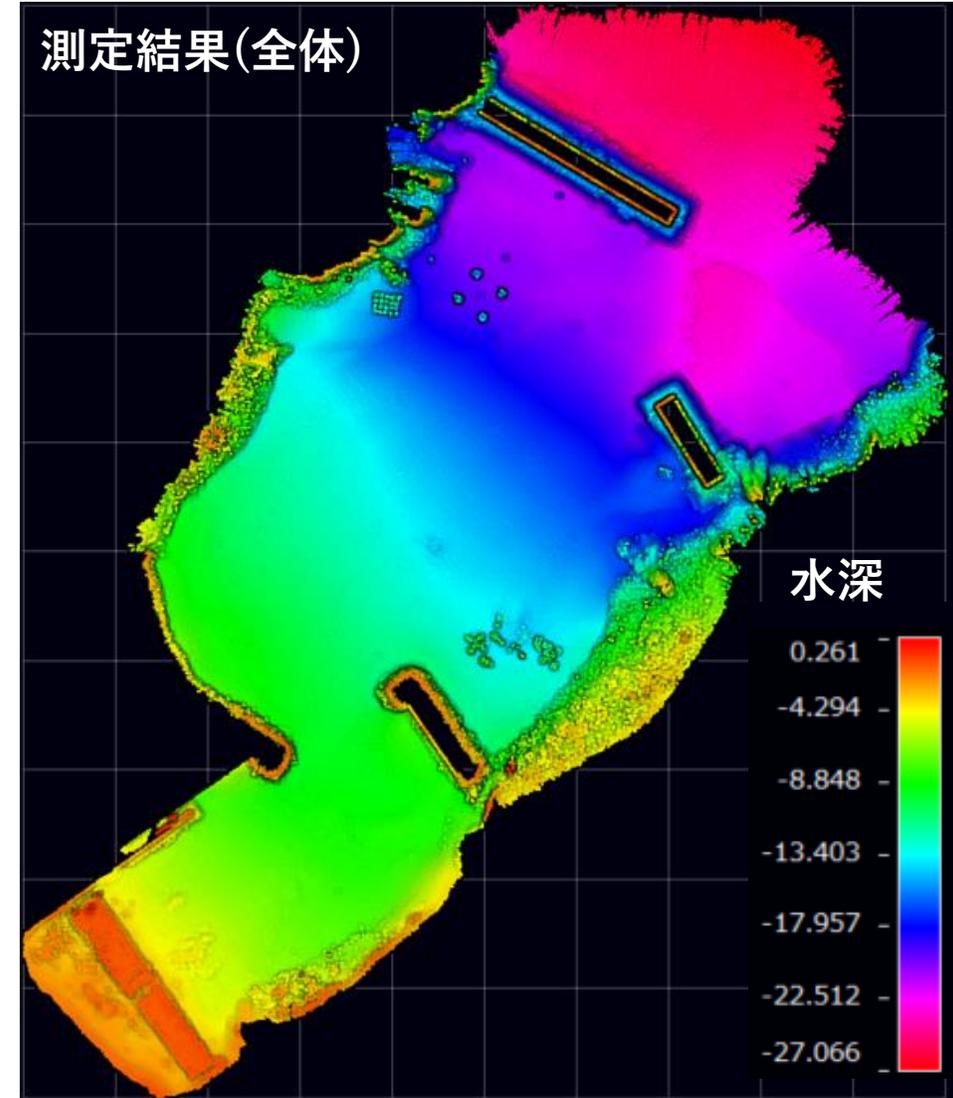


ASV搭載ナローマルチビーム測深機測定結果

測定場所：島根県隠岐郡隠岐の島町中村漁港



→漁港周辺のデータ取得完了



使用機材：【ASV】自律型無人艇（小型無人ポート）



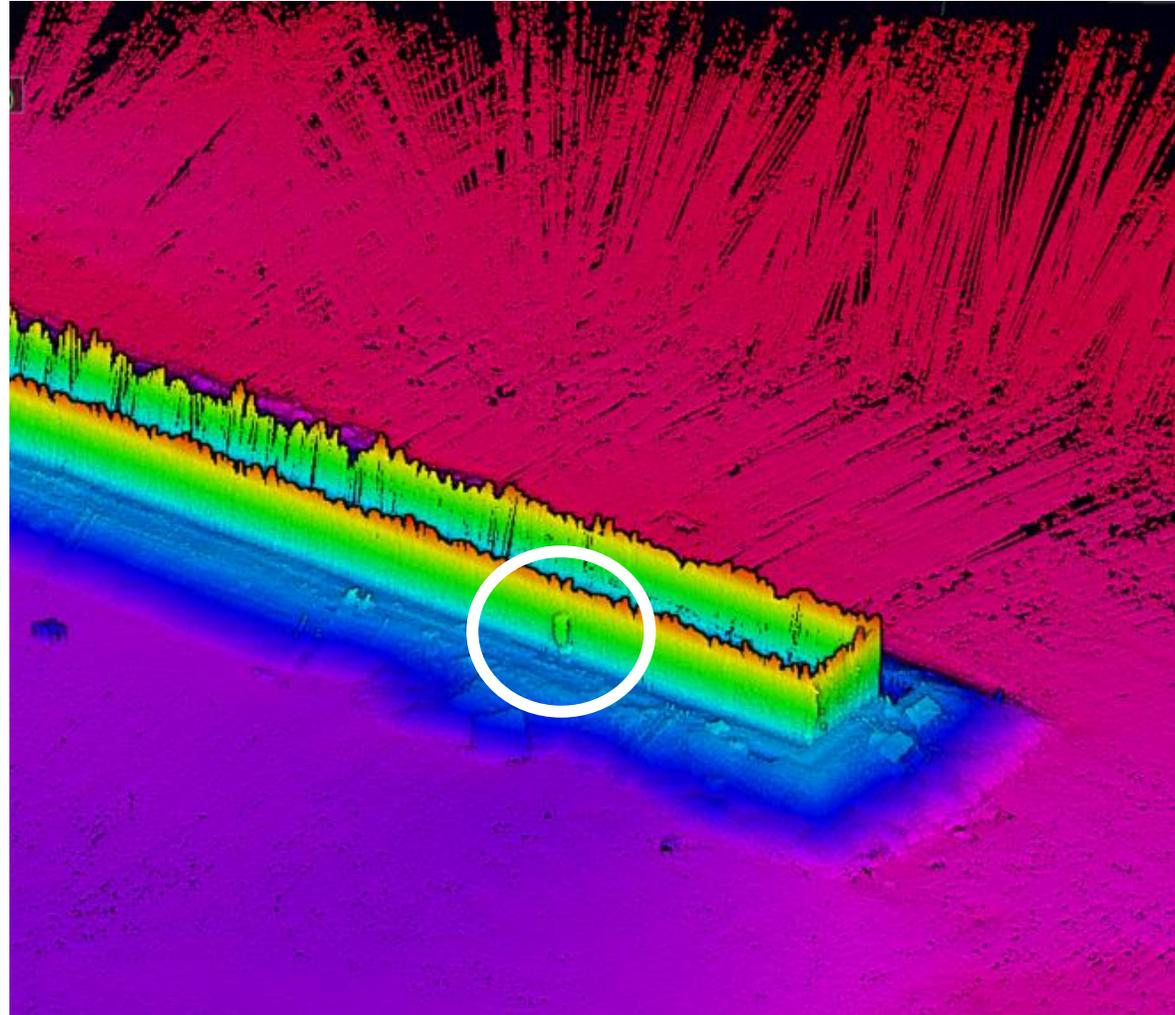
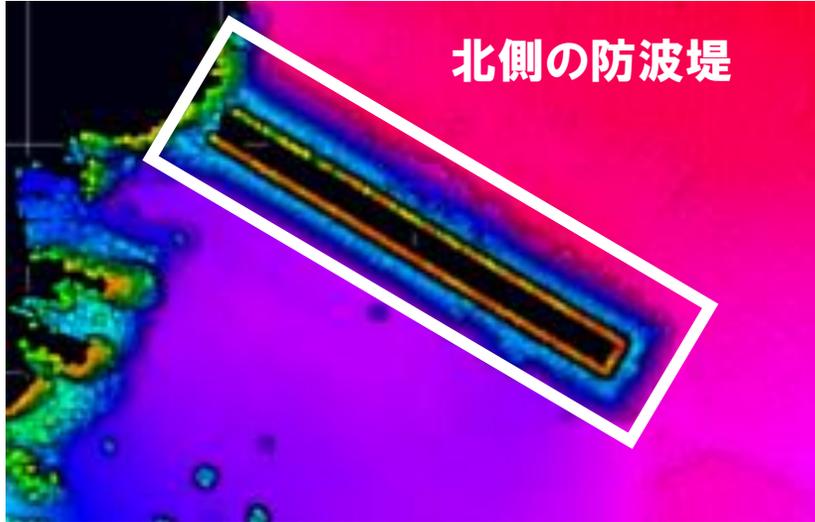
ナローマルチビーム測深機

機器名	型式	主な性能
ASV	(非公表)	深度範囲：0.1～275m 大きさ：410mm×236mm×228mm 重量：10.1kg
NMB測深機	NORBIT社製 iWBMSH STX	周波数：400KHz (200～700kHz) 深度範囲：0.1～275m レンジ分解能：6mm ビーム数：256/512 最大深度：100m (ソナー部) 大きさ：410mm(L)×236mm(W)×228mm(H) 重量：10.1kg (気中) 5.1kg (水中)

ASV搭載ナローマルチビーム測深機測定結果

測定結果(詳細)

→北側防波堤壁面に突起有り。要調査



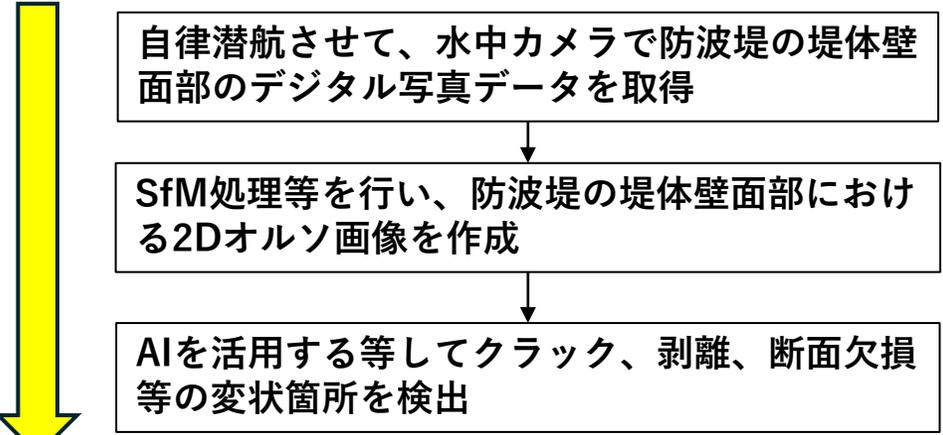
→突起部について詳細調査を実施

実証実験②

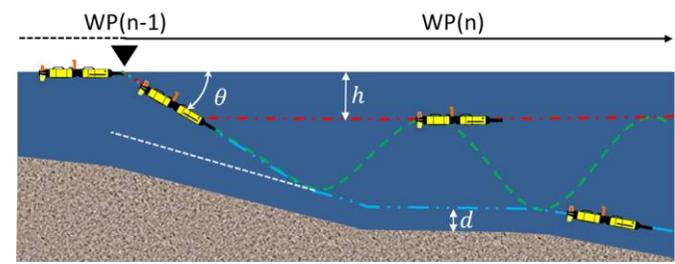
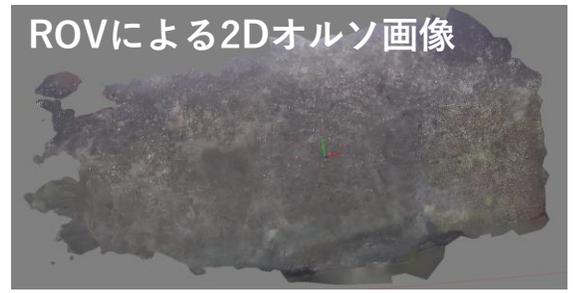
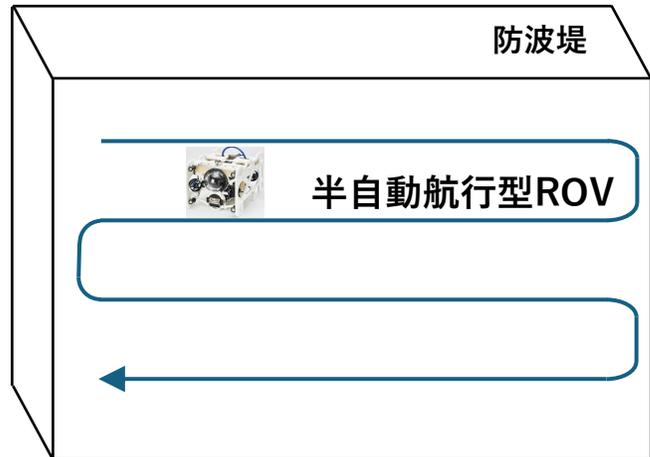
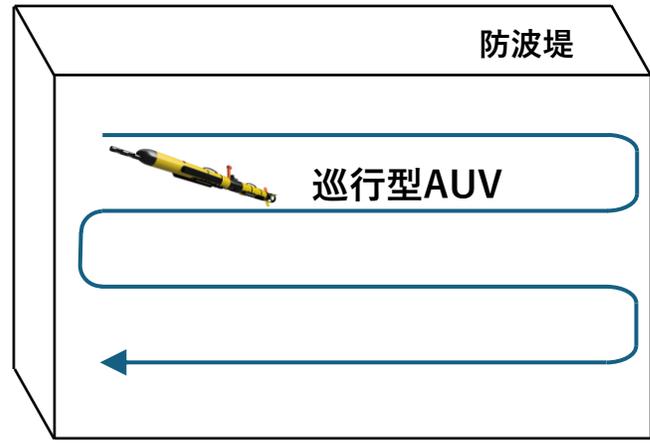
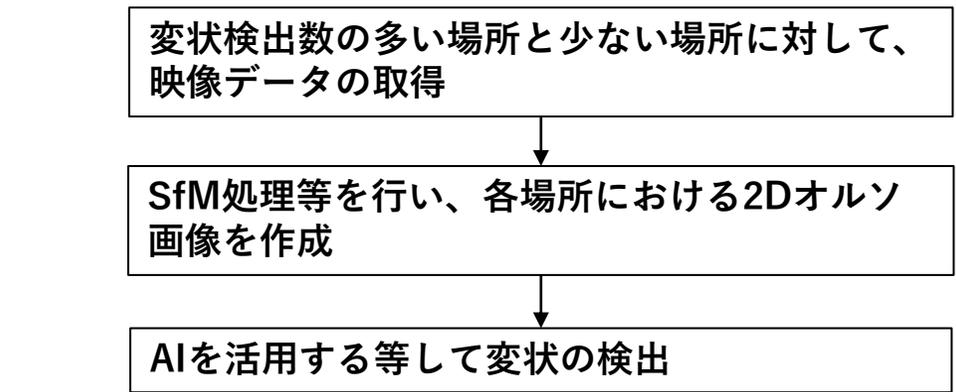
AUV搭載カメラによる防波堤の堤体壁面部点検

→壁面部の2Dオルソ画像作成可否の確認、変状把握の可否や程度の確認、オルソ画像の鮮明度合いの違いやAIによる検出精度の変化を検証する

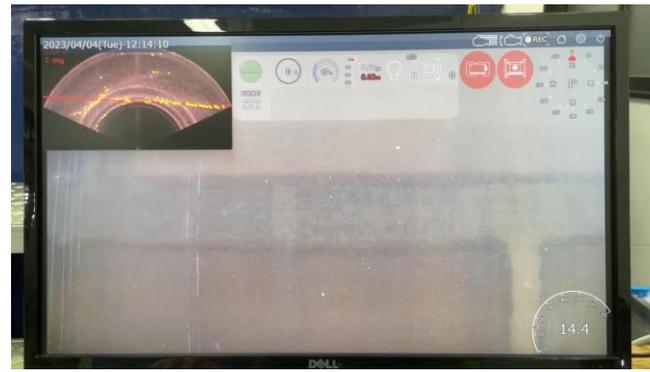
STEP1：巡行型AUVによる広域調査



STEP2：半自動型ROVによる詳細調査



巡行型AUVはウェイポイント航行により自律潜航



ROVはイメージングソーナーを用いて壁を判別し自動で距離を維持する

巡行型AUVによる広域調査

測定場所：中村漁港内北防波堤壁面



使用機材：巡航型AUV



使用機材：半自動航行型ROV



機器名	型式	主な性能
巡航型AUV	i3XO ECO Mapper AUV (YSI製)	全長：2.3m 重量：40.0kg 潜航速度：0.5~2.5m/s 潜航深度：0~100m 稼働時間：連続6時間（※センサー使用）
インターフェロメトリ音響測深機	2205 Sonar System (Edge Tech製)	周波数：230kHz/540kHz ビーム幅：1° x 0.7° / 1° x 0.5° 最大測深：225m/120m 最大スワ幅：400m/200m 最大スワ角：200度

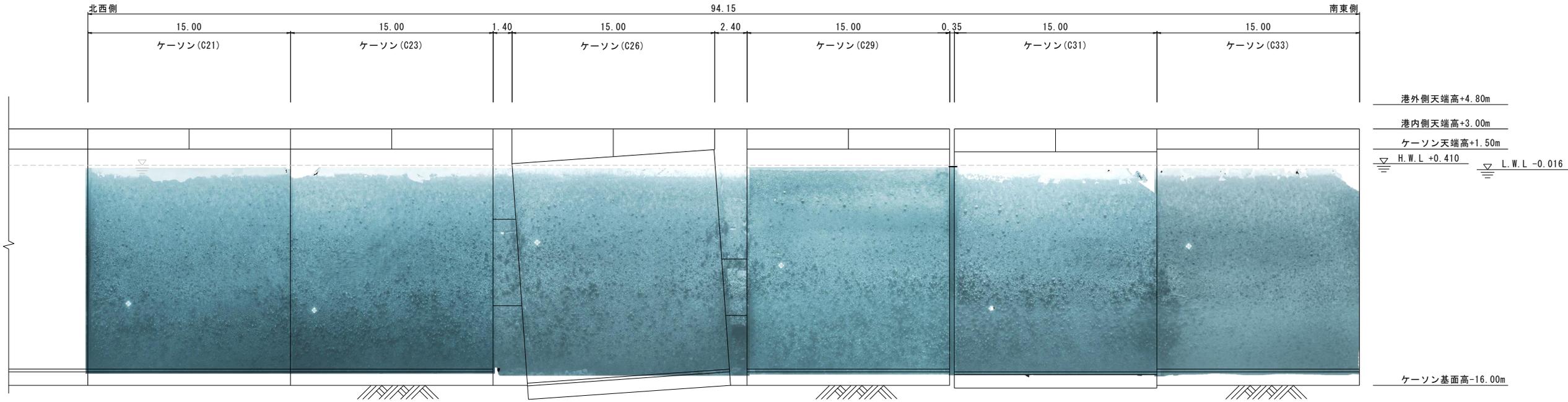
機器名	型式	主な性能
半自動航行型ROV	DiveUnit300 (FullDepth製)	潜航可能深度：300m サイズ：W410 x L639 x H375 mm 重量：約30kg カメラ画質：Full HD (30fps) 照明：LED4基 (6000ルーメン) 推進機：7基 駆動時間：最大4時間 ケーブル：直径3.7mm光ファイバー

巡航型AUVによる壁面撮影結果

防波堤壁面

→高精度なオルソ画像作成に成功

北防波堤 港内側正面図



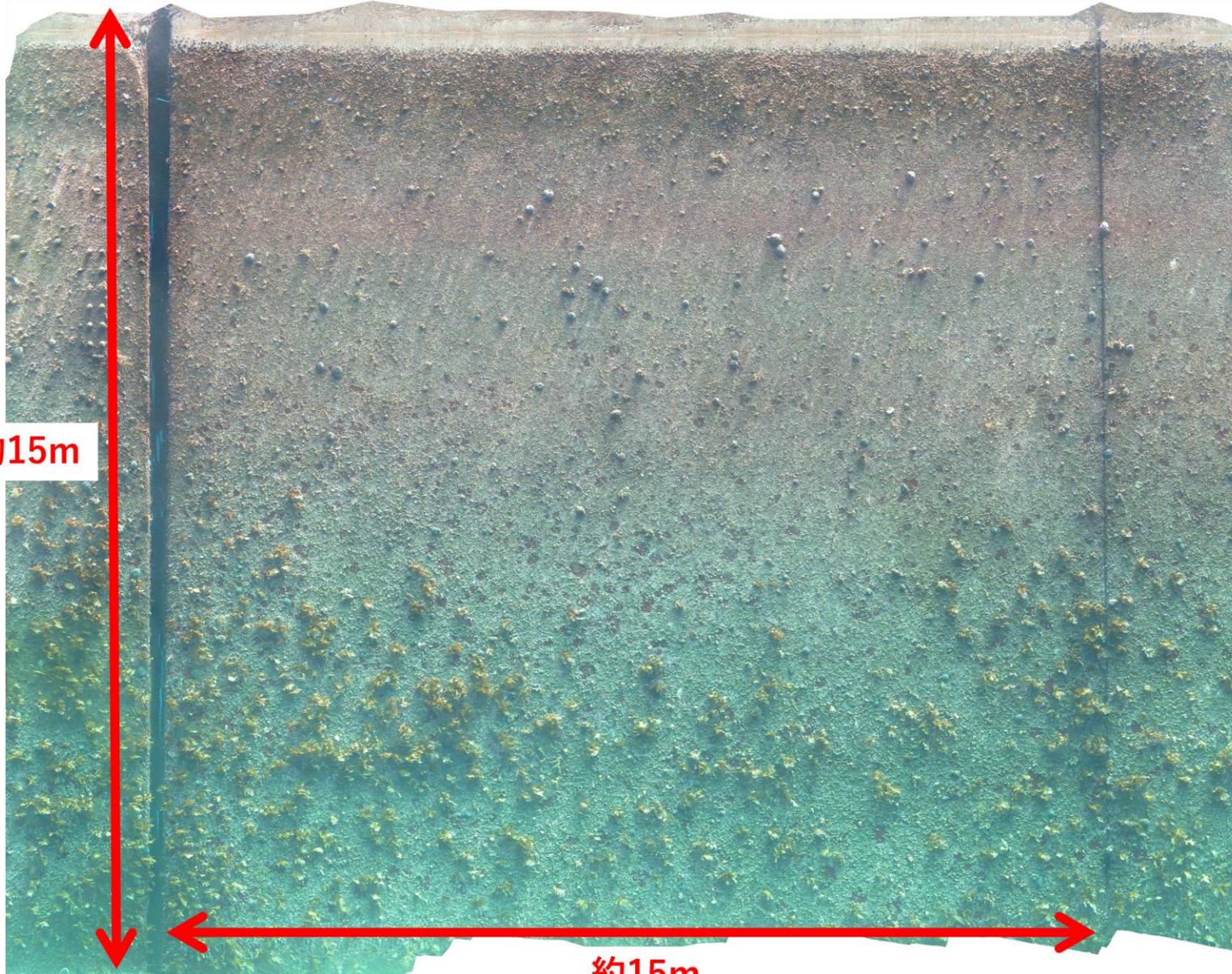
半自動型ROV(壁面距離維持機能使用)による壁面撮影結果

→高精度なオルソ画像作成に成功

防波堤壁面

約15m

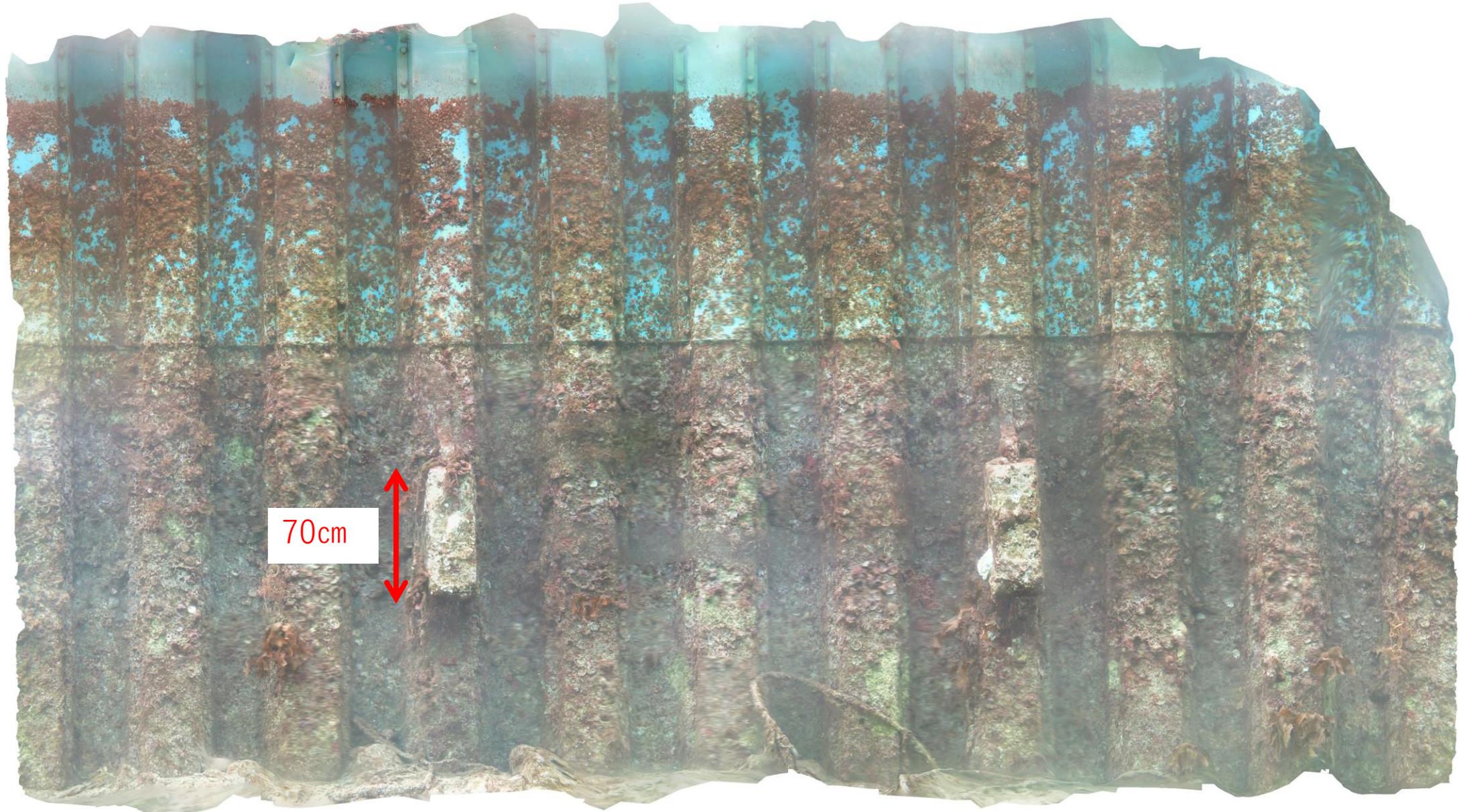
約15m



半自動型ROV(壁面距離維持機能使用)による壁面撮影結果

→凹凸のある壁面で高精度なオルソ画像作成に成功

鋼矢板



実証実験③

自動・手動操縦を切り替え可能なROVによる指定座標の詳細点検

→手動操縦と自動操縦とで供試体の判別効率に差異が生じるかを検証する

事前準備：供試体の投入

供試体を港内の3箇所程度に設置



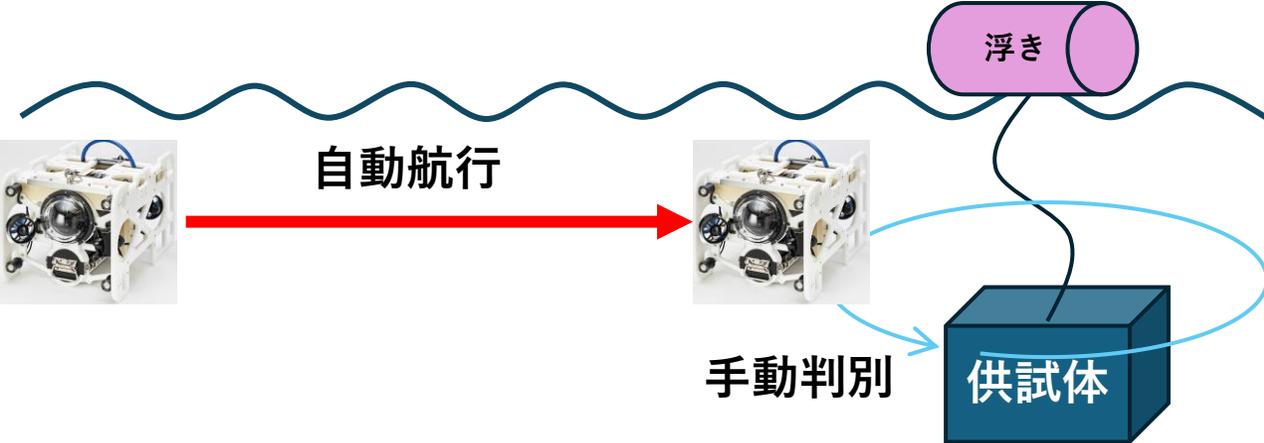
STEP①：半自動航行型ROVによる指定座標への到達

半自動航行型ROVに供試体の位置座標を入力、当該位置まで自動で潜航



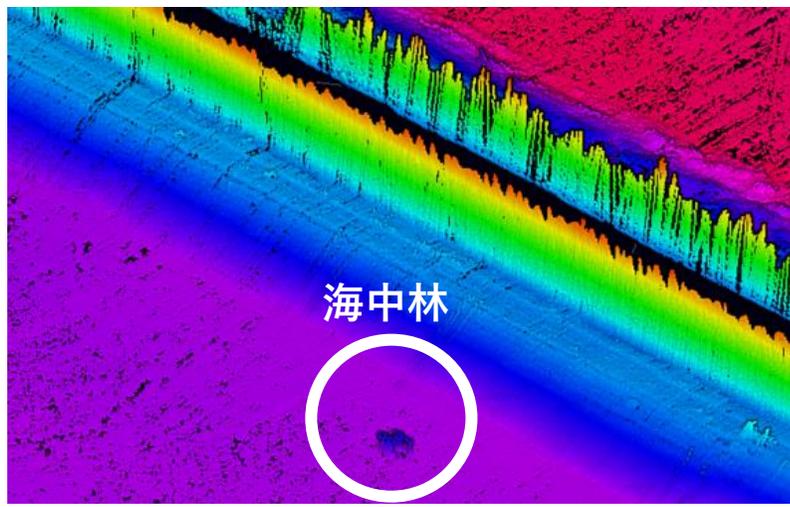
STEP②：手動操縦に切り替えて物体判別

自動航行から手動操縦に切り替え、手動操縦により供試体を判別



実験方法詳細 →鳥取大学の先生、学生のご協力の元、試験を実施

測定場所：中村漁港内北防波堤近くの海中林



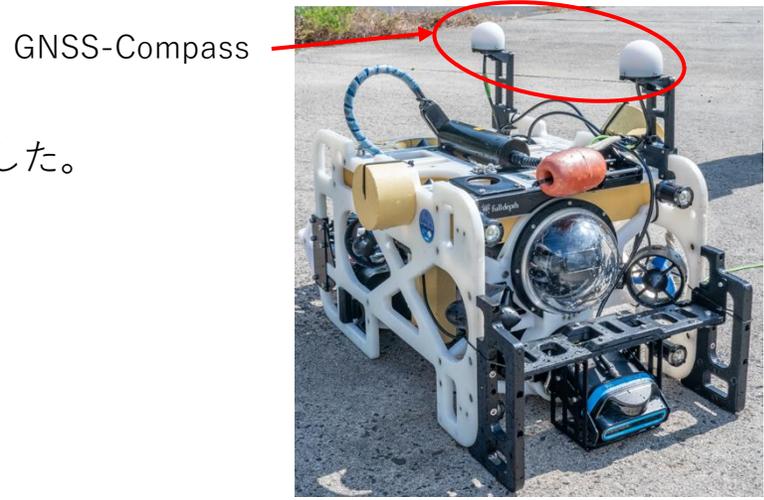
実験方法

被験者：ROV初心者の学生4名（事前に使用方法を説明）
 供試体：ASVにより取得された三次元点群から発見された、海中に設置されている海中林
 実験方法：ROVによる海底設置物観察について、2種類の方法を用いた場合の時間をそれぞれ計測した。

1. GNSSコンパスを用いて水面を自動航行後、水平位置保持(ホバリング)しながら潜航し対象物を見つけて撮影する方法
2. カメラと磁気方位計、深度計のみを用いて、手動で潜航し対象物を見つけて撮影する方法

1. と 2. 両方とも、スタート地点の水面からスタートし、供試体を発見する。
 実験はまず方法1(自動航行)を先に行い、その後方法2(手動)を行った。

使用機材：半自動航行型ROV



機器名	型式	主な性能
半自動航行型ROV	DiveUnit300 (FullDepth製)	GNSS-Compass付

実験状況

操作状況



供試体(海中林)



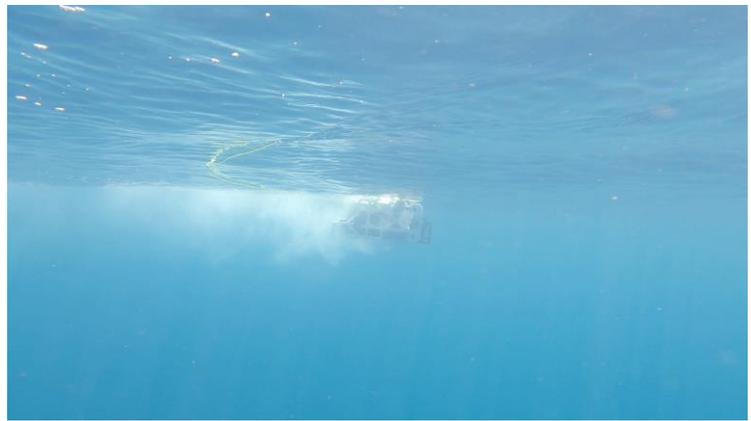
操作方法説明動画



操作動画



自動航行⇒潜航動画





full depth

ご清聴ありがとうございました