

自律型無人探査機(AUV)の利用実証事業

「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」



full depth

2024年7月24日
株式会社FullDepth

背景・課題

・ 水中インフラ点検市場は拡大

- 陸上と同様、水中インフラも老朽化が顕著となり、維持管理コスト削減効果が高い予防保全の重要性が年々高まってきている。

・ 潜水士の不足

- 従来水中業務を担ってきた潜水士が減少する中、水中業務は増加。省人化・効率化の観点から、AUVが求められている。

・ インフラ点検へのAUV適用

- 巨大市場かつ継続発注が可能なOil&Gas・軍事領域ではAUVを活用しやすいが、都度発注のインフラ点検では構造的に高額なAUVを適用しづらい。
→ 本実証事業等による検証にて有効な手法を確立できれば、世界展開の可能性あり

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

実施体制

株式会社FullDepth

(代表者・AUV等の所有者)

株式会社エイト日本技術開発

(共同実施者・海洋調査を行う者・AUV等の所有者)

島根県

(共同実施者・潜在的な利用者)

協力者：鳥取大学（海洋人材育成）

使用機材 半自動航行型ROVおよび搭載装備

DiveUnit300にイメージングソナー等を搭載。ROVおよび半自動航行型ROVとして、実証実験①～③に活用。



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

機器名	型式	主な性能
イメージングソナー	Oculus m750d (Blueprint Subsea製)	周波数：750KHz/1.2MHz 最大レンジ：120m/40m 最小レンジ：0.1m レンジ分解能：4mm/2.5mm ビーム数：512本 最大深度：500m 大きさ：125mm(L)×122mm(W)×62mm(H) 重量：0.98kg (気中) 0.36kg (水中)

※DiveUnit300は、将来的にAUV化を想定

使用機材 巡航型AUV、ASVおよび搭載装備

ASVによるマルチビーム測量結果と巡航型AUVの結果を比較し有効性を検証する。
また巡航型AUVによる壁面オルソ作成も試みる。

巡航型AUV



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 最大スワス幅：400m/200m 最大スワス角：200度

ASV

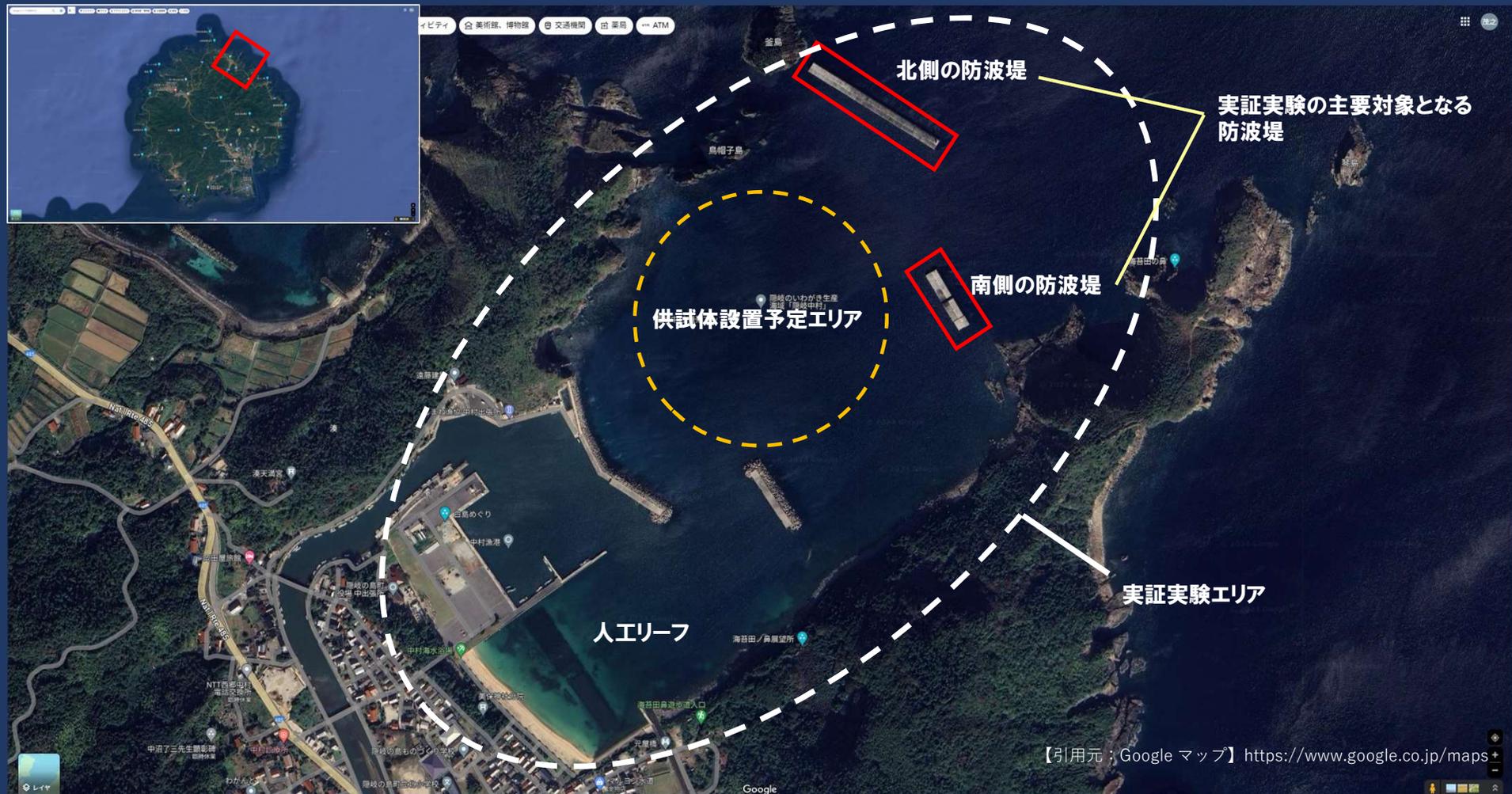


ナローマルチビーム測深機



機器名	型式	主な性能
ASV	(非公表)	NMB（マルチビーム）測深機を一体化した計測システム。従来の測量船に比べ小型・軽量・喫水が浅く機動性が高い。高性能なマルチビームソナー等による計測等、目的に応じた高精度計測を実現。
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）

実証場所：島根県隠岐郡隠岐の島 中村漁港



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



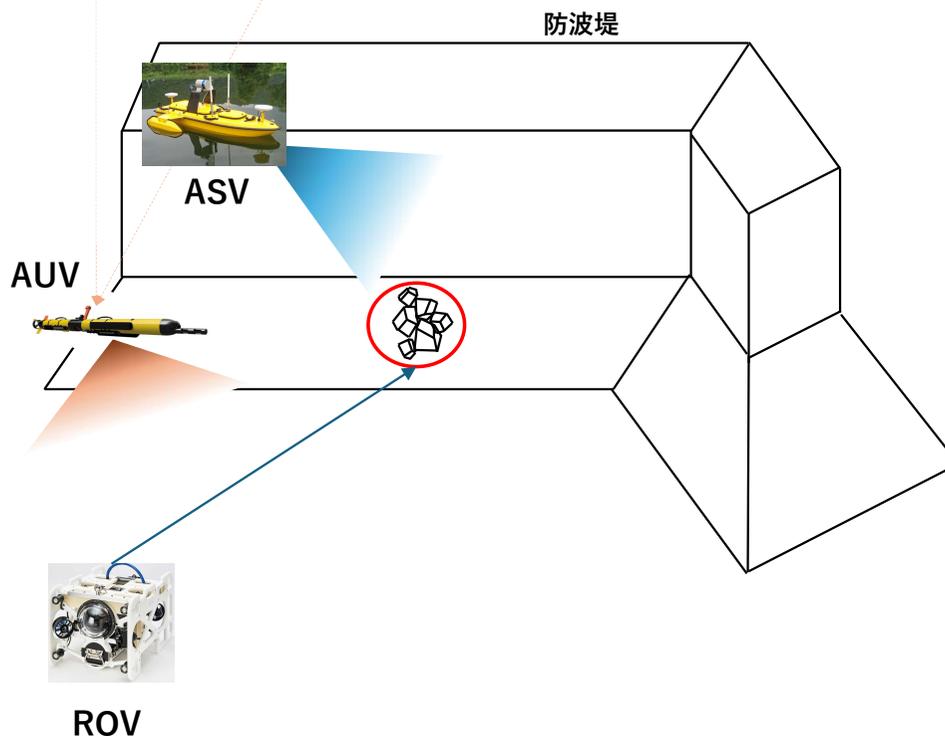
STEP①：巡航型AUVによる広域調査

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

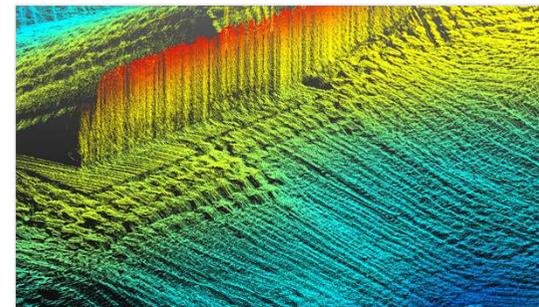


STEP②：ROVによる詳細調査

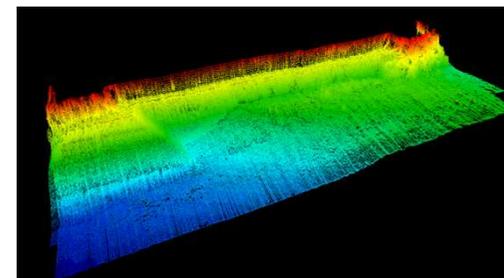
ROVを防波堤基礎部に向けて潜航させ、STEP①で抽出された変状場所とその周囲における詳細な映像データを取得



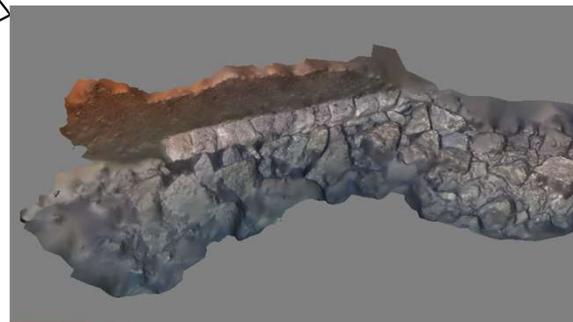
ASVによる3D点群データ



AUVによる3D点群データ



ROVによる3DCG

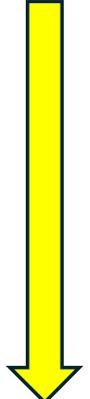


実証実験②

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

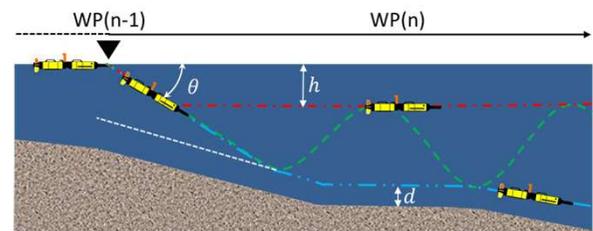
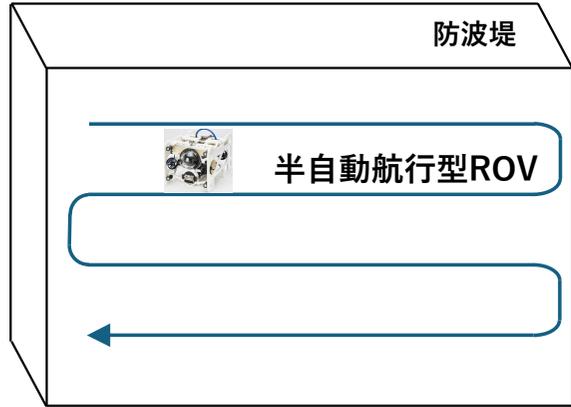
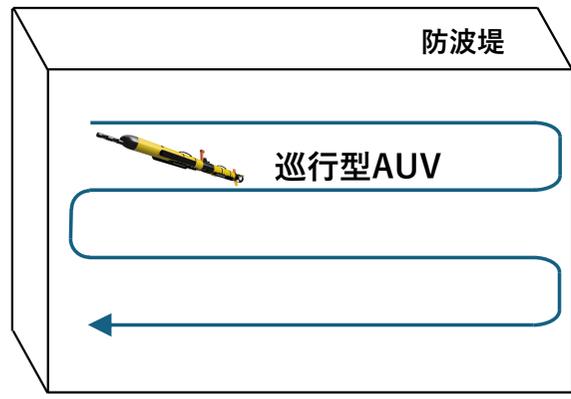
STEP1：巡行型AUVによる広域調査



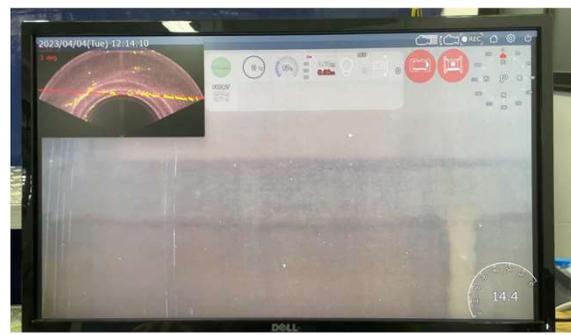
- 自律潜航させて、水中カメラで防波堤の堤体壁面部のデジタル写真データを取得
- SfM処理等を行い、防波堤の堤体壁面部における2Dオルソ画像を作成
- AIを活用する等してクラック、剥離、断面欠損等の変状箇所を検出

STEP2：半自動型ROVによる詳細調査

- 変状検出数の多い場所と少ない場所に対して、映像データの取得
- SfM処理等を行い、各場所における2Dオルソ画像を作成
- AIを活用する等して変状の検出



巡行型AUVはウェイポイント航行により自律潜航



ROVはイメージングソナーを用いて壁を判別し自動で距離を維持する

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

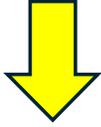
事前準備：供試体の投入

供試体を港内の3箇所程度に設置



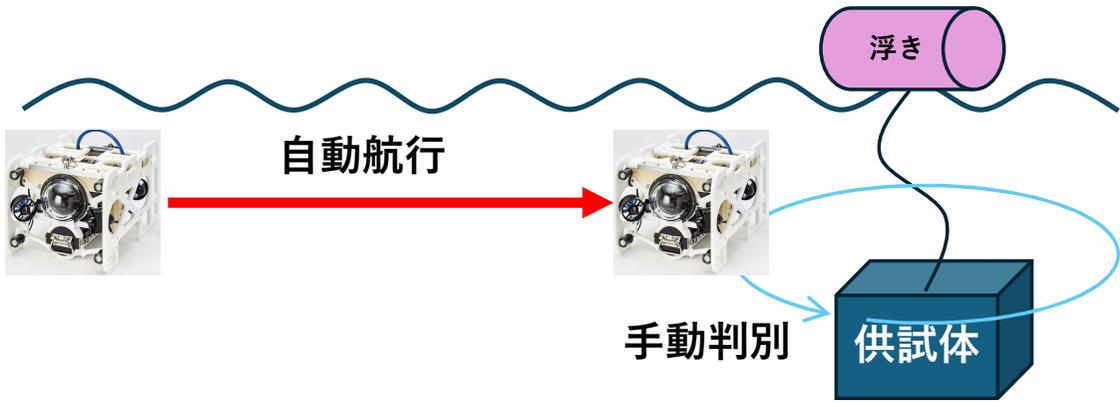
STEP①：半自動航行型ROVによる指定座標への到達

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



インフラ点検AUVの社会実装プロセス

インフラ構造物を対象にAUVを社会実装するとき、自動車と同様、最初から完璧を狙わず、レベル1から段階的な実装を目指すマイルストーン設定が重要。

➤ Step1：対象物との距離保持のみ自動化

- 自動運転レベル1相当

➤ Step2：対象物との距離保持 + 深度（高度）保持 + 移動速度制御の自動化

- 自動運転レベル3相当

➤ Step3：障害物を避ける等の判断を自ら行う自律航行

- 自動運転レベル4相当

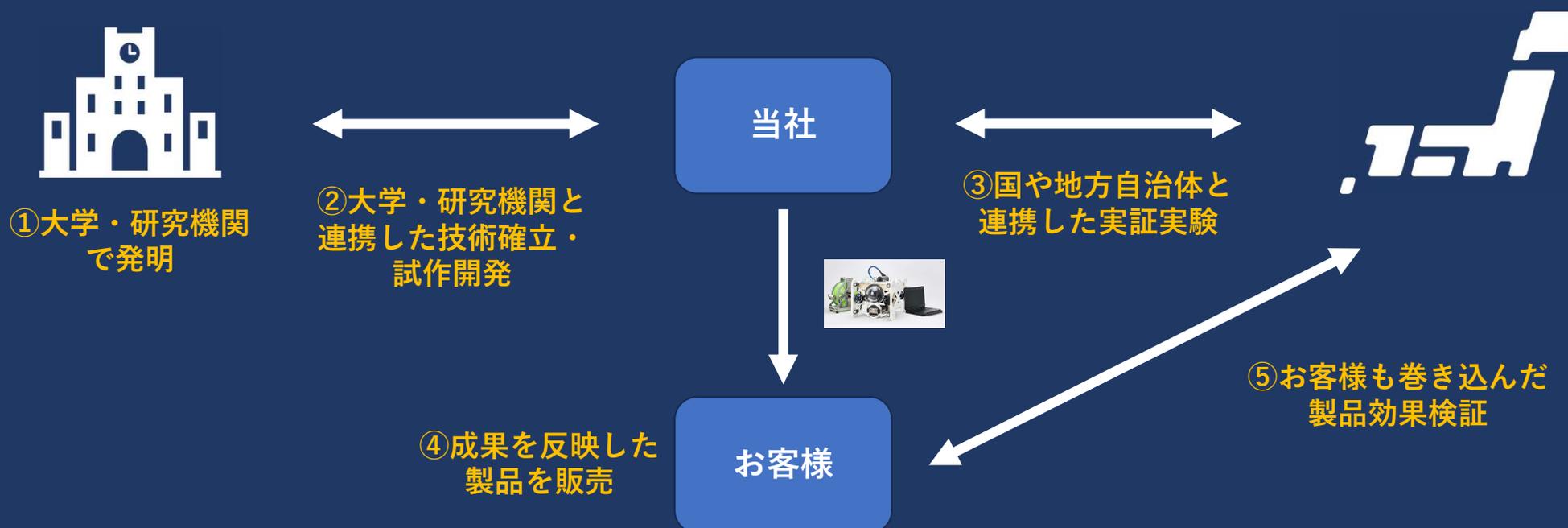
➤ Step4：完全な自律航行（無索）

- 自動運転レベル5相当

本実証実験にて検証

インフラ点検AUVの技術開発プロセス

当社のAUV技術に関する信頼獲得のため、大学・研究機関や国・地方自治体と連携した研究開発・実証実験を実施、その成果を活用した製品化、といった手順を踏む。



本実証実験成果を活用した社会実装計画

- 2024年度：本実証実験にて「壁面との距離を維持 & 2Dオルソ画像生成」「指定座標への自動潜航」の技術を実証、有効性を確認
- 2025年度：本技術を既存の製品に実装、お客様への提供を開始予定

----- (Step2の達成)

- 2024～26年度：大学と連携し、安価なセンシングデバイスを用いたAUVの基礎技術を確立
- 2027～28年度：AUVの製品開発および既存製品へのAUV機能搭載、販売開始予定

----- (Step3の達成)

- ~2030年度：活用シーンの増加による社会実装の実現