

港から発進して海底をマッピングするAUVと 港から発進して目標物を精査するAUV調査の実証試験

東京大学生産技術研究所
(株)OKIコムエコーズ
(株)ディープ・リッジ・テク

1. 目的(最終目標)

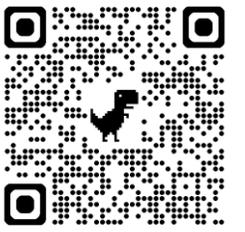
1. 支援船フリーのAUVが港から発進して、長時間・広域/詳細調査することで省人化を実現し、CO2・コストを削減
2. 防災、地震後の海底地形調査や資源調査等、そして洋上風力などの海底インフラ点検への応用可能性を実証

2.実証試験の目標

- 港から発進して、調査を行い、自力で港に戻ってくるAUVのプロトタイプとなる行動を示す
- これまで、AUVのデータ(観測データや艇体情報)は、回収後にのみ確認可能だったが、調査中でも取得データを確認可能とするシステムを開発する
- 海底ケーブルや送水管は、年月の経過とともに海底下に埋没し、画像では捉えることができず、正確な敷設位置の特定が困難になる場合が多いが、カメラや磁力計等の適切なセンサを搭載して調査することで正確な位置特定できることを示す

3.実証試験の成果

1. 2026.1.27 東京大学生産技術研究所よりプレスリリース
2. オフショアテック2026(1.28～1.30)で成果発表



- 航行型/ホバリング型AUVを港から発進させ、海底マッピング/送水管調査を行い、自力で港へ戻ることに成功
- AUVのデータ(観測データや艇体情報)は、これまで回収後にのみ確認可能だったが、AUVが調査中でも取得データを確認するSummarAIシステムを開発し、航行型AUVに搭載し、実証試験により有効性を実証
 - ➡ AUVの長時間・広域調査への展開
防災、地震後の海底地形調査
- おおよその位置しか分からない埋設された海底送水管を磁力計を搭載したホバリング型AUVが調査し、正確な位置特定できることを実証
 - ➡ 港湾、洋上風力、海底インフラ点検への応用

4.実証試験実施内容1

航行型AUV「AE2000f」:港から発進して、海底マッピングをして、港へ戻る

- SummarAI(侍)の開発

カメラを搭載した航行型AUV「AE2000f」が調査中に、取得した海底画像の海底の地形や底質などの重要な特徴をAIで抽出して、特徴的な代表画像のサマ리를自動生成し、水中音響通信機能を通じて、支援船(見立てASV)に転送するシステム「SummarAI(侍)」を開発し、「AE2000f」に搭載して、機能を実証した

- 港からのAUVの発進と海底マッピング

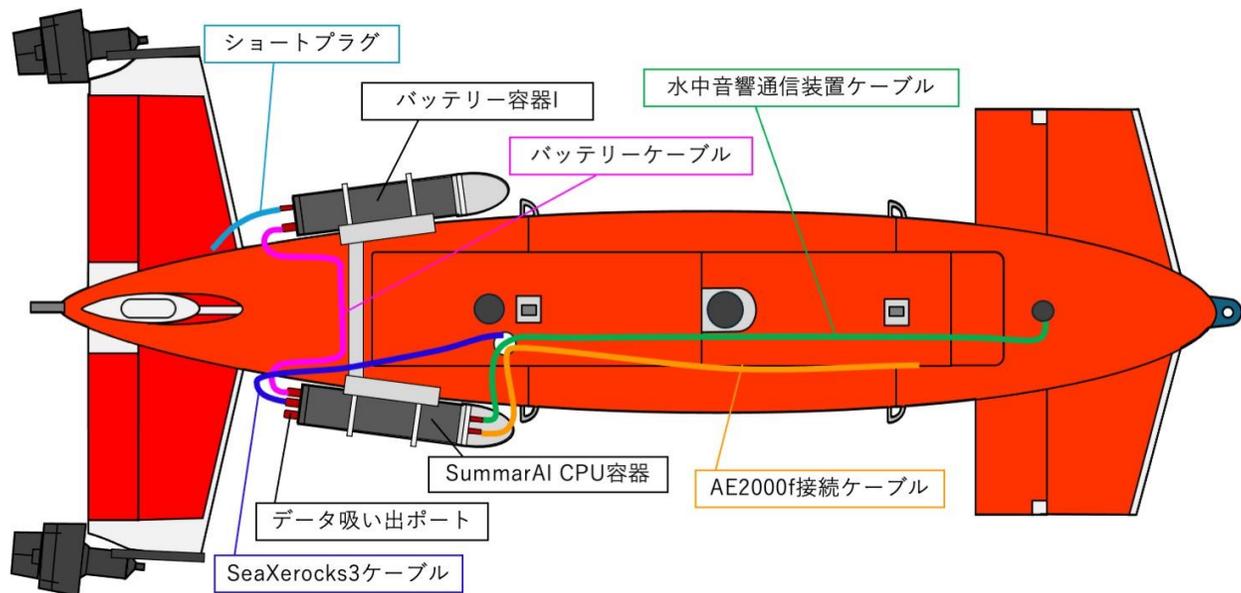
実証試験では、SummarAIを搭載した「AE2000f」が、AUV試験フィールドの港から発進、調査海域まで高度40mで航走、調査海域では高度を6mにさげて調査を行い、調査終了後は、再び港へと航走した



SummarAI(侍):

カメラを搭載するAUVが調査中に、取得した画像の海底の地形や底質などの重要な特徴をAIで抽出して、特徴的な代表画像のサマ리를自動生成し、水中音響通信機能を通じて、陸上に転送するシステム。AUVとはLAN接続することで使用できるスタンドアローンなシステム

航行型AUV「AE2000f」



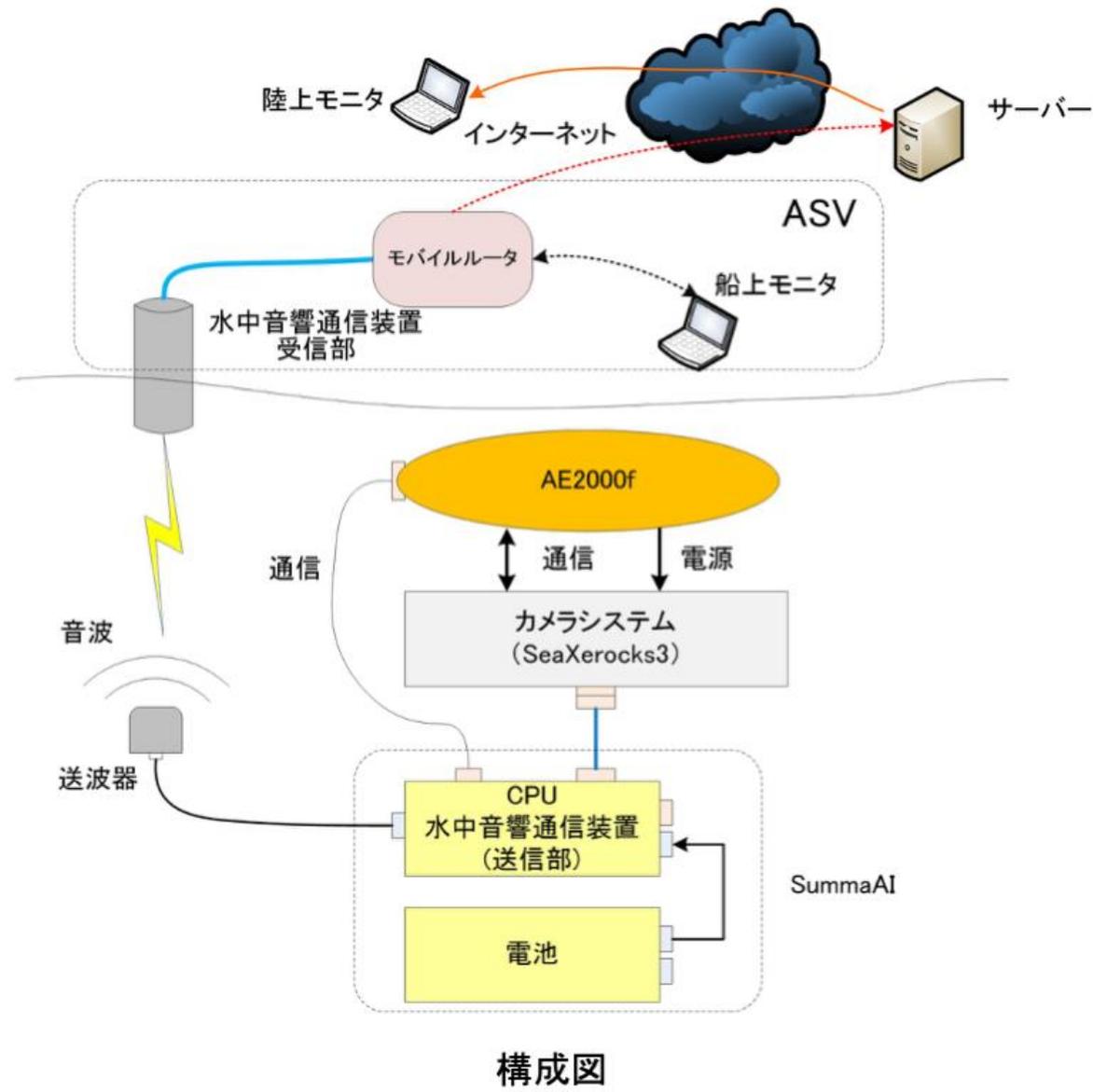
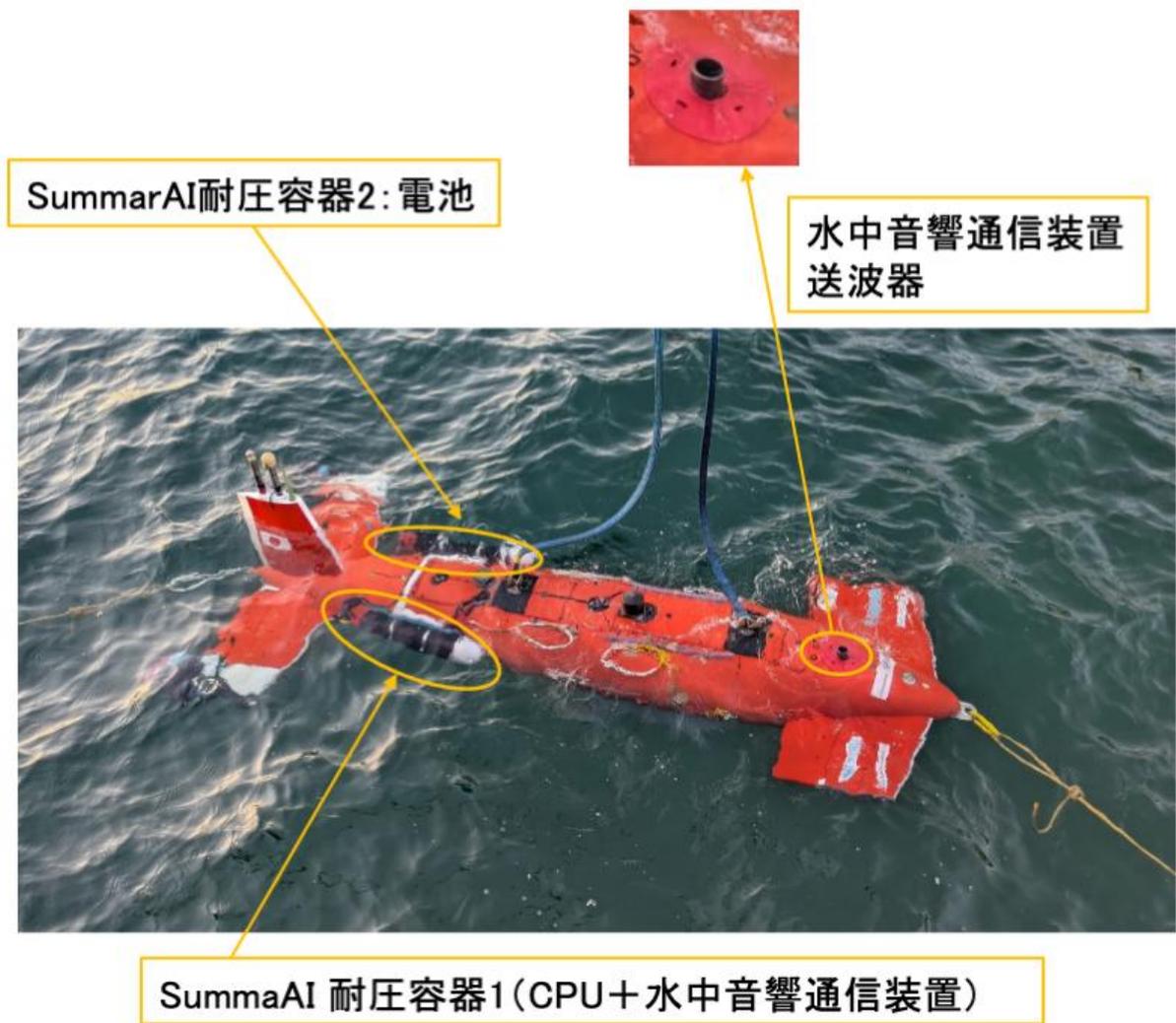
SummarAI搭載時のAE2000f



AE2000f基本仕様

項目	仕様	備考
寸法	長さ3.0m × 胴体幅1.3m × 胴体高さ0.9m	
重量	370kg(空中), -5kg(水中)	Payload込 正浮力
最大潜航深度	2,000m	
最大航行速度 × 航続時間	2knot × 6時間 (航続距離=約20km)	
動力源	リチウムイオン二次電池	
主要観測機器	高高度3D画像マッピング装置 (高度仕様6~12m) SummarAIシステム	cm分解能

SummarAI侍の開発 SummarAI システム構成図

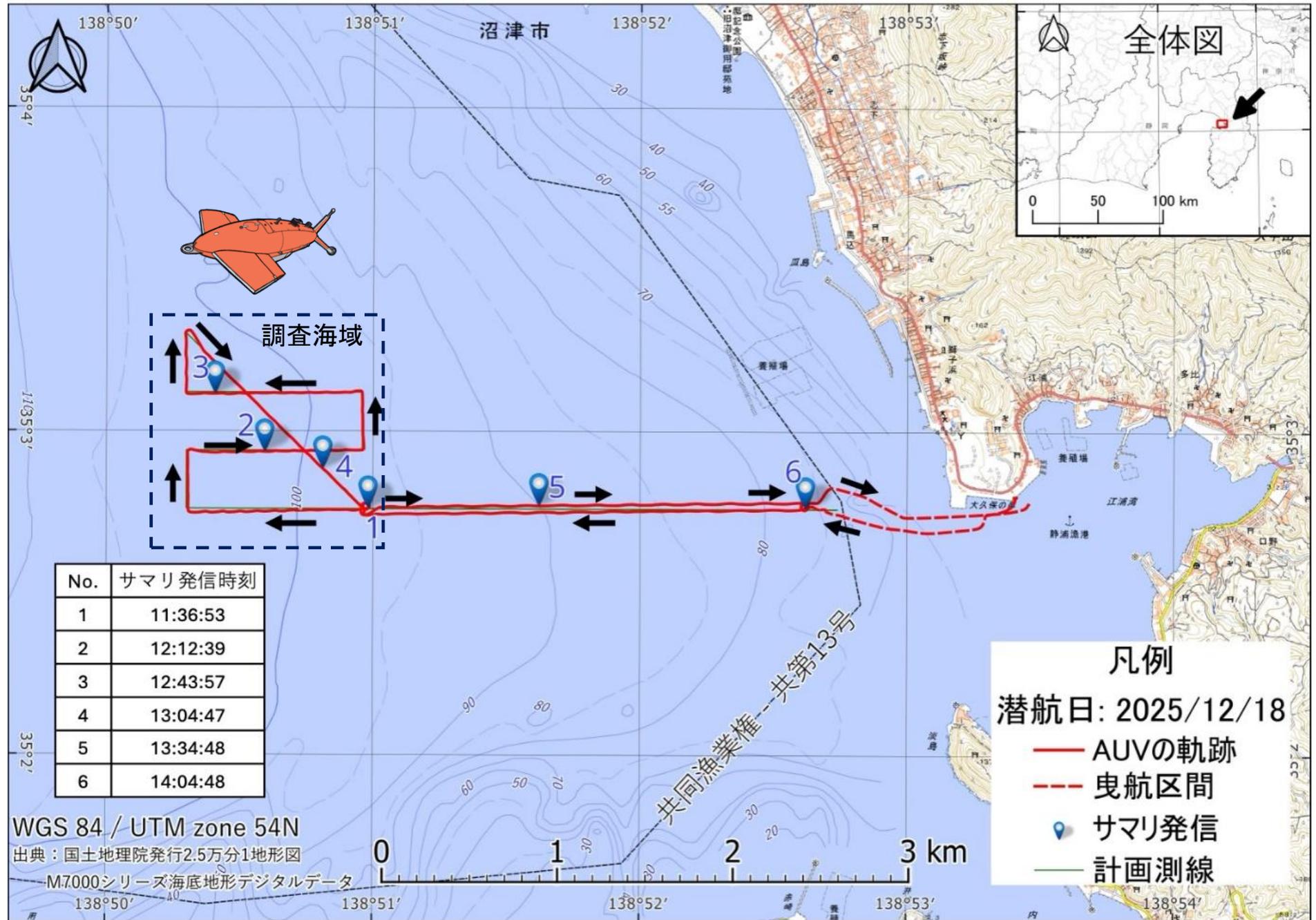


実証試験

12月15日～12月20日

12月16日: 海底マッピング

12月18日: 海底マッピング

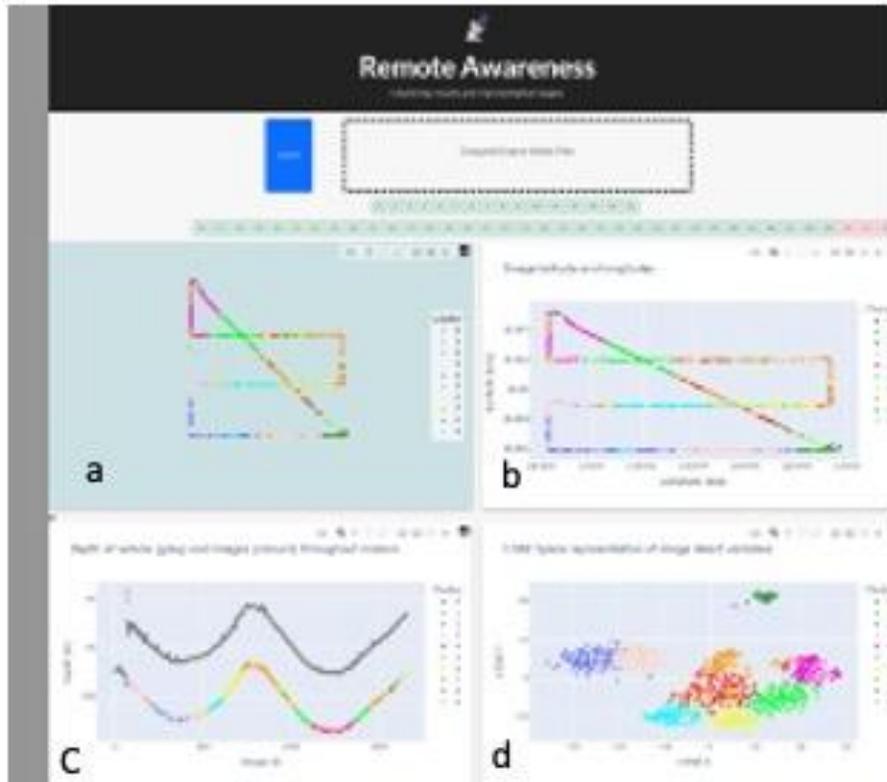


12月18日
AE2000f航走ルート
とサマリ送信

サマリ送信



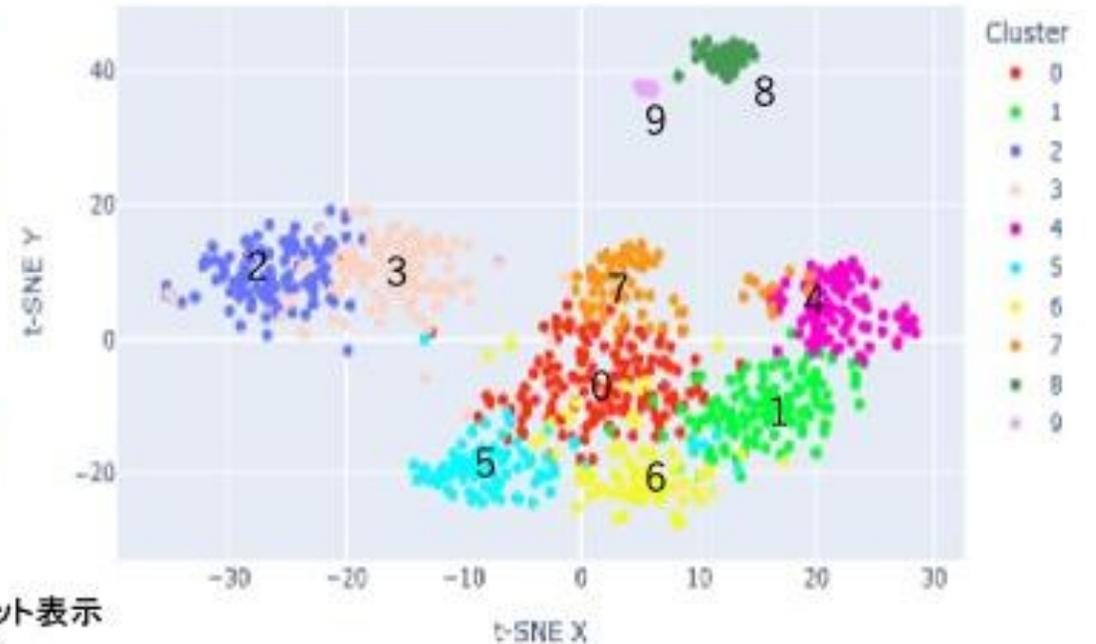
転送されたサマリ — 調査エリア全体のサマリ 1
1000枚の画像を使って10クラスにクラスタリング



a, b: クラス分けされた画像のマップとXY座標プロット表示
c: AUVの高度、クラス分けされた画像の深度表示
d: 10クラスへのクラスタリング結果

t-SNE Space representation of image latent variables

画像潜在特徴量空間でのクラスタリング結果表示



大きく3領域へ分類されている(距離が近いほど類似度が高い)

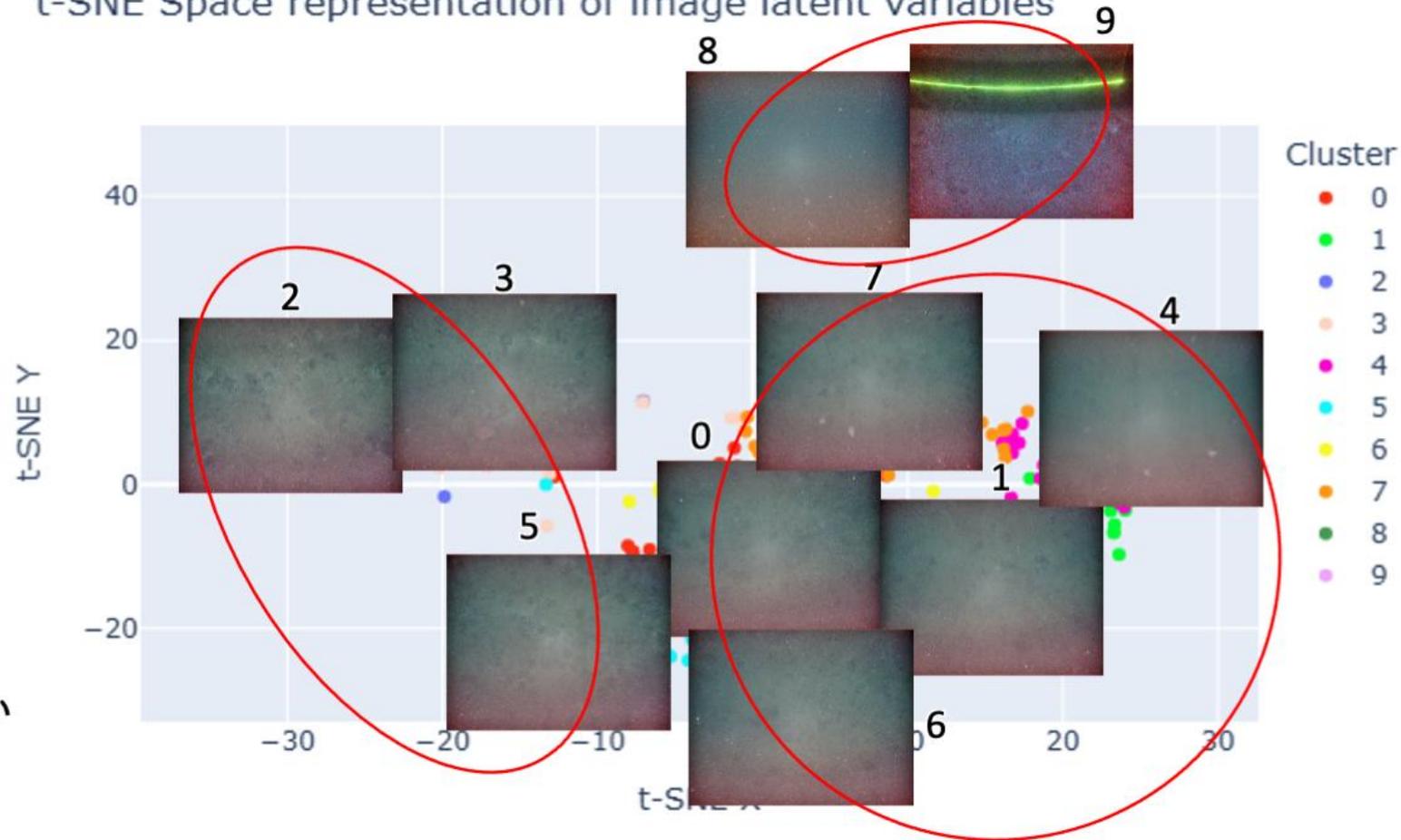
30分毎に、撮影した海底画像を自動解析して要約し(サマリを作る)、
水中音響通信機能を使ってサマリを支援船のPCに自動転送



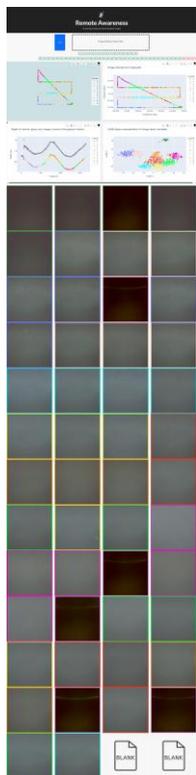
サマリ送信

転送されたサマリ ー調査エリア全体のサマリ 2
画像潜在特徴量空間への代表画像表示

t-SNE Space representation of image latent variables



海底の特徴が10クラスに自動分類されて、特徴量空間内に色分けされた点群として示されている



4.実証試験実施内容2

ホバリング型AUV「BOSS-A」: 港から発進して、送水管を調査して、港へ戻る

• 海底下の人工物の調査

ホバリング型AUVは、狭い範囲を低高度から高精度・高分解能で調査することが得意
海底ケーブルや送水管は、年月の経過とともに海底下に埋没し、画像では捉えることができず、正確な敷設位置の特定が困難になる場合があります。しかし、埋没していても磁力計に反応するため、AUVが安定した姿勢を保ちながら低高度で計測を行うことで、その位置を特定することが可能であることを実証

• マルチモーダルなセンシング

姿勢の安定したホバリング型AUV「BOSS-A」に新たに磁力計を搭載し、磁力計とカメラによるマルチモーダルな計測により、はっきりとした敷設場所が分からず、画像で捉えられない送水管の正確な位置を取得できることを実証

• 模擬パイプ調査: 磁力計データの精度検証

カメラ画像のパイプ位置と磁力計の反応があった箇所とが一致
画像では、パイプは砂を被り、左端は堆積物に埋もれている

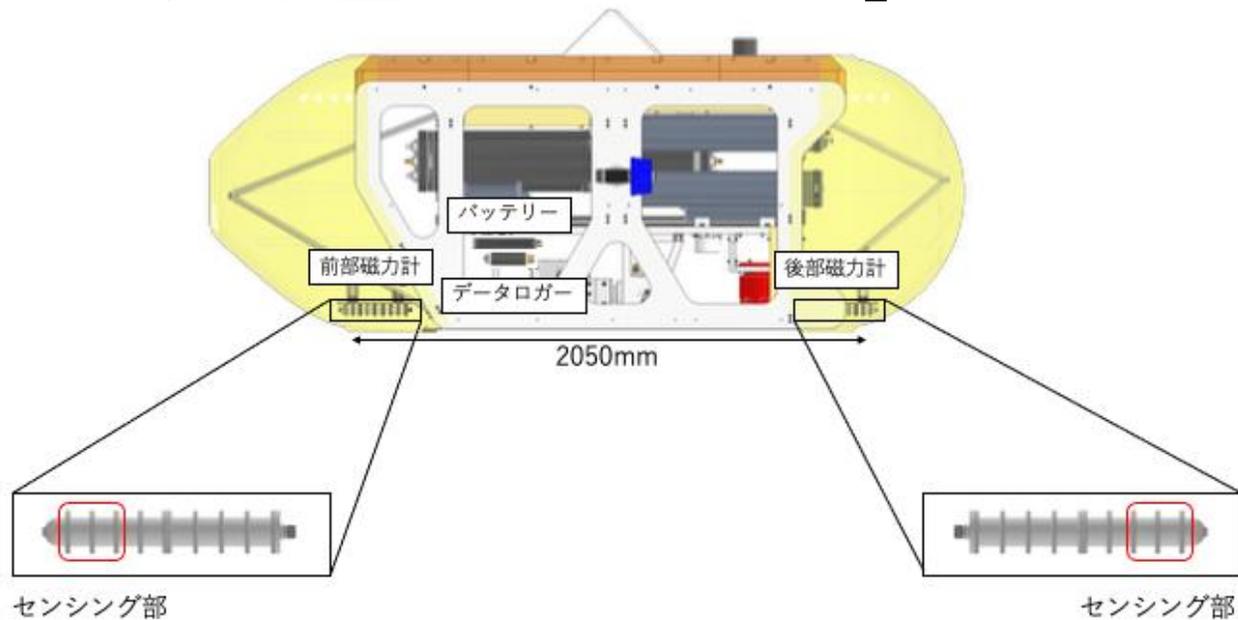
磁力計:



観測点の磁力を計測することができるセンサ (Bartington社製: 3成分磁力計「Mag-03」)。

送水管の保護に使用されている鉄線外装は磁性体であり、地磁気に反応して周囲に磁場変化をもたらす

ホバリング型AUV「BOSS-A」



AUVの機体の前後に2台のセンサを設置。実際のセンシング部は容器の先端に配置されている。

磁力計搭載時のBOSS-A

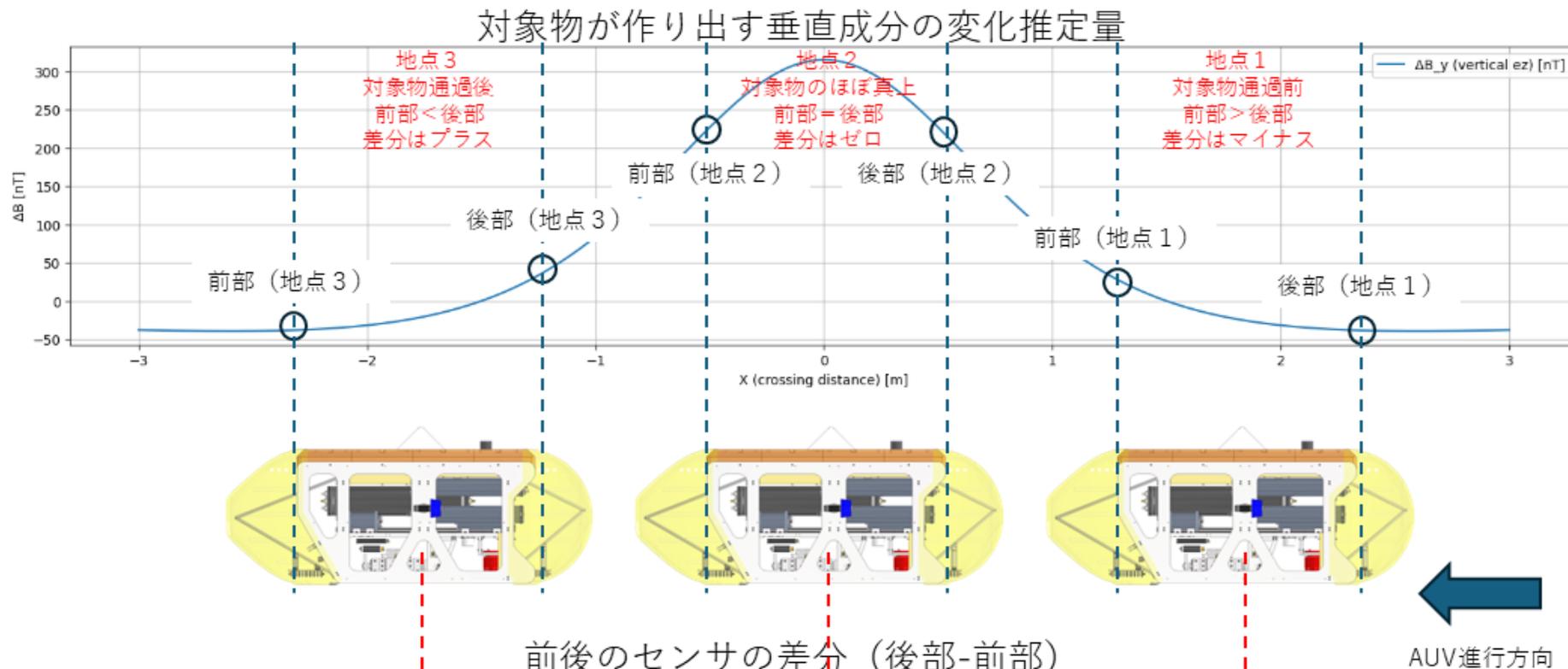
観測点の磁力を計測することができる
磁力計(Bartington社製「Mag-03」:
3成分磁力計)を「BOSS-A」の機体の
前後に2台配置



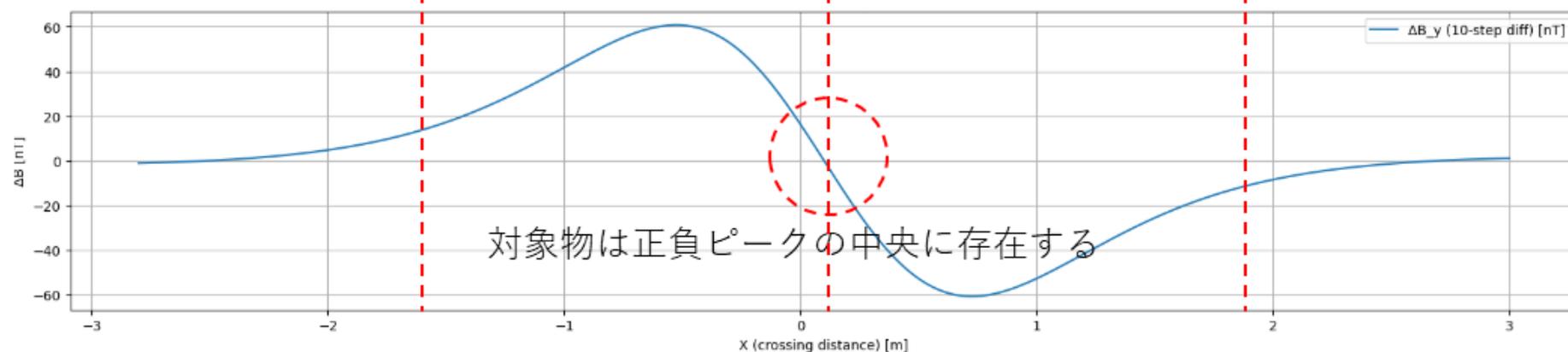
BOSS-A基本仕様

項目	仕様	備考
寸法	長さ3.0m × 胴体幅1.15m × 胴体高さ1.25m	
重量	580kg(空中), -0kg(水中)	Payload込 正浮力
最大潜航深度	3,000m	
最大航行速度 × 航続時間	0.4knot × 6時間 (航続距離 = 約4km)	
動力源	リチウムイオン二次電池	
主要観測機器	低高度3D画像マッピング装 置 + CRC音響厚み計測装 置(高度仕様1.5m) 磁力計等	mm分解能

磁力計による対象物の位置推定手法



「BOSS-A」の機体の前後に2台配置した磁力計で計測する磁力の垂直方向の差分を測定
AUVの姿勢や地磁気の時間的変動による影響を無視できる
*BOSS-Aはピッチが安定している

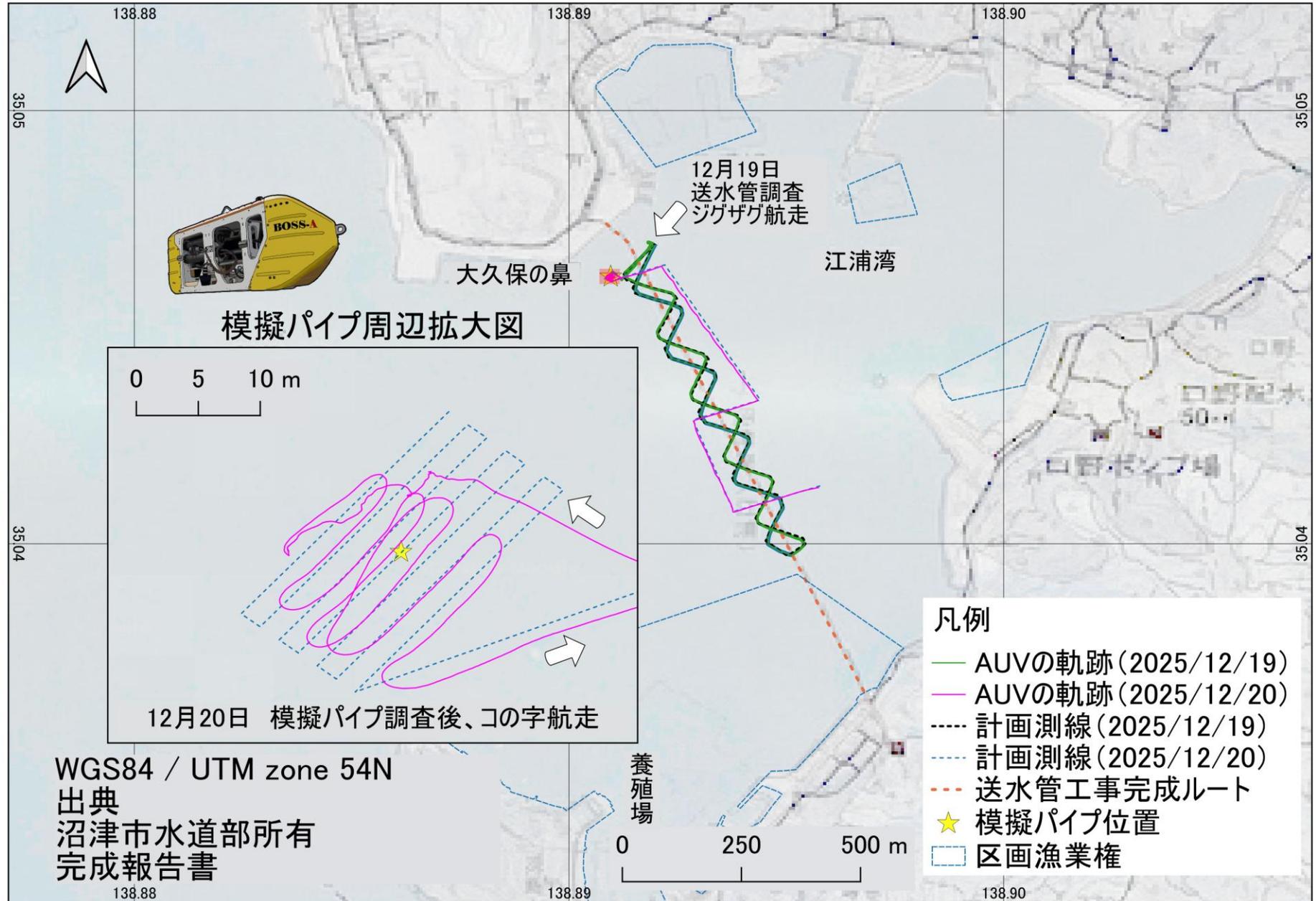


実証試験

12月15日～12月20日

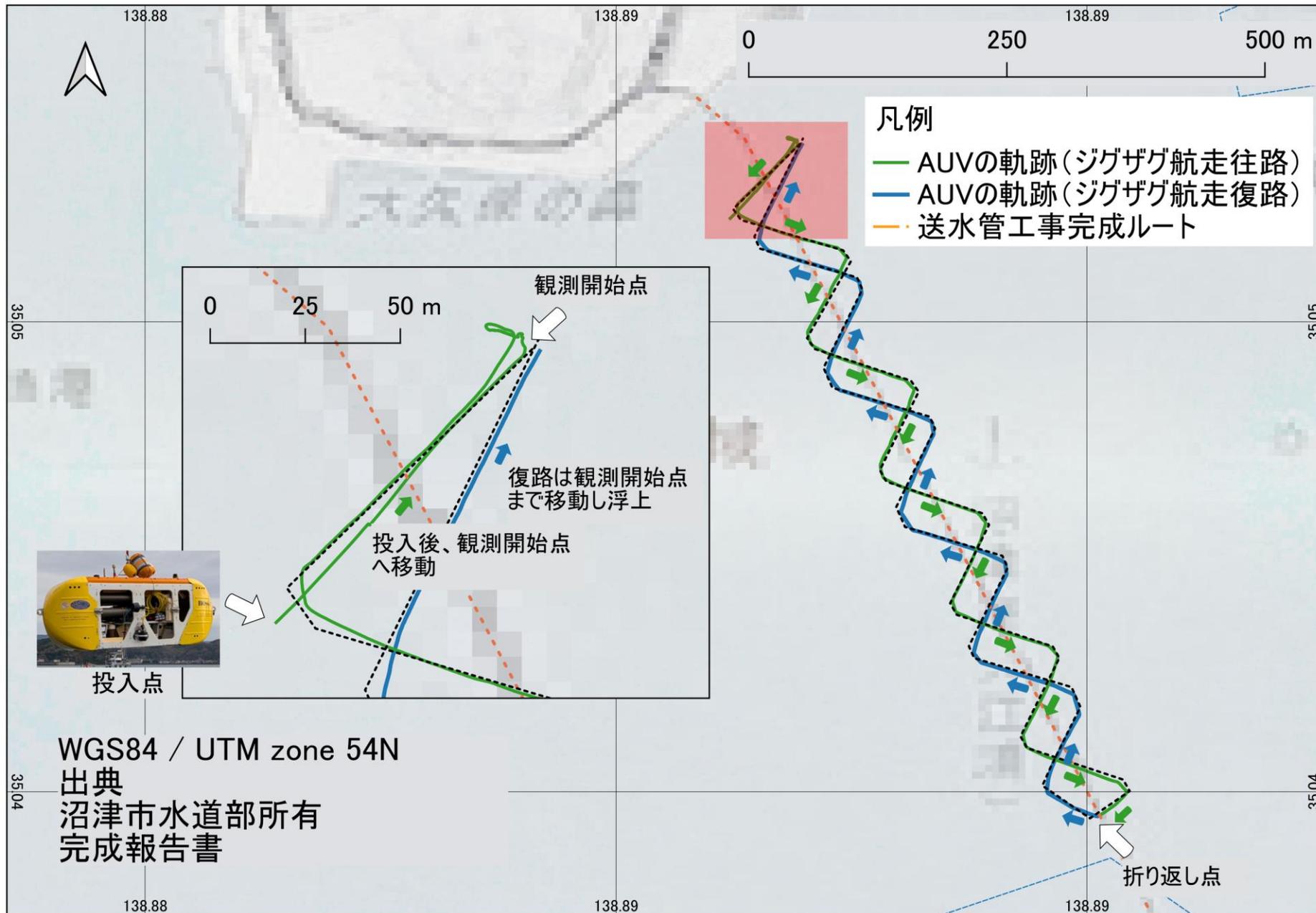
12月19日:送水管調査

12月20日:模擬パイプ+
送水管調査



送水管調査

送水管:昭和56年に敷設
江浦湾の静浦港～
対岸の内浦港まで
約1,598m、内径156mm
重鉄線外装ポリエチレン管製

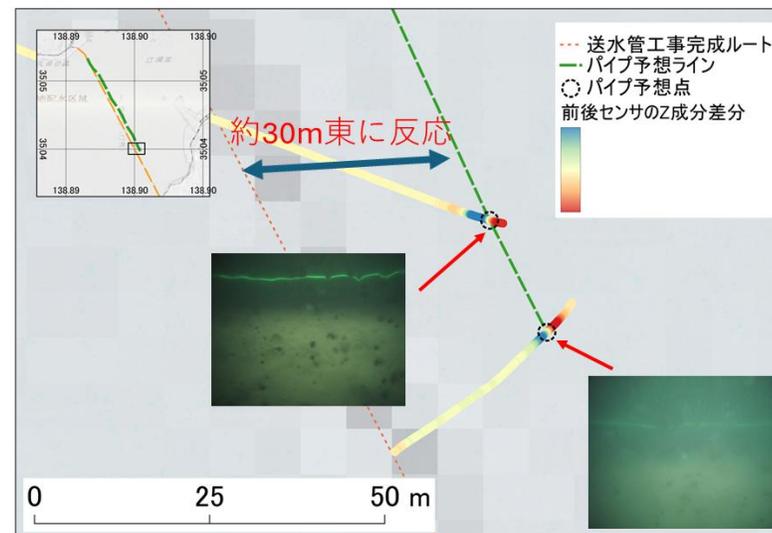
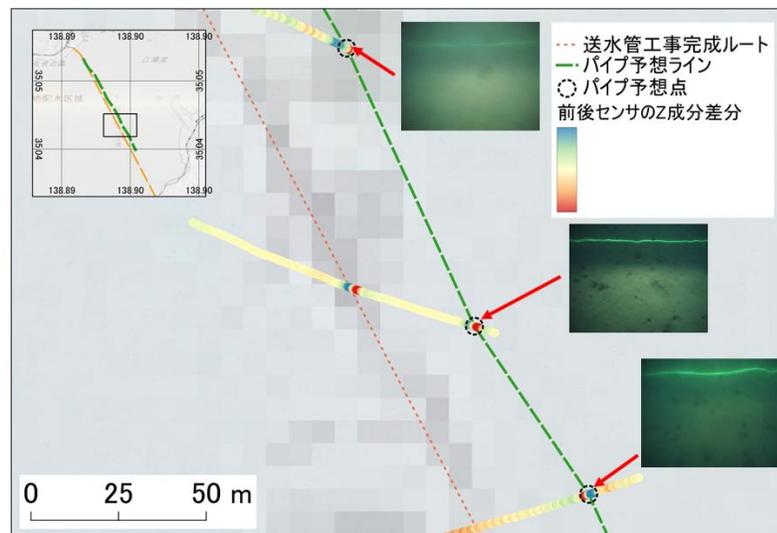
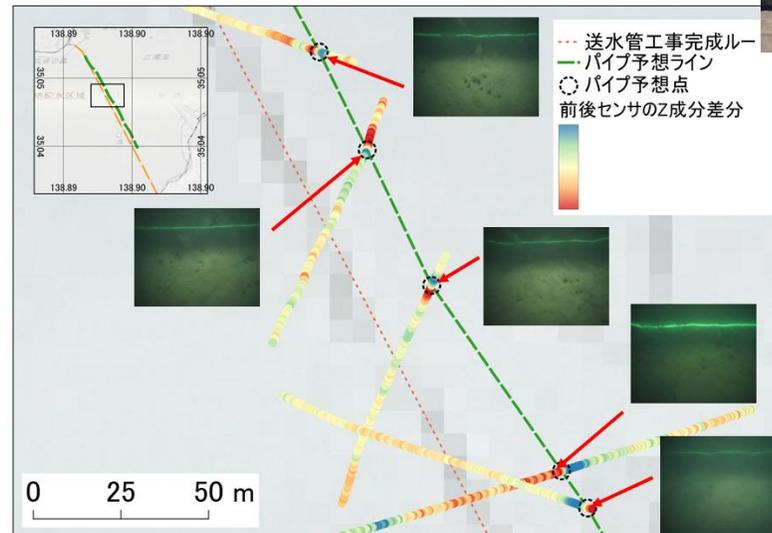
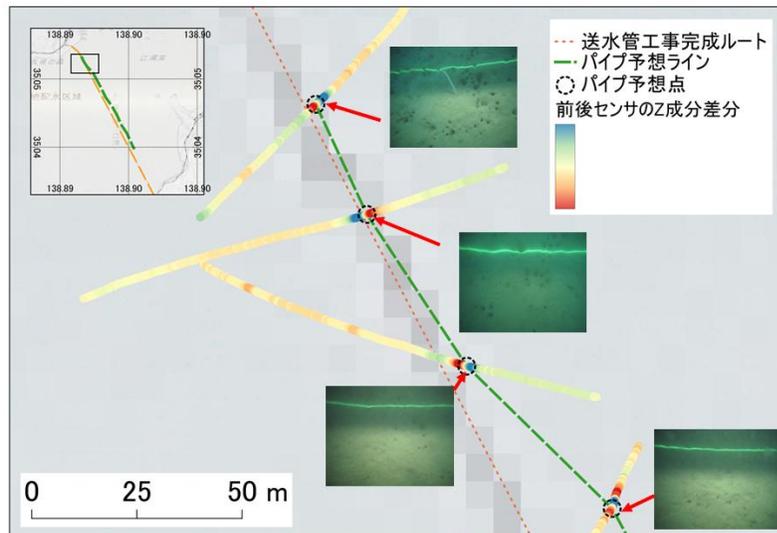


12月19日
BOSS-A航走ルートと
送水管設置時の
おおよその想定位置

磁力計データから送水管位置の特定

設計図面より東
に30mずれてい
ると特定

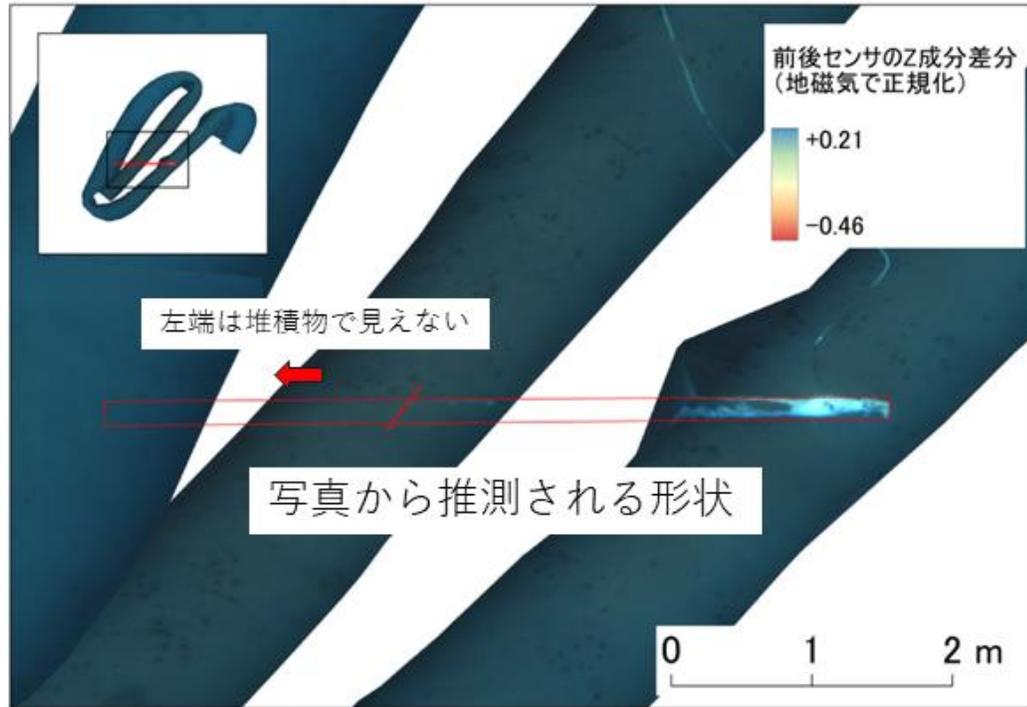
磁気データは計測場所・艇体方位に大きく依存する



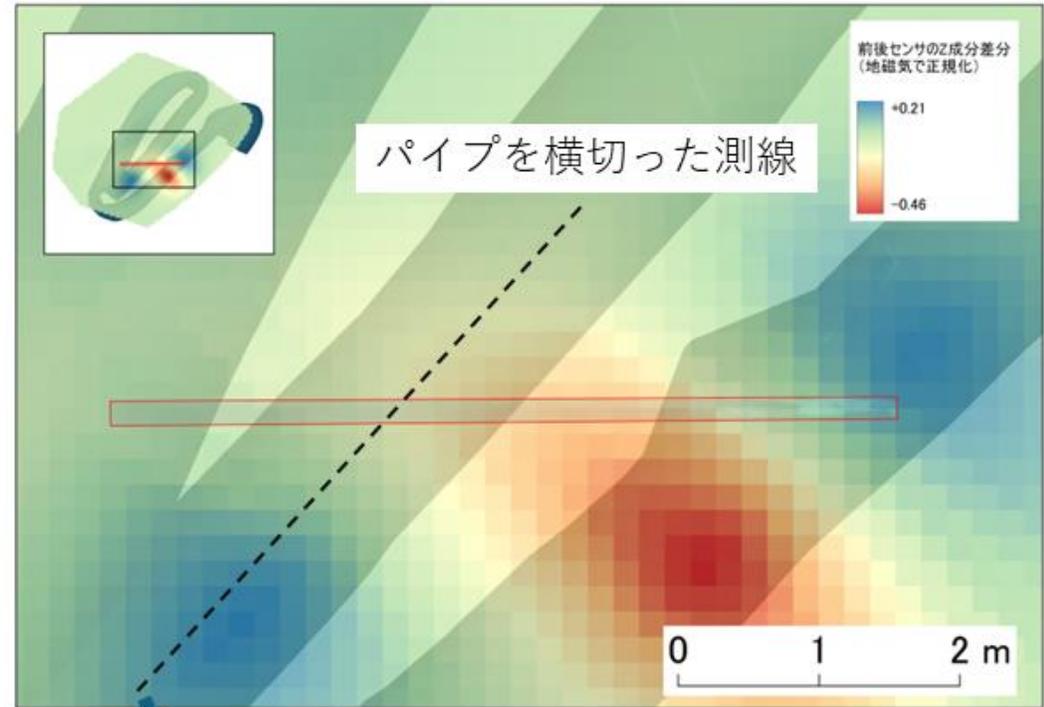
BOSS-Aが撮影した画像では、すべての磁気異常点において堆積物以外の特徴物を確認できなかったため、送水管は海底下に埋没していると推定される

模擬パイプ調査：磁力計データの精度検証

- ・カメラ画像のパイプ位置と磁力計の反応があった箇所とが一致
- ・画像では、パイプは砂を被り、左端は堆積物に埋もれている



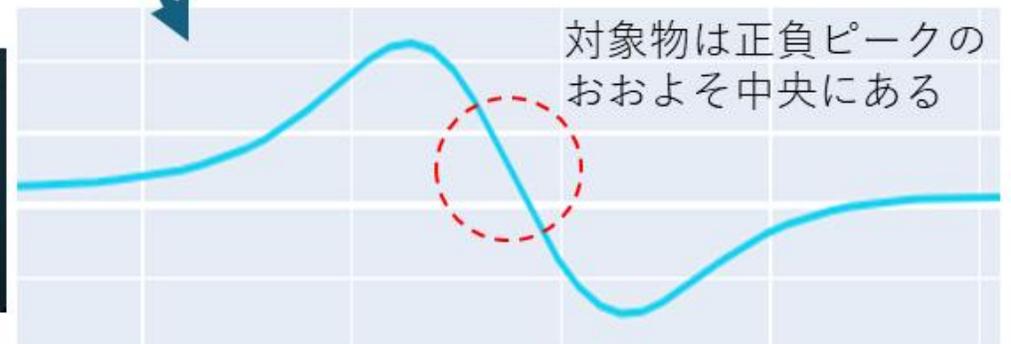
12月19日の調査でBOSS-Aが撮影した海底画像から特定した模擬パイプの位置



磁気マップを重ね合わせ



送水管模擬パイプ
鉄鋼パイプ:SS材
φ150mm
長さ5.5m



前後センサのZ成分差分データ

5. AUVが港から発進するための課題

技術課題

- 港から発進して、長時間(数日から数週間)、支援船なしで運用できるAUVの開発
- 陸上から、AUVの状態監視とデータ管理ができるSummarAIシステムの実用化
- AUVの自己位置精度の向上

法律面の課題

- 港則法の見直し:適用港では無人機(AUV・ASV)を自由に発進できない、「港長」の事前許可が必要
- 水中を走る AUV には明確なルールがないが、船舶用の港則法・海上衝突予防法、海上交通安全法の適用が求められる

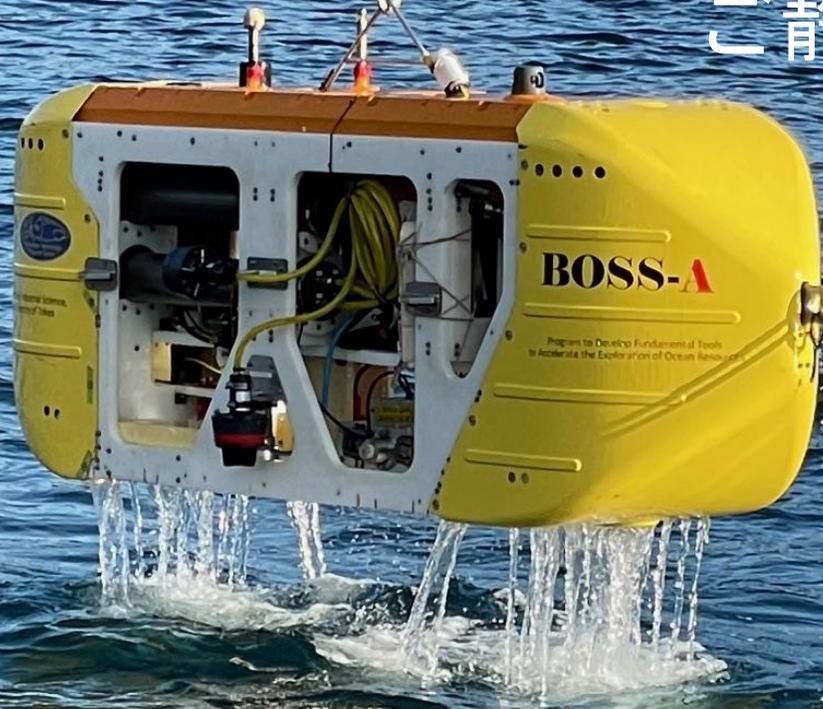
➡これらの課題をクリアできるシステムや環境の構築、現状に合わせたルールの適用が必要

環境面の課題

- 海域:漁港、マリーナからの船舶の往来が多く、AUV の潜航開始・浮上後は他船の衝突に注意が必要
- 周辺の漁業協同組合:漁業権があり、事前に漁業関係者への説明と諒承が必要、魚への影響を懸念により、試験実施が難しい場合がある
- 大型船:港に出入りする大型船からは、浮上したAUVの視認は困難 ←技術的解決
- 漁船・釣り船:地域により漁業・釣り船エリア・漁業方法・活動時間・ルールがあり、情報の把握が必要
- プレジャーボート(ヨット、ジェットスキー、ウインドサーフィン):個人活動のため、情報の周知が難しく、警戒への意識も個人差がある

➡ AUV試験フィールドのための「特区」が必要

ご静聴、ありがとうございました

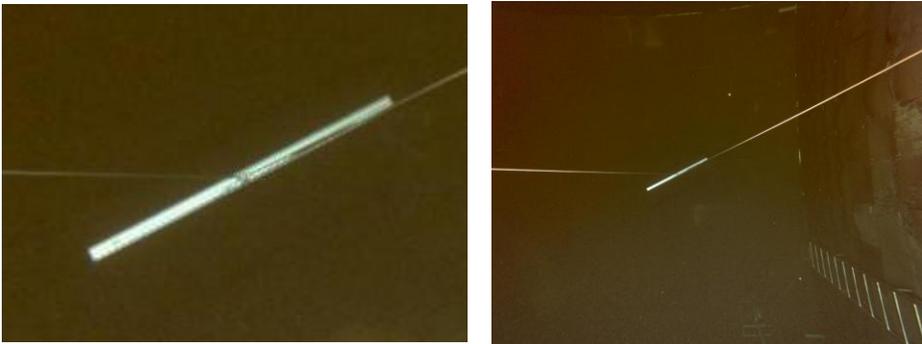


6. Summary + Query

Query

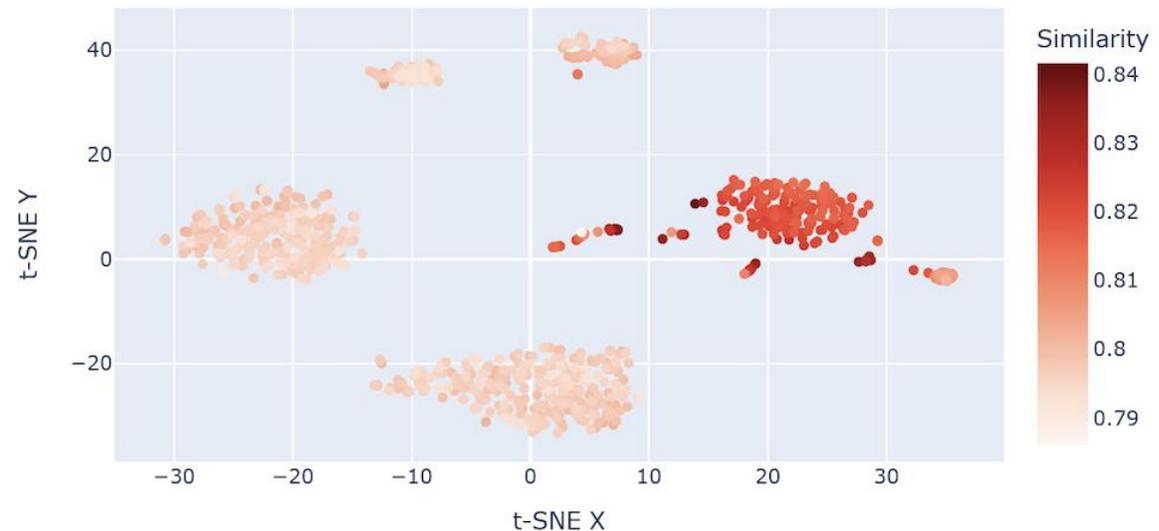
- 開発したSummarAI は、調査のサマ리를生成・転送するだけでなく、Queryの機能を有する
- Queryは、ある特徴をもつ画像を予め与えることで、類似する画像を自動的に選び出し、画像が撮れたXYZの情報や類似度を示す特徴量空間とともに、定期的に転送するシステム
- サマリ転送と平行して行うことができる
- AUVが「見つけたもの」を元に、ミッションを変更するなど、今後のAUVのミッション進化が期待される

水槽試験結果



与えた画像
水槽に人工物(ポール)

t-SNE Space representation of image latent variables



ポールが入った画像が類似度が高いものとして抽出されている

