

(国交省) 令和4年度 海の次世代モビリティの
利活用に関する実証事業

「AUV-ASV連結システム」を用いた 洋上風力発電設備の海中部点検

成果報告

国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所

海上技術安全研究所 海洋先端技術系 水中ロボティクス研究グループ

篠野 雅彦



国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所
海上技術安全研究所
National Maritime Research Institute



銚子漁業共生センター

「AUV-ASV連結システム」を用いた洋上風力発電設備の海中点検（海上技術安全研究所）

背景・目的

沿岸の社会的課題


我が国沿岸で洋上風力発電の拡充が進められている。大規模なwindファームの維持管理のために、海中モビリティ利用も含めた点検体制の構築が必要である。

次世代モビリティの新たな利用法の実証

海技研が開発した「AUV-ASV連結システム」が、着床式洋上風力発電設備の海中映像点検に適していることを、銚子沖洋上風力発電設備で実証する。

1. ASVのサポートにより、風車塔海中部の東西南北4方向から安全にAUV映像点検が可能であること。
2. 撮影した海中映像が、点検に十分な画質であること。

「AUV-ASV連結システム」のモビリティとしての特徴

長所	短所
<ul style="list-style-type: none"> ・自動航行、自己位置推定 ・リアルタイム海底映像確認 ・亡失(ロスト)の危険性小 ・ASVサポートにより、ケーブル/バッテリートラブル小 ・複数機同時運用可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・低速航行 ・潜航深度制限 

実施体制



銚子漁業共生センター

【代表者】

国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所
海上技術安全研究所

【共同提案者】

Haloworld株式会社
株式会社 銚子漁業共生センター

【外部協力】

東京電力リニューアブルパワー株式会社



実験内容・成果

本実証試験で得られた、本システムの運用上の特徴

(千葉県銚子沖約3.1 km、水深12 mでの運用)

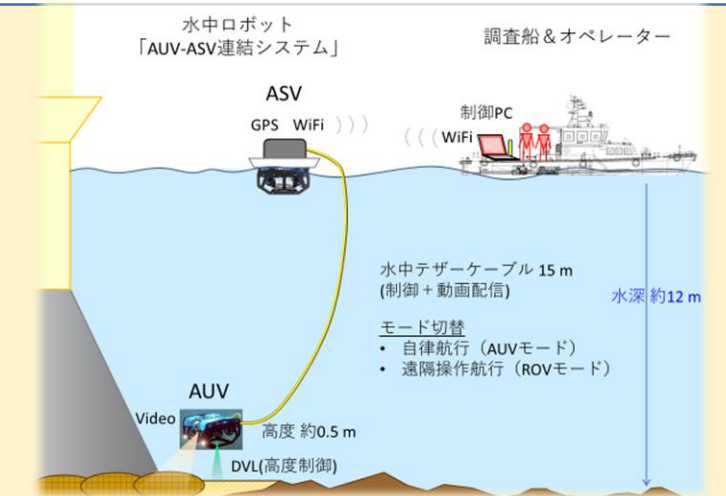
- ① 小型船舶を使用、風車塔付近で「AUV-ASV連結システム」を手持ち投入・揚収する
- ② 着水後、本システムを風車塔に接近させる際の移動方法として、ASVでAUVをケーブル曳航移動する
- ③ 船上ASVオペレーターがASVを直接目視しながら、風車塔付近でASVの位置保持する
- ④ 船上AUVオペレーターがAUV海中映像、深度、方位情報等を見ながら、海中点検箇所を撮影する
- ⑤ 船上AUVオペレーターがAUV位置と照明(解像度と明るさ)を映像調整する
- ⑥ 船上ASVオペレーターがASVの位置調整をして、鉛直テザーケーブルのたるみ/からみを防止する
- ⑦ AUVが風車塔の東西南北4方向+αから接近して海中点を映像点検する
- ⑧ 小型船舶はASVが目視できて、風車塔までの距離10~50mの間であれば多少流されても良いとする



実験成果

風車塔の5方向、海面付近と海底基礎部(水深約12m)の上下間について、海中撮影点検を、30分程度で実施できた。ASVの海上位置を調整することで、AUV-ASV間の鉛直テザーケーブルが海中構造物に絡まるトラブルを防止できた。風車塔付近での作業船の操船を楽に実施できた。撮影した海中映像は、点検に十分な解像度を有していた。

→ これらの成果は、本システムが海中映像点検作業に適していることを示している。



実験成果の評価

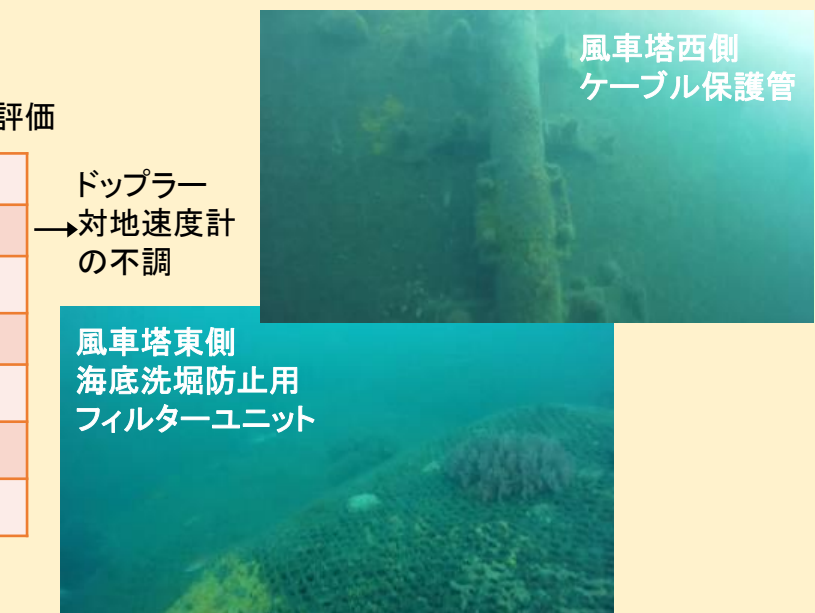
(実験前)TRL8
(実験後)TRL8 ※

※但し、AUVモードの複数WayPoint航行機能については、一部機器不調により実験できなかったことから、TRL6から変わらず。

自己評価

① 東西南北4方向から風車塔の海中映像が得られたか	◎
② AUVモードによる自動航行は安定していたか	×
③ AUV点検作業時のASVサポートによるシステム運用の安全性	◎
④ 現地海域での利活用が可能か	○
⑤ 風車塔側面・基礎部の映像の解像度は充分か	○
⑥ ケーブル保護管の映像の解像度は充分か	○
⑦ フィルターユニットの映像の解像度は充分か	△

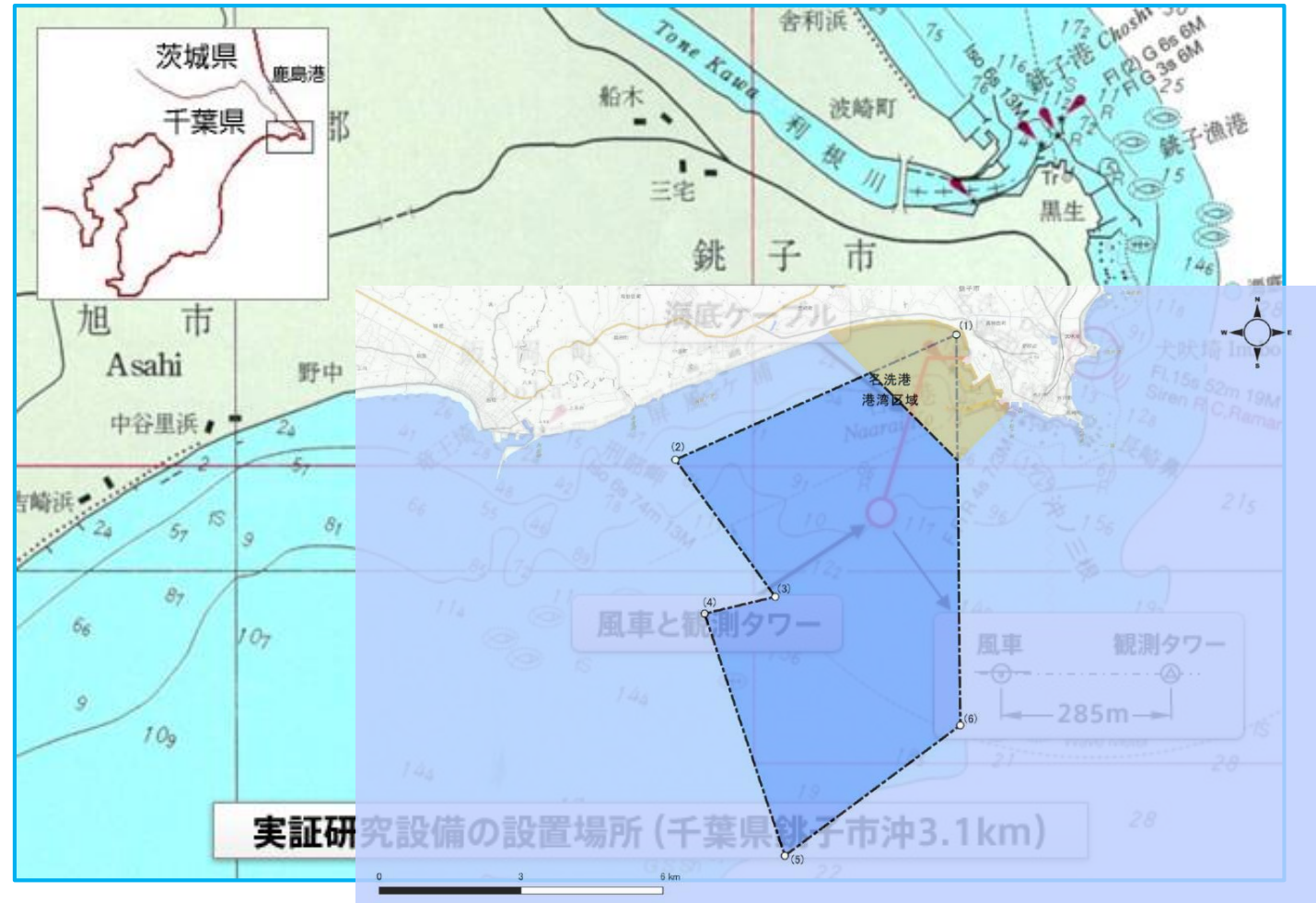
→ 海中映像点検映像については、関係各機関にも、十分な解像度であることを確認して頂いた。



(背景説明) 銚子沖洋上風力発電設備の点検ための ホバリング型AUV「ほぼりん」試運用 (2018年)



https://www.tepco.co.jp/rp/business/wind_power/offshore.html



【千葉県銚子市沖に係る
海洋再生可能エネルギー発電設備整備促進区域】

https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/yojo_furyoku/



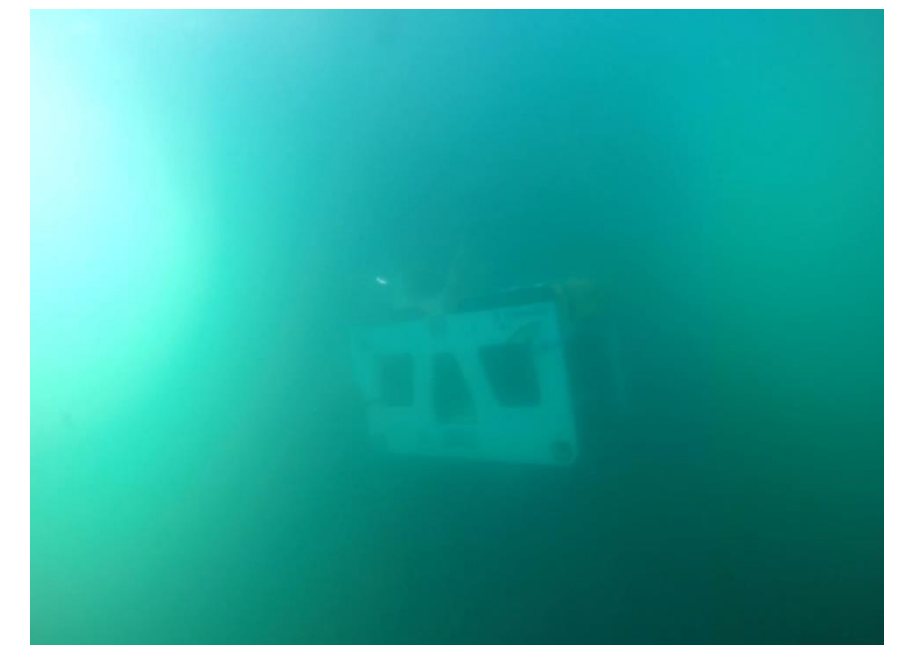
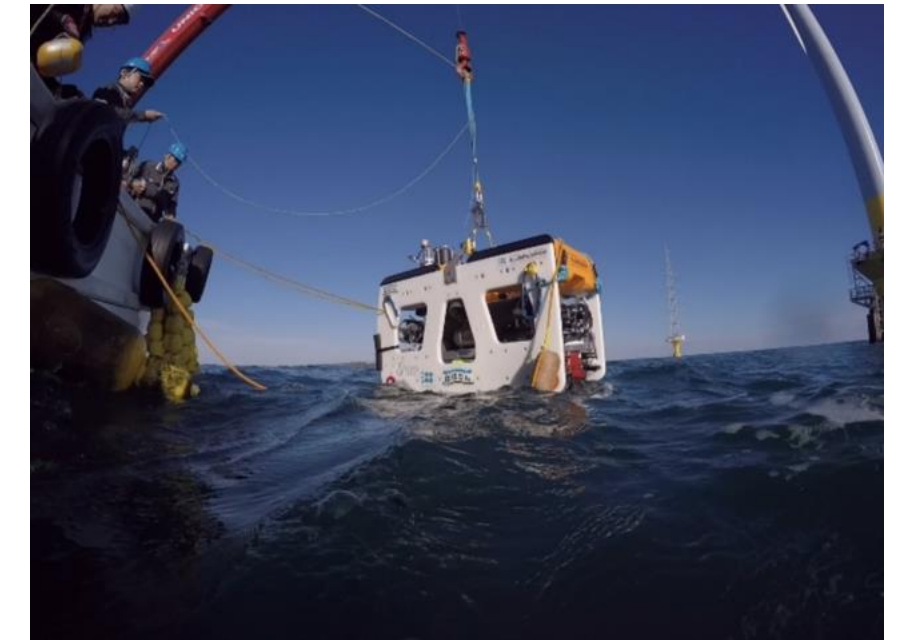
https://www.tepco.co.jp/rp/business/wind_power/list/choshi.html

銚子沖 (水深12m)

- 波浪、潮流の影響大
- 砂地で濁度が高い

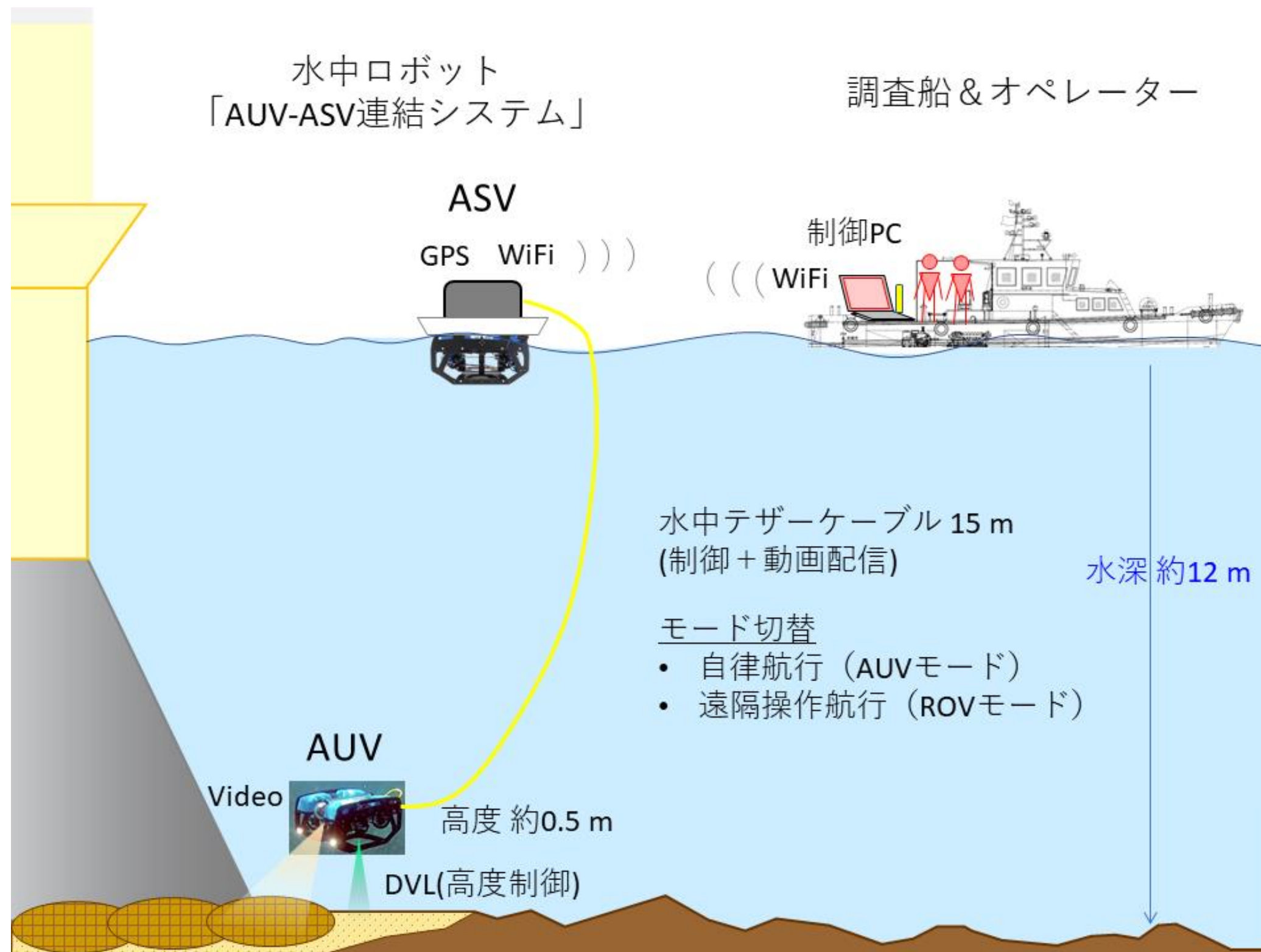


AUVの機動性、自律航行機能
ROVのリアルタイム映像確認機能
の両方が必要



東京電力－海技研 共同研究
ほぼりん銚子沖 潜航試験 (2018年11月)

浅海底調査のための「AUV-ASV連結システム」コンセプト

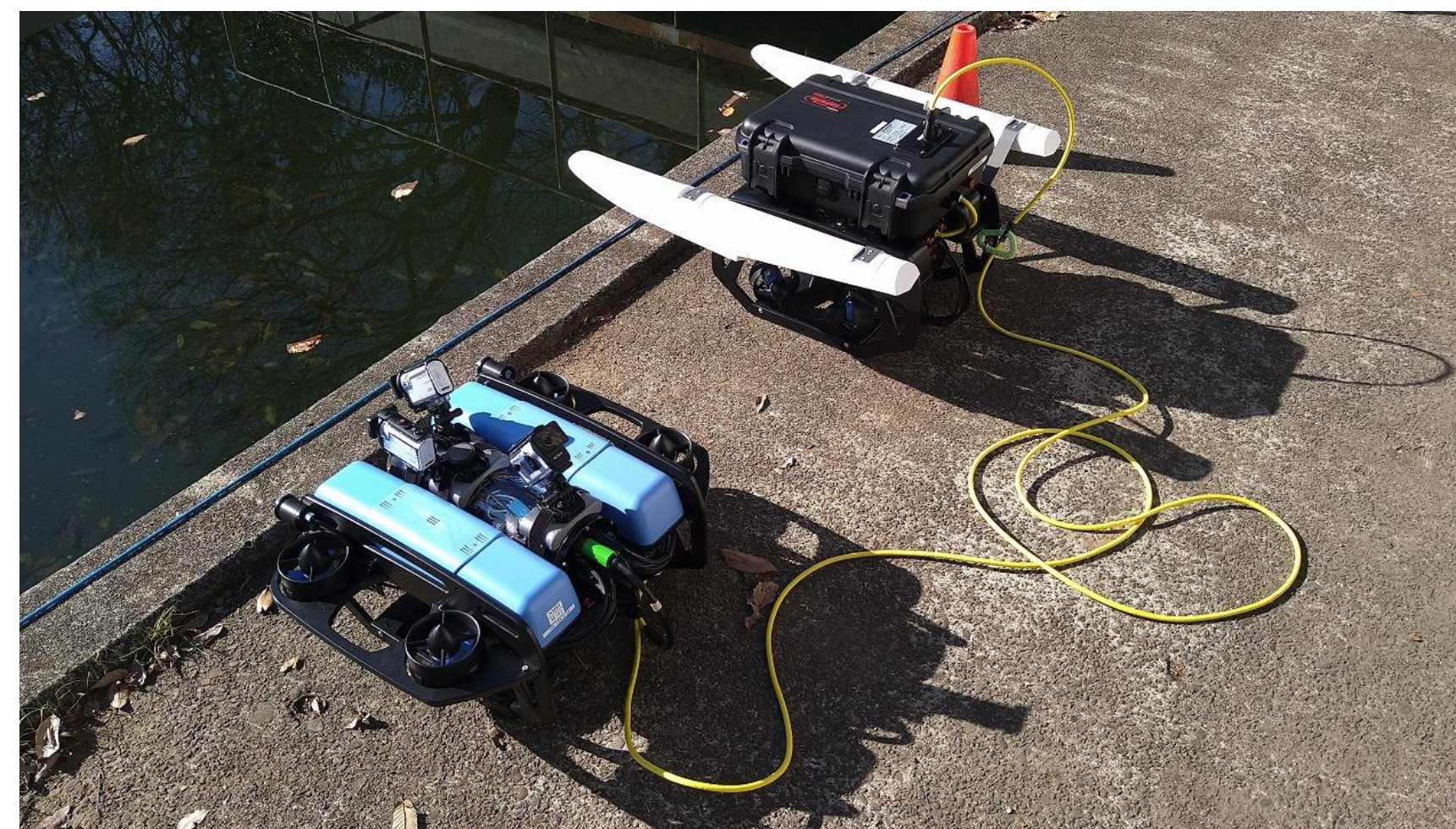


- 調査船上オペレーターとASVの間はWiFi (無線電波) 通信
- ASVとAUVの間は鉛直テザーケーブル (有線) 通信
- ASVの測位はGPS利用
- AUVの測位はAHRS (姿勢方位基準装置) とDS (深度計)、DVL (対地速度計) 利用
- 点検用映像の調整 (距離、角度、照明等) は船上オペレーターが遠隔操作

「AUV-ASV連結システム」 諸元と外観



	AUV	ASV
外寸	W 0.56 m L 0.45 m H 0.25 m	W 0.70 m L 0.71 m H 0.39 m
重量	14.0 kg (バッテリー含む)	13.0 kg (バッテリー含む)
スラスト	水平×4 鉛直×4	水平×4
バッテリー	Li-Ion 15V 266Wh	Li-Ion 15V 266Wh
航行用センサ	DVL A50 (1MHz)	DGPS
撮影用カメラ	水中Webカメラ ActionCam (Option)	水中Webカメラ
通信	LANケーブル (5,10,15,20,30 m)	LANケーブル WiFiルータ
制御モード	自律航行 (AUV) / 遠隔操作 (ROV)	自律航行 (ASV) / 遠隔操作 (ROV)



「AUV-ASV連結システム」

「AUV-ASV連結システム」運用方法と特徴



長所	短所
<ul style="list-style-type: none">・自動航行、自己位置推定・リアルタイム海底映像・亡失(ロスト)の危険性小・ケーブルトラブルの危険性小・複数機同時運用が可能	<ul style="list-style-type: none">・低速航行・鉛直テザーケーブル長の制限により浅海のみ適用可能

「AUV-ASV連結システム」運用の様子（2022年1月）

<https://haloworld.co.jp/detail.html?no=54964>

「AUV-ASV連結システム」運用の必要機材＋人数



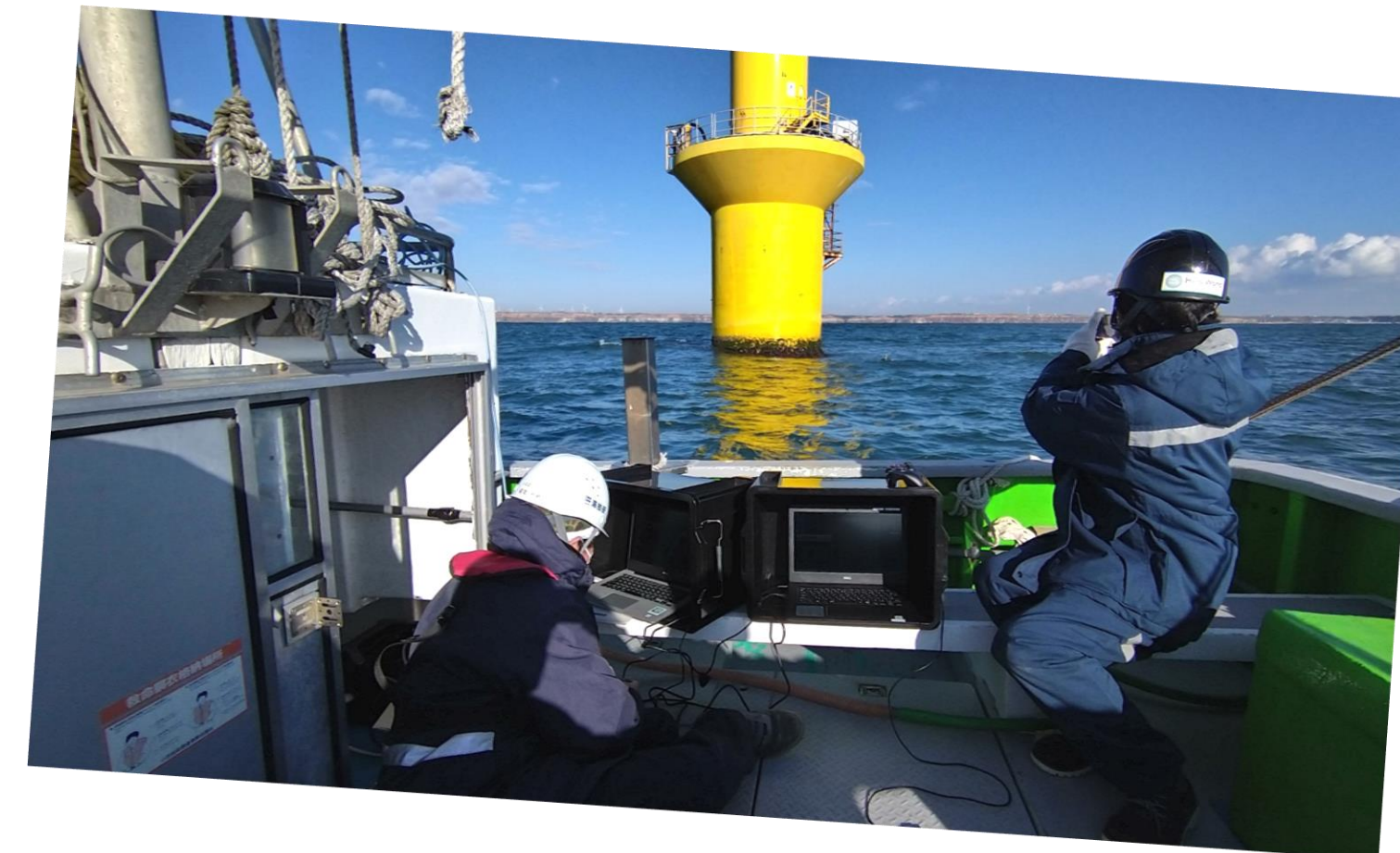
外川漁港「大盛丸」5t

必要人数：合計4名

- 作業船の操船者（船長）
- AUVの操縦者（水中映像点検）
- ASVの操縦者（ケーブル位置管理）
- その他作業員（安全確認、投入揚収）

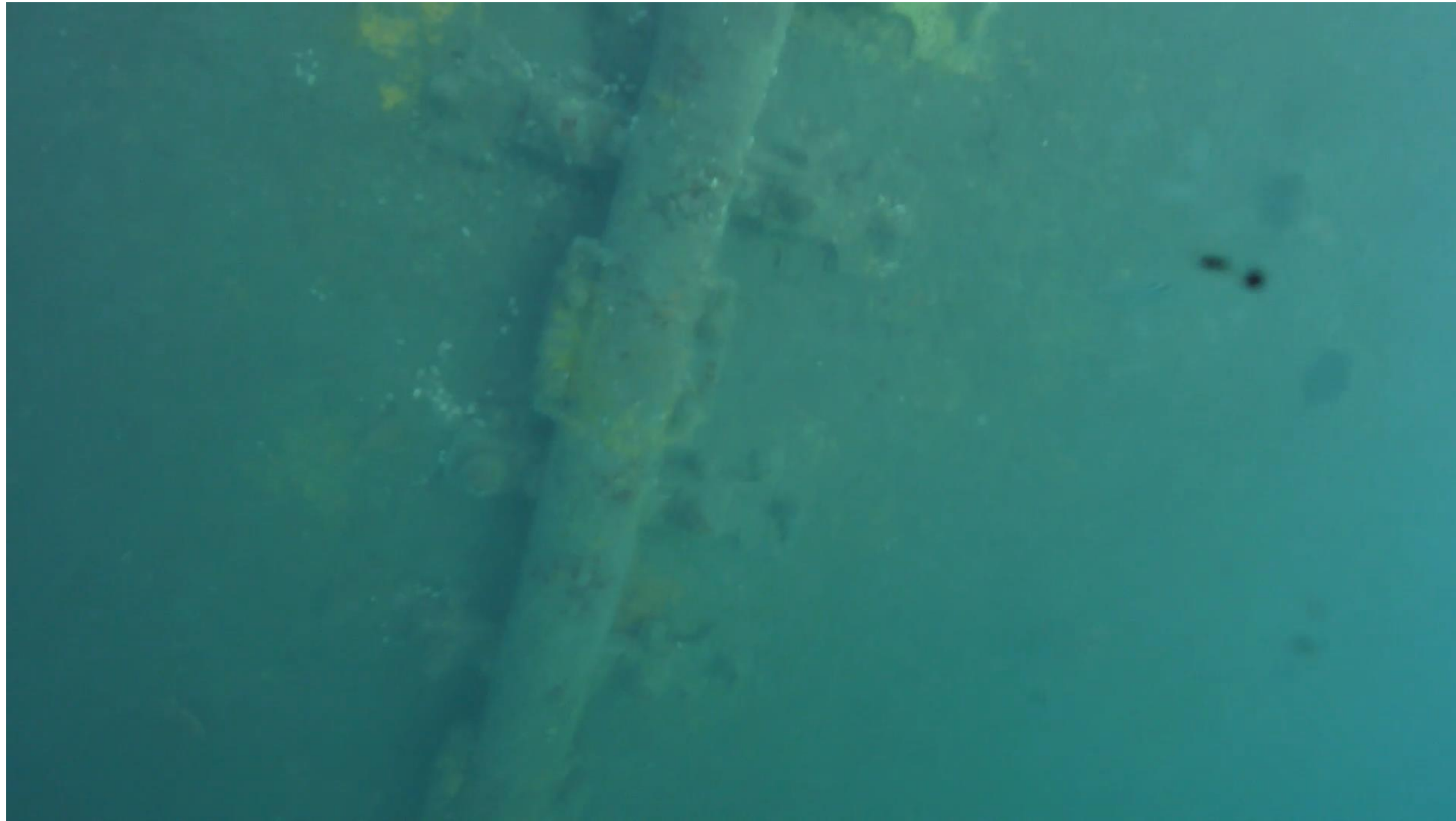


船首部機材
(本機ケースを含む4箱)



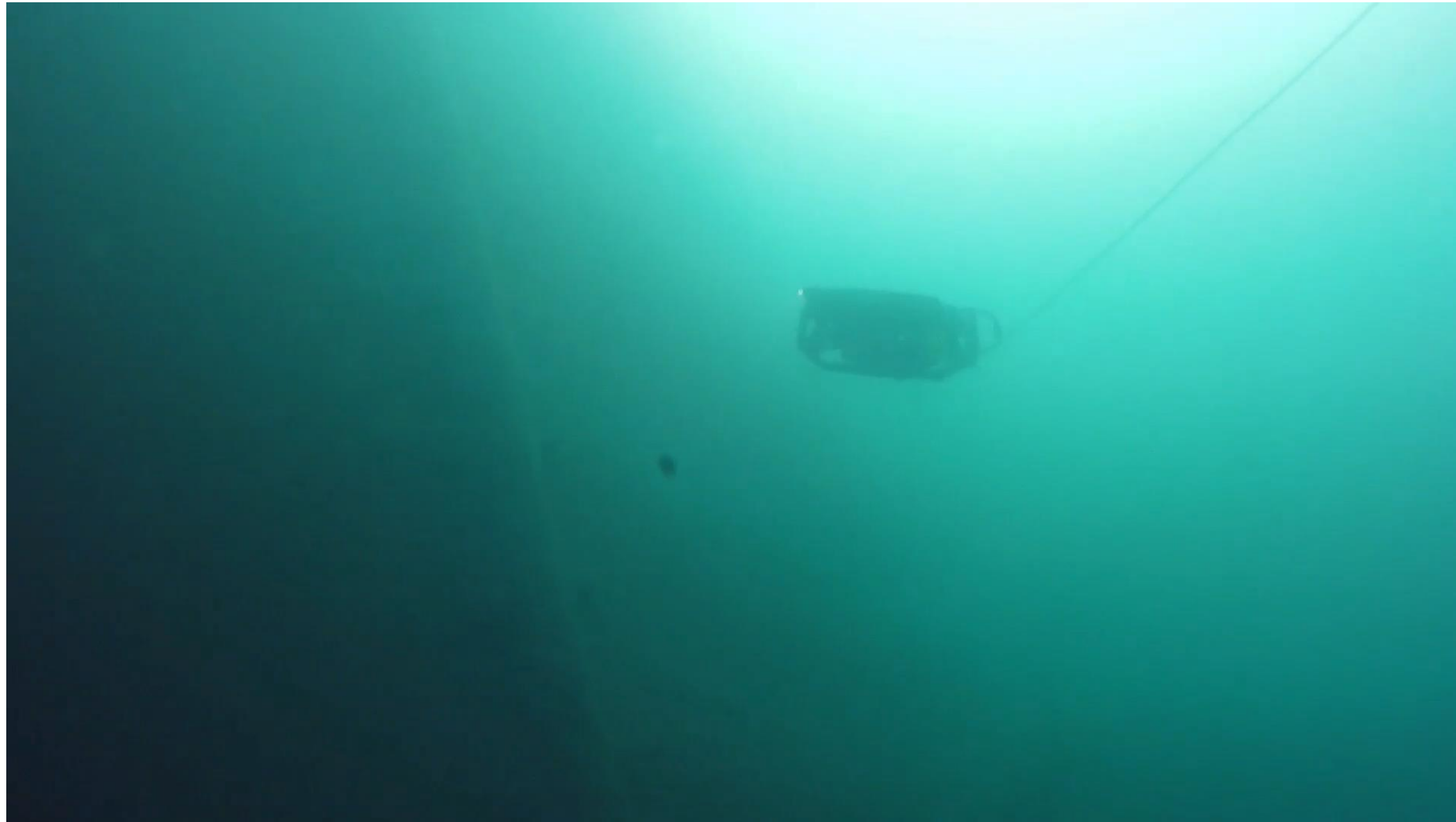
船尾部機材
(AUV制御用PC、ASV制御用PC、
WiFiルータを含む4箱)

「AUV-ASV連結システム」による点検映像 (風車塔の西側ケーブル保護管)



「AUV-ASV連結システム」による海中点検映像 (2022年11月)

「AUV-ASV連結システム」による点検作業の様子 (ROVによる撮影)



「AUV-ASV連結システム」による海中点検の様子（2022年11月）

「AUV-ASV連結システム」の実験成果の検証



風車塔の東西南北4方向に北西方向を加えた合計**5方向**、海面付近と海底基礎部（**水深約12m**）の上下間について、**海中撮影点検**を、**30分程度で実施**できた。

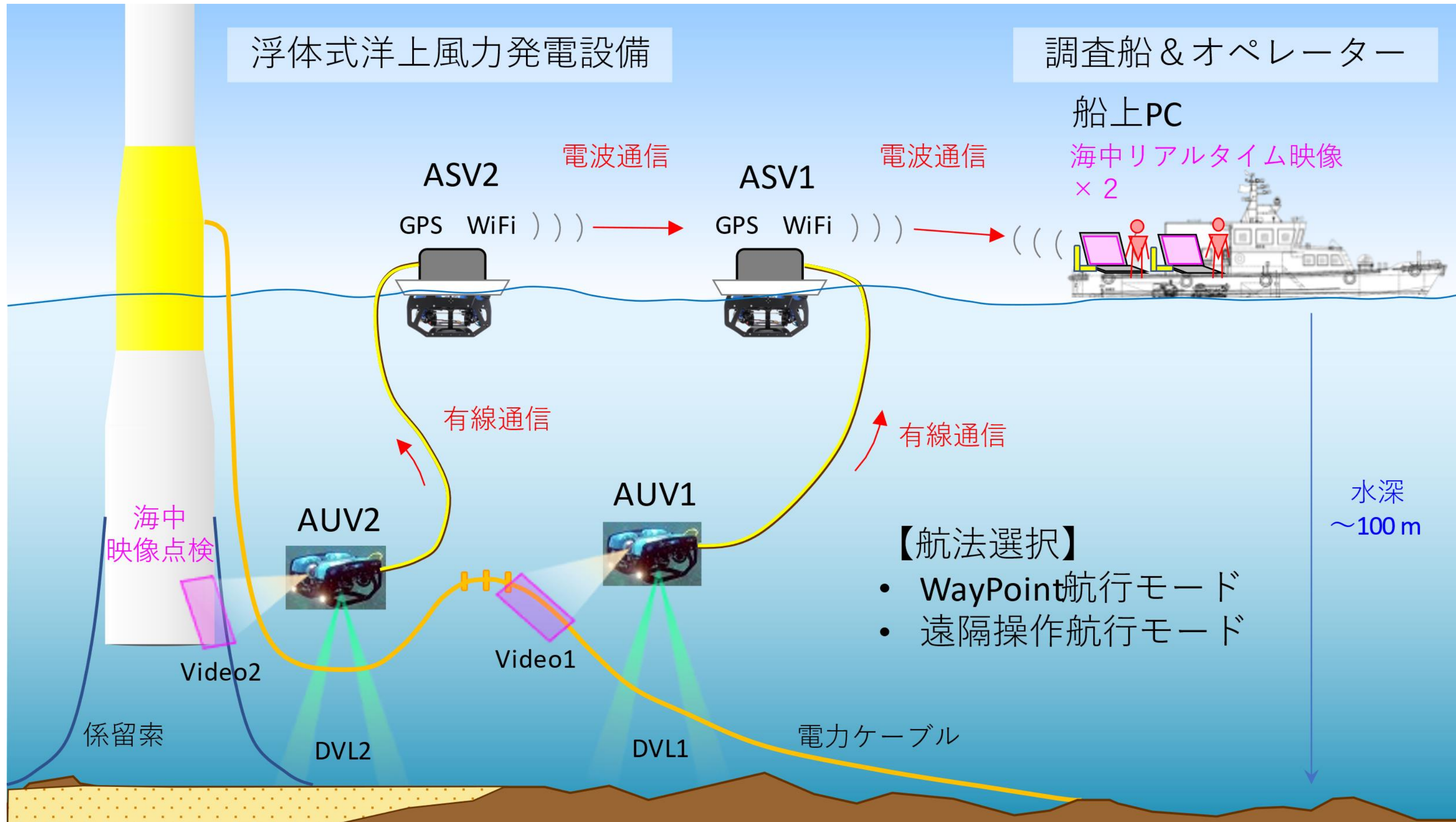
ASVの海上位置を調整することで、AUV-ASV間の鉛直テザーケーブルが海中構造物に絡まる**トラブルを防止**できた。作業船の操船も楽に実施できた。

撮影した海中映像は、点検に**十分な解像度**を有していた。



①	東西南北4方向から風車塔の海中部映像が得られたか	◎
②	AUVモードによる自動航行は安定していたか	×
③	AUV点検作業時のASVサポートによるシステム運用の安全性	◎
④	現地海域での利活用が可能か	○
⑤	風車塔側面・基礎部の映像は、点検用映像として十分な解像度か	○
⑥	ケーブル保護管の映像は、点検用映像として十分な解像度か	○
⑦	フィルターユニットの映像は、点検用映像として十分な解像度か	△
⑧	今後取り組むべき技術開発について	浮体式への適用 複数システムの運用

「AUV-ASV連結システム」の将来目標



ご清聴ありがとうございました

謝辞

本研究開発の実証試験を進めるにあたり、「令和4年度 海の次世代モビリティの利活用に関する実証事業」にてご支援、ご協力いただきました国土交通省総合政策局海洋政策課、みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社に厚く御礼申し上げます。

銚子沖での技術試験にご協力いただきました東京電力リニューアブルパワー株式会社、銚子市漁業協同組合を始めとする関係各位に感謝申し上げます。



国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所
海上技術安全研究所
National Maritime Research Institute



銚子漁業共生センター