

事業計画③
海上試運転のリモート化に係る調査研究
(令和4年度補正予算事業)

川崎重工業株式会社
今治造船株式会社

目次

- 2023年度の事業計画

- 2023年度の事業成果
 - 試運転海域における通信環境の調査
 - 撮影機材を用いた喫水計測
 - 海上試運転情報共有サイトの構築

- 成果を業界全体に普及させるための手引書に記載する項目

- 成果を業界全体に普及させるための今後の取り組み

2023年度の事業計画

□ 取組み内容

➤ 試運転海域における通信環境の調査

4Gルーター（マルチSIM）を用い、試運転海域（伊予灘・紀州沖・駿河湾・五島沖）で通信環境を調査。

※紀州沖では、Starlinkも使用

➤ 撮影機材を用いた喫水計測

水上ドローンを用いた喫水計測の岸壁検証と洋上検証

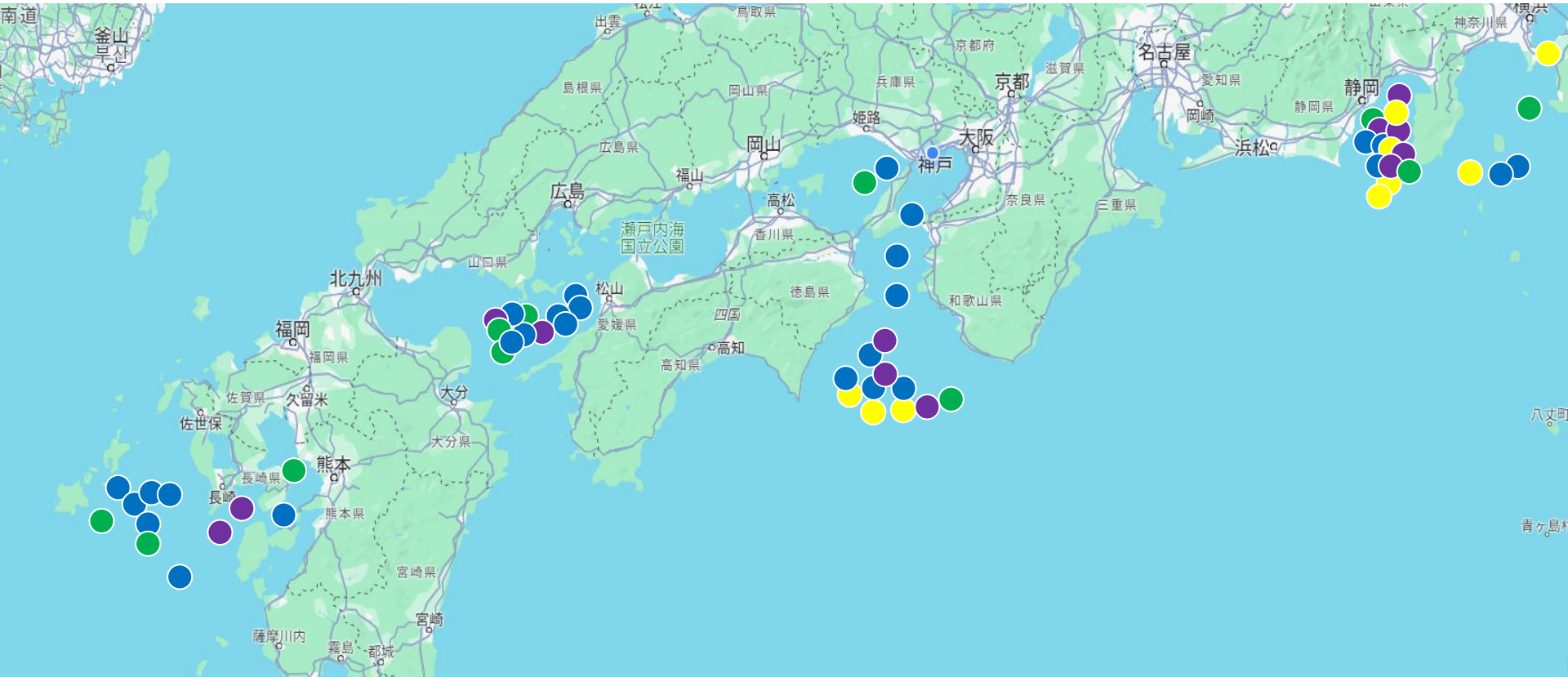
➤ 海上試運転情報共有サイトの構築

実際の海上試運転にて、PowerBI等で構築した海上試運転情報共有サイトの実証

2023年度の事業成果

□ 試運転海域における通信環境の調査（4Gルーター（マルチSIM））

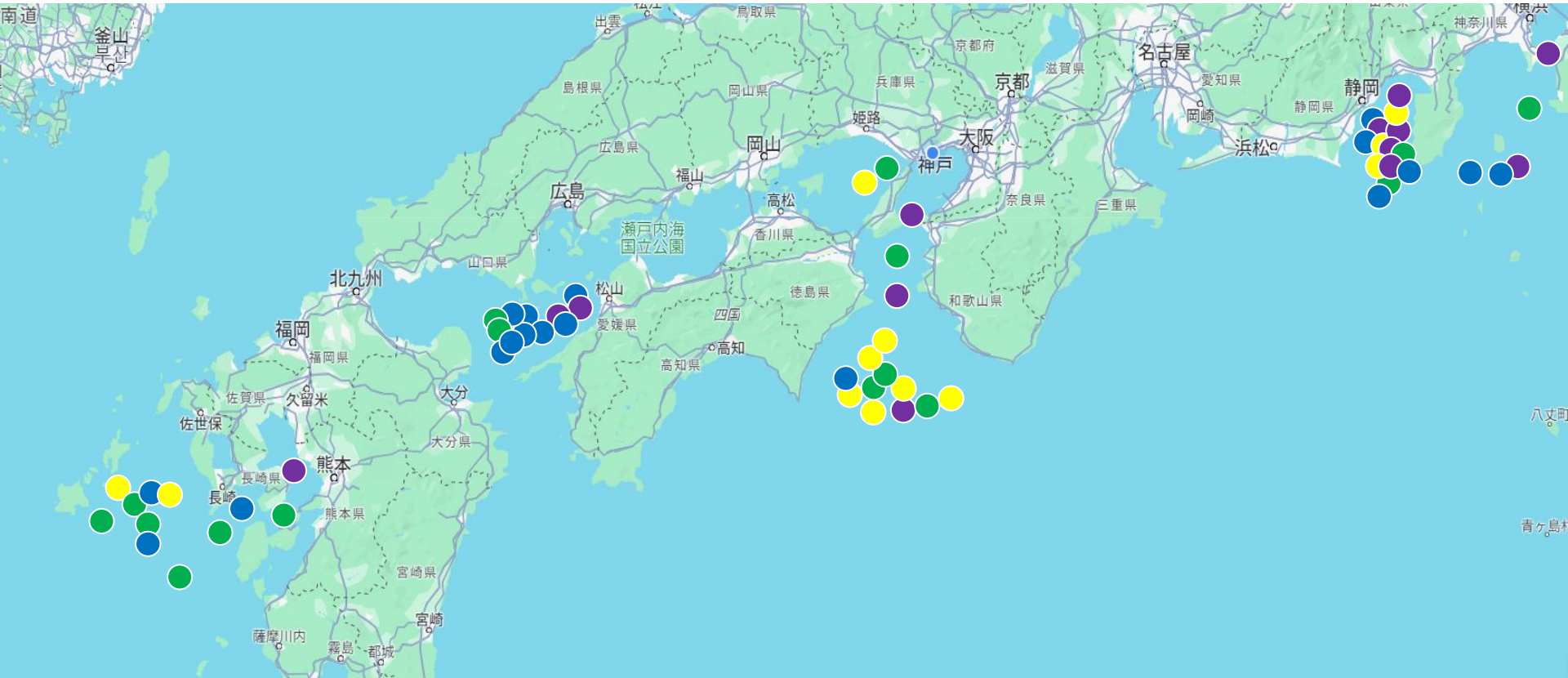
試運転海域（駿河湾・紀州沖・伊予灘・五島沖）における通信速度結果（下り）



2023年度の事業成果

□ 試運転海域における通信環境の調査（4Gルーター（マルチSIM））

試運転海域（駿河湾・紀州沖・伊予灘・五島沖）における通信速度結果（上り）


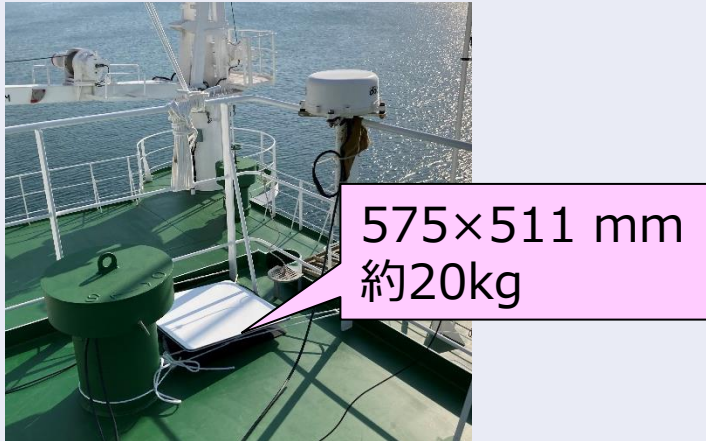


③海上試運転のリモート化に係る調査研究

2023年度の事業成果

□ 試運転海域における通信環境の調査

□ まとめ

項目	4Gルーター（マルチSIM）	Starlink
通信	陸から離れると低速となるが通信は途切れにくく、共有サイト（Teams）は問題なく使用できる速度であった。	海域問わず高速通信(2Mbps以上)が可能であった。
費用 (概算)	初期導入費：224千円 利用料/年：220千円 ※通信量無制限プランを使用した場合	初期導入費：400千円 利用料/年：2100千円 ※1TB/月プランの場合、サポート費用含む。
設置	外部アンテナは小型で、設置は非常に容易。	衛星通信用アンテナとしては小型である。
	 <p>269mm 約0.32kg</p>	 <p>575×511 mm 約20kg</p>

2023年度の事業成果

□ 撮影機材を用いた喫水計測 (Step.1 岸壁での検証)

- 岸壁に係船している船（超大型コンテナ船、自動車運搬船）の上甲板よりドローンを操作してドラフトマーク撮影を行い、検証と課題整理を行った。(2023年9月)

	 <p>双胴船型</p>	 <p>双胴船型</p>	 <p>ビート版型</p>
本体仕様	本体重量約30kg	本体重量約10kg	本体重量約15kg
通信方式			
・ドローン制御方式	2.4GHz拡張WiFi	2.4GHz RCプロポ	2.4GHz RCプロポ
・カメラ制御・映像伝達方式	2.4GHz拡張WiFi	2.4GHz拡張WiFi	2.4GHz RCプロポ
カメラ仕様			
・カメラパン・チルト	あり	あり	なし
・ジンバル	あり	あり	なし
検証結果			
・機材の取り回し(寸法・重量)	△ 一人で携行して舷梯を昇降することは困難	○ 一人で携行して舷梯を昇降する事が可能	△ 軽量化すれば、舷梯を昇降する事が可能
・通信安定性	△ フレア部では操縦、映像ともに通信切れが発生	○ フレア部では映像系統で通信切れが発生(操縦系統は問題なし)	◎ フレア部に潜っても、通信切れは発生せず
・映像安定性	◎ 本体が動揺しても、ジンバルにより安定した映像を撮影可能	◎ 本体が動揺しても、ジンバルにより安定した映像を撮影可能	△ 海象によっては、動揺により撮影が難しい可能性がある。

③海上試運転のリモート化に係る調査研究 2023年度の事業成果

□ 撮影機材を用いた喫水計測 (Step.2 課題点改善後、実海域での検証)

➤ ビート板型での実践海域検証

日時：1月下旬

場所：造船所沖合（今治沖）

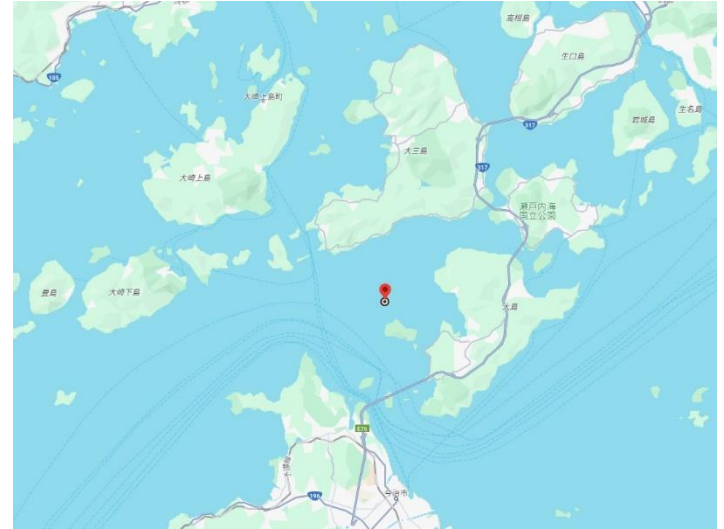
海象：FINE & SMOOTH

波高50～70cm、風速5～7m/s

対象：ハンディサイズバルクキャリアー

結果：耐航性 問題なし

カメラ性能 十分だが、ジンバル部の耐久性に課題



デッキ上より撮影



搭載カメラによる撮影

2023年度の事業成果

□ 撮影機材を用いた喫水計測 (Step.2 課題点改善後、実海域での検証)

- 双胴船型での実践海域検証

日時：1月下旬

場所：造船所沖合（今治沖）

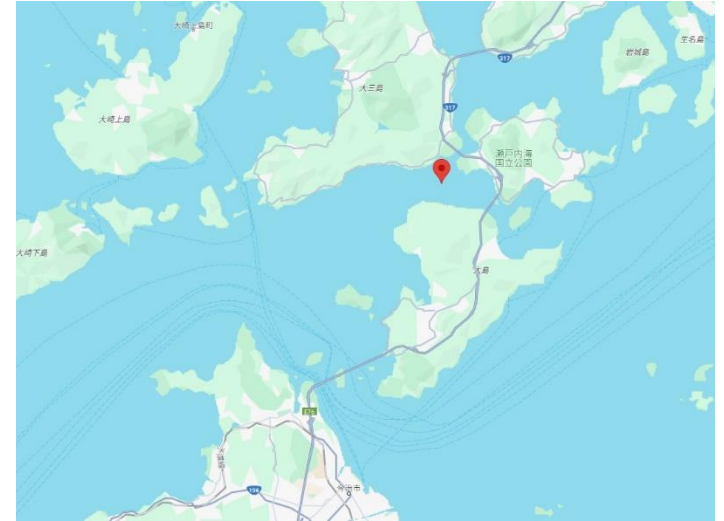
海象：FINE & SMOOTH

波高30～50cm，風速5～6m/s

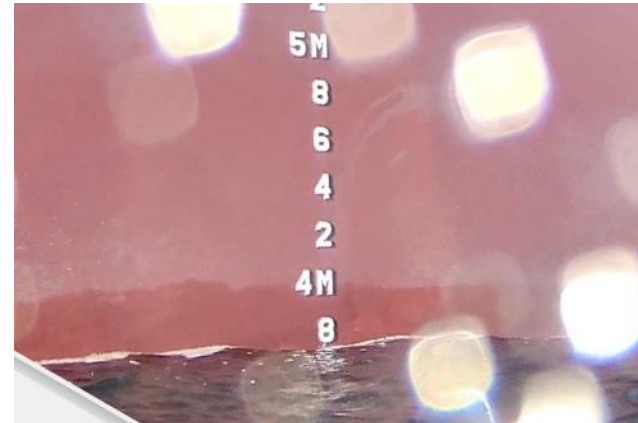
対象：ハンディサイズバルクキャリアー

結果：耐航性 問題ない範囲だが、保証値上限に近い

カメラ性能 問題なし



デッキ上より撮影



搭載カメラによる撮影

2023年度の事業成果

□ 撮影機材を用いた喫水計測 (Step.2 課題点改善後、実海域での検証)

➤ ビート板型ドローンで実際の計測を模擬して検証

日時：2月上旬

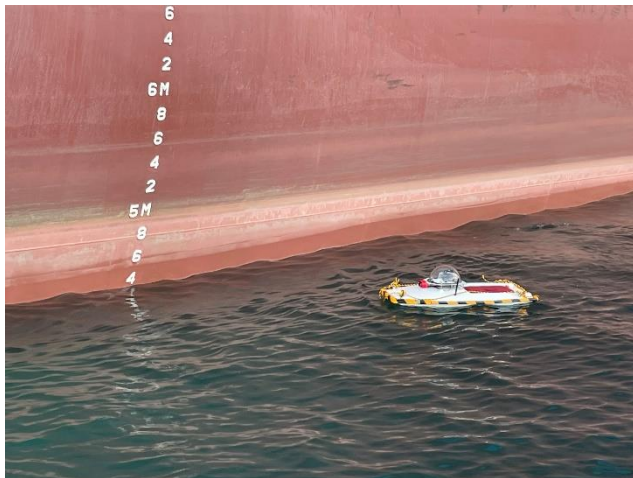
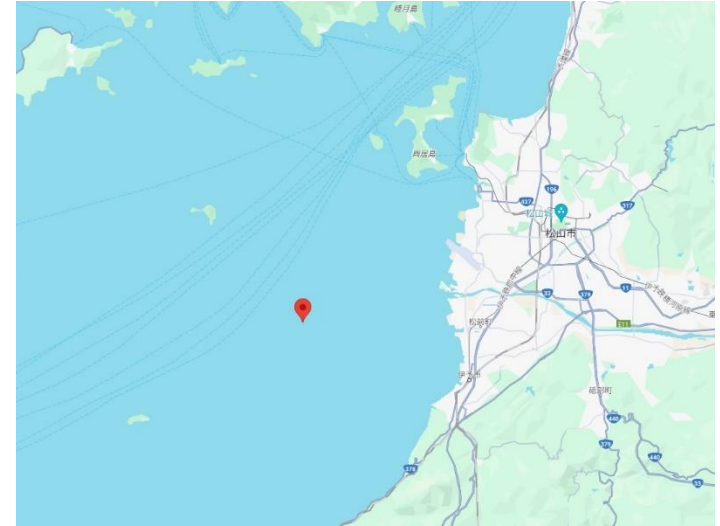
場所：伊予灘（松山沖）

海象：FINE & SMOOTH

波高20～30cm，風速0.4m/s

対象：大型コンテナ船

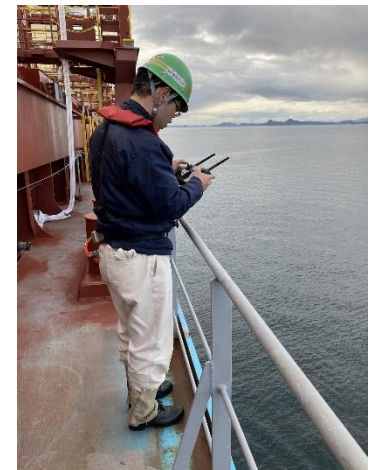
結果：約20分で計6か所の計測を完了



警戒船より撮影



搭載カメラによる撮影



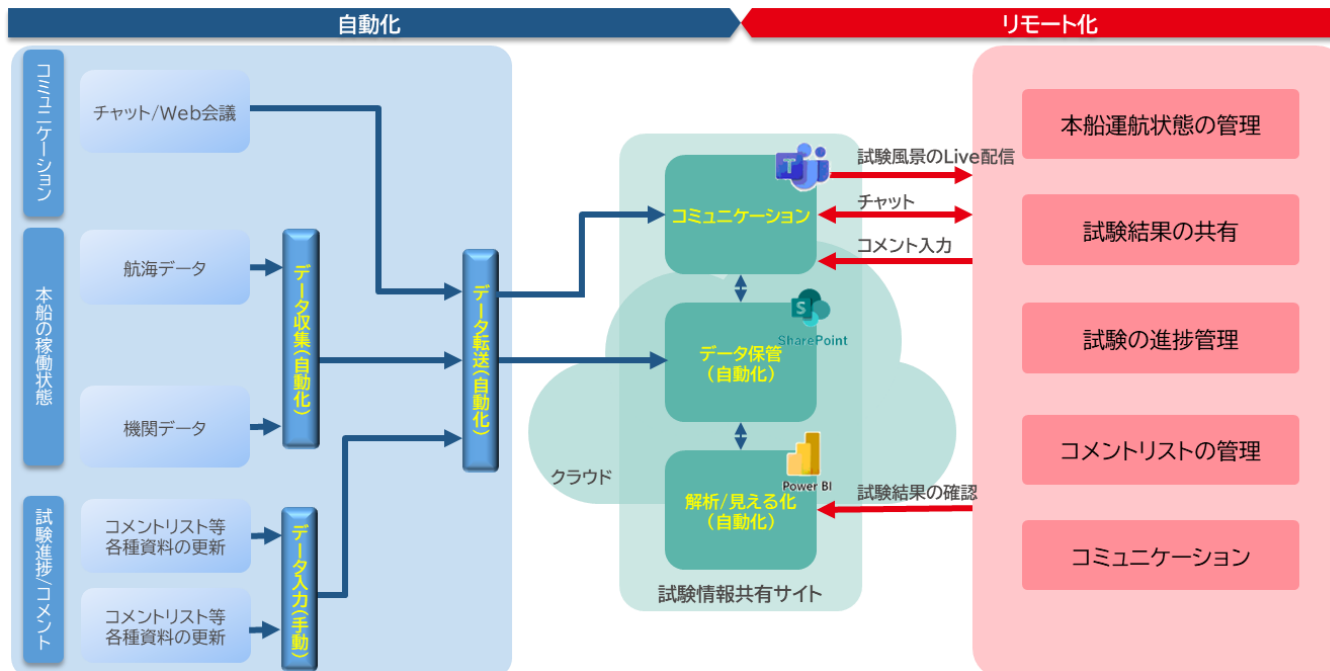
造船所スタッフによる操縦

③海上試運転のリモート化に係る調査研究

2023年度の事業成果

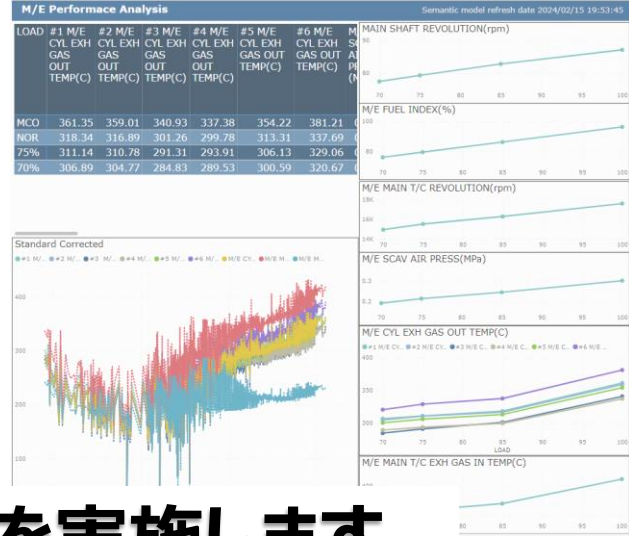
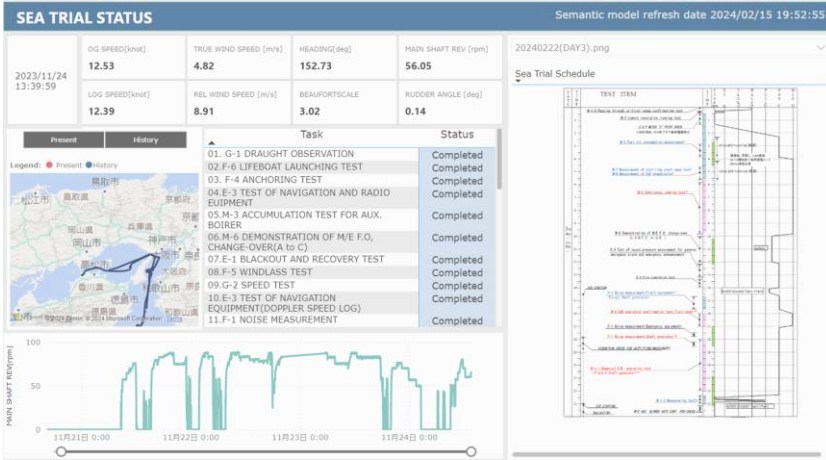
□ 海上試運転情報共有サイトの構築

- 川崎重工・今治造船共同でMicroSoft社のコラボレーションツール（Teams等）を用いた共有サイトの構築・海上試運転での実証が完了した。
- チャット機能・ファイル共有機能（SharePoint）・データの可視化機能（Power BI）を有する。
- SharePointでは、船主コメントリストを共有し、陸からでも閲覧・編集できる状態にした。
- Power BIでは、「海上試運転状況の可視化」・「機関データ分析」・「トレンドグラフ」・「コメントリスト対応」の4つの画面を構築した。

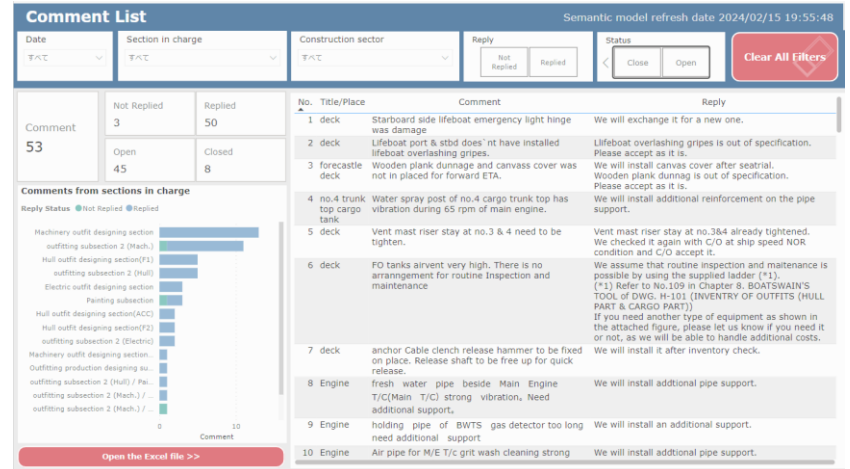
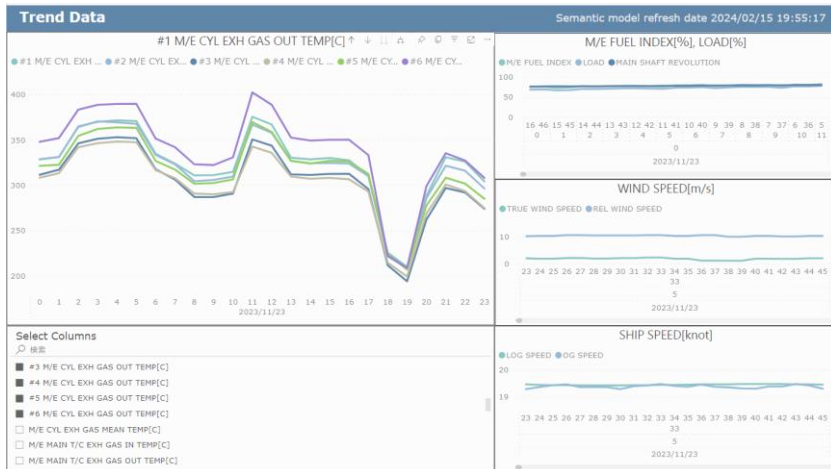


③海上試運転のリモート化に係る調査研究 2023年度の事業成果

□ 海上試運転情報共有サイトの構築



実際の画面でデモを実施します。



2023年度の事業成果

□ 海上試運転情報共有サイトの構築

□ まとめ

□ 結果

- 試運転状況の可視化・コメントリスト共有により、陸上からの支援が容易になった。
- 今後は本船作業を陸上で行うことで、乗船人数の削減を目指す。

□ 特長

- Power BIはローコード開発ツールのため、自社に適した画面を自社の人員で作成することが容易。
- 本共有サイトの構築は特別なサーバ・DBが不要であり、構築は比較的容易（手間、コスト面）。

□ 共有サイト構築に必要なソフトウェア・サービス

Microsoft 365

- Microsoft Teams
- Power Automate
- Microsoft Planner
- Share Point
- Power BI Pro

Windows標準搭載

- Power Shell
- タスクスケジューラ

2023年度の事業の進捗

□ 生産性向上効果に関する定量的評価(納期短縮、工数削減、コスト低減等)

- 以下の前提を置いて、定量的評価を行った。
 - 全般
 - 国内試運転船 490 隻/年 (海運統計要覧2022より、2020年国内竣工隻数)
 - このうち、隻数ベースで50% (245隻/年) に本PJの施策が普及すると仮定。
 - 試運転の所要日数は4日間と仮定。(今治造船/川崎重工業における平均的な日数)
 - 撮影機材による喫水計測
 - 喫水計測の通船の50%は、別作業(人員の乗下船等)も兼ねるため削減不可と仮定
 - 効果が発生する隻数は122隻/年とした (施策普及50% × 削減可能50% = 25%)
 - 通信環境の改善
 - 衛星FAXしか通信手段がない遠洋で試験を行う船の割合を20%と仮定
 - 効果が発生する隻数は49隻/年とした (施策普及50% × 削減可能20% = 10%)
 - 海上試運転情報共有システム
 - すべての試運転船において実施可能な施策である。
 - 効果が発生する隻数は245隻/年とした (施策普及50% × 実施可能100% = 50%)

③海上試運転のリモート化に係る調査研究

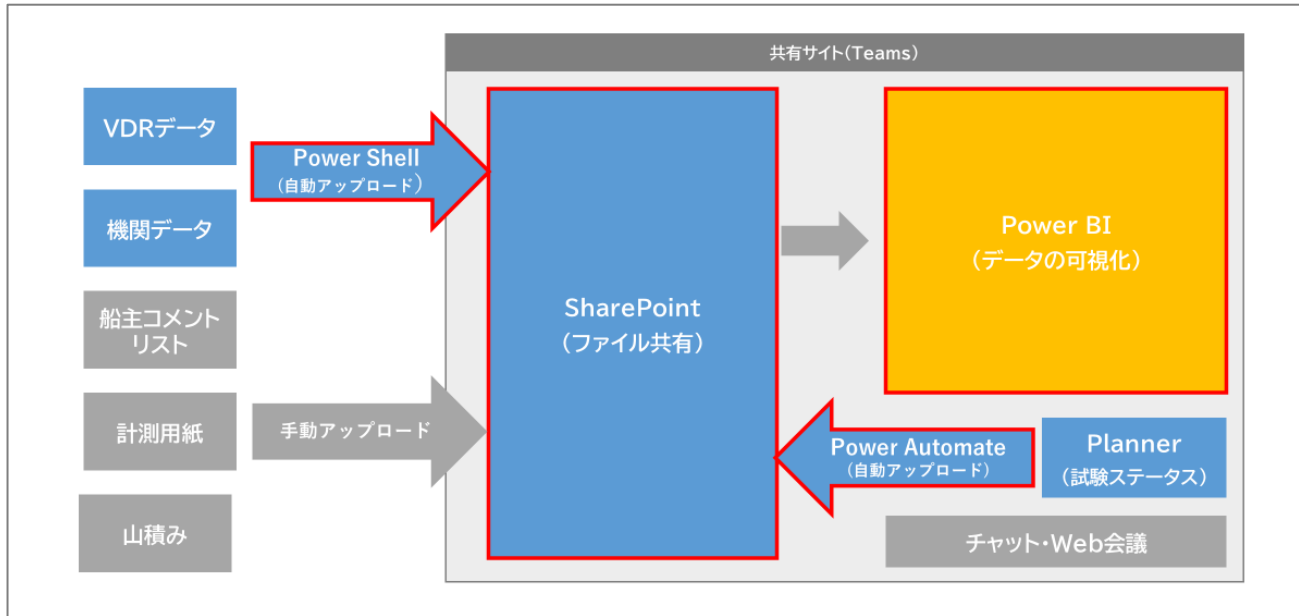
2023年度の事業の進捗

□ 生産性向上効果に関する定量的評価(納期短縮、工数削減、コスト低減等)

方策	生産性向上効果	前提	使用者のコメント(検証後)
撮影機材による喫水計測	コスト低減 1,220万円 / 年 (122隻 × 10万円) 通船運航要員削減 延べ244人/年	通船10万/円・隻 通船運航要員 平均2名/隻	<撮影機材による喫水計測> →撮影の能力と所要時間については十分である。
通信環境の改善	コスト低減 490万円 / 年 (49隻 × 10万円) 工数削減 490時間 / 年 (49隻 × 10時間/隻)	定例報告(5通/日を想定)の通信手段を 衛星FAXから電子メールへ切り替え 5000円/通 × 5通/日 × 4日 = 10万円/隻 0.5時間/通 × 5通/日 × 4日 = 10時間/隻	<ポケットWiFi→マルチSIM> →通信速度の差以上に、通信の安定性に優れているという印象。今後も使いたい。 <衛星FAX→マルチSIM> →FAX送信に30分~1時間掛かっていたのが、メールで送信することで時間短縮につながった。
海上試運転 情報共有システム	<全体状況の可視化> 工数削減 245時間 / 年 (245隻 × 1時間/隻) <機関データ可視化> 工数削減 245時間 / 年 (245隻 × 1時間/隻) <船主コメントの共有> 工数削減 2,450時間 / 年 (245隻 × 10時間/隻)	<全体状況の可視化> <機関データ可視化> 陸上との進捗状況共有の円滑化 各1時間/隻 <船主コメントの共有> コメント集計・消込作業の効率化 10時間/隻 <全般> 将来的なシステムの発展とスタッフの習熟により、 1~2名/隻の乗船者削減につながることを期待。	<全体状況の可視化><機関データ可視化> →陸側としては定期発信される運転レポートや船側担当者からの連絡を待たなくても、リアルタイムに進捗を確認でき、全体の把握が容易となる。 →トラブル時のデータ確認に役立つと思われる。 <船主コメントの共有> →トラブル発生時でも、陸上で対応できる可能性が高く、本船乗船人員の時間を取らなくて済む。 →コメントリスト配布まで待たずに、見たい時にコメントを確認することができたため、本船からの連絡の前に陸上側で能動的な対応が可能となる。 →どのようなコメントが出て、どのくらいclose出来ているか陸上からわかるため、サポートがしやすい。

成果を業界全体に普及させるための手引書に記載する項目

□ 海上試運転情報共有サイト



共有サイトのシステム構成図

Power BIでデータを可視化するために以下のツールを使用した。各ツールの初期設定手順や動作確認、トラブル対応等について手引書に記載する。

- Power Shell/タスクスケジューラ
- Power Automate
- SharePoint
- Power BI

③海上試運転のリモート化に係る調査研究

成果を業界全体に普及させるための手引書に記載する項目

□ 試運転海域における通信環境の調査

- ① 各機器（4Gルーター・4Gルーター（マルチSIM）・Starlink）の概要・特徴
- ② 各機器の部品一覧
- ③ 各機器の機器構成
- ④ 各機器の配線/設置方法・注意事項
- ⑤ 各機器の速度結果

1.4 配線/設置方法・注意事項

船舶へ取り付ける機器の配線・取付方法を以下の表に示す。

機器名称	対象船舶への取付方法	取付写真
外部アンテナ	COMPASS BRI. DK の手すりに養生テープで固定。 外部アンテナケーブルは、WHEELHOUSE に設置しているルーターまで配線。 【取付時の注意点】 ・電波の干渉を防ぐため、各モジュールのアンテナ同士は 30cm 以上離して設置。	
ルーター	WHEELHOUSE に設置。 COMPASS BRI. DK から配線したアンテナケーブルを WHEELHOUSE の天井に配線し、ルーターに接続。	

2.2 機器一覧

機器を以下の表に示す。

機器名称	製品名称	写真
ルーター	Maritime Mobile A II	
Wi-Fi アンテナ	Maritime Mobile A II 付属品	
外部アンテナ	Maritime Mobile A II 付属品	
アンテナケーブル	Maritime Mobile A II 付属品	—
SIM	Maritime Mobile A II 付属品	—

③海上試運転のリモート化に係る調査研究

成果を業界全体に普及させるための手引書に記載する項目

□ 撮影機材を用いた喫水計測

- ① 使用環境の想定
- ② 機器の選定基準
- ③ 検証に用いたドローンの比較（特徴、機器構成、注意事項）
- ④ 総評

			
本体仕様	スラスター2機 定点保持機能あり 本体重量約30kg	スラスター2機 定点保持機能あり 本体重量約10kg	スラスター2機 定点保持機能なし 本体重量約15kg
通信方式			
・ドローン制御方式	2.4GHz拡張WiFi	2.4GHz RCプロポ	2.4GHz RCプロポ
・カメラ制御・映像伝達方式	2.4GHz拡張WiFi	⇒	2.4GHz RCプロポ
カメラ仕様			
・カメラパン・チルト・ジンバル	あり	⇒	無し
・画像解像度	4K UltraHD	⇒	640x360pix
検証結果	<ul style="list-style-type: none"> ・通信切れの懸念があり、フレア部は撮影可能位置より望遠機能を用いて撮影を行う必要がある。 ・カメラはジンバルを装備し画像解像度も申し分ない。 ・重量が大きいため、一人で携行して舷梯を昇降することが不可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・ドローン本体との通信切れの心配は少なく、カメラは通信切れの懸念がありフレア部は撮影可能位置より望遠機能を用いて撮影する必要がある。 ・定点保持機能はバッテリー消費が大きい。 ・重量が小さいため、一人で携行して舷梯を昇降する事が可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ・通信切れの心配はなく、フレア部も実際に潜ってドラフトゲージの撮影が可能。 ・カメラにジンバルが備わっていないため、海象によっては撮影が難しい恐れがある。 ・一人で携行して舷梯を昇降するにはもう少し重量を小さくした方がよい。

成果を業界全体に普及させるための取り組み

- 他造船事業者との意見交換会の開催

→2023/11/30開催の西部造船会技術研究会 性能部会で本事業の成果の共有を実施済み

- 海上試運転情報共有サイトの維持運営(案)の作成

- システム構成
- 初期設定、変更の手引書
- 費用
- データ保管場所/削除
- セキュリティ（アクセス制限など）