

事業内容詳細 1 年目報告書

1. 1 年目報告

1.1 自動操船システム

① 技術の先進性

当社保有の衝突回避支援のアルゴリズムを用いて、船舶の自動避航を実現する技術を開発する。

② 技術開発の具体的内容

AIS, ARPA 及び物標画像解析による他船や物標のデータ、電子海図情報、避険線データを基に座礁・衝突・避険線接近の危険度を常時判定する。

座礁・衝突・避険線接近の危険度はそれぞれ以下により判定を行う。

(1) 座礁危険判定

電子海図の浅瀬（安全等深線）情報、自船の船位及び針路情報から自船の座礁危険を判定

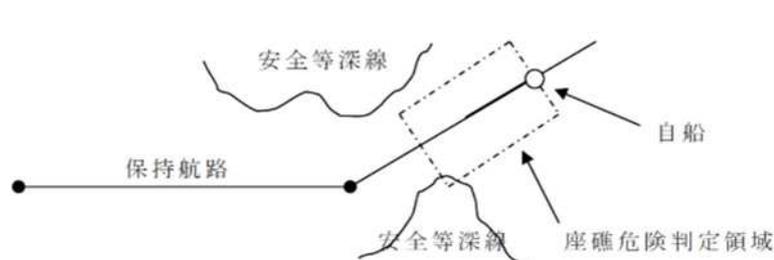


図 1.1.1 座礁危険判定領域表示

(2) 避険線接近判定

電子海図上の任意の位置に避険線を設定する事が可能であり、設定された避険線、自船の船位及び針路情報から自船の避険線接近を判定

(3) 衝突危険判定

自船の船速及び針路と他船の船速及び針路を基に、全ての他船の DCPA(最接近点までの距離)、TCPA(最接近点までの時間)を計算し、DCPA、TCPA が基準値以下の場合に衝突危険と判定する
他船の船速及び針路情報は AIS, ARPA 及び物標画像解析システムからデータを受信する。

上記座礁・衝突・避険線接近判定により危険と判断された場合には避航航路を自動生成し、生成された避航航路に沿って操船する為の制御信号を各アクチュエータに出力し、自動避航を行う。

③ 1 年目事業（2020 年 2 月から 2021 年 3 月まで）の目標と達成状況

(1) 目標

- 1) 当社保有の衝突回避アルゴリズムを改修し、無人航行実証実験用自動操船アルゴリズムを作成

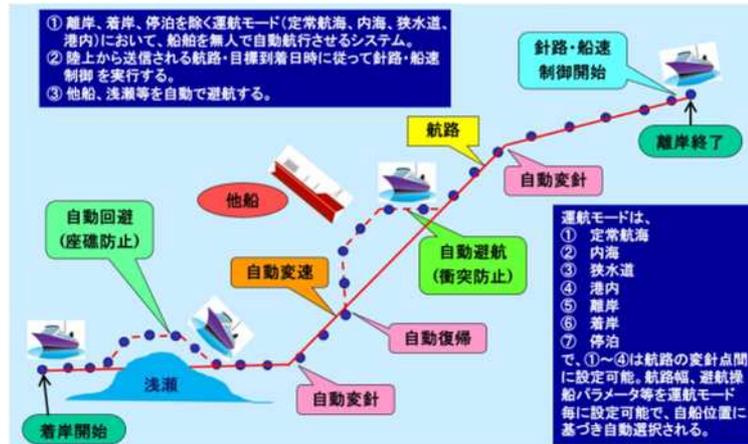


図 1.1.2 自動操船システムの概要



図 1.1.3 自動操船システムの概要

- 2) 外部システムとのインターフェース仕様構築及び通信ソフトウェアの作成
- 3) シミュレータを用い、輻輳海域における避航操船を実施し、自動操船 アルゴリズムの有効性を確認

(2) 達成状況

- 1) 自動操船アルゴリズムを作成した。
- 2) 外部システムとのインターフェース仕様を決定し、通信ソフトウェアを作成した。各外部システムと個別に通信確認を実施し、仕様書通りに通信が行える事を確認した。
- 3) 避航操船をシミュレートする為のシミュレータを作成完了。大洋航行における自動操船アルゴリズム（含む避航操船）の有効性を、シミュレータを用いて確認した。輻輳海域における避航操船の課題が判明した為、避航操船アルゴリズム及びパラメータの見直しを引き続き実施し、シミュレータによる確認を実施する。
(2021/5/M 迄)

1.2 離着岸シミュレーション手法

① 技術の先進性

当該船舶の運動を記述した状態方程式を元にした入出港航路のシミュレーションによる最適化手法を開発。航路選択への影響パラメータと風力による外乱影響を定量的にシミュレートする。

- (1) アプローチ航路は、状態方程式及び始点と終点の座標、外乱条件から進化計算法の一つである CMA-ES 法で自動生成する。これまでの方法と比べ、先験的な解軌道の準備の必要がなく、その検討コストが大幅に削減できる。

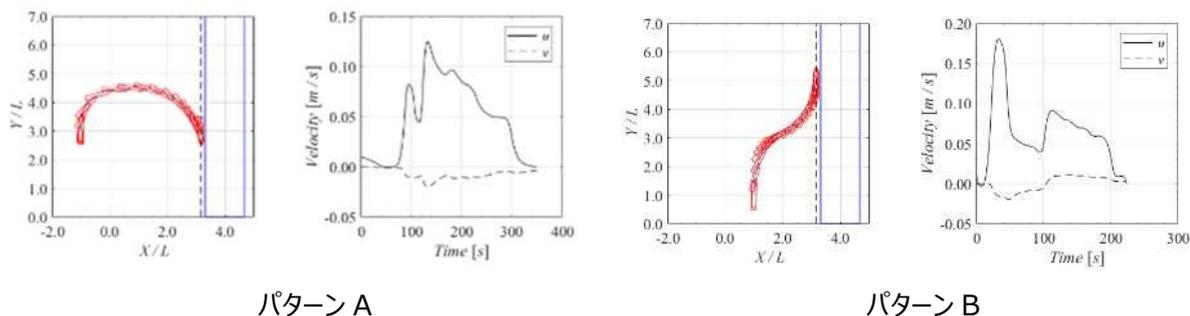


図 1.2.1 進化計算法によるいくつかのパターンに対する離着岸軌道の自動生成

- (2) 運動方程式中の係数を、System Identification 手法で同定し、部分的に AI 技術などを用いることにより未知項を逆推定する。

② 技術開発の具体的内容

- (1) 進化計算法（CMA-ES 法）を用いた、入出港航路を自動生成する計算手法を開発する。その際に用いる運動モデルについては、水槽試験と実船計測などから、最新の System Identification 手法や AI 技術により再構成する。
- (2) 船長モデルコースのデータを分析し、CMA-ES 法での計算に制約条件との対比により現実的な離着岸アプローチの自動生成ができるようアルゴリズムを開発する。
- (3) (1)、(2)に風等の環境条件を付加する。
- (4) 入出港航路は、各種外乱条件について、網羅的な計算を(1)の手法により予め実施して、トラッキング用航路に対する本船制御の制約条件・実証実験の実施外部条件の設定を行う。

③ 1 年目事業（2020 年 2 月から 2021 年 3 月まで）の目標と達成状況

(1) 目標

- 1) 水槽試験による運動モデルの構築
- 2) シミュレータの開発とそれを用いた各種操船条件によるシミュレーション実施

(2) 達成状況

- 1) 適用フェリーの模型水槽試験を実施。運動方程式用の各種データを取得



図 1.2.2 適用フェリーの水槽試験模型



図 1.2.3 水槽試験状況

- 2) 水槽試験から得られた運動方程式の係数により、運動モデルを作成した。横須賀・新門司港を地理モデル化し、オフラインシミュレーションにより入港地点、停船地点の条件のみを与えた最適航路シミュレーションを試行。本手法の有効性を確認した。



図 1.2.4 横須賀港（新港）の地理モデル化（赤線、赤丸）

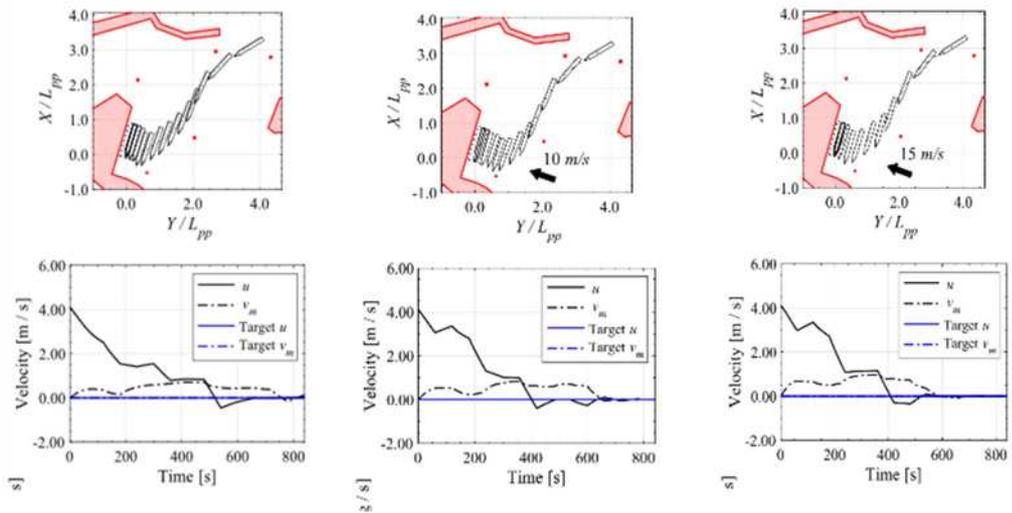


図 1.2.5 最適航路シミュレーション（例：左から無風、風速 10m/s、風速 15m/s）

障害物への近接条件等物理的制約、評価関数等のチューニングを引続き実施してゆく。この手法を用いて、風速影響、航路に及ぼす各パラメータ影響を検討する。

1.3 離着岸操船システム（ABMS : Automated Berthing Maneuvering System）

① 技術の先進性

状況変化に対する行動選択問題において卓越した成果をあげている深層強化学習を用いて、熟練船長の離着岸操船時の航跡を正確にトラッキングする AI を開発する。AI による自律操船をコーストラッキングに限定することにより、乗組員にとって安心感があり、自然外乱の変化や再スタートなどに対して冗長性のある自動航行が可能となる。このような離着岸手法は、これまでに国内外で報告例がない。

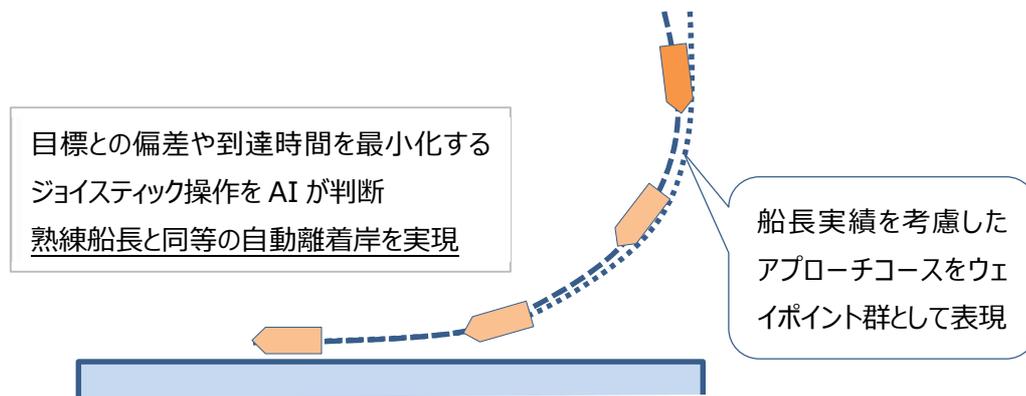


図 1.3.1 深層強化学習による離着岸コーストラッキング

② 技術開発の具体的内容

- (1) 船長実績を考慮した離着岸操船時の航路を設定し、自然外乱（風向・風速）を引数とする航跡データベースを用意する。
- (2) 航路からの逸脱を最小化するためのジョイスティック操船を行う AI を、深層強化学習のひとつである深層 Q 学習にもとづいて開発する。
- (3) 航路は連続的なウェイポイントとして表現し、本船との距離や船首方位の偏差、および通過時間を変数とする

報酬関数を用いる。

- (4) 学習時に自然外乱の影響をランダムに与えることで、その影響を最小化する離着岸制御を可能とし、微速前進時の操縦性やジョイスティックによる推力配分については、模型実験の結果を用いる。
- (5) 開発した AI は模型船を用いた自由航走実験により検証を行う。
- (6) 自動操船システムと AI プログラム搭載 PC を UDP で相互通信を可能とし、自動離着岸が可能であることを実船実験で実証する。

③ 1年目事業（2020年2月から2021年3月まで）の目標と達成状況

(1) 目標

- 1) 運航者情報を元にした入出港航路の設定。
- 2) 前項（1.2 離着岸シミュレーション手法）で構築した運動モデルを用いた航路トラッキングの AI 学習アルゴリズムのプロトタイプ構築。
- 3) 本船制御系への出力システム、自動運航システムとの通信システムの構築。

(2) 達成状況

- 1) 運航者情報を元に入出港航路（時間、船速、方位情報を持った点列）を設定した。
- 2) 前項で構築した運動モデルを用いた航路トラッキングの AI 学習アルゴリズムのプロトタイプを構築し、シミュレータと水槽試験で有効性を確認中。結果は適時フィードバックして改良継続する。

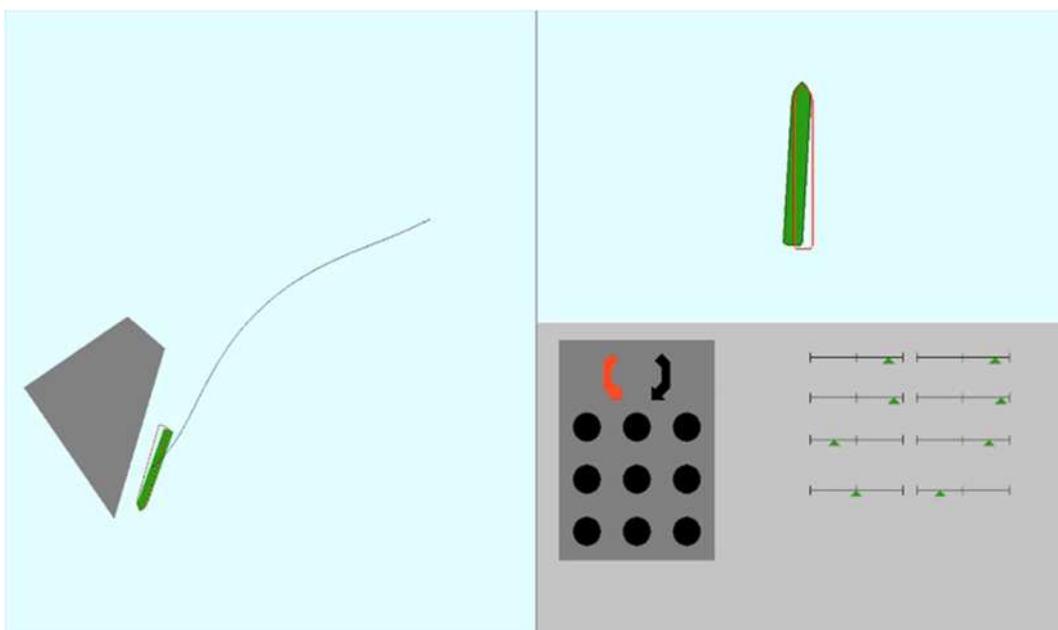


図 1.3.2 航路トラッキングのシミュレーション（横須賀新港入港）

- 3) 本船制御系への出力システム、自動運航システムとの通信システムを構築した。

1.4 岸壁測距システムの開発

① 技術の先進性

自動車の自動運転技術に用いられる LiDAR を船舶にも適応し、船舶と岸壁の距離及び接近速度を演算する技術を開発する。

② 技術開発の具体的内容

舷側に取り付けた LiDAR よりレーザー波を照射し、岸壁からの反射波を受信する事で、岸壁形状及び相対距離が認識可能となり、LiDAR との位置関係から船体側壁と岸壁の距離と接近速度を算出する。

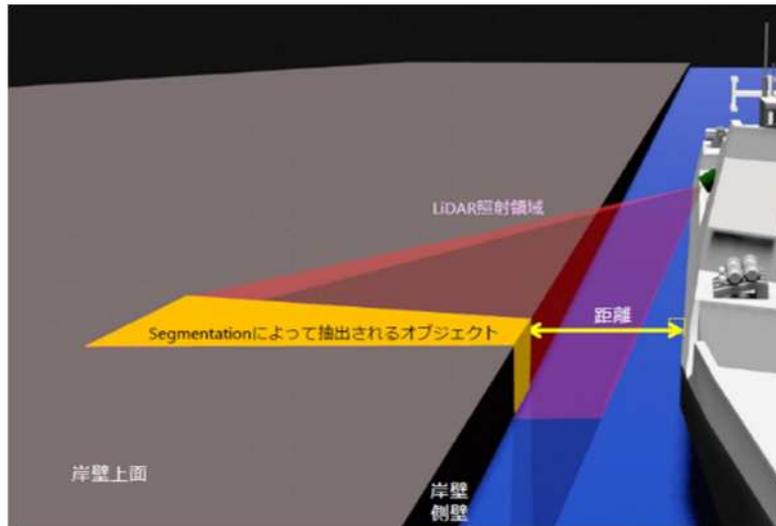


図 1.4.1 岸壁測距イメージ

③ 1年目事業（2020年2月から2021年3月まで）の目標と達成状況

(3) 目標

- 1) シミュレーションによる LiDAR の設置要件の設定
- 2) 岸壁測距システムの機器構成設計
- 3) 岸壁測距アルゴリズムの開発（2021.4 迄）

(4) 達成状況

- 1) シミュレーションにより LiDAR の設置要件を設定した。
- 2) 岸壁測距システムの機器構成を設計した。

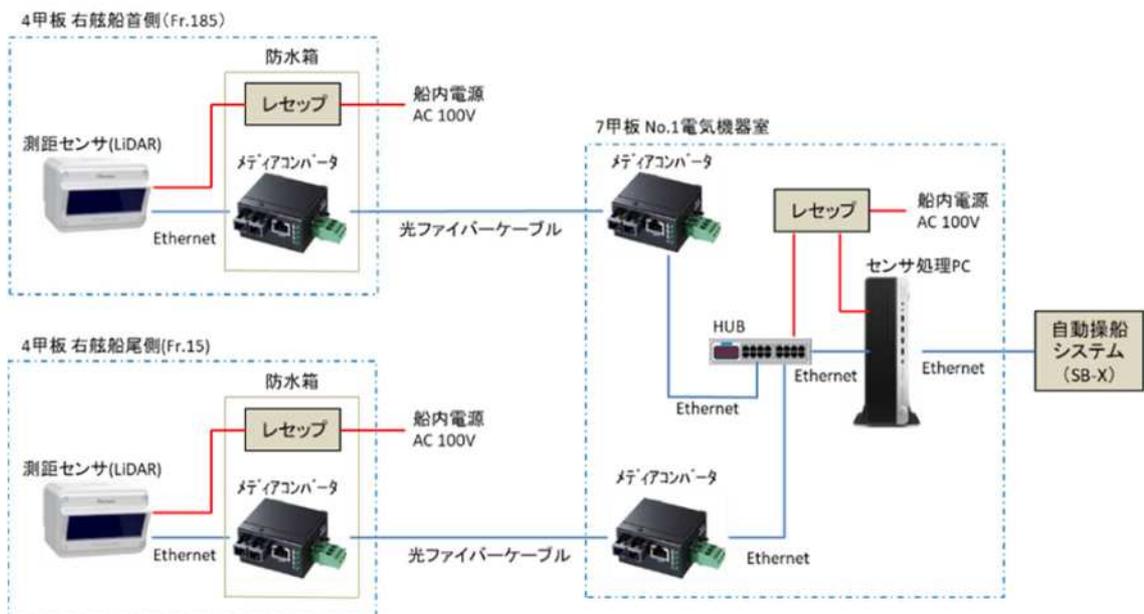


図 1.4.2 システム構成

- 3) 岸壁測距アルゴリズムの基本設計を終了し、プログラミング完了。4/8の工場試験にて岸壁測距システム基

本機能確認を実施する。

1.5 物標画像解析システム

① 技術の先進性

現状は、海図とレーダー、AIS、船員肉眼により、物標を認識し、衝突回避・避航の行動を取っている。AIS 非搭載船や、対象物や気象状況によっては、レーダーでの検知で捉えにくい物標があり、それらも赤外線カメラで検知可能とするシステムを開発する。

現状、対象物の測位を行えるカメラは存在しないため、今般複数カメラと画像解析システム AI の組み合わせによる

- 1) 画像認識技術による検出
- 2) 対象物測位、測距

を行うシステムを開発する。

検出された物標は、レーダー、AIS 情報と融合させ、対象物としての認知を行い、避航要否判定を行う情報とする。

② 技術開発の具体的内容

(1) 画像認識システム

2 種類のレンズを組み合わせた 8 台の IR カメラにより、物標を検知し、船舶とその他の物標を識別するシステムを開発する。学習データによる機械学習 AI 手法を用いる。

(2) 測位技術

各カメラの画像上の物標位置から、(1)で検知した物標の測位を行う技術を開発する。

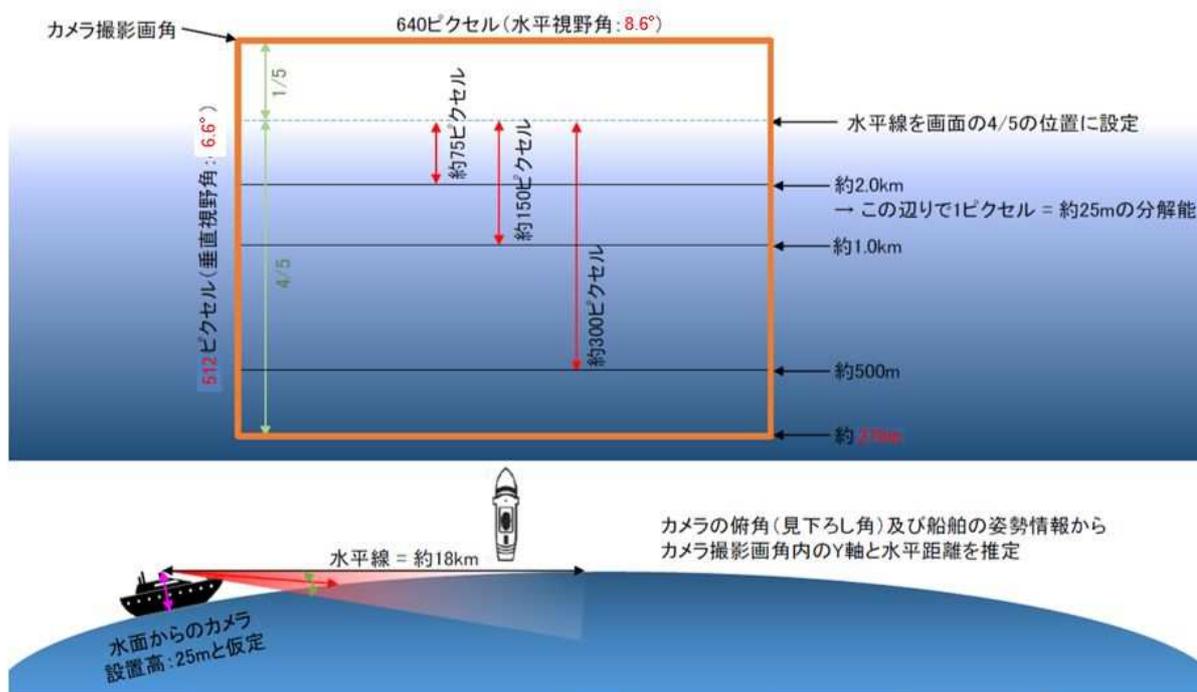


図 1.5.1 測位手法案 (望遠レンズ 8.6°の例)

(3) 動揺補正システム

荒天等により本船が動揺している場合も、動揺センサの計測結果を用いて画像を補正し、測位可能とするシステムを開発する。

③ 1年目事業（2020年2月から2021年3月まで）の目標と達成状況

(1) 目標

- 1) 機能仕様まとめ、注文仕様書作成
- 2) 機器選定(カメラ、サーバ、PC等)、システム構成設計
- 3) AI学習用動画撮影、AI学習データ作成
- 4) 画像解析ソフトウェア開発・製作・検証
- 5) メーカー出荷前試験

(2) 達成状況

- 1) 機能仕様をまとめ、注文仕様書を作成した。
- 2) 機器（カメラ、サーバ、PC等）を選定し、システム構成を設計した。

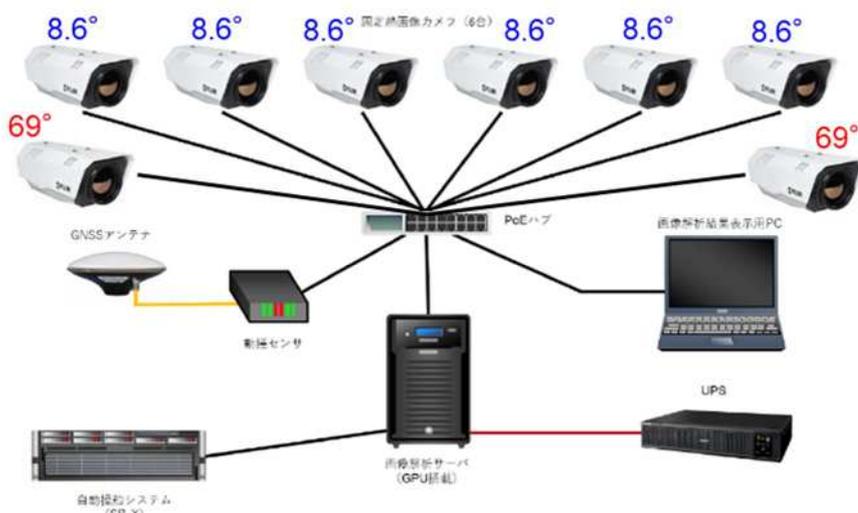


図 1.5.2 システム構成（望遠 8.6°×6台、広角 69°×2台）

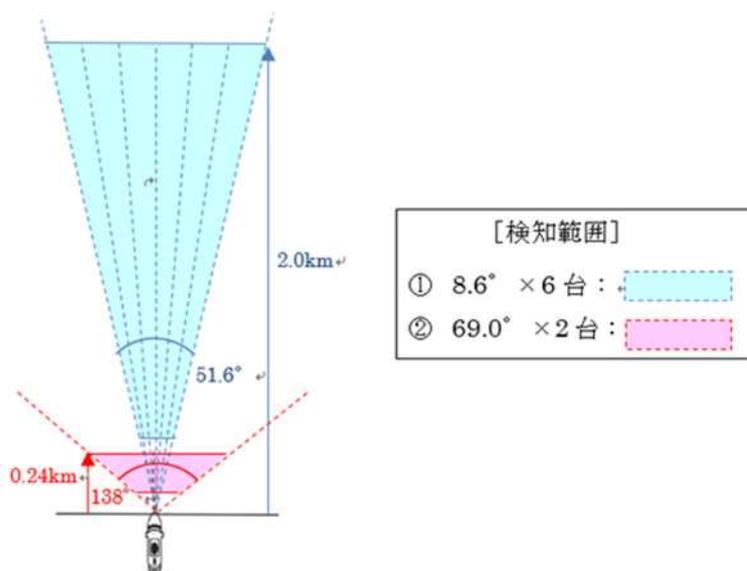


図 1.5.3 検知範囲

3) AI 学習用動画撮影し、AI の学習データを約 1 万件作成した。



図 1.5.4 AI の学習データ用動画撮影の様子

4) メーカー内で画像解析ソフトウェアを開発・製作・検証した。

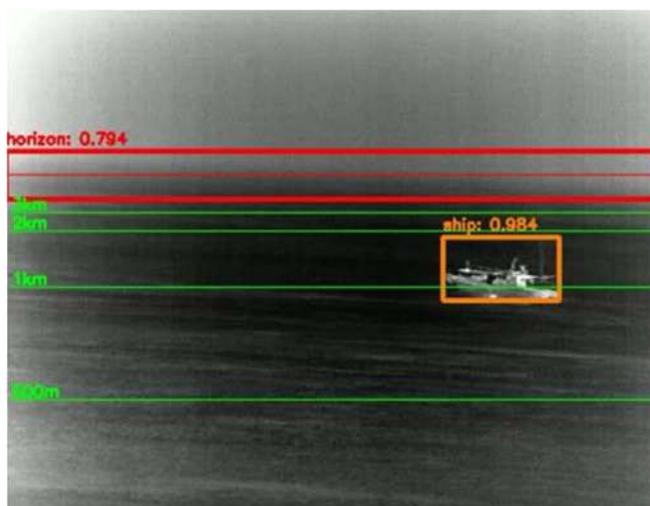


図 1.5.5 物標検出のイメージ

5) メーカー出荷前試験 2021/1/27 に実施し、開発したソフトウェアが仕様どおり動作することを確認した。

1.6 燃料油(FO)漏れ検知システムの開発

① 技術の先進性

劣化したフレキ管からの燃料油(FO)漏れの早期検知を、乗組員（機関員）に代わり、カメラ監視と画像処理技術により検知するシステムを開発する。

② 技術開発の具体的内容

燃料油(FO)漏れは、極めて危険な事象であり機関室火災につながる恐れがあるため、安全対策として必須と考える。

大きな量の漏れの前の微量な漏れを機関員の点検に代わり、カメラ監視と画像処理技術により検知するシステムを開発する。

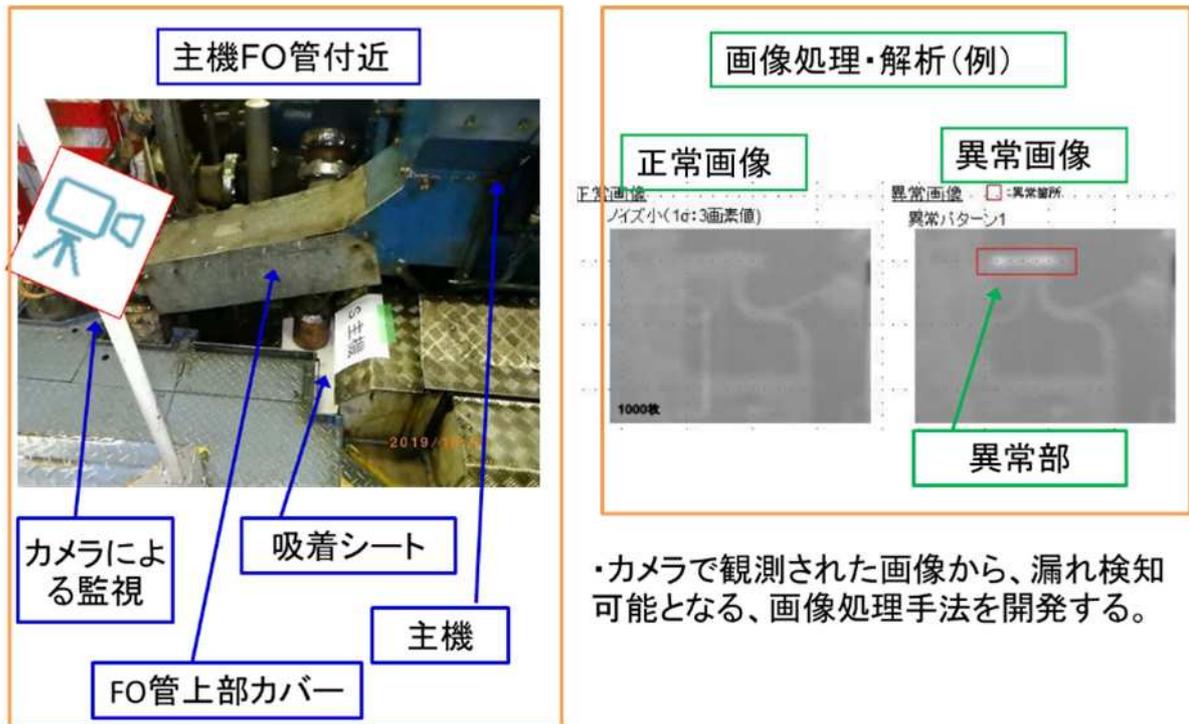


図 1.6.1 画像監視による燃料油(FO)漏れ検知

③ 1年目事業（2020年2月から2021年3月まで）の目標と達成状況

(1) 目標

- 1) 機器選定（カメラ、PC等）及びシステム構成設計
- 2) 画像解析手法の選定
- 3) カメラの設置要件を設定
- 4) 陸上試験要件を設定し、試験を実施

(2) 達成状況

- 1) 機器（カメラ、PC等）を選定し、システム構成を設計した。
- 2) 画像解析手法を選定した

本システムでは、収集した画像データを複数領域に分割し、平滑化等の前処理を行った後に、異常検知手法の1つであるLOF(Local Outlier Factor)を用いて異常度を算出し、異常を検知する。



図 1.6.2 画像処理手法

3) カメラの設置要件を設定した。

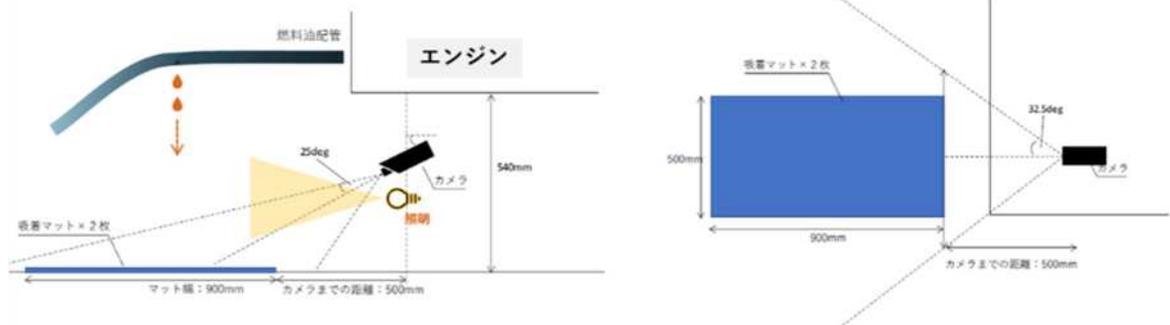


図 1.6.3 カメラ設置イメージ（左：側面図、右：上面図）

4) 陸上試験要件を設定し、試験を実施し、システムの有用性を確認した。

1.7 電動機状態監視システム

① 技術の先進性

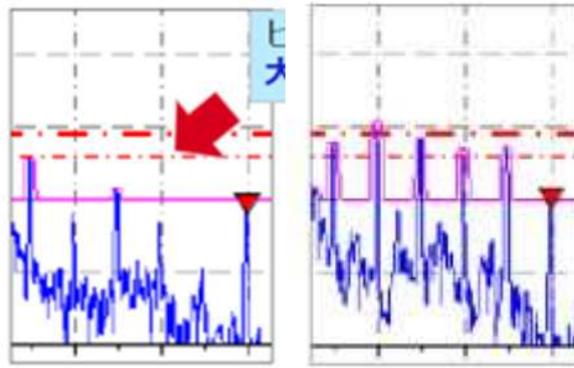
トレンド解析による異常検知

② 技術開発の具体的内容

一般のアラームは、機器の異常の発生を、観測値が所定の閾値を超えた段階で発動するものであるため、言い換えれば故障発生の通知である。

ここでは、機器の状態を示す各種の数値（圧力や温度等）をある程度長期間観測することで、そのトレンドから先々異常発生につながる兆候を検知するシステムを開発する。それにより本格的な異常が発生する前に、点検やパーツ交換を行う事で航海中の故障を防ぐ。

* 各機器の観測値は短期間に大きく変動するものではなく、1回/日程度を長期間積み上げる。



定常波形 異常波形
 図 1.7.1 電動機電源内波形計測



図 1.7.2 電動機診断画像

③ 1年目事業（2020年2月から2021年3月まで）の目標と達成状況

(1) 目標

- 1) 電動機電流情報取得用 CT クランプの各種始動器盤への設置
- 2) 電流情報量計測盤製作及び機能試験の実施
- 3) 電流情報量計測盤の本船への搭載
- 4) 船上試験方案作成

(2) 達成状況

- 1) 電動機電流情報取得用 CT クランプを各種始動器盤へ設置した。



図 1.7.2 工場試験時の様子

- 2) 電流情報量計測盤を製作、機能試験を実施した。
- 3) 電流情報量計測盤を本船へ搭載した。



図 1.7.4 本船搭載時の様子

- 4) 船上試験方案作成完了した。

1.8 陸上監視システム

① 技術の先進性

無人運航に必要な航路・運航・機関データをクラウドサーバへ送信し、陸上からリアルタイムで監視可能とするシステムを開発する。

クラウドサーバに集約して蓄積した本船のトレンドデータは、無人運航時の航行データ解析や運航支援に利用できる。また、将来的には、本船機器の故障予知技術開発につなげることを目論む。

更に、本システムは堅牢なサイバーセキュリティを有するシステムとして開発する。

② 技術開発の具体的内容

(1) 下記データを船陸間通信でクラウドサーバへ送信し、陸上で監視可能なインターフェースを開発・提供。陸上からの航路データ送信も可能とする。

・航海装置データ(自動操船システム、GPS、レーダー、AIS、風向風速計 等)

- ・エンジンロガーデータ(機関トレンドデータ、警報・イベント履歴)
- ・M0 チェックリスト入力データ
- ・機関室カメラ画像 (※通信データ量の観点から、ユーザ要求時のみ送信)

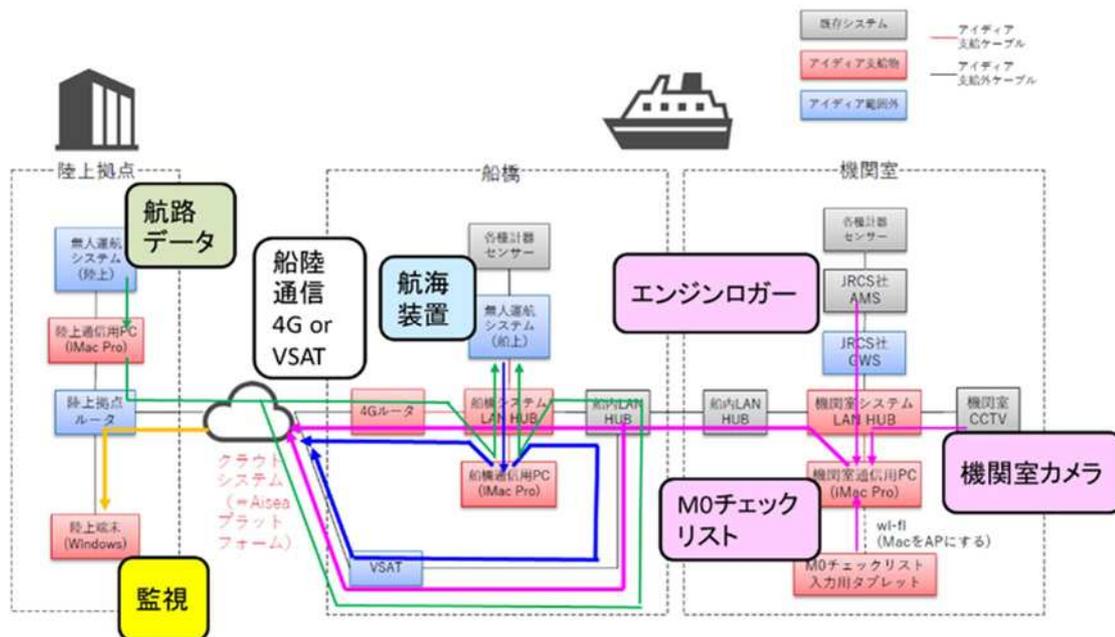


図 1.8.1 システム構成

- (2) 機関室の警報発生箇所を可視化 (3D Viewer 上に表示) し、遠隔からも警報発生場所の特定を容易にする技術を開発する。

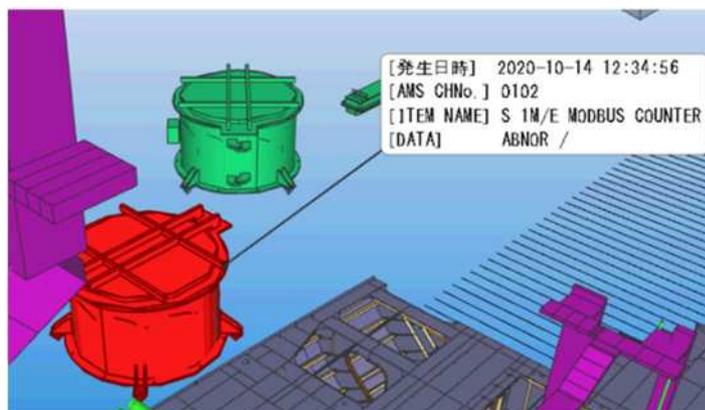


図 1.8.2 機関室警報 3D Viewer イメージ

- (3) センシング機器がなく手動入力項目がある M0 チェックリストについて、入力用タブレットを開発し、入力データをクラウドサーバに集約する。これにより、これまで集約されてこなかったデータ、直近だけでなく過去データも解析可能。

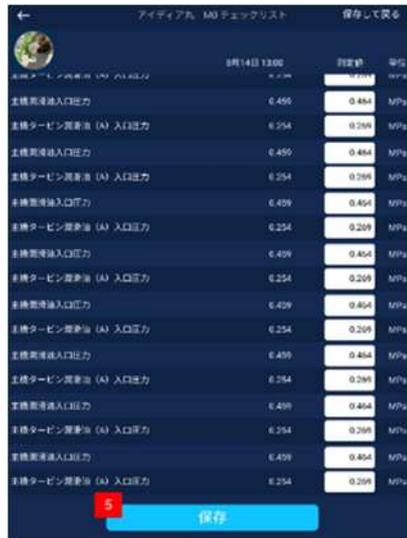


図 1.8.3 M0 チェックタブレット入力画面イメージ

(4) 無人運航船向けのサイバーセキュリティ技術を新規に開発する。

ネットワーク負荷の軽量の、高度に完全性・真正性を確保したアプリケーションレイヤプロトコルを実現する。データベース上のデータの保持にあたって、高度に完全性・真正性を確保する。

情報の送受信端末上で、TLS 上のアプリケーションレイヤーデータに関する規約として、新規に船舶の自動運航に最適かつ安全な通信を実現する方式を開発する。

開発したシステムに対し、セキュリティテストおよびペネトレーションテストを実施し、セキュリティの信頼性を検証・評価する。

③ 1年目事業（2020年2月から2021年3月まで）の目標と達成状況

(1) 目標

- 1) 機能仕様まとめ、注文仕様書作成
- 2) 機器選定（PC、ネットワーク機器等）、システム構成設計
- 3) 他装置との通信仕様確定
- 4) 運航者向け説明、機能仕様確定
- 5) ソフトウェア開発・製作・検証
- 6) メーカー出荷前試験

(2) 達成状況

- 1) 機能仕様をまとめ、注文仕様書を作成した。
- 2) 機器（PC、ネットワーク機器等）を選定し、システム構成を設計した。
- 3) 他装置との通信仕様を確定した。
- 4) 運航者向け説明を実施し、機能仕様を確定した。



図 1.8.4 開発したソフトウェアの画面イメージ

- 5) メーカー内でソフトウェアの開発・製作・検証を実施した。
- 6) メーカー出荷前試験 2021/1/28 実施し、開発したソフトウェアが仕様どおり動作することを確認した。

1.9 安全性評価

(1) 目標

設計段階でのリスクアセスメントを NK に依頼し、リスク評価(HAZID)にて安全対策が十分か確認する。

(2) 達成状況

- ・ 10 月にリスク評価会議を実施した。
(参加者：NK、海上技術安全研究所、新日本海フェリー、三菱造船、MHIME)
- ・ 実施済みの安全対策を考慮に入れた場合、洗い出された全てのリスクは許容される領域又は ALARP 領域に分類されることを確認した。

1.10 船上搭載装置の発注、船上搭載装置に関する船体設計図、船上搭載装置に関する一部工事

(1) 目標

船上搭載装置について、建造スケジュールに合わせた納期で発注し、一部を搭載する。

(2) 達成状況

備品台帳（付録）参照

2. 助成契約書記載の成果物

(1) 助成契約書記載の成果物名称

- ・ 共同開発社向け仕様書、プラットフォームとしての無人運航システム設計書およびソフトウェア開発※
- ・ 離着岸航路シミュレーション手法、アクチュエータ制御アルゴリズム設計書およびソフトウェア開発※
- ・ カメラによる物標検知システムの設計書及びソフトウェア開発※
- ・ 機関室燃料油(FO)漏れ検知システム設計書およびプロトタイプ、電動機状態診断システム設計書

- ・ 船上搭載装置の発注、船上搭載装置に関する、船体設計図、船上搭載装置に関する、一部工事
- ※ 1,2 期で完了

(2) 成果物リスト

No.	助成契約書記載の成果物名称	図番・図面名称等
1	自動操船システム	
	-1. 設計書	自動操船システム納入図
	-2. ソフトウェア開発	自動操船シミュレータ試験方案及び試験結果
2	離着岸シミュレーション手法	
	-1. 注文仕様書	(注文仕様書)
	-2. ソフトウェア開発	(1 年目報告書)
3	離着岸操船システム	
	-1. 注文仕様書	(注文仕様書)
	-2. ソフトウェア開発	(1 年目報告書)
4	岸壁測距システム	
	-1. 注文仕様書	注文仕様書
	-2. 設計書	機器構成図、通信仕様書
	-3. ソフトウェア開発	未 (2021.4 納入予定)
5	物標画像解析システム	
	-1. 注文仕様書	注文仕様書
	-2. 設計書	メーカ設計図面一式
	-3. ソフトウェア開発	本船搭載機器一式(含むソフトウェア)
6	燃料油(FO)漏れ検知システム	
	-1. 注文仕様書	注文仕様書
	-2. 設計書	機器構成図及び陸上試験計画書
	-3. ソフトウェア開発	陸上試験結果報告書
7	電動機状態監視システム	
	-1. 注文仕様書	注文仕様書
	-2. 設計書	見積仕様書、シーケンス図
	-3. ソフトウェア開発	電流情報量計測盤 検査成績書
8	陸上監視システム	
	-1. 注文仕様書	注文仕様書
	-2. 設計書	メーカ設計図面一式
	-3. ソフトウェア開発	本船搭載機器一式(含むソフトウェア)
9	安全性評価 (※1)	
	-1. リスク評価	無人運航船の実証実験に関するリスク評価 HAZID 実施報告書、一般財団法人 日本海事協会
10	船上搭載装置の発注、船上搭載装置に関する 船体設計図、船上搭載装置に関する一部工事	

No.	助成契約書記載の成果物名称	図番・図面名称等
	-1. 船上搭載装置の発注	社外発注管理表（備品台帳として流用）
	-2. 船上搭載装置に関する船体設計図	無人航行実証実験／HA-2_1 番船からの変更点概要

※1：助成契約書に記載ないが、事業に必要な作業として実施。

以上

付録： 備品台帳

品目	予算区分	費目		実績納入日 (検収日)	設置場所 又は保管場所
		項目	詳細(納品物)		
物標 画像解析 システム	一期	ソフトウェア設計作業	設計書、社内試験方案	2020/8/31	長電設
	一期	ソフトウェア製作・試験作業	①動揺検出センサ(GPS+受信機)×4 ②社内試験結果、初期学習済ソフトウェア、取扱説明書、第一期報告書	2021/2/8	①本船 ②長電設
	一期	広角レンズカメラ2台追加作業	(役務、納品物は上記と同一)	2021/2/8	(役務、納品物は上記と同一)
	二期	立ち上げサポート・追加学習作業	追加学習済ソフトウェア		長電設
	二期	実証実験サポート・報告書作成作業	完成図書、最終ソフトウェア		長電設
物標検知用 機材	一期	本船搭載用開発機器(レンタル) 一期分	サーバ×1、ディスプレイ×1、PoE HUB×1	2020/4/17	本船
	二期	本船搭載用開発機器(レンタル) 二期分	(同上[継続利用])	(同上[継続利用])	(同上)
	一期	本船搭載用開発機器(在庫レンタル) 一期分	GPUカード×2、解析結果表示用ノートPC×1	2020/4/14	本船
	二期	本船搭載用開発機器(在庫レンタル) 二期分	(同上[継続利用])	(同上[継続利用])	(同上)
	一期	メカ開発用機器(レンタル) 一期分	①サーバ×1、②UPS×1	2020/12/22	①ブレインズ社 ②本船
	二期	メカ開発用機器(レンタル) 二期分	(同上[継続利用])	(同上[継続利用])	(同上)
	一期	メカ開発用機器(在庫レンタル) 一期分	GPUカード×2、解析結果表示用ノートPC×1	2020/12/22	ブレインズ社
	二期	メカ開発用機器(在庫レンタル) 二期分	(同上[継続利用])	(同上[継続利用])	(同上)
	一期	開発&撮影用赤外線カメラ(レンタル) 一期分	①FLIR社製赤外線カメラ8.6°×1 ②置台×1、録画機×1、付属AC電源・ケーブル類×1st	2020/6/8	①本船 ②長電設
	二期	開発&撮影用赤外線カメラ(レンタル) 二期分	(同上[継続利用])	(同上[継続利用])	(同上)
	一期	本船搭載用カメラ(レンタル) 一期分	FLIR社製赤外線カメラ8.6°×5、69°×2、置台×8	2021/2/15	本船
	二期	本船搭載用カメラ(レンタル) 二期分	(同上[継続利用])	(同上[継続利用])	(同上)
	一期	開発用赤外線カメラレンタル費用	FLIR社製赤外線カメラ8.6°×1	2020/5/11	レンタル品につき返却済
	一期	撮影用ポータブル電源	ポータブル電源×1	2020/6/24	長電設
	一期	撮影用ポータブルディスプレイおよびHDD	①HDD×2 ②ポータブルディスプレイ×1、SATA-USB変換器×2	2020/9/4	①本船(or長電設) ②長電設
	物標検知用 カメラ調整	二期	本船調整作業	作業報告書	
陸上監視 システム	一期	陸上監視システム 一期発注(一回目検収分)	概要設計書、インターフェイス設計書	2020/6/29	長電設
	一期	陸上監視システム 一期発注(二回目検収分)	基本設計書、セキュリティ方針設計書	2020/7/29	長電設

付録：備品台帳

品目	予算区分	費目		実績納入日 (検収日)	設置場所 又は保管場所
		項目	詳細(納品物)		
	一期	陸上監視システム 一期発注(三回目検収分)	①-1 船橋通信用PC×1、4Gルータ×1、操舵室HUB×1、機関室HUB×1、機関室通信用PC×1、M0チェックタブレット×1 ①-2 陸上通信用PC×1、陸上ノートPC×1 ②社内試験方案、立会試験方案	①-1, ①-2 2021/1/29 ②2020/12/23	①-1 本船 ①-2 船主陸上設備 ② 長電設
	一期	陸上監視システム 一期発注(四回目検収分)	第一期報告書、社内試験結果、立会試験結果	2021/1/29	長電設
	一期	陸上監視システム M0チェック用タブレット追加分および充電ステーション	M0チェックタブレット×6、充電ステーション×1	2021/2/25	本船
	二期	陸上監視システム 二期発注(一回目検収分)	最新ソフトウェア(プログラム本体、社内試験結果[最新])、最新図面	2021/2/26	長電設
	二期	陸上監視システム 二期発注(二回目検収分)	最新ソフトウェア(プログラム本体、社内・立会試験結果[最新])、現地作業報告書		長電設
	二期	陸上監視システム 二期発注(三回目検収分)	最新ソフトウェア(プログラム本体、社内試験結果[最新])、ペネトレーションテスト報告書、現地作業報告書、完成図面、取扱説明書		長電設
	二期	陸上監視システム 二期発注(四回目検収分)	最終報告書、最新ソフトウェア(プログラム本体、社内試験結果[最新])		長電設
	二期	実証実験コミショニング費用	現地作業報告書		長電設
電動機状態監視システム	一期	電動機状態監視システム 一期分(一回目検収分)	①電流情報量計測盤 X 1、CTクランプ X 64、 ②設計図書一式、陸上試験方案兼報告書	2020/8/31	①本船 ②長電設
	一期	電動機状態監視システム 一期分(二回目検収分)	船上試験方案	2021/2/10	長電設
	二期	電動機状態監視システム 二期分(一回目検収分)	船上試験結果報告書		
	二期	電動機状態監視システム 二期分(二回目検収分)	実証実験完了報告書		
	一期	電動機状態監視システム用CTクランプ延長ケーブル	CTクランプ用延長ケーブル X 64	2020/8/31	本船
無人運航船の実証実験対応水槽試験	一期	水槽試験用計測機器	モータ、ギア、エンコーダ、コントローラ		
	一期	水槽試験用計測機器	スラスト用センサー、アナログDA変換器、校正証書		
	一期	模型船(M.3927)	模型船、プロペラ、副部、スラスト、装置取付治具および置台		
	一期	無人運航船水槽試験に係る作業	水槽試験結果報告書		
	一期	無人運航船の実証実験対応水槽試験計画	試験計画書		
自動操船システム (Super bridge)	一期	無人運航システム 一期分	①コンピュータ X 2、22inch タッチモニター X 1、22inch モニター X 1、モニター用固定金具 X 2、シリアルデバイスサーバー X 3、接点出力ユニット X 1、KVM延長器 X 1、スピーカー X 2、USB延長器 X 2、HUB X 1、ハードウェア予備一式 ②納入図書一式、通信仕様書一式、ソフトウェア開発、陸上試験及び結果報告書	2021/2/8	①本船 ②長電設
	二期	自動操船システム 二期分	ソフトウェア開発、海上試験(実証実験)及び結果報告書、機器納入		
	二期	自動操船システム用電源線接続箱	電源線接続箱		
	二期	自動操船システム起動表示灯	表示灯		

付録： 備品台帳

品目	予算区分	費目		実績納入日 (検収日)	設置場所 又は保管場所
		項目	詳細(納品物)		
	二期	自動操船システム ABMS通信仕様変更費	ソフトウェア修正		
自動離着岸 操船制御システム	一期	自動離着岸操船システム開発 2020年度	・開発計画書 ・離着岸コース操船AI システム(ソフトウェア) ・1年目開発レポート		
	二期	自動離着岸操船システム開発 2021年度	・実証実験結果をフィードバックしたシステム ・レポート		
	二期	自動離着岸操船システム開発 2022年度	・開発完了報告書		
	一期	自動離着岸操船システム開発 2020年度	・3月水槽試験立会出張経費		
操船統合制御システム	一期	操船統合制御システム 一期分	①制御箱 X 1、切換ユニット X 1、接続パネル X 1、操作ユニット X 1、予備品一式 ②納入図書仕様書、試験方案兼報告書	2020/12/25	①本船 ②長電設
	二期	操船統合制御システム 二期分	コミショニング、機器調整		
	二期	操船統合制御システム 海上試運転調整	コミショニング、機器調整		
離着岸コース シミュレーション	一期	離着岸コースシミュレーション 一期分			
	二期	離着岸コースシミュレーション 二期分			
測距システム	一期	岸壁測距システム ハードウェア購入分	LiDARセンサー X 2、ケーブルパック X 2、ACアダプター X 2	2021/1/28	本船
	二期	岸壁測距システム ソフトウェア開発分	①解析PC X 1 ②ソフトウェア開発費、陸上試験結果報告書 ③ソフトウェア、コミショニング結果報告書		
	二期	測距システム 二期分(LiDAR以外のハード費用)	メディアコンバーター(4台)、HUB(1台)、電源アダプタ	2021/3/19	
	二期	測距システム 二期分(防水ボックス)	防水箱(2台)	2021/3/17	
燃料油(FO)漏れ 検知システム	一期	燃料油(FO)漏れ検知システム 一期分	陸上試験結果報告書	2021/2/12	長電設
	一期	燃料油(FO)漏れ検知システム 一期分	陸上試験結果報告書	2021/2/10	長電設
	二期	燃料油(FO)漏れ検知システム 二期分	機器納入、コミショニング、船上試験結果報告書		
	二期	燃料油(FO)漏れ検知システム 二期分	コミショニング、船上試験結果報告書		
	一期	燃料油(FO)漏れ検知システム開発にかかる事前検討	燃料油(FO)漏れ検知システム開発にかかる事前検討結果報告書	2020/10/30	
	一期	燃料油(FO)漏れ検知システム開発にかかる事前検討	①燃料油(FO)漏れ検知システム開発にかかる事前検討結果報告書、機器構成図 ②燃料油(FO)漏れ検知システム用解析PC x 1、POE HUB x 1、カメラ x 2、免振台 x 2	2021/2/25	①長電設 ②本船
	一期	燃料油(FO)漏れ検知システム 一期分	油吸着マット	2020/9/17	長電設
船内LAN	二期	船内LAN及び光ファイバーケーブル端末処理工事	船内LAN及び光ファイバーケーブル端末処理工事一式		