

研究開発テーマ名

# 強風雨波浪環境対応の Virtual Mooring (VM) 技術開発

## 2022年度までの進捗状況

### 1.概要

海上無人観測機(USV: Unmanned Surface Vehicle)として、台風中心付近で運用可能な船体、マスト、セイル等の基本設計に加え、海上風および海流に基づき自律的な航行と仮想係留(VM: Virtual Mooring)を可能とする技術開発であり、本プロジェクトの最も基本的な研究開発テーマです。VM機能や船体単体の技術開発はもちろんのこと、大気海洋観測センサー運用試験のために船体艙装が必要なため、研究開発テーマ2とも緊密に連携しています。

初(2022)年度は、台風中心周辺の強風波浪環境下でも自律的な船体制御を可能とするVM機能および帆船型船体の基本設計を行い、試作ゼロ号機による水槽試験(船体強度確認等)や、試作1号機による国内沿岸海域試験

(船体制御機能確認等)を繰り返し

実施して改良を重ねた上で次(2023)年度夏季に計画している熱帯北西太平洋(フィリピン東方沖)における短期外洋試験(1週間程度)に向けた準備を進めました。

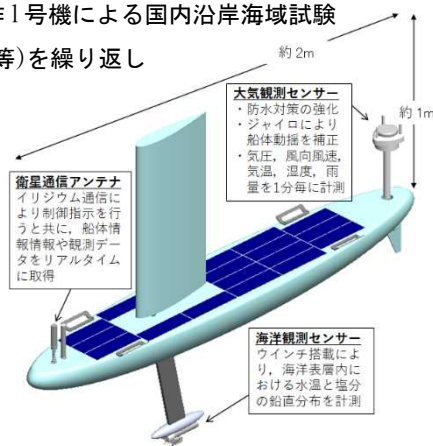


図1 VMドローン試作機の本体概要。今後の検証により仕様変更の可能性あり。

### 2.2022年度までの成果

2022年度における具体的な実施内容とその成果は次の通りです。

- ①民間企業からの協力も仰ぎ、CFD(数値流体力学)シミュレーション等に基づく無人帆船型船体の基本設計を行い、試作ゼロ号機(船体構造のみ)および試作1号機(マスト、セイル、キール、ラダー、船体制御用電装品など帆船型無人機としての基本装備を艙装)を製作しました。
- ②強風波浪環境下における船体強度や帆走時の船体周りに掛かる外力等を確認するため、代表機関の持つ多目的水槽(長さ40m×幅4m×深さ2m)を用い、試作ゼロ号機による水槽試験を実施しました。例えば、波高10mを模擬した高さから水槽へ落下を繰り返し、船体の変形や破損など船体強度を確認したほか、自走計測代車により速度や角度を変えて試作機を高速曳航し、帆走時における造波抵抗やマスト周りの六軸応力等を計測しました。



図2 VMドローン試作ゼロ号機による水槽試験の様子です。クレーンで天井付近まで吊上げた試作機(白破線)を水槽へ落下させる強度試験(左図)です。試作機マスト位置に六軸力センサーを付け、計測台車を高速で水槽上を走らす曳航試験(右図)です。

- ② 研究開発テーマ2で改良された大気海洋観測センサーを試作1号機に艙装の上で、基本的な船体性能や航行性能等を確認するため、駿河湾(静岡県沼津市三津浜)にて2回の国内沿岸海域試験を実施しました(2022年12月および2023年2月、各約1週間)。いずれの試験も天気が良く弱風環境ではあったものの、試験海域まで輸送した計測船(約17トン)の甲板上Aフレームから試作機を展開(着水)および揚収する作業手順の安全確認に始まり、基本的な帆走性能やセイル/ラダーによる船体制御等の確認を行うことができました。

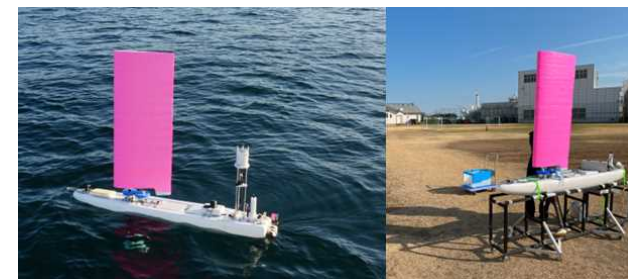


図3 VMドローン試作1号を用いた駿河湾における国内沿岸海域試験の様子(左図)、および当該試験に向けたセイル/ラダーの動作確認や通信試験など陸上整備作業(右図)です。

### 3.今後の展開

次(2023)年度は、新たな設計で製作する試作2号機を用いて、研究開発テーマ2と連携した国内沿岸試験(駿河湾)を行い、さらに改良を進めます。その上で、研究開発テーマ3が主体となる海洋地球研究船「みらい」熱帯北西太平洋航海を用い、台風発生多発域であるフィリピン東方沖にて短期外洋試験(約1週間)を実施する予定です。

研究開発テーマ名

# 強風雨波浪環境対応の大気海洋観測センサー群開発

## 2022年度までの進捗状況

### 1.概要

VM (Virtual Mooring) ドローンに艦装した上で、台風中心付近における大きな船体動揺環境下でも十分な精度を保持し、かつ一時的な水没や大雨に対しても耐えうる防水機能を有する大気海洋観測センサー開発を行う研究開発テーマです。観測センサー単体の技術開発はもちろんのこと、船体へ艦装後の運用試験が必須であるため、研究開発テーマ1とも緊密に連携しています。

初(2002)年度は、大気観測センサー類の防水加工とラボ試験による検定の上で、VM ドローン試作1号機に艦装しました。研究開発テーマ1と共同で国内沿岸海域試験(海上での防水性能確認および船体動揺影響の補正等)を繰り

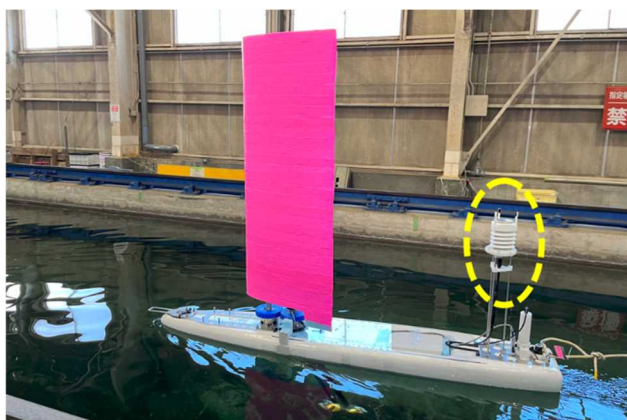


図1 VMドローン試作1号機に艦装された改修済み大気観測センサー(黄色破線)。国内沿岸海域試験実施に先立ち、代表機関の多目的水槽で静水中における測器検定を実施。

返し実施し、改良を重ねた上で、(2023年度夏季に計画している熱帯北西太平洋(フィリピン東方)における短期外洋試験に向けた準備を進めました。

### 2.2022年度までの成果

2022年度における具体的な実施内容とその成果は次の通りです。

- ①大気観測センサーは汎用自動気象ステーションをベースとして、気圧計、超音波風向風速計、温湿度計に各々防水加工を施した上で、防水性能や観測精度の確認と校正を行うためのラボ試験を実施しました。
- ②研究開発テーマ1により開発された試作1号機に改修済み大気観測センサーを艦装の上で、駿河湾(静岡県沼津市三津浜)にて2回の国内沿岸海域試験を行いました(2022年12月、2023年2月、各約1週間)。いずれも天気良好の弱風環境ではありましたが、試験に用いた計測

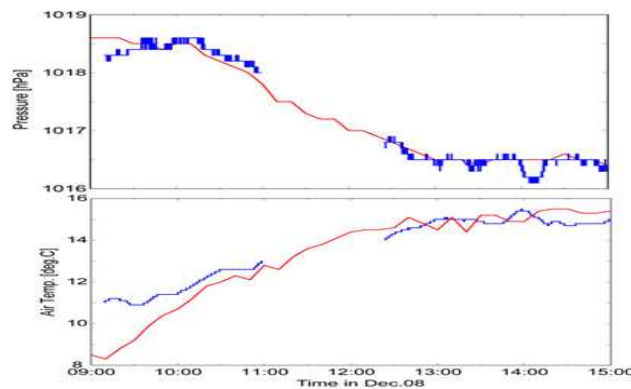


図2 国内沿岸海域試験(1回目、2022年12月)における改修済み大気観測センサー取得値と近隣 AMeDAS(三島)との比較。気圧(上図)および温度(下図)の時系列変化。各々、青線が大気観測センサー取得値、赤線が AMeDAS 観測値を示す。

船上の気象測器や近隣 AMeDAS (三島) との比較検証を行い、十分な精度を確保していることが確認できました。

- ③国内沿岸海域試験 2 回目には、海洋観測センサー (Multipurpose Observation Float : M OF) を船底に艦装し、同時展開した漂流ブイ (SOFAR Spotter) との比較検証も行い、波浪の小さな環境ではありましたが、観測精度に問題ないことが確認できました。



図3 VMドローン試作1号機(赤破線)に艦装した海洋観測センサー(MOF:汎用小型観測フロート)検証のため、沿岸海域試験では Spotter 漂流ブイ(黄破線)との同時観測を実施。

### 3.今後の展開

次(2023)年度は、試作2号機に艦装した大気海洋センサーを用い、研究開発テーマ1と連携した国内沿岸海域試験を行うことにより、さらに改良を進めます。その上で、研究開発テーマ3が主体となる海洋地球研究船「みらい」熱帯北西太平洋航海を用い、台風発生多発域であるフィリピン東方沖にて短期外洋試験を実施する予定です。



研究開発テーマ名

# 強風雨波浪環境にある熱帯北西太平洋域での試験運用

## 2022年度までの進捗状況

### 1.概要

台風発生発達域である熱帯北西太平洋にて VM (Virtual Mooring) ドローン試作機を展開後、所要の短期運用試験を実施後に回収し、その後の技術改良に供する(第2年度)と共に、台風中心周辺域での位置制御機能や観測データ取得を評価検証する長期外洋試験を実施(第3年度)する研究開発テーマです。

初(2022)年度は、VM ドローン試作2号機による短期外洋試験を行う海洋地球研究船「みらい」2023年度熱帯北西太平洋航海(6~7月予定)に対し、当該試験観測に係る関係国との国際事前調整を行った上で、MSR申請(Marine Scientific Research、外国の管轄水域における海洋の科学的調査の同意申請)を行いました。



図1 VMドローン試作機の外洋試験に用いる海洋地球研究船「みらい」。VMドローンの海上展開や揚収作業には船尾甲板上のAフレームクレーン(青破線)等を用い、船体中央のCバンド二重偏波レーダー(黄破線)ほか大気海洋観測装置によりVMドローン試作機の取得データ検証を実施予定です。

### 2.2022年度までの成果

2022年度における具体的な実施内容とその成果は次の通りです。

- ①VMドローン試作2号機による初の外洋試験を行うため、海洋地球研究船「みらい」2023年度熱帯北西太平洋航海(MR23-05、6~7月予定)の準備作業として、試験観測に係る関係国との国際事前調整を行った上でMSR申請を文部科学省(経由で外務省)へ提出しました。
- ②当該「みらい」航海にて同時に展開予定のWave Gliderや漂流ブイなど、主課題や相乗り課題担当者と緊密に情報交換の上で、MSR申請と過不足や矛盾がないようVMドローン短期外洋試験計画を策定しました。
- ③航海中におけるVMドローン試作機の海上展開や揚収など、「みらい」甲板作業手順を設定し、代表機関内における研究安全委員会(研究観測の実施内容を機関内の専門家委員が安全上の観点から検討し、機関として当該観測の実施可否を判断する会議体)と事前調整を行いました。

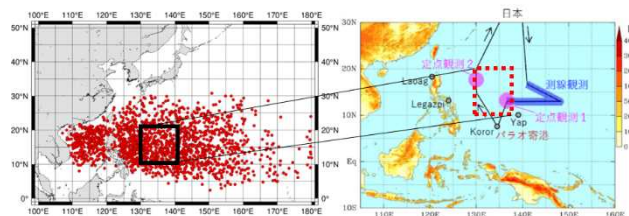


図2 気候学的な台風発生地点(赤丸、1951~2021年、デジタル台風\*1より作成)(左図)です。海洋地球研究船「みらい」2023/2024年航海の予定航路とVMドローン外洋試験を行います。フィリピン東方沖の定点候補海域(右図)です。

\*1 <http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/reference/birthplace.html>

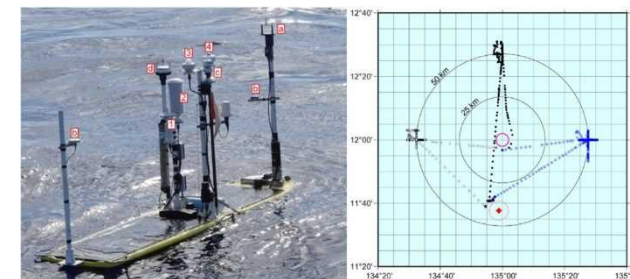


図3 2020年「みらい」航海に用いられたWave Gliderのフロート上にある大気観測センサー類(左図)、およびWave Glider3機の配置図(右図)。停船中の「みらい」(赤丸)の東西および北の各50kmにWave Gliderを配置し、観測データ検証を実施(R/V Mirai Cruise Report MR20-E01\*1)。2023/2024年の外洋試験でも類似した構成でVMドローン観測の検証を計画中です。

\*1 [https://www.godac.jamstec.go.jp/cr\\_catalog/external/metadata/MR20-E01\\_all/file/MR20-E01\\_all.pdf](https://www.godac.jamstec.go.jp/cr_catalog/external/metadata/MR20-E01_all/file/MR20-E01_all.pdf)

### 3.今後の展開

海洋地球研究船「みらい」熱帯北西太平洋航海(6~7月予定)におけるVMドローン試作機の短期外洋試験(フィリピン東方沖、約1週間)を実施します。試験実施に当たっては、代表機関における試験実施に係る事前の安全性の評価検討手続きや、船上におけるVMドローン試作機の展開や揚収に関わる甲板作業、ならびに外洋試験実施中における「みらい」操船に係る乗組員調整等を行います。

さらに、最終(2024)年度に実施する長期外洋試験(約1ヶ月間)に用いる「みらい」熱帯北西太平洋航海(6~7月予定)に対しても、当該試験観測に係る関係国との国際事前調整を行った上でMSR申請を文部科学省(経由で外務省)へ提出します。