

2022年度成果報告会

プログラムNo.4

風力発電等技術研究開発
/風力発電高度実用化研究開発/
風車運用・維持管理技術高度化研究開発
(洋上風力発電用CTV 及び洋上ブレード補修ゴンドラの開発による
維持管理技術の高度化)

イオスエンジニアリング & サービス(株)
2023年2月3日

委託先:
東京汽船(株)
(株)ブレードパートナーズ

問い合わせ先
イオスエンジニアリング & サービス(株)

E-mail:info@eos-es.co.jp
TEL:03-3519-3911

事業概要1

1. 期間

開始 : 2020年10月

終了(予定): 2023年 3月

2. 最終目標(ゴンドラ、要員育成プログラム)

- ・日本仕様に開発した全周タイプゴンドラの実用化
⇒ゴンドラを用いたブレード補修方法適用による作業効率化、ダウンタイム低減
- ・洋上風車へのゴンドラ展開にあたっての課題抽出、評価
- ・GWO*1準拠の洋上作業向けトレーニングプログラムの構築、認証取得(4モジュール)

3. 成果・進捗概要(ゴンドラ、要員育成プログラム)

陸上風車実機を利用して、ゴンドラを用いたブレード補修効率化の検証試験を実施

ロープワークと比較した損傷種類毎の補修効率、ダウンタイムを比較

⇒ゴンドラを用いることによる補修時間短縮効果を確認

⇒ゴンドラのプラットフォームと風車の適合性を評価、洋上への将来展望整理

トレーニング認証は4モジュール中、1個審査完了し認証取得、残りは審査待ち

*1 GWO: Global Wind Organization

事業概要2

1. 期間

開始 : 2020年10月

終了(予定): 2023年 3月

2. 最終目標(CTV)

以下のスペックを有する国内洋上風力発電設備用CTV*2開発

- 小型船舶クラス(総トン数20ton未満)
- 耐有義波高性能1.5m
- 操船支援システムを用いた自動操船による船体制御機能

3. 成果・進捗概要(CTV)

小型船舶クラスCTVを国内造船所で建造(2022年竣工、JCI*3登録)

有義波高1.5mの海象条件において航行可能であることを確認

実海域での自動操船での船体制御機能の能力試験を実施、達成度を評価

*2 CTV:Crew Transfer Vessel

*3 JCI:Japan Craft Insepection Organization(日本小型船舶検査機構)

目次

1. 背景・小型CTV建造コンセプト
2. 目標スペック・耐有義波高性能
3. CTV建造
4. 建造過程
5. 実海域試験スケジュール
6. 自動操船機能 開発項目
7. 開発目標値
8. 試験結果
 - 8-1. 船位保持
 - 8-2. 自動追従
 - 8-3. 接舷支援
9. 結果総括
10. 自動操船機能課題・将来展望
11. まとめ今後の運用

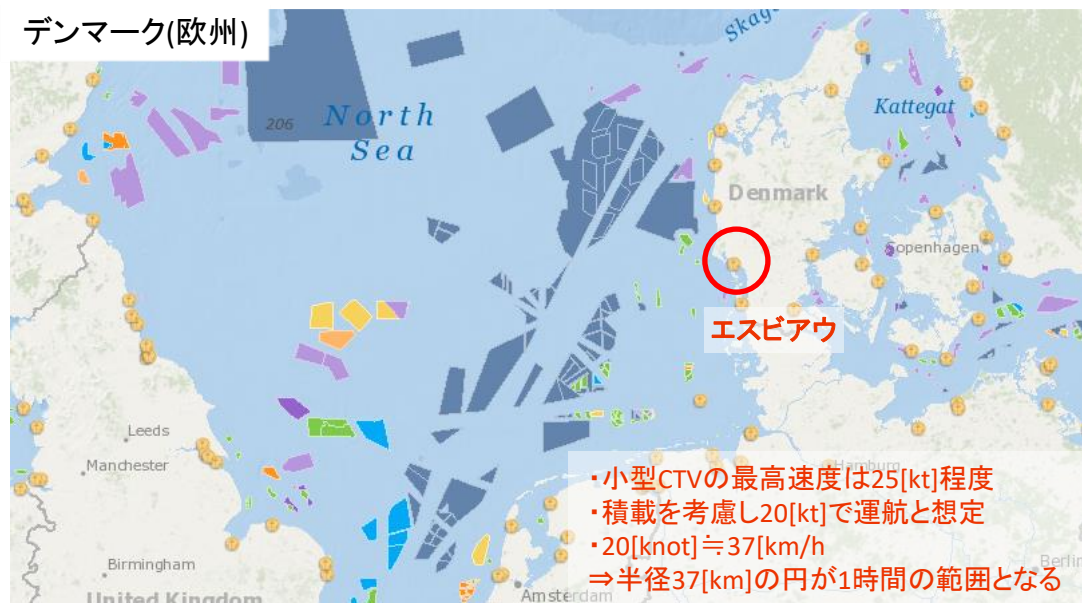
背景・小型CTV建造コンセプト

洋上風力建設地(国内外比較)

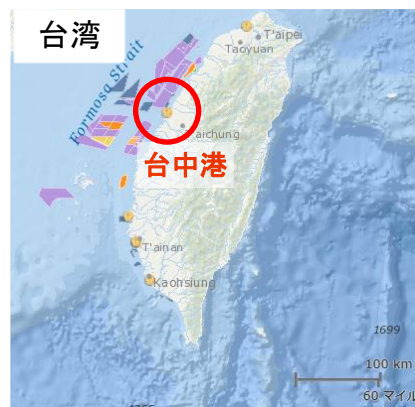
海外事例: 遠洋洋上であり、拠点港から距離が50km以上のサイトが複数

国内事例: 当面、拠点港から近い沿岸洋上、CTVは日帰り運用を想定

デンマーク(欧州)



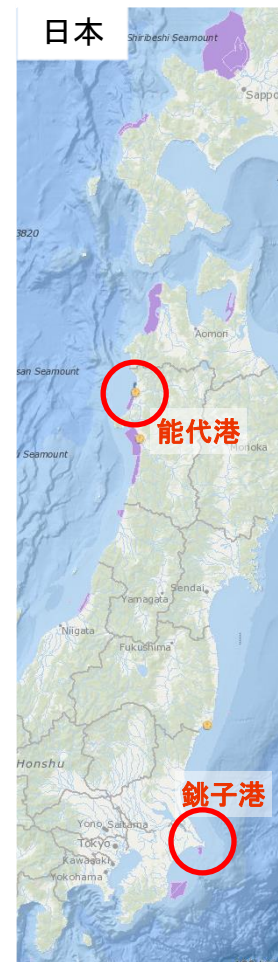
台湾



半径37km



日本

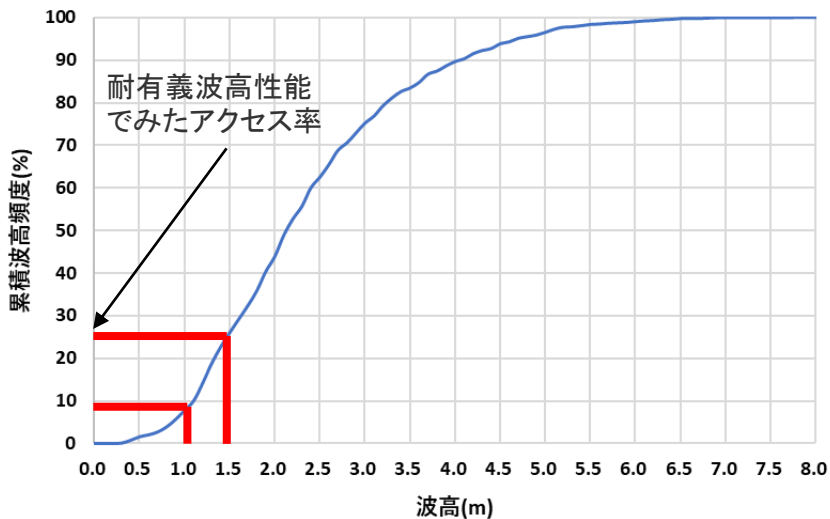


大型船舶を用いる海外O&M手法の踏襲は高コスト(過剰スペック)

日本の風車立地(沿岸洋上)に応じたコストパフォーマンスに優れたCTVが必要

運用コストの小さい小型船舶クラスCTVを建造、評価

目標スペック・耐有義波高性能



日本海側(秋田沖、2019年12-2月)の累積波高頻度

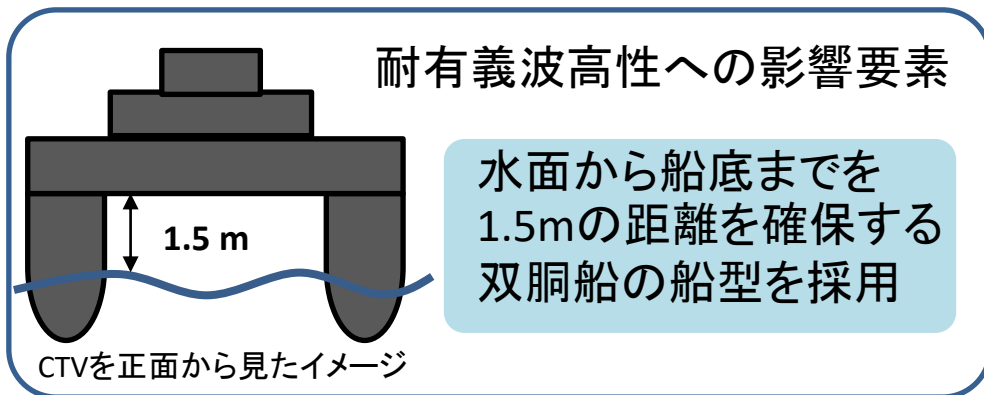
左記の海象条件のケースでは

耐有義波高性能1.0mの船 ⇒ アクセス率10%

耐有義波高性能1.5mの船 ⇒ アクセス率26%

耐有義波高性能値が大きい方が有利

1.5mは小型クラスでの最高水準の設計



CTVにおける双胴型のメリット

- 船幅が広く、広範なデッキスペース、居住場所を確保可能
- 優れた復元性による横波など動揺に対する高い安定性
- 左右両舷それぞれにエンジン、推進機を搭載することによる良好な操縦性能

その他速力、乗船定員、騒音など風車メーカー要求をクリアするよう設計

※委託先である東京汽船(株)から船体設計、建造に関する技術支援を受けて実施

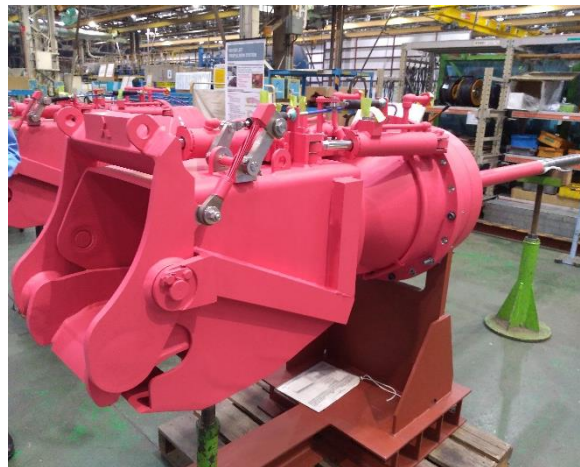
耐有義波高性能を高め、荒天時の出港、風車への到達確率を向上

CTV建造



船体設計・建造

ツネインクラフト&ファシリティーズ(株)



ウォータージェット(WJ)推進機供給

三菱重工業(株)



主機・補機供給

ヤンマー(株)

洋上風力産業ビジョン*において、O&Mに関する
国内調達比率を2040年までに60%にすることが掲げられている

CTVは洋上風力発電の重要なO&Mツールであり、要の船体設計をはじめ、
船舶の主要部品供給を国内メーカーと協力、国内製造品を搭載することで
国内調達比率向上に寄与
故障時など、早期復旧のための即時性や部品供給網等、利点を見込む

風車は海外製で寡占状態の中、O&Mツールの国産化を図り、維持管理性も向上

*令和2年12月15日 洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会資料 洋上風力産業ビジョン(第一次)概要を指す

建造過程



2021年12月
起工

船殻・艤装工事



2022年5月
進水

6月
海上試運転

6月末日
引渡し



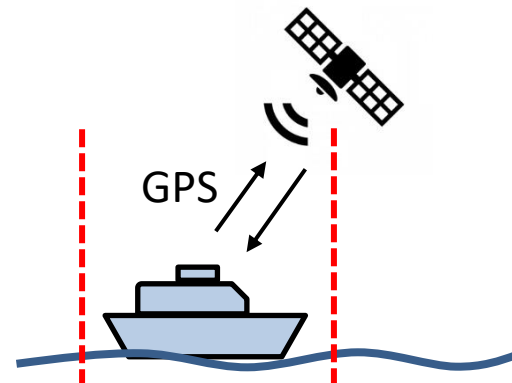
工程は計画通り進み2022年6月末日に竣工、引渡し、速力など基本性能はクリア

自動操船機能 開発項目

1. 船位保持

絶えず波風、潮流を受ける海上で
船体位置、船首方向をキープ

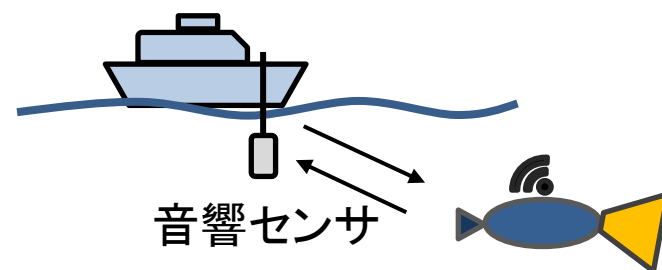
→風車付近で作業者移乗のための待機を行う際に活用



2. 自動追従

水中ドローンなどを用いた海中作業時、
ドローン位置を認識して船が追従

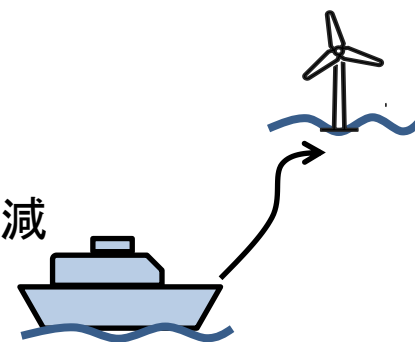
→海中調査業務などで活用し、時短、省力化を図る



3. 接舷支援

移乗のための洋上風車へのアプローチを自動で制御

→操船者による技量差に依存しないアクセス性向上、操作負担軽減

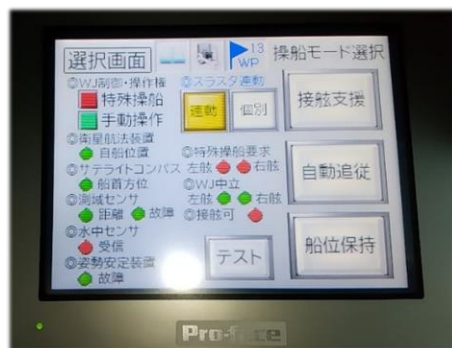


操船支援システムは三菱重工業(株)の供給、共同で試験実施

各機能の船体制御精度確認、向上のため、洋上風車建設候補地を選定し試験実施

開発目標値

開発項目	目標(KPI)
船位保持	任意の位置からの移動距離を半径15.0m以内に収める (計測時間は3分とする)
自動追従	CTV側センサ(親機)から子機センサまでの任意設定距離 ±15m以内に船体位置を収める
接舷支援	自動推進制御でTPラダーに正対し5.0mの位置まで接近する (操船者は目標位置到達後、手動操船にてTPへ押し込む)



操舵室内パネルからパラメータ変更を行い
船体制御の感度を調整

対象海域で自動モードをONにしてからの航跡を計測、精度を評価

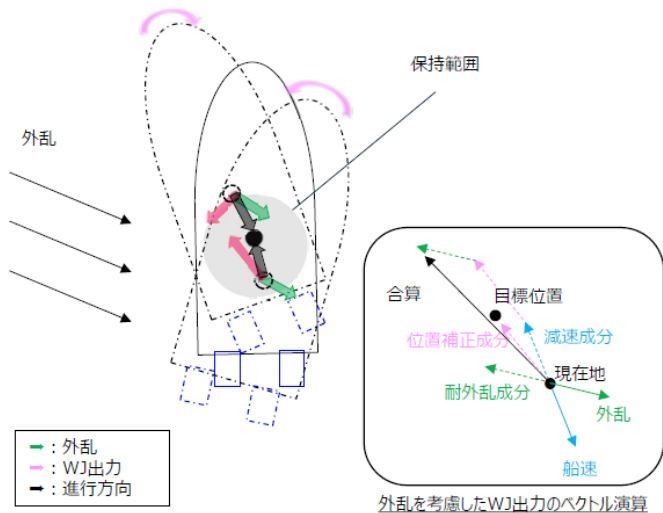
実海域試験スケジュール

年	2022						2023		
月	7	8	9	10	11	12	1	2	3
回航 広島→青森	→								
実証試験(凧状態) 陸奥湾内	→								
係留 (青森港)		→							
実証試験(凧状態) 日本海海域			→						
係留 (青森港)				→					
実証試験(冬季) 日本海海域					→				
係留 (青森港)						→			

季節変動する海象条件に合わせて、凧状態、荒天(高波高)時における試験を実施

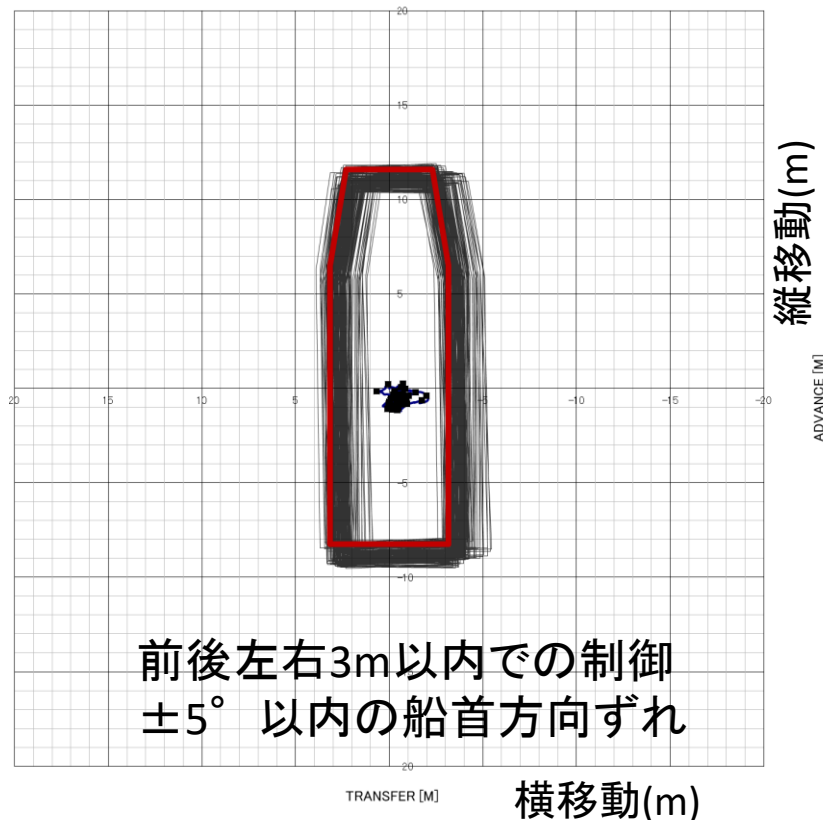
試験結果 船位保持

船位保持モードに移行した時点の場所、方位でキープするように自動制御



船位保持のメカニズム

左右のWJの水流の方向を細かく変更し
船体位置を制御



船の推進能力として、横方向と比較して縦(前後)方向が強い
船首を波が来る方向に向ける運用により位置保持が安定する

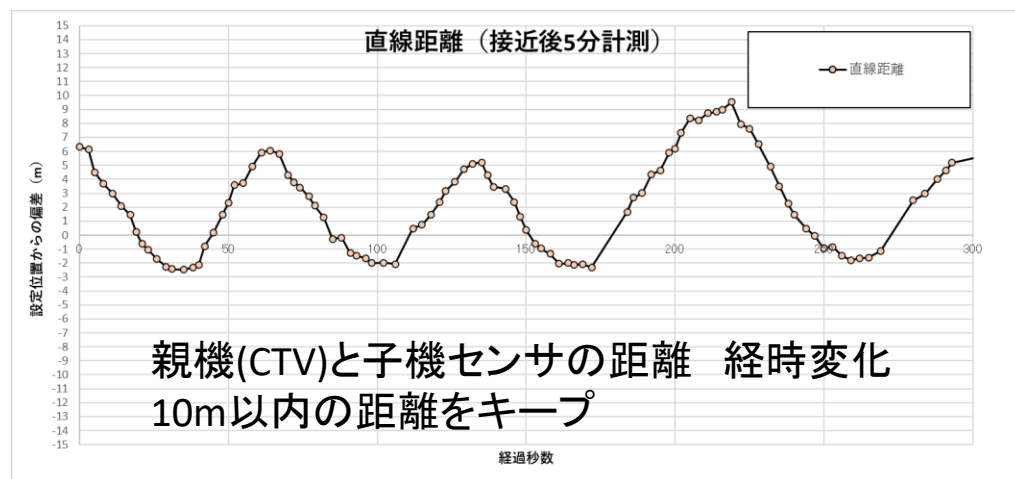
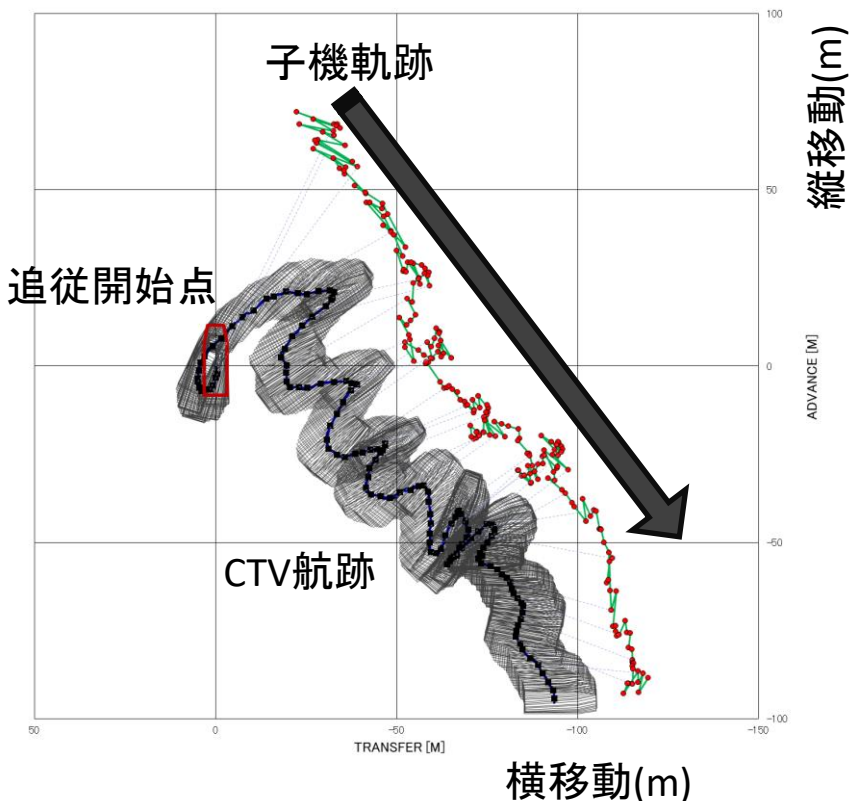
波高1.5mの環境下(荒天時)においても高精度で船位保持を達成

試験結果 自動追従

追従モードに移行した時点で子機センサ位置を測位し、任意の距離(5mなど)をキープするように自動制御



子機センサ位置

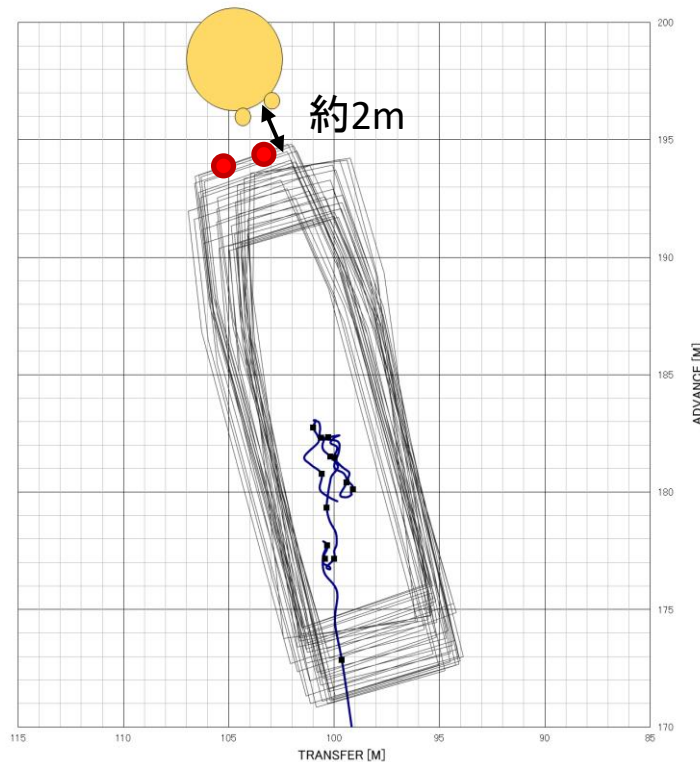
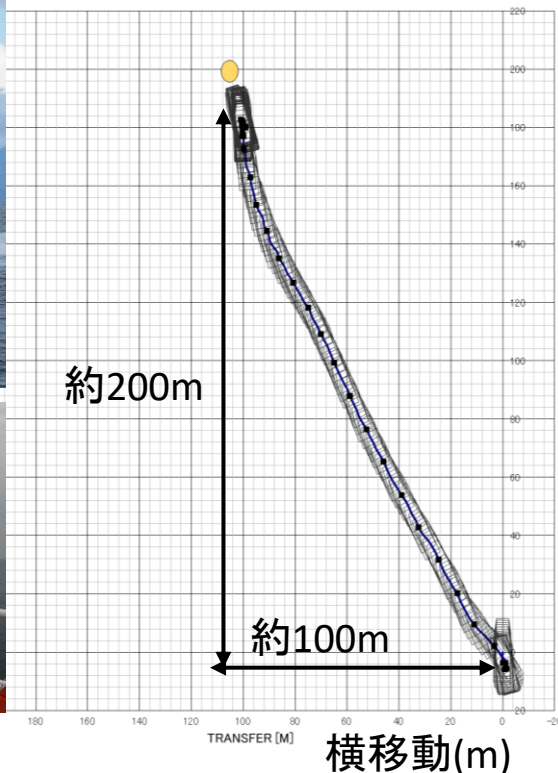
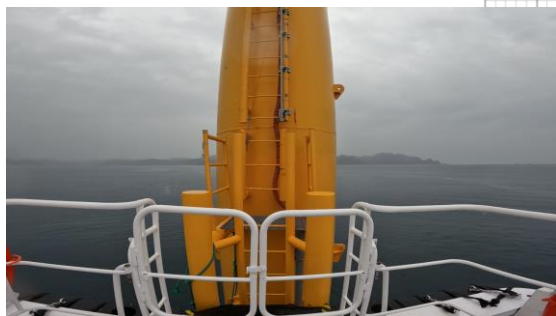


親機(CTV)と子機センサの距離 経時変化
10m以内の距離をキープ

子機位置と一定距離を保ちながらの船体制御を達成(荒天時也可)
子機の位置情報取得が要であり、船に応じた親機センサ設置方法の検討が重要

試験結果 接舷支援

バウタッチ中のCTVの位置および方位を記憶させ、目標地点として自動制御を実施



ラダー前の微速運転時、潮流、横波の影響を受けて位置ずれが生じたタッチポイントが限定されているため、遠方待機の船位保持よりも精度を要する

数メートル手前までは自動での接近可能
バウタッチまでは外乱の影響があり、安定した接舷が困難

結果総括

	目標(KPI)	結果
船位保持	任意の位置からの移動距離を半径15.0m以内に収める (計測時間は3分とする)	○波高1.5mの海域中で目標達成 * 船首方向を波に立てた場合より安定 * 波、潮流の影響で保持制度は変化
自動追従	船搭載センサからROVまでの設定距離±15m以内に船体を収める	○波高1.5mの海域中で目標達成 * 船体側センサ設置方法は要検討
接舷支援	自動推進制御でラダーに正対し5.0m手前まで接近する (操船者は目標位置到達後、手動操船にてバウタッチ)	△波高0~0.5m程度では接近およびラダー正対での位置保持可能 * 0.5m以上の波高では正対での位置保持困難 * 操船者に依存しないセミオートorフルオートに向けた課題あり(→将来展望)

本船はバウスラスターを搭載。

3つの機能全てにおいてスラスターを用いた方が船首方向の位置補正に有利

自動操船機能課題・将来展望

自動追従

追従システムが機能するために、船体側センサ(親機)と子機センサの音波信号の送受信できることが要となる

試験時に親機がWJ推進機から発生する泡や潮流振動の影響で信号受信不能になるケースがあり、センサ設置方法を試行錯誤し改良を実施した経緯あり

潮流のある海中に如何に安定して固定するかについて、システム利用を前提に船体設計の時点から入念な検討を行うことが重要

対応策一例: 船体へのムーンプール設置



接弦支援

ラダー前での位置保持、正対をGPSとコンパスの信号を利用して船体制御を行っている。→タッチポイントまでの微細な制御が困難

現状システムでは最終的なバウタッチまでに操船者の技量に頼るところが存在

対応策一例: 3Dライダーの活用でラダー接地位置を計測しピンポイントで位置合わせを行うなど

まとめ・今後の運用

実施内容

本事業において、小型船舶クラスのCTVを建造

- 耐有義波高性能1.5m
- 自動で船体制御を行う操船支援システムを搭載し、評価

結果

船位保持、自動追従は設定目標を達成

接舷支援はラダー手前までの自動接近を達成

さらなる接舷の安定性、安全性向上のため、今回得られた知見をバウタッチまで自動で完遂可能な技術開発検討へつなげる

今後の運用

CTVは船籍地である青森市に係留し管理

今後、計画されている国内洋上風力発電設備に係る業務への導入を計画・検討

- 建設およびO&M
- 候補地近海の海洋調査業務
- 海上作業者のための訓練 など