



Intelligence of Thingsにより変身する 海の「のりもの」ー呉が海の総合知の拠点へ



#高齡化 #過疎化による利用者減少
#需要調整 #観光 #アイランドホップ

大崎上島町での実証実験①

「離島でもすぐ届く宅配サービス」の実現に関する実証試験

広島県豊田郡大崎上島

- 大崎上島の人口：7046人
- 現在、広島県唯一の人口1000人以上の離島
- 竹原市、東広島市、愛媛県今治市など様々な航路があり交通の便はよい
- 島内にスーパーマーケット、ホームセンターなどの商店が存在



大崎上島町での実証実験①

「離島でもすぐ届く宅配サービス」の実現に関する実証試験

広島県豊田郡大崎上島町生野島

- 生野島の人口：14人（調査時：2021年10月）
- 二次離島
（本土と直接結ばれた交通手段なし）
- 大崎上島白水港—生野島福浦港 1日7便
- 商店などはなく、買い物は通信販売を除き、大崎上島や本土側で全て行われている状況

（参考）
町営フェリーさざなみの概要

運航	大崎上島町
総トン数	55t
航海速力	8.5knot
旅客定員	50人



Fig. 3 大崎上島・生野島の地理



Fig. 4 大崎上島町営フェリーさざなみ

大崎上島町での実証実験①

「離島でもすぐ届く宅配サービス」の実現に関する実証試験

株式会社エイトノットと広島商船高等専門学校が共同で自律航行船を利用したデマンド型の「離島でもすぐ届く宅配サービス」の実現に関する実証実験を2021年10月（6日・7日・9日・10日）に実施した

デマンド：利用者のニーズに合わせてサービスの提供が行われるサービス



Fig. 5 「離島でもすぐ届く宅配サービス」の概要図

大崎上島町での実証実験① 「離島でもすぐ届く宅配サービス」の実現に関する実証試験

本研究では、自律航行船の内海の離島における航路事業として展開するにあたり、そのニーズを把握することを目的に、調査地である生野島の島民を対象に買い物行動や実証実験に対する意識調査を実施した

2021年10月29日に生野島内の公民館において全島民に参加を呼び掛けた

結果として、島民の6割を超える6世帯9名にお集まりいただき、著者ら（4名）との座談会形式で実施した（Fig. 7）



Fig. 8 ヒアリングの様子

■ 聞き取り調査内容

- 乗り物の所有について
- 生野島島内の移動方法
- 大崎上島白水港から大崎上島内での移動方法
- 生野島・大崎上島白水港航路の利用頻度
- 生野島・大崎上島白水港航路の利用目的
- 通勤状況
- 買い物頻度
- 買い物場所
- 実証試験の感想

大崎上島町での実証実験①

「離島でもすぐ届く宅配サービス」の実現に関する実証試験

■ 聞き取り調査結果

大崎上島側に通勤しているCとDについては買い物頻度が週1回であるが、通勤していない島民においては月1, 2回や月3回とその頻度は少なく、参加していた世帯の半数（A・B・F）が週1回未満の買い物頻度であった

Table 3 生野島の島民の買い物行動について

世帯名	A	B	C	D	E	F
乗り物の所有	×	×	○	○	○	○
生野島港までの移動手段	Fの送迎 もしくは広島市内在住の親戚の送迎	徒歩	乗用車	乗用車	バイク	乗用車
白水港からの移動手段	車に同乗	徒歩	乗用車	乗用車	バイク	乗用車
白水港・生野島航路の利用頻度	月1,2回	月1,2回	月20回	ほぼ毎日	—	月1,2回
上記の利用目的	通院 買い物	通院 買い物	通勤 通院 買い物	通勤 買い物 遊びに行くとき	—	通院 買い物 公共施設利用
通勤状況	—	—	通勤利用有	通勤利用有	—	—
買い物頻度	月1, 2回	月3回	週1回	週1回	—	月1, 2回
買い物場所	スーパーマーケット	スーパーマーケット	スーパーマーケット 通院の際に本土	スーパーマーケット 本土	—	スーパーマーケット 本土

■ 島民の実証実験の感想（実証時実験の島民の意識）

- 買い物代行宅配サービスは、鮮魚の刺身や惣菜を気兼ねなく買うことが出来るのでこのサービスが導入されれば便利だ（多数回答）
- 急な来客対応に期待できる（多数回答）
- 現在抱える買い物行動の課題（バスの接続、免許返納など）に対応出来るので、一度に多くの買い物ができる
- 深夜や早朝時間などの定期船の対応時間外の利用などで期待できる（多数回答）
- 現在のフェリーの運賃以上であっても利用価値はある

さらに、自律航行船についてはまだ実験段階ということで、実証実験をさらに積み重ねていく中で信頼性を向上させて欲しいという意見を多くいただいた

大崎上島町での実証実験② スマートアイランド推進実証調査 (R4・R5)

<自律航行EV船>
大崎上島
(広島県大崎上島町)

◆ **自律航行EV船によるオンデマンド型水上タクシー**

(現状)


- 定期船の運航時刻に合わせた生活となってしまう、早朝・深夜の行動ができない
- 船員不足等により定期船の減便・航路維持困難な状況が今後予想される

(実証事項)


- 定期船運航時間外の水上タクシーのニーズ調査
- 自律航行EV船によるオンデマンド型水上タクシーの可能性検証

(実証結果)

- 時間外利用金額において、**フェリー利用者(非体験者)**では1,000円以下の回答が半分(約48%)であったが**体験者**は2,000円以上の回答が多数(約78%)
- EV船の利点(音が静か、揺れが少ない)を活かした観光利用や、**現状では需要がなく定期航路のない島同士の移動利用などの可能性を確認**
- **目視が難しい環境でも安全な航行が可能(安全性の向上に寄与)**



定期船運航外となる
夜間乗船の様子



船内での不安払しょくのための
航行システム等の説明

おおさきかみしま・いくのしま
大崎上島・生野島
(広島県大崎上島町)


自律航行船による広域・多用途サービスモデルの実現に向けた検証

《概要》 島内人口(R2):7,084人(大崎上島)/11人(生野島)

島の問題

- 人口減少・過疎問題に歯止めをかけるためには、町内どこでも便利に暮らせる環境創出が重要であるが、特に二次離島では、島外にしかない生活利便施設へ行く場合、移動コストがかかるため、買物等が不便。これに対し商品等の「宅配サービス」も考えられるが、輸送コストが高くなるため、二次離島までサービスが届いていないのが現状。
- また昨年度の実証において、自律航行船による海上タクシーの事業化に向けた検証を行ったが、事業規模が小さいことから事業性確保の観点において課題が確認された。そこで課題に対応した新たな体制構築を行う必要がある。

移住者を惹きつける「便利で暮らしやすい生活環境づくり」



調査体制

大崎上島町自律航行型貨客混載サービス推進協議会

- 株式会社地域未来研究所(代表団体)
- 大崎上島町
- 広島県
- 広島商船高等専門学校
- 生活協同組合ひろしま
- 株式会社エイトノット

協力体制 江田島市 竹原市 富士通Japan株式会社

主な取組概要

- 商品宅配事業に低コストで運用可能な「自律航行型」のEV船を用いた「貨客混載サービス」を組み入れるスキームを検討し、大崎上島～生野島において実証運航を行う。
- 加えて、今後の完全無人運航を想定した技術環境の向上を図るための遠隔監視システムの試験運用を行う。
- 周辺自治体など離島関係者へヒアリング調査を行い、実装に向けた体制構築を行う。

目指す姿・期待する効果

新技术の活用

低コストでの運航の実現
安全性の高い運航の実現


×

生協と連携

広域での事業基盤活用で
事業性を確保

↓

- **海に道をつくり「繋がる離島」の実現**
自律航行技術活用で、あたかも海の「道」のような24時間利用可能な海上交通が整備でき、様々なヒト・モノが大崎上島と他地域を自由に往来しながら生活を送ることで、人口減少に歯止めをかけるだけでなく、多くの移住者を惹きつける新しい離島の姿を目指す。
- **生活の利便性の高い、魅力的な離島の実現**
大崎上島は多様な人材を育てる教育の島として、毎年一定数の若年層が「移住」する機会に恵まれている。卒業後の定住、もしくは将来的な1ターン移住者の確保を進めることで人口減少から脱却し、環境豊かな魅力的な離島を実現する。



(自律航行船)

大崎上島町での実証実験③ 「微速航行」中の自律航行船にドローンを安全に離発着させる 協調制御技術の開発とシステム運用の実証実験

独立行政法人 国立高等専門学校機構 広島商船高等専門学校 株式会社エイトノット・株式会社エアロネクスト

- 【目的】
「自律航行船による水域活用」×「ドローンラストワンマイル輸送」の実現により、陸上交通混雑解消、経路短縮化による「コスト」と「温室効果ガス等排出」削減、過疎地域における配送担い手不足解消といった物流の課題解決を図る。
- 【実施内容】
自律航行船を加減速、定点保持する場合、多くの電力を必要とし、他の船舶交通を阻害する可能性もある。そこで、「微速航行」中の自律航行船にドローンを安全に離発着させる協調制御技術の開発とシステム運用の実証実験を実施。
 - ・ 自律航行船：みちびきCLASを活用し、安全性と経済性の高い運航を実現。高精度位置情報を利用し航行制御精度を向上させることで無駄な動作を減らし、風や潮流等への対応消費電力を最小化。
 - ・ ドローン：みちびきCLASを活用し、微速航行中(時速6-8km/h(3-5knots))の船舶への誘導(追従飛行)と離発着を実現(精密着陸誘導には赤外線併用)。比較的揺れの大きい小型船においても、安全に着陸できることを確認。
- 【今後の展開】
引き続き、精度検証や誘導手法の合理化、みちびきCLASのみでの協調制御手法の確立などを進めながら、よりシームレスで条件を選ばない微速航行中での離発着を目指し、実際の物流網に組み込む実証実験を物流会社と協議し、実現していく。

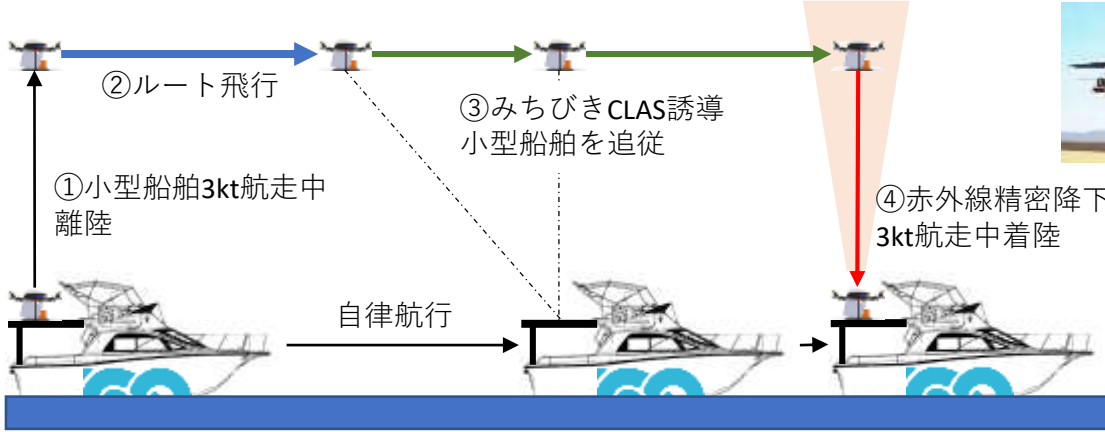


図1 実証実験の概要



図2 時速3.5km/h航行中でのドローン着陸直前の様子

学生とのコミュニケーションによるアントレプレナーシップ教育



みちびきを活用した自律航行船・ドローン間協調制御の物流網への適用 実証実験体制

今回の実証実験の体制を下記の通りとする

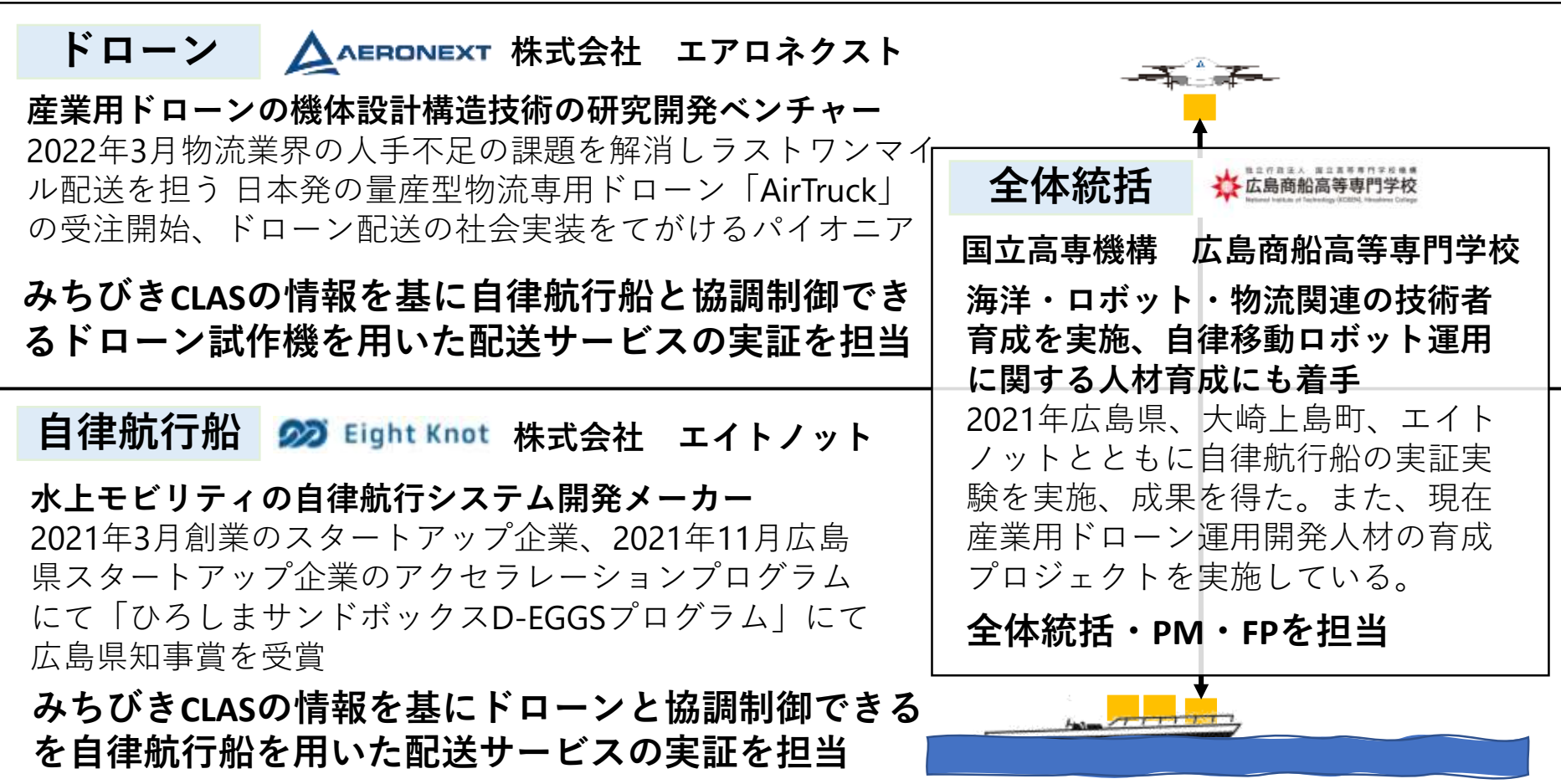


図2 みちびきを用いた自律航行船とドローンの協調制御技術開発に関わるプレイヤー

みちびきを活用した自律航行船・ドローン間協調制御の物流網への適用 実証事業の内容

○ 使用する機体

自律航行船



全長	7.47m (25ft)
全幅	2.79m
推進器	電動船外機2基 (12kw x2)
速度	8knot
航行時間	3時間程度
充電時間	最大10時間
乗員	10名
機能	自律航行 / 自動離着陸
センサー	LIDAR, カメラ3基, IMU, GPS等
備考	将来的に無人化、遠隔監視機能の搭載予定。

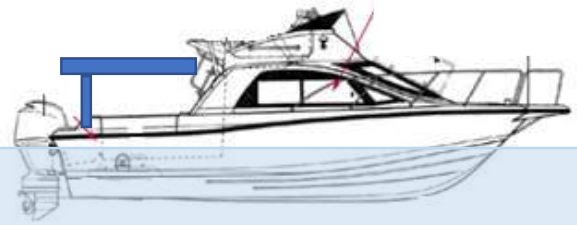
ドローン



○ 荷物の受け渡しに関する具体的な制御方法



機体寸法 0.8m程度



Port 台座 1.6m × 1.6m 程度 船体 7.47m

みちびき CLASによる位置制御・協調制御
船側 みちびきによる定点ドリフティング
 IRロックによるドローンの離着陸支援
ドローン側 IRロックによる離着陸

- ・ キャビンでの操縦
- ・ 静止後、キャビンから荷物の持ち出し等

みちびきを活用した自律航行船・ドローン間協調制御の物流網への適用 実証実験場所

実験実施事項 (研究目的)

- 洋上で自律航行船とドローンの確実な輸送物の受け渡しができる協調制御システムを開発する。その際に、本システムにおける、「みちびきの利用による有用性」について明らかにする
- このシステムを用いた配送サービスを実施し、そのUXを評価する。さらに、このシステムが Robot as a service としての実用化できるように、コストや課題を明らかにする

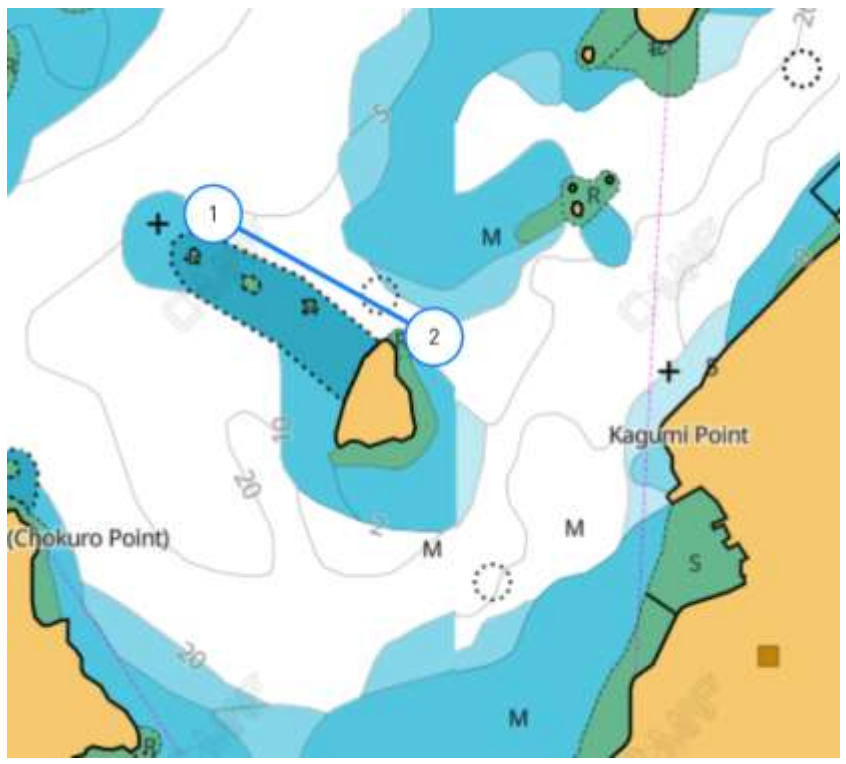
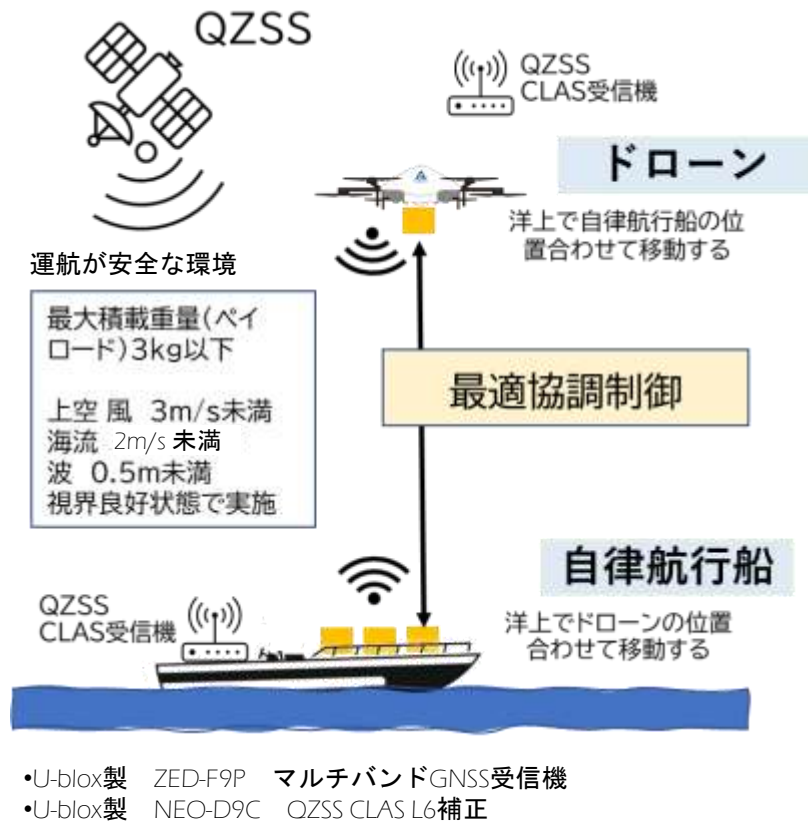
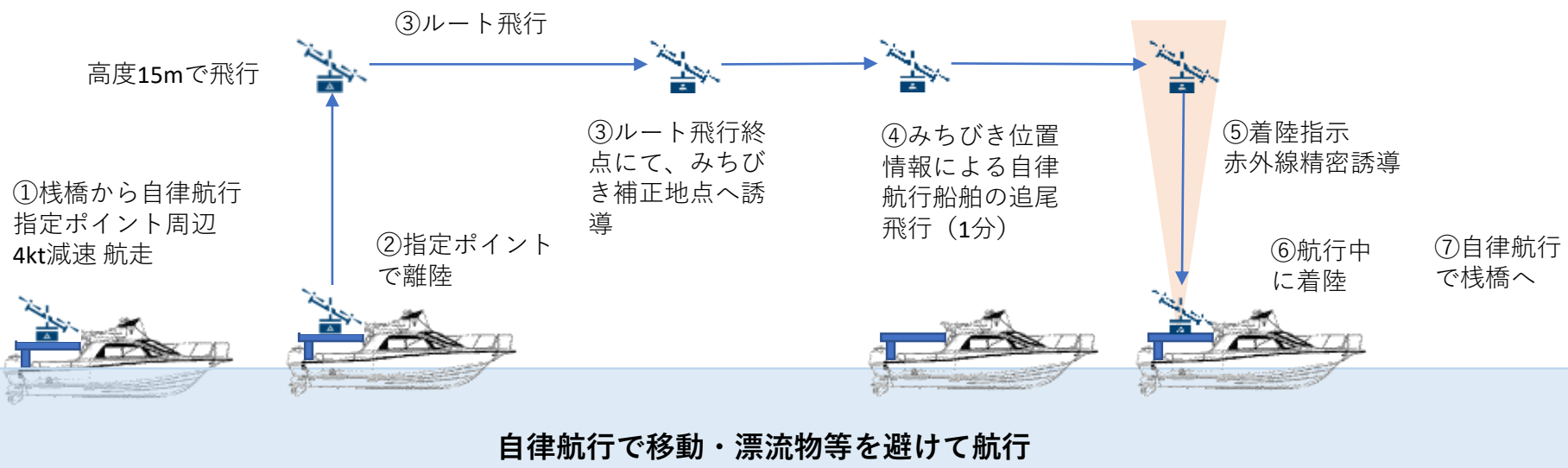
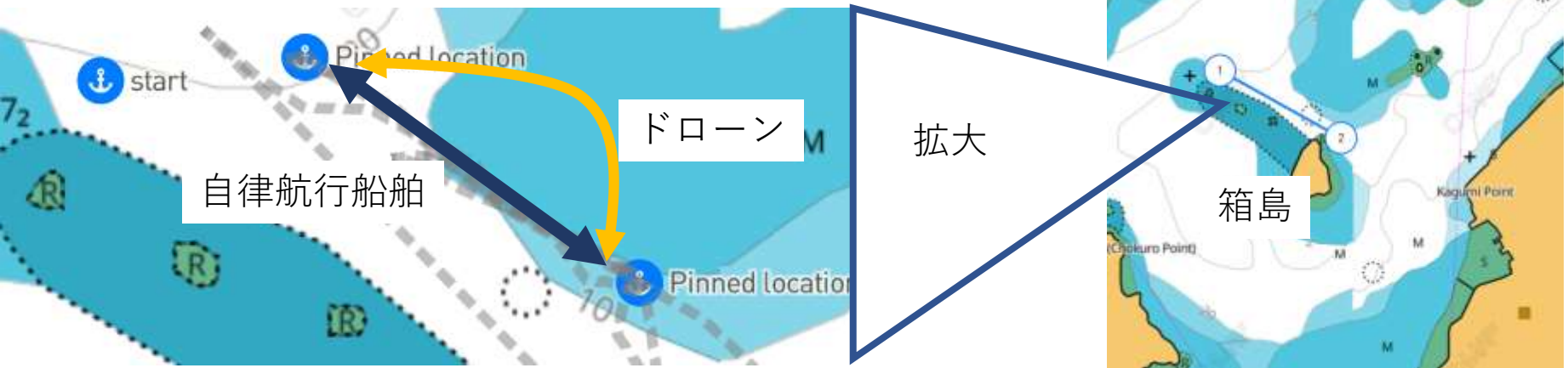


図3 実証実験場所ならびに実施状況

○ 協調動作の有効性を確認するために最良な実証実験



みちびきを活用した自律航行船・ドローン間協調制御の物流網への適用 実証実験の評価

1.実証実験が安全にかつスムーズに進行すること		
1. Way pointまで3kt程度で航行し、Way point付近でドローンを自動で離陸	○・△・×	(メモ)
2. 次のWay pointまで、船およびドローンが自動航行(オートパイロット)を実施	○・△・×	(メモ)
3. 次のWay pointまでに合流し、追尾する	○・△・×	(メモ)
4. Way pointまでに追尾後、着陸を行う	○・△・×	(メモ)
5. 自律航行船が棧橋に戻り、実験終了	○・△・×	(メモ)
総合評価(有識者3名)		
2.測位に関する情報が自律航行船舶およびドローンの運航に対し、正確にかつ遅延なく行われること。		
2-1. 自律航行船舶によって、安全に離着岸が再現されること。 (3名の他者評価の予定)	○・△・×	(メモ)
2-2. 自律航行船舶によって、安全な航行が行えていること。 (3名の他者評価の予定)	○・△・×	(メモ)
2-3. ドローンにおいて、船舶着陸時において、正確な位置設定がなされていること。 (3名の他者評価の予定)	○・△・×	(メモ)
2-4. ドローンにおいて、正確な位置設定と遅滞ない情報伝達により、赤外線誘導可能範囲まで誘導できること。 (3名の他者評価の予定)	○・△・×	(メモ)
総合評価(有識者3名)		
3.指定ポイントでの測位結果が誤差について、自律航行船舶・ドローンにおいて評価を行う。(ログ解析)		
ログ解析表による精度評価		



自律航行船
タッチパネル
操船監視指示装置

ドローン
緊急用
プロポ

自律航行船 みちびき対応受信機 (2台)

赤外線精密誘導装置

エアロネクストドローン
ドローンポート

ドローン みちびき対応受信機
ドローン
みちびきC-LASによる位置情報
発信機

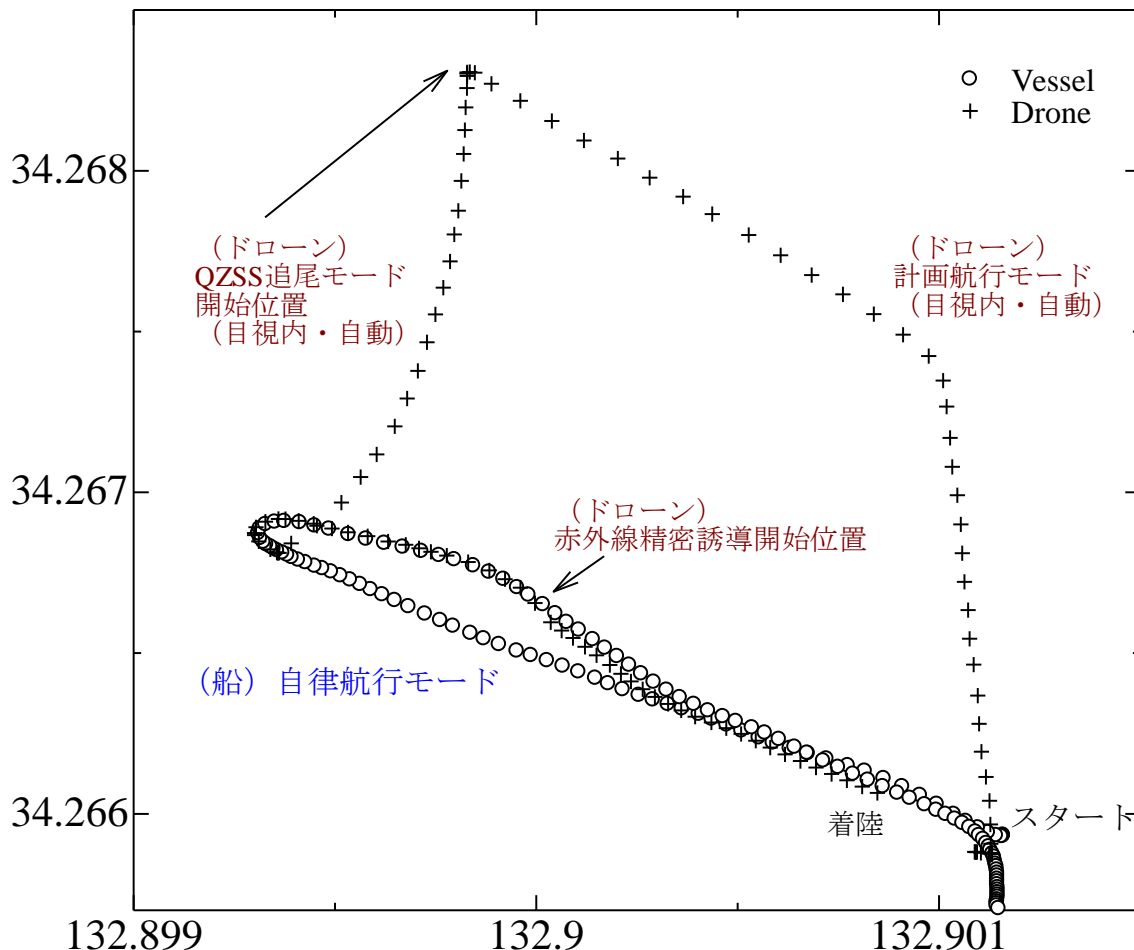
自律航行船 Eight Knot I

諸元	結果
天候	B 快晴
気温	11°C
風速	N-NE 2-4m/sec.
波高	0.5m 未満
潮流	NE 1-3knots(最大6km/h)
視程	3 NM以上 (5.5km以上)
潮汐	実験時 (12:30) 満潮からの下げ始め (表7に海上保安庁潮汐表を示す)
海上・航空交通	特に危険な見合い関係を持つ船舶、航空機等はなし ※監視艇2艇、記録用ドローン1機は、実験を阻害しないような十分な配慮を実施

時刻	実施した内容	
12時30分	自律航行船	練習船棧橋 出航
12時35分	自律航行船 ドローン	指定ポイント（waypoint2）に到着、位置保持を実施 離陸開始、計画航路における自動航行が開始 高度25m、速度4.5m/secを保持し、waypoint3へ向けて飛行
12時39分	自律航行船 ドローン	Waypoint1の位置に向けて、自律航行を開始 船速4knot(7.2km/h)を保持 200m程度計画航路の自動航行を実施終了 ホバリング待機（10秒程）
12時40分	自律航行船 ドローン	ホバリング後、みちびきC-LASによる誘導を開始指示（信号の送信） 自律航行船舶に折り返し指示（信号の送信） 自律航行船の上空に到達、その後追従 ドローンに対して赤外線による精密降下誘導を指示（信号の送信）
12時41分	自律航行船	着陸 練習船棧橋 着棧
12時42分		
12時43分		
12時50分		

みちびきを活用した自律航行船・ドローン間協調制御の物流網への適用 実証実験（11月25日） 結果_実施した軌跡

時刻	行程
12時30分	練習船残機 出航
12時35分	指定ポイント (waypoint2) に到着、位置保持を実施 (図14)
12時39分	離陸開始、計画航路における自動航行が開始 (図15,16) 高度25m、速度4.5m/secを保持し、waypoint3へ向けて飛行 Waypoint1の位置に向けて、自律航行を開始 (図15) 船速4knot (7.2km/h) を保持 200m程度計画航路の自動航行を実施終了
12時40分	ホバリング待機 (10秒程度 図17)
12時41分	ホバリング後、みちびきC-LASによる誘導を開始指示 (信号の送信) (図18)
12時42分	自律航行船舶に折り返し指示 (信号の送信)
12時43分	自律航行船舶の上空に到達、その後追従 ドローンに対して赤外線による精密降下誘導を指示 (信号の送信) (図19)
12時50分	練習船残機 着陸 (図25)



みちびきを活用した自律航行船・ドローン間協調制御の物流網への適用 実証実験（11月25日） 評価

時刻	行程
12時30分	練習船残機 出航
12時35分	指定ポイント (waypoint2) に到着、位置保持を実施 (図14)
12時39分	離陸開始、計画航路における自動航行が開始 (図15,16) 高度25m、速度4.5m/secを保持し、waypoint3へ向けて飛行 Waypoint1の位置に向けて、自律航行を開始 (図15) 船速4knot (7.2km/h) を保持 200m程度計画航路の自動航行を実施終了
12時40分	ホバリング待機 (10秒程度 図17)
12時41分	ホバリング後、みちびきC-LASによる誘導を開始指示 (信号の送信) (図18)
12時42分	自律航行船舶に折り返し指示 (信号の送信)
12時43分	自律航行船舶の上空に到達、その後追従 ドローンに対して赤外線による精密降下誘導を指示 (信号の送信) (図19)
12時50分	練習船残機 着陸 (図25)

