

VDESによる新たな展開(水上ドローンへの応用)

New developments with VDES (application to a surface water drone)

Sea Japan 2024 Seminar

Apr. 11, 2024

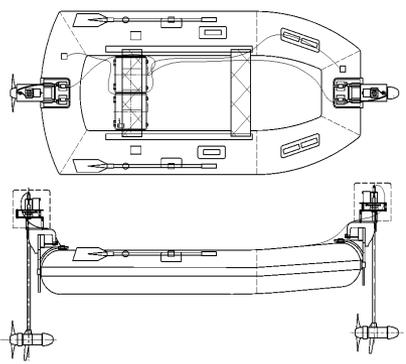
国立大学法人東京海洋大学

Tokyo University of Marine Science and Technology

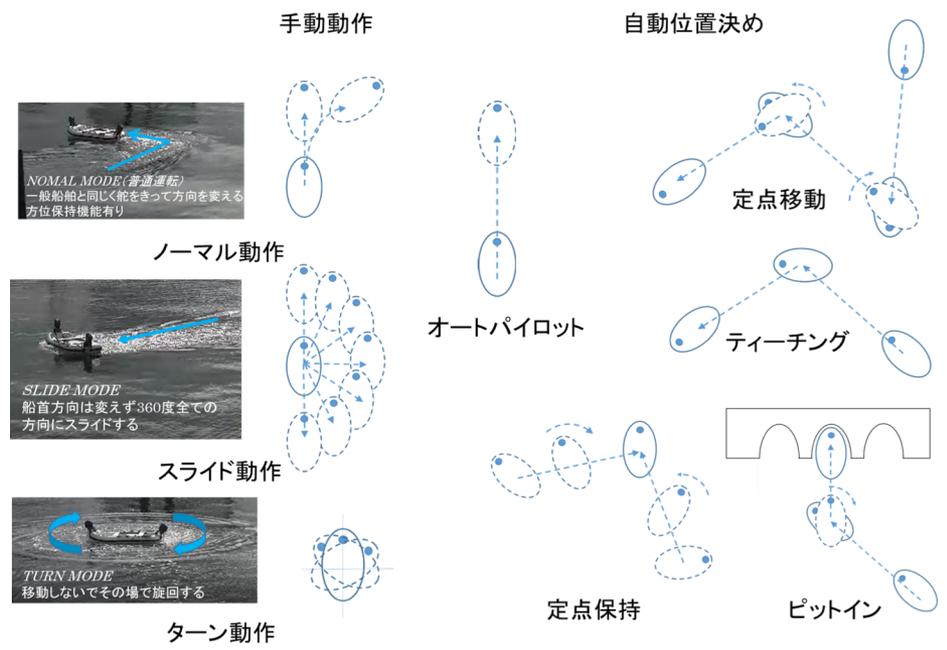
東京海洋大学の実験艇

水上ドローンの普及が進む一方で、水上ドローンの遠隔操縦は、さらなる遠距離化が求められている。東京海洋大学でのVHF帯を用いた水上ドローンの遠隔操船の開発状況とVDESを用いた今後の展開について紹介する。

東京海洋大学
ssEC (samart small Electric Craft)
実験艇



主要要項		
船長	3m以下	
出力	1kW	500W × 2基
電池容量	22Ah 556.6Wh	最大電流125A以下
船速	4~5 knot	
位置センサー	GPS+電子コンパス	GPS:みちびきを使用
カメラ	IPカメラ 1基	
通信	WiFi	無線LANアクセスポイント搭載
操作	スマホ、PC	PCによる遠隔操船
充電	普通充電、ワイヤレス充電	
資格	免許不要	



動作試験（動画）



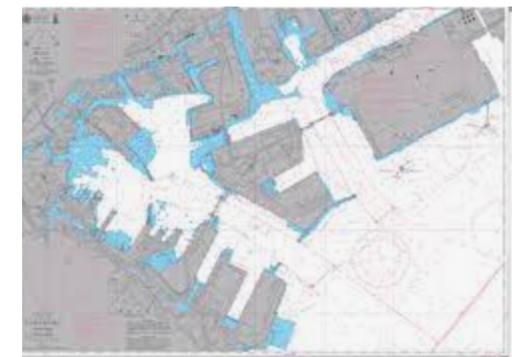
WiFiを用いた遠隔操船試験



Wi-Fi 子機

操船用コントローラ

MAP 化



読み込みデータ

- ① 時刻
- ② カメラ画像
- ③ 緯度、経度、方位
- ④ 船速
- ⑤ 舵角
- ⑥ 電池残量(SOC)
- ⑦ 電池電圧
- ⑧ 電池電流
- ⑨ セル電圧
- ⑩ セル温度
- ⑪ 計測データ



IPカメラ

GPS

Wi-Fi アクセスポイント

計測器

ドローン等に用いられる無線設備での試験

国内でドローン等での使用が想定される主な無線通信システムは、以下のとおり

分類	無線局免許	周波数帯	送信出力	利用形態	備考
免許及び登録を要しない無線局	不要	73MHz帯等	※1	操縦用	ラジコン用微弱無線局
	不要※2	920MHz帯	20mW	操縦用	920MHz帯テレメータ用、テレコントローラ特定小電力無線局
		2.4GHz帯	10mW/MHz	操縦用 画像伝送用 データ伝送用	
携帯局	要	1.2GHz帯	最大1W	画像伝送用	アナログ方式限定 ※4
携帯局陸上移動局	要※3	169MHz帯	10mW	操縦用 画像伝送用 データ伝送用	無人移動体画像伝送システム (平成28年8月に制度整備)
		2.4GHz帯	最大1W	操縦用 画像伝送用 データ伝送用	
		5.7GHz帯	最大1W	操縦用 画像伝送用 データ伝送用	

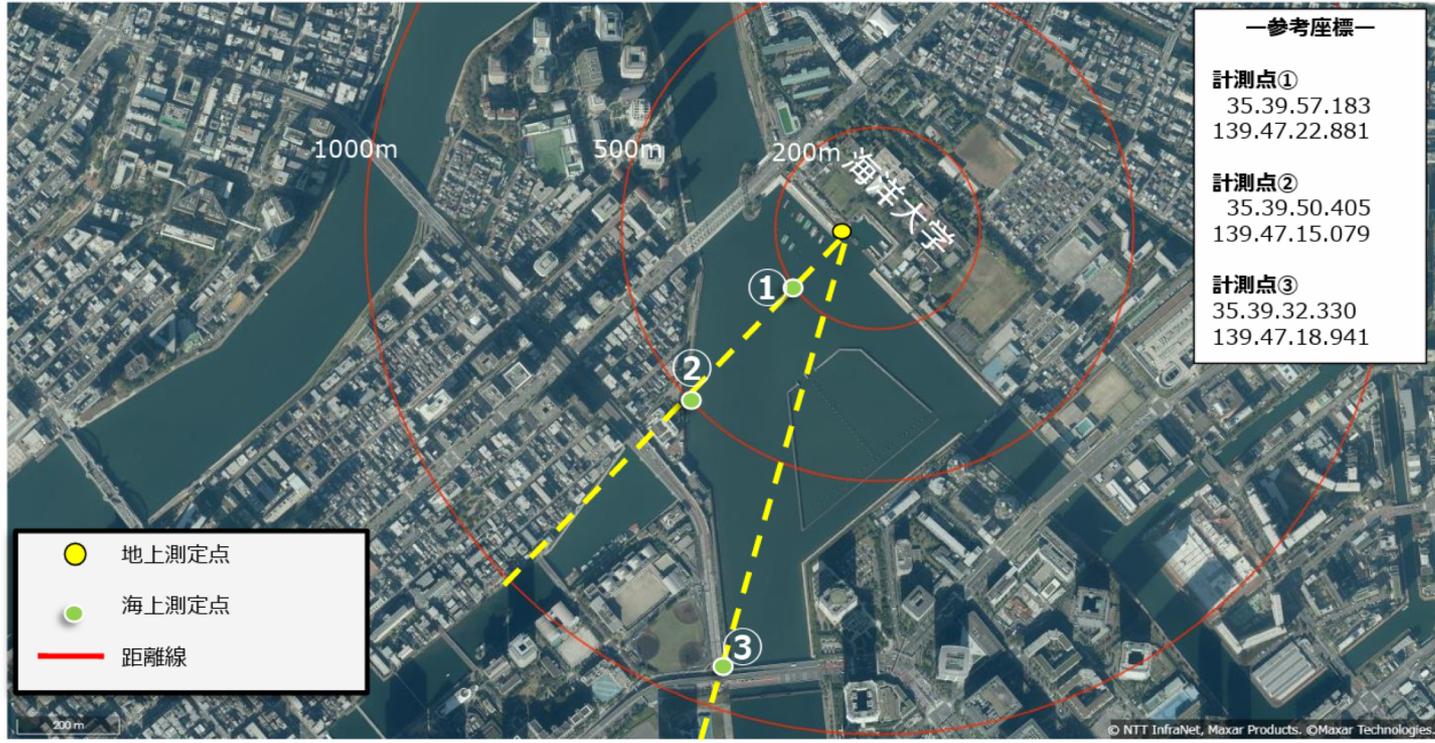
※1: 500mの距離において、電界強度が200 μ V/m以下のもの。

※2: 技術基準適合証明等(技術基準適合証明及び工事設計認証)を受けた適合表示無線設備であることが必要。

※3: 運用に際しては、運用調整を行うこと。

※4: 2.4GHz帯及び5.7GHz帯に無人移動体画像伝送システムが制度化されたことに伴い、1.2GHz帯からこれらの周波数帯への移行を推奨している

海上長距離通信検証 2.4G 5.7G



■計測点①
 区間距離 : 125m
 計測周波数 : 2.4G
 結果: 問題なく通信、制御、操作可能
 計測周波数 : 5.7G
 結果: 問題なく動画送信可能

■計測点②
 区間距離 : 500m
 計測周波数 : 2.4G
 結果: 問題なく通信、制御、操作可能
 計測周波数 : 5.7G
 結果: 動画に多少ノイズあり

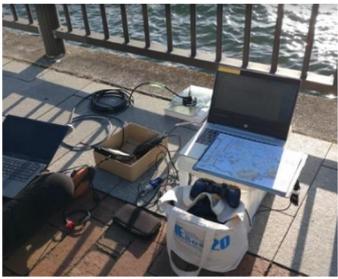
■計測点③
 区間距離 : 750m
 計測周波数 : 2.4G
 結果: 通信が切れ制御不可状態
 計測周波数 : 5.7G
 結果: ほぼノイズの動画

東京海洋大学 / ミライト・ワン

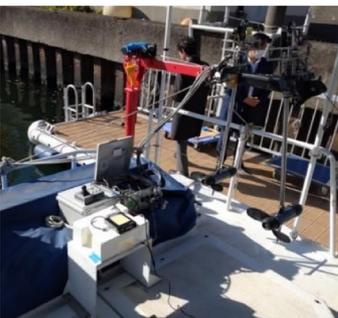
海上長距離通信検証 デジタル簡易無線



TIME	距離m	通信	備考
13:47:00	0	OK	
13:48:00	185	OK	
13:49:00	370	OK	
13:50:00	555	OK	
13:51:00	740	OK	
13:52:00	925	OK	
13:53:00	1,110	OK	
13:54:00	1,295	OK	
13:55:00	1,480	OK	
13:56:00	1,665	OK	
13:57:00	1,850	OK	
13:58:00	1,940	OK	横切船、停船
13:59:00	2,125	OK	
14:00:00	2,310	OK	
14:01:00	2,495	OK	
14:02:00	2,680	OK	
14:03:00	2,865	OK	
14:04:00	3,050	OK	
14:05:00	3,235	OK	
14:06:00	3,420	OK	



陸側
通信機器



らいちょうN
搭載

1) 実験概要

- ①作動タイムラグ
 - ・海洋大ポンドで作動確認、及び通信速度の調整を実施
- ②遠距離通信距離
 - ・豊洲公園を陸側(送信)、らいちょう N を海側(受信)として設定
 - ・船速 6 ノット(11.1 km/h)等速で距離をとり通信状態を確認

2) 機材

- ①無線機：(株)JVC ケンウッド TCM-D344G-FT 周波数帯 300~400MHz 最大出力 10W 電源 12V

3) 結果

- ①作動タイムラグ
 - ・通信速度500mm/sで「約 1~2秒のタイムラグ」を確認
- ② 遠距離通信
 - ・3,420m付近で正常作動(送受信)を確認・直線距離の限界で打ち切り。
 - ・海面、橋、横切船などの影響は見られない。

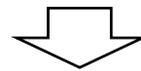
デジタル簡易無線からVDESへ

簡易無線とは、150MHz帯及び400MHz帯の周波数を中心に900MHz帯（パーソナル無線）、27MHz帯及び50GHz帯を利用して多くの人々が様々な用務（簡易な業務）に使用できる無線局

	項目	内容
1	周波数帯	150MHz帯および400MHz帯 今後、150MHz帯の認可が期待される。
2	変調方式	$\pi/4$ シフトQPSK、RZ SSB又は4値FSK方式
3	通信方式	単信通信、単向通信方式又は同報通信方式
4	チャンネル間隔	6.25kHz
5	付加装置	送信時間制限装置を備え、5分を超える連続した送信を自動的に停止させること。
		呼出名称記憶装置を備え、呼出名称を電波発射後ただちに自動的に送信すること。
6	キャリアセンス	登録局は、キャリアセンス機能を有すること。短期需要のレンタル等に使用できる。

デジタル簡易無線のシステム概要

デジタル簡易無線を用い遠距離通信プロトコルの開発・検証
タイムラグ・大容量データ



VDESへ移植・遠隔操船実証

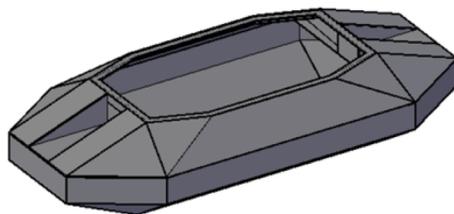
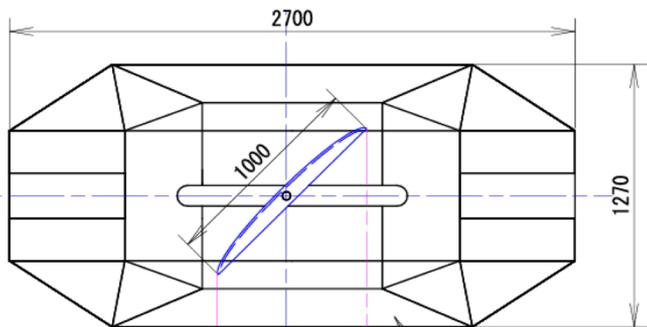
母船toドローン、陸上toドローン、衛星toドローン、ドローンtoドローン

Energy Harvesting

エネルギーハーベスティング (energy harvesting)

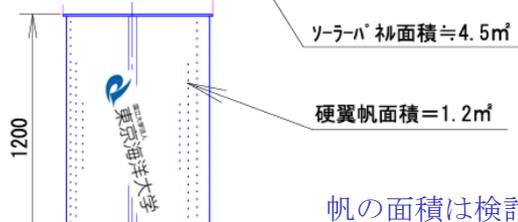
太陽光や照明光、機械振動、熱などのエネルギー (エネルギー) を採取 (ハーベスティング) し、電力を得る技術

母船・基地への回収・帰港なしで長時間 (期間) 活動できるエネルギーマネージメントの確立

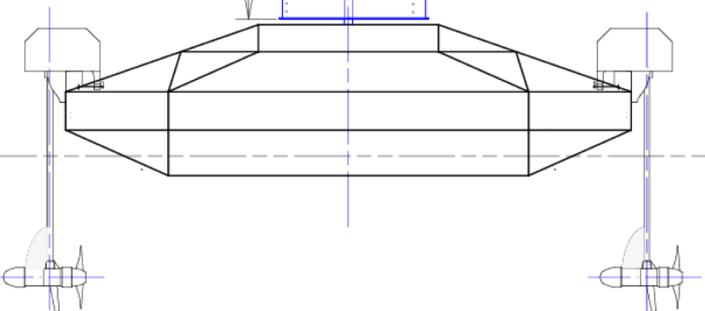


船体3Dイメージ

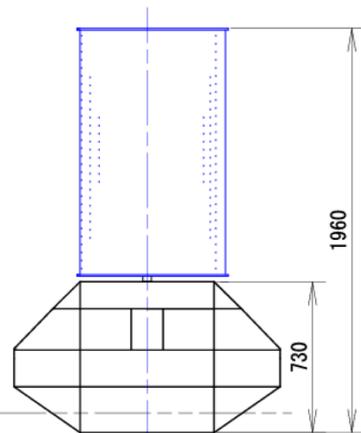
太陽光発電
エネルギーストレージへ



硬翼帆は補助推進力としてエネルギー消費削減に寄与



W/L(計画)



Thank you for your attention