



四国情報通信懇談会「令和2年度調査研究活動」

4K水中ドローン活用～四万十水中ドローンプロジェクト～
調査研究成果報告書

2021年3月31日

公益財団法人 四万十公社

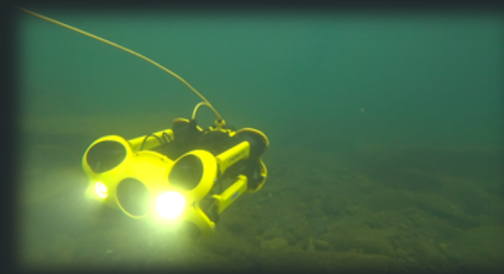
◆ 調査研究の主な内容

今回の「4K水中ドローン活用～四万十水中ドローンプロジェクト～」
以下3つの点で調査研究を実施します。

- ①【水中ドローンを使用した"水中から生中継"の調査研究】
- ②【水中ドローン利活用 四万十川流域水生生物・環境把握保全の調査研究】 四万十川
- ③【水中ドローン利活用 水産業等の海洋保全活動に向けた調査研究】 志和地区沿岸

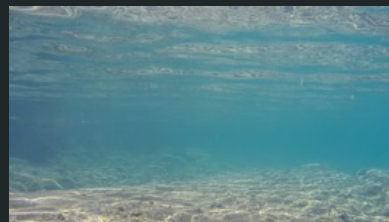
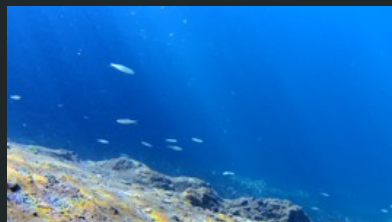
◆ 成果目標

- 地域資源の発掘及び有効活用に関する調査研究
- 水中ドローン活用での地域産業を支える可能性
- 生中継番組に向け地上カメラや空撮ドローンと組み合わせた水中ドローン生中継システムの可能性。
- 海や川や湖は、人の活動が著しく制限される場所での運用性
- ダイバー自身の危険リスク、極力潜水作業を軽減の可能性
- 自動姿勢制御機能の確認
- 機動力や耐久性、利便性
- 水中ドローンの運用や操縦性や操作育成のプログラム策定



◆ はじめに「4K水中ドローンを使ったの取り組みについて」

四万十公社（四万十ケーブルテレビ）では2019年より4K水中ドローン（GLADIUS mini）を活用して四万十川の水中をカメラの動きのある映像を撮影してきました。



水中ドローンを活用することで、水中カメラとは違って水中で動きのある映像が撮影でき、魚目線で美しい映像を記録できます。また、リアルタイムで映像が送られることから生中継も可能。

- ✓ 水中の中を動ける
- ✓ 専用ケーブルで地上でリアルタイムで映像確認可能
- ✓ 安全である

【調査研究へのきっかけ】

魚目線で美しい映像の記録だけでなく、機動性やリアルタイムで映像確認が可能なことで他の分野でも活用に期待ができた。

行政や消防、川に関する公共団体が興味を示していた。

2020.04.13 08:34

四万十CATVに導入 水中ドローンで清流撮影 動き自在で生中継も

【シェア】 【ツイート】 【画像をクリップ】

高知県高岡郡四万十町の四万十ケーブルテレビ（CATV）がこのほど、川や海に潜って撮影ができる「水中ドローン」を導入した。空を飛ぶドローン同様、自由自在に動くことができ、生中継も可能。四万十川を題材にした番組制作などに活用する構えだ。

水中撮影に使われる従来のカメラ付きロボットは1台数百万円と高価だったそうだが、今回導入した中国メーカーの水中ドローンは約17万円。機体は平らなせつげんのような形で長さは約40センチ、幅約20センチ、厚さ約14センチ。5基のスクリューで上下、前後左右に移動し、先端にライトやカメラがある。通信用ケーブル（延長100メートル）で地上のコントローラーとつながり、生中継も可能。性能上は水深100メートルまで潜れる。

四万十ケーブルテレビの森下克彦さん（34）は「アユ漁や川遊びなど、四万十川ならではの取材に使いたい」と意気込み、早ければ5月のアユ解禁時期に合わせて、番組を作りたい考え。ただ、機体は水流の影響を受けやすく、空を飛ぶドローンより操作が難しいそうで、さらなる実地練習が必要という。

また、水中ドローンは養殖いけすの管理や船の点検などでも活用されていることから、森下さんは「取材以外でも活用できるかも」と期待している。（井上太郎）



水中ドローンを操る森下克彦さん=右=ら四万十CATVスタッフ（四万十町七里）



ドローンで撮影した四万十川の水中の様子

高知新聞2020年4月13日朝刊



◆ 今回の調査研究での水中ドローン選定

四万十公社（四万十ケーブルテレビ）4K水中ドローンGLADIUS miniではクリアできなかった点



ポイント①安定性の向上・・・流れがない場所でも不安定（動いている映像は問題ない）

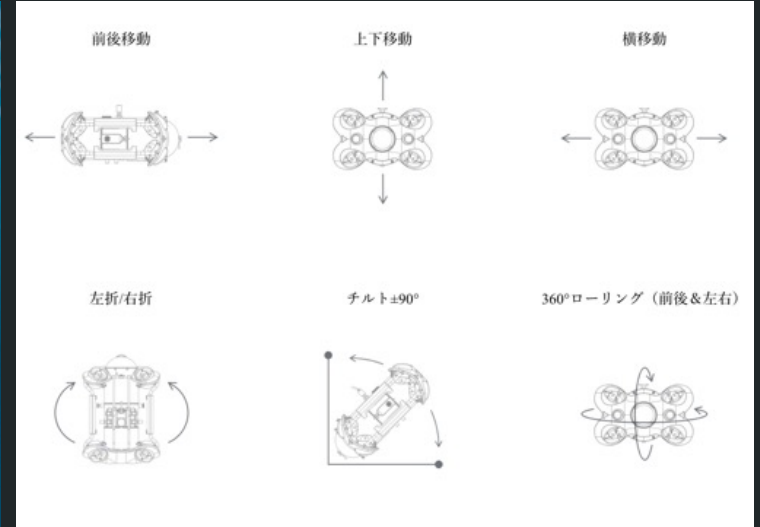
ポイント②バッテリーの交換・充電・・・本体に実装されており、本体ごと充電する必要がある

ポイント③アームの装着・・・撮影以外、複数の場面での活用を考慮した拡張性

ポイント④所有機種との互換性・・・ケーブルなど断線時の予備としても活用可能

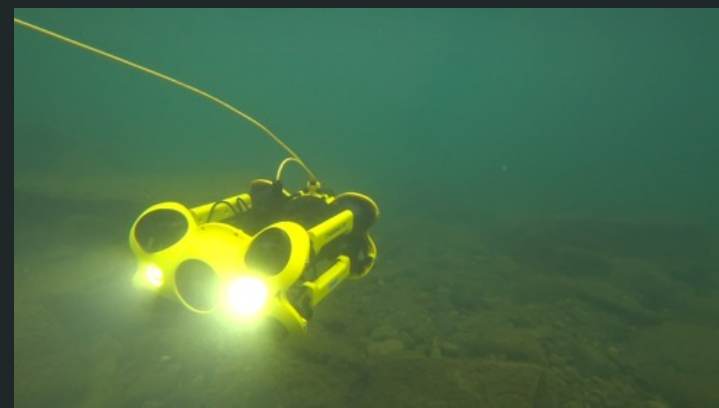
本調査用
水中ドローン導入
「CHASING M2」
(チェイシング エムツー)

寸法380 x 267 x 165 mm
重量4.5 kg
最大深度100 m
最大速度 3 ノット (1.5 m/s)
平均稼働時間 2 h ~ 4 h



◆ 今回の調査研究での水中ドローン選定

機種名	GLADIUS mini	CHASING M2
画像		
サイズ	385 × 226 × 138 (mm)	380 × 267 × 165 (mm)
重量	2.5 kg	4.5 kg
最大速度	2 m/s	1.5 m/s
最大深度	100 m	100 m
ケーブル長	100 m	100 m
スラスター	5	8
最大稼働時間	2 h	4 h
充電時間	1.5 h	2 h
ライト	2 × 1200 lm	2 × 2000 lm
画素数	12 M (4000 × 3000)	12 M (4000 × 3000)
動画解像度	4K	4K
視野	95°	152°
可能動作	前後、上下、左右旋回、 ±45° 仰俯角傾き(固定可)	前後、左右、上下、左右旋回、 全方向回転
他特徴	±45° 仰俯角傾けたままの移動も可能で、鉛底や海底の安定した点検が可能。	・レーザーケーブル電動リール化 ・SDカード対応 ・アタッチメント取付可能 ・動画撮影中のキャプチャ可能 など



- ポイント①安定性の向上・・・流れがない場所でも不安定（動いている映像は問題ない）
- ポイント②バッテリーの交換・充電・・・本体に実装されており、本体ごと充電する必要がある
- ポイント③アームの装着・・・撮影以外、複数の場面での活用を考慮した拡張性
- ポイント④所有機種との互換性・・・ケーブルなど断線時の予備としても活用可能

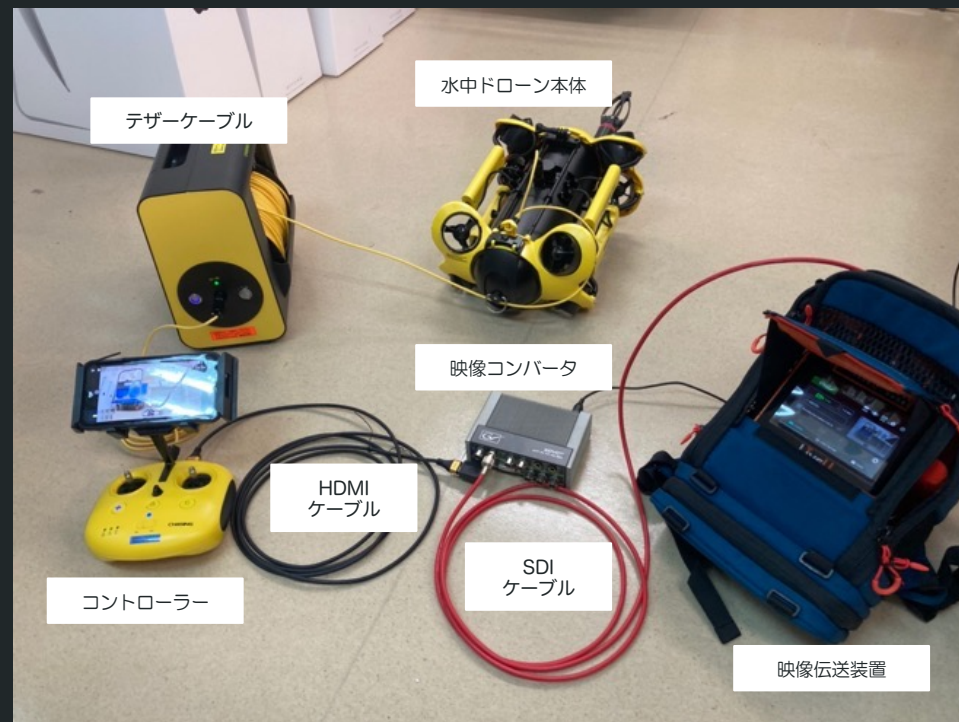


◆ ①【水中ドローンを使用した"水中から生中継"の調査研究】

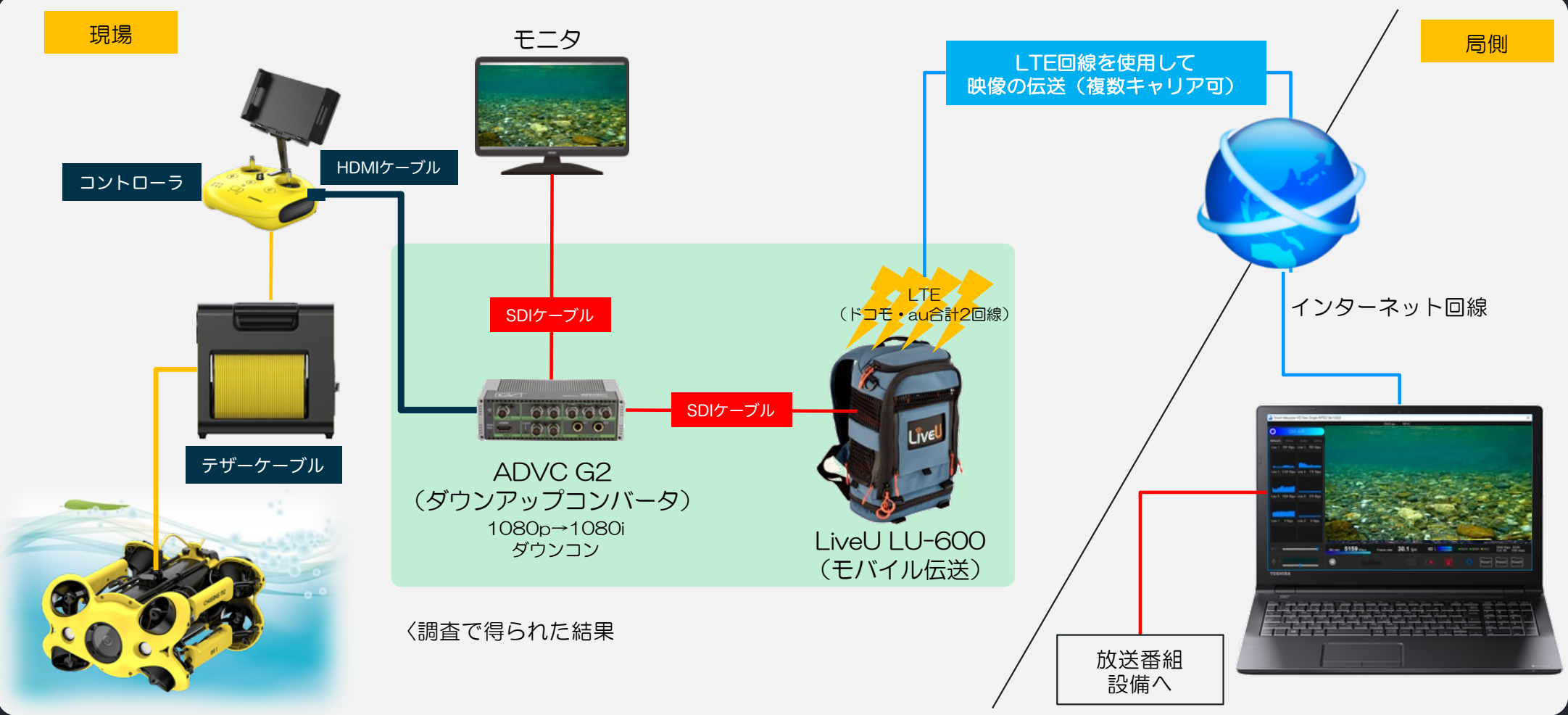
- (1) 水中ドローンと200mの専用ケーブル接続された陸上側のコントローラにあるHDMI端子より映像を出力。
- (2) 水中ドローンから出力される映像信号は1080pであることから、テレビ放送用の信号1080iに専用のコンバータ（ADVC G2）よりダウンコンバートを行う。
- (3) コンバータ（ADVC G2）の出力2から確認用モニターへ接続
- (4) コンバータ（ADVC G2）の出力1から生中継で使用中の映像伝送装置(LiveU LU-600)に接続し、ドコモ1回線・au1回線の合計2回線を使用して伝送

◆ 結果

生中継の場合、リハーサルを事前に実施して本番を迎えるが、これまでは水中ドローンのバッテリーが内蔵型でバッテリー交換が不可であった。水中ドローン本体を充電するが時間が1時間半ほどかかっていた。今回、バッテリー交換式でこの問題がクリアされることがわかった。さらに、応用として水中ドローンからリアルタイムでHDMI端子より出力される映像を、コロナ禍で一気に普及したWeb会議ツールへ接続によって複数箇所でもた、行政や防災などでの活用が可能であることがわかりました。



【水中ドローン生中継放送システム構成】



【水中ドローン映像共有 WEB会議システム構成】



◆ ②【水中ドローン利活用 四万十川流域水生生物・環境把握保全の調査研究】

四万十川流域水生生物・環境把握保全第1回目
2020年9月2日四万十町米奥

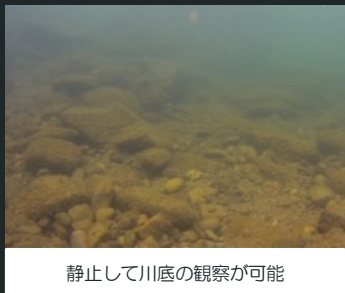
実施内容	結果
少人数での操作確認	運用には最低2名体制。ケーブルの捌きが1番重要になってくる。200mケーブルをドラムから出しながら水中ドローンを操作した場合、「水中ドローンの動き」と川では「ケーブルが流される」ことを考慮が必要。 →ケーブルが絡まる事態が発生。オペレータとは別にケーブル送り出しの人員が必要で一定量のケーブルを事前に巻いて持っておく必要がある。
川底の様子の確認	川の流れがありつつも、水中ドローンを静止（ホバリング）させても安定した映像で川底が確認できた。
生物の調査	水中ドローンを入れた直後は川魚も逃げたが、水中ドローンを進行させても警戒心なく撮影や観察ができた。また、餌を食べている様子も確認できた。



ケーブルが絡まってしまった



ケーブルを一定量を確保し送りだす



静止して川底の観察が可能



警戒心なく撮影や観察が可能



◆ ②【水中ドローン利活用 四万十川流域水生生物・環境把握保全の調査研究】

四万十川流域水生生物・環境把握保全 第2回目

2020年9月18日四万十町弘瀬

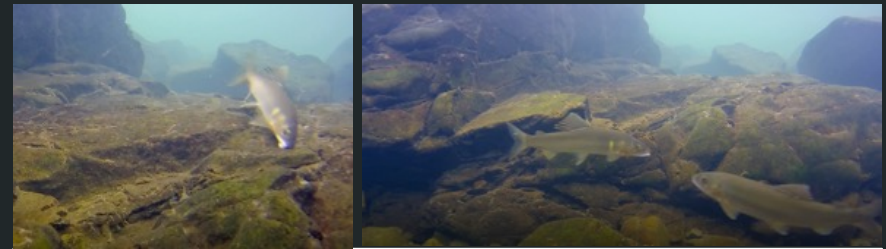
実施内容	結果
リアルタイムでの確認	<p>オペレート用のスマホ画面とは別で、コントローラーHDMI端子からリアルタイムで出力されている映像をモニター接続。モニタ（24インチ程度）を使い「川の状態」「生物（四万十の鮎）の確認」「オペレータへの指示」を調査確認した。</p> <p>先の調査同様に「川の状態」「生物（四万十の鮎）の確認」は問題なくでき、リアルタイムの映像により水中に潜らなくても確認ができた。また、モニター確認者からの指示でオペレーターの操作も可能で、川など専門家などがリアルタイムで確認も可能であることがわかった。</p> <p>課題点としては、モニター輝度が高いものでないと日光により暗くなる。シェードなどの工夫も必要。加えて、モニターの電源を車のシガーソケットから取ったがバッテリーなどで対応が必要。</p>



モニターで複数確認可能



モニターの日差し対策必要

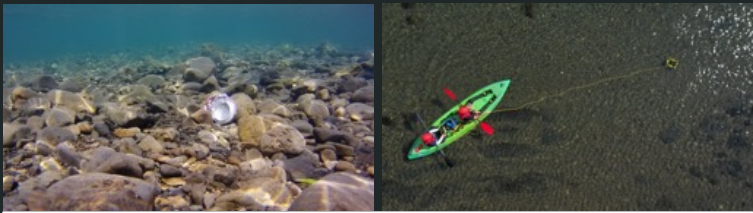


この調査でも・警戒心なく撮影や観察が可能

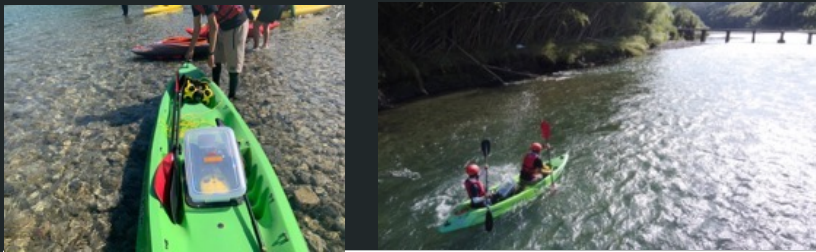
◆ ② 【水中ドローン利活用 四万十川流域水生生物・環境把握保全の調査研究】

四万十川流域水生生物・環境把握保全 第3回目
2020年9月28日四万十町大井野～若井

実施内容	結果
調査モニタリング	<p>未来に海を残すために全国一斉清掃活動「海ごみゼロフェスティバル」（日本財団と環境省）において、四万十町窪川B&G海洋センターが呼びかけ実施した。四万十町役場企画課四万十川対策室、四万十川財団、地域おこし協力隊で四万十川の清掃活動を実施。</p> <p>通常のでは河原などからは発見や拾えないゴミの搜索と回収が目的であった。カヌーからの搜索に加えて、水中ドローンにより川底などを確認がしにくい水中を搜索を実施した。</p>
船上での運用	2人乗りカヌーなどの小型の船へ搭載も可能であった。



水中ドローンで川底を降りながら搜索



小型の船でも搭載可能

◆ ②【水中ドローン利活用 四万十川流域水生生物・環境把握保全の調査研究】

四万十川流域水生生物・環境把握保全 第4回目
2020年9月28日四万十町

実施内容	結果
調査モニタリング	<p>四万十川の支流で四万十町窪川地区の街中を流れる「吉見川」で遡上してきた鮎の状況調査を実施。四万十川対策室の職員と川の水深が1～2mほどであったが、砂・石などモーターへの巻き込みはなかった。</p> <p>水深が浅いため人影でアユは逃げてしまったが、遠くから水中ドローンを進めていくと鮎は逃げずに確認でき遡上していることを確認し、また川底の石についた苔を食べている様子が確認できた。</p>
リアルタイムでの確認	<p>遠い場所からの操縦であったため、オペレート用のスマホ画面とは別で、小型モニタを指示役の職員に確認してもらいながら実施。</p>



遡上した鮎が逃げないように遠くからアプローチ



支流に遡上した鮎を確認



川苔を食べている様子が確認



◆ ③【水中ドローン利活用 水産業等の海洋保全活動に向けた調査研究】 志和地区沿岸

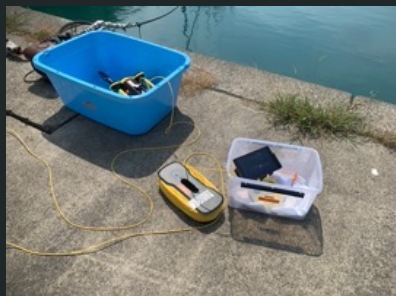
水産業等の海洋保全活動に向けた調査 第1回目

2020年8月17日四万十町

実施内容	結果
海での操作確認	<p>志和地区の湾内で海での初回テスト。水深5mほどでも明るさは問題無かった、水中ドローン本体内蔵のライトを点灯せずも目視確認が可能であった。自動ホバリングや進路保持を確認を実施。深い深度での耐圧・明るさともに問題なかった。</p> <p>海水での水中ドローンの腐食対策としてコントローラは衣装ケースに収納できるようにして対応した。特にHDMI端子部分が剥き出しであることから注意が必要。また、使用後は本体部分は漁協で水洗い後に桶に水を張って塩抜きを一晚実施した。※バッテリー交換時にはある程度、本体に付着した海水をタオルで拭き取り実施。端子接合部に海水が侵入しないように。</p>
ロボットアーム装置の確認	<p>海底に落ちていた、ゴミは回収できた。</p> <p>ウニを岩陰に入っており、トゲが掴めたものの、ちぎれて持ち上げは難しかった。</p> <p>ロボットアームに先が尖ったものを装着して突き刺すなどの意見がだされた。</p>



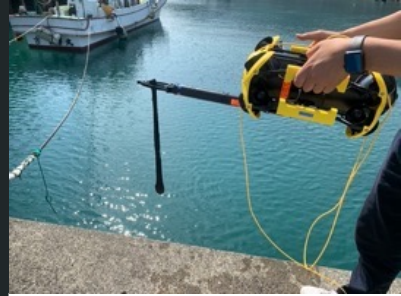
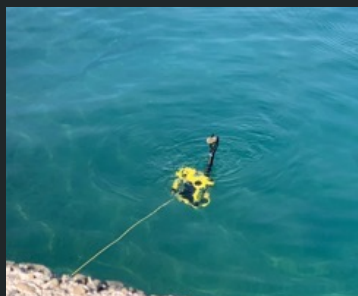
湾内での調査



塩害対策



ロボットアーム装置の確認



ロボットアーム装置の確認



◆ ③【水中ドローン利活用 水産業等の海洋保全活動に向けた調査研究】 志和地区沿岸

水産業等の海洋保全活動に向けた調査 第2回目

2020年12月18日四万十町

実施内容	結果
潜水作業を軽減の可能性	<p>志和藻場を守る会（志和漁協及び地域おこし協力隊）の方々 と藻場の保全に向けた調査研究を実施。「魚礁や母藻」を設置後に沈められたアンカー状態の確認を実施した。水深12m地点の砂地の固定状況が確認できた。</p> <p>しかし、オペレータ近くでの操作は問題なかったが、ケーブル200m分を出し進めていくと、潮の流れなどで機体が流され位置が不明となった。空撮ドローンにて位置確認できたが、水中ドローン自体での位置確認が必要である。</p> <p>漁協関係者の方にも操縦してもらったが「操作はわかったが、位置がわかりにくい」「台風後にアンカー確認に期待できそう」。</p> <p>水中はGPS信号の受信不可であることから、機種によってはトランスポンダを装備し船のGPS位置情報を元に水中ドローンの正確な位置情報が確認可能なものがある。→数百万単位である。</p> <p>現状としては船の直下や生簀、湾内に限られてくる。100mケーブルでよいとわかった。</p>



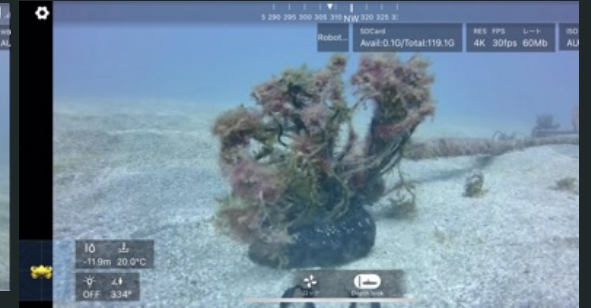
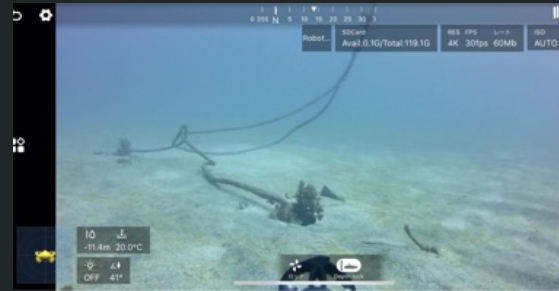
◆ ③【水中ドローン利活用 水産業等の海洋保全活動に向けた調査研究】 志和地区沿岸
水産業等の海洋保全活動に向けた調査 第2回目
2020年12月18日四万十町



堤防から沖合へ190m 位置が不明で空撮にて確認



漁協関係者にも操縦を



アンカーなどの設置状況が確認できた



【その他】

◆ 広報的取り組み

高知商業高校様「四万十町ICT研修」～四万十ケーブルTV視察～2020年11月18日・19日

高校生たちに「調査研究活動」の紹介と「水中ドローン体験」を通じて地域産業を支える可能性を感じていただきました。



◆水中ドローンに関わるコスト

想定パターン:水中の点検に使用したい(ケーブル長さ100m)

1
年
目

必要な機材	金額(税込)
水中ドローン本体(CHASING M2)	328,000
予備バッテリー	46,800
小計	374,800

+

必要な保険(1年間)	金額(税込)
賠償保険(1事故最大5億円)	15,620
機体保険	33,300
小計	48,920

+

合計金額(税込)
423,720円

※保険会社によって変わる

2
年
目

必要な機材	金額(税込)
予備バッテリー	46,800
小計	46,800

+

必要な保険(1年間)	金額(税込)
賠償保険(1事故最大5億円)	15,620
機体保険	33,300
小計	48,920

+

合計金額(税込)
95,720円

- 魚などがきちんと映り観察が可能
- 調査と共に観光分野(どんな様子で育っているかを魚目線で)
- 水難事故が多い場所でどんな地形であるかがダイバーなど危険が伴わない

導入のに向けてのポイントと今後の展開

- ✓水中の中で動きのある動画撮影・記録
- ✓専用ケーブルで地上でリアルタイムで映像を確認(生中継)
- ✓冬場や危険な場所での水中確認(調査)
- ✓船上から近くであれば確認作業が容易に可能
- ✓水深10m以上に潜っての確認ができる

今後解決したい大きなポイント

- ◆ 水中を自由に動き回れる200m先までいける・・・x
→水中GPSが効かない。トランスポンダなどもあるが安価にコンパクトなものでできないか
- ◆ ロボットアームでそこから大きなもの・・・x
→ロボットアームにプラスしてできること(ヤリ的なものを挟むなど)