

海洋DXに関する取り組み

2024年1月26日

KDDI総合研究所

KDDI research atelier

ライフスタイルテックラボ／フロンティア研究室

本日のアジェンダ

- これまでの取り組み
- 最近の取り組み
 - ① 水上ドローン
 - ② 水空合体ドローン
- まとめ

本日のアジェンダ

- これまでの取り組み
- 最近の取り組み
 - ① 水上ドローン
 - ② 水空合体ドローン
- まとめ

これまでの取り組み（海底ケーブル調査）

- 海底ケーブルをメンテナンスするため、1990年代からAUV（自律型無人潜水機）や海洋調査の研究開発を推進

AQUA EXPLORER 1000

海底ケーブル調査船
試作機（1992年～）



AQUA EXPLORER 2000

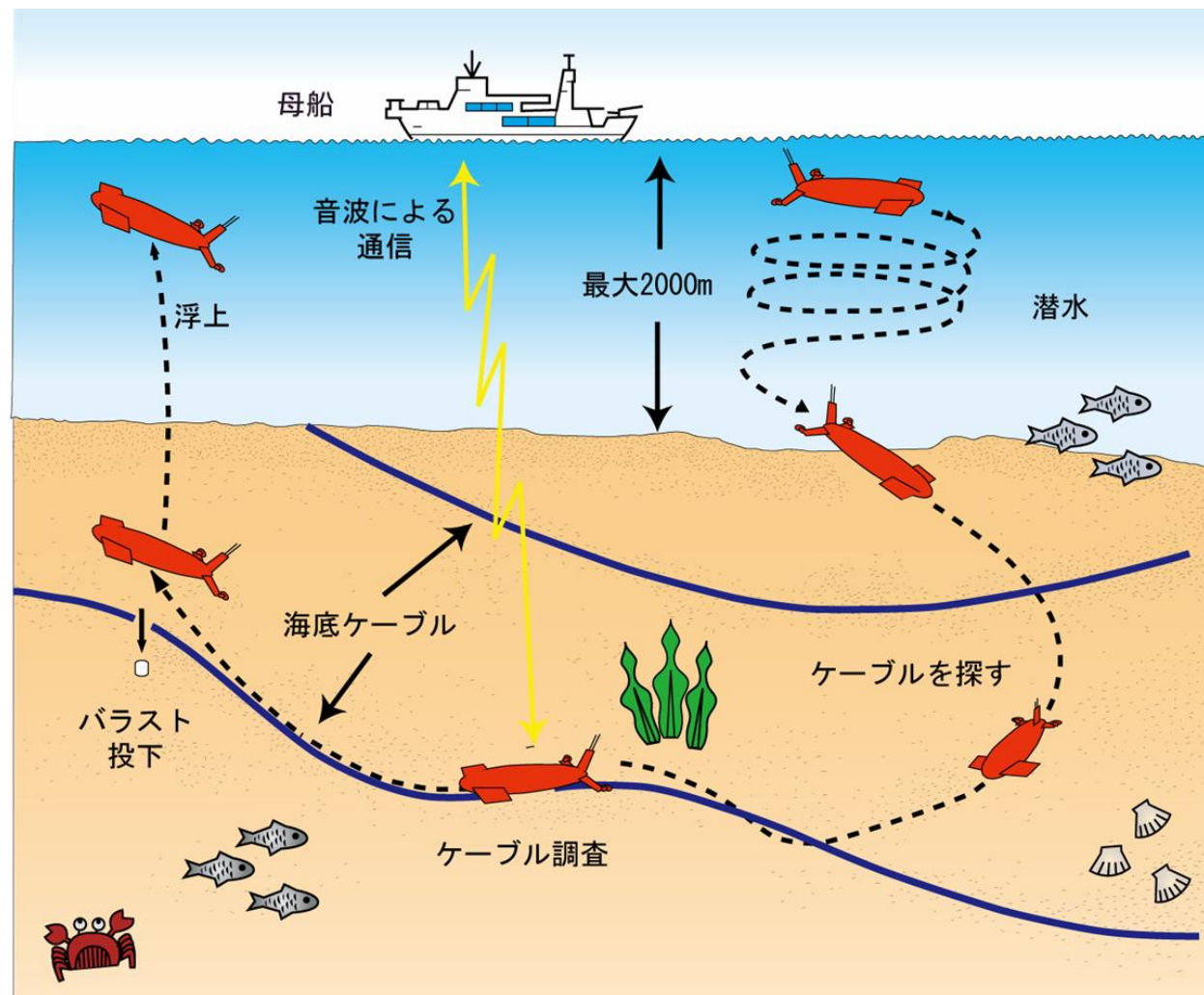
海底ケーブル調査船として
実用化（1997年～）



これまでの取り組み（海底ケーブル調査）

■ 調査内容

- 敷設前の海底状況調査
- 海底ケーブルの埋設深度の調査
- 海底ケーブルの敷設状況調査
- 障害状況の調査



これまでの取り組み（海底調査）

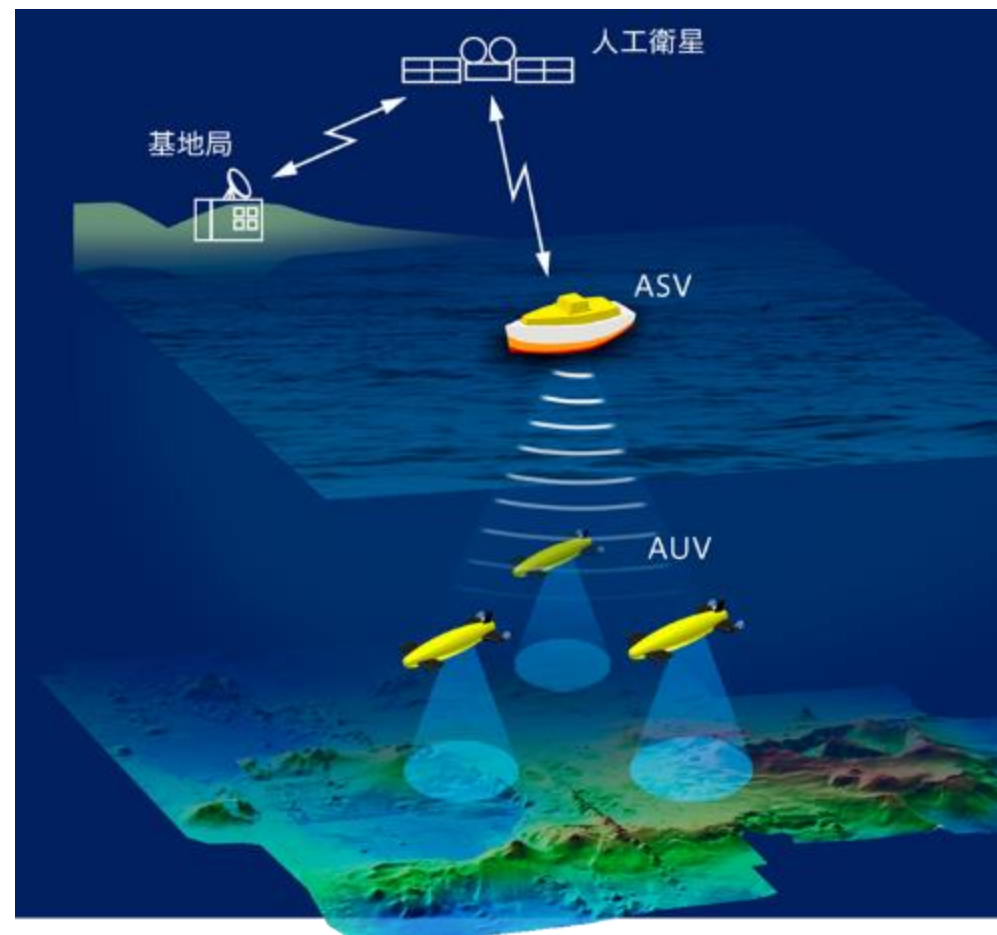
■ 海底探査技術の世界コンペティションに参加

- 大会名：Shell Ocean Discovery XPRIZE（以降、XPRIZEと記載）

Team KUROSHIO（次ページ参照）の一員として参加し、準優勝

< 決勝戦の概要 >

- ・ 2018年10-12月にギリシャで開催
- ・ 水深4,000mで24時間以内に最低250km²以上の海底地形を調査
- ・ 海底ターゲットの写真10枚撮影（解像度：水平5m、垂直50cm以上）
- ・ オペレーションは母船レス（オペレータは海域に出ず全て遠隔管制）
- ・ 機材持ち込み制限：40feetコンテナ1個
- ・ 調査後48時間以内に海底地形図を作成、提出



引用元：<https://www.jamstec.go.jp/team-kuroshio/technology/>

参考：Team KUROSHIOメンバー

■ XPRIZEに参加した Team KUROSHIO のメンバー



国立研究開発法人

海洋研究開発機構



東京大学生産技術研究所

Institute of Industrial Science, The University of Tokyo



国立大学法人

九州工業大学



国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所

海上技術安全研究所



日本海洋事業 株式会社
Nippon Marine Enterprises, Ltd.



MES
三井造船

KDDI
KDDI Research



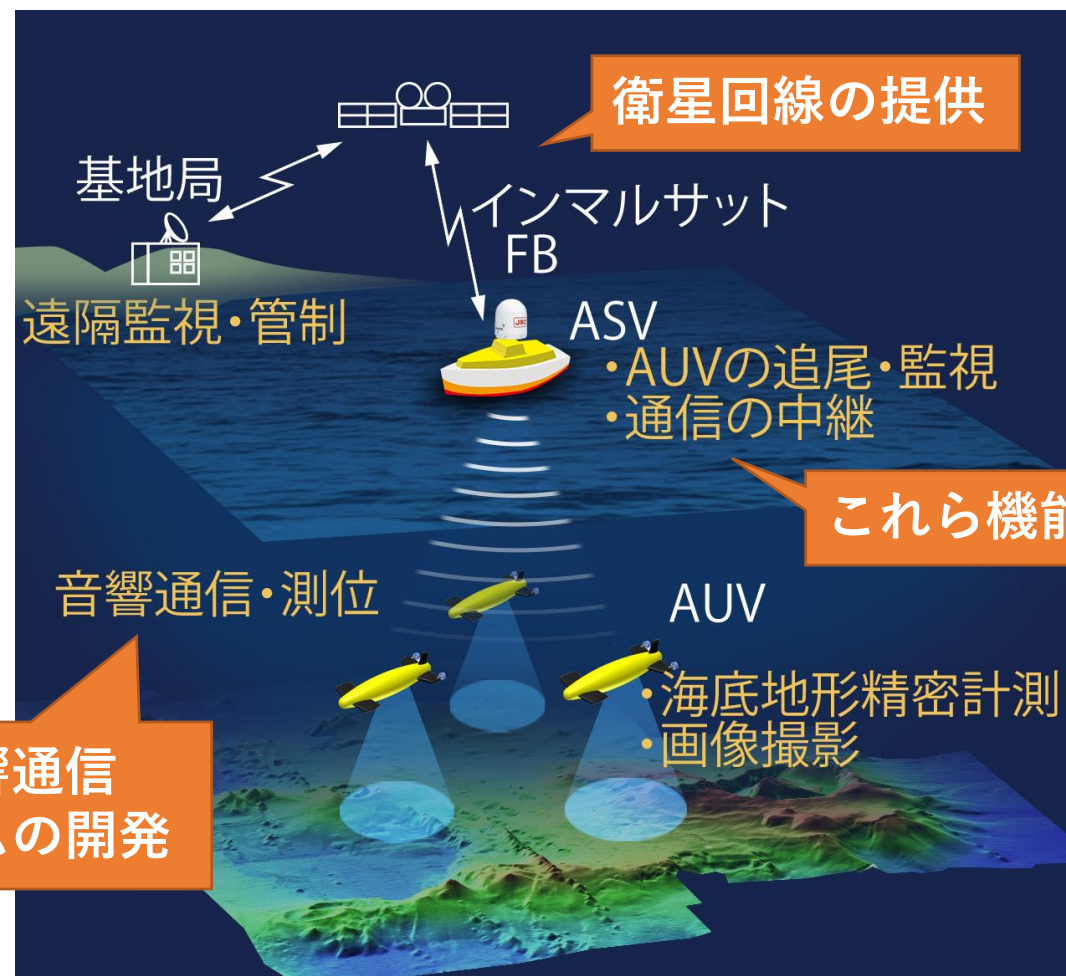
引用元：<https://www.jamstec.go.jp/team-kuroshio/team/>

これまでの取り組み（海底調査）

■ KDDI総合研究所の役割



自社の遠隔作業
支援システム
(VistaFinder)
によるモニタ



引用元 : <https://www.jamstec.go.jp/team-kuroshio/technology/>

これまでに培ったAUVに関わる技術を、社会課題の解決に応用

ブルーカーボンの測定 水域インフラの点検

本日のアジェンダ

- これまでの取り組み
- 最近の取り組み
 - ① 水上ドローン
 - ② 水空合体ドローン
- まとめ

遠隔操作が可能な2種類の水域ドローンを開発

- ① 水上ドローン
 - ・ 背景 : **ブルーカーボン**への注目の高まり
 - ・ 利用例 : 広域の藻場観測を自動化
- ② 水空合体ドローン
 - ・ 背景 : 漁業就労者の減少、点検を要する水域インフラの増加
 - ・ 利用例 : 水域インフラ設備点検の**省人化**

<水上ドローン外観>



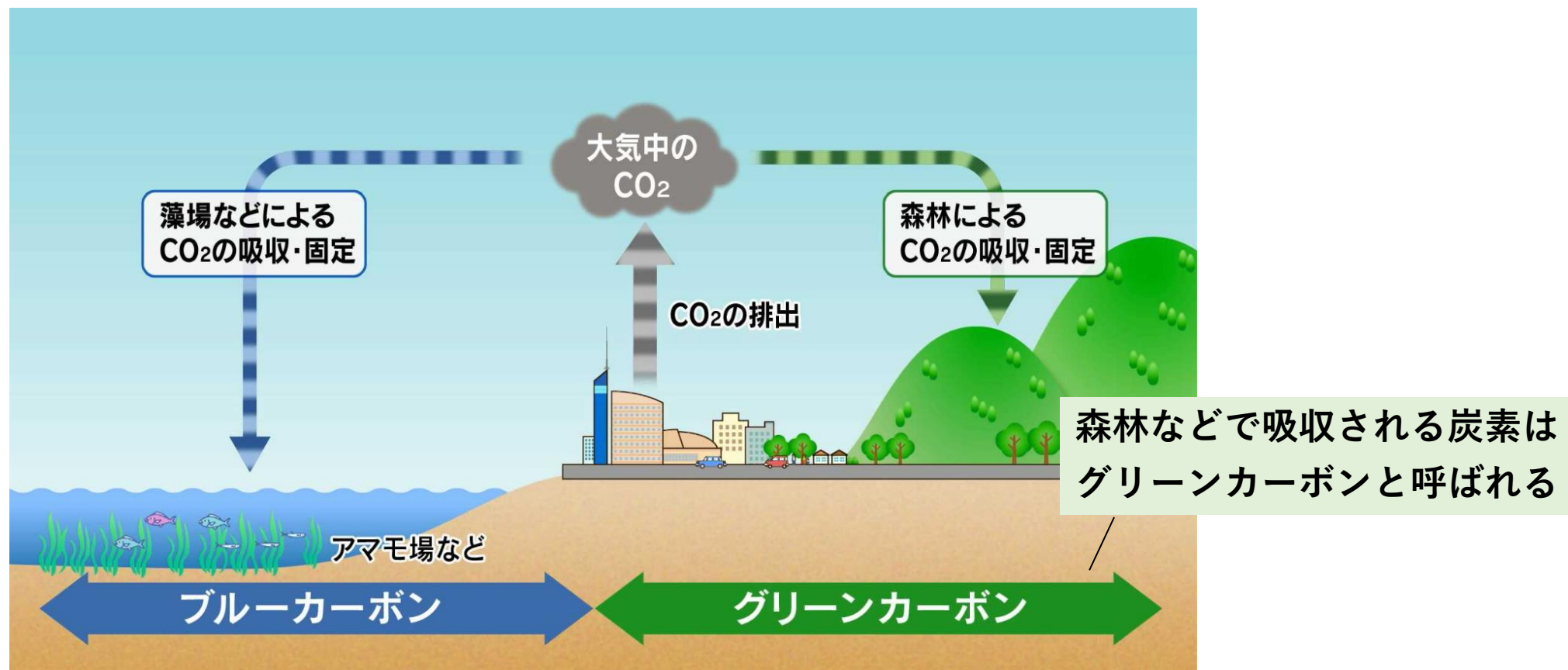
<水空合体ドローン外観>



最近の取り組み（①水上ドローン、背景1/3）

■ ブルーカーボン

- 海洋生態系に隔離・貯留される炭素
- 2009年に国連環境計画（UNEP）によって命名



引用元： <https://rkb.jp/article/98394/>

最近の取り組み（①水上ドローン、背景2/3）

■ カーボン・オフセット

- ある場所のCO2排出量を、他の場所のCO2吸収量で埋め合わせる
- CO2吸収量に相当するクレジットが取引されている



引用元： <https://all62.jp/jigyo/carbonoffset.html>

最近の取り組み（①水上ドローン、背景3/3）

■ ブルーカーボンのクレジット、Jブルークレジット

- ジャパンブルーエコノミー技術研究組合（JBE）*がクレジットを登録

* 2020年7月に設立、国土交通省が認可

- JBEが運営事務局を務め、第三者機関がクレジットを審査・認証

・ 2021年度は3件、2022年度は18件、2023年度（1回目）は13件のクレジットを認証



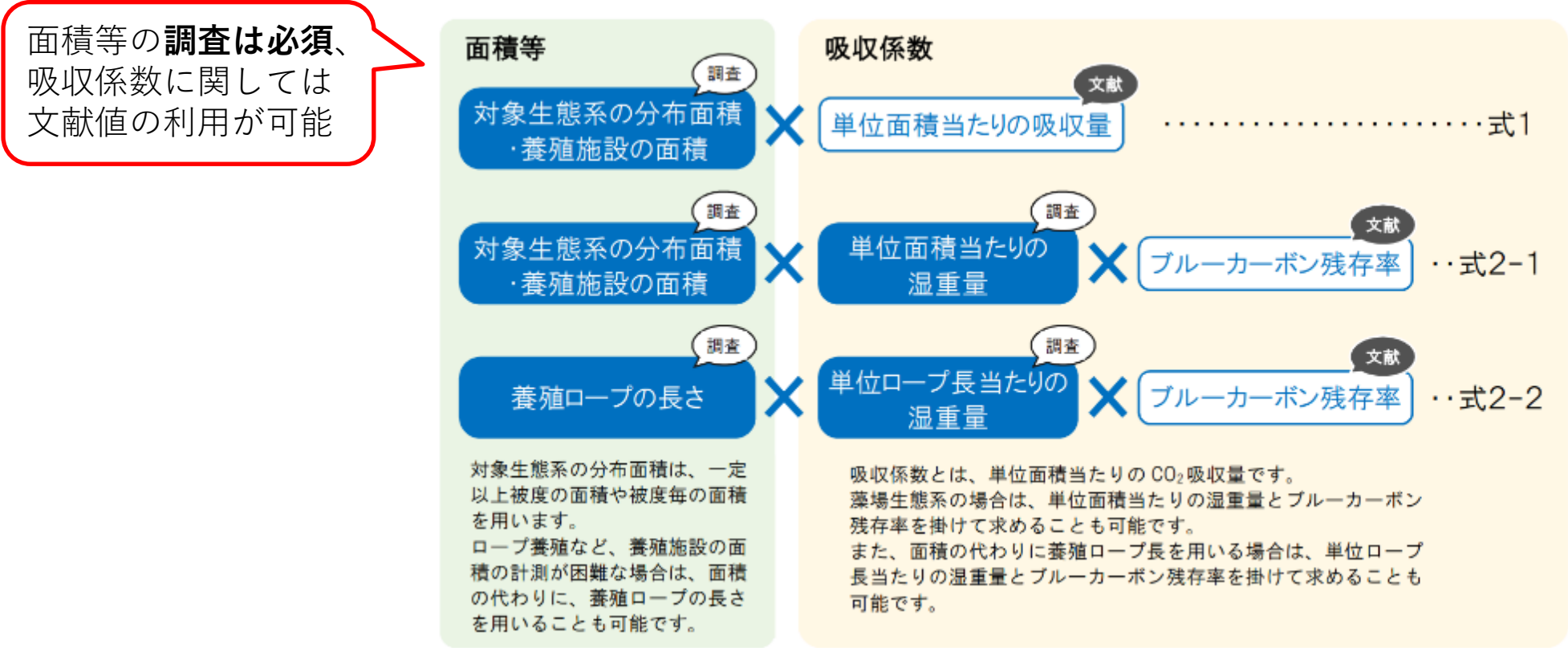
引用元： <https://www.blueeconomy.jp/files/20210318JBE-press.pdf>

最近の取り組み（①水上ドローン、狙い1/3）

■ ジャパンブルーエコノミー（JBE）の手引きでは、CO2吸収量を以下のように定義

- 「CO2吸収量」＝「面積等」×「吸収係数」
- クレジット認証を受けるには、面積等を実測した調査結果が必要

＜CO2吸収量の算出方法＞



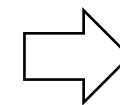
最近の取り組み（①水上ドローン、狙い2/3）

■ ドローンで空撮

- 広域を観測できるが、海中の様子が分かりづらい

■ ダイバーが調査

- 海中の様子が分かるが、広域の観測は不向き



ICT技術を活用し、
藻場観測のDXを促進

< ドローンで空撮 >



< ダイバーが調査 >



引用元： https://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko_gyozyo/g_guideline/attach/pdf/index-17.pdf

最近の取り組み（①水上ドローン、狙い3/3）

■ 被度や藻の種類の識別には、海中を観測した方が良い

視点	調査手法	位置情報取得 の留意点	現地 調査	藻場の面積		藻場 タイプ の判断
				境界の 判断	被度の 把握	
上空	衛星画像	画像の位置補正 （幾何補正 [§] 、 オルソ補正 [§] ） が必要		○		
	空中写真			○		
	空中ドローン		○	○		
海上	踏査・SUP	GPSによる位置 情報の取得が可 能	○	○		
海面	海面目視(箱めがね、水上ドローン等)		○	○	○	○
	音響測量		○	○		
海中	水中カメラ	正確な位置情報 の取得には工夫 が必要	○		○	○
	水中ドローン		○	○	○	○
	潜水目視(ダイバー)		○	○	○	○
その他	既存調査報告書（測量結果等）	位置情報確認	—	※	—	—

空撮では被度や藻場のタイプまで
分かりづらい

海中で観測すれば
被度や藻場のタイプ
まで分かる

引用元： https://www.blueeconomy.jp/wp-content/uploads/jbc2023/20230816_J-BlueCredit_Guideline_v2.3.pdf

最近の取り組み（①水上ドローン、概要1/3）

■ スマートフォンで以下の遠隔操作を実現

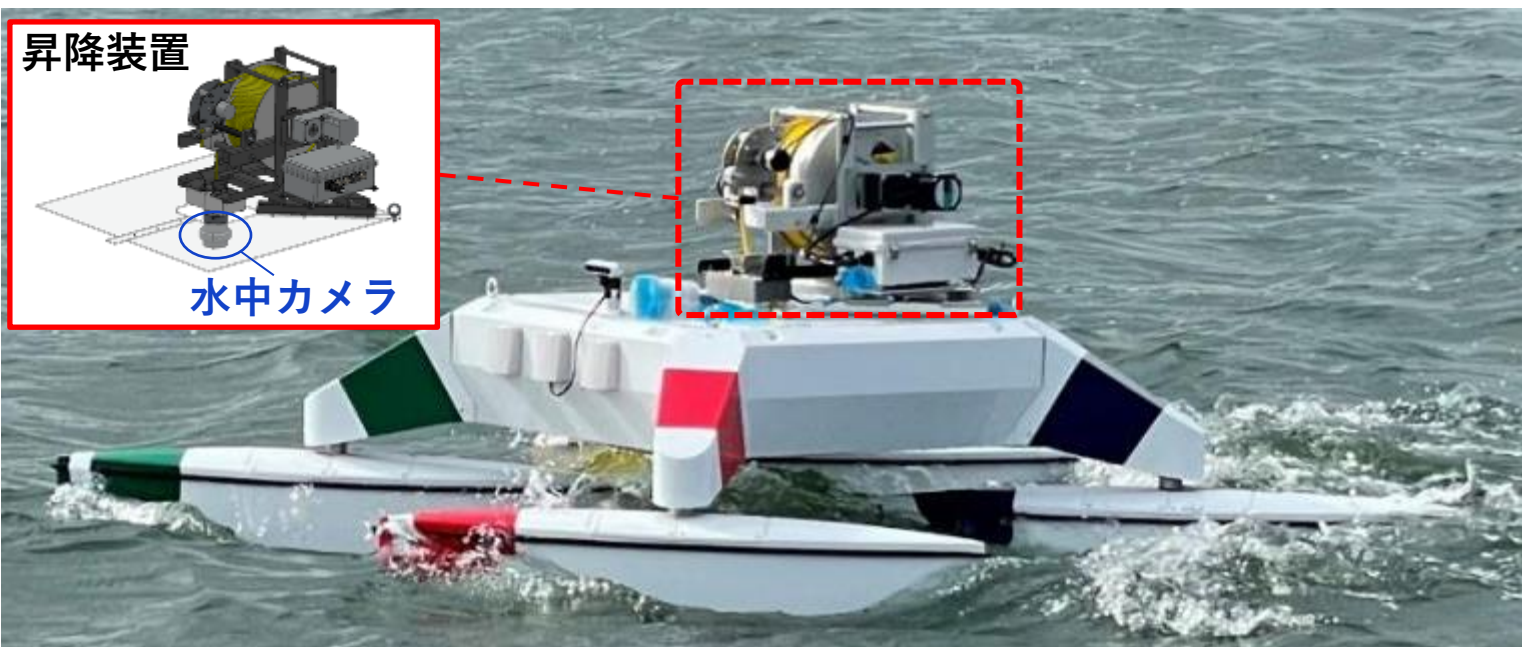
- 目的地までの航路設定と自動航行
- 水中カメラの昇降

効率的に多地点の
水中観測が可能

第31回地球環境大賞総務大臣賞を受賞（2023年3月）

KDDI（株）、（株）KDDI総合研究所、三重県鳥羽市

環境保全のため、企業と自治体で水上ドローンを活用しブルーカーボン量を算定



< 基本性能 >

- GPS搭載
- 定点保持が可能
- 連続稼働 8時間
- 航行速度 約1.2m/s
- モバイル通信に対応

最近の取り組み（①水上ドローン、概要2/3）

- 海洋DX推進に向け、三重県の機関と連携協定を締結（2021年3月報道発表）
 - 本協定をベースに、鳥羽市協力のもと水上ドローンの実証実験を開始

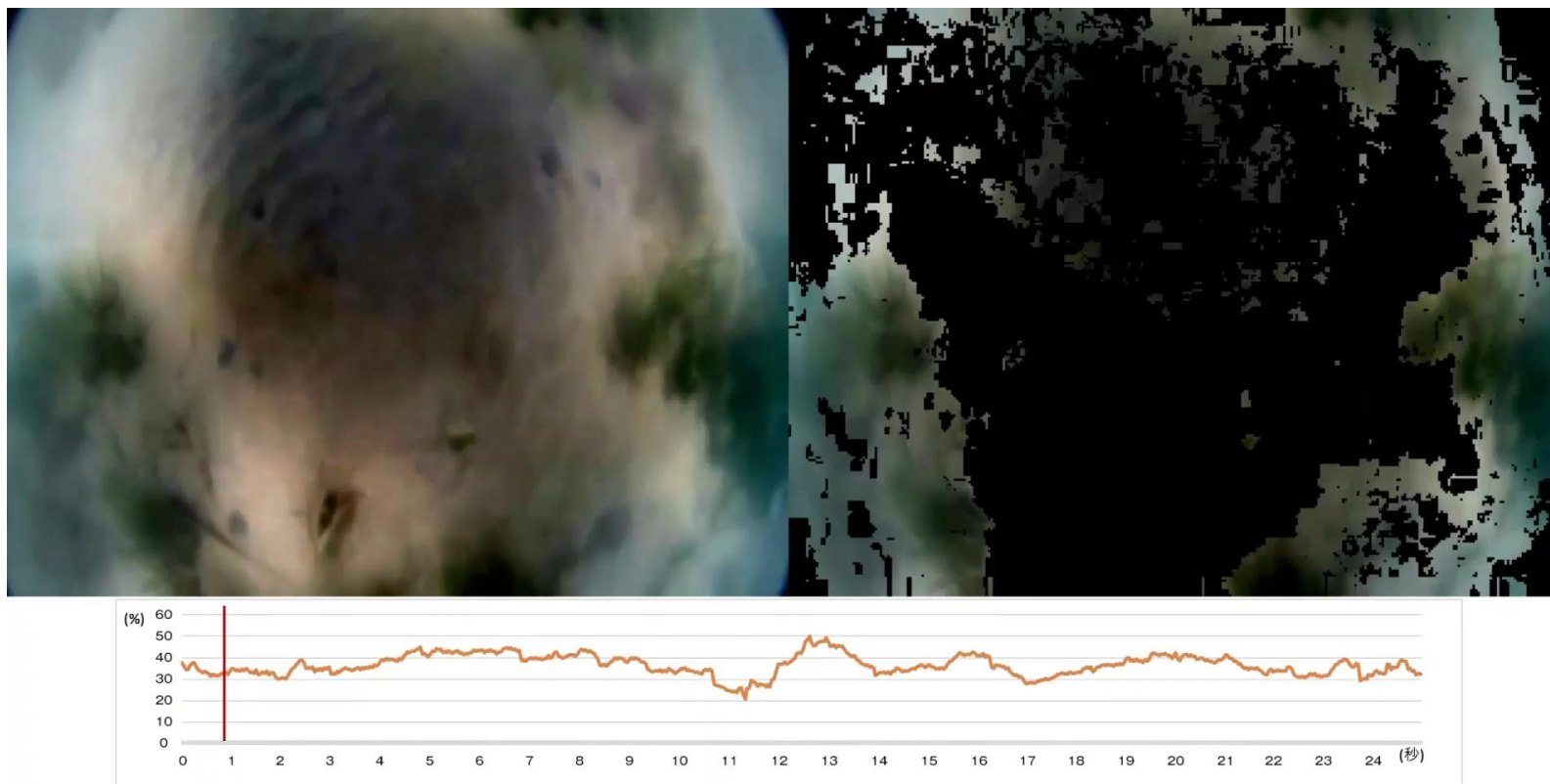


引用元：<https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2021/03/16/5011.html>

最近の取り組み（①水上ドローン、概要3/3）

- 藻場を撮影した水中映像から画像処理で海草・海藻と認められる領域を抽出
- 海草・海藻が占める割合（被度）の算出が可能であることを確認

被度の算出例（答志島沿岸の藻場）

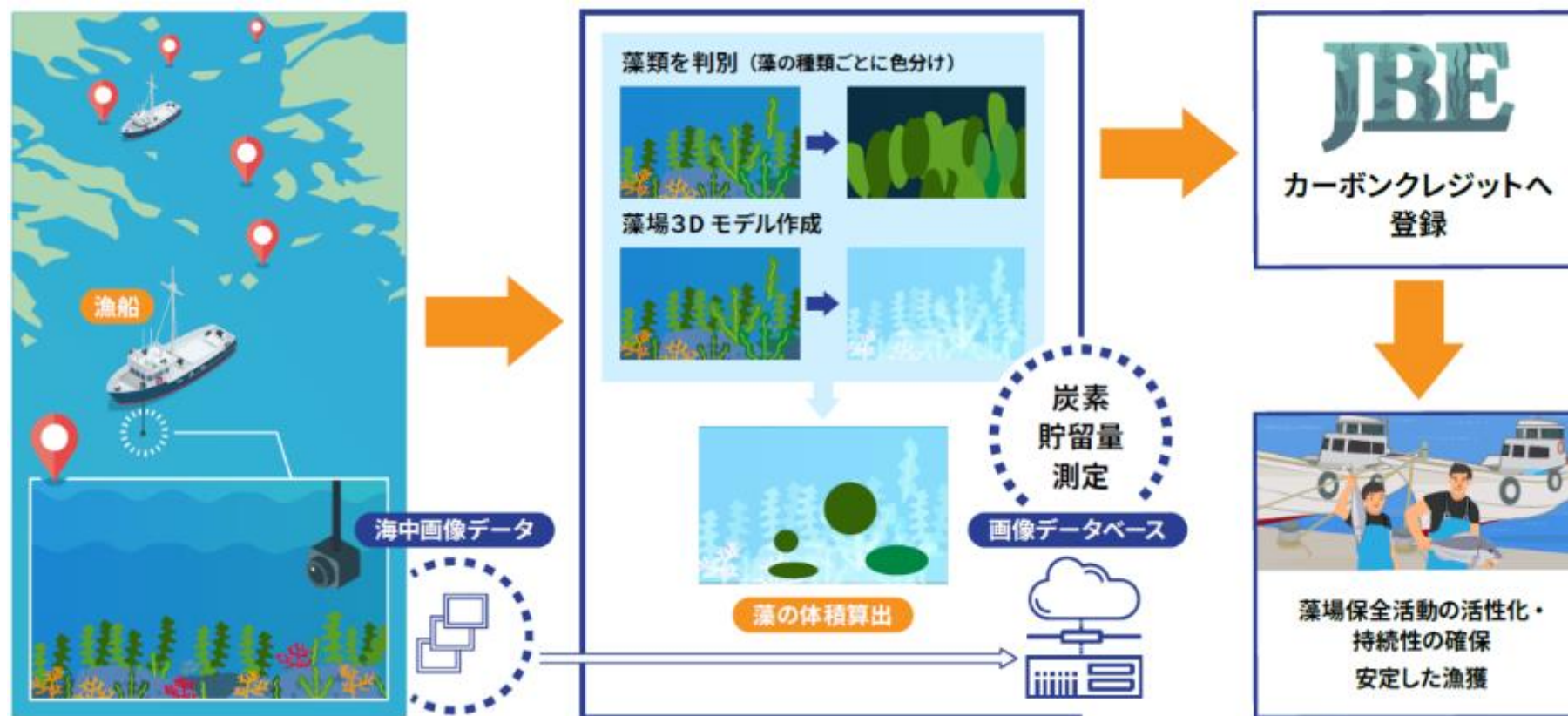


録画した映像から海草・海藻の割合(被度)を算出します

参考：新たな観測システムの開発

■ 三重県の機関とブルーカーボン自動計測システムを開発中（2023年3月報道発表）

- 海洋DXの連携協定を締結している6者で実施
- KDDI：クレジット化の支援、KDDI総合研究所：藻の体積算出



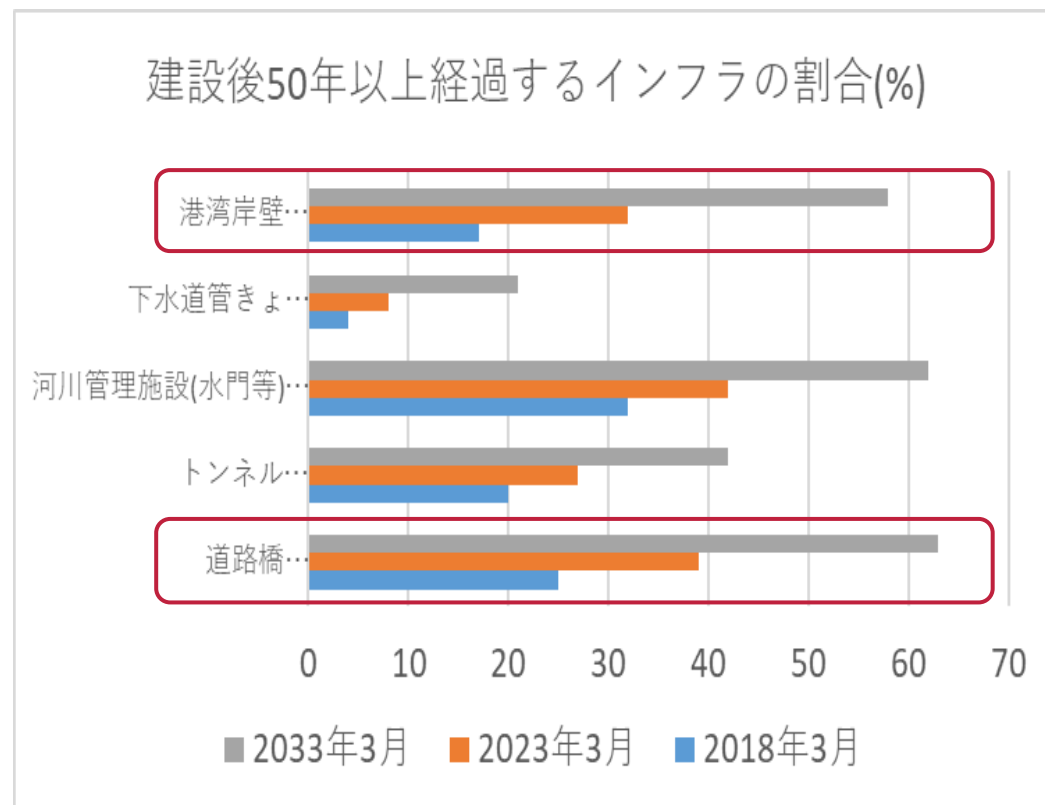
本研究成果は、国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）の委託研究（採択番号22602）により得られたものです。

引用元： <https://www.kddi-research.jp/newsrelease/2023/033101.html>

最近の取り組み（②水空合体ドローン、背景1/3）

■ 点検を要する水域インフラの増加

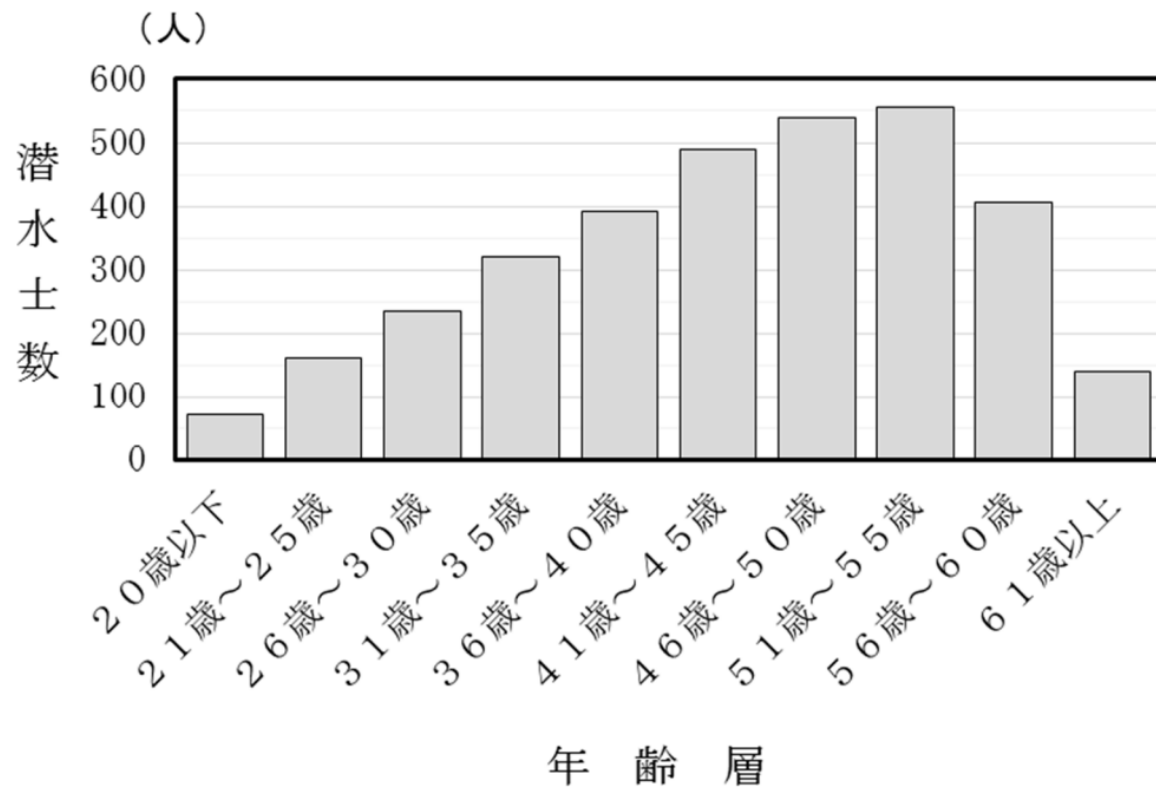
- 多くのインフラは高度経済成長期に整備したため同時期に老朽化(左下図)
- 洋上風力発電(右下図)などの新たな設備でも点検の効率化が課題



引用元: https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/maintenance/02research/02_01.html
https://www.mlit.go.jp/kowan/kowan_tk4_000012.html

最近の取り組み（②水空合体ドローン、背景2/3）

■ インフラ点検の需要が高まる一方、作業者の高齢化が進む



年齢層別潜水士数（日本潜水協会推計値）

<日本潜水協会HPより引用>

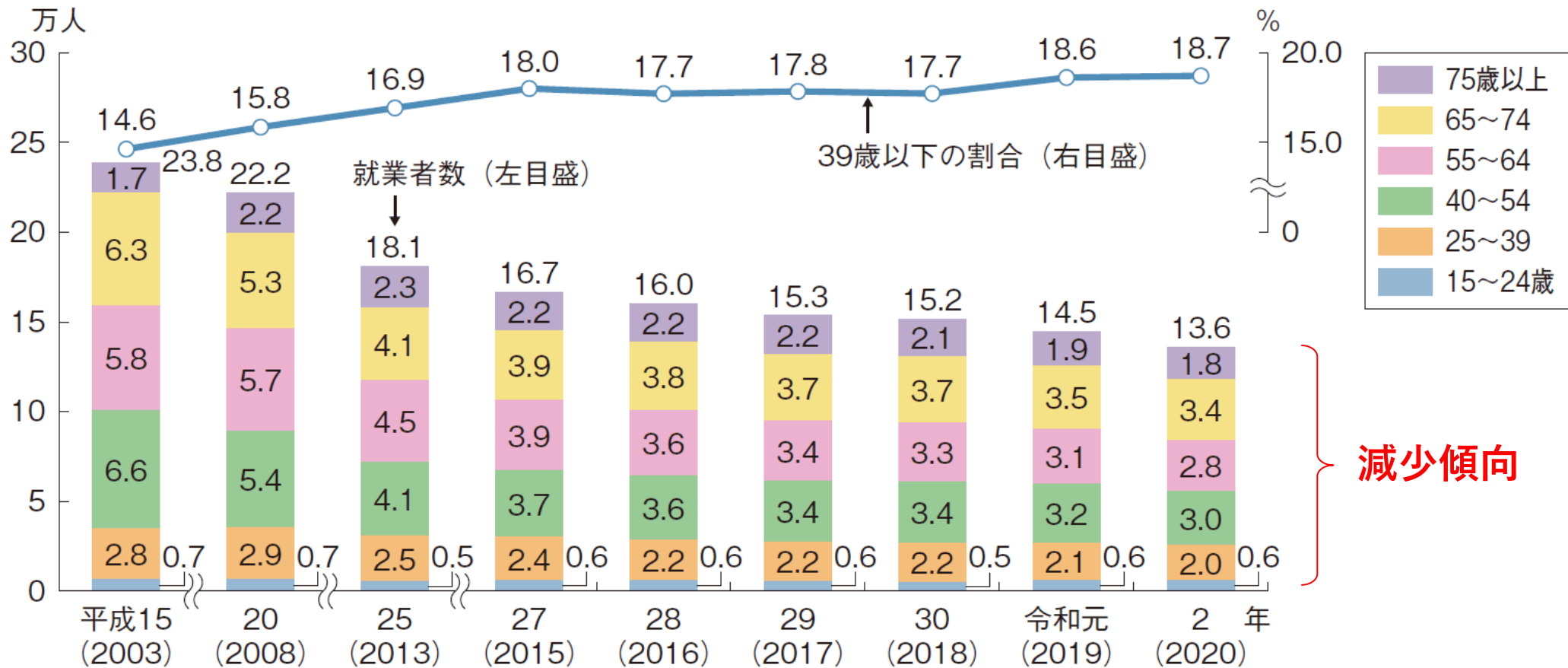
「・・・我が国の潜水士は、高齢化により離職者が増加する中で、これを補い得るだけの若手後継者の確保が困難な現状にあり、その総数は、長期にわたって減少しているものと考えられています。・・・」

引用元：<http://www.sensui.or.jp/library/55dc15e00229f781140004d7/59b8edf7300eac8e23e7f39e.pdf>
<https://www.sensui.or.jp/20170913174544>

最近の取り組み（②水空合体ドローン、背景3/3）

- 漁業従事者も減少傾向
 - 養殖業の見回り作業なども担い手不足で負担増

点検を効率化
できる仕組みが欲しい

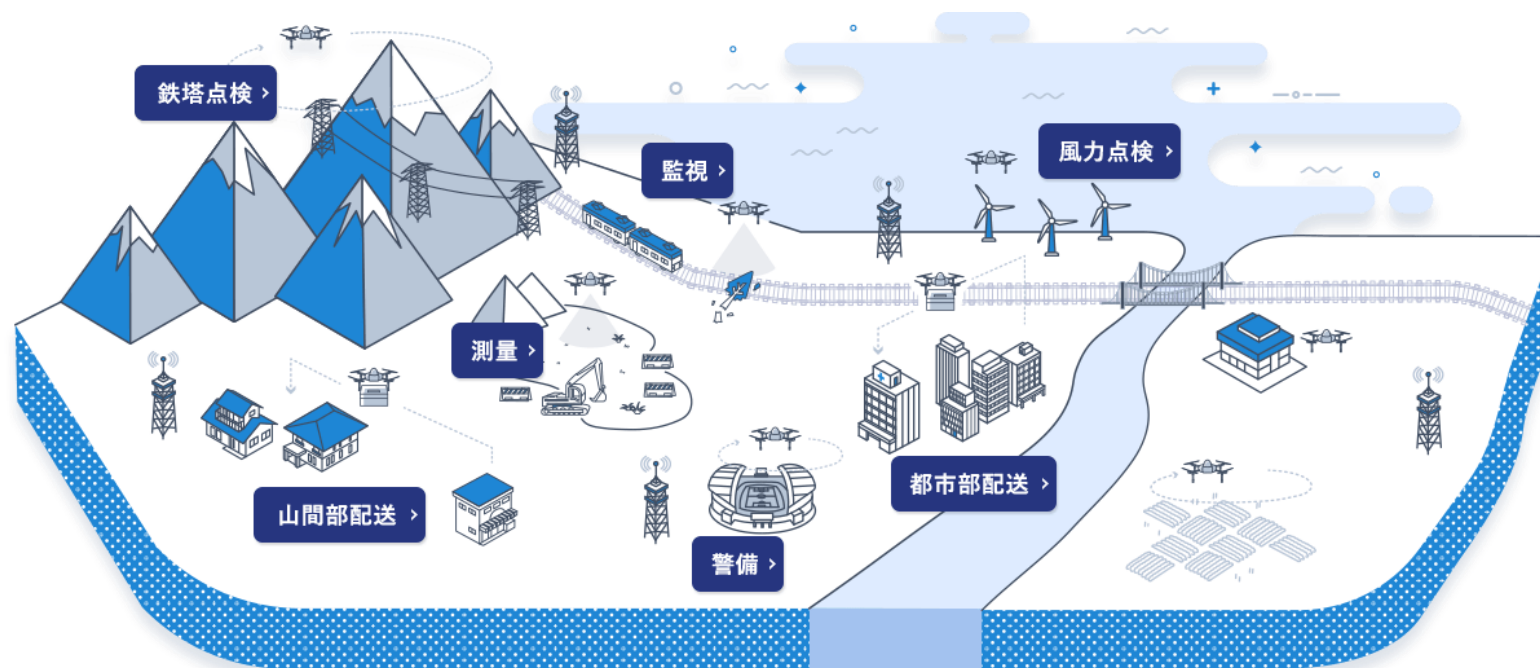


引用元 : https://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/r03_h/trend/1/t1_2_3.html

最近の取り組み（②水空合体ドローン、狙い1/2）

■ KDDIスマートドローン社（2022年4月事業開始）

- モバイル通信を用いてドローンを制御
 - 遠隔操作によりインフラの状況等をリアルタイムで把握
- ➔ KDDIスマートドローン社で水空合体ドローンを提供し、役務提供範囲を水域まで拡張予定



引用元：<https://kddi.smartdrone.co.jp/>

最近の取り組み（②水空合体ドローン、狙い2/2）

■ 水域をカバーするため、水空合体ドローンを開発

PRODRONE「PD6B-Type3C」

物流 農業 測量



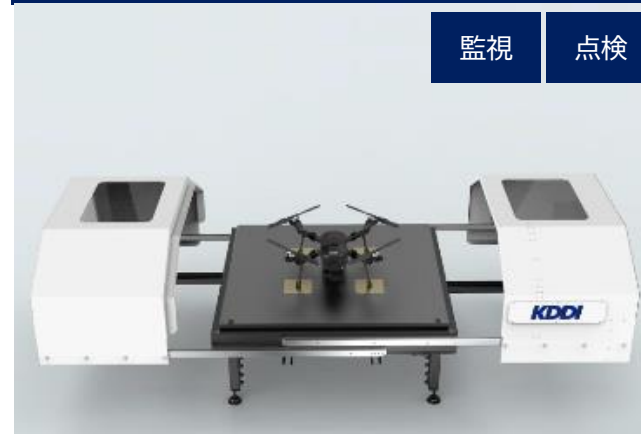
PRODRONE「PD4-XA1」

監視 点検 測量



CIRC「G6.0&NEST」

監視 点検



ACSL「ACSL-PF2」

監視 点検 物流



DJI「Matrice300」

点検 測量



水空合体ドローン

点検 監視

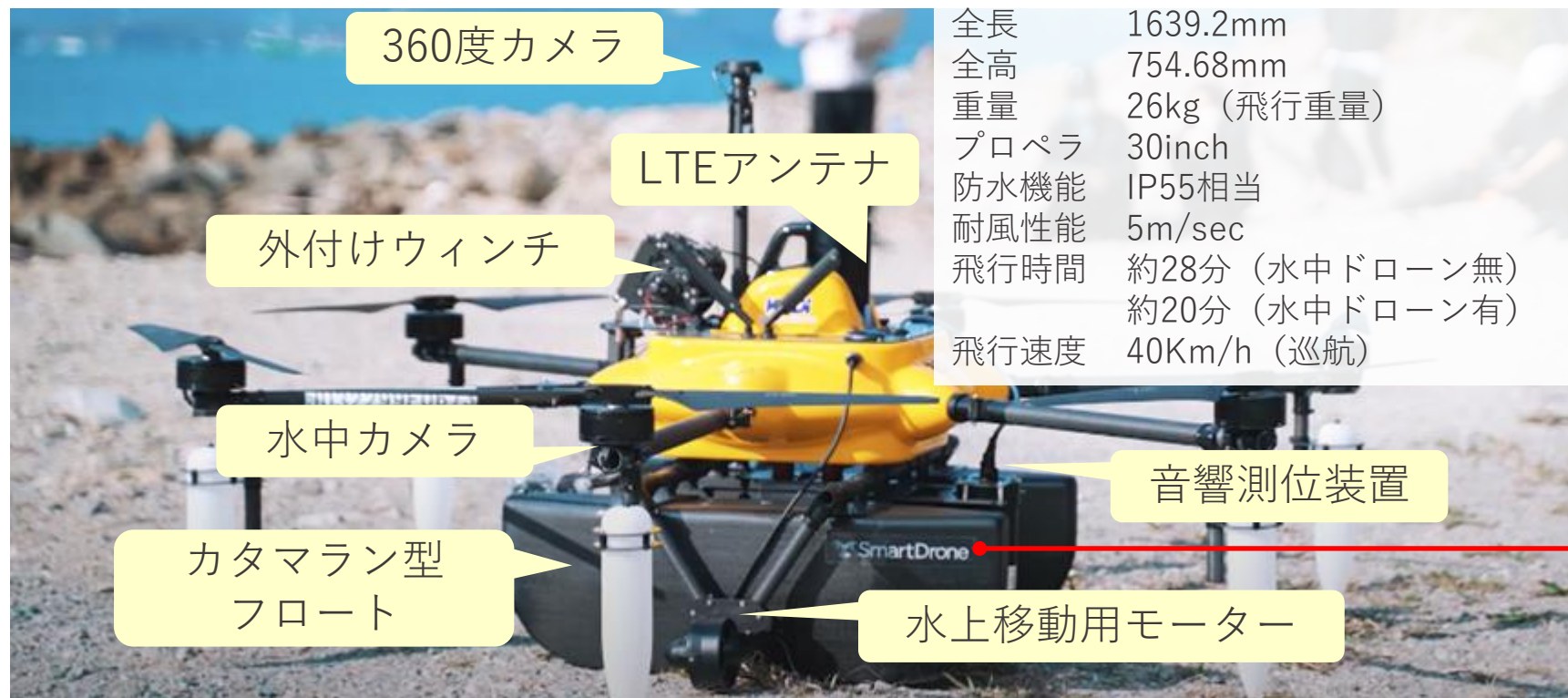


水中

最近の取り組み（②水空合体ドローン、概要1/5）

- 空中ドローンと水中ドローンが合体
 - 水中ドローンによる調査が遠隔から可能に

第10回ロボット大賞総務大臣賞を受賞（2022年10月）
（株）KDDI総合研究所、KDDIスマートドローン（株）、（株）プロドローン

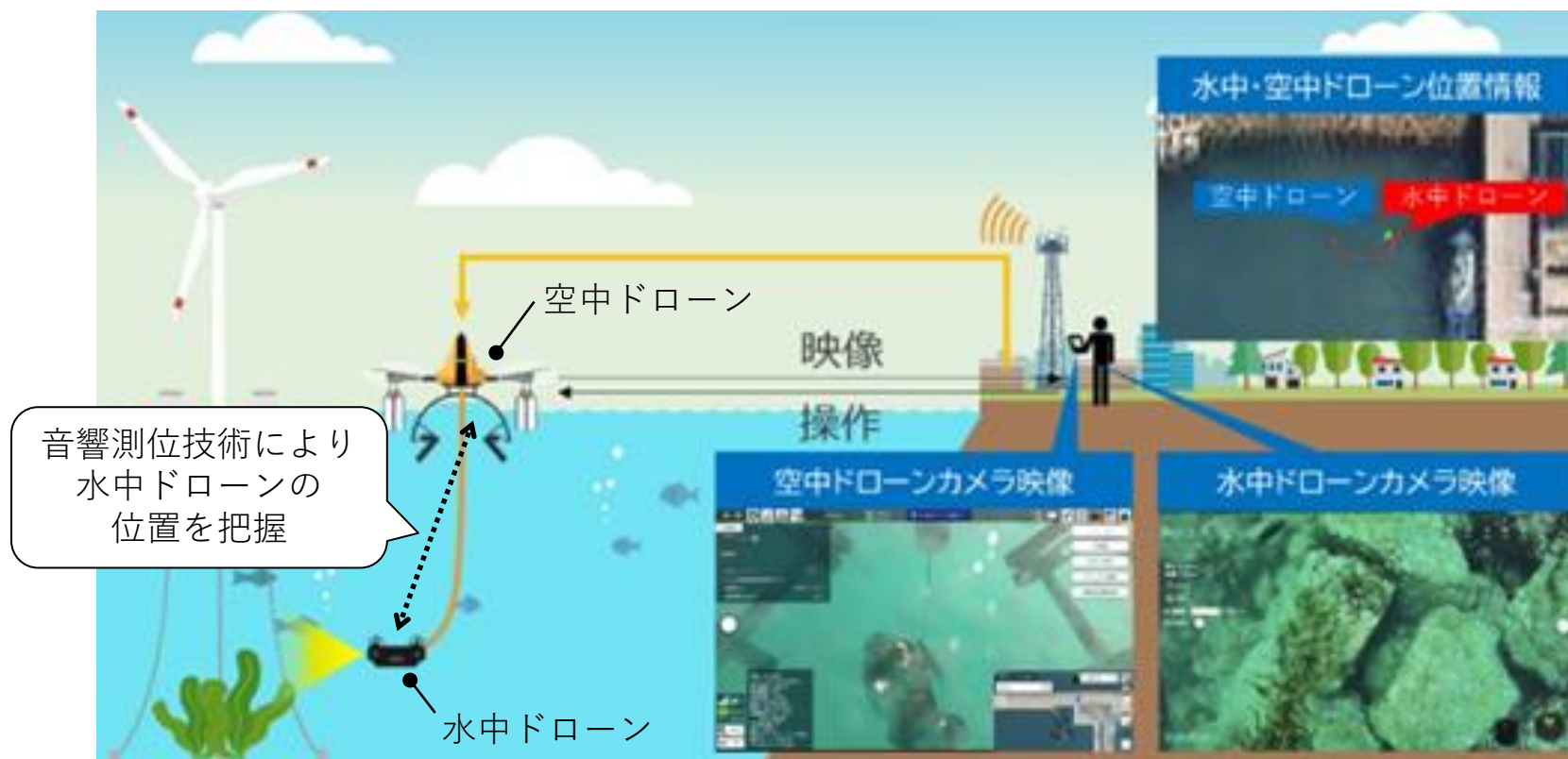


2つのフロートの間に
水中ドローンを格納

最近の取り組み（②水空合体ドローン、概要2/5）

■ 利用イメージ

- 水中ではGPSが利用できないため、海上で待機する空中ドローンとの音響測位によって水中ドローンの位置を計測



1. 空中ドローンは水中ドローンを抱えながら目的地まで自動飛行
2. 目的地の海上に着くと空中ドローンは水中ドローンを分離
3. 水中ドローンは海中を撮影し、有線経由で空中ドローンに伝送
4. 空中ドローンから陸上へモバイル通信で伝送
5. 空中ドローンは水中ドローンを回収し、出発地まで自動飛行

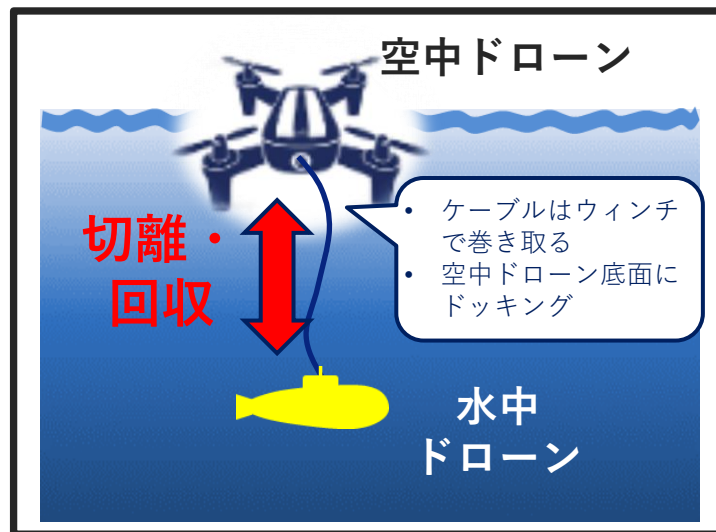
引用元：<https://www.kddi-research.jp/newsrelease/2022/101201.html>

最近の取り組み（②水空合体ドローン、概要3/5）

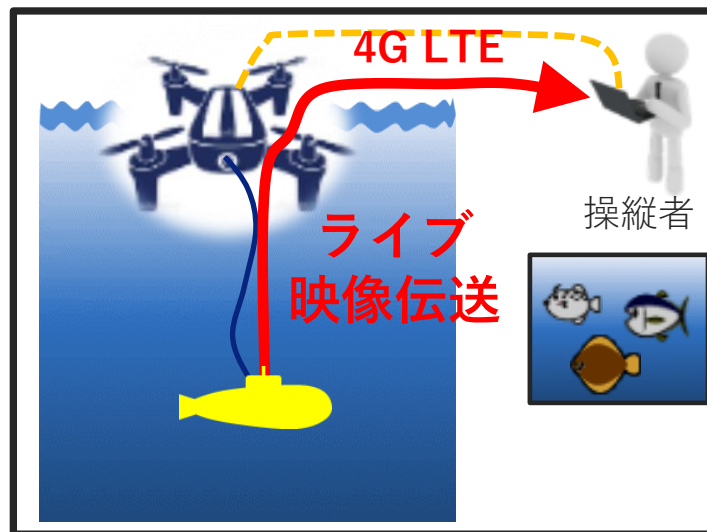
■ 以下の機能によって、遠隔での観測を実現

1. 水面での水中ドローン切離・回収
2. 水中映像のリアルタイム伝送
3. 水中音響測位

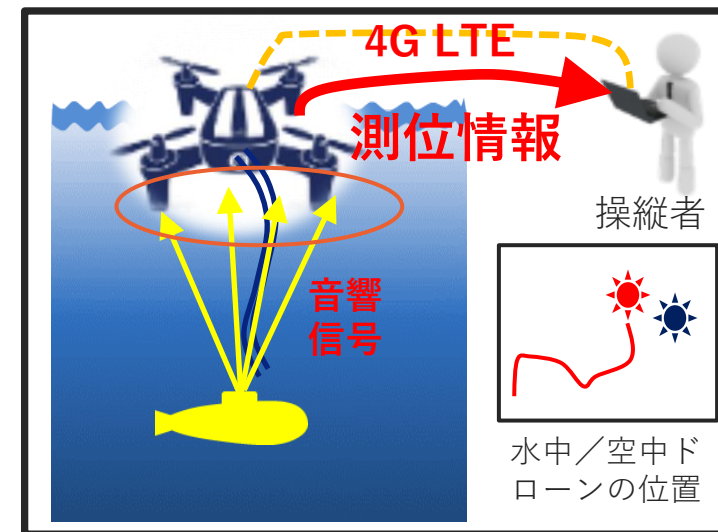
1. 水面での切離、回収



2. 水中からの実時間映像伝送



3. 水中音響測位



最近の取り組み（②水空合体ドローン、概要4/5）

■ 遠隔操作の様子

1. 水面での切離、回収



水中ドローンの離脱、ケーブル状況、回収を遠隔で確認

2. 水中からの実時間映像伝送



水中ドローンの映像を遠隔で確認しながら操作・水中を撮影

3. 水中音響測位



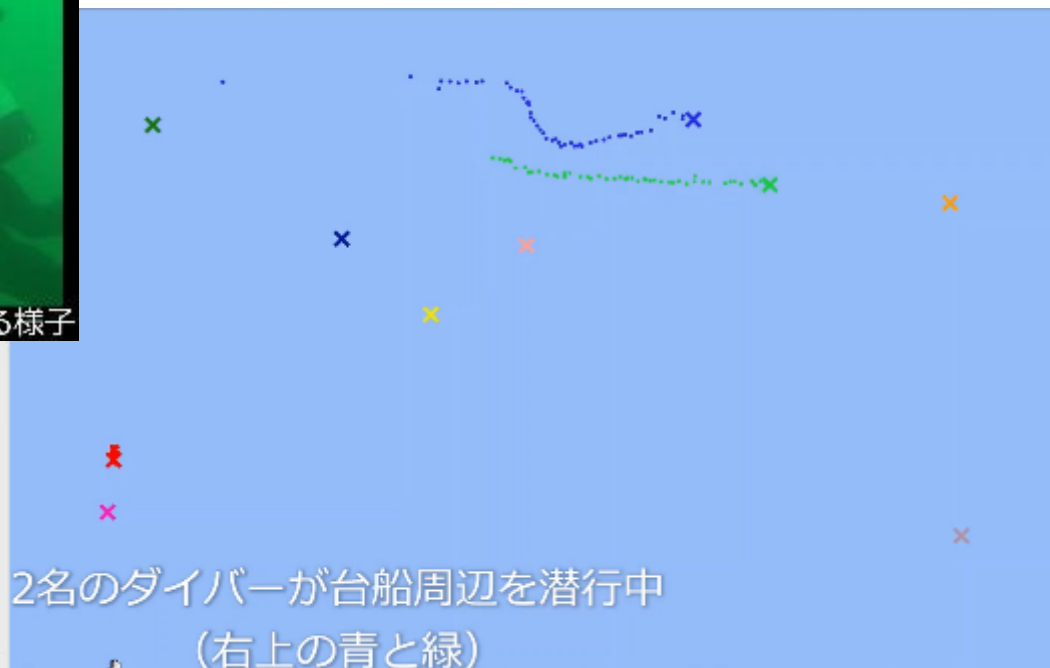
水中ドローンの位置をマップ上で確認しながら操作

最近の取り組み（②水空合体ドローン、概要5/5）

■ 音響測位技術に関する実証実験を実施（2023年8月報道発表）

- 静岡県沼津市の海中で、ダイバーやドローンを含む秒間10式の測位ができることを確認
- 海中調査の安全や効率化に寄与

音響測位技術…対象物から発する超音波の位相差や到達時間の差から対象物の位置測位を行う技術



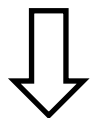
本日のアジェンダ

- これまでの取り組み
- 最近の取り組み
 - ① 水上ドローン
 - ② 水空合体ドローン
- まとめ

まとめ

■ これまでの取り組み

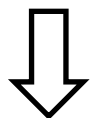
- 海底ケーブルのメンテナンスや海底調査のため、AUVや音響測位の研究開発



これまでの知見を社会課題の解決に応用

■ 最近の取り組み

- 水上ドローンや水空合体ドローンの開発
 - ・ ブルーカーボンの普及促進、インフラ老朽化への対応など



海洋DXの更なる進展

■ 今後の展開

- 海洋が新たな生活圈・経済圏に

参考：海洋生活圏/経済圏のイメージまとめ

