



現場志向で養殖業をスマート化 ～スマート水産業の動向と活用事例のご紹介～

2023年10月

自己紹介

- ◆所属： NTTコミュニケーションズ ソリューション＆マーケティング本部
事業推進部 地域協創推進部門 GL
- ◆出身： 広島県広島市
- ◆経歴： 1995年 日本電信電話 九州支社入社
1998年 東京中央支店 法人営業部
2002年 NTTドコモ 第一法人営業部
2011年 **東北復興新生支援室 担当課長**
2017年 第一法人営業部 地域協創・ICT推進室 担当課長
2022年 現職
- ◆その他： 水産庁 明日を拓くスマート水産業研究会 漁業・養殖WT 有識者
水産庁 スマート水産業現場実装委員
未来まちづくりフォーラム実行委員
神戸市 神戸市海洋産業振興プロジェクト推進委員会 委員
東京都 東京の水産業振興に向けた専門懇談会 専門家
デジタル庁 デジタル推進委員

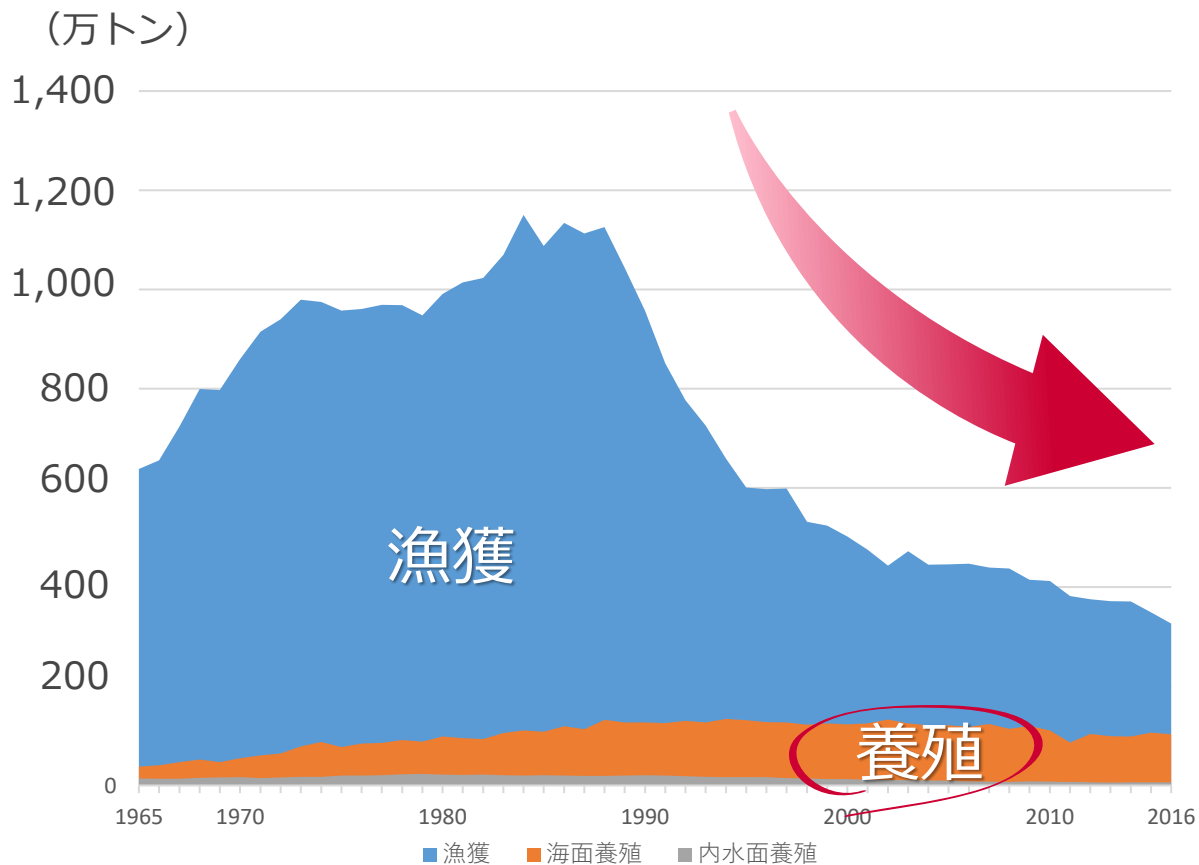


山本 圭一

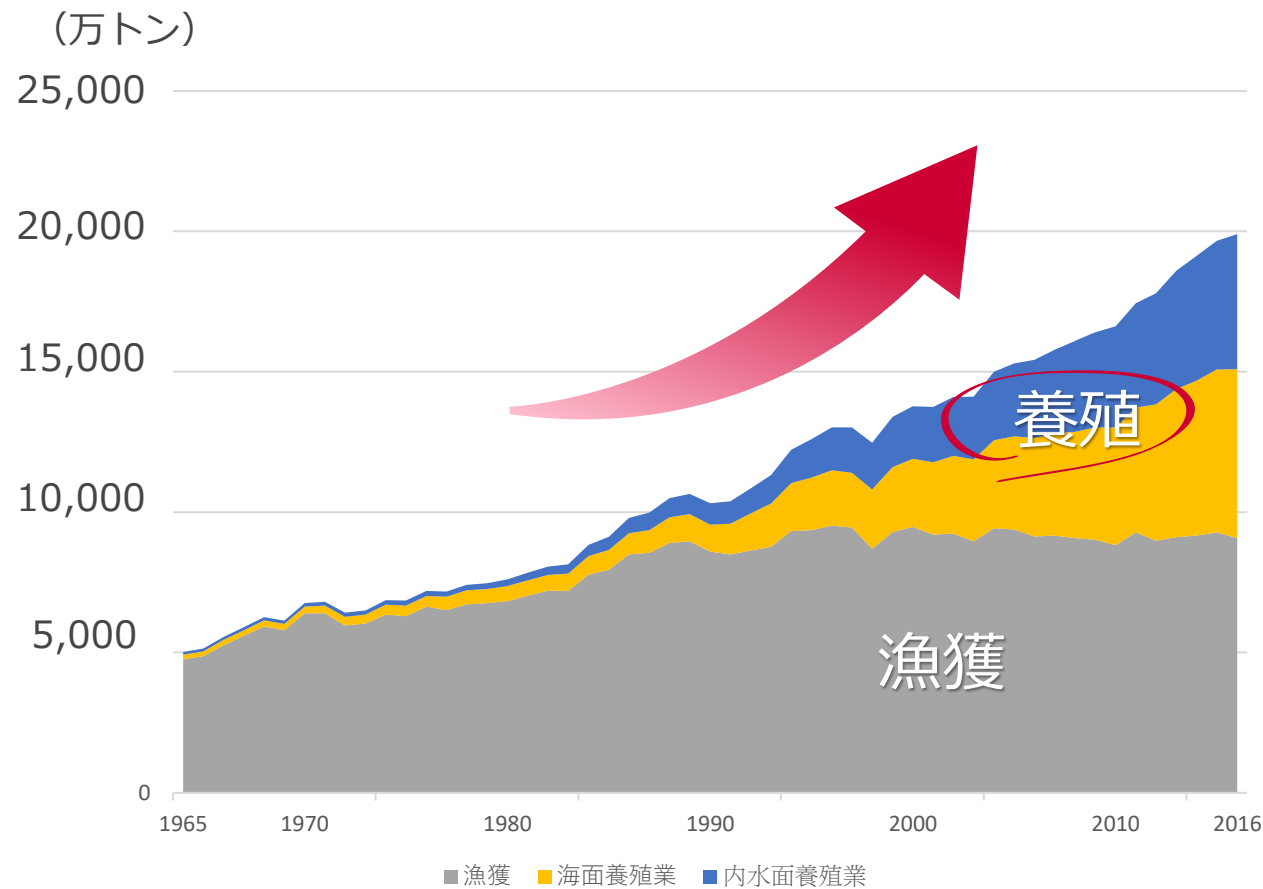
水産業を取り巻く環境

日本の水産業はマイナス成長、世界の水産業は成長産業

日本の漁業・養殖業生産量の推移



世界の漁業・養殖業生産量の推移



出典：水産庁「数字で理解する水産業」 水産白書令和元年版

水産業を取り巻く環境

日本の水産業を取り巻く環境は、多くの課題を抱えている。

生産量の低下



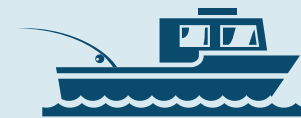
ピーク時の約 1 / 3

後継者問題



年間1万人の減少

漁場の変化



海水温上昇による
赤潮、磯焼けなど

スマート水産業の推進が不可欠

(1) 養殖業におけるICTの活用

[前のページ](#)

[次のページ](#)

養殖業は、ノリ養殖やカキ養殖などの無給餌養殖と、ブリ養殖やクロマグロ養殖などの給餌養殖に大別されます。

無給餌養殖では、水温や塩分等により、育成が止まったり、逆に育成のスピードが速まったりすることから、計画的に育成させるためには、こうした水温等のデータの把握が欠かせません。従来は、自ら海上に船を出して水温等を直接計測したり、漁業協同組合や水産試験場が測定したデータをFAXや掲示板で見ることでしか水温等のデータを知ることができませんでした。海上で水温等のデータを測定し、その結果を携帯電話等で「いつでもどこでも」見ることができるシステムの開発が各地で試みられており、必要な情報を必要な時にリアルタイムで把握できることで時期を逸せず的確な養殖作業が行えることが期待されます。

一方、餌代が支出の6～7割を占める給餌養殖では、水温や溶存酸素等のデータに加え、給餌量や成長速度等のデータを蓄積していくことで最適な給餌方法を見つけ出し、出荷計画に合わせた給餌量の調整や効率的な給餌による餌代の削減などの生産管理が可能になることが期待されます。また、生簀の中の養殖魚の数は通常は経験的に推測していますが、推測量の正確さによっては、生産金額の予測と実績に大きなずれが生じる可能性があります。このため、生簀の中の魚の数を自動的にカウントしてより正確に把握する手法の開発が進められており、着実な経営と省力化が期待されます。

事例 宮城県東松島（ひがしまつしま）市松島湾（まつしまわん）における海洋観測ブイを活用したカキ・ノリ養殖

カキ・ノリ養殖が盛んな宮城県松島湾では、東日本大震災以降、海洋環境の変化によりカキの養殖用種苗である種ガキの生産が不安定になっていることを踏まえ、種ガキのもととなる稚貝を付着させる時期やカキの成長に合わせて筏（いかだ）を移動する時期を見極めるため、漁業者が水温測定のためのブイを養殖場に設置し、陸上で1時間毎に確認しています。また、ノリ養殖では、育苗^{*1}の際の水温と塩分が収穫量・品質に大きな影響を与えます。このため、漁業者は、水温と塩分が測定できるブイを養殖場に設置してデータを遠隔で把握し対応しています。

^{*1} ノリ網に付着させたノリの殻胞子（かくほうし）を健全なノリ芽に育て上げる作業。

養殖場の状態を遠隔で把握できることにより、何度も漁場に出て行っていた手間が省け、養殖作業の効率化が図られています。



海洋観測ブイ
(写真提供：NTTドコモ)

水産白書で初めて「**養殖業におけるICTの活用**」が記載

出典：<https://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/29hakusyo/>

スマート水産業

令和元年 「水産業の明日を拓く **スマート水産業**研究会」開催

令和2年 「水産業データ連携基盤」稼働

令和2～5年度予算 「スマート水産業推進事業」

令和3年 「水産分野におけるデータ利活用ガイドライン」策定

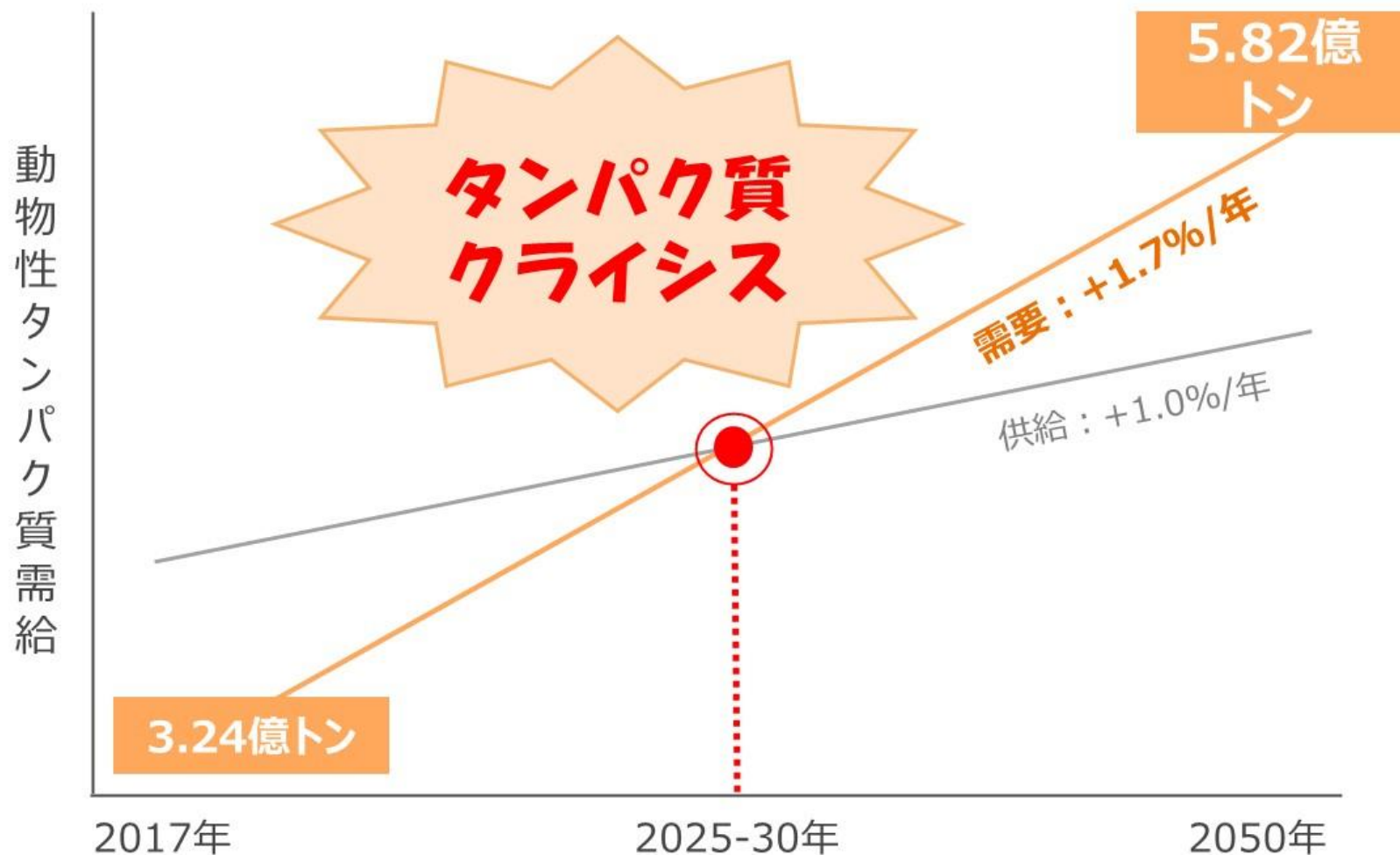
令和3・4年度補正予算「水産業のスマート化推進支援事業」

＜政策目標＞

担い手のほぼすべてがデータを活用した農林水産業を実践 [令和7年度まで]

タンパク質の需要と供給

魚は良質で効率的なタンパク源で栄養価も高いため養殖に注目



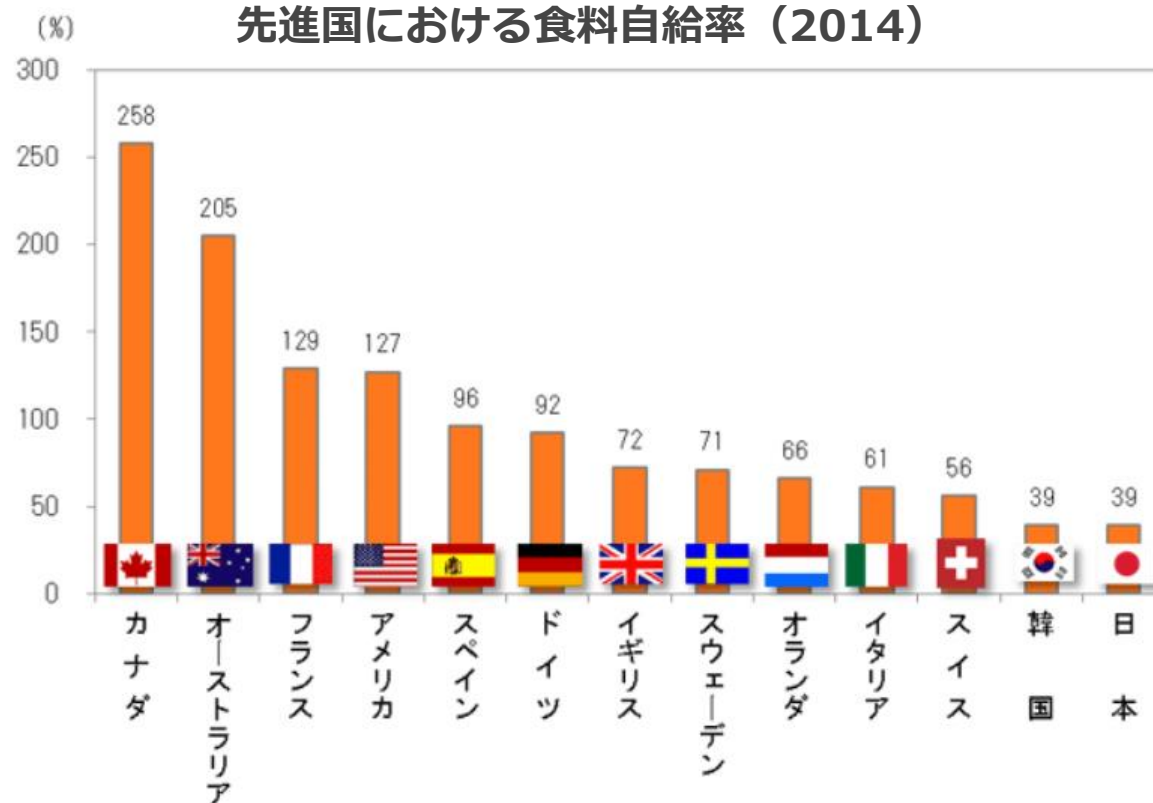
FOAデータに基づき当社試算

食料自給率

食料安全保障の観点から、食料自給率をあげる必要がある

【2032年の水産物自給率目標】
食用魚介類：94%、海藻類：72%

先進国における食料自給率（2014）



魚介類の自給率（2014）



出典：<https://www.cjc.or.jp/school/d/d-2-1.html>

企業はSDG s の目標達成をめざした経営を求められている



空前の陸上養殖ブーム

大規模プラントや閉鎖循環式陸上養殖の計画が各地で展開

・福島県浪江町	サバ	(日揮)
・山梨県西桂町	トラウトサーモン	(NECネッツイスイ、林養魚場)
・栃木県那珂川町	トラフグ	(夢創造)
・千葉県木更津市	トラウトサーモン	(FRDジャパン)
・茨城県つくば市	チョウザメ	(フジキン)
・静岡県磐田市	アトランティックサーモン	(プロフィマーシーフード、大和ハウス工業)
・静岡県駿東郡	バナメイエビ	(関西電力、IMTエンジニアリング)
・三重県津市	アトランティックサーモン	(ソウルオブジャパン、極洋、伊藤忠商事)
・鳥取県岩美町	サバ	(JR西日本)
・福岡県豊前市	トラウトサーモン	(ニチモウ、九州電力他)
・沖縄県大宜味村	アカジン	(紅仁)
・富山県入善町	アトランティックサーモン	(三菱商事、マルハニチロ)



参考：水産庁「養殖業成長産業化総合戦略について」

NTTグループの取組み

NTTとリージョナルフィッシュによる合併会社 「NTTグリーン&フード株式会社」 設立



図1. 陸上養殖を契機とした地域の活性化イメージ



図2. グリーン&フード事業構想

出典： <https://www.ntt-green-and-food.com/information/news/20230627/170/>

NTTグループの取組み

NTTコミュニケーションズと紅仁社で陸上養殖に関する共同研究を開始



NTTグループの取組み

NTTコミュニケーションズと紅仁社で陸上養殖に関する共同研究を開始



ICTブイ

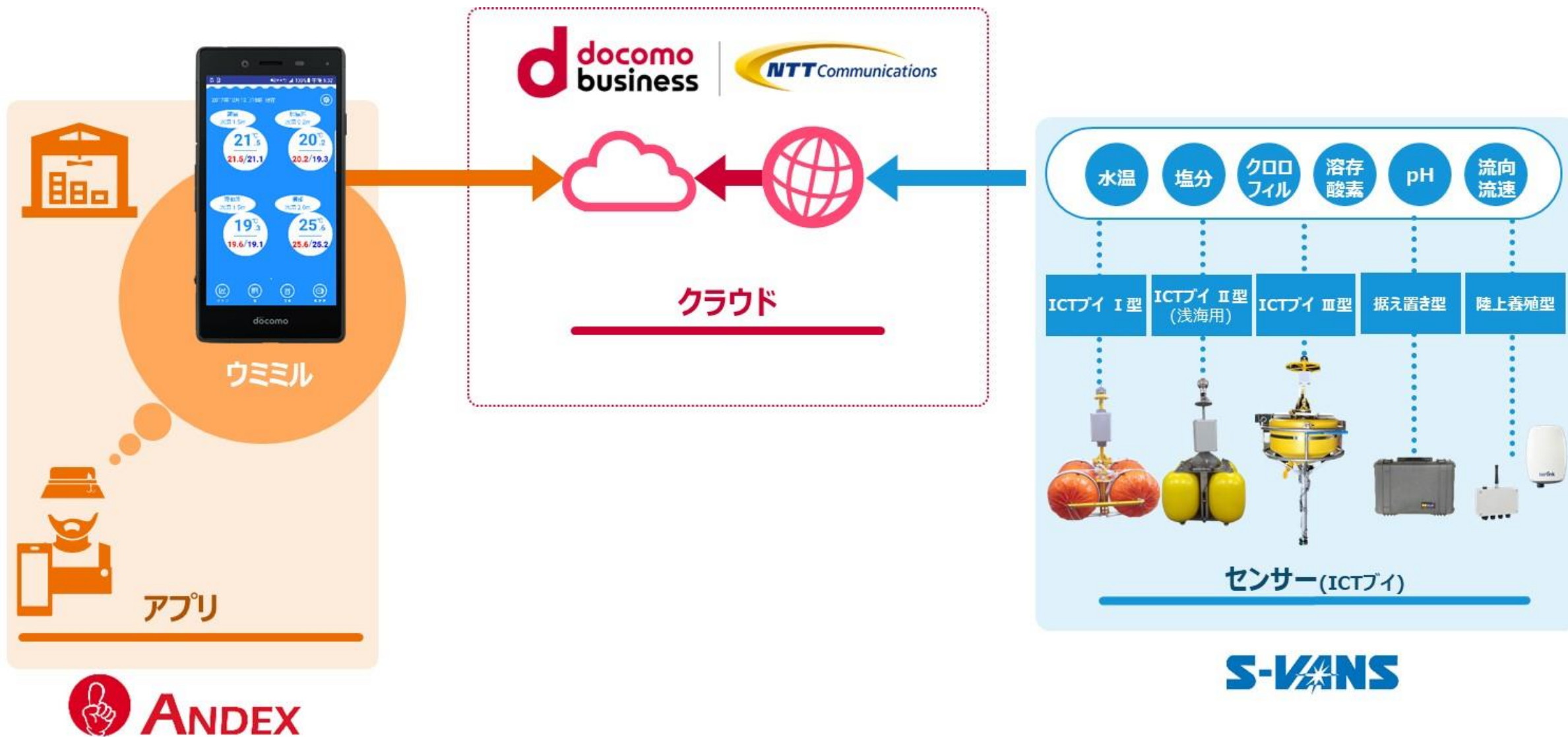
きっかけは東日本大震災の復興支援



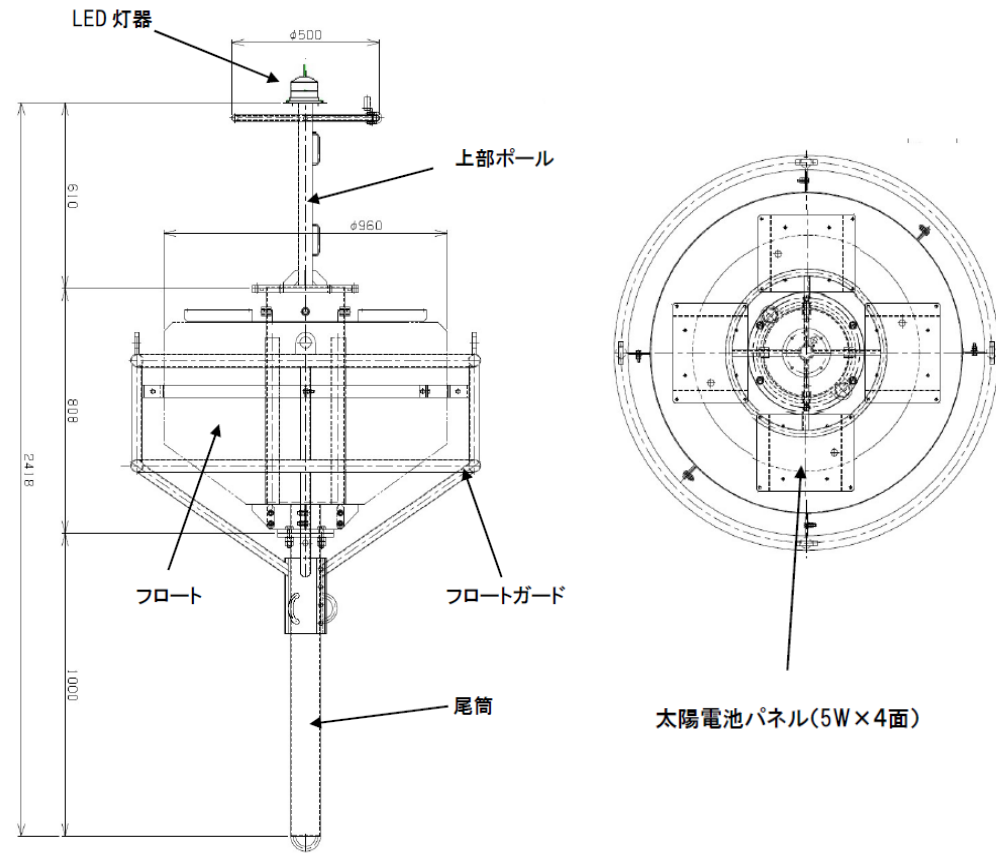
これまでの
経験と勘が通用しなくなった。

ドコモの電波はつながるので、
**スマホで海の状態を
簡単にみれる仕組みを**
つukれないか？

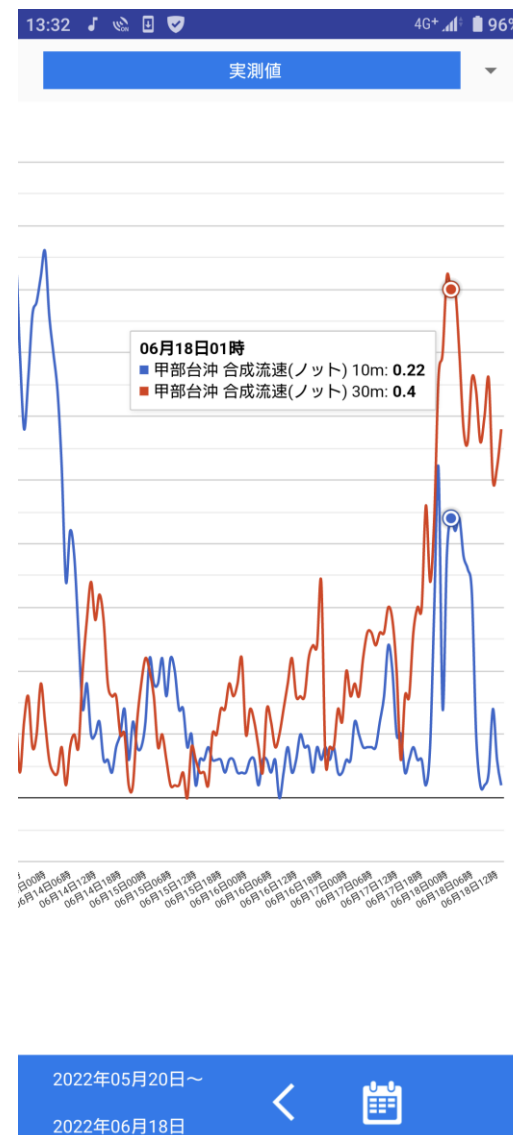
漁師と一緒に作った「ICTブイ」



ICTバイⅢ型



定置網でICTバイ活用



13:29 4G+ 96%

日付	甲部台沖 合成流速 10m	甲部台沖 流向 10m	甲部台沖 合成流速 30m	甲部台沖 流向 30m
13時半	0.06	44.6	0.31	103.4
18日13時	0.01	308.3	0.29	102.5
12時半	0.02	137.7	0.3	89.1
18日12時	0.03	183.0	0.26	88.1
11時半	0.01	255.6	0.25	83.8
18日11時	0.07	302.1	0.25	88.4
10時半	0.07	298.3	0.29	98.0
18日10時	0.02	274.3	0.33	100.0
9時半	0.04	264.5	0.32	116.1
18日9時	0.01	202.1	0.3	113.1
8時半	0.02	201.2	0.31	111.4
18日8時	0.01	179.9	0.28	110.7
7時半	0.05	149.4	0.32	114.0
18日7時	0.05	154.4	0.32	112.0
6時半	0.07	158.0	0.32	115.0
18日6時	0.16	157.4	0.33	114.3
5時半	0.18	163.1	0.27	105.5
18日5時	0.18	152.5	0.28	104.0
4時半	0.21	152.3	0.3	104.9
18日4時	0.19	140.6	0.29	115.3
3時半	0.2	139.4	0.34	112.5
18日3時	0.22	121.7	0.35	114.0
2時半	0.2	103.0	0.34	110.0
18日2時	0.21	114.8	0.4	116.9
1時半	0.2	101.3	0.38	101.5

2022年6月5日～
2022年6月18日

導入実績：約80台が稼働中

※2023年度末

無給餌養殖

海苔

もずく

カキ

アーサ

真珠

昆布

給餌養殖

マグロ

サーモン

ブリ

カンパチ

タイ

サバ

陸上養殖

サバ

トラフグ

ヒラメ

バナメイビ

ウナギ

ハタ

漁船漁業

定置網漁



確認したい場所を選択してください

◆ 会員登録

筑後大堰管理事務所

お知らせ **NEW!**

筑後川	01/26 11:00
水温	9.2 °C
比重	19.4
塩分	26.5
クロロフィル	1.0
濁度	8.6

七つばぜ(気象計)		01/26 11:00
気温	9.8	°C
平均風向	西北西	
平均風向度	294.0	°
平均風速	3.6	m/s
最大時風向	西北西	
最大時風向度	303.0	°
最大風速	4.7	m/s
日射量	0.54	kW/m ²
降水量	0.0	mm
最大風速時	10:35:55	時分

© NTT Communications Corporation ALL Right Reserved

ICTバイ：導入事例① 真珠養殖

- 毎時の水温とクロロフィル量をスマホで確認できるため、**海の環境にあわせて貝掃除ができるようになった**
→ **真珠の品質が安定**
- 漁場毎の特性が把握できるため**漁場割当の根拠としても活用**
- 貝を割ってグリコーゲンの量や色を確認する必要がなくなり、作業も効率化



貝掃除作業



- 水温
- クロロフィル
- 濁度
- 塩分
- 溶存酸素

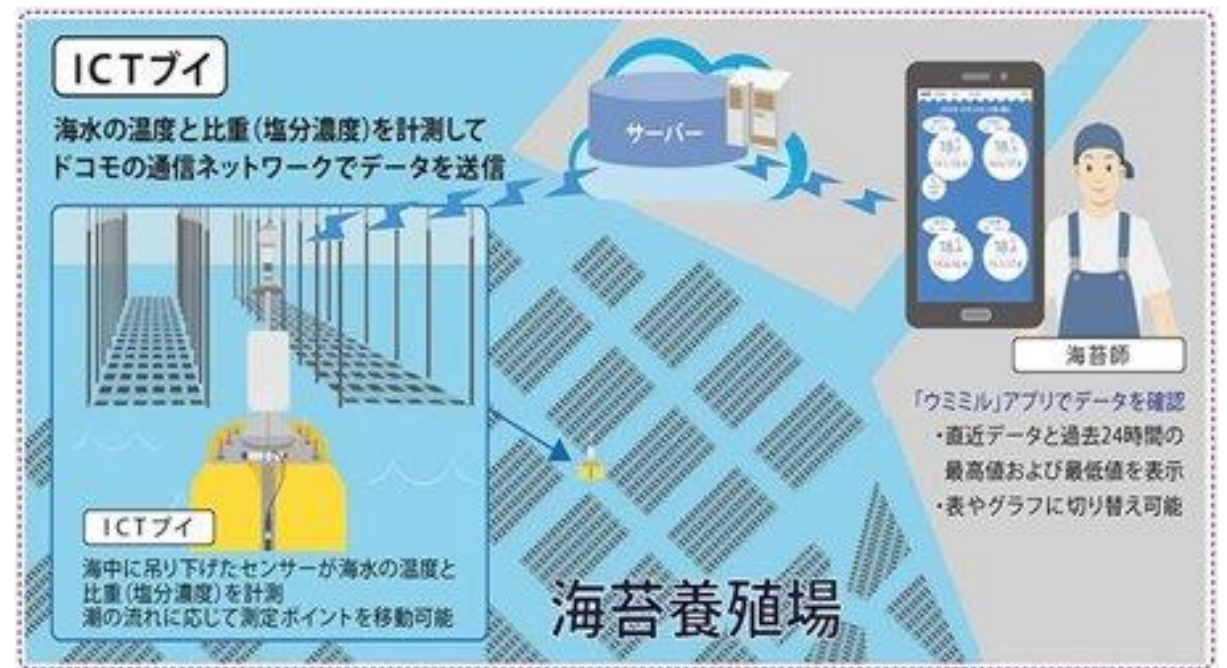
ICTバイ I 型（11台稼働中）

ICTバイ：導入事例② 海苔養殖

- 毎時の水温と塩分をスマホで確認できるため、**海の環境にあわせて育苗ができるようになった**
→ **収量が増加**
- 育苗期は船を出して海水の状態を調べていたため、**大幅な労力削減**
- 海苔師のノウハウをデータと結び付け、後継者育成に役立てている

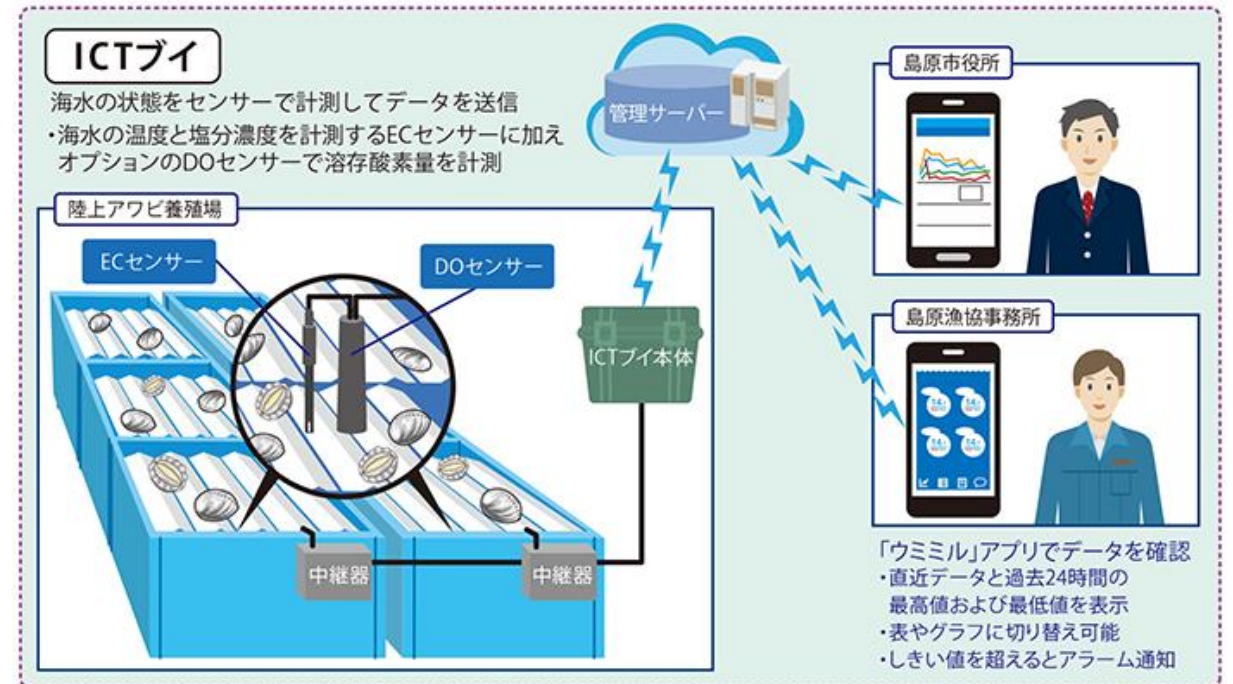


干出（育苗）



ICTバイ：導入事例③ アワビ陸上養殖

- 複数の関係者がリアルタイムで水質の変化を確認。しきい値を超えるとアラーム通知が端末に届く
→ 2021年の大雨では **アワビ稚貝斃死を回避**
- 新たな施設に配置する人員が抑えられ、少ない費用で運営できる
- 溶存酸素濃度データを分析し、陸上アワビ養殖のノウハウを蓄積



パートナー協創

パートナーシップでスマート水産業を推進

ビジネスパートナー

S-VANS  **ANDEX**

Forecast Ocean + Plus

AquaFusion

Iwatani


FISH BIOTECH
by SABAR


Regional Fish



**d docomo
business**

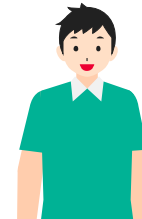
 **NTT Communications**

+

 **NTT**



漁業関係者

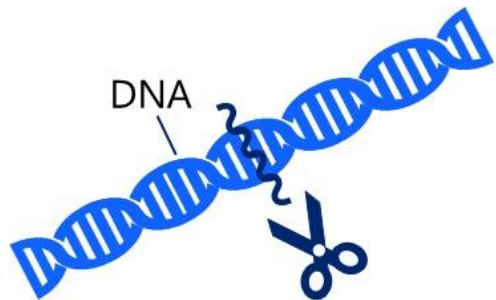


事例 1 バナメイエビ陸上養殖

ゲノム編集技術による超高速の品種改良とオープンイノベーションを通じて バナメイエビの最適な養殖方式を検証

ゲノム編集で品種改良した国産稚エビの生産

- ・ 約30年かかる従来の品種改良法を超高速で、安全かつ高効率化したゲノム編集技術を活用
- ・ 病気リスクを低減した安全・安心な稚エビを純国産で生産



最適養殖方式の決定

- ・ オープンイノベーションでRAS vs BFTの実証で生産性、コスト面の評価を行い、最適パッケージ化

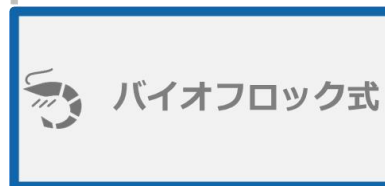


- ・ 国産種苗の提供
- ・ 養殖の実施



構築

構築

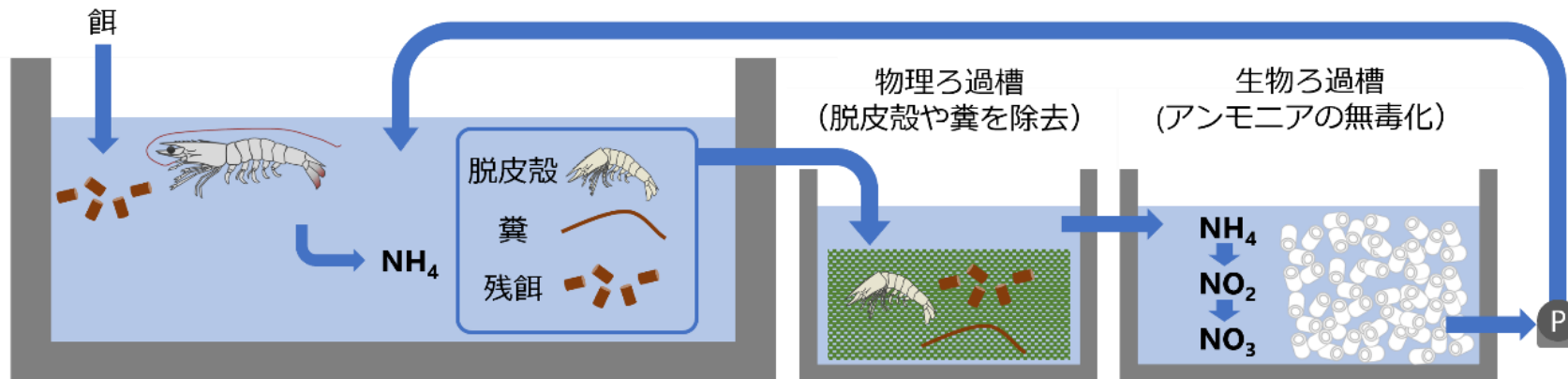


- ・ 水質遠隔監視システムの提供
- ・ 酸素溶解装置の提供

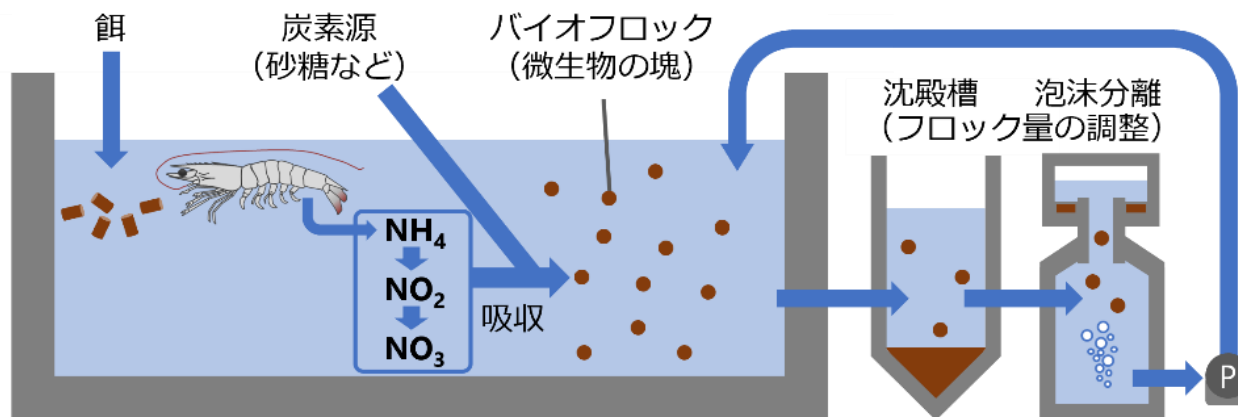
出典 : https://www.nikkei.com/article/DGXLRS619324_R11C21A0000000/

事例 1 バナメイエビ陸上養殖

閉鎖循環式養殖



バイオフィロック養殖



■ 自動計測

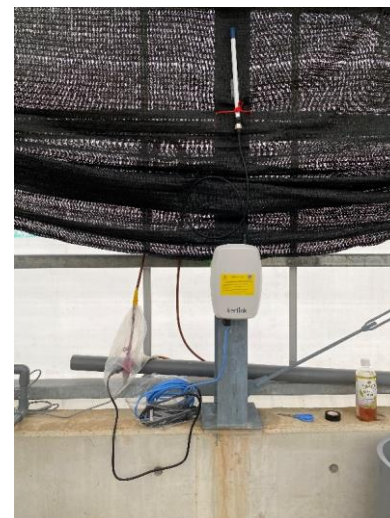
- ・ 水温
- ・ 塩分
- ・ 溶存酸素濃度
- ・ pH
- ・ アンモニア

■ 手動計測

- ・ 亜硝酸
- ・ 硝酸

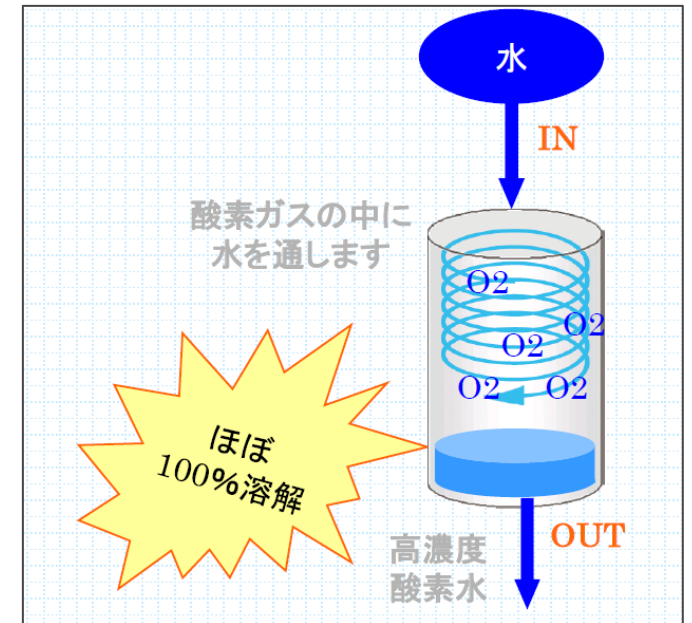
出典 : https://www.nikkei.com/article/DGXLRSP619324_R11C21A0000000/

事例 1 バナメイエビ陸上養殖



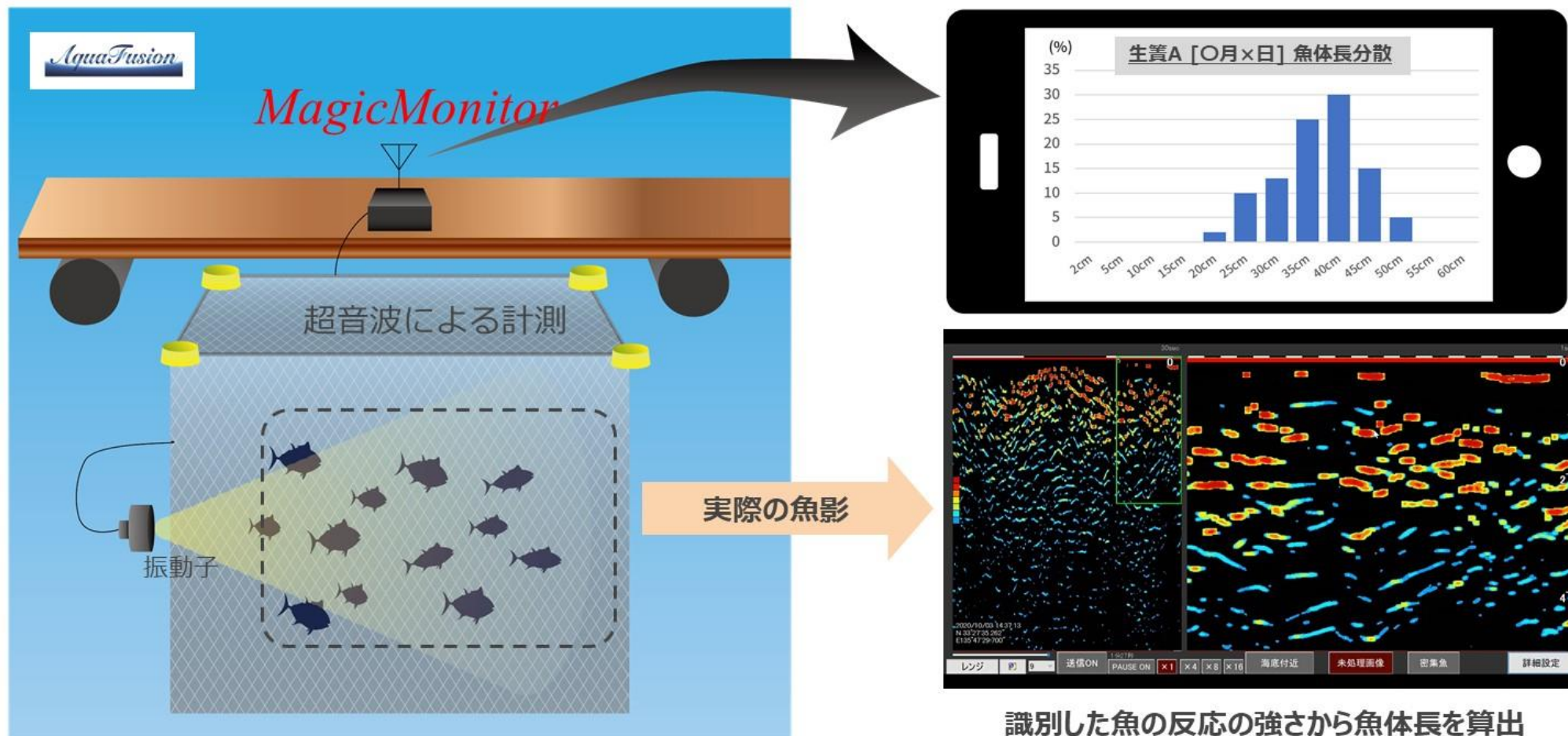
事例 2 酸素ファイター×ICTバイ

- ✓ 高濃度酸素水による魚の成長スピード促進
- ✓ 陸上養殖での種苗生産効率化、高密度養殖が可能
- ✓ 酸素ファイターとICTバイを連携したことで、酸素ファイターからの酸素供給を自動制御



事例3 超音波による生育モニタリング

超音波を活用した生育モニタリングにより、稼働削減と適切に養殖プロセスを管理



出典：Aquafusion社から資料提供

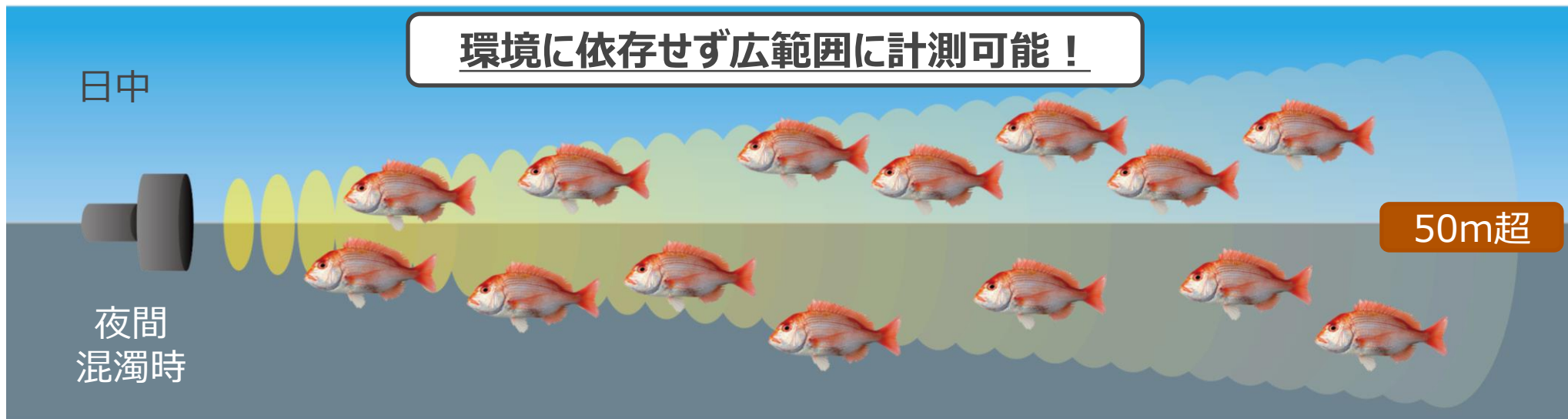
<参考> 生簀モニタリングにおける超音波の優位性

図はイメージ

カメラ



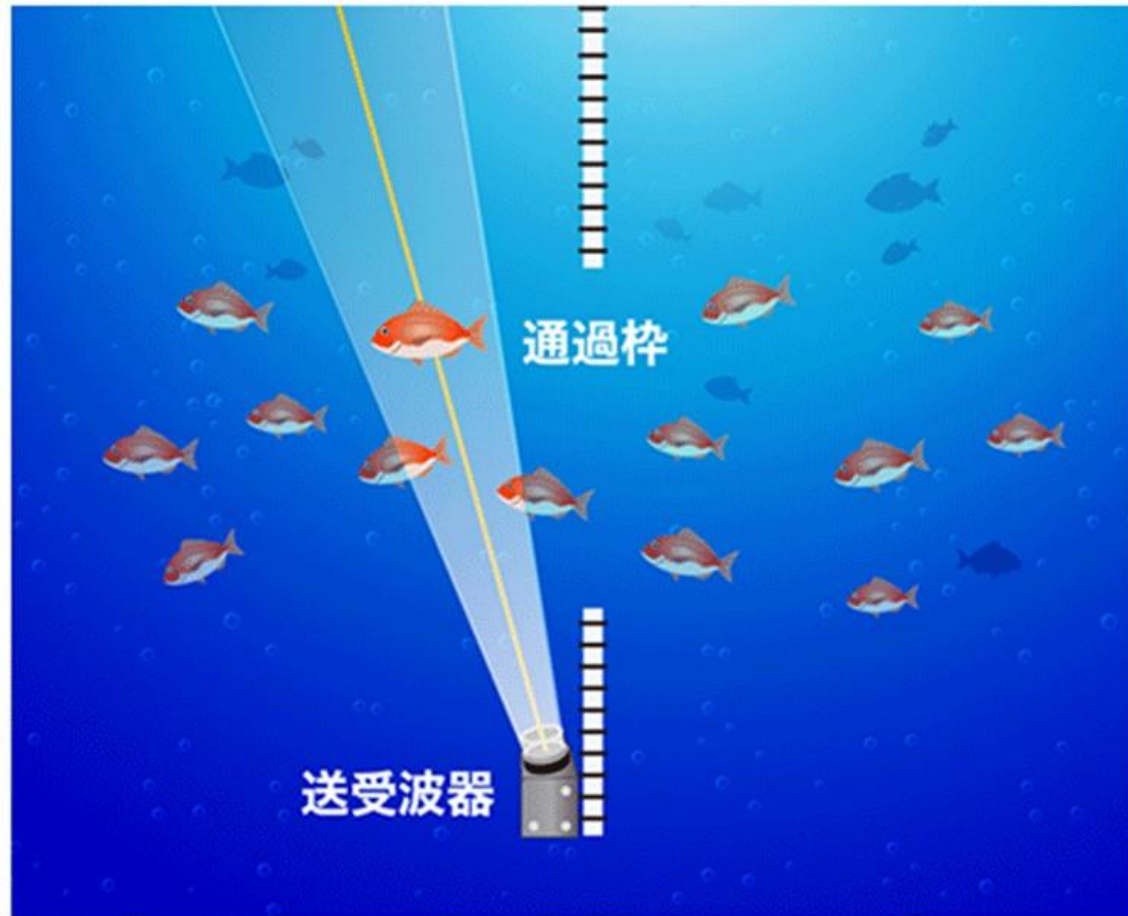
超音波



出典：Aquafusion社から資料提供

事例 4 超音波によるリアルタイム尾数（マダイ）計測

超音波を活用したマダイの自動計測により、負担の大きい「分養」作業の負担軽減



出典 : <https://www.ntt.com/about-us/area-info/article/20221208.html>

事例 5 養殖管理クラウド

≡ 養殖管理クラウド

HOME

給餌記録

へい死記録

コメント

稚魚投入

成育記録

移動・分養・合流

出荷記録

尾数調整

いけす分析

分析グラフ設定

アラート設定

FBT デモ

串本

2022-02-24 09:33

海況シミュレーション:串本

5.6°C

気圧 1025hPa 湿度 49% 風速 5.33m/s 風向 北北西

02/25 7°C 02/26 9°C

給餌記録

いけす	開始時刻	餌の種類	給餌量(kg)
1号	2022-02-22 13:10	スーパー4号	10.00
3号	2021-12-13 13:23	タイDPDX6.5号	5.00
5-2号	2022-02-23 13:11	スーパー4号	2.00

成育記録

いけす	記録日時	体長(cm)	重量(g)
1号	2021-10-06 15:37		129.00
3号	2021-12-14 16:07	32.00	437.00
5-2号	2022-02-21 16:24	32.00	437.00

生存尾数の目安

直近成育記録尾数・日々のへい死数・出荷数±調整尾数

いけす	尾数
1号	4396
3号	0
5-2号	996

≡ 養殖管理クラウド

ログアウト

FBT デモ

ウミミル

2022-02-18 16:09 時点

水中1t水層 水温 19.7°C (19.4 / 19.8) (最新: 02-18 16:00)

水中1t水層 DO 7.2mg/L (7.0 / 7.2) (最新: 02-18 16:00)

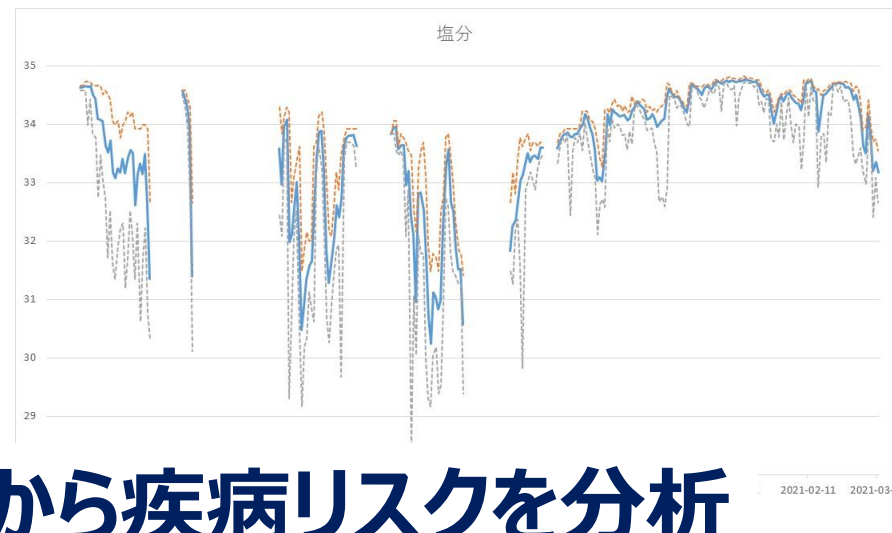
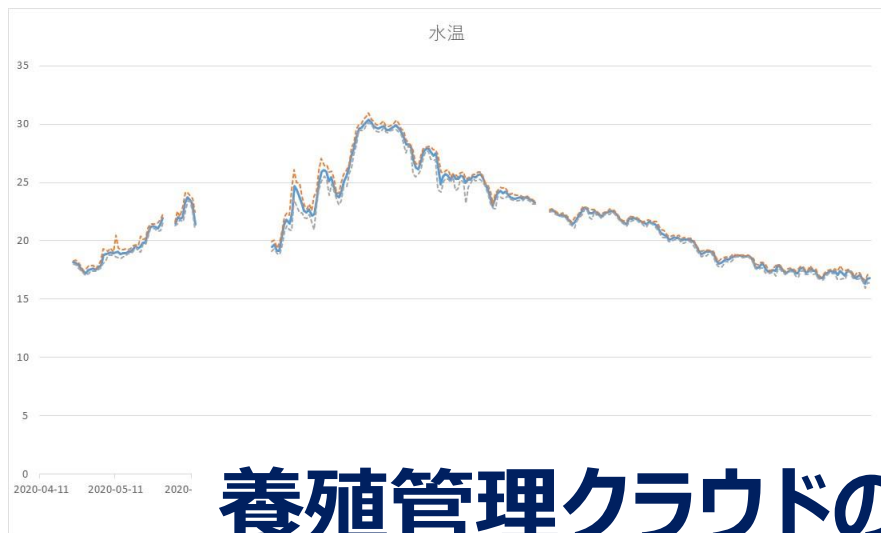
日報入力

記録日 2022-02-15

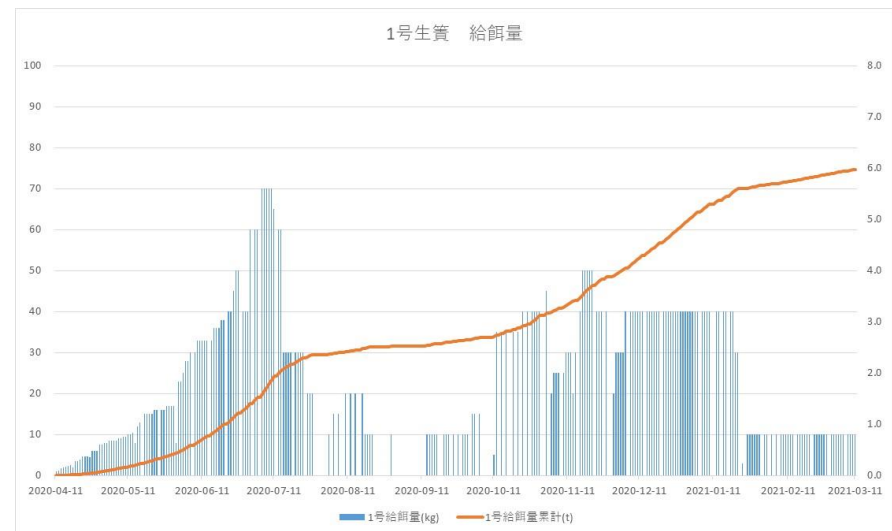
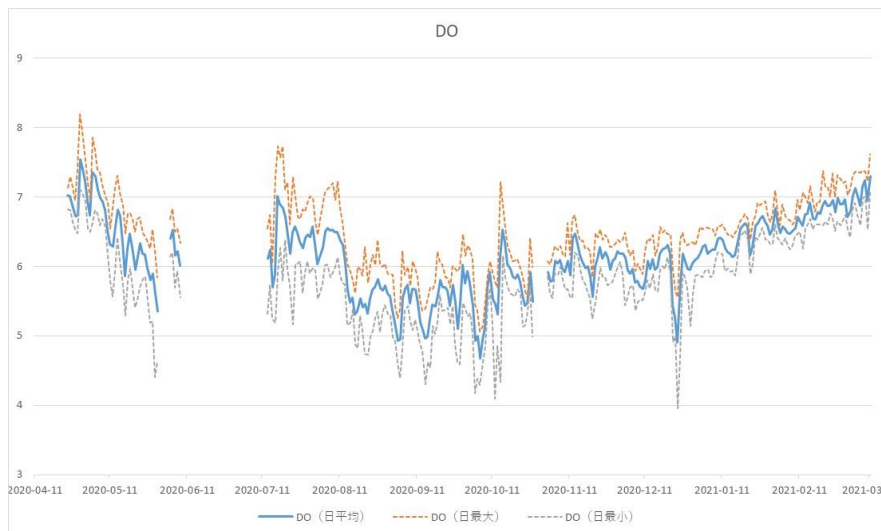
いけす設備 1t水槽

残尾数	34 尾	
給餌量(日累計)	0.04 kg	☑ +
へい死数(日累計)	—	☑ +
【生育状況】		☑ +
魚体長(日平均)	—	
魚重量(日平均)	—	

事例 5 養殖管理クラウド



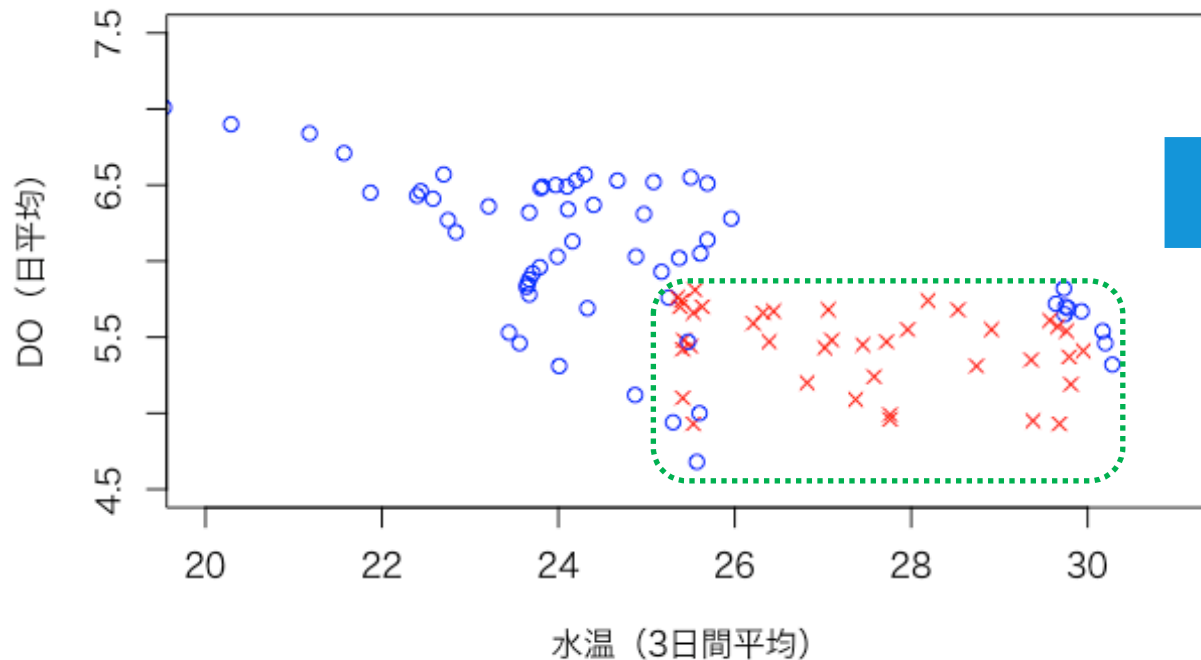
養殖管理クラウドのデータから疾病リスクを分析



事例 5 養殖管理クラウド

<散布図>

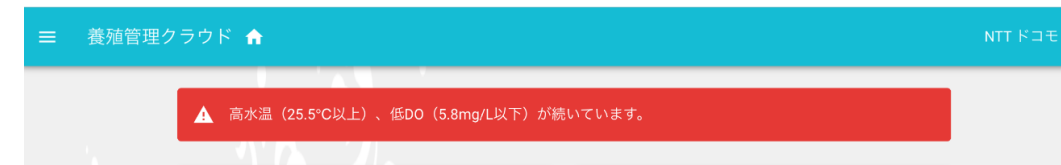
水温xDO（へい死数は1～5号合算）



期間： 2020/7/15 ～ 2020/10/23
水温： 過去3日間の平均
DO： 1日の平均
<凡例>
○：翌日～3日後の全生簀のへい死数の平均が50以下
×：翌日～3日後の全生簀のへい死数の平均が50より大きい

一定量のへい死が発生したときの海洋環境（水温とDO）の散布図からリスクゾーンを算出

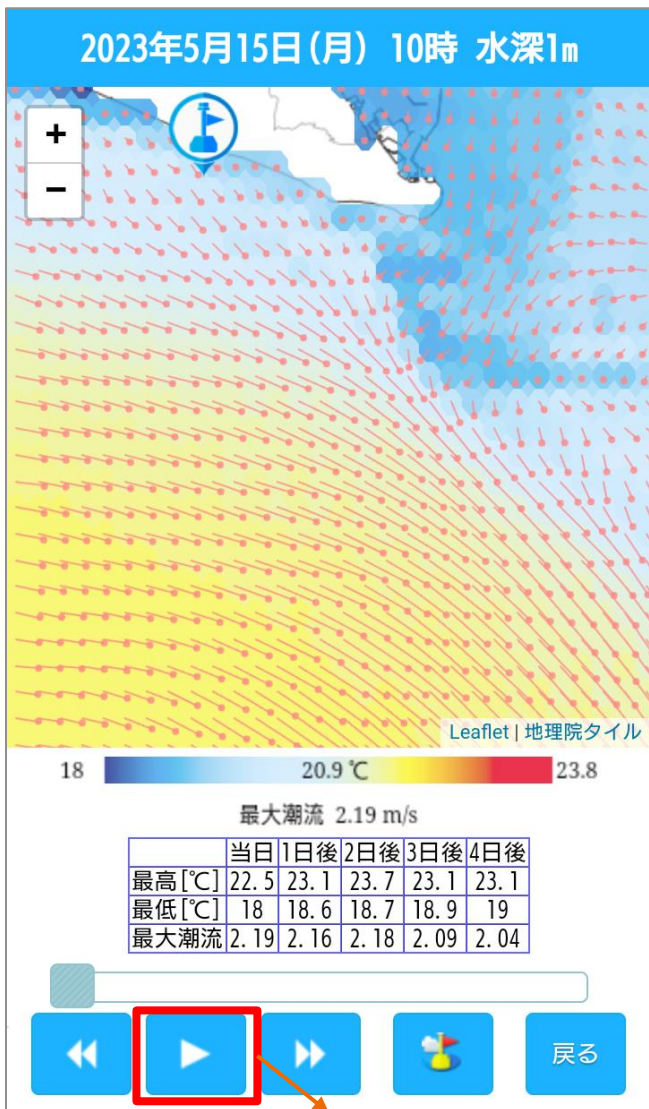
《 **SST > ● ● & DO < ● ●** 》



餌止めを実施

2021年は生存率向上！

事例 6 海況シミュレーション



アニメーションで提供

観測データ
(高度計衛星・アルゴフロート・トライトンブイ、船舶による観測データその他)

+

各種の気象予測データ
(海上風・海面気圧・気温・相対湿度・降水量・雲量)

+

データ同化・予測モデル (流体方程式)

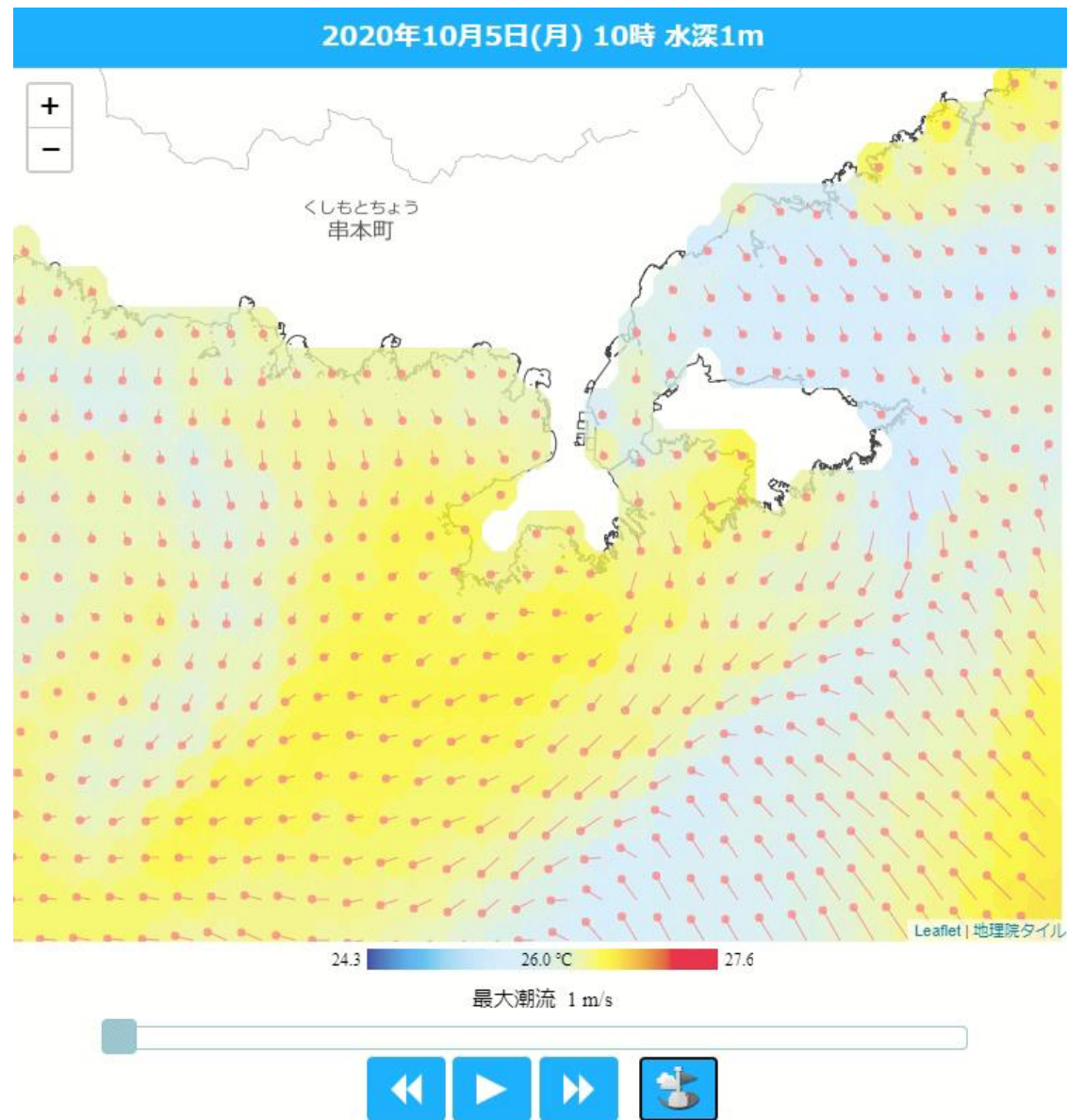
+

ES4 (地球シミュレーター第4世代機)

- 解像度1km, 4日間先までの海流・水温（塩分）の予測情報を提供
- 国内で常時入手可能な予測情報としては最も高い時間・空間解像度

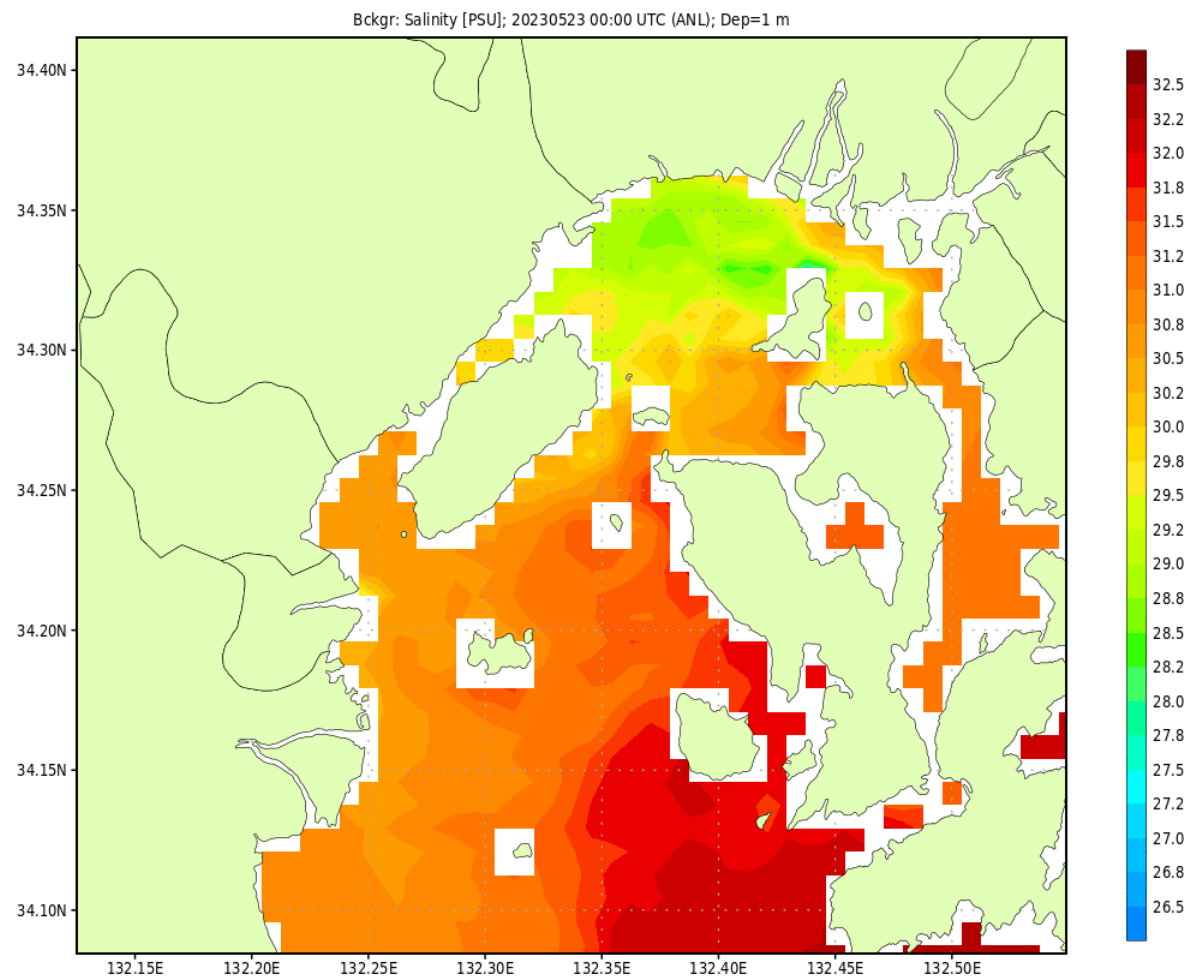
出典：Forecast Ocean社から資料提供

ICTを活用したスマート養殖：海況シミュレーション



海況予測モデルサンプル

河川水流入による塩分濃度の変化（広島市沖）



2023年5月23日～6月3日

2023年5・6月 広島の天気

2023年5月

日	21	22	23	24	25	26	27
最高气温	26.9	25.8	25.6	25.6	25.4	26	26.8
最低气温	16.6	18.3	18.4	13.5	17.6	16.6	20.7
9時							
12時							
15時							
天気図	天気図	天気図	天気図	天気図	天気図	天気図	天気図
日	28	29	30	31	-	-	-
最高气温	24.9	24.5	23.9	25	-	-	-
最低气温	20.4	21.9	21.2	18.6	-	-	-
9時					-	-	-
12時					-	-	-
15時					-	-	-
天気図	天気図	天気図	天気図	天気図	-	-	-

2023年6月

	日	月	火	水	木	金	土
日	-	-	-	-	1	2	3
最高气温	-	-	-	-	21.7	24.5	29.2
最低气温	-	-	-	-	15.9	18.9	18.6
9時	-	-	-	-			
12時	-	-	-	-			
15時	-	-	-	-			
天気図	-	-	-	-	天気図	天気図	天気図
日	4	5	6	-	-	-	-
最高气温	25	25.5	19.7	-	-	-	-
最低气温	15	16.8	19.3	-	-	-	-
9時				-	-	-	-
12時				-	-	-	-
15時				-	-	-	-
天気図	天気図	天気図	天気図	-	-	-	-

出典：Forecast Ocean社から資料提供

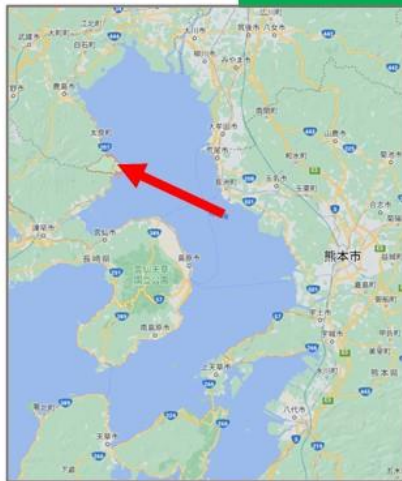
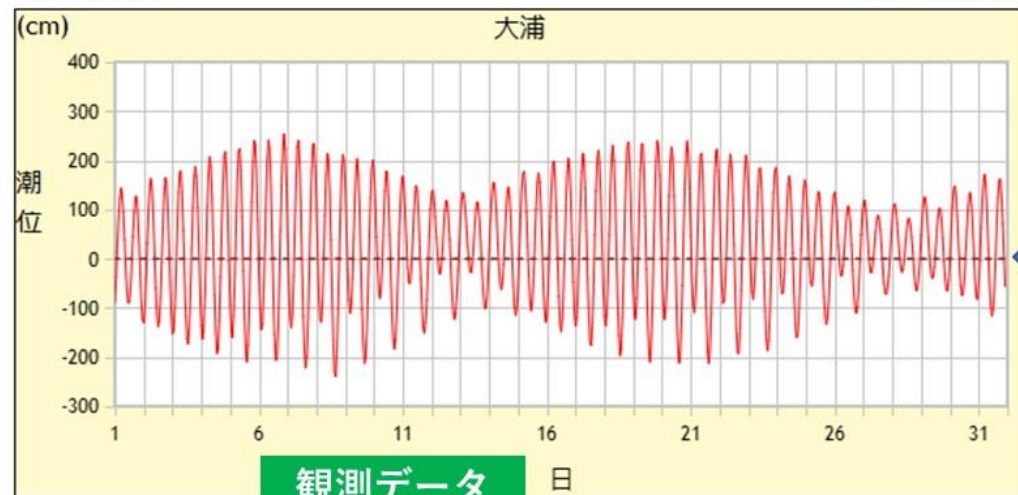
海況予測モデルから導かれた潮位予測データ

大浦験潮所の潮位観測データ（速報値）
（佐賀県藤津郡太良町）

毎時潮位グラフ 速報値 2023年 5月 大浦

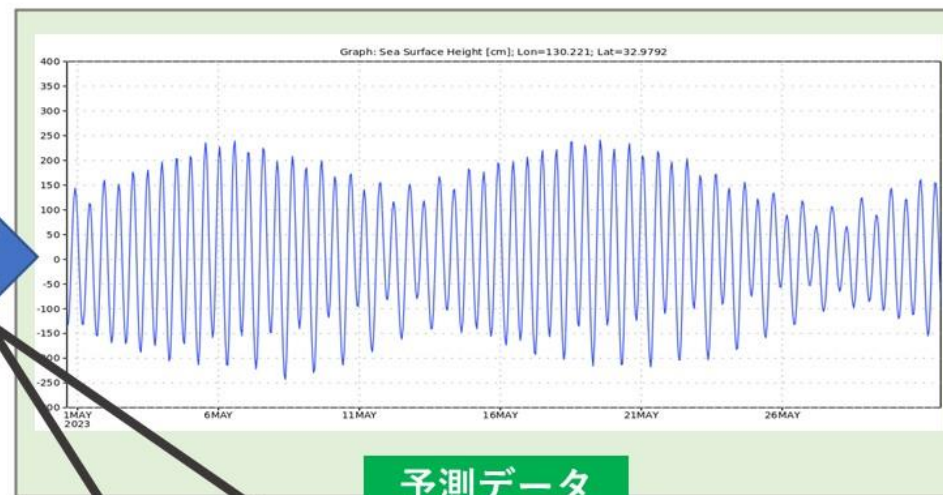
先月（確定値）

翌月（速報値）



大浦験潮所

海流予測モデルから導かれた潮位予測データ



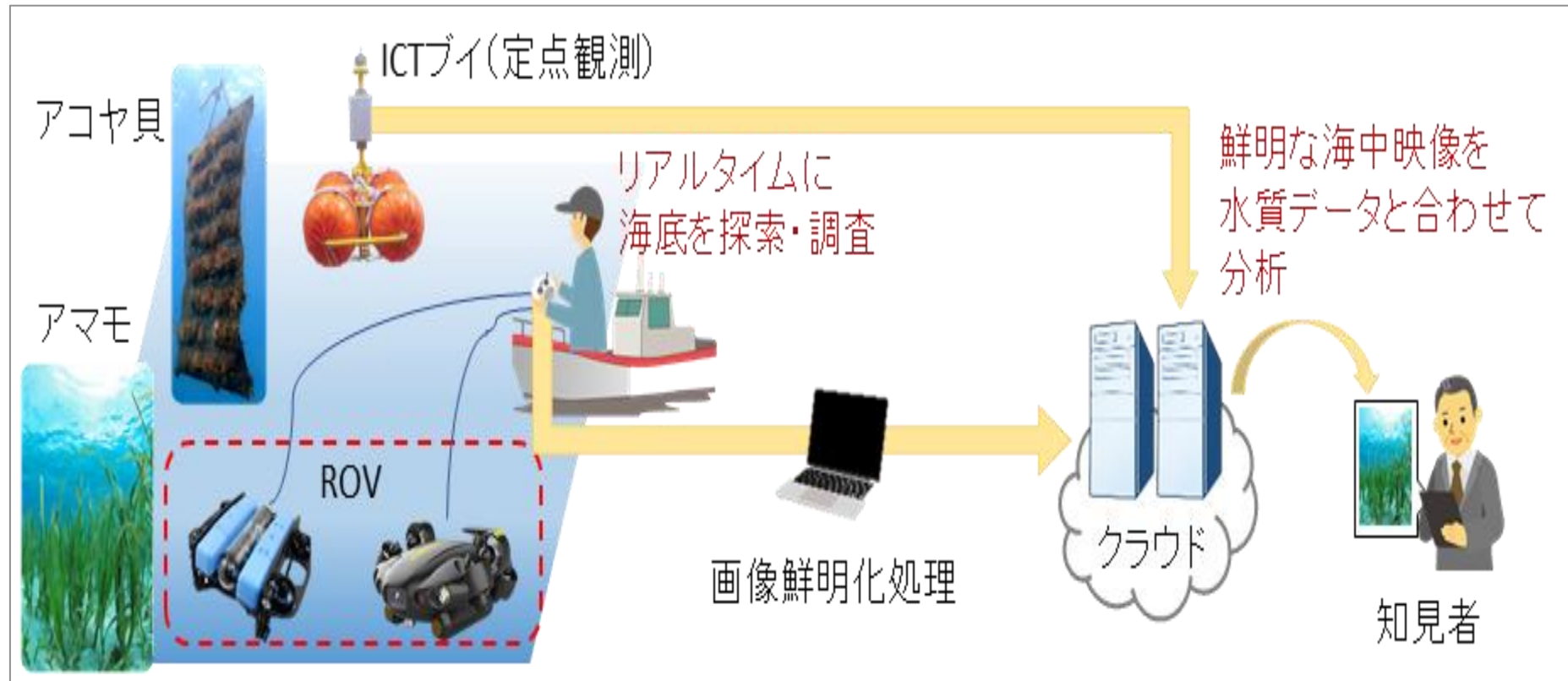
予測データは観測データに良く一致している

出典：Forecast Ocean社から資料提供

事例 7 水中ドローン

国土交通省「海の次世代モビリティの利活用に関する実証事業」

真珠養殖業におけるROVを活用した海洋環境調査の有効性実証



出典 : https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/ocean_policy/content/001615974.pdf

実証で活用したROV

BlueROV2



- ・オプションでマニピレーター、GPS を搭載可能
- ・潜航浮上用スラスト4 個搭載可能で海洋での利用に適している
- ・センサーと同期して安定的な航行モード
- ・海洋環境調査センサーを複数搭載可能
- ・仕様がオープンでありカスタマイズが容易

【主な諸元】

- ・サイズ：457×338×254mm
- ・重量：約10kg
- ・最大速度：1m/s
- ・駆動時間：2～3 時間
- ・最大深度：100m

FIFISH V6 PLUS



- ・業務利用目的として製品化
- ・小型で運搬しやすく、耐久性に優れている
- ・ソナーにより構造物を検知し衝突を防止
- ・ソナーにより海底からの距離と前進速度を維持
- ・オプションで遠隔から操作可能な装置と接続可能

【主な諸元】

- ・サイズ：383×331×143mm
- ・重量：約4kg
- ・最大速度：1.6m/s
- ・駆動時間：4～8 時間
- ・最大深度：100m

アコヤ貝稚貝の籠



Depth: 2.34m

佐保（9月）

適したシルト粘度の底質と判断

FIFISH

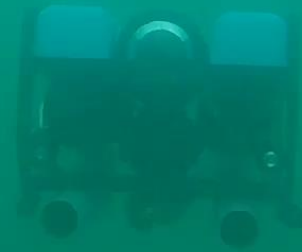
2021-09-29 09:45:56

海底画像



海底泥採取

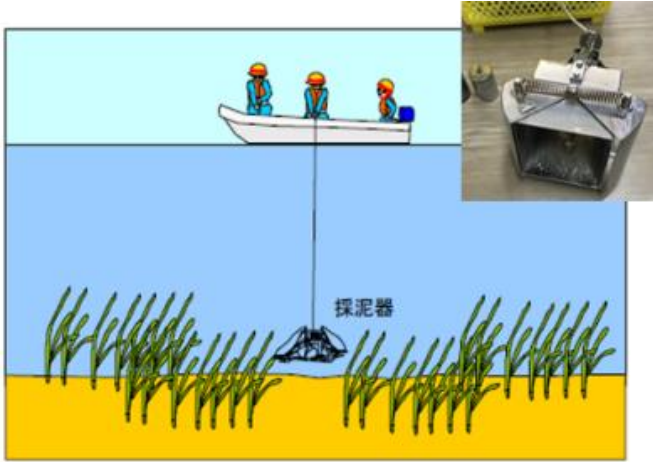
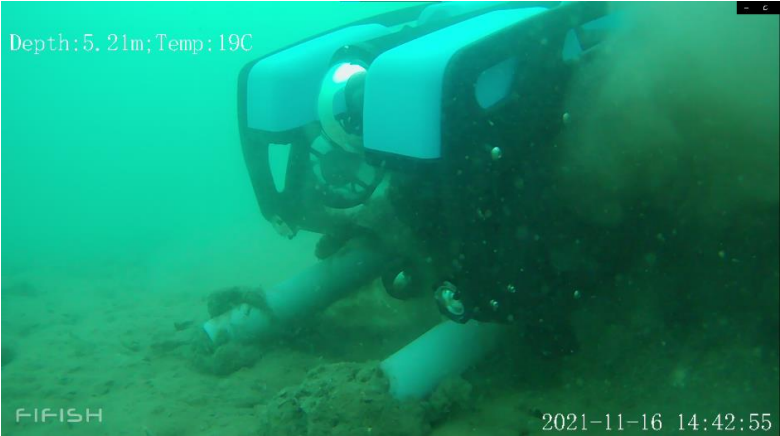
Depth: 4.07m; Temp: 20C



FIFISH

2021-11-16 14:42:12

海底泥採取

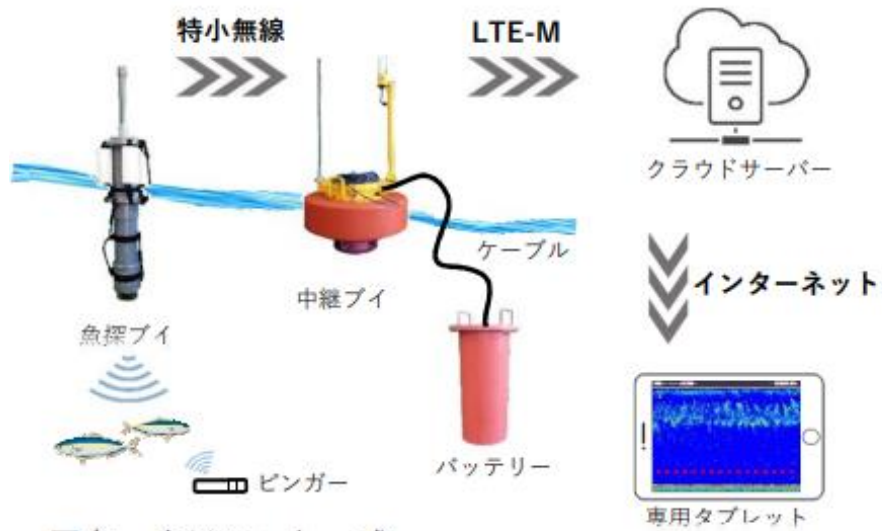
項目	現状	本実証
採泥器の種類	エクマンバージ採泥器	BlueROV2
採泥量	500g	150～200g
イメージ図	 The diagram shows a boat with three crew members on the surface, connected by a rope to a dredge (labeled '採泥器') on the seabed. The seabed is depicted with green seaweed and a yellow sandy bottom. An inset photo shows the physical Ekman-Burgess dredge, a metal frame with a collection bag.	 The video shows the BlueROV2 underwater. Text overlays indicate 'Depth: 5.21m; Temp: 19C' and a timestamp '2021-11-16 14:42:55'. The 'FIFISH' logo is visible in the bottom left corner of the video frame.
特 徴	・ 船上から採取位置を決める ・ 重量があるため作業に手間がかかる ・ 海底面が見えない状態で実施するため、石などが挟まり採取を妨げるリスクがある	・ 海底面の映像を見ながら採取場所を特定 ・ 一人で持ち運べる重量であるため作業が容易 ・ 操作を失敗すると採取できないが、容易に再実行が可能

ROVの水産現場での活用（カンパチ養殖）

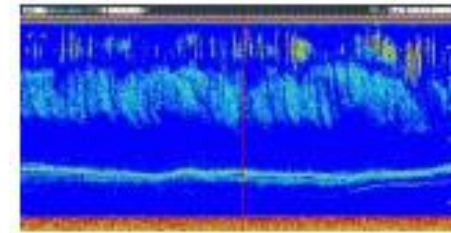


事例 8 定置モニタリングシステム「魚っちV」

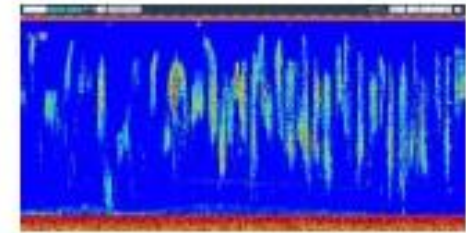
■魚っちV概略図



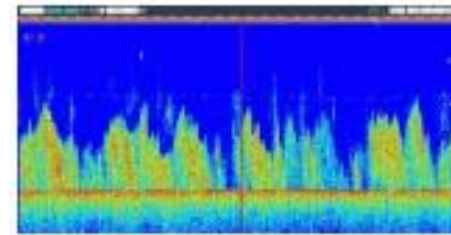
■魚っちVセット一式



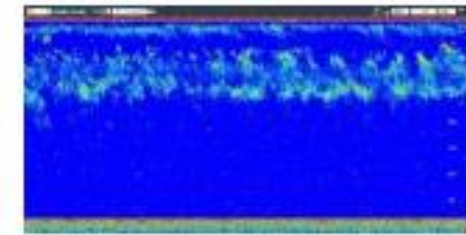
クロマグロ
スルメイカ



ブリ



マイワシ



サワラ
サバ

出典 : https://www.docomo.ne.jp/binary/pdf/corporate/technology/rd/topics/2019/topics_191125_02.pdf
<https://www.mf21.or.jp/smart/001C.pdf> から抜粋

事例 9 魚病の遠隔診療

(令和 5 年 7 月 26 日掲載)

4 遠隔診療に関する技術研修②

- 遠隔診療の普及に積極的に取り組んでいるNTTコミュニケーションズ（株）の協力により、都道府県魚病担当者等への遠隔診療に関する技術研修を開催。
- 対面参加者がウェアラブルカメラを装着して魚を解剖し、オンライン参加者が中継された映像を用いて診断を行った。より実践に近い形での研修を行った。（参加者28名）



RealWaer



Vuzix



ウェアラブルカメラを装着した解剖の様子（マダイ）



ウェアラブルカメラを装着した解剖の様子（アユ）



マアジの中継映像（各臓器の病変が確認可能）

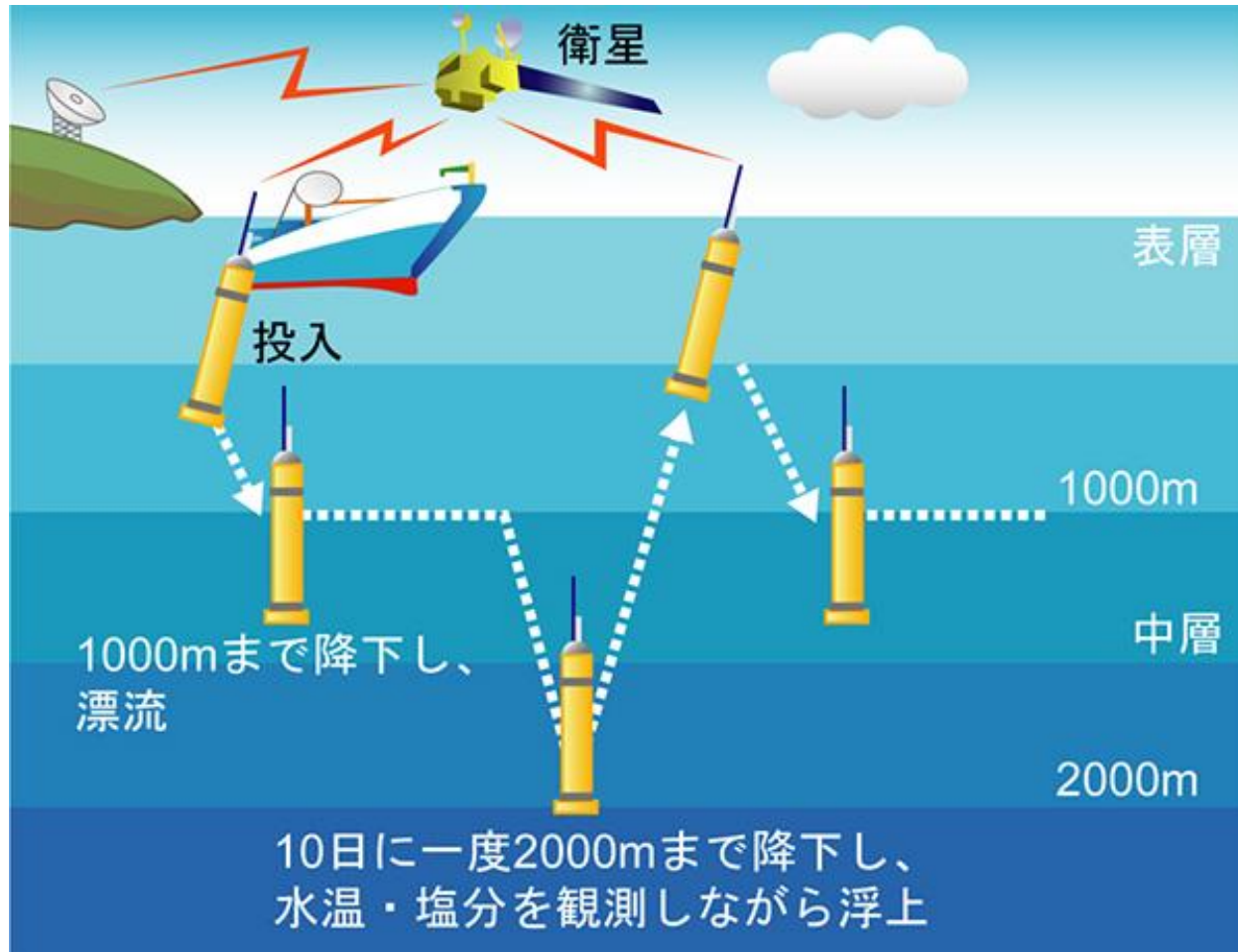


クルマエビの中継映像（頭部の退色も確認可能）

出典：水産動物の病気を防ぐために（水産動物の衛生及び水産動物の感染症について）：農林水産省 (maff.go.jp)

あなたと
世界を
変えていく。

<参考> アルゴフロート（全球海洋観測システム）



Argoフロートは、船舶から投入後1,000mまで沈降し、10日に一度水深2,000mから海面までの水温と塩分、圧力を計測しながら浮上、観測データを通信衛星経由で陸上に送信する。
この観測サイクルは、Argoフロートのバッテリーが持続する数年間繰り返し行うことができる

出典： https://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20160129/

＜参考＞トライトンブイ



トライトンブイでは風、気温、湿度、気圧、雨量、日射、海水の流れ、深さ750mまでの水温および塩分を測定しており、データはリアルタイムで近くの衛星によって送信され、世界中の研究者に供給されます。毎日の天気予報にも利用されています

出典 : https://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20160129/