

宇和海海況情報サービス

You See U-Sea

養殖を支えるICT

小林 真也

愛媛大学 大学院理工学研究科
兼 南予水産研究センター



Copyright 2023 KOBAYASHI Shinya



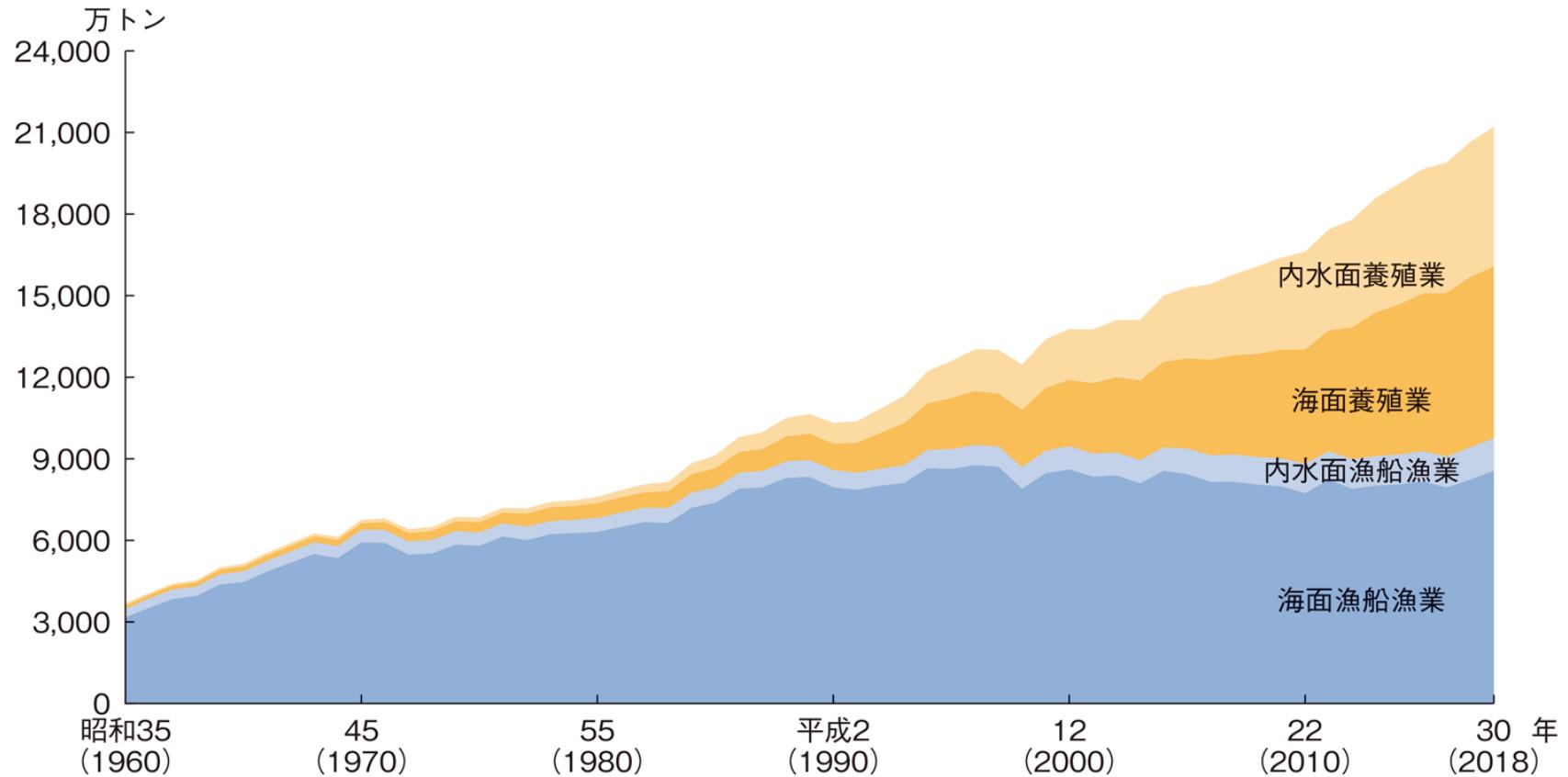
南水研
NANSUIKEN

が付いているページは、愛媛大学南予水産研究センター武岡英隆先生による、
情報処理学会第84回全国大会における講演資料から引用しています。一部改変を含む

いきなり『クイズ』です

水産業では、
海水温の温度変化を
どの程度の分解能で知ることが
必要でしょうか？

世界中で 養殖業がグングン増えてる！



世界の漁獲生産量の推移（水産庁：令和元年度 水産白書）

Copyright 2023 KOBAYASHI Shinya

愛媛県の海面漁業・養殖業の地位(令和1年)

区分	単位	全 国	愛 媛	全国率 (%)	全国順位	上 位 5 県				
						1位	2位	3位	4位	5位
総生産量	トン	4,143,434	138,458	3.3	8	北海道	茨城	長崎	宮城	青森
海面漁業	トン	3,228,206	74,251	2.3	13	北海道	茨城	長崎	宮城	静岡
海面養殖業	トン	915,228	64,207	7.0	7	広島	青森	北海道	宮城	佐賀
魚類養殖	トン	248,137	60,776	24.5	1	愛媛	鹿児島	大分	長崎	高知
	ぶり類	トン	136,367	20,798	2	鹿児島	愛媛	大分	宮崎	高知
	まだい	トン	62,301	35,350	56.7	1	愛媛	熊本	高知	三重
真珠養殖	kg	18,755	7,830	41.7	1	愛媛	長崎	三重	熊本	大分
真珠母貝養殖	トン	967	832	86.0	1	愛媛	長崎	高知	三重	—
総産出額	億円	13,696	883	6.4	3	北海道 2,399	長崎 1,013	愛媛 883	宮城 834	鹿児島 783
海面漁業	億円	8,682	201	2.3	15	北海道 2,068	長崎 629	宮城 585	静岡 464	青森 381
海面養殖業	億円	5,014	682	13.8	1	愛媛 682	鹿児島 571	長崎 384	熊本 325	大分 286
魚類養殖	億円	2,675	570	21.3	1	愛媛 570	鹿児島 527	長崎 323	大分 270	高知 227
	ぶり類	億円	1,288	195	2	鹿児島 432	愛媛 195	大分 193	高知 112	長崎 78
	まだい	億円	536	291	54.4	1	愛媛 291	熊本 77	高知 53	三重 35
真珠養殖	億円	162	72	44.7	1	愛媛	長崎	三重	熊本	大分
真珠母貝養殖	億円	11	11	92.9	1	愛媛	長崎	高知	三重	—

※産出額には、種苗生産額を含む。

Copyright 2023 KOBAYASHI Shinya

資料:農林水産統計

愛媛大学南予水産研究センター 金尾教授作成

愛媛県漁業の地位（令和1年）

□総産出額

■海面養殖業産出額

（生産量は全国7位）

●魚類養殖産出額

（生産量も全国1位）

○ぶり類産出額

（生産量も全国2位）

○まだい産出額

（生産量も全国1位）

●真珠養殖産出額

（生産量も全国1位）

●真珠母貝養殖産出額

（生産量も全国1位）

883億円 全国3位

1位 北海道 2,399億円、2位 長崎県 1,013億円

682億円 全国1位

2位 鹿児島県 571億円、3位 長崎県 384億円

570億円 全国1位

2位 鹿児島県 527億円、3位 長崎県 323億円

195億円 全国2位

1位 鹿児島県 432億円、3位 大分県 193億円

291億円 全国1位(国内の約55%)

2位 熊本県 77億円、3位 高知県 53億円

72億円 全国1位(国内の約45%)

2位 長崎県 45億円、3位 三重県 30億円

11億円 全国1位(国内の約93%)

2位 長崎県 0.7億円

☆ 愛媛県は全国屈指の水産県

★ 宇和海は「日本一」の養殖産地！

魚類養殖が基幹産業！

産出額の全国順位 (平成30年)

【海面漁業・養殖業産出額】

1位	北海道	2,844億円
2位	長崎県	996億円
3位	愛媛県	907億円
4位	宮城県	789億円
5位	鹿児島県	784億円
6位	静岡県	552億円
7位	青森県	549億円
8位	高知県	532億円
9位	兵庫県	523億円
10位	三重県	447億円
	宇和島市	429億円
11位	大分県	379億円
12位	熊本県	379億円
13位	岩手県	379億円
14位	宮崎県	337億円
15位	佐賀県	309億円
16位	福岡県	291億円
17位	千葉県	263億円
18位	広島県	239億円
19位	茨城県	235億円
20位	鳥取県	227億円
	愛南町	213億円

【養殖業産出額】

1位	愛媛県	704億円
2位	鹿児島県	556億円
3位	北海道	462億円
	宇和島市	407億円
4位	長崎県	360億円
5位	熊本県	317億円
6位	高知県	264億円
7位	佐賀県	258億円
8位	大分県	252億円
9位	兵庫県	244億円
10位	宮城県	226億円
11位	三重県	188億円
12位	広島県	178億円
	愛南町	166億円
13位	福岡県	161億円
14位	香川県	141億円
15位	青森県	137億円
16位	宮崎県	95億円

【ぶり類産出額】

1位	鹿児島県	417億円
2位	大分県	184億円
3位	愛媛県	171億円
	宇和島市	118億円
4位	高知県	116億円
5位	宮崎県	80億円
6位	長崎県	78億円
7位	香川県	74億円
8位	熊本県	49億円
	愛南町	45億円
9位	徳島県	32億円

【まだい産出額】

1位	愛媛県	335億円
	宇和島市	198億円
	愛南町	111億円
2位	熊本県	85億円
3位	高知県	61億円
4位	三重県	37億円

☆宇和島市・愛南町は、
都道府県レベルでみても、全国トップクラスの位置づけ
※市町村別生産量に、愛媛県の魚種別単価を乗じて、推計

Copyright 2023 KOBAYASHI Shinya

天然ものが一番？

米や果実といった農作物、牛や豚、鶏といった畜産物は、人の手が入り、栽培や畜産されたものを人々は好み、最上として珍重しています。また、生育状況が管理されている安全な食べ物としても認知されています。

なぜ、人の手が入り、養殖された魚が二級品扱いされるのでしょうか。
(実は、鯛は養殖物の方が高い)

思い込みに囚われず、
安全で美味しい養殖魚を楽しみましょう。

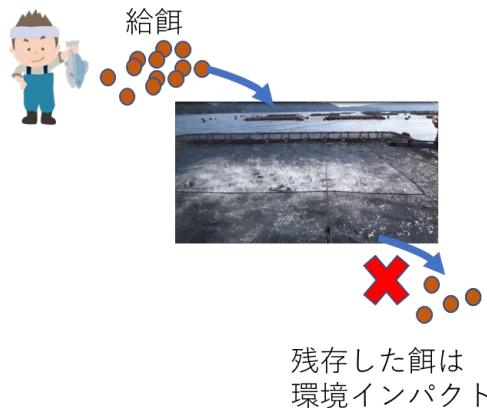
養殖漁業者が抱える課題

課題 1 魚数・活性に応じた適切な給餌ができていない

課題 2 不正確な尾数が収入源につながる

課題 3 魚病に罹患した魚の早期対策ができていない

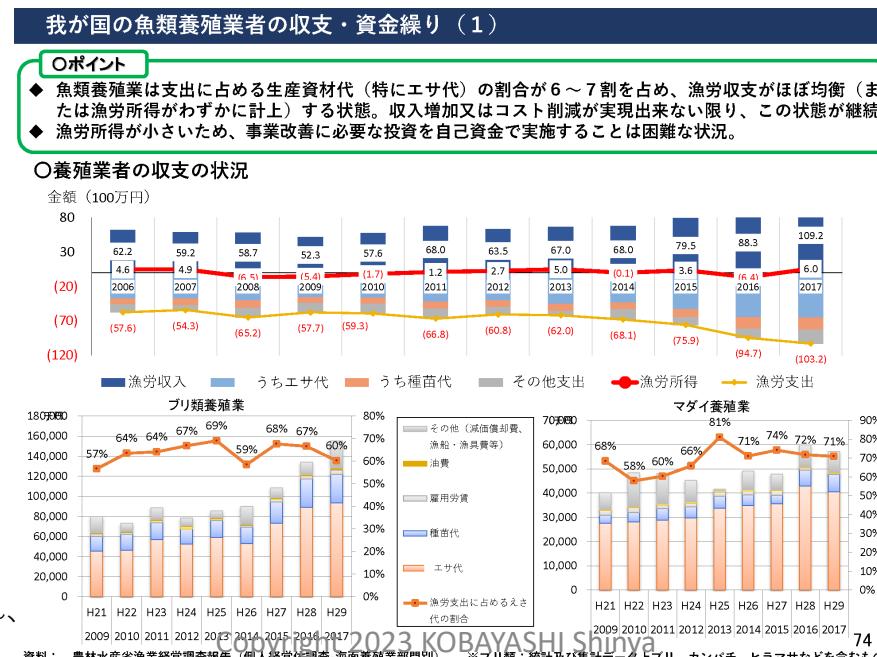
⇒ 収益減、斃死魚の処理費の発生は、養殖業者個人への損害となり、漁業を地域の主要産業とする宇和海地域での多大な負のインパクトになっている（数億円～数十億円/年）



給餌の模式図：

餌が不足すると肥育が遅くなる。

餌が過剰となると、環境中に放出され、海洋汚染や赤潮の発生の原因になる。



平成30年度漁業生産資材供給状況調査事業／株式会社自然産業研究所より

予定尾数の
1 %減⇒収入 5 %減
3 %減⇒収入 14 %減
(平成29年度水産白書)

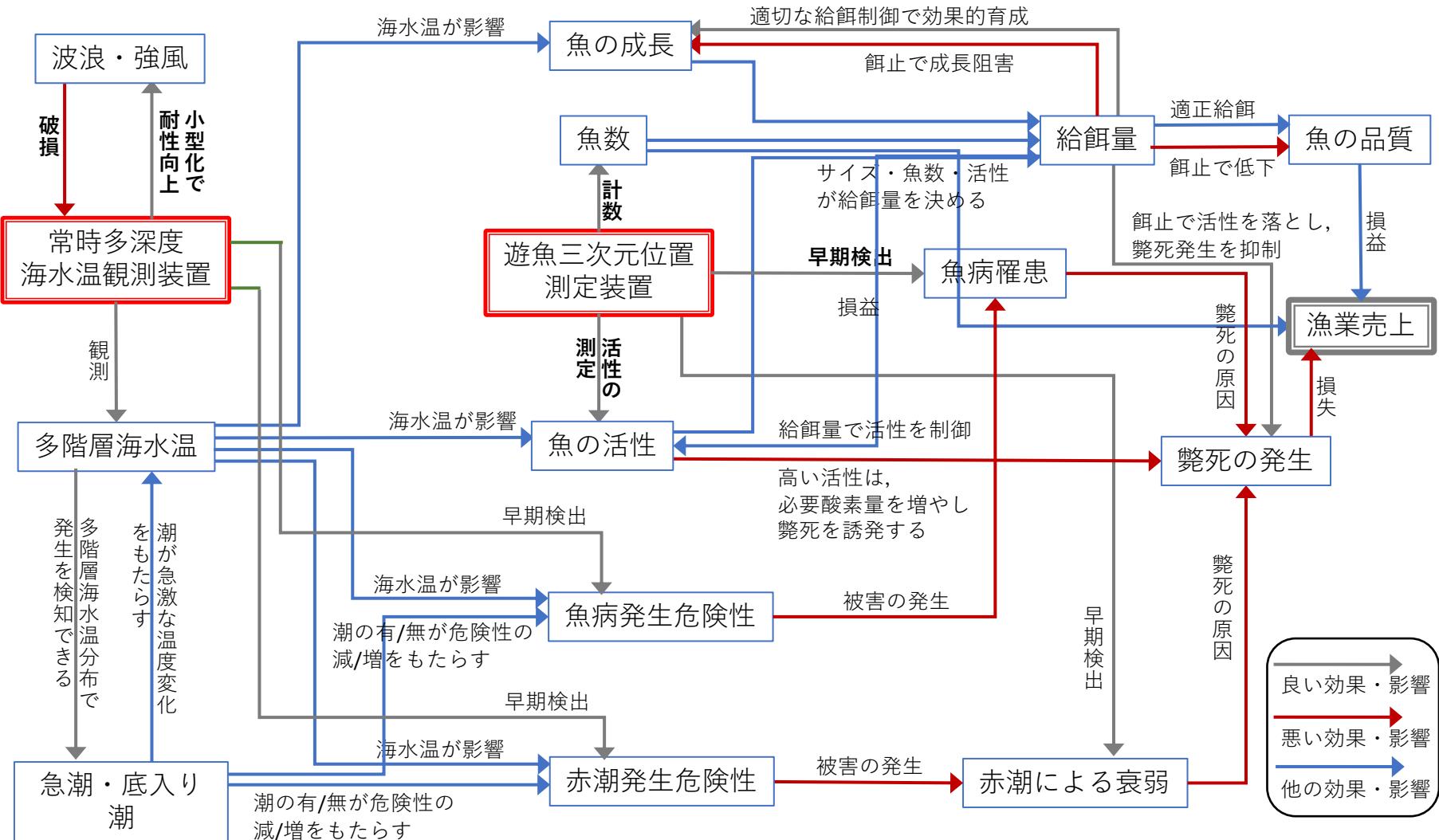


病気に罹患した魚
(京都府農林水産技術センター海洋センターHPより)

水産DXの推進

- ・常時多深度海水温観測装置の開発と観測データの蓄積, 公開
- ・遊魚の水中三次元位置測定の実現による尾数計数, 活性観測, 魚病感染検知

環境を観測するIoT「常時多深度海水温観測装置」と 養殖魚を観測するIoT「遊魚三次元位置観測装置」の重要性



豊後水道

太平洋

海面

急潮

(高温 貧栄養)

70~80m

海底

底入り潮

(低温 富栄養)

急潮の影響・効果

急潮により、宇和海の海水が入れ替わる。

これにより、赤潮が抑制される。

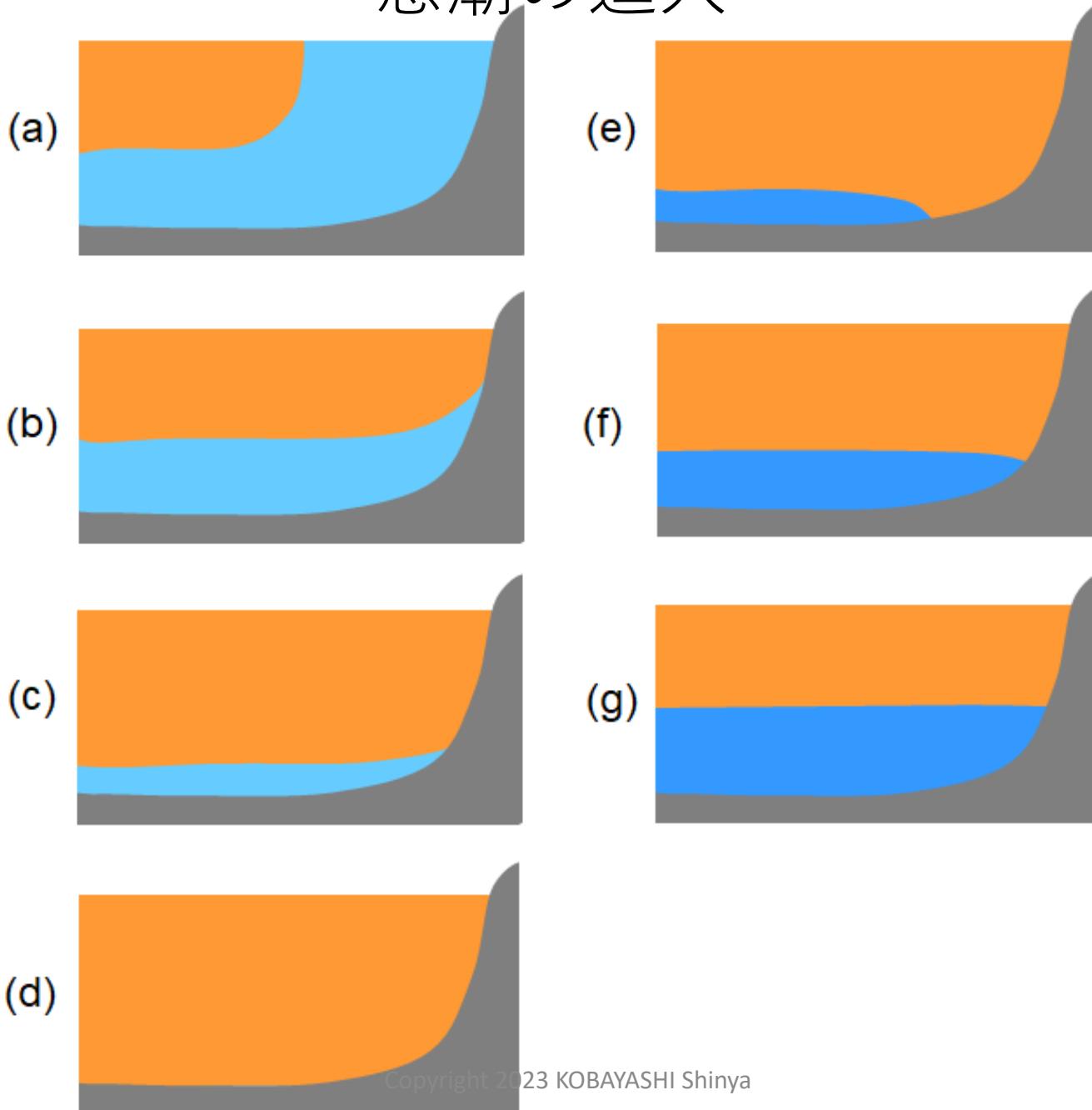


強い急潮により沈みかかった養殖筏

Copyright 2023 KOBAYASHI Shinya

1988年9月 遊子漁業協同組合提供

急潮の進入



日本の食卓を支える漁業 漁業を支える *You see U-Sea*



農業/水産/林業/食関連部門 最優秀賞

海洋ブイ



情報の収集

宇和海水産
アプリ



漁業従事者

宇和海海況情報サービス
You see U-Sea
<http://akashio.jp>

Webページ



情報の発信



水産研究者

Copyright 2023 KOBAYASHI Shinya

宇和海水産
アプリ



漁業従事者

宇和海 海水温・水質情報

- ・愛媛県等が宇和海に設置した観測ブイからの情報を、可視化して表示
- ・異なるメーカーからの情報のフォーマット変換を行い、データを蓄積
- ・漁業者や水産研究者の意見、希望を反映した情報提供の実現

<http://akashio.jp/kaisuion/>

<http://akashio.jp/suishitsu/>

この成果を基に、総務省「IoTサービス創出支援事業」にて、
『海洋物理モデルと海況4Dビッグデータを活用した水産業支援“IoT海況
予測サービス”の創出』（2017年度）を実施

宇和海海況情報サービス *You See U-Sea*

宇和海の海況情報を公開・提供

- 海水温情報
- 水質情報
 - クロロフィル濃度
 - 濁度
 - 溶存酸素量
- 変色情報
- プランクトン情報
- 赤潮発生・予測情報

簡便な操作で情報の表示や
絞り込みが可能

以下のURLから *You See U-Sea* のトップページにアクセス可能

<http://akashio.jp>

トップページ

宇和海海況情報サービス

You see U-Sea

地図で、各情報の測定地点が確認可能

宇和海海況情報サービス『You see U-Sea』では、
愛媛県宇和海の水温や水質といった海況情報を、リアルタイムで見ることができます。

-宇和海 海水温情報-

海水温の現況や時間変化を表やグラフでわかりやすく表示。3D表示でわかりやすさ3倍

-宇和海 水質情報-

海中の濁度や海中の溶存酸素量といった、水質の現況や過去の状況を表でわかりやすく表示

-宇和海 変色情報-

[宇和海産アプリ](#)の『海域異常の報告』機能を用いて報告していただいた海域変色情報の内容や分析結果を表示

-宇和海 プランクトン情報-

[宇和海産アプリ](#)の『採水サンプルの報告』機能を用いて報告していただいたプランクトン情報の内容や分析結果を表示

-赤潮 発生・予測情報履歴-

最新およびこれまでの赤潮の発生・予測情報を表示

-燧灘 水温・栄養塩情報-

燧灘の海水温・栄養塩情報を表やグラフでわかりやすく表示



- 海水温情報・水質情報の視覚化
- 最新の情報を迅速に伝達

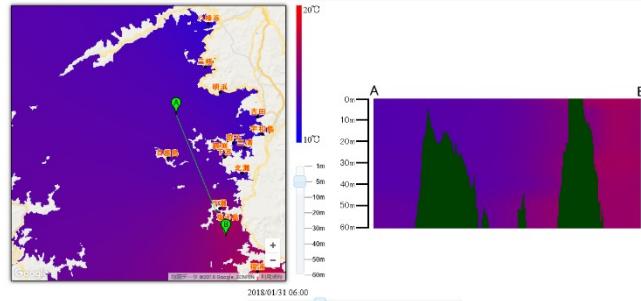
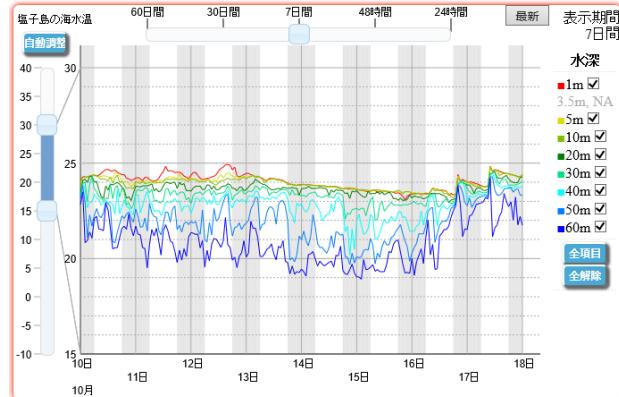
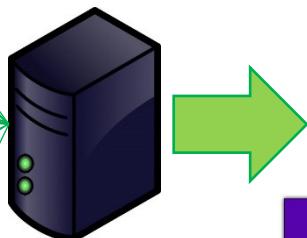


海水温・水質情報の提供



海洋ブイによる情報収集

場所	福浦	塩子島	下灘	北灘	日振島	下波	三浦	跨別	遊子	宇和島	吉田	明浜	三瓶	八幡浜	西条		
最新測定日時※	2018/03/12 05:00:00	2018/03/12 05:00:00	2018/03/12 05:00:00	2018/03/12 05:32:50	2018/03/12 05:00:00	2018/03/12 05:33:53	2018/03/12 05:00:00	2018/03/12 05:33:53	2018/03/12 05:00:00	2018/03/12 05:32:53	2018/03/12 05:48:49	2018/03/12 05:00:00	2018/03/12 05:00:00	2018/03/12 05:00:00	2018/03/12 05:00:00		
水深	1m 3.5m 5m 10m 20m 30m 40m 50m 60m	15.9°C NA 15.8°C 15.9°C 15.7°C 15.7°C 15.6°C 15.4°C 15.2°C	15.9°C NA 15.8°C 15.9°C 15.8°C 15.9°C 15.8°C 15.8°C 15.8°C	NA NA 15.5°C 15.5°C 15.5°C 15.5°C 15.5°C 15.5°C 15.5°C	NA NA 14.6°C 14.6°C 14.6°C 14.6°C 14.6°C 14.6°C 14.6°C	14.5°C NA 14.8°C 14.7°C 14.7°C 14.7°C 14.7°C 14.7°C 14.7°C	NA NA 15.2°C 15.3°C 15.2°C 15.2°C 15.2°C 15.2°C 15.2°C	NA NA 13.9°C 14.2°C 14.2°C 14.2°C 14.2°C 14.2°C 14.2°C	NA NA 14.1°C 14.3°C 14.3°C 14.3°C 14.3°C 14.3°C 14.3°C	NA NA 13.9°C 14.2°C 14.2°C 14.2°C 14.2°C 14.2°C 14.2°C	NA NA 13.9°C 14.2°C 14.2°C 14.2°C 14.2°C 14.2°C 14.2°C	NA NA 13.3°C 13.4°C 13.4°C 13.4°C 13.4°C 13.4°C 13.4°C	NA NA 10.1°C 10.8°C NA NA NA NA NA	NA NA NA NA NA NA NA NA NA	NA NA NA NA NA NA NA NA NA	NA NA NA NA NA NA NA NA NA	NA NA NA NA NA NA NA NA NA

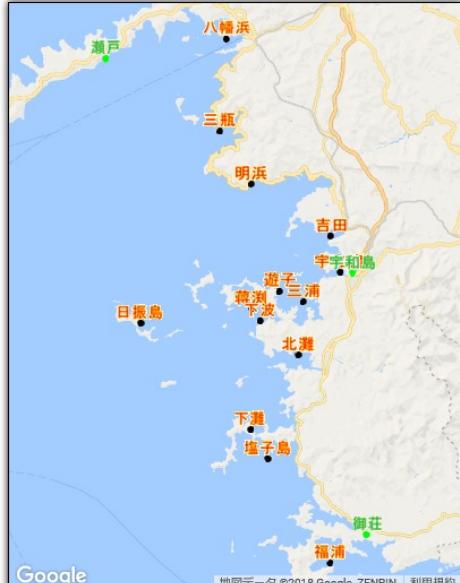


Webアプリケーションによる
情報の可視化

海水温の現況の可視化表示

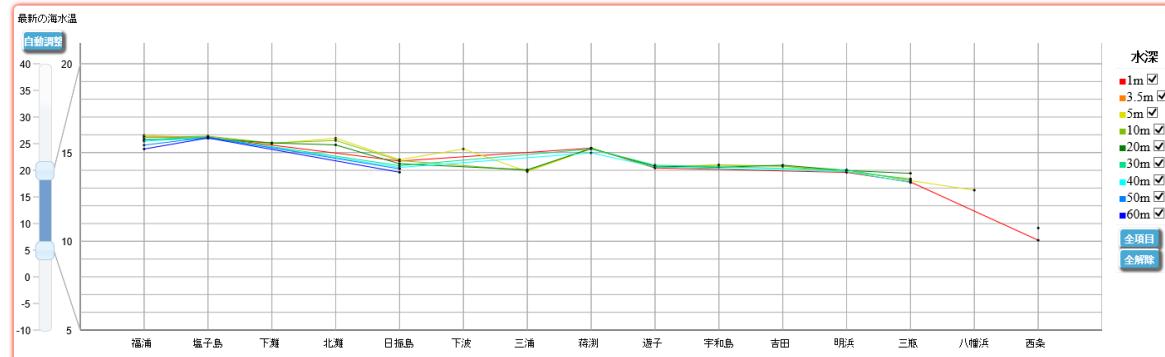
- ・観測点の地図表示
 - ・観測点間の距離や位置関係を把握
- ・最新測定データの可視化表示（表・グラフ）
 - ・各観測点の海水温について、水深毎の海水温を可視化

観測点の把握



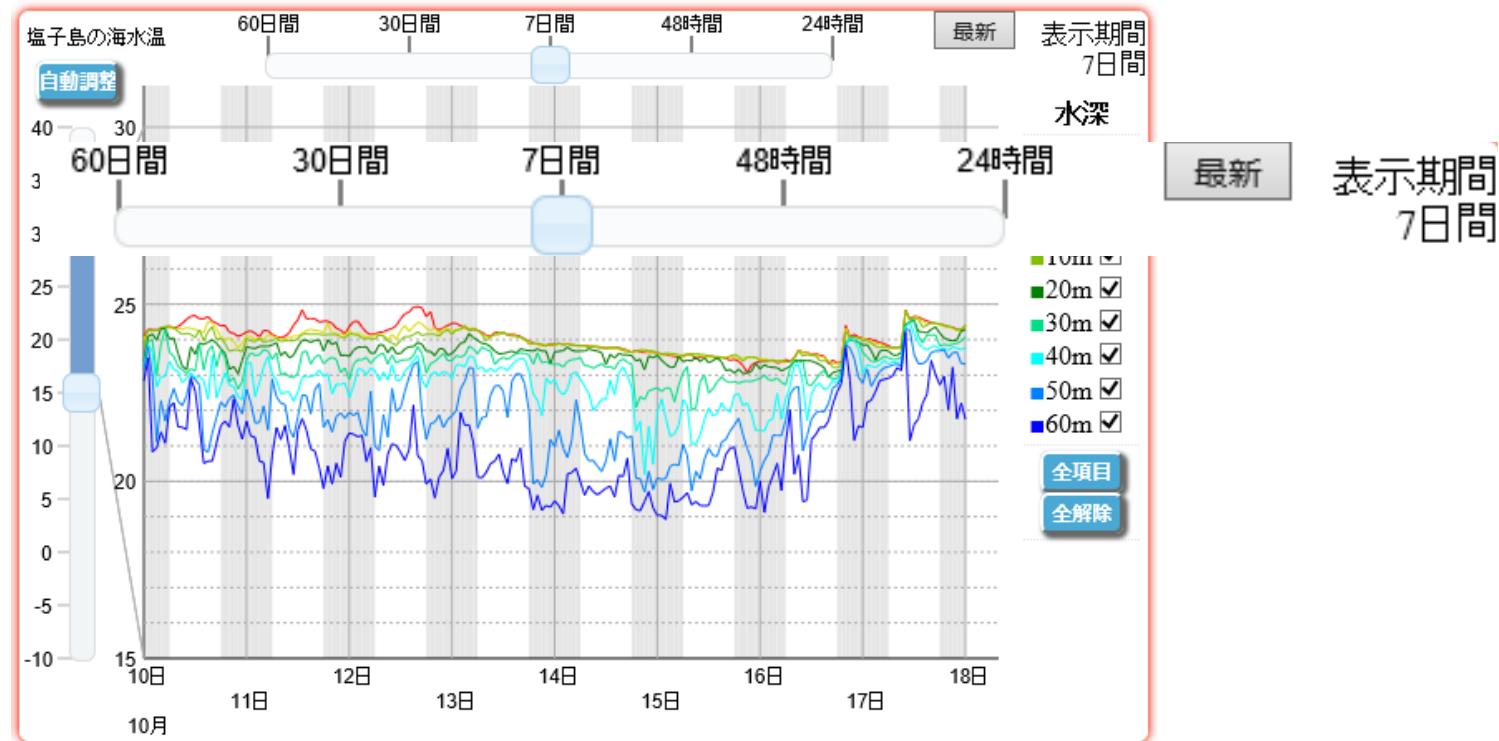
海水温の可視化

場所	福浦	塩子島	下灘	北灘	日振島	下波	三浦	蒲刈	遊子	宇和島	吉田	明浜	三瓶	八幡浜	西条	
最新測定日時※	2018/03/12	2018/03/12	2018/03/12	2018/03/12	2018/03/12	2018/03/12	2018/03/12	2018/03/12	2018/03/12	2018/03/12	2018/03/12	2018/03/12	2018/03/12	2018/03/12	2018/03/12	
05:00:00	05:00:00	05:00:00	05:32:50	05:00:00	05:33:53	05:00:00	05:32:53	05:00:00	05:32:53	05:48:49	05:00:00	05:00:00	05:00:00	05:00:00	05:00:33	
水深	■1m	15.9°C	15.9°C	NA	NA	14.5°C	NA	NA	15.3°C	14.1°C	NA	NA	13.9°C	13.3°C	NA	10.1°C
■3.5m	NA	10.8°C														
■5m	16.0°C	15.8°C	15.5°C	15.8°C	14.6°C	15.2°C	13.9°C	15.2°C	14.2°C	14.3°C	14.2°C	14.0°C	13.4°C	12.9°C	NA	
■10m	15.9°C	15.9°C	15.5°C	15.7°C	14.6°C	NA	14.0°C	15.3°C	14.2°C	14.3°C	14.2°C	13.9°C	13.5°C	NA	NA	
■20m	15.7°C	15.8°C	15.5°C	15.4°C	14.4°C	NA	14.0°C	15.2°C	14.2°C	14.2°C	14.3°C	14.0°C	13.8°C	NA	NA	
■30m	15.7°C	15.9°C	NA	NA	14.3°C	NA	NA	15.2°C	14.3°C	NA	NA	14.0°C	13.4°C	NA	NA	
■40m	15.6°C	15.8°C	NA	NA	14.2°C	NA	NA	15.0°C	14.2°C	NA	NA	13.9°C	13.3°C	NA	NA	
■50m	15.4°C	15.9°C	NA	NA	14.1°C	NA										
■60m	15.2°C	15.8°C	NA	NA	13.9°C	NA										

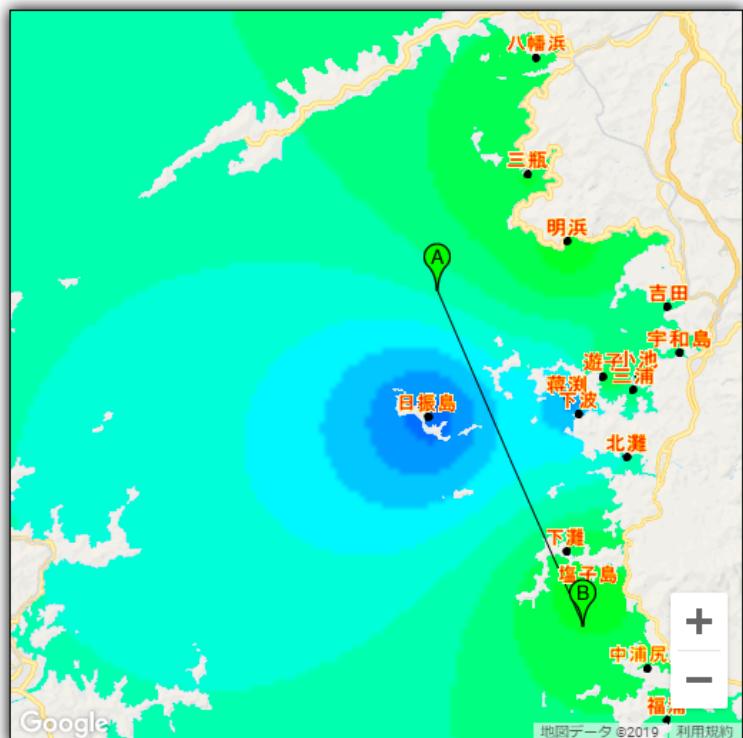


海水温の時間変化のグラフ表示

縱軸：海水溫 橫軸：時間



海水温分布の時間変化を3D可視化



- 深度別平面温度分布図
 - 断面温度分布図
- を表示することで三次元的に可視化



深度別平面温度分布アニメーション



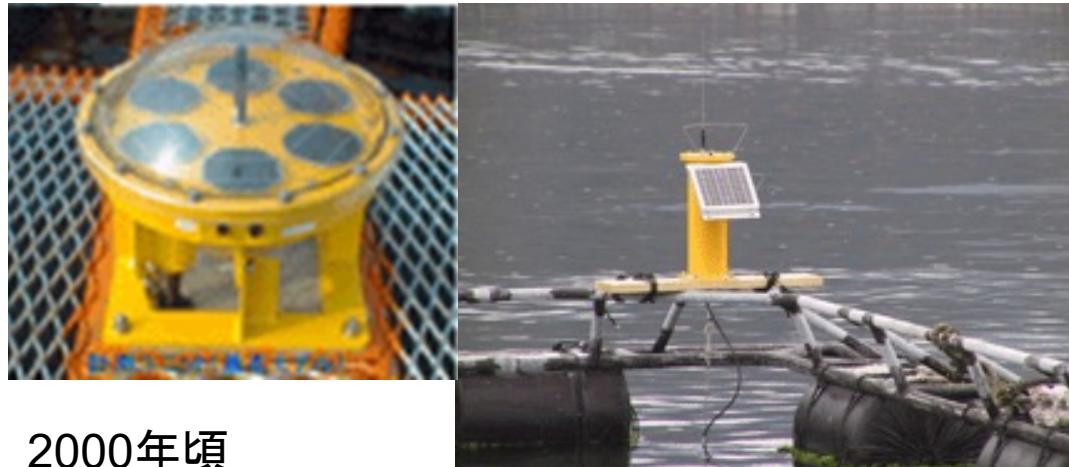
各測点の水温情報だけでなく、宇和海全域の水温が確認可能

<http://akashio.jp/kaisuion/3d/index1.php>

水温モニタリング機器の変遷



1997年設置 0～60m 9層 1000万円以上



2000年頃
5m 1層 200万円以上



現在(愛媛大学製)
長さ20～60m 4～8層

多階層海水温観測装置の開発

Raspberry Piと安価なセンサー、MVNOを利用

- 従来品
本体価格 153万円
通信費 (3,396円/月・台)
- 新開発品
本体価格 30万円以下
通信費 (500円/月・台)



水温観測装置



水質観測装置



水温観測装置の本体(愛媛大学開発品)



水温観測装置の設置の様子(愛媛大学開発品)

実データ収集のための最適な多深度水温観測装置の開発



観測地点の増加が、精度向上につながる。

従来システム：
高価格な本体と
高価格な通信費

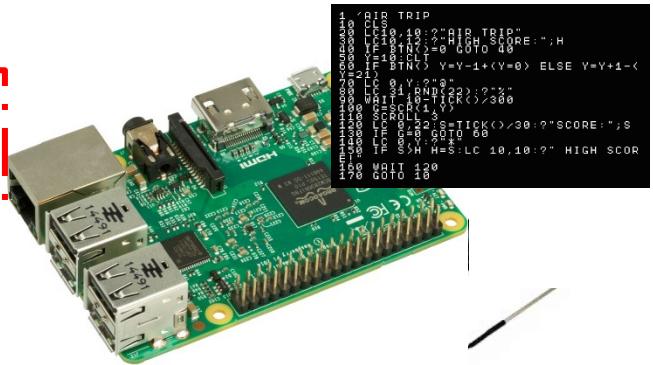
従来品に比べ、
本体価格、通信費
とも1/5以下に



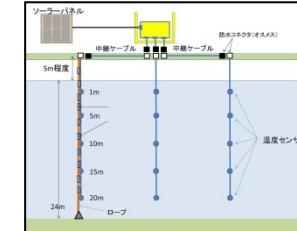
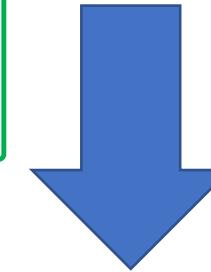
試作品2号機の開発
(1号機フィールド評価から
半年)

本体：本来：幅16.0cm×高さ21.0cm×奥行

性能向上・サイズの見直し、
パッケージング化
(防水強化、容積比1/10以下)



制御プログラム開発
と試作品の組みあげ



試作品1号機の開発
(開発から3ヶ月)

本体：幅44.7cm×奥行29.5cm×高さ

宇和海水温情報システム運営協議会(2019年度設立)

« 県 » 愛媛県

« 市 町 » 伊方町 八幡浜市 西予市 宇和島市 愛南町

« 団 体 » 愛南県漁業協同組合 宇和海漁業協同組合連合会

愛媛県魚類養殖協議会 愛媛県真珠養殖漁業協同組合協議会

愛媛県真珠貝養殖漁業協同組合協議会

« 大 学 » 愛媛大学 南予水産研究センター 理工学研究科
沿岸環境科学研究センター

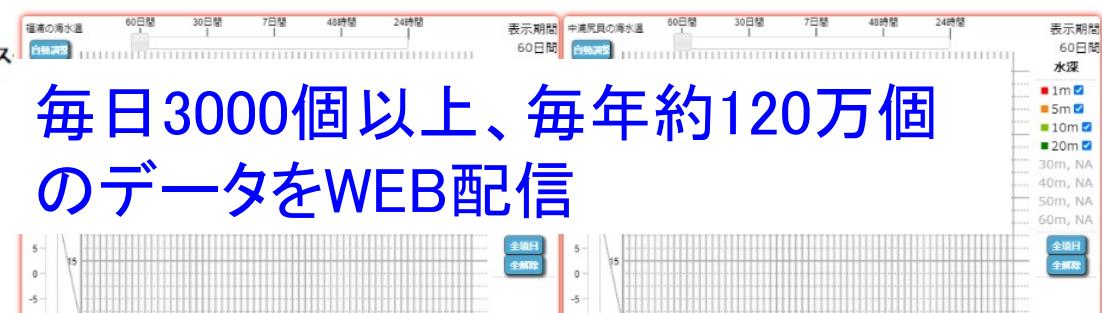
宇和海海況情報サービス「You See U-Sea (Uwa Sea)」 <http://akashio.jp/>

●各観測点の位置

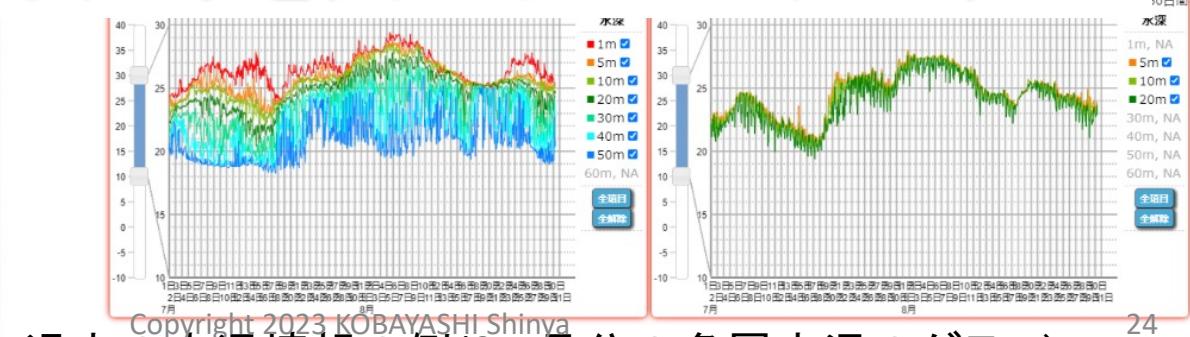
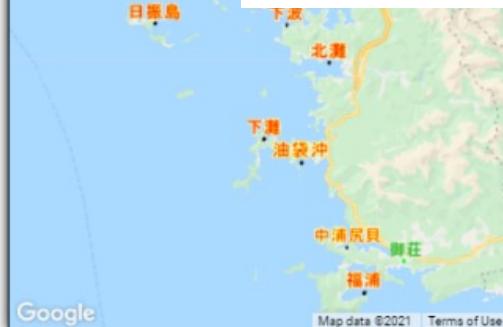
各地名をクリックすると、その地点の海水温の時間変化グラフまでス



毎日3000個以上、毎年約120万個
のデータをWEB配信



宇和海水産業を支えるインフラの確立



過去の水温情報の例(2ヶ月分の多層水温のグラフ)

「You see U-Sea」 利用実績

「You see U-Sea」 がもたらした社会の変化

- ・有効アクセス数^{*1}は約600件/日
赤潮発生期には約1,000件/日
⇒ 多くの養殖業者^{*2}が閲覧
- ・毎日定時にアクセスする複数の利用者が存在
⇒ 漁業者の営みに溶け込んでいる
- ・障害発生時（ごめんなさい）には、
早期の復旧を求める要望がすぐに来るほど、
水産業にとって必要不可欠なものとなった。

*1 有効アクセス数：1時間毎に更新される情報に対して、
クロールを除いたユニークIPアドレス数をカウント

*2 宇和海の養殖漁業者数は881（H28年、愛媛県水産局「愛媛農林水産統計年報」），家族個々で個別事業者としているケースもあり。

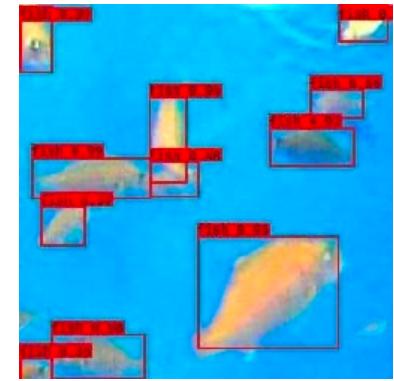
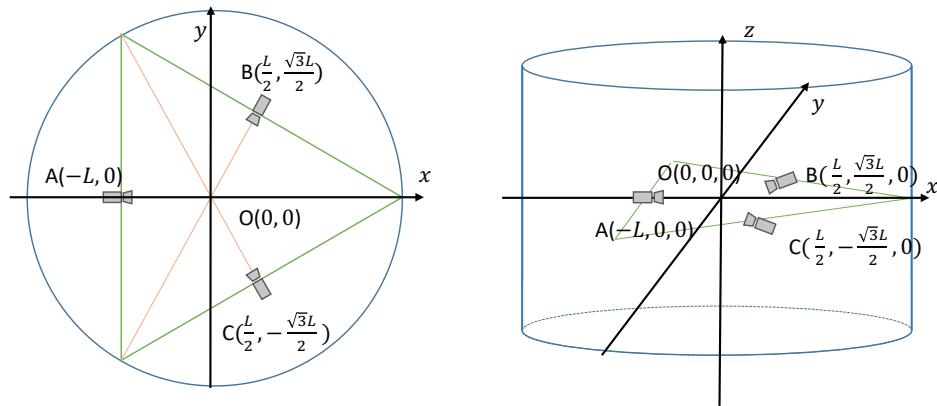
尾数・活性を知る これまでの方法

	尾数計数	活性	魚病
サンプリング	×	×	○
目視観察	△	○	○
移動時観察	○	×	△

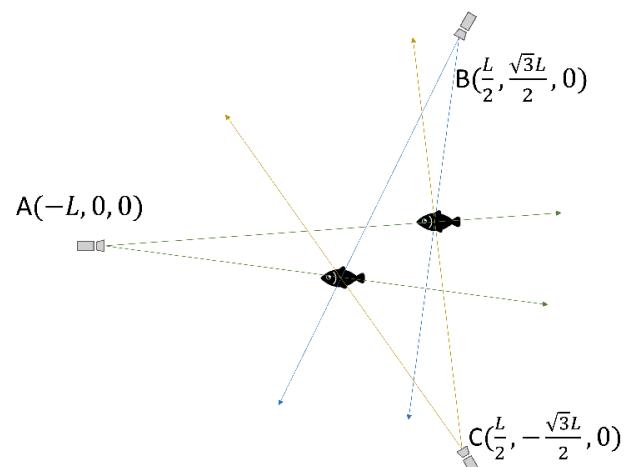
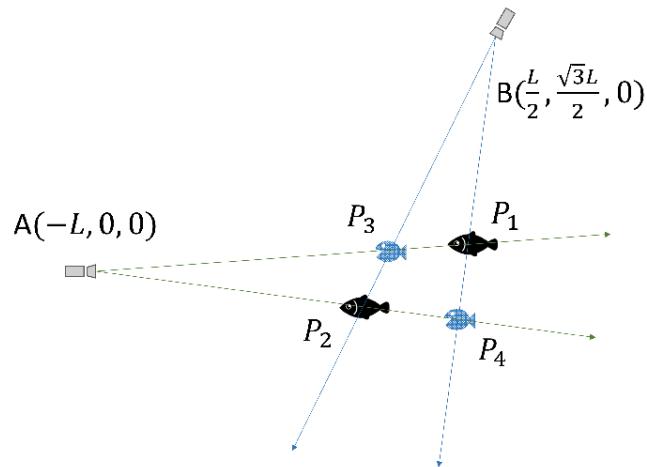
- ・ **サンプリング**
1～数匹を捕獲し、観察、検査を行う。
- ・ **目視観察**
水上から水槽や生け簀を観察する。
- ・ **移動時観察**
水槽や生け簀間を移動する際に、計数、観察する。

遊魚三次元位置測定装置（特許出願）

遊泳魚の位置を空間座標として連続的にデジタル化



AIによる魚影認識



認識魚影画像を基に、カメラからの視線を求め、魚の「三次元位置」を算出

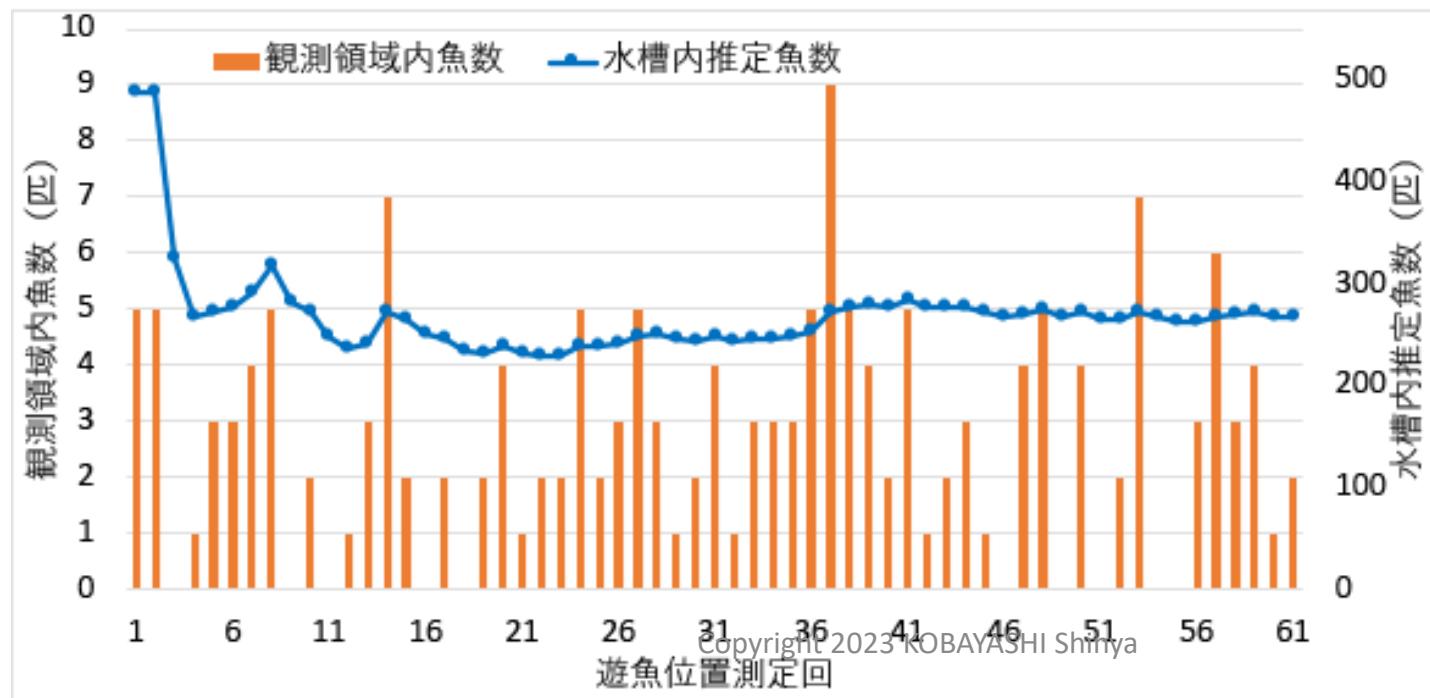
Copyright 2024 KOJIN SHINWA

遊魚三次元位置測定装置による尾数計数

実証評価（2019年度実施）

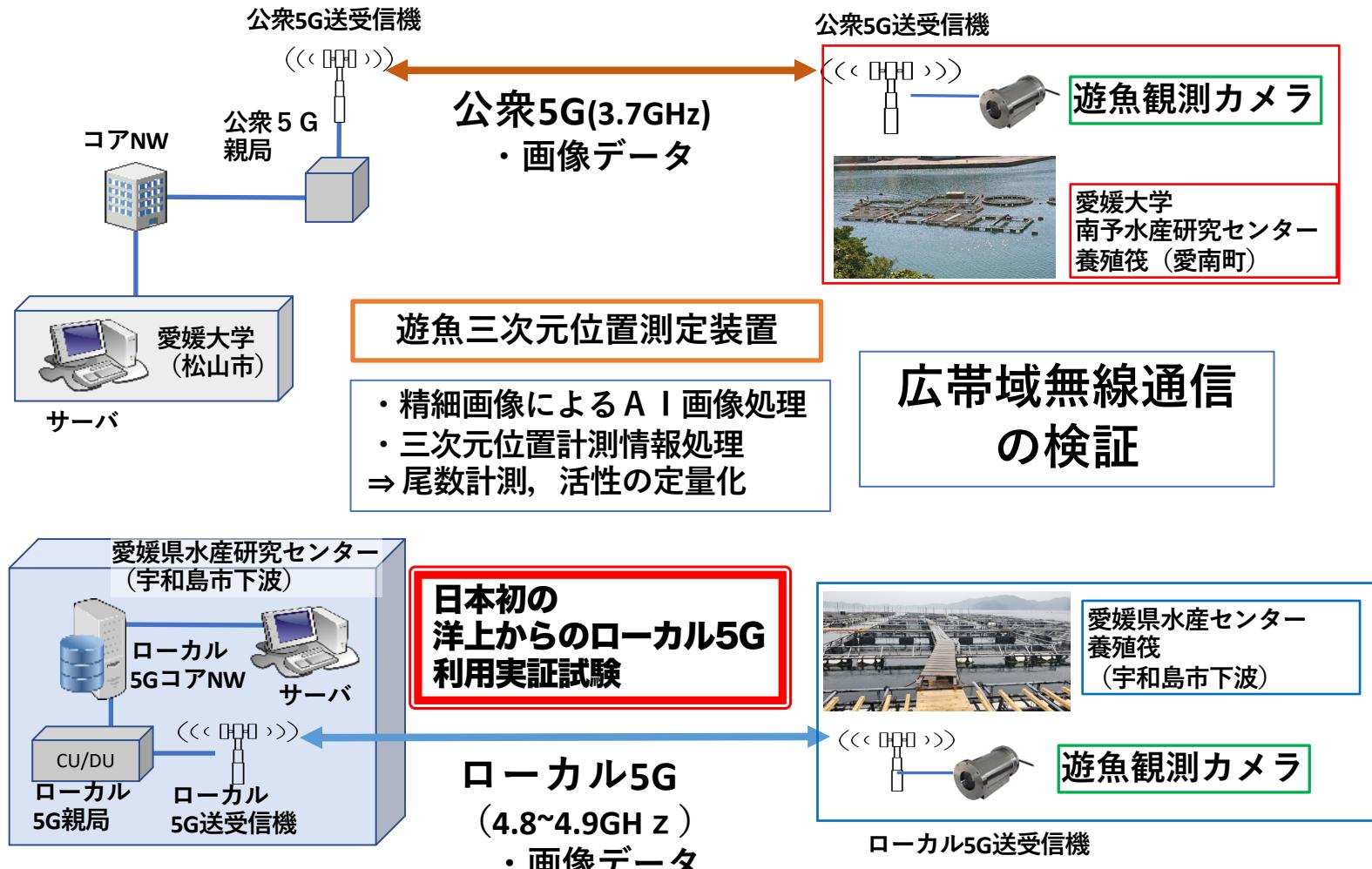
半径68cm、水深62cmの筒型の水槽（900,657立方センチ）
にマダイの稚魚266匹を入れて、
尾数計数の実証試験を実施

反復して尾数計数を行う事で、水槽内の総尾数の
推定値は、実数である266に収束し、**誤差2%以内を達成**。



遊魚三次元位置測定装置の洋上利用に必要な動画像伝送に5Gの利用を検証

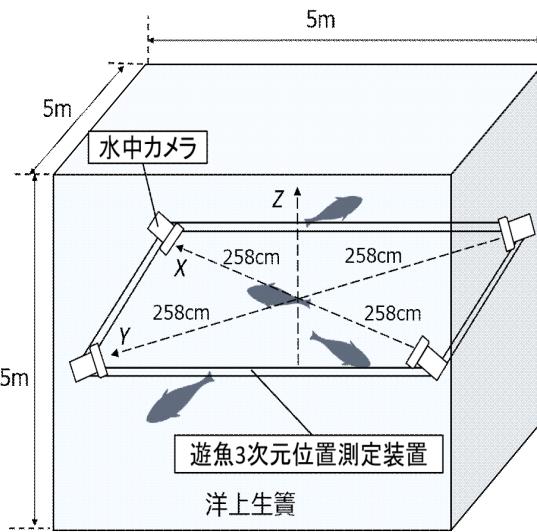
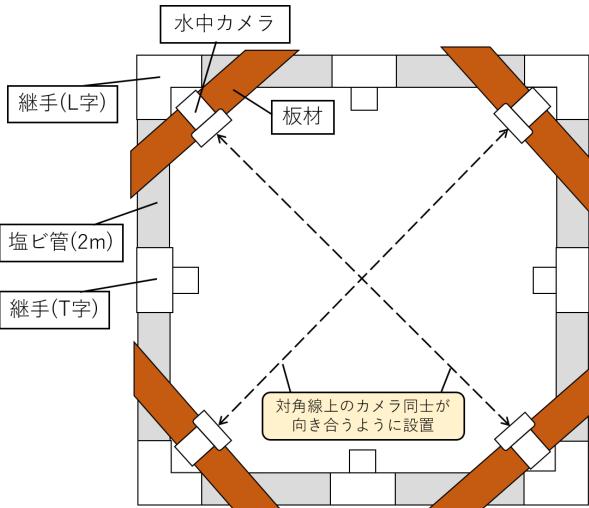
(総務省「IoTの安心・安全かつ適正な利用環境の構築」事業として2020年度実施)



実証フィールド 愛媛県農林水産研究所水産研究センター(宇和島市下波)



遊魚三次元位置測定装置の実証



11/5(木)～12/18(金)
遊魚三次元位置測定装置
(水中カメラ4台)の設置し、
観測を実施





洋上での三次元位置観測装置の実証評価結果

IoTサービス実証における成果

1. 視線ベクトルの交点誤差 達成基準：0.3BL以下 (注：BL (Body Length) は対象魚の体長)

Before：陸上の稚魚育成水槽においては、視線ベクトルの交点誤差0.3BL以下を達成し、魚数計数4%誤差を実現

After：洋上の養殖生簀内において、2020年11月26日の5秒間のデータで交点検出の条件を視線ベクトル間距離0.3BL以下として判定したときに、魚の位置の測定が連続的に行えていることを確認。また、魚の位置検出時に、視線ベクトル間の距離分布が0.290BL以下であることを確認。このことから交点誤差0.3BL以下を達成していることが言えた（図1）。

2. 連続位置測定における移動距離 達成基準：0.5BL以下

Before：非連続・離散的に撮影された映像を用いた、遊魚の三次元位置測定が行える。

After：2020年11月26日の5秒間のデータで6匹の魚が検出され、いずれの魚に対しても、連続するフレームにおいて、検出漏れなく、連続して位置計測が行えた。

最も離れていたときで0.107BLとなっており、達成基準0.5BLを十分に達成した（図2, 3）

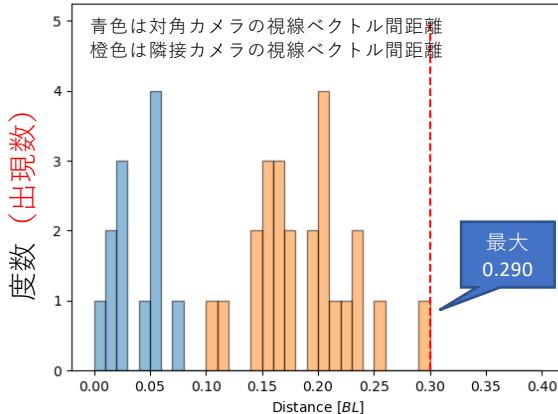


図1：視線ベクトル間の距離の出現度数分布
(区間刻み幅は 0.01BL)

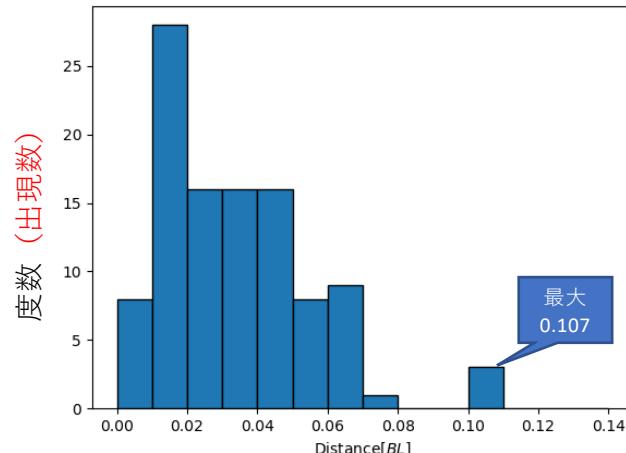


図2：フレーム間での魚の座標間距離(移動距離)の出現度数分布 (区間刻み幅は0.01BL)

Frame	軌跡-1	
	座標 (BL)	距離 (BL)
68	[0.726, 0.805, 0.758]	0.013
69	[0.716, 0.797, 0.760]	0.011
70	[0.717, 0.787, 0.761]	0.064
71	[0.737, 0.727, 0.751]	0.051
72	[0.757, 0.68, 0.743]	0.017
73	[0.761, 0.663, 0.743]	0.029
74	[0.772, 0.637, 0.741]	0.031
75	[0.801, 0.627, 0.742]	0.023
76	[0.811, 0.610, 0.729]	0.035
77	[0.779, 0.597, 0.738]	

図3：連続的 (1/30秒間隔) な遊魚位置計測結果 33

魚病の早期発見

科学技術振興機構（JST）研究成果最適展開支援プログラム（A-S T E P）トライアウトタイプ
『遊魚水中三次元位置測定装置で得られる遊泳ベクトルに基づく自動魚病 感染検出の実用化』2021年度

感染後3日以内に感染検知することを目指す
魚病に感染した魚は、4日目以降に死亡率が急激に
上昇

魚病に感染した魚は、健常魚に比べ遊泳が変化する
事が目視により知られている。
しかし、定量的な観測は行われていなかった。

遊魚三次元位置測定装置を用いることで、
遊泳をデジタル化（定量的データ化）し、
365日24時間にわたる魚病感染の迅速判定を実現

感染観測実験

- 浸漬感染実験（低濃度感染）

2021年9月6日から13日までの8日間,

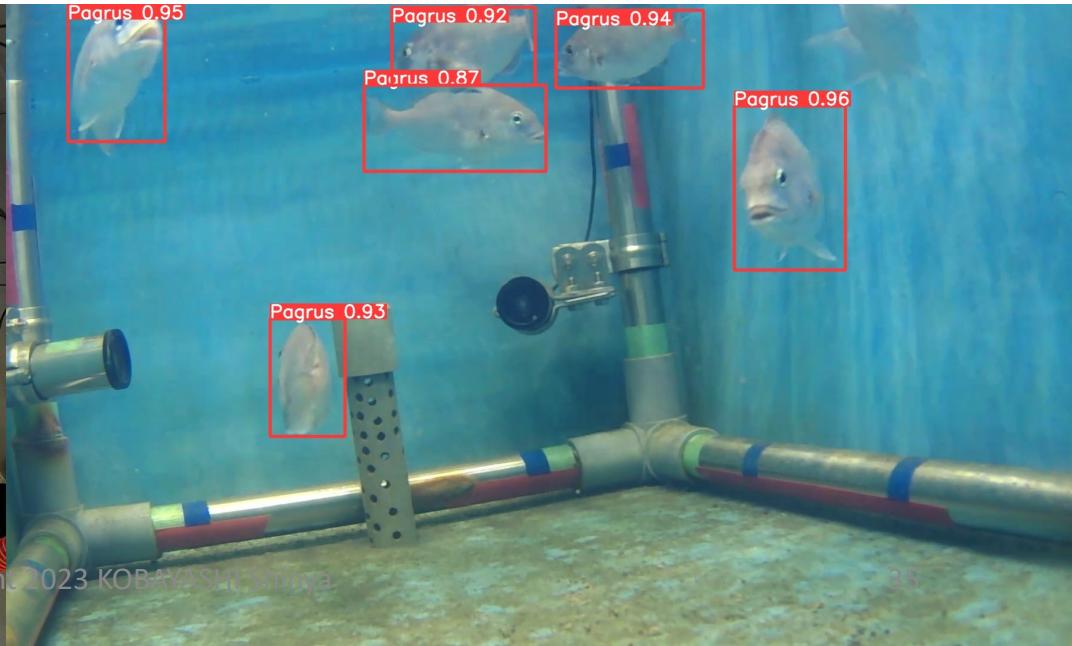
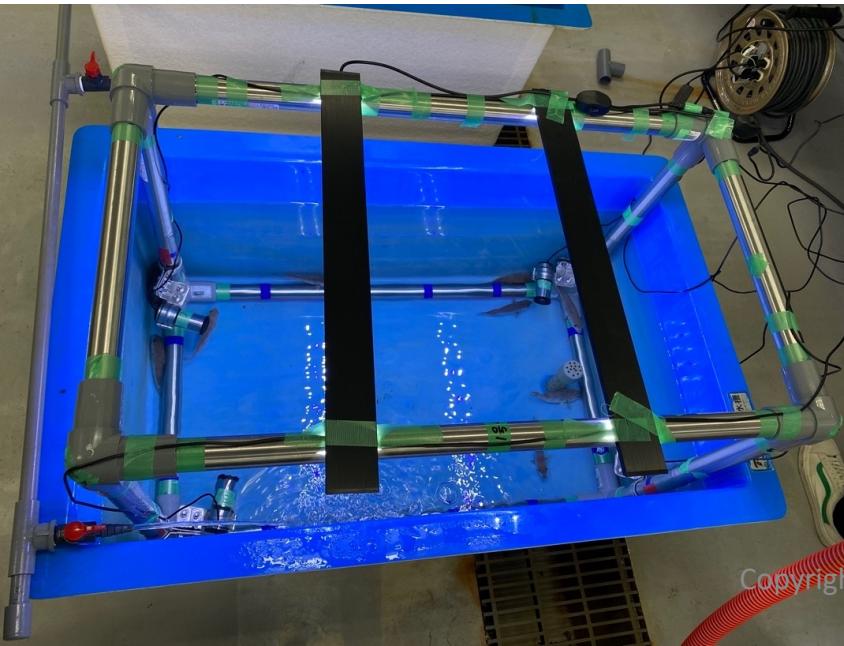
- 浸漬感染実験（高濃度感染）

10月18日から27日までの10日間

- 同居感染実験

10月18日から27日までの10日間

映像



三次元位置計測 と 遊泳のデジタル化

30FPSの動画像に基づき、30回/秒で位置を計測

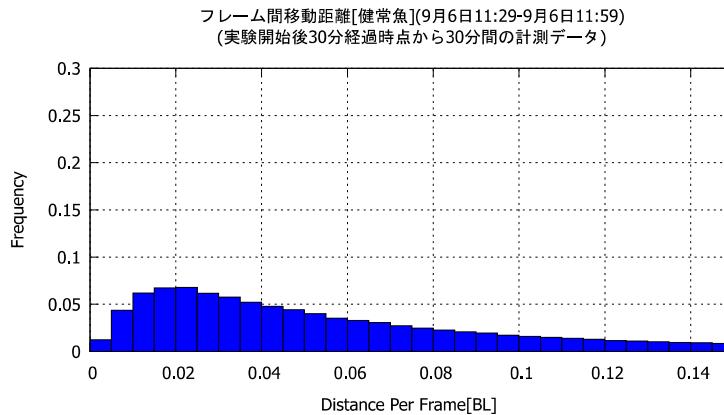
位置座標から計算により算出した物理量

- フレーム間での魚の移動距離
(30倍すると秒速となる)
- 加速度
- 1/30秒毎の遊泳方向の変化量

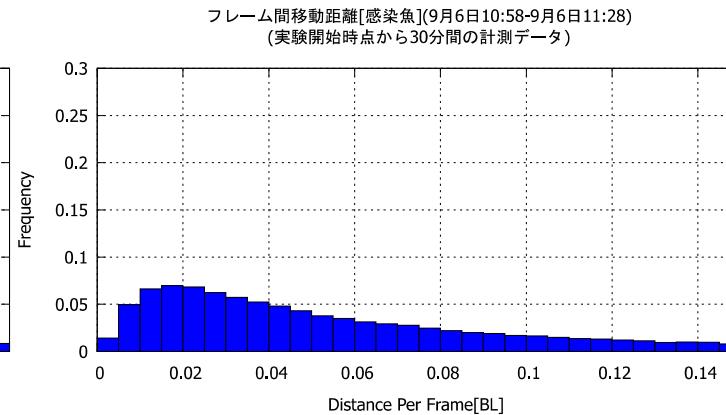
健常魚群

感染魚群

30分後

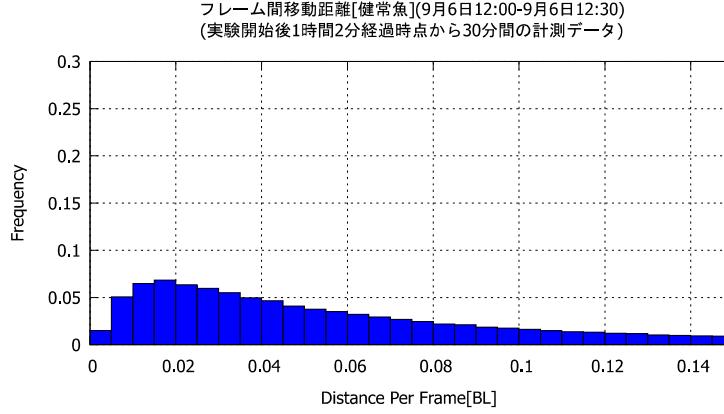


a-1. 健常魚 (9月6日10時58分計測開始)

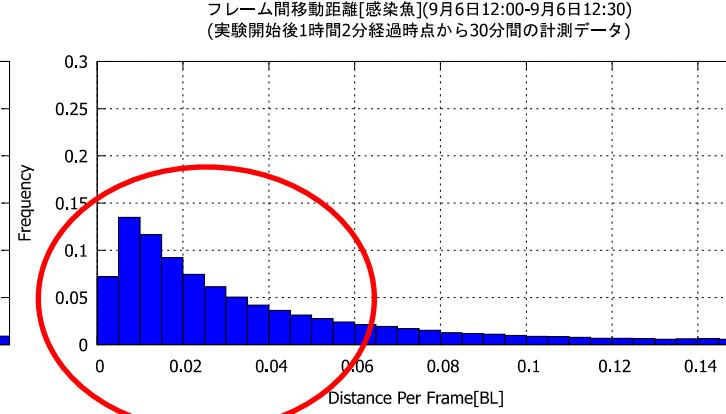


b-1. 感染魚 (9月6日10時58分計測開始)

1時間後



a-2. 健常魚 (9月6日12時00分計測開始)



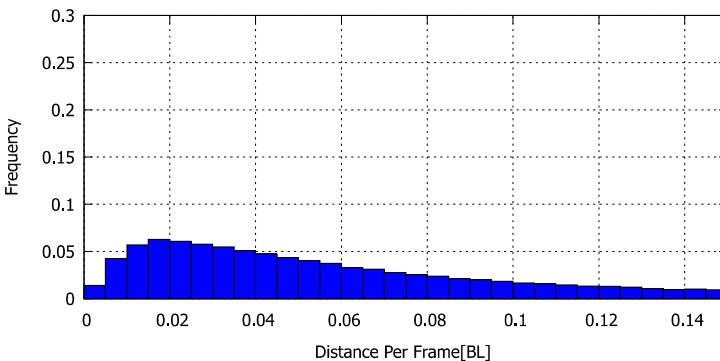
b-2. 感染魚 (9月6日12時00分計測開始)

健常魚群

感染魚群

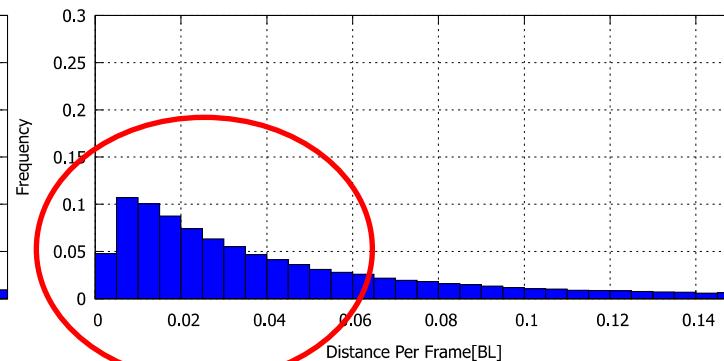
3時間後

フレーム間移動距離[健常魚](9月6日14:04-9月6日14:34)
(実験開始後3時間6分経過時点から30分間の計測データ)



a-3. 健常魚 (9月6日14時4分計測開始)

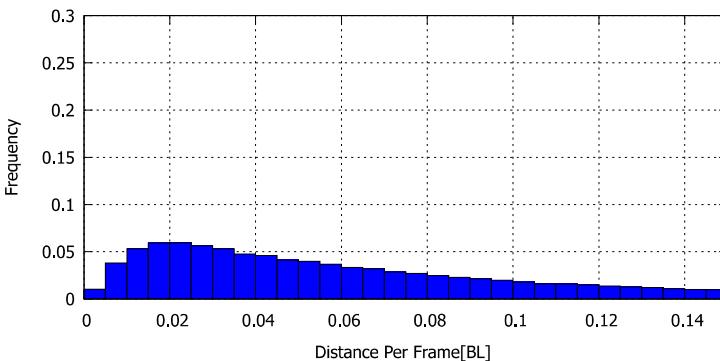
フレーム間移動距離[感染魚](9月6日14:04-9月6日14:34)
(実験開始後3時間6分経過時点から30分間の計測データ)



b-3. 感染魚 (9月6日14時4分計測開始)

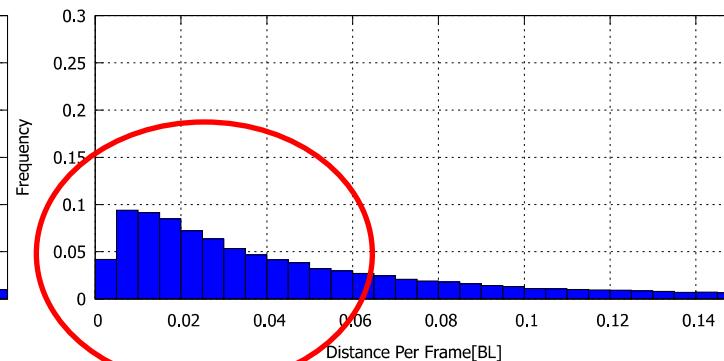
6時間後

フレーム間移動距離[健常魚](9月6日17:10-9月6日17:40)
(実験開始後6時間12分経過時点から30分間の計測データ)



a-4. 健常魚 (9月6日17時10分計測開始)

フレーム間移動距離[感染魚](9月6日17:10-9月6日17:40)
(実験開始後6時間12分経過時点から30分間の計測データ)

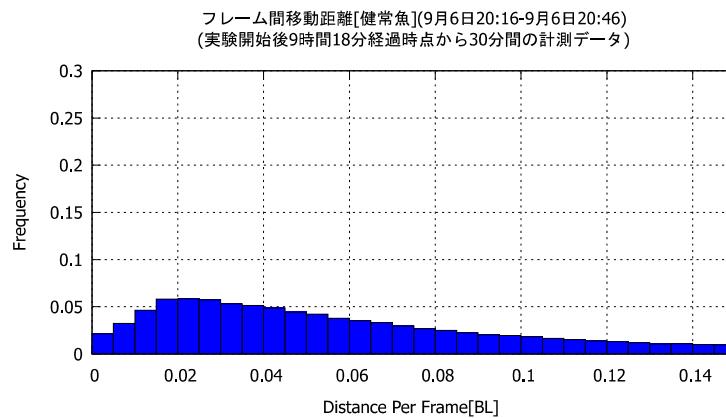


b-4. 感染魚 (9月6日17時10分計測開始)

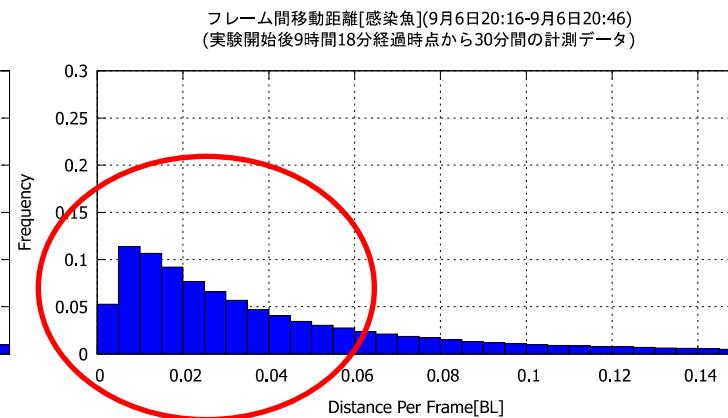
健常魚群

感染魚群

9時間後

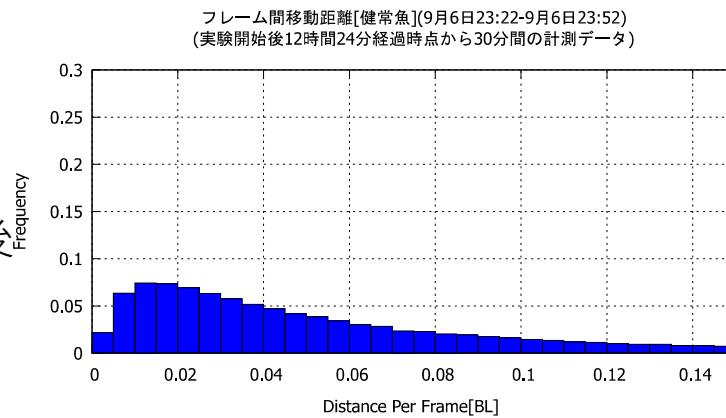


a-5. 健常魚 (9月6日20時16分計測開始)

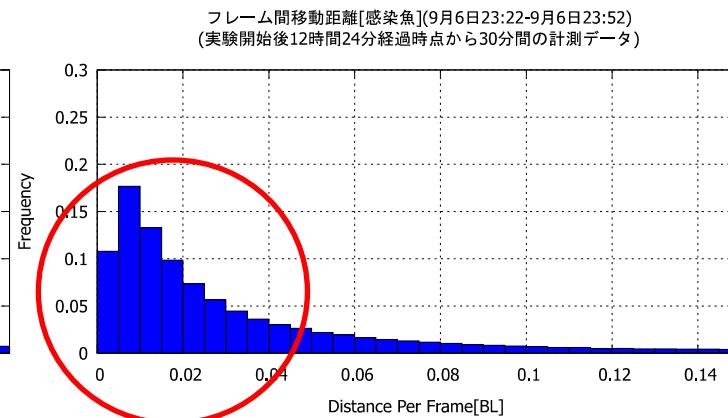


b-5. 感染魚 (9月6日20時16分計測開始)

12時間後



a-6. 健常魚 (9月6日23時22分計測開始)

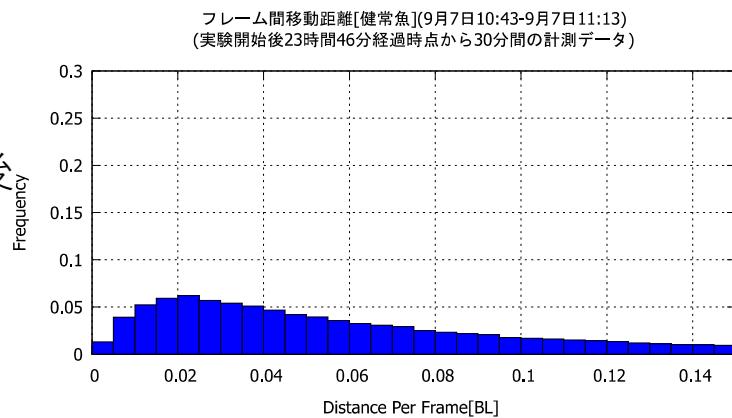


b-6. 感染魚 (9月6日23時22分計測開始)

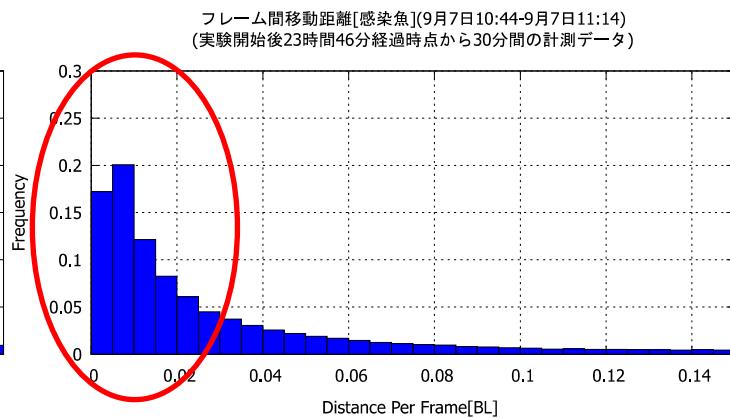
健常魚群

感染魚群

24時間後

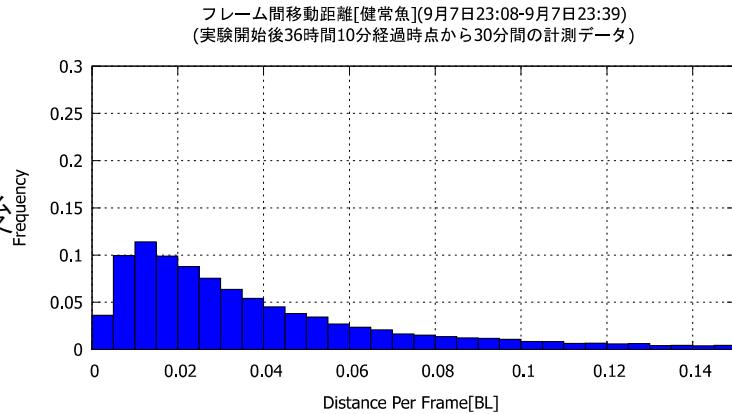


a-7. 健常魚 (9月7日 10時44分計測開始)

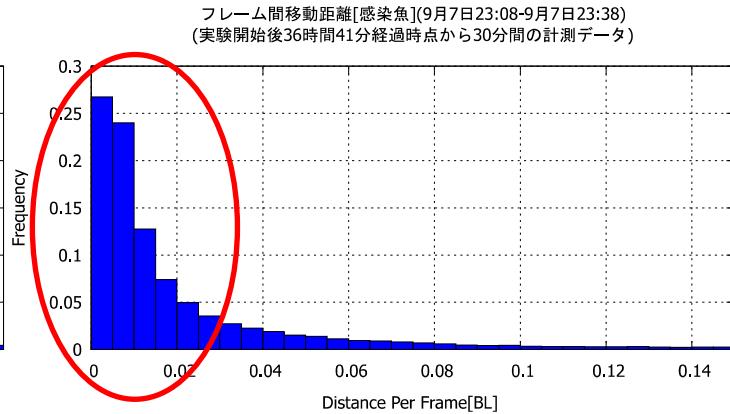


b-7. 感染魚 (9月7日 10時44分計測開始)

36時間後



a-8. 健常魚 (9月7日 23時8分計測開始)

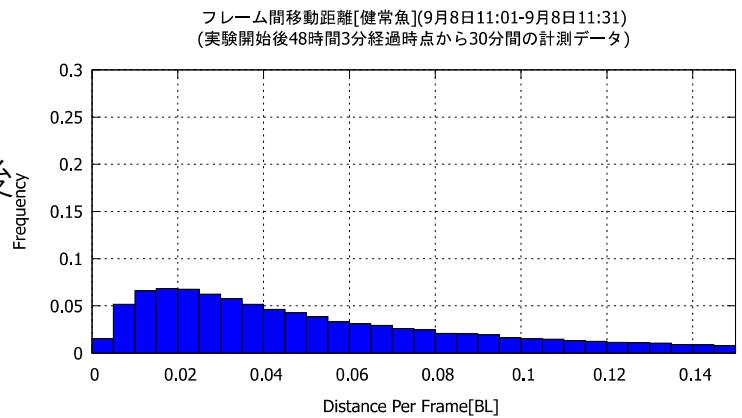


b-8. 感染魚 (9月7日 23時8分計測開始)

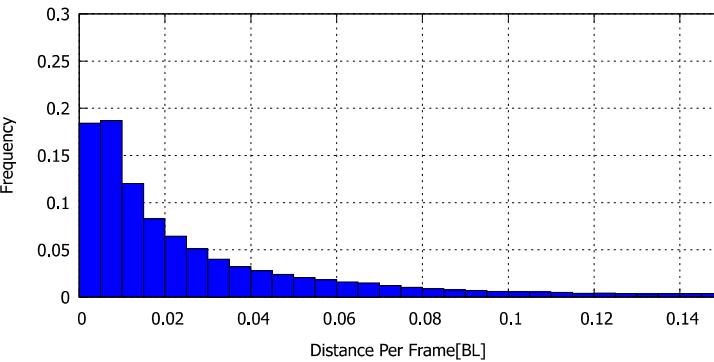
健常魚群

感染魚群

48時間後

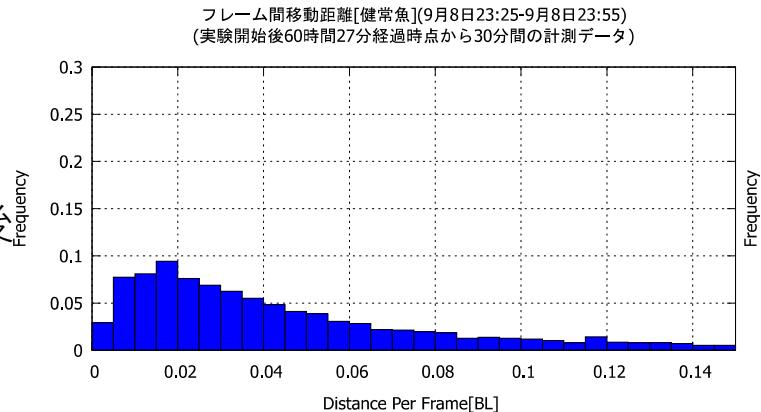


a-9. 健常魚 (9月8日 11時1分計測開始)

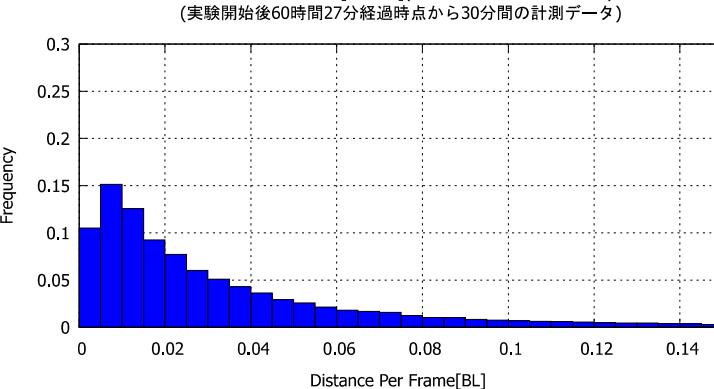


b-9. 感染魚 (9月8日 11時1分計測開始)

60時間後



a-10. 健常魚 (9月8日 23時25分計測開始)



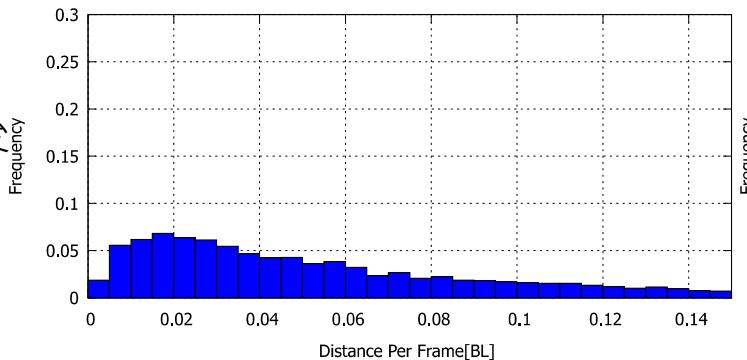
b-10. 感染魚 (9月8日 23時25分計測開始)

健常魚群

感染魚群

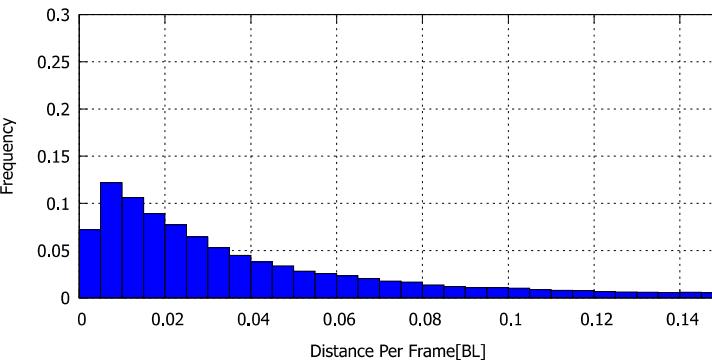
72時間後

フレーム間移動距離[健常魚](9月9日10:47-9月9日11:17)
(実験開始後71時間49分経過時点から30分間の計測データ)



a-11. 健常魚 (9月9日 10時47分計測開始)

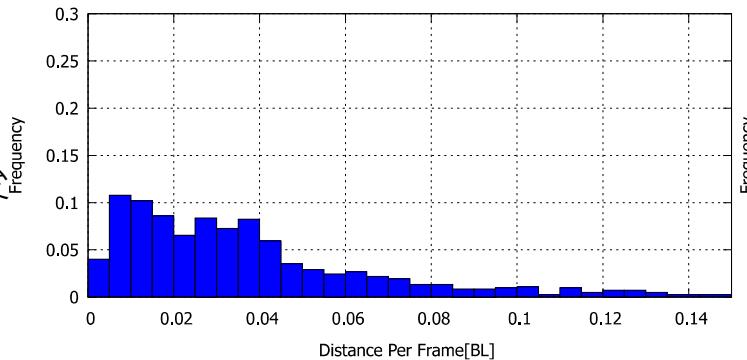
フレーム間移動距離[感染魚](9月9日10:47-9月9日11:17)
(実験開始後71時間49分経過時点から30分間の計測データ)



b-11. 感染魚 (9月9日 10時47分計測開始)

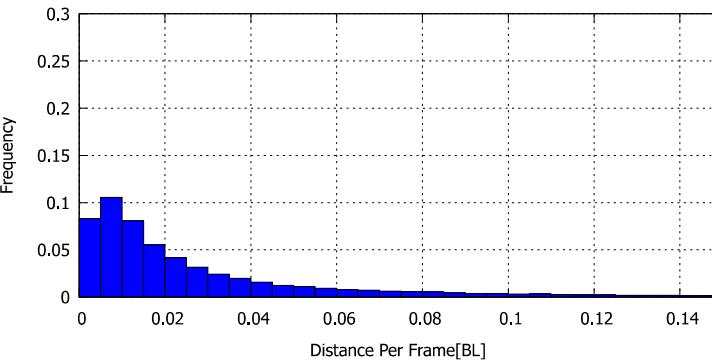
84時間後

フレーム間移動距離[健常魚](9月9日23:11-9月9日23:41)
(実験開始後84時間13分経過時点から30分間の計測データ)



a-12. 健常魚 (9月9日 23時11分計測開始)

フレーム間移動距離[感染魚](9月9日23:11-9月9日23:41)
(実験開始後84時間13分経過時点から30分間の計測データ)



b-12. 感染魚 (9月9日 23時11分計測開始)

魚病感染の検知

- 実験開始1時間後から、健常魚群と感染魚群で違いが出だした。
- 実験開始**24**時間から**36**時間で、感染拡大の検知を断定できる。
⇒ 『感染後3日以内に感染検知』を達成

美味しい魚を
いつまでも
食卓に届けたい
それを支える

You see U-Sea

宇和海海況情報サービス