

戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第3期
豊か食が提供される持続可能なフードチェーンの構築

研究開発項目 サブ課題C

動物性タンパク質（水産物）の次世代養殖システム構築 ～自動で、観察し、考え、給餌する大規模沖合養殖システムの開発～

2025年10月09日

国立研究開発法人 水産研究・教育機構

齊藤 肇／今泉智人

菅谷琢磨／安藤 忠

日鉄エンジニアリング（株）

米林龍太郎



もっと豊かな食を。
もっと豊かな未来のために。

自動で、観察し、考え、給餌する大規模沖合養殖システムの開発



完成予想図 大規模養殖・リモート量産化システム（仮称）



大型生簀

サイズ : 直径30m × 深さ20m
沈下深度 : 20m・水深50m以上
飼育数 : 33万尾/6生簀
生簀数 : 6生簀/システム
※標準的小型生簀 : 8m×8m×8m
3-5千尾/生簀

リアルタイム飼育管理装置

- 広帯域ソナーによって魚群の数量と行動をリアルタイムで監視
- ブリの満腹行動を把握し給餌止めを自動化することで給餌量を最適化
- 徹底した数値（データ）管理を通じて、養殖の経験知依存からデータ駆動型生産へ

陸上からの長距離飼料搬送装置

- 3 km沖に沈下した生簀へEP飼料を搬送
- 飼育管理の24時間化による給餌の量と時間の最適化で生産性向上
- 給餌船の使用に伴う一連の給餌作業を大幅に省力化
- リモート化などを通じ労働安全性を向上

養殖業成長産業化総合戦略に基づき 次世代養殖システムの技術開発を 養殖で最も生産され かつ戦略的養殖品目指定の**ブリ**の**沖合養殖**をターゲットに推進



-養殖業成長産業化総合戦略（無給餌養殖の追加）-

本研究開発に関係する項目

- この総合戦略は、養殖業の全体像の理解を深め（第1 養殖水産物の動向、第2 我が国魚類養殖業の動向、第3 養殖に関する技術開発の動向）、成長産業化の取組方向と将来めざす姿等のビジョンを共有し（第4 養殖業成長産業化に向けた総合的な戦略）、実現にむけた対策（「第5 養殖業成長産業化を進める取組内容」）から構成。

第1 養殖水産物の動向

- 1 水産物需要の動向
 - 世界の養殖生産量は過去20年間で約4倍に拡大し、今後も成長の見通し。国内需要依存型では我が国の養殖生産は縮小均衡。
- 2 市場・流通の動向
 - 魚類養殖業は4定の生産を実現しやすい形態だが、入手する需要情報が限られ、需給バランスが崩れやすい傾向。
 - みどりの食料システム戦略を策定し、環境にやさしい持続可能な消費の拡大や食育の推進等に取り組む。
- 3 輸出拡大に向けた取組
 - 輸出先の市場に対応した体制整備が必要。
 - 農林水産物・食品の輸出拡大実行戦略をとりまとめ、輸出重点品目として**ブリ類、タイ、ホタテガイ、真珠**の4品目を対象。

第2 我が国養殖業の動向

- 1 養殖業の特徴
 - 魚類養殖生産量はブリ類、マダイ、クロマグロ、ギンザケを中心とし、25万トン（2018年）。生産金額は海面養殖全体の54%が魚類養殖。
 - **無給餌養殖はホタテガイ、カキ、ワカメ、ノリ、コンブを中心とし、多様な貝類、藻類を養殖（75万トン、2018年）。**
- 2 生産・経営の動向
 - コストに占める餌代の割合は6～7割。養殖用餌の量と価格の両面で安定的に供給されることが重要な課題。
 - **無給餌養殖は、カキの殻むきやノリ・コンブの乾燥といった作業工程の中に人の手を要するところがあり、大幅な機械化・省力化が課題。**
 - 2020年12月に改正漁業法が施行。プロセス透明化等により、養殖業における円滑な規模拡大・新規参入も視野。
 - 利用が難しいと言われてきた沖合漁場での大規模な養殖や陸上養殖の技術開発が進展。

第3 技術開発の動向

- 養殖製品の品質保持・管理と製品出荷の効率化（**貝毒対策**）
- 漁場の環境調査・維持改善（**漁場環境のモニタリング**）
- ICTの活用
- 大規模沖合養殖・陸上養殖の新養殖システムの取組
- 気候変動に対する取組
- 育種研究（**高水温耐性のノリ**等）
- 配合飼料開発
- 魚病対策
- **機械化・省力化**等の技術開発が進展。

第4 養殖業成長産業化に向けた総合的な戦略

- 1 基本戦略
 - 国内市場向けと海外市場向けに分けて成長産業化に取り組む。養殖業の定質・定量・定時・定価格な生産物を提供できる特性を活かし、需要情報を能動的に入手し、「**マーケット・イン型養殖業**」へ転換していく。
 - **マーケット・イン型養殖業を実現していくため、生産技術や生産サイクルを土台にし、餌・種苗、加工、流通、販売、物流等の各段階が連携や連結しながら、それぞれの強みや弱みを補い合って、養殖のバリューチェーンの付加価値を向上させていく。**
 - 現場の取組事例を参考とすると、養殖経営体は、外部から投資や技術導入等を図りつつ、**マーケット・イン型養殖業**を目指しており、5つの基本的な経営体の例（①生産者協業、②産地事業者協業、③生産者型企業、④1社総合企業、⑤流通型企業）を示す。**無給餌養殖は、5つの経営体のタイプに至っていないことから、当面は①、②、③を目指す。**
- 2 戦略的養殖品目と成果目標
 - (1) 戦略的養殖品目の指定
 - **ブリ類、マダイ、クロマグロ、サケ・マス類、新魚種（ハタ類等）、ホタテガイ、真珠**
 - (2) KPI
 - 生産量目標（戦略品目**7品目**毎に設定）、輸出額目標（**ブリ類、マダイ、ホタテガイ、真珠**に設定）

第5 養殖業成長産業化を進める取組内容

- 養殖業成長産業化の枠組の構築
- 養殖生産物の新たな需要創出・市場獲得の推進
- 持続的な養殖生産の推進
 - ・生産性・収益性の向上
 - ・魚病対策の迅速化への取組（**ワクチンの開発・普及**）
 - ・海面利用の促進・漁場の拡大等（**プランクトンのモニタリング**）
 - ・労働環境の整備と人材の確保
 - ・マーケット・イン型養殖経営の推進
 - ・災害や環境変動に強い養殖経営の推進（**適切な養殖管理**）
- 研究開発の推進
 - ・研究機関の連携強化・役割分担
 - ・養殖製品の品質保持・管理
 - ・漁場環境モニタリングと活用、ICTの活用（**栄養塩類の管理**）
 - ・新魚種・新養殖システムの推進
 - ・育種等種苗改良の推進
 - ・配合飼料等の水産資材の維持・研究開発

現状生産量

令和02(2020)年

ブリ類 13.8万t
74%増（%：目標比）

養殖業成長産業化総合戦略
令和2（2020）年7月策定
令和3（2021）年7月改訂



■戦略的養殖品目：KPI

生産量目標

令和12(2030)年

ブリ類 24 万t

輸出目標

令和12(2030)年

ブリ類 ¥1.6千億

沖合養殖には
様々な課題が存在

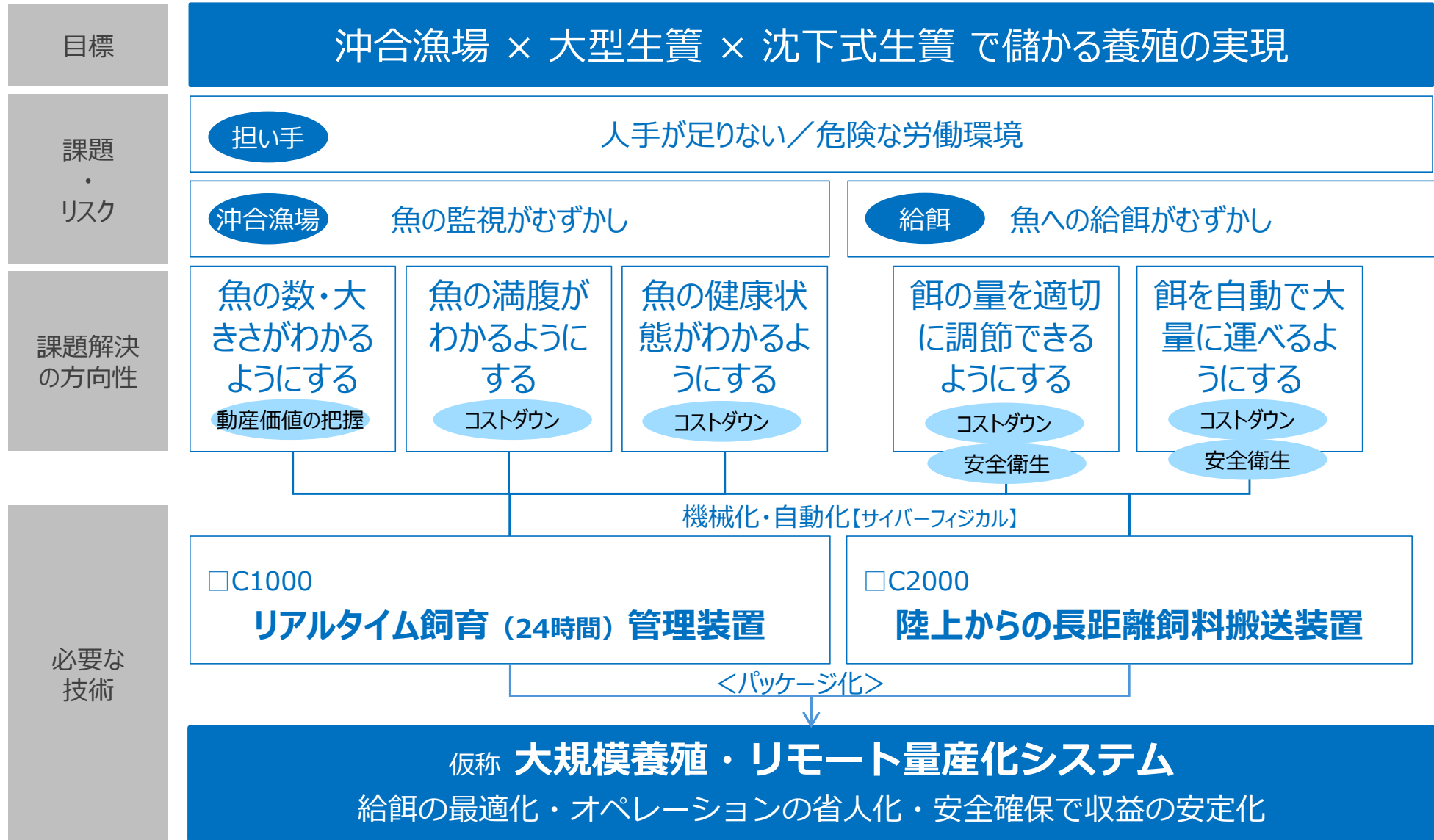
出典：水産庁「養殖業成長産業化総合戦略について 水産庁/令和3・2021年設定」

出典：水産庁「新たな水産基本計画」

養殖業の成長産業化に貢献する次世代養殖システム開発の方向性



■ 開発方針 : C1000+C2000

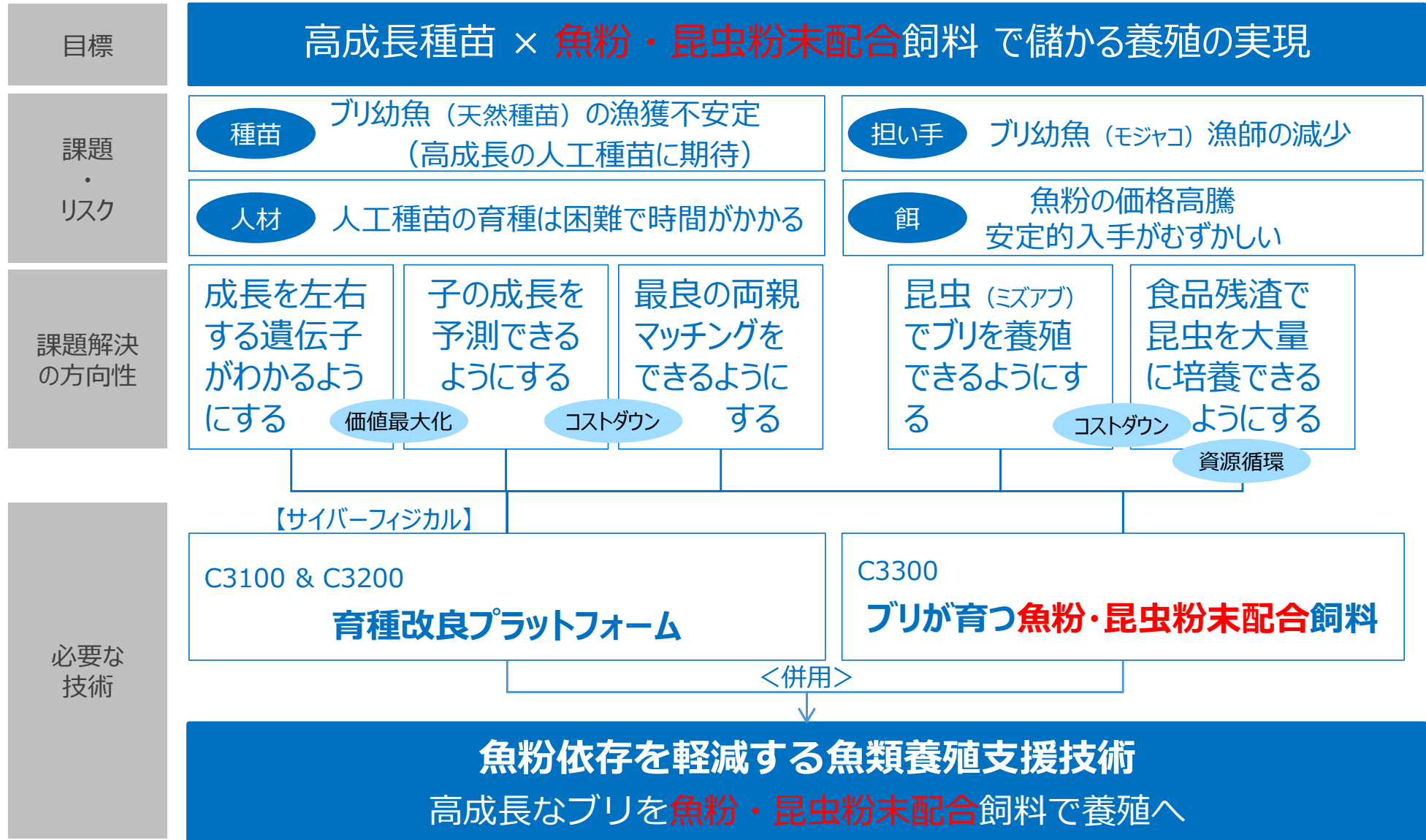


自動で、観察し、考え、給餌する大規模沖合養殖システムの開発

養殖業の成長産業化に貢献する次世代養殖システム開発の方向性



■ 開発方針：C3000



自動で、観察し、考え、給餌する大規模沖合養殖システムの開発



■ 実施概要



■ 成果目標

リアルタイム飼育（24時間）管理装置

- 広帯域音響技術で得られたデータから、直径30m以上の生簀内の**1尾1尾のブリの活性、体長、異常行動の判定が可能なAIを開発**
▷給餌量をコントロールし、大型生簀に対して人手で給餌を行う方法に対して、**餌のコストを5%削減**

陸上からの長距離飼料搬送装置

- 沖合1~3 kmまで給餌可能な陸上飼料搬送装置を開発**
▷無人給餌を可能にするとともに、天候に左右されない給餌で、**沖合での養殖期間を年間50日短縮**

魚粉依存を軽減する魚類養殖支援技術

- 親魚のゲノム情報や数等の情報から高成長ブリの効率的な育種方法を提案**
▷養殖業者が使用できるように水産研究・教育機構のウェブサイトを通じ公開
- ブリ用配合飼料の魚粉使用量を低減させるため、**昆虫粉末に20%置き換え**

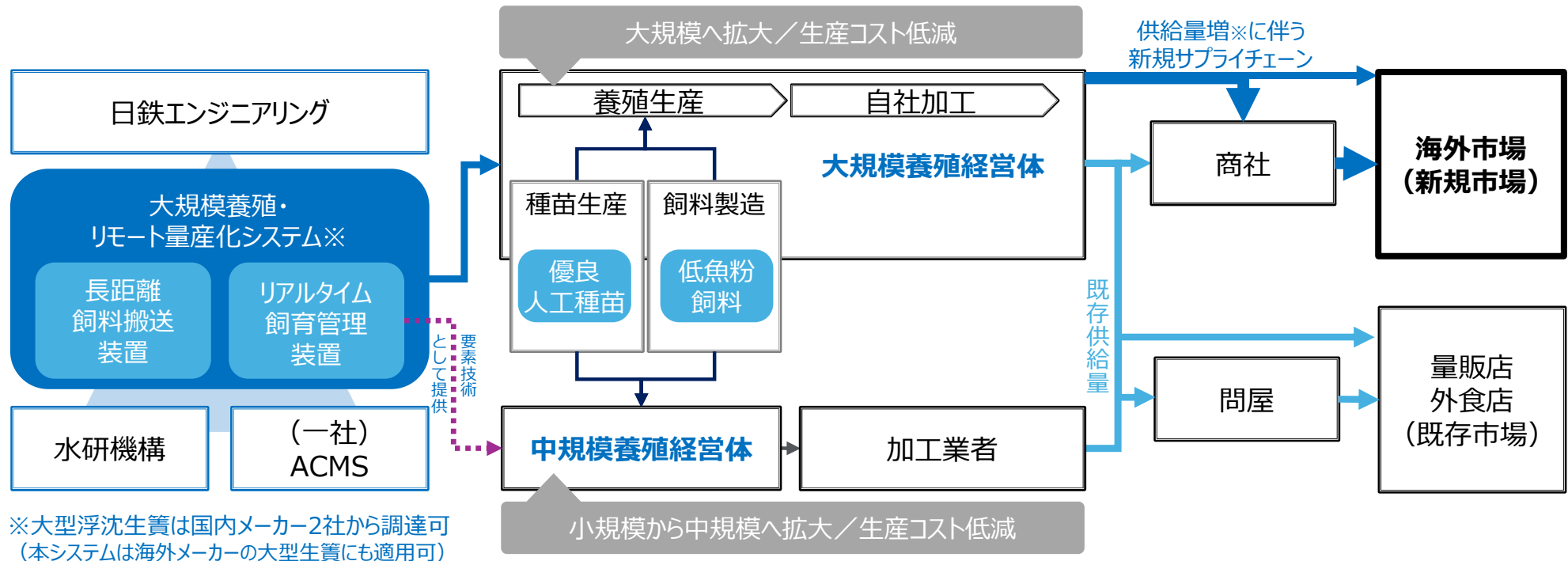
自動で、観察し、考え、給餌する大規模沖合養殖システムの開発



■ 開発スペック

課題	技術	特徴
ソナーとカメラによる リアルタイム飼育管理	広帯域ソナー	径30mの大型生簀に対応
	行動判別AI	摂餌活性をAIで判別
陸上からの 長距離飼料搬送装置	気流搬送	搬送距離 < 3 km
	分岐装置	分岐により2～6 基の生簀に給餌可能
	水中吹込み装置	沈下した生簀に給餌
育種改良プラットフォーム	リファレンスゲノム	95%以上の遺伝子が染色体に対応
	ソフトウェア	・ゲノムブラウザ ・形質予測システム ・ゲノミックセレクションプログラム ・育種シミュレータ
ブリが育つ 魚粉・昆虫粉末 配合飼料	ミズアブ採卵方法	成虫からの採卵の作業を大幅に省力化
	ミズアブの加工方法	乾燥と脱脂の条件の最適化
	原料配合の比率	ミズアブで魚粉を低減し、搬送耐性を付与

社会実装で期待されるサプライチェーンの変化と食料安全保障への貢献



SIP3による新技術開発と製品化

社会実装により実現するブリ養殖業の新たなサプライチェーンと担い手像

※ 水産庁 養殖業成長産業化総合戦略（令和3年、2021年）より、ブリ類2030年生産量目標：24万トン、2030年輸出額目標 ¥ 1600億円

これまでの研究開発成果

要素技術

陸上からの長距離飼料搬送装置

日鉄エンジニアリング株式会社

米林 龍太郎



次世代養殖システムが求められる背景：養殖業の課題



養殖適地の飽和/生産効率の問題/人手不足などの要因による 生産拡大/持続的成長が困難な状況

三陸海岸の漁業権設定区域



*出典:海洋状況表示システム (<https://www.msil.go.jp/>)

課題 1

養殖適地の飽和

- 静謐な沿岸海域の多くは、すでに漁業権が設定されており、養殖に適した海域は残されていない状況。

課題 2

生産効率の問題

- 国内の養殖生産は人手に頼る傾向が強く、養殖先進国に比べて、機械化・自動化が進んでいない。

国内の様子



出典:令和2年度水産白書(水産庁)



出典: Akva Group

漁業就業者数の推移



課題 3

担い手の不足

- 漁業就業者は一貫して減少傾向にあり、40歳未満は2割に満たないなど、慢性的な人手不足に悩まされている。

出典：令和5年度水産白書（水産庁）

日鉄エンジニアリング独自の基盤技術を養殖設備に転用



海洋事業／海洋構造物製作

海洋鋼構造技術



大型生簀システム



製鉄プラント事業／
微粉炭搬送

気流搬送技術

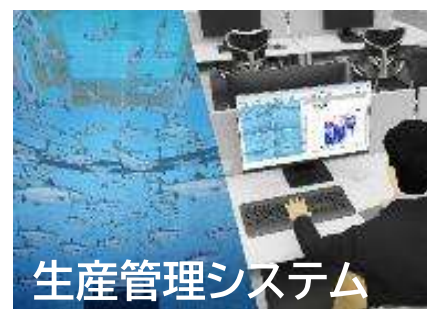


自動給餌
システム



環境ソリューション事業／
溶融炉操業

データサイエンス 技術



生産管理システム

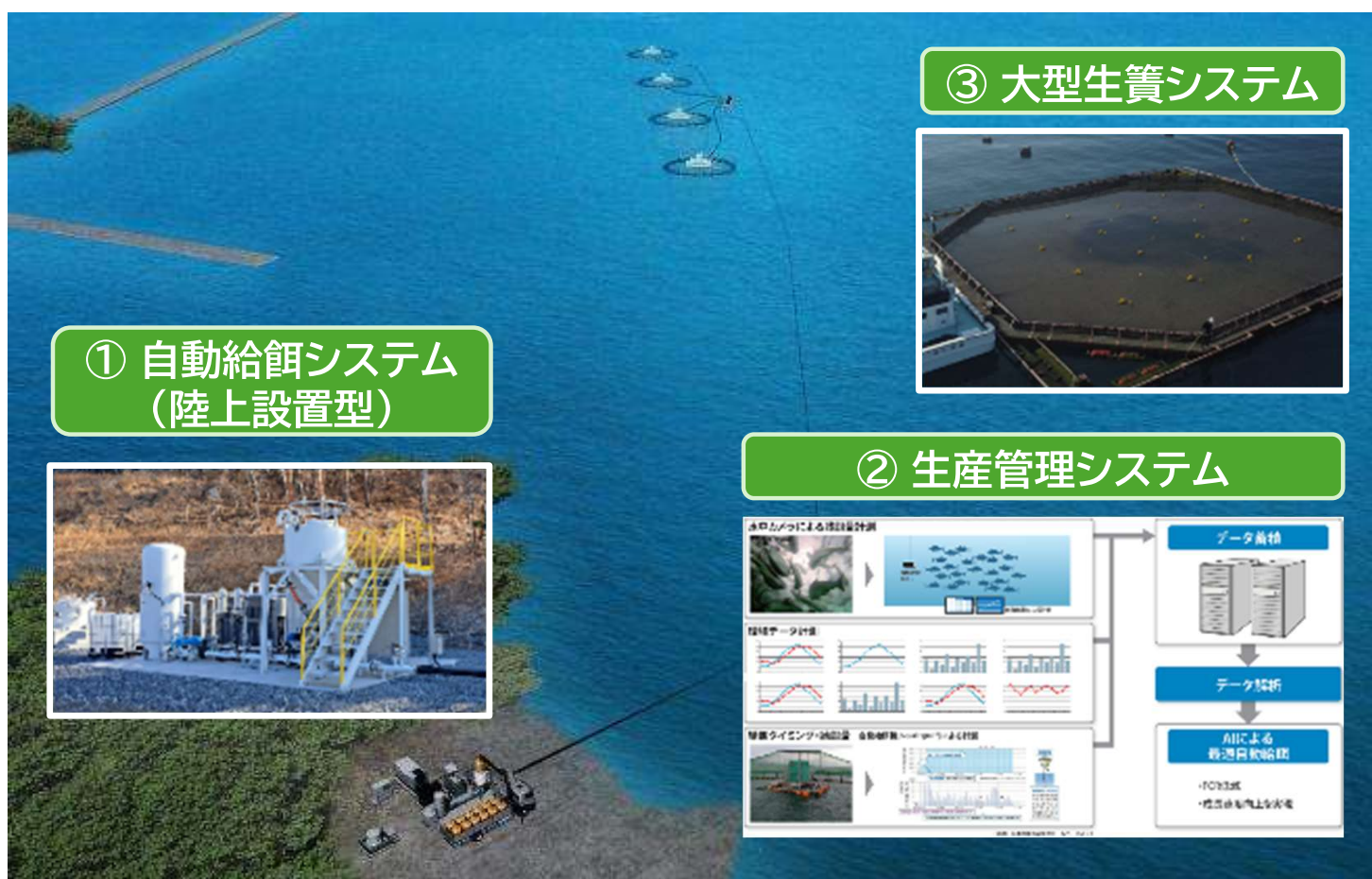
日鉄エンジニアリングの自動養殖システム（全体構成）



新海域を開拓し、生産の最適化・自動化を進めることで、生産拡大・持続的成長を実現

●これまで活用が進んでいない沖合域での操業を可能にし、大規模生産を実現する養殖システム

【構成要素】①「自動給餌システム」 / ②「生産管理システム」 / ③「大型生簀システム」



事業の持続的成長・担い手の確保など、養殖業が直面する構造的な課題の解決に貢献します

期待効果

1 自動給餌システム

- 天候に左右されない安定的な給餌
- 重筋労働や海上作業の削減

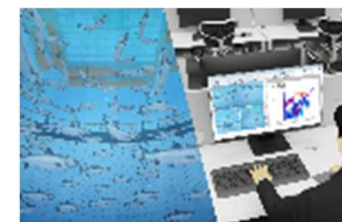
- 魚の安定的な成長/飼料効率向上
- 労働安全性や働きがいの担保



2 生産管理システム

- 最適給餌計画の自動策定・実行
- リアルタイム補正による残餌抑制

- 魚の成長速度向上
- FCRの改善/飼料コストの削減



3 大型生簀システム

- 沖合域における新漁場の開発
- 厳しい海象に耐える堅牢性・耐波浪性

- 新海域開拓による事業機会創出
- 生産量増加による事業規模拡大



事業の成長と社会への貢献を同時に実現

- 生産性や収益性の向上により、養殖業の成長産業化に寄与
- カーボンニュートラルやSDGsへの貢献も期待

国内有数の養殖漁場において導入が進んでいます

弓ヶ浜水産株式会社 (ニッスイグループ)

鳥取県境港市(銀鮭養殖場)



- 自動給餌システム
(プラットフォーム型)
- 2016年11月設置
 - 水深：約15m、距岸距離：約3km
 - 最大有義波高：約3m (50年確率波高)
- 生産管理システム
- 2018年から導入 (*)

有限会社泉澤水産

岩手県釜石市 (サクラマス養殖場)



- 生産管理システム
- 2022年3月から順次導入
- 自動給餌システム
(陸上設置型)
- 2024年3月から導入

尾鷲物産株式会社

三重県尾鷲市(ブリ養殖場)



- 大型生簀システム：
 - (30m×30m 角) 2基
- 2017年2月設置
 - 水深：約60m、距岸距離：約4km
 - 最大有義波高：約9m
(30年確率波高)

福井中央魚市株式会社

福井県おおい町 (トラウト養殖場)



- 生産管理システム
- 2021年から導入

黒瀬水産株式会社 (ニッスイグループ)

宮城県串間市(ブリ養殖場)



- 大型生簀システム：
 - (30m×30m 角) 1基
- 2018年11月設置 (*)
 - 水深：約55m
 - 距岸距離：約3km
 - 最大有義波高：約9m
(30年確率波高)

自動給餌システムの概要



搬送距離によって3つのタイプに分類。漁場環境に合わせて、最適なシステムを構築
最適なシステム導入計画/導入にかかる費用面のサポート/導入後の運用・データ活用の
サポート等、生産現場のニーズにワンストップで対応

長距離搬送（距岸1.5～3km）

陸上設置型(SIPで開発中)



- 漁場環境・生産規模などに応じて、陸上設置型とプラットフォーム型を選択
- 距岸3kmまで安定的かつ飼料の品質を保った搬送が可能で、給餌ロスを抑制

中距離搬送（離岸0.5～1.5km程度）



- 陸上に設置された給餌設備と給餌用海底配管で構成
- 遠隔操作により給餌を自動化
- 分岐装置により、給餌配管の総配管長を抑制。設備コストを削減

短距離搬送（離岸0.5km程度）



- 分散した小割生簀を集約。フロート型栈橋により、徒歩で生簀にアクセス
- 陸上の貯蔵設備から餌を空気搬送し、給餌機各々の餌貯蔵タンクに対しては、作業スタッフがフレホースで補給

SIPにおける取組

要素技術 陸上からの長距離飼料搬送

3 km沖の生簀へEP飼料搬送が可能に



もっと豊かな食を。
もっと豊かな未来のために。

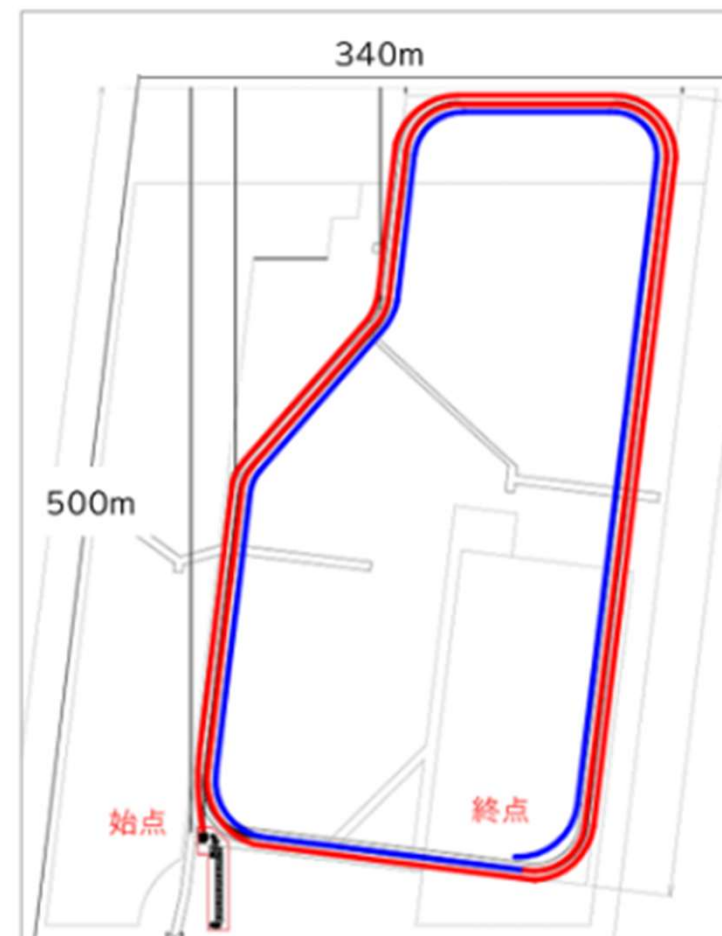
- ・ 搬送条件（流量、背圧等）を変え、配管径別に基礎データを収集
- ・ 水中への吹込を考慮し、給餌配管出口に圧力をかけて（背圧）搬送
- ・ 数種の飼料を搬送し、搬送後の状態（割れ欠け等）を確認



陸上試験設備 始点

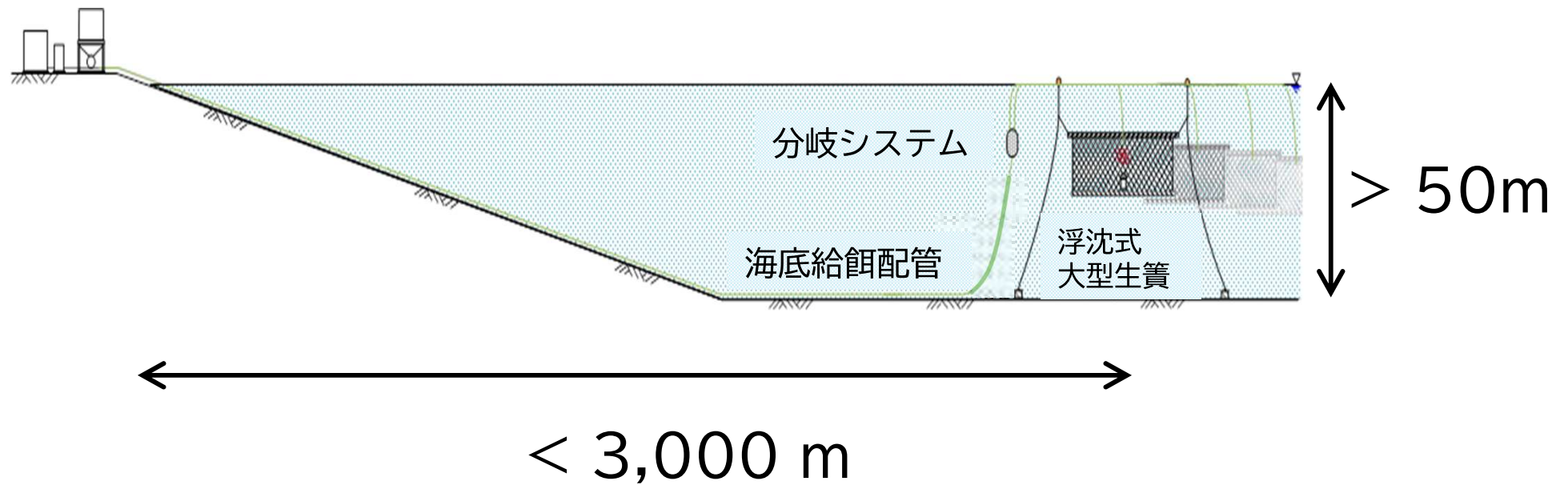


陸上試験設備 終点

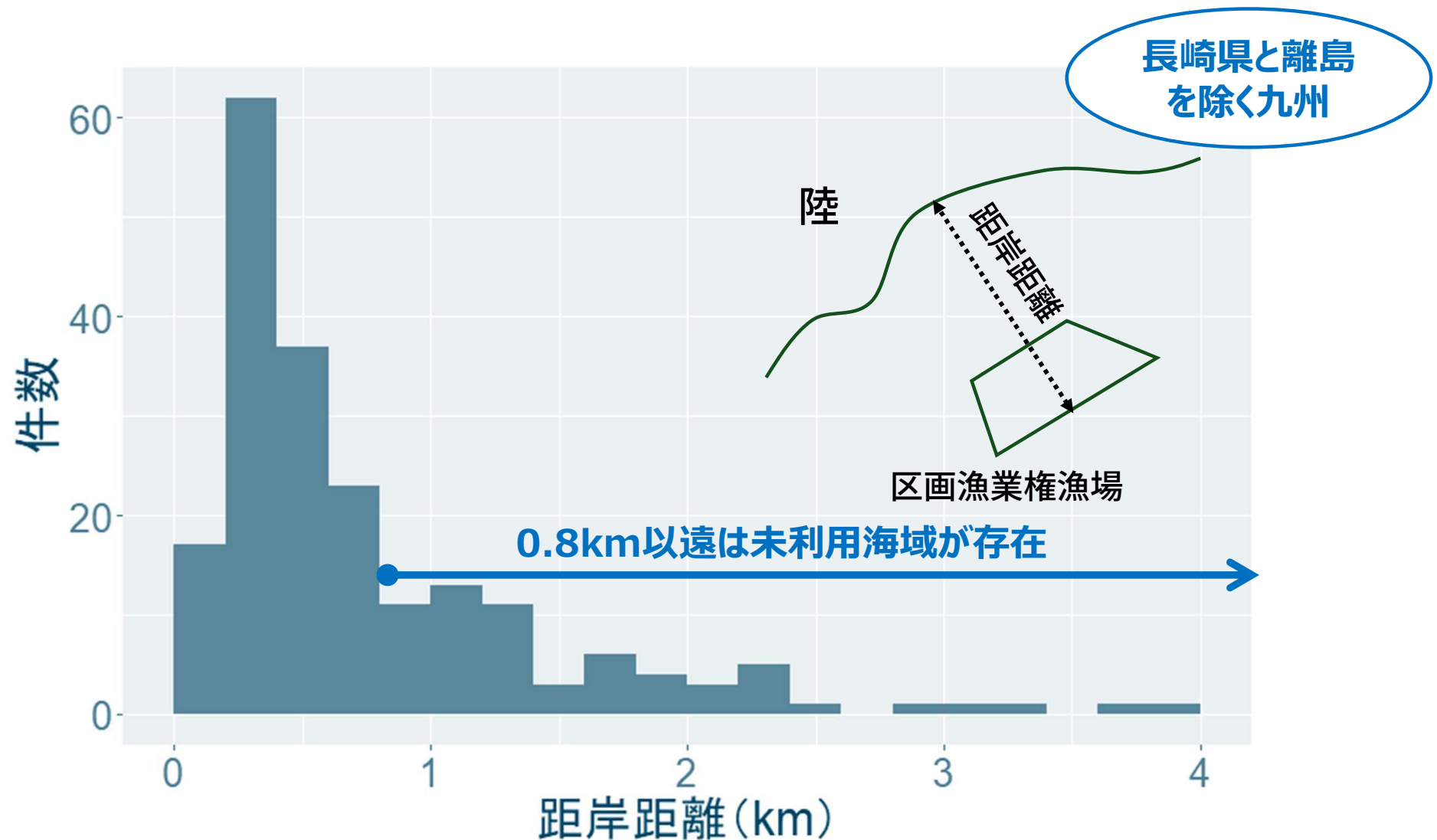


赤線：2,000m以上
青線：上記を延長（計 3,000m以上）

大型生簀を沈められる深さ50mを充足する海域はどこにあるでしょうか？



対応できる海域：50m以深の沿岸域／距岸距離3km以内



魚類養殖向け区画漁業権漁場の沖側外縁の距岸距離

※海洋状況表示システム (<https://www.msil.go.jp/>) 上の計測結果から作図

50m以深の沿岸域／距岸距離3km以内

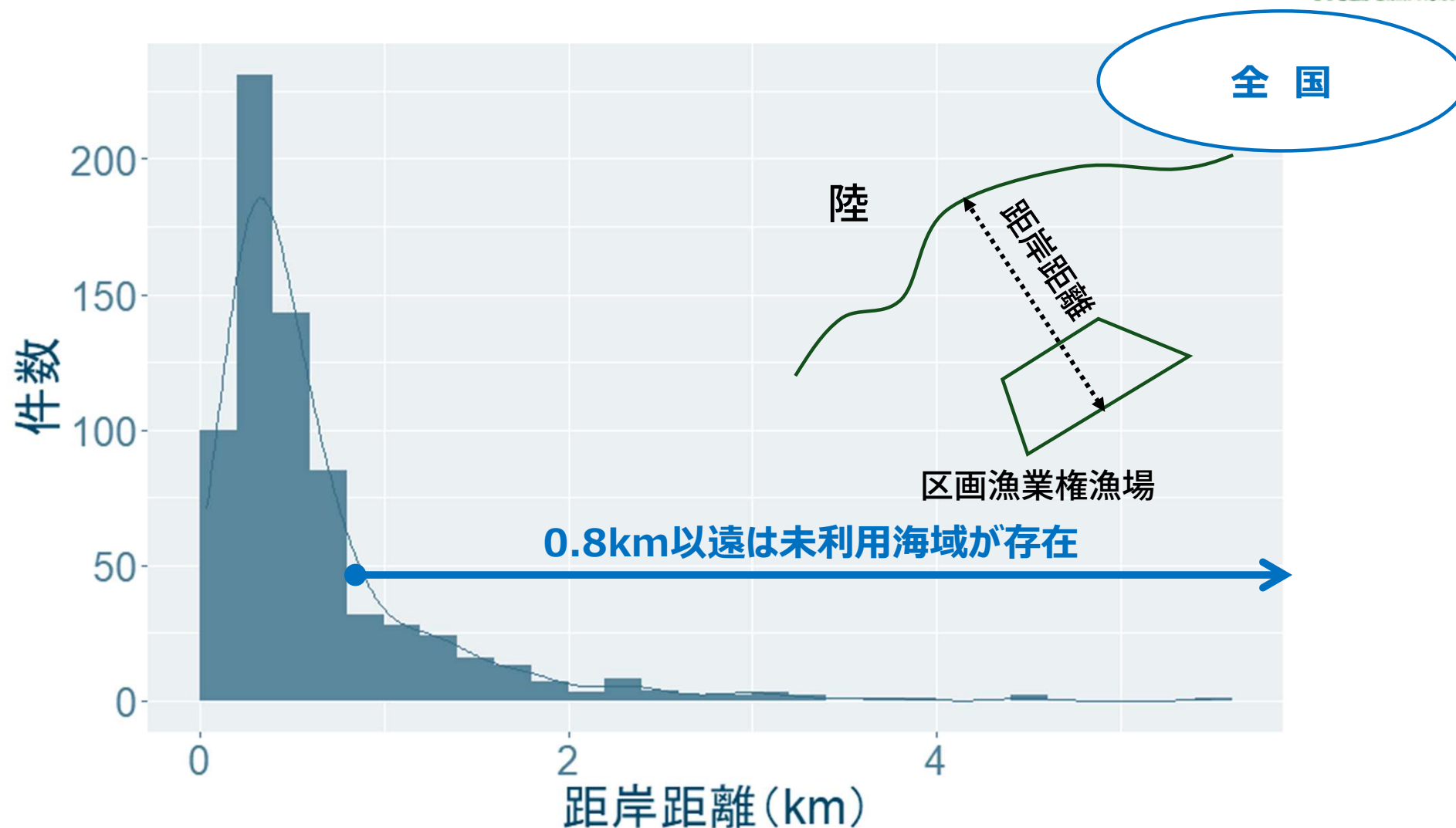


もっと豊かな食を。
もっと豊かな未来のために。

南九州



対応できる海域：50m以深の沿岸域／距岸距離3km以内



魚類養殖向け区画漁業権漁場の沖側外縁の距岸距離

※海洋状況表示システム (<https://www.msil.go.jp/>) 上の計測結果から作図

50m以深の沿岸域／距岸距離3km以内



もっと豊かな食を。
もっと豊かな未来のために。

National Centers for Environmental Information, NOAA, US

(<https://www.ncei.noaa.gov/maps/grid-extract/>)

Global Self-consistent Hierarchical High-resolution Geography,
GSHHG ver. 2.3.7 (2017)

より QGIS(ver. 3.40.1) を使用し作成

全 国

津軽・道南

三陸

サーモン

ブリ類

伊豆

志摩・南紀

豊後水道

南九州

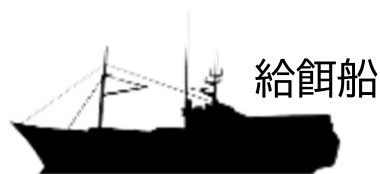
カーボンニュートラルへの貢献



自動給餌システムと再生可能エネルギーの組み合わせにより、
カーボンニュートラルの達成に貢献します

【陸上設置型のケース】

効果
1



- 給餌船が不要となることで化石燃料使用などによるCO₂の発生を抑制

イラスト出典：silhouetteAC

効果
2



+



- 陸上設置型給餌システムの供給電源に再生可能エネルギーを使用すれば、給餌作業にともなうCO₂排出をゼロに近づけることも可能。

削減効果：

▼ 70%

* 特定条件下における
理論上の当社試算値



30 !



削減効果：

さらに▼ 30%

0 !!



これまでの研究開発成果

要素技術

リアルタイム飼育管理装置



リアルタイム飼育管理装置



共通

給餌漁船（従来式）



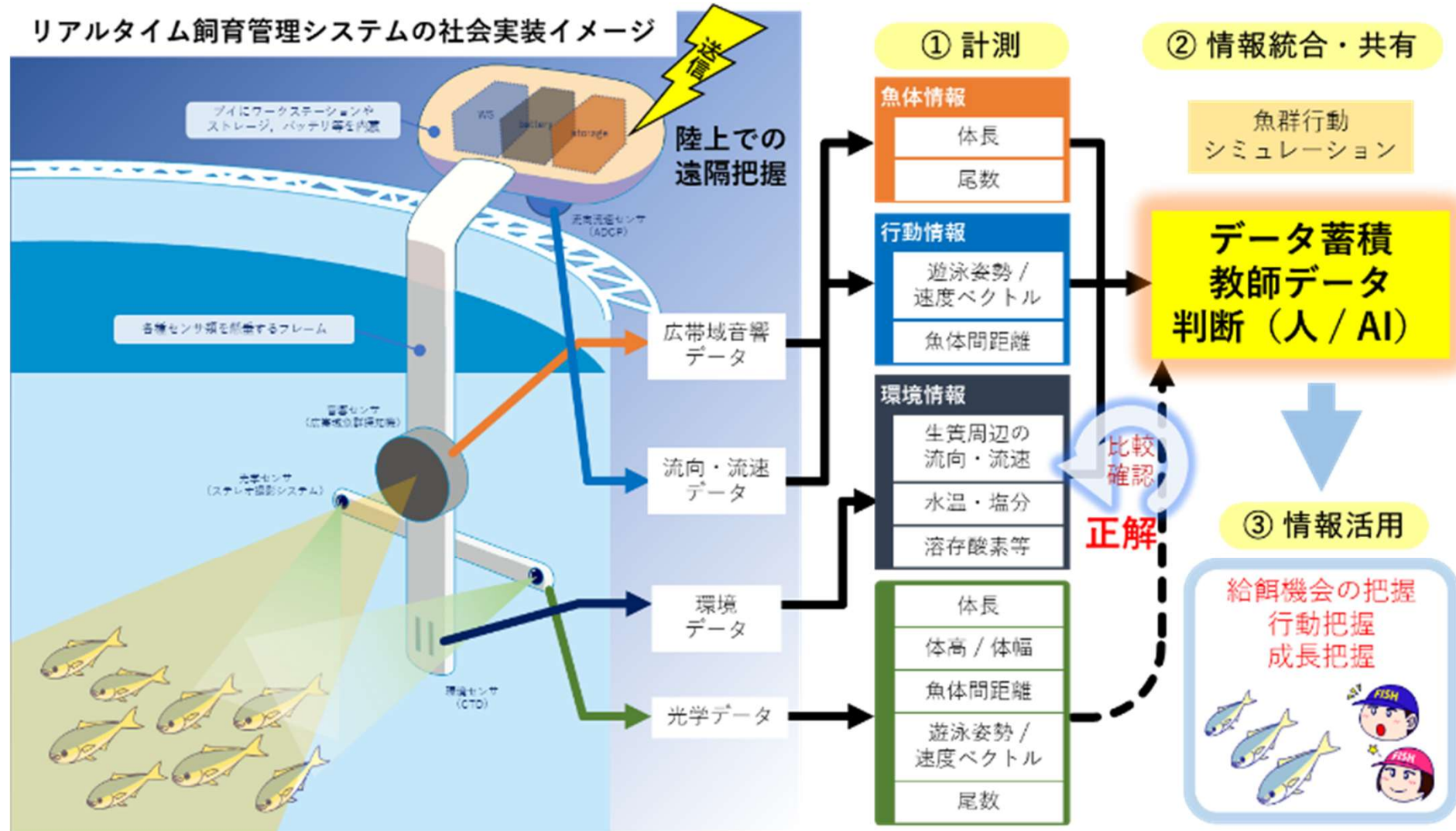
バージ船



陸上からの長距離飼料搬送



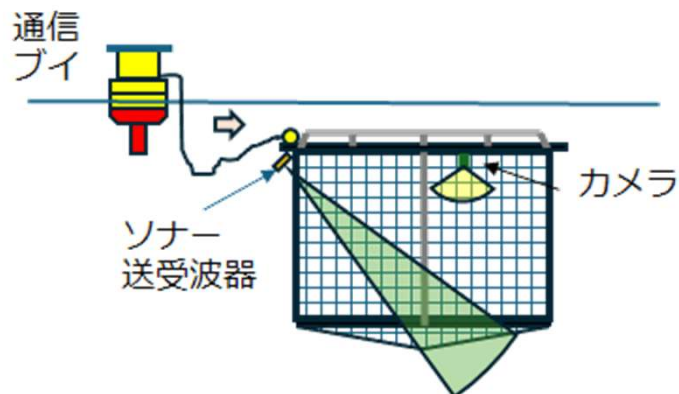
浮沈・大型生簀に対応した遠隔的計測・観察方法を提案



自動で観察し、考え、給餌するためには**科学的な定量データ**が必須

大型生簀における魚類養殖において、ソナーによるリアルタイム監視技術は、高濁度・低照度（夜間）における環境での魚体のモニタリング等と自動給餌において効果を発揮

	音響（ソナー）	光学（カメラ）
探知範囲	40m以上	5m
環境依存性	なし	照度・濁度に依存
観察体積	大きい（1651m ³ ）＊	小さい（151 m ³ ）**
分解能	やや低い	高い
密度測定	精確	誤差大
速度推定	魚までの距離に依存せず可能	近距離（～5m程度）の魚のみ可能
サイズ推定	同上	同上
夜間使用	24時間の自動監視が可能	不可



ソナーとカメラの観測体積のイメージ

計測対象の「沖合の大型浮沈式生簀」問題と対策



沖合浮沈生簀は遠く、大きく、通常は海中に

①大きさがどのくらいの量いるのか

▶魚種はわかるが、サイズ、尾数はあいまい

②何を使ってどうやって測るか

▶光学と音響を組み合わせ生簀全体を把握

④計測器の電源をどうするか？

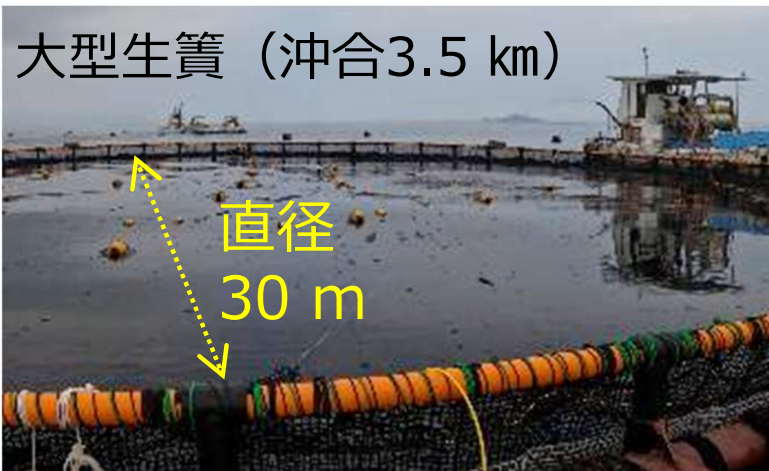
▶ソーラー + α、蓄電池を使用

⑤耐圧性能

▶どのくらい沈むか？変化は？

③遠隔データ取得

▶ブイを用いての遠隔データ取得

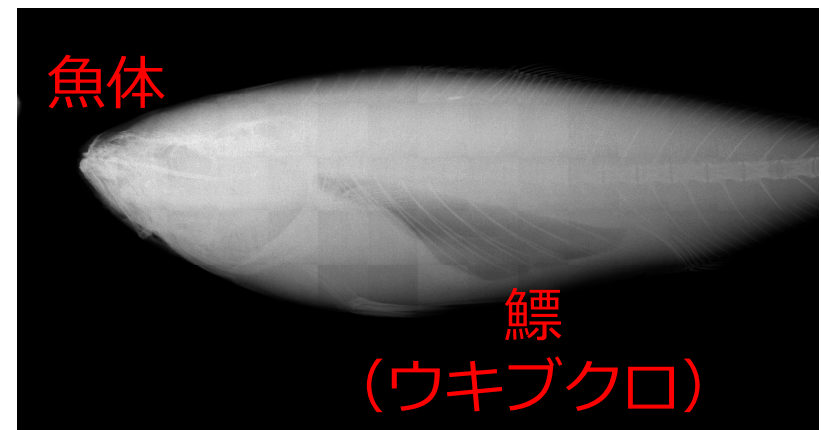
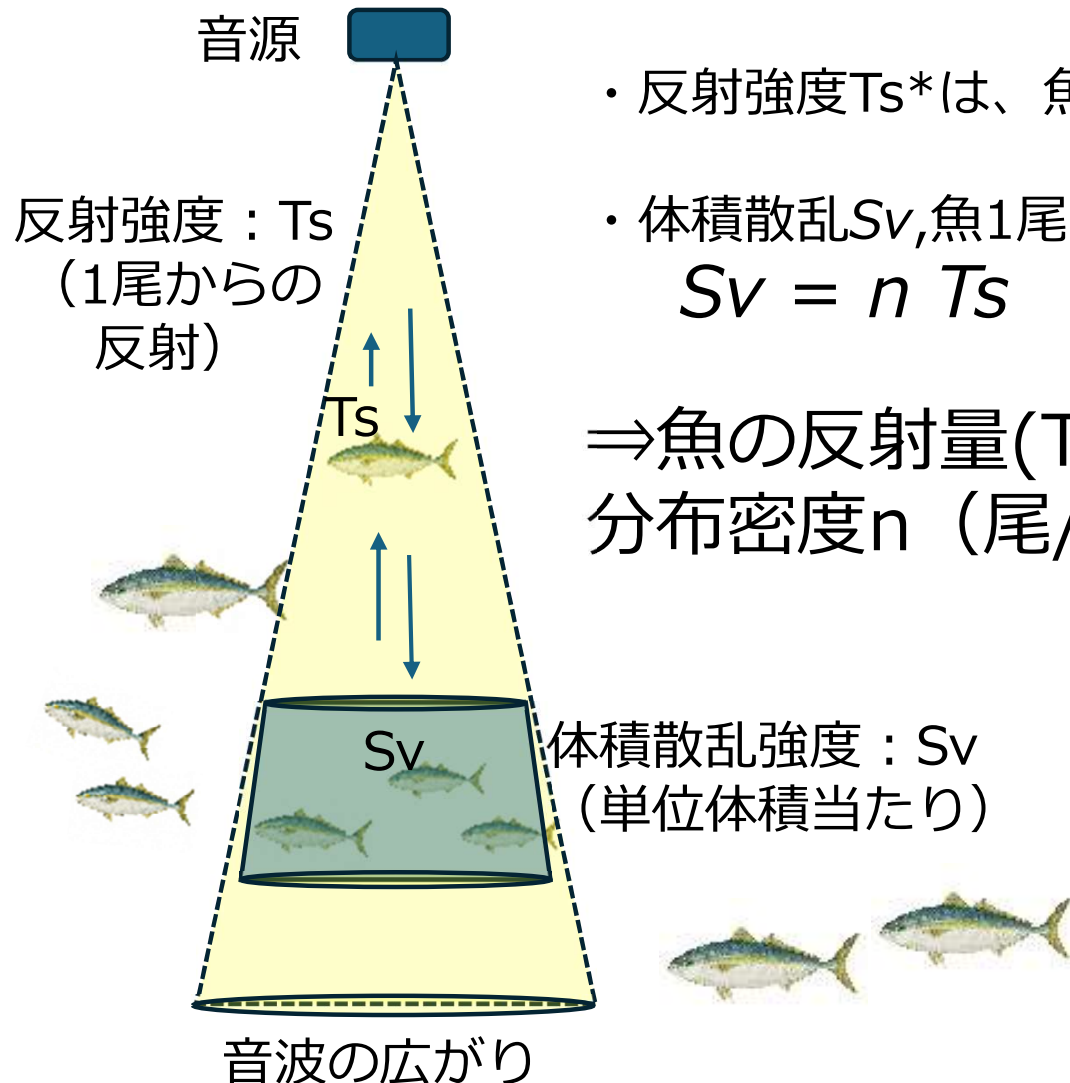


音響理論の基本法則を用いて、密度とサイズを推定



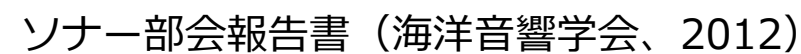
- ・ 基本は山彦と同じ原理 **反射を「聞く」**
- ・ 反射強度 T_s^* は、魚のサイズ（鰾）に依存
- ・ 体積散乱 S_v , 魚1尾からの反射 T_s 、分布密度 n , とすると
$$S_v = n T_s$$
 : 分布密度と反射量の積

⇒魚の反射量(T_s)がわかれば、
分布密度 n (尾/ m^3) を把握可能



*Target Strength, ** Volume back Scattering

↑ 反射強



©水產研究・教育機構

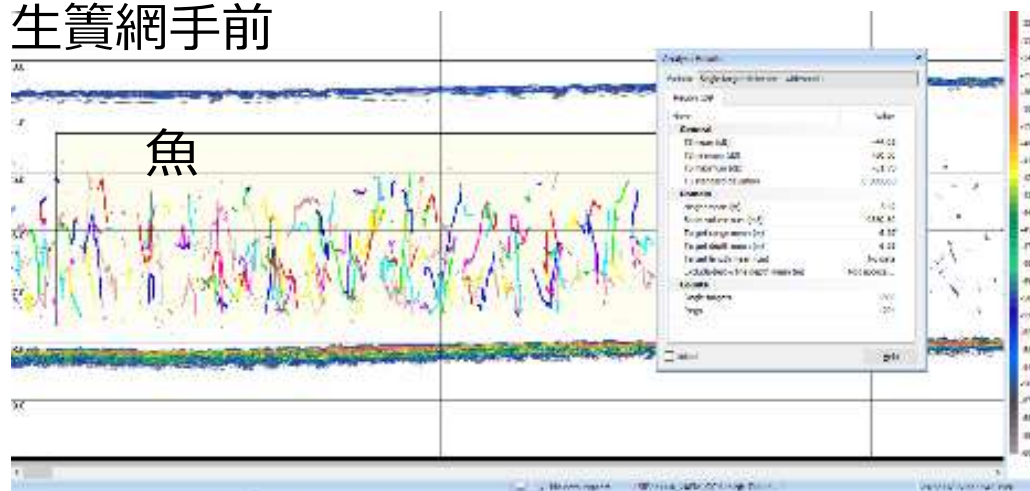
広帯域計量魚群探知機を用いた定量性の確認 横方向の測定 魚体サイズの推定



小型個体生簀 約45 cm

自動検出による体長推定

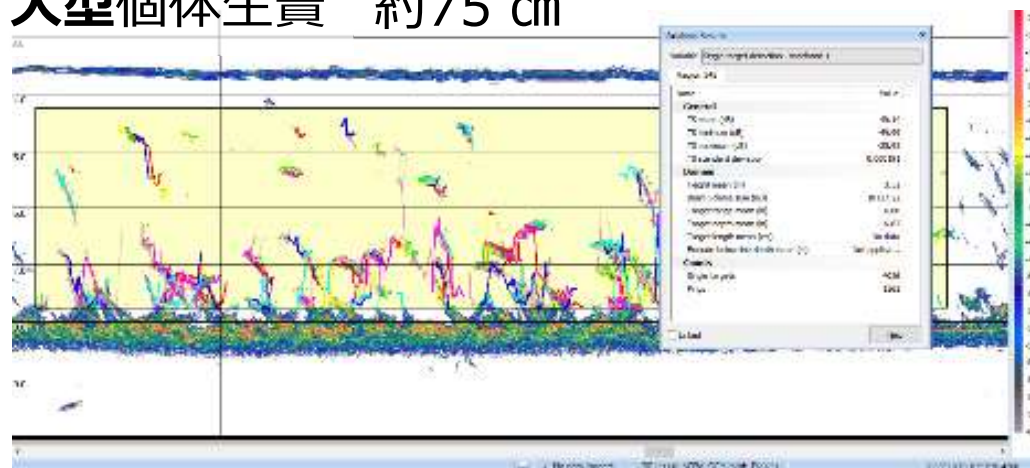
Range [m]



Variable Single target detection - wideband 1	
Region 109	
Name	Value
General	
TS mean (dB)	-44.03
TS minimum (dB)	-50.00
TS maximum (dB)	-31.73
TS standard deviation	0.000053

大型個体生簀 約75 cm

Range [m]



Variable Single target detection - wideband 1	
Region 345	
Name	Value
General	
TS mean (dB)	-40.14
TS minimum (dB)	-49.99
TS maximum (dB)	-25.92
TS standard deviation	0.000191

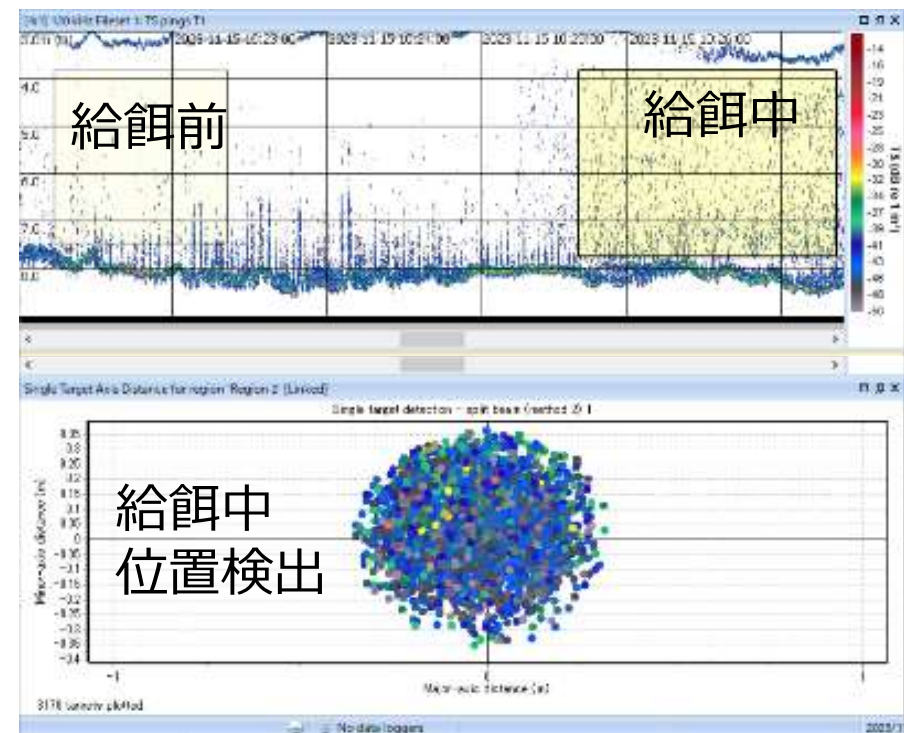
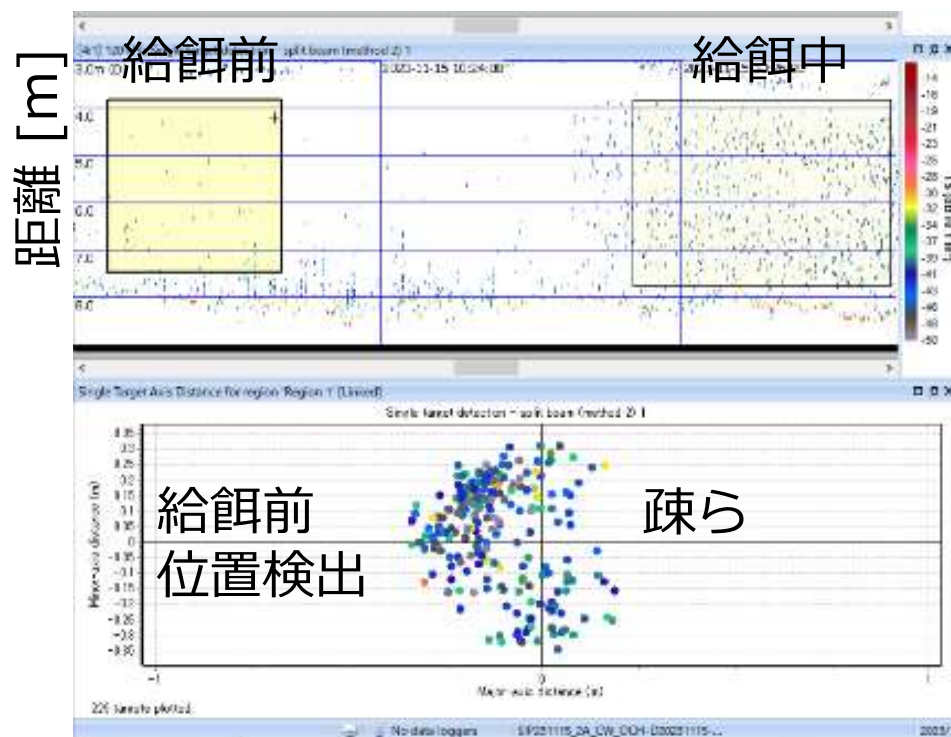
Logスケールで約4 dB→体長を反映

$$20\log(45\text{cm}) - 20\log(75\text{cm}) = 4.4 \text{ dB}$$

広帯域計量魚群探知機を用いた定量性の確認 横方向の測定 対象位置の測定から遊泳速度の算出



対象の位置を推定可能⇒連続で捉えられれば移動速度も推定可能

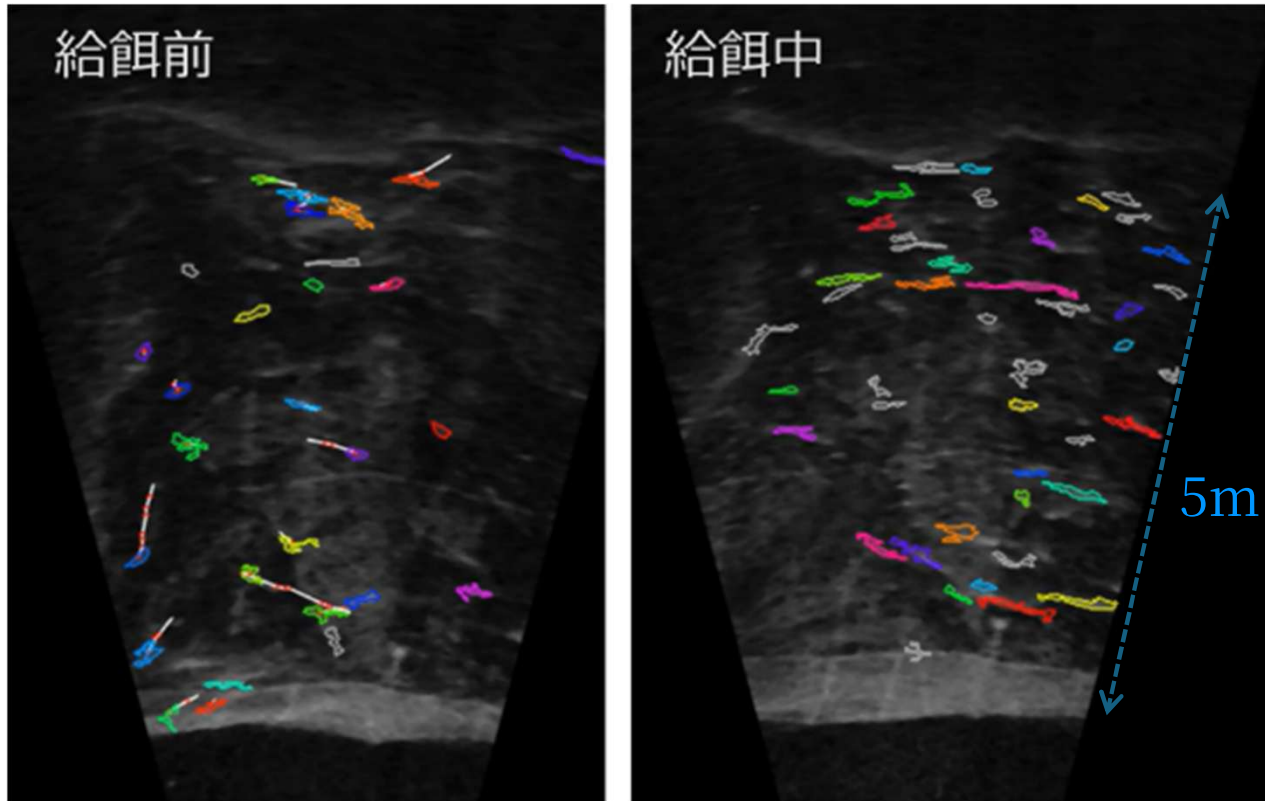


- ・ 大型生簀に対応するために観測範囲を広げての観察が必要
- ・ 音響ビーム内を細かく観察する必要

短距離を詳細に確認可能な音響カメラと光学カメラ



音響カメラによる観察



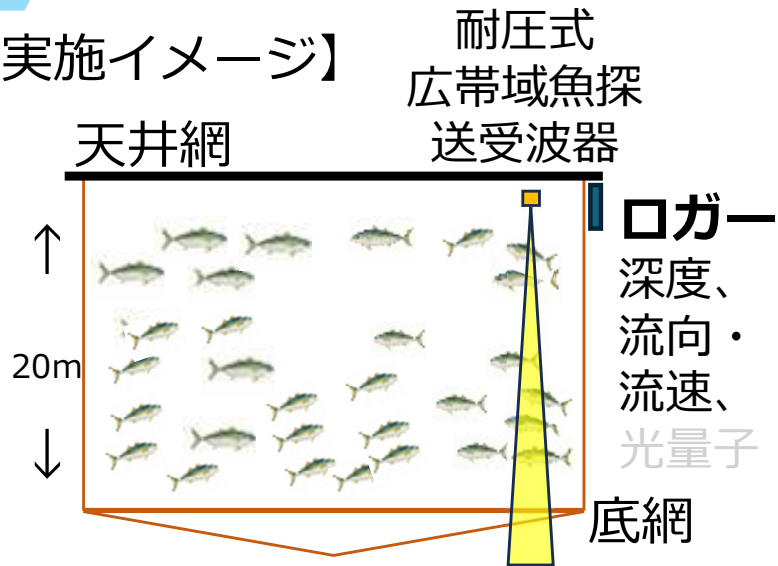
光学カメラによる観察



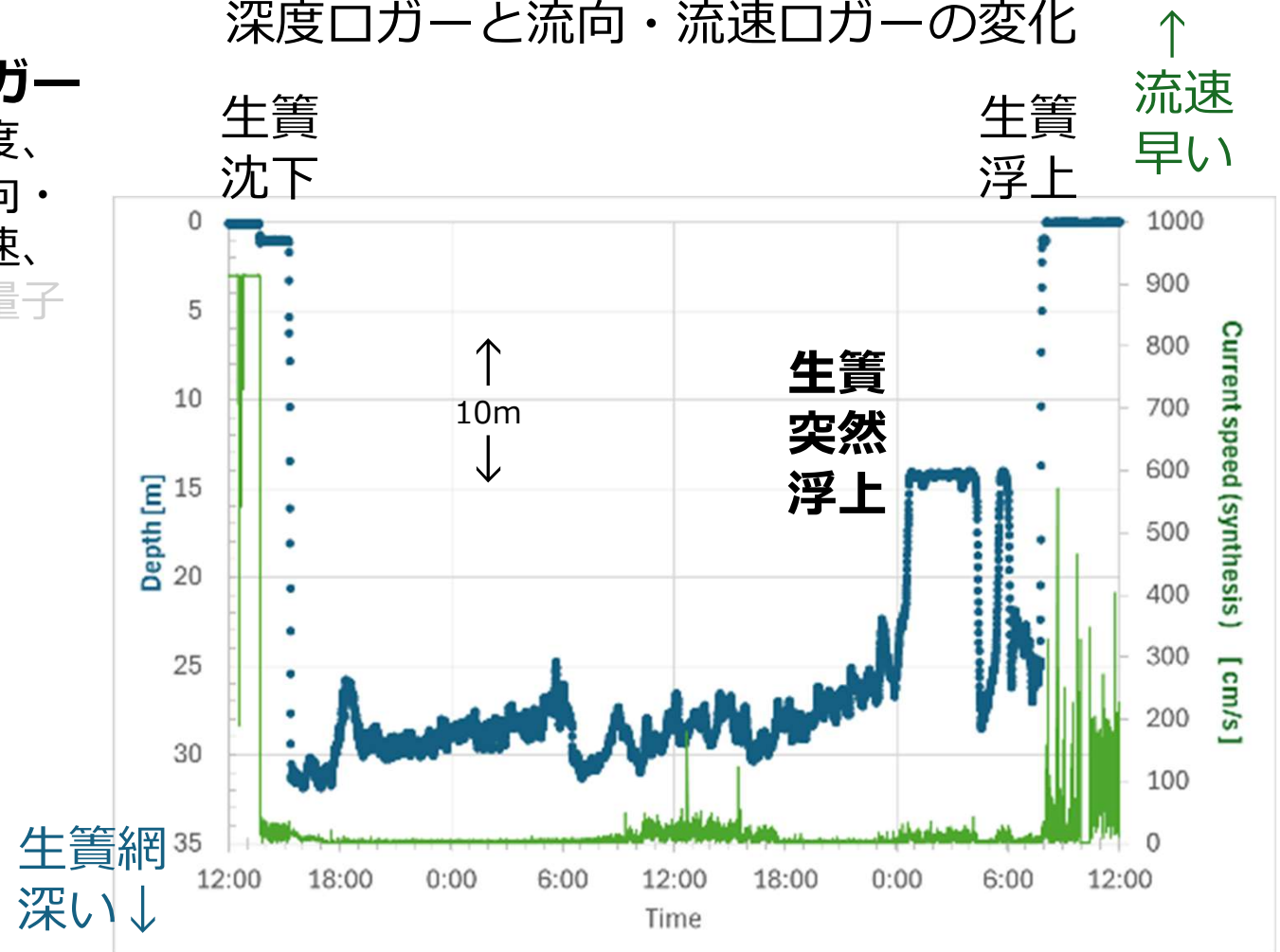
給餌中は明らかに**遊泳速度**が上がる

大型浮沈生簀の特性把握

【実施イメージ】



深度ロガーと流向・流速ロガーの変化



時間により生簀深度が大きく変動する⇒生簀は流れの影響を大きく受ける

大型浮沈生簀内の魚群の観察例

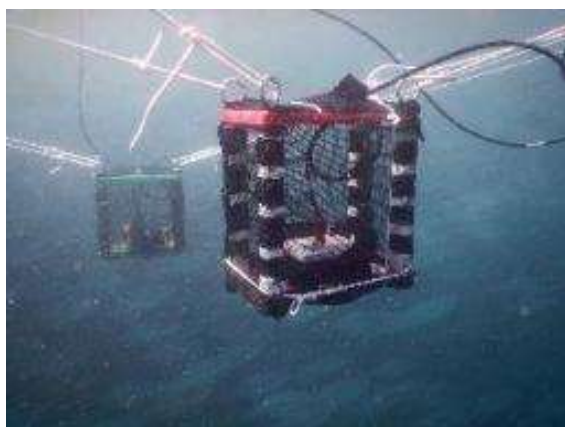
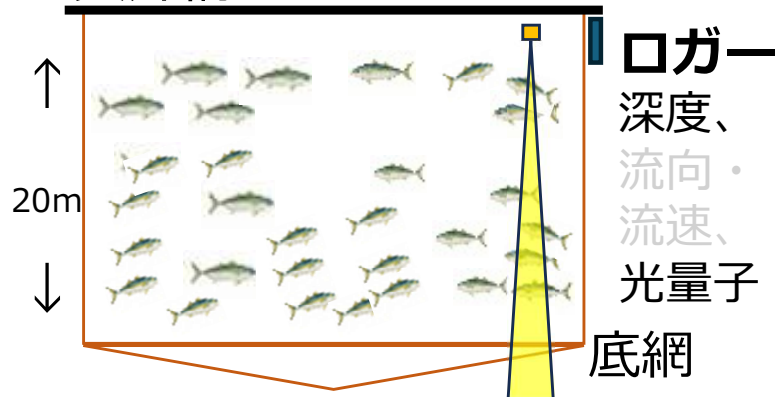


もっと豊かな食を。
もっと豊かな未来のために。

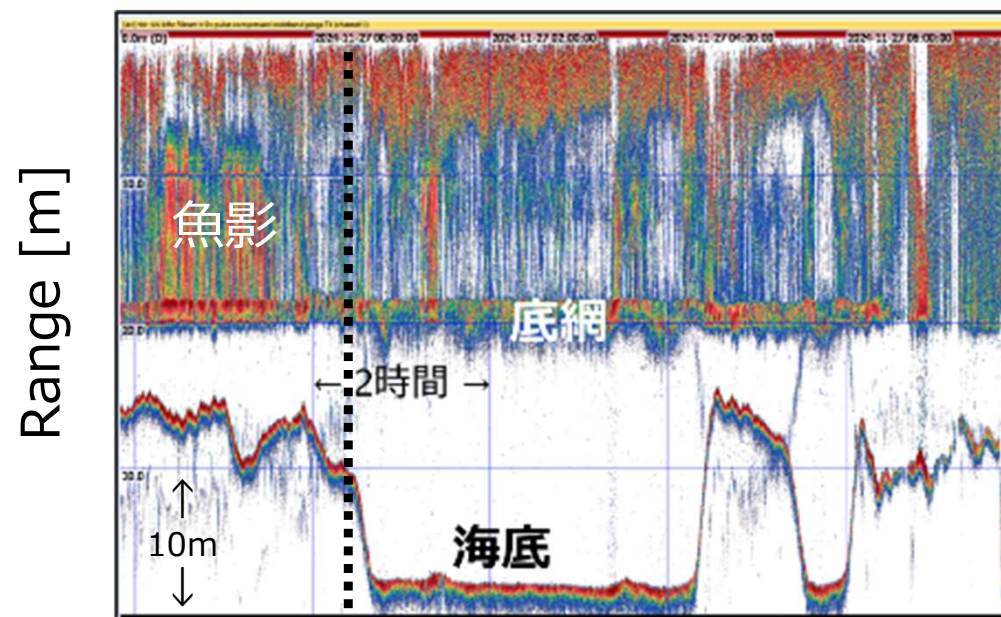
【実施イメージ】

耐圧式
広帯域魚探
送受波器

天井網

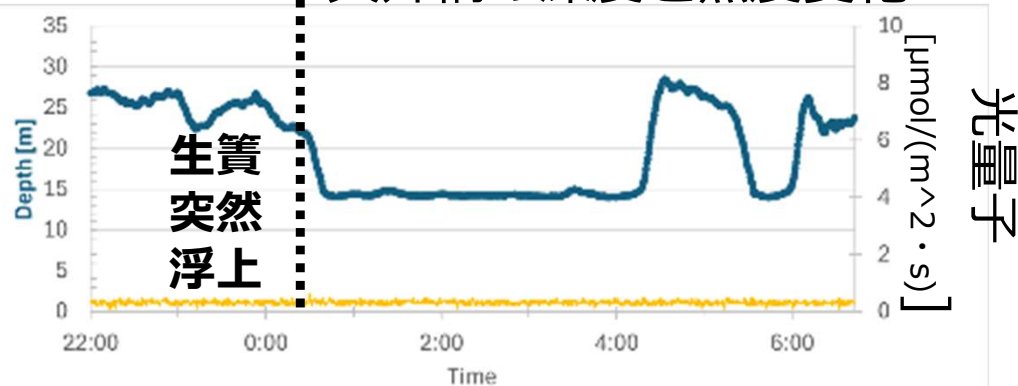


広帯域計量魚探による鉛直観測



天井網深さ (反転)

天井網の深度と照度変化



突然の生簀の急浮上・急沈下にも魚は闇の中で追従

その他の観測技術 環境情報と生簀深度を遠隔的に把握

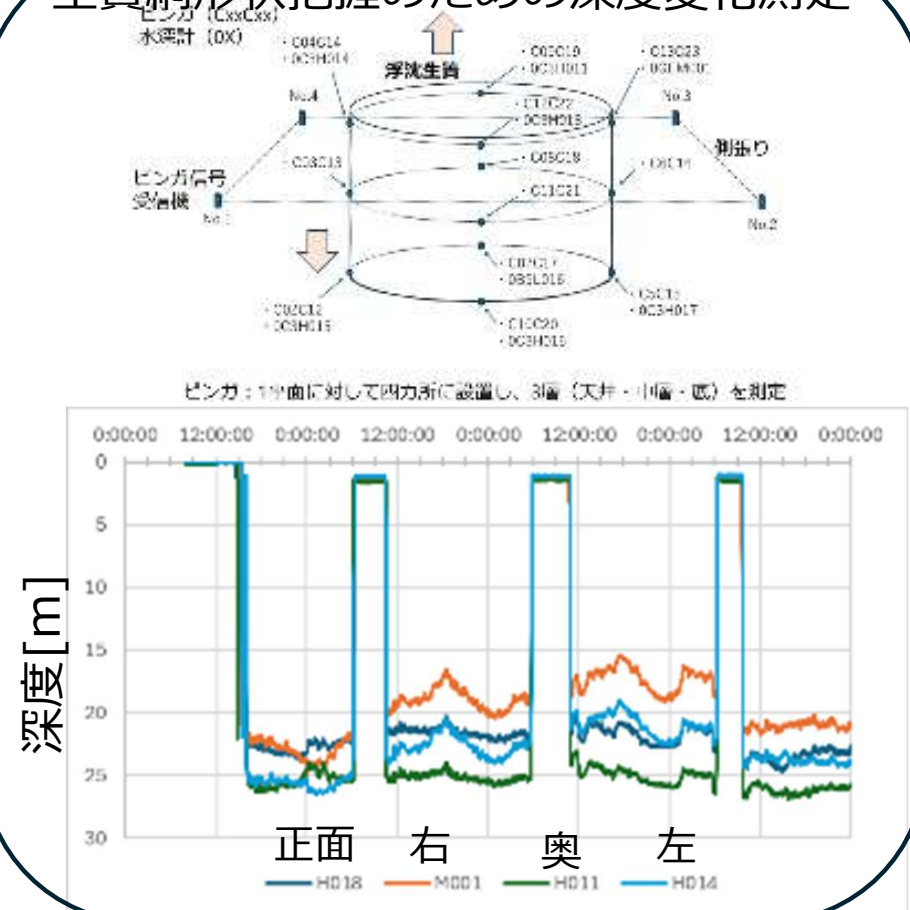


もっと豊かな食を。
もっと豊かな未来のために。

環境データの遠隔受信試験



生簀網形状把握のための深度変化測定

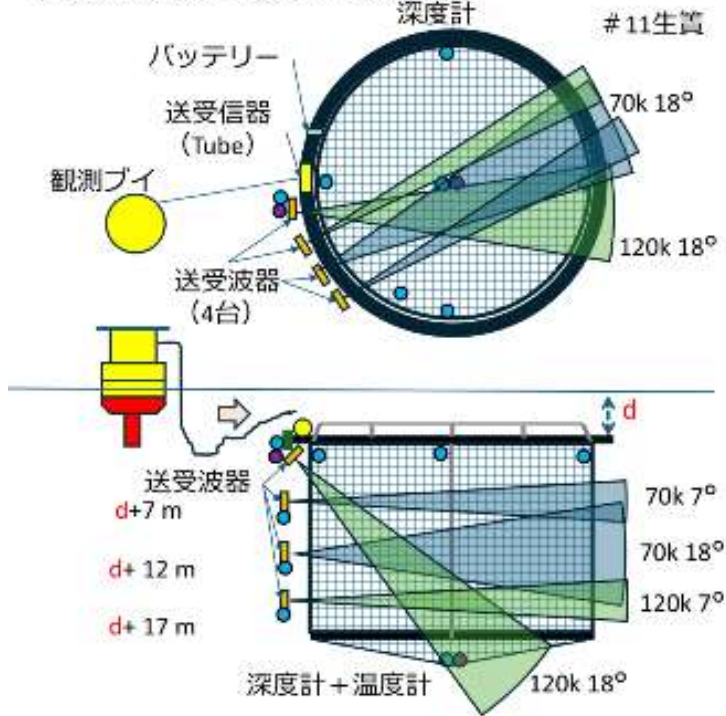


- ・ 遠隔的に**海象**、センサ周辺の**環境情報**（水温、塩分、溶存酸素、pH、濁度など）と**網深度変化**を取得可能なシステムを導入
- ・ 環境モニタリング結果や生簀形状の変化を把握可能
⇒生簀内の魚の行動情報の深い理解にも資する

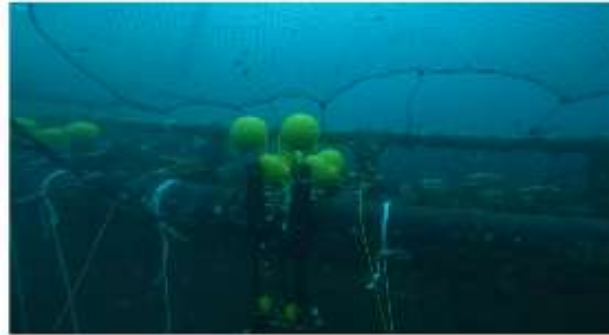
基礎実験を経て約25日の定量的な連続遠隔観測を実現



観測設置機器概要



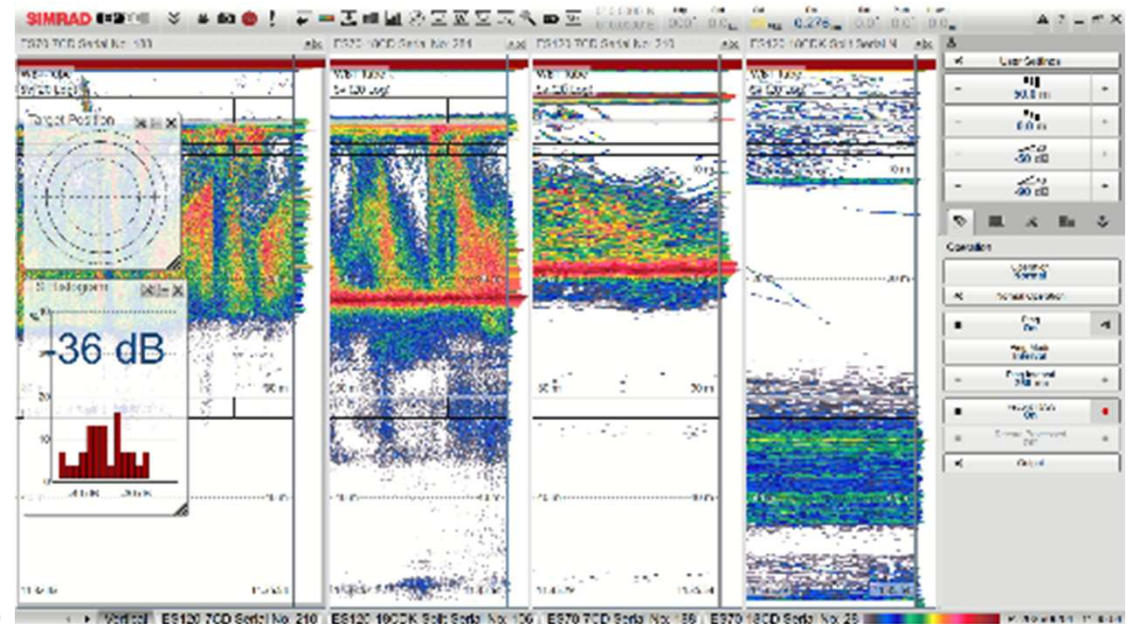
水中での計測器



観測ブイ設置中



遠隔的に取得した魚探収録画面（通信中）



①バッテリー



浮力0.6 kg

④送受波器 (2)



浮力0.26 kg

②送受信機 (Tube)



浮力12.12 kg

③送受波器 (3)



浮力0.05 kg

パイプ、設置器具含む



器具3.74+送受波器0.18+パイプ10.8
=7.06の沈力 → 7kg位重が乗っている

⑤送受波器 (4)



沈力10.22 kg

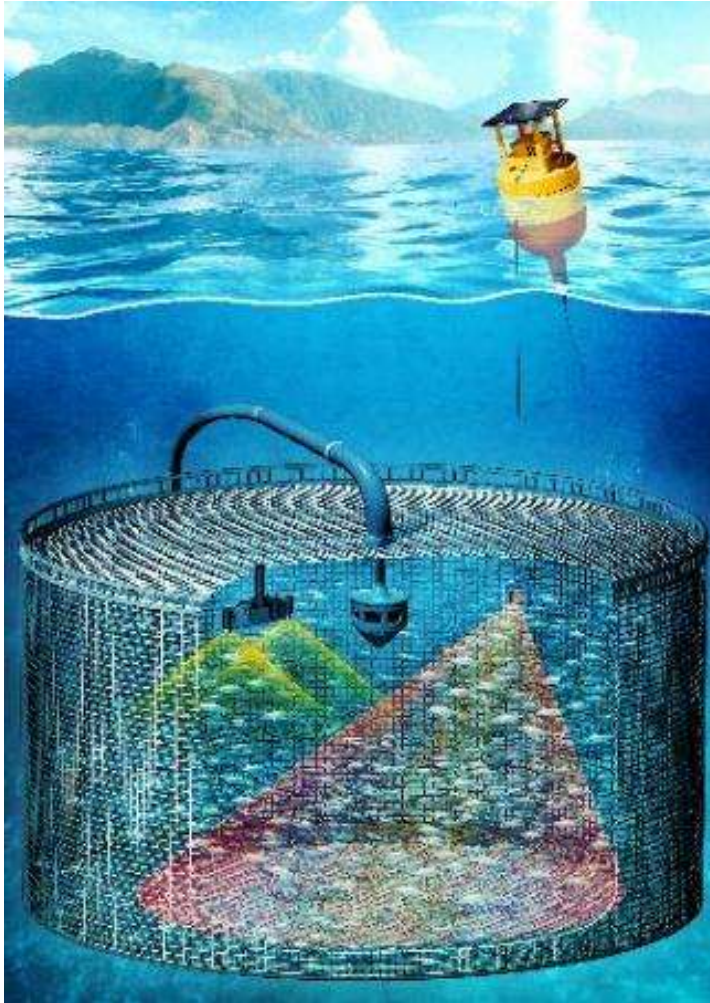
【小型生簀における基礎実験】

- ・音響理論を基に、ブリのサイズ、行動を検出可能なことを確認
- ・遊泳速度など定量的パラメータを複数の機器で使用可能に

【大型生簀における実戦実験】

- ・生簀の挙動を定量的に把握
- ・複数の観測システムを構築し、沖合大型浮沈生簀で実験
- ・ソーラーと蓄電池を組み合わせた観測ブイとシステムを構築
- ・約25日生簀内の魚の挙動を遠隔的に測定し、機械学習手法の入力データに

リアルタイム飼育管理装置



共通

給餌漁船（従来式）



バージ船



陸上からの長距離飼料搬送



北澤 水産工学Vol.58, (1) pp.29-35

これまでの研究開発成果

要素技術

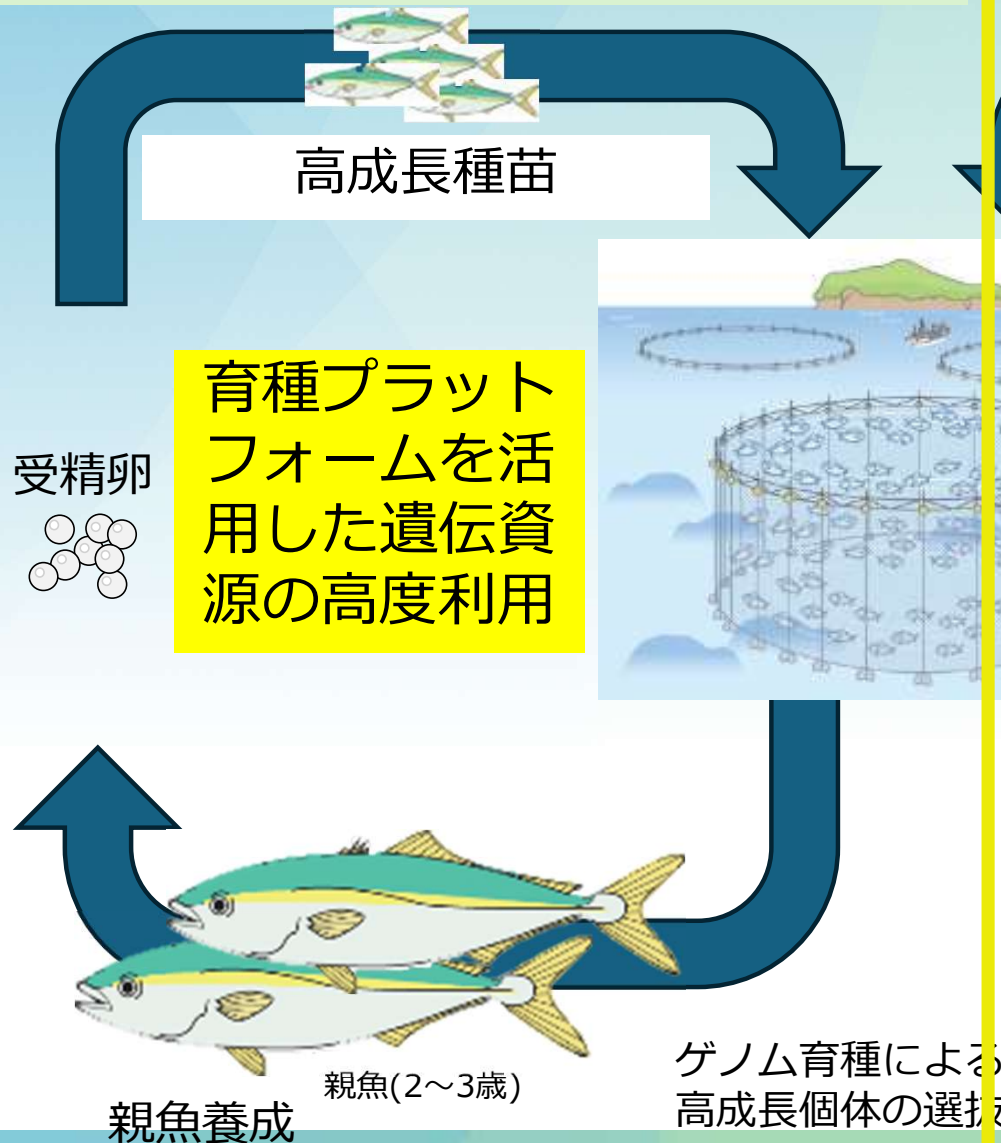
育種改良プラットフォーム装置



C3000

ゲノム育種で高成長性ブリを選抜、昆虫による食品リサイクルでブリの生産量を増加させ、輸出増と食料安全保障を実現！

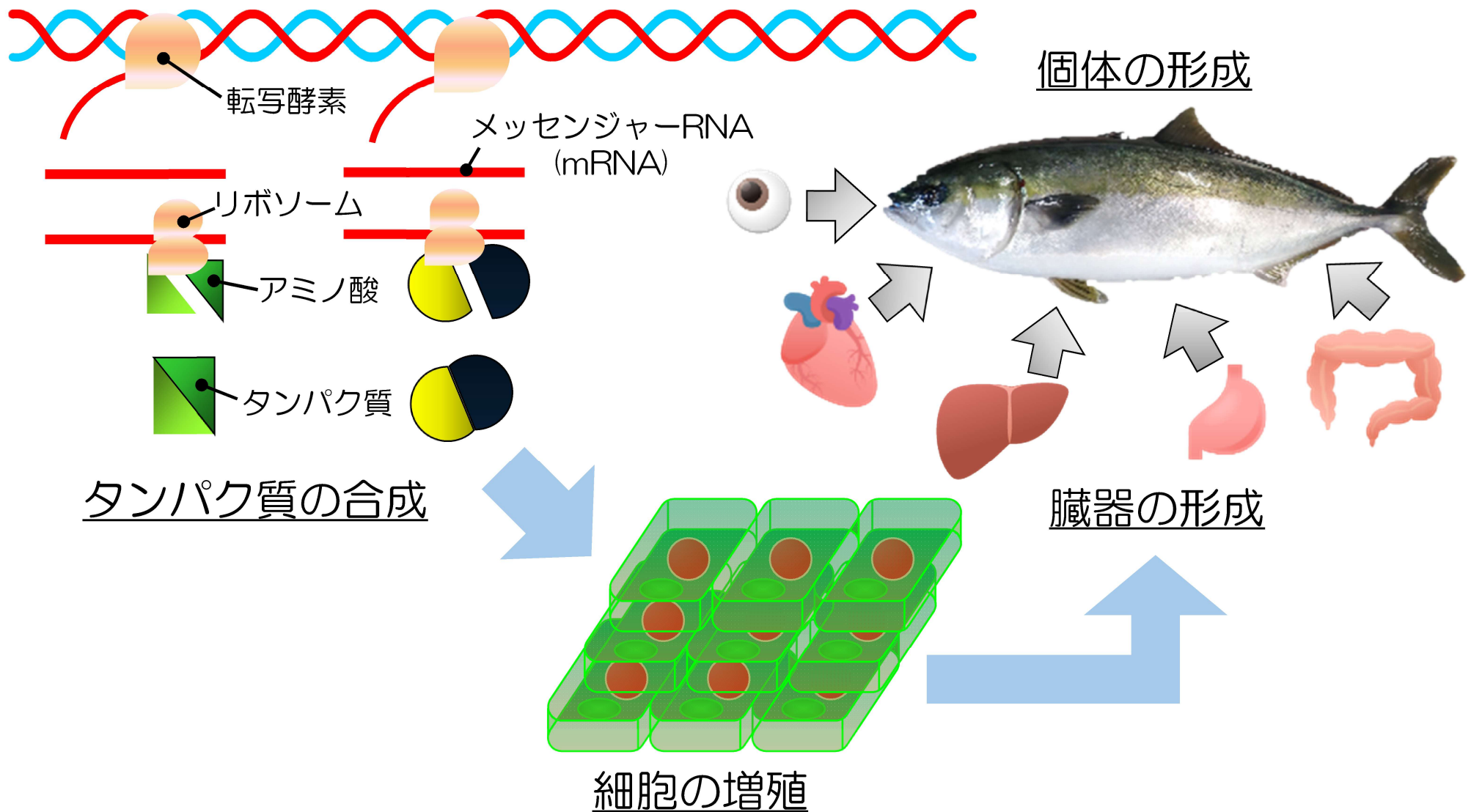
育種サイクルを回すほど効果が増強される

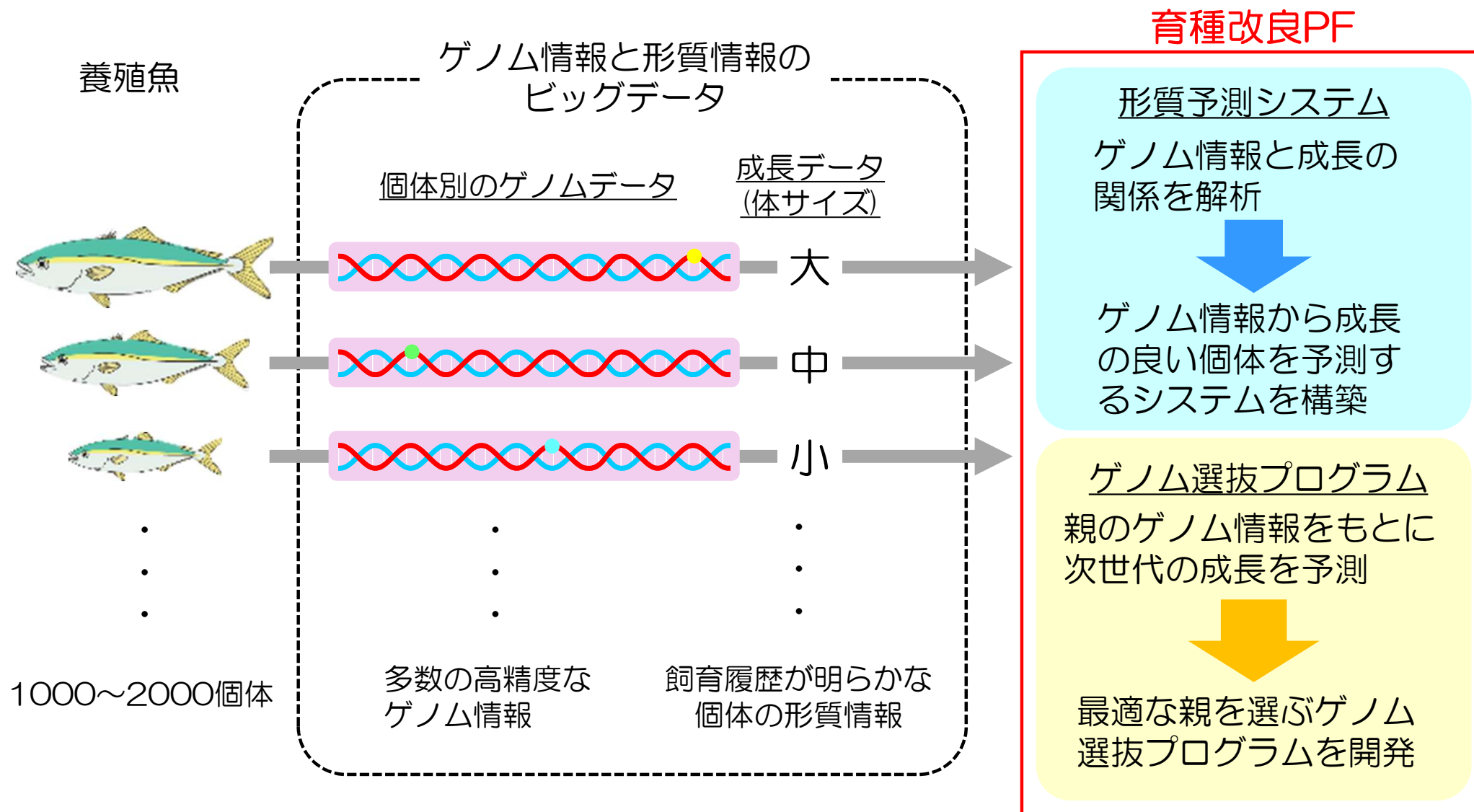


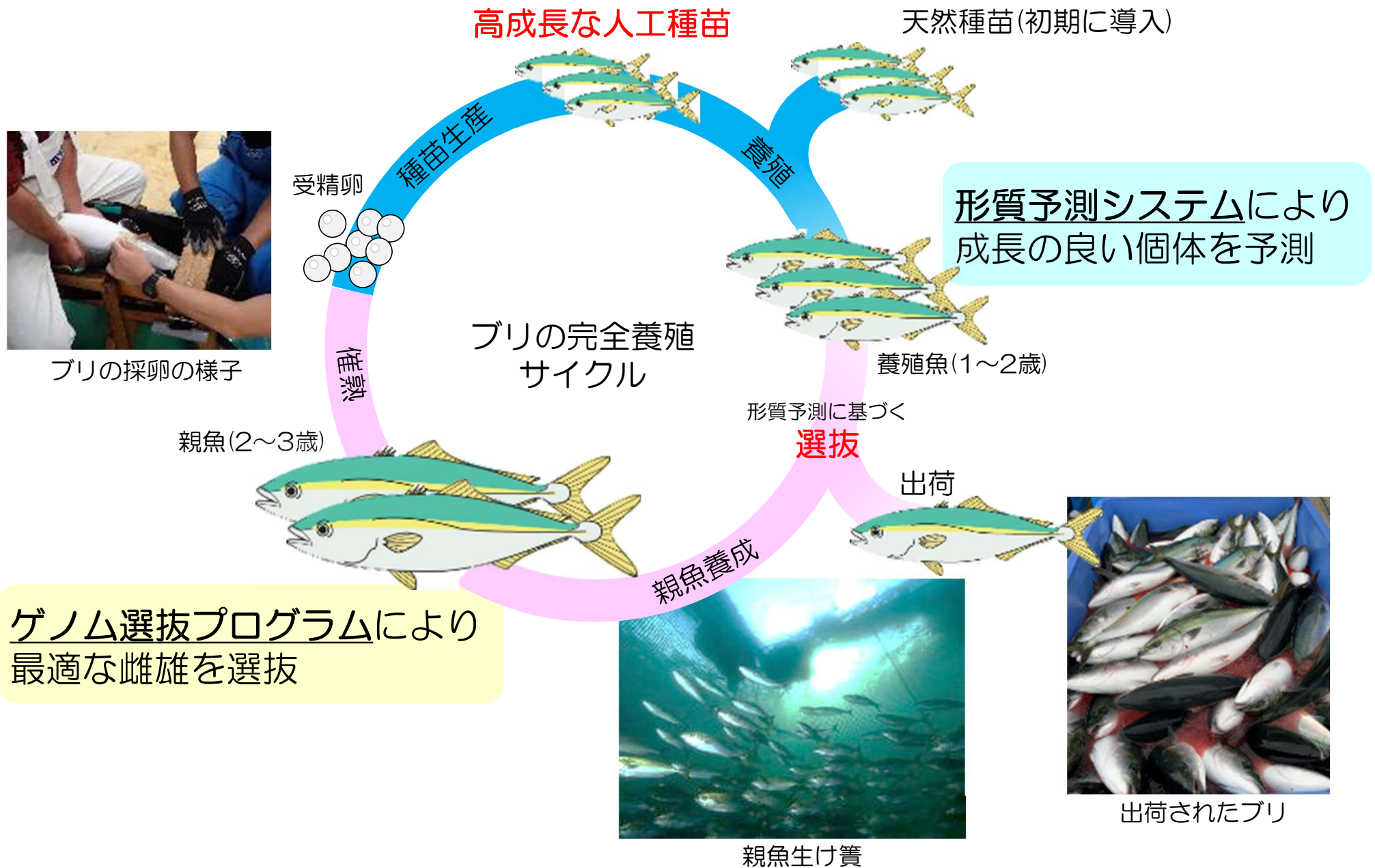
堆肥化よりもタンパク質生産



ゲノム(遺伝子の総体：Gene+ome=Genome)

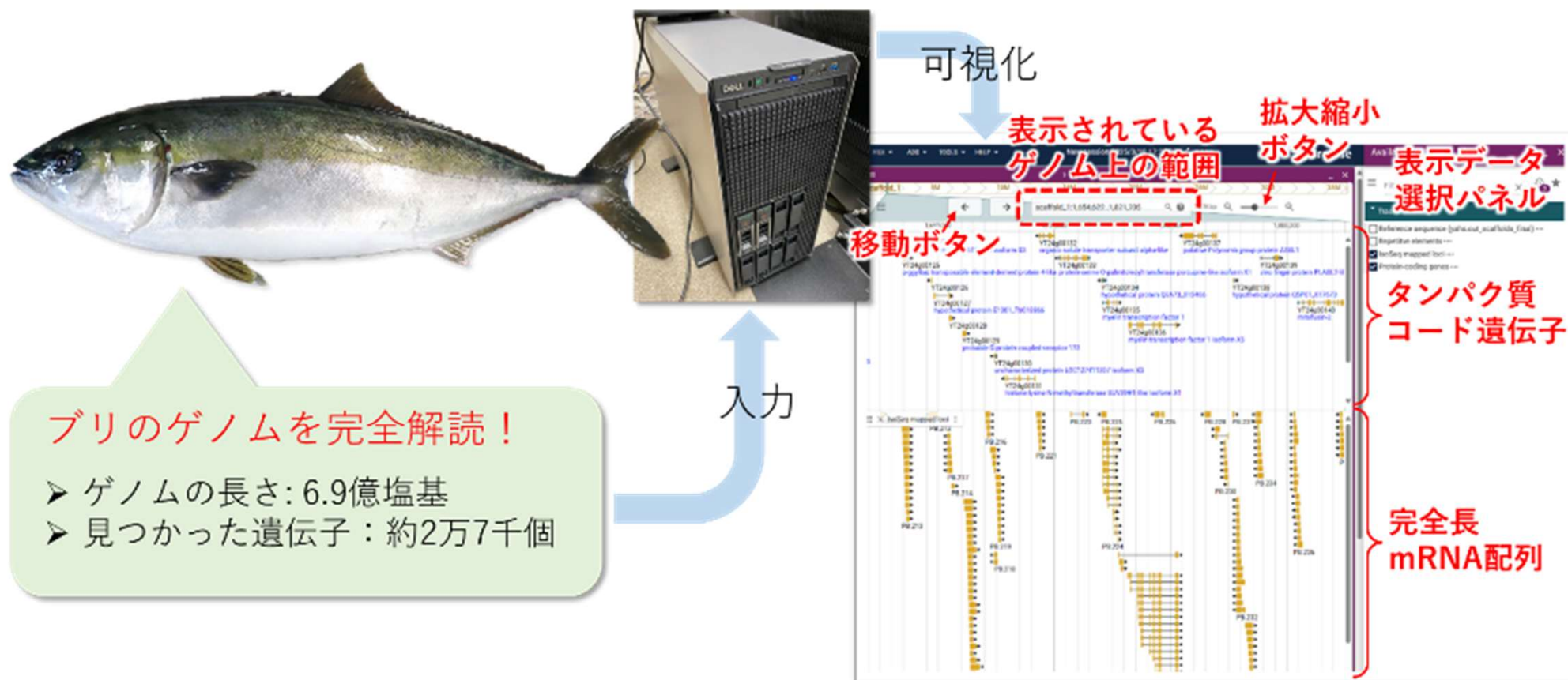






■ ブリの優良品種づくりに向けた遺伝子の解読

- ・ ブリのゲノム配列の99%以上が染色体数と同じ24本の配列に集約されたリファレンスゲノムを開発
- ・ ゲノム配列や各遺伝子の特徴を閲覧、検索、取得、解析するためのグラフィカルなインターフェース（ゲノムブラウザ）を試作



これまでの研究開発成果

要素技術

ブリが育つ魚粉・昆虫粉末配合飼料



自動で、観察し、考え、給餌する大規模沖合養殖システムの開発



■ 開発スペック

課題	技術	特徴
ソナーとカメラによる リアルタイム飼育管理	広帯域ソナー	径30mの大型生簀に対応
	行動判別AI	摂餌活性をAIで判別
陸上からの 長距離飼料搬送装置	気流搬送	搬送距離 < 3 km
	分岐装置	分岐により2～6 基の生簀に給餌可能
	水中吹込み装置	沈下した生簀に給餌
育種改良プラットフォーム	リファレンスゲノム	95%以上の遺伝子が染色体に対応
	ソフトウェア	・ゲノムブラウザ ・形質予測システム ・ゲノミックセレクションプログラム ・育種シミュレータ
ブリが育つ 魚粉・昆虫粉末配合飼料	ミズアブ採卵方法	成虫からの採卵の作業を大幅に省力化
	ミズアブの加工方法	乾燥と脱脂の条件の最適化
	原料配合の比率	ミズアブで魚粉を低減し、搬送耐性を付与

サブ課題C 動物性タンパク質（水産物）の次世代養殖システム構築
C3300

「食品リサイクルで**昆虫**を育成し、
ブリの**エサ**にしよう！」



安藤 忠



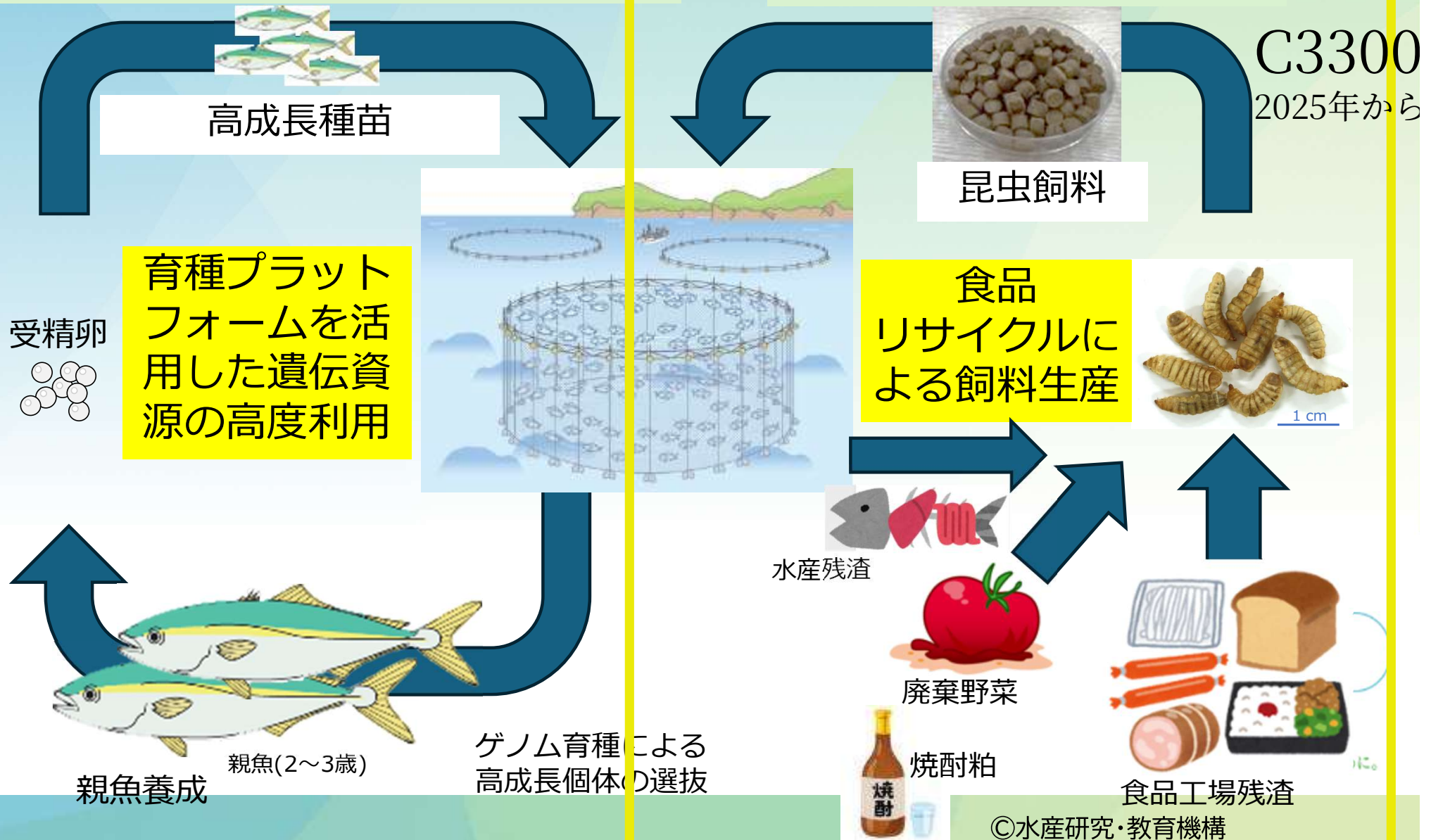
国立研究開発法人
水産研究・教育機構
Japan Fisheries Research and Education Agency

C3000

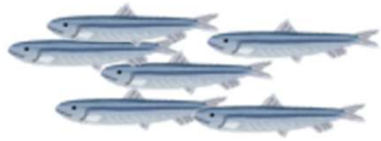
ゲノム育種で高成長性ブリを選抜、昆虫による食品リサイクルでブリの生産量を増加させ、輸出増と食料安全保障を実現！

育種サイクルを回すほど効果が増強される

堆肥化よりもタンパク質生産



ブリは何を食べている？

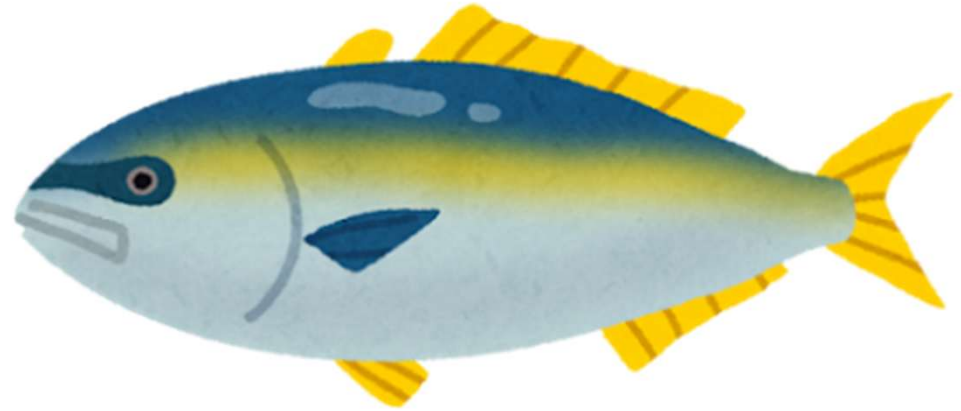


イワシ類

アジ

イカ

など



ブリ用飼料の組成例



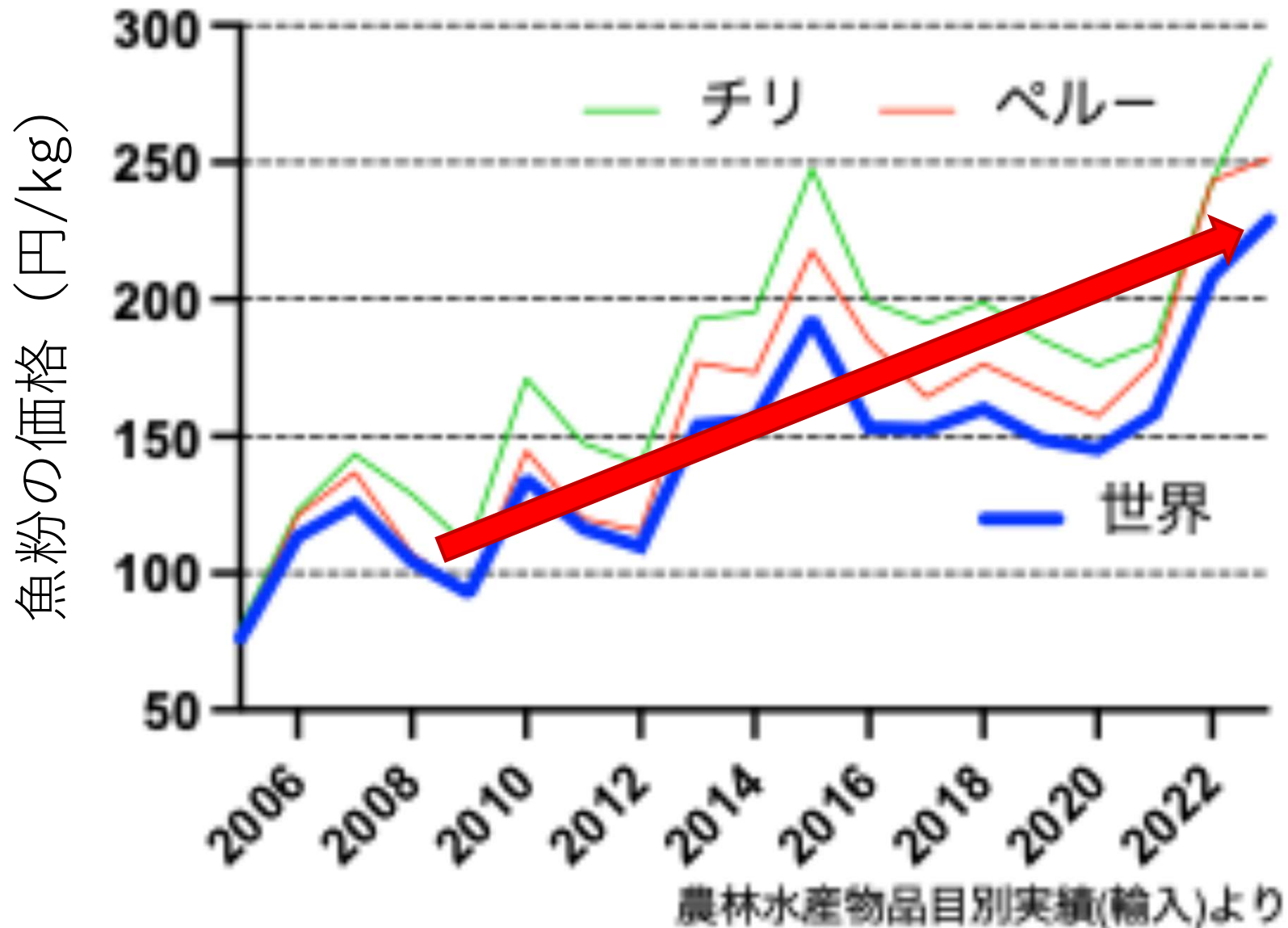
油脂・ミネラル・
ビタミン

植物性原料



魚粉の価格がドンドン上昇中！

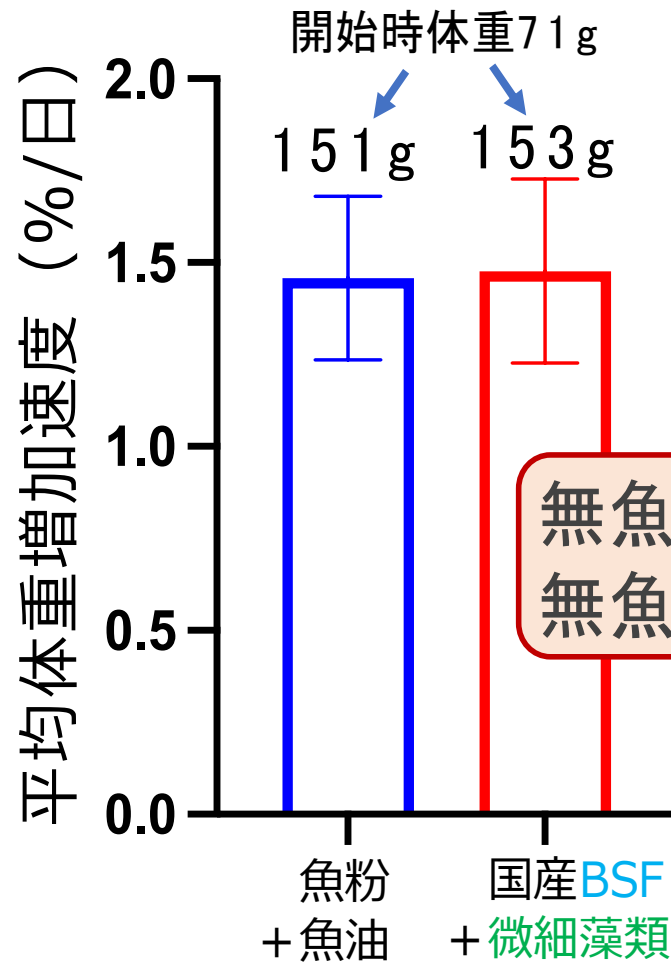
魚粉は主にイワシ類から作られる。



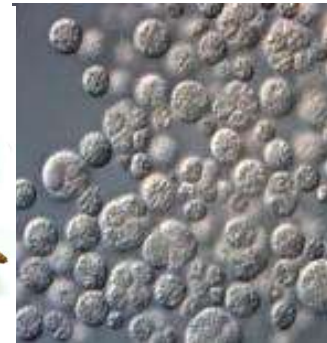


国産ミズアブと微細藻類でマダイを しっかり成長させることに成功！

昆虫と微細藻類で
世界初



主要原料：ミズアブ + 微細藻類 + アミノ酸3種



ミズアブと微細藻類を使うと、
魚粉と魚油がなくても
マダイを育てられます。



ミズアブをどうやって育てる？ ミズアブは何を食べる？



食品工場残渣



キャベツ・白菜
レタスの外葉



カット野菜の
残渣

米ぬか

酒粕



おから

ワイン粕

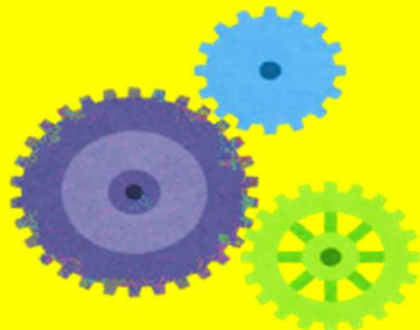
ジュース粕



アメリカミズアブ



ミズアブは
食品リサイクルを回す歯車





ミズアブの特徴

○ミズアブは高速成長！

幼虫の育成期間は約16日。



○ミズアブは好き嫌いしません！

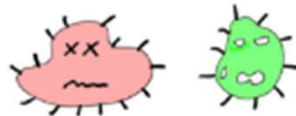
- ・ 野菜の切れ端や捨てられる食品など。
- ・ 低タンパク質残渣でOK。



甲殻類のフレーバー

○ミズアブは安全です！

- ・ 重金属が魚粉の基準以下。
- ・ カビ毒やマイクロプラチックを蓄積しない。
- ・ 病原菌を媒介しない昆虫。
- ・ 抗菌ペプチドを有するので、細菌などを強力にブロック！！

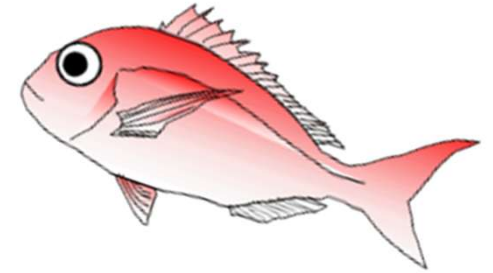
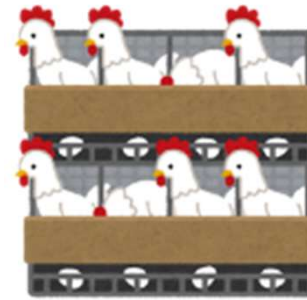


双翅目ミズアブ科
アメリカミズアブ
Hermetia illucens

Black Soldier Fly
BSF

ミズアブの効果

- ・ 魚粉代替（養魚、養鶏）
- ・ 食品・農業残渣の高速処理
- ・ 糞は肥料
- ・ 油は燃油と薬用石けん原料
- ・ 温室効果ガスの排出抑制



SAF（航空機燃料）



バイオディーゼル

SIPで進めている内容

(2025年から参画)

研究テーマ1：ミズアブ飼料を用いたブリの養殖現場での**育成試験**

研究テーマ2：ミズアブ生産の量産化に向けた技術開発

- ・ミズアブ成虫からの**採卵**作業の効率化
- ・ミズアブの**乾燥と脱脂**の条件

(・ミズアブの国産生産プラントの開発)

研究テーマ3：**長距離搬送システム**に対応したブリ用ミズアブ飼料の開発

ミズアブ飼料の生産工程

赤字：SIPで開発中

ミズアブ
生産

採卵： ノウハウあり。現在は手作業。

幼虫育成： 恒温室・温室等の閉鎖空間で実施。

加工
過程

ふるい： 振動ふるいを使用。

乾燥： 現在は熱風乾燥、条件を検討中。

脱脂： エキスペラー型脱脂装置を使用するが、条件を検討中。

粉碎： 魚粉と同様。

飼料製造
過程

他原料と配合： 比率が大事。

成形（殺菌）： エクストルーダー使用。

ミズアブの利点

- ・他昆虫と違って
疾病発生が無い。
安定的生産が容易。

養殖魚のエサ

今

魚粉 + **魚油** + 結着剤 + ミネラル・ビタミン
+ 植物性原料



近い将来
(SIPの目標)

魚粉 + **魚油** + 結着剤 + ミネラル・ビタミン
ミズアブ粉 + 植物性原料

環境に優しいミズアブで、
「ブリ養殖に必要な魚粉の2割代替」を目指しています。

今、私たちが必要としていること

- ブリ等でのミズアブを使用した養殖現場での実証育成実験
- ミズアブの社会的重要度と効果の認知度アップと需要の増大
- 国内でのミズアブの量産と安定供給体制の構築

コラボさせて頂きたい企業様の例

- 魚類養殖業者
- 食品残渣処理で困っている企業・自治体
- 食品リサイクルを進めたいと考えている企業
- ミズアブ生産に興味がある企業
- 産業廃棄物処理業者
- 飼料メーカー
- ミズアブ量産プラント開発
- バイオディーゼルやSAF製造企業



もっと豊かな食を。
もっと豊かな未来のために。