

水産増養殖産業イノベーション創出プラットフォーム
サーモン・陸上養殖勉強会

境港における大規模沖合ギンザケ養殖と チリのサーモン養殖の情報

2019年8月2日

日鉄エンジニアリング(株) 養殖システムビジネス部 清水貴広

目次

I. 会社紹介

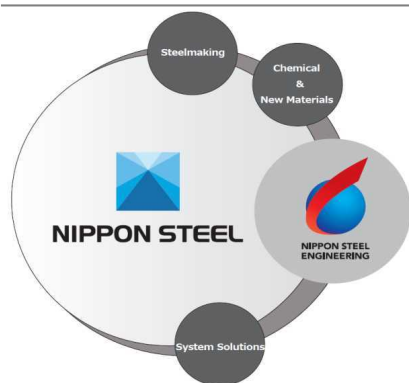
II. 境港における大規模沖合ギンザケ養殖

III. チリのサーモン養殖の情報

I. 会社紹介

1. 会社概要
2. 新事業

1. 会社概要



鉄づくりから広がる事業。日本製鉄グループ

社名	日鉄エンジニアリング株式会社
設立	2006年7月1日 新日本製鐵（現日本製鐵）から分社独立
本社所在地	東京都品川区大崎1-5-1 大崎センタービル
代表取締役社長	藤原真一
資本金	150億円（2018年3月末現在）
従業員数	単独：1,173人 連結：4,702人（2018年3月末現在）
2017年度連結売上高	2,942億円（2017年4月1日～2018年3月31日）

<p>製鉄プラント領域</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 製鉄設備 ● 直接還元鉄設備 ● 製鋼設備 ● 連続鋳造・鋼板処理設備 ● 環境・省エネ対応型設備 	<p>環境ソリューション領域</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 廃棄物発電プラント ● 資源循環プラント ● 下水汚泥固形燃料化システム（シェイコッド®） ● 土壌・地下水浄化事業 	<p>エネルギーソリューション領域</p> <ul style="list-style-type: none"> ● オンサイトエネルギー供給事業、電力小売事業、風力発電事業 ● バイオマス発電プラント ● 地熱関連プラント（地熱蒸気生産設備、バイナリー発電システム） ● エネルギー施設（LNG・LPG・原油受払基地、貯蔵設備） ● 水素ステーション 	<p>海洋鋼構造領域</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 石油・天然ガス開発施設（プラットフォーム・海底パイプライン） ● 海洋インフラ整備（沿岸開発・港湾・洋上空港・洋上風力） 	<p>建築・鋼構造領域</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 総合建築（工場・倉庫等） ● システム建築 ● 特殊鉄構（超高層・大空間鉄骨） ● 鋼構造商品（免振履デバイス・橋梁商品） 	<p>パイプライン領域</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 陸上パイプライン（天然ガス・石油・都市ガス等） ● 水道施設（老朽管路の更新・更生、水管橋等） 
<p>製鉄プロセスにおける品質の追求、環境・省エネ対応型設備の提供により、鉄鋼業の発展に貢献</p> <p>■ 製鉄プラント事業部</p>	<p>環境・エネルギー対策を推進し、循環型社会の実現と地球温暖化対策に貢献</p> <p>■ 環境ソリューション事業部</p>	<p>エネルギーの有効利用を通じ低炭素社会の実現に貢献</p> <p>■ エネルギーソリューション事業部</p>	<p>海洋を中心としたエネルギー資源開発とインフラ整備に貢献</p> <p>■ 海洋事業部</p>	<p>鋼構造技術により、産業・都市インフラの整備に貢献</p> <p>■ 建築・鋼構造事業部</p>	<p>天然ガスを中心としたパイプラインの総合エンジニアリングにより、エネルギー供給の安定化に貢献</p> <p>■ 日鉄パイプライン&エンジニアリング（株）</p>

2. 新事業

〈未来を拓く新事業・新技術の開発〉をリード

未来を拓くイノベーションの追求により、新たなエンジニアリング事業・技術を確立します。

新事業開発



電力向け改質炭製造技術



セルロースエタノール化設備



大規模沖合養殖システム



パームトランク燃料化設備

技術開発



技術開発第一技術研究所
2軸構造試験機



技術開発第二技術研究所
研究施設



耐食金属を用いた
超長期防食技術



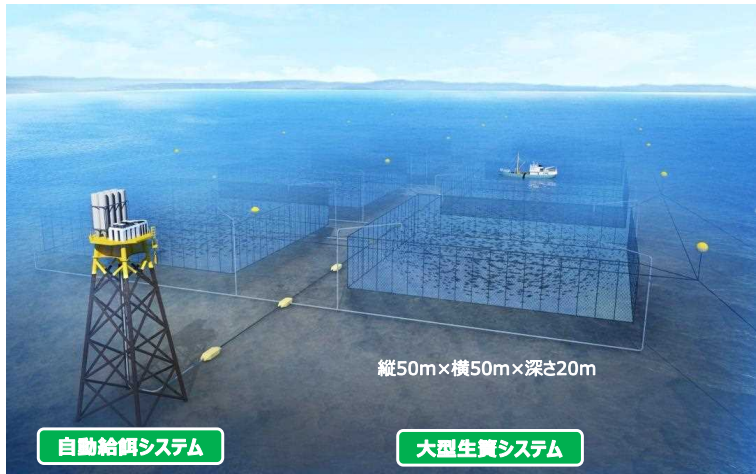
パイプライン用高能率
自動ガスシールドアーク溶接機

II. 境港における大規模沖合ギンザケ養殖

1. 大規模沖合養殖システム
2. 陸上実証試験
3. 海上実証試験
4. 知の集積研究開発モデル事業

1. 大規模沖合養殖システム

イメージ図



製鉄プラント事業



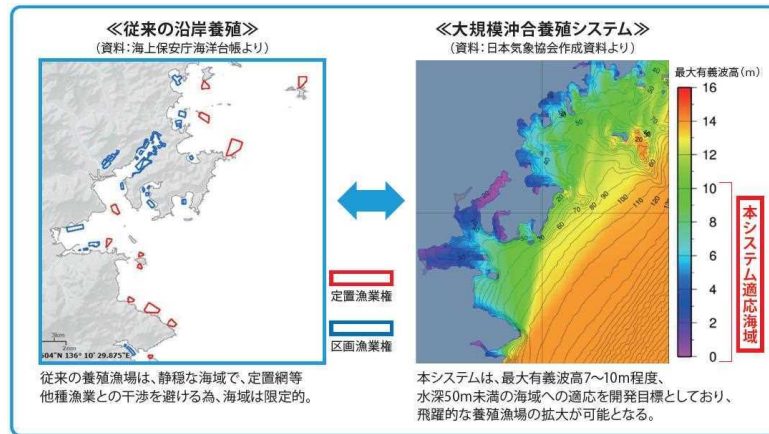
(粉体輸送技術)

海洋事業



(海洋鋼構造技術)

訴求ポイント	内容
新海域	耐波浪性・耐潮流性が高く、従来養殖ができなかった海域での操業が可能。 耐波浪性能：最大有義波高 7m 耐潮流性能：2knot
大規模	大型の生簀において、生産拡大が可能。 (従来生簀:1,000m ³ ⇔ 当社生簀:50,000m ³)
省力化	給餌の自動化などによって、省力化・無人化が可能。
その他の期待	沖合域で潮通しが良く、低密度で飼育することにより、水産医薬品の削減や斃死率の低下に加えて、海洋環境に対する負荷抑制が期待できる。



1. 大規模沖合養殖システム

開発スケジュール

		2014YF	2015YF	2016YF	2017YF	2018YF
事業開発		市場調査 顧客候補ヒアリング 実証計画(パートナー選定)	共同FS			1号商業機受注・建設
			顧客開拓、普及活動			
技術開発	自動給餌システム 鳥取県境港		予備試験 試験機設計~建設	試験実施		改善研究
	生簀システム 三重県尾鷲		予備試験 試験機設計~建設	試験実施		改善研究

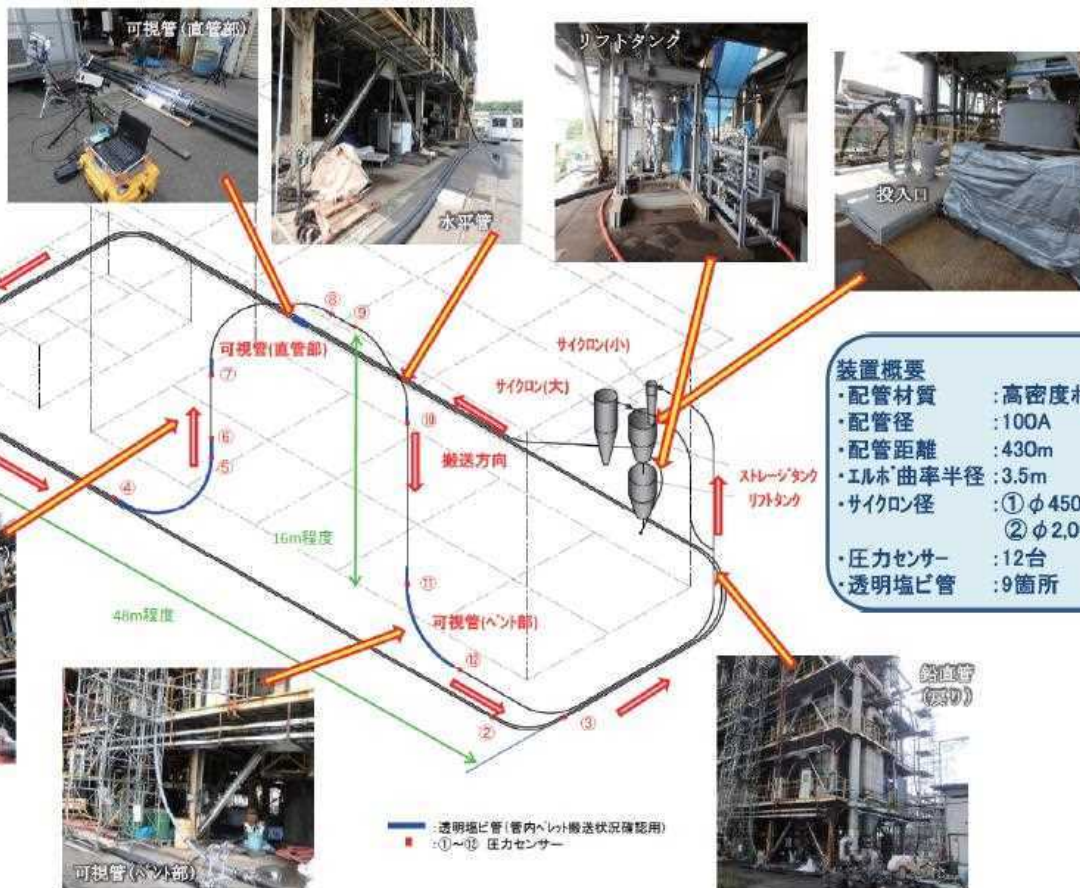
2. 陸上実証試験

試験場所

日本製鉄(株)八幡製鐵所

試験目標

餌の割欠率：3%未満



- 装置概要**
- ・配管材質 : 高密度ポリエチレン
 - ・配管径 : 100A
 - ・配管距離 : 430m
 - ・エルボ曲率半径 : 3.5m
 - ・サイクロン径 : ① φ450mm
② φ2,000mm
 - ・圧力センサー : 12台
 - ・透明塩ビ管 : 9箇所

3. 海上実証試験

環境条件

水深 : 15m
有義波高 : 3m (50年確率波)

自動給餌システム主仕様

サイロ容量 : 25m³ (16t) × 2基
切出・搬送能力 : 6t/h
総重量 : 約80t

プラットフォーム主仕様

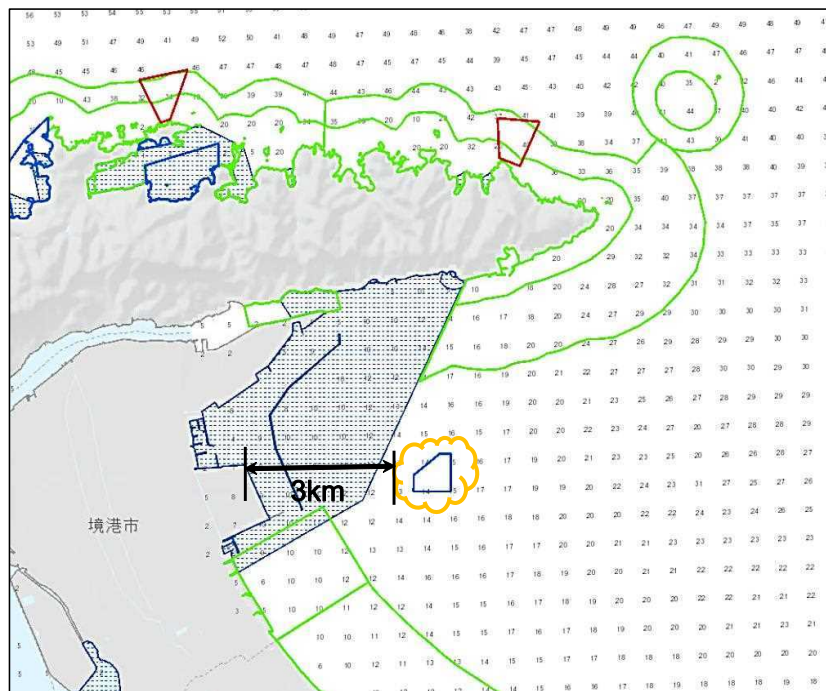
海面からの高さ : 7m
広さ : □18m
総重量 : 約230t

搬送対象生貨数 5基

試験的に1基を水中吹込実施
養殖魚 : ギンザケ (飼育は弓ヶ浜水産(株)所掌)

実証試験項目

設備面、操業面、生態面の検証 (詳細は後述)



	2015			2016								2017																	
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
実証試験計画の策定																													
プラットフォーム(PF)の詳細設計																													
PFの鋼材調達・加工・積込・試運転【陸上】																													
自動給餌システムの詳細設計																													
機器購入・製作																													
PFの輸送・施工(北九州市→境港市)																													
試運転【海上】																													
搬送試験実施(銀鮭生貨)																													
搬送試験実施(その他生貨)																													



出典：
弓ヶ浜水産(株)ホームページより

3. 海上実証試験

生簀21基のうち5基（既設生簀：4基、水中吹込：1基）に対して遠隔自動給餌



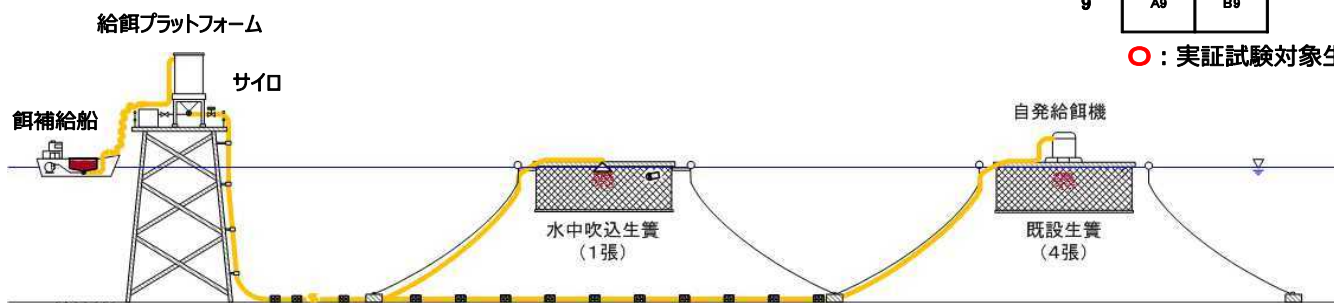
既設生簀（4基）



水中吹込（1基）

	A列	B列	C列	D列
1	A1	B1	C1	D1
2	A2	B2	C2	D2
3	A3	B3	C3	D3
4	A4	B4	C4	D4
5	A5	B5	C5	D5
6	A6	B6	C6	D6
7	A7	B7	C7	D7
8	A8	B8	C8	D8
9	A9	B9	C9	D9

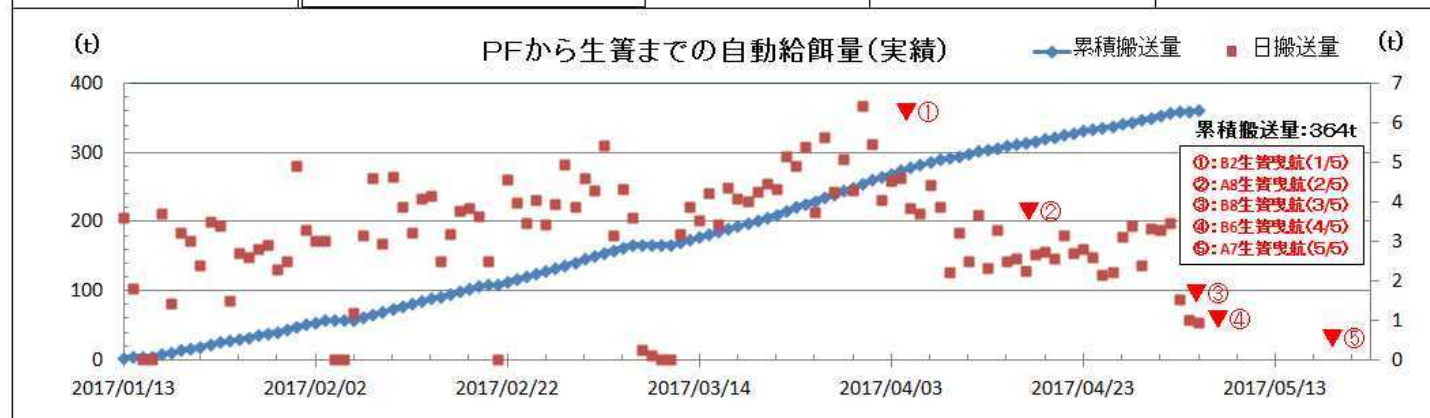
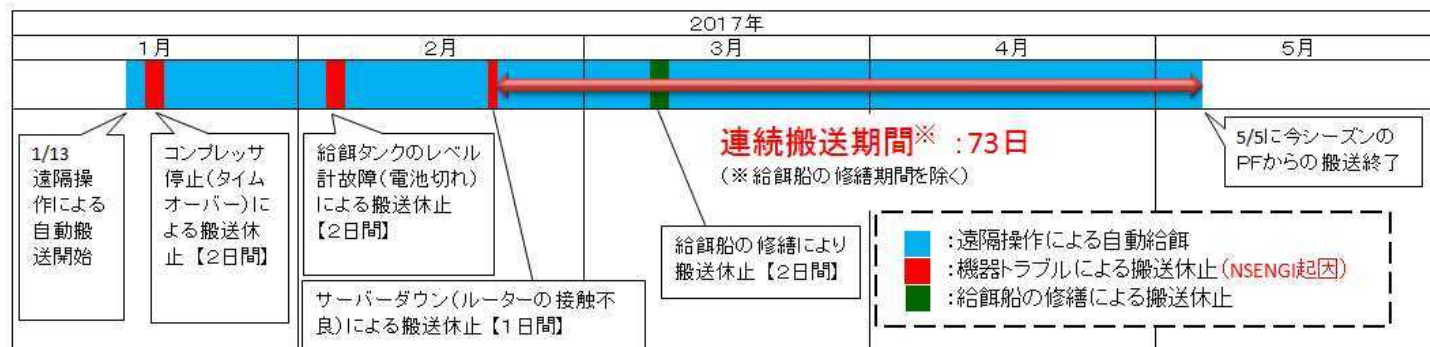
○：実証試験対象生簀（5基）



3. 海上実証試験

自動給餌期間：113日（2017年1月13日～5月5日）

（自動給餌日数：106日、自動給餌不可日数：7日（機器起因：5日、その他：2日））



➤設備稼働率：96%（全期間）、100%（搬送終了迄の2.5ヶ月）

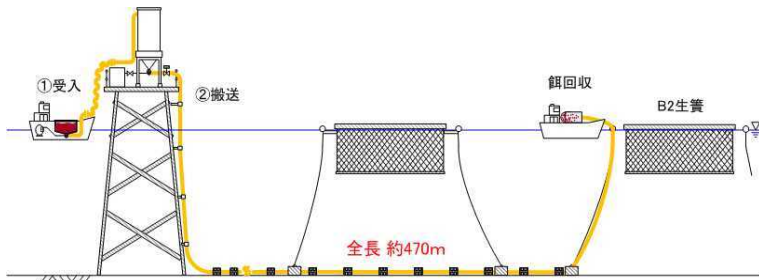
➤天候・海象起因による自動給餌不可日（餌切れ）はゼロ

3. 海上実証試験

一連（①受入～②搬送）の作業に於ける餌の歩留りの確認

実海域に於ける搬送ラインを使用して、餌の受入から搬送まで一連の歩留り量を確認する。

搬送距離が最長（470m）の配管末端部にてフレコンで餌を採取し、篩に掛け歩留り量を確認を行う。



搬送量 : 150kg程度
 搬送回数 : 3回
 搬送距離 : 約470m (最長)
 餌回収場所 : 搬送配管末端部 (船上)
 使用餌料 : 8mm (日清丸紅餌料)

<歩留りの定義>
 $歩留り = (1 - Wc/W) \times 100$ [%]
 餌料搬送量 : W (g)
 割れ・粉化重量 : Wc (g)

搬送試験（歩留り）結果

	N=1	N=2	N=3	合計
搬送量(kg)	146.615	151.736	202.951	501.302
割欠量(kg)	0.630	0.499	0.992	2.121
割欠率(%)	0.43	0.33	0.49	0.42
歩留り(%)	99.57	99.67	99.51	99.58

➤ 割欠率 : 0.42 ≪ 3% ※3%を大きく下回る



船上にてフレコンで回収



篩掛け作業

4. 知の集積研究開発モデル事業

研究開発プラットフォーム

Society5.0におけるファームコンプレックス研究開発プラットフォーム
 (プロデューサー：三菱ケミカル(株) 吉田重信)

研究コンソーシアム

大規模沖合養殖システム実用化コンソーシアム

(研究代表者：日鉄エンジニアリング(株) 狩谷卓郎)

産：日鉄エンジニアリング(株)・日本水産(株)・弓ヶ浜水産(株)・黒瀬水産(株)・パナソニック(株)

学：東京大学・公立鳥取環境大学・米子工業高等専門学校・宮崎大学

官：鳥取県栽培漁業センター・宮崎県工業技術センター・宮崎県水産試験場

研究期間・テーマ

2018年1月～2021年3月

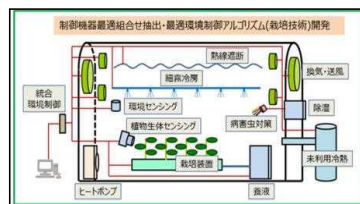
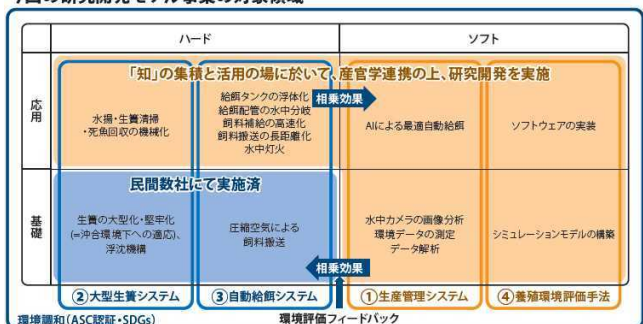
①最適生産管理システムの開発

②大型生簀システムの高度化

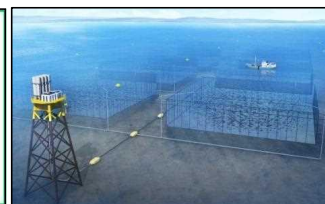
③自動給餌システムの高度化

③環境に調和した養殖の設計

今回の研究開発モデル事業の対象領域



アジアモースnPFS
 コンソーシアム
 (ITグリーンハウス)



大規模沖合養殖システム
 実用化コンソーシアム
 (IT養殖システム)

※農研機構・生研支援センター「『知』の集積と活用の場による研究開発モデル事業」の支援を受けて実施しています。

4. 知の集積研究開発モデル事業

最適生産管理システムの開発

1. 場所 : 鳥取県境港市 (美保湾、弓ヶ浜水産)
2. メンバー : 日鉄エンジニアリング 主査・データ分析・ソフト開発
日本水産 養殖生産の監督・指導
弓ヶ浜水産 養殖生産・データ収集
パナソニック 残餌把握カメラ・アルゴ開発
公立鳥取環境大学 魚体重把握、魚の成長予測
鳥取県栽培漁業センター 魚体異常検知
3. 協力 : 産業技術総合研究所 データ分析・AIに関する助言

環境に調和した養殖の設計

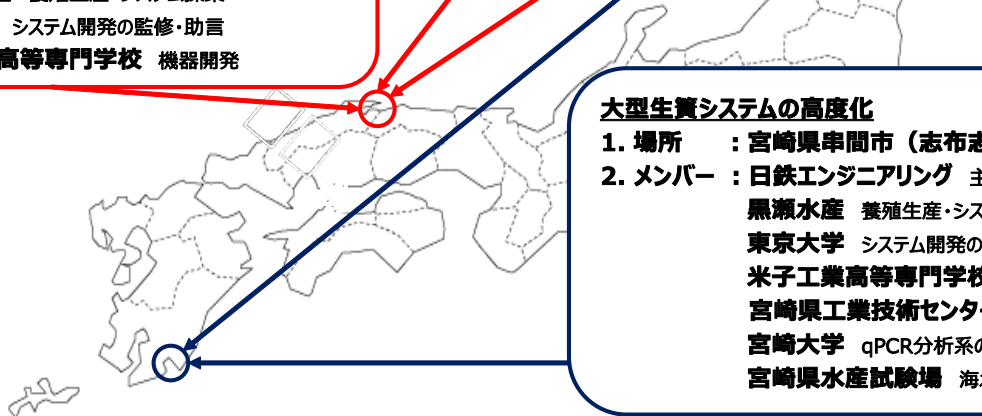
1. 場所 : 鳥取県境港市 (美保湾、弓ヶ浜水産)
宮崎県串間市 (志布志湾、黒瀬水産)
2. メンバー : 東京大学 主査・シミュレーション・ソフト開発
弓ヶ浜水産 データ収集
黒瀬水産 データ収集

自動給餌システムの高度化

1. 場所 : 鳥取県境港市 (美保湾、弓ヶ浜水産)
2. メンバー : 日鉄エンジニアリング 主査・システム開発
弓ヶ浜水産 養殖生産・システム操作
東京大学 システム開発の監修・助言
米子工業高等専門学校 機器開発

大型生質システムの高度化

1. 場所 : 宮崎県串間市 (志布志湾、黒瀬水産)
2. メンバー : 日鉄エンジニアリング 主査・システム開発
黒瀬水産 養殖生産・システム操作
東京大学 システム開発の監修・助言
米子工業高等専門学校 機器開発
宮崎県工業技術センター 専用飼料の製造方法の開発
宮崎大学 qPCR分析系の開発
宮崎県水産試験場 海水分析システムの検証



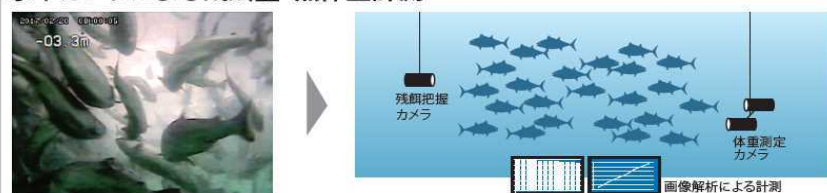
4. 知の集積研究開発モデル事業

最適生産管理システムの開発

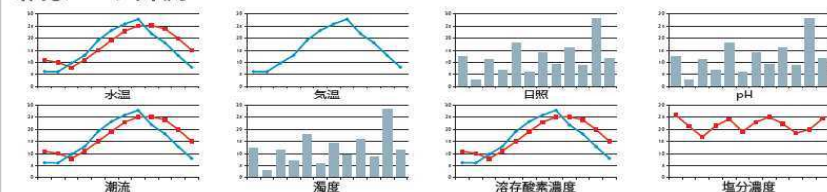
概要 : 弓ヶ浜水産(株)の銀鮭養殖場の生簀にIoT機器 (水中カメラ及び環境測定センサー) を設置。当該機器を用い、養殖場の環境条件 (海水温・潮流・波高・濁度・溶存酸素濃度・塩分濃度・日照等)、生簀内の魚の数量・重量 (定量的指標) や魚病発症・食欲 (定性的資料) といったデータを測定し、クラウドサーバーに蓄積。当該データを分析することによって、AIが最適な給餌量・タイミングを自動決定し、FCR低減に貢献するシステムを開発する。

構成員 : 日鉄エンジニアリング(株)・日本水産(株)・弓ヶ浜水産(株)・パナソニック(株)・公立鳥取環境大学・鳥取県栽培漁業センター

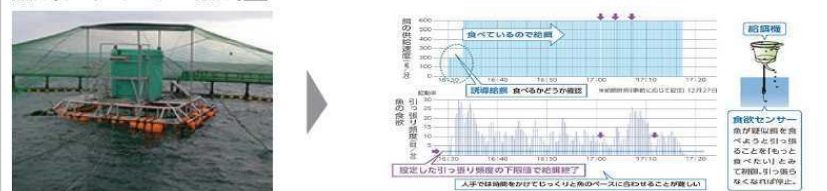
水中カメラによる残餌量・魚体重計測



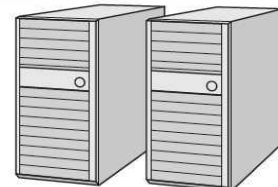
環境データ計測



給餌タイミング・給餌量 自発給餌機(アクアリング®)による計測



データ蓄積



データ解析

AIによる最適自動給餌

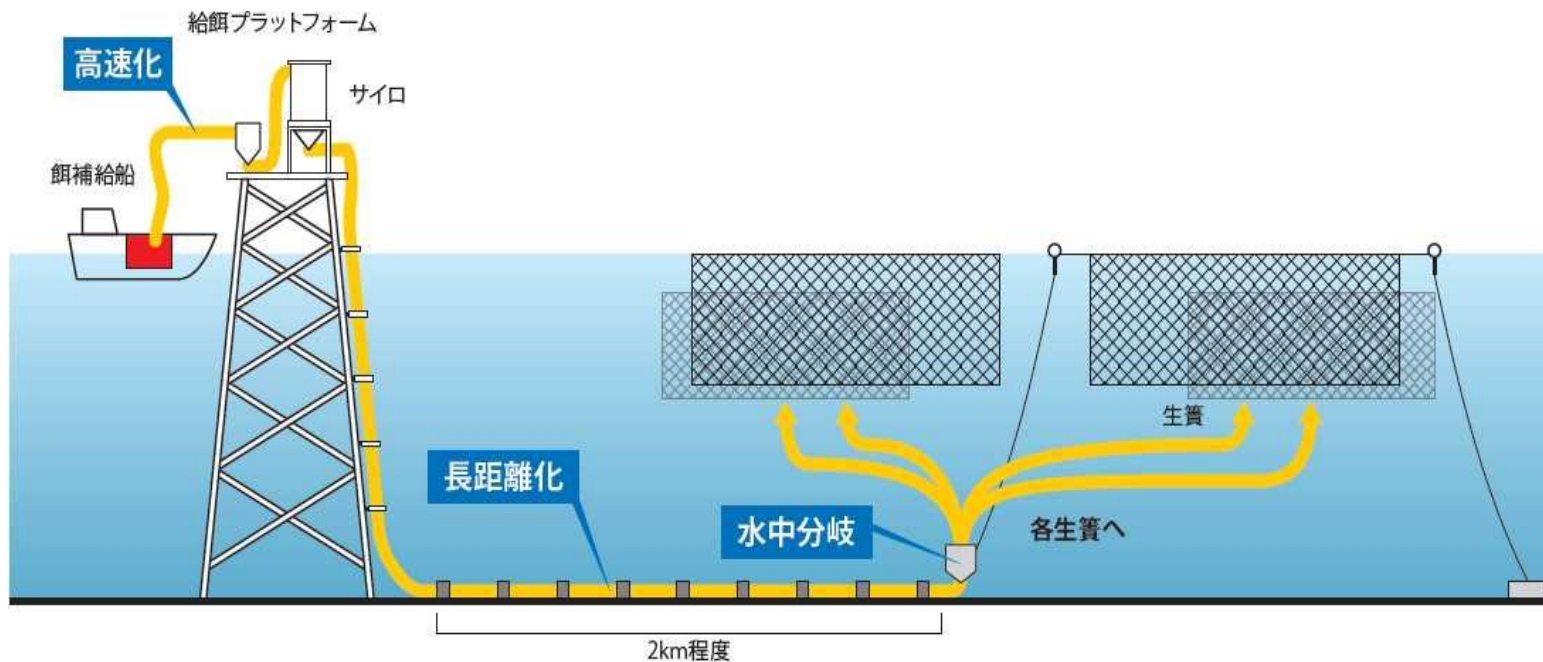
- ・FCR低減
- ・成長速度向上を実現

4. 知の集積研究開発モデル事業

自動給餌システムの高度化

概要：弓ヶ浜水産(株)の銀鮭養殖場の自動給餌システムを用い、多数生簀への最適な給餌方法を確立する（水中分岐）と共に、給餌プラットフォームへの飼料補給の高速化、飼料搬送の長距離化を実現することによって、自動給餌システムの高度化を図る。

構成員：日鉄エンジニアリング(株)・弓ヶ浜水産(株)・東京大学生産技術研究所・米子工業高等専門学校

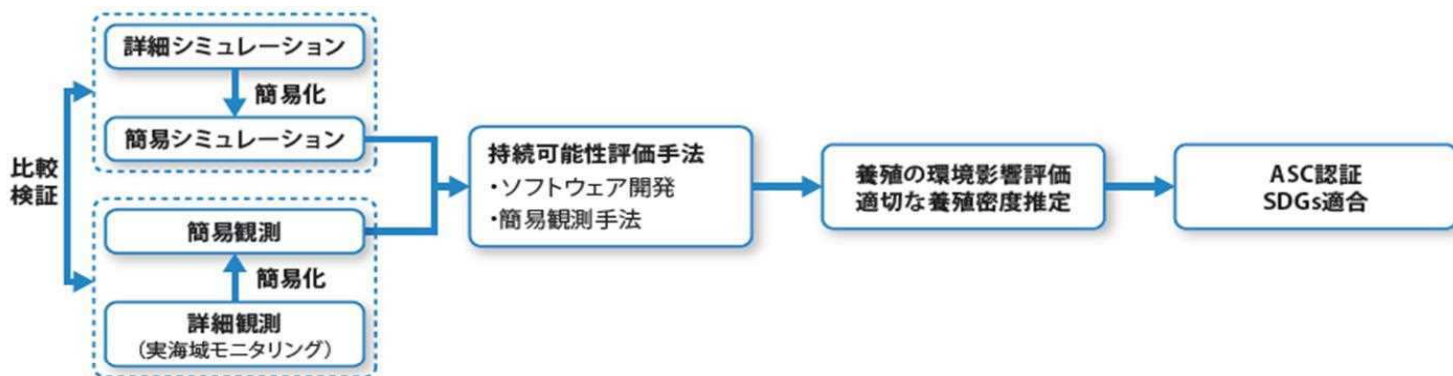


4. 知の集積研究開発モデル事業

環境に調和した養殖の設計

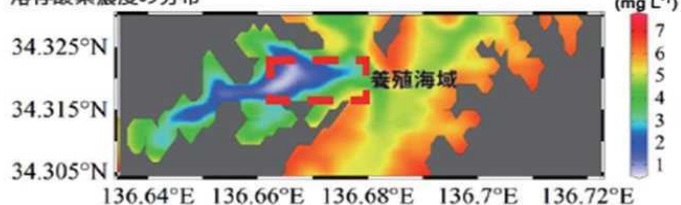
概要：養殖海域の詳細なシミュレーションモデルと簡易シミュレーションモデルを構築し、簡易シミュレーションモデルの有効性を検証する。簡易シミュレーションモデルと連動した簡便な観測手法を確立し、両者を組み合わせて、養殖の環境影響評価と適正な養殖密度の推定を行うソフトウェアを開発する。

構成員：弓ヶ浜水産(株)・黒瀬水産(株)・東京大学生産技術研究所

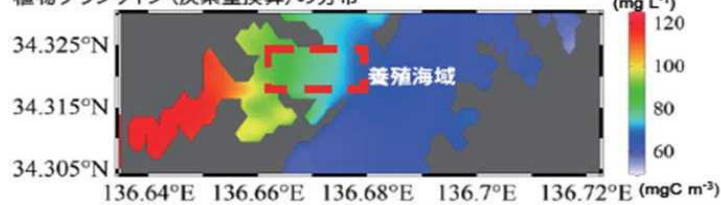


(例) 五ヶ所湾マダイ・ブリ養殖海域周辺の水質シミュレーション

溶存酸素濃度の分布



植物プランクトン(炭素量換算)の分布



出典：Zhang and Kitazawa (2016)

Ⅲ. チリのサーモン養殖の情報

1. サーモン養殖生産量
2. サーモン養殖場
3. サーモン養殖事情（現地生産者からのヒアリング）
4. Aqua Sur 2018

1. サーモン養殖生産量

チリの養殖サーモン生産量は、ノルウェーに次ぐ規模。
魚種では、アトランが圧倒的に多く、ギンとトラウトがそれに次ぐ。

		2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年 (予想)
トラウト	ノルウェー	75,000	75,000	67,000	70,000	65,000	50,000	56,000	55,000
	フィンランド	9,400	10,000	11,000	12,000	11,000	12,000	12,000	12,000
	スウェーデン	7,000	6,600	7,000	7,000	9,100	8,500	6,000	6,000
	デンマーク	10,300	13,800	11,000	12,100	11,000	13,000	12,000	12,000
	英国	2,000	2,000	1,900	4,600	3,700	3,500	3,500	3,500
	フェロー諸島	0	100	0	0	0	0	0	0
	アイルランド	180	180	0	0	0	0	0	0
	トルコ	3,200	5,200	4,800	6,200	4,600	5,000	6,500	6,500
	チリ	210,000	160,000	130,000	100,000	74,000	79,000	80,000	110,000
	小計	317,080	272,880	232,700	211,900	178,400	171,000	176,000	205,000
アトラン	ノルウェー	1,180,000	1,140,000	1,210,000	1,250,000	1,170,000	1,210,000	1,250,000	1,322,000
	英国	159,000	158,000	172,000	166,000	157,000	177,000	153,000	179,000
	アイルランド	16,000	11,000	12,000	16,000	16,000	17,000	14,000	16,000
	フェロー諸島	71,000	73,000	83,000	77,000	77,000	81,000	73,000	80,000
	アイスランド	3,000	3,000	4,000	4,000	8,000	12,000	14,000	23,000
	カナダBC/NB	137,000	115,000	101,000	135,000	143,000	139,000	145,000	147,000
	米国WA/MA	20,000	20,000	20,000	20,000	23,000	22,000	19,000	17,000
	豪州	34,000	32,000	45,000	52,000	56,000	58,000	56,000	62,000
チリ	365,000	470,000	583,000	588,000	504,000	564,000	680,000	700,000	
小計	1,985,000	2,022,000	2,230,000	2,308,000	2,154,000	2,280,000	2,404,000	2,546,000	
ギン	日本	9,200	10,100	12,000	13,000	13,000	15,900	18,000	16,000
	チリ	166,000	135,000	151,000	154,000	125,000	160,000	172,000	180,000
	小計	175,200	145,100	163,000	167,000	138,000	175,900	190,000	196,000
キング	カナダBC	5,000	5,000	5,000	5,000	4,000	4,000	3,000	3,000
	ニュージーランド	12,400	12,000	11,000	12,500	12,900	16,000	17,000	18,000
	チリ	1,700	1,000	0	0	0	0	0	0
	小計	19,100	18,000	16,000	17,500	16,900	20,000	20,000	21,000
総合計	2,496,380	2,457,980	2,641,700	2,704,400	2,487,300	2,646,900	2,790,000	2,968,000	

出典：日本水産経済新聞
2019年4月25日記事より

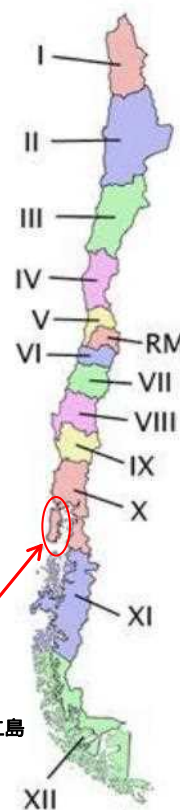
2. サーモン養殖場

設備構成：ポントーン（貯蔵設備・給餌設備・居住施設）1隻、シーラジ（回収した死魚の解剖・酸処理）1隻
生簀1~2モジュール（1モジュールあたり、30m生簀×8~10基程度）が基本。

生産規模：約5万尾/生簀→約80~100万尾/サイト→アトランで約4000~4500ト/サイト、ギンで約2000~2500ト/サイト。



出典：Marine Harvest社のウェブサイトより



サーモン養殖場の
一大集積地であるチロエ島

第10州(ロス・ラゴス州)以南で
サーモン養殖が盛ん。

3. サーモン養殖事情（現地生産者からのヒアリング） ※2018年10月時点

●養殖会社は全18社で、寡占状態にはなっていない。

Los Fiordos : 17~18万ト, シェア22%

Cermaq : 10万ト, シェア13% ※三菱商事が出資。

Multiexport : 7~8万ト, シェア9% ※三井物産が出資。

...

Salmones Antártica : 2.5~3万ト ※日本水産が出資。トラウトがメインで、トラウトのシェアは31%。

●ライセンス保有が、養殖生産の前提。

ライセンス毎に水揚量が決まっている。全ての養殖設備は、ライセンスされた海域の範囲内に納めなければならない。ライセンスは、一度発給されれば、将来に亘って自社のものとなる。リロケーションもあるが、認められることは極めて稀。養殖環境の悪さから稼働していないライセンスもあるが、他社に譲渡することは稀。（ライセンス保有が養殖生産のベースとなる為、余程のことがない限り手放さない。）

- 過去、魚病蔓延（ISA : Infectious Salmon Anemia等）による大幅減産とそれに伴う価格暴騰、その後の大幅増産とそれに伴う価格暴落を繰り返してきた経験から、**現在、チリ政府は、産業保護策として、増産を禁止している。**具体的には、新たなライセンス発給を停止しており、また、同一海区における生産量は前年の生産量を上回ってはならないとしている。

※ノルウェーは、チリと異なり、増産を禁じておらず、衛生環境を悪化させない前提で年2%の持続的成長を目指している。

即ち、衛生環境を悪化させなければ、沿岸域においても新たにライセンスを発給する。

また、通常ライセンスに加え、R&Dライセンスなるものもあり、技術的新規性が認められれば、新たにライセンスを発給する。

- ノルウェーは人件費が高い為（日本の1.4倍程度）、機械化可能な内臓を取り除く工程までしか行わず、人手の必要なそれ以降の加工は輸出先で行うことが一般的。逆に**チリは人件費が安い為（日本を若干下回る程度）、人手のかかる加工も人海戦術で行う。**

4. Aqua Sur 2018

Aqua Nor（ノルウェー開催）と並ぶ、養殖機器・設備メーカーの世界的な展示会。Aqua Norと交互に、隔年で開催。

<2018年（第10回）開催概要>

開催期間：10月17日～20日（4日間）

開催場所：チリ共和国 ロス・ラゴス州 プエルトモン

運営機関：Editec Publishing Group

（チリの教育・ビジネス系の出版社）

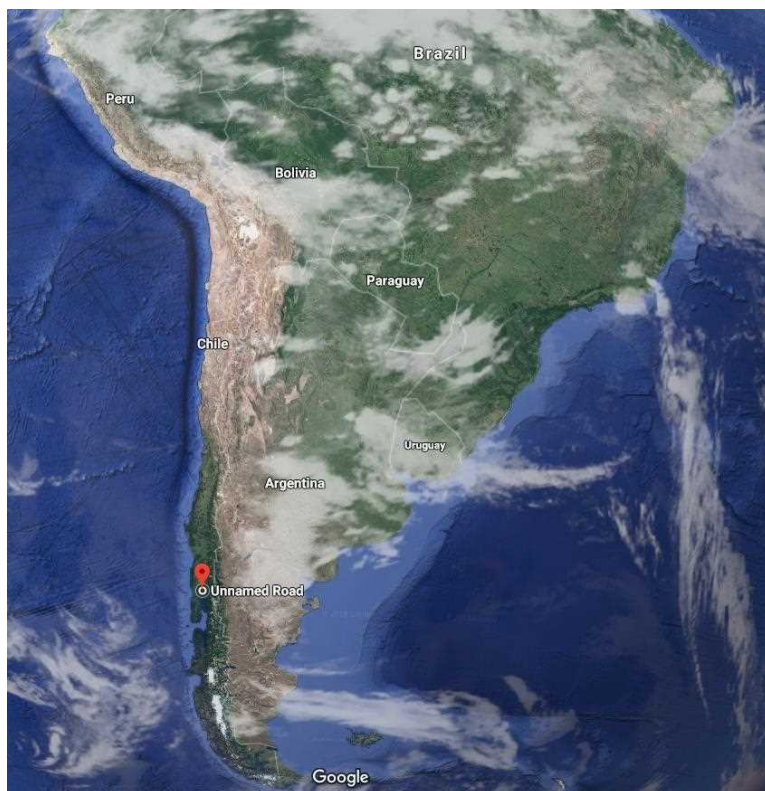
出展者数：1,000社近く（ブース数300以上）

展示面積：14,500 m²

入場料金：USD 20 ※事前参加登録すれば無料



出典：Aqua Surの公式ウェブサイトより



出典：Google Map

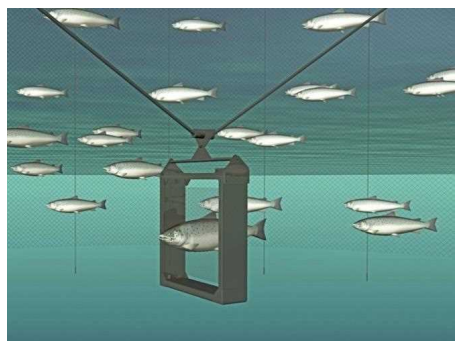
4. Aqua Sur 2018



4. Aqua Sur 2018

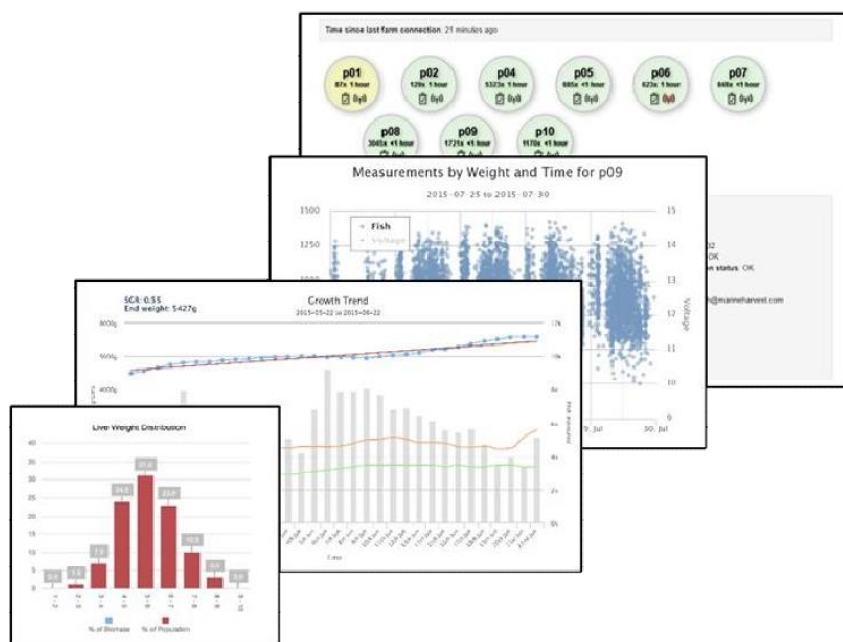
「尾数カウントシステム」、「魚体重測定システム」、「環境データ測定システム」（水温・溶存酸素量・潮流・濁度etc.）、「水中ドローン」といった、**生簀内の“見える化”を目的とした商品・サービス**を紹介する企業が多く、日本の養殖業界同様、チリの養殖業界においても、これらがトレンドとなっていることが伺えた。

一方、**実用性や精度は不明であり、実際に使用した生産者の声を聞く必要がある**と思った。



①フレームを通過したサーモンのサイズ・重量を自動計測。(24時間/365日)

出典：PENTAIR社のウェブサイトより



②蓄積したデータをグラフ化して、顧客に提供。

