

# 東京海洋大学の産学連携事例

## 小型ASVの研究開発

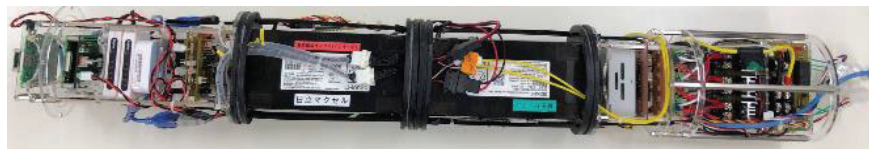
研究者	海洋電子機械工学部門 田原淳一郎教授
連携企業	株式会社 マリン・ワーク・ジャパン
概略	大学の研究成果をもとに、企業が独自予算の共同研究で発展させつつ公的な研究開発予算制度を活用しながら社会実装に取り組もうとしている。

自律航行する小型ASV (Autonomous Surface Vehicle) によりウニの分布を調査、駆除を効率化

- 2馬力船のため、免許不要
- 軽トラックや1BOXで運搬可能
- GUIやJoyStickで操船
- ロバスト制御実装で自動制御。定点保持、航行可能
- GNSS+RTKでcm単位の位置保持
- ほぼ完成し株式会社マリン・ワーク・ジャパンへ技術移転
- **AIによる定点保持等は特許出願中**



ASV制御用GUI



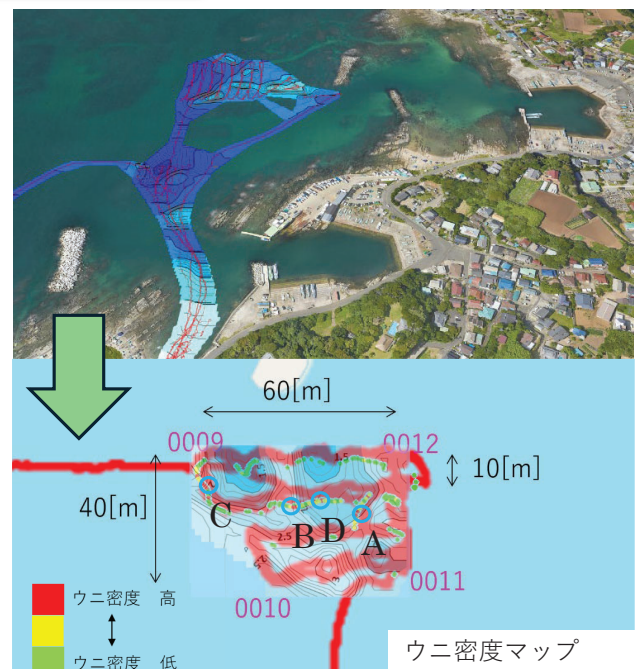
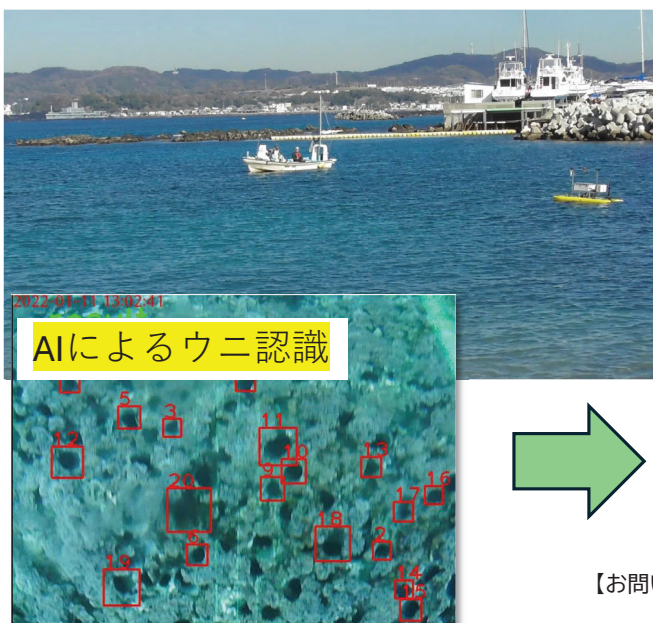
ASV制御用電子回路 (耐圧容器内部)

ASV制御システム

Size	2.2 m (L) × 0.95 m (W) × 1.4 m (H)
Weight-in-air	112.6 kg
Maximum speed	1 knots (0.51 m/s)
Main thruster	Elec Motor
Side thruster	M200 Thruster x2 (Bow, Stern)
Communication	4G - LTE
Battery (Control)	Lithium ion battery x4 5.5Ah 22.2V
(Thrusters)	Lithium ion battery x4 5.3Ah 25.2V
Sensor	Cube Pilot (IMU) PPP-RTK GNSS (Position) Satellite Compass (Direction)

### 活用事例：ウニ調査用ASV

- **高精度海底ソナー情報とRTK-GPS**
- ASVはロバスト制御により以下を実現
- 定点保持 (DPS)
- 航路保持 (WP)



【お問い合わせ先】 国立大学法人 東京海洋大学 海の研究戦略マネジメント機構  
電子メール: olcr-soudan@m.kaiyodai.ac.jp

# 代理親魚技法による新規養殖魚開発：「カイジ」の創出

森田哲朗<sup>1,2</sup>・原田将登<sup>1</sup>・吉崎悟朗<sup>1,2</sup>（<sup>1</sup>東京海洋大学，<sup>2</sup>株式会社さかなドリーム）



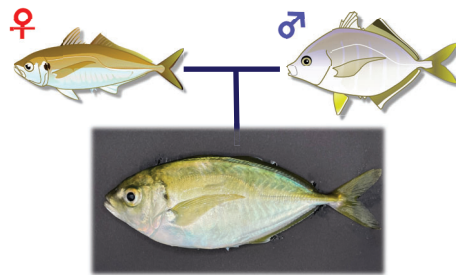
## 背景・目的

### カイワリとは



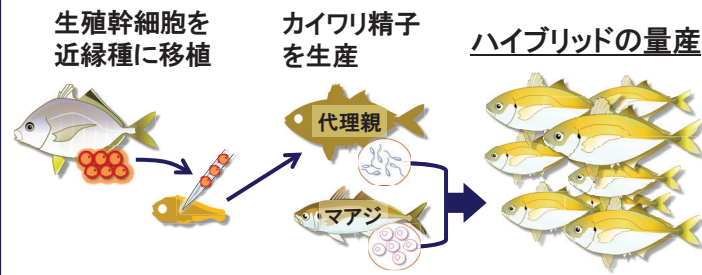
- ◎ 非常に美味
  - △ 漁獲が不安定  
親魚や種苗が確保できない
- ⇒ 養殖は極めて困難

## ① マアジ×カイワリ交雑に挑戦



生残は？成長は？成熟する？

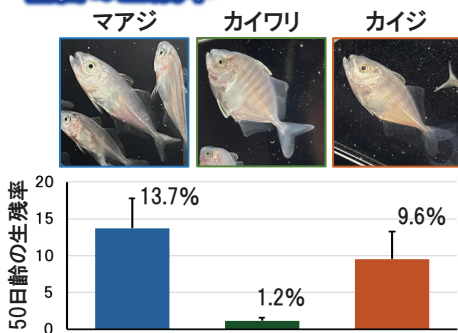
## ② 代理親魚技法でハイブリッド量産に挑戦



機能的なカイワリ精子を安定供給できるのか？

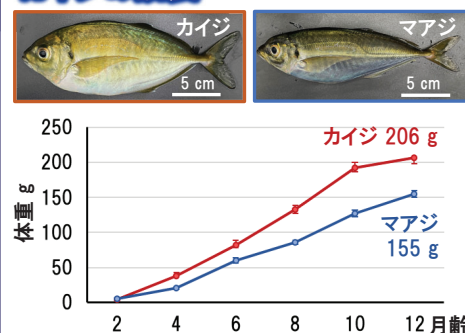
## ① マアジ×カイワリ交雑種「カイジ」の作出

### 種苗の生残率



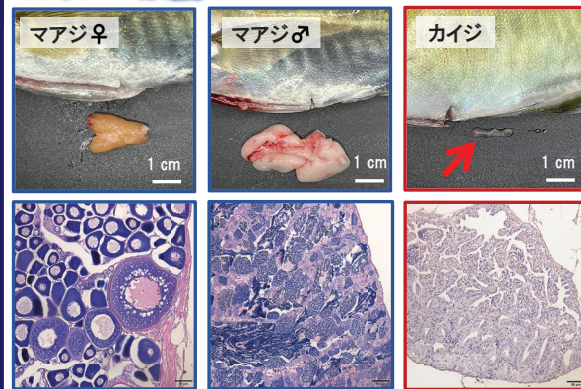
ハイブリッド化で生残性向上

### カイジの成長



マアジ比1.3倍の成長スピード

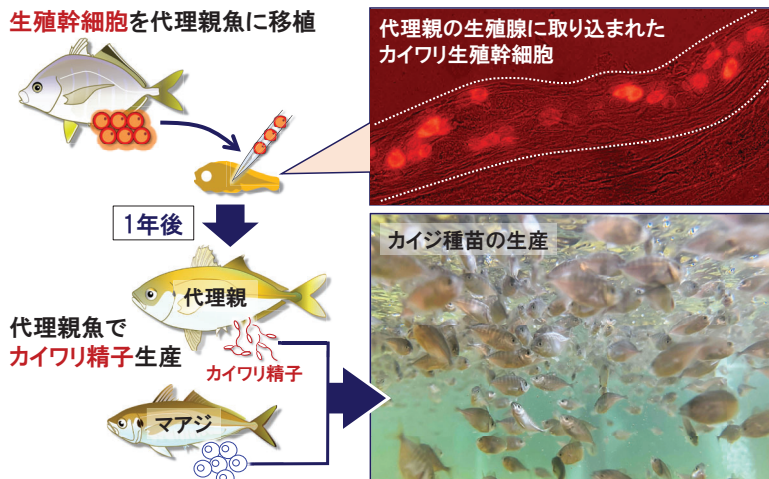
### カイジの成熟



カイジは不妊：安定品質・流出回避

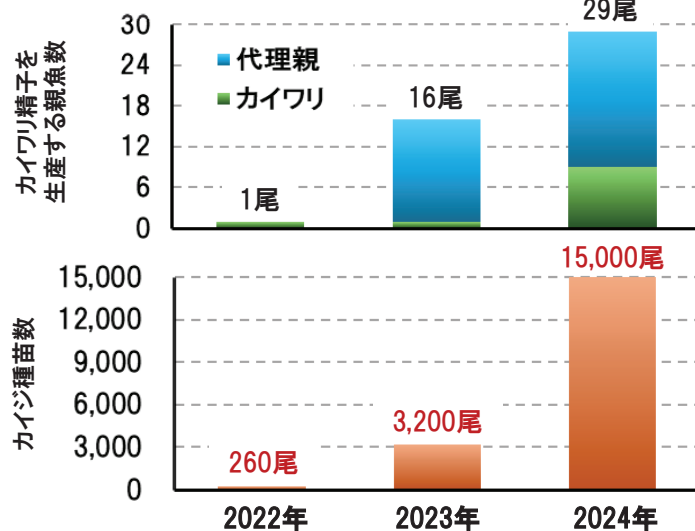
## ② 代理親魚技法によるカイジ量産系の確立

### 代理親魚によるカイワリ精子の生産



移植から1年で機能的なカイワリ精子の生産に成功

### 代理親魚を用いたカイジ種苗の量産



代理親魚を軸としたカイジ量産体制を構築

## 東京海洋大学発ベンチャー「株式会社さかなドリーム」を起業し「社会実装」へ



顧問 吉崎悟朗  
CTO 森田哲朗  
CEO 細谷俊一郎  
CMO 石崎勇歩



## Special thanks



東京海洋大学  
客員教授 さかなクン

(国)東京海洋大学 学術研究院 海洋生物資源学部門 吉崎悟朗(教授)、矢澤良輔(准教授)、市田健介

## 技術分野

分子生物学、生殖学、発生学

## キーワード

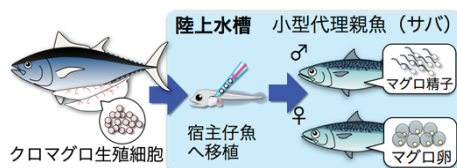
代理親魚技法、生殖細胞追跡、抗体

## 研究の動機(背景)

代理親魚技法は、対象魚種(ドナー種)の卵や精子の元となる生殖幹細胞を、ドナー種とは異なる魚種(宿主種)の仔魚に移植し、成熟した宿主魚(代理親魚)にドナー種由来の配偶子を生産させる技術である。

本技術により、飼育が困難である大型の回遊魚クロマグロを小型の近縁種サバに生産させ、クロマグロ養殖のコストダウン・省力化を実現することや、ニホンバラタナゴのような絶滅危惧種の生殖細胞を凍結保存しておき、近縁な代理親魚種にいつでも産ませる体制を構築することが可能となる。

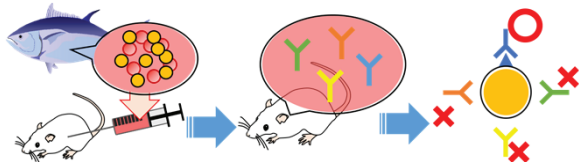
代理親魚技法によりニジマスからイワナ、クサフグからトラフグを生産する等の成功事例がある。



## これまでの研究成果(2. 取り組み概要)

ニジマスおよびクロマグロの生殖細胞の細胞膜表面を特異的に標識可能な蛍光抗体の作製を以下の過程により試みた。

- 1) 対象魚種の生きた生殖細胞を直接マウスへ摂取
- 2) マウス体内で生産される抗体ライブラリーの作製
- 3) 抗体ライブラリーから対象種の生きた生殖細胞を特異的に認識可能な抗体を選抜
- 4) 選抜した特異抗体の蛍光タンパク質による標識
- 5) 特異抗体により標識された生殖細胞を移植し、追跡可能かを確認



## 今後の展望(ロードマップ)

本研究によりクロマグロ生殖細胞の簡便な標識、追跡法の開発に成功した。今後は本技術を用いて、クロマグロ生殖細胞移植における様々な条件検討や移植細胞の長期追跡などを行う。また生殖細胞のin vitro培養を行う際に培養細胞の性状を評価するマーカーとしての利用も期待される。

## 関連特許出願等

出願番号:特願2017-110474  
発明の名称:生殖細胞追跡用抗体(他12件)

## これまでの主な研究財源

文部科学省 国家基幹研究開発推進事業 等

## これまでの研究成果(1. 解決したい課題)

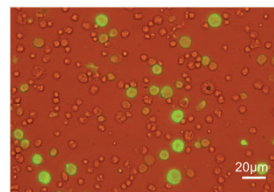
- ・本技術の確立には、移植したドナー生殖細胞を宿主内での可視化および、経時的な追跡が必須である。
- ・ニジマスの先行事例では、遺伝子組み換え魚を用いた緑色蛍光タンパク質による追跡が可能であったが、マグロ等の他魚種では技術的・倫理的な理由から、遺伝子組み換え魚は困難である。
- ・そこで、本研究では生殖細胞の細胞膜表面を特異的に標識可能な蛍光抗体を作製し、遺伝子導入を必要としない生殖細胞の可視化技術の開発を試みた。



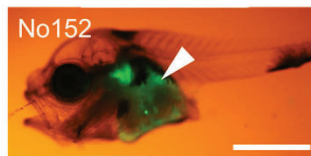
▲ 細胞表面抗原を利用した精原細胞の可視化

## これまでの研究成果(3. 試作品)

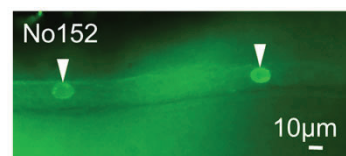
作製した抗体を蛍光標識し、ニジマスおよびクロマグロ生殖細胞の宿主体内で検出・追跡技術の開発に成功した。



作製した特異抗体により標識された生殖細胞



移植直後の標識生殖細胞



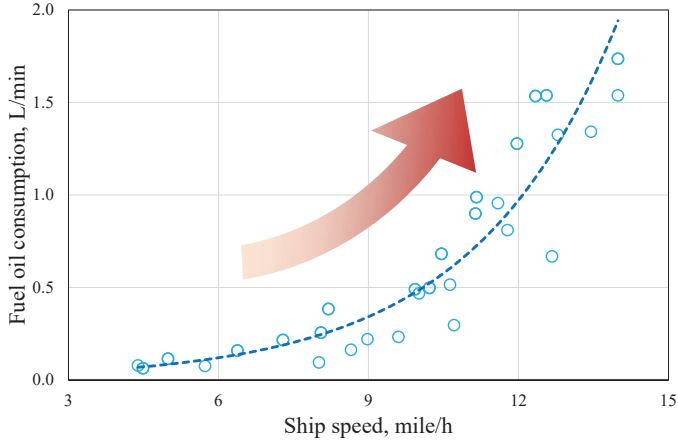
移植13-14日後の標識生殖細胞

## 希望する産学官連携体制

- ・技術移転を目的とした、共同研究を希望
- ・本技術は、哺乳類等の細胞移植の際のドナー細胞の追跡においても、遺伝子導入などの操作を行うことなく実現できる可能性があるため、魚類以外での発展的研究を目的とした共同研究も希望

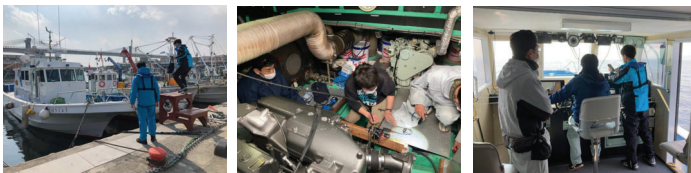


一般的に船はスピードを出すほど海水との摩擦抵抗が急激に大きくなります。このため、燃料消費は船速の3乗に比例して増加してしまいます。

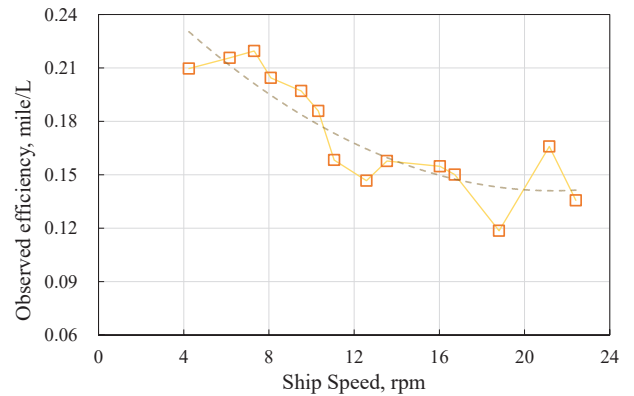


燃料消費を抑制するにはスピードを落とす（減速航行）ことが一番効きます。例えば、10%船速を下げると、燃料消費は19%近くも減るとも言われます。

確かに急がない時はゆっくり行けば良い。でも、少しでも早く港に戻りたい時だってある。私たちの研究グループでは、スピードは出しても燃料消費を少し抑えめにできる条件を見つけるための研究を行っています。

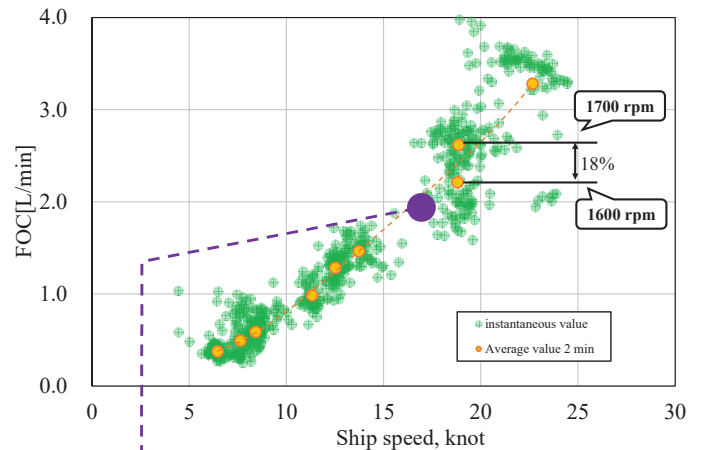


船が走ると周囲に波が立ちます。常にこの波を作りながら船は走ることとなり、余計なパワーを必要とします。専門用語では造波抵抗ともいいます。この波が、ある特殊な条件が揃うと、造波抵抗が大きくなったり（Hump）小さくなったりする（Hollow）現象が発生します。



上の図はある小型船（19ton）で実測した結果です。縦軸が燃費の良し悪しを表しており、数値が高いほど、少ない燃料で長い距離を走れることを意味しています。

図から明らかなように、スピードを出すほど燃費は悪化していく傾向が見られますが、一様には低下していません。



例えば、エンジン回転数が1,700rpm、船速が18.2knotで航走している状態から1,600rpmまで低下させた時、船速は18.1knotになりました。たった0.1knot（0.5%）しか船速は変化しませんが、燃料消費(FOC)は実に18%も低下しています。

この現象は造船工学では理論的に予測されているものの、学術的に研究された事例が少ないのが現状。しかも、実際には理論予測とは大きく異なる現象が観測されています。私たちはこの現象を瞬時に捉え、操船者に伝えるための技術開発を行っています。

♥ご期待ください！

# 海と緑

日本の第一次産業の  
活性化を目指す  
合同会社海と緑の技術研究舎

Pet friendly



・プロペラの防汚装置の開発  
プロペラへの海洋生物の付着は負荷率を20%増加させます。弊社では超音波防汚を活用し汚損の軽減および燃費の軽減を目指しております。



・漁船向け省エネアプリの開発  
初期費用がゼロで省エネを実現する技術です。船の増速によって生じるハンブとホローを捉えることで低燃費航行を実現する手法となります。



・犬用の海藻&納豆の腸活サプリ  
免疫ケアや腸活をする海藻と納豆を活用したサプリです。偏りがちな食事にひとふりすることで免疫ケアを行える商品の販売をしております。



・廃材を活用したリサイクルカバン  
広告の垂れ幕などのデザイン性に優れた廃材を再利用することで個性的なバッグを製造しております。売上の一部を寄付しております。



・メーカー向け伴走支援  
海事産業、農水産業を中心としたマーケティング、技術開発等の伴走支援を提供しております。省エネ関連の分野を得意としております



・廃棄わかめで牛用飼料の開発  
大船渡の廃棄わかめを活用した牛用飼料の開発をします。食欲増進、免疫ケア。その他海藻を活用した作物用の肥料の開発を行います。

合同会社海と緑の技術研究舎



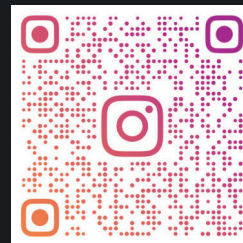
東京都江東区有明3丁目7番26号有明  
フロンティアビルB棟9階

お問い合わせはこちら

080-5728-7128

info@m-sat.co.jp

海と緑の技術研究舎



日本初! 「らいちょうN」が純燃料電池船として初めて船舶検査証書を交付されました(2024年)



## 実験船らいちょう開発の主な歴史

### 2010年 らいちょうI 建造

目的: 交通艇型実験船

特徴: 世界初の急速充電対応電池推進船のフィジビリティスタディ船

充電方式: 急速充電CHAdeMO

らいちょうI



### 2011年 らいちょうS 建造

目的: 水産系多目的実験船

特徴: 世界初のウォータージェット式 急速充電対応電池推進船

充電方式: 急速充電CHAdeMO

らいちょうS



### 2014年 らいちょうN 建造

目的: 次世代水上交通システム実験船

特徴: 水素を燃料とした水素燃料電池船の実用化実証実験船

充電方式: 急速充電CHAdeMO

### 2021年 NEDO事業に参加

NEDO「燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究 開発事業/燃料電池の多用途活用実現技術開発」におけるテーマ「商用運航の実現を可能とする水素燃料電池船とエネルギー供給システムの開発・実証」(採択事業者: 岩谷産業(株)、関西電力(株))において「東京海洋大学における実験船で得られた知見を明確化して、実際の実証運航にフィードバックする」ことを目的に、国土交通省策定「水素燃料電池船の安全ガイドライン」(2021年8月改訂)を遵守した純燃料電池船化に取り組んだ。

### 2024年 純燃料電池船として船舶検査証書交付

水素燃料電池とリチウムイオン2次電池だけで運航できるハイブリッド制御による純燃料電池船として、日本で初めて船舶検査証が交付された。

らいちょうN



## 今後の展開

- 2025年大阪・関西万博で運航する水素燃料電池船「まほろば」(建造: 岩谷産業株式会社)にこの成果を反映しています。さらに陸上の水素供給施設と船舶との間のトータルエネルギーマネジメントシステムなど、燃料電池・リチウムイオン2次電池ハイブリッド船における運航制御の研究成果を反映しています。

### 運行ルート

中之島ゲート - (約20分) - ユニバーサルシティポート - (約20分) - 夢洲(大阪・関西万博会場)

水素燃料電池船「まほろば」の詳細は、岩谷産業株式会社・水素燃料電池船特設サイト

<https://www.iwatani.co.jp/jpn/hydrogenfuelcellship/> をご覧ください。

## ● 研究の目的 (背景)

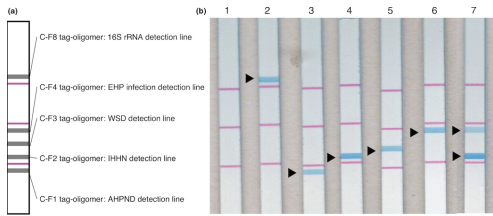
クルマエビやブラックタイガー、バナメイエビなどの甲殻類の養殖生産量は年々増加している。しかしながら、現場では細菌やウイルス、寄生虫を原因とした魚病被害が絶えない。

ヒトや魚と違い、甲殻類はワクチンによる病気の予防ができない。そこで、病気をいち早く診断し蔓延させないことが重要である。また、甲殻類の免疫を理解し、病気の原因細菌やウイルスに対しての抵抗性を向上させることも重要である。

そこで我々の研究室では、魚病をいち早く検出手法や魚病細菌を減少させる手法、クルマエビ類免疫の理解に向けた細胞分類手法の開発を行っている。

## ● 魚病診断の迅速化

PCRによる魚病細菌やウイルスのスクリーニングは感度も正確性も高いため有用である。一方で、通常のPCRでは反応後にゲル電気泳動を実施する必要があるため現場での利活用には制限がある。また、リアルタイムPCRでは迅速な診断が可能であるが、機器が高価であるため養殖現場での利用には不適である。そこで、クルマエビ類で問題となっている魚病細菌のPCR結果を目視で判別できる手法を構築した (Koiwai et al., *J. Fish Dis.*, 2018)。

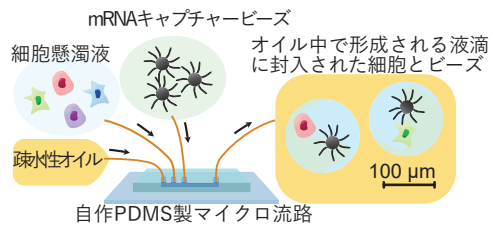


PCR結果を検出紙で検出した様子。(a) 使用前の検出紙の概略図。灰色のバンドは、各病原細菌由来PCR産物の検出位置を示す。(b) PCR-DNA クロマトグラフィーの結果の例。矢印は病原細菌特異的なPCR反応物の吸着結果を表す。1: 標的 DNA サンプルなし (蒸留水)、2: 非感染エビサンプル、3: AHPND 陽性サンプル、4: IHHN 陽性サンプル、5: WSD 陽性サンプル、6: EHP 感染陽性サンプル、7: IHHN と EHP 感染の二重陽性サンプル。

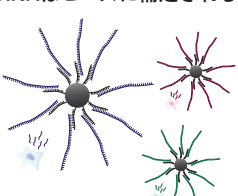
## ● シングルセル解析技術

研究者の人口が少なく、研究の歴史が浅い生き物では、細胞の解析ツールや実験手法が確立されておらず、どのような細胞が存在し、免疫機構においてどのように重要であるかを判断できない。シングルセルトランスクリプトーム解析は、1細胞内のpoly A鎖を有したmRNAを網羅的に解析する手法である。そのためscRNA-seqは、真核生物に共通して活用できる汎用性の高い技術であり、甲殻類にも適用できる。scRNA-seqからは、転写産物に基づいた細胞の分類が可能であり、さらに各細胞群のマーカー候補遺伝子や細胞分化経路を推定することができる。そこでscRNA-seqを活用し、甲殻類免疫担当細胞のカタログ化を実施している (Koiwai et al., *eLife.*, 2021)。

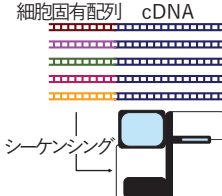
### A. マイクロ流路内で細胞とビーズは一定の割合で液滴内に封入される



### B. 液滴内で細胞は溶解し、mRNAはビーズに補足される



### C. ビーズからのライブラリー作製



研究で利用しているscRNA-seqの概要。細胞懸濁液とmRNAキャプチャービーズは、マイクロ流路内で疎水性オイルによって小さな液滴として区画化される(A)。その結果、一定の割合で細胞とビーズが1つずつ封入される液滴が生成される。mRNAキャプチャービーズ懸濁液に含まれる界面活性剤の効果で、細胞は溶解され、mRNAがビーズに補足される(B)。mRNAを補足したビーズを回収し、それをテンプレートにcDNA合成および次世代シーケンシング用のライブラリーを作製する(C)。ビーズには固有のバーコード配列が付与されているため、解析により、得られたmRNAの配列がどの細胞由来かが識別できる。本手法によって、数日以内に数万細胞由来のシングルセルトランスクリプトーム解析のライブラリーが調製可能である。

## ● 技術分野

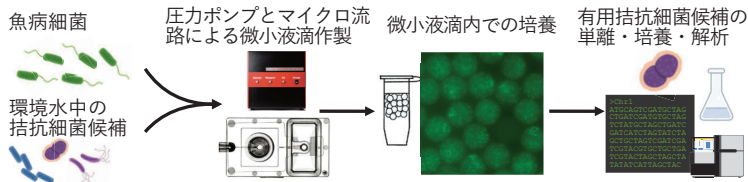
分子生物学、魚病学、魚介類免疫学

## ● キーワード

魚病診断、拮抗細菌、シングルセル解析

## ● 魚病細菌に対する拮抗細菌スクリーニング

魚病対策として、有用微生物製剤によるプロバイオティクス研究が進められている。しかしながら、新しい魚病細菌に対して有用な微生物を素早く発見することは既存の手法では難しい。そこで、近年活用が進んでいる微小液滴技術を汎用し、魚病細菌に対して拮抗阻害機能を有する有用微生物のスクリーニング系の構築を進めている。微小液滴はその直径が50 μmほどであり、1 mLのサンプルを1,000万以上の空間に区画化しスクリーニングを実施できる。

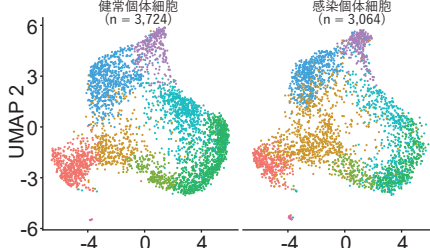


開発を進めている魚病細菌に対する拮抗細菌スクリーニング手法の概要。本スクリーニング手法が確立されることで、新規の魚病細菌に対しても拮抗作用を有する有用微生物のスクリーニング効率が格段に向上し、養殖現場での魚病被害の低減に貢献可能である。

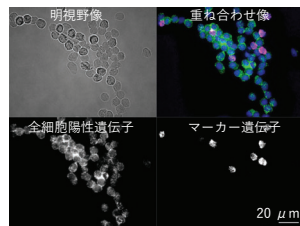
## ● ウイルス感染個体免疫担当細胞の挙動

クルマエビ類の養殖現場では、ウイルス病による被害が問題になっている。そこで、ウイルスがどのようにクルマエビ類の免疫を回避しているかを明らかにするため、ウイルスをクルマエビに人為感染させ、体液中に存在する血球細胞を網羅的シングルセルmRNA解析に供した。その結果、ウイルスの感染が抗菌ペプチド産生細胞集団の割合を減少させることを明らかにした。また、ウイルス感染の有無にかかわらずクルマエビの血球細胞を客観的に分類可能とするマーカー遺伝子を複数同定し、その発現パターンを顕微鏡観察することに成功した (Koiwai et al., *Mar. Biotechnol.*, 2023)。

### A. クルマエビ血球細胞のシングルセル解析結果



### B. マーカー遺伝子の発現確認



ウイルス感染クルマエビのシングルセル解析結果とマーカー遺伝子による細胞分類結果。ウイルス感染後の個体では、抗菌ペプチド産生細胞集団 (Hem4) の割合が低下していることを明らかにした(A)。このことは、ウイルス病の制御には本細胞集団の割合を増加させる必要があることを示す。シングルセル解析結果から得られたマーカーで分類される血球細胞 (B)。全細胞陽性遺伝子 (緑) と比較して、マーカー遺伝子 (マゼンタ) は特定の細胞のみその発現が確認された。マーカー遺伝子を用いることで、非モデル生物の細胞も客観的に分類が可能となる。

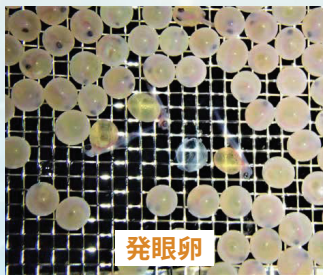
## ● 希望する産学連携体制

- 科学的根拠のある無脊椎動物用免疫賦活剤の開発およびその評価
- 特定の魚病に対する新規拮抗細菌のスクリーニングおよびそのスクリーニング元の提供
- 本技術は、クルマエビ類に関わらず細胞集団の組成を解析可能であるため、クルマエビ類以外での共同研究も希望

# 久米島美らサーモン

## 久米島における海洋深層水を利用した トラウトサーモンの陸上養殖

東京海洋大学・沖縄県海洋深層水研究所・エスペックミック株式会社は、久米島の海洋深層水を利用した、沖縄初のトラウトサーモンの陸上養殖技術の研究開発に取り組んでいます。



発眼卵を導入し、稚魚段階からの陸上養殖を実施

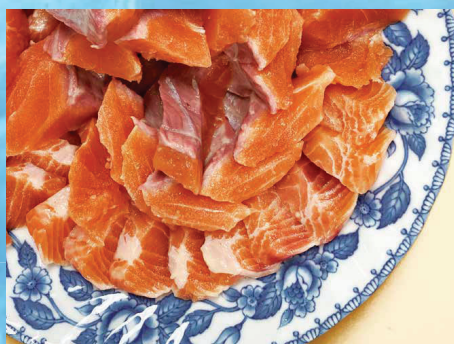
ワサビとのアクアポニックスも試験中



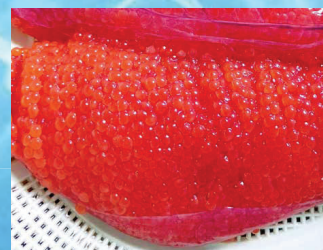
約 1.5 年で出荷サイズに成長



フィレにした状態



お刺身



“すじこ” もとれました

共同研究機関：東京海洋大学・沖縄県海洋深層水研究所・エスペックミック株式会社

協力機関：久米島町・久米島漁業協同組合

連絡先：エスペックミック株式会社 アグリ事業部 <https://www.especmic-agri.com/contact>



水町海斗・井上桂我・矢代彰子・矢代幸太郎（東京久栄）・田浦大成・片野俊也（海洋大）

## 技術分野

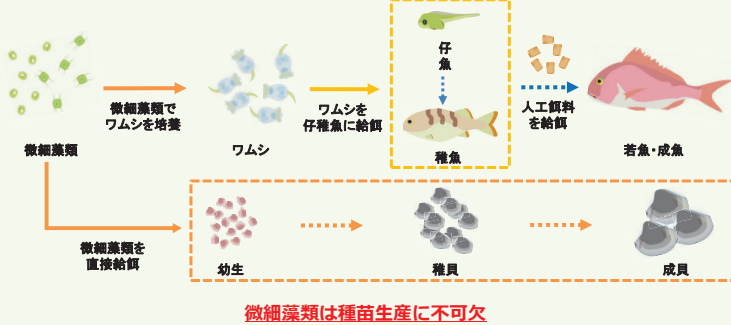
水産増養殖学、微細藻類学

## キーワード

種苗生産、微細藻類、餌料藻類、キートセロス

## 研究の背景

### 水産養殖での微細藻類の利用



#### 【問題と課題】

- ・ 微細藻類は培養が難しく、生産コストが高い
- ・ 栄養価が高い微細藻類を安価に生産する必要がある

#### 【研究の目的】

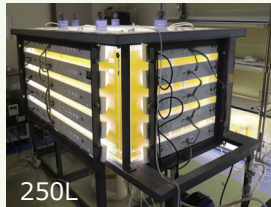
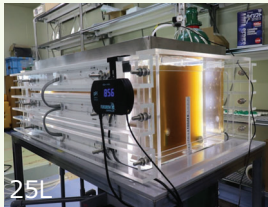
- ・ 増殖速度が速い藻類株の獲得
- ・ 高密度大量培養の実現
- ・ 操作が容易な培養装置の開発

## 研究成果 ② ALGAE MAKERの完成

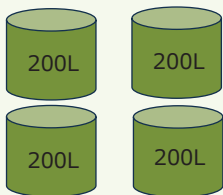
### 培養装置



装置カタログ



#### 従来のバッチ式培養

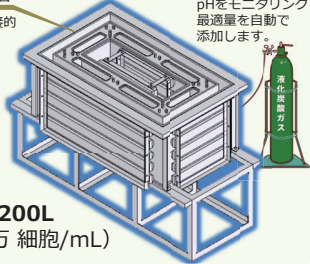


800L  
(200万細胞/mL)

水温調整水槽  
培養水槽の温度を間接的に自動で調温します。



#### 培養装置



## 今後の展望

本研究では、増殖速度が極めて速い微細藻類株を樹立し、操作が容易な培養装置を開発した。装置は、高密度培養が可能でスペースをとらず、培養条件の管理が容易である。培養が難しい種も安定的に培養できることから、水産餌料供給の大幅な効率化を目的に社会実装を図る。

装置はキートセロスだけでなく、イソクリシスなど多様な種類の微細藻類を高密度に培養できる。種苗生産は季節限定となりがちなことから、健康食品や医薬品原料、CCUSへの寄与など繁忙期以外の生産活動を提案していきたい。

## 関連特許出願等

特願2022-054719 餌料用藻類培養方法及び藻類用培地  
特願2022-131215 藻類培養装置

## 主な研究財源

- ・ 令和2年度新製品・新技術開発助成事業（公益財団法人東京都中小企業振興公社）
- ・ 農林水産業における革新的・先進的技術に関する研究助成事業【2023年度】（公益財団法人Konno&レスター財団法人）

## 研究成果 ① キートセロスの新系統樹立

### オリジナル藻類株 (ISG2-2)

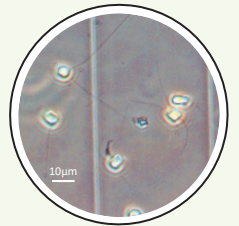
キートセロス (*Chaetoceros tenuissimus*)

サイズ：約 8μm

培養期間：3~5日

増殖速度：最大 7.3day<sup>-1</sup> (世界最速レベル)

最大密度：2000万細胞/mL



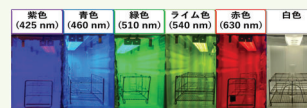
#### 細胞密度の推移 (25L培養装置)



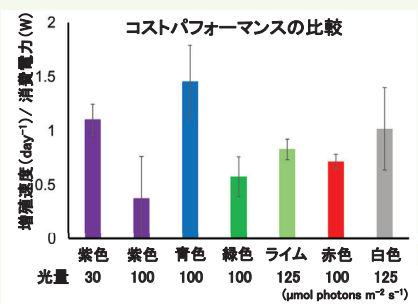
## 研究成果 ③ 増殖に対する光量と色の影響

### 効率的な光条件

ISG2-2を用いて紫色、青色、緑色、ライム色、赤色、白色それぞれで培養し、増殖速度、消費電力について比較した。



光量 100 μmol photons m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> の青色が最も効率的



⇒ 光源は他の株にも応用できる可能性。  
今後、EPAやDHA等の不飽和脂肪酸が高まる光条件を探る。

## 希望する産学官連携体制

本研究によりベンチスケールの試験が完了。今後はパイロットスケールの試験、商業プラントの設計・建設といった次のステージにおける連携体制を希望。

また、社会実装の多様性を検証するため、魚類種苗生産、二枚貝種苗生産、その他の利活用先との共同研究を希望。

魚肉は、畜肉と比較し筋組織が脆弱かつ内在性酵素活性が高いことから、その長期保存は困難であるとされてきた。また鮮度低下に伴い、呈味性および物性(テクスチャー、保水性)の低下、脂質酸化、臭気成分の生成等が進行する。ここでは我々が近年開発した魚肉の長期品質保持技術について報告する。

## 1. 魚肉長期熟成技術の開発

◎背景: 長期熟成魚(1週間-2ヶ月程度低温熟成させた魚肉)は、柔らかな食感を有し、強い旨味を呈するとして近年注目されている。

### 長期熟成魚製造時における課題

- ・冷蔵場所確保
- ・微生物増殖リスク など...

### (1) 深海

・低温高圧環境かつ未利用空間

### (2) 低温加熱・短時間での処理

### (1) 深海を利用した魚肉の長期熟成技術<sup>1</sup>

◎方法: カンパチ背側肉を駿河湾海底約2000 mで13-34日間熟成させた。

◎結果: 深海環境は、熟成期間中における一般生菌数の増加を抑制した(表1)。また、深海熟成によってタンパク質分解が促進され、呈味性成分である遊離アミノ酸が研究室熟成と比較して有意に増加した(図1および2)。

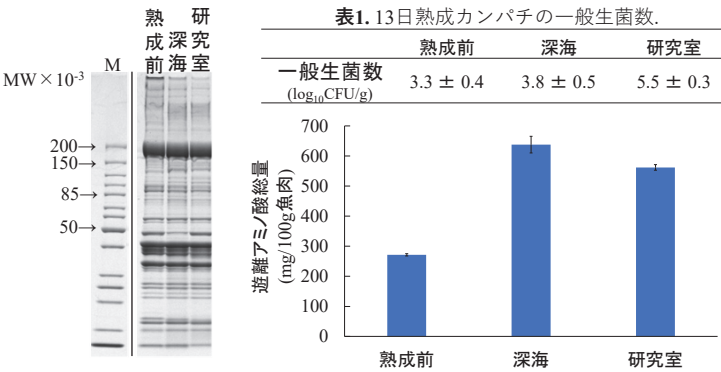


図1. 34日熟成カンパチのSDS-PAGE. M: 分子量マーカー.

図2. 34日熟成カンパチの遊離アミノ酸総量.

◎結論: 魚肉の深海熟成は、熟成時における**食中毒リスクを低減**させ、その**呈味性向上**にも寄与する。

1. Nakamura, Y., Sato, T., Takatori, M., Hirama, T., Oshima, K., & Takahashi, K. (2021). Impacts of deep-sea aging on quality of greater amberjack (*Seriola dumerili*) and bluefin tuna (*Thunnus orientalis*) meats. *LWT*, 146, 111326.

### (2) 低温加熱を利用した熟成促進技術

◎方法: カンパチ背側肉を45°C以下の低温で30分間加熱した。

◎結果: 低温加熱試料では非加熱試料と比較して、魚肉が軟化し(図3)、タンパク質分解が促進された。また色調変化も制御可能であった(図4)。

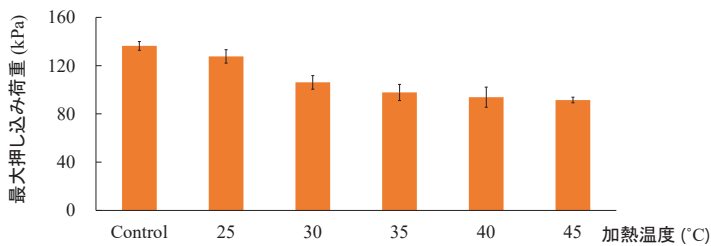


図3. 異なる温度で30分間加熱したカンパチの最大押し込み荷重. Control: 非加熱試料.

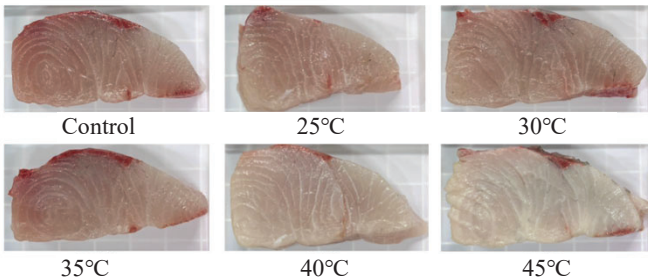


図4. 異なる温度で30分間加熱したカンパチ. Control: 非加熱試料.

◎結論: 低温加熱によって、魚肉**色調**を保持すると同時に**熟成を促進**させ、**柔らかなテクスチャー**を有する刺身が**短時間で調製**できる。

## 2. 魚肉内在性酵素の利用によるテクスチャー保持

◎背景: 水産物製品では、魚肉内在性酵素であるトランスグルタミナーゼを利用したゲル化(坐り)によってテクスチャーの向上を図っている。本研究では、この手法を応用し、魚肉のテクスチャー保持を試みた。

魚肉+NaCl→筋原線維タンパク質の溶解

低温保管→トランスグルタミナーゼの触媒作用によりタンパク質が重合、ゲル化する。

◎方法: マアジ血管へNaCl溶液を注入し、5°Cで14日間保存した(図5)。



◎結果: NaCl注入試料では、保存に伴う破断強度の低下が抑制された(図6)。NaCl注入試料では保存期間に伴う筋原線維タンパク質の重合が確認された(図7)。

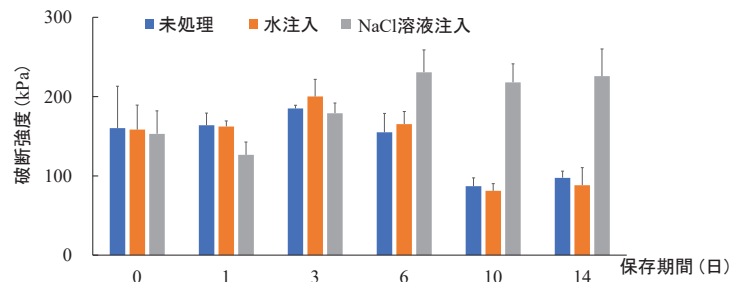


図6. マアジ筋肉の破断強度.

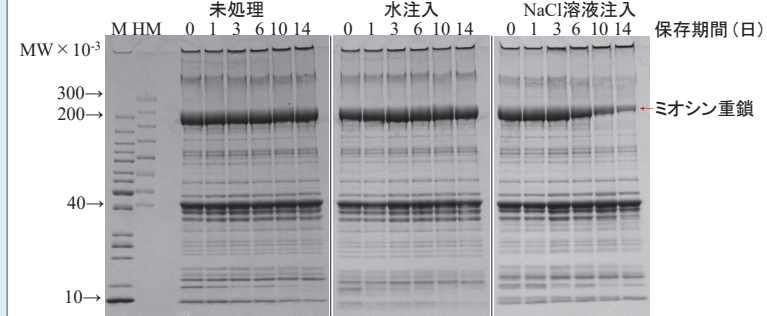


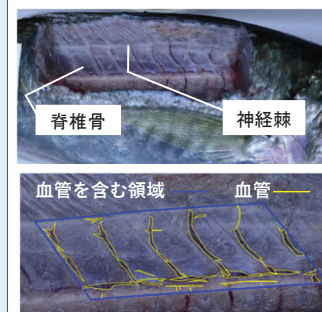
図7. マアジ筋肉のSDS-PAGEパターン. M, HM: タンパク質分子量マーカー.

◎結論: 血管へのNaCl注入処理によりすることで、マアジ筋肉の**テクスチャー保持**が可能である。(東京海洋大学より特許出願済)

## 3. 画像解析による脱血程度の定量評価

◎背景: 脱血処理は、魚肉の品質保持を目的に広く行われているが、水産現場において、迅速に脱血度合を定量評価する手法は確立されていない。

脱血処理→脂質酸化抑制、臭気成分低減 など



これまでの脱血度合定量法 (ヘモプロテイン含量測定) →実験操作が煩雑、時間を要する。

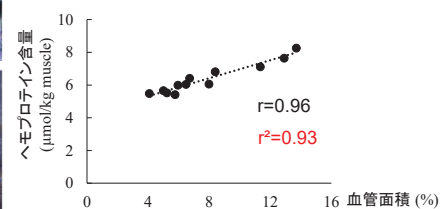


図8. (上) 撮影画像. (下) 血管面積抽出例. 図9. 血管面積とヘモプロテイン含量の相関.

◎方法: 画像解析技術によって、血管面積を算出した(図8)。また、魚肉のヘモプロテイン含量を測定し、血管面積との相関関係を検討した。

◎結果: 血管面積とヘモプロテイン含量を直線回帰したとき、強い正の相関を示した(図9)。

◎結論: **画像解析**により、魚肉の脱血程度を迅速定量評価することが可能である。→**水産現場での品質管理に利用**(東京海洋大学より特許出願済)

## 研究室情報

東京海洋大学  
食品物性学研究室公式HP  
リンクはこちら→



研究室紹介動画  
(YouTube)  
リンクはこちら→



## 【本取り組みについて】

- 東京海洋大学には、海洋・船舶の研究に関わる高度な分析が可能な多くの研究機器や実験水槽があり、それらを活用した共同研究等の産官学連携に取り組んでいます。
- 2023年3月、Webシステムを利用し、本学の持つ共同利用機器の検索、利用申請・予約等を行うことのできる「オープンファシリティシステム」を実装しました。
- オープンファシリティシステムは、共同利用機器を利用したい方のためのシステムです。
- 共同利用機器が可視化されており、ニーズに応じた研究機器をお探しいただけます。
- 学外の方も利用可能です（有償）。
- 共同利用機器の使用料（利用負担金）は、研究設備・機器を安定的に維持・運用するために活用いたします。



## 【共同利用が可能な機器（一例）】



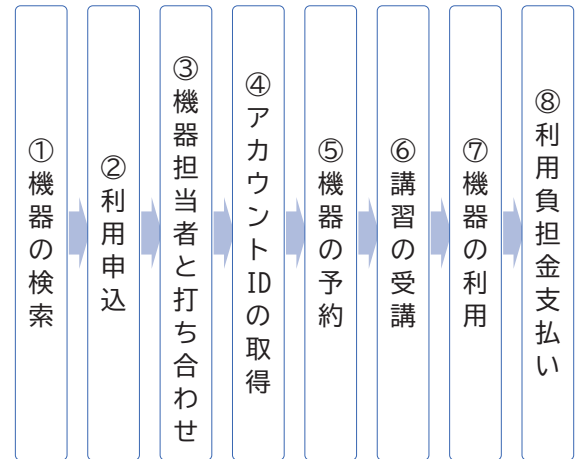
Webサイトイメージ

## 【利用形態】

共同利用：利用者が自ら機器を操作し、分析・測定を行う場合  
 委託利用：利用者が機器担当者に分析・測定等を委託し、担当者が機器を操作して当該作業を実施し、得た結果等を利用者へ納める場合

- \* 機器・設備によって、共同利用と委託利用どちらかのみ受付可能としている場合があります。
- \* 授業・研究室の利用状況等により、ご利用できない時間帯があります。
- \* 機器・設備によって、設備の操作方法等に関する指導・支援・講習等や、受託内容に関する技術相談・指導等の経費、あらかじめ料金設定が難しい消耗品にかかる実費を利用負担金に追加いただくことがあります。

## 【基本的な利用の流れ】



## 【利用負担金】

番号	機器名	【共同利用】		【委託利用】		番号	機器名	【共同利用】		【委託利用】	
		利用負担金		利用負担金				利用負担金		利用負担金	
1	船舶運航性能実験水槽	30,000円/日		40,000円/日		22	ガスクロマトグラフ質量分析システム	3,000円/時間		5,000円/時間	
2	核磁気共鳴装置400MHz: BRUKER	平日7~19時	4,700円/時間	5,800円/時間		23	高分解能クリーブメータ (レオナー)	3,000円/時間		5,000円/時間	
		平日0~7、19~24時、土日祝	2,350円/時間								
3	核磁気共鳴装置600MHz: BRUKER	平日7~19時	4,700円/時間	5,800円/時間		24	分光測色計	3,000円/時間		5,000円/時間	
		平日0~7、19~24時、土日祝	2,350円/時間								
4	桌上型核磁気共鳴装置23MHz: Oxford	平日7~19時	1,100円/時間	4,400円/時間		25	クリーブメータ	3,000円/時間		5,000円/時間	
		平日0~7、19~24時、土日祝	550円/時間								
5	試料水平型多目的X線回折装置	3,000円/時間		5,000円/時間		26	SDS解析システム	3,000円/時間		5,000円/時間	
6	次世代シーケンシングシステム一式	利用不可		50,000円/ラン		27	フーリエ変換赤外分光光度計	3,000円/時間		5,000円/時間	
7	顕微鏡水槽	10,000円/日		20,000円/日		28	ポータブルラマン分光光度計	3,000円/時間		5,000円/時間	
8	垂直循環型回流水槽	40,000円/日		60,000円/日		29	万能高速カメラ・ミキサー	3,000円/時間		5,000円/時間	
9	電子顕微鏡 SEM Hitachi S4000	利用不可		20,000円/日		30	経緯度赤モジナイザー一式	3,000円/時間		5,000円/時間	
10	電子顕微鏡 FEI Quantix250	利用不可		20,000円/日		31	フリーズドライ	3,000円/時間		5,000円/時間	
11	電子顕微鏡 TEM JEOL	利用不可		20,000円/日		32	分光蛍光光度計	3,000円/時間		5,000円/時間	
12	電子顕微鏡 EPMA JEOL	利用不可		20,000円/日		33	ロータリーエバポレーター	3,000円/時間		5,000円/時間	
13	ゲルマニウム半導体検出器 (同軸型)	20,000円/検体		25,000円/検体		34	ケルダール蒸留装置	3,000円/時間		5,000円/時間	
14	ゲルマニウム半導体検出器 (井戸型)	20,000円/検体		25,000円/検体		35	万能高速カメラ・ミキサー	3,000円/時間		5,000円/時間	
15	NaIシンチレーション式ガンマカウンター	20,000円/検体		25,000円/検体		36	石川式攪拌攪拌機	3,000円/時間		5,000円/時間	
16	液体シンチレーションカウンタ	20,000円/検体		25,000円/検体		37	加熱乾燥式水分計	3,000円/時間		5,000円/時間	
17	低バックグラウンド型α/β計測装置	20,000円/検体		25,000円/検体		38	紫外可視分光光度計	3,000円/時間		5,000円/時間	
18	スキャナータイプ画像解析装置	20,000円/検体		25,000円/検体		39	ミートチヨッパー	3,000円/時間		5,000円/時間	
19	紫外可視分光光度計	3,000円/時間		5,000円/時間		40	【HPLC (高速液体クロマトグラフ)】 【ATP関連機器、糖質分析用】	3,000円/時間		5,000円/時間	
20	高速冷却离心机	3,000円/時間		5,000円/時間		41	液体クロマトグラフィー・タンデム質量分析計 (LC-MS/MS)	20,000円/日 (オーバーナイト分析含む)		100,000円/日 (オーバーナイト分析含む)	
								3,000円/時間		5,000円/時間	
21	【HPLC (高速液体クロマトグラフ)】 【AMS/AMS分析用】	3,000円/時間		5,000円/時間		42	X線マイクロCTスキャナ	11,000円/時間		13,000円/時間	

※ 24時間を超え48時間以内の場合は2日、48時間を超え72時間以内の場合は3日、以降同様とする。

本学の共同利用機器の利用をお考えの方は、以下のサイトをご確認のうえ、共同利用機器利用受付 (open-facility@m.kaiyodai.ac.jp) までご連絡ください。



東京海洋大学共同利用機器の外部貸し出しについて  
<https://www.kaiyodai.ac.jp/research/researchequipment/>