

FRA NEWS

vol.
58

水産業の未来を拓く

2019.3

水産業のミライにつなげる工学技術



Contents

- 2 水産業のミライにつなげる工学技術
- 22 アンケート結果
- 23 刊行物報告／執筆者一覧
- 24 会議・イベント報告
- 24 編集後記



水産業のミライにつなげる工学技術

水産工学研究とは、水産業が抱える問題を解決するために、土木や機械など工学的な技術を用いて、より安全で効率のよい漁業や養殖業を実現させるための研究です。本号では、最新の水産工学研究を紹介するとともに、未来の水産業に向けて私たちが取り組んでいる工学技術の展開について紹介します。

日本の水産業が抱える問題点

日本はかつて世界一の漁業生産量を誇る水産大国でした。しかし、2016年には世界第7位に後退。現在、日本の水産業は、次のような課題を抱えています。

① 漁業就業者の減少・高齢化

漁業就業者数は1980年代の40万人強から現在は16万人に減少し、65歳以上が約38%を占めています(図1)。その理由として、水産業では事故の発生率も高く、依然として3K(危険・きつい・汚い)の状態にあるのに加え、漁業収入が減少していることが考えられます。

② 沿岸漁業生産の落ち込み

沿岸漁業生産量は80年代の約200万トンから、現在は約100万トンに半減しています(図2)。沿岸域の水産生物の生産力が低下し、水産資源が大きく減っていると考えられます。

③ 養殖生産の停滞、収益率低下

養殖業の生産量は、世界では右肩上がりに増加して1億トン以上に達しているのに対し、日本では90年頃をピークに現在は100万トンに留まっています。とくに魚類などの給餌きゅうじが必要な養殖では飼料コストが経営を圧迫しているうえ、毎年赤潮による被害が発生しています。

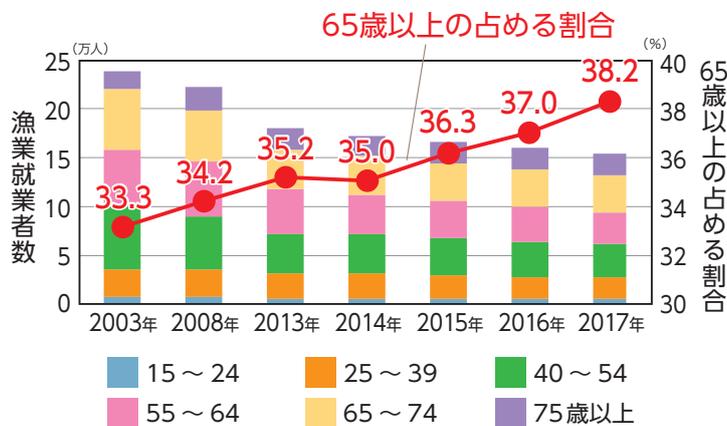


図1 日本の漁業就業者数の推移



水産工学研究所
ひがのじゅんや
日向野 純也

*農林水産省「漁業センサス」(2003年、2008年、2013年)及び「漁業就業動向調査」(2014～2017年)のデータをもとに作図

④ 気候変化による影響

地球規模の気候変化により、海面上昇や海洋生態系の変化、台風の大規模化など水産業を取り巻く環境が激変しています。

水産工学による問題解決

これらの問題を解決し、未来の水産業を活気ある産業にするために、漁船・操業の電動化・自動化、漁港・漁村の防災機能強化、水産生物の生息環境の整備、工学技術を導入した新しい養殖施設などの研究に、工学以外の分野と連携して取り組む必要があります。

以下に紹介する個々の研究を有機的に組み合わせることにより、たとえば「再生可能エネルギー活用漁港を核とした環境配慮型漁業・養殖業システム」や「浮体式プラットフォームを用いた安全で快適な漁業・養殖業システム」のような未来の水産業や漁村をデザインし、提案することをめざしています。

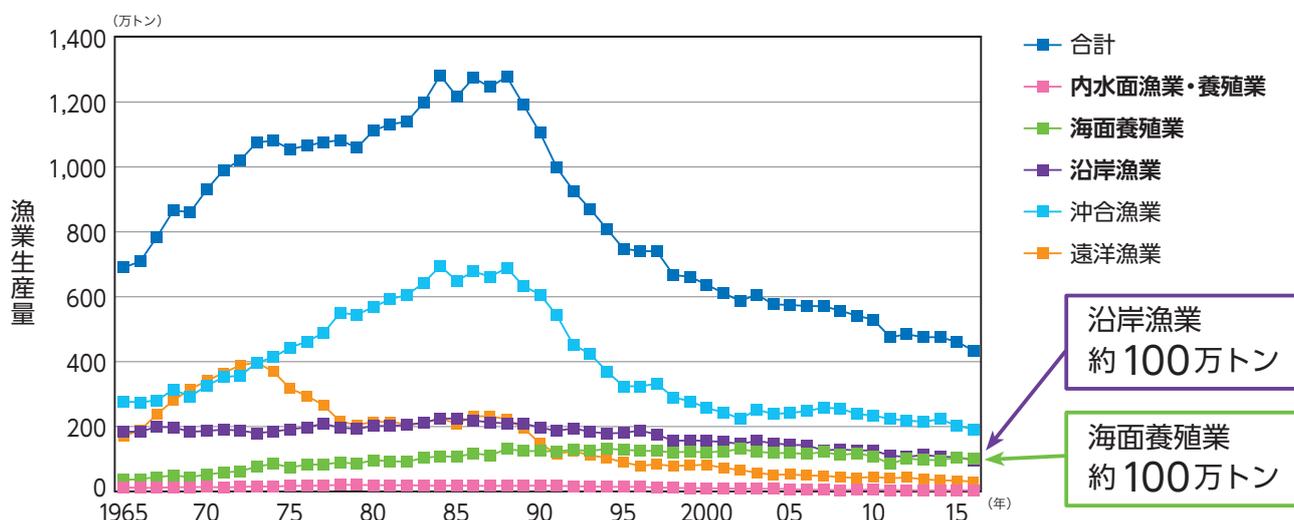
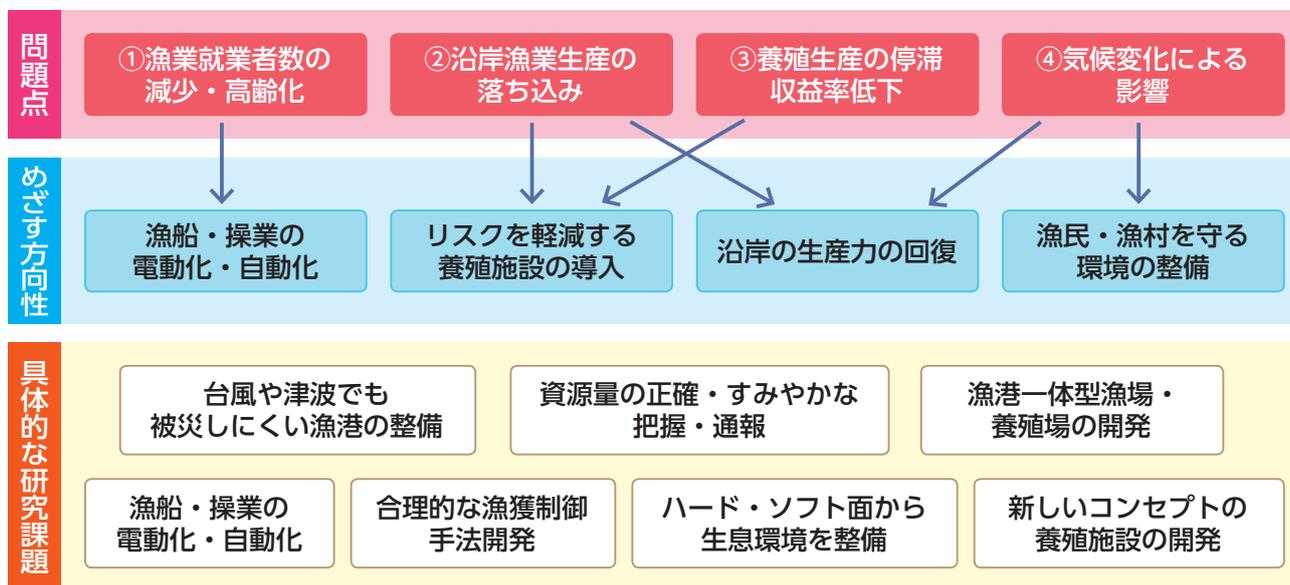


図2 日本における漁業生産量の変化

*平成29年度漁業白書 (http://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/h29_h/trend/1/t1_2_2_1.html) のエクセルデータをもとに作成



日本の水産業の抱える問題点・めざす方向性・具体的な研究課題

ロボット漁船をめざす自動航行技術

衝突しないシステムを開発

航行中も魚の探索や漁労機器の準備などの作業をするため、航行だけに集中することが困難です。そのため、商船に比べ事故が発生しやすく、その事故原因の約3割を「衝突」が占めています。

少子高齢化の影響により、漁船漁業の従事者の高齢化、後継者不足が顕著になっているなか、漁船の安全な航行を支援するための自動航行技術の開発が求められています。

現在、水産研究・教育機構は、自動航行技術の根幹をなす避航システムを開発しています。避航システムとは、相手の船や陸との衝突を避けながら目的地へ自動的に航行するシステムのことで、これまでコンピュータを用いた仮想空

間でさまざまな研究を行ってきましたが、実際の漁船で使用する前に、模型船を用いた検証実験を十分に行う必要があります。

そこで今、海上衝突予防法（長澤モデル）を取り入れた手法と、「深層学習（ディープラーニング）」という人工知能を用いた手法の2種類について、当機構の大型実験水槽で、それぞれの有効性を検証しています（写真）。これまでに最大4隻の自律航走模型船を用いた避航実験をしました。

まず、非常に船が混み合った海域を水槽で再現して実験したところ、長澤モデルでは、15分で2回程度（実船では1〜2時間に2回程度に相当）衝突しました。一方、人工知能では、30分以上（実船では2〜3時間以上に相当）衝突



水産工学研究所
漁業生産工学部
漁船工学グループ
まつだ あきひこ
松田 秋彦

せずに航行できることが実証されました（図）。

将来はロボット化

これら自動航行技術の成果をさらに発展させ、航行時の衝突回避を支援する操船支援システムの実用化を急ぎます。そして、将来的には、無人で自動的に漁場へ行き、漁労作業をして帰港する、賢く働き者のロボット漁船の実現をめざしています。

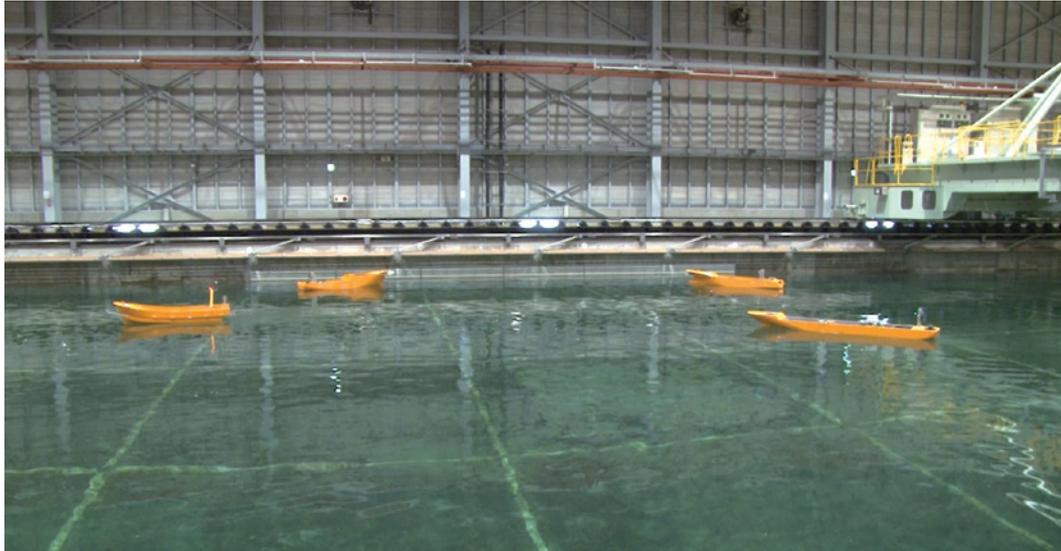
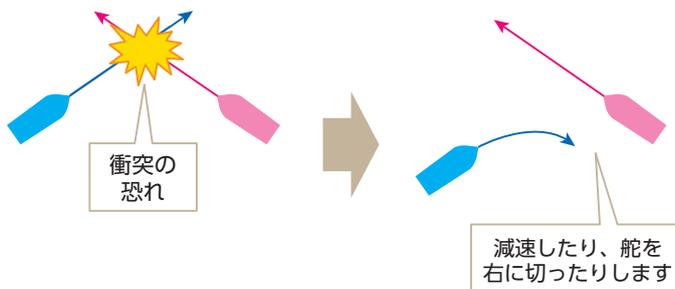


写真 大型実験水槽での検証のようす（4隻）
当機構 水産工学研究所内（茨城県神栖市）

海上衝突予防法（長澤モデル）の衝突防止手順

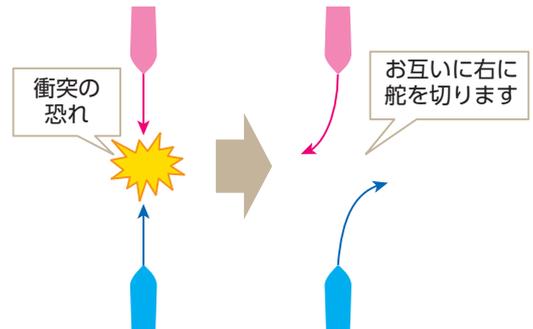
<横切船の場合>

2隻が互いに進路を横切り、衝突のおそれがあるときは、相手船を右側に見る方の船が相手船を避けます



<行き会い船の場合>

2隻の船が真向かいに行き会う場合で衝突のおそれがあるときは、互いに相手船の左側を通過します



混み合った海域を再現した水槽でテスト

長澤モデル

1時間に2回程度衝突が発生



人工知能

2~3時間衝突なし



図 海上衝突予防法の衝突防止手順（長澤モデル）と、水槽で再現テストをした結果

CO₂排出量ゼロ！ オール電化の養殖漁船

CO₂排出削減の取り組み

地球温暖化対策は、未来を見すえた国際的な取り組みです。水産研究・教育機構は、漁船のディーゼルエンジンから排出されるCO₂を減らすための省エネ化を進めています。これまでに、操船者が燃料消費をリアルタイムに把握して、省エネ運行・操船を行えるよう「見える化装置」を開発しました（写真1）。さらに、ディーゼルエンジンを使わないオール電化の漁船の研究開発を開始しました。まずは、航続距離が短く、日帰り操業する養殖漁船の電動化をめざしています。

養殖漁船をオール電化に

ぶり類・まぐろ類などの海面養殖で使



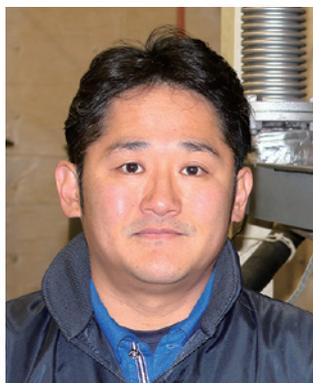
魚見台に設置された見える化装置のタッチパネルディスプレイ



ブリッジに設置された見える化装置のタッチパネルディスプレイ

写真1 見える化装置

う漁船数は約1万2千隻、排出されるCO₂量は年間64万トンに上ります。船の動力は、すべてディーゼルエンジン



水産工学研究所
漁業生産工学部
漁船工学グループ
みぞぐち ひろやす
溝口 弘泰

から供給されるため、漁船の電動化には、バッテリー容量・重量、航続距離（※）、搭載漁労機器（魚を取り上げるクレーンや、アジ・サバなどの生き餌を給餌する投餌機など）の消費電力量などのデータを取得する必要があります。そこで、まぐろ養殖漁船（写真2）の協力を得て、「見える化装置」で1日の燃料消費量を1年間分計測しました。この結果、1日の最大電力消費量が435キロワット時であることが明らかになりました。

※航続距離：船舶が燃料を最大積載量まで積んで航行できる最大距離のこと



オール電化から見える未来

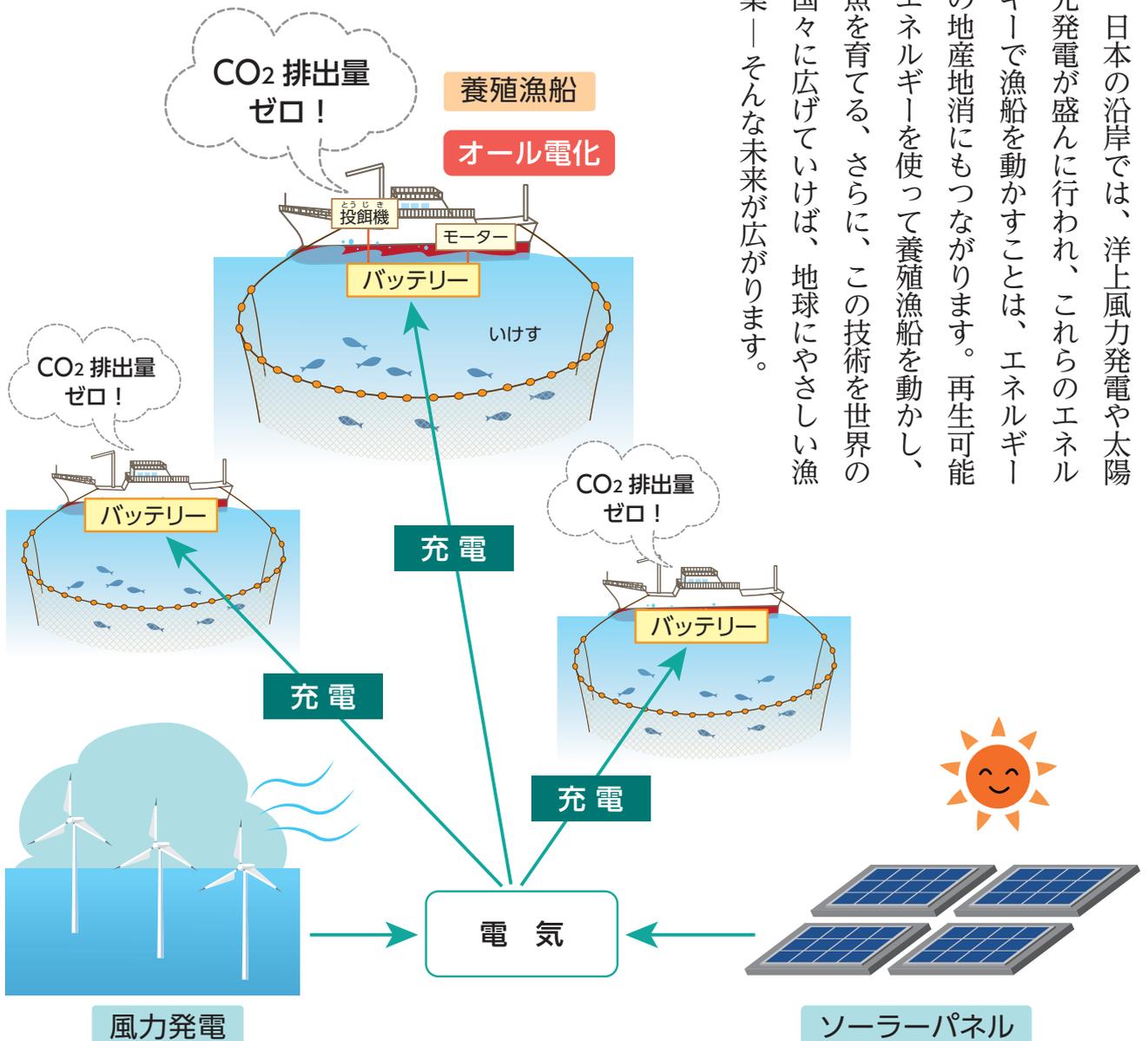
その条件を満たすバッテリーやモーターが搭載でき、かつ作業がしやすい船型や電動漁労機器を研究して、オール電化漁船の開発を進めています。

温室効果ガス削減のためには、バッテリーに充電する電気も、化石燃料からつくられたものではなく、再生可能エネルギーからつくられたものを利用することが重要です。



写真2 19トン型養殖漁船

日本の沿岸では、洋上風力発電や太陽光発電が盛んに行われ、これらのエネルギーで漁船を動かすことは、エネルギーの地産地消にもつながります。再生可能エネルギーを使って養殖漁船を動かして、魚を育てる、さらに、この技術を世界の国々に広げていけば、地球にやさしい漁業—そんな未来が広がります。



ウェザールーティングで最適航路を選定

漁船用ウェザールーティング

風や波、海流などの気象海象情報は、インターネットやスマホアプリなどを通して出漁や操業判断に広く利用されています。また、燃油消費量やCO₂削減は漁船運用上の大きな関心事です。このことから、気象海象情報を漁船の航海の安全性向上や省エネに利用することを目的として「漁船用ウェザールーティングシステム」を開発しました。

ウェザールーティングは航海中の風、波、海流などの情報から、安全で燃料消費量や航海時間が最少となる航路を選択する考え方です。外洋を航海する大型商船を対象に長年研究が行われ、サービス提供されてきました。水産研究・教育機構が開発した漁船用ウェザールーティ

ングシステムは、商船用システムを改良したものです。ノートパソコンで、商船よりも小さく漁獲量などで航海中に航走や安全の性能が大きく変わる漁船の航海をシミュレーションできるようにしました。

システムを利用する際は、ネット回線などで得た最新の気象海象情報を用いて、船の揺れや燃料消費量などを計算し、目的地への航路の安全性や航海時間、最少燃料航路や最短時間航路を算出して、最適な航路を選べます。

効果を確認

近海かつお一本釣り漁船で、このシステムの効果を実船検証しました。宮崎沖から伊豆諸島南端の漁場に向かう往路（図1）では、通常の針路一定航路（※1）と比べ、船の揺れが小さく、燃料消



水産工学研究所
漁業生産工学部
漁船工学グループ
三好 潤

費量の少ない、黒潮にのった航路を選択することができました。漁場から水揚げ港の勝浦漁港に向かう復路（図2）では、市場開場時刻に合わせて最短時間航路を選択することで、より多くのカツオを釣り上げるために漁場滞在時間を延長することができました。

未来の漁船への応用

2018年には70年ぶりに漁業法が改正され、漁業制度の改革と、それにとみなう漁船の総トン数規制からの転換が示

※1 針路一定航路：特定の2地点の間を船がまっすぐに進む航路のこと

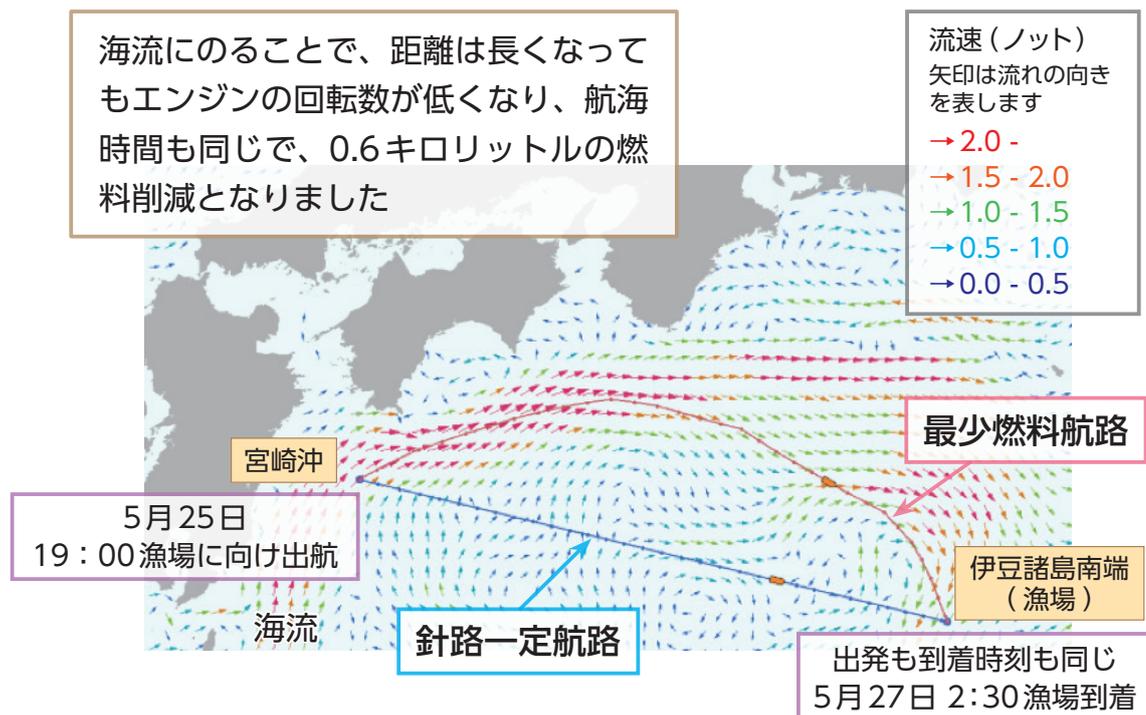


図1 宮崎沖から伊豆諸島南端漁場への往路(2016年に実施)

赤線(→)は最少燃料航路(エンジン回転数1199rpm※2)、
青線(→)は針路一定航路(エンジン回転数1323rpm)。最少
燃料航路は0.6キロリットルの燃料消費量削減となりました

されました。当機構では、漁船の設計段
階でウエザールーティングを用いた航海
シミュレーションを繰り返して、安全性や

採算性、乗り心地などを十分に評価・検
討することで、新しく、持続的で夢のあ
る漁船を提案していきます。

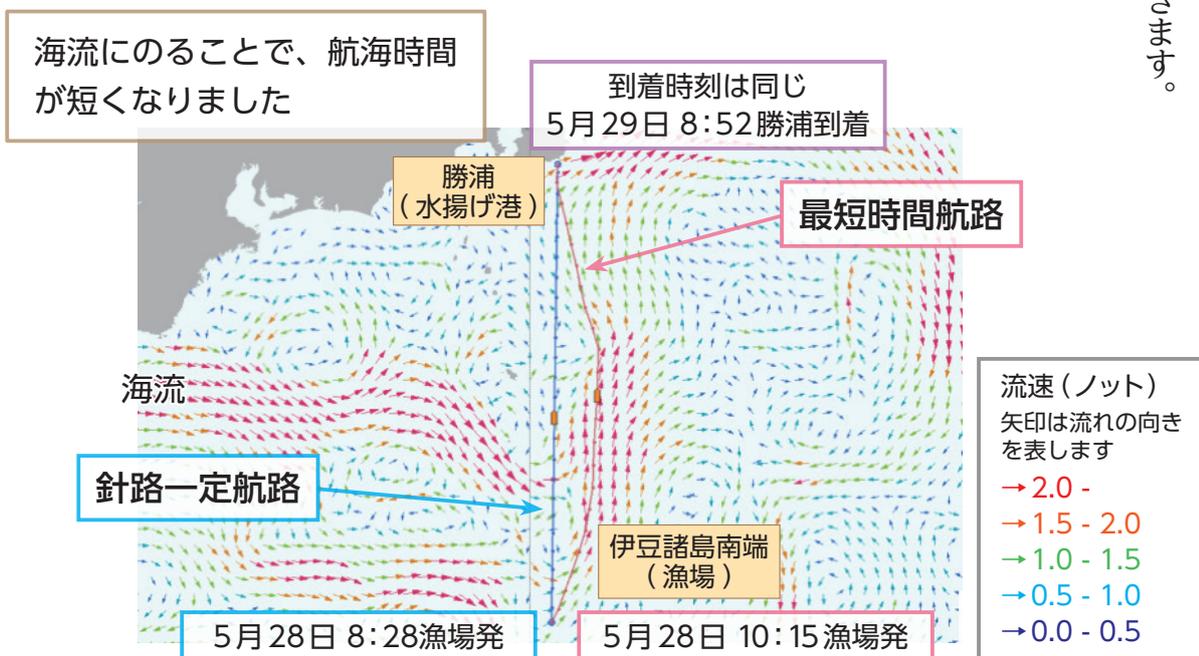


図2 伊豆諸島南端漁場から水揚げ港の勝浦漁港への復路(2016年に実施)

赤線(→)は最短時間航路(エンジン回転数1350rpm)、青線(→)は針路
一定航路(エンジン回転数1350rpm)。最短時間航路は時間短縮となるた
め、漁場滞在時間を確保できました

※2 rpm: 回転が1分間に繰り返される回数を示す単位のこと。回転毎分。

人の代わりに魚を釣る！自動釣り機の開発

再びニーズが高まる自動釣り機

カツオの一本釣り漁業は、刺し身やたたきで人気のカツオを供給するのに大きな役割を果たしています。この漁業は竿で魚を釣り上げる漁法であるため、高い釣りの技術を持つ乗組員を多く必要とし、人材と人件費の確保が経営の負担となっています。

このような状況を改善するために、釣り作業の自動化、すなわち自動釣り機の開発が長年の課題となっています。

魚の自動釣り機は、過去にも実用機として一定程度普及したものがありませんが、現在は生産・販売されていません。魚を釣り上げる性能や安全性が低かったことに加え、1990年代に外国人乗組員を雇用できる制度が導入されて人手不

足が緩和されたことが、本格的に普及しなかった要因とされています。

しかし、近年は、国内の労働力人口の減少に加え、外国人乗組員の出身国の経済発展などによって労働市場に変化が起きており、将来、乗組員の雇用問題はますます厳しくなると考えられています。

このような背景のもと、遠洋かつ釣り業界からの要望を受け、サーボモーターを動力とする一軸式の電動自動釣り機（以下、試作機）の開発を行いました（写真1）。

サーボモーターは産業用ロボットの動力として広く使われている装置で、精密な動作を行うことができます。これを動力として採用することで、乗組員の魚を釣り上げる動作に近い制御プログラムの組み込みが可能となりました（図）。



写真1 漁船に取り付けられた試作機
一番手前が試作機。カツオを釣り上げたところ



開発調査センター
浮魚類開発調査グループ
木村 拓人

大型魚も釣り上げ可能に

さらに、水産庁補助事業（※）により、試作機をもとに開発された実証機（写真2）では、大型魚を釣り上げるために高出力のサーボモーターが採用されました。また、船の揺れに応じた竿の動きも付け加えることで、釣り針を水中に保持する能力も向上しました。このような改良が加えられことで、釣り機の隣で釣り作業をする乗組員ひとりが釣り上げる量の62・9%を釣り上げることが可能となりました（写真3）。

今後は、早期の実用化をめざし、さらに釣り上げる能力を向上させるとともに、安全性の検証についても取り組んでいきます。

※水産庁の補助事業「平成29年度省エネ・省コスト・省力化技術導入実証事業」と「平成30年度省エネ・省コスト・省力化技術導入実証事業」

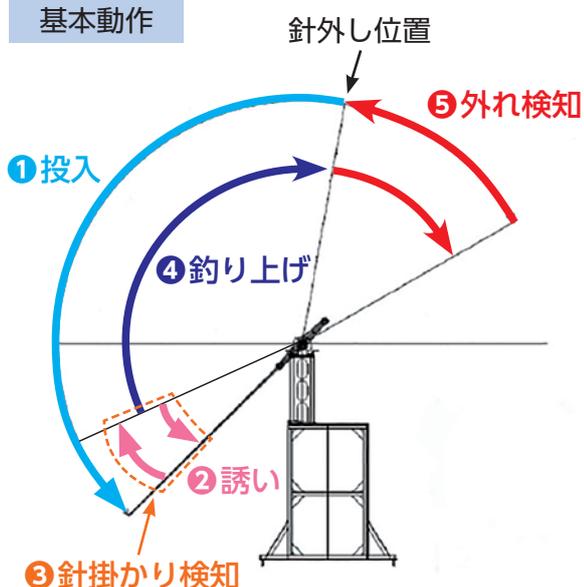


写真3 試験中の実証機



写真2 試作機（奥）をもとに開発した実証機（手前）

基本動作



- ①投入**
竿を回転させて擬餌針^{ぎじえ}を投入します
- ②誘い**
擬餌針を上下小刻みに動かします
- ③針掛かり検知**
モータへの負荷で魚がかかったかを検知します
- ④釣り上げ**
速度と位置制御で釣り上げます
針外し位置で竿を急停止し、魚と擬餌針の速度差で針を外します
- ⑤外れ検知**
モータへの負荷で針から魚が外れたかを検知します。

図 電動自動釣り機の仕組み

ほしい魚だけを獲る！ 定置網

定置網の外に出したい生物たち

定置網（図1）は生物を網の中に誘い込んで獲る網漁具で、全国各地の沿岸にあります。定置網は、いろいろな生物がより入りやすく、より出にくい構造へと経験的に工夫されてきました。

しかし最近では、地域ごとに漁獲量が制限されているクロマグロがたくさん入ってしまうこと、クラゲ類、アザラシ類などが入り込むことで起こる漁業被害が問題になっています。この対策として、新しい工学技術で分かった生物の行動をヒントに、特定の生物だけを網の外へ放すなどの技術開発を進めています。

行動の観察から始まる技術開発

定置網に入った生物の中から特定の種

類の魚だけを網の外へ放すためには、目的の魚とほかの種類の生物それぞれについて、昼間だけでなく夜の行動も調べるのが重要です。それには、生物の行動に影響するライトを使わず、音波を使って海中を撮影する機器（音響カメラ）が役に立ちます。

たとえば、音響カメラなどによって、クロマグロは表層を、ブリは底層を泳ぐ習性があることが分かりました。この習性を利用し、クロマグロの小型魚だけを逃がす技術（図2）の開発に各地で取り組んでいます。こうした取り組みによって小型魚の漁獲量を減らすことができれば、クロマグロは近い将来に大きく増えることが、水産庁のウェブサイト「くろまぐろの部屋」（※）で予測されています。



水産工学研究所
漁業生産工学部
漁具・漁法グループ
やまさき しんたろう
山崎 慎太郎

混獲を防止する定置網

混獲を防止する技術は、現在は網に入った生物の種類や大きさで分けたり放したりする方法が中心です。これに加えて、生物の種類を知ることができるソナー（音波を使って物体を探る機器）などを利用して網に入る生物を事前に選択できれば、より効率よく混獲を減らすことができます。定置網にやってくる魚の種類や大きさを、早くから予測することも必要です。このような技術の開発を進め、資源を上手に持続的に利用していく定置網漁業をめざします。

※「くろまぐろの部屋」（水産庁） http://www.jfa.maff.go.jp/j/tuna/maguro_gyogyou/bluefinkanri.html

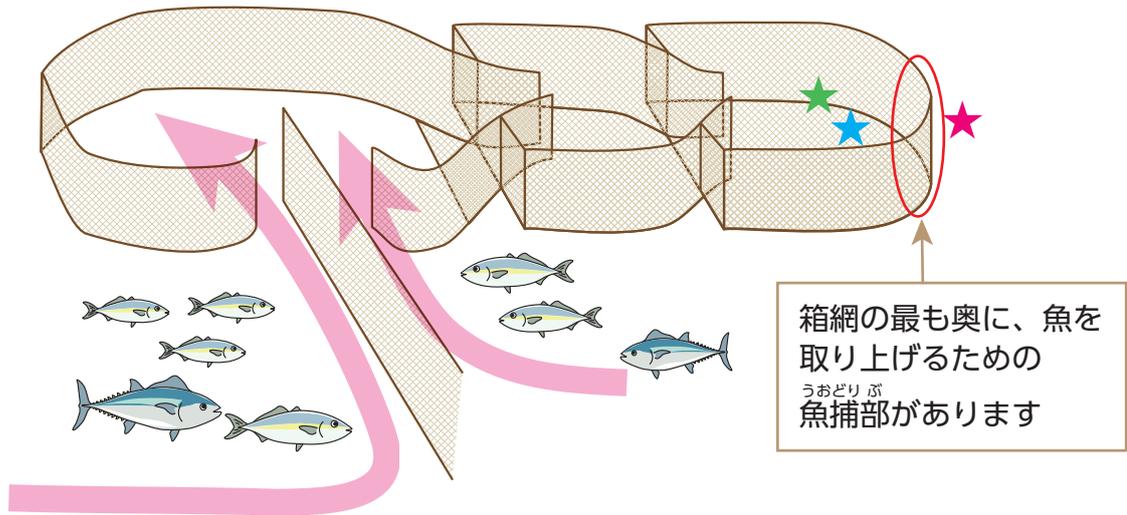
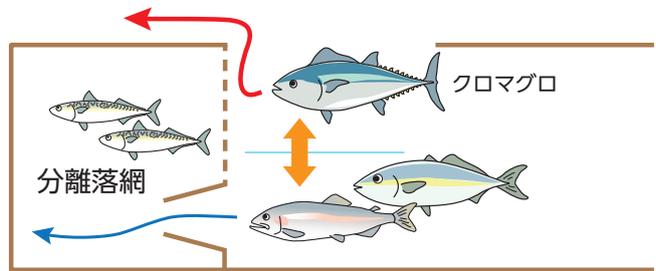


図1 定置網のしくみ

分離落網 (※1)

表層を泳ぐクロマグロを上から逃がします

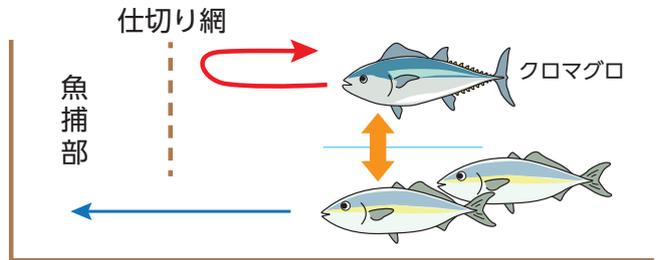
- 形状：箱状
- 位置：箱網の外に接続 (図1の★)



仕切り網 (※2)

表層を泳ぐクロマグロ^{うおどり ぶ}を魚捕部の手前でUターンさせます

- 形状：のれん状
- 位置：箱網内に設置 (図1の★)



すくい網 (※3)

表層を泳ぐクロマグロをすくい上げて逃がします

- 位置：船から投入 (図1の★)

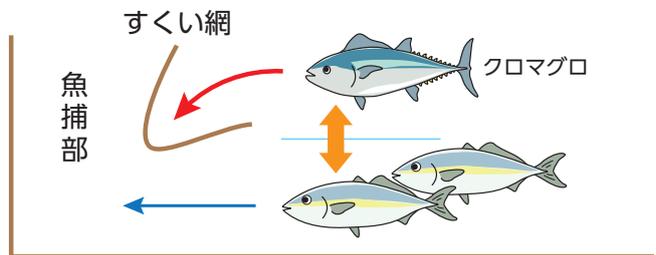


図2 クロマグロを網の外に逃がす技術

*この成果は、平成26年度 農林水産業の革新的技術緊急展開事業「定置網に入網したクロマグロ幼魚の放流技術の開発」と平成29、30年度 水産庁補助事業「太平洋クロマグロ漁獲抑制対策支援事業」によるものです
http://nrife.fra.affrc.go.jp/seika/kuromaguro/kuromaguro_index.html

※1 平成29年度太平洋クロマグロ漁獲抑制対策支援事業で岩手大学ほかが開発

※2 平成30年度太平洋クロマグロ漁獲抑制対策支援事業で京都府ほかが開発

※3 平成30年度太平洋クロマグロ漁獲抑制対策支援事業で石川県ほかが開発

進化する魚群探知技術

漁業生産を持続していくために

平成29年度水産白書によると、日本の漁業・養殖業生産量は、1984年の1282万トン进行ピークに95年頃にかけて急速に減少し、その後は緩やかな減少傾向が続いています。日本周辺の漁業生産量（沿岸漁業、沖合漁業）は、2016年で293万トンと06年（395万トン）の約4分の3になっています。また、獲り過ぎを防ぎ、資源を持続的に利用するために、魚種別の個別漁獲割り当て制度（IQ制度）の導入も考えられています。

このような状況のなかで漁業生産を持続していくためには、魚種ごとの現存量を把握したうえで、漁獲にかかるコスト（探索時間など）を減らし、単価の高い

魚を選択して獲る必要があります。

広帯域魚群探知機の開発

魚群探知機は、漁獲のために魚を探知するだけでなく、魚を獲らずに現存量を直接的に調査する手法として世界中で使用されています（計量魚群探知機）。そのうえで、上記の課題を解決するために、漁場予測と精度の高い魚種・魚体長推定機能が重要になります。

魚群探知機は、魚から返ってきた超音波の反射音（エコー）を検出します（図1）。個々の魚から返ってきたエコーを解析すると、魚の種類や大きさ、遊泳速度、遊泳方向などを推定できます。

近年では、一度に複数の周波数を幅広く含む（広帯域）超音波を扱える広帯域魚群探知機が出現しています。広帯域魚

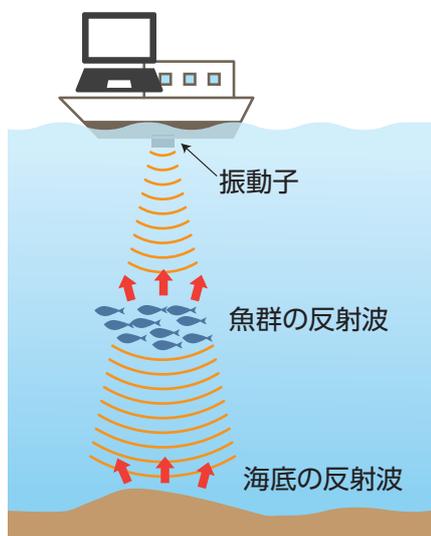


図1 魚群探知機のしくみ

群探知機は、信号処理により、これまで難しかった、群れの中にある個々の魚からのエコーを得ることができます。水産研究・教育機構では、メーカーや大学と共同で、より遠くまで探知できる低い周波数を使う広帯域魚群探知機を開発を進



水産工学研究所
 漁業生産工学部
 水産情報工学グループ
 さわだ こういち
 澤田 浩一

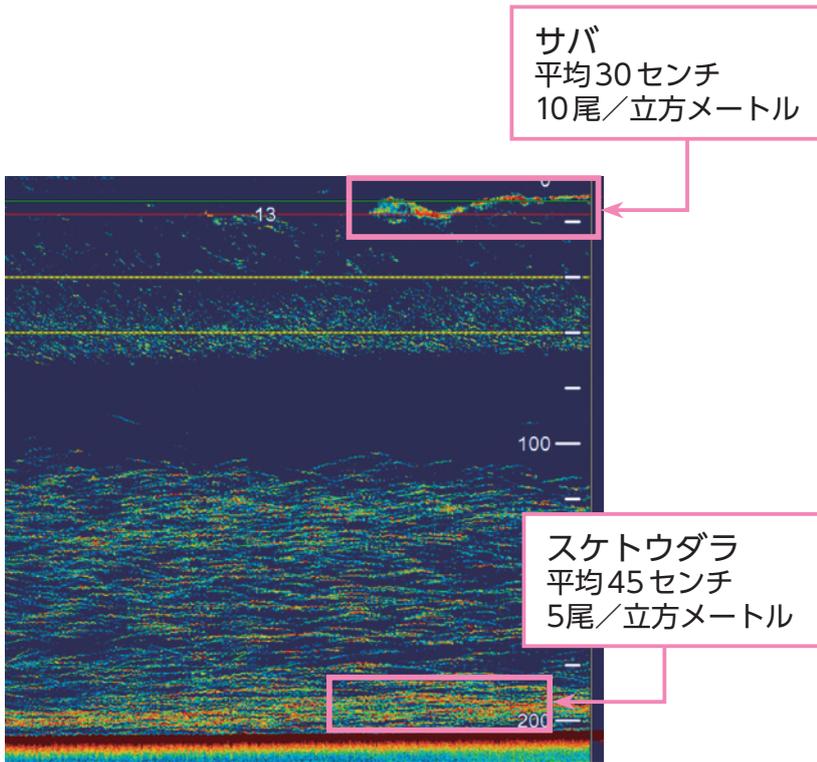


図2 開発中の広帯魚群探知機の画像
次世代の広帯域魚群探知機では、分布密度、魚種、魚体長の推定ができるようになります(図中の魚種、体長はイメージ)

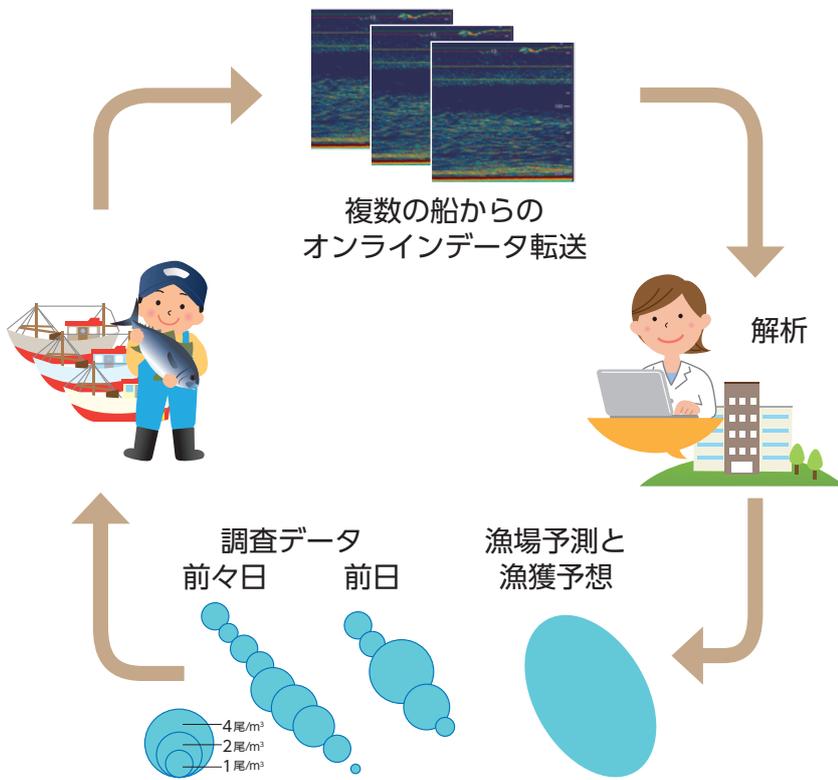


図3 魚群探知機データのオンライン化と漁海況・漁場予想

きめ細かい資源管理へ

めています(図2)。また、調査船に装着されている魚群探知機をオンライン化し、魚群情報をほぼリアルタイムに知るための研究を行っています。

魚群探知機はほとんどの漁船、遊漁船

に搭載されています。分布密度、魚種、魚体長推定機能を持たせた新しい魚群探知機を搭載し、そのデータをオンラインで集めれば、魚の種類と大きさに関する情報がたくさん集まり、翌日の漁場予測などを行うことができます。また、日々の現存量の推定ができるので、きめ細か

い資源管理にも有効です(図3)。漁船・遊漁船データや調査船データを使って、より精度の高い漁海況予報を漁業現場に届けることで、魚群探索にかかる労力や燃料を削減し、効率的な漁獲につなげるとともに、魚種別の資源管理にも活かすことをめざしています。

*この成果は、水産庁委託事業「資源評価精度向上のための次世代型計量魚群探知機の開発事業」によるものです。

震災復興と大規模自然災害への備え

東日本大震災での甚大な被害

東日本大震災では、東北地方を中心に319もの漁港が被災しました。地震にともなう津波によって防波堤・防潮堤がズレたり転倒したりするなど甚大な被害を受け、漁港・漁村では防波堤・防潮堤を乗り越えた津波によって多くの貴重な人命・財産が失われました。

今、東日本大震災を教訓とした震災復興や、南海トラフ巨大地震・津波に対する備えが求められています。また、2018年9月の台風21号により大阪湾で高潮被害が発生するなど、激化する高波・高潮対策も重要な課題です。

これまでの対策の成果

高波・高潮に対する防波堤・防潮堤な

どの構造物の安全確保や、漁船が安全に停泊できる漁港の整備については、これまで、水理模型実験(※)やシミュレーションにより現象を解明し、それらの設計手法の構築を図ってきました。得られた成果は全国の漁港整備で活用されているほか、開発途上国の漁港整備にも活かされています(写真1、2)。

また、地震・津波に対する防波堤・防潮堤、岸壁の安全確保についても、研究開発に取り組み、成果は震災復興に反映されています。

大規模災害に強い漁港・漁村に

大規模自然災害に対する備えとして、防波堤・防潮堤などの老朽化対策を講じた、想定を超える地震・津波などが発生



水産工学研究所
水産土木工学部
水産基盤グループ
おおむら よしひろ
大村 智宏

した際にも、構造物がすぐには壊れない「粘り強さ」が発揮されることにより、人命を守る取り組みが重要です(図)。

とくに、津波対策は、東日本大震災を契機に漁港・漁村における防災・減災対策の研究開発を重点的に実施してきましたが、さらなる検討を重ねて技術を高めていく必要があります。

今後は、情報通信技術や人工知能を活用して防潮堤の門扉や水門の開閉状態を把握し、効率的かつ効果的に門を開閉できる技術を開発するなど、ハード・ソフ

※水理模型実験：水の流れや波によって起きる現象の影響を模型を使って調べる実験



写真2 整備中の漁港

成果をもとに、現在、トーゴ共和国ロメ漁港を整備しています(2019年1月30日撮影)
【写真提供】水産エンジニアリング株式会社 隠木 俊人氏

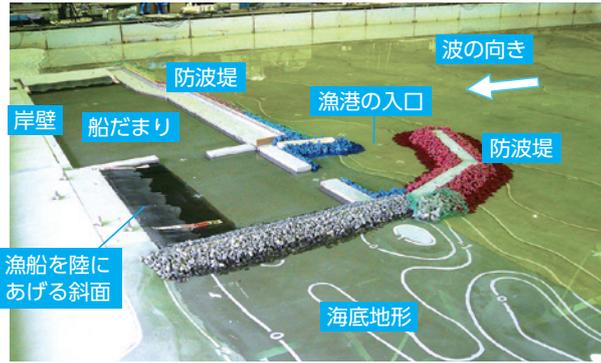
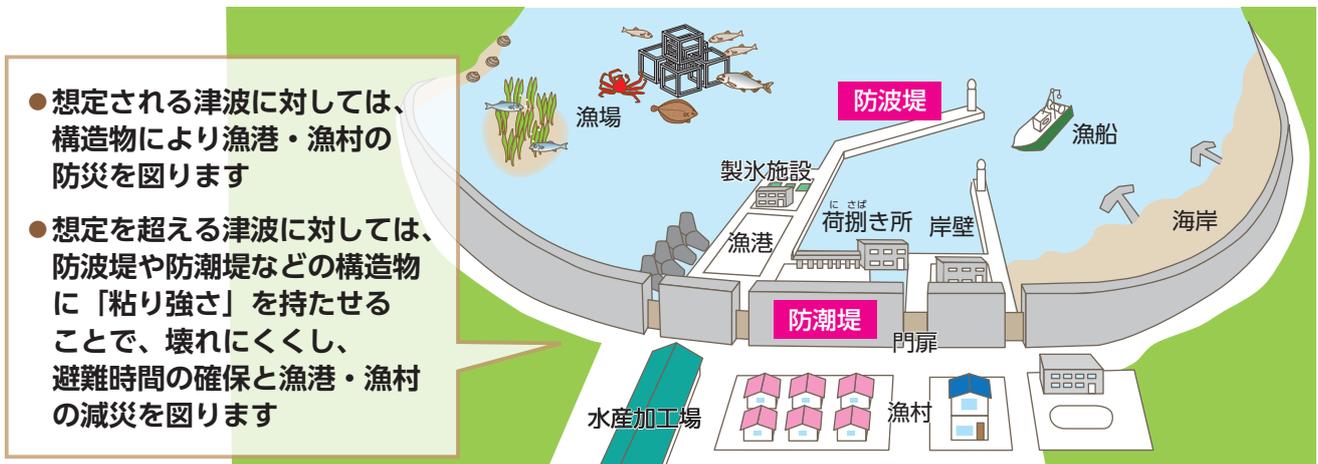


写真1 トーゴ共和国の漁港の水理模型実験

漁港や海底地形の模型を50分の1の縮尺で製作し、波の影響などを実験で確認。その結果から、漁港に適した防波堤の配置形状の提案などをしました

ト両者の技術で大規模自然災害の克服をめざしていきます。



防波堤と防潮堤による多重防護



ハード・ソフト技術による多重防護

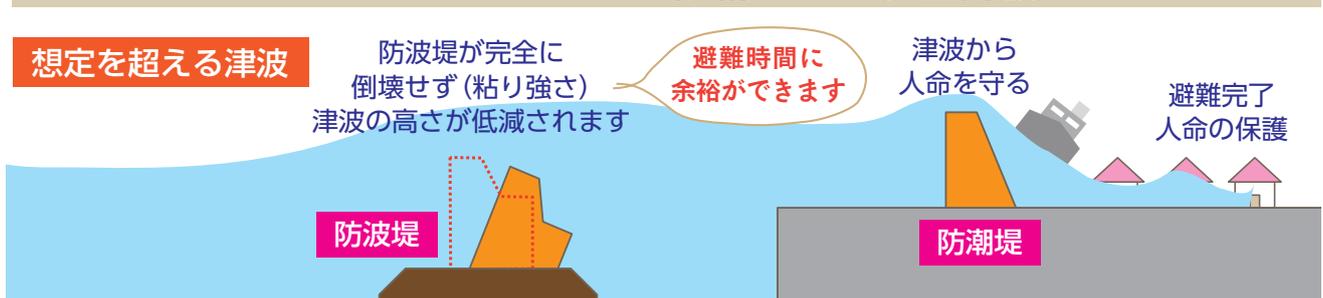


図 津波に対する漁港・漁村の防災・減災対策

漁場整備による沿岸水産資源の回復

低迷する沿岸漁業

沿岸漁業の生産量は減少傾向が続き、2016年にはついに100万トンを下回りました。

その理由は、森や川を下って海に流れ込む、植物プランクトンの栄養となる窒素やリンなどの栄養塩の低下、地球温暖化による生息環境の変化、陸域の開発による生息場所の減少など、さまざまな原因で水産資源が減ってしまったからと考えられています。また、近年では、ゲリラ豪雨による大量出水や荒天時の強風化などによって、沿岸の環境に大きな変化を及ぼすようになっていきます。

魚介類の生息環境を整備

沿岸の魚介類の資源を回復させるた

めには、これらの生態に適した環境を復元・維持しなければなりません。水産研究・教育機構は、波浪や流れの環境下における生物の行動や定着性を観察する室内実験装置やさまざまな観測機器を用いた現地調査・実証試験を行ってきました。

たとえば、海藻が繁茂しなくなる「磯焼け」が起こるのは、おもにウニや魚類が海藻をたくさん食えることが原因なので、ウニを食える生き物を利用したり、ウニを取り除いたりすることで藻場の回復につながっています。また、アサリは波による海底面のかく乱により、生息する場所が制限されていることから、砂利などを使った漁場を造ることで、アサリを育てて漁獲するまでつなげていきます。



水産工学研究所
水産土木工学部
生物環境グループ
南部 亮元



写真 魚礁に群れる魚

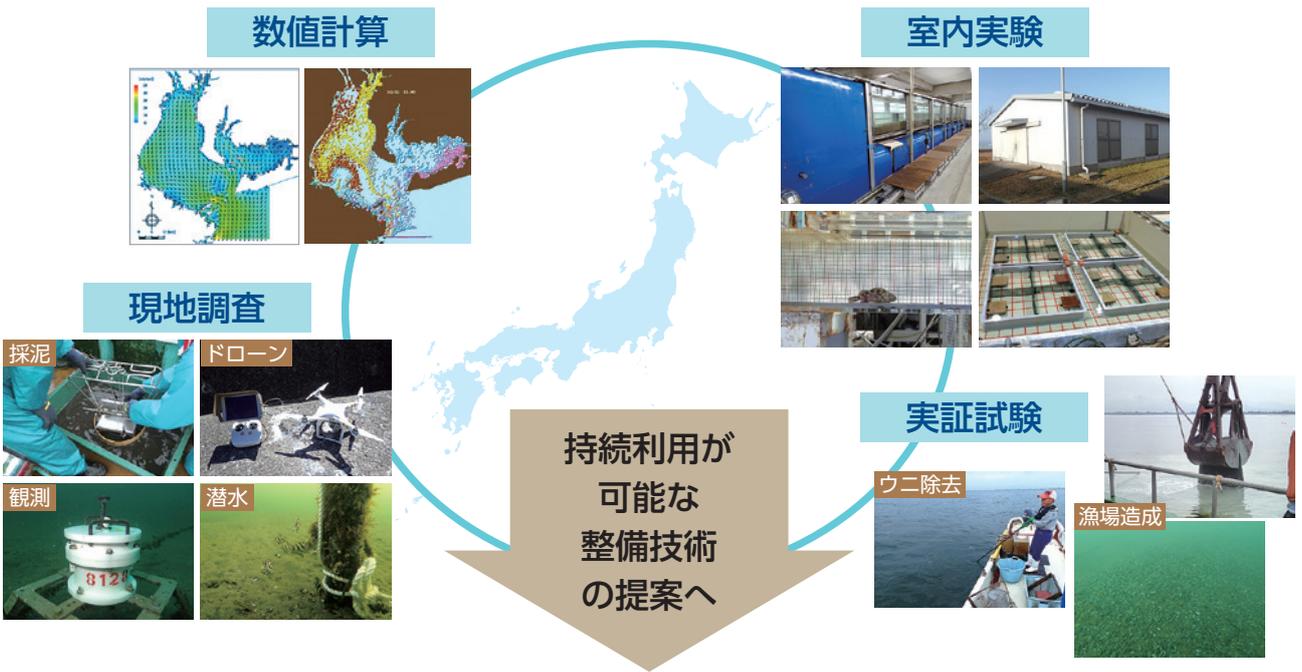
生産回復をめざした連携

漁業法が改正され、沿岸資源管理の強化や養殖場の利活用が大きく変わりました。

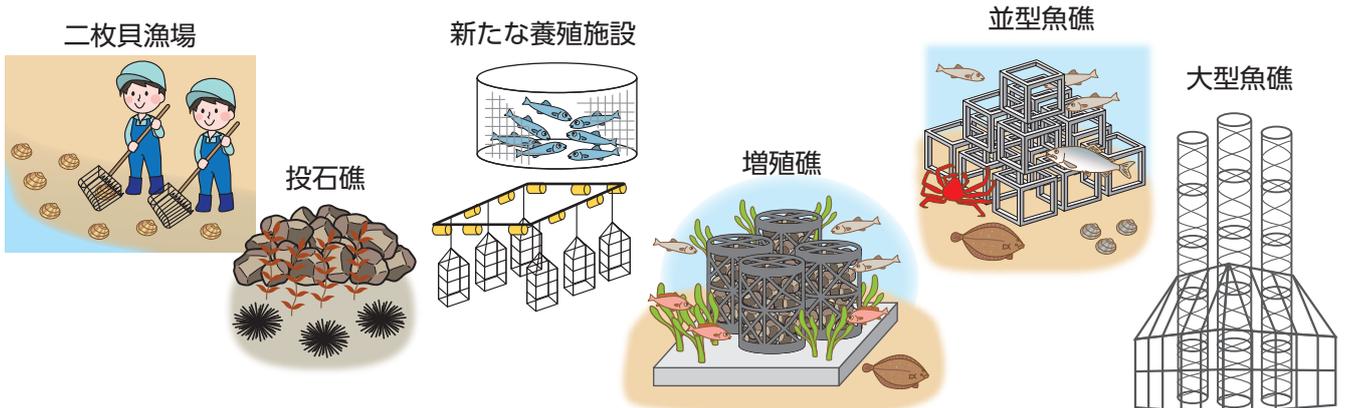
今後は、多種多様な水産生物に対して漁場や養殖場の整備が必要となります。日本には約3千の漁港がありますが、これらの漁港とその周辺施設を利用した新たな漁場・養殖場を開発することも有効な手段になるでしょう。また、気候変動・環境変化に対して頑健性を持った漁場や養殖場・施設の整備技術の開発が重要となります。

工学の研究だけではこれらを進めることはできません。全国の生物系の研究者と連携して、「現地調査」「数値計算」「室内実験」「実証試験」の四位一体の手法を駆使して水産生物の生態に適した環境条件を解明し、干潟・沿岸・沖合での漁場や増殖場整備の技術開発の拠点として沿岸漁業の生産回復をめざします。

干潟から沖合域までの漁場・養殖場整備技術開発



干潟 砂浜域 浅海域 沿岸域 沖合域



さまざまな技術を結びつけるシステム研究

システム研究の効用

ここまでは、具体的な工学技術に関する研究を紹介しました。最後に、これらの技術の使い方を考える研究を紹介し

ます。世の中はさまざまな物ごとが関わって成り立っています。このような物ごとの集まりが「システム」です。システムのなかで、物ごとはときに思いがけない結果を生むことがあります。

たとえば「道路を広げても、その分、交通量が増えるので、渋滞は解消しない」というアメリカの経済学者の研究結果があります。これは「道路」「利便さ」「人間の心理」などが関わり合って、新たな道路ができて、そこに入ってくる車の数が増えるので、期待どおりの結果

につながらない事例です。こうした物ごととの関わり合い方を解き明かすのがシステム研究です。

技術を活かすために

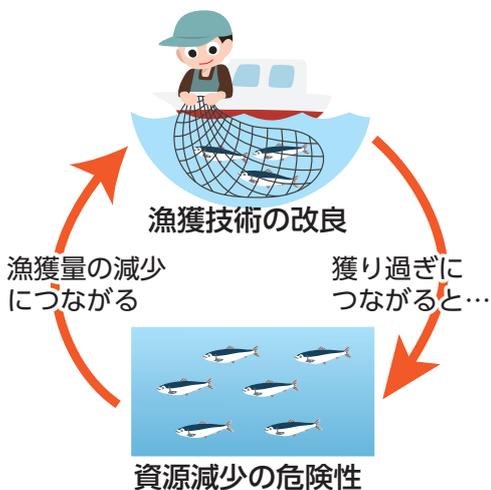
水産業のシステムのなかでの、物ごとの関わり合いを考えてみます。

たとえば、漁具を改良したら、よりたくさん魚が獲れるかもしれないけれど、獲り過ぎて魚が減ったら、結局は、あまり獲れなくなるでしょう。

あるいは、魚を獲る工程を機械化したとします。この作業を楽にすること自体が目的ならば、これでゴールです。一方で、少ない人数で漁に出られるようになることが目的ならば、人手を要するほかの作業、たとえば魚を選別したり、箱詰めしたりする作業工程も改善しなければ



水産工学研究所
水産業システム研究センター
越智 洋介



技術を活かすために
結果的に何をもちたらすのかを考える

バランスが大切



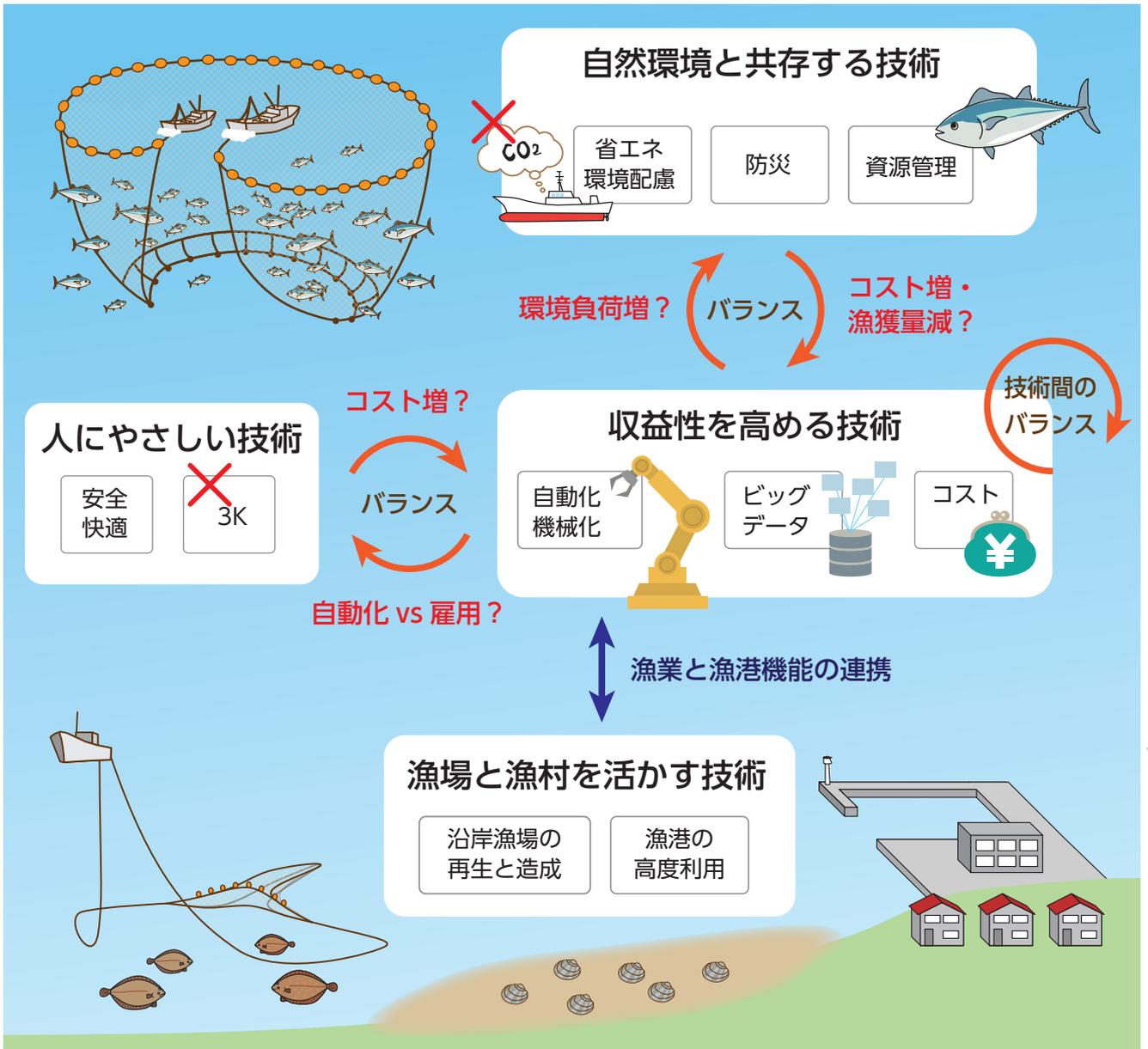
ば、目的は達成できないかもしれないかもしれません。また、機械がとても高額ならば、今までどおり大人数で仕事をしたほうがいいのかもかもしれません。

一つひとつの技術を活かすために大切なのは、物ごとの関わり合いのなかで、その技術が結果的には何をもたらすのかを、よく考えることです。

水産業のミライ

本特集の冒頭で示したミライを実現するためには、ここで取り上げたようなさまざまな工学技術を活用し、さらに、資源・海洋研究や、利用加工技術、増養殖技術をバランスよく結びつけることが必要です。

水産業の抱えるさまざまな問題点を同時に解決する、そのためにどのような技術を創り、組み合わせるか、そんなミライへの羅針盤を示せるように、研究を進めていきます。



☆ アンケート結果 ☆

読者アンケートにご協力いただき、ありがとうございました

2018年12月に刊行した「FRANEWS」57号（バイオロギングー海の生き物の行動を知るー）でアンケートをお願いしましたところ、2月6日までに50人の方々から回答をいただきました。ご協力ありがとうございました。以下にその結果の要点をご報告いたします。

バイオロギングでー海の生き物の行動を知るーで

◇クロマグロの回遊調査と資源管理 について

面白かった(50人中50人)、分かりやすい(50人中43人)との評価をいただきました。成魚の調査に期待します、などのご意見もいただきました。

◇サケの回帰行動をアーカイバルタグで探る について

面白かった(50人中48人)、分かりやすい(50人中35人)との評価をいただきました。母川回帰のサケがどのように海を回遊するのか非常に興味深い。今後、サケの年齢によって多い、少ないなどがあるがそれらの原因が解明されることを期待します、などのご意見をいただきました。

◇大型クラゲの行動特性を探る について

面白かった(50人中46人)、分かりやすい(50人中41人)との評価をいただきました。エチゼンクラゲはここ最近少ないと思いますが行動特性とともに発生メカニズムの解明に期待します、などのご意見もいただきました。

◇トラフグの産卵場所をデータロガーで探す について

面白かった(50人中46人)、分かりやすい(50人中37人)との評価をいただきました。天然ものの産卵場所を探す点をよいと思うとともに、稚魚放流した個体の回遊ルートを解明につなげてほしいと思います、などのご意見もいただきました。

今後、「FRANEWS」で取り上げてほしいことは、イカ、サバ、ニホンウナギなどのご意見をいただきました。また、クラゲの生態について興味がありました、文字の大きさ、写真の配置など誌面がとても読みやすい、などのご意見をいただきました。

読者の皆様からいただいたこれらの意見を参考に、関心の高い研究開発の情報について画像などを多く用いることでより分かりやすくまた、親しみやすくお伝えできるよう努めてまいります。

『FRANEWS』に限らず、水産研究・教育機構へのご意見などございましたら、メール (fra-pr@ml.affrc.go.jp) や FAX (045-227-2702) でお寄せくださいますようお願いいたします。

▶ ご意見・ご感想をお寄せください。 メール：fra-pr@ml.affrc.go.jp FAX：045-227-2702



水産研究・教育機構 研究開発情報 北の海から 第33号

発行時期：2018年12月
 問い合わせ先：東北水産研究所 業務推進部 業務推進課
 ウェブサイト URL：<http://hnf.fra.affrc.go.jp/kankoubutu/kitaumi/kitanoumikara33.pdf>



水産研究・教育機構 研究開発情報 瀬戸内通信 No.29

発行時期：2019年3月
 問い合わせ先：瀬戸内海区水産研究所 業務推進部 業務推進課
 ウェブサイト URL：<http://feis.fra.affrc.go.jp/publi/setotsuu/setotsuu29.pdf>



水産大学校 研究報告 第67巻 第2号

発行時期：2019年1月
 問い合わせ先：水産大学校 校務部 業務推進課
 ウェブサイト URL：<http://www.fish-u.ac.jp/kenkyu/sangakukou/kenkyuhoukoku/67.html>



水産研究・教育機構 研究報告 第48号

発行時期：2019年1月
 問い合わせ先：研究推進部 研究支援課
 ウェブサイト URL：<http://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/bull/bull48/index.html>



水産技術 第11巻 第1号

発行時期：2019年1月
 問い合わせ先：研究推進部 研究支援課
 ウェブサイト URL：http://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/fish_tech/index.html



水産研究・教育機構 NEWS LETTER おさかな瓦版 No.88

発行時期：2019年3月
 内容：ホッケイエビ
 問い合わせ先：経営企画部 広報課
 ウェブサイト URL：<http://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/letter/no88.pdf>



執筆者一覧

■水産業のミライにつなげる工学技術

- 水産業のミライにつなげる工学技術……………水産工学研究所 日向野純也
- 工学技術がつくるミライの漁船①：ロボット漁船をめざす自動航行技術……………水産工学研究所 漁業生産工学部 漁船工学グループ 松田 秋彦
- 工学技術がつくるミライの漁船②：CO₂ 排出量ゼロ！ オール電化の養殖漁船……………水産工学研究所 漁業生産工学部 漁船工学グループ 溝口 弘泰
- 工学技術がつくるミライの漁船③：ウェザルーティングで最適航路を選定……………水産工学研究所 漁業生産工学部 漁船工学グループ 三好 潤
- 工学技術がつくるミライの漁船④：人の代わりに魚を釣る！ 自動釣り機の開発……………開発調査センター 浮魚類開発調査グループ 木村 拓人
- 水産資源をミライに届ける①：ほしい魚だけを捕る！ 定置網……………水産工学研究所 漁業生産工学部 漁具・漁法グループ 山崎慎太郎
- 水産資源をミライに届ける②：進化する魚群探知技術……………水産工学研究所 漁業生産工学部 水産情報工学グループ 澤田 浩一
- 水産業のミライを支える漁港漁場施設①：震災復興と大規模自然災害への備え……………水産工学研究所 水産土木工学部 水産基盤グループ 大村 智宏
- 水産業のミライを支える漁港漁場施設②：漁場整備による沿岸水産資源の回復……………水産工学研究所 水産土木工学部 生物環境グループ 南部 亮元
- 水産業のミライをデザインする：さまざまな技術を結びつけるシステム研究……………水産工学研究所 水産業システム研究センター 越智 洋介

第37回「海とさかな」自由研究・作品コンクール 水産研究・教育機構理事長賞が決定

「海とさかな」自由研究・作品コンクールの各受賞の表彰式が2018年12月8日、都内で行われました。水産研究・教育機構理事長賞は、研究部門では安藤 静冴さん（鹿児島県・小学5年生）の自由研究「ぼくとタコ」、創作部門では島村 亮佑さん（岡山県・小学1年生）の絵画「とびうお王国」がそれぞれ選ばれました。

このコンクールは、小学生を対象に、いろいろな体験を通じて「海とさかな」について学んでもらおうと、朝日新聞社・朝日学生新聞社が主催、日本水産株式会社が協賛し、当機構などが後援しています。

研究部門

自由研究「ぼくとタコ」

安藤 静冴さん（鹿児島県・小学5年生）



創作部門

絵画「とびうお王国」

島村 亮佑さん
（岡山県・小学1年生）



編集後記

漁業にはいろいろな機器が使われています。魚を見つける魚群探知機、人工衛星を使い船の位置を正確に記録できる全球測位衛星システム、魚を集める集魚灯、重い網を巻き上げて船に取り込むネットホーラー、はえ縄などの長いロープを船に取り込むラインホーラー、魚を水と一緒に吸い上げて

船に積み込むフィッシュポンプなど。なかでも、省力化に役立つものとして、自動いか釣り機があります。自動いか釣り機は1970年代に開発されました。80年代中頃にはマイクロコンピュータが導入され、現在では、全自動化が進んで一人で10台以上の機械を操作できるようになりました。

漁業者が減少し高齢化が進むなかで、水産物を安定して供給していくためには、漁業の生産性の向上が重要です。そのために、情報通信技術なども活用した新しい技術の導入も必要となっています。これからの漁業にはどんな機器が登場するのでしょうか？
(角埜 彰)