

# 藻場の創造とブルーカーボンに関するセミナー

## 藻場造成による海の中の森づくりとブルーカーボンへの貢献

令和6年12月24日

香川大学創造工学部 教授 学部長

香川大学大学院創発科学研究科 研究科長

末永慶寛

# 藻場の機能、役割

- 水質の浄化

- 水中の有機物を分解
  - チッソ・リンの吸収による富栄養化の防止
  - 栄養塩類や炭酸ガスを吸収
  - 生物の生存に不可欠な酸素の供給
  - 透明度の増加と懸濁防止

- 生物多様性の維持

- 多様な生物種の保全(葉上・葉間・海底)
  - 産卵場の提供
  - 幼稚仔の保育場の提供
  - 流れ藻として産卵・保育場を提供
  - 希少生物への餌の提供

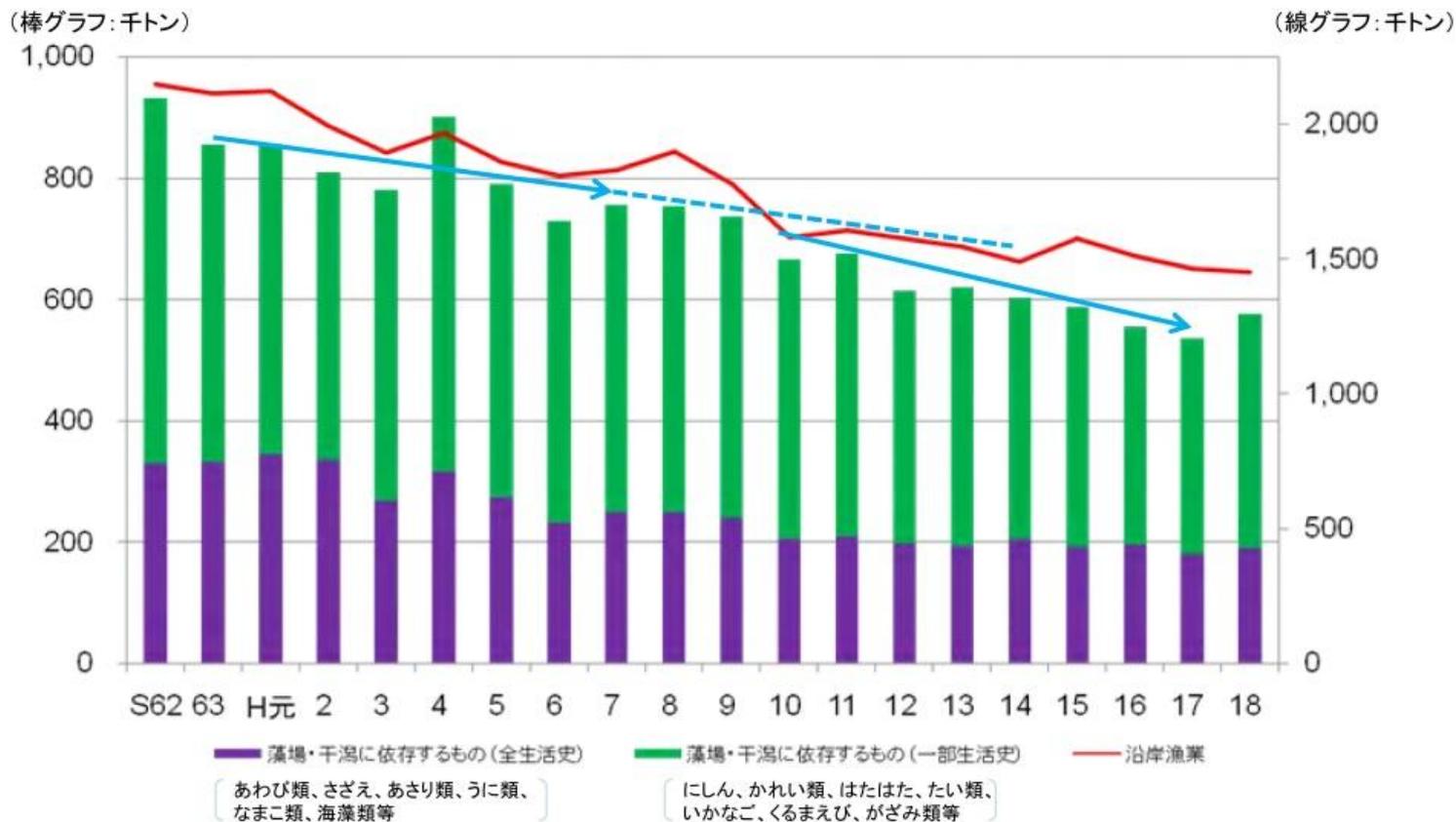
- 海岸線の保全(波浪の抑制と底質の安定)

- ブルーカーボン

# 藻場・干潟等の現状と問題点(平成20年5月水産庁)より抜粋

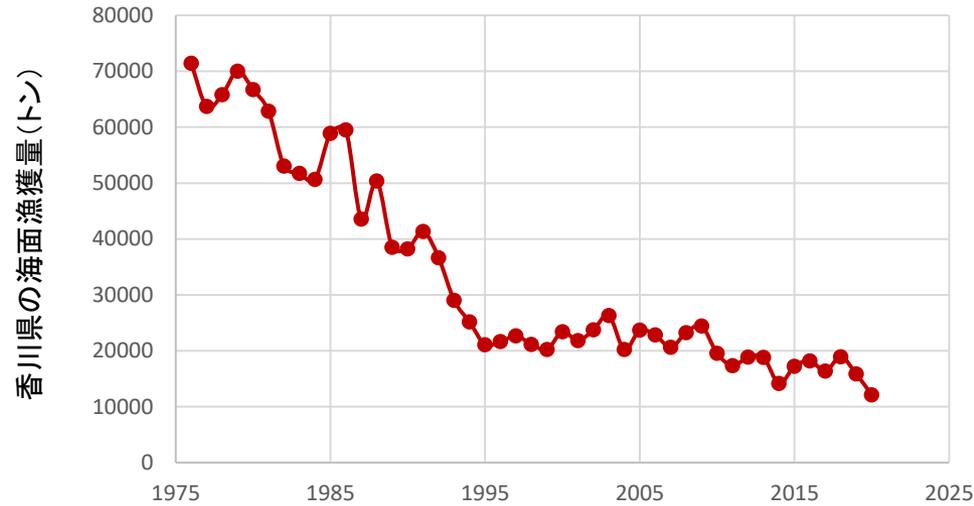
## ① 藻場・干潟の機能低下や減少による水産資源の減少

■ 藻場・干潟の機能低下や減少により、生活史の全てまたは一部の生息場を藻場・干潟に依存する水産資源の漁獲量は、20年前の水準と比べておよそ半減している。

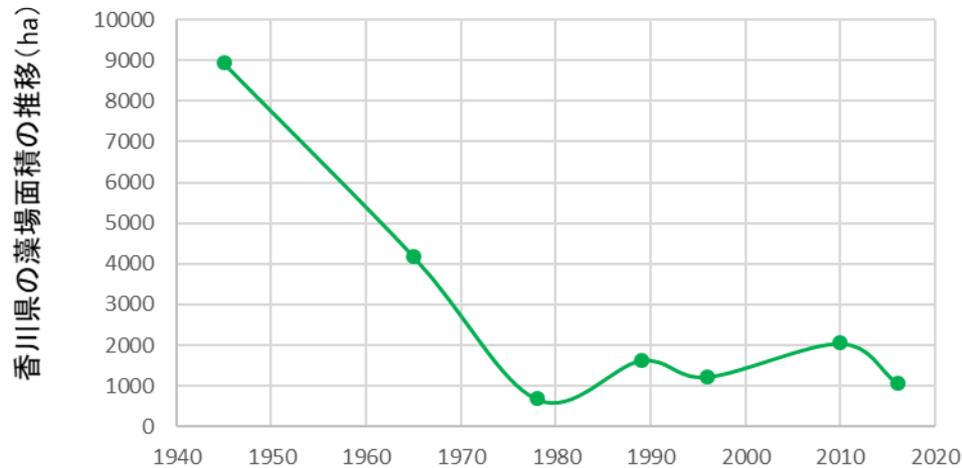


漁業・養殖業生産統計年報に基づき試算

# 香川県の漁獲量と藻場面積の推移



香川県の海面漁業量(トン) 1975-2020



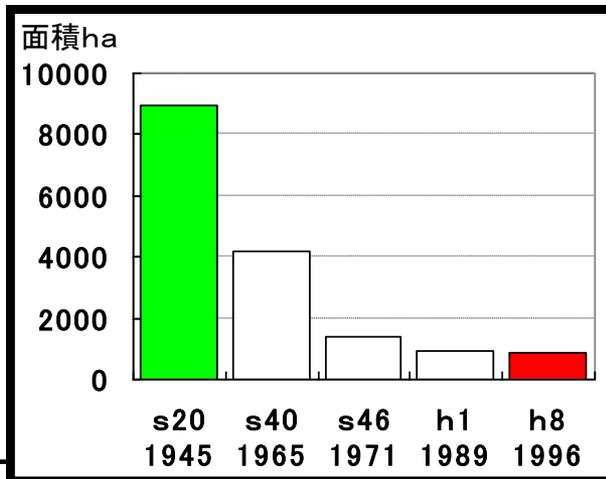
香川県の藻場面積の推移(ha)

# 背景 藻場の消失～漁獲量の減少

## 藻場の消失による漁獲量減少

藻場面積の推移

藻場面積の推移



Dr 藤原ら

干潟は70% } 消滅  
藻場は30%

瀬戸内海全体の漁獲量  
1985年 46万トン  
↓  
2005年 20万トン  
急激な減少

# 香川県でも磯焼けが進んでいる？



高松市庵治町篠尾地先海域のウニの蝸集状況(2022年7月22日)

# 藻場造成構造物



屋根部



基礎部



突起部



# 構造物製造上の工夫



本藻場造成構造物1基の製造には、産業副産物を利用した低炭素コンクリートを使用している。

1 m<sup>3</sup>当たりのコンクリート製造に対するセメント量: 240 kg  
二酸化炭素排出量: 183.8 kg-CO<sub>2</sub>

**通常のコンクリート製品の製造と比較して、二酸化炭素排出量が3~4割の削減効果**



本構造物1基に使用するセメント量: 218.4 kg  
製造による二酸化炭素排出量: 167.3 kg-CO<sub>2</sub>

本藻場造成構造物による二酸化炭素吸収により3.35年で回収され、設置後4年目よりカーボンネガティブとなる。



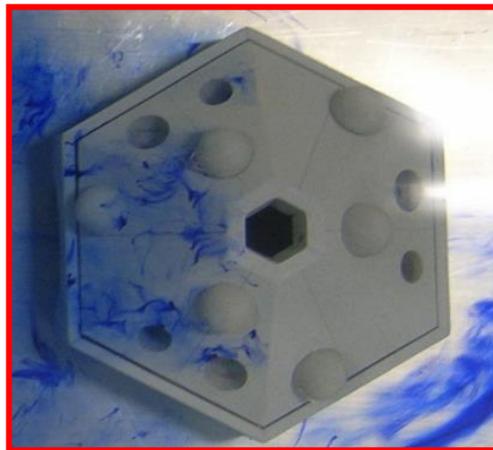
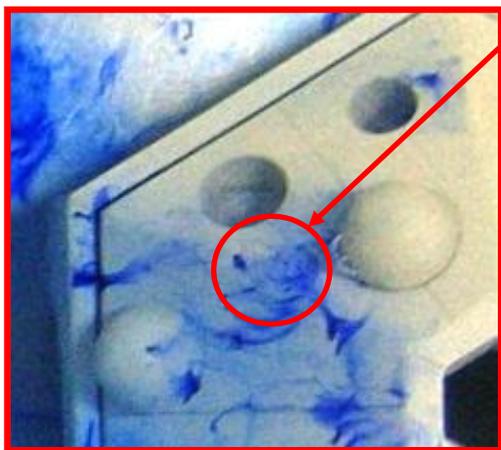
# 水理実験

・ 藻場造成用構造物の影響範囲の定量的評価

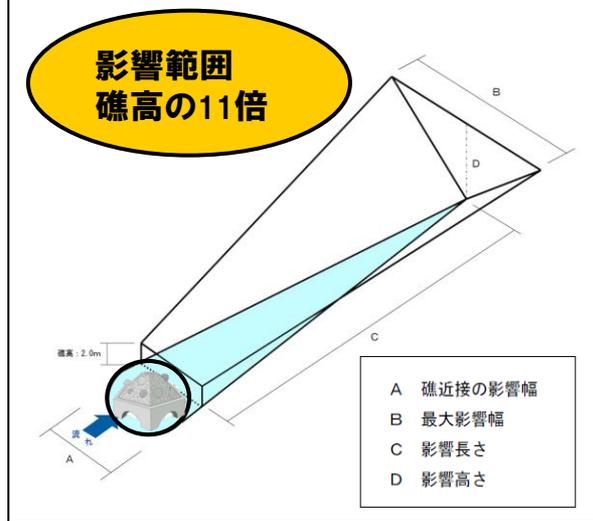
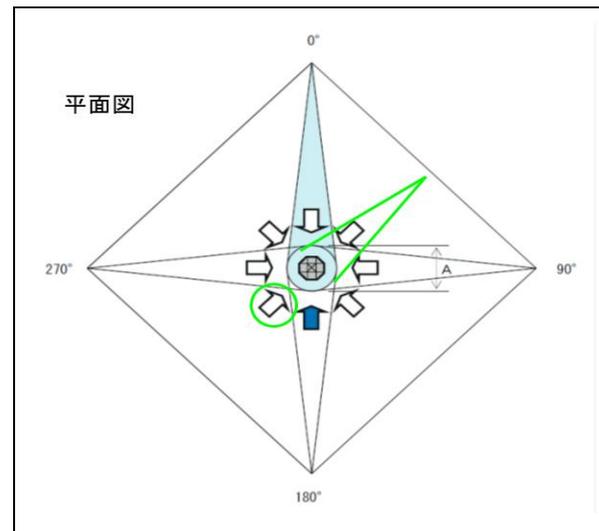
## <流動制御機能の検証実験>



上部に微小な渦が発生



構造物の背後だけでなく、構造物上部・内部にある増殖基質の突起部の周りにも渦流が発生していることが確認できた。これも海藻胞子の着生を促進するものと考えられる。

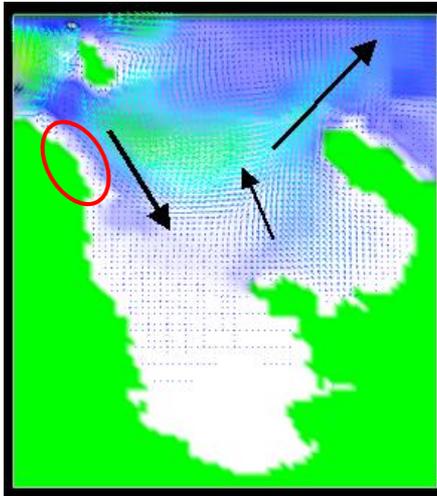
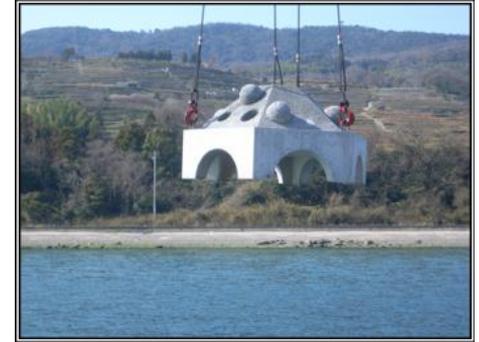


実験による結果。他の構造物の配置計画にも役立つ。

# 調査対象海域 瀬戸内海沿岸海域

## 香川県高松市庵治町篠尾及び鎌野地先

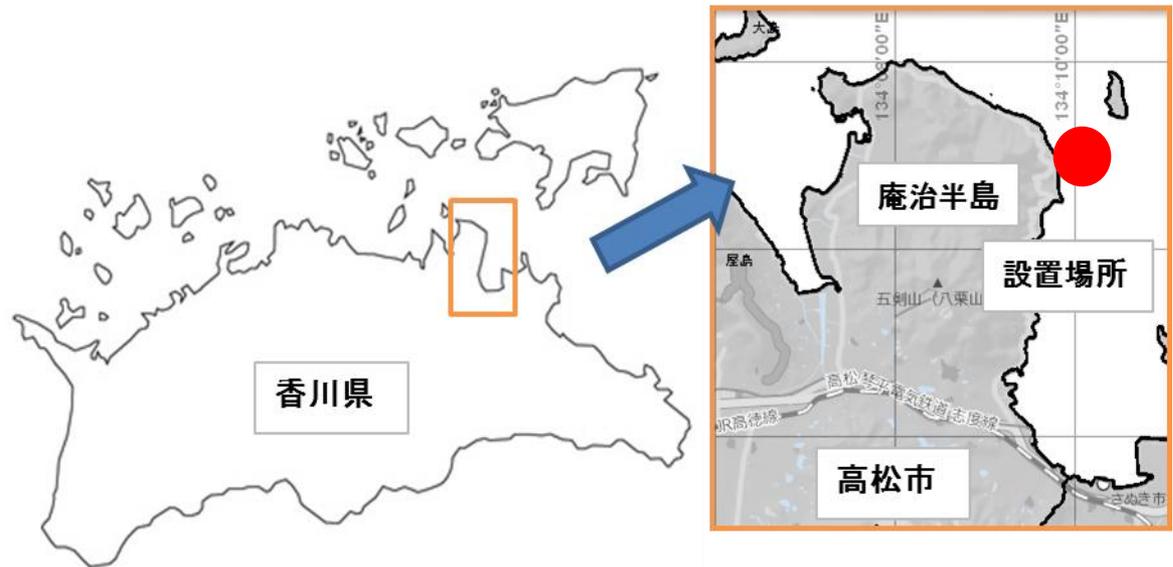
- ・設置年月日: 2010年3月13日～2015年9月29日に試験設置
- ・設置水深: 4～6 m
- ・底質: 砂質



○ 構造物設置地点

志度湾

水深4～6m 32基設置

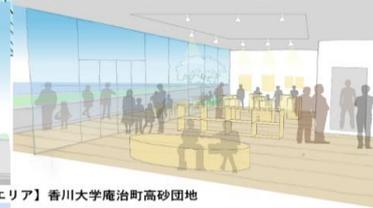
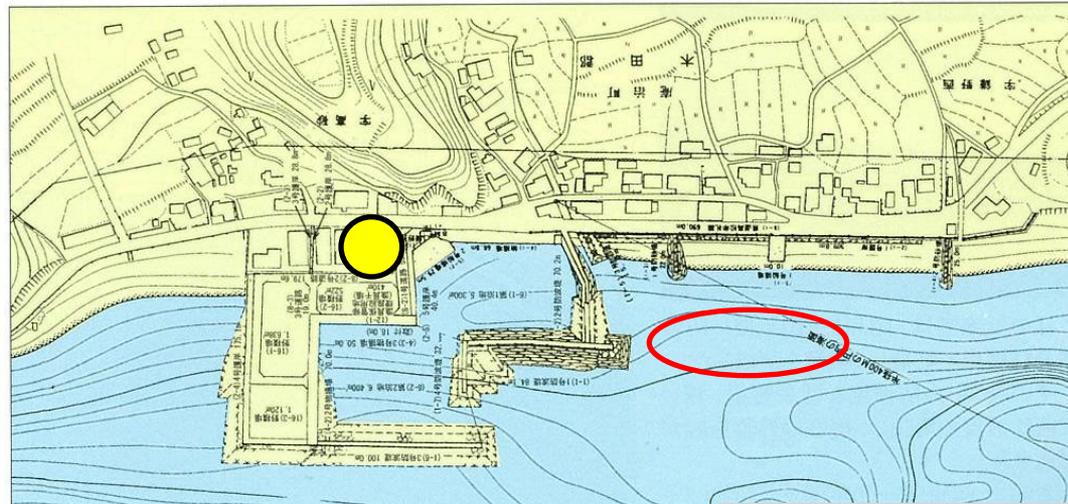
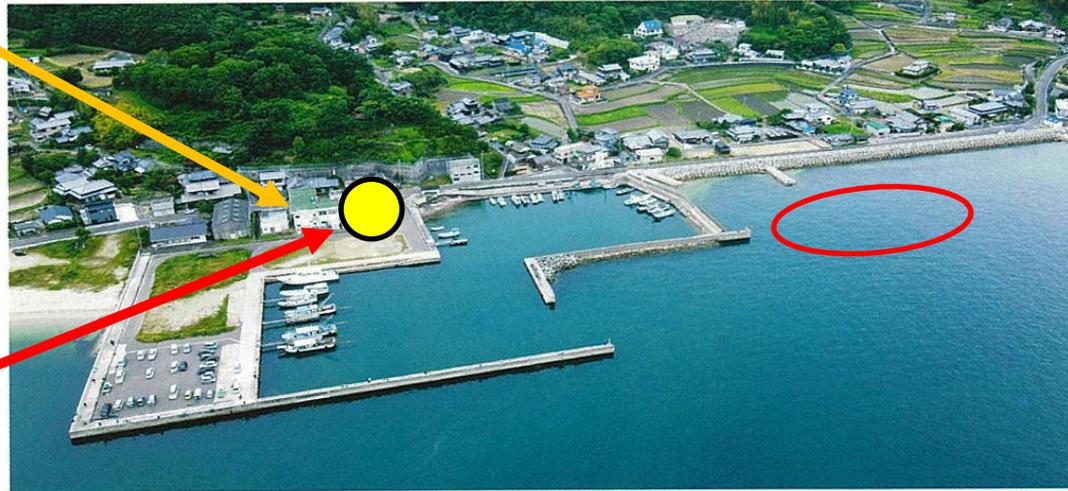


● 構造物設置場所

# 藻場造成構造物設置場所 高松市庵治町鎌野地先海域

香川大学瀬戸内圏  
研究センター  
庵治マリンステー  
ション

芸術未来研究場

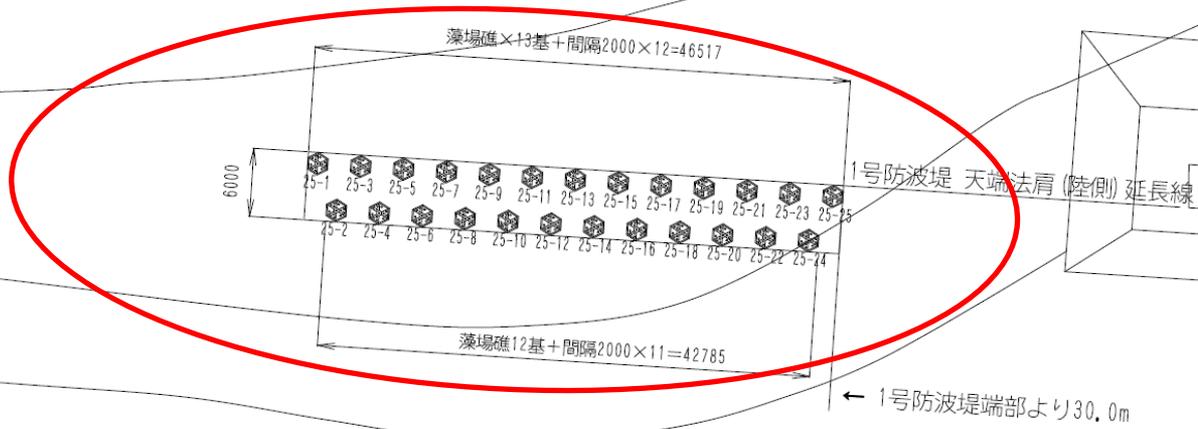


【芸術未来研究場・瀬戸内エリア】香川大学庵治町高砂団地

# 鎌野地区 藻場礁設置場所



S=1/400



(1-1) 1号防波堤 84.1m



# 海藻の着生，魚類蛸集状況 メバルの群れ，マダコ(2021～2022年)



内部のメバル

内部のメバル

マダコの産卵

篠尾地区 2014年3月9日



海中の構造物上から海面まで立ち上がっているガラモ



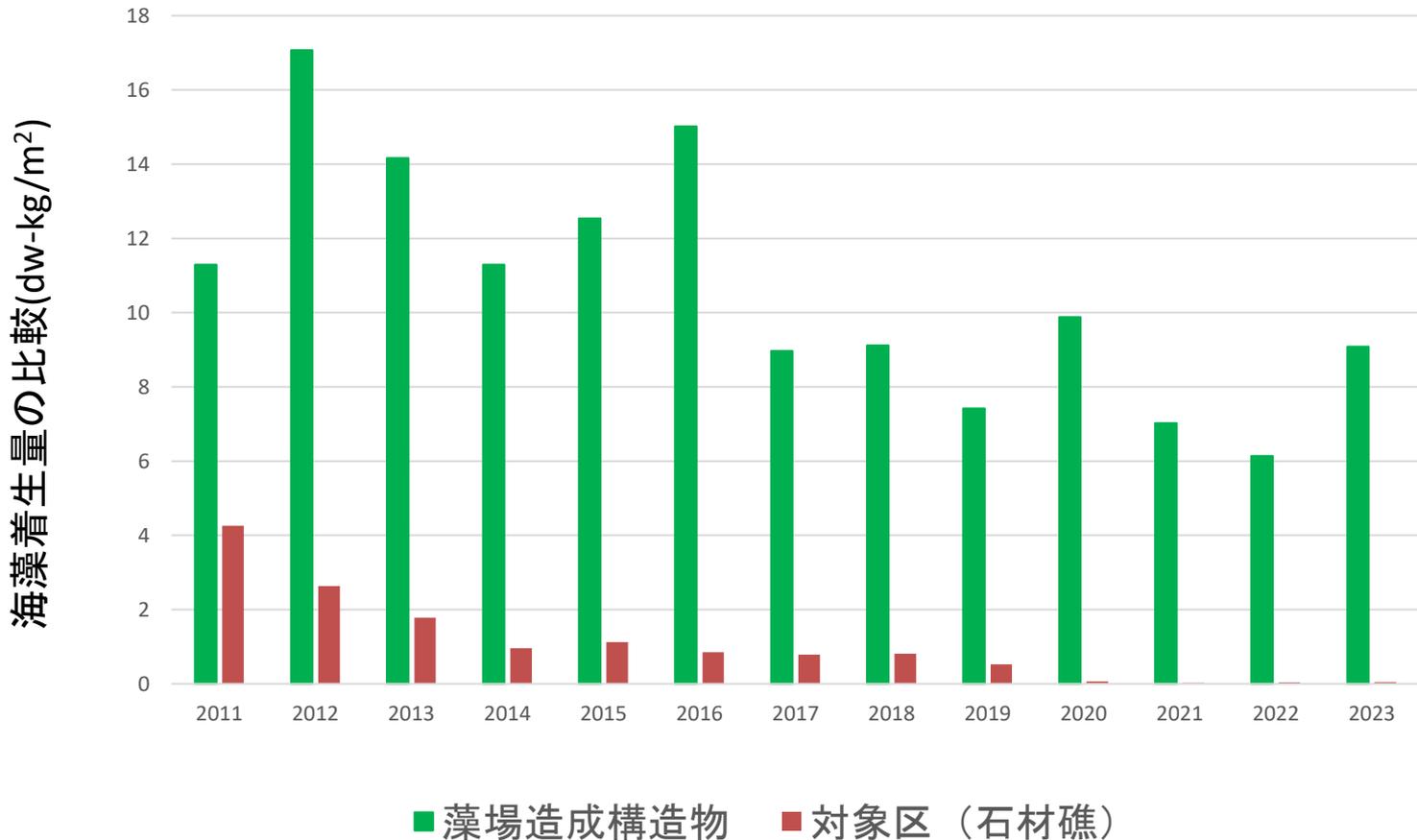
# 葉上生物調査

- ・ 2015年5月22日の現地調査の例

海藻に多くの葉上生物の着生が確認された。



# 調査海域における基質別海藻着生量の比較

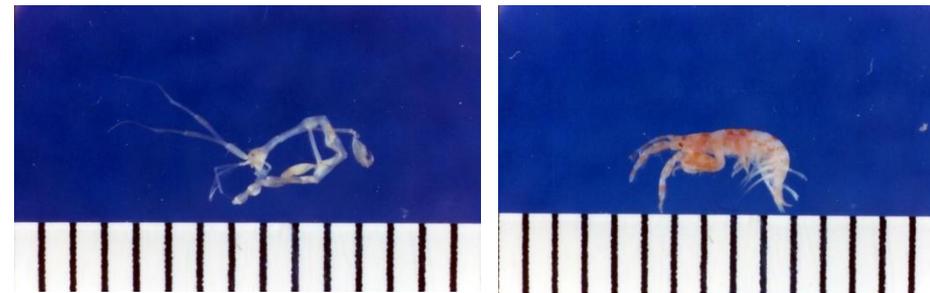


# 葉上生物調査

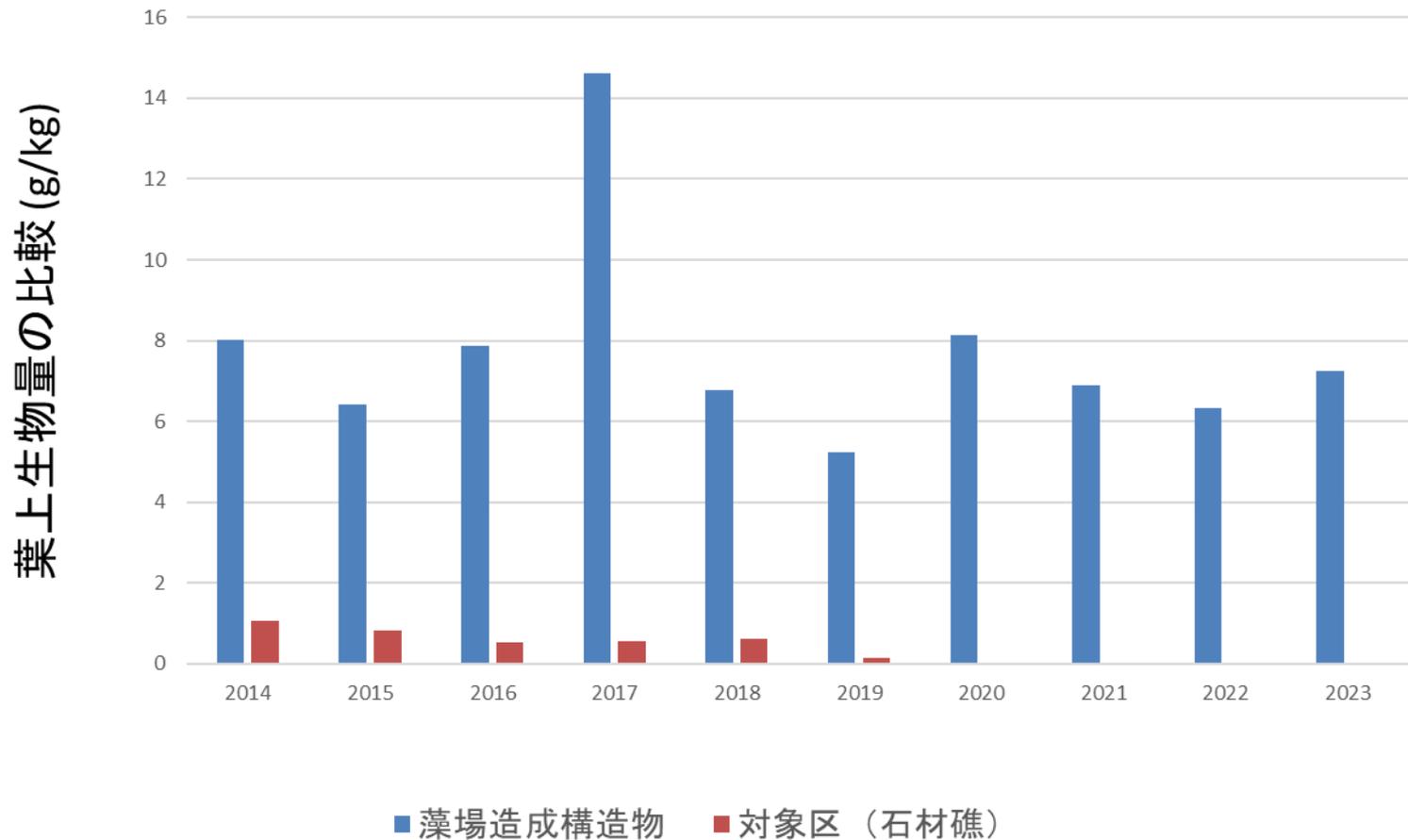
稚魚にとって餌となるワレカラなどの生物を餌料生物と呼ぶ

その中でも、軟体動物、環形動物、節足動物が好んで食べられ、これらを選好性餌料生物とも呼ぶ

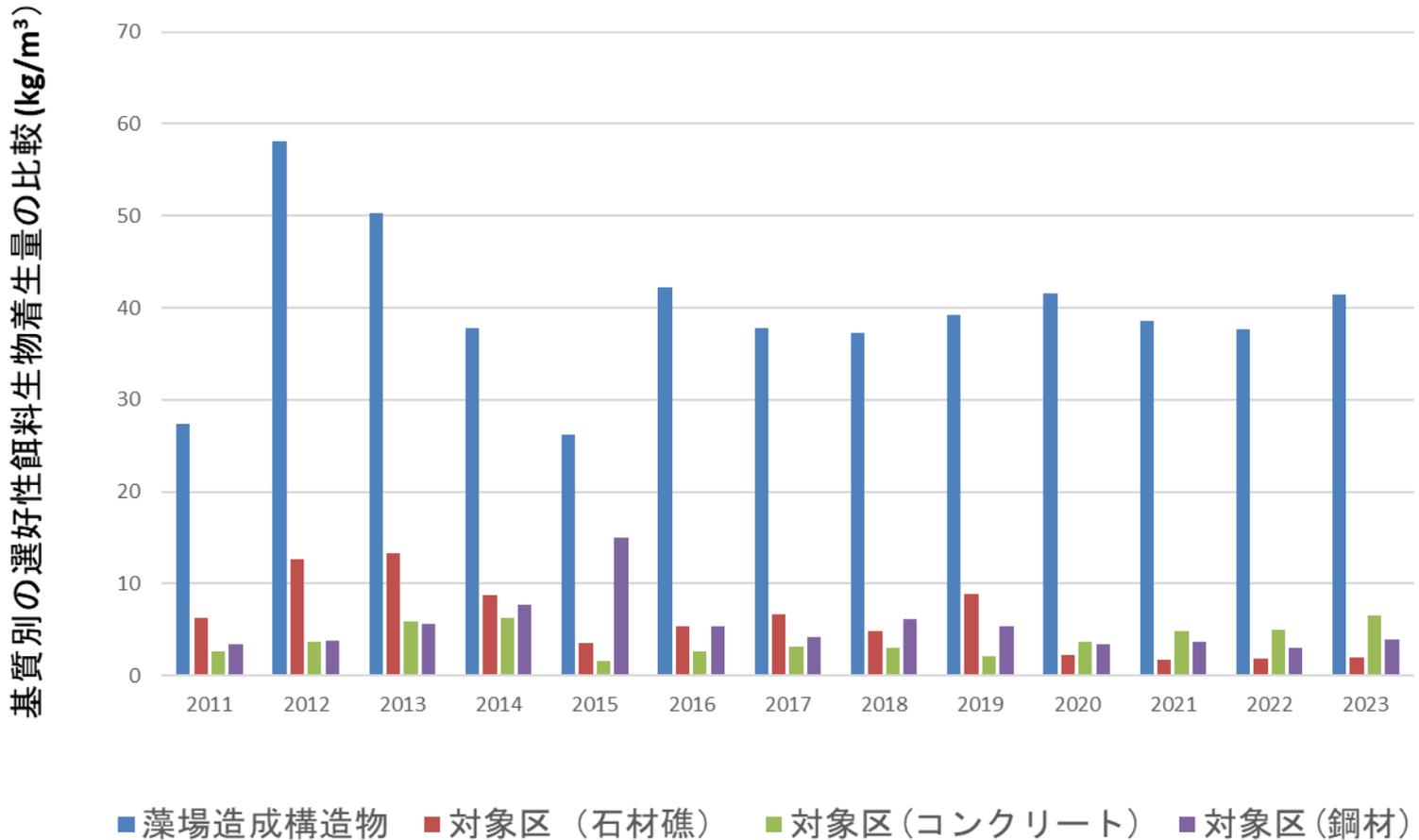
	個体数(個)	湿重量(g)
海綿動物	0	2.291
触手動物	0	4.689
軟体動物	11	0.151
環形動物	6	0.045
節足動物	418	1.783
脊索動物	0	0.268
合計	435	9.227



# 調査海域における基質別葉上生物量の比較



# 調査海域における基質別餌料生物着生量の比較



# 炭素固定量の算出

海藻着生量(平均値)

最大現存量 10.03 dw-kg/m<sup>2</sup>

炭素固定率 36.7%(ホンダワラ類)

着生面積3.3m<sup>2</sup>

P/B比 (Production/Biomass) 1.1



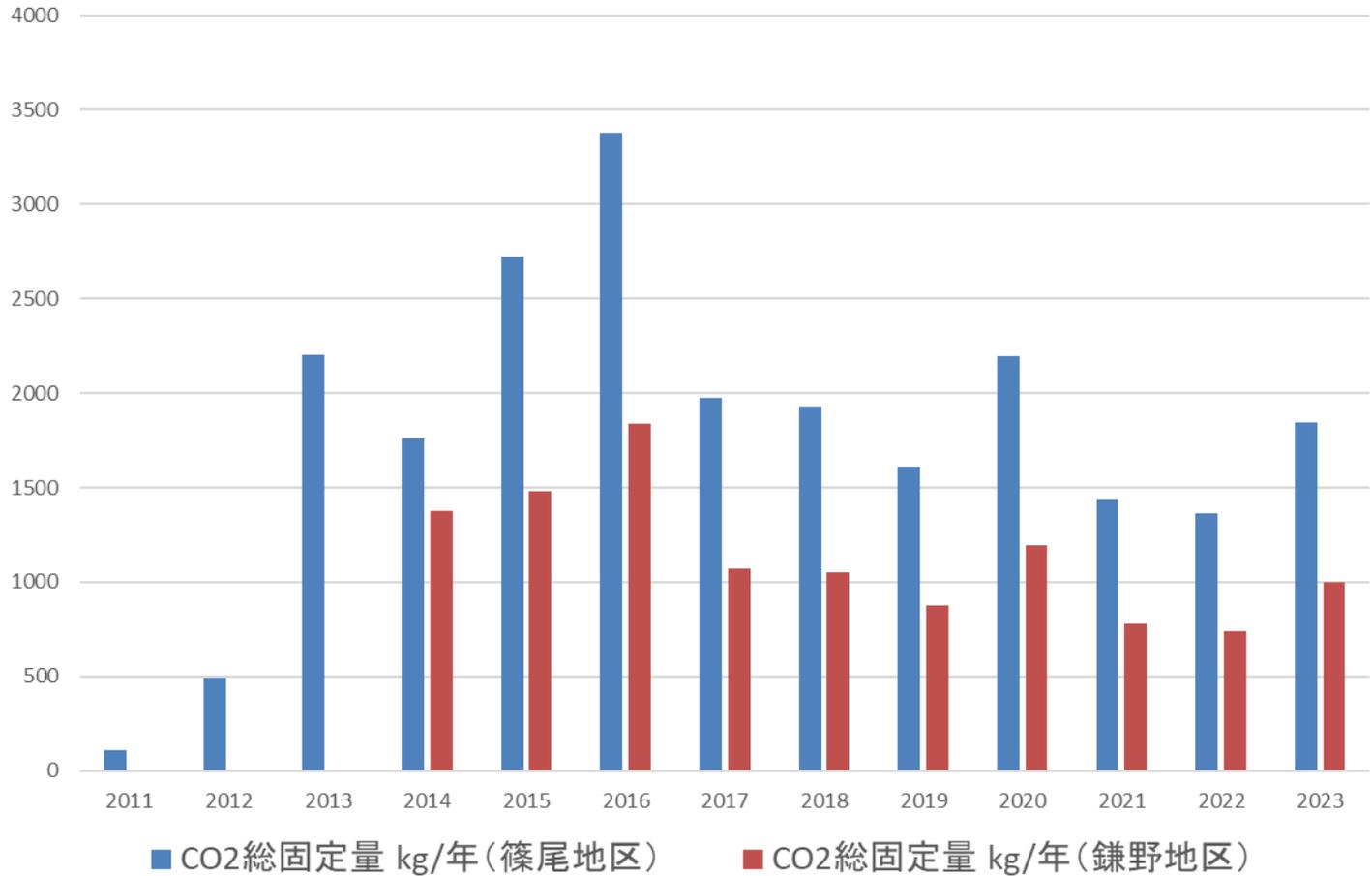
炭素固定量  $10.03 \times 1.1 \times 3.3 \times 36.7/100 = 13.4\text{kg-C/年}$

二酸化炭素固定量  $13.4 \times 44/12 = 49.1\text{kg-CO}_2/\text{基}/\text{年}$

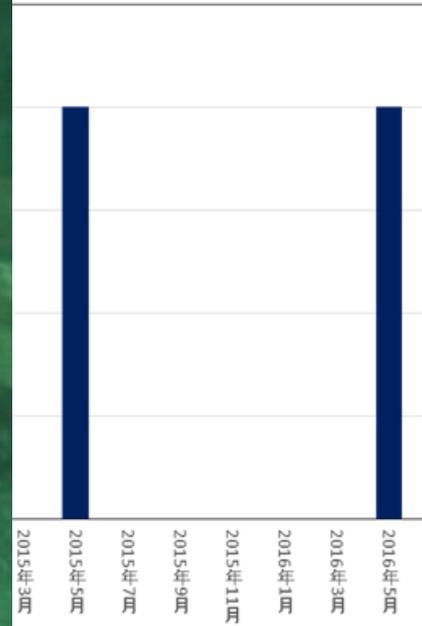
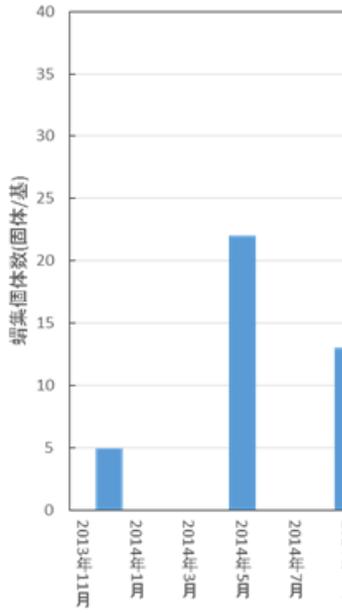
二酸化炭素固定量が地球温暖化を抑制

# 調査海域におけるCO2固定量の推移

藻場による二酸化炭素固定量

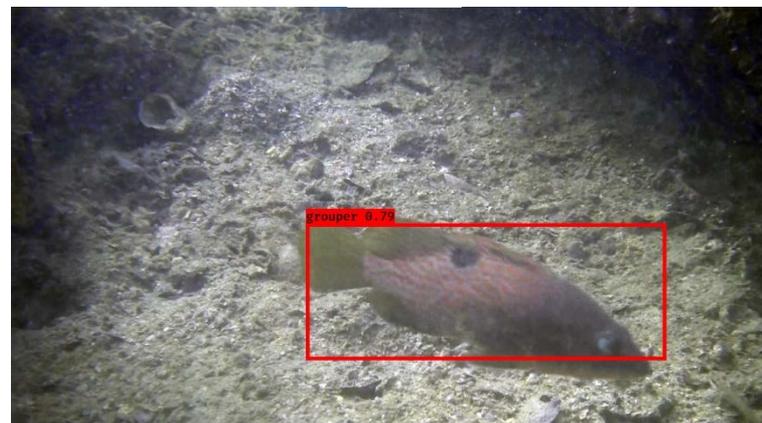
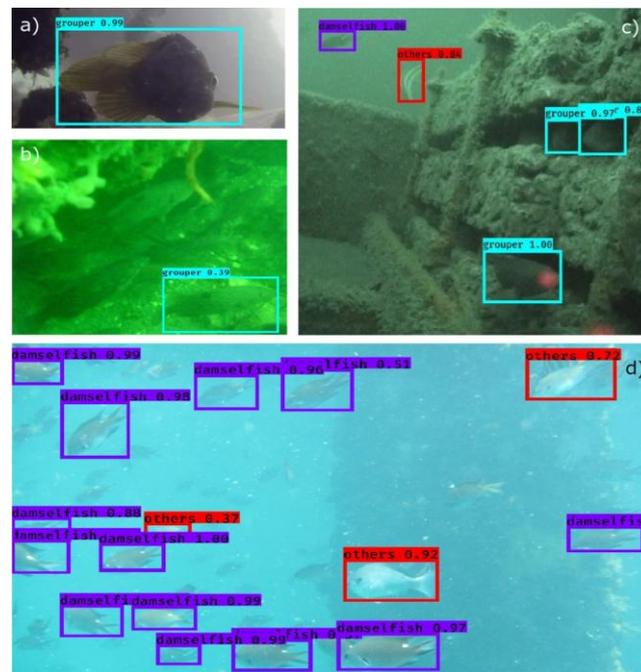
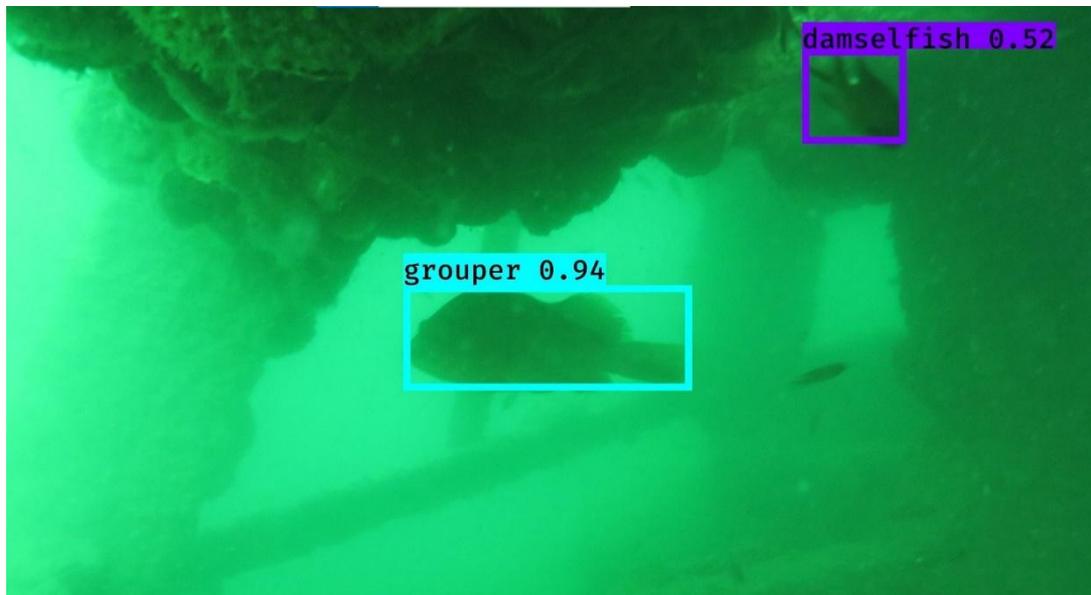


# 魚類蝟集状況調査

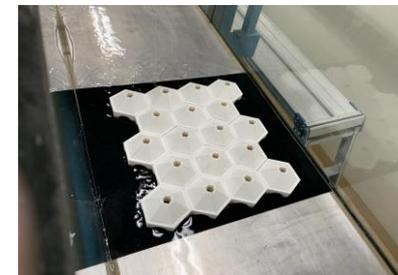


2016年12月1日

# AIによる魚類(キジハタ)判別例

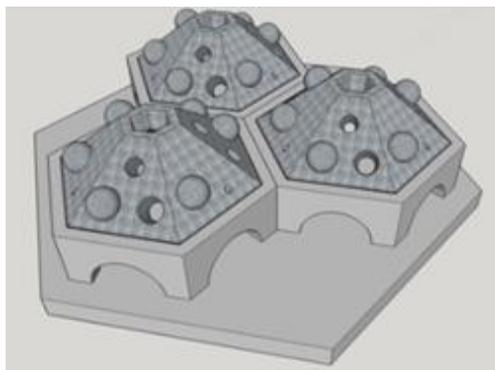


# 波浪条件が厳しい場合 (日本海, 太平洋沿岸)の安定性向上

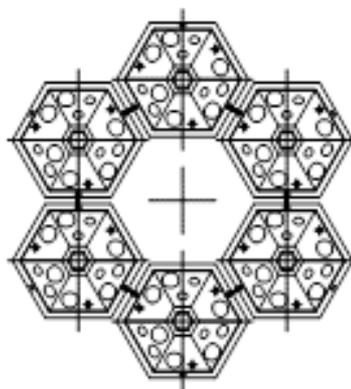


構造物単体

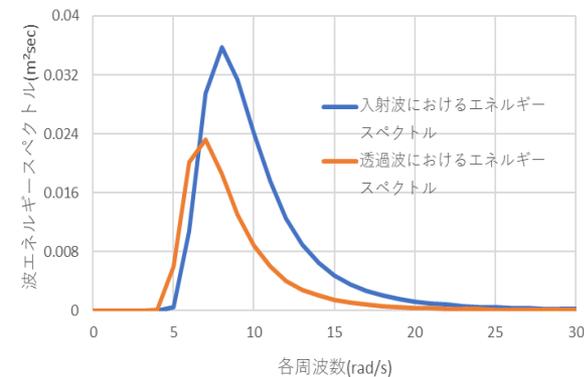
→ **本構造物が連結出来ることに着目!**



構造物3基



構造物6基



波浪エネルギー吸収  
機能の評価

# 環境調和型構造物の試作状況

藻場造成と消波機能を併せ持つ新規環境調和型構造物

上部の多孔質基盤を消波基盤に装着



藻場造成基盤



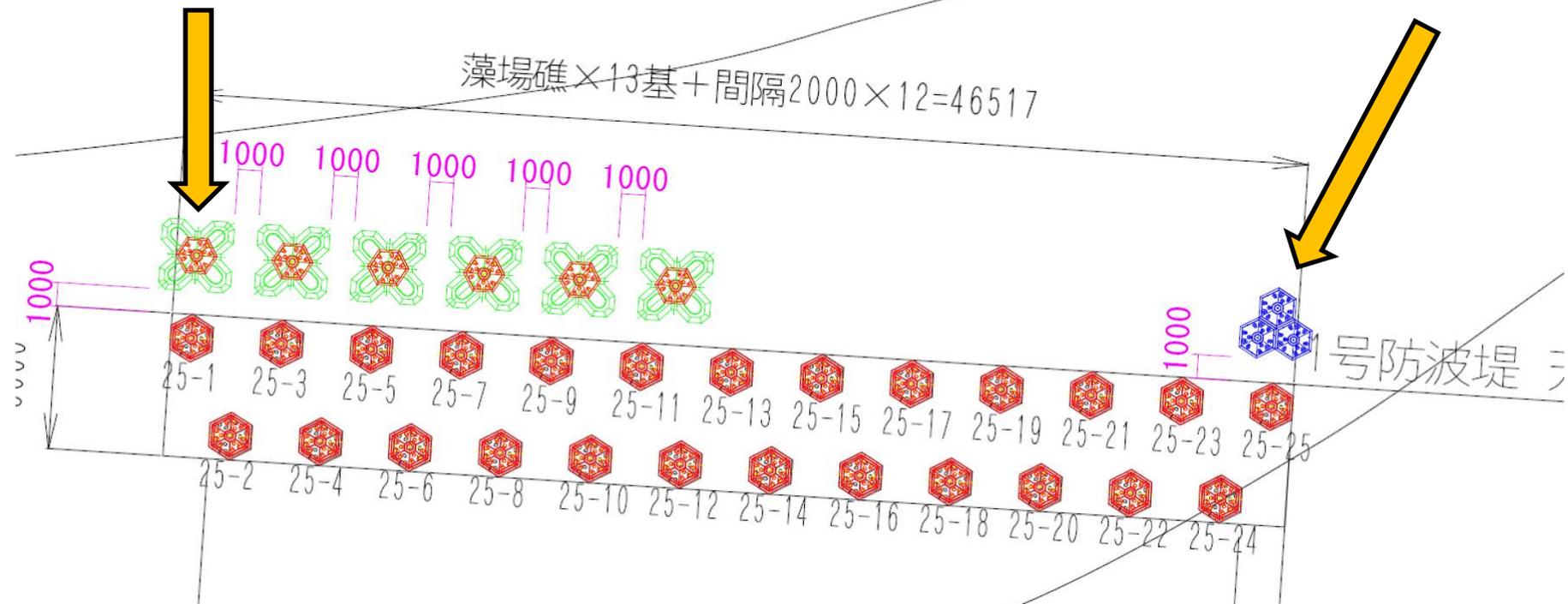
消波基盤

# 環境調和型構造物の試作状況

藻場造成と消波機能を併せ持つ新規環境調和型構造物

上部の多孔質基盤を消波基盤に装着





藻場造成機能の検証 篠尾地区 2024年4月26日



藻場造成機能の検証 鎌野地区 2024年4月26日



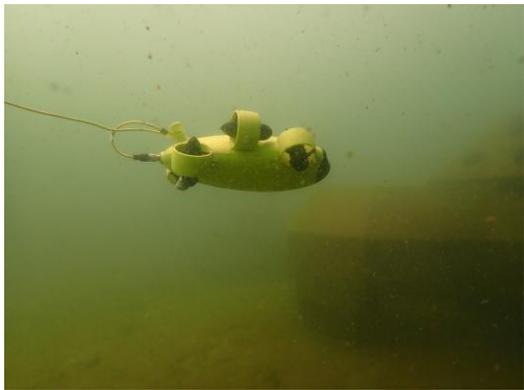
# 海藻に産み付けられたアオリイカの卵塊(2024 7.2)



# 新規構造物に着生したガラモ幼体 (2024 7.2)



# 構造物上方に蝟集したカマスの群れ (2024 8.9)

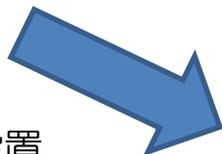


# 藻場の衰退（ウニによる食害 磯焼けが進行）

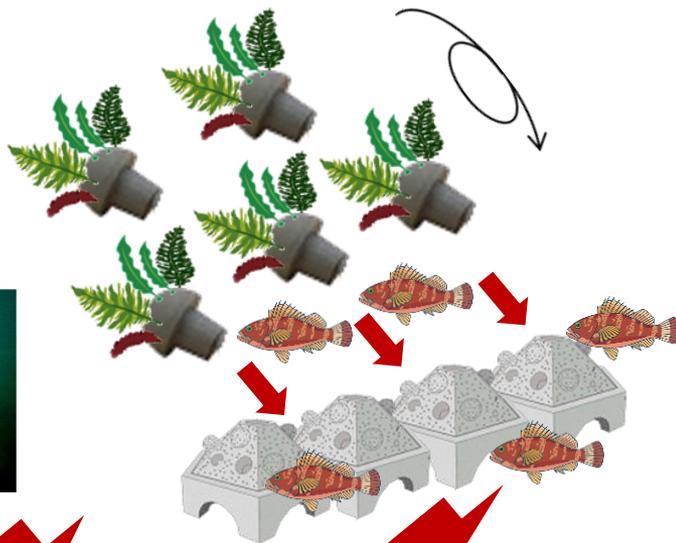


海藻の移設  
(2024年5月31日)

着脱基質の移植



藻場造成構造物の設置  
(2024年5月8日)



母藻と餌料生物の  
移設により藻場と  
餌場の形成



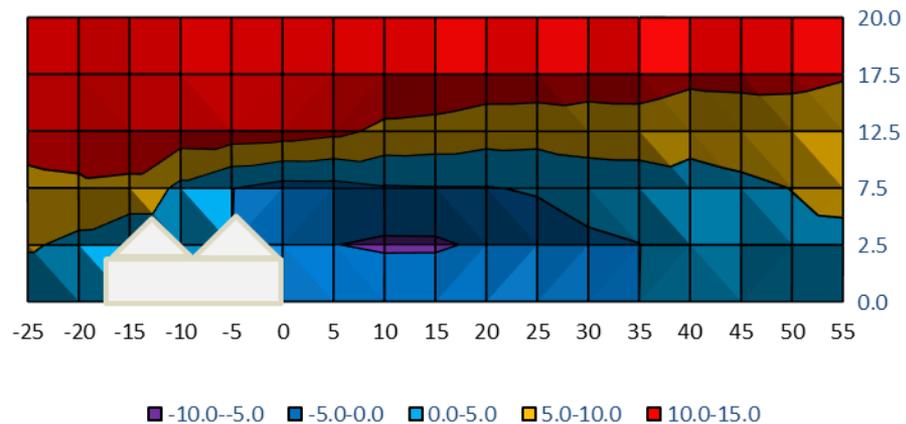
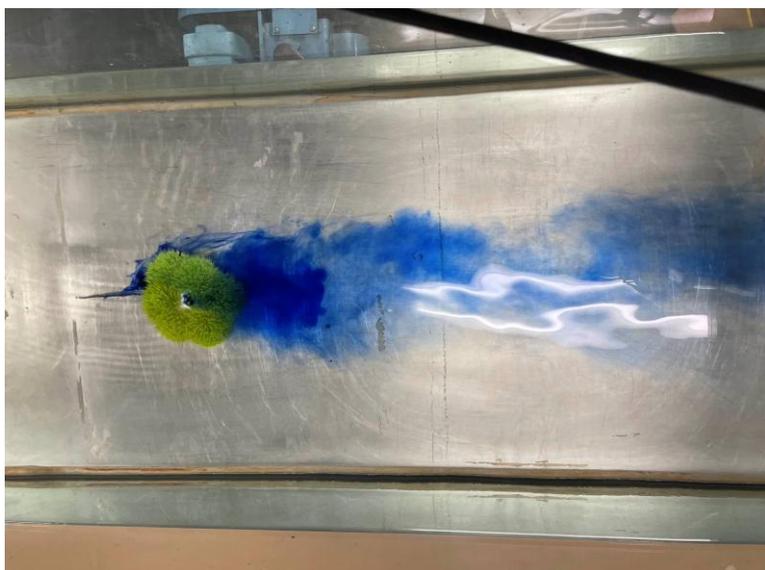
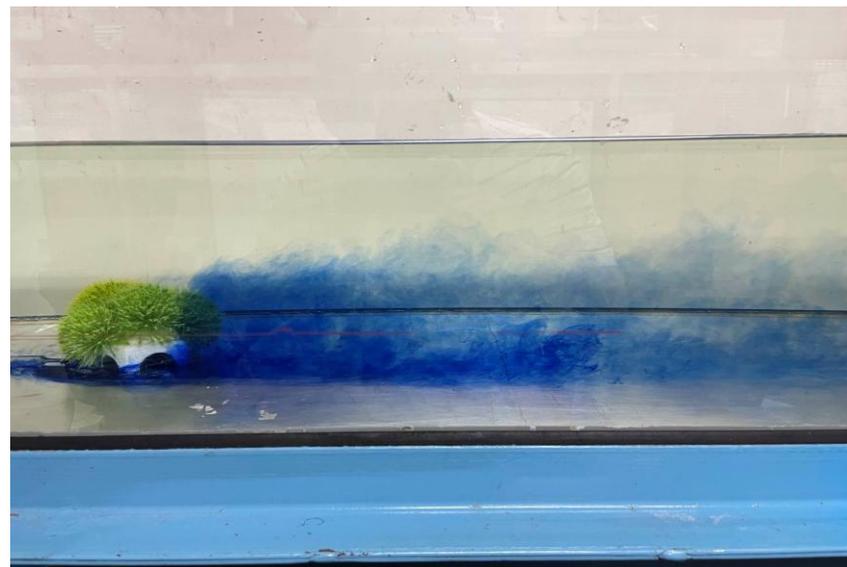
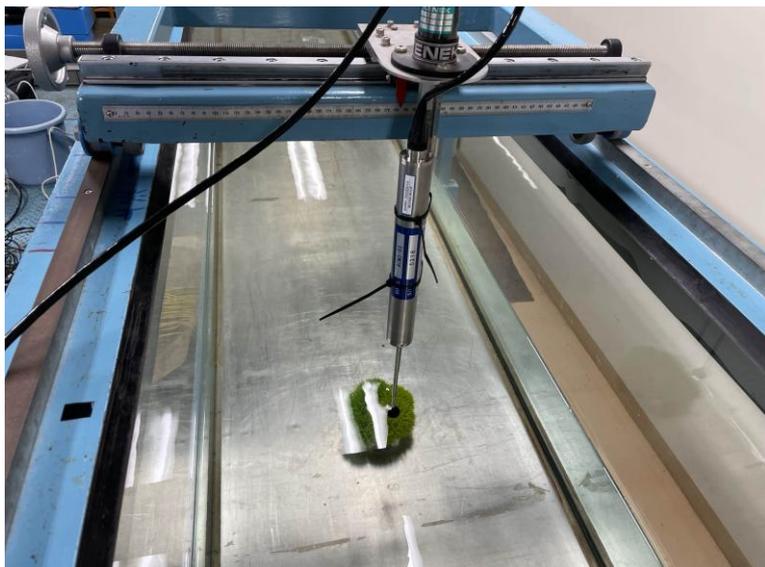
ブルーカーボンの促進



早期かつ安定した  
藻場造成を実現！



# 海藻の繁茂による流動制御範囲の検証



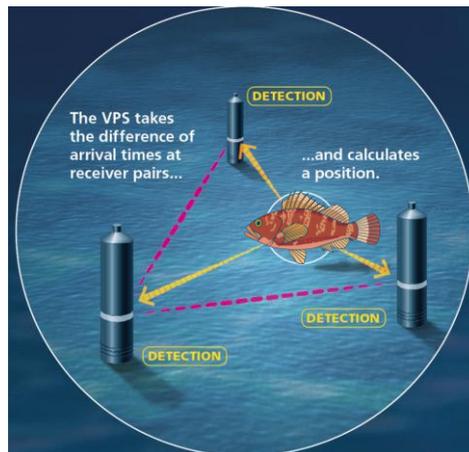
# バイロギングによる魚類の生態解析，行動特性の解明



キジハタ(アコウ)



体内にピンガーを設置

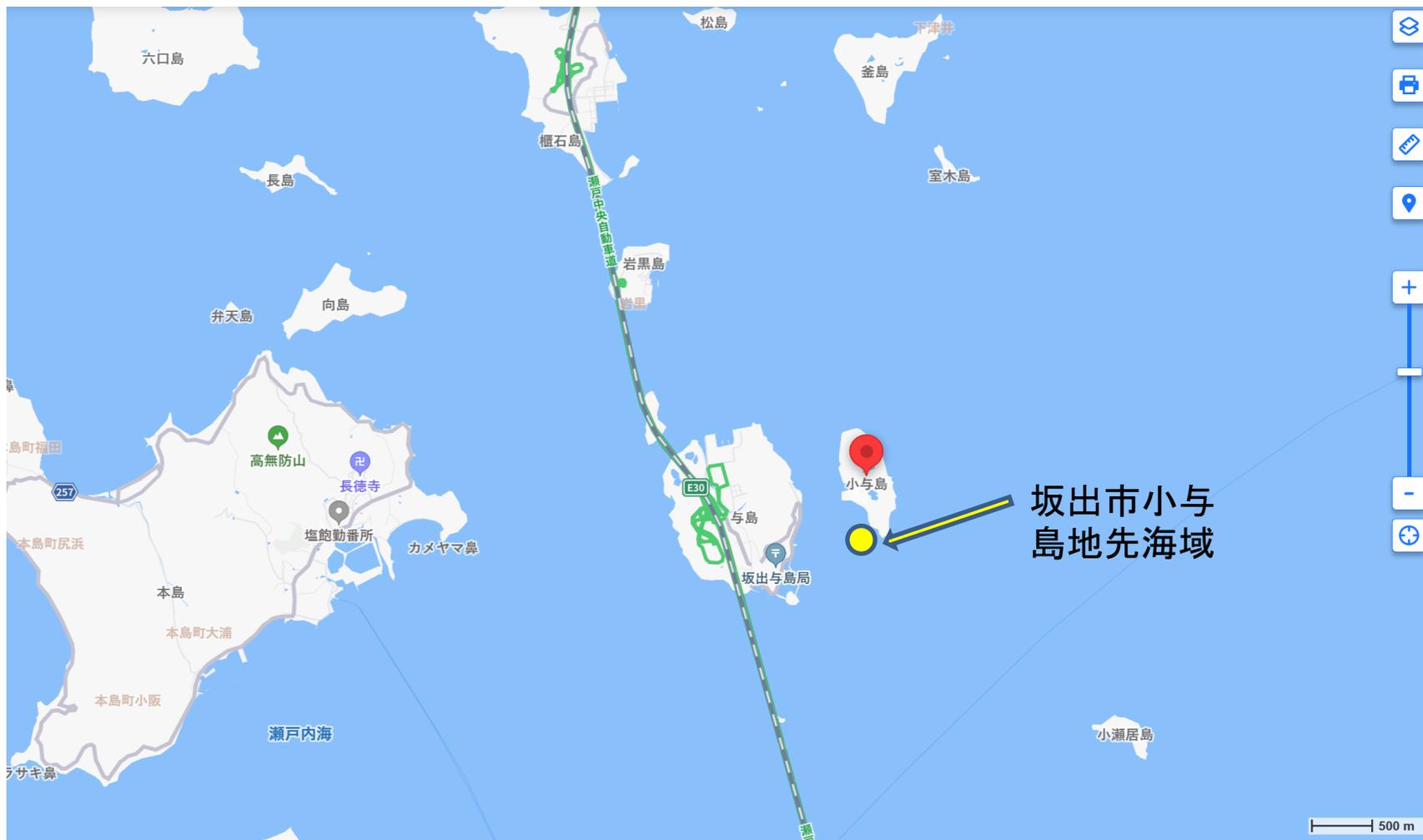


追跡イメージ

# 新型藻場造成構造物:プラットフォーム Ver.2



# 備讃瀬戸西部(坂出市沖)で藻場造成構造物設置 2024.11.21



# 坂出市沖での実証実験開始 2024.11.21



# 多度津高校との「讃岐うどんウニ」プロジェクト



# 瀬戸内圏における魚類廃棄物の有効利用と 養殖環境改善技術の開発





# 陸域からの有害物質の流入

流入負荷の増大  
海底堆積物の汚染大  
底泥からの溶出

## 健全な漁場環境の創造

魚骨由来の素材による汚染土壌除染

FbA

FbA

有害金属の吸着  
とイオン化抑制

底質改善

FbA

FbA

### 地産地消の推進

養殖場 水産加工場

FbA + 栄養供給

ワカメ、コンブ場  
アワビ漁場の造成

これまでになかった技術

魚類廃棄物の有効利用

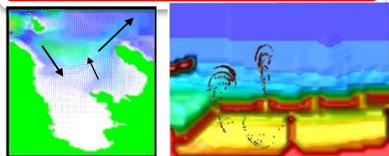
~~高額  
廃棄費用~~



# 共創の場形成支援プログラム 研究開発課題 令和5年度より開始

環境保全

藻場を造成しやすい環境の特定



構造物設置適所の選定  
海藻胞子の行動解析

生簀の改良

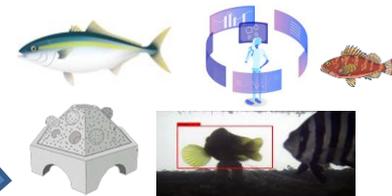
生簀動揺抑制装置  
魚病の診断・治療  
生産効率の向上



水産業

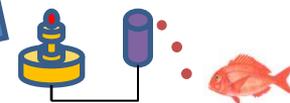
魚類の生態解析

AI, バイオロギングによる解析



海上の安定した電力源

潮流発電型給餌システム



サーキュラーエコノミー

魚類廃棄物の有効利用  
(環境改善)



水産加工場



“天然の生簀”



10年後の瀬戸内海を資源あふれる“豊かな海”とするために

漁業者の知

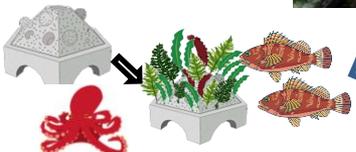
研究者の知

香川県の地

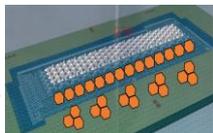
瀬戸内再生のための「人×技術×海」マッチング共創拠点

魚類のゆりかご整備

種苗放流の場  
産卵場所の確保  
天敵からの保護



波浪の低減  
防災機能



カーボンニュートラルの実現

ブルーカーボン増加

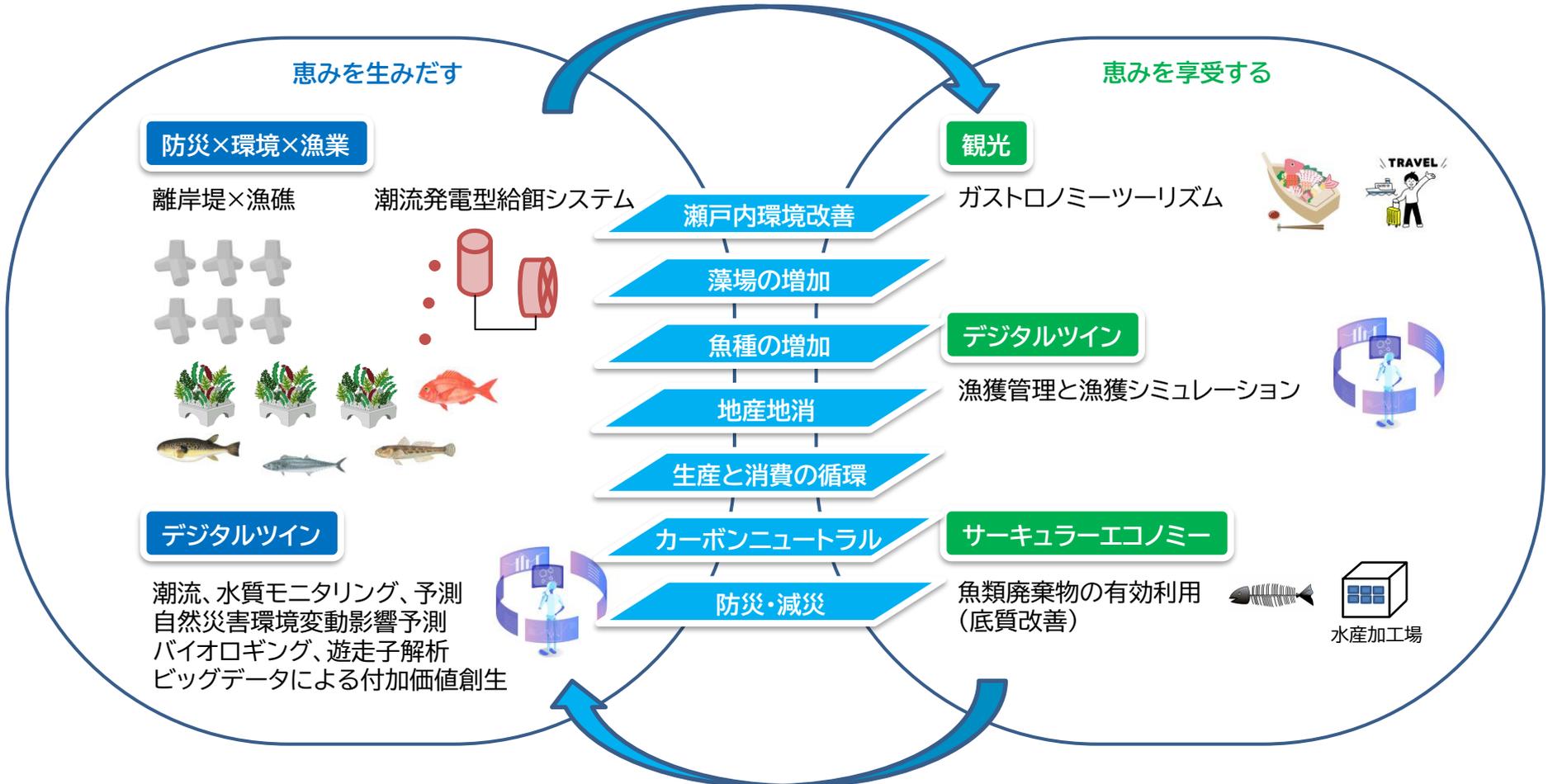


CO<sub>2</sub> 固定・貯蔵



700有余の島が浮かぶ瀬戸内海。その美しさはかつて“世界の宝石”と称された。また、この内海には400種以上もの魚介類が生存すると言われ、“天然の生簀”とも称される。我々は瀬戸内海から食、癒し、遊びなどの多くの恩恵を享受している。しかしながら、気候変動や自然災害リスクなどの問題により、瀬戸内海の豊かな恵みに危機が訪れようとしている。観光立県香川県として、瀬戸内海の保護は最重要課題であり、以下の諸課題について対応策を講じ、明るい未来の創造に寄与する。

- 水温上昇
- 栄養塩
- COD
- 漁業者不足
- 漁獲減少
- 魚種減少
- 藻場減少
- 観光による地域資源の疲弊



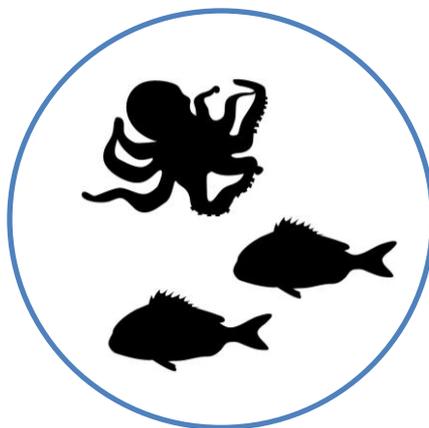
# 10年後の瀬戸内海のアクティビティを変える

瀬戸内海的环境が変わり



瀬戸内海的环境を改善し、資源あふれる豊かな海にする。

漁業が変わり



デジタルツインによるこれまでにない漁業の確立

アクティビティが変わる



観光・学び・防災など他分野にわたる瀬戸内の魅力を創出する。  
海洋人材の育成

最後に！

海の「**環境保全**」と「**水産業**」に着目し、地域の特色・強みを活かして、漁業者の方々が培った知恵と経験に最新テクノロジーを融合し、産学官の連携を強化しながら次世代型の手法へ転換し、多くの人が活用できる資源あふれる「**豊かな瀬戸内海の再生**」を目指すことが必要。