



## 文部科学省と国立大学附置研究所・センター 個別定例ランチミーティング

### 第107回 愛媛大学 沿岸環境科学研究センター (2025.1.17)

12:05 – 12:10(5分) : 研究所・センターの概要  
センター長 郭 新宇

12:10 – 12:25(15分) : 若手研究者からのプレゼン

海洋表層の混合過程の解明に向けて 助教 牛島 悠介

ナマコ類が沿岸生態系に占める生態学的役割の解明  
トロピカリゼーションの最前線で 助教 濱本 耕平

12:25 – 12:45(20分) : 質疑応答



愛媛大学沿岸環境科学研究センター

概要

# CMES設置の背景と目的

**背景:** 海洋環境問題は人類の存続を脅かす現代的・将来的課題であり、21世紀に地球規模および地域規模で対処すべき政策課題として注視されている。とくに沿岸域は、人間活動や産業活動の影響を受けやすく、陸域と海域の間の物質交換が活発な境界域でもあるため、そこでの**物理、化学、生物過程**の解明は地球の将来を予測・展望する上で重要な鍵となることから**学際的・国際的な研究が必要**とされている。また、瀬戸内海・宇和海はわが国でも有数の長い海岸線を擁しており、**沿岸域に関する総合的な環境科学研究の推進**は、地方自治体など**地域社会**からも強い要請がある。

**目的:** 上記の状況を背景に、**沿岸域の環境科学に関する先端研究と教育に総合的に取り組むこと**を目的として、沿岸環境科学研究センターが**1999年**に設置された。

**内容:** **沿岸域の環境や生態系**の研究、外洋や陸域も含めた広汎な**化学汚染**の研究、ヒト・動物・環境の健康を包括的に守る**ワンヘルス研究**を三本の柱として、関連する多様な分野の研究を学際的かつ機動的に推進する。



# C M E S の沿革（1999～2024）

- 1999年度 沿岸環境科学研究センター（C M E S）設立
- 2002年度 21世紀C O Eプログラム（21COE）採択（～2006年度）
- 2005年度 生物環境試料バンク（es-BANK）設置
- 2007年度 グローバルC O E（GCOE）採択（～2011年度）
- 2012年度 卓越した大学院拠点形成プログラム採択（～2014年度）
- 2016年度 共同利用・共同研究拠点認定  
「化学汚染・沿岸環境研究拠点（LaMer）」（～2021年度）
- 2022年度 共同利用・共同研究拠点認定  
「化学汚染・沿岸環境研究拠点（LaMer）」（～2027年度）



# 生物環境試料バンク(*es-BANK*)

2005年11月竣工(764m<sup>2</sup>)



# CME Sの調査船「いさな」



瀬戸内海・宇和海の調査に活用



# 化学汚染・沿岸環境研究拠点 (LaMer)

Leading Academia in Marine and  
Environment Pollution Research (LaMer)

(2016年度～2021年度)

(2022年度～2027年度)

愛媛大学沿岸環境科学研究センター (CMES)

拠点長 岩田 久人



環境研究のタイムカプセル

過去50年以上にわたり採集した  
12万点を超える試料

生物環境試料バンク (es-BANK)



# 研究拠点 LaMer の目標と活動内容

## 環境科学研究のレベルアップ

外部資金導入  
基盤設備整備  
学際化推進

## 環境科学研究を通じた社会貢献

インターネットによる  
研究成果の情報発信  
瀬戸内海環境調査拡充

調査実習船「いさな」



## 目標

## 化学汚染と沿岸環境研究の学際化・国際化の推進

## 世界的環境研究拠点としての体制構築と整備

## 若手研究者の育成

先端科学特別コース充実  
若手研究者海外調査派遣  
留学生受入機能強化

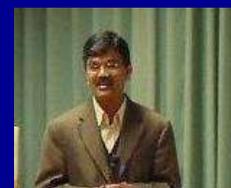
沿岸環境モニタリングシステム



## es-BANKの機能強化と活用

試料受入機能強化  
異分野融合型研究推進  
ワークショップ開催

先端科学特別コース  
先端研究セミナー



## アジアの環境科学研究を先導

国際共同研究企画・実践  
研究者ネットワーク強化  
国際シンポジウム開催

アジア環境研究者ネットワーク



環境汚染物質の濃度測定・影響検知のための機器・技術

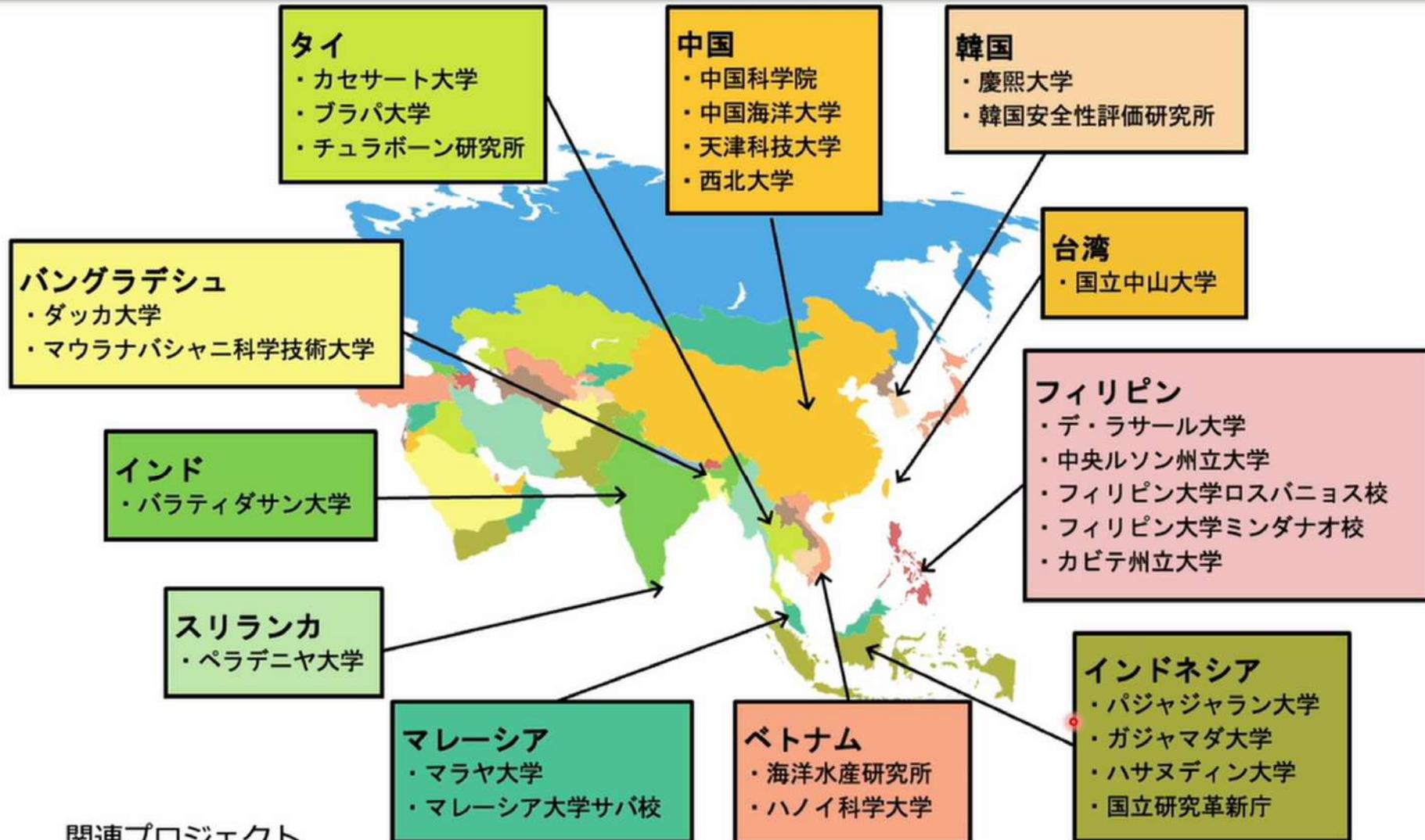


12万の環境試料を冷凍保存した環境タイムカプセル



# 国際展開

## LaMerを通じた国際共同研究のアジア展開



### 関連プロジェクト

- ・運営費交付金ミッション実現加速化経費（教育研究組織改革分）プロジェクト  
「沿岸環境科学研究センターの改革によるアジア拠点化の推進」（R4年度～）
- ・JSPS 研究拠点形成事業（B アジア・アフリカ学術基盤形成型）（R3～5年度）および（R6～8年度）
- ・JSPS 学術変革領域研究（A）「マクロ沿岸海洋学」（R4～8年度）
- ・JSPS 国際共同研究加速基金（国際共同研究強化 B）7件実施中

# 異分野融合研究の状況

## 若手研究者育成と多様な研究機関との連携

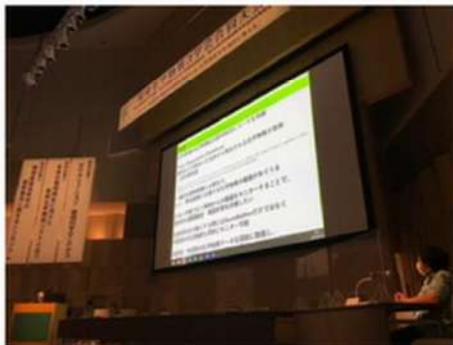
### 若手研究者育成

#### LaMer公募研究や外部資金の活用

- ・ JSPS研究拠点形成事業・外国人特別研究員制度・国際共同研究強化（B）・論博取得支援事業・文部科学省ミッション実現加速化経費・愛媛大学アドバンスド・リサーチ・フェローシップ制度などを利用して相手国機関の博士課程大学院生・研究員が本拠点に長期滞在する仕組みを構築

#### シンポジウム・セミナー・講演会の開催

- ・ 2016年度から2023年12月末までに総計108件、延べ参加人数4,030人
- ・ 大学院生・若手研究者が60件の優秀発表賞等の受賞



### 多様な研究機関との連携

2022年度から2023年12月末までの開催分

#### 他拠点との連携

##### 北海道大学低温科学研究所とワークショップの共催

- ・ 「亜寒帯－亜熱帯域含めた日本周辺の海洋環境科学の統合的理解」
- ・ 将来の拠点間の連携を確認

#### 学会との連携

##### 日本環境化学会 北海道東北地区・中国四国地区部会、

##### 北海道大学大学院獣医学研究院と国際シンポジウムの共催

- ・ 「6th Chemical Hazard Symposium：環境研究における異分野融合」
- ・ 「7th Chemical Hazard Symposium：環境研究のための異分野融合-化学物質による野生動物への影響評価の最前線-」
- ・ 愛媛大学・北大・熊大・神戸大・帯広畜産大・千葉大・富山大などから若手研究者・大学院生らが参加
- ・ 日本環境化学会から開催費用の資金的助成を受け、拠点活動を通じた外部資金獲得の仕組みを構築

##### 環境化学物質 3 学会（環境化学会・内分泌攪乱化学物質学会・環境毒性学会）合同大会と連携し、大会重点テーマセッション開催

- ・ 「環境化学・環境毒性学の融合による共同研究 -LaMerの成果と展望-」
- ・ 「環境化学物質の学際的共同研究の成果と展望」
- ・ 多くの外部研究者に共同研究活動成果の実績をアピール
- ・ 同コミュニティからLaMer運営に対する意見・要望を収集



# Ehime University

📍 Japan 🏛️ Established: 1949 👤 Scholars: 29



27

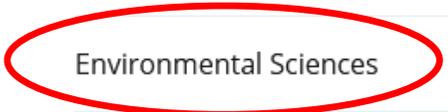


**Ehime University**  
Japan

## Ranking Positions & Metrics

Discipline	World ranking	Country ranking	No. of scientists	No. of publications	Total D-index
Microbiology	334	21	3	523	146
Medicine	698	73	1	430	86
Physics	343	14	1	2291	538
Biology and Biochemistry	343	25	8	2291	538
Plant Science and Agronomy	295	12	2	275	91
Earth Science	451	13	2	576	85
<b>Environmental Sciences</b>	231	<b>4</b>	<b>5</b>	1425	335
Materials Science	927	64	1	295	53

全員CMES  
関係者



2025/1/17

文部科学省と付置研センターとの定例ランチミーティング

# 海洋表層の混合過程の解明に向けて

愛媛大学沿岸環境科学研究センター

環境動態解析部門 助教

牛島 悠介



## 学歴

- 2015年 京都大学理学部 卒業
- 2017年 京都大学理学研究科  
地球惑星科学専攻 修士課程修了
- 2020年 京都大学理学研究科  
地球惑星科学専攻 博士後期課程修了

海洋表層の混合に関する研究

研究の目的: 強制力(風や熱)と混合強度の関係の解明



混合による水温変化の模式図

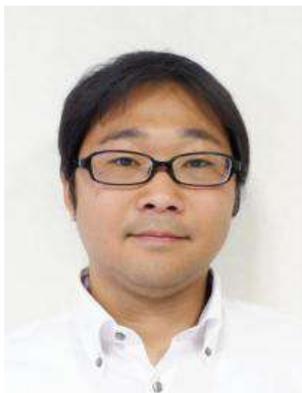
## 職歴

- 2020年 (一財)気象業務支援センター 研究員  
気象庁気象研究所 客員研究員

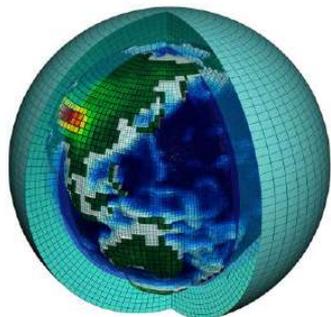
気候変動予測に関する研究

- 文部科学省 「統合的気候モデル高度化研究プログラム」(2017-2022)
- 文部科学省 「気候変動予測先端研究プログラム」(2022-)

- 2024年 愛媛大学沿岸環境科学研究センター 助教



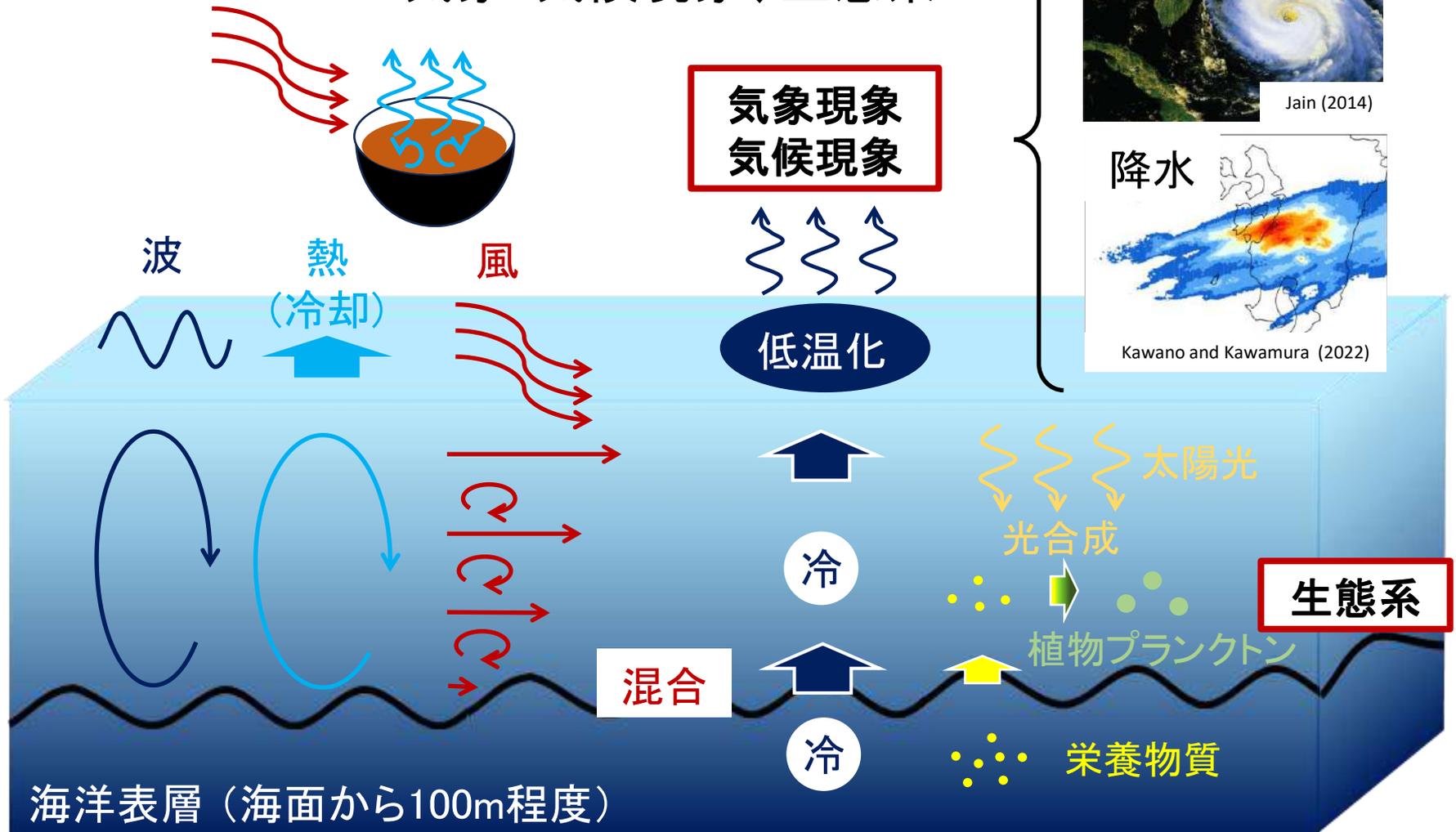
気候モデル



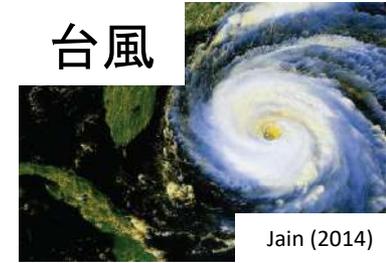
<https://www.jamstec.go.jp/sdgs/j/case/016.htmlz>

# 海洋表層の混合とは？

風・熱・波 → 海面付近の海水の混合  
→ 気象・気候現象、生態系 …

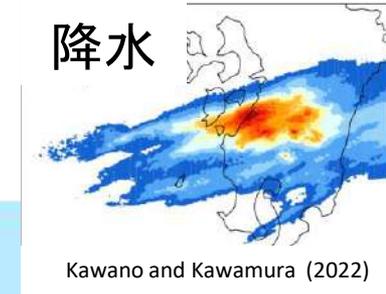


台風



Jain (2014)

降水



Kawano and Kawamura (2022)

# 気候モデルにおける混合表現

## 気候モデルの現状

小規模な混合過程を直接的に表現できない



風や熱、波の大きさ(強制力)などから混合の強度を推定

## 気候モデルの課題

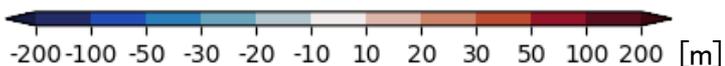
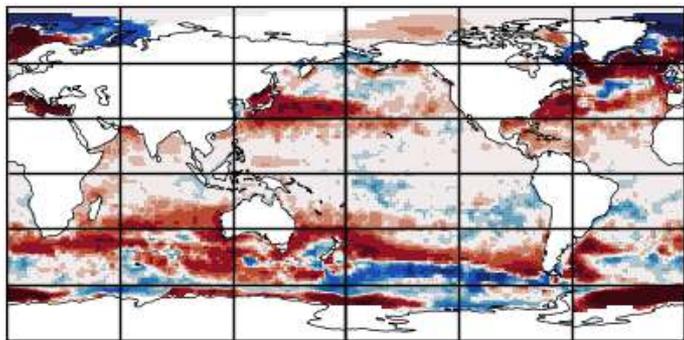
混合強度の再現性は不十分 ← 混合強度の推定式の精度が原因？



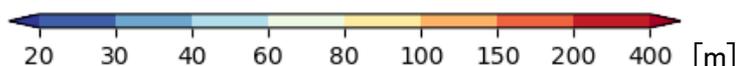
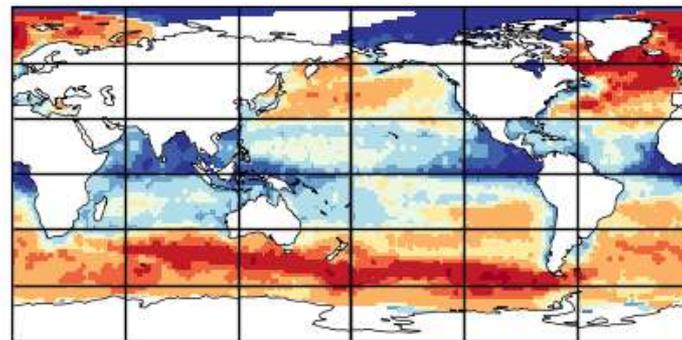
**強制力(風や熱、波)と混合強度の関係の解明が必要**

冬季の混合が生じる深さ

気候モデルの誤差



観測値



# 風による混合過程 ~Ushijima & Yoshikawa (2020)~

風の大きさを様々に変えた数値実験(LES)の実施

→ 混合が生じる深さ(※混合強度の指標)の時間変化を定量的に調査

※LES: 混合過程を直接的に表現可能

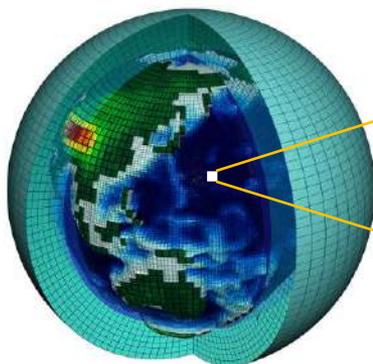


## 混合が生じる深さの時間変化を定式化

先行研究の推定とは異なる

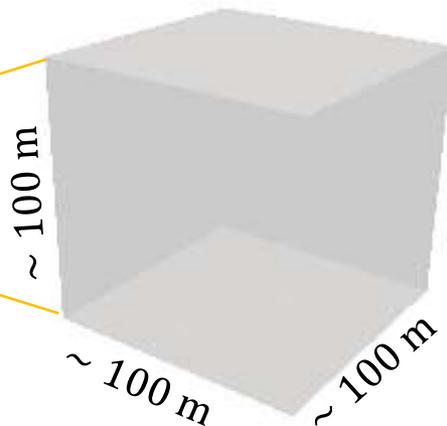
風に対する依存性があることが判明

気候モデル



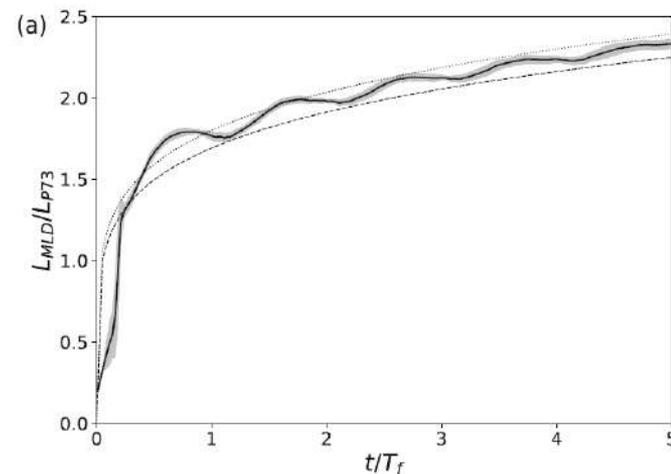
<https://www.jamstec.go.jp/sdgs/j/case/016.htmlz>

LESで再現された鉛直流



解像度: 100km程度 ← → 解像度: 1m程度

混合が生じる深さの時間変化

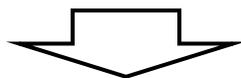


# 風と冷却による混合過程 ~Ushijima & Yoshikawa (2022)~

## 風と冷却による混合過程

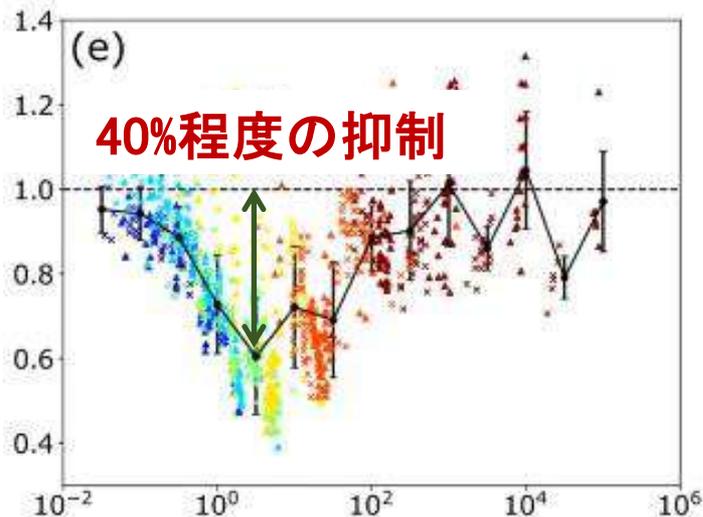
風が冷却による混合を抑制することが大気の研究から示唆

(e.g., Pino et al. 2008)



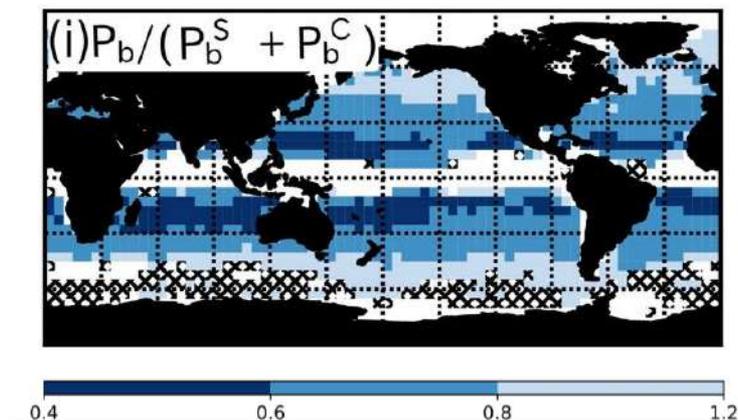
海洋でも抑制効果は発生？どこの海域で顕著？

### 風による冷却の混合の抑制効果



風による混合 ⇔ 冷却による混合

### 秋季の抑制効果の空間分布



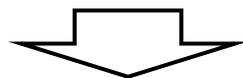
15°- 25° 付近で抑制効果が大きい



秋季の台風の発達に影響？

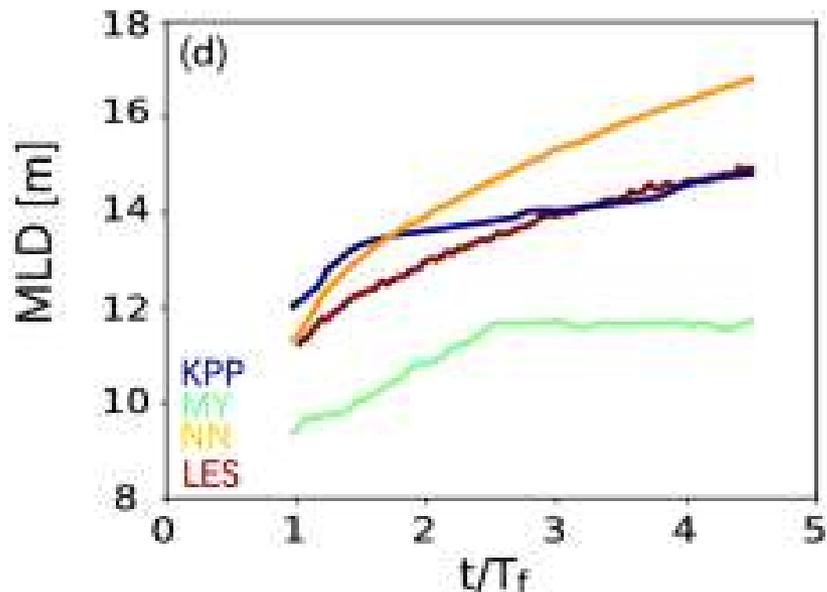
# 従来の推定法の再現性 ~Ushijima & Yoshikawa (2022)~

気候モデルで用いられている混合強度の推定法は妥当か？  
混合を直接再現可能な数値実験(LES)の結果と比較

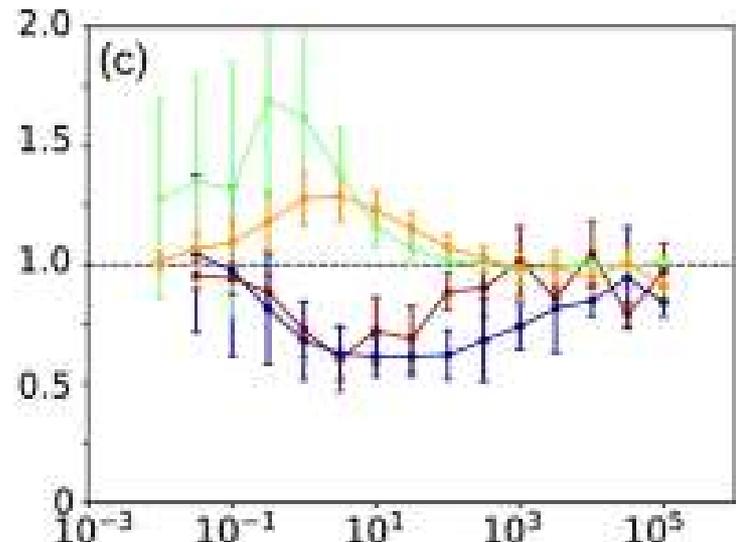


従来の推定法には混合強度の再現性に課題  
今後の課題: 新たな混合強度の推定式の定式化

風による混合層深度の時間変化



風による冷却の混合の抑制効果

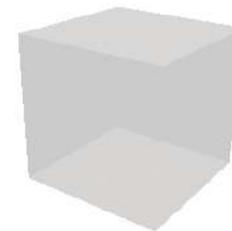


風による混合  $\Leftrightarrow$  冷却による混合

# 今後の展望

## 海洋表層の混合に関する研究

混合強度の強制力に対する依存性の解明



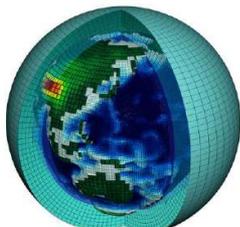
LESで再現された鉛直流

**混合強度の推定式の定式化**

## 気候変動予測に関する研究

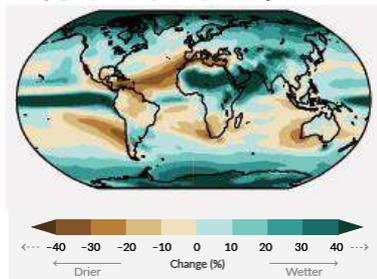
混合の推定式の気候モデルへの導入

気候モデル



<https://www.jamstec.go.jp/sdgs/j/case/016.html>

将来の降水量変化



(Masson-Delmotte et al. 2021)

全球

**気候変動予測の精度向上へ**

気候変動予測・影響評価研究

全球気候 → 領域気候

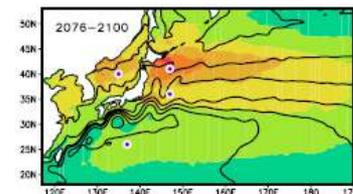
大気: 2010s~

海洋: 2020s~

**領域気候研究の推進**

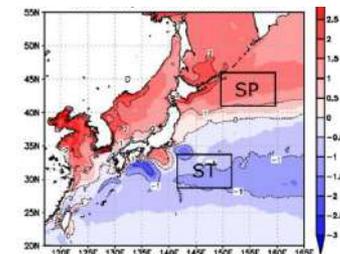
領域

将来の海洋熱波の強度



(Kawakami et al. 2024)

基礎生産量の将来変化



(Nishikawa et al. 2024)

文部科学省と国立大学附置研究所・センター個別定例ミーティング（2025.01.17）

ナマコ類が沿岸生態系に占める生態学的役割の解明  
トロピカリゼーションの最前線で

愛媛大学 沿岸環境科学研究センター  
生態・保健科学研究部門 助教  
濱本 耕平

# 自己紹介



## 学歴

- 広島県立五日市高校（～2014.03）
- 琉球大学 理学部 海洋自然科学科（～2018.03）
- 同 海洋自然科学専攻 博士前期課程修了（～2020.03）
- 同 海洋環境学専攻 博士後期課程修了（～2023.03）

## 職歴

- 産業技術総合研究所 学振PD（～2024.08）
- **愛媛大学 沿岸環境科学研究センター**  
**生態・保健科学部門 助教（2024.09～）**

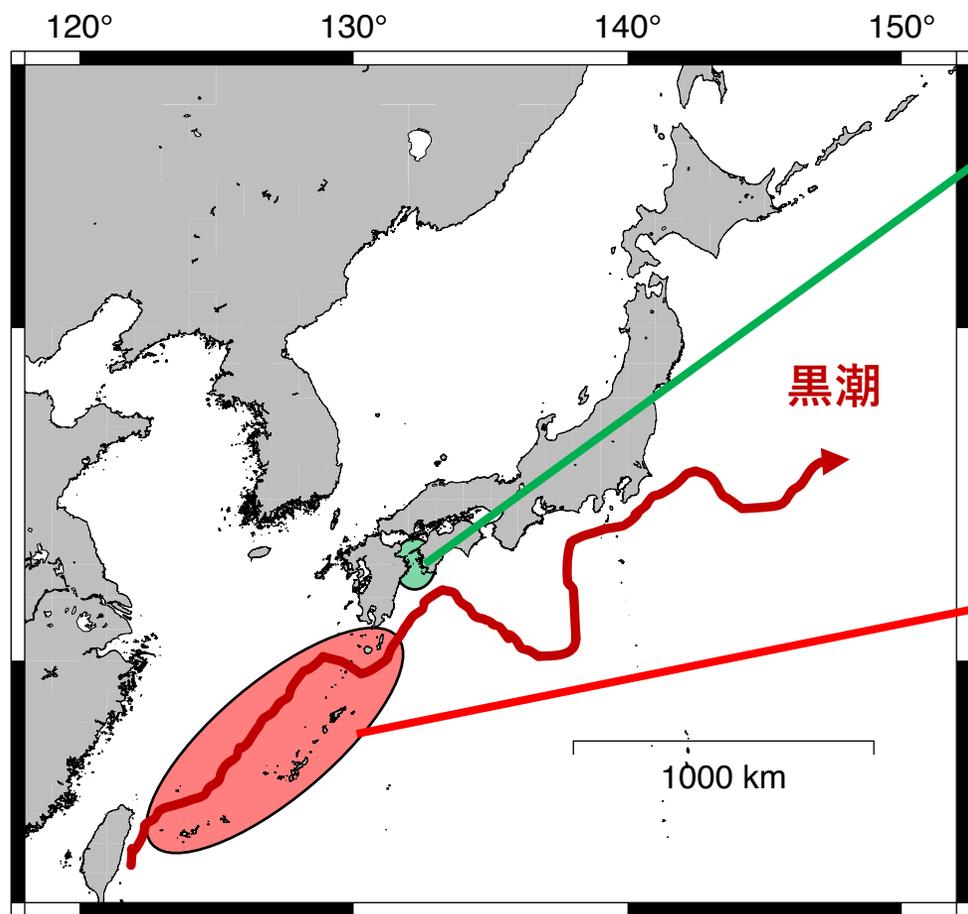


## 研究の興味

水域生態系における生物群集集団の形成維持機構の解明  
遺伝的連結性に根ざした海洋生物の保全生態学的研究  
水域生態系におけるマイクロバイオームの生態系機能の解明



# 研究のフィールド：造礁サンゴの分布にまたがって



## 四国西岸

- トロピカリゼーションの最前線
- 水温の変化に伴い、動植物相も変化
- 人間活動（特に漁業）の変化も報告 (Kumagai et al. 2024)
- 夏季の高水温ではサンゴが白化
- サンゴ礁生物の研究人材が不足

## 南西諸島

- 日本におけるサンゴ礁研究の本場
- 近年、多くの環境問題が顕在化
- 高水温による大規模白化 (Sakai et al. 2019)
- サンゴ病の蔓延 (Das et al. 2023)
- 他生物との競争の激化 (Reimer et al. 2022)

## 自分の強み：

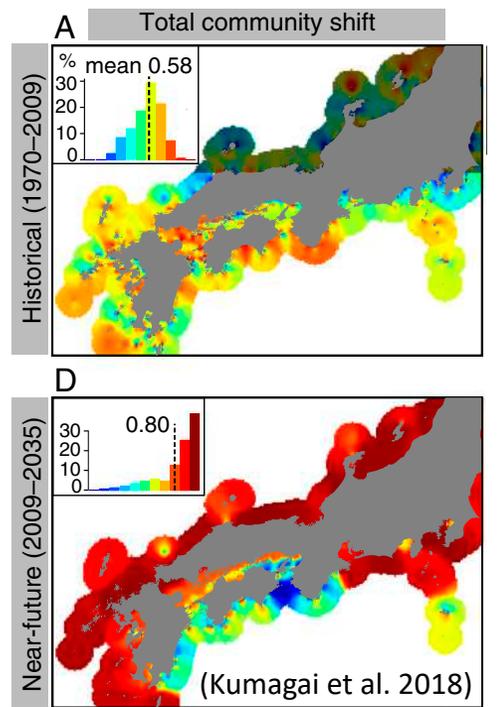
二つの異なる海域でサンゴ礁と向き合うことができる

+

スキューバダイビングによる実地潜水調査



中でも**ナマコ**という生物に着目



県沿岸部“サンゴの白化”過去最大規模 黒潮生物研究所調べ  
11月21日 07時41分



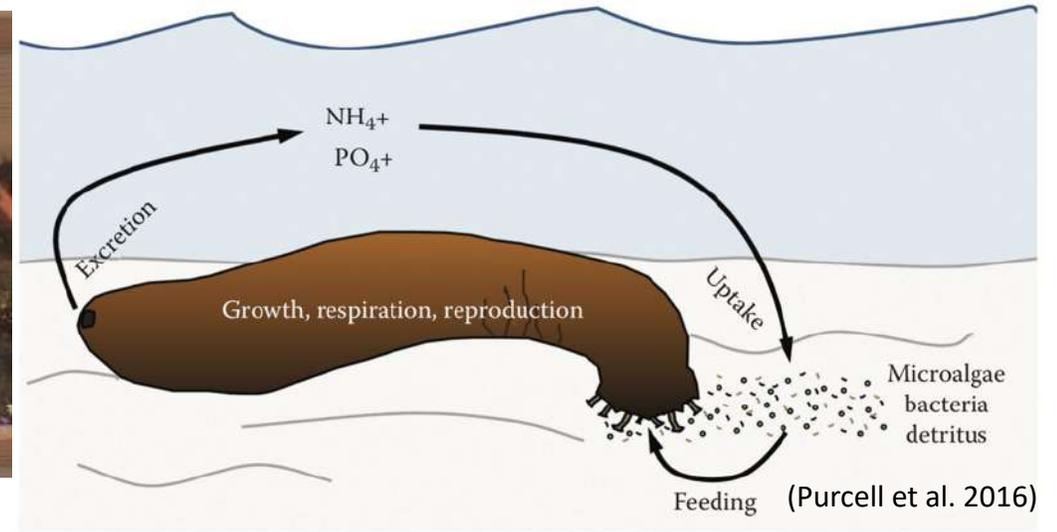
高知県沿岸部でサンゴが白くなる「白化現象」が相次いで確認されている問題で、白化したサンゴは過去最大規模に上ることが研究機関の調査で分かりました。  
高知県沿岸部では生息するサンゴが白くなる「白化現象」が広い範囲で確認されています。

<https://www3.nhk.or.jp/lnews/kochi/20241121.html>

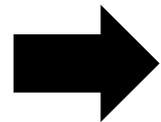
# 研究の興味：沿岸生態系の中でのナマコの役割



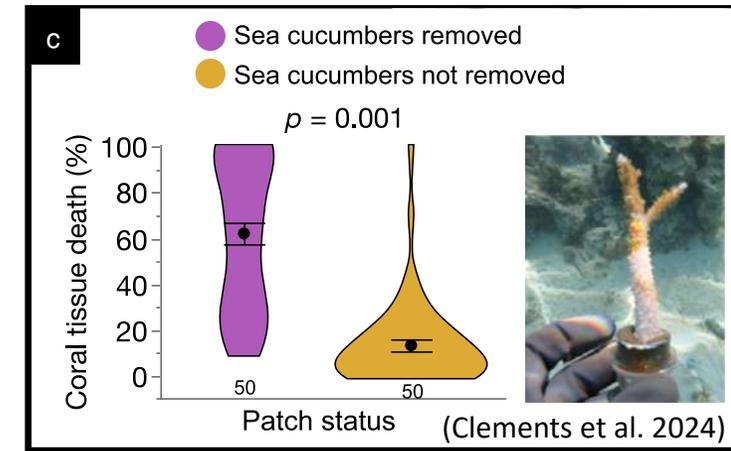
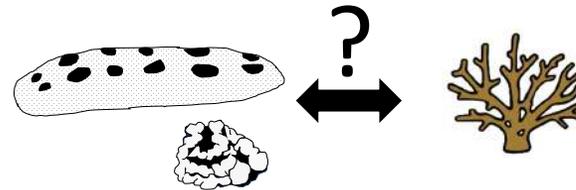
ナマコ網



- 棘皮動物門（ウニやヒトデの仲間）
- 近年水産的な価値の高まりにより、世界中で乱獲
- 熱帯亜熱帯種の多くは堆積物食性 → 栄養循環に寄与 (Uthicke 2001)
- サンゴ病の蔓延を抑制 (Clements et al. 2024)

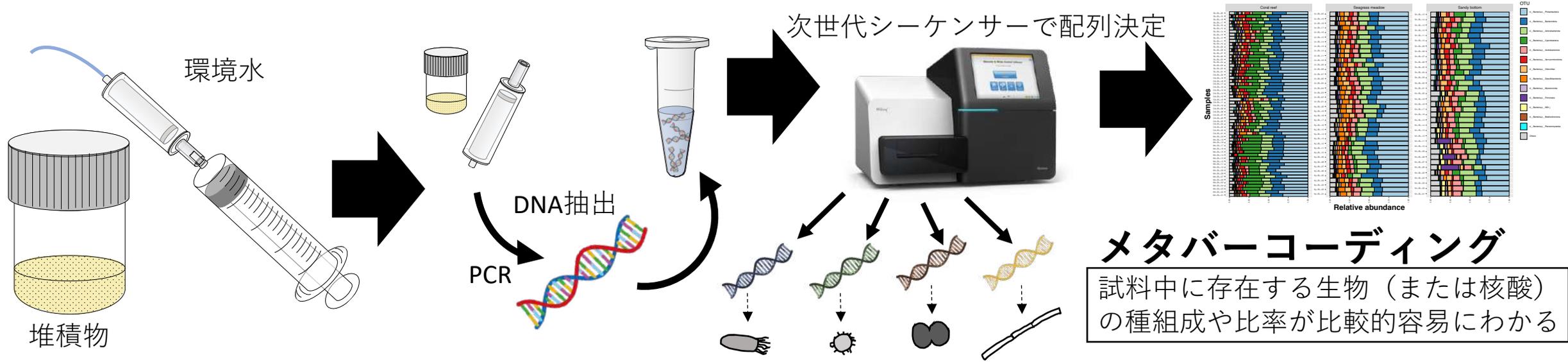


メカニズムは未解明



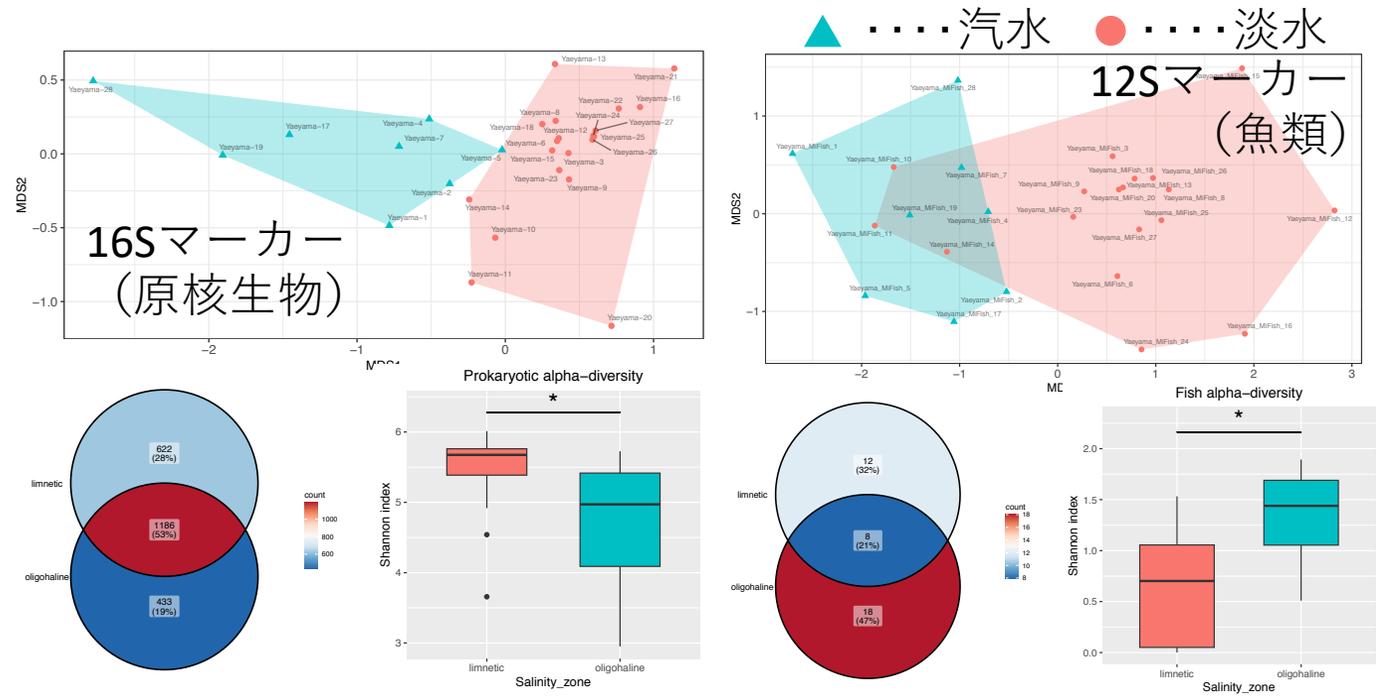
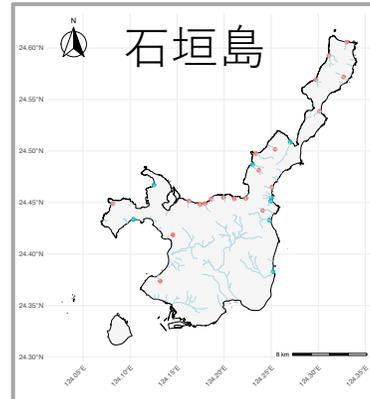
研究意義：“ナマコを守ればサンゴが増える”ことを解明し、ナマコ保全を推進  
 解明手段：メタバーコーディング解析を用いた共生細菌叢からのアプローチ

# 研究手法：環境DNAとは何か、それにより何がわかるか



- ① 比較的簡便なサンプリング
- ② 生物多様性情報を網羅的に取得
- ③ 高解像度に生物多様性を評価

**優れたコストパフォーマンス**



# 沖縄島周辺のクロナマコの糞便内細菌叢の研究

Q1: 異なる環境間で堆積物内の細菌叢は違うのか？

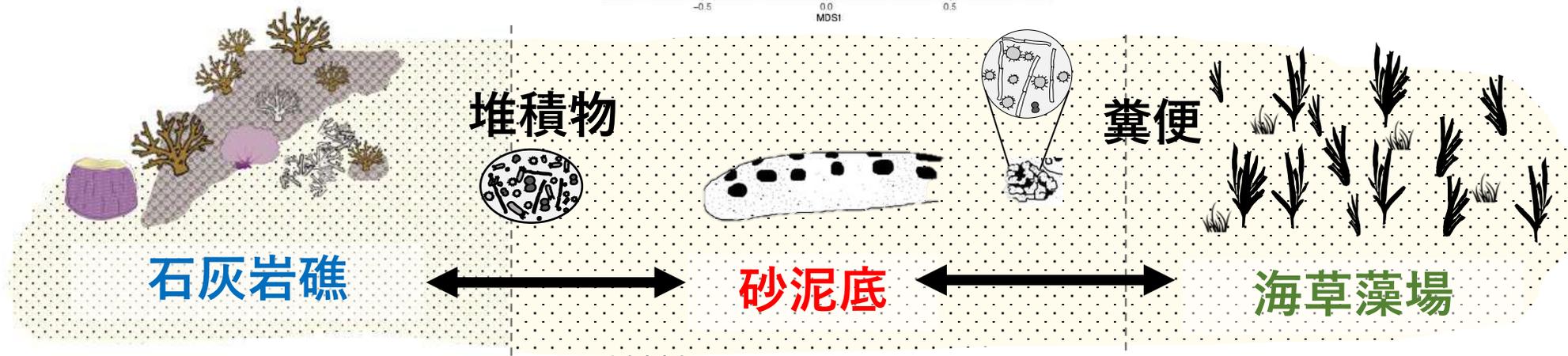
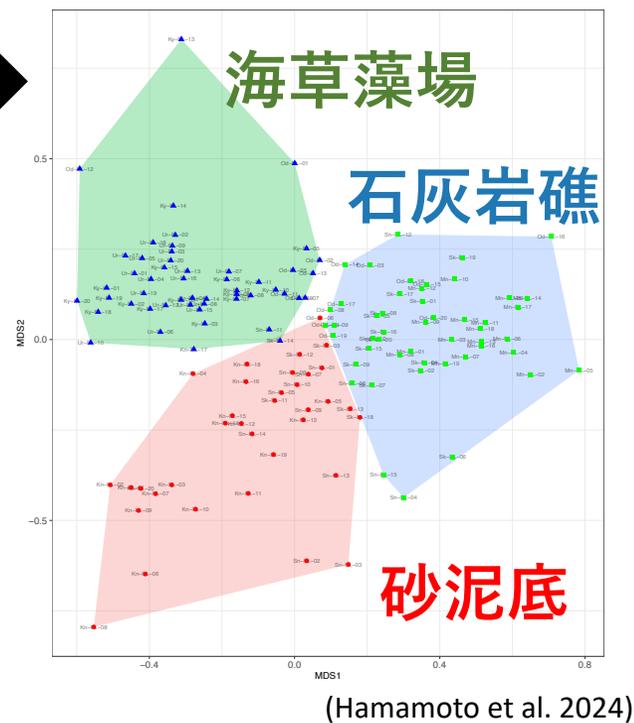
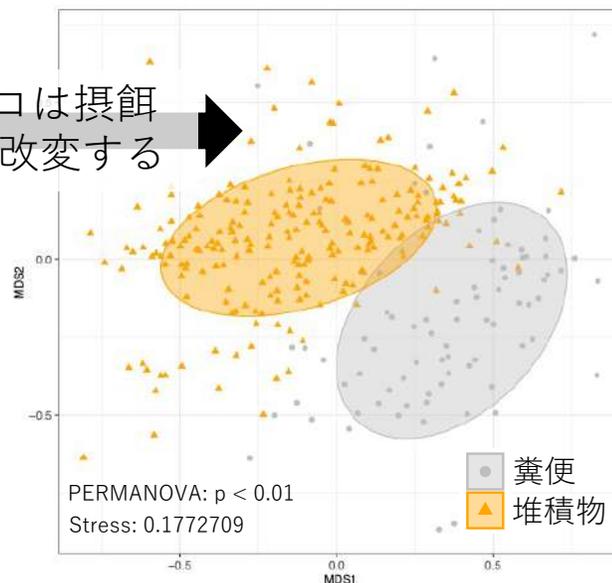
A1: 違う。異なる底質環境では、堆積物内細菌叢も異なる

Q2: ナマコの摂餌前後で細菌叢が変わるのか？

A2: 変わる。ナマコは摂餌を通して細菌叢を改変する

Q3: どんな細菌が糞便で増え、その生態学的役割とは？

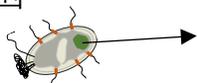
A3: 次スライドで、海草藻場を例に説明



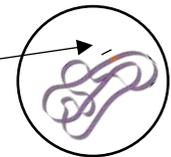
# クロナマコの糞便内で増えた細菌類の役割とは

PICRUSt2 (Douglas et al. 2020)

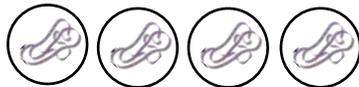
細菌



16S領域  
配列取得

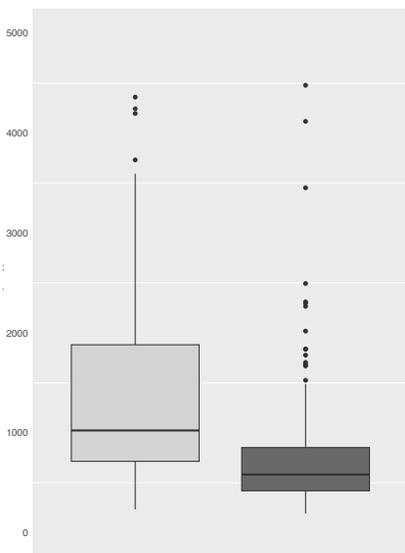


細菌ゲノムDB (IMG/M) 上で検索  
(Markowitz et al. 2017)

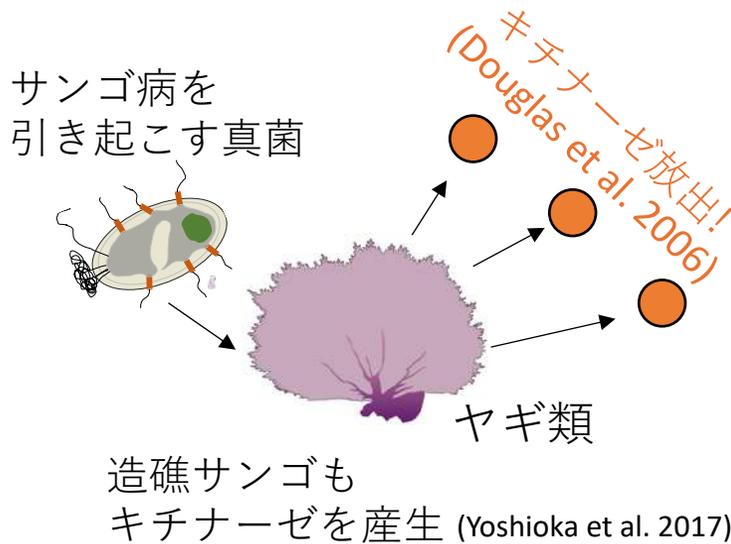


その細菌群集がコードする  
全機能遺伝子の推定が可能

## キチナーゼ



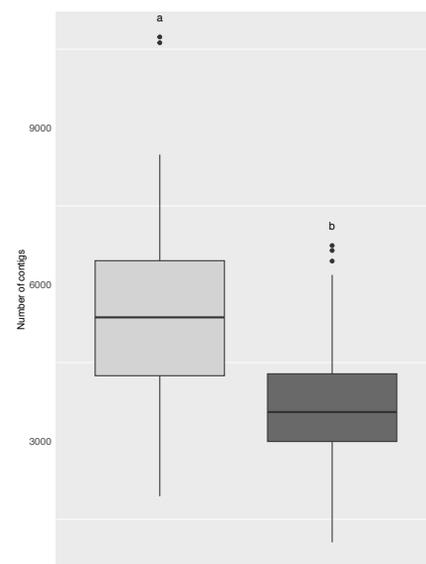
糞便 堆積物



**サンゴ病原菌の分解促進?**

## PHBデポリメラーゼ

PHB = ポチヒドロキシ酪酸、  
生分解プラスチック



糞便 堆積物

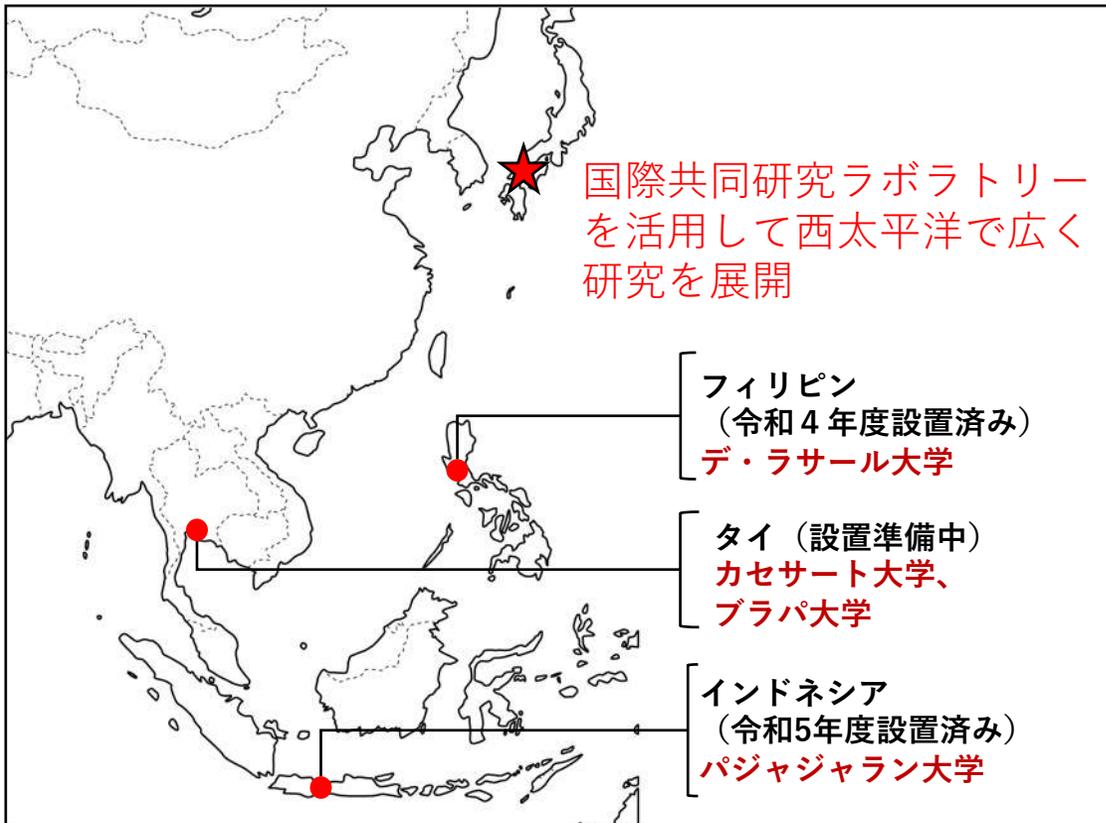


**沿岸に漂着した  
マイクロプラスチックを分解?**

サンゴ礁生態系の中でナマコは

- キチナーゼ産生細菌を増やすことでサンゴ病原菌の蔓延を抑制し
- マイクロプラスチック粒子を分解・除去することで間接的な感染リスク低減にも一役買っている?

# サンゴ礁域のナマコ研究をさらに推進



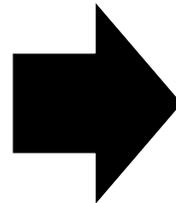
## ナマコーサンゴの間接的な関係

- ナマコ共生細菌が生産する**酵素活性試験**
- マイクロプラスチック摂餌試験→**分解能推定**

## 熱帯化の最前線、愛媛県西岸で

- 南方系ナマコの**移入モニタリング**
- サンゴ群集の**遷移モニタリング**
- ゲノムワイドなSNPs解析による**環境適応進化**の検出 (**渡辺幸三教授と共同研究**)
- 地元漁業に寄り添い、**代替的な魚種**の開拓

- 今あるサンゴ礁の維持・再生
- 温暖化する世界で、これからサンゴ礁はどうなっていくのか？



- サンゴ礁の世界的中心である東南アジアで研究を推進
- センター内の連携により、遺伝子解析による環境研究をさらに発展