

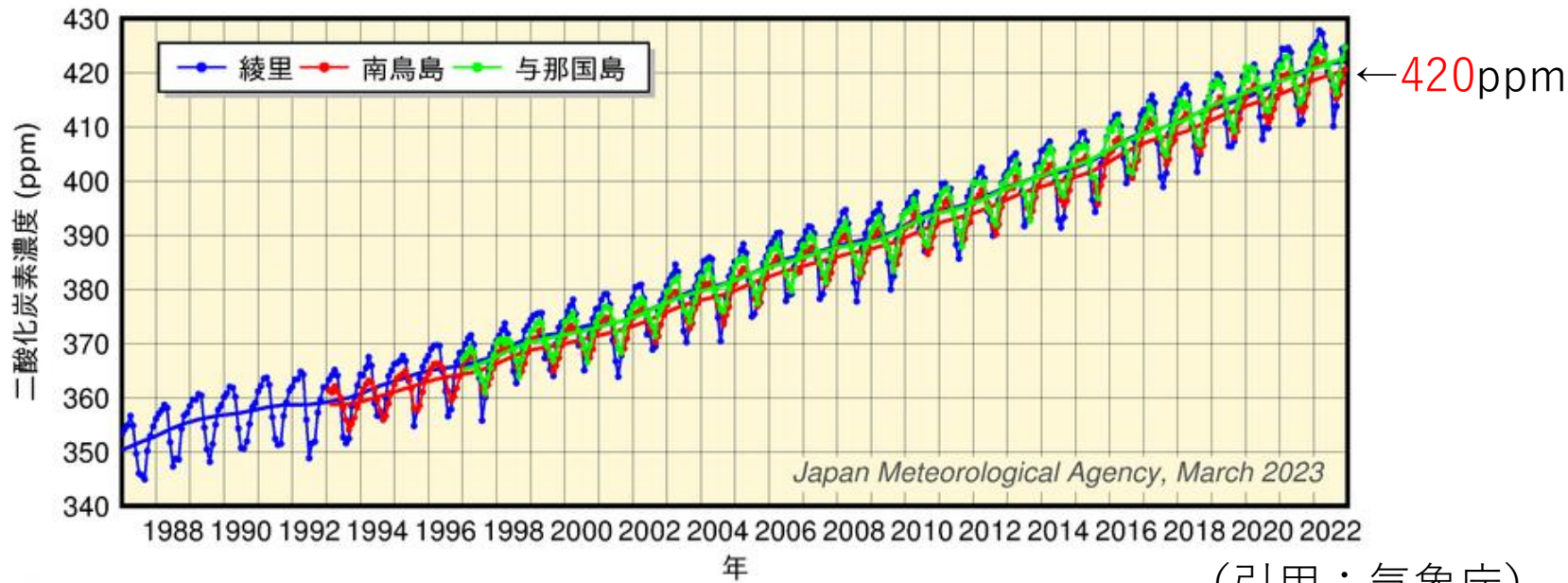
第3回ゼロカーボン研究会
(2024.11.07)

海洋環境保全とブルーカーボン

岡山大学 学術研究院教育学域
佐野 亘

人為的な温室効果ガスの排出による世界平均気温の上昇

観測史上の大気二酸化炭素濃度



大気は、、、

窒素：78%

酸素：21%

アルゴン：0.9%

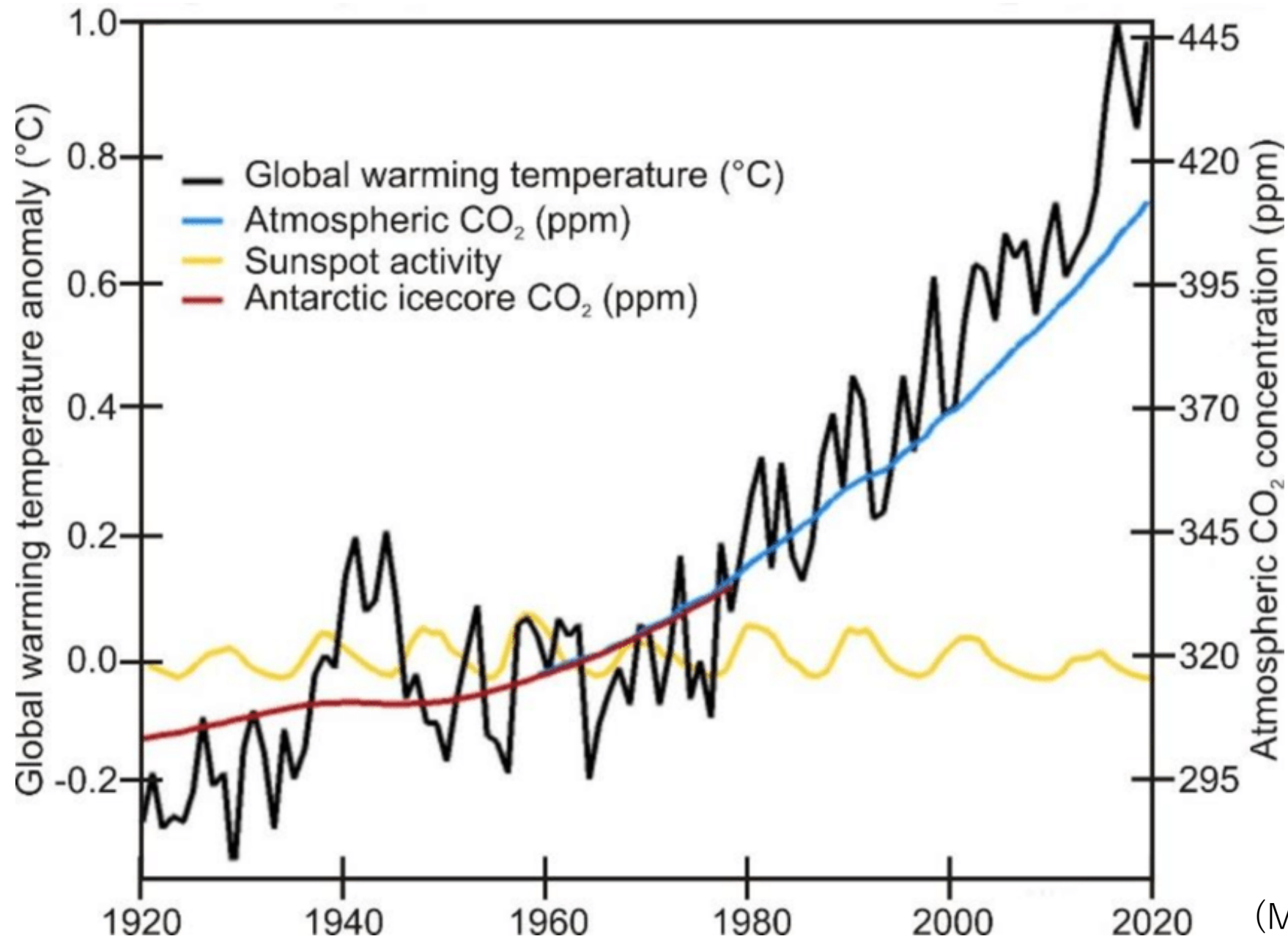
二酸化炭素：**0.04%**

このたった0.04%が重要

本日は、

時間スケール、空間スケールの概念と共に、環境とブルーカーボンについてお話しいたします。

温暖化の主要因は何か？



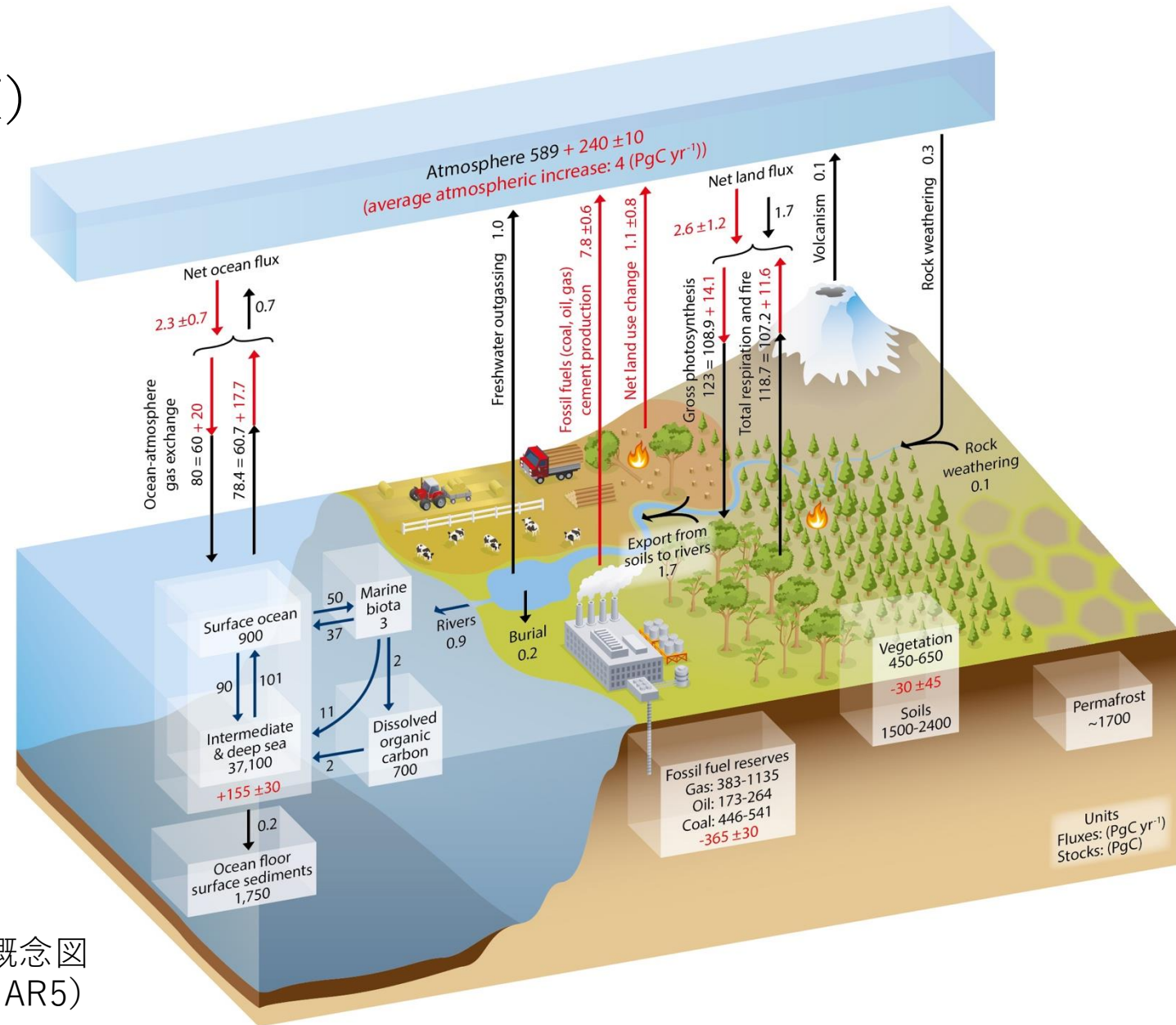
(Moore et al., 2021)

地球表層の炭素循環

CO₂の放出量（人為起源＋自然起源）
→年間で **6.4 Gt**（ギガトン）

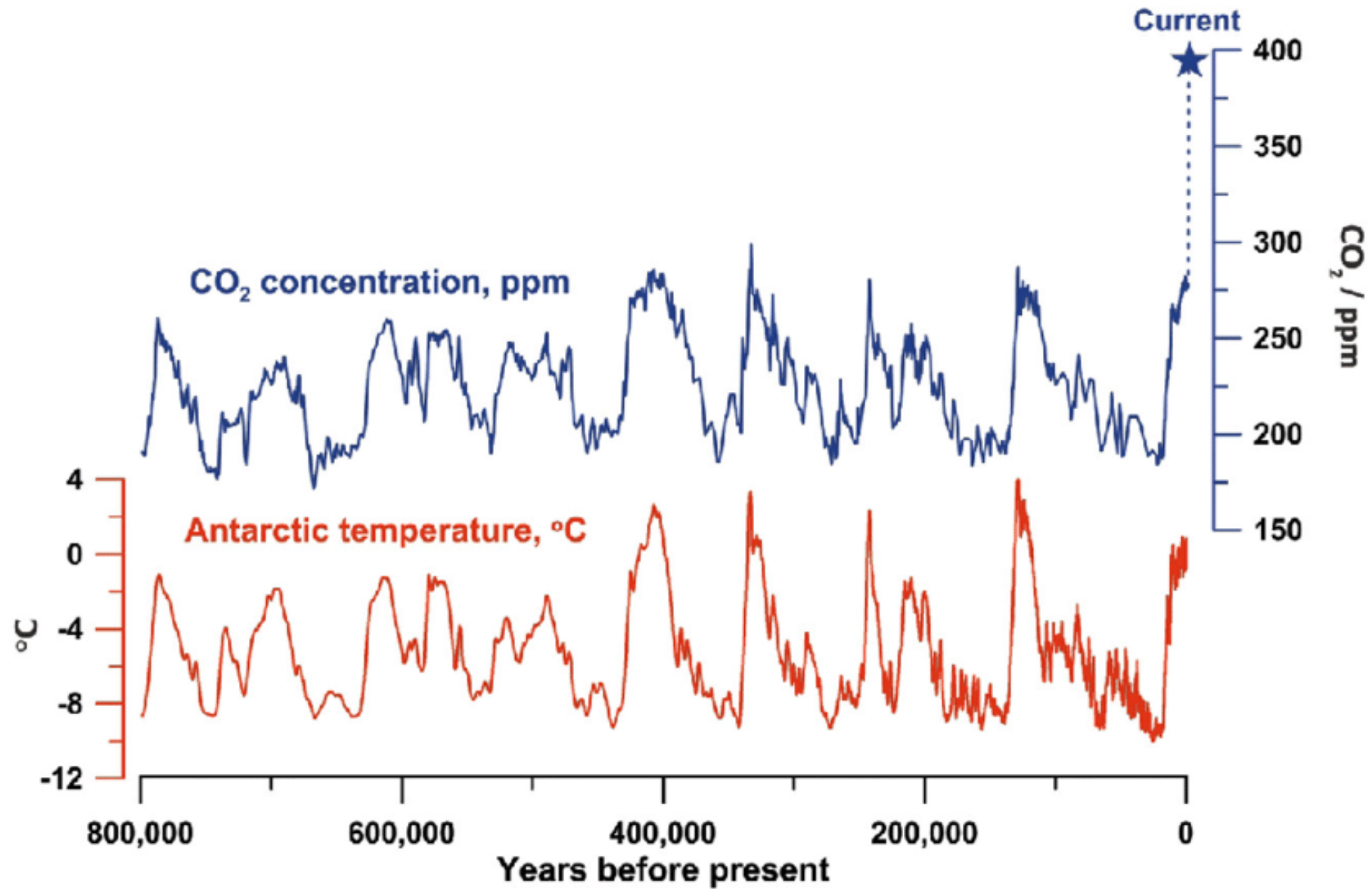
大気中CO₂濃度上昇
→年間で **4 Gt** しか増えてない？

海洋による吸収
→年間で **2.4 Gt**



図： 地球表層におけるCO₂収支の概念図
(IPCC AR5)

古環境・古気候復元の手法



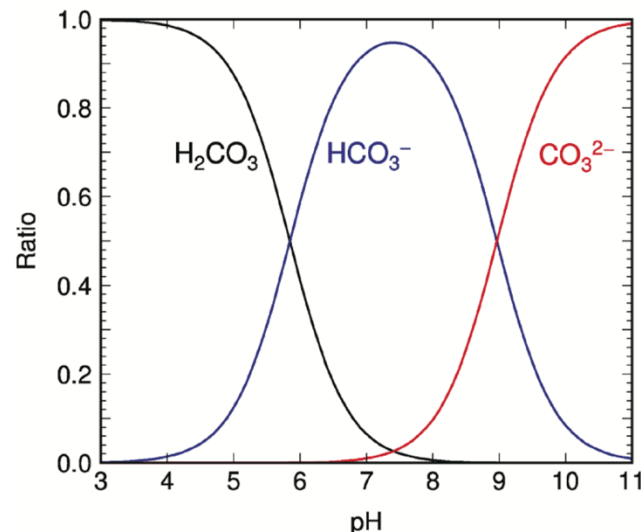
図：過去80万年間の二酸化炭素濃度と平均気温 (Balley et al., 2015)

CO₂濃度増加が引き起こす、もう一つ的环境問題

海洋酸性化; Ocean acidification

- CO₂の過剰な溶解によって海水のpHが下がる現象

海洋表層の海水のpH： 8.1



図： pHの変化に伴う炭酸物質の存在比
(斎藤他 2015)

大気

CO₂ CO₂ CO₂

海洋

CO₂ (aq)

↓

炭酸水素イオン

$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$

炭酸イオン

$\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+$

緩衝作用によりCO₃²⁻ が消費される。

$\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$

$\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{HCO}_3^-$

炭酸カルシウム (CaCO₃) でできた生物の殻

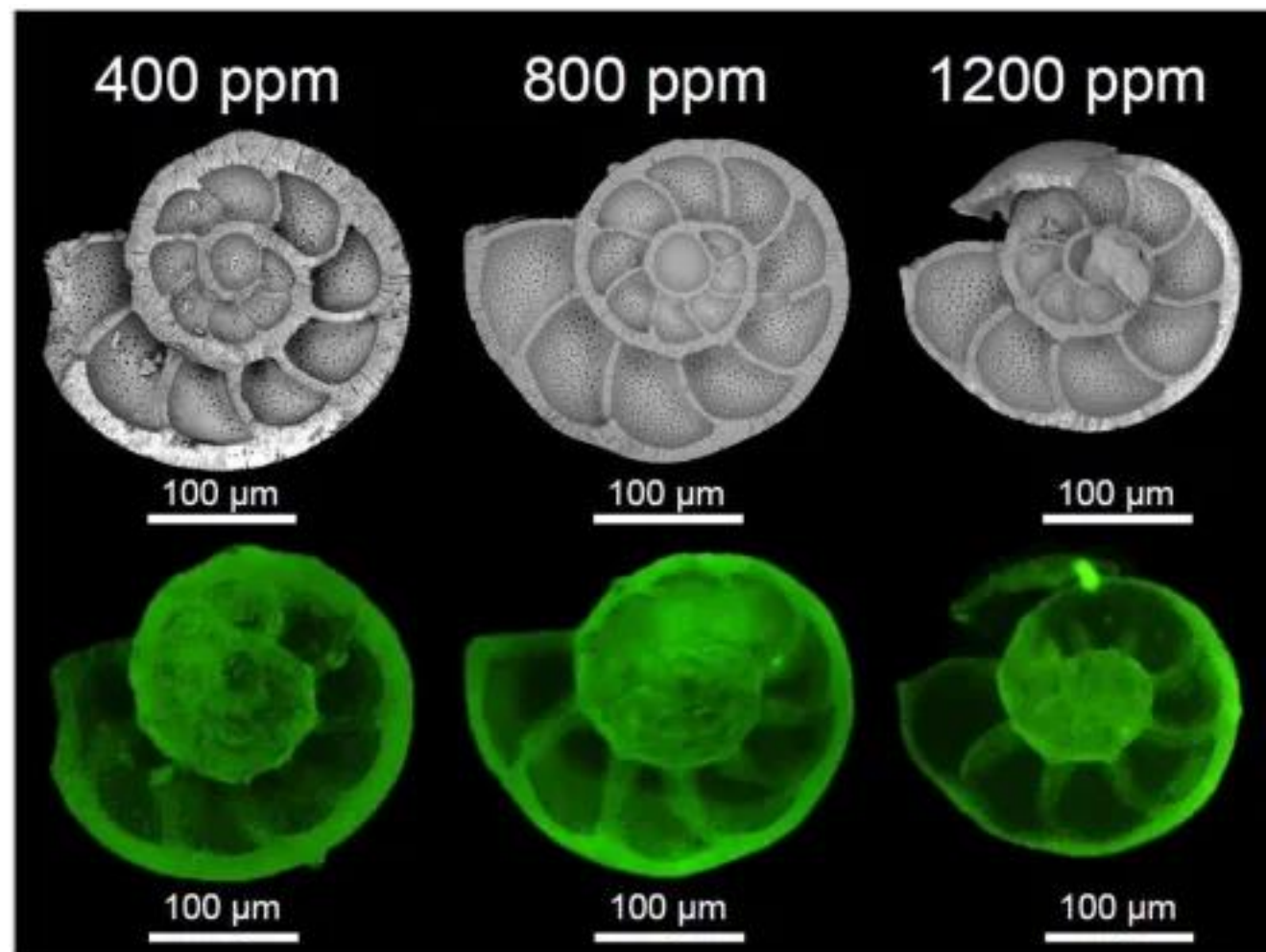
- ✓ 貝類
- ✓ サンゴ
- ✓ ウニ
- ✓ 有孔虫
- ✓ 石灰藻類 など...

海洋酸性化

炭酸カルシウム (CaCO_3)
の骨格を持つ生物

- ✓ 貝類
- ✓ サンゴ
- ✓ ウニ
- ✓ 有孔虫
- ✓ 石灰藻類
など...

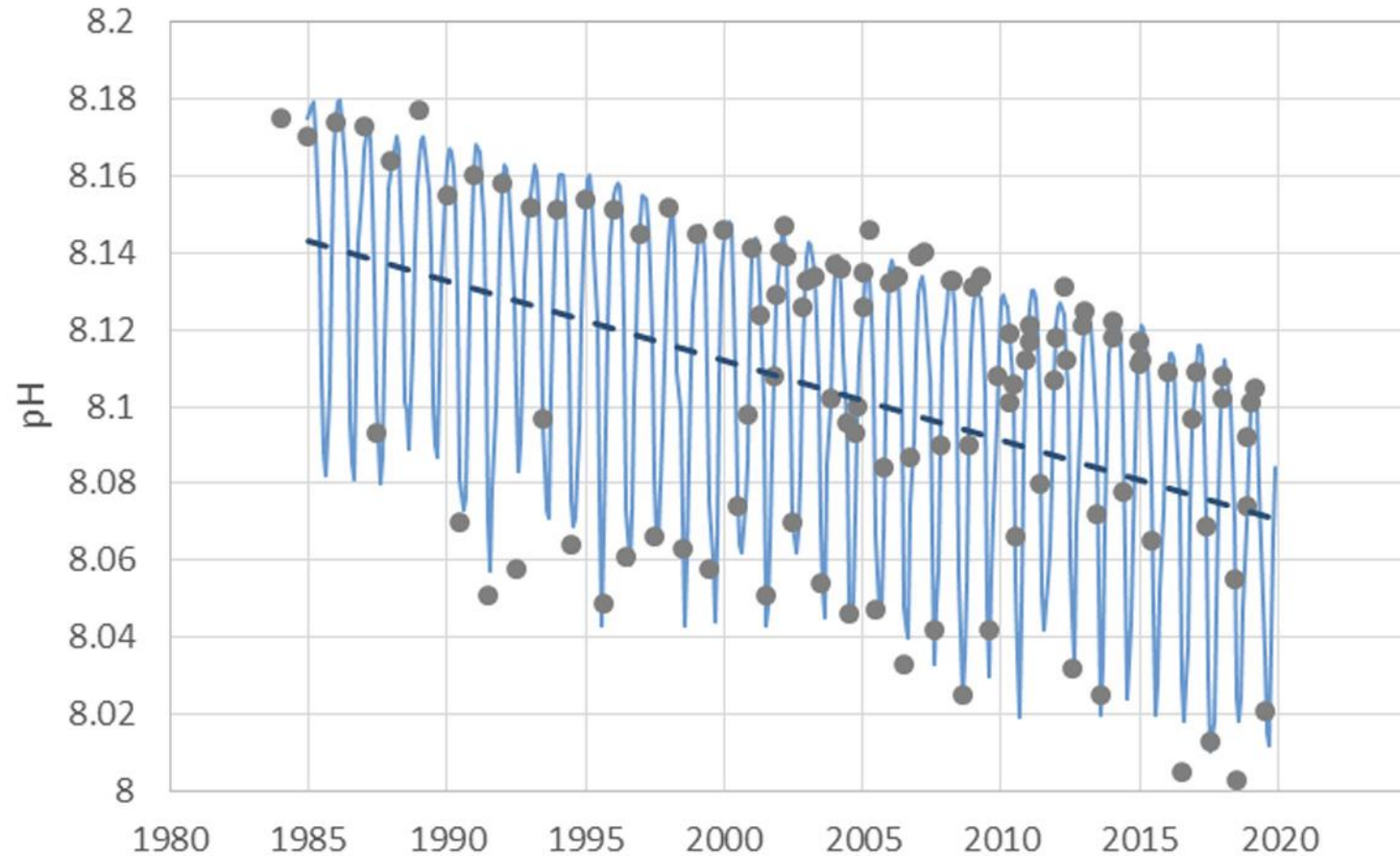
重要な水産資源である、カキ
やアワビの幼体でも同様の現象
が報告されている。



図： 異なるCO₂濃度下で飼育した *P. tuberculatum* の骨格
(Dong et al., 2023)

日本周辺の現状①

日本近海の表面海水中の水素イオン濃度指数(PH)の長期変化



1980年代
表層海水 **pH=8.14**

2020年
表層海水 **pH=8.02~8.08**

※出典 表面海水中のPHの長期変化傾向(北西太平洋) (気象庁) の東経137度北緯30度のデータから作成

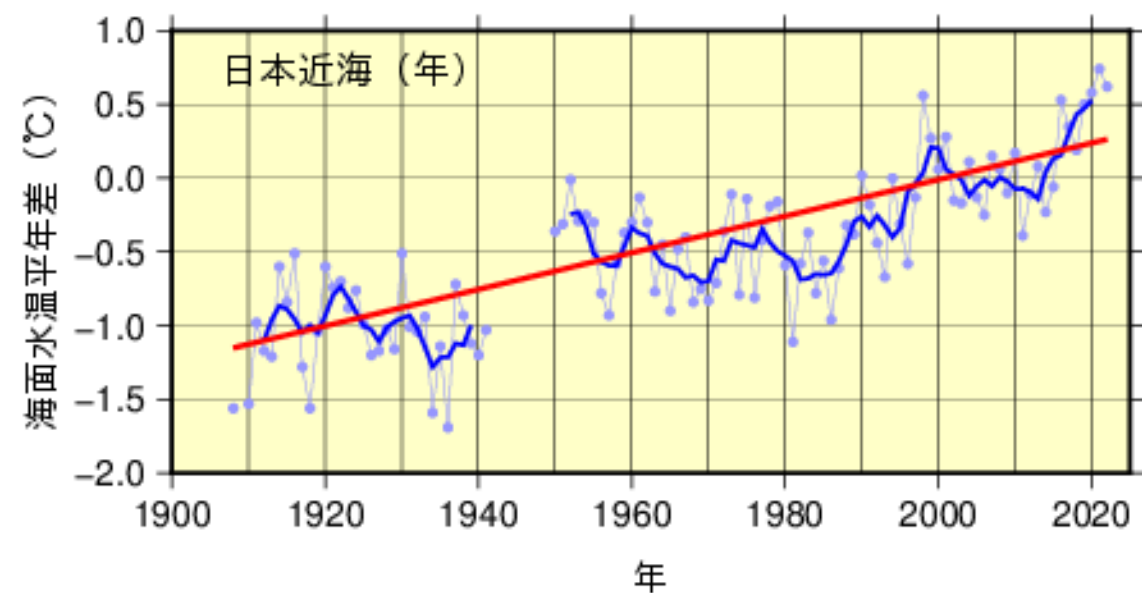
日本周辺の現状②

日本周辺海域への影響

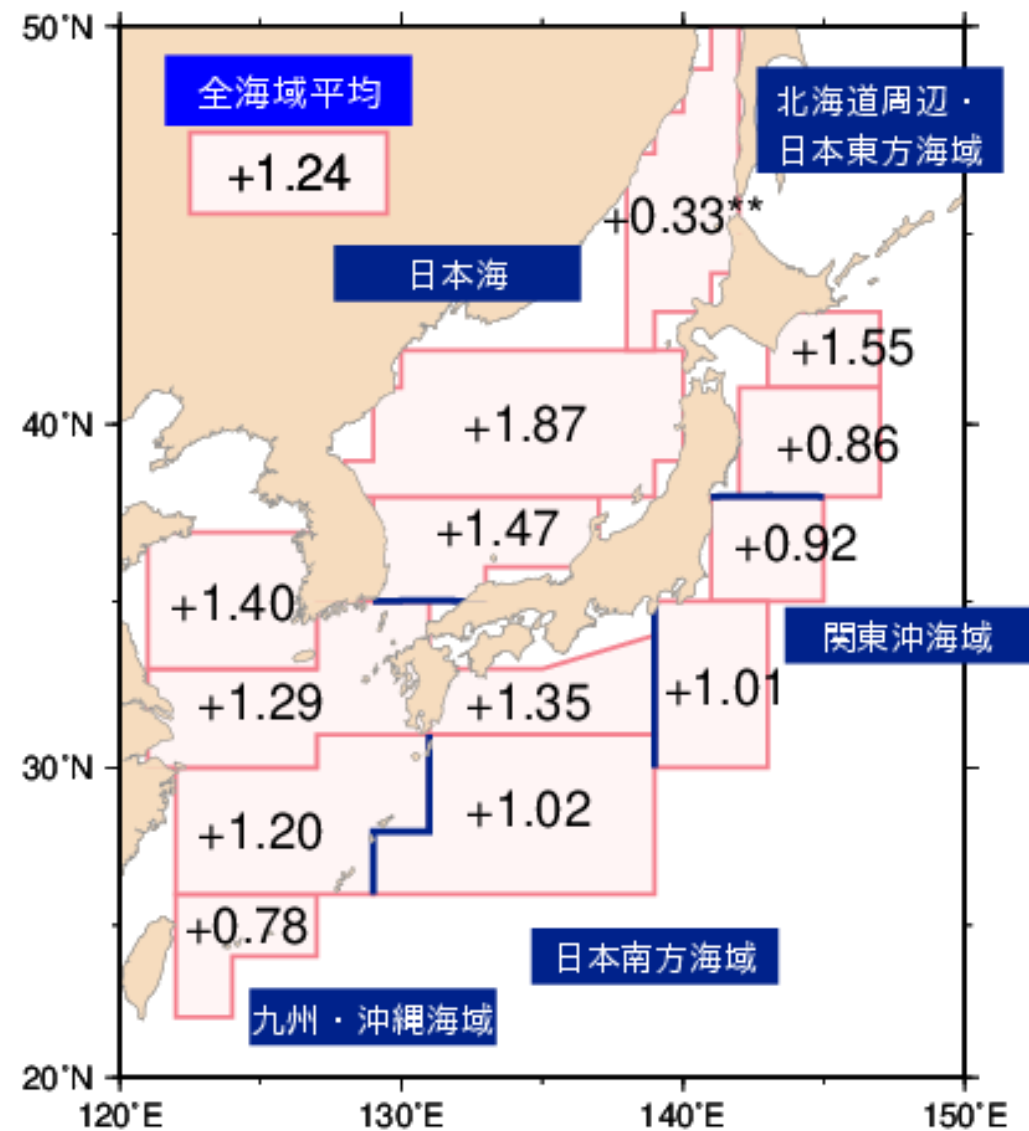
海域平均海面水温（年平均）の上昇率

日本近海： $+1.24^{\circ}\text{C}/100\text{年}$

世界平均： $+0.60^{\circ}\text{C}/100\text{年}$



日本近海はどうやら、、、
海水温上昇速度が世界的にも大きな海域。



図：表層海水温度上昇率（<https://www.data.jma.go.jp>）

ブルーカーボン生態系

自然の緩衝作用としてのCO₂の吸収源

- ・ **ブルーカーボン生態系** (Blue Carbon Ecosystem ; BCE)

- ✓ 塩性湿地
- ✓ マングローブ
- ✓ 海草藻場



塩性湿地

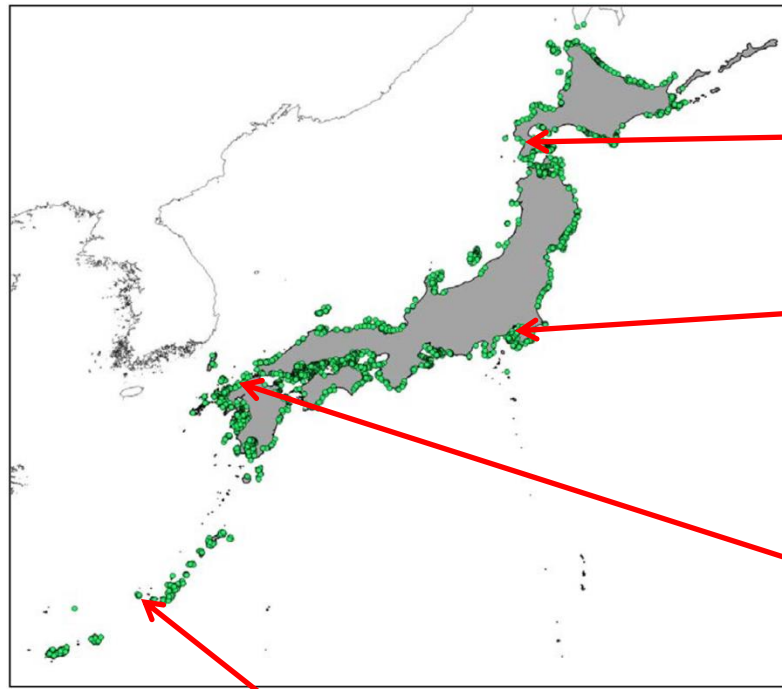


マングローブ林



海草藻場

日本国内の海草藻場



図：日本沿岸におけるアマモ類の分布
(環境省 2015)



北海道 奥尻町
(www.pref.hokkaido.lg.jp)



東京湾 富津干潟
(アースウォッチ・ジャパン
「東京湾のアマモ 調査」)



博多湾 唐泊
(福岡糸島ダイビングSUNS)



久米島東部 オーハ島
(撮影：佐野)

海草藻場の地理的条件の違い

底質、波浪・潮流、水温、栄養塩濃度など、さまざまな環境条件が海草藻場の形成に影響を与える。

- 奄美大島を境に熱帯種と温帯種が生息
- “アマモ”は*Zostera marina*という温帯種の和名
- コアマモ、タチアマモ、スガモ、など色々

海草 (Seagrass) とは

カイソウ... (海草?、海藻?)

海底に生息する大型底生植物：海草類、海藻類

海草 (うみくさ ; Seagrass)

アマモ、スガモ、ウミショウブ

- 4科、約60種 (Short et al., 2007)、日本には3科15種
- 花を咲かせ、種子をつくる顕花植物
- 海底に根と地下茎を張り定着するため、砂泥質の底質を好む。
- 根と地下茎による底質固定能力



久米島東部 オーハ島
(撮影：佐野)



(<http://chibadai.flier.jp>)

海藻 (かいそう ; Seaweed)

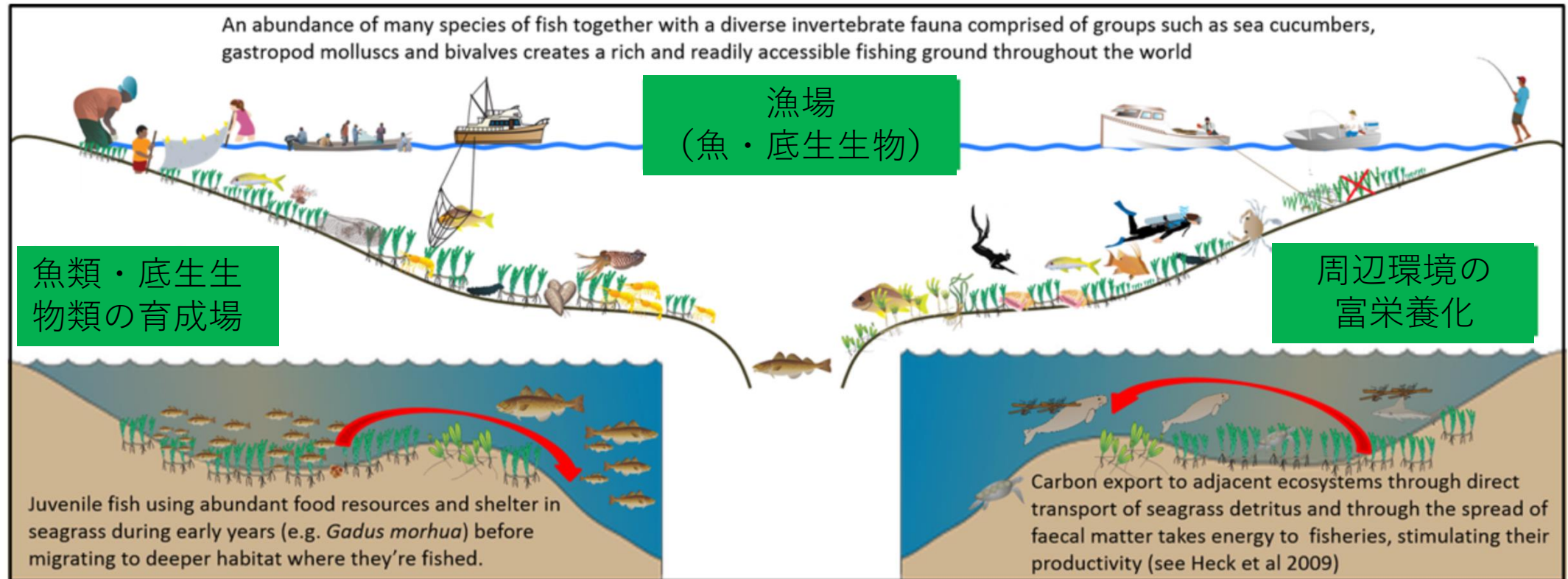
コンブ、ワカメ、モズク、アオサ

- およそ1万種
- 最大10m以上の個体
- 岩盤等に固着して底生生活を行い、硬く安定した基質を好む。



藻場 (www.pref.kyoto.jp)

海草藻場（別名；アマモ場）



(Unsworth et al., 2018 改変)

アマモなどの海草類が群落を形成する主に砂地

- 外洋に住む魚の **繁殖場**、“稚魚”の住処、エサ場となる
- 海草類を摂食する **ウミガメ**や**ジュゴン**などの貴重な生物種の生息地域（沖縄）
- 生物遺骸や糞由来の堆積物を介し、周辺の生態系に栄養分を供給
- 海草が堆積物中に貯蓄する炭素（**ブルーカーボン**）が沿岸浅海域における炭素循環に大きな役割を担っている (Nellemann et al., 2009)

ブルーカーボン

UNEP（国連環境プログラム）による定義

2009年、海洋生物によって海洋生態系内に隔離・貯留された炭素を**Blue Carbon**と定義（Nelleman et al., 2009）。

陸上の熱帯雨林等に代表されるような森林は**グリーンカーボン**と呼ばれる。

実は海面下の炭素貯留能力は非常に高く、近年の沿岸の環境問題も重なり、自然の保全活動が地球温暖化の緩和策になり得ると話題になっている。



Nelleman et al., 2009

ブルーカーボン

自然の緩衝作用としてのCO₂の吸収源

- ・ **ブルーカーボン生態系** (Blue Carbon Ecosystems ; BCEs)

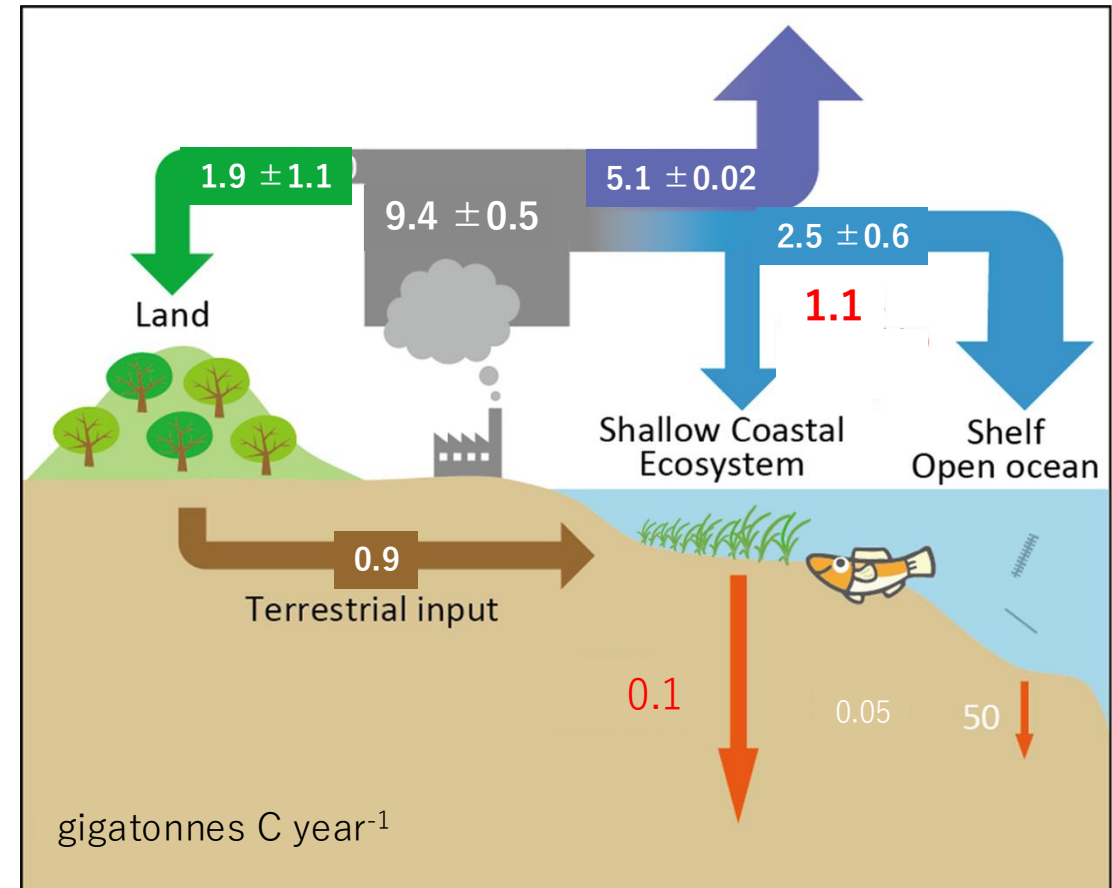
- ✓ 塩性湿地
- ✓ マングローブ
- ✓ 海草藻場

BCEsは海洋面積の0.5%以下

- 全海洋の炭素量の**50%**を吸収するポテンシャルを持つ

植物の総現存量は陸上植物の0.05%ほど

- BCEsの炭素貯留量は全陸上植物と**同量**。



図：ブルーカーボン生態系による炭素の貯留
(Kuwaie et al., 2022を改変)

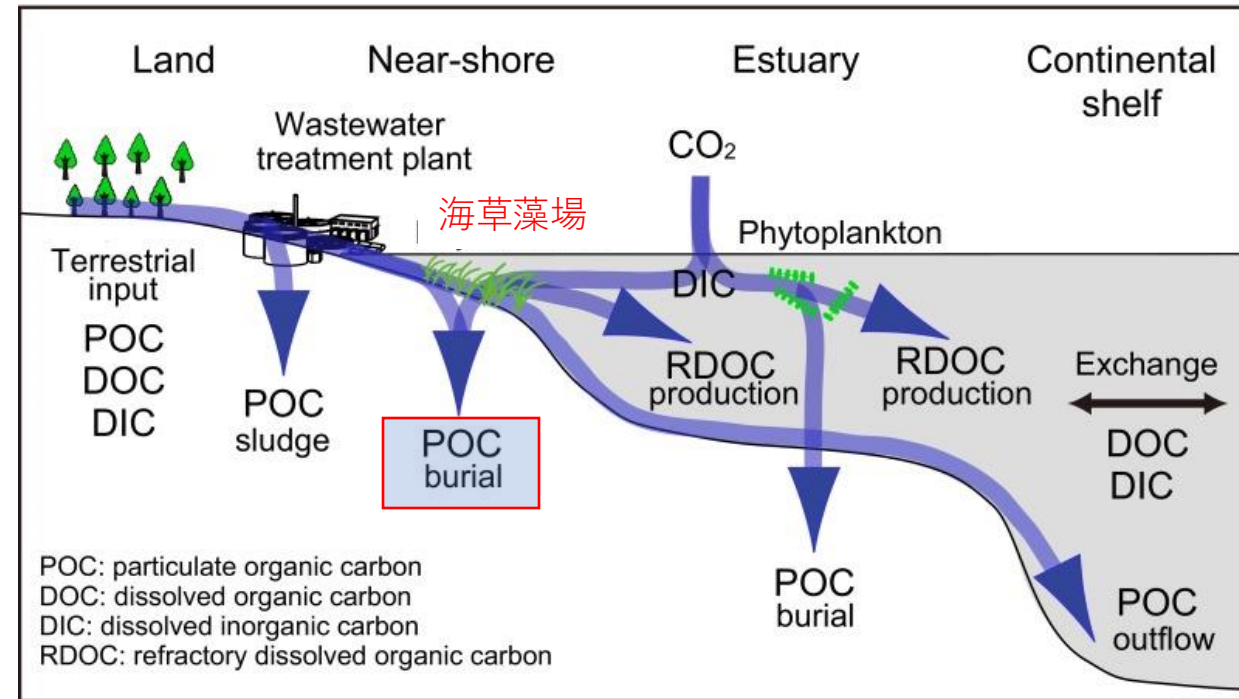
海草藻場：

生態学的な価値とともに、海草が光合成によって吸収・隔離した炭素の貯留スポットとして注目されている。

ブルーカーボン生態系の保全：

干潟・マングローブ・海草藻場などのブルーカーボン生態系の減少を抑制することで、2030年までに**841 Tg CO₂**の削減が見込まれ、これはCO₂の人為起源排出量のおよそ3%に相当する。

(Macreadie et al., 2021)



沿岸域の炭素循環 (Kuwaie et al., 2016 に加筆)

ブルーカーボン

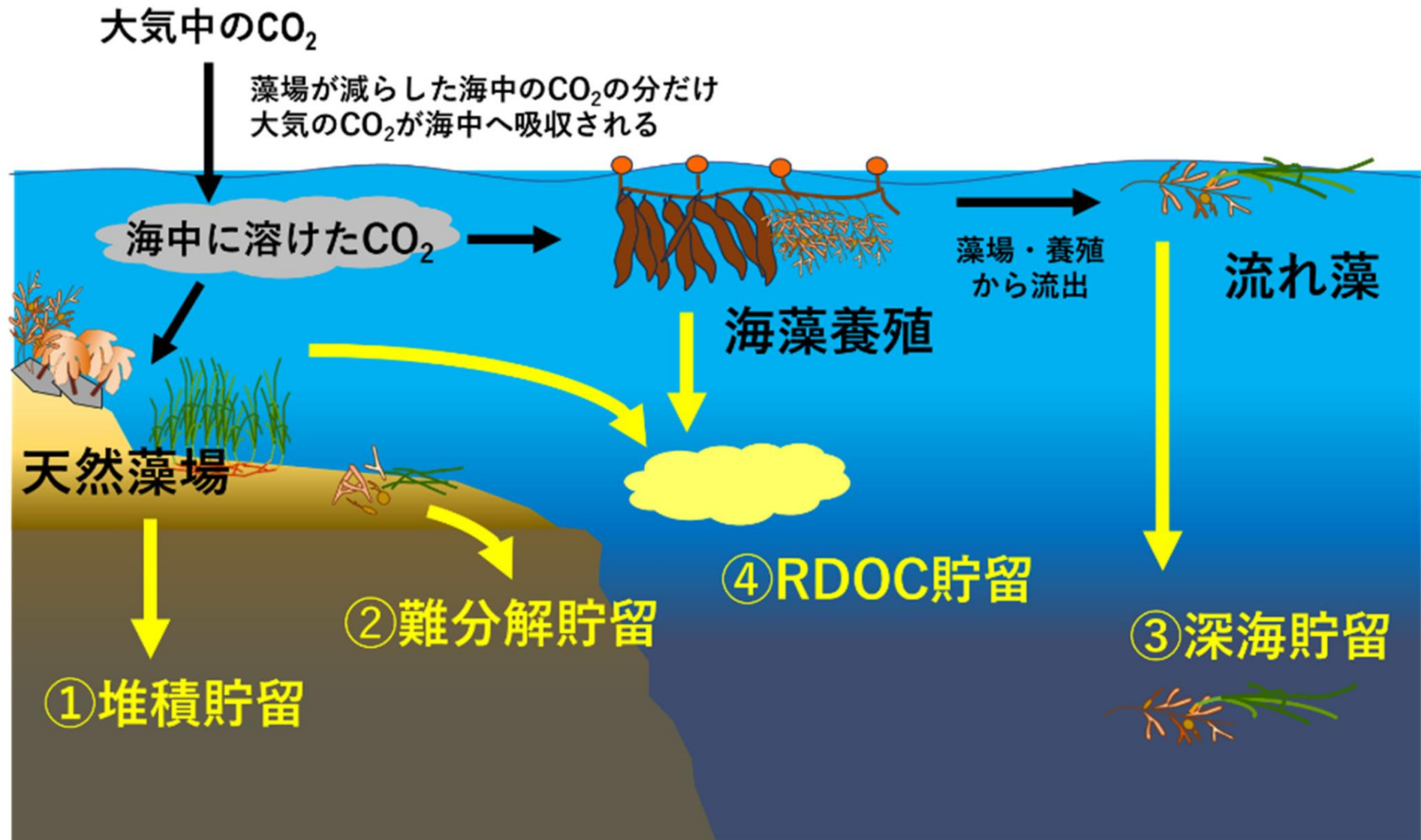
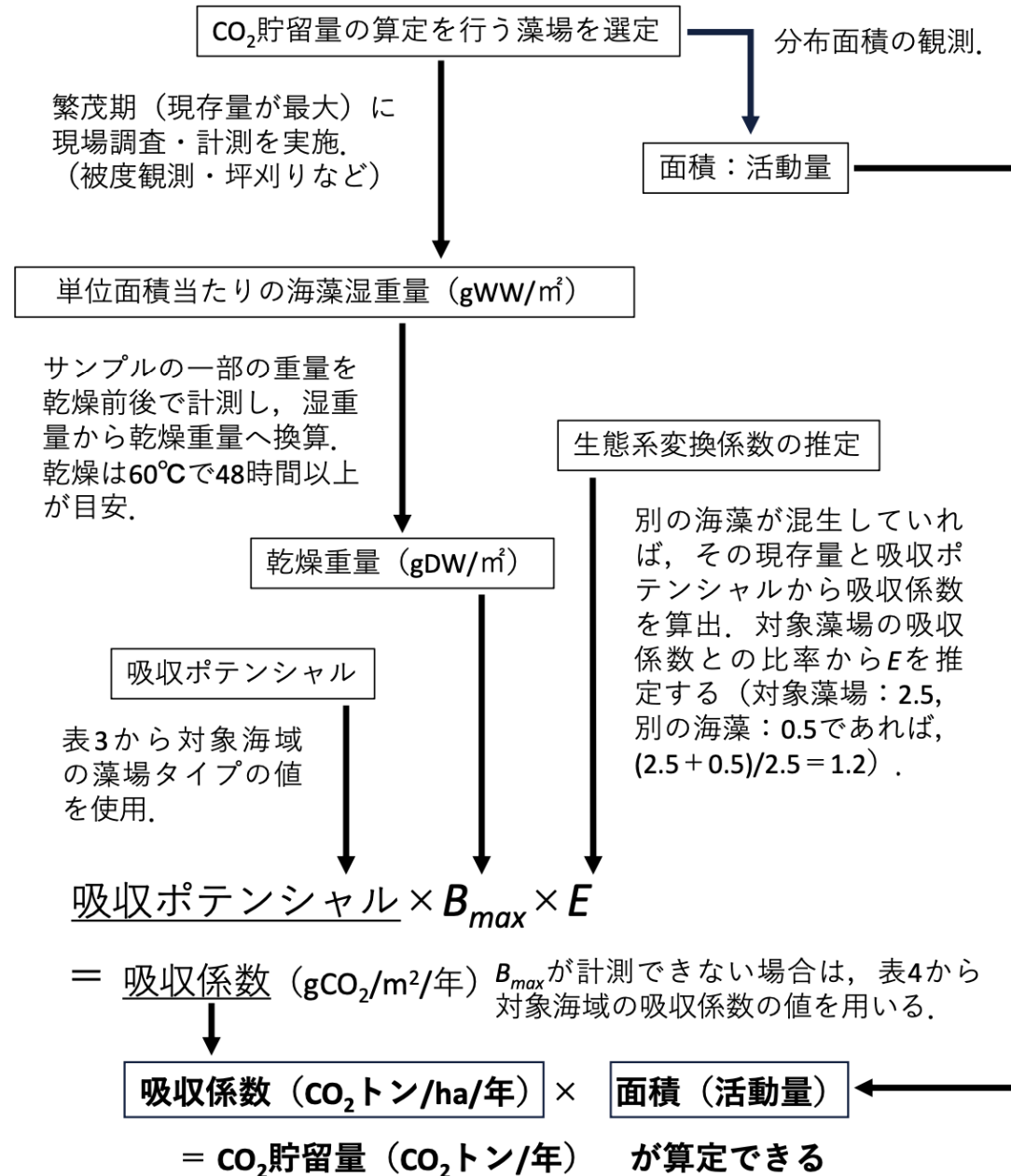
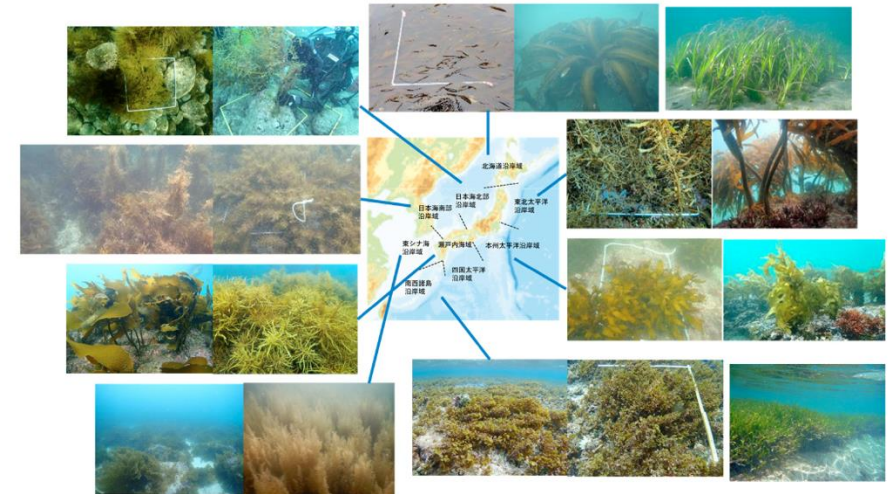


図1 ブルーカーボン生態系における大気中 CO_2 に由来する有機炭素の海中での流れと4つの貯留プロセス

(水産研究会・教育機構 2023)



海草・海藻藻場のCO₂貯留量 算定ガイドブック



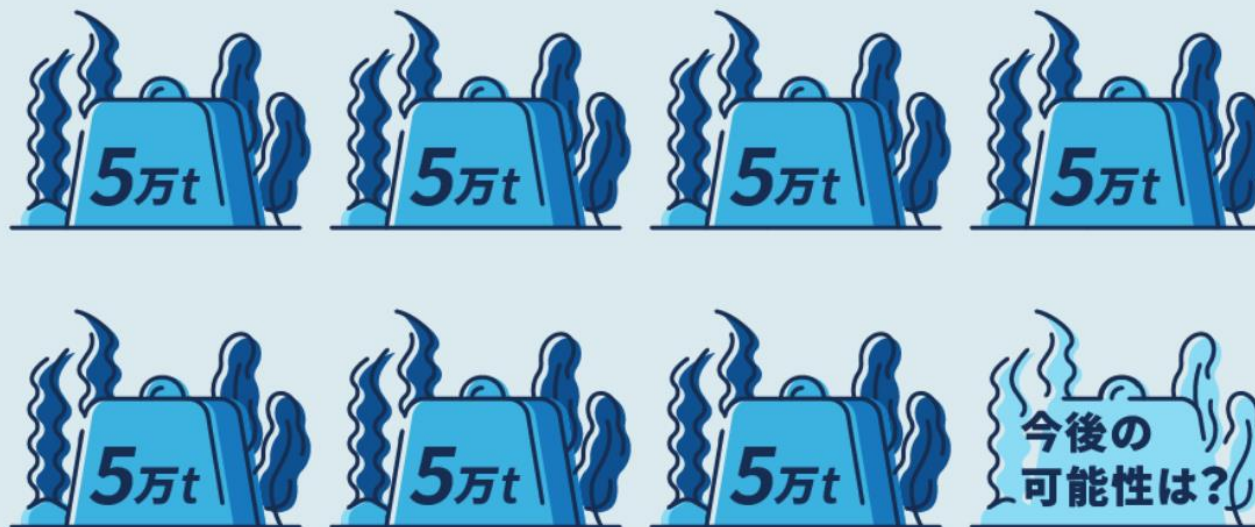
国立研究開発法人
水産研究・教育機構

令和5年11月

（水産研究会・教育機構 2023）

海草・海藻による
CO₂吸収量

.....
約35万t (2022年度)



※「2022年度の我が国の温室効果ガス排出・吸収量について」(環境省)報道発表資料より

世界で初めて算定されたCO₂吸収量

2022年度の日本における海草や海藻によるCO₂の吸収量は年間約35万トンと算定されました。海草・海藻による吸収量を合わせて算定したのは世界初の試みです。藻場の保護や育成活動の推進により、将来さらに多くのCO₂を吸収することが期待されています。

海草藻場再生活動について

- ① 種子を採取し、それを何かしらの方法で散布する方法
- ② 自生する場所から採取してきたアマモの苗を何かしらの方法で海底に植える方法（→遺伝的攪乱に注意）
- ③ 底質の改善（日生漁港：海底へのカキ殻の投入）



写真；能登の森里海研究会、ふくおかFUN、
NPO里海づくり研究会議より

- 海の理解は進んでいない。（水の中は見えない。）
- 特に沿岸環境の研究調査、保全活動は急務である。
- 沿岸環境を保全することで、地球温暖化緩和策のひとつとしてのCO₂吸収量の増加が見込まれる。
（更に漁業にもポジティブな影響を与える可能性がある）
- 瀬戸内海、日本全国におけるブルーカーボンの調査・研究は現在進行形で実施中である。

ご清聴、ありがとうございました。

