

脱炭素社会に向けた ブルーカーボンの役割と 今後の展開

堀 正和

国立研究開発法人 水産研究・教育機構
水産資源研究所 沿岸域暖流域グループ長

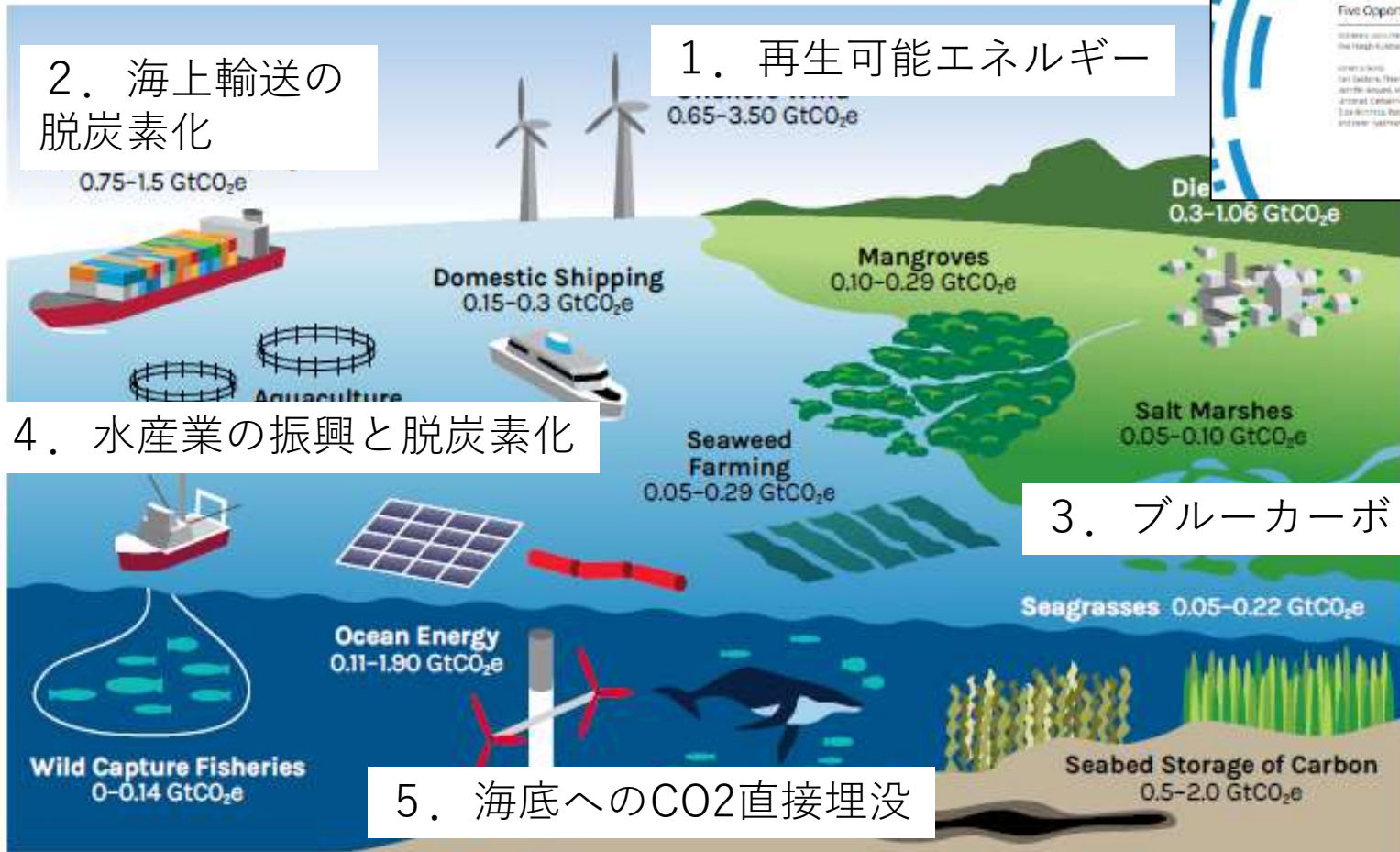


Contents

1. 国内外のブルーカーボンに関連した動き
2. 藻場の CO_2 吸収量の算定手法とその特徴
3. 今後の展開



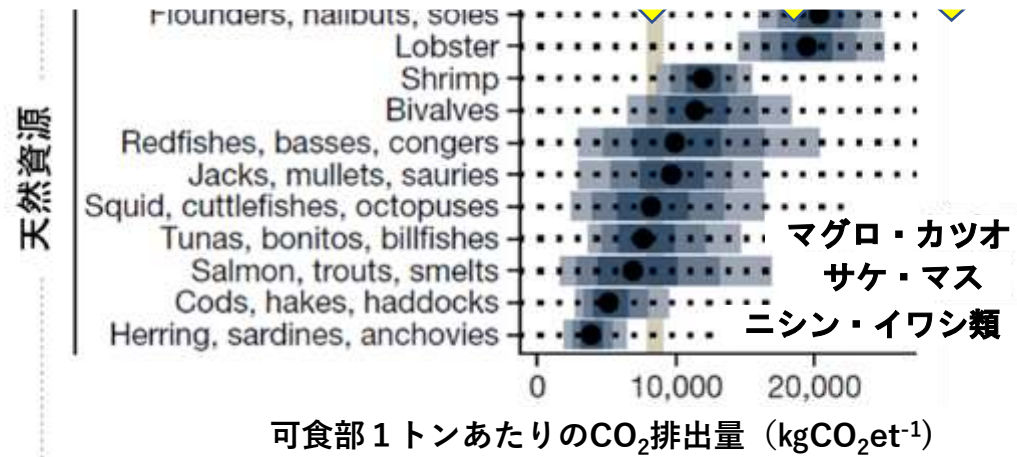
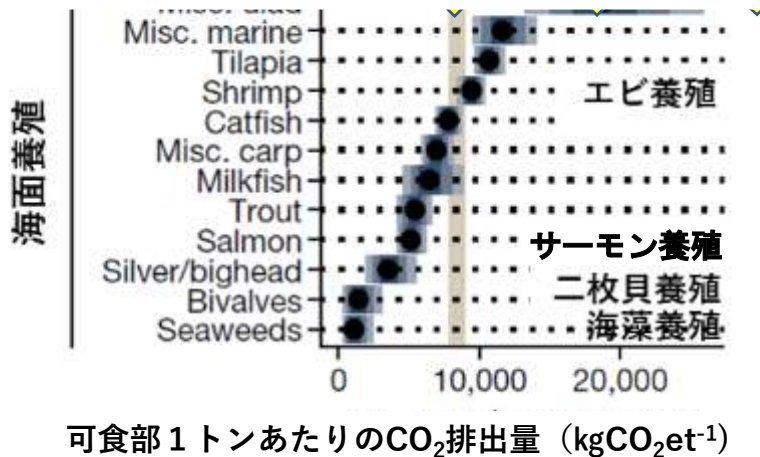
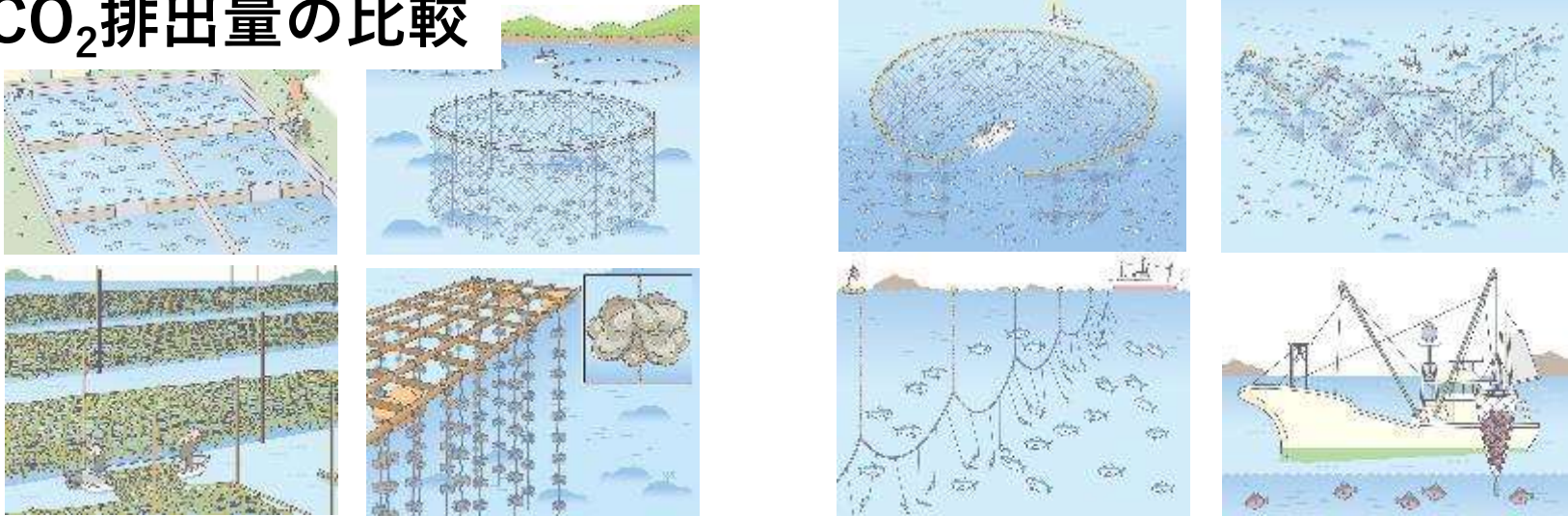
国連等における海洋での気候変動対策の骨子 (パリ協定を達成するための5つのアクション)



国際動向：海洋で取り組まれる5つの気候変動対策

海洋での気候変動対策の領域	2030年での緩和試算値 (GtCO ₂ E/年)	2050年での緩和試算 値GtCO ₂ E/年)
1. 再生可能エネルギー 	0.18-0.25	0.76-5.40
2. 海上輸送 	0.24-0.47	0.9-1.80
3. 沿岸海洋生態系・海藻養殖 (ブルーカーボンによる吸収) 	0.32-0.89	0.50-1.38
4. 漁業・養殖・食料源の転換 	0.34-0.94	0.48-1.24
5. 炭素の海底埋没 	0.25-1.00	0.50-2.00
総計	1.32-3.54	3.14-11.82
1.5°C上昇シナリオへの寄与率	4-12%	6-21%
2°C上昇シナリオへの寄与率	7-19%	7-25%

CO₂排出量の比較



Gephart et al. 2021、Nature を改変

海産物は食料生産によるCO₂排出が陸上よりもかなり少ない
(特に海面養殖、二枚貝と海藻)

CLIMATE CHANGE

Eat less meat: UN climate-change panel tackles diets

Report on climate change and land comes amid accelerating deforestation in the Amazon.

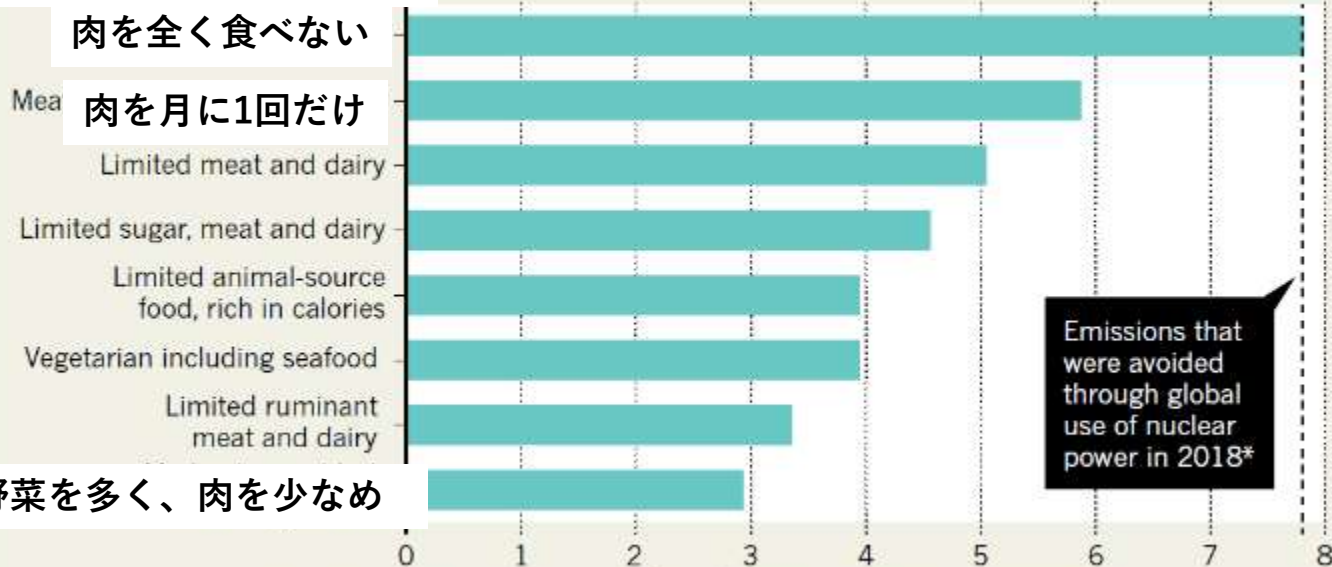
(肉食を減らそう：国連気候変動パネルから食の改善への提言)

15 AUGUST 2019 | VOL 572 | NATURE | 291

WHAT IF PEOPLE ATE LESS MEAT?

【食生活スタイル】

The Intergovernmental Panel on Climate Change examined the estimated impact on greenhouse-gas emissions of the world's population adopting a variety of diets.



Emissions that were avoided through global use of nuclear power in 2018*

*Assumes nuclear power plants replaced fossil fuels; data from the World Nuclear Association.

CO₂の排出緩和の程度



肉の生産で排出するCO₂、森林伐採で排出するCO₂のダブルパンチ

藻場のコベネフィットの有利さを認識する

食糧生産・レクリエーションの機能

CO₂吸収源としての機能



海洋はCO₂吸収源と食料生産が同時に成立（トレードオフがない）、淡水を使わずに食糧生産できる！ ⇒ これからの気候変動下においてかなり有利

海藻養殖が世界中で始まっている

NOAA FISHERIES 150th Anniversary

Search NOAA Fisheries

Find A Species Fishing & Seafood Protecting Marine Life Environment Regions Resources

AQUACULTURE

Seaweed Aquaculture

Seaweed farming, the fastest-growing aquaculture sector, can benefit farmers, communities, and the environment.

National

More Information

- > Understanding Seaweed Farming
- > Video: The Power of Seaweed

Seaweeds also gobble up nitrogen and phosphorus. In large quantities, these nutrients cause algal blooms that deplete the ocean of oxygen when they decompose. Excess nitrogen and phosphorus from stormwater runoff and point-sources are behind the dead zones that form in the Gulf of Mexico and Chesapeake Bay. Seaweed farms can help lower nutrient levels in nearby waters.

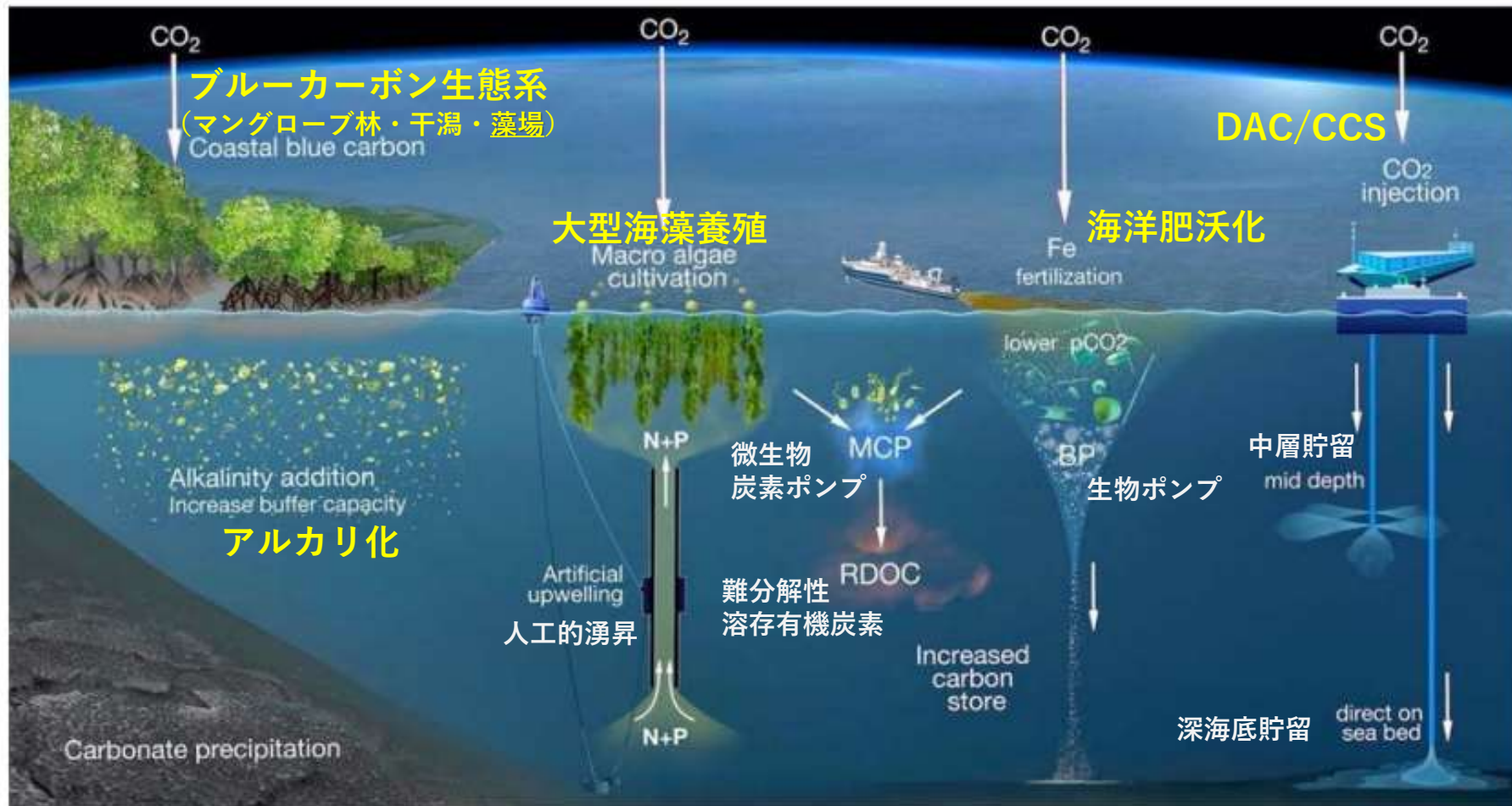
Benefits of seaweed farming >



Recent AT BPA project news

Janet Fisher, Administrator, National Oceanic and Atmospheric Administration

脱炭素社会に向けた海洋でのCO₂吸収技術



UNESCO-IOC (2021) Integrated Ocean Carbon Research – A summary of Ocean Carbon research, and Vision of Coordinated Ocean Carbon Research and Observations for the Next Decade

みどりの食料システム戦略：農林水産省（令和3年5月）

農林水産分野でのゼロエミッション達成と持続的発展に向けた取組



今後の研究開発



Contents

1. 国内外のブルーカーボンに関連した動き
2. 藻場の CO_2 吸収量の算定手法とその特徴
3. 藻場再生・海藻養殖による地球温暖化対策、今後の展開

【令和2－6年度】

農林水産技術会議事務局委託プロジェクト研究：

「脱炭素・環境対応プロジェクト」

「みどりの食料システム戦略実現技術開発・実証事業」

課題名：「**ブルーカーボンの評価手法及び**
効率的藻場形成・拡大技術の開発」

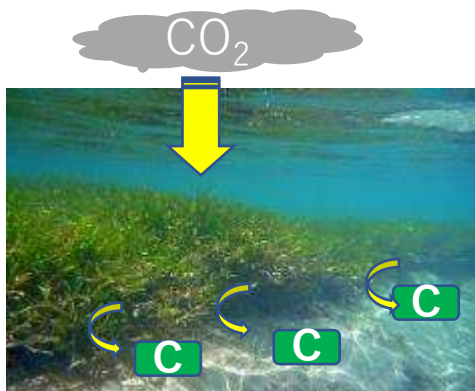
研究代表者：堀 正和

水産研究・教育機構 水産資源研究所

参画機関：水産研究・教育機構 水産資源研究所/水産技術研究所
港湾空港技術研究所、北海道大学、東京大学、広島大学、
岩手医科大学、鹿児島県、徳島県、千葉県、新潟県、山川町
漁業協同組合、京都府、神奈川県、愛媛県、岩手県、大分県

研究開発の内容

1. 藻場タイプ別の吸収係数評価モデルの開発と 二酸化炭素吸収量の全国評価 (R2-R4)



藻場がどれだけCO₂を吸収しているか？

(吸収量を算定するモデル作成、全国の吸収量計算)

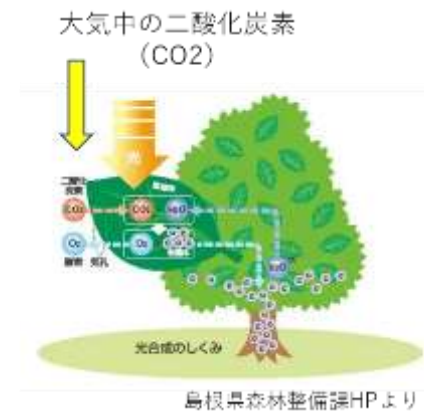
2. ブルーカーボンの増強技術の開発 (R3-R6)

各海域の藻場の減衰要因に対応した効果的な対策技術を開発し、藻場面積の活動量を増加させる技術開発を行う。各海域でブルーカーボン生態系を拡大させて、二酸化炭素吸収機能と生態系保全機能を両立させる技術開発

藻場の維持・拡大技術、海藻養殖技術の高度化

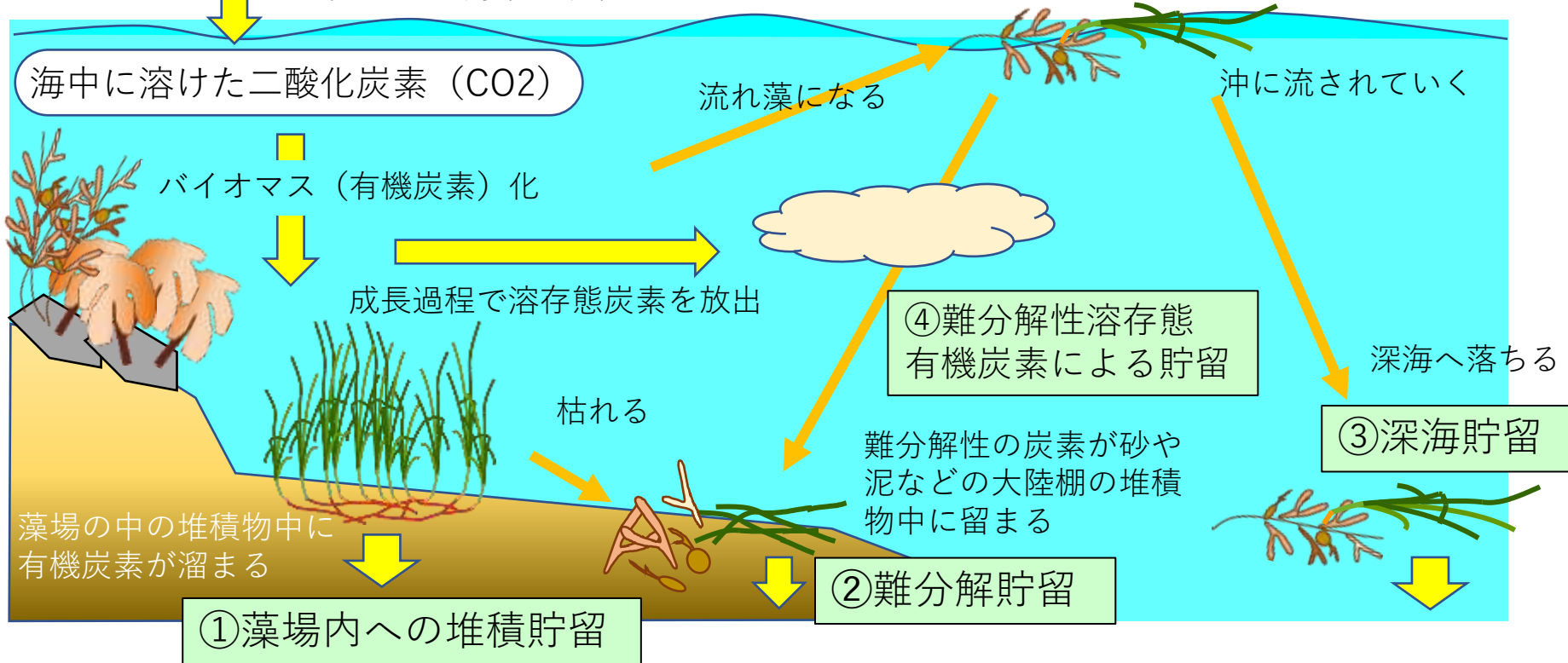
【ブルーカーボンの特徴】

海草・海藻そのものが炭素の貯留庫ではない
 ⇒ 4つの貯留庫が存在



大気中の二酸化炭素 (CO₂)

藻場が減らした海中のCO₂の分だけ、
 大気のCO₂が海中へ吸収される



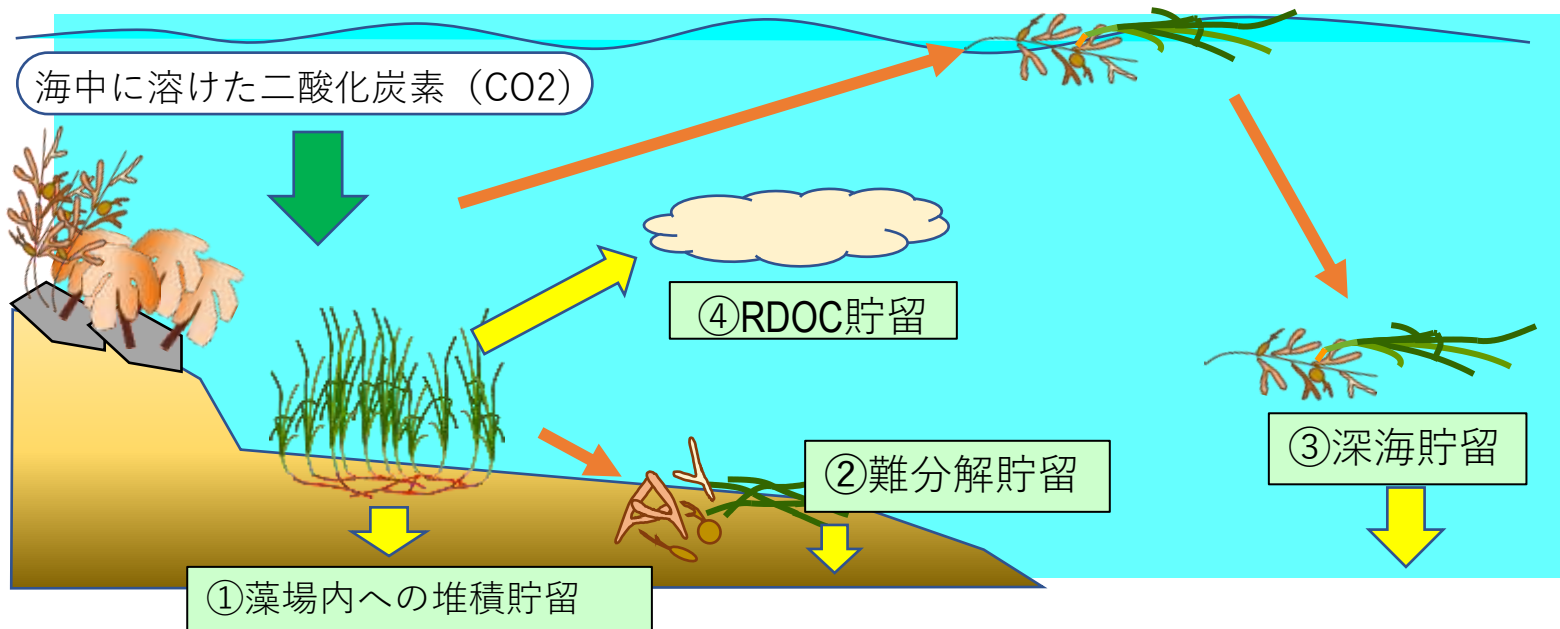
IPCCガイドラインに準拠した算定手法 (Tier 3)

$$\text{各藻場タイプによるCO}_2\text{吸収量 (貯留量)} = \text{吸収係数} \times \text{面積 (活動量)}$$

$$\text{吸収係数} = \text{CO}_2\text{隔離量} \times \text{残存率}$$

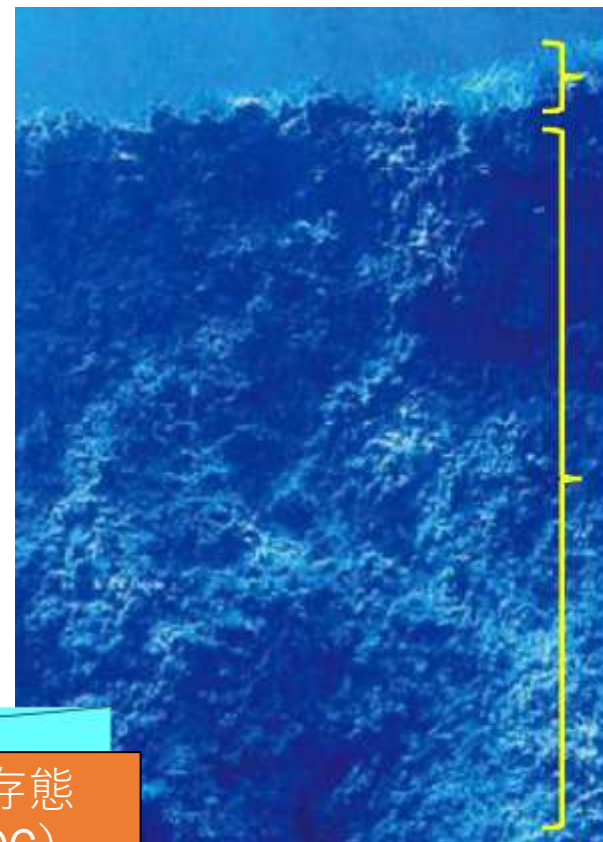
藻場の植物が、一次生産として有機炭素化した大気中CO₂量

藻場の植物によって隔離された大気中CO₂のうち、分解されずに貯留される割合



植物の特徴：海草（うみくさ）の仲間

- ・ 海草は株（群落）単位では長寿
- ・ 堆積作用によって海底の堆積物に有機炭素をどんどん蓄積する
- ・ 地上部は流れ藻（草）になる
- ・ 砂泥底に藻場を作る
- ・ 海洋で最も分布が広い植物

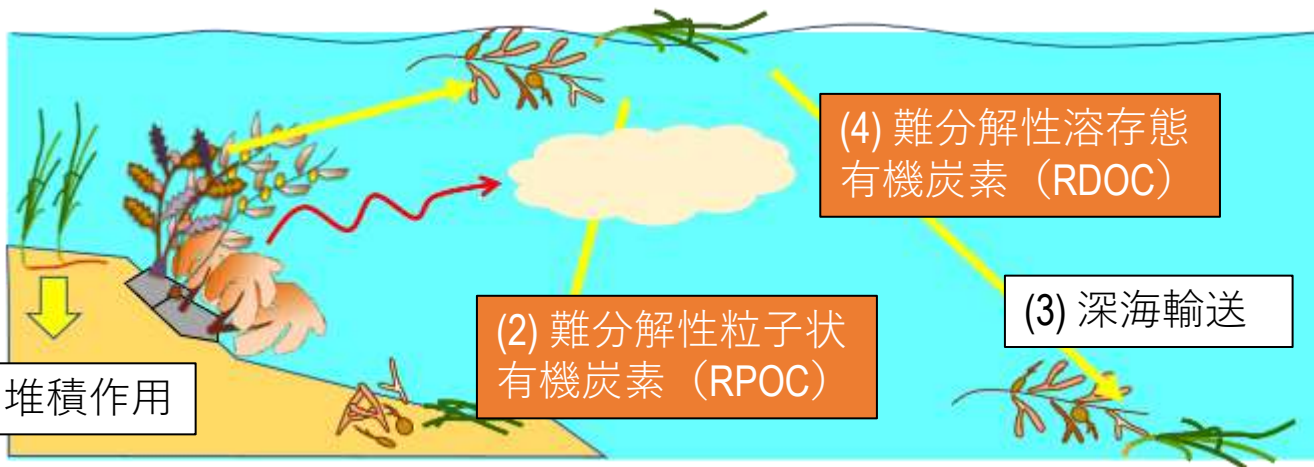


Blue carbon report (2009)



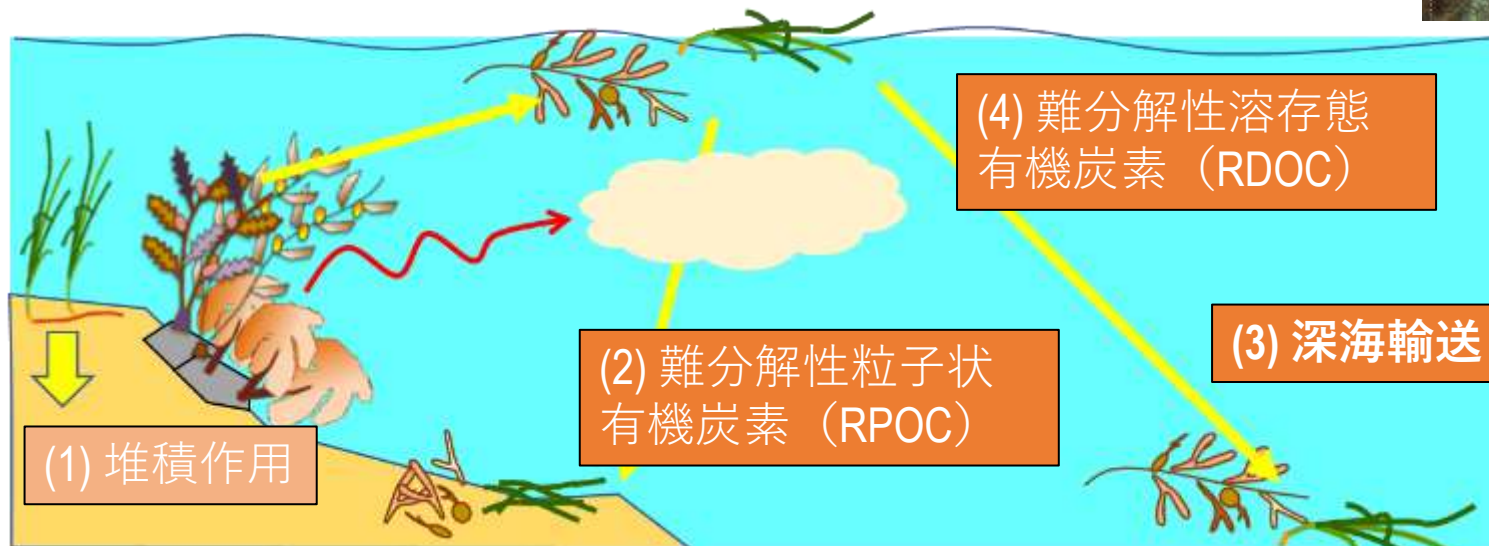
植物の特徴：コンブ類の仲間

- ・ 成長が早いためCO₂吸収量は随一、寒流系の種は長さ7~8mになる。
- ・ 流れ藻になりにくい
- ・ 温帯性の種は水深30m付近まで分布可能だが、
若干生息環境が特異的
- ・ 気候変動予測では分布が北上、寒流系コンブは
日本周辺海域から消失する可能性が高い



植物の特徴：ホンダワラ（ガラモ）類の仲間

- ・藻体に気泡を有する種が殆ど、基質から外れると海面に浮く
- ・基質（岩）から外れても死なない、浮きながら成長する
- ・時には海流にのり、流れ藻となって数千キロを流れていく
- ・種によっては現存量はコンブ類をしのぐ



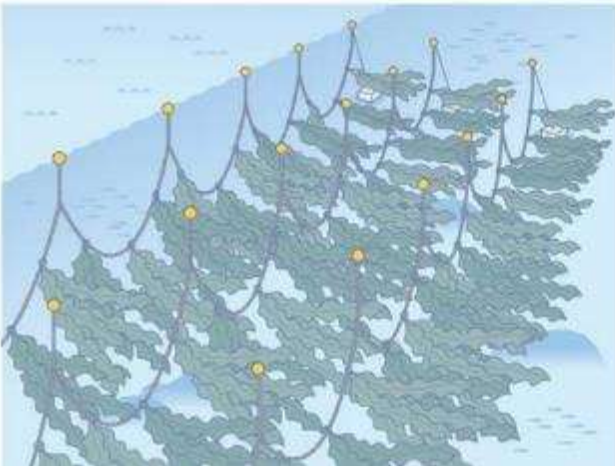
海藻養殖を気候変動の緩和及び適応策に

養殖対象種

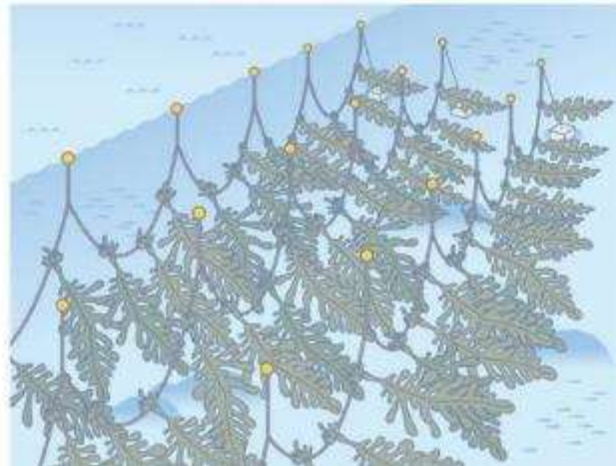
- 18: コンブ類養殖
- 19: ワカメ類養殖
- 20: ノリ類養殖
- 21: ガラモ類養殖



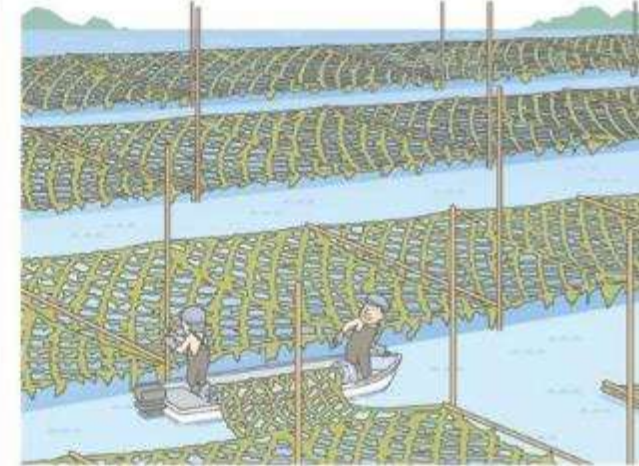
こんぶ類養殖



わかめ類養殖



のり類養殖

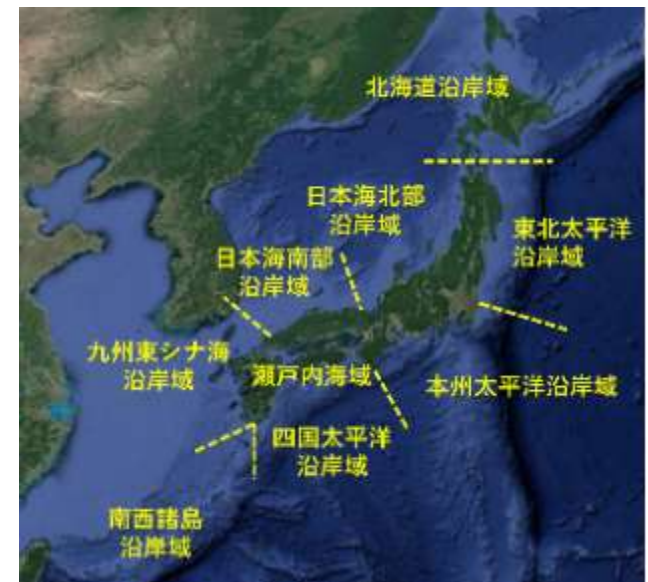
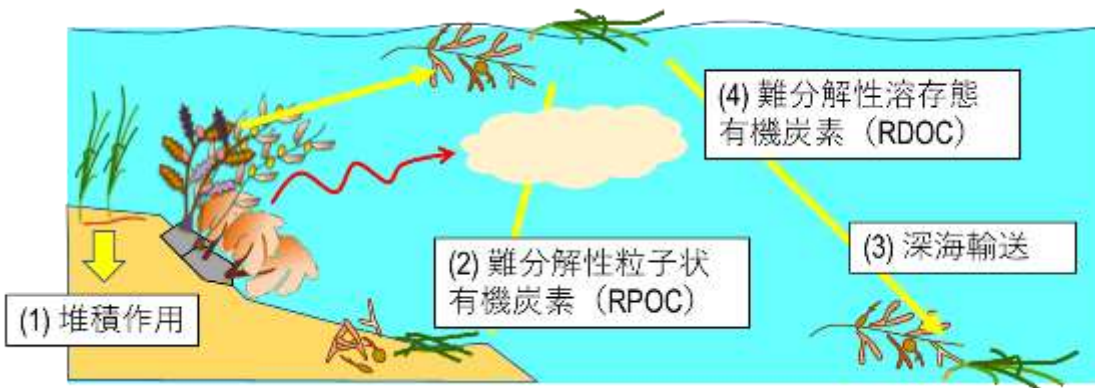


インベントリだけでなく、地先での活動や漁業活動・産業活動での算定（カーボנקレジット：SDGsの推進）も想定 → “海業”

吸収係数

- ・全国の海草・海藻藻場を評価するための藻場タイプすべてのパラメータが確定、計算可能に

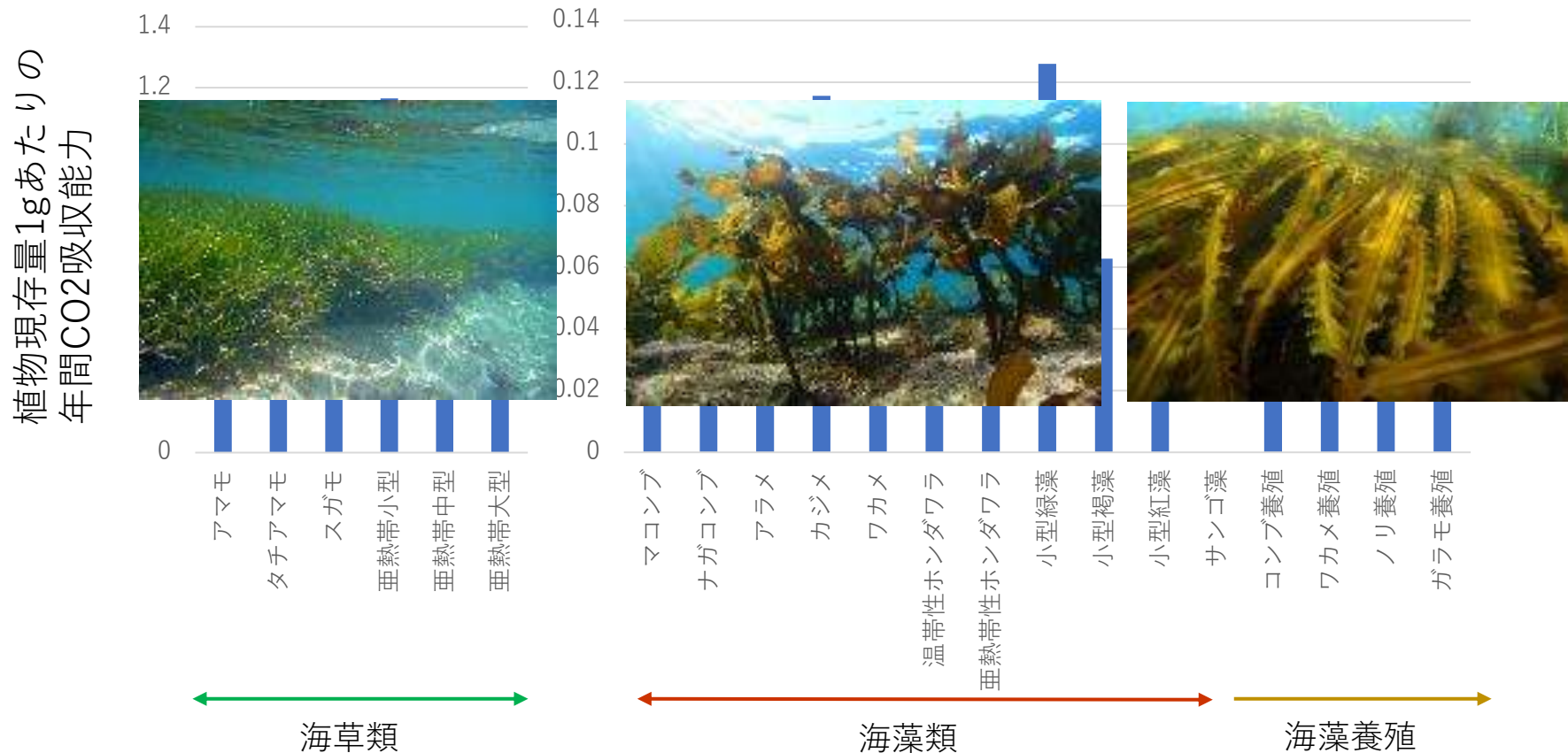
海草類：6タイプ	アマモ型、タチアマモ型、スガモ型、亜熱帯小型、亜熱帯中型、亜熱帯大型
冷温帯性コンブ類：2タイプ	マコンブ型、ナガコンブ型
暖温帯性コンブ類：3タイプ	アラメ型、カジメ型、ワカメ型
ガラモ類：2タイプ	温帯性ホンダワラ型、亜熱帯性ホンダワラ型
小型海藻類：4タイプ	緑藻類、紅藻類、褐藻類、サンゴ藻類
海藻養殖：4タイプ	コンブ類養殖、ガラモ類養殖、ノリ養殖、ワカメ養殖



21タイプ×9海域の吸収係数
(2022年度末に藻場タイプ別面積と併せて、公開予定)

吸収係数の比較

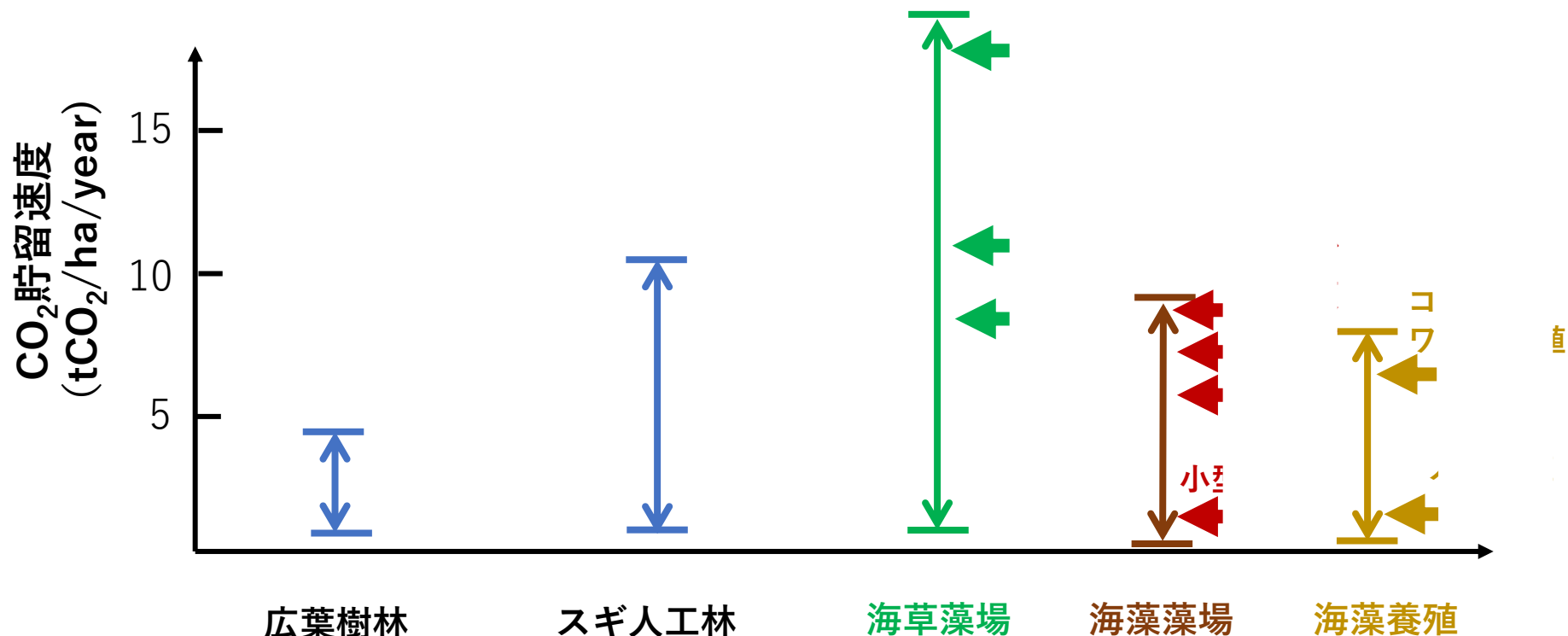
$$\begin{aligned}
 \text{吸収係数} &= \text{CO}_2\text{隔離量} \times \text{残存率} \\
 &= \text{各藻場タイプ} \cdot \text{海域別の基準値} \times \text{最大現存量}
 \end{aligned}$$



この基準値に現場の現存量をかけると、単位面積のCO₂吸収量に

CO₂貯留量の比較

- ・ 森林と同程度
- ・ バイオマス利用（食料利用）する養殖でも天然藻場と遜色ない
- ・ 貯留庫への移行率を増加させると下記以上に貯留量が増える

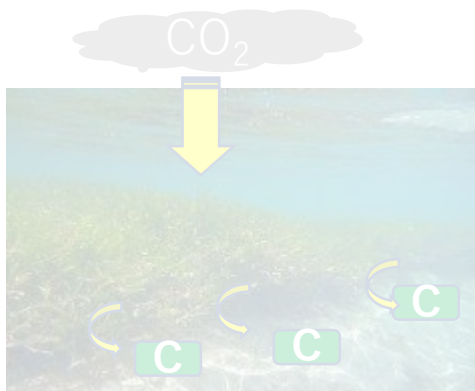


林野庁HPより引用
 (https://www.rinya.maff.go.jp/j/sin_riyou/ondanka/20141113_topics2_2.html)



研究開発の内容

1. 藻場タイプ別の吸収係数評価モデルの開発と 二酸化炭素吸収量の全国評価 (R2-R4)



藻場がどれだけCO₂を吸収しているか？

(吸収量を算定するモデル作成、全国の吸収量計算)

2. **ブルーカーボンの増強技術の開発 (R3-R6)**

各海域の藻場の減衰要因に対応した効果的な対策技術を開発し、藻場面積の活動量を増加させる技術開発を行う。各海域でブルーカーボン生態系を拡大させて、二酸化炭素吸収機能と生態系保全機能を両立させる技術開発

藻場の維持・拡大技術、海藻養殖技術の高度化

2. グリーンイノベーション基金で取り組む研究開発内容

(3) ブルーカーボンを推進するための海藻バンク整備技術の開発

取組内容・規模

- 海藻の生育を促進する効果のある基盤ブロックを用いて漁港内で育成（漁港内海藻バンク）
- 漁港内で育成した海藻を、移植カートリッジを用いて効率的に周辺海域に移植する**海藻供給システム**を開発
（海藻利用に係るNEDOの先導事業との間では、その進捗に応じ、本事業で得られた海藻の生育情報の提供のほか、原料確保等について連携）

参画が想定される団体・メーカー



○海水温の上昇を踏まえ、各海域に適した海藻種の選定

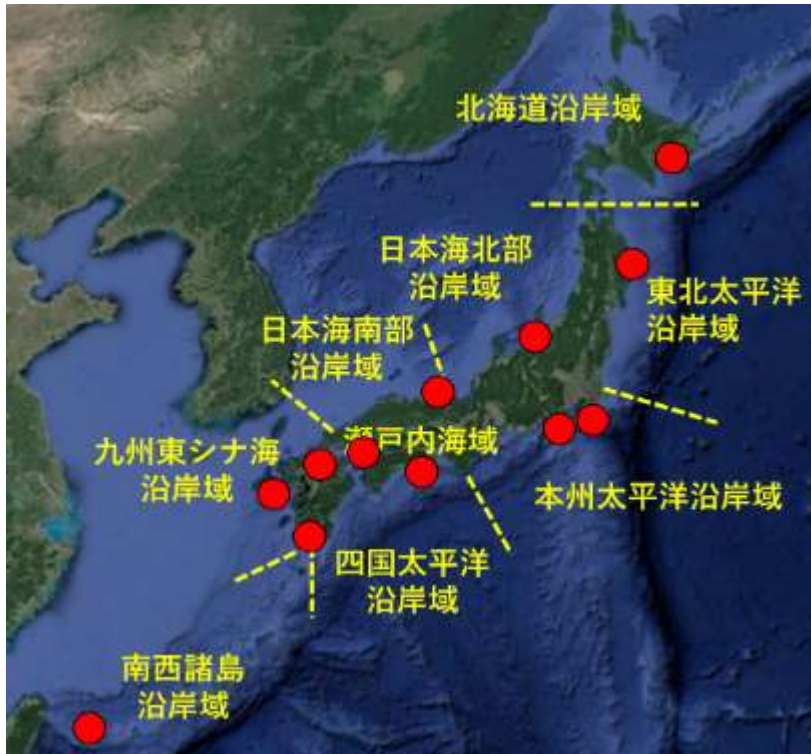
○食害にもある程度耐えうる成長速度を目指す

根本的な食害対策は本基金事業とは別に検討

本事業では、海洋環境の違いを踏まえ、全国10か所程度で実証を予定
（各海域の環境に応じた効果の発現を目指す）

基盤ブロック、移植用カートリッジの開発、漁港内海藻バンク環境整備のノウハウの獲得については委託。実証は補助。

重点海域での取り組み



1. 北海道東部：コンブ類、コンブ養殖
2. 三陸沿岸：アマモ
3. 新潟県：ガラモ、カジメ類
4. 千葉県：海草類、アラメ・カジメ
5. 神奈川県：アラメ・カジメ
6. 京都府：ガラモ養殖
7. 徳島県：アラメ・カジメ、ワカメ養殖
8. 愛媛県：ノリ養殖
9. 大分県：クロメ
10. 九州西部：ガラモ、クロメ・カジメ
11. 鹿児島県：アマモ、ガラモ
12. 南西諸島：亜熱帯性海草・ガラモ

温室効果ガス吸収源としての藻場増強：

「藻場によるCO₂吸収量」 - 「活動による排出量」 > 0
「CO₂吸収源の向上」と「持続的な生態系・食糧生産」の両立

できる限り、自然（生物学的側面）を活用したソフト的な技術開発

重点海域での取り組み 1 : 沖縄県 八重山諸島



2016



2022

重点海域での取り組み 2：千葉県 東京湾



コアマモの中にアサリ稚貝が！ (石井ほか2022, 水産海洋学会)



コアマモを
適度に間引いて成長管理

- ・ CO₂吸収速度を向上
- ・ アサリ稚貝回収

抜いたコアマモは？

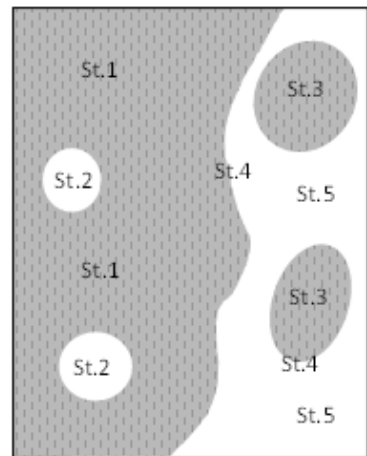


図1. コアマモ群落内の調査点のイメージ。

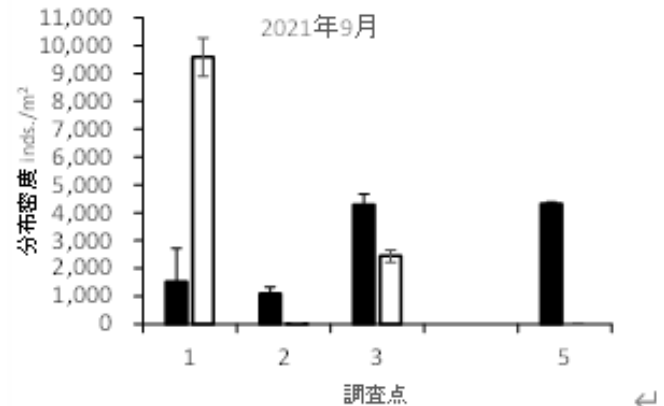
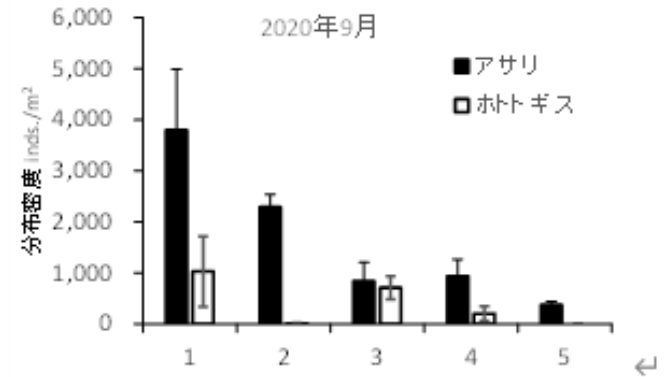


図3. 調査点・年別アサリ, ホトトギス分布密度。

重点海域での取り組み：千葉県 富津市・木更津市盤洲干潟

コアマモを適度に間引いて

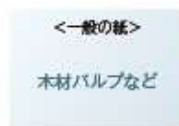
- ・ CO2吸収速度を向上
- ・ アサリ稚貝回収
- ・ **コアマモは紙へ再利用**



リンテック株式会社

廃棄物を利用した
混抄紙：

企業活動で排出される廃棄物などを非木材原料として利用することで、廃棄物の削減に貢献します。



非木材原料の例

- 茶殻
使用済みの茶殻
- 小豆の皮
あんこをつくる際に残る皮
- おから
豆腐をつくる過程でできる大豆の残りかす

漁業者主体で、コアマモ管理によるCO₂吸収源の構築と持続的なアサリ漁業を目指す



- ・ 漁業者
- ・ 千葉県水産総合研究センター
東京湾漁業研究所
- ・ 水産研究・教育機構
- ・ リンテック株式会社

**手鎌で地上部だけを
刈り取って間引き**





成長速度が減少？

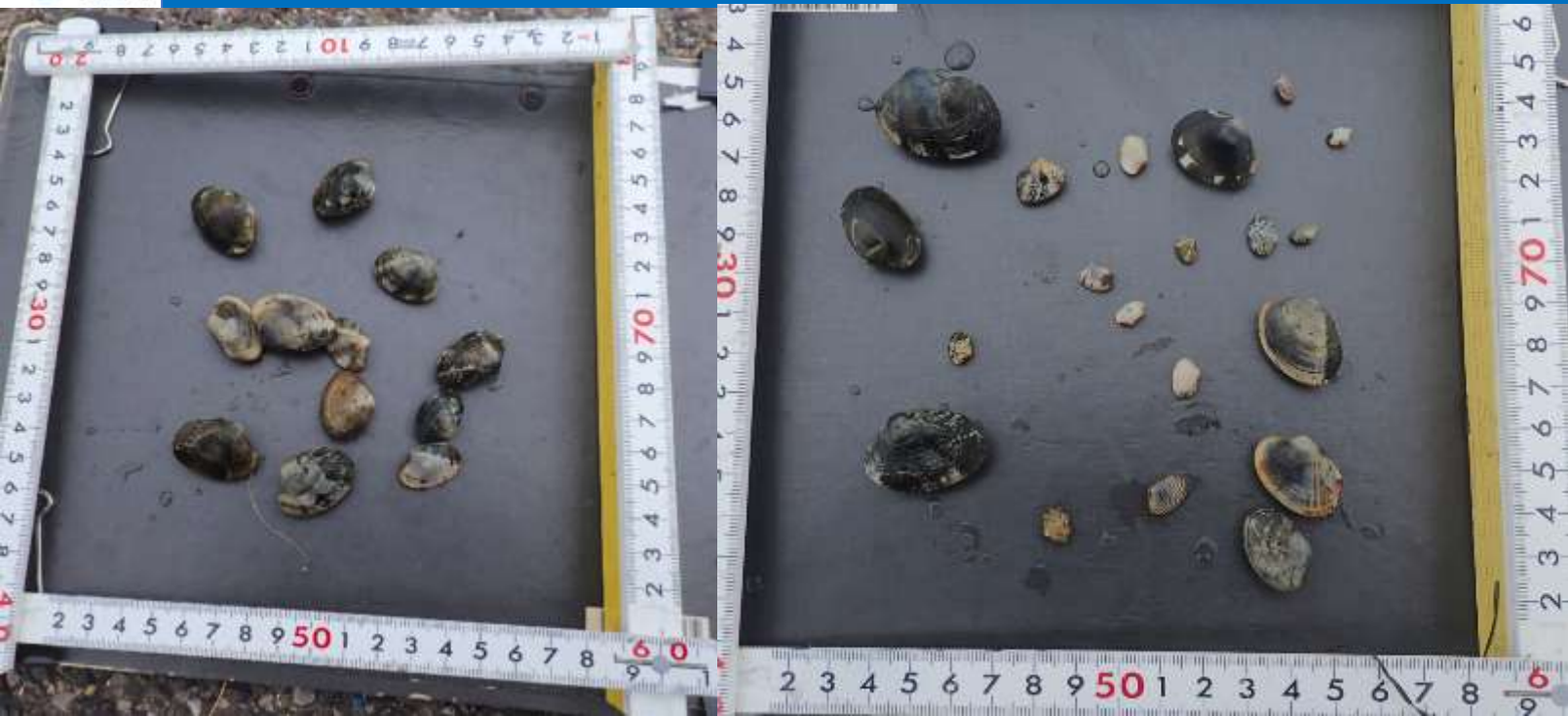
成長速度が増加？





地上部を刈り取った区域面積の5%弱





水産振興コラム 2022年5月

ブルーカーボン で日本の浜を元気にしたい

第1回 藻場を温室効果ガス吸収源に

堀 正和 国立研究開発法人 水産研究・教育機構



東京水産振興会 水産振興ONLINE

<https://lib.suisan-shinkou.or.jp/column/bluecarbon/1-horim.html>

- 第1回 藻場を温室効果ガス吸収源に
堀 正和 国立研究開発法人 水産研究・教育機構
- 第2回 ブルーカーボンへの期待
長谷 成人 (一財)東京水産振興会 理事
- 第3回 「JBE」と「Jブルークレジット®」
桑江 朝比呂 ジャパンブルーエコノミー技術研究組合 (JBE) 理事長
- 第4回 国土交通省港湾局におけるブルーカーボンの取り組み
山口 貴弘 国土交通省港湾局 海洋・環境課
- 第5回 農林水産省におけるブルーカーボンの活用に向けた取組
樋口 健太郎 農林水産省 農林水産技術会議事務局
- 第6回 水産庁漁港漁場整備部におけるブルーカーボン
中里 靖 水産庁 漁港漁場整備部
- 第7回 漁業者としてのブルーカーボンの取り組み
川畑 友和 山川町漁業協同組合
- 第8回 磯焼け対策としての藻場再生—現場の声
袈裟丸 彰蔵 JF全国漁青連
- 第9回 宮城県におけるブルーカーボンの取組
渡邊 一仁 宮城県水産林政部水産業基盤整備課
- 第10回 南伊勢町でのブルーカーボンを活用する取り組み
山川 倫徳 三重県南伊勢町役場
- 第11回 豊かな自然が育むブルーカーボン生態系活用への期待
小松 茂 北海道釧路町長
- 第12回 NEDOでのブルーカーボンの取り組み
南 智子 NEDO
- 第13回 なぜいま企業がブルーカーボンに注目しはじめているのか
長谷川 琢也 (一社)フィッシャーマン・ジャパン
- ▶ 第14回 ブルーカーボンを有効利用した企業の挑戦
森本 泰道 リンテック (株)
- 第15回 若い漁師世代がブルーカーボンに期待すること
西條 恭平 東京海洋大学大学院 博士前期課程1年
- 第16回 結びに変えて：ブルーカーボンで日本の浜を元気にするために
堀 正和 国立研究開発法人 水産研究・教育機構

Contents

1. 国内外のブルーカーボンに関連した動き
2. 藻場の CO_2 吸収量の算定手法とその特徴
3. 藻場再生・海藻養殖による地球温暖化対策、今後の展開

今後の展開

- 多種多様な海藻養殖 + 藻場再生への発展
⇒ CO₂吸収源の拡大
- バイオマス資源生産など新しい水産業への発展
⇒ 養殖産物の新しい価値化、食用以外の活用
- 大規模な海面養殖システムの開発
⇒ 港湾や海上・海中構造物などを利用した人工藻場（養殖含む）の大規模化

我が国周辺海域での
水深30mまでの浅場：約40万ha

