

漁港漁場整備における 戦略的ブルーカーボンの勧め

1. はじめに
2. 内湾の漁場環境の変遷と新たな課題
3. ブルーカーボン概論
4. 漁港漁場整備における戦略的ブルーカーボンの勧め

徳島大学 環境防災研究センター客員教授
近畿大学水産学科 非常勤講師
兵庫県漁連環境アドバイザー
JBEブルーカーボン認証審査員(2023)
(株)日本港湾コンサルタント調査役
潜水土

中西 敬

まとめ

- 漁場環境の変遷と新たな課題
- 貧栄養問題
- 海水温度上昇
 - 磯焼け サンゴの白化 魚種の変化
- ブルーカーボン
 - 自然・海のをかりてCO₂の吸収・貯留
- 水産のノウハウ活用・活躍の場
- ブルーカーボンを便利に使って水産業の活性化
 - 地産地消 自給率向上 漁港の役割見直し
 - 健康と環境にやさしい水産物・水産業！

1. はじめに

2. 内湾の漁場環境の変遷と新たな課題

3. ブルーカーボン概論

4. 漁港漁場整備における

戦略的ブルーカーボンの勧め

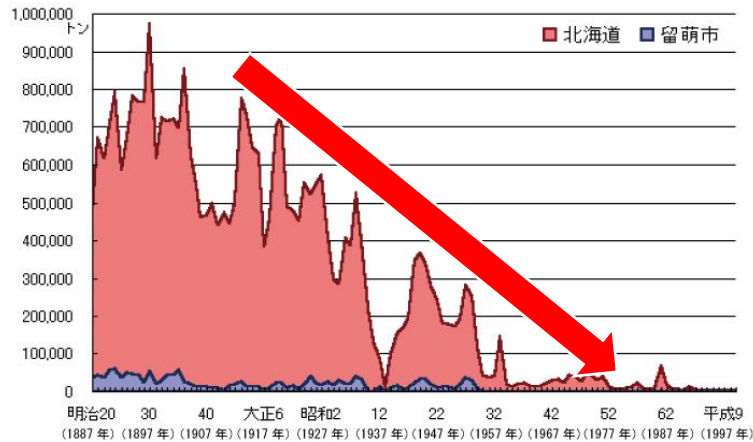
生態系 と 水産業

生態系とは生物とそれを取りまく環境（水、大気、土など）の相互の関係を総合的にとらえた系・空間を示す概念です。

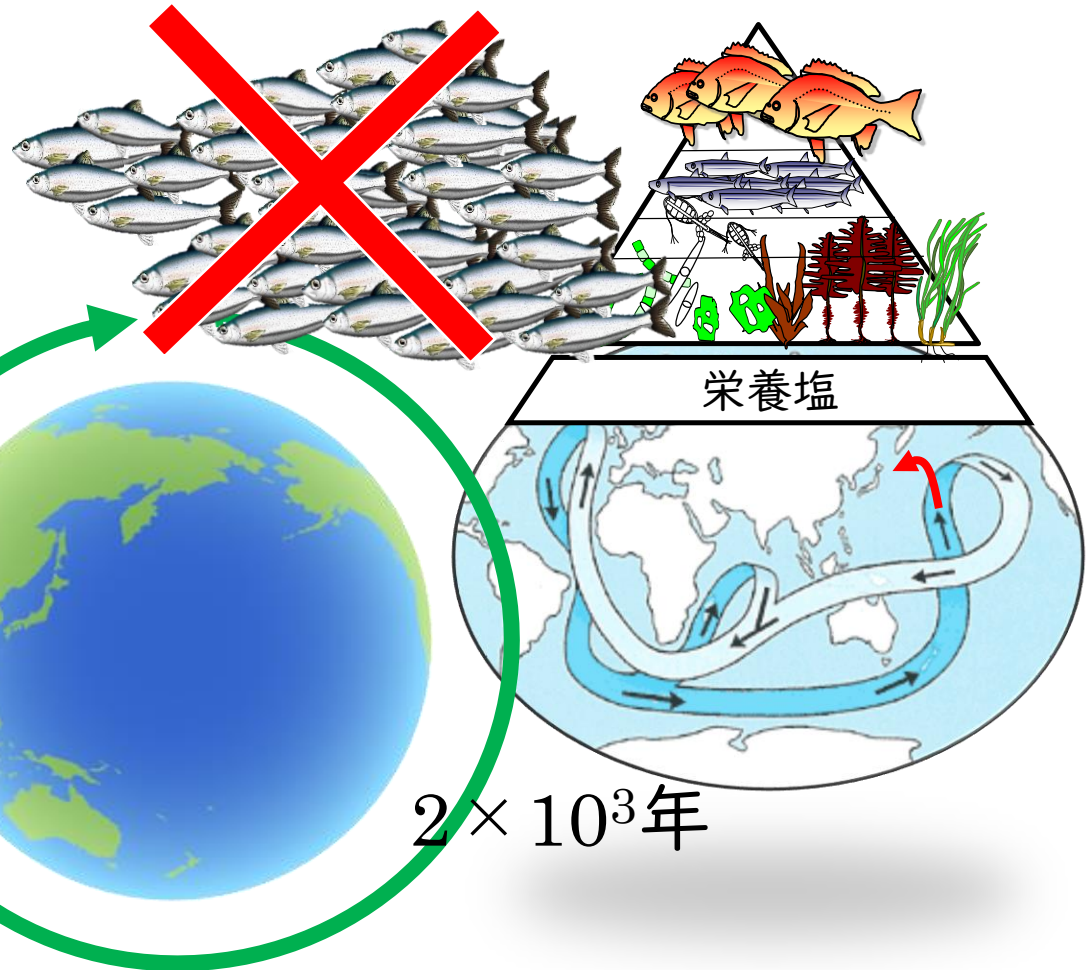


生態系には私たち人間が含まれています。

ニシンの激減は 私たちのスピード違反？



(出所：留萌水産物加工協同組合)



地球温暖化は 循環のスピード違反

• 産業革命

• 石炭・石油エネルギー

1×10^2 年

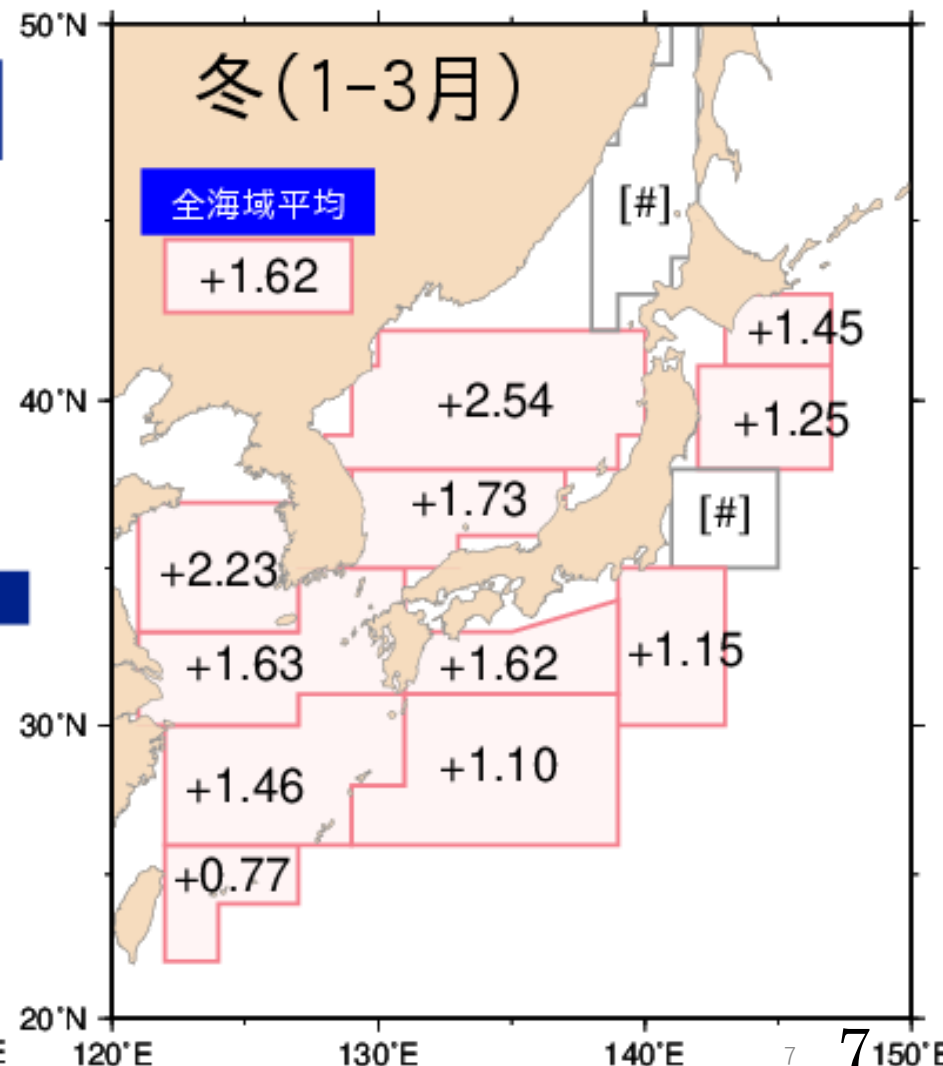
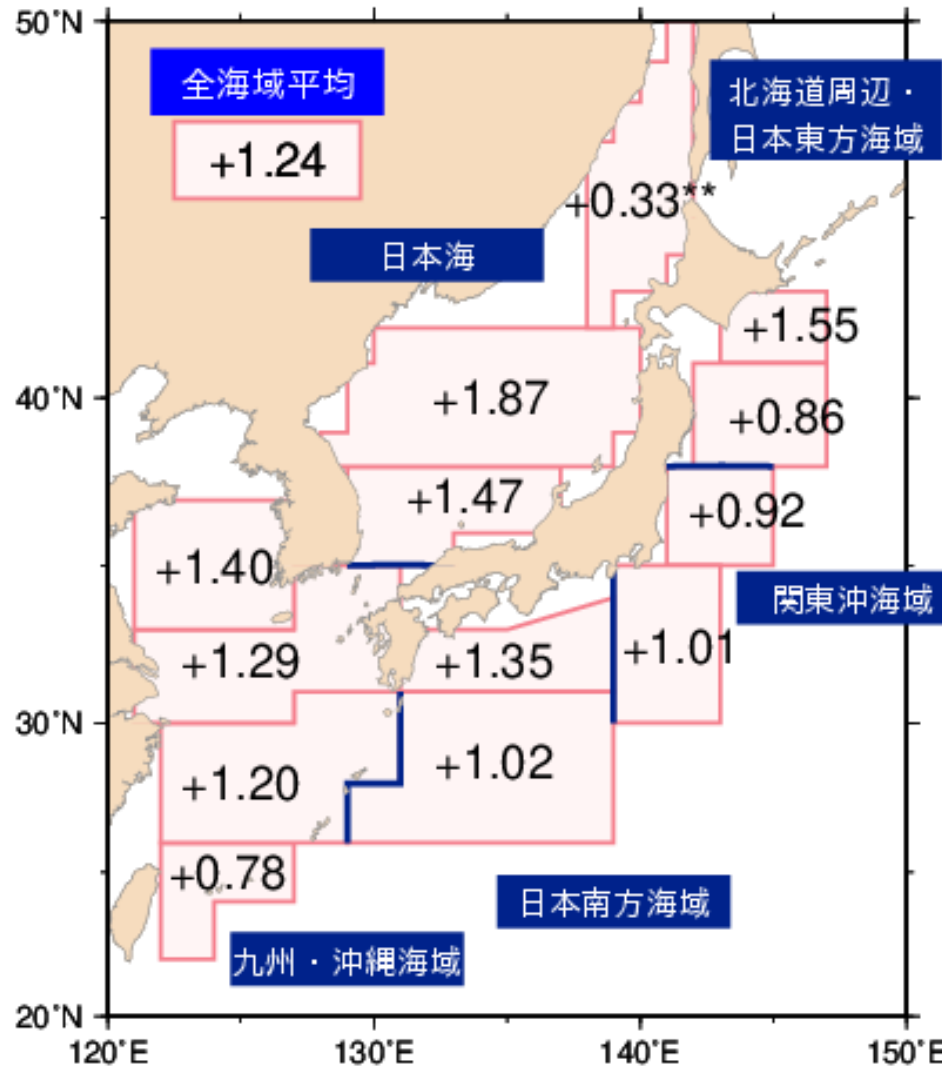
1×10^2 年

2×10^2 年

石油 石炭
化石燃料
 $1 \times 10^8 \sim 9$ 年

日本周辺の海水温度の上昇

資料: 気象庁



1. はじめに

2. 内湾の漁場環境の変遷と新たな課題

3. ブルーカーボン概論

4. 漁港漁場整備における

戦略的ブルーカーボンの勧め

内湾の漁場環境の変遷と現況

昭和

- 有害物質による汚染・公害
- 埋立ての進行（砂浜など浅い場所の消失）
- 排水の流入（過大な栄養塩の流入負荷）
- 海の富栄養・過栄養化 赤潮の発生
- 海底へのヘドロの堆積
- 海底の貧酸素化・無酸素化 **メタボな海**

平成
令和

- ゴミの漂流・漂着、海底への堆積
- 海水温度の上昇
磯焼け 魚種の変化
- 栄養塩の偏り **メタボな海と痩せた海**

おっさんか湾？ の健康診断結果の説明



- 肝/腎機能低下、肺不全

- 運動不足

- 食べ過ぎ

- 血管閉塞、バイパス手術

- 高脂血症、血はドロドロ

- 体脂肪過多

- 出血

- 血中酸素濃度低下 顔面蒼白

- 浅場の消失

- 流れや波が静穏化

- 過大な流入負荷

- 中小河川の分断

- 下水道で一括放流

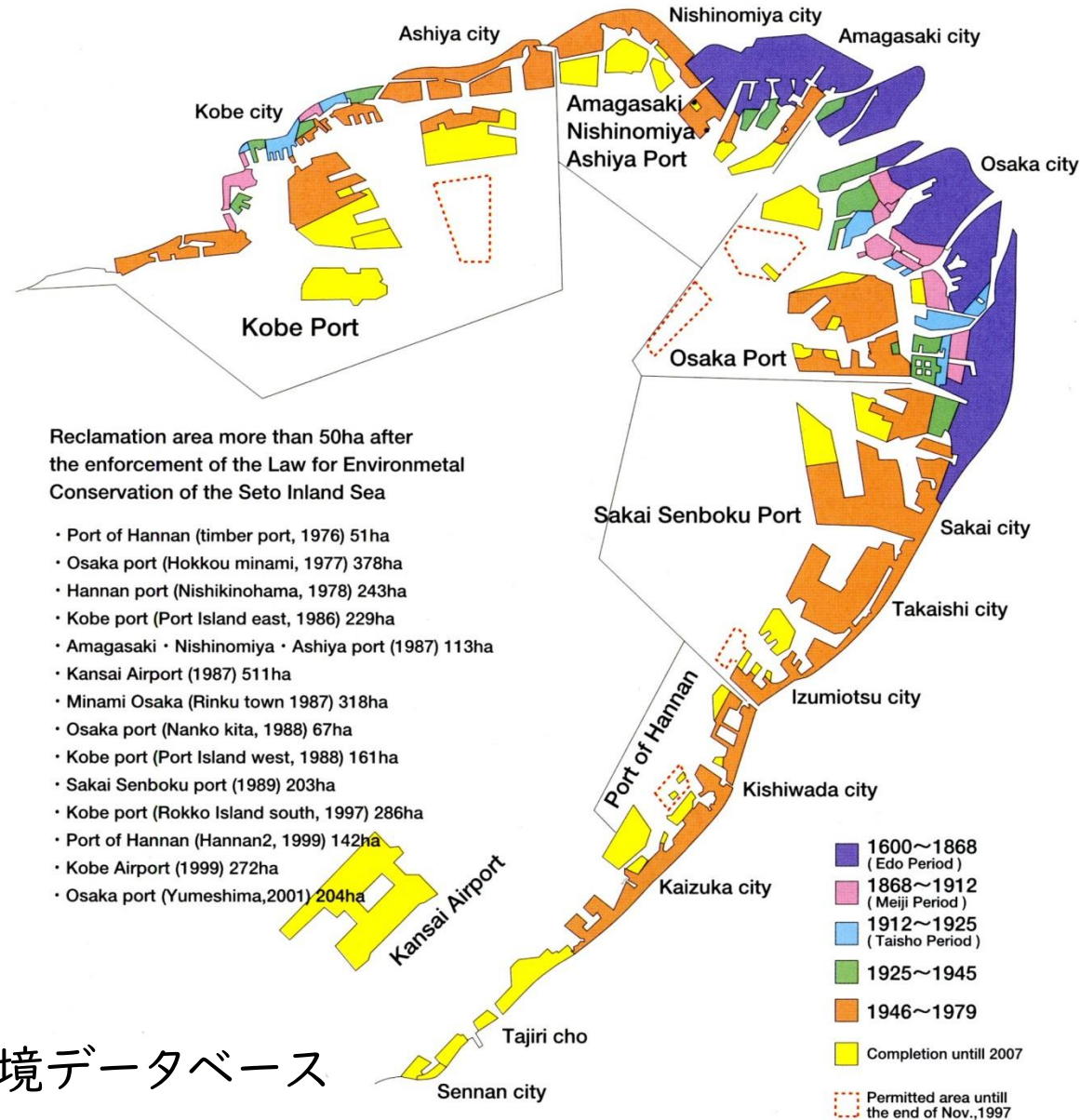
- 海水汚濁

- ヘドロの堆積

- 赤潮発生

- 貧酸素水塊、青潮発生

肝臓・腎臓・肺の不全 大阪湾の埋立



資料:大阪湾環境データベース

おっさんか湾？ の健康診断結果の説明



- 肝/腎機能低下、肺不全

- 運動不足

- 食べ過ぎ

- 血管閉塞、バイパス手術

- 高脂血症、血はドロドロ

- 体脂肪過多

- 出血

- 血中酸素濃度低下 顔面蒼白

- 浅場の消失

- 流れや波が静穏化

- 過大な流入負荷

- 中小河川の分断

- 下水道で一括放流

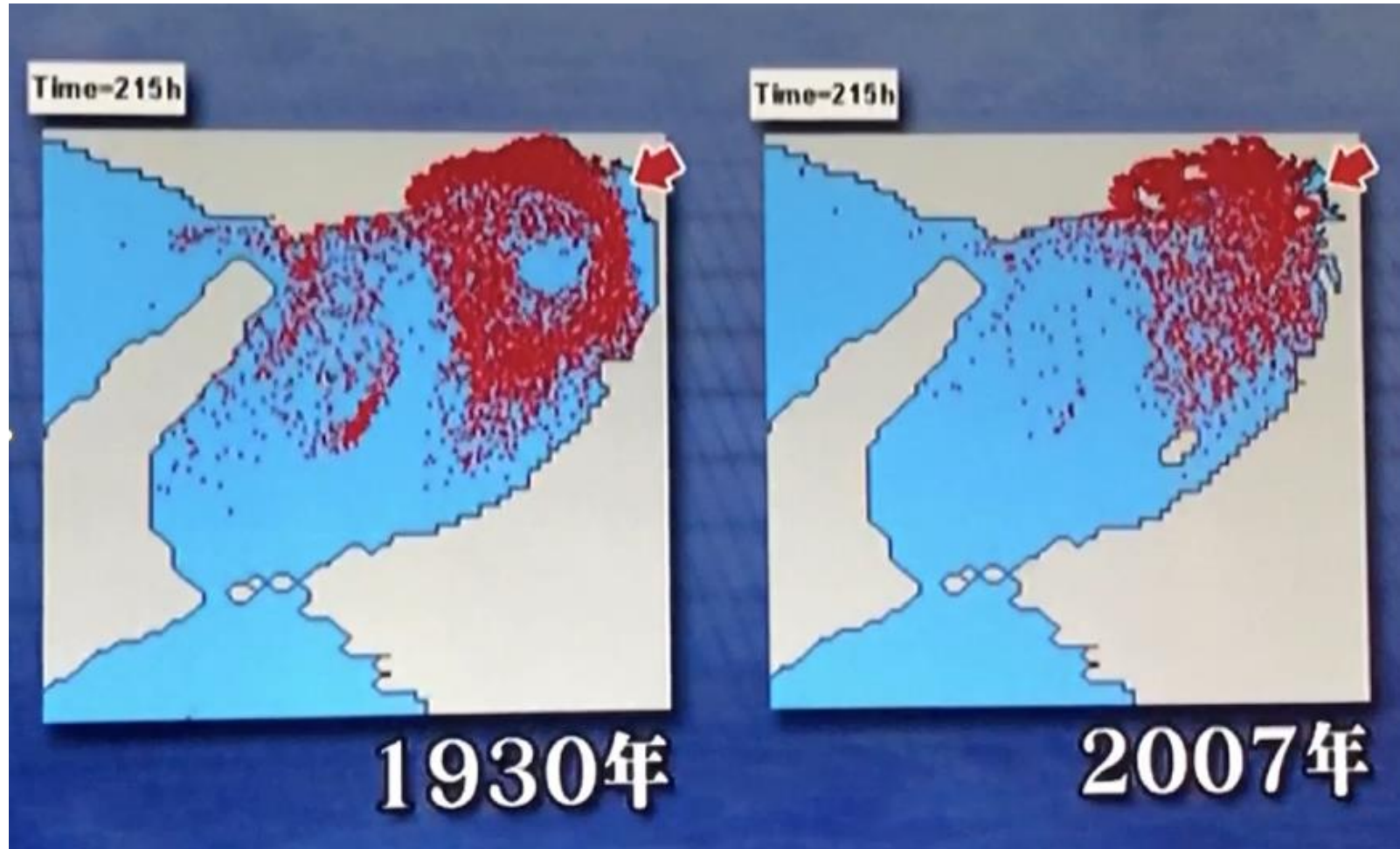
- 海水汚濁

- ヘドロの堆積

- 赤潮発生

- 貧酸素水塊、青潮発生

大阪大学 西田名誉教授のシミュレーション



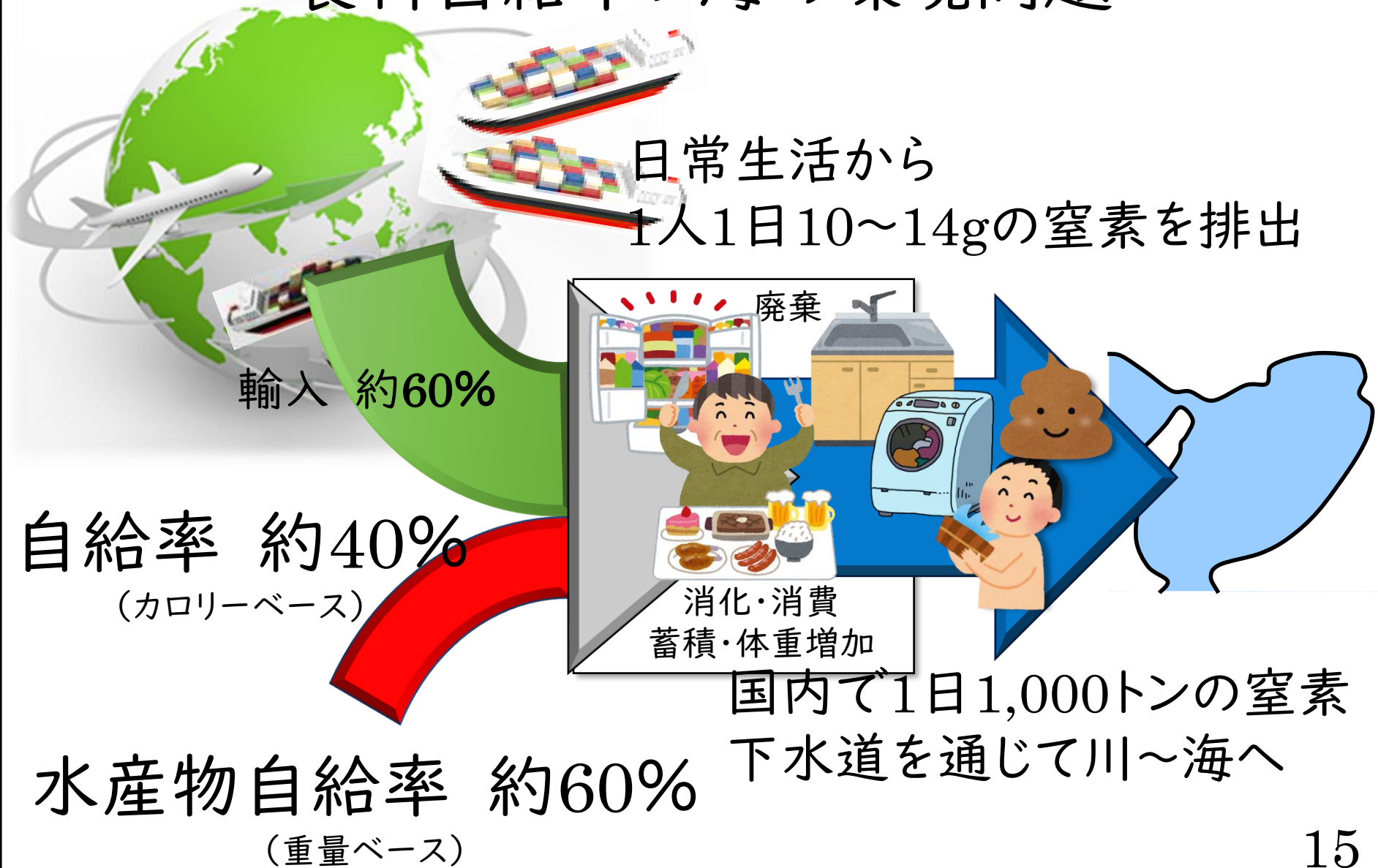
おっさんか湾？ の健康診断結果の説明



- 肝/腎機能低下、肺不全
- 運動不足
- 食べ過ぎ
- 血管閉塞、バイパス手術
- 高脂血症、血はドロドロ
- 体脂肪過多
- 出血
- 血中酸素濃度低下 顔面蒼白

- 浅場の消失
- 流れや波が静穏化
- 過大な流入負荷
- 中小河川の分断
下水道で一括放流
- 海水汚濁
- ヘドロの堆積
- 赤潮発生
- 貧酸素水塊、青潮発生

食べ過ぎ?だった 食料自給率と海の問題



おっさんか湾？ の健康診断結果の説明



- 肝/腎機能低下、肺不全
- 運動不足
- 食べ過ぎ

• 血管閉塞、バイパス手術

- 高脂血症、血はドロドロ
- 体脂肪過多
- 出血
- 血中酸素濃度低下 顔面蒼白

- 浅場の消失
- 流れや波が静穏化
- 過大な流入負荷
- 中小河川の分断
下水道で一括放流
- 海水汚濁
- ヘドロの堆積
- 赤潮発生
- 貧酸素水塊、青潮発生

中小河川の分断 下水道で一括放流



おっさんか湾？ の健康診断結果の説明

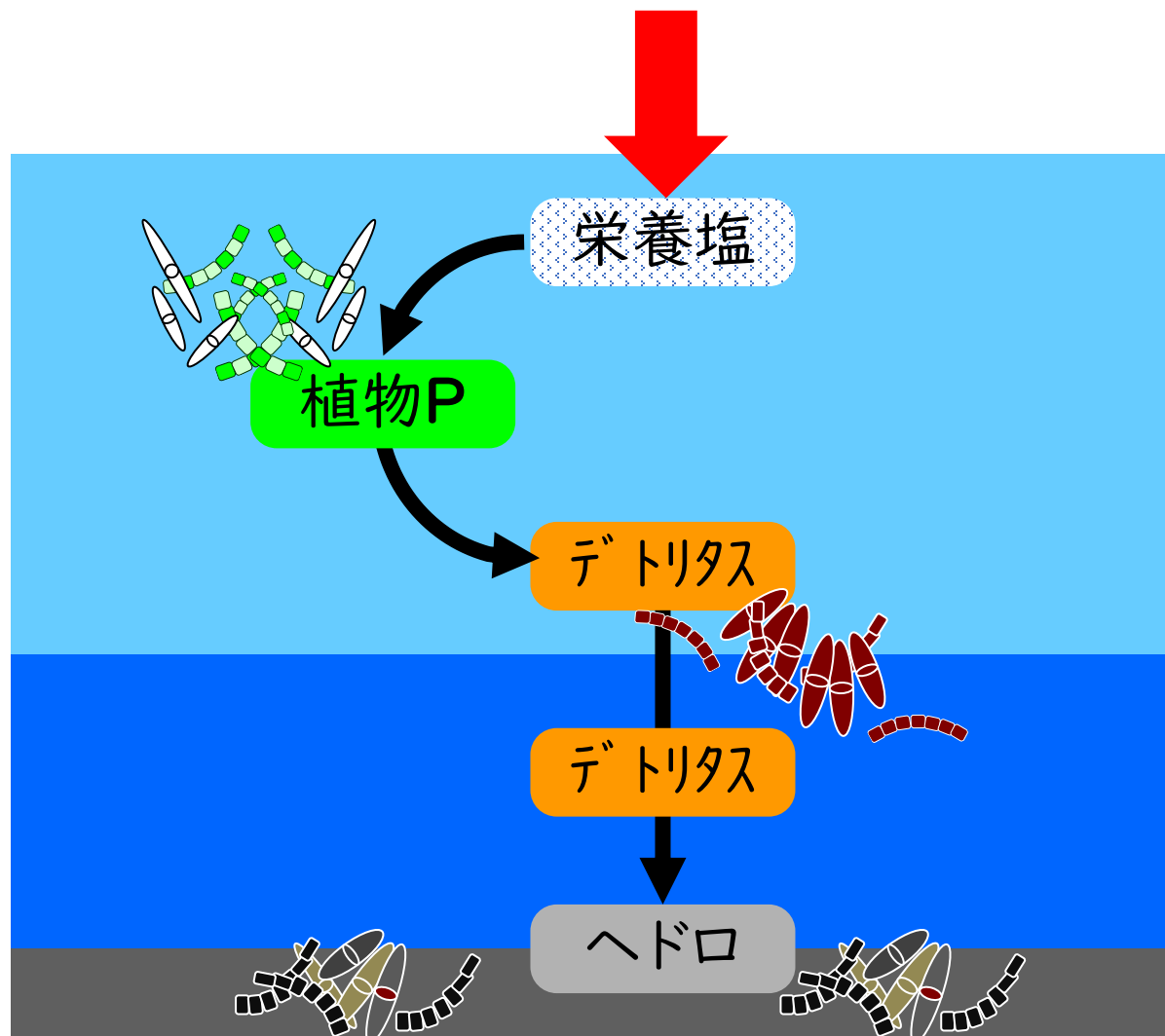


- 肝/腎機能低下、肺不全
- 運動不足
- 食べ過ぎ
- 血管閉塞、バイパス手術

- 高脂血症、血はドロドロ
- 体脂肪過多
- 出血
- 血中酸素濃度低下 顔面蒼白

- 浅場の消失
- 流れや波が静穏化
- 過大な流入負荷
- 中小河川の分断
下水道で一括放流
- 海水汚濁
- ヘドロの堆積
- 赤潮発生
- 貧酸素水塊、青潮発生

体脂肪過多？中性脂肪・コレステロール？ ヘドロの堆積



ヘドロ(有機泥)は 海の中性脂肪? コレステロール?

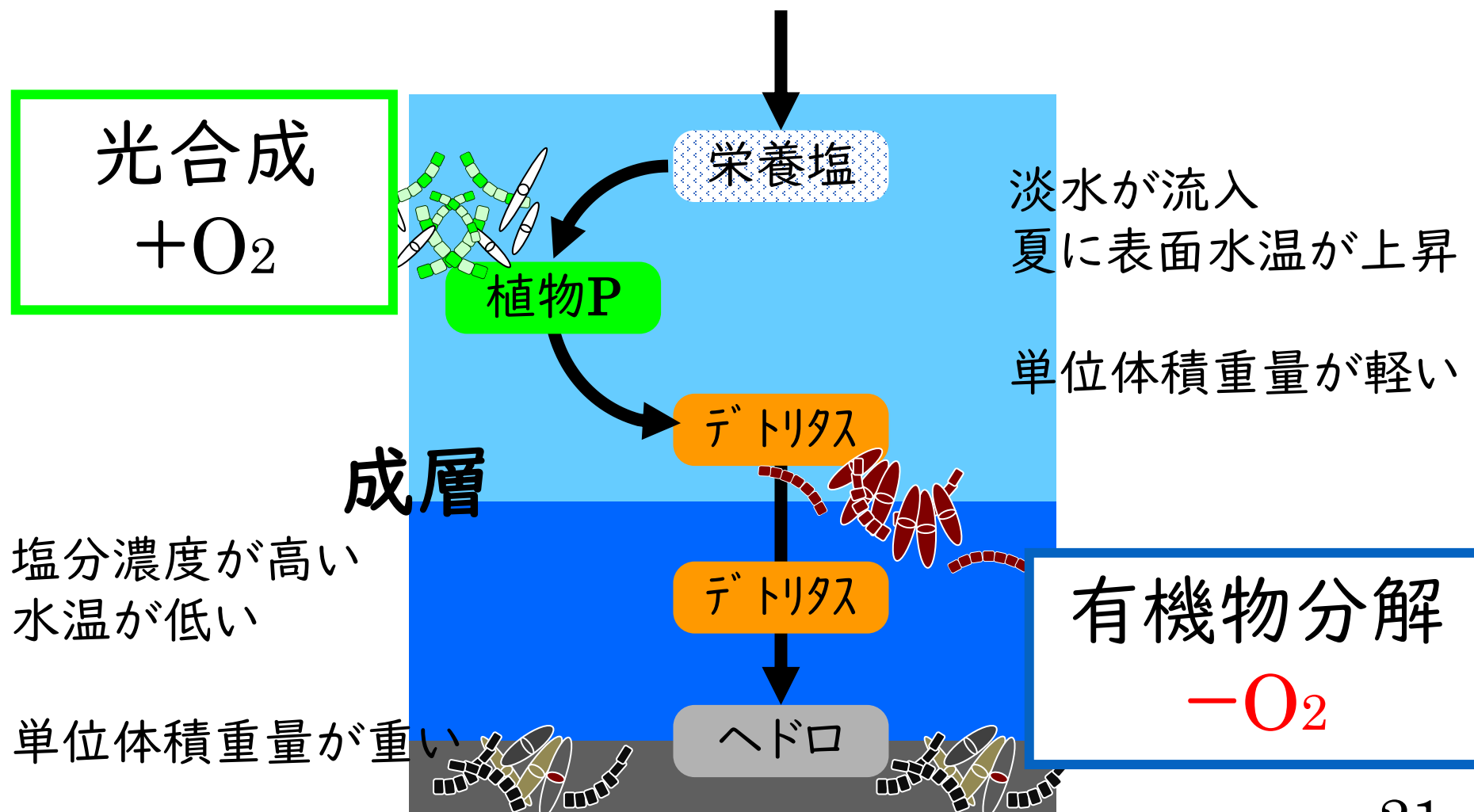
好氣的環境下の有機泥
善玉コレステロール



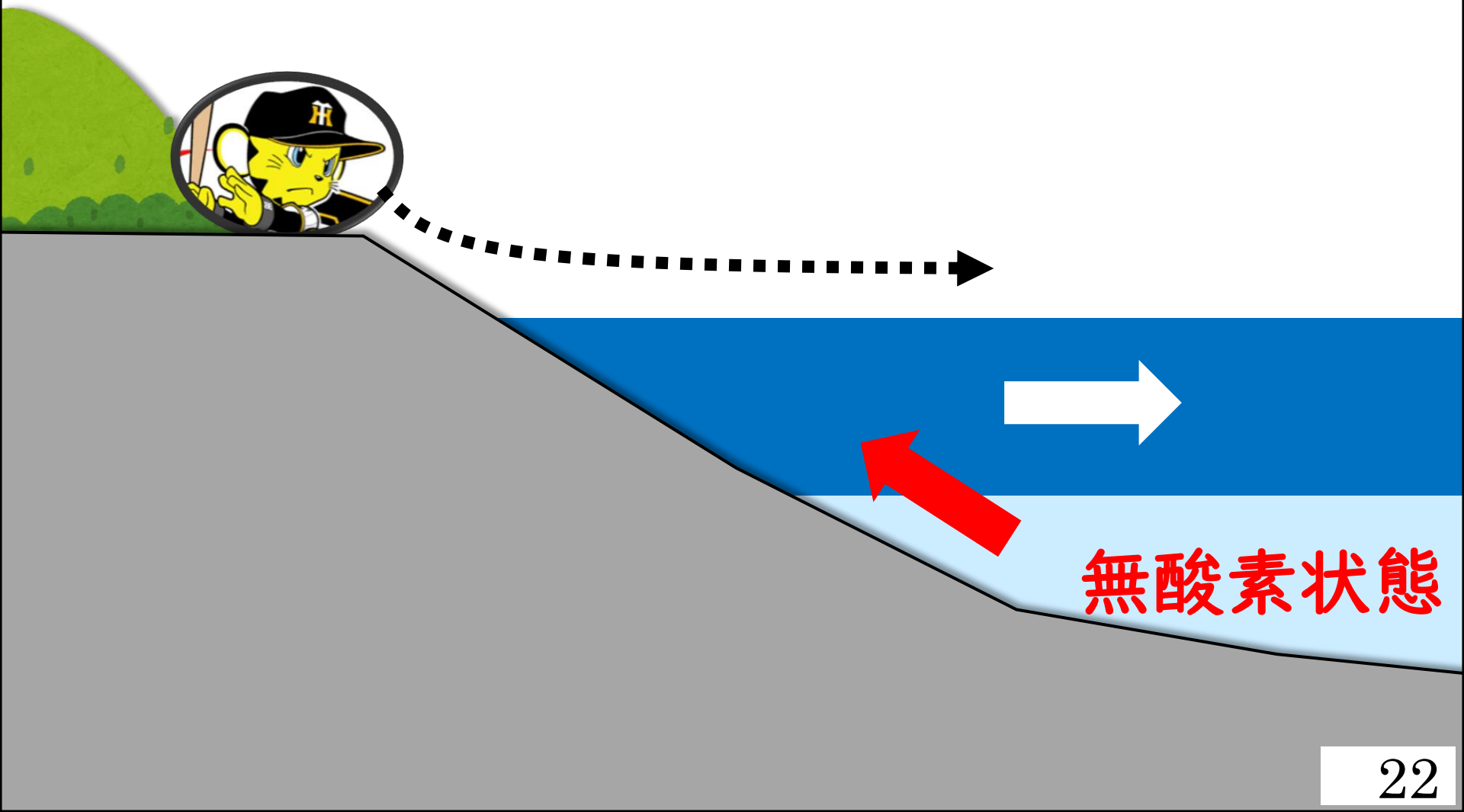
嫌氣的環境下の有機泥
悪玉コレステロール



貧酸素・無酸素水塊の発生



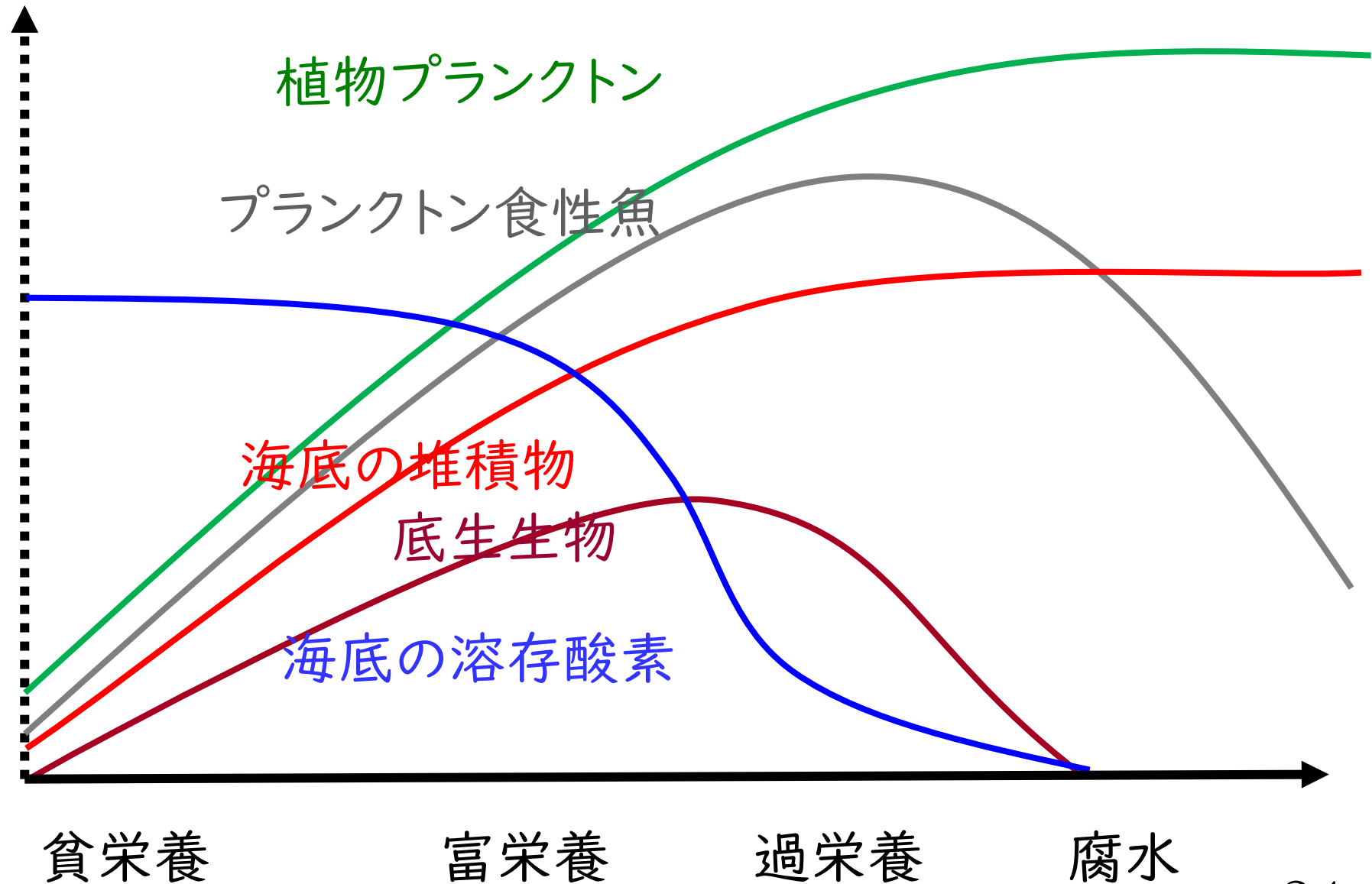
貧酸素・無酸素水塊が海面に湧き上がり発色 青潮



青潮（無酸素水の湧昇）



栄養塩と生物生産の関係 イメージ図



おっさんか湾？

処方箋



基本計画・設計

- | | | |
|--------------------|---|----------------|
| • 手術：人工干潟の造成 | → | • 浅場の消失 |
| • 手術：流れを起こす | → | • 流れや波が静穏化 |
| • 生活習慣の見直し： | | • 過大な流入負荷 を減らす |
| • 手術：ダムや堰の撤去 | → | • 中小河川の分断 |
| • 透析：海水の浄化 | → | • 海水汚濁 |
| • 手術：ヘドロの除去 | → | • ヘドロの堆積 |
| | | • 赤潮発生 |
| • 人工呼吸：
エアレーション | → | • 貧酸素水塊、青潮発生 |

とにかくダイエット…… 流入負荷の削減

- 排水基準の強化 瀬戸内海環境保全特別措置法
汚れを出さない、海をきれいに！
- 生活系下水処理場の整備、機能向上
高度処理施設の導入、合流式を分流式に…
ライフスタイルのエコ化、人口の減少
- 産業系排水の規制
生活系よりももっと厳しく
産業構造の変化、汚れを出す加工業の減少
加工業は排水処理費が安くなる海外に移転

きれいになりすぎた？ 海がやせてきた！

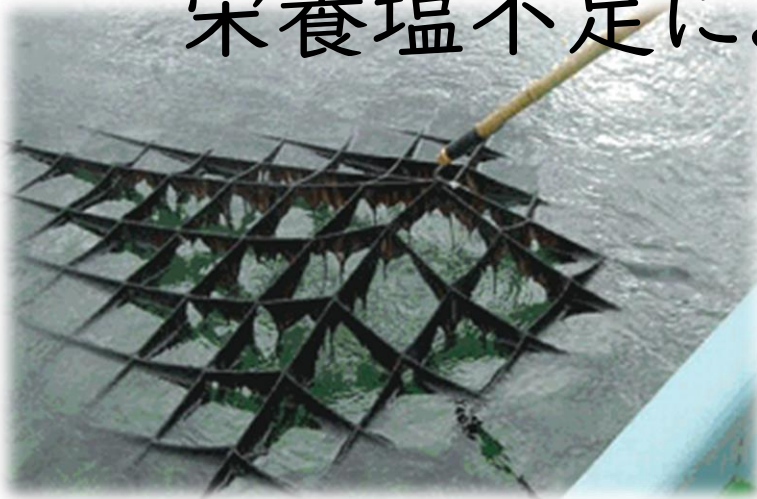
ダイエットはしたものの



不健康にやせた海が広がった

Image Landsat / Copernicus

新たな課題 栄養塩不足によるのりの色落ち



やせた稚魚 漁獲量の減少



資料：兵庫県ホームページより

漁業者による取組み かいぼり ため池の底ざらえ



H20.10.31 神戸(7) 10面

ため池海の幸も潤す

魚の成長に必要な海中のプランクトンを増やそうと、淡路島の漁協が農家と連携し、ため池から水と腐葉土を海へ流す取り組みを始めた。大阪湾の漁場はプランクトンが減り、漁獲量の減少や、魚の小形化といった影響が出ているという。漁協関係者は、放流で海水の栄養分を補給し、海草の生育にもつなげたいとしている。

(西尾和寛)

水と腐葉土放流

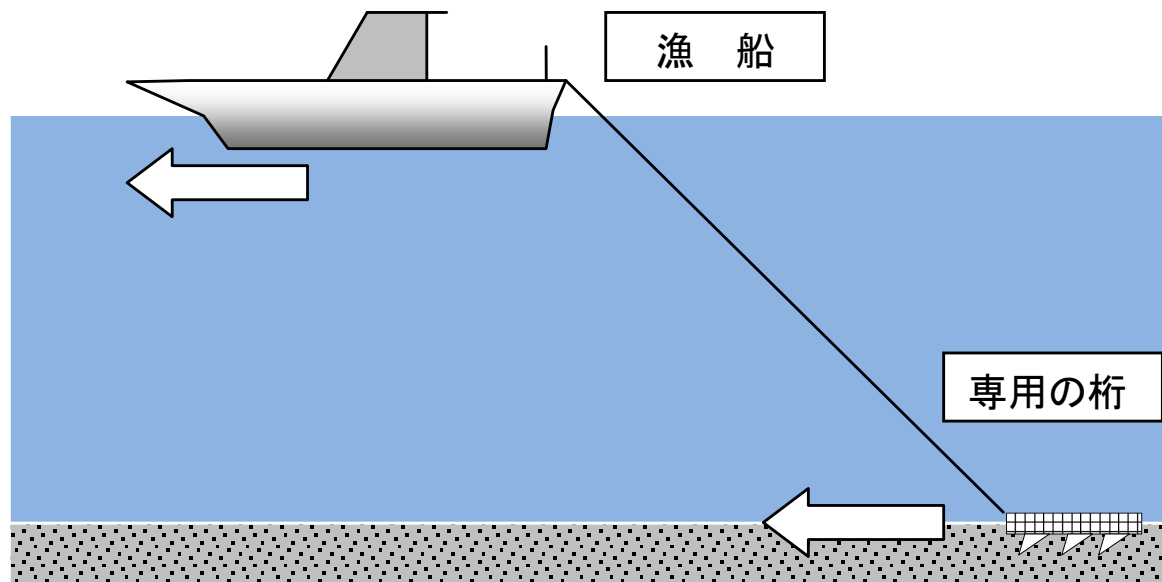
淡路市の森、仮屋、津名ゴ(ラ)ルセが増えたとい
の三漁協が取り組む。

大阪湾は、周辺一帯の下 危機感を抱いた森漁協は
水道や砂防ダムの整備など 約三年前、栄養分が豊富な
により、海中のチッ素や ため池に注目し、農家に放

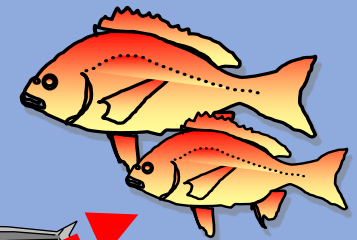
期待増プランクトン 協

池の脇池 同五立方メートル。 両池の水は、清川を経て同 一月中旬から 放流を始め、 ころに完了。 桜ヶ池 込む。 市浦の釜 込む。

海底耕耘



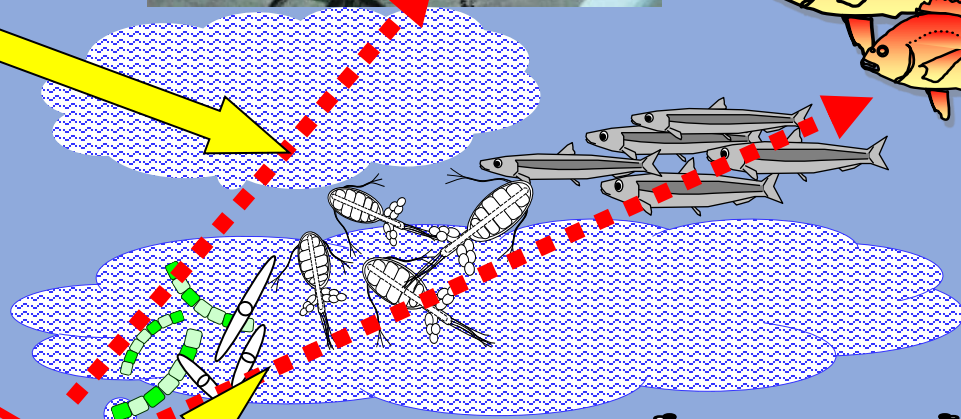
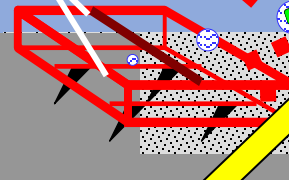
海底耕耘 期待される効果



栄養塩の還元・供給

餌となるシスト等の供給

酸素供給 底質の改善



女優・黒谷友香
海の大船を旅する

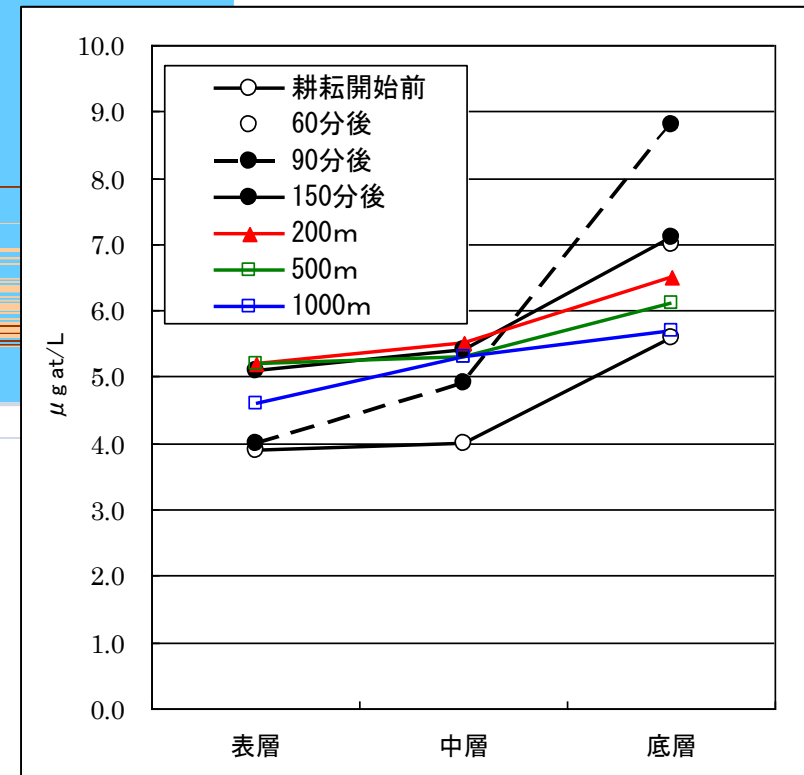
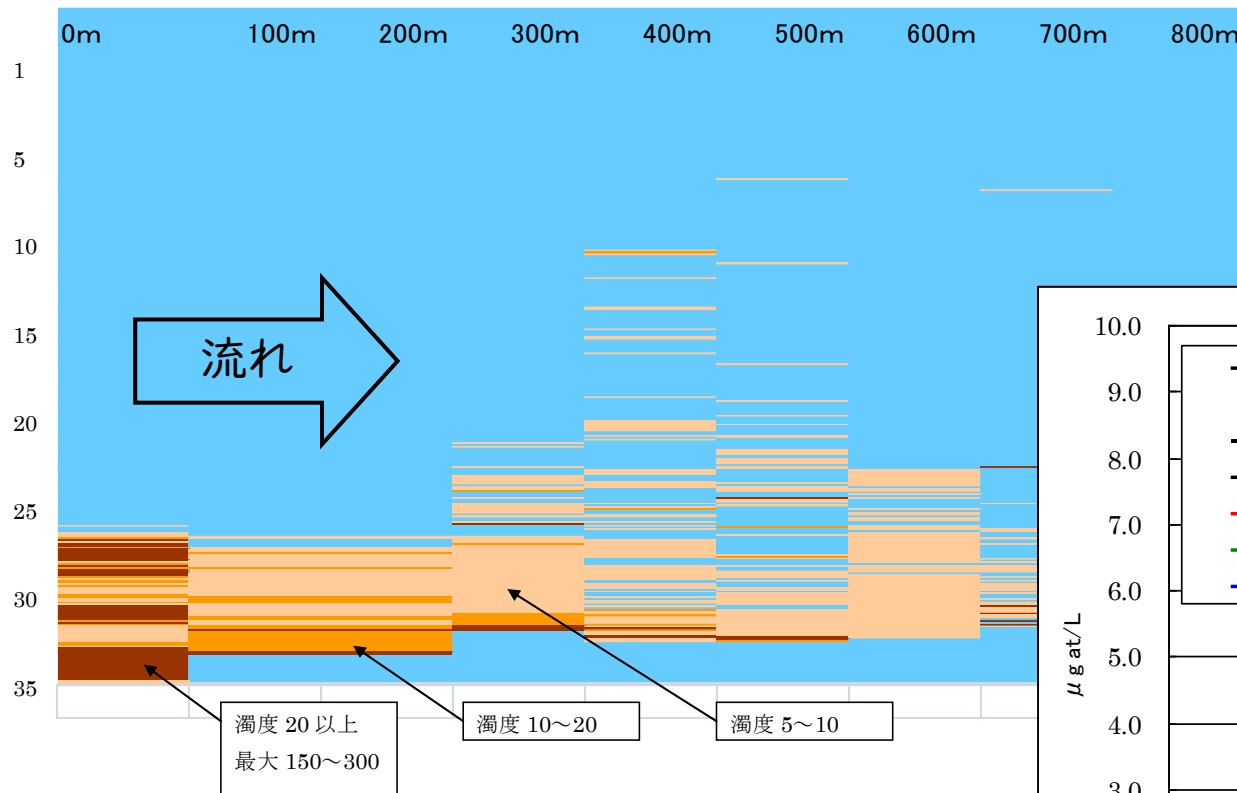


資料：朝日放送ガラスの地球を救え

濁りの分布

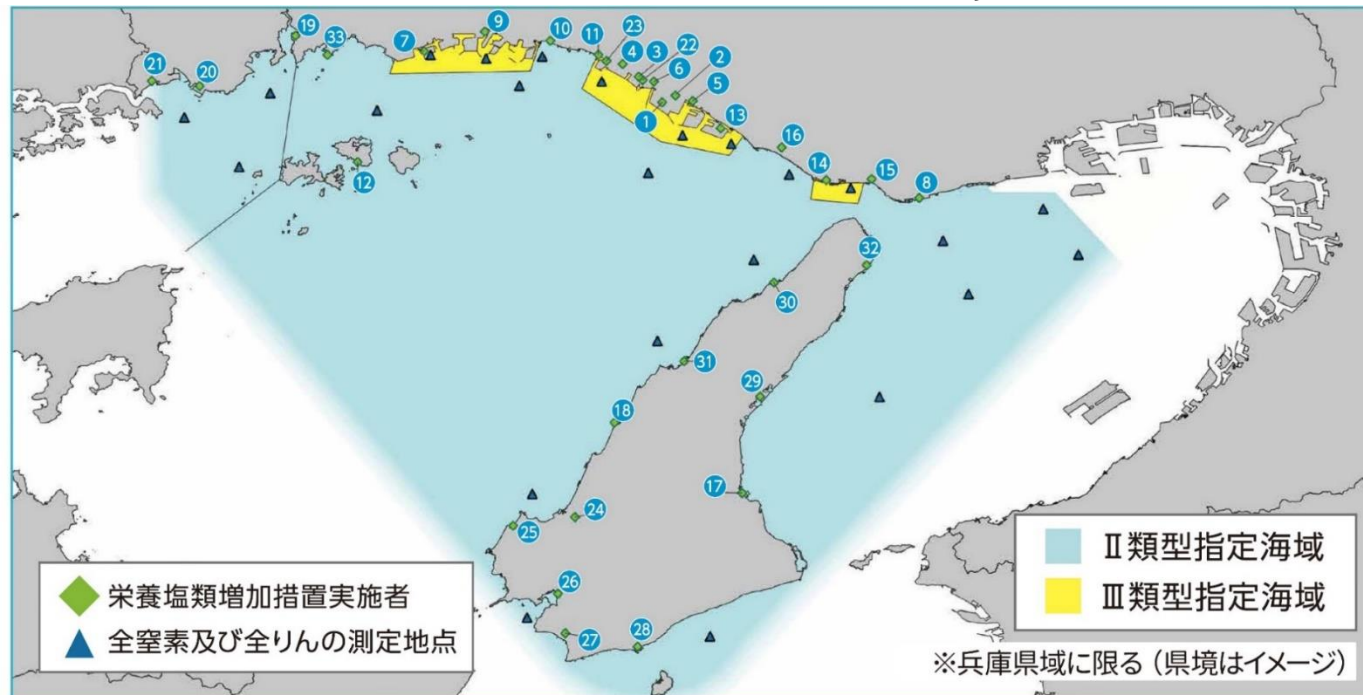
栄養塩の分析

耕耘開始90分後



中西 敬他: 貧栄養状態での栄養塩供給手法としての海底耕耘の効果に関する調査研究, 土木学会論文集 B3(海洋開発), Vol.68, No.2, 1126~1130頁, 2012年.

下水処理場・事業所での栄養塩管理運転



栄養塩類増加措置実施者 (所在地、工場・事業場名)

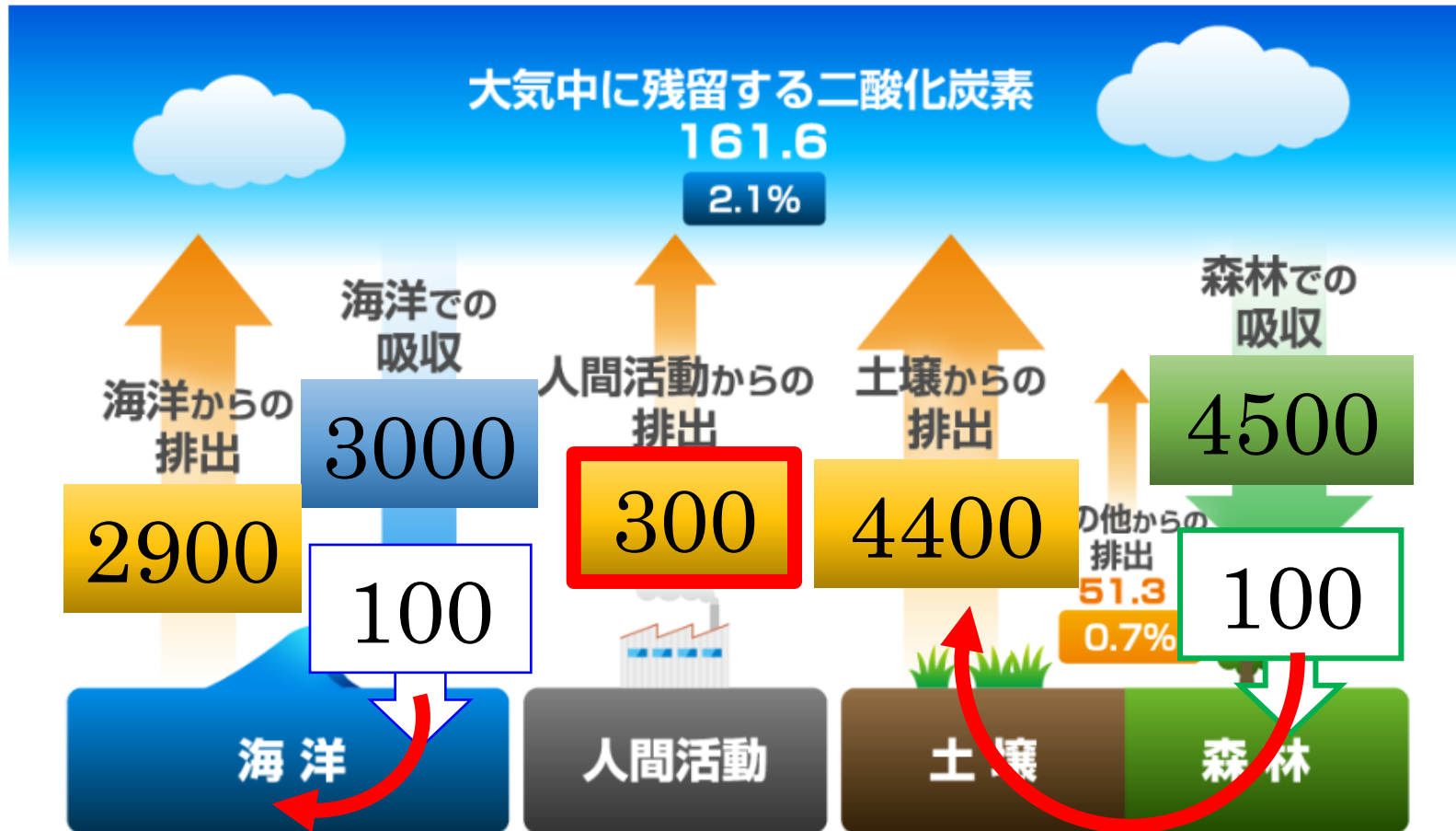
1	加古川市	㈱神戸製鋼所加古川製鉄所	12	姫路市	家島浄化センター	23	高砂市	伊保浄化センター
2	加古川市	関西熱化学㈱加古川工場	13	明石市	二見浄化センター	24	南あわじ市	松帆・湊浄化センター
3	高砂市	㈱カネカ高砂工業所	14	明石市	船上浄化センター	25	南あわじ市	津井浄化センター
4	高砂市	サントリープロダクツ㈱高砂工場	15	明石市	朝霧浄化センター	26	南あわじ市	福良浄化センター
5	播磨町	多木化学㈱本社工場	16	明石市	大久保浄化センター	27	南あわじ市	阿万浄化センター
6	加古川市	兵庫県加古川下流浄化センター	17	洲本市	洲本環境センター	28	南あわじ市	灘浄化センター
7	姫路市	兵庫県揖保川浄化センター	18	洲本市	五色浄化センター	29	淡路市	津名浄化センター
8	神戸市	垂水処理場	19	相生市	相生下水管理センター	30	淡路市	北淡浄化センター
9	姫路市	中部析水苑	20	赤穂市	赤穂下水管理センター	31	淡路市	一宮浄化センター
10	姫路市	東部析水苑	21	赤穂市	福浦下水処理場	32	淡路市	淡路・東浦浄化センター
11	姫路市	大の析水苑	22	高砂市	高砂浄化センター	33	たつの市	室津浄化センター

※栄養塩類増加措置実施方法: 1は生産工程の一部変更、2～33は汚水等の処理方法の変更(当面、栄養塩類増加措置は全窒素のみとする)

1. はじめに
2. 内湾の漁場環境の変遷と新たな課題
3. ブルーカーボン概論
4. 漁港漁場整備における

戦略的ブルーカーボンの勧め

地球温暖化 CO₂の収支 ブルーカーボン



(単位: 億・CO₂/年)

% 大気への二酸化炭素排出総量を100%とした場合の排出割合

% 大気への二酸化炭素排出総量を100%とした場合の残留・吸収割合

※IPCC第5次評価報告書を元に作成

©NTT宇宙環境エネルギー研究所

ブルーカーボン CO₂の隔離・貯留

- 温暖化のスピードを遅くするためには、CO₂の排出量を減らすとともに、排出したCO₂を回収し封じ込める必要がある。
- 2009年の国連環境計画において、海藻・海草など海の生物がCO₂を吸収・隔離する能力が「**ブルーカーボン**」と定義され、その有効性が明らかにされた。

ジャパンブルーエコノミー
技術研究組合



Japan Blue Economy
association

ブルーカーボン の特徴

- 温暖化のスピードを遅くするためには、CO₂の排出量を減らすとともに、排出したCO₂を回収し封じ込める必要があります。

削減・代替ではなく 回収 隔離 貯留（再利用）

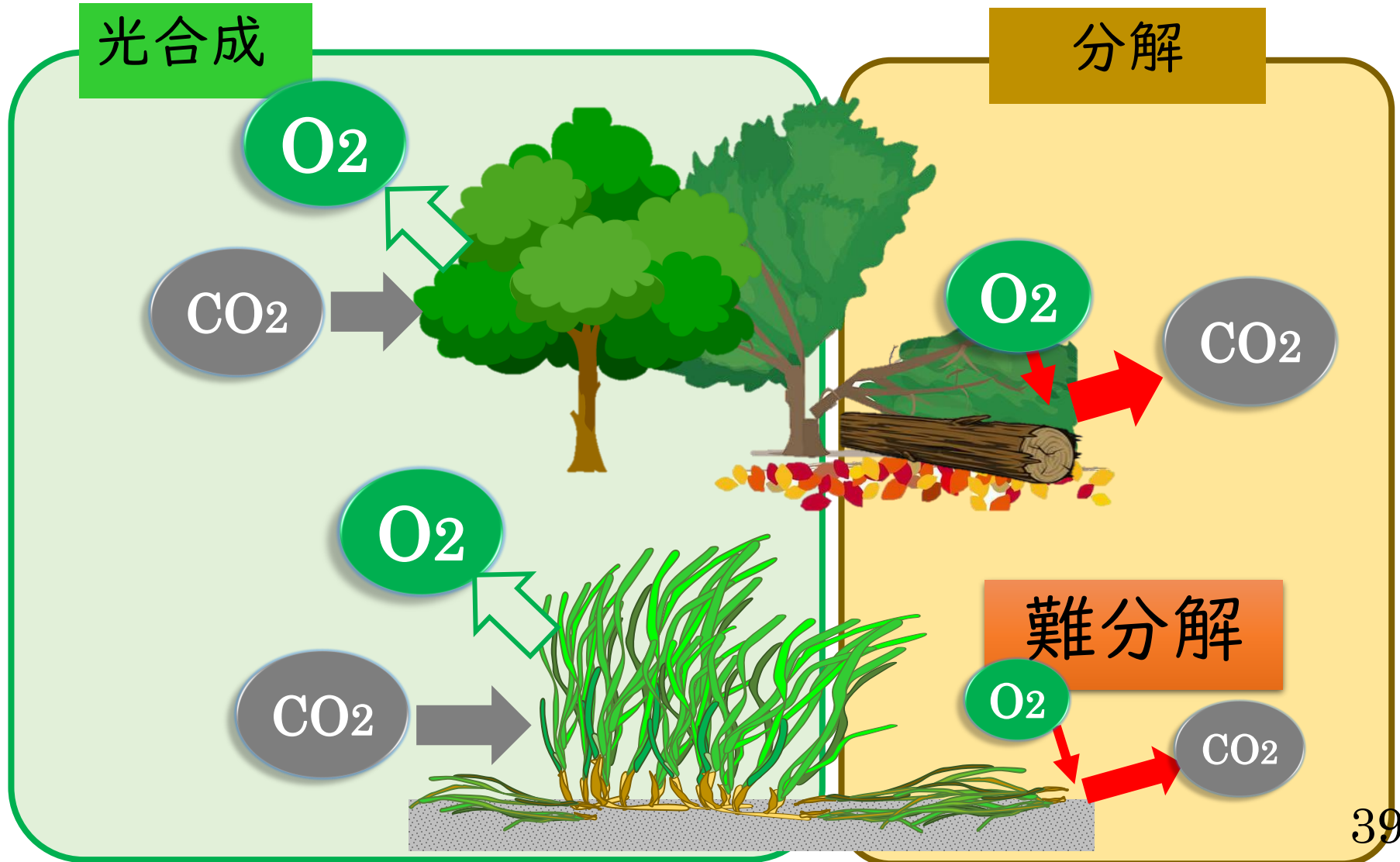
Carbon dioxide Capture and Storage

Carbon dioxide Capture and Utilization

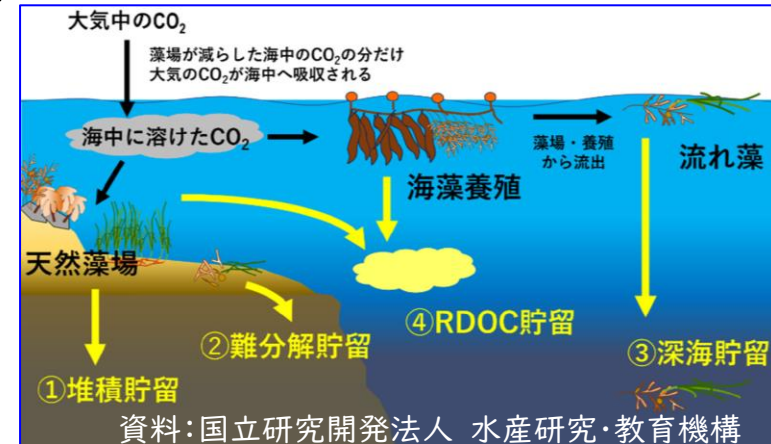
★ 海藻・海草など海の生物がCO₂を吸収・隔離
自然の力で回収・隔離・貯留（吸収・固定）

ブルーカーボン の特徴

CO₂の吸収固定 と 有機物の分解・CO₂の放出



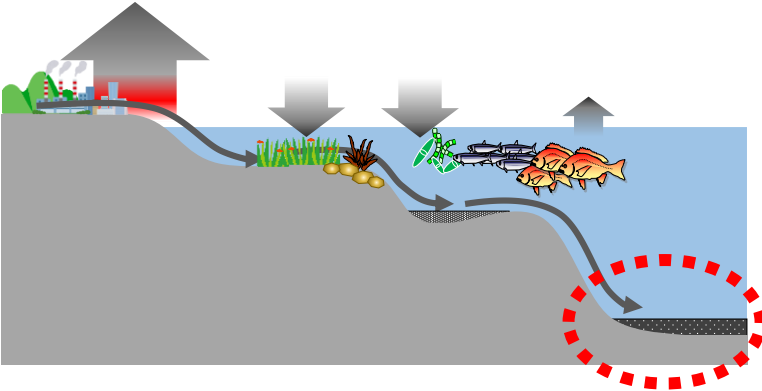
CO₂の隔離・貯留のイメージ



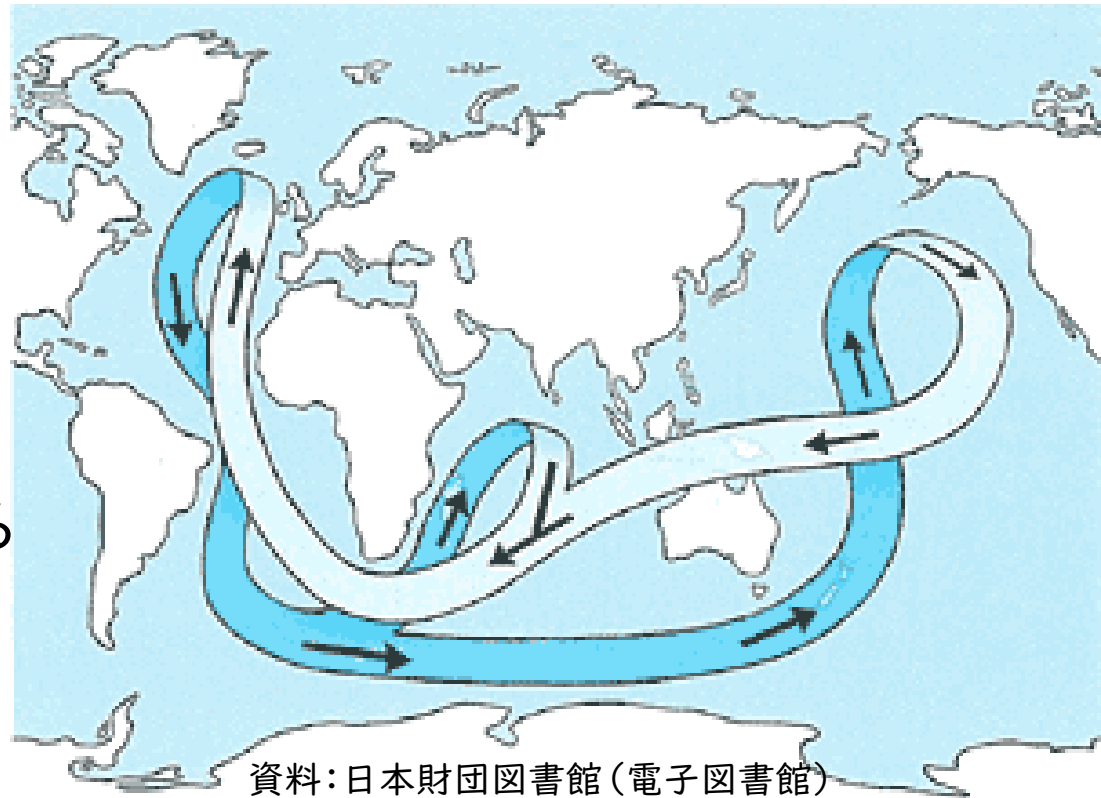
- ・ 時空間的半永久貯留
- ・ 嫌氣的 (酸素がない状態) 貯留
- ・ 難分解貯留

ブルーカーボン CO₂の隔離・貯留

ブロッカーのコンベヤベルト



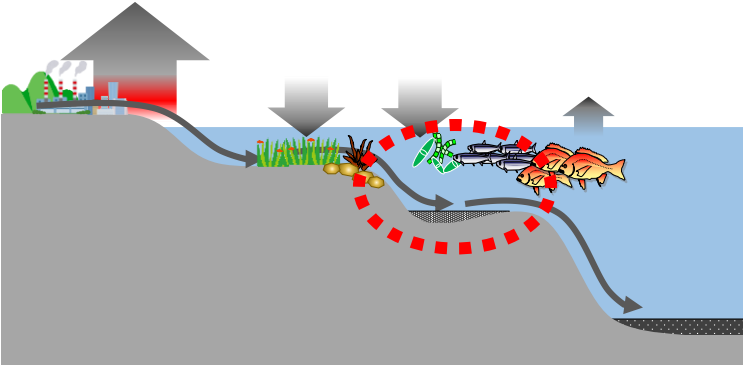
- 深海に沈み込んだ海水と海水に含まれる物質は約2000年かけて大循環する
- 表層に湧昇し生物生産に寄与するまでは貯留される
- 完全貯留



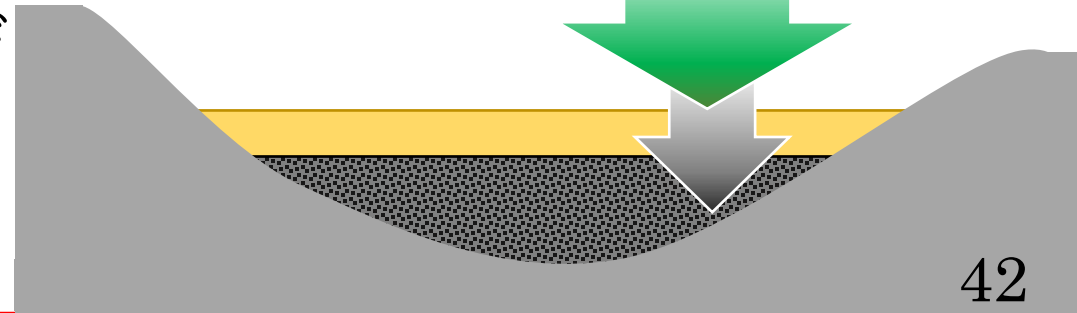
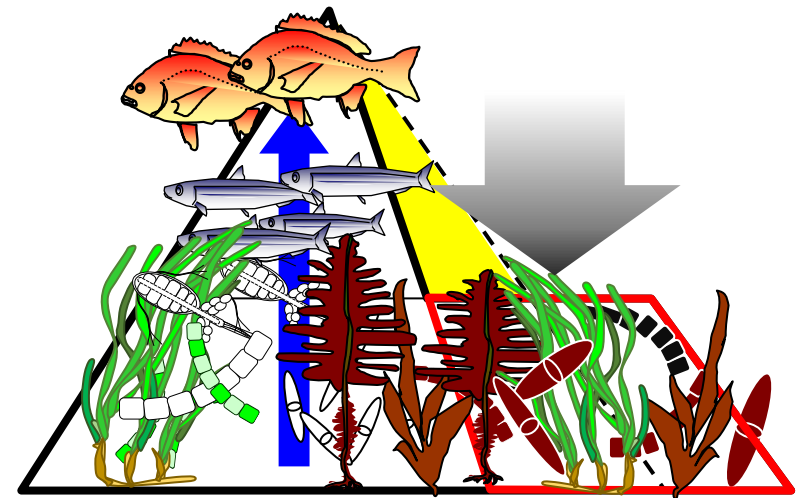
資料: 日本財団図書館 (電子図書館)

ブルーカーボン CO₂の隔離・貯留

嫌気的状態での閉じ込め



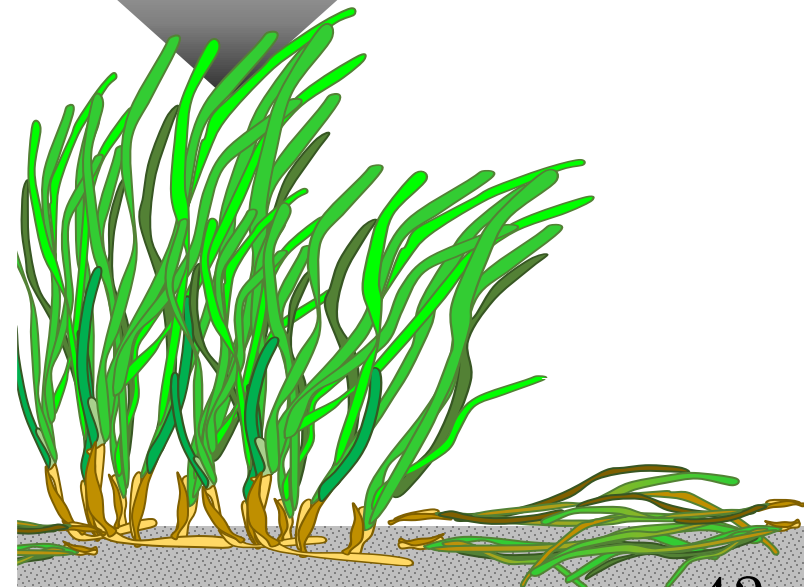
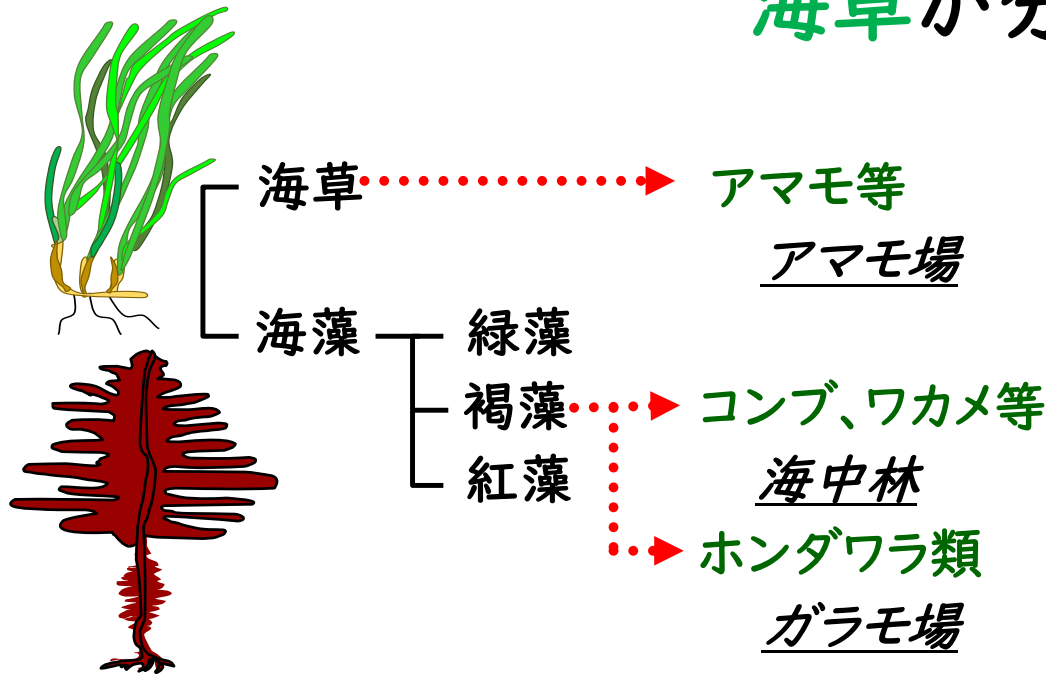
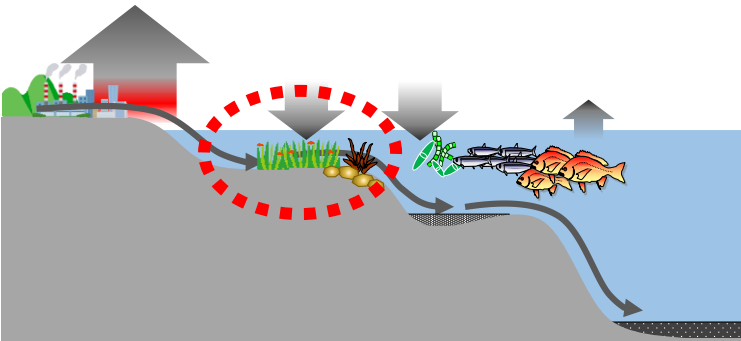
- 海草、海藻の切片、植物プランクトンの死骸、その他の有機物が海底に沈降・堆積
- 堆積物の分解（好氣的分解）が進むが下層では嫌氣的環境となり、あまり分解が進まない。



ブルーカーボン CO₂の隔離・貯留

分解されにくいものとして貯留

海草が分解されにくい



ブルーカーボンの課題

- 質的課題
- 制度（精度）的課題
- 量的課題
- 費用対効果問題
- 申請・認証に伴う調査や手続き上の課題

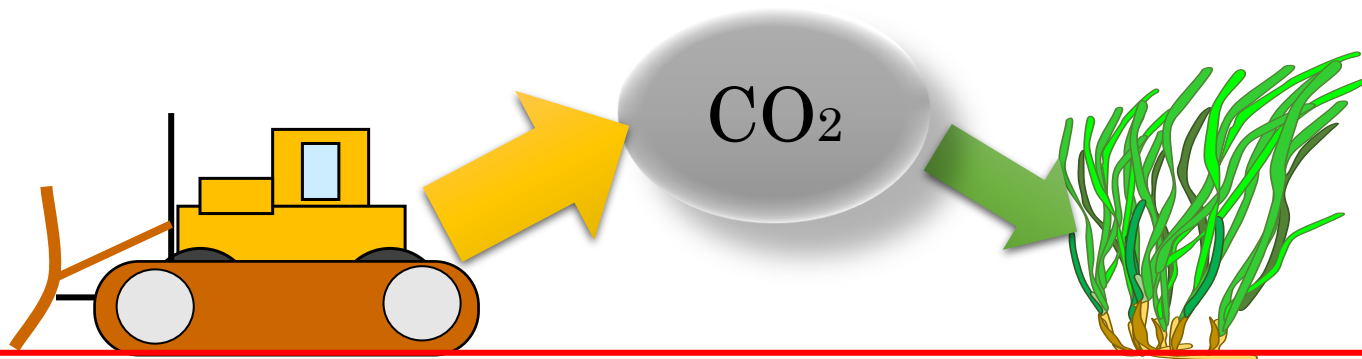
➤ 質的課題

- ① 難分解生の評価 貯留メカニズムの理解
- ② 嫌氣的環境の出現 ⇒ 生物多様性の低下が懸念
- ③ どれくらいの期間貯留すれば良いのか？
- ④ 地域によって 主役となる生物と環境が異なる？
- ⑤ 大型海藻・小型海藻以外の微細藻類は？ 植物プランクトンは？
- ⑥ ノリ・ワカメ・コンブの養殖は？
- ⑦ 食べたらCO₂が発生するので評価されない？



➤ 制度的 (精度的) 課題

- ① ベースライン や 追加性 の理解
- ② 例えば
1トンの吸収・削減に何トン排出するののかという見方



➤ 制度的課題

名称	概要
J-クレジット	省エネ・再エネ設備の導入、森林整備等による温室効果ガスの排出削減量・吸収量をクレジットとして認証する制度であり、経済産業省・環境省・農林水産省が運営している。
J ブルークレジット	ジャパンプルーエコノミー技術研究組合（JBE）が制度管理者となり、2020 年よりブルーカーボンに特化して認証を行う 国内ボランタリークレジット制度。

カーボン・クレジット・レポート 経産省 2022年6月

日本国の温室効果ガスインベントリの範囲外のためJ-クレジットの対象となっていない。

J-クレジット制度とは温室効果ガスの排出削減量や吸収量をクレジットとして国が認証する制度です。

J-クレジット制度 お問い合わせ サイトマップ 英語

ホーム J-クレジット制度について 申請手続 登録・認証情報 クレジット売買 クレジット活用 問合せ・資料等

制度概要、方法論概要等の
オンライン説明会を行います

詳細はこちら

制度の最新状況 ▶ 認証量 **905** 万t-CO2 登録プロジェクト **1,022** 件 ▶ 最新データを見る

新着クレジット 新機部 太子食品工業株式会社【青森県】 5304t-CO2
A重油ボイラーから木質バイオマスボイラーへの更新プロジェクト

資料:Jクレジット制度 ホームページより

➤ 量的課題 & 市場価格

	J-クレジット 2022年度末	Jブルークレジット 2022年度末
認証件数・登録プロジェクト	982件	21件
累計CO2トン数	約900万トン	約0.4万トン
経過年数	10年	2年
1プロジェクト当りCO2トン数	約9,000トン/件	約200トン/件

オフセット価格

JBE 2023年の買取価格約10万円/ CO2トン

東京証券取引所で試行された「カーボン・クレジット市場」の本格運用に向けた実証事業(2023年10月11日に本格開設)

3,000円～10,000円/CO2トン

➤ 量的課題 & 費用対効果問題

カーボンオフセットを目的とする「排出者」にとっては
Jブルークレジットを購入するメリットが小さい（量的・価格面・制度面でも）

活動主体は

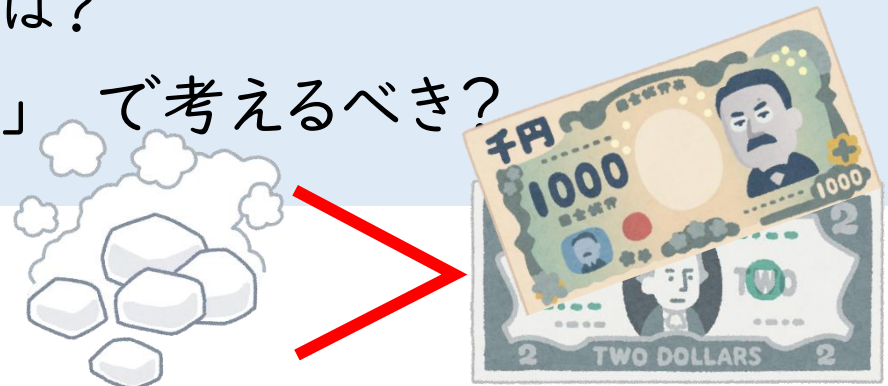
1トンの吸収・削減にいくらかけるのか？

販売した金額で、継続的に活動を行うことは困難？

そもそも **費用対効果** を考える課題ではない？

活動主体と購入者の間に 新たな win-win の関係が成立する
することの方が重要かつ有効では？

単位は ￥ や \$ から 「€」 で考えるべき？



~~温対法や省エネ法での活用~~

~~経団連カーボンニュートラル行動計画の目標達成に活用 他~~

CSR?
SDGs報告書への記載?

地域の活動支援
干潟造成 藻場造成
水産振興

BLUE CARBON



➤ 申請・認証に伴う調査や手続き上の課題

- ① 場所づくり
- ② 既存の場所の活用
- ③ 認証条件についての判断
- ④ 播種・植付け(母藻や種苗、種・胞子の提供)
- ⑤ 面積・被度の簡便な測定方法
- ⑥ 簡便なモニタリング方法
- ⑦ 申請書の作成
- ⑧ 購入者のアレンジ
- ⑨ 売却益の配分・利用に関する経理・税的アドバイス



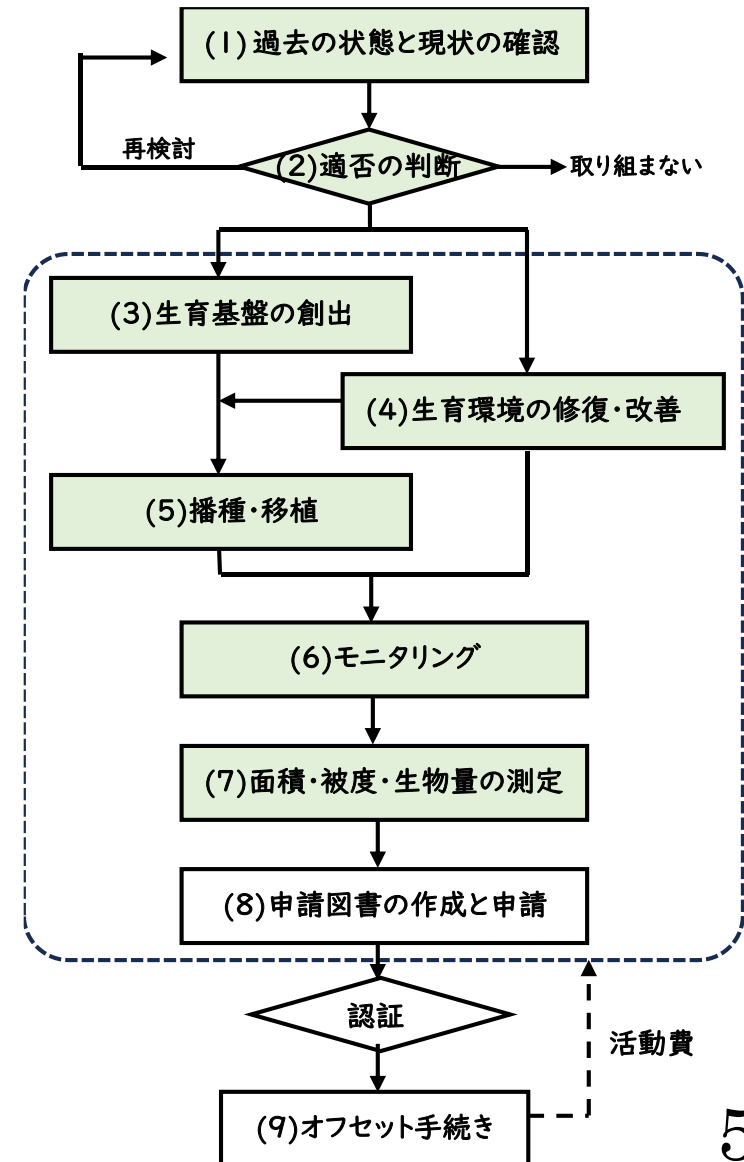
✓ 現時点ではJBEが相談に応じているが、、、、
都道府県の水産部局等による支援・指導体制づくりが望まれる。

1. はじめに
2. 内湾の漁場環境の変遷と新たな課題
3. ブルーカーボン概論
4. 漁港漁場整備における
戦略的ブルーカーボンの勧め

戦略1：水産分野のノウハウ活用

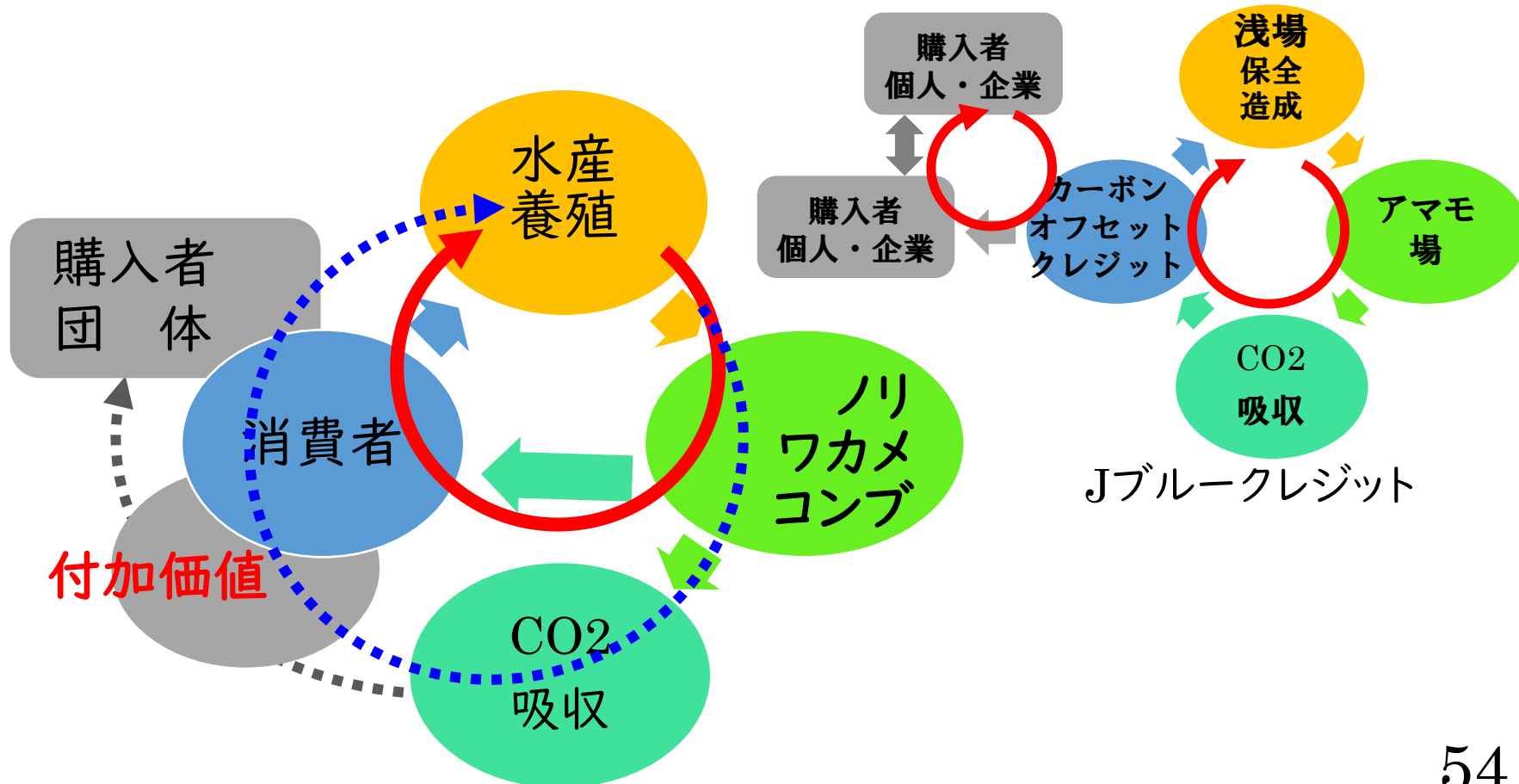
- ・藻場に関する情報・知見・技術
- ・藻場造成事業の実績
- ・着底基質（藻礁）の計画設計（漁港
漁場の施設の設計参考図書第16編）
- ・種苗の供給
- ・磯焼け対策事業の実績

文献名	発行	年
磯焼け対策ガイドライン(第3版)	水産庁	2021
広域藻場モニタリングの手引き	水産庁	2021
捕食者を利用した藻場回復の手引き	水産庁	2020
藻場・干潟ビジョン	水産庁	2016
磯焼け対策における施肥に関する技術資料	水産庁	2015
アマモ場再生ハンドブック	三重県 三重大学	2011
藻場造成ガイドブック 改訂版	三重県	2007
自然調和型漁港づくり 藻場機能付加設計ガイド	鹿児島県	2004
漁港構造物に藻場機能を付加するための設計技術 ガイドブック	大分県 山口県	2004 2001
他多数		



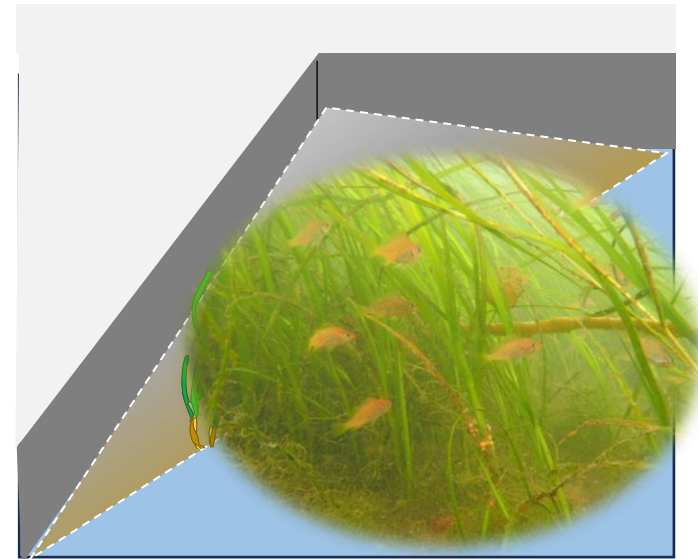
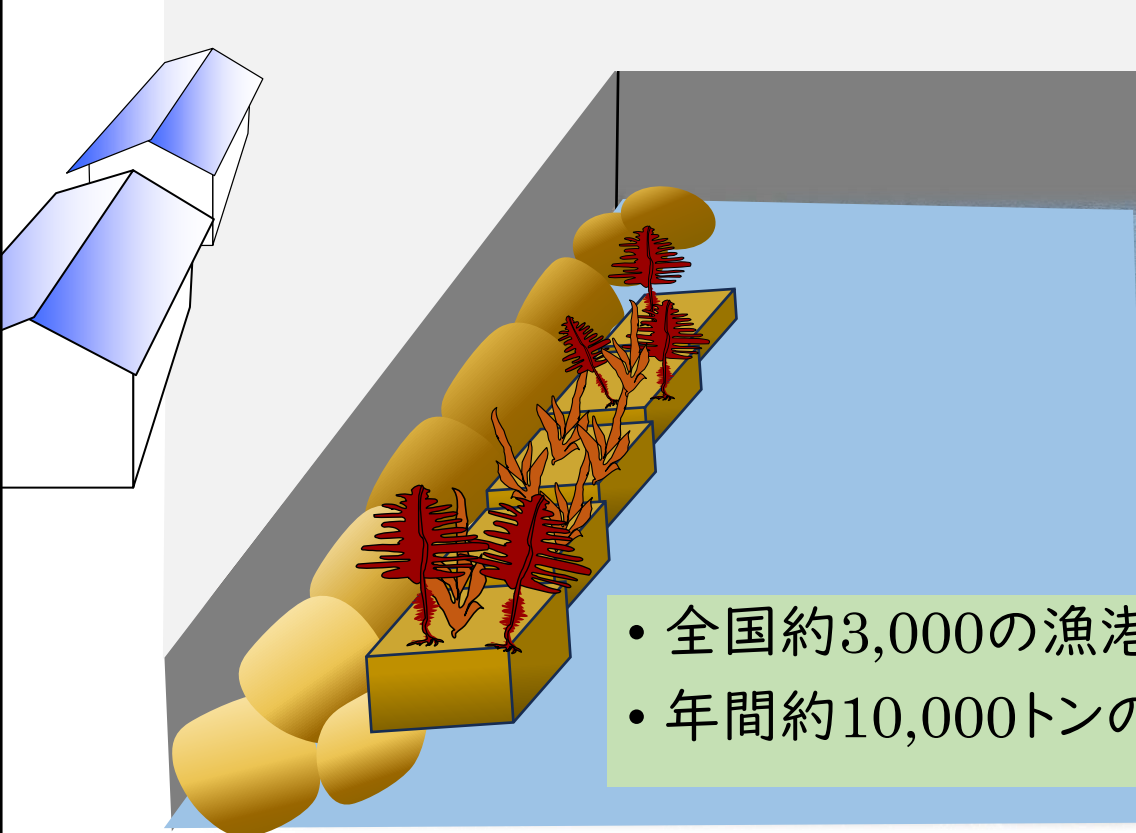
戦略2：水産物の付加価値向上

- 水産養殖・地産地消で地球温暖化対策
- 健康にも地球環境にもやさしい水産物



戦略3：水産基盤整備事業の再編・再構築 漁港を活用したブルカーボンの拡大

- 未利用 低利用 漁港や漁場を磯場に
- 稚仔魚育成の場 & ブルーカーボン



- 全国約3,000の漁港で平均3トンのCO₂貯留
- 年間約10,000トンのCO₂貯留

戦略4：再生可能エネルギー & ブルーカーボン を活用したカーボン・ニュートラル水産物の実現

- ゼロカーボン氷（蓄氷）
- ゼロカーボン 水産加工
- カーボンニュートラル水産物

加工施設

カーボンニュートラル
水産物

製氷施設



電動漁船



洋上風力発電+藻場 ⇒ ブルーカーボン

カーボンニュートラル
製品の例

まとめ

- 漁場環境の変遷と新たな課題
- 貧栄養問題
- 海水温度上昇
 - 磯焼け サンゴの白化 魚種の変化
- ブルーカーボン
 - 自然・海のをかりてCO₂の吸収・貯留
- 水産のノウハウ活用・活躍の場
- ブルーカーボンを便利に使って水産業の活性化
 - 地産地消 自給率向上 漁港の役割見直し
 - 健康と環境にやさしい水産物・水産業！



2024年度は山口県で開催されます



ご清聴ありがとうございました