

身近な海辺「里海」における 炭素貯留量の評価

国立研究開発法人 国立環境研究所 矢部 徹

[公財]東京都環境公社 東京都環境科学研究所 石井 裕一

競争的研究資金を活用した国内共同研究

環境省・環境研究総合推進費（課題番号：1-1407、2014～2016年度）

二次的自然「里海」の短寿命生態系における ブルーカーボン評価に関する研究

国立環境研究所（課題代表）

東京都環境科学研究所

三重県水産研究所

兵庫県環境研究センター

本日の発表

沿岸海域における 炭素貯留

1 東京湾の干潟での事例

- 生物による炭素貯留の試算
- 「里海」として干潟の
利用状況調査

2 本共同研究の概説、 成果の紹介

（国立環境研究所 矢部 徹 先生）

東京湾の現状

- 慢性的な赤潮の発生
- 赤潮に引き続き発生する青潮
(貧酸素・無酸素水塊)

→ 無生物域の拡大



赤潮

お台場海浜公園



青潮

隅田川 (勝鬃橋) 撮影: 水環境課

干潟を含む沿岸海域は… 生物相は比較的豊か

潮干狩り、釣りやキャンプ



多くの機能を有し、様々な便益を提供
(生態系サービス)

沿岸海域の生態系機能の1つ
炭素貯留

ブルーカーボン

海洋の生物により吸収・固定・貯留される炭素

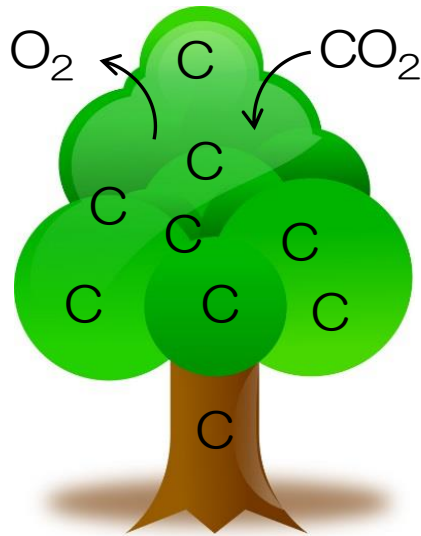
国連環境計画（UNEP）で提唱（2009年）

← 気候変動緩和に対する重要性が国際的に認識
・注目されている

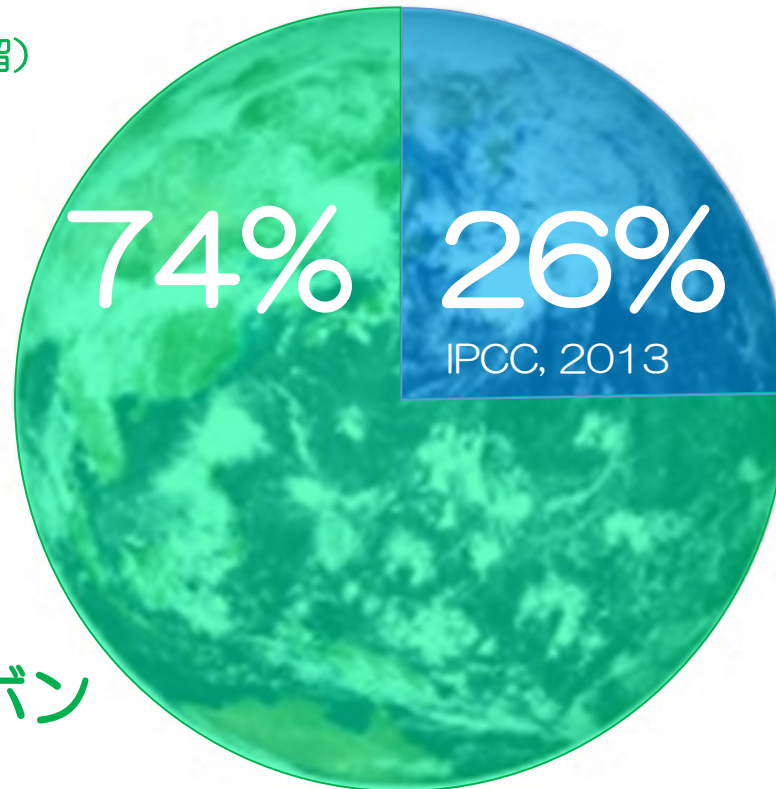


陸上生態系

（超寿命の樹木による炭素貯留）

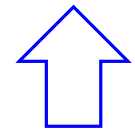


グリーンカーボン



海洋生態系

（ブルーカーボン）



解明すべき課題



人々の暮らしの中で営まれてきた農林業によって、多様な動植物の宝庫として、また、美しい風景として引き継がれてきた場所

(里山へGO! ホームページより)

景観多様性

生物量・種多様性

人手が加わり、生物生産性と多様性が維持・向上

- 様々な里山活動
 - CSR活動、NPO等による植樹・森林保全
- …結果として、**グリーンカーボン**の維持・増大に寄与

人手が加わることにより生物生産性と
生物多様性が高くなった沿岸海域 (柳 哲雄、1998・2006)

干潟や藻場・・・人工的創出も含め代表的な里海の景観要素

- ・ 身近な海辺である里海のブルーカーボンほどの程度なのか？
- ・ 里海の利用/管理強度はブルーカーボンに影響するのか？

利用

管理

漁業

レクリエーション

立入り禁止・制限

- ・ 潮干狩り
- ・ 海水浴
- ・ 野鳥観察
- ・ 環境学習 など

- ・ 自然保護区
- ・ 鳥獣保護区
- ・ ラムサールサイト など

研究の概要

主な調査地・・・東京都の里海

葛西海浜公園 西なぎさ・東なぎさ

西なぎさ：レジャー利用

生物調査

植物プランクトン
底生付着藻類
底生動物（軟体・節足・環形）

水質・底質調査

無機炭素、有機炭素

室内実験

水試料・底泥試料・
生物試料の分解実験

利用状況調査

潮干狩り客数

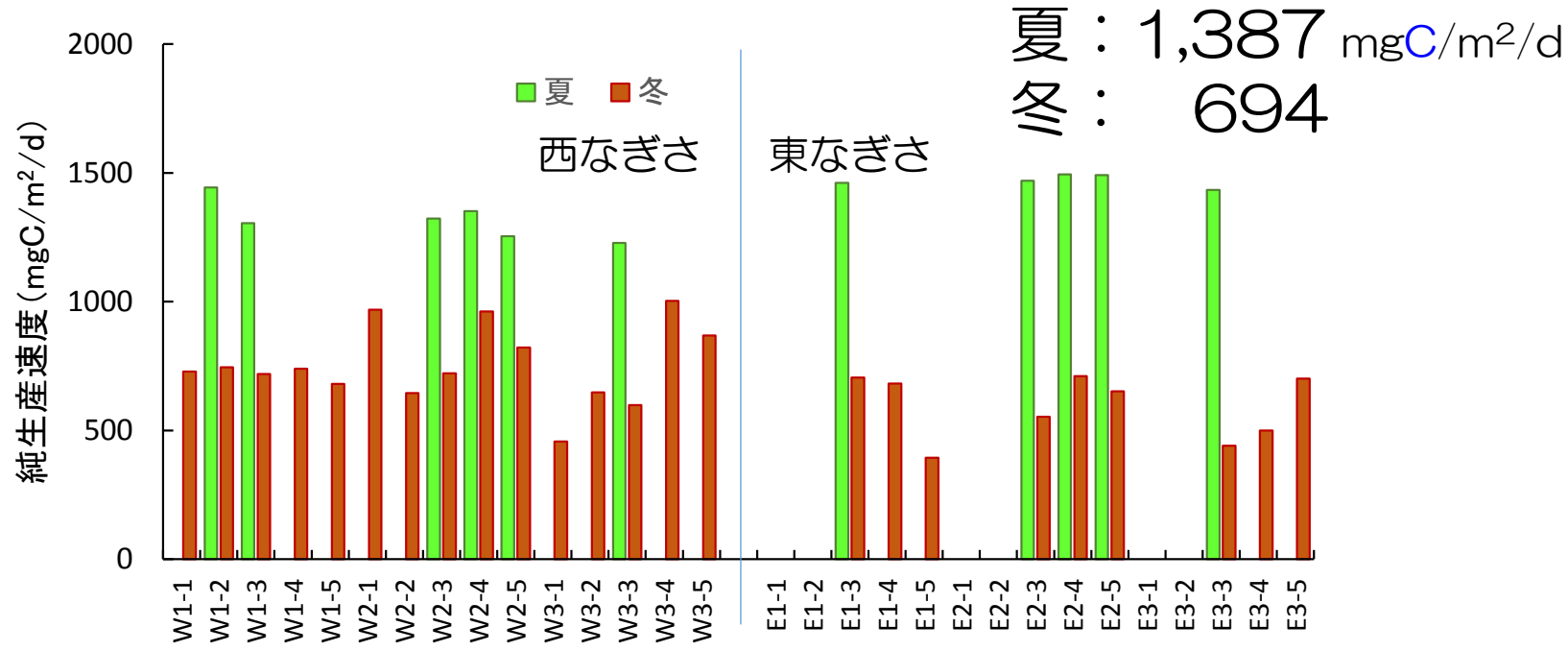
炭素貯留量の推定

里海評価指標の構築

東なぎさ：自然保護区

植物プランクトン・底生付着藻類・・・光合成によりCO₂を吸収
有機物としてCを蓄積

植物プランクトン



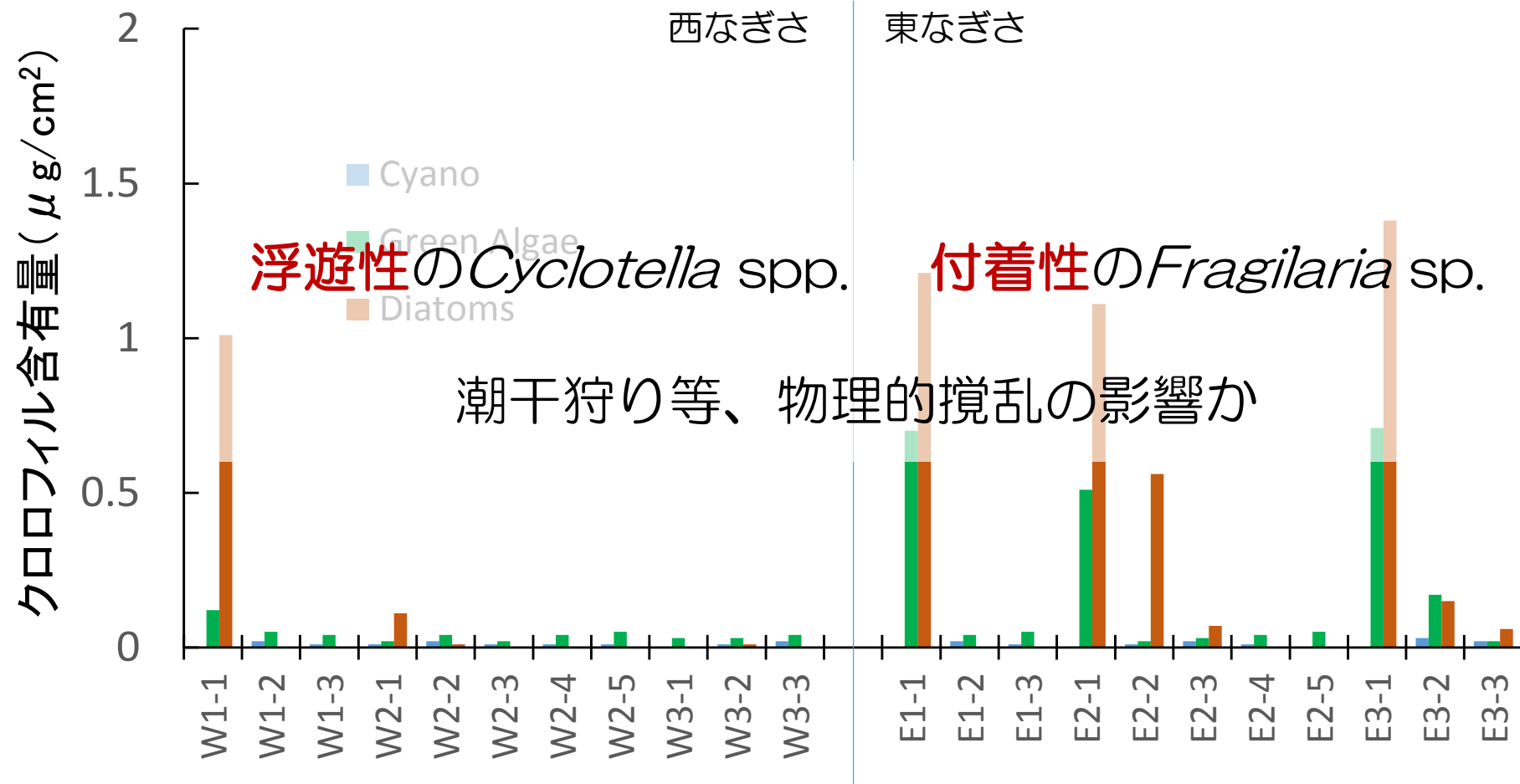
表層水中の植物プランクトンの純生産速度

植物プランクトン細胞密度から炭素含有量を推定

細胞中の炭素含有量 (水深1.5m換算)	西なぎさ	0.05 gC/m ²
	東なぎさ	0.07 gC/m ²

底生付着藻類

夏季



底生藻類細胞密度から炭素含有量を推定

西なぎさ $0.01 \text{ gC}/\text{m}^2$



東なぎさ $0.03 \text{ gC}/\text{m}^2$

底生動物（軟体動物）



アサリ
約2cm



ホンビノスガイ（外来種）
最大で10cm！

アサリ個体数密度

129個体/m² > 39個体/m²

ホンビノスガイ個体数密度

5.3個体/m² > 1.3個体/m²

取り込み速度の比較
（西なぎさの場合）

アサリ

ホンビノスガイ

974 mgC/m²/d

3.29 mgC/m²/d

本水域においては炭素蓄積に対する外来種の寄与はそれほど大きくはない

底生動物中の炭素含有量

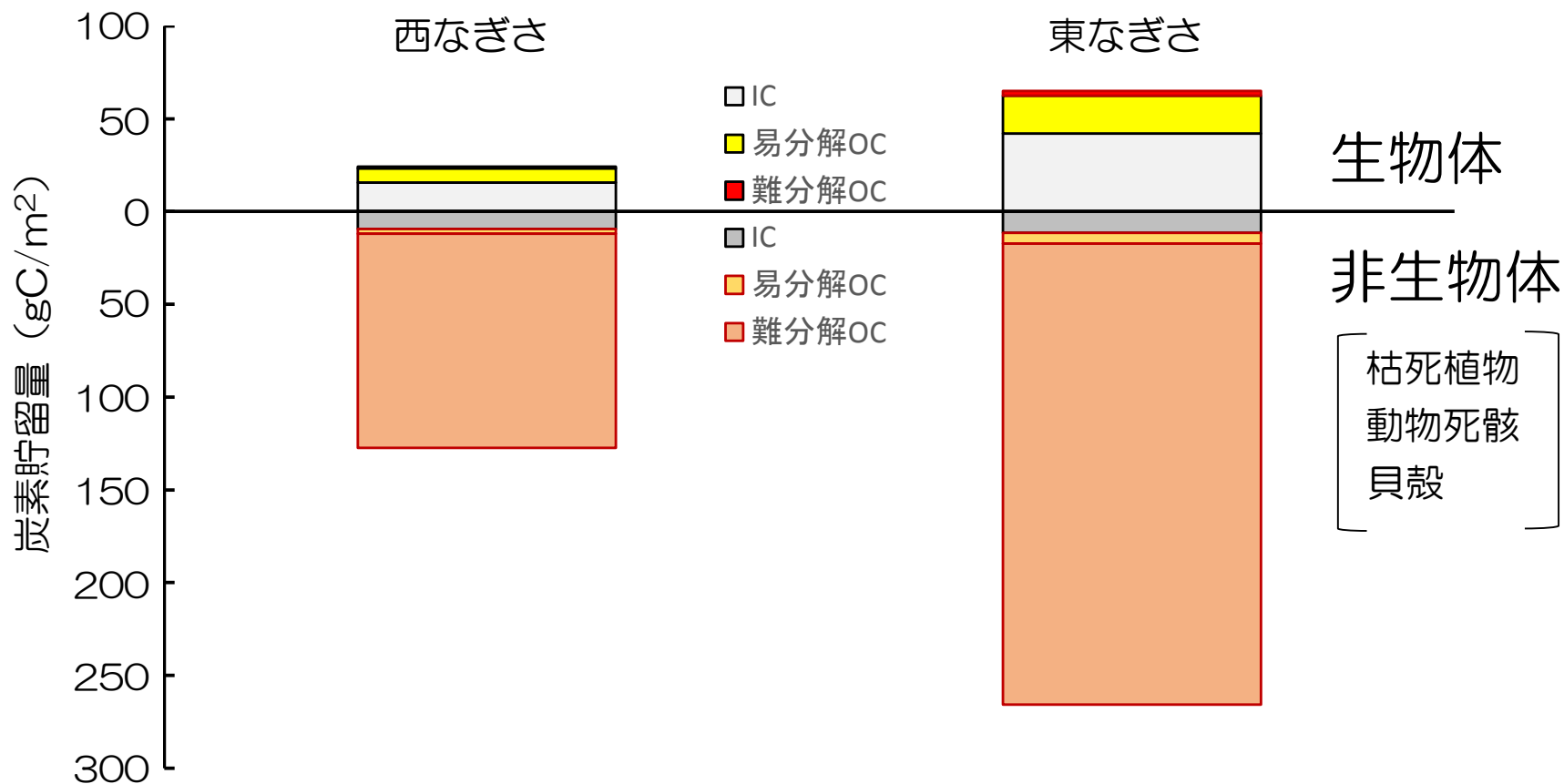
（深度10cm、節足・環形を含む）

西なぎさ	28 gC/m ²
東なぎさ	65 gC/m ²

東なぎさ・・・個体数は少ないものの、
大型個体が含まれる

推定された炭素貯留量

分解実験により易分解/難分解の比率を決定 → 難分解成分のみを【貯留】と定義



人為的攪乱のない東なぎさでは生物中Cが多く貯留量も多い

西なぎさ・・・潮干狩り等で大型個体が間引かれたため

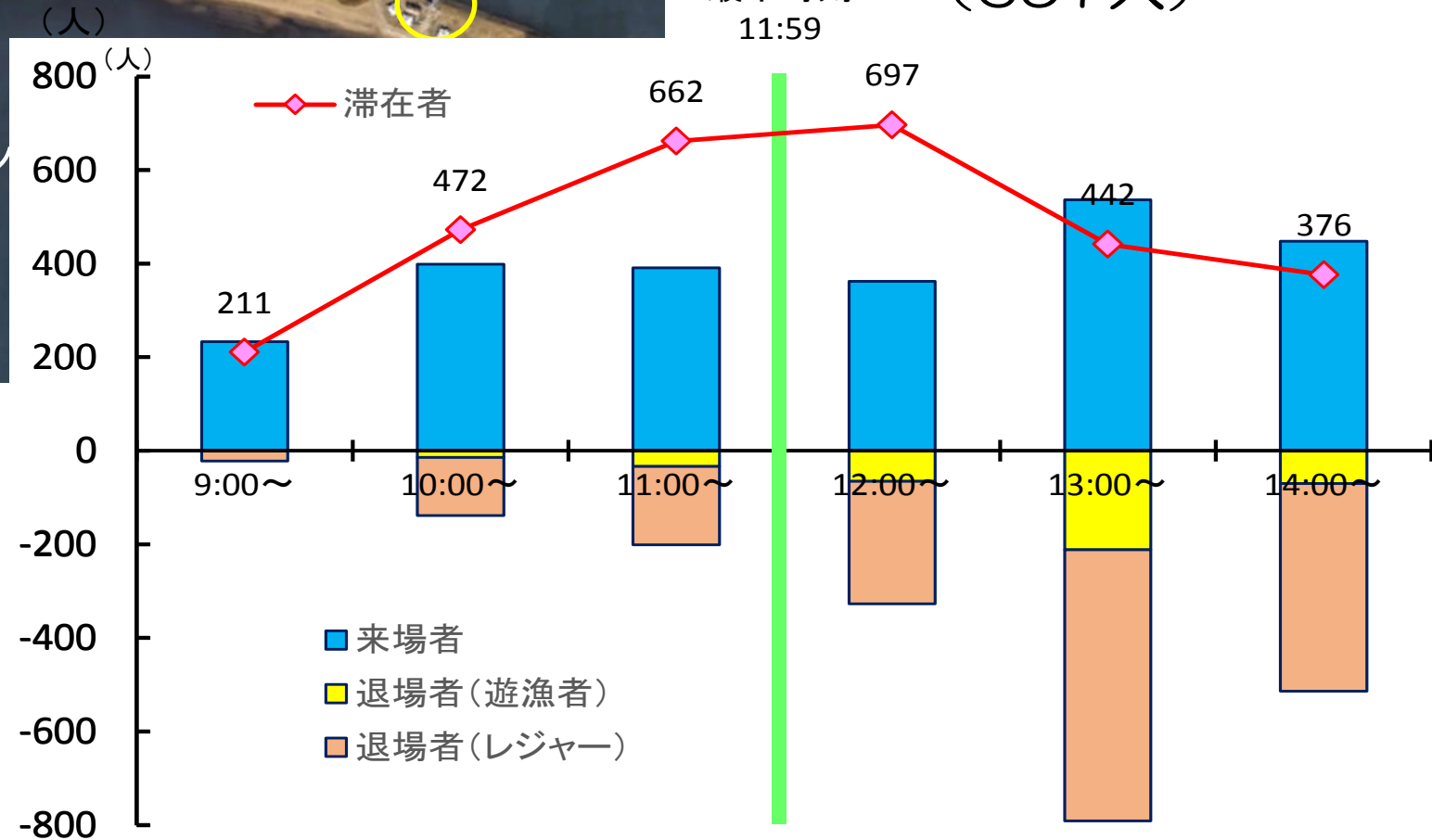
里海の利用状況調査・・・利用/管理強度の指標として

西なぎさの入退場者数を計数

最干時刻付近で最大

(697人)

最干時刻
11:59



撮影時刻

11:51~11:59

空中写真を利用した滞在者数の計数



最干時刻の空撮カウント

…496人（干潟部：267人、後背地：229人）

入出調査から推計した同時刻での滞在者数（662人）とかい離

常設大型テントやレジャー用小型テント内
の人数を計数できない

← 都市部海浜公園での課題



比較的簡便に最大利用者数を推定可能

東京都の干潟での調査結果のまとめ

底生藻類

利用強度の大きい干潟で、現存量（クロロフィル量）大
付着性 < 浮遊性

底生動物

利用強度の大きい干潟で、個体数 多、大型個体 少

炭素貯留量

西なぎさ	東なぎさ
高利用（約700人） 最干時滞在者数	高管理（0人）

干潟の利用状況

最干時刻の空撮画像から比較的簡便に推定可能

二次的自然「里海」の短寿命生態系における ブルーカーボン評価に関する研究

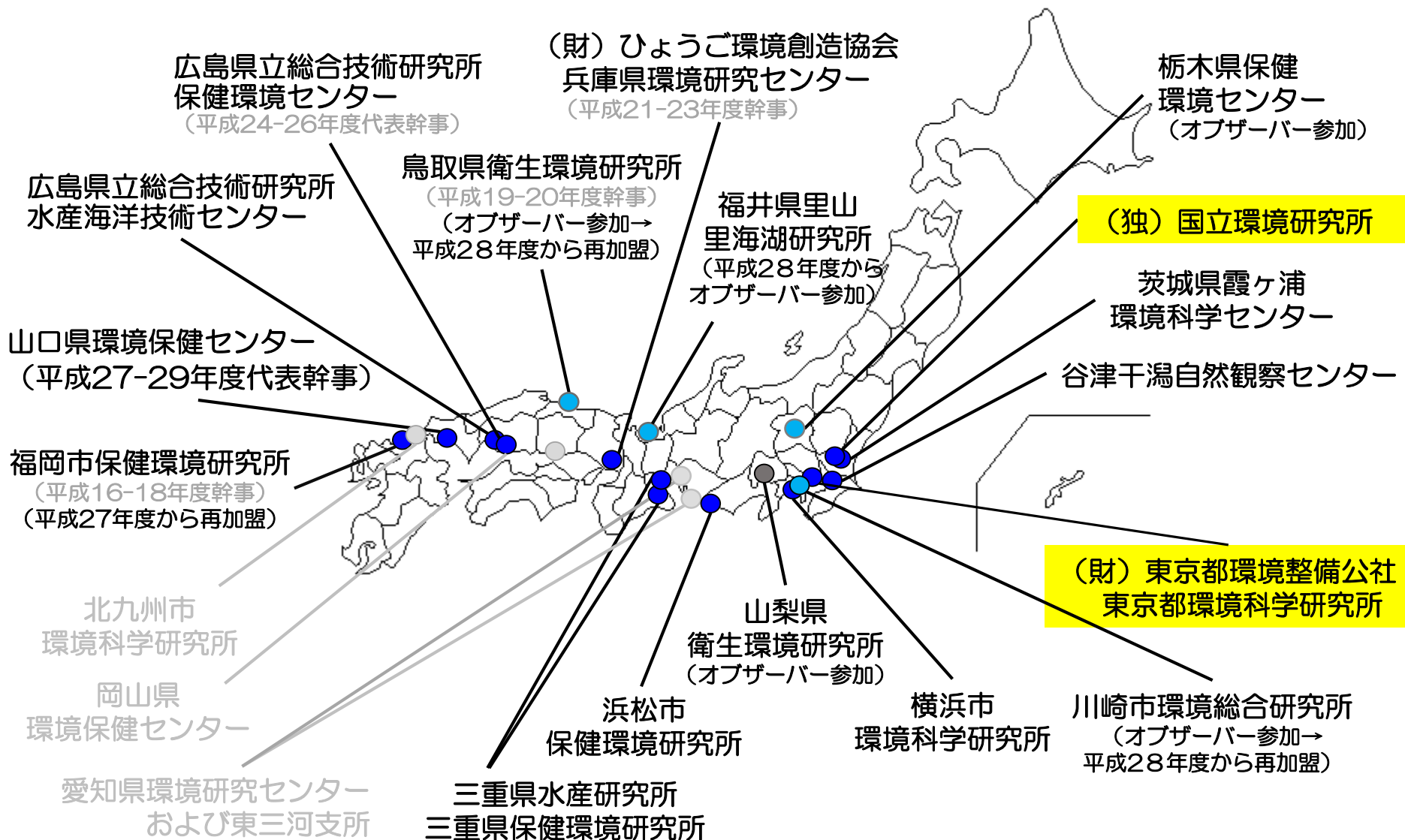
東京湾の藻場・干潟の事例紹介、 他海域との比較研究結果について

- 矢部徹（国立研究開発法人国立環境研究所 生物・生態系環境研究センター）
- 石井裕一（公益財団法人東京都環境公社 東京都環境科学研究所）
- 宮崎一（公益財団法人ひょうご環境創造協会 兵庫県環境研究センター）
- 国分秀樹（三重県水産研究所）

都環研と他研究所との連携の仕組み

平成27-29年度 国環研と地環研とのⅡ型共同研究

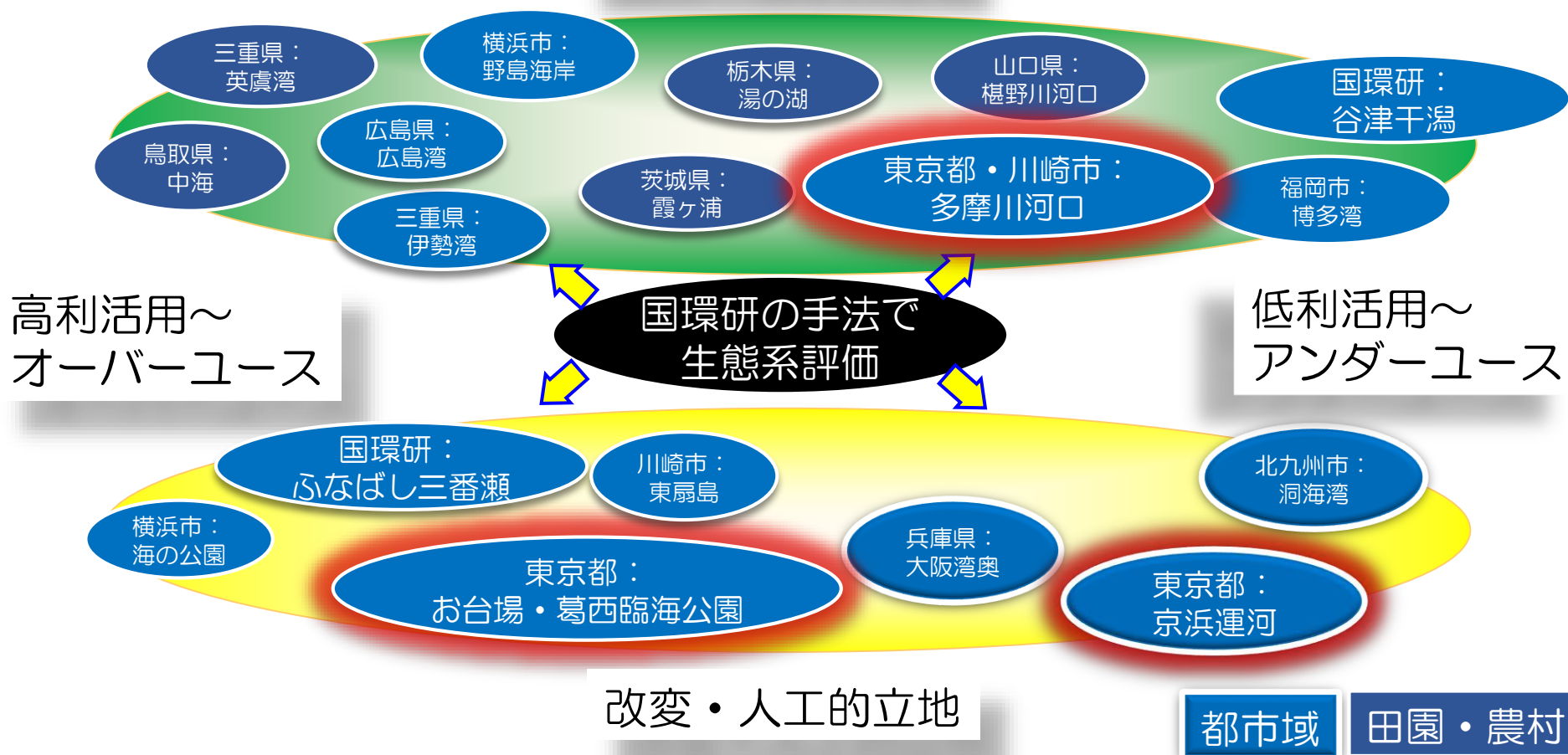
「干潟・浅場や藻場が里海湖流域圏において担う生態系機能と注目生物種との関係」17機関



国環研と他研究所との研究連携

- ・ 地環研は研究能力向上、比較を通じた知財価値向上
- ・ 国環研は蓄積のある**多様な現場**での手法や技術評価

自然・残存的立地



本研究の体制

環境省 環境研究総合推進費 沿岸短寿命生態系におけるブルーカーボン評価と里海活動が及ぼす影響 (H26-28)

- サブテーマ1：東京湾の藻場が有するカーボンシンク機能の評価と立地履歴，管理強度の影響解析

国立環境研究所

- サブテーマ2：東京湾の干潟が有するカーボンシンク機能の評価と立地履歴，管理強度の影響解析

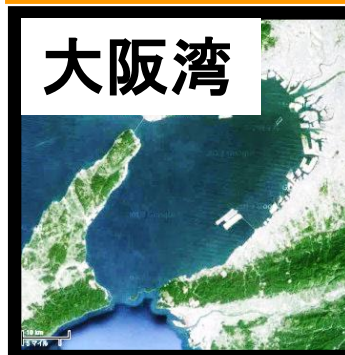
東京都環境科学研究所

- サブテーマ3：大阪湾の干潟が有するカーボンシンク機能の評価と立地履歴，管理強度の影響解析

兵庫県環境研究センター

- サブテーマ4：伊勢湾の干潟および藻場が有するカーボンシンク機能の評価と立地履歴，管理強度の影響解析

三重県水産研究所



研究背景と目的

UNEP, IPCC5th

陸域の吸収
26億tC/年

大気への放出量
40億tC/年

海域の吸収
23億tC/年

二酸化炭素

光合成

グリーンカーボン

人為起源排出
89億tC/年

二酸化炭素

里海

ブルーカーボン

海洋

二酸化炭素

二酸化炭素

呼吸・分解

干潟・藻場

植物プランクトン

死亡

死亡

ブルーカーボンと里海活動との関係を調べてみよう

ブルーカーボン

我が国の景観構成要素

長命な生物生態系
サンゴ礁・マングローブ
S14緩和適応で評価

短命な生物生態系
藻場・干潟・プランクトン

固定された有機物の易分解・難分解率はどのくらいか？

どれだけの炭素がどこに貯留されているのか？

里海

人間社会と浅海域との関わり
「里海」S13持続可能沿岸域

周辺開発
強利用

景観保全
立入管理

オーバーユース

アンダーユース

浅海域の利活用や
景観多様性は炭素貯留
量に影響するのか？

研究開発目的

- ①里海生態系（干潟・藻場）の、どこに、どれだけの炭素が、どのような性状で貯留されているのか、自然資本としての評価
- ②干潟・藻場の景観多様度と利用強度が炭素貯留へ及ぼす影響評価

①

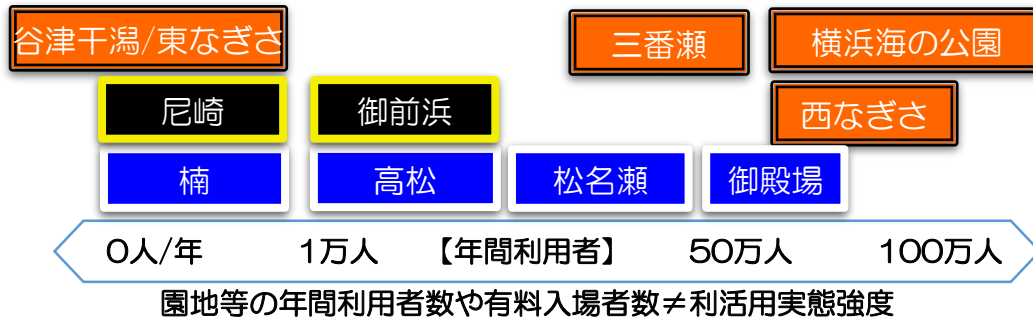


②

景観の多様度の影響評価



利活用強度の評価→潮干狩り実態調査

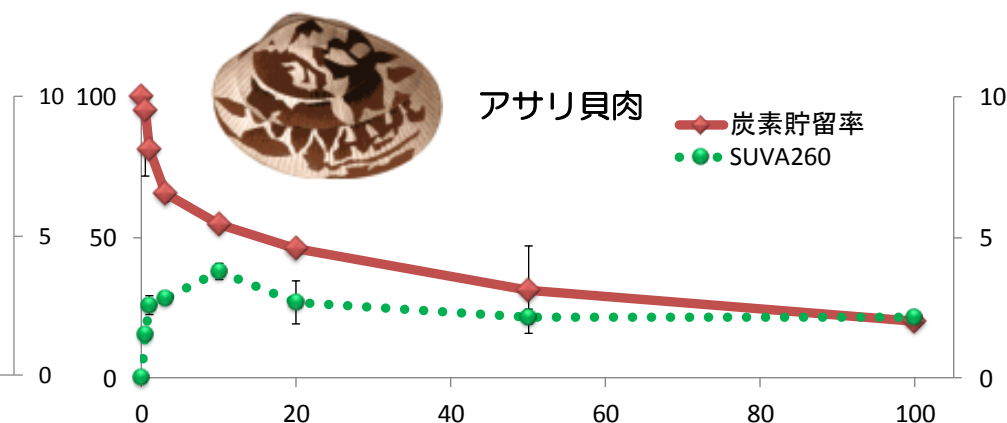
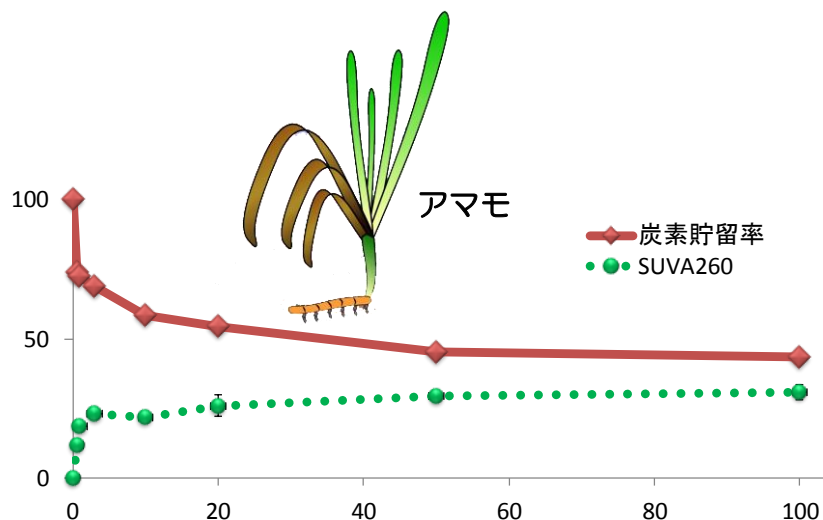
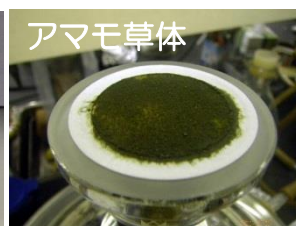


主な成果

①-1：生分解試験による短寿命生物由来の炭素貯留率と形態別炭素比の算出

原単位算出のために迅速試験法の開発

20℃, 100rpm, 好気, 暗条件で実施。サンプル回収後, 粒子状炭素(無機900℃, 有機560℃で燃烧温度制御法), 濾液はSUVA260(難分解性有機物相対指標), 溶存態炭素(無機, 有機を酸+燃烧法)を計測。



①-2：各海域における炭素貯留量の算出

【炭素貯留量 (gC/m²)】

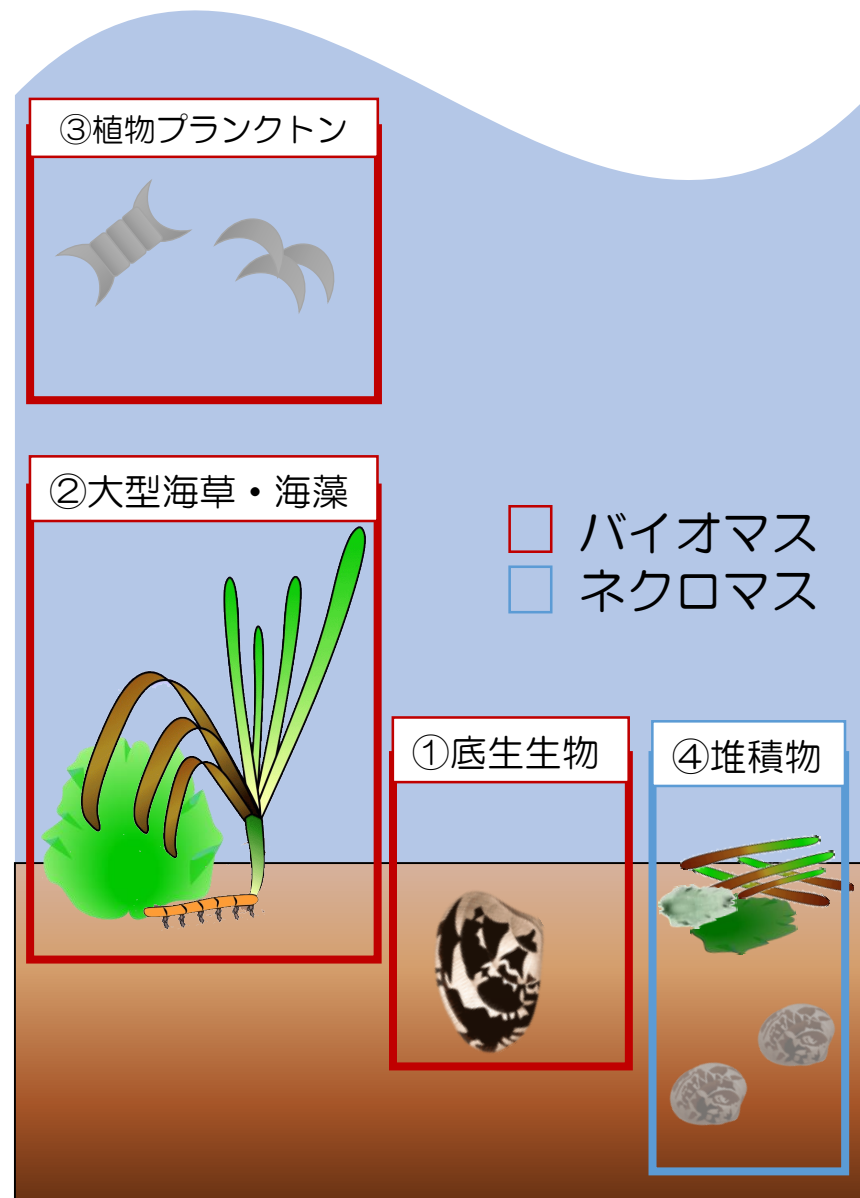
- ①底生生物 (軟体、節足、多毛)
- ②大型海草、海藻 (アマモ、アオサ)
- ③植物プランクトン (1.5m水柱)
- ④堆積物 (表層から10cm)

について、



- 無機炭素 (IC)
- 易分解性有機炭素 (易分解OC)
- 難分解性有機炭素 (難分解OC)

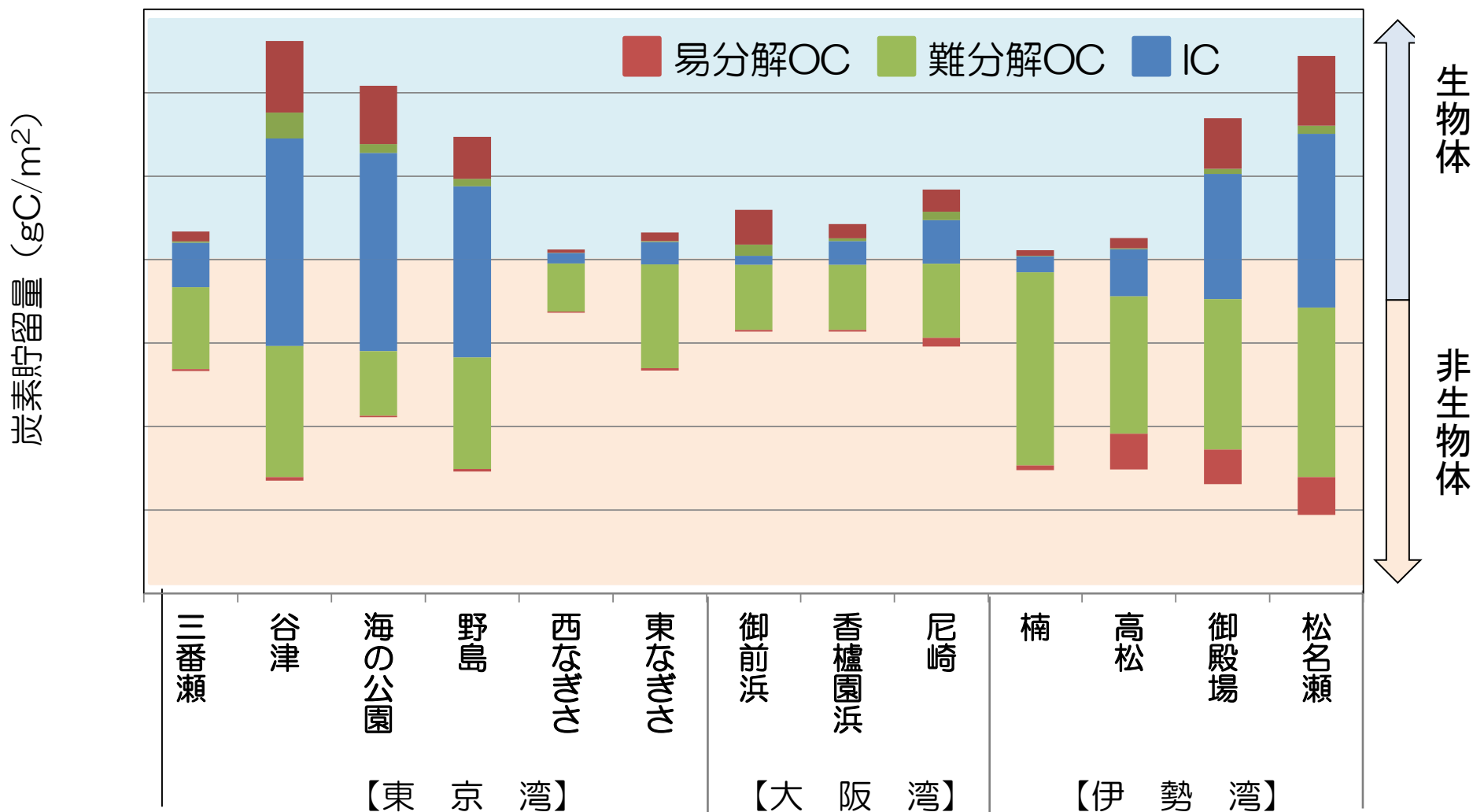
に分類して積算



主な成果

各海域の形態別総炭素貯留量

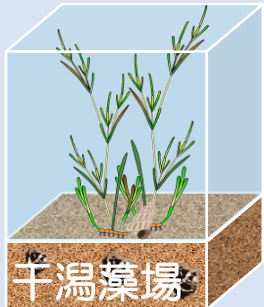
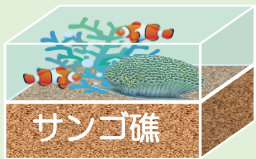
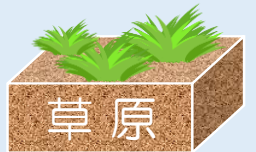
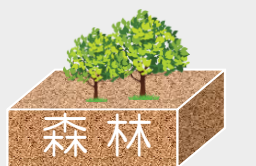
総炭素貯留量の約80%が難分解性物質由来



主な成果

①-3：他の景観要素との比較

堆積物積算深度→70cmで統一して試算

	干潟（裸地）	19.1～24.9 t C/ha	本研究 (IC+難分解OC)
	藻場	20.9～35.0 t C/ha	
	サンゴ礁	120.9 t C/ha	Yamano <i>et. al.</i> 2004
	マングローブ林	121～183 t C/ha	石原ら 2004
	草原	53.2～112 t C/ha	伊藤ら 2002
	森林	78～310 t C/ha	大塚ら 2012

干潟・藻場の炭素貯留量：森林の約1/2～1/8程度

主な成果

①-4：我が国の現存干潟・藻場と消失干潟・藻場の評価

干潟・藻場の持続可能保全から得られる炭素貯留としての「便益」は、浅海域において極めて大きい。

生態系サービスとしての炭素固定能（S-14等成果）に加えて、自然資本としての炭素貯留量も長寿命生態系以上に高く評価できる。

	面積 (ha)	炭素貯留量 (万t-C)
干潟	159,616	305~397
藻場	142,459	298~499
サンゴ礁※1	34,700	42
マングローブ林※2	530	6.4~9.7
埋め立て（1955年以降）	148,300	283~519

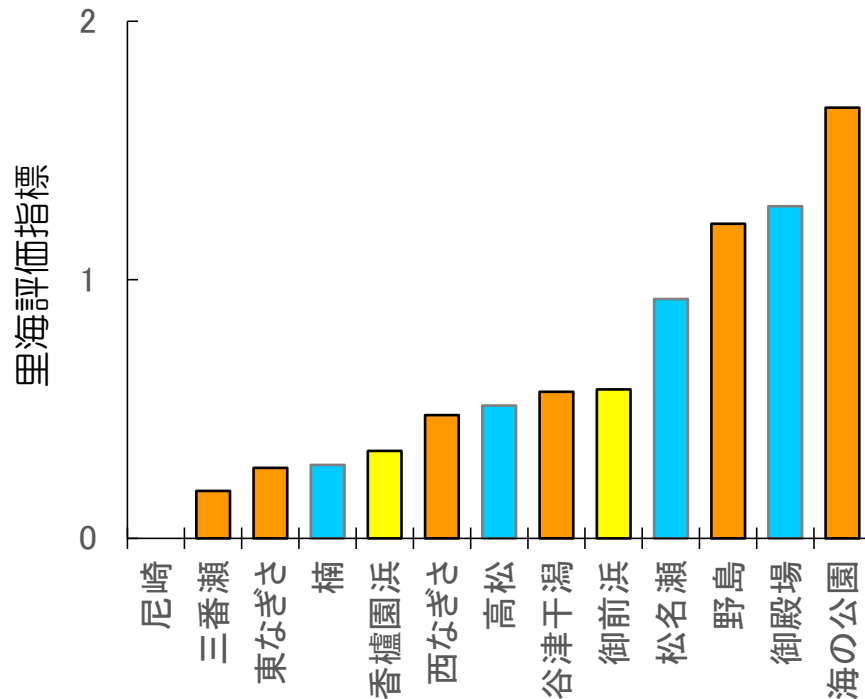
※1:水産庁HP サンゴ礁の働きと現状, ※2: (社)沖縄国際マングローブ協会資料

②干潟・藻場の景観多様度と利用強度の評価

里海評価指標 = 景観多様度 + 利用強度

環境省里海づくり手引き書によれば、「里海」には「保全・再生要素」と「活動要素」が不可欠とされる。

SATOYAMA index: 土地被覆のモザイク性が高い地域では複数の生育地を利用する生物の生育や固有性に重要である。

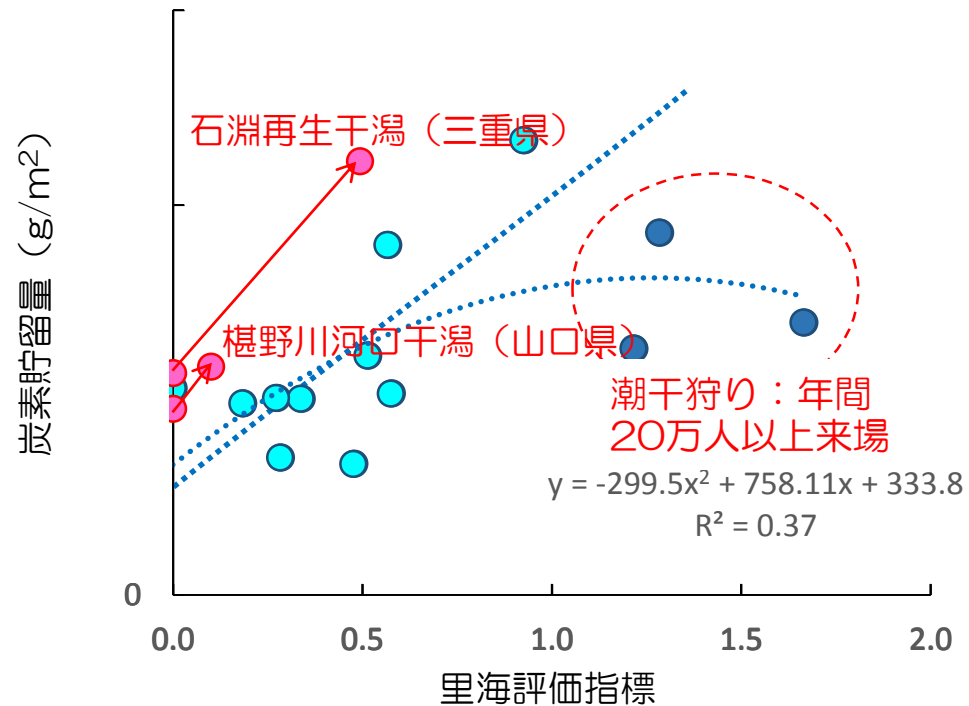
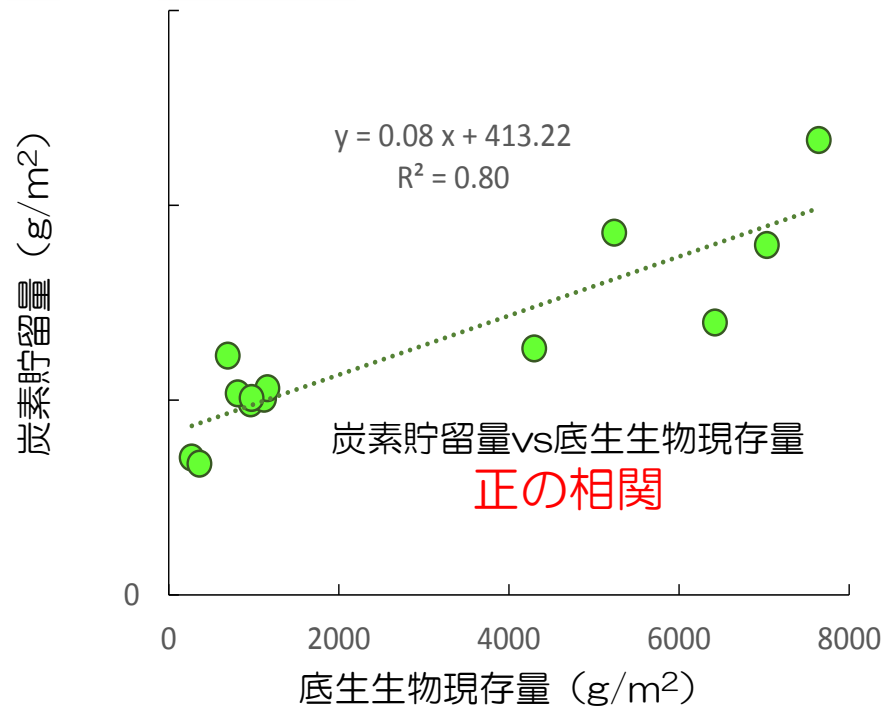


底生生物現存量
炭素貯留量

等との関係を検討

主な成果

里海評価指標による炭素貯留量評価



①里海指標の上昇 → 炭素貯留量を増大

②利用強度の高い干潟（オーバークース）
での減少を確認

③里海創生活動により、
炭素貯留量が増大することを確認



まとめ：環境政策への貢献

- 富栄養化海域における水質浄化を目的として造成された人工干潟、レクリエーション、憩いの場として利用されてきた半自然干潟について新たな便益の評価軸を提示
- 低炭素社会にむけてカーボンオフセットを推進する行政主体に対し、国環研地環研共同研究の枠組みを活用した本研究成果、干潟・藻場における炭素貯留の重要性について共通認識を形成。
- 構成組織の特徴を生かし、出前講義やサイエンスカフェを通じて、干潟の生物は、生きているときに「生物多様性」「水質浄化」「レクリエーション」で、死んでからも「炭素貯留」で我々に恩恵を与えてくれる、という理解の啓発