



コーラル・トライアングルの沿岸生態系保全 —2つの超学際的プロジェクトの紹介—

灘岡和夫

東京工業大学 環境・社会理工学院



沿岸生態系のさまざまな機能・恩恵

多様な生物の生息空間

漁場機能

環境浄化機能

景観機能

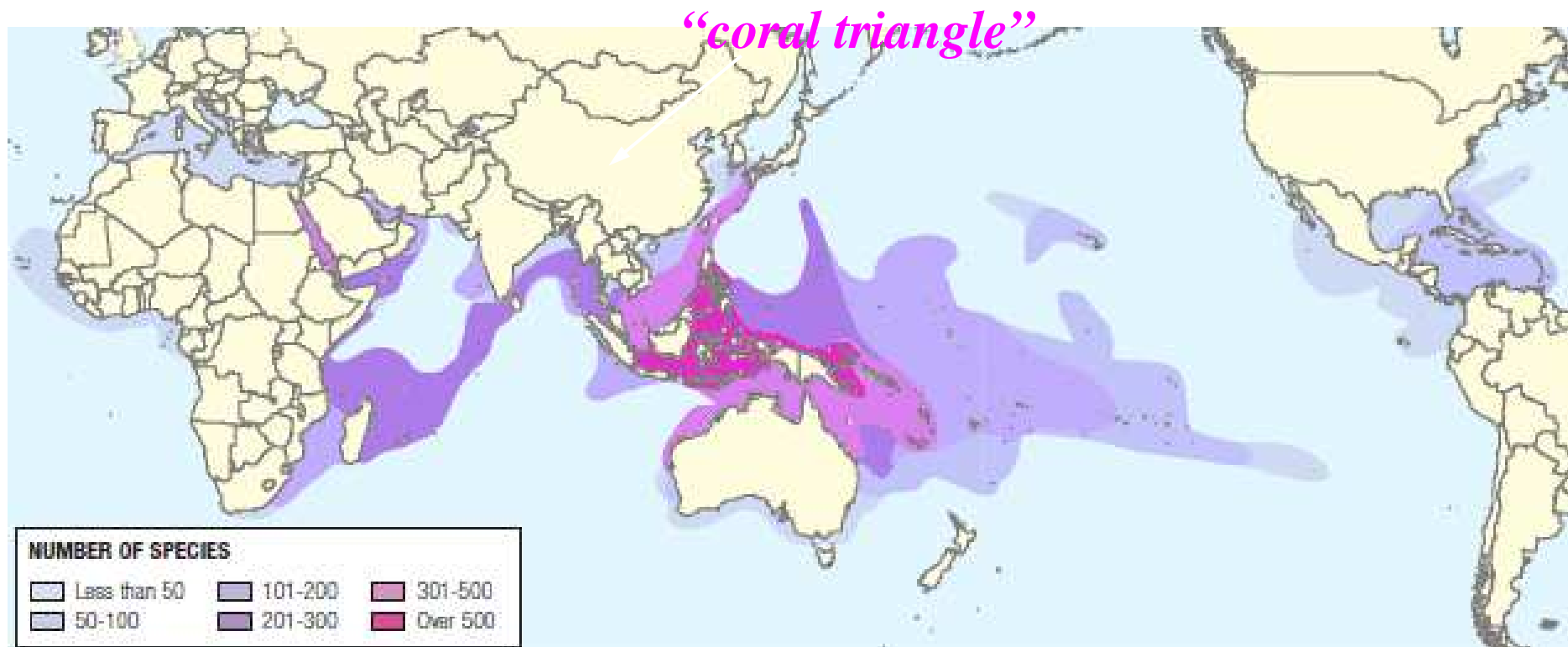
防災機能

観光・リクレーションの場

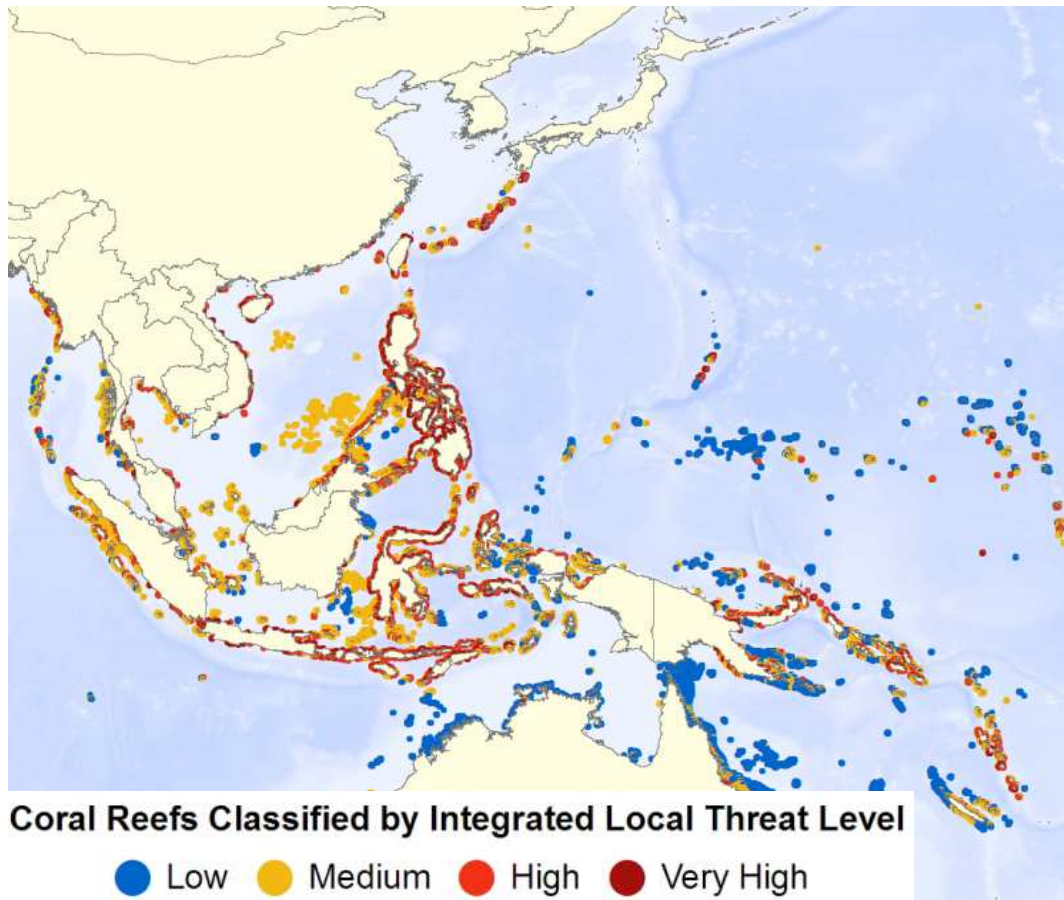
etc.

コーラル・トライアングル Coral Triangle:

沿岸生態系の生物多様性が世界で最も高い海域



沿岸生態系劣化が深刻なcoral triangle周辺海域



人口圧力が高く、貧困層の多くが沿岸資源に依存



local

さまざまな陸源負荷
過剰・破壊的漁業、
非持続的観光開発, etc.

+

global

地球温暖化

(WRI., 2012)

サンゴ礁の85%以上が人為的影響にさらされており、45%が危機的状況

マングローブ林や海草藻場なども大きな衰退傾向にある



フィリピン国統合的沿岸生態系保全・ 適応管理(CECAM)プロジェクト

日本側研究代表者： 灘岡和夫 東京工業大学

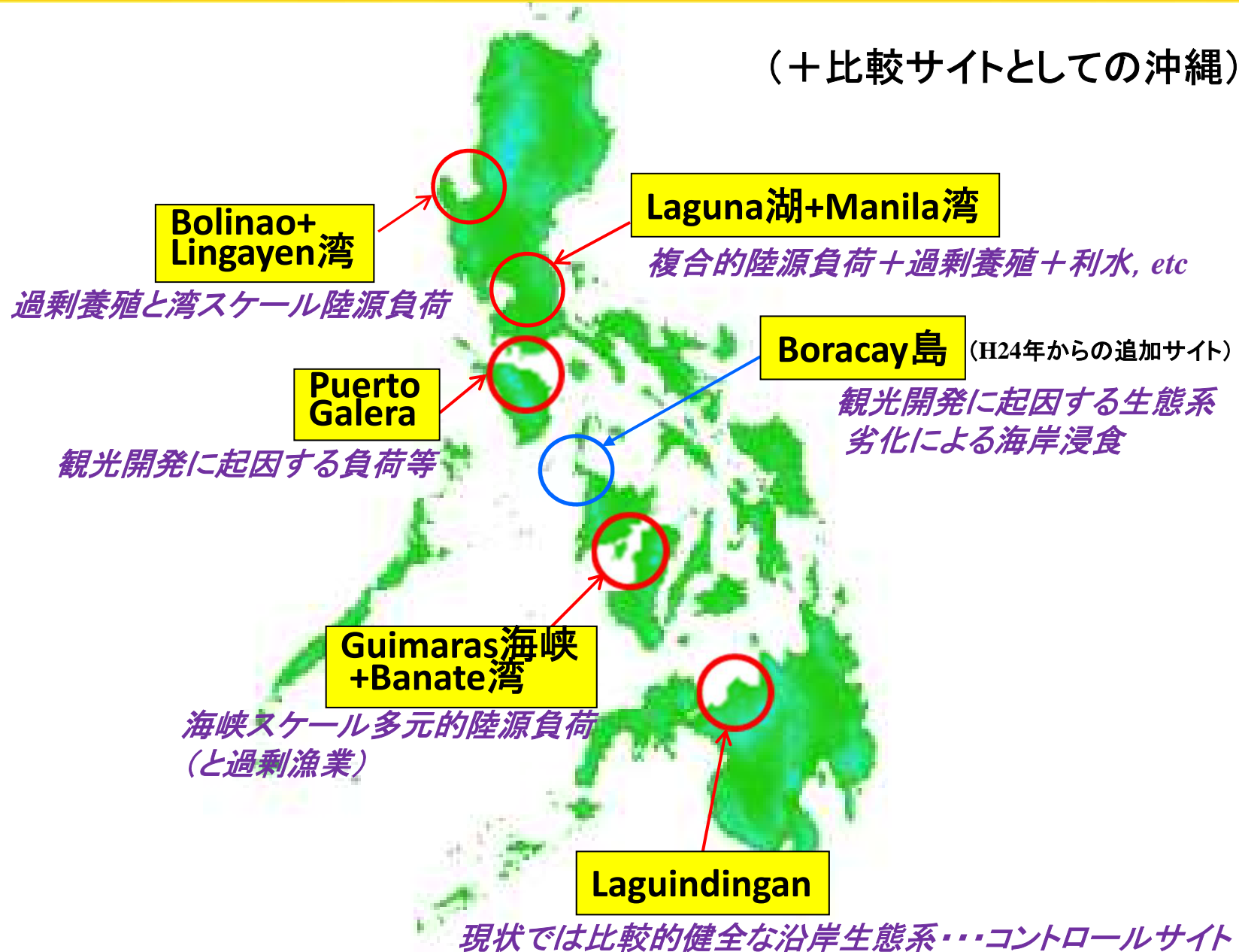
相手国：フィリピン

研究期間：H22年3月～H27年2月(5年間)

予算規模：総額 約4.8億円

6つの重点調査研究サイトと主要な環境負荷要因

(+比較サイトとしての沖縄)



連続的・包括的モニタリングシステム

Continuous Comprehensive Monitoring System



プラットフォーム型CCMSの例: Bolinao養殖エリア



Meteorological

Hydrodynamic ↔ **Water quality**

Sensor / Instrument	Parameter
Hydrodynamic	
ADCP	Vertical 2D velocity
Water Level Logger	Water depth
Water quality	
Compact-DO	Dissolved oxygen (2)
Infinity CLW	Chlorophyll-a, Turbidity
Infinity-CT	Salinity, Conductivity (2)
Infinity-LW	Light penetration
Water Temp Pros	Water temperature (3)
Meteorological	
Weather station	Rainfall
	Wind speed and direction
	Solar radiation
	Humidity
	Air temperature

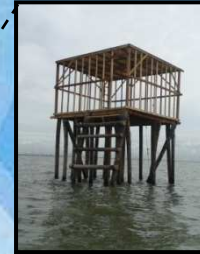
BOLINAO

Date Completed:
September 2011
Date Operated:
October 2011



LAGUNA LAKE

Date Completed:
May 2012
Date Operated:
May 2012*



PUERTO GALERA

Date Completed:
January 2012
Date Operated:
February 2012



LAGUINDINGAN

Date Completed:
March 2013
Date Operated:
March 2013

BANATE BAY

Date Completed:
September 2012
Date Operated:
September 2012



* Similar collaborative platform-based monitoring began since March 2005 under the IMSWES Project



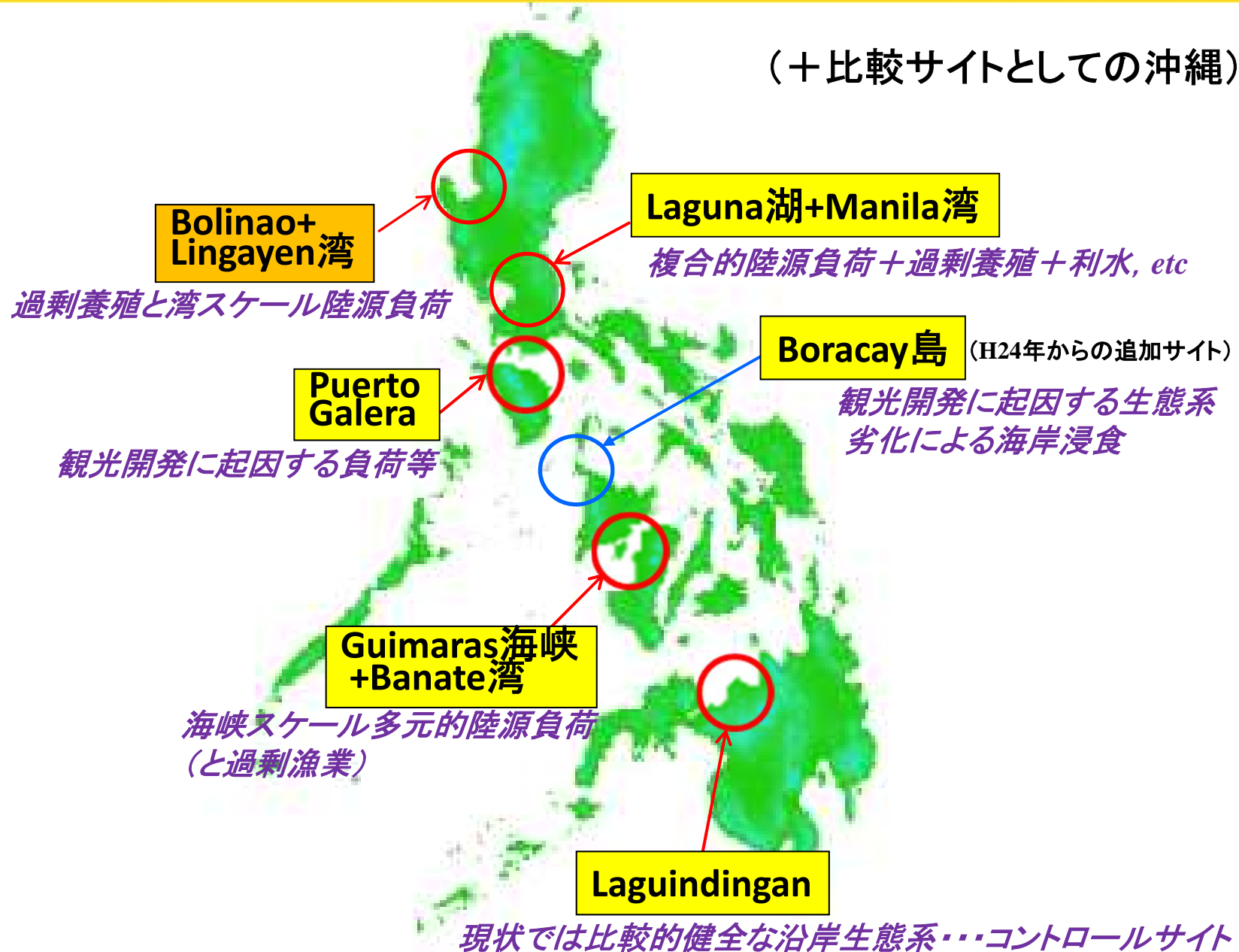
IDSS (統合的意志決定支援システム)

重点サイトごとに特有の問題解決支援を想定して開発

IDSS	SITE	PROBLEMS
IDSS-LL	Laguna Lake and Watershed	Lake water quality as affected by aquaculture Sediment, nutrient, other contaminants from watershed
IDSS-BL	Bolinao	Water quality and benthic habitats as affected by mariculture and river discharges
IDSS-PG	Puerto Galera	Water quality and benthic habitats as affected by terrestrial loadings, tourism
IDSS-BB	Banate Bay	Sedimentation
IDSS-BI	Boracay Island	Coastal erosion, water quality, benthic habitats

6つの重点調査研究サイトと主要な環境負荷要因

(+比較サイトとしての沖縄)

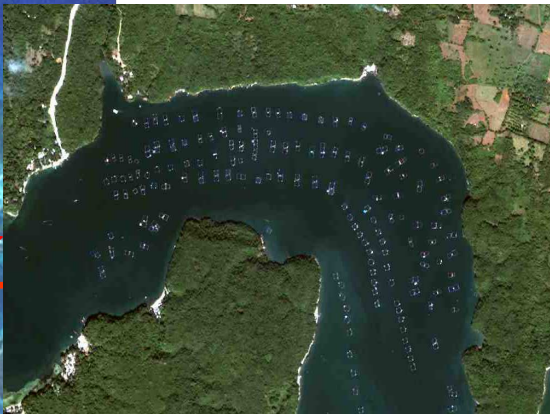


Bolinaoにおける過剰養殖等による環境問題

Bolinao, Pangasinan, Philippines



多数の養殖生け簀

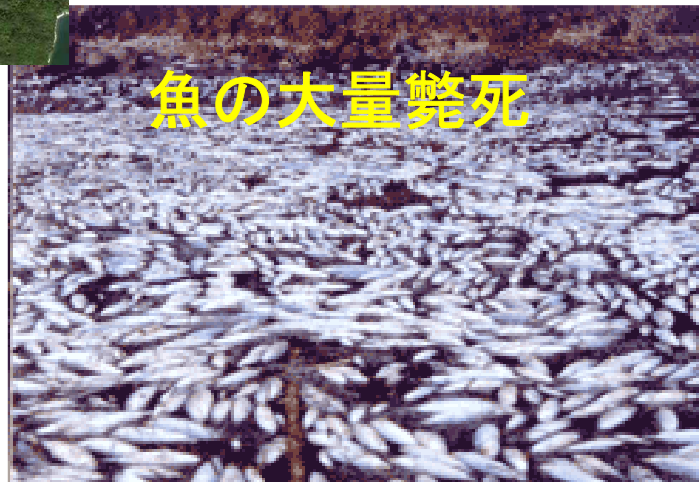


養殖エリア

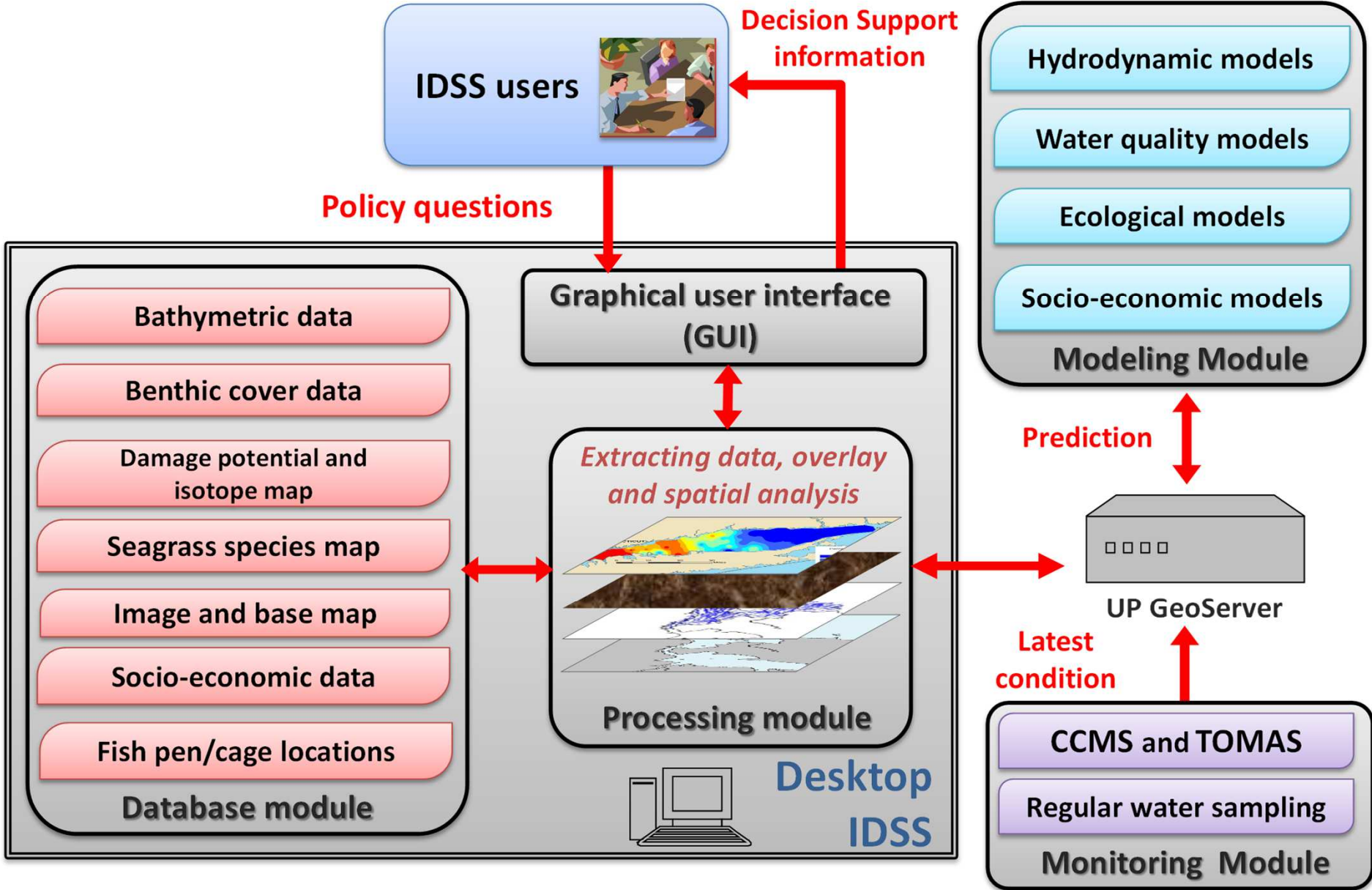
多量の給餌



魚の大量斃死



IDSS Framework (Bolinao)



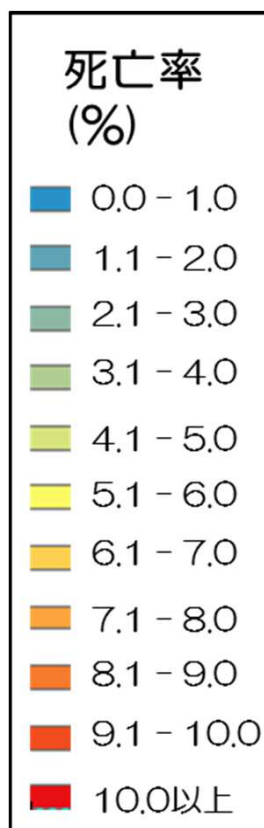
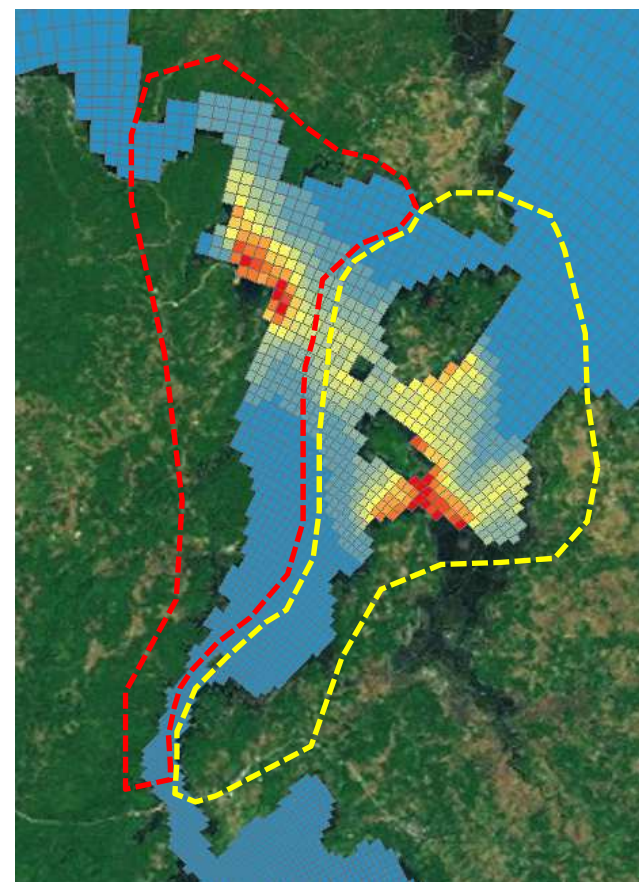
養殖魚の大量斃死リスクのシナリオ分析

各シナリオごとの魚の死亡率の空間分布図

餌を全域で25%削減



Bolinao25%減、Anda25%増



一部地域のみで削減を行っても効果は限定的。

→魚の大量死を減らすには、近隣自治体との連携が不可欠。

持続的沿岸資源管理のための水質向上の
キーポイント：

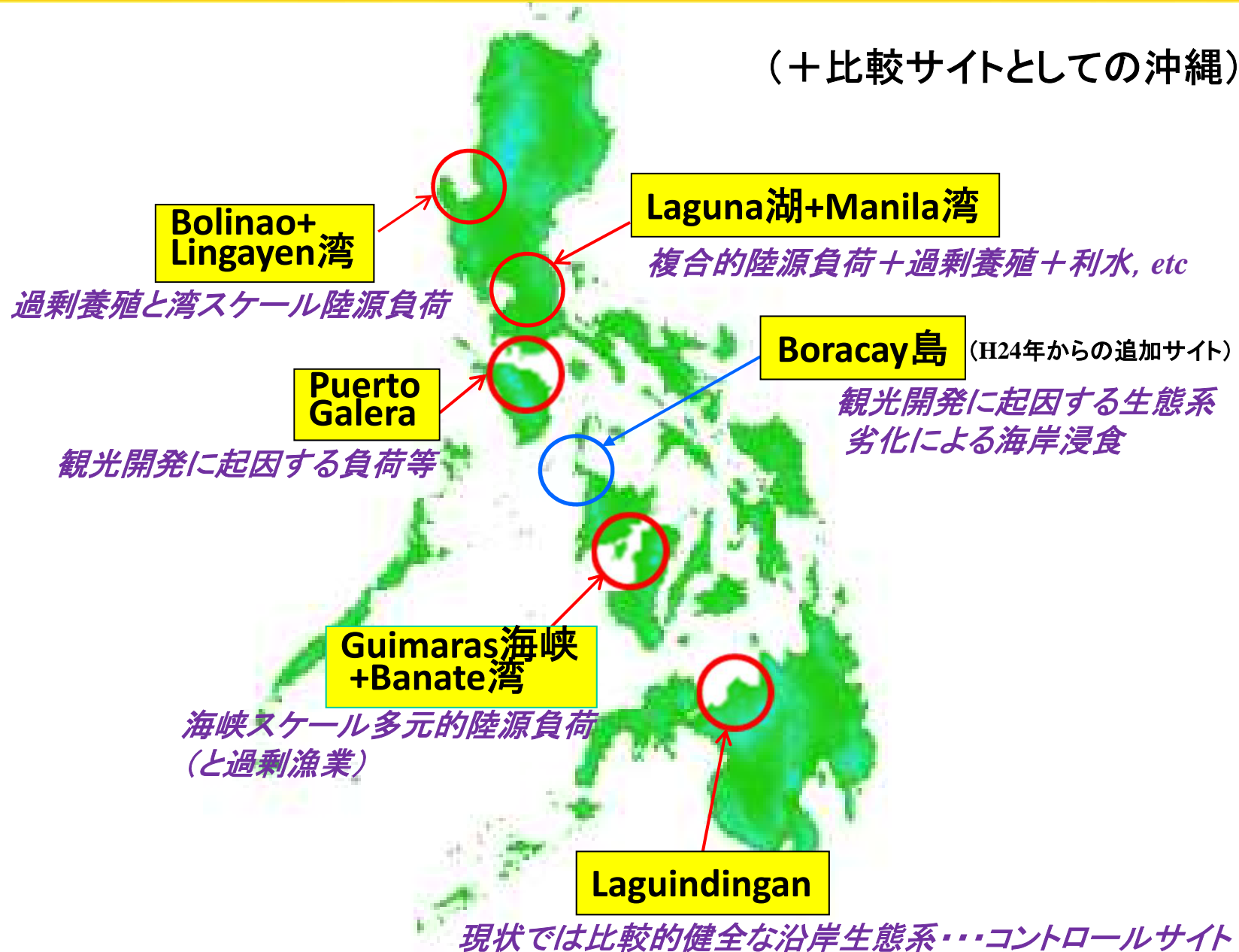
“自治体間連系パートナーシップに
よる共同管理アクション”



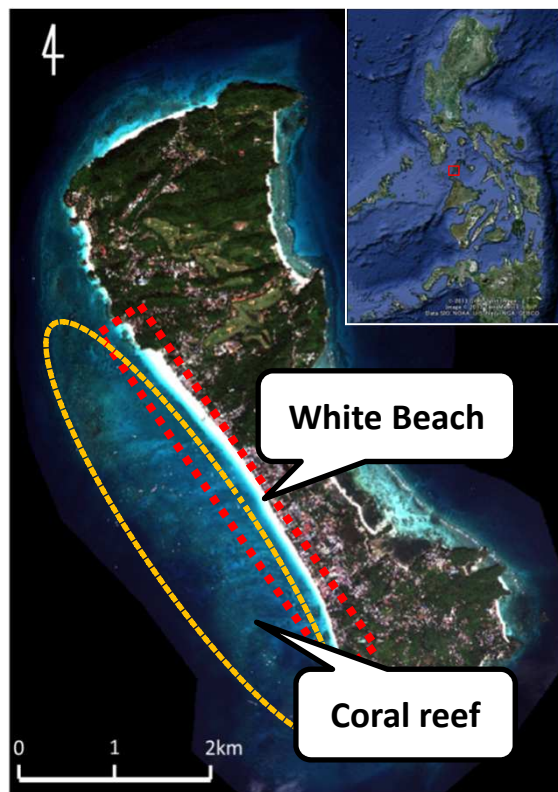
本プロジェクトの成果に基づいて地元
4自治体 (Alaminos, Anda, Bani and
Bolinao) 間の協定書が締結された

6つの重点調査研究サイトと主要な環境負荷要因

(+比較サイトとしての沖縄)



フィリピン・ボラカイ島での観光開発の現状と課題



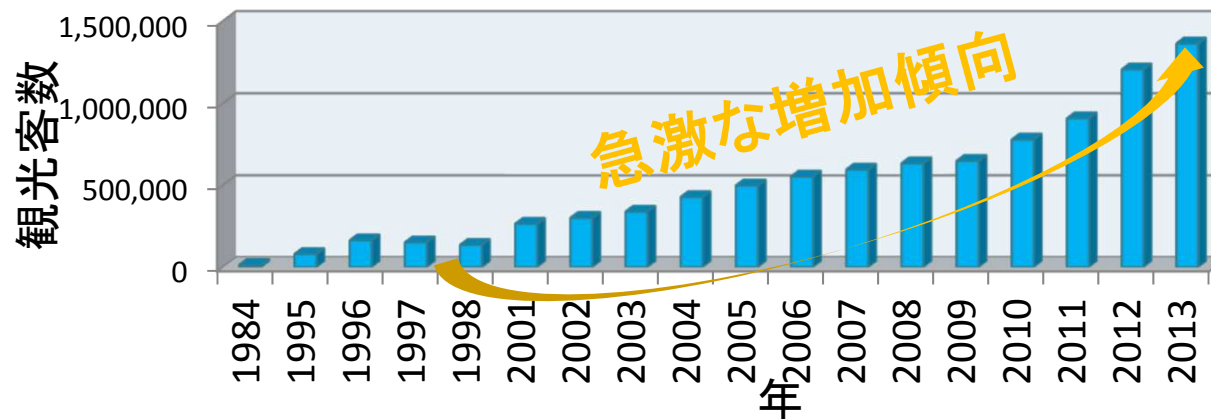
<http://ameblo.jp/estrada-philippines/entry-11301042814.html>



<http://www.whiteblue.jp/fundiving/>



ボラカイ島では美しい砂浜(White Beach)と周辺のサンゴ礁が多く、観光客を惹きつけている



ボラカイ島での砂浜侵食の現状



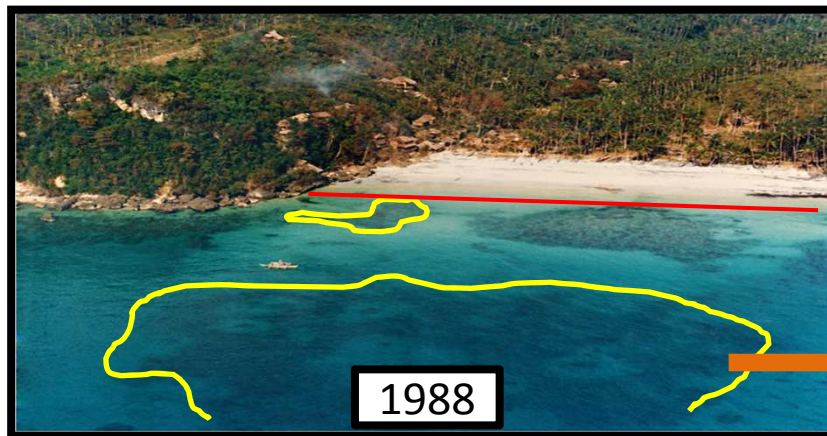
ダイビング



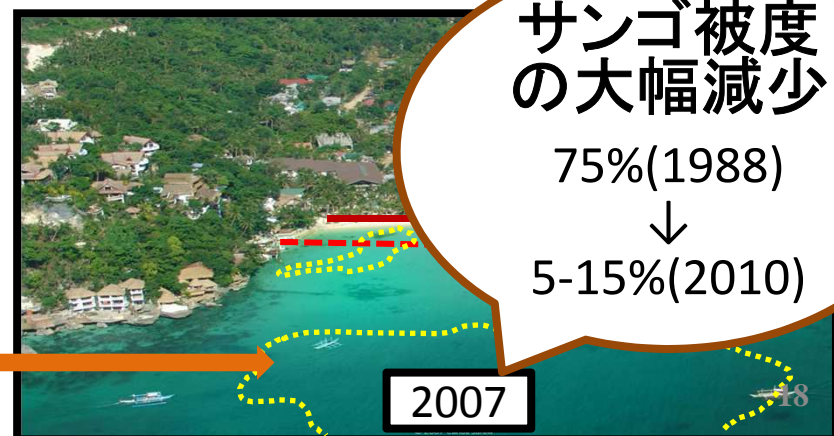
投



地球温暖化



1988



2007

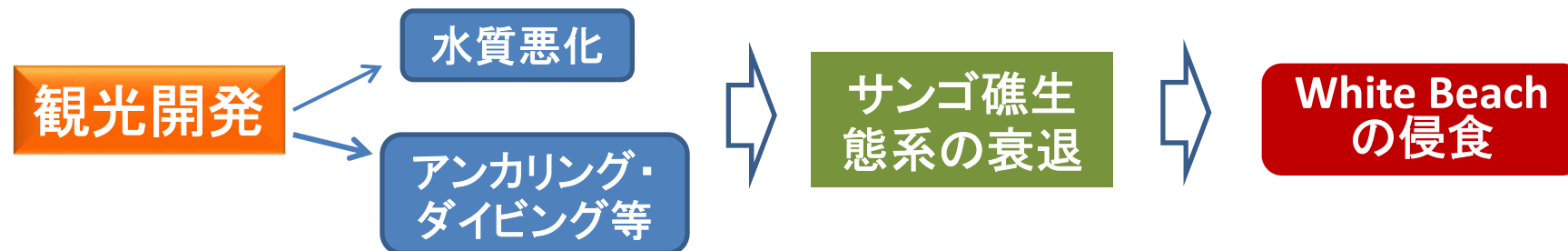
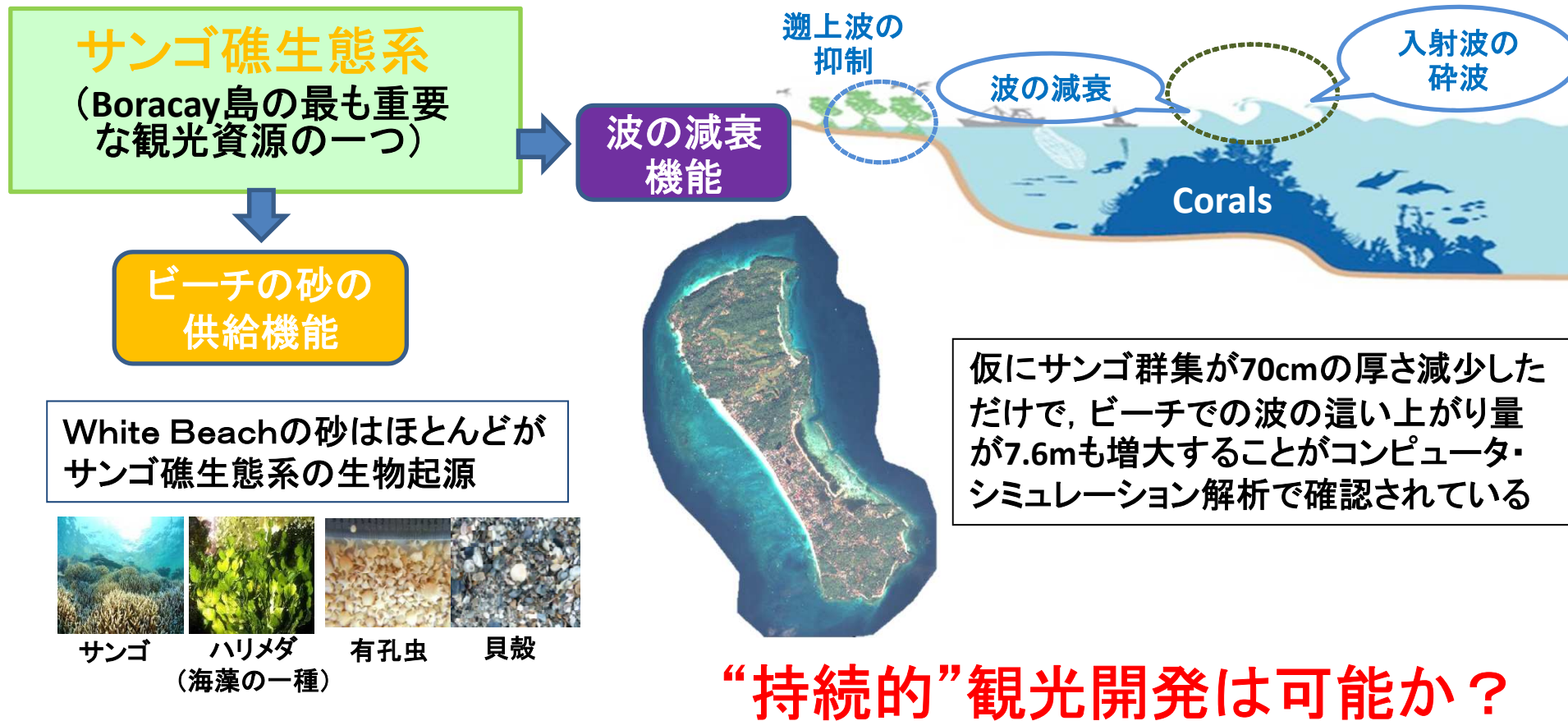
サンゴ被度の
の大幅減少

75%(1988)

↓

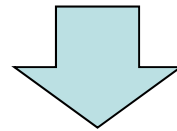
5-15%(2010)

ビーチの形成・防御に果たすサンゴ礁生態系の役割



グローバル気候変動の影響は与件として考えるしかないのか？

ローカルな生態系保全の努力をグローバル気候変動の緩和につなげるメカニズムはないのか？



一つの重要なキーワード：“ブルーカーボン”

“ブルーカーボン”： マングローブ林、海草藻場、塩性湿地に代表される大型一次生産者を主要構成要素とする沿岸海洋生態系により固定・隔離される炭素



マングローブ林



海草藻場



塩性湿地

“ブルーカーボン生態系”主要構成要素

地球上の生物による全炭素固定量の55%は海洋生物によるものであるが、沿岸環境の劣化等によって世界のブルーカーボン生態系の0.5-3%が毎年失われつつあり (Pendleton et al. 2012), 適切な追加対応策がとられないまま推移すれば、今後100年以内に海草藻場の半分近く、マングローブのほぼ全体が失われる可能性がある。この結果、ブルーカーボン生態系に蓄積された炭素の多くが二酸化炭素として大気に放出されることになる。

沿岸生態系劣化
の急速な進行



世界的に最も高い多様性をもつ
コーラルトライアングル域



マングローブ種数分布



海草種数分布



コーラル・トライアングルにおけるブルー カーボン生態系とその多面的サービスの 包括的評価と保全戦略 (*BlueCARES*)

日本側研究代表者： 灘岡和夫 東京工業大学

相手国：フィリピン、インドネシア

研究期間：H29年4月～H34年3月（5年間）

予算規模：総額 約4.8億円

BlueCARES プロジェクトでは、コーラル・トライアングル域を対象に、ローカルな努力を通じての沿岸生態系保全とレジリエンス改善を強化するとともに、それが同時に地球温暖化の緩和への貢献にも繋がる効果的なスキームとしての「**ブルーカーボン戦略**」の構築と社会実装を目指す

ブルーカーボン研究の革新のためのキーポイント

1) 「ストック+フラックス」ベースの評価

2) 「要素ベース評価」から「生態系ベース評価」へ

「マングローブー海草藻場ーサンゴ」連成システムによって特徴付けられる沿岸生態系全体としてのブルーカーボン動態評価

3) 「Local + sub-regional + regional + global」多重スケール評価

沿岸生態系は隣接する流域や外洋などの周辺系と密接にやり取りしている開放系として扱う必要があることからカーボン動態の把握・評価は「陸域ー沿岸域ー外洋域」の広域的な枠組みで行われる必要があり、必然的に多重スケール評価が求められる。その観点から、陸上生態系のグリーンカーボンの動態も含めた「グリーン+ブルー」カーボン統合系としての視点も重要になる

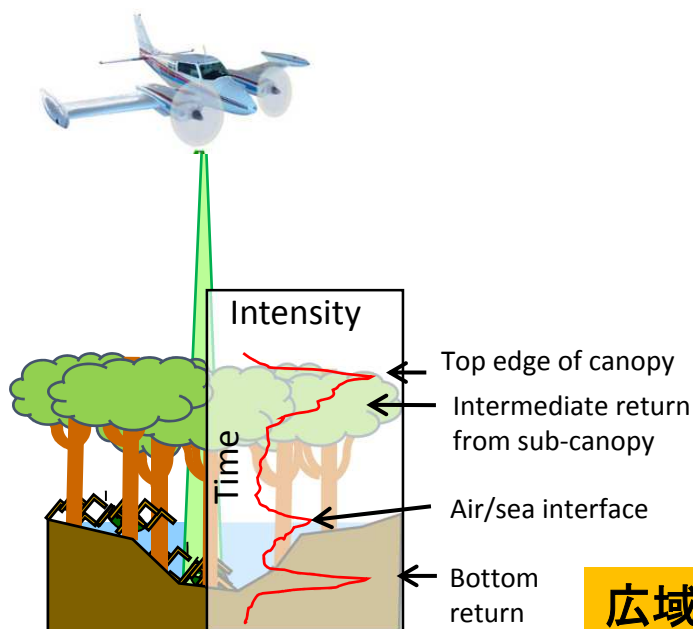
4) シナリオ分析のための将来予測

ローカル・グローバル複合環境ストレス変動下の沿岸生態系動態を定量的に解析・予測するための多重スケール統合モデルシステムの開発

5) ブルーカーボンを含む様々な沿岸生態系サービスを維持・改善するための効果的なスキームの開発

リモートセンシングに基づくブルーカーボン生態系の広域3次元マッピング

LiDARシステム



Sensor fusion による多重スケールマッピング



衛星リモセン: マルチスペクトル画像,
衛星LiDAR, 合成開口レーダ
→ 広域な2次元/3次元マッピング



航空機リモセン: LiDAR,
ハイパースペクトル画像
→ 詳細な3次元マッピング



ドローン
→ より詳細な
データの取得

広域・詳細3次元マッピング

- ・マングローブの樹高(キャノピー層厚)
- ・主要樹種判別/葉面積密度検出
- ・海草藻場判別 etc.
- ・高精度地形データ

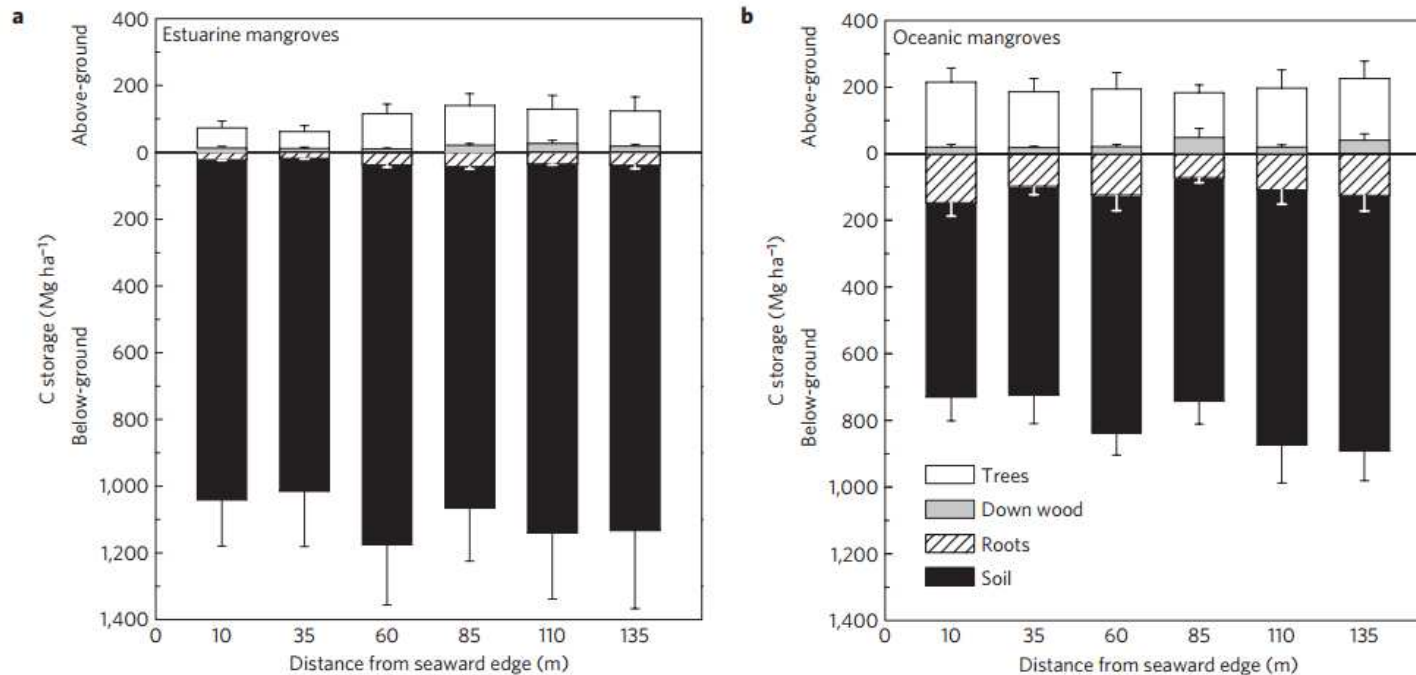


目標: 両国の沿岸域の80%をマッピング

Mangroves carbon stock

NATURE GEOSCIENCE DOI: 10.1038/NCEO1123

LETTERS



(Donato et al., 2011)

カーボンの大半は地下部(特に土壌内)に存在する!

ポイント:

(1) 如何にして地下部を含む形での地上調査に基づく全国的なマッピングを実現するか？



“Core-and-Network” System (CNS)

(2) さまざまな環境負荷の下でのブルーカーボン生態系動態を如何にして解析し将来予測可能にするか？






多重スケール統合モデルシステムの開発

フィリピンでのCore-and-Network System

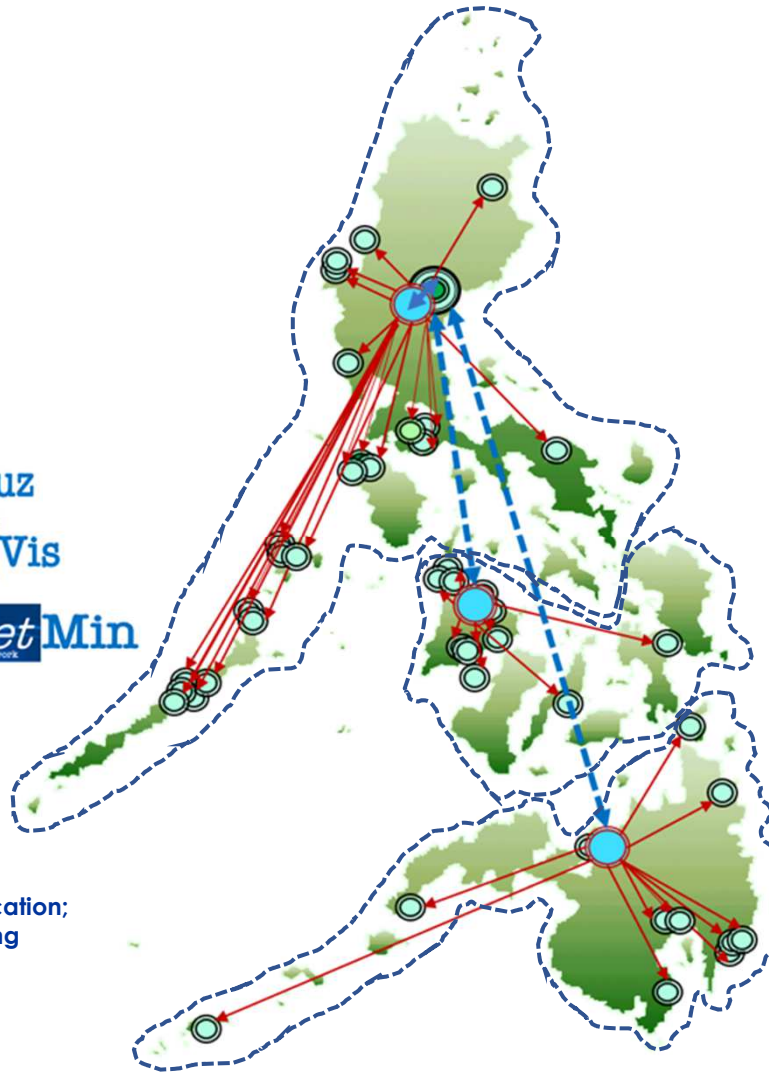


3 Clusters:

- Luzon Cluster 
- Visayas Cluster 
- Mindanao Cluster 

-  Program Management Office (PMO)
-  Cluster Coordinating Office (CCO)
-  Network member

Arrows are two-way lines of communication;
Broken arrows are the main lines among
the PMO & the CCOs



COMPOSITION

Categories	No.
Cities/Municipalities	34
Agencies/Institutes	64
Government	45
Non-Gov. Org.	10
Peoples' Org.	2
Sector	No.
Environment	13
Education	15
Tourism	4
Fisheries	9
Business	3
Culture	3
Social	3
Energy	1
Legal	1
TOTAL	52

(by M.D. Fortes)

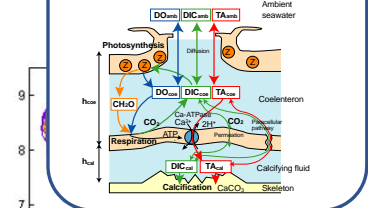
複合ストレス下の局所スケールBlue carbon生態系動態と「陸域ー沿岸ー外洋」システムにおける広域炭素動態の解析・予測を可能とする多重スケール統合モデルシステム

マングローブー海草藻場ーサンゴ礁連成型
局所スケールBlue carbon 生態系動態モデル

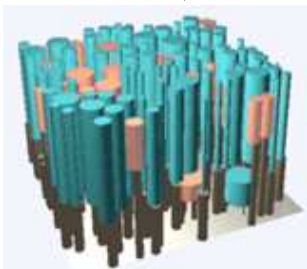
海草藻場動態モデル



サンゴ群体モデル



マングローブ動態モデル



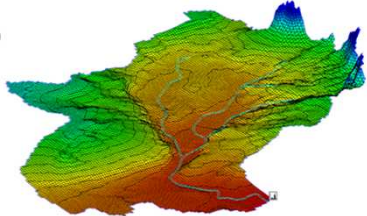
Transport

リーフスケール
海水流動モデル

Filtering

Discharge

Green carbon変動下での陸源負荷モデル



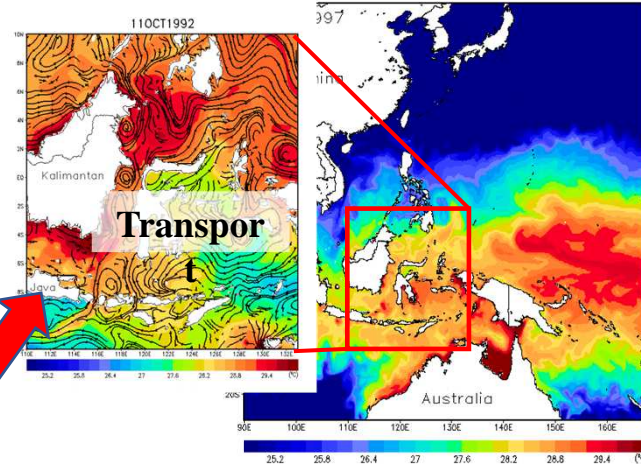
土地利用・植生被覆状態
等の変化に対応した表層
土壌・有機物・無機栄養塩
流出量の変化量の評価

広域モデルにおける沿岸境界条件
としての簡略化沿岸モデル

Export

Export

多重nesting広域海水流動・
物質輸送モデル



Export

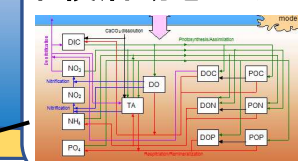
Discharge

Horizontal
transport

Vertical
transport

Sinking

堆積層動態モデル



- 陸源負荷対策
 - 持続的水産資源管理
 - 持続的観光開発
- etc.

これらは、「持続的な社会-生態系共存システム」のあり方を問う「地域づくり」の課題

わが国とアジア・太平洋諸国は「アジア・太平洋型」の問題構造と課題解決の必要性を共有している



連携ネットワーク基盤の構築へ！

- さまざまな経験と情報の共有
 - 人材育成を兼ねた人的交流
 - 国際共同プロジェクトの実現
- etc.