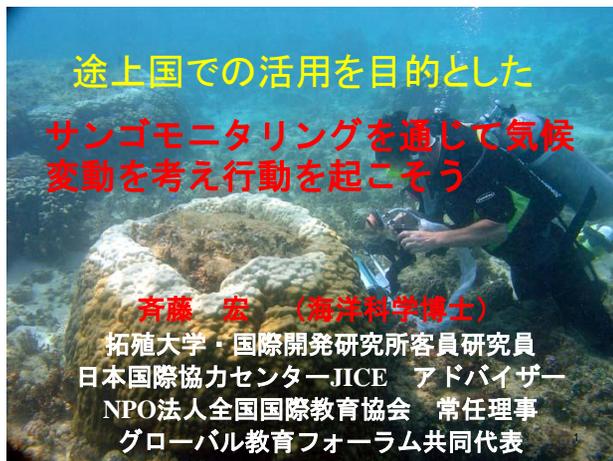
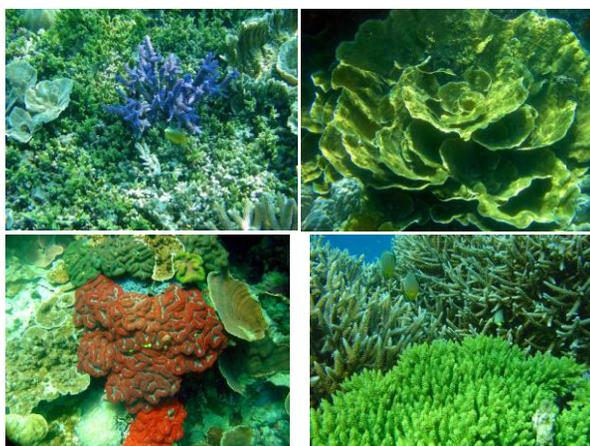


**途上国での活用を目的とした**  
**サンゴモニタリングを通じて気候変動を考え行動を起こそう**

**斉藤 宏 (海洋科学博士)**  
 拓殖大学・国際開発研究所客員研究員  
 日本国際協力センターJICE アドバイザー  
 NPO法人全国国際教育協会 常任理事  
 グローバル教育フォーラム共同代表

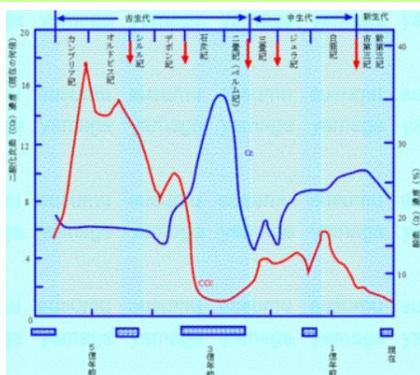



**サンゴ礁の役割**

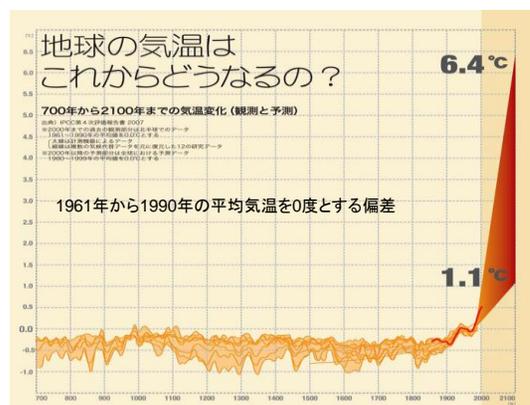
- 地質時代から海中に溶け込んだCO<sub>2</sub>を固定してきた(最近の研究で5億年前から)
- サンゴ礁を形成し自然の堤防となり陸地を守る
- 多様な生物のすみかとなり、漁業資源を提供
- 美しい海底景観を作り、観光資源としての価値

4

**地球の大気はほとんどCO<sub>2</sub>だった**



5



IPCC気候変動政府間パネル レポート

6

水没に直面

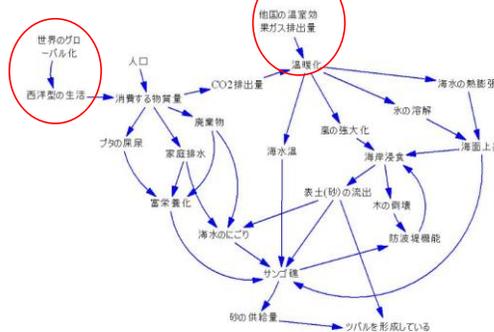


ツバル国の首都フナフチ環礁 (NPO Tuvalu Overview 代表理事)

7

水没の原因を探る

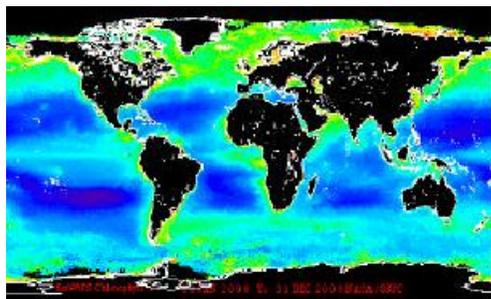
FG ループ図



参照 枝廣淳子 JFS ニュースレター2010年5月

8

世界の海洋クロロフィルの分布  
クロロフィルの分布を見ると赤道をはさむエリアでは少ない (海色観測衛星からの画像)



9

サンゴに共生している褐虫藻

光合成により作った栄養分の90%をサンゴに与えている。

サンゴは海水中の カルシウムイオン (Ca<sup>2+</sup>) と重炭酸イオン (HCO<sup>3-</sup>) を使い石灰の骨格を作る (CaCO<sub>3</sub>) **サンゴ礁**

余った栄養分はサンゴ礁の周りに排出される **生物多様性を支える**

10

サンゴ礁に迫る危機

■直接的な人間活動の影響による被害  
(開発の弊害、ゴミの廃棄、土砂流失、船による破壊、ダイナマイト漁や毒物による漁)

■天敵の異常発生による脅威  
(オニヒトデ、シロレイシガイダマシ)



参照 (財)自然環境研究センター

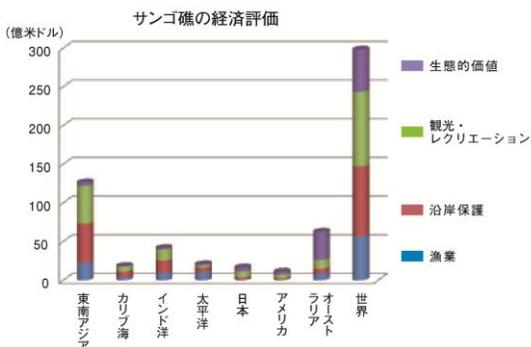


参照 環境省国際サンゴ礁研究・モニタリングセンター

■海水の温度上昇による白化現象  
(地球気候変動の進行)

**1998年世界規模での白化現象が起こった**

12



国連環境計画 (UNEP)

11

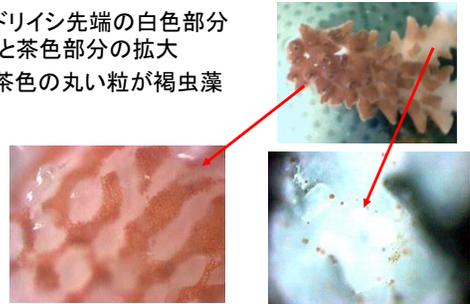
世界的白化現象が起こる



13

白化とはどのような状態か

ミドリシ先端の白色部分  
と茶色部分の拡大  
茶色の丸い粒が褐虫藻



14

サンゴ礁保全のために

気候変動の進行に対し、世界規模でのサンゴ礁モニタリングが急務

いち早くモニタリングを行い定常状態を調べておくことで、大規模な変化の予兆を知ることができる

サンゴ礁の多くが開発途上国と小島嶼開発途上国にあることによる課題

- 国の経済力が少ないため研究や保全に費やす資金も少ない
- モニタリングの実施のためには国際協力による資金援助や多くのボランティアが必須

途上国においてもすぐに活用できるモニタリング法の開発が必要

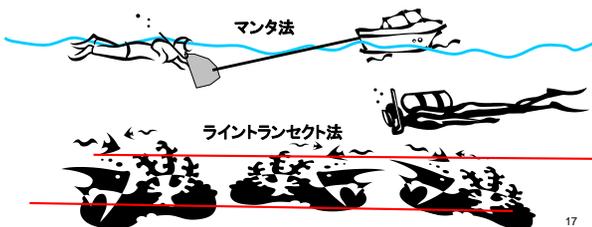
16

従来のモニタリング法の検討

人の目視観察による方法

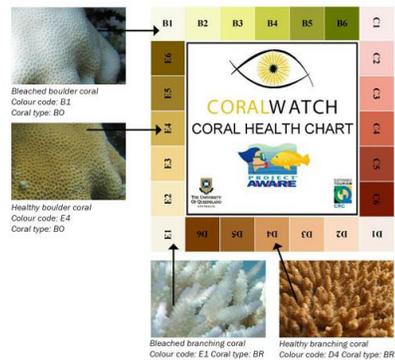
サンゴの被度、種類、白化の区別を人がチェック

- マンタ法、ライトランセクト法→熟練したダイバーが多数必要、主観を排除できない。



17

Coral Watchによる目視でのチェック



18

観測機材による客観的モニタリング法1

■宇宙、航空機からリモートセンシングによる白化サンゴ検出、ハイパースペクトル測定によるストレス評価への研究

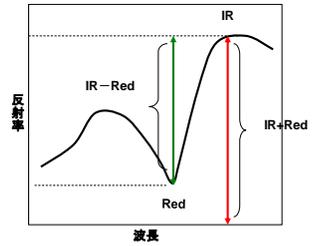
広域で客観的なデータ収集ができる。  
海水による光の吸収のため健康度までの分解能には難。

19

植生指標 (NDVI法)

原理

植物が太陽光の赤色域を吸収し赤外域を反射し光合成を行う性質を利用して植生指標を算出する。  
→緑色植生の観測密度や活力を表す。



■サンゴの場合、共生藻(褐虫藻)の光学特性を水中で検知すれば適用できる

■最大の問題は水中での長波長域の減衰

20

観測機材による客観的モニタリング法2

褐虫藻の光合成活性を調べる方法

■アクティブ蛍光法(生体内クロロフィル蛍光の誘導現象を利用して光合成活性を測定)

パルス振幅変調蛍光光度計 (PAM)

→機材が高価(450万円以上)。  
狭い範囲だけで、時間もかかる。

望まれるモニタリング手法

■扱いが簡単な機材(研究者でなくても操作)

■安価に調達できる機材

■客観的な結果が出せる(数値化できる。)

■携帯性がありデータ交換が容易

22

研究は石垣島とパラオで実施

石垣島その他パラオの国際サンゴ礁センター付近で実施。サンゴの種類は、主に塊状ハマサンゴ (*Porites* spp.) とキクメイシ (*Favia* spp.)。



23

PAMによる光合成活性測定

水中用パルス振幅変調蛍光光度計 (Waltz, Diving PAM) を用いて分光放射計と同じ測定ポイントを計測し  $F_v/F_m$  値のデータを得た。



Diving PAM and special attachment



Measurement scenery of diving PAM

24

### 分光放射計によるサンゴの分光反射率の測定

光ファイバー式分光放射計(OceanOptics, S2000)を使用  
 反射率の算出には標準反射板を用いた。  
 (白色EVER-color Code No.9582)



分光放射計と分析用コンピュータ



水中で測定するため10mのファイバーを用いた

25

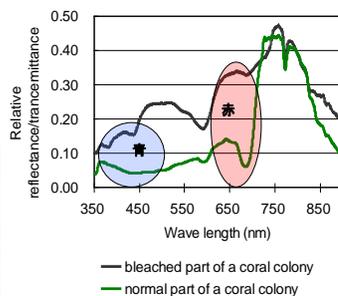
### 現地で測定したサンゴの分光反射率

塊状ハマサンゴの茶色部分と白化部分の分光反射率

赤色域だけでなく青色域にも吸収帯がある



白化部分と茶色部分を計測したサンゴ



26

植生指標を水中で適用する。

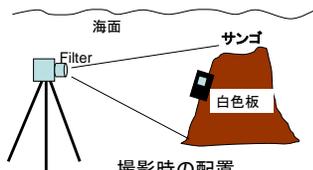
フィルター光の波長域をコントロール

1mの距離と決める

標準反射板(白色板)を使う→照射光の補正を行う



Underwater housing and Filter changer

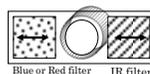


撮影時の配置

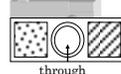
### フィルターチェンジャーの構造

水中で手動で2枚のフィルターを切替える

指でスライド



普通カラーモード1枚目



同時撮影用



Housing for doubl cameras

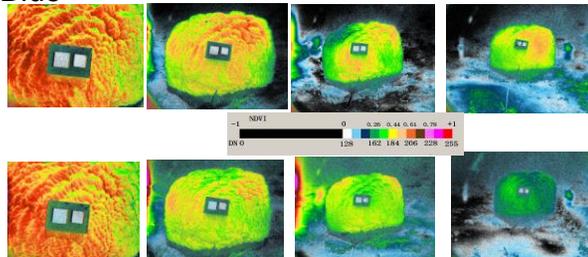
Blue or Red

IR

普通カラーモード2枚目

ナイトショットモード3枚目

Blue 0.5m 1.0m 2.0m 2.5m 深度4m

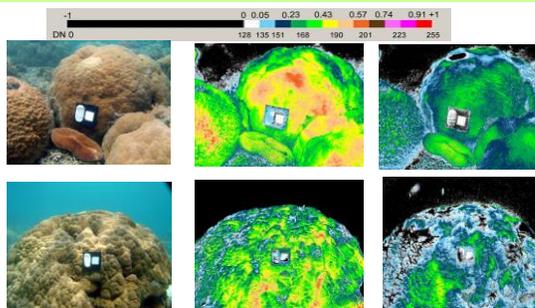


青と赤、距離、の違いによる画像処理の限界

29

### 実際の可視化画像

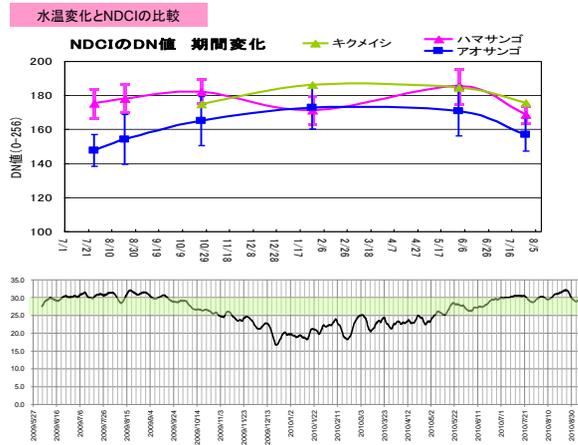
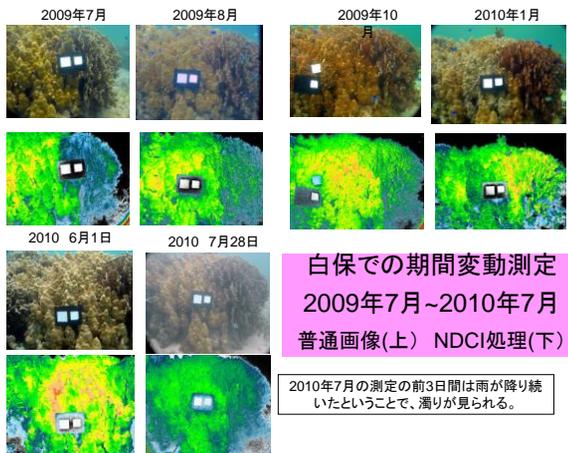
NDVIC(IR-Red)とNDC(IR-Blue)による画像処理の比較  
 IR-RedよりIR-Blueのほうが感度が高いことが明らか。



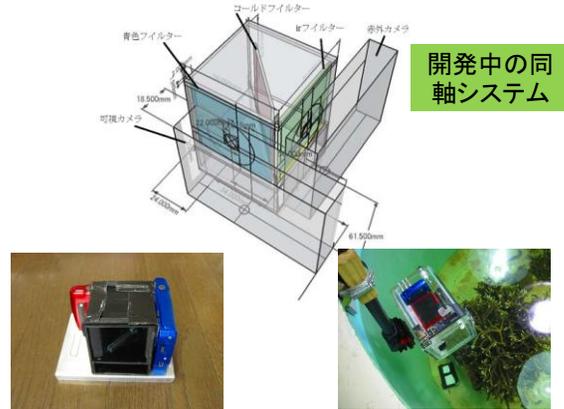
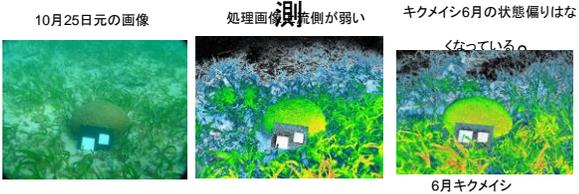
元のサンゴ

NDC(IR-Blue)

NDVIC(IR-Red) 30



流入泥によるストレスと思われる現象観



今のサンゴの状態を教室で見ることが できるサイトがあります

NOAA Coral Reef Watch を検索  
 The National Oceanic and Atmospheric Administration  
 NOAA:アメリカ海洋大気庁  
<http://coralreefwatch.noaa.gov/satellite/bleachingoutlook/index.php>

科学的根拠に基づいたデータを使っ て気候変動を考える展開ができます