



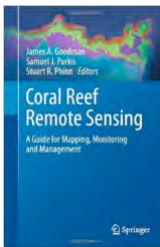
## 山野博哉

国立環境研究所  
生物・生態系環境研究センター長

バックグラウンド: 自然地理学  
1993: 沖縄に行く、卒論開始  
1999: 東京大学大学院  
理学系研究科地理学専攻修了  
1999-現在: 国立環境研究所  
2005-2007: ニューカレドニア  
フランス開発研究所(IRD)で在外研究

## 研究内容

- サンゴ礁の...
- ・物理環境
  - ・造礁生物分布
  - ・地形形成史
  - ・リモートセンシング
  - ・気候変動影響評価(データマイニング、モニタリング、将来予測)
  - ・保全計画(重要海域選定、保護区配置、陸域負荷の低減)






国立研究開発法人  
**国立環境研究所**  
National Institute for Environmental Studies

茨城県つくば市に本部  
福島支部  
琵琶湖分室

社会・環境システム ← 最初  
気候変動 ← つぎ  
生物多様性・生態系 ← 今ココ  
資源循環・廃棄物  
環境リスク・健康  
地域環境(水・土壌・大気汚染)  
環境計測  
災害環境(福島支部)




<http://www.nies.go.jp>





### サンゴ礁

地球表面の約0.1%の面積しかないが...


- ・高い生物多様性: 9万種
- ・漁業・観光資源
- ・自然の防波堤、砂浜や州島の形成



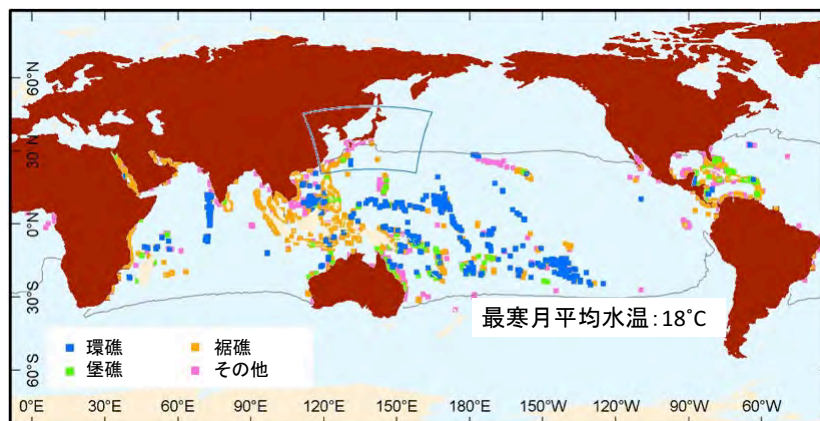




原因: 茅根 創



## サンゴとサンゴ礁の分布



ReefBase (<http://www.reefbase.org>)

## 今日のトピック

- サンゴ礁と地球環境
  - サンゴは地形を作り、環境を記録する
- サンゴ礁の島と海面上昇
  - ツバルの脆弱性の正体
  - ツバルの後日譚



### サンゴ礁の様々なタイプ

隆起環礁



裾礁



環礁



堡礁



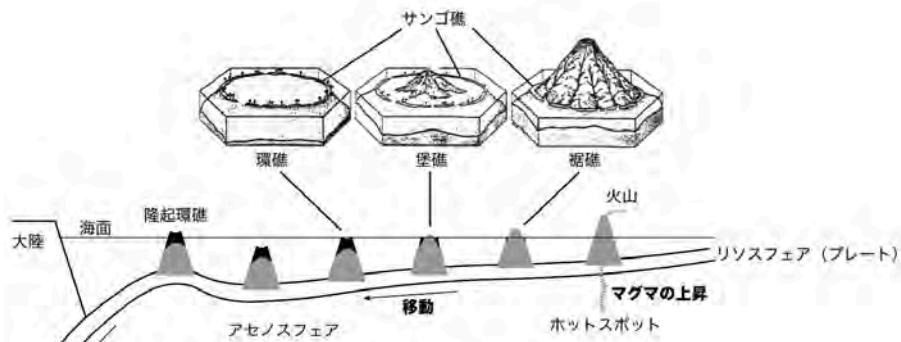
環礁州島

ビーグル号航海  
(1831-1836年)  
・沈降説(1842年)  
・進化説(1859年)



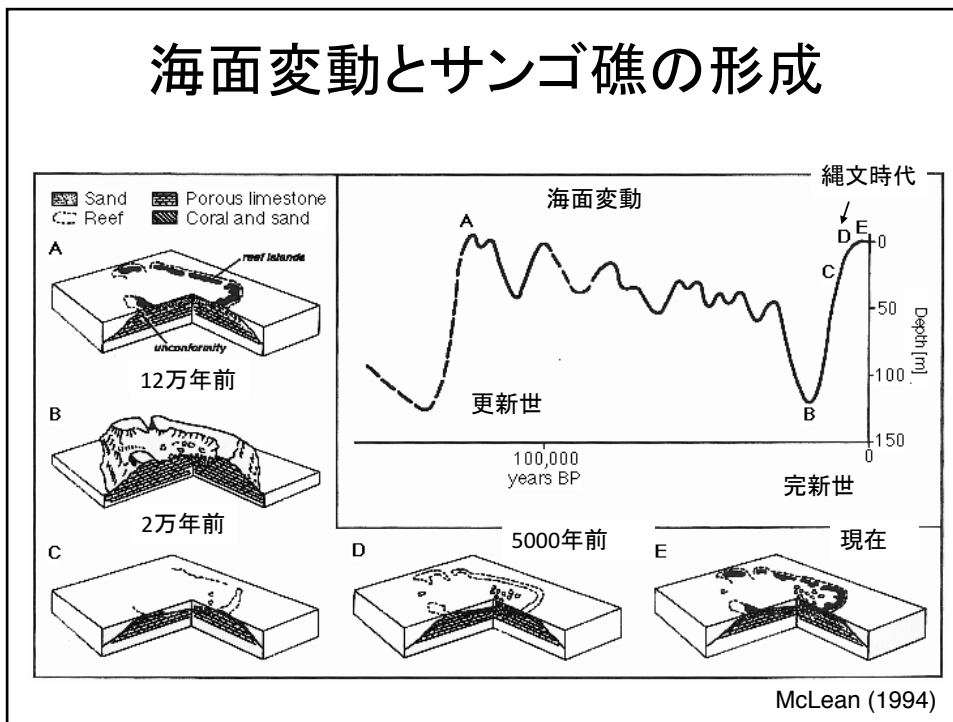
チャールズ=ダーウィン

100万年～: 大地形  
沈降説→プレートテクトニクス

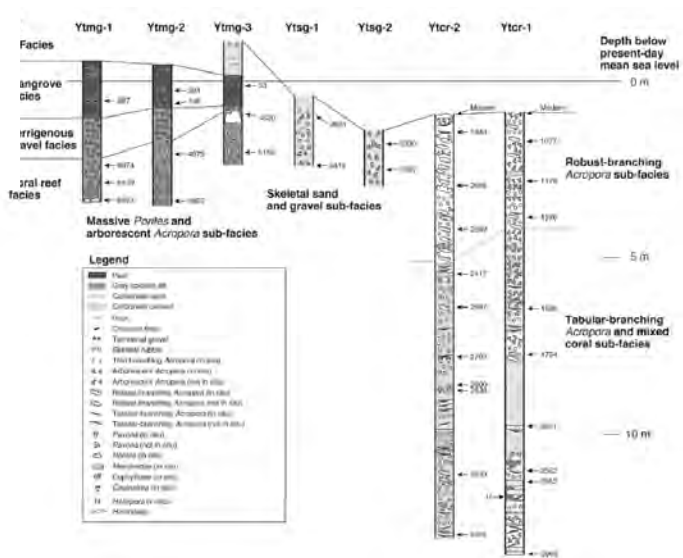


Rotondo (1980), Grigg (1982)

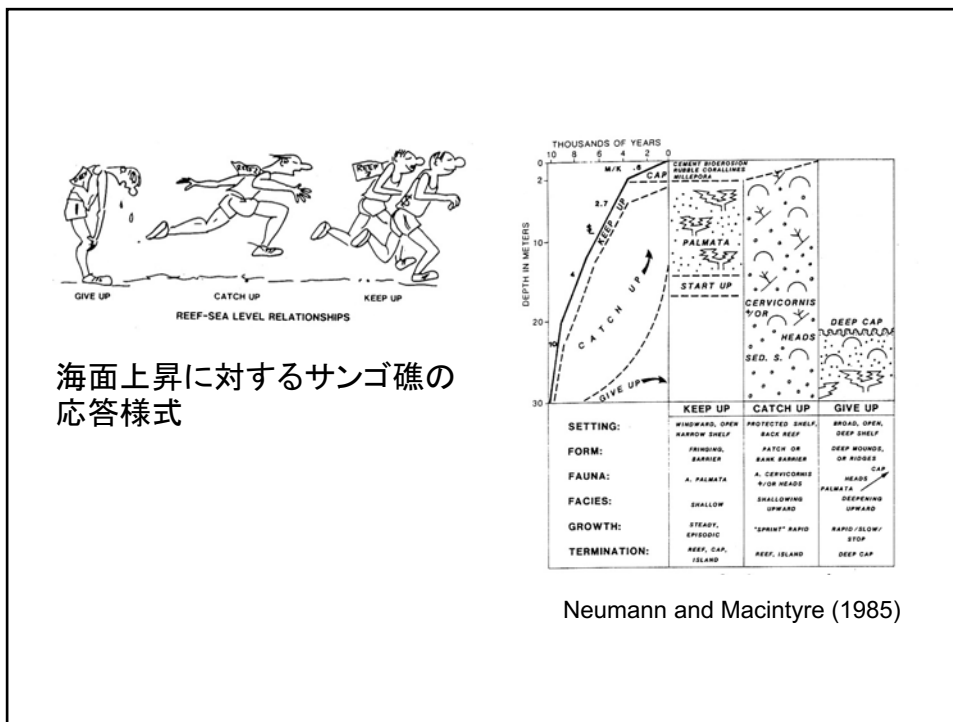
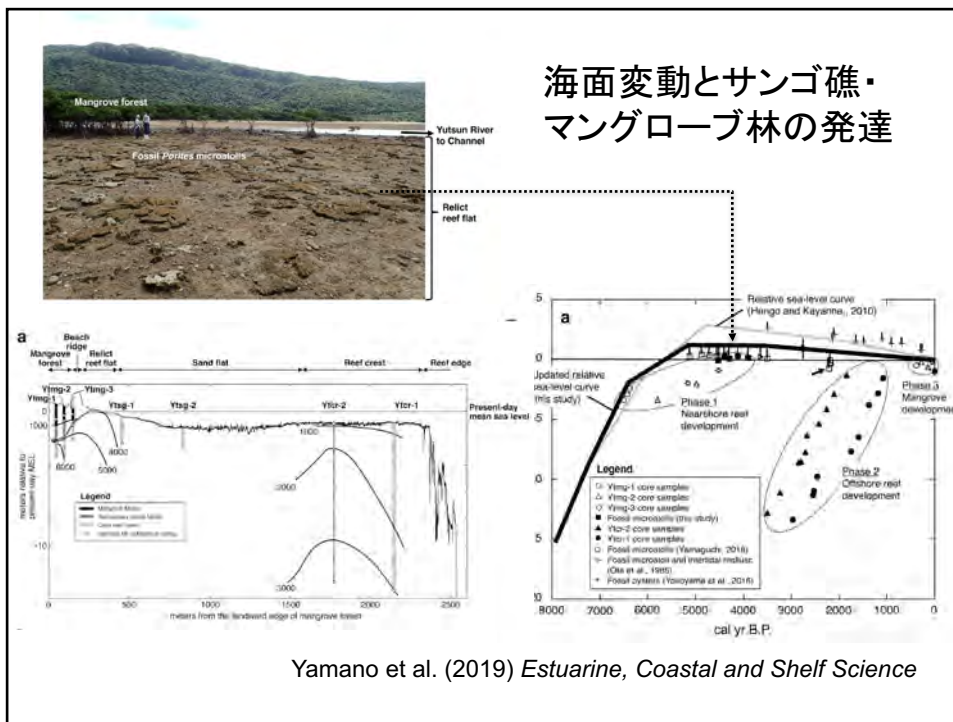
## 海面変動とサンゴ礁の形成

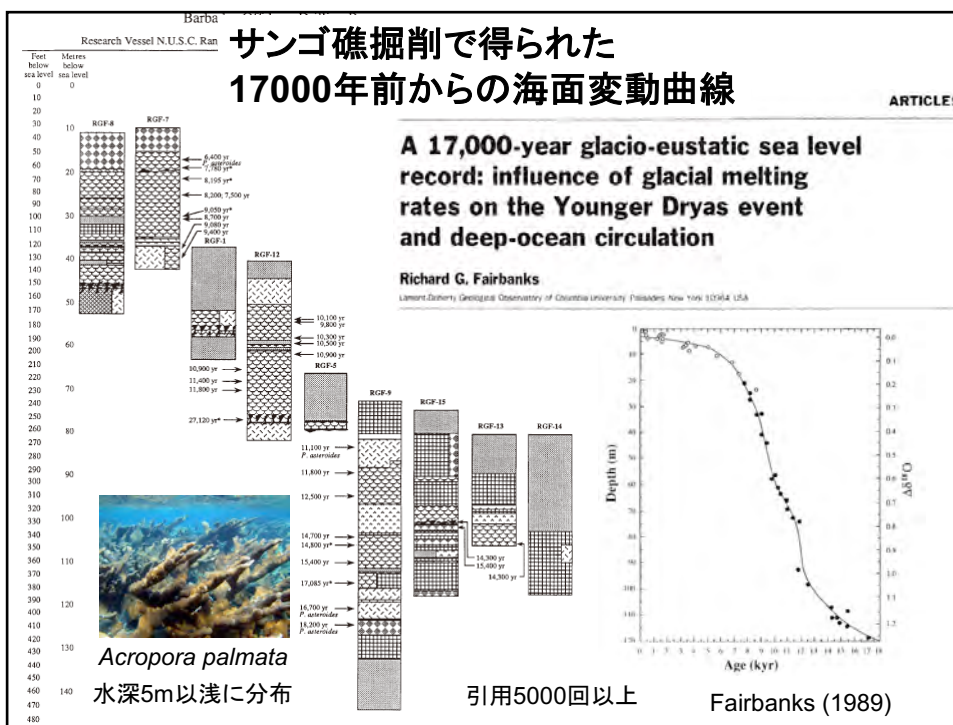
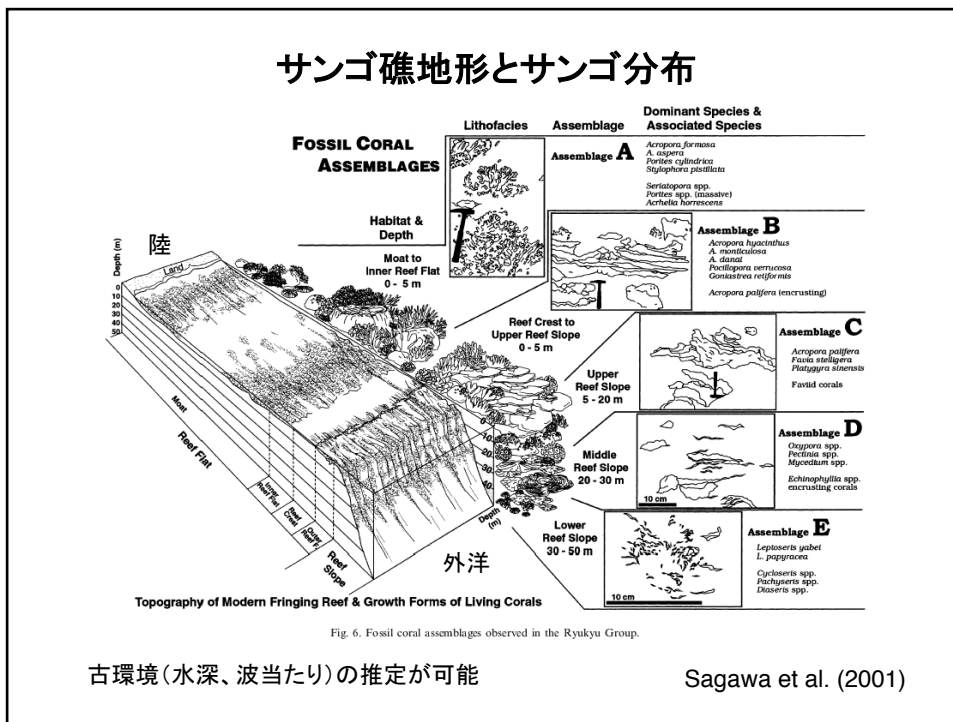


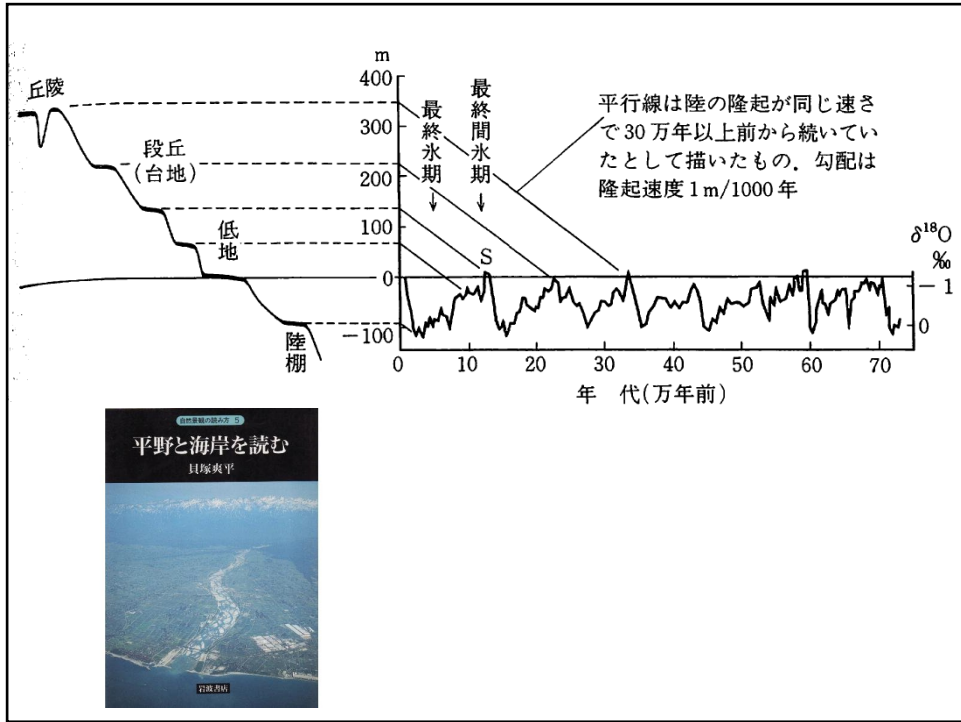
## 西表島でのサンゴ礁とマングローブ掘削



Yamano et al. (2019) *Estuarine, Coastal and Shelf Science*







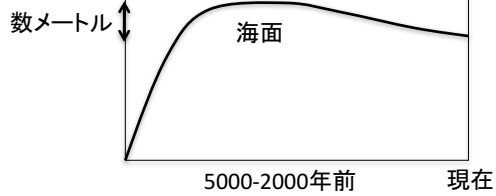
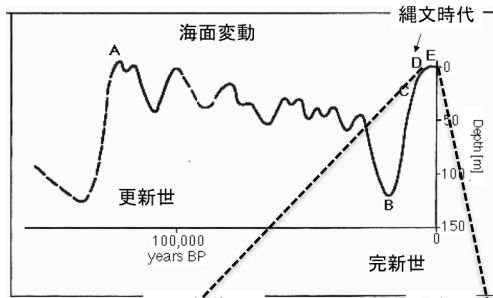
太平洋の島嶼では、5000-2000年前から現在にかけて海面低下が多く見られる



ハマサングマイクロアトール (海面の指標)

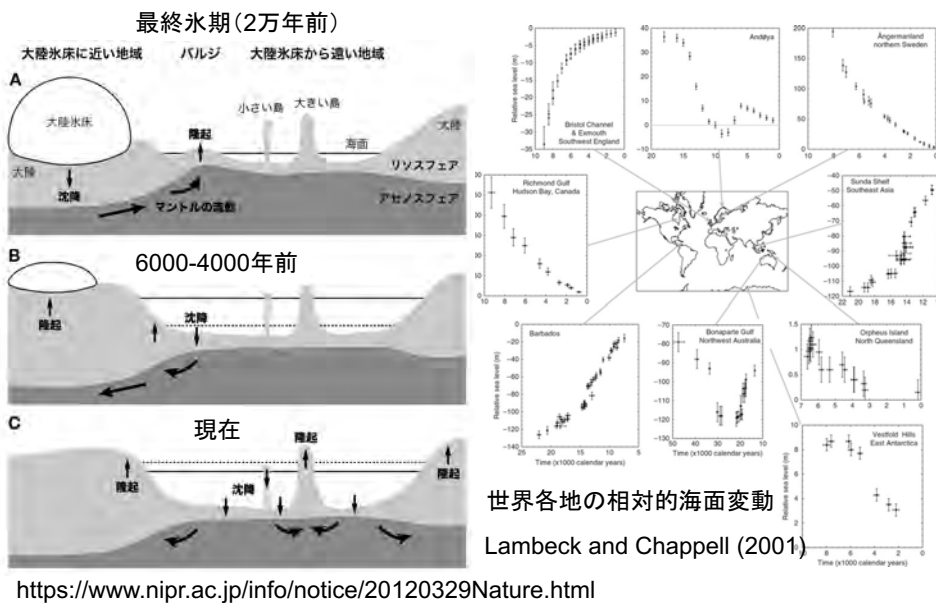


ハマサング化石マイクロアトール

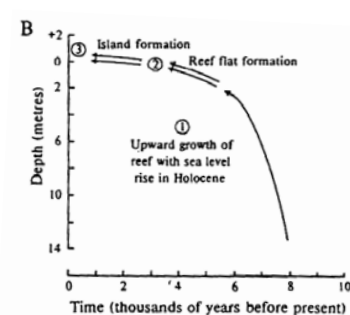




## グレイシオ・ハイドロアイスタシー: 地球の内部構造を反映



## 島は何年前に、どうやってできた？



McLean (1991)

島は異地性の砂や礫できている・・・  
 どうやれば形成年代を知ることができるのか・・・？

## 州島の構成物


Coral Reefs (2000) 19:51-58 Springer-Verlag 2000

**REPORT**

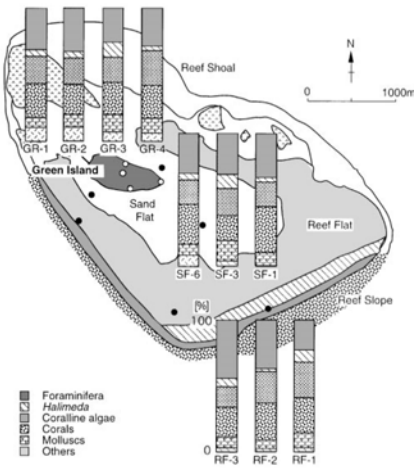
H. Yamano · T. Miyajima · I. Koike

### Importance of foraminifera for the formation and maintenance of a coral sand cay: Green Island, Australia

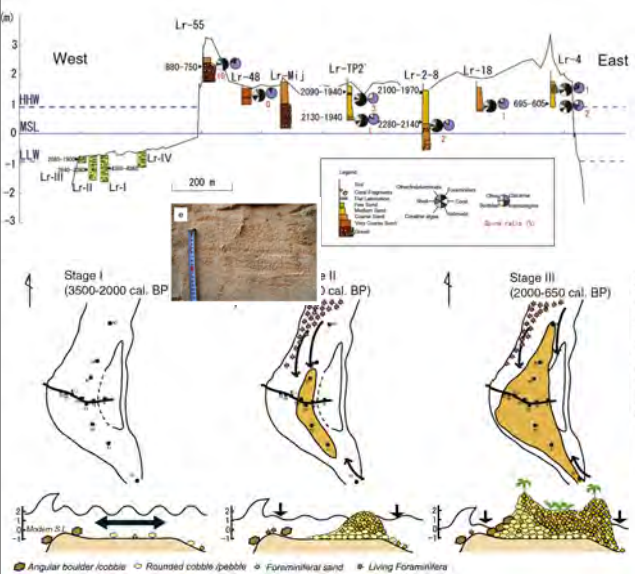
サンゴ礁上に成立している島(州島)は、サンゴ礁に棲息している石灰化生物の遺骸片でできている


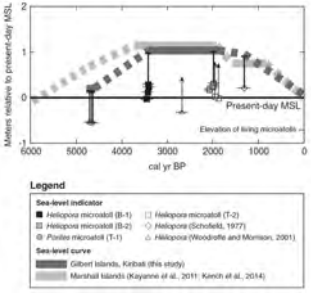


中でも、サンゴに加えて、有孔虫(ホシズナ、タイヨウノスナ、ゼニイシなど)の占める割合が多い



## 海面低下→有孔虫の出現→島の形成！



Yasukochi et al. (2014) *Geomorphology* Yamano et al. (2017) *Quaternary Res*

## サンゴ礁と地球環境

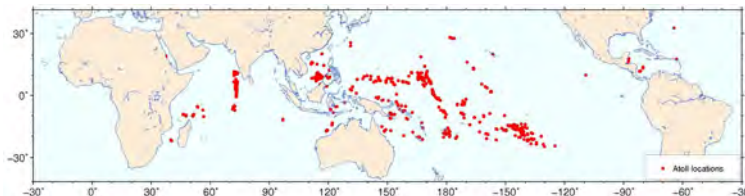
- 現在我々が見るサンゴ礁には、様々な時空間スケールの現象が関わっている
  - プレートテクトニクス: サンゴ礁のタイプ(裾礁・堡礁・環礁...)
  - 第四紀の海面変動: サンゴ礁の成長
  - 後期完新世の海面低下: 州島の形成
- サンゴは環境を記録している(海水準...)
- こうした地球規模の環境変動は、地球上すべてに影響を与えている

## 今日のトピック

- サンゴ礁と地球環境
  - サンゴは地形を作り、環境を記録する
- サンゴ礁の島と海面上昇
  - ツバルの脆弱性の正体
  - ツバルの後日譚



### サンゴ礁の島（環礁州島）



環礁州島の分布



- 海面上昇による
- ・水没
  - ・海岸侵食
  - ・淡水レンズ縮小
- 気候変動による
- ・海岸侵食（台風頻度）
  - ・淡水レンズ縮小（降水量）



ツバルの浸水

### ツバルの浸水の原因は？



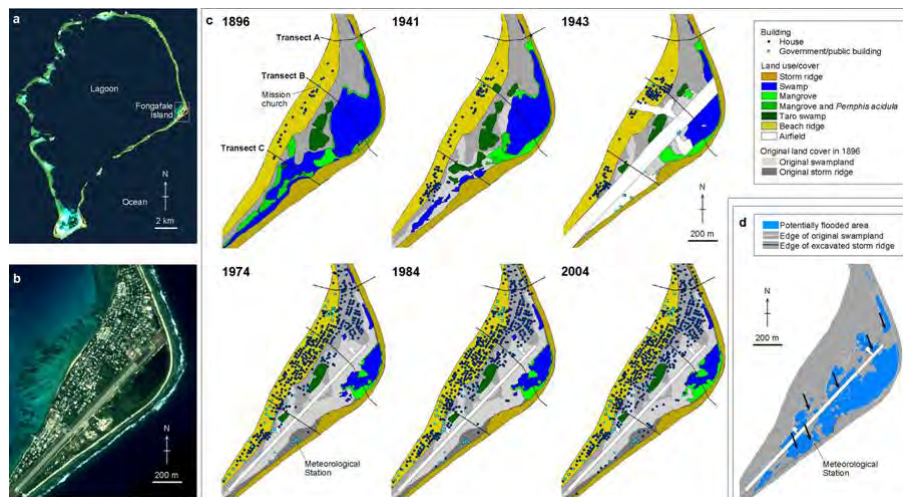
Photo: H. Kayanne



- 標高図の作成
- 108年間の土地利用変化の解析による、元の土地条件の理解

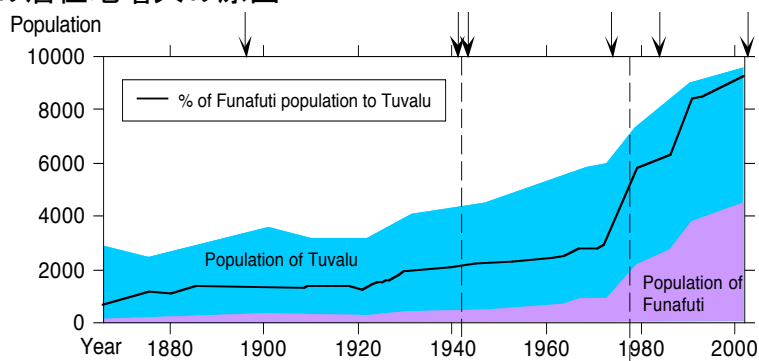
洪水が起きているところは、元の湿地と、  
 ストームリッジを削ったところ

・ 第二次世界大戦中に大幅な地形改変があった



Yamano et al. (2007) *Global Planet Change*

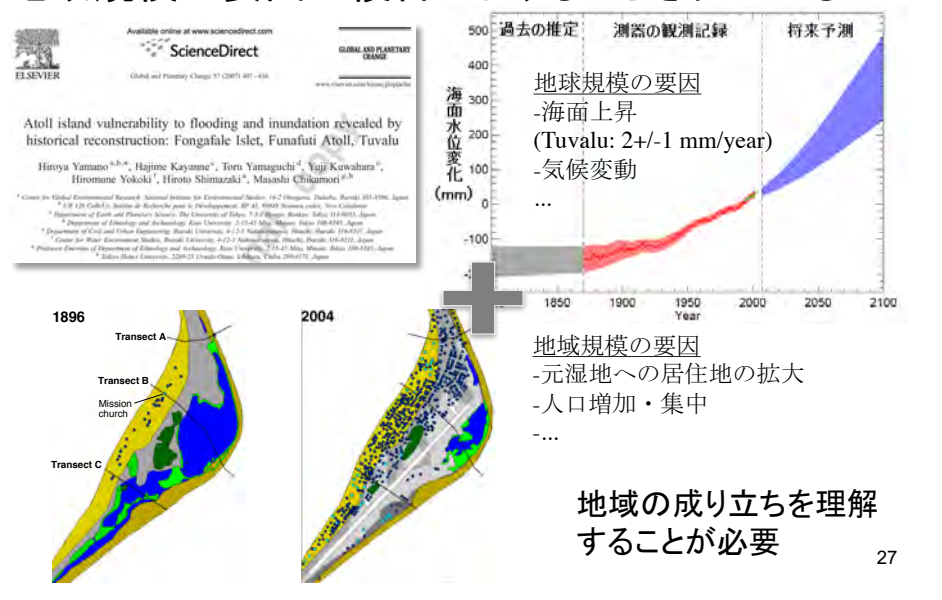
空港ができたことに加え、独立、オーシャン島やナウルのリン鉱山の衰退によるツバルへの労働者の帰還と、現金収入手段の不足による都市への人口集中が、元湿地への居住地増大の原因



オーシャン島のリン鉱石採掘  
 コブラ生産

空港建設 ツバルとキリバスの独立

## 現在の脆弱性は、地球規模の要因と 地域規模の要因の複合によりもたらされている



## 日本での例： 低地での洪水

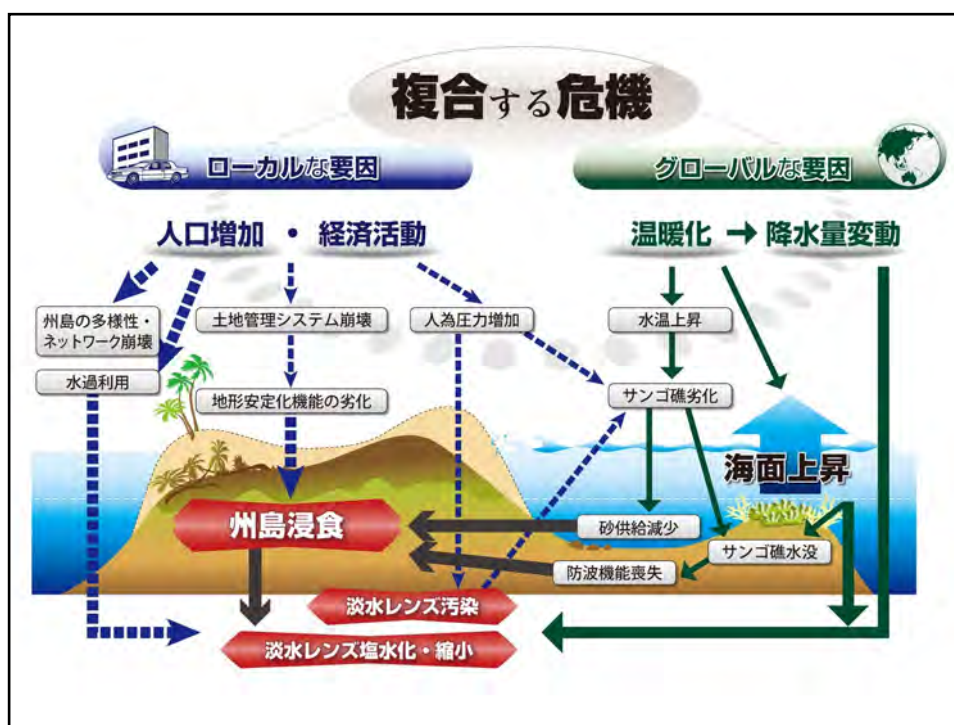
伊勢湾台風での高潮による被害

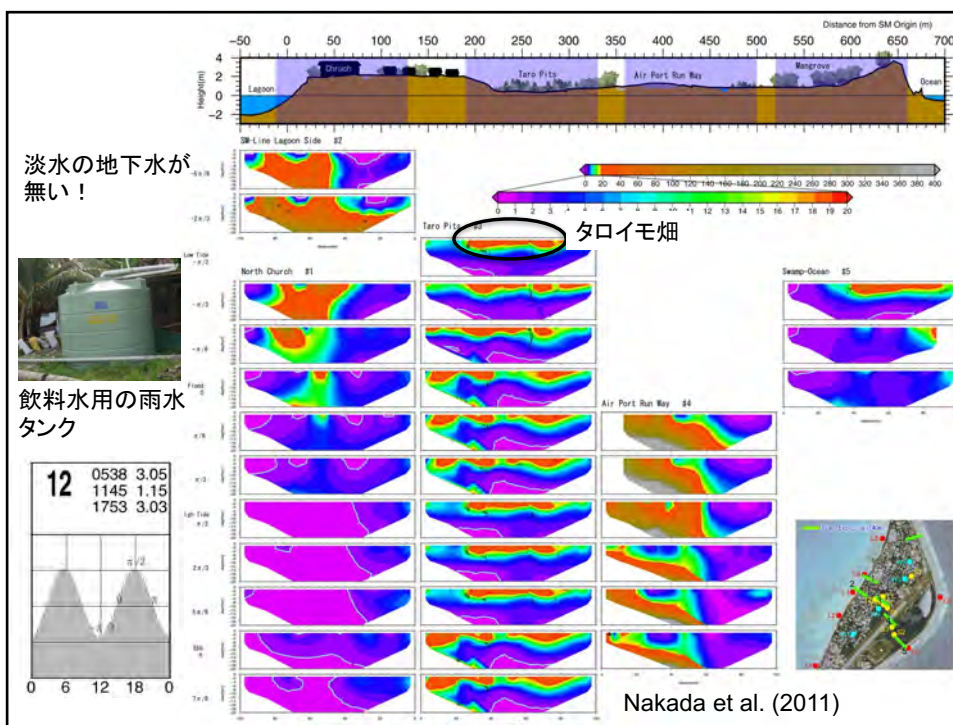
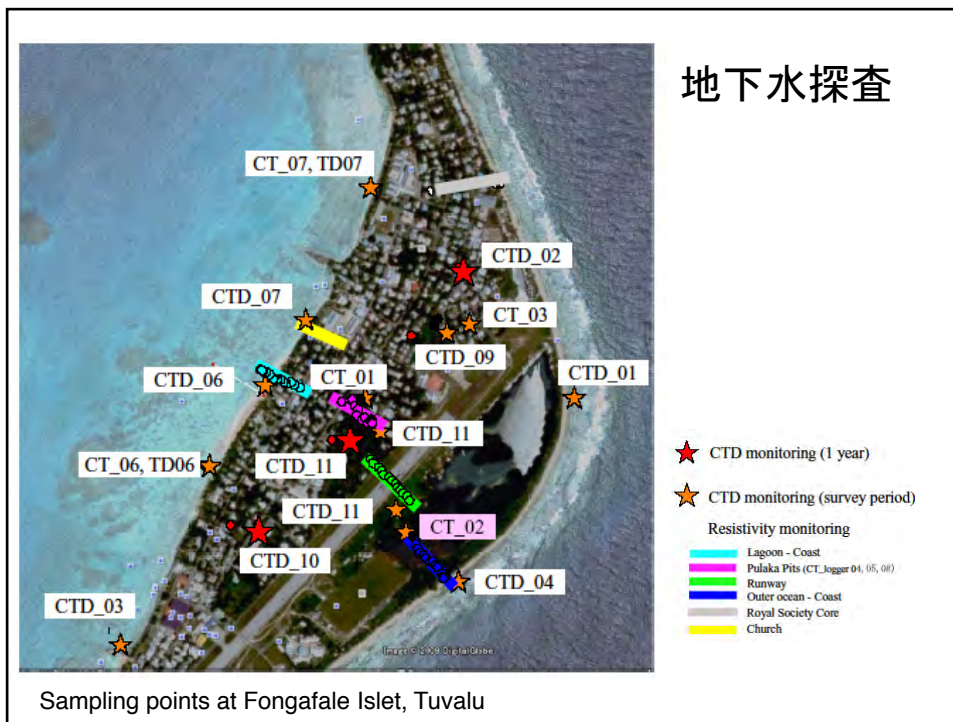


災害地形分類図

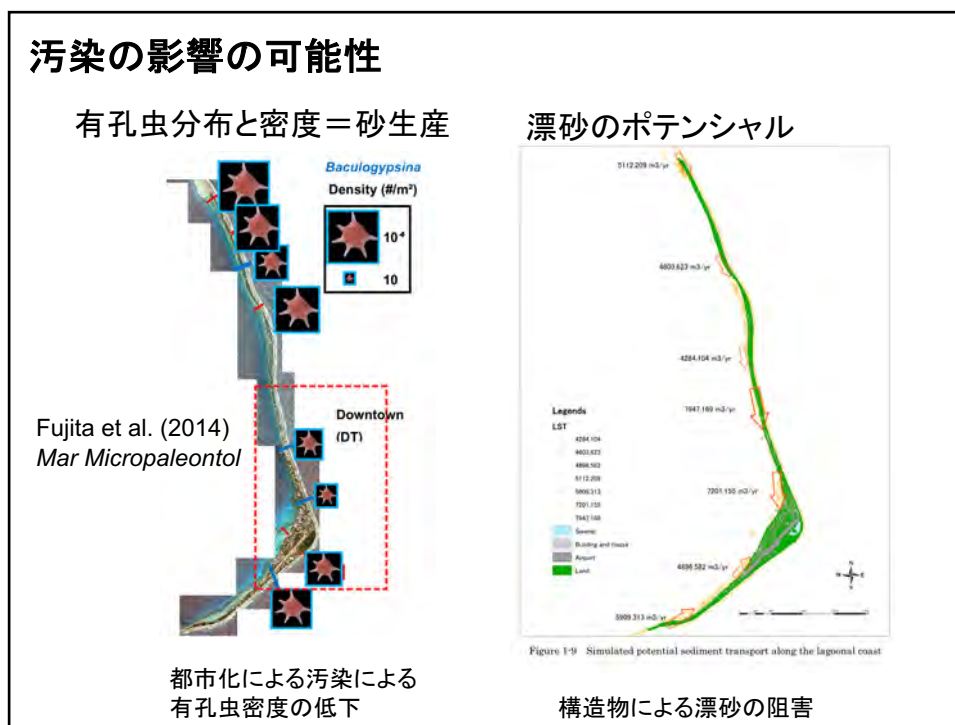
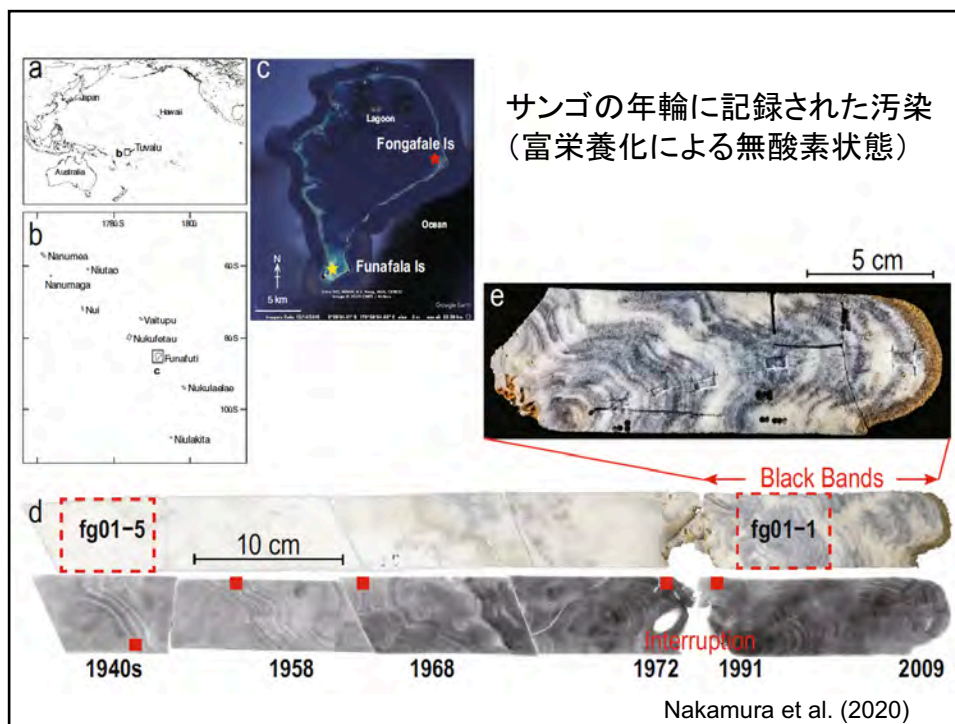
## サンゴ礁の島と海面上昇

- 環礁の上に成立する島嶼国は、土地のすべてがサンゴ礁起源の堆積物から構成されている →生態系保全に基づく国土の維持
- 州島の脆弱性はグローバルな要因(気候変動)とローカルな要因(人口増加、居住地拡大)との複合によりもたらされている
- ツバルの洪水問題は、日本の低地で起こっている洪水被害と同じ構造









**transportation 有孔虫砂の運搬と堆積の阻害 mentation**

Causeway



Jetties and dredges



Vertical sea wall



erosion sedimentation



Sand transportation

Loss of coastal vegetation



→海岸線のモニタリング



JICA-JST ツバル国との共同プロジェクト

**🔵 (科学技術) 海面上昇に対するツバル国の生態工学的維持**

研究代表: 茅根 創教授(東大)



ツバル国は、標高1~3mと低平で、地球温暖化の影響による海面上昇により水没の危機に瀕している。一方で、急増する人為圧力によってサンゴ礁生態系の劣化が進み、国土の堆積物を作るサンゴや有孔虫の生産量が著しく減少しているとも言われ、水没への危険性は、海面上昇のみならず、人口増加や経済発展などローカルな問題が重ね合わさって高まっていると考えられている。生態学的なメカニズムを無視した海岸保全対策は、長期的には島の維持機構が破壊されてしまう可能性が高い。そのため、海面上昇に対する施策を建てるためには、島の形成・維持メカニズムの理解に基づいて、現在の問題を取り除き、将来の海面上昇に対する復元力の高い島を再生...

**🔵 プロジェクト概要へ**

**対象国：**  
ツバル

**課題：**  
水資源・防災

**署名日：**  
2009年3月31日

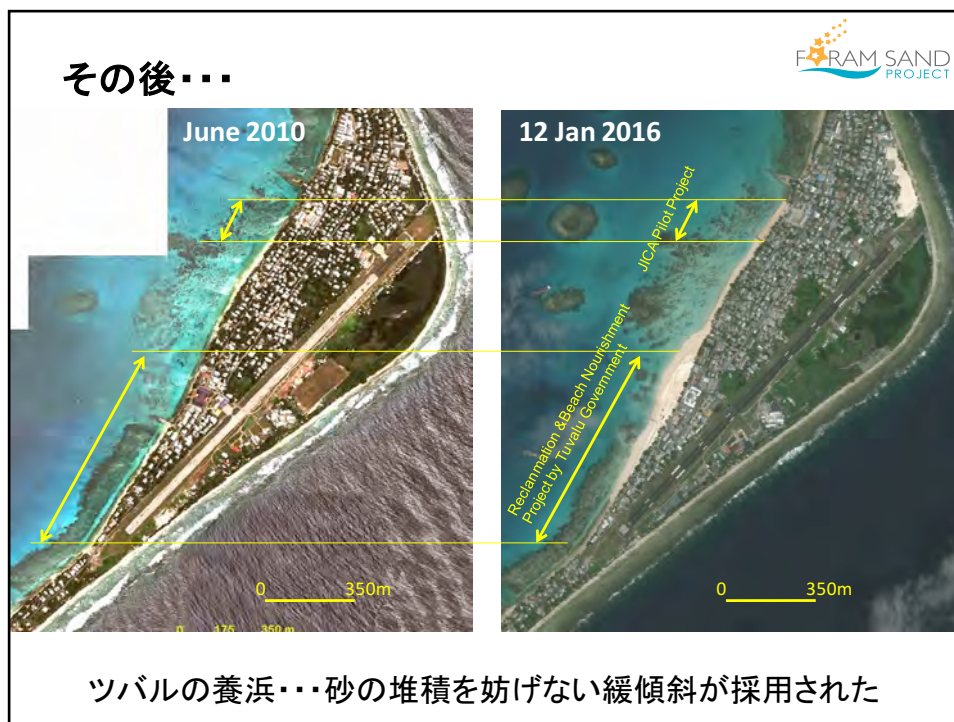
**協力期間：**  
2009年4月1日から2014年3月31日

**相手国機関名：**  
天然資源環境省 環境局

**メニュー**

- 🔵 プロジェクト概要**
- 🔵 プロジェクトニュース**

<https://www.jica.go.jp/project/tuvalu/0802778/index.html>



- ・ 地域の成り立ちを知る
  - 地球環境の視点(プレートテクトニクス、海面変動、気候変動…)
  - 学際的な視点(生態学、海岸工学、水文学、考古学、文化人類学…)
- ・ 問題を統合的に理解する、それが問題解決につながる
- ・ 国際的なインパクトも持つ
  
- ・ サンゴとサンゴ礁を理解し、保全しようとすることは、時空や多分野を俯瞰し、時にはそれらを行き来し、つなげ、新たな分野横断型の科学を築く基礎となる。さらに言えば、サンゴ礁から得られる俯瞰型視点はサンゴ礁以外の対象や問題に対しても十分に応用可能であろう。(岩波「科学」:リレーエッセイ「地球を俯瞰する自然地理学」より)
  
- ・ 謝辞: 茅根 創さん、米倉伸之さん、小池勲夫さん、地理学教室の皆様、共同研究者の皆様

そのほかの図書

