

領域テーマ D: 課題対応型の精密な影響評価

領域課題 iii. 生態系・生物多様性に関する気候変動リスク情報の創出

サブ課題 d. 沿岸海洋生態系に対する気候変動の複合影響評価研究

対象: 日本沿岸・東南アジアの海洋生物(サンゴ礁や藻場)  
(+そこに生息する魚類、貝類、甲殻類、ウニ等)

サンゴ礁や藻場といった沿岸固着生態系は、高い生物生産性とバイオマスを有し、海洋環境を形成し、波や流れを弱め、栄養塩を吸収し海を浄化するといった役割を担っており、極めて高い生態系サービスを有している。

高解像度・高時間頻度の気候データ  
革新・創生 (+CMIP5)

+

分布・健康度に関する評価指標  
(既存指標 + 新たな指標)

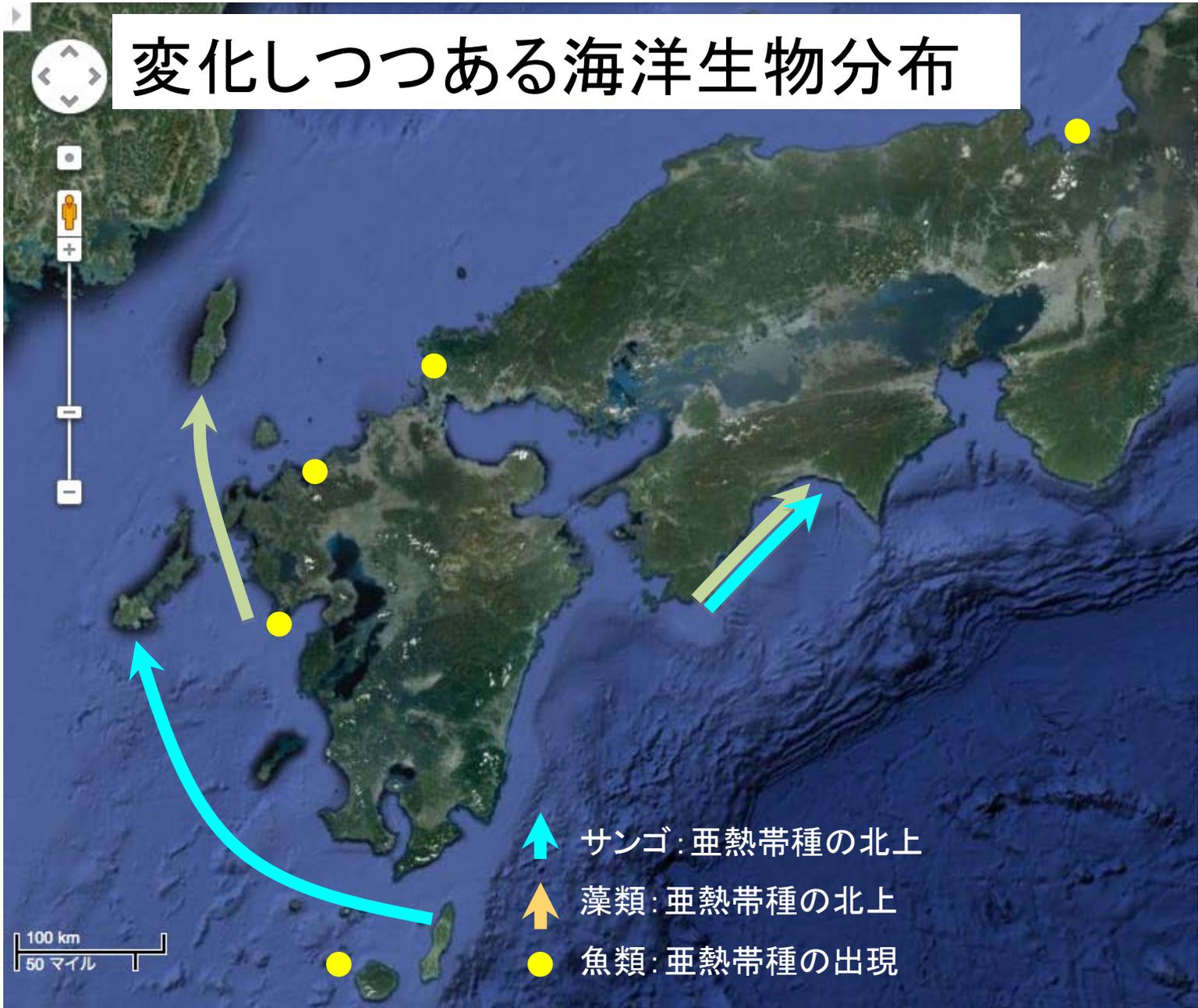
分布・健康度・多様性に対する  
地球温暖化や海洋酸性化による複合影響・その不確実性を定量的に評価

生物多様性や生態系サービスの維持/向上に向けて優先的に対策を講じるべき  
海域、及びその適切な範囲や時期に関するガイドラインを提示

例えば、現在の日本の海域公園の多くは、景観の良い場所を重視して1970年代に設置されたが、将来的には、生物多様性や生態系サービスの観点と、気候変動に伴う変化予測も考慮して評価され、設置されるべきであり、本研究は、それに貢献する。

課題代表者: 山中康裕(北大) 研究参画者: 藤井賢彦(北大)  
研究参画者: 山野博哉(環境研)

# 変化しつつある海洋生物分布

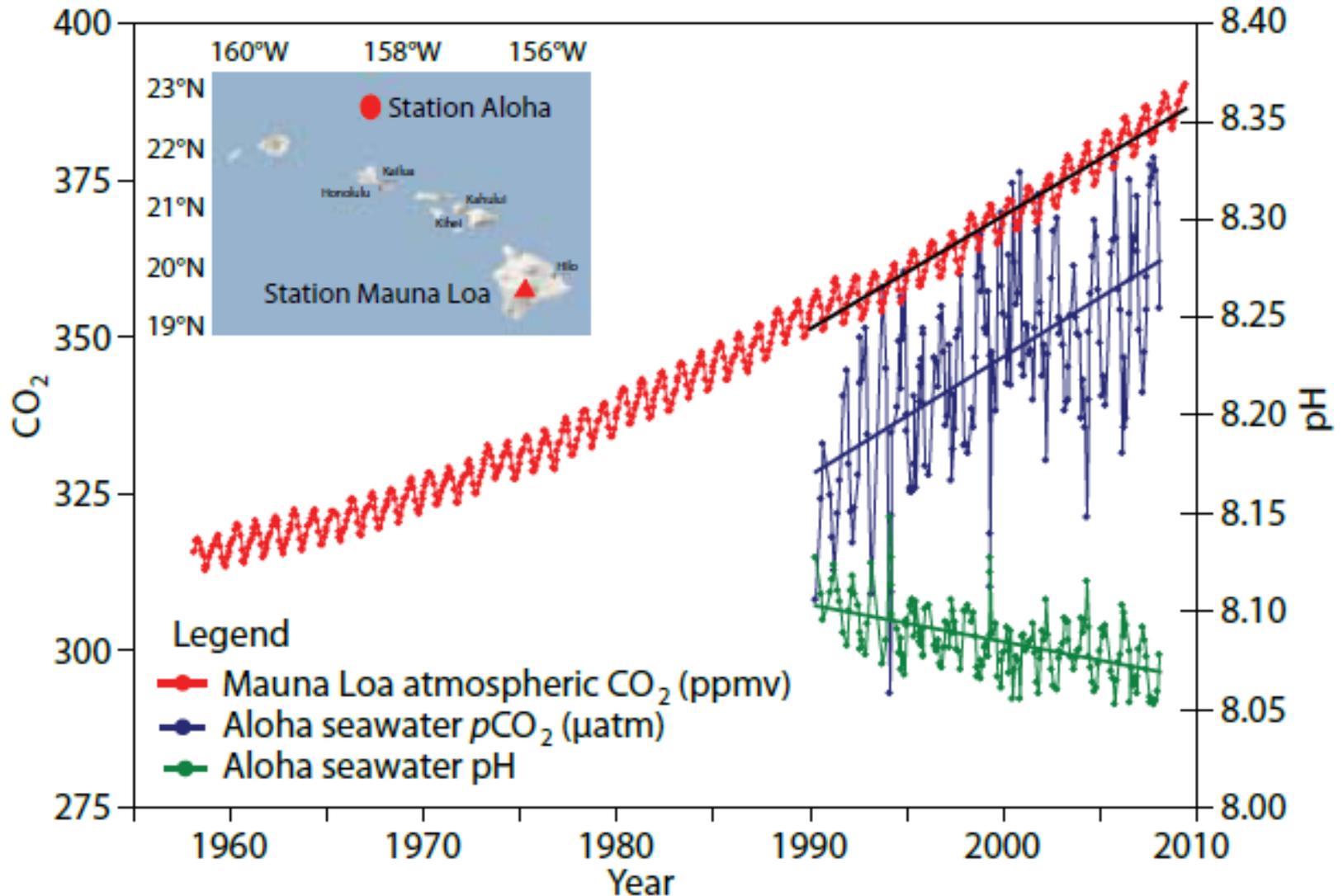


- ▲ サンゴ: 亜熱帯種の北上
- ▲ 藻類: 亜熱帯種の北上
- 魚類: 亜熱帯種の出現



# 海洋酸性化

—地球温暖化と同時に進行する問題—



水温上昇と海洋酸性化の両方を考慮する必要がある

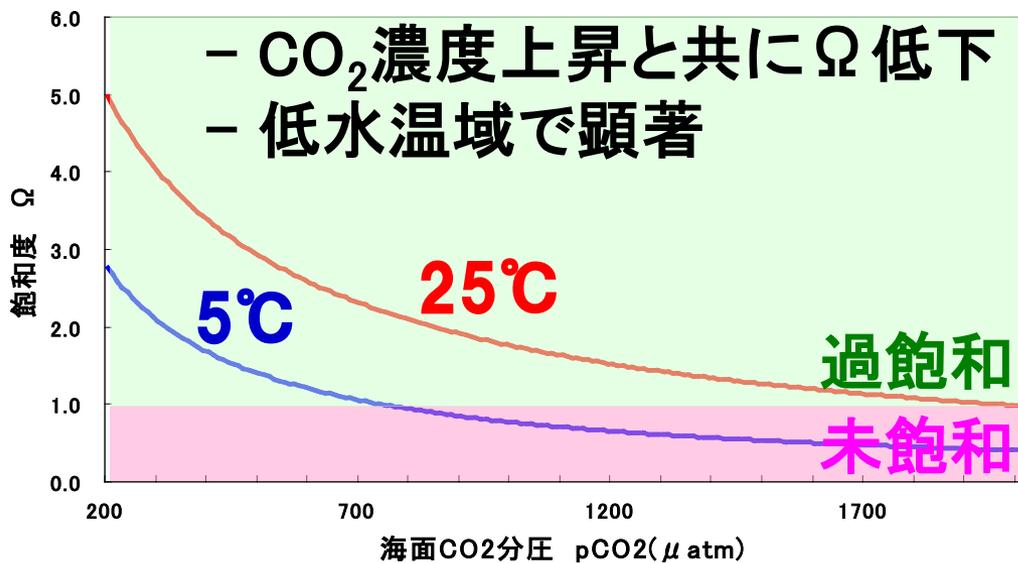
# A 海洋酸性化が海洋生物に及ぼす影響

## 1. 炭酸カルシウム飽和度 $\Omega$ の低下による石灰化の阻害

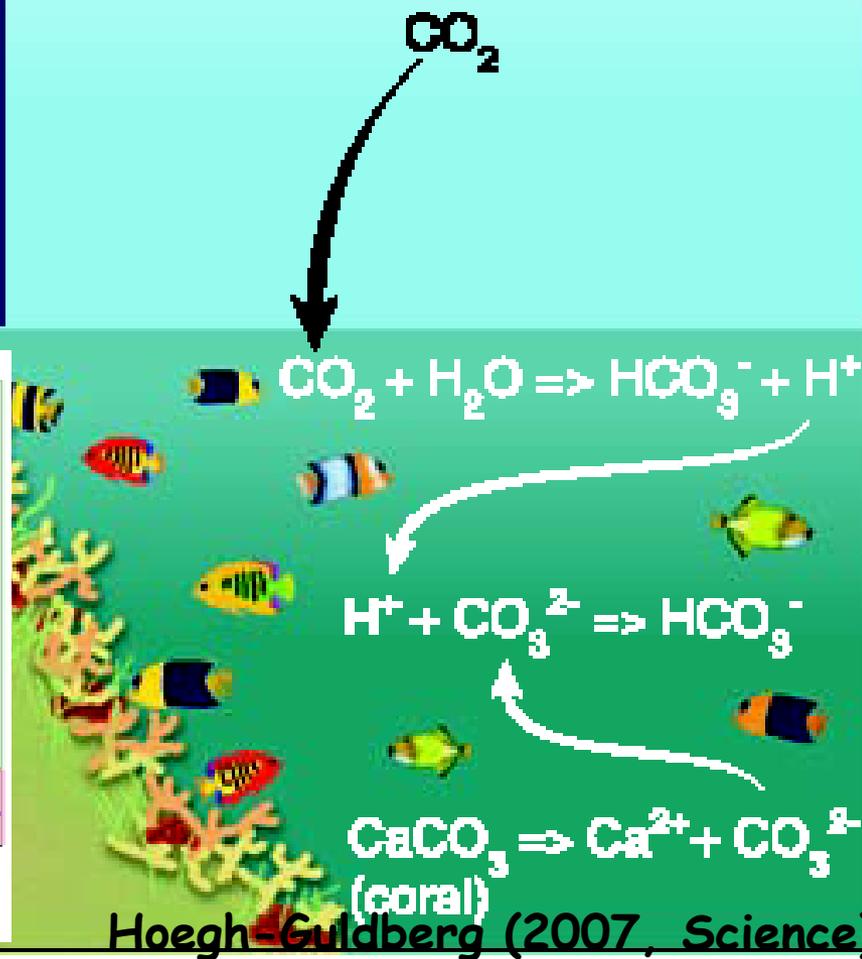
$$\Omega = \frac{[\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}]}{K_{sp}}$$

$\Omega < 1$ : 未飽和

$\Omega > 1$ : 過飽和



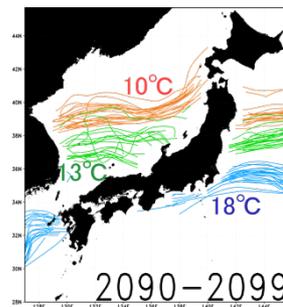
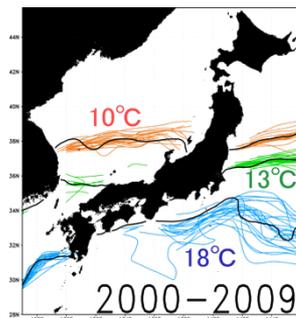
## 2. pH低下による初期発育段階への影響



# 温暖化と海洋酸性化によるサンゴ分布変化予測

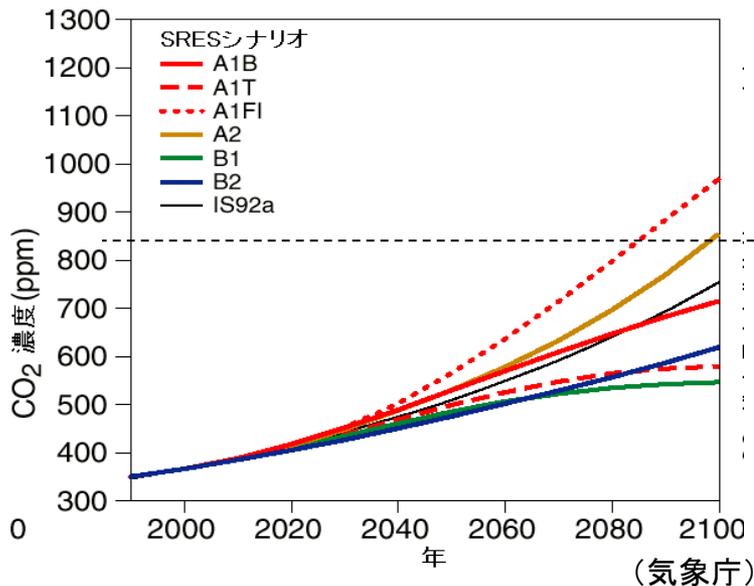
地球温暖化 (海水温上昇): サンゴ分布が高緯度側へ拡大

大気中の  
二酸化炭素が  
増加したら...



Yara et al. (2011)

海洋酸性化: サンゴの石灰化阻害 (成長阻害)



モデル

IPCC AR4に貢献した4個の気候モデル

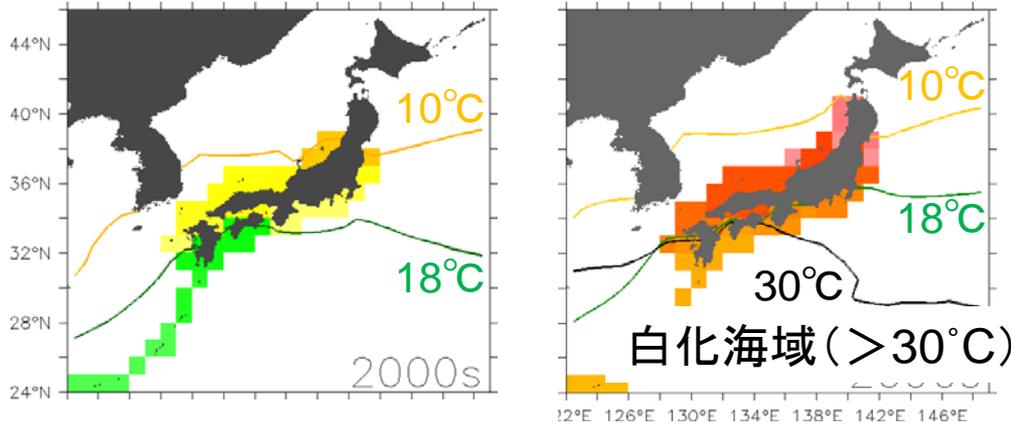
温室効果ガス排出シナリオ

A2 (なりゆき)  
B1 (低炭素)

海水温上昇・海洋酸性化予測

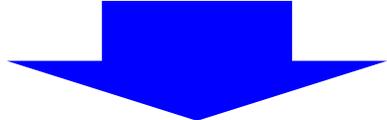
サンゴの分布への影響予測とその不確実性の検討

# A2「なりゆき」シナリオの下では、 100年後、日本周辺のサンゴは全滅の可能性

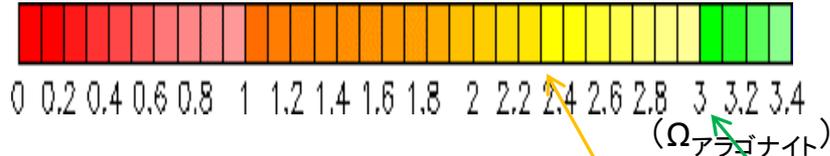


**温帯海域**  
サンゴ北上したくとも、  
海洋酸性化に成長阻まれる

**亜熱帯海域**  
海水温上昇により  
白化が進行



**生息域の縮小**



橙線: 最寒月10°C (サンゴ)

緑線: 最寒月18°C (熱帯性サンゴ群集)

黒線: 最暖月30°C (白化)

熱帯性  
サンゴ群集  
サンゴ

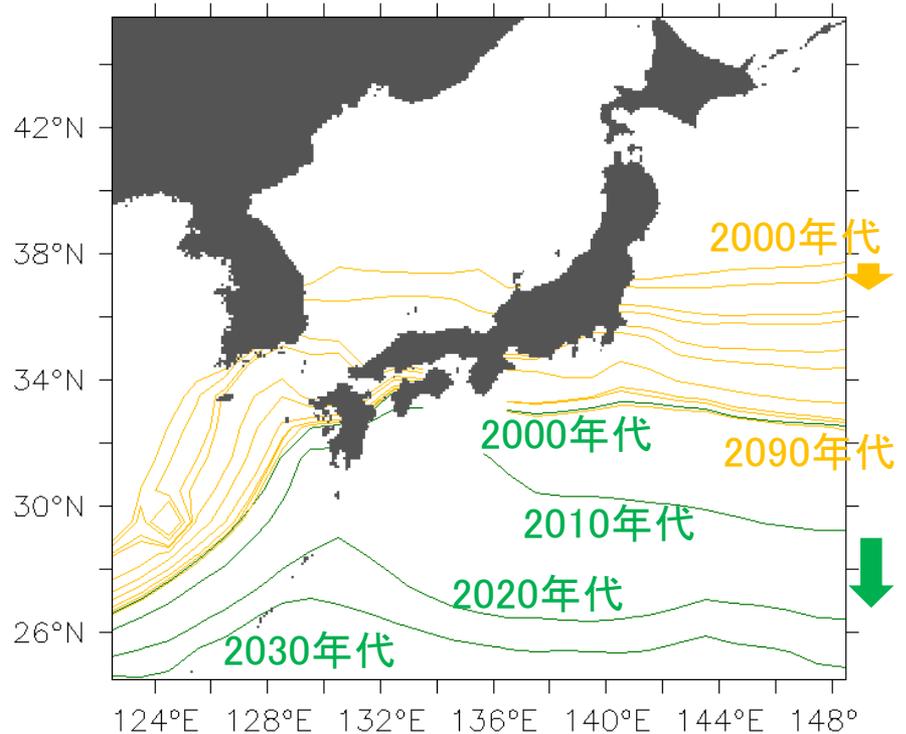
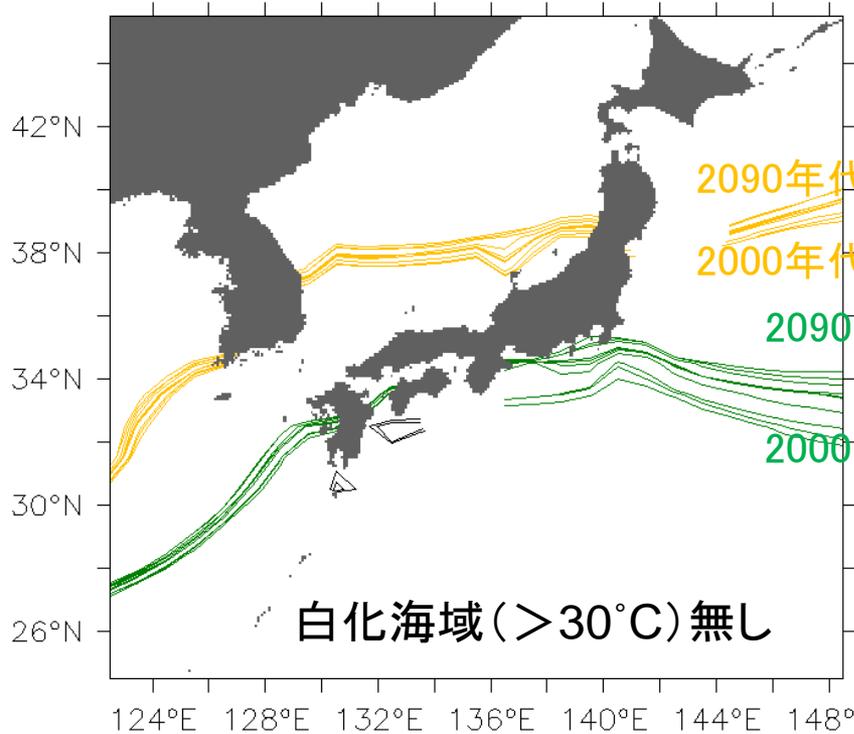
Yara et al. (2012)

# B1「低炭素」シナリオでの将来予測

(Yara et al., 投稿準備中(創生プログラムの成果))

「なりゆき」シナリオと比べ、  
**海水温上昇**による白化が抑制される

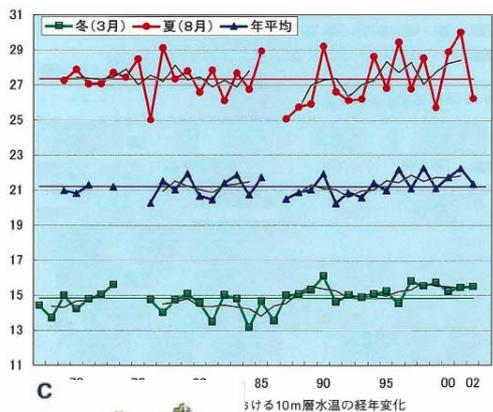
「なりゆき」シナリオと比べ、  
**海洋酸性化**が大きく抑制される



**低炭素社会 + 保護区設定など、  
緩和策 + 適応策を施すことにより  
サンゴの保全は可能！**

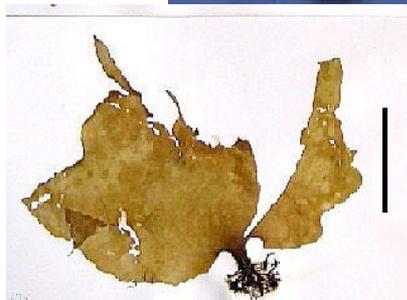
琉球列島周辺では  
アラルゴナイト飽和度 > 2.3

# 藻類の分布北上



フタエモク(亜熱帯種)

1970年代

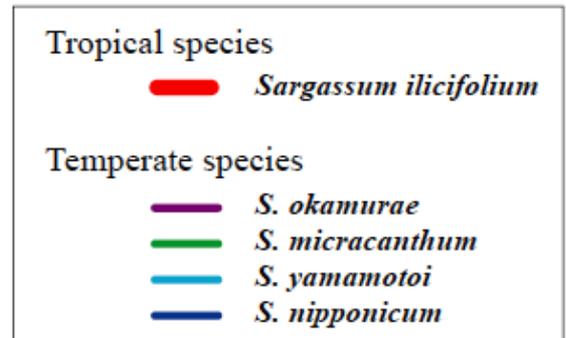
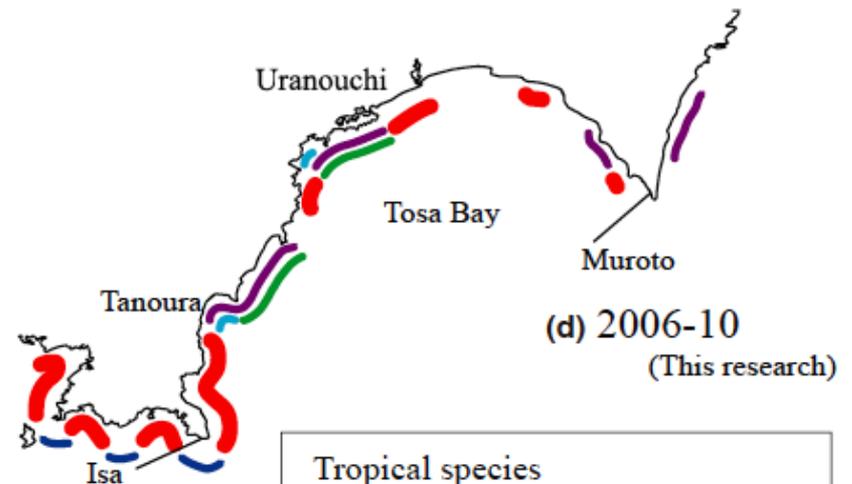
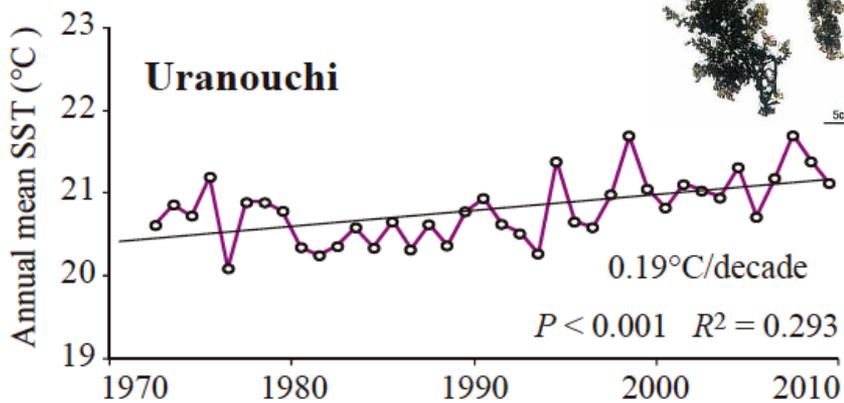
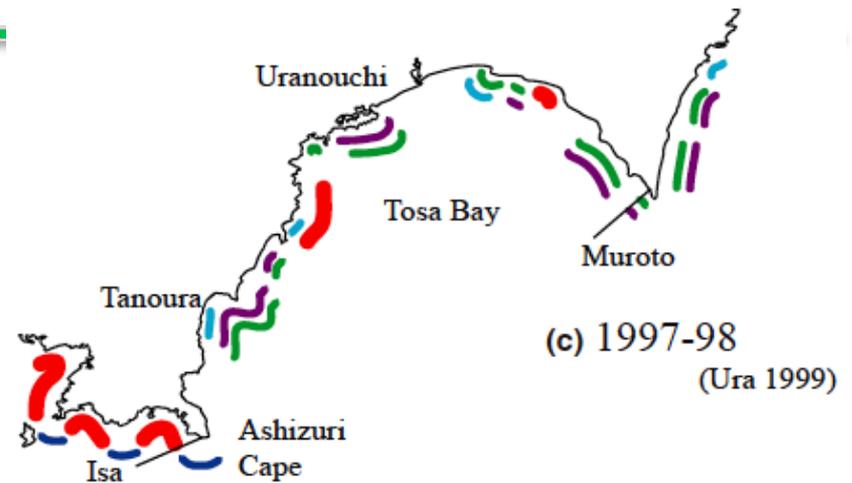
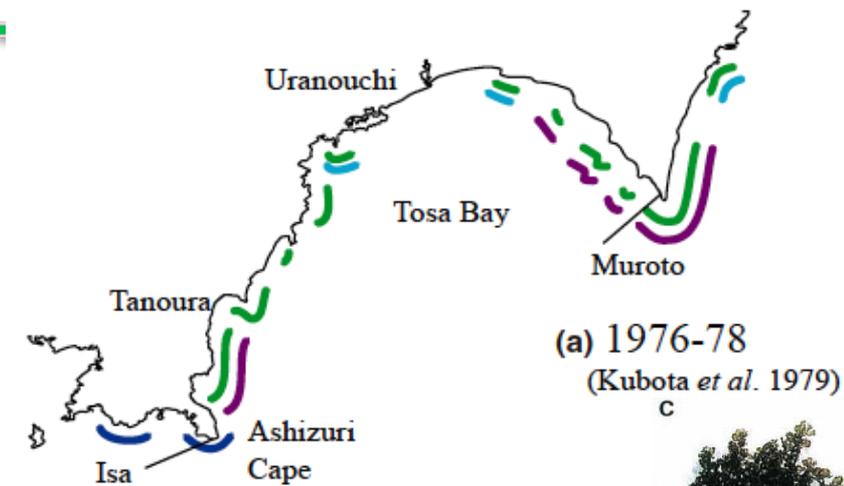


アントクメ

100 km  
50 マイル



桐山ほか (2004)  
寺田 (2011)



## 四国におけるフトエモクの分布

# 浅海性魚類の変化

## 津屋崎

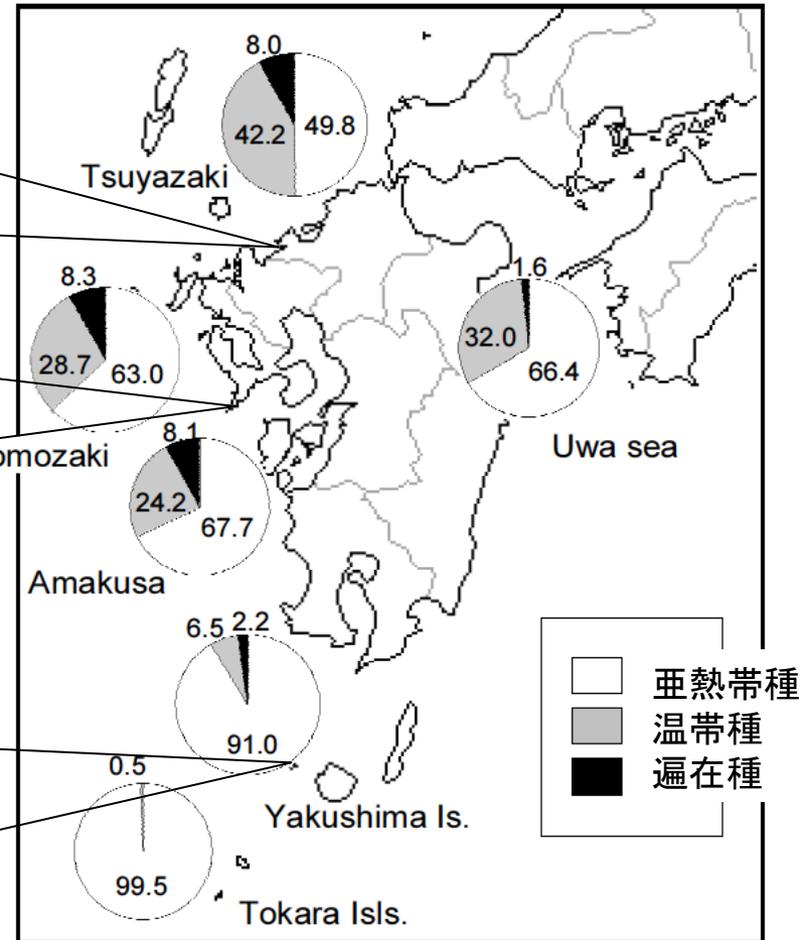
亜熱帯種5種が越冬  
Nakazono (2002)

## 野母崎

亜熱帯種13種が越冬  
田和・竹垣 (2009)

## 口之永良部島

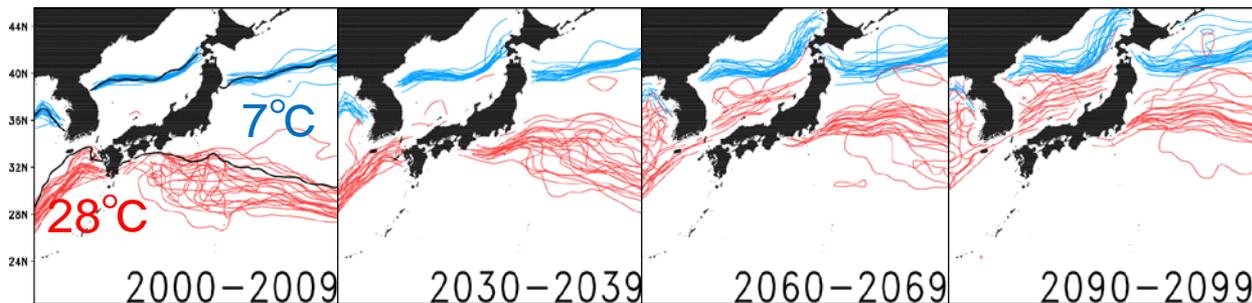
植食魚から肉食魚へ  
(1972-2005)  
海藻からサンゴへ  
Kadota et al. (2012)



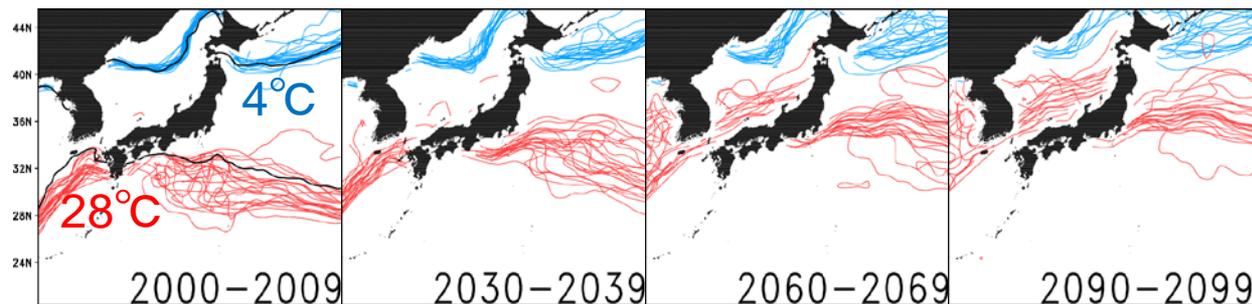
# 養殖場の遷移予測

2000年代 2030年代 2060年代 2090年代

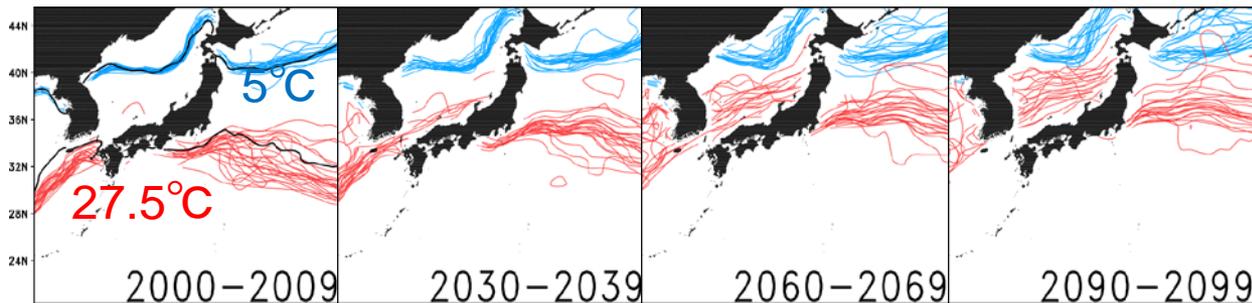
マダイ



トラフグ



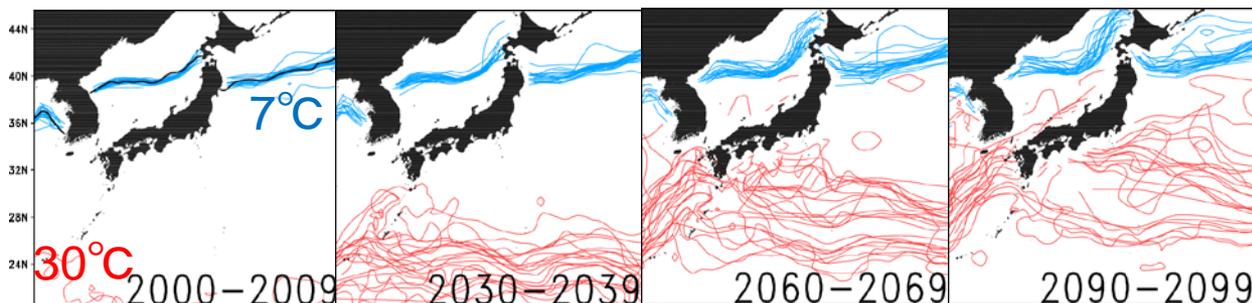
ヒラメ



分布域の  
北限(年最低水温)

と  
南限(年最高水温)

ブリ



(黒:10年間平均、  
色:各年)

# 年次計画

| 年度 | 北海道大学                             | 国立環境研究所                      |
|----|-----------------------------------|------------------------------|
| 24 | シミュレーション結果の取得・整備                  | 対象生物群の選定・<br>観測データベース構築      |
| 25 | 亜熱帯・温帯の生物影響評価指標<br>とシミュレーション結果の融合 | 亜熱帯・温帯の<br>生物影響評価指標の構築       |
| 26 | 亜寒帯の生物影響指標と<br>シミュレーション結果の融合      | 亜寒帯の<br>生物影響評価指標の構築          |
| 27 | 日本の沿岸生態系の<br>地球温暖化・海洋酸性化影響予測      | 日本の沿岸生態系の<br>保全・養殖域の移動に関する提言 |
| 28 | 海外の沿岸生態系の<br>地球温暖化・海洋酸性化影響予測      | 地域間・攪乱要因毎の<br>影響予測結果の比較      |