

令和3年度 愛知学院大学モーニングセミナー
2021.06.07

宇宙から見た海洋環境の状況 ～温暖化から貧栄養化・プラスチック～

石坂丞二

名古屋大学宇宙地球環境研究所

jishizaka@nagoya-u.jp

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



SDGs 14(Life Below Water) 目標

1. 海洋ゴミや富栄養化を含む海洋汚染を防止・削減(2025年)
2. 持続的管理による海洋生態系の回復のための取組(2020年)
3. 海洋酸性化の影響の最小限化
4. 過剰・破壊的漁業廃止と科学的管理計画実施(2020年)
5. 海域面積の10%を保護区域化(2020年)
6. 過剰漁獲につながる補助金の廃止 (2020年)
7. 漁業・水産養殖・観光の持続可能管理の推進(2030年)
 - a. 海洋の健全性と生物多様性向上のための発展途上国への技術支援
 - b. 小規模・沿岸零細漁業者の海洋資源と市場へのアクセス提供
 - c. 国連海洋法条約による海洋と海洋資源の保全と持続的利用強化

今回ふれる海洋の環境問題

- 温暖化
- 貧栄養化と富栄養化
- 海洋プラスチック

海洋リモートセンシングの方法

- 受動可視 (海色・植物プランクトン・藻場・サンゴ・濁り)
- 能動可視 (ライダー: 高度計, プランクトン分布)
- 受動赤外 (海表面水温)
- 受動マイクロ波 (海上風速, 雨, 海表面水温, 氷)
- 能動マイクロ波
 - 散乱計 (海上風向風速)
 - 海面高度計 (海面高度, 海流流向流速)
 - 合成開口レーダ (油濁, 風速)

なぜ宇宙から(人工衛星から)?

海は広い(地球の2/3)

海は行きにくい(観測船: 自転車の速度)

海は変化しやすい

(潮汐、海流、気象、季節変化、気候変動)

＞表面情報のみ: 他の観測・モデルと統合



温暖化

1880年以來の高温年

2020~2016

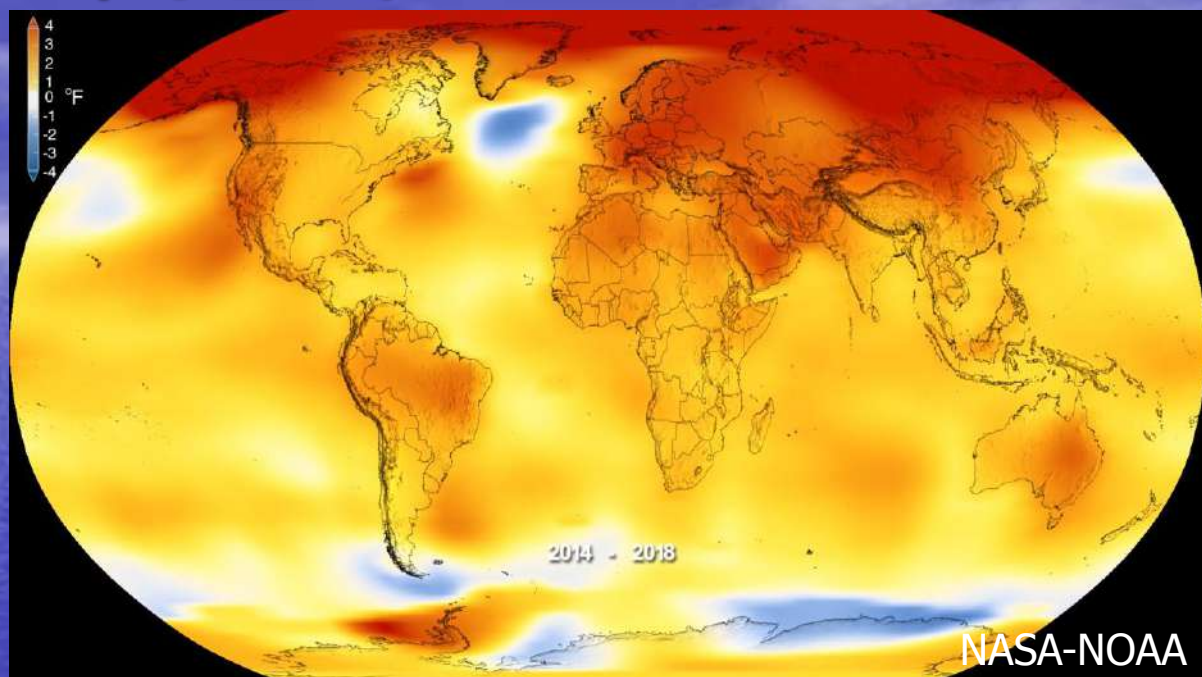
2019

2017

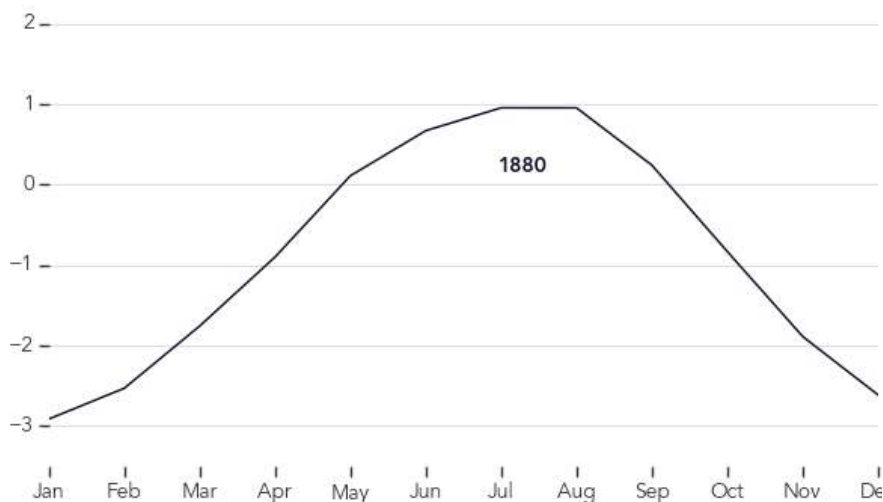
2015

2018年

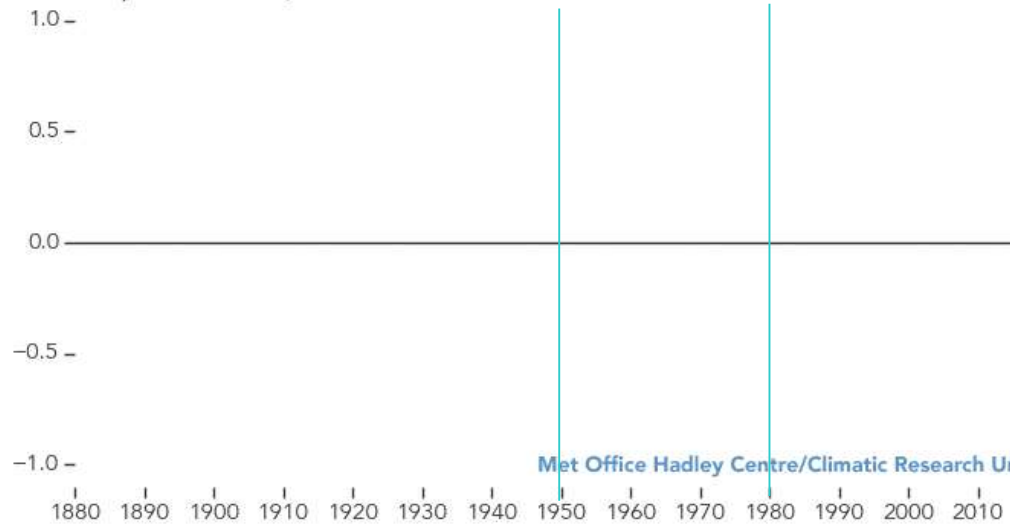
[動画](#)

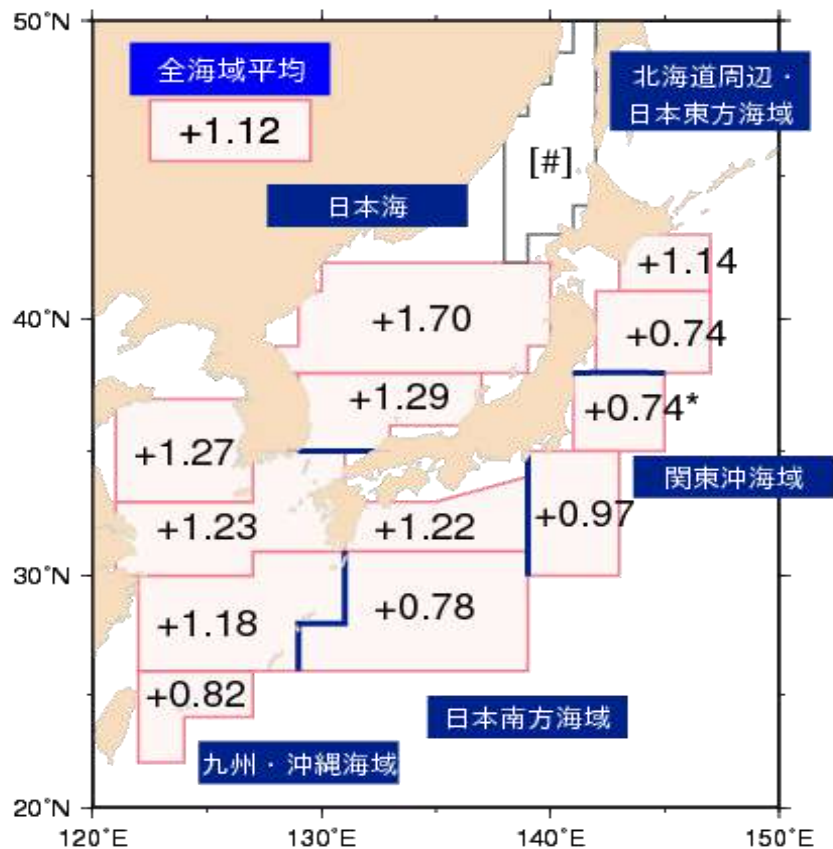
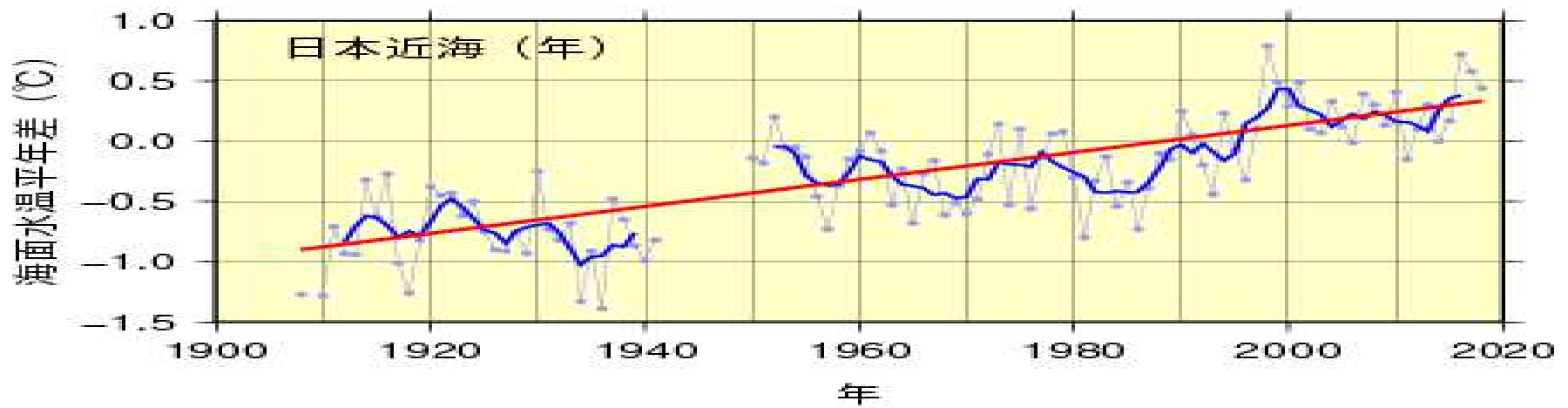


The Present is Warmer than the Past [リンク](#) NASA
Difference from 1980-2015 annual mean, (°C)



A World of Agreement: Temperatures are Rising [リンク](#) NASA
Global Temperature Anomaly (°C)





日本周辺での
水温上昇
(気象庁)

+1.12°C/100年
(地球全体の倍！)

北極の海氷の融解

https://climate.nasa.gov/climate_resources/155/video-annual-arctic-sea-ice-minimum-1979-2020-with-area-graph/



北極の氷は確実に減少

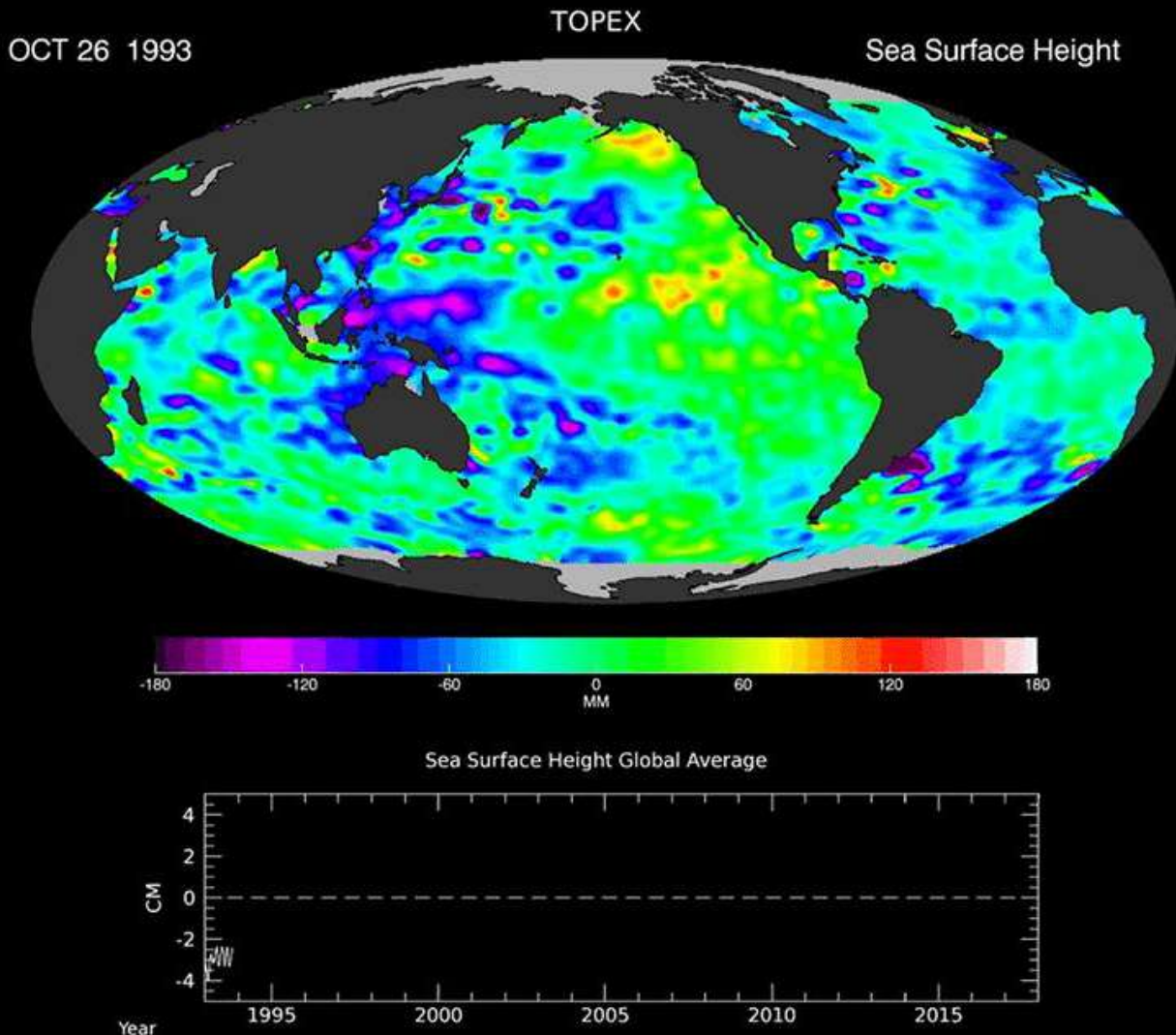
シロクマ (Polar Bear) は 温暖化で絶滅する？



- ・シロクマは海氷周
辺で餌を取る。
- ・海氷が減少して絶
滅危惧

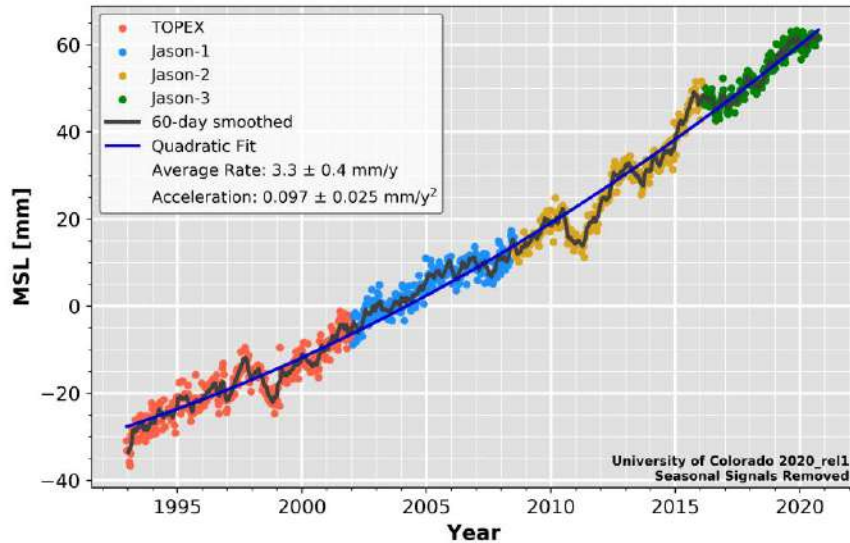


氷が解けると海面は上昇？



海水面も着実に
上昇

- 水温の上昇による膨張
- 陸上の氷の融解
- 陸上の氷の減少による重力変化



海面上昇で どうなる？ (クリック)

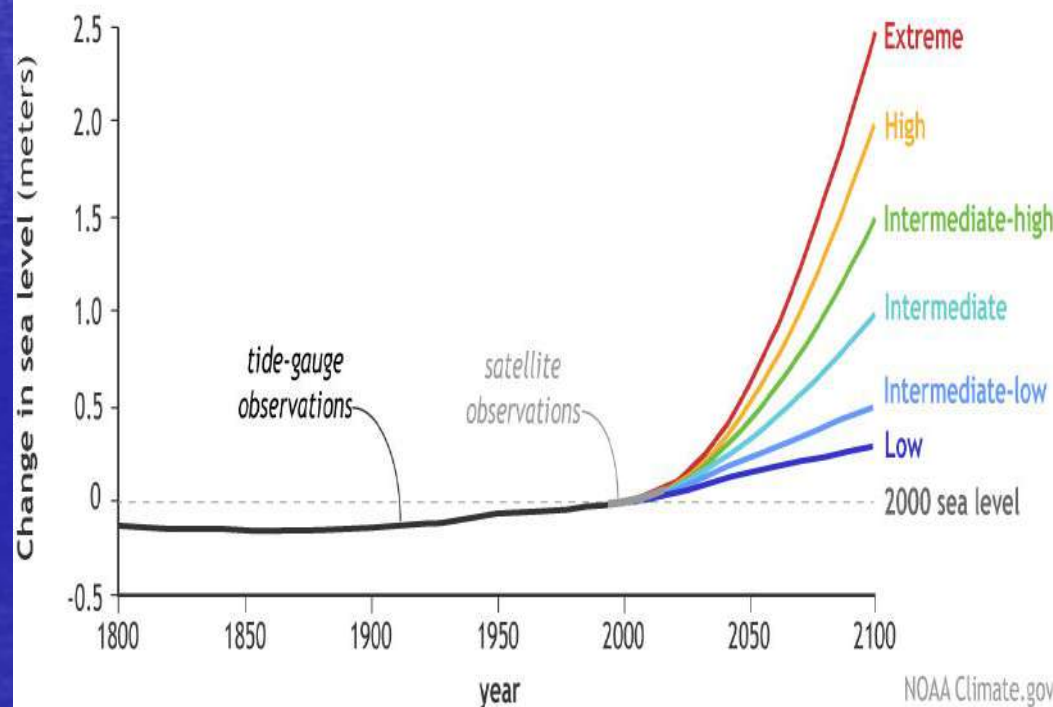
↑ 衛星による観測値
1993-2020年

<https://sealevel.colorado.edu/>

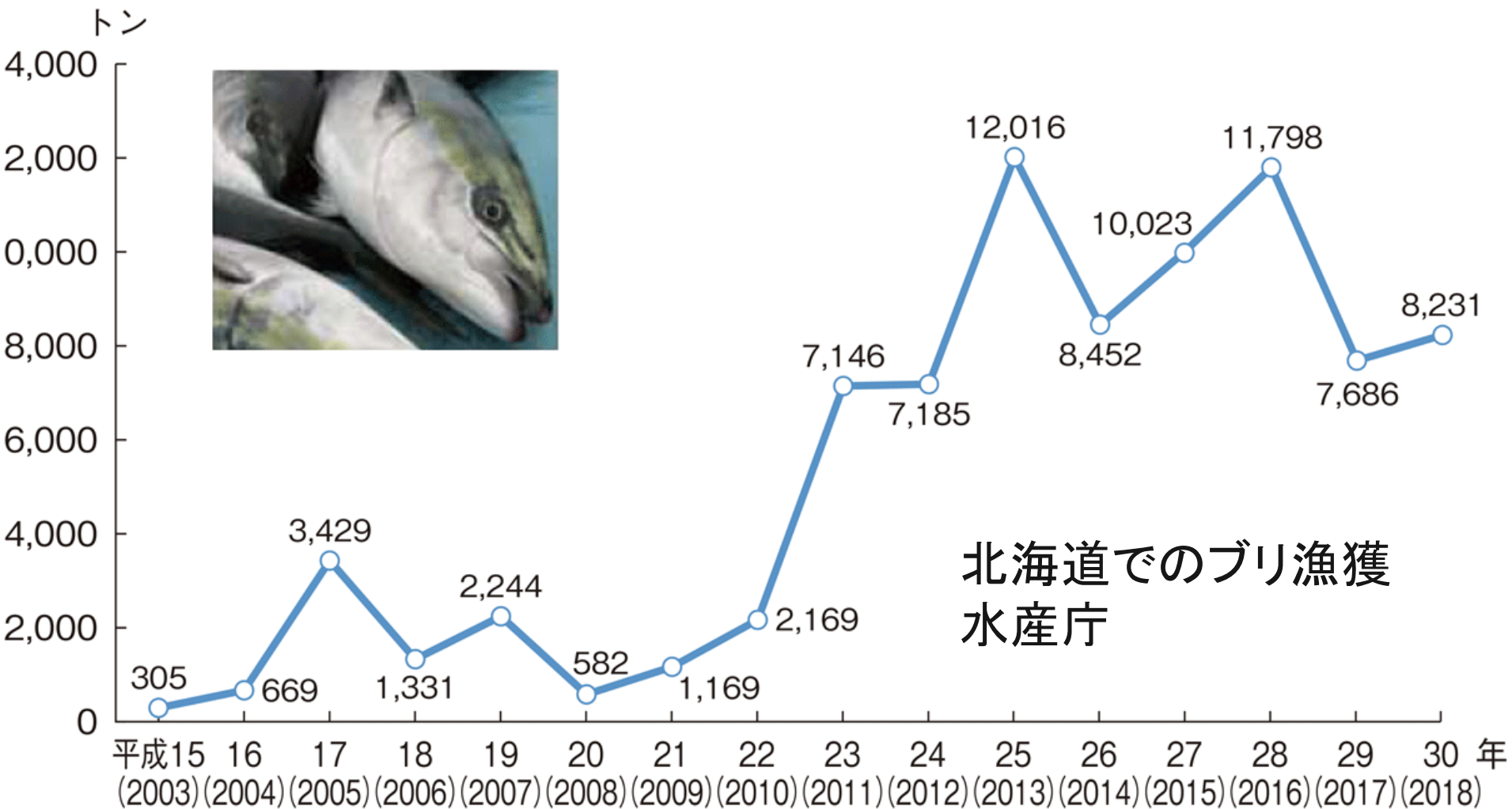
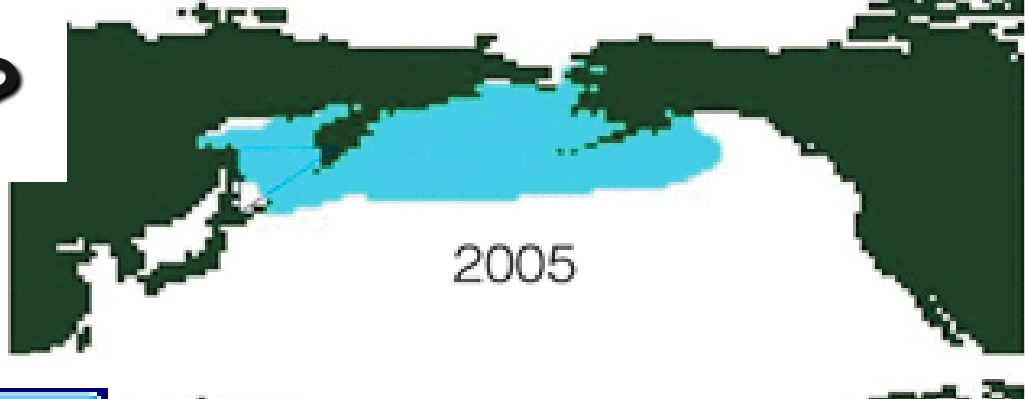
モデルによる推定値→
1800—2100年

<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-sea-level>

Possible future sea levels for different greenhouse gas pathways

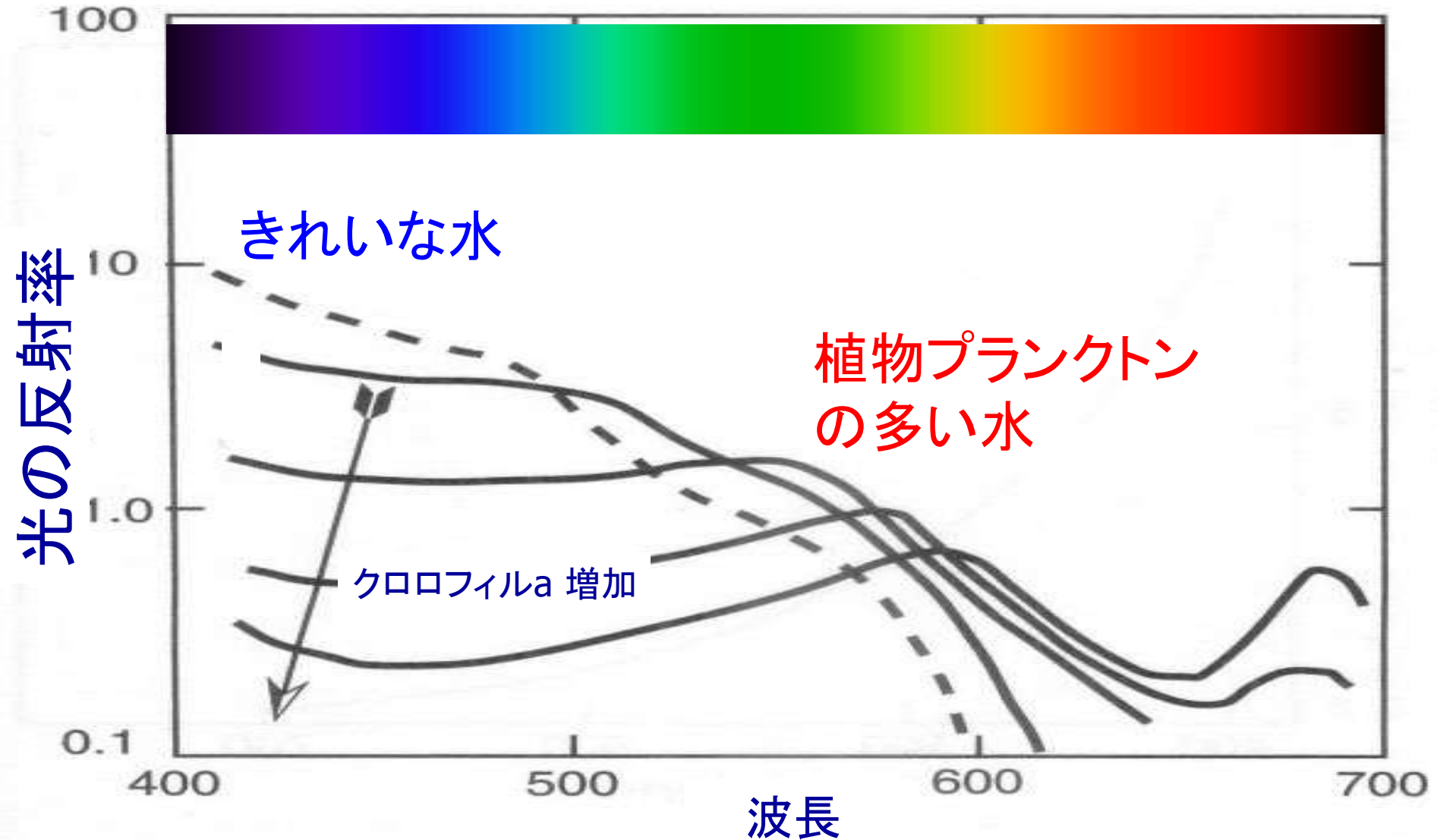


魚には影響する？



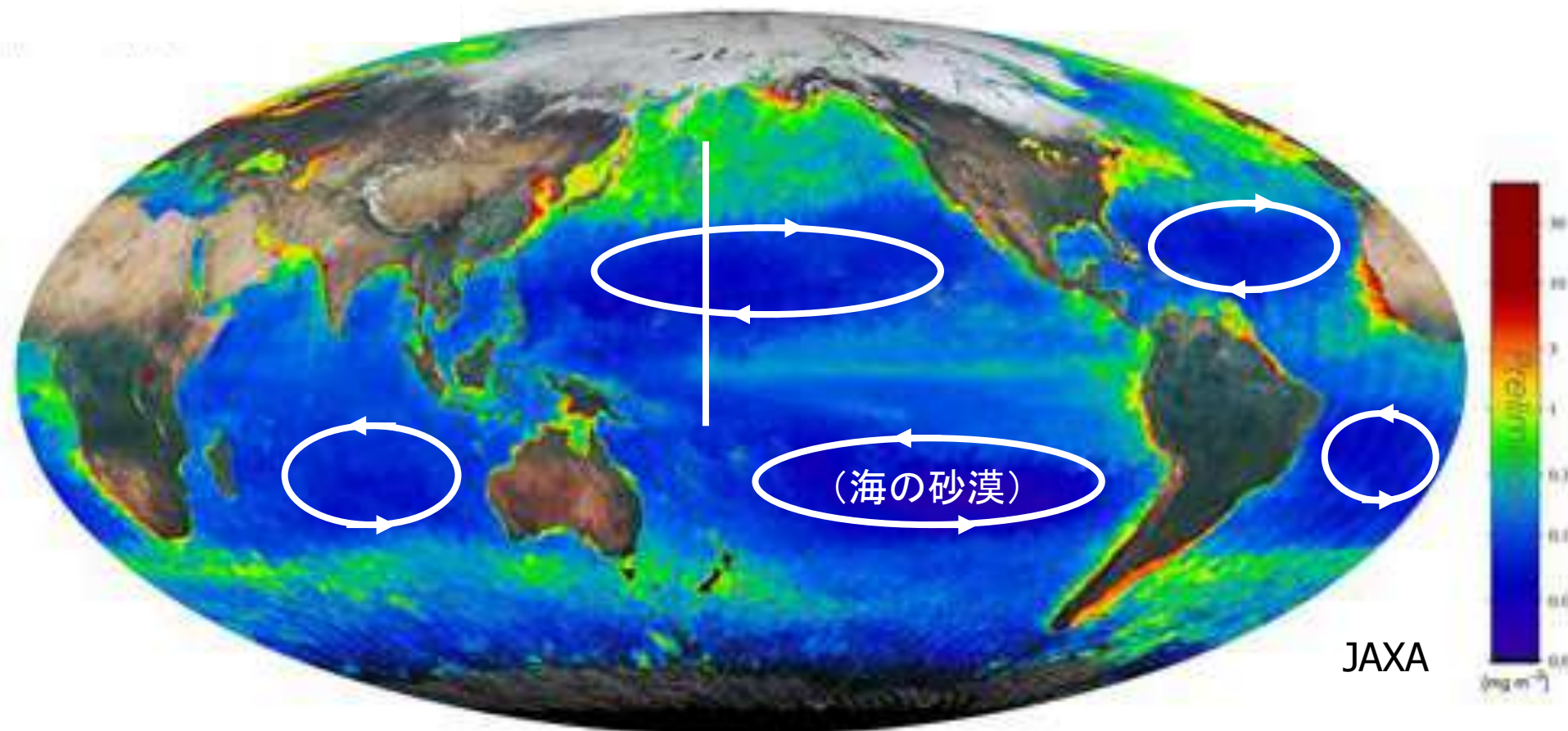
貧栄養化と富栄養化

植物プランクトン(クロロフィルa)の増加による水の色の変化



地球規模の植物プランクトン (クロロフィル a)の分布 (2004年 みどり2号)

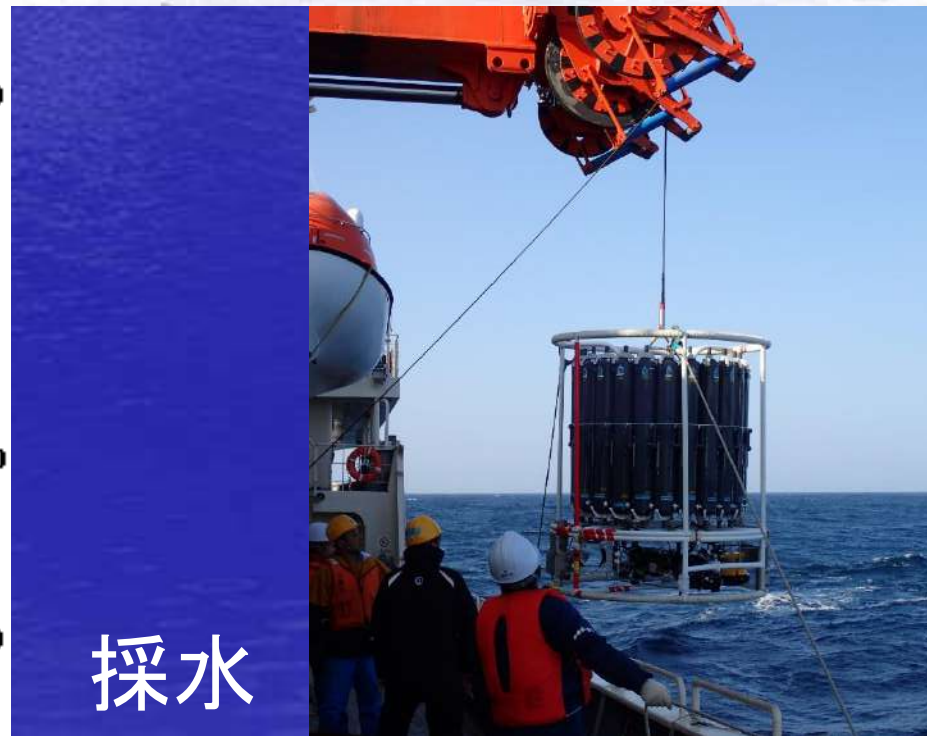
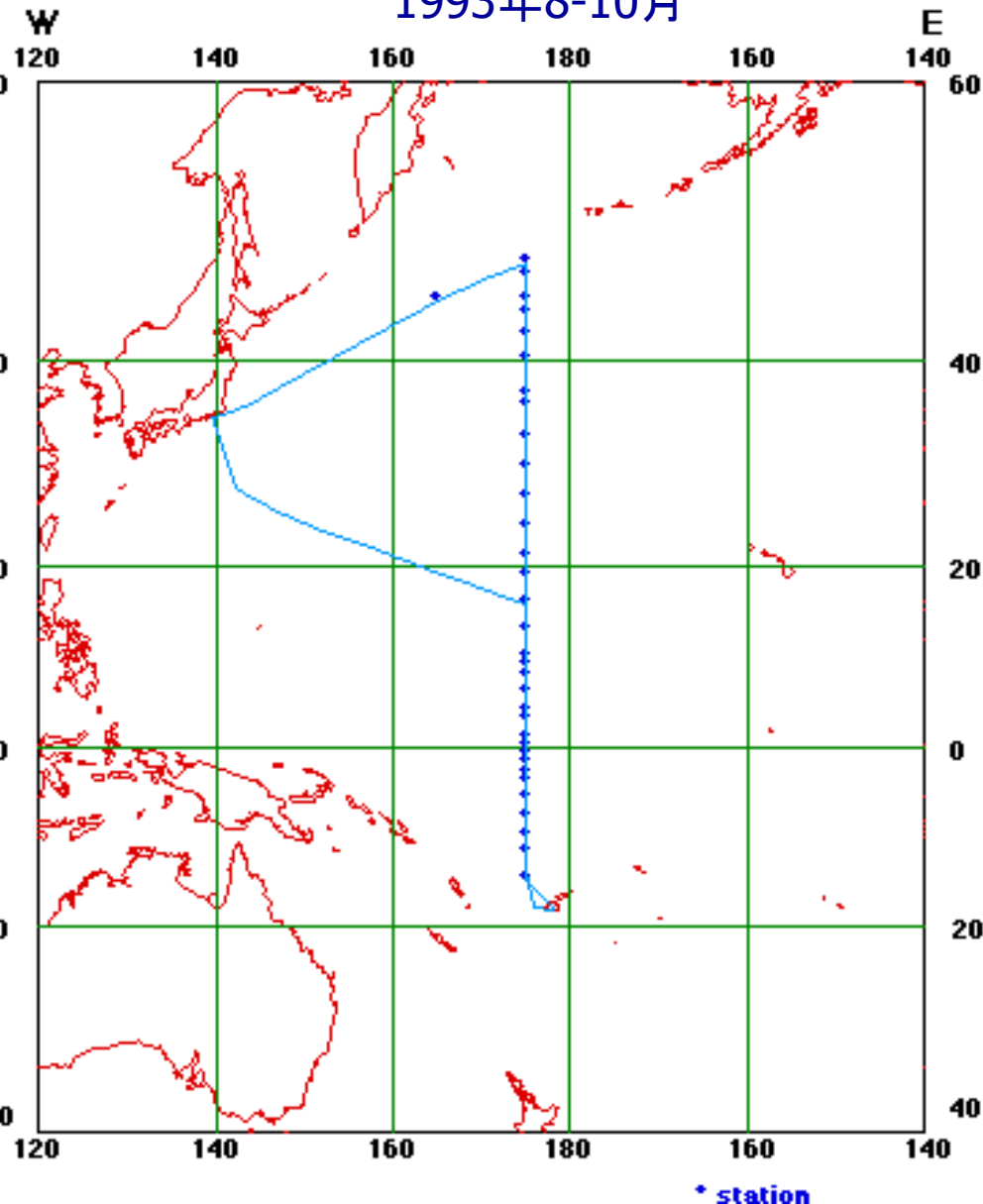
海流

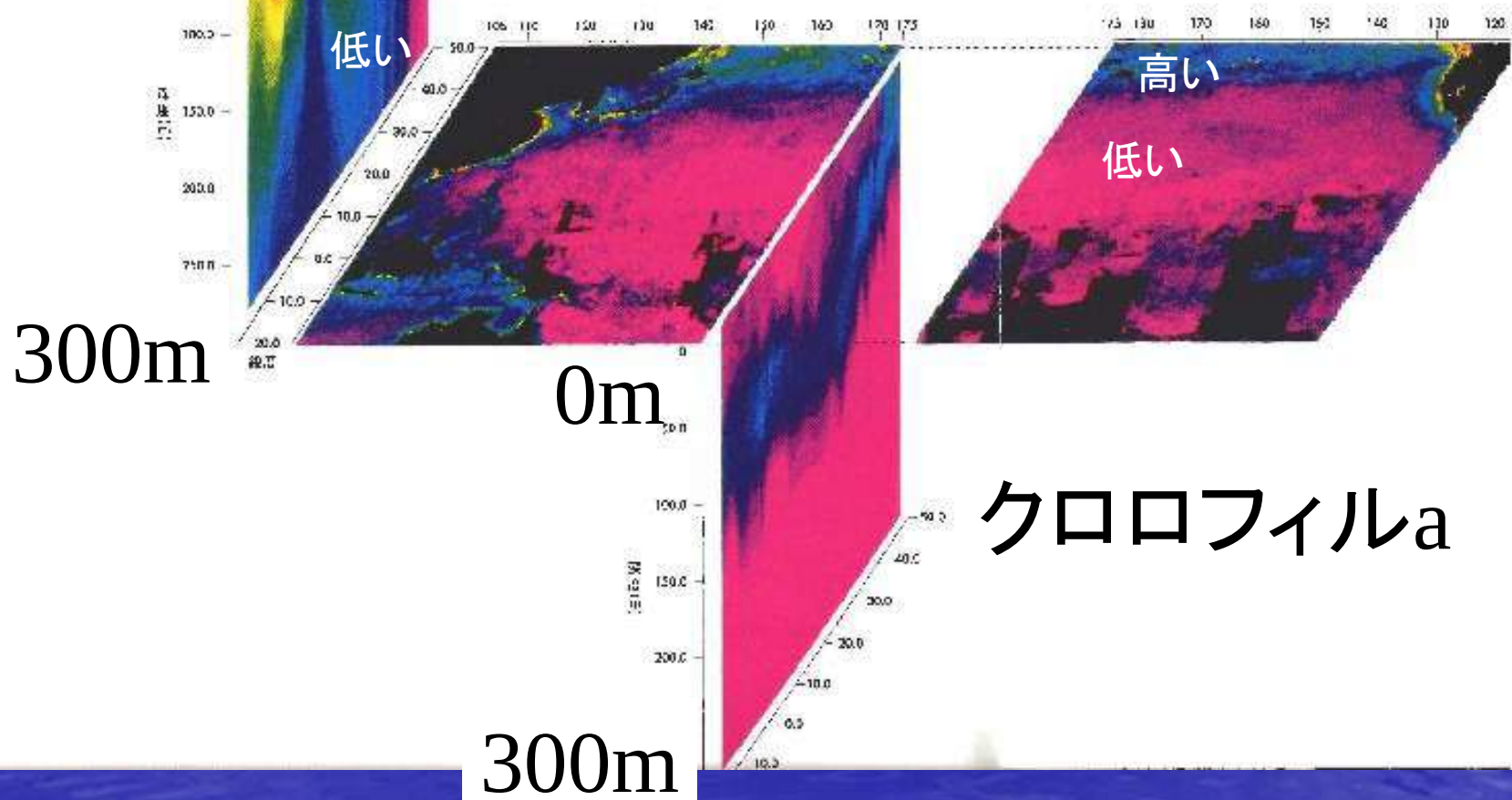
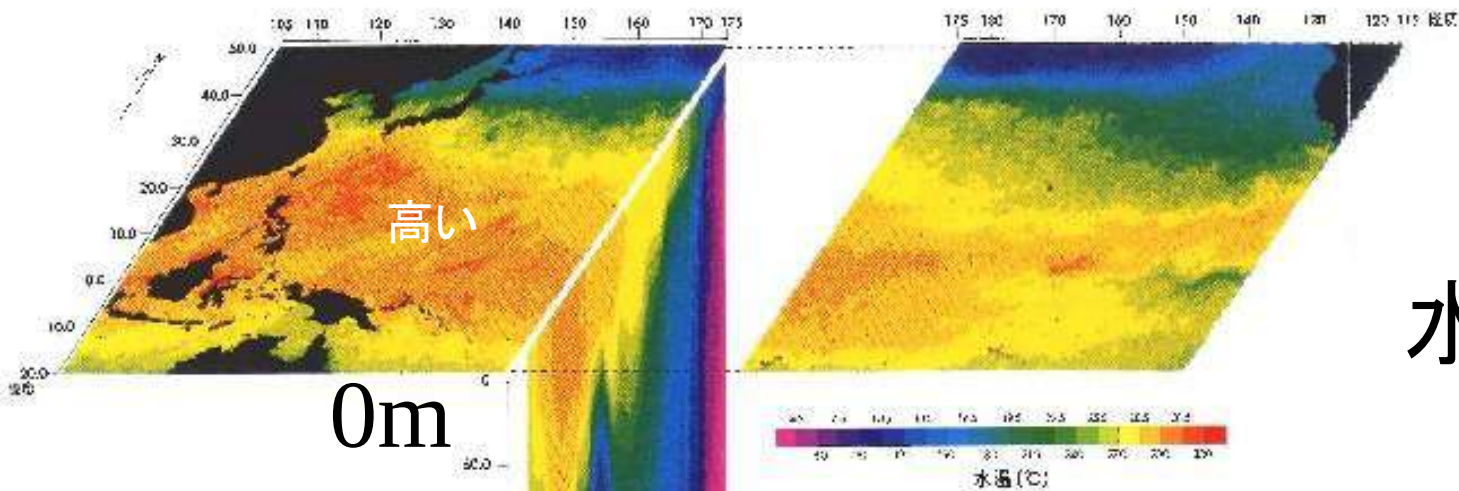


JAXA

海洋観測(3か月)

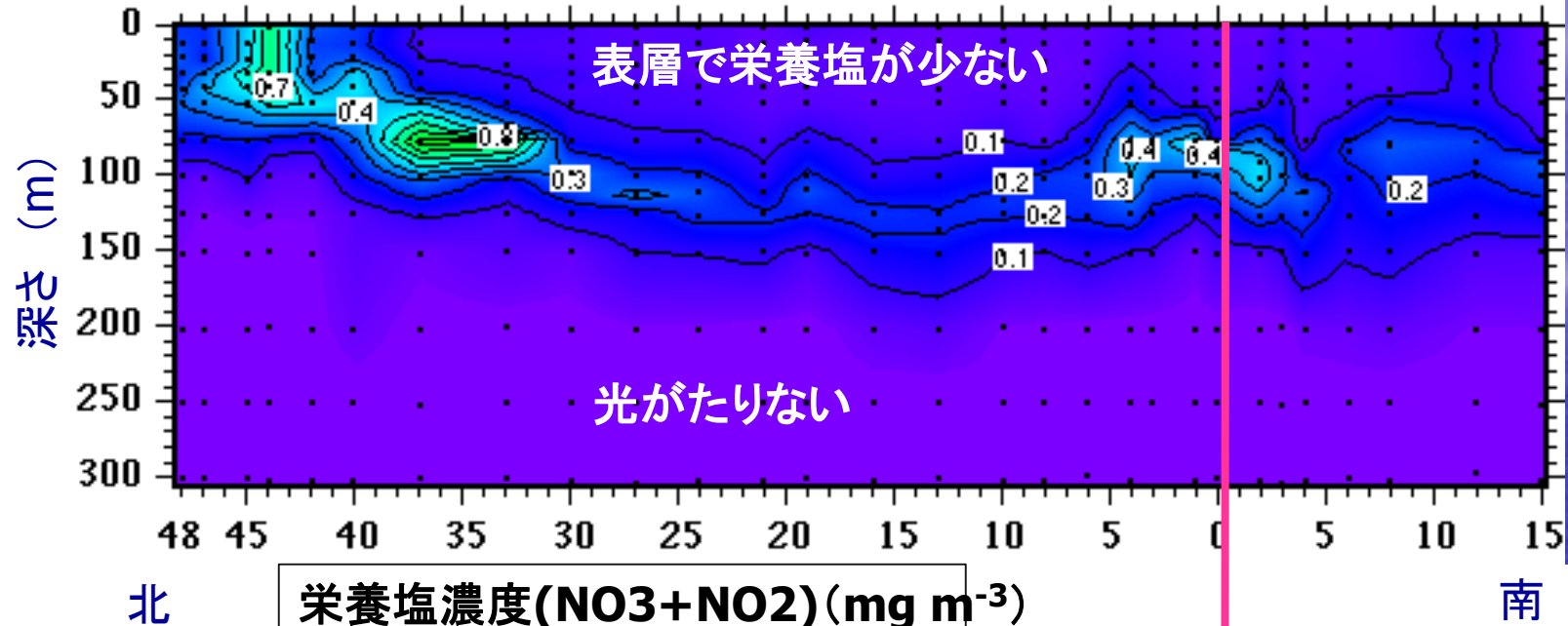
1993年8-10月





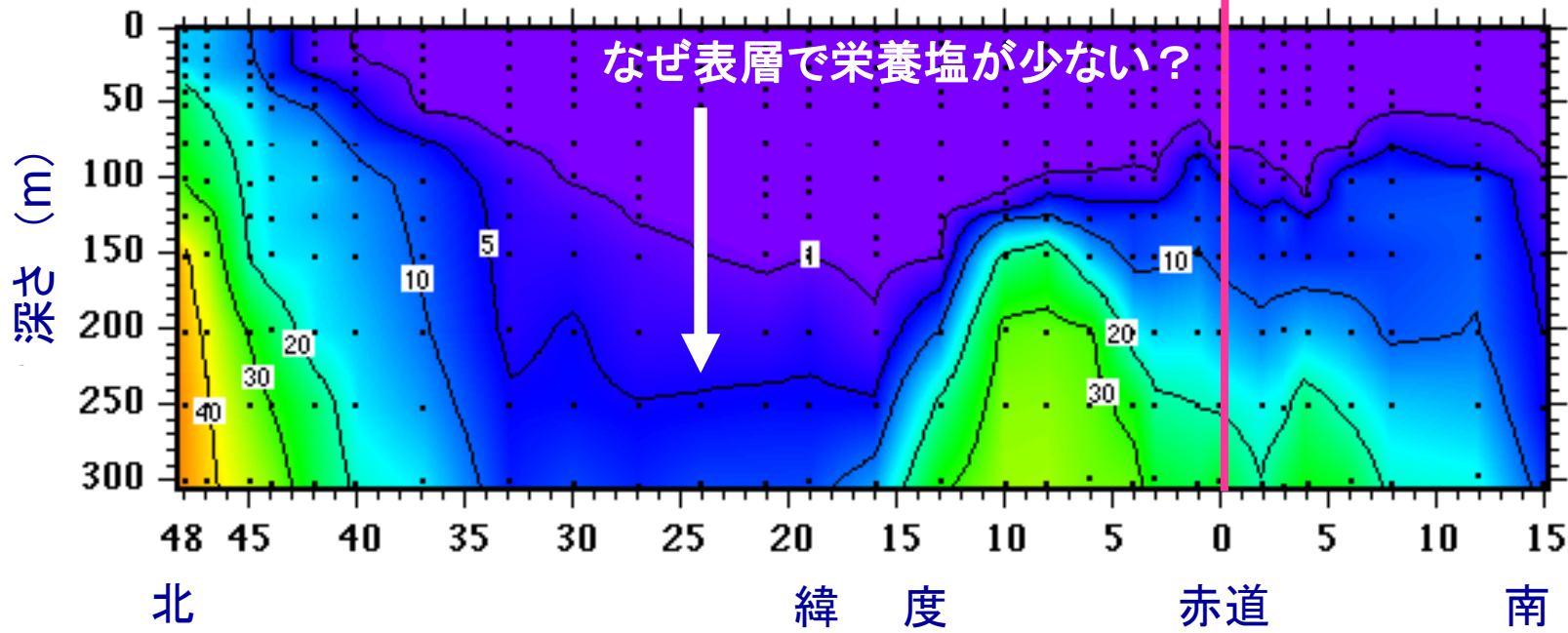
クロロフィルa 濃度 (mg m^{-3})

1993年8-10月



生物の
死骸や
糞は
沈んで
下に
たまる。

栄養塩濃度($\text{NO}_3 + \text{NO}_2$) (mg m^{-3})



生物
ポンプ

CO_2 の
挙動を知る
ためにも
大切

温暖化?

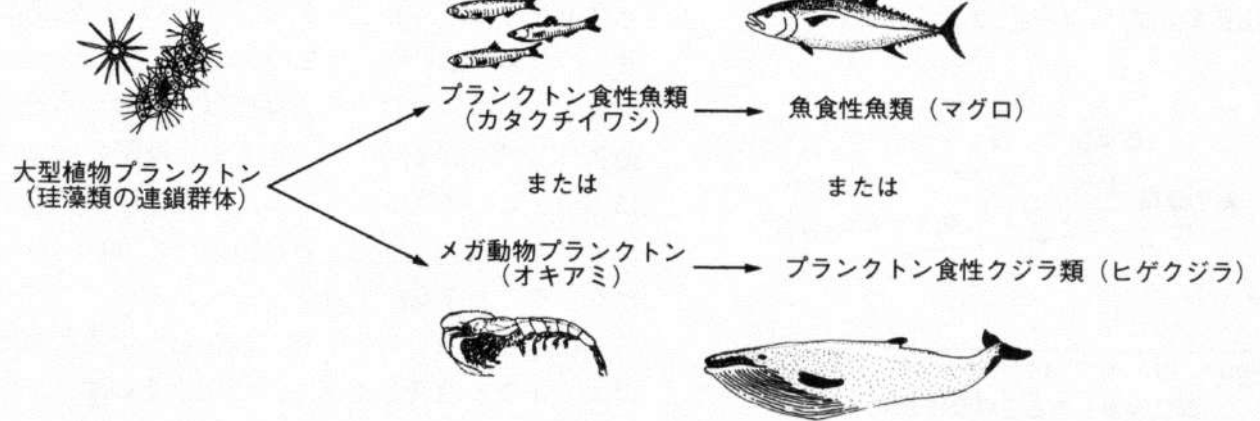
極域
湧昇域
面積小

沿岸域

外洋域
面積大

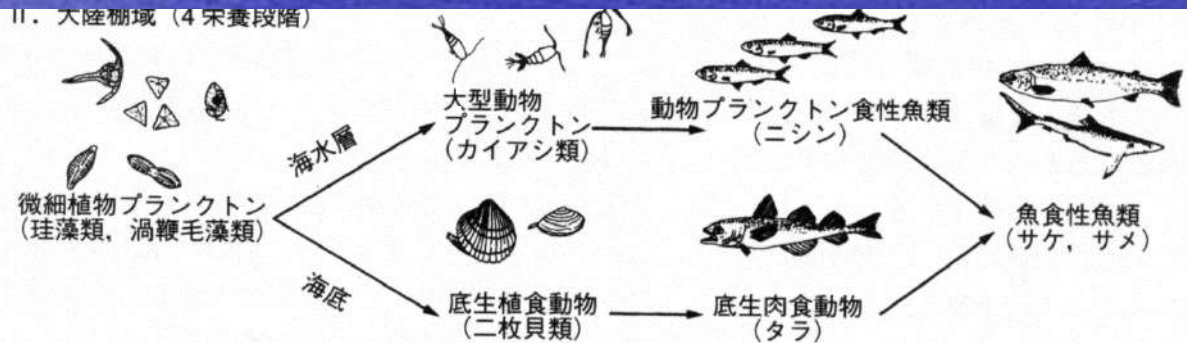
異なる生態系

III. 湧昇域 (3 栄養段階)

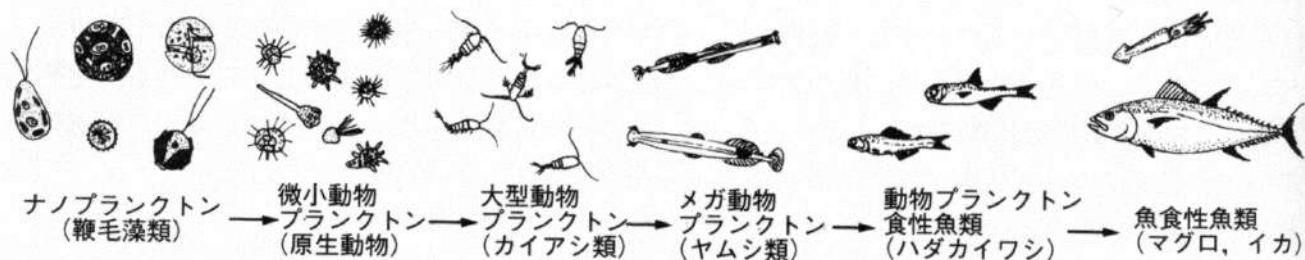


栄養豊富⇒植物プランクトンが多くて大型 ⇒ 高い魚類生産

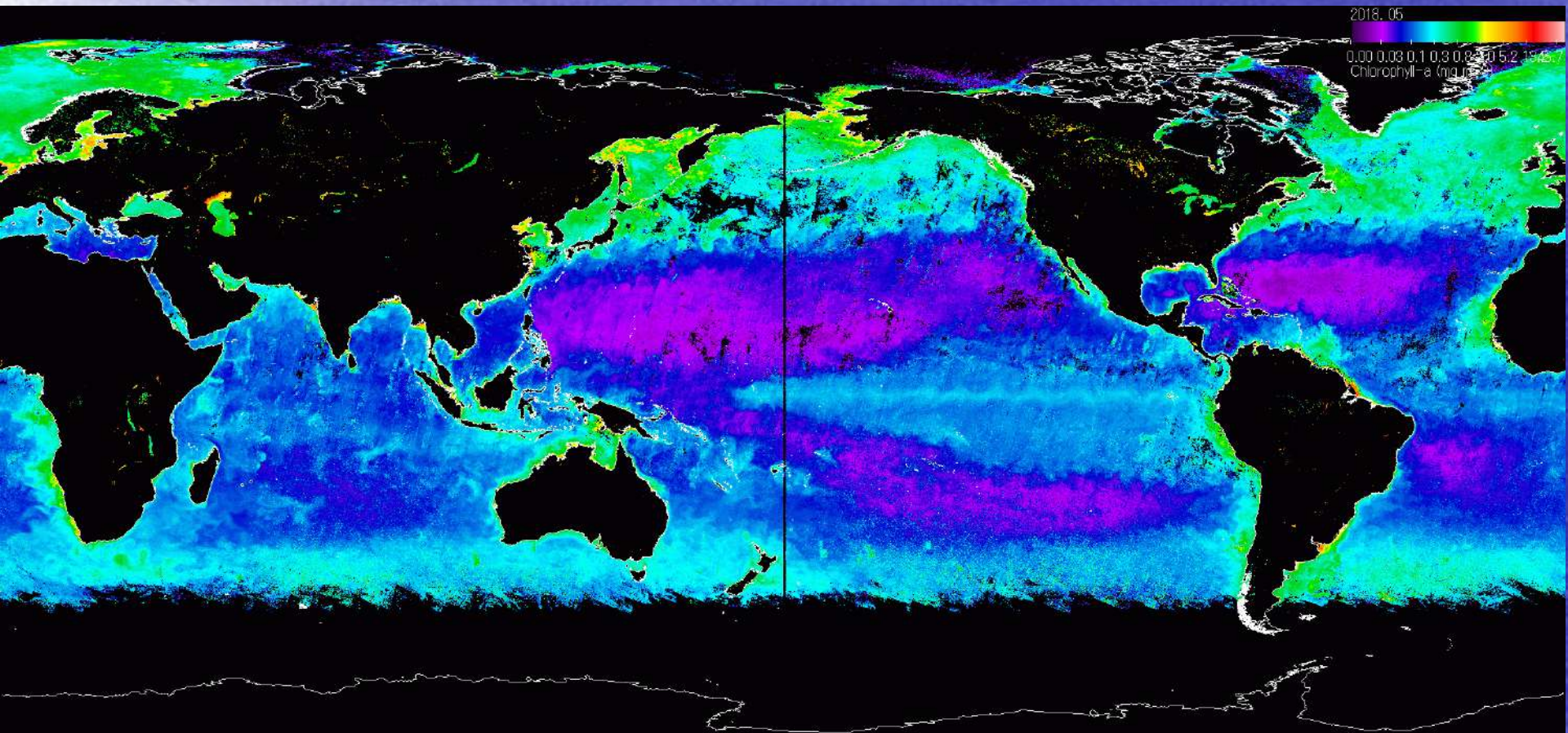
II. 大陸棚域 (4 栄養段階)



栄養枯渇⇒植物プランクトンが少なく小型 ⇒ 低い魚類生産



しきさいクロロフィルa分布 (季節変動)



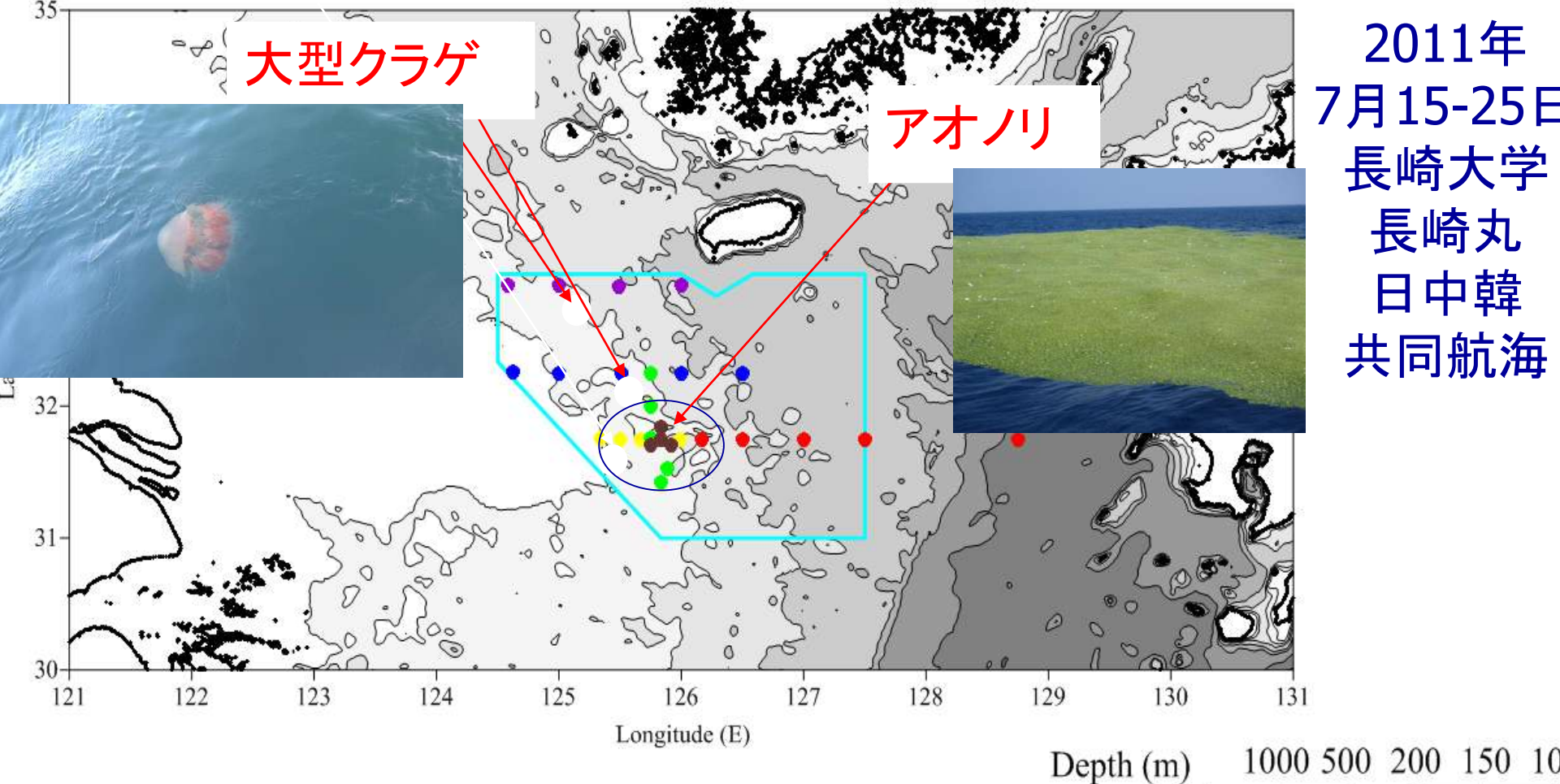
東シナ海の変化



大型クラゲ

アオリ

2011年
7月15-25日
長崎大学
長崎丸
日中韓
共同航海



表面塩分

表面硝酸塩

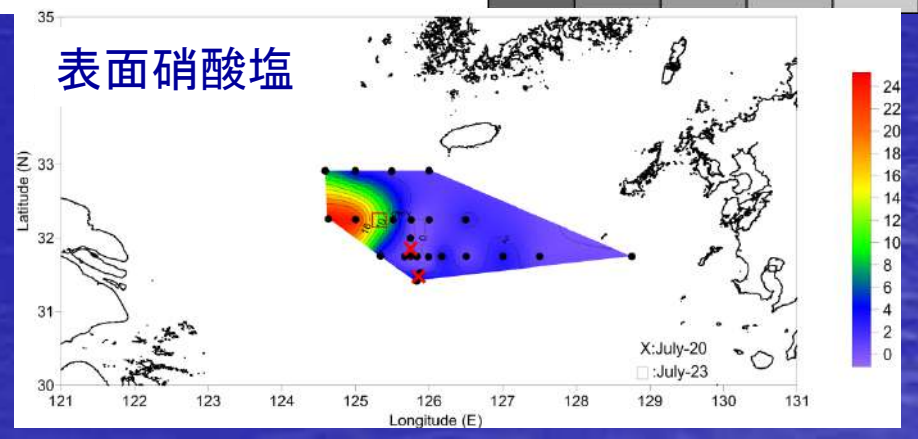
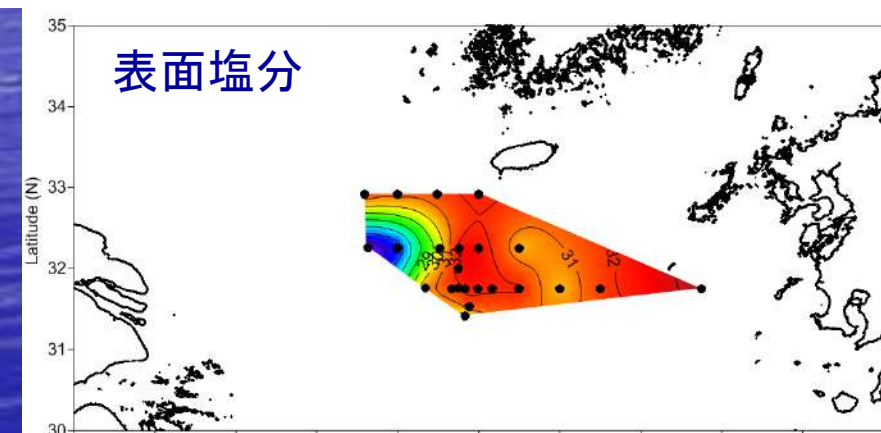




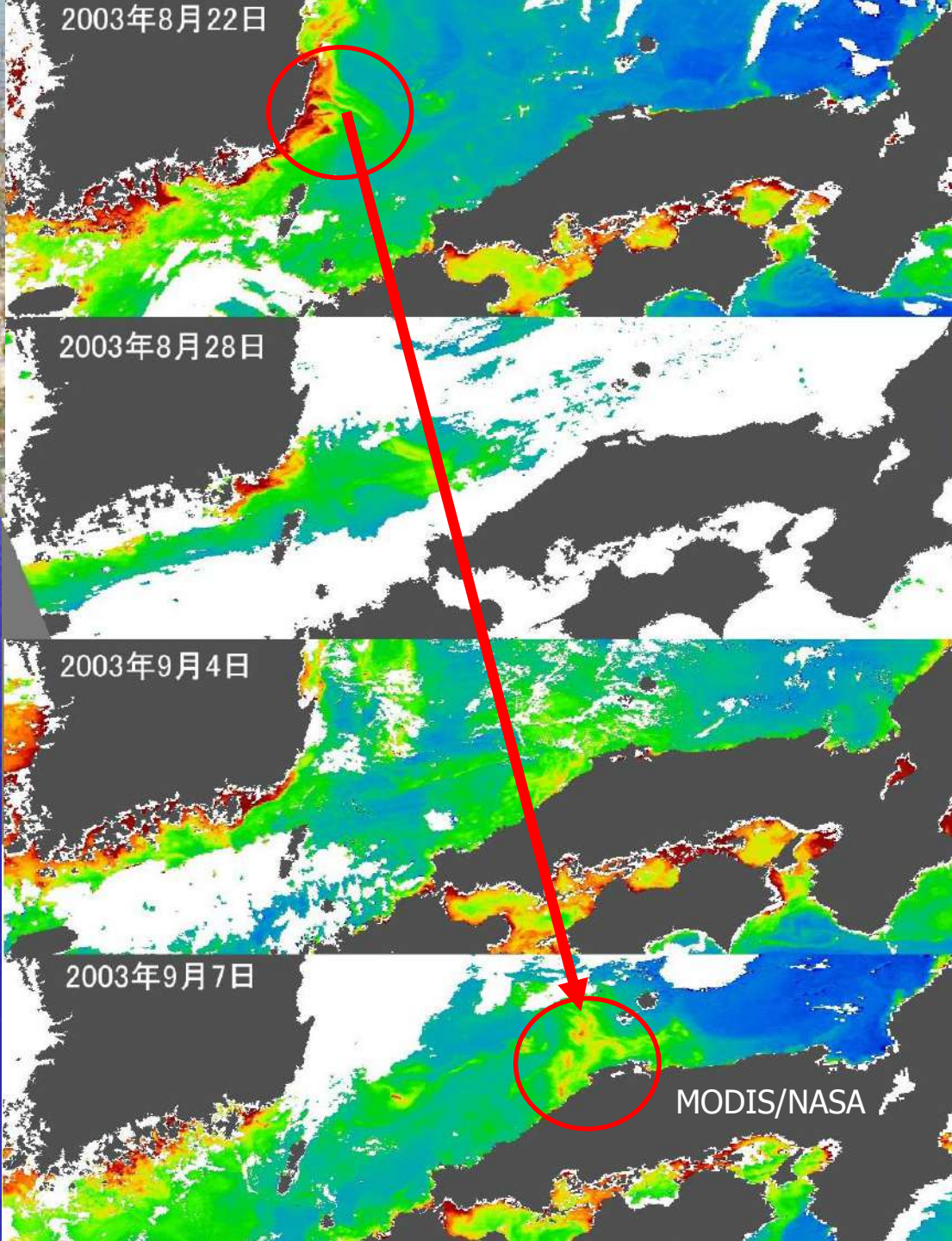
Photo from NFRDI

NFRDI

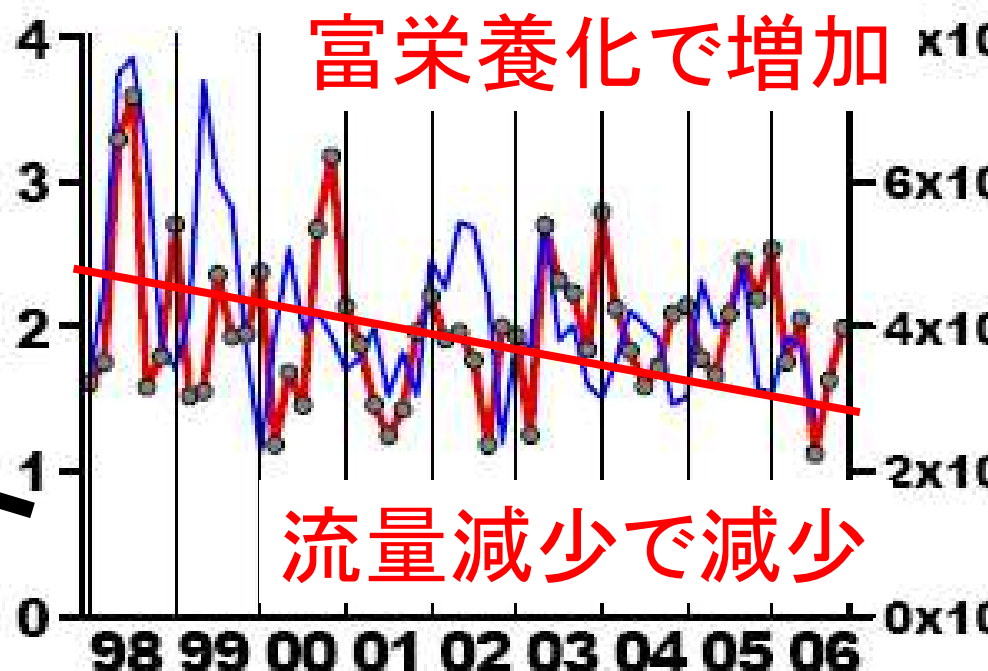
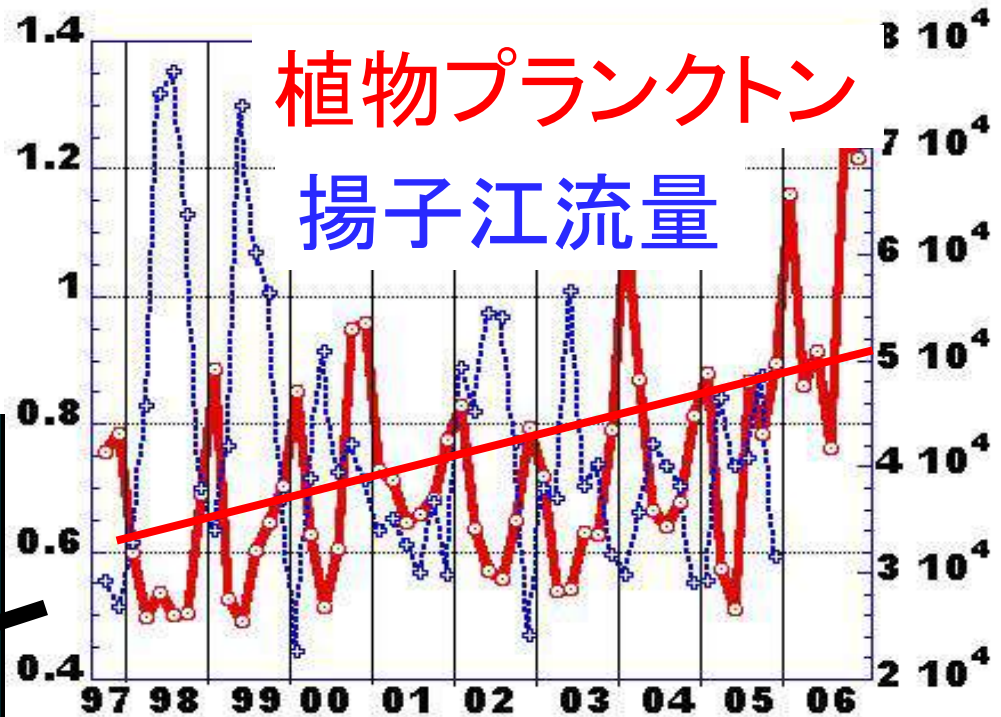
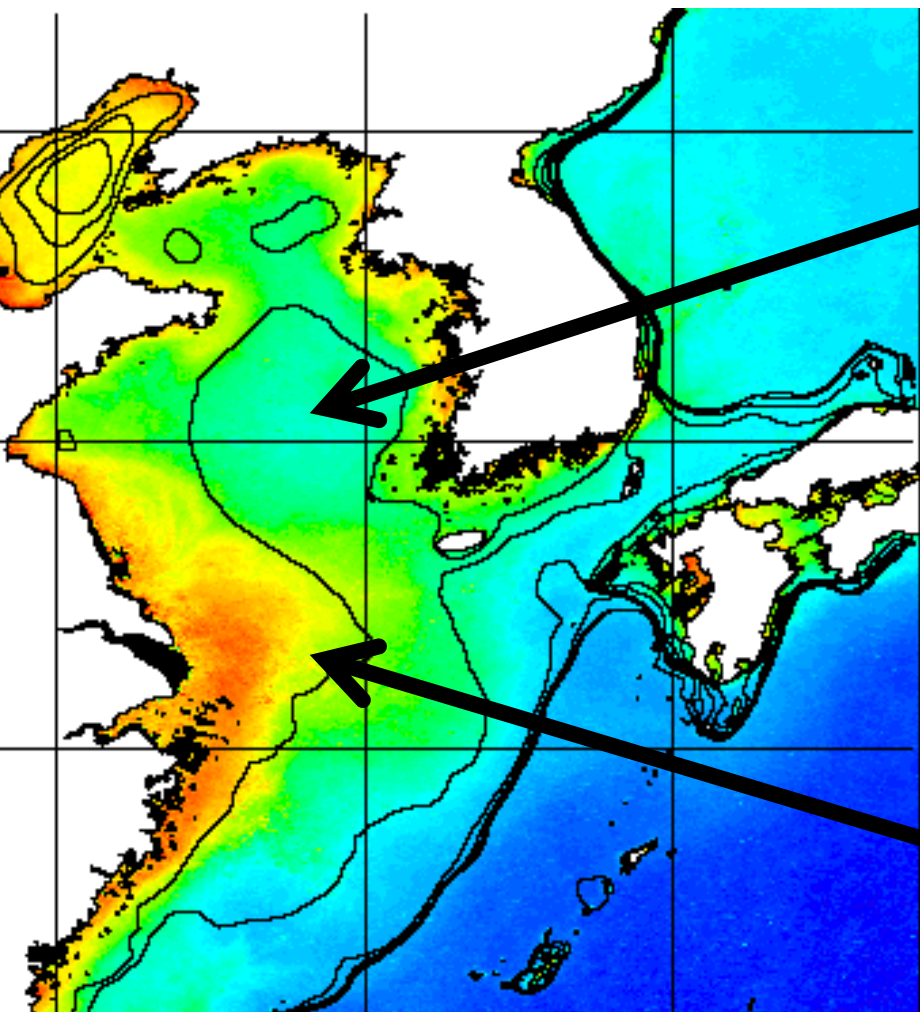
C. Polykrikoides 赤潮の移動



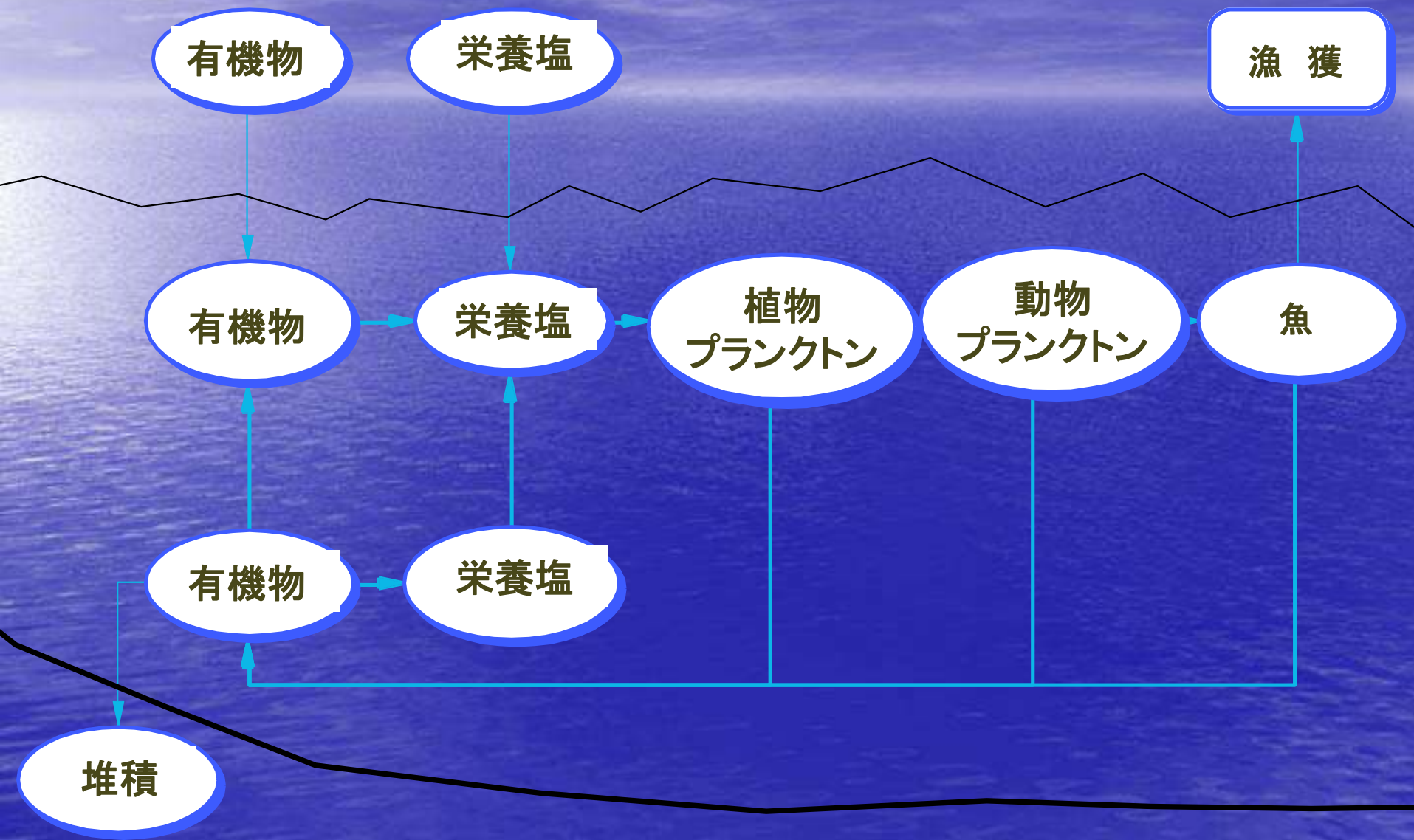
Iwataki



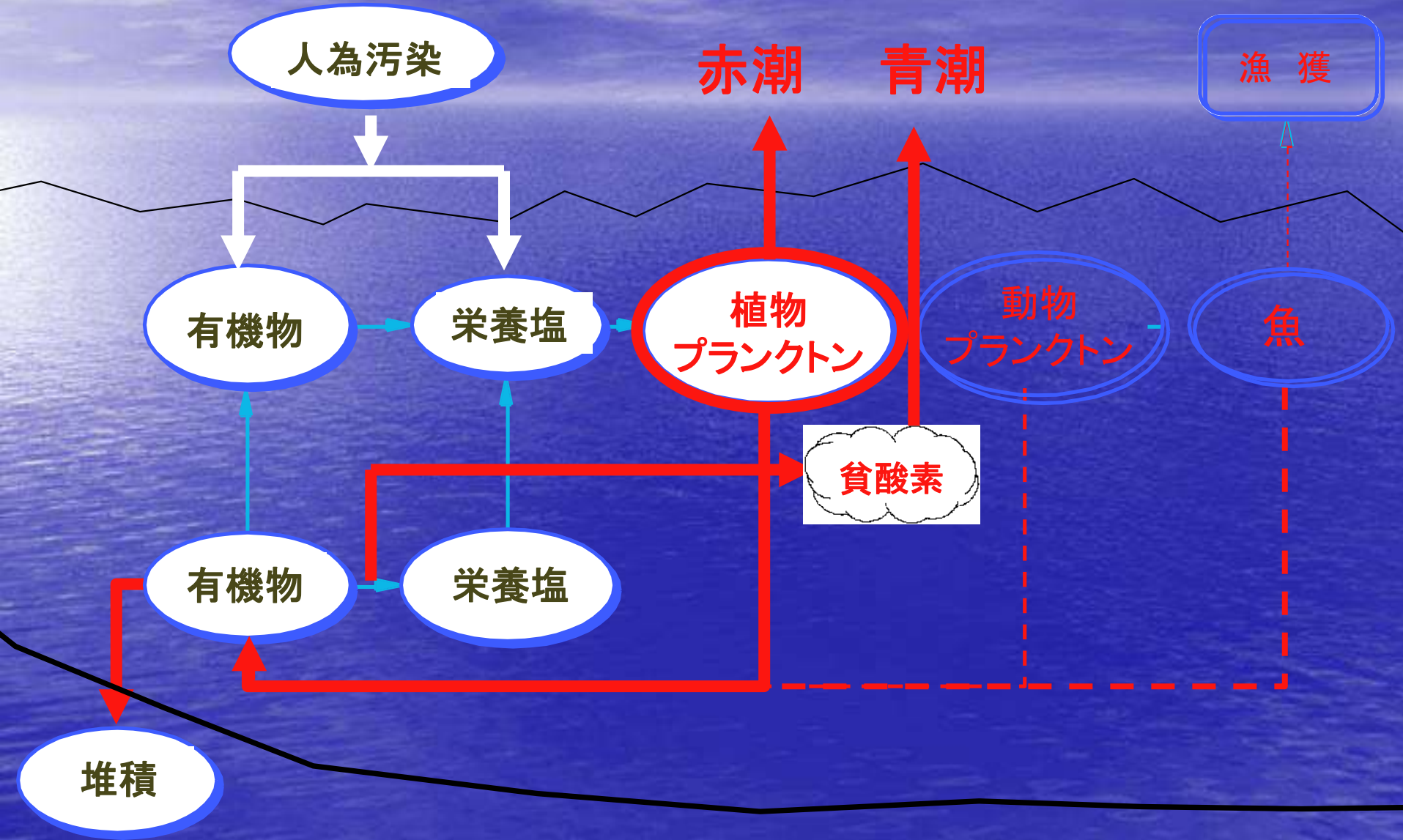
夏の揚子江流量と 植物プランクトン量 (1997-2006) (Yamaguchi et al., 2012)



富栄養化前



富栄養化後



衛星を利用した 富栄養化の 予備評価

国連環境計画
北西太平洋
地域海
行動計画
(NOWPAP)

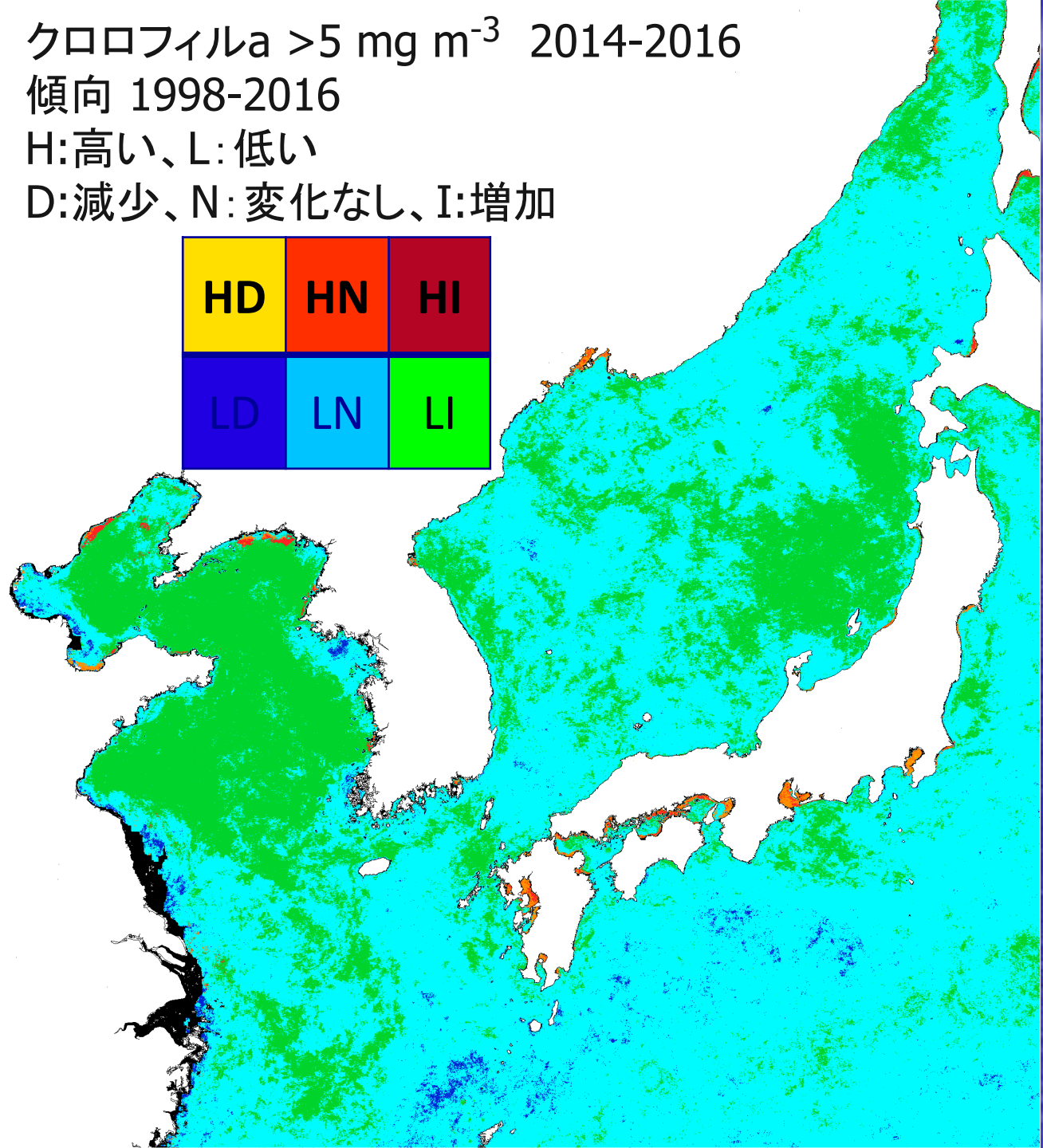
クロロフィルa $>5 \text{ mg m}^{-3}$ 2014-2016

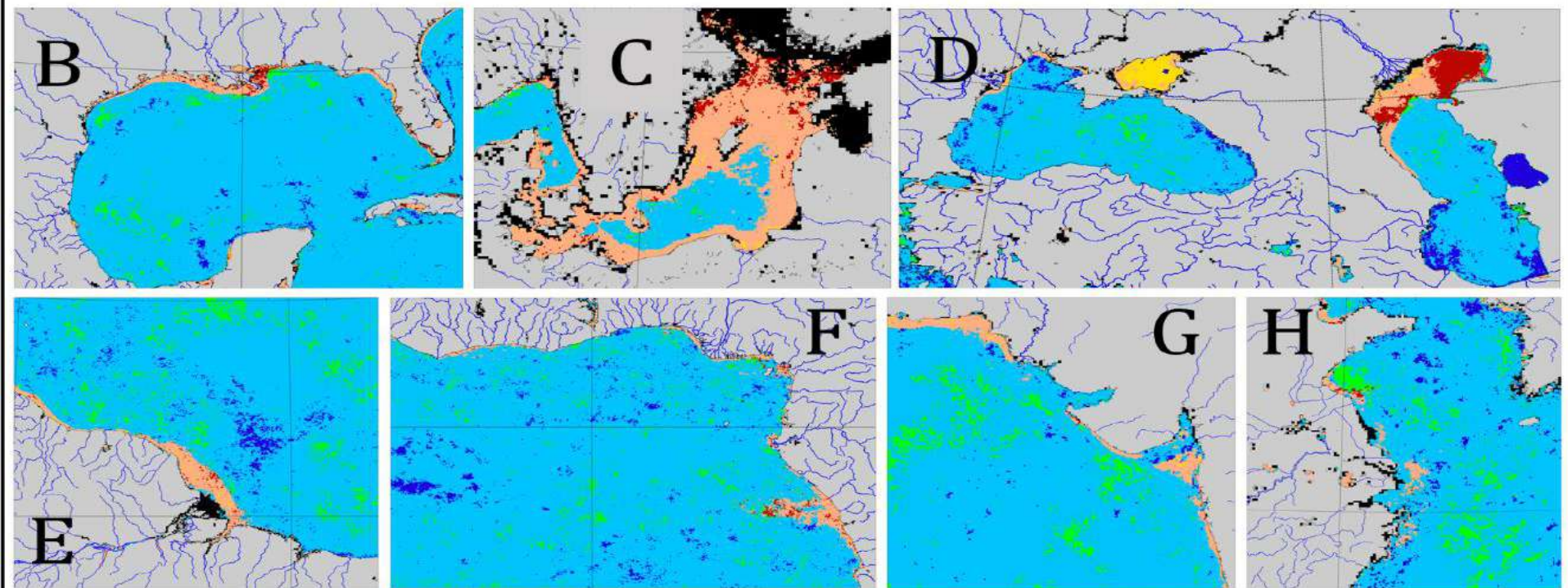
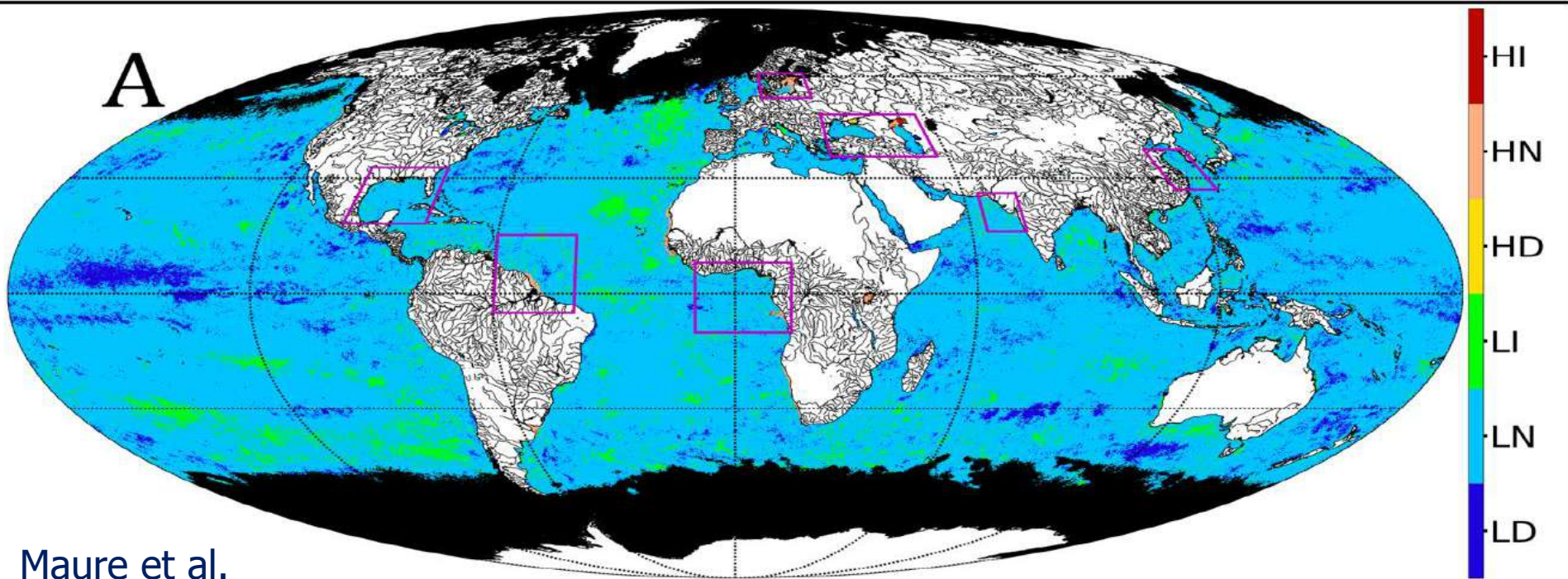
傾向 1998-2016

H:高い、L:低い

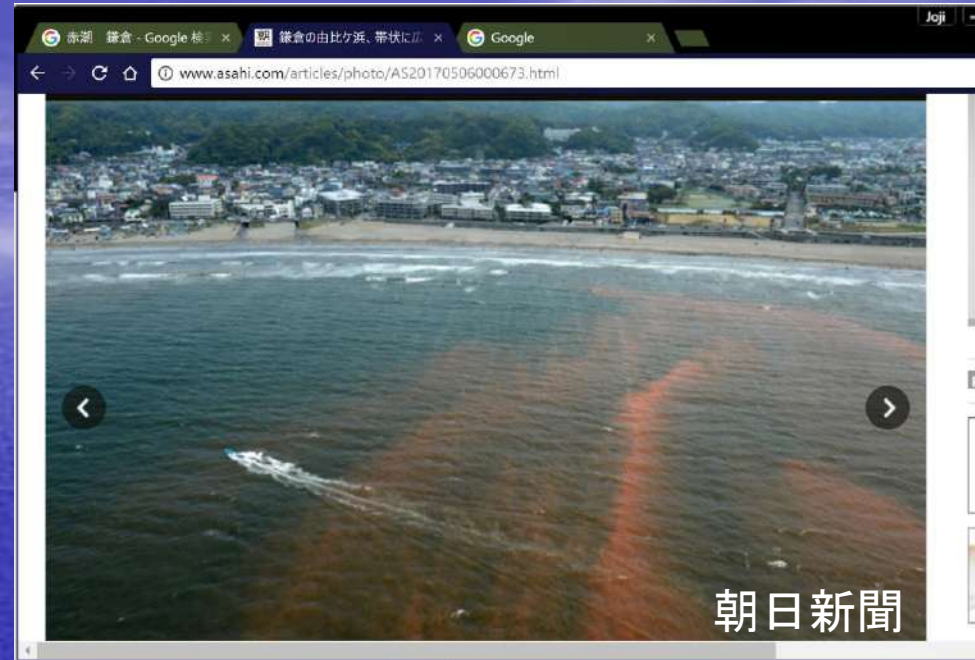
D:減少、N:変化なし、I:増加

HD	HN	HI
LD	LN	LI

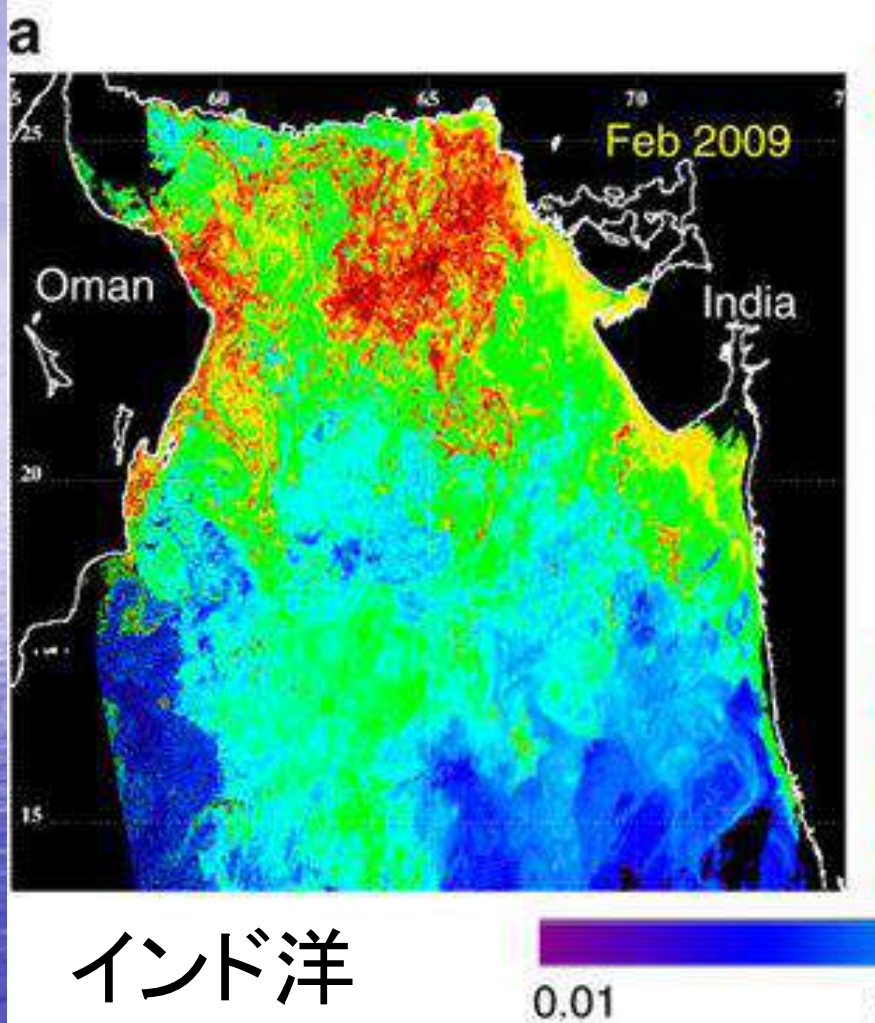




夜光虫赤潮(鎌倉沖2017.5.6)



熱帯の緑夜光虫(赤と同種)

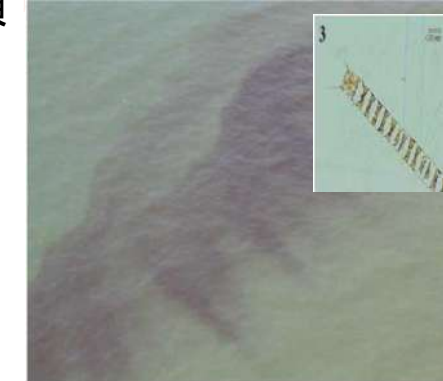
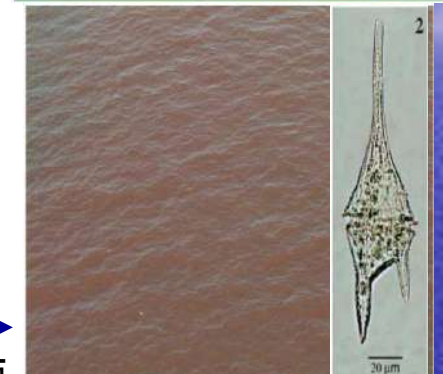
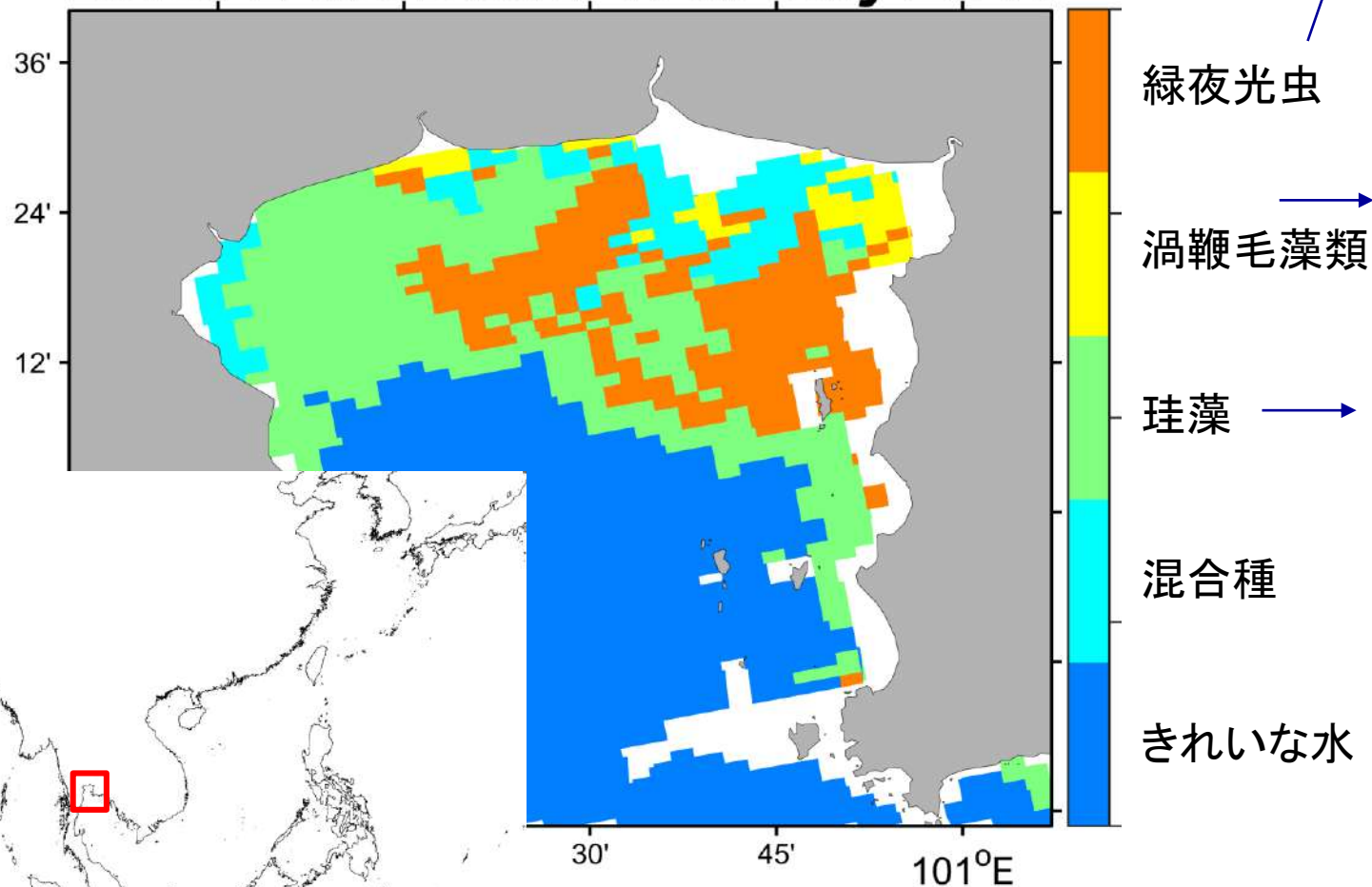


共生藻類
Pedinomonas noctilucae
(Class Prasinophyceae,
Division Chlorophyta)



台湾 赤潮判別

Level-2 MODISA: 17th July 2016



(Jutarak)

海洋プラスチック

プラスチック問題

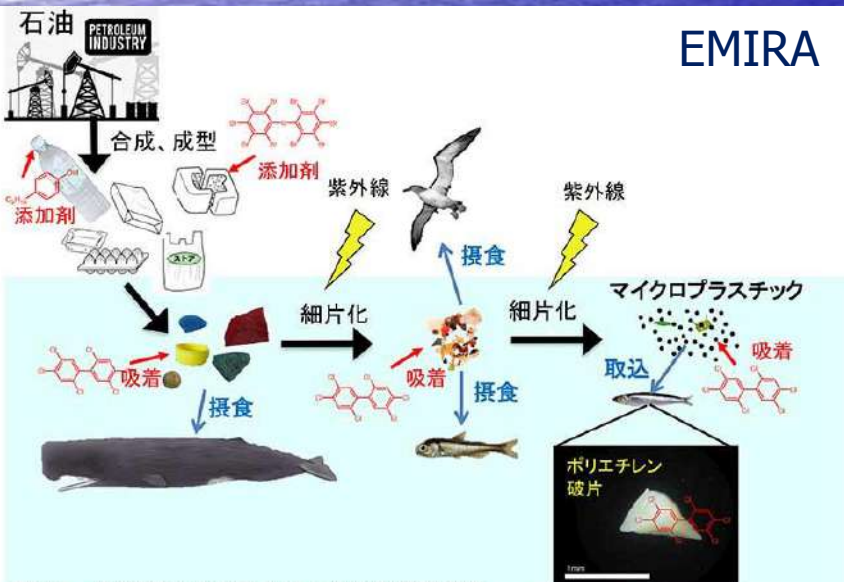
- 海洋生物への問題
- 絡まる
- 摂食してしまう
- 毒性
- 食物連鎖で生物濃縮



©Ian Dyball/Shutterstock.com



Richard Carey / Adobe Stock



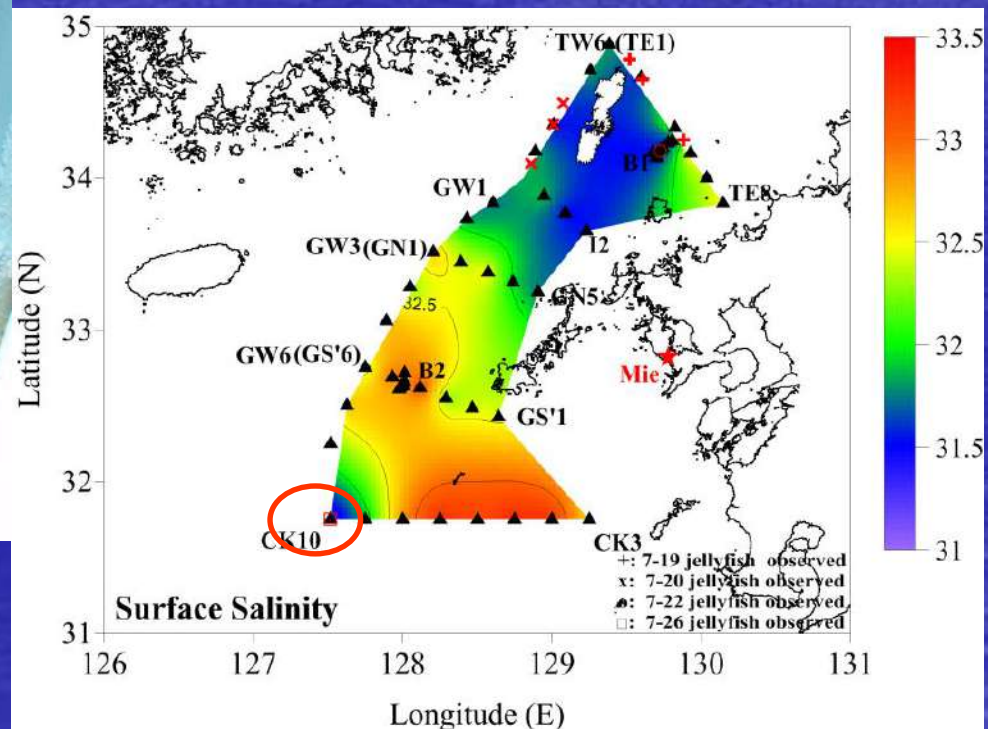
(Matthew Cole et al. 2013)



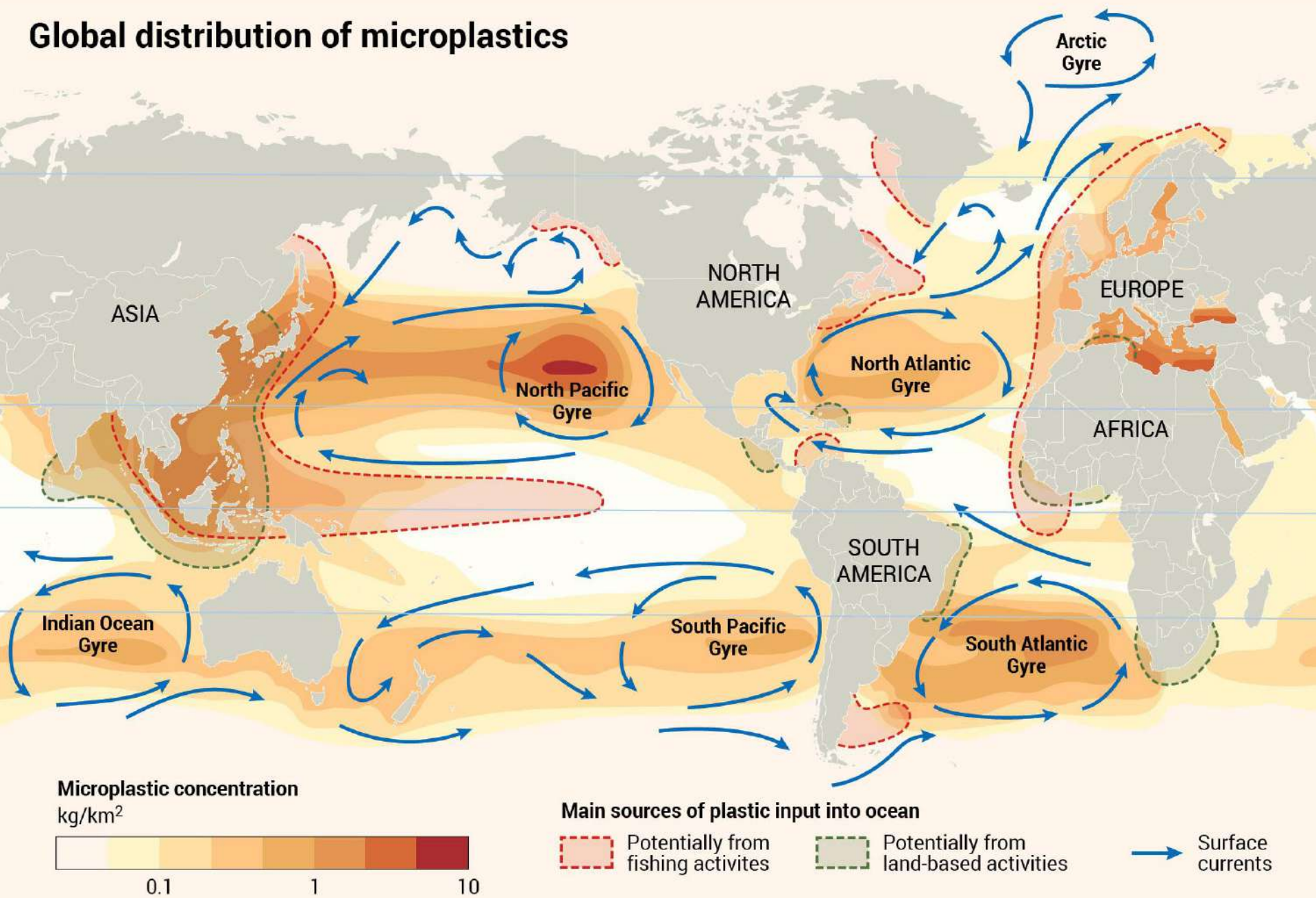


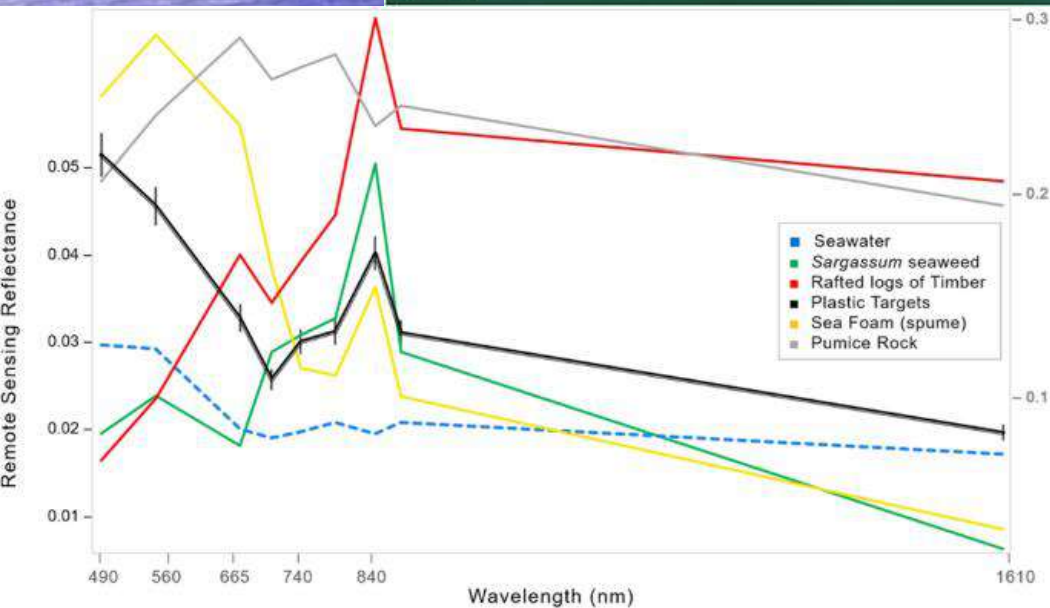
中国からの海ゴミ (2012.7)

表面塩分

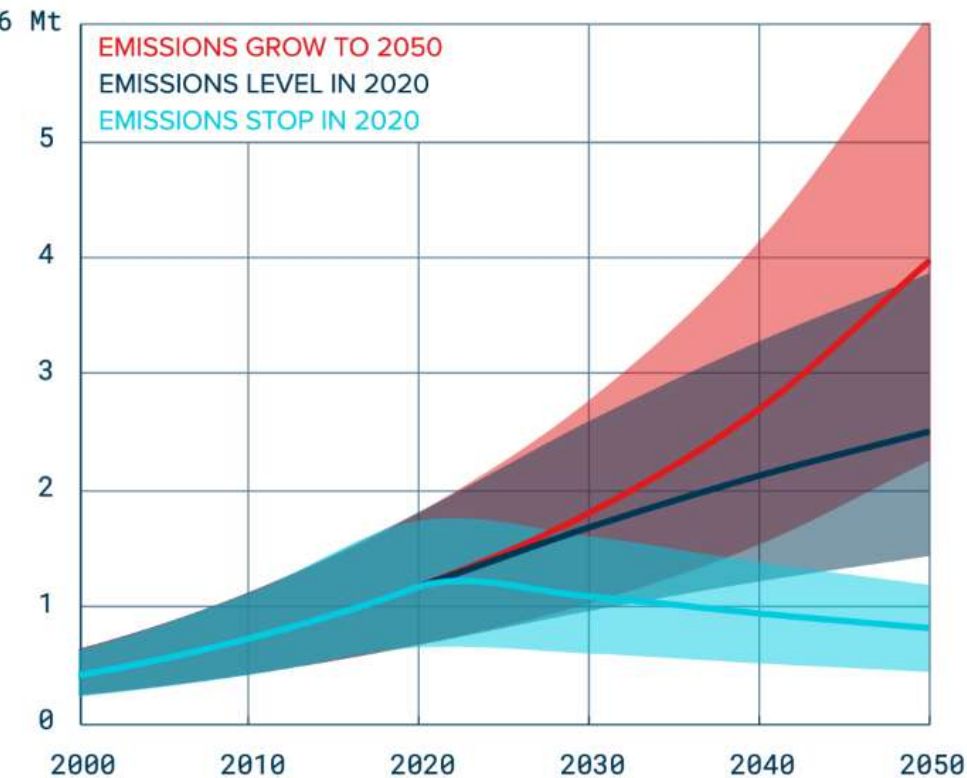


Global distribution of microplastics



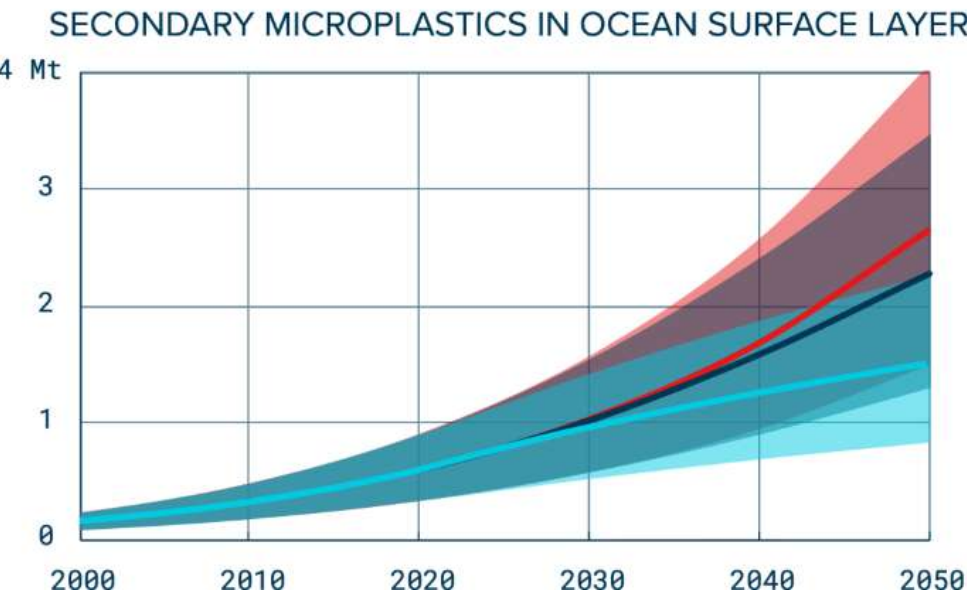


衛星による
浮遊ゴミの検出
(Biermann et
al. 2020)



海洋表層プラスチックの蓄積(上:大型プラスチック, 下:マイクロプラスチック)

- 赤: 廃棄量増加
 - 濃青: 2020年の廃棄量継続
 - 水色: 2020年廃棄終了
- (Lebreton et al. 2019)



まとめ

- 人為影響で海洋環境は変化
- 衛星を利用して調べる必要
- 海も温暖化は確実に進行中・生態系に影響
- 外洋域では貧栄養化？季節も変化？
- 多くの沿岸域では汚染で富栄養化
- 植物プランクトンの種類も変化
- プラスチックゴミは衛星ではチャレンジング