

# 地球惑星科学II

## 第六回

2018年11月08日

# 前回のミニレポート

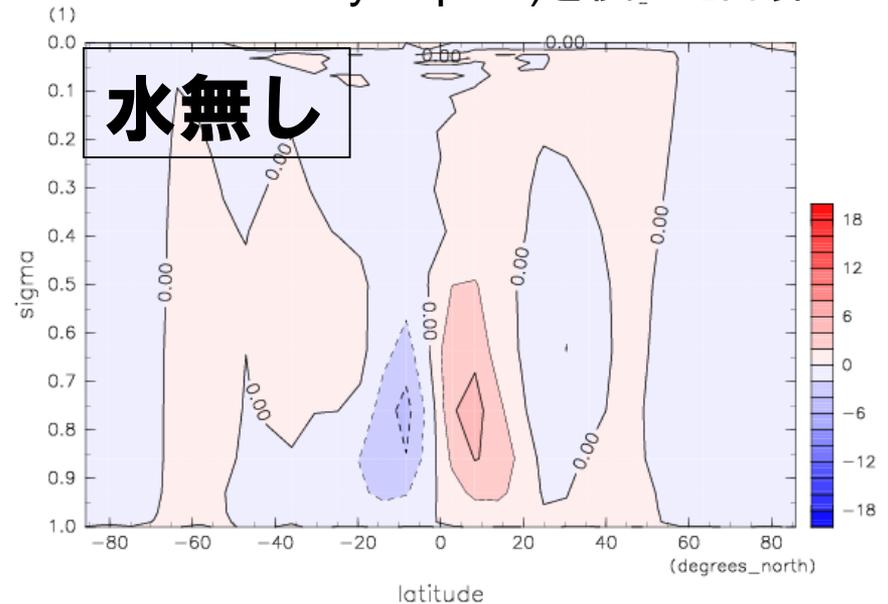
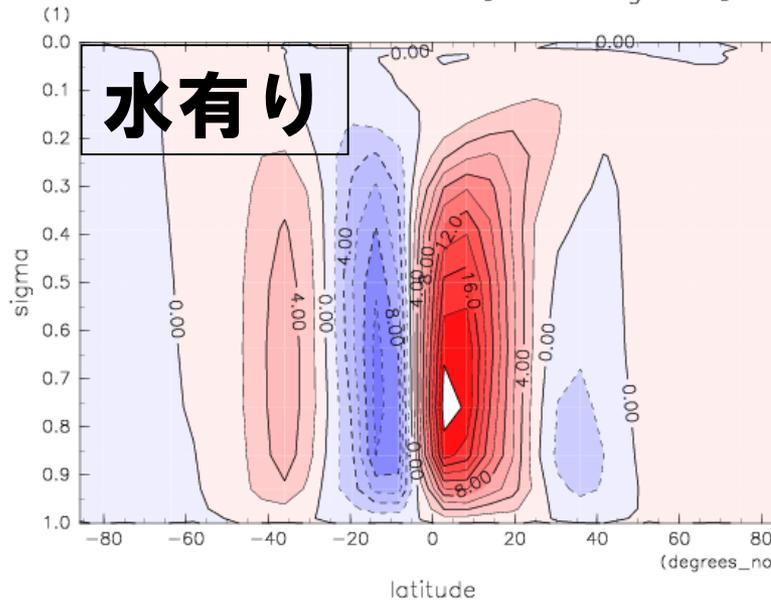
- 地球から水が無くなると気のエネルギー収支・温度分布・物質分布・循環・その他はどのように変化するか
- 解答例
  - 大気循環に関して
    - エネルギー源の凝結熱が無くなる。循環起こらなくなる
    - 回転効果・日射分布は変わらない。循環変化しない
  - 温度に関して
    - 雲が無くなるため太陽の光は全部地表に届く。気温上昇
    - 温室効果がなくなる。気温低下

# 水有り/無しの数値計算

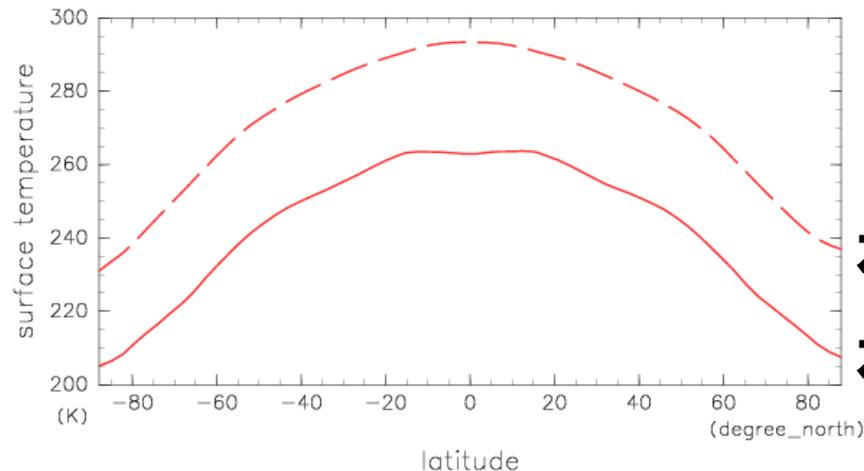
- 計算結果:

DCPAM5 (<http://www.gfd-dennou.org/library/dcpam>)を使った計算

質量  
流線  
関数



表面温度  
(東西平均)



水有りの場合  
水無しの場合

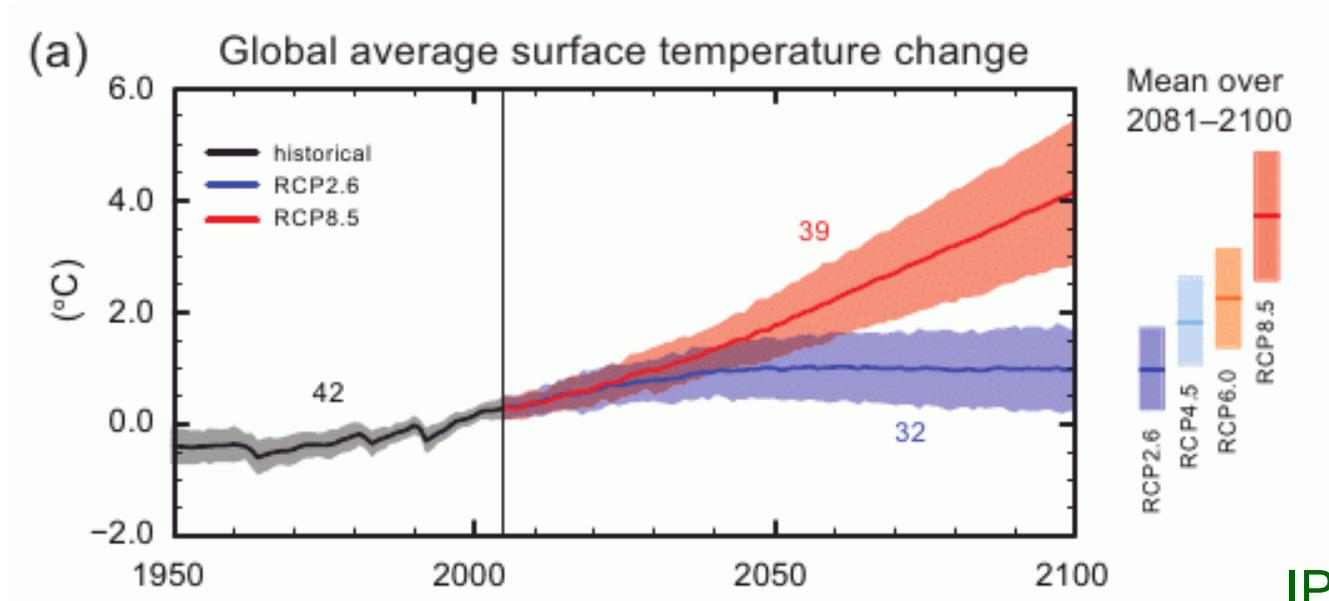
# 前回のミニレポート

- 質問

- 水を含まない空気も熱を運ぶことができるのか？
- 水(海)だと月の引力が潮の満ち引きに影響するのに砂漠のような砂にはなぜ影響しないのか？

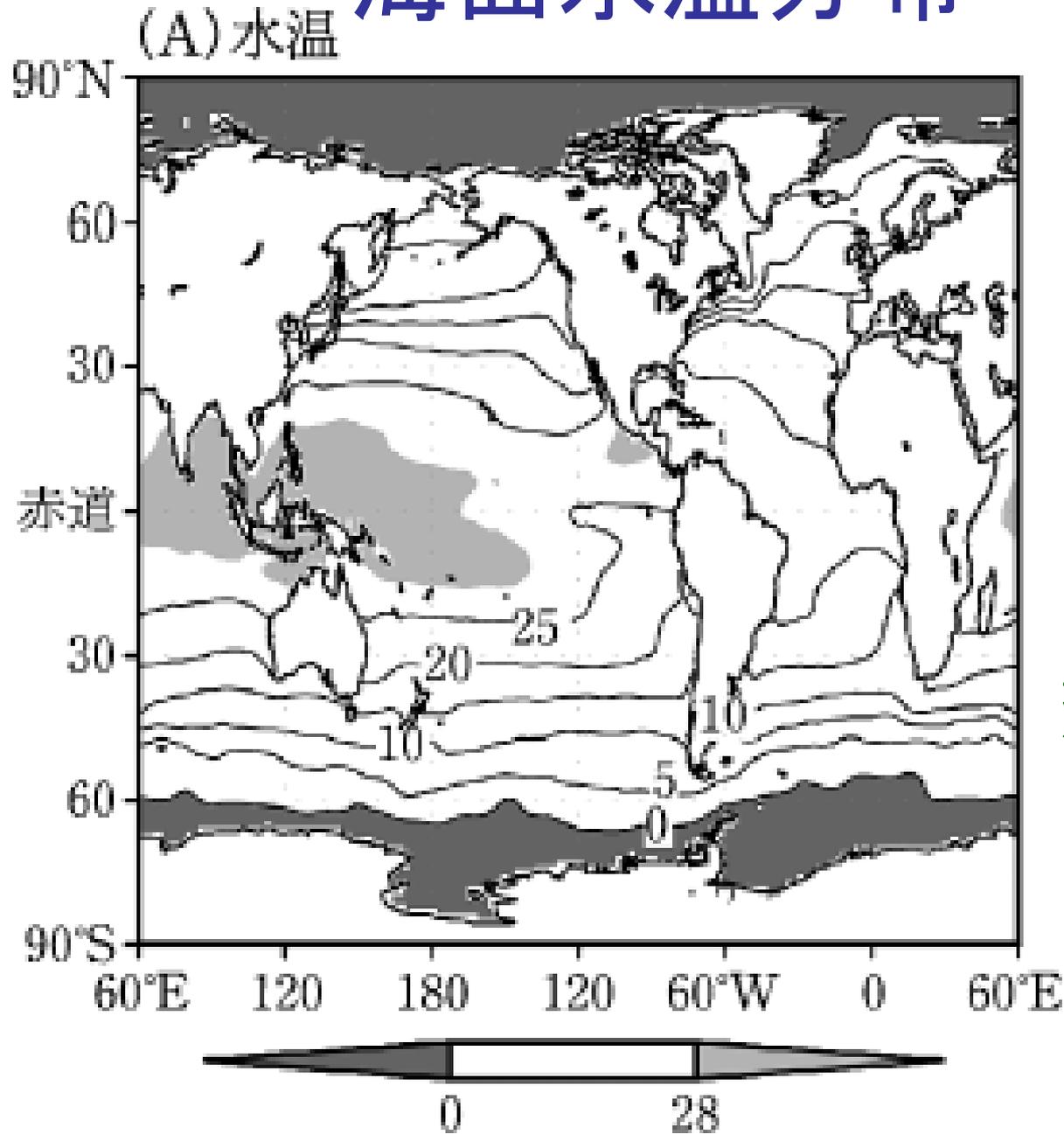
# 今日のテーマ

- 気候は変動する
  - エルニーニョ
  - 地球温暖化
  - 長期気候変動
- 参照：地球惑星科学入門27章、28章、29章



IPCC(2013)

# 海面水温分布

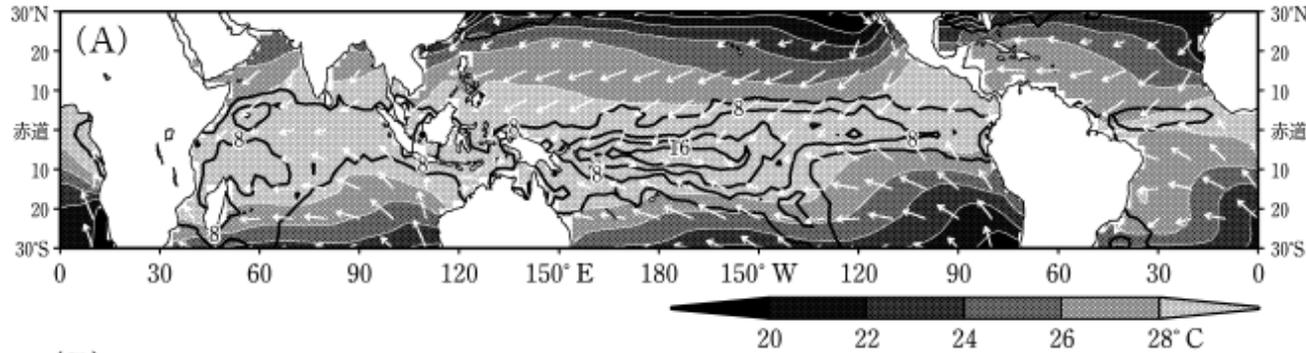


地球惑星科学入門  
第2版p279

# エルニーニョとラニーニャ

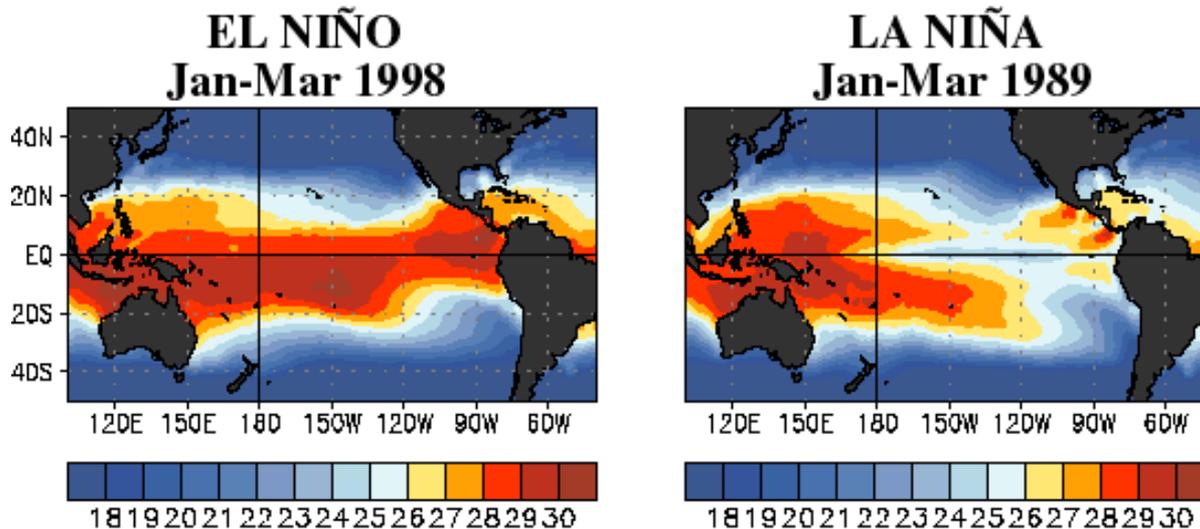
時間スケール: 数年

## エルニーニョ時の場合



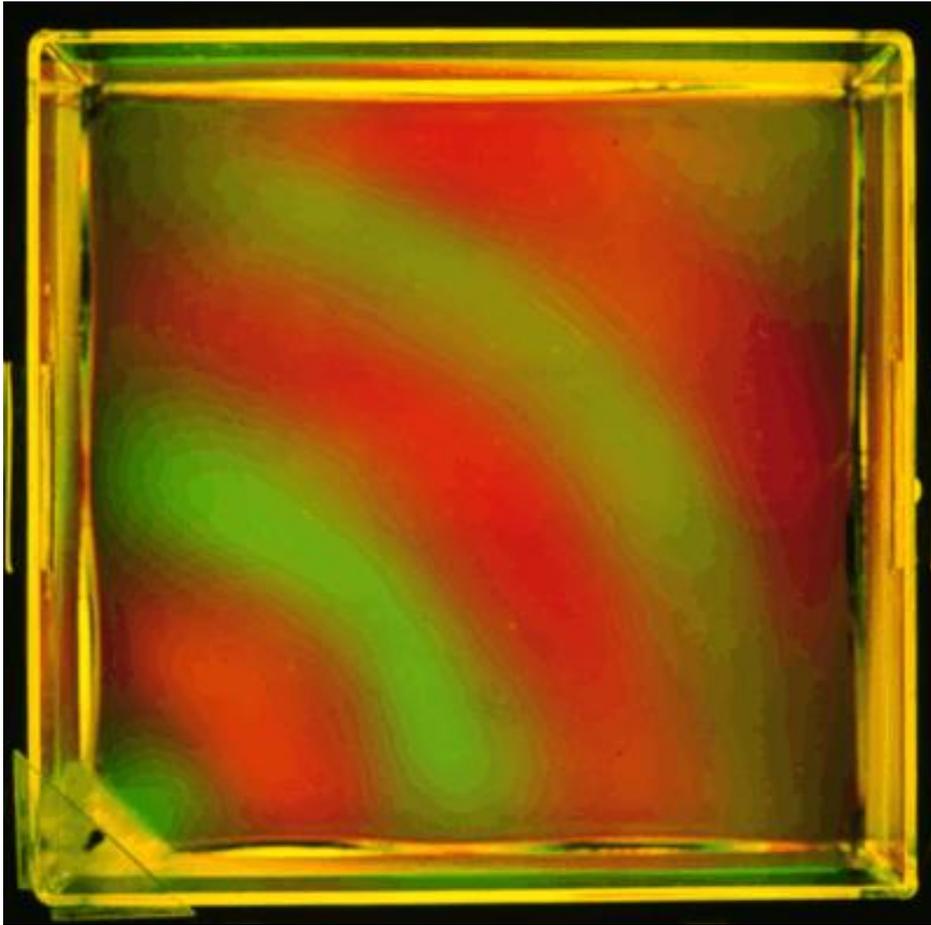
地球惑星科学入門第2版p326

海面  
温度

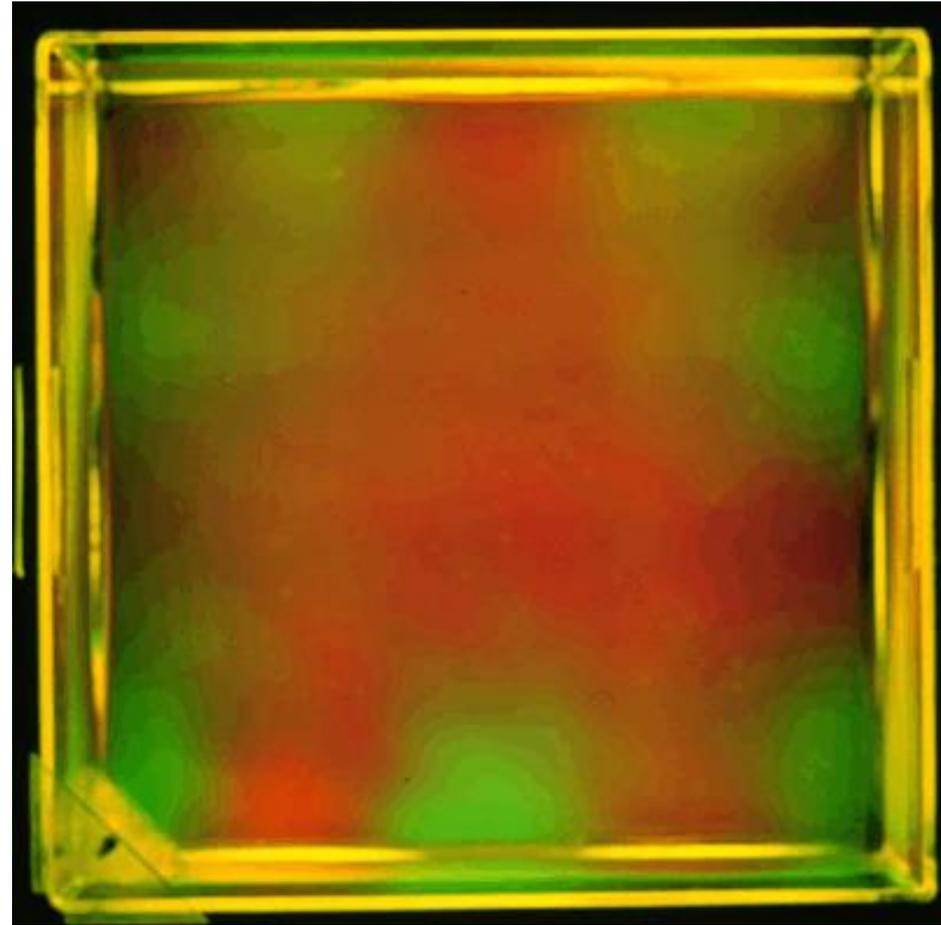


[http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensocycle/ensocycle.shtml](http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensocycle/ensocycle.shtml) より転載

# 赤道の波



重力波  
(系が回転していない)

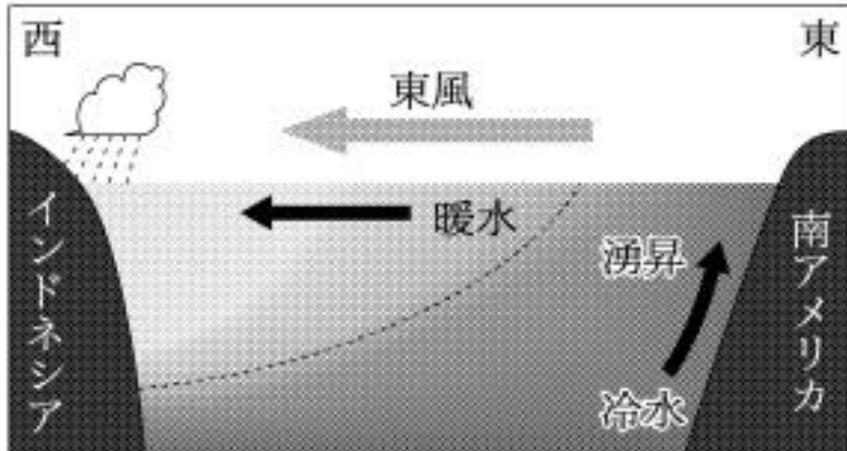


ケルビン波  
(系が回転している)

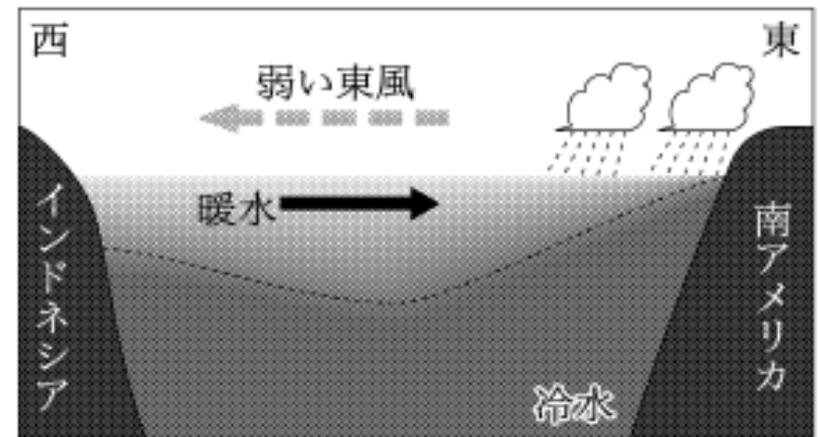
[http://www.gfd-dennou.org/library/gfd\\_exp/index.htm](http://www.gfd-dennou.org/library/gfd_exp/index.htm)

# エルニーニョとラニーニャの力学

## 通常の場合



## エルニーニョ時の場合

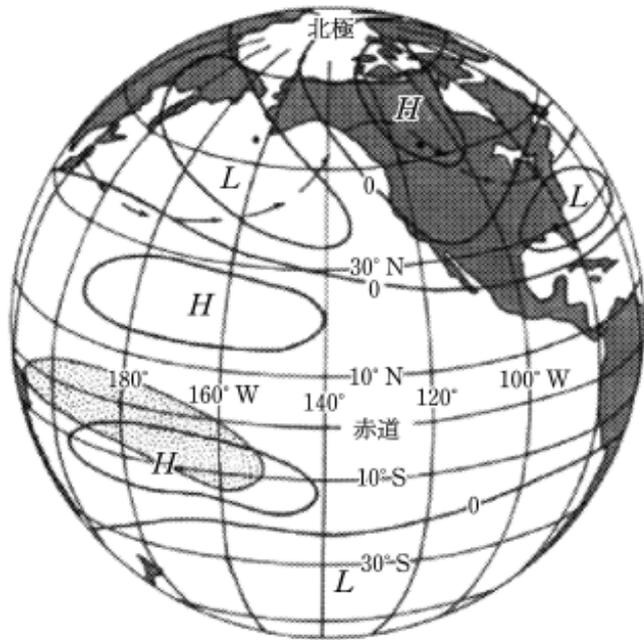


地球惑星科学入門第2版p326, p329

# 今日の計算問題

- ケルビン波が太平洋を横断するのにどの程度時間がかかるか？
  - ケルビン波の移動速度: 3 m/sec

# テレコネクション



地球惑星科学入門第2版p332

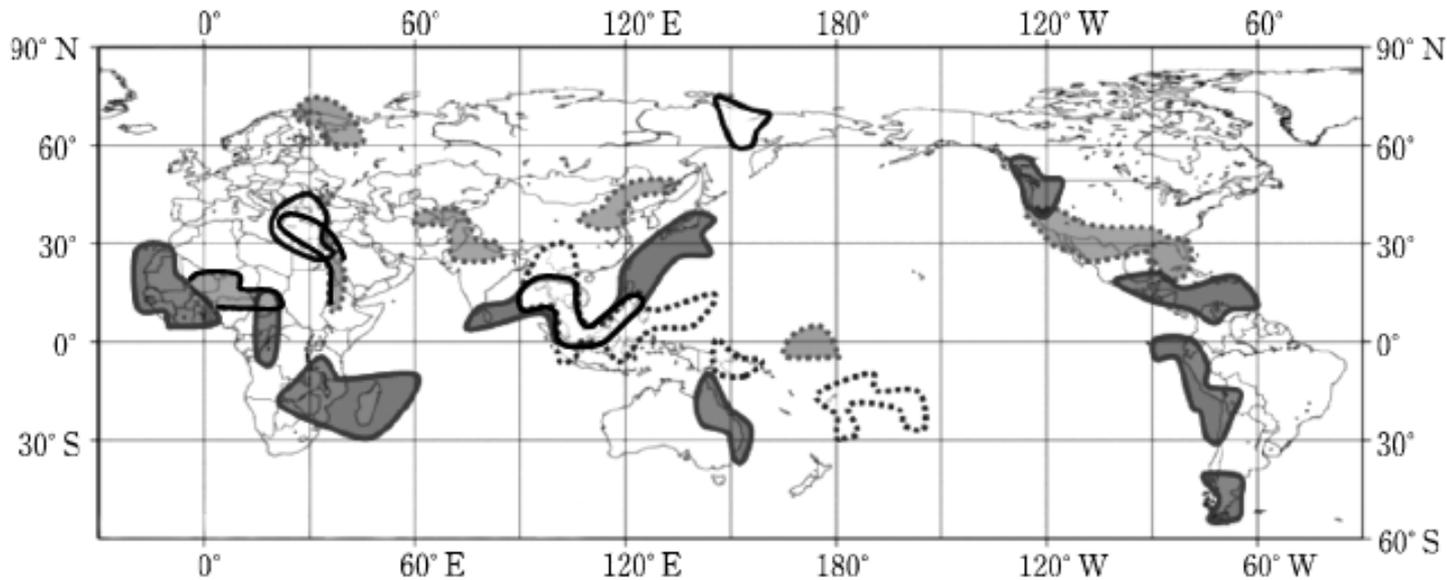
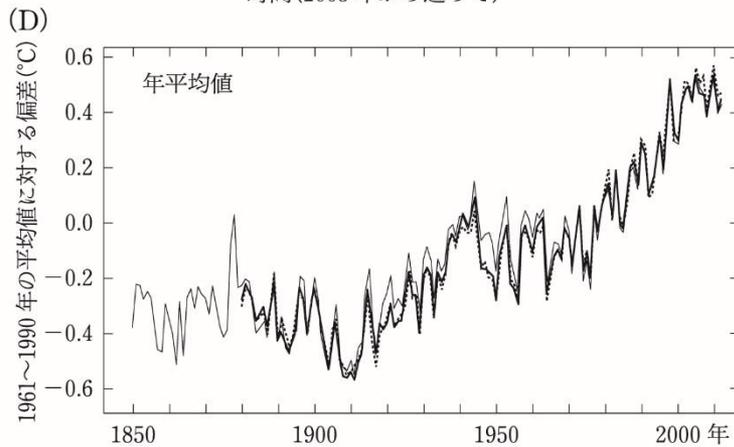
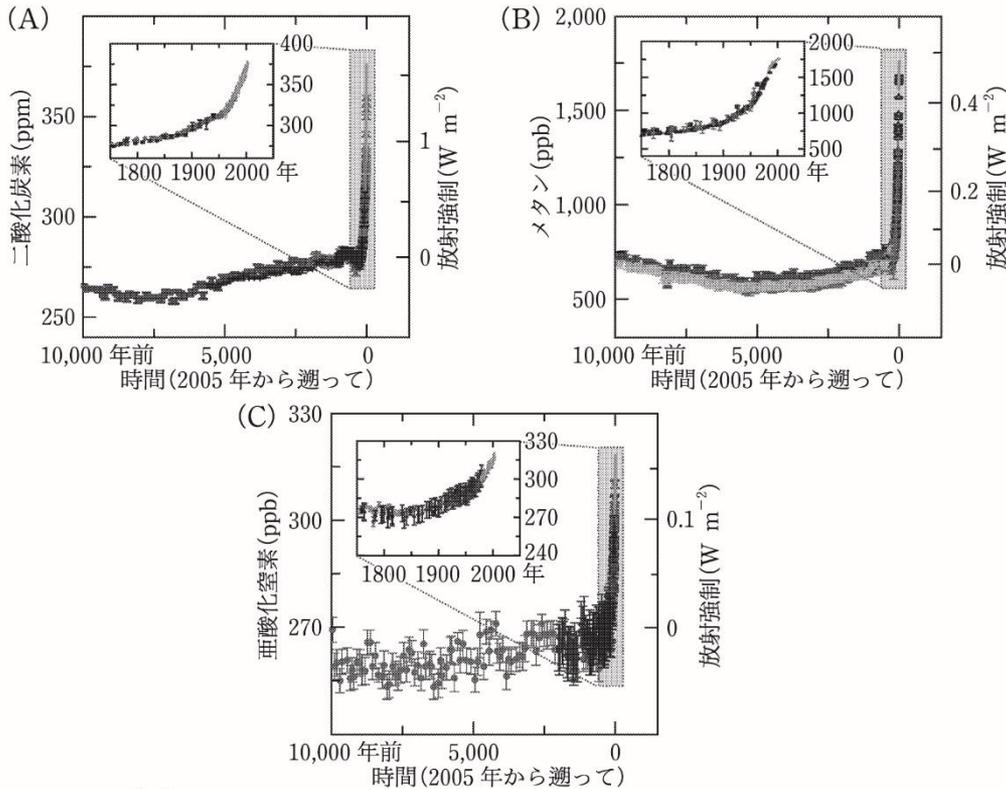


図 28.4 エル・ニーニョ時に発生する世界各地の気候変化。エル・ニーニョ発生時(3~5月)。● 高温 ○ 低温 ● 多雨 ○ 少雨

# 地球温暖化

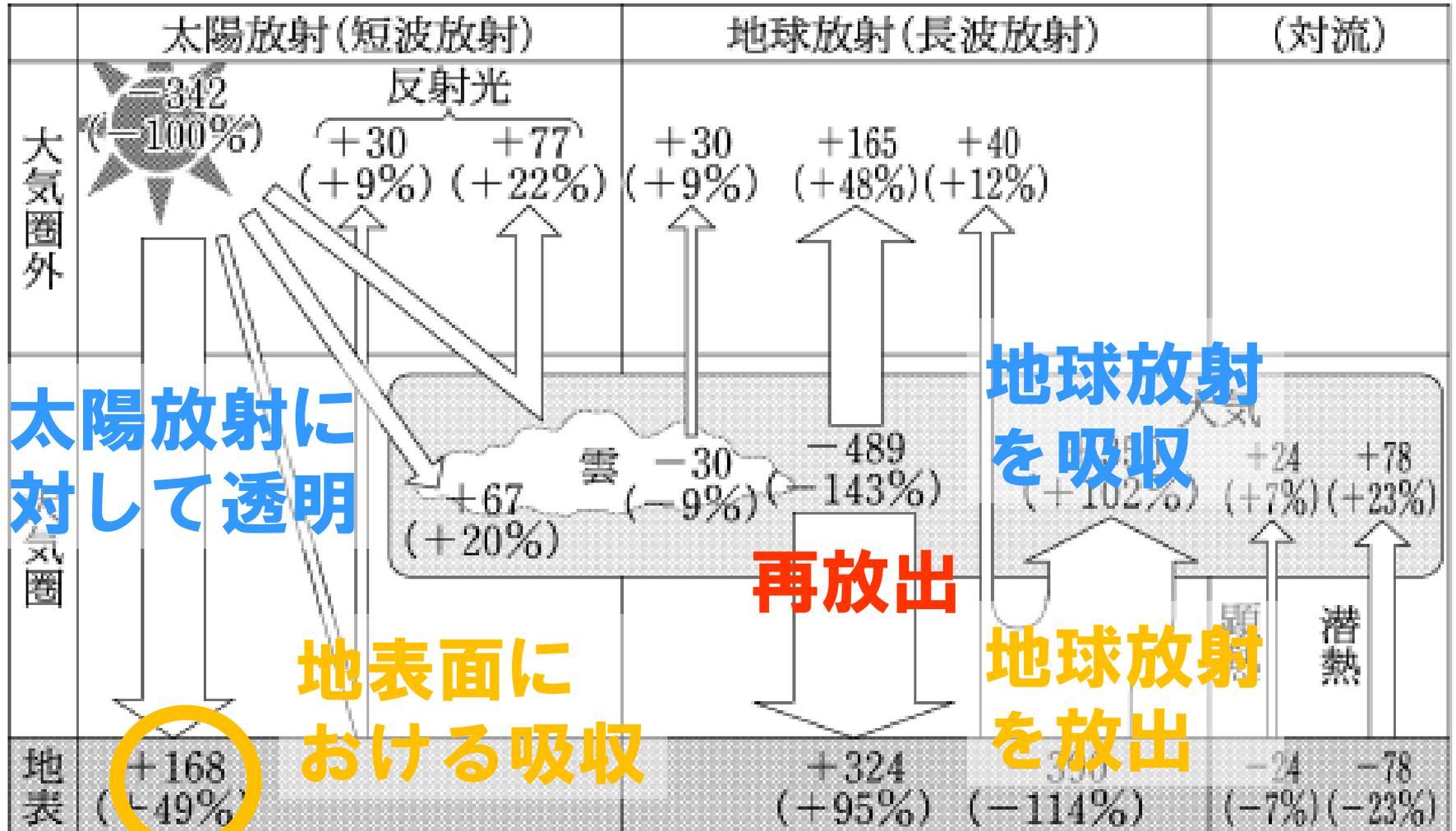
時間スケール: 数10年



地球惑星科学入門第2版p338

# 温室効果

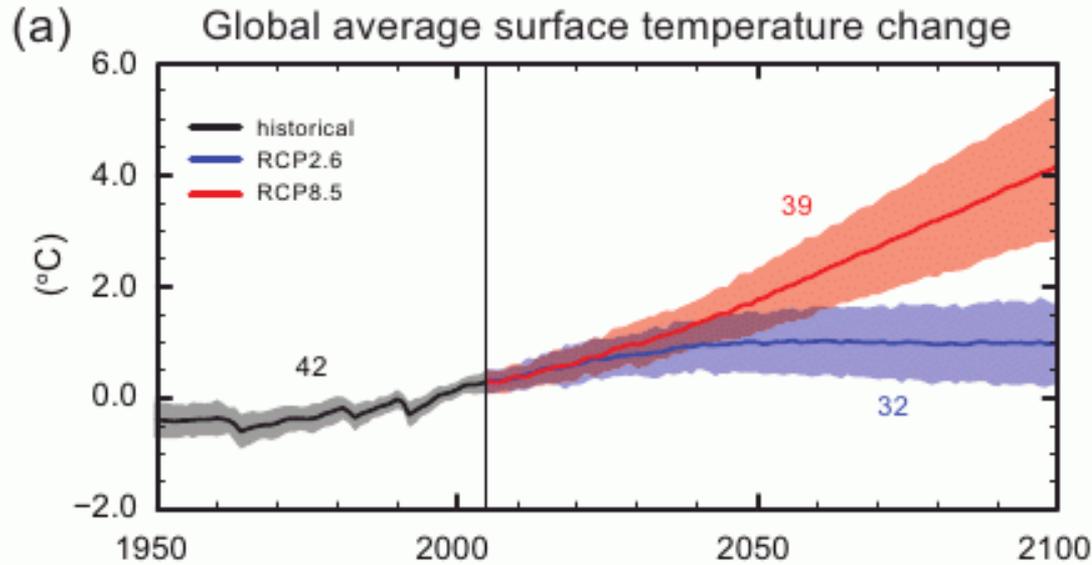
地球惑星科学入門P.224



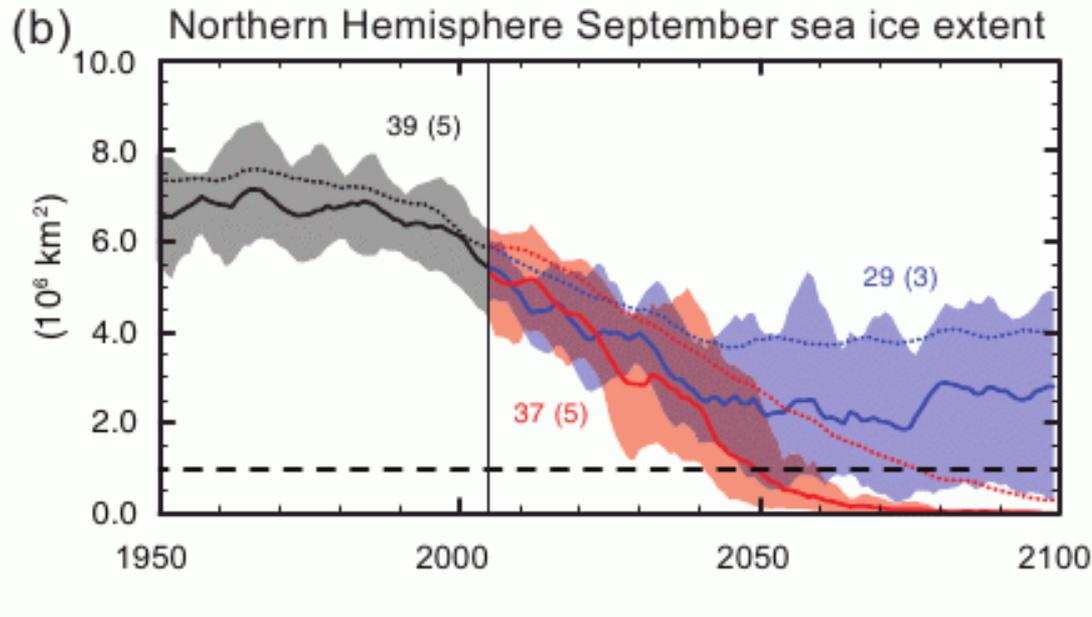
# 温暖化予測

IPCC(2013)

世界平均  
地上温度



9月の  
北半球  
海氷量



# 年平均地上気温の変化の予測

2046-2065

2081-2100

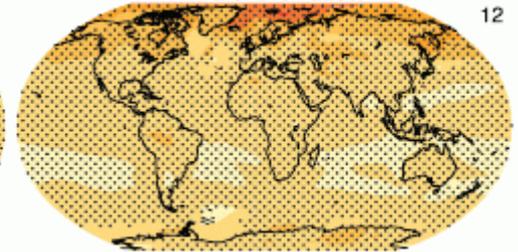
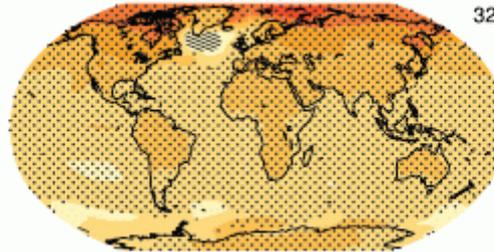
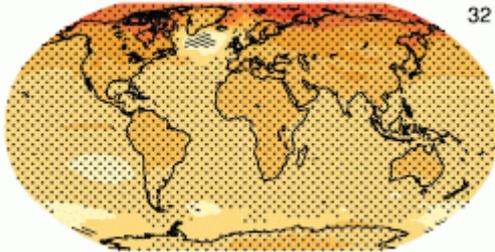
2181-2200

RCP2.6: 2046-2065

RCP2.6: 2081-2100

RCP2.6: 2181-2200

RCP2.6

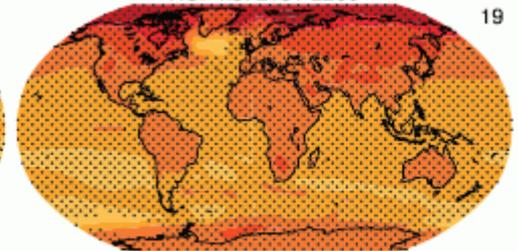
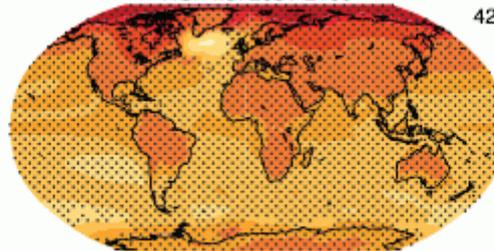
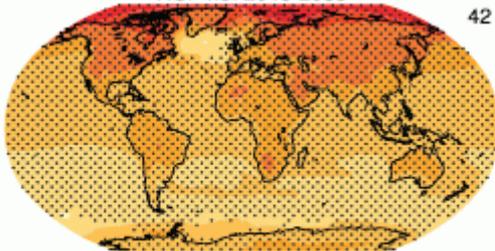


RCP4.5: 2046-2065

RCP4.5: 2081-2100

RCP4.5: 2181-2200

RCP4.5

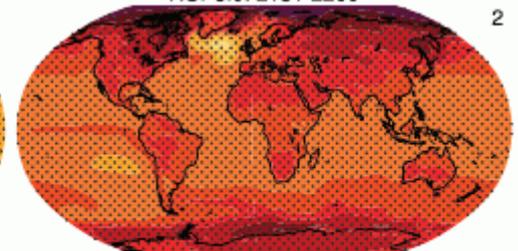
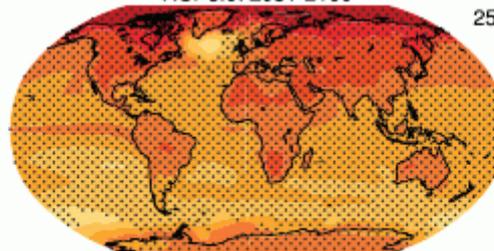
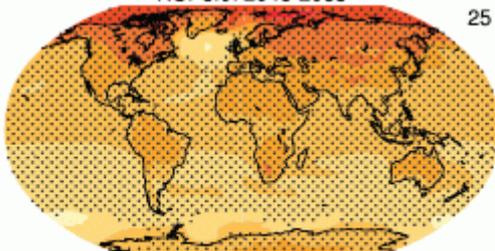


RCP6.0: 2046-2065

RCP6.0: 2081-2100

RCP6.0: 2181-2200

RCP6.0

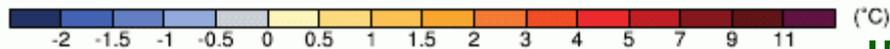
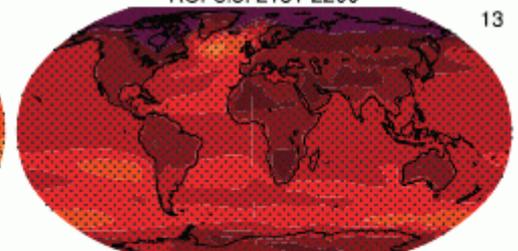
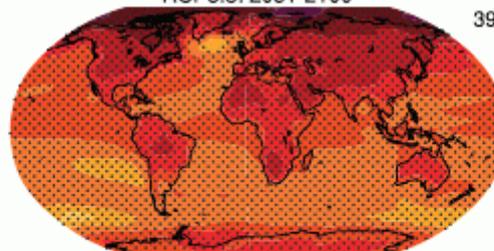
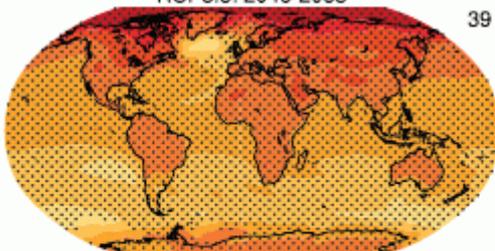


RCP8.5: 2046-2065

RCP8.5: 2081-2100

RCP8.5: 2181-2200

RCP8.5

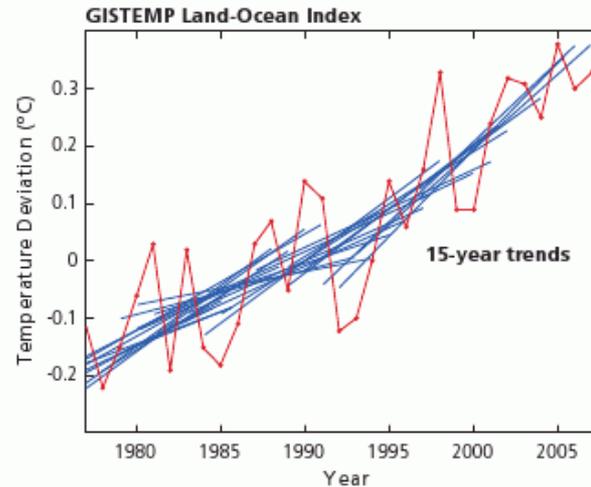
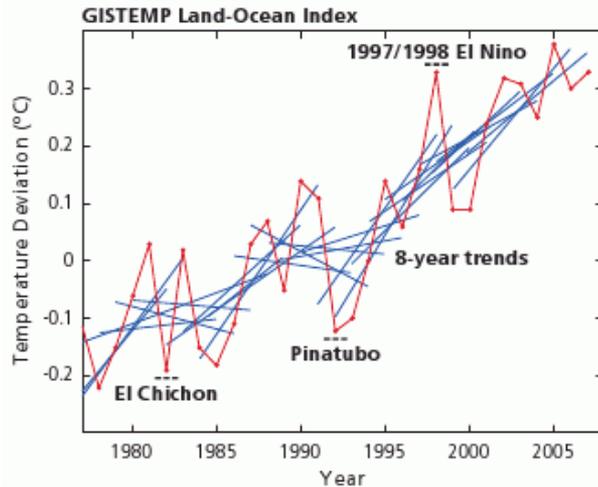


(°C)

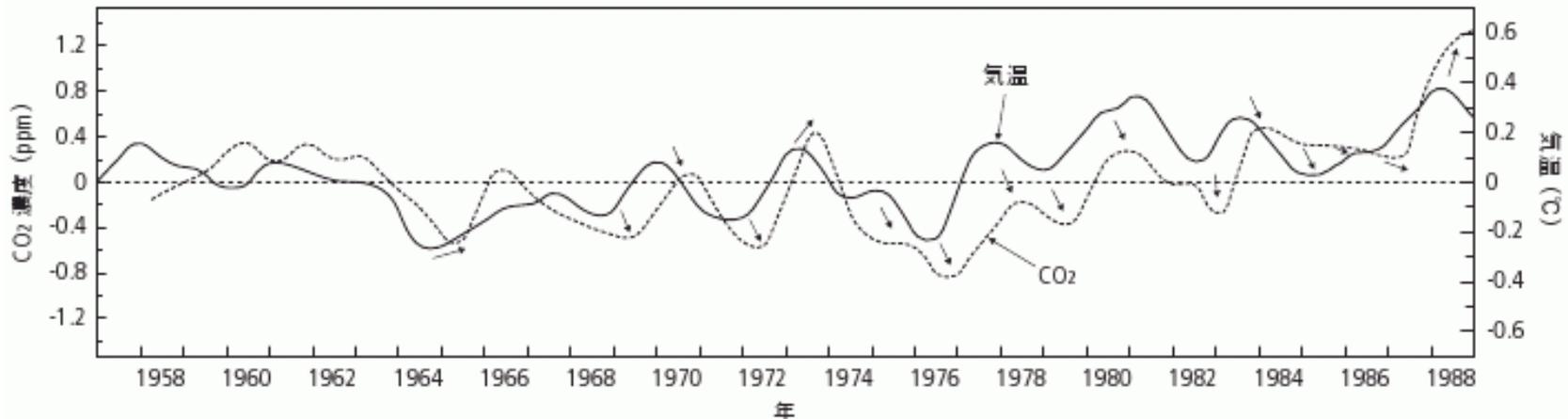
IPCC(2013)

# 温暖化懐疑論

- 2001年以降、気温上昇が止まっている
- 温度の上昇がCO2増加の原因である、等々



明日香他(2009)



# 氷期・間氷期サイクル

時間スケール: 数万年

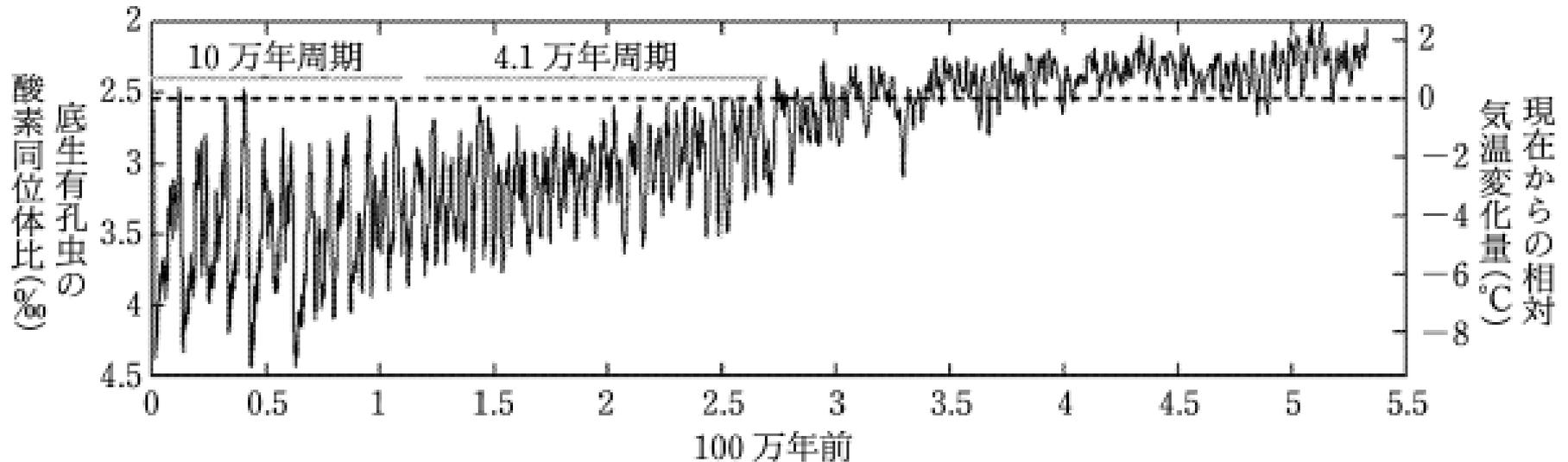
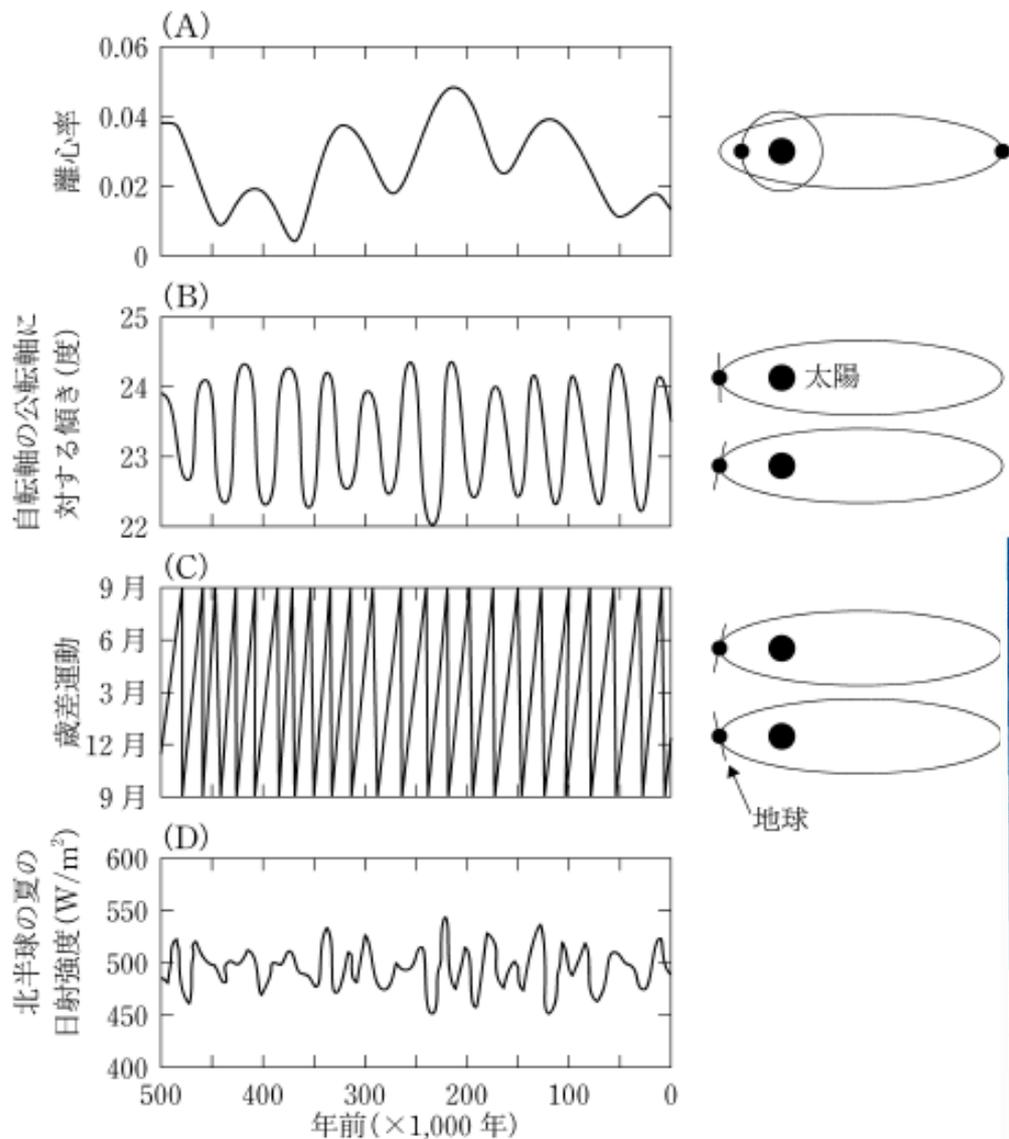


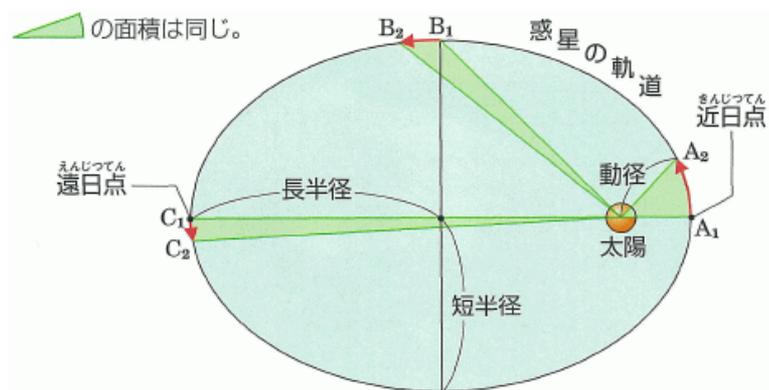
図 27.6 世界各地の海底コアの底生有孔虫による過去 500 万年間の酸素同位体比( $\delta^{18}\text{O}$  ‰)の変化とそれを指標とした相対的気温変化(Lisiecki and Raymo, 2005 をもとに作成)

地球惑星科学入門第2版p324

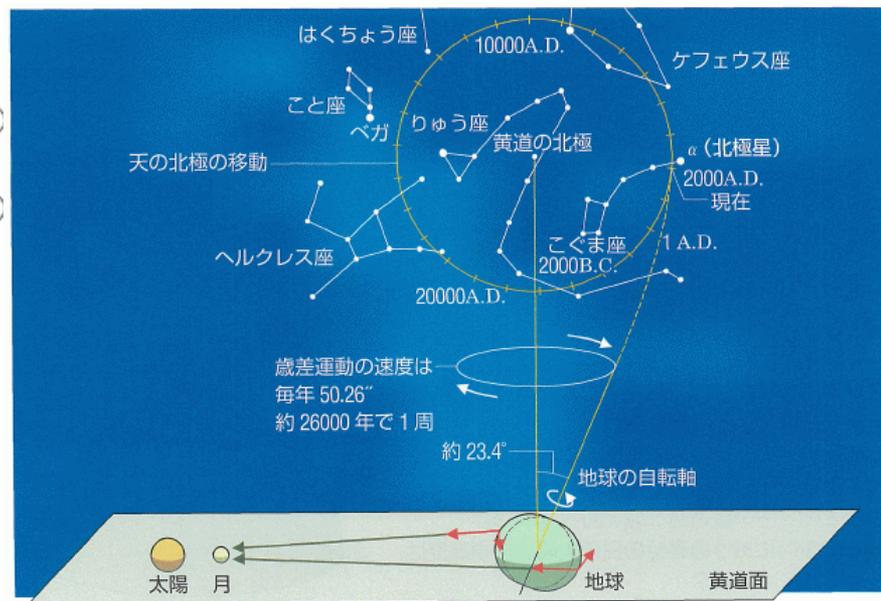
# ミランコビッチサイクル



地球惑星科学入門第2版p208



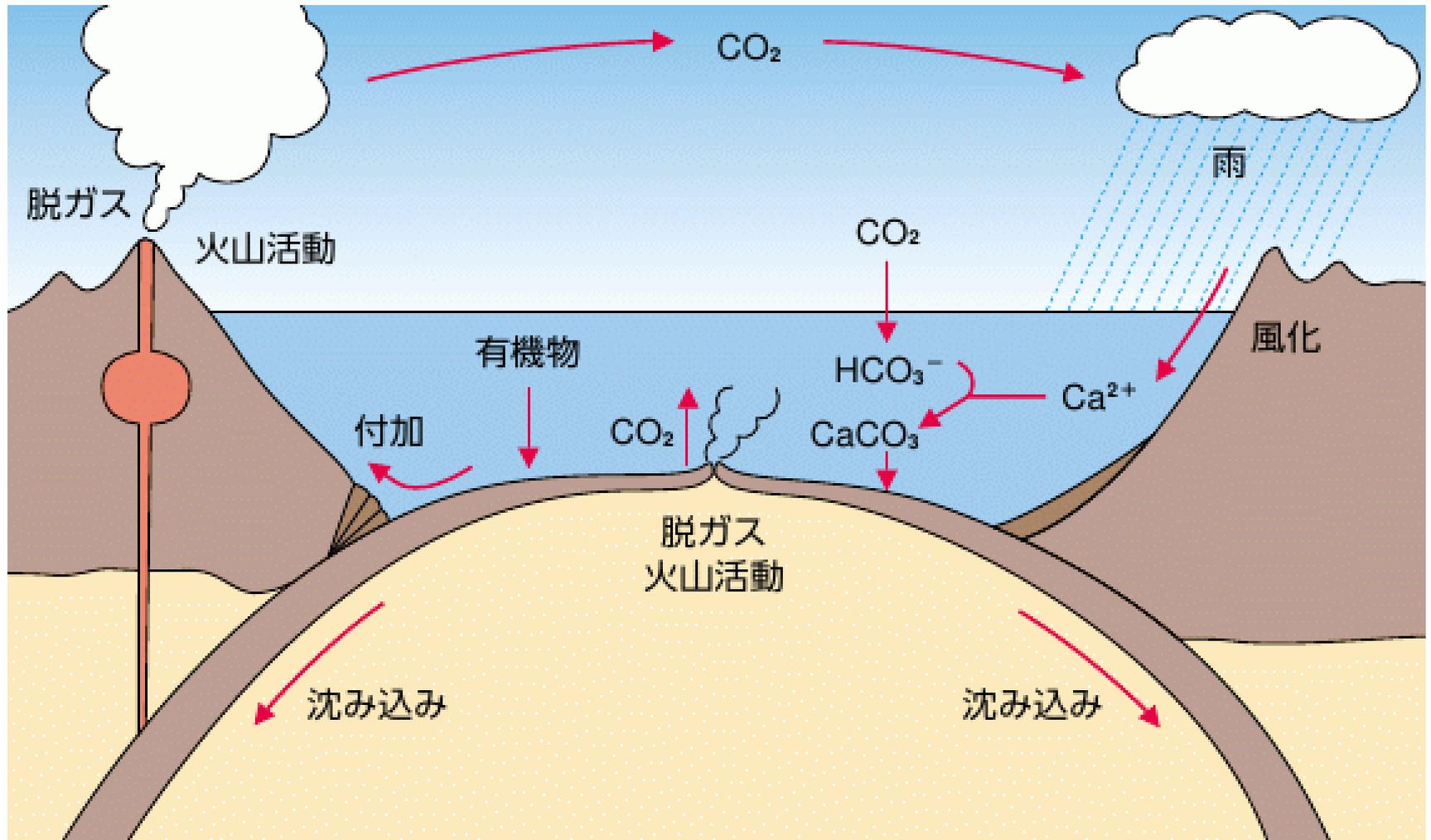
地学図表P.53



地学図表P.49

# 炭素循環

時間スケール: 数億年



地学図表P.183