

地球惑星科学II

第7回

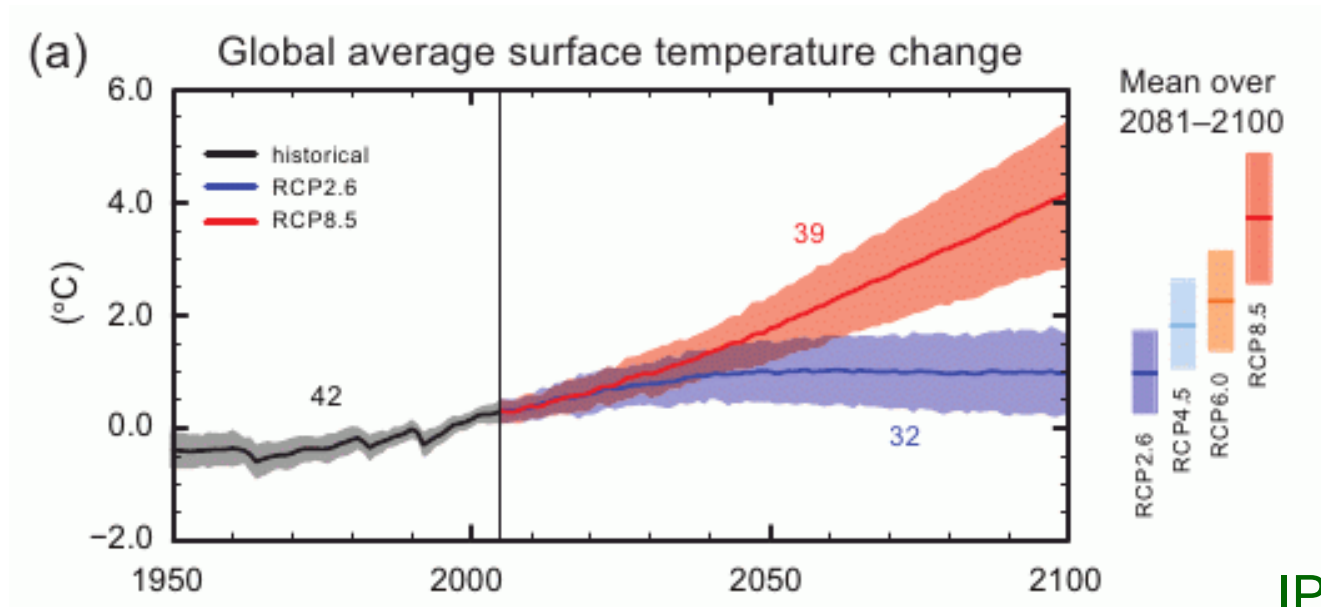
2023年11月16日

連絡

- 11/30は教室での授業はおこないません。
オンデマンド授業になります
- その週に授業動画を視聴しミニレポートに取り組んでください
- 11/30分の授業に関しては入室キーワードの入力は不要です。出欠確認システムでは全員×になります。
- ミニレポートの提出をもって出席として取り扱うことにします。
- Moodleの資源は11/27(月)に公開します。

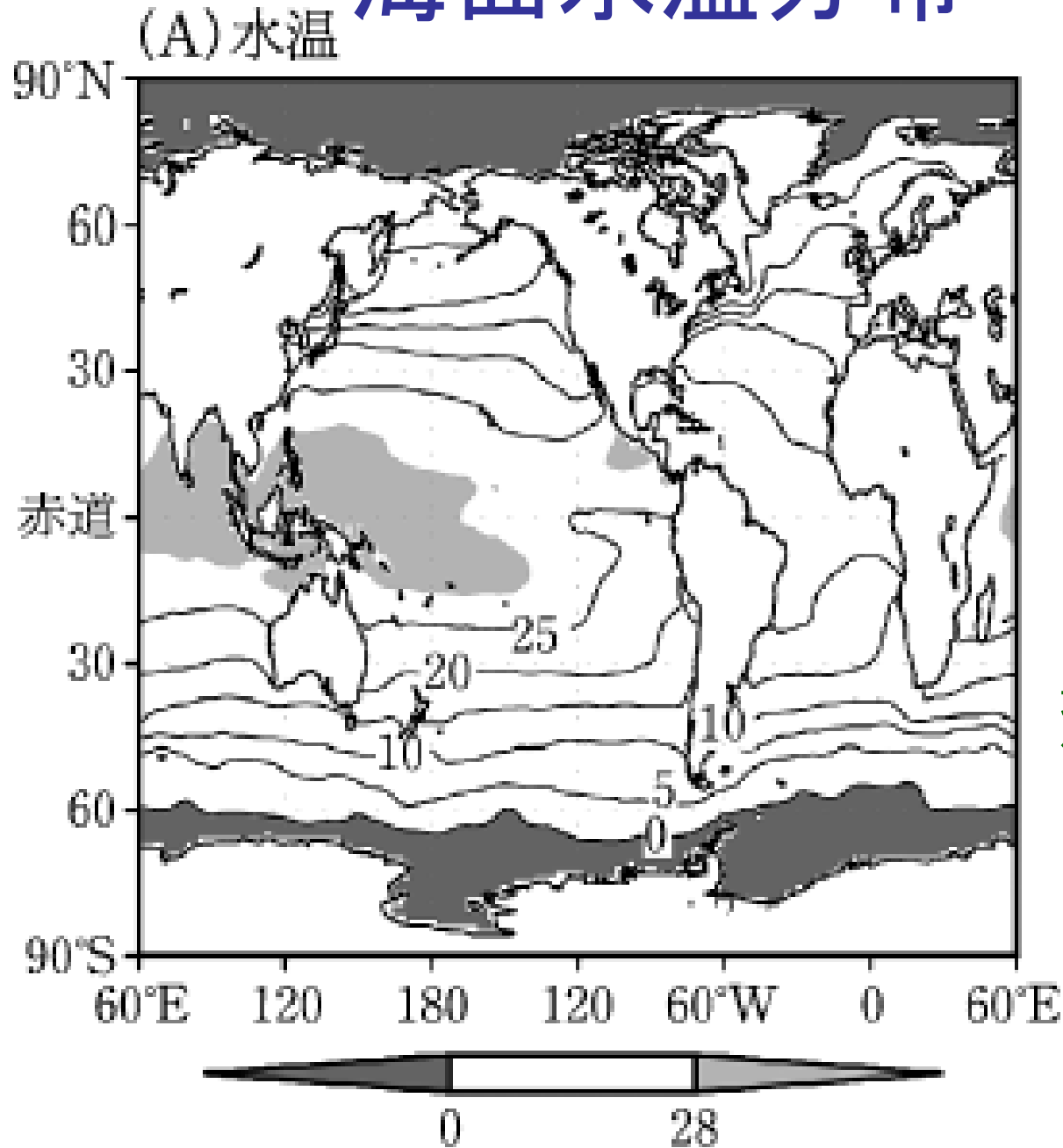
今日のテーマ

- 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

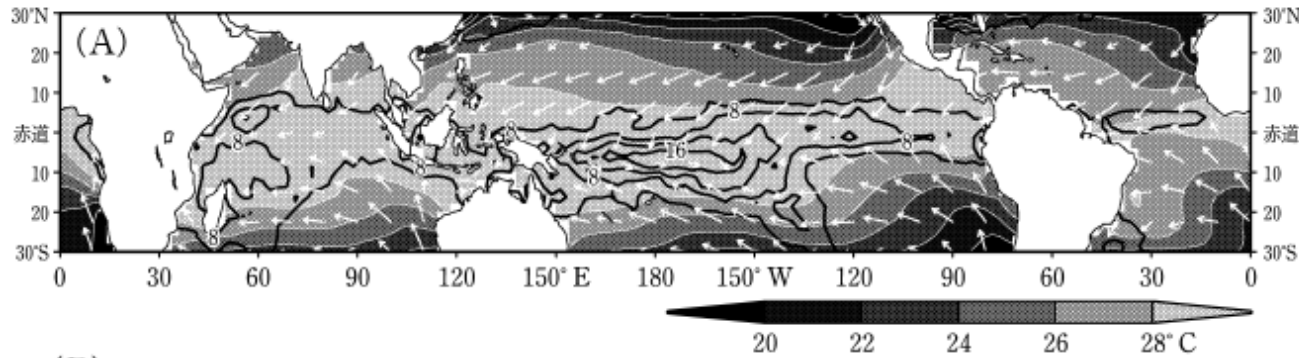


地球惑星科学入門
第2版p279

エルニーニョとラニーニャ

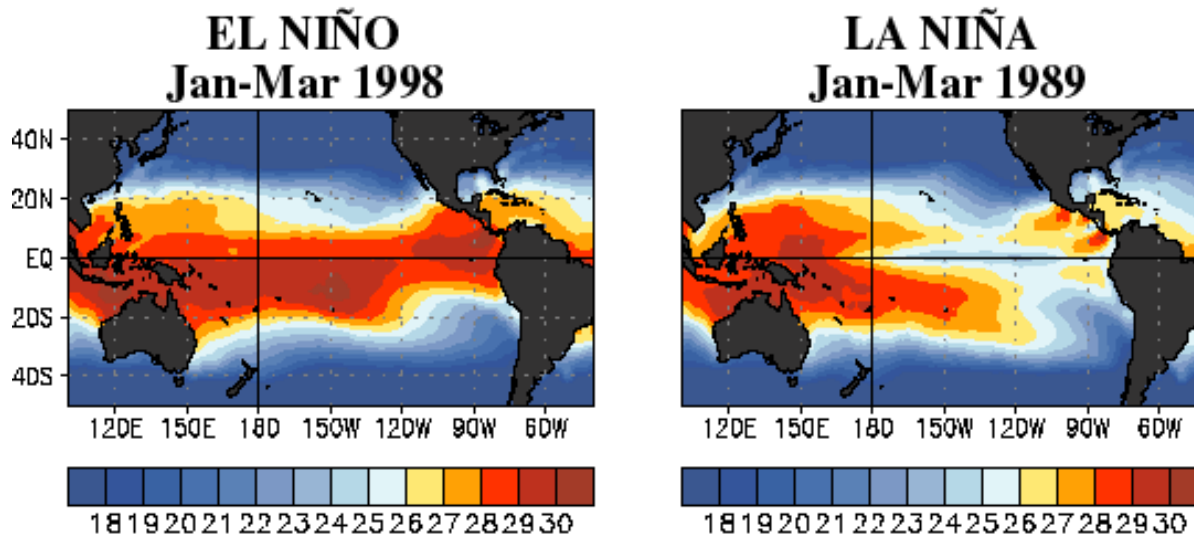
時間スケール: 数年

エルニーニョ時の場合



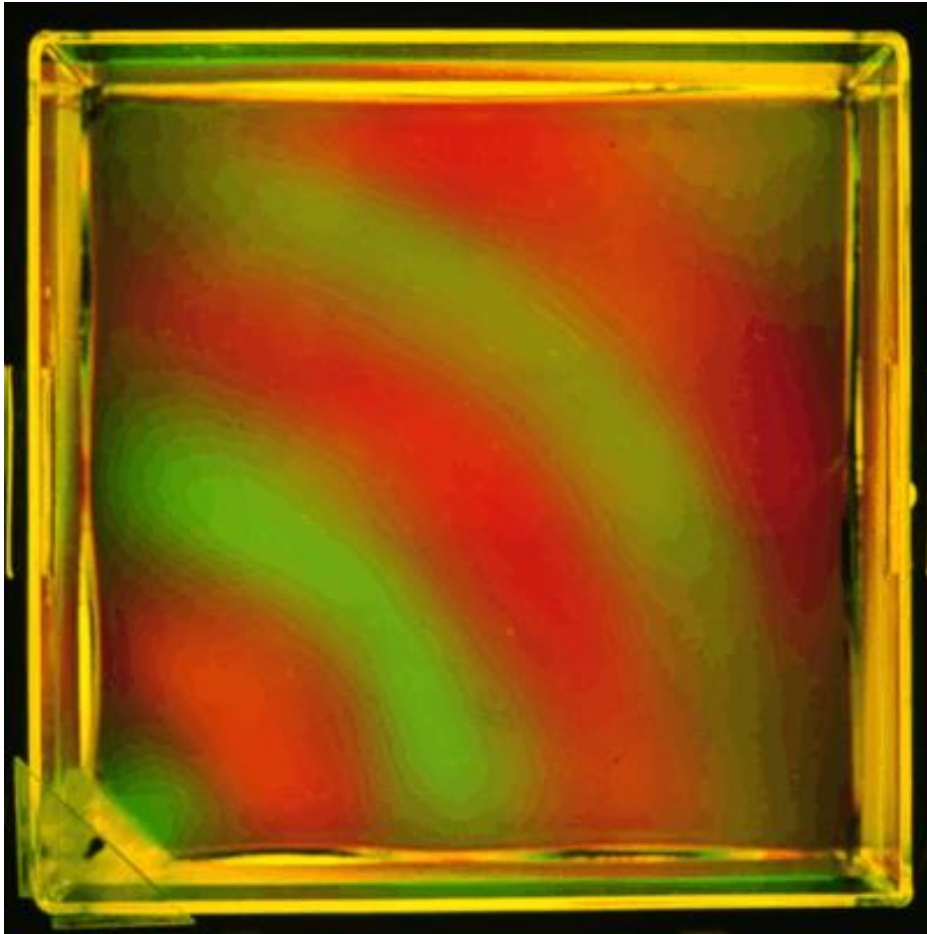
地球惑星科学入門第2版p326

海面
温度

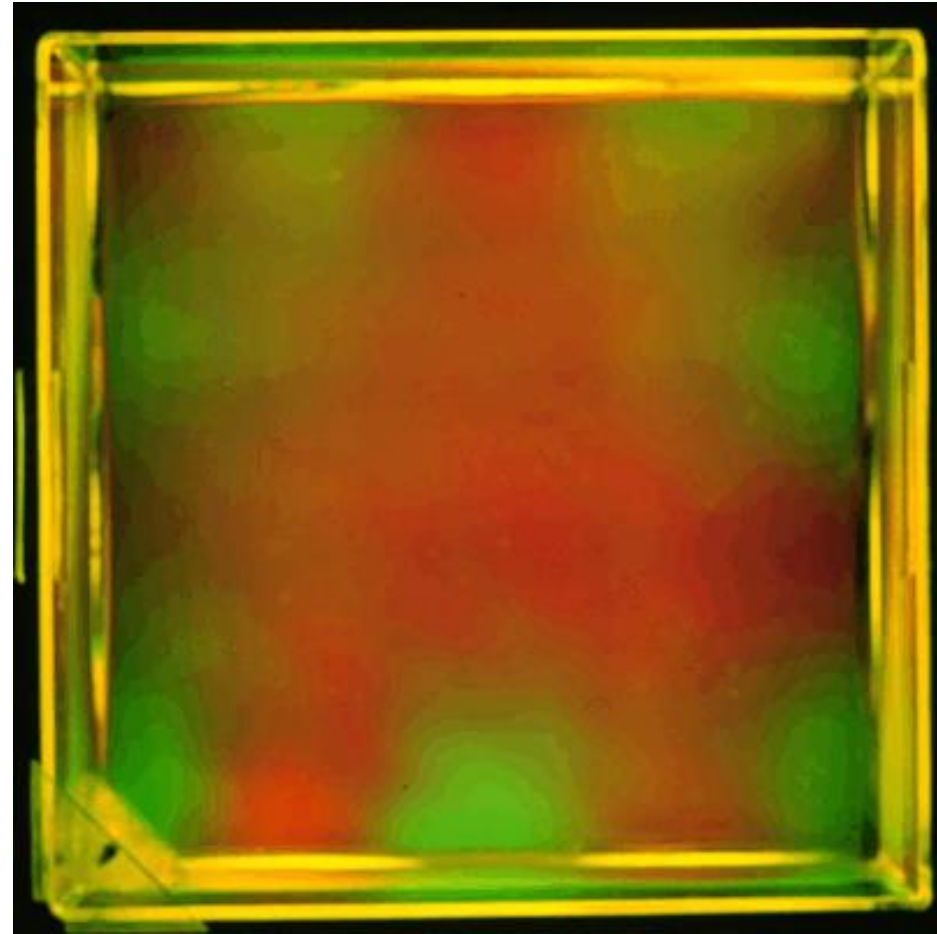


http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensocycle/ensocycle.shtml より転載

赤道の波



重力波
(系が回転していない)

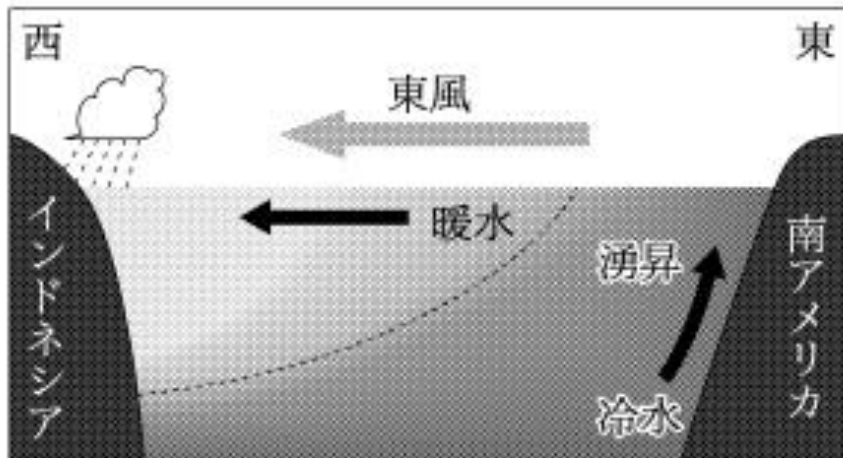


ケルビン波
(系が回転している)

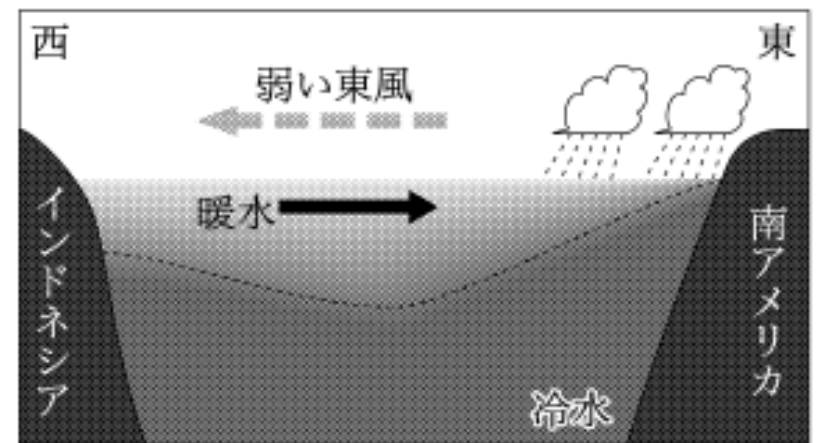
http://www.gfd-dennou.org/library/gfd_exp/index.htm

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

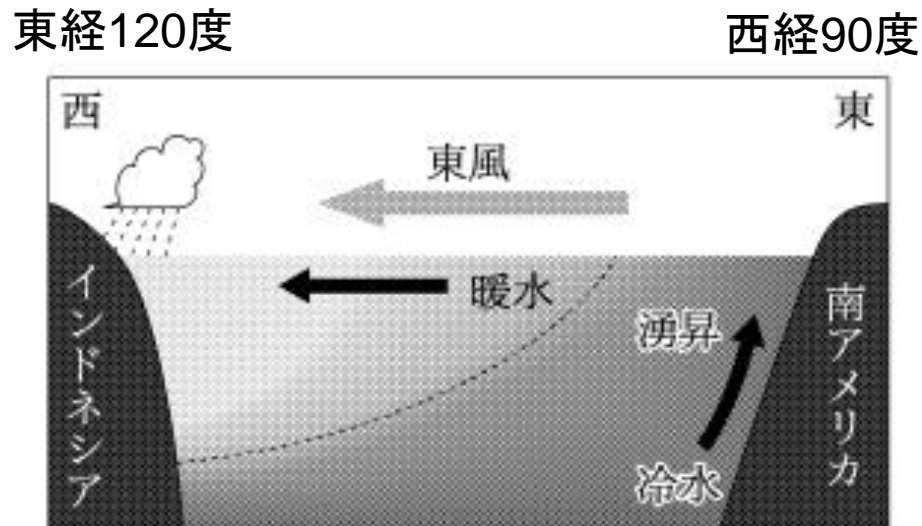
計算問題:解答例

- ケルビン波が太平洋を横断する時間

$$T = \frac{L}{v}$$

L: 太平洋の東西方向の長さ

v: ケルビン波の速度: 3 m/sec

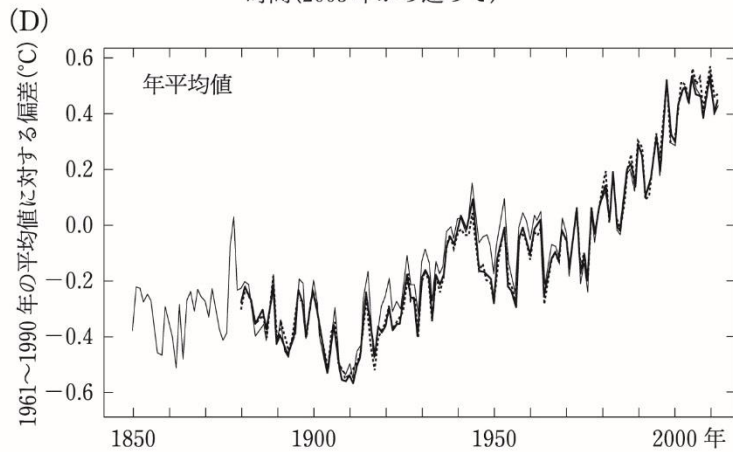
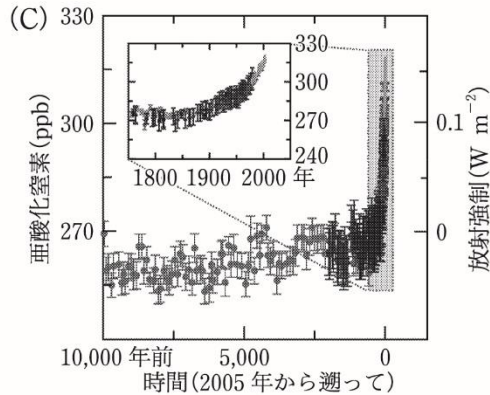
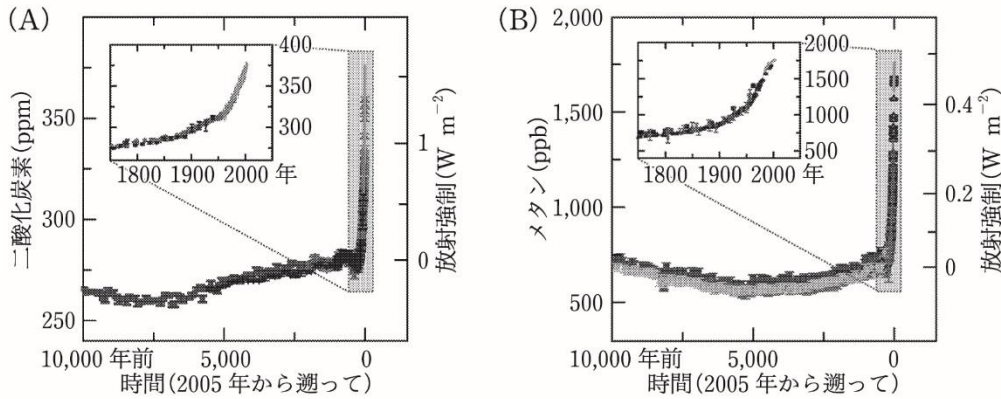


$$L = 2\pi R \times \frac{150}{360} = (4.0 \times 10^7 \text{ m}) \times \frac{150}{360} \sim 2.0 \times 10^7 \text{ m}$$

$$T = \frac{2.0 \times 10^7}{3} = \sim 10^7 \text{ sec} \sim \frac{10^7}{10^5} \text{ day} \sim 10^2 \text{ day}$$

地球温暖化

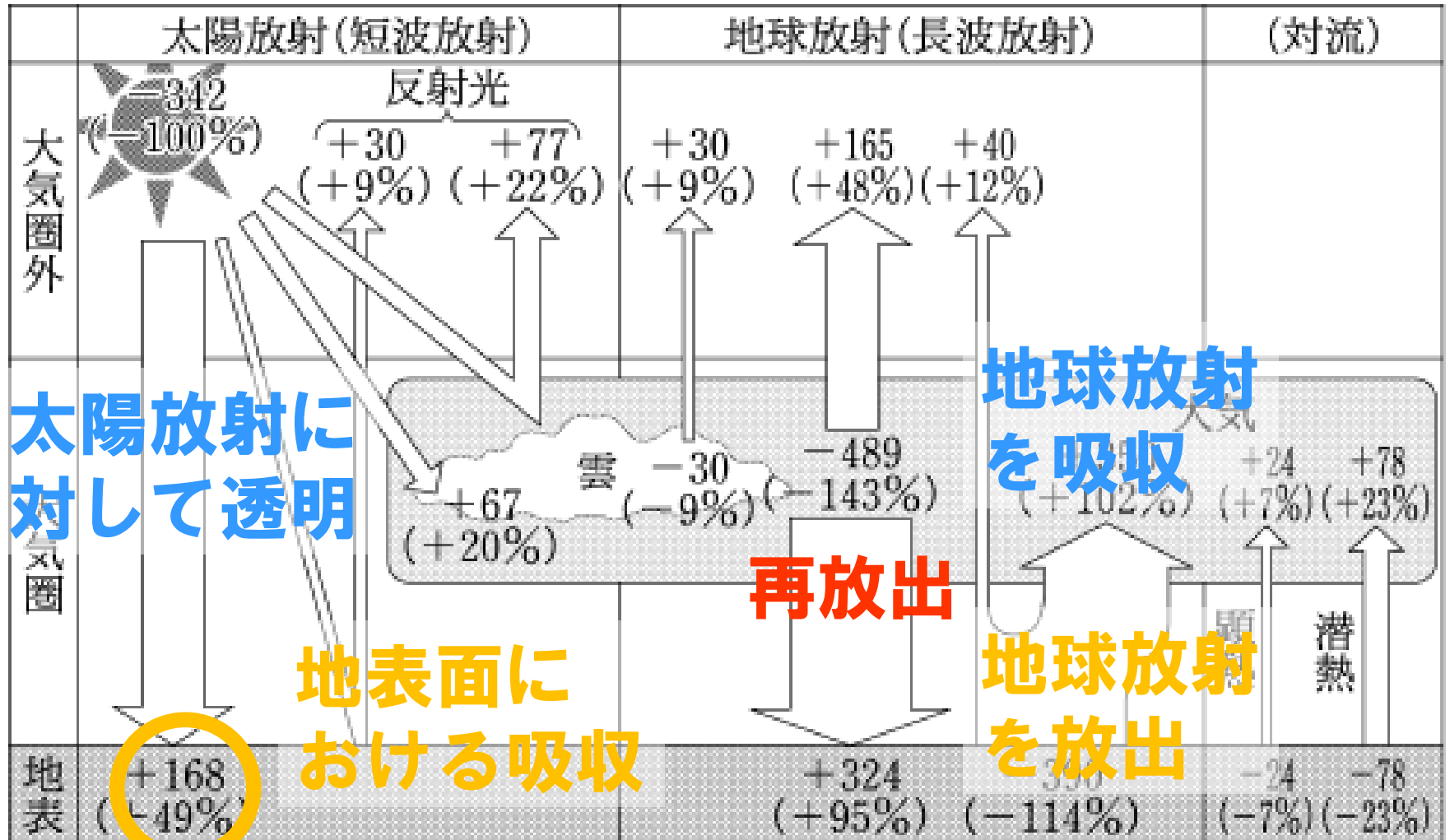
時間スケール: 数10年



地球惑星科学入門第2版p338

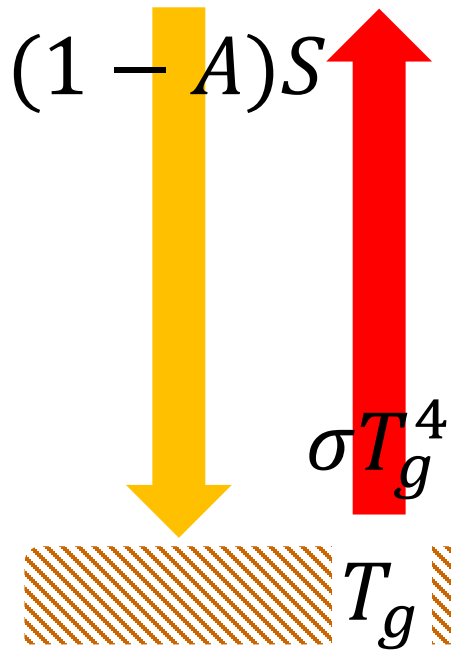
温室効果

地球惑星科学入門P.224



温室効果：式を用いた説明

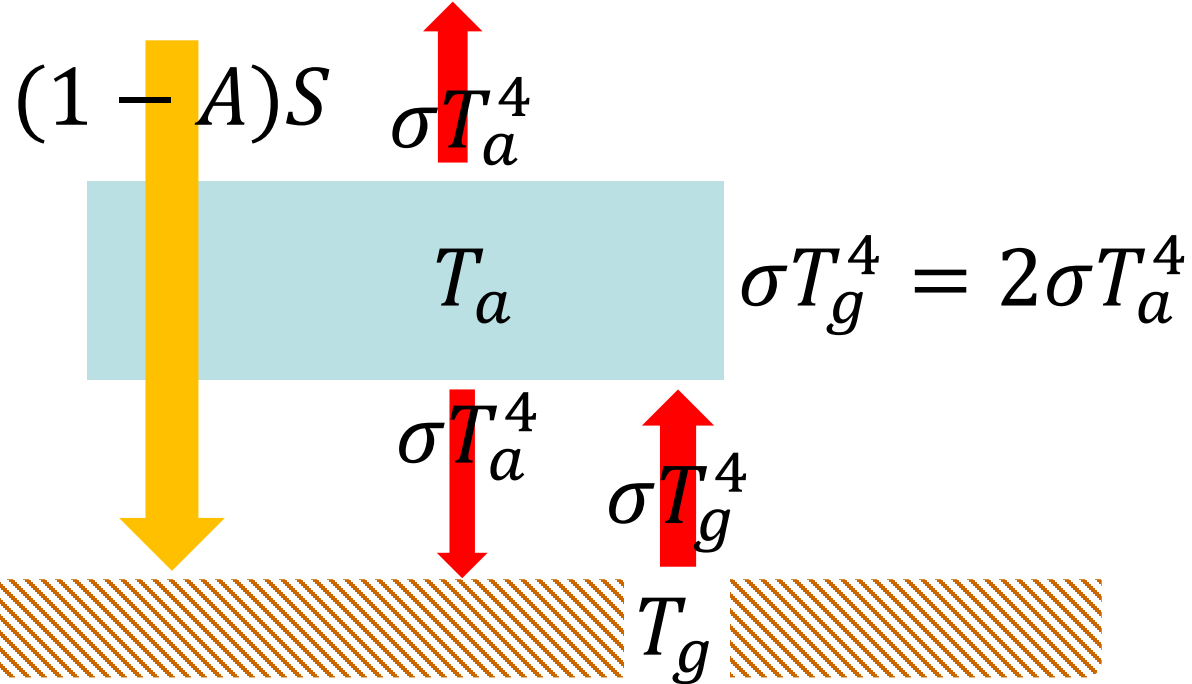
大気無しの場合



$$(1-A)S = \sigma T_g^4$$

$$T_g = \sqrt[4]{\frac{(1-A)S}{\sigma}}$$

大気有りの場合



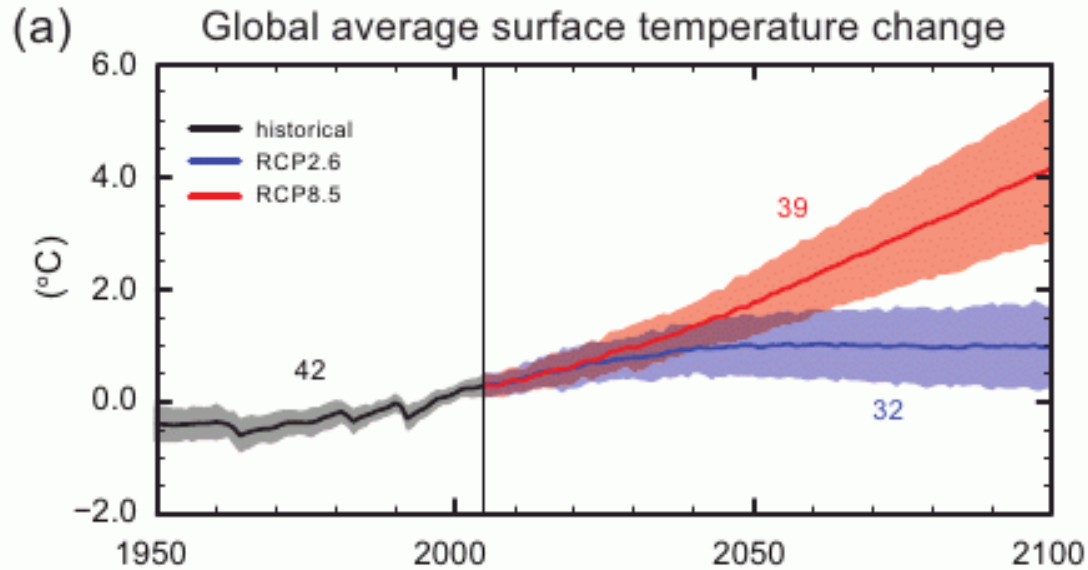
$$(1-A)S + \sigma T_a^4 = \sigma T_g^4$$

$$T_g = \sqrt[4]{2 \frac{(1-A)S}{\sigma}}$$

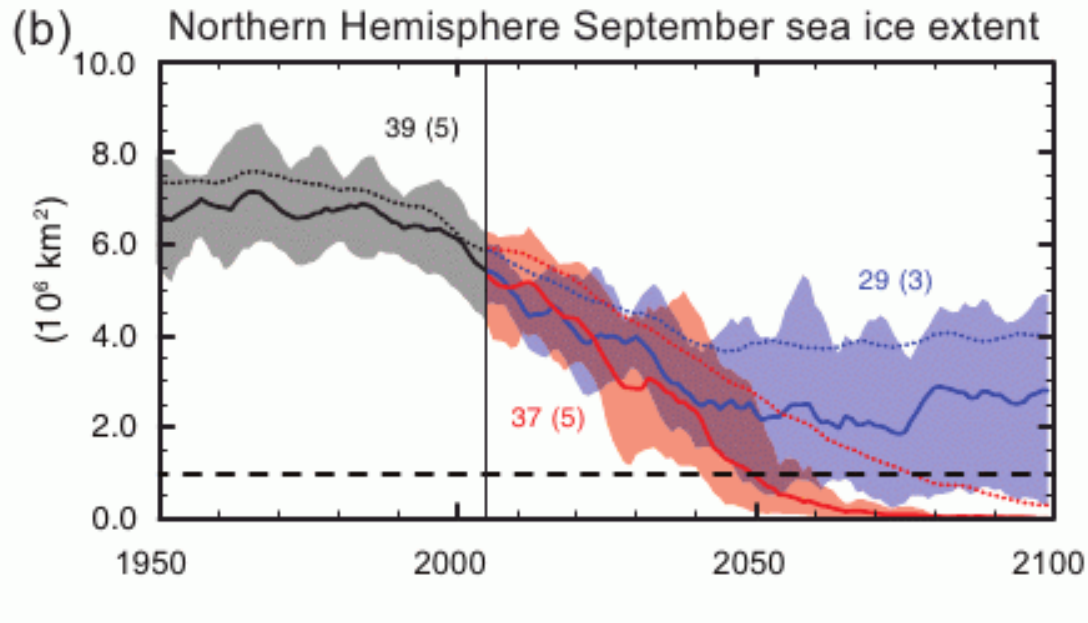
温暖化予測

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

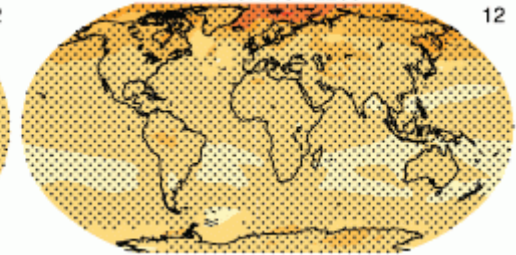
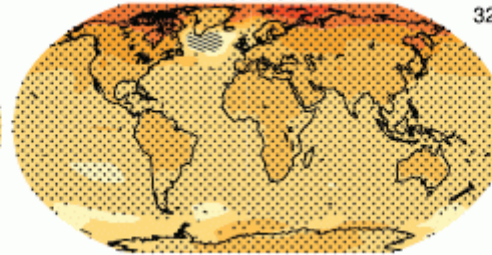
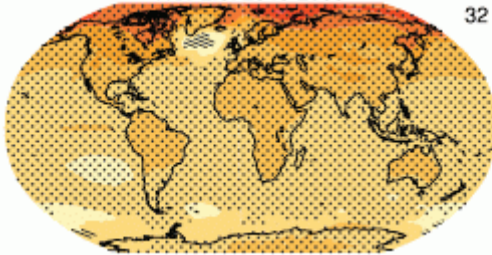
2181-2200

RCP2.6: 2046-2065

RCP2.6: 2081-2100

RCP2.6: 2181-2200

RCP2.6

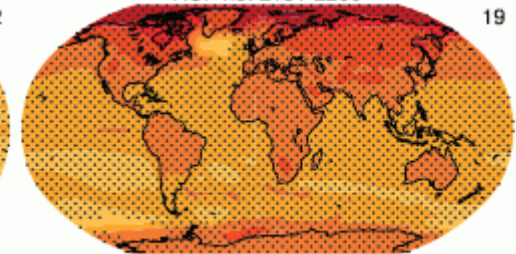
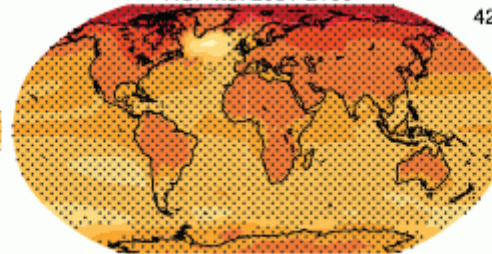
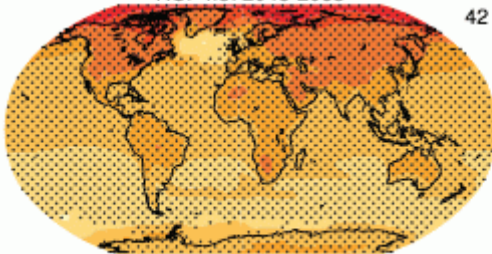


RCP4.5: 2046-2065

RCP4.5: 2081-2100

RCP4.5: 2181-2200

RCP4.5

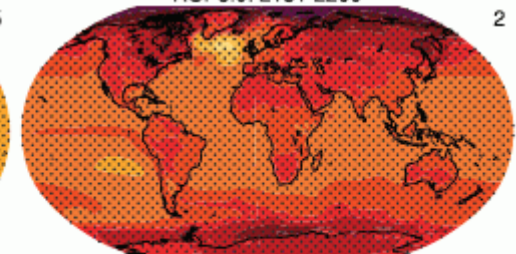
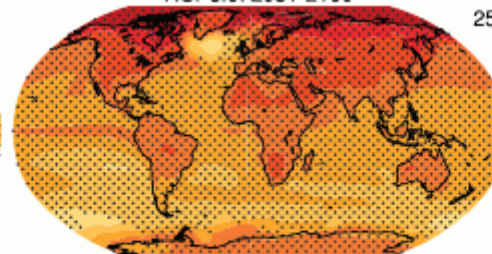
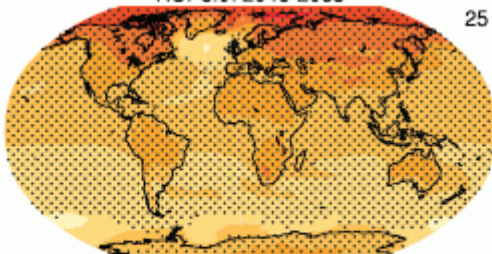


RCP6.0: 2046-2065

RCP6.0: 2081-2100

RCP6.0: 2181-2200

RCP6.0

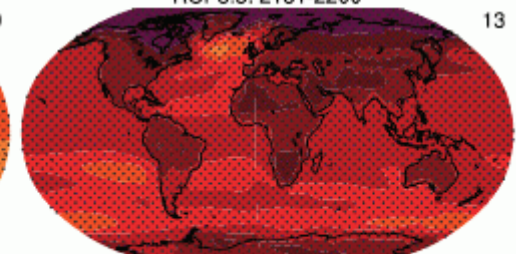
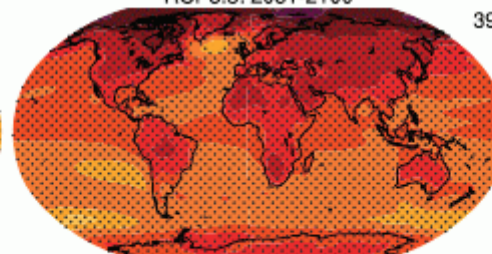
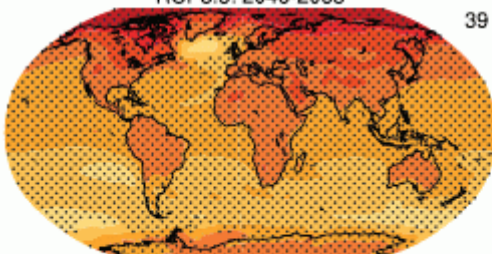


RCP8.5: 2046-2065

RCP8.5: 2081-2100

RCP8.5: 2181-2200

RCP8.5



(°C)

IPCC(2013)

氷期・間氷期サイクル

時間スケール: 数万年

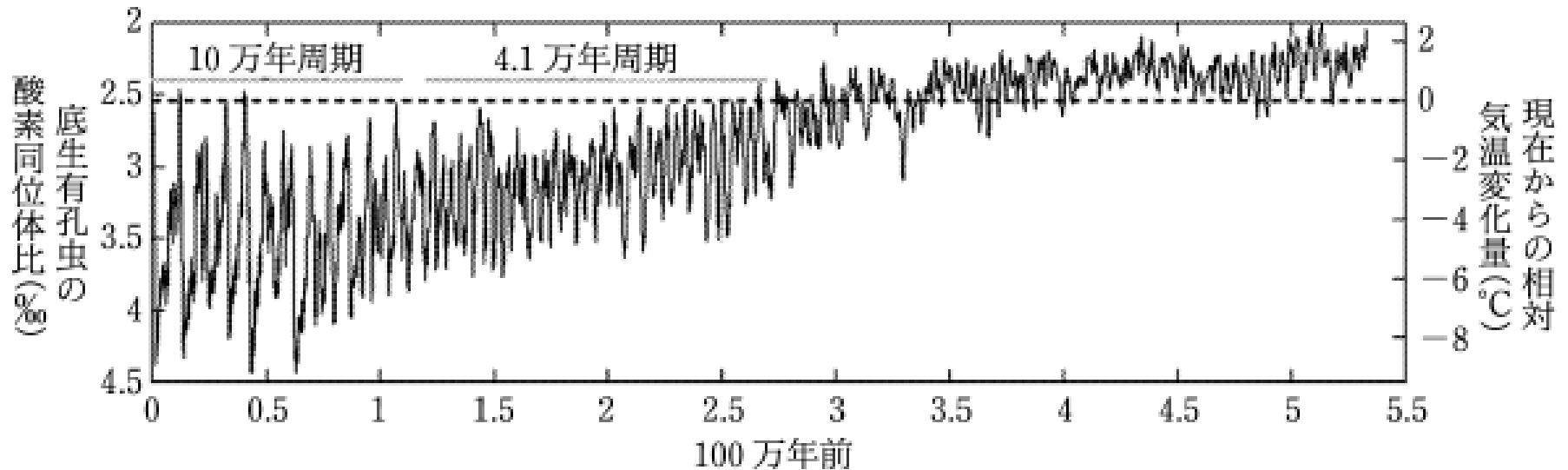
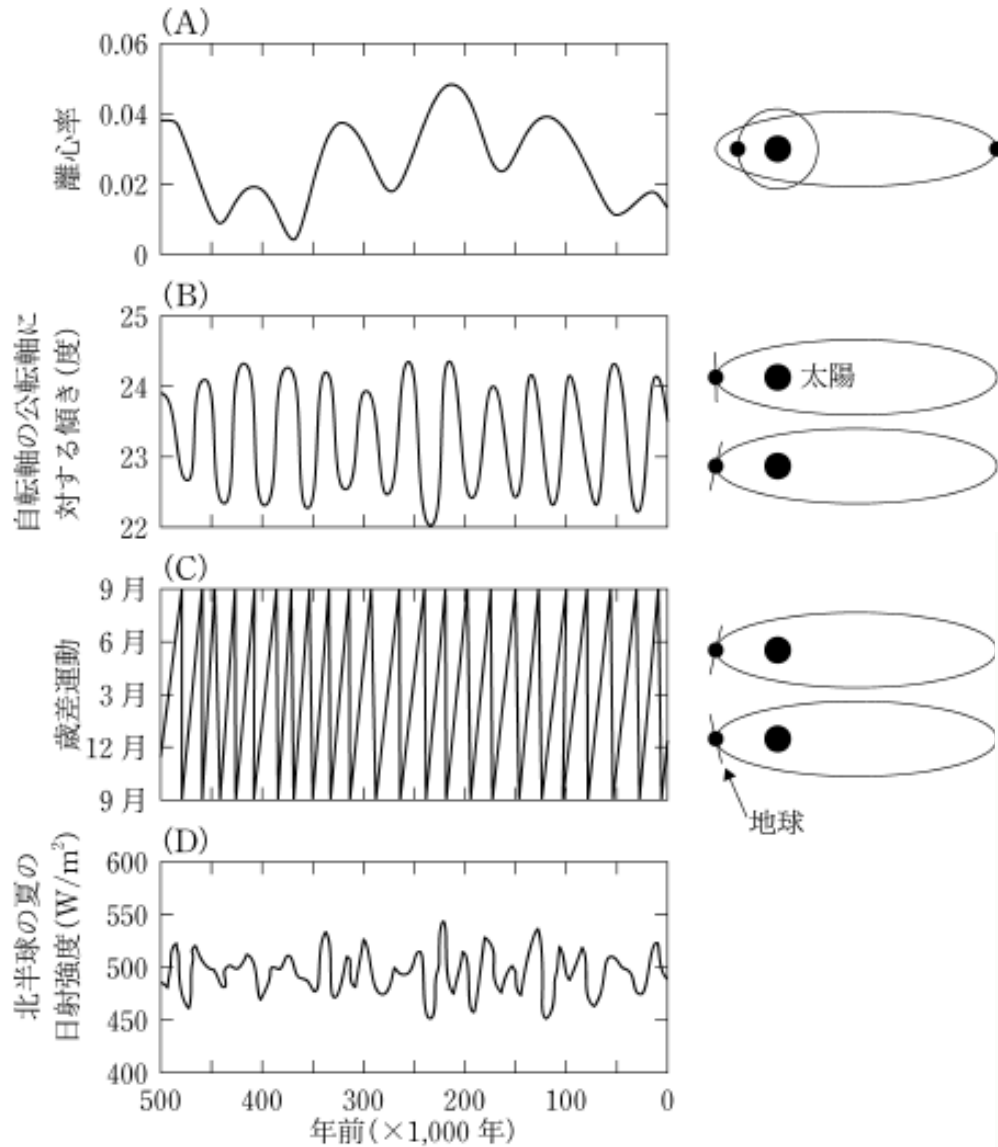


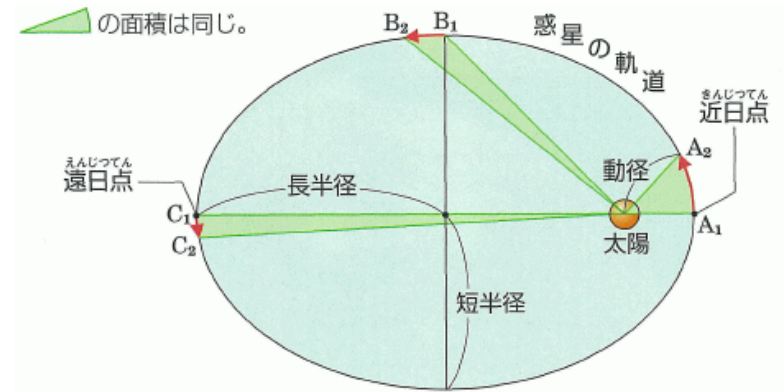
図 27.6 世界各地の海底コアの底生有孔虫による過去 500 万年間の酸素同位体比($\delta^{18}\text{O}$ ‰)の変化とそれを指標とした相対的気温変化(Lisiecki and Raymo, 2005 をもとに作成)

地球惑星科学入門第2版p324

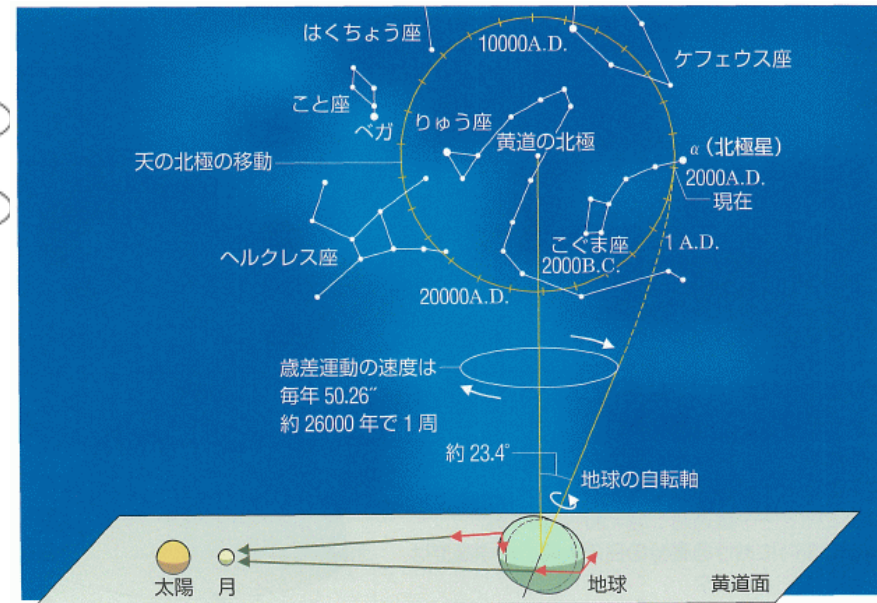
ミランコビッチサイクル



地球惑星科学入門第2版p208



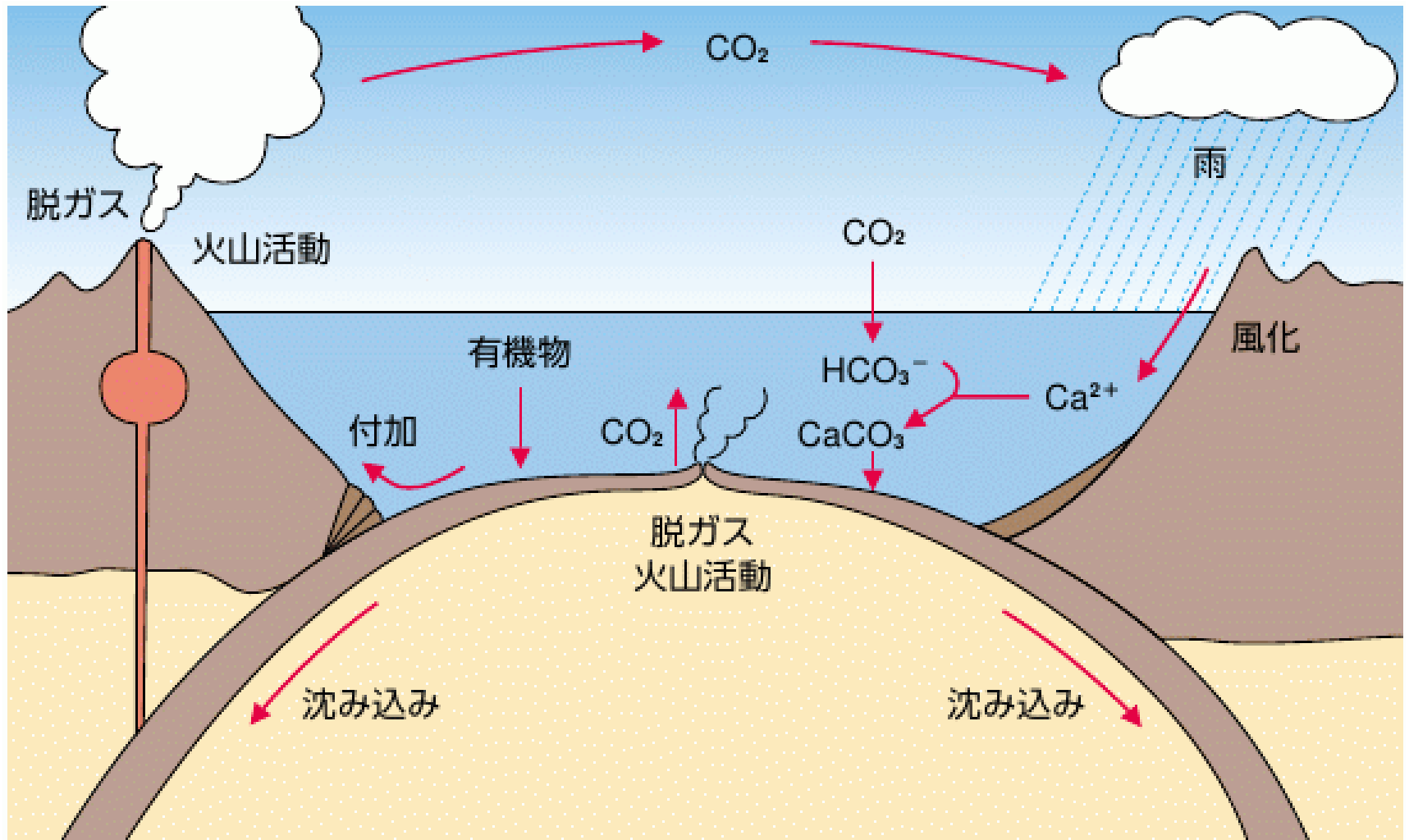
地学図表P.55



地学図表P.51

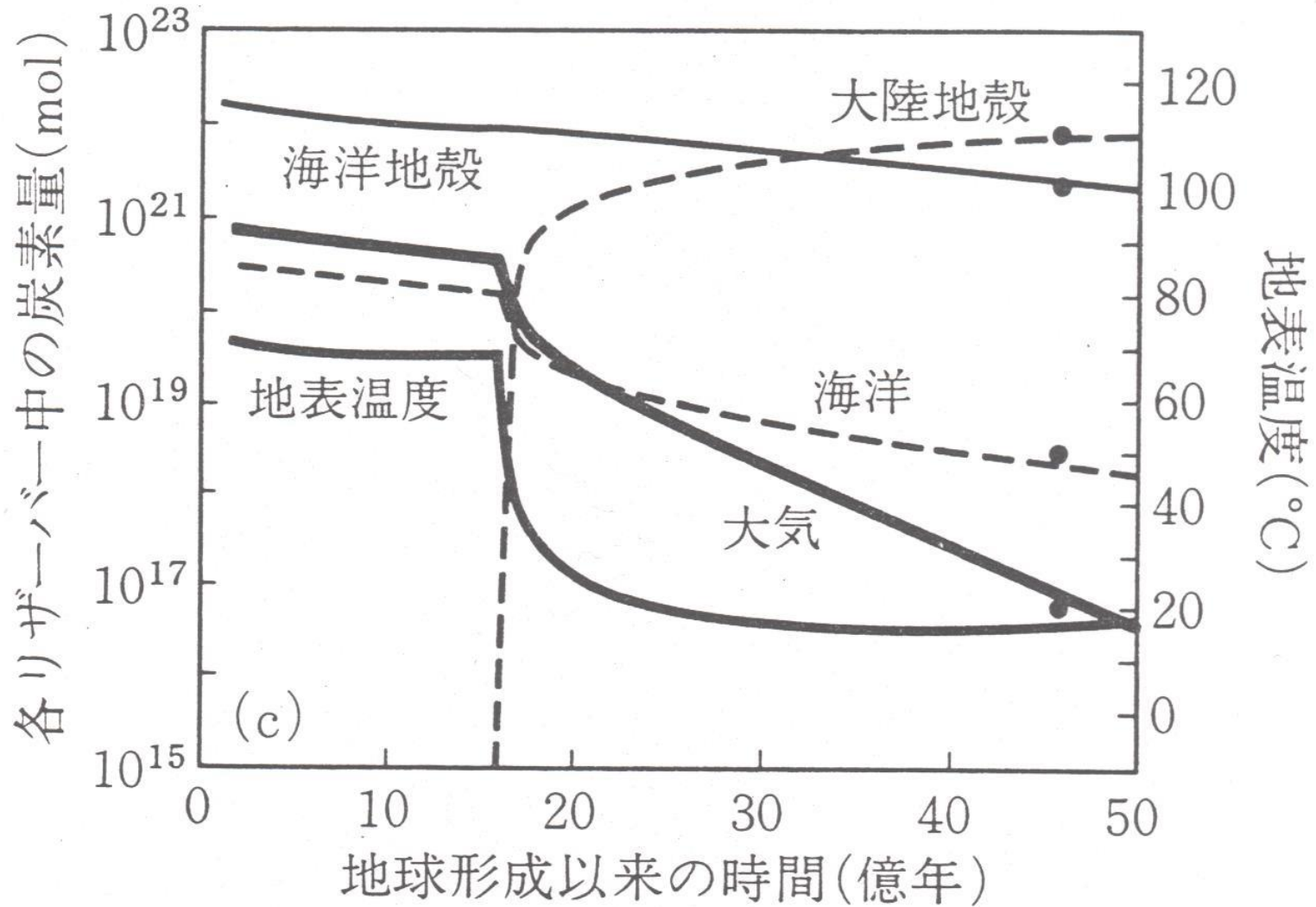
炭素循環

時間スケール: 数億年



地学図表P.205

大気海洋の化学進化



Tajika and Matsui (1990) Origin of the Earth, 347

雪玉地球仮説

- 原生代の後期(約 7 億年前)に全球凍結した可能性



<http://ksjtracker.mit.edu/2007/12/06/afp-toronto-star-etc-that-snowball-earth-scenario-of-700-million-years-ago-may-be-it-was-a-snowball/>より転載

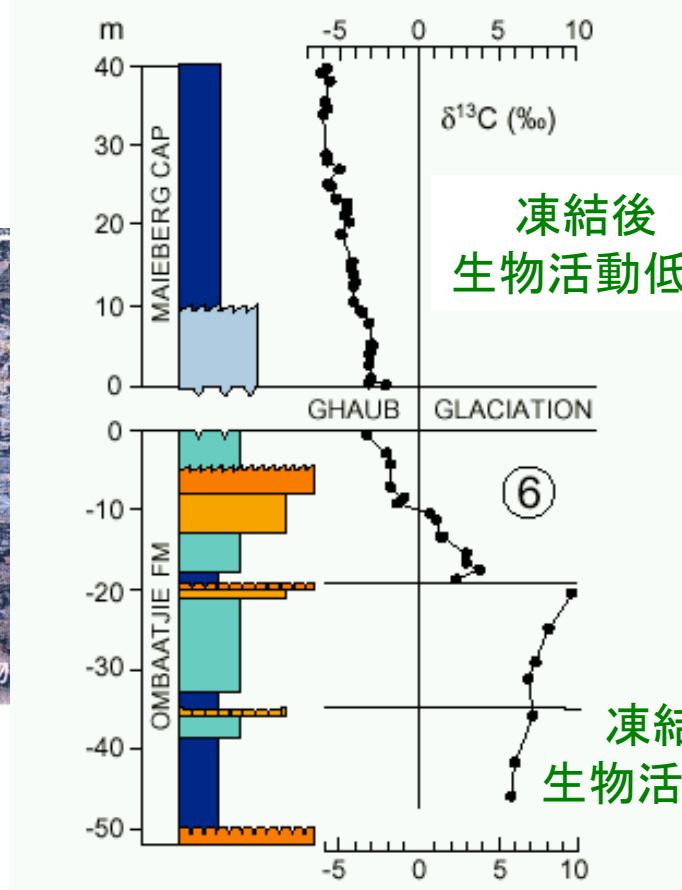
– もともとKirshvink 炭素同位体比

氷河堆積物



⑤ 7 億年前の氷河堆積物

川上 (2000), 科学 vol.70



Hoffman et al. (1998)