

炭素と同位体について

同位体：¹²C(98.89%), ¹³C(1.11%), (¹⁴C放射性同位体)

$$\delta^{13}C = \left\{ \frac{\left(\frac{^{13}C}{^{12}C} \right)_{\text{sample}}}{\left(\frac{^{13}C}{^{12}C} \right)_{\text{PDB}}} - 1 \right\} \times 1000 (\text{‰})$$

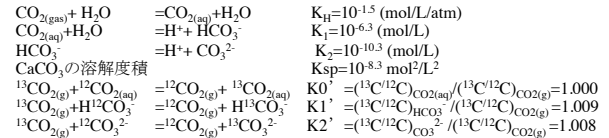
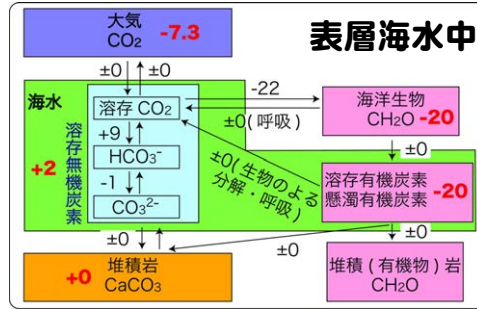
PDBとは

Pee Dee Belemnite

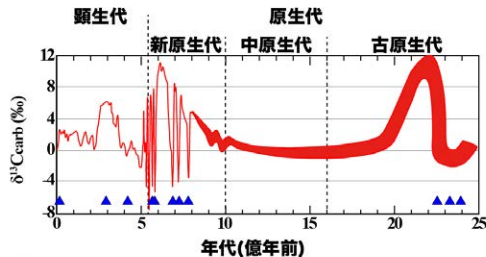
米国、サウスカロライナ州の白亜紀のPee Dee層に存在するBelemnite
方解石CaCO₃からなる。



表層海水中の炭素



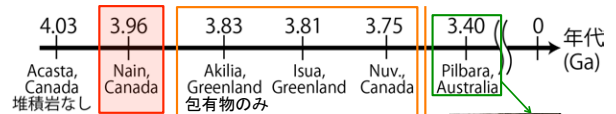
海水(炭酸塩)の炭素同位体比の歴史



▲ 氷河期または全球凍結

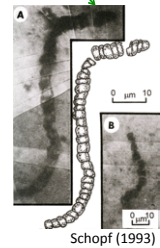
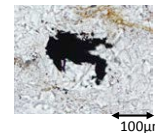
- 2500Maの正変動: 負の同位体比をもった生命起源の炭質物が埋没された。
→ O₂と反応せずに埋没することになるので、大気中のO₂の増加を引き起こす。
- 原生代末の炭素同位体に負異常。
- 全球凍結の直後: メタンハイドレートの分解や火山ガスの蓄積による。
- ③ 原生代頃の炭素同位体の正への変動 → 生命活動による???
- ③ 原生代-顕生代境界(540Ma)の負異常: 生命の絶滅による?

初期生命体の痕跡



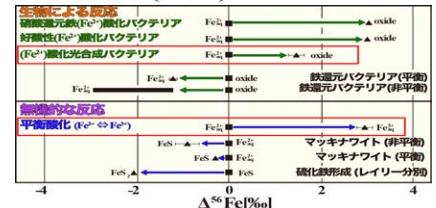
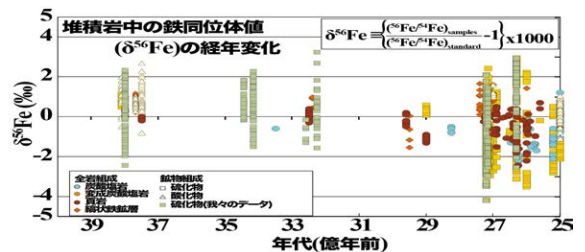
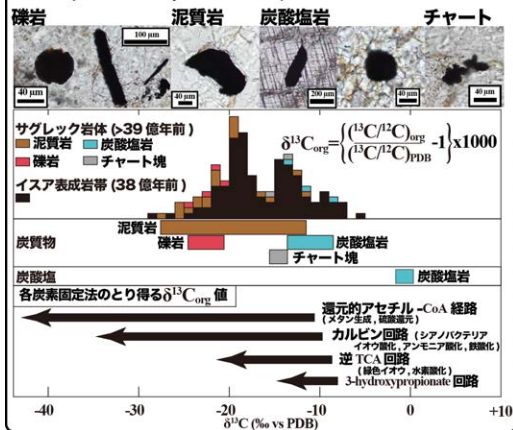
岩石中やその鉱物中に炭質物として存在

炭素安定同位体比 ($\delta^{13}C_{org}$)



Schopf (1993)

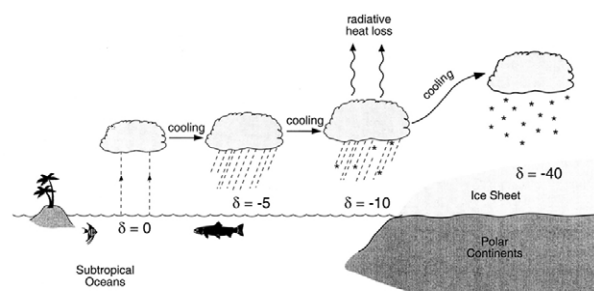
炭質物 (ラブラドル, >39 億年前)



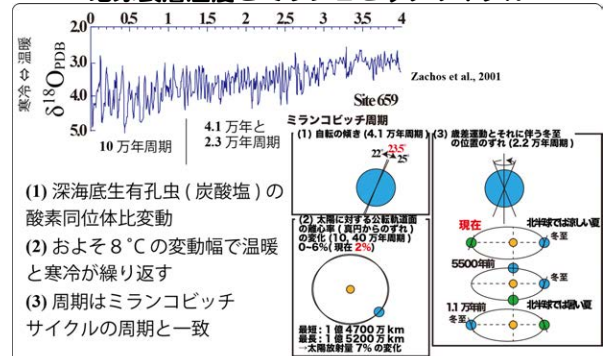
酸素同位体

(1) 軽い同位体ほど蒸発などのときに、気体に濃集する。

$$\delta^{18}O = \left\{ \frac{\left(\frac{^{18}O}{^{16}O} \right)_{\text{sample}}}{\left(\frac{^{18}O}{^{16}O} \right)_{\text{SMOW or PDB}}} - 1 \right\} \times 1000 (\text{‰})$$

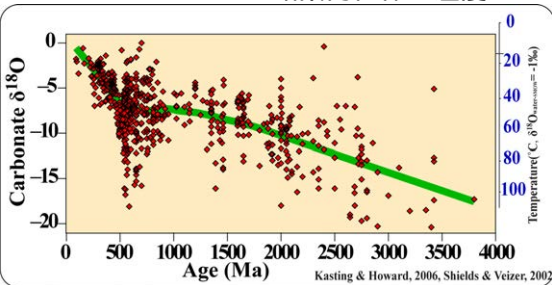


地球表層温度とミランコビッチサイクル



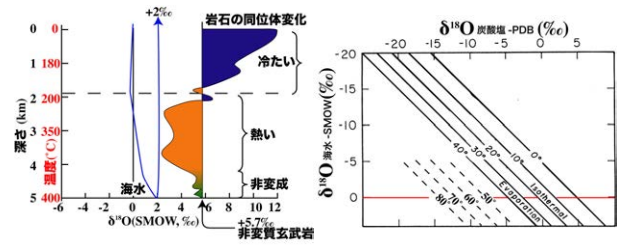
地球全体の太陽定数は変化しないので、なぜ北半球の寒冷時が地球全体の寒冷期になるのかは不明

Carbonateの酸素同位体と温度



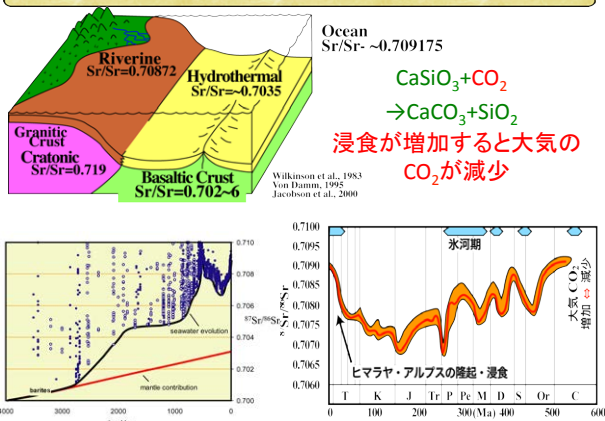
- (0) 昔は海水温が高かった?
 (1) 海水の酸素同位体の経年変化?
 (Veizer et al., 1999; Wallmann, 2001)
 ⇨ 海洋地殻の酸素同位体 (Muehlenbachs 1998 など)
 (2) 炭酸塩の二次的な酸素同位体移動

海水の酸素同位体比の経年変化?

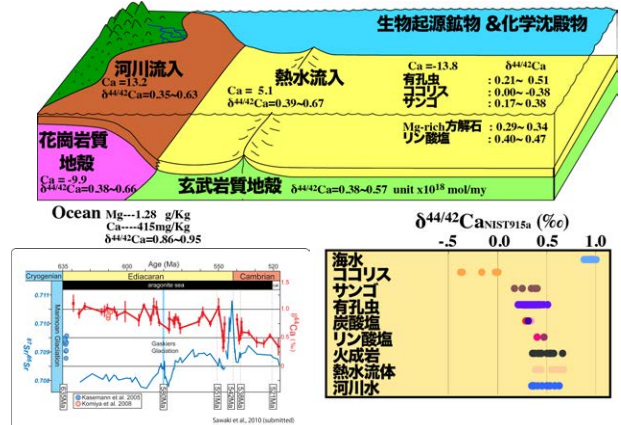


熱水場から現在よりも低い同位体比を持つ大量の熱水が噴出、海水の同位体比をより低く。
 ← マントルの温度が高いため、熱い玄武岩地殻が中央海嶺で形成されたから

海水のSr同位体進化

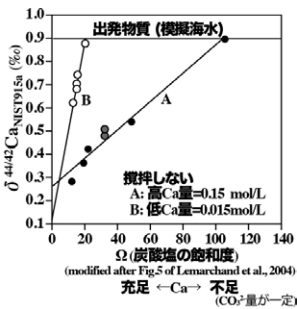


Ca同位体と分別プロセス



Ca同位体と分別プロセス

- (3) 平衡分別 + CO₃²⁻ or (Ca²⁺) の拡散
 (Lemarchand et al., 2004)



- (1) 高Ca量 (low [Ca]/[CO₃²⁻])
 → 大きな分別
 (2) 高飽和度 or 低Ca量 (low [Ca]/[CO₃²⁻])
 → 小さな分別

海水が酸化的だと、
 → 負のCe異常
 Ce + O₂ → CeO₂ ↓

