

# 生物多様性学II ～生命・地球環境進化～ (第六回目)

## 化学指標と古環境解読

東京大学総合文化研究科：

小宮 剛 准教授

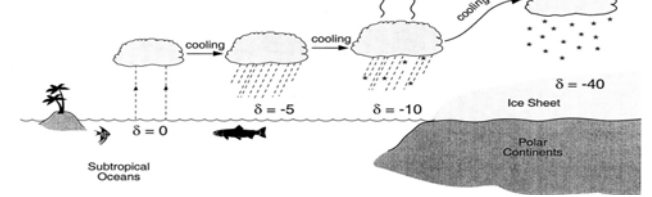
2016/11/9

### 酸素同位体

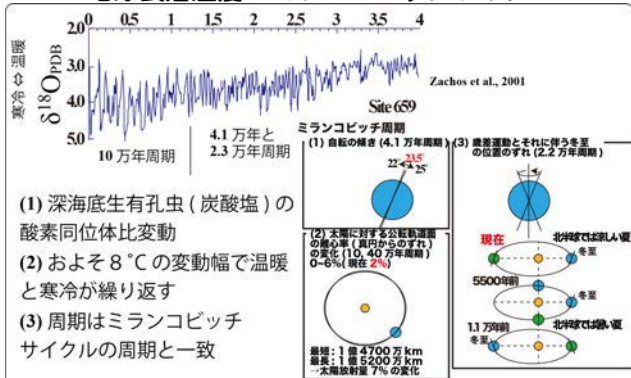
軽い同位体ほど蒸発などのときに、気体に濃集する。



図2 最終氷期最盛期の頃の北半球に存在した巨大な氷床。アメリカ大陸や北極は、厚さが2 km 以上あるような氷床にすっぽりと覆われていた。(Denton and Hughes, 1981 改定)

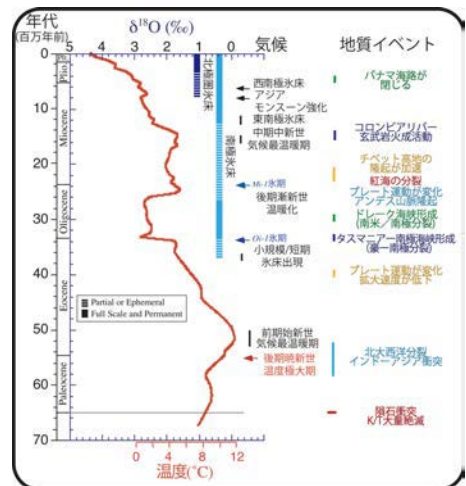
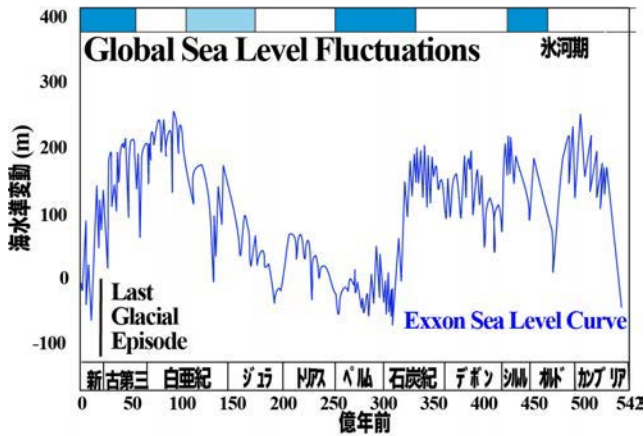
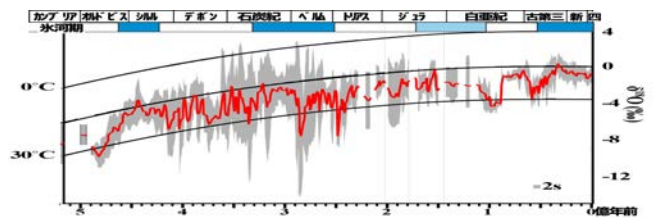
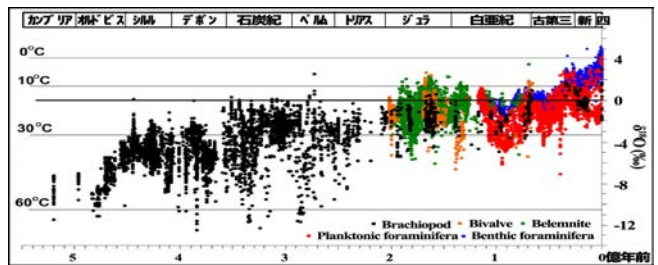


### 地球表層温度とミランコビッチサイクル

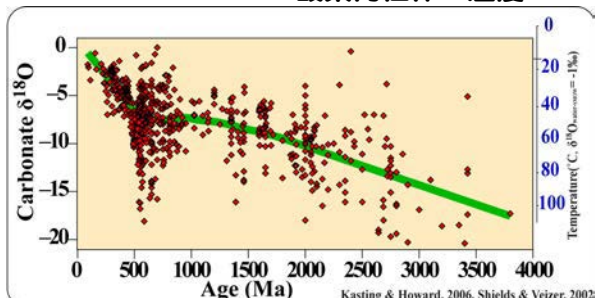


- (1) 深海底生有孔虫 (炭酸塩) の酸素同位体比変動
- (2) およそ 8 °C の変動幅で温暖と寒冷が繰り返す
- (3) 周期はミランコビッチサイクルの周期と一致

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



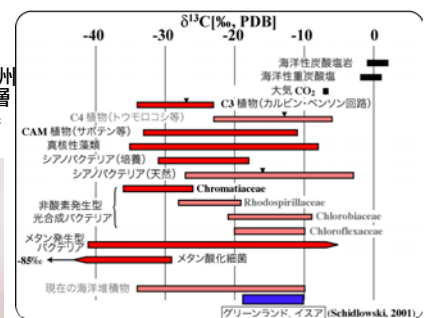
- (0) 昔は海水温が高かった?
- (1) 海水の酸素同位体の経年変化?  
(Veizer et al., 1999; Wallmann, 2001)  
⇒ 海洋地殻の酸素同位体 (Muehlenbachs 1998 など)
- (2) 炭酸塩の二次的な酸素同位体移動

### 炭素と同位体について

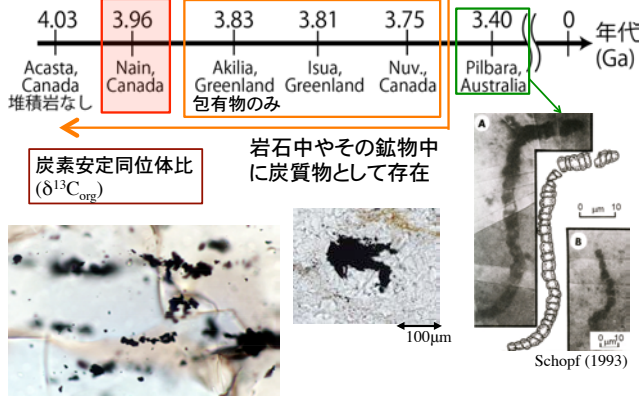
同位体：<sup>12</sup>C (98.89%), <sup>13</sup>C (1.11%), (<sup>14</sup>C 放射性同位体)

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

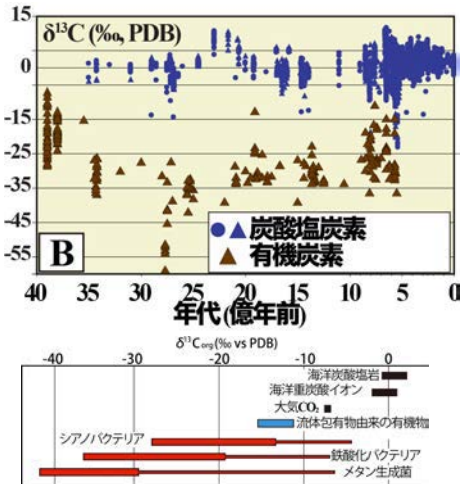
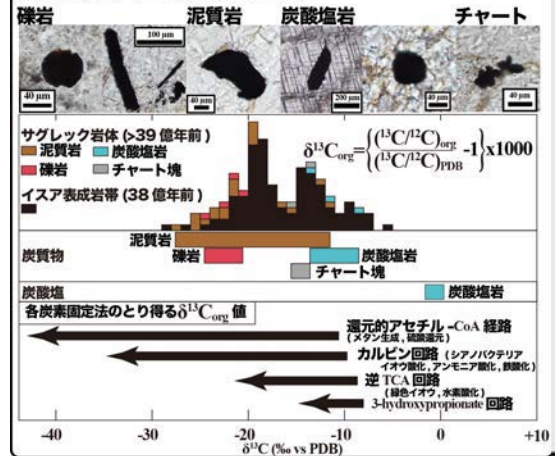
PDBとは  
Pee Dee Belemnite  
米国、サウスカロライナ州の白亜紀のPee Dee層に存在するBelemnite  
方解石 CaCO<sub>3</sub> からなる。



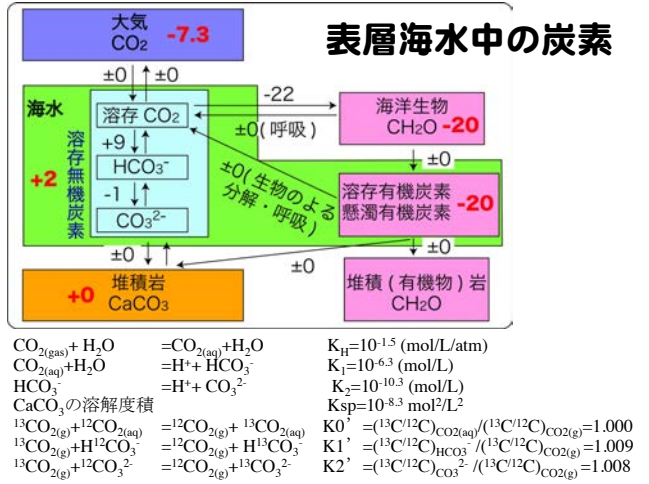
**初期生命体の痕跡**



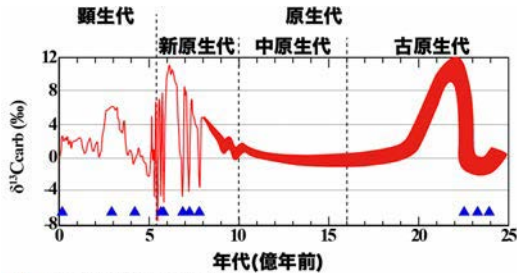
**炭質物 (ラブラドル, >39 億年前)**



**表層海水中の炭素**

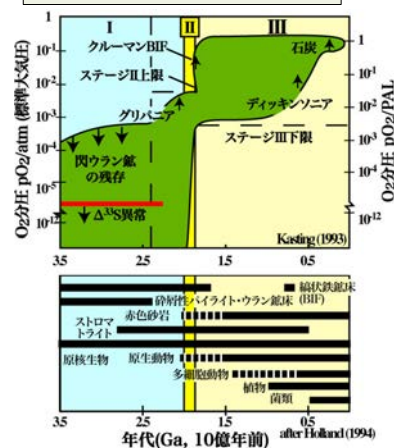


**海水(炭酸塩)の炭素同位体比の歴史**

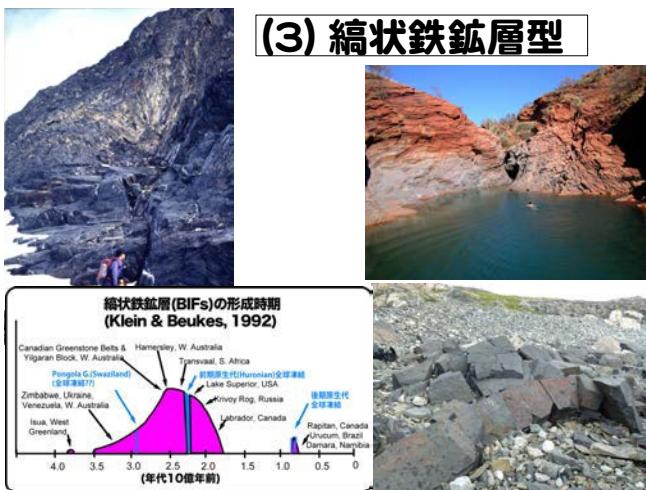


- ▲ 氷河期または全球凍結
- 2500Maの正変動: 負の同位体比をもった生命起源の炭質物が埋没された。  
→ O<sub>2</sub>と反応せずに埋没することになるので、大気中のO<sub>2</sub>の増加を引き起こす。
  - 原生代末の炭素同位体に負異常。  
→ 全球凍結の直後: メタンハイドレートの分解や火山ガスの蓄積による。
  - 原生代頃の炭素同位体の正への変動 → 生命活動による???
  - 原生代-顕生代境界(540Ma)の負異常: 生命の絶滅による?

**大気・海洋の酸素濃度の上昇**



**(3) 縞状鉄鉱層型**



**ストロマトライト  
一酸素発生型光合成細菌:  
シアノバクテリア**



## ウラニナイト

### UO<sub>2</sub>の黒色の鉱物

#### Uについて

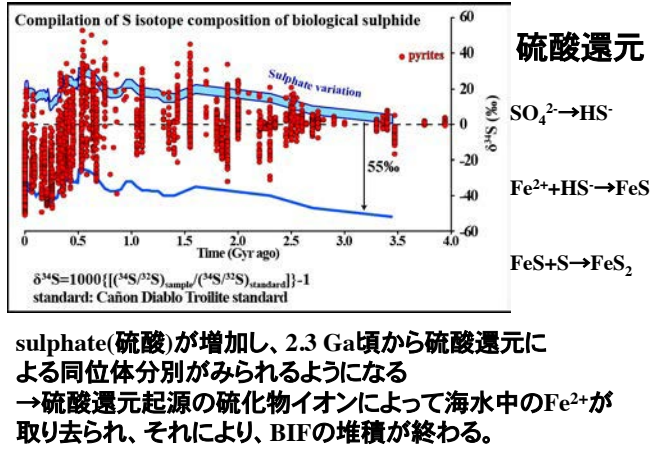
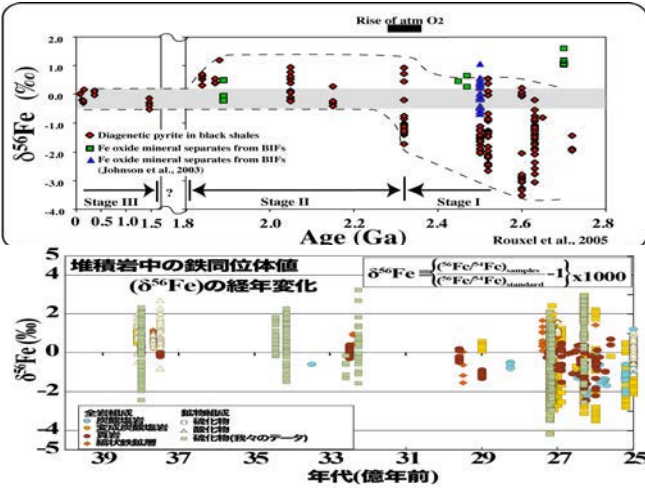
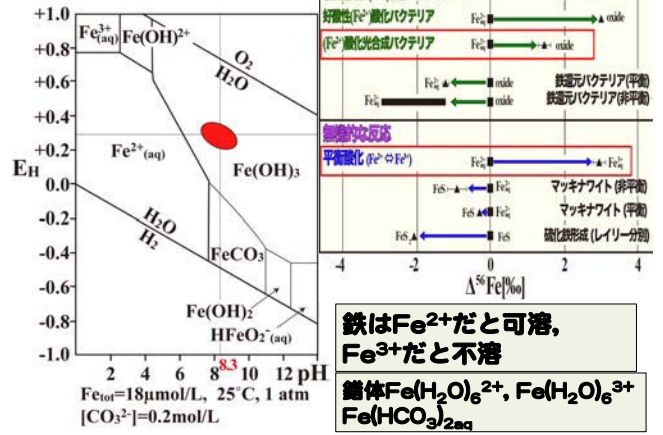
+3, +4, +5, +6が存在  
①酸化的〜少し酸化的な状態  
UO<sub>2</sub><sup>2+</sup>やU<sup>4+</sup>が最も安定

②還元的な状態  
UO<sub>2</sub>(uraninite)

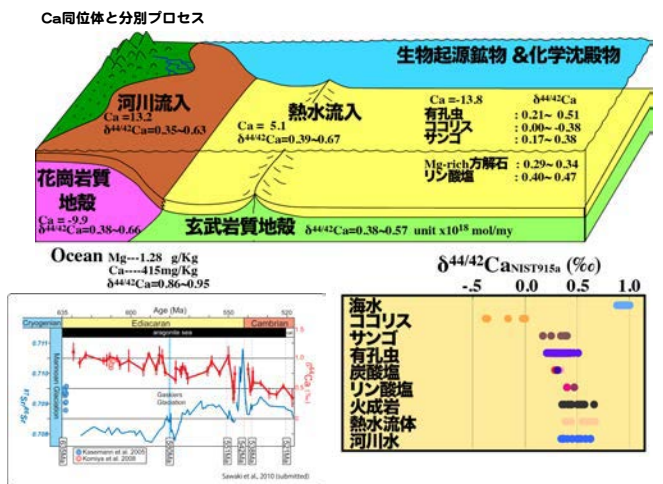
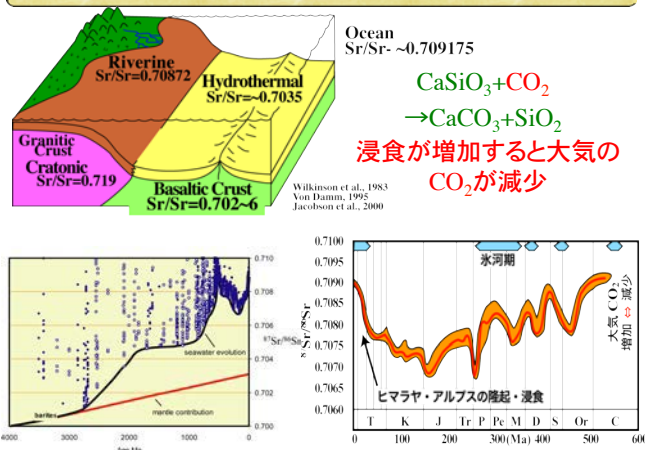
③他の価数は不安定  
3価はすぐに4価になってしまう。  
5価はUO<sub>2</sub><sup>+</sup>をつくり、結局6価や4価になってしまう。



## Feについて



## 海水のSr同位体進化



## Ca同位体と分別プロセス

