

惑星地球科学2 (第五回目)

炭素循環と物質循環

東京大学総合文化研究科：

小宮 剛 准教授

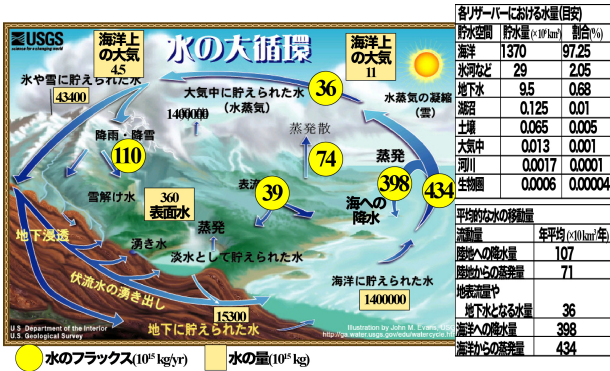
2014/11/11

地球：大気・海洋を持つ惑星

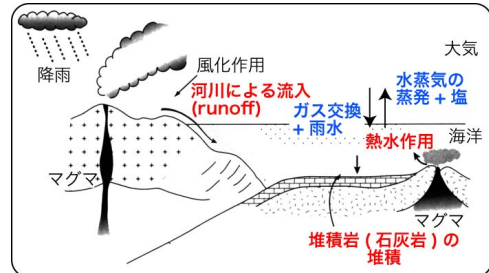


現在海洋を持つ地球型(固体)惑星は地球だけ

水循環



(1) 海洋: 海洋への物質の流入・流出

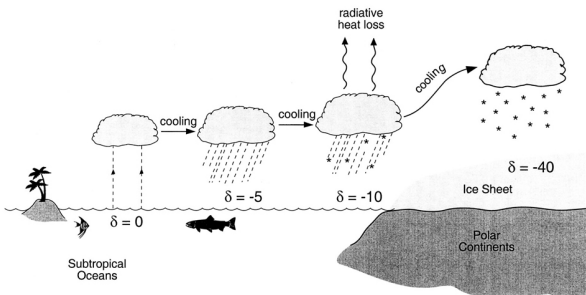


- (1) 大陸地殻(河川による)の流入(浸食・風化・運搬)
- (2) 中央海嶺における熱水変質作用
- (3) 堆積物(石灰岩・泥岩・チャート・Mnノジュール)の堆積
- (4) 大気とのガス交換や雨水による流入。蒸発

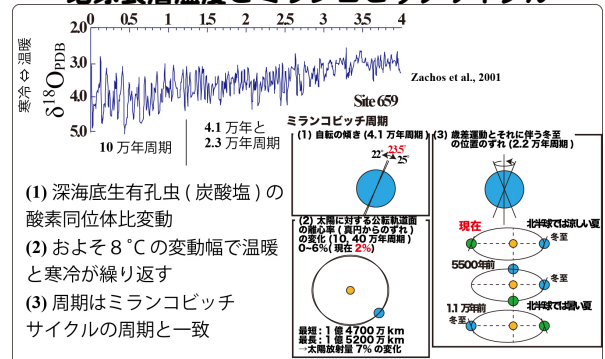
酸素同位体

(1) 軽い同位体ほど蒸発などのときに、気体に濃集する。

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



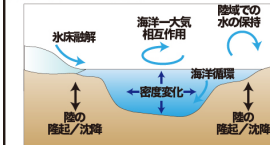
地球表層温度とミランコビッチサイクル



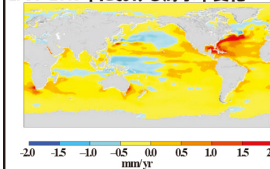
地球全体の太陽定数は変化しないので、なぜ北半球の寒冷期が地球全体の寒冷期になるのかは不明

氷床と海水準変動

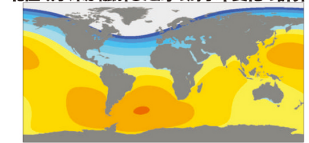
海水準変動の要因



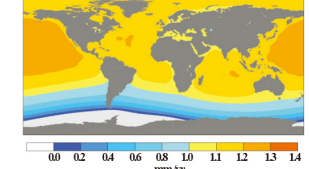
1950-2003年における海水準変化



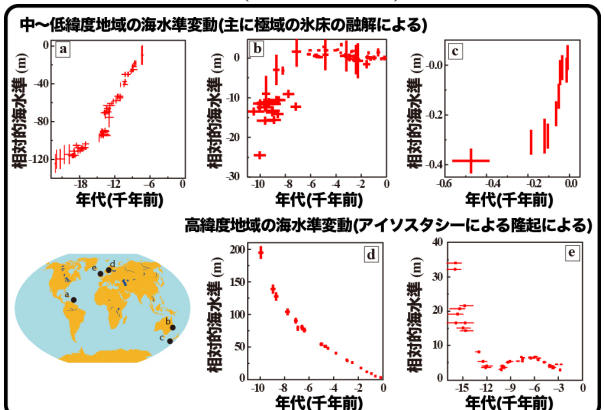
北極域氷床が融解した時の海水準変化の計算



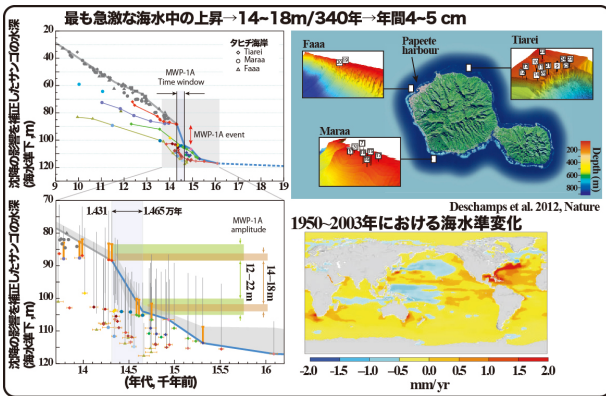
南極域氷床が融解した時の海水準変化の計算



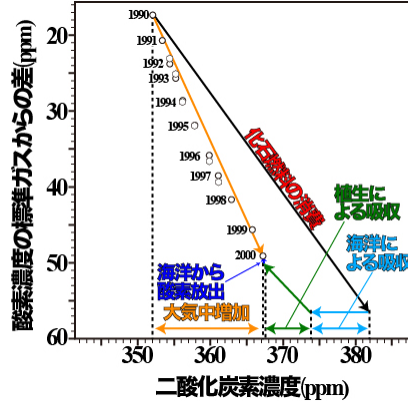
氷床と海水準変動(120 mも変動)



氷床と海水準変動(120 mも変動)



二酸化炭素の増加と海洋中のCO₂+大気酸素



(9) 生物ポンプと物理 (無機, アルカリ) ポンプ ~CO₂を深海に運ぶプロセス~

①生物ポンプ

有光層と植物プランクトン

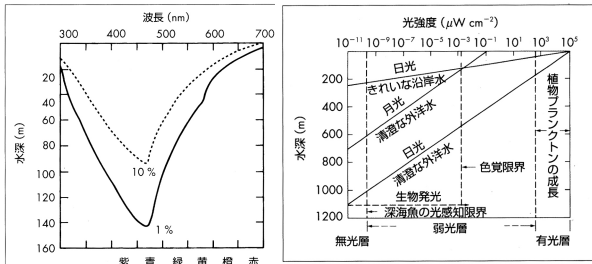
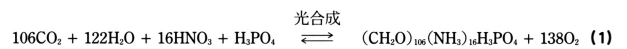


図 2.4 清澄な海水における波長ごとの光の透過率。透過率が 10% および 1% になる水深を線で結んだ。

図 2.5 光の透過に基づく鉛直的生態区分。光強度は対数表示であることに注意。無光層・弱光層・有光層を区切る破線はおおよその目安である。

①-1生物の化学組成と栄養塩濃度

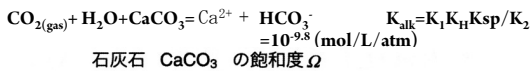
(1) 植物プランクトンの元素組成比 C:N:P=106:16:1 (Redfield比)



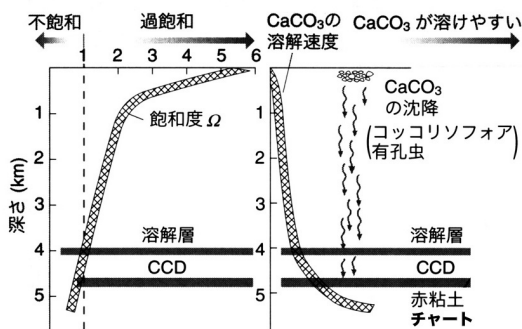
海水からの摂取 呼吸, 分解 植物プランクトン組成

植物プランクトンの遺骸が沈降して、分解され、深海にC, N, Pが運ばれる →生物ポンプ1

⑤ CaCO₃の溶解と水深



石灰石 CaCO₃ の飽和度 Ω



⑥ 生物ポンプと無機 (物理, アルカリ) ポンプまとめ

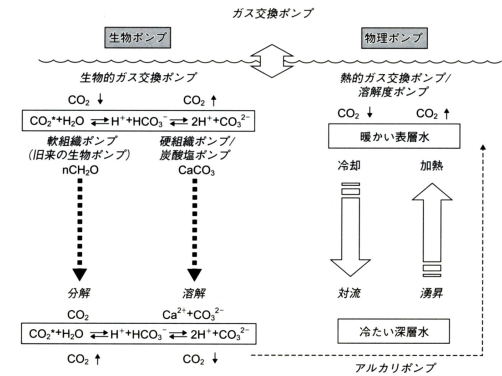
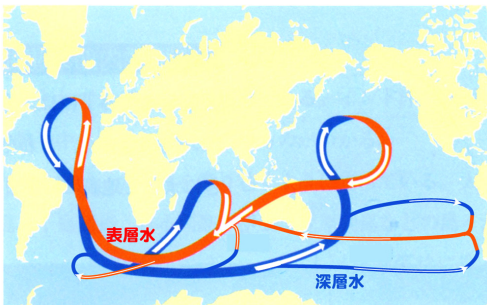


図 1.3.9 生物ポンプと物理ポンプのまとめ。

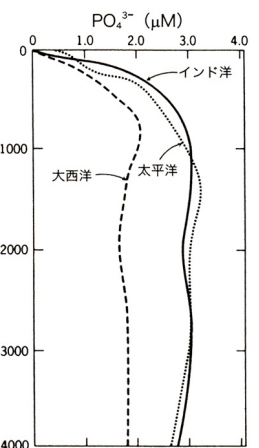
②-2 海洋大循環(熱塩循環、Broeckerのベルトコンベアーモデル)



① Stommel(1961)によって提唱され、Broeckerによって海水の年代を¹⁴Cを用いて測ることによって実証された。
→最も古い年代は北太平洋深層水で約2000年(数千年規模で循環)

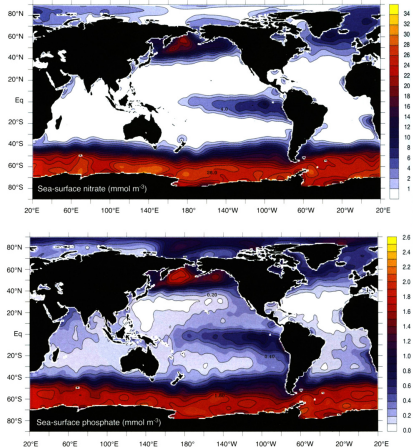
③ 海水組成の鉛直分布

(b) リサイクル型 ~表層が低く、深層が高い

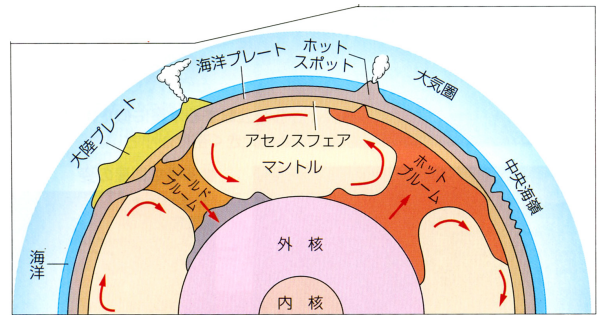


(b) 親生元素

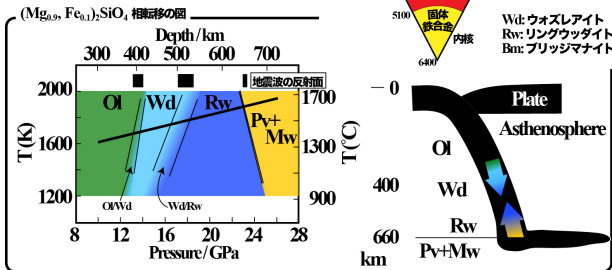
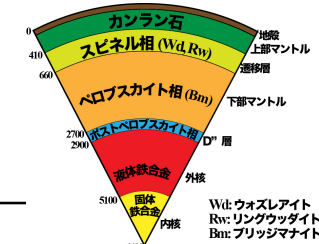
④ 海洋表層の
栄養塩の濃度
分布
2大重要栄養
塩(NO₃⁻, P)



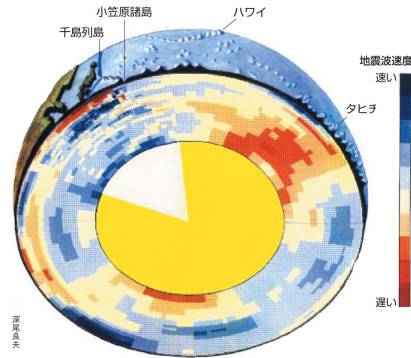
プレートテクトニクスとブルームテクトニクス
地球断面とブルームテクトニクス



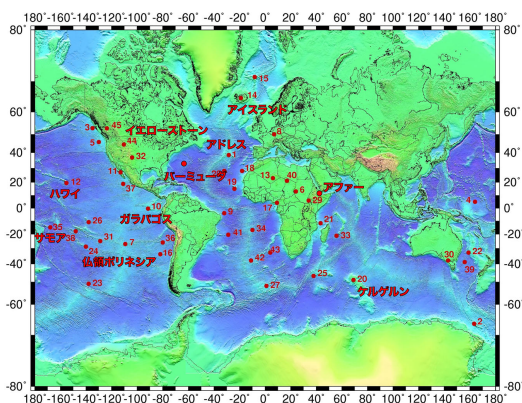
地球内部への物質循環
マントルダイナミクス
(地球大物質循環)



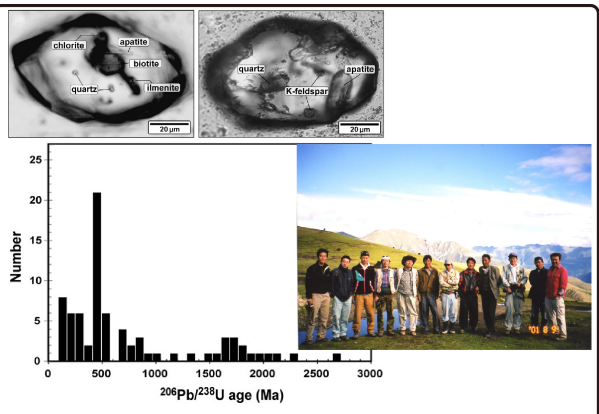
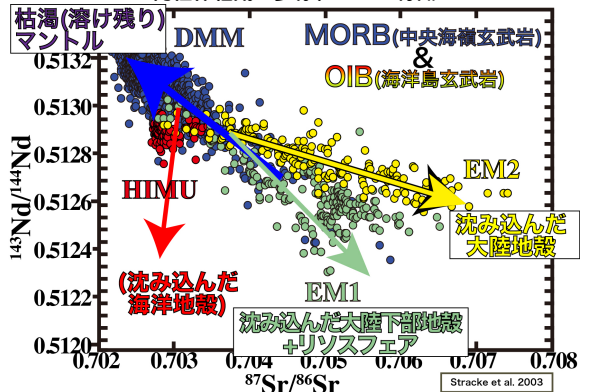
地球内部の微細構造
地球断面とブルームテクトニクス



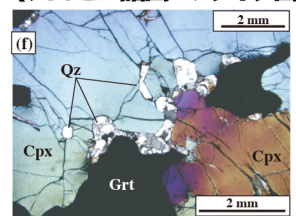
ホットスポット



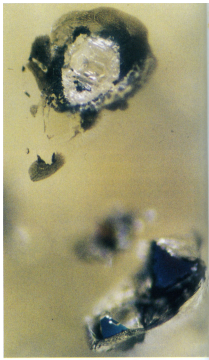
中央海嶺玄武岩とホットスポットマグマの
同位体組成の多様性とその特徴



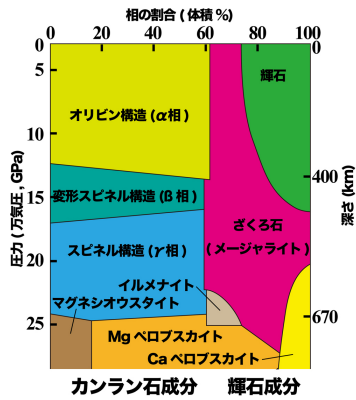
ホットスポットマグマ中に
取り込まれた
エクロジャイト捕獲岩中:
沈み込んだ物質の証拠
(ソロモン諸島:マライタ島)



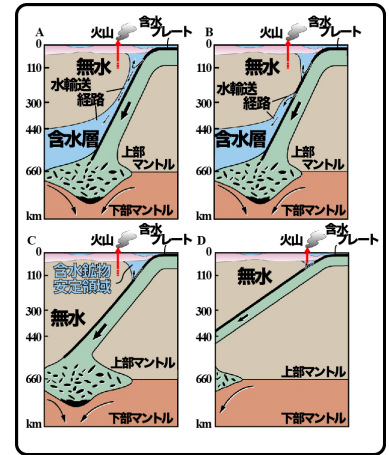
ダイヤモンド中の包有鉱物は下部マントル物質も運ぶ！！



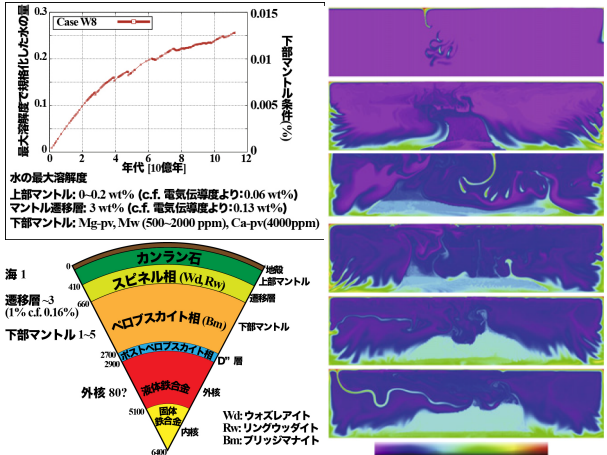
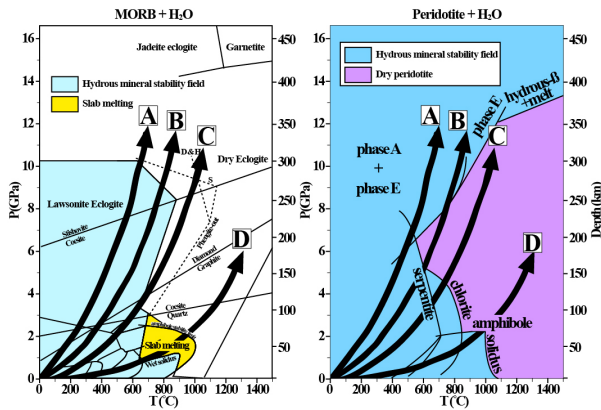
③ MgSiO₃、ベロブスカイトだったと考えられる輝石(青色、約200nm)、青っぽい共存結晶はマグネシオウスタイト。



水の循環

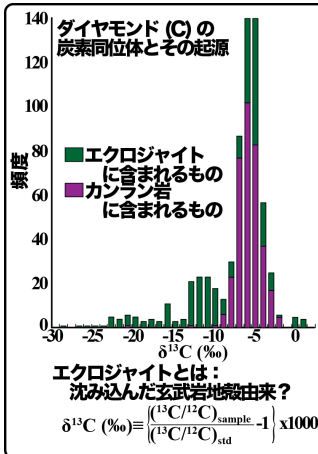
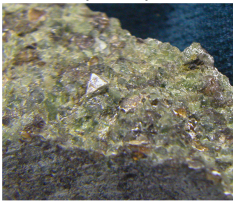


水の循環



ダイヤモンドの炭素同位体

① エクロジャイト(沈み込んだ海洋地殻物質に伴う)型ダイヤモンドは生物起源(化石)?



コア・マントル境界の物質学

