

惑星地球科学2 (第六回目)

地球史1：初期地球・冥王代と固体地球進化

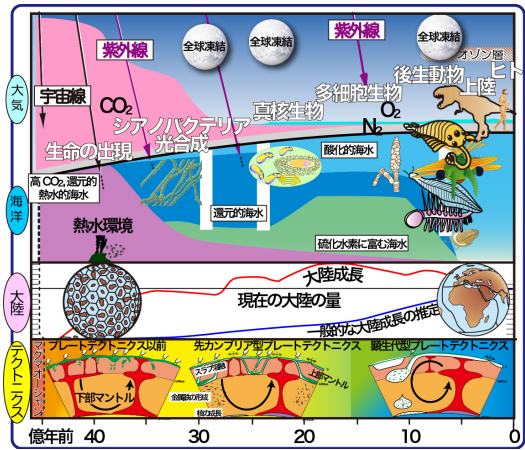
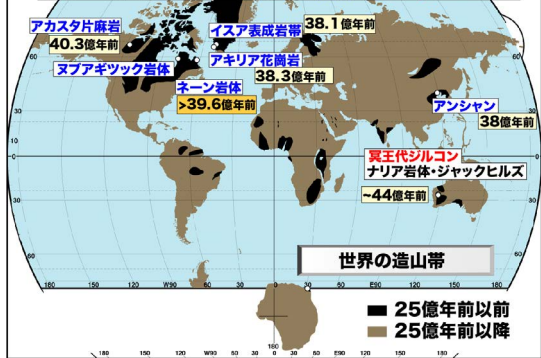
東京大学総合文化研究科：

小宮 剛 准教授

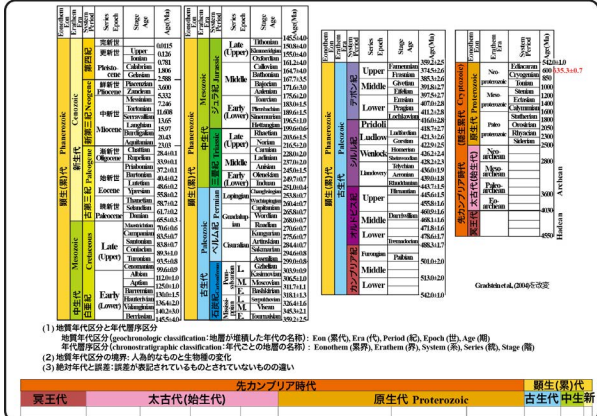
2015/10/30

冥王代とは：地球上で最古の地質体(岩石)が存在する以前(4.03 Ga)

世界の地質と3.8Ga以前の地質体と冥王代ジルコン



地質年代区分



①アイソクロン年代

親核種 P → 娘核種 D 壊変定数 λ (半減期 $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$)

$$\frac{dP}{dt} = -\lambda P$$

$$P = P_0 \exp(-\lambda t)$$

$$D = D_0 + (P_0 - P) \Delta$$

$$D = D_0 + P[\exp(\lambda t) - 1]$$

安定同位体 D₀ で割る (比の方が精度良く分析できるので)。

$$\left(\frac{D}{D_0}\right) = \left(\frac{D}{D_0}\right)_0 + \left(\frac{P}{D_0}\right) [\exp(\lambda t) - 1] \rightarrow y = a + bx$$

傾き: $\exp(\lambda t) - 1$

放射性的核種の親核種と娘核種の比を用いる年代測定

鉛同位体

鉛同位体

$^{238}\text{U} \rightarrow ^{206}\text{Pb} + 8\alpha + 6\beta$, $\lambda_{238} = 0.155125 \times 10^{-10} \text{ yr}^{-1}$ (3.21)
 $^{235}\text{U} \rightarrow ^{207}\text{Pb} + 7\alpha + 4\beta$, $\lambda_{235} = 0.98485 \times 10^{-10} \text{ yr}^{-1}$ (3.22)
 $^{232}\text{Th} \rightarrow ^{208}\text{Pb} + 6\alpha + 4\beta$, $\lambda_{232} = 0.049475 \times 10^{-10} \text{ yr}^{-1}$ (3.23)

鉛同位体比の時間変化

最近の U/Pb 比の変動によって影響される

最近の U/Pb 比の変動によって影響されない、当然 Pb/Pb 比は動かない

一致年代、不一致年代

一致年代、不一致年代

^{238}U - ^{206}Pb 法, ^{235}U - ^{207}Pb 法, ^{207}Pb - ^{206}Pb 法, (^{232}Th - ^{208}Pb 法) から得られた年代が一致することを一致年代 (concordant age) とする。一方、一致しない場合を不一致年代 (discordant age) とする。

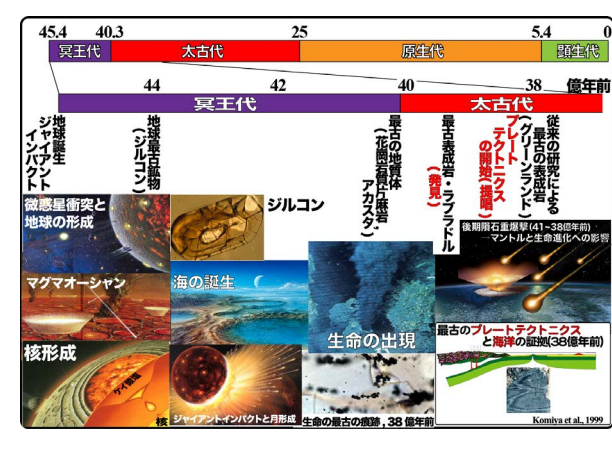
(a) U-Pb 年代

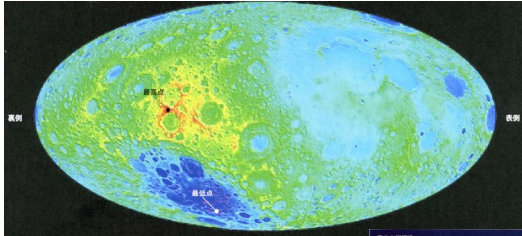
$$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}} = \frac{^{238}\text{U}}{^{238}\text{U}} [\exp(\lambda_{238}t) - 1] + \left(\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_0$$

$$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}} = \frac{^{235}\text{U}}{^{235}\text{U}} [\exp(\lambda_{235}t) - 1] + \left(\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_0$$

傾き: $\exp(\lambda t) - 1$

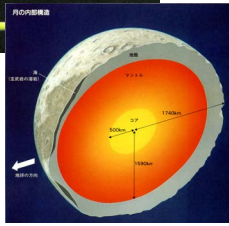
30 Ga, 25 Ga, 20 Ga, 15 Ga, 10 Ga, 5 Ga



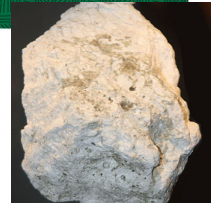
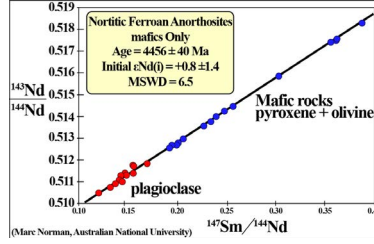
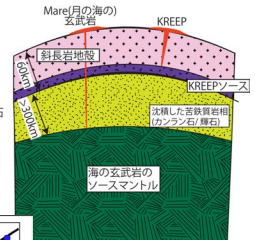


③地球と月の表層と内部構造の違い

- ①裏側に高地、表側に低地が卓越。
- ②高地は斜長岩、低地は玄武岩、隕石孔の底にも斜長岩。

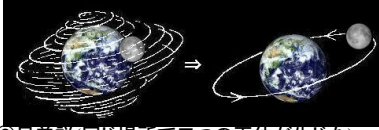


(1)月には斜長岩地殻が存在
→マグマオーシャンの時に低密度の、浮遊。
(2)KREEPと呼ばれる。液相濃集元素(マグマに濃集する元素)にとむ特殊な玄武岩が存在する。
→マグマオーシャンの時の上(斜長岩)と下(鉄に富むカンラン岩)から固化し、最後に残された液に富む中間層起源

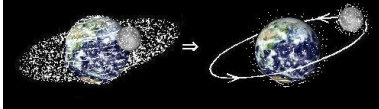


月の起源

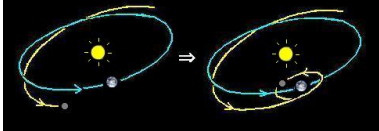
①親子説(分離)



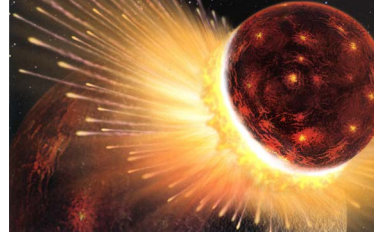
②兄弟説(同じ場所で二つの天体が生じた)



③捕獲説(地球が捕獲天体を捕獲)



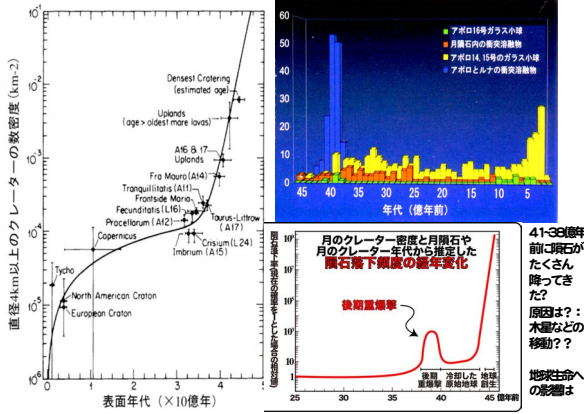
ジャイアントインパクトと月の形成



月の特徴

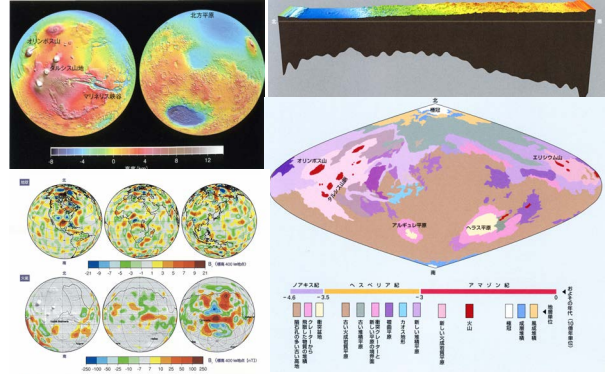
- (1)化学組成:揮発性ガスが極端に少ない。
- (2)全月組成はFeに乏しい、地球のマントルの組成に似ている。
- (3)異常に大きな衛星
- (4)全角運動量がとても大きい。

月のクレーターとクレーター年代学と後期重爆撃イベント

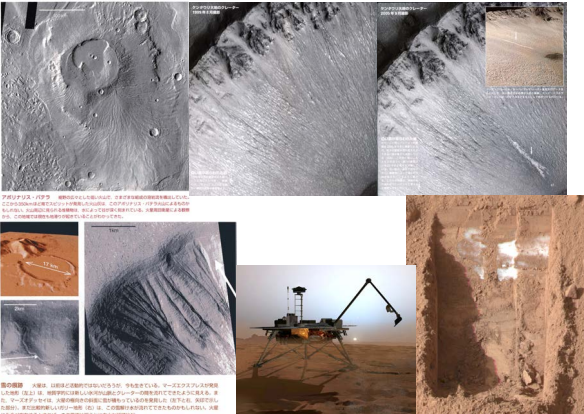


火星の表面構造の違い

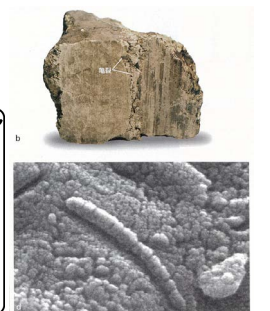
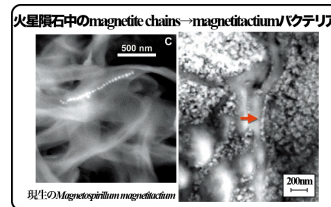
- 火星の地殻の年代(大陸は35億年前以前)
- ①高地(大陸)が非常に多い、②高地は地殻が厚い。
- ③高地と低地の双峰分布。

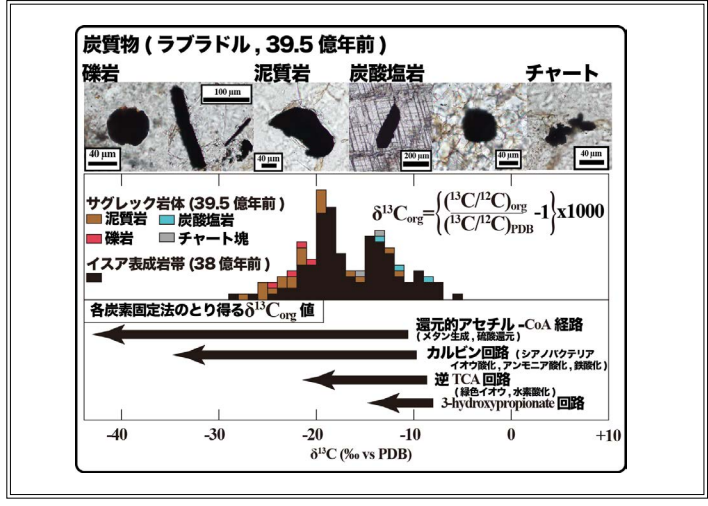
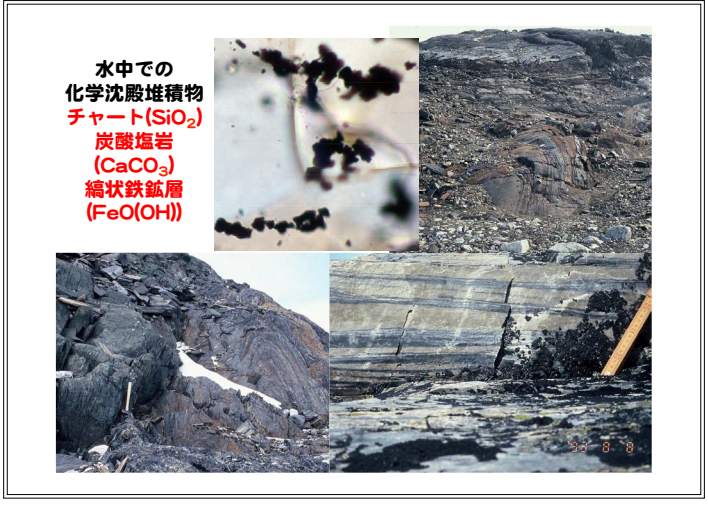
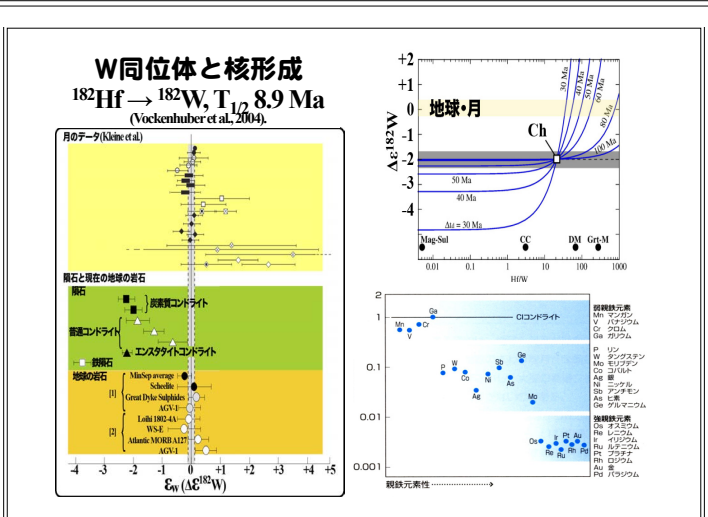
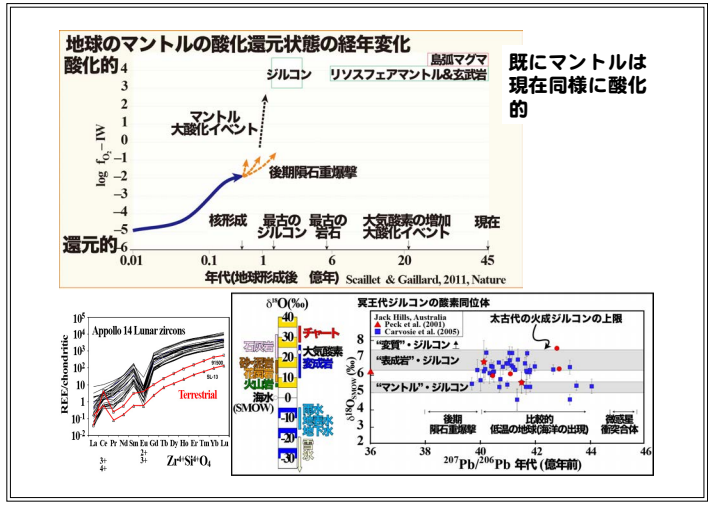
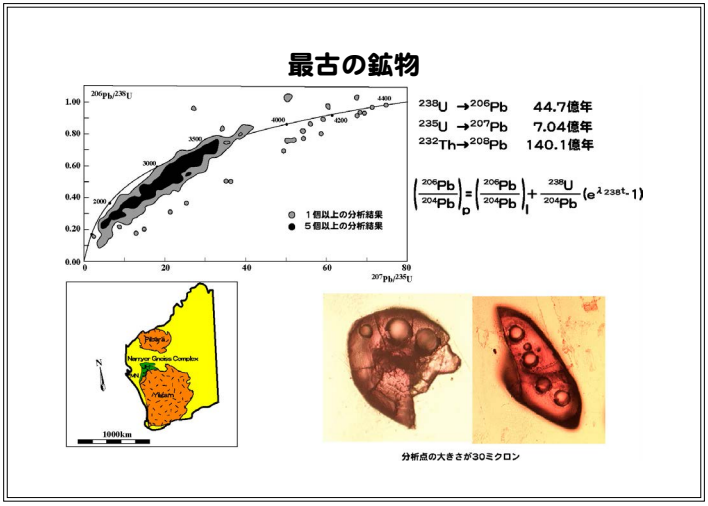
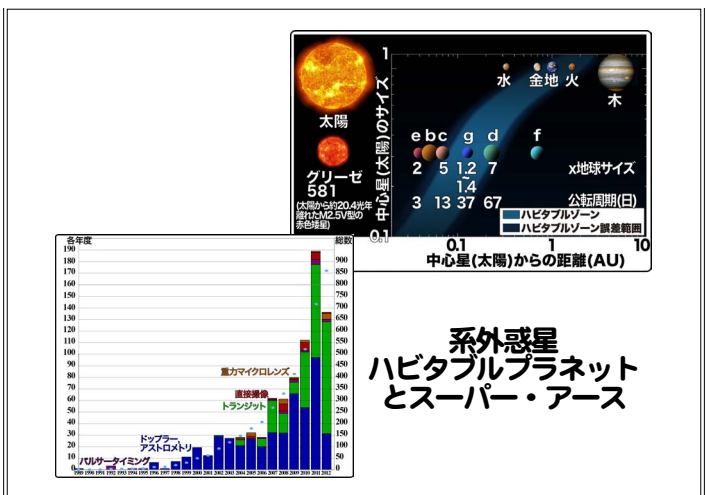


(1)火星にはかつて水があった(現在もある)証拠が多数



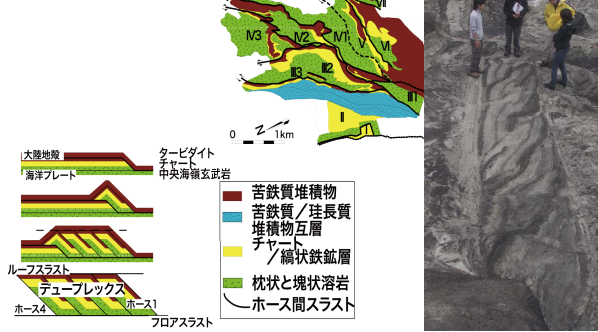
火星隕石中の微化石?





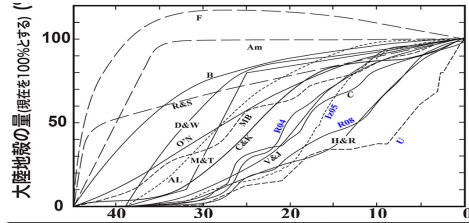
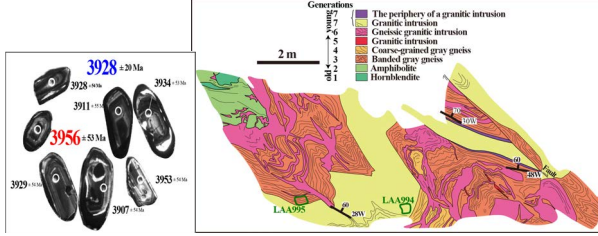
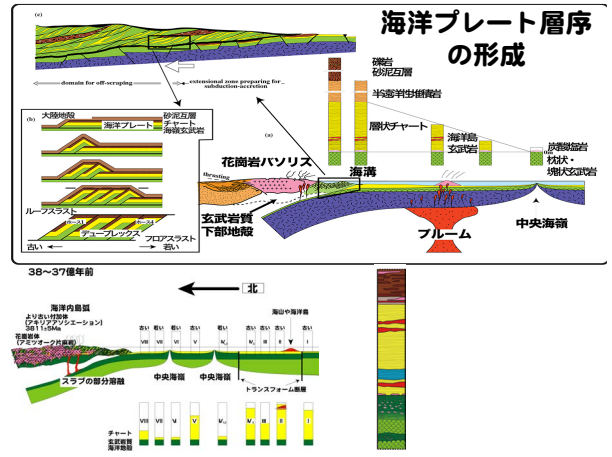
世界最古の付加体 (38億年前)

デュープレクス構造

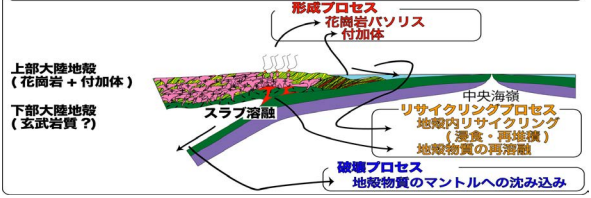


デュープレクス構造→水平方向の短縮変形による

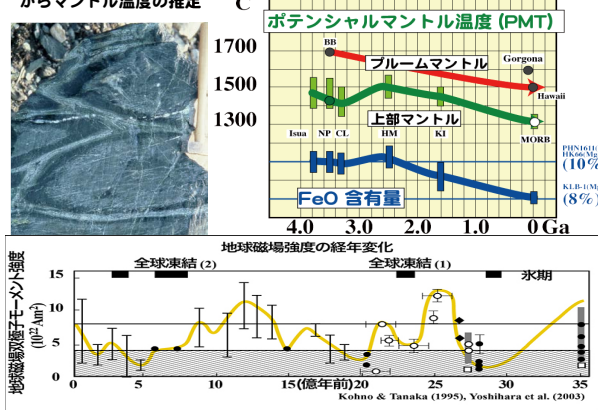
海洋プレート層序の形成



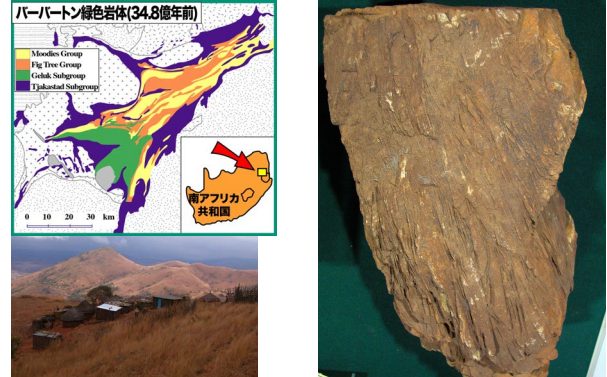
大陸地殻成長：大陸地殻の形成、破壊とリサイクリング



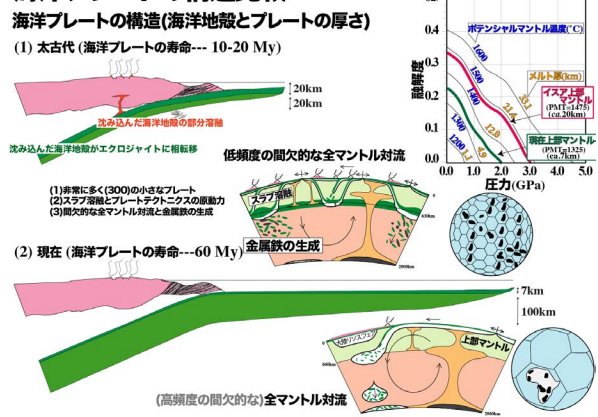
各時代の海嶺玄武岩組成からマントル温度の推定



24億年前以前は1900°C以上の高温のブルームが上昇



海洋プレートの構造比較



超大陸(Columbia)の形成 (19億年前)

