

惑星地球科学2 (第9回目)

生命・地球史4：顕生代の生命史と大量絶滅

東京大学総合文化研究科：

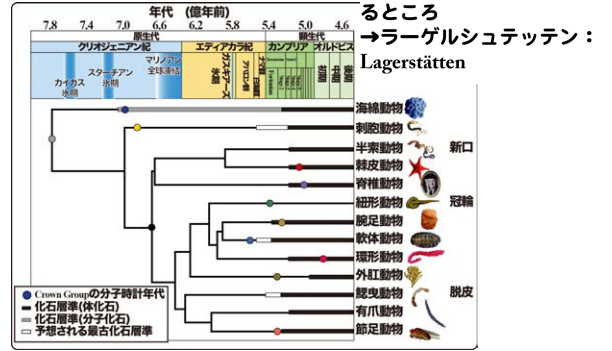
小宮 剛 准教授

2017/12/6

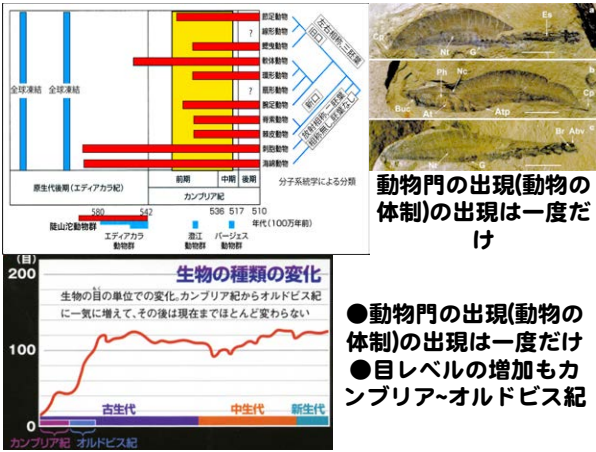
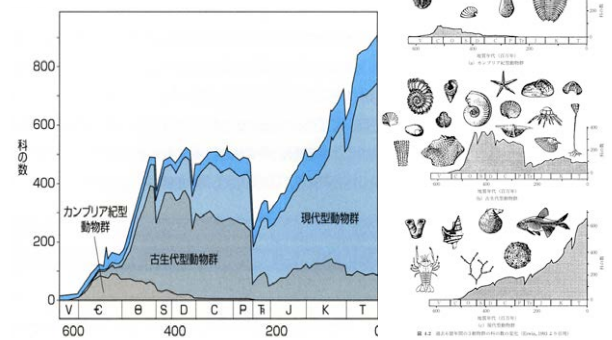
komiya@ea.c.u-tokyo.ac.jp

http://www43.tok2.com/home/isua/

- 化石： ①形態化石 化石を作るプロセス：化石化(taphonomy)
 ②分子化石→①硬組織(炭酸塩, リン酸塩, シリカ鉱物)
 ③生痕化石 ②鉱物に置換
 ④印象化石 ③印象化石 豊富に化石が保存されているところ
 →ラーゲルシュテッテン： Lagerstätten



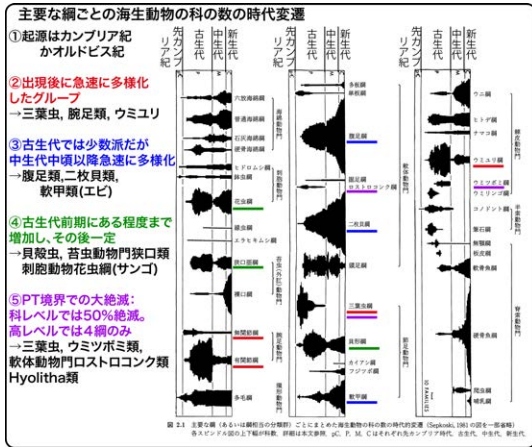
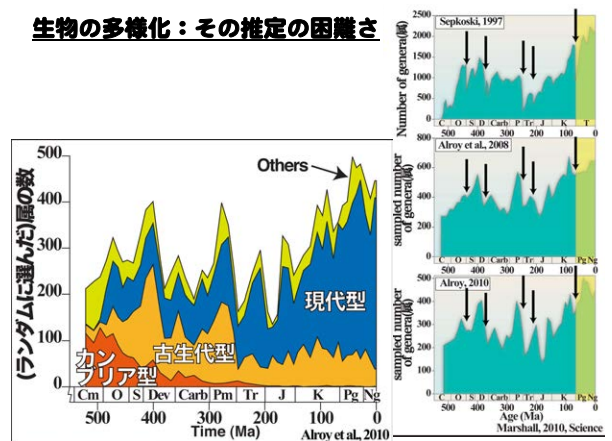
生物の多様化：絶滅と多様化(種レベル)



動物門の出現(動物の体制)の出現は一度だけ

- 動物門の出現(動物の体制)の出現は一度だけ
- 目レベルの増加もカンブリア~オルドビス紀

生物の多様化：その推定の困難さ



生物の陸上進出

植物が先, カンブリア後期~オルドビス紀

外的 オゾン層の存在

内的 ①乾燥：体表を覆う不透水層(クチクラ)

②重力：丈夫な骨格や甲皮

③食料：視覚・感覚の発達

④呼吸：表皮細胞やエラ→肺呼吸や気管呼吸

⑤繁殖：水中or乾燥に強い卵や母体内

①乾燥, 水・栄養の輸送, 重力：根、莖、葉の分化と維管束構造

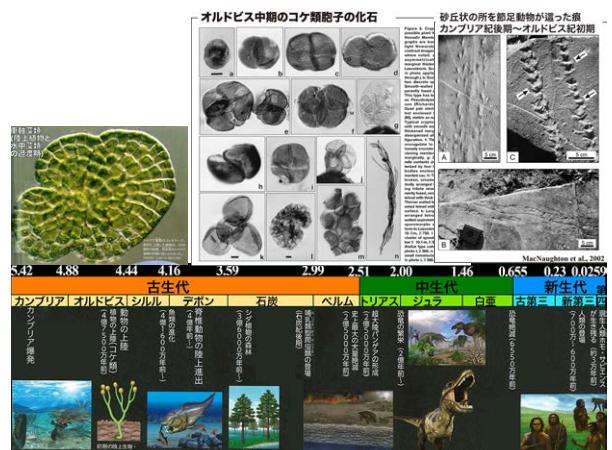
②繁殖：乾燥に強い孢子、種子

陸上動物： 脊椎動物(八脚類, 鳥類, 哺乳類),

節足動物(クモ類, 多足類, 昆虫類)

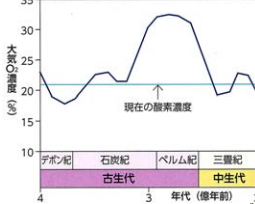
多湿な条件のみ: 線形/環形/軟体の一部や

有爪/緩歩動物等



酸素濃度の変化と生物進化

約3億年前の酸素濃度の変動



酸素濃度の増加と減少

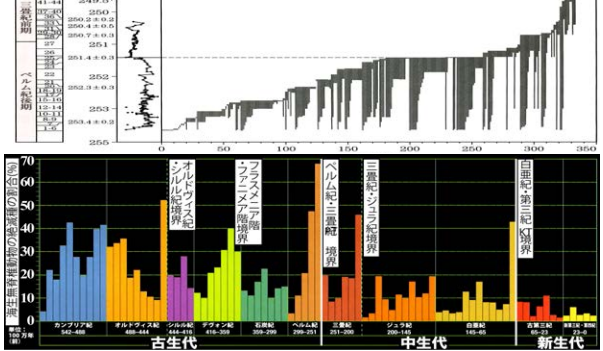
石炭紀: シダ植物の巨大な森林の形成
 巨大樹木の形成:
 1) リグニンなどの強い有機化合物の形成!
 2) 腐敗して石炭になった。
 3) 分解物は分解されるとCO₂+H₂Oに戻る。
 リグニンによる腐敗が弱く分解は遅く、リグニンによる生物の分解も遅い。
 有機物の埋没→大気酸素の増加
 寒冷化

ペルム紀: 裸子植物の出現
 巨大樹木の形成:
 1→有機物の埋没→大気酸素の増加
 哺乳類型は生類(単弓類)の出現

単弓類

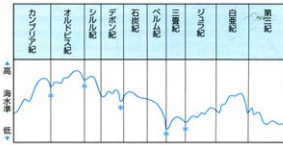
絶滅:(1)ある生物の分布と多様性が無になること等しい(Stanley, 1984)
 (2)個体群と種の消滅(Vermeij, 1987)

- (1) 背景絶滅～日常的自然選択による最適者生存の競争原理による絶
- (2) 大量絶滅～地質学的に短期間で、少なからぬ数の分類群の絶滅

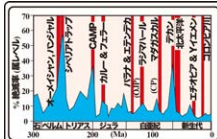


大量絶滅の原因

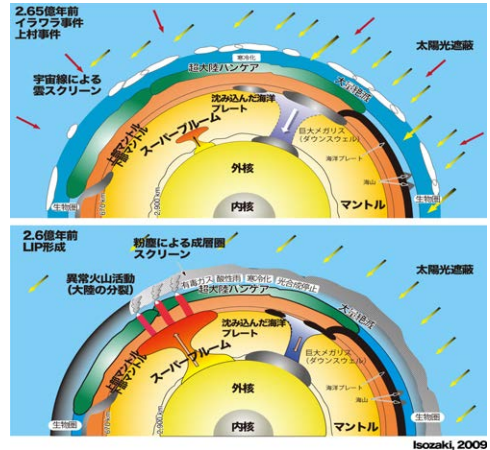
- (1) 気候の寒冷化(OS境界)
 寒冷化→海温(浅海域の絶滅)→低温適応生物の繁栄
 →温暖化(低温適応生物の絶滅)
- (2) 海水準変動→海温時に浅海域の生命の絶滅



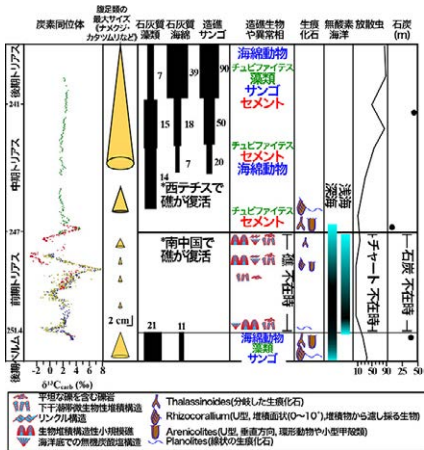
OS, T, JTは一致, DCやPTは一致せず: 主原因 or 結果?



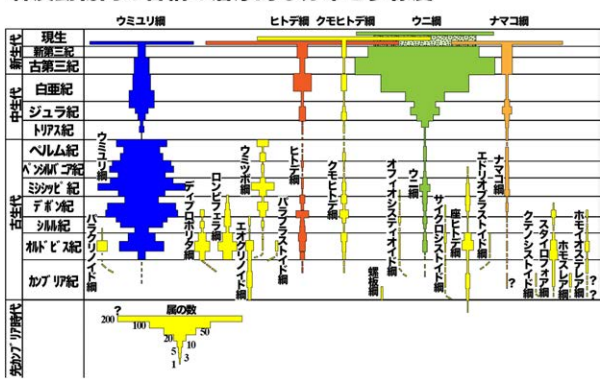
- (3) 超温暖化に伴う酸素欠乏
- (4) 地球内部に原因→ブルームの冬
- (5) 隕石衝突 (KT境界)



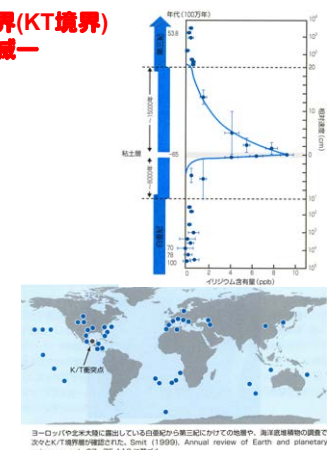
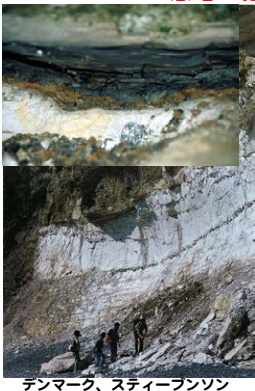
大量絶滅後の生物相の復活



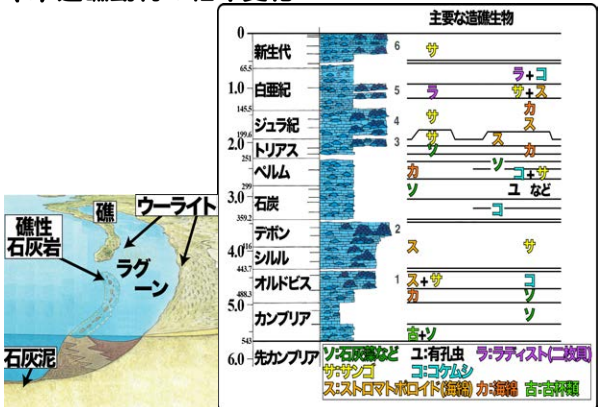
生物の絶滅と多様化



白亜紀-第三紀境界(KT境界) - 恐竜の絶滅 -



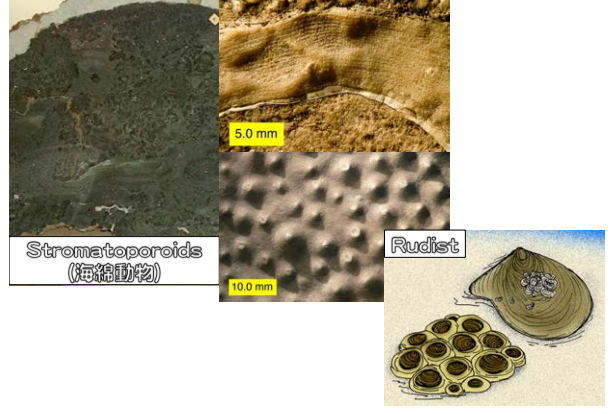
(7) 造礁動物の経年変化



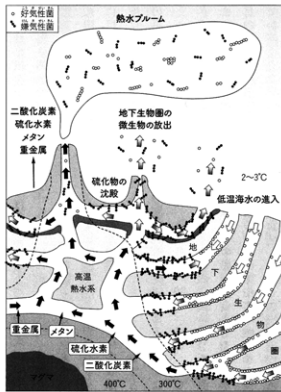
(7) 造礁動物の経年変化



(7) 造礁動物の経年変化

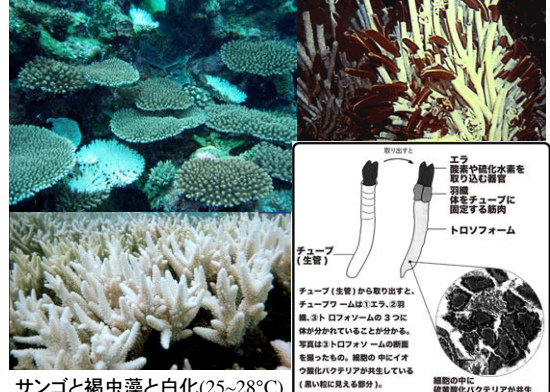


地下生物圏



生物量 [総体重]	陸上・海洋生物圏	地下生物圏
植物	1兆~2兆トン	0
動物 (人間)	< 100億トン (3.5億トン)	0 (0)
微生物	3000億トン	3兆~5兆トン

共生生物



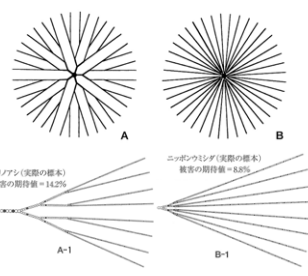
サンゴと褐虫藻と白化(25~28°C)

中生代~新生代の海洋変革(捕食圧の増加)

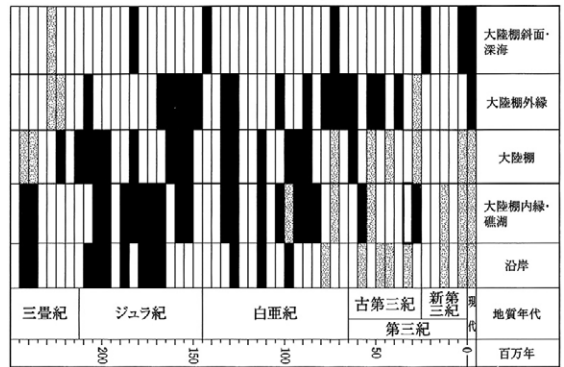
ウミユリ(棘皮動物門)のケース



イノベーション → 捕食より防衛 被害を最小限にする工夫

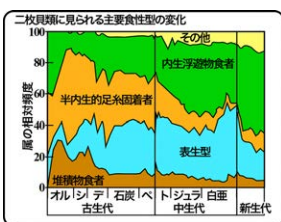


中生代~新生代の海洋変革(捕食圧の増加) ウミユリの深海に逃げる(新しいニッチの獲得)

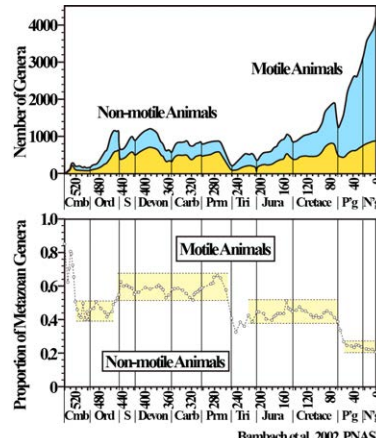


中生代~新生代の海洋変革(捕食圧の増加)

イノベーションと新しいニッチの獲得



軍拡競争 (エスカレーション) 的進化



繁殖の戦略

繁殖の戦略 (r-K 戦略)

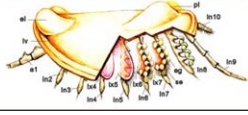
r 戦略: 小さな卵をたくさん産む。
(環境が厳しい時に多い)

K 戦略: 大きな卵を少し産み、
確実に2個体育てる。



(1) 卵を保有する節足動物化石

Kunmingella douvillei



繁殖の戦略

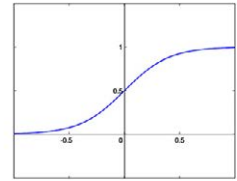
繁殖の戦略 (r-K 戦略)

個体群増加のモデル (ロジスティック式)

$\frac{dN}{dt} = rN \left(1 - \frac{N}{K}\right)$ N: 個体群数,
r: 内的増加率 (実現可能な最大増加率, growth rate),
K: 環境収容力 (その環境における個体数の定員, carrying capacity)

通常2個体が max の時に、絶滅しないようにするには
個々のサイズを減らして、数を増やす。

$$N = K \frac{1}{1 + \exp(rK(t_0 - t))}$$



r 戦略: 小さな卵をたくさん産む。
(環境が厳しい時に多い)

K 戦略: 大きな卵を少し産み、
確実に2個体育てる