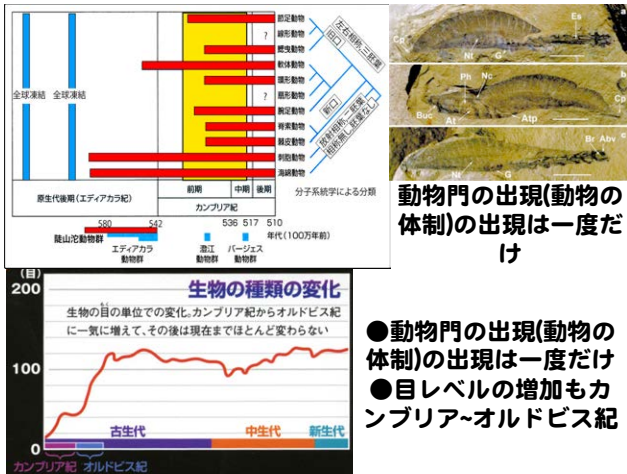


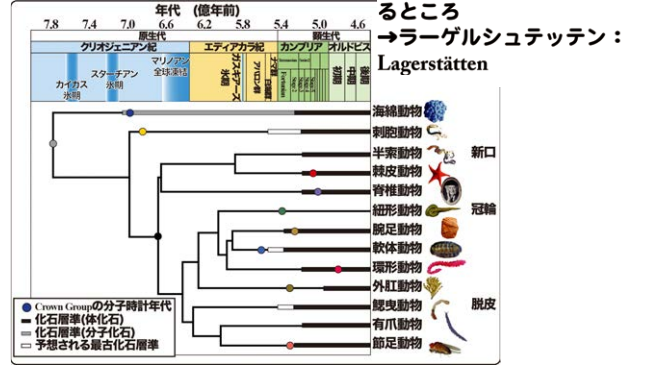
# 惑星地球科学2 (第9回目)

生命・地球史4：顕生代の生命史と大量絶滅

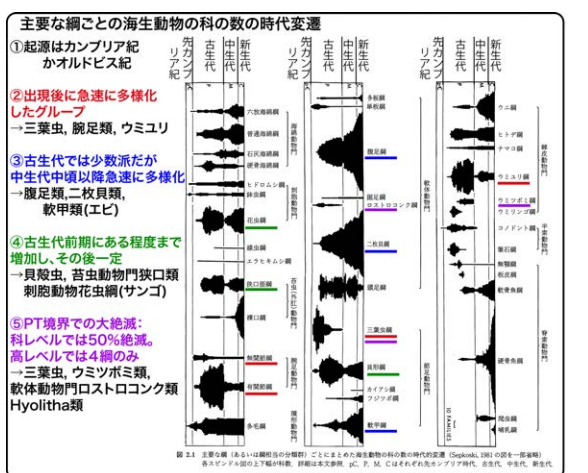
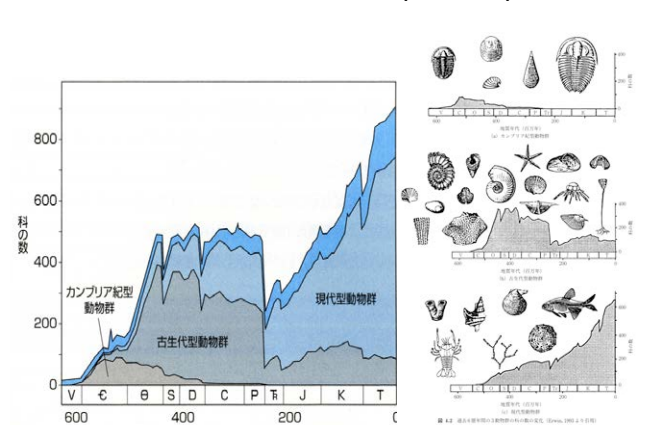
東京大学総合文化研究科：  
小宮 剛 准教授  
2015/11/27



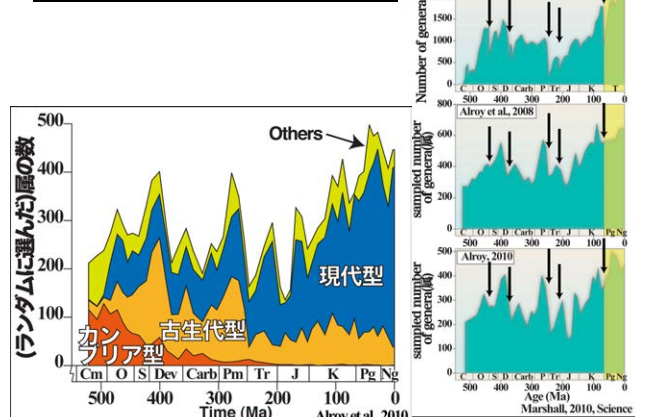
- 化石：  
①形態化石 化石を作るプロセス：化石化(taphonomy)  
②分子化石 → ①硬組織(炭酸塩, リン酸塩, シリカ鉱物)  
③生痕化石 ②鉱物に置換  
④印象化石 ③印象化石 豊富に化石が保存されているところ



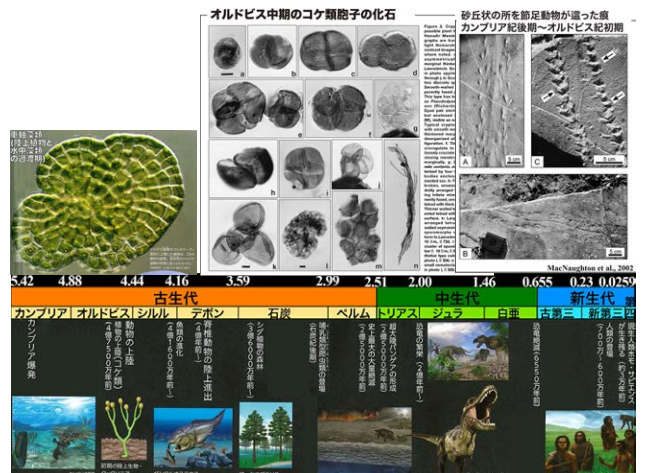
## 生物の多様化：絶滅と多様化(種レベル)



## 生物の多様化：その推定の困難さ



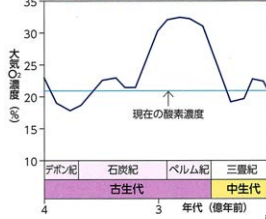
- 生物の陸上進出**  
植物が先, カンブリア後期~オルドビス紀
- 外的** オゾン層の存在
- 内的**
- ①乾燥：体表を覆う不透水層(クチクラ)
  - ②重力：丈夫な骨格や甲皮
  - ③食料：視覚・聴覚の発達
  - ④呼吸：表皮細胞やエラ→肺呼吸や気管呼吸
  - ⑤繁殖：水中or乾燥に強い卵や母体内
- ①乾燥, 水・栄養の輸送, 重力：根、茎、葉の分化と維管束構造
- ②繁殖：乾燥に強い胞子、種子
- 陸上動物：** 脊椎動物(八虫類, 鳥類, 哺乳類), 節足動物(クモ類, 多足類, 昆虫類)
- 多湿な条件のみ：** 線形/環形/軟体の一部や 有爪/緩歩動物等





### 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: リグニンなどの硬い有機化合物の形成  
陸上動物の出現: CO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>Oに由来する、リグニンのような硬くて変化する物質は、ハウチリアなどによる生物的分類も無関係の分類もされない。

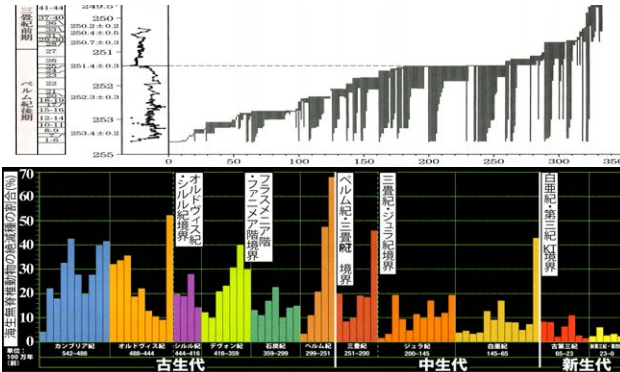
**ペルム紀:** 裸子植物の出現  
→有植物の形成  
→有植物の埋没→大気酸素の増加  
→寒冷却  
哺乳類型は虫類(単弓類)の出現

**中生代**

**単弓類**

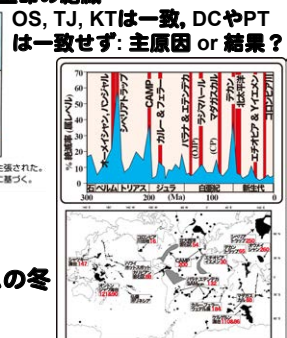
絶滅: (1) ある生物の分布と多様性が無になることと等しい(Stanley, 1984)  
(2) 個体群と種の消滅(Vermeij, 1987)

(1) 背景絶滅~日常的な自然選択による最速者生存の競争原理による絶滅  
(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) 気候の寒冷却(OS境界)  
寒冷却→海退(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→海退時に浅海域の生命の絶滅
- (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)



### ペルム紀-三畳紀(トリアス紀)境界(PT境界)

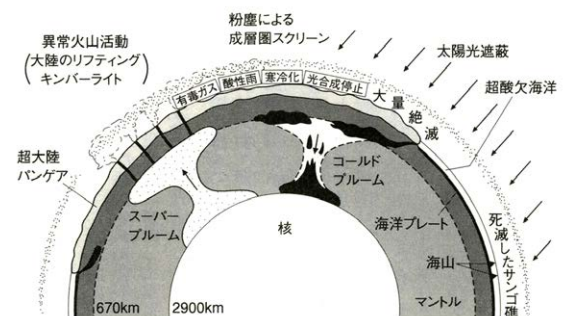
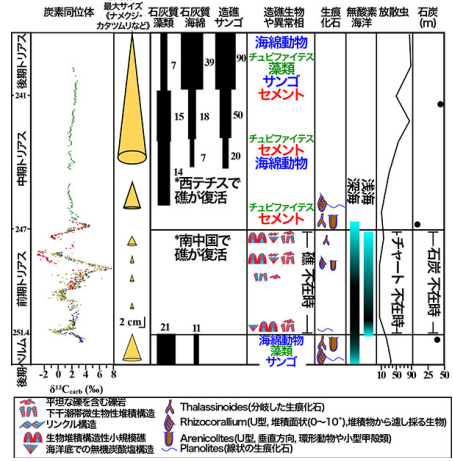
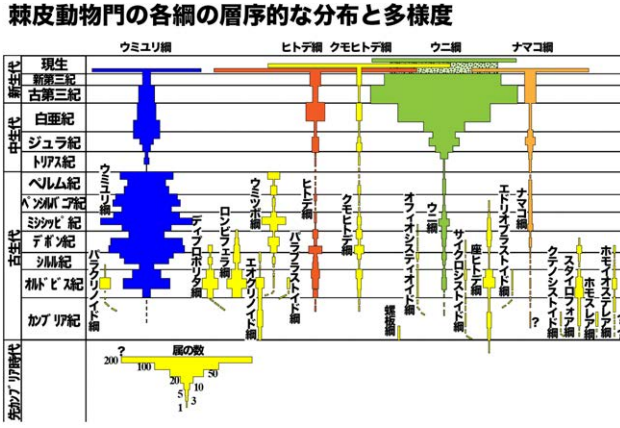


図50 ブルームの冬の概念図  
マントル深部からの巨大なブルームの活動がバンゲア大陸の分裂の引き金を引き、生物の大量絶滅を引き起こした。環崎 (1995) 科学, 65, 90-100 より。

### 大量絶滅後の生物相の復活



### 生物の絶滅と多様化

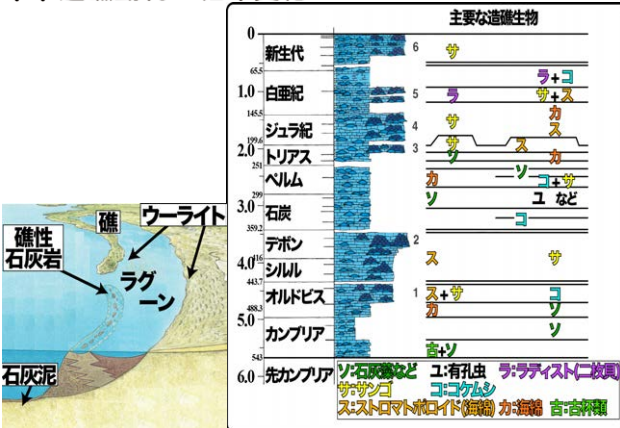


### 白亜紀-第三紀境界(KT境界) - 恐竜の絶滅 -

デンマーク、スティーブンソン

ヨーロッパや北米大陸に露出している白亜紀から第三紀にかけての地層や、海洋堆積物の調査で2002年7月発表された報告書(Science, vol. 297, 759-761)によると...

### (7) 造礁動物の経年変化

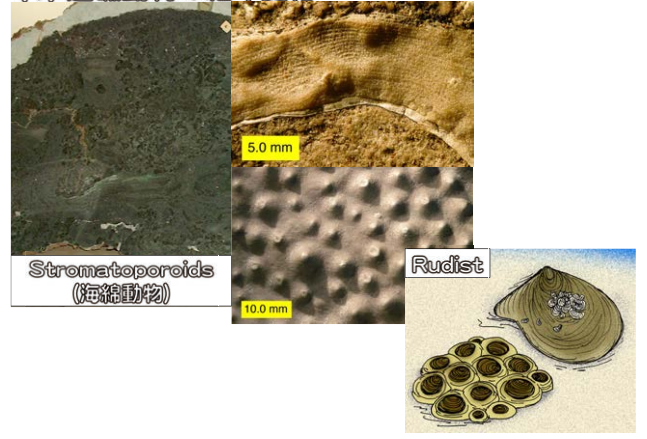




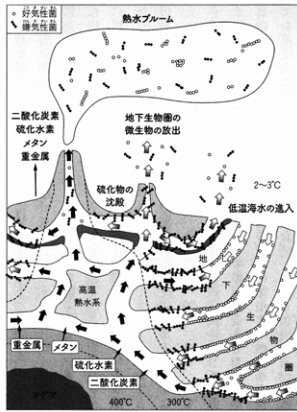
### (7) 造礁動物の経年変化



### (7) 造礁動物の経年変化

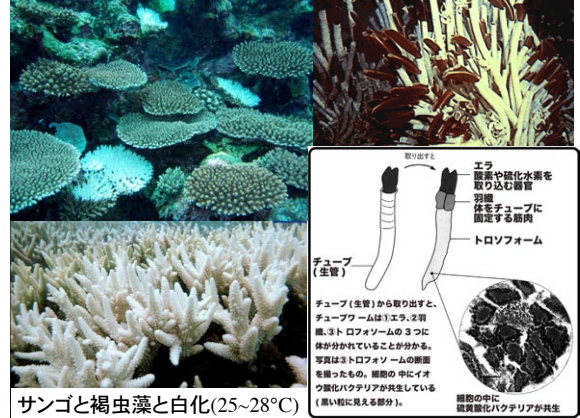


### 地下生物圏



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



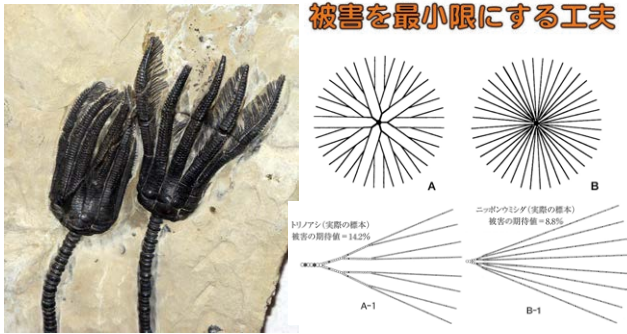
サンゴと褐虫藻と白化(25~28°C)

細胞の中に 硫黄酸化バクテリアが共生 (黒い粒に見える部分)

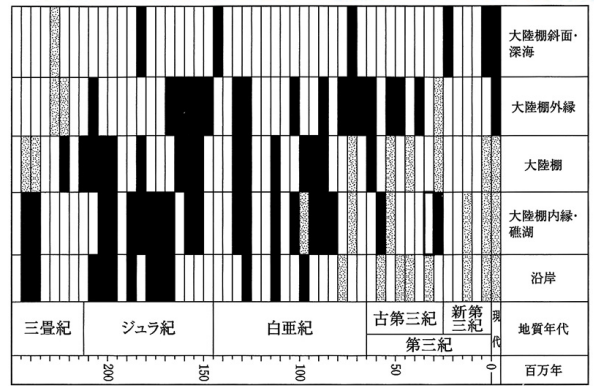
### 中生代~新生代の海洋変革(捕食圧の増加)

#### ウミユリ(棘皮動物門) のケース

#### イノベーション → 捕食より防御 被害を最小限にする工夫

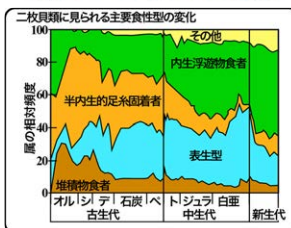


### 中生代~新生代の海洋変革(捕食圧の増加) ウミユリの深海に逃げる(新しいニッチの獲得)



### 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

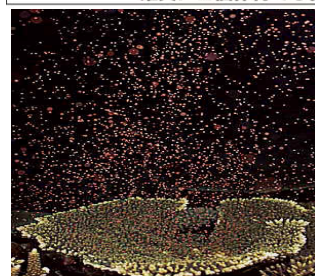


### 繁殖の戦略

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

