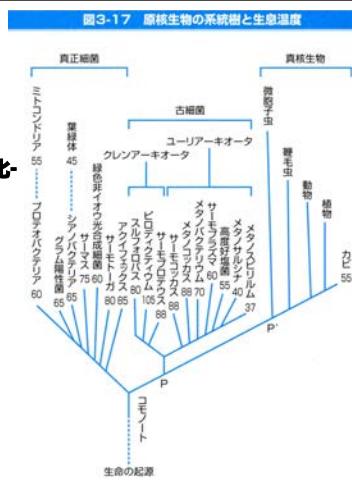


生物多様性学II
～生命・地球環境進化～
(第七回目)

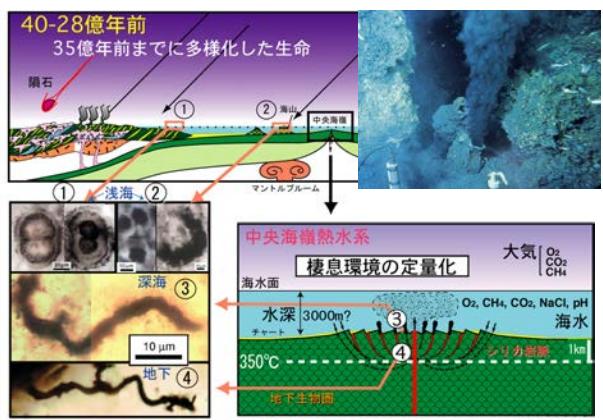
・太古代～原生代の生命進化・

東京大学総合文化研究科：
小宮 剛 準教授

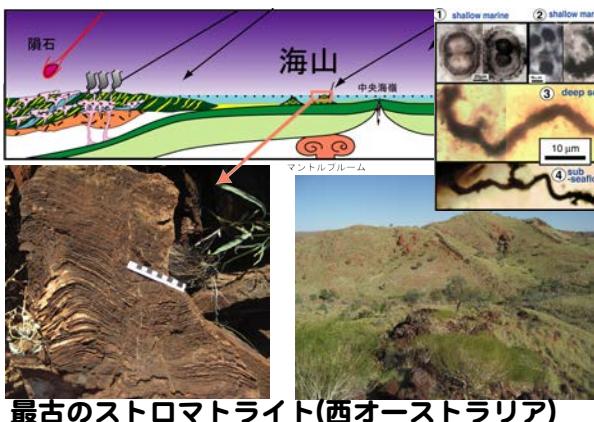
2018/11/21



40~35億年前～深海から～

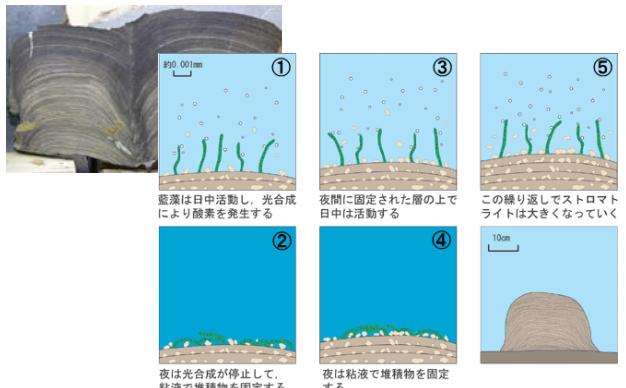


35億年前～生命の多様化、光合成の開始～



最古のストロマトライト(西オーストラリア)

**ストロマトライト
～酸素発生型光合成細菌：シアノバクテリア～**



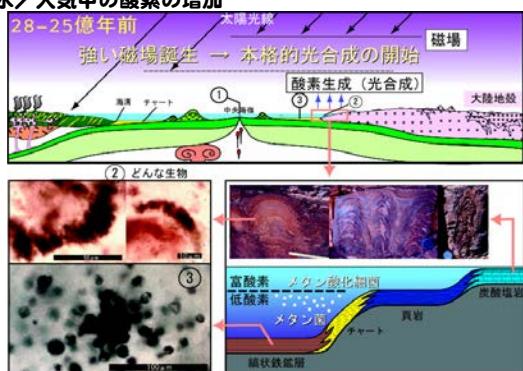
現在の地球にある“太古”的海

(1) 高塩分濃度
－シアノバクテリア
ストロマトライト－



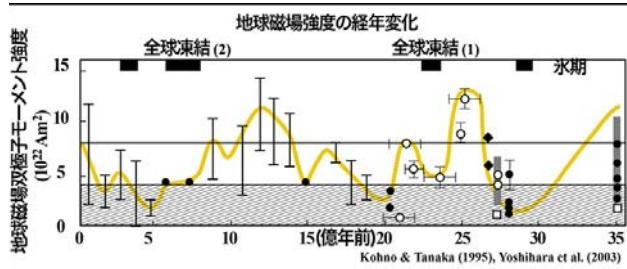
27億年前頃の地球磁場の発達

浅海域に大規模に光合成生物(シアノバクテリア)が出現
→海水/大気中の酸素の増加



27億年前頃の地球磁場の発達

浅海域に大規模に光合成生物(シアノバクテリア)が出現
→海水/大気中の酸素の増加



(4) 植物プランクトンと光合成

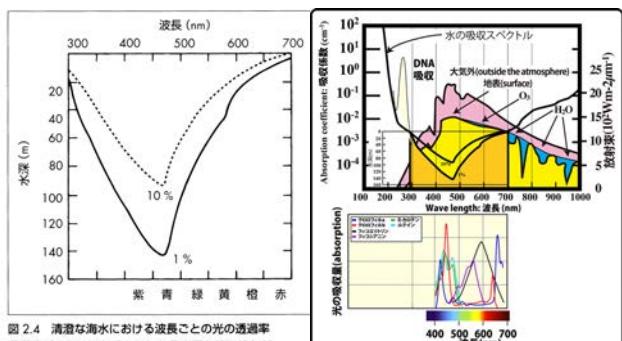
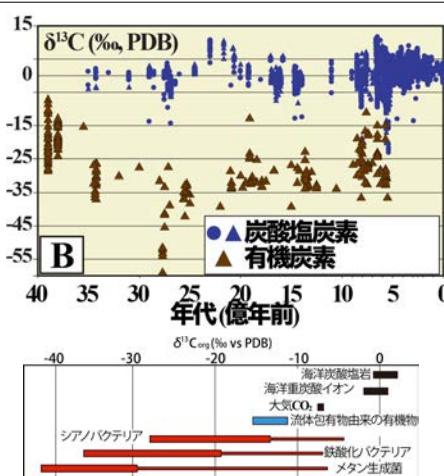
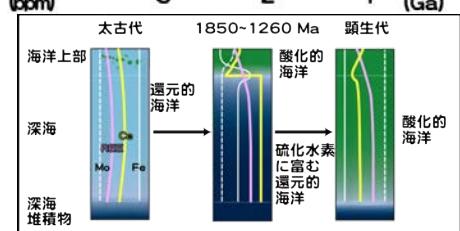
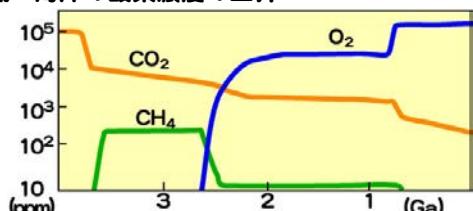


図 2.4 清澄な海水における波長ごとの光の透過率
透過率が 10 %および 1 %になる水深を線で結んだ。

大気・海洋の酸素濃度の上昇



(3) 縞状鉄鉱層型



(1) 鉄

縞状鉄鉱層

18億年前以前に見られる

海水中の Fe^{2+}
が酸化されて、
 Fe^{3+} になり、
沈殿(FeO(OH))

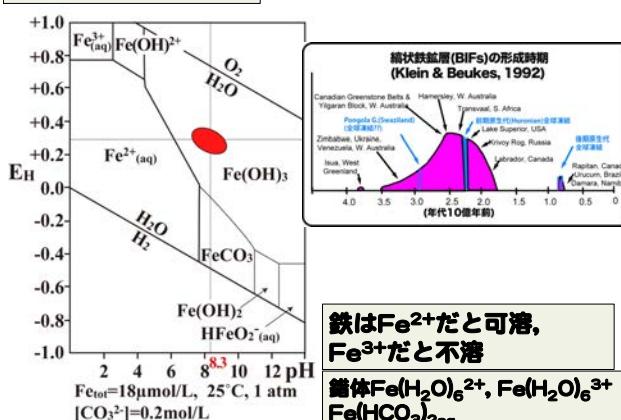


縞状マンガン層

23億年前

海水中の Mn^{2+}
が酸化されて、
 Mn^{3+} または Mn^{4+} になり、沈殿

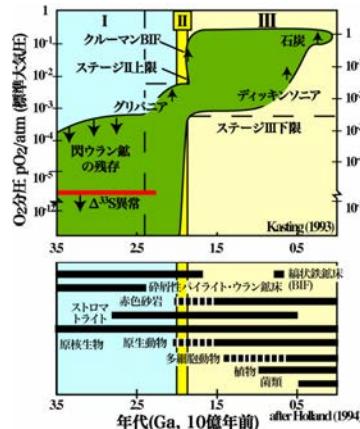
Feについて



鉄は Fe^{2+} だと可溶、
 Fe^{3+} だと不溶

錯体 $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$, $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$
 $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2\text{aq}$

大気・海洋の酸素濃度の上昇



50 mm

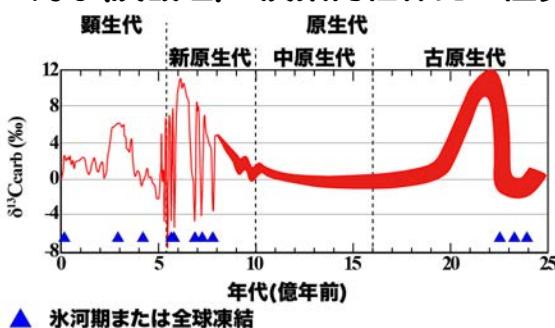
UIについて
+3, +4, +5, +6が存在

①酸化的～少し酸化的な状態
 UO_2^{2+} や U^{4+} が最も安定

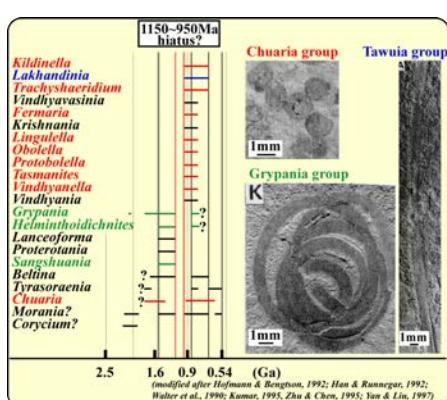
②還元的な状態
 $\text{UO}_2(\text{uraninite})$

③他の価数は不安定
3価はすぐに4価になってしまふ。
5価は UO_2^{2+} をつくり、結局6価
や4価になってしまう。

海水(炭酸塩)の炭素同位体比の歴史



19億年前、macrofossilsの出現。



大きさ的に
も真核生物

真核生物—DNAが核に保管

細胞内共生と水平進化

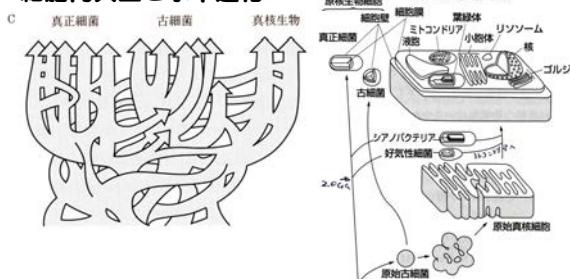
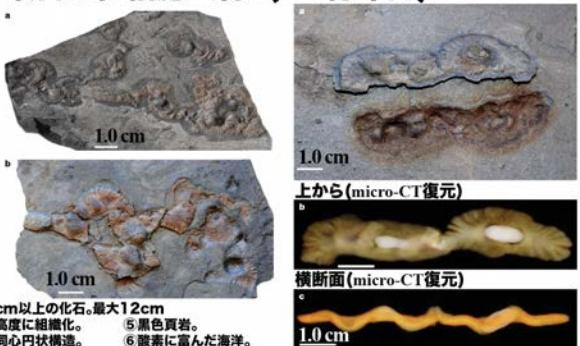
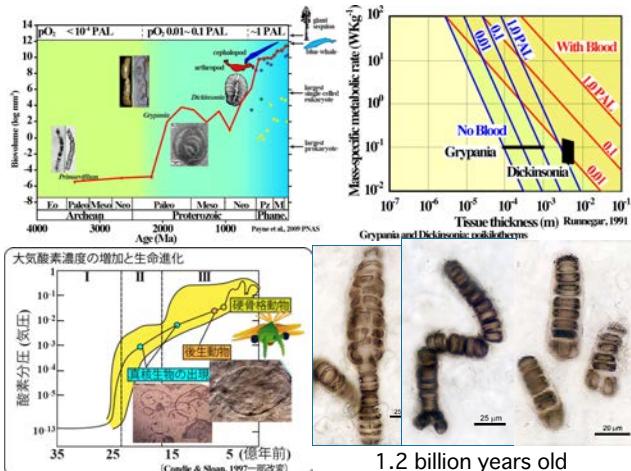


図6.3 真核生物の形成過程と細胞構造の模式図。原始古細菌は細胞融合によって巨大細胞を形成して原核生物となり(仮説)、それに好気性細菌(グラム陽性細菌)が細胞内共生してミトコンドリアとなり、シアノバクテリアが細胞内共生して葉緑体となった。現存の真正細菌、古細菌にはさきほりとした細胞内構造はない。参考文献10より転載。

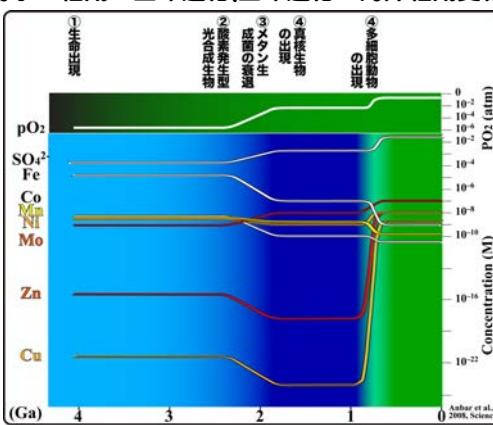
最古の多細胞生物?(21億年前)



Albani et al., 2010, Nature

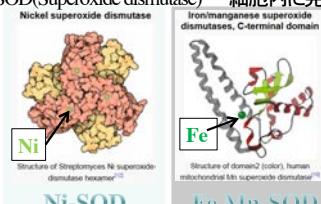


海水の組成と生命進化(生命進化と海洋組成変化の関連)



真核生物と海洋微量元素 (possible linkage between eukaryote and marine trace metal)

SOD(Superoxide dismutase)…細胞内に発生した活性酸素を分解する酵素



原核生物に含まれる。
Included in prokaryote.

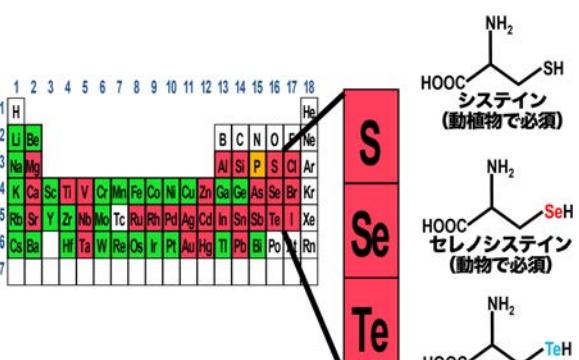
原核生物や原生生物に含まれる。
Included in prokaryote & protist.

全ての真核生物に含まれる。
Included in all eukaryote.

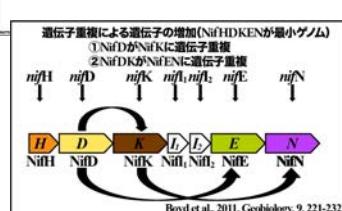
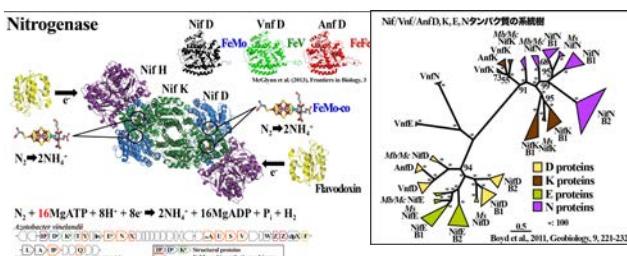
	Fe, Mn	Cu, Zn
還元的海洋	海水中に存在	硫化物として沈殿
酸化的海洋	酸化物として沈殿	海水中に存在

古原生代の銅、亜鉛濃度は?

「大気海洋の酸化→Cu,Znが増加→真核生物の増加」?



動物はいつからセレンを硫黄の代わりに使うようになったのか?
動物はテルルを使うように進化するのか?



生物の一般的な系統樹

① NiHDKENBのフレセットが見つかっているものは青

Bacteria
Proteobacteria
Actinobacteria
Firmicutes
Bacteroidetes
Dermococcus/
Thermotogae
Aquificae

Cyanobacteria
Chloroflexi

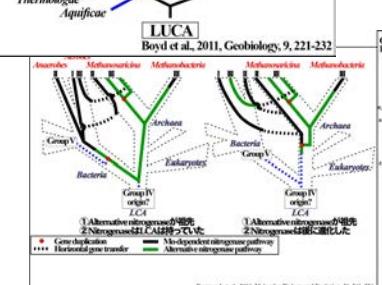
Archaea

Eukarya

Crenarchaeota Euryarchaeota Korarchaeota Nauarchaeota

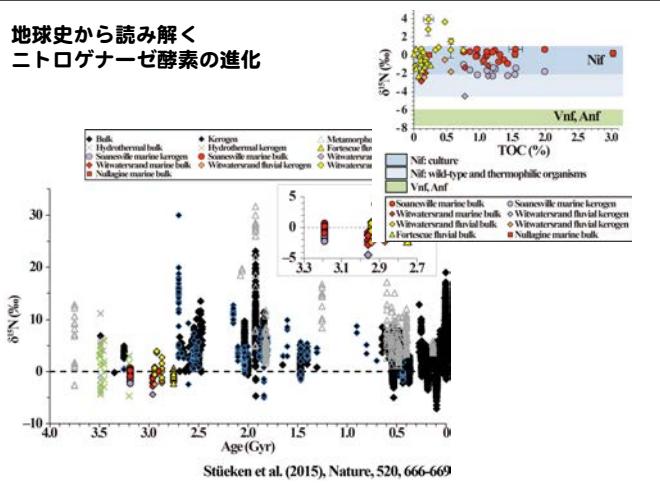
LUCA

Boyd et al., 2011, Geobiology, 9, 221-232

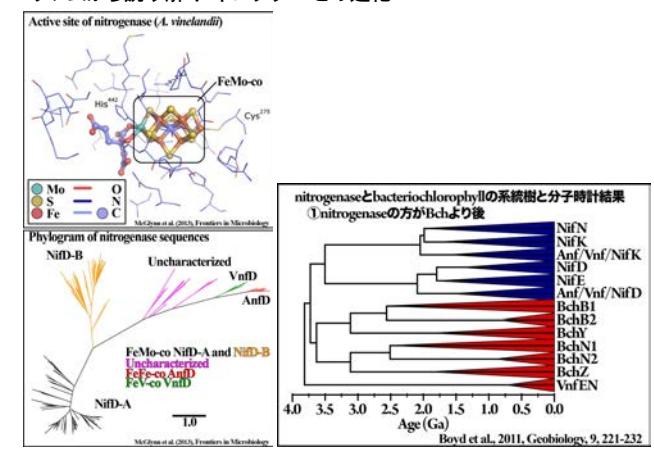


Reardon et al., 2006, Molecular Biology and Evolution, 23, 581-594

地球史から読み解くニトロゲナーゼ酵素の進化



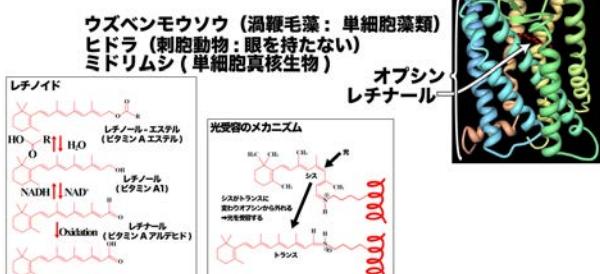
ゲノムから読み解くニトロゲナーゼの進化



眼の起源

- ①眼を発現させる：眼の位置決定のツールキット遺伝子 (PAX6 遺伝子)
- ②光感受性器官：光受容体細胞：ロドプシン（オプシンとレチナール）

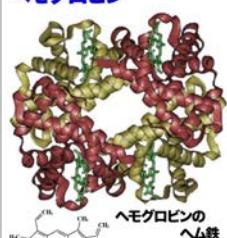
ロドプシン遺伝子



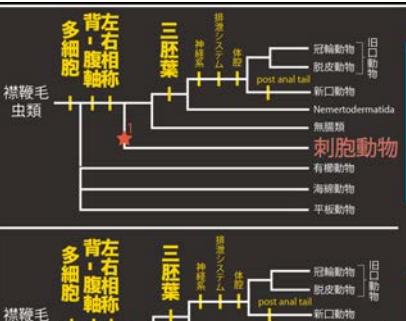
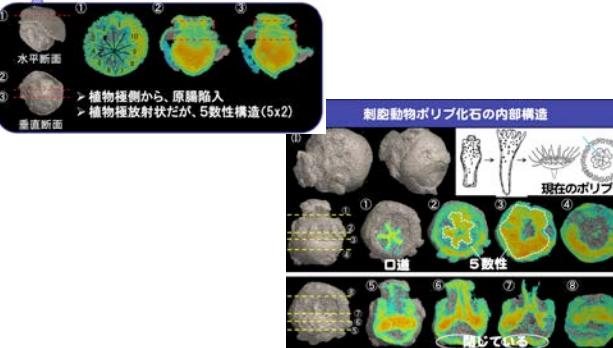
ヘモシアニン



ヘムoglobin



ミニヘムoglobinの分子系統樹

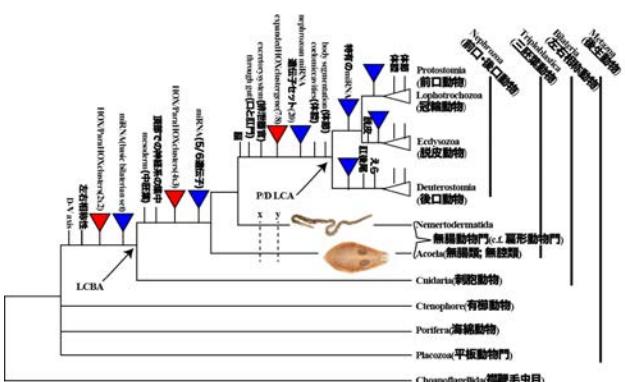


分歧直後の
左右相称性の
初期刺胞動物

or

二胚葉性ながら
左右相称性の
絶滅種

刺胞動物の形態遺伝子セット



地球と生物機能の共進化

