我孫子サイエンスカフェ 2017/10/15

地球環境変動史の解明
～スノーボールアース・イベントと酸素濃度の増加～

田近 英一

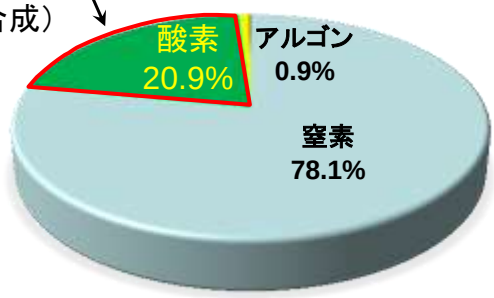
東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻

2017/10/15

地球大気中の酸素と生命

生命活動
（酸素発生型光合成）
の結果

好気性生物＝酸素を利用（酸素呼吸）



酸素は現在の地球大気の主成分（約21%）

いつから大気の主成分になったのか？

2017/10/15

最初の酸素発生型光合成生物
シアノバクテリア（らん藻）

＊酸素を発生するタイプの光合成を行う最初の生物

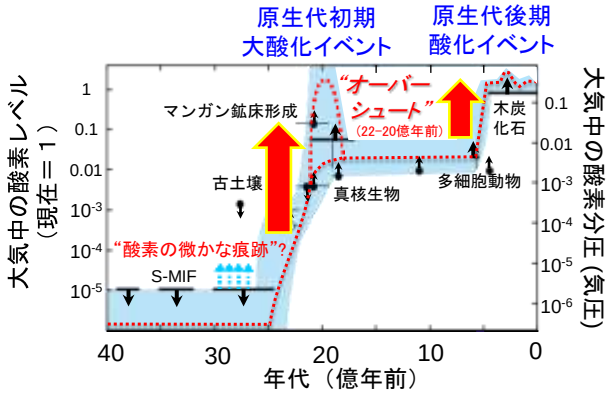
$$CO_2 + H_2O \rightarrow CH_2O + O_2$$

＊シアノバクテリアの一部のグループは，
ストロマトライトと呼ばれるドーム状の構造を作る

＊シアノバクテリアはいつ出現したのか？

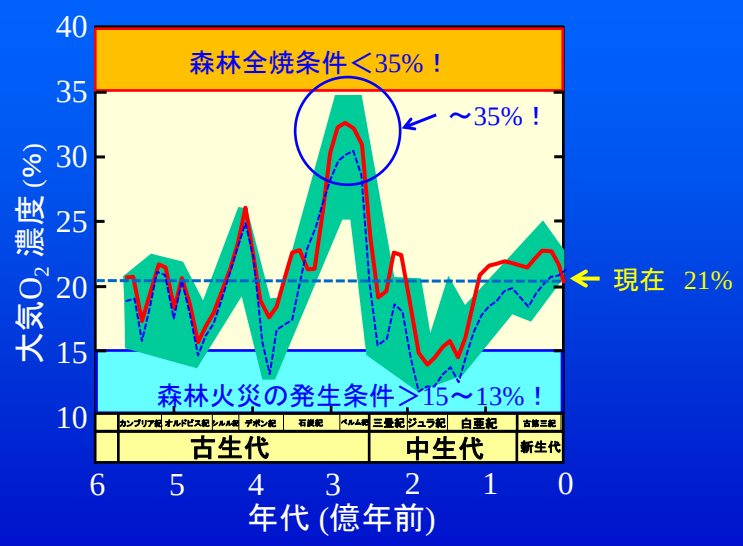
2017/10/15

酸素濃度の増加



＊酸素濃度は原生代の初めと終わりに急上昇？
＊酸素濃度は太古代末にかすかに上昇？
＊酸素濃度は原生代の初めにオーバーシュート？

顕生代の酸素濃度変動



2017/10/15

[Berner (2006) GCA に基づく]

酸素濃度の増加と昆虫の巨大化

■節足動物

気管を通じて酸素を「拡散」によって取り込む

→ 大気中の酸素濃度が高いほど有利

■キイロショウジョウバエを用いた飼育実験

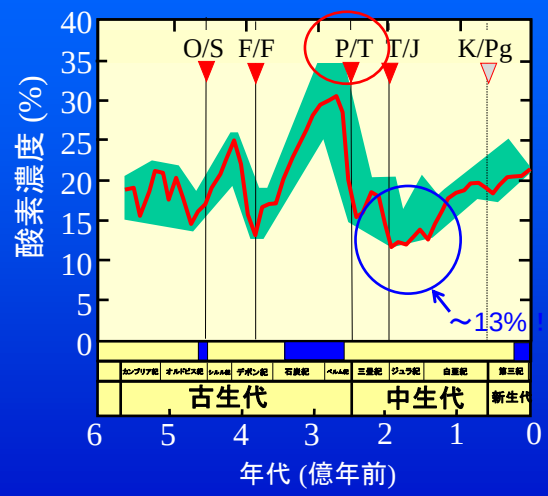
高酸素濃度条件では，世代を経るごとに体サイズが大きくなる！

低酸素濃度条件では，体サイズは小さくなり，

気管の直径は大きくなる

2017/10/15

酸素濃度の低下と大量絶滅



2017/10/15

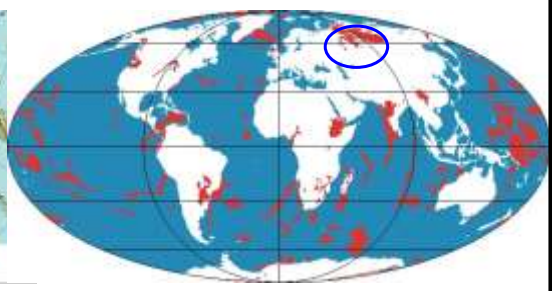
酸素濃度低下が大量絶滅につながった？

[Berner (2006) GCA に基づく]

ペルム紀/三畳紀境界の大規模火成活動

■ シベリアントラップ (洪水玄武岩の噴出)
約200万km^2 におよぶ溶岩台地を形成
年代：2億5140万年前

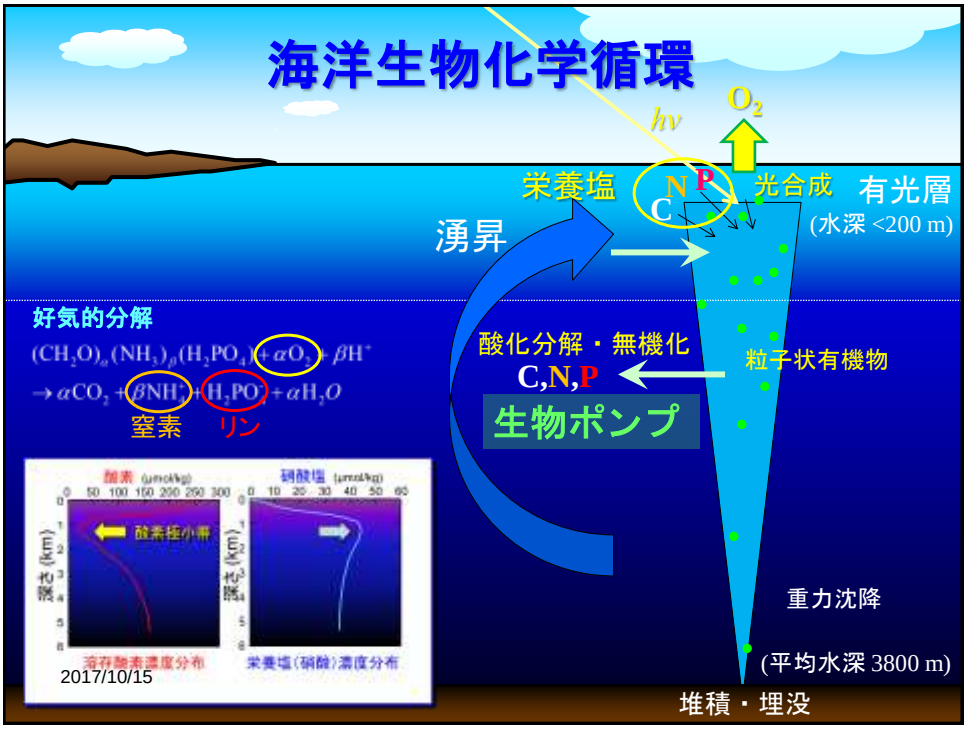
噴火時に大量のCO_2を放出
→温暖化が生物大量絶滅の誘因？



2017/10/15

[https://en.wikipedia.org/wiki/Siberian_Traps]

[http://www.ig.utexas.edu/research/projects/lips/]


海洋生物化学循環
hν
O2
栄養塩
N P
C
光合成
有光層
(水深 <200 m)
湧昇
好気的分解
$(CH_2O)_\alpha(NH_3)_\beta(H_2PO_4) + \alpha O_2 + \beta H^+$
$\rightarrow \alpha CO_2 + \beta NH_4^+ + H_2PO_4^- + \alpha H_2O$
窒素
リン
酸化分解・無機化
C,N,P
粒子状有機物
生物ポンプ
酸素 (μmol/kg)
硝酸塩 (μmol/kg)
酸素極小帯
深さ (km)
溶存酸素濃度分布
栄養塩(硝酸)濃度分布
重力沈降
(平均水深 3800 m)
堆積・埋没