

生命の誕生と進化

12,13,14章

無機から有機へ 細胞の形成 種の分化

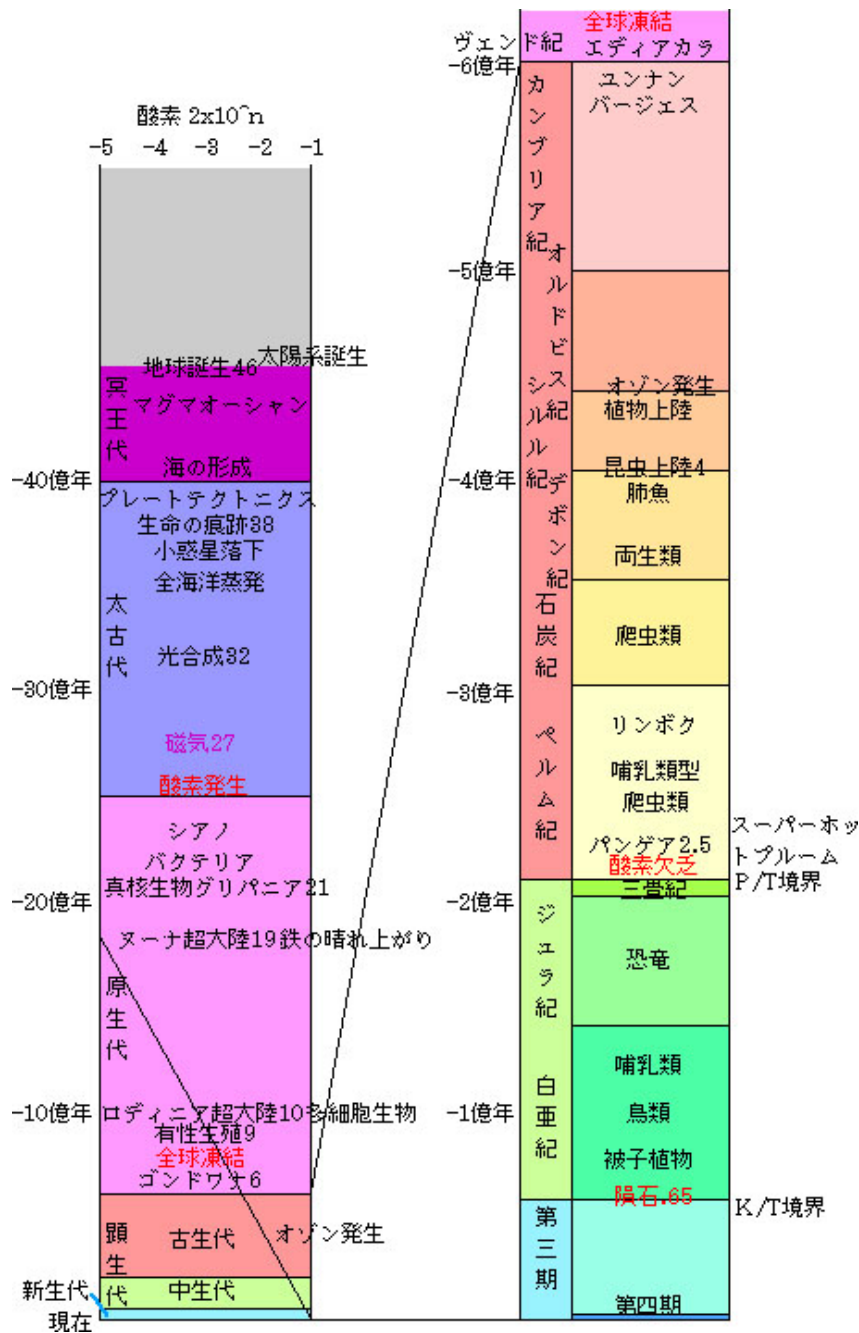
問題1、27億年以前、酸素がほとんどない時代、生命はどのようにして低エントロピーエネルギーを手に入れていたのだろう。

問題2、生命が陸上に上がるためには植物の存在が不可欠だったと考えられる。その理由を述べよ。

地質年代

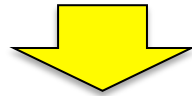
地球の誕生は46年前と言われる。
そして生命の誕生は40億年程度前と考えられている。地球はその年齢のほとんどを、生命を宿した星として過ごしてきた。

その年代記は、10億年前を境に急激に忙しさを増している。
これは、人間が発見できる情報量の問題か？それとも地球の変化は加速しているのか？



無機から有機へ

原始地球の大気：水、二酸化炭素、水素、窒素
> (雷、隕石、**熱水**) による反応 > アミノ酸
触媒的表面 (岩、凝集体?) での化学反応
ペプチド、糖、核酸、脂質... の合成



RNAワールド

遺伝物質、酵素作用、の両方を兼ね備える。

タンパク質 = 酵素

脂質二重膜

生化学反応の促進

反応場 + 外部と分離

細胞の形成

表面から膜へ

脂質の合成＞膜の形成＞細胞膜

38-34億年前 細胞＜酸素はほとんどない＞

古細菌、バクテリア（細菌）＞嫌気呼吸：硫黄酸化、硝酸酸化、・・・

27億年前 光合成（シアノバクテリア）

酸素の蓄積＞好気呼吸（酸素呼吸）

オゾン層発生＞紫外線減少＞陸上生物

18億年前 真核細胞

細胞内の膜構造、コンパートメント、核

細胞内共生（ミトコンドリア、葉緑体）

種の分化

ウィルス

遺伝子はあるが、細胞を持たない。ファージ、動物ウィルス、植物ウィルス、RNAウィルス

原核細胞

細菌類 小型(数ミクロン)

で核を持たない

環状DNA

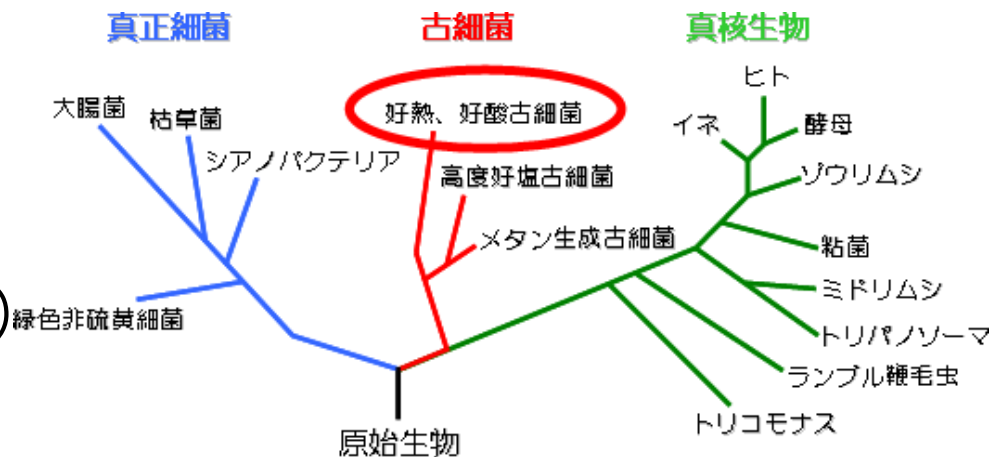
遺伝子の交換(プラスミド)

細胞壁＋莢膜

移動能力: 鞭毛、線毛、

アーキア(古細菌) 真核細胞に近い遺伝子

多様な生態: 好熱菌、好塩菌、メタン細菌



真核生物

原生生物 鞭毛虫、有孔虫、繊毛虫...

藻類 単細胞:渦鞭毛虫、珪藻、**多細胞**:褐藻、
紅藻、緑藻 >>> 植物

真菌 単細胞:酵母、**多細胞**:カビ、キノコ

アメーバ 細胞性粘菌

襟鞭毛虫 >>> **多細胞**:動物

多細胞生物の進化

約6億年前、多細胞生物の爆発的進化が起こった。エディアカラ紀からカンブリア紀にわたる1億3000万年の間の地層からは、様々な形態の動物が発見されている。それらの一部は現在の動物の祖先と考えられ、また一部は絶滅して今では残ってはいない。なぜそのような急激な進化が起きたのかは分かっていないが、それ以降、様々な多細胞生物が生まれ、進化していった。

突然変異と対立遺伝子 方向性選択と進化圧力 動物の進化と系統樹

進化は生物の意志ではなく、突然変異によって起きる。その方向は環境圧力によって決まるが、圧力が少ない場合にはランダムな進化が起こる。では、進化が加速することはあるのか？

突然変異と対立遺伝子

ヒトの突然変異 $2.2 \times 10^{-9}/Y$ (体細胞の平均) = 7個
の変異/年

致死的突然変異(lethal mutation) = > 死

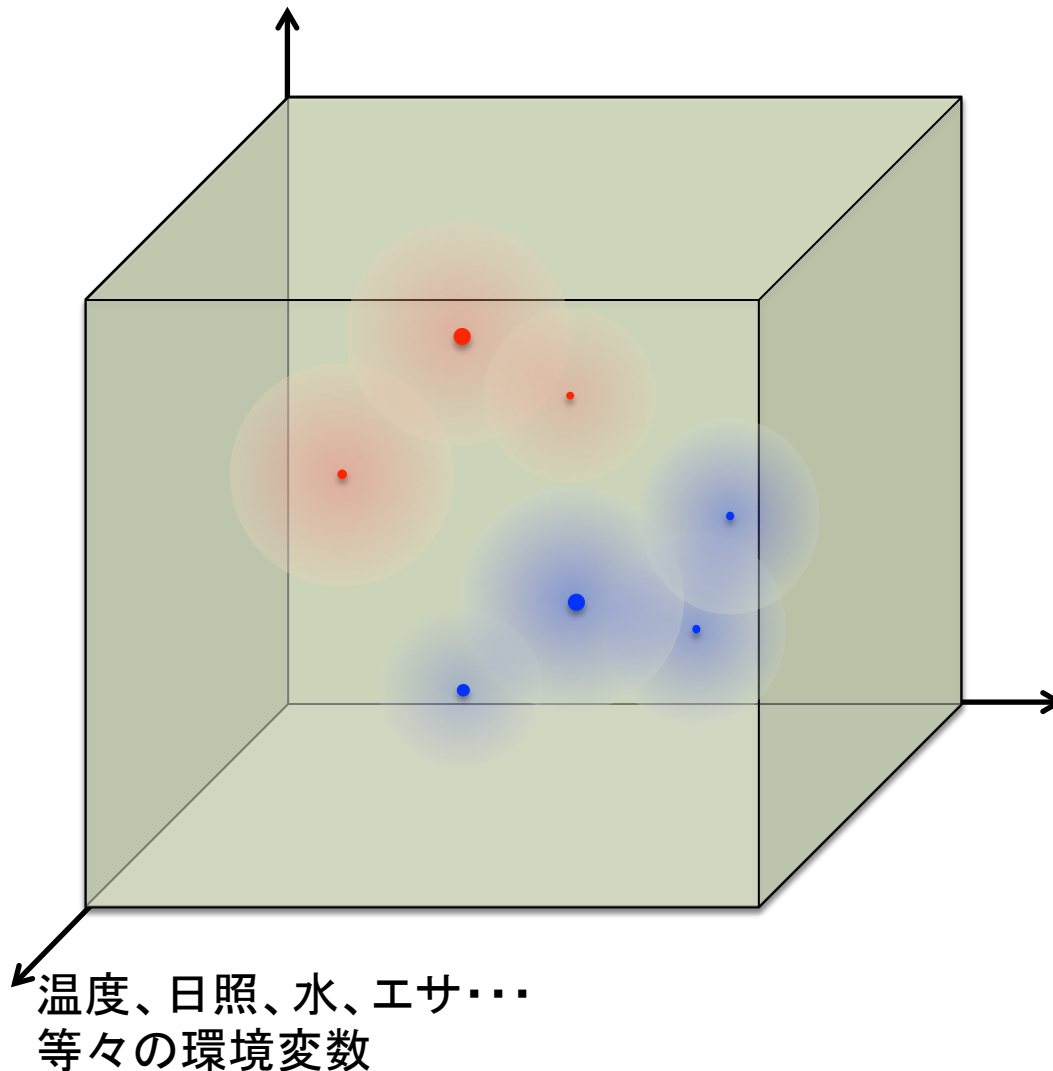
中立的突然変異(neutral mutation) = > 蓄積

対立遺伝子: allele = > 表現型(phenotype)

二組のゲノムの中の, 対応する遺伝子

個体群の遺伝子プール(gene pool)内には、多
くの対立遺伝子が異なる割合(allele frequency)
で含まれている。

環境内の遺伝子プール



対立遺伝子群を持つ個体は、環境条件の変数空間（位相空間）内で適応度の分布関数（生き残り確率の分布）を持つ。中心付近の点の大きさで、個体数を表す。

同じ種内でも、異なる対立遺伝子を持つ個体は異なる中心を持つ、重なり合う分布関数で表される。

分布関数の重なり合いがない集団同士は、異なる種と考えることができる。
（正確には、種の境界は交配の可否で決まる。）

方向性選択と進化圧力

方向性選択 現状よりずれた一方向に安定点がある。＞進化圧力

安定性選択 中間的安定点がある。＞遺伝的浮動（遺伝子変異の拡散・蓄積）

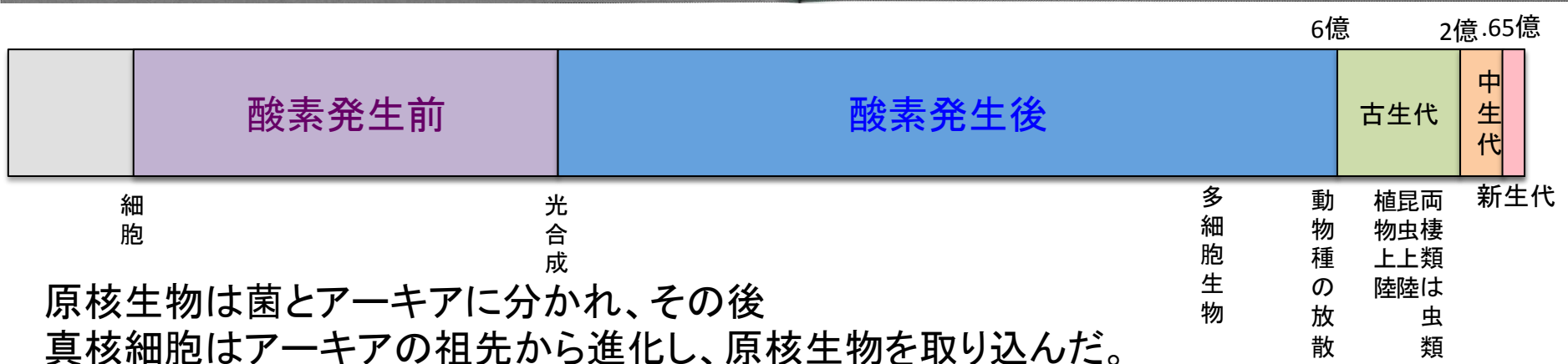
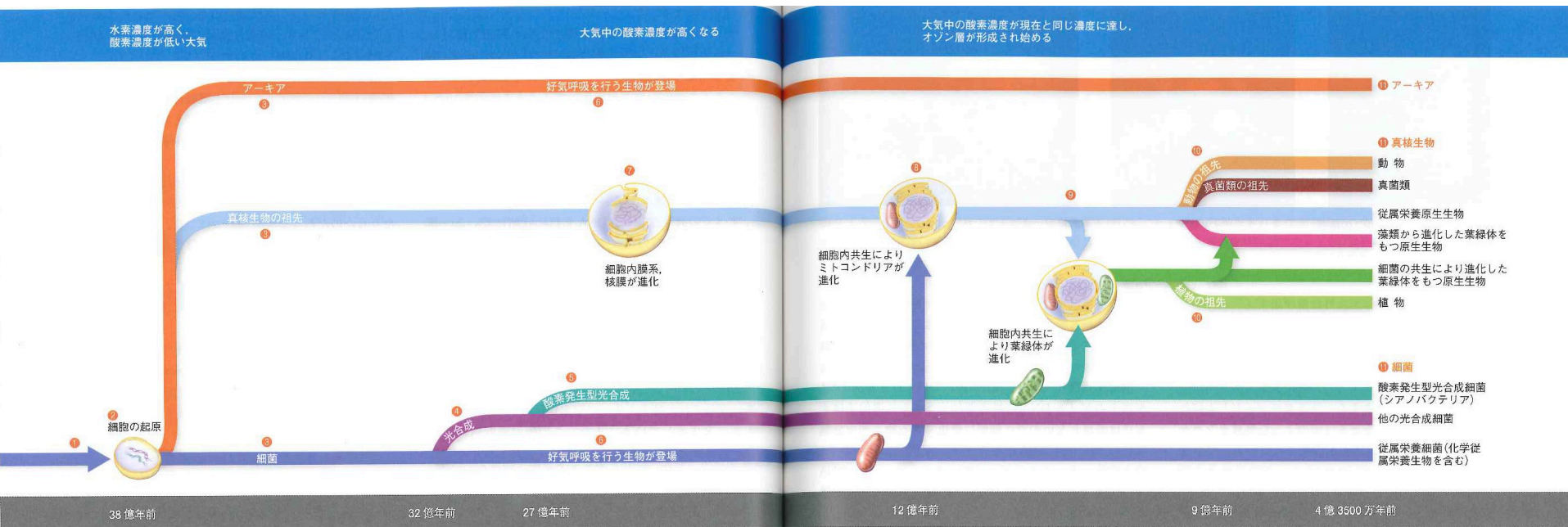
分断性選択 2つの安定点がある。＞生殖隔離
＞種の分化

独立した種内での浮動の蓄積＞＞大進化

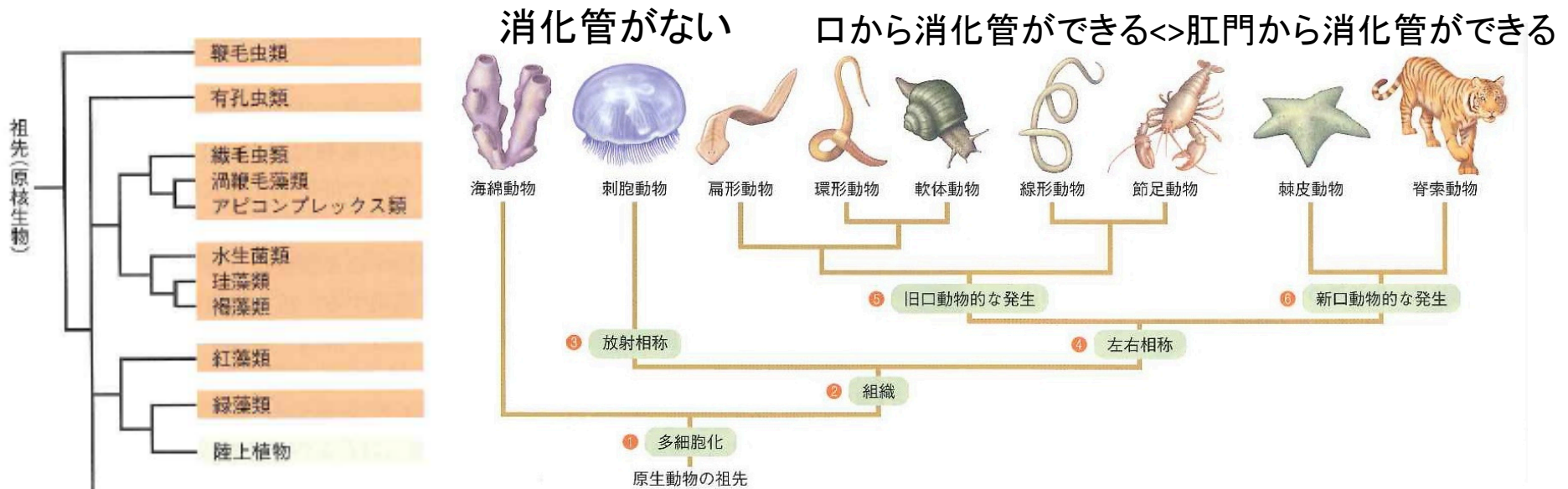
共進化：異なる種が共同する生活形態を進化させる。花粉を運ぶハチドリ・・・

問題1、鳥はどうやって飛べるようになったのだろう

細胞の進化



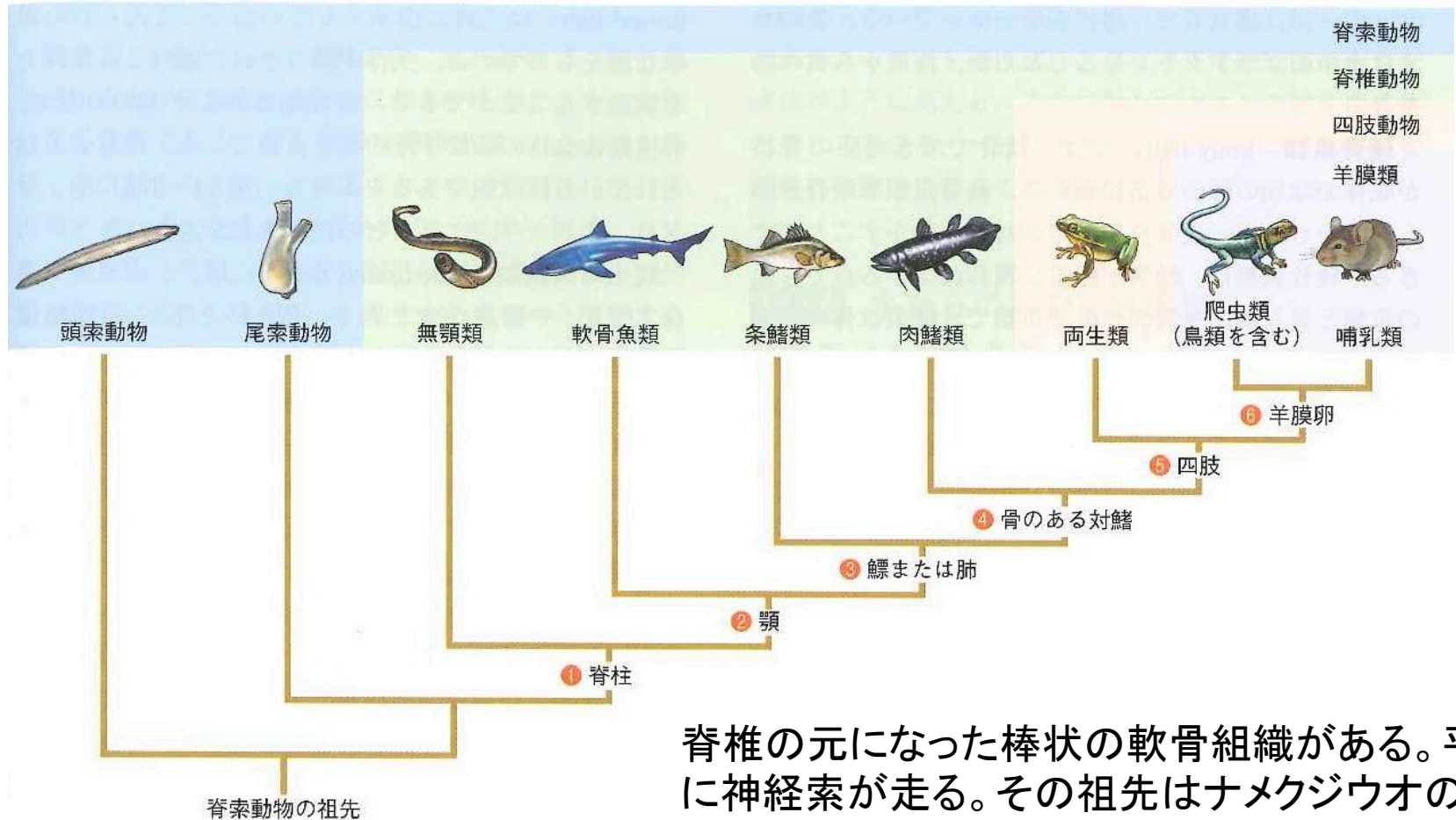
動物の進化と系統樹



普段、われわれの目につく動物は脊椎動物、節足動物、軟体動物などが主だが、実際には多様な構造と生活形態をもつ生物種が多く存在している。

細胞性粘菌
単細胞<>多細胞
センモウヒラムシ
Trichoplax adhaerens

脊索動物の進化



脊椎の元になった棒状の軟骨組織がある。平行に神経索が走る。その祖先はナメクジウオのような生物であったと推測される。

問題2、サメとシャチは類似した体の構造を持っている。しかし、サメとシャチは異なる動物の分類(綱)に所属している。その根拠は何か。また、なぜ両者は似ているのか。