

PTOT生命科学

1. 生命の起源

(生命とはなんぞや)

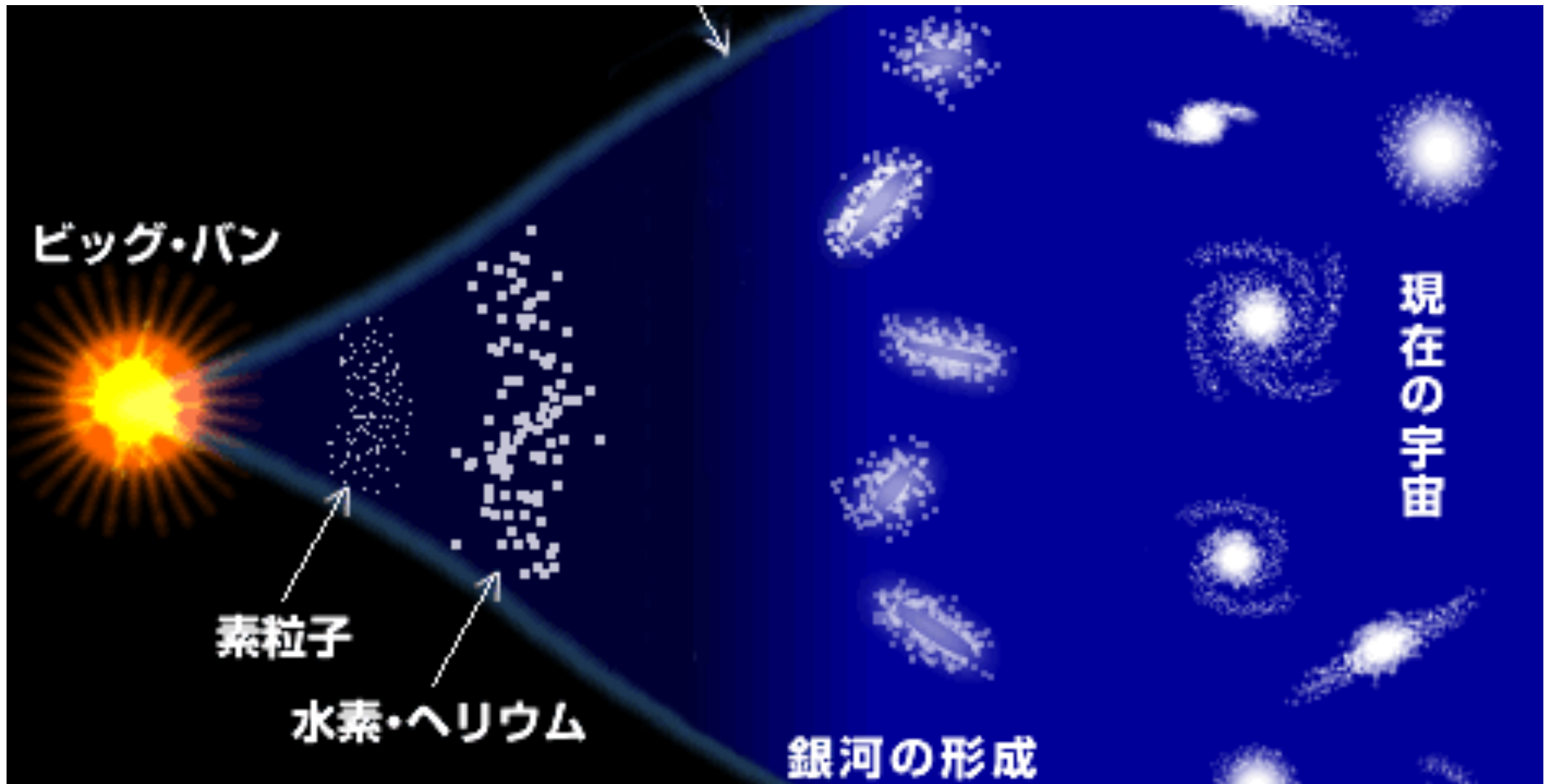
令和4年4月19日 13:10~14:40

林要喜知

学習目標

- 1) 宇宙はどのように出来たかを説明できる。
- 2) 地球上で最初の生物（原始生命体）は何から出来てきたかを説明できる。
- 3) 多種多様な生物が存在するかを理解し、説明できる。

ビッグバンから宇宙誕生まで



大爆発→素粒子→原子発生（種々の原子）→ガス雲→微粒子→小石→小球→大球→
小惑星→集団化→銀河形成（小宇宙）→太陽系（地球）→地球に生命誕生・進化

種々の元素の形成

- ・ 素粒子→水素（陽子 1）
- ・ 4 個の水素→ヘリウム（陽子 2、中性子 2）
- ・ 2 個のヘリウム→ベリリウム（陽子 4、中性子 4）
- ・ ベリリウム+ヘリウム→炭素（陽子 6、中性子 6）
- ・ 炭素+ヘリウム→酸素（陽子 8、中性子 8）

遷移元素

族	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
周期																		
1	1H																	2He
2	3Li	4Be											5B	6C	7N	8O	9F	10Ne
3	11Na	12Mg											13Al	14Si	15P	16S	17Cl	18Ar
4	19K	20Ca	21Sc	22Ti	23V	24Cr	25Mn	26Fe	27Co	28Ni	29Cu	30Zn	31Ga	32Ge	33As	34Se	35Br	36Kr
5	37Rb	38Sr	39Y	40Zr	41Nb	42Mo	43Tc	44Ru	45Rh	46Pd	47Ag	48Cd	49In	50Sn	51Sb	52Te	53I	54Xe
6	55Cs	56Ba	ランタノイド	72Hf	73Ta	74W	75Re	76Os	77Ir	78Pt	79Au	80Hg	81Tl	82Pb	83Bi	84Po	85At	86Rn
7	87Fr	88Ra	アクチノイド	104Rf	105Db	106Sg	107Bh	108Hs	109Mt	110Ds	111Rg	112Cn	113Nh	114Fl	115Mc	116Lv	117Ts	118Og

典型元素
金属元素
遷移元素
貴ガス以外の非金属元素

アルカリ金属
アルカリ土類金属
ハロゲン
貴ガス

核融合の連鎖反応で種々の元素ができ、その結果、周期表にある元素が次々にできたと考えられる。これらは、そのまま、あるいは、簡単な反応で無機物となる。

地球誕生後の化学進化

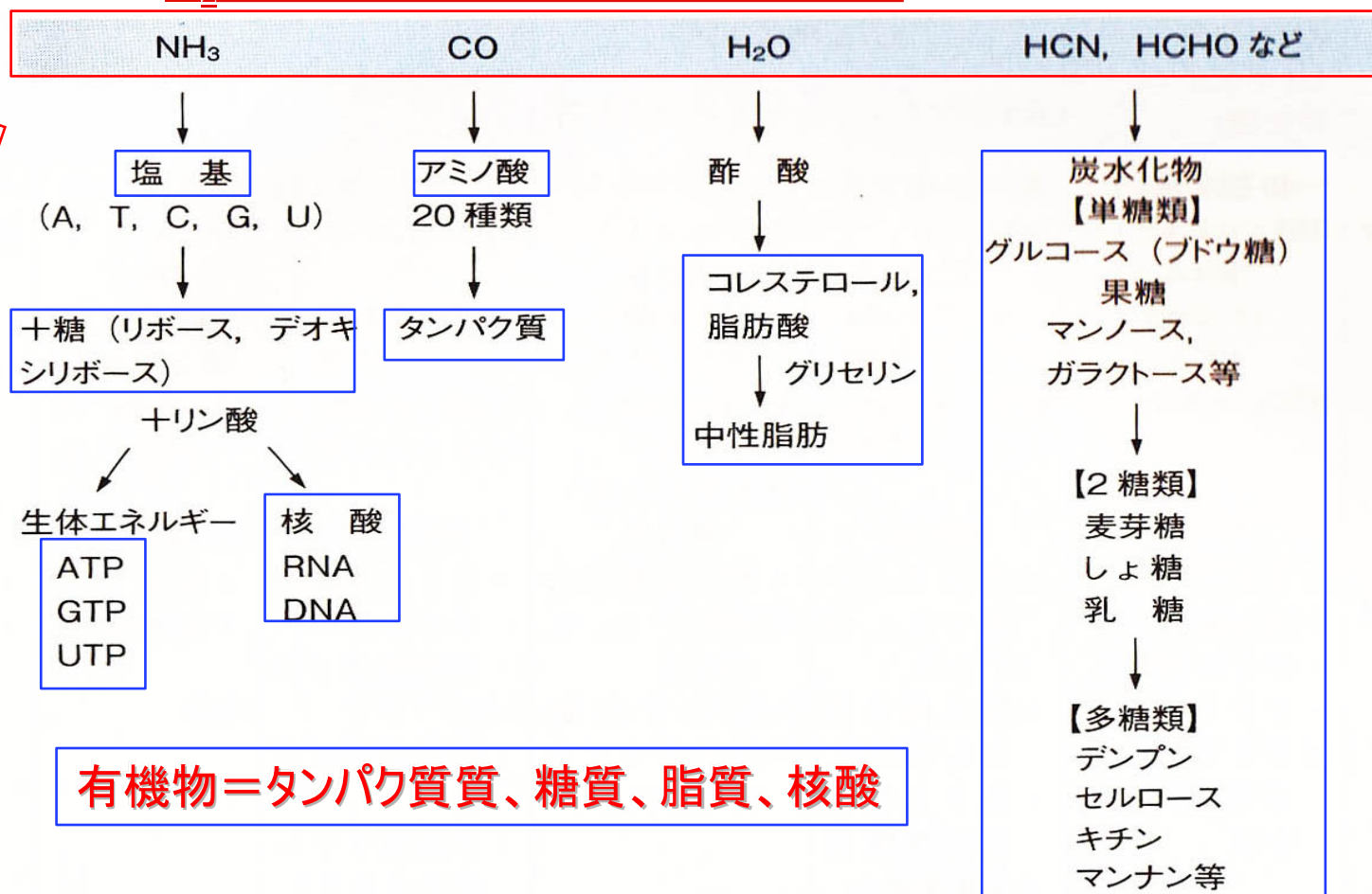
1) 原始大気・・・マントルからの脱ガス（火山ガス）：

H_2O, CO_2, CH_4, NH_3 等の還元性ガスが化学反応し、無機物から**有機物**（生命体の主要な構成成分）が形成された（**化学進化**）。

O_2 はほとんど存在していなかった。

2) 化学進化・・・

無機物



化学進化とは無機物から有機物を生み出す反応をいう。

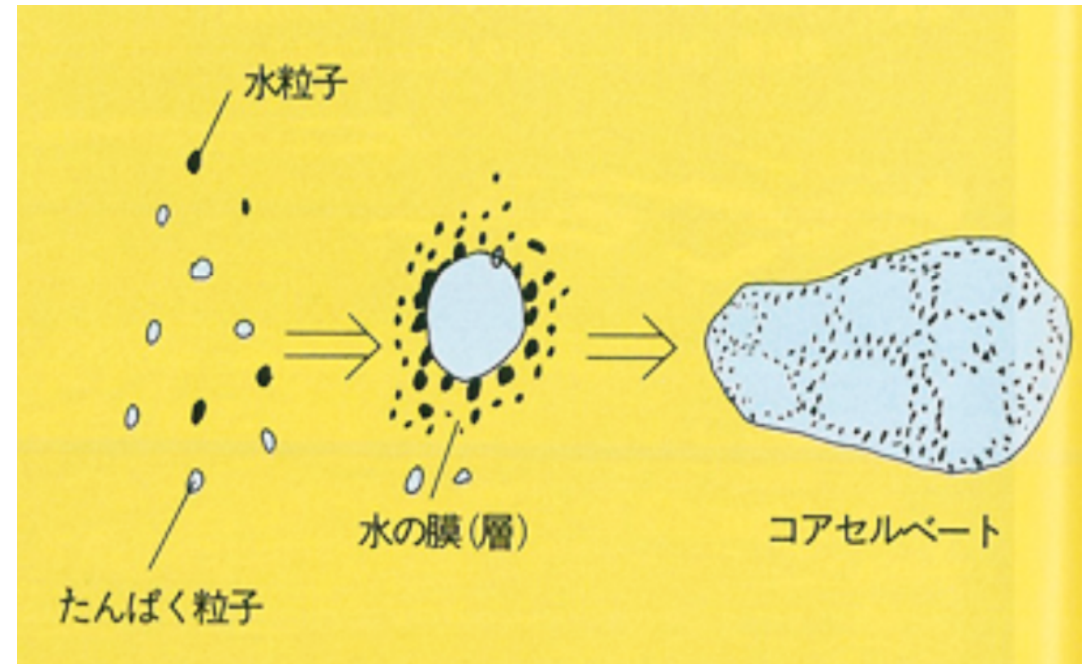
原始生命体の誕生

1) 有機物をから最初の生命体が地球上（原始海洋中）で発生したと考えられる（**証明できていない!**）。

2) おそらく、コアセルベートのような膜でできた袋が有機物を取り込み、細胞のようになって増えていく。これが簡単な原始の細胞の様なものであっただろう（**高熱性細菌と類似? 核酸はRNA?**）。

3) この原始生命体の細胞が、その後どんどん複雑な構造を持つ細胞（生命体）となっていくのであろう。

4) 宇宙から（別の惑星から）生物体が飛来した可能性も否定できない。



地球上で原始生命体が出現したとすれば、それは地球誕生後10億年近く経過したころと考えられる。

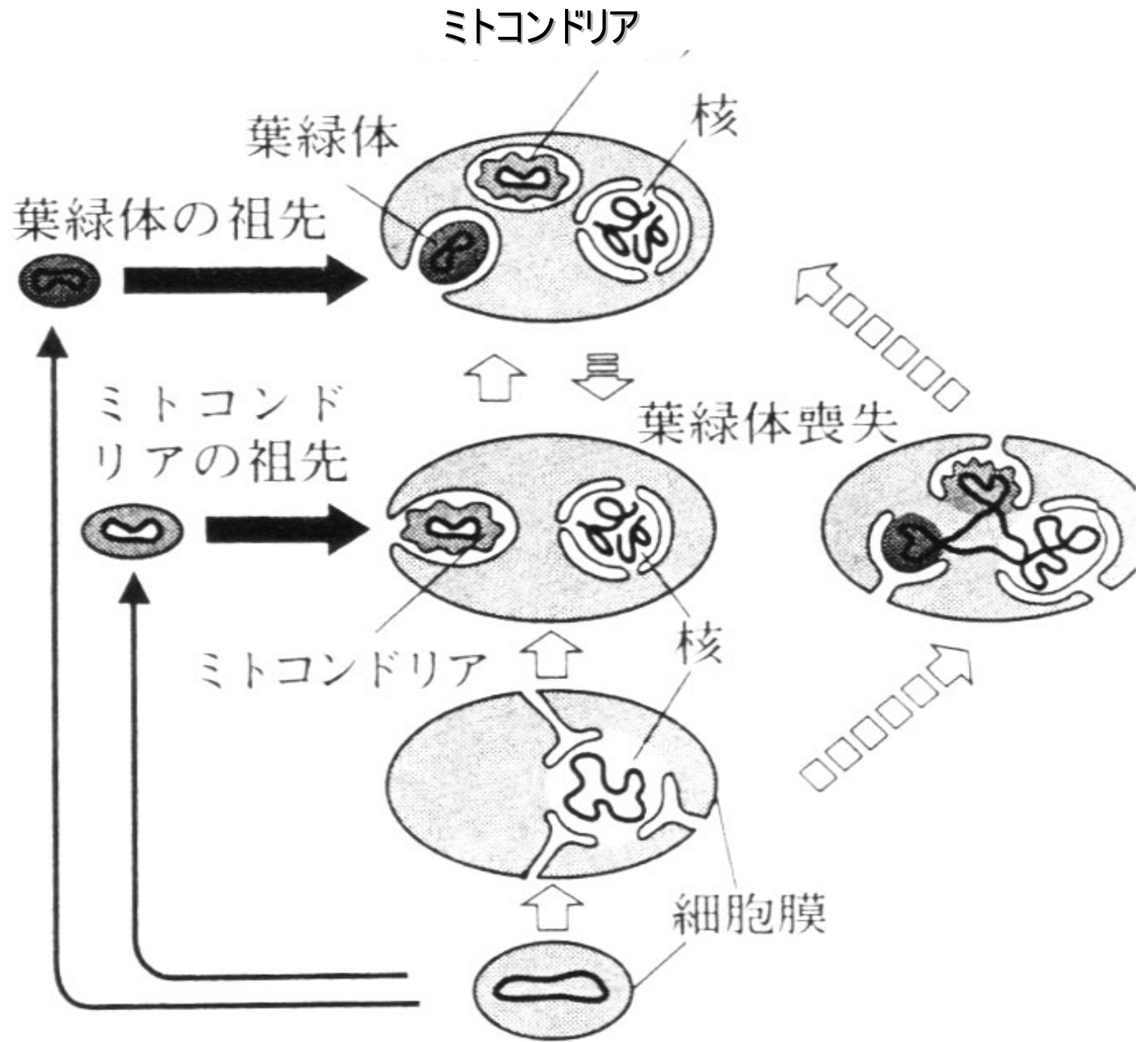
細胞構造の複雑化

④ 真核生物 (植物)

③ 真核生物

② 原始真核生物

① 原核生物

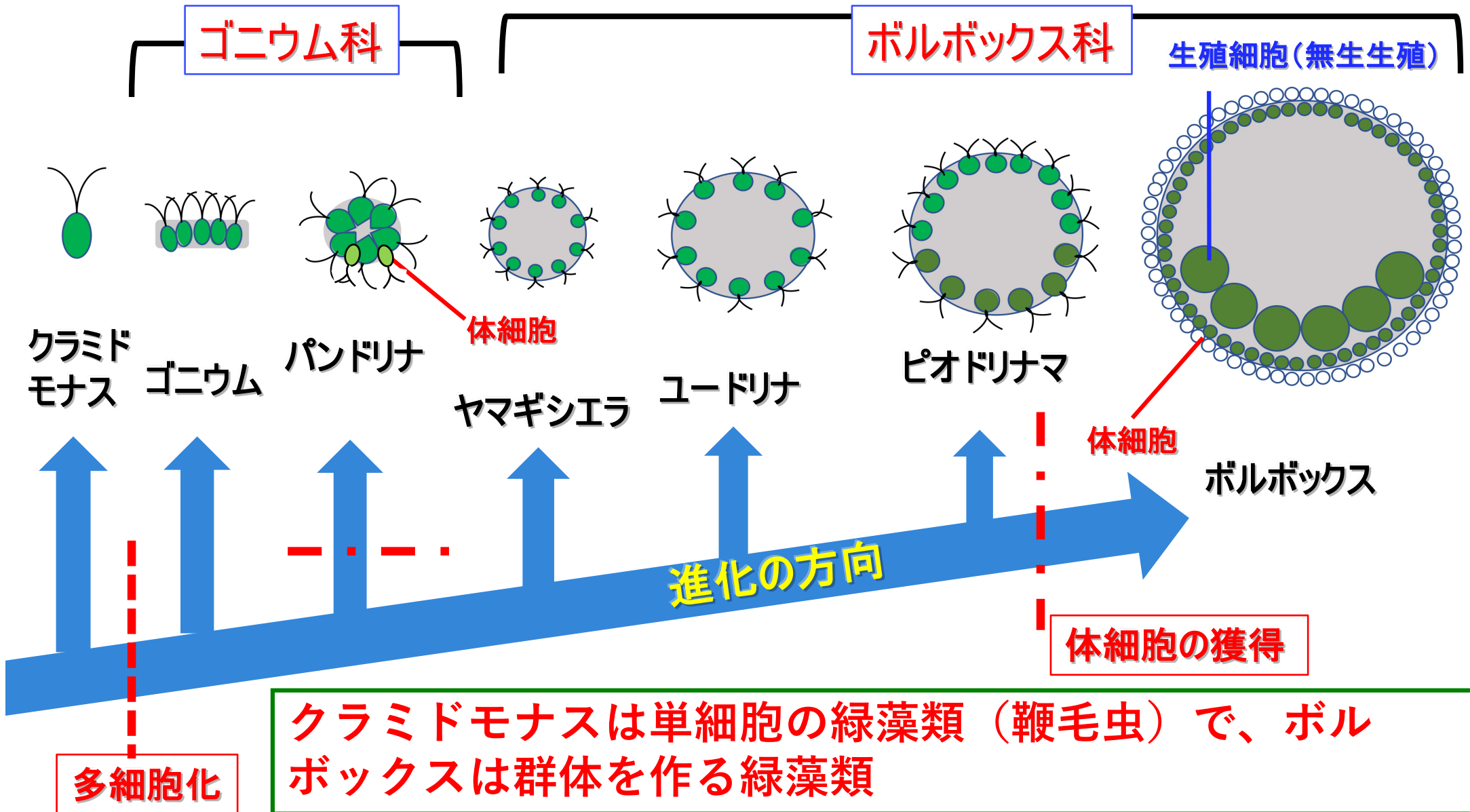


2つの仮説はどちらも起こっていたとするのが妥当であろう。

細胞内共生説

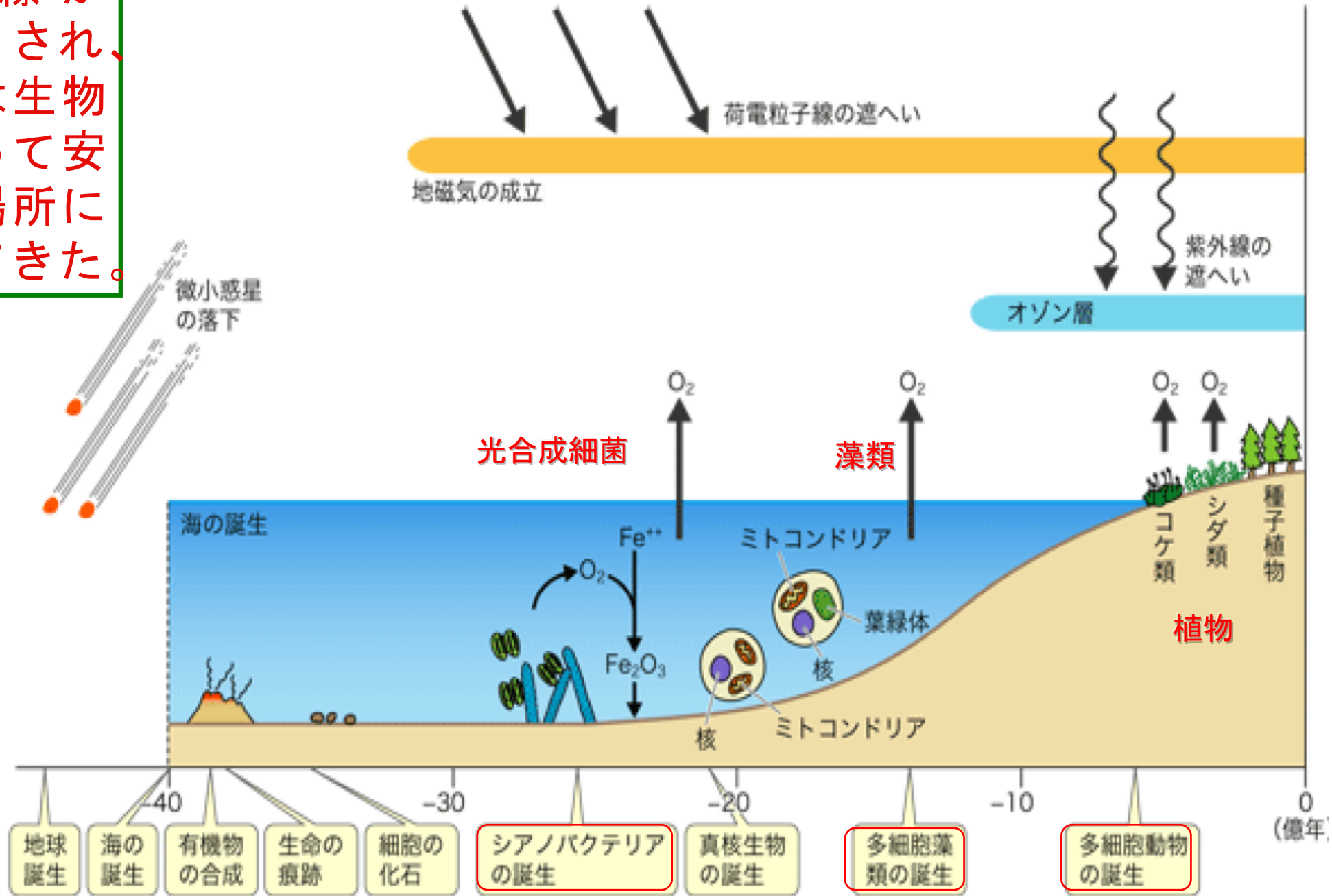
膜進化説

単細胞から多細胞化（の一例）



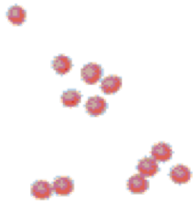
宇宙からの放射線がカットされ、陸上は生物にとって安全な場所になってきた。

酸素濃度増加で生物の陸上化





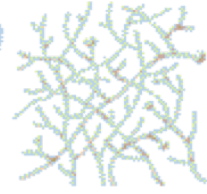
細菌



古細菌



原生生物



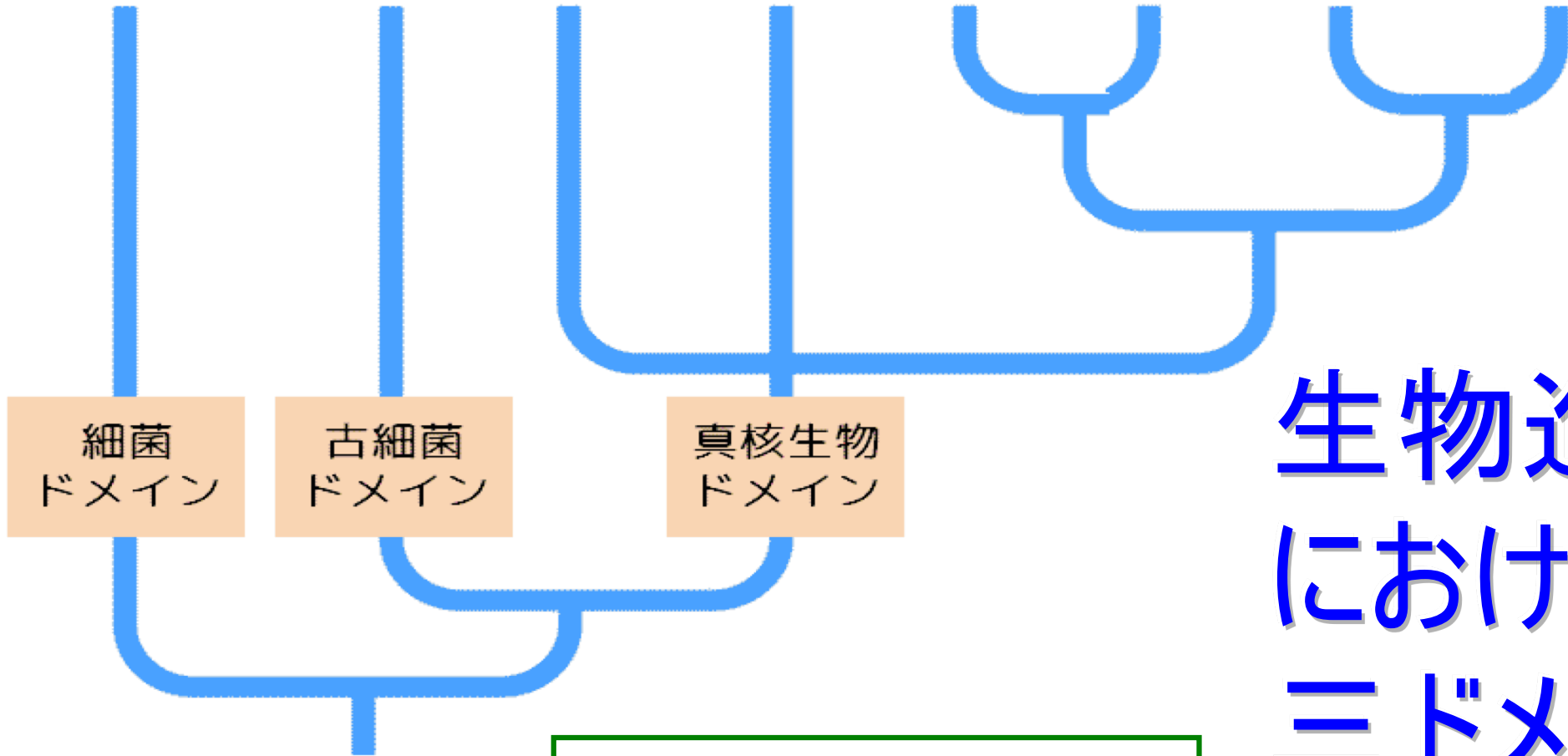
植物



菌類



動物



細菌
ドメイン

古細菌
ドメイン

真核生物
ドメイン

共通祖先
原始生命体

三ドメインにおける原始生命体は現在ではもはや存在していない。

生物進化 における 三ドメイン 説

地球上の生物進化

	億年前	生物種	特 徴		
生物進化	2.2	哺乳類	胎生	恐竜絶滅時代 (約0.6億年前)	
	2.5	鳥 類	殻を持つ卵生		
	3.0	爬虫類	同上	陸上化 (4億年前)	
	3.5	両生類	陸上へ進出		
	5.0	魚 類	脊椎動物の誕生		
	5.5	脊索動物			
	8.0	多細胞動物	動・植物の誕生	単細胞生物 の時代	
	15.0	真核生物			
	36.0	原核生物	呼吸 (好氣的酸化)		<RNA ワールド 誕生>
			光合成		
発酵					
40.0	ウイルス リボザイム様 RNA 生物	嫌気呼吸			
		DNA 合成			
		タンパク質合成			
化学進化	46.0	RNA 合成			
		原始大気より化学物質 の合成			

恐竜の絶滅は
6600万年ほ
ど前あたり。

地球上の 多種多様な 生物種

今日多種多様な生物が存在するのは地球上の生物進化によるものと考えられる。つまり、生物の大元は同じと考えられる。

界	分類群	種の数	備考
ウイルス 原核生物	細菌	~1,000	双鞭毛藻類, ミドリ虫 接合菌, 子のう菌, 担子菌 黄藻, 褐藻, 紅藻, 緑藻類
	ラン藻	3,000	
原生生物	原生生物	1,700	
	粘菌	260,000	
	その他	500	
	菌類	2,000	
植 物	藻類	70,000	
	苔植物	250,000	
	シダ植物	20,000	
	裸子植物	12,000	
	被子植物	600	
	双子葉類	165,000	
	単子植物	50,000	
	動 物	無脊椎動物	
昆虫類 (節足動物)		1,000,000	
その他の節足動物		100,000	
軟体動物		100,000	
線形動物		1,000,000	
その他		45,000	
原索動物		1,300	
脊椎動物			
魚類		20,000	
両生類		4,000	
爬虫類	6,000		
鳥類	9,000		
哺乳類	4,000		
	合 計	3,125,100	

生物に共通な特徴

- ①細胞単位：生物体は細胞から構成されている。
(例外、ウイルス)
- ②自己増殖：自己と同じものを複製する (子孫を生み出す)。
- ③物質交代：有機物を中心とした物質代謝やエネルギー代謝をおこなう。
- ④刺激反応：外的な刺激に対応して、何らかの適切な反応をする。
- ⑤発生成長：細胞分裂を繰り返して、組織・器官形成をしたり、個体を成長させる (多細胞生物)。

多種多様な生物の間にはこれらの共通性があるのは共通の先祖からできてきたからと言える。

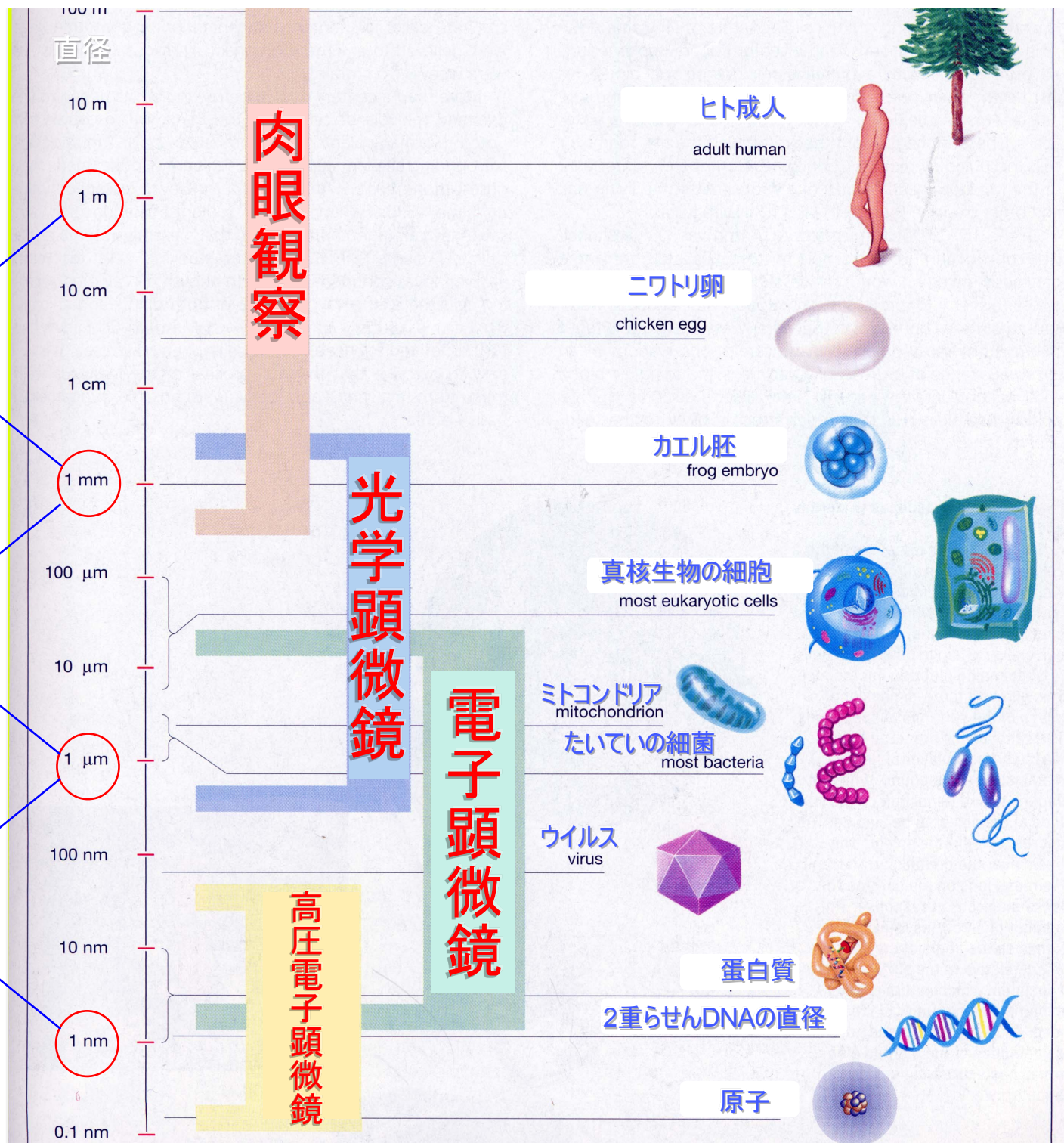
生物体の大きさの比較

$\frac{1}{1000}$

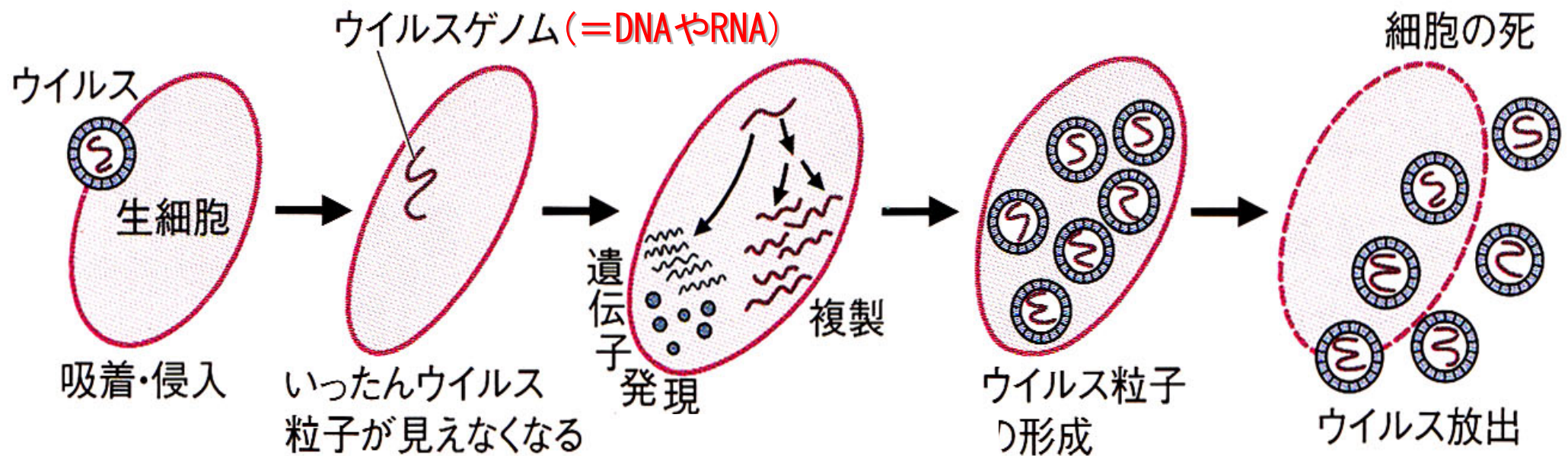
$\frac{1}{1000}$

$\frac{1}{1000}$

分解能（解像度）とはピントがあった状態でどの程度拡大できるかということ。



ウイルスは生物（微生物）か それとも生物ではないか？



ウイルスは核酸(DNAあるいはRNA)と殻蛋白質(脂質の膜を持つものもある)などからできている。ウイルスは細胞(生物)に感染することなしに増えることはできない。

ウイルスは感染する生物が存在しないと増殖できない。

生物体の階層構造

生体(生物個体)の構成

器官系

器官

組織

細胞

細胞小器官

分子

原子

素粒子

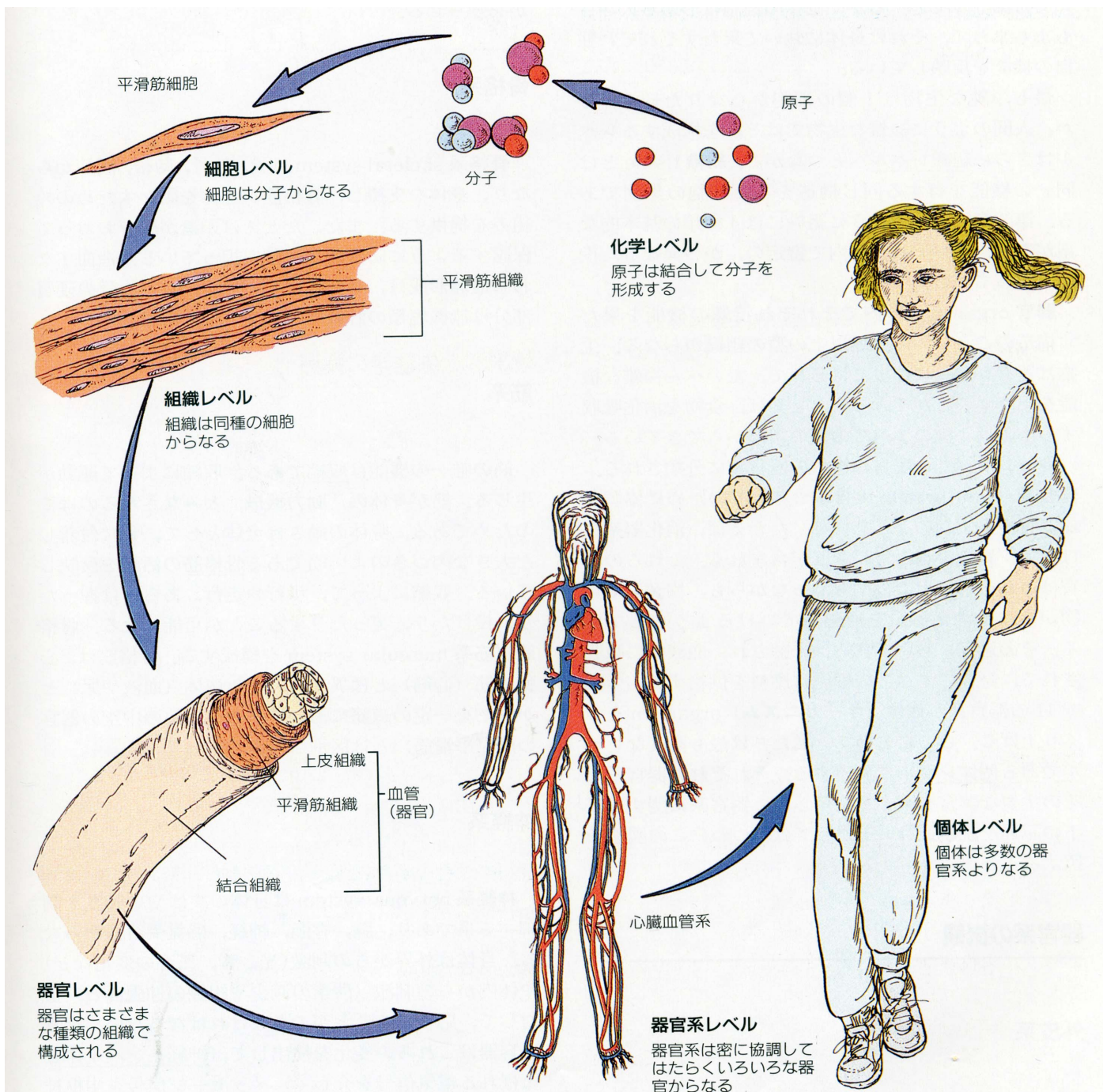
cf. 生物集団の構成

生態

群集

種

生物個体



人間の身体の階層構造は化学進化や生物進化を反映している。

まとめ

- 1) 地球誕生後、**化学進化**をへて原始生物（生命体）が誕生し、**生物進化**によって今日の多種多様が生物ができたと考えられる。
- 2) **三ドメイン説**では、原始生命体→真正細菌→古細菌→真核生物と進化してきたと考えられている。
- 3) 単細胞の時代が長かったが、**酸素濃度**が上昇すると、多細胞化や陸上化など**生物進化が爆発的に進んだ**と考えられる。
- 4) 進化の過程で、ウイルスもつくられてきたと考えられている。**生物が存在しないとウイルスが増殖できない**。
- 5) **生体体内には様々な階層構造が形成されている**。これは生物進化の道筋を示しており、上位は下位の性質を全て含んでいる。また、生物の間にも階層構造が認められる。

PTOT生命科学1回目(4月19日)の確認テスト

設問1 原始生命体や今日の生物に関して、間違いと考えられる内容はどれか。1つ選べ。

- 1) 地球誕生後、数億年が経過する中で、原始生命体が誕生したという考えが一般的である。ただし、隕石などによる持ち込みの可能性は必ずしも否定されていない。
- 2) 化学進化によって生産された有機物を取り込んだコアセルベートのようなものが増殖性を獲得して、原始生命体となっていたと考えられる。
- 3) 地球誕生時には、無機物、有機物、および全ての多種多様な生物(生命体)がすべて存在していた。これは「キリスト教などの教えにある天地創造は神がなされたみわざである」という考えと一致しているため、科学的にも事実と言える。
- 4) 原始生命体はその後様々な生物に進化して行った結果、今日多種多様な生物が地球上に存在していると考えられる。

設問2 大気中の酸素濃度と生物進化に関する記述で、正しいものを1つ選べ。

- 1) 酸素は濃度が高すぎると有害なので、十分低くなるまで生物進化が抑えられていた。
- 2) 呼吸によって発生する二酸化炭素が多くなる程、生物進化は加速してきた。
- 3) 酸素濃度が上昇するとオゾン層が形成され、陸上が安全な生物生息地帯になった。そのため、水中から陸上で生活する生物が多くなるように生物進化は加速した。
- 4) 酸素も二酸化炭素もどちらも生物進化に有用であるが、両者の比率が重要である。例えば、酸素:二酸化炭素が1:1であると進化するが、500:1になると進化しなくなる。

設問3 生物に関する説明で、正しいものを1つ選べ。

- 1) 古細菌と真性細菌を比べると、古細菌の方が進化的に早くできた古い細菌であると考えられる。
- 2) 原核生物(真性細菌や古細菌)の細胞内には核がないため、細胞内にはDNAもないことになる。
- 3) 動物も真核生物の仲間であり、動物の細胞内には核だけでなく、ミトコンドリアやゴルジ体などの細胞小器官が含まれている。
- 4) 植物や真菌類は真核生物であり、それらの細胞内には、核、ミトコンドリア、ゴルジ体に加えて葉緑体も含まれている。

設問4 ウイルスとその宿主細胞(ウイルスが感染できる細胞や生物)に関する記述の中で、間違っているものを1つ選べ。

- 1) 生命の発生や進化の過程から判断すると、最初細胞ができ、その後ウイルスができたと考えられる。
- 2) ウイルスは比較的単純な構造をしており素材は有機物であるため、進化の一番始めにウイルスができ、その後細胞ができたと考えられる。
- 3) 最初の生命体の核酸はRNAであり、現在の生物はDNAである。しかし、ウイルスの核酸はRNAやDNAの両方が存在する。
- 4) ウイルスは細胞がないと増殖しないが、適当な宿主があると感染し、その中で増殖する。