

## 第九章 生物の進化と分類

1 生命の起源

(1) \_\_\_\_\_ 『生物は自然に発生する』

- ① アリストテレス…朝露からホタルが生まれ、泥からウナギが生まれる
- ② ヘルモンテ…コムギと汗で汚れたシャツを壺に入れると、ネズミが発生
- ③ ニーダム…肉汁をわずかな時間加熱してコルクで密封したが、細菌が発生
- ③ レーウェンフック…微生物の発見

→微生物は自然発生によって生じるという考えが起こる

(2) \_\_\_\_\_ 『生物は生物から生じる』

① レディ(1668)

→蓋をしない容器内の肉片にはハエの幼虫が発生するが、布で覆うと発生しない

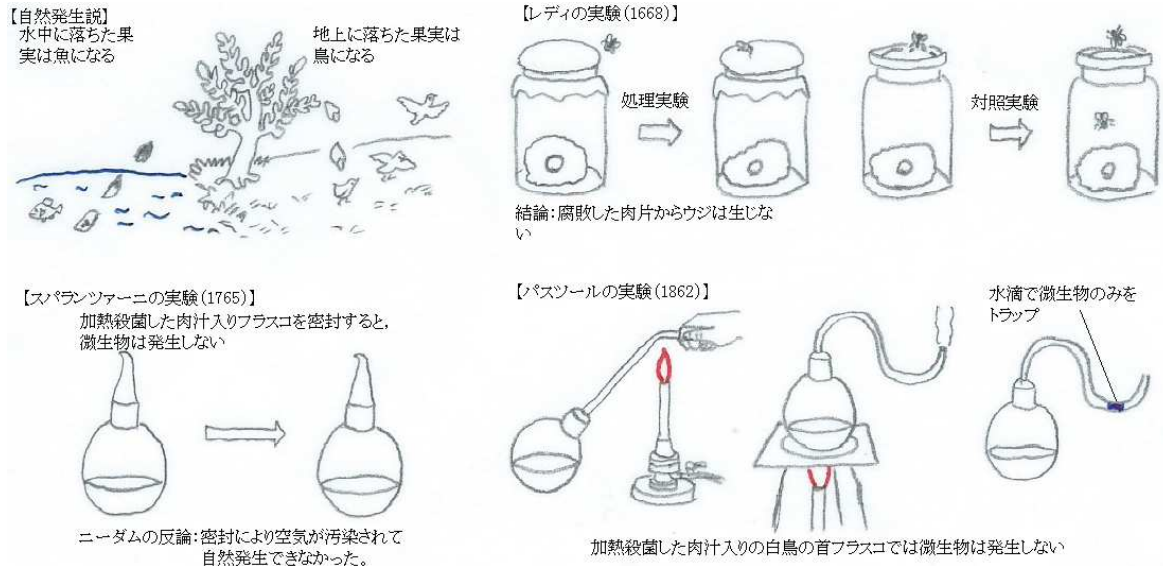
② スパランツァーニ(1765)

→肉汁を長時間加熱後、フラスコの口を炎で溶かして完全密封すると、微生物の発生が見られなかった

③ \_\_\_\_\_ (1862)

→白鳥の首フラスコを作成し空気の流通が可能なまま肉汁を加熱したが、微生物は発生しない

⇒自然発生説を完全に否定



2 化学進化…有機物生成から生命体誕生までの過程

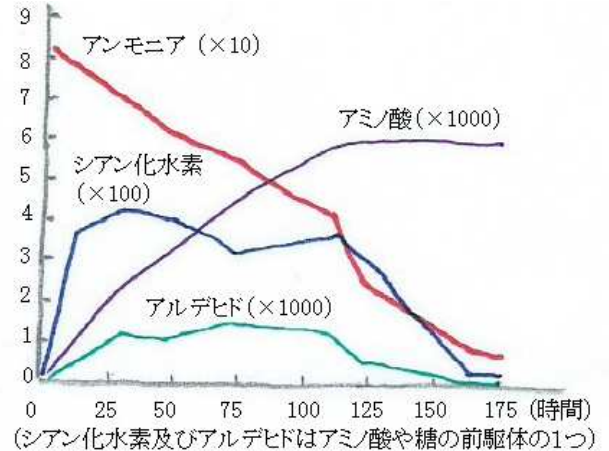
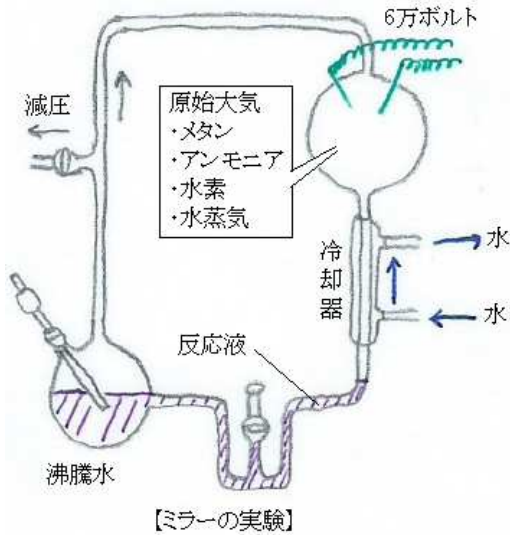
原始大気 (無機物)	I →	簡単な 有機物	II →	複雑な 有機物	III →	細胞構造の 獲得	IV →	原始生命体 の誕生 (約 38 億 年前)
H <sub>2</sub> O	地熱	アミノ酸	重 合	タンパク質	ま ま の 形 成	コアセルバート	代 謝, 自 己 増 殖	
CO <sub>2</sub>	放電	糖		DNA		ミク로스フェア		
N <sub>2</sub>	紫 外 線	有機塩基		RNA		マリグラヌール		
HCl		脂肪酸		炭水化物		など		
SO <sub>2</sub> など		など		脂質など				

(1)原始大気…窒素，二酸化炭素，水蒸気などを含み，酸素は含まない

(2)原始有機物の生成(ステップⅠ)

①\_\_\_\_\_の実験(1953)

→原始大気モデル(\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_)を加熱して\_\_\_\_\_を行い，アミノ酸などの有機物を生成



②ホックスの実験(1964)

→ミラーと同じ材料を使い，熱を与えただけで 12 種類のアミノ酸を生成することに成功。

③オローの実験(1960)

→高濃度のシアン化水素(HCN)を溶かしたアンモニア水を熱して，アデニンを生成することに成功。

④\_\_\_\_\_周辺

→高温・高圧条件下において，熱水と共に噴出する，\_\_\_\_\_・\_\_\_\_\_・\_\_\_\_\_などが反応し合い，有機物が生成した

(3)ホックスの実験(ステップⅡ)

ホックスは熱を用いて，赤堀を白陶土へ吸着させることで，アミノ酸からタンパク質を合成することに成功。

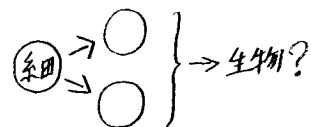
(4)原始細胞の誕生(ステップⅢ)

①\_\_\_\_\_の考察実験(1936)

→\_\_\_\_\_と\_\_\_\_\_で界面膜をもつ高分子有機物の集合体である\_\_\_\_\_ (液滴) を作成

ア)内部で\_\_\_\_\_ ( )が行われる

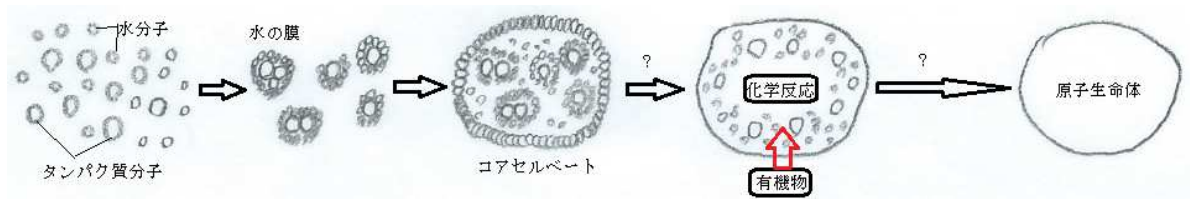
イ)内外の\_\_\_\_\_が異なる



②ホックスは，タンパク質の微粒子(マイクロフェア)をつくり，生命の起源と考えた。

③江上不二夫・柳川弘志(1976)

→原子海水モデル(修飾海水)中で9種類のアミノ酸を反応させ、自己複製能をもつタンパク質である\_\_\_\_\_を作成

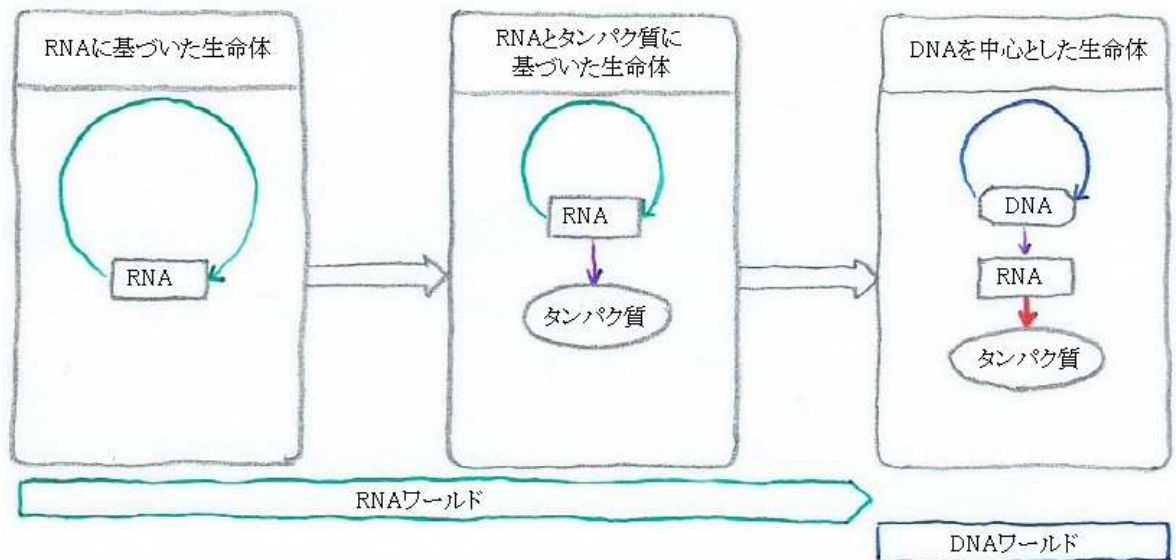


(5)ステップⅣ

薄い膜で包まれた液滴は、低分子物質を取り込み、中で代謝すること、生じた物質が液滴外に分泌されること、成長・分裂することなどは実験的に確かめられているが、自己と同じものをつくりだす自己増殖能の獲得過程についてはまだ実験的に確かめられていない。

(6)原始生物の進化

	遺伝情報の保持	触媒機能
RNA ワールド		
DNA ワールド		



## [3] 原始生物の進化と環境

地球上に誕生した原始生物は、地球環境の変化に伴ってさまざまな形質を獲得していった。生物によって地球環境が変化し、その環境に適応した生物が繁栄した。

年	生物	生物の生活・環境の変化など
46億年前 地球誕生	なし	原始大気。酸素はない。 海中に無機物から有機物が生成
38億年前	生命の誕生 ①原核・嫌気性・従属栄養の嫌気性細菌が出現	①は海水中の有機物を吸収して生活するため、有機物が急速に減少
	②原核・嫌気性・独立栄養の光合成細菌・化学合成細菌が出現	②は光エネルギー、化学エネルギー、硫化水素、水素を利用して炭酸同化する
27億年前	③酸素発生型光合成を行う原核・好気性・独立栄養のラン藻類が出現 ※ストロマトライト	③は水を利用して炭酸同化したため、酸素が発生し、海中・大気中に増加。 有機物が増加し、二酸化炭素が減少
	④原核・好気性・従属栄養の好気性細菌が出現	大気中に酸素が蓄積し始める。 ④は酸素を利用して好気呼吸をする
20億年前	⑤真核・好気性・従属栄養の真核生物が出現	⑤は核膜によってDNAを保護し、好気性細菌が体内に共生してミトコンドリアとなったもの
	⑥真核・好気性・独立栄養の真核生物が出現	⑥は核膜によってDNAを保護し、ラン藻が体内に共生して葉緑体となったもの
10億年前	多細胞生物が出現	多数の細胞で1つの個体を作り、細胞間の分業が始まる。更に、体が大型化、複雑化する
4億年前	陸上生物が出現	成層圏にオゾン層が形成され、生物に有害な紫外線が遮られた

※流れが大事

①嫌気性従属栄養生物→嫌気性独立栄養生物→好気性独立栄養生物→好気性従属栄養生物

②原核単細胞生物→真核単細胞生物→真核多細胞生物

↳細菌, ラン藻類 ↳菌類, 藻類, 原生動物

4 生物界の歴史…地質時代による分類←化石が関与

年	代	紀	動物	植物	出来事	示準化石	
5億4000万年前〜	先カンブリア時代	原核生物の時代			生物の誕生 光合成を行う生物の出現→O <sub>2</sub> 発生 真核生物の出現 無脊椎動物(エディアカラ動物群) 菌類, 藻類の出現	ストロマトライト	
		無脊椎動物の時代	カンブリア紀	藻類・菌類の時代	無脊椎動物が爆発的に出現(バージェス動物群) カンブリア大爆発…種の激増 原索動物(ピカイア)が出現 脊椎動物無顎類の出現	フデイシ フズリナ ウミユリ リンボク 三葉虫	
	オールドビス紀				オゾン層の形成 脊椎動物魚類の出現	クサリサンゴ	
	シルル紀		魚類の時代		植物の陸上進出(リニア・プシロフィトン) 昆虫の出現		
	デボン紀				シダ植物の時代	両生類の出現 シダ種子植物の出現	
	石炭紀		巨大な木生シダの出現(ロボク・リンボク・フウインボク) 裸子植物の出現 爬虫類の出現				
	ペルム紀		シダ植物の衰退 三葉虫やフズリナなど海産無脊椎動物の大量絶滅				
	2億4700万年前〜	中生代	トリアス紀	爬虫類の時代	裸子植物の時代	爬虫類の発達 哺乳類の出現	アンモナイト 三角貝
			ジュラ紀			鳥類の出現 被子植物の出現	始祖鳥 イチョウ
			白亜紀			アンモナイトや恐竜の絶滅	ソテツ
6500万年前〜	新生代	第三紀	哺乳類の時代	被子植物の時代	哺乳類の発達 人類の出現	ビカリア カヘイセキ	
		第四紀			氷河期 草本植物の発達 原生人類の発達	メタセコイア マンモス ナウマンゾウ	

(1)先カンブリア時代…\_\_\_\_\_億年前

①地球誕生…46億年前

②原始生物(原始細菌類)の誕生…38億年前

③酸素発生型光合成生物(原始\_\_\_\_\_類)の誕生…27億年前

ア)\_\_\_\_\_…ラン藻類の遺体を含む層状構造の石灰岩(オーストラリア・北米大陸)

イ)\_\_\_\_\_ ( )…光合成で生じた酸素が海水中の  $\text{Fe}^{3+}$  と反応し酸化鉄となって沈殿したもの

④真核生物の出現…21億年前

⑤多細胞生物の出現…67億年前

→先カンブリア時代末期の地層化石群『\_\_\_\_\_動物群(カナダ)』

(2)古生代…5.4～2.5億年前

①前期…(動物)海生無脊椎動物の多様化・(植物)藻類発達

ア)カンブリア紀(5.4億～)…三葉虫(節足動物), アノマロカリス(節足動物), ピカイア(原索動物)

→無脊椎動物の繁栄『カンブリア紀の大爆発』『\_\_\_\_\_動物群(オーストラリア)』

↓\_\_\_\_\_

イ)オルドビス紀(5.0億～)…\_\_\_\_\_(無顎類)の出現, 植物陸上進出

②中期…動植物の\_\_\_\_\_

ア)シルル紀(4.4億～)…シダ植物・無翅昆虫の出現

イ)デボン紀(4.1億～)…魚類の繁栄, 両生類(イカサガ), 有翅昆虫(トンボ), 動物陸上進出

最古の陸上植物化石クックソニア, シダ種子植物(原始裸子植物)の出現

③後期…(動物)\_\_\_\_類・フズリナ(紡錘虫), (植物)\_\_\_\_植物の大森林(→後に炭田)

ア)石炭紀…両生類・木生シダ植物の繁栄・爬虫類の出現

イ)二畳紀(ペルム紀)…三葉虫・フズリナの絶滅, 森林の衰退

(3)中生代…2.5～0.65億年前, (動物)\_\_\_\_類・恐竜・始祖鳥・アンモナイト(軟体動物),  
(植物)\_\_\_\_植物

ア)三畳紀(トリアス紀)(2.5億～)…ハ虫類の繁栄, 恐竜・卵生哺乳類の出現

イ)ジュラ紀(2.1億～)…恐竜・アンモナイト・裸子植物の繁栄, 鳥類・被子植物の出現

ウ)白亜紀(1.4億～)…恐竜・アンモナイトの絶滅

(4)新生代…6500万年前, (動物)\_\_\_\_類・カヘイセキ(有孔虫), (植物)\_\_\_\_植物

ア)第三紀(6500万～)…哺乳類, 被子植物の繁栄, 人類(猿人)の出現

イ)第四紀(260万～)…ヒト(新人)の出現. 繁栄

cf.オーストラリア大陸の有袋類(カガル, コリ, カキル, カネリ), 単孔類(カモノハシ)

→有胎盤類(哺乳類)が繁栄する第三紀以前に他大陸から分離されたため, 絶滅を免れた(隔離説)

5 生物の陸生化

(1) 海洋の利点

- ① \_\_\_ が十分にある
- ② \_\_\_ により体を支持できる
- ③ \_\_\_ が少ない( \_\_\_ が大きい)
- ④ \_\_\_ の到達量が少ない

(2) 陸環境の変化

- ① 27 億年前, \_\_\_ 類の光合成で酸素が発生すると, 初めは海水中で \_\_\_ が生成  
→ やがて大気中に酸素が放出されるようになった
- ② 5 億年前, \_\_\_ 類の光合成により酸素が増加すると, 大気中の酸素が増加  
→ \_\_\_ が形成され, 地表(生活圏)に到達する紫外線が減少

(3) 陸生生物の進化

① 植物…種子植物・シダ植物・コケ植物

- ア) 乾燥対策…表皮における \_\_\_ の発達, \_\_\_ による精細胞の輸送,  
\_\_\_ や胚珠, 種子形成による卵の保護  
↳ \_\_\_ 植物( \_\_\_ 植物・ \_\_\_ 植物)

イ) 温度変化対策…気孔蒸散, 休眠

ウ) 体の支持・物質輸送… \_\_\_ (→ \_\_\_ : \_\_\_ 植物・ \_\_\_ 植物)

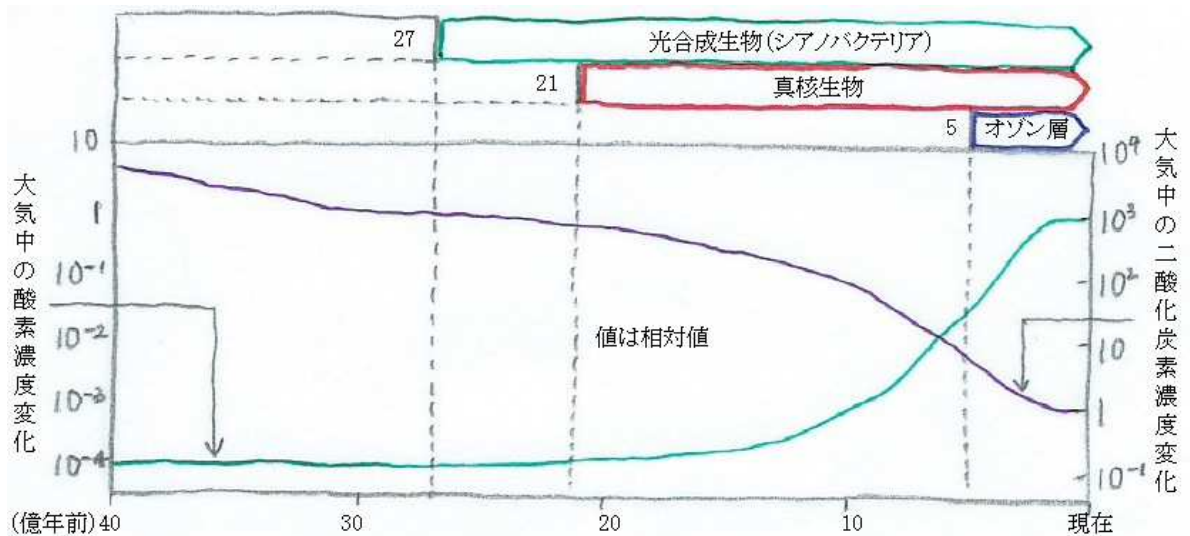
② 動物

- ア) 乾燥対策… \_\_\_, \_\_\_ 受精, \_\_\_, 窒素排出物の変化( \_\_\_ ・ \_\_\_ ),  
腎臓の発達による浸透圧調節, 呼吸器官の発達( \_\_\_ ・ \_\_\_ )

※ 胚膜をもつ → \_\_\_ ( \_\_\_ 類・ \_\_\_ 類・ \_\_\_ 類)

イ) 温度変化対策…恒温性, 冬眠・冬ごもり

ウ) 体の支持・物質輸送…骨格, 骨格筋, 四肢, 翼





〔6〕ヒトの進化

(1)食虫類から霊長類へ… \_\_\_\_\_ による進化

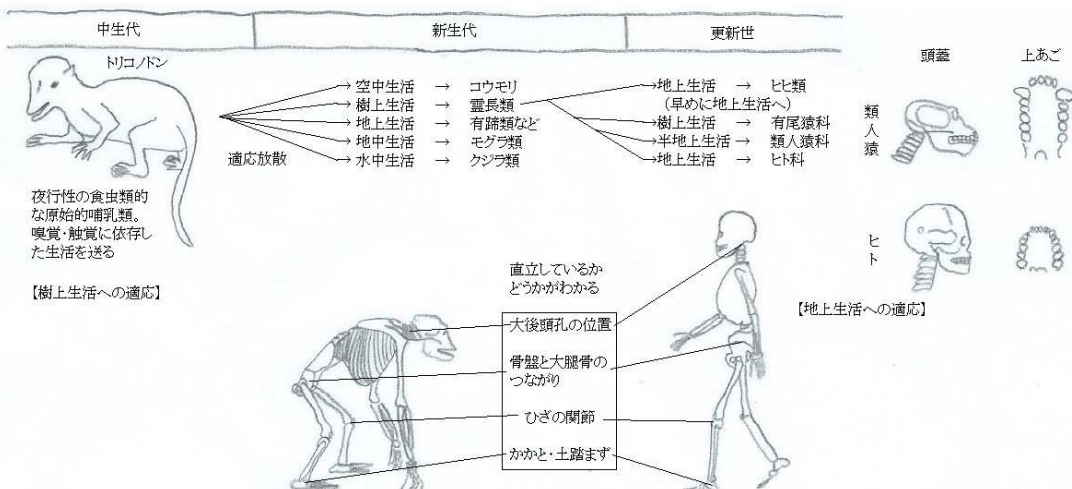
	食虫類	霊長類
種類	モグラ・ハリネズミ・ツバイ	原猿類・サル類
生活場所	地上	
指の爪	かぎ爪	
親指	他の4本と平行	_____ ( _____ ) → 枝をしっかりと握る
肩関節	回転しない	_____ → 枝から枝へと渡り歩く腕歩行
目の位置	側面	_____ → 枝から飛び移る際に距離を把握

(2)類人猿から人類へ…地上生活による進化

	類人猿	人類
種類	テナガザル・オラウータン・チンパンジー・ゴリラ	猿人→原人→旧人→新人(ヒト)
生活場所	樹上・地上	
歩行	四足	_____ → かかと・土踏まず形成(アーチ状)
肢	四肢の長さが同じ	前肢が短く後肢が長い
頭蓋容積	小さい	
大後頭孔	斜めに開口	_____ → 脊椎骨がS字状で頭骨を支持
目の上の骨・顎	眼窩上隆起・突顎	
犬歯・歯並び	強大・縦長	
おとがい	なし	
骨盤	縦長	

(3)猿人から原人へ…大脳発展による進化

	猿人	新人
頭蓋容積	現生人類の1/3以下	現生人類とほぼ同程度



※化石人類

化石人類	猿人	原人	旧人	新人
種例	アウストラロピテクス	ホモエレクトス	ホモ(サピエンス) ネアンデルターレンシス	ホモ(サピエンス) サピエンス
年代	400~100 万年前	200~20 万年前	20~3 万年前	10 万年前~
発掘地	アフリカ	アフリカ・ヨーロッパ アジア(ジャワ・北京)	アフリカ・アジア ヨーロッパ	南極以外の大陸
特徴	直立二足歩行 脳の容積 500ml 道具の使用	最初の真のヒト 脳の容積 1000ml 火を使用 道具を加工	石器・火の使用 儀式,宗教,音楽 脳の容積 1500ml	農耕牧畜始まる 壁画,彫刻,言語 脳の容積 1500ml

[7]化石

(1)生痕化石…生物の生活の跡を示す化石

- ①生物の遺骸(ケイ酸塩や炭酸塩が染みこんで石化)や痕跡(足跡・巣穴など)
- ②木質などの硬いものが残りやすい。コハク(樹脂の化石)の中に保存されることもある

(2) \_\_\_\_\_ …地層が形成された年代(相対年代)を推定することが出来る化石

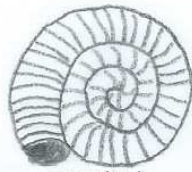
→条件：種としての生存期間が短く， \_\_\_\_\_ する

cf.絶対年代…化石等に含まれる放射性同位体元素( $^{14}\text{C}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{238}\text{U}$  等)の半減期をもとに推定された年代

- ①古生代… \_\_\_\_\_ ・ \_\_\_\_\_ ・ ウミユリ, リンボク・ロボク(木生シダ)
- ②中生代… \_\_\_\_\_ ・ 恐竜(ハ虫類), 始祖鳥, ソテツ(裸子植物)
- ③新生代… \_\_\_\_\_ ・ ゾウ・ウマ・マンモス(哺乳類)



三葉虫



アンモナイト



骨螺石

(3) \_\_\_\_\_ …地層が形成された時の環境を推定することが出来る化石

→条件：分布が \_\_\_\_\_

- ①カニ・カキ…潮の満ち引きがある浅い海
- ②サンゴ…水のきれいな暖かい浅い海
- ③ブナの葉…涼しい気孔帯

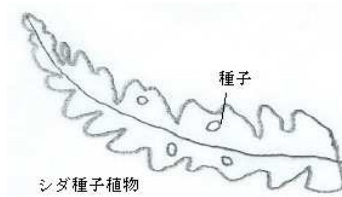
8] 進化の証拠

(1) 古生物学上の証拠

① 化石

ア) \_\_\_\_\_ …シダ植物(葉がシダ型)と裸子植物(胚珠を作り種子をつける)の間

イ) \_\_\_\_\_ …ハ虫類(歯・指・尾骨を持つ)と鳥類(翼・羽毛を持つ)の間



② 遺存種(生きた化石)

ア) \_\_\_\_\_ (アケボノスギ)…常緑のセコイアに似た落葉針葉樹

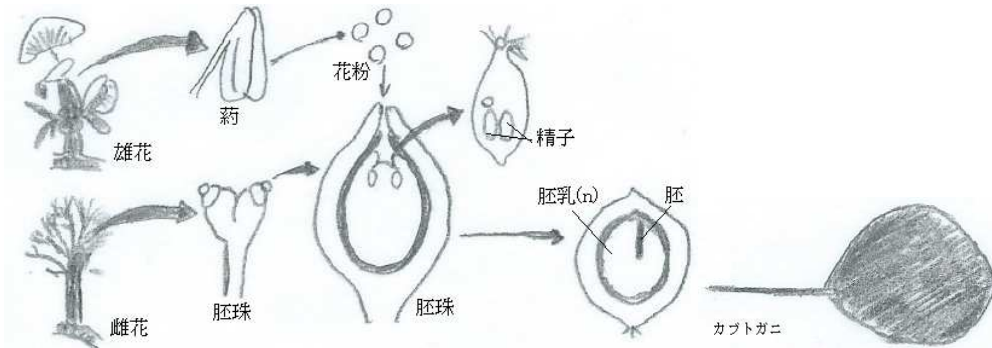
イ) \_\_\_\_\_ ・ \_\_\_\_\_ …精細胞ではなく精子をつくる

ウ) \_\_\_\_\_ …幼虫が三葉虫に類似

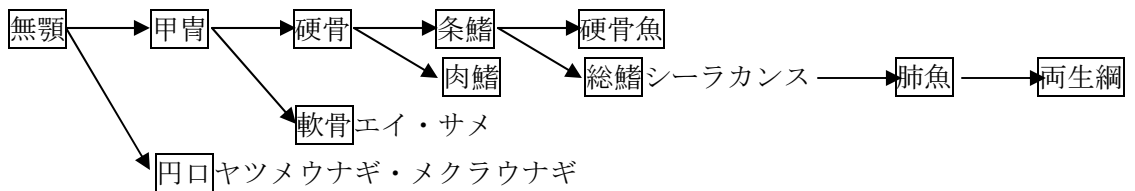
エ) \_\_\_\_\_ …アンモナイトと共通祖先から分岐

オ) \_\_\_\_\_ …単孔類。ホ乳類(母乳, 毛)とハ虫類(総排出孔)の間

カ) \_\_\_\_\_ ・ 肺魚: 総鰭類(骨のある鰭をもつ)。魚類と両生類の間

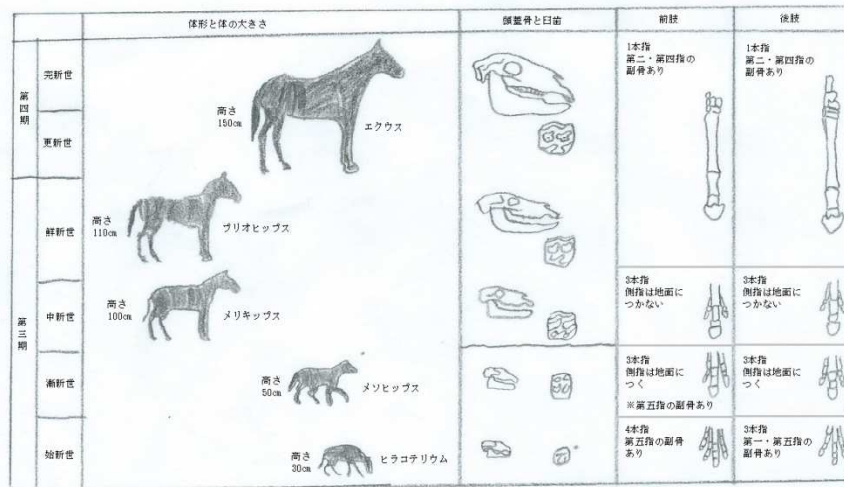


cf. 魚綱の系統



③ \_\_\_化石…年代を追って化石を並べると、一連の変化が見られる

例)ウマ… \_\_\_\_\_ ・ \_\_\_\_\_



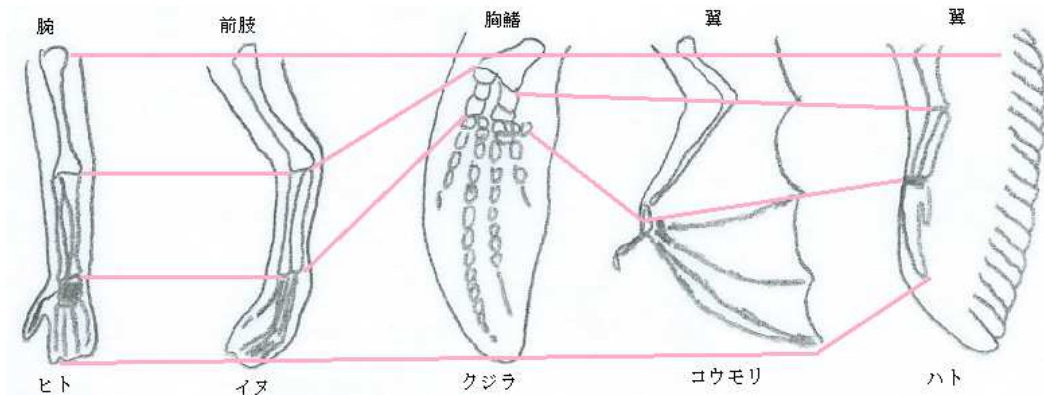
(2)比較形態学上の証拠

① \_\_\_器官

ア)形態や機能は \_\_\_\_\_ が、 \_\_\_\_\_ の器官

イ)生活環境に合わせて \_\_\_\_\_ したことを示す

例)脊椎動物の \_\_\_\_\_, 鳥類のくちばしや肢, 肺と魚類の鰾



② \_\_\_器官

ア)形態や機能は \_\_\_\_\_ が、 \_\_\_\_\_ 器官

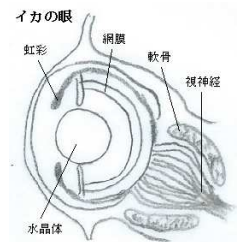
イ)生活環境に合わせて \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ ・ \_\_\_\_\_ )したことを示す

例)鳥と昆虫の魚類と水生哺乳類(クジラ・イルカ)の体形(流線型)

ジャガイモ(\_\_\_\_)とサツマイモ(\_\_\_\_)エンドウの巻きひげ(\_\_\_\_)とブドウのつる(\_\_\_\_)

ヒトの眼とイカ・タコの眼

	視細胞・視神経の位置	盲班	遠近調節
ヒト	網膜の内側(ガラス体側)	あり	水晶体の厚さを調節
イカ	網膜の外側	なし	水晶体の位置を調節



③ 器官

ア)形は残っているが、 \_\_\_\_\_ 器官

イ)祖先生物の名残りと考えられる

例)ヒト虫垂(盲腸), 体毛尾骨, 動耳筋, ダーウィン結節, 犬歯(糸切り歯),  
第三大臼歯(親知らず), 眼の瞬膜

(3)分布に見られる証拠

哺乳類は, 単孔類, 有袋類, (有)胎盤類と進化してきた。

単孔類は, 現生ではカモノハシの仲間で, 子宮がなく卵生である。

有袋類は, 現生ではオーストラリア大陸にいるカンガルーやタスマニア島にいるタスマニアデビルなどで, 不完全な子宮はあるが胎盤がなく, 未熟なまま生まれてきた子は母親の袋の中で育てられる。

(有)胎盤類は完全な子宮, 胎盤を持ち, ある程度生活できるようになるまで胎児を子宮内で育てる。

有袋類はかつて世界各地に分布したが, (有)胎盤類の増加に伴って絶滅へ追いやられた。オーストラリア大陸はほかの大陸からジュラ紀～白亜紀にかけて分かれたため, (有)胎盤類の進入がなく, その結果, 有袋類が適応放散した。有袋類の形態は, 他大陸で適応放散した(有)胎盤類とよく似ており収斂を示している。

(4)発生学上の証拠

①発生反復説(ヘッケル)

→ \_\_\_\_\_

↳ \_\_\_\_\_      ↳ \_\_\_\_\_

①胎児器官…成体には必要ないものが胎児や幼生の時には見られる

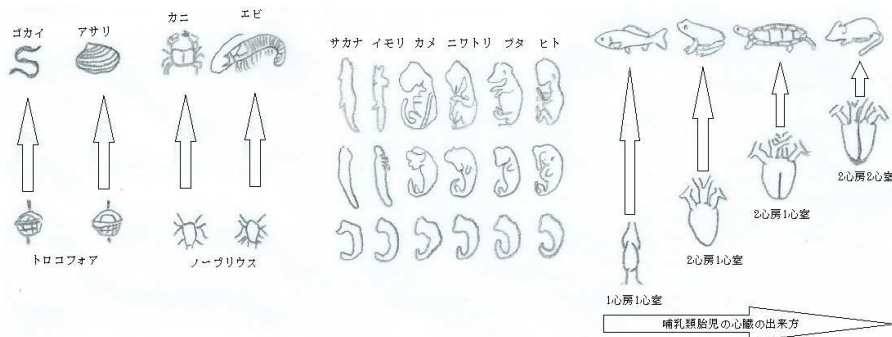
例)前腎・鰓(哺乳類)

②腎臓の個体発生と系統発生

脊椎動物の腎臓には前腎・中腎・後腎の3段階があるが, 元々は腎管に由来するものである。哺乳類では, 発生の初期にまず前腎が生じ, これが退化するころに中腎が現れ, 更に, 中腎の退化に伴って後腎ができてくる。

③脊椎動物の初期胚の類似性

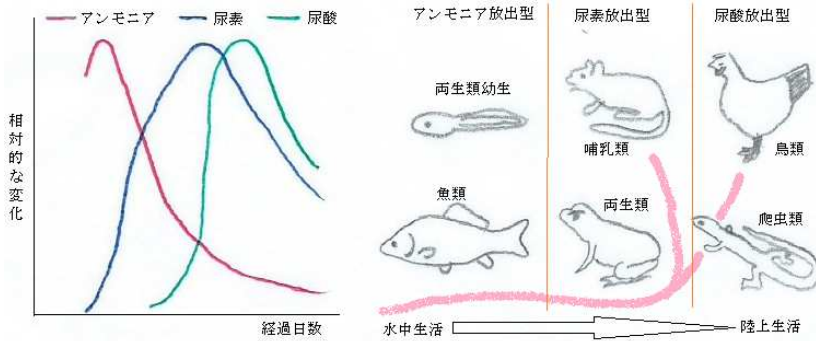
④幼生の類似性… \_\_\_\_\_ は \_\_\_\_\_ 動物と \_\_\_\_\_ 動物に共通



⑤胚発生における窒素排出物の変化

ア)ニワトリ胚…アンモニア→尿素→尿酸と変化

イ)カエル…幼生はアンモニア，成体は尿素を排出



(5)生化学上の証拠

①タンパク質の\_\_\_\_\_配列・DNAの\_\_\_\_\_配列に見られる変化 『情報高分子』『分子時計』

ア)\_\_\_\_\_異の蓄積による

イ)生命に重要な働きをするタンパク質(\_\_\_\_\_・インスリン)ほど，生物間で違いが\_\_\_\_\_  
=「進化速度が遅い」

→\_\_\_\_\_

②抗原抗体反応…遠い種間の場合ほど激しい反応が起こる

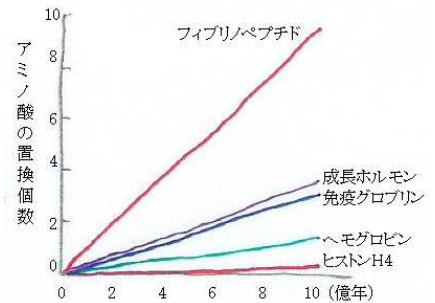
③生物の共通性…同祖性の根拠となる

ア)遺伝子…\_\_\_\_\_を用いる

イ)遺伝子発現…\_\_\_\_\_を用いる

ウ)代謝…呼吸反応として解糖を行う

エ)エネルギー代謝…直接のエネルギー源として \_\_\_\_\_を用いる



[9]進化説

(1)\_\_\_\_\_ (1809)…\_\_\_\_\_ 『動物哲学』

①内容…環境に応じてよく用いる器官が発達し，あまり用いない器官は退化する

②生物が生活を通して得た\_\_\_\_\_は遺伝しない

中間化石が見つからない(ミッシングリンク)

例)キリンが高所の葉を食べようと背伸びを繰り返すうちに首が少しずつ伸び，その獲得形質の  
遺伝が代々積み重なった

cf.能動的变化，目的論

(2)\_\_\_\_\_ (1859)…\_\_\_\_\_ 『種の起源』

→ガラパゴス諸島でフィンチのくちばしやゾウガメの甲羅を観察

①内容…同種個体間には形質に様々な突然変異が蓄積している

→ある環境で生存できる個体数には限度があるため生存競争が起こる

→生存に有利な形質をもつ個体が勝ち残る

## ②問題点

ア) \_\_\_\_\_ に生じた変異は遺伝しない

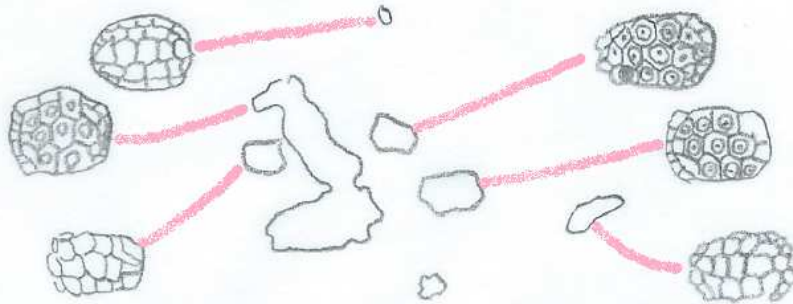
イ) 突然変異は \_\_\_\_\_ なものが多い

ウ) 自然選択は必然ではなく偶然の結果とも考えられる

例) 同じ親から生まれた個体どうしにも個体差があり、首の長い個体の方が生存に有利なために多くの子孫を残すという自然選択が繰り返された

cf. 受動的変化, 機械論

※ ガラパゴスの生物



ガラパゴス諸島のゾウガメは、地理的隔離によって異なる方向に分化し、図のように甲羅の模様特徴的であるほかに、形態や生活様式にも違いがある。



(3) \_\_\_\_\_ (1868, 1885) … \_\_\_\_\_, ロマーニズ

① 内容 … \_\_\_\_\_ ・ \_\_\_\_\_ により交配が妨げられ、それぞれ特定の種に分化した

② 問題点 … 特定地域の生物についてしか説明できない

例) オーストラリア大陸の有袋類(カンガルー, コアラ, フクロオカミ, フクロネズミ), 単孔類(カモノハシ)

→ 有胎盤類(哺乳類)が繁栄する第三紀以前に他大陸から分離されたため、絶滅を免れた

(4) \_\_\_\_\_ (1885) … \_\_\_\_\_, コープ

① 内容 … 環境とは無関係に、生物の内因的要因によって、ある一定の方向に連続して進化

② 問題点 … 事実の説明のみで要因を述べていない

例) オオツノシカの角, ウマの大型化, マンモスの牙, アンモナイトの縫合線の複雑化

(5) 新ダーウィン説(生殖質連続説)(1892) … \_\_\_\_\_

① 体形質は遺伝せず, \_\_\_\_\_ に生じた変異のみが遺伝

② 問題点 … 生殖細胞の自然選択だけでは進化の説明として不十分

(6) \_\_\_\_\_ (1901) … \_\_\_\_\_

① 内容 … \_\_\_\_\_ と自然選択により不連続に進化

② 問題点 … 小さな変化しか説明出来ない

(7) \_\_\_\_\_ (1968) … \_\_\_\_\_ ⇨ 分子時計・分子系統樹

①内容…分子レベルでみられる突然変異の多くは生存に有利でも不利でもない(中立的)であり、それが遺伝的浮動により広まる

②問題点…分子レベルの変化がどのようにして形質の変化を起こすか説明が不十分

※自然選択説との比較

	自然選択説	中立説
有利な変異	○	ほとんど起こらない
不利な変異	死亡により淘汰	死亡により淘汰
中立な変異	考えない	○

(8)総合進化説—現在の進化説

①内容…集団遺伝学中心の考え方を中心とした要因の組合せ

②例

ア)環境に多少変化のある所に、ある1つの種が分布する

イ)海, 砂漠, 山脈等による \_\_\_\_\_ により,

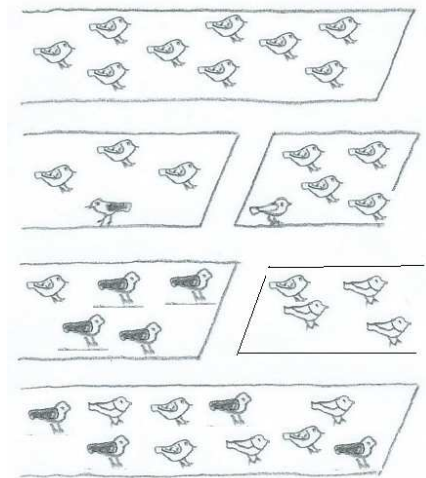
2 集団に分かれ \_\_\_\_\_ が起こる

ウ)2 集団は異なった環境で異なった \_\_\_\_\_ を受け,

新しい種に分化する

エ)隔離が解消しても、両者は交雑を行わず( \_\_\_\_\_ ),

完全に別種として異なった形態を保つようになる



10 その他

(1)性淘汰(性選択)…アンダーソンのランナウェイ説

①雌の好みがある程度以上の頻度で集団内に広まると、その形質をもつ雄だけが配偶相手として選ばれる

②雌の好みは生存上の有用性とは関係しないため、実用的でない(装飾的な)場合もある

⇒ \_\_\_\_\_, 有利な形質が進化する(例:クジャクの長い尾羽)

※ \_\_\_\_\_, 有利な形質が進化するという自然選択とは区別される(広義では自然選択に含める)

(2)利己的行動と利他的行動…ハミルトンの血縁淘汰説

①ミツバチ, ライオン, ハダカデバネズミなどは兄弟辺子を育てる

②個体にとっては利他的行動だが \_\_\_\_\_ にとっては利己的行動であり、広義の自然選択では説明可能

11 集団遺伝

(1)集団内の遺伝子

① \_\_\_\_\_ …個体群が持つ遺伝子の総体

② \_\_\_\_\_ …個体の遺伝子型(AA, Aa, aa)の割合

③ \_\_\_\_\_ …ある対立遺伝子が含まれる割合

→対立遺伝子 A, a の割合を p, q とおくと,  $p+q=1$



## (2) 集団遺伝学

① \_\_\_\_\_

→『集団内の対立遺伝子の遺伝子頻度は、世代を経ても変化しない』 = \_\_\_\_\_にある

②ハーディ・ワインベルグの法則の成立条件

ア) 集団が十分に \_\_\_\_\_ (個体数が十分に \_\_\_\_\_) こと

→ \_\_\_\_\_ による \_\_\_\_\_ (遺伝子頻度の確率的变化) の影響を受けないように

イ) 他集団から個体の \_\_\_\_\_ ・ 他集団への個体の \_\_\_\_\_ がいないこと

→ 遺伝子頻度が変化しないように

ウ) 集団内で \_\_\_\_\_ が行われること

→ 自家受精のみでは遺伝子型頻度が変化するため

エ) 集団内で \_\_\_\_\_ が働かない (形質に \_\_\_\_\_) こと

→ 遺伝子によって生存率・繁殖率に違いがあれば、遺伝子頻度が変化するため

オ) 集団内で \_\_\_\_\_ が起こらないこと

→ 遺伝子自体が変化すれば、頻度も変化してしまうため

③ 計算の仕組み

→ 遺伝子頻度が  $A : a = p : q (p+q=1)$  のとき、自由交配による子の遺伝子型頻度は、

\_\_\_\_\_

だから、次世代における  $A$ ,  $a$  の遺伝子頻度は $A \cdots$  \_\_\_\_\_ $a \cdots$  \_\_\_\_\_

④ 計算パターン

ア)  $[A]$  または  $[a]$  の割合が既知の場合→ \_\_\_\_\_ に注目し、 $q$  の値を求めるイ)  $Aa$  の割合が既知の場合 (不完全優性の場合など)→  $p+q=1$  より、 $t^2 - t + pq = 0$  に  $pq$  の値を代入 (解と係数の関係を用いる)

ウ) 複対立遺伝子の場合 (ABO 式血液型など)

→ \_\_\_\_\_ とおき、普通の対立遺伝子と同様に計算する

⑤ 実際の集団内の遺伝子頻度

→ 自然選択や突然変異により成立条件が揃わないため、遺伝子頻度が変化する

⇒ 進化が起こる

12 大進化と小進化

(1)大進化…「哺乳類の出現」など、長期間にわたる大規模な進化

(2)小進化…変種が生じるなどの、比較的小規模で短期間に起こる進化→\_\_\_\_\_による

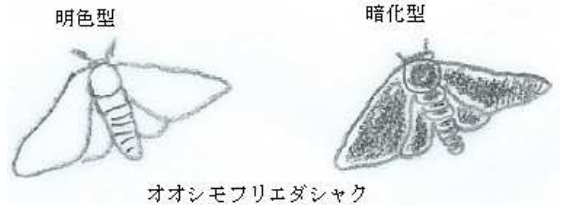
①抗生物質に対する\_\_\_\_\_の出現

②バーミンガム地方(イギリス)におけるオオシモフリエダジャクの\_\_\_\_\_

ア)明色型の突然変異で生じた暗色型は、よく目立って捕食されるため、少数であった

イ)工業化で樹木の幹が煤煙のために黒くなると反対に明色型の方が目立ち、個体数が逆転した

	明色型	暗色型
1848年	99%	1%
1898年	1%	99%



13 生物の共通性

(1)すべての生物は\_\_\_\_\_からできている→\_\_\_\_\_

(2)生物のエネルギーの共通通貨=\_\_\_\_\_

(3)すべての生物は遺伝情報を\_\_\_\_\_に保持する。

(4)すべての生物は\_\_\_\_\_→これは生物の宿命

(5)外部環境から影響を受けても\_\_\_\_\_する

(6)外部環境からの影響に\_\_\_\_\_する

(7)すべての生物は\_\_\_\_\_の途上である。

(8)生体内最多物質は\_\_\_\_\_

14 分類の段階と命名法

(1)分類の段階…\_\_\_\_\_(「～動物」「～植物」に相当)・\_\_\_\_\_(「～類」に相当)・\_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_.

例)動物界—脊椎動物門—哺乳綱—霊長目—ヒト科—ヒト属—ヒト種

植物界—種子植物門—被子植物亜門—双子葉植物綱—バラ目—サクラ属—サクラ種

※中間分類が必要な時、上位分類には大・上を、下位分類には亜・下を頭につける

(2)種…分類の基本単位。現在までに\_\_\_\_\_種見つかっている

→\_\_\_\_\_

①種は、形態、生理的、生態的に共通の形態を持つ個体の集まりで、同一種内では、個体は遺伝的に安定した一定の形質を持ち、他の種とは区別できる。

②種は、自然状態で交配を行い次世代へ形質を伝えていく生殖集団で、他の集団とは生殖的に隔離されている。

③種は、不変なものではなく、いろいろな変異を含み、時間と共に変化し、種分化の可能性を持つ。

※生物学的種概念…相互に交配可能な自然集団であり、他集団からは生殖的に隔離されている。

cf.三倍体は交配不可でも同種。同種とは、雑種第二代ができるもののことを言う。

(3)学名…世界共通の学術的な名称

- ① \_\_\_\_\_ を用いて \_\_\_\_\_ で表記
- ②分類の父 \_\_\_\_\_ が「自然の体系」で提唱
- ③ \_\_\_\_\_ と \_\_\_\_\_ を並べる(命名者名をラストにつけることがある)

例) *Homo sapiens Linne* → *Homo sapiens L.*

属名 種小名 命名者 学名

(4)( ) …日本国内で日常的に用いられる名称

例)ヒト(標準和名)⇔ *Homo sapiens L.*(学名)

**15** 系統分類

(1) \_\_\_\_\_ 分類…系統(進化に基づく類縁関係)をよく反映する形質を重みづけして分類する

(2) \_\_\_\_\_ 分類…識別しやすい形質を便宜的・実用的基準で任意に選んで分類する

例)害虫か益虫か、野菜か果物か、葉菜か根菜か、木本か草本か

(3)二界説(リンネ)

①動物界(運動性あり・細胞壁なし・従属栄養)

②植物界(運動性なし・細胞壁あり・独立栄養)

(4)三界説(ヘッケル)…動物界, 植物界, 原生物界※動物界・植物界・菌界に分類することも

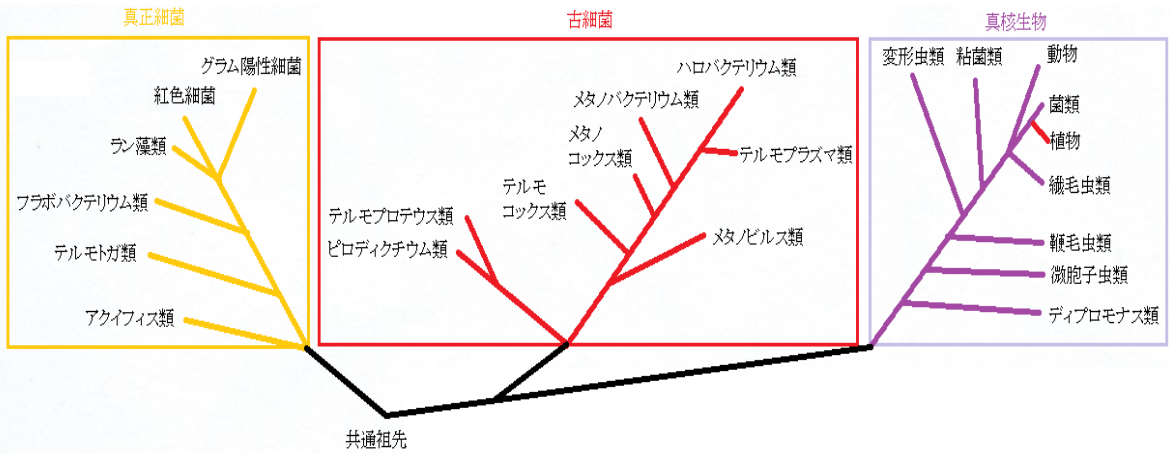
(5)五界説…動物界, 植物界, 原生物界・菌界・原核生物界

→ \_\_\_\_\_ が提唱(1959)後, \_\_\_\_\_ ・シュバルツらにより修正

	二界説	三界説	四界説	五界説
真核多細胞	植物界: 動かず食べない	植物界	植物界	植物界(光合成)
	動物界: 動き食べる	動物界	動物界	動物界(捕食)
		動かず光合成せず→		菌界(吸収)
単細胞+α	中間的性質の単細胞→	原生物界	原生物界	原生物界(その他)
原核	全生物の根元的生物→		モネラ界	モネラ界(原核)
研究者	リンネ	ヘッケル	コーブランド	ホイットカー マーグリス(共生説)

(6)3 ドメイン説

→真正細菌(ラン藻・大腸菌・枯草菌)・古細菌(メタン細菌・高温好塩菌)・真核生物



16 五界説に基づく分類 ←p.26 の系統樹も合わせて確認

(1)原核生物界(モネラ界)…原核生物，多くが従属栄養だが一部独立栄養も含まれる

①細菌(バクテリア)

ア)光合成細菌(紅色硫黄細菌，綠色硫黄細菌)と化学合成細菌(硝酸菌，亜硝酸菌，硫黄細菌) →独立栄養

イ)光合成細菌は\_\_\_\_\_をもつ

ウ)根粒菌・アゾトバクター・クロストリジウムは\_\_\_\_\_を行う

②ラン藻(シアノバクテリア)

ア)\_\_\_\_\_をもち光合成を行う

イ)ネンジュモ・アナベナは\_\_\_\_\_を行う

③生物例

細菌	大腸菌・乳酸菌・紅色硫黄細菌・綠色硫黄細菌・硫黄細菌・亜硝酸菌・硝酸菌・根粒菌・アゾトバクター・クロストリジウム・肺炎双球菌・枯草菌
ラン藻	ネンジュモ・ユレモ・アナベナ・スイゼンジノリ・ミクロキスティス

(2)原生生物界(プロチスタ界)…真核生物のうち，菌界・植物界・動物界に属さない生物

※ホイッタカーは単細胞・多細胞で植物界と区別したが，マーグリスはすべての藻類を原生生物界に分類

原生動物	根足虫(仮足運動)…アメーバ，有孔虫 繊毛虫(繊毛運動)…ゾウリムシ，ツリガネムシ，ラップムシ，テトラヒメナ，ミズケムシ 鞭毛虫(鞭毛運動)…トリパノゾーマ，ミドリムシ(ユーグレナ) 胞子虫(運動器官なし)…マラリア原虫
渦鞭毛藻	単 ツノモ(ケラチウム)・ムシモ(ウズオビムシ)，ヤコウチュウ
珪藻	単 ハネケイソウ，ツノケイソウ，イトマキケイソウ
褐藻	多 コンプ，ワカメ，ヒジキ，ホンダワラ，モズク，アミジグサ
紅藻	多 アサクサノリ，テングサ(マクサ)，トサカノリ，カワモズク

緑藻	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">多</div> アオサ, アオノリ, ミル, アオミドロ <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">単</div> クラミドモナス, クロレラ, ミカヅキモ <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">群</div> ボルボックス, イカダモ
車軸藻	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">多</div> シャジクモ, フラスコモ
卵菌	ミズカビ
粘菌(変形菌)	モジホコリカビ, ツノホコリカビ, ムラサキホコリカビ
細胞性粘菌	キイロタマホコリカビ

(単は単細胞生物, 多は多細胞生物, 群は群体を表わす)

#### cf.粘菌・細胞性粘菌の生活環

※移動体は細胞性粘菌では多細胞体, 変形菌では多核単細胞体

(3)菌界…従属栄養(吸収)の真核生物。孢子を形成する。鞭毛を形成しない

接合菌	クモノスカビ, ケカビ
子囊菌	酵母菌, 馬鹿苗病菌, アカパンカビ, アオカビ, コウジカビ, チャワランダケ
単子菌	シイタケ, エノキダケ, キクラゲ, サルノコシカケ, タマゴダケ, ツキヨタケ

※子囊菌類や担子菌類に緑藻又はラン藻が共生したものを地衣類という

例)ウメノキゴケ, リトマスゴケ, ハナゴケ, サルオガセ, イワタケ

(4)植物界…陸上で光合成を営む真核多細胞生物

コケ	蘚綱…スギゴケ, ミズゴケ, ヒカリゴケ 苔綱…ゼニゴケ ツノゴケ綱…ツノゴケ
シダ	スギナ(ツクシ), トクサ, マツバラシ, ヒカゲノカズラ, クラマゴケ, サンショウモ
種子	裸子…イチョウ, ソテツ, マツ, モミ, ツガ, トウヒ, マオウ, イチイ, グネツム 被子 ・双子葉…ブナ, シイ, アサガオ, エンドウ, ツバキ, アブラナ, モウセンゴケ ・単子葉…イネ, トウモロコシ, ツユクサ, ウキクサ, カナダモ, アマモ, イトモ

#### ①性

ア)両性花…一つの花に雌しべがと雄しべがある植物

例)イネ, ツユクサ, タンポポ

イ)単性花(雌雄異花)…一個体に雌しべのみの雌花と雄しべのみの雄花を咲かせる植物

例)マツ, スギ, ブナ, トウモロコシ, キュウリ, カボチャ, スイカ, カラスウリ

ウ)雌雄異株…雄個体と雌個体に分かれている植物→動物では「雌雄異体」

例)イチョウ, ソテツ, サンショ, キウイ

②光合成色素

光合成色素名		色	化学的性質	光合成細菌	ラン藻	紅藻	珪藻	褐藻	緑藻	コケ・シダ・種子
クロロフィル	クロロフィル a	青緑	中心金属として Mg を含むポルフィリン環に鎖状のフィトールが結合している。							
	バクテリア									
	クロロフィル									
	クロロフィル b	黄緑								
	クロロフィル c	緑								
カロテノイド	(β)カロテン		長い鎖状の不飽和炭化水素.疎水性。							
	キサントフィル	ルテイン		黄						
		フィコキサンチン		褐						
フィコビリリン	フィコシアニン		ポルフィリン環が開いた形で金属を含まない。親水性。							
	フィコエリトリン			紅						

③特徴整理

被子	子房壁が胚珠を包む 重複受精を行う 道管をもつ	種子形成	維管束をもつ 器官形成 本体が孢子体	陸生	受精を行う	多細胞	真核	クロロフィル a をもつ	光合成
裸子		形成							
シダ		造卵器							
コケ									
車軸藻									
一部緑藻 紅藻 褐藻									
一部緑藻 渦鞭毛藻 珪藻									
ラン藻									
光合成細菌									

## (5)動物界…従属栄養(摂食)の真核多細胞生物

海綿動物	イソカイメン, カイロウドウケツ, ホッスガイ
腔腸動物	刺胞動物 ヒドラ, ミズクラゲ, イソギンチャク, サンゴ, ウミサボテン, カツオノエボシ(デンキクラゲ)
	有櫛動物 クシクラゲ
扁形動物	プラナリア, サナダムシ, カンテツ, ジストマ
袋形動物	線形動物 カイチュウ, ギョウチュウ, ハリガネムシ
	輪形動物 ワムシ
環形動物	ミミズ, ゴカイ, ヒル, ユムシ, イソメ
軟体動物	頭足綱: イカ, タコ, オウムガイ, アンモナイト(絶滅) 腹足綱: サザエ, ウミウシ, アワビ, タニシ, アメフラシ, マイマイ, ナメクジ 二枚貝綱: ハマグリ, アサリ, カキ, ホタテガイ, シジミ 掘足綱: ツノガイ
節足動物	甲殻綱: エビ, カニ, ミジンコ, フナムシ, カメノテ, フジツボ 多足綱: ムカデ, ヤスデ, ゲジゲジ クモ綱: ジョロウグモ, カブトガニ, タランチュラ, サソリ 昆虫綱: トンボ, バッタ, ハチ, チョウ, カイコガ, ショウジョウバエ, ユスリカ
棘皮動物	ウニ, ヒトデ, ナマコ, ウミシダ, ウミユリ
原索動物	尾索綱: ホヤ 頭索綱: ナメクジウオ
脊椎動物	無顎(円口)綱: ヤツメウナギ, ヌタウナギ(メクラウナギ) 軟骨魚綱: サメ, エイ 硬骨魚綱: コイ, アユ, メダカ, タツノオトシゴ, ウナギ, オイカワ 両生綱: カエル, イモリ, サンショウウオ 爬虫綱: ヘビ, トカゲ, ヤモリ, カメ, ワニ 鳥綱: ニワトリ, ハト, スズメ, ペンギン, ダチョウ 哺乳綱: (単孔)カモノハシ, (有袋)タスマニアデビル, コアラ, (有胎盤)ヒト, カバ, クジラ, イルカ, コウモリ

## ①体腔の形成

ア)原体腔性…\_\_\_\_\_からそのまま体腔が生じる

イ)真体腔性…\_\_\_\_\_に囲まれた体腔が新たに生じる

## ②口, 中胚葉の形成

ア)新口動物…中胚葉が\_\_\_\_\_から生じる\_\_\_\_\_であり, 原口側に\_\_\_\_\_が生じる

イ)旧口動物…中胚葉が\_\_\_\_\_から生じる\_\_\_\_\_であり, 原口側に\_\_\_\_\_を生じる

③体制 ☞それぞれの項目ごとに系統樹をかいてみよう(p.27)

動物	神経系	消化器	血管系	排出器	呼吸器	対称性			
海綿	なし	胃腔(肛門×)	なし	なし	体表	放射相称			
刺胞	散在	胃水管系(肛門×)		原腎管 (炎細胞)					
扁形	かご型	消化管(肛門×)	閉鎖	腎管 (体節器)	えら	左右対称 (棘皮の成体 は放射相称)			
袋形									
環形	はし型	消化管(肛門○)	開放(貝) 閉鎖(頭足)	腎管 (ボヤヌス器)	えら				
軟体									
節足							開放	マルピーギ管 腎管(触覚腺) (甲殻)	気管 書肺(クモ) えら(甲殻)
棘皮							環状・放射状	水管系	水管系
原索	管状	消化管(肛門○)	開放(尾索) 閉鎖(頭索)	腎管	えら				
脊椎							閉鎖	腎臓	肺 えら (魚・両生 <sup>幼</sup> )

④三胚葉以外の動物… \_\_\_\_ ・ \_\_\_\_ をもたない

ア)海綿動物…鞭毛で水流をつくり, \_\_\_\_ 細胞で捕食。多細胞で唯一 \_\_\_\_ をもたない

イ)刺胞動物…触手に毒をもつ刺細胞をもつ。 \_\_\_\_ 神経系をもつ

⑤原体腔・無体腔の動物… \_\_\_\_ 神経系をもつ。排出器は \_\_\_\_

ア)扁形動物…肛門をもたない。 \_\_\_\_ をもたない

イ)袋形動物…肛門をもつ。 \_\_\_\_ をもつ

⑥真体腔の旧口動物… \_\_\_\_ 神経系をもつ。排出器は \_\_\_\_

ア)環形動物…体節をもつ。 \_\_\_\_ 血管系をもつ

イ)軟体動物…体表由来の \_\_\_\_ で内臓を覆う

ウ)節足動物…種類最多。 \_\_\_\_ と \_\_\_\_ をもつ。 \_\_\_\_ 血管系をもつ



## ※幼生

種	門	幼生名
ウニ	棘皮	プリズム→プルテウス
ヒトデ	棘皮	ビピンナリア
カエル	脊椎	オタマジャクシ
ホヤ	原索	オタマジャクシ型
ゴカイ	環形	トロコフォア→ローベン
貝	軟体	トロコフォア→ベリジャー
ミズクラゲ	刺胞	プラヌラ→スキフラ→ストロビア→エフィラ
甲殻類	節足	ノープリウス→ゾエア

## ⑦新口動物

ア)棘皮動物… \_\_\_\_\_ と \_\_\_\_\_ をもつ

イ)原索動物…発生過程で \_\_\_\_\_ を生じ、少なくとも幼生期まで残る。 \_\_\_\_\_ 神経系をもつ。

排出器は \_\_\_\_\_

ウ)脊椎動物…発生過程で \_\_\_\_\_ を生じ、 \_\_\_\_\_ に置き換わる。 \_\_\_\_\_ 神経系をもつ。排出器は \_\_\_\_\_。

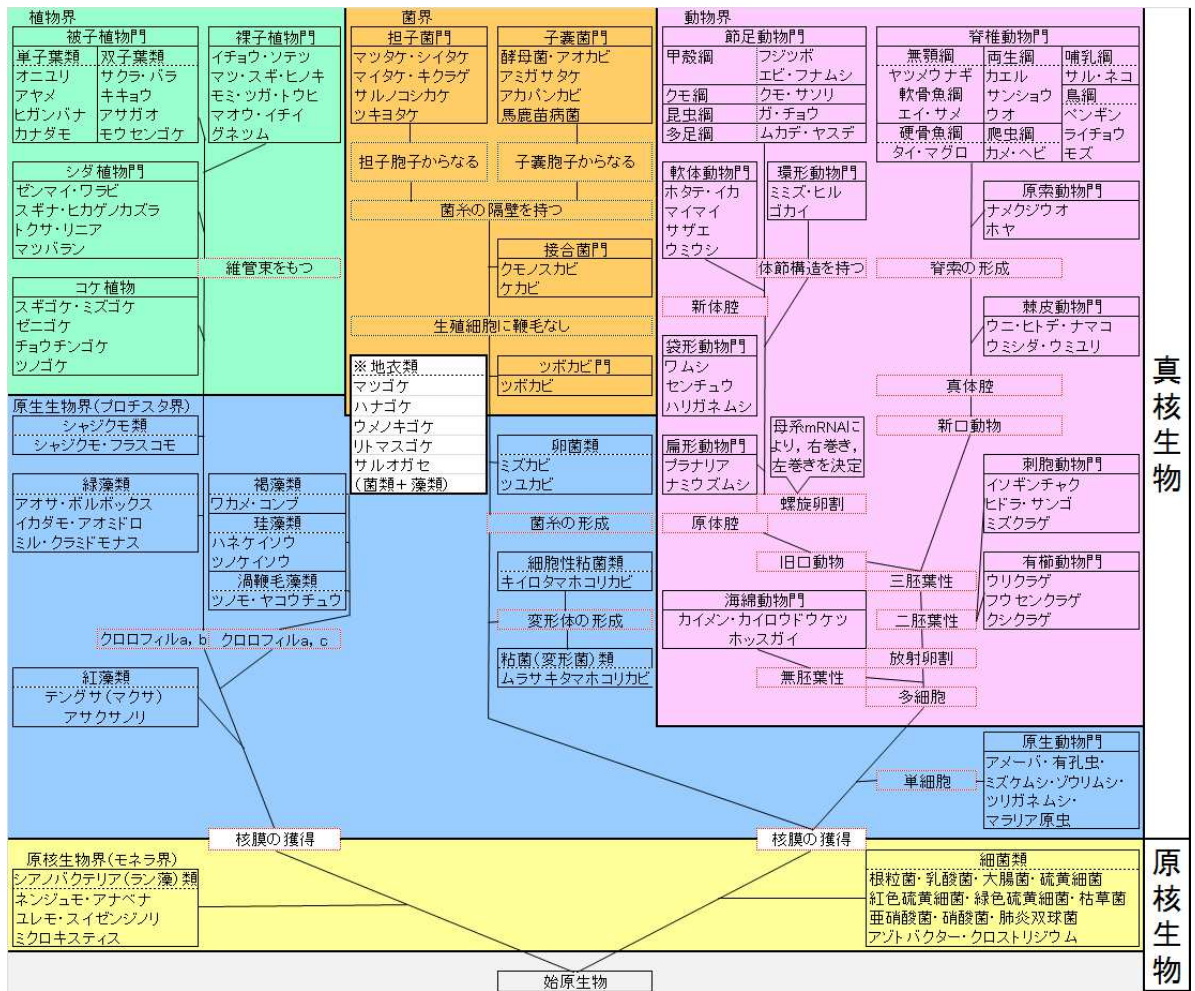
閉鎖血管系をもつ

	無顎魚	軟骨魚	硬骨魚	両生	爬虫	鳥	哺乳
胚膜	なし				あり『羊膜類』		
発生	卵生						胎生(一部卵生)
窒素排出物	アンモニア		アンモニア→尿素		尿酸	尿素	
腎臓	前腎	中腎			後腎		
体温	変温					恒温(体毛・羽毛)	
心臓	1心房1心室		2心房1心室			2心房2心室	

※原索動物と脊椎動物をまとめて脊索動物ということもある。

※旧口動物はモザイク卵であることが多く、新口動物は調節卵であることが多い。

※マーグリスの五界説に基づく系統樹



(補足)体制の系統樹(詳しくは p.27 を参照)

<神経系>

<消化器>

<血管系>

<排出器>

<呼吸器>

<対称性>

**STEP UP** 葉緑体と藻類

藻類には一次共生によって葉緑体を得た種類と二次共生によって葉緑体を得た種類があると考えられている。

