

基礎チェック

- **105** 地球の誕生は、今から約 46 億年前とされ、生命の誕生前には、有機物の生成過程である（ア）進化が不可欠であったと考えられている。（ア）進化では、比較的単純な無機化合物や有機化合物から（イ）や糖が生成し、さらに糖とリン酸、塩基が結合した（ウ）が生じた。その後、（イ）が多数結合してタンパク質が生成し、（ウ）が多数結合して（エ）が生成したと考えられる。
- **106** 原始地球において生命の最も基本的な活動が RNA のみによって行われていたと考えられる時代のことを（ア）といい、現在のようにおもに（イ）によって行われている時代を（ウ）という。
- **107** 原核生物から（ア）生物が誕生した過程については、（イ）説が有力である。（イ）説は、（ア）生物の細胞構造のうち、（ウ）は細胞内に好気性細菌が共生し、（エ）はシアノバクテリアが共生した結果できたという説である。
- **108** これまでに知られている最古の生物化石は、約 35 億年前の岩石から発見されており、この化石の生物は（ア）生物であると考えられている。約 27 億年前の地層からは、（イ）という層状構造をもつ岩石が大量に発見されており、この時代には（ア）生物の（ウ）が大繁殖していたと考えられている。
- **109** 最初に岩石や地層が形成されてから現在までの期間を（ア）といい、化石の出現頻度や種類に応じて区分されている。約 5 億 4 千万年前以前の時代は（イ）時代と呼ばれる。（イ）時代以降は、化石の種類の変化をもとに、古い順に（ウ）、（エ）、（オ）に分けられている。
- **110** 遺伝的変異は、（ア）によって生み出され、（ア）には、DNA の塩基配列に変化が生じるものと、（イ）の数や構造に変化が生じるものがある。
- **111** 染色体の数に変化が起こる突然変異において、染色体のセット数が正常個体の数（基本数）の 2 倍、3 倍など整数倍になっていることを（ア）といい、染色体数が正常個体と比べて増減していることを（イ）という。
- **112** 生物が次の世代を残す方法には大きく 2 つある。1 つは、親の体の一部が分かれて新しい個体となったり、親の体が 2 つに分かれて新しい個体になったりする方法で（ア）という。もう 1 つは（イ）といい、ヒトなどが行っている方法である。
- **113** 多細胞生物の多くでは、生殖のための特別な細胞がつくられる。これを生殖細胞といい、そのうち、2 個が 1 つに合体することで新しい個体が生じる細胞を（ア）という。（ア）の合体を（イ）といい、その結果生じた細胞を（ウ）という。
- **114** 遺伝情報を担う遺伝子は、それぞれ決まった染色体の特定の位置に存在する。ある遺伝子が染色体の中で占める位置を（ア）という。ある 1 つの（ア）について見た場合、相同染色体のそれぞれの（ア）でともに同一の塩基配列をもつ場合を（イ）接合体といい、同一の塩基配列ではない場合を（ウ）接合体という。
- **115** 個体を構成する 1 つ 1 つの体細胞には、形と大きさが同じ染色体が 2 本ずつあり、これらを（ア）という。また、染色体には、雌雄で共通する（イ）と、性を決定する（ウ）がある。

- **116** （ア）分裂は、連続した 2 回の細胞分裂からなる。（ア）分裂第一分裂の前期には、相同染色体どうしが（イ）し、（ウ）染色体を形成する。第一分裂が終了すると、細胞 1 個あたりの染色体数が（エ）になる。
- **117** 配偶子が形成される際に、同じ染色体上に存在する複数の遺伝子が行動をとる現象を（ア）といい、（ア）している遺伝子のグループを（イ）という。したがって、1 本の染色体に含まれる遺伝子のすべてが 1 つの（イ）である。
- **118** 減数分裂の（ア）分裂の過程では、対合している（イ）染色体の間で（ウ）が起こる場合がある。その結果、連鎖した遺伝子間で（エ）が起こることがある。（ウ）の起こる割合が染色体のどの部分でも等しいとするならば、（エ）が起こった割合、すなわち（オ）は、遺伝子間の相対的な距離を示すものと考えられる。そこで、連鎖している 3 つの遺伝子の間の（オ）を求めて遺伝子の相対的な位置を求めることができる。この方法を（カ）といい、この方法により解明した遺伝子の位置を直線状に示した染色体地図を（キ）地図という。
- **119** 生存や繁殖に与える影響が対立遺伝子間で異なる場合、相対的に不利な遺伝子が消えていたり、有利な遺伝子が集団中に広まったりする進化を（ア）という。（ア）の結果、ある集団の形質が環境に（イ）した形質になることを（イ）進化という。
- **120** 複数種の生物が互いの生存や繁殖に影響を与えながら進化することを（ア）という。（ア）は、捕食者と（イ）、送粉昆虫と種子植物、寄生者と（ウ）など、相互作用する種間において広くみられる。
- **121** 配偶行動において、同性間や異性間でみられる自然選択を（ア）という。
- **122** ある地域に生息する同種の集団がもつ遺伝子の全体を（ア）という。（ア）の中には何種類かの対立遺伝子があり、それぞれの対立遺伝子が含まれている割合を、その対立遺伝子の（イ）と呼ぶ。対立遺伝子の（イ）が世代を経ても変化しない集団、つまり（ウ）の法則が成り立つ集団は、（ウ）平衡にあるという。
- **123** 集団の遺伝子プールにおいて、自然選択の有無にかかわらず、偶然によって遺伝子頻度が変化することを（ア）という。生物集団が何らかの原因で小さくなると、（ア）の影響がより大きくなり、遺伝子頻度が変化することがある。このような変化を（イ）という。
- **124** DNA の塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列の変化（分子進化）は、自然選択に対して有利でも不利でもないものがほとんどである。このような考え方を（ア）といい、自然選択によらない遺伝子頻度や塩基配列の変化を（イ）という。
- **125** ある同種の生物の集団が、山脈や海などの障壁が生じたために複数の集団に分かれ、互いの遺伝子交流が妨げられることがある。これを（ア）という。（ア）が長く続く結果、両集団の個体が再び出会っても正常な交配ができなくなる。この状態を（イ）という。（イ）が成立し、新たな種が生じることを（ウ）という。
- **126** 進化には、形質の小さな変化などの種が形成されないレベルの（ア）と、新しい種が形成されるような大きな変化が生じるレベルの（イ）がある。
- **127** 共通の祖先をもつ生物が、多様な環境に適応することにより、多数の系統に分岐することを（ア）という。



基本例題 19 生命の誕生

地球は、約（ア）億年前に誕生した。誕生したばかりの地球は地表面がマグマで覆われており、大気には大量の二酸化炭素や水蒸気が含まれていたと考えられている。やがて地表温度が低下すると、水蒸気が凝結し、原始海洋が形成された。生命が誕生した場所は明らかでないが、㉔簡単な物質から生物を構成する有機物が生じ、やがて原始的な生物が現れたと考えられている。現在の生物では（イ）が遺伝情報を担っているが、㉕原始生命体では（ウ）が遺伝情報を担うと同時に（エ）の役割を果たしていたという考え方も示されている。

- (1) 文中のア～エに最も適する数値や語句をそれぞれ答えよ。
- (2) 下線部㉔の過程を何というか。
- (3) 下線部㉔について、1950年代はじめに、4種類の分子の混合気体中で火花放電を行うことにより簡単な有機物が合成されることが示された。
 - (A) この実験を行った研究者名を答えよ。
 - (B) この実験に用いられた有機物を構成する分子の名称または化学式を4つ答えよ。
 - (C) この実験によって合成された有機物として最も適するものを、次の①～⑤から1つ選べ。

①アミノ酸	②デンプン	③タンパク質
④グリコーゲン	⑤核酸	
- (4) 下線部㉕の考え方を何というか。

(2019 龍谷大)

解説

- (1)～(4) 地球が誕生した約46億年前から生命が誕生するまでに数億年を要した。現在の生物ではDNAが遺伝子であり、その遺伝情報をもとにつくられたタンパク質が酵素の本体としてはたっているが、生命が誕生してまもないころの生物(原始生命体)では、RNAが遺伝子と酵素のはたらきをもっていたと考えられている。このように、原始地球において、生物の基本的な活動がRNAだけによって支配されていたと考えられている時代をRNAワールドという。その後、原始的な生物ではRNAが酵素タンパク質を合成するようになり、遺伝子の複製や代謝などの触媒作用を、RNAより立体構造などの多様性が高い酵素タンパク質が担うようになり、さらに時間がたつと、RNAよりも構造が安定しているDNAを遺伝子としてもつようになり、体の構造とはたらきが複雑になるとともに、さまざまな種類の生物に分かれていったと考えられている。

解答

- (1) ア 46 イ DNA ウ RNA エ 酵素(触媒)
- (2) 化学進化
- (3) (A) ミラー (B) 水(H₂O)、水素(H₂)、メタン(CH₄)、アンモニア(NH₃) (C) ①
- (4) RNAワールド



基本例題 20 生物の変遷

右表について、次の問いに答えよ。

- (1) 表中のA～Gにあてはまる語句を書け。
- (2) 表中のH～Mにあてはまる生物界の変遷は、次の①～⑫のどれか。
 - ① 三葉虫類・紡錘虫類の絶滅
 - ② 魚類の出現、三葉虫類の繁栄
 - ③ 鳥類の出現、藻類の繁栄
 - ④ 両生類の出現、魚類の繁栄
 - ⑤ 三葉虫類・腕足類の出現、カイメン・クラゲなどの繁栄
 - ⑥ 鳥類の出現、アンモナイト・恐竜類・裸子植物の繁栄
 - ⑦ 両生類・被子植物の出現
 - ⑧ アンモナイトの絶滅、カイメン・クラゲなどの繁栄
 - ⑨ 魚類の出現、裸子植物の繁栄
 - ⑩ 三葉虫類・被子植物の出現
 - ⑪ 恐竜類・アンモナイトの絶滅、被子植物の出現
 - ⑫ 三葉虫類・恐竜類の絶滅

地質時代		生物界の変遷
代	紀	
新生代	(A)	ヒトの出現
	古第三紀、新第三紀 (6550万年前)	哺乳類と被子植物の繁栄
中生代	(B)	(H)
	(C)	(I)
古生代	三疊紀 (2億5100万年前)	哺乳類の出現、ハチュウ類の繁栄
	(D)	(J)
	(E)	ハチュウ類・紡錘虫類の出現、両生類と木生シダ類の繁栄
	(F)	(K)
古生代	シルル紀	サンゴの繁栄とシダ植物の出現
	(G)	(L)
古生代	カンブリア紀 (5億4200万年前)	(M)
	先カンブリア時代	

(近畿大)

解説

- (1) 地球の地質時代は、地層の中に残された生物化石の出現状況により区分されている。大まかな時代区分には代が、また代の中の区分には紀が用いられている。肉眼で見える生物化石が多く現れる約5億4200万年前以降の時代は、出現する生物化石の種類が大きく変化するときを境にして古生代、中生代、新生代に分けられている。それより前の時代(古生代のはじめの紀であるカンブリア紀より前)は先カンブリア時代と呼ばれている。
- (2) ⑪の恐竜類の絶滅や被子植物の出現は中生代白亜紀、⑥の鳥類の出現や裸子植物の繁栄は中生代ジュラ紀、①の三葉虫の絶滅は古生代ペルム紀、④の両生類の出現は古生代デボン紀である。①、②、⑤の三葉虫は、古生代の示準化石である。なお、③、⑦、⑧、⑨、⑩、⑫は、それぞれ異なる時代の出来事が組み合わされているので、不適切である。

解答

- (1) A 第四紀 B 白亜紀 C ジュラ紀 D ペルム紀(二疊紀) E 石炭紀
F デボン紀 G オルドビス紀
- (2) H ⑪ I ⑥ J ① K ④ L ② M ⑤

基本問題 定番

論述

- 130 生物の変遷(1) 生命の誕生は、原始海洋の熱水噴出孔の周辺であったとされる。噴出したメタン、硫化水素、水素、アンモニアなどが反応しあって、(①) や (②) などの低分子有機窒素化合物が合成されたと推測される。そして、(①) や (②) からそれぞれ硫黄やリンを含む高分子有機窒素化合物である(a) (③) や(b) (④) が合成され、それらが (⑤) でできた膜で包まれて、生命体としての細胞として独立したと考えられる。このように、地球最初の生命は、原始海洋の中で (⑥) の過程の結果、誕生したと考えられている。

地球最古の生物の化石は、約 35 億年前の地層から発見された(⑦)核生物の(⑧)類であったとされる。進化の初期段階の生物は、周囲の有機物を分解してエネルギーを得る (⑨) 栄養生物か、硫化水素や水素などを用いて有機物を合成する (⑩) 栄養生物であったと考えられる。原始大気には、酸素がほとんどなかったが、20 数億年前から酸素発生型光合成を行う (⑪) が出現し、徐々に酸素が増加していった。10 数億年前より光合成を行う (⑫) 核生物で単細胞の (⑬) 類などが繁栄するようになり、大気中の酸素の増加もより速くなっていった。

- (1) 文中の①～③に適切な語句を入れよ。ただし、①は種類により異なる側鎖をもつ。
(2) 下線部(a), (b)の生命体維持における基本的な役割について、それぞれ述べよ。

(名古屋大)

論述

- 131 生物の変遷(2) 生命が誕生する前の地球の大気には、酸素はほとんど含まれていなかったと考えられている。光合成細菌の誕生から、(i)シアノバクテリア、藻類、陸上植物へと至る光合成生物の進化と繁栄は、地球の大気組成に大きな影響を与えてきた。

原始的な光合成生物は、ほかの原始的な生物と同様に海中で誕生したと考えられている。最初に光合成細菌が出現し、次にシアノバクテリアが出現した。シアノバクテリアは分布範囲を拡大し、その繁栄の痕跡は (①) と呼ばれる層状構造をもつ岩石として残っている。シアノバクテリアによって放出された酸素は、はじめのうち、(②) イオンと結合して酸化(②) となり、海底に沈殿し、世界各地に大規模な(③) を形成したが、しだいに水中に蓄積し始め、やがて大気中の濃度が増加した。シアノバクテリアに続いて、藻類が出現し、大気中の酸素濃度はさらに増加した。(ii)この酸素濃度の増加は、生物の生活可能な環境を陸上に形成するのに役立ったと考えられている。

- (1) 文中の①～③に入る最も適切な語句を答えよ。
(2) 下線部(i)の各生物が出現した地質時代として最も適切なものを、次の a ~ h からそれぞれ 1 つ選べ。

a 新生代 b 古生代 c 中生代 d 先カンブリア時代
e カンブリア紀 f 石炭紀 g 古第三紀 h ジュラ紀

- (3) 下線部(ii)について、どのような過程を経て生物の生活が可能な環境が陸上に形成されたか。「紫外線」という語句を用いて述べよ。 (2022 法政大)

論述

- 132 生物の変遷(3) 地球は今から約 (①) 億年前に誕生し、その地球に最初の生命が誕生したのは約 (②) 億年前とされている。その後、(a)RNA が自己複製と代謝を担う RNA ワールドを経て、現在のほとんどの生物が行っているような DNA が遺伝情報を担い、RNA を介してタンパク質を合成する DNA ワールドへと移行したと考えられている。地球上で最初に出現した生物は、原核生物であり、その後、(b)ミトコンドリアや葉緑体をもつ真核生物が出現した。多細胞生物の最古の化石は、オーストラリアの先カンブリア時代末期の地層から見つかる (③) 生物群とされている。約 (④) 億年前の古生代カンブリア紀になると、多種多様な大型動物が現れるようになった。カナダのロッキー山脈の地層から見つかる (⑤) 動物群は特に有名で、(⑥)、ピカイアなどの化石が含まれている。また、原始的な脊椎動物である (⑦) 類も出現した。その後、顎をもつ魚が出現し、デボン紀には軟骨魚類や硬骨魚類などさまざまな魚類が進化した。

このように生物は初め水中で生活していたが、上空にオゾン層が形成されたことにより、生物の陸上進出が可能となった。最初に植物、その後に動物が上陸し、デボン紀には節足動物が多様化した。また、硬骨魚類から原始的な (⑧) 類が進化した。

- (1) 文中の①～⑧に適切な語または数値を入れよ。なお、①, ②, ④, ⑥は下の選択肢から選べ。

〔選択肢〕 アノマロカリス、アンモナイト、シーラカンズ、メタセコイア

62, 57, 50, 46, 40, 34, 28, 19, 14, 11, 5, 3, 1

- (2) 下線部(a)に関連して、RNA ワールドが存在したという説を裏付ける、現生の生物の一部の RNA がもつ性質とは何か。
(3) 下線部(b)に関連して、これらの細胞小器官の起源を説明する、マーグリスらによって提唱された説の名称と、その説を裏付ける根拠を 2 つ挙げよ。
(4) シルル紀の地層から見つかった最古の陸上植物の化石の名称を答えよ。(新潟大)

論述

- 133 生殖の方法 生物の体の一部が分かれて新しい個体ができるような生殖の方法は (A) 生殖と呼ばれ、もとの個体と新しくできた個体は同一の (B) をもち、(C) に大きな変化がなければ、短期間で簡単に多数の新個体をつくることができる。(A) 生殖では、大腸菌は (D) を行い、ヒドラは (E) を行う。また、ジャガイモやサツマイモでは茎や根などの器官の一部から新しい個体をつくる (F) を行う。

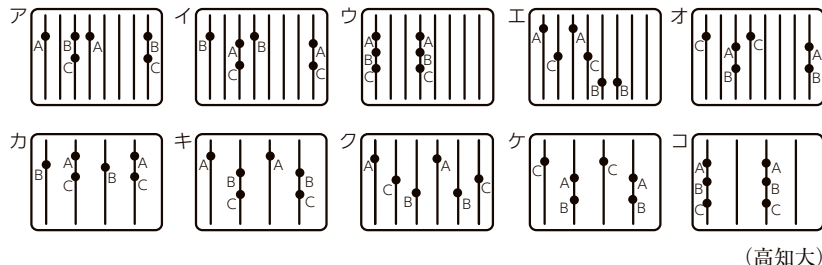
生殖のためにつくり出された細胞は (G) 細胞と区別して生殖細胞という。(H) 生殖の際につくられ、2 個が合体することで新個体が生じるような生殖細胞を (I) と呼び、(I) が合体することを (J) という。(I) が (J) すると、染色体の数が増えることになる。しかし、染色体の数は親も子も同じである。(H) 生殖では、緑藻の例を挙げると、クラミドモナスなどでは同形 (I) による (J) を行い、アオサやミルでは異形 (I) による (J) を行う。これらの種では、(I) は (K) をもっており、水中を活発に動き回る。一方、運動性のある (I) である精子または運動性のない精細胞と、大きくて運動性のない卵または卵細胞との接合を特に (L) と呼ぶ。

- (1) 文中の A ~ L に適切な語句を入れて、文章を完成せよ。
(2) 文中の下線部のようになる理由を 40 字以内で述べよ。 (東京大)

基本問題 初見

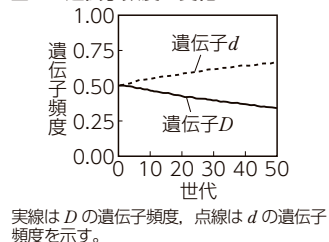
- 147 連鎖と組換え(2) 植物D ($2n = 8$) の花色には青色と白色、花粉の形には長形と丸形、葉の色には紫色と緑色がある。花色を青にする遺伝子をA、花粉を長形にする遺伝子をB、葉の色を紫色にする遺伝子をC、それぞれの潜性遺伝子をa, b, cとする。植物Dを用いて3つの顕性遺伝子A, B, Cについてホモ接合体である系統の個体と、潜性遺伝子a, b, cについてホモ接合体である系統の個体を交雑し、 F_1 を得た。次に、 F_1 個体と、潜性遺伝子a, b, cについてホモ接合体である系統の個体を交雑し、子を得た。子を用いて、
- | 2対の対立遺伝子 | 表現型・分離比 |
|----------|-----------------------------|
| A・a, B・b | 青長：青丸：白長：白丸 = 1 : 1 : 1 : 1 |
| A・a, C・c | 青紫：青緑：白紫：白緑 = 9 : 1 : 1 : 9 |
| B・b, C・c | 長紫：長緑：丸紫：丸緑 = 1 : 1 : 1 : 1 |
- 青：青色花、白：白色花、長：長形花粉、丸：丸形花粉、紫：紫色葉、緑：緑色葉

- (1) 連鎖している対立遺伝子の組み合わせとして正しいものを、次のア～オから選べ。
 ア Aとa・Bとb イ Aとa・Cとc ウ Bとb・Cとc
 エ Aとa・Bとb・Cとc オ 連鎖しているものはない。
- (2) (1)で連鎖していると答えた対立遺伝子間の組換え価を求めよ。
- (3) 植物Dの優性ホモ接合体のA, B, Cの遺伝子は染色体上でどのように位置しているか。次のア～コから選べ。なお、染色体を縦線で、遺伝子を黒丸で示してある。



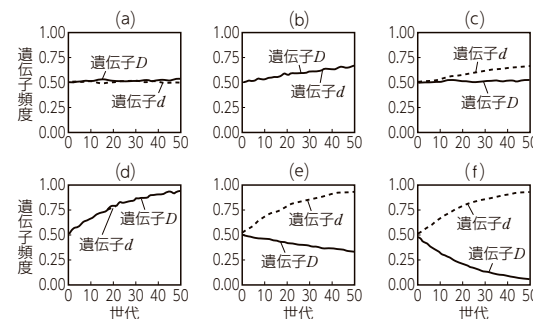
- 148 ハーディ・ワインベルグの法則(5) 進化の1つの考え方として進化を種という生物集団の遺伝子プールの内容が変化することととらえ、その基本的な過程が遺伝子頻度の変化だというものがある。つまり、生物集団の遺伝子頻度が変動すれば、それが生物集団の進化へとつながる。ハーディ・ワインベルグの法則が成り立つための5つの条件のうち、「生物集団を構成する個体数が十分に多いこと」が満たされない場合について考える。ある二倍体の生物がもつ、ある対立遺伝子Dとdの遺伝子頻度がいずれも0.50であるとする。1000個体の生物集団におけるこれらの遺伝子頻度について50世代後まで調べた結果、図1の遺伝子頻度の変化が確認された。

図1 遺伝子頻度の変化



- (1) ある二倍体の生物集団200000個体がもつ対立遺伝子Fとfについて考える。ハーディ・ワインベルグの法則が成り立つとき、Fの遺伝子頻度が0.6で、fの遺伝子頻度が0.4とした場合の遺伝子型Ffの個体数を答えよ。
- (2) 文中の下線部について、以下の問いに答えよ。

- ① その生物が100000000個体の集団を形成しているとき、50世代後までのDとdの遺伝子頻度の典型的な変化を示すグラフを、図2の(a)～(f)から1つ選べ。

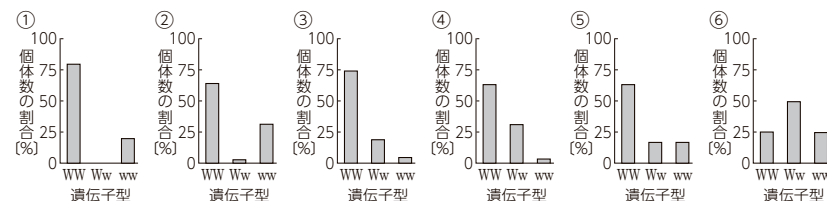


- ② その生物が100個体の集団を形成しているとき、50世代後までのDとdの遺伝子頻度の典型的な変化を示すグラフを、図2の(a)～(f)から1つ選べ。

(a)～(f)の実線はDの遺伝子頻度、点線はdの遺伝子頻度を示す。
 (2021 法政大)

- 149 進化のしくみ 生物の進化に関する次の問いに答えよ。

- (1) ある動物の集団について、2つの対立遺伝子Wとwの遺伝子頻度を調べたところ、Wの遺伝子頻度は0.8であった。この動物の集団の多数の個体における各遺伝子型(WW, Ww および ww)の個体数の割合を示したグラフとして最も適切なものを、次の①～⑥から1つ選べ。ただし、Wとw以外の対立遺伝子は存在せず、この動物の集団ではハーディ・ワインベルグの法則が成立しているものとする。



- (2) 突然変異において、遺伝子に生じた塩基置換はアミノ酸配列の変化を起こすもの(以後、非同義置換と呼ぶ)と、起こさないもの(以後、同義置換と呼ぶ)に分類することができる。ある遺伝子X～Zについて、それぞれの塩基配列をさまざまな動物種の間で比較し、非同義置換の率と同義置換の率を計算した結果を表に示した。表のデータに基づき、遺伝子X～Zについて、突然変異が起きた場合に個体の生存や繁殖に有害な作用が起きる確率の大小関係として最も適切なものを、次の①～⑥から1つ選べ。

	1塩基あたり100万年あたりの塩基置換の率	
	非同義置換	同義置換
遺伝子X	0.0	6.4×10^{-3}
遺伝子Y	1.8×10^{-3}	4.3×10^{-3}
遺伝子Z	0.6×10^{-3}	3.9×10^{-3}

- ① $X < Y < Z$ ② $X < Z < Y$ ③ $Y < X < Z$
 ④ $Y < Z < X$ ⑤ $Z < X < Y$ ⑥ $Z < Y < X$ (2020 センター試験)

生命の変遷と進化

→ 問題 p.154 ~ 155

基礎チェック

- 105 ア 化学 イ アミノ酸 ウ ヌクレオチド エ 核酸
 106 ア RNA ワールド イ DNA ウ DNA ワールド
 107 ア 真核 イ 細胞内共生(共生) ウ ミトコンドリア エ 葉緑体
 108 ア 原核 イ ストロマトライト ウ シアノバクテリア
 109 ア 地質時代 イ 先カンブリア ウ 古生代 エ 中生代 オ 新生代
 110 ア 突然変異 イ 染色体
 111 ア 倍数性 イ 異数性
 112 ア 無性生殖 イ 有性生殖
 113 ア 配偶子 イ 接合 ウ 接合子
 114 ア 遺伝子座 イ ホモ ウ ヘテロ
 115 ア 相同染色体 イ 常染色体 ウ 性染色体
 116 ア 減数 イ 対合 ウ 二価 エ 半分
 117 ア 連鎖 イ 連鎖群
 118 ア 第一 イ 相同 ウ 乗換え エ 組換え オ 組換え価 カ 三点交雑(法)
 キ 連鎖
 119 ア 自然選択 イ 適応
 120 ア 共進化 イ 被食者 ウ 宿主
 121 ア 性選択
 122 ア 遺伝子プール イ 遺伝子頻度 ウ ハーディ・ワインベルグ
 123 ア 遺伝的浮動 イ びん首効果(ボトルネック効果)
 124 ア 中立説 イ 中立進化
 125 ア 地理的隔離 イ 生殖的隔離 ウ 種分化
 126 ア 小進化 イ 大進化
 127 ア 適応放散

→ 問題 p.162 ~ 169

基本問題 定番

130 生物の変遷(1)

解答

- (1) ① アミノ酸 ② ヌクレオチド(塩基) ③ タンパク質 ④ 核酸
 ⑤ リン脂質 ⑥ 化学進化 ⑦ 原 ⑧ 細菌 ⑨ 従属 ⑩ 独立
 ⑪ シアノバクテリア ⑫ 真 ⑬ 藻
 (2) (a) 酵素の本体として代謝にはたらく。
 (b) 遺伝情報を保持するとともにタンパク質合成にはたらく。

- (1) メチオニンやシステインなどのアミノ酸には**硫黄(S)**が含まれ、ヌクレオチドには**リン酸(P)**が含まれている。原始生物の誕生の前には、地球上で無生物的に生物を構成するさまざまな有機物の形成が起こる必要があった。
 (2) (b) DNA は遺伝子の本体であり、遺伝情報を保持している。RNA は DNA の遺伝情報のコピーやアミノ酸の運搬などを行う。

化学進化

生命誕生に必要であるアミノ酸・タンパク質・核酸などの有機物が非生物的に生成する過程。

131 生物の変遷(2)

解答

- (1) ① ストロマトライト ② 鉄 ③ 縞状鉄鉱層(縞状鉄鉱床)
 (2) シアノバクテリア…d 藻類…d 陸上植物…b
 (3) 大気中に多量に存在する酸素によって形成されたオゾン層が、生物にとって有害な紫外線を吸収したため、地表に到達する紫外線量が減少し、生物の陸上生活が可能になった。(79字)
 (1) ① シアノバクテリアの痕跡は、約27億～25億年前の地層からストロマトライトという層状構造をもつ岩石として発見されている。ストロマトライトは、この時期より広く分布していたので、多くの化石が見つかるが、古生代以降はその分布が大きく減少した。
 ②、③ 光合成細菌が出現した後に、地球上に豊富にある水を還元剤として用いて光合成を行うシアノバクテリアが現れ、現生の植物と同様に、酸素を放出する光合成を行って、水中や大気中に酸素を蓄積させ、有機物の増加と二酸化炭素の減少をもたらしたと考えられている。酸素は、水中に多く存在していた鉄イオンなどと結合して酸化鉄として海底に沈殿し、大規模な縞状鉄鉱層(縞状鉄鉱床)を形成した。
 (2) シアノバクテリアの出現は約27億～25億年前、藻類の出現は十数億年前とされ、いずれも先カンブリア時代である。陸上植物の出現は古生代のオルドビス紀と考えられている。カンブリア紀(e)と石炭紀(f)は古生代、ジュラ紀(h)は中生代、古第三紀(g)は新生代の区分である。
 (3) 紫外線は、突然変異を誘発するなど、生物にとって非常に有害である。大気中の酸素濃度が徐々に上昇し、約8億年前に現在の大気中の濃度の約10%程度になると、オゾン層が地球を取り巻き、紫外線をよく吸収し、地表に到達する紫外線量を減少させたため、生物の陸上進出が可能になった。

132 生物の変遷(3)

解答

- (1) ① 46 ② 40 ③ エディアカラ ④ 5 ⑤ バージェス
⑥ アノマロカリス ⑦ 無顎 ⑧ 両生

(2) 触媒作用

(3) 名称…細胞内共生説(共生説)

根拠…ミトコンドリアと葉緑体は、二重膜で包まれている。

ミトコンドリアと葉緑体は、核内の DNA とは異なる独自の DNA をもつ。

(4) クックソニア

(1) 原始地球において、生命誕生以前に、無機物から、高熱・紫外線・放電などにより低分子の有機物を経て、高分子の有機物が合成された過程を**化学進化**という。最初に、この有機物を取り入れて生活する従属栄養生物の原核生物などが現れたと考えられており、次いで水を還元剤として用いて酸素を放出する光合成を行う**シアノバクテリア**が出現し、水中や大気中の酸素含有量の増加が始まった。シアノバクテリアの痕跡が**ストロマトライト**である。**エディアカラ生物群**には身を守るための硬い組織をもつものがないので、当時は肉食性の動物が存在せず、**バージェス動物群**を代表する動物である**アノマロカリス**などは発達した眼や口器、硬い組織をもつので、カンブリア紀には被食者―捕食者相互関係が生じたと推測されている。最初の脊椎動物は、顎やひれをもたない**無顎類**であり、現生のヤツメウナギ類はその特殊化した生き残りである。デボン紀になると軟骨魚類や原始的な**硬骨魚類**が現れた。その後出現した総鱗類(肉鱗類)(ユーステノブテロンや現生のシーラカンスの祖先)は、ひれの内部に太い骨格を発達させ、浅瀬をはい歩いていたと考えられている。その後、総鱗類のなかまから最初の陸上動物である**両生類**が現れた。生物の陸上進出は、大気中の酸素濃度が上昇したことにより上空に**オゾン層**が形成され、紫外線が遮られたことにより可能になった。

(2) 現在は、**DNA ワールド**と呼ばれ、DNA は遺伝子(遺伝情報)、タンパク質は**触媒作用**、RNA は DNA とタンパク質の仲介として、それぞれ機能分担をして生命の基本的な活動を支えている。

(3) **細胞内共生説(共生説)**は、葉緑体やミトコンドリアが二重膜で包まれており、その外膜の組成が細胞膜の組成に似ていること、核内の DNA とは異なる独自の環状 2 本鎖 DNA をもっていることなどが根拠となっている。

(4) 古生代のオルドビス紀からシルル紀にかけて藻類の一部が陸上に進出し、陸上植物へと進化したと考えられている。化石が確認されている最古の陸上植物は**クックソニア**などである。

エディアカラ生物群

オーストラリア南部のエディアカラ丘陵で見つかった先カンブリア時代末期の生物群。
バージェス動物群
カナダのロッキー山脈のバージェス峠近くから見つかった古生代カンブリア紀の動物群。

細胞内共生説(共生説)

真核生物の細胞構造のうち、ミトコンドリアは好気性細菌、葉緑体はシアノバクテリアが細胞内共生してできたとする説。

133 生殖の方法

解答

- (1) A 無性 B 遺伝子(遺伝子構成) C 環境 D 分裂 E 出芽 F 栄養生殖 G 体 H 有性 I 配偶子 J 接合 K 鞭毛 L 受精
(2) 配偶子形成時の減数分裂により半減した染色体数が、接合により親と同数に戻るから。(39 字)

(1) **無性生殖**とは、**栄養生殖**や**分裂**、**出芽**のように、個体の一部から新しい個体が生じる生殖方法である。無性生殖で生じる個体は、親と全く同じ遺伝子(遺伝情報)をもち、このような同じ遺伝子をもつ集団を**クローン**という。無性生殖では、効率よく、多数の子孫を形成できるが、その集団全体が同じ遺伝子を共有しているので、環境の大きな変化に適應できない可能性が高い。

有性生殖とは、2 種類の**配偶子**が**接合**することで生じた**接合子**が細胞分裂を繰り返して、新しい個体を生じる生殖方法である。有性生殖では、両親のそれぞれの染色体を半分ずつ受け継ぐことで、親とは異なる遺伝子をもち、遺伝的に多様となる。そのため、無性生殖で増殖する生物に比べて、環境が大きく変化しても適應できる可能性が高い。

(2) 減数分裂によって 1 個の母細胞から 4 個の娘細胞が生じるとき、母細胞の核相を **2n(複相)**とすると、それぞれの娘細胞(配偶子)の核相は **n(単相)**と表される。この半減した染色体数は、接合によってもとの数に戻る。なお、配偶子のように減数分裂によって染色体数が半数になった細胞では、核内に含まれる DNA 量も体細胞のおよそ半分しかなく、接合によって体細胞と同じ量になる。

配偶子…減数分裂によりつくられる雌性・雄性的生殖細胞。
〔例〕卵、精子
接合…配偶子が合体すること。
接合子…接合により生じる細胞。
〔例〕受精卵

134 染色体

解答

- (1) 常染色体 (2) Y 染色体
(3) A M B F
(4) 体細胞には、卵と精子それぞれに由来する相同染色体が 1 本ずつ含まれているから。(38 字)

(1)～(3) ヒトの染色体には、1～22 の染色体のように雌雄に共通な**常染色体**と、A、B の最下段右端にある雌雄によって組み合わせの異なる**性染色体**がある。性染色体の組み合わせによって性の決定が行われ、その組み合わせには**雄ヘテロ型**と**雌ヘテロ型**がある。雄ヘテロ型では、性染色体をヘテロにもつと雄になり、ホモにもつと雌になる。雌ヘテロ型はこの逆で、性染色体をヘテロにもつと雌になり、ホモにもつと雄になる。ヒトの場合、男性(雄)では**X 染色体**と**Y 染色体**を 1 本ずつもち、女性(雌)では X 染

常染色体
雌雄で共通する染色体。
性染色体
雌雄で異なる染色体。ヒトの女性の性染色体は XX、男性の性染色体は XY で表される。

生命の変遷と進化

1 生命の起源と生物の変遷

1 生命の起源

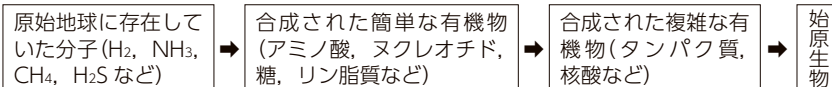
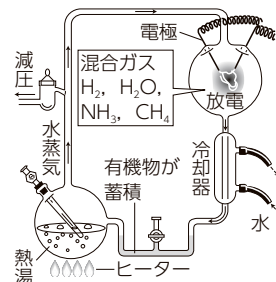
(1) 化学進化とミラーの実験

① 生命誕生以前の、有機物が生成していく過程を**化学進化**という。

② 1953年、**ミラー**は原始地球の大気を想定した水素(H_2)、水蒸気(H_2O)、アンモニア(NH_3)、メタン(CH_4)の混合ガスに放電し、アミノ酸などの有機物を合成した。この実験により無機物から有機物が生成された可能性が示唆された。

③ 近年、海底で発見された**熱水噴出孔**付近には、高温・高圧でメタン・アンモニア・硫化水素(H_2S)・水素が存在することから、原始海洋の海底の熱水噴出孔が有機物の誕生の場となったという考え方もある。

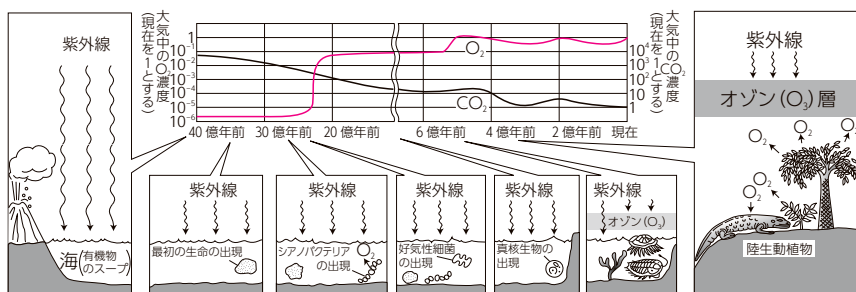
④ これらの有機物から生命の誕生に必要なタンパク質やDNAなどが合成された。



(2) **RNA ワールド** 触媒作用をもつRNAの発見により、最初の生命ではRNAが遺伝情報の保持と触媒作用の両方の役割をもつ時代(**RNA ワールド**)が存在したという説が有力となった。その後、遺伝情報を保持する役割をDNAがもち、触媒作用の役割をタンパク質がもち**DNA ワールド**に移行したと考えられている。

2 生物の変遷

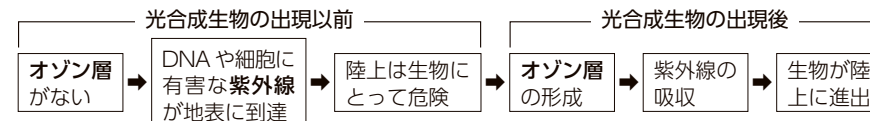
(1) 生物の出現と大気組成の変化



(2) 原核生物の代謝系の変化

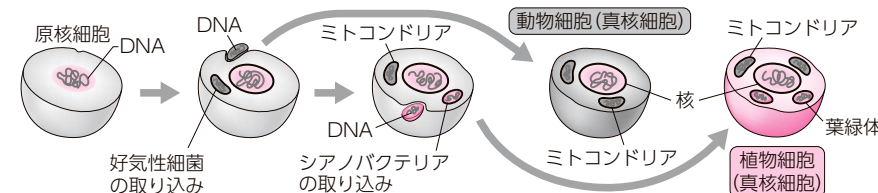


(3) 生物の陸上への進出



(4) 真核生物の誕生と細胞内共生説

真核生物の細胞構造のうち、ミトコンドリアは**好気性細菌**、葉緑体は**シアノバクテリア**が細胞内に共生してできたとする説を**細胞内共生説(共生説)**という。



(5) 地質時代と生物の変遷

地質時代	生物界の変遷	動物	植物
代	紀		
新生代	第四紀(260万年前)	・ホモ・サピエンス(ヒト)の出現	哺乳類時代
	古第三紀, 新第三紀(6550万年前)	・哺乳類の繁栄, 類人猿の出現・ 人類 の出現	被子植物の繁栄
	白亜紀(1億4600万年前)	・アンモナイト・恐竜の絶滅	・被子植物の出現
中生代	ジュラ紀(2億年前)	・アンモナイト・恐竜の繁栄, 鳥類 の出現	・裸子植物の繁栄
	三畳紀(トリアス紀)(2億5100万年前)	・ハチュウ類の繁栄, 哺乳類 の出現	
	ペルム紀(二畳紀)(2億9900万年前)	・三葉虫の絶滅	・シダ植物の衰退
古生代	石炭紀(3億5900万年前)	・ハチュウ類の出現, 両生類の繁栄	・木生シダの繁栄
	デボン紀(4億1600万年前)	・アンモナイト, 昆虫類 ・両生類の出現	・裸子植物の出現
	シルル紀(4億4400万年前)	・魚類の繁栄	・大形シダの出現
	オルドビス紀(4億8800万年前)	・サンゴの繁栄	・シダ植物の出現
	カンブリア紀(5億4200万年前)	・三葉虫類の繁栄 ・魚類の出現* ・多種の無脊椎動物の繁栄	・植物(クックソニア)の陸上進出 ・藻類の繁栄
	先カンブリア時代	・ チェンジャン動物群 (中国), アノマロカリスやピカイアを含む ・ バージェス動物群 (カナダ)の出現 ・ 三葉虫類 の出現 ・最初の脊椎動物(無類類)の出現 ・カンブリア爆発	・ 藻類 の出現
		・ エディアカラ生物群 の出現(オーストラリア, 約6.5億年前) ・多細胞生物(藻類など)の出現(約15~10億年前) ・真核生物の出現(約24億~19億年前) ・シアノバクテリアの出現(約27億~25億年前のシアノバクテリアの発見): シアノバクテリアの繁栄により 縞状鉄鉱層 の形成, 大気中のO2濃度の上昇 ・RNAワールド→DNAワールド, 代謝系の変化 ・地球の誕生 ・始原生物(原核生物)の出現(約40億~38億年前)	

*カンブリア紀またはシルル紀という説もある。