

平成 23 年度
生命環境科学研究科
生物科学専攻
入学試験問題

専門科目

平成 22 年 10 月 21 日 (木) 10:00 ~ 12:00 実施

[注意]

- ① この問題冊子は表紙を含め 16 ページあります。
- ② **問題 1** から **問題 11** の中から 4 つを選んで解答しなさい (4 つを越えて解答した場合は無効とします)。
- ③ 提出する答案用紙は 4 枚です。全てについて受験番号を記入してください。
- ④ どの問題に解答したか分るように、答案用紙の左上に問題番号を、例えば (問題 1) のように明記しなさい。各問題について答案用紙は 1 枚とします (同一の問題に対して 2 枚以上の答案用紙にわたって解答した場合は無効とします)。
- ⑤ 一つの問題にいくつかの小問がある場合は、問題の指示に従って適切に対処しなさい。
- ⑥ 答案用紙の裏面を使用しても結構です。その場合は、綴じ穴の下部 2 cm 程度より下に記入してください。
- ⑦ 問題冊子は試験後回収します。

問題 1

問1 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

真核生物の細胞内にシアノバクテリアが共生することにより、最初の光合成性真核生物が出現したと考えられる。この細胞内共生を〔 1 〕と呼ぶ。〔 1 〕の結果生まれた原始光合成性真核生物の直接の子孫は、^(a)紅藻類、緑藻類と陸上植物を含む緑色植物類、灰色藻類と考えられる。しかし、葉緑体とそれに伴う光合成能力は、二次共生を通じて真核生物の多様な分類群に水平的に伝播したと考えられる。ユーグレナ藻類とクロララクニオン藻類は緑藻を起源とする葉緑体をもつ。一方、ハプト藻類、クリプト藻類、不等毛植物類、渦鞭毛藻類の葉緑体は、^(b)紅藻が起源だと考えられる。

渦鞭毛藻類は、〔 2 〕とアピコンプレクサ類とともに単系統群を構成する。〔 2 〕は葉緑体を持たないが、アピコンプレクサ類に含まれる熱帯熱マラリア原虫 *Plasmodium falciparum* は〔 3 〕と呼ばれる退化葉緑体をもつ。この退化葉緑体は、近年^(c) *P. falciparum* に対する薬剤の標的として注目されている。

- (1) 空欄〔 1 〕～〔 3 〕に適切な語を記せ。
- (2) 下線(a)の紅藻類、緑色植物類、灰色藻類のなかで、灰色藻類がもっとも原始的な葉緑体をもつと考えられている。その根拠となる灰色藻類の葉緑体包膜の特徴を1行で述べよ。
- (3) 下線(b)の紅藻を起源とする葉緑体のクロロフィル (Chl) 組成を、(ア)～(カ)から選び記号で記せ。
(ア) Chl *a* と *b* (イ) Chl *a* と *c* (ウ) Chl *a* と *d*
(エ) Chl *b* と *c* (オ) Chl *b* と *d* (カ) Chl *c* と *d*
- (4) 下線(c)の理由を1～2行で述べよ。
- (5) クロララクニオン藻類とクリプト藻類の細胞のみに存在する、二次共生による葉緑体獲得を強く示唆する細胞構造の名称を記せ。

[次のページに続く]

問2 渦鞭毛藻類の葉緑体に関する文章を読み、以下の問に答えよ。

渦鞭毛藻類の中には、もともともっていた葉緑体を交換した種が存在する。例えば、①細胞内共生したハプト藻を起源とする葉緑体をもつ種、②クリプト藻を起源とする葉緑体をもつ種、③不等毛植物類に含まれる珪藻を起源とする葉緑体をもつ種などが見つかっている。

- (1) 渦鞭毛藻細胞内に共生したハプト藻、クリプト藻、あるいは珪藻により、もともともっていた渦鞭毛藻類の葉緑体が置換される現象を何と呼ぶか記せ。
- (2) ハプト藻に由来する葉緑体をもつ渦鞭毛藻類の葉緑体遺伝子配列を決定し、分子系統解析を行った。この場合、予想される系統樹を、(ア)～(カ)から選び記号で記せ。図中の黒丸で示した枝が、渦鞭毛藻類の葉緑体遺伝子配列とする。
- (3) 一部の渦鞭毛藻類には、細胞内共生した緑藻から獲得したと考えられる葉緑体があるとす。この渦鞭毛藻類から葉緑体遺伝子配列を決定し、分子系統解析を行った。この場合、予想される系統樹を、(ア)～(カ)から選び記号で記せ。図中では黒丸で示した枝が、渦鞭毛藻類の葉緑体遺伝子配列とする。

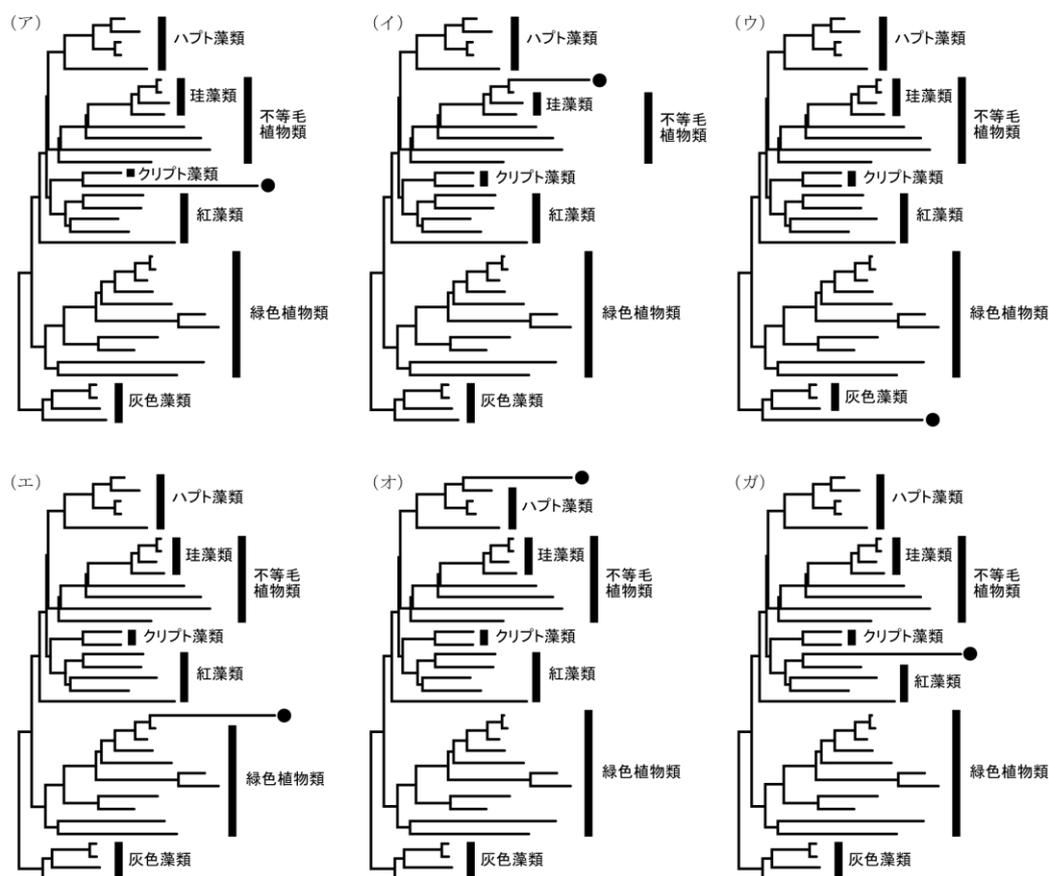


図1 葉緑体遺伝子配列による系統樹

問題 2

問1 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

分類群の設定は、進化分類学と分岐分類学とでその原理は全く異なる。進化分類学においては、分類群間の形態的差異の程度という定量化困難な主観判断を基本にして行われてきた。すなわち、自然の体系は家系と同様にその配列においては系統的であるが、それぞれの群が受けた変化の程度は、それらの群を、属、[1]、目、[2]、門と呼ばれるものに分類することによって、これを表現せねばならない。むろん、このとき^(a)「他人の空似」などは慎重に除かれる。

一方、種の分岐の順序に注目して、[3]としての分類群を境界設定する分岐分類学にとっては、高次分類群のランク付けは、推定された分岐関係が一義的に復元できるような分類体系を作る要求と一体となっている。この立場から原索動物門が認められるのは、尾索動物+[4]が[3]と認められるときだけである。

(西川輝昭「動物の自然史」第4章 1995年 より改変)

- (1) 文章中の空欄[1]～[4]に当てはまる適切な語を記せ。
- (2) 下線部(a)に関連して、「他人の空似」は一般的な生物学用語では、どのように呼ばれるか答えよ。また、その具体例についても一つ挙げよ。

問2 以下の(1)～(6)の用語の中から3つを選び、それぞれ2～3行程度で説明せよ。

- (1) 放射卵割
- (2) 前口動物
- (3) 裂体腔
- (4) トロコフォア幼生
- (5) 二胚葉性動物
- (6) アロザイム解析

問3 ウニやヒトデを含む棘皮動物は、明確な頭部をもたず、成体は刺胞動物のように放射相称の体制をとっている。しかし、昆虫などよりも、我々脊椎動物に近縁であると考えられている。そのように考える根拠について5行程度で述べよ。

問題 3

問1 以下の(1)～(6)の用語から3つを選び、それぞれ1～2行程度で説明せよ。

- (1) 生物圏 (バイオスフェア)
- (2) 個体群周期
- (3) ラムサール条約
- (4) デトリタス
- (5) 捕食寄生
- (6) ハーディ・ワインベルグの法則

問2 以下の(1)、(2)の説明文に対応する最も適切な用語を記せ。

- (1) ある地域に生息するすべての種のすべての個体の集まりに加えて、そこに存在するすべての非生物を含み、エネルギーや物質循環も考慮に入れたシステムの総称
- (2) 時折、動物に見られる、自身の適応度を減少させて、他個体の適応度を上げるような行動

問3 個体数を制限する密度依存要因を2つ挙げ、それぞれがどのような負のフィードバック制御を行なうかについて各3行程度で説明せよ。

問4 ①片利共生と②相利共生の違いについて、それぞれ事例を挙げて各3行程度で説明せよ。

問題 4

問1 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

植物ホルモンは、植物によって生産され、低濃度で植物の生理反応を調節する物質である。イネの馬鹿苗病の原因物質として発見された [1] は、成長軸方向に細胞を伸長させ植物を大きくする効果をもつ。また、単為結果を引きおこすことから、種なしブドウの生産に用いられる。[2] も細胞の伸長を促すが、それ以外にも、頂芽優勢、光屈性、発根などさまざまな生理反応に関与している。[3] は根端、茎頂、未熟種子に多く存在し、[2] 共存下で細胞分裂を促進する。また、老化の抑制効果や栄養の転流調節作用をもつ。[4] は気孔閉鎖、種子成熟、休眠などを誘導し、乾燥ストレスで合成が誘導される。[5] はガス状の植物ホルモンで、果実の成熟を促進する作用をもつ。

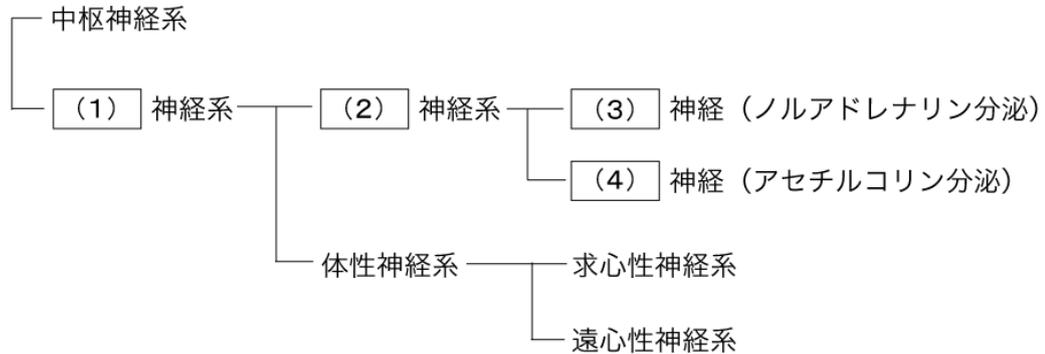
- (1) [1] ~ [5] にあてはまる植物ホルモンの名前を記せ。
- (2) [1] ~ [5] 以外にも植物ホルモンあるいは植物ホルモン様機能をもつ物質が複数存在する。これらの物質の名前を2つ記せ。
- (3) [2] は、重力方向にかかわらず、茎頂（茎の先端）から基部に輸送されるという独特の性質をもつ。この輸送方式の呼称を記せ。
- (4) [2] と [3] は、植物の組織・細胞培養系で器官分化の調節に使われる。タバコ培養細胞において、
 - i) [2] 濃度に比べて [3] 濃度が高いとき誘導される器官を記せ。
 - ii) [2] 濃度に比べて [3] 濃度が低いとき誘導される器官を記せ。
- (5) 発芽、光屈性、花芽形成などの生理過程の制御には光も重要な役割を担っている。これらの生理過程のひとつを選び、光と植物ホルモンがどのように生理過程の調節に関わっているか、3行程度で記せ。

問2 以下の(1)~(8)の用語より3つを選び、それぞれ3~4行程度で説明せよ。

- | | |
|-------------|--------------|
| (1) カロチノイド | (5) アポプラスト |
| (2) エチオプラスト | (6) 花成ホルモン |
| (3) カルビン回路 | (7) C4 植物 |
| (4) フォトリポシン | (8) PR タンパク質 |

問題 5

問1 以下の神経系の機能的な分類図において、(1)～(4)に入る適切な語句を答えよ。



問2 以下の(1)～(5)の用語の中から3つを選び、それぞれ2行程度で説明せよ。

- (1) 散在型神経系
- (2) 梯子型神経系
- (3) 神経管型神経系
- (4) 本能
- (5) 刷り込み

問3 内分泌系におけるホルモンの基本特性を2行程度で説明せよ。

問4 ホルモンはその化学的組成から水溶性ホルモンと脂溶性ホルモンに大別できる。水溶性ホルモンと脂溶性ホルモンの例をそれぞれ1つあげ、それぞれの生物学的な作用を1行程度で説明せよ。

問5 水溶性ホルモンと比較して、脂溶性ホルモンが標的細胞の遺伝子発現を調節する機構について3行程度で説明せよ。

問題 6

問1 次の文章を読み、空欄 [1] ~ [7] に適切な語を記せ。

位置情報は多細胞生物の発生過程において、特定の場所に特定の組織や器官を形成する上で大きな役割を果たしている。細胞は位置情報を感知するとともに、それぞれの細胞の発生過程における特性に従って組織を構築する。様々な発生過程の中でも、脊椎動物の肢の発生は位置情報に基づくパターン形成の研究に大きな貢献をしてきた。肢は、初期の胚の表面に現れる [1] と呼ばれる小さな突起から形成される。肢は3次元的位置を定義する3つの軸をもつ。このうち、[2] 軸は肢の基部から先端に向かう軸である。また、[3] 軸は体全体の頭から尾部に向かう軸と平行な軸であり、ヒトの手では親指から小指の並びを指定している。さらに、第3の [4] 軸が手の甲から手の平に向かっている。[3] 軸にそった肢のパターン形成は、[1] の後部境界近くに位置する [5] と呼ばれる領域から分泌されるシグナルにより指定されている。一般に濃度勾配に従って細胞の発生方向を指定する因子である [6] は、初期発生において重要な機能をもつことが示されているが、肢の形成においても重要な役割を果たしている。[5] の領域では [7] が発現し、分泌された分子が [6] として機能している。

[次のページに続く]

問2 図は外胚葉性頂堤(AER)と肢中胚葉の機能に関する実験を示したものである。以下の問(1)～(2)に答えよ。

- (1) 実験1から実験4について、それぞれの実験操作と結果を1～2行で説明せよ。
- (2) この実験結果をもとに肢芽の発生における外胚葉性頂堤(AER)と肢中胚葉の機能について3～4行で説明せよ。

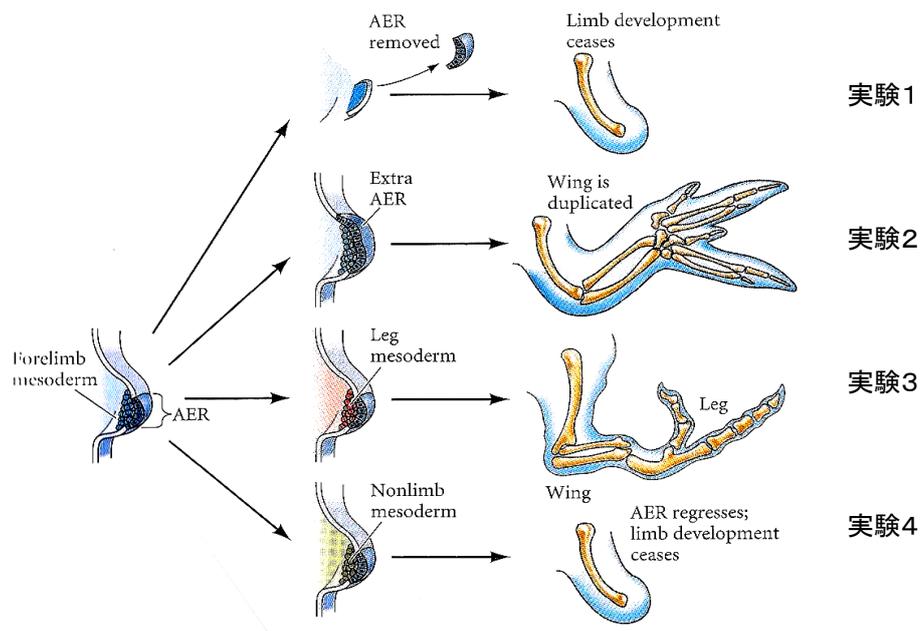


図 Developmental Biology, Scott F. Gilbert, Sinauer, Associates, Inc.より

問3 以下の(1)～(5)の用語の中から3つ選び、それぞれ2～3行で説明せよ。

- (1) カスパーゼ
- (2) ホメオティック遺伝子
- (3) 細胞系譜
- (4) 幹細胞
- (5) 再生

問題 7

問1 真核細胞のミトコンドリアは原核生物が共生したものであると考えられている。その根拠となる事象を2つあげ、それぞれ2行程度で説明せよ。

問2 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

骨格筋繊維は筋芽細胞が互いに融合し多核体の筋管を形成し、この筋管が成熟することで形成される。筋管の成熟過程では筋収縮に関与する骨格筋特異的なタンパク質群が発現し、機能分化することが知られている。

(1) 骨格筋繊維の収縮に関与するタンパク質を2つあげ、それぞれ2行程度で説明せよ。

(2) 骨格筋繊維の分化において発現するタンパク質の局在を観察する方法を提案し、2行程度で説明せよ。

(3) 筋芽細胞は血清濃度を低下させた培養環境下では、互いに融合し、筋管を形成することが知られている。高い血清濃度でマウス由来の筋芽細胞とヒト由来の繊維芽細胞を共培養したところ、筋管は形成されず、筋収縮に関与するタンパク質群の発現も観察されなかった。一方、低い血清濃度でマウス由来の筋芽細胞とヒト由来の繊維芽細胞を共培養したところ、筋管が形成され、マウスだけでなくヒトの筋収縮に関与するタンパク質群の発現も観察された。もちろん、低い血清濃度でヒト由来の繊維芽細胞のみを培養しても、筋管は形成されず、ヒトの筋収縮に関与するタンパク質群の発現も観察されない。

低血清環境下でマウス由来の筋芽細胞とヒト由来の繊維芽細胞を共培養し、筋管形成が誘導された時、ヒトの筋収縮に関与するタンパク質群が発現した理由について、5行程度で考察せよ。

問3 以下の(1)～(5)の用語の中から3つを選び、それぞれ2～3行で説明せよ。

- (1) 体細胞分裂
- (2) 微小管
- (3) エキソサイトーシス
- (4) 原形質連絡
- (5) 液胞

問題 8

問1 以下の(1)～(5)の用語の中から2つを選び、それぞれ1～2行程度で説明せよ。

- (1) ポリソーム
- (2) DNA マイクロアレイ
- (3) 偽遺伝子
- (4) 対立遺伝子
- (5) ミスセンス変異

問2 翻訳によるポリペプチド鎖の合成過程は、「開始」、「伸長」、「終結」の3段階からなる。「終結」過程について図示せよ。その際、下記の用語を全て図中に示せ。

(用語) リボソーム小サブユニット、リボソーム大サブユニット、mRNA、5'側、3'側、mRNA結合部位、終止コドン、解離因子、Eサイト、Pサイト、Aサイト、伸長中のポリペプチド、遊離したポリペプチド

問3 以下の問(1)～(2)に答えよ。

(1) 染色体中のDNAが高密度に収納された領域では、遺伝子発現が阻害される。その機構について、2～3行で説明せよ。

(2) 転移因子がゲノムや遺伝子の進化にどのように寄与すると考えられるか、その機構について2つ例をあげ、それぞれ2～3行で説明せよ。

問4 植物の花の細胞が根の細胞と形態や機能が異なる主な原因は何か。以下の記述の中から最も適切なものを1つ選び、記号で記せ。

- (ア) 異なる染色体をもっている。
- (イ) 異なる遺伝暗号が使われている。
- (ウ) 異なる遺伝子群が発現している。
- (エ) 異なる遺伝子をもっている。
- (オ) 異なるリボソームをもっている。

問題 9

問1 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

生物の遺伝情報は DNA に保存されている。一般に、DNA はデオキシリボースとリン酸が交互に連なった鎖からできていて、それらの鎖が互いに対向して並んだ [1] 構造をとる。その DNA 鎖のデオキシリボースには塩基が側鎖状に結合し、2本の鎖の間でそれぞれの塩基は塩基対を形成し安定な [1] 構造を形成する。DNA の合成は DNA ポリメラーゼにより行われる。DNA 鎖は基質となる [2] のリン酸基と、先に DNA 鎖に取り込まれているデオキシリボースの [3] 基が、[4] 結合されることによって伸長される。

- (1) [1] ~ [4] にあてはまる適切な語句を記せ。
- (2) DNA 鎖の方向を 5' , 3' というがその意味を 2 ~ 3 行で記せ。また、新たに合成される DNA 鎖の伸長はどの方向になされるかも答えよ。
- (3) DNA の塩基対のうち熱安定性の高い塩基対はどの組み合わせか、またその理由を 2 ~ 3 行で記せ。

問2 DNA ポリメラーゼを用いたいわゆる PCR (ポリメラーゼ連鎖反応) は、実験室内での分子生物学的解析のみならず、医学・薬学・農学・食品科学など我々の生活に密接に関連した様々な分野で用いられている。

- (1) 生活に密接に関連した場面で、PCR による遺伝子配列の増幅が利用された具体例を 1 つ挙げて 3 行程度で説明せよ。
- (2) PCR の原理について数行程度で説明せよ。文章に加えて図を用いてもよい。

問題 10

問1 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

真核生物は〔 1 〕状ゲノムをもつが、大部分の真正細菌類と古細菌類は〔 2 〕状ゲノムをもつ。ゲノムにコードされた遺伝子には^(a)イントロンが存在する場合がある。真核生物の遺伝子転写産物（未成熟 mRNA）からイントロン対応部分を削除するのは、低分子 RNA とタンパク質の複合体である〔 3 〕である。オルガネラゲノムには2種類のイントロン、^(b)グループ I イントロン、グループ II イントロンが発見されている。

現存する真核生物の細胞体制が確立した過程には、真正細菌類との共生が大きく影響している。例えば、 α プロテオバクテリアの一種が細胞内共生した結果、細胞小器官である〔 4 〕が成立した。

(1) 空欄〔 1 〕～〔 4 〕に適切な語を記せ。

(2) 下線部(a)のイントロンが除去された後、成熟 mRNA が完成する。ゲノムにコードされた遺伝子配列のうち、成熟 mRNA に対応する部分を何と呼ぶか答えよ。ただし、真核生物 mRNA の 5' 末端に付加されたキャップ構造、3' 末端に付加されたポリ A テールは考えなくてよい。

(3) 下線部(b)のグループ I およびグループ II イントロンに関する誤った記述を、以下の (ア) ～ (オ) からすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) 削除されたイントロンは「投げ縄」構造を取る。
- (イ) イントロン内部にはタンパク質コード領域を含む場合がある。
- (ウ) イントロンの 5' 末端と 3' 末端の配列は決まっていない。
- (エ) 試験管内で自己触媒反応を行うことができるものも存在する。
- (オ) イントロンの高次構造は、切り出し反応に関係がない。

[次のページに続く]

問2 生物種（ア）～（キ）に関し、以下の問に答えよ。

- (1) 古細菌をすべて選び、記号で記せ。
- (2) 好塩性の生物種をすべて選び、記号で記せ。
- (3) 生物種（ア）と（オ）から単離された DNA ポリメラーゼは PCR（ポリメラーゼ連鎖反応）に使用されているが、その理由を1行で答えよ。

（ア） *Thermus aquaticus*

（イ） *Thermotoga maritima*

（ウ） *Thermobacillus xylanilyticus*

（エ） *Thermosynechococcus elongatus*

（オ） *Thermococcus kodakaraensis*

（カ） *Halobacteria halobium*

（キ） *Cyanidioschyzon merolae*

[次のページに続く]

問3 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

地球上の全生物は3つのドメイン、すなわち真正細菌類、古細菌類、真核生物のいずれかに属すると考えられる。3つのドメイン間の系統関係を推測するためには、全生物で普遍的に存在する遺伝子を用いる必要がある。例えばリボソームRNA遺伝子は、〔 1 〕反応を行うリボソームを構成するRNA成分であり、全ての生物に必須の遺伝子である。また伸長因子（EF-Tu/1 α ）をコードする遺伝子も全生物に存在するため、ドメイン間の系統関係の推測に用いられてきた。EF-Tu/1 α は、〔 2 〕をリボソームに運搬する機能をもつ。

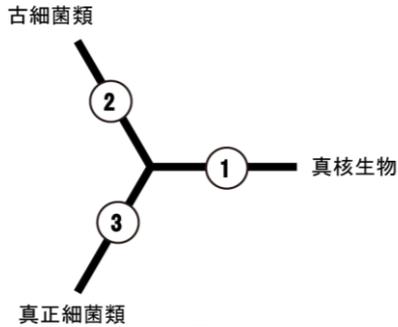


図1

の系統関係の推測に用いられてきた。EF-Tu/1 α は、〔 2 〕をリボソームに運搬する機能をもつ。

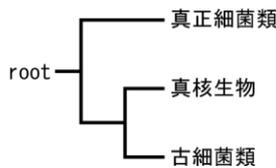
左に示した図1は、真正細菌類、古細菌類、真核生物の系統関係を示した無根系統樹である。この無根系統樹中に①でしめした枝に系統樹の根元（root）が存在する場合、それに対応する有根系統樹は〔 3 〕となる。

(1) 空欄〔 1 〕～〔 2 〕に適切な語を(ア)～(カ)より選び、記号で記せ。

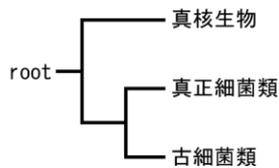
- | | | |
|--------|-----------------|-------------|
| (ア) 転写 | (イ) アミノアシル tRNA | (ウ) ガイド RNA |
| (エ) 複製 | (オ) mRNA | (カ) 翻訳 |

(2) 空欄〔 3 〕に当てはまる有根系統樹を(キ)～(ケ)より選び、記号で答えよ。

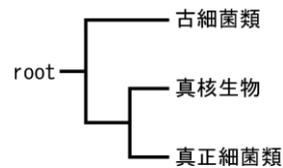
(キ)



(ク)



(ケ)



(3) これまでの知見から、root は図1の①、②、③のうちどこに位置すると考えられるか、記号で答えよ。

問題 11

問1 以下の問(1)～(2)に答えよ。

- (1) 2-ブタノールの構造式を書き、分子量を答えよ。
- (2) C_3H_6O の組成式を持つカルボニル化合物について考えうる構造式を全て書き、それぞれの慣用名を答えよ。

問2 有機化合物の構造に関わる以下の用語の中から2つを選び2行程度で説明せよ。必要に応じて図を使ってよい。

- (1) エポキシド
- (2) アセタール
- (3) 芳香環
- (4) アシル基
- (5) イミン

問3 フェノールに求電子試薬を反応させた場合、置換反応が起こる場所はベンゼン環のオルト位またはパラ位に限られる(オルト-パラ配向性)。その理由について、構造式を用いて3行程度で説明せよ。