

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 8 月 17 日 (火) 10:00 ~ 12:00 実施

[注意]

- ① この問題冊子は表紙を含め 17 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 葉緑体（色素体）の進化に関する次の文章を読み、以下の問に答えよ。

一次共生とは、従属栄養性真核生物に〔 1 〕が細胞内共生した現象をさす。この一次共生により確立した葉緑体を「一次葉緑体」と呼ぶ。一次葉緑体をもつ光合成性真核生物は単系統となると考えられており、^(a) 緑色植物類（緑藻類と陸上植物）、紅藻類、灰色藻類が含まれる。一次葉緑体をもつ光合成性真核生物が、他の真核生物細胞内に共生し葉緑体化する過程を〔 2 〕と呼ぶ。〔 2 〕の結果確立した葉緑体はクロロフィル組成から大きく2種類に分けることができる。すなわち、緑藻類を起源とするクロロフィル *a* とクロロフィル〔 3 〕をもつタイプと、クロロフィル *a* とクロロフィル *c* をもつ (Chl *a+c*) タイプである。クロロフィル *c* をもつ一次葉緑体は存在しないため、クロロフィル組成だけでは Chl *a+c* タイプ葉緑体の起源はわからない。そこで、葉緑体ゲノムコードリボソーム RNA 配列を基に系統解析を行った（図1）。

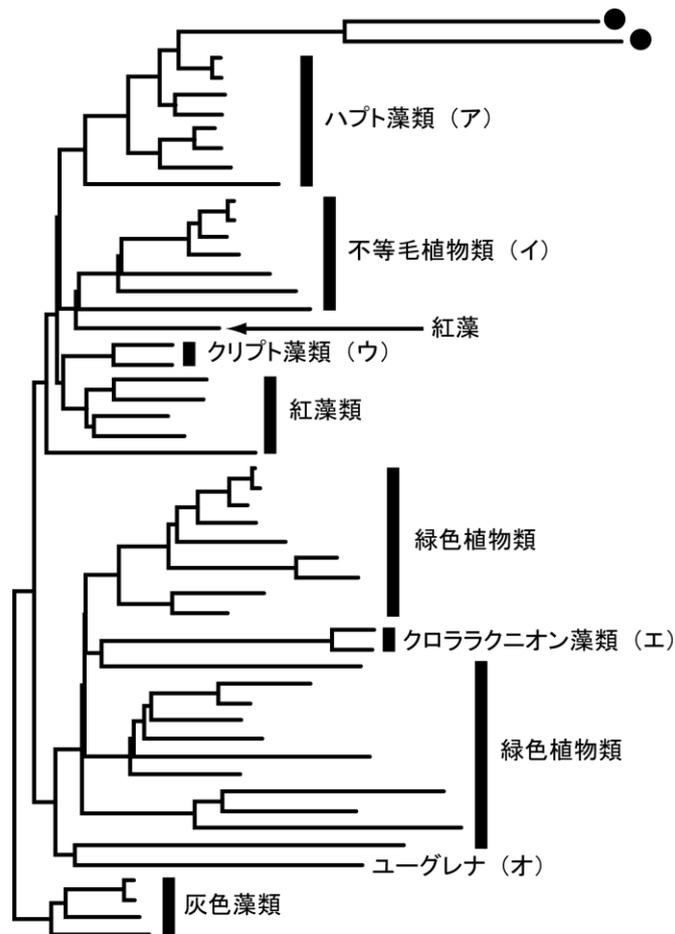


図1 葉緑体ゲノムコードリボソーム RNA 系統樹

[次のページに続く]

- (1) 空欄 [1] ~ [3] にあてはまる適当な語を記せ。
- (2) 下線(a)の緑色植物類、紅藻類、灰色藻類を含む系統群は、一般に何と呼ばれているか。(カ) ~ (サ) から選び、記号で記せ。
- (カ) エクスカバータ (キ) リザリア (ク) アーケプラスチダ
(ケ) オピストコンタ (コ) アメーボゾア (サ) スピロヘータ
- (3) 図1の系統樹中から、Chl *a+c* タイプ葉緑体をもつ分類群をすべて選び、図中の記号(ア) ~ (オ) で記せ。
- (4) 図1に基づき、Chl *a+c* タイプ葉緑体の起源は、緑色植物類、紅藻類、灰色藻類のうちどれだと考えられるか答えよ。
- (5) 図1の系統樹中の黒丸で示された2つの配列は渦鞭毛藻類に由来する。これら渦鞭毛藻類葉緑体配列が、ハプト藻類葉緑体配列と近縁性を示すのはなぜか、1~2行で答えよ。ただし、典型的な渦鞭毛藻類葉緑体配列はこの系統解析には含まれていないが、ハプト藻葉緑体と近縁とならないとする。

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

- (1) アピコプラスト
(2) アルベオラータ
(3) ピレノイド
(4) Endosymbiotic gene transfer
(5) ヌクレオモルフ

問題 2

問1 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

動物分類学の慣習では、分類群が高次になるにつれて包含される種の範囲が入れ籠式に広がる。分類階級としての種は、^(a)適切な種の定義 (概念) に立脚すれば、普遍的絶対的に定義できる。それによって、ある分類群に種という階級がふさわしいかどうかを客観的に検証することができる。ところがより高次の分類群である、[1]、科(family)、[2]、[3]、門(phylum)、界(kingdom)については、絶対的定義はなく、階層の高低関係で相対的に定義するしかない。門とは「基本的な体制を同じくする分類群である」として、門に関する絶対的な定義付けを行おうとする試みはある。しかし、形態的な不連続性がどの程度ならば基本体制における違いと認めるべきか、客観的な基準はない。

脊索動物の関係においても、他の動物群と直接比較できないようなユニークな体構成成分として、脊索を認めれば、脊索動物門は妥当であろうが、鰓裂とすれば、脊索動物+[4]を門にランクすべきであろう。一方、「軟骨性ないし骨性の頭蓋」とすれば[5]門が認められることになるだろう。

(西川輝昭「動物の自然史」第4章 1995年 北海道大学図書出版会 より改変)

- (1) 文章中の空欄[1]～[5]にあてはまる適切な語を記せ。
- (2) 下線部(a)に関連して、適切な種理論の一つあげて、2～3行で説明せよ。

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

- (1) らせん卵割
- (2) 冠輪動物
- (3) RAPD 解析
- (4) 無顎類
- (5) 腸体腔

問3 海綿動物、刺胞動物、棘皮動物、脊椎動物の4つの動物について、どのような系統関係にあるか、系統樹で示せ。また、その系統樹の根拠となるような特徴を系統樹の中に書き込め。

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) 温室効果
- (2) COP10
- (3) バイオレメディエーション
- (4) ベントス
- (5) ハミルトンの法則
- (6) 富栄養化

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) ある地理的範囲に生息する同種の個体の集団
- (2) 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

問3 以下の問(1)～(2)に答えよ。

- (1) 食物網の中の各食物連鎖は、通常は少ない連鎖環から形成されている。この理由を、
①エネルギー仮説と②動的安定性仮説を用いてそれぞれの違いが分かるように各1～2行程度で説明せよ。
- (2) ①指数関数的成長モデルと②ロジスティック成長モデルの違いについて、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。

植物にとって光は光合成のエネルギー源であるとともに、シグナル（信号）としても作用する。光合成色素である [1] と [2] が吸収するのは 400~700 nm の光で、この波長域の光は [3] と呼ばれる。光合成色素に吸収された光はまず [4] で酸化還元エネルギーに変換され、^(a)電子伝達系を経て NADPH などの還元力に変換されるとともに、高エネルギー化合物である [5] の合成に使われる。還元力と [5] は、^(b)葉緑体ストロマで利用されるとともに、細胞質にも輸送されさまざまな反応に利用される。

植物は赤色光と青色光を光環境を伝えるシグナルとして感知する。赤色光は [6] で、青色光は [7] と [8] で受容される。[6] は、^(c)発芽、緑化、花芽形成などのさまざまな生理反応に関与している。青色光受容体のうち [8] は最近、光屈性、気孔の開閉、葉緑体の光定位運動に関与することが明らかにされた。

- (1) [1] ~ [5] にあてはまる適切な語を記せ。
- (2) [6] ~ [8] にあてはまる光受容体タンパク質の名前を記せ。
- (3) 下線(a)で示した反応が行われる葉緑体内の構造の名前を書け。
- (4) 下線(b)で示した還元力と [5] を利用する反応のうち、光合成炭酸固定（炭素同化）以外の反応を2つ記せ。
- (5) レタスは、下線(c)の赤色光で発芽が誘導される光発芽種子の代表例である。レタス種子の発芽に対する赤色光と遠赤色光の効果を2~3行で説明せよ。

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

- | | |
|------------|---------------|
| (1) 概日リズム | (5) シンプラスト |
| (2) アブシジン酸 | (6) 不定根 |
| (3) エチレン | (7) エリシター |
| (4) オーキシン | (8) ファイトアレキシン |

問題 5

問1 哺乳類のニューロン（神経細胞）を図示し、名称を明記せよ。

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）脱分極
- （2）一次感覚細胞
- （3）静止電位
- （4）抑制性シナプス後電位
- （5）知覚

問3 神経細胞は神経分泌という作用形態によって内分泌系の中樞として機能していることが知られている。神経分泌ホルモンを1つあげ、その機能的な特性を1行程度で説明せよ。

問4 血糖調節に関与するホルモンを2つあげ、それぞれを分泌する臓器または細胞と生物学的な作用について1行程度で説明せよ。

問5 脂溶性ホルモンと比較して、水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、以下の問(1)～(3)に答えよ。

脊椎動物胚の四肢の発生は、発生におけるパターン形成を研究する上でまたとない良いモデルとなっている。ニワトリ胚では卵発生の3日目には肢の形成が始まる。この時までには体全体の[1]軸が形成され、それぞれの場所の部域的発生方向が[2]遺伝子の発現により決定される。哺乳類では、この遺伝子は異なる染色体上に存在する[3]個の遺伝子複合体を形成している。いずれの遺伝子産物もカルボキシ末端近くに[4]個のアミノ酸から構成される共通構造をもち、この構造は[5]ドメインと呼ばれる。肢は、この時期に胚の表面に現れる[6]と呼ばれる小さな突起から形成される。卵発生の10日目には肢の主要な構造がほぼ形成される。(a)肢の発生は3つの発生軸により制御されている。初期の肢の原基は、内部の間充織を占める[7]由来の細胞と、外側を覆う[8]由来の細胞との二つの要素から構成されている。肢の骨格や結合組織は[6]間充織由来の細胞から形成されるが、骨格筋は[9]から[6]に移動してくる細胞により形成される。間充織と同様に、[9]は[7]に由来する構造であり、脊索の両側に位置し、脊椎骨を含む骨格や骨格筋、真皮等に分化する。[6]の外縁部には[10]と呼ばれる肥厚化した構造が存在する。

(1) 空欄 [1] ～ [10] に適切な語または数字を記せ。

(2) 下線部(a)について、肢の発生を支配する3つの発生軸の名称を挙げよ。

(3) 下の図はニワトリ胚におけるある制御因子をコードする mRNA の[6]における発現(矢印)を示したものである。この制御因子が属する遺伝子ファミリーの名称をあげ、肢形成における機能について3～4行で説明せよ。

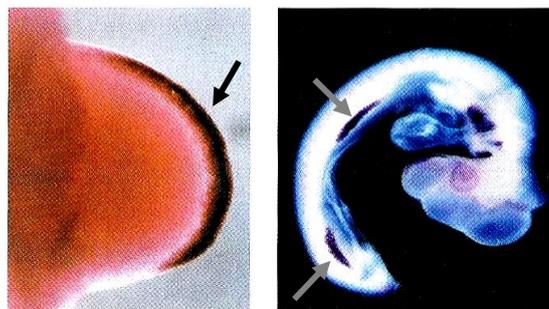


図 Developmental Biology, Scott F. Gilbert, Sinauer, Associates, Inc. より

[次のページに続く]

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行で説明せよ。

- (1) アクチビン
- (2) カドヘリン
- (3) ソニックヘッジホッグ
- (4) モルフォゲン
- (5) 分節遺伝子
- (6) プログラム細胞死

問題 7

問1 次の文章を読み、以下の問(1)～(3)に答えよ。

細胞の細胞膜や膜系オルガネラはリン脂質二重層構造をとった生体膜によってつくられている。生体膜がリン脂質二重層構造である事実は、哺乳類の赤血球を用いた実験によって比較的簡単に見いだすことができる。哺乳類の末梢血から調製した赤血球をアセトン処理し、脂質を抽出・分離する。分離した脂質を水面に浮かせ、単分子層になるまで縮小すると、単分子層のおおよその面積を見積もることができる。実際、赤血球から調製した脂質の単分子層の面積は、もとの赤血球の表面積の総和の約2倍であった。

- (1) リン脂質二重層構造を図示し、名称や注釈を明記せよ。
- (2) アセトンで抽出・分離し、水面で単分子層となった状態の構造を図示し、名称や注釈を明記せよ。
- (3) 上記の実験で哺乳類の赤血球が用いられた理由を考察し、3行程度で説明せよ。

問2 真核細胞の細胞質に含まれる葉緑体やミトコンドリアには独自のゲノムが存在している。このような核外ゲノムの存在が葉緑体やミトコンドリアの共生説を支持する根拠の1つとなっている。核外ゲノムは電子顕微鏡下で電子密度の高い構造物として確認できる場合がある。では、その構造物がDNAであることを証明するための方法を提案し、3行程度で説明せよ。

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

- (1) 減数分裂
- (2) 中間径フィラメント
- (3) エンドサイトーシス
- (4) 小胞体
- (5) ゴルジ体

問題 8

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

- (1) プリオン
- (2) プロテオミクス
- (3) 完全優性
- (4) ナンセンス変異
- (5) トランスポゾン

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。「開始」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、開始コドン、開始tRNA、GTP、GDP、Eサイト、Pサイト、Aサイト、翻訳開始複合体

問3 以下の(1)と(2)の用語について、それぞれ3～4行で説明せよ。

- (1) エピジェネティック(後生的)遺伝
- (2) エキソンシャッフリング

問題 9

問1 次の文章を読み、[1] ~ [12] にあてはまる語句を記せ。

生物の遺伝情報は DNA に保存されている。DNA の情報は mRNA に転写された後、コドンにしたがってポリペプチド配列情報へ翻訳される。翻訳の結果合成されたポリペプチドは、[1] や [2] などの二次構造を介して安定な高次構造を取り、タンパク質分子の機能を発現する。立体構造の構築は、[3] などの他のタンパク質の介在により促進される。一般に mRNA がコードするアミノ酸は [4] 種類であり、そのうちの [5] や [6] は酸性、[7] や [8] はアルカリ性を示すアミノ酸である。また、[9] , [10] , [11] は水酸基を持ち、タンパク質中のそれらの残基の中には、プロテインキナーゼにより [12] 化されるターゲットとなることがある。[12] 基は大きな負電荷をもつので、タンパク質の立体構造に大きな変化をもたらし、活性が調節されることが知られている。

問2 下の図はある生物から抽出した水溶性タンパク質を、等電点電気泳動/SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動によって二次元に分離し、染色によりタンパク質を可視化した結果の一部を示したものである。分離されたタンパク質スポットの Peptide Mass Fingerprinting 解析を行った結果、図中で矢印で示したスポット群は、それぞれ同一の遺伝子産物に由来するものであることがわかった。同一のタンパク質が異なるスポットに分離された理由を推定し、等電点電気泳動と SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動の原理をふまえて 5 行程度で記せ。

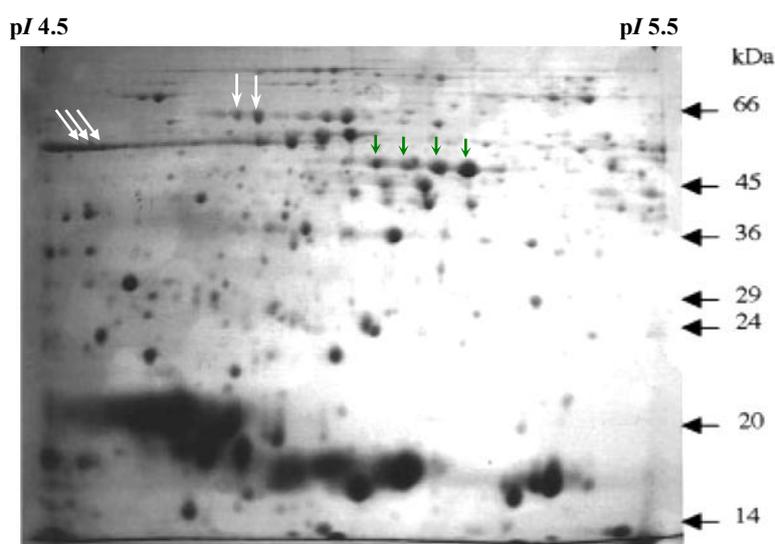


図 Simon et al., 2002, Proteomics 2, 1735-1742 より

[次のページに続く]

問3 以下の(1)～(6)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) 制限酵素
- (2) DNA ポリメラーゼ
- (3) X線結晶構造解析
- (4) ジスルフィド結合
- (5) レポーター遺伝子
- (6) FRET(蛍光共鳴エネルギー移動)

問題 10

問1 真正細菌類、古細菌類、真核生物について、以下の問に答えよ。

- (1) 真正細菌類、古細菌類、真核生物のうち、主に環状ゲノムをもつものをすべて選び、答えよ。
- (2) スプライソソームにより取り除かれるイントロン(スプライソソーマルイントロン)をもつものは、真正細菌類、古細菌類、真核生物のうちどれか答えよ。
- (3) 自己触媒型(セルフスプライシング)イントロンのうち、スプライソソーマルイントロンと進化的に近縁と考えられるイントロンの名称を答えよ。
- (4) ミトコンドリアと葉緑体(色素体)は、細胞内共生を通じて獲得したオルガネラである。ミトコンドリアの起源となった真正細菌類は何か答えよ。

問2 生物種(ア)～(キ)および(ク)～(シ)に関し、以下の問に答えよ。

- (1) 真菌類(Fungi)に含まれるものを(ア)～(キ)からすべて選び、記号で答えよ。
 - (ア) *Bacillus subtilis* (枯草菌)
 - (イ) *Nostoc commune* (イシクラゲ)
 - (ウ) *Dictyostelium descoideum* (キイロタマホコリカビ)
 - (エ) *Plasmodiophora brassicae* (ネコブカビ)
 - (オ) *Cyanidioschyzon merolae* (イデユコゴメ)
 - (カ) *Phytophthora infestans* (エキビョウキン)
 - (キ) *Batrachochytrium dendrobatidis* (カエルツボカビ)
- (2) 窒素固定が可能な生物種を(ク)～(シ)からすべて選び、記号で答えよ。
 - (ク) *Rickettsia prowazekii*
 - (ケ) *Methanococcus vanniellii*
 - (コ) *Streptomyces griseus*
 - (サ) *Mycoplasma hominis*
 - (シ) *Bradyrhizobium japonicum*

[次のページに続く]

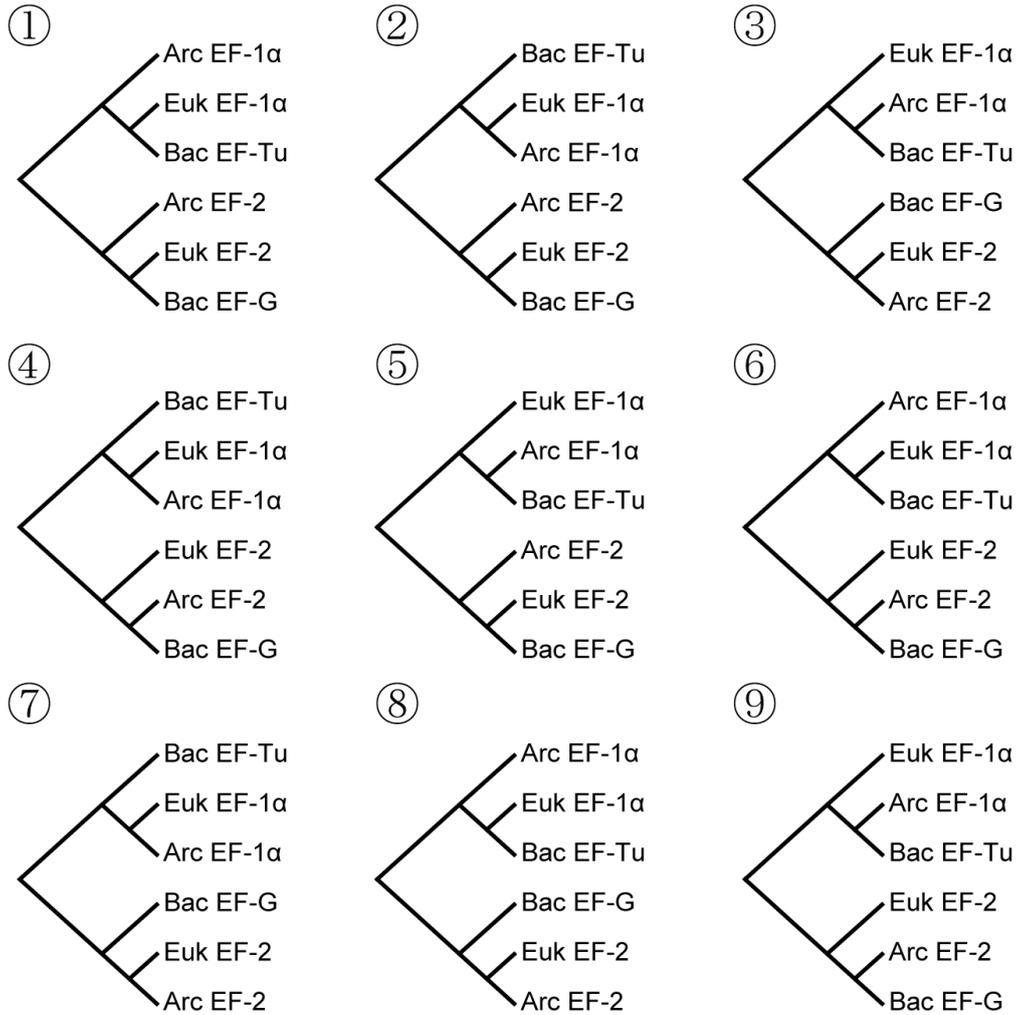
問3 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

真正細菌類の翻訳伸長因子 Tu (EF-Tu) と古細菌類・真核生物の EF-1 α は互いに相同であり、アミノアシル tRNA と結合し、それを [1] に運搬する。同様に、真正細菌類の EF-G と古細菌類・真核生物の EF-2 も相同なタンパク質である。このように異なる生物種に存在する相同タンパク質を [2] とよぶ。さらに、EF-Tu/1 α のアミノ酸配列と EF-G/2 のアミノ酸配列は有意なホモロジーをもつ。2つのタンパク質ファミリーは、真正細菌類、古細菌類、真核生物に普遍的に存在するため、全生物の共通祖先のゲノム中で起きた [3] により確立したと考えられる。

- (1) 空欄 [1] に当てはまる語を、以下の (ア) ~ (ウ) の中から選べ。
(ア) リボソーム (イ) プロテオソーム (ウ) 小胞体
- (2) 空欄 [2] に当てはまる語を、以下の (エ) ~ (カ) の中から選べ。
(エ) ゼノログ (オ) オーソログ (カ) パラログ
- (3) 空欄 [3] に当てはまる語を、以下の (キ) ~ (ケ) の中から選べ。
(キ) 遺伝子重複 (ク) 相同組換え (ケ) 遺伝子水平移動
- (4) これまでの研究から、古細菌類と真正細菌類のどちらが真核生物と近縁であると
考えられているか答えよ。

[次のページに続く]

(5) EF-Tu/1 α と EF-G/2 配列をもちいて、真正細菌類、古細菌類、真核生物の系統関係を推測した。(4)の答えを参考に、正しい系統樹を①～⑨の中から選べ。図中の Bac、Arc、Euk は、それぞれ真正細菌類、古細菌類、真核生物を示す。



問題 11

問1 以下の化合物についてその構造式を書き、また分子量を記せ。

(1) 1,3-dimethylcyclohexane

(2) 4-methylcyclohexene

(3) nitrobenzene

問2 以下の用語の中から2つを選び、それぞれ2行程度で説明せよ。必要に応じて図を使ってよい。

- (1) ヘテロ原子
- (2) ケト-エノール互変異性
- (3) ペプチド結合
- (4) 不斉炭素
- (5) 共役ジエン

問3 一般にアルキルアミンはアンモニアよりも強い塩基性を示すが、アニリンに代表される芳香族アミンの塩基性はアンモニアよりも弱い。アニリンで塩基性が弱まる理由について、構造式を用いて3行程度で説明せよ。