

平成22年度  
生命環境科学研究科  
生物学専攻  
入学試験問題

専門科目

平成21年8月18日(火) 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I)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2cm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 維管束植物は全陸上植物のうち大部分の種を含む植物群であると考えられている。以下の3つの植物群について記載種数の多い順に記号を並べよ。

- (ア) シダ植物      (イ) 裸子植物      (ウ) 被子植物

問 2 陸上植物はさまざまな緑色藻類の中でも車軸藻類の祖先から分化したと考えられている。陸上植物が車軸藻類とのみ共有する特徴を以下のア～オから2つ選びその記号を記せ。

- (ア) 光合成色素としてクロロフィル a と b を持つこと  
(イ) セルロースを主成分とする細胞壁を持つこと  
(ウ) 精子がスプライン多層構造体型の鞭毛装置を持つこと  
(エ) 細胞分裂中に細胞板を合成するときにフラグモプラストの形成を伴うこと  
(オ) グリコール酸代謝にグリコール酸脱水素酵素が使われること

問 3 陸上植物と車軸藻類の共通祖先にはなく、陸上植物で独立に進化したと考えられるほとんど全ての陸上植物がもつ主要な特徴を3つあげ、それぞれ2行程度で説明せよ。

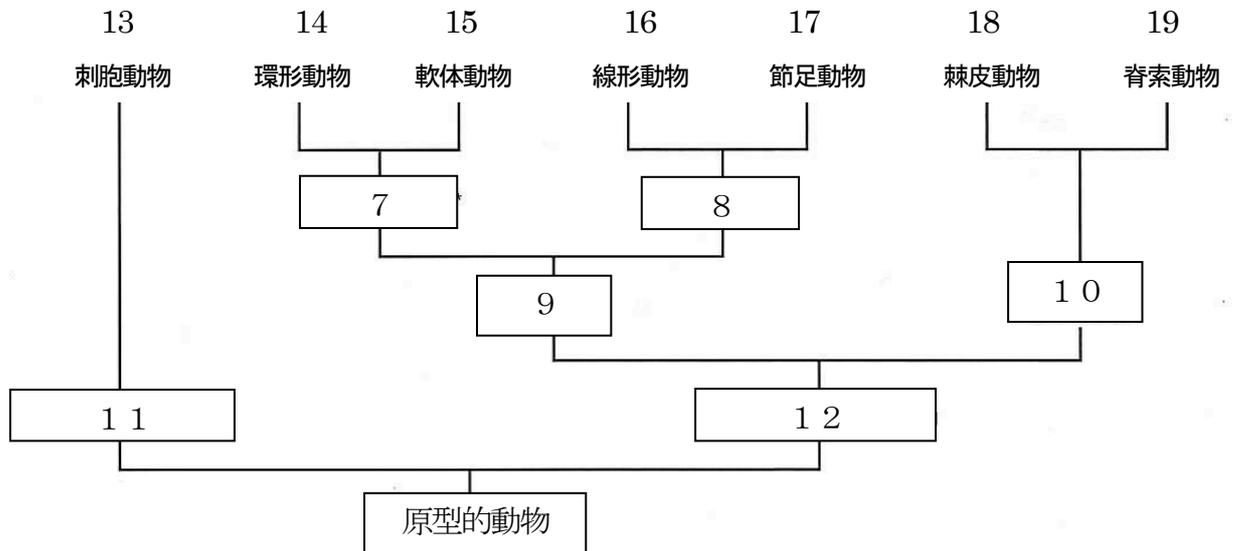
問 4 葉緑体の進化に関する以下の用語について具体例を挙げて3行程度で説明せよ。

- (1) 一次共生  
(2) 二次共生

## 問題 2

問 図は伝統的な動物界の分類方法に分子系統学の知見を加えて改良された系統樹である。次の文章を読んで以下の問に答えよ。

胚発生過程における特徴は、動物を分類する上で重要である。様々な発生学的特徴の中でも、とりわけ [ 1 ] の有無、またはその数は大きな手がかりを与えてきた。もう一つの特徴は [ 2 ] を持つか否かということにある。プラナリアの様な [ 3 ] は [ 2 ] を持たないので、[ 4 ] に分類される。線形動物を含む無脊椎動物の多くは [ 2 ] をもつが、[ 5 ] によって囲まれているだけであるので [ 6 ] と総称される。これに対して、環形動物、軟体動物、節足動物、棘皮動物及び脊索動物は、すべて [ 2 ] を備えている。



(1) 文章中の [ 1 ] ~ [ 6 ] ならびに図中の空欄 7 ~ 12 に適切な用語または動物群の名称を記入せよ。

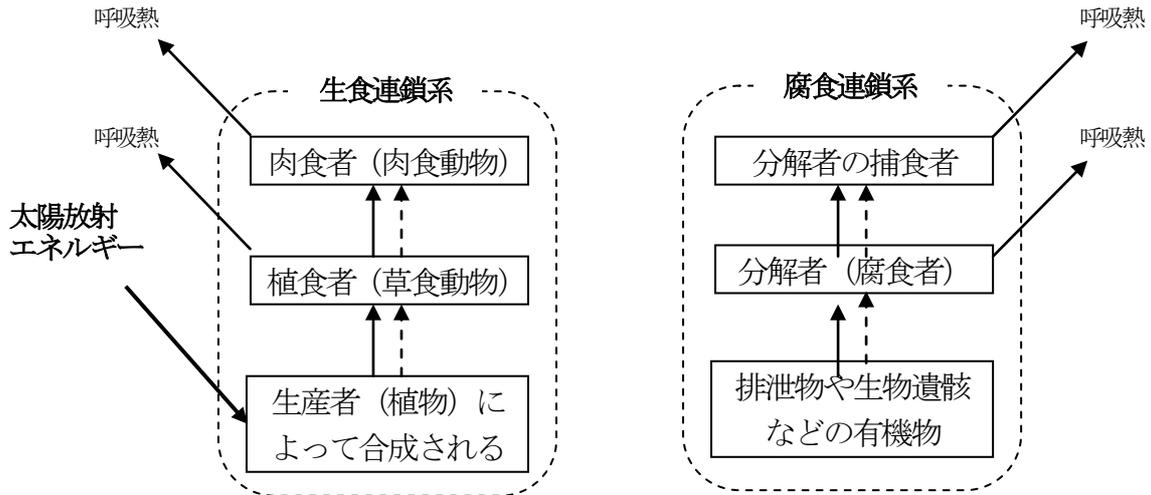
(2) 図中 13 ~ 19 の動物群に所属する動物を以下のものからすべて選び、記号で答えよ。

- |            |            |         |           |
|------------|------------|---------|-----------|
| (ア) ヒドラ    | (イ) クラゲ    | (ウ) ミミズ | (エ) クモ    |
| (オ) ハエ     | (カ) ウニ     | (キ) ホヤ  | (ク) センチュウ |
| (ケ) ヤツメウナギ | (コ) タコ     | (サ) ゴカイ | (シ) ミツバチ  |
| (ス) カイメン   | (セ) ナメクジウオ |         |           |

(3) 分子レベルの知見を反映した図の系統樹は従来の動物界の系統樹とどのような点が異なるか、3 ~ 4行で簡潔に述べよ。

### 問題 3

問 1 生態系におけるエネルギーの流れと養分の循環の関係を示す模式図を完成させたい。下の図はその途中の模式図である。エネルギーの流れは実線の矢印で、養分の流れは破線の矢印で示してある。このことに関して以下の間に答えよ。



- (1) 解答欄に上の図を描き、さらに足りない矢印を図に書き加えることで模式図を完成させよ。
- (2) 生態系における純一次生産、生食連鎖系、腐食連鎖系について、エネルギーの流れを考慮して、それぞれ3行程度で説明せよ。

問 2 以下の (1) ~ (4) の生態学の用語の中から3つ選び、それぞれ3行程度で説明せよ。

- (1) 内的自然増加率 (intrinsic natural rate of increase)
- (2) 生物ポンプ (biological pump)
- (3) バイオマス (biomass)
- (4) ベントス (benthos)

## 問題 4

問1 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

一般に植物の種子発芽には、〔 1 〕、〔 2 〕、〔 3 〕が必要であるが、さらに、発芽の制御に光条件が重要な役割を果たすものがある。光が抑制的に働くものを〔 4 〕種子、光が促進的に働くものを〔 5 〕種子と呼ぶ。代表的な〔 5 〕種子としては、レタスの品種「グランドラピッズ」が知られている。レタス種子の〔 5 〕には光の波長による制御があり、〔 6 〕色光照射で発芽が誘導されるが、〔 6 〕色光照射の直後に〔 7 〕色光を照射することで〔 6 〕色光の効果が失われる、可逆的な性質を示す。〔 6 〕色光の照射後、種子内では、発芽を促進する植物ホルモンAの内生量が増加し、発芽を抑制してきた植物ホルモンBの効果を打ち消す結果、発芽が始まる。〔 5 〕は、レタスのような小型の種子にとって重要な生存戦略と考えられている。

- (1) 〔 1 〕～〔 7 〕にあてはまる適切な語を記せ。
- (2) 〔 5 〕で中心的な役割を持つ光受容体タンパク質の名前を記せ。
- (3) この光受容体タンパク質は、上述以外にも多くの生理現象に関係している。例を1つ挙げ、3～4行程度で簡単に説明せよ。
- (4) 植物ホルモンA、植物ホルモンBの名前を記せ。
- (5) 下線(a)とはどのような戦略であるか、3～4行程度で説明せよ。

問2 次の用語より2つを選び、それぞれ3～4行程度で説明せよ。

- (1) C4植物
- (2) 光リン酸化
- (3) 頂芽優性
- (4) アレロパシー
- (5) 概日リズム
- (6) クリプトクロム

## 問題 5

問1 次の文章中の空欄 [ 1 ] ~ [ 6 ] にあてはまる適切な語を記せ。

筋繊維の電気的な興奮から筋収縮が起こるまでの一連の過程を [ 1 ] という。骨格筋においては、[ 2 ] で発生した活動電位は細胞膜が陥入した [ 3 ] に伝わり、[ 3 ] の電位センサーであるジヒドロピリジン受容体が構造変化する。この構造変化が [ 4 ] 膜のリアノジン受容体 ([ 5 ] チャンネル) に伝わることでチャンネルが開口し、[ 4 ] から [ 5 ] が放出される。放出された [ 5 ] がトロポニンと結合することによりアクチンと [ 6 ] のすべりが起こり、筋が収縮する。

問2 我々の脳は刺激の種類 (例えば光や音) を如何にして区別しているのだろうか。標識つき経路理論 (labeled-line theory) に基づいて、モダリティ (modality) と神経経路の2つの語を用いて4行程度で説明せよ。

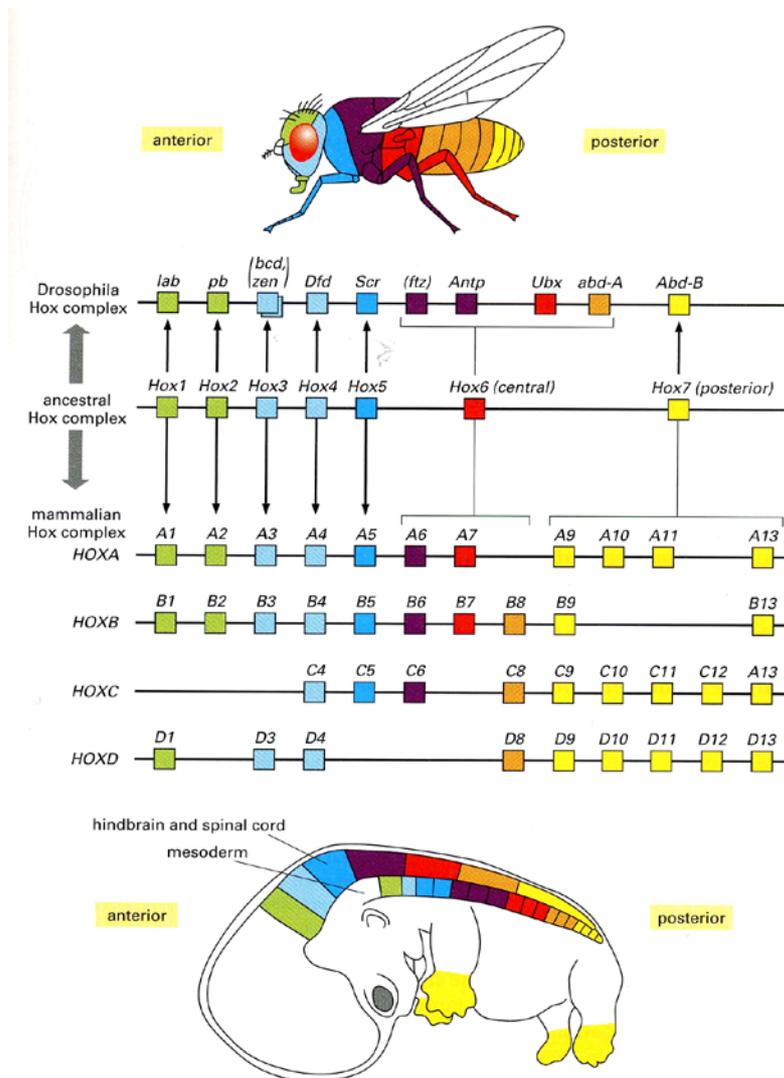
問3 以下の (1) ~ (6) の動物生理学の用語の中から3つ選び、それぞれ4行程度で説明せよ。

- (1) スターリングの心臓の法則 (Starling's law of the heart)
- (2) Gタンパク質共役型受容体 (G-protein-coupled receptor)
- (3) ヘップ則 (Hebb's rule)
- (4) 生得的解発機構 (innate releasing mechanism)
- (5) 跳躍伝導 (saltatory conduction)
- (6) 電気シナプス (electrical synapse)

## 問題 6

問1 次の文章を読んで以下の問に答えよ。

動物の発生過程は様々な因子により体系的に制御されている。図は、動物の [ 1 ] 軸に沿ったパターン形成を制御している [ 2 ] 遺伝子について示したものである。哺乳類では、これらの遺伝子は異なる [ 3 ] に存在する4つ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。それぞれの遺伝子複合体には *HOX-A1* や *HOX-A2* のように、異なる番号を持ち、互いにオースログとよばれる遺伝子が存在している。また、*HOX-A1* や *HOX-B1* などのように、同じ番号を持つ異なるグループに存在する遺伝子は互いに [ 6 ] とよばれている。ショウジョウバエではこれらの遺伝子は [ 7 ] 複合体と [ 8 ] 複合体の2つの遺伝子群に分かれている。



[次のページに続く]

- (1) [ 1 ] ~ [ 8 ] に適切な語または数字を記せ。
- (2) 以下の語をすべて使用し、図の遺伝子複合体の構成と発現様式について3~4行で説明せよ。  
ボディープラン、領域、染色体、配列順序、ショウジョウバエ、哺乳類

問2 次の事項について2~3行で説明せよ。

- (1) Pax6 タンパク質と神経発生
- (2) TGF $\beta$  スーパーファミリーと中胚葉誘導
- (3) bHLH タンパク質と細胞分化

## 問題 7

次の文章を読み、以下の問に答えよ。

1997年に発表されたクローン羊のドリーの誕生の後、ウシ、マウス、イヌなどでも体細胞核移植によるクローン動物の作製が次々と報告された。ほ乳類の体細胞クローン動物は、一般的には、〔 1 〕の核を取り除き、体細胞の核を細胞質内に注入するあるいは体細胞と〔 2 〕させることにより作製される。また、体細胞とES（胚性幹）細胞を〔 2 〕すると、体細胞核がES細胞様に変化し、体細胞に多能性が誘導される。2006年には、マウスの体細胞に<sup>(a)</sup>4つの遺伝子(*Oct3/4, Sox2, Klf4, c-Myc*)を強制発現することにより、ES細胞と同じ多能性をもったiPS（人工多能性幹）細胞を作製できることが示され、翌年には同様の方法によりヒトiPS細胞の作製も報告された。このように、分化した体細胞が全能性や多能性を再獲得する現象は〔 3 〕とよばれる。

問1 〔 1 〕～〔 3 〕にあてはまる適切な語を記せ。

問2 体細胞クローン技術によりどのようなことが可能になると考えられるか、その例を2行程度で述べよ。

問3 マウスES細胞は、遺伝子の機能を個体レベルで解析するために使用されている。どのような手法か、4～5行程度で説明せよ。

問4 iPS細胞が再生医療への応用で注目されている理由を、ES細胞と対比して4～5行程度で述べよ。

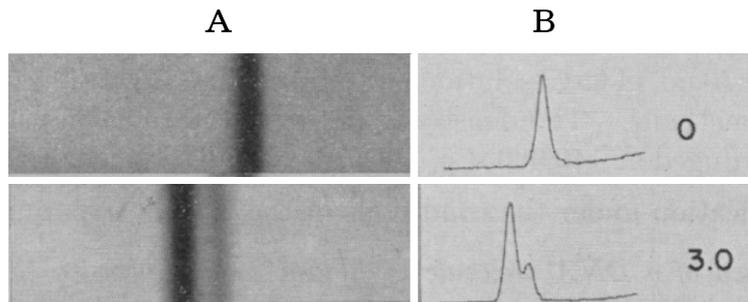
問5 下線部(a)はいずれもES細胞で発現している遺伝子であるが、iPS細胞では体細胞にどのような変化が起り多能性を獲得したと考えられるか、以下の語をすべて使用して4～5行程度で説明せよ。

転写因子、エピジェネティックな制御、遺伝子ネットワーク

## 問題 8

問1 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

Watson-Crick のモデル (1953 年) によると、DNA は糖とリン酸が [ 1 ] 結合でつながった骨格が外側にあり、内側で塩基が [ 2 ] 結合を形成している二重らせん構造となっている。Meselson と Stahl (1958 年) は  $^{15}\text{N}$  を含む培地で育てた大腸菌の DNA と  $^{14}\text{N}$  の培地に移して得られた娘細胞の DNA を [ 3 ] 法によって区別することに成功し、二重らせんがジッパーのようにはどけてそれぞれのポリヌクレオチド鎖が新しく合成される DNA の鋳型となるという [ 4 ] 的複製様式を証明した。下図はその論文に掲載された図の一部である。Aのパネルは [ 3 ] 法によって得られた DNA バンドの写真で、[ 5 ] 側が遠沈管の底 (より高密度) となっている。Bの曲線はその紫外吸収パターンを、数値は大腸菌を  $^{15}\text{N}$  の培地から  $^{14}\text{N}$  の培地に移してからの世代数を示している。



- (1) [ 1 ] ~ [ 5 ] にあてはまる適切な語を記せ。
- (2) 世代3.0の2本のバンドのうち、右側のより薄いバンドはどのようなDNAに相当するか、2行程度で説明せよ。
- (3) 世代4.0ではどのようなバンドが得られると期待されるか、バンドの数と一番薄いものを1としたときの濃さの比を左から順に記せ。

問2 アンチコドン配列が **5'-UUC-3'** である tRNA に共有結合するアミノ酸の名称を記せ。省略形は用いないこと。また、遺伝暗号表は次ページに与えられたものを使用すること。

[次のページに続く]

問3 以下の語句から3つを選び、各々2～3行程度で簡潔に説明せよ。

- (1) 検定交配
- (2) (メンデルの遺伝に関する) 分離の法則
- (3) イントロン
- (4) プラスミド
- (5) レトロトランスポゾン

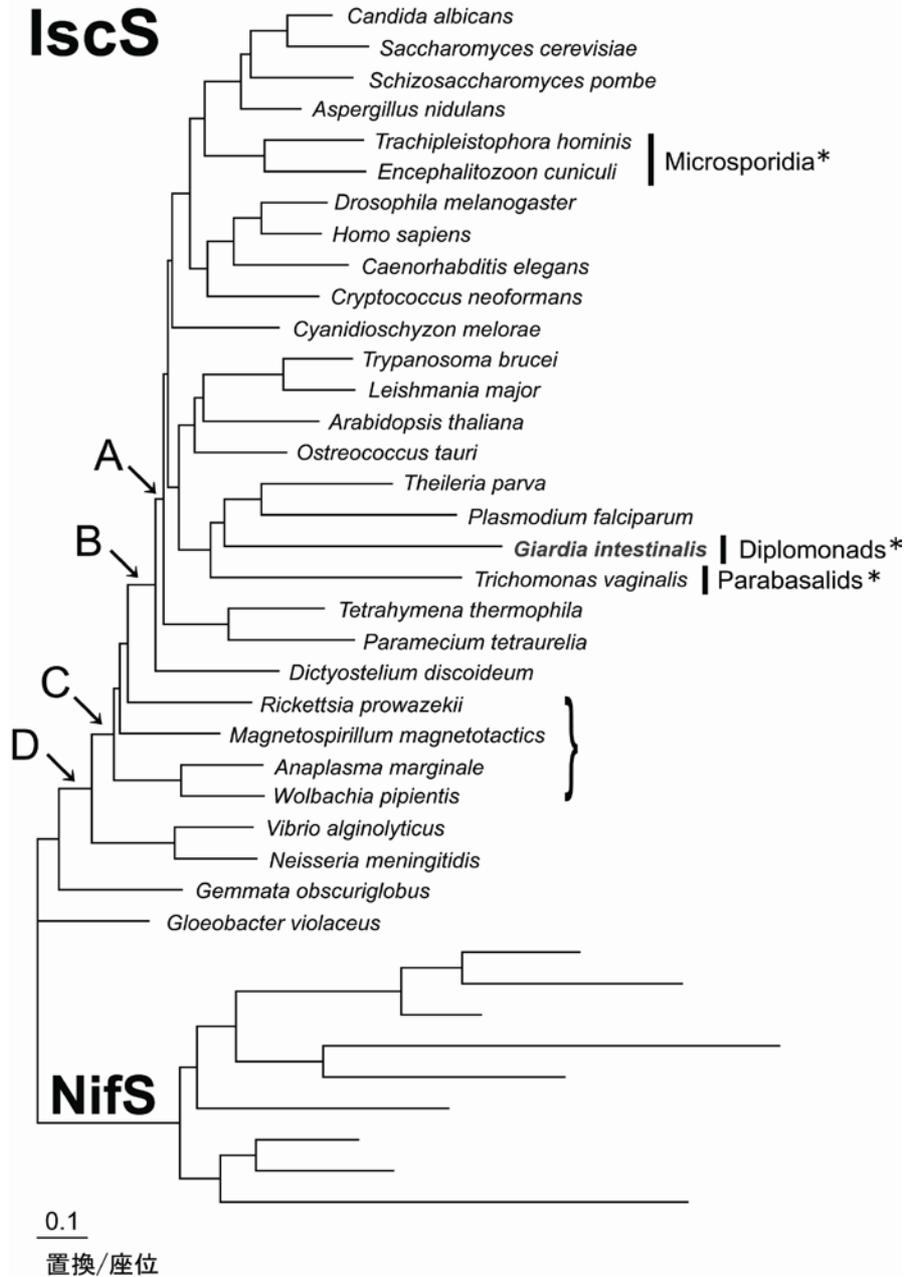
遺伝暗号表

UUU	Phe	UCU	Ser	UAU	Tyr	UGU	Cys
UUC		UCC		UAC		UGC	
UUA	Leu	UCA		UAA	Stop	UGA	
UUG		UCG		UAG		UGG	Trp
CUU	Leu	CCU	Pro	CAU	His	CGU	Arg
CUC		CCC		CAC		CGC	
CUA		CCA		CAA	Gln	CGA	
CUG		CCG		CAG		CGG	
AUU	Ile	ACU	Thr	AAU	Asn	AGU	Ser
AUC		ACC		AAC		AGC	
AUA	Met	ACA		AAA	Lys	AGA	Arg
AUG		ACG		AAG		AGG	
GUU	Val	GCU	Ala	GAU	Asp	GGU	Gly
GUC		GCC		GAC		GGC	
GUA		GCA		GAA	Glu	GGA	
GUG		GCG		GAG		GGG	



## 問題 10

問1 システインデスルフラゼ (IscS) は通常真核生物ではミトコンドリアで機能しているタンパク質であり、Fe-S クラスターの生合成反応に関与している。以下の図は IscS の分子系統樹であり、NifS の配列をアウトグループとして描いたものである。これをみて以下の設問に答えよ。ただし、系統樹の樹形は全て正しいものと仮定せよ。



- (1) IscS の系統樹において真核生物のクレードに対応する内部枝はどれか。A~D から選び記号で記せ。

[次のページに続く]

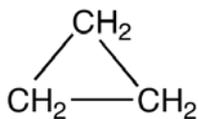
- (2) **IscS** の系統樹で真核生物のクレードの姉妹群の位置にある生物種名を答えよ。
- (3) (2) で答えた生物種の特徴を1行で述べよ。
- (4) 系統樹上の生物種の中から病原微生物を含む属名を2つ選び答えよ。
- (5) } で囲んだ生物種が所属する分類群の名称を記せ。
- (6) \*はミトコンドリアをもたない真核微生物である。これら生物における **IscS** の起源について、系統樹から推察されることを5行程度で記せ。

問2 次に示す事項のうちから2つを選び、それぞれについて2～3行程度で説明せよ。

- |                 |                |
|-----------------|----------------|
| (1) 三大生物界       | (2) 発酵と嫌気呼吸の相違 |
| (3) ペプチドグリカン    | (4) 高度好熱菌      |
| (5) バクテリオクロロフィル |                |

## 問題 11

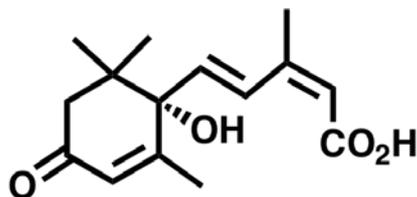
問1 分子式  $C_3H_6$  で表す化合物は以下の2つの構造異性体をとることができる。同様に分子式  $C_3H_6O$  で表す化合物の構造異性体について、考えうる全ての構造を書け。なお構造が安定であるかどうかは問わない。



問2 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) 配位結合
- (2) 鏡像異性体
- (3) 銀鏡反応
- (4) Markovnikov 則
- (5) オゾン分解

問3 以下の構造式で示す化合物 A について設問(1),(2)に答えよ。



化合物 A

- (1) 分子量を計算せよ。ただし H=1、C=12、O=16 とする。
- (2) この化合物を含む水溶液について、次ページの図で示す溶媒分画を行った。A はア～エのどの画分に回収されるのか答えよ。

[次のページに続く]

