

2010年4月入学第1回 長浜バイオ大学大学院

バイオサイエンス研究科 博士課程前期課程

一般入学試験（専門）

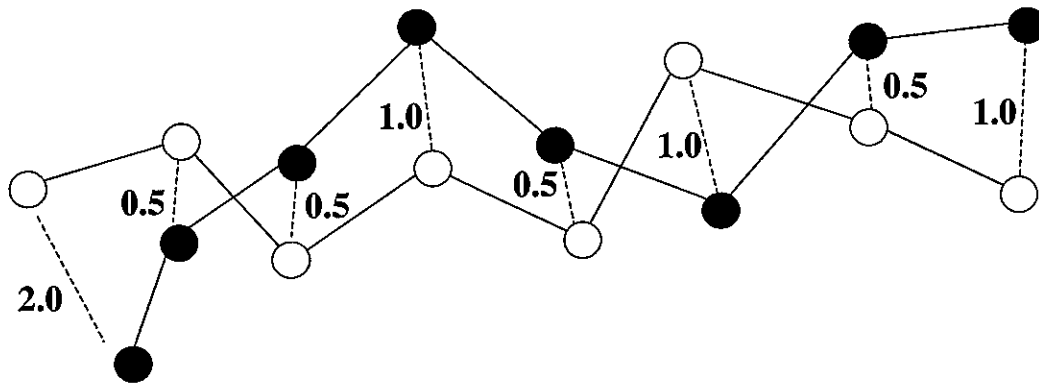
【注意事項】

1. 問題1部、解答用紙3枚を配付。事前に受験番号が記入されているので、確認すること。
2. 生物情報学、生物化学、分子生物学、細胞生物学、有機化学、生態学、植物科学の7分野より3分野を選択して解答すること。
3. 解答用紙は1分野につき1枚を使用すること。解答の際、必ず選択した分野および問題番号を記入すること。
4. 解答用紙の下欄に科目名、学籍番号、氏名の記入は不要。
5. 試験時間は、12:30～14:30（120分）。
6. 筆記用具以外の使用は禁止。また、試験時間中の途中退室は不可。
7. 解答用紙は、ホッチキス止めをしているのではありません。
8. 問題用紙、解答用紙は、入学試験終了後全て回収。

生物情報学

以下の問1から問3のすべてに答えなさい。

問1 下の図はペプチド1(アミノ酸 C α 原子を白丸で示した)とペプチド2(同じく黒丸)の構造を重ね合わせたときに、対応する C α 原子間の距離(点線。単位はÅ)を示したものである。この2つのペプチドの間の rmsd (root mean square deviation) 値を求めなさい。解答には計算の過程を示すこと。



問2 雌が XX、雄が XO タイプの性染色体を持つ生物の、ある雌の個体の XX 遺伝子型が ABCDEF/abcdef である。これらの遺伝子の染色体上の順序は確認されている。この ABCDEF 型の X 染色体上には劣勢致死遺伝子 1 があることが分かっているが、遺伝子の位置は不明である。この雌から得られた雄の子供 1000 個体の表現型が以下のものであったとして、劣勢致死遺伝子を含む各遺伝子間の相対距離を求めなさい。ただし多重交叉は起こっていないものとする。

表現型	個体数
<i>Abcdef</i>	40
<i>ABcdef</i>	30
<i>ABCdef</i>	70
<i>abcDEF</i>	30
<i>abcdEF</i>	60
<i>abcdeF</i>	20
<i>abcdef</i>	750

問3 ゲノムの多様性と進化に関する以下の問 (1) ~ (5) に答えなさい。

(1) 次の文章の空欄を埋めよ。

(ア) は点突然変異によって生じた多型である。通常、集団中に (イ) %以上の割合で存在する場合に (ア) と呼ばれる。発生頻度はマイクロサテライトより低い、ゲノムに極めて多数存在し、多型性が失われることも少ないため、連鎖解析や関連解析に用いられている。遺伝子の機能に影響する (ア) も存在するので、疾患関連遺伝子の研究で特に注目されている。複数の (ア) の対立遺伝子の組合せを (ウ) と呼ぶ。特定の (ウ) と特定の形質 (薬剤耐性や遺伝病のリスクなど) に関連が見られるため、(ウ) のカタログを作成すれば、今後の医療に大きく貢献すると考えられる。このような目的で (ア) を精密かつ大規模に調査するために推進されたプロジェクトが (エ) である。ヒトゲノム計画はゲノム全体を対象にしたが、(エ) はゲノムの中でも個体差のある (オ) %が対象である。

(2) 2個体のサンプルより以下の4種類の塩基配列データを得た。ハプロタイプを全て記せ。

配列1: 5'AACACGCCA.....TTCGGGGTC.....AGTCGACCG.....3'

配列2: 5'AACACGCCA.....TTCGAGGTC.....AGTCAACCG.....3'

配列3: 5'AACATGCCA.....TTCGGGGTC.....AGTCAACCG.....3'

配列4: 5'AACACGCCA.....TTCGGGGTC.....AGTCGACCG.....3'

(3) 中立な突然変異の固定確率、および固定に要する時間の期待値 (世代数) を記せ。

(4) ある遺伝子座に生じた突然変異が集団に固定する頻度 (分子進化速度) を k 、種の個体数を N 、遺伝子座の突然変異率を v 、突然変異の固定確率を u とすると、

$$k = 2Nvu \quad (\text{あ})$$

が成り立つ。突然変異が自然淘汰に中立な場合、(あ) 式はどのようになるか記せ。

(5) 4種の生物1~4に由来する相同遺伝子の塩基配列を調べたところ、配列位置5の塩基が GGAA (左から生物1、2、3、4) であった。このデータから、最大節約法を用いて生物1~4の分子系統樹を作成せよ。樹形は生物1~4の系統関係を示す無根系統樹 (外群を示さない系統樹) とし、塩基置換の生じた枝に印を付けよ。

生物化学

以下の問 1、問 2 に答えなさい。

問 1 次の問に答えよ。

次の式は酵素反応におけるミカエリス・メンテンの式である。

$$v = k_2 [ES] = \frac{k_2 [E]_0 [S]}{K_M + [S]}$$

但し、 v は酵素反応における初速度、 $[ES]$ は酵素基質複合体の濃度、 k_2 は酵素基質複合体から反応生成物が出来る時の速度定数、 K_M はミカエリス定数、 $[S]$ は基質の初濃度、 $[E]_0$ は酵素の初濃度（一定）とする。

$[S]$ に対して、 v を求めると、このグラフは原点を通る直角双曲線になる。

(1) 漸近線の式を求めよ ($v > 0$, $[S] > 0$ の範囲のみ)。

(2) このグラフの概要を図示せよ ($v > 0$, $[S] > 0$ の範囲のみ)。

(3) $[S] = K_M$ の時、 v は幾らになるか？

(4) 1-3 から K_M 値は何を意味しているかを述べよ。

(5) $[S]$ が小さい場合、 v はどのような式に近似されるか、ミカエリス・メンテンの式から誘導せよ。

(6) (5) で得られる式に合致する酵素反応の特徴を述べよ。

(7) $[S]$ が大きい場合、 v はどのような式に近似されるか、ミカエリス・メンテンの式から誘導せよ。

(8) (7) で得られる式に合致する酵素反応の特徴を述べよ。

問2 以下はタンパク質について記載した文章である。文章の誤りを指摘し、その理由を述べよ。

(1) L-プロリンは α らせん構造を取りやすいアミノ酸である。

(2) タンパク質の溶解度は等電点で最大となる。

(3) タンパク質の構造や機能を正しく推定するには cDNA 解析から得られたアミノ酸配列のみで可能である。

分子生物学

以下の問 1、問 2 に答えなさい。

問 1 遺伝子の構造と転写に関する次の文章を読んで以下の問いに答えよ。

真核生物において、mRNA は RNA ポリメラーゼ (ア) により遺伝子 DNA を鋳型に合成される。遺伝子の構造を図示する場合、mRNA と同じ配列をもつ DNA 鎖の配列だけに注目して、(イ) '側を左、即ち上流に、(ウ) '側を右、即ち下流に配置し、また転写が開始される最初の塩基を (エ) と呼び、その位置を+1 で表す。転写は、一般的に (エ) より上流に存在する複数の転写調節領域 (シスエレメント) を介して調節されている。第一に (エ) のすぐ上流には、転写を開始させる為の領域があり、(オ) と呼ばれる。また、(エ) から離れたところにもシスエレメントがあり、転写を活性化させる配列を (カ)、抑制する配列を (キ) と呼ぶ。

転写開始に重要な (オ) 領域には、(エ) の上流、約 25 塩基対のところによくの場合、よく保存された配列が見出される。この配列は、その塩基配列から (ク) と呼ばれ、転写開始の目印として機能する。即ち、この (ク) に (ケ) が結合し、そして他の多くの蛋白質が集合して複合体を形成し、RNA ポリメラーゼ (ア) が (エ) につれて来られる。この複合体は特に (コ) と呼ばれ、またここに集合する複数の蛋白質は、RNA ポリメラーゼ (ア) で転写される全ての (オ) に集合することから、(サ) と呼ばれる。

(オ) 領域の働きだけでは殆ど転写は起こらないことが知られており、実際には (カ) や (キ) に結合する (シ) が転写調節の鍵を握っている。そして転写活性化を引き起こす (シ) の殆どは、機能的に (ス) ドメインと (セ) ドメインと呼ばれる部位に分けることができる。

- (1) 文中の (ア) ~ (セ) に入る適切な語句を答えよ。
- (2) 下線部のような配列を遺伝子の中から見つけ出すには、一般的にどのような実験が行われているか。簡単に実験手法について解説せよ。

問 2 DNA 塩基配列を決定する方法にはマキサムギルバート法とジデオキシ法があるが、これら 2 つの手法の根本的な違いはこういったところにあるか、解説せよ。

細胞生物学

以下の問1、問2に答えなさい。

問1 次の文章を読んで以下の問いに答えよ。

細胞は、グルコース、アミノ酸、脂肪酸などを取り込んで代謝する。化学物質を分解してより小さな分子にするとともにエネルギーを取り出す過程を異化、逆に、エネルギーを消費して小さな分子から大きな分子を作り出す過程を（ア）という。グルコースは完全に分解されると（イ）と水になるが、細胞ではこれは多段階の化学反応によって起こる。解糖の酵素は（ウ）に局在しており、グルコースを（エ）まで分解する。（エ）は、細胞小器官の（オ）に輸送されると炭素が一つ取れたアセチル CoA となり、（カ）回路と呼ばれる代謝経路に入って酸化的に分解される。この回路で生じた還元剤の（キ）や FADH_2 が呼吸鎖に電子を渡すと、最終的に（ク）の産生が起こる。（ク）は、筋収縮や（ケ）など、エネルギーが必要な細胞の過程で消費される。（ク）は、植物の葉緑体で（コ）によって大量に合成される。（コ）は、光エネルギーを化学エネルギーに変換する過程と言える。

- (1) 文章の（ア）～（コ）に適切な語句を入れ、文章を完成させよ。
- (2) 解糖の過程、意義、調節などについて知るところを述べよ。

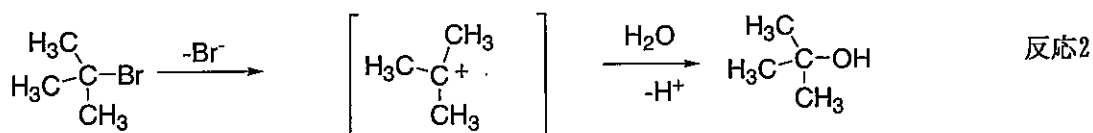
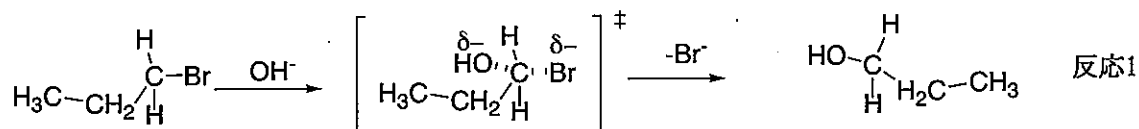
問2 細胞内におけるタンパク質分解機構について、下の言葉を必ず1回以上使用して述べよ。

リソソーム、プロテアソーム、ユビキチン、エンドサイトーシス、オートファジー

有機化学

以下の問1から問3のすべてに答えなさい。

問1 求核置換反応について文章中の(ア)から(ソ)を下の語句 a~o の中から選んで埋めよ。



上の反応で一分子求核置換反応(S_N1)と呼ばれるのは(ア)であり、二分子求核置換反応(S_N2)と呼ばれるのは(イ)である(ア、イは上の反応1か反応2)。反応1では脱離基の解離と(ウ)の攻撃が同時に起こる(エ)であり、反応速度は基質と求核剤の濃度に依存する(オ)である。もし、基質の反応点がキラルな炭素なら(カ)の(キ)が起こる。反応2では、まず脱離基の解離が起こり(ク)が生じ、ついで求核試薬が結合する(ケ)で反応は進行する。この場合、第一段階が(コ)になるので全体の反応速度は基質の濃度に依存する(サ)である。またこの際には、反応点がキラルな炭素なら立体配置の(シ)された化合物と反転した化合物が同量出来る。これを(ズ)という。これらの反応機構の考察から、カルボカチオンが安定なのは(セ)＞第二級炭素＞(ソ)の順であることがわかる。

- a. 反応1 b. 反応2 c. 一段階反応機構 d. 二段階反応機構 e. 一次反応
 f. 二次反応 g. 立体配置 h. 反転 i. 保持 j. 第一級炭素 k. 第三級炭素
 l. 求核剤 m. カルボカチオン中間体 n. 律速段階 o. ラセミ体

問2 有機化合物の機器分析法に関して以下の問いに答えよ。

- (1) D体とL体のフェニルアラニンが区別できる機器分析法を二つ挙げよ。
 (2) E体とZ体の3-ヘキセンが区別できる機器分析法を二つ挙げよ。

問3 フェノールとシクロヘキサノールの構造式をそれぞれ描き、これらのアルコールのpK_aの大小関係を示し、その理由を説明せよ。

生態学

以下の問1から問5のすべてに答えなさい。

- 問1 2つの動物種が同一ニッチェで共存するのはどのような場合か、500字以内で記しなさい。500字以内の文章に加えて図で説明することは差し支えありません。
- 問2 「K選択」を300字以内で解説しなさい。
- 問3 「包括適応度」を300字以内で解説しなさい。
- 問4 熱帯多雨林で生物多様性が豊かに保たれている理由を500字以内で説明しなさい。
- 問5 地球生態系におけるリンの循環について、炭素や窒素とは異なる特徴を500字以内で解説しなさい。

植物科学

次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

植物において、雄ずいの花粉が雌ずいの柱頭につくことを受粉という。一方、花粉の中の雄性配偶子が雌性配偶子と融合することを受精という。

雄性配偶子を担う花粉は葯の花粉嚢において形成される。葯には通常 4 つの花粉嚢が存在し、この花粉嚢の中で、花粉母細胞が分裂し最終的には 2 個の精細胞を有する花粉が作られる。

花粉が雌ずいの柱頭に受粉すると、柱頭に最も近い (ア) から花粉管が発芽してくる。雌ずいの誘導組織を通り子房に到達した花粉管は胚珠の珠孔へと誘導され、二つある助細胞のうちの片方の細胞質へと到達する。ここで、花粉管の伸長は停止し、花粉の内容物は助細胞中に放出される。花粉管から放出された二つの精細胞のうち、一つは卵細胞と受精し、胚を形成する。もう一つの精細胞は中央細胞と受精して胚乳を形成する。このように二つの精細胞がそれぞれ受精する現象は被子植物に特有であり、(イ) と呼ばれている。

(1) (ア) (イ) に当てはまる語句を記述せよ。

(2) 下線で記した花粉嚢の中で花粉母細胞から 2 個の精細胞を有する花粉が形成される過程を説明せよ。

(3) 植物には自己の花粉では受精できない自家不和合という現象が存在する。アブラナ科植物とナス科植物における自家不和合の機構のどちらかについて説明せよ。