

平成26年度
東京大学大学院総合文化研究科
広域科学専攻修士課程入学試験問題

生命環境科学系 総合科目

(平成25年8月27日 13:00~16:00)

試験開始の合図があるまで問題冊子を開いてはいけません。開始の合図があるまで、下記の注意事項をよく読んでください。

1. 本冊子は、生命環境科学系を志望する受験者のためのものである。
2. 本冊子の本文は31ページである。落丁、乱丁又は印刷不鮮明の箇所があった場合には、手を挙げて申し出ること。
3. 第1問~第27問から3問を選択して解答すること。
4. 配付された3枚の解答用紙（両面使用可）は、問題ごとに1枚を使用すること。
5. 解答用紙の上の欄に、解答した問題の番号、科目名、氏名及び受験番号を、次の記入例のように記入すること。なお、氏名、受験番号を記入していない答案は無効である。

記入例

問題番号	科目名	氏名	受験番号
第13問	生物学(5)	○ ○ ○ ○	No.○○○○

6. 日本語または英語で解答すること。
7. 本冊子の最後の3枚は草稿用紙である。切り離して使用してもよい。
8. 試験の開始後は、中途退場を認めない。
9. 本冊子、解答用紙及び草稿用紙は持ち帰ってはならない。
10. 次の欄に受験番号と氏名を記入せよ。

受験番号	
氏名	

生命環境科学系 総合科目

目次

第1問	物理学 (1)	1
第2問	物理学 (2)	2～3
第3問	物理学 (3)	4～5
第4問	物理学 (4)	6～7
第5問	化学・生化学 (1)	8～9
第6問	化学・生化学 (2)	10
第7問	化学・生化学 (3)	11
第8問	化学・生化学 (4)	12
第9問	生物学 (1)	13
第10問	生物学 (2)	14
第11問	生物学 (3)	15
第12問	生物学 (4)	16
第13問	生物学 (5)	17
第14問	身体運動科学 (1)	18
第15問	身体運動科学 (2)	19
第16問	身体運動科学 (3)	20
第17問	身体運動科学 (4)	21
第18問	身体運動科学 (5)	22
第19問	身体運動科学 (6)	23
第20問	認知行動科学 (1)	24
第21問	認知行動科学 (2)	25
第22問	認知行動科学 (3)	26
第23問	認知行動科学 (4)	27
第24問	認知行動科学 (5)	28
第25問	認知脳科学 (1)	29
第26問	認知脳科学 (2)	30
第27問	認知脳科学 (3)	31

平成 26 年度修士課程入学試験問題
生命環境科学系 総合科目

第 1 問 物理学 (1)

絶対温度 T の熱浴に接してカノニカル分布する系のエネルギー E のゆらぎについて考える。
以下の設問に答えよ。

- (1) 系の最低エネルギーを E_0 とすると系の分配関数 Z は

$$Z(\beta) = \int_{E_0}^{+\infty} e^{-\beta E} \Omega(E) dE$$

となる。ここで、 $\beta = (kT)^{-1}$ (k はボルツマン定数)、 $\Omega(E)$ は系の状態密度である。このとき、系のエネルギー E の期待値 \bar{E} は

$$\bar{E} = \frac{[a]}{Z}$$

となる。[a] を示せ。

- (2) \bar{E} を Z および Z' を用いて表せ。なお、 $Z' = \partial Z / \partial \beta$ である。

- (3) \bar{E} を $\ln Z$ を用いて表せ。

- (4) 定積熱容量 C_V は $C_V = \partial \bar{E} / \partial T$ で与えられる。この C_V を用いると

$$\frac{\partial \bar{E}}{\partial \beta} = [b] C_V$$

となる。[b] を示せ。

- (5) $\overline{E^2}$ を Z および Z'' を用いて表せ。なお、 $Z'' = \partial^2 Z / \partial \beta^2$ である。

- (6) 系のエネルギー E のゆらぎの大きさの 2 乗である $\overline{(E - \bar{E})^2}$ を k , T , C_V を用いて表せ。

- (7) $\overline{(E - \bar{E})^3}$ を Z , Z' , Z'' , Z''' を用いて表せ。なお、 $Z''' = \partial^3 Z / \partial \beta^3$ である。

- (8) $\overline{(E - \bar{E})^3}$ は

$$\overline{(E - \bar{E})^3} = [c] T^4 + [d] T^3$$

となる。[c] と [d] を示せ。

- (9) 系が N 個の単原子分子から成る理想気体のとき C_V を求めよ。また、系のエネルギーのゆらぎの相対的大きさ

$$\frac{\sqrt{\overline{(E - \bar{E})^2}}}{\bar{E}}$$

を求めよ。

- (10) 系が N 個の二原子分子 (同一種の原子) から成る理想気体のとき C_V を求めよ。また、系のエネルギーのゆらぎの相対的大きさは、単原子分子から成る理想気体のときと比較してどのようになるか。

平成 26 年度修士課程入学試験問題
生命環境科学系 総合科目

第 2 問 物理学 (2) その 1

半径 a の球が溶液中にある。球の表面には電荷が一様に分布している。表面電荷の総和を Q とし、球の内側には電荷はないとする。簡単のために、球の外側と内側の誘電率は等しく ϵ であるとする。また、球の中心からの距離を r とする。次の問いに答えよ。

I. まず、球の外側の溶液中に電荷を持つイオンが存在しない場合を考える。

- (1) 球の外側と内側における電場の大きさ $E(r)$ を、 r の関数として求めよ。
- (2) 球の外側と内側における静電ポテンシャル $\phi(r)$ を、 r の関数として求めよ。ただし、無限遠方 ($r \rightarrow \infty$) で $\phi(\infty) = 0$ とする。

II. 次に、球の外側の溶液中に電荷を持つイオンが存在する場合を考える。球の外側には、正電荷 $+q$ を持つ正イオンと負電荷 $-q$ を持つ負イオンが存在し、それらの数密度は、球の中心からの距離 r の関数として、それぞれ $N_+(r)$ と $N_-(r)$ で表される。また、球から無限遠方 ($r \rightarrow \infty$) では、正イオンも負イオンも均一に存在し、それぞれの数密度は N (一定) であるとする。

- (3) Debye-Hückel 理論では、各イオンの数密度 $N_+(r)$ と $N_-(r)$ は、位置 r (ただし $r > a$) における静電ポテンシャル $\phi(r)$ を用いて、次式で与えられる：

$$N_+(r) = N \exp(-q\phi(r)/kT) \quad (\text{式 1})$$

$$N_-(r) = N \exp(+q\phi(r)/kT) \quad (\text{式 2})$$

ここで k はボルツマン定数、 T は絶対温度である。これらの式はどのようにして導かれるのかを説明せよ。

- (4) 位置 r における全イオンの電荷密度 $\rho(r)$ を求めよ。ただし、 $r > a$ とする。
- (5) $\phi(r)$ と $\rho(r)$ を関係づける方程式を立てよ。ただし、 $r > a$ とする。

(次のページに続く)

平成 26 年度修士課程入学試験問題
生命環境科学系 総合科目

第 2 問 物理学 (2) その 2

- (6) $\frac{q\phi(r)}{kT} \ll 1$ のとき, 問(5)で得られた方程式は

$$\Delta\phi = \kappa^2\phi \quad (\text{式 3})$$

の形に変形できる ($\Delta\phi = \nabla^2\phi$). このとき, κ^2 を求めよ. ただし, $r > a$ とする. 必要ならば $e^x \approx 1+x$ ($x \ll 1$) を用いてもよい.

これ以降の問いの解答では, κ を用いて答えよ.

- (7) $\Delta\phi = \frac{1}{r} \frac{d^2(r\phi)}{dr^2}$ であることを用いて, (式 3) の微分方程式を解き, $\phi(r)$ を r の関数として求めよ. 境界条件は, 無限遠方 ($r \rightarrow \infty$) で $\phi(\infty) = 0$, および, 球の表面近く ($r \rightarrow a$) で $\phi(a) = \phi_a$ とする.

- (8) ϕ_a を求めよ.

- (9) 球の外側にイオンがある場合とない場合の静電ポテンシャルを比較し, イオンが球に及ぼす効果を記述せよ.

第 3 問 物理学 (3) (その 1)

デジタルカメラは、撮像素子で光を電気信号に変換して記録する。最近の撮像素子は低ノイズ化が進み、通常の撮影条件では、熱ゆらぎや電子回路のノイズはほとんど無視できる。それにもかかわらず、撮像素子から出てくる受光信号には、ノイズが混じっている。その由来は光の量子ゆらぎである。そのことを大胆に単純化したモデルで調べる。以下の I, II, III の問いに答えよ。結果だけでなく、導出過程も簡単に記すこと。

I. 後で述べるように、光を量子論で扱くと、調和振動子の集まりと見なすことができる。そこでまず、調和振動子の量子力学を復習しよう。

- (1) 質量 m の質点が角周波数 $\omega (> 0)$ で振動する調和振動子は、消滅演算子 \hat{a} と生成演算子 \hat{a}^\dagger で記述できる。これらの演算子と、質点の位置演算子 \hat{q} 、運動量演算子 \hat{p} との関係は、プランク定数の $1/(2\pi)$ 倍を \hbar として、

$$\hat{q} = \sqrt{\frac{\hbar}{2m\omega}} (\hat{a} + \hat{a}^\dagger), \quad \hat{p} = -i\sqrt{\frac{m\hbar\omega}{2}} (\hat{a} - \hat{a}^\dagger) \quad (\text{a})$$

である。 \hat{a} と \hat{a}^\dagger が次の交換関係を満たすことを示せ：

$$[\hat{a}, \hat{a}^\dagger] = 1. \quad (\text{b})$$

- (2) $\hat{n} \equiv \hat{a}^\dagger \hat{a}$ を「数演算子」と呼ぶ。 \hat{n} と \hat{a} 、および、 \hat{n} と \hat{a}^\dagger の交換関係を、それぞれ求めよ。
- (3) \hat{n} の固有値 n は非負整数 $(0, 1, 2, \dots)$ になる。固有値 n に対応する（属する）規格化された固有ベクトルを $|n\rangle$ とすると、その全体 $|0\rangle, |1\rangle, |2\rangle, \dots$ を基底とする線形空間（ヒルベルト空間）で調和振動子の量子状態は記述できる。これらの基底ベクトルの位相因子を適当に選ぶと、

$$\hat{a}|n\rangle = \sqrt{n}|n-1\rangle \quad (n \geq 1), \quad (\text{c})$$

$$\hat{a}^\dagger|n\rangle = \sqrt{n+1}|n+1\rangle \quad (n \geq 0) \quad (\text{d})$$

となることを示せ。

- (4) 基底状態 $|0\rangle$ における、位置と運動量の期待値 $\langle q \rangle, \langle p \rangle$ を、それぞれ求めよ。
- (5) 基底状態における、位置と運動量の量子ゆらぎ（標準偏差）

$$\delta q = \sqrt{\langle 0 | (\hat{q} - \langle q \rangle)^2 | 0 \rangle}, \quad \delta p = \sqrt{\langle 0 | (\hat{p} - \langle p \rangle)^2 | 0 \rangle} \quad (\text{e})$$

をそれぞれ求めよ。

第 3 問 物理学 (3) (その 2)

II. 特定の波数と偏光方向を持つ光だけを考えることにすれば、光は、(b) 式と同じ交換関係を満たす演算子 \hat{a}, \hat{a}^\dagger を用いて記述でき、その量子状態は、 $\hat{n} (= \hat{a}^\dagger \hat{a})$ の固有ベクトルを基底とするヒルベルト空間で記述できる。 \hat{n} の固有値 $n (= 0, 1, 2, \dots)$ は光子の数 (光子数) と解釈でき、 $|n\rangle$ は光子数が n 個の「 n 光子状態」を表す。光子数 n が多いほど光の強度が大きい状態である。

(6) 光の量子状態は、 $|0\rangle, |1\rangle, |2\rangle, \dots$ の重ね合わせ状態で表せる。とくに、理想的な古典光源から出てくる光の状態は、次の量子状態で近似できる：

$$|\alpha\rangle \equiv K \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\alpha^n}{\sqrt{n!}} |n\rangle. \quad (\text{f})$$

ここで、 α は複素パラメーターであり、 $K \equiv e^{-|\alpha|^2/2}$ は規格化因子である。(c) 式を用いて、これが演算子 \hat{a} の固有ベクトルであることを示し、その固有値を求めよ。

(7) 状態 $|\alpha\rangle$ にある光を撮像素子で受けると、光子数が測れる。光子数の期待値 $\langle n \rangle$ はいくらになるか？ただし、撮像素子は誤差がなく、たとえば n 光子状態 $|n\rangle$ を測れば、正しく n 個という結果が得られるとせよ。また、撮像素子は、実際にはたくさんの画素を持つが、ここでは 1 個の画素だけ考える。

(8) このとき、光子数の量子ゆらぎ (標準偏差) δn はいくらになるか？

III. 正しい画像を写すには、撮像素子からは、平均光強度に比例した信号を得たい。光子数が多いほど強度が大きい光なのだから、撮像素子からは、ちょうど $\langle n \rangle$ に等しい値の信号を得たい。ところが実際には、光の量子ゆらぎのために、信号は $\langle n \rangle$ のまわりに、 δn 程度ばらつく。これがノイズとなり、撮影画像が荒れる。従って、信号の期待値とノイズとの比は $\langle n \rangle / \delta n$ であり、この比が大きいほどきれいな画像になる。

(9) II の結果を用いて $\langle n \rangle / \delta n$ を求め、きれいな画像を得るためには、光の強度は大きい方がいいか小さい方がいいか、理由を付して答えよ。

(10) 以上の分析では、光は理想的な古典光源から出てくる状態 $|\alpha\rangle$ にあると仮定した。しかし、 $(|0\rangle, |1\rangle, |2\rangle, \dots)$ を基底とするヒルベルト空間で記述される) 光の量子状態はそれ以外にもいろいろある。よりきれいな画像を得るために、他の量子状態を光源に用いる可能性について、簡単に論ぜよ。

平成 26 年度修士課程入学試験問題
生命環境科学系 総合科目

第 4 問 物理学 (4) (その 1)

以下の I、II の両方に解答せよ。

I. 薄いアルミ箔でできたアルミカップ (図 1) を 1 個または複数個重ねたものを初速度ゼロで 2m の高さから落下させ、地面に着くまでの時間 t (落下時間) を測定したところ、表 1 のような結果が得られた。アルミカップは重ねても形状は変わらないものとし、アルミカップの質量 (重ねた場合は合計の質量) を M 、重力加速度の大きさを g として以下の問いに答えよ。

- (1) 速度 v で落下しているアルミカップに働く空気抵抗 f が、① $f = -av$ (粘性抵抗) の場合、② $f = -bv^2$ (慣性抵抗) の場合、それぞれについて終端速度 v_T を求めよ。ただし、 a 、 b は v に依存しない正の係数とする。
- (2) 落下速度が終端速度の $(1 - e^{-1}) \approx 0.63$ 倍に達するのにかかる時間を τ とする。アルミカップに働く空気抵抗が粘性抵抗の場合、 τ は v_T と g を用いてどのように表せるか。
- (3) アルミカップは速やかに終端速度に達する (つまり $\tau \ll t$) と仮定する。アルミカップに働く空気抵抗は粘性抵抗であるとして、表 1 のアルミカップ 1 個のデータから τ の値を有効数字 1 桁で求めよ (重力加速度の大きさは $g = 10 \text{ m/s}^2$ とせよ)。下線の仮定は妥当と言えるか。
- (4) アルミカップに働く空気抵抗が慣性抵抗の場合、問(3)の下線の仮定は妥当と言えるか、理由とともに答えよ。
- (5) 表 1 の実験結果から、アルミカップに働いている空気抵抗は粘性抵抗と慣性抵抗のどちらが支配的と言えるか。必要であればグラフを描いて考察せよ。
- (6) アルミカップに働く空気抵抗の単純なモデルとして、図 2 のように速度 v で落下するアルミカップの底面に、静止している空気分子が完全弾性衝突する状況を考える。空気分子間の衝突やアルミカップの側面に衝突する空気分子の影響は考えない。空気分子の平均質量を m 、空気分子の数密度を n 、アルミカップの底面の面積を S として、空気抵抗 f の大きさを求めよ。
- (7) 実験に用いたアルミカップの質量は 0.23g、底面の直径は 5cm であった。問(6)のモデルは表 1 の実験結果を定量的に再現できるか検討せよ (計算には空気の密度 1.2 kg/m^3 、重力加速度の大きさ 10 m/s^2 を用いよ)。実験結果がモデルに従わない場合は、その理由について考察せよ。

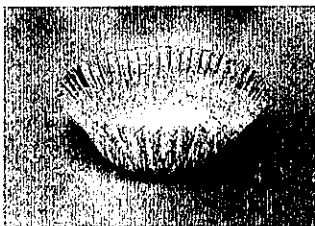


図 1

アルミカップの個数	1個	2個	3個	4個
落下時間 t (s)	1.8	1.3	1.1	1.0
$1/t$ (s^{-1})	0.56	0.77	0.91	1.0
$1/t^2$ (s^{-2})	0.31	0.59	0.83	1.0

表 1

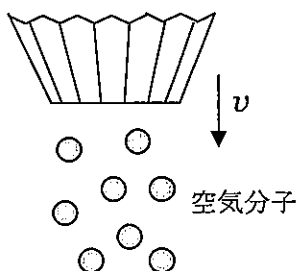


図 2

平成 26 年度修士課程入学試験問題
 生命環境科学系 総合科目

第 4 問 物理学 (4) (その 2)

II. ネオジム磁石は大変強力であり、互いにくっついた 2 つのネオジム磁石を引き離すのは容易ではない。2 つのネオジム磁石を引き離すために必要な力を計算するために、電場と磁場 (磁束密度) のアナロジーを利用しよう。まず図 3 のように電圧 V の電源で充電された後に電源から切り離された平行平板コンデンサの電極間に働く力を考える。電極の端の影響は無視でき、電極間の電場は一様であるとする。また、電極間の媒質の誘電率は、真空の誘電率 ϵ_0 に等しいとする。電極の面積を S 、電極間の距離を d として以下の問いに答えよ。

- (8) 電極間の電場の大きさ E 、および蓄えられている電荷量 Q を求めよ。
- (9) コンデンサに蓄えられているエネルギー U を E を用いて表せ。
- (10) 電極間の距離を Δd だけ変化させた際、 U はどれだけ変化するか。その結果を用いて電極間に働く力を求めよ。

次に、軸方向に一様に磁化された 2 つの円柱状磁石の一方の N 極と他方の S 極を向かい合わせ、隙間を空けた状況を考える。このときの磁束線の様子を図 4 に示す。隙間の媒質の透磁率は、真空の透磁率 μ_0 に等しいとする。

- (11) 隙間が十分小さければ、隙間の磁束密度はほぼ一様になる。隙間の間隔を d 、磁石の断面積を S 、磁束密度の大きさを B として、隙間に蓄えられている磁場のエネルギーを求めよ。
- (12) 断面積が 1cm^2 の円柱状ネオジム磁石の磁極表面における磁束密度の大きさを測定したところ、 0.7T であった (これは同じ形状のフェライト磁石の約 4 倍である)。このネオジム磁石 2 個を図 5 のように互いにくっつけた。これらを引き離すために必要な力の大きさを kg 重の単位で求めよ。計算には真空の透磁率の値 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{N/A}^2$ 、 $g = 10\text{m/s}^2$ を用いよ。

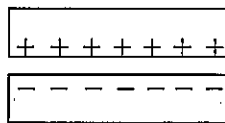


図 3

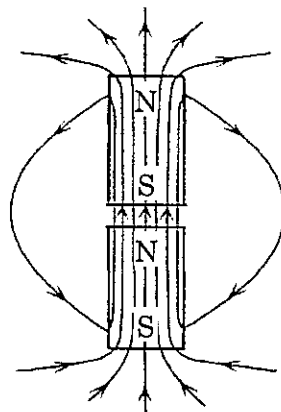


図 4

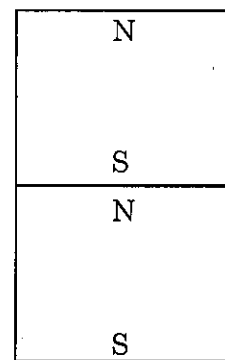


図 5

第 5 問 化学・生化学 (1) (その 1)

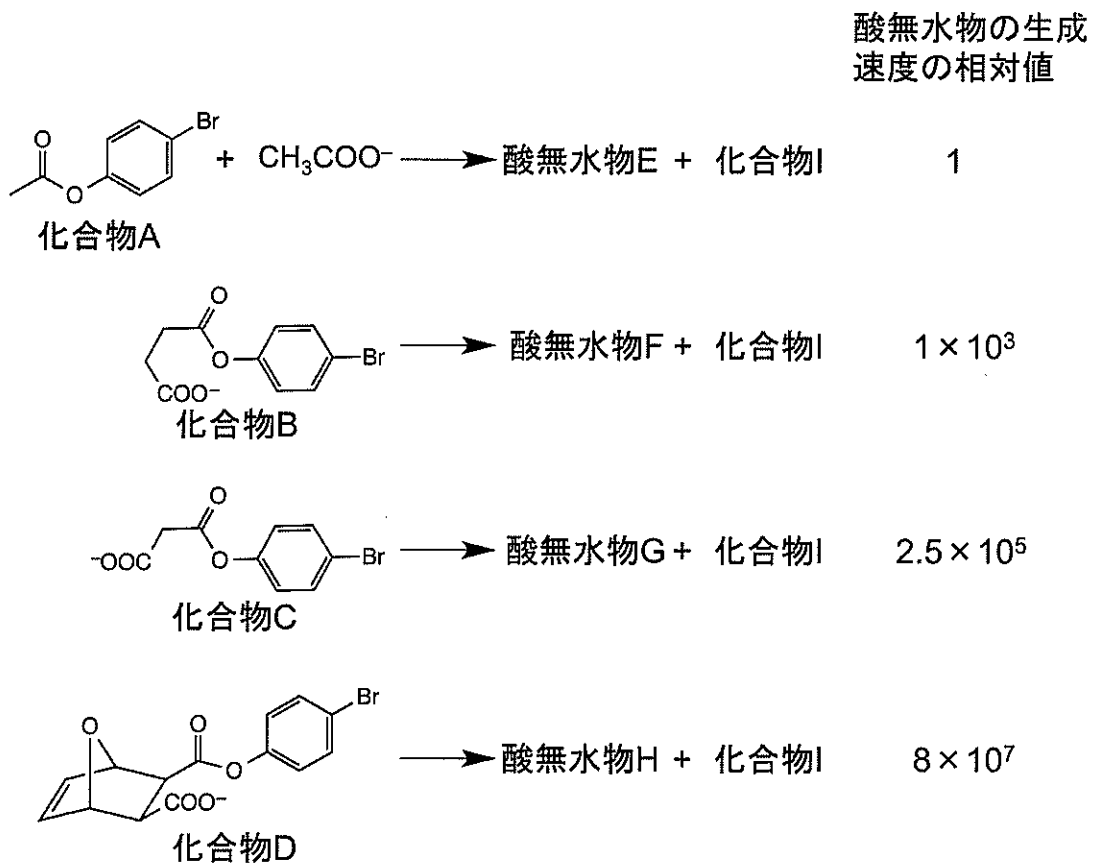
酵素反応について (1) ~ (3) の間に答えよ。

(1) 以下の化合物 A~D は、酵素反応における触媒効果を説明するために合成された。ある反応条件で化合物 A, B, C, D, CH_3COO^- の濃度が同じであるとき、化合物 A からの酸無水物 E の生成速度と比較して、化合物 B, C, D からの酸無水物 F, G, H の生成速度は、それぞれ 1×10^3 、 2.5×10^5 、 8×10^7 倍であるという。

(a) 化合物 I として最も適切と考えられる構造式を書け。

(b) 化合物 D から生成する酸無水物 H の構造式を書け。

(c) 酸無水物 E, F, G, H の生成速度の相対値について、なぜこのような順番になるか説明せよ。

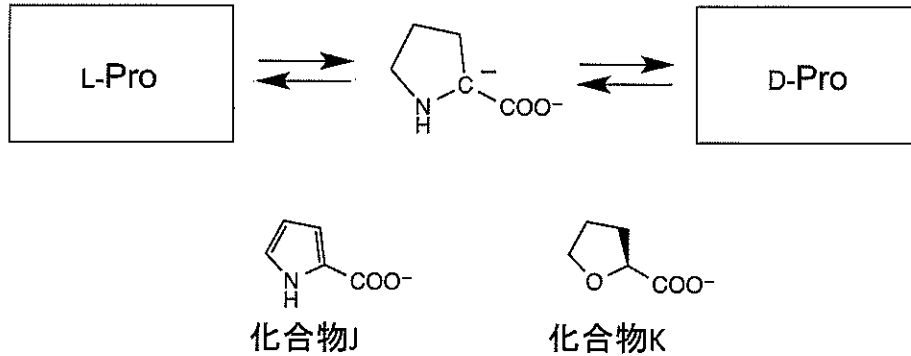


(次のページに続く)

平成 26 年度修士課程入学試験問題
 生命環境科学系 総合科目

第 5 問 化学・生化学 (1) (その 2)

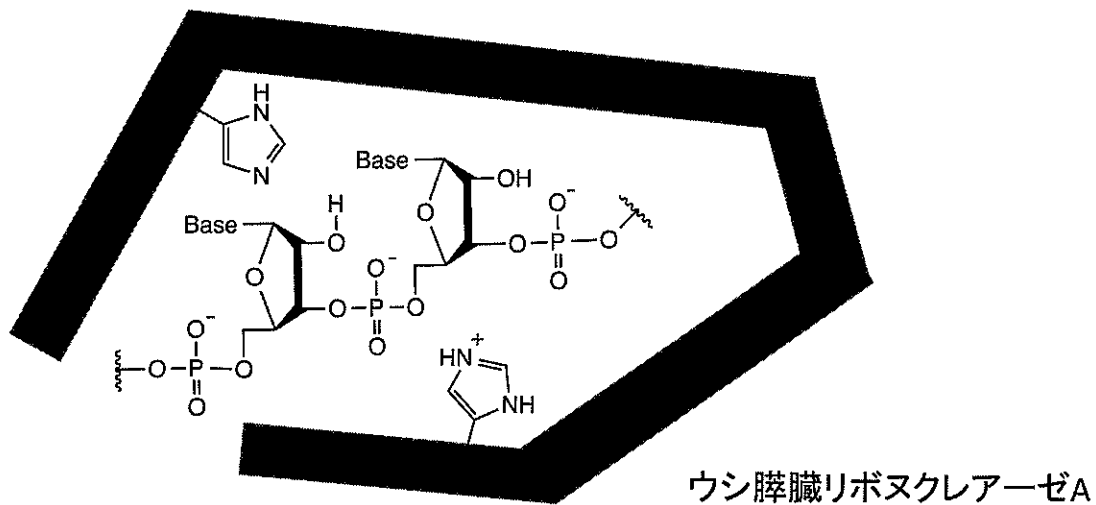
(2) 酵素の触媒機構として、遷移状態優先結合による触媒が知られている。例えば、プロリンラセマーゼは以下の反応を触媒する。



- (a) L-Pro と D-Pro の構造式を書け。
 (b) 化合物 J と化合物 K のどちらが、プロリンラセマーゼの阻害剤として、より適当と考えられるか。記号を示し、そう考えた理由を書け。

(3) ウシ腓膵臓リボヌクレアーゼ A は RNA に下図のように結合して、その加水分解を触媒する。この反応は 2 段階で進み、中間体として 2', 3'-環状リン酸エステルを経由して、切断末端に 3'-リン酸エステルを持つ最終産物を生成する。また、ウシ腓膵臓リボヌクレアーゼ A の N 末端から 12 番目のヒスチジン残基 (His12, $pK_a=5.4$) と、N 末端から 119 番目のヒスチジン残基 (His119, $pK_a=6.4$) が酸-塩基触媒として働いている。

- (a) 5'-pGpApCpU-3' で表されるオリゴボヌクレオチドの構造式を書け。塩基の部分も省略せず書くこと。
 (b) ウシ腓膵臓リボヌクレアーゼ A が持つ酸塩基触媒作用を、下図を参考にして、His12 と His119 の位置を図示しながら説明せよ。



平成 26 年度修士課程入学試験問題
生命環境科学系 総合科目

第 6 問 化学・生化学 (2)

I. 生体膜を隔てた物質輸送について、以下の問いに答えよ。

(1) 生体膜を隔てたイオン輸送には、大きく分けてチャネルタンパク質と運搬体タンパク質 (トランスポーター) の 2 種類が使われる。これら 2 種類のタンパク質によるイオン輸送の速度の違いと、それが生じる理由について数行で説明せよ。

(2) 運搬体タンパク質による共役輸送系として知られているアンチポートとシンポートについて、両者の類似点と相違点を明らかにしながら輸送原理を数行で説明せよ。

(3) イオンチャネルは、ある特定の刺激によって開閉するゲート (弁) と呼ばれる機能により基質の通過が制御されているものがある。このゲートの開閉を制御することが知られている刺激を 4 つ挙げよ。

(4) グリセロリン脂質が形成する脂質二重膜は、チャネルタンパク質や運搬体タンパク質などを含まなくても単純拡散によって物質を透過する。次の 5 つの物質について、脂質二重膜を透過しやすい順番に並べよ。また、その判断の理由を説明せよ。

エタノール, 水素イオン, 窒素分子, 二酸化炭素, グルコース

(5) 多くの膜輸送タンパク質は生体膜上で熱運動をしている。生体膜における膜タンパク質の流動性を評価する以下の 2 つの実験のうちいずれか 1 つを選び、具体的な実験手順を解説せよ。また、流動性が高い場合と低い場合について、それぞれ予想される実験結果を説明せよ。

- ・ 光褪色蛍光減衰法 (Fluorescence loss in photobleaching)
- ・ 光褪色後蛍光回復法 (Fluorescence recovery after photobleaching)

II. 以下の生体分子に関する文章の下線部について、誤っている部分をすべて抜き出し、正しい記述に訂正せよ。ただし、下線部がすべて正しい場合は「正しい」と解答せよ。

(1) 糖タンパク質の *N*-グリコシド結合糖鎖は、小胞体内腔においてグルタミン酸残基に付加される。

(2) セリン残基とリジン残基は真核細胞内においてともにリン酸化されうる。

(3) 塩基性リン脂質であるホスファチジルエタノールアミンと中性リン脂質であるホスファチジルセリンは、ともに生体膜中の含有率が比較的高い。

(4) スフィンゴミエリン、セラミド、コンドロイチン硫酸、アデノシン、コレステロールのうち、リン酸を含むのはアデノシンである。

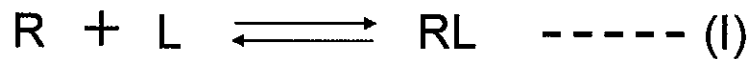
(5) 哺乳類細胞の細胞膜には、スフィンゴ脂質やコレステロールに富んだ脂肪滴と呼ばれる微小領域が観察される。

平成 26 年度修士課程入学試験問題
 生命環境科学系 総合科目

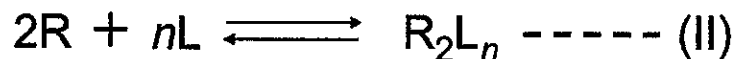
第 7 問 化学・生化学 (3)

細胞膜上には様々な受容体タンパク質があり、特異的なリガンドを認識・結合することによって細胞内に情報を伝達している。細胞膜上の受容体タンパク質とリガンドとの相互作用に関して次の問いに答えよ。

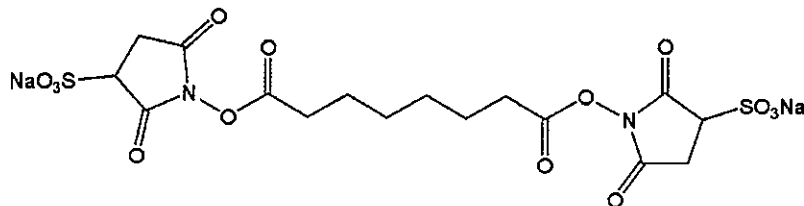
- (1) リガンド L が細胞膜上の受容体タンパク質 R に結合すると、細胞はその結合によって様々な応答を示す。その応答は、リガンドと結合した受容体タンパク質の量に比例すると仮定する。受容体タンパク質 1 分子あたり、1 箇所のリガンド結合部位があり、受容体タンパク質とリガンドの相互作用には下記(I)の式に表されるような平衡が成り立つとする。細胞表面の受容体タンパク質の 50% がリガンドと結合するときのリガンド濃度を求めよ。ただし、リガンドと受容体タンパク質との解離定数を K_d とする。また、リガンドの濃度がその K_d の 1/50 倍の時に比べて、 K_d の 50 倍の時では細胞の応答活性が何倍に増加すると予想されるか。その予想に至った考え方を説明せよ。



- (2) ある受容体タンパク質 R は、 n 個のリガンド L の結合によって (II) の反応式に従って細胞膜上で 2 量体を形成することがわかっている。細胞膜上で二量体を形成した受容体タンパク質と単量体の受容体タンパク質の濃度を正確に計測することができると仮定する。この時、(II) の反応式の平衡定数と n を実験的に求める方法を 10 行以内で説明せよ。



- (3) 上の問題(2)で、細胞の細胞膜上の受容体タンパク質 R がリガンド結合依存的に二量体になることを下図の架橋試薬を用いて生化学的に検出したい。



- (a) この架橋試薬は受容体タンパク質をどのような方法で架橋すると考えられるか。反応するアミノ酸残基の側鎖とこの架橋試薬間で起こる化学反応式をもとに説明せよ。また、この架橋反応で遊離してくる化合物の構造式と化合物名を記せ。
- (b) ウェスタンブロッティング法を用いて二量体形成を検出しようとしたところ、二量体以外に、それよりも分子量の大きい複数のバンドがラダー状に検出された。その複数のバンドが検出された理由として考えられることを示せ。また、二量体以外の複数のバンドの検出をできるだけ減少させるためには実験としてどのような工夫が考えられるかを示せ。
- (c) 「生きた」細胞の細胞膜上でおこる上記受容体タンパク質 R の二量体形成を測定する手法を 2 つ示し、その原理を説明せよ(各 5 行以内)。

平成 26 年度修士課程入学試験問題
生命環境科学系 総合科目

第 8 問 化学・生化学（4）

生化学実験に関する以下の問いに答えよ。

I. 吸光光度法を用いて核酸およびタンパク質の濃度を測定する。

- (1) 吸光光度法を用いて核酸濃度を決定する際、波長 260 nm における核酸塩基由来のモル吸光係数 (ϵ_N) を利用する。
- (a) ワトソン・クリック塩基対を形成する核酸塩基の名称を 5 つ記せ（略称表記不可）。
- (b) 核酸の中性水溶液サンプルを 1.0 mm 光路長の石英セルで測定したところ、波長 260 nm における吸光度の値が 0.42 であった。 $\epsilon_N = 6.5 \times 10^5 \text{ [cm}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}]$ の核酸分子のモル濃度を求めよ。
- (2) 吸光光度法を用いて中性水溶液中におけるタンパク質濃度を決定する際、波長 280 nm におけるアミノ酸由来のモル吸光係数 (ϵ_p) を利用する。
- (a) タンパク質が波長 280 nm に吸収を示す要因となるアミノ酸を 3 つ記せ。
- (b) 100 μg のタンパク質 ($\epsilon_p = 6.0 \times 10^4 \text{ [cm}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}]$) を中性水溶液に溶かして 1.0 ml とした後、1.0 cm 光路長の石英セルを用いて測定したところ、波長 280 nm における吸光度の値が 0.35 であった。このタンパク質の分子量を求めよ。
- (3) 培養細胞を溶解、またはすり潰すことで得られる生体試料の中から抽出・精製した RNA サンプルの純度を評価したい。吸光光度法を用いて評価する方法を説明せよ。

II. ゲル電気泳動を用いて核酸およびタンパク質を分析する。

- (1) RNA 試料をポリアクリルアミドゲル電気泳動法により分子量の序列で分離したい。どのような分離法で電気泳動を行えばよいか、分離の原理とともに、RNA の移動度が分子量の序列になるために必要な化合物、さらに電極と RNA の泳動方向の関係について説明せよ。必要であれば図を用いても良い。
- (2) タンパク質をゲル電気泳動法により分子量の序列で分離する。タンパク質試料溶液にドデシル硫酸ナトリウムと 2-メルカプトエタノールを含むバッファーを加えて煮沸した後、分離を行う。
- (a) 2-メルカプトエタノールを加えて煮沸する理由を述べよ。
- (b) ドデシル硫酸ナトリウムを加える理由を述べよ。
- (c) 下線部の処理を行った電気泳動と比較して、2-メルカプトエタノールとドデシル硫酸ナトリウムを用いない電気泳動の特徴を、短所と長所にわけて説明せよ。
- (d) ゲル電気泳動を行った後、特定のタンパク質に由来するバンドだけを検出したい場合にウエスタンブロットを用いる。ウエスタンブロットの原理を説明せよ。

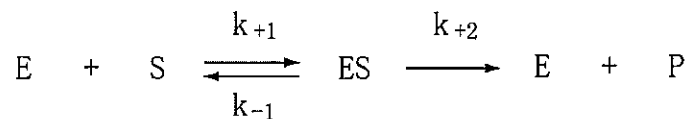
平成 26 年度修士課程入学試験問題
 生命環境科学系 総合科目

第 9 問 生物学 (1)

以下の文を読み、問 I - VI に答えよ。

細胞内に存在する酵素は、主にタンパク質から構成される。ヌクレオチドの加水分解反応を触媒する酵素は、小胞輸送や細胞の支持、情報伝達など多様な生命活動を担っている。細胞内での主な機能が運動や物質輸送であるモータータンパク質は、ATPの加水分解を触媒する側面を持ちあわせ、情報伝達に特化したGタンパク質は、その活性の制御にGTPの加水分解反応が関わっている。

問 I 典型的な酵素反応の定量的な取り扱い、ミカエリス-メンテンの式が利用され、酵素反応を以下のように示す (E、S、Pはそれぞれ酵素、基質、反応生成物とし、速度定数を k_{+1} などとする)。



このとき、S、P、ESの時間に対する変化を一つのグラフにそれぞれ違いが分かるように描け。ただし、グラフの横軸を時間、縦軸をS、P、ESの濃度とせよ。

問 II モータータンパク質の一種であるミオシンは、ATPの加水分解反応を利用し、細胞骨格の一種であるアクチンフィラメント上を移動する。ミオシンの移動速度をATP濃度を変えて計測し、以下のデータを得た。与えられたデータを用いて、ミオシンの最大運動速度 (V_{max}) とミカエリス-メンテン定数 (K_m) のおおよその値を推定せよ。

[ATP] (mM)	0.001	0.004	0.01	0.04	0.1	0.4	1.0	4.0
V ($\mu\text{m/s}$)	0.015	0.042	0.243	0.812	2.007	3.922	4.008	4.007

問 III 筋収縮に関与するミオシンと細胞分裂で機能するミオシンは、ATPの加水分解反応において、それぞれ異なる触媒定数 (k_{cat} 、代謝回転数とも呼ばれる) 及びミカエリス-メンテン定数 (K_m) を有することが知られている。このように異なるモータータンパク質の加水分解反応の触媒効率を評価するのに、 k_{cat}/K_m 値がしばしば使用される。その理由を説明せよ。

問 IV 細胞内にはATPの加水分解反応の産物であるADPが存在し、ミオシンによるATP加水分解反応の阻害剤となり得る。この阻害様式を調べるためには、どのような条件でミオシンのATP加水分解反応を測定し、どのような結果が得られればよいかを説明せよ。

問 V モータータンパク質の多くは、ATP以外にGTPなどのヌクレオチドも加水分解することができ、運動機能などに利用しているが、Gタンパク質の多くは、GTPを特異的に利用している。二つの異なる種類の酵素において、ヌクレオチド特異性の相違が生じる理由は何か。構造的な観点から1~2行程度で説明せよ。

問 VI GTPやATPを加水分解する酵素の作用機構は、「誘導適合モデル」によって説明される場合がある。「誘導適合モデル」による酵素の作用機構を「鍵と鍵穴モデル」と比較して2~3行程度で説明せよ。

平成 26 年度修士課程入学試験問題
生命環境科学系 総合科目

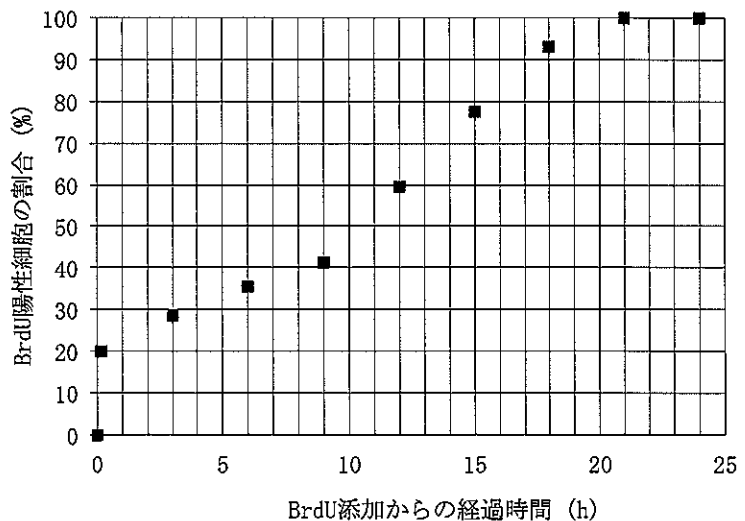
第 10 問 生物学 (2)

以下の文を読み、問 I-VI に答えよ。

哺乳動物の細胞株Aを十分に増殖可能な余地のある状態で培養している最中に、液体培地にブロモデオキシウリジン (BrdU) を加えた。BrdU添加後6分間、3時間、6時間と以降3時間おきに24時間後まで一部の細胞を固定し、BrdUに対する抗体を用いた免疫染色を行い、核内にBrdUの取り込みが検出された細胞の割合を調べた(表および図参照)。また、固定した細胞の染色体の様子から、細胞株Aでは全体の4%が分裂期(M期)であることがわかった。

- 問 I 核内にBrdUが検出される理由を記せ。
- 問 II 細胞株Aの細胞周期のうち、S期の割合を求めよ。なお、液体培地中に加えたBrdUはすみやかに細胞内に取り込まれるものとする。
- 問 III 細胞株Aの細胞周期のうち、S期以外の長さおよびM期の長さを求めよ。なお、最初に液体培地中に添加したBrdUはその後30時間以上安定に存在するものとする。
- 問 IV G2期からM期への移行時に核膜が崩壊する。その制御機構について知るところを1-2行で記せ。
- 問 V 細胞周期のチェックポイント機構とは何か、説明せよ。
- 問 VI 細胞株Aにある処理をしたところ、20%の細胞は分化して細胞周期を停止したが、残りの80%はそれまでと同様に増殖を続けた。この状態から同様のBrdU添加実験を開始した場合、6分後および3、6、9、12、15、18、21、24時間後のBrdU陽性細胞の割合はどのようになることが予想されるか、考え方と共に記せ。なお、G2期の長さは9時間とする。

BrdU添加から固定までの時間 (h)	BrdU陽性細胞の割合 (%)
0	0.0
0.1	20.0
3	28.6
6	35.5
9	41.2
12	59.5
15	77.5
18	93.0
21	100.0
24	100.0



第 11 問 生物学 (3)

以下の文を読み、問 I-VI に答えよ。

2013 年 5 月、ハワイのマウナロア観測所で、大気中の CO_2 濃度が初めて 400 ppm を越えた。大気中の CO_2 濃度は観測初期には 320 ppm 以下であったが、周年変動とともに加速度的に増加してきている (図参照)。このような大気中の CO_2 濃度は植物の光合成活性と生育に影響を与えるとともに、地球温暖化にかかわっていると考えられている。

問 I 緑葉の可溶性タンパク質の約 40 % を占める酵素で、その活性が CO_2 濃度に大きく依存するものの酵素名を記せ。

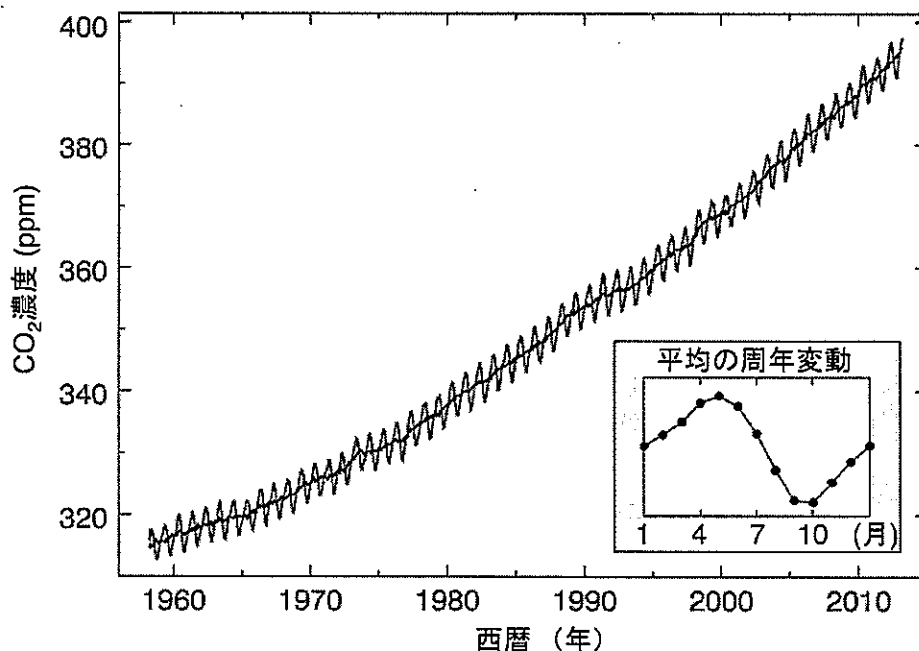
問 II 問 I の酵素は他の酵素群と代謝回路を形成していることを考慮すると、その含量は異常に高いといえる。この事実から推測されるこの酵素の特徴を述べよ。

問 III 問 I の酵素は基質として CO_2 を利用するが、 CO_2 は濃縮や輸送に適していない。藻類や植物が CO_2 欠乏を克服するためには、どのようなしくみを発達させているか、その概略を述べよ。

問 IV 大気中の CO_2 濃度の変化に対する植物の葉の応答を一つ述べよ。

問 V 図のように人間活動を極力排した観測であっても、規則的な周年変動がみられる理由を推測して述べよ。

問 VI CO_2 以外の温室効果ガスを一つ答えよ。



平成 26 年度修士課程入学試験問題
生命環境科学系 総合科目

第 12 問 生物学 (4)

以下の文を読み、問 I-V に答えよ。

キュウリの種子を土に播いて暗所または明所で発芽させ、生じた芽生えの形態を観察したところ、暗所と明所で生じてくる芽生えに大きな違いが見られた。暗所で発芽させた場合には、胚軸が長く、子葉は開かずフック状になっており、子葉の色は黄色であった。一方、明所で発芽させた場合には、暗所の場合に比べて胚軸が短く、子葉は展開して緑色であった。

問I 明所で種子を発芽させたときに生じる芽生えの子葉が緑色をしているのは、ある色素が明所で合成されるためである。その色素の名称を答えよ。また、暗所で子葉がその色素を合成できないのはなぜか、その理由を答えよ。

問II 暗所で発芽させると、明所に比べて胚軸が長くなるというのは、キュウリに限らず多くの植物で見られる現象である。この現象は、植物にとってどのような意義があるのだろうか、利点として考えられることを推察せよ。

問III 暗所で発芽させると、子葉は開かずフック状になっている。これも多くの植物で見られる現象である。この現象は、植物にとってどのような意義があるのだろうか、利点として考えられることを推察せよ。

問IV キュウリの種子が発芽して成長する過程において、芽生えは子葉に蓄えられた脂肪からショ糖を合成し、それを代謝することによって成長に必要なエネルギーを得ている。

(1) 脂肪はどのように代謝されてショ糖に変換されるのか、その概略を説明せよ。
ただし、以下の用語を必ず用いること。

脂肪酸 リパーゼ 糖新生 β 酸化 クエン酸回路 グリオキシル酸回路

(2) 暗所で発芽させて生じた芽生えに光を照射すると、子葉が展開して緑化する。このとき、色素体は葉緑体へと分化し、光合成能力が獲得される。これは、子葉に蓄えられた脂肪が無くなると、光合成によって糖やデンプンを合成することが必要となってくるためである。葉緑体への分化にともなう色素体の形態変化について説明せよ。

(3) 色素体が葉緑体に分化するとき、他の細胞小器官においても分化が起こることが知られている。分化する代表的な細胞小器官を1つ挙げ、どのような分化が起こるのか、光合成と関連づけて機能的な観点から説明せよ。

問V 暗所で発芽させたときに生じる芽生えに、一定の方向から光を照射すると、その光の方向に芽生えが曲がる。この現象は、光屈性(屈光性)と呼ばれる。この現象に関わる代表的な植物ホルモンを1つ挙げ、その植物ホルモンの生理作用と関連づけて、光屈性のメカニズムについて説明せよ。

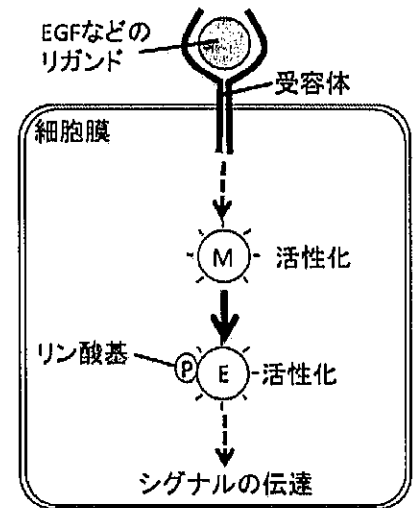
平成 26 年度修士課程入学試験問題
生命環境科学系 総合科目

第 13 問 生物学 (5)

以下の文を読み、問 I-V に答えよ。

動物細胞においては、これまで様々な種類の細胞内シグナル伝達経路について多くの研究がなされてきた。細胞内シグナル伝達経路の特徴としては、異なる生物が類似する経路を持つこと、1つのシグナル伝達経路が異なる複数の生命現象に関わること、などが挙げられる。

細胞内シグナル伝達経路における情報伝達の方法の一つにタンパク質のリン酸化がある。ここで、上皮成長因子(EGF)などをリガンドとする細胞内シグナル伝達経路に関わる、細胞質中のタンパク質MとEを考える。リガンドと受容体の相互作用によってMが活性化されると、MはEを直接リン酸化し、Eの機能を活性化する。その結果、このシグナル経路の情報が伝達される(図参照)。



- 問 I あるタンパク質にATPのリン酸基を転移するタンパク質を何というか、記せ。
- 問 II リン酸を付与するタンパク質によってリン酸化を受けるアミノ酸残基は主として3つ知られている。そのアミノ酸の名前と構造を記せ。
- 問 III ショウジョウバエにおいて、Mをコードする遺伝子を欠損した突然変異体 m では、複眼形成に異常が生じるが、他にもいくつかの表現型があらわれる。このような表現型を回復させるために、Mをコードする遺伝子を、トランスポゾン配列の利用により染色体に導入するという手法が一般的にとられる。この時、複眼形成の異常だけを効率よく回復させるためには、単に遺伝子のみを導入するのではなく、どのような工夫が必要か。2行以内で答えよ。
- 問 IV 問 III における突然変異体 m において、MではなくEを使って突然変異の表現型を回復させるためには、どのような工夫が必要か。3行以内で答えよ。
- 問 V このシグナル経路の異常な活性化は、ヒトのある細胞においてがん化をひき起こすことも知られている。M、Eタンパク質を抗がん剤の標的分子とする場合、これらのタンパク質に対してどのような作用を持つ化合物を考えればよいか。理由と共に3行以内で答えよ。

第 14 問 身体運動科学 (1)

以下の設問すべてに答えなさい。

- I. 運動時に脂肪細胞における中性脂肪の分解に関与するホルモンを挙げ、それらがどのようにして中性脂肪の分解を促進するのか説明しなさい。また、長期間の持続的トレーニングの前後で同一強度の運動を行った場合、これらの血中ホルモン濃度および遊離脂肪酸濃度にどのような違いがみとめられるか述べなさい。
- II. 筋グリコーゲンが枯渇するような運動を行った後に、十分な量の高糖質食を摂取することで、筋グリコーゲン量が運動前のレベルを超えるまで回復することが知られている。この現象は、筋グリコーゲン超回復と呼ばれているが、この筋グリコーゲン超回復が生じるメカニズムを説明しなさい。

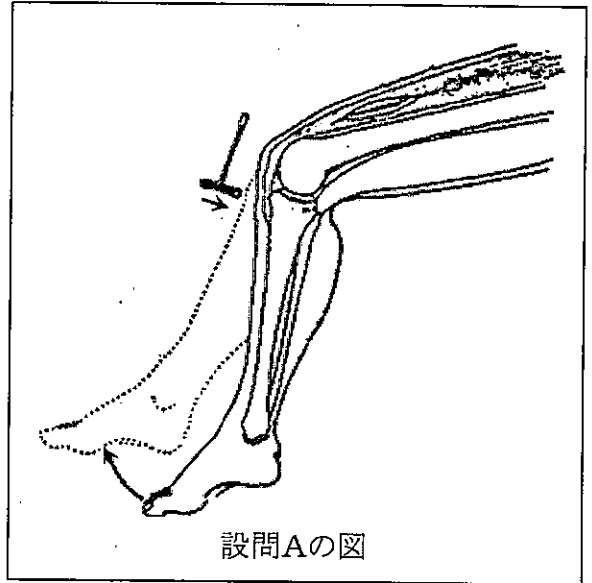
平成 26 年度修士課程入学試験問題
生命環境科学系 総合科目

第 15 問 身体運動科学 (2)

以下の設問 A、B、C の中から 2 問選択 し、答えなさい (3 問すべてに解答した場合は無効答案とする)。

A. 次の問いに答えなさい。

右の図は膝を検査用ハンマーで叩打し、膝蓋腱反射の検査をしている様子である。



設問Aの図

(1) 膝蓋腱の叩打から反射が生じるまでに引き起こされる生体内の反応について、経路を示しながら説明しなさい。

(2) 腱にある張力受容器の名前を述べなさい。

(3) 筋腱をストレッチングによって他動的に伸張させているとする。この時、腱の張力受容器はどのような働きをするか説明しなさい。

(4) 脊髄の α 運動ニューロンと γ 運動ニューロンの働きの違いについて説明しなさい。

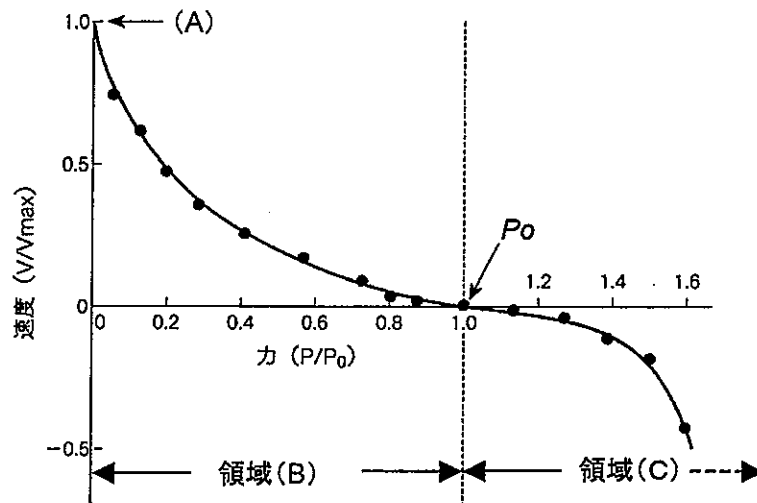
B. 中枢神経系におけるドーパミンの生理学的役割について、脳の領域や神経核等の解剖学的名称を含めて記述しなさい。

C. スポーツの試合等で生じるプレッシャーや不安などの心理的ストレスに対する身体応答について、以下の用語をすべて用いて説明しなさい。

動機づけ、注意、筋活動、自律神経系、副腎髄質、副腎皮質

第 16 問 身体運動科学 (3)

下の図は、ヒト肘屈筋を対象とし、等張力性（等張性）条件のもとで調べた力—速度関係の一例である。力（ P ）と速度（ V ）はそれぞれ、等尺性最大張力（ P_0 ）と最大無負荷短縮速度（ V_{max} ）に対する相対値で示す。図を参照しながら、問（1）—（7）に答えなさい。



- (1) 筋収縮における等張力性（等張性）条件について簡潔に説明しなさい。
- (2) ヒト骨格筋の随意収縮を対象として、図のような関係を再現性よく得るために最も重要と思われる実験上の注意点をひとつあげなさい。
- (3) 図中（A）で示す V_{max} の絶対値には比較的大きな個人差がある。その個人差を生じる生理学的要因として考えられるものを2つあげなさい。
- (4) 図中の領域（B）と（C）をそれぞれ何と呼ぶか。それらの名称をあげ、それぞれの領域での筋収縮の様態について簡潔に説明しなさい。
- (5) 力を P 、速度を V とすると、領域（B）における力—速度関係は、 $P = -a$ 、 $V = -b$ をそれぞれ漸近線とする直角双曲線（図中実線）で近似される。この式を記しなさい。
“Constant”（一定）という項を用いてもよい。
- (6) 領域（C）では、等尺性最大張力（ P_0 ）を大きく超える張力が発揮される。そのメカニズムには、(i) 筋線維そのものの力学的特性と、(ii) 固有受容器と神経系の活動、の2者が関わると考えられる。(i) と (ii) のそれぞれの関与を示す実験例をあげなさい。動物実験や摘出筋を用いた実験を含んでもよい。
- (7) 領域（C）に見られる収縮特性は、スポーツ動作をはじめとするさまざまな動作に利用されている。どのような動作にどのように利用されるか。例をあげて説明しなさい。

平成 26 年度修士課程入学試験問題
生命環境科学系 総合科目

第 17 問 身体運動科学 (4)

以下の設問すべてに答えなさい。

- I. 競技スポーツにおけるアンチ・ドーピング活動について、スポーツ医学の観点から述べなさい。
- II. メタボリック症候群について、運動と栄養の観点から述べなさい。
- III. スポーツ障害と下肢のアライメントの関連、スポーツ外傷と下肢のアライメントの関連についてそれぞれ述べなさい。
- IV. 疲労性骨膜炎、疲労骨折について知るところを述べなさい。

平成 26 年度修士課程入学試験問題
生命環境科学系 総合科目

第 18 問 身体運動科学 (5)

以下の設問すべてに答えなさい。

I. 30 秒間の自転車全力こぎ運動を 2 分の間隔をおいて 2 回繰り返すとする。

この運動において働く筋肉の 3 つのエネルギー供給機構について、1 回目の運動時と 2 回目の運動時を比較して説明しなさい。

また、この 2 回の運動を週 3 回 4 週間繰り返すことによって、これらのエネルギー供給機構にどのようなトレーニング効果が起こるのかについて、機序と共に説明しなさい。

II. 筋力トレーニングを実施した際にみられるクロスエデュケーションについて、現象と機序について知るところを述べなさい。

III. 1 人で実施するセルフストレッチングの中で、動作様式の異なる 3 種類のストレッチングを挙げ、それぞれの実施方法および効果などについて比較しながら説明しなさい。

平成 26 年度修士課程入学試験問題
生命環境科学系 総合科目

第 19 問 身体運動科学 (6)

スクワットトレーニングの挙上動作(図 1)について、以下の設問すべてに答えなさい。

- I. バーベルの位置(鉛直方向)を計測してバーベルの挙上速度(鉛直成分)を求めたとき、どのような結果が得られるか、その概要について作図しなさい。また、その結果について“位置”、“速度”、“微分”という用語を用いて説明しなさい。
作図にあたっては図 2 のグラフテンプレート、図 3 の解答例を参考にすること。
- II. 身体質量 70 kg の人が 50 kg のバーベルを挙上するとき、足元に設置したフォースプレート(図 1)においてどのような結果(床反力の鉛直成分)が計測されるか、その概要について作図しなさい。また、その結果について力学的観点から説明しなさい。
作図にあたっては図 2 のグラフテンプレート、図 3 の解答例を参考にすること。問 I と分けて作図し、具体的な値が計算できる箇所については数値も記入すること。重力加速度は 9.8 m/s^2 とする。
- III. バーベル挙上中の関節への負荷の大きさについて、逆動力学を用いて関節トルクの観点から評価したい。足部セグメント(くるぶしより下の部位)を用いた足関節トルクの算出方法について説明しなさい。
なお、以下の点を踏まえた上で説明すること。
- ・足部セグメントの力学モデルを作図すること
力学モデルには足部の質量中心や関節位置、足部に作用している力やトルクなど、足関節トルクの計算に必要な各種の定数や変数を記載すること。定数や変数については自身で設定すること。定数や変数について、何を示したものが分かるようにしておくこと。なお、靴の影響は無視して良い。
 - ・足部セグメントの運動方程式を導出すること

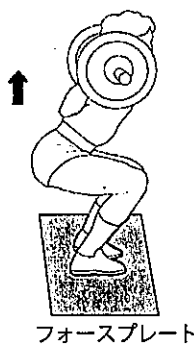


図 1 スクワット(挙上動作)の様子

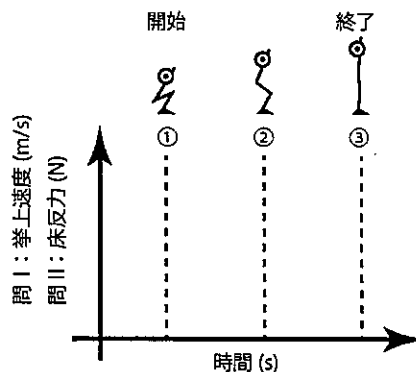


図 2 グラフテンプレート

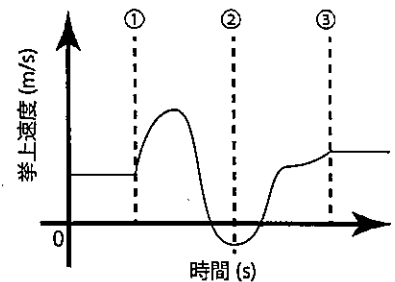


図 3 解答例(問 I の場合。問 II も同様)

第 20 問 認知行動科学 (1)

次の用語のうち、8 個を選んで簡潔に説明せよ。

- (1) クロンバックの α 係数 Cronbach's coefficient alpha
- (2) 調音結合 coarticulation
- (3) ベビーシエマ baby schema
- (4) 地鳴き animal calls (in ethology)
- (5) 白熊効果 white bear phenomenon
- (6) (ヒトにおける) 短期的配偶戦略 short-term mating strategy (in humans)
- (7) オッドボールパラダイム oddball paradigm
- (8) 統合失調症のメタ認知トレーニング metacognitive training for schizophrenia
- (9) 種認知 species recognition
- (10) コントラスト感度曲線 contrast sensitivity curve
- (11) 大脳化 encephalization
- (12) 両眼間転移 inter-ocular transfer

平成 26 年度修士課程入学試験問題
生命環境科学系 総合科目

第 21 問 認知行動科学 (2)

以下の 2 問すべてについて解答せよ。

I. 行動には普遍法則があるという考えと、行動には種に特有な制約があるという考えがある。動物行動の研究をおこなう上で、これらの考えの均衡をどう調整してゆくべきか。具体例とともに述べよ。

II. 感情研究の分野では、「驚き」を感情のひとつのカテゴリとしてとらえることがある。このことの妥当性と問題点について、行動と神経系の双方の観点から論述せよ。

第 22 問 認知行動科学 (3)

以下の 3 問すべてについて解答せよ。

- I. 人間の行動・心理といった化石に残らない形質（性質）の進化や起源を研究するアプローチについて、少なくとも 3 つを具体的な研究例を挙げて説明せよ。
- II. 進化には方向性・目的がないことを、具体的事例を挙げて説明せよ。
- III. ヒトを含めた動物における子殺しについて説明せよ。

平成 26 年度修士課程入学試験問題
生命環境科学系 総合科目

第 23 問 認知行動科学 (4)

以下の 3 問すべてについて解答せよ。

I. 不安と抑うつとの相違について、実証研究の成果にもとづいて説明せよ。

II. 下記の心理学理論においては、ネガティブな感情の発生や維持をどのように説明しているか、簡潔に述べよ。

①侵入思考理論 (Rachman, S., Salkovskis, P.)

②感情ネットワーク・モデル (Bower, G.)

III. 精神的健康における認知的レジリエンスとは何か、簡単に説明せよ。

平成 26 年度修士課程入学試験問題
生命環境科学系 総合科目

第 24 問 認知行動科学 (5)

以下の 3 問すべてについて解答せよ。

I. 脳波や脳磁図で検出される活動パターンの周波数帯域につけられた名称を複数挙げ、それらに関係する覚醒時の認知過程について説明せよ。

II. 睡眠中の脳波について説明せよ。その際、以下のキーワードを順不同ですべて用いて、初出時に下線を付すこと。必要に応じて図を書いてもよい。

[レム睡眠、ノンレム睡眠、徐波睡眠、スピンドル、夢、筋肉]

III. 学習の固定化と睡眠の関係について、具体的な実験の例を 2 つ挙げて説明せよ。

平成 26 年度修士課程入学試験問題
生命環境科学系 総合科目

第 25 問 認知脳科学 (1)

Answer both of the following questions. Answer either in Japanese or English.

Communication is one of the selection pressures responsible for the evolution of many properties of animals.

I. Define “communication” in animal behavior.

II. Describe an example of communicative behavior in animals and explain neural substrates related to the behavior at the molecular, cellular, and system levels.

平成 26 年度修士課程入学試験問題
生命環境科学系 総合科目

第 26 問 認知脳科学 (2)

Answer either in Japanese or English.

Explain how information is transmitted from one neuron to another at synapses using all of the following terms (terms are not in order).

neurotransmitter, synaptic vesicle, receptor, action potential, axon,
calcium ions, ion channels, presynaptic terminal, postsynaptic cell,
membrane potential

平成 26 年度修士課程入学試験問題
生命環境科学系 総合科目

第 27 問 認知脳科学 (3)

Answer either in Japanese or English.

Simple visual properties like orientation, spatial frequency or direction of motion are thought to be organized in a columnar fashion in cortex. Explain what columnar organization is and why it may be difficult to measure with functional magnetic resonance imaging (fMRI). Are there possible ways to overcome these difficulties?

草稿用紙

草稿用紙

草稿用紙