

平成29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28年7月16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26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12問	生物学(4)	○ ○ ○ ○	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

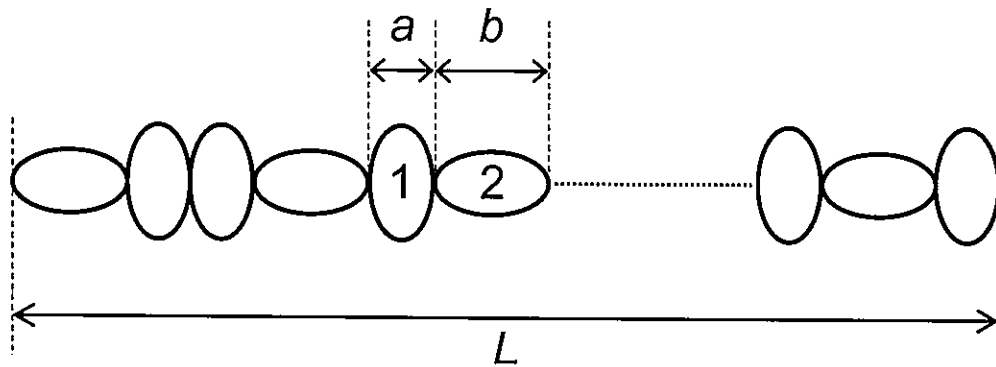
目 次

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

平成 29 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) (その 1)

図のように、 N 個の単量体が直線上に連結された鎖状分子がある。各単量体は、それぞれ 2 つの状態 1 と 2 を、互いに独立にとり得るものとする。状態 1 では長さ a 、エネルギー $-fa$ を持ち、状態 2 では長さ b 、エネルギー $-fb$ を持つとする。ただし、 $f > 0$ 、 $a < b$ である。また、この鎖状分子の全長を L とする。正の数 M の自然対数は $\log M$ と表記する。次の I, II すべてに答えよ。



- I. この鎖状分子が全エネルギー E についてのミクロカノニカル分布に従う場合を考える。ただし、状態 1 をとる単量体は N_1 個、状態 2 をとる単量体は N_2 個であるとし、 $N_1 + N_2 = N$ が成り立つとする。
- (1) この鎖状分子の全長 L を、 a 、 b 、 N_1 、 N_2 を用いて表せ。また、この鎖状分子の全エネルギー E を、 f 、 L を用いて表せ。
 - (2) $n_1 = N_1/N$ 、 $n_2 = N_2/N$ とし、単量体 1 個あたりのエネルギーを $\varepsilon = E/N$ とするとき、 n_1 と n_2 を、それぞれ a 、 b 、 f 、 ε を用いて表せ。
 - (3) 鎖状分子のエントロピー S を、ボルツマン定数 k_B 、および、 N_1 、 N_2 を用いて表せ。
 - (4) 単量体の個数 N 、および、 N_1 、 N_2 が大きい極限を考える。このとき、単量体 1 個あたりのエントロピー $s = S/N$ を、 k_B 、 n_1 、 n_2 を用いて表せ。ただし、大きな整数 M について成立するスターリングの公式 $\log M! \approx M \log M - M$ を用いてもよい。

次のページにつづく

平成 29 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) (その 2)

II. 次に, この鎖状分子の系が, 温度 T の熱浴と接触している場合を考える. また, $1/k_B T = \beta$ とする.

(5) この系を表すカノニカル分布の分配関数 Z を, N, a, b, f, β を用いて表せ.

必要ならば, $\sum_{m=0}^n \frac{n!}{m!(n-m)!} p^m q^{n-m} = (p+q)^n$ (ただし, m と n は $m \leq n$ を満たす非負の整数, p と q は任意の数) を用いてもよい.

(6) この系のエネルギー E を, N, a, b, f, β を用いて表せ.

(7) 鎖状分子の単量体 1 個あたりの長さ $l = L/N$ を, a, b, f, β を用いて表せ.

(8) 温度 $T \rightarrow 0$ (すなわち $\beta \rightarrow \infty$) のとき, 鎖状分子の単量体 1 個あたりの長さ l を求めよ.

(9) 温度 $T \rightarrow \infty$ (すなわち $\beta \rightarrow 0$) のとき, 鎖状分子の単量体 1 個あたりの長さ l を求めよ.

平成 29 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)

I. 平面内で運動する点 P の速度と加速度ベクトルの二次元極座標成分について考える. 点 P の二次元デカルト座標 (x, y) と二次元極座標 (r, φ) との間には $x = r \cos \varphi$, $y = r \sin \varphi$ の関係がある. また, ベクトル \mathbf{A} の二次元デカルト座標成分 (A_x, A_y) と二次元極座標成分 (A_r, A_φ) との間には $A_r = A_x \cos \varphi + A_y \sin \varphi$, $A_\varphi = -A_x \sin \varphi + A_y \cos \varphi$ の関係がある. 以下の【ア】から【ス】を答えよ.

(1) 点 P の位置ベクトル \mathbf{r} は, 二次元デカルト座標系の基本ベクトルを $\mathbf{e}_x, \mathbf{e}_y$ とすると, $\mathbf{r} = \text{【ア】} \mathbf{e}_x + \text{【イ】} \mathbf{e}_y$ と書ける. また, 二次元極座標系の基本ベクトルを $\mathbf{e}_r, \mathbf{e}_\varphi$ とすると, $\mathbf{r} = \text{【ウ】} \mathbf{e}_r + \text{【エ】} \mathbf{e}_\varphi$ と書ける.

(2) 点 P の位置が時間 t とともに変化するとき, 点 P の速度 \mathbf{v} の二次元デカルト座標成分を (v_x, v_y) , 二次元極座標成分を (v_r, v_φ) とすると, r と φ を用いて $v_x = \text{【オ】} \cos \varphi + \text{【カ】} \sin \varphi$, $v_y = \text{【キ】} \sin \varphi + \text{【ク】} \cos \varphi$, $v_r = \text{【ケ】}$, $v_\varphi = \text{【コ】}$ となる.

(3) 点 P の加速度の二次元極座標成分を (a_r, a_φ) とすると, r と φ を用いて

$$a_r = \frac{d^2}{dt^2}(\text{【サ】}) + \text{【シ】}, \quad a_\varphi = \frac{1}{r} \frac{d}{dt}(\text{【ス】}) \text{ となる.}$$

II. 質量 M の太陽のまわりを質量 m の惑星が運動している. 以下の【ア】から【ヌ】を答えよ. なお, 万有引力定数を G とする.

(4) 惑星が太陽から受ける万有引力は【ア】力なので, 惑星の【イ】量は保存される. したがって, 惑星の運動は【ウ】運動となる. また, 惑星が太陽から受ける万有引力は【エ】力なので, 惑星の【オ】エネルギーは保存される.

【次ページにつづく】

平成 29 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)

- (5) $M \gg m$ なので、惑星は静止している太陽のまわりを公転すると考えてよい。惑星の公転面内にとった、太陽の位置を原点とする二次元極座標系における時間 t での惑星の位置座標を $(r(t), \varphi(t))$ とする。惑星の r 軸方向の運動方程式は $m[\text{カ}] = [\text{キ}]$ となる。また、 φ 軸方向の運動方程式は $m \frac{1}{r} [\text{ク}] = [\text{ケ}]$ となる。
- (6) 太陽のまわりを公転する惑星の動径が掃く面積速度は $\frac{1}{2} r^2 [\text{コ}]$ に等しい。
【サ】軸方向の運動方程式から【シ】であるので、面積速度は時間に【ス】ことがわかる。
- (7) 面積速度を $h/2$ としてもう一つの運動方程式に代入して変形すると、惑星の軌道の方程式 $\frac{d}{d\varphi}([\text{セ}]) - \frac{1}{r} = \frac{[\text{ソ}]}{h^2}$ が得られる。さらに、 $u = \frac{1}{r}$ とおくと $\frac{d^2}{d\varphi^2}([\text{タ}]) + u = \frac{[\text{チ}]}{h^2}$ となる。この式の右辺を $\frac{1}{L}$ (L は正の定数) とおく。初期条件を $\varphi = 0$ で $u = (1 + \varepsilon)/L$ (ε は非負の定数)、 $\varphi = \pi/2$ で $u = 1/L$ とすると、この微分方程式の解から惑星の軌道は $r = L/[\text{ツ}]$ となる。この軌道の形は【テ】曲線である。
- (8) 公転軌道が長半径 a 、短半径 b の楕円の場合、公転周期 T は h 、 a 、 b を用いて $T = [\text{ト}]$ と書ける。したがって、 $T^2 = \frac{[\text{ナ}]}{GM} a^n$ 、 $n = [\text{ニ}]$ となる。ただし、 $b^2 = aL$ である。この周期と長半径の関係を【ヌ】法則という。

第 3 問 物理学 (3) (その 1)

以下の問 I, II, III に答えよ。ただし、 \hbar はプランク定数を 2π で割った定数である。また、問 I, II については、計算を要する問題は、結果だけでなく導出過程も簡単に記すこと。

I. ある物理量 A を表す演算子を \hat{A} 、その固有値を a_n ($n = 1, 2, 3, \dots$)、規格化された固有ベクトルを $|a_n\rangle$ とする。 a_n は離散固有値で、縮退はないとする。

(1) 時刻 t における系の規格化された状態ベクトルを $|\psi(t)\rangle$ とする。この状態について A を (誤差なく) 測ったときに、ひとつの固有値 a_n が測定値として得られる確率 $P(a_n, t)$ はいくらか。

(2) この系のハミルトニアンを \hat{H} とすると、状態ベクトル $|\psi(t)\rangle$ はシュレディンガー方程式

$$i\hbar \frac{d}{dt} |\psi(t)\rangle = \hat{H} |\psi(t)\rangle$$

に従って時間発展する。このとき、 $\langle \psi(t) | \psi(t) \rangle$ が時間変化しないことを示せ。

(3) もし問 (2) の結果が成り立たないとすると、問 (1) の結果は確率とは解釈できなくなる。その理由を述べよ。

II. 質量 m (> 0) の粒子の位置 x 、運動量 p を表す演算子を、それぞれ \hat{x}, \hat{p} とする。また、規格化された状態 $|\psi\rangle$ についての期待値を $\langle x \rangle \equiv \langle \psi | \hat{x} | \psi \rangle$ 、 $\langle x^2 \rangle \equiv \langle \psi | \hat{x}^2 | \psi \rangle$ などと略記する。このとき、粒子の位置 x のゆらぎ $\delta x \equiv \sqrt{\langle \psi | (\hat{x} - \langle x \rangle)^2 | \psi \rangle}$ と、運動量 p のゆらぎ $\delta p \equiv \sqrt{\langle \psi | (\hat{p} - \langle p \rangle)^2 | \psi \rangle}$ の間には、

$$\delta x \delta p \geq \frac{\hbar}{2}$$

という不確定性関係がある。

(4) $\langle x \rangle$ と δx は、実験的にはどのように求められる量か。すなわち、どのような実験をしたときに、その測定値から どのような式で 求められる量か。

(5) 運動エネルギーの期待値 $\left\langle \frac{p^2}{2m} \right\rangle$ のとりうる最小値を、 $m, \delta x, \hbar$ で表せ。

(6) この粒子のハミルトニアンが、 J, K を正定数として、

$$\hat{H} = \frac{1}{2m} \hat{p}^2 + \frac{J}{2} \hat{x}^2 + \frac{K}{6} \hat{x}^6$$

で与えられるとする。基底状態のエネルギーは許される状態のうちで最小であることと、上記の不確定性関係を用いて、基底状態の波動関数の空間的広がりの大きさ δx を見積もれ。

第 3 問 物理学 (3) (その 2)

III. 以下の文章の ~ の枠内に当てはまる数式や記号を答えよ。

$\hbar = 1$ として、スピン角運動量 $1/2$ をもつ三つのスピンの系を、互いに相互作用している系を考える。スピン演算子を $\hat{S}_1, \hat{S}_2, \hat{S}_3$ とすると、系のハミルトニアンは次のように与えられる。

$$\hat{H} = -J(\hat{S}_1 \cdot \hat{S}_2 + \hat{S}_2 \cdot \hat{S}_3 + \hat{S}_3 \cdot \hat{S}_1), \quad J > 0.$$

ここで i 番目 ($i = 1, 2, 3$) のスピンの x, y, z 方向成分をそれぞれ $\hat{S}_i^x, \hat{S}_i^y, \hat{S}_i^z$ とする。スピン演算子の間には $[\hat{S}_1^x, \hat{S}_1^y] = i\hat{S}_1^z, [\hat{S}_1^x, \hat{S}_2^y] = 0$ などの交換関係が成り立つ。 $\hat{H}|\phi\rangle = E|\phi\rangle$ を満たす、固有エネルギー E とエネルギー固有状態 $|\phi\rangle$ を求めたい。

全スピン角運動量 $\hat{S}_{\text{tot}} = \hat{S}_1 + \hat{S}_2 + \hat{S}_3$ を使うとハミルトニアンは次のように書き直すことができる。

$$\hat{H} = -\frac{J}{2}\hat{S}_{\text{tot}}^2 + JC, \quad \text{定数 } C = \text{ }.$$

このことから基底状態のエネルギー固有値は である。

\hat{S}_i^z の固有値は $S_i^z = +1/2, -1/2$ の二つであり、これらに相当する 1 スピン状態をそれぞれ \uparrow, \downarrow と記すと、3 スピン状態は、 $|S_1^z S_2^z S_3^z\rangle = |\uparrow\uparrow\uparrow\rangle, |\uparrow\uparrow\downarrow\rangle$ などのように表すことができる。独立な 3 スピン状態は全部で 種類あり、規格直交基底をなす。これらの線形結合の形で具体的にエネルギー固有状態をあらわしてみよう。

まず基底状態のうちで $S_{\text{tot}}^z = S_1^z + S_2^z + S_3^z$ が最大の状態は $|S_1^z S_2^z S_3^z\rangle = \text{ }$ のように直ちに書き下すことができる。

つぎにエネルギー固有状態のうちで $S_{\text{tot}}^z = 1/2$ のものを求めたい。ハミルトニアンと交換可能な演算子はハミルトニアンと同時固有状態をもつことを利用する。このような演算子の一つにスピンを $\hat{R}|S_1^z S_2^z S_3^z\rangle = |S_2^z S_3^z S_1^z\rangle$ のように巡回置換する演算子 \hat{R} がある。 $\hat{R}^3 = \hat{1}$ となることと、周期系におけるブロッホの定理やフーリエ変換を思い出すと、 \hat{R} と \hat{S}_{tot}^z と \hat{H} の同時固有状態は適切な定数 Λ (複素数も含む) を用いて

$$\frac{1}{\sqrt{3}} \left(|\uparrow\uparrow\downarrow\rangle + \Lambda |\uparrow\downarrow\uparrow\rangle + \Lambda^2 |\downarrow\uparrow\uparrow\rangle \right)$$

と表せることが分かる。 Λ の取り得る値をすべて列挙すると となる。このうちで、基底状態となるのは $\Lambda = \text{ }$ の場合である。

以上の結果からすでに二つ基底状態が得られた。残りの基底状態を列挙すると、 となる。

平成 29 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)

以下の問 I, II, III に答えよ。計算を要する問題は、結果だけでなく導出過程も簡単に記すこと。

I. z 軸の負の方向から z 軸に沿って単色光平面波が進行し、 $z = -a$ ($a < 0$) の位置に置かれた試料 S へ入射しているとする。図 1 のように、焦点距離 f ($a > f$) の理想的な薄い凸レンズを $z = 0$ の位置に置く。このとき z 軸はレンズ面に対し直交し、レンズ面の中心を通っているとする。

- (1) $z = b$ ($b > 0$) のスクリーン面上に倒立した S の像が形成された。試料上の一点から広がる波の一部の進行方向を示した図 2 を参考にして、 b を a, f を用いて表せ、またこのとき、スクリーン上で像の大きさは、元の試料の何倍か。
- (2) 試料面を通過した直後の位置 $(x_s, y_s, -a)$ における波の振幅を $A_s(x_s, y_s)$ とする。 $z = f$ の焦点面での位置 (x_f, y_f, f) での波の強度 $I_f(x_f, y_f)$ は、試料面からの波が z 軸からあまり離れて広がらず、レンズが試料に比べて十分に大きいという条件のもとでは、 $A_s(x_s, y_s)$ のフーリエ変換の絶対値の 2 乗に比例し、

$$I_f(x_f, y_f) = C \left| \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} dx_s dy_s A_s(x_s, y_s) \exp \left[-i \frac{k}{f} (x_f x_s + y_f y_s) \right] \right|^2$$

となる (ただし、 C は正定数、 k は波数)。今、試料面に長方形開口部を有するつい立てを置き、

$$A_s(x_s, y_s) = \begin{cases} 1 & (-\alpha/2 \leq x_s \leq \alpha/2 \text{ かつ } -\beta/2 \leq y_s \leq \beta/2 \text{ のとき} \\ 0 & \text{(それ以外)} \end{cases}$$

とするとき (ただし、 α, β は正定数)、 $I_f(x_f, y_f)$ を求めよ。

- (3) 問 (2) の結果から、 $z = f$ の焦点面において x_f 軸上で観察される波の強度変化の概形をグラフに図示せよ。
- (4) レンズの半径を大きくすると像の分解能は上がるか下がるか、問 (3) の結果を参考にして、簡潔な理由とともに答えよ。

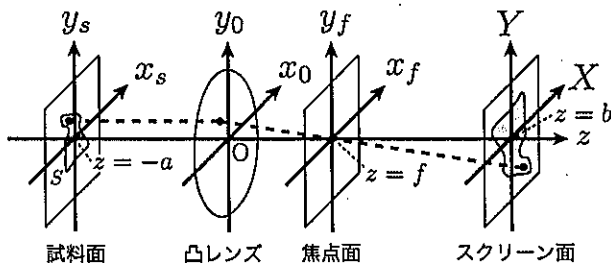


図 1

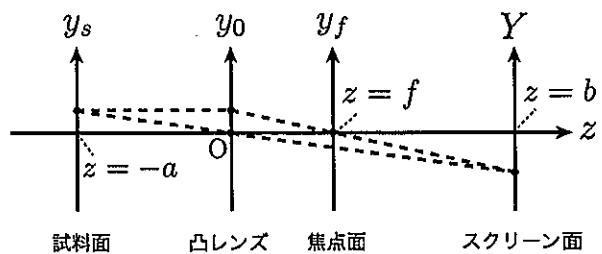


図 2

平成29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. z 軸に沿って正の方向に進行する単色光平面波を考える。このとき位置 z における波は複素数表示で $A_0(z, t) = A \exp [i\omega(t - z/c)]$ と表されるとする (ただし A は振幅, ω は角速度, t は時間, c は真空中の光速)。今, $z = l (> 0)$ の位置に厚さ $d (\ll l)$, 屈折率 $n (> 1)$ の光の吸収のない透明薄板を, z 軸に垂直に置く。

(5) $z > l + d$ の位置で観察される波が $A_1(z, t) = A \exp \left[i\omega \left(t - \frac{z}{c} - \frac{d(n-1)}{c} \right) \right]$ となることを示せ。ただし, 透明薄板の表面による光の反射は無視できるものとする。

(6) $n \approx 1$ のとき, $A_1(z, t) \approx A_0(z, t) + \frac{\omega d(n-1)}{c} A_0(z, t) \exp \left[-i\frac{\pi}{2} \right]$ と表せることを示せ。

III. 光学顕微鏡を用いて微小試料を観察するとき, 試料が特定波長の光を吸収する場合は, その波長の光の強度が大きく変化するため, 高いコントラストをもつ試料像を得ることができる。これに対し, 光を吸収しない無色透明な試料に対しても高コントラスト像を与える顕微観察法として「位相差観察 (phase contrast) 法」がよく用いられる。図3で示した光学系では, 単色光の平行光束が試料面に照射される。試料面からの光は対物レンズにより集光され, 後方の像面位置に像を作る。試料面の光軸位置 O に細胞などの微小な透明試料を置くと, 試料に入射した光は, 位相が変化せずに透過する直接光と, 試料との相互作用の結果, 位相が約 $\pi/2$ 遅れ, 様々な方向に散乱する回折光に分かれる。これら2種類の光は像面上の位置 P において干渉し, 結像する。

(7) 図3のように, 対物レンズの焦点面の位置に位相板を置くと, 直接光のみの位相を変化させることができる。位相板を用いて, 直接光の位相を $\pi/2$ だけ遅らせた場合, および $\pi/2$ だけ進めた場合のそれぞれについて, 試料の像が得られる P の位置での結像光の強度は, 位相板がないときと比べてどう変化するか, 理由とともに答えよ。

(8) 実際には細胞などの薄い透明試料を観察する場合には, 直接光の位相をずらすだけでは高コントラストの試料像を得ることはできない。コントラストを上げるためには, さらにどのような工夫が必要か簡潔に述べよ。

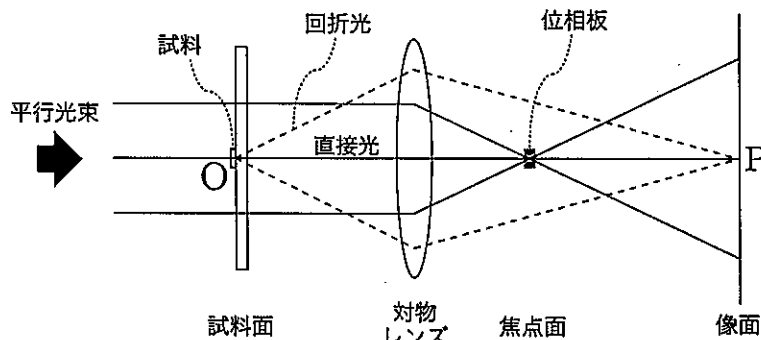
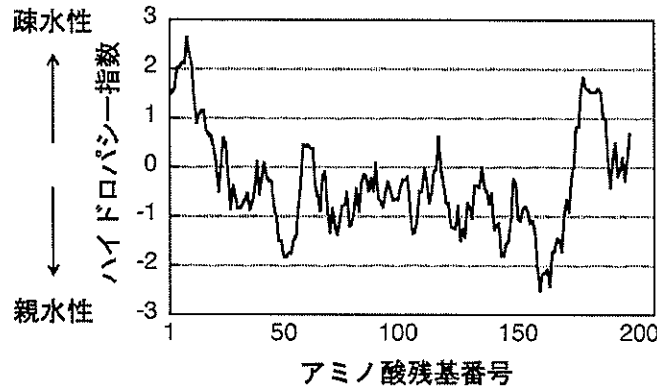


図3

平成 29 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)

I. 200 個のアミノ酸からなるタンパク質 X は、一本の膜貫通領域を介してある真核細胞のゴルジ体膜に局在する。このタンパク質 X の翻訳が開始されるアミノ酸残基番号を 1 としてヒドロパシープロットを行ったところ下図のような結果が得られた。以下の問いに答えよ。(1),(2),(3)で理由が述べられていない答案には配点しない。



- (1) タンパク質 X はゴルジ体膜にどのような状態で局在している可能性が高いと考えられるかを、タンパク質の N 末端、C 末端、およびゴルジ体内外に対するタンパク質の配向が分かるように図示せよ。また、そのように考えた理由を述べよ。
- (2) タンパク質 X のアミノ酸残基番号 150 のアミノ酸をコードするコドンをストックコドンに置換した変異体を発現させると、この変異体は細胞内のどこにどのような状態で局在する可能性が最も高いか、タンパク質の配向や細胞内局在が分かるように図示し、そのように考えた理由を述べよ。ただし、この変異によりタンパク質の安定性に影響はないものとする。
- (3) タンパク質 X のアミノ酸残基番号 2 から 25 までのアミノ酸を欠失させた変異体を発現させると、この変異体は細胞内のどこにどのような状態で局在する可能性が最も高いか、タンパク質の配向や細胞内局在が分かるように図示し、そのように考えた理由を述べよ。ただし、この変異によりタンパク質の安定性に影響はないものとする。
- (4) タンパク質 X が翻訳後に N 型糖鎖修飾を受けているかどうかを実験によって調べたい。その方法について次の 6 つの語句のうち 3 つを用いて具体的に説明せよ。
蛍光タンパク質、細胞破碎液、エンドグリコシダーゼ、グリコシルトランスフェラーゼ、蛍光抗体法、ウエスタンブロッティング法
- (5) (1)で図示したタンパク質 X の配向を確認するためには、どのような実験を行えばよいか具体的に説明せよ。

II. 以下の (1)~(6)の文章の (a)~(j)の下線部について、誤りがあれば正しい記述に訂正せよ。ただし、下線部が正しい場合は「正しい」と解答せよ。

- (1) 一般に水溶液中における蛍光分子の量子収率とモル吸光係数について、温度依存性を示すのは (a) いずれでもなく、温度の上昇に伴いその値の変化は (b) 高くも低くもならない。
- (2) 一般に蛍光分子の励起極大波長は、この蛍光分子の蛍光極大波長よりも必ず (c) 長いとは限らない。
- (3) 一般にタンパク質の N 末端のアミノ酸配列は、(d) プロモシアン 分解による解析から明らかにでき、水溶液中のタンパク質の二次構造の検出には、(e) エネルギー放出性スペクトル の測定が適している。
- (4) 水溶液中において、タンパク質分子の (f) イオン強度 がゼロとなる時の pH を等電点という。
- (5) DNA の二重らせん構造、バクテリオファージ、大腸菌、インフルエンザウイルス、リボソーム、ヘモグロビン、アメーバのうち、光学顕微鏡の明視野像として観察できるのは (g) すべて である。電子顕微鏡は (h) エックス線 を用いるため、さらに微細な構造が観察できる。
- (6) ユビキチンは分子量約 8,500 のタンパク質であり、標的となるタンパク質中の (i) システイン 残基とユビキチンとが共有結合である (j) ジスルフィド 結合することでユビキチン化が起こる。

平成 29 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)

以下の問いに答えよ。括弧内の s, g, aq はそれぞれ固体, 気体, 水溶液を意味する。必要があれば, 気体定数 $R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, ファラデー定数 $F = 9.649 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$, $\ln 2 = 0.693$, $\ln 5 = 1.609$, $\ln 78 = 4.357$, $\ln 21 = 3.045$ を使って計算せよ。

I. $n \text{ mol}$ の気体を断熱可逆膨張させ, 体積及び絶対温度がそれぞれ V_i, T_i から V_f, T_f に変化した。但し, 定積熱容量, 定圧熱容量は, それぞれ温度に依存しない定数 C_v, C_p であるとする。

(1) 理想気体の場合, V_i, T_i, V_f, T_f 間の関係式を導け。

(2) 理想気体の場合, された仕事 W , 内部エネルギー変化 ΔU , エンタルピー変化 ΔH , エントロピー変化 ΔS を計算せよ。

(3) ファンデルワールス状態方程式 $\left(P + \frac{n^2 a}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$ に従う気体の場合, 内部エネルギー変化 ΔU を計算せよ。但し, a, b は気体の種類によって決まる定数である。

II. 絶対温度 298 K 一定の下, 1.00 atm の窒素, 酸素, アルゴンをそれぞれ 7.80×10^{-1} , 2.10×10^{-1} , $1.00 \times 10^{-2} \text{ mol}$ ずつ混合した。理想気体とした場合, この混合に伴うエントロピー変化 ΔS を求めよ。答えの有効数字は 2 桁とせよ。

III. ある化学反応の標準平衡定数 K_1 は 350 K から 450 K の温度範囲で絶対温度 $T \text{ K}$ の関数として次式で表される。

$$\ln K_1 = -1.00 - \frac{1.20 \times 10^3}{T} + \frac{2.10 \times 10^5}{T^2}$$

400 K におけるこの反応のエンタルピー変化 ΔH° , エントロピー変化 ΔS° , ギブズエネルギー変化 ΔG° を求めよ。答えの有効数字は 3 桁とせよ。

IV. $\text{Cu(s)} + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CuCl}_2(\text{aq})$ の電極反応を考える。但し, Cu^{2+} , Cl^- の標準生成エンタルピーはそれぞれ 64.77, $-167.16 \text{ kJ mol}^{-1}$, 標準生成ギブズ自由エネルギーはそれぞれ 65.52, $-131.26 \text{ kJ mol}^{-1}$ である。

(1) 正極, 負極における反応を示せ。

(2) 298 K における電極反応のエンタルピー変化 ΔH° , エントロピー変化 ΔS° , ギブズエネルギー変化 ΔG° を求めよ。答えの有効数字は 3 桁とせよ。

(3) 標準起電力を求めよ。答えの有効数字は 3 桁とせよ。

平成 29 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)

I. ある反応物質 A の気相での熱分解反応は、以下の n 次反応(速度反応式(a))として表される。反応次数の決定法について、以下の問いに答えよ。ただし、反応開始時の生成物の濃度は 0 とする。解答は有効数字 3 桁で答え、必要ならば、 $\log 2=0.3010$ 、 $\log 3=0.4771$ 、 $\log 5=0.6990$ 、 $\log 7=0.8451$ 、 $2.303\log x = \ln x$ を使用せよ。



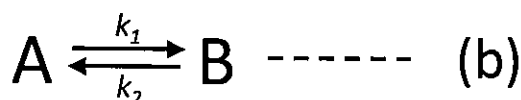
(1) 反応次数を決定する簡便な方法の一つとして、初濃度に対する反応の半減期の依存性を利用する方法がある。反応の時間 t の A の濃度を $[A]$ 、初濃度を $[A]_0$ 、そして反応の速度定数 k とする。この反応の半減期を、 n 、 k 、 $[A]_0$ のうち必要なものを用いて示せ。

(2) 反応物質 A の初濃度が $1.50 \times 10^{-2} \text{ mol l}^{-1}$ の時の半減期は 200 秒、初濃度が $2.00 \times 10^{-3} \text{ mol l}^{-1}$ の時の半減期は 1,500 秒とする時の反応次数を求めよ。解答に至る計算過程も記すこと。

(3) 反応次数を決定する方法として、反応物質 A の初濃度を変化させて分解反応の初速度を測定し、利用する方法がある。この方法において初濃度と初速度を利用する利点を 10 行以内で記せ。参考となる図などを用いても良い。図は解答の行数には数えない。

II. 反応物質 A(または B)の気相での熱分解反応を考える。体積一定に保ち、反応開始から時間 t 秒における反応容器内に残存している反応物質 A(または B)の分圧 P Torr を実験的に求めることができる。この実験より以下のことが分かった。反応物質 A の熱分解反応においては、 $\log P$ と時間 t との間に直線関係が得られた。また、反応物質 B の熱分解反応においては、 $1/P$ と時間 t との間に直線関係が得られた。反応物質 A または B の熱分解反応において、それぞれの反応次数、速度定数、活性化エネルギーを実験的に求める方法を、各 10 行程度で説明せよ。参考となる図などを用いても良い。図は解答の行数には数えない。

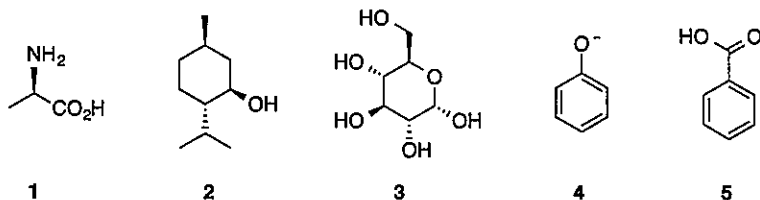
III. 反応式(b)で示す可逆一次反応について考える。正反応の速度定数 k_1 、逆反応の速度定数 k_2 、反応の時間 t の A の濃度を $[A]$ 、初濃度を $[A]_0$ 、平衡状態における反応物質 A の濃度を $[A]_{eq}$ 、平衡定数 K とする(B の初濃度 0 とする)時、 $\log([A]-[A]_{eq})$ の値を時間 t に対してプロットすると直線関係(直線の勾配は m)が得られた。速度定数 k_1 、 k_2 それぞれの値を平衡定数 K と直線の勾配 m を用いて表せ。解答に至る計算過程も記すこと。



平成 29 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)

I. 次の化合物 1-5 について以下の設問に答えよ。



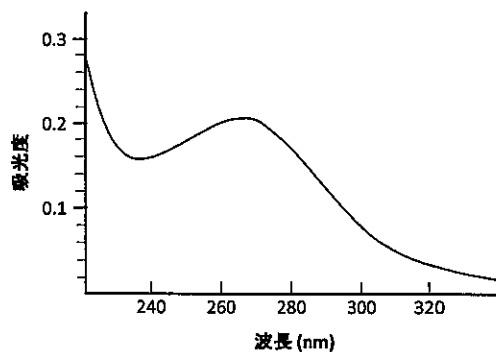
- (1) 化合物 1 および 2 のすべての不斉炭素について立体化学を *R*, *S* 表示で答えよ。不斉炭素が複数ある場合は、それぞれの炭素を指定して答えよ (解答用紙に構造式を書いて示しても良い)。
- (2) 化合物 3 の安定配座をいす型配座で示せ。また、化合物の名称を答えよ。
- (3) 化合物 4 の共鳴構造をすべて書け。
- (4) 化合物 5 のベンゼン環上の炭素のうち電子密度が相対的に低くなっている炭素はどれか。解答用紙に構造を書き、該当する炭素に印を付けよ。

II. 核酸に関連する以下の問いに答えよ。

- (1) ワトソン・クリック塩基対を形成する核酸塩基のうち、ピリミジン塩基を全て選び出し、名称と構造を示せ。ただし、メチル化ピリミジン塩基は示さなくてよい。
- (2) ポリアクリルアミドゲル電気泳動を用いて核酸を分析する場合、エチジウムブロマイドなどの色素を用いて染色を行う。
 - (a) エチジウムブロマイドの構造を示せ。
 - (b) エチジウムブロマイドと核酸二重鎖間の結合様式の名称を答えよ。また、同結合様式はどのようなものか、図を用いて説明せよ。
 - (c) 核酸を泳動したゲルをエチジウムブロマイドで染色すると蛍光バンドが出現する。本現象はエチジウムブロマイドを光励起した後のエネルギー放出過程が、核酸結合前後で変化するため起こると考えられている。エチジウムブロマイドの蛍光が増大するメカニズムを分子レベルで説明せよ。

III. タンパク質に関連する以下の問いに答えよ。

- (1) タンパク質の分離法の中で、分子ふるい効果を利用するものを一つ挙げ、分子量の異なるタンパク質が分離・精製されるメカニズムを説明せよ。
- (2) タンパク質が混入した恐れのある RNA サンプル溶液の吸収スペクトルをとったところ、右図のような結果となった。本測定の結果から、サンプル中にタンパク質が混入しているかしていないかを判定し、その理由を説明せよ。

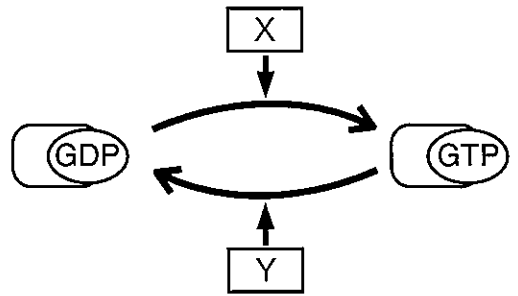


平成29年度修士課程入学試験問題
生命環境科学系 総合科目

第9問 生物学(1)

以下の文を読み、問I～IVに答えよ。

RasやRanなどの低分子量Gタンパク質はGTPまたはGDPと結合し、さまざまな細胞機能の制御に関わるが、その切り替えには図のXやYで示す分子のはたらきが重要である。Ras遺伝子は多くのがん細胞で変異が見られ、例えば12番目のグリシン残基がバリン残基に置換された⁽¹⁾変異型のRas^{G12V}タンパク質は、自身のもつ酵素活性が失われ、常に活性型となっている。また、Ranは間期にはタンパク質やRNAの核-細胞質間輸送を担い、分裂期には染色体の近傍における微小管の安定な重合を促進させ、⁽²⁾紡錘体形成に寄与している。いずれの役割にも、Ranに対するX分子である染色体結合分子RCC1が重要である。



問I Gタンパク質のGDP結合型からGTP結合型への変換はどのように起こるか、Xの名称と役割を説明しながら述べよ。

問II 下線部(1)について。

- (1) Ras^{G12V}により引き起こされた過剰な細胞内シグナル伝達は、その細胞における、Rasに対するY分子の活性を上昇させるまたは失活させることで抑えることができるか、理由と共に答えよ。
- (2) Yの名称を答えよ。

問III 下線部(2)について。減数第一分裂と減数第二分裂では、染色体と紡錘体との結合様式にはどのような違いがあるか、簡易的な図で示しながら文章で説明せよ。

問IV 下線部(2)について。ツメガエル未受精卵の抽出液は、そのままでは微小管重合を行わないが、精子核を加えると分裂期染色体となり、その周囲にのみ微小管が重合し紡錘体が形成される。そこで、精子核ではなく表層にクロマチン断片を結合させたビーズを加えたところ、ビーズ周囲にのみ紡錘体が形成された。このとき、抽出液中のRCC1分子のほとんどがビーズに結合していた。次に、Ras^{G12V}と同様の変異体であるRan^{Q69L}を卵抽出液に過剰に存在させたところ、クロマチン断片を結合させたビーズの周囲への紡錘体形成は阻害され、抽出液中に多数の微小管アスターが形成された。

- (1) ツメガエル未受精卵抽出液中で染色体の周囲にのみ紡錘体が形成されるしくみについて、どのようなことが考えられるか説明せよ。
- (2) 上記(1)で答えた可能性を検証するための実験を1つ考案し、その実験の概要と期待される結果についてそれぞれ述べよ。

平成 29 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) (その 1)

以下の文を読み、問I～VIIに答えよ。

人類はその歴史の中で、様々な生物を家畜あるいは作物として改良してきた。野生のイノシシから家畜化したブタにいたる過程のなかで起こった変化の例を考えてみる。野生のイノシシでは椎骨 (図 1) は19個であるが、現在の肉用ブタではその数に幅があり、20から23個の椎骨をもつようになっている。最近、ブタにおけるゲノム配列情報、SNP (スニップ) の情報などを活かしてブタの椎骨数の変化に関わる責任遺伝子 (遺伝子Gとする) が特定された。ここでは椎骨数が多いE品種と少ないA品種を用いた研究から遺伝子Gが見いだされたと仮定する。

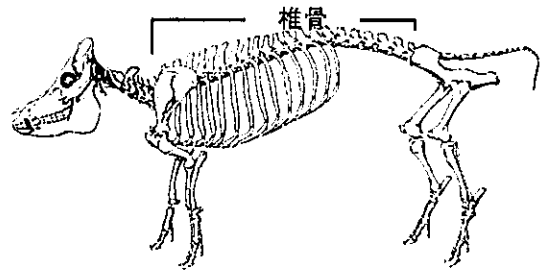


図 1

問I SNPとはどのようなものか説明せよ。

問II E品種とA品種の間で交配させ、F1世代、さらにF2世代の個体を得ると、椎骨の数が多い個体と少ない個体とが生まれた。SNP情報などのツールを用いると、各個体について、染色体上の領域がA品種、あるいはE品種のどちらに由来するかがわかる。一つの染色体の中で由来が異なる染色体がつながり合わさった状態を生み出す生命現象の名前を答えよ。

問III 図 2 は遺伝子Gが存在している染色体領域を示す。各F2個体 (個体番号1～10) の椎骨の数 (20または23) と、それぞれの染色体領域の由来がA品種であれば黒色 (図中の縦線網掛け), E品種であれば白で示す。こうした情報から遺伝子Gの候補が絞ることができる。この染色体領域にある遺伝子 a ~ j のうち責任遺伝子として可能性のあるものすべてをアルファベットで、簡単な理由とともに答えよ。(いずれの個体ももう一本の染色体による影響はないものとして考えよ。ここでの遺伝子の表示はイントロン領域なども含めている)

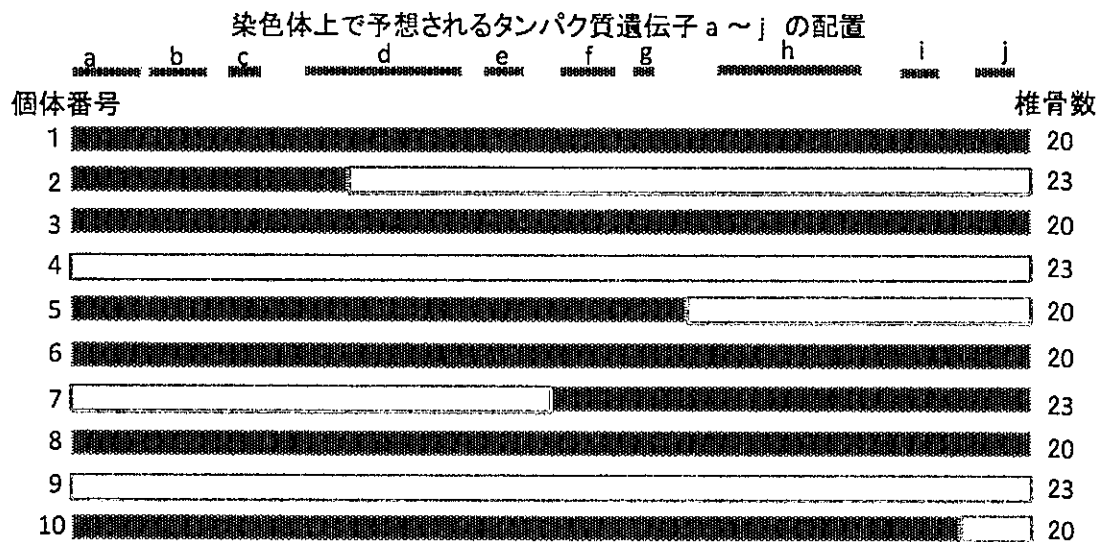


図 2

(次のページに続く)

第 10 問 生物学 (2) (その 2)

- 問IV 図2で示す領域に見いだされた一つのタンパク質 (アミノ酸479個からなる) でのみA品種とB品種による配列の違いが見られ、192番目のアミノ酸がE品種ではロイシン、A品種ブタあるいは野生イノシシではプロリンとなっていた。このアミノ酸置換はちょうどDNA結合ドメインとリガンド結合ドメインと呼ばれる配列領域間のつなぎ部分に位置した。このアミノ酸置換によってタンパク質の立体構造にどのような影響をもたらすかを推測して述べよ。
- 問V 遺伝子Gがコードするアミノ酸配列中についてデータベース上で調べると、そのタンパク質が転写因子型受容体である可能性が示唆された。一般に転写因子とは、転写を起こす機構のなかでどのようなはたらきをするものかを、mRNA、ゲノムDNA、酵素という言葉を含めて説明せよ。
- 問VI 遺伝子Gはブタだけでなく、ヒトやマウスにも見いだされ、ほ乳類の発生の中で共通に重要な機能を担っていることが予想される。この遺伝子が、ほ乳類の発生のどの段階でどの組織で発現しているかを調べるための解析技術の例を挙げ、どのように行うかを具体的に説明せよ。
- 問VII 人類は生物学的な知識を持つ以前から、飼育してブタを選抜してきた。椎骨に関して長年かけてこうした変化が起こった理由として考えられることを述べよ。

平成 29 年度修士課程入学試験問題
生命環境科学系 総合科目

第 11 問 生物学 (3)

以下の文を読み、問 I ~ VI に答えよ。

生後 5 か月の K 君は、離乳食を食べた直後は、おとなしくなるが、夜間の睡眠時間が非常に短く、不機嫌なことが多かった。K 君のお腹が腫れてきたため、病院で検査を受けたところ、空腹時血糖値が低く、(A) の ⁽¹⁾ 分泌量も少なく、肝臓が大きく腫れていた。また肝細胞内の ⁽²⁾ グルコース-6-ホスファターゼ が欠損しており、肝細胞内にグリコーゲンが多量に蓄積していた。

問 I 文中 (A) に入る最も適切なホルモンとその産生臓器の名前を答えよ。

問 II 下線部 (1) について。

細胞内の分泌小胞が細胞膜と融合して分泌小胞の内容物を細胞外に放出する現象を、開口分泌 (エキソサイトーシス) という。この開口分泌の一連の過程について、 Ca^{2+} と開口分泌を制御する分子群との関係にも言及し、説明せよ。

問 III 下線部 (2) について。

グルコース-6-ホスファターゼが触媒する反応について説明せよ。

問 IV 下線部 (2) について。

グルコース-6-ホスファターゼは、小胞体に存在する膜結合型酵素で、その活性部位は、小胞体の内腔に存在する。遺伝子異常により K 君と同様な病態を引き起こすグルコース-6-ホスファターゼ以外の小胞体タンパク質が 2 つ存在する。それら 2 つの小胞体タンパク質は、それぞれどのような機能を有すると考えられるか、説明せよ。

問 V 二重下線部について。

体内時計による概日リズムは、睡眠だけでなく、体温やホルモン分泌も制御する。中でも、成長ホルモンの分泌量は、夜間睡眠中、特に就寝直後に最大量になる。成長ホルモンの分泌量が夜間睡眠中に最大になる理由について、説明せよ。

問 VI 低血糖による体内エネルギー不足を補うため、K 君の血中には、遊離脂肪酸が多く含まれていた。この理由について、以下の文章の空欄 1 ~ 7 にあてはまる最も適切な語句を入れよ。

血糖値が低下すると、血中 濃度が上昇する。 が、白色脂肪細胞の 受容体に結合すると、細胞内 濃度が上昇し、 が活性化される。その結果、白色脂肪細胞内の が活性化する。 は、 を遊離脂肪酸と に分解し、血中へ放出する。その結果、K 君の血中遊離脂肪酸濃度が上昇する。

平成 29 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)

植物の気孔に関する以下の問 I ~ VI に答えよ。

- 問 I 植物の葉に存在する気孔は、C3 植物や C4 植物の場合、昼間に開き、夜間に閉じることがよく知られている。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 II 気孔が光、特に青色光に応答して開くとき、光受容体としてはたらく物質の名称およびその物質が光受容体としてはたらき得る構造的な特徴について説明せよ。
- 問 III 気孔が光、特に青色光に応答して開くとき、どのように開口するのか、その分子メカニズムについて説明せよ。
- 問 IV 気孔の閉鎖を引き起こすことがよく知られている物質の名称を 2 つ挙げよ。
- 問 V CAM 植物では C3 植物や C4 植物とは異なり、気孔は夜間に開き、昼間に閉じる。この気孔の開閉が昼夜逆転する現象は、CAM 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。また、気孔の開閉が昼夜逆転しても CAM 植物が光合成をうまく行うことができるしくみについて説明せよ。
- 問 VI 気孔が光に応答して開くプロセスに関わっている遺伝子を同定するために、光に応答した気孔の開口に異常を示す変異体を分離したい。そのような変異体を分離するには、突然変異を誘発させた多くの植物体の集団について、光に応答した気孔の開度の変化を調べ、その集団の中から異常な応答をする変異体を分離する必要がある。しかし、気孔の開き具合を直接調べるとなると、植物の表皮を剥ぎ、顕微鏡下で気孔の開き具合を観察する必要があるため、多くの植物体の中から目的の変異体を分離するには手間と時間がかかってしまう。そのため、気孔の開き具合を間接的ではあるが簡便に調べることができる方法でスクリーニングを行い、変異体の候補を選抜したい。どのような選抜方法が考えられるか、2 つの方法を考案し、それらの方法によってなぜ気孔の開き具合を間接的に知ることができるのか、その理由についても説明せよ。

平成 29 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 身体運動科学 (1)

以下の設問すべてに答えなさい。

- I. 呼気ガスから、糖と脂肪の利用割合を求める方法とその根拠を説明しなさい。また、運動強度によって、運動時の糖と脂肪の利用割合はどのように変化するのかを説明しなさい。

- II. $60\% \dot{V}O_2 \text{ max}$ 強度で3時間の長時間運動をする場合に、エネルギー基質の利用は運動時間によってどう変化するのかを説明しなさい。また、それは呼気ガス以外に、血中基質の何が、どのように濃度変化することから推定できるのかを説明しなさい。ただし食事は通常食を運動3時間前に摂取した条件とする。

- III. 運動開始の40分ほど前に多量の糖質を摂取し、血糖値が高い状態で運動を開始すると、運動開始直後に血糖値が急激に低下し、低血糖状態になる場合がある。このような現象が生じるメカニズムについて説明しなさい。また、運動前にどのように糖質を摂取すれば、低血糖状態になるのを防げるのか説明しなさい。

- IV. 暑熱環境下で運動を行う場合、脱水症を防ぐためには、水分だけではなく塩分（塩化ナトリウム）もあわせて摂取することが推奨されている。その理由について説明しなさい。

平成 29 年度修士課程入学試験問題
生命環境科学系 総合科目

第 14 問 身体運動科学 (2)

以下の設問すべてに答えなさい。

- I. 伸張反射の神経機序について説明しなさい。
- II. 自原性抑制について、これを生じさせる受容器の名称、神経経路、運動制御系における役割を説明しなさい。
- III. 脳による運動の協調的制御について、テニスのストロークを例に説明しなさい。
- IV. 下記の用語すべてを用い、姿勢制御の神経機序について説明しなさい。

フィードバック

フィードフォワード

小脳皮質

大脳皮質運動関連領野

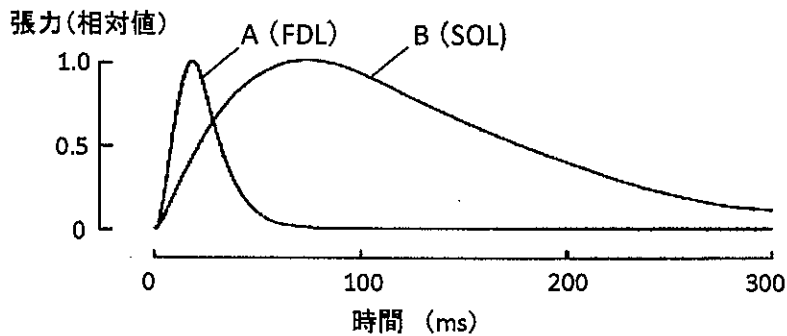
筋固有感覚

前庭感覚

平成 29 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 (3)

次の図中の曲線 A、B はそれぞれ、ネコの長母趾屈筋 (FDL) とヒラメ筋 (SOL) に電気刺激を与えて得られた単収縮の張力曲線を示す。これに関連した以下の設問すべてに答えなさい。



図

- I. 単収縮について簡単に説明しなさい。
- II. 適切なパラメータを用い、曲線 A と B における張力立ち上がり速度、および弛緩速度を定量的に比較しなさい。ただし、数値はグラフから読み取れる範囲の概数でよい。さらに、そのパラメータを用いた根拠を述べなさい。
- III. 筋組織の力学的性質として FDL および SOL の間で曲線 A、B のような違いが生じる仕組みについて説明しなさい。
- IV. 筋線維のレベルで、収縮張力の立ち上がり速度、弛緩速度の違いを生じさせる要因につきそれぞれ述べなさい。
- V. 平均的な特性をもつ筋組織において、次の (1) ~ (3) の長期的変化が生じた場合、その力学的特性は A → B、B → A のどちらの方向に変化すると考えられるか。それぞれの場合につき、変化の方向とその仕組みについて述べなさい。
 - (1) 高強度の筋力トレーニングによって肥大した場合。
 - (2) 不活動によって萎縮した場合。
 - (3) 加齢に伴って自然に萎縮した場合。

平成 29 年度修士課程入学試験問題
生命環境科学系 総合科目

第 16 問 身体運動科学 (4)

以下の設問すべてに答えなさい。

- I. 膝関節内側側副靭帯を損傷した場合、良好な治癒を得るためにはどのような点に配慮すべきか、その理由とともに述べなさい。
- II. 運動中に頭部を打撲した場合に注意すべきことについて述べなさい。
- III. 激しい運動やトレーニングをしている女性競技者がかかえる健康上のリスクとして、Female Athlete Triad (女性アスリートの三主徴) が最近知られるようになった。
以下の用語をすべて用いて知るところを述べなさい。
エネルギー不足、無月経、骨粗鬆症
- IV. ロコモティブ症候群およびその予防対策について以下の用語をすべて用いて述べなさい。
運動器、骨粗鬆症、サルコペニア、要介護

平成 29 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 (5)

以下の設問すべてに答えなさい。

- I. 上腕二頭筋（紡錘状筋）と上腕三頭筋（羽状筋）について、筋形状の観点から筋の収縮速度および発揮張力を比較しなさい。
- II. ヒト生体における筋線維組成を調べるために、筋生検法を用いる際の問題点を 2 つ挙げて説明しなさい。併せて、それに替わる推定方法を 2 種類挙げて、それぞれについて知るところを述べなさい。
- III. 下の図 A は、最大握力を 100% として 5 段階の握力を発揮した際の主観的強度と実際の出力強度の関係を示す。この図をもとに以下の問いに答えなさい。

- (1) 主観的強度 (S) と実際の出力強度 (I) との間に式 (a) の対数関係が成立するとき、パラメータ n がそれぞれ $n < 1$ 、 $n = 1$ 、および $n > 1$ のときのグラフの概観を図 B に示した形式で解答用紙に記入しなさい。ただし、 k を比例定数、 θ を閾値とする。

$$\log S = \log k + n \log (I - \theta) \quad (a)$$

- (2) 運動の学習に伴い主観的強度と実際の出力強度が一致するようになると、式 (a) の k 、 n 、 θ はそれぞれどのように変化するのか説明しなさい。
- (3) 式 (a) は運動の出力調整においてどのような意味をもつと考えられるのか説明しなさい。

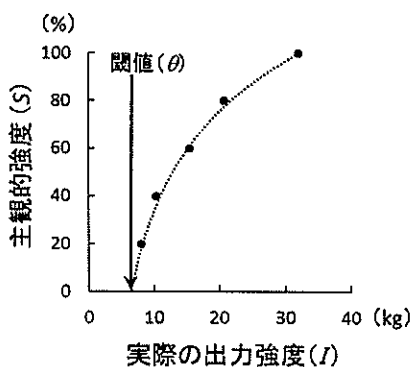


図 A

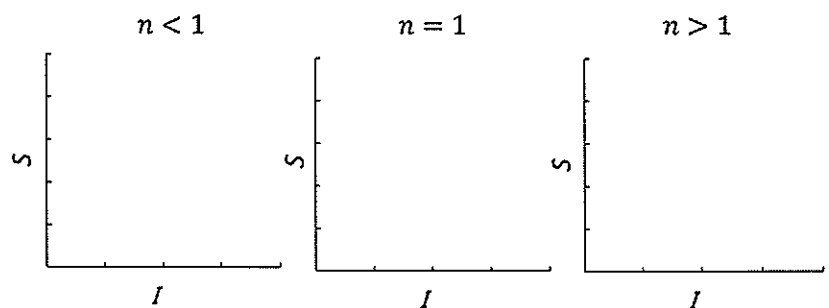


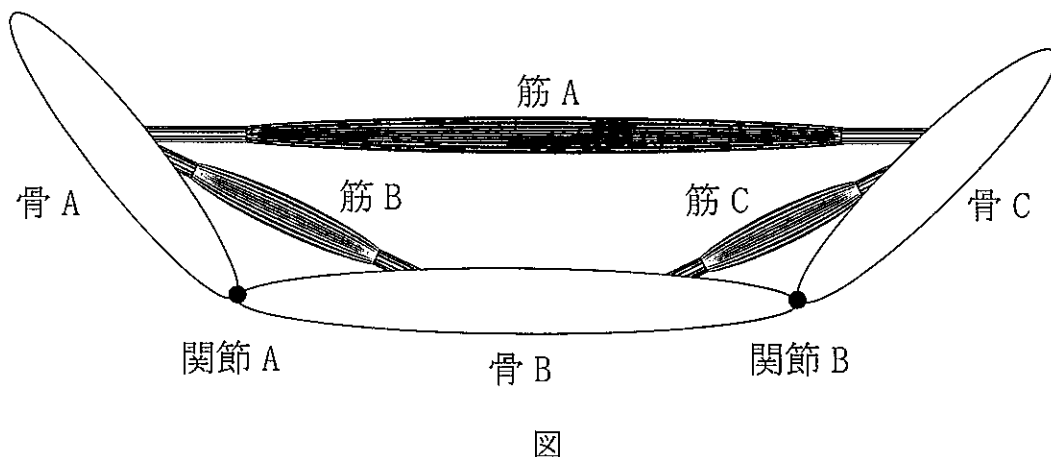
図 B

平成 29 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 (6)

以下の設問すべてに答えなさい。

- I. 野球、サッカー、テニス、ゴルフなどの球技スポーツでは、ボールの飛ぶ軌道を制御することを目的とし、投球時や打ち出し時にボールに回転を与えることが一般的である。ボールの回転によって空中での軌道が変化する力学的仕組みについて説明しなさい。
- II. ヒトとノミの体長には約 1000 倍にもおよぶ差が存在する。一方、ヒトとノミの跳躍高の差は 3 倍程度と、体長の差に比較して格段に小さくなることが知られている。その理由について、スケール効果の観点から説明しなさい。
- III. 下図に示す 3 つの骨、2 つの関節、3 つの筋 (2 つの単関節筋と 1 つの二関節筋) により構成される 2 次元筋骨格モデルを仮定する。このモデルの運動について、剛体リンクモデルを用いた逆動力学計算を適用し、関節トルクを求めるものとする。関節 A において算出される関節トルクの記述として正しいものを (a) ~ (c) の中から選択しなさい。また、その理由について運動方程式を用いて説明しなさい。運動方程式の記述にあたり、筋の質量は考慮しなくて良いものとする。また、必要となる各種の定数や変数については自身で設定し、それぞれ何を示したものが分かるようにしておくこと。
- (a) 筋 A によって生じる関節 A 周りのトルクと筋 B によって生じる関節 A 周りのトルク之和に一致する。
- (b) 筋 B によって生じる関節 A 周りのトルクに一致する。
- (c) 選択肢 (a) も (b) も正しくない。



平成 29 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 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) ベイズ統計 (Bayesian statistics)
- (2) 音源定位 (sound localization)
- (3) ミラーニューロン (mirror neuron)
- (4) 強化スケジュール (schedules of reinforcement)
- (5) まばら符号化 (sparse coding)
- (6) 情動伝染 (emotional contagion)
- (7) 構造方程式モデリング (structural equation modeling)
- (8) DSM-5 (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition)
- (9) 危機介入 (crisis intervention)
- (10) フラッシュ・ラグ効果 (flash-lag effect)
- (11) 知覚的充填 (perceptual filling-in)
- (12) 主観的等価点 (point of subjective equality)

第 20 問 認知行動科学 (2)

以下の 3 問のうち 2 問について解答せよ。

I. 心理学的尺度を新たに作成する場合、どのような過程を経ておこなうべきか説明せよ。その際、以下のキーワードを必ず 1 回は用いること。キーワードの使用の順序は問わない。

キーワード：因子分析 標準化 再検査信頼性 項目分析

II. 精神病理やパーソナリティの研究においては、特性 (trait) と状態 (state) を区別して扱うことが多い。特性と状態を区別することはなぜ重要なのか、不安の研究を例にとって説明せよ。

III. 精神疾患患者への偏見・差別が与える影響と、軽減戦略について述べよ。

第 21 問 認知行動科学 (3)

以下の 3 問のうち 2 問について解答せよ。

I. ヒト以外の動物における同種内で生起する自然環境での「教育」の事例について、ヒトにおける教育との差異に注意しながら説明せよ。

II. コミュニケーションの進化生物学的な定義は「発信者の信号によって生じる受信者の行動の変化が、長期的に見て発信者の利益となるような、信号のやりとり」とされる。ここで、「発信者の信号」、「受信者の行動の変化」、「発信者の利益」とはそれぞれ何かを説明せよ。また、定義に含まれていない「受信者の利益」が満たすべき条件を考察せよ。

III. 小鳥の歌の学習過程について記述し、そのうち、オペラント条件づけ、レスポナント条件づけで説明できる部分があれば説明せよ。また、説明できない部分については、どのようなメカニズムを想定する必要がある、そのメカニズムは脳のどのような構築によると考えられるかを考察せよ。

平成 29 年度修士課程入学試験問題
生命環境科学系 総合科目

第 22 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. 経頭蓋直流刺激(tDCS)および経頭蓋交流刺激(tACS)について、これらの方法がいかにして神経活動に影響するかについて、この手法に関する批判等も含めて説明せよ。

II. 機能的磁気共鳴画像 (fMRI) による脳機能計測によって得られたデータの解析法としてのエンコーディングとデコーディングについてそれぞれ定義し、これらの手法を用いた研究の例を 1 つずつ挙げて説明せよ。

III. 安静時脳機能画像 (resting-state fMRI) によって示唆されうることを説明せよ。

平成 29 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 (5)

以下の 3 問すべてについて解答せよ。

I. 視覚における対比現象について 2 つ以上の例を挙げて説明し、その情報処理メカニズムを論ぜよ。

II. 霊長類の視覚機能が視野の中心と周辺においてどのように異なるかを説明し、その生理学的基礎を論ぜよ。

III. 盲視 (blindsight) とは何かを説明せよ。また、その基礎と考えられる情報処理メカニズムについて論ぜよ。

第 24 問 認知脳科学 (1)

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

I. Upon repetitive stimulation of an axon, synaptic responses can become gradually smaller as in the example below showing postsynaptic currents (this phenomenon is called synaptic depression). Describe more than two mechanisms underlying synaptic depression.



II. Describe how synaptic depression can contribute to neural computation or cognitive function.

第 25 問 認知脳科学 (2)

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

I. When a rodent explores a context space, it is represented on the single neuron and network level in both the hippocampus and the cortex. Explain what types of neural codes are used and how they relate to memory.

II. Discuss what types of sensory and non-sensory information support spatial coding in the hippocampus.

第 26 問 認知脳科学 (3)

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

The amygdala is an important site of neural plasticity and memory storage for auditory fear conditioning in which animals learn that an auditory ‘conditioned stimulus’ predicts occurrence of an aversive ‘unconditioned stimulus’ and exhibit fearful behavioral freezing responses after learning. Auditory and aversive signals converge in the amygdala.

Related to this:

- (1) Discuss the neural pathways which convey auditory sensory information from the ear to the amygdala.
- (2) Describe the neural mechanism in the amygdala underlying fear conditioning and the evidence for this.
- (3) Describe the output pathways from the amygdala which produce behavioral fear/freezing responses after fear learning has occurred.

草稿用紙

草稿用紙

草稿用紙