

平成25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 専門科目

( 平成24年 8 月28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33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28問から3問を選択して解答すること。ただし、第4問、第5問はいずれか一方しか選択できない。
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14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 専門科目

### 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
第5問	物理学 (5)	8
第6問	化学・生化学 (1)	9
第7問	化学・生化学 (2)	10
第8問	化学・生化学 (3)	11
第9問	化学・生化学 (4)	12
第10問	生物学 (1)	13
第11問	生物学 (2)	14~15
第12問	生物学 (3)	16~17
第13問	生物学 (4)	18
第14問	生物学 (5)	19
第15問	身体運動科学 (1)	20
第16問	身体運動科学 (2)	21
第17問	身体運動科学 (3)	22
第18問	身体運動科学 (4)	23
第19問	身体運動科学 (5)	24
第20問	身体運動科学 (6)	25
第21問	認知行動科学 (1)	26
第22問	認知行動科学 (2)	27
第23問	認知行動科学 (3)	28
第24問	認知行動科学 (4)	29
第25問	認知行動科学 (5)	30
第26問	認知脳科学 (1)	31
第27問	認知脳科学 (2)	32
第28問	認知脳科学 (3)	33

平成 25 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 1 問 物理学 (1) (その 1)

振動数  $\nu$  ( $\nu > 0$ ) を持つ  $N$  個の振動子が集まった系がある。振動子間の結合は、振動数に影響を与えない程度に十分にゆるく、振動子はほとんど独立に運動していると思わせる。それぞれの振動子は、プランク定数を  $h$ 、非負の整数を  $n$  とすると、

$$\frac{1}{2}h\nu, \frac{3}{2}h\nu, \dots, \left(\frac{1}{2}+n\right)h\nu, \dots \quad (n=0\sim\infty)$$

のエネルギー準位をとる。次の問いに答えよ。

I. 振動子系全体は他から孤立し、そのエネルギーの総和は一定であるとする。いま、 $i$  番目の振動子が量子数  $n_i$  のエネルギー準位  $\left(\frac{1}{2}+n_i\right)h\nu$  にあるとする。このとき、振動子系全体のひとつの微視状態は、 $N$  個の振動子の量子数の集合  $(n_1, n_2, \dots, n_N)$  により表すことができる。

- (1) 系全体のエネルギーが一定の条件の下では、それぞれの微視状態が出現する確率は等しい。統計力学におけるこの根本的仮定を述べた原理を何というか、答えよ。また、この原理にしたがった統計集団を何というか、答えよ。
- (2)  $M = n_1 + n_2 + \dots + n_N$  とするとき、系全体のエネルギー  $E$  を、 $M$  を用いて表せ。
- (3) 可能な微視状態の数  $W(M, N)$  を、 $N$  と  $M$  を用いて表せ。この数は、全量子数の和  $M$  を  $N$  個の振動子に分配する方法の数に等しい。あるいは、白球  $M$  個を一列に並び、そこに黒球  $N-1$  個を挟んで、白球を  $N$  個の領域に分ける方法の数、すなわち、 $M+N-1$  個の球から  $N-1$  個を選ぶ方法の数に等しい。
- (4) この系のエントロピー  $S$  を、 $N$ 、 $M$ 、およびボルツマン定数  $k$  を用いて表せ。ただし、 $M \gg 1$ 、 $N \gg 1$  とし、 $N-1 \approx N$  としてよい。また、必要ならば、スターリングの公式  $\ln x! = x \ln x - x$  ( $x \gg 1$ ) を用いよ。
- (5) 系全体のエネルギー  $E$  を、 $N$ 、 $h$ 、 $\nu$ 、 $k$ 、および温度  $T$  を用いて表せ。

II. 次に、この振動子系が温度  $T$  の熱浴に接している場合を考える。

- (6) このとき、振動子系のある微視状態  $m$  のエネルギーを  $\varepsilon_m$  とすると、微視状態  $m$  の実現確率は、 $\exp(-\varepsilon_m/kT)$  に比例する。このような確率分布にしたがう統計集団を何というか、答えよ。

(次のページに続く)

平成 25 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 1 問 物理学 (1) (その 2)

- (7) この振動子系に含まれる 1 個の振動子のみを考える. この振動子は,  $\varepsilon_n = \left(\frac{1}{2} + n\right)h\nu$  ( $n=0\sim\infty$ ) というエネルギーをとりうる. このとき, 1 個の振動子の分配関数  $Z_1$  を求めよ. ただし,  $\sum_{n=0}^{\infty} a^n = \frac{1}{1-a}$  ( $a < 1$ ) である. また,  $\frac{e^x - e^{-x}}{2} = \sinh x$  を用いてもよい.
- (8) 問(7)の結果を用いて,  $N$  個の振動子からなる系の分配関数  $Z_N$  を求めよ.
- (9)  $N$  個の振動子からなる系の自由エネルギー  $F$  を求めよ.
- (10)  $N$  個の振動子からなる系のエネルギー  $E$  は,  $E = -\frac{\partial}{\partial \beta} \log(Z_N)$  (ただし  $\beta = \frac{1}{kT}$ ) で与えられる. これを計算し,  $E$  を  $N, h, \nu, k, T$  を用いて表せ.

平成 25 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 2 問 物理学 (2) (その 1)

地上から送信された電波 (振動数が 1 kHz から 1 THz 程度の電磁波) は, その振動数の大きさにより, 電離層で屈折あるいは反射されて地上に戻ってきたり, そのまま電離層を通過して地上に戻ってこなかったりする. この現象を以下の設問にしたがって考えてみよう. なお, 電離層には電子や陽イオンが多く存在する. 質量が大きい陽イオンは, 電波のような高い振動数の電場から受ける力ではほとんど動かない. それに対して, 質量が小さい電子は動くことができる. また, 電離層の内側および外側の層は真空であると見なしてよい.

- (1) 真空中を伝播する電磁波の電場の振幅  $E_0$  と磁場 (磁束密度) の振幅  $B_0$  との間には, 真空中の誘電率と透磁率をそれぞれ  $\epsilon_0$  と  $\mu_0$  とすると,  $B_0 = \sqrt{\epsilon_0 \mu_0} E_0$  の関係がある. この  $E_0$  と  $B_0$  との関係を真空中の光速  $c$  を用いて表せ.
- (2) 電子の質量を  $m$ , 電荷を  $e$ , 速度を  $\mathbf{v}$  とする. 電波の電場  $\mathbf{E}$  と磁場 (磁束密度)  $\mathbf{B}$  から電子が受ける力に基づいて, 電子の運動方程式を示せ.
- (3) 電子の速度の大きさ  $v = |\mathbf{v}|$  が真空中の光速  $c$  より十分に小さいとき, 電子が電波の磁場から受ける力の大きさは電場から受ける力の大きさに比べて十分に小さくて無視できることを示せ.
- (4) 問(2)および問(3)より得られた電子の運動方程式を積分して, 電子の速度  $\mathbf{v}$  を電波の電場  $\mathbf{E}$  を用いて表せ. なお, 電波の角振動数を  $\omega$  とすると, 電場は  $\mathbf{E} = \mathbf{E}_A \exp(i\omega t)$  と書ける. ここで,  $\mathbf{E}_A$  は時間  $t$  に依存しない複素ベクトル,  $i$  は虚数単位で  $i^2 = -1$  である.
- (5) 電波の電場  $\mathbf{E}$  (角振動数は  $\omega$ ) から受ける力により電子は運動する. それにより生じる電流の電流密度  $\mathbf{j}_e$  を求めよ. ただし, 電子の数密度は  $\rho$  である.
- (6) 電波の電場が  $\mathbf{E} = \mathbf{E}_A \exp(i\omega t)$  と書けることを用いて, 変位電流密度  $\mathbf{j}_d$  を求めよ.
- (7) 問(5)および問(6)より, 角振動数  $\omega$  の電波が電離層を通過する際に生じる全電流密度  $\mathbf{j}$  を求めよ.
- (8) 電子の運動による電流は存在せず, 問(7)で求めた全電流密度  $\mathbf{j}$  がすべて変位電流によるものだと考えて, 問(6)と問(7)の結果を比較することにより, 電離層の見かけ上の誘電率  $\epsilon$  を求めよ.

(次のページに続く)

平成 25 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 2 問 物理学 (2) (その 2)

- (9) 電離層の見かけ上の屈折率  $n$  は電波の角振動数  $\omega$  にどのように依存するかを示せ.
- (10) 電波の角振動数  $\omega$  がどのようになったとき, 電波は電離層をそのまま通過して地上に戻ってこないか. また, そのとき電離層の見かけ上の屈折率  $n$  の値はどのようになるか.
- (11) 電波の角振動数  $\omega$  がどのようになったとき, 電波は電離層で反射されて地上に戻ってくるか. また, そのとき電離層の見かけ上の屈折率  $n$  の値はどのようになるか.
- (12) 問(10)と問(11)の間の角振動数のとき, 電波は電離層でどのようになるか.

平成 25 年度 修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 3 問 物理学 (3) (その 1)

時間  $t$  に陽に依らない電磁場中の、電荷  $e$ 、質量  $m$  を持った荷電粒子の運動を、古典論および量子論で考察する。(以下では SI 単位系を用い、真空の誘電率を  $\epsilon_0$  で、また真空の透磁率を  $\mu_0$  で表すものとする。)

まず、原点に固定された点電荷 (電荷  $e'$ ) が作る電場中での運動を考える。

- (1) 荷電粒子の位置ベクトルを  $\vec{x}$  で表すとき、古典的な運動方程式を書け。また、それを用いて、角運動量  $\vec{l} = \vec{x} \times \vec{p}$  の各成分  $l_i$  ( $i = 1, 2, 3$ ) が保存することを示せ。但し  $\vec{p}$  は運動量ベクトルを表す。
- (2) 量子力学的には、この保存則はどのように表されるか。具体的な計算により、 $l_i$  が保存することを示せ。

次に、磁場中の運動を考える。ベクトルポテンシャルを  $\vec{A}(\vec{x})$  と記すと、ラグランジアンは次のように書ける：

$$(*1) \quad L = \frac{1}{2}m \left( \frac{d\vec{x}}{dt} \right)^2 + e\vec{A}(\vec{x}) \cdot \frac{d\vec{x}}{dt}.$$

- (3) ラグランジアン (\*1) は  $\vec{A}$  を陽に含んでいるので、任意関数  $\Lambda(\vec{x})$  によるゲージ変換  $\vec{A} \rightarrow \vec{A} + \nabla\Lambda(\vec{x})$  のもとで、別の形  $L'$  に変更される。にも関わらず、 $L$  と  $L'$  は同じ物理を記述することを古典論の範囲で説明せよ。
- (4) ハミルトニアン  $H$  が次の形で与えられることを示せ。

$$(*2) \quad H = \frac{1}{2m} \left( \vec{p} - e\vec{A}(\vec{x}) \right)^2.$$

次に、まだ見つかっていないが、点電荷の磁氣的対応物である「単磁極」が存在すると仮定し、それが原点に固定されているときに生ずる球対称な磁束密度

$$(*3) \quad \vec{B} = \frac{\mu_0 g}{4\pi} \frac{\vec{x}}{r^3}$$

のもとでの荷電粒子の運動を考える (下の [注] を参照)。ここで  $r \equiv |\vec{x}|$  であり、 $g$  は磁荷を表す。

- (5) 荷電粒子の従う古典的な運動方程式を書け。また、それをもとにして、 $\vec{l} = \vec{x} \times \vec{p}$  で定義される通常の角運動量は保存しないが、 $\vec{l}$  に余分な角運動量

$$\vec{s} \equiv -\frac{\mu_0 e g}{4\pi} \frac{\vec{x}}{r}$$

を加えた  $\vec{j} \equiv \vec{l} + \vec{s}$  が保存することを示せ。(必要ならば、ベクトルの外積に関する次の公式を用いて良い。  $\vec{A} \times (\vec{B} \times \vec{C}) = (\vec{A} \cdot \vec{C})\vec{B} - (\vec{A} \cdot \vec{B})\vec{C}$ .)

[注] この磁束密度を  $\vec{B} = \nabla \times \vec{A}$  のようにベクトルポテンシャルを用いて表すと、 $\vec{A}$  は特異点を持つことが知られているが、以下の考察ではこの点は考慮しなくてよい。

平成 25 年度 修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 3 問 物理学 (3) (その 2)

- (6) 次に、量子力学的な考察を行う。(※2) のハミルトニアンから推測すると、保存する角運動量演算子の候補として

$$\vec{L} = \vec{x} \times (\vec{p} - e\vec{A}(\vec{x}))$$

が考えられるが、実はこれは正しくない。成分  $L_i$  の間の交換関係  $[L_1, L_2]$  等を具体的に計算することにより、 $L_i$  が角運動量演算子が満たすべき交換関係とは異なる交換関係を持つことを示せ。

- (7) 問 (5) の古典論の結果および問 (6) の結果を参考にして、単磁極の作る磁束密度 (※3) 中で、正しい交換関係を満たす角運動量演算子  $\vec{J}$  を構成せよ。

- (8) 問 (7) で構成した角運動量  $\vec{J}$  の大きさ  $J$  が、不等式

$$J \geq \left( \sqrt{\left(\frac{eg\mu_0}{4\pi\hbar}\right)^2 + \frac{1}{4}} - \frac{1}{2} \right) \hbar$$

を満たすことを示せ。(ここで  $\hbar = h/2\pi$ 、 $h$  はプランク定数である。)

平成 25 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 4 問 物理学 (4)

※ 第4問, 第5問はいずれか一方しか選択できない。

I. 図1のように、長さ  $l$  のひもと質量  $m$  のおもりからなる振り子がある。振り子は同一平面内で振動するものとし、鉛直方向と振り子のなす角度を  $\theta$  とおく。ひもは伸縮せず、その質量は無視できるものとする。おもりやひもに働く摩擦や空気抵抗は無視し、重力加速度の大きさを  $g$  として、以下の問いに答えよ。

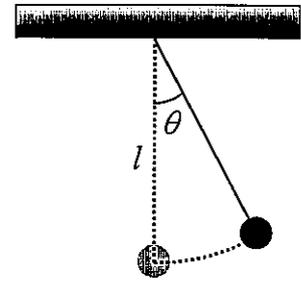


図 1

- (1) 振り子の運動方程式を求めよ。
- (2) 振り子の運動エネルギーと位置エネルギーをそれぞれ求め、その和が時間変化しないことを示せ。
- (3) 振幅が十分小さければ、振り子は単振動することを示し、その周期を求めよ。

II. 図2のように、断面積  $A$  の二つの水槽が断面積  $a$  の水平の管でつながっている。水槽の中に液体を入れ、左側的水槽の液面上に落としふたを置く。ふたの重さを無視し、重力加速度の大きさを  $g$ 、液体の密度を  $\rho$ 、水平管の長さを  $L$  として以下の問いに答えよ。ただし、水平管内の液体の速さ  $v$  は一様であり、液体の体積は保存されるものとする。

- (4) 左側的水槽の落としふたに大きさ  $F$  の下向きの外力を加えたところ、右側の液面が平衡の位置 ( $y=0$ ) から上に  $y=y_0$  だけずれたところでつりあった。  $y_0$  を求めよ。
- (5) いま、外力  $F$  を急にはずしたところ、液面の位置が振動し始めた。液体の力学的エネルギー (運動エネルギーと位置エネルギーの和) を右側の液面の変位  $y$  とその時間微分  $\dot{y}$  を用いて表せ。ただし、水槽の容積は水平管内部に比べて十分小さく、水槽内の液体の運動エネルギーは無視できるものとする。
- (6) 問(5)で求めたエネルギーが保存するとして、振動の周期を求めよ。
- (7) 水平管内の摩擦が無視できず、エネルギーが保存しない場合を考える。水平管内では摩擦によって単位距離あたり  $2\gamma v$  の圧力の減少が生じるものとする ( $\gamma$  は正の定数)。このとき、水平管で単位時間あたりに失われるエネルギーを求めよ。さらに、液面の変位  $y$  が振動せずに平衡の位置まで減衰する条件を求めよ。

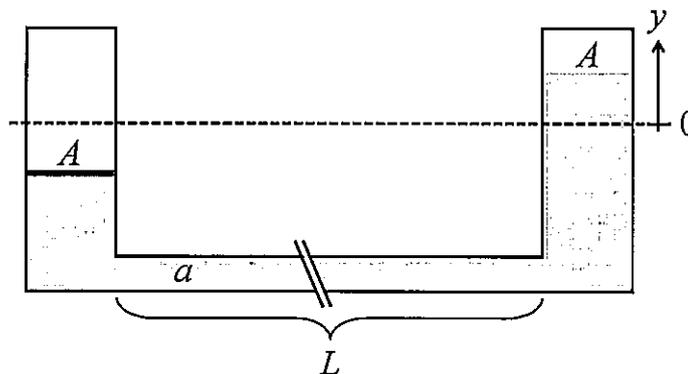


図 2

平成 25 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 5 問 物理学 (5)

※ 第4問, 第5問はいずれか一方しか選択できない。

図 1 に示すように、円柱状磁石 (長さ  $l$ ) の中心軸上に磁気モーメント  $m$  を持つ原子が置かれている。一般に、磁気モーメント  $m$  は環状電流とみなすことができ、 $m = ISn$  ( $I$  は電流、 $S$  は電流の囲む面の面積、 $n$  は図 2 に示す向きに定義される法線ベクトル) の関係がある。磁石の中心軸を  $z$  軸とし、磁石の中心を  $z = 0$  とする。磁石の N 極は  $z > 0$  の側にあり、また原子の磁気モーメントは  $z$  軸正の方向を向いているとする。重力の影響は無視し、真空の透磁率を  $\mu_0$  とし、以下の問いに答えよ。

- (1) 原子に働く力の向きを答えよ。
- (2) 原子の磁気モーメントを半径  $a$  の環状電流とみなす。このときの電流  $I$  を磁気モーメントの大きさ  $m$  を用いて表せ。
- (3) 円筒座標  $(r, \varphi, z)$  を考え、磁石がつくる磁束密度  $B$  の動径成分、 $z$  成分をそれぞれ  $B_r$ 、 $B_z$  と表す。問(2)の環状電流が流れている位置における  $B_r$  を  $B_a$  とし、環状電流に働く力を求めよ。
- (4) 問(2)の環状電流の半径  $a$  が無限小であるとし、環状電流の中心における  $B_z$  の  $z$  軸方向の勾配を  $B'_z$  とする。磁束密度の湧き出しはゼロであること ( $\nabla \cdot B = 0$ ) を利用して、問(3)で求めた力を  $B'_z$  および磁気モーメントの大きさ  $m$  を用いて表せ。

円柱状磁石の磁化  $M$  (単位体積あたりの磁気モーメントの和) は  $z$  軸に平行かつ一様であるとする。このとき、図 3 に示すように円柱状磁石の側面を一様な面電流 (磁化電流) が流れているとみなすことができる。

- (5)  $z$  軸方向の単位長さあたりの磁化電流の大きさ  $J$  を磁化の大きさ  $M$  を用いて表わせ。
- (6) 円柱状磁石の長さは、その半径に比べて十分大きいとする。 $z$  軸上における  $B_z$  を表すグラフの概形を描け。ただし、 $z = 0$  および  $z = \pm l/2$  における  $B_z$  の値を明記すること。

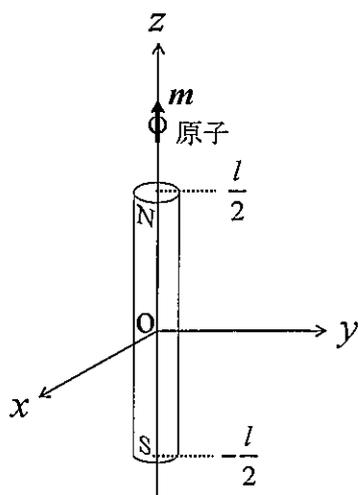


図 1

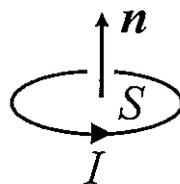


図 2

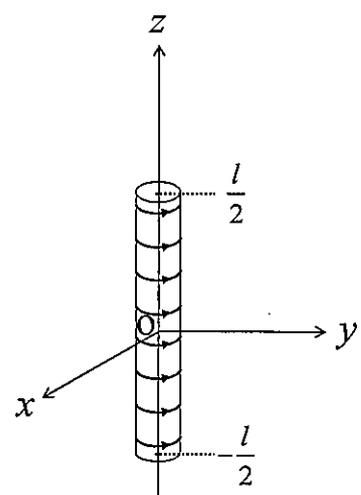
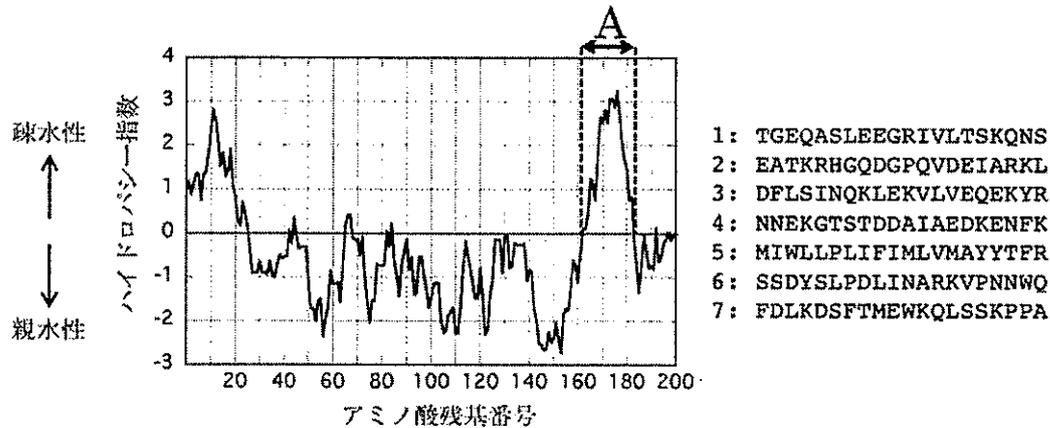


図 3

平成 25 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 6 問 化学・生化学 (1)

ある真核細胞の細胞膜に局在する機能未知のタンパク質 X をコードする遺伝子をクローニングした。塩基配列よりこの遺伝子は 200 アミノ酸からなるタンパク質をコードし、予測されるアミノ酸配列をもとにハイドロパシープロットを行ったところ下図左のような結果が得られた。また、リボソームで合成直後のタンパク質 X と小胞体に移行したタンパク質 X を SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動で解析すると、小胞体に移行したタンパク質 X の方の移動度が数 kDa 大きかった。以下の問いに答えよ。



- (1) 上図ハイドロパシープロット中の領域 A のアミノ酸配列 (一文字表記) として最も可能性が高いと思われるものを上図右の 1~7 中から一つ選び、番号で答えよ。
- (2) 細胞膜画分のタンパク質 X をウエスタンブロット法で解析したところ、小胞体に移行したタンパク質 X と比べて移動度が小さかった。このような結果となった理由と、それを実験的に確かめる方法を述べよ。
- (3) このタンパク質 X は細胞膜中にどのような配向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、および細胞膜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、そのように考えた根拠を説明せよ。
- (4) タンパク質 X の細胞内局在を確認するために、緑色蛍光タンパク質 (GFP) をこのタンパク質の C 末端に融合させて発現させたところ、細胞膜への局在が見られなかった。考えられる理由と、その解決策としてどのようなデザインの融合タンパク質にすればタンパク質 X が細胞膜に局在する可能性が高いかを述べよ。
- (5) タンパク質 X は細胞膜中を 1 秒間に平均で  $0.80 \mu\text{m}$  移動していた。タンパク質 X の細胞膜中での拡散係数を求めよ。答えの有効数字は 2 桁とする。導出過程を示していない答えは採点対象としない。
- (6) タンパク質 X (分子量  $23,000$  とする) を適当な界面活性剤存在下で精製し、濃度  $161 \mu\text{g/mL}$  の精製標品を得た。この溶液の波長  $280 \text{ nm}$  における吸光度を光路長  $1.0 \text{ cm}$  のセルで測定したところ、 $A_{280}=0.42$  であった。タンパク質 X のモル吸光係数  $\epsilon_{280}$  を求めよ。溶液中のタンパク質以外の吸収は無視できる。答えの有効数字は 2 桁とし単位も明記すること。導出過程を示していない答えは採点対象としない。

平成 25 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 7 問 化学・生化学 (2)

注意：必要に応じて次の値を参照せよ。ファラデー定数  $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$ ，気体定数

$$R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}, 0 \text{ }^\circ\text{C} = 273.15 \text{ K}, \ln 263.15 = 5.573, \ln 273.15 = 5.610$$

とし、答えの有効数字は3桁とせよ。

I.  $A \xrightleftharpoons[k_{-1}]{k_1} B$  について考える。但し、 $k_1, k_{-1}$  はそれぞれの反応の速度定数を表す。  
また、反応時間  $t = 0$  の時、A の濃度  $[A]$  は  $[A]_0$  で、B は存在しないとする。A の平衡濃度  $[A]_e$ 、及び、半減期 (A の反応しうる量  $[A]_0 - [A]_e$  の半分の量が反応するまでの時間)  $t_{1/2}$  を計算せよ。

II. ある電池反応 (二電子反応) の  $25.0 \text{ }^\circ\text{C}$  における起電力  $E$  は  $0.400 \text{ V}$  であり、その温度変化  $\left(\frac{\partial E}{\partial T}\right)_p$  は  $-1.10 \times 10^{-4} \text{ V K}^{-1}$  である。 $25.0 \text{ }^\circ\text{C}$  での電池反応に伴うギブズエネルギー変化、エントロピー変化、及び、エンタルピー変化を求めよ。

III.  $1 \text{ atm}, 0 \text{ }^\circ\text{C}$  における氷の融解熱は  $6.01 \text{ kJ mol}^{-1}$  である。氷と水の定圧モル熱容量  $C_p$  はそれぞれ  $36.4 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 、 $75.9 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$  である。但し、 $C_p$  は温度によらず一定とする。

(1)  $1 \text{ atm}, -10.0 \text{ }^\circ\text{C}$  で過冷却された水の凝固熱を求めよ。

(2)  $1 \text{ atm}, -10.0 \text{ }^\circ\text{C}$  で過冷却された水が氷になる際のエントロピー変化を求めよ。

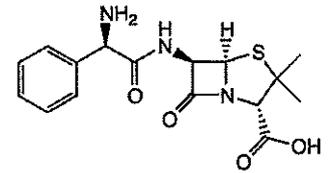
(3) 過冷却の水の凝固は自発変化しうるかどうか熱力学的理由とともに述べよ。

平成 25 年度修士課程入学試験問題  
 生命環境科学系 専門科目

第 8 問 化学・生化学 (3)

ある遺伝子をクローニングする際に以下の操作を行った。まず、ホスホロアミダイト法を用いてプライマーとなる DNA オリゴマーを合成した。次に、PCR (Polymerase chain reaction) により目的遺伝子を増幅し、得られた DNA 断片を、アンピシリン耐性遺伝子を選択マーカとして持つプラスミドに挿入した。次に得られたプラスミドで形質転換した大腸菌を、アンピシリンを含む培地で培養した。培地から大腸菌を集菌し、プラスミドを抽出して、サンガー法を用いて DNA 塩基配列を決定した。塩基配列決定の際は、 $\alpha$  位のリン酸基を  $^{32}\text{P}$  で標識した dATP を用いて DNA を放射性標識した。(1)~(6)の問いに答えよ。

- (1) PCR 法の原理について図を示しながら説明せよ。
- (2) DNA オリゴマーの合成の際、ホスホロアミダイトのカップリング後に、試薬 A で処理をした(図 1)。なぜ試薬 A で処理をするか理由を述べよ。また試薬 A として適当と考えられる化合物の構造式と名称を書け。
- (3) 一般に RNA オリゴマーの化学合成は DNA オリゴマーの化学合成に比べて効率が低い。なぜ効率が低くなるか。DNA と RNA の構造に着目して理由を書け。
- (4) アンピシリンは、ペプチドグリカン合成する酵素の活性中心のセリン残基と共有結合を形成して、酵素を阻害する。この際、 $\beta$ -ラクタム環内のペプチド結合が開裂する。アンピシリンは、どのような構造に変換されているか書け。
- (5) サンガー法では dATP, dGTP, dCTP, dTTP の他に 4 種類の核酸アナログを用いる。これら 4 種類の核酸アナログの構造式を書け。塩基の構造も省略せず書くこと。
- (6) サンガー法による DNA 配列決定の際、 $\alpha$  位のリン酸基を  $^{32}\text{P}$  で標識した dATP ではなく、間違えて  $\gamma$  位のリン酸基を  $^{32}\text{P}$  で標識した dATP を用いた。どのようなゲルのオートラジオグラムが予想されるか。理由とともに答えよ。



アンピシリン

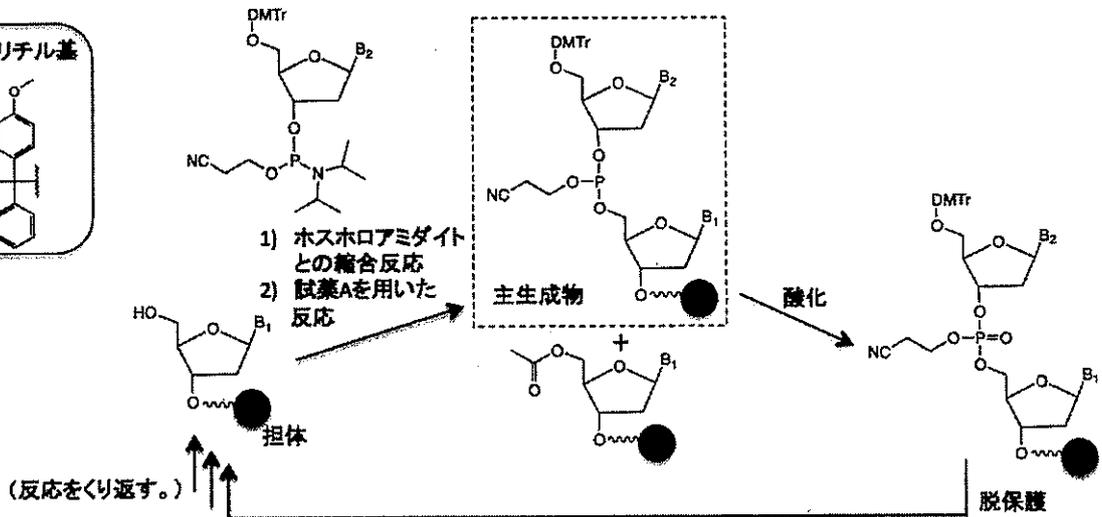
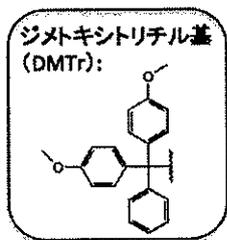


図 1 ホスホロアミダイト法の反応サイクル。B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> は核酸の塩基を表す。

平成 25 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 9 問 化学・生化学 (4)

低分子量化合物の蛍光特性を利用する生化学実験法を示した。下記の問いに答えよ。

(1) 分子が光を吸収して蛍光を発するまでの過程を下記の用語を全て用いて 4 行程度で説明せよ。必ず図を用いて解答しても良い。

[基底状態、励起一重項状態、遷移、分子内緩和、無放射遷移、放射遷移]

(2) 図 1 に示す化合物 A はゲル電気泳動で分離した核酸のバンドを蛍光染色する際に利用される。本化合物が二重鎖核酸に対してインターカレーションし、蛍光強度が増大することで核酸の蛍光観察が可能となる。以下の問いに答えよ。

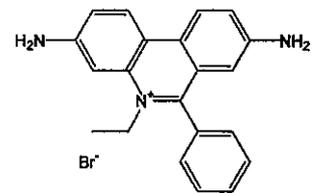


図 1 化合物 A

(a) 化合物 A の名称を答えよ。

(b) インターカレーションとはどのような結合様式か、図を用いて説明せよ。

(c) 化合物 A の蛍光強度が増大する要因として考えられる現象を、図 1 の分子構造を用いて説明せよ。

(3) 図 2 に示す Calcein-AM は生細胞の蛍光標識が可能なプローブ分子である。本化合物が生細胞内で酵素により構造変化を起こし、分子の性質が大きく変化することで生細胞の選択的な蛍光観察が可能となる。以下の問いに答えよ。

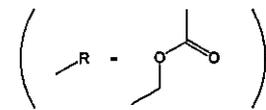
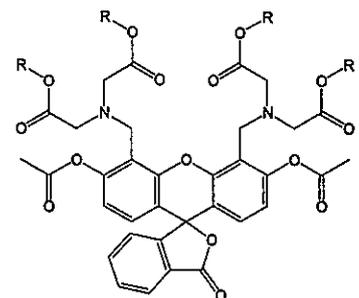


図 2 Calcein-AM

(a) 培養生細胞内部を長時間蛍光観察することを目的とした場合、一般的に必要とされるプローブ分子の化学的性質を複数挙げよ。

(b) Calcein-AM の構造を変化させる酵素の名称を答えよ。また、反応後に生成する化合物の構造を示せ。

(c) 構造変化にともない大きく変化する Calcein-AM の化学的性質を答えよ。

(4) Calcein-AM と図 1 の化合物の混合溶液を用いると、培養細胞の生死判定を蛍光観察で行うことができる。その判定原理を説明せよ。

平成 25 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 10 問 生物学 (1)

以下の文を読み、問 1-7 に答えよ。

現在、多数の生物について、それらのゲノム塩基配列が決められている。ゲノムがわかると、その生物がもつすべての遺伝子、特にタンパク質のセットが推定できる。多くのゲノムにわたり、推定タンパク質セットを比較することができ、それにより、生物の系統関係の推定や、機能未知タンパク質の機能推定が可能になる。

問 1 ゲノムとは何か、木原均により古典的定義と、現在の定義を、それぞれ 1-2 行で説明せよ。

問 2 原核生物において、ゲノムの塩基配列から、タンパク質をコードする遺伝子を推定するための方法を、2-3 行で説明せよ。

問 3 いろいろな生物間で配列がよく保存されたタンパク質を、「相同なタンパク質」と呼ぶことが多  
また、それらをコードする遺伝子を、相同遺伝子と呼ぶ。相同遺伝子には、系統関係により、  
以下のような区別がある。

- (1) 一般に、共通の祖先遺伝子をもつ相同遺伝子の組を何と呼ぶか。
- (2) また、種分化の後で重複して生じた相同遺伝子の組を何と呼ぶか。
- (3) 設問(1)のような遺伝子がコードするタンパク質を、コンピュータを使って探すための方法について、2-3 行で説明せよ。

問 4 遺伝子やタンパク質の系統樹を作る方法を 2 つ挙げ、その原理をそれぞれ 2-3 行で説明せよ。

問 5 ゲノムから推定されたヒトの「あるタンパク質」の機能を調べる場合、ヒトでできる実験には  
限度がある。ヒトでできる実験と、ゲノム比較を利用してマウスでできる実験について、それらの  
方法を、あわせて 5 行以内で述べよ。

問 6 系統樹を作ることができる前提には、生物の起源が共通であることがある。全生物が共通の起  
源をもつと考えられる根拠にはいろいろなものがあるが、例を 2 つ挙げよ。

問 7 生物の系統樹は 2 分岐でできており、祖先から子孫に遺伝子が渡されてゆくが (垂直伝達)、こ  
した生物の系統樹 (種系統樹) に従わない遺伝子もある。代表的な例は、水平移動と細胞内共生  
によるものである。これらについて、例を挙げて、それぞれ 2-3 行で説明せよ。

平成 25 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 11 問 生物学 (2) (その 1)

細胞周期に関する遺伝子の機能を調べる目的で、酵母の温度感受性突然変異株を何種類か作製した。この変異株について、以下の問 1-8 に答えよ。

問 1 温度感受性突然変異株は、 $24^{\circ}\text{C}$  (許容温度) で問題無く生育するが、 $35^{\circ}\text{C}$  (非許容温度) では全く増殖しない。温度感受性突然変異株を用いると、通常の変異株では解析不可能な遺伝子の解析が可能になる。遺伝子機能を根こそぎ壊す「遺伝子破壊株」では解析できないが、「温度感受性突然変異株」で機能が解析可能になる遺伝子は、どのような性質を持つと考えられるか述べよ。

問 2 変異株 *a* (一倍体) は  $24^{\circ}\text{C}$  で生育するが、 $35^{\circ}\text{C}$  で増殖が停止した。増殖停止状態の細胞を DNA に特異的に結合する蛍光色素で染めたのち、蛍光顕微鏡で観察したところ、染色体が凝縮した状態で細胞中央 (赤道面) に存在しているものがほとんどであった。この細胞を抗チューブリン抗体で染色したところ、核内 (酵母は分裂期でも核膜が崩壊しない) に紡錘体が形成されたままであることがわかった。細胞 1 個あたりの DNA 含量を調べると、ほとんどが G1 期の二倍体細胞相当の DNA 含量 ( $2C$ ) であった。このことから、この変異株 *a* の原因となる遺伝子 *A* の機能について、推測できることを記せ。

問 3 変異株 *b* (一倍体) も  $24^{\circ}\text{C}$  で問題無く生育するが、 $35^{\circ}\text{C}$  では全く増殖しなかった。 $35^{\circ}\text{C}$  で増殖が停止している細胞の DNA 含量を調べたところ、細胞あたり  $1C$  の DNA 含量を示す細胞がほとんどだった。この変異株 *b* の原因となる遺伝子 *B* の機能について、推測できることを記せ。

問 4 遺伝子 *C* に異常がある変異株 *c* (一倍体) も、 $35^{\circ}\text{C}$  では凝縮した染色体と紡錘体を持つ細胞が蓄積するなど、変異株 *a* とほぼ同様の表現型を示した。唯一の相違点は、凝縮した染色体が核内のあちこちに分散している点であった。この変異株 *c* と同じ変異を変異株 *a* に導入した二重変異株 (一倍体) を作製したところ、この株は変異株 *c* と全く同じ表現型を示した。このことから、遺伝子 *A* と遺伝子 *C* の機能の間に、どのような関係があると考えられるか、考察せよ。

(次のページに続く)

平成 25 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 11 問 生物学 (2) (その 2)

問  細胞周期の制御には、ある特定のタンパク質リン酸化酵素Xと、その基質となるタンパク質Yのリン酸化が重要な役割を果たすケースが多い。今、ある細胞周期に関わるタンパク質リン酸化酵素（複数の基質をリン酸化する）の機能欠損型温度感受性変異 $x^{ts}$ と、そのリン酸化の標的となるタンパク質Y上のリン酸化部位（セリン残基）をアラニン残基に置換した変異株 $y-S100A$ を構築した。両者のうち、非許容温度下で片方がより多様な表現型を示した。また、 $x^{ts}$ と $y-S100A$ の双方の変異を持つ二重変異株を作製した。非許容温度下でこの変異株は、どちらの変異株の表現型を優先的に示すと考えられるか、理由とともに答えよ。

問  上記問 5 の実験で、Yのリン酸化部位をアスパラギン酸に置換した変異株 $y-S100D$ を作製した。これに $x^{ts}$ の変異を持たせた場合、二重変異株は非許容温度下で一部の異常が認められたものの、生育は可能であった。このことから、XによるYのリン酸化の意義を考察せよ。

問  変異株 $d$ は遺伝子 $D$ の遺伝子欠損株であり、変異株 $e$ は遺伝子 $E$ の遺伝子欠損株である。これら二つの遺伝的変異をあわせ持つ酵母を得ようとして、それぞれの一倍体を掛け合わせて二倍体を作製し、孢子形成（細胞1個から4個の孢子が出来る）を行わせて、顕微鏡下で4個の孢子を1個ずつ分離して培養した。その結果、遺伝子 $D$ の欠損と、遺伝子 $E$ の欠損をあわせ持つ細胞は、1個も生存してこないことが明らかになった。このことから、遺伝子 $D$ と遺伝子 $E$ の関係について、考えられる可能性を述べよ。

問  マウスなど恒温動物では、一般的に温度感受性突然変異株を利用できない。このような場合、問 1 で答えたタイプの遺伝子の動物個体における機能解析はどのような変異株で解析したらよいか、考えられる方法を答えよ。

平成 25 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 12 問 生物学 (3) (その 1)

以下の文を読み、問 1 - 8 に答えよ。

合成されたタンパク質は折りたたまれ、立体的な構造をとって機能をもつことが知られている。この立体的な構造のことを ( 1 ) という。タンパク質は、主鎖が ( 2 ) 巻きらせんである  $\alpha$ ヘリックスやひだのような  $\beta$ シート構造をとり、それが側鎖の極性や電荷などによって折りたたまれて、一定の空間配置をとる。ポリペプチドの一部が球状の塊をつくることもあり、その塊がいくつかくっついて一定の形をとることが知られており、その 1 つの塊のことを ( 3 ) という。

図 1 A は ( 3 ) が 1 つしかないタンパク質 H-Ras と DHFR (ジヒドロ葉酸レダクターゼ) を人工的にリンカーペプチドでつないだ融合タンパク質の構造を示す。H-Ras と DHFR の間には、SGSGSGSGSG (S、G はそれぞれセリン、グリシンというアミノ酸を表す) という 11 個のアミノ酸からなるリンカーを挿入してある。この融合タンパク質をコードした遺伝子を大腸菌に導入して過剰発現させ、次の日に、不溶性になった融合タンパク質を 8M 尿素で可溶化した後に His タグを利用して精製した。また H-Ras と DHFR は、同様に単独でもタンパク質を大腸菌に発現させ、8M 尿素を用いて可溶化後、単一に精製した。

次に、これらの精製タンパク質を中性溶液に希釈し、時間経過を追って H-Ras と DHFR の活性を測定したのが図 1 B である。図 1 A の人工融合タンパク質を希釈した場合には、H-Ras も DHFR も活性の戻りは遅かった。しかし、単独で精製した H-Ras と DHFR を等量混ぜて希釈した場合には、H-Ras も DHFR も活性の戻りは融合タンパク質にくらべて速かった。



( 1 ) - ( 3 ) に最も適切な言葉を入れよ。



リンカーはなぜセリンやグリシンが多いものを使ったか。理由を二次構造と関連づけて説明せよ。

問 3 図 1 B で、H-Ras と DHFR を混ぜても各々単独の場合と比べて活性の戻りが同じであった。この実験で明らかになった H-Ras と DHFR 両タンパク質の関係は何か。

問 4 融合タンパク質も時間をかければ H-Ras と DHFR の活性が戻ることが分かった。このことから明らかになった H-Ras と DHFR の関係について分かることを述べよ。



His タグをもつタンパク質を精製することができる原理を簡単に説明せよ。



8M 尿素を用いると不溶性になったタンパク質をなぜ可溶化できるのか。

問 7 活性が戻った融合タンパク質を少量のプロテイナーゼ K (PK) で処理するとリンカーが切断され、正常な機能を持つ H-Ras と DHFR がつくることがわかった。そこで、この融合タンパク質を網状赤血球または大腸菌のライセートで発現させ、時間とともに一定量のタンパク質をとり、適量の PK 処理を行った (発現が短時間のため、タンパク質は可溶性になっている)。そのときのウェスタンブロットの様式図が図 2 A 及び図 2 B である。図 2 A と図 2 B どちらが網状赤血球の場合か、また、その根拠を 5 行程度で述べよ。

問 8 H-Ras の変異は、がんを引き起こすと言われている。このタンパク質のシグナル伝達における正常機能について知るところを 3 行程度で記せ。

(次のページに続く)

平成 25 年度修士課程入学試験問題  
 生命環境科学系 専門科目

第 12 問 生物学 (3) (その 2)

図1A

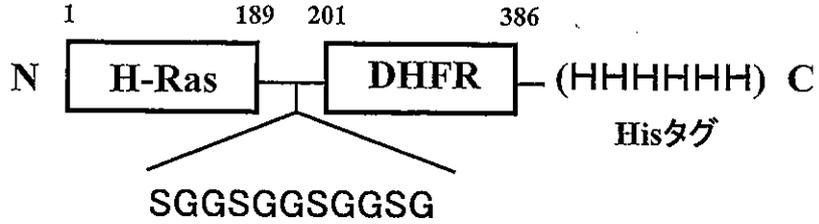


図1B

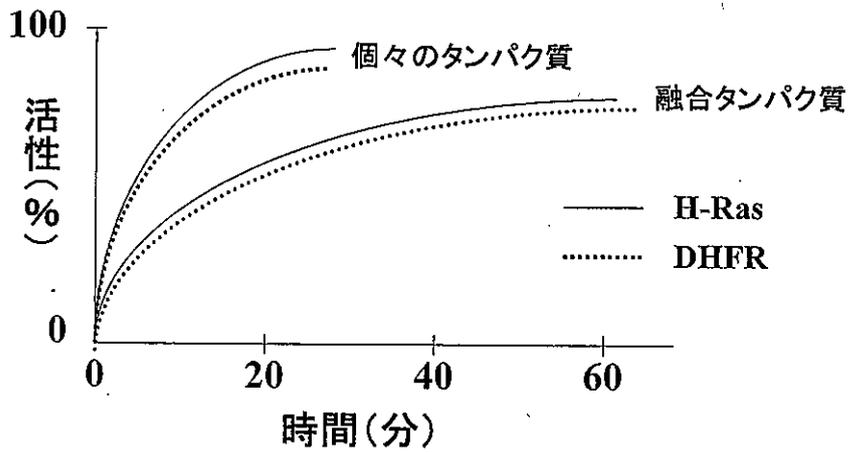


図2A

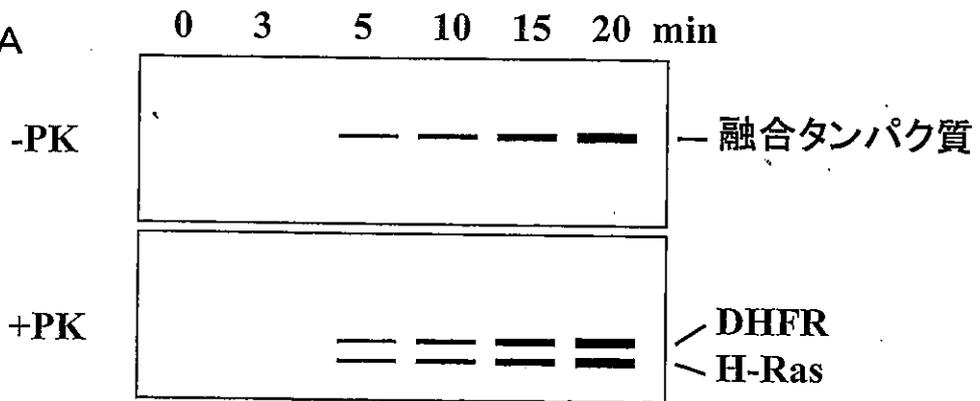
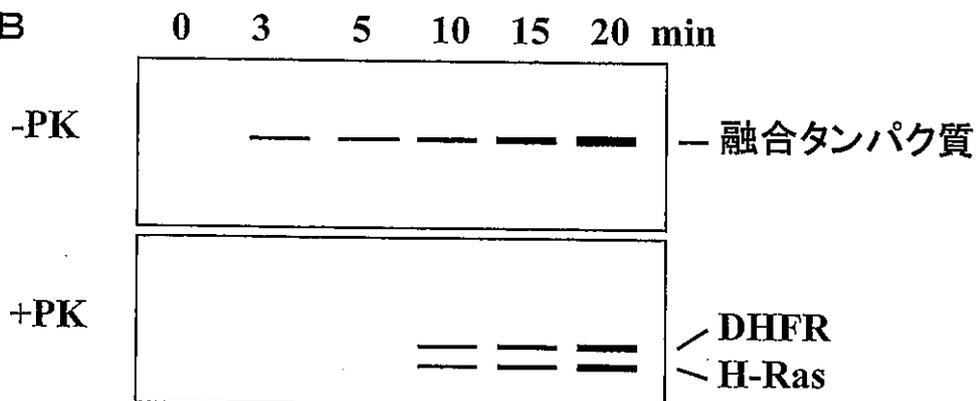


図2B

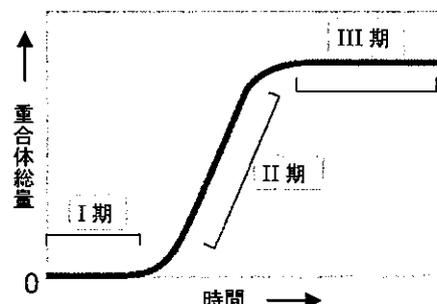


平成 25 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 13 問 生物学 (4)

微小管は、 $\alpha$ チューブリンと $\beta$ チューブリンのダイマーが単位となって管状に重合した細胞骨格フィラメントの一種である。以下の問 1-8 に答えよ。

問 1 右図は、精製したチューブリンダイマー溶液を加温して微小管の重合過程を追った時の重合体総量の時間経過を示す。この過程を図のように I 期、II 期、III 期の 3 つに分けたとき、それぞれの時期にどのような現象が進行しているのか、説明せよ。



問 2 試験管内で重合させた微小管の量を定量するには、どのような方法があるか。異なる方法を 2 つ挙げ、それぞれの原理を簡単に説明せよ。

問 3 微小管の両端はプラス端とマイナス端と呼ばれ、区別される。

- (1) 横軸にチューブリンダイマー濃度、縦軸に伸長・短縮速度をとり (数値は任意)、プラス端とマイナス端のそれぞれの伸長速度を表すグラフを描け。
- (2) (1)のグラフ上でプラス端とマイナス端における重合臨界濃度 (それぞれ  $C_{c+}$  と  $C_{c-}$  とする)、微小管全体の重合臨界濃度 ( $C_{cl}$ ) を表わす点をそれぞれ矢印で示せ。

微小管のトレッドミリングが起こるチューブリンダイマー濃度の領域を(1)のグラフ上に図示せよ。

問 4 細胞内では多くの場合、微小管は中心体から放射状に伸びている。

- (1) この場合、微小管の極性に関する特徴を述べよ。
- (2) このような微小管の配向は、細胞の機能にとってどのような意味をもつか説明せよ。

問 5 細胞内の微小管を観察するために、抗チューブリン抗体を用いて細胞を染色する方法があるが、この方法では生きている細胞中の微小管の動態を観察することはできない。生細胞中の個々の微小管の動態を調べるには、どのような方法があるか。2 つ挙げて説明せよ。

問 6 ヒトにおいて微小管を多く含む組織、あるいは細胞は何か。2 つ挙げよ。

問 7 微小管の重合や脱重合を調節する微小管結合タンパク質を 1 つ挙げ、その名前と微小管に及ぼす効果、作用メカニズムについて説明せよ。

問 8 パクリタキセル (タキソール) はイチイという樹木がもつアルカロイドの一種で、微小管の重合や脱重合に影響を与えることが知られている。

- (1) パクリタキセルは抗がん剤として使用されているが、どのような作用機構でがん細胞の増殖を抑えているのか説明せよ。
- (2) イチイの細胞自身には増殖を抑制する効果が現れないのは、どのような理由によると考えられるか述べよ。
- (3) 植物にとってこのようなアルカロイドをもつことはどのような意義があるのか述べよ。

平成 25 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 14 問 生物学 (5)

色素体についての文 I と文 II を読み、以下の問 1 - 7 に答えよ。

[文 I] シロイヌナズナでは、色素体ではたらく RNA ポリメラーゼとして、核コードの RNA ポリメラーゼ (NEP) と色素体ゲノムにコードされた RNA ポリメラーゼ (PEP) がある。(ただし、PEP の  $\sigma$  因子は核コードである。)

問 1 色素体ゲノムの遺伝子には、NEP で転写される遺伝子、PEP で転写される遺伝子、そして NEP と PEP のいずれによっても転写される遺伝子がある。これらの遺伝子の間には、構造としてどのような違いがあるか。

問 2 NEP で転写される遺伝子を下の遺伝子群から選び記号で答えよ。( ) 内は産物名を示す。

- (a) *rbcL* (ルビスコ大サブユニット)      (b) *rpoB* (PEP の  $\beta$  サブユニット)  
(c) *psbA* (光化学系 II の D1 タンパク質)      (d) *psbD* (光化学系 II の D2 タンパク質)  
(e) *rps2* (色素体リボソームタンパク質 S2)      (f) *atpB* (ATP 合成酵素  $\beta$  サブユニット)

問 3 プロプラスチドから葉緑体へ発達する過程で、NEP と PEP がそれぞれどのように使い分けられているか、説明せよ。

[文 II] 珪藻、クリプト藻、ユーグレナなどの葉緑体は、二次共生起源と考えられている。それらの葉緑体は、一次共生起源のそれと構造的にも違いがある。

問 4 これらの藻類の葉緑体が二次共生起源であることの根拠として考えられている分子系統学上および形態学上の証拠を、それぞれ挙げよ。

問 5 マラリア病原虫 *Plasmodium* のアピコプラストとよばれるオルガネラは 1990 年代初頭までは機能不明の謎のオルガネラであったが、その後、光合成機能を失った二次共生起源の色素体であることが判明した。アピコプラストが色素体の 1 種であると判断された根拠は何か。

問 6 アピコプラストはマラリア病原虫が生きていく上で、どのような役割を果たしていると考えられるか。

問 7 マラリア病原虫をヒトのからだから駆除するための薬の開発において、アピコプラストを特に標的にした薬剤の開発に期待が寄せられている。アピコプラストを特に標的にする理由は何か。

平成 25 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 15 問 身体運動科学 (1)

以下の設問すべてに答えなさい。

- I. 運動中に骨格筋のグリコーゲン分解がどのように調節されているか、下記のすべての用語を用いて説明しなさい。また、持久的トレーニングを行った場合、運動中の骨格筋グリコーゲン代謝にはどのような変化が生じるのか、簡潔に述べなさい。

グリコーゲンホスホリラーゼ  
カルシウムイオン  
アドレナリン  
アデノシン1リン酸  
サイクリック AMP

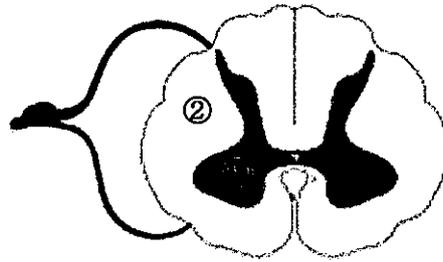
- II. 生活習慣病の予防において、カロリー制限と運動はともに効果的であると言われている。カロリー制限と運動が生体に及ぼす影響に関して、その共通点と相違点について説明しなさい。

平成 25 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 16 問 身体運動科学 (2)

以下の問いすべてに解答しなさい。

- I. 図は脊髄の横断面である。( ) 内に適する用語を解答用紙に記入せよ。
- 1) 図の①は(ア)、②は(イ)から構成されている。(ア)には多数の神経細胞が存在し、(イ)は上行性、下行性の神経線維で構成されている。(ア)は(ウ)と(エ)と呼ばれる部位では特にその横断面積が増大している。(ア)の前角には(オ)が核をなして配列されている。前角の最も内側には(カ)の筋、腹外側には上肢帯や上腕の筋、その背外側には(キ)の筋などを支配する(オ)が配列されている。(オ)には大別して(ク)と(ケ)がある。上位中枢から脊髄を経由する指令はすべて最終的に(ク)を通過して筋収縮を引き起こすため、ここからの経路を(コ)と呼ぶ。



- 2) 下線部のような配列は、大脳運動野などにもある。このような配列を何というか。
- II. 上位中枢から脊髄に至る下行路は、大別すると腹内側系と背外側系に分けることができる。それぞれについて知るところを述べよ。
- III. 伸張反射の発現機序に関する次の問いに答えよ。
- ① 神経経路を簡潔に説明せよ。
  - ② 筋が一過性に急速に伸張されてから伸張反射が起こるまでの出来事を順番に述べよ。
  - ③  $\alpha$ - $\gamma$  連関とは何か、簡潔に説明せよ。
- IV. 脊髄の中枢パターン発生器 (central pattern generator) について説明せよ。

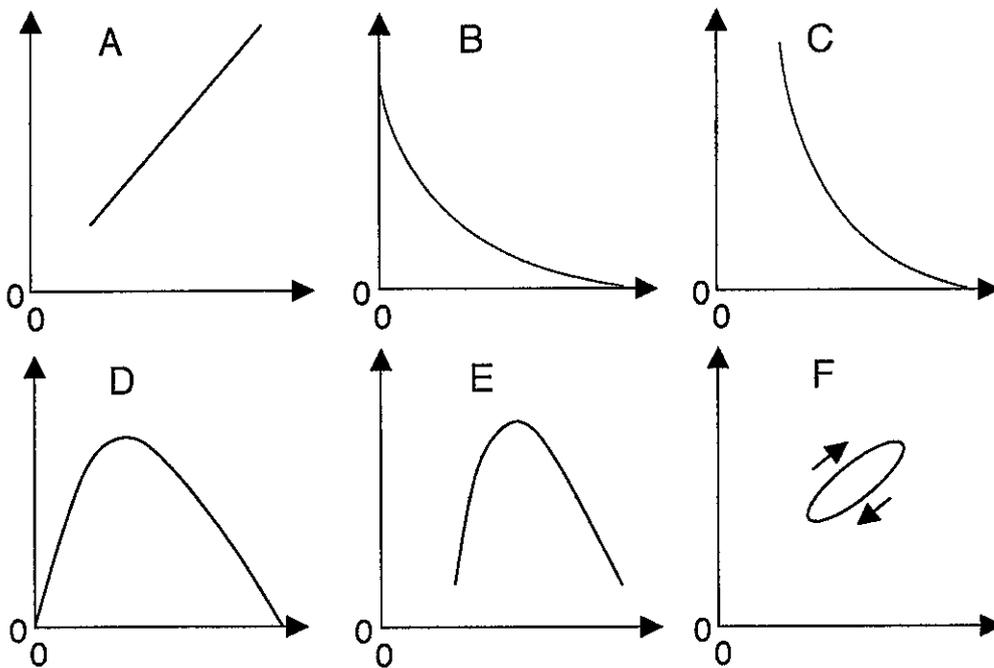
平成 25 年度修士課程入学試験問題  
 生命環境科学系 専門科目

第 17 問 身体運動科学 (3)

下のグラフ A-F は、骨格筋収縮に関連するさまざまな関係を模式的に示したものである。

I. グラフ A に対する【解答例】にならい、① 横軸、縦軸を示す変数として最も適切と思われるものを【語群】の中からそれぞれ選び、② どのような測定や実験からそのような関係が得られるか、③ その関係が筋のどのような生理学的性質を反映するか、について簡潔に述べなさい。A-F のすべてについて解答しなさい。ただし A は、【解答例】の内容以外の関係について記述すること。

II. 【解答例】に示す A の関係では、個々の測定値が近似線から大きくばらつく場合がある。そのようなばらつきを生じる要因を 2 つあげ、それぞれについて簡潔な説明を加えなさい。



【解答例】

I. A

- ① 横軸：筋横断面積      縦軸：随意最大筋力
- ② 多数の被検者を対象とし、特定の筋の横断面積を MRI などで測定し、その筋を主動筋とする動作の随意最大筋力を等尺性筋力計などで測定する。個々の測定結果につき、横軸に筋横断面積を、縦軸に随意最大筋力をプロットする。
- ③ ばらつきは大きいものの、概ね直線で近似される関係となり、生体内における随意最大筋力は、筋の太さ（横断面積）に比例することを示す。

【語群】

維持熱    筋横断面積    筋電図積分値    筋の長さ    最大持続時間  
 収縮張力    随意最大筋力    速筋線維比率    短縮速度    短縮熱  
 力または等張力性負荷    年齢    力学的仕事率

注) 同じものを繰り返し用いてもよい。また、すべてを用いる必要はない。

平成 25 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 18 問 身体運動科学 (4)

以下の 4 つの設問すべてに解答しなさい。

- I. 膝関節の靭帯と半月の機能と損傷について、知るところを述べなさい。
- II. 骨粗鬆症についてこの疾患がなぜ社会的に重要なのかを述べ、さらに予防法と治療法について、知るところを述べなさい。
- III. 熱中症について発症の機序、誘因、対処法を含めて、知るところを述べなさい。
- IV. オーバートレーニングの定義、具体的な症状、および障害について、知るところを述べなさい。

平成 25 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 19 問 身体運動科学 (5)

次の 4 問をすべて解答しなさい。

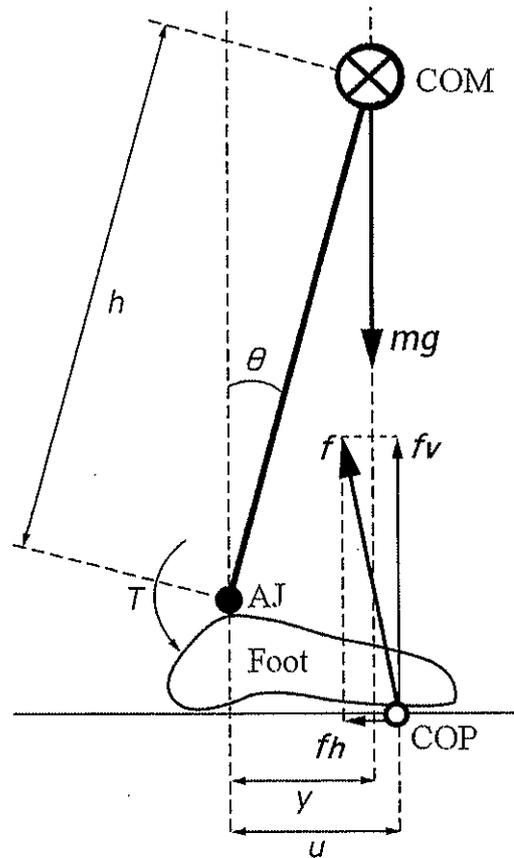
- I. 筋力トレーニングを実施した際にみられる「特異性 (specificity)」について、その具体例を 2 つ挙げ、それぞれの現象と機序について知るところを述べなさい。
- II. ヒトの関節におけるモーメントアーム長について説明し、ヒト生体を対象として行われる 2 種類のモーメントアーム長の測定方法について述べなさい。
- III. 近赤外線分光法による、指を使った酸素飽和度の測定について説明しなさい。この測定による問題点についても必ず説明すること。
- IV. 持久的トレーニングを行うことによって長期的に起こる、心臓の形態や機能の変化について説明しなさい。

平成 25 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 20 問 身体運動科学 (6)

次の 2 問をすべて解答しなさい。

- I 図は、ヒトの立位姿勢を倒立振り子モデルで近似し、模式的に示したものである。この立位姿勢の制御について、バイオメカニクスの観点から説明しなさい。



なお、図中の記号は以下の通りである。AJ：足関節中心、COM：身体質量中心（ただし、足部の質量を除く）、COP：足圧中心、 $mg$ ：身体の重力ベクトル、 $f$ ：床反力ベクトル（ $f_v$ ：鉛直成分、 $f_h$ ：水平成分）、 $h$ ：足関節から COM までの距離、 $\theta$ ：足関節-COM の線と鉛直線との角度、 $y$ ：足関節中心と重力の作用線との距離、 $u$ ：足関節と COP の水平距離、 $T$ ：足関節トルク

- II. ヒトが通常歩行を行っている時の、接地脚の足関節が発揮するトルクについて、逆ダイナミクスを用いて推定する方法を、下記のキーワードをすべて用いて説明しなさい。なお、図や数式を用いてもよい。

地面反力、足圧中心 (COP)、関節間力、重力

平成 25 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 21 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) 親による子の世話 (parental care)
- (2) アイコニック・メモリー (iconic memory)
- (3) ウェクスラー式知能テスト (Wechsler's diagnostic intelligence test)
- (4) ラバーハンド錯覚 (rubber hand illusion)
- (5) ハンディキャップ仮説 (handicap hypothesis)
- (6) トロクスラー効果 (Troxler effect)
- (7) 帯状回 (cingulate cortex)
- (8) ストレス免疫訓練 (stress inoculation training)
- (9) 間主観性 (intersubjectivity)
- (10) かしこいハンス (Clever Hans)
- (11) 問題焦点型コーピング (problem-focused coping)
- (12) 刺激般化 (stimulus generalization)

平成 25 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 22 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. 動物の行動と脳の対応関係を調べる方法として、遺伝子ノックアウトを用いる方法と脳の部分的な損傷を用いる方法がある。これらの方法を説明し、それぞれの利点と欠点を述べよ。また、そのほかの方法について知識があればそれも説明せよ。
  
- II. 動物が刺激源を定位する行動について2つ以上の例をあげ、それぞれについてティンバーゲンの4つの質問にもとづく分析をせよ。

平成 25 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 23 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. 他の哺乳類と比較したときの霊長類の特徴について説明せよ。なお、次の点について言及すること。(手足、視覚、社会性、脳、生活史)

II. オキシトシンと社会行動の関係について説明せよ。

III. 文化的行動について比較認知科学の観点から説明せよ。

平成 25 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 24 問 認知行動科学 (4)

以下の4問すべてについて解答せよ。

- I. 抑うつに対する反芻的反応スタイルと気晴らし型反応スタイルについて、その異同を明確にしながら説明せよ。
- II. 不安障害やうつ病など精神病理における注意の問題を調べるために、ストループ課題を用いた実験について説明せよ。また、こうした研究が精神病理の治療にどのような示唆を与えたかを述べよ。
- III. 質問紙や構造化面接などのアセスメントにおいて、尺度の信頼性と妥当性はどのように評価されるか、具体的に説明せよ。また、信頼性と妥当性のより高い尺度を作成するためには、どのような手続きを取ったらよいかについて説明せよ。
- IV. 治療効果研究の階層性について説明せよ。

その際に、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。

事例研究      対照試験      待機リスト

平成 25 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 25 問 認知行動科学 (5)

以下の4問すべてについて解答せよ。

I. 視覚運動における窓問題 (aperture problem) の存在と、その解法として人間の視覚系が採用していると考えられる方法を説明せよ。

II. 視覚ニューロンの受容野について、以下の問いに答えよ。

(1) 古典的定義を述べよ。

(2) 古典的定義では説明できない重要な発見がなされてきたが、それらの発見を2例紹介したうえで、それらに即して、受容野の概念を再考せよ。

III. 任意の表色系を2つ選び、その表色系の目的や軸の意味などを説明せよ。

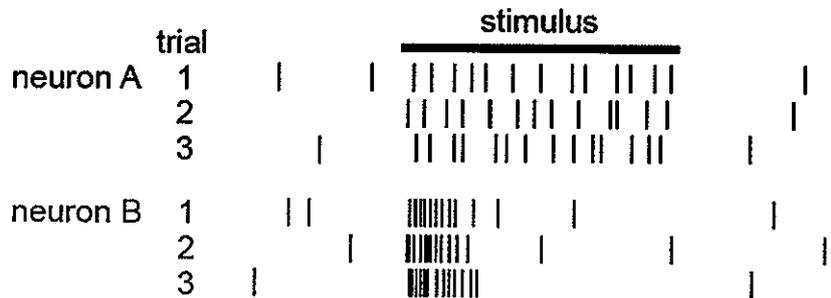
IV. 視覚と身体運動との相互作用の例と考えられる現象を2例挙げて、それぞれの内容と意義を説明せよ。

平成 25 年度修士課程入学試験問題  
 生命環境科学系 専門科目

第 26 問 認知脳科学 (1)

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

The following figure shows responses of two sensory neurons (neuron A and neuron B) to a particular stimulus. Each vertical tick mark represents the timing of an action potential generated in these neurons. The same stimulus was presented three times. A horizontal bar indicates the timing of the stimulus presentation.



- (1) Draw a typical waveform of an action potential in a neuron (abscissa is time and ordinate is voltage).
- (2) The two neurons generated roughly the same total number of action potentials during stimulus presentation, but the response pattern is different. Describe what kind of information can be encoded in each neuron.
- (3) Even though exactly the same stimulus was presented across trials, the timing of action potentials was variable from trial to trial. Explain what this variability means in terms of information processing.
- (4) Explain how this response variability originates in the brain at the molecular, cellular, synaptic, and circuit levels.
- (5) Describe the neural mechanisms that can reduce this response variability.

第 27 問 認知脳科学 (2)

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

I. Describe what functional magnetic resonance imaging (fMRI) measures. Include in your description the spatial and temporal characteristics of fMRI and a comparison of its benefits and limitations to other techniques.

II. Using fMRI, design an experiment to test the hypothesis that the spatial location where a person is attending is represented in a topographic map in visual cortex.

平成 25 年度修士課程入学試験問題  
生命環境科学系 専門科目

第 28 問 認知脳科学 (3)

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

Interactions between nature and nurture determine the extent of behavioral flexibility.

(1) Describe an example of nature-nurture interactions in animal behavior.

(2) Explain how neural substrates are related with this flexibility at the molecular, cellular, and the system levels.

# 草稿用紙

# 草稿用紙

# 草稿用紙