

# 関西学院大学大学院理工学研究科

## 2026 年度入学試験

(一次：2025 年 8 月 1 日実施)

# 専門科目

## 生物科学専攻・ 生命医科学専攻

(11:10-13:10 120 分)

### 【試験にあたっての注意】

1. 筆記用具以外はカバンに入れ、カバンは床の上に置くこと。
2. 携帯電話、スマートフォン、ウェアラブル端末、音楽プレーヤー等の音の出る機器の電源を切ること。  
なお、アラームを設定している人は解除してから電源を切り、カバンにしまうこと。
3. 時計のアラームは解除すること。携帯電話を時計として使用することは認めない。
4. 試験の途中退場は認めない。ただし、やむを得ない場合は挙手し監督者に知らせること。
5. 不審な言動は慎むこと。不正行為が発覚した場合、全科目を0点とする。
6. 試験用紙は以下の構成となっている。
  - ① 問題冊子1冊
  - ② 選択問題調査書、解答用紙
7. 指示があるまで問題冊子および解答用紙を開かないこと。
8. 解答用紙のホチキスは、はずさないこと（提出時もホチキス留めのまま提出すること）。
9. 各問題は、所定の解答用紙に解答すること。
10. 解答にあたっては、問題冊子および解答用紙に書かれた注意に従うこと。
11. 解答用紙には、氏名は記入せず、受験番号のみを記入すること。
12. 原則、解答用紙の裏面使用は不可。やむを得ず解答欄が不足する場合は<裏面に続く>と記載することで、裏面への記載を認める。
13. 試験終了後、問題冊子は各自持ち帰ること。

以上

## [生物科学専攻・生命医科学専攻（専門科目）] 解答にあたって

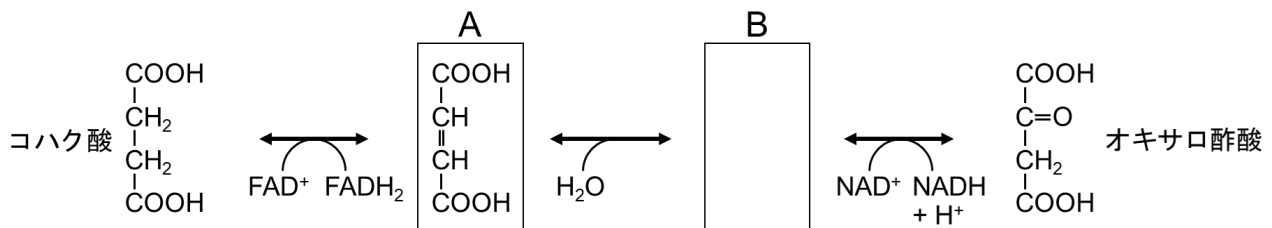
次の【Ⅰ】～【Ⅴ】計5科目（基礎生命化学、分子生物学、細胞生物学、生化学、情報科学）より、4科目を選択して解答すること。

解答用紙および添付された選択科目調査書に選択した科目番号と受験番号を記入すること。

なお、解答用紙は1科目につき1枚使用すること。

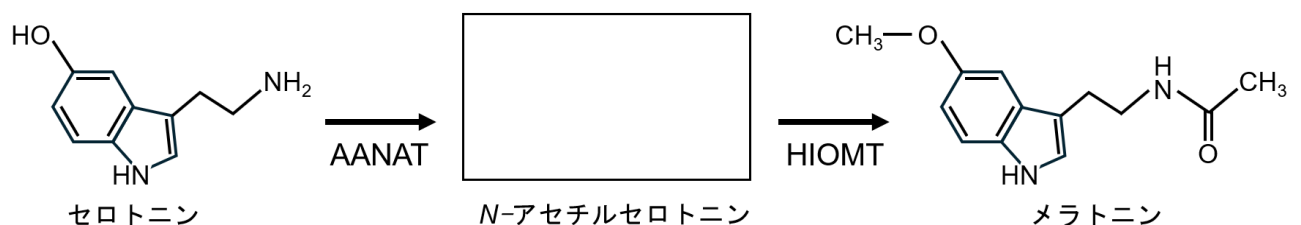
[I] 【基礎生命化学】

問 1. 下の図は、ミトコンドリアマトリックスで行われるクエン酸回路の代謝経路の一部を示したものである。これについて、以下の (1) および (2) に答えなさい。

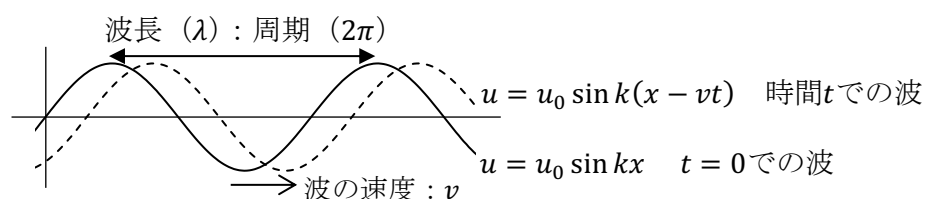


- (1) A および B の分子の名称を答えなさい。
- (2) B の化学式を、図中のコハク酸ならびにオキサロ酢酸の表記にしたがって示しなさい。

問 2. 一般的な近交系実験用マウスである C57BL/6 マウスは、アラルキルアミン-*N*-アセチルトランスフェラーゼ (AANAT) とヒドロキシインドール-*O*-メチルトランスフェラーゼ (HIOMT) の両方の遺伝子に機能欠損変異を有するため、セロトニンから中間体の *N*-アセチルセロトニンを経てメラトニンを生合成できないことが知られている。下記のセロトニンからメラトニンまでの生合成経路図を参考に、*N*-アセチルセロトニンの化学構造を、セロトニンおよびメラトニンの表記にならって示しなさい。



問 3. シュレーディンガーの波動方程式は、2回微分して係数をかけると、元の波の式と等しくなるという、波の特性をよく表した方程式である。x軸の正の方向へ速度  $v$  で伝播していく、1次元の進行波 (下図) を考える。正弦波「 $f(\theta) = \sin \theta$ 」は角度の関数であるため、x軸上の進行波を表すために、距離は係数  $k$  によって角度に変換される。1次元の進行波を表す式と、そのシュレーディンガー方程式を導きなさい。



問 4. MRI (核磁気共鳴画像) 法は, 核磁気共鳴 (NMR) を応用し, 体内の 3 次元 (3D) 断層画像を非侵襲的に計測できる. 3D で画像測定ができる原理を, 以下に示す全ての語句を用いて説明しなさい.

語句: 自由誘導減衰 (FID), 位相エンコーディング, 周波数エンコーディング, スライスの設定, 共鳴周波数, 傾斜磁場, フーリエ変換

[II] 【分子生物学】

- 問 1. 真核細胞の RNA で rRNA, tRNA にはない mRNA に特有な構造的・機能的特徴を 3 つ記しなさい.
- 問 2. 大腸菌細胞からプラスミド DNA を抽出・分離する方法の原理を記しなさい.
- 問 3. 以下の 2 本鎖 DNA で酵素 B の遺伝子領域オープンリーディングフレーム (open reading frame: ORF) が          で示されている. また, -//- で示す領域には 900 塩基の長さがあるとする. 開始コドンと終止コドンは網掛けで示されている.

```
5' -GTA GGA GGA ATG TGT GTG GTC ACT CCC -//- CAT TTA CCG ATA AAT GAT TGA AC-3'  
3' -CAT CCT CCT TAC ACA CAC CAG TGA GGG -//- GTA AAT GGC TAT TTA CTA ACT TG-5'
```

- (1) この遺伝子が転写されて作られる mRNA のうち, 酵素 B の構造遺伝子部分で最初の 3 アミノ酸に相当する mRNA の塩基配列を記しなさい (左側を 5' 末端として記す).
- (2) 酵素 B を構成するアミノ酸の数を算出しなさい.
- (3) 上記の酵素 B の遺伝子で開始コドンから終止コドンまでの DNA を増幅する PCR 用のプライマーを 12mer の長さで設計したい. フォワードとリバースのプライマー塩基配列を, 左端を 5' として記しなさい.  
フォワードプライマー : 5'-  
リバースプライマー : 5'-
- (4) 非コード鎖の DNA を鋳型としてプライマー (5'-AATGTGTGTGGTC-3') と DNA ポリメラーゼ (クレノー断片) を用いて DNA 合成反応を行う. 4 種類のデオキシリボヌクレオチド dNTP (dATP, dCTP, dGTP, dTTP) に ddCTP (リボースの 2' と 3' 位がデオキシ化されたもの) を加えて反応した時, 合成されるヌクレオチドのうち, 最も短い DNA 断片の塩基配列を記しなさい. 左側を 5' 末端としてプライマーの塩基配列も含めて書くこと.

[III] 【細胞生物学】

問 1. 次の (1) ~ (4) は細胞外マトリックスの構成成分に関する記述であるが、いずれも下線部分 a) ~ c) のうち 1 か所に誤りがある。それぞれ間違っている個所を示し、正しい表現に直しなさい。

- (1) ファイブロネクチンは a) 巨大な b) 糖タンパク質 で、血清中に c) 殆ど 検出されない。
- (2) グリコサミノグリカン (GAG) は、a) 二糖 の繰り返し単位で構成された多糖であり、ほとんどが b) 負 に帯電している。また、多くの GAG は分子内に分岐構造を c) 有 している。
- (3) 十字形に配置した a) 3本 のポリペプチド鎖からなる b) テネイシン は、基底膜の主成分であり IV 型コラーゲンやヘパラン硫酸プロテオグリカンと c) 直接結合 する。
- (4) 細胞外マトリックス構成タンパク質の a) 受容体 であるインテグリンは、b) 細胞膜上 に c) ホモダイマー として発現している。

問 2. 細胞骨格の微小管とマイクロフィラメントについて、構造上の特徴と構成するタンパク質を述べなさい。

問 3. 以下に示す①~③のアミノ酸配列は、細胞膜を 1 回貫通する、あるタンパク質の部分配列である。膜貫通領域を含むものを選び、その理由を述べなさい。

①GLQIPAILGILGGILALLILILLLLLLFLRRRAV

②LRRQKRDWVIPPISCPENEKGPFPKNLVQI

③KDQDYDYLNEWGNRFKKLADMYGGGED

問 4. 細胞が発現する micro RNA (miRNA) と人工的に細胞に導入される small interfering RNA (siRNA) について、構造上ならびに細胞内での作用機序の違いを述べなさい。

#### [IV] 【生化学】

問 1. 脂肪酸の代謝と機能に関する以下の (1) ~ (3) に答えなさい.

- (1) ミトコンドリアで脂肪酸が分解され、アセチル CoA を産生する代謝経路を何とよぶか答えなさい.
- (2) 哺乳類における脂肪酸シンターゼ (fatty acid synthase) による脂肪酸合成と、脂肪酸デサチューラーゼ (fatty acid desaturase) による不飽和化は、主に細胞内のどこで行われるか、それぞれ答えなさい.
- (3) 脂肪酸の不飽和度が、細胞膜の流動性に与える影響について説明しなさい.

問 2. タンパク質の分離精製に関する以下の文章を読んで、(1) ~ (3) に答えなさい.

細胞破碎液からあるタンパク質を分離するため、1)等電点沈殿により不溶性となった沈殿を遠心分離により除去し、2)カラムクロマトグラフィーによる精製をおこなった. 精製後のタンパク質溶液を 3)SDS-PAGE により分離して染色した.

- (1) 下線部 1) について、等電点におけるタンパク質の状態を説明し、この状態ではなぜ沈殿が生じやすくなるのかを答えなさい.
- (2) 下線部 2) について、タンパク質精製に用いられるイオン交換クロマトグラフィーおよびゲル濾過クロマトグラフィーの固定相の特徴と、これらの固定相によりどのようにタンパク質が分離されるか、それぞれ簡潔に説明しなさい.
- (3) 下線部 3) の SDS-PAGE において、タンパク質は 2-メルカプトエタノールおよびドデシル硫酸ナトリウムと反応させる. 2-メルカプトエタノール、ドデシル硫酸ナトリウムによってタンパク質はそれぞれどのように変化するか答えなさい. また、これらの処理によって、タンパク質の泳動速度は何に依存して変化するかを答えなさい.

[V] 【情報科学】

問1. 次の (a) から (f) の R のコードを実行した時に出力される結果をそれぞれ答えなさい。

<pre>(a) x = c(3, 4, 1, -7, 8) y = 0 for (i in x) {   if (i %% 2 == 0) {     y = y + (i/2)   } } print(y)</pre>	<pre>(b) x = c(3, 4, 1, -7, 8) y = (1:length(x)) %% 2 == 0 print(sum(x[y]))</pre>
<pre>(c) data = data.frame(x=c(3,2,1,1,5),   y=c('a','b','b','b','a'),   z=c(0.5, 0.3, 1.2, 0.2, 0.8)) data2 = data.frame(x=c(5,2),   y=c('a','b'),   z=c(0.1, 0.2)) data3 = rbind(data, data2) data4 = data3[data3\$y=='a',] print(sum(data4[,1] * data4[,3]))</pre>	<pre>(d) x = matrix(c(3, 4, 1, -7, 8,   2, -7, -1, 4, 3),   ncol=5) y = matrix(c(3, 4, 1, -7, 8,   2, -7, -1, 4, 3),   ncol=5, byrow=TRUE) z = sum(x[1,] * y[2,]) print(z)</pre>
<pre>(e) x = c(3, 4, 1, -7, 8) y = c(2, -7, -1, 4, 3) z = (x %% 2 == 0)   (y &gt; 0) w = 0 for (i in 1:length(z)) {   w = w + ifelse(z[i], 1, -1) } print(w)</pre>	<pre>(f) count=0 x = 0 for (i in rep(c(1,2,3),3)) {   count=count+1   if (count %% 3 == 2) {     x = x + i   } } print(x)</pre>

問2. 文中の  から  に入る適切な用語を選択肢から選び番号で答えなさい。

統計検定では、帰無仮説が正しいにも関わらずそれを棄却してしまう危険性、すなわち  を  で制御する。通常  としては 0.05 や 0.01 が使われる。複数回の統計検定を行う場合、毎回の検定を  に基づいて実施するのは適切ではない。その理由を次の仮想的な状況を用いて考えよう。今、 $n$  回の統計検定を行う。いずれの回も帰無仮説が正しいとする。また、 を  $p$  とする。1 回検定を行った時、帰無仮説が棄却されない確率は  $1-p$  となる。2 回検定を行った時、2 回とも帰無仮説が棄却されない確率は  $(1-p)^2$  となる。同様に  $n$  回検定を行った時、 $n$  回中 1 度も帰無

仮説が棄却されない確率は $(1 - p)^n$ となる。すると、 $n$  回中少なくとも一回は帰無仮説が棄却される確率は **c** と表される。 **c** は  $n$  が大きくなると 1 に近づく。つまり  $n$  が大きいと、帰無仮説が正しくても、ほぼ確実に少なくとも 1 回は帰無仮説が棄却されるということである。これが統計検定を繰り返すことの問題点で、この問題は **d** と呼ばれる。 **c** の式中の $(1 - p)^n$  を  $\sum_{i=0}^n \frac{n!}{i!(n-i)!} (-p)^i$  と展開する。 $p$  は 0.0 から 1.0 の区間の値をとる小数であり、べき乗は小さな値となるため、この展開式中の  $p$  の 2 乗以上のべき乗を無視すると **c** の近似式として **e** を得る。 $n$  回の試行中少なくとも一回は帰無仮説が棄却される確率は familywise error rate と呼ばれ、その近似である **e** が  $\alpha$  以下 (例えば  $\alpha$  は 0.05 や 0.01) になるように制御することで **d** の補正を行う方法は **f** と呼ばれる。これは各回の検定の **b** を  $\alpha/n$  とすることに相当する。

選択肢:

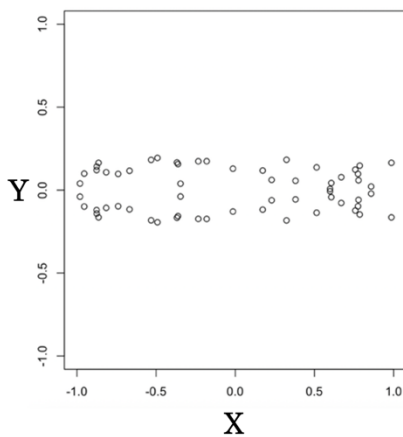
- ① ボンフェローニ法, ②  $n \times p$ , ③ BH 法, ④ 有意水準, ⑤ Type I の過誤, ⑥  $1 - (1 - p)^n$ ,  
 ⑦ Type II の過誤, ⑧  $p^n$ , ⑨  $(1 - p)^n$ , ⑩ 多重比較, ⑪ FDR

問 3. 文中の **a** から **h** に入る適切な用語や式を選択肢から選び番号で答えなさい。

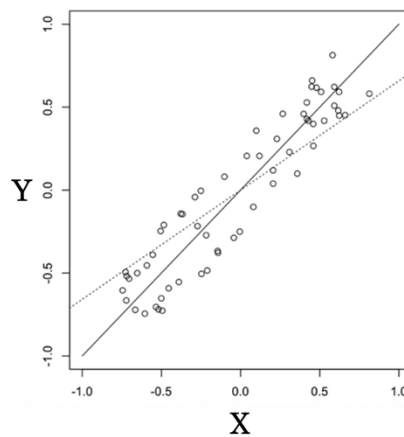
-1.0 から 1.0 の一様乱数を 30 個発生させ、それを X 座標とした。また、-0.2 から 0.2 の一様乱数を 30 個発生させ、それを Y 座標とした。得られた 30 個の点のそれぞれに対し、X 軸に対して対称な点を 30 個発生させ、合計 60 個の点を得た。これが図(a)である。これを反時計回りに 45 度回転させ、それぞれの点の座標 $(x_i, y_i)$  ( $i = 1 \sim 60$ ) を次のように変換した。

$$\left( \frac{x_i - \mu_x}{\sigma_x}, \frac{y_i - \mu_y}{\sigma_y} \right)$$

(a)



(b)



ここで、 $\mu_x, \mu_y$  は X 座標, Y 座標の値の平均値,  $\sigma_x, \sigma_y$  は X 座標, Y 座標の値の標準偏差を表す。45 度回転させた後に、この変換を行った 60 個の点をプロットしたのが図 (b) である。実線は  $y = x$  の関数を表す。この 60 個の点を用いて  $\frac{y_i - \mu_y}{\sigma_y}$  を  $\frac{x_i - \mu_x}{\sigma_x}$  で予測するために、 $\frac{y_i - \mu_y}{\sigma_y}$  を **a**、

$\frac{x_i - \mu_x}{\sigma_x}$ を  $\boxed{b}$  として単回帰を行った。その結果が点線で表されている。傾きが1より小さくなって

いる理由を、単回帰の係数を最小二乗法で求めながら考えよう。

$\frac{y_i - \mu_y}{\sigma_y}$ を  $\alpha \frac{x_i - \mu_x}{\sigma_x} + \beta$  で近似する。この時、実測値と予測値の差の二乗の総和  $\boxed{c}$  が最小になるよう

に、 $\alpha$ と $\beta$ を決定する。そのために  $\boxed{c}$  を  $\alpha$ 、 $\beta$ のそれぞれで偏微分し、得られた式を0に等しいとおいた。 $\boxed{c}$ を $\alpha$ で偏微分した式は  $\boxed{d}$  となる。また、 $\boxed{c}$ を $\beta$ で偏微分した式は  $\boxed{e}$  となる。 $\boxed{d}$ を0に等しいとおいて $\alpha$ を求めると  $\boxed{f}$  となる（ $f$ の導出にあたっては、注1、注2を参照せよ）。これは  $x$ と $y$ の  $\boxed{g}$  に等しい。 $\boxed{g}$ は-1.0から1.0までの値をとり、-1.0や1.0になるのは点が直線上に乗っている時なので、 $\alpha$ は1より小さい。これで図(b)の点線の傾きが1より小さいことが示された。 $\boxed{e}$ を0に等しいとおいて $\beta$ を求めると  $\boxed{h}$  となる。

注1:  $\frac{1}{60} \sum_{i=1}^{60} \left( \frac{x_i - \mu_x}{\sigma_x} \right)^2 = \frac{1}{60} \sum_{i=1}^{60} (x_i - \mu_x)^2 \frac{1}{\sigma_x^2} = 1,$

注2:  $\sum_{i=1}^{60} (x_i - \mu_x) = 60 \frac{1}{60} \sum_{i=1}^{60} x_i - 60\mu_x = 0$

注1、注2の式は  $y$ についても成り立つ。

選択肢:

- ① ケンドールの順位相関係数, ② 因子, ③ 説明変数, ④ ピアソンの積率相関係数, ⑤ 目的変数, ⑥ 判別, ⑦ 1, ⑧ 主成分, ⑨ 0,

⑩  $\sum_{i=1}^{60} \left( \left( \frac{y_i - \mu_y}{\sigma_y} \right) - \left( \alpha \left( \frac{x_i - \mu_x}{\sigma_x} \right) + \beta \right) \right)^2,$

⑪  $-2 \left( \sum_{i=1}^{60} \left( \frac{y_i - \mu_y}{\sigma_y} \right) \left( \frac{x_i - \mu_x}{\sigma_x} \right) - \alpha \sum_{i=1}^{60} \left( \frac{x_i - \mu_x}{\sigma_x} \right)^2 - \beta \sum_{i=1}^{60} \left( \frac{x_i - \mu_x}{\sigma_x} \right) \right),$

⑫  $\frac{1}{60} \sum_{i=1}^{60} \left( \frac{y_i - \mu_y}{\sigma_y} \right) \left( \frac{x_i - \mu_x}{\sigma_x} \right),$

⑬  $-2 \left( \sum_{i=1}^{60} \left( \frac{y_i - \mu_y}{\sigma_y} \right) - \left( \sum_{i=1}^{60} \alpha \left( \frac{x_i - \mu_x}{\sigma_x} \right) + \sum_{i=1}^{60} \beta \right) \right)$

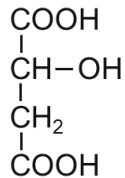
[I] 【基礎生命化学】

解答例

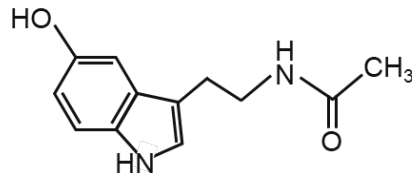
問 1.

(1) A: フマル酸 B: リンゴ酸

(2)



問 2.



問 3.

波長  $\lambda$  が角度では  $360^\circ$  ( $= 2\pi$ ) に相当する. 係数  $k$  をかけた  $x$  は角度の次元を持つことになる. 距離  $x$  の波長  $\lambda$  に対する割合 ( $x/\lambda$ ) を,  $2\pi$  に対する割合で表現する.

$$\frac{x}{\lambda} = \frac{kx}{2\pi}$$

左辺は距離の次元, 右辺は角度の次元を持つ. 従って,  $k = \frac{2\pi}{\lambda}$  となる. 進行波は次の①式で表される.

$$u = u_0 \sin \frac{2\pi}{\lambda} (x - vt) \quad \cdots \textcircled{1}$$

①式を 2 回微分し元の①式と重ね合わせ、シュレーディンガーの波動方程式 (②式) を得る.

$$\begin{aligned}
 \frac{du}{dx} &= u_0 \frac{2\pi}{\lambda} \cos \frac{2\pi}{\lambda} (x - vt) \\
 \frac{d^2u}{dx^2} &= -u_0 \frac{4\pi^2}{\lambda^2} \sin \frac{2\pi}{\lambda} (x - vt) = -\frac{4\pi^2}{\lambda^2} u \\
 \frac{d^2u}{dx^2} + \frac{4\pi^2}{\lambda^2} u &= 0 \quad \cdots \textcircled{2}
 \end{aligned}$$

または②式の進行波を  $\phi(x)$  とおき変えて、一般化した 1 次元のシュレーディンガーの波動方程式は③式となる。

$$v = v\lambda, \quad \lambda = \frac{v}{v}$$

$$\frac{d^2\phi(x)}{dx^2} + \frac{4\pi^2v^2}{v^2}\phi(x) = 0 \quad \cdots\textcircled{3}$$

問4.

MRI では、核磁気共鳴周波数が磁場強度に比例することを利用し、傾斜磁場によって空間的な情報をラジオ波の周波数や位相に変換して取り出す。体内のプロトン (H<sup>+</sup>) の核磁気共鳴を測定することで、主に体内の水分濃度を画像化する。

1次元：スライスの決定

全体の磁場 B<sub>0</sub>に加え、X軸方向に連続的に傾斜した磁場 B<sub>X</sub>をかける。特定の周波数の電磁波を照射すると、X軸上の特定の磁場 (B<sub>0</sub>+B<sub>X</sub>) にあるプロトンだけが共鳴して励起される。

2次元：周波数エンコーディング

スライス決定後、Y軸方向に傾斜磁場 B<sub>Y</sub>をかけ、自由誘導減衰 (FID) 信号を検出する。FID 信号は磁場強度 (B<sub>0</sub>+B<sub>Y</sub>) に比例した周波数で放出され、Y軸の位置情報を周波数情報として得る。

3次元：位相エンコーディング

FID 信号の検出前に、Z軸方向に傾斜磁場 B<sub>Z</sub>を短時間かける。FID 信号の波は B<sub>Z</sub>に応じて、短時間だけ周波数に変化する。すなわち、B<sub>Z</sub>が強ければ強いほど波は早く振動し、大きく位相が変化する。位相の変化量がZ軸上の位置情報を表す。しかし、位相情報は干渉して振幅の変化としてしか検出できないため、勾配磁場 B<sub>Z</sub>の強度を変化させながら繰り返して測定を行う。

画像化：フーリエ変換

全情報が重畳して現れる FID 信号の干渉縞 (インターフェログラム) を記録し、フーリエ変換によって解析することで、信号強度を3次元の位置情報と共に抽出して3D画像化する。

出題意図

問1. 生体内有機化学反応の反応経路および化合物構造の基礎知識を問う問題である。

- (1) 生体内有機化学反応経路の代表ともいえるクエン酸回路に関する基礎知識を問う。
- (2) 生体内有機化学反応様式の代表ともいえる水和反応について、言葉としての知識だけでなく化学構造という幾何学的な理解を得ているかを問う。

問2. 酵素の名称から、その酵素が触媒する反応を推察する能力を問う。

問3. 量子力学は有機、無機化学の基礎である、原子や分子の構造、反応性を説明する。シュレーディンガーの波動方程式は、粒子と波の関係性を表記する手段として、

量子力学の基礎的な知識である。本出題は、波動方程式をもって、科学的な情報を数学的に表記する能力を問う。

問4. MRI 技術の発明者はノーベル賞を受賞しており、医学で重要な診断技術であると共に科学的にもよく知られた技術である。本出題は MRI の基礎的な知識について問う。

## [II] 【分子生物学】

### 解答例

問1.

- ✓ タンパク質をコードする遺伝情報を運ぶ.
- ✓ 5'キャップ構造 (7-メチルグアノシン) が付加されている.
- ✓ 3'末端にポリ A 鎖 (ポリアデニル化) が存在する.
- ✓ 翻訳開始点として AUG コドンを持ち, コザック配列が存在することが多い.

問2.

アルカリ溶解法が一般的. 以下の工程を含む.

1. 細胞の回収と溶菌 (SDS と NaOH による)
2. 中和によりクロモソーム DNA とタンパク質を沈殿 (酢酸カリウム)
3. 遠心分離により上清からプラスミド DNA を回収
4. フェノールクロロホルム溶液でタンパク質を変性除去
5. エタノール沈殿またはカラム精製により DNA を精製

問3.

(1) 5'-AUGUGUGUG-3'

(2) ORF 区間は開始コドン ATG から終止コドン TGA の前まで.

-//-で示された中間部分は 900 塩基とされている.

上流部分: ATG~CCC は 6 コドンなので 6 アミノ酸

中間部分: 900 塩基は 300 アミノ酸

下流部分: CAT~GAT は 6 コドンなので 6 アミノ酸

全体を合計して 312 アミノ酸

(3) フォワードプライマー: 5' - ATGTGTGTGGTC-3'

リバースプライマー: 5'-TCAATCATTTAT-3'

(4) 5'-AATGTGTGTGGTCAC-3'

### 出題意図

問1. 真核生物に存在する3種類のRNAの中でmRNAの構造的及び機能的特徴を正しく理解しているかを問う.

問2. 実験室で一般的に行われるプラスミドDNAの抽出工程を正しく理解しているかを問う.

問3. 遺伝子の構造, PCR実験におけるプライマー設計法, 塩基配列決定法を的確に理解しているかを問う.

### [III]【細胞生物学】

#### 解答例

問1.

- |                |               |
|----------------|---------------|
| (1) 間違っている個所:c | 正しい語句:も検出される  |
| (2) 間違っている個所:c | 正しい語句:有していない  |
| (3) 間違っている個所:b | 正しい語句:ラミニン    |
| (4) 間違っている個所:c | 正しい語句:ヘテロダイマー |

問2.

微小管 (Microtubules) :

- ・構造上の特徴: 直径が約25ナノメートルの中空のチューブ構造をとる.
- ・構成するタンパク質:  $\alpha$ チューブリンと $\beta$ チューブリン

マイクロフィラメント (Microfilaments) :

- ・構造上の特徴: 直径が約7ナノメートルの細くて短い繊維状構造をとる.
- ・構成するタンパク質: アクチン

問3.

- ① : 細胞膜を1回貫通するタンパク質の膜貫通領域は, 20個程度の連続した疎水性アミノ酸で構成され,  $\alpha$ ヘリックス構造をとる必要がある. (1)はその条件を満たす配列を含む一方, (2)や(3)に疎水性アミノ酸からなるクラスターが見られない.

問4.

構造の違い

miRNAは, 一本鎖前駆体を経て不完全な二本鎖として成熟する. また, 標的mRNAの配列(主に3'UTRに存在)と部分的に相補的である. 一方のsiRNAは, 完全な二本鎖RNAで, 標的mRNAの部分配列と完全に一致している.

作用機構の違い

miRNA は、複数の標的 mRNA の主に翻訳を抑制する。また、一部は標的 mRNA の分解にも寄与する。一方の siRNA は、主に特定の標的 mRNA を分解に導く。

#### 出題意図

問1：細胞外マトリックスの構成するタンパク質とその受容体に関する基礎知識を問うた。

問2：細胞の形状や運動、分裂など多くの生理的プロセスに関与している細胞骨格について、基本的な知識を問う問題である。

問3：タンパク質と構成アミノ酸の性質についての基本的な知識を調べる問題である。

問4：タンパク質の発現抑制についての重要な機構についての理解を問う問題である。

#### [IV] 【生化学】

##### 解答例

問1.

- (1)  $\beta$ 酸化
- (2) 脂肪酸合成：細胞質  
不飽和化：(滑面)小胞体 (Smooth Endoplasmic Reticulum)
- (3) 脂肪酸は細胞膜中の脂質の構成要素であり、不飽和脂肪酸では、二重結合によって炭化水素鎖が折れ曲がった構造を持つため、脂肪酸同士が密に詰まるのが妨げられる。その結果、炭化水素間の疎水性相互作用が弱くなり、膜の流動性が高まる。

問2.

- (1) 等電点では、タンパク質の正電荷と負電荷が釣り合い、正味の電荷がゼロになる。この状態では、タンパク質分子間の静電的反発力が最小になり、疎水性相互作用などの影響により分子が凝集しやすくなる。これらの要因によって水への溶解度が低下し、沈殿が生じる。
- (2) イオン交換クロマトグラフィー：固定相は、正または負の電荷をもつ官能基が結合された樹脂などの担体で構成されている。タンパク質は固定相との静電的相互作用により、固定相と逆の表面電荷をもつ場合には担体と結合し、同じ電荷をもつ場合は通過することで分離される。

ゲル濾過クロマトグラフィー：固定相としては、多孔性のゲル（セファデックスなど）が使用される。分子量の小さいタンパク質はゲルの細孔内に入り込む一方で、大きな分子は細孔に入らずにそのまま通過するため早く溶出するため、タンパク質は分子サイズに応じて分離される。

- (3) 2-メルカプトエタノール：還元剤として機能し、タンパク質のジスルフィド (S-S) 結合を切断して高次構造を崩壊させる。

ドデシル硫酸ナトリウム (SDS)：SDS はタンパク質に結合し、分子量に応じた均一な負電荷を付与するとともに、タンパク質を線状構造へと変化させる。

これらの処理により、タンパク質の形状および電荷／質量比がほぼ一定となるため、泳動速度は分子量に依存して変化する。分子量が小さいタンパク質ほど速く移動し、大きなものほど遅くなる。

#### 出題意図

問1. 生体内での脂肪酸代謝や、脂肪酸の構造・構成が細胞膜に与える影響についての基本的な知識を確認した。

問2. タンパク質の分離精製に使用される実験手法について、各操作におけるタンパク質の状態と分離の原理を理解しているかを問う。

#### [V] 【情報科学】

#### 解答例

問1.

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
6	-3	6	-25	3	6

問2.

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
5	4	6	10	2	1

問 3.

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
5	3	10	11	13
(f)	(g)	(h)		
12	4	9		

出題意図：多変量解析の基礎である単回帰の式の最小二乗法による導出を通じて、単回帰の原理や数式の処理についての理解を問う。

出題意図

問 1.

プログラミングの基礎となるループ処理、条件分岐、複合条件文、三項演算子、論理値の理解を問うことを目的とする。

問 2.

統計検定における有意水準と帰無仮説の関係、検定を繰り返す際に生じる多重比較の問題の理解を問うことを目的とする。

問 3.

多変量解析の基礎である単回帰の式の最小二乗法による導出を通じて、単回帰の原理や数式の処理についての理解を問う。