

C

平成 25 年度個別学力検査問題(工学資源学部)

生 物

前 期 日 程

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子は、5 ページあります。解答用紙は 2 枚あります。問題は I と II の 2 題です。2 題すべてに解答しなさい。
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの乱丁・落丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 4 監督者の指示に従って、解答用紙に受験番号を記入しなさい。
- 5 解答は、解答用紙の該当欄に記入しなさい。
- 6 配付された解答用紙は、持ち帰ってはいけません。
- 7 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

I 次の文章を読み、ゲノムと遺伝子に関する以下の問いに答えなさい。

DNA の塩基配列は、さまざまなタンパク質のアミノ酸配列を指定している。大腸菌のゲノムは、約  $4.6 \times 10^6$  塩基対である。このうち、塩基の割合(%)は、① アデニン(25)、シトシン(25)、グアニン(25)、チミン(25) であり、総遺伝子数は約 4,300 個である。また、遺伝子の平均の長さは約 960 塩基対であり、1つのタンパク質に含まれるアミノ酸数の平均は、約 320 個である。

同様に、結核菌のゲノムは、約  $4.4 \times 10^6$  塩基対である。このうち、塩基の割合(%)は、② アデニン(17)、シトシン(a)、グアニン(b)、チミン(c) であり、総遺伝子数は約 4,000 個である。また、遺伝子の平均の長さは約 1,000 塩基対であり、1つのタンパク質に含まれるアミノ酸数の平均は、約 330 個である。

一方、ヒトゲノムは、約  $3.0 \times 10^9$  塩基対である。このうち、塩基の割合(%)は、③ アデニン(d)、シトシン(e)、グアニン(20)、チミン(f) であり、総遺伝子数は約 25,000 個である。また、ヒト遺伝子の平均の長さは約 27,000 塩基対であり、1つのタンパク質に含まれるアミノ酸数の平均は、約 430 個である。

問 1 文中(a)、(b)、(c)、(d)、(e)、(f)にあてはまる数値を、有効数値 2 桁で答えなさい。

問 2 下線部①~③のように、ゲノムに含まれる各塩基の割合には、ある規則性が見られる。DNA の構造をもとに規則性を説明しなさい。

問 3 大腸菌や結核菌の遺伝子の長さは、約 1,000 塩基対である。一方、ヒトの遺伝子の長さは約 27,000 塩基対と長い。ヒトの遺伝子が大腸菌や結核菌に比べて長い理由を、遺伝子の構造をもとに説明しなさい。

問 4 タンパク質を構成する 20 種類のアミノ酸は、4 種類の塩基の組み合わせによる遺伝暗号により指定されるが、遺伝暗号は 3 つの連続した塩基(トリプレット)のコドンである。1 種類のアミノ酸は 2 つの連続した塩基(ダブルレット)のコドンではなく、トリプレットコドンで指定される理由を説明しなさい。

問 5 ゲノム解析によって、ヒトの遺伝子数は予想よりずっと少ないことがわかった。ヒトの遺伝子数は約 25,000 個であり、キイロショウジョウバエの遺伝子数(約 14,000 個)の約 2 倍に過ぎない。特にヒトでは、少ない数の遺伝子から多種多様なタンパク質が合成されるが、このしくみを説明しなさい。

問 6 細胞における遺伝情報の発現の流れは、DNA の塩基配列をもとに伝令 RNA が転写され、コドンに従ってアミノ酸に翻訳されてタンパク質が合成されるというように一方向性である。この考え方は遺伝情報の大原則と考えられており、セントラルドグマと呼ばれる。

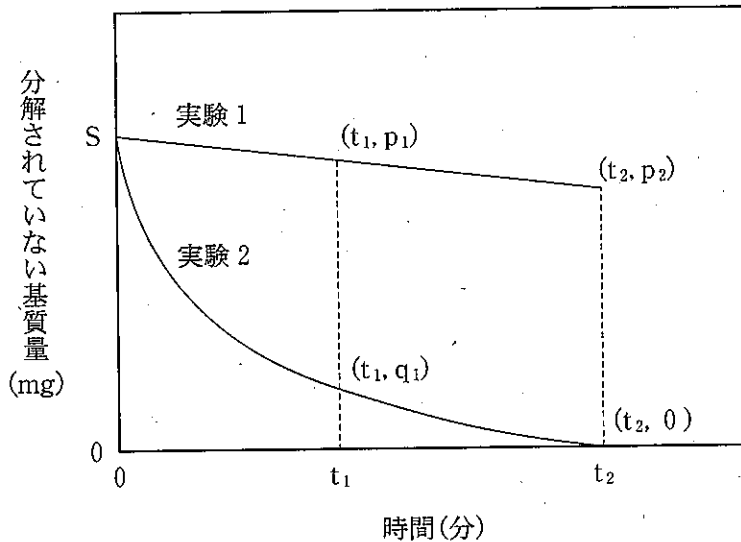
ウイルスの中には A 型インフルエンザウイルスのように、DNA ではなく RNA を遺伝物質として持つものがある。このようなウイルスは RNA ウィルスと呼ばれ、RNA から RNA を複製して増殖する。しかし、RNA ウィルスの一種である HIV(ヒト免疫不全ウイルス)の増殖には DNA が関与していて、前述のセントラルドグマでは説明できない。HIV のような RNA ウィルスの増殖のしくみを説明しなさい。

## II 次の文章を読み、問いに答えなさい。

生物は生存に必要な物質を取り込み、化学反応により種々の形に作り変えて利用している。生物が生存可能な温度で化学反応を進めることができるのは酵素の働きによる。生体内での化学反応による物質の変化を(ア)というが、これには細胞内の相反する二つの化学反応過程、(イ)と(ウ)がある。生体に必要な物質の合成過程を(イ)といい、(ウ)は分解する過程である。植物は空気から(エ)を取り込み、(オ)エネルギーを使って無機物から有機物を合成する。一方、動物は食物の消化と吸収、そして呼吸によりエネルギーを得て生命活動を維持している。ただし、ヒトの赤血球のように呼吸に関与する細胞小器官である(カ)がない細胞では解糖系により1分子のグルコースを分解して差し引き(キ)分子の(ク)を産生している。また、(ク)は、細胞内外のイオン濃度の違いを保つためにも使われる。

問1 (ア)から(ク)まで適切な語句または数字を入れなさい。

問2 ヒトのペプシンに関する次の実験について以下の問いに答えなさい。

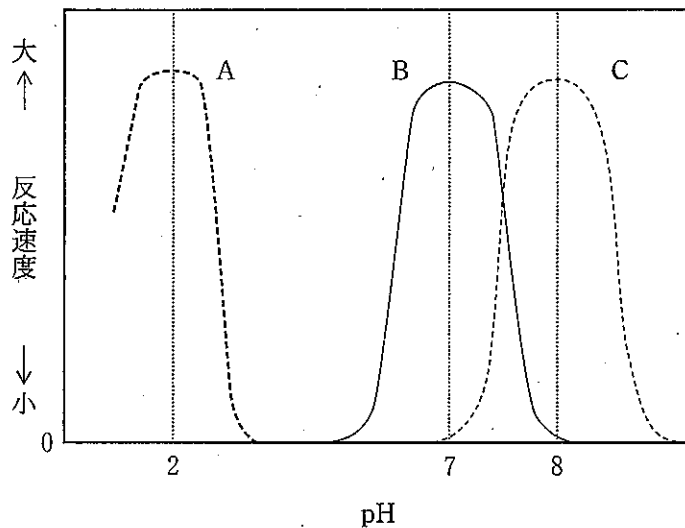


上のグラフは、基質となる人工的に合成されたタンパク質が、ペプシンによって分解される過程を、分解されていない基質量の時間に伴う変化で示している。横軸の時間は酵素を添加してからの経過時間を示す。なお、(t<sub>1</sub>, p<sub>1</sub>)は、時刻 t<sub>1</sub> における分解されていない基質量が p<sub>1</sub> であったことを示す。

(実験条件)

実験1はペプシンが含まれていない水のみを0.05 ml 加えた。実験2はペプシン  $a(\mu\text{g})$  (単位はマイクログラム,  $1000 \mu\text{g} = 1 \text{mg}$ ) を0.05 ml の水に溶かして加えた。実験1と実験2の反応温度は  $25^\circ\text{C}$  であり, pH は一定に保つようにした。実験を開始する前の基質の量は,  $S(\text{mg})$  であった。実験2において, 時刻  $t_2$  で基質は完全に分解された。

- 1) ペプシンは, ヒトのどの臓器で分泌される酵素か答えなさい。
- 2) 下のグラフは, 3種類の異なる酵素(A, B, C, この中の一つはペプシン)の反応速度とpHの関係を示している。ペプシンの反応速度を示すグラフはA, B, Cのどれか答えなさい。



- 3) 時刻  $t_1$  において,  $S > p_1$  であることは, 非特異的な反応が起きていることを示しており, 分解された断片を「反応生成物」と定義するとき, 特異的な反応によって得られた「反応生成物」の量を,  $p_1$  と  $q_1$  を用いて表しなさい。
- 4) 実験2において, 反応開始から時刻  $t_2$  までの反応系における全部のペプシンの量の変化をグラフで示しなさい(フリーハンドでよい)。ただし, ペプシンは反応開始時から時刻  $t_2$  まで失活しないものとする。

- 5) 実験2において、反応の温度を  $37^{\circ}\text{C}$  にして同じ実験を行った時、時刻  $t_1$  における分解されていない基質量はどのようになると考えられるか。ただし、ペプシンは  $37^{\circ}\text{C}$  での反応中、失活しないものとする。
- 6) 文章中の下線部①で働く酵素の最適 pH はどのくらいであると考えられるか。また、その理由を考察しなさい。