

# 生 物 機 能 工 学

## 注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題用紙を開いてはいけません。
- 2 問題用紙は7ページで、解答用紙は6ページあります。試験開始の合図があつてから確かめなさい。
- 3 監督者の指示に従い、解答用紙の各ページに受験番号を記入しなさい。氏名を書いてはいけません。
- 4 文字などの印刷に不鮮明なところがあつた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 5 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。ただし、「総得点欄」「採点欄」「得点欄」に記入してはいけません。
- 6 問題用紙の余白は下書きとして利用してかまいません。
- 7 試験終了後、配付された問題用紙、下書用紙は持ち帰りなさい。

# 問題用紙

( 生物機能工学 )

## 問題 1

次の問い（問 1・問 2）に答えよ。

問 1 次の文章を読んで、下の（1）～（4）に答えよ。

バクテリアから動植物まで、すべての生物の遺伝情報を担う物質は DNA である。DNA は 2 本のポリヌクレオチド鎖がらせん状に巻きあつた 2 重らせん構造を形成しており、2 本の鎖の糖-リン酸主軸の方向は逆平行の関係にある。塩基はらせんの内側を向いており、（ア）とデオキシリボース部分はらせんの外側にある。2 本鎖は塩基間の（イ）で保持される。これらの塩基対はアデニンと（ウ）、また（エ）と（オ）の間で形成される。アデニン-（ウ）塩基対は 2 本の、また（エ）-（オ）塩基対は 3 本の（イ）を含む。そのため、（エ）-（オ）の含有量の多い二本鎖 DNA は、含有量の低いものと比べて（カ）融解温度を示す。

遺伝子とは、DNA という巨大分子の中で一定の範囲を占める領域で、遺伝子の塩基配列が遺伝情報を担っている。（キ）のはたらきにより、遺伝子の情報をもとに mRNA が生成される。これは遺伝子の鋳型鎖に対して（ク）な配列をもった RNA である。mRNA の情報をもとに（ケ）においてタンパク質が合成され、タンパク質は生体内で様々な役割を果たす。この遺伝子 (DNA) → mRNA → タンパク質の流れをセントラルドグマという。

(1) (ア)～(ケ)に適切な語を次の語群から選び答えよ。

語群：DNA ポリメラーゼ，相同的，リボソーム，水素結合，ミトコンドリア，リボース，リン酸，グアニン，ウラシル，共有結合，シトシン，チミン，RNA ポリメラーゼ，相補的，核，高い，低い

(2) 図 1 は DNA のヌクレオチドの構造式である。これを参考に RNA のヌクレオチドの構造式を描け。なお、「塩基」はそのまま「塩基」と書いてよい。

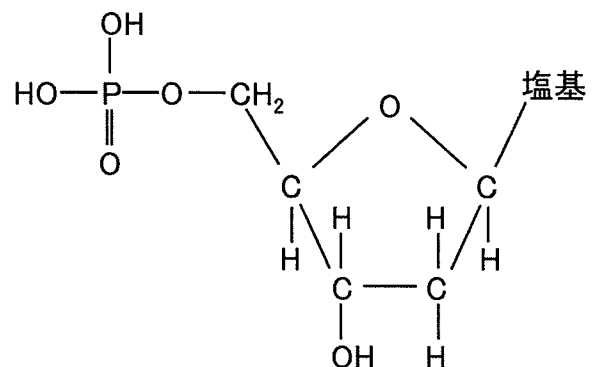


図 1

# 問題用紙

( 生物機能工学 )

(3) 原核生物では遺伝子の塩基配列がそのまま成熟型 mRNA となる。  
真核生物の成熟型 mRNA 生成過程の特徴を3つ答えよ。

(4) セントラルドグマについて、図2の空欄 a~d で示された過程を表す適切な語を答えよ。

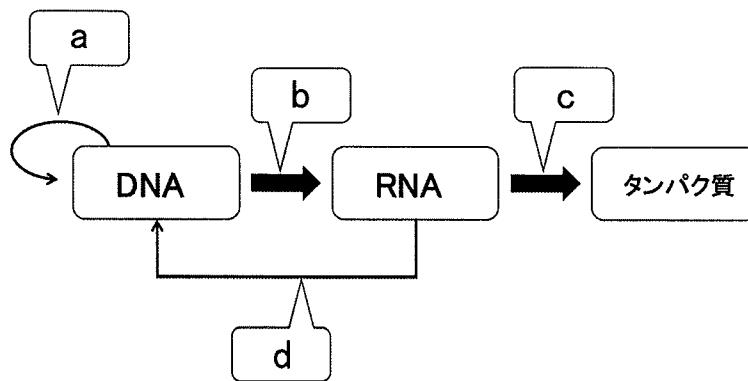


図2

問2 ある微生物の有用酵素を大腸菌で大量生産させるため、PCR によって酵素遺伝子を獲得し、発現ベクターにクローニングした。この実験について、次の(1)~(5)に答えよ。

(1) PCR の正式名称を英語で答えよ。

(2) 一般的な PCR 法の反応について模式的に表したものが図3である。図3のPCR段階 a~c の反応と温度の組み合わせについて最適なものを(サ)~(タ)から選び答えよ。

- (サ) アニーリング, 40°C~60°C
- (シ) アニーリング, 20°C~30°C
- (ス) 伸長, 37°C
- (セ) 伸長, 72°C
- (ソ) 熱変性, 95°C
- (タ) 熱変性, 72°C

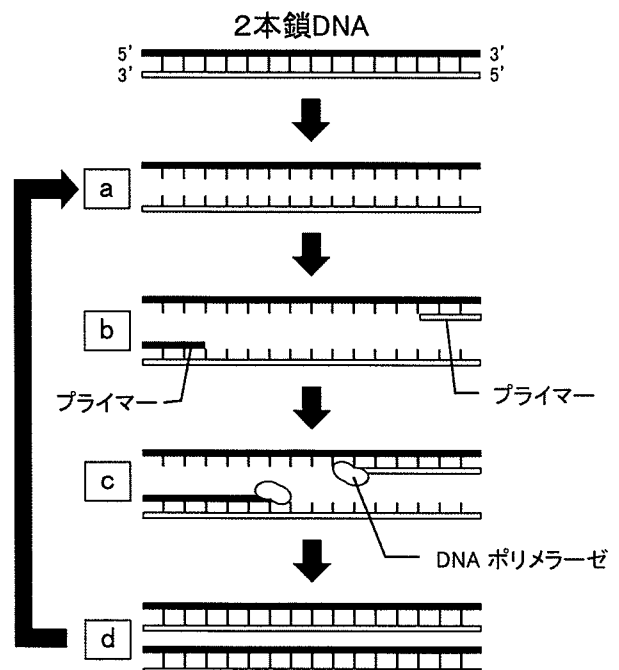


図3

# 問題用紙

( 生物機能工学 )

- (3) 図3で a~d を1サイクル経るごとに、理論的(増幅効率が100%のとき)には DNA の量が2倍となる。しかし、増幅する塩基配列や反応条件によって増幅効率が低くなることがある。1サイクルの反応の平均増幅効率を  $1 + E$  (ここで  $E$  は  $0 < E < 1$ ) とすると、25サイクルの反応のあとに DNA の量は鋳型の何倍に増幅されているか答えよ。
- (4) 2000塩基対の二本鎖 DNA を鋳型として、その中に含まれる標的遺伝子を PCR 反応によって増幅した。1サイクル後、1900塩基の1本鎖 DNA と 1700塩基の1本鎖 DNA が合成された。目的とする標的遺伝子の長さは何塩基対か答えよ。
- (5) 大腸菌で有用酵素を発現させるために構築した遺伝子発現プラスミドベクターの構造を図4に示す。これを見て、次の(a)~(c)に答えよ。

(a) プラスミドについて次の語をすべて用いて36字以内で説明せよ(句読点を含む)。

語群：線状、環状、染色体 DNA、複製

(b) プロモーターについて次の語をすべて用いて36字以内で説明せよ(句読点を含む)。

語群：転写因子、ポリメラーゼ

(c) 一般的に選択マーカーには抗生物質耐性遺伝子が用いられる。この目的を36字以内で説明せよ(句読点を含む)。

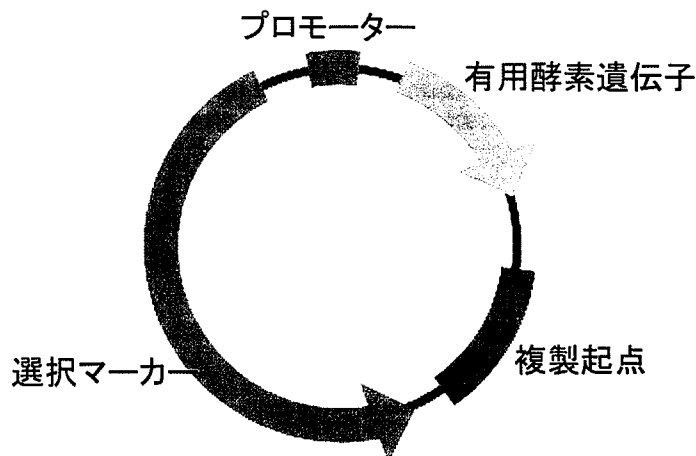


図4

# 問題用紙

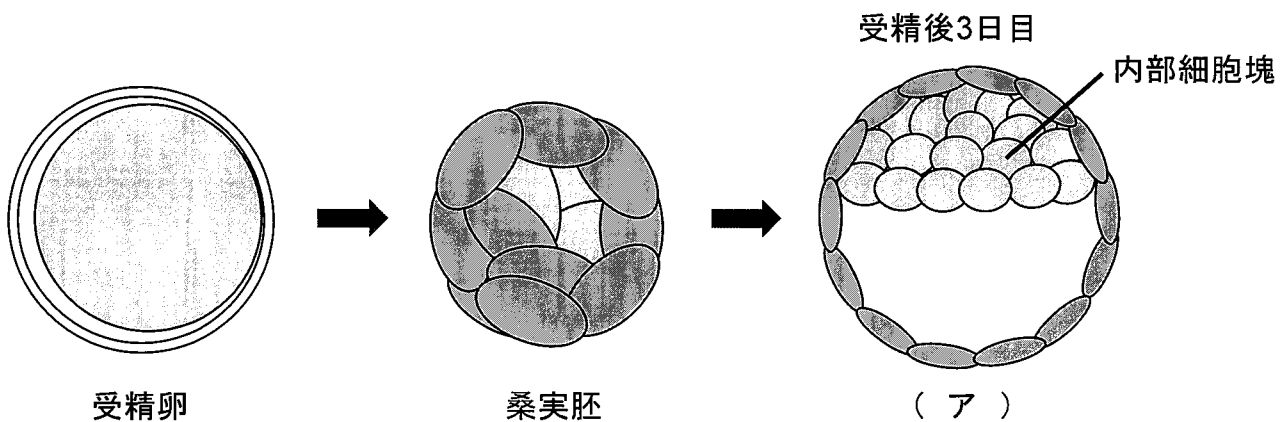
( 生物機能工学 )

## 問題 2

次の文章を読んで、下の問い（問1～5）に答えよ。

マウスの胚は、下図のように受精後3日目に（ア）となり、胚の内部に空所が形成される。胚の外側を構成する細胞はその後に胎盤形成に関わるのに対して、胚の内側にある細胞の塊（内部細胞塊）は胎児の体を構成する様々な組織や臓器に（イ）する。受精卵は、胎盤を含めて、1つの個体を形成するのに必要なすべての種類の細胞に（イ）することができ、そのような能力を（ウ）性とよぶ。細胞の（イ）の過程は非可逆的であると考えられていたので、成体の体細胞から個体を形成させることは不可能であると考えられていた。しかし、a 体細胞の核を未受精卵の細胞質に移植することによって個体を形成させることが可能であることがいくつかの動物で明らかにされた。

（ア）の内部細胞塊を取り出して培養すると、胎盤を除く、個体を形成するすべての種類の細胞に（イ）する細胞をつくることができ、胚性幹細胞（ES細胞）とよばれる。さらに、ES細胞と同様の（イ）能と（エ）能をもつ細胞が、成体の体細胞からつくられた。b 山中らによってつくられたその細胞は（オ）細胞とよばれる。ヒト由来の（オ）細胞を利用して、様々な細胞に（イ）させたものを新薬のスクリーニングや組織・臓器の移植に用いる（カ）医療へ応用する研究が進んでいる。



問1 文章中の（ア）～（カ）に適切な語を答えよ。

問2 下線部 a のことから体細胞の核がもつ遺伝情報についてどのようなことがわかるか35字以内で説明せよ（句読点を含む）。

問3 下線部 a のようにして形成された個体は、体細胞を採取した個体と同じ遺伝情報をもつ。このように同じ遺伝情報をもつ生物を一般的に何とよぶか答えよ。

# 問題用紙

( 生物機能工学 )

- 問4 多くの動物の生殖では、下線部 a のような個体の形成とは異なり、2個の配偶子が合体することによって新たな個体を形成する。このような生殖を何とよぶか答えよ。また、このような生殖にはどのような意義があるか45字以内で説明せよ（句読点を含む）。
- 問5 下線部 b について、山中らが皮膚細胞から（オ）細胞をつくるために用いた方法を、「ES細胞」と「4つ」の2語を用いて30字以内で説明せよ（句読点を含む）。

# 問題用紙

( 生物機能工学 )

## 問題 3

次の文章を読んで、下の問い（問 1～7）に答えよ。

酵素の基質濃度  $[S]$  と酵素反応速度  $v$  の関係は、図 1 に示す曲線のように表される。酵素濃度を一定にして基質濃度を高めていくと、やがて酵素の反応速度はほぼ一定になる。このときの反応速度を最大反応速度  $V_{\max}$  という。  $K_m$  は反応速度が最大値の  $1/2$  になるときの基質濃度であり、酵素と基質との親和性を示す指標となる。酵素反応速度  $v$ 、最大反応速度  $V_{\max}$ 、基質濃度  $[S]$ 、  $K_m$  の間には、次のミカエリス・メンテンの式が成り立つ。

$$v = \frac{V_{\max}[S]}{K_m + [S]}$$

図 1 に示す曲線は、酵素反応速度と基質濃度の両方の逆数をプロットすることで、図 2 に示す直線に変えられる。この直線を x 軸と交わる点まで伸ばせば、  $K_m$  の値が求められる。さらに、 y 軸の切片から  $V_{\max}$  が求められる。

酵素の阻害剤は、薬として使用されている。例えば、抗高脂血症薬のスタチン系薬剤は、コレステロール生合成の律速段階の反応を触媒する HMG-CoA 還元酵素 (3-hydroxy-3-methylglutaryl-coenzyme A reductase) の基質とよく似た構造の物質である。この阻害剤は酵素の基質と同じ部位に結合し、この酵素のはたらきを阻害する。その結果、新規のコレステロール生合成が抑制され、血中コレステロールは低下する。

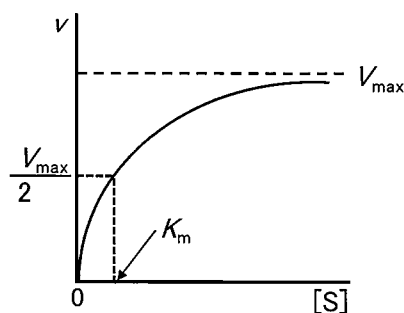


図 1

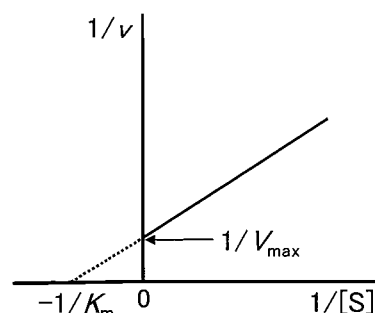


図 2

問 1 酵素の一般的な性質に関する次の (ア) ～ (オ) の記述のうち、正しいものをすべて選び記号で答えよ。

- (ア) すべての酵素は単独でははたらかず、補酵素をもつ。
- (イ) 酵素自身は反応の前後で変化しない。
- (ウ) 酵素は、反応温度が高ければ高いほど、反応速度は速い。
- (エ) 酵素は化学反応の活性化エネルギーを大きくすることによって、反応を促進する。
- (オ) 多くの酵素は中性の溶液中でよくはたらくが、酸性やアルカリ性の溶液中でよくはたらくものもある。

# 問題用紙

( 生物機能工学 )

- 問2 酵素濃度が一定のとき，基質濃度を高めていくと酵素の反応速度がほぼ一定となる理由を，「基質結合部位」という語を用いて40字以内で説明せよ（句読点を含む）。
- 問3  $K_m$ の値が小さいほど酵素の基質に対する親和性はどうか答えよ。
- 問4 酵素濃度を2倍にすると図3の直線はどのように変化するか，①～⑤の直線の中から1つ選び答えよ。

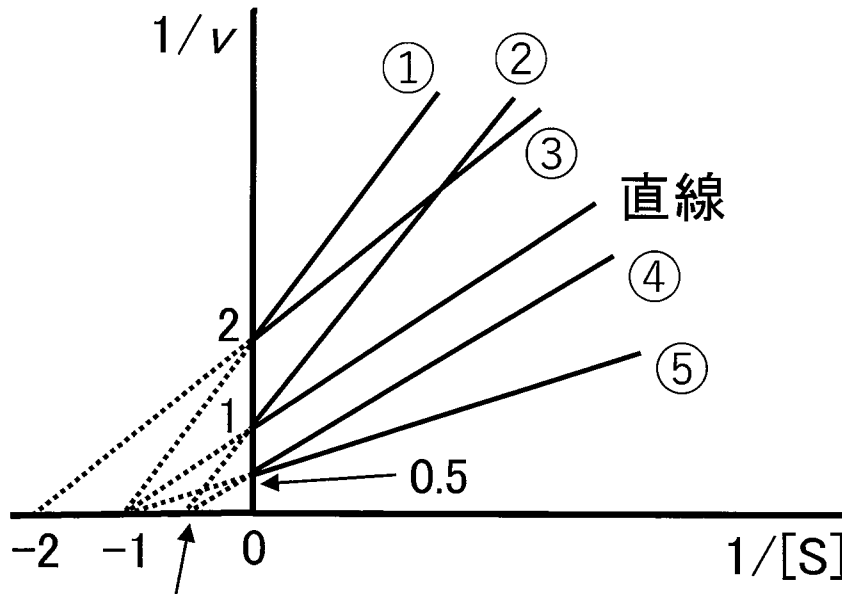


図3

- 問5 文章中の下線で示す阻害剤の阻害様式を何とよぶか答えよ。また，この阻害剤が酵素の基質に対する親和性や最大反応速度に与える影響を答えよ。
- 問6 ミカエリス・メンテンの式に従う酵素がある。この酵素の  $K_m$  は  $0.5 \text{ mM}$  で，基質濃度が  $0.001 \text{ mM}$  のとき酵素反応速度は  $2.0 \text{ mM/min}$  である。基質濃度が  $0.003 \text{ mM}$  のときの酵素反応速度を求めよ。計算の過程も記載すること。解答は小数第2位を四捨五入して示すこと。
- 問7 コレステロールはステロイドホルモンの前駆体である。次の文章の（カ）～（ケ）に適切な語を下の語群から選び答えよ。

（カ）や（キ）はステロイドホルモンである。ステロイドホルモンは（ク）に溶解しやすい物質であり，（ケ）内受容体に結合する。

語群：核，細胞膜，細胞壁，水，脂質，インスリン，エストロゲン，糖質コルチコイド，黄体形成ホルモン