

平成28年度 第3学年入学者選抜学力試験問題

専 門 科 目

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3ページで、解答用紙は4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 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。
- 5 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。
- 6 問題用紙の余白は下書きとして利用してよい。
- 7 試験終了後、配付された問題用紙は持ち帰りなさい。

長岡技術科学大学

問題用紙

(生物機能工学)

問題 1

次の文章を読んで、問 1～問 6 に答えよ。

酵素は、アミノ酸が脱水反応で生じた (1) 結合で連結されたタンパク質であり、生体内の化学反応で反応速度を上昇させる (2) として働く。酵素は、特定の基質と反応する性質を有する。これを (3) 性という。

酵素反応は、一般に次のような反応モデルで説明されている。a) 基質 S は、まず酵素 E の活性部位に可逆的にゆるく結合し、酵素基質複合体 ES を形成する。ES から、ただちに結合したまま遷移状態 ES^\ddagger を経て、生成物 P が得られる。

生体内の反応は、反応の前後で系のギブスの自由エネルギーが減少する (4) 反応だけではなく、系のギブスの自由エネルギーが増加する (5) 反応もある。b) (5) 反応は、自発的には進まない。

問 1 文章中の (1) ～ (5) に適切な語句を答えよ。

問 2 下線部 a) に示す基質の酵素への結合の前後で、系のエントロピーは増加するか減少するか答えよ。また、その理由を説明せよ。

問 3 下線部 b) の問題を解決するために、生体内では共役反応が行われている。この共役反応の意味を説明せよ。

問 4 文章中に示された反応モデルにおいて、基質 S から生成物 P が得られる化学反応式を、反応速度定数を適切に定義して示せ。

問 5 酵素基質複合体 ES の濃度の時間変化 $d[ES]/dt$ を、問 4 の結果を用いて式で示せ。

問 6 酵素があるときとないときの化学反応による系のギブスの自由エネルギーの変化を、それぞれ横軸を反応座標にして示せ。酵素がないときに対するギブスの自由エネルギーの増減がわかるように示すこと。また、各段階で何が生成しているか、本文中の記号を用いて図中に明示すること。ただし、酵素がないときの反応は一段階反応であるとする。

問題用紙

(生物機能工学)

問題 2

次の文章を読んで、問 1～問 5 に答えよ。

生物は、その生存と成長に必要な有機物とエネルギーを外界から得る必要がある。このとき、他の生物が合成した有機物を取り入れ、その酸化エネルギーを利用する生物を (1) 栄養生物、外界から (2) エネルギーを取り入れ、そのエネルギーで無機炭素から有機物を合成する生物を (2) 独立栄養生物という。また、外部から無機物を取り入れその酸化による (3) エネルギーで有機物を合成する生物を (3) 独立栄養生物という。

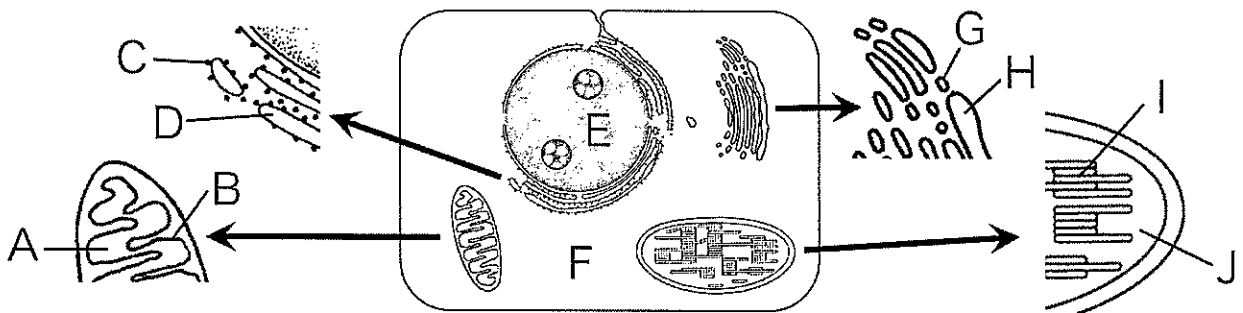
(2) エネルギーを利用し、二酸化炭素と水からグルコースを合成する過程を (4) という。グルコースなどの有機物を酸化し、ATP の形で (3) エネルギーを得る過程を呼吸という。

(4) の過程は、明反応と暗反応の 2 つの段階に分けて考えられる。真核細胞の明反応では、水の分解による酸素の発生、還元型補酵素である (5) の合成および ATP の合成が行われる。暗反応では、(6) という酵素により二酸化炭素を捕獲し、明反応で得られた (5) と ATP の (3) エネルギーを用いて、(7) 回路という反応経路でグルコースを合成する。

酸素を利用しグルコースを水と二酸化炭素まで酸化する場合、呼吸は、解糖系、(8)、電子伝達系の 3 つの過程に分けられる。解糖系ではグルコースを (9) まで分解し、還元型補酵素である NADH の合成および ATP の合成が行われる。解糖系で得られた (9) はミトコンドリアに運ばれ、アセチル CoA を経て、(8) に入る。(8) では、還元型補酵素 NADH と (10) および GTP が得られる。電子伝達系では a)還元型補酵素 NADH と (10) から電子が電子伝達系を經由して酸素に渡る過程で、ATP を合成する。

問 1 文章中の (1) ～ (10) に適切な語句を答えよ。

問 2 真核細胞において、明反応、暗反応、解糖系、(8)、電子伝達系が細胞内で局在する部位を下の図から選び、A～J の記号で答えよ。



問 3 紅色硫黄細菌の (4) において、明反応で水素供与体として分解される物質は何か答えよ。

問 4 解糖系において 1 mol のグルコースから ATP は何 mol 得られるか答えよ。ただし、解糖系で消費される分を差し引いた、正味の増加分を答えること。また (8) において 1 mol のアセチル CoA から NADH と (10) はそれぞれ何 mol 得られるか答えよ。

問 5 下線部 a) において合成される ATP の物質量が、1 mol の NADH を用いる場合と 1 mol の (10) を用いる場合とで異なる理由を説明せよ。

問題用紙

(生物機能工学)

問題 3

次の文章を読んで、問 1～問 4 に答えよ。

遺伝情報からタンパク質が生み出される機構は下の図のように表すことができ、生物学のセントラルドグマと呼ばれる。DNA 上の遺伝情報はまず mRNA に (1) され、続いてタンパク質に (2) される。これは、あらゆる生物、すなわち原核生物と真核生物の両方に共通する基本原理である。

真核生物の場合、mRNA が成熟する過程で、遺伝子の塩基配列からアミノ酸の配列情報をもたない部分である (3) が切り取られ、(4) がつなぎ合わされる。タンパク質の合成は、成熟した mRNA をもとに、細胞質中または小胞体膜上にある (5) で行われる。

ヒトの遺伝子数は約 22000 と推定されているが、タンパク質は約 10 万種類あると考えられている。多くの場合、1つの遺伝子から複数種のタンパク質がつくり出されることが知られている。例えば、mRNA が成熟する過程で (4) が異なる組み合わせでつながることによって起こる。この機構は (6) と呼ばれる。また、多くのタンパク質は (2) の過程の後に様々なプロセッシングを受ける。ゴルジ体ではタンパク質に多様な (7) の付加が起こり、同じアミノ酸配列のタンパク質に多様性をもたらす。



問 1 文章中の (1) ～ (7) に適切な語句を答えよ。

問 2 (2) の過程では、下の表に示すコドンと呼ばれる 3 つの塩基配列の組み合わせで特定のアミノ酸が指定される。この表中の (ア) と (イ) にあてはまるアミノ酸の名称を答えよ。また、(ウ) にあてはまるアミノ酸は存在しない。(ウ) のコドンの役割を答えよ。

		第 2 文字					
		U	C	A	G		
第 1 文字	U	UUU } アミノ酸 1 UUC } UUA } アミノ酸 2 UUG }	UCU } UCC } アミノ酸 5 UCA } UCG }	UAU } アミノ酸 9 UAC } UAA (ウ) UAG (ウ)	UGU } アミノ酸 16 UGC } UGA (ウ) UGG (イ)	U C A G	
	C	CUU } アミノ酸 2 CUC } CUA } CUG }	CCU } CCC } アミノ酸 6 CCA } CCG }	CAU } アミノ酸 10 CAC } CAA } アミノ酸 11 CAG }	CGU } CGC } アミノ酸 17 CGA } CGG }	U C A G	
	A	AUU } アミノ酸 3 AUC } AUA } AUG (ア)	ACU } ACC } アミノ酸 7 ACA } ACG }	AAU } アミノ酸 12 AAC } AAA } アミノ酸 13 AAG }	AGU } アミノ酸 5 AGC } AGA } アミノ酸 17 AGG }	U C A G	
	G	GUU } アミノ酸 4 GUC } GUA } GUG }	GCU } GCC } アミノ酸 8 GCA } GCG }	GAU } アミノ酸 14 GAC } GAA } アミノ酸 15 GAG }	GGU } GGC } アミノ酸 18 GGA } GGG }	U C A G	

問 3 (2) の過程の後に起こるタンパク質のプロセッシングとして、(7) の付加の他にどのようなプロセッシングがあるか 2 つ答えよ。

問 4 マイクロ RNA と呼ばれる短い RNA は、(2) の過程を制御する機構に関わることが知られている。この機構において、タンパク質の合成がどのようにして阻害されるかを簡潔に説明せよ。