

東京大学大学院新領域創成科学研究科 先端生命科学専攻

平成 28(2016)年度修士課程入学試験問題 専門基礎生命科学及び小論文

実施日：平成27年8月3日（月）
時間：9：30 ～ 11：30

注意事項：

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 解答には、必ず黒色鉛筆（または黒色シャープペンシル）を使用しなさい。
3. 問題には専門基礎生命科学「問1」（10題）と小論文「問2」（2題）があります。以上、すべての問題について解答しなさい。
4. 解答用紙は緑色のもの（問1用）1枚、水色（マス目付き）のもの（問2用）1枚の計2枚が配られます。確認しなさい。
5. 問1及び問2の解答には、解答用紙1枚ずつを使用しなさい。（解答は英語で書いても構いません。）
6. 各解答用紙および問題冊子の所定欄に、受験番号を必ず記入しなさい。
7. 2枚の解答用紙右上の問題番号欄に問1、問2を記入し、また、問1の解答欄には解答ごとに問の番号（例：問1-8-(1)）をそれぞれ記入して解答を記しなさい。問2については、問2-1の解答を表側に、問2-2の解答を裏側に記しなさい。
8. 各問題において、行数、図や化学式などの使用についての指示がある場合には、それに従いなさい。
9. 解答用紙に、解答に関係のない文字、記号、図、式などを記入してはいけません。
10. 解答できない場合でも、解答用紙すべてに受験番号を記入して提出しなさい。
11. 解答用紙を、草稿用として使用してはいけません。草稿用には問題冊子中の余白を使用しなさい。
12. 問題冊子・解答用紙を持ち帰ってはいけません。
13. 試験時間は2時間です。ただし、試験開始後1時間を経過した後は、問題冊子・解答用紙を試験監督に提出したうえで、退室しても構いません。

「草稿用余白」

「草稿用余白」

問1

以下の問 1-1～問 1-10 について、解答せよ。

問 1-1 以下の説明文について、(あ)～(せ)にもっとも適切な語句を記せ。

(1) 遺伝子の本体である DNA は二重らせん構造をしており、二本の鎖の塩基はアデニンと(あ)の間で(い)個の水素結合、シトシンと(う)の間で(え)個の水素結合を形成して塩基対を作る。複製は、親鎖が鋳型となり、(お)のはたらきで二本鎖がほどけて、DNA ポリメラーゼが RNA プライマーの先に 3′ 末端方向に娘鎖を合成する。すなわち、新たにできた二本鎖 DNA は、それぞれ一本の親鎖と娘鎖からなる。このような複製方法を(か)複製という。複製の開始点から終結点に至る 1 つの単位を(き)という。

(2) 細胞膜に組み込まれる膜タンパク質は(く)の膜に結合したリボソームで合成される。(く)の中では、タンパク質は(け)というタンパク質の助けをかりて機能を持った形に正しくフォールディングされ、(こ)によって(さ)へ輸送される。これらのタンパク質は(さ)でさまざまな翻訳後修飾を受けた後、分泌小胞によって細胞膜へと運ばれる。

(3) 顕微鏡で細胞核を観察したとき、ギムザ染色液などの塩基性染色液で強く染色される(し)と、弱く染色される(す)とがみられる。(し)では、クロマチン繊維にさらに別のタンパク質が働いてクロマチンを強く凝縮している。(し)を形成する領域に含まれる遺伝子は、(す)に存在する遺伝子に比べ、発現が(せ)されている。

問 1-2 次の文章を読んで、以下の(1)～(2)の問に答えよ。

RNA は、DNA と異なり、反応しやすく、不安定である。そのため、細胞内では DNA とは異なった働きを担っている。遺伝情報は mRNA に転写され、mRNA は真核細胞では主に RNA ポリメラーゼ II によって合成される。それ以外は noncoding (非翻訳) RNA と呼ばれる。noncoding RNA のうち、リボソームを形成するのは rRNA であり、真核細胞では主に RNA ポリメラーゼ I によって合成される。

- (1) RNA が反応しやすく不安定である構造上の理由を、2 行以内で述べよ。
- (2) rRNA 以外の noncoding RNA を 2 つあげ、機能や構造についてそれぞれ 2 行以内で述べよ。

問 1-3 次の文章を読んで、以下の(1)～(2)の問に答えよ。

(1) 動物細胞では、細胞内に張り巡らされた細胞骨格と呼ばれる繊維状の構造物が細胞の形態や細胞内小器官の配置を保持している。細胞骨格には、3種類の繊維構造が存在する。それらの名称を記せ。

(2) 細胞内での物質の輸送や細胞内小器官の移動、あるいは細胞の運動には、モータータンパク質がかかわっている。それらのモータータンパク質には3つの主要なグループが存在する。3つのグループについて、名称および果たしている機能をそれぞれ1行程度で記せ。

問 1-4 次の文章を読んで、以下の(1)～(4)の問に答えよ。

生体内に摂取した糖は、(そ)系で代謝される。(そ)系の酵素のうち、フルクトース6-リン酸をリン酸化し、フルクトース1,6-ビスリン酸にする酵素は(た)と呼ばれる。この酵素は、(ア)ATPやクエン酸により活性が阻害され、ADPやAMPにより活性が促進される。

- (1) 上の文中の(そ)、(た)に適切な語句を答えよ。
- (2) 上の文中の(そ)の系の酵素反応に必要な補酵素を1つあげよ。
- (3) 上の文中の(そ)の系の酵素反応に必要な 2 価金属イオンを、以下の(a)～(d)より選び、その記号を答えよ。

(a) Mn^{2+} 、(b) Mg^{2+} 、(c) Mo^{2+} 、(d) Ca^{2+}

- (4) 下線部(ア)の効果を何と呼ぶか答えよ。また、その阻害様式について、2 行以内で説明せよ。

問 1-5 次の文章を読んで、以下の(1)～(3)の問に答えよ。

生体で機能しているほとんどのタンパク質は、20種類のアミノ酸が(ち)結合により重合してできている。この20種類のアミノ酸の化学構造は、下表に示す基本骨格を持つ。(つ)以外のアミノ酸は、*が付いている炭素に関して、鏡像異性体が存在する。その鏡像異性体のうち、生体内のタンパク質に用いられているアミノ酸は、ほとんどが(て)型である。また、基本骨格のRで示す部分は側鎖と呼ばれ、アミノ酸の種類により構造が異なる。例えば、側鎖の構造に水酸基を有するアミノ酸には、(と)、(な)、とチロシンがある。(イ) これら3つのアミノ酸は、翻訳後修飾を受ける場合がある。

$\begin{array}{c} \text{R} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}^*-\text{COOH} \\ \\ \text{H} \end{array}$ 基本骨格	側鎖の構造	-CH ₂ OH	-CH(-OH)CH ₃	(に)
	名称	(と)	(な)	チロシン

- (1) 上の文章の(ち)～(て)にあてはまるもっとも適切な語句を答えよ。
- (2) 上の文章中の(と)、(な)のアミノ酸は、表のアミノ酸(と)、(な)とそれぞれ同じである。表が完成するように(と)と(な)について適切な語句を答えよ。また、(に)については化学構造を記せ。
- (3) 上の文章の下線部(イ)の例を1つ挙げよ。

問 1-6 次の文章を読んで、以下の(1)～(2)の問に答えよ。

多細胞生物の細胞では増殖制御機構として管理・調節された、細胞の能動的な自殺である(ぬ)が知られている。動物で見られる(ね)は(ぬ)の一種で、DNAの断片化を伴う。一方、動物のような免疫細胞を持たない植物には、病原体が感染すると、感染細胞を犠牲にして病原体を死滅させ、病原体が植物体全身に蔓延することを防ぐ、防御応答としての(ぬ)である過敏感細胞死が知られている。過敏感細胞死は病原細菌を培養した後に濾過で細菌を除いた濾過液によっても誘導され、分解消

化酵素を含むオルガネラである(の)の崩壊によって引き起こされる。このような濾過液を用いてある植物の培養細胞を処理した実験では、24時間でほとんどの植物培養細胞が死滅していた。一方、(ウ) その濾過液を加熱してから処理した場合には、ほとんどの植物培養細胞が生存していた。

(1) (ぬ)～(の)にもっとも適切な語句を記せ。

(2) 下線部(ウ)の結果から推測されることは何か、またそれを確認するにはどのような実験をすべきか、2行以内で述べよ。

問1-7 次の文章を読んで、以下の(1)～(2)の間に答えよ。

植物の葉などの組織を細胞壁の分解酵素で処理すると、個々の細胞に分離して(は)とよばれる細胞壁が除去された球形の細胞になる。適当な植物ホルモンを含む培地で分裂増殖させると無定形の(ひ)を経て芽や根が分化して、最終的には完全な植物体に成長する。このように植物の体細胞は潜在的に個体を再形成できる(ふ)を保持している。植物 X と Y の葉からプロトプラストを得て混合し(へ)で処理すると、2種類の細胞の内容物が混じり合う(ほ)が起こり、雑種細胞が生じる。さらに個々の雑種細胞が分裂増殖して、植物体に再分化することがある。X と Y の雑種細胞から再分化した体細胞雑種植物について、光合成で炭酸固定に関わるルビスコタンパク質を調べた。ルビスコタンパク質は大小2種のサブユニットから構成されており、小サブユニットの遺伝子は細胞核に、大サブユニットの遺伝子は葉緑体に存在することが知られている。ある体細胞雑種植物では、ルビスコタンパク質の小サブユニットは両者の雑種であったが、(エ) 大サブユニットは X 型か Y 型のいずれか一方のみであった。

(1) (は)～(ほ)にもっとも適切な語句を記せ。

(2) 下線部(エ)の結果から推測されることは何か、1行程度で述べよ。

問 1-8 次の文章を読んで、以下の(1)～(3)の問に答えよ。

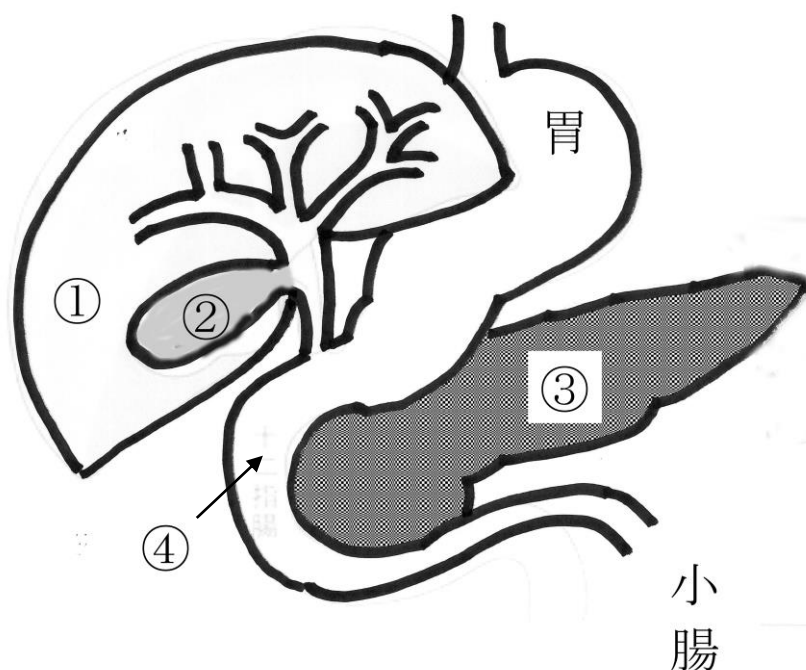
ヒトでは、グルカゴン、エピネフリンなど様々なホルモンが、血糖値を上げる作用を持つが、臓器(ま)から出る(み)には逆にそれを下げる働きがある。

(オ)(ま)には、外分泌機能と、内分泌機能をもつ細胞がある。(み)が作用すると(む)糖の細胞内への取り込みや(む)糖を(め)や(も)として体内で貯蔵する反応が促進される。

(1) (ま)～(も)に入るもっとも適切な語句を記せ。

(2) 下の図から臓器(ま)を示す記号を①～④の中から選べ。

(3) 下線部(オ)について、外分泌と内分泌の違いを2行以内で述べよ。



問 1-9 次の文章を読んで、以下の(1)～(3)の間に答えよ。

ある生物で、突然変異をもつ遺伝子座がホモ接合体になるとそれぞれ i)触角の消失、 ii)ハネの消失、 iii)体色の白化、という表現型をもたらす3つの遺伝子があったとする。これら遺伝子の3重突然変異体と野生型個体を用いて、下図のような戻し交配実験を行った。表には、戻し交配世代で観察された各種類の表現型(A から H) の個体数を示す。

(1) この3遺伝子が別々の染色体上に存在した場合に、下図と同じ戻し交配実験を行った時にそれぞれの表現型(A から H) の期待される個体数を答えよ。

(2) 3遺伝子が同一染色体上に組み換えが起こらないほど隣接した場合に、下図と同じ戻し交配実験を行った時にそれぞれの表現型(A から H) の期待される個体数を答えよ。

(3) 下図の中の表中で、表現型 D と G が他の表現型に比べて出現頻度が低かった理由を2行以内で述べよ。

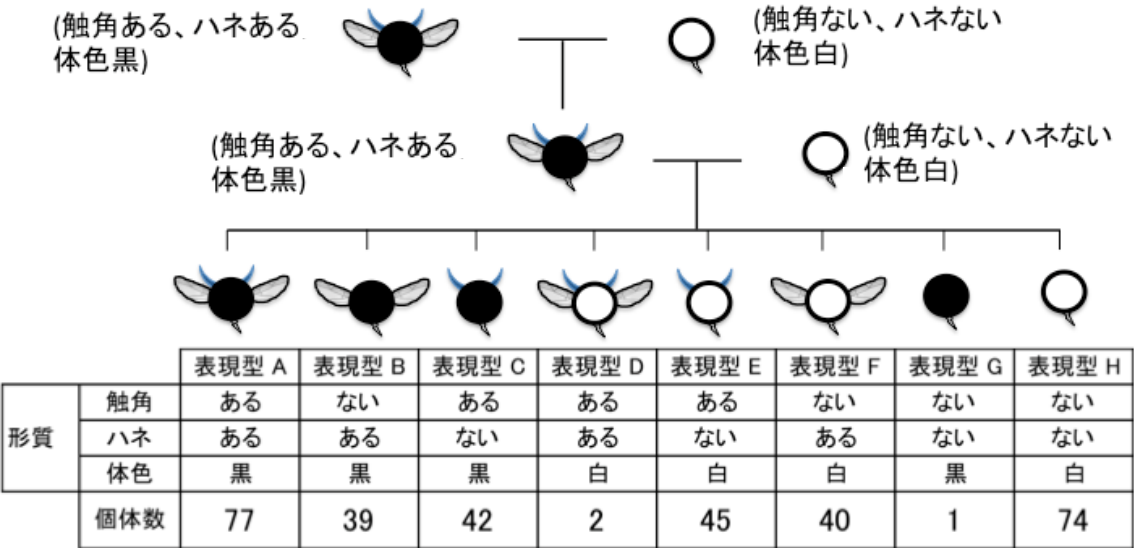


図 戻し交配実験で観察された各表現型とその個体数

問 1-10 転写と翻訳について、以下の(1)～(4)の問に答えよ

(1) 以下の説明文のうち、間違っているものをすべて選べ。

(e) 真核生物では、転写は核内で起こり、転写が完了してから生じた pre-mRNA は核膜孔を通して細胞質に運ばれ、リボソームによる翻訳を受ける。

(f) 原核生物の mRNA の 5' 端にはキャップ構造がないため、真核生物のタンパク質合成装置では効率的に翻訳されることはない。

(g) pre-mRNA の 3' 端には、ポリ A 付加酵素によって、数十からときには千を超えるアデノシンが付加される。

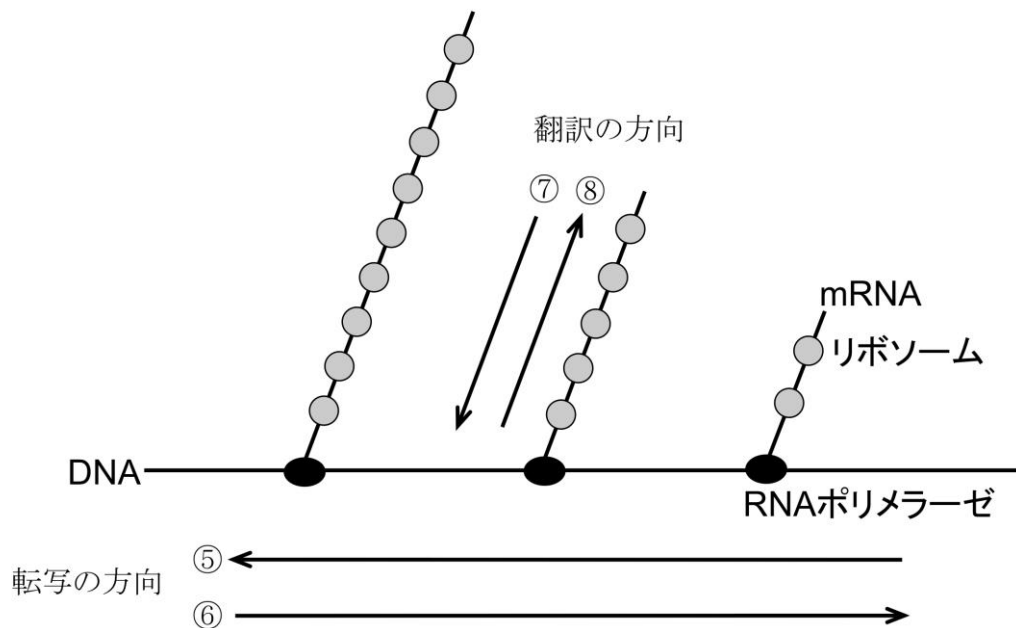
(2) 以下の図は、原核生物における転写と翻訳の様子を模式的に描いたものである。この図において、転写は DNA 上のどちらに向かって進むか、また翻訳は mRNA 上のどちらに向かって進むか。以下の選択肢の中からもっとも適切なものを1つだけ選べ。

(h) 転写の方向 ⑤ 翻訳の方向 ⑦

(i) 転写の方向 ⑤ 翻訳の方向 ⑧

(j) 転写の方向 ⑥ 翻訳の方向 ⑦

(k) 転写の方向 ⑥ 翻訳の方向 ⑧



(3) 下図に示す DNA の塩基配列は、ある遺伝子のタンパク質をコードする領域の一部である。塩基配列の長さは 153 塩基であり、3' 端の3塩基の Stop コドンにより翻訳が終了する。この配列の 137 番目の塩基が欠失した場合に生じた突然変異により、このタンパク質を構成するポリペプチドの長さが短くなってしまった。塩基置換により、同じようにポリペプチドの長さを短くするためには、137 番目をどの塩基に置換すればよいか。塩基の種類を2つあげよ。参考として、下に遺伝暗号表を示した。

1 120 130 140 150
 | | | | |
 ATG GGGACAGGAGGAGGTTTTAAATTTTCTCAGCTAA

UUU	Phe	UCU		UAU	Tyr	UGU	Cys
UUC		UCC	Ser	UAC		UGC	
UUA	Leu	UCA		UAA	Stop	UGA	Stop
UUG		UCG		UAG		UGG	Trp
CUU		CCU	Pro	CAU	His	CGU	
CUC	Leu	CCC		CAC		CGC	Arg
CUA		CCA		CAA	Gln	CGA	
CUG		CCG		CAG		CGG	
AUU		ACU	Thr	AAU	Asn	AGU	Ser
AUC	Ile	ACC		AAC		AGC	
AUA		ACA		AAA	Lys	AGA	Arg
AUG	Met	ACG		AAG		AGG	
GUU		GCU	Ala	GAU	Asp	GGU	
GUC	Val	GCC		GAC		GGC	Gly
GUA		GCA		GAA	Glu	GGA	
GUG		GCG		GAG		GGG	

(4) 遺伝子の塩基配列の突然変異によりタンパク質の機能が失われ、ヒトではそれが疾患をもたらすこともある。しかし、このような突然変異がときには生存に有利に働くことがある。そのような例について1つあげ、2行程度で説明せよ。