

以下の問い(問1から問10)に答えなさい。

問1 U(ウラシル)とA(アデニン)を3:1のモル比でランダムに含むRNAがあるとす。このRNAを人工mRNAとして用いて無細胞反応系でタンパク質合成させた。mRNAの、末端など、どの部分も均等に合成反応に寄与するものとする。

- (1) できてくるペプチド混合物にはどのようなアミノ酸がどのような割合で含まれているか答えなさい。考えた過程もかきなさい。
- (2) できてくるペプチド(アミノ酸1個の場合も含める)は平均何残基のアミノ酸からなるか答えなさい。考えた過程もかきなさい。

問2 あるtRNAのアンチコドンが5'-UAA-3'であるとする。

- (1) ゆらぎ仮説を考慮した場合、このtRNAが解読するコドンは何か。
- (2) このtRNAは翻訳の際にどのアミノ酸をポリペプチド鎖中に挿入するか。

表 32・5 コドン-アンチコドン3文字目に許されるゆらぎ対合

5'アンチコドン塩基	3'コドン塩基
C	G
A	U
U	A, G
G	U, C
I	U, C, A

- 問3 (1) アミノアシル tRNA 合成酵素の一つ Val-tRNA 合成酵素の校正機構について説明しなさい。  
 (2) Gly-tRNA 合成酵素に校正機構が備わっていない理由を述べなさい。

問4 大腸菌 16SrRNA の 3'末端部分は GAUCACCUCCUUA<sub>OH</sub>-3'である。次の大腸菌 mRNA が指定するアミノ酸配列を、翻訳開始メチオニンから Met-Leu-Leu-Gln-Asp- のように三文字表記で書きなさい。

5'-CUGAUUUUACAUAACUAAGGAUGAAAUCAUGUGUCAUAUCACGAAUGC UAAUCGAGGCUCCAU AAUAACACUUCGAC-3'

問5 次の文章を読み、(1)~(3)に答えなさい。

リボソームは大小2種類のサブユニットからなる。複合体の大きさは沈降定数で表され、原核生物の場合、沈降係数は、全体で(ア)、大サブユニットは(イ)、小サブユニットは(ウ)である。

(翻訳開始反応) AUG は Met をコードしているので mRNA 中にはいくつも存在する。16SrRNA の 3'末端と一部相補的な配列が開始コドン AUG の 3~10ヌクレオチド上流(5'末端側)にある。この開始コドンの位置を決める配列を(エ)と呼ぶ。AUG に対する tRNA は二種類あり、一つは開始コドン用(tRNA<sup>Met<sub>i</sub></sup>)、もう一つは伸長反応の Met 用(tRNA<sup>Met<sub>m</sub></sup>)。fMet-tRNA<sup>Met<sub>i</sub></sup>は開始因子の一つ(オ)と複合体をつくるが伸長因子の一つ(カ)とは複合体をつくらない。一方、Met-tRNA<sup>Met<sub>m</sub></sup>は(カ)と複合体をつくる。

(翻訳伸長反応) ある程度伸長反応が進んだ段階では、リボソームのP部位にペプチジル-tRNAがあり、A部位は空いている。A部位の mRNA が 5'-UGG-3'の場合、Trp-tRNA<sup>Trp</sup>がA部位に結合する。A部位の Trp のアミノ基がP部位のペプチドのカルボキシル基を求核攻撃し、合成途中のペプチドはP部位の tRNA から A部位の tRNA へ移る。それとともに、ペプチドのN末端には Trp が追加され1アミノ酸残基長くなっている(下線部A)。このあと、リボソームは mRNA の 3'方向へ3ヌクレオチド分ずれ、A部位に次のコドンに対応するアミノアシル tRNA が結合する。

(翻訳終結反応) A部位に終止コドンがあると、対応する tRNA がなく代わりに(キ)あるいは(ク)によって

認識され、ペプチドは tRNA から切断される。

- (1) (ア) ~ (ク) にあてはまる最も適切な語を書きなさい。
- (2) 下線部 A には誤りが含まれている、下線部 A の誤りを指摘し修正しなさい。
- (3) 下線部 A の求核攻撃を触媒するのはリボソームのタンパク質部分と rRNA 部分とのどちらか、答えなさい。

問6 次の文章を読み、(1)~(3)に答えなさい。

DNA は外界からの影響で色々な損傷を受ける。また複製のときに DNA ポリメラーゼの間違い率は  $10^{-6}$  ~  $10^{-7}$  である。しかし、それらの大部分は修復され、DNA の塩基配列は忠実に保存される。

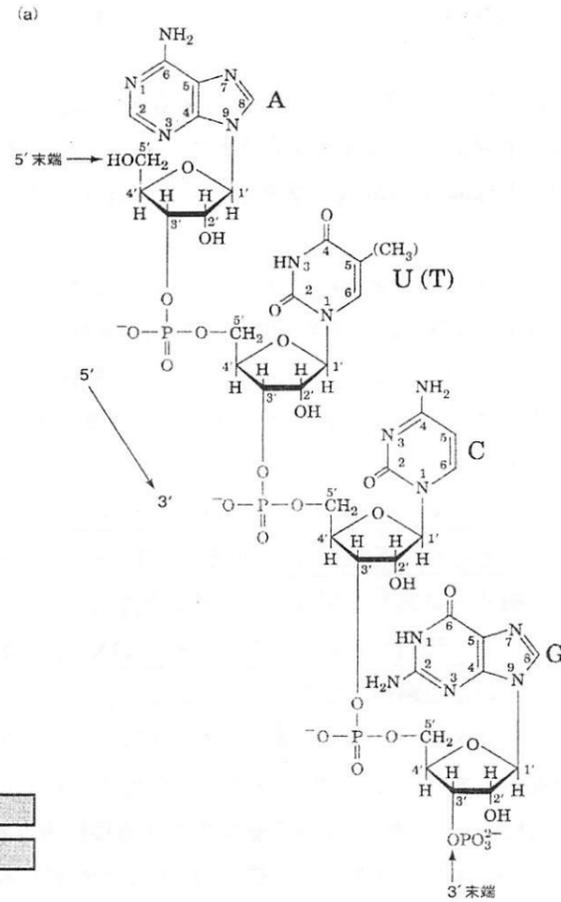
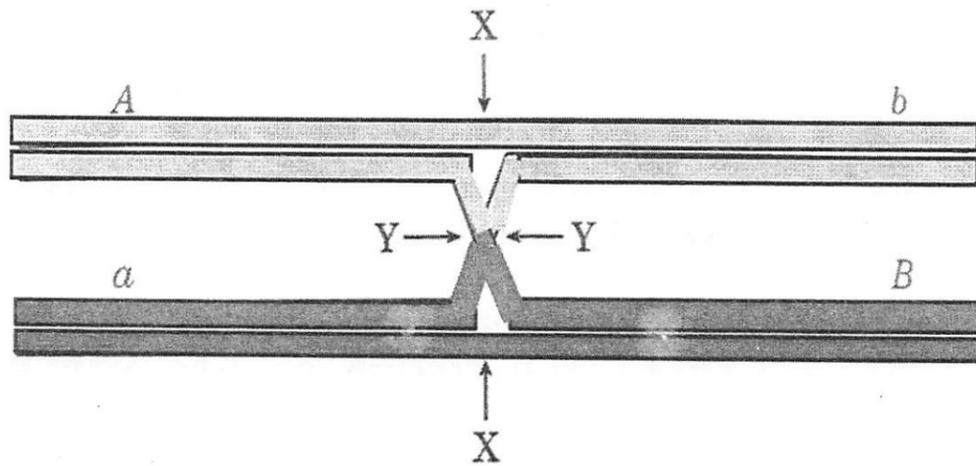
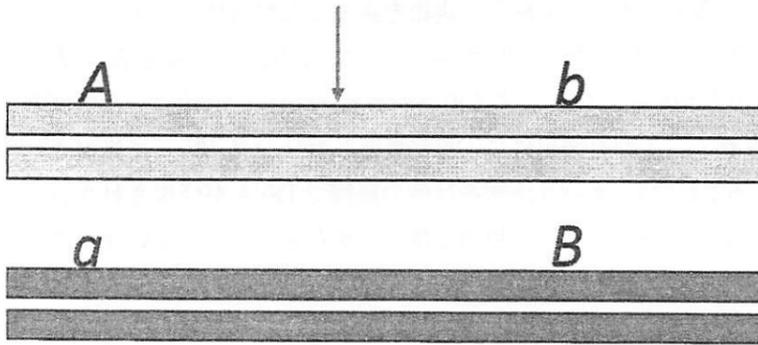
アデニン塩基は一定速度で脱アミノが進み (ア) という塩基に変わる。シトシン塩基は一定速度で脱アミノが進みウラシルとなる。この変異は (イ) と呼ばれる修復系で修復される。このウラシルの除去は酵素 (ウ) が行う。DNA が、塩基として T (チミン) のかわりに U (ウラシル) を使っていたら、この修復系は機能しないところだが (下線部 A)、実際には T (チミン) を使っているので機能している。複製で DNA ポリメラーゼの校正機能が見逃した間違いは DNA 修復系の一つ (エ) で修復される。この修復では複製のとき鑄型となった正しい鎖 (親鎖) と新しく合成された DNA 鎖 (娘鎖) とを見分けなければならない (下線部 B)。間違いを含んでいるのは娘鎖の方であるので、娘鎖の間違った箇所を一度分解し、親鎖を鑄型にして合成しなおす。この修復にはタンパク質 (オ) などが関わる。DNA の比較的大きな損傷の例として、DNA の特に塩基 (カ) が並ぶと紫外線で (カ) ダイマーが形成され DNA が局所的に変形する損傷がある。(カ) ダイマーは一部の生物種では (キ) という酵素により直接修復される。この方法以外に DNA 修復系の一つ (ク) で修復される。この修復にはタンパク質 (ケ) などが関わる。(コ) という修復系は他の修復で DNA が修復されないときに活性化される最終手段で間違いやすく変異を起こしやすいという特徴を持つ。変異を起こしやすい理由の一つは DNA ポリメラーゼ IV, V が (サ) という酵素活性を持たないことである。

- (1) (ア) ~ (サ) にあてはまる最も適切な語をそれぞれ書きなさい。
- (2) 下線部 A について機能しない理由を述べなさい。
- (3) 下線部 B について親鎖と娘鎖とを見分ける目印について説明しなさい。

問7 脊椎動物と植物の細胞では、DNA のシトシン残基がしばしば酵素反応によりメチル化されて、5-メチルシトシンが生じる。このような細胞にはG-Tのミスマッチを認識して、G-C塩基対へと修復する特殊な修復系が存在する。この系の意義について説明せよ。

問8 相同染色体（薄いグレイの二本鎖DNAと濃いグレイの二本鎖DNA）間でDNA組換えが起こり、遺伝子Aと遺伝子Bとの間(↓)にホリデイ中間体が形成されている。それらの遺伝子には対立遺伝子(Aとa, Bとb)が存在し、図のように染色体上に存在する。

(a)Ab 遺伝子型あるいは(b) ab 遺伝子型をもつ染色体が生じるためには、ホリデイ中間体がどの点(XまたはY点、あるいは両方の点)で切断されなければならないか、説明しなさい。



参考資料 標準遺伝暗号表

遺伝暗号表

5'塩基	中央塩基				3'塩基
	U	C	A	G	
U	UUU Phe	UCU Ser	UAU Tyr	UGU Cys	U
	UUC Phe	UCC Ser	UAC Tyr	UGC Cys	C
	UUA Leu	UCA Ser	UAA 終止*	UGA 終止*	A
	UUG Leu	UCG Ser	UAG 終止*	UGG Trp	G
C	CUU Leu	CCU Pro	CAU His	CGU Arg	U
	CUC Leu	CCC Pro	CAC His	CGC Arg	C
	CUA Leu	CCA Pro	CAA Gln	CGA Arg	A
	CUG Leu	CCG Pro	CAG Gln	CGG Arg	G
A	AUU Ile	ACU Thr	AAU Asn	AGU Ser	U
	AUC Ile	ACC Thr	AAC Asn	AGC Ser	C
	AUA Ile	ACA Thr	AAA Lys	AGA Arg	A
	AUG Met	ACG Thr	AAG Lys	AGG Arg	G
G	GUU Val	GCU Ala	GAU Asp	GGU Gly	U
	GUC Val	GCC Ala	GAC Asp	GGC Gly	C
	GUA Val	GCA Ala	GAA Glu	GGA Gly	A
	GUG Val	GCG Ala	GAG Glu	GGG Gly	G

\* 終止コドンは何のアミノ酸も指定しない。

以上