

本科 1 期 4 月度

解答

乙会東大進学教室

医学部生物

難関大生物 / 難関大生物 T



1章 分子生物・遺伝①

問題

■ 演習

【1】

解答

- A 問1 ①-デオキシリボース ②-リン酸
- 問2 (1) ① 30.3 ② 15.1 ③ 17.3 ④ 26.4
(2) AとT, CとGが対になっているため, AとT, CとGの数の割合はそれぞれ等しい。(39字)
- 問3 (1) ヒストン
(2) DNAを巻き付け遺伝子発現の調節に働く。(20字)
- B 問4 1-二重らせん 2-複製 3-半保存 4-DNAポリメラーゼ
- 問5 (エ)
- 問6 (1) チミン:8塩基 グアニン:12塩基
(2) 温度の上昇によりヌクレオチド鎖の塩基対の水素結合が切断され, 1本鎖DNAができたため。(43字)
- 問7 生体内にはアミノ酸が20種類存在する。塩基は4種類であり, 指定できるアミノ酸の数は塩基1つで4種類, 塩基2つで16種類である。塩基3つであれば20種類のアミノ酸すべてを指定することが可能だから。(97字)

解説

A

問1 糖と塩基が結合したものをヌクレオシドという。ヌクレオシドにリン酸が結合するとヌクレオチドという。核酸であるDNAとRNAは, 糖・リン酸・塩基で形成されるヌクレオチドを基本構造とする。糖には違いがあり, RNAの糖はリボース, DNAの糖はデオキシリボースである。また, 塩基はA(アデニン), G(グアニン), C(シトシン)は共通であるが, DNAにはT(チミン), RNAにはU(ウラシル)が含まれており, この1種類の違いが特徴である。

問2 (1) AとT, GとCの数の割合はそれぞれ等しい。よって, ヒトでは $A=T=30.3$, ウニでは $G=C=17.3$ となる。また, $A+T+G+C=2A+2G=100$ $A+G=50$ という関係が成り立つので,

$$\text{結核菌では } A+G=A+34.9=50 \quad \therefore A=15.1$$

$$\text{大腸菌では } A+G=C+T=C+23.6=50 \quad \therefore C=26.4$$

問3 真核生物のDNAは, ヒストンというタンパク質に巻き付いて, ニュクレオソームという構造をとっている。ヒストンにしっかりと巻き付いたままのDNAでは, 複製や転写は行えない。つまり, そのときにはヒストンへの巻き付きがゆるむ必要がある。ヒストンは+に,

DNA は $-$ に帯電しているので電気的な結合力が生じている。ヒストンにアセチル基が付加する(アセチル化する)と $+$ の電荷が減少するために、DNA との電気的な結合力が弱まり、ヌクレオソームはゆるむ。この状態になると、遺伝子発現は活性化する。

B

問4 DNA はS 期に核内でDNA ポリメラーゼによって半保存的に複製される。

問5 糖の1位の炭素に塩基が、5位の炭素にリン酸が結合してヌクレオチドを形成している。ヌクレオチドどうしは、糖の3位の $-OH$ 基とリン酸で結合している。(ア)、(イ)のように塩基部分でヌクレオチドが結合していたら、もう一方の鎖と塩基対がつかれないので誤りとわかる。また、(ウ)ではリン酸と塩基が糖の同じ部位に結合しているので誤りとわかる。

問6 (1) アデニンとチミンは同じ塩基数であるので、グアニンとシトシンは12塩基ずつになる。

(2) 塩基間は水素結合でつながっている。水素結合はゆるい結合であり、温度を上昇させると切断される。

問7 塩基1つだと 4^1 種類、塩基2つだと $4^2=16$ 種類、塩基3つだと $4^3=64$ 種類の組み合わせをつくることができる。

【2】

解答

- A 問1 1-糖(五炭糖) 2-リン酸 3-デオキシリボース
4-リボース 5-チミン 6-ウラシル
7-リボソーム 8-伝令(m) 9-RNAポリメラーゼ
10-運搬(t)
- 問2 半保存的複製
問3 転写
問4 DNAは化学的に安定で遺伝情報の保持に適している。一方、RNAは合成・分解が速く反応性が高い。この違いによって、遺伝子の保持と発現制御ができる。(72字)
問5 …CAUAAUGAAGUGUGACGUGGAC…
- B 問6 4回目 $0:1:7$
 n 回目 $0:1:2^{n-1}-1$
問7 $2^n+1:2^n-1:0$

解説

A

問1 DNAとRNAは、糖・リン酸・塩基で形成されるヌクレオチドを基本構造とする核酸である。RNAの糖はリボース、DNAの糖はデオキシリボースである。塩基のA(アデニン)、G(グアニン)、C(シトシン)は共通である。DNAにはT(チミン)がRNAにはU(ウラシル)が特異的に含まれている。

RNAにはmRNA(伝令RNA)、tRNA(運搬RNA)、rRNA(リボソームRNA)の3種類がある。rRNAはリボソームタンパク質とともにリボソームを形成する。

問2 半保存的複製はメセルソンとスタールによって、実験的に証明された。

問3 RNAを鋳型とするDNA合成反応は逆転写という。

問4 RNAは、糖がデオキシリボースに比べて-OH基が1つ多いリボースである。この違いが安定性に大きく影響する。DNAは2本鎖でらせん構造をとっており、一方の鎖に突然変異が生じても修復することができ安定である。RNAは1本鎖であるため、そのような修復はできない。他にも様々な理由により、RNAはDNAに比べて不安定である。そのため分解が速く、速やかに反応を伝えることができる。

問5 DNAのAと相補的な塩基はRNAではUになる。

B

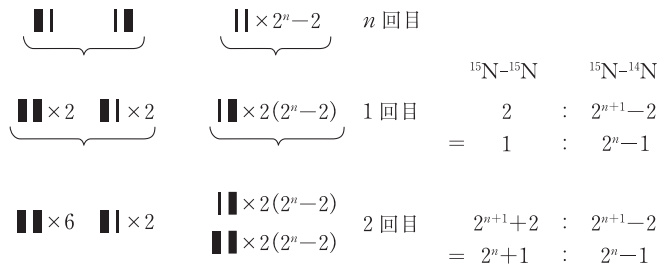
問6 4回目までのDNA鎖について、下の図に示す。



DNA鎖の本数は、1回分裂すると2本、2回分裂すると4本、 n 回分裂すると 2^n 本となる。そのうち2本は常に中間の重さであるので、軽いものは $2^n - 2$ 本である。よって、 n 回目の分裂直後では 中間のDNA鎖 : 軽いDNA鎖 = $2 : 2^n - 2 = 1 : 2^{n-1} - 1$ となる。

問7 ^{15}N に再び移したので、中間のDNA鎖(2本)が複製されると、重いDNA鎖が2本、中間のDNA鎖が2本となる。軽いDNA鎖($2^n - 2$ 本)が複製されると、中間のDNA鎖は $2 \times (2^n - 2)$ 本となる。よって、重いDNA鎖 : 中間のDNA鎖 = $2 : 2 + 2 \times (2^n - 2) = 2 : 2^{n+1} - 2 = 1 : 2^n - 1$ 。もう一度分裂すると、重いDNA鎖は2倍の2。中間のDNA鎖は 重いDNA鎖 : 中間のDNA鎖 = $2^n - 1 : 2^n - 1$ となる。よって、重いDNA鎖 : 中間のDNA鎖 = $2^n - 1 + 2 : 2^n - 1 = 2^{n+1} : 2^n - 1$

下図のように具体的に数を求めてもよい。



添削課題

解答

問1 半保存的複製

問2 デオキシリボヌクレオチド（またはヌクレオチド）

問3 9.6×10^2 塩基 / 秒

問4 (ア), (イ)

問5 アデニンやグアニンはRNAの塩基でもあるので、転写でも用いられる。そのため、DNAだけでなくmRNAからも放射線が検出されることになり、変異体のタンパク質の複製に関する特異性が明確にならないから。(98字)

解説

問1 1950年代までにDNAに関する多くの研究がなされ、いろいろなことがわかってきた。DNAが細胞分裂のときに複製されることはわかっていたが、それが具体的にどのように起こるのか、なかなかわからなかった。当時、DNAの複製で新しいヌクレオチド鎖ができる方法として、次の3つが考えられた。

- ・保存的複製(全保存的複製)…もとの2本のヌクレオチド鎖はそのまま、新しいヌクレオチド鎖が2本できる複製方法。
- ・分散的複製…ヌクレオチド鎖のところどころで新しいものができ、古いものと新しいものが混在したヌクレオチド鎖ができる複製方法。
- ・半保存的複製…一方の古いヌクレオチド鎖に対して、新しいヌクレオチド鎖ができる複製方法。

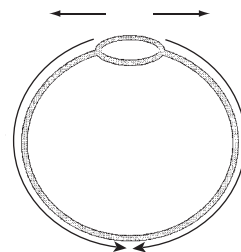
これを明らかにしたのが、メセルソンとスタールである。

問2 複製のときは、デオキシリボヌクレオチド(糖がデオキシリボースであるヌクレオチド)をDNAポリメラーゼが連結していく。なお、問題文に「複製開始反応後の～」とあるのは、複製の開始はDNAポリメラーゼではなく、プライマーゼという他の酵素がはたらくからである。プライマーゼは鋳型に沿って短いRNA鎖を合成する。その3'末端にDNAポリメラーゼがデオキシリボヌクレオチドを結合させていく。

問3 大腸菌は環状DNAである。図1にあるように、複製方向(反時計回り) 複製方向(時計回り)
複製開始領域から両方向へと複製が進む。 4.6×10^6 個の塩基対の半分を40分で進めば、全体の複製が終わる。

$$4.6 \times 10^6 \div 2 \div 40(\text{分}) \div 60 = 9.58 \times 10^2$$

なお、大腸菌はおよそ1000塩基/秒で複製を進行させるが、ヒトでは遅く50塩基/秒である。



問4 多数の大腸菌があるので、細胞周期はバラバラである。0時間のところですでにDNA複製が始まっている(DNAの伸長中の)細胞もあれば、まさに複製を開始したところの細胞もあると考えられる。

パターン1では、初めの20分間ほどは野生型と同じように放射性チミンを含むDNAが増えている。これは、0時間のところでDNAの伸長中の細胞が、放射性チミンを取り込みながら複製を進めたためと考えられる。つまり、遺伝子Aの変異体は、42℃にしても伸長反応はできると考えられる。その後、20分を過ぎたところからDNA合成量の増加は遅くなり、50分後にはそれ以上増加していない。これは、DNAの伸長が起こらなくなったからである。複製は40分で終わるとあるので、50分後にはすべての細胞で複製は終わっていると考えられる。その後、再び複製を開始できるのであれば、放射性チミンを含んだDNAの合成量は増加するはずである。それが起こっていないということは、遺伝子Aの変異体は複製の開始ができないということである。

パターン2では、放射性チミンを含んだDNAの合成量はまったく増えていない。つまり、DNAの伸長は起こっていない。遺伝子Bの変異体では42℃にすると伸長反応が起こらないことから、伸長反応に必要なことはわかる。しかし、複製開始に関与するかしないかの判断はできない。以上より、(ア)と(イ)が正解となる。

問5 アデニン・グアニン・シトシンについては、DNAとRNAで共通である。これらの要求株とアデニン・グアニン・シトシンの放射性同位体を用いた場合には、複製・転写ともにそれぞれの放射性同位体を利用される。よって、複製だけをみたい場合には、DNAに特異的なチミンを用いる。一方、転写をみたい場合には、RNAに特異的なウラシルを用いる。

2章 分子生物・遺伝②

問題

■ 演習

【1】

解答

A 問1 原核細胞

問2 (1) リボース

(2) チミン

問3 リボソーム1

問4 プロモーター

問5 2つ

問6 塩基配列が変化したことでアミノ酸も変化した。元のアミノ酸が酵素の立体構造に関与する部分であったが、アミノ酸が変化したことで立体構造が崩れて酵素活性が失われた。

B 問7 調節タンパク質

問8 70%

問9 I a- II a, I a- II b, I a- II c

問10 基本転写因子の遺伝子, RNAポリメラーゼ, DNAポリメラーゼ

解説

A

問1 原核細胞では転写と翻訳が同時に行われる。真核細胞では転写は核内、翻訳は細胞質と別の場所で行われる。

問2 (1) 糖はRNAではリボース, DNAではデオキシリボースである。

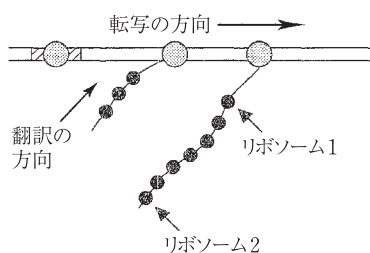
(2) アデニン(A)と対になるのはチミン(T), グアニン(G)と対になるのがシトシン(C)である。

問3 転写方向と、翻訳方向は右図のようである。リボソーム1の方が翻訳が進んでいるので、合成されたポリペプチド鎖の分子量は大きい。

問4 RNAポリメラーゼの結合領域をプロモーターという。プロモーターには特定の塩基配列があり、原核細胞ではそれを目印としてRNAポリメラーゼが結合する。

問5 C点に結合しているRNAポリメラーゼから伸びたmRNAには、2カ所リボソームが解離した様子がかかっている。これは、その部分で翻訳が終了したことを示している。

問6 塩基の置換が1カ所だけであっても、そのアミノ酸が元のアミノ酸から変化したことで、



タンパク質の立体構造に大きく影響を与える場合がある。一方、1塩基の置換であればアミノ酸が変化しないこともある。また、アミノ酸が変化しても、その場所が立体構造にはあまり影響のない場所であったり活性部位とは離れた場所であったりすると、大きな影響はないこともある。

B

問7 基本転写因子とは、転写を始めるときに必要なタンパク質(RNAポリメラーゼは除く)のことで、数種類存在して複合体を形成する。基本転写因子はその名の通り、転写を開始するために必要であるが、その基本転写因子による転写をONにするかOFFにするか決めるタンパク質も存在する。それを調節タンパク質という。

注) 調節タンパク質という用語は、高校教科書では用いられるが一般的には転写因子とよばれることが多く、あまり用いられない語である。

問8 未成熟な伝令RNA 1本の塩基数 = エキソン + インترون = 成熟した伝令RNAの平均塩基数 + インترونである。また、遺伝子数は 2.0×10^4 なので、転写されたばかりのRNA 2.0×10^4 本の塩基数は、(成熟した伝令RNAの平均塩基数 + インترون) $\times 2.0 \times 10^4$ である。隣り合う転写領域間に存在する塩基対数 (1.0×10^4)とは、伝令RNAに移しとられない部分で、これも 2.0×10^4 カ所ある(正しくは1を引くが、ここでは誤差の範囲内なので無視してよい)。よって、

$$\{(3.0 \times 10^3 + \text{イントロン}) + 1.0 \times 10^4\} \times 2.0 \times 10^4 = 4.0 \times 10^8$$

以上より、未成熟な伝令RNA 1本におけるイントロンの塩基対数 = 7.0×10^3

未成熟な伝令RNA中におけるイントロン由来の配列の割合は、

$$\frac{7.0 \times 10^3}{3.0 \times 10^3 + 7.0 \times 10^3} \times 100 = 70(\%)$$

問9 I群で遺伝子A以外が変異すると、「遺伝子Aの転写量のみが減少」という現象が起こらなくなる。

問10 DNAポリメラーゼが変異すると、DNAの複製が正常に行われなくなる。また、RNAポリメラーゼや基本転写因子が変異するとすべての遺伝子で転写が正常に行われなくなる。

【2】

解答

- 問1 アーバクテリオファージ(T_2 ファージ) イ-DNAポリメラーゼ
ウーイントロン エースプライシング オー核膜孔
カー-tRNA キーアンチコドン クーペプチド
- 問2 DNAを構成するヌクレオチドの塩基は4種類あり、アデニンとチミン、グアニンとシトシンの塩基数の比が常に等しいこと。
- 問3 (1) 6種類
(2) リシン, 42.2%
(3) ヒスチジン, 4.7%
- 問4 (1) UCAAGGCGAUCACAGUUCGUA
(2) 21番目 変異前: リシン 変異後: トレオニン

解説

- 問1 ア: グリフィスの形質転換の発見, エイブリー(アベリー)らの形質転換の原因物質の発見は, 肺炎双球菌(肺炎球菌, 肺炎連鎖球菌ともいう)を用いたものである。ハーシーとチェイスは大腸菌に感染するウイルスであるバクテリオファージを用いた。
イ: DNA複製はDNAポリメラーゼのはたらきによる。
ウーオ: 真核生物の遺伝子には, エキソンとイントロンがある。転写されたmRNA前駆体にはイントロンが含まれるが, スプライシングによってイントロンが切り取られエキソンのみが結合する。完成したmRNAは核膜孔を通して細胞質中へと移動する。
カーク: tRNAはクローバーのような形をしており, その一部にはmRNAのコドンに対応したアンチコドンとよばれる3つの塩基の並びがある。tRNAはアンチコドンに対応したアミノ酸が結合しており, リボソームへとアミノ酸を運搬する。こうして運ばれてきたアミノ酸は, ペプチド結合によって次々につながっていく。
- 問2 シャルガフの規則は, DNAが二重らせんであることの証明に重要な事実である。
- 問3 (1) アデニンとシトシンの配列は, AAA, AAC, ACA, CAA, ACC, CCA, CAC, CCCの8通りが考えられる。それぞれ, リシン(AAA), トレオニン(ACA, ACC), アスパラギン(AAC), グルタミン(CAA), プロリン(CCA, CCC), ヒスチジン(CAC)に対応している。
- (2), (3) mRNAの3つの塩基の並びはA:C=3:1より,
AAAとなる確率は $3/4 \times 3/4 \times 3/4 = 27/64$
AAC, ACA, CAAとなる確率は $3/4 \times 3/4 \times 1/4 = 9/64$
ACC, CCA, CACとなる確率は $3/4 \times 1/4 \times 1/4 = 3/64$
CCCとなる確率は $1/4 \times 1/4 \times 1/4 = 1/64$
以上より, それぞれのアミノ酸は
リシン: 27/64 トレオニン: $9/64 + 3/64 = 12/64$ アスパラギン: 9/64
グルタミン: 9/64 プロリン: $3/64 + 1/64 = 4/64$ ヒスチジン: 3/64
なので, 最も多いのはリシンで $27 \div 64 \times 100 \div 42.18(\%)$

最も少ないのはヒスチジンで $3 \div 64 \times 100 \doteq 4.68(\%)$

- 問4 (1) A → U, T → A, C → G, G → C に置き換えればよい。
- (2) 下線部の G は 62 番目の塩基である。よって、 $62 \div 3 = 20$ 余り 2 なので 21 番目のアミノ酸の DNA は TTT → TGT と変化したとわかる。コドンでは、AAA → ACA と変化した。

添削課題

解答

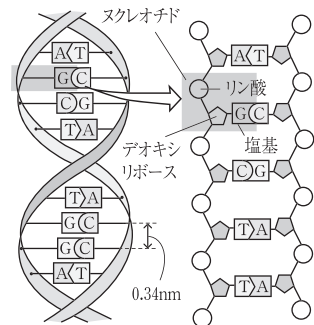
問1 塩基の変化によって相補的な結合ができない部分ができるので、二重らせん構造にゆがみが生じる。

問2 TTTTGA・TTTCAA

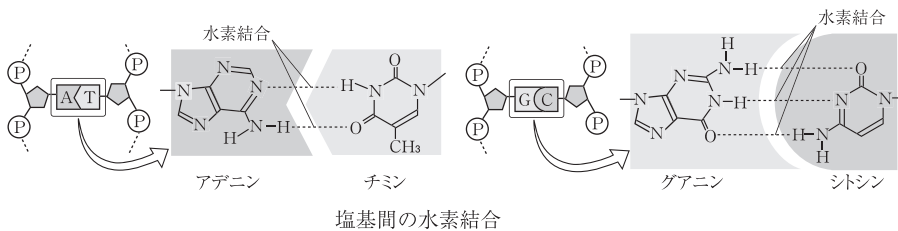
問3 (1) 個体1-c 個体2-d 個体3-a
 個体4-e 個体5-b
 (2) (ア) 同じ (イ) 大きい

解説

問1 DNAが均一な直径で二重らせん構造をとれているのは、AとT、GとCの距離が等しいからである。もし、シトシンがチミンに変換したらGとTが向かい合うが、これでは水素結合が正しくできない。そのため二重らせん構造にゆがみが生じる。



二重らせん構造



問2 問題では一方の塩基配列しか示されていないが、2本鎖にして考えなければならない。



上のように、C→Tの変化は2カ所で起こっているなので、複製によって2通りの塩基配列が生じることになる。

- 問3 (1) 図1より、個体1, 3, 4では正常と同じ分子量のタンパク質Xが合成されているとわかる。個体2と5ではタンパク質Xの分子量に変化が生じているため、アミノ酸の数が増えるような変異が起きているとわかる。
- a：プロモーター領域の変化なので、タンパク質Xには変化は起きていない(1, 3, 4のいずれか)。また、調節因子が結合しにくくなったのであればmRNA量が減少するはずである。よって、3とわかる。
- b：本来は翻訳されないイントロンであった部分まで翻訳されたのであれば、アミノ酸数の多いタンパク質ができる。よって、5とわかる。
- c：アミノ酸の置換なので、タンパク質Xの分子量は変わらない。よって、1か4となるが、この文章だけではどちらか判断できない。ただ、eが4とわかるので、1と判断できる。
- d：途中で終止コドンができたのであれば、タンパク質Xは短くなっているはずである。よって、2とわかる。
- e：アミノ酸の置換なので、タンパク質Xの分子量は変わらない。タンパク質Xは不安定で分解されてしまうのであれば、タンパク質量が少ないので電気泳動のバンドは細いはずである。よって、4とわかる。
- (2) mRNAの分子量(塩基数)は、スプライシングによって変化する。個体2は途中で終止コドンができたためにタンパク質の分子量は小さくなったが、mRNAの分子量は変化していないと考えられる。一方、個体5は本来スプライシングで切り取られるはずのイントロンも含まれたmRNAができていたので、mRNAの分子量は黒眼個体より大きいと考えられる。

3章 分子生物・遺伝③

問題

■ 演習

【1】

解答

問1 C, D, E

問2 リプレッサー(調節タンパク質)

問3 ラクトースの誘導体がリプレッサーと結合することで、リプレッサーがオペレーターに結合できなくなる。そのため、RNAポリメラーゼがプロモーターに結合でき、転写が起こった。

問4 C, E, F

問5 a: 調節遺伝子

b: 調節遺伝子の塩基配列に変異が起こった結果、オペレーターに結合できるリプレッサーができなくなった。

問6 a: オペレーター

b: オペレーターの塩基配列に変異が起こった結果、リプレッサーがオペレーターに結合できなくなった。

解説

問1 A: プロモーター、オペレーターともにDNAの領域である。しかし、オペレーターは転写される領域ではないので、アミノ酸配列を決めてはいない。

B: プロモーターはDNAの領域で、RNAポリメラーゼが結合する部位である。

問2 問題がラクトースオペロンについてであるので、リプレッサーでよいだろう。リプレッサーとは、転写を抑制する(負の制御)調節タンパク質のことである。反対に、転写を促進する(正の制御)調節タンパク質もある。

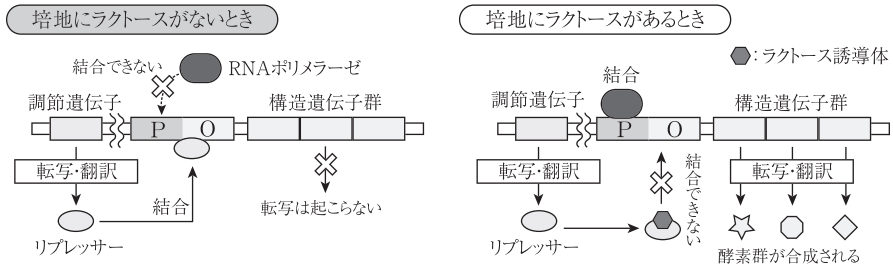
問3 ラクトースオペロンについて確認する。

ラクトースがないとき: リプレッサーがオペレーターに結合する。オペレーターにリプレッサーが結合していると、RNAポリメラーゼがプロモーターに結合できない。

⇒構造遺伝子群の転写が起こらない。

ラクトースがあるとき: リプレッサーがラクトースの誘導体と結合し、オペレーターに結合できなくなる。RNAポリメラーゼがプロモーターに結合できる。

⇒構造遺伝子群の転写が起こる。



- 問4 A: オペレーターにタンパク質が結合していたら、転写は抑制される。
 B: オペレーターにタンパク質が結合していなければ、転写は促進される。
 D: グルコースがなくラクトースがあるときのみ、遺伝子Zは転写されることが表からわかる。よって、ラクトースがあることはそもそも、遺伝子Zの転写を促進するために必須である。
 G: タンパク質Mは遺伝子Zの転写を活発にするのであって、抑制するのではないので誤りである。
- 問5 転写が起きていることから、リプレッサーとオペレーターが結合していないことがわかる。変異株Aに正常な調節遺伝子を導入すると、転写が起こらなくなったことから、変異が起こったのは調節遺伝子とわかる。
- 問6 問5とは異なり、リプレッサーの異常ではないことがわかる。転写調節はオペレーターとリプレッサーの結合によるので、リプレッサーでなければオペレーターの変異である。

【2】

解答

問1 (ウ), (オ)

問2 補酵素

問3 (イ)

問4 トリプトファン, メチオニン, バリン, システイン
などから3つ

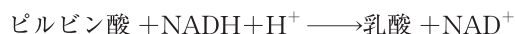
問5 (エ)

理由: 融合細胞では, 細胞Aの持つ正常な遺伝子Hと細胞Bのもつ正常な遺伝子Pが働く。よって, それぞれの代謝系を働かせる酵素が正常に合成されるから。

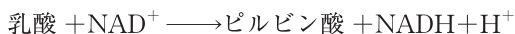
(69字)

解説

問1 (ア) 高校生物では, 酵素について $E+S \rightarrow E+P$ のように一方方向の触媒反応が示されているので, 逆反応は起こらないように見える。しかし, 実際には逆反応にもはたらく酵素は多い。たとえば, 乳酸脱水素酵素は



の反応を触媒する。この反応ではピルビン酸が還元されているが, 酵素名は反対の名称(乳酸を脱水素する = 乳酸は酸化される)となっている。乳酸脱水素酵素は,



の反応にもはたらくため, 名称はこちらの反応をもとにつけられている。

(イ) 基質特異性と基質濃度は無関係である。

(エ) フィードバック調節では(ウ)に出てきたアロステリック酵素が働く。最終生産物がアロステリック部位に結合することで酵素の活性が低下する, という調節である。

問2 酵素では, タンパク質からなる部分(アポ酵素)以外に, タンパク質以外の低分子の有機化合物である補酵素がないと活性を示さないものもある。呼吸ではたらく脱水素酵素では, NAD^+ や FAD といった補酵素を必要とする。

問3 (ア) 置換変異により終止コドンとなった場合, 本来よりもアミノ酸数が少ないポリペプチド鎖となる。その場合, 活性部位を形成するのに重要なアミノ酸配列が欠ければ, 活性をもたない酵素となる可能性がある。

(ウ) 基質との結合にはファンデルワールス力や水素結合などが関わっている。

(エ) 酵素の立体構造が変化し活性部位が変形する場合は, 活性が低下することがある。

問4 アミノ酸は20種類あるので、そのうちのフェニルアラニンとチロシンを除く3種類を記せばよい。

中性	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \end{array}$ グリシン (Gly)	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \end{array}$ セリン (Ser)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}-\text{OH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \end{array}$ トレオニン (Thr)*	$\begin{array}{c} \text{SH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \end{array}$ システイン (Cys)	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \end{array}$ アスパラギン (Asn)
	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \end{array}$ グルタミン (Gln)	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{HC} \\ / \quad \backslash \\ \text{C} \quad \text{C} \\ \quad \\ \text{HC} \quad \text{C} \\ \quad \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \end{array}$ チロシン (Tyr)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{S} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \end{array}$ メチオニン (Met)*	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{HC} \\ / \quad \backslash \\ \text{C} \quad \text{C} \\ \quad \\ \text{HC} \quad \text{C} \\ \quad \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \end{array}$ フェニルアラニン (Phe)*	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{CH} \\ / \quad \backslash \\ \text{HC} \quad \text{CH} \\ \quad \\ \text{C} \quad \text{C} \\ \quad \\ \text{C} \quad \text{C} \\ \quad \\ \text{CH}_2 \quad \text{H} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \end{array}$ トリプトファン (Trp)*
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \end{array}$ アラニン (Ala)	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \end{array}$ プロリン (Pro)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \end{array}$ バリン (Val)*	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \end{array}$ ロイシン (Leu)*	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \end{array}$ イソロイシン (Ile)*
酸性	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \end{array}$ アスパラギン酸 (Asp)	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \end{array}$ グルタミン酸 (Glu)			
塩基性	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \end{array}$ リシン (Lys)*	$\begin{array}{c} \text{CH} \\ / \quad \backslash \\ \text{HN} \quad \text{N} \\ \quad \\ \text{C} \quad \text{C} \\ \quad \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \end{array}$ ヒスチジン (His)*	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{C}=\text{NH} \\ \\ \text{NH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \end{array}$ アルギニン (Arg)		

*…ヒト（成人）の必須アミノ酸。

問5 細胞を融合させると、それぞれの細胞のもっている遺伝子が含まれることになる。よって、融合相手が正常な遺伝子をもっている場合にはその遺伝子が働いて、正常なタンパク質を合成することが可能になる。

添削課題

解答

- 問1 (1) アーフェニルアラニン イーイソロイシン ウーバリン
 エーイソロイシン, バリン
 オープロリン, ヒスチジン, アルギニン
 カ, キ-AGU, AGC ク-アルギニン
 ケ-6 コ-4 サ-UCA
 シートレオニン, アラニン, プロリン, ロイシン
- (2) $6+7+7+6+4=30$ よって, 30 種類

問2 マラリア原虫は赤血球に感染して増殖するが, マラリアに寄生された鎌状赤血球は積極的に排除される。よってマラリアが流行する地域では抵抗性を持つため選択されるが, 流行しない地域では選択されることはないから。(100字)

解説

- 問1 (1) コドンは, 1 番目と 2 番目が同じであれば, 3 番目の塩基が異なっても同じアミノ酸を指定するものが多い。
 ケ:アルギニン, グリシン, システイン, トレオニン, イソロイシン, アスパラギン, の 6 種類がある。
 コ, サ, シ:ACA・トレオニン GCA・アラニン CCA・プロリン
 UGA・終止 UAA・終止 UUA・ロイシン
 UCG・セリン UCC・セリン UCU・セリン
 なので, 4 種類のアミノ酸の違いになる。

(2) それぞれのコドンについて, 1 塩基の置換が何種類のアミノ酸への置換を引き起こすかを考えればよい。まず, GAA の最初の G が変わると, リシン・グルタミンの 2 種類, 2 個目の A が変わるとバリン・アラニン・グリシンの 3 種類, 3 個目の A が変わるとアスパラギン酸の 1 種類。よって, $2+3+1=6$ 種類。

同様に AAU では 1 個目で 3 種類, 2 個目で 3 種類, 3 個目で 1 種類。
よって, $3+3+1=7$ 種類。

AUC では 1 個目で 3 種類, 2 個目で 3 種類, 3 個目で 1 種類。
よって, $3+3+1=7$ 種類。

AGG では 1 個目で 2 種類, 2 個目で 3 種類, 3 個目で 1 種類。
よって, $2+3+1=6$ 種類。

UUA では 1 個目で 2 種類, 2 個目で 1 種類, 3 個目で 1 種類。
よって, $2+1+1=4$ 種類。

したがって, $6+7+7+6+4=30$ 種類。

問2 鎌状赤血球は、マラリアに感染されると変化して、脾臓で積極的に破壊される。よって、マラリア原虫に対する抵抗性をもつため、鎌状赤血球の遺伝子を持っていると、マラリアが流行しても生き残る可能性が高い。しかし、マラリアの流行しない地域で鎌状赤血球の遺伝子を持っていても貧血になるだけで、不利にはなっても有利になる条件は何もない。



会員番号	
------	--

氏名	
----	--