

# 平成 28 年度前期日程入学試験学力検査問題

平成 28 年 2 月 25 日

## 理 科

物 理…… 4 ～23ページ, 化 学……24～39ページ

生 物……40～51ページ, 地 学……52～62ページ

志 望 学 部	試 験 科 目	試 験 時 間
理 学 部 農 学 部	物理, 化学, 生物, 地学のうちから 2 科目選択	13 : 30 ~ 16 : 00 (150 分)
医 学 部 歯 学 部	物理, 化学, 生物のうちから 2 科目選択	
薬 学 部 工 学 部	物理(指定), 化学(指定)	

### 注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで, この問題冊子, 解答用紙を開いてはいけない。
2. この問題冊子は, 62 ページである。問題冊子の白紙のページや問題の余白は草案のために使用してよい。ただし, 冊子の留め金を外したり, ページを切り離しては使用しないこと。なお, ページの脱落, 印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出ること。
3. 解答は, 必ず黒鉛筆(シャープペンシルも可)で記入し, ボールペン・万年筆などを使用してはいけない。
4. 解答用紙の受験記号番号欄(1枚につき2か所)には, 忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入すること。
5. 解答は, 必ず選択した科目の解答用紙の指定された箇所に記入すること。
6. 解答用紙を持ち帰ってはいけない。
7. 試験終了後, この問題冊子は持ち帰ること。

## 生 物

解答に字数の指定がある場合、字数には句読点、数字、アルファベット、および記号も1字として数えよ。

1 次の[I]と[II]の文章を読み、以下の問(1)~(7)に答えよ。

[I] 動物は栄養素(炭水化物・タンパク質・脂肪)を消化管の細胞膜を通過できるような小さな分子に分解(消化)、吸収し、生命活動に利用している。

ヒトでは、食物が胃に入ると、胃腺より胃酸とタンパク質分解酵素 ア の前駆体が分泌される。胃酸には消化を助けるために、食物の化学的な変性と、ア の前駆体を<sup>(a)</sup> ア に変換し活性化する役割がある。胃で消化を受けた酸性の内容物が十二指腸に移送されると、十二指腸壁の細胞から27個のアミノ酸からなるポリペプチド イ<sup>(b)</sup> が血管内に放出され、血液循環を介して、すい臓の標的細胞に達する。その結果、 イ<sup>(c)</sup> により重炭酸塩に富むすい液が分泌され、十二指腸に放出される。そして、すい液に含まれるタンパク質分解酵素 ウ によって、タンパク質はペプチドに分解される。最終的には、アミノ酸まで分解され、小腸の細胞から吸収される。吸収されたアミノ酸は エ という血管を<sup>(c)</sup> 通って肝臓に運ばれる。

問(1) 文中の空欄 ア から エ に適切な語句を入れよ。

問(2) 胃酸の役割として下線部(a)の消化に関わる役割の他に、生体防御に関わる役割がある。その役割を具体的に25字以内で記せ。

問(3) 下線部(b)で示される物質など、ある細胞から血中に放出され、標的器官の細胞に作用する小分子の総称の名前を答えよ。

問(4) 図1は、水素イオン指数(pH)の変化におけるタンパク質分解酵素  および  の酵素反応速度変化を示す。下線部(C)に関連してポリペプチド  の消化における役割を、図1を考察し、75字以内で記せ。

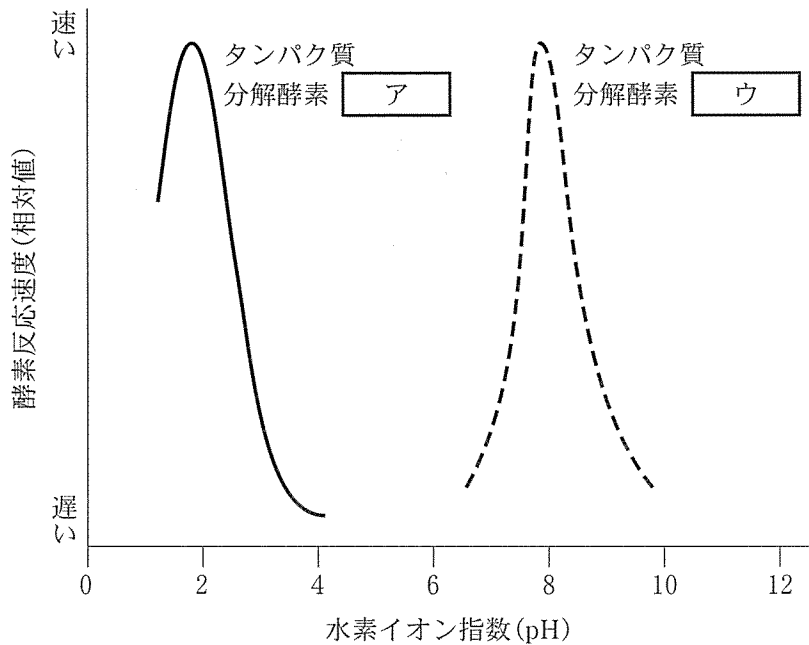


図1

問(5) ヒトにおいて胃内の水素イオン指数(pH)と、  の血中濃度を、食事摂取20分前から食事摂取終了後100分まで計測した。食事摂取に要した時間は0分とみなす。計測の際に、胃酸分泌を抑える薬(酸分泌抑制薬)をあらかじめ飲み、十分に酸分泌を抑制した場合と、酸分泌抑制薬を飲まない場合を比較して経時的に計測した。実際の胃内の水素イオン指数(pH)の変動を図2で示す。また、同時に  の血中濃度を経時的に計測し図3で示す。図3で  の血中濃度変化を示した折れ線グラフ①~③の中で、酸分泌抑制薬を飲んでいない場合の変化を最も適切に示しているものを選び番号で記せ。なお、図2および図3のグラフ横軸の-20は食事摂取20分前を表し、0は食事摂取終了時を示している。

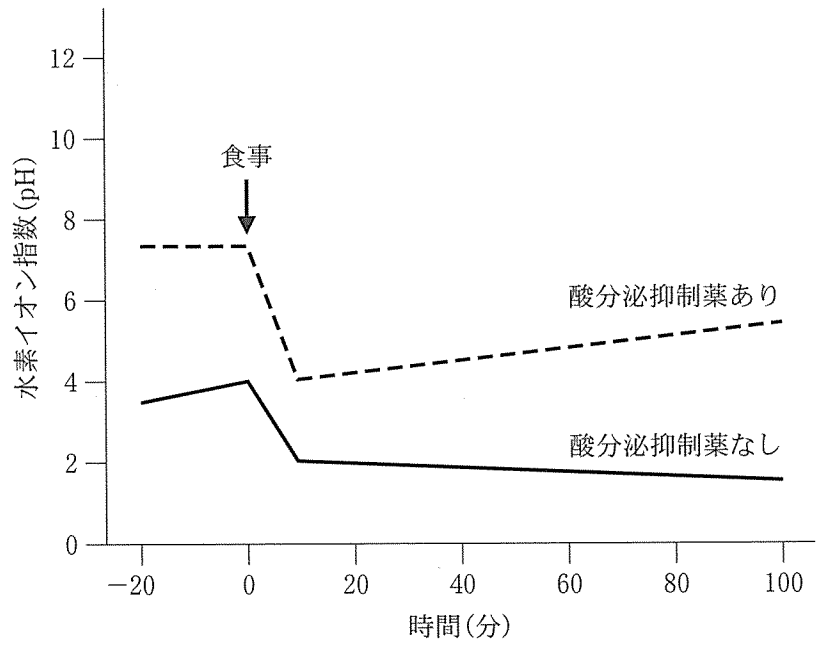


図 2

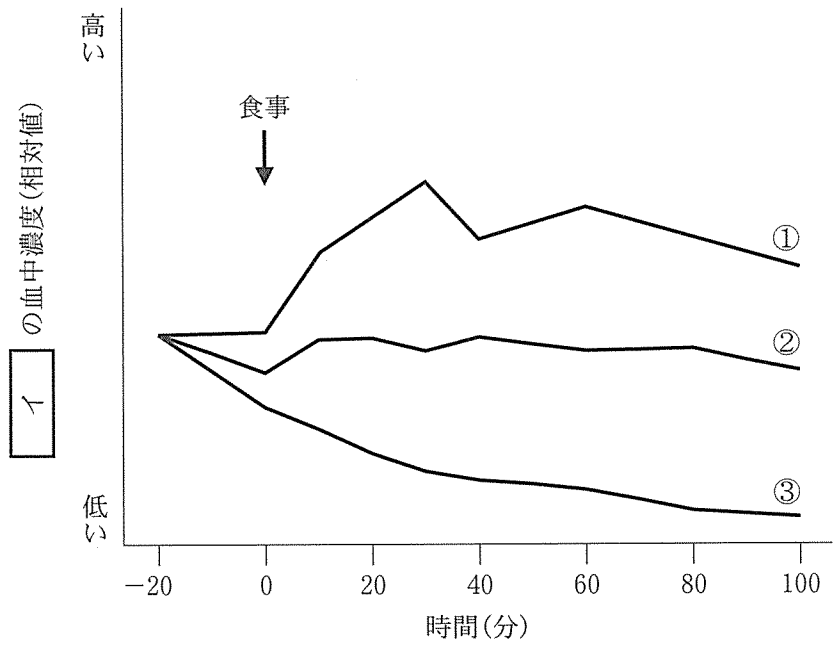


図 3

[II] ヒト肝臓に運ばれたアミノ酸から多くの生命活動に必要なタンパク質が合成される。血しょう中で最も多いタンパク質である  も肝臓で合成され、血中に放出され、一定の濃度が維持される。 は、さまざまな分子の運搬や浸透圧の形成などの重要な役割を担っている。一方で肝臓では、アミノ酸が体内で分解され生じた有害な  を、毒性の低い  に変換し、 は  から体外へ排出される。

問(6) 文中の空欄  から  に適切な語句を入れよ。

問(7) 下線部(d)について、血しょうの一部が毛細血管壁の孔からしみ出て組織液となるが、 などのタンパク質の分子は大きく、毛細血管壁の孔からの透過性が低いため、浸透圧が形成される。肝臓の機能が何らかの理由で障害を受け、 が十分に合成されない場合、体内環境を維持する組織液の量にどのような影響があるか、次の語群の5つの用語すべてを用いて100字以内で記せ。

[語群] 血しょう 組織液 水 浸透圧 移動

2 遺伝情報の存在様式とその調節に関する[I]～[III]の文章を読み、以下の問(1)～(6)に答えよ。

[I] 生物をかたちづくる細胞の性質は、遺伝情報によって定められる。その生物が生命活動を営むのに必要なすべての遺伝情報のことを **ア** という。真核生物の核において、遺伝情報の実体である DNA は、**イ** というタンパク質に巻きついている。DNA が **イ** に巻きついたビーズ状の構造は、**ウ** とよばれる。そして、**ウ** は規則的に効率よく折りたたまれて繊維状の **エ** 構造を形成する。細胞分裂の M 期中期では、さらに折りたたまれて凝集し、棒状の **オ** として光学顕微鏡で観察できるようになる。原核生物の細胞には、膜で囲まれた構造の核は無く、環状または直鎖状の DNA は **イ** に巻きついていない。

遺伝子である二本鎖の DNA のうち、一方の鋳型となる塩基配列に対して相補的な配列をもった RNA が合成される反応が転写である。真核生物において、タンパク質をコードする遺伝子では、最終的に mRNA の配列に対応する部分を **カ** とよび、mRNA に含まれない部分を **キ** とよぶ。核内で RNA の **キ** に相当する配列は、スプライシングによって除かれる。ヒトの場合、約半数の遺伝子で選択的スプライシングにより、ひとつの遺伝子から複数のタンパク質が作られると考えられている。ただし、原核生物では、一部の例外を除いて、遺伝子に **キ** は無い。スプライシング後の mRNA はリボゾームで翻訳され、タンパク質が合成される。このように、DNA から RNA が転写され、RNA がアミノ酸に翻訳されてタンパク質が作られる遺伝情報の一連の流れを表す概念のことを **ク** という。

問(1) **ア** ～ **ク** に適切な語句を入れよ。

[Ⅱ] 原核生物では、栄養条件の変化により遺伝子の発現が調節される例が知られている。その仕組みは、1961年にジャコブとモノーによって初めて解明され、のちの遺伝子発現調節の解明に大きな影響を与えた。原核生物では、隣接する複数の遺伝子は、ひとつの単位として発現調節を受ける。その遺伝子群とそれらの発現を調節する DNA 配列のまとまりのことを ケ という。

問(2) ケ に適切な語句を入れよ。

問(3) 図1は、大腸菌のラクトース ケ を模式的に示したものである。図のA～Cに当てはまる適切な語句を次の①～⑧から1つ選び、番号で記せ。

- |              |              |
|--------------|--------------|
| ① プライマー      | ② オペレーター     |
| ③ 調節遺伝子      | ④ 構造遺伝子      |
| ⑤ RNA ポリメラーゼ | ⑥ DNA ポリメラーゼ |
| ⑦ 調節タンパク質    | ⑧ 構造タンパク質    |

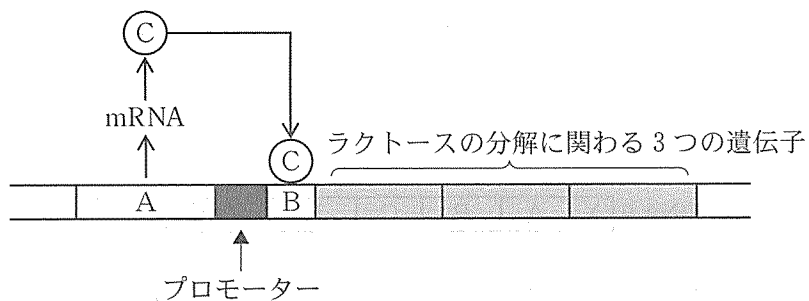


図1

問(4) 以下の(i)と(ii)の環境におかれた場合のラクトース ケ のラクトースの分解に関わる3つの遺伝子の発現が調節される仕組みを解答欄の枠内に簡潔に記せ。

- (i) 大腸菌が、グルコースが存在しラクトースが無い環境におかれた場合。
- (ii) 大腸菌が、グルコースが無くラクトースが存在する環境におかれた場合。

[Ⅲ] 真核生物の場合、RNA ポリメラーゼは基本転写因子と複合体を形成することで、遺伝子の転写を開始する。遺伝子の転写の調節には、基本転写因子以外にも、特定の塩基配列に結合する調節タンパク質が関わる。この調節タンパク質には、転写を促進するものと、転写を抑制するものがある。遺伝子上流領域には、特定の調節タンパク質の結合する塩基配列が何種類も存在する。そのため、さまざまな調節タンパク質によって、遺伝子の転写のタイミングと量が決められる。したがって、遺伝子上流領域は、結合する調節タンパク質の性質に応じて、転写を促進する DNA 領域と転写を抑制する DNA 領域に分けられる。このとき、転写の調節に関わる DNA 領域を調べる方法として、以下のようなレポーターアッセイという実験方法がある。

ある遺伝子上流領域の転写調節の仕組みを知るために、図 2 のように、その遺伝子上流領域を分け、さまざまな長さでレポーター遺伝子(※)の上流に配置した DNA 0 ~ DNA 6 を用意した。今回の実験では、レポーター遺伝子として、<sup>けいこう</sup>蛍光を発するタンパク質である GFP (Green Fluorescent Protein) の遺伝子を用いた。

(※)レポーター遺伝子とは、発現を定量するために用いる遺伝子。

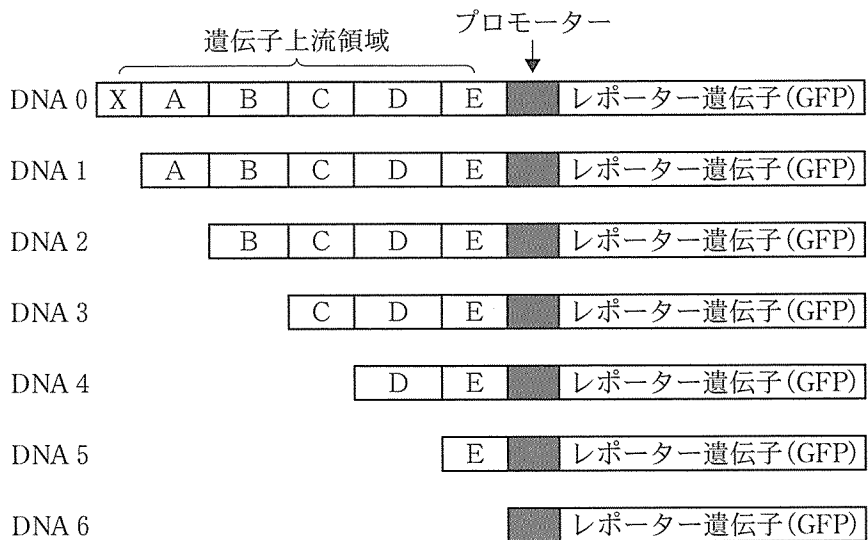


図 2



つぎに、それぞれの DNA を 1 種類ごとに培養細胞へ遺伝子導入した。そして、レポーター遺伝子から発現した GFP の蛍光量を測定すると図 3 のような結果を得た。本実験ではそれぞれの DNA が細胞へ導入される割合は同じであるとし、細胞ごとの翻訳の効率は同等とする。したがって、測定された蛍光量は、転写された mRNA の量をそのまま反映すると考える。たとえば、領域 X は転写促進の DNA 領域であると解釈できる。

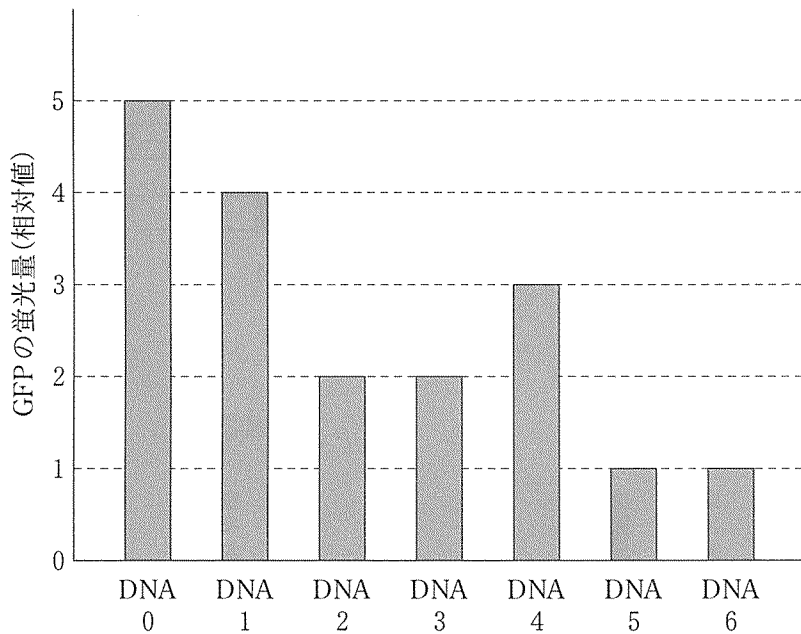


図 3

問(5) 遺伝子上流の A ~ E の各領域は、転写にとってどのような作用を及ぼすと予想されるか、次の①~③から最も適切なものを選び、番号で記せ。

- ① 転写促進                      ② 転写抑制                      ③ どちらでもない

問(6) 遺伝子上流のAからEの領域を選んで図4のDNA7～DNA9のようにレポーター遺伝子の上流に配置した場合、GFPの蛍光量はどのようになるか、次の選択肢の図①～図④から最も適切なものを選び、番号で記せ。ただし、本実験ではプロモーターからの距離および、離れたDNA領域同士を結合したことによる相乗効果の影響は無いものとする。

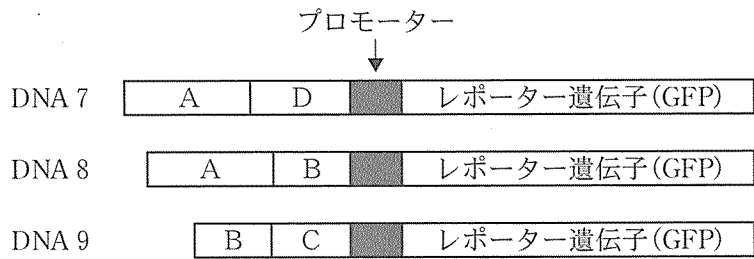
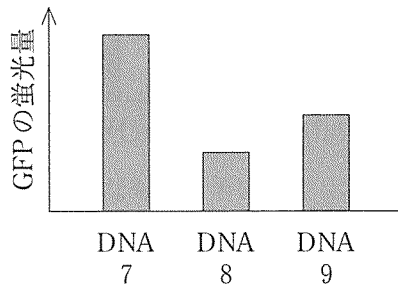


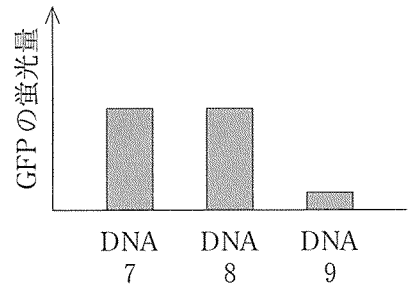
図4

【選択肢】

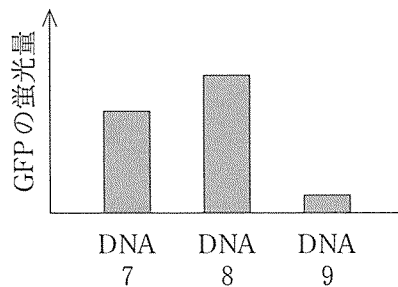
図①



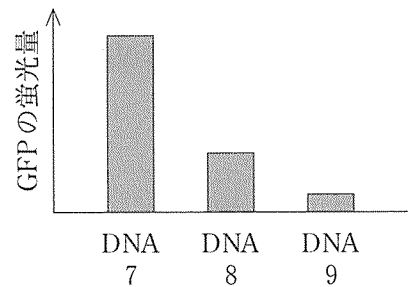
図②



図③



図④



——このページは白紙——

3 次の[I]と[II]の文章を読み、以下の問(1)~(9)に答えよ。

[I] 好気呼吸でデンプンやグリコーゲンなどが基質として利用される場合は、まず **ア** に分解されて解糖系に入る。1分子の **ア** が2分子の **イ** に変えられる過程で、正味2分子のATPと2分子の **ウ** が生じる。次に、**イ** は **エ** に変えられた後、**エ** はクエン酸回路の中間体である **オ** と結合してクエン酸となる。その後、1分子のクエン酸が **オ** に変えられる過程で、1分子のATP、3分子の **ウ**、1分子のFADH<sub>2</sub>が生じる。電子伝達系には **ウ** やFADH<sub>2</sub>から取り出された電子が流れ、最後にO<sub>2</sub>と反応して水が生じるとともに、電子が流れるときに放出されるエネルギーを利用してATPがつくられる。<sup>(a)</sup>一部の微生物は、上記のような有機物ではなく、無機物の化学エネルギーを利用する。<sup>(b)</sup>そのような無機物の例としてアンモニウムイオンや硫黄が知られている。

一方、酒やパンの製造に用いられる酵母は、酸素がない環境では発酵によってATPをつくる。この過程を好気呼吸と比べると、**イ**を生じるまでは共通である。**イ**は**カ**とアセトアルデヒドとに変えられ、その後アセトアルデヒドは **キ** に変えられる。<sup>(c)</sup>

問(1) **ア** ~ **キ** に適切な語句を入れよ。

問(2) 下線部(a)はATPをつくるためにどのような形で蓄えられるのか。

「生体膜」という用語を用いて25字以内で記せ。

問(3) 下線部(b)について以下の(i)、(ii)に答えよ。

(i) アンモニウムイオンが用いられる場合、この過程は何とよばれるか。

(ii) この過程によってアンモニウムイオンから最終的に生じる窒素化合物は何か。物質名を記せ。

問(4) 下線部(c)の反応は好気呼吸の過程に存在しないが、発酵を続けるためには重要である。その理由を70字以内で記せ。

問(5) 生物進化の歴史において、好気呼吸を行う生物は大気中の酸素濃度の  
上昇を契機に出現したと考えられている。このことについて、以下の  
(i)~(iii)に答えよ。

(i) これはどの時期に起きたできごとか。次の①~④から選び、番号で  
記せ。

① 先カンブリア時代 ② 古生代 ③ 中生代 ④ 新生代

(ii) 酸素濃度が上昇した原因を、「酸素発生型」という用語を用いて30  
字以内で記せ。

(iii) 酸素濃度の高い環境では、発酵より好気呼吸の方が生物にとって有  
利である理由を40字以内で記せ。

[II]  や細菌のあるものは、必要な有機窒素化合物をつくるために  
 や  などの無機態窒素を外から取り入れる。  
は細胞内で  に変えられる。次に、 と  から、  
グルタミンなどを経てグルタミン酸が生じ、その後様々な有機窒素化合物に  
つくりかえられる。一部の細菌は空気中の窒素を  に変える働きを  
もっている。そのような細菌には根粒菌、アゾトバクター、クロストリジウ  
ム等が含まれ、そのうち根粒菌はマメ科植物と共生関係をつくる。一方  
 や菌類は、そのようにして合成された有機窒素化合物を摂取し、  
その後必要な物質につくりかえている。

問(6)  ~  に適切な語句を入れよ。

問(7)  は次にあげるどの過程の中間体であるか。次の①~④から  
選び、番号で記せ。

① 解糖系 ② クエン酸回路 ③ 電子伝達系 ④ 発酵

問(8) 下線部(d)の過程の名称を記せ。

問(9) 下線部(e)の関係は、マメ科植物が自然界で分布域を広げることに役  
立っている。その理由を70字以内で記せ。