

平成 29 年度 入学 試験 問題 (前期)

理 科

注 意

1. 合図があるまで表紙をあけないこと。
2. 物理、化学、生物のうちから 2 科目を選択し、別紙解答用紙に受験番号、氏名を記入すること。
(ただし受験票、入学願書に記入した 2 科目に限る。)
3. 選択した科目以外の科目(例えば物理、化学を選択した場合は生物)の解答用紙にも受験番号、氏名を記入し、全体に大きく×印をすること。
4. 解答は解答用紙の枠内に記入すること。
5. 選択した科目以外の解答用紙に解答を記入した場合、及び解答用紙に解答以外のことを書いた場合、その答案は無効とする。
6. 問題冊子は 1 冊、別紙解答用紙は各科目それぞれ 1 枚である。
7. 受験票は机に出しておくこと。

生物(前期)

(その1)

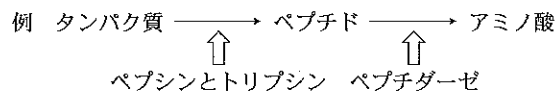
I 以下の文章を読み、設問に答えよ。

ヒトが摂取したタンパク質は ₁ ペプシン、トリプシン、ペプチダーゼによりアミノ酸に分解される。アミノ酸は、タンパク質合成に使用される以外に、呼吸基質になることもある。この場合、₂ アミノ酸に由来する有機酸はミトコンドリアに入り、アミノ酸に由来する窒素(N)は、₃ ある物質に変換された後に尿などとして排出される。ヒトの排泄物に含まれる窒素(N)は下水処理場で細菌を用いて処理され、窒素分子(N₂)に変換されて大気中に放出される。この処理は連結された二種類の反応槽で行われており、一つは ₄ 好気条件の反応槽、もう一つは ₅ 嫌気条件の反応槽である。

問1 ペプシンとトリプシンがよく働く pH の範囲を a～e からそれぞれ選び、記号で答えよ。

- a. 1～3 b. 3～5 c. 5～7 d. 7～9 e. 9～11

問2 下線部1のタンパク質の消化は、下図のように大きく二段階に分けて図示できる。下図の例を参考にして、デンプンがグルコースまで消化される過程を二段階に分け、二種類の酵素を入れて図示せよ。



問3 下線部2で有機酸が使われる反応経路の名称を答えよ。

問4 下線部3のある物質とは何か。また、変換が行われる器官の名称を答えよ。

問5 下線部4では、二種類の細菌が働く。これらの細菌の名称を答えよ。また、これらの細菌が二酸化炭素から有機物を合成するために使用している反応経路の名称を答えよ。

問6 下線部5では、一種類の細菌が働く。この細菌の名称を答えよ。

問7 窒素分子(N₂)から有機窒素化合物が作り出されるには二つの重要な働きが関与する。これらの働きをそれぞれ漢字四文字で示し、その作用について説明せよ。

II 以下の文章を読み、設問に答えよ。

ショウジョウバエの遺伝子AのmRNAは、卵形成中に合成され、卵に蓄積する。遺伝子Aに異常のある突然変異体(以下、変異体)の卵由来の胚は、頭部と胸部を持たない。図1は、受精後約1時間の野生型の初期胚の細胞質を同時期の変異体の胚の前方に注入し、頭部と胸部が正常に発生するかどうかを調べた結果である。横軸は、注入する細胞質を初期胚のどの位置から得たかを胚の相対的な位置として示す(最前端を0, 最後端を100とする)。縦軸は、頭部と胸部が正常に発生した割合を示す。図2は、変異体の様々な時期の胚に野生型の初期胚の細胞質を注入したときの結果で、横軸は注入された方の胚の受精後の時間、縦軸は図1と同じである。なお、注入する細胞質の量はどの実験でも同じである。

問1 遺伝子Aのように卵形成中に mRNA が合成されて卵に蓄積し、子の発生に影響を与える遺伝子は何と呼ばれるか。

問2 ショウジョウバエの卵割の様式を答えよ。また、卵細胞には細胞周期の進行に必要な物質が体細胞と比べて非常に多く蓄積している。このことから考えられる、卵割時の細胞周期の特徴を述べよ。

問3 下線部から、遺伝子Aの予想される役割を答えよ。

問4 図2において、注入した細胞質は、胚の前方、中央、後方のいずれから得たものか。またその理由を、図1の結果をふまえて説明せよ。

問5 図2より、遺伝子Aについて分かることを簡潔に述べよ。

問6 遺伝子Aの役割を確認するために、正常な遺伝子AのmRNAを変異体の初期胚の前方に注入した。mRNA注入を野生型ではなく、変異体の胚に行う利点を答えよ。

問7 変異体の精子と野生型の卵とを受精させた受精卵由来の胚の発生はどうなるか、a～cから選び、記号で答えよ。

- a. 頭部と胸部がなくなる b. 尾部がなくなる c. 正常に発生する

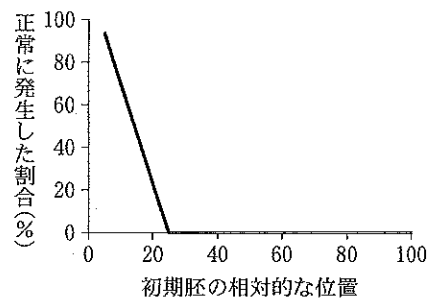


図1

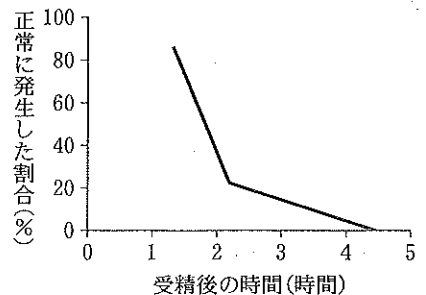


図2

Frohnhöfer & Nüsslein-Volhard 1986 より改変

III 以下の文章を読み、設問に答えよ。

ヒトをはじめとする脊椎動物の体内環境は、自律神経系とホルモンによって調節・維持されている。自律神経系には交感神経と副交感神経がある。1 交感神経と副交感神経が拮抗して働くことで、器官の働きが調節されている。

一方、ホルモンは、2 内分泌腺と呼ばれる特定の器官の細胞で作られ、直接血液中に分泌されて、特定の組織や器官の働きを調節する。副腎は重要な内分泌腺の一つであり、複数のホルモンを生成・分泌している。3 副腎皮質は糖質コルチコイドや鉱質コルチコイドを、副腎髄質はアドレナリンを分泌している。4 何らかの原因で副腎皮質の働きが低下し、副腎皮質から分泌されるホルモンの量が減少した場合、様々な症状が現れることが知られている。

問 1 下線部 1 について、自律神経の作用により調節を受ける器官などの具体例を二つあげ、交感神経の興奮がどのように働くのかを簡潔に説明せよ。

問 2 交感神経が出ている中枢神経系の部位を一か所、副交感神経が出ている中枢神経系の部位を三か所あげよ。

問 3 下線部 2 について、副腎および脳下垂体以外の内分泌腺を三つあげよ。

問 4 下線部 3 について、糖質コルチコイドとアドレナリンの標的細胞への作用の仕方の違いを「細胞膜」と「受容体」という語句を用いて説明せよ。

問 5 下線部 4 について、この場合に起こる体内環境の変化に当てはまると考えられるものを下記からすべて選び、記号で答えよ。

- | | | |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| ア. 血糖値が増加する | イ. 血糖値が減少する | ウ. 血中 Na ⁺ 濃度が増加する |
| エ. 血中 Na ⁺ 濃度が減少する | オ. 血中 K ⁺ 濃度が増加する | カ. 血中 K ⁺ 濃度が減少する |

IV 以下の文章を読み、設問に答えよ。

脊椎動物の一部の綱では発生の過程で胚膜ができる。胚膜にはしょう膜、羊膜、卵黄嚢膜、尿膜がありそれぞれに機能がある。たとえば羊膜のなか(羊膜腔)には(イ)が蓄えられる。ヒト胚は胚膜と子宮内膜とで形成された胎盤を介して母体とつながっている。ヒト胎児(受精後約8週以降)の血液循環系は成体とは異なっている。胎児の心臓を基準として血管を動脈と静脈に分類すると、胎盤から胎児の心臓に向かう静脈には(ロ)を多く含む(ハ)血が流れている。また、1 胎児では呼吸器系、消化器系がまだ機能していないために血流路を直接つなぐ構造、すなわち、2 心臓では左右の心房間に弁をもつ孔、肺循環では3 右心室から出る(ニ)と大動脈との間に血流路が存在する。このように胎児では、4 肺循環と体循環の血液が混ざり合う。

問 1 (イ)～(ニ)の空欄に適切な語句を入れよ。

問 2 胚膜を持つ利点を二つあげよ。また、胚膜を持つ脊椎動物門の綱を三つあげよ。

問 3 ヒトの血液循環は閉鎖血管系である。閉鎖血管系とはどのような循環系か。

問 4 1) 下線部 1 の胎児における血流路を直接つなぐ構造にはどのような利点が考えられるか。

2) 下線部 2 は、成体ではどの部位とどの部位か、図 1 の番号を用いて答えよ。

3) 下線部 3 は、成体ではどの部位とどの部位か、図 1 の番号を用いて答えよ。

問 5 成体で下線部 4 のような血流路をもつ脊椎動物門の綱を二つあげよ。

問 6 1) 図 2 は胎児と母体における酸素解離曲線を示している。胎児の酸素解離曲線は a, b のどちらか。また、なぜ胎児と母体では酸素解離曲線が異なるのか、その理由を述べよ。

2) 母体血中の全ヘモグロビンに対する酸素ヘモグロビンの割合は胎盤に入る直前で 90% であった。胎盤における酸素分圧が 30 mmHg のとき、母体血が胎盤に入った後の母体血中の全ヘモグロビンに対する酸素ヘモグロビンの割合は何%か(i)。また、その時に酸素を放出した酸素ヘモグロビンは、母体血中の全ヘモグロビンに対して何%か(ii)。

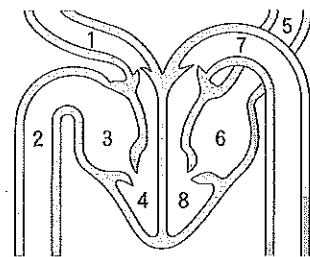


図 1 成体の心臓の前から見た断面模式図

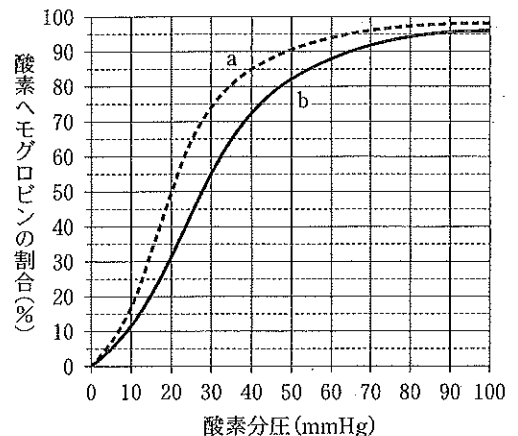


図 2 胎児と母体の酸素解離曲線