

## 生物解答例

### (問題の概要)

個別入試・生物では次の3題の大問から成る。

大問1は心臓と血液に関する問題である。基本的な知識を問う問題の他に、事実に基づいて論理的に考えて答えを導く問題を出題した。

大問2では、生物リズムを対象にした問題である。大問1と同様に、基本的な知識を問う問題に加えて、グラフから結果を導く問題や論理的に考えて答えを導く問題を出題した。

大問3はヒキガエルによる定型行動に関する問題である。基本的な知識を問う問題に加えて、実験結果から適切な仮説を立てる問題、仮説を検証するための実験を立案する問題を出題した。

1

### 問題1

a)

ア) 自律的な電気的な信号を発生する。

イ) 右心室から左心室へ静脈血が流入することで、全身への酸素供給量が減少する。

b) 新型コロナウイルスは肺炎を引き起こす可能性がある。肺で赤血球中のヘモグロビンが酸素と結合するが、肺炎によって肺への酸素の取り込み能が低下し、ヘモグロビンへの酸素の受け渡しが効率的にいかなくなる。

c) エリスロポエチンはその受容体を持っている細胞のみに作用する。赤血球前駆細胞はエリスロポエチン受容体を持っているので。

d)

ア) 解糖(系)

イ) ミトコンドリアの電子伝達系では酸素を消費されるが、ミトコンドリアが存在しないので、赤血球内に取り込んだ酸素が消費されない。その結果、酸素の運搬を効率よく進めることができる。

e) 胎児は胎盤で母体の血液から酸素を受け取る。グラフから、同じ二酸化炭素濃度

で、酸素濃度(相対値)が 20 付近の比較的低いときでは、胎児型のヘモグロビンは、成人型のヘモグロビンよりも酸素と結合しやすいことがわかる。そこで胎盤では、酸素は母体の酸素ヘモグロビンから酸素が解離され、胎児のヘモグロビンに結合して胎児の体内に運ばれる利点がある。

- f) 成体では血液における赤血球表面に存在する抗原と血漿中に含まれる抗体の両方の種類を決定することによって、血液型を判断するが、新生児の場合は赤血球表面に存在する抗原のみで血液型を決定する。
- g) 血液型が A 型のヒトにとって細菌が有する A 型抗原に類似する物質は自己と認識され、抗 A 抗体を産生するリンパ球は未熟な段階で排除されるので、A 型のヒトは抗 A 抗体ができない。
- h) 出産時に胎児の Rh 抗原が母体に移行して、主に出産後に母体で抗 Rh 抗体ができる。第一子では抗 Rh 抗体の影響を受けにくいので、無事に出産される可能性が高い。しかし、Rh+の第二子の場合は胎盤を通して抗 Rh 抗体が胎児内に入り、抗原抗体反応を起こすので。

## 2

### 問題 1

a) 古第三紀

b)

ア)(1)IgE (2)肥満 (3)ヒスタミン

イ)急激な血圧低下や呼吸困難が生じるから。

c)精子は卵のゼリー層と接触すると、先体が壊れてタンパク質分解酵素が放出される。次に精子の頭部にあるアクチンフィラメントが線維状になり先体突起を形成する。

卵は、精子が卵の細胞膜に結合すると(精子の先体突起が卵黄膜と細胞膜を通過すると)卵の細胞膜直下にある表層粒から細胞膜と卵黄膜の間に内容物が放出され、その結果、卵黄膜は細胞膜から離れ、硬化して受精膜と呼ばれるようになる。

d)

ア)(1)糸球体 (2)ボウマン囊<sup>のう</sup> (3)細尿管(腎細管) (4)集合管

イ)A

e)

ア)中脳、間脳、延髄、(橋)

イ)生命維持に関する重要な機能

## 問題 2

① 大量に発生することによって、捕食者の一部に食べられたとしても、一部が残ることにより、種として存続することができる。

②(結果)薬物の効果(持続時間)には日周(日内)リズムがある。

(メカニズム)薬物に対する感受性(効果)を体内(概日)時計が支配している。

② 無周期になる。

(理由)ピリオドタンパク質の分子の大きさ(長さ)が約 1/3(アミノ酸残基数 1224 個から 463 個)になるために、ピリオドとしての機能を失くされると予想されるから。

④ヒトのヘモグロビンとキンギョのヘモグロビンのアミノ酸配列が異なっているため、今回用いた抗体ではキンギョのヘモグロビンと抗原抗体反応が起こらなかったから。

3

## 問題 1

a)乾燥から卵を保護するため。

b)

ア)(ホルモン)鉱質コルチコイド、(分泌器官)副腎(皮質)

イ)浸透圧の調節

c)③⑤⑦

d)あらかじめ毒ヘビから採取した毒をウマなどの大型の動物に接種することで抗体を作らせ、その動物から抗体を含む血清を採取して保存し、毒ヘビにかまれた患者に接種する治療法。

e)

ア) トロコフォア幼生

イ) アサリ、プラナリア、タコ

f) クエン酸ナトリウム

g) (かぎ刺激) 動物に特定の生得的な行動を引き起こすための刺激。

(イトヨの行動) イトヨの雄は繁殖期になると腹部が赤くなり、これがかぎ刺激となり同種の雄の攻撃行動を引き起こす。

h) (受容器と感覚) 嗅上皮、嗅覚、(受容器と感覚) 味覚芽、味覚

i) 桿体細胞が持つ視物質のロドプシンはレチナールとオプシンからなり、ロドプシンに光が当たると、レチナールの立体構造が変化して、オプシンから離れ、桿体細胞が興奮する。

j) 盲斑と黄斑の距離を  $X(\text{mm})$  とすると、 $80 : X = 280 : 24$ 、 $X = 6.857\cdots \approx 6.9$

答え 6.9 mm

## 問題 2

ア) 水平方向に伸びた長方形の刺激が水平方向に動くという特徴。

イ) (仮説) ヒキガエルに向き直り定位を起こすための図形の動く速さには最適な速度が存在する。

(実験計画) 縦 2.5 mm、横 40 mm の図形を水平方向に動かすが、図形が 1 往復する速さを現在の 2 秒という条件ではなく、0.5 秒、1 秒、5 秒、10 秒、30 秒といういろいと変えたときの定位行動を示すかどうかを調べる。