

(K-54-M)


令和5年度入学試験問題

理 科

注 意 事 項

1. 指示があるまでこの冊子の中を見てはいけません。
2. 生物，物理，化学の中から2科目選択しなさい。
3. 1科目につき1枚の解答用紙を使用しなさい。
4. 解答用紙のマーク数字は，次の「良い例」のように，濃く正しく塗りつぶしなさい。正しく塗りつぶされていない場合，採点できないことがあります。

良い例……………●

悪い例……………

5. 各解答用紙には解答欄の他に次の記入欄があるので，正確に記入しなさい。
 - ① 氏名欄……………氏名を漢字とフリガナで記入しなさい。
 - ② 受験番号欄……………6桁の受験番号を算用数字で記入し，マーク欄の数字を正しく塗りつぶしなさい。
 - ③ 解答科目欄……………解答する科目名を記入し，該当科目のマークを塗りつぶしなさい。
6. 解答方法は，問題の解答に対応した解答欄の数字を塗りつぶしなさい。

例えば

- ・ ア と表示のある解答欄に対して②と解答する場合，解答用紙の解答欄 ア の②を塗りつぶしなさい。
- ・ ア と表示のある解答欄に対して③⑤⑦と解答する場合，解答用紙の解答欄 ア の③⑤⑦を塗りつぶしなさい。

7. この問題冊子の余白を下書きに用いて構いません。
8. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れなどに気がついた場合は，手を上げて申し出なさい。
9. 試験中に質問がある場合は，手を上げて申し出なさい。
10. 試験終了後，この問題冊子は持ち帰りなさい。
11. 途中退場は認めません。
12. この冊子は，全部で32ページです。生物，物理，化学の順になっています。

目 次

生 物	1～14 ページ(問題Ⅰ～Ⅳ)
物 理	15～22 ページ(問題Ⅰ～Ⅳ)
化 学	23～32 ページ(問題Ⅰ～Ⅲ)

生 物

I 以下の問いに答えよ。

問 1 ヒトのゲノム中に含まれる遺伝子の数として最も適切なものを①～⑤から1つ選べ。

ア

- ① 約5000 ② 約2万 ③ 約10万 ④ 約20万 ⑤ 約100万

問 2 モータータンパク質として働くタンパク質を①～⑧から全て選べ。 イ

- ① アクチン ② インテグリン ③ キネシン ④ ケラチン
⑤ ダイニン ⑥ チューブリン ⑦ トロンピン ⑧ ミオシン

問 3 生物のからだにみられる物質に関する記述として最も適切なものを①～④から1つ選べ。

ウ

- ① アミロースは単糖であり、生命活動のエネルギー源となる。
② リゾチームはステロイドであり、細菌の細胞壁を破壊する。
③ セルロースは多糖類であり、植物の細胞壁の主成分である。
④ 糖質コルチコイドはタンパク質であり、ホルモンとして働く。

問 4 硬骨魚における塩類濃度の調節に関する記述として適切なものを①～⑤から2つ選べ。

エ

- ① 淡水生の硬骨魚は水中の塩類をえらから吸収する。
② 海水生の硬骨魚は外液(海水)と体液の塩類濃度が等しい。
③ 淡水生の硬骨魚は外液(淡水)と体液の塩類濃度が等しい。
④ 淡水生の硬骨魚は、体液より塩類濃度の高い尿を排出する。
⑤ 海水生の硬骨魚は体内に入ってきた余分な塩類をえらから排出する。

問 5 ラクトースオペロンの発現調節に関する記述として最も適切なものを①～④から1つ選べ。

オ

- ① ラクトースの代謝産物と結合したリプレッサーはオペレーターと結合する。
② ラクトースが十分に存在している環境では、ラクトースオペロンの遺伝子の発現が抑制される。
③ リプレッサーがオペレーターと結合していると、ラクトースオペロンの遺伝子の発現が抑制される。
④ ラクトースオペロンの遺伝子が発現するためには、オペレーターにRNAが結合することが必要である。

問 6 DNA の複製に関する記述として最も適切なものを①～④から1つ選べ。

カ

- ① DNA ポリメラーゼは3'→5'の方向にヌクレオチド鎖を伸長させる。
- ② リーディング鎖は二重らせんが開かれていく方向に向かって連続的に合成される。
- ③ 岡崎フラグメントがDNAヘリカーゼによりつながれることでラギング鎖が合成される。
- ④ ラギング鎖の合成にはプライマーと呼ばれるRNAの短いヌクレオチド鎖を必要としない。

問 7 植物の発生と成長に関する記述として最も適切なものを①～④から1つ選べ。

キ

- ① 葉柄の基部の細胞がオーキシンを受容すると、離層が形成される。離層では細胞壁を分解する酵素が合成され、これが落葉につながる。
- ② フィトクロムの赤色光吸収型が赤色光を吸収すると遠赤色光吸収型に変わる。光発芽種子の中で遠赤色光吸収型のフィトクロムが増えると、これにより発芽が促進される。
- ③ ダイコンの芽生えは正の光屈性を示す。フォトトロピンによる青色光の受容が引き金となり、光の当たった側にオーキシンが移動することにより、このような屈曲が起こる。
- ④ オオムギの種子ではジベレリンが胚乳に作用し、アミラーゼの合成を誘導する。アミラーゼによって分解された胚乳のデンプンから糖が生じ、これが胚の成長に利用される。

問 8 日本の照葉樹林の形成における典型的な遷移に関する記述として最も適切なものを①～④から1つ選べ。

ク

- ① 草原が形成されると、次に陰樹が侵入して低木林を形成する。
- ② 遷移の進行にともない高木層の林冠は陰樹によって構成されるようになる。
- ③ 極相林の林床では、光補償点の高い樹木の芽生えは光補償点の低い樹木の芽生えより育ちやすい。
- ④ 陽樹林が形成されると、陽樹の環境形成作用により陽樹の芽生えが陰樹の芽生えより育ちやすくなる。

問 9 進化に関する記述として最も適切なものを①～④から1つ選べ。

ケ

- ① エディアカラ生物群は、最初の脊椎動物である無顎類を含んでいる。
- ② イクチオステガは最初に陸に上がった原始的な、は虫類であったと考えられている。
- ③ 最古の植物の化石として見つかったクックソニアはコケ植物同様に維管束を持たない。
- ④ 酸素を発生させる光合成を最初に行ったシアノバクテリアは細胞内に葉緑体を持っていたと考えられている。

Ⅱ 以下の問いに答えよ。

問 1 図 1 はミトコンドリアを模式的に表している。

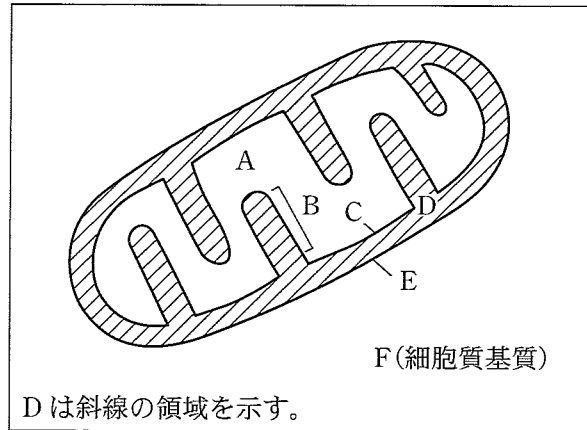


図 1

(1) 図の A, B, C, E に当てはまる語句として最も適切なものを①～⑨からそれぞれ 1 つずつ選べ。

- A : B : C : E :
- ① 外膜 ② グラナ ③ クリステ ④ 細胞壁 ⑤ 細胞膜
 ⑥ ストロマ ⑦ チラコイド ⑧ 内膜 ⑨ マトリックス

(2) 細胞呼吸における解糖系とクエン酸回路の反応が行われる領域もしくは生体膜を答えよ。

それぞれに最も適切なものを①～⑤から 1 つずつ選べ。

- 解糖系 : クエン酸回路 :
- ① 図中の A の領域 ② 図中の C の生体膜 ③ 図中の D の領域
 ④ 図中の E の生体膜 ⑤ 図中の F の領域

(3) 細胞呼吸における解糖系とクエン酸回路を表す反応式を答えよ。それぞれに最も適切なものを①～⑥から1つずつ選べ。ただし、反応式では得られるATPについての記載は省略されている。

解糖系：

クエン酸回路：

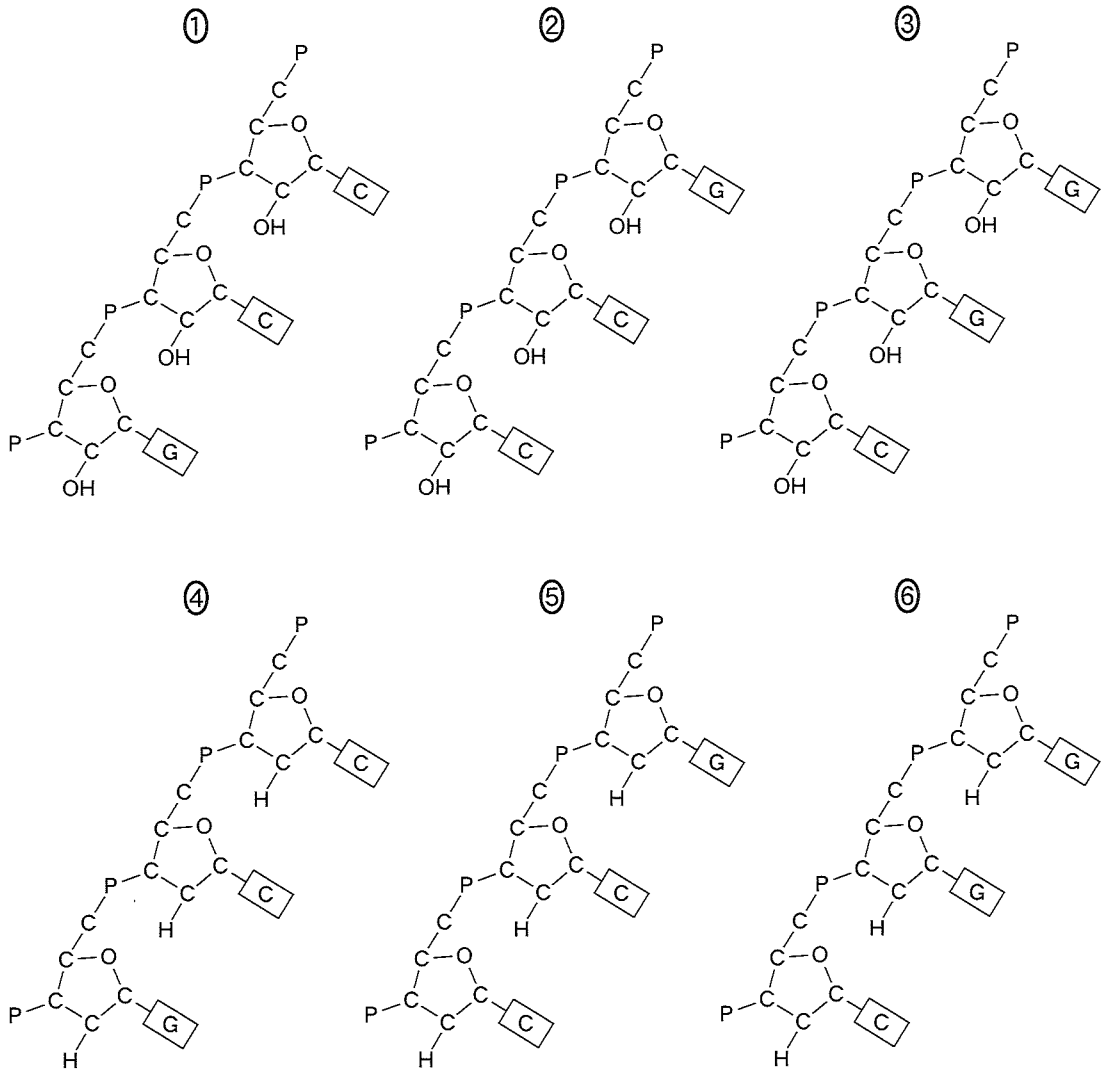
- ① $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_3H_6O_3$
- ② $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_2H_6O + 2 CO_2$
- ③ $C_6H_{12}O_6 + 6 H_2O + 6 O_2 \rightarrow 6 CO_2 + 12 H_2O$
- ④ $C_6H_{12}O_6 + 2 NAD^+ \rightarrow 2 C_3H_4O_3 + 2 NADH + 2 H^+$
- ⑤ $10 NADH + 10 H^+ + 2 FADH_2 + 6 O_2 \rightarrow 10 NAD^+ + 2 FAD + 12 H_2O$
- ⑥ $2 C_3H_4O_3 + 6 H_2O + 8 NAD^+ + 2 FAD \rightarrow 6 CO_2 + 8 NADH + 8 H^+ + 2 FADH_2$

(4) 細胞呼吸における電子伝達系の過程では、連続した酸化還元反応による e^- の移動に伴って H^+ がある領域から別の領域に輸送される。どの領域からどの領域に H^+ が輸送されるか、最も適切なものを①～④から1つ選べ。

- ① 図中のAからDの領域
- ② 図中のDからAの領域
- ③ 図中のDからFの領域
- ④ 図中のFからDの領域

問 2 核酸に関する以下の問いに答えよ。

- (1) ある mRNA の塩基配列の一部は 5'-GGC-3' であった。この塩基配列の鋳型となった部分の DNA (鋳型鎖) を模式的に表したものとして最も適切なものを①～⑥から 1 つ選べ。図では P がリン、C が炭素、O が酸素、H が水素、四角に囲まれた G、C が塩基を表している。ただし、H は特定の位置のみを表示しており、また P に結合している O は省略している。



- (2) ある二本鎖 DNA を構成する各塩基の割合を調べたところ、アデニンが全体の 18% を占めていた。この時、グアニンは何%か、小数第 1 位を四捨五入した値で答えよ。例えば、値が 1.2% の場合は、 % とする。
 %

問 3 図 2 は、ヒトの心臓の収縮と弛緩の 1 サイクルにおける左心室の容積と内圧が変化する様子を模式的に示しており、矢印は変化する順を示している。

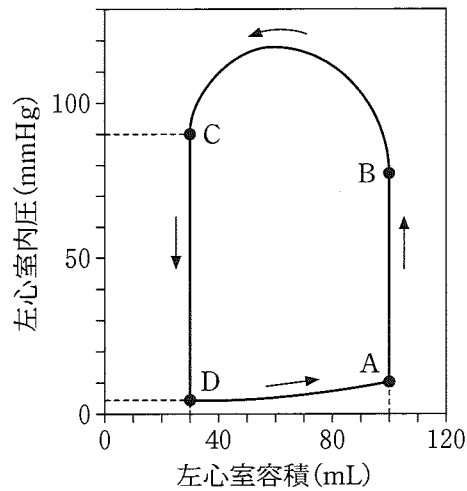


図 2

(1) 以下の(a), (b)の状態は、図の中のいずれの区間の変化に相当するか、最も適切なものをそれぞれ①～④から 1 つ選べ。

(a) 左心室の出口にある弁が開き、左心室内の血液が大動脈へ送り出される。

(b) 左心房内の血液が左心室内へ移動する。

- ① A→B ② B→C ③ C→D ④ D→A

(2) 大動脈内の血圧が最低となる時期として最も適切なものを①～④から 1 つ選べ。

- ① A ② B ③ C ④ D

(3) 図 2 の心臓の 1 分間あたりの心拍数が 75 回の場合、(a) 左心室の容積と内圧の状態が A から B→C→D へと移動し、再び A に戻るまでの 1 サイクルの時間(秒)と、(b) 1 分間に左心室から送り出される血液量(mL)を答えよ。(a)については、小数第 2 位を四捨五入した値で答え、答えが 0.12 秒のときは . 秒とせよ。(b)については、小数第 1 位を四捨五入した値で答え、答えが 123.4 mL のときは、

mL とせよ。

(a) . 秒 (b) mL

Ⅲ アフリカツメガエルの発生について、以下の問いに答えよ。

A 図1は、アフリカツメガエルの胞胚および後期神経胚の断面の模式図である。

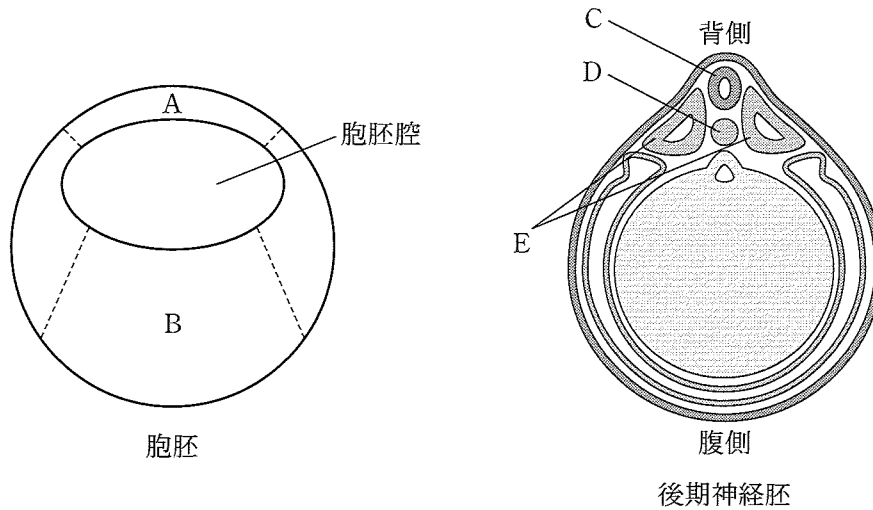


図1

問1 図1の後期神経胚におけるC, D, Eの組織の名称として最も適切なものを①～⑥からそれぞれ1つ選べ。

C: D: E:

- ① 神経管
- ② 腎節
- ③ 脊索
- ④ 側板
- ⑤ 体節
- ⑥ 腸管

問2 正常発生において、図1の後期神経胚のC, D, Eの組織のうち、図1の胞胚のAの領域から形成されたものはどれか。最も適切なものを①～⑦から1つ選べ。

- ① Cのみ
- ② Dのみ
- ③ Eのみ
- ④ CとD
- ⑤ CとE
- ⑥ DとE
- ⑦ C, D, Eのすべて

問 3 図 1 に示された領域 A と B を切除し、図 2 のように互いに接着させて培養したところ、A の領域から新たな細胞の分化が観察された。分化が確認された細胞として適切なものを①～⑥から全て選べ。 オ

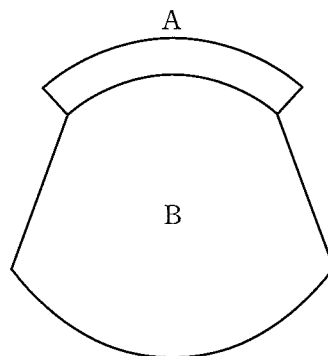


図 2

- ① 胃の上皮細胞
- ② 肝細胞
- ③ 筋細胞
- ④ 小腸の上皮細胞
- ⑤ すい臓の B 細胞
- ⑥ 脊索の細胞

B 図1のAの領域には、細胞外に分泌されて働くタンパク質Xが分布している。Aの領域の組織片を用いて、下記の実験1～3を行った(図3)。

- (実験1) 図1のAにあたる領域を切除し、そのまま培養液中で培養すると表皮に分化した。
 (実験2) 図1のAにあたる領域を切除し、細胞を一つ一つばらばらに解離して細胞を洗浄した。その後、培養液中で培養すると、神経に分化した。
 (実験3) 図1のAにあたる領域を切除し、細胞を一つ一つばらばらに解離して細胞を洗浄した。その後、十分量のタンパク質Xを含む培養液中で培養すると、表皮に分化した。

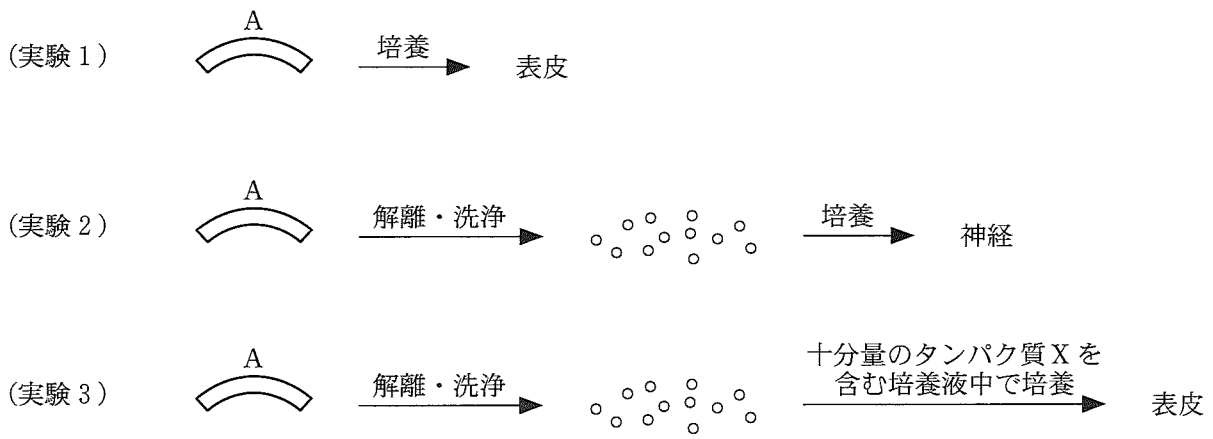


図3

問4 タンパク質Xの名称ならびに働きに関する記述として最も適切なものを①～④から1つ選べ。

- ① タンパク質Xはノギンであり、Aの領域を構成する細胞の神経細胞への分化に必要な遺伝子の発現を抑制する。
- ② タンパク質Xはノギンであり、Aの領域を構成する細胞の表皮細胞への分化に必要な遺伝子の発現を抑制する。
- ③ タンパク質XはBMPであり、Aの領域を構成する細胞の神経細胞への分化に必要な遺伝子の発現を抑制する。
- ④ タンパク質XはBMPであり、Aの領域を構成する細胞の表皮細胞への分化に必要な遺伝子の発現を抑制する。

図1のAの領域には、タンパク質Xに加えて、その受容体(X受容体)も発現している。タンパク質XはX受容体に結合してこれを活性化する。さらにタンパク質Xは、細胞外に分泌されて働くタンパク質Yとも結合することが分かっている。

このタンパク質Yの働きを調べるために、下記の実験4を行った(図4)。

(実験4) タンパク質Yを指定するmRNAを受精卵に注入し、胞胚期まで発生させた。その後、図1のAにあたる領域をこの胞胚から切除し、そのまま培養液中で培養すると神経に分化した。

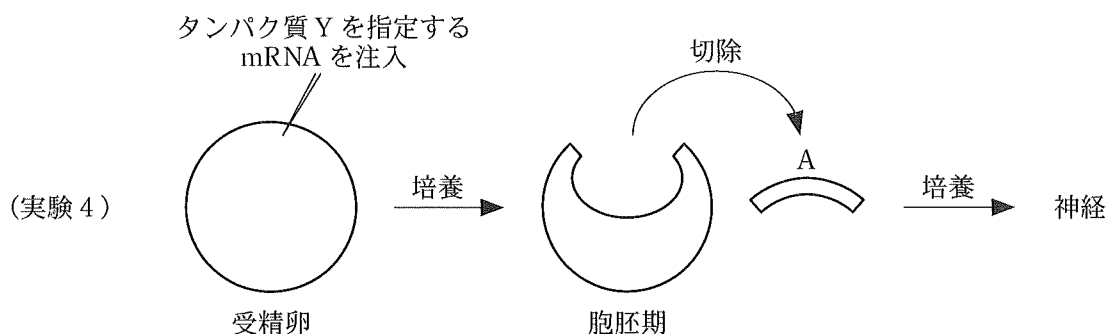


図4

問5 上記の説明と実験1～4の結果から考えられることとして、最も適切なものを①～④から1つ選べ。ただし、合成されたタンパク質YはAの領域に分布しているものとする。

キ

- ① XとYが結合すると、XがX受容体に結合できるようになり、X受容体が活性化される。その結果、Aの領域を構成する細胞は神経に分化する。
- ② XとYが結合すると、XがX受容体に結合できるようになり、X受容体が活性化される。その結果、Aの領域を構成する細胞は表皮に分化する。
- ③ XとYが結合すると、XがX受容体に結合できなくなり、X受容体が活性化されなくなる。その結果、Aの領域を構成する細胞は神経に分化する。
- ④ XとYが結合すると、XがX受容体に結合できなくなり、X受容体が活性化されなくなる。その結果、Aの領域を構成する細胞は表皮に分化する。

IV ミツバチの色覚と学習行動に関する文章を読み、以下の問いに答えよ。

A ミツバチの色覚に関する行動実験

(実験1) 実験室内の机の上一枚の青い色紙を置き、周囲に白から黒までの様々な明るさ(明度)の灰色の紙を並べた(図1)。次に時計皿を各々の紙の上に置き、青い色紙の上の時計皿にのみ砂糖水を入れた。ここにミツバチを通わせ、砂糖水と青い色紙との関係を学習させた。

数時間後、すべての紙を新しいものと入れ替え、場所もランダムに入れ替えた。すべての紙の上に空の時計皿を置き、ミツバチがどの紙の上に降りるのかをテストした。その結果、ミツバチは青と灰色の色紙を区別して青の色紙の上のみ降りることが分かった。紙に匂いや汚れが付かないように透明のガラス板を紙の上にのせ、その上に時計皿をおいて学習させても結果に違いはなかった。

(実験2) 紫・緑・黄・赤の色紙の中から1色を選び、実験1と同様に砂糖水と選んだ色の関係を学習させた。その後、学習させた色紙1枚と様々な明るさの灰色の紙を並べ、どの色の紙の上に降りるのかをテストした。その結果、紫・緑・黄で学習させたミツバチは学習させた色の紙の上に降りたが、赤で学習させたミツバチは赤の他に濃い灰色の紙の上にも降りた。

(実験3) 紫・緑・黄・赤の色紙の中から1色を選び、実験1と同様に砂糖水と選んだ色の関係を学習させた。その後、青・紫・緑・黄・赤の色紙を並べ、どの色の紙の上に降りるのかをテストした。その結果、紫で学習させたミツバチは紫と青の色紙の上に降りた。また、黄色で学習させたミツバチは黄色と緑の色紙の上に降り、緑で学習させたミツバチは緑と黄色の色紙の上に降りた。赤で学習させたミツバチは赤の色紙の上のみに降りた。

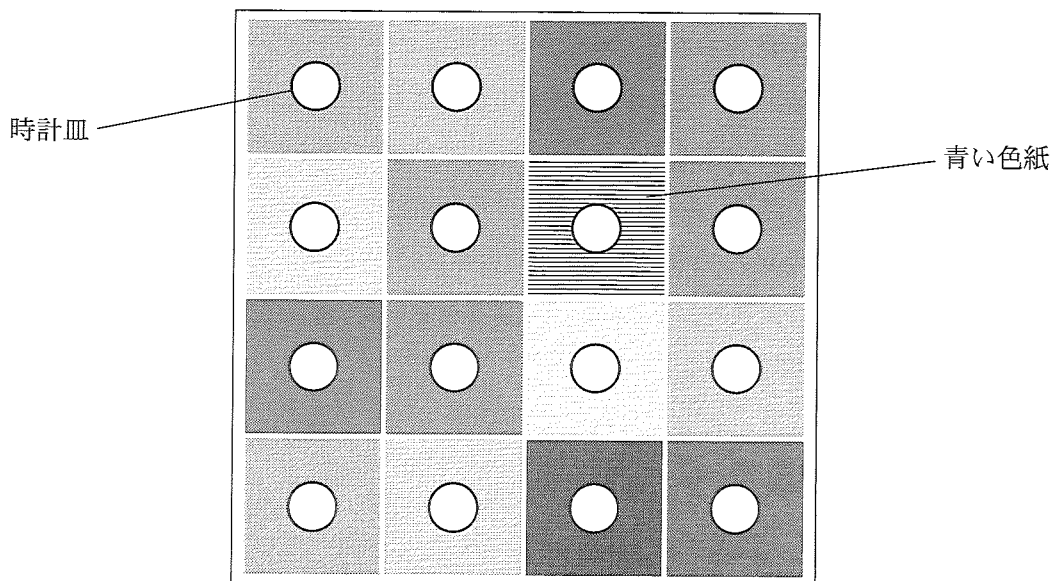


図1

問 1 実験 1 にみられるようなミツバチの学習は何というか，最も適切なものを①～⑤から 1 つ
選べ。

- ① オペラント条件付け
- ② 固定的動作パターン
- ③ 古典的条件付け
- ④ 慣れ
- ⑤ 知能行動

問 2 実験 1～3 の結果から考えられることとして適切なものを①～⑤から 全て 選べ。

- ① ミツバチは青と緑の色紙を区別できる。
- ② ミツバチは青と紫の色紙を区別できる。
- ③ ミツバチは灰色と紫の色紙を区別できる。
- ④ ミツバチは赤と濃い灰色の色紙を区別できる。
- ⑤ ミツバチは紙の色ではなく，すべて明るさ(明度)で区別している。

B ミツバチの匂い学習に関する行動実験

(実験4) ミツバチは触角で味覚刺激を受容することができる。ミツバチの触角に砂糖水を触れさせるとミツバチは口吻を伸展させる無条件反射をおこす。砂糖水による味覚刺激の直前に、触角に匂い刺激(条件刺激)としてペパーミントの匂いを与える訓練(条件付け)をすることにより、訓練前には匂い刺激だけを与えても口吻伸展を起こさなかったミツバチが、匂い刺激だけで口吻伸展を起こすようになる。この訓練を複数のミツバチに行い、テストとして匂い刺激のみを与えて口吻伸展をおこしたミツバチの割合から匂い学習の形成を判定した。

1回の訓練で誘導された記憶は数日かけて減衰する。このような記憶を短期記憶と呼ぶ。一方、訓練を2分間隔で3回行うと、長時間安定して維持される記憶が誘導され、これを長期記憶と呼ぶ。この条件付け記憶の形成には、匂い学習に関与する触角葉という脳領域の神経細胞群において、新たなタンパク質の合成が必要であることが知られている。これを確かめるために、図2の矢印で示したタイミングで触角葉にタンパク質合成阻害剤を投与し、1日ごと(24時間間隔)にテストを行って匂い学習への影響を調べた。訓練24時間後の投与は、1日後のテストの直後に行った。なお、タンパク質合成阻害剤は投与直後から作用するものとする。また対照実験では、タンパク質合成阻害剤を含まない生理的食塩水のみを、図2の矢印で示したいずれかのタイミングで1回投与したが、どのタイミングで投与しても結果は変わらなかった。

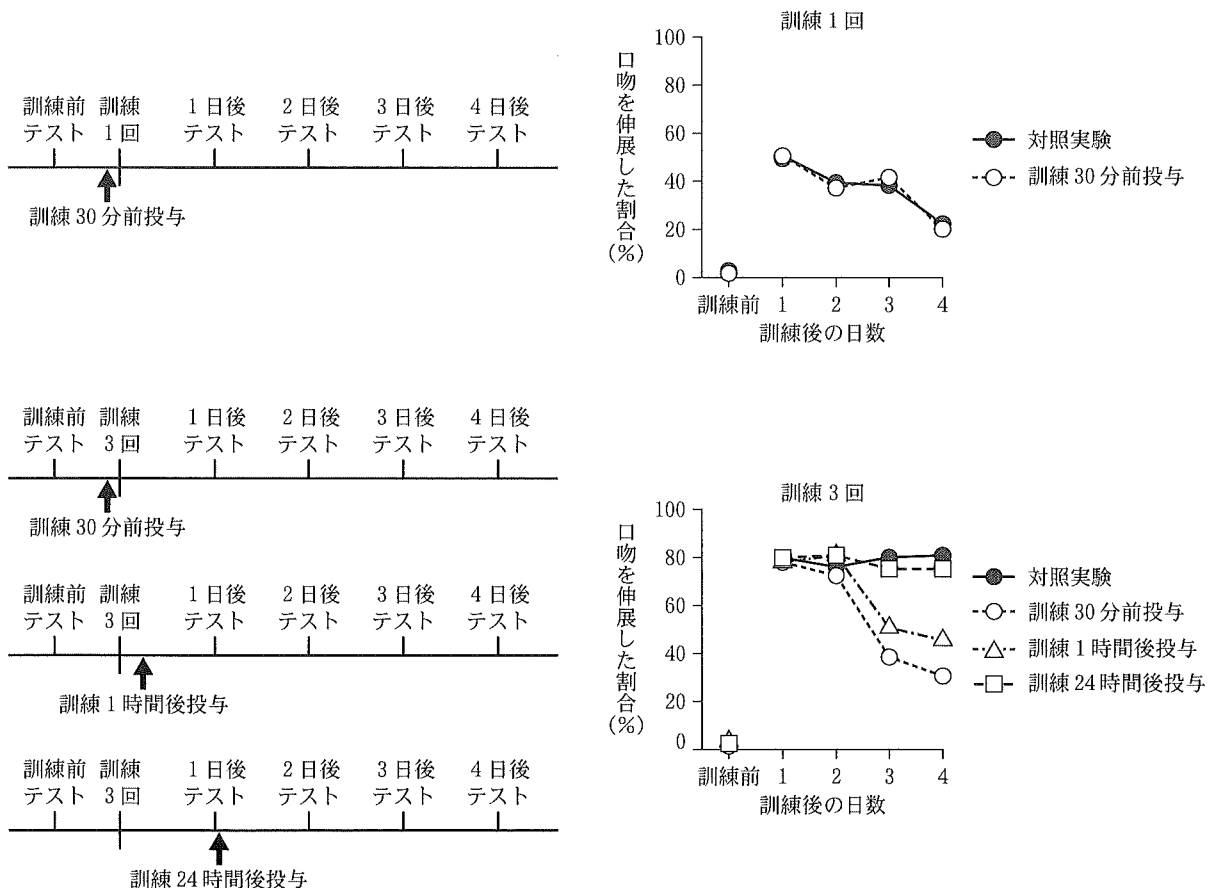


図2

問 3 実験 4 にみられるようなミツバチの学習は何というか、最も適切なものを①～⑤から 1 つ
選べ。 ウ

- ① オペラント条件付け
- ② 固定的動作パターン
- ③ 古典的条件付け
- ④ 慣れ
- ⑤ 知能行動

問 4 実験 4 の結果の解釈として最も適切なものを①～⑤から 1 つ選べ。 エ

- ① タンパク質合成阻害剤の効果は 1 時間以内に無くなる。
- ② 匂いの短期記憶の形成には、触角葉でのタンパク質合成が必要である。
- ③ 匂いの短期記憶の形成が阻害されると、長期記憶の形成も阻害される。
- ④ 匂いの記憶を維持するには、触角葉において数日間継続したタンパク質の合成が必要である。
- ⑤ 匂いの長期記憶の形成には、訓練の 1 時間後から 24 時間の間に触角葉で合成されるタンパク質が必要である。