

### 作問意図

2023 年度の試験問題作成に当たり、基礎的な生物学的知識に加え、読解力・論理的思考力・説明力等が問える問題になるように留意した。①では、体細胞分裂と減数分裂に関する知識と、遺伝情報複製機構に加え、遺伝的多様性を作り出す仕組みの理解度を、②では、動物の初期発生を題材として、軸形成の分子機構と胚発生実験の結果を正しく理解する能力を、そして③では、生物の様々な行動が、外界情報を受容し神経系を介して制御される仕組みについて、正しく理解し的確に説明する能力を備えているかを問うた。また、全ての設問において、問題中に示された内容や実験データを正しく解釈する能力や応用力を問うことも試みた。

① 体細胞分裂と減数分裂に関して基本的な理解ができているのか様々な視点から問う問題である。

問 1：細胞分裂に関する基礎知識を問うた。

問 2：細胞周期と DNA 量の関わりについて理解できているかを問うた。

問 3：細胞分裂に関わる DNA 複製についての基本知識を問うた。

問 4：細胞分裂と細胞形態、また細胞形態と DNA 量の関わりが理解できているかを問うた。

問 5：減数分裂においてどのようにして遺伝的多様性が生じるのかを問うた。

問 6：医学を学ぶ上で生殖に関わる臓器について理解しているかを問うた。

問 7：減数分裂において卵と精子の形成過程が異なる点に疑問を持ち、何故そのようなしくみが生じるのか論理的に説明できるのかを問うた。

② 動物の初期発生の過程について理解度を問う問題である。

問 1：カエルの発生に関する基礎知識を問うた。

問 2：カエルの発生に関する基礎知識を問うた。

問 3：形成体の発見に至った重要な実験の内容を理解しているかを問うた。また、それを説明する能力があるかを問うた。

問 4：背腹軸の形成における形成体のはたらきに関する基礎知識を問うた。

問 5：実験結果を論理的に考察し、解析する能力があるかを問うた。

③ 2000 年にノーベル生理学・医学賞を受賞したエリック・カンデル博士が行ったアメフラシを用いた実験を中心に、生物の様々な行動が制御される仕組みに関する理解度を問う問題である。

問 1：生物の様々な行動に関心を持ち、そのうち生得的な行動について正しい知識を有しているかを問うた。

問 2：生物が外界からの刺激をどのように受容して神経活動へと変換し、その電気信号が筋肉収縮を引き起こす仕組みについて正しく理解しているかを問うた。

問 3：学習の一つである「慣れ」の仕組みについて正しく理解しているかを問うた。

問 4：「慣れ」を解除する「脱慣れ」と、刺激に対してより敏感に応答ようになる「鋭敏化」の仕組みについて正しく理解しているかを問うた。

解答例

1

問 1

ア-核, イ-細胞質, ウ-体細胞, エ-減数, オ-細胞周期, カ-染色体, キ-配偶子, ク-半減/半分

問 2

G<sub>1</sub>期 24 x 330/600 = 13.2 時間

(G<sub>2</sub>+M)期 24 x 180/600=7.2 時間

M 期は 2 時間なので G<sub>2</sub>期は 7.2 - 2 = 5.2 時間

S 期は 24 - (13.2 + 7.2) = 3.6 時間

G<sub>1</sub>期は 13.2 時間, S 期は 3.6 時間, G<sub>2</sub>期は 5.2 時間

問 3

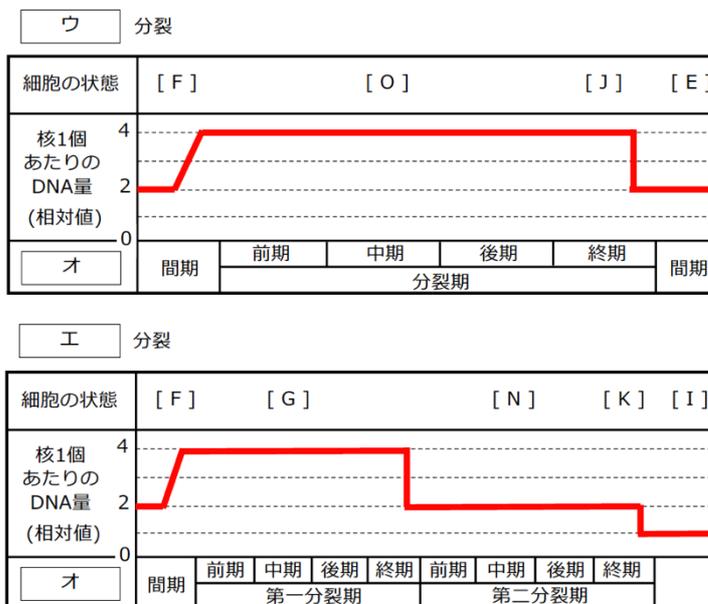
i) 酵素の名称 : DNA ポリメラーゼ (DNA 合成酵素)

酵素の性質 : ① DNA の 5' → 3' 方向にだけ DNA 鎖 (ヌクレオチド鎖) を合成 (複製/伸長) することができる。② DNA 鎖 (ヌクレオチド鎖) の合成 (複製/伸長) 開始には (RNA) プライマーを必要とする。③ 一本鎖 DNA の塩基配列に相補的なヌクレオチドを結合させて DNA 鎖を合成する。

ii) 構造の名称 : テロメア, 酵素の名称 : テロメラーゼ

問 4

終期の途中で核膜が形成された時点で, 核 1 個あたりの DNA 量が変化することが示されていれば良い。



問 5

DNA が複製されてできた 2 本の染色体は, くっついたまま相同染色体と対合し, 二価染色体を形

成する。二価染色体の相同染色体間で交差が起こり、染色体の一部が交換される乗換えが起こり、遺伝的多様性が生じる。この染色体の交差部位をキアズマとよぶ。

問6

精巣，卵巣

問7

受精後の初期発生の卵割は分裂速度が速く，成長を伴わずに分裂を続ける。そのため，一次卵母細胞の細胞質に含まれる卵割に必要な物質である卵黄（リボソームや mRNA 等を含む）をあらかじめ1つの卵に集中させることが生存に有利であると考えられるため。

2

問1

ア：表層回転，イ：ノーダル，ウ：形成体，エ：ノギンまたはコーディン

問2

あ：前，い：腹，う：後，え：背，お：左，か：右

問3

一方の胚の原口背唇部をもう一方の胚の腹側赤道部に移植した。すると移植片を中心に二次胚が形成された。種の色の違いから，二次胚を形成する組織の多くが宿主胚に由来することがわかり，原口背唇部が胚の軸構造を誘導するはたらきを持つこと（移植片が宿主胚の細胞にはたらきかけて背側の組織形成を誘導したこと）が明らかとなった。

問4

背側から腹側の間で BMP のはたらきを段階的に抑制する。

問5

(i)  $\beta$ -カテニンの濃度：増える

A と B のはたらき：②，③

(ii) A と B のはたらき：②

実験Ⅳの結果は， $\beta$ -カテニンによって誘導される二次胚の形成が，A の mRNA により阻止されたことを示している。それゆえ，A は  $\beta$ -カテニンの分解を促進すると考えられる。また，実験ⅡとⅢの結果から，正常なカエルの胚の背側では，B が A のはたらきを抑制していると考えられる。

3

問1

動物名：ミツバチ

行動：餌場が巣からどの方向に，どのくらいの離れた距離にあるかを仲間に知らせる8の字ダンス。

(その他にも、ムシの光に対する走性行動、イトヨのかぎ刺激に対する攻撃行動、ガやアリのフェロモンを介した行動、渡り鳥に代表される定位行動、様々な生物の持つ概日リズムなども正解とした。)

## 問2

(1)

感覚細胞にある細胞の変形を感知する受容体が、イオンチャネルを活性化し、刺激の強さに応じた受容器電位を生じさせる。

(2)

(2-1)

計算式

B点とA点の距離は  $8.0 - 2.0 = 6.0$  (cm)。

筋収縮にかかった時間差は  $9.0 - 7.5 = 1.5$  (ミリ秒)。

∴この神経軸索上での興奮の伝達速度は、

$6.0 \text{ cm} \div 1.5 \text{ ミリ秒} = 4.0 \text{ cm/ミリ秒}$ 。

答え 4.0 cm/ミリ秒

(2-2)

計算式

A点を刺激して筋肉が収縮し始めるまでの時間は7.5ミリ秒。

刺激がA点から神経末端まで伝わるのに要する時間は、

$2.0 \text{ cm} \div 4.0 \text{ cm/ミリ秒} = 0.50$  ミリ秒。

一方、筋肉を直接刺激しても、収縮し始めるまでには4.5ミリ秒。

∴この神経末端から筋肉への興奮の伝達に要する時間は、

$7.5 \text{ ミリ秒} - 0.50 \text{ ミリ秒} - 4.5 \text{ ミリ秒} = 2.5$  ミリ秒。

答え 2.5 ミリ秒

## 問3

(1) ア：カルシウム

(2) シナプス小胞をシナプス前膜に融合させる。

(3) シナプス前膜のシナプス小胞が開口する領域が減少するため。

## 問4

(1) イ：セロトニン，ウ：カリウム，エ：カルシウム

(2) ③

(3) 新しくシナプスを形成するために必要な遺伝子の発現が誘導され、水管感覚ニューロンの軸索末端で分岐が生じ、えら運動ニューロンとの間に新しいシナプスが形成されて、ニューロン間の伝達効率が向上する。