

和歌山県立医科大学

平成 26 年 度

理 科

問 題 冊 子

生 物

17頁

第3問

問 4 (誤) . . . 、 無脊椎動物 では . . .



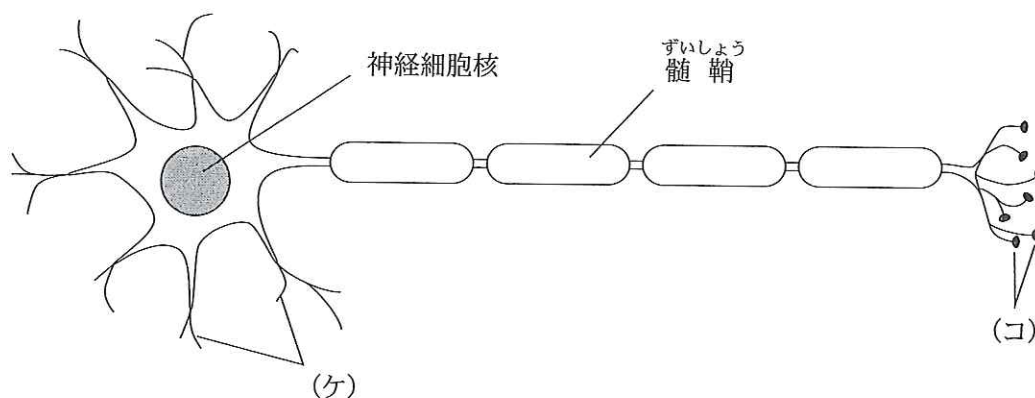
(正) . . . 、 節足動物 では . . .

生 物

第1問 以下の文章を読み、問いに答えよ。

ヒトの神経系は(ア)と脊髄を含む(イ)神経系と、それ以外の(ウ)神経系の二つに分けられる。(ウ)神経系は随意運動の制御などにかかわる体性神経系と、主に分泌の制御や不随意筋の収縮制御にかかわる自律神経系に分けられる。体性神経系には体の様々な部位に存在する受容器から(イ)神経系へ情報を伝える(エ)神経と、(イ)神経系から主に骨格筋へ情報を伝える(オ)神経が含まれる。自律神経系には拮抗的に働く(カ)神経と(キ)神経が含まれる。(カ)神経から効果器に対して放出されるのが主としてノルアドレナリンであるのに対して、(キ)神経では(ク)であることで、両者は区別される。

図1



問1 文中の(ア)～(ク)に当てはまる適当な語句を答えよ。

問2 図1は運動神経を模式的に描いたものである。

- (1) 図中の(ケ)、(コ)それぞれの名称をaからgより選び、記号で答えよ。
- (2) (ケ)と比べて(コ)により多く含まれるものを、aからgより選び、記号で答えよ。ただし、(1)で選んだものと同じものを選んで서는ならない。

- | | | | |
|--------------|-------|--------|----------|
| a 樹状突起 | b 中心体 | c 鞭毛 | d シナプス小胞 |
| e アセチルコリン受容体 | f 軸索 | g 神経終末 | |

問3 中枢神経系の機能が損なわれると随意運動の制御においてどのような事態が生じると考えられるか。5行以内で答えよ。

問 4 ^{しつがいけん}膝蓋腱反射は(エ)神経と(オ)神経が関与する骨格筋の収縮運動であるが、随意運動ではない。

- (1) この反射を引き起こすための、受容器の名称を答えよ。
- (2) この反射を引き起こすための、受容器から骨格筋に至る情報の伝達経路を、随意運動の場合と比較しつつ3行以内で答えよ。

問 5 (カ)神経により促進されるものを以下のaからfより全て選び、記号で答えよ。

- | | | |
|--------|-------|----------|
| a 心臓拍動 | b 排 尿 | c 消化管の運動 |
| d 発 汗 | e 食 欲 | f 立毛筋収縮 |

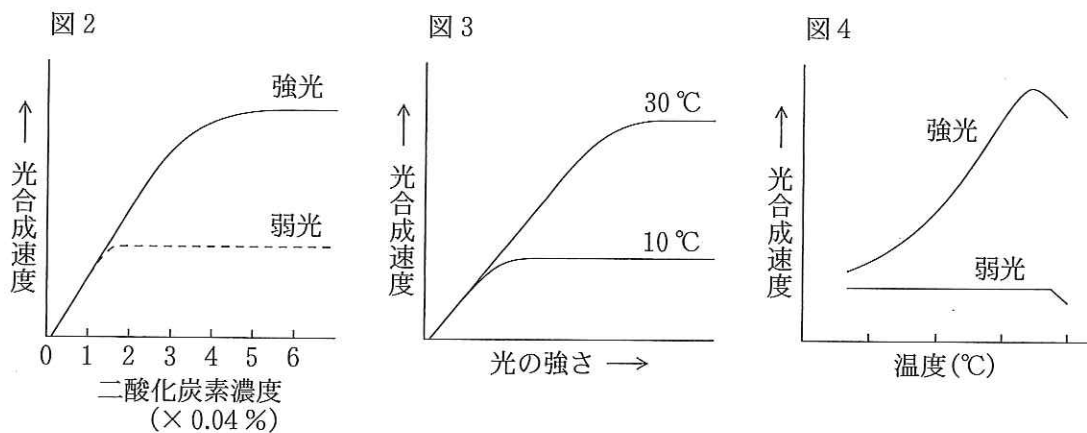
問 6 すい臓ランゲルハンス島からの血糖調節にかかわるホルモンの分泌は、(カ)神経と(キ)神経による制御を受けている。以下の語句を全て用いてこの制御の内容について5行以内で答えよ。

語群：食 後	空腹時	A細胞	B細胞	インスリン
グルカゴン	視床下部			

第2問 以下の文章を読み、問いに答えよ。

環境問題の1つに地球温暖化が取り上げられている。二酸化炭素、メタン、フロンなどは温室効果ガスと呼ばれ、温室効果を促進することが知られている。近年、人類の活動により、特に大気中の二酸化炭素濃度が急激に上昇し、温室効果による地球の温暖化が心配されている。一方で二酸化炭素は光合成による炭酸同化作用により、有機物の材料になることが知られている。つまり空気中の二酸化炭素は地球上の生命体が利用できる有機物質の供給源ということも出来る。

A 光合成の速度は、二酸化炭素濃度、温度、光の強さなどの環境要因によって影響を受ける。下の図2は、二酸化炭素濃度と光合成の速度、図3は光の強さと光合成速度、図4は温度と光合成速度の関係をそれぞれ表している。



(注) 図2では温度は一定とする。

図3及び図4では、二酸化炭素濃度は一定であり、かつ十分量存在するものとする。

問1 図2から図4に基づいて、以下のaからeより、間違っていると判断される内容の文章を全て選べ。

- a 二酸化炭素濃度が一定で十分に存在する場合、光飽和点までは光の強さが限定要因である。
- b 二酸化炭素濃度が一定で十分に存在する場合、温度を上昇させても光飽和点は変化しない。
- c 二酸化炭素濃度が一定で十分に存在する場合、光が十分に強ければ、温度が限定要因となる。
- d 温度が一定の場合、強光下でも弱光下でも常に二酸化炭素濃度が限定要因である。
- e 二酸化炭素が一定で十分に存在する場合、強光下でも弱光下でも一定以上の温度では、光合成速度は低下する。

問 2 温室においてある植物を育てるとき、温室内の二酸化炭素濃度は温室外に比べてどのようなするのが適当と考えられるか、図 2 から図 4 を参考にして理由と共に 3 行以内で答えよ。

問 3 光合成速度は二酸化炭素の吸収量で測定される。一方で植物は光の有無とは関係なく呼吸をおこない、二酸化炭素を排出し、この二酸化炭素も光合成の材料としているため、図 3 に示した光の強さと光合成速度の関係は実際の CO_2 吸収量とは異なることになる。このことを考慮に入れて、ある温度での光の強さと CO_2 吸収量の関係を解答欄に図示せよ。ただし、図中には「補償点」と「光飽和点」を書き入れよ。

B 光合成は光合成色素が光エネルギーで活性化される光化学反応(過程 1)、水を分解し、酸素と還元型補酵素を生成する反応(過程 2)、ATP の生産(過程 3)、二酸化炭素を吸収し、 C_6 化合物(炭水化物)を作る炭酸同化作用(過程 4)に分けることができる。過程 1 は光化学系 I と光化学系 II の 2 つの反応系に分けられる。また、過程 2 の還元型補酵素は NADPH_2 として知られている。

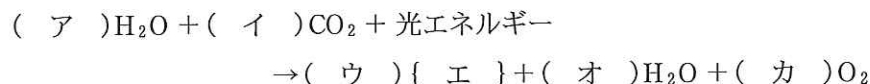
問 4 以下の(1)から(4)について答えよ。

- (1) 光合成色素の名称を答えよ。
- (2) 過程 1 から過程 3 は葉緑体のどこでおこなわれるか。
- (3) 過程 4 は葉緑体のどこでおこなわれるか。
- (4) 葉緑体の構造を模式的に表し、(2)と(3)の部位を図中に明示せよ。

問 5 光合成について述べた以下の文章 a から e より、正しいものを 2 つ選べ。

- a 光化学系 I も光化学系 II も共に光エネルギーを吸収する。
- b 水分子を分解して得られた酸素分子が還元型補酵素を酸化する。
- c 過程 4 は暗反応またはエムデンマイヤーホフ回路と呼ばれている。
- d 過程 4 において無機炭素は C_5 化合物に取り込まれて、 C_3 化合物となる。
- e 水分子を分解して得られた水素イオンは水素分子を形成し、細胞外へ放出される。

問 6 光合成全体の反応式は、



となる。()には係数が、{ }には分子式が入る。それぞれ適当な数字または分子式を記入せよ。

問 7 二酸化炭素を 12 mol 使って、問 6 の式通りに光合成が起こった場合、有機物{エ}は何 g 生成されたか。答えを求める過程がわかるように空欄に示すこと。ただし、原子量は $\text{H} = 1$ 、 $\text{C} = 12$ 、 $\text{O} = 16$ とする。また答えは小数点以下を四捨五入して求めよ。

第3問 以下の文章を読み、問いに答えよ。

A 心臓はヒトの循環系の中心をなす臓器で、主に心筋から構成される器官である。ヒトを含むほ乳類の心臓は2心房2心室である。このタイプの心臓を持つ生物の血液循環は、肺循環と体循環に分かれており、肺循環は心臓から肺を経由して心臓に戻ってくる血液の循環で、体循環は心臓から肺以外の身体の各部を経由して心臓へ戻る循環である。図5は、肺循環の仕組みを模式的に表している。このように左心室は体循環へ血液を送り出し、右心室は肺循環へ血液を送り出すため、左心室と右心室を比較すると、通常は左心室の方がより強い収縮力を必要とする。このため、ヒトのような2心房2心室の動物では心臓は左右対称ではなく、左側が右側に比べて発達している。

一方で、脊ついで動物でも魚のようにえら呼吸を行う動物の心臓は1心房1心室であるため、体循環と肺循環に分かれることはない。両生類成体の心臓は2心房1心室であり肺循環と体循環に分かれているが、心室は一つであり、血液循環はほ乳類とは大きく異なる。

問1 動物の様々な組織、器官は胚発生初期に形成される3胚葉に由来する。心臓が由来する胚葉名を答えよ。また同じ胚葉から分化する他の器官または組織名を1つ答えよ。

問2 魚類の循環系を図5のはほ乳類にならって図示せよ。ただし、静脈血と動脈血の違いがわかるように工夫すること。

問3 両生類とはほ乳類では共に肺循環と体循環に分かれているが、両者には大きな違いがある。動脈血と静脈血が含む酸素の量に注目して、両者の違いについて3行以内で答えよ。

問4 血液(体液)循環の仕組みは脊椎動物では閉鎖血管系であるが、無脊椎動物では開放血管系である。血液(体液)循環に関する両者の違いを3行以内で答えよ。

図 5

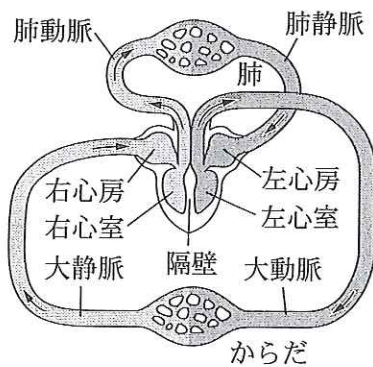
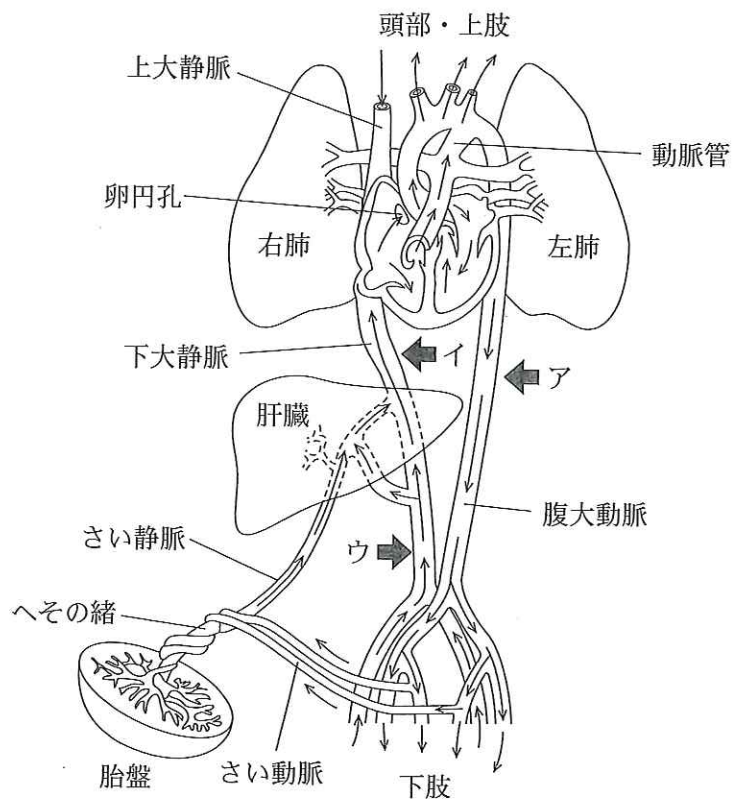


図 6



B ヒトを含むほ乳類の胎児は胎盤でガス交換を行うため、血液循環の経路は成人とは異なり、心臓の働きも出生前後で異なる。図6は胎児期の循環経路を示している。図中の矢印は血流を示している。胎児の心臓では、全身から右心房に戻ってきた血液を肺を通さずに大動脈に送り出す。そのために2つの迂回経路が存在する。1つは、左右の心房を隔てる「心房中隔」に存在する血液が入り出る孔で、これを「卵円孔」と呼ぶ。もう1つは、肺動脈と大動脈を短絡させる「動脈管」と呼ばれる管である。この2つの迂回経路により、右心房に戻ってきた血液は、一部は卵円孔を通して左心房に入り、左心室から大動脈へ、また一部は右心室から肺動脈へ行くが大半は動脈管を通してやはり大動脈へ行くことになる。大動脈から腹大動脈へ回った血液の一部は途中からさい動脈へ入り胎盤へ向かい、ガス交換を行い、さい静脈から胎児へ戻り、下大静脈で全身から戻ってきた血液と合流して右心房へ戻ることになる。迂回経路の存在により、胎児においては、左右の心室はほぼ同じ収縮力で血液を送り出す。

出生直後に肺呼吸が始まると、卵円孔と動脈管は閉じて、血液循環は成人と同じ経路となり、肺循環が始まる。これにより、循環経路が明確に分かれ、Aでも触れたように、体循環に血液を送り出す左心房-左心室と肺循環に血液を送り出す右心房-右心室の違いが明確化することになる。しかし、ごくまれに出生後に動脈管が閉じた後も、卵円孔が閉じずに心房中隔に残る場合（卵円孔開存症）がある。これは「心房中隔欠損症」(注)とも呼ばれ、先天性心疾患の1つに分類される。

(注) 卵円孔開存は、心房中隔欠損症のうちの1つである。卵円孔の開存以外が原因の心房中隔欠損症もある。

問 5 文中に示したように、胎児の循環経路ではガス交換が肺ではなく胎盤で行われるため、動脈血と静脈血に含まれる酸素の量は成人とは異なる。図 6 の循環経路に示したア、イ、ウの部位の血液に含まれる酸素の量を調べた場合、酸素を含む量が多いと予想できる順番に並べよ。またそのように考えた理由を 5 行以内で答えよ。

問 6 新生児に心房中隔欠損症が生じた場合、(1)「心房中隔」を介して、血液はどのように移動すると考えられるか、また(2)体内の血液の循環には正常な場合と比べて、どのような変化が生じると考えられるか。それぞれ理由と共に 2 行以内で答えよ。

第 4 問 以下の文章を読み、問いに答えよ。

20 世紀前半にグリフィス、アベリーらが肺炎双球菌を用いた形質転換の実験により DNA と呼ばれる物質が遺伝子として機能する可能性が高いことを示した。しかしながら遺伝のメカニズム、即ち DNA がいか^ににして遺伝子として機能するの^かは依然として謎^{なぞ}であった。この謎^{なぞ}を解く鍵^{かぎ}とな^{った}のがワトソンとクリックが提唱した DNA の分子構造モデルである。これはシャルガフが見出していた DNA の塩基成分の比率に関する法則と相まって、遺伝情報を複製して子孫に伝えるメカニズムについて大いなる示唆を与えるものであった。

問 1 グリフィスは、病原性のある S 型菌を加熱殺菌した後、病原性のない R 型菌と混合してマウスに接種すると、R 型菌の形質が S 型菌のものに転換し、マウスが肺炎を発症することを示した。この実験により病原性を規定する因子、即ち遺伝子について明らかになったことを、2 つの観点から整理して、2 行以内で答えよ。

問 2 アベリーらは、グリフィスの実験により得られた結論からさらに一步踏み込み、遺伝子が DNA であることを積極的に示すための実験を行った。以下はその実験方法の概略についての記載である。これをよく読み、(1)~(4)の問いに答えよ。

実験方法：

手順 1. S 型菌の抽出液を作成する。抽出液の中には、核酸、タンパク質などが含まれているが、生きた S 型菌は含まれていない。

手順 2. この抽出液を等量ずつ A~E の 5 本の試験管に分注する。

手順 3. 下表に従い、異なる量の DNA 分解酵素を A~E に加える。

	A	B	C	D	E
加えた DNA 分解酵素 の相対量	0.0	12.5	25.0	50.0	100.0

手順 4. 30℃ で 30 分間反応させた後、60℃ で 10 分間加熱することにより反応を止める。

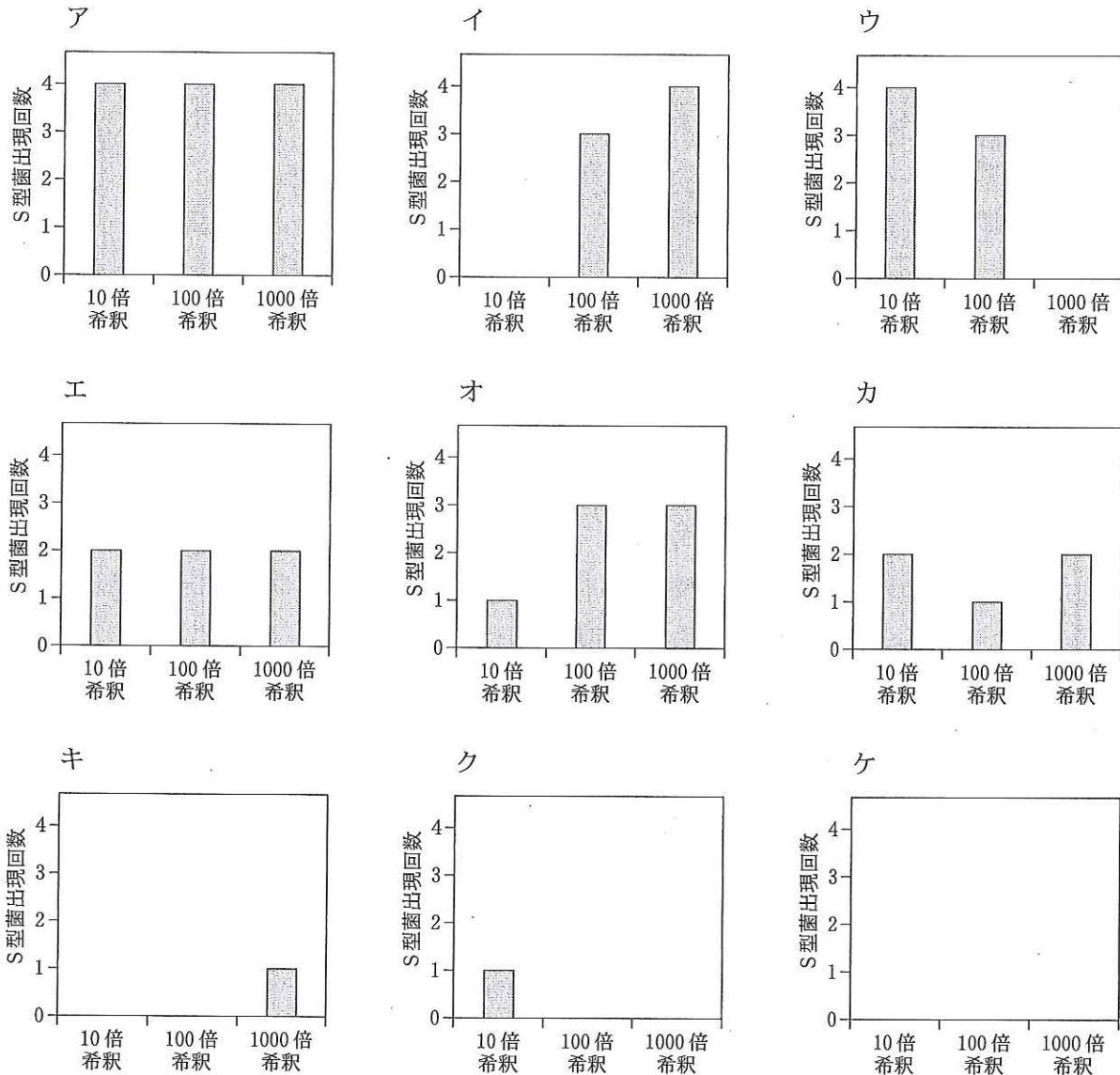
手順 5. この酵素処理済み S 型菌抽出液を 10 倍、100 倍、あるいは 1000 倍に希釈したものと生きた R 型菌を混合して培養する。

手順 6. 培養後 R 型菌と S 型菌を判別し、S 型菌出現の有無を判定する。

手順 7. 同じ実験を 4 回行い、4 回の内何回 S 型菌が出現したかを記録する。

- (1) A~D の反応液を用いた実験の結果を示すグラフとして適当と考えられるものをア~ケより選べ。ただし同じものを 2 度以上選ばないこととする。
- (2) E の反応液を用いた実験の結果として予想されるものをア~ケより一つ選べ。
- (3) 実験手順 3 において、A の試験管には DNA 分解酵素を加えていないが、ここにタンパク質分解酵素を加え、抽出液中のタンパク質を完全に分解した後手順 5 以下の実験を行った場合、どのような結果が予想されるか。ア~ケより 1 つ選べ。

- (4) 実験手順1において、S型菌の代わりにR型菌を用いて抽出液を作成した場合、どのような結果が予想されるか。B及びEに対応する結果として適当と考えられるものをア～ケより1つずつ選べ。



問 3 わずか4種類のヌクレオチドを構成単位とするDNAが膨大な量の遺伝情報を持つことを可能にするメカニズムについて、2行以内で説明せよ。

問 4 シャルガフが見出したDNAの塩基成分の比率に関する法則を、3行以内で説明せよ。

問 5 ワトソンとクリックのDNA分子構造モデルにおいて、遺伝情報複製のメカニズムを考える上で鍵となる特徴と、それが意味するところを6行以内で答えよ。