

奈良県立医科大学 後期

平成 26 年 度

試 験 問 題

理 科

(9 時 ~ 12 時)

【注 意】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中をみてはならない。
2. 試験科目、ページ、解答用紙数および選択方法は下表のとおりである。

科 目	ペー ジ	解 答 用 紙 数	選 択 方 法
化 学	1 ~ 14	2 枚	左の 3 科目のうちから 2 科目を選択せよ。
生 物	15 ~ 32	3 枚	
物 理	33 ~ 44	3 枚	

3. 監督者の指示に従って、選択しない科目を含む全解答用紙(8枚)に受験番号と選択科目を記入せよ。
 - ① 受験番号欄に受験番号を記入せよ。
 - ② 選択科目記入欄に選択する 2 科目を○印で示せ。

上記①、②の記入がないものおよび 3 科目を選択または 1 科目のみを選択した場合は答案全部を無効とする。
4. 解答はすべて解答用紙の対応する場所に記入せよ。
5. 物理を選択するものは、必要な計算等を解答用紙中の計算用余白で行え。採点の参考にする。
6. 試験開始後、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等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせよ。
7. 解答用紙はいずれのページも切り離してはならない。
8. 解答用紙は持ち帰ってはならない。問題冊子は持ち帰ってよい。

生 物

【1】 次のA, Bの文を読み, 各問に答えよ.

A は, 生物を動物界と植物界の2つに分け, これをもとにした生物
⁽¹⁾分類の体系を作り上げた. これを二界説という. しかし, 生物学の発展に伴っ
⁽²⁾て, この二界説にはいろいろな矛盾点がある事が明らかとなった. そのため,
界の枠組みの見直しが何度となく試みられた. は, 進化の過程で単
細胞生物から多細胞生物が生じたと考え, 単細胞生物を原生生物界として独立
させた三界説を, ホイタッカーらは ⁽³⁾説を唱えた.

これらの分類において, 界は植物界, 動物界といったように, より大きな分
類として用いられている. それより細かく分類するには, 発生形式, 細胞構
造, 外部形態などが使われている. 例えば, 動物界を発生形式で分類する場合
には, 原口, 胚葉, 体腔に着目した分類が行われている. また, の
⁽⁴⁾有無も分類の重要な要素であり, これを持つ動物は 動物と呼ばれ
る. 動物は, さらに魚類・両生類・は虫類・鳥類・ほ乳類に分類さ
れる. 動物では, 各分類間において中枢神経系や循環器系の構造,
⁽⁵⁾発生様式などが比較されることが多い.

問 1 にあてはまる適当な人名または語句を記せ.

問 2 下線(1)について, 1 は属名と種小名の 2 つのラテン語を組み合わせた命名法を考案した. この命名法は, 現在では学名として採用されている. この命名法の名称を記せ. また, ヒトの学名をアルファベットで記せ.

問 3 下線(2)について, 二界説に矛盾すると考えられる生物名を 1 つあげ, その理由を述べよ.

問 4 下線(3)について, ホイタッカーらが提唱した説で大別された各界の名称を記せ.

問 5 下線(4)について, 原口に着目して分類した場合, どのような分類を行うことができるか. それぞれの名称を記し, その特徴を簡潔に述べよ.

問 6 下線(5)に関する次の 5 つの記述において, 下線部が適切なものには○を記し, 誤っているものはその部分を正せ.

- (a) 魚類の心臓を流れる血液は, 全て酸素含有量の多い動脈血である.
- (b) 鳥類の心室には, 不完全な隔壁が存在しており, 心室にて静脈血と動脈血が混じり合うのをある程度防いでいる.
- (c) 鳥類の脳の特徴は, 間脳がよく発達していることがあげられる.
- (d) ほ乳類の脳では, 大脳の新皮質が発達している.
- (e) 胚発生時に羊膜を持つか持たないかによって, 無羊膜類と羊膜類に分類され, は虫類は無羊膜類に分類される.

B 二倍体生物におけるゲノムは、 細胞に含まれる遺伝情報全体を指し、 細胞には2セットのゲノムが存在する。ゲノムの本体は、ヌクレオチドが重合して形成されたDNAであり、互いに逆方向に伸びた二本のヌクレオチド鎖が互いの塩基間でゆるく結合して 構造をとっている。DNAを構成するヌクレオチドは塩基と が という糖に結合した物で、塩基は4種類が存在している。4種類の塩基の内、アデニンは と、アデニンとよく似た構造を持つ は とそれぞれ結合して対をなす。遺伝情報は4種類の塩基の配列としてゲノムDNAの中に保持されている。現在、多数の異なる動物種のゲノムの塩基配列を決定する研究プロジェクトが活発に行われている。これらの成果は、動物が多様化した過程やその多様化が起こった仕組みの解明につながることを期待されている。

種の形成過程では、遺伝子 や染色体 によってゲノムの遺伝情報に多様な変化が起こり、その変化が新しい遺伝形質の出現に関わる。そのため、それぞれの生物種のゲノムには他の生物との違いが存在し、その生物がその生物らしい生活を営むために必要な遺伝子が含まれている。実験室では扱いにくい生物であっても、少量の組織片からゲノムDNAを得て、その塩基配列を決定し、他の生物種の情報との比較解析によって、その生物を特徴づけている遺伝子の候補を特定することができるかもしれない。例えば、「生きて⁽⁷⁾いる化石」と呼ばれるシーラカンスやカプトガニのゲノムも解析が行われている。シーラカンスのゲノムは四肢をもった脊椎動物の進化を、カプトガニのゲノムは三葉虫など初期の節足動物の進化を理解するのに役立つと考えられている。

四肢を獲得した脊椎動物は陸上へ進出したが、その後、いくつかの系統で独立に後肢が退化した。⁽⁸⁾後肢の退化は、例えば、ヘビの仲間や再び海洋へ進出したクジラの仲間で見られる。⁽⁹⁾どうして類似の進化的現象が独立に起こったのか、ゲノムの解析に期待が高まっている。

問 7 にあてはまる適当な語句を記せ.

問 8 下線(6)について, ゲノムのサイズが 2.7×10^9 塩基対であることが知られている動物種の肝臓の一部からゲノム DNA を精製したところ, 20 マイクログラムのゲノム DNA を得ることができた. この DNA 量は何セット分のゲノムに相当するか. ヌクレオチド対の平均分子量を 6.6×10^2 , アボガドロ数(1 モルあたりの分子数)を 6.0×10^{23} として有効数字 2 ケタで求めよ.

問 9 下線(7)について, 「生きている化石」とは一般にどのような生物のことを指して使われるか. 以下の語句のうち 2 つを用いて説明せよ.

【地質時代, 系統, 分子時計, 形態】

問10 下線(8)について, 退化では器官が消失せず, 単純化したり縮小したりする場合もある. ある生物の祖先では役に立っていたが, 現在では機能を失って使われなくなっている器官のことを何とというか, その名称を記せ. また, そのような器官はヒトにも存在する. その例を 2 つ記せ.

問11 下線(9)に関連して, 2006 年に和歌山県沖で捕獲された複数頭のバンドウイルカのうち 1 頭の雌の腹部に, 普通には存在しない 1 対のひれ状の突起物が見つかった. X 線装置による内部構造の解析から, この突起物が後肢としての特徴を備えていることが分かった. 先祖返りとも言えるその現象が現れたのは, 正常なバンドウイルカのゲノムに存在するどのような働きをする遺伝子に異常が生じたためと考えられるか. この形質が遺伝することが示されたと仮定して, その可能性をひとつ述べよ.

【2】 次のA, Bの文を読み, 各問に答えよ.

A 遺伝子は必要に応じて細胞でのタンパク質合成を指令する. エネルギー産生器官としての [1] やゴルジ体などを持つ真核細胞の場合, 遺伝子は細胞の核の中にあるが, タンパク質を合成するのは, 核外の細胞質にある [2] という細胞小器官である. 核内にある遺伝情報を元に細胞質においてタンパク質の合成を行うためには, 遺伝情報を核から細胞質に運ぶ必要がある. その役割を果たしているのは [3] RNA である.

DNA の遺伝情報は [4] によりエキソンとイントロンを含んだRNAに移される. この場合にはDNAの [5] と同様, 鋳型となるDNAに [6] な塩基を持つヌクレオチドが順番につなげられていく.

[3] RNAは [4] されたRNAから [7] という加工を経て作られる. その後, [3] RNAは核から細胞質に運ばれ, そこに含まれる塩基配列情報が翻訳によりアミノ酸配列に変換される. RNAは4種類の塩基から構成されており, タンパク質は [8] 種類のアミノ酸から構成されている. 4種類の塩基により [8] 種類のアミノ酸を規定するには, 原理的に最低3個の塩基が一つのアミノ酸を規定する必要がある. ⁽¹⁾ 実際, すべての生物においてアミノ酸の種類は塩基3つの配列(トリプレット)により規定されている. それぞれのトリプレットはコドンと呼ばれ, アミノ酸の種類を規定するものだけでなく, 翻訳の始まりを規定する [9] コドン(AUG)や, アミノ酸を規定しない [10] コドン(UAA, UAG, UGA)も存在している. 連続した塩基配列中におけるコドンを考えると三通りの読み枠が存在しているが, [9] コドンにより一つの読み枠が選ばれる.

問 1 にあてはまる適切な語句を記せ.

問 2 核の構造の特徴と機能を述べよ.

問 3 RNA 以外の主要な二種類の RNA の名称を記し, その機能を簡潔に述べよ.

問 4 真核細胞における転写開始のしくみを説明せよ.

問 5 下線(1)について, なぜ最低 3 個の塩基が必要なのか, その理由を述べよ.

B DNA はつねにさまざまな変異が生じる危険にさらされている。変異には塩基⁽²⁾の置換や挿入、欠失などさまざまな変化が存在する。このような変異の多くは生物にとって有利でも不利でもないが、一部には生物に特定の変化を引き起こすものが存在する。ダーウィンの 11 説では生物に特定の変化を引き起こす変異が生物の種の変化をもたらす原動力と考えられている。一方、木村資生の 12 説では生物にとって有利でも不利でもない変異が 11 説では説明のつかない違いを生み出していることを示している。自然界で DNA の変異は確率論的に起こる。一方、現代の遺伝子工学技術では DNA を人工的に合成したり、制限酵素により特定の塩基配列を切断したりすることにより、自由⁽³⁾に DNA に変異を導入することが可能である。

ある学生が5個のアミノ酸からなる下記のポリペプチド(P)を大量に合成しようと、下記の DNA 配列(D)とその相補鎖配列を人工的に合成し組み合わせ、プラスミドに組み込み大腸菌に導入することを試みた。大腸菌においてはこの合成 DNA を基に DNA 配列(D)に対応した RNA が作られ、その中の下記 RNA 配列(R)から、最終的にポリペプチド(P)が合成されると想定した。DNA 配列(D)の両端には2種類の制限酵素の認識配列(下線)が付加されており、この配列を切断する制限酵素を用いて合成 DNA 断片をプラスミドに組み込む。当初、学生は同じペプチドを指令する別の DNA 配列を合成したが、DNA 断片⁽⁴⁾の途中が今回用いる制限酵素で切断されることに気がついたため、1つの塩基だけの置換を行い今回の配列に変更した。合成 DNA が組み込まれたプラスミドを大量に増やしているうちに、この DNA 領域に1つの塩基の欠失、1つの塩基の挿入、1つの塩基の置換という異なった変異を持つ3種類のプラスミドが単離された。欠失変異のあるプラスミドでは3個のアミノ酸からなるポリペプチド⁽⁵⁾が合成されることが予測された。挿入変異のあるプラスミドでは4個のアミノ酸からなるポリペプチド⁽⁶⁾が合成されることが予測された。置換変異のあるプラスミドではポリペプチドの長さは5アミノ酸のままだが、⁽⁷⁾ペプチドを構成するアミノ酸の種類が3種類に減ることが予測された。アスパラギンとシステインを指定するコドンでは3番目の塩基はUかCのどちらかである。セリンを指定するコドンでは3番目の塩基は GAUC のいずれでもかまわない。

P : メチオニン—アスパラギン—セリン—システイン—アスパラギン

D : ATTAATATGAACTCGTGCAACTAATGAATTC

R : AUG · AAC · UCG · UGC · AAC · UAA

問 6 にあてはまる適切な語句を記せ.

問 7 下線(2)について, DNA に変異が生じる原因について 3 つ記せ.

問 8 下線(3)について, 制限酵素が自然界で果たしている役割について述べよ.

問 9 下線(4)において, 置換された可能性のある塩基を○で囲み, 置換される前の塩基を○の上に記せ.

問10 下線(5)において, 欠失した塩基を○で囲め.

問11 下線(6)において, 塩基が挿入された場所に縦棒を入れ, 挿入された塩基を棒の上に記せ.

問12 下線(7)において, 変化した塩基を○で囲み, 置換された後の塩基を○の上に記せ.

【3】 次のA, Bの文を読み, 各問に答えよ.

A イモリの眼の形成は, [1] の一部から形成された眼胞と [2] との接触から始まる. 眼胞に接触することで厚みが増した [2] の細胞群は, 眼胞とともに内側にくぼみ, [2] から分離して [3] となる. くぼんだ眼胞は [4] と呼ばれ, 後に網膜となる. [3] は [2] に働きかけて [5] の形成を誘導する.

ヒトの眼はカメラ眼と呼ばれ, レンズの働きをする [3] によって外界⁽¹⁾の倒立像が網膜の上に投影される. 網膜には, 光を受容する [6] が並んでいる. [6] には, 錐体細胞とかん体細胞の2種類が存在する. [6] はある色素⁽²⁾を持ち, この色素は光を吸収すると別の物質に変化する⁽³⁾. この変化が刺激となり最終的に視神経細胞を興奮させる. 視神経細胞の軸索⁽⁴⁾は集まって束となり, 網膜を眼の内側から外側に向かって貫く, 盲斑を形成する.

網膜には, 光や形に対して特に感度が高い [7] とよばれる部位がある⁽⁵⁾. [7] の機能不全による眼の難病として, 加齢に伴う「加齢 [7] 変性」がある. 2013年7月に [8] 細胞を利用した「加齢 [7] 変性」の臨床治療研究の計画が承認された. この計画では, 患者の細胞に由来する [8] 細胞から網膜色素上皮細胞を作成し, 治療法の開発を目指している. この [8] 細胞を開発した山中伸弥博士は2012年度のノーベル医学生理学賞を受賞した.

問 1 にあてはまる適当な語句を記せ.

問 2 下線(1)について, (A)毛様筋が弛緩する, (B)チン小体が弛緩する, (C)水晶体が厚くなる, (D)瞳孔が小さくなる, (E)虹彩が縮む, という眼の構造の変化は, どのような時に起こる変化か, 下記から選びその記号を記せ.

(a) 明るい時

(b) 暗い時

(c) 近くを見る時

(d) 遠くを見る時

問 3 下線(2)について, 錐体細胞とかん体細胞の機能の特徴を, それぞれ簡潔に述べよ.

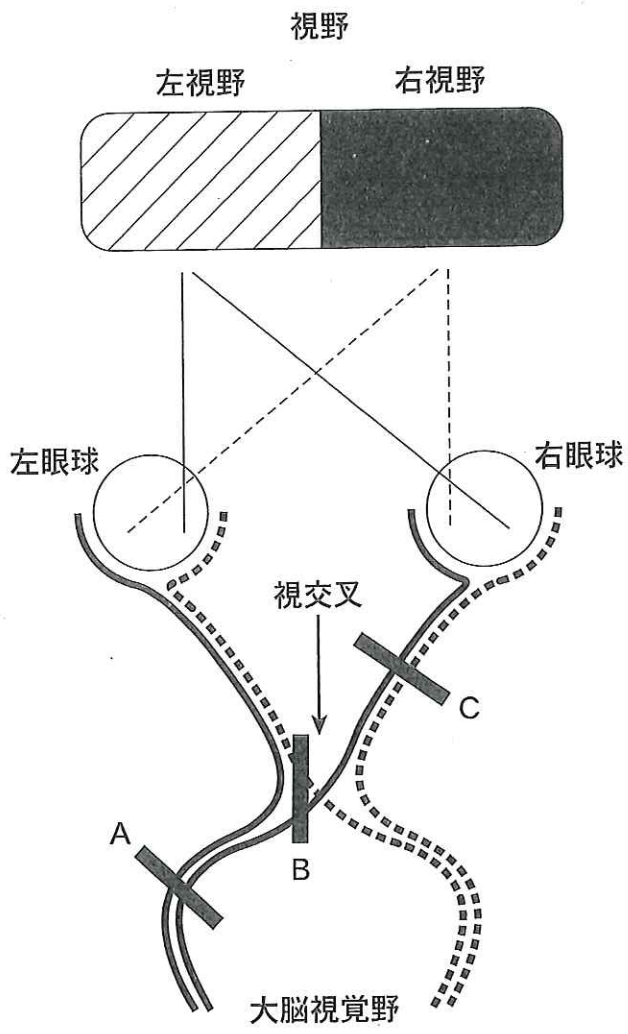
問 4 下線(3)について, この色素の名称を記せ. また, この色素と暗順応との関係を簡潔に説明せよ.

問 5 下線(4)について, 盲斑の視覚における特徴とその理由を述べよ.

問 6 下線(5)について, 7 により, 細かな形や色の違いを識別できる理由を述べよ.

B 右の図はヒトの眼球及び大脳を横切りして上から見た場合の断面模式図と視野を示している。右目と左目に入ってきた視覚の情報は、右半分の視野は両眼の網膜の左半分に投影され(細い破線)、左半分の視野は両眼の網膜の右半分に投影され(細い実線)、最終的には視神経を介して脳に伝わる。右眼球の右半分と左眼球の右半分からのびる視神経の束が右大脳に行く経路を太い破線で示し、左眼球の左半分と右眼球の左半分からのびる視神経の束が左大脳に行く経路を太い実線で示している。視神経の経路をしてみると、右眼球の左半分からのびた神経の束は交叉して左大脳へ行き、左眼球の右半分からの神経は交叉して右大脳へ行く。これを視交叉と呼ぶ。

問 7 視野が図の様な場合、正常な左眼または右眼で見える像は図(正常な見え方)に示している通りである。視神経をA, B, Cの部分で切断した場合、左眼または右眼で見える像はどうなると考えられるか、(a)―(h)の中から選びその数字を記せ。

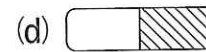


正常な見え方

左視野 右視野

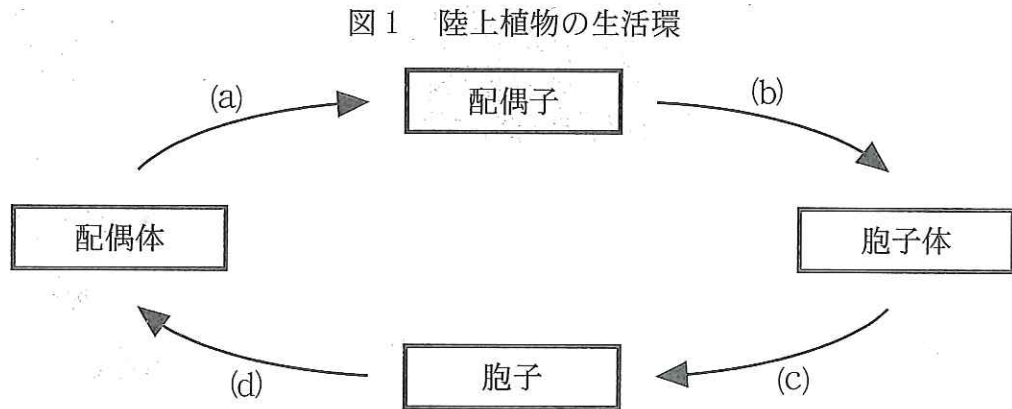


見え方の選択肢



見えていない部分

【4】 次の図1, 図2を見て, 各問に答えよ.



問1 コケ植物とシダ植物の配偶体の違いを述べよ.

問2 種子植物において胞子に相当する細胞の名称を記せ.

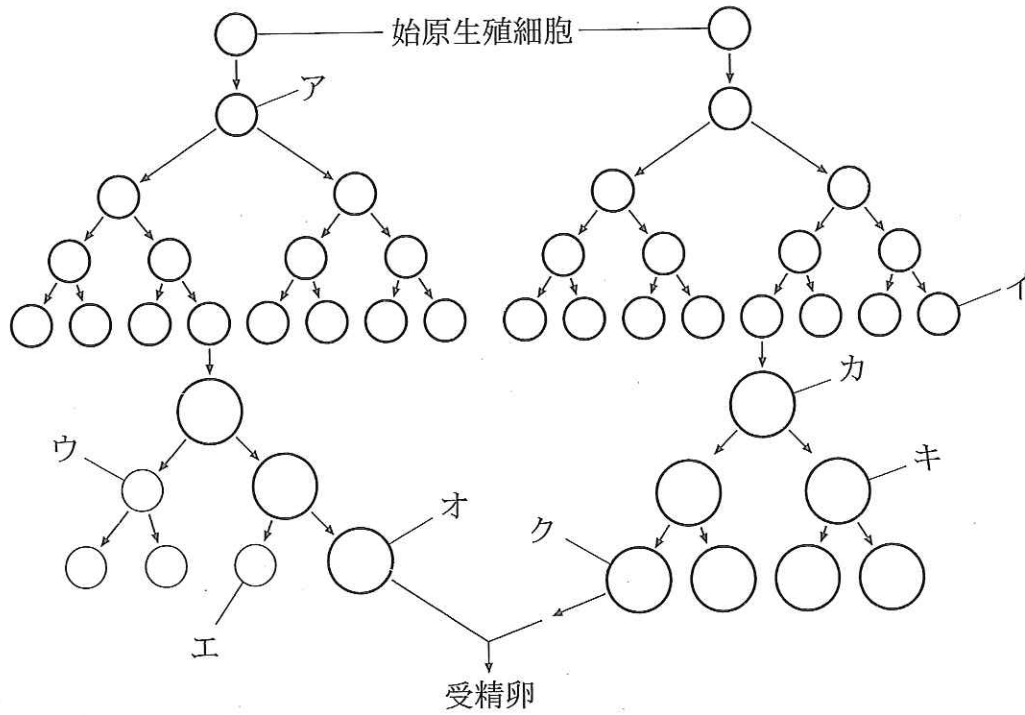
問3 被子植物の雄性配偶子と雌性配偶子の名称を記せ.

問4 図1のどこで減数分裂が行われるか, 図1中の(a)―(d)の中から選びその記号を記せ.

問5 コケ植物やシダ植物は乾燥地よりも湿地においてよりよく繁殖する. その理由を簡潔に述べよ.

問6 図1を参考にすると, 動物の生活環はどのように考えられるか図示せよ.

図2 ほ乳類の配偶子形成過程



問 7 図2 ア～クで示している細胞の名称を記せ.

問 8 卵と精子の共通点と相違点をそれぞれ簡潔に述べよ.

問 9 減数分裂の重要性を2つ, それぞれ簡潔に述べよ.

【5】 次のA, Bの文を読み, 各問に答えよ.

A 消化管内で消化酵素の働きにより分解された食事由来の栄養素は, 小腸上皮細胞の表面に存在する⁽¹⁾輸送タンパク質によって, 濃度差に逆らって管腔側から細胞内へ取り込まれる.⁽²⁾取り込まれた栄養素はその後, 血流により様々な組織・臓器に輸送され, 代謝される. 例えば, 食事後, 血糖値が急激に増加すると, 肝臓では, 取り込まれたグルコースを基質としてグリコーゲン合成の亢進などが起こる. このようにして肝臓で合成されたグリコーゲンは⁽³⁾低血糖時などにおいて再び肝臓でグルコースに分解され, 血流により各組織に輸送されてエネルギー源として利用される. こうした⁽⁴⁾肝臓における代謝変化はホルモンおよび⁽⁵⁾自律神経系によって調節されていることが知られている.

問 1 下線(1)について, 脂肪を分解するリパーゼは, 単独では脂肪分解活性がきわめて低く, 正常な活性を示すには, 別の外分泌物が必要となる. この分泌物の名称を記せ.

問 2 下線(2)について, グルコースやアミノ酸の輸送タンパク質は, グルコースやアミノ酸を濃度差に逆らって取り込む際, 必ずナトリウムイオンも同時に取り込む. この理由を述べよ.

問 3 下線(3)について, (A)低血糖時における応答に関与すると考えられるホルモン, (B)脳下垂体を切除されたマウスにおいても低血糖時における応答に関与すると考えられるホルモン, を下記からすべて選びその記号を記せ.

- | | | |
|------------|------------|--------------|
| (a) グルカゴン | (b) チロキシン | (c) 糖質コルチコイド |
| (d) アドレナリン | (e) 成長ホルモン | (f) インスリン |
| (g) バソプレシン | | |

問 4 下線(4)について、肝臓の特徴的な機能として解毒作用がある。タンパク質などの分解に伴い産生される神経毒性を持つ化合物名と、この化合物が肝臓で無毒化される代謝経路の名称を記せ。

問 5 下線(5)について、自律神経は、肝臓だけでなく様々な臓器の機能も調節する。副交感神経が優位にある状態で起こりうることを、下記からすべて選びその記号を記せ。

- (a) 粘性の高い唾液が分泌される。
- (b) 胃の運動が促進される。
- (c) 十二指腸へのすい液の分泌が抑制される。
- (d) 心臓の拍動が穏やかになる。
- (e) 排尿が促進される。
- (f) すい臓からのインスリン分泌が促進される。

B 植物における塩害とは台風、高潮等によってもたらされた塩分によって植物の生育が妨げられる被害のことである。高塩濃度の環境が植物の生育を妨げる理由は二つある。一つはナトリウムイオンの流入である。動物ではナトリウムイオンは細胞内外に [1] を作っており、生体の機能に重要で、必須なイオンである。しかしながら陸上高等植物の場合にはその重要性は低く、むしろ害になる。もう一つは、 [2] の阻害である。適切な環境では [3] の [4] は周囲の土壌中の水の [4] よりも高いため、水は [3] 内へと移動する。 [4] は [3] ，柔組織，木部の順に高くなっているので、 [4] の差によって水は根の内部へ移動し、最終的に [5] を通って茎や葉へと運ばれる。しかし、高塩濃度の土壌では [3] と土壌中の水との [4] の差が減少し、 [2] が阻害される。

問 6 にあてはまる適当な語句を記せ.

問 7 葉からの蒸散の調節のしくみを以下の語を使って説明せよ.

【クチクラ層, 気孔, 孔辺細胞, 膨圧, 吸水】

問 8 光合成における補償点について説明せよ.

問 9 光合成における光飽和点について説明せよ.

問10 下記の植物を陽生植物と陰生植物とに分類し, その記号を代表的植物の欄に記せ. また, 陽生植物と陰生植物との呼吸速度, 補償点, 光飽和点, 強光での光合成速度の特徴について, 解答欄中の正しい語句を○で囲め.

- | | | |
|--------|----------|---------|
| (a) ブナ | (b) サクラ | (c) アオキ |
| (d) イネ | (e) アカマツ | (f) シダ |

問11 茎の先端における光屈性のしくみをオーキシンの働きから説明せよ.