

生 物

応用生物科学部

問 題 冊 子

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。
2. 問題冊子は20ページで解答用紙5枚である。落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがある場合は、ただちに試験監督者に申し出ること。
3. 受験番号は、解答用紙のそれぞれ指定の欄すべてに必ず記入すること。
4. 解答は、解答用紙の指定箇所に記入すること。指定箇所以外に記入された解答は採点の対象としない。
5. 問題は、大問で5題ある。5題すべてに解答すること。
6. 解答用紙は持ち帰らないこと。
7. 問題冊子は持ち帰ること。
8. 大問ごとに、満点に対する配点の比率を表示してある。
9. 指定の字数以内で解答用紙のマス目に解答を記述する場合、数字、アルファベット、および句読点は、すべて1マスに1文字とする。

1 次の文章を読み、問1～5に答えよ。(配点比率 応生： $\frac{1}{5}$)

多くの種子は成熟した後、活動を停止し、 という状態になることで、遠くまで運ばれたり、生育に不適当な時期を乗り切ったりすることができる。水や温度、酸素などの条件が発芽に適するようになると、胚でジベレリンとよばれる植物ホルモンが合成される。ジベレリンが を深めようとする^①アブシシン酸のはたらきを上回ると、発芽に必要なさまざまな反応が引き起こされる。吸水したオオムギの種子では、胚から分泌されたジベレリンが胚乳の外側の糊粉層に作用し、^②アミラーゼの発現を誘導する。合成されたアミラーゼは、糊粉層から胚乳に分泌され、胚乳中のデンプンをより分子量の小さい糖に分解する。

発芽後の植物は茎や葉、根を成長させている。この成長過程を栄養成長とよぶ。栄養成長が進んだ段階の植物では、 が成長し続けることで下部に位置する の成長が抑制されている。これを とよぶ。 が成長を続けている時は、 で作られたオーキシンが下方へ移動して の成長を抑制している。 が切り取られると、^③ におけるサイトカイニンの濃度が高まり、 の成長が始まる。栄養成長が進むと何らかの条件により花芽が形成される。葉や果実が老化すると とよばれる特別な細胞層が作られ、^④落葉・落果がおこる。

問1. ～ に適切な語を入れよ。

問2. 下線部①に関して、ジベレリンが農業に応用された例として、種なしブドウが知られている。種なし果実に関する次の文章を読み、 ～ に適切な語を入れよ。

種なしブドウでは、植物ホルモンの1種であるジベレリンの作用により、 を経ずに が肥大する。種なしブドウで見られる果実の形成過程は単為結実とよばれる。ブドウ以外の作物で種なし果実が作られる例として、スイカが知られている。種なしスイカを得るには、通常の 倍体のスイカの茎頂をコルヒチンで処理し、 倍体のスイカを作る。この 倍体のスイカのめしべに 倍体のスイカの花粉を させる。これによって、 倍体のスイカが作り出した卵細胞と 倍体のスイカが作り出した精細胞が融合し、 倍体のスイカ、すなわち種なしスイカの種子となる。 倍体のスイカは体細胞分裂が正常におこるので、発芽・成長して花を咲かせるが、減数分裂が正常におこらないため、配偶子は作られない。この 倍体のスイカのめしべに 倍体のスイカの花粉を させると、 倍体のスイカの が刺激を受けて果実になる。しかし、このとき受精がおこらないため種子は形成されず、種なしスイカになる。このように、種なしスイカは を経て が肥大することにより果実が作られる。

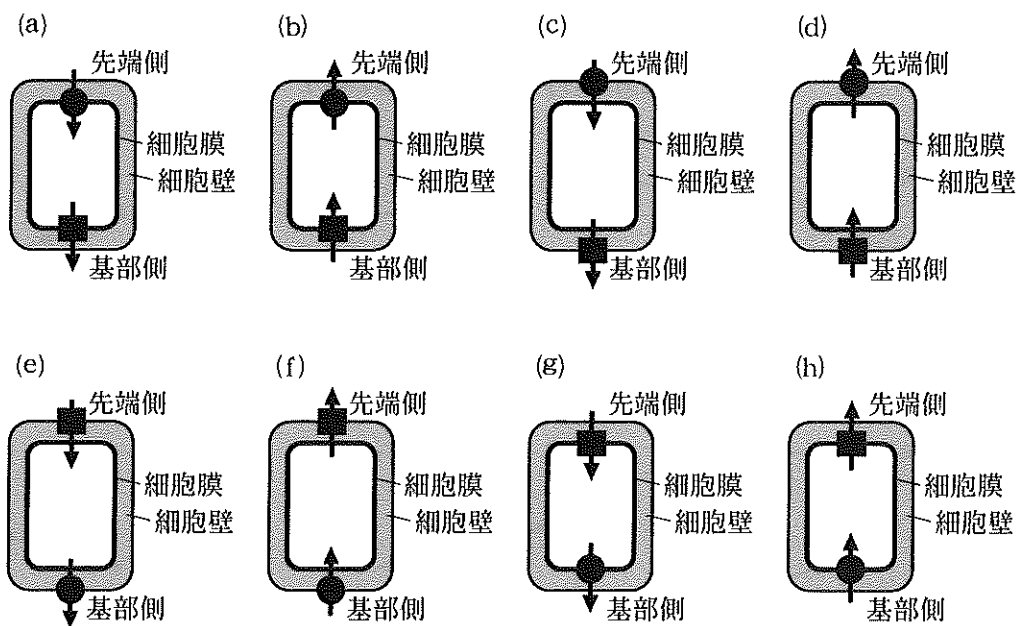
問 3. 下線部②に関して、オオムギのような胚乳を持つ種子に対して、マメのように胚乳がみられない種子を何とよぶか、名称を記せ。また、マメの種子の栄養分は胚乳の代わりにどこに貯蔵されるか、場所を記せ。

問 4. 下線部③に関して、オーキシンの移動に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

オーキシンの移動には方向性があることが知られている。植物の茎が成長する時、オーキシンは茎の先端部で合成されて基部方向に移動するが、逆方向には移動しない。

(1) このような方向性のあるオーキシンの移動を何とよぶか記せ。

(2) オーキシンの移動のしくみを示す植物細胞の模式図として適切なものを、次の(a)~(h)の中から選び、記号を記せ。なお、オーキシンの移動に関わる2種類の輸送タンパク質に関して、オーキシンの細胞外から細胞内への取り込みにはたらくタンパク質である取り込み輸送体 AUX 1 は■で、オーキシンを細胞内から細胞外へ排出するタンパク質である排出輸送体 PIN は●で、それぞれ表され、オーキシンの移動は矢印で示されている。



(3) 光や重力は、植物の伸長方向の決定に重要な役割を果たす。重力の刺激を感知すると、茎は重力と反対方向に、根は重力と同じ方向に伸長する。このような伸長方向の制御は、オーキシンによって行われる。図1は、重力に対する植物の反応の様子を示している。植物を水平に置いたところ、根は6時間後にはほぼ完全に重力の方向に伸長していた。この時、図中の拡大した(A)と(B)の領域におけるオーキシンの濃度変化を示すグラフとして適切なものを、下の(a)~(g)の中からそれぞれ選び、記号を記せ。

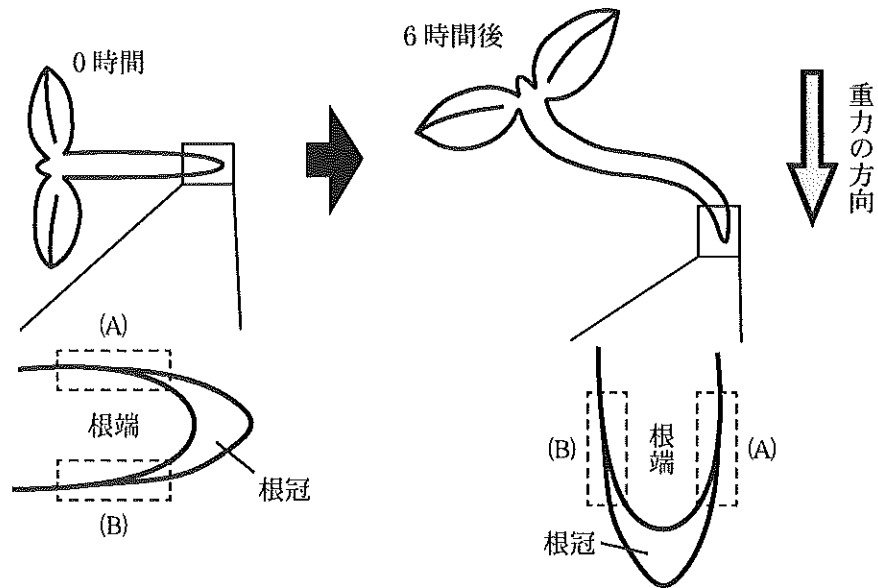
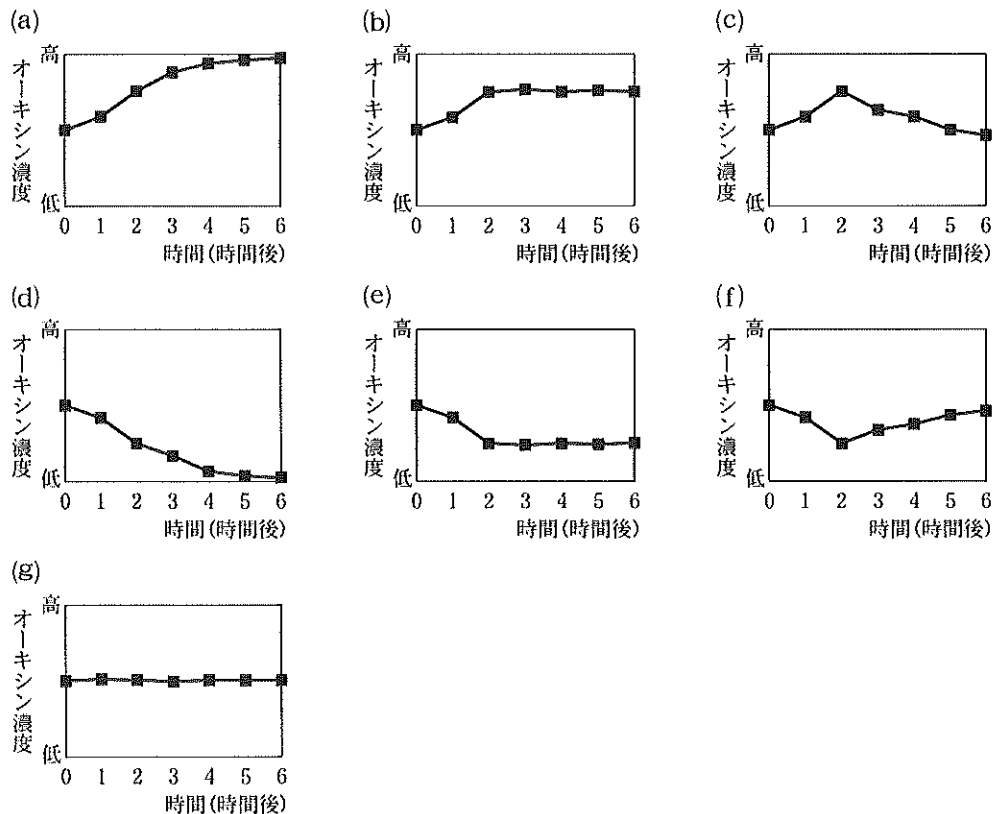


図1 重力に対する植物の反応の様子



- (4) 植物の分裂組織の発達がどのように制御されるのかを調べるため、以下の実験を行った。ある植物の種子を糖や植物ホルモンを含まない培地で発芽させた後、4日間暗所で育てると、茎頂分裂組織と根端分裂組織の発達は停止した状態になる。その後、①培地にオーキシンを加える、②培地に糖を加える、③光に15分あてる、という操作を、表1に示す組み合わせで行った。「+」はそれぞれの操作を行ったことを、「-」はそれぞれの操作を行わなかったことを示す。

表1 操作の組み合わせ

	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
①培地にオーキシンを加える	-	+	-	-	-	+	+	+
②培地に糖を加える	-	-	+	-	+	-	+	+
③光に15分あてる	-	-	-	+	+	+	-	+

この植物を暗所でさらに4日間育てた後、茎頂分裂組織と根端分裂組織を観察し、それぞれの分裂組織の発達を、表2にまとめた。「○」はそれぞれの分裂組織が発達していたことを、「×」はそれぞれの分裂組織が発達していなかったことを示す。

表2 分裂組織の発達

	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
茎頂分裂組織	×	×	×	×	○	×	○	○
根端分裂組織	×	×	○	×	○	×	○	○

表1、表2から(a)~(d)の結論を考えた。これらについて、正しいと考えられる場合には「正」、正しくないと考えられる場合には「誤」をそれぞれ○で囲め。

- (a) 茎頂分裂組織の発達には、オーキシンを加える必要がある。
- (b) 茎頂分裂組織の発達に、糖を加える必要はない。
- (c) 根端分裂組織の発達は、光に15分あてることで阻害される。
- (d) 根端分裂組織の発達には、糖を加える必要がある。

問 5. 下線部④に関して，短日植物や長日植物は季節の変化を暗期の長さの変化としてとらえ，花芽形成を調節している。短日植物であるイネや長日植物であるホウレンソウの栽培では，街路灯などによる夜間の人工照明が，収穫される実や葉の量を減少させる可能性がある。夜間の人工照明が，それぞれの植物の収穫量を減少させる理由を，「限界暗期」と「花芽形成」という2つの語句を用いて，それぞれ50字以内で記せ。

イネ

下書き用(50字)

ホウレンソウ

下書き用(50字)

2

次の文章を読み、問 1～5 に答えよ。(配点比率 応生： $\frac{1}{5}$)

ヒトに病気を起こす病原体として、細菌やウイルスなどがある。細菌は細胞膜や細胞内小器官^①からなる細胞構造を持つが、ウイルスはそのような細胞構造を持たず、ほかの生きた細胞の中
なければ増殖ができない。ウイルスはタンパク質と遺伝物質である核酸から構成され、持っている核酸の種類は DNA または RNA である。このような構造の違いから、細菌感染症とウイルス感染症に用いられる治療薬には大きな違いが存在する。細菌感染症に対する治療薬としては抗生物質が存在する。^②一方、ウイルス感染症に対する治療薬としては共通するものは存在せず、個々のウイルス感染症に特異的な治療薬を用いる必要がある。^③そのため、治療薬が存在しないウイルス感染症も多く存在するが、ヘルペスウイルスによる感染症は古くから治療薬が見つかったウイルス感染症の 1 つである。

ヘルペスウイルスによる感染症の治療薬として、アシクロビルが知られている。アシクロビルは DNA を構成する核酸と類似した構造を持つ。アシクロビルはヘルペスウイルスの持つチミジンキナーゼ(チミジンをリン酸化する酵素)と宿主細胞の持つチミジンキナーゼによって段階的に^④活性型となる。活性型となったアシクロビルはヘルペスウイルスの持つ DNA ポリメラーゼによりウイルス DNA に取り込まれ、ウイルスの DNA 複製を阻害し、増殖を抑制する。しかし、アシクロビルに耐性を持つヘルペスウイルスが出現することがあり、治療を進める上で大きな問題となる。

アシクロビル耐性のウイルスが出現するしくみを解明するため、低濃度のアシクロビル存在下でヘルペスウイルスを培養した。さまざまな遺伝的特徴を持つヘルペスウイルスが混ざった状態から 3 種類のヘルペスウイルスを単離した。元のウイルス(野生型)と単離した 3 種類のウイルス(ウイルス A, B, C とする)の遺伝子を解析したところ、ウイルス A, B, C でチミジンキナーゼをコードする遺伝子に 1 塩基の変異があり、その他の遺伝子には変異が認められなかった。さらに、それぞれのヘルペスウイルスの性質を確認するための以下の実験を行った。

[実験 1]

各ウイルスが感染した細胞からタンパク質溶液を調製した。これらのタンパク質をポリアクリルアミドからなるゲルで電気泳動した。ゲルに電圧を加えると、分子量の大きい分子ほど遅く、小さい分子ほど速く移動する。電気泳動した後に、ヘルペスウイルスのチミジンキナーゼを特異的に検出する実験を行ったところ、図1のような結果が得られた。

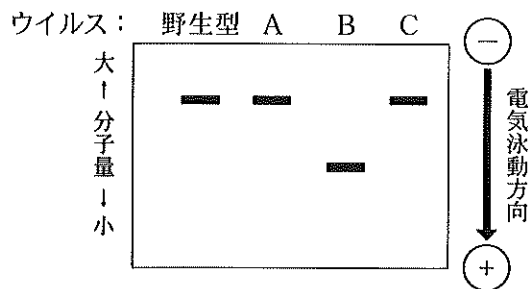


図1 ポリアクリルアミドゲル電気泳動の結果

[実験 2]

ヘルペスウイルスの持つチミジンキナーゼの活性を測定するため、チミジンもしくはアシクロビルを基質として、それぞれウイルスが感染した細胞の溶解液を反応させた。その後、チミジンのリン酸化の割合およびアシクロビルのリン酸化の割合を調べたところ、図2のような結果が得られた。なお、リン酸化の割合が大きいほど、チミジンキナーゼ活性は高い。ただし、細胞の持つチミジンキナーゼ活性は考えないものとする。

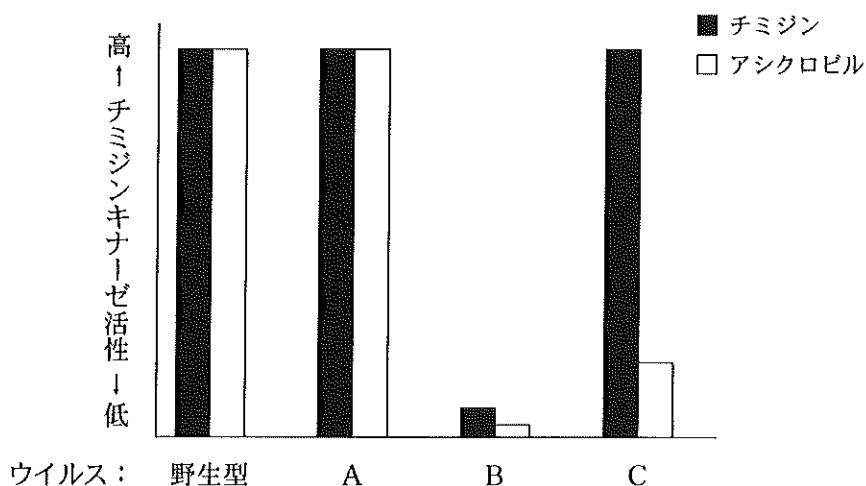


図2 チミジンキナーゼ活性の測定結果

[実験 3]

それぞれのウイルスを感染させた細胞にアシクロビルをさまざまな濃度で添加し、ウイルスの増殖を調べることで、アシクロビルのそれぞれのウイルスに対する 50% 阻害濃度を求めたところ、図 3 のような結果が得られた。50% 阻害濃度はウイルスの増殖を阻害する薬剤の濃度を示す際に一般的に用いられる値であり、その薬物が半数のウイルスの増殖を阻害できる濃度である。

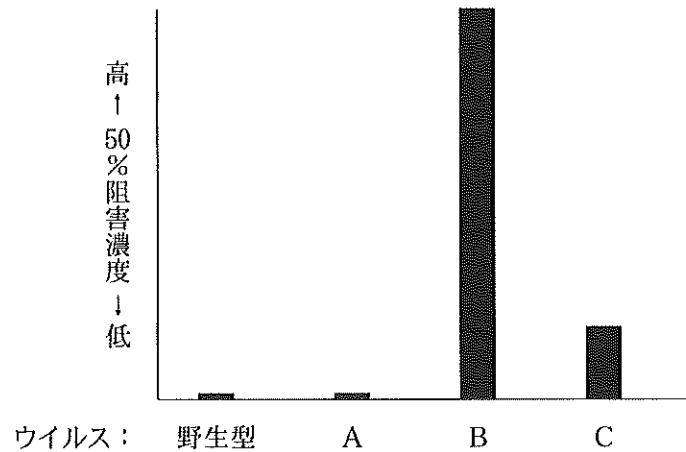


図 3 アシクロビルの 50% 阻害濃度

問 1. 下線部①に関して、以下の問いに答えよ。

- (1) 細菌の細胞のように、DNA が細胞質基質中にあり、核を持たない細胞からできている生物を何とよぶか記せ。
- (2) 動物や植物などの細胞のように、DNA が核の中にある細胞からできている生物を何とよぶか記せ。

問 2. 下線部②に関して、DNA の特徴として適切なものを次の(a)~(f)の中からすべて選び、記号を記せ。

- (a) 塩基としてアデニン、グアニン、シトシン、ウラシルを持つ。
- (b) 半保存的複製により複製される。
- (c) 遺伝子の本体である。
- (d) タンパク質に翻訳される。
- (e) 構成する糖はデオキシリボースである。
- (f) リボソーム内に存在する。

問 3. 下線部③に関して、抗生物質は細菌に対して毒性を示し、宿主細胞に対して毒性が低いことが求められる。また、細菌は抗生物質に対して耐性を獲得することがある。次の文章の ～ に適切な語を入れよ。

抗生物質の1種であるアンピシリンは細菌の の成分であるペプチドグリカン同士
 の結合を阻害することにより の合成を阻害する。 は動物細胞には存在
 しないため、宿主への毒性が低くなる。アンピシリン耐性遺伝子は、細菌自身のゲノム
 DNA とは別に存在する環状2本鎖DNAである に存在することがある。そのた
 め、アンピシリン耐性遺伝子が存在する を細菌が取り込むことで、アンピシリン
 の耐性を獲得するようになる。このように、遺伝子を獲得することにより、遺伝的な性質が
 変化することを とよぶ。

問 4. 下線部④に関して、アシクロビルが最初から活性型でないことには、宿主にとってどのよ
 うな利点があると考えられるか、60字以内で記せ。

下書き用 (60字)

問 5. アシクロビルに耐性を持つウイルスを A, B, C のうちから 2 つ選べ。また, その耐性のしくみについて, 実験 1 ~ 3 の結果をもとに, それぞれ 80 字以内で記せ。

下書き用 (80 字)

下書き用 (80 字)

3 次の文章を読み、問1～6に答えよ。(配点比率 応生： $\frac{1}{5}$)

生物部に所属している高校生のAさんとBさんは、生物部顧問のC先生と、野生動物について学ぶために水族館と動物園を訪れた。3人はシャチとラッコの展示施設に着いた。

Aさん：「北海道知床半島のオホーツク海沿岸でシャチを見たことがあります。野生のシャチは何を食べているのかな？」

C先生：「魚のほか、アザラシなどの海生哺乳類を食べることもあるよ。オホーツク海は冬に海氷が形成されるんだ。海氷には大量の植物プランクトンが含まれていて、春に海氷が溶け始めると植物プランクトンが大増殖するよ。すると、それをエサにする **ア** が大量発生して、**ア** を食べる小魚が集まるんだ。さらに、魚食性の魚や海鳥、アザラシやシャチなどの海生哺乳類も来遊するんだ。」

Aさん：「オホーツク海ではいくつもの食う－食われるの関係が形成されているんだね。海洋生態系の栄養段階で考えると、植物プランクトンは **イ** で、**ア** は一次消費者だね。」

C先生：「植物プランクトンを底辺として、**ア**、小魚、魚食性の魚、シャチといった順に、各栄養段階を積み上げて関係を図で示したものを **ウ** というよ。**ウ** は、個体数、生物量、生産力などで表現される場合があって、これらの総称だよ。」

Bさん：「あちらでは、ラッコが餌をもらっているよ。アラスカでは野生のラッコがウニを食べている姿をテレビ番組で見たことがあるよ。」

C先生：「アラスカの沿岸には、長さが50mにもなる海藻が生えて、生物多様性が豊かな海洋生態系が形成されているよ。ウニはこの海藻を食べるんだ。」

Bさん：「昔、乱獲などによってラッコの個体数が減少した結果、ウニが急激に増えてしまい、増えたウニが海藻を食べつくしてしまったこともテレビ番組で紹介していたよ。」

C先生：「ラッコは海藻は直接は食べないけど、海藻の個体数にも影響を与えるんだよ。このような効果は、**エ** 効果というのは授業で習ったね。ラッコは、海洋生態系では上位の捕食者で他の生物群集のバランスを保つ重要な役割を果たす生物種なんだよ。」^②

3人は次にニホンジカとニホンカモシカの展示施設に移動した。

Aさん：「カモシカもシカも同じ植物食性動物だよ。」

C先生：「どちらも植物食だけど野生での行動様式は異なるよ。シカは複数の個体が集まって統一的な行動をする性質があるよ。一般的に、このような集団のことを **オ** というよ。」

Bさん：「カモシカは、決まった行動圏の中を単独で生活しているんだよ。」

C先生：「その通りだよ。カモシカの行動圏のように、同種他個体の侵入を防衛する空間のことを **カ** というんだ。**カ** は鳥類、魚類、昆虫類などでも観察されていて、

同じ資源や配偶者を得やすくするための 競争の1つだね。」

Aさん：「シカは雄だけに角が生えているんだね。」

C先生：「大きな角を持った強い雄が、より多くの雌と交尾をして子孫を残すことができるんだ。シカの大きな角は、雌をめぐる競争に起因した選択を受けた形質の1つだね。」
③

3人は最後にアライグマの展示施設に移動した。

Aさん：「アライグマはもともと日本には生息していなかった動物だよ。」

C先生：「北米原産の動物だけど、50年くらい前から日本に定着しているよ。だから日本ではアライグマは の1種だね。 は人間の活動によって本来の生息地から別の地域に移動されて定着した生き物のことだったね。」

Aさん：「 は の捕食や との競合や交雑など、生物多様性に悪影響を与える要因の1つだと授業で習いました。」

C先生：「その通りだね。生物多様性には、種の多様性、遺伝子の多様性(遺伝的多様性)、生態系の多様性の3つの捉え方があることについても習ったね。生物多様性の減少を防いで、生態系を保全していくことは、私たち人間にとっても大切なんだよ。」
④

Bさん：「学校の近くにあるD池に生息しているニホンイシガメは だね。Aさん、春休みに生物部でD池のニホンイシガメについて調査しよう。」
⑤

問 1. ～ に適切な語を入れよ。

問 2. 下線部①に関して、多くの動物では、いろいろな動物を捕食し、いろいろな動物に捕食される。このように、食物連鎖が複雑にからみあっている関係のことを何とよぶか記せ。

問 3. 下線部②に関して、このような生物種のことを何とよぶか記せ。

問 4. 下線部③に関して、配偶行動における異性をめぐる競争によって特定の遺伝的特徴が進化するしくみのことを何とよぶか記せ。

問 5. 下線部④に関して、遺伝子の多様性(遺伝的多様性)が生物多様性の保全において重要な理由を、以下の語句をすべて用いて 80 字以内で記せ。

(語句) 遺伝子, 生息環境, 絶滅

下書き用 (80字)

				5						10						15							20	

問 6. 下線部⑤に関して、AさんとBさんはD池に生息するニホンイシガメの個体数を推定するために標識再捕法を行った。最初の捕獲でニホンイシガメの成体が40匹捕獲され、印をつけてD池に戻した。3日後に再び捕獲を行ったところ、ニホンイシガメの成体が32匹捕獲され、うち10匹に最初の捕獲でつけた印があった。なお、2回の捕獲は同じ方法で行い、調査期間中に印は消えないものとする。このことについて、以下の問いに答えよ。

- (1) D池に生息するニホンイシガメの個体数は何匹と推定されるか。
- (2) D池に生息するニホンイシガメの個体数を、標識再捕法で正しく推定するために必要な前提条件を70字以内で記せ。

下書き用 (70字)

				5						10						15							20	

4 次の文章を読み、問 1～4 に答えよ。(配点比率 応生： $\frac{1}{5}$)

生物は、外界の影響を受けながら生活している。しかしその体内環境は、外界の環境が変動しても常に一定の範囲に保たれている。この現象は体内環境の とよばれている。例えば、ヒトを含む恒温動物では体温が一定の範囲に保たれている。体温調節のしくみの1つとして、自律神経の1種である 神経を通して立毛筋に情報^①が伝えられる経路がある。また、内分泌系も体温調節のしくみに関わっている。

ヒトの体内環境は とよばれる液体に浸されている。ヒトが外傷を受けた場合、体内環境を保つために血液凝固とよばれる現象がおこる。血しょう中にできたフィブリンが血球とからみあうことで^② を形成し、 とともに傷口をふさぐ。また、 に含まれる物質の濃度も一定の範囲に保たれている。そのはたらきを担う器官として腎臓と肝臓がある。血液がこれらの器官を通ることにより物質の濃度が調節される。肝臓では動脈だけでなく^③ という静脈からも血液が流れ込む。

ヒトの肝臓は約 50 万個の肝細胞からなる が集まってできており、さまざまなはたらきを持つ。その1つにアミノ酸の分解により生じた を に合成するはたらきがある。 はその後、腎臓に運ばれ、体外に排出される。また、肝臓ではその解毒作用に伴って生じた不要な物質などを含む が合成される。 はのちに十二指腸に放出され、便とともに排出される。

問 1. ～ に適切な語を入れよ。

問 2. 下線部①に関して、肝臓は体温調節に関わる器官の1つである。肝臓が体温調節にどのように関わっているか、そのしくみを「甲状腺」という語句を用いて 60 字以内で記せ。

下書き用 (60 字)

				5						10						15					20	

問 3. 下線部②に関して、血液凝固のしくみとして、ある酵素 X のはたらきにより血しょう中にフィブリンが作られることと、また、その酵素 X もある条件下で作られることが知られている。そこでヒトの血液を用いて実験を行った。以下の問いに答えよ。

[実験] 3本の試験管 I, II, III を用意し、これらにクエン酸ナトリウム溶液を 0.3 mL 入れた。さらに各試験管にヒトの血液をそれぞれ 2.7 mL ずつ加えて混合した。その後、各試験管を以下のように処理した。

試験管 I 37℃に保った温水に浸しながら、5分間振とうした。

試験管 II 37℃に保った温水に浸しながら、試験管内に塩化カルシウム溶液を少しずつ加え、5分間振とうした。

試験管 III 0℃に保った冷水に浸しながら、試験管内に塩化カルシウム溶液を少しずつ加え、5分間振とうした。

この結果、試験管 I と III では血液が凝固せず、試験管 II では血液が凝固した。

(1) 試験管 I では血液が凝固せず、試験管 II では血液が凝固した理由を、「酵素 X」および「カルシウムイオン」という 2 つの語句を用いて 50 字以内で記せ。

下書き用 (50 字)

5					10					15					20							

(2) 試験管 II では血液が凝固したものの、試験管 III では血液が凝固しなかった。試験管 III で血液が凝固しなかった理由を「酵素 X」という語句を用いて 40 字以内で記せ。ただし、試験管 III では冷水に浸したことがカルシウムイオンの作用に影響を与えなかったこととする。

下書き用 (40 字)

5					10					15					20							

(3) 酵素 X は何か、その名称を記せ。

問 4. 下線部③に関して、以下の問いに答えよ。

(1) 腎臓では、血液が腎小体でろ過され、原尿とよばれる液体ができる。通常、原尿に含まれない物質を次の(a)~(d)の中からすべて選び、記号を記せ。

- (a) グルコース
- (b) 赤血球
- (c) タンパク質
- (d) ナトリウムイオン

(2) ウ に含まれる塩類濃度が上昇した際、腎臓で濃度調節が行われる。そのしくみを「脳下垂体後葉」および「毛細血管」という2つの語句を用いて50字以内で記せ。

下書き用 (50字)

5					10					15					20							

5

次の文章を読み、問1～5に答えよ。(配点比率 応生： $\frac{1}{5}$)

動物の胚発生に注目してみよう。精子と卵による受精によって形成された受精卵は、発生過程^①を経て、からだのすべてを形づくる。発生を始めた受精卵は胚とよばれる。胚発生の最初期には卵割によって胚を構成する細胞数が増加するが、目立った構造は現れない。その後、胚の一部から陥入が始まり、胚葉を形成しながら胚は複雑な層構造を獲得する。^②また、胚全体の形が変化し、将来の頭部や尾部、背側や腹側の違いが明確になっていく。さらに発生が進むと、からだの構造がよりはっきりとわかるようになり、胚の中にはさまざまな器官が形成されていく。

胚を構成する細胞は、形態を変えながら、特異的な機能を持った細胞へ分化する。^③例えば神経細胞では、細胞膜が細く伸びて軸索を形成し、細胞膜上にイオンの輸送や流入を制御するタンパク質を発現させることで、電気的な興奮を伝えることが可能になる。また、骨格筋の筋細胞は、多くの細胞が融合した多核細胞となり、細胞内に筋原繊維を発達させることで、大きな収縮力をうみ出すことができるようになる。このようなさまざまな特徴を持った細胞が集まり、精密に構造化された器官ができあがることで、動物個体は高度な生命機能を有することになる。

胚発生は遺伝子によって制御されている。近年のDNA解読技術の向上により、いろいろな生物種のゲノム構造が判明し、それらの生物種が持つ遺伝子の数も明らかになってきた。遺伝子にはタンパク質をつくる遺伝子(コーディング遺伝子)と、タンパク質をつくらずにRNAの状態^④機能する遺伝子(ノンコーディング遺伝子)がある。ヒトのゲノムには約2万個のコーディング遺伝子があることがわかっているが、一方でセンチュウにも約2万個のコーディング遺伝子が存在する。約37兆個もの細胞から構成され、複雑な器官を多く持つヒトと、1千個程度の細胞と単純な体構造を持つセンチュウの間で、コーディング遺伝子の数が大差ないのはとても不思議である。近年多くのノンコーディング遺伝子が見つかったが、その機能の多くはわかっていない。それらのはたらきが、我々ヒトの発生に大きな影響を与えているのかもしれない。

問 1. 下線部①に関して、以下の問いに答えよ。

- (1) 精子や卵は配偶子とよばれる。ヒトの正常な配偶子と体細胞(ここでは卵割中の体細胞とする)を比較した説明として正しいものを、次の(a)~(e)の中からすべて選び、記号を記せ。
- (a) 配偶子の染色体数と、体細胞の染色体数は同じである。
 - (b) 配偶子のゲノム数は、体細胞のゲノム数の半分である。
 - (c) 細胞周期の間期終了時点(G_2 期)における体細胞の DNA 量は、配偶子の DNA 量の約 4 倍である。
 - (d) 体細胞分裂では DNA の複製が行われるが、配偶子形成時の減数分裂では DNA の複製は行われない。
 - (e) 体細胞はミトコンドリアを持つが、配偶子はミトコンドリアを持たない。
- (2) ヒトの精子形成では 1 つの一次精母細胞から 4 つの精子ができるが、卵形成では 1 つの一次卵母細胞から 1 つの卵と少数の極体が生じる。均等な細胞質分裂ではなく、不均等な細胞質分裂を行って、小さな極体と大きな卵を生じる利点を 50 字以内で記せ。

下書き用 (50 字)

問 2. 下線部②に関して、陥入運動を始めた時期の胚を何とよぶか記せ。

問 3. 下線部③に関して、以下の問いに答えよ。

(1) ヒトのからだは基本的な4つの組織から構成されている。それらの名称を記せ。

(2) 以下の文章中の ア ~ オ に適切な語を入れよ。

細胞膜は細胞内外の物質の移動を制限しており、特定の物質のみを透過させるはたらきを持っている。これを ア とよぶ。神経細胞では、細胞膜に存在する イ が細胞外の ウ イオンを細胞内に取り込むとともに、ナトリウムイオンを細胞外に運び出すことで細胞内のナトリウムイオン濃度が低く保たれている。 イ は ATP のエネルギーを使って物質を濃度勾配に逆らって移動させることができるが、このような物質の輸送方法を エ 輸送とよぶ。神経細胞においてナトリウムイオンがチャンネルを通して細胞内に流入すると、 オ 電位が生じる。これが神経細胞の興奮である。

(3) 筋肉は、筋原繊維内のミオシンが ATP を ADP に分解することで得たエネルギーで収縮するが、筋細胞内の ATP は短時間で枯渇する。筋細胞中では ADP を再度リン酸化して ATP に戻す反応がおこるが、この反応時に ADP にリン酸を受け渡すエネルギー貯蔵物質は何か、名称を記せ。

問 4. 下線部④に関して、以下の問いに答えよ。

(1) 正常に機能するタンパク質が合成されるためには、スプライシングが重要である。スプライシングに関する記述として正しいものを、次の(a)~(e)の中から1つ選び、記号を記せ。

(a) スプライシングは転写よりも前におこる現象である。

(b) スプライシングは翻訳の後におこる現象である。

(c) DNA のイントロンが取り除かれ、エキソン同士がつながった DNA 分子ができあがる。

(d) 同じ遺伝子から異なるエキソンがつながった複数種類の分子ができることがある。

(e) 植物細胞ではスプライシングはおこらない。

(2) ノンコーディング遺伝子からつくられる RNA は、ノンコーディング RNA とよばれる。ノンコーディング RNA の代表例はトランスファー RNA (tRNA) やリボソーム RNA (rRNA) である。ノンコーディング RNA に関する記述として正しいものを、次の (a)~(e)の中からすべて選び、記号を記せ。

- (a) tRNA は DNA の複製時に、次に必要となる塩基を DNA ポリメラーゼに受け渡す。
- (b) リボソームは大きさの異なる複数の rRNA のみから構成される複合体である。
- (c) 20 塩基ほどの短い RNA 鎖が mRNA に結合し、その mRNA の分解を促進したり、翻訳を阻害したりすることを RNA 干渉とよぶ。
- (d) すべての RNA ウイルスが持つゲノムは、ノンコーディング RNA である。
- (e) ノンコーディング RNA はウラシルを持つ。

(3) 完全に同一の塩基配列からなる 10 塩基の長さの 1 本鎖 RNA と 1 本鎖 DNA があるとす。それらの分子量を比べた場合、どちらの分子量がいくつ大きいかを記せ。なお、いずれの核酸についても、キャップ構造やメチル化等を含めたいかなる化学修飾も受けておらず、5'末端のリン酸基の数も同じであるとする。チミンとウラシルはいずれにも含まれていない。原子量は、H:1, C:12, N:14, O:16, P:31, S:32 として計算すること。

問 5. センチュウは旧口動物、ヒトは新口動物である。以下の動物の中から、旧口動物を 5 つ選び、動物名を記せ。

メダカ、ヘビ、バッタ、カタツムリ、ヒトデ、ミミズ、スズメ、
ウニ、イセエビ、ハマグリ