埼玉医科大学

平成24年度一般入学試験問題

後期入学試験

理　科

埼玉医科大学

平成24年度一般入学試験問題

後期入学試験

理　　科

注 意 事 項

1. 試験時間は100分である。
2. 物理・化学・生物の3科目のうち，2科目を選択すること。選択しない科目のマークシートは30分後に回収する。
   すべてのマークシートに受験番号，氏名を記入すること。
3. 解答は［　　］に指示された解答番号に従ってマークシートにマークせよ。
4. 下書きや計算は問題用紙の余白を利用すること。
5. すべての配付物は終了時に回収する。
6. 質問がある場合は手を挙げて監督者に知らせること。

マークシート記入要領

例：受験番号が「０１２３」番の「磯野波江」さんの場合

受験番号				
MC	0	1	2	3
	●	⓪	⓪	⓪
	①	●	①	①
	②	②	●	②
	③	③	③	●
	④	④	④	④
	⑤	⑤	⑤	⑤
	⑥	⑥	⑥	⑥
	⑦	⑦	⑦	⑦
	⑧	⑧	⑧	⑧
	⑨	⑨	⑨	⑨

フリガナ	イソノ　ナミエ
氏名	磯野　波江

注意：マークの良い例と悪い例

良い例	●		
悪い例	⓪	薄い。	マークが悪い場合は，解答欄の該当箇所を採点できない場合がある。
	●	はみ出している。	
	⑨	不完全である。	
	⊕		

1. 受験番号の空欄に受験番号を記入し，受験番号の各桁の数字を下の⓪～⑨から選んでマークする。
   次に，氏名を書き，フリガナをカタカナで記入する。
2. 受験番号欄と解答欄では，⓪と①の位置が異なる。
3. マークはHBの鉛筆を使い，はみ出さないように○の中を●のように完全に塗りつぶす。
   上の「注意：マークの良い例と悪い例」を参照のこと。
4. マークを消す場合は，消しゴムで跡が残らないように完全に消すこと。砂消しゴムは使用しないこと。
5. マークシートは折り曲げたり，汚したりしないように気を付けること。
6. 所定の欄以外には何も記入しないこと。
7. 解答する箇所は
   物理では，解答番号の［1］から［36］までである。
   化学では，解答番号の［1］から［42］までである。
   生物では，解答番号の［1］から［68］までである。

生　　物

1　DNA の複製に関する次の問い(問 1 ～ 2)に答えよ。

問 1　大腸菌の DNA は半保存的複製によって複製される。大腸菌を ^{15}N(^{14}N より質量の大きい窒素の同位体)を窒素源とする培地で培養し，窒素のすべてが ^{15}N の DNA をもつ大腸菌を作成した。この大腸菌を 1 世代目とする。1 世代目の大腸菌を ^{14}N を窒素源とする培地に移して培養を続けた。この培地で最初の細胞分裂によって生じた細胞を 2 世代目とする。1 世代目，2 世代目およびそれに続く各世代から抽出した DNA を，世代ごとに密度勾配遠心法で分析した。すなわち，遠心によって密度勾配をつくる塩化セシウム溶液に DNA を混ぜて遠心管に入れて遠心し，形成された密度勾配上のどの位置に DNA のバンドがつくられるかを見た。

図 1 の①～⑲(⑪はない)は DNA の様々なバンドパターンを示しており，バンドの幅は DNA 量に比例している。対照では，「軽」はすべての窒素が ^{14}N の DNA のバンドの位置を，「重」はすべての窒素が ^{15}N の DNA のバンドの位置を示しており，目盛り(相対値)も示している。下の(1)～(6)に答えよ。

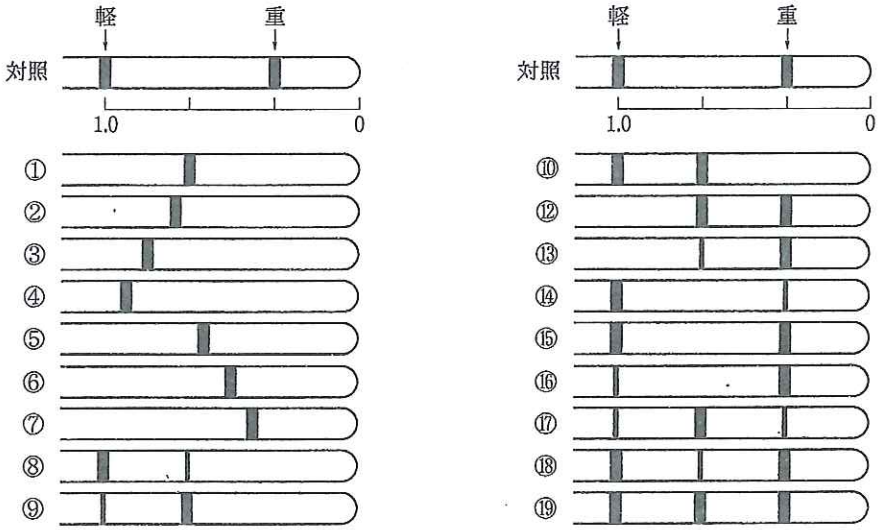

図 1　DNA のバンドパターン

(1)　3 世代目のバンドパターンとして最も適切なものを，図 1 の①～⑲のうちから 1 つ選べ。2 桁の番号をマークする場合には，十の位と一の位の数字を同じ解答番号にマークせよ(例えば⑩は①と⓪をマークする)。 [1]

(2)　4 世代目のバンドパターンとして最も適切なものを，図 1 の①～⑲のうちから 1 つ選べ。2 桁の番号をマークする場合には，十の位と一の位の数字を同じ解答番号にマークせよ(例えば⑩は①と⓪をマークする)。 [2]

(3)　1 世代目の大腸菌 1 個を取り出して，^{14}N を窒素源とする培地で培養した。n 世代目においてすべての窒素が ^{14}N の DNA をもつ大腸菌の数を表す式として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから 1 つ選べ。 [3]

① $2^{n-2}-1$　② $2^{n-2}-2$　③ $2^{n-1}-1$　④ $2^{n-1}-2$　⑤ $2^{n}-1$　⑥ $2^{n}-2$

(4)　最も幅の広いバンドの DNA 量が最も幅の狭いバンドの DNA 量の 31 倍であるのは，[4][5] 世代目である。[4] には十の位の数字を，[5] には一の位の数字をマークせよ。該当する位がない場合には，⓪をマークせよ。

(5)　DNA の複製は半保存的であることが証明されるまでは，保存的複製と分散的複製という複製法も考えられていた。次の(i)～(ii)に答えよ。2 桁の番号をマークする場合には，十の位と一の位の数字を同じ解答番号にマークせよ(例えば⑩は①と⓪をマークする)。

(i)　保存的複製とは，DNA 1 分子から複製されて生じる 2 分子の DNA のうち，片方の DNA 分子の 2 本の鎖はいずれももとの 2 本鎖から構成されており，もう一方の DNA 分子の 2 本の鎖はいずれも新しいものから構成されるというしくみを指す。この複製法によって複製されるとした場合，4 世代目に現れると考えられる DNA のバンドパターンとして最も適切なものを，図 1 の①～⑲のうちから 1 つ選べ。 [6]

(ii) 分散的複製とは，複製されて生じるDNA分子の2本の鎖は，いずれももとのヌクレオチドと新しくつくられるヌクレオチドが等量ずつ混ざり合って構成されるというしくみを指す。この複製法によって複製されるとした場合，4世代目に現れると考えられるDNAのバンドパターンとして最も適切なものを，図1の①～⑲のうちから1つ選べ。 7

(6) DNAを含む溶液を加熱すると，DNAの2本鎖は分離して1本鎖になる。いったん1本鎖にしたものをゆっくり冷却すると，相補的な1本鎖どうしは水素結合によって再び2本鎖のDNAを形成する。次の(i)～(iii)に答えよ。2桁の番号をマークする場合には，十の位と一の位の数字を同じ解答番号にマークせよ(例えば⑩は①と⓪をマークする)。

(i) 1世代目の大腸菌のDNAとすべての窒素が^{14}NのDNAをもつ大腸菌のDNAとを等量ずつ混合し，加熱してDNAを1本鎖にした。次いでゆっくりと冷却して2本鎖となったDNAを密度勾配遠心法で分析した。バンドパターンとして最も適切なものを，図1の①～⑲のうちから1つ選べ。 8

(ii) 2世代目のDNAを加熱して1本鎖にした。次いでゆっくりと冷却して2本鎖となったDNAを密度勾配遠心法で分析した。バンドパターンとして最も適切なものを，図1の①～⑲のうちから1つ選べ。 9

(iii) DNAの2本鎖のうち，特定の側の鎖のすべての窒素は^{14}Nから成り，残りの側の鎖の窒素はすべて^{15}Nから成るDNAを大量に作成し，これを加熱して1本鎖にした。次いでゆっくりと冷却して2本鎖となったDNAを密度勾配遠心法で分析した。バンドパターンとして最も適切なものを，図1の①～⑲のうちから1つ選べ。 10

問2 細胞を培養している培地のチミジンをブロモデオキシウリジン(BrdU)というヌクレオチドに換えて培養すると，DNAが複製される際にチミンの代わりにブロモウラシルが新しい鎖に取り込まれる。すべての細胞の細胞周期を一致させて培養している細胞で，培地のチミジンをBrdUに換えてDNAにブロモウラシルを取り込ませ，細胞分裂の過程で現れる核分裂中期の染色体(以下，中期染色体と呼ぶ)を顕微鏡で観察した。観察するときの条件を工夫すると，DNAの2本の鎖のいずれにもチミンが取り込まれている部分は暗く見える。2本の鎖のいずれにもブロモウラシルが取り込まれている部分は明るく見える。2本の鎖のうちの1本だけにチミンが取り込まれて残り1本にはブロモウラシルが取り込まれている部分は，中程度の明るさに見える。図2に中期染色体を示している。明るく見える部分は白色で，暗く見える部分は黒色で，中程度の明るさに見える部分は灰色で描いている。下の(1)～(2)に答えよ。

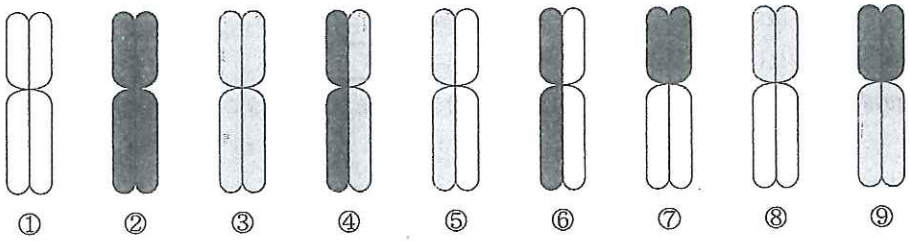

図2 中期染色体の観察像

(1) 細胞の細胞周期のG_1期にチミジンをBrdUに換えた培地で1回目の細胞分裂を行わせた。次のG_1期にBrdUを再びチミジンに換えた培地で2回目の細胞分裂を行わせた。次の(i)～(iii)に答えよ。

(i) 1回目の細胞分裂の中期染色体として最も適切なものを，図2の①～⑨のうちから1つ選べ。 11

(ii) 2回目の細胞分裂の中期染色体として最も適切なものを，図2の①～⑨のうちから1つ選べ。 12

(iii) DNA複製が保存的に複製されるとした場合，1回目の細胞分裂の中期染色体はどれか。最も適切なものを，図2の①～⑨のうちから1つ選べ。 13

(2) 細胞の細胞周期のG_1期にチミジンをBrdUに換えた培地で培養を続けた。次の(i)～(ii)に答えよ。

(i) 培地を換えてから2回目の細胞分裂の中期染色体として最も適切なものを，図2の①～⑨のうちから1つ選べ。 14

(ii) BrdUに換えてから5回目の細胞分裂の中期染色体として適切なものを，図2の①～⑨うちからすべて選べ。該当する番号をすべてマークせよ。 15

2 骨格筋の収縮のエネルギーに関する次の文章を読み，下の問い(問1～7)に答えよ。

骨格筋の中に乳酸が含まれていることは19世紀末には知られていた。また，無酸素状態で筋肉を収縮させると，グリコーゲンが分解されて乳酸の量が上昇することが20世紀初頭に確認された。ドイツのマイヤーホフは筋肉の収縮を研究することで，グリコーゲンやグルコースから乳酸が生成される(ア)過程の主要な部分を解明した。彼は筋肉の収縮のエネルギーは下線部アの過程から直接供給されると考えていた。しかし，デンマークのルンズゴールは，下線部アの過程を阻害する物質(物質Mとする)で処理された筋肉でも数十回収縮することを観察した。さらに，この収縮のあとでは筋肉中のクレアチンリン酸がほとんどなくなったので，収縮のエネルギーはクレアチンリン酸の分解によって供給されると考えた(1930年)。

同じころ，マイヤーホフの弟子のローマンは，ATPを発見し，また下線部アの過程でATPが生成されることを明らかにした(1929年)。さらに彼は，筋肉内にクレアチンリン酸からリン酸をADPに渡してATPを生成する酵素(クレアチンキナーゼ)があることを見出した(1934年)。

1939年になって，ロシアのエンゲルハルト夫妻が，筋肉のミオシンにATP分解酵素活性があることを報告した。続いて，ハンガリーのセントージェルジはウサギの筋肉から抽出したミオシンを含む混合物(アクトミオシン)にATPを加えると，収縮に類似した現象が起こることを見いだした(1942年)。こうした研究により，筋収縮の直接的なエネルギー源はATPであると考えられるようになったが，その実証にはさらに20年を要した。遅れた理由は，筋肉内にはATPに比べて多量のクレアチンリン酸が存在するので，収縮の際に消費されるATPの量を正確に把握できなかったからであった。

1962年，アメリカのディヴィスは，クレアチンキナーゼのはたらきを阻害する物質(物質Dとする)でカエルの筋肉を処理して，1回だけ単収縮をさせた前後で(イ)ATPなどの物質の量の変化を調べた。この実験により，筋肉の収縮にはATPが分解されるエネルギーが直接用いられることが明らかになった。

問 1 次の(1)～(7)の文の内容が，上の文章の中に書かれている場合には①を，書かれていない場合には⓪をマークせよ。

(1) 乳酸はATPよりも先に発見された。 16

(2) 嫌気呼吸でATPが生成される。 17

(3) 嫌気呼吸で生成した乳酸はグリコーゲンに再合成される。 18

(4) 好気呼吸で生成されるATPの量は嫌気呼吸で生成されるATPの量よりも多い。 19

(5) クレアチンリン酸は筋収縮で消費されたATPを補充することができる。 20

(6) アクトミオシンにはATP分解酵素活性が見られる。 21

(7) 筋肉の収縮はアクチンフィラメントとミオシンフィラメントが滑り合うことによって生じる。 22

問 2 物質Mのはたらきについての次の(1)～(3)の文が正しい場合には①を，誤っている場合には⓪をマークせよ。

(1) 物質Mはクレアチンリン酸の分解を阻害する。 23

(2) 物質Mで処理した筋肉が無酸素状態で収縮すると，ATPが蓄積する。 24

(3) 物質Mで処理した筋肉が無酸素状態で収縮しても，筋肉内の乳酸量は増加しない。 25

問 3 下線部アの過程の名称として最も適切なものを，次の①～⑤のうちから1つ選べ。 26

① 解　糖　② 電子伝達系　③ クエン酸回路　④ アルコール発酵　⑤ 乳酸発酵

問 4 下線部アの過程が行われている場所として最も適切なものを，次の①～⑤のうちから1つ選べ。 27

① 核　② 細胞膜　③ 小胞体　④ 細胞質基質　⑤ ミトコンドリア

問 5 下線部アの過程が1分子のグルコースから始まった場合，乳酸の生成までに消費されるATPの分子数として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから1つ選べ。 28

① 1分子　② 2分子　③ 4分子　④ 12分子　⑤ 26分子　⑥ 38分子

問 6　ディヴィスが行った下線部イの実験を再現した。カエルの筋肉を物質Mと物質Dで処理し，電気刺激をして1回だけ単収縮を行わせ，収縮の前後で物質の量を測定した。結果を表1に示す。ただし，収縮の際にATPが分解されて生じたADPの一部は，収縮後に次の反応(ATP再生反応)でATPとAMPに変化する。

$$2\,ADP \longrightarrow ATP + AMP$$

表1の「収縮後」の値は，この再生反応のあとの値である。この表を見て，下の(1)～(4)に答えよ。

表1　物質Mと物質Dで処理した筋肉における1回の単収縮の前後での筋肉内の物質量(単位：μモル/筋肉1グラム)

	ATP	ADP	AMP	クレアチンリン酸
収縮前	1.25	0.64	0.10	12.67
収縮後	0.81	a	0.24	b

(1)　単収縮1回で消費されたATPは筋肉1グラムあたり 29 . 30 31 μモルである。一の位の数字を 29 に，小数第1位の数字を 30 に，小数第2位の数字を 31 にマークせよ。小数第3位以下がある場合には切り捨てよ。該当する位がない場合には⓪をマークせよ。

(2)　表1の中のaの数値は 32 33 . 34 35 である。十の位の数字を 32 に，一の位の数字を 33 に，小数第1位の数字を 34 に，小数第2位の数字を 35 にマークせよ。小数第3位以下がある場合には切り捨てよ。該当する位がない場合には⓪をマークせよ。

(3)　表1の中のbの数値は 36 37 . 38 39 である。十の位の数字を 36 に，一の位の数字を 37 に，小数第1位の数字を 38 に，小数第2位の数字を 39 にマークせよ。小数第3位以下がある場合には切り捨てよ。該当する位がない場合には⓪をマークせよ。

(4)　この筋肉を物質Mだけで処理し，物質Dでは処理せずに，連続して刺激を加えた場合，単収縮が生じうる回数は何回か。最も近い数値を，次の①～⑧のうちから1つ選べ。ただし，ATP再生反応が起こっているものとする。

40 回

① 5　② 10　③ 15　④ 20　⑤ 25　⑥ 30　⑦ 35　⑧ 40

問 7　下の①～⑤は現在解明されている骨格筋が収縮するまでの段階を示したものである。最も適切な順番に並べよ。

【順番】 41 → 42 → 43 → 44 → 45

① 筋小胞体から Ca^{2+} が放出される。

② T管に興奮が伝わる。

③ アクチンフィラメントにミオシンフィラメントが結合できるようになる。

④ 筋細胞の細胞膜に興奮が起こる。

⑤ アクチンフィラメントの間にミオシンフィラメントが滑り込む。

3 次の問い(問1～12)について，選択肢のうちから最も適切なものを1つずつ選べ。

問 1 ある倍率では，接眼ミクロメーター20目盛分が対物ミクロメーター9目盛分と一致した。同じ倍率でオオカナダモの原形質流動を観察したところ，葉緑体が6秒間で接眼ミクロメーターの8目盛分移動していた。原形質流動の秒速(μm/秒)に最も近い数値はどれか。なお，対物ミクロメーター1目盛りは，10 μmである。 **46** μm/秒

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9

問 2 タマネギの発芽種子を用いて体細胞分裂の観察を行う場合，温めた希塩酸に根を浸す。その理由として正しいものはどれか。 **47**

① 細胞を固定するため
② 染色体の形を崩さないため
③ 染色体を二価染色体にするため
④ 細胞どうしを離れやすくするため
⑤ 酸性の染色液で染まりやすくするため

問 3 カドヘリンによる細胞の接着に必要なイオンはどれか。 **48**

① 鉄イオン ② カリウムイオン ③ カルシウムイオン
④ ナトリウムイオン ⑤ マグネシウムイオン

問 4 遺伝子の組換え技術について正しいものはどれか。 **49**

① 遺伝子を他の細胞内に運び入れる役割のDNAをベクターという。
② 遺伝子の運び屋として使われるプラスミドは糸状のDNAである。
③ 制限酵素はどのような塩基配列でも自由に切断することができる。
④ DNAポリメラーゼは切れたDNA断片を連結することができる。
⑤ 受精卵の核にDNAの断片を直接注入して作った動物をクローン動物という。

問 5 脊椎(せきつい)動物の器官と由来する胚葉との組合せで正しいものはどれか。 **50**

	外胚葉	中胚葉	内胚葉
①	網 膜	腎 臓	肝 臓
②	水晶体	脊 索	脊椎骨
③	表 皮	心 臓	平滑筋
④	爪	大 脳	気 管
⑤	毛	肺	すい臓

問 6 イモリの胚における目の形成で，眼杯の誘導によってできる組織はどれか。 **51**

① 角 膜 ② 網 膜 ③ 水晶体 ④ 視神経 ⑤ 色素上皮

問 7 ヒトのすい臓のランゲルハンス島A細胞から分泌されるホルモンはどれか。 **52**

① アドレナリン ② インスリン ③ グルカゴン ④ チロキシン ⑤ 糖質コルチコイド

問 8 ある植物で，紫花は赤花に対し，長花粉は短花粉に対して優性である。花の色を決める遺伝子と花粉の形を決める遺伝子は連鎖している。紫花で長花粉と赤花で短花粉の純系どうしを交配したところ，F_1はすべて紫花で長花粉(紫・長と表記，以下同様)であった。F_1を検定交雑したところ，紫・長：紫・短：赤・長：赤・短＝7：1：1：7となった。この遺伝子間の組換え価(%)に最も近い数値はどれか。 **53** %

① 3 ② 6 ③ 9 ④ 12 ⑤ 15 ⑥ 24 ⑦ 36 ⑧ 48

問 9　ある生物の DNA の塩基組成を調べた結果，アデニンが 30.3 % 含まれていた。グアニンの含量(%)に最も近い数値はどれか。 54 %

① 5　② 10　③ 15　④ 20　⑤ 25　⑥ 30　⑦ 45　⑧ 60　⑨ 70

問10　ヒトの目について正しいものはどれか。 55

① 近くを見るときはチン小体が緊張する。

② 暗順応では主に錐体細胞が働く。

③ 錐体細胞は網膜の中心部分に多く分布する。

④ かん体細胞が多く集まっている網膜の部分は盲斑と呼ばれる。

⑤ 網膜では，ガラス体に近いほうから，色素細胞，視細胞，連絡細胞，視神経細胞がある。

問11　生物の進化について正しいものはどれか。 56

① 始祖鳥には胸骨がなかった。

② ウマは進化の過程で小形化した。

③ 鳥類の羽と昆虫類の羽は相同器官である。

④ オーストラリア大陸の有袋類は共通の祖先から適応放散した。

⑤ ガラパゴス諸島のフィンチ類のくちばしの変異は，他の地域のフィンチとの交雑の結果生じた。

問12　図 3 は 3 つのタイプの生存曲線を示している。正しいものはどれか。 57

① イセエビが該当するタイプは a である。

② アメリカシロヒトリが該当するタイプは c である。

③ マンボウが該当するタイプは c である。

④ シジュウカラが該当するタイプは a である。

⑤ ニホンザルが該当するタイプは b である。

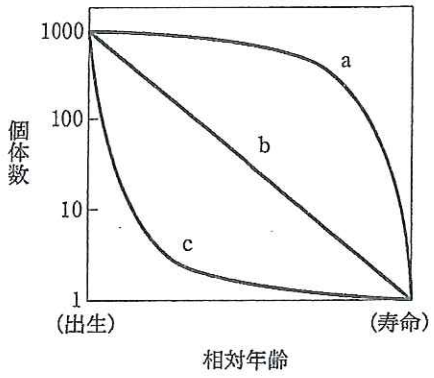

図 3

4 次の問い(問1～11)について，選択肢のうちから適切なものを2つずつ選べ。該当する番号をすべてマークせよ。

問 1 植物の組織について正しいものはどれか。 58

① 木部や師部は基本組織系である。
② さく状組織や海綿状組織は柔組織である。
③ 1本の根毛は1つの表皮細胞からなる。
④ 師管は根から吸収した水や養分の通路である。
⑤ C_3 植物では，C_4 植物に比べて維管束鞘細胞が発達している。

問 2 核相が n のものはどれか。 59

① イネの胚乳細胞
② サクラの胚のう母細胞
③ スギゴケの配偶体
④ ナズナの胚
⑤ ワラビの前葉体

問 3 アミノ酸やタンパク質について正しいものはどれか。 60

① アミノ酸間の S-S 結合は立体構造に影響を及ぼす。
② ペプチド結合はヒドロキシ基とカルボキシル基の間で起こる。
③ 異常型プリオンタンパク質は，タンパク質分解酵素によって分解される。
④ 細胞膜に存在するタンパク質からなるチャネルは，イオンの能動輸送を行う。
⑤ 酵素は主成分であるタンパク質の立体構造によって基質特異性を獲得している。

問 4 植物ホルモンとそのはたらきとの組合せで正しいものはどれか。 61

① エチレン ―――― 落葉を促進する。
② サイトカイニン ―――― 気孔を閉じる。
③ アブシシン酸 ―――― 種子の休眠を維持する。
④ ジベレリン ―――― 果実の成熟を抑制する。
⑤ オーキシン ―――― 側芽の成長を促進する。

問 5 光発芽種子はどれか。 62

① カボチャ　② キュウリ　③ ケイトウ　④ タバコ　⑤ レタス

問 6 ウニの発生で間充織細胞が遊離してくる部位はどれか。 63

① 胞胚の赤道面
② 胞胚の動物極側
③ 胞胚の植物極側
④ 原腸胚の胚全体
⑤ 原腸胚の原腸の先端

問 7 卵が調節卵である動物はどれか。 64

① イモリ　② ウ ニ　③ クシクラゲ　④ ツノガイ　⑤ ホ ヤ

問 8　体液の循環や調節について正しいものはどれか。 65

① カエルの心臓は 2 心房 2 心室である。

② 海水魚はえらから無機塩類を排出する。

③ 淡水魚は体液より高張な尿を排出する。

④ ヒトの腎臓では腎静脈から血液がろ過される。

⑤ ヒトの肺循環では，二酸化炭素を放出し酸素を取り入れるガス交換が行われている。

問 9　ホルモンについて正しいものはどれか。 66

① ホルモンは血液によって運ばれる。

② ホルモンはすべてポリペプチドである。

③ 1 つのホルモンは 1 つの標的器官にのみ作用する。

④ ホルモンの合成・分泌は自律神経の影響を受けない。

⑤ 1 つの内分泌腺から複数のホルモンが分泌される場合がある。

問10　五界説における原生生物界に属し，クロロフィル a と b をもつ生物はどれか。 67

① アオカビ　② アサクサノリ　③ シャジクモ　④ ゾウリムシ　⑤ ミドリムシ

問11　本州中部における植物群系の垂直分布について誤っているものはどれか。 68

① 標高が森林限界より高い地帯ではお花畑が見られる。

② 標高 1000 m 付近の山地帯の優占種として，ハイマツが確認できる。

③ 標高 1600～2800 m 付近の優占種として，スダジイが確認できる。

④ 丘陵地帯には照葉樹林，山地帯には夏緑樹林，亜高山帯には針葉樹林が分布する。

⑤ 植物群系の垂直分布ができる主な原因は，標高による気温の違いである。