◇　生　物

生 2－1～生 2－15 まで 15 ページあります。

第１問　細胞周期に関する次の文章を読み，後の問い（問 1～4）に答えよ。

〔解答番号 1 ～ 6 〕

真核細胞の体細胞分裂では，分裂期と間期を繰り返すことで細胞が増殖する。間期は G_1 期，S 期，G_2 期に分けることができる。また，体細胞分裂が終了してから，次の分裂期が終了するまでの過程を細胞周期と呼ぶ。細胞周期に要する時間および各期に要する時間を調べるために次の実験（**実験 1～3**）を行った。

実験 1　動物細胞を適当な培地で培養し，24 時間ごとに細胞数を測定した。その結果を**図 1** に示した。

実験 2　**実験 1** の培養 88 時間後の細胞を 10,000 個取り出し，細胞当たりの DNA 量(相対量)を測定した。その結果，**図 2** に示したように 3 群に分けることができた。**図 2** は細胞当たりの DNA 量(相対量)と細胞数の関係を表している。

実験 3　**実験 2** の培養細胞に DNA 合成を直ちに停止する薬剤 D を添加した。この条件で 5 時間培養後に培養細胞を 10,000 個取り出し，細胞当たりの DNA 量(相対量)と細胞数を測定した。薬剤 D は DNA 合成阻害以外の細胞活動には影響を与えない。また，DNA 合成を停止した細胞はそのままの状態に留まり，細胞周期の次の過程に進めなくなる。

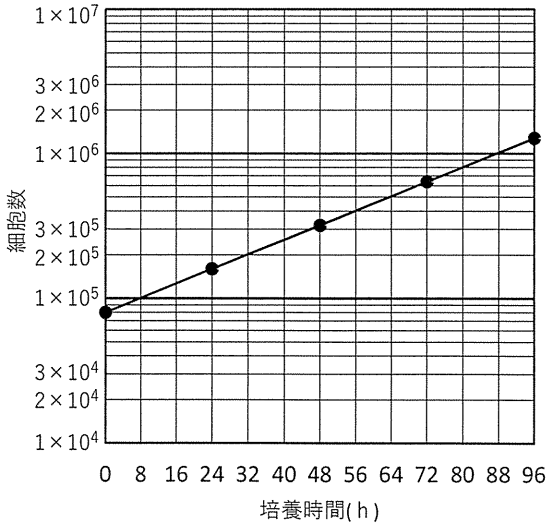


図 1　培養時間の経過と細胞数の変化

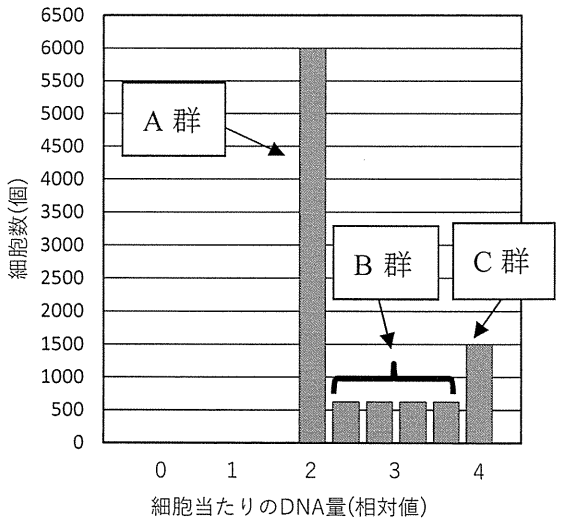
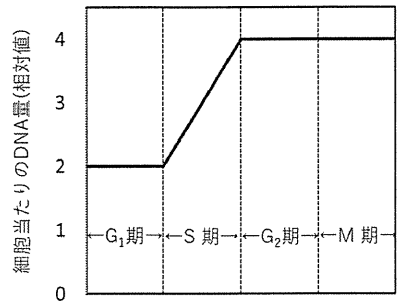


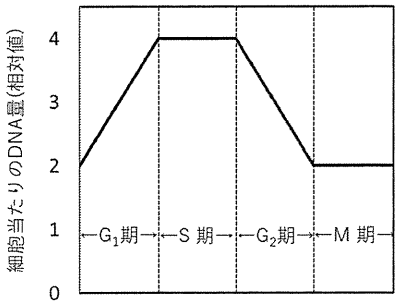
図 2　細胞当たりの DNA 量（相対量）と細胞数の関係

問 1　細胞周期における細胞当たりの DNA 量の変化を表す図として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 1

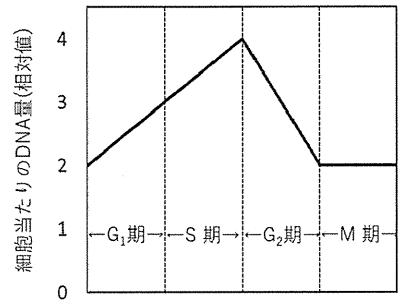
①



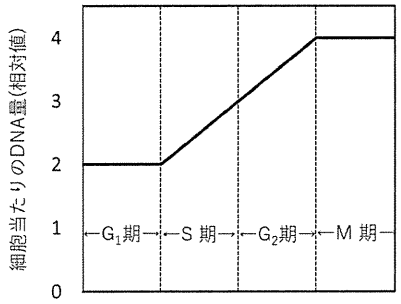
②



③



④



問 2　**実験 1** の結果から，培養細胞の細胞周期の長さは何時間と考えられるか。最も適当な数値を，後の選択肢から一つ選べ。 2 時間

① 18　② 20　③ 22　④ 24　⑤ 26

問 3　**実験 1** と**実験 2** の結果から，培養細胞の S 期の長さは何時間と考えられるか。最も適当な数値を，後の選択肢から一つ選べ。 3 時間

① 2　② 4　③ 6　④ 8　⑤ 10

問4　実験2と比べて**実験3**ではどのような結果が得られると考えられるか。適当なものを，後の選択肢から**三つ選べ**。ただし，解答の順序は問わない。

4 , 5 , 6

① A群の細胞数が増加した。
② A群の細胞数が減少した。
③ A群の細胞数は変化しない。
④ B群の細胞数が増加した。
⑤ B群の細胞数が減少した。
⑥ B群の細胞数は変化しない。
⑦ C群の細胞数が増加した。
⑧ C群の細胞数が減少した。
⑨ C群の細胞数は変化しない。

第 2 問　体液と血管系および肝臓に関する次の文章（A・B）を読み，後の問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 7 ～ 13 〕

A　生物のからだを取り巻く環境は,外部環境と呼ばれる。外部環境は常に変化する。それに対して，体内環境（内部環境）は外部環境の変化を受けながらも，体温や塩類，酸素，グルコースの濃度などが一定の範囲に保たれている。このように，個体がたえず変化する環境におかれながら，体内の状態を常に安定に保ち，生命を維持する性質を恒常性（ホメオスタシス）という。

脊椎動物の場合，ア体液はイ血液，組織液，リンパ液に分けられる。これら体液が細胞の直接の環境となるため，その状態の維持に努めなければいけない。ウ心臓は体液を循環させ，肝臓，腎臓などは，体液の調整にかかわるはたらきを分担してその状態を安定させている。

問 1　下線部**ア**について，体液の流れに関する記述として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 7

① 毛細血管からしみ出た血しょうの一部が，細胞間を満たす組織液となる。
② 組織液の一部が，毛細血管に戻り静脈血の血しょうに混ざる。
③ 組織液の大部分は，リンパ管に入りリンパ液となる。
④ リンパ液は，リンパ管内を大動脈の血流と同じ速さで流れている。

問 2　下線部**イ**について，血液成分とそのはたらきの組合せとして最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 8

	血液成分	はたらき
①	赤血球	細菌など異物の処理
②	白血球	血液凝固
③	血小板	酸素の運搬
④	血しょう	栄養分・老廃物の運搬

問 3　下線部**ウ**について，ヒトは心臓を中心に二つの血液循環をもつ。これに関する記述として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 9

① 肺循環では，血液は右心房から出て，肺を経由し左心室へ戻る。
② 肺循環では，肺静脈中を動脈血が流れている。
③ 体循環では，血液は左心房から出て，各組織，各器官を経由して右心室へ戻る。
④ リンパ管内を流れるリンパ液は，大動脈に流入する。

問 4　下線部**ウ**について，**図 1** に示すような血管系を何と呼ぶか。また，この様式の血管系をもつ動物はどれか。最も適当なものを，後の選択肢からそれぞれ一つずつ選べ。血管系 10，動物 11

① 組織循環系　② 開放血管系　③ 閉鎖血管系
④ ミミズ　⑤ カブトムシ　⑥ ザリガニ

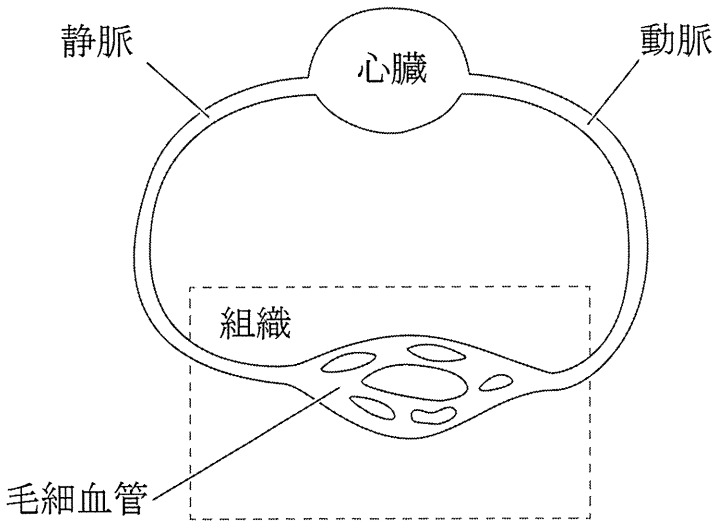


図 1　ある動物の血管系（模式図）

B　肝臓は，肝動脈，肝門脈から流れ込んだ血液中に含まれる物質を，さまざまな方法で処理して貯蔵したり排出したりすることによって，血液の状態を一定に保っている。肝臓の構造を図 2 に示した。

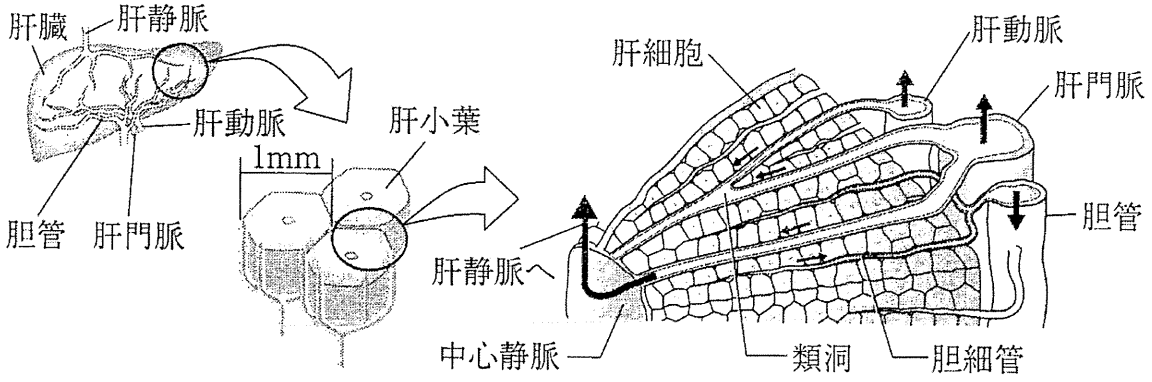


図 2　肝臓の構造（模式図）

問 5　肝臓の構造に関する次の記述のうち最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 12

① 肝臓は，ヒトの消化管に付属する器官では，胃の次に大きい。
② 肝静脈には，小腸で吸収された栄養分が豊富に含まれる。
③ 胆のうで作られた胆汁が，胆管から肝臓に流れ込む。
④ 類洞（るいどう）を流れた血液は中心静脈に集まり，肝静脈を経て心臓へもどる。

問 6　肝臓のはたらきの記述として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 13

① 血液中の脂質をグリコーゲンとして貯蔵する。
② 消化吸収された血液中のアミノ酸から，血液に含まれるタンパク質（アルブミンなど）を合成する。
③ 不要なアミノ酸から発生した二酸化炭素を取り入れ，毒性の少ない一酸化炭素に変換して血液中へ放出する。
④ ビリルビンからヘモグロビンを合成する。

第 3 問　環境問題に関する次の文章を読み，後の問い(問 1～4)に答えよ。

〔解答番号 14 ～ 17 〕

人類は，これまで生態系の復元力を超えない範囲で自然を利用して生活してきた。しかし，近年，科学技術の進歩によって急激に拡大した人間活動は，生態系に大きな影響を与えている。

交通機関が急速に発達したことで，人類は短時間でヒトやモノを別の場所に移動させることができるようになった。このヒトやモノの大規模な移動に伴い，本来の生息場所から別の場所に持ち込まれ，a これまでその地域に生息していなかった生物種が住み着くことがある。このような生物は［ ア ］生物と呼ばれる。また，観賞用や漢方薬の材料として生物の乱獲が行われることで，b その地域固有の生物種が絶滅の危機に瀕し，絶滅危惧種に指定されることがある。このような生物種を保護するため，絶滅の危機にある生物の取引を規制する［ イ ］条約が，1973 年採択された（日本は 1980 年に批准）。

これ以外にも，人口の増加は食料の確保や居住地の確保を必要とし，多くの森林を伐採して開墾することで，大気の二酸化炭素濃度を増加させている。また，20 世紀末まで冷蔵庫の冷媒などに使用されてきた［ ウ ］が大気中に多量に放出された結果，オゾン層の破壊を引き起こし，生活排水や工業用排水に含まれる有機物は水系の［ エ ］化を引き起こしたといわれている。

問 1　空欄［ ア ］・［ ウ ］・［ エ ］に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。［ 14 ］

	ア	ウ	エ
①	外来	メタン	富栄養
②	外来	メタン	貧栄養
③	外来	フロン	富栄養
④	外来	フロン	貧栄養
⑤	在来	メタン	富栄養
⑥	在来	メタン	貧栄養
⑦	在来	フロン	富栄養
⑧	在来	フロン	貧栄養

問 2　空欄 イ に当てはまる語として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 15

① ガードン　② グラナ　③ スタール
④ ラムサール　⑤ ワシントン

問 3　下線部 a に関して，国外から日本に持ち込まれた生物種の具体例として**誤っているもの**を，後の選択肢から一つ選べ。 16

① カミツキガメ　② オオクチバス
③ マングース　④ ゲンゴロウブナ
⑤ アメリカザリガニ　⑥ ムラサキイガイ

問 4　下線部 b に関して，絶滅の危機に瀕した生物種を絶滅の危険度をもとに分類し，一覧にまとめたものを何というか。最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 17

① 土壌シードバンク　② 生態系サービス
③ 京都議定書　④ レッドリスト

第 4 問　遺伝子組換え実験に関する次の文章を読み，後の問い（問 1～4）に答えよ。〔解答番号 18 ～ 21 〕

トランスジェニック生物は，遺伝子を導入して作り出した新しい形質をもつ生物である。外来のタンパク質を大腸菌内でつくらせるとき，その a タンパク質をコードする遺伝子を連結したプラスミドを大腸菌に導入する。このとき，b プラスミドは使用する大腸菌の全てには導入されないため，導入を判別する工夫が必要である。たとえば，アンピシリン耐性の遺伝子（amp^r，アンピシリン分解酵素 β ラクタマーゼ遺伝子）をもつプラスミドが用いられる。大腸菌は，アンピシリンという抗生物質を含む培地では生育できないが，amp^r をもつプラスミドを取り込むと，アンピシリンを含む培地で増殖することができる大腸菌に［ア］する。

これ以外にも，GFP 遺伝子をプラスミドに連結しておき，緑色の蛍光を発するかどうかで導入を確認する方法もある。

問 1　空欄［ア］に当てはまる語として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。［18］

① 形質転換　② 突然変異　③ 細胞分化　④ 形態変化

問 2　下線部 a に関する記述として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。［19］

① タンパク質をコードする遺伝子は，RNA ポリメラーゼによってプラスミドに連結することができる。

② プラスミドは大腸菌の中で増殖できないため，DNA ポリメラーゼを培地中に添加する必要がある。

③ プラスミドのような，目的とする遺伝子の運び手のことを，ベクターという。

④ タンパク質をコードする遺伝子は，制限酵素で切断されてはじめてタンパク質を合成することができる。

問3　下線部bに関連して，プラスミドが導入された大腸菌を，使用した大腸菌の総数で割った値はプラスミド導入効率と呼ばれる。10^5個の大腸菌を含む溶液に遺伝子が組込まれたプラスミドを混合して導入操作を行った後，溶液の4%をアンピシリン入りの寒天培地に塗り広げた。プラスミド導入効率が0.03のとき，出現することが期待されるコロニー数として最も適当な数値を，後の選択肢から一つ選べ。 20 個

① 25　② 30　③ 40　④ 120
⑤ 250　⑥ 300　⑦ 400　⑧ 1200

問 4　ヒトインスリンを大腸菌内で作らせることを想定した。図 1 のようにプラスミドには IPTG という物質が培地に添加されているときだけ遺伝子を発現させるプロモーター・オペレーターと，インスリンの遺伝子とが連結されている。さらに大腸菌内で常に発現する GFP 遺伝子もプラスミドに連結されている。

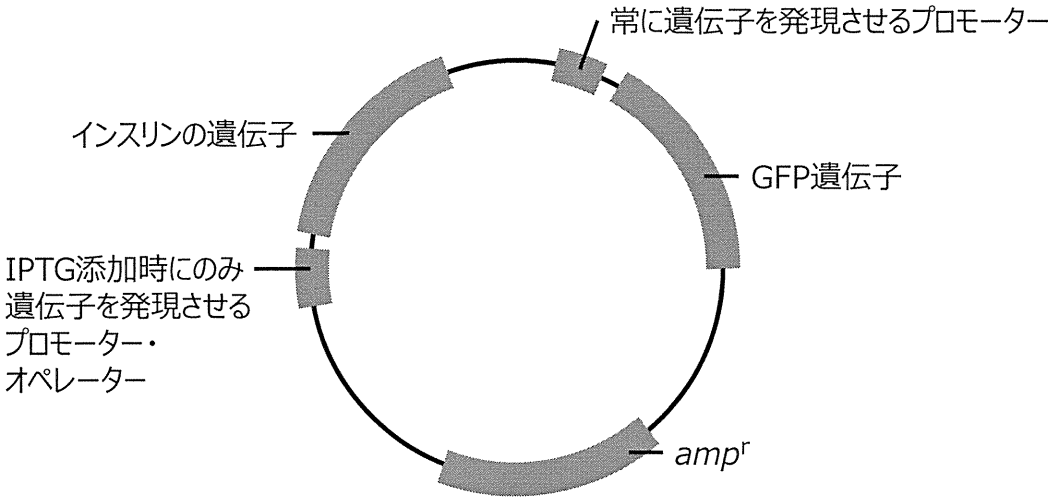


図 1　プラスミドの構造（模式図）

プラスミドの導入操作を行った大腸菌の一部を，IPTG が添加されていない寒天培地 A と，IPTG が添加された寒天培地 B とで，それぞれ培養した（ただし，寒天培地 A・B は，ともにアンピシリンを含む）。このとき得られる結果の記述として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 21

① 寒天培地 A では，緑色の蛍光を発するコロニーはできない。
② 寒天培地 A では，緑色の蛍光を発するコロニーの一部がインスリンを発現する。
③ 寒天培地 A では，緑色の蛍光を発する全てのコロニーがインスリンを発現する。
④ 寒天培地 B では，緑色の蛍光を発するコロニーはできない。
⑤ 寒天培地 B では，緑色の蛍光を発するコロニーの一部がインスリンを発現する。
⑥ 寒天培地 B では，緑色の蛍光を発する全てのコロニーがインスリンを発現する。

第5問　脊椎動物の発生に関する次の文章を読み，後の問い（問1～4）に答えよ。〔解答番号 22 ～ 25 〕

脊椎動物の発生では，ァ受精後，卵割が始まり，胚の細胞数が増加した後，胚内の細胞の大規模な移動が起こる。その結果，ィ三つの胚葉が成立し，器官の形成が始まる。このような発生の過程を通して，胚では細胞の分化が起こって，ゥ動物の体がつくられていく。そして，ェ発生の過程では，しばしば誘導と呼ばれる現象がみられる。誘導は発生の早い時期から始まり，器官が形成される過程でも，各器官に特徴的な細胞の分化や組織の形成にかかわっている。

問1　下線部**ア**に関連して，両生類の初期発生に関する記述として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 22

① 卵割がみられる期間（卵割期）の細胞分裂では，生じる2個の娘細胞の大きさは等しい。
② 卵割期の初期でも，細胞周期は通常の体細胞分裂と同じである。
③ 胞胚は，1層の細胞からなるボール状である。
④ 胞胚腔（ほうはいこう）は，胚の植物極にかたよってできる。
⑤ 胚の中で原口が形成されるのは，受精卵で灰色三日月環があった側である。

問2　下線部**イ**に関連して，脊椎動物の成体の器官と胚葉との関係に関する記述として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 23

① 骨を構成する大部分の細胞は，中胚葉と内胚葉に由来する。
② 腎臓を構成する大部分の細胞は，中胚葉に由来する。
③ 膵臓（すいぞう）を構成する大部分の細胞は，外胚葉に由来する。
④ 小腸を構成する大部分の細胞は，中胚葉と外胚葉に由来する。
⑤ 皮膚の真皮を構成する大部分の細胞は，外胚葉に由来する。

問 3　下線部**ウ**に関連して，両生類の尾芽胚の構造に関する記述として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 24

① 脊索の背側に消化管（腸管）がある。
② 神経管に隣接して側板がある。
③ 神経管の腹側に脊索がある。
④ 体節の腹側に神経管がある。
⑤ 消化管（腸管）の腹側に神経管がある。

問 4　下線部**エ**に関連して，水晶体が表皮にはたらきかけてつくられる組織として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 25

① 眼杯
② 網膜
③ 眼胞
④ 角膜

第 6 問　生物の環境応答に関する次の文章を読み，後の問い（問 1～5）に答えよ。〔解答番号 26 ～ 30 〕

動物は，環境からの刺激を受け，それらに対する反応としてさまざまな行動をする。動物の行動の中には，遺伝的なプログラムによって決まっていて，経験や学習がなくても生じる定型的なものがある。このような行動は［ ア ］と呼ばれる。

一方，生まれてからの経験によって変化する学習による行動もある。

軟体動物のアメフラシは，からだの背部にある水管から海水を取り込んで，えら呼吸を行っている。この水管を強く突いて刺激すると，広げていたえらを縮めて引っ込める反応（えら引っ込め反射）を示すが，水管への刺激を繰り返し与え続けると，えら引っ込め反射が起こりにくくなる。

問 1　空欄［ ア ］に当てはまる語として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 26

① 条件づけ行動　② オペラント行動　③ 知能行動
④ 生得的行動

問 2　次の記述**イ～オ**のうち，［ ア ］の行動に該当するものを過不足なく選んだ組合せとして最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 27

イ　蛾（ガ）の一種は，コウモリの発する超音波に反応して捕食から逃れる。
ウ　ヒトデはさかさまにひっくり返されても，やがてもとに戻る。
エ　餌付けされている鯉（コイ）は，人影に集まってくる。
オ　アリがえさ場を探し当てたとき，帰り道にフェロモンを地面に残して仲間をえさ場に誘導する。

① **イ，ウ**　② **イ，エ**　③ **イ，オ**　④ **ウ，エ**
⑤ **ウ，オ**　⑥ **エ，オ**　⑦ **イ，ウ，エ**　⑧ **イ，ウ，オ**
⑨ **イ，エ，オ**　⓪ **ウ，エ，オ**

問 3　動物が外部環境から受ける刺激に対応する行動に関する記述として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 28

① 動物に特定の行動を引き起こす刺激を適刺激という。
② 効果器から神経系を通じて受容器に刺激が伝達されて，行動が生じる。
③ 反射では，刺激が大脳に伝わる前に手や足の筋肉に興奮が伝わる。
④ ヒトの大脳は，自律神経の最高中枢として体温の調節を支配している。

問 4　次の記述**カ**～**ケ**のうち，学習による行動に該当するものを過不足なく選んだ組合せとして最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 29

カ 不安定なさえずりをしていた小鳥の幼鳥は，成長するとパターン化したさえずりをするようになる。
キ セミのメスは，同種のオスの発する音に引かれてオスに近づく。
ク ヒトは熱いものに触れた瞬間，すばやく手を引っ込める。
ケ チンパンジーは，手の届かないところにつるされたバナナを獲得するために，はじめは飛び上がったりしているが，やがて身近なものを使って足場を作ったりして獲得するようになる。

① **カ**，**キ**　② **カ**，**ク**　③ **カ**，**ケ**　④ **キ**，**ク**
⑤ **キ**，**ケ**　⑥ **ク**，**ケ**　⑦ **カ**，**キ**，**ク**　⑧ **カ**，**キ**，**ケ**
⑨ **カ**，**ク**，**ケ**　⓪ **キ**，**ク**，**ケ**

問 5　アメフラシの観察で，えら引っ込め反射が起こりにくくなることのしくみとして最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 30

① 感覚神経から放出される神経伝達物質の量が減少していくため。
② 反射の鋭敏化によって慣れがおきるため。
③ 神経の伝導速度が遅くなるため。
④ えらの運動ニューロンのカルシウムチャネルが活性化するため。