

生物基礎・生物

(全問必答)

第1問 細胞ではたらくタンパク質に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

A 動物の体内で合成されるタンパク質には、細胞を「構成」するタンパク質のみならず、アミラーゼや のように酵素として「代謝」に関わるもの、 やアクチンのように「運動」に関わるもの、免疫グロブリンや のように「生体防御」に関わるものなど、さまざまなはたらきを支えるものが存在する。

動物の細胞内には「運搬」に関わるタンパク質にモータータンパク質と呼ばれるものがある。モータータンパク質は、「レール」にあたる繊維状になったタンパク質の上を の分解で放出されるエネルギーを用いて移動する。モータータンパク質は細胞内の物質と結合してその物質を移動させる。

問1 上の文章中の空欄 ～ に入るタンパク質として最も適当なものを、次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

ア イ ウ

- | | | |
|----------|--------|----------|
| ① ヘモグロビン | ② ヒストン | ③ インテグリン |
| ④ フィブリン | ⑤ ミオシン | ⑥ カタラーゼ |

問2 下線部工に関する記述として適当なものを、次の①～⑥のうちから二つ選べ。
ただし、解答の順序は問わない。

- ① アクチンフィラメントは、繊維状タンパク質が重なり合っていており、この上をキネシン、ダイニンといったモータータンパク質が移動する。
- ② アクチンフィラメントは、球状タンパク質が重合した繊維であり、この上をミオシンというモータータンパク質が移動する。
- ③ 中間径フィラメントは、繊維状タンパク質が重なり合っていており、この上をキネシン、ダイニンといったモータータンパク質が移動する。
- ④ 中間径フィラメントは、球状タンパク質が重合した繊維であり、この上をミオシンというモータータンパク質が移動する。
- ⑤ 微小管は、繊維状タンパク質が重なり合っていており、この上をミオシンといったモータータンパク質が移動する。
- ⑥ 微小管は、球状タンパク質が重合した繊維であり、この上をキネシン、ダイニンというモータータンパク質が移動する。

問3 前ページ文章中の に関する物質の名称と、 を供給する細胞小器官の名称の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

	物質の名称	細胞小器官
①	ATP	葉緑体
②	ATP	ミトコンドリア
③	ADP	葉緑体
④	ADP	ミトコンドリア

B 化学反応を促進する役割である酵素の中には、複雑な物質を簡単な物質にする各種の「分解酵素」が存在する。「分解酵素」には消化管など 力 細胞外へ分泌されるものと、 キ 細胞内に留まるものがある。

問4 下線部 力 について、細胞外ではたらく酵素とそのはたらきの組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 7

- | 酵 素 | はたらき |
|-------------|---------------------|
| ① トリプシン | デンプンをマルトースに分解する |
| ② DNAポリメラーゼ | DNAを複製する |
| ③ リゾチーム | 細菌の細胞壁を分解する |
| ④ アクアポリン | エネルギーを用いて水を細胞外へ放出する |

図1は、ゴルジ体に含まれていた酵素が小胞に包まれ、リソソームとして細胞質内にとどまったのちに、二重膜で囲まれた小胞に融合するところを表している。このはたらきの仕組みは、2016年にノーベル生理学医学賞を受賞した大隅良典によって解明された。

図1の△や□は異常タンパク質や過剰につくられたタンパク質、あるいは古くなった細胞小器官である。点線は分解されていることを示している。

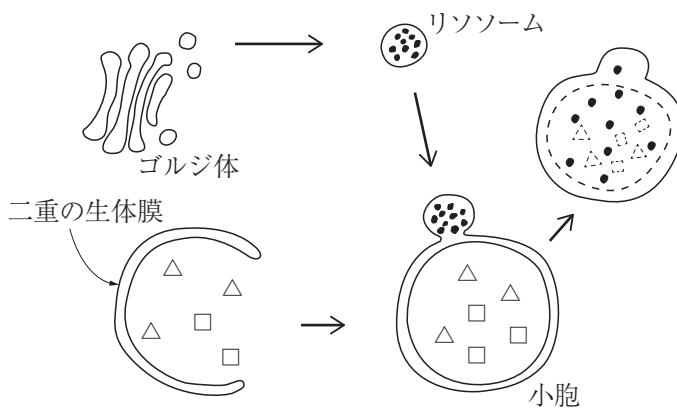


図 1

問5 図1にみられるように、自己の成分を小胞に包み、リソソームから供給される酵素によって分解する現象を何というか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 8

- ① エンドサイトーシス
- ② エキソサイトーシス
- ③ アポトーシス
- ④ オートファジー

問6 この現象に関する記述として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 9

- ① リソソームには加水分解酵素が含まれており、小胞内のタンパク質はグルコースへと分解される。
- ② 異常タンパク質や過剰なタンパク質の蓄積を防ぎ、正常な細胞のはたらきを維持する。
- ③ 古いタンパク質を分解してリサイクルすることで、新しいタンパク質の合成を続けることができる。
- ④ 複数種類のタンパク質を包むことができ、細胞をきれいにするはたらきがある。

第2問 遺伝子の発現とバイオテクノロジーに関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

A 生物の遺伝情報を担うDNAは、細胞分裂に際してア複製され、各細胞へと分配される。そしてDNAの情報が発現するときは、まずRNAに転写され、そののちタンパク質に翻訳される。この遺伝情報の発現の流れは原核生物、真核生物共通であるが、転写、翻訳の行われる場所に関しては同様ではない。原核生物では、転写、翻訳とも、細胞質で行われる。しかし、真核生物では、転写が核内で行われ、そのあと転写によって合成されたRNAを部分的に切除する作業(=)をで行い、タンパク質合成である翻訳は細胞質で行う。

問1 下線部アについて、DNAの複製では、もとになるDNA二重鎖を解離してそれぞれを鋳型にして新生鎖を合成する、半保存的複製が行われる。

(i) DNA複製に際し、新生鎖合成の開始点に置かれる短いヌクレオチド鎖の名称と、(ii) それを起点にヌクレオチドを結合させて伸長させる酵素の名称を、次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。(i) (ii)

- | | |
|-------------|-------------|
| ① レプリケーター | ② プライマー |
| ③ 岡崎フラグメント | ④ DNAポリメラーゼ |
| ⑤ RNAポリメラーゼ | ⑥ DNAリガーゼ |

問2 上の文章中の・に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- | | イ | ウ |
|---|---------|-----|
| ① | スプライシング | 核内 |
| ② | スプライシング | 細胞質 |
| ③ | 逆転写 | 核内 |
| ④ | 逆転写 | 細胞質 |

問3 遺伝情報の発現についての説明文として誤っているものを、次の①～⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

4

5

- ① 真核生物では、基本転写因子とDNAポリメラーゼが結合した複合体が、プロモーターと呼ばれる転写開始となるDNAの領域に結合する。
- ② 転写によって合成されるRNAは、鋳型のヌクレオチド鎖の5′→3′の方向に沿って伸長する。
- ③ DNAの二重鎖のうち、RNA合成に使われるほうの鎖をアンチセンス鎖といい、使われないほうの鎖をセンス鎖という。
- ④ 転写されたRNAから取り除かれる領域であるイントロンが切除され、残ったエキソンどうしが連結し、mRNAとなる。
- ⑤ リボソーム上でmRNAのコドンに対応するアンチコドンをもったtRNAが、mRNAと結合する。
- ⑥ リボソーム上で隣り合わせになったアミノ酸どうしがペプチド結合によって結合し、ポリペプチドとなる。

生物基礎・生物

B DNAの半保存的複製の仕組みを利用し、DNAの特定の領域のみを増幅させる方法にPCR法がある。初めに約95℃、続いて工約55℃、最後に約70℃と反応溶液の温度を変化させる手順をオ1サイクルとして、1本のDNAが同じ2本のDNAとなる作業を連続して行う方法である。

問4 下線部工について、約55℃で進行するのはどのような現象か。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ① DNAの2本鎖が解離する。
- ② DNAポリメラーゼが各鋳型鎖に結合する。
- ③ RNAポリメラーゼが各鋳型鎖に結合する。
- ④ プライマーが各鋳型鎖に結合する。

問5 下線部オについて、この1サイクルが2.5分を要する場合、はじめに反応溶液に入れたDNAが1000倍を超えるのに、理論上最低何時間反応させなければならないか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 7 時間

- ① 0.25
- ② 0.42
- ③ 0.5
- ④ 1.5

問6 図1は、PCR法によって増幅したいDNA断片の塩基配列である。このDNA断片を増幅するために準備するプライマーの組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし、a～hは左側が5'になるように並べられている。

8

5' - GCCGTATACCACGGTTCA ···(省略)··· GCAACAGATTTGCGGACG - 3'

3' - CGGCATATGGTGCCAAGT ···(省略)··· CGTTGTCTAAAGCGCTGC - 5'

図 1

a	GCCGTATACCACGGTTCA	b	CGGCATATGGTGCCAAGT
c	ACTTGGCACCATATGCCG	d	TGAACCGTGGTATACGGC
e	GCAACAGATTTGCGGACG	f	CGTTGTCTAAAGCGCTGC
g	GCAGCGCTTTAGACAACG	h	CGTCGCGAAATCTGTTGC

①	aとe	②	aとh	③	bとe	④	bとg
⑤	cとg	⑥	cとf	⑦	dとe	⑧	dとf

第3問 植物の環境応答に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

A 植物は、周りの環境の変化を感受し、適切な応答反応をみせる。例えば、ア植物の茎が成長をする際、頂芽が活発に成長して側芽の成長は抑えられる。また、イ落葉樹では寒くなり始めるといっせいに葉を落とす現象がみられる。ウ強い風が吹いたり物が接触する刺激を受けたりすると、植物は形態を変化させて力学的に強くなる。

問1 下線部アについて、このような現象を頂芽優勢というが、この現象に関わる植物ホルモンは何か。(i) 頂芽でつくられて側芽の成長を抑制するホルモンと、(ii) 側芽の成長の促進に関わるホルモンを、次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。(i) (ii)

- ① ジベレリン ② オーキシシン ③ エチレン
④ サイトカイニン ⑤ アブシシン酸 ⑥ ブラシノステロイド

問2 下線部イについて、このとき葉の付け根に特別な細胞層が形成され、細胞層内で細胞間の結合が弱まり葉は脱落する。このとき形成される細胞層の名称と、この細胞層の形成を抑制するホルモンの組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

細胞層の名称	細胞層の形成を抑制するホルモン
① 形成層	オーキシシン
② 形成層	アブシシン酸
③ 離層	オーキシシン
④ 離層	アブシシン酸

問3 下線部ウについて、このときにはたらく現象についての記述として最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

- ① 刺激を受けるとオーキシンが作用し、より伸長を促進することで強度を上げる。
- ② 刺激を受けるとジベレリンが作用し、より伸長を促進することで強度を上げている。
- ③ 刺激を受けるとアブシシン酸が作用し、伸長を停止させることで風や物との接触を軽減させる。
- ④ 刺激を受けるとエチレンが作用し、伸長を抑制し、同時に肥大成長させることで強度を上げる。

B 植物は葉にエ気孔という構造をもつ。気孔は光合成によるガス交換の出入り口となると同時に、蒸散に関わり体内の水分量の調節も行う。

気孔の開閉は、光合成との関わりから日射量の影響を受けている。また、乾燥の度合いにも影響を受けている。これらの仕組みに植物ホルモンであるアブシシン酸がどのように関わるのかを調べるために、ヒマワリの葉の気孔の開度の変化を調べてみた。図1のグラフIは日射量の変化、グラフIIは気孔の開度の変化、そしてグラフIIIはアブシシン酸濃度の変化の結果を示したものである。(グラフI～IIIはすべて相対値)

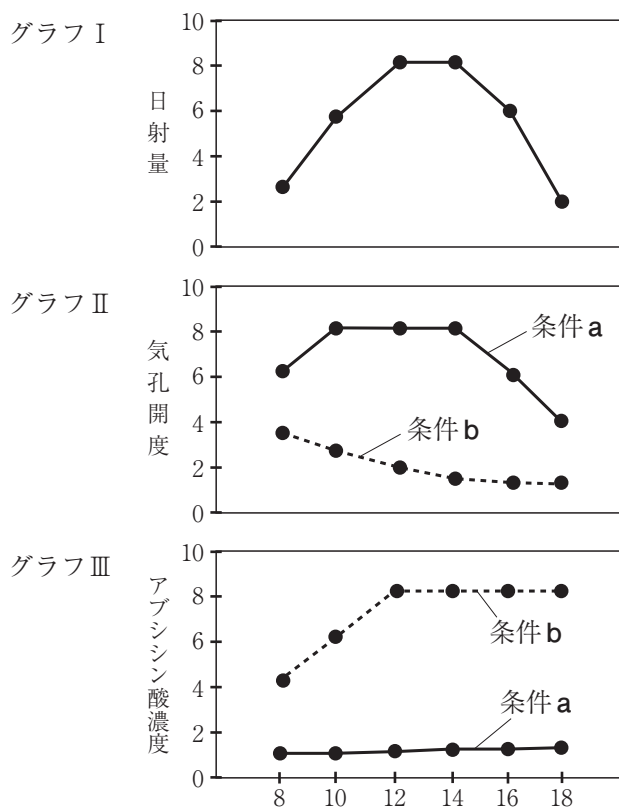


図 1

測定は同じ日の8時から18時までの変化を調べた。グラフIIとグラフIIIの実線は水分が十分ある条件(条件a), 点線は水分が少なく乾燥している条件(条件b)での変化を表している。

問4 下線部工について、気孔が閉じるときの、孔辺細胞の水の出入りと膨圧の説明として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ① 孔辺細胞が水を放出 → 膨圧が上昇 → 気孔が閉じる
- ② 孔辺細胞が水を放出 → 膨圧が低下 → 気孔が閉じる
- ③ 孔辺細胞が水を吸収 → 膨圧が上昇 → 気孔が閉じる
- ④ 孔辺細胞が水を吸収 → 膨圧が低下 → 気孔が閉じる

問5 グラフⅠ～Ⅲの結果に関する考察として誤っているものを、次の①～⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 6 7

- ① 条件aで、日射量の増加は気孔を開口させる。
- ② 条件aで、日射量の減少は気孔を閉鎖させる。
- ③ 条件bで、日射量の増減は気孔の開閉に関与しない。
- ④ 条件aで、アブシシン酸濃度は気孔の開閉に関与しない。
- ⑤ 条件bで、アブシシン酸濃度の増加は気孔を開口させる。
- ⑥ 条件bで、アブシシン酸量は12時以降大きく変化がないため、12時以降気孔の開閉に関与していない。

第4問 自律神経系と心臓に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

A 脊椎動物の体内環境は、自律神経系とホルモンのはたらきにより維持されている。自律神経系は、脳、脊髄などの中枢からの命令を各組織、器官へと伝える神経で、そのはたらきにより交感神経と副交感神経に区別される。交感神経系と副交感神経系では、各組織、器官への作用の違い以外にも、ア 中枢から出る場所、イ 末端から出る神経伝達物質などの違いもある。

問1 下線部アについて、自律神経の中枢から出る場所と、作用する組織・器官の組合せとして適当なものを、次の①～⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

	自律神経	中枢から出る場所	作用する組織・器官
①	交感神経	中 脳	だ 腺
②	交感神経	延 髄	心 臓
③	交感神経	脊 髄	小 腸
④	副交感神経	中 脳	だ 腺
⑤	副交感神経	延 髄	心 臓
⑥	副交感神経	脊 髄	小 腸

問2 下線部イについて、交感神経、副交感神経の末端から分泌され、組織・器官に対して作用する神経伝達物質を、次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。交感神経 副交感神経

① グルカゴン	② インスリン	③ バソプレッシン
④ アセチルコリン	⑤ サイトカイン	⑥ ノルアドレナリン

問3 体内の状態は常に変化し、脳がその変化を察知している。大きく変化した場合、安定に向かう活動を行うため、自律神経を含め中枢から各組織・器官に指令を送る。例えば、激しい運動をするとそれを受けて心臓の拍動数が増加し、体内の酸素供給量、グルコース供給量などを増加させる。この例の場合の過程の説明文として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ① 骨格筋などの運動に関わる器官の細胞が酸素を多く消費し、二酸化炭素を多く排出する。
- ② 血中の二酸化炭素濃度が上昇し、これが情報となり延髄にある心臓拍動中枢によって感知される。
- ③ 心臓拍動中枢から出ている交感神経の軸索が直接心臓の拍動に関わる領域に対し神経伝達物質を分泌する。
- ④ 心臓の拍動に関わる領域が神経伝達物質を受容し、拍動数を上昇させる。

生物基礎・生物

B ヒトの循環系は、血管系の体循環、肺循環、そしてリンパ系で成り立っており、心臓が押し出す圧力により全循環が支えられている。

ウ 肺から戻ってきた血液は左心室の圧力により大動脈へ送り出され、体循環を回り始める。表 1 は、左心室の容積(左心室内血液量)と左心室内圧(左心室の筋肉にかかっている圧力)の時間的経過(a～h)を示したものである。

表 1

		a	b	c	d	e	f	g	h
左心室内圧 (mmHg)	→	90	→	5	→	10	→	70	→
左心室容積 (mL)	→	30	→	30	→	100	→	100	→

問 4 下線部ウについて、右心室から左心房へ戻ってくる経路について最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ① 右心室 → 肺動脈 → 肺 → 肺静脈 → 左心房
- ② 右心室 → 肺動脈 → 肺 → 大静脈 → 左心房
- ③ 右心室 → 肺静脈 → 肺 → 肺動脈 → 左心房
- ④ 右心室 → 肺静脈 → 肺 → 大静脈 → 左心房

問 5 表 1 中の a, c, e, g は左心室の入り口である房室弁、あるいは左心室の出口である大動脈弁のいずれかが開閉する時点である。b, d, f, h は血液が移動している時間、あるいは左心室の筋肉の収縮・弛緩の時間を表している。左心房から左心室へ血液が流れ込んできている時間は a～h のどの時間か。最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 7

- ① a ② b ③ c ④ d
- ⑤ e ⑥ f ⑦ g ⑧ h

問6 表1のような心臓において、1時間に送り出されるおよその血液量として最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、心拍数は70回/分とする。 8 L

① 20

② 50

③ 70

④ 130

⑤ 300

⑥ 420