

生物基礎

(全問必答)

第1問 細胞の特徴と構造に関する文章(A・B)を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 25)

A 地球上に生息する生物の、その生息環境が多様であるため、それに適応した生物たちの生活様式の特徴も多様である。一方で、原始の地球に誕生した生命を共通の祖先として進化してきたため、祖先の生物から受け継いでいる共通性も見られる。ア細胞膜で囲まれた構造であること、イエネルギーを取り入れて消費すること、ウ遺伝情報を保持して次世代へと受け継ぐこと、などは、ほぼ全生物の共通点である。

問1 下線部アについて、細胞膜に関する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。

- ① 原核生物の細胞では一重、真核生物の細胞では二重になっている。
- ② 細胞膜は細胞内外の物質出入りを調節している。
- ③ 水分子は、細胞膜によって移動がさえぎられておらず、自由に入出力できる。
- ④ リン脂質分子が規則正しく並んでできており、折れ曲がりには弱い。

問2 下線部イについて、有機物から生命活動に必要なエネルギーを取り出す細胞小器官と、それをもつ生物の組合せとして最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- | 細胞小器官 | 生物 | 細胞小器官 | 生物 |
|-----------|-----|-----------|-----|
| ① ゴルジ体 | 大腸菌 | ② ゴルジ体 | 酵母菌 |
| ③ ミトコンドリア | 大腸菌 | ④ ミトコンドリア | 酵母菌 |

問3 下線部ウについて、真核生物の場合、遺伝情報は染色体として世代を超えて受け継がれ、それぞれの個体で生命活動の情報となる。このことに関する記述として適当でないものを、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。

3

4

- ① 染色体は、細胞分裂の際に複製されて、それぞれの細胞へ分配される。
- ② 体細胞分裂で染色体が分配される時、相同染色体は必ず別々の細胞へ分かれて入る。
- ③ ヒトの場合、父親と母親の両方から染色体を受け継ぐ。
- ④ 遺伝情報をもとに細胞内でつくられた酵素により、必要な化学反応を適切な速度でおこなえる。
- ⑤ 心臓、皮膚などはたらきの異なる器官、組織の細胞にも、同じ遺伝情報を保持している。
- ⑥ 心臓、皮膚などはたらきの異なる器官、組織の細胞で、はたらく遺伝情報は同じだがつくられる物質が異なる。

生物基礎

B すべての細胞が共通の細胞小器官を備えているわけではない。かつて地球上に誕生したころの生命体は、生命現象が起こる領域を細胞膜によって外界と区別したが、活動の性能を向上させるのには長い時間がかかった。性能向上が特定の細胞小器官の存在理由だと考えると、細胞小器官をもたず簡素なはたらきで成り立っている原核生物から、細胞小器官を備えて複雑なはたらきができる真核生物へと進化してきたことが想像できる。

表1は、一般的な原核細胞、植物細胞(真核細胞)および動物細胞(真核細胞)の構造体の有無を表したものである。

表 1

	核(核膜)	葉緑体	ミトコンドリア	細胞壁	細胞膜
原核細胞	－	エ	オ	カ	＋
真核細胞(植物)	＋	キ	ク	ケ	＋
真核細胞(動物)	＋	コ	サ	シ	＋

問4 一般的な原核細胞、植物細胞および動物細胞の構造体の有(+), 無(-)について、表1中のエ・オ・カ、キ・ク・ケ、コ・サ・シに当てはまる組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

エ・オ・カ キ・ク・ケ コ・サ・シ

	葉緑体	ミトコンドリア	細胞壁
①	＋	＋	＋
②	＋	＋	－
③	＋	－	＋
④	＋	－	－
⑤	－	＋	＋
⑥	－	＋	－
⑦	－	－	＋
⑧	－	－	－

問5 葉緑体とミトコンドリアの形成については、特定のはたらきができる原核細胞が、別の原核細胞にとりこまれて形成されたと考えられている。図1は細胞内共生説をあらわす模式図である。図中のスおよびセは何であるか。下の解答群①～④のうちからそれぞれ一つずつ選べ。さらに、ソは動物細胞、植物細胞のどちらであるか。下の解答群⑤・⑥のうちから一つ選べ。ただし、図中の実線・点線の種類は、その性質や構造を示唆していない。また、共生する構造以外のものは、核も含めて表記されていない。ス セ ソ

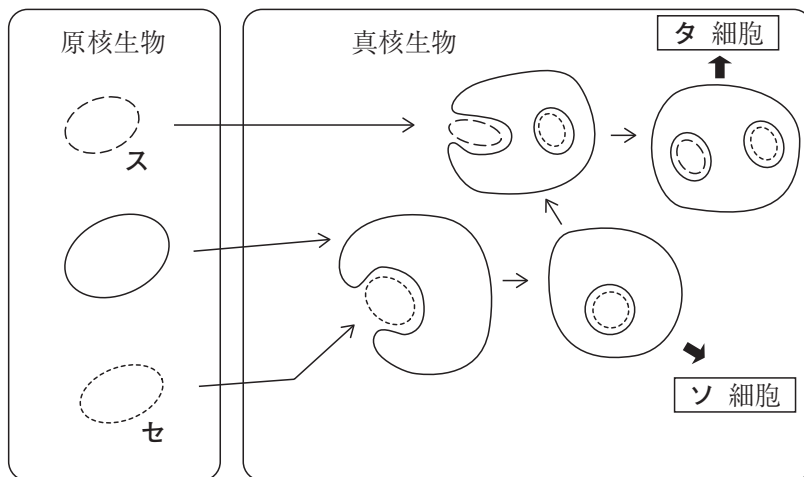


図 1

・ の解答群

- ① 大腸菌
- ② シアノバクテリア(ラン藻類)
- ③ チラコイド
- ④ 好気性細菌

の解答群

- ⑤ 動物(細胞)
- ⑥ 植物(細胞)

生物基礎

第2問 DNAと遺伝子研究に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

A すべての生物が共通して保持するものにDNAがある。遺伝物質として保持されており、その構造はワトソンとクリックにより、二重らせん構造であることが1953年に解明された。ただ、二重らせん構造を解明した研究過程は、当時の技術レベルでは難関であったと思われる。

アメリカの研究者シャルガフは、ア DNAの構成成分である塩基に着目し、DNAの組成に関する一定の規則へとたどり着いた。この成果はワトソンとクリックのモデル着想へとつながっていく。

表1はさまざまな生物のDNA中の塩基組成を示したものである。

表 1

生物名	A	T	G	C
T ₂ ファージ	26.0	26.0	24.0	24.0
大腸菌	24.7	23.6	26.0	25.7
コムギ	27.3	27.1	22.7	25.7
サケ	29.7	29.1	20.8	20.4
ヒト	30.9	29.4	19.9	19.8

問1 下線部アについて、表1の数値が示す一定の規則とは何か。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① $A + T > C + G$ となる
- ② $A + C = T + G$ となる
- ③ 複雑な細胞構造をもつ生物ほど数値の誤差が少ない
- ④ 複雑な細胞構造をもつ生物ほどDNAが大きい(長い)

問2 問1の規則から読み取れるものは何か。二重らせん構造解明へのヒントとなっていることから考えて最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

2

- ① DNA分子は塩基のみで構成されているのではないこと
- ② DNA分子内ではねじれが生じていなければいけないこと
- ③ DNA分子が逆を向いている2本の繊維からできていること
- ④ DNA分子内では相補的な関係で塩基がセットになっていること

問3 DNAの抽出は、以下のような手順でおこなわれる。

まず対象の組織をすりつぶし、などを加えてかくはんした後、食塩水を加える。つづいて℃で5分ほど湯せんし、ガーゼでろ過する。ろ液を冷却しながらを混ぜると、ガラス棒などでDNAを絡め取ることができる。

上の文章中の空欄～に入る語句あるいは数字として最も適当なものを、次の①～⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

イ ウ エ

- | | | |
|----------|---------|-------|
| ① 蒸留水 | ② 中性洗剤 | ③ 食塩水 |
| ④ 過酸化水素水 | ⑤ エタノール | ⑥ 100 |
| ⑦ 72 | ⑧ 37 | |

生物基礎

B 次の実験は、 T_2 ファージというウイルスの増殖実験である。ウイルスは細胞膜をもたないことから、生物として共有すべき多くの特徴をもちあわせていない。しかし、増殖して子孫へと形質を伝え続けており、そのことは遺伝子の受け渡しが実行されていることを意味する。

T_2 ファージは大腸菌に感染して、大腸菌体内で増殖して大腸菌を破壊しながら出てくる。 T_2 ファージの構成成分はタンパク質とDNAのみであり、親から子へ受け渡される遺伝子の本体がそのいずれかである。アメリカの研究者ハーシーとチェイスは次のような手法で**実験1**をおこなった(図1)。

実験1 T_2 ファージのDNAに放射性標識をして、タンパク質は無標識のまま、この T_2 ファージを大腸菌に感染させた。数分後、かくはんして大腸菌表面に附着している T_2 ファージを振り落とした。すぐに遠心分離して、大腸菌を沈澱させた。感染して大腸菌内に入ったものとともに沈澱し、大腸菌内へ入らなかったものは上澄み液にとどまる。

結果1 **実験1**の結果、沈澱から放射性標識を検出したが、上澄みのほうにはほとんど放射性標識が検出できなかった。

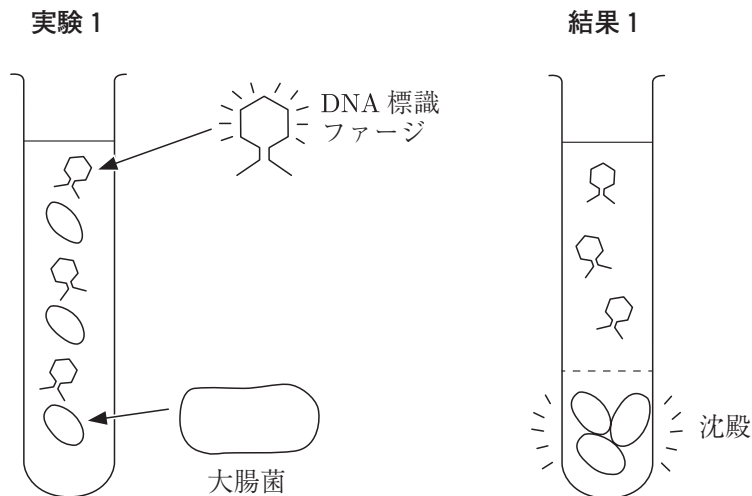


図 1

問4 T₂ファージのからだ全体はタンパク質の殻できており、DNAはT₂ファージの頭部内に入っている。結果1はどのような動きを示しているのか。図2のa～cのうち可能性のあるものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 6

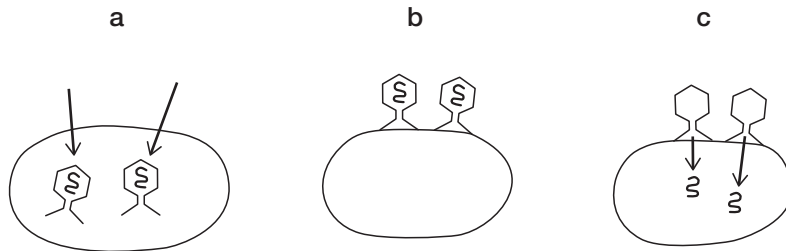


図 2

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① aのみ | ② bのみ | ③ cのみ |
| ④ aとb | ⑤ aとc | ⑥ bとc |

問5 結果1が出た後に、実験1とは逆に、タンパク質に放射性標識をし、DNAを無標識にして同様の実験をおこなった。これを実験2とし、結果2を出した。二つの実験の結果、DNAが遺伝子であるということがいえるためには、結果2がどのようなものであればよいか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

7

- ① 沈澱から放射性標識を検出したが、上澄みのほうにはほとんど放射性標識が検出できなかった。
- ② 沈澱から放射性標識は検出できなかったが、上澄みのほうのみから放射性標識が検出できた。
- ③ 沈澱、上澄みの両方から放射性標識が検出できた。
- ④ 沈澱、上澄みの両方から放射性標識が検出できなかった。

生物基礎

第3問 腎臓と浸透圧調節に関する次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 25)

多細胞生物では、各細胞の活動によって生じた老廃物を集約して体外へ排出する仕組みが必要である。各細胞からの老廃物の集約には血液循環に関わるが、どこかで老廃物がこし取られ、体外へ排出されなければならない。ヒトなどのほ乳類では、腎臓が排出器官としてはたらく。腎臓はそれと同時に、体液の循環量、体液の濃度が調節される場所でもある。

図1は、腎臓のネフロン(腎単位)における老廃物の排出経路を模式的に表したものである。

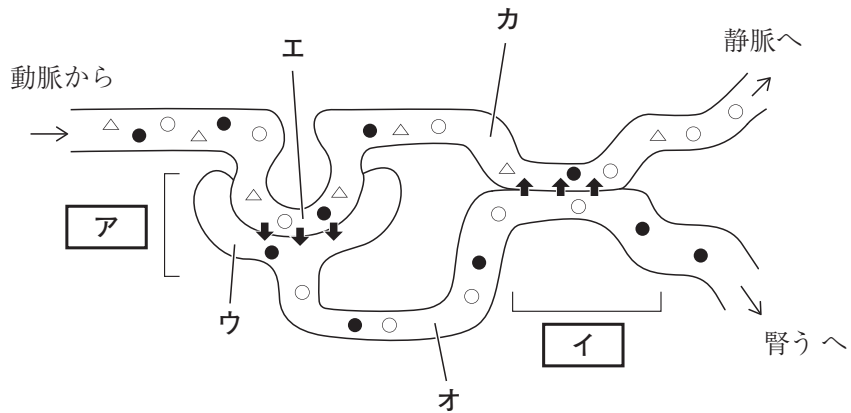


図 1

問1 図1に示されている **ア**・**イ** は、ネフロンで起こる二つの作用を示している。それぞれの部位の名称と、その作用の組合せ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 **1** イ **2**

	部 位	作 用		部 位	作 用
①	腎小体	ろ 過	②	腎小体	再吸収
③	腎細管・集合管	ろ 過	④	腎細管・集合管	再吸収
⑤	輸尿管	ろ 過	⑥	輸尿管	再吸収

問2 図1に示されている△の成分は、**工**から**ウ**へ移動していない。ここで示される△の成分は何を示しているか。また、移動しない理由は何か。最も適当なものを、次の①～⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。成分 **3** 理由 **4**

- ① 水
- ② 尿素
- ③ ナトリウムイオン
- ④ タンパク質
- ⑤ グルコース
- ⑥ 分子が大きく、**工**の膜を通過できないため。
- ⑦ 本来通過可能であるが、**工**の膜が他の分子との違いを認識して排除している。
- ⑧ 他の分子の**工**から**ウ**への移動通路はあるが、△の成分の移動通路がないため。

問3 図1に示されている○の成分は、一度**工**から**ウ**へ移動した後、**オ**側から**カ**側へすべてが移動している。ここで示される○の成分は何を示しているか。また、**オ**を移動している間、この液体は何と呼ばれるか。最も適当なものを、次の①～⑨のうちからそれぞれ一つずつ選べ。成分 **5** 液体 **6**

- ① 水
- ② 尿素
- ③ ホルモン
- ④ タンパク質
- ⑤ グルコース
- ⑥ 血しょう
- ⑦ 血清
- ⑧ 原尿
- ⑨ 尿

生物基礎

問4 発汗などによる成分の放出，飲料水を飲むなどによる成分の補給があると，バランスが崩れるため，腎臓は成分量を一定範囲になるよう調整を行う。体内の水分が不足した場合，ネフロンではどのような作用が促進あるいは抑制されるか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 7

- ① ア で水の移動を促進する。
- ② ア で水の移動を抑制する。
- ③ イ で水の移動を促進する。
- ④ イ で水の移動を抑制する。

問5 海水にすむ硬骨魚類もその活動能力を維持するために，エネルギーを消費しながらも体液の浸透圧，つまり体液濃度を調節する。硬骨魚類は，まわりの海水より低張な体液を維持するため，えらと腎臓で塩分濃度を下げる作用を促進する。えらでおこなっている作用と，腎臓で行っている作用，および排出している尿の状態をあらわすものとして最も適当なものを，下の①～⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

えらでおこなっている作用 8
腎臓でおこなっている作用 9
排出している尿の状態 10

- ① 水の排出を促進して，同時に塩分を排出する。
- ② 受動輸送で塩分のみを排出する。
- ③ 能動輸送で塩分のみを排出する。
- ④ 塩分のみ再吸収を促進する。
- ⑤ 水分のみ再吸収を促進する。
- ⑥ 体液と等張な尿を排出する。
- ⑦ 体液より高張な尿を排出する。
- ⑧ 体液より低張な尿を排出する。

生物基礎

第4問 ホルモンによる調節に関する次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 25)

ホルモンは、からだのなかではたらく情報伝達物質である。情報伝達しているということは、情報を伝達したい側と、伝えられる側が協同している関係にあると考えられる。例えば、ア血液の温度が少し下がったことを感知している側が、イ血液の温度をあげる現場側への連絡を、ホルモンにより伝達していると考えられる。

このように、ウからだのなかを安定した状態に維持するために、伝達する側がホルモンを合成・分泌し、情報を受容する側がそれを確実に受容するというネットワークをつくっている。

問1 下線部アについて、この部位は血液の温度をチェックする体温調節中枢にあたる。ヒトの場合、体温調節中枢はどこにあるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 大脳皮質
- ② 間脳視床下部
- ③ 脳下垂体前葉
- ④ すい臓ランゲルハンス島

問2 下線部アについて、問1で答えた部位には、ホルモンを合成する細胞が存在するが、何という細胞か。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

細胞

- ① 脳下垂体
- ② 標的
- ③ 神経分泌
- ④ 肥満

問3 下線部イについて、体温を維持するために血液の温度を上昇させるが、その主な現場となる部位はどこか。体温上昇にかかわる部位として最も適当なものを、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 腎臓
- ② 肝臓
- ③ 心臓
- ④ 甲状腺
- ⑤ 骨格筋
- ⑥ 脳

問4 下線部ウについて、安定した状態を維持するためには、拮抗的にはたらく作用を備えていなければいけない。体液の濃度を調節する際に分泌されるホルモンにバソプレシンがあるが、その分泌量を増加させたり減少させたりしてバランスを保つ。バソプレシンを合成する部位として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 5

- | | | |
|----------|----------|----------|
| ① 間脳視床下部 | ② 脳下垂体前葉 | ③ 脳下垂体後葉 |
| ④ 甲状腺 | ⑤ 副腎皮質 | ⑥ 副腎髄質 |

また、体液の濃度が低いときの調節として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ① バソプレシンの分泌を増加して、水の排出量を増やす。
- ② バソプレシンの分泌を増加して、水の再吸収量を増やす。
- ③ バソプレシンの分泌を減少させて、水の排出量を減らす。
- ④ バソプレシンの分泌を減少させて、水の再吸収量を減らす。

生物基礎

問5 下線部ウについて、血糖量の調節も重要な調節の一つである。血糖量の調節には、問1で答えた部位から出ている自律神経系も協同的にはたらく。血糖量の調節に関する記述として**適当でないもの**を、次の①～⑧のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

7

8

- ① 血糖量が増加すると、交感神経がはたらき、すい臓からインスリンが分泌される。
- ② インスリンは、肝臓におけるグリコーゲンの合成を促し、血糖量を下げる。
- ③ 血糖量が増加したことは、すい臓のランゲルハンス島の細胞にフィードバックされて、インスリン分泌につながる。
- ④ 血糖量が減少すると、交感神経がはたらき、副腎髄質からアドレナリンが分泌される。
- ⑤ アドレナリンは、肝臓におけるグリコーゲンの分解を促し、血糖量を増やす。
- ⑥ 血糖量が減少すると、交感神経がはたらき、すい臓からグルカゴンが分泌される。
- ⑦ グルカゴンは、タンパク質を糖に変化させることを促し、血糖量を増やす。
- ⑧ 血糖量が減少したことは、すい臓のランゲルハンス島の細胞にフィードバックされて、グルカゴン分泌につながる。