

生物 B

(全問必答)

第1問 生物の細胞や組織に関する次の文章を読み、各問い(問1～7)に答えよ。

[解答番号 ~] (配点 20)

1600年代、手製の顕微鏡で薄く切り取ったコルク片を観察し、小さな箱の集まりであることを発見したフックは、その箱を「細胞(cell)」とよんだ。1800年代になって、ブラウンは細胞に核があることを発見した。その後、 が植物について、翌年には が動物について、それぞれの生物体は細胞からできているという説を提唱した。

このように細胞は生物体のつくりと働きの基本単位である。そこで、様々な細胞を観察し、細胞の特徴を観察した。図1は、ヌマムラサキツクサのおしべの毛、ユキノシタの葉の裏側表皮細胞、タマネギの鱗茎葉の内側表皮細胞、ヒトの口粘膜上皮細胞、オオカナダモの葉を顕微鏡で観察した結果である。aやdは染色しないと細胞構造がはっきりと観察できないが、bは、緑色の小粒子が移動しており、cは細胞全体が赤、eは紫色をしていた。a、b、eの細胞質には、大きな空所が見られた。

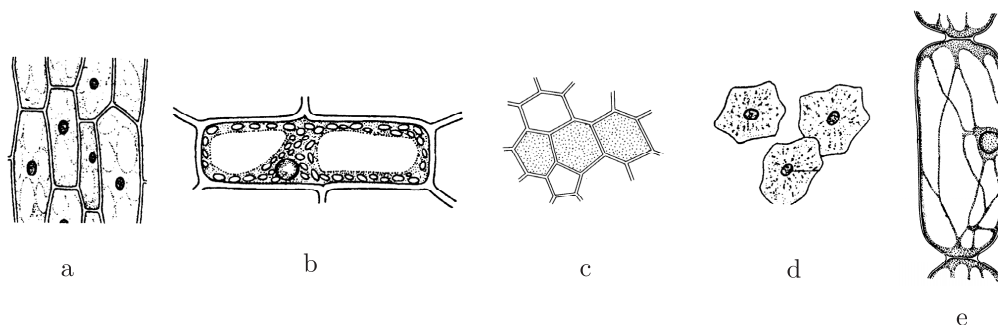


図 1

生物 B

問4 下線部ウ，エの細胞小器官が示す特徴として，最も適当なものを一つずつ選び，
～ の記号で答えよ。 ウ エ

動物細胞にも存在し，扁平な袋が数段積み重なった構造で，物質の濃縮や分泌を行う。

主成分はセルロースとよばれる物質を多く含む繊維性物質である。

リン脂質やタンパク質を主成分とし，細胞内外への物質移動を調節する。

内部に扁平な袋の積み重ね構造をもち，ATP を生成する。

動物細胞にも見られることがあり，分解反応を行う酵素の他，糖，有機酸，アントシアンなどを含む。

問5 図1の細胞について述べた各文章のうち，誤っているものを一つ選び，
～ の記号で答えよ。

aの細胞を酢酸カーミンで染めると，細胞内の粒子などが動いているのが観察できる。

dの細胞をメチレンブルーで染色すると，核が青く染まって見える。

eの細胞では，bと同じように，細胞内小器官などが細胞内を移動する現象を観察できることがある。

すべての細胞はエネルギーを生産する細胞小器官をもつ。

cの細胞を用い原形質分離が観察できる。

問6 光学顕微鏡による観察手順を下に示した。手順の3番目と5番目の操作に相当するものを一つずつ選び，～ の記号で答えよ。

3番目 5番目

対物レンズとプレパラートを離しながら，ピントを合わせる。

接眼レンズをのぞきながら，観察したいものを視野の中央に移動させる。

反射鏡を動かし，視野を明るくする。

レボルバーを回し，対物レンズを高倍率のレンズに変える。

対物レンズとプレパラートをできる限り近づける。

ステージにプレパラートをのせる。

問7 カイワレダイコンの葉の裏側から取り出した表皮細胞を、顕微鏡で観察した。たくさんの細胞が観察できたが、観察したい細胞は、視野の中央よりも右斜め上にあった。細胞の観察について次の(1)、(2)に答えよ。

- (1) 観察したい細胞を、視野の中央に移動させるには、細胞を封入したプレパラートをどの方向に動かせばよいか。最も適当なものを一つ選び、～の記号で答えよ。 9

右斜め上	右斜め下	左斜め上
左斜め下	下	上

- (2) 細胞をもっと大きな倍率で観察するために、対物レンズの倍率のみを上げると、観察できる細胞数や視野の明るさはどう変わるか。最も適当なものを一つ選び、～の記号で答えよ。 10

観察できる細胞数は増加し、視野は明るくなる。

観察できる細胞数は増加し、視野は暗くなる。

観察できる細胞数は変わらないが、視野は明るくなる。

観察できる細胞数は変わらないが、視野は暗くなる。

観察できる細胞数は減少し、視野は明るくなる。

観察できる細胞数は減少し、視野は暗くなる。

第2問 生物の代謝に関する次の文章 A・B を読み、各問い(問1～6)に答えよ。

[解答番号 ~] (配点 20)

A 下の図1は、緑色植物の生体内で起こる代謝経路の一部を、模式的に示したものである。代謝には同化と異化があり、例えば、緑色植物の行う炭酸同化では、光合成色素が光エネルギーを吸収し、 を取り込んでグルコースを合成する。その結果生じたグルコースは、 として蓄えられるが、やがて、スクロースに分解され、師管を通過して植物の各部に運ばれる。盛んに分裂する細胞に送られたスクロースは、他の物質の合成に使われたり、図1のように呼吸の基質として消費される。

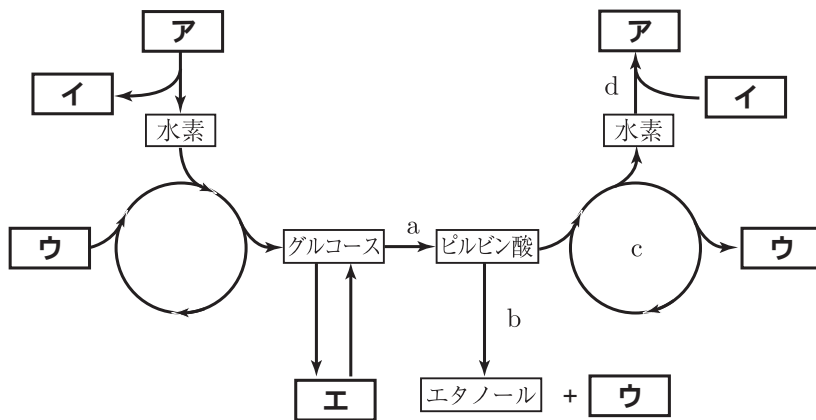


図 1

問1 代謝経路に出入りする図1に示された物質ア、イ、ウは何か。最も適当な組合せを一つ選び、～の記号で答えよ。ただし、図と文章中の同じ記号は同じ物質であることを示す。

ア	イ	ウ
水	酸素	二酸化炭素
水	二酸化炭素	酸素
酸素	二酸化炭素	水
酸素	水	二酸化炭素
二酸化炭素	酸素	水
二酸化炭素	水	酸素

問2 代謝によって、細胞中で有機物が分解されると、ATP が生産される。図1の a ~ d の過程のうち、ATP が生産される過程として正しい組合せを一つ選び、 ~ の記号で答えよ。

- | | | | |
|---------|---------|------------|---------|
| a, b | b, c | c, d | a, b, c |
| b, c, d | a, c, d | a, b, c, d | |

問3 図1に示されたように、単糖であるグルコースは、これが結合した として貯蔵される。 の物質名として最も適当なものを一つ選び、次の ~ の記号で答えよ。

- | | | |
|-------|--------|-------|
| タンパク質 | グリコーゲン | マルトース |
| セルロース | デンプン | |

問4 図1に示された呼吸の過程では、タンパク質が呼吸基質として用いられることもある。この過程では有害な物質が生じるので、ヒトではある臓器で毒性の低い物質に変えられる。この臓器はヒトの体重の3%をも占めるほど大きな器官で、有害物質を分解する他、筋肉について活発な代謝を行い体温の維持に役立っている。この臓器の働きとして、最も適当なものを一つ選び、次の ~ の記号で答えよ。

血液中のバソプレシン濃度が上昇すると、水の再吸収を盛んに行う。

脳下垂体前葉からの刺激ホルモンが増加すると、タンパク質から糖を合成して血糖値を上昇させるホルモンを分泌する。

「のど」のあたりにある器官で、代謝のうち、特に異化を促進するホルモンを分泌する。

ペプシンなどの酵素を分泌する。

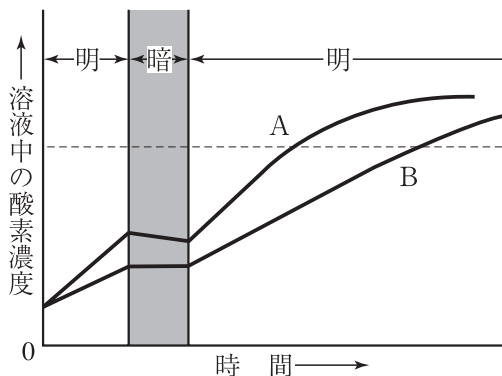
血液中のインスリン濃度が上昇すると、グリコーゲンの合成を盛んに行う。

生物 B

B 単細胞の緑藻であるクロレラは光合成を行って増殖するが、薬剤 R を培養液に加えると増殖が阻害される。そこで、この薬剤 R が緑藻にどのような作用を及ぼすのかを調べるために、次のような実験を行った。

実験 クロレラを一定量の培養液とともに容器に密閉し、弱光を照射、あるいは暗黒下に置き、培養液中の酸素濃度がどのように変化するかを記録した(図2のA)。また、同じ条件で薬剤 R を加えたときの变化も調べた(図2のB)。なお、実験中、温度は一定に保っており、溶液中の酸素は飽和濃度よりもはるかに低い値であった。

結果



グラフ中の「明」は弱光を照射したことを示し、「暗」は暗黒下においたことを示している。

図 2

問5 図2では-----破線以上の酸素濃度になると、A、Bで溶液中の酸素濃度の増加率が低下する。その理由として最も正しいと考えられるものを一つ選び、～の記号で答えよ。

与えられる光が弱いので、光合成速度が徐々に低下していくから。

溶液の温度が低いので、光合成速度が徐々に低下していくから。

溶液中の酸素濃度が高くなってきたので、光合成速度が徐々に低下していくから。

溶液中の二酸化炭素濃度が低くなってきたので、光合成速度が徐々に低下していくから。

溶液中のグルコース濃度が高くなってきたので、光合成速度が徐々に低下していくから。

問6 実験結果から、以下のように考察した。 , , に入る文章として最も適当なものをそれぞれ一つずつ選び、選択肢1の～, 選択肢2の～で答えよ。

オ カ キ

1回目の明期で、薬剤Rを加えたBの方がAよりも、溶液中の酸素濃度が上昇しにくいことから、薬剤Rは 。一方、暗黒下において、溶液中の酸素濃度がAで低下し、Bでは一定なので、薬剤Rは 。よって、 ことと、明期の光が弱いことから、薬剤Rは と考えられる。

, の選択肢1

葉緑体のチラコイドでの反応を抑制すると考えられる。

葉緑体のストロマでの反応を抑制すると考えられる。

呼吸を促進すると考えられる。

呼吸を抑制すると考えられる。

光合成速度と呼吸速度のどちらにも影響するのか、どちらか一つだけに影響するのは決められない。

キ の選択肢 2

葉緑体のチラコイドでの反応のみを抑制する。

葉緑体のストロマでの反応のみを抑制する。

呼吸のみを促進する。

葉緑体のチラコイドでの反応を抑制し，呼吸を促進する。

葉緑体のストロマでの反応を抑制し，呼吸を促進する。

葉緑体のチラコイドでの反応を抑制し，呼吸も抑制する。

葉緑体のストロマでの反応を抑制し，呼吸も抑制する。

第3問 細菌の増殖に関する次の文章 A・B を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 ~] (配点 20)

A 細菌や酵母菌のような微生物は生育が速いことと、増殖に必要な培地(培養液)が簡単なことから、様々な実験に用いられる。細菌は , 酵母菌は とよばれる無性生殖で増殖し、単純な計算によって増殖した個体数を算出することができる。例えば、培養液 100ml に大腸菌を 1×10^4 個入れ、30 分で 5 時間培養するとしよう。大腸菌が分裂を抑制されることなく、30 分ごとに分裂を繰り返したと仮定し、培養を始めてから 5 時間後に、培養液から 1 ml を取り出し、100ml に希釈する。この希釈液から 1 ml を取り出すと、1 ml 中にはおよそ 個の大腸菌が存在するはずである。

問1 文章中の , の増殖方法として、最も適当な組合せを一つ選び、～ の記号で答えよ。

- | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| ア | イ | ア | イ | ア | イ |
| 分裂 | 出芽 | 分裂 | 接合 | 接合 | 出芽 |
| 接合 | 分裂 | 出芽 | 分裂 | 出芽 | 接合 |

問2 次の[生物]に示された ~ のうち、一つだけ酵母菌や残りの4種の生物と異なる特徴をもつ生物がある。この生物として最も適当なものを[生物]から一つ選び、 ~ の記号で答えよ。さらに、酵母菌や残りの4種の生物と異なる特徴として最も適当なものを[特徴]から一つ選び、 ~ の記号で答えよ。

[生物] [特徴]

[生物]

プラナリア	アオミドロ	クロレラ
ゾウリムシ	亜硝酸菌	

[特徴]

細胞壁や光合成色素をもつ。
 核膜やミトコンドリアなどの細胞小器官をもたない。
 多細胞生物である。
 独立栄養生物である。
 繊毛などの運動器官を用いて、みずから移動できる。

問3 文章中の に最も近い値の一つを選び、 ~ の記号で答えよ。

0.1 1 10 10² 10³ 10⁴

問4 実際に生物が増殖するときには、個体群密度が増加するにつれて環境抵抗が増し、増殖速度が低下する。ある一定空間で増殖するある生物の増殖速度は、定数 r 、環境抵抗の大きさを示す定数 h 、個体数 N を用いて次のように表すことができる。

$$\text{増殖速度} = (r - hN)N$$

このように個体群密度が増し、やがて個体群密度が一定となった時の N の値として、最も適当なものを一つ選び、 ~ の記号で答えよ。

0 $\frac{1}{2}$ $\frac{r-1}{h}$ $\frac{h}{r}$ $\frac{r}{h}$

生物 B

B 動物の個体群では、個体が死亡する原因として様々な要因が考えられる。下の表 1 は、原因の違いによって、個体群密度ごとの死亡数がどのように変化するかを ア～ウのように仮定したものである。

個体群密度	10	50	100	500	1,000	5,000	10,000
ア	10	10	10	10	10	10	10
イ	5	25	50	250	500	2,500	5,000
ウ	0	1	10	400	900	4,900	9,900

表 1

問5 個体群密度の増加を抑制する様々な原因のうち、次の原因1と原因2による死亡数の変化を示すものとして最も適当なものを、表1のア～ウより一つずつ選び、～の記号で答えよ。ただし、個体群密度は下にあげた原因以外の要因によって、抑制されないものとする。

原因1 原因2

原因1 個体群を一定の大きさの容器で飼育すること。

原因2 密度が関係しない、偶然起こる事故による。

ア イ ウ

第4問 生物の発生に関する次の文章を読み、各問い(問1～3)に答えよ。

[解答番号 1 ~ 10] (配点 20)

シロボヤの受精卵では、図1のように細胞質の一部が着色しており、この受精卵が正常に発生すると、黄色い三日月型部分の細胞質を含む細胞からは筋肉細胞が、また、灰色の三日月型部分の細胞質を含む細胞からは神経細胞が生じる。黄色い三日月型部分の細胞質は、胚が8細胞期になったとき、図2のcで示された割球のみに含まれており、灰色の三日月型部分の細胞質はbとdで示された割球の一部に含まれていた。この8細胞期のホヤ胚を用いて、次のような実験を行った。

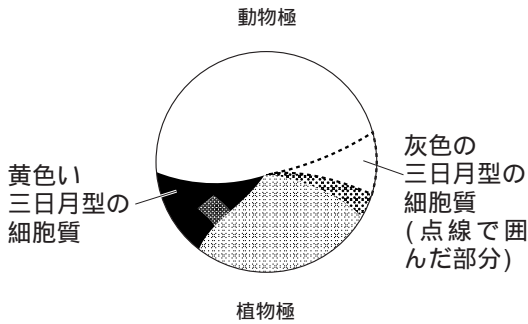


図 1

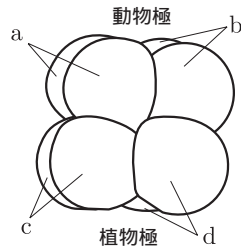


図 2

実験1 ガラス針を用いて、図3のように割球を分離させ発生させたところ、2つの割球cからは、筋肉と間充織や内胚葉の一部が形成され、残りの6つの割球に由来した胚は筋肉を欠いていた。

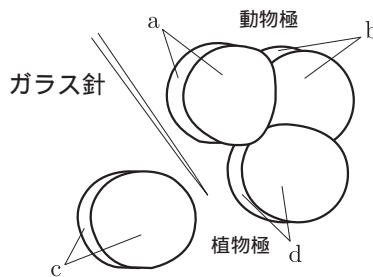


図 3

問1 実験1と関わりの深い語句として、最も適当なものを一つ選び、～の記号で答えよ。

モザイク卵

端黄卵

部分割

調節卵

心黄卵

表割

問2 実験1から言えることは何か。最も適当なものを一つ選び、～の記号で答えよ。

ホヤの卵では8細胞期に割球bの予定運命が決まっている。

ホヤの卵では8細胞期に割球cの予定運命が決まっている。

ホヤの卵では8細胞期に割球dの予定運命が決まっている。

ホヤの卵では8細胞期に割球の予定運命は決まっていない。

ホヤの卵では8細胞期に割球の予定運命が決まっているか、いないかはわからない。

生物 B

実験 2 8細胞期に、細胞分裂を停止させる薬品を用いて8細胞のままに保っておいたところ、薬品処理をしなかった胚が、オタマジック型幼生となり尾部に筋肉が形成される頃に、8細胞胚の割球cにおいても筋肉に特有な酵素が出現したり、筋肉を構成する繊維が形成された。

実験 3 ホヤの受精卵が8細胞期になるときに、割球cに入るべき細胞質の一部が割球aに入るようにして発生させたところ、本来は表皮に分化する割球aに由来した細胞が筋肉にも分化した。

実験 4 ホヤの8細胞期に、bとdの割球を分離すると、bからは外胚葉が、dからは内胚葉や脊索が分化した。しかし、64細胞期以降にbまたはdに由来する割球を分離すると、両割球由来の細胞に神経細胞が認められた。

問3 実験1～4の結果から考えて、次の(1)～(4)の結論が正しければ[結論]にと、間違っていれば と答えよ。また、これらの結論が導かれる[根拠]を実験1～4のうちから一つずつ選び、 ～ の記号で答えよ。

実験1

実験2

実験3

実験4

- (1) ホヤの筋肉分化に必要な因子は、割球cの細胞質に存在する。

結論 根拠

- (2) ホヤの胚の細胞が筋肉に分化するには、細胞分裂を繰り返すことが必要である。

結論 根拠

- (3) ホヤの8細胞期胚では、割球aの筋肉への分化が決まっている。

結論 根拠

- (4) ホヤでは第3卵割より後、第6卵割までに神経細胞に分化する細胞の予定運命が決定する。

結論 根拠

第5問 遺伝に関する次の文章 A・B を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 ~] (配点 20)

A ある植物には草丈が高く、白色花を咲かせるものと、草丈が低く、赤色花を咲かせるものがある。この両者を親(P)として交配すると、得られた F_1 はすべて草丈が高く赤花であった。さらに、この F_1 どうしを交配したところ草丈の高いものと低いものが 3 : 1 の比で生じ、草丈の高いものと低いものそれぞれについて赤花と白花が 3 : 1 の比で得られた。なお、草丈と花の色に関する遺伝子は、異なる染色体上にあり、めしべとおしべの形質を入れかえて交配しても、結果は変わらなかった。

問1 この植物の草丈と花の色に関する遺伝子について述べた次の文章のうち、**適当でないもの**を一つ選び、 ~ の記号で答えよ。

草丈を高くする遺伝子と低くする遺伝子は、優劣のある 1 組の対立遺伝子である。

草丈を決める遺伝子と花色を決める遺伝子は、性染色体上には存在しない。 F_1 はヘテロ接合体である。

花の色を赤くする遺伝子と、白くする遺伝子は相同染色体の同じ位置(遺伝子座)に存在する。

草丈と花の色の両者に関して、 F_1 の草丈が高く赤花の個体に生じる配偶子の遺伝子型には 2 種類ある。

問2 F_1 に草丈が低く白花の個体を交配すると、高い・赤花 : 高い・白花 : 低い・赤花 : 低い・白花はどのような比で得られるか。最も適当なものを一つ選び、 ~ の記号で答えよ。

9 : 3 : 3 : 1

3 : 1 : 3 : 1

1 : 3 : 1 : 3

1 : 1 : 1 : 1

3 : 3 : 1 : 1

1 : 1 : 3 : 3

B この植物では葉の形が細いものと丸いものがあり，葉の形が細い個体と丸い個体を交配すると， F_1 はすべて丸いものとなり，この F_1 どうしを交配すると，丸いものと細いものが 3 : 1 の比で得られる。そこで，この植物の草丈が高く，細葉で，白花を咲かせる個体と，草丈が低く，丸葉で，赤花を咲かせる個体を親(P)として交配し，生じた F_1 を，さらに，草丈が低く，細葉で，白花の個体と交配したところ，下の表 1 の結果が得られた。

	表現型			個体数
	草丈	葉形	花色	
ア	低	細	白	40
イ	高	細	赤	212
ウ	低	細	赤	38
エ	高	細	白	213
オ	低	丸	赤	217
カ	低	丸	白	208
キ	高	丸	赤	35
ク	高	丸	白	37
	合 計			1,000

表 1

問3 下線部の個体との交配を何というか。最も適当なものを一つ選び， ~ の記号で答えよ。 3

自家受精
検定交配

もどし交配
無性生殖

自由交配

問4 この植物の草丈，葉形，花色を決める遺伝子が不完全に連鎖していると仮定する。このとき，表 1 の結果を用いて各遺伝子間の組換え価を求めよ。次の各形質間の組換え価として，適当なものを一つずつ選び， ~ の記号で答えよ。

草丈と葉形 4 葉形と花色 5 草丈と花色 6

10% 15% 20% 25% 30%
35% 40% 45% 50%

生物 B

問5 この植物の草丈，葉形，花色を決める遺伝子について述べた次の文章のうち，最も適当なものを一つ選び， ~ の記号で答えよ。 7

草丈，葉形，花色を決める遺伝子は同じ染色体上に存在する。

草丈，葉形を決める遺伝子は同じ染色体上に存在する。

葉形，花色を決める遺伝子は同じ染色体上に存在する。

草丈，葉形，花色を決める遺伝子は全て異なる染色体上に存在する。