

## ◇ 生 物

生 6-1～生 6-21 まで 21 ページあります。

第1問 生物の代謝や呼吸に関する次の文章(A・B)を読み、下の問い(問1~5)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

A 生体内には数千種類の<sup>ア</sup>酵素が含まれている。それぞれの酵素が生体触媒としてはたらき、生命活動に必要な化学反応が効率よく起こっている。例えば、ヒトの胃液中に分泌されてはたらく  は、デンプンを分解し、胃液に含まれる  は、タンパク質を分解する。また、細胞に含まれる酵素は、それぞれ<sup>エ</sup>特定の場所に存在し、特定の反応系ではたらいている。

問1 下線部<sup>ア</sup>に関して、酵素の主成分として最も適当なものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。

- ① タンパク質      ② 無機塩類      ③ 脂質  
④ 糖                ⑤ DNA (デオキシリボ核酸)

問2 空欄  ・  に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①~⑩のうちから一つ選べ。

- |   | イ     | ウ     |   | イ     | ウ     |
|---|-------|-------|---|-------|-------|
| ① | アミラーゼ | トリプシン | ② | アミラーゼ | ペプシン  |
| ③ | アミラーゼ | インスリン | ④ | アミラーゼ | リパーゼ  |
| ⑤ | トリプシン | アミラーゼ | ⑥ | トリプシン | ペプシン  |
| ⑦ | トリプシン | インスリン | ⑧ | ペプシン  | アミラーゼ |
| ⑨ | ペプシン  | トリプシン | ⑩ | ペプシン  | インスリン |

問3 下線部エに関して、ある植物の葉に含まれる酵素Eが細胞のどこに存在しているのかを細胞分画法により調べた。スクロース溶液中で細胞を破碎し、破碎液を低速で遠心分離して、沈殿P1と上澄み液S1を得た。次に、上澄み液S1を中速で遠心分離して、沈殿P2と上澄み液S2を得た。さらに上澄み液S2を高速で遠心分離して、沈殿P3と上澄み液S3を得た。いくつかの物質と酵素について、各分画に含まれるかどうかを調べたところ、次の表1に示すような結果が得られた。これらの結果から、酵素Eは主に細胞のどこに含まれていると考えられるか。最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 3

表1 各分画における物質と酵素の検出の有無

	P1	P2	P3	S3
DNA	+	±	±	-
セルロース	+	-	-	-
光合成にかかわる酵素	±	+	-	-
酸素を用いた呼吸に関わる酵素	-	-	+	-
酵素E	-	-	+	-

＋：はっきりと検出された。

±：わずかに検出された。

－：検出されなかった。

- ① 核
- ② ミトコンドリア
- ③ 葉緑体
- ④ 細胞壁
- ⑤ 細胞質基質

B 次の図1は呼吸の経路の一部を模式的に示したものである。

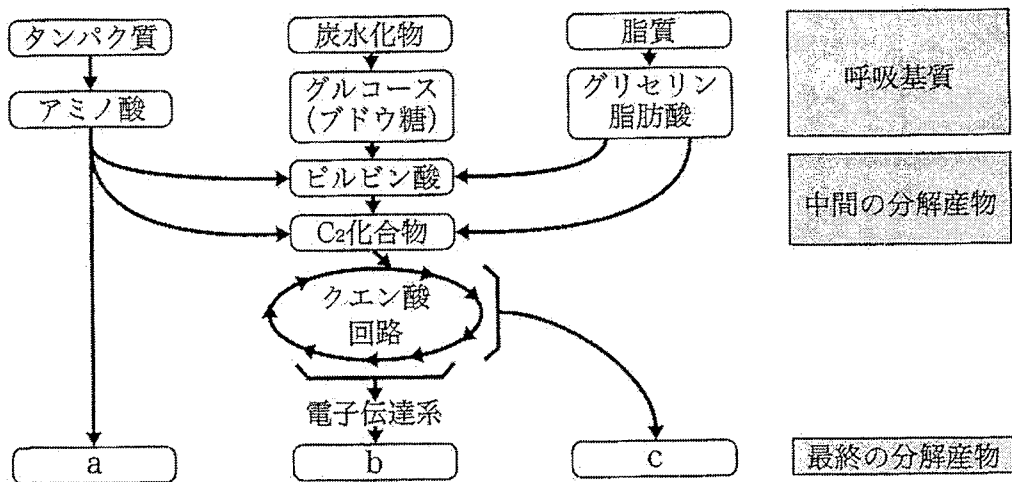


図1 呼吸経路の一部 (模式図)

問4 図1の経路において、最終の分解産物 a, b, c の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 4

	a	b	c
①	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	NH <sub>3</sub>
②	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	O <sub>2</sub>
③	H <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>
④	H <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>
⑤	NH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>
⑥	NH <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O

問5 図1の経路に関する記述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 炭水化物がグルコースを経てピルビン酸に分解される反応には、酸素が必要である。
- ② グルコース1分子からピルビン酸が生じ、クエン酸回路に入るが、その間に差し引き1分子のATPが合成される。
- ③ ピルビン酸はC<sub>2</sub>化合物に変えられて、マトリックス内のC<sub>4</sub>化合物と結合してクエン酸になる。
- ④ 電子伝達系の反応は、ミトコンドリアのマトリックスで行われる。

生物の問題は次のページに続く。

第 2 問 次の文章(A・B)を読み、下の問い(問 1~5)に答えよ。

〔解答番号  ~  〕

A 窒素源となる窒素化合物にア重い窒素( $^{15}\text{N}$ )のみを含む培地中で大腸菌を何世代も培養した。その後、窒素源に普通の重さの窒素( $^{14}\text{N}$ )のみを含む培地に移して培養した。普通の重さの窒素( $^{14}\text{N}$ )のみを含む培地に移してから 1 回目の分裂を終えた大腸菌の持つ DNA の重さを調べた。その結果、重い窒素( $^{15}\text{N}$ )のみを含む培地中で培養した大腸菌の DNA (重い DNA) と普通の重さの窒素( $^{14}\text{N}$ )のみを含む培地中で培養した大腸菌の DNA (軽い DNA) との中間の重さの DNA を持つ大腸菌のみが存在していた。

問 1 DNA の構成単位のうち  $^{15}\text{N}$  を取り込んだものとして最も適当なものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。

- ① リボース      ② デオキシリボース      ③ リン酸      ④ アデニン  
⑤ ウラシル

問 2 下線部アのように何世代も大腸菌を培養した理由として最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。

- ①  $^{15}\text{N}$  が存在する環境下でも増殖できる大腸菌を選抜するため。  
②  $^{14}\text{N}$  と  $^{15}\text{N}$  が存在する環境下で増殖できる大腸菌を選抜するため。  
③  $^{14}\text{N}$  が存在しない環境下だけで増殖する大腸菌を選抜するため。  
④ 重さを調べるのに必要な量の DNA を得ることができないため。  
⑤ 大腸菌の DNA に含まれる  $^{14}\text{N}$  と  $^{15}\text{N}$  の量を等しくするため。  
⑥ 大腸菌の DNA に含まれる  $^{14}\text{N}$  を完全に  $^{15}\text{N}$  に置き換えるため。

問3  $^{14}\text{N}$ のみを含む培地に移してから3回目の分裂を終えた直後には、どのような重さのDNAをもつ大腸菌がどのような比で存在しているか。最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 8

	普通の重さのDNA を持つ大腸菌	:	中間の重さのDNA を持つ大腸菌	:	重いDNAを持つ 大腸菌
①	1	:	1	:	0
②	3	:	1	:	0
③	7	:	1	:	0
④	1	:	2	:	1
⑤	1	:	6	:	1
⑥	0	:	1	:	7
⑦	0	:	1	:	3
⑧	0	:	1	:	1

B ホウレンソウ、緑色、赤色、黄色の3種類のピーマンを用いて光合成に関する実験を行った。図1に示したように試験管にpH指示薬を加えた黄赤色の溶液を入れ、適当な大きさに切ったピーマンの果実とホウレンソウの葉を入れ試験管の口をゴム栓でふさいだ。各野菜の入った試験管を2本ずつ用意し、一方は光を40分間照射し、もう一方は遮光して暗所に40分間置いた。どちらの条件下でも温度が同じになるようにした。この実験の結果を表1に示した。また、実験条件が適切であるかを調べるために対照実験として、試験管に野菜を入れずに他の条件は同様にしてpH指示薬を加えた溶液の色を観察した(図2)。この結果から実験条件が適切であることが確認できた。なお、実験に用いたpH指示薬は、溶液中の二酸化炭素濃度が上昇すると黄色に変色し、溶液中の二酸化炭素濃度が低下すると赤色に変色する。

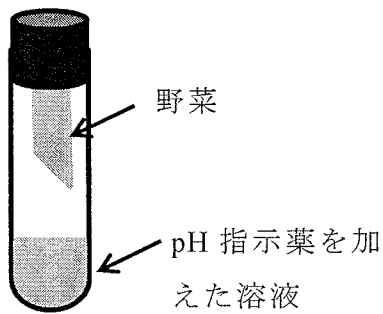


図1 野菜を入れた試験管

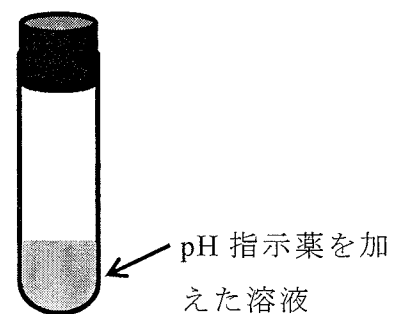


図2 対照実験の試験管

表1 実験結果

野菜	光を照射	暗所
ホウレンソウ	赤色	黄色
緑色のピーマン	黄赤色	黄色
赤色のピーマン	黄色	黄色
黄色のピーマン	黄色	黄色



問 4 下線部イの対照実験の結果として最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。

	光を照射	暗所
①	赤色	赤色
②	赤色	黄色
③	赤色	黄赤色
④	黄色	赤色
⑤	黄色	黄色
⑥	黄色	黄赤色
⑦	黄赤色	赤色
⑧	黄赤色	黄色
⑨	黄赤色	黄赤色

問 5 この実験結果から考えられることとして適当なものを、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。 ,

- ① 実験に使用した野菜はすべて光合成しないことを確認できた。
- ② ホウレンソウが光合成することを確認できた。
- ③ 緑色ピーマンが光合成することを確認できた。
- ④ 赤色と黄色ピーマンが光合成することを確認できた。
- ⑤ ホウレンソウは呼吸をしないことを確認できた。
- ⑥ 緑色ピーマンは呼吸をしないことを確認できた。
- ⑦ 赤色と黄色ピーマンは呼吸をしないことを確認できた。
- ⑧ 実験に使用した野菜はすべて呼吸をしないことを確認できた。

第3問 バイオームと植物の窒素代謝に関する次の文章（A・B）を読み、下の問い（問1～5）に答えよ。〔解答番号  ～  〕

A ある地域の植生と、そこに生息する動物、菌類、細菌類などを含めたすべての生物の集まりを、バイオーム（生物群系）という。地域によって、気温や  などの気候的要因に対応した、様々なバイオームが成立している。

図1は、  および暖かさの指数とバイオームの関係を表したものである。

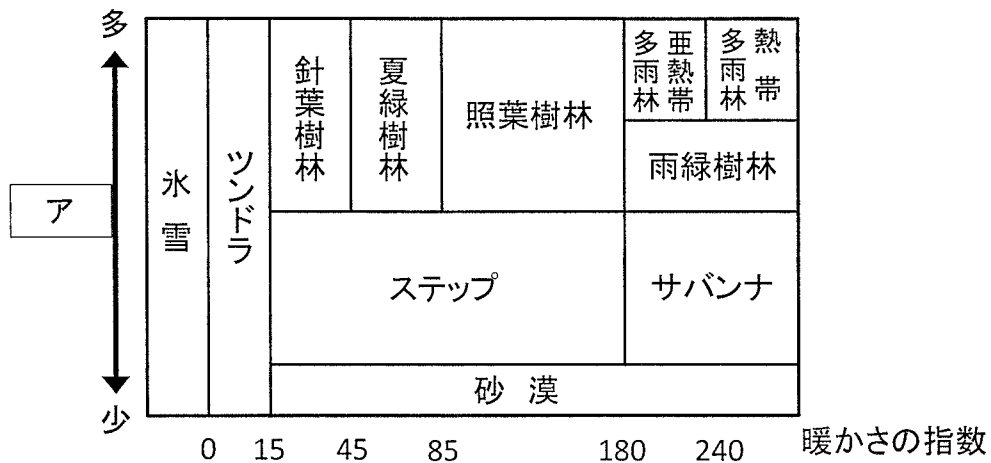


図1  および暖かさの指数とバイオームの関係

暖かさの指数とは、1年のうち平均気温が5°Cを超える月の平均気温から、5を引いて積算した値である。日本のように  の多い地域では、暖かさの指数を使うと、気温とバイオームの関係をうまく表すことができる。

表1は、日本のある都市の平均気温を月ごとに表したものである。

表1 日本のある都市の平均気温

月	1	2	3	4	5	6	
気温(°C)	-2.5	-2.3	-0.1	5.1	10.5	15.5	
月	7	8	9	10	11	12	年平均
気温(°C)	19.8	21.3	16.5	9.8	4.1	-0.0	11.7

問1 空欄「ア」に当てはまる語として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 12

- ① 土壌中の無機塩類量      ② 日照量      ③ 降水量  
④ 二酸化炭素濃度      ⑤ 酸素濃度

問2 表1の都市における暖かさの指数とバイオームの組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 13

	暖かさの指数	バイオーム		暖かさの指数	バイオーム
①	63.5	照葉樹林	②	63.5	夏緑樹林
③	55.4	夏緑樹林	④	55.4	針葉樹林
⑤	55.2	夏緑樹林	⑥	55.2	針葉樹林

問3 表1の都市が属するバイオームの説明として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 14

- ① 温帯に分布し、オリーブ、コルクガシなどの硬くて小さい葉をつける植物が優占する。  
② 雨季と乾季が繰り返される亜熱帯に分布し、チークなどの落葉広葉樹が優占する。  
③ 熱帯・亜熱帯に分布し、常緑広葉樹が優占するほか、巨大な高木、つる植物、着生植物などからなる。  
④ 亜寒帯や亜高山帯に分布し、シラビソ、コメツガなどの耐寒性の強い針状の葉をもつ植物が優占する。  
⑤ 比較的気温の低い冷温帯に分布し、ブナ、ミズナラなどの落葉広葉樹が優占する。

B マメ科植物の根に共生する根粒菌は、大気中の窒素を直接固定して宿主にアンモニアや有機窒素化合物を与える。一方、宿主は光合成によって合成した糖を根粒菌に与える。

問 4 窒素固定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。 15

- ① マメ科植物は、根粒菌の助けがなくても硝酸イオンがあれば生育できる。
- ② 根粒菌は、十分な有機物があるとマメ科植物との共生なしで生育できる。
- ③ クロストリジウムは、根粒菌の一種である。
- ④ 土壌中には、アゾトバクターがすむ。

問 5 窒素循環に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 16

- ① 硝化細菌は、アンモニウムイオンから硝酸イオンを生成する。
- ② 窒素固定菌は、大気中の窒素を酸化してアンモニアを生成する。
- ③ 脱窒素細菌は、土壌中の硝酸イオンのほとんどを窒素ガスに変えて大気中にもどしている。
- ④ 植物は窒素同化を行わない。

第4問 遺伝子の発現と呼吸に関する次の文章(A・B)を読み、下の問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号  ～  〕

A ヒトの細胞の核には遺伝物質としてDNAが  に巻き付いて何重にも折りたたまれて染色体として存在している。DNAの持つ遺伝情報を遺伝子と呼び、実際に遺伝子がはたらくことを「遺伝子発現」と呼ぶ。遺伝子発現の第一段階では、イ DNAの情報を mRNA(伝令RNA)に写し取る転写がおこる。第二段階では、mRNAの情報を基にタンパク質を合成する翻訳がおこる。このように遺伝情報の流れが一方向に伝わることを「セントラルドグマ」と呼んでいる。

問1 空欄  に当てはまる語として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① コラーゲン                      ② ヒストン                      ③ リボソーム  
④ 核小体                              ⑤ チラコイド

問2 下線部イを触媒する酵素として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① DNAリガーゼ                      ② RNAリガーゼ                      ③ DNAポリメラーゼ  
④ RNAポリメラーゼ                      ⑤ DNAヌクレアーゼ

問3 転写されるDNA領域の塩基数が約1600塩基対のヒトの遺伝子がある。この遺伝子の転写されるDNA領域の27.6%の塩基配列がエクソンであった。この遺伝子から作られるタンパク質を構成するアミノ酸は何個と考えられるか。最も適当な数値を、次の①～⑦のうちから一つ選べ。ただし、スプライシング後のmRNAの全領域がアミノ酸情報を含むとする。  個

- ① 74                      ② 147                      ③ 193                      ④ 294                      ⑤ 386  
⑥ 533                      ⑦ 772

B 図 1 のような実験装置で酵母菌の呼吸量を測定した。三角フラスコ内の主室に 2% グルコース溶液に懸濁した酵母菌を一定量入れ、フラスコ内の気体の体積変化がわかるように赤インクを入れた細管につないだ。実験 1 として、三角フラスコ内の副室に蒸留水、フラスコ内の気体として空気を充てんした。また、実験 2 として、酵母菌の呼吸によって生じた二酸化炭素を吸収させるために実験 1 の蒸留水と同量の 10% の  を副室に入れ、フラスコ内の気体として空気を充てんした。実験 1・2 とともに 25℃ の温度に保ち、一定時間後の三角フラスコ内の気体の体積変化を測定した。この結果、実験 1 では赤インクが右に 100 mm 動いた。実験 2 では、左に 200 mm 動いた。

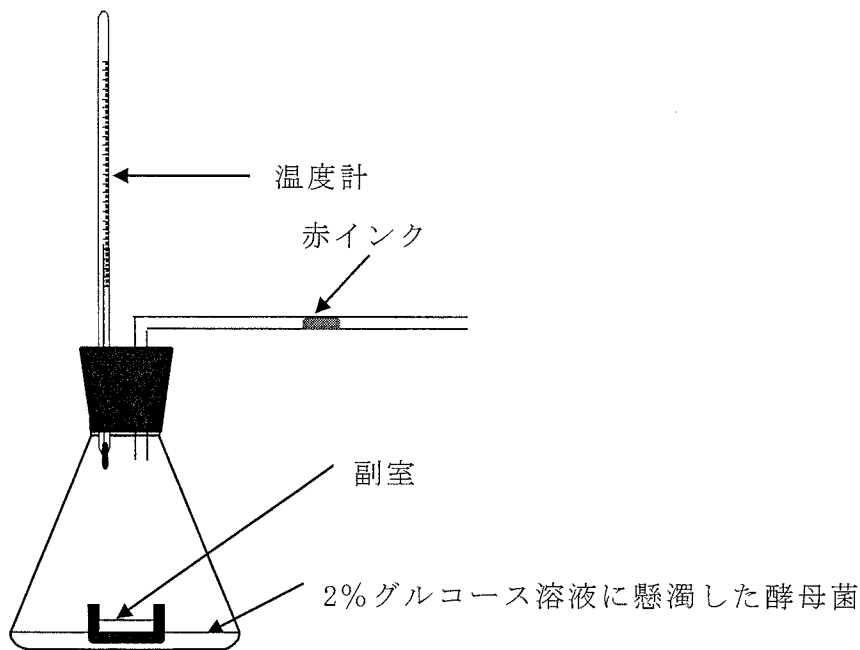


図 1 呼吸測定装置

問 4 空欄  に当てはまる試薬として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 硫酸      ② 塩酸      ③ 硝酸      ④ 水酸化カリウム水溶液
- ⑤ 塩化カルシウム水溶液

問 5 実験 1・2 の結果から推定できることとして最も適当なものを，次の①～

⑤のうちから一つ選べ。 21

- ① 酵母菌はグルコース以外の物質を呼吸基質として利用した。
- ② 酵母菌はグルコースとそれ以外の物質を呼吸基質として利用した。
- ③ 酵母菌は好氣的なエネルギー生産のみ行った。
- ④ 酵母菌は嫌氣的なエネルギー生産のみ行った。
- ⑤ 酵母菌は好氣的なエネルギー生産と嫌氣的なエネルギー生産を同時に行った。

問 6 実験 1・2 の結果から計算される酵母菌の呼吸商として最も適当な数値

を，次の①～⑦のうちから一つ選べ。 22

- ① 0.50      ② 0.67      ③ 0.90      ④ 1.0      ⑤ 1.2
- ⑥ 1.5      ⑦ 2.0

第5問 細胞分裂と発生に関する次の文章（A・B）を読み、下の問い（問1～5）に答えよ。〔解答番号  ～  〕

A 細胞分裂が行われると、それにもよって細胞に含まれる成分は半減することになる。しかし一般的な体細胞分裂では、細胞内成分の多くは分裂後ないしは分裂に先だって合成されるため、その含有量は一定の範囲内に保たれる。特に遺伝物質である DNA は、分裂に先立って正確に複製され、核分裂によって二等分されるため、ア1個の体細胞に含まれる核 DNA の相対量は、図1に示すように、細胞分裂周期のどの時期にあるかに応じて、1単位から2単位量の範囲内で変動する。しかし分化し、特殊化した体細胞では、イ細胞1個に含まれる核 DNA 量がこの範囲におさまらない細胞も存在する。

問1 下線部アに関して、次の図1の a～c の期間のうち、分裂期が含まれる期間として最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

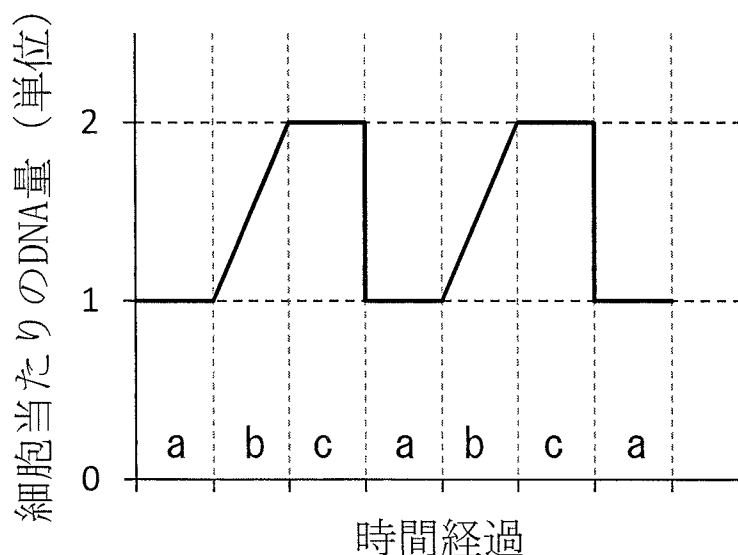


図1 体細胞内の DNA 量の変化

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



問2 ヒトの体細胞のうち、下線部イのような特徴をもつ細胞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。

24, 25

- ① 平滑筋細胞
- ② 骨格筋細胞
- ③ 赤血球
- ④ 皮膚の上皮細胞
- ⑤ 小腸内面の上皮細胞
- ⑥ 神経細胞

B 動物の卵には、発生の際に胚の養分として利用される卵黄が存在する。卵黄の量や含まれ方は動物によってさまざまであるが、哺乳類の場合、卵は **ウ** である。哺乳類では、受精が完了すると、受精卵は卵割をくり返しながら輸卵管を通過して移動し、子宮に達すると子宮内膜に入り込んで着床する。哺乳類のこの時期の胚はカエルやウニの胞胚に相当し、胚盤胞とよばれる。胚盤胞は内部細胞塊とそれを含む外部の細胞層に分かれており（図2）、発生が進むと内部細胞塊から胎児が形成され、外部の細胞層は胎盤の一部になる（図3）。ヒトでは受精後8週間で大部分の器官が形成される。

マウスの8細胞期胚では、一部の割球を破壊して発生させても、完全な1個体のマウスになる。また、マウスの二つの8細胞期胚を一つに集めて発生させても、完全な1個体のマウスになる。マウスの8細胞期胚を用いて、下の実験1を行った。

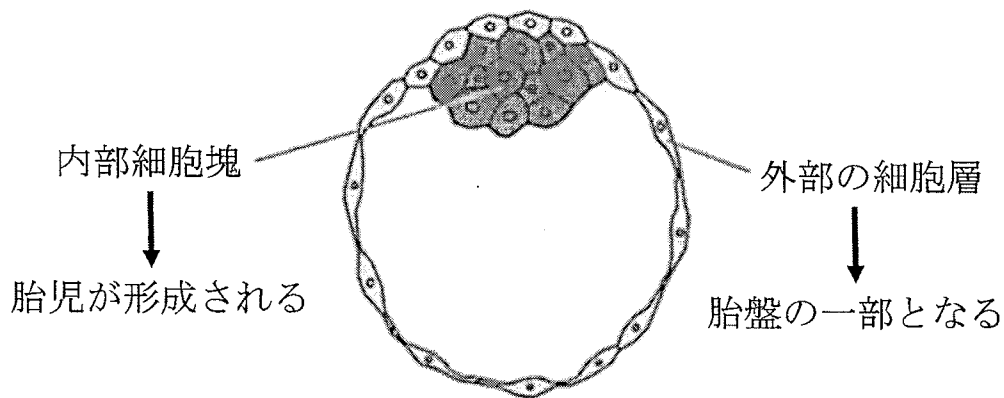


図2 胚盤胞（胞胚に相当する）

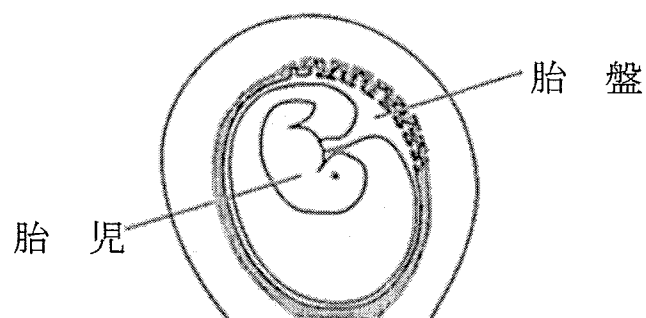


図3 発生が進んだ後の様子

実験 1 毛色が茶色の系統（遺伝子型  $AA$ ）のマウスと黒色の系統（遺伝子系  $aa$ ）のマウスの 8 細胞期胚をそれぞれ採取し、二つの 8 細胞期胚を一つに集めて体外で発生させた。胚が胚盤胞になったときに、子宮に移植したところ、17 日後にマウスが生まれた。この実験をくり返して 100 匹のマウスを得た。

このとき、移植した胚盤胞の内部細胞塊には遺伝子型が  $AA$  と  $aa$  の細胞が混在していたが、生まれたマウスは、遺伝子型  $AA$  と  $aa$  の細胞が混在している個体、遺伝子型  $AA$  の細胞のみからなる個体、遺伝子型  $aa$  の細胞のみからなる個体の三つのタイプが得られた。また、1 個体を形成するために必要な内部細胞塊の細胞数には、個体による差はなかった。

問 3 空欄  に当てはまる語として最も適当なものを、次の①～③のうちから一つ選べ。

- ① 等卵黄            ② 端卵黄            ③ 心卵黄

問 4 下線部 エ に関連して、おもに中胚葉から分化する器官の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、各胚葉から分化する器官は、哺乳類・両生類とも同様である。

- ① 大脳，脊椎            ② 肝臓，肺            ③ 表皮，網膜  
④ 平滑筋，すい臓        ⑤ 腎臓，消化管        ⑥ 心臓，骨格筋

問 5 実験 1 の結果から考えられることとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 内部細胞塊の細胞 1 個だけから胎児ができる。  
② 内部細胞塊のすべての細胞から胎児ができる。  
③ 内部細胞塊の 1 個以上の細胞から胎児ができるが、内部細胞塊のすべての細胞からできるのではない。  
④ 内部細胞塊の 2 個以上の細胞から胎児ができるが、内部細胞塊のすべての細胞からできたのか、一部の細胞からできたのかはわからない。

第6問 神経と身体の反応に関する次の文章（A・B）を読み、下の問い（問1～5）に答えよ。〔解答番号  ～  〕

A ア受容器の感覚細胞に生じた興奮は、ニューロンによって中枢を介して筋肉などのイ効果器に伝えられ、刺激に応じた反応を起こす。動物は刺激に対し素早く反応するために、刺激の受容から効果器の反応までにかかる時間を様々な方法で短くしている。脊椎動物の場合、軸索の周囲に別の細胞の膜が何重にも巻いた  と呼ばれる構造が存在し、これが  となっているために  が起こり、反応時間が短くなる。一方、無脊椎動物の中には軸索を太くすることで伝導速度を上げているものがある。

問1 下線部アとイに関して、適刺激とそれによってもたらされる効果器の反応の組合せとして誤っているものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

適刺激	効果器の反応
① 光	瞳孔反射
② 液体中の化学物質	だ液分泌
③ 血中グルコース濃度低下	グルカゴン分泌
④ 体の回転	屈筋反射
⑤ 外気温の降下	皮膚血管の収縮

問2 空欄  ～  に当てはまる語として適当なものを、次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

-  ,  -  ,  -

- ① シナプス伝達
- ② 絶縁体
- ③ 髓鞘
- ④ 電気伝導体
- ⑤ 跳躍伝導
- ⑥ ランビエ絞輪

B 骨格筋の中には筋肉が伸びたことを感知する受容器（筋紡錘）があり，筋肉が伸ばされると求心性繊維（感覚神経）を通じて脊髄に信号を送る。脊髄では，求心性繊維と遠心性繊維（運動神経）がシナプスを形成しており，興奮が伝達される。そして，この遠心性繊維を介して伸長した筋肉を収縮させる。この興奮伝達の過程を伸張反射と呼び，筋肉が過剰に伸長するのを防いでいる。

図1は伸張反射の反射弓を表している。遠心性繊維のB点，C点および求心性繊維のE点，F点で電気刺激を与え，骨格筋が興奮するまでの時間をそれぞれ測定したところ，表1のような結果になった。いずれの場合も電気刺激を与えた時を0ミリ秒とした。また，表2は各区間の神経繊維の長さを示している。

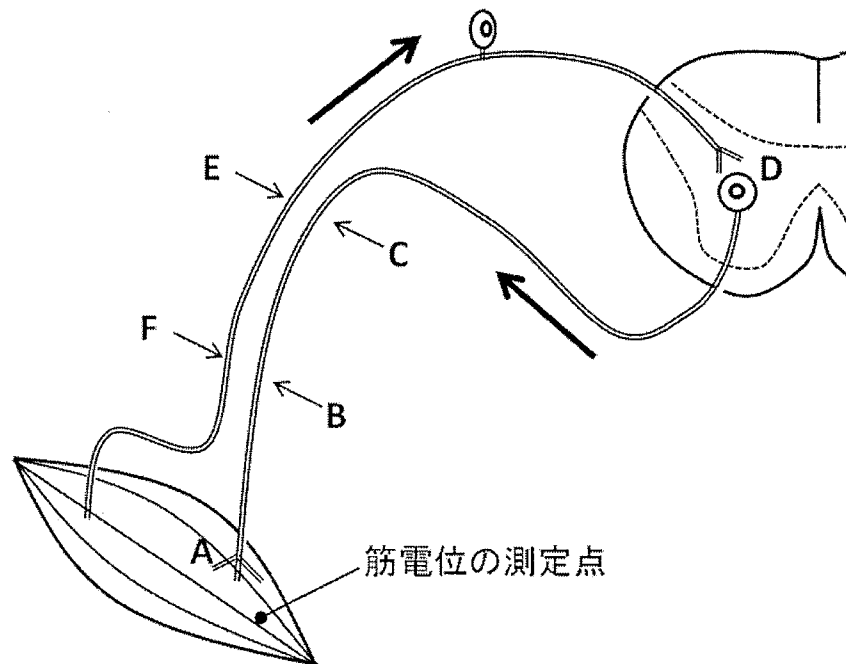


図1 伸張反射の反射弓（模式図）

表1 刺激点と筋肉が興奮するまでの時間

刺激点	筋肉が興奮するまでの時間（ミリ秒）
B	4
C	6
E	15.5
F	16.7

表2 各区間の神経繊維の長さ

区間	神経繊維の長さ（cm）
A-B	12
B-C	12
C-D	30
D-E	30
E-F	12

問3 この求心性繊維の興奮伝導速度 (m/秒) として最も適当な数値を, 次の①~⑧のうちから一つ選べ。  m/秒

- ① 10      ② 30      ③ 40      ④ 50  
⑤ 60      ⑥ 100      ⑦ 400      ⑧ 1000

問4 この遠心性繊維の興奮伝導速度 (m/秒) として最も適当な数値を, 次の①~⑧のうちから一つ選べ。  m/秒

- ① 10      ② 30      ③ 40      ④ 50  
⑤ 60      ⑥ 100      ⑦ 400      ⑧ 1000

問5 脊髄にあるシナプスでの興奮伝達にかかる時間 (ミリ秒) として最も適当な数値を, 次の①~⑧のうちから一つ選べ。  ミリ秒

- ① 0.1      ② 0.5      ③ 1.0      ④ 1.5  
⑤ 2.0      ⑥ 3.0      ⑦ 3.5      ⑧ 5.0