

生 物 I

(全 問 必 答)

第1問 次の各問い(問1～4)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 15)

問1 音，からだの傾き，からだの回転は，ヒトの耳においてそれぞれどこで受容されるか。そ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。

	音	からだの傾き	からだの回転
①	前庭	半規管	うずまき管
②	前庭	うずまき管	半規管
③	半規管	前庭	うずまき管
④	半規管	うずまき管	前庭
⑤	うずまき管	前庭	半規管
⑥	うずまき管	半規管	前庭

問2 ある植物細胞(以下, 植物細胞 X とする)を高張な尿素溶液に浸し, 時間経過にともなう原形質(細胞膜で囲まれた部分)の体積変化を測定した。その結果, この尿素溶液に浸した直後から ア 原形質体積の減少がみられた。しかし, その後, 原形質体積の減少はとまり, 逆に イ 原形質体積は増加を始め, ウ もとの体積に戻った。この現象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。 2

- ① 下線部アにともない, 原形質の浸透圧は上昇する。
- ② 下線部イは, 尿素が細胞膜を透過したことで原形質の浸透圧が低下し, 原形質に水が浸透することで起こる。
- ③ 下線部ウの細胞では膨圧がはたらいっており, 原形質の浸透圧と等しくなっている。
- ④ 植物細胞 X を高張なスクロース溶液に浸した場合でも, 高張な尿素液に植物細胞 X を浸した場合と同様に, 下線部アおよび下線部イのような現象がみられる。

問3 ある生物の2本鎖 DNA に含まれる A・T・G・C の割合について調べると, G と C の合計が 42% であった。また, 2本鎖の一方の鎖(以下, Y 鎖とする)に含まれる A・T・G・C の割合を調べると, G が 24% であった。Y 鎖における C の割合は何%であるか。最も適当な数値を, 次の①~⑤のうちから一つ選べ。
3 %

- ① 18
- ② 20
- ③ 22
- ④ 24
- ⑤ 26

生物 I

問 4 腎臓は、血しょうから生体に不要な成分を取り除いて排出する器官であり、また、体液浸透圧の調節を行う器官でもある。表 1 は、健康なヒトの血しょう・原尿・尿中の主な成分の濃度(単位は mg/mL)を示したものである。ただし、イヌリンは原尿量を求める目的で血管内に投与された物質であり、腎臓においてろ過されるが再吸収も分泌(追加排出)もされない。健康なヒトでは 1 分間あたり 1 mL の尿が生成されるものとし、腎臓および表 1 に関する記述として誤っているものを、下の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

表 1

成分	血しょう	原尿	尿
タンパク質	80.0	工	オ
グルコース	力	キ	0.0
Na	3.0	3.4	3.5
イヌリン	0.1	0.1	12.0

- ① 腎単位(ネフロン)において、ろ過は糸球体からボーマン嚢に向けて、再吸収は細尿管から集合管に向けて行われる。
- ② 表 1 において、工に入る数値もオに入る数値も等しく、0.0 である。
- ③ 表 1 において、力に入る数値もキに入る数値も等しく、0.1 である。
- ④ Na の再吸収は、副腎皮質から分泌される鉱質コルチコイドによって促進される。
- ⑤ イヌリンの濃縮率は 120 倍である。
- ⑥ 1 分間あたりの原尿量は 120 mL である。

第2問 遺伝に関する次の文章を読み、各問い(問1～4)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 22)

キイロショウジョウバエがもつ多数の形質のうち、次に示す三つの形質に注目し、下の**実験1**・**実験2**を行った。

- 体 色 —▶ 対立形質…褐色と黄色
- 眼 色 —▶ 対立形質…赤色と白色
- 翅の形 —▶ 対立形質…正常翅と曲がり翅

実験1 体色が褐色、眼色が赤色、翅の形が正常翅の雌と体色が黄色、眼色が白色、翅の形が曲がり翅の雄を交配し、雑種第一代(F_1)を得た。 F_1 では、雌雄にかかわらずすべての個体で体色は褐色、眼色は赤色で、翅の形については正常翅：曲がり翅が1：1で出現した。

実験2 **実験1**の F_1 の中から、体色が褐色、眼色が赤色、翅の形が曲がり翅の雌雄を選びだして交配し、雑種第二代(F_2)を得た。 F_2 では、ア翅の形については雌雄とも正常翅：曲がり翅が1：2で出現した。しかし、体色と眼色については、すべての雌が褐色・赤色であったのに対し、イ雄では褐色・赤色以外に褐色・白色、黄色・赤色、黄色・白色も出現した。

問1 次の文章は、**実験1・実験2**の結果から判明する内容について述べたものである。文章中の空欄 **1** ~ **3** に当てはまる形質として最も適当なものを、下の **X** 群の①~⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。また、空欄 **4** ・ **5** に当てはまる遺伝子記号として最も適当なものを、下の **Y** 群の①~⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。なお、三つの形質を決定する3対の対立遺伝子については、体色を決定する対立遺伝子は A と a、眼色を決定する遺伝子は B と b、翅の形を決定する遺伝子は C と c (遺伝子 A, B, C は遺伝子 a, b, c に対してそれぞれ優性) で表記するものとする。

3対の対立形質に関して、遺伝子 A により決定される体色は **1**，遺伝子 B により決定される眼色は **2**，遺伝子 C により決定される翅の形は **3** である。また、3対の対立遺伝子に関して、遺伝子 **4** が常染色体上に存在するのに対し、遺伝子 **5** は X 染色体上に存在する。

X 群

- | | | |
|------|-------|--------|
| ① 褐色 | ② 黄色 | ③ 赤色 |
| ④ 白色 | ⑤ 正常翅 | ⑥ 曲がり翅 |

Y 群

- | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| ① A (a) | ② B (b) | ③ C (c) |
| ④ A (a) と B (b) | ⑤ A (a) と C (c) | ⑥ B (b) と C (c) |

問2 下線部 **ア** について、 F_2 の雌雄において、正常翅：曲がり翅が 1：2 で出現した理由に最も関係の深い語はどれか。最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。 **6**

- | | | |
|--------|---------|---------|
| ① 連鎖 | ② 致死遺伝子 | ③ 補足遺伝子 |
| ④ 伴性遺伝 | | |

生物 I

問3 下線部イについて、 F_2 の雄における褐色・赤色個体のしめる割合が35%であった場合、 F_2 の雄における黄色・赤色個体のしめる割合は何%になるか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 %

- ① 15 ② 20 ③ 25 ④ 30 ⑤ 35

問4 ④ 実験2で得た F_2 の体色が褐色、眼色が赤色、翅の形が正常翅の雌個体と、実験2で得た F_2 の体色が黄色、眼色が赤色、翅の形が曲がり翅の雄個体を交配したところ(これを実験3とする)、次世代の雄では、体色と眼色について褐色・赤色：褐色・白色が1：1で出現した。次の(1)、(2)に答えよ。

(1) 体色、眼色、翅の形を決定する3対の対立遺伝子に注目すると、下線部ウの雌個体がつくる配偶子には最大で何種類の遺伝子型があるか。最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 種類

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4
⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8

(2) 実験3で生じる次世代の雌のうち、体色が褐色で、眼色が赤色で、翅の形が正常翅である個体は何%含まれるか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 %

- ① 20 ② 25 ③ 33 ④ 40 ⑤ 50

第3問 神経における興奮の伝導および神経系に関する次の文章を読み、各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 22)

神経組織の構造上および機能上の単位はニューロン(神経細胞)である。ニューロンは、核のある細胞体、細胞体から細く長く伸びる 、細胞体から枝状に短く伸びる の三つの部分からなる。動物のからだにおいて、神経組織は、感覚器から中枢への情報の伝達、情報の処理、ア 中枢から効果器への情報の伝達などを行っている。神経組織により動物体内で情報が伝わる際には、ニューロンには 電気的変化が起こる。また、シナプスや神経筋接合部では、電気的変化とは異なる方法により情報が伝わる。

図1に、ヒトの足と脊髄との間で形成される脊髄反射の反射弓を模式的に示した。いま、図1の反射弓をもつヒトの足において、膝の裏側においた刺激電極から X 神経と Y 神経の両方に電気刺激を与え(X 神経と Y 神経のうちいずれかが感覚神経であり、他方が運動神経である)、筋肉 Z での収縮の様子を筋肉 Z に接続した筋電図により計測する**実験1・実験2**を行った。なお、電気刺激により感覚神経が興奮した場合、刺激部位から脊髄側ではなく筋肉 Z 側へ伝導した興奮が筋電図に及ぼす影響はないものとする。

実験1 刺激電極に弱い刺激を1回だけ与えた。その結果、刺激してから T2 ミリ秒後に筋電図に波形が1回だけ現れた。

実験2 刺激電極に強い刺激を1回だけ与えた。その結果、刺激してから T1 ミリ秒後に1回目の波形が現れ、刺激してから T2 ミリ秒後に2回目の波形が現れた。ただし、 $T1 < T2$ である。

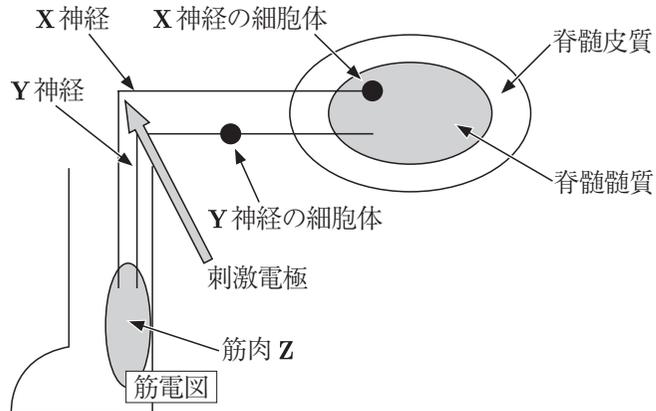


図 1

問1 前ページ文章中の空欄 ・ に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①～⑤のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

- ① 樹状突起 ② 連絡神経 ③ 神経鞘
- ④ 介在神経 ⑤ 軸 索

問2 下線部アに関して、中枢の視床下部から効果器のすい臓ランゲルハンス島 B 細胞に連絡する自律神経を何というか。また、その自律神経からすい臓ランゲルハンス島 B 細胞に分泌される神経伝達物質を何というか。その組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つずつ選べ。

- | 自律神経 | 神経伝達物質 |
|---------|----------|
| ① 交感神経 | アセチルコリン |
| ② 交感神経 | ノルアドレナリン |
| ③ 副交感神経 | アセチルコリン |
| ④ 副交感神経 | ノルアドレナリン |

生物 I

問3 下線部イ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。 4

- ① ニューロンにおいて、静止状態では、細胞外に対して細胞内が相対的に正(プラス)の電位となっている。
- ② ニューロンが刺激を受けると、その部分の膜電位が瞬間的に逆転し、細胞膜内では興奮部から非興奮部へ活動電流が流れる。
- ③ 興奮により生じた活動電流は、ニューロンが最初に刺激を受けた場所から離れるにつれて減衰していき、ついにはなくなる。
- ④ 有髄神経繊維においては、活動電流は髄鞘から髄鞘へととびとびに伝わる。

問4 図1における X 神経と Y 神経の名称、および X 神経が脊髄に出入りする部分の名称の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つずつ選べ。 5

	X 神経	Y 神経	X 神経が脊髄に出入りする部分
①	感覚神経	運動神経	背 根
②	運動神経	感覚神経	背 根
③	感覚神経	運動神経	腹 根
④	運動神経	感覚神経	腹 根

問5 実験1と実験2の結果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。 6

- ① 実験2で刺激してから T1 ミリ秒後に筋電図に現れた波形は、X 神経の興奮によるものである。また、X 神経の閾値は Y 神経の閾値よりも低い。
- ② 実験2で刺激してから T1 ミリ秒後に筋電図に現れた波形は、X 神経の興奮によるものである。また、X 神経の閾値は Y 神経の閾値よりも高い。
- ③ 実験2で刺激してから T1 ミリ秒後に筋電図に現れた波形は、Y 神経の興奮によるものである。また、X 神経の閾値は Y 神経の閾値よりも低い。
- ④ 実験2で刺激してから T1 ミリ秒後に筋電図に現れた波形は、Y 神経の興奮によるものである。また、X 神経の閾値は Y 神経の閾値よりも高い。

問 6 図 1 の筋肉 Z に関して、次の (1), (2) に答えよ。

(1) ヒトには、筋肉 Z 以外にさまざまな効果器がある。ヒトの効果器として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 7

- ① 網 膜 ② 立毛筋 ③ 汗 腺 ④ 虹 彩

(2) 筋肉 Z 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。 8

- ① 発生上、中胚葉の側板から分化する。
 ② 構成細胞である筋原繊維には、多数の核が存在する。
 ③ 1 秒間に 30 回程度の刺激を与えると、筋肉 Z は単収縮をする。
 ④ 筋肉 Z に与える刺激強度を強めると、収縮の強さが増していく。

第4問 発生に関する次の文章を読み、各問い(問1～4)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 21)

胚の予定運命が発生過程のどの時期に決定するのかは、動物の種類によって異なる。古くから、カエルの2細胞期胚の各割球は、ア 調節性を示すことが知られていた。この性質についてさらに調べるため、アフリカツメガエルの8細胞期胚を用いて、下の**実験1～実験6**を行った。なお、イ アフリカツメガエルの発生においては、次に示す内容がわかっている。

- ・正常に胚発生が行われた場合、2細胞期胚の各割球は、将来、からだの左右半分ずつをつくる。
- ・正常に胚発生が行われた場合、4細胞期胚の第2卵割面の一方の側にある2個の割球は、将来からだの腹側をつくり、もう一方の側にある2個の割球は、将来からだの背側をつくる。
- ・正常に胚発生が行われた場合、8細胞期胚では、動物極側が頭側、植物極側が尾側になる。

実験1 8細胞期胚を第1卵割面で二分すると、いずれの側の割球群も正常に発生した。

実験2 8細胞期胚を第2卵割面で二分すると、いずれの側の割球群も正常に発生しなかった。

実験3 8細胞期胚を第3卵割面で二分すると、いずれの側の割球群も正常に発生しなかった。

実験4 8細胞期胚の動物極側の割球から2個を取り除き、残った6個の割球(以下、欠損胚)の発生を観察した。

- (1) 背側の割球2個を取り除いた。
- (2) 腹側の割球2個を取り除いた。
- (3) 背側の割球1個と腹側の割球1個を取り除いた。

(1)～(3)では、いずれの欠損胚も正常に発生した。

実験5 8細胞期胚の動物極側の割球から3個を取り除き、欠損胚(残った5個の割球からなる)の発生を観察したところ、正常に発生しなかった。

実験 6 8細胞期胚の植物極側の割球から2個を取り除き、欠損胚の発生を観察した。

- (1) 背側の割球2個を取り除いた。
- (2) 腹側の割球2個を取り除いた。
- (3) 背側の割球1個と腹側の割球1個を取り除いた。

(1)と(2)では欠損胚は正常に発生しなかったが、(3)では欠損胚は正常に発生した。

問 1 下線部アに関係の深い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。

- ① クシクラゲ(成体は8列のくし板をもつ)の4細胞期胚から割球を一つ取り除くと、残った三つの割球からくし板が6列のクシクラゲが発生する。
- ② イモリの2細胞期胚を灰色三日月環を含む側と含まない側にしばって分けておくと、灰色三日月環を含まない側では正常な発生が行われない。
- ③ カエルの2細胞期胚の一方の割球を焼き殺し、もう一方の割球につけたままにしておくと、もう一方の割球は正常に発生しない。
- ④ ヒトの一卵性双生児は、胚の発生過程の比較的初期に二つに分かれて発生したものである。

問 2 下線部イに関する記述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 第3卵割までは等割である。
- ② 第3卵割は緯割である。
- ③ 胞胚期に入るとふ化が起こる。
- ④ 原腸胚期になると、原口背唇部は原口から胚内部へ陥入し、後期原腸胚では原腸の腹側に位置するようになる。
- ⑤ 後期神経胚では、脊索・神経板・腸管などがみられる。
- ⑥ 目の形成において、外胚葉の表皮から水晶体や角膜、神経管から網膜が分化する。

生物 I

問3 実験1～実験6の結果に関して、次の(1)、(2)に答えよ。

(1) 8細胞期胚から一部の割球を取り除いた欠損胚がその後正常に発生するためには、動物極側および植物極側に少なくともどのような割球がいくつ必要であると考えられるか。最も適当なものを、次の①～⑩のうちからそれぞれ一つずつ選べ。動物極側 植物極側

- | | |
|-------------------|-------------------|
| ① 任意の割球一つ | ② 任意の割球二つ |
| ③ 任意の割球三つ | ④ 腹側の割球一つ |
| ⑤ 腹側の割球二つ | ⑥ 背側の割球一つ |
| ⑦ 背側の割球二つ | ⑧ 腹側の割球一つと背側の割球一つ |
| ⑨ 腹側の割球一つと背側の割球二つ | ⑩ 腹側の割球二つと背側の割球一つ |

(2) (1)で答えた内容を確認するため、追加して実験を行うことにした。どのような実験を行うとよいか。実験の内容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 実験4や実験6で正常な発生を示す欠損胚から(1)で答えた割球のうち一つをさらに取り除いた欠損胚(五つの割球からなる)をつくり、発生を観察する。
- ② 実験4や実験6で正常な発生を示す欠損胚を、構成する割球をばらばらにしてそれぞれ培養し、割球の発生運命を調べる。
- ③ 実験4や実験6で正常な発生を示す欠損胚を、構成する割球をばらばらにして再び再結合させてから培養し、発生を観察する。
- ④ 実験4や実験6で正常な発生を示す欠損胚の一部の割球を、胚に無害な色素で染色し、追跡調査する。

問 4 次の文章は、胚の予定運命の決定時期に関して、1918 年に行われた胚移植実験の内容について述べたものである。文章中の空欄 **ウ** ~ **オ** に当てはまる語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。 **7**

ウ は体色の異なる 2 種類のイモリ胚で交換移植実験を行い、外胚葉の予定運命が原腸胚初期から神経胚初期の間に決定することを解明した。すなわち、初期原腸胚の予定神経域を別の初期原腸胚の予定表皮域に移植すると、移植片は **エ** に分化した。一方、初期神経胚の予定神経域を別の初期神経胚の予定表皮域に移植すると、移植片は **オ** に分化した。

	ウ	エ	オ
①	フォークト	表皮	表皮
②	フォークト	表皮	神経
③	フォークト	神経	表皮
④	フォークト	神経	神経
⑤	シュペーマン	表皮	表皮
⑥	シュペーマン	表皮	神経
⑦	シュペーマン	神経	表皮
⑧	シュペーマン	神経	神経

生物 I

第5問 植物の細胞と組織の観察に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 20)

A タマネギの鱗片葉(地下茎をつくる多肉の葉)の内側表皮にカミソリの刃で5mm角の切れ目を入れ、その表皮をピンセットではぎ取って、スライドガラス(以下、スライドガラス X とする)にのせた。そこに を1滴落として核を赤色に染色し、カバーガラスをかけて、光学顕微鏡で表皮の構成細胞を検鏡した。その際、10倍の接眼レンズと40倍の対物レンズを用いた。

次に、接眼マイクロメーターと対物マイクロメーター(1目盛りは100分の1mm)をセットした。接眼レンズと対物レンズの倍率は表皮を観察したときのまま、光量を調節しながらピントを合わせる操作を行っているとき、ピントが合う前から一方のマイクロメーター(以下、マイクロメーター Y)の目盛りが見え、ピントが合った時点でもう一方のマイクロメーター(以下、マイクロメーター Z)の目盛りも見えた。そのとき、マイクロメーター Y の20目盛りがマイクロメーター Z の7目盛りと一致していた。続いて、対物マイクロメーターをはずし、代わりにスライドガラス X を置いて観察すると、赤色に染色された核が接眼マイクロメーター 目盛り分に対応しており、このことから、核の大きさは約 $30\mu\text{m}$ であることがわかった。

問1 上の文章中の空欄 に当てはまる試薬の名称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 サフラニン液

② 酢酸オルセイン液

③ カルノア液

④ ヨウ素ヨウ化カリウム溶液

問2 下線部イに関して，次の(1)，(2)に答えよ。

(1) 表皮の構成細胞を光学顕微鏡で観察すると，核以外にどのような細胞構造が観察されるか。そ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。

- | | |
|---------------|---------------|
| ① ミトコンドリア・葉緑体 | ② ミトコンドリア・中心体 |
| ③ ミトコンドリア・液 胞 | ④ 葉緑体・中心体 |
| ⑤ 葉緑体・液 胞 | ⑥ 中心体・液 胞 |

(2) タマネギの鱗片葉の表皮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。

- ① 鱗片葉の内側の表皮は，一般の葉における表側の表皮に相当し，クチクラ層がみられる。
- ② 鱗片葉の内側の表皮は，一般の葉における裏側の表皮に相当し，多数の気孔がみられる。
- ③ タマネギの内側の鱗片葉の表皮細胞の細胞壁は，外側の鱗片葉の表皮細胞の細胞壁に比べて厚い。
- ④ タマネギの外側の鱗片葉の表皮細胞の「核の体積／細胞の体積」の値は，内側の鱗片葉の表皮細胞の値に比べて小さい。

問3 前ページ文章中の空欄 に当てはまる数値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 3 | ② 5 | ③ 7 | ④ 9 |
|-----|-----|-----|-----|

生物 I

B 工 被子植物の茎の横断面を観察すると、維管束の配置やその構造について相違点がみられる。また、被子植物の根の表面には、オ 根毛があり、根の表面積を大きくして水分を吸収しやすい構造を示す。

問 4 下線部工に関して、茎の横断面における維管束の配置を模式的に示したとき、図 1 のように描かれる被子植物の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 5

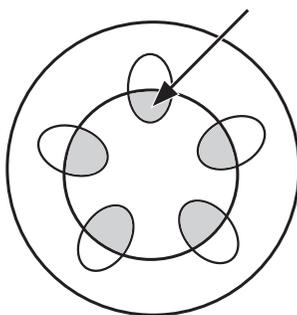


図 1

- | | |
|--------------|-------------|
| ① ツバキ・オシロイバナ | ② イネ・トウモロコシ |
| ③ ワラビ・ゼンマイ | ④ スギゴケ・ゼニゴケ |

問5 問4で答えた選択肢にある2種類の植物は、図1の矢印が示す維管束の構成要素として道管と仮道管をもつ。道管または仮道管のはたらきや特徴として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ① 死細胞でできており、根で吸収した水や無機塩類を葉や茎などへ輸送する。
- ② 上下左右の細胞間には細胞壁が残っており、細胞側面の細胞壁の薄い部分を通じてつながっている。
- ③ 上下の細胞間にある細胞壁は大きな穴があいたようにみえるが、実際は細胞膜どうしが接触しており、この部分を介して必要なものを必要な方向へ輸送する。
- ④ 上下の細胞壁がなくなった細胞がつながり合い、内部が中空になっている。

問6 水分が土壌(外液)から下線部オの根毛細胞内に移動していく条件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

- ① 土壌の浸透圧 + 膨 圧 < 根毛細胞の浸透圧
- ② 土壌の浸透圧 - 膨 圧 < 根毛細胞の浸透圧
- ③ 土壌の浸透圧 + 膨 圧 > 根毛細胞の浸透圧
- ④ 土壌の浸透圧 - 膨 圧 > 根毛細胞の浸透圧