

平成25年度
日本留学試験(第2回)

試験問題

生物

「解答科目」記入方法

解答科目には「物理」、「化学」、「生物」がありますので、この中から2科目を選んで解答してください。選んだ2科目のうち、1科目を解答用紙の表面に解答し、もう1科目を裏面に解答してください。

「生物」を解答する場合は、右のように、解答用紙にある「解答科目」の「生物」を○で囲み、その下のマーク欄をマークしてください。

| <解答用紙記入例> | | |
|----------------|------------------|----------------|
| 解答科目 Subject | | |
| 物 理 Physics | 化 学 Chemistry | 生 物 Biology |
| ○ | ○ | ● |

科目が正しくマークされていないと、採点されません。

問1 タンパク質の一次構造 (primary structure)、二次構造 (secondary structure)、三次構造 (tertiary structure) の形成にかかわる結合や構造の組み合わせとして正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

1

| | 一次構造 | 二次構造 | 三次構造 |
|---|--------------------------------|--------------------------|----------|
| ① | ジグザグ状の構造 (zigzag structure) | ペプチド結合 (peptide bond) | S-S 結合 |
| ② | ジグザグ状の構造 | S-S 結合 | ペプチド結合 |
| ③ | ペプチド結合 | ジグザグ状の構造 | S-S 結合 |
| ④ | ペプチド結合 | S-S 結合 | ジグザグ状の構造 |
| ⑤ | S-S 結合 | ジグザグ状の構造 | ペプチド結合 |
| ⑥ | S-S 結合 | ペプチド結合 | ジグザグ状の構造 |

問 2 3 種類の試料 X, Y, Z の細胞を電子顕微鏡 (electron microscope) で調べたところ, a～e の構造が確認された。次の表は, それらの構造体がそれぞれの試料の細胞に存在するものを+, 存在しないものを－で示し, 観察された構造体の特徴を示したものである。

| 構造体 | 試料 | | | 特徴 |
|-----|----|---|---|--|
| | X | Y | Z | |
| a | － | ＋ | ＋ | 二重膜構造をもつ。内膜はひだをつくっている。 |
| b | － | ＋ | － | 二重膜構造をもつ。色素をもつ構造体である。 |
| c | － | － | ＋ | 分裂中の細胞では, ここから紡錘糸 <small>ぼうすいし</small> が伸びている。 |
| d | － | ＋ | ＋ | 平たい袋状のものが重なっている。 |
| e | ＋ | ＋ | － | 細胞の最外層にみられる。 |

二重膜 (double membrane), 内膜 (inner membrane), 色素 (pigment), 紡錘糸 (spindle fiber)

試料 X, Y, Z の組み合わせとして正しいものを次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

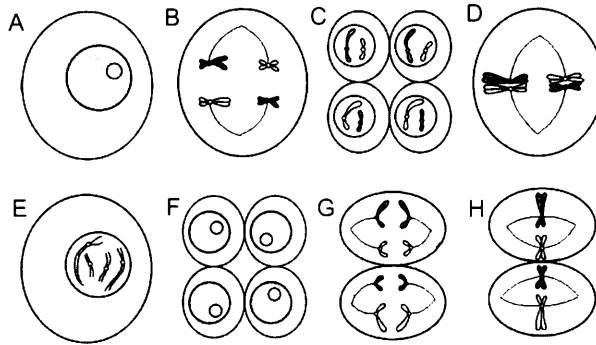
2

| | X | Y | Z |
|---|----------|----------|----------|
| ① | ホウレンソウの葉 | ネズミの肝臓 | 大腸菌 |
| ② | ホウレンソウの葉 | 大腸菌 | ネズミの肝臓 |
| ③ | ネズミの肝臓 | ホウレンソウの葉 | 大腸菌 |
| ④ | ネズミの肝臓 | 大腸菌 | ホウレンソウの葉 |
| ⑤ | 大腸菌 | ホウレンソウの葉 | ネズミの肝臓 |
| ⑥ | 大腸菌 | ネズミの肝臓 | ホウレンソウの葉 |

ホウレンソウ (spinach), ネズミ (mouse), 肝臓 (liver), 大腸菌 (*Escherichia coli*)

問3 次の図A～Hは、染色体（chromosome）の構成が $2n=4$ である動物の減数分裂（meiosis）の様々な段階の細胞の模式図である。図A～Hを減数分裂の進行順に並べると、どのようになるか。正しいものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、Aから始まりFで終わるものとする。

3



- ① A → E → H → G → D → B → C → F
- ② A → E → G → H → B → D → C → F
- ③ A → E → B → D → G → H → C → F
- ④ A → E → D → B → H → G → C → F
- ⑤ A → E → B → G → D → H → C → F
- ⑥ A → E → D → H → B → G → C → F

問 4 アフリカツメガエル (*Xenopus laevis*) の^{ほうはい}胞胚 (blastula) を使って次の実験 I, II を行った。これらの実験から考えられることとして最も適当なものを、次ページの①～⑤の中から一つ選びなさい。

4

実験 I 図 1 は、胞胚の動物極 (animal pole) と植物極 (vegetal pole) を通る断面図で、上が動物極である。図 1 に示すように、胞胚を破線の位置で切断し、A と B の部分を切り出した。A と B の領域をそれぞれ単独で培養したところ、A は外胚葉 (ectoderm) に、B は内胚葉 (endoderm) に分化 (differentiation) した。

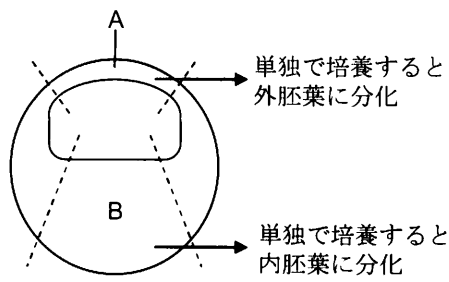


図1

実験 II 次に、図 1 と同じように胞胚を切り分け、図 2 に示すように、A と B を接触させて培養した。A の B に接触していた部分は中胚葉 (mesoderm) に、A の B に接触していない部分は外胚葉に、B は内胚葉に分化した。

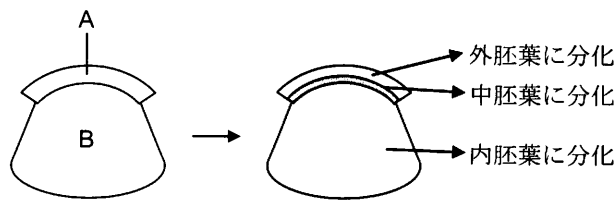


図2

- ① Aは、形成体（organizer）としての働きをもっている。
- ② AがBに働きかけることによって、中胚葉を誘導（induction）する。
- ③ Aは、胞胚期にはすでに予定運命（cell fate）が決定している。
- ④ Bの予定運命は、Aと接することによって変えられる。
- ⑤ Bには、Aを中胚葉へと誘導する能力がある。

問5 カイコガ (silkworm moth) には、まゆ (cocoon) の色が白色となる系統 (line) と黄色となる系統がある。この遺伝には、2 対の対立遺伝子 (allele) が関わっている。まゆの色を黄色にする遺伝子 (gene) Y があっても、その働きを抑える遺伝子 I があると、まゆの色は白色になる。また、 Y と I の劣性対立遺伝子 (recessive allele) はそれぞれ y と i である。これに関する次の問い(1), (2)に答えなさい。

- (1) $iiYY$ の〔黄色まゆ〕の個体と $Iiyy$ の〔白色まゆ〕の個体を親として交雑 (cross) し、多数の F_1 個体を得た。この F_1 の雌雄を交雑して得られる F_2 の表現型 (phenotype) の分離比 (segregation rate) はどうなるか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

5

〔黄色まゆ〕 : 〔白色まゆ〕

- | | | | |
|---|----|---|----|
| ① | 1 | : | 0 |
| ② | 0 | : | 1 |
| ③ | 3 | : | 1 |
| ④ | 1 | : | 3 |
| ⑤ | 13 | : | 3 |
| ⑥ | 3 | : | 13 |

- (2) (1)の F_1 個体に、〔白色まゆ〕の遺伝子型 (genotype) が分からない個体を交雑したところ、次の世代には〔黄色まゆ〕:〔白色まゆ〕が 1 : 7 で生じた。 F_1 個体と交雑した〔白色まゆ〕の個体の遺伝子型として正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

6

- ① $IiYy$ ② $IiYY$ ③ $Iiyy$ ④ $iiYy$ ⑤ $iiYY$ ⑥ $iiyy$

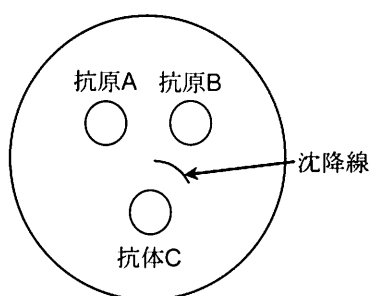
問6 ヒトの体液 (body fluid) について述べた次の文 a～d のうち正しいものをすべて選び、その組み合わせを下の①～⑦の中から一つ選びなさい。

| |
|---|
| 7 |
|---|

- a 体液中には、体内に侵入した細菌やウイルス (virus) を取り込み分解するマクロファージ (macrophage) という白血球 (leukocyte) が存在する。
- b リンパ液 (lymph fluid) は、血液に合流する。
- c 血球 (blood cell) は、多いものから順に赤血球 (erythrocyte)、血小板 (platelet)、白血球である。
- d リンパ液には、血小板の一種のリンパ球 (lymphocyte) が浮遊している。

- | | | | | |
|-----------|-----------|--------|-----------|--------|
| ① a, b | ② a, b, c | ③ a, c | ④ a, c, d | ⑤ b, c |
| ⑥ b, c, d | ⑦ c, d | | | |

問7 次の図のように、シャーレ (dish) に入れた寒天 (agar) に三つの穴を開け、そこにウィルス (virus) から取り出した2種類の抗原 (antigen) AとB, および抗体 (antibody) Cを入れて放置した。抗原と抗体は寒天中を拡散することができ、それらが出会い結合が起きると、沈降線 (precipitation line) という肉眼でも見える沈殿物が生じる。抗原A, Bと抗体Cの間の反応は図のようになった。なお、この抗体はある動物に抗原を接種 (inoculation) してつくられた。



これらの抗原と抗体の関係を表した次の文 a～e のうち正しいものの組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

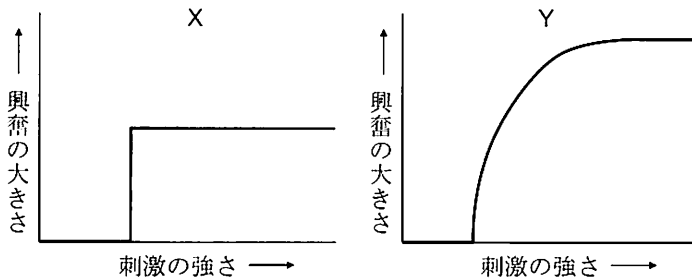
8

- a 抗体Cは、抗原Aとだけ結合できる。
- b 抗体Cは、抗原Bとだけ結合できる。
- c 抗体Cは、抗原AとBの両方に結合できる。
- d 抗体Cは、抗原Aを接種してつくられた。
- e 抗体Cは、抗原Bを接種してつくられた。

- ① a, d ② a, e ③ b, d ④ b, e ⑤ c, d ⑥ c, e

問 8 次の図 X, Y は, 1 個の軸索 (axon) または神経 (軸索の束) が刺激 (stimulation) を受けたときの刺激の強さと興奮 (excitation) の大きさを示したものである。これについて述べた文として 誤っているもの を, 下の①～⑤の中から一つ選びなさい。

9



- ① X は 1 個の軸索での変化を, Y は軸索の束での変化を示したものである。
- ② X では全か無かの法則 (all-or-none law) が成り立つ。
- ③ X と Y のそれぞれの 1 個の軸索は, 両方ともそれぞれの閾値 (threshold) 以上の刺激の強さで興奮した。
- ④ X では刺激の強さがある一定以上になると興奮したが, その大きさは一定だった。
- ⑤ Y では興奮の大きさが一定になるような刺激の強さは認められなかった。

問9 植物の反応と調節に関する文として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

10

- ① 光傾性 (photonasty) とは、光の方向に曲がる反応である。
- ② オーキシン (auxin) は植物体の先端でつくられ、重力によって基部へ移動する。
- ③ 長日植物 (long-day plant) に限界暗期 (critical dark period) 以下の暗期を与えた場合に、花芽形成 (flower bud formation) が促進される。
- ④ 側芽 (lateral bud) の成長の抑制は、エチレン (ethylene) の作用による。
- ⑤ 種子の発芽 (germination) において、胚 (embryo) から分泌 (secretion) されたジベレリン (gibberellin) が種皮 (seed coat) に作用し、アミラーゼ (amylase) の合成を促進する。

問10 植物の光合成 (photosynthesis) について述べた文として誤っているものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

11

- ① ある一定の条件下で、光合成速度 (photosynthetic rate) が最大でそれ以上増加しなくなる最小の光の強さを光飽和点 (light saturation point) という。
- ② 光合成による二酸化炭素吸収量と呼吸 (respiration) による二酸化炭素排出量が等しくなる光の強さを補償点 (compensation point) という。
- ③ 見かけの光合成速度は、実際の光合成速度から呼吸速度 (respiration rate) を引いたものである。
- ④ 陽生植物 (sun plant) と陰生植物 (shade plant) を比較すると、一般に光飽和点が低いのは陰生植物である。
- ⑤ 陽生植物と陰生植物を比較すると、一般に補償点が低いのは陽生植物である。
- ⑥ 陽生植物と陰生植物を比較すると、一般に呼吸速度が小さいのは陰生植物である。

問11 次の図1は、ある一定量(E)の酵素(enzyme)で酵素反応を行ったときの反応時間と、生成物(product)の量の関係を示している。基質濃度(substrate concentration)、温度、pHは変えずに、酵素を2倍の量(2E)と半分の量(0.5E)にしたとき、反応時間と生成物の量の関係はそれぞれどのようなになるか。最も適当なものを下の①～④の中から一つ選びなさい。

12

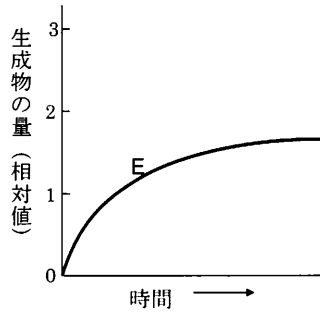
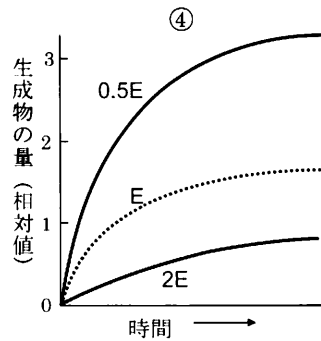
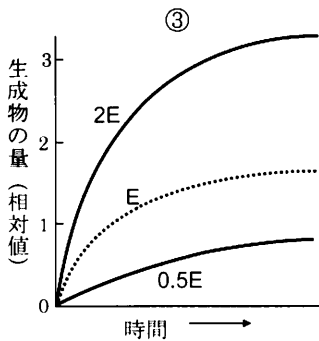
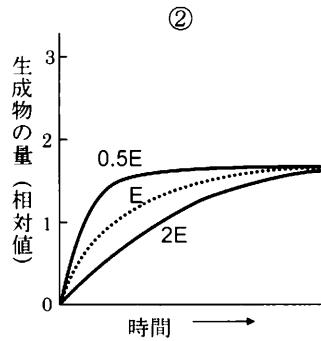
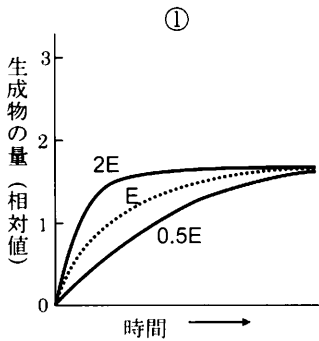


図1



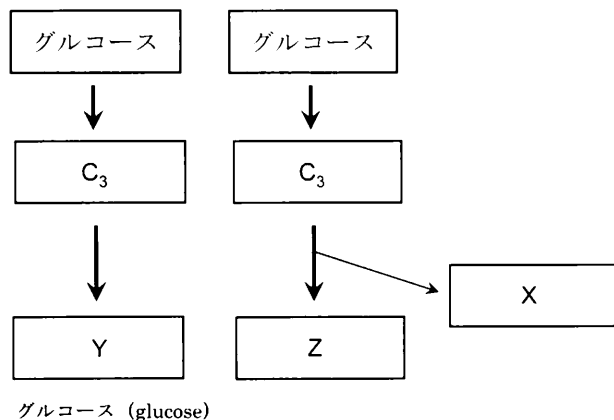
問 12 ATP について述べた文として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

13

- ① ATP にはリン酸(phosphate)が 3 個含まれており、高エネルギーリン酸結合(high-energy phosphate bond)が 3 ヶ所ある。
- ② ATP は ADP とリン酸から生成され、生成の際にはエネルギーを放出する。
- ③ ATP の構造は、RNA を構成するヌクレオチド(nucleotide)のうち塩基(base)がアデニン(adenine)であるものに、さらにリン酸が 2 個付加されたものである。
- ④ 筋収縮(muscle contraction)の直接のエネルギー源は、ATP のリン酸を受け取ったクレアチンリン酸(phosphocreatine)である。
- ⑤ 動物細胞では、ミトコンドリア(mitochondria)で ATP がつくられ、他の部分ではつくられない。

問 13 次の図は、微生物による嫌気呼吸（anaerobic respiration）の二つの過程を示している。図中の C_3 は、分子中に炭素原子（C）が三つ含まれる物質である。Y の物質は、ヒトの筋肉内でも生産されることがある。図中の X～Z にあてはまる物質名の組み合わせとして最も適当なものを、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。

14

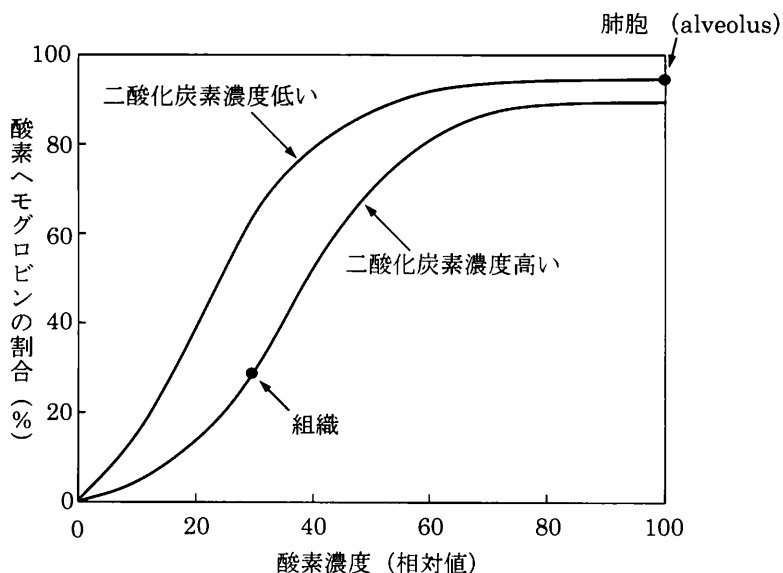


| | X | Y | Z |
|---|-------|-------|-------|
| ① | 二酸化炭素 | 乳酸 | エタノール |
| ② | 二酸化炭素 | エタノール | 乳酸 |
| ③ | 二酸化炭素 | ピルビン酸 | エタノール |
| ④ | 二酸化炭素 | 乳酸 | ピルビン酸 |
| ⑤ | 水 | 乳酸 | エタノール |
| ⑥ | 水 | エタノール | 乳酸 |
| ⑦ | 水 | エタノール | ピルビン酸 |
| ⑧ | 水 | ピルビン酸 | 乳酸 |

乳酸 (lactic acid), エタノール (ethanol), ピルビン酸 (pyruvic acid)

問 14 次のグラフは、酸素ヘモグロビン (oxyhemoglobin) の割合と酸素濃度 (oxygen concentration) との関係を示す酸素解離曲線 (oxygen dissociation curve) である。このグラフについて述べた下の文 a~f のうち正しいものの組み合わせを、下の①~⑧の中から一つ選びなさい。

15



- a ヘモグロビン (hemoglobin) が酸素と結合する割合は、酸素濃度が低いときは小さいが、酸素濃度が高くなると大きくなる。
- b ヘモグロビンが酸素と結合する割合は、酸素濃度が高いときは小さいが、酸素濃度が低くなると大きくなる。
- c ヘモグロビンは、二酸化炭素濃度が高いときより低いときの方が、酸素と結合しやすい。
- d ヘモグロビンは、二酸化炭素濃度が高いときより低いときの方が、酸素と結合しにくい。
- e 肺胞では、酸素濃度が高く、二酸化炭素濃度が低いので、ほとんどのヘモグロビンは酸素ヘモグロビンになる。
- f 組織では、酸素濃度が低く、二酸化炭素濃度が高いので、一部のヘモグロビンは解離して酸素ヘモグロビンとなる。

- | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ① a, c, e | ② a, c, f | ③ a, d, e | ④ a, d, f |
| ⑤ b, c, e | ⑥ b, c, f | ⑦ b, d, e | ⑧ b, d, f |

問 15 DNA を構成する 2 本のヌクレオチド鎖 (nucleotide chain) のうち、一方を X 鎖、もう一方を Y 鎖とする。100 塩基対 (base pair) からなる DNA の塩基数を調べたところ、2 本鎖全体では 4 種類の塩基の数がすべて等しかった。X 鎖にはグアニン (guanine) が 18 塩基含まれており、Y 鎖にはアデニン (adenine) が 26 塩基含まれていた。Y 鎖に含まれるチミン (thymine) の塩基数として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

16

- ① 18 塩基 ② 24 塩基 ③ 26 塩基 ④ 32 塩基 ⑤ 50 塩基

問 16 次の図は、大腸菌 (*Escherichia coli*) の DNA におけるラクトースオペロン (lactose operon) を示している。大腸菌では、培地 (culture medium) にグルコース (glucose) がなくラクトース (lactose) が存在している場合に、ラクトースを分解するラクターゼ (lactase) の遺伝子 (gene) と、隣接する二つの遺伝子が転写 (transcription) される。しかし、培地にラクトースがないときは、それらの遺伝子は転写されないように調節されている。

転写を行う酵素 (enzyme) は、まず図の領域 X の部分に結合し、転写が始まる。また、図の遺伝子 A をもとにつくられたタンパク質 A は領域 Y において転写を制御する。ラクトースオペロンに関する次の問い(1)、(2)に答えなさい。

| | | | | | | | |
|-----|------|--|-----|-----|-----------|------|------|
| DNA | 遺伝子A | | 領域X | 領域Y | ラクターゼの遺伝子 | 遺伝子B | 遺伝子C |
|-----|------|--|-----|-----|-----------|------|------|

(1) 転写を行う酵素名と領域 X および領域 Y の名称の組み合わせとして正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

17

| | 転写を行う酵素名 | 領域 X の名称 | 領域 Y の名称 |
|---|------------|----------|----------|
| ① | DNA ポリメラーゼ | プロモーター | リプレッサー |
| ② | DNA ポリメラーゼ | オペレーター | リプレッサー |
| ③ | DNA ポリメラーゼ | リプレッサー | プロモーター |
| ④ | RNA ポリメラーゼ | プロモーター | オペレーター |
| ⑤ | RNA ポリメラーゼ | オペレーター | プロモーター |
| ⑥ | RNA ポリメラーゼ | リプレッサー | オペレーター |

DNA ポリメラーゼ (DNA polymerase), RNA ポリメラーゼ (RNA polymerase), プロモーター (promoter), オペレーター (operator), リプレッサー (repressor)

- (2) 転写が起こるときに、ラクトースから生じた誘導物質とタンパク質 A の状態を説明した文として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

18

- ① ラクトースから生じた誘導物質が領域 Y に結合し、そこにタンパク質 A が結合している。
- ② ラクトースから生じた誘導物質が領域 Y に結合し、タンパク質 A が領域 Y に結合するのを妨げる。
- ③ ラクトースから生じた誘導物質が領域 X に結合し、タンパク質 A が領域 Y に結合している。
- ④ ラクトースから生じた誘導物質がタンパク質 A と結合し、それが領域 Y に結合している。
- ⑤ ラクトースから生じた誘導物質がタンパク質 A と結合し、タンパク質 A が領域 Y に結合するのを妨げる。

生物の問題はこれで終わりです。解答欄の **19** ～ **75** はマークしないでください。
解答用紙の科目欄に「生物」が正しくマークしてあるか、もう一度確かめてください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。