

生物基礎・生物

(全問必答)

第1問 植物の生殖と遺伝に関する文章(A・B)を読み、各問い(問1～10)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

A 生物は生殖により個体数を増加させる。生殖は、無性生殖とア有性生殖に分けられるが、単細胞、多細胞にかかわらず無性生殖を行う生物の多くが有性生殖も行う。

有性生殖を行う陸上植物には、コケ植物、シダ植物、種子植物があり、受精の過程にも違いが見られる。例えば、コケ植物やシダ植物では造精器に生じた精子が、造卵器の卵細胞と受精するため、体外を泳ぐための水が必要である。コケ植物では雄株から雌株まで精子が泳ぐのに対し、シダ植物では4mm程度の 上を精子が卵細胞まで泳いでいくので、シダ植物の方が受精に必要な水は少ない。さらに、種子植物の 裸子植物と被子植物は、雄性配偶子が花粉管によって卵細胞まで(あるいは、卵細胞の近くまで)運ばれるので、受精時に体外を泳ぐための水は必要としなくなった。しかし、裸子植物には、 のように、雌ずい(めしべ)の中で精子が卵細胞まで泳いで受精するものと、 のように精細胞が花粉管によって卵細胞まで運ばれて受精するものがある。いずれの場合も、被子植物と同様に、雌ずいにある が種子となる。

被子植物では、雌ずいと雄ずい(おしべ)の両方が同一の花の中にみられるものがあり、同じ個体の花粉が雌ずいに受粉(自家受粉)して、受精することが多い。例えば、対立遺伝子Aとaをもつ、遺伝子型Aaの個体が自家受粉して得られた次代(F₁)が、さらに、自家受粉することによって得られたF₂では、遺伝子型AA : Aa : aaが の比で得られる。この結果からも、自家受精を繰り返すことで、 ことがわかる。

問1 下線部アで示した有性生殖には、無性生殖にはない利点がある。この利点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

- ① 子の遺伝子型が多様になる
- ② 子のからだが親の体細胞で構成される
- ③ 子の増殖する速度が大きくなる
- ④ 子のからだが大きくなる
- ⑤ 子に親の優秀な形質が遺伝する

問2 前ページ文章中の イ に入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。 2

- ① 胞子体 ② 前葉体 ③ 花 ④ 葯^{やく} ⑤ 柱頭

問3 下線部ウで示した裸子植物と被子植物はシダ植物から進化してきた。そのため、これら三つの植物に共通する特徴がある。その特徴として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 3

- ① 雄株と雌株に分かれている。
- ② 重複受精を行う。
- ③ 胚珠が子房でおおわれている。
- ④ 維管束をもつ。
- ⑤ $3n$ の胚乳が生じる。

問4 前ページ文章中の 工・オ に入る植物名の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 4

- | | 工 | オ | | 工 | オ |
|---|---------|-------|---|------|----|
| ① | ソテツ | ツバキ | ② | サクラ | スギ |
| ③ | ヒカゲノカズラ | スイレン | ④ | イチヨウ | マツ |
| ⑤ | オニユリ | イヌワラビ | | | |

生物基礎・生物

問5 32ページ文章中の **カ** に入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。 **5**

- ① 胚柄 ② 胚嚢^{のう} ③ 胚葉
④ 胚軸 ⑤ 胚珠

問6 32ページ文章中の **キ** に入る比として最も適当なものを、次の①～⑦のうちから一つ選べ。 **6**

- ① 1 : 1 : 1 ② 1 : 2 : 1 ③ 2 : 1 : 1
④ 3 : 2 : 3 ⑤ 3 : 0 : 1 ⑥ 3 : 4 : 3
⑦ 5 : 2 : 5

問7 32ページ文章中の **ク** に入る文として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **7**

- ① 集団の全ての遺伝子に占める優性遺伝子の割合が増加する
② 集団に占める純系の割合が増加する
③ 集団に占める優性形質の割合が減少する
④ 集団内の劣性形質がなくなる
⑤ 集団の個体数が減少していく

B 一つの花に雄ずいと雌ずいをもつ両性花のうち一部の植物では、正常な花粉で自家受粉しても、受精に至らない自家不和合性という現象が知られている。この自家不和合性は S 遺伝子によって支配されており、 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 の複対立遺伝子をもつナス科植物では、雌ずいのもつ S 遺伝子と花粉のもつ S 遺伝子が一致すると花粉管が伸長せず、受精できない。たとえば、 S_1S_2 の遺伝子型をもつ植物の花で、自家受粉した場合を考えてみよう。雄ずいに生じた2種類の花粉のうち、遺伝子型 S_1 の花粉は雌ずい(遺伝子型 S_1S_2)がもつ S 遺伝子 S_1 と同じであり、遺伝子型 S_2 の花粉は雌ずいの S 遺伝子 S_2 と同じなので、どちらの花粉も受精には至らない。しかし、 S_1S_3 の遺伝子型をもつ個体に生じた花粉であれば、花粉の %は受精でき、遺伝子型 の個体が生じる。

また、この S_1S_2 の遺伝子型をもつ植物の雌ずいに受粉し、受精することのできる植物の遺伝子型は S_1S_3 の他に 種類の遺伝子型が考えられる。

問8 上の文章中の に入る数値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 0 ② 25 ③ 50 ④ 75 ⑤ 100

問9 上の文章中の に入る遺伝子型として最も適当なものを、次の①～⑦のうちから一つ選べ。

- ① S_1S_2 S_1S_3 S_2S_3 ② S_1S_2 S_1S_3
 ③ S_1S_2 S_2S_3 ④ S_1S_3 S_2S_3
 ⑤ S_1S_2 ⑥ S_1S_3
 ⑦ S_2S_3

問10 上の文章中の に入る数値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 1 ② 2 ③ 3
 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

第2問 次の文章を読み、各問い(問1～6)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

ヒトは食物として有機物を摂取し、ア消化腺から分泌されるイ消化酵素によって分解した後、分解された有機物を小腸の毛細血管やリンパ管で吸収する。毛細血管に吸収された有機物は、いったんを通して肝臓へ入り、食物に含まれていた有害な物質や摂取した薬物などを無害な物質に変えるはたらきや、エさまざまな物質を体に応じた物質につくり変えるはたらきが行われる。

肝臓を経て心臓にもどった血液はの経路を経て、全身へと送り出され、エネルギー源となる有機物や、カ有機物を分解してエネルギーを取り出す際に必要となる酸素を各部の細胞に供給する。

問1 下線部アで示された消化腺の説明として誤っているものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 消化腺は外分泌腺の一つである。
- ② 消化腺にはホルモンによって分泌を調節されるものもある。
- ③ 消化腺は排出管を通じて消化酵素を分泌する。
- ④ 消化腺にはだ腺などがある。
- ⑤ 消化腺は体液中に消化酵素を直接分泌する。

問2 下線部イの消化酵素のうち、デンプンを糖に分解する酵素について、次の問い(1)・(2)に答えよ。

(1) デンプンを分解する酵素はどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 2

- ① トリプシン ② アミラーゼ ③ カタラーゼ
④ ペプシン ⑤ トロンボプラスチン

(2) 図1は、この酵素による反応において、時間ごとに酵素量、デンプン量、糖量を測定し、相対的な変化をまとめたものである。グラフ中の物質a～cは、何の変化量を表しているか。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。 3

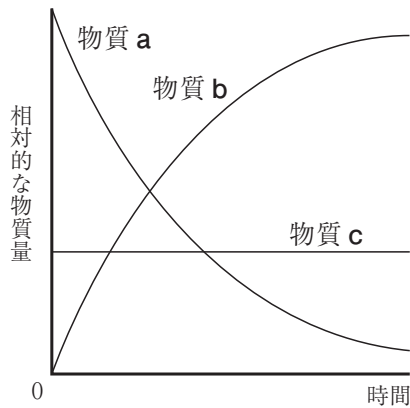


図 1

- | | 物質a | 物質b | 物質c |
|---|-----|-----|-----|
| ① | 酵素 | 基質 | 生成物 |
| ② | 酵素 | 生成物 | 基質 |
| ③ | 基質 | 酵素 | 生成物 |
| ④ | 基質 | 生成物 | 酵素 |
| ⑤ | 生成物 | 酵素 | 基質 |
| ⑥ | 生成物 | 基質 | 酵素 |

生物基礎・生物

問3 36ページ文章中の **ウ** の血管の名称として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **4**

- ① 中心静脈 ② 類洞 ③ 肝動脈 ④ 肝静脈 ⑤ 肝門脈

問4 下線部 **エ** に示された肝臓における物質をつくり変えるはたらきとして誤っているものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **5**

- | 作り変える前 | | 作り変えた後 |
|------------|---|--------|
| ① ヘモグロビン | → | ビリルビン |
| ② アンモニア | → | 尿素 |
| ③ アミノ酸 | → | アルブミン |
| ④ グルコース | → | グリコーゲン |
| ⑤ フィブリノーゲン | → | フィブリン |

問5 36ページ文章中の **オ** に当てはまる経路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 右心房 → 右心室 → 肺 → 左心房 → 左心室
② 右心室 → 右心房 → 肺 → 左心室 → 左心房
③ 左心房 → 左心室 → 肺 → 右心房 → 右心室
④ 左心室 → 左心房 → 肺 → 右心室 → 右心房

問6 下線部カで示された反応は酸素を消費して行われ、呼吸と呼ばれる。この反応に関する次の問い(1)～(3)に答えよ。

(1) 取り出されたエネルギーのうち、一部はATPに蓄えられるが、残りはおもにどのようなエネルギーになるか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 エネルギー

- ① 化学 ② 運動 ③ 光 ④ 熱 ⑤ 位置

(2) 呼吸で得られるATPのほとんどはミトコンドリアのどこで合成されるか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① ストロマ ② マトリックス ③ グラナ
④ チラコイド ⑤ 外膜と内膜の間

(3) 呼吸によってグルコース 1molが分解されて、エネルギーが取り出された。このとき放出されるエネルギーは2,880kJである。ADPからATPを1molつくるのに必要なエネルギーを42kJとし、グルコースが分解されて最大量のATPがつけられたとすると、グルコースがもつエネルギーのうち何%がATPに蓄えられるか。小数第一位を四捨五入した値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 45 ② 50 ③ 55 ④ 60 ⑤ 65

第3問 個体群の密度と動物の行動に関する文章を読み、各問い(問1～6)に答えよ。

[解答番号 1 ～ 10] (配点 25)

ある地域に生息する同種の個体の集まりは個体群と呼ばれ、さまざまな関係を保って生活している。この集まりのうち、統一的な行動をする集団をア群れと呼んでいる。また、個体群ではその密度(個体群密度)が、個体の成長や発育にも影響を及ぼすことがあり、さらに、イ 個体群密度の変化が個体の行動を変化させることもある。

アユは初夏になると、群れで海から川へ^{そじょう}遡上し(さかのぼり)、川の中流に定着する。定着したアユは、夏の間、大きさがおおよそ1㎡程の縄張りをつくり(縄張りアユ)、川底の岩に付着する藻類を食べて成長する。一方、縄張りを形成できなかったアユは縄張りから追い出されて、やがて群れをつくるようになる(群れアユ)。

A川には藻類のウ 純生産量が異なる領域B、Cがあり、それぞれの領域における藻類の純生産量と、A川に占める割合を表1に示した。

表 1

	B領域	C領域
1日あたりの藻類の純生産量(g/㎡)	33	1
A川の底に占める割合(%)	60	40

アユ1匹が1日に摂食する藻類の量が3.3gである場合、A川のB領域では1㎡当たりおおよそ 工 匹のアユが、また、C領域では1㎡当たりおおよそ オ 匹のアユが、1日に必要とする藻類を十分に摂食できる。つまり、A川では1㎡当たり カ 匹のアユを養うだけの藻類が生産されていると考えられる。しかし、B領域全てに縄張りがつくられてしまうと、縄張りをつくれなかったアユがC領域に追いやられ群れアユになると考えられ、1㎡当たり キ 匹のアユしか養えなくなってしまう。

次に、このA川で3年にわたって調べられたアユの個体群密度とアユの体長、縄張りアユの割合を表2に示した。調査した3年間では藻類の純生産量に大きな違いはなかったが、1年目の個体群密度は キ 匹/㎡より低く、2年目の個体群密度は キ 匹/㎡より高くなった。また、3年目の個体群密度はさらに高くなったので、次々にえさ場を変える群れアユが縄張りに侵入することも多くなった。縄張りアユは、群れアユが縄張り内に入ってくると追い払おうとするが、追い切れなくなって藻

類を食べられるままにしたり、群れの一員に入ったりした。また、このように行動様式を変えて群れに入ったアユは、多くが群れの移動とともに縄張りを立ち去った。

表 2

	1年目	2年目	3年目
個体群密度(匹/m ²)	0.3	0.9	5.5
群れアユの平均体長(cm)	17.5	12.0	19.1
縄張りアユの平均体長(cm)	20.0	20.4	25.0
縄張りアユの割合(%)	38	45	5

問1 下線部アの群れをつくることによる利益と不利益として誤っているものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 1

- ① 外敵から身を守りながら子育てできる。
- ② 食べ物を効率的に見つけることができる。
- ③ 交尾などの繁殖行動が行いやすい。
- ④ 個体どうしの無用な争いを避けられる。
- ⑤ 病気が伝染することがある。

問2 下線部イのように、個体群密度の変化で起こる現象(密度効果)として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 2

- ① 鳥類のオナガは親以外の個体がヘルパーとして子育てに参加する。
- ② トノサマバッタは、相対的にはねが長く後ろあしが短くなり、集合性の強い個体になることがある。
- ③ ミツバチでは生殖能力をもたないワーカーが生まれることがある。
- ④ ライオンの群れで生まれた雄が、成長すると群れから離れる。
- ⑤ ナナホシテントウがアブラムシを食べると、ヨモギハムシの個体数が増加する。

生物基礎・生物

問3 下線部ウの純生産量を示す式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 総生産量 - 呼吸量
- ② 総生産量 - 不消化排出量
- ③ 総生産量 - 枯死量
- ④ 総生産量 - 成長量
- ⑤ 総生産量 - 被食量

問4 40ページ文章中の ～ に入る数値として最も近い値を、次の①～㉑のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

工 オ カ キ

- ① 0.3
- ② 0.4
- ③ 0.5
- ④ 0.6
- ⑤ 0.7
- ⑥ 0.8
- ⑦ 6
- ⑧ 7
- ⑨ 8
- ⑩ 9
- ㉑ 10

問5 表2の1年目と2年目の結果を比較すると、縄張りができることは、密度が高くなったアユでその成長にどのように影響を与えたと推定できるか。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 縄張りをつくれなかったアユの成長がよくなる。
- ② 縄張りをつくれなかったアユの成長が悪くなる。
- ③ 縄張りをつくれなかったアユの成長に影響しない。
- ④ 縄張りをつくったアユの成長がよくなる。
- ⑤ 縄張りをつくったアユの成長が悪くなる。
- ⑥ 縄張りをつくったアユの成長に影響しない。

問6 表2に示した、2年目と3年目の結果について、次の文章の **ク** ~ **コ** に当てはまる語句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。 **10**

3年目は2年目よりもさらに高密度になったが、アユの体長は **ク** くなった。これは2年目に比べ3年目では縄張りを安定して保つことが **ケ** ため、3年目のアユの体長は **コ** によって制御されるまで成長できる可能性がある。

	ク	ケ	コ
①	大き	できる	縄張りができること
②	大き	できる	藻類の純生産量
③	大き	できない	縄張りができること
④	大き	できない	藻類の純生産量
⑤	小さ	できる	縄張りができること
⑥	小さ	できる	藻類の純生産量
⑦	小さ	できない	縄張りができること
⑧	小さ	できない	藻類の純生産量

第4問 遺伝子工学に関する文章(A・B)を読み、各問い(問1～7)に答えよ。

[解答番号 1 ～ 10] (配点 25)

A 遺伝子の本体であるDNAの構造を示す論文が、イギリスの科学雑誌「ネイチャー」に発表されてからおよそ65年が経つ。この間、DNAがどのように遺伝形質を発現させるのかが探究されただけでなく、さまざまな形で利用されてきた。例えば、DNAの塩基配列を調べて、人類のルーツを探ることや、アDNAを切断・連結する技術を利用して、これまでなかった性質をもつ生物をつくったりすることなどである。

このように、ある生物のDNA配列を調べたり、利用したりするには、その生物のゲノムから目的の遺伝子を単離し、増幅する必要がある。この方法はPCR法と呼ばれており、増幅したい配列を含む微量のDNA(鋳型DNA)、4種類のヌクレオチド、2種類のプライマー、DNAポリメラーゼを混合して、反応液をつくる。図1に増幅したい配列を含む鋳型DNAの塩基配列を示した。

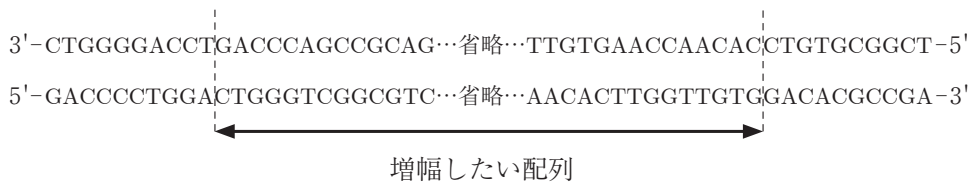


図 1

PCR法では次の(a)～(c)の一連の反応を何度も繰り返すことで、DNAが増幅される。

- (a) DNA溶液を95℃で30秒加熱し、鋳型となるDNAの2本鎖DNA間のイ弱い結合を切り、DNAを1本鎖DNAに分ける。
- (b) 次に、温度を約60℃にまで下げて、1本鎖DNAの片端にロプライマーを結合させる。
- (c) その後、温度を エ℃に変えて2分間保ち、DNAポリメラーゼのはたらきにより、プライマーに続けてヌクレオチドを5' → 3'の方向に付加し、2本鎖DNAを合成させる。

(a)～(c)の過程を10回繰り返したとすると、目的とするDNA量は、もとのDNA量のおよそ オ 倍になる。

問1 下線部アのDNAを切断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 基本転写因子 ③ 制限酵素
④ 脱水素酵素 ⑤ ヘリカーゼ

問2 下線部イの結合の名称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 ペプチド結合 ② S - S結合 ③ 密着結合
④ 水素結合 ⑤ ギャップ結合

問3 下線部ウで示したプライマーは、図1に示した増幅したいDNAの塩基配列の両端と相補的な2種類が必要である。プライマーの塩基配列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 5'-GATCCAGCCG-3' ② 5'-GCCGACCCAG-3'
③ 5'-GAACCAACAC-3' ④ 5'-CACAAACCAAG-3'
⑤ 5'-CTGGGTTCGGC-3' ⑥ 5'-CGGCTGGGTC-3'
⑦ 5'-CTTGGTTGTG-3' ⑧ 5'-GTGTTGGTTC-3'

生物基礎・生物

問4 図2はPCR法で用いられたDNAポリメラーゼの反応速度と温度の関係を示したものである。次の問い(1)～(3)に答えよ。

- (1) この酵素を用いたとき、44ページ文章中の に入る数値として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 °C

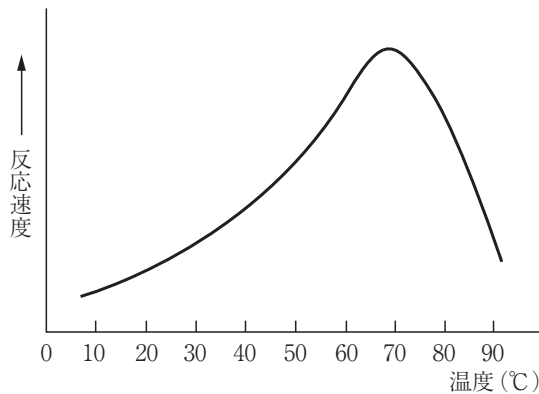


図 2

- ① 10 ② 30 ③ 50 ④ 70 ⑤ 90

(2) (1)の温度を選んだ理由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 酵素の活性化エネルギーが最も大きいから。
- ② ほとんどの酵素タンパク質のアミノ酸配列が変化したから。
- ③ 単位時間あたりに酵素基質複合体ができる割合が最も高くなるため。
- ④ 基質がほとんど全て分解されてしまったから。
- ⑤ ほとんどの酵素タンパク質の立体構造が変化したから。

(3) このような酵素はどのような生物から単離されたと考えられるか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 枯草菌 ② バクテリオファージ ③ 大腸菌
④ ツリガネムシ ⑤ 好熱菌

問5 44ページ文章中の **オ** に当てはまる数値に最も近いものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **8** 倍

- ① 10 ② 100 ③ 1,000 ④ 10,000 ⑤ 100,000

B PCR法によって増幅されたDNA断片を電気泳動し、1本のDNAの短い帯(バンド)が検出されれば、目的とするDNA断片が増幅されたことを確認できる。

実験を行うにあたって、まず、大きさの基準となるDNA断片(DNAマーカー)を用意した。DNAマーカーの大きさは塩基対の数で示し、単位はbp(塩基対の略)である。DNAマーカーとして、200bpの大きさから100塩基対ごとに900bpまで、8種類の大きさのDNA断片を用いた。図3のウェルにDNAマーカーまたは増幅したDNA断片を注入し、電気泳動を行った。DNA断片は **カ** の電荷をもっているため、図3のように寒天ゲルの中を移動していく。DNA断片の塩基対数と移動距離の関係をまとめた図4から、DNA断片の移動距離は、DNA断片が大きいくほど **キ** いことがわかる。

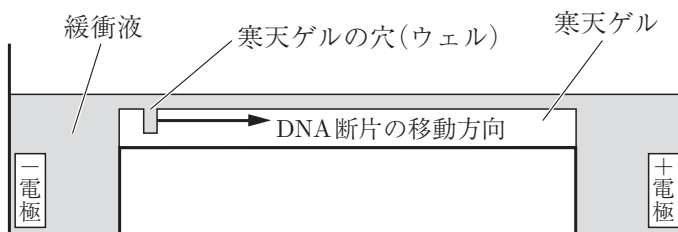


図 3

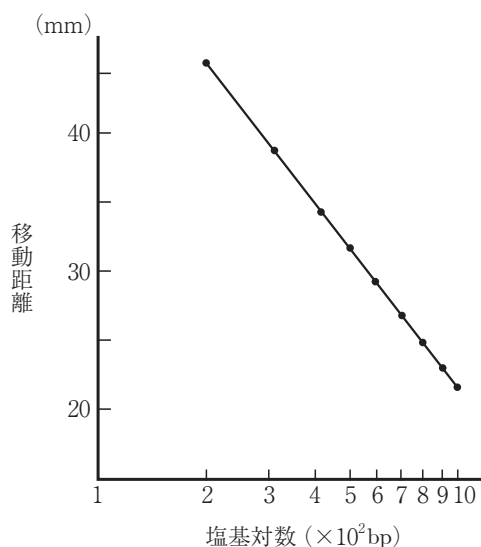


図 4

問6 前ページ文章中の **カ**・**キ** に当てはまる語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。 **9**

- | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | カ | キ | | カ | キ |
| ① | 正 | 長 | ② | 正 | 短 |
| ③ | 負 | 長 | ④ | 負 | 短 |

問7 DNAマーカーを電気泳動した結果を図5のレーン1に示した。DNAマーカーは8個のバンドとして確認できた。PCRで増幅したDNA断片をレーン2のウェルに注入したとき、DNAの大きさが560bpであれば、バンドは図中の①～⑥のどの位置にまで移動したと考えられるか。最も適切なものを一つ選べ。 **10**

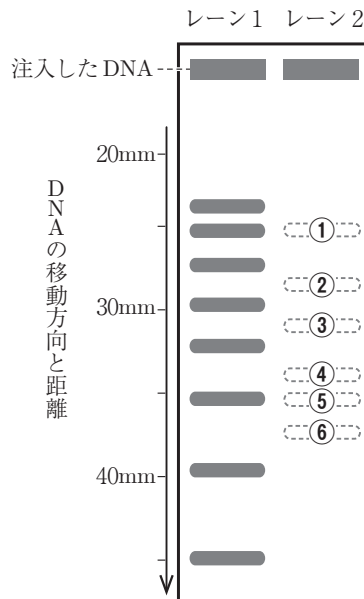


図 5