

理 科

2022 年度（令和 4 年度）

入 学 試 験 問 題

受 験 番 号	
---------	--

1. 注 意 事 項

- (1) 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- (2) この問題冊子は 49 ページあります。

物 理 1 ページから 11 ページまで

化 学 , , 12 ページから 30 ページまで

生 物 , 31 ページから 49 ページまで

試験中に、問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れなどに気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。

- (3) 問題冊子の表紙の受験番号欄に受験番号を記入してください。
- (4) 解答用紙は 2 枚あります。解答用紙には、氏名、受験番号の記入欄、および受験番号と選択科目のマーク欄があります。それぞれに正しく記入し、マークしてください。
- (5) 問題冊子のどのページも切り離してはいけません。問題冊子の余白は計算用紙として使用してもかまいません。
- (6) 計算機能や辞書機能、通信機能などをもつ機器等の使用は禁止します。使用している場合は不正行為とみなします。
- (7) 試験終了後、解答用紙はもちろん、問題冊子も持ち帰ってはいけません。

2. 解答上の注意

解答上の注意は、裏表紙にも記載してあるので、この問題冊子を裏返して必ず読んでください。ただし、問題冊子を開いてはいけません。また、解答用紙の左下に記載してある「注意事項」も読んでください。

- (1) 問題は物理、化学、生物の 3 科目あります。任意の 2 科目を選んで解答してください。なお、2 科目とも解答することが必須です。

裏表紙につづく

問題訂正

理科 「化学」

訂正箇所	理科 30 ページ 化学 3 (8) 本文 1 行目
訂正内容	訂正前：ポリペプチドで、隣り合うアミノ酸を結びつけているペプチド結合は ソ の一種である。 訂正後：ポリペプチドで、隣り合うアミノ酸を結びつけている結合は ソ である。

理科 「生物」

訂正箇所	理科 45 ページ 生物 2 II 本文 6 行目
訂正内容	訂正前：成長した接合子（図 1 の*）が 訂正後：間期を経て成長した接合子（図 1 の*）が

生 物

1 I, IIに答えよ。

I 細胞外液と物質輸送について、問1, 2に答えよ。

問1 図1は、ヒトの体液(細胞外液)の組成を示す。A~Cにそれぞれ当てはまるイオンの正しい組合せはどれか。 **ア**

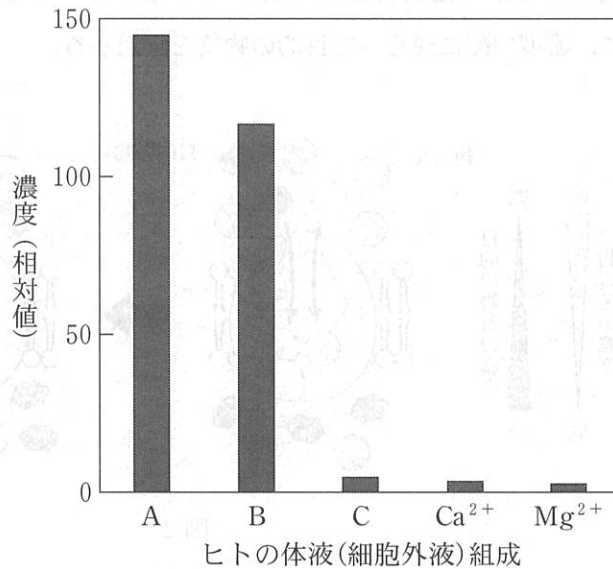


図1

- | | A | B | C |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|
| ① | Na ⁺ | K ⁺ | Cl ⁻ |
| ② | Na ⁺ | Cl ⁻ | K ⁺ |
| ③ | K ⁺ | Na ⁺ | Cl ⁻ |
| ④ | K ⁺ | Cl ⁻ | Na ⁺ |
| ⑤ | Cl ⁻ | Na ⁺ | K ⁺ |
| ⑥ | Cl ⁻ | K ⁺ | Na ⁺ |

問 2 次の文章を読み、(1)に答えよ。

細胞膜を介した物質輸送には、濃度勾配にしたがって起こる受動輸送と、濃度勾配に逆らって起こる能動輸送とがある。受動輸送に関わる輸送タンパク質には、チャンネルや輸送体があり、能動輸送に関わる輸送タンパク質には、ATPのエネルギーを利用するポンプがある。このほかに、受動輸送と能動輸送を組み合わせた共役輸送がある。これに関わる輸送タンパク質を共役輸送体という。

共役輸送による物質輸送のようすを図2に示す。共役輸送体は、濃度勾配にしたがった物質Xの輸送にともなって生じるエネルギーを利用して、濃度勾配に逆らって目的の物質を輸送する。

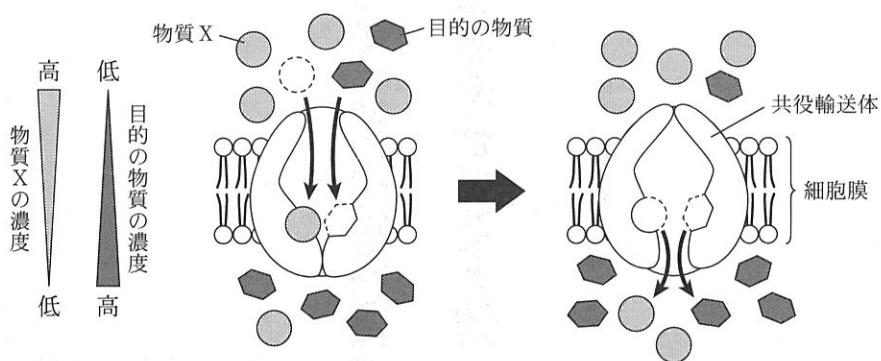


図 2

(1) 小腸上皮細胞の模式図を示す(図3)。

腸管内のグルコースは、輸送タンパク質を介して、小腸上皮細胞内に取り込まれたのち毛細血管側の細胞外液へ放出される。グルコースの腸管内から毛細血管側への移動に関わる輸送タンパク質はどれか。□イには一つ、□ウには二つマークせよ。

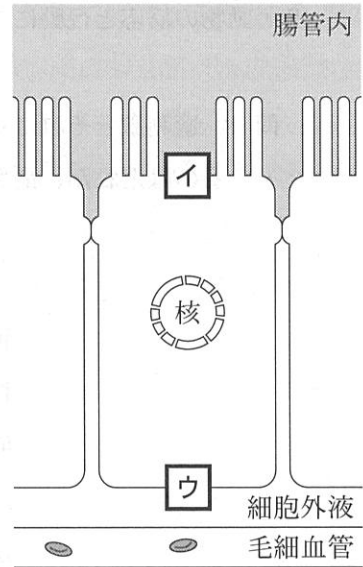
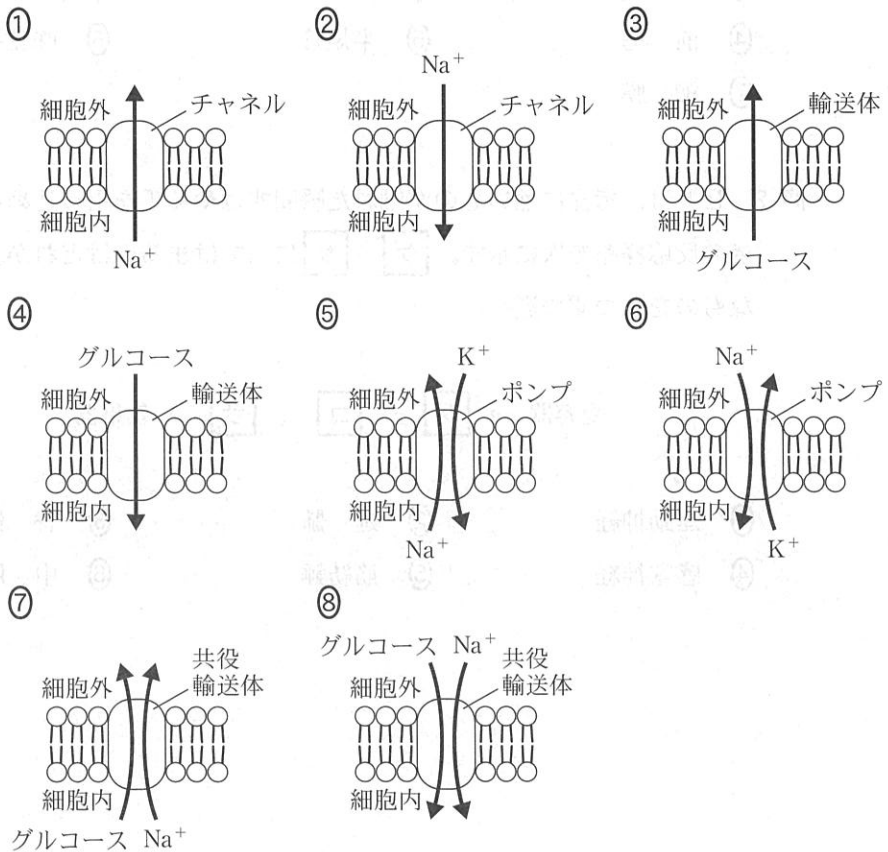


図3



II 動物の反応と行動について、問1～5に答えよ。

問1 適刺激とそれに対応するヒトの受容器について、**エ**～**ク**に当てはまるのはどれか。最も適当なものを一つずつ選べ。

適刺激	受容器
可視光線	エ
接触による圧力	オ
液体中の化学物質	カ
からだの傾き	キ
からだの回転	ク

- | | | |
|------|---------|-------|
| ① 圧点 | ② うずまき管 | ③ 嗅上皮 |
| ④ 前庭 | ⑤ 半規管 | ⑥ 味覚芽 |
| ⑦ 網膜 | | |

問2 ヒトは、指先に熱いものが触れた瞬間すばやく手を引っ込める。このときの反応経路を次に示す。**ケ**～**サ**に当てはまるのはどれか。最も適当なものを一つずつ選べ。

受容器 → **ケ** → **コ** → **サ** → 効果器

- | | | |
|--------|-------|------|
| ① 運動神経 | ② 延髄 | ③ 脊髄 |
| ④ 感覚神経 | ⑤ 筋紡錘 | ⑥ 中脳 |

問 3 動物は遺伝的なプログラムにしたがって、生まれつき備わっている行動をとることがある。その例として、正しい記述の組合せはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 シ

- a プラナリアは、光から遠ざかるように移動する。
- b ガは、コウモリの発する超音波を感知して捕食回避行動を示す。
- c コオロギのメスは、同種のオスの発する摩擦音に誘引されオスに近づく。
- d キンカチョウの幼鳥は、成長にともないパターン化したさえずりをするようになる。
- e ネズミは、迷路の奥の餌にたどりつくことを繰り返すうちに、早く餌に到達するようになる。

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| ① a, b | ② a, c | ③ a, d |
| ④ a, e | ⑤ b, c | ⑥ b, d |
| ⑦ a, b, c | ⑧ a, b, d | ⑨ a, b, e |
| ⑩ b, c, d | ⊕ b, d, e | ⊖ c, d, e |

問 4 次の文章を読み、(1)~(4)に答えよ。

アメフラシは、水管から海水を取り込んでえら呼吸を行っている。この水管に接触刺激を与えると、えらを引っ込める反応(えら引っ込め反射)を示す。水管への接触刺激を何度も繰り返すとえら引っ込め反射が起こりにくくなる。これを慣れと呼ぶ。慣れを起こしたアメフラシの尾部に電気ショックを与えると、えら引っ込め反射が回復する。さらに強い電気ショックを与えると、ふつうではえら引っ込め反射が生じないほどの弱い接触刺激に対してもえら引っ込め反射を生じるようになり、これを鋭敏化という。強い電気ショックを繰り返すと、長期の鋭敏化が起こる。

(1) アメフラシの水管の感覚ニューロンは、えら引っ込め反射に参与するえらの運動ニューロンに単シナプス結合している。えら引っ込め反射で、えらが収縮するとき、このシナプスに起きていることについて、正しい記述の組合せはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 ス

- a 感覚ニューロンの軸索末端の電位依存性カルシウムチャンネルが開く。
- b 感覚ニューロンの軸索末端の電位依存性カルシウムチャンネルが閉じる。
- c 感覚ニューロンの軸索末端から Ca^{2+} が流出する。
- d 感覚ニューロンの軸索末端へ Ca^{2+} が流入する。
- e 運動ニューロンのナトリウムチャンネルが開く。
- f 運動ニューロンのクロライド (Cl^-) チャンネルが開く。
- g 運動ニューロンに興奮性シナプス後電位が生じる。
- h 運動ニューロンに抑制性シナプス後電位が生じる。

- | | | |
|--------------|--------------|--------------|
| ① a, c, e, g | ② a, c, e, h | ③ a, c, f, g |
| ④ a, c, f, h | ⑤ a, d, e, g | ⑥ a, d, e, h |
| ⑦ a, d, f, g | ⑧ a, d, f, h | ⑨ b, c, e, g |
| ⑩ b, c, e, h | ⊕ b, d, f, g | ⊖ b, d, f, h |

(2) アメフラシの慣れが成立するしくみについて、正しいのはどれか。適当なものを二つ選び、 セ に二つマークせよ。

- ① 感覚ニューロンの伝導速度が遅くなる。
- ② 感覚ニューロンの活動電位の頻度が飽和する。
- ③ 運動ニューロンの伝導速度が遅くなる。
- ④ 運動ニューロンの活動電位の頻度が飽和する。
- ⑤ 感覚ニューロンの軸索末端のカルシウムチャンネルが不活性化する。
- ⑥ 運動ニューロンの軸索末端のカルシウムチャンネルが活性化する。
- ⑦ 感覚ニューロンのシナプス小胞が減少する。

- (3) 次の文章の、(a)～(c)に当てはまる用語の正しい組合せはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 ソ

アメフラシの尾部の感覚情報を受ける介在ニューロンは、水管の感覚ニューロンの軸索末端とシナプスを形成している。介在ニューロンの神経伝達物質が感覚ニューロンの軸索末端にある受容体に結合すると、カリウムチャネルが不活性化されて K^+ の流出が(a)する。このため、活動電位の持続時間が(b)なり、 Ca^{2+} の流入が(c)する。その結果、伝達効率が高まり、鋭敏化が起こる。

	a	b	c
①	増加	長く	増加
②	増加	長く	減少
③	増加	短く	増加
④	増加	短く	減少
⑤	減少	長く	増加
⑥	減少	長く	減少
⑦	減少	短く	増加
⑧	減少	短く	減少

- (4) アメフラシの長期の鋭敏化が成立するしくみについて、正しいのはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 タ

- ① 感覚ニューロンの軸索末端にあるカルシウムチャネルの不活性化が持続する。
- ② 感覚ニューロンの軸索末端からのセロトニンの放出量が減少する。
- ③ 感覚ニューロンの軸索末端からのセロトニンの放出量が増加する。
- ④ 感覚ニューロンの軸索末端の分岐が増加する。

問 5 ミツバチの行動について、(1)に答えよ。

ミツバチは蜜のある花(餌場)を探し当てると、巣に戻って仲間にその情報を伝え、その餌場へと誘導する。餌場が巣から遠い場合には8の字ダンスと呼ばれる動きによって仲間に情報を伝える(図1)。巣内にある垂直の巣板で8の字ダンスを行う場合、巣から見た太陽の方向と餌場の方向とのなす角(図1の θ)は、鉛直上方(重力とは反対の方向)と8の字ダンスの直進する向きとのなす角(図1の θ')に相当する。また、餌場までの距離は、単位時間あたりに8の字の中央線を通った回数に置きかえて伝えられる。図2のようなフィールドに設置した餌場A~Hから巣に帰ったミツバチは、それぞれ図3のような8の字ダンスを行った。

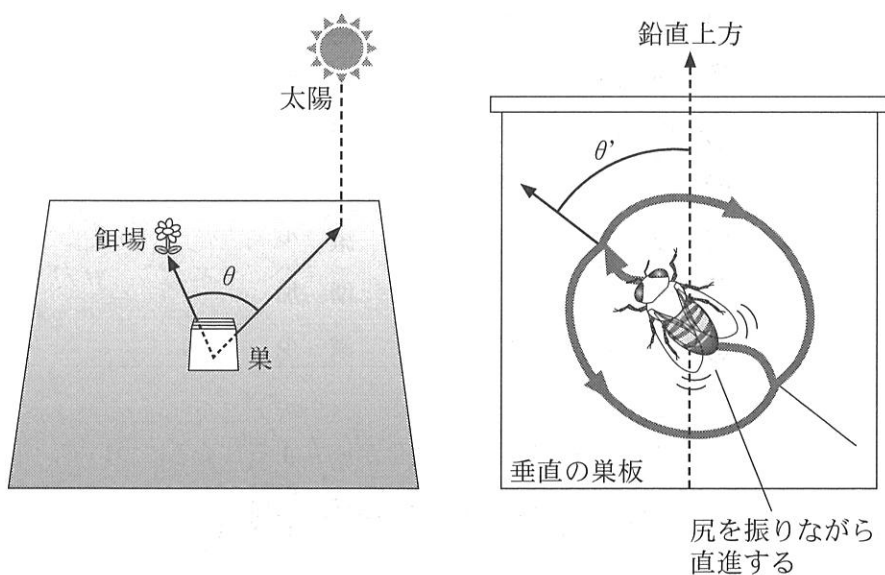


図 1

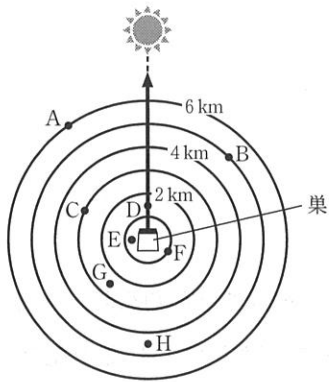


図 2

	餌場 A	餌場 B	餌場 C	餌場 D
凡例 鉛直上方				
15 秒間に 8 の字の 中央線 を通った回数	2 回	2 回	2.5 回	4 回
	餌場 E	餌場 F	餌場 G	餌場 H
	6 回	5 回	3 回	2 回

図 3

- (1) 図 2 と同じ巣のまわりに餌場 X と Y を設置した。ある時刻にそれぞれ(餌場 X と Y)から巣に帰ったミツバチが次のような 8 の字ダンスを行った。餌場 X と Y の位置はどれか。図 4 の①~⊖から最も適当なものを一つずつ選べ。

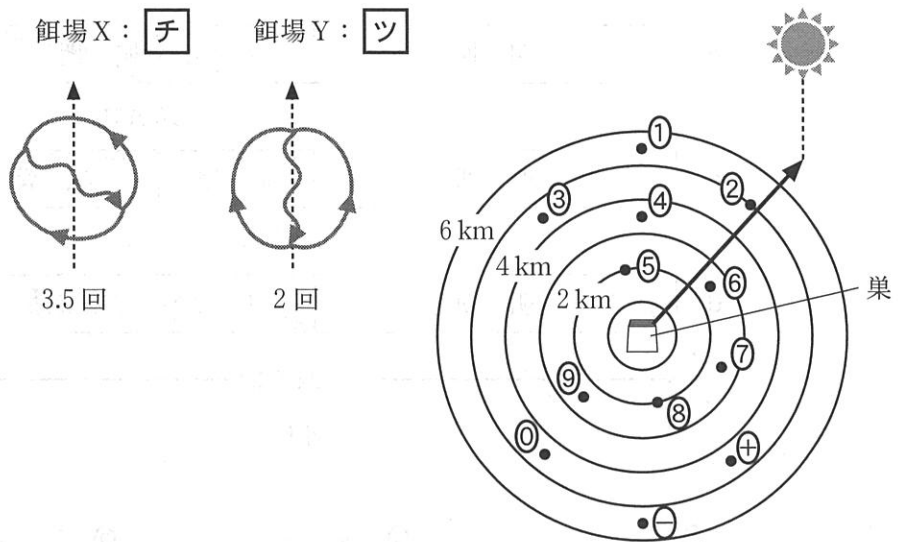


図 4

2 I～Ⅲに答えよ。

I 植物の花芽形成について、問1～4に答えよ。

問1 次の文章を読み、(1)に答えよ。

(1) オナモミの限界暗期は約9時間であることが知られている。そこで、さまざまな明暗周期a～d(図1)におけるオナモミの花芽形成を調べた。明暗周期cとdでは、暗期の途中で光照射を行った。a～dのうち、花芽が形成されるものの正しい組合せはどれか。最も適当なものを一つ選べ。ただし、明期および光照射の際の光は白色光である。ア

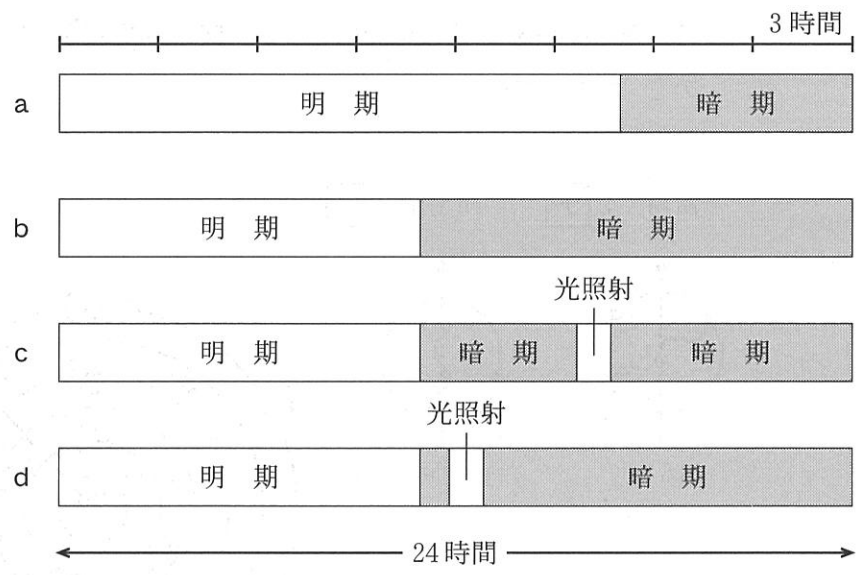


図1

- ① a, b ② a, c ③ a, d
- ④ b, c ⑤ b, d ⑥ c, d
- ⑦ a, b, c ⑧ a, b, d ⑨ a, c, d
- ⑩ b, c, d ⑪ a, b, c, d

問 2 図 2 に示すような葉のついた 2 本の枝をもつオナモミを用いて実験 1～5 を行った。
(1)に答えよ。



図 2

- 実験 1 : 両方の枝に短日処理をしたところ, 両方の枝で開花した。
 実験 2 : 片方の枝だけに短日処理をしたところ, 両方の枝で開花した。
 実験 3 : 一方の枝の基部(図 2 の矢印)で, 茎の形成層の外側を取り除く環状除皮を行い, 他方の枝だけに短日処理をしたところ, 短日処理をした枝でのみ開花した。
 実験 4 : 葉 1 枚だけを残してその他の葉をすべて取り除き, 両方の枝に短日処理をしたところ, 両方の枝で開花した。
 実験 5 : 葉をすべて取り除き, 両方の枝に短日処理をしたところ, どちらの枝も開花しなかった。

(1) 実験 1～5 の考察として, 正しい組合せはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 イ

- a 花芽形成に必要な日長の情報は葉で感知される。
- b 花芽形成に必要な日長の情報は茎で感知される。
- c 花芽形成のための刺激は, 枝から枝へ伝達されない。
- d 花芽形成のための刺激は, 木部を通して伝達される。
- e 花芽形成のための刺激は, 師部を通して伝達される。

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

問 3 次の文章を読み、(1)に答えよ。

植物の光受容体である(a)は、主に赤色光と遠赤色光を吸収する色素タンパク質である。(a)は赤色光を吸収すると(b)へ、遠赤色光を吸収すると(c)へと可逆的に分子構造が変化する。図3は、(a)の赤色光吸収型と遠赤色光吸収型の吸収スペクトルをそれぞれ示す。このうち、赤色光吸収型の吸収スペクトルは(d)のグラフである。

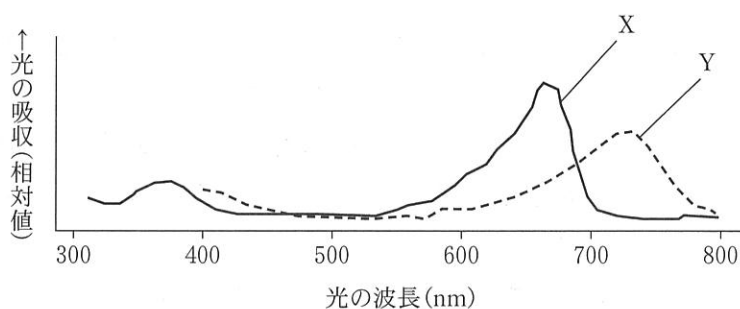


図 3

(1) (a)～(d)に当てはまる用語の正しい組合せはどれか。最も
 適当なものを一つ選べ。 ウ

	a	b	c	d
①	フィトクロム	赤色光吸収型	遠赤色光吸収型	X
②	フィトクロム	赤色光吸収型	遠赤色光吸収型	Y
③	フィトクロム	遠赤色光吸収型	赤色光吸収型	X
④	フィトクロム	遠赤色光吸収型	赤色光吸収型	Y
⑤	フォトリロピン	赤色光吸収型	遠赤色光吸収型	X
⑥	フォトリロピン	赤色光吸収型	遠赤色光吸収型	Y
⑦	フォトリロピン	遠赤色光吸収型	赤色光吸収型	X
⑧	フォトリロピン	遠赤色光吸収型	赤色光吸収型	Y

問 4 ダイコンの種子を使って、次の手順(i)~(iii)で実験を行った。(1),(2)に答えよ。

手順(i)：ペトリ皿にろ紙を重ねて敷き、水で十分に湿らせ、その上にダイコンの種子をまいて吸水させた。

手順(ii)：手順(i)の後、種子に次の条件A~Cのいずれかの処理をしてから土に移植した。

条件A：1日室温で暗所に置き、種子が発芽してから低温処理(3℃の暗所に4週間置く)を行った。

条件B：1日室温で暗所に置き、種子が発芽してからも低温処理(3℃の暗所に4週間置く)を行わなかった。

条件C：種子の発芽を待つことなくただちに低温処理(3℃の暗所に4週間置く)を行った。

手順(iii)：土に移植後、それぞれの種子を暖かいところで、日長が11時間の長日条件のもとで育て、花芽が形成されるかどうかを4週間観察した。

結果：条件Aでは花芽を形成したが、条件Bと条件Cでは花芽形成はみられなかった。

(1) この実験の考察として、正しいのはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 エ

- ① 発芽前の種子と発芽後の種子はいずれも、低温に一定期間さらせば花芽形成が促進される。
- ② 発芽後の種子は、低温処理の有無にかかわらず花芽形成が促進される。
- ③ 発芽後の種子を室温のままにしておくと、花芽形成は促進される。
- ④ 発芽前の種子を低温に一定期間さらせば、花芽形成は促進される。
- ⑤ 発芽後の種子を低温に一定期間さらせば、花芽形成は促進される。

(2) この実験でみられた花芽形成に関する現象はどれか。最も適当なものを一つ選べ。 オ

- ① 過敏反応 ② 休眠 ③ 春化
- ④ 単為結実 ⑤ 頂芽優勢

II アカパンカビについて、問1～3に答えよ。

アカパンカビは、子う菌類に属する菌類の一種で、無性生殖と有性生殖の二つの生活環をもっている(図1)。無性生殖により分生子(菌糸)を伸ばすとともに、性的に異なる株の分生子が接合して接合子を形成する有性生殖を行い、胞子を含む子うを形成する。

アカパンカビの分生子(Aとa)は一倍体で、2つの分生子が接合して二倍体の接合子(Aa)となる。成長した接合子(図1の*)が減数分裂をしたのちに体細胞分裂を行い、8個の胞子が形成される。

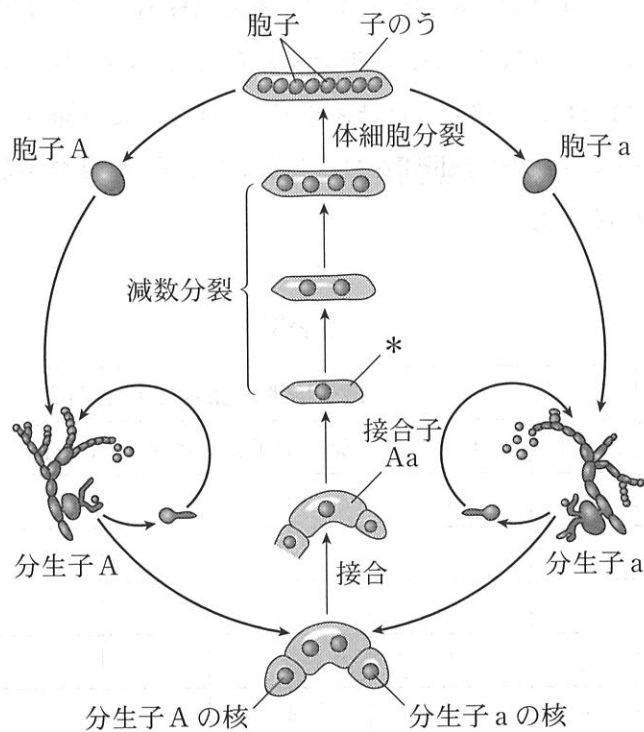


図1

問1 菌類でないのはどれか。適当なものを二つ選び、**カ**に二つマークせよ。

- ① アオカビ ② シイタケ ③ ゼニゴケ ④ 乳酸菌

問 2 図 1 の接合子*の核の DNA 量は、子の中の胞子の DNA 量と比べて何倍か。最も適当なものを一つ選べ。 **キ**

- ① 1 倍 ② 2 倍 ③ 4 倍 ④ 8 倍 ⑤ 16 倍

問 3 次の文章を読み、(1)、(2)に答えよ。

アカパンカビの野生株は、無機塩類とショ糖、ビタミンを加えただけの培地(最少培地)で生育することができる。野生株の胞子に放射線を照射して、メチオニンの合成に関連する変異株 W~Z を得た。最少培地にメチオニン、システイン、ホモシステイン、シスタチオニンのいずれかのアミノ酸を加えて培養した結果を表 1 に示す。変異株 W~Z は、これら 4 つのアミノ酸の合成酵素をコードする遺伝子のいずれかを欠失していることがわかった。

表 1

	最少培地に加えたアミノ酸				
	なし	メチオニン	システイン	ホモシステイン	シスタチオニン
野生株	+	+	+	+	+
変異株 W	-	+	-	-	-
変異株 X	-	+	-	+	-
変異株 Y	-	+	-	+	+
変異株 Z	-	+	+	+	+

＋：生育する

－：生育しない

(1) 表1の結果から、メチオニンの合成経路として正しいのはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 **ク**

- ① システイン → ホモシステイン → シスタチオニン → メチオニン
- ② システイン → シスタチオニン → ホモシステイン → メチオニン
- ③ ホモシステイン → シスタチオニン → システイン → メチオニン
- ④ ホモシステイン → システイン → シスタチオニン → メチオニン
- ⑤ シスタチオニン → ホモシステイン → システイン → メチオニン
- ⑥ シスタチオニン → システイン → ホモシステイン → メチオニン

(2) 変異株 W と野生株の分生子を融合して子のうを得た。この子のうに含まれる8個の胞子を以下の培地に植えた場合、発芽して生育が観察される胞子の数はそれぞれいくつか。最も適当なものを一つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。ただし、変異株 W と野生株の染色体間で乗換えはないものとする。

最少培地： **ケ**

最少培地にメチオニンを加えた培地： **コ**

最少培地にシスタチオニンを加えた培地： **サ**

- ① 1個 ② 2個 ③ 3個 ④ 4個
- ⑤ 5個 ⑥ 6個 ⑦ 7個 ⑧ 8個
- ⑨ 0個

Ⅲ バイオテクノロジーについて、問1～4に答えよ。

問1 PCR法に使用する酵素はどれか。最も適当なものを一つ選べ。 シ

- ① 逆転写酵素
- ② DNAリガーゼ
- ③ RNAポリメラーゼ
- ④ DNAポリメラーゼ
- ⑤ DNA分解酵素

問2 塩化ナトリウム水溶液中のDNAを不溶化させるために加える試薬はどれか。最も適当なものを一つ選べ。 ス

- ① エーテル
- ② エタノール
- ③ クロロホルム
- ④ フェノール
- ⑤ ホルマリン

問3 電気泳動法によりDNAを分離する場合、DNAの性質と移動する方向として正しいのはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 セ

- ① 正に帯電していて、－極から＋極に移動する。
- ② 正に帯電していて、＋極から－極に移動する。
- ③ 負に帯電していて、－極から＋極に移動する。
- ④ 負に帯電していて、＋極から－極に移動する。
- ⑤ 正にも負にも帯電していないが、－極から＋極に移動する。
- ⑥ 正にも負にも帯電していないが、＋極から－極に移動する。

問 4 図 1 のような制限酵素地図で示される 600 塩基対 (bp) の直鎖状 DNA がある。(1), (2)に答えよ。

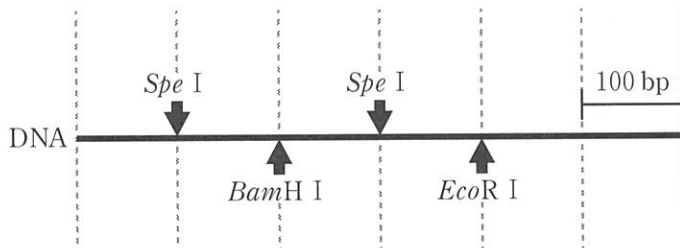


図 1

(1) 図 1 の直鎖状 DNA を制限酵素 *Spe* I で完全に切断して電気泳動した場合、観察される DNA 断片の長さはどれか。適当なものをすべて選び、 にマークせよ。

- ① 100 bp ② 200 bp ③ 300 bp
 ④ 400 bp ⑤ 500 bp

(2) 図 1 の直鎖状 DNA を制限酵素 *Bam*HI と *Eco*RI で完全に切断して電気泳動した場合、観察されるバンドの数はいくつか。最も適当なもの一つ選べ。

- ① 1 本 ② 2 本 ③ 3 本
 ④ 4 本 ⑤ 5 本