

令和3年度 入学者選抜学力検査問題

理 科

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、問題冊子及び解答用紙の中を見てはいけません。
- 2 出題科目、ページ及び解答用紙の枚数は、下表のとおりです。

出題科目	ページ	解答用紙枚数
物 理	1 ～ 10	5 枚
化 学	12 ～ 22	6 枚
生 物	23 ～ 34	5 枚
地 学	35 ～ 44	6 枚

※物理・化学・地学には、選択問題があります。

各科目の冒頭に、選択問題に関する指示があるため、よく読んだうえで解答すること。
なお、解答用紙に「選択問題チェック欄」があり、選択した問題には✓を記入したうえで解答すること。

- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の枚数の過不足や汚れ等に気がついた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- 4 試験開始後、すべての解答用紙に受験番号、志望学部及び氏名を記入してください。
受験番号の記入欄はそれぞれ2箇所あります。
- 5 解答はすべて解答用紙の指定された解答欄に記入してください。
- 6 問題冊子の余白は適宜使用してください。
- 7 各問題の配点は100点満点としたときのものです。
- 8 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

生 物

1 次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。(配点20)

生物は、炭水化物、脂質、タンパク質などの有機物を分解して放出されたエネルギーを用いて、生命活動に必要な ATP を合成している。有機物を分解して ATP を合成する過程を、酸素を用いる場合は呼吸、酸素を用いない場合は発酵という。呼吸は、多くの種類の酵素が関与した反応であり、解糖系^①、クエン酸回路^②、電子伝達系^③の3段階に分けられる。解糖系は細胞内の で行われ、グルコースを段階的に分解し、 という中間生成物を生じる。解糖系で生じた は 内に取り込まれ、分解される。この代謝経路はクエン酸回路と呼ばれる。電子伝達系ではグルコース1分子あたり、最大 分子の ATP が生成される。

緑色植物では、 の他にも葉緑体が存在し、ATP を合成するとともに、そのエネルギーを利用して有機物を合成する。この反応は光合成と呼ばれ、 の膜では ATP の合成が行われ、 では有機物の合成が行われる。

問 1 文中の ア ～ カ に適切な語句もしくは数字を答えなさい。

問 2 下線部①に関して、以下の(1)～(3)に答えなさい。

(1) 呼吸によってグルコースが完全に分解される時の反応は、以下のように示される。この式に当てはまる化学式を答えなさい。



(2) 360 mg のグルコースが完全に分解されたとき、生じる二酸化炭素の重さは何 mg になるか。原子量は H=1, C=12, O=16 として計算しなさい。

(3) グルコース 1 mol を燃焼により完全に酸化・分解した場合、燃焼熱量は約 2,870 kJ である。一方、呼吸によりグルコース 1 mol が異化されると約 1,711 kJ のエネルギーが熱として放出され、残りのエネルギーは ATP の合成に使われる。1 mol のグルコースから最大量の ATP が合成されたとして、1 mol の ATP の合成に必要なエネルギーは何 kJ となるかを計算しなさい。

問 3 下線部①と②に関して、酵母は嫌気的な条件ではアルコール発酵を行うが、好気的な条件では発酵の反応が抑制され、呼吸を行う現象が知られている。この現象の名称を答えなさい。

問 4 下線部③に関して、酵素が作用すると化学反応が起こりやすくなる。この理由を活性化エネルギーという語句を用いて、40 字以内で説明しなさい。

問 5 下線部④に関して、電子伝達系では物質 A が膜をはさんで濃度勾配を形成し、この濃度勾配を利用して ATP 合成酵素により ATP が生成される。物質 A の名称を答えなさい。

2 次の文章を読んで、問1～6に答えなさい。(配点20)

動物の卵巣内で進行する **ア** の過程では、細胞質にさまざまなRNA、タンパク質が蓄えられる。蓄えられた因子には、受精前の減数分裂の進行に影響するものや、受精後の胚の発生に影響するものが含まれる。カエルの **ア** の過程では、 **イ** が生殖器官に移動して卵原細胞となる。卵原細胞が減数分裂の過程に入って一次卵母細胞となり、第一減数分裂前期にとどまる。卵黄の蓄積などにより成長した一次卵母細胞は、周辺からのホルモンによって減数分裂を再開し、第一減数分裂を終えて二次卵母細胞となる。その後、減数分裂が進むと第二減数分裂中期で止まる。このような減数分裂の進行と停止には、細胞質に蓄えられた因子が関与している。受精することにより減数分裂が再開、終了して卵となり、その後卵割が始まる。この受精のとき、精子の侵入によって胚の体軸の向きも決まる。減数分裂の過程で卵となる大きな細胞以外の著しく小さな細胞は **ウ** とい

い、多くの場合退化して消失する。

ショウジョウバエの卵では、分節遺伝子の転写調節に関わるピコイドタンパク質の mRNA は卵細胞質の前端だけに蓄えられている。受精後に翻訳が始まると、このピコイドタンパク質は胚の主に前方で作られる。胞胚の頃になると新たな転写が始まるが、転写の有無や量は胚の場所によって異なる。たとえば、ピコイドタンパク質による分節遺伝子の転写の調節は、胚の前方から後方に並ぶ各細胞内のピコイドタンパク質の濃度の違いに依存する。さらに分節化が進行して体節ができる頃には、それぞれの体節が頭や胸、腹などのどの部分になるかを定める調節遺伝子である **エ** を発現する。この遺伝子群が変異すると、体のある部分だけが別の部分にかわることがある。後胸が **オ** の体節に変化する変異では本来1対の翅が2対になり、また別の変異では触角があしに変化する。

カエルの卵母細胞の細胞質に蓄えられる因子の性質を調べるため、卵巣から取り出した卵母細胞を用いて図1に示す実験を行った。卵巣から取り出した下線部①の卵母細胞を、下線部②のホルモンで処理した。その卵母細胞の核を観察すると第二減数分裂中期まで進んでおり、減数分裂の再開が確認できた(実験1A)。一方、ホルモン処理をしない場合は減数分裂が再開しなかった(実験1B)。実験1Aでホルモン処理をして第二減数分裂中期まで進行した卵母細胞の細胞質の一部を細いガラス管で吸い出し、下線部①の卵母細胞に注入したところ、ホルモン処理なしに減数分裂が再開した。一方、ホルモン処理直後の卵母細胞の細胞質の一部を注入した場合は、減数分裂が再開しなかった(実験2)。実験2で細胞質を注入して第二減数分裂中期まで進行させた卵母細胞から、再び細胞質の一部を吸い出し、下線部①の卵母細胞に注入したところ、実験2と同様に減数分裂が再開した。この実験を次々に繰り返しても同じ結果が得られた(実験3)。次に、下線部①の卵母細胞から核を取り除いたのち、ホルモン処理し、その卵母細胞から細胞質の一部を吸い出した。この細胞質を下線部①の卵母細胞に注入した場合も減数分裂が再開した(実験4)。

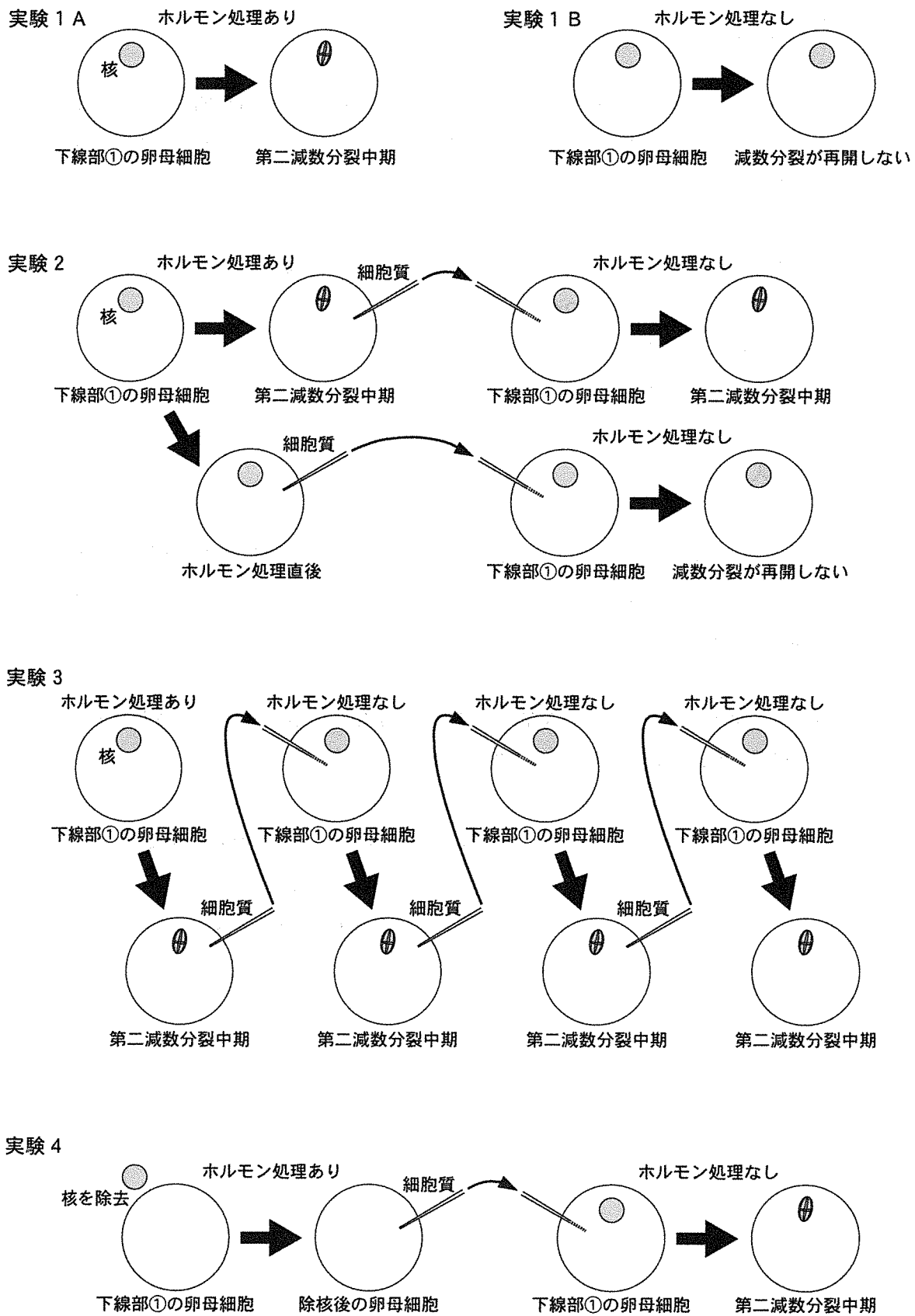


図 1

問 1 文中の ア ～ オ に適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部③の卵割の様式は生物種で異なり、同じ部分割を行う生物種の間でもメダカとショウジョウバエではそれぞれ異なる卵割様式を示す。メダカとショウジョウバエにおける卵割様式を答えなさい。

問 3 下線部④に示す精子の侵入点に対して、将来のカエル胚の背側が形成される位置として正しいものを、以下の(a)～(d)から1つ選び、記号で答えなさい。

- (a) 精子の侵入点と同じ場所
- (b) 精子の侵入点の反対側
- (c) 精子の侵入点と植物極の中間点
- (d) 精子の侵入点に依存しない

問 4 実験2と3の結果から、カエルの一次卵母細胞の減数分裂の再開に必要な因子は細胞質内にあることが分かる。この因子の性質について実験2と3から分かることを、その理由を含めて140字以内で説明しなさい。

問 5 実験4の結果から、カエルの一次卵母細胞の減数分裂の再開に必要な因子が機能する上で新たな転写は必要か、その理由も含めて60字以内で説明しなさい。

問 6 ショウジョウバエのピコイドタンパク質は、受精直後に胚の主に前方で合成されるにも関わらず、下線部⑤のようにピコイドタンパク質が胚の後方の細胞内にも存在して転写を調節することができるのはなぜか、ショウジョウバエの胚の卵割様式をふまえて100字以内で答えなさい。ただし、ピコイドタンパク質は細胞膜を透過できないものとする。

3 次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。(配点20)

脊椎動物の神経系は、中枢神経系と 神経系の2つに大きく分類される。中枢神経系は、脳とそれに続く脊髄から構成されており、ヒトでは複雑な反応ができるように発達している。脳や脊髄から出て内臓や体内の各器官へ分布し、視床下部からの指令により恒常性の維持に働く 神経系は、2つの拮抗する作用を持つ 神経である。血糖値は 神経系によって調節されており、副腎髄質から血中に を放出させる交感神経と膵臓のB細胞に作用して の分泌を促進させる副交感神経がある。

神経細胞が伝える情報は、電気的な信号により伝えられる。電気的な興奮が同一神経細胞内で伝わることを興奮の ① ② といひ、神経細胞間で興奮が伝わることを興奮の という。

問1 文中の ～ に適切な語句を答えなさい。

問2 以下の(1)と(2)に答えなさい。

- (1) 図1に示すA～Cの部位の名称を答えなさい。
- (2) Aを持つ神経繊維と持たない神経繊維では、興奮の伝わる速度が異なる。興奮が速く伝わる神経繊維の名称を答えなさい。また、Aの有無により興奮の伝わる速度が変わる理由を100字以内で答えなさい。

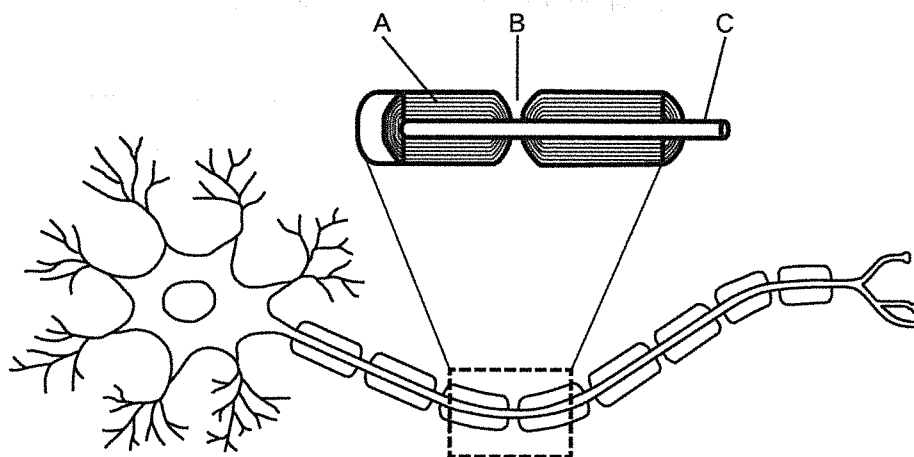


図1 神経細胞の構造

問 3 下線部①と②に関して、図2に示した5つの神経細胞がつながるネットワークがあった場合、白矢印の位置から人工的な刺激を与えた時に興奮が伝わる部位のみを全て含む組み合わせを、以下の(ア)~(カ)の中から1つ選び、記号で答えなさい。また、その理由を100字以内で説明しなさい。

- (ア) a, b, c, d, e, f
- (イ) b, c
- (ウ) b, c, d
- (エ) b, c, d, f
- (オ) c
- (カ) c, d, f

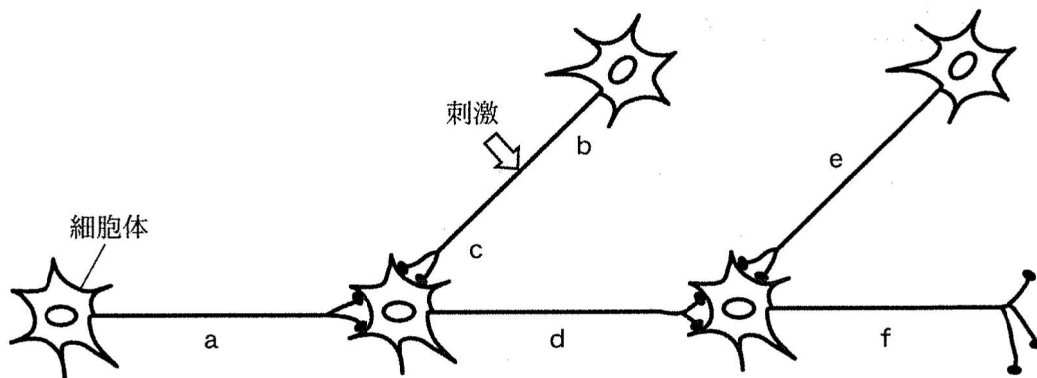


図2 神経細胞のネットワークの模式図

問 4 フグ毒で神経麻痺や神経障害が引き起こされるが、それは神経細胞の細胞膜にあるナトリウムチャンネルが阻害されるためである。ナトリウムチャンネルの阻害が神経細胞に及ぼす影響を100字以内で説明しなさい。

4 次の文章を読んで、問1～6に答えなさい。(配点20)

光刺激を受容する受容器を視覚器という。多くの動物では、光を敏感に受容する感覚細胞である光受容細胞をもっている。ヒトなどの脊椎動物は、**ア**が一層に並んだ網膜をもっている。哺乳類の網膜では、すべての視神経繊維は1つに集合して束となり、網膜を内側から外側に向かって貫く部分に**イ**がある。網膜上では、視野の中心に相当する部分に**ア**の多い**ウ**がある。**ア**は、^①やや尖った錐体細胞と^②棒状のかん体細胞の2種類に区別される。

眼には、物体までの距離に応じて、^③焦点の位置を調節して網膜に像を結ばせる遠近調節のしくみがある。また、外界の明暗が変化すると、^④瞳孔の大きさが変化する。この調節は**エ**が伸縮することによって、網膜に到達する光の量を調節している。一方の眼に光を与えると瞳孔は縮小する。これを直接対光反射と呼ぶ。この時、もう一方の眼の瞳孔も同時に縮小し、これを間接対光反射と呼ぶ。^⑤光刺激は、視神経(感覚神経)を介して中脳に情報が伝えられる。中脳に伝えられた情報は^⑥動眼神経(運動神経)を介して瞳孔を縮小させる(図1)。

哺乳動物における眼の位置には違いがある。ヒトの両眼は、頭部の前方にあるのに対し、ウマなどの^⑥草食動物では頭部の側方に位置している。

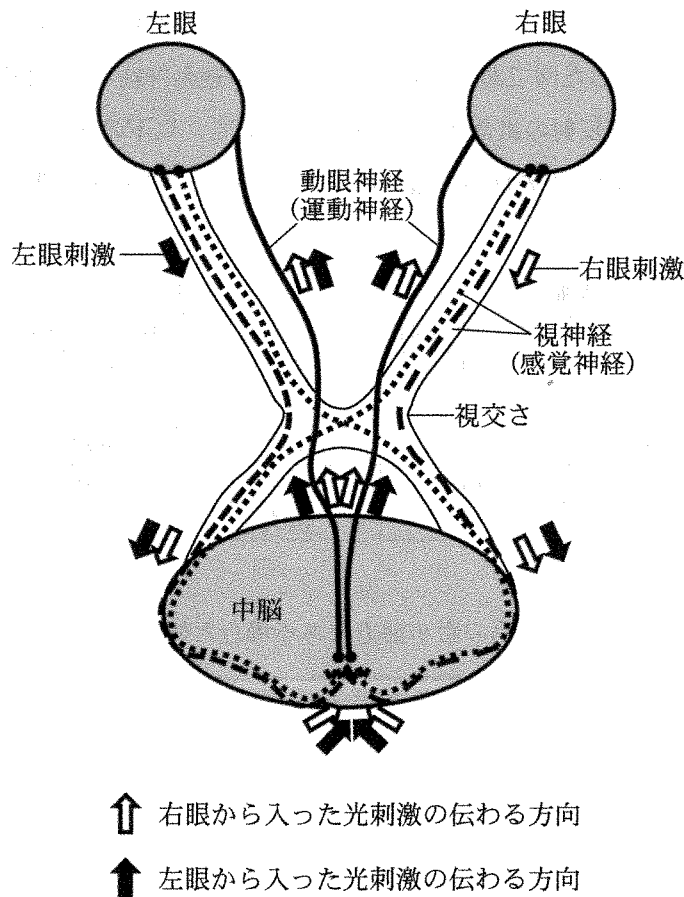


図1

問 1 文中の ア ～ エ に適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部①に関して、ヒトでは3種類の錐体細胞を持つことから、紫(青)、緑、赤などの色を区別できる。ウマでは赤を見分けることや、細かい形を認識することができない。そのことからわかるウマの錐体細胞の特徴について80字以内で説明しなさい。

問 3 下線部②に関して、かん体細胞の光に対する反応の特徴について20字以内で説明しなさい。

問 4 下線部③に関して、厚みが変わることで、網膜上に物体の像を結ぶものとして正しいものを、以下の(a)～(e)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- (a) 角膜
- (b) 水晶体
- (c) 毛様体
- (d) チン小帯
- (e) ガラス体

問 5 下線部④と⑤に関して、図1は、左右の眼への刺激の視神経(感覚神経)と動眼神経(運動神経)への伝わり方を示した図である。右眼の動眼神経(運動神経)のみに障害がある場合に生じる直接および間接対光反射の組合せとして正しいものを、以下の(a)～(e)の中から1つ選び、記号で答えなさい。なお、対光反射の起こる場合を正常、対光反射の生じない場合を消失とする。

	左眼		右眼	
	直接対光反射	間接対光反射	直接対光反射	間接対光反射
(a)	正常	消失	消失	消失
(b)	正常	正常	正常	消失
(c)	正常	消失	消失	正常
(d)	消失	消失	正常	正常
(e)	正常	正常	消失	消失

問 6 下線部⑥に関して、哺乳動物の眼が前方にある場合と側方にある場合の利点をそれぞれ30字以内で答えなさい。

5 次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。(配点20)

光に対する植物の反応あるいは性質には、以下の(1)～(4)のようなものがある。

- (1) ある植物の種子は、発芽に特定の波長の光の照射を必要とする。このような種子を 種子という。
- (2) 一方向から光を当てると、光に向かって成長する。このような性質を という。
- (3) 光をエネルギー源として利用して、炭水化物などの有機物と酸素を合成する反応を光合成という。そして、光の波長と光合成速度の関係を示したものを という。
- (4) 一日の昼の長さ(明期)と夜の長さ(暗期)の変化(日長変化)に反応して、花芽形成などの時期を決定する。このような性質を という。

問1 文中の ～ に適切な語句を答えなさい。

問2 (1)の性質を有するレタスの種子の発芽に関して、正しいものを以下の(a)～(e)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- (a) ジベレリンを加えると、種子が休眠して発芽が抑制される。
- (b) 緑葉が直射日光をさえぎる木陰^{こかげ}では、発芽が抑制される。
- (c) 遠赤色光を照射すると、その後に赤色光を照射しても発芽しない。
- (d) 種子の色素カロテンが赤色光を吸収することにより、発芽が促進される。
- (e) 遠赤色光を照射しても、その後にアブシシン酸を処理すれば発芽する。

問3 (2)の例として、マカラスムギ(アベナ)の幼葉鞘が光源に向かって屈曲する現象が有名である。この現象に関して、原因となる植物ホルモン名、光がそのホルモンに及ぼす影響、およびそのホルモンの幼葉鞘に対する作用をそれぞれ答えなさい。

問 4 (3)の光合成に関して、ある陽生植物と陰生植物の二酸化炭素吸収速度に対する光の強さの影響を調べた結果、図1のようになった。これら2種類の植物の二酸化炭素吸収速度が0になる時(AおよびA')の光の強さと、それ以上強い光を与えても二酸化炭素吸収速度が増加しなくなる時(BおよびB')の光の強さを、それぞれ何というか答えなさい。また、光の強さCにおける2種類の植物の光合成速度の比(陽生植物：陰生植物)を簡単な整数比で答えなさい。

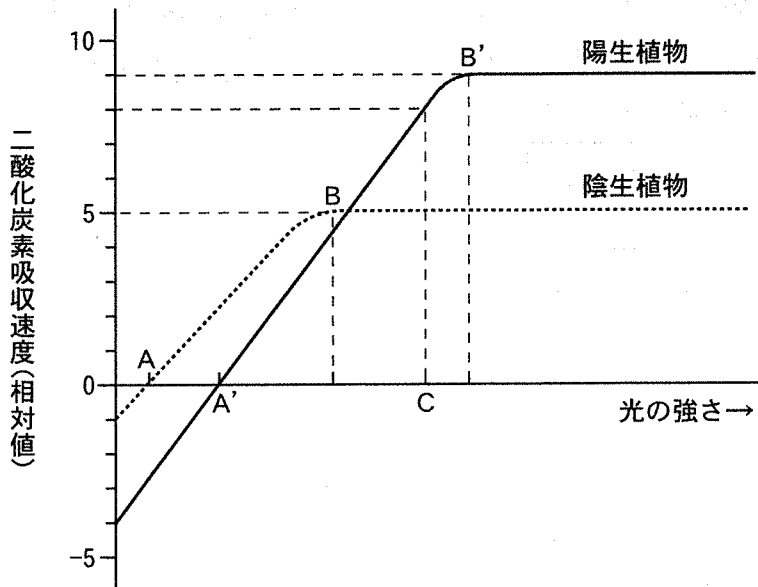


図1

問 5 (4)の性質に関して、ある植物の花芽形成は日長条件だけで決定され、13時間以下の日長で花芽形成を開始する。花芽形成から約30日後に開花と受粉が起こり、その後約30日間で種子の成熟が完了する。ただし、開花後の平均気温が15℃以下になると、低温障害により種子の成熟が阻害され、発芽力のある種子が形成されない。山口市に住むAさんは、5月末にこの植物の種子を複数の植木鉢にまいて発芽させ、屋外で育てて、秋に花を觀賞後、翌年のために成熟した種子を回収しようと考えていた。ところが、7月に単身で札幌市に移住することになったので、一部の植木鉢も一緒に持って行き、札幌市の屋外で育て、残りはそのまま山口市で家族に育ててもらおうことにした。山口市と札幌市でそれぞれ成熟した種子が得られるか、山口市と札幌市における日長および月平均気温(平年値; 1981～2010年の平均値)の変化(図2)に基づいて考察し、それぞれの場所において予想される花芽形成および開花の時期を含め、200字以内で答えなさい。なお、花芽形成までの植物の発育には、移動に伴う環境変化の影響はなく、花芽形成から開花までの日数は、山口市と札幌市で同一とする。

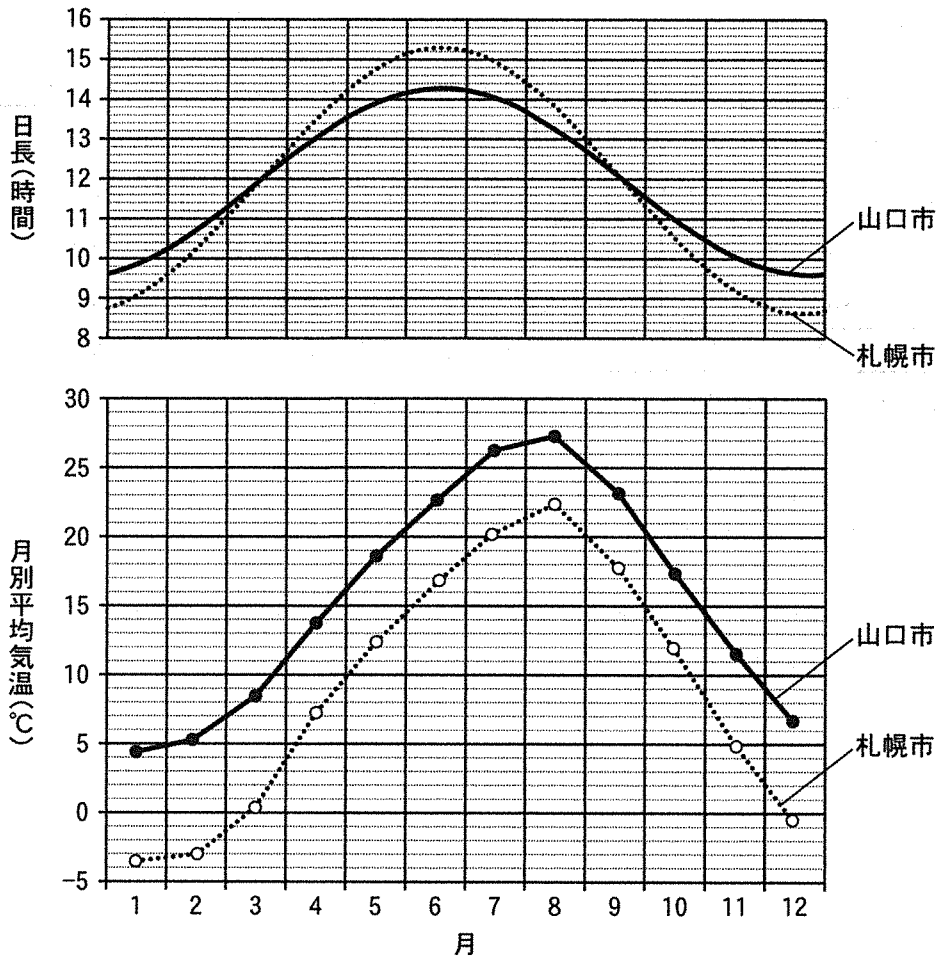


図2