

問1 植物の気孔の開閉メカニズムに関する記述として、最も適切なものはどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

1. 孔辺細胞内の浸透圧が上昇すると、周囲から水が流入して気孔が開く。
2. 孔辺細胞内の浸透圧が低下すると、周囲から水が流入して気孔が開く。
3. 道管から供給される水が孔辺細胞を直接押し広げることで気孔が開く。
4. 師管を流れる有機物の濃度が低下すると、孔辺細胞が収縮して気孔が開く。

問2 動物の聴覚において、音波の刺激が受容されるまでの伝達経路として最も適切な順序はどれか。（2014年 全国公立入試 類似）

1. 鼓膜 → 耳小骨 → リンパ液 → 基底膜 → 聴細胞
2. 耳小骨 → 鼓膜 → 基底膜 → リンパ液 → 聴細胞
3. 鼓膜 → 基底膜 → 耳小骨 → リンパ液 → 聴細胞
4. 耳小骨 → リンパ液 → 鼓膜 → 基底膜 → 聴細胞

問3 動物の行動に関する記述として、知能行動の定義に最も適しているものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 過去の学習や経験を応用し、状況を判断して新しい行動を生成すること
2. 刺激に対して無意識かつ一定の反応を即座に示すこと
3. 遺伝的にプログラムされた種特有の定型的な行動をとること
4. 身体の成長段階に応じて必然的に発現する運動能力の変化のこと

問4 社会性昆虫のコロニーにおけるワーカーの役割分担の抑制機構に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2016年 全国公立入試 類似）

1. 老いたワーカーの存在は、他のワーカーが外役へ分担することを抑制する。
2. 若いワーカーの存在は、他のワーカーが外役へ分担することを抑制する。
3. 老いたワーカーの存在は、他のワーカーが内役へ分担することを抑制する。
4. ワーカーの役割分担は個体間の相互作用とは無関係に、羽化後の日齢のみで決定される。

問5 神経系において、刺激の強さが脳へ伝達される仕組みとして最も適切なものはどれか。（2025年 全国公立入試 類似）

1. 刺激が強くなると、個々のニューロンが発生させる活動電位の大きさが大きくなる。
2. 刺激が強くなると、ニューロンの興奮の伝導速度が速くなる。
3. 刺激が強くなると、興奮するニューロンの数が増加し、個々のニューロンの興奮の頻度が高まる。
4. 刺激が強くなると、ニューロンの細胞膜の静止電位がより負の方向に大きくなる。

問6 動物の行動のうち、個体の経験や学習によって形成・修正される行動として最も適切なものはどれか。（2007年 全国公立入試 類似）

1. カモのヒナが孵化直後に初めて見た動くものを親として追従する行動
2. カイコガが雌の放出するフェロモンに対して特有の反応を示す行動
3. イトヨの雄が赤い腹部を持つ個体に対して攻撃的な求愛行動をとる行動
4. ヒトが熱いものに触れた瞬間に手を引っ込める反射的な行動

問7 晴天の日の植物における吸水量と気孔の開閉の関係について、正しい説明はどれか。（2011年 全国公立入試 類似）

1. 昼間は気孔が閉じるため、蒸散が抑えられ吸水量は最小となる。
2. 夜間は気孔が開くため、蒸散が活発になり吸水量は最大となる。
3. 昼間は気孔が開いて蒸散が活発になるため、根からの吸水量が増加する。
4. 吸水量は気孔の開閉とは無関係であり、常に一定の速度で維持される。

問8 神経細胞の機能に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2012年 全国公立入試 類似）

1. ノルアドレナリンは神経伝達物質として機能する。
2. 糖質コルチコイドは神経細胞から放出される神経伝達物質である。
3. 神経伝達物質は、ホルモンと同様に常に血液を介して遠方の細胞へ運ばれる。
4. 神経伝達物質は、神経細胞の細胞体で合成され、軸索を通らずに直接標的へ放出される。

問9 筋収縮の加重に関する記述として、誤っているものはどれか。（2011年 全国公立入試 類似）

1. 個々の筋繊維レベルでは、全か無かの法則が適用される
2. 電気刺激の強さを増すと、興奮する筋繊維の数が増加する
3. 筋肉全体では、刺激の強さに応じて収縮の強さが段階的に変化する
4. 刺激の強さを増すと、個々の筋繊維が発生させる活動電位の大きさも増大する

問10 植物の種子発芽に関与するフィトクロムの性質として、最も適切なものはどれか。（2017年 全国公立入試 類似）

1. 波長660nm付近の光を吸収して活性型となり、波長730nm付近の光を吸収して不活性型となる。
2. 波長730nm付近の光を吸収して活性型となり、波長660nm付近の光を吸収して不活性型となる。
3. 波長660nm付近と730nm付近の両方の光を吸収して、不可逆的に分解される。
4. 光の波長に関係なく、常に一定の割合で活性型と不活性型の間に変化し続ける。

答え合わせ・解説 No.6

問1	答え 1 孔辺細胞内の浸透圧が上昇すると、周囲から水が流入して気孔が開く。	気孔の開閉は、孔辺細胞内の浸透圧の変化に依存します。光合成やカリウムイオンの取り込みによって細胞内の浸透圧が上昇すると、浸透現象により周囲の細胞から水が流入します。孔辺細胞は細胞壁の厚さが外側と内側で異なり、膨圧が高まると内側（気孔側）に大きく湾曲するため、気孔が開く仕組みになっています。
問2	答え 1 鼓膜 → 耳小骨 → リンパ液 → 基底膜 → 聴細胞	音波は外耳道を経て鼓膜を振動させ、その振動は中耳の耳小骨によって増幅されて内耳に伝わります。内耳のリンパ液が振動することで、蝸牛内にある基底膜が揺らされます。この基底膜の振動が、その上に配置された聴細胞の毛を刺激し、聴神経を介して大脳の聴覚野へと信号が送られることで音として認識されます。
問3	答え 1 過去の学習や経験を応用し、状況を判断して新しい行動を生成すること	知能行動は、個体がこれまでに蓄積した経験や学習内容を基盤として、直面した課題に対して柔軟に判断を下し、新しい解決策や行動を生み出す能力を指す。これに対し、反射は刺激に対する不変的な反応であり、本能行動は遺伝的に規定された種特有の行動パターンである。また、身体の発達に伴う変化は成熟によるものであり、知能行動とは区別される。
問4	答え 1 老いたワーカーの存在は、他のワーカーが外役へ分担することを抑制する。	社会性昆虫のコロニーでは、個体間の相互作用が役割分担の調整に寄与している。実験的観察によれば、老いたワーカーがコロニー内に存在する場合、他のワーカーの外役への移行が抑制され、内役にとどまる傾向がある。これは、コロニー全体の労働効率を最適化するためのフィードバック機構の一つと考えられており、個体の加齢だけでなく、周囲の個体構成が行動決定に影響を及ぼすことを示している。
問5	答え 3 刺激が強くなると、興奮するニューロンの数が増加し、個々のニューロンの興奮の頻度が高まる。	神経系において、個々のニューロンが発生させる活動電位の大きさや伝導速度は、刺激の強さに関わらず一定（全か無かの法則）です。そのため、刺激の強弱は、興奮するニューロンの数と、単位時間あたりに発生する活動電位の頻度によって符号化され、脳へ伝達されます。活動電位の大きさや伝導速度が変化するわけではない点に注意が必要です。
問6	答え 1 カモのヒナが孵化直後に初めて見た動くものを親として追従する行動	刷り込みは、生後の特定の時期に経験した対象を親として認識し追従する学習の一種である。一方、カイコガのフェロモン反応やイトヨの求愛行動は、経験を必要としない生得的な行動である。また、熱いものに触れた際の反射は、学習を介さず中枢神経系を介して起こる生得的な反応であり、いずれも学習による行動には該当しない。
問7	答え 3 昼間は気孔が開いて蒸散が活発になるため、根からの吸水量が增加する。	植物の吸水は、主に葉からの蒸散によって生じる負圧（蒸散流）によって駆動される。晴天の昼間は光合成のために気孔が開くため、蒸散が活発に行われ、それに伴って根から水が吸い上げられる。夜間は気孔が閉じるため蒸散が抑制され、吸水量も減少する。この一連のプロセスは、植物体内の水分バランスを維持する上で重要な役割を果たしている。
問8	答え 1 ノルアドレナリンは神経伝達物質として機能する。	神経伝達物質は神経細胞の末端から放出され、シナプス間隙を介して次の細胞に情報を伝える。ノルアドレナリンはこの代表例である。糖質コルチコイドは副腎皮質から分泌されるホルモンであり、神経伝達物質ではない。神経伝達物質は血液を介さず、シナプスという局所的な部位で作用する点がホルモンと大きく異なる。また、神経伝達物質は細胞体で合成された後、軸索を輸送されて末端に蓄えられる。
問9	答え 4 刺激の強さを増すと、個々の筋繊維が発生させる活動電位の大きさも増大する	個々の筋繊維において、活動電位の大きさは刺激の強さに関わらず一定である。筋収縮の強さが増えるのは、活動電位の大きさの変化によるものではなく、あくまで興奮に参加する筋繊維の総数が増減することに起因する。全か無かの法則は、個々の細胞レベルでの反応特性を指す重要な概念である。
問10	答え 1 波長660nm付近の光を吸収して活性型となり、波長730nm付近の光を吸収して不活性型となる。	フィトクロムは光受容体タンパク質であり、赤色光（約660nm）を吸収すると活性型のPfr型へ、遠赤色光（約730nm）を吸収すると不活性型のPr型へと可逆的に構造変化する。この光変換特性により、植物は周囲の光環境を感知し、発芽や開花などの生理応答を制御している。

問1 骨格筋の筋収縮における滑り込み説の説明として最も適切なものはどれか。（2018年 全国公立入試 類似）

1. ATP分解のエネルギーを利用してミオシンがアクチンフィラメントをたぐり寄せることで筋収縮が生じる。
2. アクチンフィラメント自体がATP分解によって形状を変化させることで筋収縮が生じる。
3. 筋収縮に伴い、暗帯の長さが短くなることで筋節全体の長さが短縮する。
4. ATP合成の反応が直接的にアクチンフィラメントをミオシンフィラメントの間に引き込む。

問2 植物の各部位から抽出した液を用いて、アベナ胚鞘の屈曲角を測定する実験を行った。先端、茎、根の抽出液を用いたところ、先端と根の抽出液では屈曲角が22度であり、茎の抽出液では12度であった。この結果から導かれるオーキシン量に関する記述として最も適切なものはどれか。（2008年 全国公立入試 類似）

1. 先端と根にはほぼ同じ量のオーキシンが含まれている。
2. 茎には先端よりも多くのオーキシンが含まれている。
3. 根には先端よりも明らかに少ないオーキシンが含まれている。
4. 茎と根には同量のオーキシンが含まれている。

問3 赤色光の領域で電気ショックを受けるトレーニングを繰り返したオタマジャクシが、その後、赤色光と青色光が照射された環境に置かれた際に見られる行動として最も適切なものはどれか。（2021年 全国公立入試 類似）

1. 赤色光の領域を避け、青色光の領域に滞在する時間が増える
2. 赤色光の領域に積極的に滞在し、青色光の領域を避ける
3. 光刺激に関係なく、ペトリ皿の底面全体をランダムに移動する
4. 電気ショックが与えられない限り、赤色光と青色光の領域に滞在する時間は変わらない

問4 植物ホルモンであるオーキシンの作用に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2008年 全国公立入試 類似）

1. 茎の片側にオーキシンが蓄積すると、その側の細胞の伸長成長が促進され、反対側へ屈曲する。
2. 茎の片側にオーキシンが蓄積すると、その側の細胞の伸長成長が抑制され、蓄積した側へ屈曲する。
3. オーキシンは主に植物の根の先端で合成され、茎の先端部へ向かって輸送されることで成長を促進する。
4. オーキシンは細胞分裂を停止させる働きがあり、植物の休眠を誘導することで成長を抑制する。

問5 エチレン処理を受けた胚軸の細胞壁において、細胞の形態変化を引き起こす直接的な要因として適切なものはどれか。（2026年 全国公立入試 類似）

1. セルロース繊維の縦向き配向の増加による、細胞の縦方向への伸長抑制。
2. セルロース繊維の横向き配向の増加による、細胞の横方向への肥大成長の促進。
3. ジベレリンの濃度上昇による、細胞壁の多糖類の分解と細胞の伸長。
4. オーキシンの濃度低下による、細胞壁の硬化と細胞の成長停止。

問6 動物が経験を通じて行動を変化させたり、新しい行動を獲得したりする学習の意義として、最も妥当なものはどれか。（2017年 全国公立入試 類似）

1. 生得的な反射行動のみに頼ること、環境の変化に対する生存確率を最大化する。
2. 個体の経験を遺伝情報に直接書き込むことで、次世代の生存能力を向上させる。
3. 環境の変化や個体の経験に応じて行動を柔軟に調整し、生存や繁殖の成功率を高める。
4. 進化的な変化を個体レベルで加速させ、短期間で種の形質を根本的に作り変える。

問7 植物の幼葉鞘を水平に置いた際に生じる重力屈性において、屈曲を引き起こす直接的な原因として最も適切なものはどれか。（2010年 全国公立入試 類似）

1. 重力刺激により先端部でオーキシンの生産が促進され、全体的な伸長が加速するから。
2. 重力刺激により先端部でオーキシンの分解が促進され、上側の伸長が抑制されるから。
3. 重力刺激により先端部でオーキシンが下側に側方移動し、下側の組織の伸長が促進されるから。
4. 重力刺激により先端部でオーキシンが上側に側方移動し、上側の組織の伸長が促進されるから。

問8 ベニツチカメムシの帰巢行動に関する説明として、生物学的な観点から最も妥当なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 帰巢行動は、個体が学習によって獲得した記憶のみに依存する。
2. 巣の方向を認識する能力は、主に走光性による定位行動である。
3. 帰巢時の直線的な移動は、巣の位置を空間的に把握する定位能力によるものである。
4. フェロモンによる道しるべがなければ、巣に戻ることは不可能である。

問9 ある植物において、15時から17時にかけて気温が25度から20度まで緩やかに低下した。このとき、蒸散速度の変化として最も妥当なものはどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

1. 気温の低下に伴い、蒸散速度も緩やかに低下する。
2. 気温の低下に関わらず、蒸散速度は急激に上昇する。
3. 気温の低下により、蒸散速度は直ちに0になる。
4. 気温の低下は蒸散速度に一切影響を与えない。

答え合わせ・解説 No.7

問1	答え 1 ATP分解のエネルギーを利用してミオシンがアクチンフィラメントをたぐり寄せることで筋収縮が生じる。	筋収縮の滑り込み説では、ミオシン頭部がATPを分解し、そのエネルギーを用いてアクチンフィラメントをたぐり寄せることで筋節が短縮します。この過程でアクチンとミオシンのフィラメント自体は伸縮せず、互いに滑り込むことで筋収縮が起こります。このとき、明帯の長さは短くなりますが、暗帯の長さは変化しません。
問2	答え 1 先端と根にはほぼ同じ量のオーキシンが含まれている。	オーキシンは植物の成長を促進するホルモンであり、その濃度と屈曲角には相関がある。実験結果において、先端と根の抽出液による屈曲角がともに22度であることは、これらの部位に含まれるオーキシン量が同程度であることを示唆している。一方、茎の屈曲角は12度であり、先端や根と比較してオーキシン量が少ないことがわかる。したがって、先端と根のオーキシン量が同等であるという結論が妥当である。
問3	答え 1 赤色光の領域を避け、青色光の領域に滞在する時間が増える	条件付け学習が成立すると、オタマジャクシは赤色光を電気ショックという不快な刺激と結びつけて記憶する。その結果、赤色光の領域を危険な場所として認識し、回避行動をとるようになる。したがって、選択の余地がある環境下では、赤色光の領域を避け、安全な青色光の領域に滞在する時間が増加するという行動の変化が観察される。
問4	答え 1 茎の片側にオーキシンが蓄積すると、その側の細胞の伸長成長が促進され、反対側へ屈曲する。	オーキシンは植物の成長を促進するホルモンであり、茎の組織に作用すると細胞の伸長を促します。幼葉鞘の切り口の片側にオーキシンを含む寒天片を置くと、オーキシンがその側の組織に移動して細胞の伸長成長を促進します。その結果、オーキシンを置いた側が反対側よりも長く伸びるため、植物体はオーキシンを置いた側とは反対の方向へ屈曲します。この現象は屈光性などの環境応答においても重要な役割を果たしています。
問5	答え 2 セルロース繊維の横向き配向の増加による、細胞の横方向への肥大成長の促進。	植物細胞の伸長方向は、細胞壁に含まれるセルロース繊維の配向に強く依存する。通常、セルロース繊維が横向きに並んでいると、細胞は縦方向に伸長しやすくなるが、エチレン的作用によってこの配向が変化し、横方向への肥大成長が優先されるようになる。この現象は、胚軸が障害物を避けて成長する際などの適応的な反応として知られている。
問6	答え 3 環境の変化や個体の経験に応じて行動を柔軟に調整し、生存や繁殖の成功率を高める。	学習の最大の意義は、固定的な反射行動だけでは対応できない環境の変化に対し、個体が経験を蓄積して行動を最適化できる点にある。これにより、限られた資源の中で効率的に生存や繁殖を行うことが可能となる。獲得形質が遺伝することはないため、経験が直接遺伝情報に書き込まれることはなく、学習と進化は異なる時間軸で作用する。
問7	答え 3 重力刺激により先端部でオーキシンが下側に側方移動し、下側の組織の伸長が促進されるから。	植物の重力屈性は、オーキシンの再分配によって生じます。幼葉鞘を水平に置くと、先端部においてオーキシンが重力方向に側方移動し、下側の組織で濃度が高まります。オーキシンは茎や幼葉鞘において細胞の伸長を促進する働きがあるため、下側の組織が上側よりも速く伸長し、結果として幼葉鞘は上方へ屈曲します。これはオーキシンの生産や分解の変化ではなく、局所的な濃度勾配による現象です。
問8	答え 3 帰巣時の直線的な移動は、巣の位置を空間的に把握する定位能力によるものである。	ベニツチカメムシの帰巣行動は、単なる化学物質（フェロモン）の追跡や、光に対する反射的な反応（走光性）ではなく、巣の空間的な位置関係を把握する高度な定位能力によって制御されている。このため、実を発見した後は、探索時のような複雑な経路ではなく、巣へ向かって直線的に移動することが可能となる。
問9	答え 1 気温の低下に伴い、蒸散速度も緩やかに低下する。	蒸散速度は気孔の開閉や周囲の気温、湿度に大きく左右される。気温の低下は葉面付近の飽和水蒸気圧を下げ、蒸散を抑制する方向に働く。したがって、気温の低下が緩やかであれば、蒸散速度もそれに連動して緩やかに低下する。光合成速度の急増やP/T比の低下といった現象は、この気温低下に伴う蒸散速度の変化とは直接的な因果関係を持たない。

問1 細胞膜が残存しているスキンド筋において、ATPを添加しても筋収縮が起こらない条件下で、細胞内のカルシウム濃度を上昇させて収縮を誘導するために有効な手段はどれか。（2024年 全国公立入試 類似）

1. カルシウムチャンネルを強制的に開く薬剤を添加する
2. グルコースを大量に添加して解糖系を活性化する
3. 細胞外のナトリウムイオン濃度を低下させる
4. 細胞膜を完全に除去する処理を再度行う

問2 アズキの茎切片を用いた実験において、オーキシンとジベレリンを同時に添加した際の茎の伸長反応として最も適切な記述はどれか。（2011年 全国公立入試 類似）

1. オーキシン単独の場合よりも、茎の伸長がさらに促進される相乗効果が見られる。
2. オーキシンとジベレリンが拮抗的に作用するため、茎の伸長は全く起こらない。
3. オーキシン単独の場合と比較して、茎の伸長反応に変化は見られない。
4. ジベレリンがオーキシンの作用を阻害するため、茎の伸長は抑制される。

問3 化学物質Yと化学物質ZがニューロンXの反応に与える影響について、正しい記述はどれか。（2009年 全国公立入試 類似）

1. 化学物質Yは夜に分泌され、ニューロンXの反応を増強させる。
2. 化学物質Yは昼に分泌され、ニューロンXの反応を抑制させる。
3. 化学物質Zは化学物質Yの作用を促進し、夜の反応をさらに強める。
4. 化学物質Zを作用させると、夜間であってもニューロンXの反応が低下する。

問4 植物の花芽形成におけるフロリゲンの移動経路と作用部位の組み合わせとして、正しいものはどれか。（2016年 全国公立入試 類似）

1. 生成部位：葉、移動経路：師管、作用部位：茎頂分裂組織
2. 生成部位：根、移動経路：導管、作用部位：葉
3. 生成部位：茎頂分裂組織、移動経路：師管、作用部位：葉
4. 生成部位：葉、移動経路：導管、作用部位：根

問5 感覚細胞とその適刺激の組み合わせとして、正しいものはどれか。（2016年 全国公立入試 類似）

1. 味細胞：化学物質
2. 桿体細胞：緑色の光
3. 中耳の細胞：重力
4. 皮膚の細胞：紫外線

問6 尾に形成された眼を持つオタマジャクシにおいて、光刺激を用いた学習が成立するために必須となる神経接続の条件として、最も適切なものはどれか。（2021年 全国公立入試 類似）

1. 尾の眼から伸長した神経軸索が脊髄を経由して脳に到達すること
2. 尾の眼から伸長した神経軸索が消化管の神経系と結合すること
3. 尾の眼が本来の眼と神経的に統合され、視覚野で処理されること
4. 尾の眼が脊髄での反射弓を形成し、脳を介さずに学習を成立させること

問7 イネの栽培において、水田の水深を深く保つことで茎頂分裂組織を水中に没させる主な目的として、最も適切なものはどれか。（2022年 全国公立入試 類似）

1. 茎頂分裂組織の光合成効率を最大化し、成長を促進させるため
2. 気温が一時的に低下した際に、水温の安定性を利用して花粉形成を保護するため
3. 茎頂分裂組織を植物体の上半分に移動させ、倒伏を防ぐため
4. 花粉四分子の形成を早め、開花時期を人為的に調整するため

問8 ある植物組織の培養において、オーキシン濃度を0.1mg/l、サイトカイニン濃度を0.5mg/lに設定したところ、道管細胞への分化割合が31.2%となった。この実験結果から導き出される考察として最も適切なものはどれか。（2013年 全国公立入試 類似）

1. 道管細胞への分化にはオーキシンが不要であり、サイトカイニンのみが分化を決定する。
2. サイトカイニン濃度をさらに高めれば、分化割合は必ず31.2%よりも高くなる。
3. この条件下では、オーキシンとサイトカイニンの協調的な作用により道管細胞への分化が促進されている。
4. 道管細胞への分化はホルモン濃度に依存せず、細胞内の遺伝子発現のみによって決定される。

問9 ショウジョウバエの光走性において、紫外線に対する正の光走性が消失し負の光走性を示す変異体Yの特性として、正しいものはどれか。（2022年 全国公立入試 類似）

1. 特定の光受容細胞の分化が阻害されている。
2. 全ての光受容細胞の分化が完全に抑制されている。
3. 紫外線に対する光受容能力そのものが完全に欠如している。
4. 可視光に対する光走性も同時に完全に消失している。

答え合わせ・解説 No.8

問1	答え 1 カルシウムチャンネルを強制的に開く薬剤を添加する	スキンド筋は細胞膜が残存しているため、細胞内のカルシウム濃度が低い状態ではATPがあっても収縮しない。この場合、カルシウムチャンネルを強制的に開く薬剤を用いることで、細胞内のカルシウム濃度を上昇させ、筋収縮を誘導することができる。これは細胞膜の機能を維持したまま収縮制御を操作する手法である。
問2	答え 1 オーキシン単独の場合よりも、茎の伸長がさらに促進される相乗効果が見られる。	植物ホルモンであるオーキシンは、細胞壁の伸展性を高めることで茎の伸長を促進する働きがある。一方、ジベレリンも茎の伸長を促進する作用を持つ。アズキの茎切片を用いた実験では、これら二つのホルモンを同時に添加することで、単独で加えた場合よりも伸長が著しく促進されることが確認されている。このように、複数のホルモンが互いの作用を強め合う現象は相乗効果と呼ばれ、植物の成長調節において重要な役割を果たしている。
問3	答え 1 化学物質Yは夜に分泌され、ニューロンXの反応を増強させる。	化学物質Yは夜間に分泌され、ニューロンXの反応を増強する働きを持つ。一方、化学物質ZはYの作用を阻害する性質がある。したがって、Zを作用させるとYの増強効果が打ち消されるため、昼間であってもYが作用しているかのような状態、すなわち夜に近い反応を示すようになる。この仕組みにより、動物は環境の変化に応じてニューロンの感度を調節している。
問4	答え 1 生成部位：葉、移動経路：師管、作用部位：茎頂分裂組織	フロリゲンは、植物の葉において日長の変化を感知した結果として生成される。生成されたフロリゲンは、植物体内の有機養分などの輸送を担う師管を通して移動する。最終的に、茎の先端に位置する茎頂分裂組織に到達し、そこで花芽形成を誘導するシグナルとして機能する。導管は主に水や無機養分の輸送を担うため、フロリゲンの移動経路としては適切ではない。
問5	答え 1 味細胞：化学物質	味細胞は、水溶液中に溶けた化学物質を適刺激として受容する。桿体細胞は明暗を感じる細胞であり、特定の色の光を専門に受容するわけではない。重力は内耳の平衡斑などが受容するものであり、中耳は音の振動を伝達する器官である。また、皮膚が紫外線を受けて日焼けするのは生体反応であり、感覚受容としての適刺激ではない。
問6	答え 1 尾の眼から伸長した神経軸索が脊髄を経由して脳に到達すること	学習が成立するためには、外部からの光情報が中枢神経系である脳へと伝達される必要がある。尾に形成された眼から伸びる神経軸索が脊髄まで到達し、そこから脳へと接続されることで初めて光刺激が情報として処理される。軸索が脊髄まで到達していない個体では、光情報が脳に伝わらないため学習は成立しない。これは、学習という高次機能が脳の神経回路の活動に依存していることを示している。
問7	答え 2 気温が一時的に低下した際に、水温の安定性を利用して花粉形成を保護するため	イネの茎頂分裂組織は地面に近い位置に存在します。水は比熱が大きく温度変化が緩やかであるため、水田の水深を深くしてこの組織を水中に沈めることで、気温が急激に低下しても周囲の温度を安定に保つことができます。これにより、低温に敏感な花粉形成過程が保護され、冷害による不稔を回避する適応戦略が成り立っています。
問8	答え 3 この条件下では、オーキシンとサイトカイニンの協調的な作用により道管細胞への分化が促進されている。	実験において特定の濃度比で分化割合が最大値に近い値を示すことは、そのホルモンバランスが分化誘導に最適であることを示唆しています。オーキシンとサイトカイニンは、植物の発生過程において細胞分裂や分化を協調的に制御しており、一方のみでは正常な分化が起こらない場合が多いです。濃度を上げれば分化が進むという単純な比例関係ではなく、最適値が存在する点にホルモン調節の複雑さと精緻さがあります。
問9	答え 1 特定の光受容細胞の分化が阻害されている。	ショウジョウバエの紫外線に対する正の光走性は、特定の光受容細胞の分化に依存している。変異体Yにおいてこの走性が負に転じるのは、その特定の光受容細胞の分化が阻害されるためである。他の光受容細胞の分化や可視光に対する反応が全て消失しているわけではなく、特定の分化異常が走性の変化を引き起こしている。

問1 幼葉鞘を用いた光屈性の実験において、光の移動を遮断する雲母片を挿入した際の結果として、屈曲が起こらなくなる条件はどれか。（2014年 全国公立入試 類似）

1. 幼葉鞘の先端部を覆った場合
2. 幼葉鞘の先端と基部の間に、背光側から光の当たる側まで完全に雲母片を挿入した場合
3. 幼葉鞘の切断面に、オーキシンを透過させるゼラチン片を挟んだ場合
4. 幼葉鞘の先端部のみに光を当てた場合

問2 イネの種子発芽において、胚乳に蓄えられたデンプンが分解されて生じる物質と、その役割の組み合わせとして正しいものはどれか。（2025年 全国公立入試 類似）

1. グルコースが生成され、胚の成長のためのエネルギー源となる
2. グルコースが生成され、糊粉層の細胞壁を形成する
3. アミラーゼが生成され、胚の細胞分裂を促進する
4. ジベレリンが生成され、発芽のシグナルを停止させる

問3 植物が持つ光受容体であるフィトクロムが、光環境に応答して調節する生理現象として最も適切なものはどれか。（2020年 全国公立入試 類似）

1. レタスの種子の発芽促進
2. 茎の屈光性による光の方向への屈曲
3. 気孔の開閉による蒸散の調節
4. 根の重力屈性による下方への伸長

問4 動物の帰巢行動に関する記述として、誤っているものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 帰巢行動は、個体が特定の場所へ戻るために利用する一連の行動であり、学習や本能に基づくメカニズムが含まれる。
2. カメムシなどの昆虫において、帰巢行動の各フェーズで利用される手がかりは、常に同一の感覚器官によってのみ感知される。
3. 帰巢行動には、太陽コンパスや地磁気、あるいは化学物質による匂いの手がかりなどが利用されることがある。
4. 探索行動は、巣の近傍において、より詳細な手がかりを用いて最終的な位置を特定するために行われる。

問5 チャバネゴキブリの雄が雌に対して行う腹部伸展・後ずさり行動の発現メカニズムとして、最も適切なものはどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

1. 翅上げをしている雄が、雌の体表から揮発するフェロモンを感知し、雌の存在を確認することで発現する。
2. 腹部背面への物理的な接触刺激のみを感知し、反射的に腹部を伸展させて後ずさりを行う。
3. 翅上げの有無に関わらず、雌の体表に存在する特定のタンパク質を直接なめることで発現する。
4. 腹部背面にある感覚器が雌の体温を感知し、その熱刺激によって行動が誘発される。

問6 植物の成長に関与するオーキシンに関する記述として、最も適切なものはどれか。（2008年 全国公立入試 類似）

1. オーキシンは植物の各部位に含まれており、抽出液の希釈実験による屈曲角の比較からその量を推定できる。
2. オーキシンは主に根の先端で合成され、茎の基部に向かって輸送されることで屈曲を引き起こす。
3. オーキシンによる屈曲角は、抽出液の濃度に関わらず常に一定の値を示す。
4. オーキシンは植物のすべての部位で全く同じ濃度で存在し、部位による差は認められない。

問7 脊椎動物の行動とそれを制御する神経系の中枢の組み合わせとして、最も適切なものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 知能行動は大脳皮質が制御する
2. 反射行動は大脳皮質が制御する
3. 知能行動は延髄が制御する
4. 反射行動は小脳が制御する

問8 知能行動が反射行動や本能行動と決定的に異なる点は何か。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 個体の経験や学習の積み重ねによって、行動の内容が変化・改善される点。
2. 神経系を介さずに、細胞レベルの化学反応のみで完結する点。
3. 遺伝子によってあらかじめ決定されており、環境の影響を一切受けない点。
4. 種全体で共通しており、個体差が全く見られない点。

問9 ヒトの網膜における視細胞の分布と構造に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2019年 全国公立入試 類似）

1. 網膜の中央部である黄斑には錐体細胞が集中しており、明所での色覚に重要な役割を果たす。
2. 盲斑には桿体細胞が密集しており、暗所での視覚感度を維持する役割を担っている。
3. 錐体細胞は網膜の周辺部に多く分布し、主に暗所での物体の輪郭を捉えるために機能する。
4. 網膜のすべての領域において、錐体細胞と桿体細胞は均一な密度で分布している。

問10 筋収縮の潜伏期に含まれる生理学的プロセスとして、最も適切なものはどれか。（2011年 全国公立入試 類似）

1. 筋繊維内へのカルシウムイオンの再取り込み
2. 神経から筋への興奮伝達と興奮収縮連関
3. 筋収縮後の弛緩に伴うATPの消費
4. 筋繊維の長さが最大に達するまでの時間

答え合わせ・解説 No.9

問1	答え 2 幼葉鞘の先端と基部の間に、背光側から光の当たる側まで完全に雲母片を挿入した場合	オーキシンは先端部で合成された後、基部方向へ移動して細胞伸長を促します。先端と基部の間に雲母片を挿入して物理的に遮断すると、オーキシンが基部へ移動できなくなるため、細胞伸長が起こらず屈曲も生じません。ゼラチン片はオーキシンを透過させるため、屈曲は阻害されません。
問2	答え 1 グルコースが生成され、胚の成長のためのエネルギー源となる	イネの種子発芽のメカニズムにおいて、糊粉層で合成されたアミラーゼは、胚乳に蓄積されているデンプンを分解してグルコースを生成します。このグルコースは胚へと輸送され、呼吸基質として利用されることで、胚の成長に必要なエネルギーを供給します。この一連のプロセスは、植物が休眠から覚めて成長を開始するための重要なエネルギー供給経路です。
問3	答え 1 レタスの種子の発芽促進	フィトクロムは主に赤色光と遠赤色光を感知する光受容体であり、レタスの種子の発芽を促進することが古くから知られている。一方、茎の屈光性は主に青色光受容体であるフォトトロピンが関与する現象である。フィトクロムは光質を感知し、遺伝子発現やスプライシングの制御を通じて、植物の発芽や開花などの環境応答を調節する重要な役割を担っている。
問4	答え 2 カメムシなどの昆虫において、帰巣行動の各フェーズで利用される手がかりは、常に同一の感覚器官によってのみ感知される。	帰巣行動は、長距離の移動と近距離の探索という異なるフェーズで構成されます。長距離移動では太陽コンパスや地磁気などの広域的な情報が利用され、巣の近傍では匂いや局所的な視覚情報が利用されることが多いため、利用する感覚器官や手がかりはフェーズに応じて切り替わります。したがって、常に同一の感覚器官のみを利用するという記述は誤りです。
問5	答え 1 翅上げをしている雄が、雌の体表から揮発するフェロモンを感知し、雌の存在を確認することで発現する。	チャバネゴキブリの配偶行動において、雄の腹部伸展・後ずさり行動は、雌が雄の背面上に乗りかかり、分泌物をなめるといった一連の過程で重要な役割を果たす。この行動は、単なる物理的な接触刺激だけでは不十分であり、翅上げをしている雄が雌の体表から揮発するフェロモンを化学的に感知し、雌の存在を確実に認識することで初めて発現する。このメカニズムは、種特異的な配偶行動を維持するための重要な適応である。
問6	答え 1 オーキシンは植物の各部位に含まれており、抽出液の希釈実験による屈曲角の比較からその量を推定できる。	オーキシンは植物の成長を制御する重要なホルモンであり、その生理活性は濃度に依存する。アベナ胚鞘を用いた屈曲試験は、オーキシンの濃度を生物学的に定量する古典的かつ有効な手法である。抽出液を希釈して屈曲角の変化を観察することで、各部位に含まれるオーキシンの相対量を推定することが可能である。
問7	答え 1 知能行動は大脳皮質が制御する	脊椎動物の神経系では、役割分担が明確になされている。反射行動は、刺激に対して迅速かつ定型的に反応するため、脊髄が主導する。対照的に、知能行動は記憶、学習、推論といった高度な情報処理を必要とするため、大脳皮質がその中枢として機能する。延髄は呼吸や心拍などの生命維持、小脳は身体の平衡維持に重要な役割を持つ。
問8	答え 1 個体の経験や学習の積み重ねによって、行動の内容が変化・改善される点。	反射や本能は生得的で固定的な行動パターンであるのに対し、知能行動は学習というプロセスを介して後天的に獲得・修正される。これにより、個体は環境の変化に対して柔軟に対応することが可能となる。この柔軟性こそが知能行動の最大の特徴である。
問9	答え 1 網膜の中央部である黄斑には錐体細胞が集中しており、明所での色覚に重要な役割を果たす。	ヒトの網膜には光を受容する視細胞として錐体細胞と桿体細胞が分布しています。網膜の中央部である黄斑には錐体細胞が集中しており、明所での色覚や解像度に寄与します。一方、視神経が束となって眼球から出る部位には視細胞が全く存在せず、この領域を盲斑と呼びます。桿体細胞は黄斑の周辺部に多く分布し、暗所での感度が高いという特徴があります。
問10	答え 2 神経から筋への興奮伝達と興奮収縮連関	潜伏期は、神経に刺激が加わってから筋が収縮を開始するまでの期間である。この間、神経筋接合部での化学伝達物質の放出、筋細胞膜上の活動電位の伝播、そしてT管から筋小胞体への信号伝達によるカルシウムイオンの放出といった一連の興奮収縮連関が進行している。これら一連の化学的・電氣的反応が筋収縮という機械的反応を引き起こすための準備時間として機能している。

問1 神経伝達物質の放出に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2012年 全国公立入試 類似）

1. 神経終末に活動電位が到達すると、シナプス小胞が細胞膜と融合し、神経伝達物質が放出される。
2. 神経伝達物質は軸索内を移動する過程で、細胞体から神経終末へと能動的に合成される。
3. 神経終末における神経伝達物質の放出は、ゴルジ体による小胞形成と同時にされる。
4. 神経伝達物質が放出されるためには、軸索内部の微小管による小胞の形成が不可欠である。

問2 植物ホルモンであるオーキシンの作用に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2008年 全国公立入試 類似）

1. 茎の片側にオーキシンが蓄積すると、その側の細胞の伸長成長が促進され、反対側へ屈曲する。
2. 茎の片側にオーキシンが蓄積すると、その側の細胞の伸長成長が抑制され、蓄積した側へ屈曲する。
3. オーキシンは主に植物の根の先端で合成され、茎の先端部へ向かって輸送されることで成長を促進する。
4. オーキシンは細胞分裂を停止させる働きがあり、植物の休眠を誘導することで成長を抑制する。

問3 植物の屈性に関する記述として最も適切なものはどれか。（2007年 全国公立入試 類似）

1. 茎は光の方向に屈曲する正の光屈性を示す。
2. 根は重力と反対方向に屈曲する正の重力屈性を示す。
3. 茎は重力の方向に屈曲する正の重力屈性を示す。
4. 根は光の方向に屈曲する正の光屈性を示す。

問4 チャバネゴキブリの配偶行動において、雌の触角から抽出された化学物質が雄の行動を誘発する現象に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

1. 化学物質が雄の触角にある受容体に結合することで、配偶行動が誘発される。
2. 化学物質は視覚情報を補完する役割を持ち、暗所でのみ行動を誘発する。
3. 化学物質は空気の流れに乗る必要はなく、物理的な接触のみで行動を誘発する。
4. 化学物質は雄の体細胞分裂を促進し、配偶行動に必要なエネルギーを供給する。

問5 ある植物Aと植物Bを用いた接ぎ木実験において、花芽形成条件を満たした植物Aを台木とし、条件を満たしていない植物Bを接ぎ穂とした。このとき、植物Bに花芽が形成された理由として最も適切なものはどれか。（2014年 全国公立入試 類似）

1. 植物Aで合成された花成ホルモンが接ぎ木面を通過して植物Bの茎頂に到達し、花芽形成を誘導したから。
2. 植物Aから植物Bへ栄養分が大量に供給されたことで、植物Bの茎頂における細胞分裂が活性化したから。
3. 接ぎ木という物理的刺激により、植物Bの茎頂で花成ホルモンが新たに合成されるようになったから。
4. 植物Aと植物Bの維管束が結合したことで、植物Bの茎頂が植物Aの一部として認識され、花芽が形成されたから。

問6 ある植物において、15時から17時にかけて気温が25度から20度まで緩やかに低下した。このとき、蒸散速度の変化として最も適切なものはどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

1. 気温の低下に伴い、蒸散速度も緩やかに低下する。
2. 気温の低下に関わらず、蒸散速度は急激に上昇する。
3. 気温の低下により、蒸散速度は直ちに0になる。
4. 気温の低下は蒸散速度に一切影響を与えない。

問7 植物の茎の切り口に標識物質を与え、一定時間後に茎の各部位でその物質を検出することで移動速度を測定する実験を行う。切り口から0.25cm間隔で切片を切り出し、120分後に切り口から1.0cm離れた部位で標識物質が初めて検出された場合、この物質の茎における移動速度として最も適切なものはどれか。（2007年 全国公立入試 類似）

1. 0.25 cm/時間
2. 0.5 cm/時間
3. 1.0 cm/時間
4. 2.0 cm/時間

問8 植物ホルモンであるオーキシンとジベレリンの相互作用に関する記述として、正しいものはどれか。（2011年 全国公立入試 類似）

1. オーキシンとジベレリンを併用すると、相乗的に細胞の肥大成長が促進される
2. オーキシンは細胞の伸長を促進するが、ジベレリンは細胞の伸長を抑制する
3. ジベレリンはオーキシンの作用を打ち消すため、併用しても成長に変化はない
4. オーキシンとジベレリンの併用は、細胞分裂を完全に停止させる効果がある

問9 ある植物において、日長が12時間のときに開花まで60日を要し、日長が16時間に延びると開花まで40日を要した。このとき、日長が1時間延びるごとに開花までの日数は平均して何日減少すると考えられるか。（2008年 全国公立入試 類似）

1. 5日
2. 10日
3. 15日
4. 20日

答え合わせ・解説 No.10

問1	答え 1 神経終末に活動電位が到達すると、シナプス小胞が細胞膜と融合し、神経伝達物質が放出される。	神経伝達は、軸索を伝わってきた活動電位が神経終末に到達することで始まります。この刺激により、神経終末の膜電位が変化し、カルシウムイオンの流入が引き金となって、あらかじめ形成され待機していたシナプス小胞が細胞膜と融合（エキソサイトーシス）し、神経伝達物質がシナプス間隙へ放出されます。小胞の形成や輸送は放出の前段階のプロセスであり、放出そのものとは区別されます。
問2	答え 1 茎の片側にオーキシンが蓄積すると、その側の細胞の伸長成長が促進され、反対側へ屈曲する。	オーキシンは植物の成長を促進するホルモンであり、茎の組織に作用すると細胞の伸長を促します。幼葉鞘の切り口の片側にオーキシンを含む寒天片を置くと、オーキシンがその側の組織に移動して細胞の伸長成長を促進します。その結果、オーキシンを置いた側が反対側よりも長く伸びるため、植物体はオーキシンを置いた側とは反対の方向へ屈曲します。この現象は屈光性などの環境応答においても重要な役割を果たしています。
問3	答え 1 茎は光の方向に屈曲する正の光屈性を示す。	植物の屈性は刺激の方向に対する反応の向きで分類される。茎は光に向かって伸びるため正の光屈性を示し、重力に対しては反対方向（上向き）に伸びるため負の重力屈性を示す。一方、根は重力に従って下方に伸びるため正の重力屈性を示す。したがって、茎が正の光屈性を示すという記述が正しい。
問4	答え 1 化学物質が雄の触角にある受容体に結合することで、配偶行動が誘発される。	昆虫の配偶行動において、雌が放出する性フェロモンなどの化学物質は、雄の触角にある化学受容体に結合することで神経系に信号を送り、特定の行動パターンを誘発する。これは個体間のコミュニケーション手段であり、視覚や物理的接触とは異なる化学的なシグナル伝達系である。体細胞分裂の促進やエネルギー供給といった代謝的な役割とは直接関係がない。
問5	答え 1 植物Aで合成された花成ホルモンが接ぎ木面を通過して植物Bの茎頂に到達し、花芽形成を誘導したから。	接ぎ木実験において、花芽形成条件を満たした個体から満たしていない個体へ花芽形成が伝達される現象は、葉で合成された花成ホルモンが維管束（師管）を通過して移動することを示しています。このホルモンは移動先で茎頂の分化を促し、花芽形成を誘導します。栄養供給や物理的刺激ではなく、化学的な情報伝達物質であるフロリゲンの移動が本質的な要因です。
問6	答え 1 気温の低下に伴い、蒸散速度も緩やかに低下する。	蒸散速度は気孔の開閉や周囲の気温、湿度に大きく左右される。気温の低下は葉面付近の飽和水蒸気圧を下げ、蒸散を抑制する方向に働く。したがって、気温の低下が緩やかであれば、蒸散速度もそれに連動して緩やかに低下する。光合成速度の急増やP/T比の低下といった現象は、この気温低下に伴う蒸散速度の変化とは直接的な因果関係を持たない。
問7	答え 2 0.5 cm/時間	移動速度は、移動した距離を要した時間で割ることで算出できる。本実験では、120分（2時間）かけて1.0cmの距離を移動したことになる。したがって、 $1.0\text{cm} \div 2\text{時間} = 0.5\text{cm}/\text{時間}$ となる。オーキシンなどの植物ホルモンは、極性移動と呼ばれる特定の方向性を持った輸送機構により、細胞間を一定の速度で移動することが知られている。
問8	答え 1 オーキシンとジベレリンを併用すると、相乗的に細胞の肥大成長が促進される	植物ホルモンには、複数の種類が同時に作用することで単独時よりも大きな効果を生む相乗作用が存在する。オーキシンとジベレリンは、茎の伸長や肥大成長において互いに補完的あるいは相乗的に働き、組織の成長を促進する。特に茎切片の実験では、両者を併用することで、単独処理時よりも単位長さあたりの重さが増加し、太くなることが確認されている。
問9	答え 1 5日	日長が12時間から16時間へと4時間増加した際、開花までの日数は60日から40日へと20日減少している。この変化率を計算すると、 $20\text{日} \div 4\text{時間} = 5\text{日}/\text{時間}$ となる。したがって、日長が1時間延びるごとに開花までの日数は平均して5日減少するという関係が導き出される。