

※一般は物理・化学・生物から2科目選択
 学士は化学・生物必須
 ※試験時間100分で2科目を受験する

試験時間 100分

物理 1~12 ページ

化学 13~21 ページ

生物 22~35 ページ

- 注意事項**
- 出願の際に選択した2科目について解答すること。
 - 解答用紙(マークカード)は各科目につき1枚である。
 - 選択しない科目の解答用紙(マークカード)にも受験番号と氏名を記入し、全面に大きく×印をつけて、机の右端に置くこと。試験中に回収します。
 - 解答用紙(マークカード)に、氏名・フリガナ・受験番号の記入および受験番号のマークを忘れないこと。
 - マークはHBの鉛筆で、はっきりとマークすること。
 - マークを消す場合、消しゴムで完全に消し、消しくずを残さないこと。
 - 解答用紙(マークカード)は折り曲げたり、メモやチェックなどで汚したりしないように注意すること。
 - 各問題の選択肢のうち質問に適した答を1つだけ選びマークすること。1問に2つ以上解答した場合は誤りとする。
 - 問題用紙は解答用紙(マークカード)とともに机上に置いて退出すること。持ち帰ってはいけない。

【1】 真核生物の遺伝子とその発現に関する以下の問に答えなさい。

問1 DNAについての次の文を読み、以下の問に答えなさい。

DNAは多数の [1] からなる分子である。[1] を構成する [2] と [3] が交互に多数つながった二本の鎖がねじれながら横に並び、それぞれの鎖の [3] に結合している [4] 同士が弱く結合して二重らせん構造を形成している。真核生物では、DNAは [5] に巻き付いており、これがさらに折りたたまれて1本の [6] となっている。DNAの持つ遺伝情報はRNAに転写されるが、このときには二重らせん構造が部分的にほどかれてゆく。

1. 文中の [1] ~ [6] に最も適切な語をそれぞれ答えなさい。

- | | | |
|------------|----------|----------|
| ① アミノ酸 | ② 塩基 | ③ 核小体 |
| ④ グルコース | ⑤ 水素 | ⑥ 染色体 |
| ⑦ デオキシリボース | ⑧ 動原体 | ⑨ スクレオチド |
| ⑩ ヒストン | ⑪ フルクトース | ⑫ ポリペプチド |
| ⑬ リボース | ⑭ リン酸 | |

2. 転写についての記述として適切なものを答えなさい。なお、当てはまる記述が複数ある場合は、そのすべてを含む選択肢を答えなさい。 [7]

- A. リボソーム RNA (rRNA) が関与する。
 B. 運搬 RNA (tRNA) が関与する。
 C. 転写される領域において、DNA のどちらか一方の鎖が鋳型となって起こる。
 D. DNA 合成酵素が働く。
 E. イントロンも含めて転写される。
 F. RNA 合成において、鋳型鎖 DNA の塩基 T には RNA の塩基 U が対応する。
- | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ① A | ② B | ③ C | ④ D |
| ⑤ A, B | ⑥ B, F | ⑦ C, E | ⑧ D, F |
| ⑨ A, B, D | ⑩ A, D, E | ⑪ B, C, F | ⑫ C, E, F |

問2 ある生物由来の細胞Pでは、遺伝子Xからタンパク質xが合成される。タンパク質xの合成は、遺伝子Xの転写の段階で調節されており、3種類の調節タンパク質z1~z3が関わっていることがわかっている。すなわち、遺伝子Xの近傍の3か所には調節タンパク質が結合する領域(転写調節領域)Y1~Y3があり(図の1段目)、z1はY1、z2はY2、z3はY3のみにそれぞれ結合する。転写調節領域に結合した調節タンパク質z1~z3のそれぞれは、転写の開始あるいは抑制のどちらかのみを決まった作用を持つ。ところで、細胞Pと同じ生物由来であるが細胞Qとは別の3種類の細胞Q、R、Sを調べてみると、細胞RとSでもタンパク質xは合成されていたが、細胞Qでは合成されていなかった。そこで、細胞の種類の違いによって遺伝子Xの発現が異なる仕組みを調べる実験を行った。この実験についての次の文を読み、以下の問に答えなさい。ただし翻訳の段階における遺伝子Xの発現調節は無いものとする。

実験には、タンパク質の合成を蛍光を目安にして簡便に検出するために、蛍光タンパク質をつくる遺伝子(蛍光タンパク遺伝子)を用いた。まず、遺伝子Xの代わりに蛍光タンパク遺伝子を入れたDNAをプラスミドに組み込んで増やした。この組換えDNAを細胞P~Sのそれぞれに導入して、蛍光タンパク質の合成の有無を調べたところ、その結果は細胞P~Sにおけるタンパク質xの合成の有無と同様であった(図の1、2段目)。さらに、Y1~Y3の転写調節領域を、いろいろな組み合わせで蛍光タンパク遺伝子の近傍につなげたDNAをプラスミドに組み込んで増やした。そして、これらの組換えDNAを別々に細胞P~Sのそれぞれに導入して、蛍光タンパク質の合成の有無を調べたところ、図に示す結果が得られた(図の3~6段目)。また、Y1~Y3のすべてが欠損している場合にはタンパク質xの合成は起こらなかった。なお、組換えDNAの作製によって新たに生じた連結部分は、実験結果に影響を与えなかったものとする。



図 遺伝子X、蛍光タンパク遺伝子、転写調節領域の配置、およびタンパク質の合成の有無
 図の1段目は、遺伝子Xとその転写調節領域Y1~Y3のDNA上の配置と、細胞P~Sでのタンパク質xの合成の有無を示す。2~6段目は、実験に使用した組換えDNAの一部と、これらをそれぞれ細胞P~Sに導入したときの、蛍光タンパク質の合成の有無を示す。○は「合成あり」、×は「合成なし」を示す。

1. 文中の下線部で行う実験についての記述として適切なものを答えなさい。なお、当てはまる記述が複数ある場合は、そのすべてを含む選択肢を答えなさい。 8

- A. Y1～Y3のそれぞれは、細胞Qから取り出したDNAを、PCR法を用いて増幅させることにより多量に調製できる。
 B. プラスミドにDNA断片を連結するときは、それぞれを異なる種類の制限酵素で切断しておく。
 C. 組換えDNAを作製するときは、DNAの片方の鎖のみ用いる。
 D. 大腸菌に入ったプラスミドは、大腸菌のDNAに組み込まれて増殖する。
- ① A ② B ③ C ④ D
 ⑤ A, B ⑥ A, C ⑦ A, D ⑧ B, C
 ⑨ B, D ⑩ C, D

2. 上記の実験から、調節タンパク質z1～z3は、転写調節領域Y1～Y3に結合することでどのように働くか判断できるか、適切なものを 9 , 11 , 13 は【選択肢1】から、10 , 12 , 14 は【選択肢2】から、それぞれ答えなさい。なお 9 , 11 , 13 に当てはまる細胞が複数ある場合は、そのすべてを含む選択肢を答えなさい。

- (1) z1は細胞 9 でつくり、Y1に結合することで遺伝子Xの転写を 10 働きがある。
 (2) z2は細胞 11 でつくり、Y2に結合することで遺伝子Xの転写を 12 働きがある。
 (3) z3は細胞 13 でつくり、Y3に結合することで遺伝子Xの転写を 14 働きがある。

【選択肢1】

- ① P ② Q ③ R ④ S
 ⑤ P, Q ⑥ P, R ⑦ P, S ⑧ Q, R
 ⑨ Q, S ⑩ R, S ⑪ P, Q, R ⑫ P, Q, S
 ⑬ Q, R, S ⑭ P, Q, R, S

【選択肢2】

- ① 促進する ② 抑制する

3. Y1とY2のみを蛍光タンパク遺伝子につなげた組換えDNAを用いて同様の実験を行った場合、細胞P～Sでの蛍光タンパク質の合成はどのようになるか考えられるか、最も適切なものを答えなさい。ただし、選択肢は、「合成あり(O)」または「合成なし(X)」を細胞P, Q, R, Sの順で記載してある。 15

- ① X, X, X, X ② O, X, X, X ③ X, O, X, X
 ④ X, X, O, X ⑤ X, X, X, O ⑥ O, X, O, X
 ⑦ X, O, X, O ⑧ O, O, O, X ⑨ O, O, X, O
 ⑩ O, X, O, O ⑪ X, O, O, O ⑫ O, O, O, O

4. 調節タンパク質z1～z3をつくる遺伝子をそれぞれZ1～Z3とする。以下の記述に当てはまる細胞として適切なものを答えなさい。ただし、翻訳の段階における遺伝子Z1～Z3の発現調節は無いものとする。なお、当てはまる細胞が複数ある場合は、そのすべてを含む選択肢を答えなさい。また、当てはまる細胞が無い場合には⑮「なし」を答えなさい。

- (1) Y1とZ1の両方が転写されている。 16
 (2) Z2が転写されている。 17
 (3) Z2とZ3の両方が転写されている。 18
- ① P ② Q ③ R ④ S
 ⑤ P, Q ⑥ P, R ⑦ P, S ⑧ Q, R
 ⑨ Q, S ⑩ R, S ⑪ P, Q, R ⑫ P, Q, S
 ⑬ Q, R, S ⑭ P, Q, R, S ⑮ なし

【II】 2種の生物材料を用いた細胞分画に関する次の文を読み、以下の間に答えなさい。

ある生物材料Aに8.6%スクロースを含むpH7.2の1.0%リン酸緩衝液(a液)を加え、破碎装置を用いて細胞をすりつぶした。細胞破碎液をガーゼでろ過し、ろ液を800×g(重力の800倍の力)で10分間遠心分離した。得られた沈殿に含まれる主成分を精製*してからa液に懸濁し、試料F1とした。F1には二重の膜で包まれた構造体が含まれていた。

800×gでの遠心分離後の上澄みを20,000×gで20分間遠心分離した後、得られた沈殿に含まれる主成分を精製してからa液に懸濁し、試料F2とした。F2には二重の膜で構成された構造体が含まれていた。

20,000×gでの遠心分離後の上澄みを100,000×gで60分間遠心分離した後、得られた沈殿に含まれる主成分を精製してからa液に懸濁し、試料F3とした。F3には一重の膜から成る袋状の構造体が含まれ、構造体の表面には粒子状の物体が付着していた。

100,000×gでの遠心分離後の上澄みを150,000×gで180分間遠心分離した後、得られた沈殿に含まれる主成分を精製してからa液に懸濁し、試料F4とした。F4には膜から成る構造体は含まれず、F3でみられたのと同じ粒子状の物体が含まれていた。また、150,000×gでの遠心分離後の上澄みをセロファンチューブに入れ、大量の0.2%リン酸緩衝液(pH7.2)に長時間浸した後、チューブの中身を取り出し、これを試料F5とした。F5は透明な液体であった。

もう一方の生物材料Bに13.7%スクロースを含むpH7.2の1.0%リン酸緩衝液(b液)を加え、破碎装置を用いて細胞をすりつぶした。細胞破碎液をガーゼでろ過し、ろ液を800×gで10分間遠心分離した。得られた上澄みを8,000×gで3分間遠心分離した後、得られた沈殿に含まれる主成分を精製してからb液に懸濁し、試料F6とした。F6には二重の膜で包まれた構造体が含まれており、さらにその内部には袋状の構造体が多数存在していた。

*この実験では、分画した各成分をさらに密度勾配遠心法によって精製した。

問1 使用した生物材料は以下のA～Dのいずれかであった。AとIの組み合わせとして最も適切なものを答えなさい。 19

- A. オオカナダモ B. クロストリジウム C. ニワトリの肝臓 D. ネンジュモ
- ① A, A I, B ② A, A I, C ③ A, A I, D
 ④ A, B I, A ⑤ A, B I, C ⑥ A, B I, D
 ⑦ A, C I, A ⑧ A, C I, B ⑨ A, C I, D
 ⑩ A, D I, A ⑪ A, D I, B ⑫ A, D I, C

問2 細胞分画を行っている間、試料の温度をどの範囲に保つたらよいか、最も適切な範囲を答えなさい。 20

- ① 0～4℃ ② 10～14℃ ③ 20～24℃ ④ 30～34℃ ⑤ 35～40℃

問3 細胞を破碎する際の緩衝液にスクロースを加える理由として最も適切なものを答えなさい。 21

- ① タンパク質の変性を防ぐ。
 ② タンパク質の分解を防ぐ。
 ③ リン脂質の酸化を防ぐ。
 ④ リン脂質の分解を防ぐ。
 ⑤ 細胞小器官の膜が機械的に破壊されるのを防ぐ。
 ⑥ 破壊された細胞小器官の膜が修復されるのを助ける。
 ⑦ 細胞小器官が浸透圧によって破壊されるのを防ぐ。
 ⑧ 細胞小器官の機能を維持するためのエネルギー源を供給する。

問4 以下の部位、または構造体は試料F1～F6のどれに含まれるか、最も適切な試料を答えなさい。

1. クリステ 22
 2. グラナ 23
 3. 核小体 24
- ① F1 ② F2 ③ F3 ④ F4 ⑤ F5 ⑥ F6

問 5 試料 F2 に ADP を加え、6 等分した。1 つには何の操作も加えず、残りの 5 つには以下の 1 ~ 5 に示す操作をそれぞれ加えた後、これら 6 つの試料をそれぞれ密閉容器に封入し、温度を 30℃ に保った。1 時間後、1 ~ 5 の操作を加えた試料内の O₂、CO₂、および ATP 濃度は無操作のものに比べてどのように変化したか、最も適切な結果をそれぞれ答えなさい。ただし、無操作のものでは、試料内の O₂、CO₂、および ATP 濃度は 1 時間の測定の前後で変化しなかった。また、1 ~ 5 に示す操作による試料の体積変化は無視できるものとする。さらに、選択肢の各項目に続く記号のうち、↑は〔無操作のものより増加〕、↓は〔無操作のものより減少〕、→は〔無操作のものと同じ〕を表す。シアン化カリウム (KCN) は電子伝達系の反応を阻害する試薬であり、ジニトロフェノール (DNP) は電子伝達系には影響を及ぼさないが、膜を隔てた H⁺ の濃度勾配の形成を阻害する試薬である。なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。

- グルコースを加え、構造体の内膜の外側におけるグルコース濃度を高くした。
25
 - ピルビン酸を加え、構造体の内膜の内側におけるピルビン酸濃度を高くした。
26
 - 構造体の内膜の内側における還元型補酵素 X・2 [H] 濃度を高くする操作を加えた。
27
 - KCN を加え、さらに上記 3 と同じ操作を行った。
28
 - DNP を加え、さらに上記 3 と同じ操作を行った。
29
- ① O₂ ↓, CO₂ ↓, ATP ↑ ② O₂ ↓, CO₂ ↓, ATP →
 ③ O₂ ↓, CO₂ ↑, ATP ↑ ④ O₂ ↓, CO₂ ↑, ATP →
 ⑤ O₂ ↓, CO₂ →, ATP ↑ ⑥ O₂ ↓, CO₂ →, ATP →
 ⑦ O₂ →, CO₂ ↓, ATP ↑ ⑧ O₂ →, CO₂ ↓, ATP →
 ⑨ O₂ →, CO₂ ↑, ATP ↑ ⑩ O₂ →, CO₂ ↑, ATP →
 ⑪ O₂ →, CO₂ →, ATP ↑ ⑫ O₂ →, CO₂ →, ATP →

問 6 試料 F4 に含まれる粒子状の物質が持つ機能や性質についての記述として適切なものすべてを含む選択肢を答えなさい。
30

- A. ペプチド結合形成の反応を触媒する。 B. RNA スプライシングを行う。
 C. アミノ酸を tRNA に結合させる。 D. mRNA に結合する。
 E. DNA に結合する。 F. DNA を分解する。
 G. RNA を分解する。 H. ゴルジ体に結合する。
- 小胞体に結合する。
 ① A, B ② A, E ③ B, C ④ B, D
 ⑤ B, G ⑥ D, E ⑦ D, G ⑧ D, I
 ⑨ E, F ⑩ H, I ⑪ A, C, D ⑫ A, D, I
 ⑬ B, D, G ⑭ C, H, I ⑮ D, H, I

問 7 試料 F5 にはある反応系 (反応系 R) が含まれ、その最終産物は F2 に存在する反応系の基質となる。F5 を 30℃ に保ち、そこにグルコースと ADP を加えたが、反応系 R の反応は起こらなかった。反応系 R の反応を開始させ、それを持続させるためには、さらにある物質を加える必要があった。加えるべき物質として適切なものを答えなさい。なお、当てはまる物質が複数ある場合は、そのすべてを含む選択肢を答えなさい。ただし、以下の A ~ G はいずれもセロファン膜を透過する物質である。
31

- A. ATP B. 還元型補酵素 X・2 [H] C. クエン酸
 D. 補酵素 X E. 酸素 F. 乳酸 G. ピルビン酸
- ① A ② B ③ C ④ D ⑤ E
 ⑥ F ⑦ G ⑧ A, B ⑨ A, C ⑩ A, D
 ⑪ A, F ⑫ D, E ⑬ E, F ⑭ E, G

問 8 試料 F6 を 2 等分し、一方にはシュウ酸鉄 (II) を、他方にはシュウ酸鉄 (III) を加えた。これらをそれぞれ別々の透明な密閉容器に入れ、真空ポンプを用いて気体成分を除去した。温度を 30℃ に保ち、密封したまま光を照射したところ、一方の試料のみから 1 時間気体が発生し続けた。このとき、気体が発生した試料で起こっていた反応として適切なものをすべて含む選択肢を答えなさい。ただし、[C_n] は炭素数 n の化合物、e⁻ は電子を表す。
32

- A. ADP + リン酸 → ATP
 B. ATP → ADP + リン酸
 C. CO₂ + [C₃] → 2 [C₂]
 D. [C₂] → [C₃] + CO₂
 E. 2 H₂O → O₂ + 4 e⁻ + 4 H⁺
 F. O₂ + 4 e⁻ + 4 H⁺ → 2 H₂O
 G. シュウ酸鉄 (III) + e⁻ → シュウ酸鉄 (II)
 H. シュウ酸鉄 (II) → シュウ酸鉄 (III) + e⁻
- ① A, C ② A, E ③ A, G ④ B, C
 ⑤ B, F ⑥ B, H ⑦ C, E ⑧ C, H
 ⑨ D, E ⑩ D, G ⑪ E, F ⑫ E, G
 ⑬ A, E, G ⑭ B, C, G ⑮ D, E, H

【III】 感覚に関する以下の問に答えなさい。

問 1 ヒトの聴覚と平衡感覚についての以下の文が正しい場合は○ [正しい] をマークしなさい。また誤っている場合は、正しい文になるように下線部と入れ替える最も適切な語を答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。

- 音波振動は内耳にあるうずまき管の聴細胞を興奮させる。
33
 - 音波が伝わると、うずまき管では最初に前庭階のリンパ液が振動する。
34
 - 耳管 (エウスタキオ管) の適刺激は可聴音である。
35
 - 半規管 (三半規管) の内部にある感覚 (有毛) 細胞上に平衡石 (耳石) がある。
36
 - 半規管 (三半規管) は重力の方向や身体の傾きを感じることができる。
37
- ① 外 耳 ② 鼓室階 ③ コルチ器 ④ 軸 索
 ⑤ 耳小骨 ⑥ 樹状突起 ⑦ 前 庭 ⑧ 中 耳
 ⑨ チン小帯 ⑩ 毛様体 ⑪ ランビエ絞輪 ⑫ 正しい

問 2 ヒトの視覚についての以下の問に答えなさい。

1. 図 1 は被験者の周りを明るい状態、あるいは暗い状態のどちらかにしたときの、視細胞の興奮に必要な最小限の光の強さ (視細胞の光の強さに対する閾値) の変化を示している。この図についての以下の問に答えなさい。

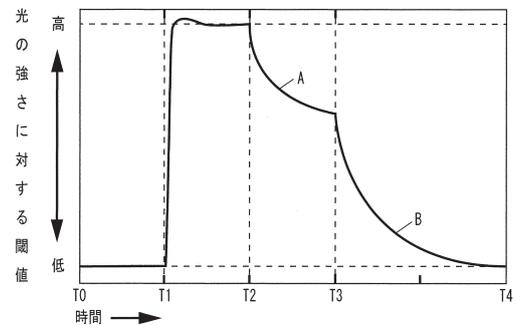


図 1 ヒトの視細胞の興奮に必要な閾値の変化

(1) 被験者の周りが暗い状態である時間帯として適切なものを答えなさい。なお、当てはまる時間帯が複数ある場合は、そのすべてを含む選択肢を答えなさい。
38

- ① T0 ~ T1 ② T1 ~ T2 ③ T2 ~ T3
 ④ T3 ~ T4 ⑤ T2 ~ T4 ⑥ T0 ~ T1, T2 ~ T3
 ⑦ T0 ~ T1, T2 ~ T4 ⑧ T1 ~ T2, T3 ~ T4

(2) 図 1 において、A と B の部分は T2 ~ T3、あるいは T3 ~ T4 における閾値の変化をそれぞれ示している。これらの部分の閾値を決めている視細胞の名称として、最も適切なものをそれぞれ答えなさい。

- A の部分 39
 - B の部分 40
- ① かん体細胞 ② 色素細胞 ③ 視神経細胞
 ④ シュワン細胞 ⑤ 錐体細胞 ⑥ 連絡細胞

(3) 光に反応する物質 (視物質) の分解速度が最大の時間帯として最も適切なものを答えなさい。
41

- ① T0 ~ T1 ② T1 ~ T2 ③ T2 ~ T3
 ④ T3 ~ T4 ⑤ T1 ~ T4 ⑥ T2 ~ T4

2. 図2は眼球の断面の模式図を示している。この図についての以下の間に答えなさい。

(1) 図2(a)に示す組織ア～エの名称として、最も適切なものをそれぞれ答えなさい。

ア イ ウ エ

- ① おおい膜 ② 角膜 ③ 強膜 ④ 結膜
⑤ 鼓膜 ⑥ 粘膜 ⑦ 脈絡膜 ⑧ 網膜

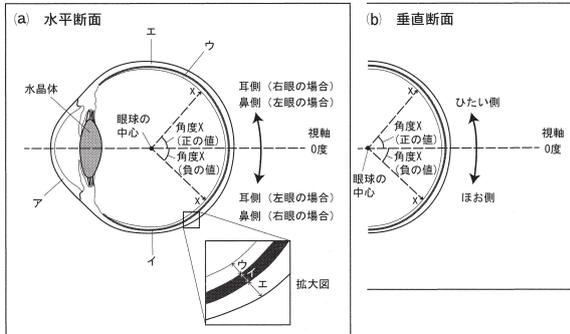


図2 眼球の断面模式図

(a) 水平断面と(b) 垂直断面を示す。ただし、視神経と黄斑は表示されていない。

(2) 図2(a)または(b)のそれぞれにおいて、ウ上の任意の位置xを、xと眼球の中心を結んだ線と視軸(水晶体の中心と眼球の中心を通る線)に挟まれた間の角度X(度)で表す。図においてxが視軸より上側の場合はXは正の値、反対に下側の場合はXは負の値である。以下の条件のとき、角度Xと視細胞の密度Y(設問によってはウ上の各部の視力Y)との関係を、最も適切に示しているグラフを図3よりそれぞれ答えなさい。ただし、ここでいう視力とは、ウ上に結像する対象物の像をどのくらい鮮明にとらえられるかを表す。なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。

- 1) 右眼の水平断面における、角度Xと の密度Yとの関係
 2) 左眼の水平断面における、角度Xと の密度Yとの関係
 3) 右眼の垂直断面における、角度Xと の密度Yとの関係
 4) 左眼の水平断面における、明るい場所での角度Xと視力Yとの関係
 5) 左眼の垂直断面における、暗い場所での角度Xと視力Yとの関係

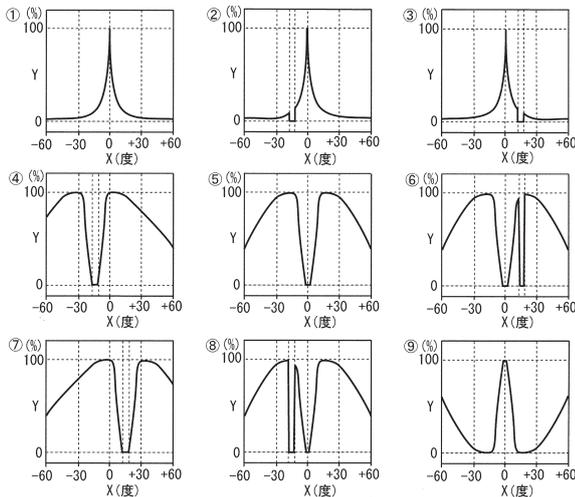


図3 角度Xと密度Y、あるいは視力Yとの関係図

縦軸Yはそれぞれの条件における最大値を100%とした場合の相対値を表し、横軸Xはウ上の位置を角度で表している。

3. 眼の構造と働きについての記述として適切なものをすべて含む選択肢を答えなさい。

A. 弱い光の星を見る場合、その星を凝視しない方が見やすい。

B. 暗順応とは と の光に対する感度がどちらも低下することである。

C. 盲斑には が存在する。

D. 黄斑には は存在するが、 は存在しない。

E. 暗い場所では色の識別がしにくい。

- ① A, B ② B, C ③ C, D ④ C, E
 ⑤ A, D ⑥ B, E ⑦ A, B, D ⑧ A, B, E
 ⑨ A, C, E ⑩ A, D, E ⑪ B, C, D ⑫ C, D, E