

平成 25 年度
入 学 試 験 問 題

理 科

物 理 (1 頁 ~ 4 頁)	}	から 2 科目 選択
化 学 (5 頁 ~ 9 頁)		
生 物 (11 頁 ~ 20 頁)		

注意：答えはすべて解答用紙に記入しなさい。

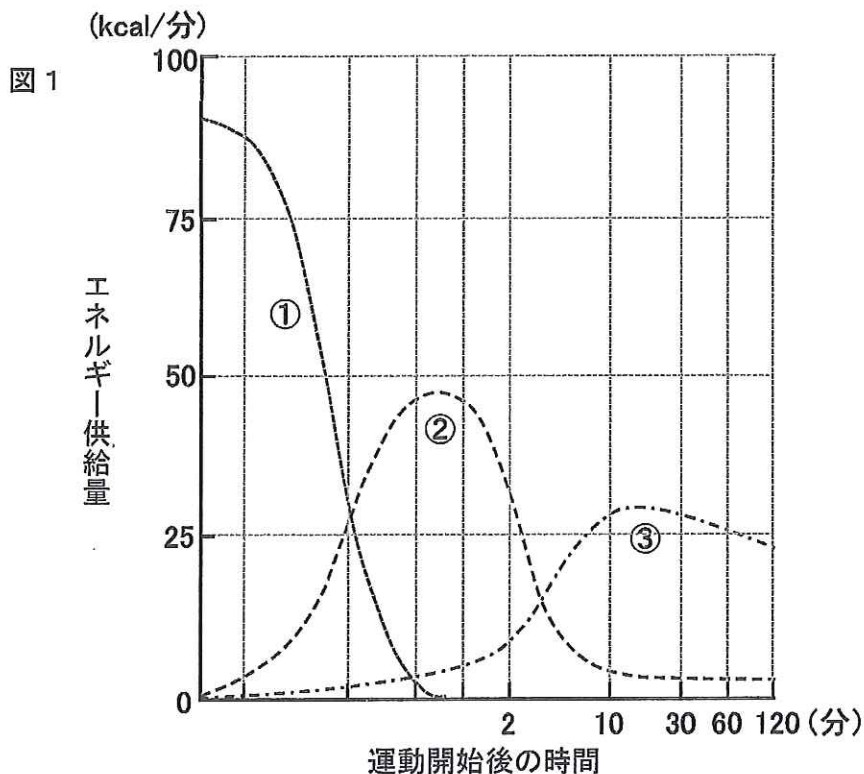
生 物 (その1)

第1問 筋肉に関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

脊椎動物の骨格筋は、筋繊維が束になってできている。筋繊維の中には、(ア)の束が小胞体やミトコンドリアなどの細胞小器官とともに存在している。(ア)は筋収縮をになう主要タンパク質であるアクチンと(イ)が整然と配列した(ウ)という単位がくり返した構造をとっている。(イ)がATPを分解した際に生じるエネルギーを用いて骨格筋は収縮する。

筋収縮には多量のATPを必要とするが、細胞内に蓄積されているATPは運動開始直後にすみやかに消費される。安静時には主に呼吸によってATPを得ているが、呼吸では間に合わないようなときには解糖によってATPを獲得する。筋肉には多量のATPを蓄積しておくことはできないので、それを補うためにクレアチンリン酸の形で筋肉内にエネルギーを貯蔵しておき、クレアチンキナーゼの働きによってADPからATPを再合成するしくみが備わっている。このように、(1)呼吸、解糖、クレアチンリン酸の3つの系が骨格筋へのエネルギー供給源の代表的なものである。図1は、これら3つの系が、運動を開始した骨格筋へ供給するエネルギー量の時間経過を示したものである。

骨格筋の筋繊維は、収縮速度やエネルギー代謝の特徴などから、遅筋と速筋、さらにその中間の性質をもつタイプの3つに分類される。この3つのタイプの筋繊維が骨格筋に含まれる割合には生まれつきの個人差があり、この差によってスポーツ種目の適性が分かれることもある。遅筋はゆっくり収縮し、持久力を引き出すときに使われる。速筋はすばやく収縮することができるので、瞬発力を引き出すときに使われる。手足の基部を特別なベルトで圧迫し、対象とする手足の血流量を制限した状態で運動する(2)加圧トレーニングを行うことにより、効果的に筋肥大と筋力増強を促すことができる。これは、血流量を制限することで、筋での(エ)供給量の不足が起こり、その結果、(オ)が蓄積することにより、脳に信号が送られて(カ)が分泌されるためである。



生 物 (その2)

問1 文中の(ア)～(カ)に適語を記せ。

問2 下線部(1)について、

- i) a) 呼吸, b) 解糖, c) クレアチンリン酸などから供給されるエネルギーは, 図1の①～③のどれに相当するか。それぞれ適当と思われるものを1つずつ選び, その番号を記せ。
- ii) a) 呼吸によって1分子のグルコースから得られるATPの分子数, b) 解糖によって1分子のグルコースから得られるATPの分子数, c) クレアチンリン酸1分子から得られるATPの分子数はそれぞれいくつか, 記せ。
- iii) 運動開始から10秒後の骨格筋への全エネルギー供給量はおよそどれくらいか, 記せ。

問3 遅筋, 速筋はそれぞれ赤筋, 白筋とも呼ばれる。この色の違いは, あるタンパク質の濃度の差を反映している。あるタンパク質とは何か, その名称を記せ。

問4 次の①～⑦の中から, 速筋よりも遅筋の性質を表していると思われるものを2つ選び, その番号を記せ。

- ① 筋繊維中のミトコンドリアの数が多。
- ② 筋繊維中のグリコーゲンの貯蔵量が多い。
- ③ 筋繊維を取り巻いている毛細血管の数が多。
- ④ 内臓に多。
- ⑤ 加齢により減少しやすい。
- ⑥ 疲労しやすい。
- ⑦ 張力が大きい。

問5 下線部(2)について, 加圧トレーニングにより筋肥大が効果的に起きるのは,

- a) 遅筋と b) 速筋のどちらと考えられるか。どちらか一方を選び, その記号を記せ。また, それを選んだ理由を簡潔に記せ。

生 物 (その3)

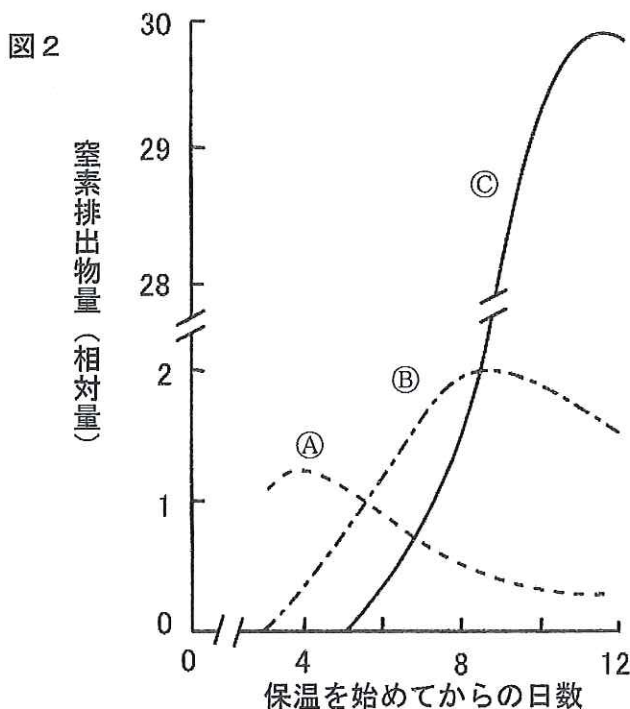
第2問 脊椎動物における窒素化合物の代謝に関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。ただし、文中の記号 (A) ~ (C) は、それぞれ図2の記号に対応している。

タンパク質や核酸は動物の体内で分解されると、水と二酸化炭素の他に窒素化合物である (A) を生ずる。この物質は生体には有害なので、ただちに体外に排出されるか、もしくは毒性の低い窒素化合物である (B) あるいは (C) に変えられた後、体外に排出される。

脊椎動物は最初、海の中で誕生したと考えられているが、水の中で生活する魚類は窒素化合物を (A) の形で水中に排出している。その後、脊椎動物の中から両生類が進化して陸に進出するようになったが、陸に上がることによって、必要なときにいつでも十分な水が得られるとは限らなくなった。水を節約するために (A) を濃縮して排出しようとする、その毒性のために、排出器官などに障害が発生するおそれがある。そのために、(1) 両生類は (A) を毒性が低く水に溶けやすい (B) に変換する手段を獲得したと考えられている。

進化の過程で、水を通さず乾燥に耐える卵殻をもつようになった (2) 爬 (は) 虫類では、胚が排出する可溶性窒素化合物が卵内にため込まれると、危険なレベルにまで集積するおそれがある。 そのために、爬虫類では体内で生成する (A) を (B) ではなく、水に溶けにくい (C) に変えて排出するようになった。その後、(3) 爬虫類から鳥類が誕生して生活圏を空中へと広げようになると、(B) から (C) への変化は鳥類にとってさらに有利に働くこととなった。 しかし、鳥類は発生の初期から (C) を排出しているわけではない。ニワトリ胚の発生過程で、排出される窒素化合物の種類を調べてみると、図2に示すように、最初に (A) が現れ、次に (B)、そして (C) へ変わっていくことがわかった。

ヘッケルは、脊椎動物の初期胚はみな似かよった形をしているものの、発生が進むにつれて次第に各動物の特徴が現れてくることを観察し、発生過程の短い期間に進化の長い過程が再現されていると考え、(4) 「個体発生は系統発生をくり返す」と表現した。 ニワトリ胚発生中に排出される窒素化合物の変化は、形態的な観察から唱えられたヘッケルの説を、機能的にも証明するものとして注目された。



生 物 (その4)

問1 文中の (A) ~ (C) に適語を記せ。

問2 下線部 (1) について、

- i) この代謝経路の名称を記せ。
- ii) この代謝経路が存在している器官の名称を記せ。

問3 下線部 (2) について、爬虫類の卵で毒性の低い (B) をため込むことは、なぜ危険と考えられるのか、簡潔に記せ。

問4 下線部 (3) について、(B) から (C) への変化が鳥類にとって有利なのは、どのような理由によるものと考えられるか、簡潔に記せ。

問5 下線部 (4) について、この説は何と呼ばれているか、記せ。

問6 a) カエルと b) オタマジャクシでは、窒素化合物の排出をどのような物質で行っていると考えられるか。(A) ~ (C) の中から、もっとも適当と思われるものを選び、それぞれ記号で記せ。

問7 ヒトでは窒素化合物は基本的に (B) の形で排出しているが、代謝の過程で (C) が生成することもあり、結晶化した (C) が関節などに集積して激しい痛みを生じることがある。

- i) このような疾患は一般に何と呼ばれるか、その名称を記せ。
- ii) (C) はヒトではどのような物質から生成されるか、その名称を記せ。

生 物 (その5)

第3問 ミトコンドリアに関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

ミトコンドリア (mitochondria) の語源は、mito=「糸」 chondria=「粒」で、その形態に由来している。ミトコンドリアの模式図として、教科書ではよく図3のように描かれているが、実際の細胞内での形(図4)は、その名が示すとおり、細長くのびた糸状を呈していることが多い。図3に示すように、ミトコンドリアは外膜と内膜の二重の膜で包まれた構造をしている。解糖系の最終産物である(1) ピルビン酸はミトコンドリアの(ア)に存在するクエン酸回路によって完全に分解され、二酸化炭素と多量の[H]が生じる。[H]は補酵素Xと結合した後、

(イ)に存在する電子伝達系に運ばれる。電子伝達系のタンパク質の間で電子が受け渡される際に、水素イオンは(ウ)から(エ)へくみ出される。(2) ATPは、この水素イオンの濃度勾配を利用して、ATP合成酵素により合成される。そしてエネルギーを運んだ電子は、水素イオンとともに最終的に酸素と結合して水になる。

ミトコンドリアは、二重の膜に包まれていること、独自のDNAをもっていることなどから、大昔に好気性の細菌が真核生物の内部に共生したものと考えられている。(3) ヒトのミトコンドリアのDNAは環状で、約16,500塩基対の大きさをもつ。ミトコンドリアDNAには、全部で37個の遺伝子がのっているが、そのうち13個は呼吸関係の酵素、2個はrRNA、そして残りの22個はtRNAの遺伝子である。また、Dループと呼ばれる遺伝子がのっていない1,100塩基対の領域が存在している。

DNAの塩基配列は、放射線や化学物質などさまざまな要因によって長い年月の間に少しずつ変化していくが、(4) ミトコンドリアDNAの塩基配列は、核内のDNAの塩基配列と比べて、5倍から10倍くらいの速さで変化することが知られている。このことを利用して、ヒトの進化や系統を調べたりするのに、ミトコンドリアDNAがよく用いられている。また、ミトコンドリアDNAの変異が原因で起こるミトコンドリア病も知られるようになってきた。(5) ミトコンドリアDNAの3分の1が欠失することで発症する慢性進行性外眼筋麻痺症候群(CPEO)は、筋組織や神経組織で障害が現れる病気で、母性遺伝はしない。CPEOの診断は、チトクロームc酸化酵素を欠損した筋繊維を検出することにより行われる。血液での遺伝子検査だけでは変異が見つからないことがある。

細胞内でのミトコンドリアの挙動を調べるために、ミトコンドリアに特異的に取り込まれてミトコンドリアを染色することのできる蛍光色素を用いた実験が行われた。緑色の蛍光色素でミトコンドリアを染色した細胞と、赤色の蛍光色素でミトコンドリアを染色した細胞をそれぞれ用意して、この2つの細胞を培養下で融合させた。その後、細胞を生きたまま観察することのできる蛍光顕微鏡を使って、ミトコンドリアの観察を続けた。その結果、(6) 10分後には赤色と緑色のものの他に、黄色に見えるミトコンドリアが現れ、2時間後にはほとんどのミトコンドリアが黄色に見えるようになった。

生 物 (その6)

図3

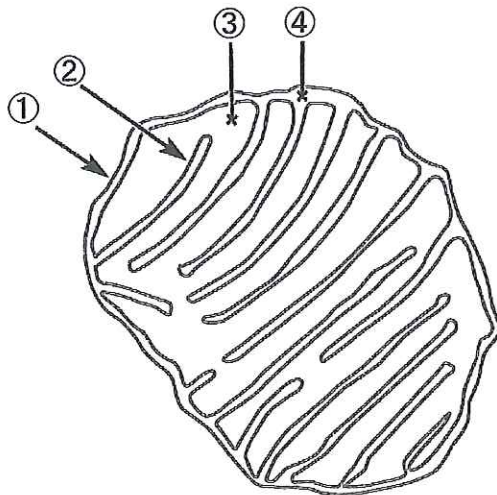
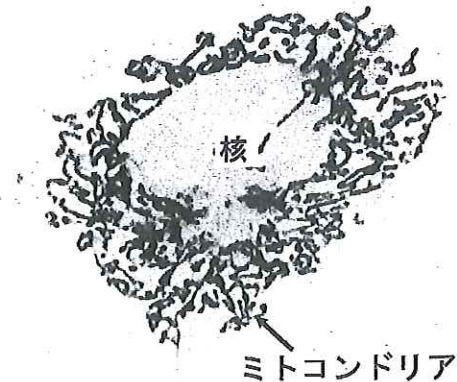


図4



問1 文中の(ア)～(エ)にもっとも適当と思われるミトコンドリアの領域を、図3の①～④の中から1つずつ選び、その番号を記せ。ただし、①は外膜、②は内膜をさし、③は②で囲まれた空間、④は①と②で囲まれた空間をさすものとする。番号は重複して選んでも構わない。

問2 下線部(1)について、1分子のピルビン酸が二酸化炭素と[H]に分解される過程を化学式で記せ。

問3 下線部(2)について、このような方法でATPをつくる反応を何と呼ぶか、その名称を記せ。

問4 下線部(3)について、ミトコンドリアDNAに関する次の①～⑥の記述のうち、適当と思われるものをすべて選び、その番号を記せ。

- ① ミトコンドリアDNAは、S期に核内のDNAとともに複製される。
- ② ミトコンドリアDNAは、ミトコンドリアの中に1個ずつ存在する。
- ③ ミトコンドリアDNAは、核へ移動し、核内のRNAポリメラーゼによって転写される。
- ④ ミトコンドリアDNAは、ミトコンドリア内で転写され、翻訳される。
- ⑤ ミトコンドリアDNAにイントロンは存在しない。
- ⑥ ミトコンドリアの生存と維持のための遺伝情報は、ミトコンドリアDNAだけでまかなわれている。

生 物 (その7)

問5 下線部(4)について、

i) ミトコンドリアDNAの塩基配列が変化する速度が、核内のDNAのそれと比べて速いのは、どのような理由によると考えられるか。次の①～⑤の中から、もっとも適当と思われるものを1つ選び、その番号を記せ。

- ① ミトコンドリアDNAは、核内のDNAと比べて複製される回数が多いから。
- ② ミトコンドリアDNAを複製する酵素は、核内のDNAを複製する酵素と比べて、複製の精度が劣っているから。
- ③ ミトコンドリアDNAは、呼吸で使われる酸素によって傷害を強く受けるから。
- ④ ミトコンドリア内は、さまざまな代謝が活発に行われているために、核内と比べて温度が高くなっているから。
- ⑤ ミトコンドリアは、発がん物質を取り込みやすいから。

ii) ミトコンドリアDNAの中でも塩基配列が変化する速度には差があり、遺伝子がないDループの領域は、遺伝子がある領域と比べてさらに4～5倍多く塩基置換が見つかる。これはどのような理由によると考えられるか、簡潔に記せ。

問6 下線部(5)について、

i) CPEO(慢性進行性外眼筋麻痺症候群)に関する次の①～⑥の記述のうち、誤っているものを3つ選び、その番号を記せ。

- ① CPEOは父性遺伝する。
- ② 体中の細胞のミトコンドリアがすべて欠失型のミトコンドリアDNAをもつことが原因で、CPEOは発症する。
- ③ 細胞分裂の際に、欠失型のDNAをもつミトコンドリアと、正常なDNAをもつミトコンドリアが均等に分配されないことが原因で、CPEOは発症する。
- ④ CPEOの患者では、正常なミトコンドリアをもっている細胞と、異常なミトコンドリアをもっている細胞が混在している。
- ⑤ 欠失型のミトコンドリアDNAが生じて、そのようなDNAをもつミトコンドリアの比率が細胞内で小さければ、CPEOは発症しない。
- ⑥ CPEOの患者では、ミトコンドリアDNAの3分の1が欠失するために、多くの細胞でミトコンドリアは失われてしまう。

ii) この病気の症状が神経組織や筋組織で強く現れるのはなぜか。その理由として考えられることを簡潔に記せ。

問7 下線部(6)について、2時間の間に赤色と緑色のミトコンドリアの間で何が起きたものと考えられるか、簡潔に記せ。

生 物 (その8)

第4問 ヒトの視覚に関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。ただし、文中の記号(イ)～(エ)は、それぞれ図5の記号に対応している。

正常な視力のヒトがものを見るとき、対象物から発せられた光は角膜から眼球に入り、虹彩によって光量が調節された後、水晶体、硝子体を通過し、最終的に網膜に上下左右が反転した像を結ぶ。この間、(1) 光は眼球内のさまざまな領域を屈折しながら通過するが、(2) 対象物との距離に応じて、適切な眼の調節を受けることにより、網膜の上に鮮明な像を結ぶことができる。(3) 近視の場合、遠くの物体はぼやけた像として網膜に投影されるが、これは眼の焦点距離が短かくなっていることに起因する。したがって、近視は凹レンズの眼鏡をかけることで矯正できる。

網膜にある(ア)により受容された光の信号は、(イ)を通り、(ウ)、(エ)を経て、脳皮質の(オ)頭葉にある視覚野へと伝えられる(図5)。ヒトでは、左右どちらの眼も、鼻側の網膜でとらえた信号を伝える神経は、(ウ)で反対側の(エ)に入り、耳側の網膜から出た神経は交さず、それぞれ同側の(エ)に入る。つまり、(4) 両眼の網膜の右半分に投影された像は脳右の視覚野へ、左半分に投影された像は脳左の視覚野へと伝えられる。

眼球が収まる頭蓋骨の空洞を眼窩(がんか)と呼ぶが、(5) ヒトでは、眼球を動かすための6つの筋肉が眼球と眼窩をつないでおり、各筋肉の収縮度合いを調節することで、視線を目的の方向に向けることができる。内側直筋、外側直筋、上直筋、下直筋の4つの筋肉は、眼窩後方と眼球の内側(鼻側)、外側(耳側)、上部、下部をそれぞれつないでいる。また、上斜筋は、眼窩内側に固定されている滑車と呼ばれるリングを通して、眼窩後方と眼球の上部をつないでいる。下斜筋は、眼窩下面と眼球の下部をつないでいる(図6、図7)。

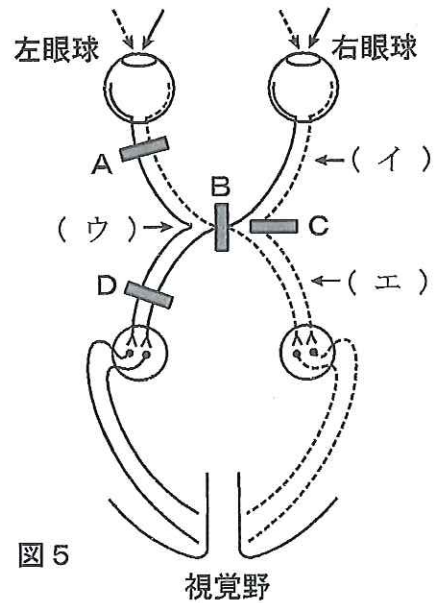


図5

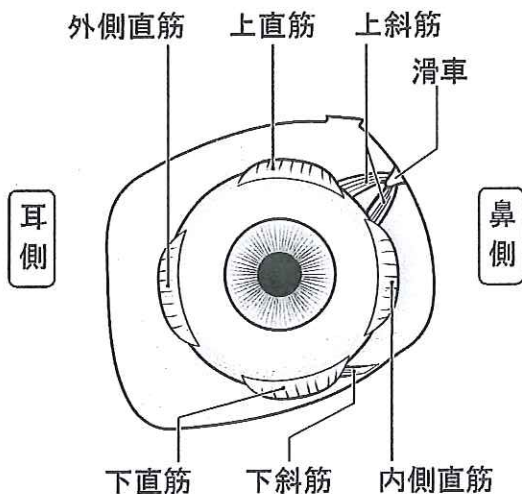


図6 右眼を前から見た図

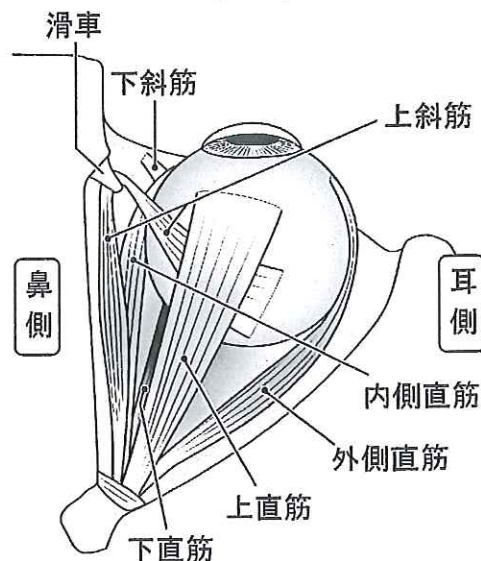


図7 右眼を頭上から見た図

生 物 (その9)

問1 文中の(ア)～(オ)に適語を記せ。

問2 下線部(1)について、物体から発せられた光がもっとも大きく屈折を受けるのは、眼球のどの領域に入射するときか。次の①～④の中から、もっとも適当と思われるものを1つ選び、その番号を記せ。

- ① 角膜 ② 前眼房 ③ 水晶体 ④ 硝子体

問3 下線部(2)について、次の文の()の中から、それぞれ適当と思われる語句を選び、その番号を記せ。

遠くの物体を見るときには、毛様筋は(a: ① ゆるみ ② 収縮し)、チン小帯は(b: ③ ゆるむ ④ 引っぱられる)ので、水晶体は(c: ⑤ 薄く ⑥ 厚く)なる。

問4 下線部(3)について、近年、レーザーを用いて近視を矯正する治療法が注目を浴びている。この治療法の原理について、次の文の()の中から、それぞれ適当と思われる語句を選び、その番号を記せ。

角膜を(a: ① 薄く ② 厚く)することで、光の屈折率を(b: ③ 小さく ④ 大きく)し、焦点距離を(c: ⑤ 短く ⑥ 長く)する。

問5 加齢に伴って近くの物体を見ることが不自由になるのが老眼である。眼球のどの部分が、どのように変化するために老眼となるのか、次の①～⑤の中から、もっとも適当と思われるものを1つ選び、その番号を記せ。

- ① 角膜の透明度が低下し、光の透過量が減少するため。
② 水晶体の弾性が低下し、十分に厚くすることができなくなるため。
③ 毛様筋の収縮力が低下し、水晶体を薄くすることができなくなるため。
④ 硝子体の透明度が低下し、光の透過量が減少するため。
⑤ 網膜の神経細胞数が減少し、光の感受性が低下するため。

生 物 (その10)

問6 下線部(4)について、眼球から視覚野へ至る経路が障害を受けると、その障害部位に応じた特有の視野欠損が生じる。例えば、図5のAの部位に障害が起きると図8の①のような視野欠損が生じる。図5のB, C, Dに障害が起きた場合、どのような視野欠損が生じると考えられるか。図8の①～⑮の中から、もっとも適当と思われるものをそれぞれ1つずつ選び、その番号を記せ。

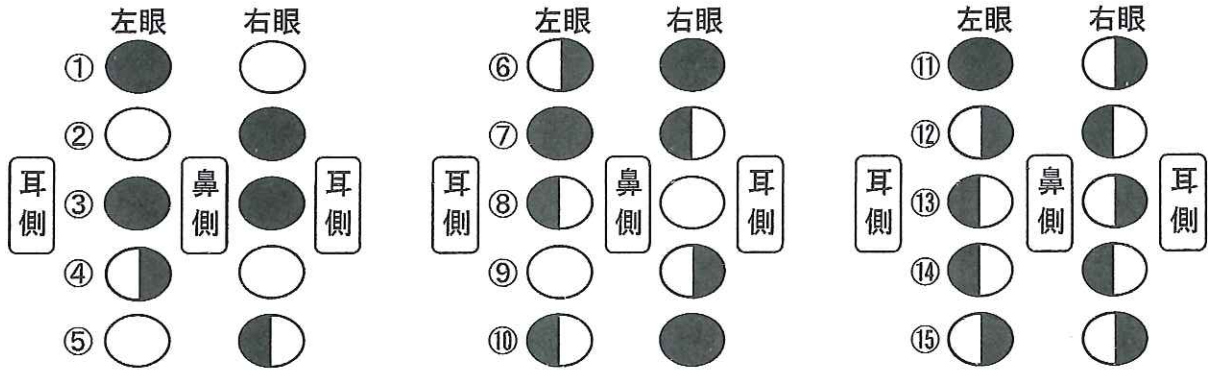


図8 だ円は左眼, 右眼のそれぞれの視野を表しており, 黒い部分は視野欠損の領域を示す。

問7 下線部(5)について,

- i) 6つの筋肉のうち、内側直筋が強く収縮すると、瞳孔は図9において④の方を向く。では、上直筋が強く収縮した場合は、どの方向を向くか。図9の①～⑥の中から、もっとも適当と思われるものを1つ選び、その番号を記せ。

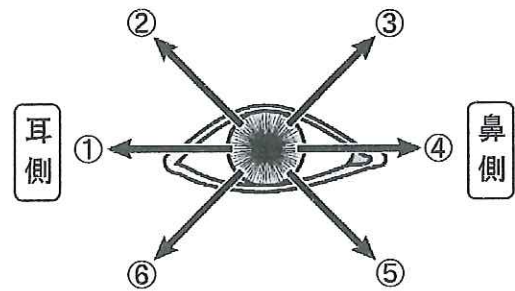


図9 右目を正面から見た図

- ii) 顔の正面にある物体を見ようとする際、6つの筋肉は協調して収縮することで瞳孔を目の中央に位置させることができる。しかし、いずれかの筋肉が麻痺して収縮できなくなると、瞳孔を中央に位置させることは難しくなり、結果的にある方向に寄ってしまう。では、外側直筋が麻痺して収縮できない場合、瞳孔はどの方向に寄ってしまうか。図9の①～⑥の中から、もっとも適当と思われるものを1つ選び、その番号を記せ。
- iii) 上直筋の働きを調べる場合には、まず視線を耳側に向けてもらい、その状態でさらに上へ向けてもらうよう誘導する。では、上斜筋の働きを調べる場合には、視線をどのように動かすように誘導すればよいか。次の文の()の中から、適当と思われる語句をそれぞれ1つずつ選び、その番号を記せ。

まず視線を (a: ① 耳側 ② 鼻側 ③ 上 ④ 下) に向けてもらい、その状態でさらに (b: ⑤ 耳側 ⑥ 鼻側 ⑦ 上 ⑧ 下) に向けてもらうように誘導する。