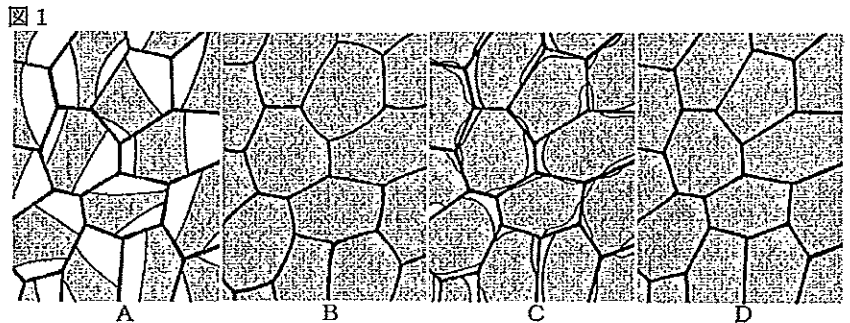


生物 問題 I

植物の浸透圧と蒸散に関する次の【A】【B】に答えよ。

【A】ユキノシタの葉の裏面に一層にならぶ表皮細胞をはぎ取り、これをいろいろな濃度のスクロース（ショ糖）液あるいは蒸留水に約15分間浸した後、浸した溶液とともにカバーガラスで封入し顕微鏡で観察した（図1）。表皮細胞はアントシアニンという色素を含みピンク色である。以下の間に答えよ。

問1. 図1のA～Dは次の（ア）～（エ）の溶液に浸した後に観察したものである。Cは（ア）～（エ）の中でどの溶液に浸したのか。また細胞内の浸透圧が最大であるのはA～Dの中でどれか。それぞれ記号で記せ。



（ア）蒸留水 （イ）0.12 mol/l スクロース液 （ウ）0.24 mol/l スクロース液 （エ）0.48 mol/l スクロース液

問2. 表皮細胞を0.2 mol/l スクロース液に浸したとき、細胞膜は細胞壁から離れるか離れないかという境の状態であった。このとき、細胞内の浸透圧は何気圧か記せ。ただし1.0 mol/l スクロース液の浸透圧を24気圧とする。

問3. 問2において、0.2 mol/l スクロース液に浸したときの表皮細胞の容積を100としたとき、蒸留水に浸したときの表皮細胞の容積は125であった。蒸留水に浸したときの表皮細胞の細胞内の浸透圧は何 mol/l のスクロース液と等張といえるか。また0.25 mol/l スクロース液に浸したときの表皮細胞の容積をもとめよ。

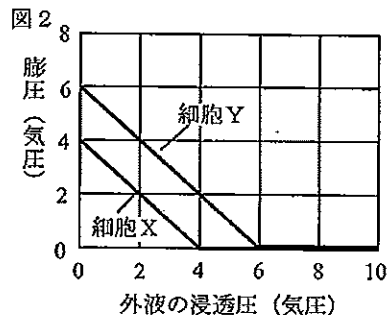
問4. スクロース液のかわりに0.24 mol/l グルコース液に浸したところ、表皮細胞の容積は0.24 mol/l スクロース液に浸した場合と同じであった。しかしグルコース液中でしばらく観察を続けると、表皮細胞の容積は次第に増加した。この理由として適切なものを次の（ア）～（エ）の中から選び記号で記せ。

- （ア）グルコースが細胞内へ拡散し、水が細胞内へ浸透したから
- （イ）グルコースが細胞内へ拡散し、水が細胞外へ浸透したから
- （ウ）グルコースが細胞外へ拡散し、水が細胞内へ浸透したから
- （エ）グルコースが細胞外へ拡散し、水が細胞外へ浸透したから

問5. ユキノシタから合計10 cm²の葉の切片を作り、これを2.0 mlの0.4 mol/l スクロース液に浸した。2時間後に切片を取り除き、残ったスクロース液に識別のためにごく微量の色素を加え染色した。この液を試験管に入れた新しい5.0 mlの0.4 mol/l スクロース液の上に静かに注ぎ入れた。このとき染色された液はどのようなになるか。次の（ア）～（エ）の中から適切なものを選び記号で記せ。ただし微量の色素は浸透圧に影響しないものとする。

- （ア）染色された液は、そのまま動かない
- （イ）染色された液は、ゆっくりと試験管の中ほどに沈む
- （ウ）染色された液は、ゆっくりと試験管の底に沈む
- （エ）染色された液は、すぐに拡散して全体に広がる

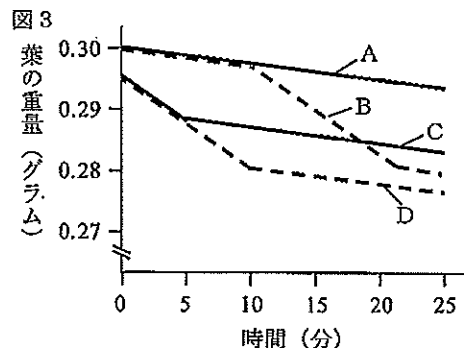
問6. 2種類の植物細胞に由来する細胞Xと細胞Yを異なる浸透圧の溶液に一定時間浸し、その膨圧を調べた(図2)。グラフは細胞膜を介した水の移動がない定常状態を示すものである。この場合、膨圧は細胞内の浸透圧と細胞外液の浸透圧との差で示されるものとする。また膨圧が変化しても細胞壁は伸縮しないものとする。このとき、外液の浸透圧が4気圧のときの細胞Xと細胞Yの細胞内の浸透圧はそれぞれ何気圧か記せ。また外液の浸透圧が8気圧のときの細胞Xと細胞Yの細胞内の浸透圧はそれぞれ何気圧か記せ。



[B] ある植物の4つの株A~Dを同じ環境条件下で育て、これらをもちいて蒸散による葉の重量の変化を測定した(図3)。測定にはそれぞれの株のもっとも上についている葉をもちいた。条件(1)では、あらかじめ株に3時間の光照射をした後、葉を切り取って暗黒下で測定した。条件(2)では、あらかじめ株を3時間暗黒下においた後、葉を切り取って暗黒下で測定した。条件(3)では、あらかじめ株に3時間の光照射をした後、葉を切り取って光照射下で測定した。条件(4)では、あらかじめ株を3時間暗黒下においた後、葉を切り取って光照射下で測定した。図3のA~Dは条件(1)~(4)のいずれかの結果を示し、横軸は葉を切り取った直後からの時間(分)を、縦軸は葉の重量(グラム)を示す。光照射の条件は、光飽和点を越える一定の強さであり、切り取った葉の大きさなどは株による差がないものとする。

問1. 実験結果について述べた次の(ア)~(キ)の文の中から、適切なものをすべて選び記号で記せ。

- (ア) 測定開始後25分の時には、すべての葉で、気孔は最大限に開いた状態であった
- (イ) 条件(4)では、測定開始後5分の時の方が、15分の時よりも気孔は大きく開いていたが、それは葉に水が充分にあったからである
- (ウ) 条件(2)では、測定の間、気孔は最大限に開いたままであったが、それは葉に水が充分にある状態が続いていたからである
- (エ) 気孔はひとたび最大限に開くと、光合成が中断しても、そのまま15分間は最大限に開いたままであった
- (オ) 条件(1)と(3)では、測定前に光合成をしている葉から蒸散で水が失われたが、その間の根から葉への水の流入量は蒸散による流出量よりも少なかった
- (カ) この植物は、暗黒下の条件から光照射下に移しても、すぐに気孔が最大限に開くわけではなかった
- (キ) 測定開始後15分の時には、すべての葉で、気孔は最大限に開いた状態であった



問2. 夜間、植物は気孔を閉じるが、日中は光合成をおこなうために気孔を開いてガス交換をする。この植物では、光照射下から暗黒下に移した場合、およそ何分で気孔が閉じるか記せ。また暗黒下から光照射下に移した場合、およそ何分で気孔が最大限に開くか記せ。

問3. 日中、光合成を盛んにおこなう葉でも気孔を閉じる場合がある。この植物では葉の重量が、およそ何グラムの条件を境にして気孔を閉じるのか。解答には何グラム以上または以下と明記せよ。またそのときにはたらく植物ホルモンの名称を記せ。

生物 問題 II

ヒトの眼において、光は水晶体で屈折し、(ア)を通して網膜に到達する。網膜には機能の異なる2種類の視細胞が存在する。その1つの視細胞である(イ)細胞は主に弱い光に反応し、網膜の大部分の領域に分布する。オプシンというタンパク質とレチナールが結合した(ウ)は、(イ)細胞に到達する光によって、再びオプシンとレチナールに分解される。レチナールの一部は(エ)という物質から生成され、オプシンと結合する。もう一方の視細胞である(オ)細胞は、主に強い光に反応し、網膜の(カ)と呼ばれる場所に多く存在する。(オ)細胞には560nm付近の(キ)色系の光に反応する細胞、530nm付近の(ク)色系の光に反応する細胞及び430nm付近の(ケ)色系の光に反応する細胞の計3種類の細胞がある。その3種類の(オ)細胞が同じように反応すると(コ)色とを感じる。

瞳孔の大きさは(サ)神経と(シ)神経の2種類の(ス)神経系により拮抗的に支配されている。いきなり強い光が網膜に到達すると、その刺激は視神経を經由して大脳と(セ)に到達する。そして、(セ)から脳神経を經由して、瞳孔を縮小させる情報が伝わる。逆に、恐怖を感じたりすると(サ)神経が興奮し、神経終末から神経伝達物質である(ソ)が分泌され、瞳孔が開く。

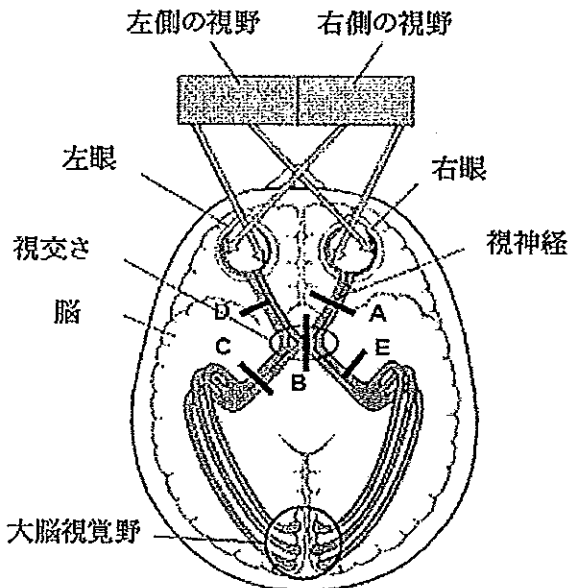
問1. 上の文中の(ア)～(ソ)にあてはまる語句を記せ。

問2. 上の文中の(エ)の網膜への供給が減少することで起こる眼の症状を記せ。

問3. 遠くを見る際に起こるヒトの眼の調節機構について、下の(a)～(h)から4つを選び、起こる順に並びかえ、記号で記せ。

- | | | |
|-------------------|-------------------|--------------|
| (a) 水晶体が厚くなる | (b) 水晶体が薄くなる | (c) チン小帯がゆるむ |
| (d) チン小帯が引っぱられる | (e) 毛様筋が弛緩する | (f) 毛様筋が収縮する |
| (g) 水晶体の焦点距離が短くなる | (h) 水晶体の焦点距離が長くなる | |

問4. 下の図は視覚とその神経経路を示した図である。ヒトの場合、両眼の内側の網膜から出た神経が交さ(視交叉：図中の楕円)して、反対側の大脳視覚野(図中の円)に入る。一方、外側の網膜から出た神経は交させずに同じ側の大脳視覚野に入る。いろいろな傷害が神経経路を切断すると、切断された部位によって見え方が変わり、切断された神経経路に相当する視野が見えなくなる。神経経路が図中のA～Eで切断された場合、左右の眼の見え方を、それぞれ下の(ア)～(コ)から1つずつ選んで、記号で記せ。ただし、視野とは、正面を向いて、頭と眼を動かさずに見ることができる範囲のことをいう。



- (ア) 右眼の全視野が見えない
- (イ) 左眼の全視野が見えない
- (ウ) 右眼の右側視野と左眼の右側視野が見えない
- (エ) 右眼の左側視野と左眼の右側視野が見えない
- (オ) 右眼の右側視野と左眼の左側視野が見えない
- (カ) 右眼の左側視野と左眼の左側視野が見えない
- (キ) 右眼の右側視野のみが見えない
- (ク) 左眼の右側視野のみが見えない
- (ケ) 右眼の左側視野のみが見えない
- (コ) 左眼の左側視野のみが見えない

生

生 物

生物 問題 III

動物の生殖細胞には卵巣で形成される卵と精巣で形成される精子がある。卵や精子のもとになる細胞は始原生殖細胞と呼ばれ、胚発生のかかなり早い時期に生殖巣の外に出現する。始原生殖細胞は精子にも卵にもなりうる未分化な細胞で、精巣の中に移動すると精原細胞になり、卵巣の中に移動すると卵原細胞になる。精原細胞や卵原細胞は分裂をくり返して数を増やし、分裂を中止すると、それぞれの細胞が養分をたくわえて成長し、一次精母細胞や一次卵母細胞となる。一次精母細胞からは減数分裂をへて精子が形成され、一次卵母細胞からは減数分裂をへて卵が形成される。ウニの卵形成と異なり、多くの脊椎動物の卵形成では、減数分裂の第二分裂の中期に分裂が停止し、成熟卵として卵巣から排卵される。卵が受精すると停止していた分裂が再開され、第二分裂が完了するとともに卵核と精核が融合する。卵形成や精子形成には長い時間がかかり、その過程で染色体が均等に分離しないと、受精後に倍数体や異数体のような染色体異常が生じるが、染色体異常の胚の多くは発生の途中で死んでしまう。たとえば哺乳類では三倍体の個体は発生できないため、生まれてくることはない。しかし、アユやヤマメなどの魚類では人工的な操作により三倍体魚が作り出され、既に商品化もされていて、雌は雄に比べて市場価値が高い。また、最近では生殖細胞の移植により、ヤマメの雌にニジマスの卵を産ませることも可能になっている。一方、植物の場合、倍数体は二倍体に比べ、花や実が大きくなったり、病害虫に強くなったりするため有用性が高く、農業品種や園芸品種として広く栽培されている。なお、アユ、ヤマメ、ニジマス、ウシの性染色体構成は、いずれも雌がXXで雄がXYである。以下の各問に答えよ。

問1. 次の(1)～(4)の記述に当てはまる細胞名を下のA～Eから1つ選び、記号で答えよ。

- (1) DNAの複製なしに細胞分裂を行う (2) 卵巣内において体細胞分裂により増殖する
(3) 相同染色体の対合と乗換えが起こる (4) 多くの脊椎動物で受精が起こる

A : 始原生殖細胞 B : 卵原細胞 C : 一次卵母細胞 D : 二次卵母細胞 E : 減数分裂を完了した受精卵

問2. 次の(イ)～(ホ)の疾患のうち、異数体はどれか。1つ選び記号で記せ。

- (イ) 鎌状赤血球貧血症 (ロ) ダウン症候群 (ハ) フェニルケトン尿症 (ニ) 血友病 (ホ) アルカプトン尿症

問3. 受精卵を低温で処理したり、高圧で処理したりすると極体の放出が抑制され、染色体数が増加する。一方、脊椎動物の成熟卵は、受精しなくても物理的または化学的な刺激だけで発生を開始することがあり、この現象は人工付活として知られている。また、紫外線を照射した精子を使って成熟卵を受精させると、人工付活と同様に単相のまま発生を開始する。次の(イ)～(ヘ)の処理のうち、三倍体の個体ができるものはどれか、すべて選び記号で答えよ。

- (イ) 低温処理により、第一極体と第二極体の両方の放出を抑制した未受精卵を、正常な精子を使って受精させる
(ロ) 第一極体を放出した未受精卵を正常な精子を使って受精させ、受精後に高圧で処理して第二極体の放出を抑制する
(ハ) 正常な受精卵がDNAを複製した後に高圧で処理して、受精卵がおこなう最初の卵割を抑制する
(ニ) 低温処理により、第一極体と第二極体の両方の放出を抑制した未受精卵を、紫外線照射した精子を使って受精させる
(ホ) 第一極体を放出した未受精卵を物理的な刺激により人工付活した後、高圧で処理して第二極体の放出を抑制する
(ヘ) 第二極体を放出した未受精卵を紫外線照射した精子を使って受精させる

問4. すべての個体が雌である三倍体のアユ(雌性発生三倍体魚)を作り出すのに必要な手順は、次の①～⑤の通りである。このうち、①で使われた紫外線を照射した精子と、④で使われた偽雄の精子について、それぞれの精子の特徴を述べよ。

- ① 紫外線を照射した精子を使って二倍体のアユの卵を受精する
② 受精後に高圧で処理し、すべての個体が雌である二倍体のアユを作る
③ これが成長する過程で雄性ホルモンを投与し偽雄を作る
④ この偽雄の精子を使って二倍体のアユの卵を受精させる
⑤ 受精後に高圧で処理すると、すべての個体が雌である三倍体のアユになる

問5. ヤマメがニジマスの卵を産卵したのは、あらかじめニジマスの胚から始原生殖細胞を取り出して、ヤマメの胚に移植した結果である。次の(イ)～(ニ)の記述のうち、正しいものはどれか、1つ選び記号で答えよ。

- (イ) 雄のニジマスの始原生殖細胞を雌のヤマメに移植すると、このヤマメの生殖器は卵巣になり、ニジマスの精子を作る
(ロ) 雌のニジマスの始原生殖細胞を雄のヤマメに移植すると、このヤマメの生殖器は卵巣になり、ニジマスの卵を作る
(ハ) 雄のニジマスの始原生殖細胞を雌のヤマメに移植すると、このヤマメの生殖器は卵巣になり、ニジマスの卵を作る
(ニ) 雌のニジマスの始原生殖細胞を雄のヤマメに移植すると、このヤマメの生殖器は精巣になり、ニジマスの卵を作る

生

生 物

問6. ウシの双生児において、胎児が両方とも雌のとき、両方とも雄のときは性的に異常がないが、一方が雌で他方が雄の場合は、雄には異常がなく、雌の方は間性になり、生殖能力がない。雌の体を調べてみると、雌の生殖巣は外観的には精巣に似ているが、精子を形成するには至らない。XY型の哺乳類における性の決定の仕組みは次の(イ)～(ニ)のうちどれか、1つ選び記号で答えよ。

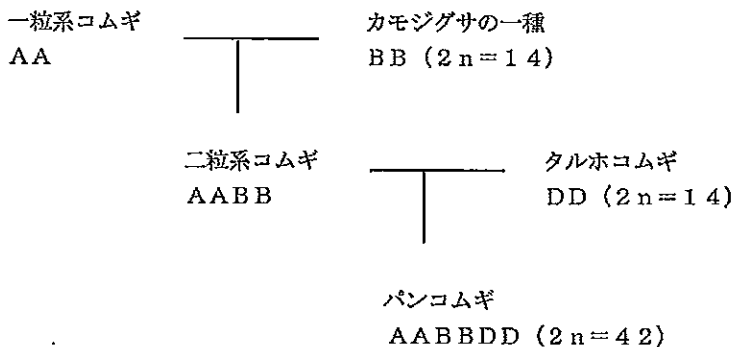
- (イ) X染色体とY染色体の両方があると生殖器は精巣になり、Y染色体がないと生殖器は精巣化した卵巢になる
- (ロ) X染色体が2本あると生殖器は卵巢になり、X染色体が1本だと生殖器は精巣化した卵巢になる
- (ハ) X染色体が2本あると生殖器は卵巢になり、X染色体が1本だと生殖器は精巣になる
- (ニ) Y染色体があると生殖器は精巣になり、Y染色体がないと生殖器は卵巢になる

問7. コルヒチンは細胞分裂のときに紡錘体の形成を阻害する作用をもつ物質であり、その溶液をスイカの芽生えの茎頂に作用させると、人為的に倍数体をつくることができる。コルヒチン処理によりできた倍数体のスイカの雌花に別のスイカの花粉を受粉させると、三倍体の種なしスイカができる。三倍体ができるのは次の(イ)～(ニ)のうち、何倍体の植物と何倍体の植物の交雑か、正しい組み合わせを1つ選び記号で答えよ。

- (イ) 一倍体×二倍体 (ロ) 二倍体×四倍体 (ハ) 二倍体×六倍体 (ニ) 四倍体×六倍体

問8. サクラソウには四倍体の品種があることが知られている。サクラソウの四倍体の桃色花の品種(AAAA)と四倍体の白色花の品種(aaaaa)を交雑すると、F₁(AAaaa)はすべて桃色花になる。このF₁どうしを交雑して得られるF₂の表現型の分離比を求めよ。なお、四倍体の植物がつくる配偶子の核相はいずれも2nである。

問9. 下の図はゲノムの分析から明らかにされたパンコムギの進化の過程を示している。ある生物の形質を示すのに必要最小限の染色体の一組をゲノムといい、1ゲノムは半数の染色体数(n)に相当する。一粒系コムギのゲノムをA(体細胞AA)のように表す。パンコムギは先祖型の二粒系コムギ(AABB)とタルホコムギ(DD)から倍数化により生じたと考えられ、二粒系コムギは一粒系コムギ(AA)とカモジグサの一種(BB)から倍数化により生じたと考えられる。ゲノムの構成から見て、二粒系コムギとパンコムギは倍数化により生じた倍数体と考えられるが、両者はそれぞれ何倍体の植物と言えるか。また、一粒系コムギと二粒系コムギの体細胞の染色体数(2n)はそれぞれ何本か記せ。



生

生 物

生物 問題 IV

地球には多様な生物が生きているが、どの生物も細胞からできている。細胞には細菌やラン藻の原核細胞と動物や植物の体を構成している真核細胞がある。原核細胞も真核細胞もよく似た分子や共通の分子で構成されていることが多く、生命の基本型は地球の生物を通じて同じと考えてよい。また、生物には単細胞生物と多細胞生物があるが、動物や植物の多くは多細胞生物であり、それらの体を構成している細胞は特定のはたらきを行うように分化し、多数の細胞が互いに協調しあって個体の生命を維持している。これらの細胞には各種の構造体（細胞小器官など）が備わっており、それぞれが特定の機能を担っている。以下の問1と問2に答えよ。

問1. 次の(1)～(5)の記述に当てはまる細胞の構造体を、それぞれ下のA～Iからすべて選び出し、記号で答えよ。同じ記号を何度でも使ってよい。

- (1) 原核細胞、植物細胞、動物細胞のいずれにも存在する構造体
- (2) 原核細胞と植物細胞にはみられるが、動物細胞にはみられない構造体
- (3) 植物細胞に特有の構造体であり、原核細胞と動物細胞には存在しない
- (4) ADPとリン酸からATPを生成することができる真核細胞の構造体
- (5) 外膜と内膜により膜で二重に包まれている真核細胞の構造体

A : 細胞壁 B : 核 C : リボソーム D : 葉緑体 E : 細胞膜
F : ミトコンドリア G : ゴルジ体 H : 中心体 I : 小胞体

問2. 次の(a)～(z)はヒトの体内にみられる物質である。下の(1)～(16)の記述に当てはまる物質を(a)～(z)より、それぞれ2つずつ選び、記号で答えよ。同じ記号を何度でも使ってよい。

- (a) ヘモグロビン (b) インスリン (c) 甲状腺刺激ホルモン (d) アミラーゼ
(e) グリコーゲン (f) アセチルコリン (g) アドレナリン受容体 (h) RNA
(i) コラーゲン (j) ナトリウムポンプ (k) フェニルアラニン (l) バソプレシン
(m) グルカゴン (n) 免疫グロブリン (o) フィブリン (p) 糖質コルチコイド
(q) ATP (r) チロシン (s) DNA (t) アドレナリン (u) 成長ホルモン
(v) ミオシン (w) ヒストン (x) アクチン (y) トロンピン (z) グルコース

- (1) 真核細胞の核にある染色体の主要な構成成分
- (2) 解糖により分解される細胞の主要なエネルギー源
- (3)ヌクレオチドが重合してできた高分子化合物
- (4) ATPをADPとリン酸に分解するATPアーゼ
- (5) タンパク質を構成するのに使われるアミノ酸
- (6) 脳下垂体前葉で合成されて分泌されるホルモン
- (7) 協同して筋肉の収縮にはたらくタンパク質
- (8) リボースを1個または複数個含んでいる化合物
- (9) 出血した時に血液凝固にはたらくタンパク質
- (10) ラングレハンス島で合成され分泌されるホルモン
- (11) 消化酵素ならびにその酵素が作用する基質
- (12) 体内では血液細胞だけが合成しているタンパク質
- (13) 細胞外で繊維状の構造を形成するタンパク質
- (14) ニューロンが合成し軸索の末端から分泌する物質
- (15) 肝細胞の細胞膜に存在しているタンパク質
- (16) 血糖量が低下すると副腎から分泌されるホルモン