

〔I〕 ヌمامラサキツユクサを使った実験に関する次の文章を読み、問1～問5に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

実験1

開花した花の雄ずい(おしべ)の毛を用いて次の実験を行った。ほぼ同じ浸透圧となるように調整したスクロース水溶液、エチレングリコール水溶液、エタノール水溶液の3種類の水溶液を準備した。

スライドガラスA, B, Cの上に、雄ずい(おしべ)の毛を置き、Aにはスクロース水溶液、Bにはエチレングリコール水溶液、Cにはエタノール水溶液を、それぞれ2～3滴ずつ加え、カバーガラスをかけて3枚のプレパラートを作製した。

各プレパラートを顕微鏡を用いて継続して観察し、実験開始後のそれぞれの細胞の体積変化を調べ、その結果をグラフにすると図1のようになった。実験開始後60分を経過しても、どのプレパラートにおいても、高倍率の顕微鏡観察では、細胞質に含まれる小さな顆粒が、細胞内を一定方向にゆっくり移動していた。^(a)

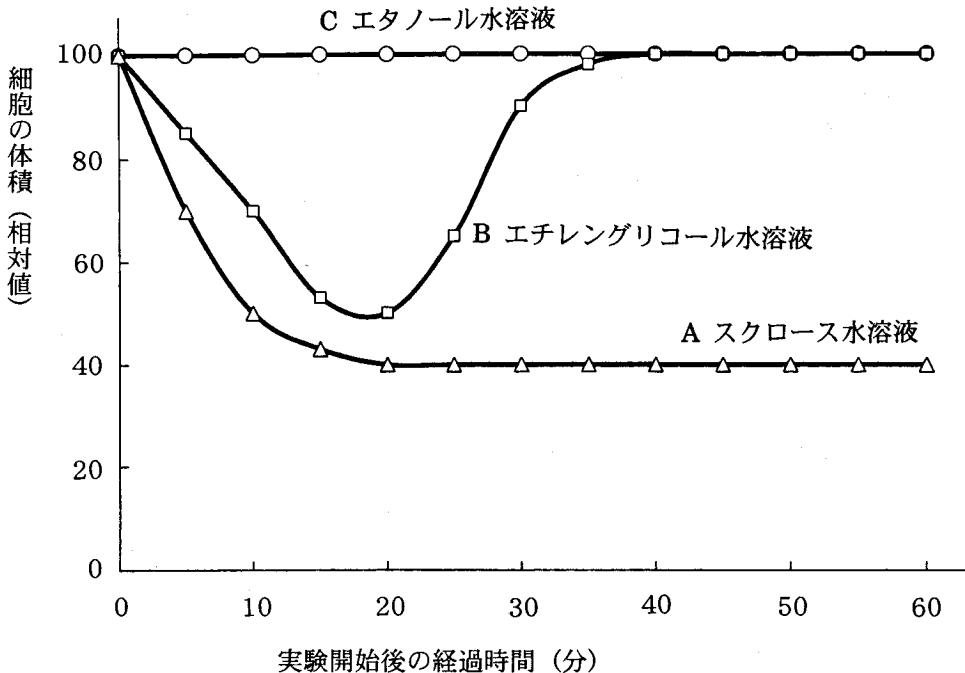


図1

問 1 下線(a)で示した現象は何とよばれるか。また、その現象は細胞がどのような状態にあることを示すか。その現象の名称と状態を記せ。

問 2 実験 1 の A と B の結果を比較して、どのようなことが考えられるか。50 字以内で述べよ。

実験 2

実験 1 のエタノール水溶液を用いた実験から、次の下線(b)の仮説を導いた。

エタノールは植物の細胞壁を透過しない。

(b) この仮説を検証するために、実験 1 で用いたエタノール水溶液に比べて、約 4 倍の浸透圧(濃度)のエタノール水溶液を準備し、これを用いて同様の実験を行った。その結果、実験開始 10 分後から、細胞質に含まれる小さな顆粒の移動が少しずつ遅くなり、50 分後にはすべての細胞でその動きが停止した。観察した各細胞では、細胞質に含まれる小さな顆粒の移動が停止するまでは、それぞれの細胞の体積変化はほとんど見られなかった。

問 3 実験 2 の結果から考えて、仮説(b)は正しいか、それとも間違っているか。

その理由を含めて 50 字以内で述べよ。

補足説明 (b) は、かっこを含めて全体として 1 文字として数える。

問 4 生物体の構造を調べる実験において、高い濃度のエタノール水溶液を用いて操作することがある。その操作の名称と目的を記せ。

実験 3

若いつぼみを用いて次の実験を行った。若いつぼみの中から雄ずい(おしべ)を取り出し、先端のふくらんだ葯やくの部分を取り除いて、残った雄ずいの基部の若い毛を染色してプレパラートを作製した。これを顕微鏡を用いて観察したところ、細胞分裂の後期の像が見られた。

問 5 実験 3 で観察される細胞分裂の後期の像を、染色体数が $2n=12$ として図示せよ。

〔Ⅱ〕 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

動物は、外界からのさまざまな刺激を受け取り、これに反応しながら生活している。^(a) 刺激は感覚器によって受け取られる。感覚器にはその種類に応じて受容することのできる刺激の種類が決まっており、これを **ア** という。感覚器にはいろいろな種類があり、動物の種類によって発達の程度が異なる。たとえば、イヌはにおい刺激に対して鋭敏であり、**イ** がよく発達している。感覚細胞の興奮は、感覚神経を経て中枢神経系に伝えられ、さらに中枢神経系は運動神経^(b)を介して筋肉などの作動体(効果器)のはたらきを調節して、いろいろな反応や行動を引き起こす。

動物の行動には、生まれながらにそなわっている行動と、経験によって得られる行動とがある。メダカが水の流れに逆らって泳いだり、ある種の昆虫が電灯の光に集まる反応は **ウ** とよばれ、生まれながらにそなわっている行動である。これに対して、レバーを押すとえさが出てくる装置をつけた箱でネズミを飼育すると、やがて自発的にレバーを押してえさを得る行動を示すようになる。これを条件付けとよび、経験にともなう **エ** による行動である。さらに、大脳が発達した動物では、知能による行動^(c)によって、新しい課題や状況に対処することができる。

問1 上の文章中の **ア** ～ **エ** に適切な語句を記せ。

問2 下線(a)の例として、恐怖を感じて鳥肌が立つ反応がある。このときヒトでは同時にどのような反応が起きると考えられるか。例を1つあげよ。

問3 作動体(効果器)のはたらきの例として適切でないものを下の(ア)～(カ)から3つ選び、記号で答えよ。

- | | |
|----------------------|--------------|
| (ア) 腸のぜん動運動 | (イ) 受容細胞の興奮 |
| (ウ) ニューロンにおける活動電位の発生 | (エ) メダカの体色変化 |
| (オ) 糸球体における血液のろ過 | (カ) だ液の分泌 |

問 4 下線(b)に関連して、脊椎動物の運動神経における興奮の伝導速度は、一般に無脊椎動物の神経の伝導速度よりも速い。それはなぜか、30字以内で述べよ。

問 5 下線(c)の、知能による行動、とはどのような行動か、30字以内で述べよ。

問 6 動物の行動のうち、経験によって得られる行動について調べるため、下の(ア)と(イ)の実験を行った。それぞれの実験結果をグラフで表せ。

(ア) マガモのひなにおける刷り込みの実験

(イ) ネズミの迷路実験

〔Ⅲ〕 以下の(1)~(3)の文章を読み、問1~問4に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

(1) 表1は、ある動物の細胞の核あたりのDNA量を示している。また、表2は、ある動物の細胞核のDNAの塩基組成を示している。

表1 細胞の核あたりのDNA量(10^{-9} mg)

胸腺細胞	6.4
肝臓細胞	6.4
じん臓細胞	6.4
<input type="text" value="ア"/>	3.2

表2 細胞核のDNAの塩基組成

動物の器官		塩基の比率(%)			
		アデニン	グアニン	シトシン	チミン
胸	腺	31	19	<input type="text" value="イ"/>	<input type="text" value="ウ"/>
肝	臓	<input type="text" value="エ"/>	<input type="text" value="オ"/>	<input type="text" value="カ"/>	<input type="text" value="キ"/>

問1 に相当する細胞名を1つ記せ。

問2 ~ に相当する数値を記せ。

- (2) 遺伝子A, B, Cは同じ染色体上にある。Aとa, Bとb, Cとcは、それぞれ対立遺伝子であり、A, B, Cは、a, b, cに対してそれぞれ優性とする。遺伝子型AABBと遺伝子型aabbを交配してF₁を得た。このF₁を自家受精させたところF₂の表現型の割合は
- $$[AB] : [Ab] : [aB] : [ab] = 463 : 9 : 10 : 148$$
- となった。

問 3 このような表現型が現れるしくみを図を用いて説明せよ。

- (3) (2)で得られたF₁とaabbを交配したところ、表現型の割合は
- $$[AB] : [Ab] : [aB] : [ab] = 497 : 17 : 15 : 482$$
- になった。

一方、遺伝子型AACCと遺伝子型aaccを交配して得られるF₁とaaccを交配したところ、表現型の割合は

$$[AC] : [Ac] : [aC] : [ac] = 465 : 33 : 28 : 484$$

になった。

また、遺伝子型BBCCと遺伝子型bbccを交配して得られるF₁とbbccを交配したところ、表現型の割合は

$$[BC] : [Bc] : [bC] : [bc] = 446 : 43 : 47 : 459$$

になった。

問 4 染色体上の遺伝子A, B, Cの位置関係を図示し、相対的距離を記せ。

なお、答えの数値は有効数字1桁で求めよ。