

2019年度

3年生物

1学期中間考查

第1問 DNAの構造と複製について下の文を読み、次の問に答えよ。

DNAの構造は1953年にワトソンとクリックによって解明された。その構造は2重らせん構造と呼ばれ、糖とリン酸が交互に結合した鎖が（ア）本からなっており、それぞれの鎖は（イ）と呼ばれる部分で結合している。（イ）には4つの種類があり、相補的な対をなしている。

メセルソンとスタールはDNAの自己複製のしかたをつきとめるために次のような実験した。

大腸菌を重い窒素（ ^{15}N ）を含む培地で培養して、DNAの全ての窒素原子が重い窒素に置き換わった大腸菌を育てた。次に大腸菌の分裂が同時に行われるようにして、普通の軽い窒素（ ^{14}N ）を含む培地に移し、分裂させた。最初の全てが重い窒素の世代（第0世代）及び、1回分裂したもの（第1世代）から3回分裂したもの（第3世代）までについて、各世代のDNAを抽出し、そのDNAを遠心分離器にかけて、密度の違いで分離した。その結果、第0世代では遠沈管（遠心機に入れる試験管）のCの位置にバンドが現れた。



問1 （ア）と（イ）に適語を入れよ。

問2 DNAには、相補的な対が何種類存在するか。

問3 第1～第3世代まで、DNAはどの位置に現れるか。現れるも位置をA～Cの中から全てかけ。

問4 第2世代と第3世代では、現れるバンドに違いが生じる。どのような違いか、簡単に説明せよ。

問5 この実験をそのまま継続して、第4、第5……と続けたら、DNAのバンドはどうなっていくと考えられるか。

問6 この実験によって証明されたDNAの複製方法の名称を書け。

第2問 遺伝子と形質に関する下の文を読み、次の問に答えよ。

ヒトの体細胞の染色体は（ア）本であり、そのうちの（イ）本が性染色体、残りが（ウ）染色体と呼ばれている。

A B O式の血液型を決める遺伝子には、A、B、Oの3種類があり、遺伝子座は第9染色体上にある。遺伝子Aが発現すると、最終的に赤血球の膜表面に抗原Aが存在するようになる。

これはまず、2本鎖DNAが1本鎖にほどこけ、一方の鎖を鋳型にmRNAが合成されることから始まる。この過程は（あ）と呼ばれ、細胞の核内で行われる。

合成されたmRNAは、リボゾームと結合する。リボソームは_a mRNAの暗号に対応した_b tRNAを結合させる、tRNAが運んできたアミノ酸どうしを結合させていくと、結果的にmRNAの塩基配列で決められた通りにアミノ酸が配列し、cタンパク質が作られる。この過程は（い）と呼ばれる。

遺伝子Oは、遺伝子Aの塩基配列の中の一つの塩基が抜け落ちることで、cタンパク質がd極端に短くなり、その機能を失ったものである。このような突然変異はフレームシフトと呼ばれている。

問1 （ア）～（ウ）に適語を入れよ。

問2 （あ）と（い）の過程をそれぞれ何と呼ぶか。

問3 _a mRNAの暗号は塩基何個から成り立っているか。

問4 _a mRNAの暗号は何と呼ばれているか。

問5 _b tRNAのアンチコドンには二つの働きがある。一つはmRNAと結合することであるが、もう一つのはたらきは何か、簡単に説明せよ。

問6 cタンパク質はこのあとどのように働くと考えられるか。「抗原A」及び「触媒」の用語を使って説明せよ。

問7 たった一つの塩基が抜け落ちただけで、どうしてcタンパク質がd極端に短くなったのか、その理由を簡単に説明せよ。

第3問 下の図1は体細胞分裂中期(染色体が赤道面に並ぶ時期)の細胞を押しつぶすことによって染色体をバラバラにして得られた像をスケッチしたものであり、図2はこの細胞が減数分裂をするときの1つの2価染色体を模式的に表したものである。次の問いに答えよ。

問1 図1の生物の染色体数(2n)はいくつか。

問2 図1において、相同染色体についての説明のうち、誤っているものを2つ選べ。(それぞれ得点)

- ① Aに見えている2本の染色体が相同染色体である。
- ② この図の中に相同染色体は3対ある。
- ③ 染色体Aと染色体Cが相同染色体である。
- ④ 染色体Aと染色体Bが相同染色体である。
- ⑤ 相同染色体は1本は父から、1本は母から受け継いだものである。

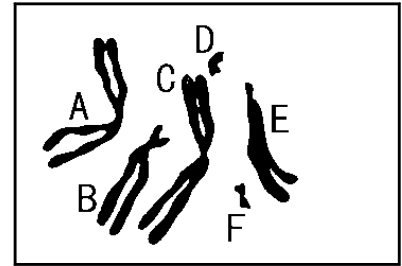
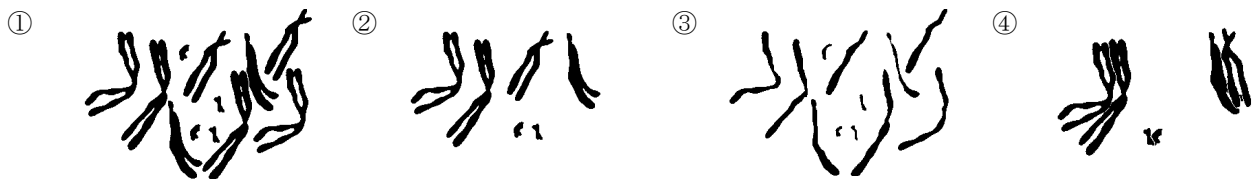


図1

問3 同じ細胞の観察を次の各時期に行ったらどのような構成になるか。下の中から一つずつ選べ。

- (1) 体細胞分裂の後期(赤道面に並んだ染色体が離れる時期)
- (2) 減数分裂の第1分裂中期(染色体が赤道面に並ぶ時期)
- (3) 減数分裂の第1分裂後期(赤道面に並んだ染色体が離れる時期)



問4 図2について、下の各短文にあてはまるのは、ア~エのどの部分か。語群から一つずつ選べ。

《語群》①アとイ ②アとウ ③アとイ、アとウの両方 ④どれもあてはまらない

- (1) 減数分裂終了後、同じ細胞に入ることがある。
- (2) 間期に複製されてできたものである。
- (3) 全く同じ遺伝子を乗せている。
- (4) 遺伝子座は全く同じだが、乗せている遺伝子は異なる場合がある。

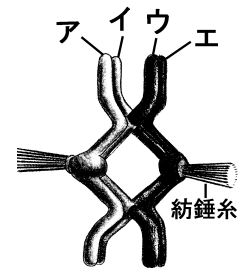


図2

第4問 動物の配偶子形成に関する下の文章を読み、次の問いに答えなさい。

(ア)は、卵巣や精巣に移動すると(イ)や(ウ)へと分化し、体細胞分裂をして増殖する。(イ)の一部は減数分裂を行う(エ)と分化する。(エ)からは、(オ)と第1極体を経て、(A)個の卵と(B)個の第二極体が形成される。

問1 (ア)~(オ)に入る適語を次の中から一つずつ選び、記号で答えよ。

- ① 配偶子 ② 精子 ③ 一次精母細胞 ④ 二次精母細胞 ⑤ 一次卵母細胞
- ⑥ 二次卵母細胞 ⑦ 精原細胞 ⑧ 卵原細胞 ⑨ 始原生殖細胞

問2 (A)(B)に入る適当な数字を答えよ。

問3 この生物の染色体数が $2n = 10$ の場合、減数分裂の結果、形成される可能性のある卵の染色体の組み合わせはいくつになるか、答えなさい。ただし、染色体の乗換えは起こらなかったものとする。

第5問 次の文章を読み、以下の間に答えよ。2019北大 改

動植物の生活環の様式は、図1に示すように、
a 細胞が単相 (n) の核を持つ世代と複相 (2n) の核を持つ世代とが交互にあらわれるものとして、一般化することができる。

生活環において、b 有性生殖は、遺伝子の新たな組み合わせを生じさせ、生物の多様性を増大させる過程である。

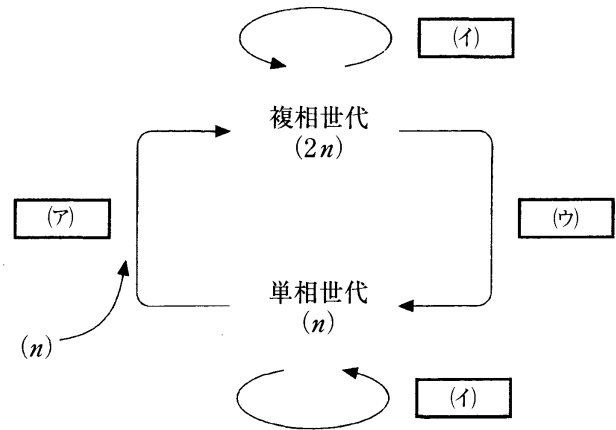


図1

問1 下線部 a について、図1の (ア) ~ (ウ) の過程を示す語句として最もふさわしいものを次の中から選び、記号で答えよ。

- ① 異数化 ② 乗換え ③ 組換え
- ④ 染色体 ⑤ 対合 ⑥ 減数分裂
- ⑦ 体細胞分裂 ⑧ 卵割 ⑨ 接合

問2 ヒトを含む哺乳類の細胞の核相について述べた次の短文のうち、正しいものを一つ選べ。

- ① 骨や筋肉などの体細胞は複相 (2n) で、精子や卵は単相 (n) の細胞である。
- ② 骨や筋肉などの体細胞は単相 (n) で、精子や卵は複相 (2n) の細胞である。
- ③ 骨や筋肉などの体細胞は複相 (2n) で、神経細胞や表皮細胞は単相 (n) の細胞である。
- ④ 骨や筋肉などの体細胞にも、精子や卵にも、複相 (2n) と単相 (n) の両方の細胞がある。

問3 下線部 b について、配偶子が持つ遺伝子とその次世代への伝達を考える。2組の対立遺伝子 A と a、および B と b は同じ染色体上に存在する。遺伝子型 A A B B と遺伝子型 a a b b の植物系統を交雑して雑種第一代 (F₁) の個体を得た。この F₁ 個体を用いた実験に関し、次の (1) ~ (2) に答えよ。なお、答えは「○、△、□ (○、△、□は遺伝子型) が、それぞれ X : Y : Z (X、Y、Zは整数)」のように記述せよ。

- (1) 遺伝子 A と B ならびに遺伝子 a と b が組換え価 20% で連鎖している場合、F₁ 個体の産生する卵細胞の **遺伝子型** とその比を答えよ。
- (2) (1) の組換え価での連鎖がある場合、この F₁ 個体と遺伝子型 a a b b の個体を交配して得られた子供の **遺伝子型** とその比を答えよ。