

名古屋市立大学

平成 24 年度・入学試験問題

理 科 (前)

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. この冊子は 46 ページあります。
3. 試験開始後、落丁・乱丁・印刷不鮮明の箇所があったら申し出なさい。
4. 解答はすべて解答用紙に、それぞれの問題の指示にしたがって記入しなさい。
5. この冊子のどのページも切り離してはいけません。ただし、余白等は適宜利用してかまいません。
6. 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。
7. 受験科目選択上の注意(重要)
「物理」、「化学」、「生物」のうち 2 科目を選択して解答しなさい。
選択しなかった科目の解答用紙は試験開始後、90 分で回収します。それ以後は
選択の変更は認めません。
全科目の解答用紙 4 枚ともに受験番号を記入しなさい。

理 科 問 題

物	理	問題 1	3 ページ
		" 2	5 "
		" 3	7 "
		" 4	11 "

化	学	問題 1	15 ページ
		" 2	19 "
		" 3	23 "
		" 4	27 "

生	物	問題 1	31 ページ
		" 2	35 "
		" 3	39 "
		" 4	43 "

解 答 用 紙

理科	物理解答用紙	1 枚
理科	化学解答用紙	1 枚
理科	生物解答用紙	2 枚

生 物

生物問題 1

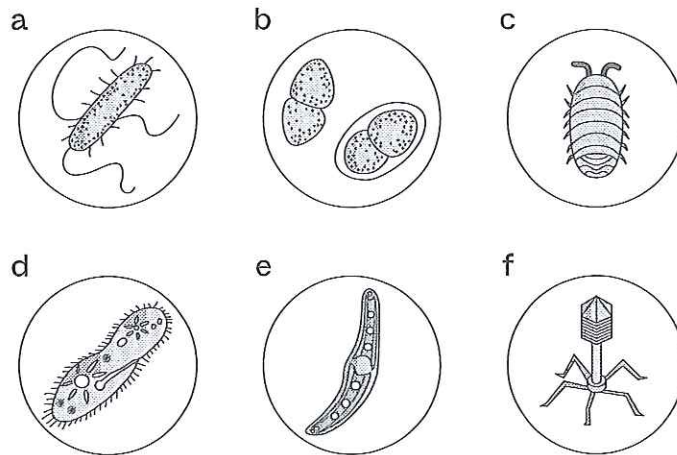
次の文章を読み、問 1 ～問 8 に答えよ。必要に応じ遺伝暗号表を参考にせよ。

遺伝子を構成する物質が DNA であることは、1944 年のアベリー(エイブリー)が行った 1 の形質転換ならびにネズミを使った実験と、1952 年のハーシーとチェイスが行った大腸菌と 2 , それに 2 種類の放射性同位元素, ミキサー(ブレンダー)を使った実験により明らかとなった。しかし、当時はまだ遺伝情報がどのように DNA 分子に記録されているのかは不明であり、研究者らは新しい技術を駆使して遺伝暗号の解読を進めていた。

ワトソンとクリックは、先にウィルキンスとフランクリンによって得られた B 型 DNA 結晶解析データを参考に、DNA 立体構造の 3 モデルを 1953 年に完成させた。この構造モデルは、シャルガフの規則に完全に従うとともに、後に メセルソンとスタールによって確認された DNA 複製の様式も矛盾なく説明できた。
さらにクリックは、DNA 上の遺伝暗号はいったん RNA に写し取られ、その情報をもとにタンパク質が作られるとする 4 説を予言した。また、その後に行ったフレームシフト実験では、DNA 上の遺伝暗号が 3 塩基ずつの組み合わせ(トリプレット)で存在することも証明した。

遺伝暗号を最初に解読したのはニレンバーグ(ニレンバーグ)であった。彼は 1961 年に大腸菌から抽出した成分を試験管内で混ぜて翻訳を再現する方法(無細胞タンパク質合成法)を開発した。そこで、ウラシルだけを塩基として含む人工 RNAを合成してこのタンパク質合成反応系へ加えたところ、この RNA をもとにアミノ酸の 5 のみが連結したポリペプチドが新たに合成され、ついに UUU コドンの遺伝暗号が解き明かされた。

問 1 空欄 1 と 2 に入る適切なものを図 a ~ f の中から選び、その記号と名称を答えよ。



問 2 空欄 3 ~ 5 に入る語句を答えよ。

問 3 下線部 A について以下の問いに答えよ。

- (1) 規則の内容を説明せよ。
- (2) なぜ、ワトソンとクリックの DNA 立体構造モデルによって下線部 A を説明できるのか述べよ。

問 4 下線部 B については、質量の異なる窒素同位体と超遠心分離法を使った実験により明らかになった。この DNA の複製様式を何と呼ぶか答えよ。

問 5 下線部 C については、クリックらの実験以前に、あるウイルスの 1200 塩基対の DNA 配列から約 400 アミノ酸のタンパク質が作られることから想像されていた。しかし真核生物では、このような計算 ($1200 : 400 = 3 : 1$) がほとんど成り立たない。その理由を答えよ。

問 6 以下に示す成分をそれぞれ、下線部Dに必要なものと不必要なものに分けよ。

DNA, RNA, リボソーム, ヒストン, アミノ酸, 葉緑体, グルコース, ATP

問 7 コラーナは様々な配列を持つ人工 RNA を合成して、ニーレンバーグと同様の実験を行った。以下に示す RNA を用いた場合、どのようなポリペプチドが合成されると予想されるか答えよ。

- (1) AG の繰り返し (AG)_n
- (2) UUC の繰り返し (UUC)_n
- (3) UACU の繰り返し (UACU)_n

問 8 現在では、アフリカツメガエルの卵細胞の細胞質中へ伝令 RNA を顕微鏡下で直接注入し、タンパク質を合成する技術がある。しかし、この方法によって下線部Eを卵細胞の中に注入しても、実際にはポリペプチドはほとんど作られない。その理由を答えよ。

遺伝暗号表

		2番目の塩基									
		ウラシル(U)		シトシン(C)		アデニン(A)		グアニン(G)			
1 番 目 の 塩 基	U	UUU	フェニルアラニン	UCU	セリン	UAU	チロシン	UGU	システイン	U	3 番 目 の 塩 基
		UUC		UCC		UAC		UGC		C	
		UUA	ロイシン	UCA		UAA	終止	UGA	終止	A	
		UUG		UGC		UAG		UGG	トリプトファン	G	
	C	CUU	ロイシン	CCU	プロリン	CAU	ヒスチジン	CGU	アルギニン	U	
		CUC		CCC		CAC		CGC		C	
		CUA		CCA		CAA	グルタミン	CGA		A	
		CUG		CCG		CAG		CGG		G	
	A	AUU	イソロイシン	ACU	トレオニン	AAU	アスパラギン	AGU	セリン	U	
		AUC		ACC		AAC		AGC		C	
		AUA		ACA		AAA	リシン	AGA	アルギニン	A	
		AUG	メチオニン(開始)	ACG		AAG		AGG		G	
	G	GUU	バリン	GCU	アラニン	GAU	アスパラギン酸	GGU	グリシン	U	
		GUC		GCC		GAC		GGC		C	
		GUA		GCA		GAA	グルタミン酸	GGA		A	
		GUG		GCG		GAG		GGG		G	

草 稿 用 紙

生物問題 2

次の文章を読み、問 1～問 11 に答えよ。

生物は各々の種類や生活環境に応じ、様々な色・形・大きさを示す。しかし、構成元素や分子・細胞のレベルでは共通点が多い。たとえば、人体の乾燥重量の 90 % 以上はわずか 4 つの元素で占められているが、これは他の生物でも同様である。また、どの生物でもそれを構成する分子の中で最も多く存在するのは水で、ヒトでは重量のおおよそ ア % を占める。

構成元素の種類が同じでも、生物はその種類により特徴的な組成を示す。これは各々の種類に特有の代謝経路や構造が存在するためであり、生物の多様性をもたらす要因の一つとなっている。また代謝の内容は、各個体の置かれた環境に応じて調節される。したがって生体の成分組成は、外界から摂取された物質の組成そのものとは限らない。

図 1 は、ヒト、マウス(肝臓)、ウニ(卵)、トウモロコシ(植物全体)、大腸菌の成分組成を、乾燥重量中の比率で示したものである。

トウモロコシ(植物全体)に存在する代表的な炭水化物はセルロースとデンプンで、これらはともにグルコースを単位とする高分子化合物である。しかしセルロースとデンプンでは、物質としての特性も生体内での機能も大きく異なっている。トウモロコシはセルロースを構造維持に、デンプンを イ に用いている。動物はセルロースを合成できないため、構造維持には別の機構を用いている。ヒトやマウスのような脊椎動物の場合、体の力学的な支持を行うのは、ウ とその周辺組織である。ウ には先に述べた主要 4 元素に加え、無機物質である エ の多いのが特徴である。また、動物はデンプンも合成できないため、ヒトを含む多くの動物ではデンプンに代わる炭水化物として オ を産生・利用している。ただし一般に動物では、イ のための主要物質は カ である。オ のかわりに カ を用いると体重増加が少なく、移動を必要とする動物には有利である。

無機物質は、生体中での量は少ないが、浸透圧の調節や酵素反応の進行等に必要とされる。中でも **エ** は、ヒト体内では上記の構造体成分であるばかりでなく、動物に特徴的かつ生命維持にかかわる現象にも必須である。このため ^②**エ** の細胞内外の濃度は、どちらも厳密に調節されている。

問 1 **ア** にあてはまる数値はいくらか。

問 2 下線部①で示した，“4つの元素”とは何か。元素記号で答えよ。

問 3 **イ** にあてはまるデンプンの生体内での機能は何か。

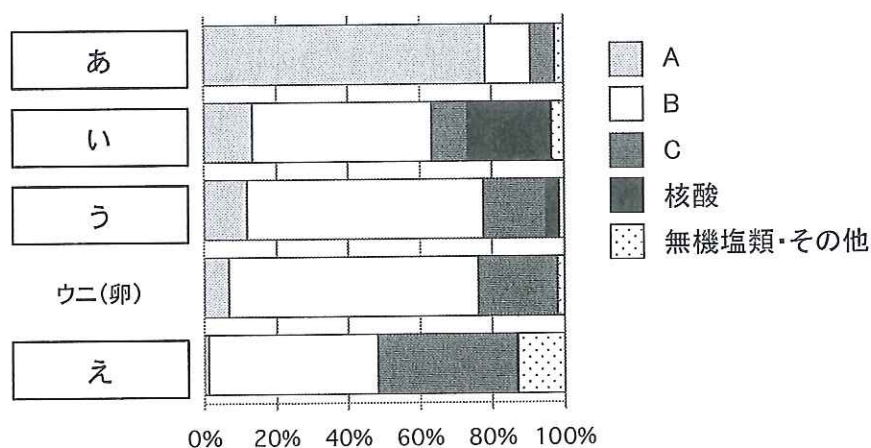
問 4 **ウ** ～ **カ** にあてはまる語は何か。（**エ** は元素記号で答えよ。）

問 5 下線部②で示した，**エ** の必要とされる“動物に特徴的かつ生命維持にかかわる現象”（場面）の例を2つ挙げよ。

問 6 ヒト，トウモロコシ，大腸菌は各々図1中のあ～えのどれか。

問 7 タンパク質，炭水化物は各々図1中のA～Cのどれか。

図 1



問 8 ヒトの体重に占める水分の比率(水占有率)には、年齢・性別・肥満の有無による差が見られる。これは脂肪組織の水分含有率が他の組織に比べて低いことによる影響が大きい。一般的な男性と女性では、どちらの水占有率が高いと考えられるか。

問 9 ヒトが1日あたりに必要とする水分量(水分所要量)は、「代謝で生じた老廃物を腎臓から尿として排泄するのに必要な水分量」と「肺および皮膚から失われる水分量」の和で概算できる。次のうち、体重1 kgあたりの水分所要量の多いのはどちらか。

- (1) 乳児と成人
- (2) 正常時と発熱時
- (3) 低湿度環境と高湿度環境

問10 近年、トウモロコシはバイオエタノール(*注)の材料の一つとして注目されている。問題文中にあるトウモロコシ成分(セルロース、デンプン、グルコース)のうちで、エタノール合成の材料として利用可能なものすべてを選べ。複数が該当する場合には、エタノール合成までの処理が容易な順に記載せよ。

(*注：バイオエタノールとは「バイオマスから製造されたエタノール」、バイオマスとは「再生可能な生物由来の有機性資源で、化石資源を除いたもの」と定義されている。)

問11 同じ日に生まれた姉妹ネコ、「サクラ」と「ミズホ」はとてもよく似ている。別々の飼い主にもらわれてからしばらく経つのに、体重にも体格にも差がない。どちらも健康ですばしっこく、人なつこい。2匹を並べても、飼い主でないと見分けが難しい。サクラの飼い主はドライキャットフード、ミズホの飼い主はミズホお気に入りの特製ツナ缶をそれぞれのエサとして与えている(表1)。2匹の1日あたりの栄養摂取量(エネルギー、ビタミン、ミネラルその他)はすべて同じである。2匹の尿(1日分をまとめたもの)を比べたところ、量は同じだったが、浸透圧には違いがあった。

- (1) サクラとミズホの呼吸商はそれぞれいくらか。2匹とも他のエサを食べないものとする。
- (2) 浸透圧の高い尿は、どちらのネコのものか。
- (3) 2匹の尿の浸透圧が異なる理由を述べよ。

表 1

	サクラ用 ドライキャットフード	ミズホ用 特製ツナ缶
エネルギー源の割合 (重量比)	炭水化物 60 % タンパク質 30 % 脂 質 10 %	タンパク質 90 % 脂 質 10 %

生物問題 3

次の文章を読み、問1～問7に答えよ。

発芽した種子植物の花芽形成には、日長(昼の長さ)や温度などの環境要因が影響している。

たとえば、コムギやアブラナは日長が長くなると花芽を形成し、逆にキクやコスモスは日長が短くなると花芽を形成する。前者を長日植物、後者を短日植物と呼ぶ。また、トウモロコシやキュウリのように日長に関係なく花芽を形成する植物も存在し、植物と呼ぶ。植物が日長の変化に対して反応する性質をという。ただし、実際に植物が感じているのは日長ではなく連続した夜の長さ^①である。事実、暗期の途中に特定波長の光を短時間照射すると^②、それまでに蓄積した暗期の効果が消失する。光の情報は、と呼ばれるタンパク質が受容している。このタンパク質は、光発芽種子の発芽誘導にも関わっている。

花芽が形成されるのは茎頂であるが、オナモミの接ぎ木実験などから暗期の長さを感じるのは茎頂ではなくであることがわかっている。で作られた花成ホルモン(フロリゲン)はを通じて茎頂に移動し、花芽の形成を引き起こす。最近、長年不明であった花成ホルモンの研究が進み、その実体が他の植物ホルモンのような低分子化合物ではなく、タンパク質であることが明らかとなった。

一方、花芽形成に温度が影響する例としては秋まきコムギが知られている。秋まきコムギは生育の初期に一定期間低温に曝されなければ花芽を形成しない。また、必ずしも低温を必要としないが、低温に曝されることで花芽形成が促進される植物も数多く存在する。このように、低温で花芽形成が促進される現象を春化という。

問1 空欄～に適切な用語を入れよ。

問2 花芽の形成に必要な下線部①は植物ごとに異なる。それを何と呼ぶか答えよ。

問 3 下線部②の処理を何と呼ぶか答えよ。

問 4 下線部②に記載した光の名称を答えよ。

問 5 アサガオは短日植物であるが、日長の長い初夏から花を咲かせる。その理由を考え記載せよ。

問 6 図 1 は、ある植物の花芽形成と日長との関係を調べた結果である。図 2 の A～F の光条件から、この植物の開花に適した条件をすべて選び、記号で答えよ。

図 1

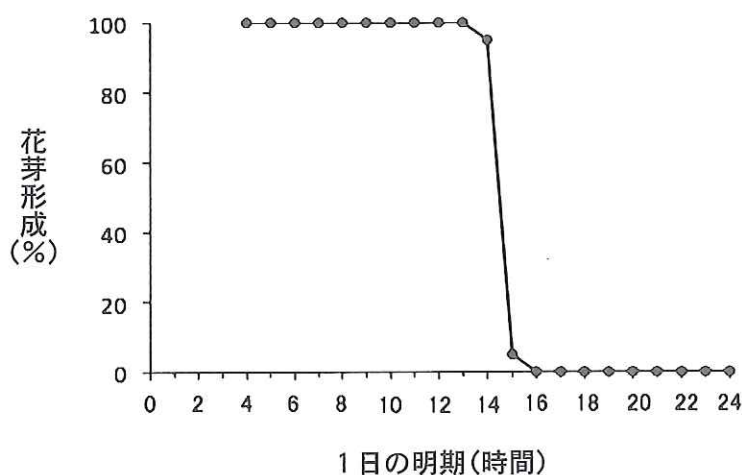
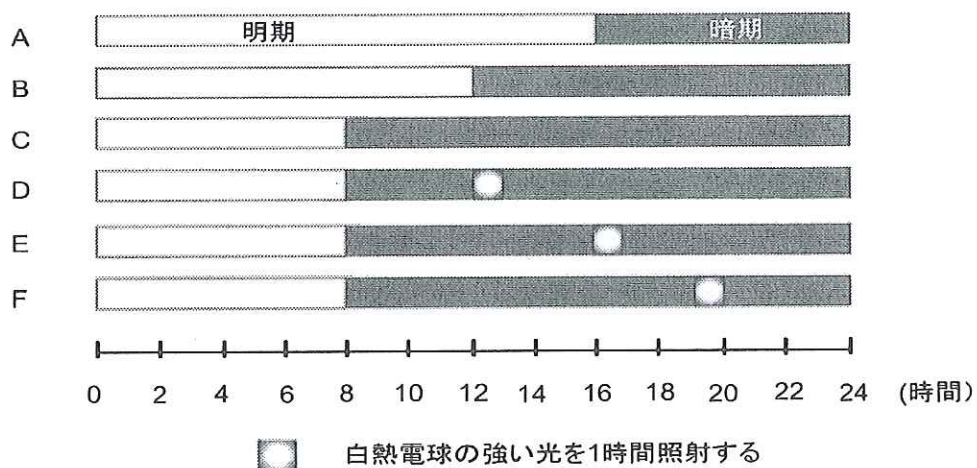


図 2



問 7 図 3 は、2 種類のコムギ(A と B)について春化処理の効果を調べた結果である。春化処理後のコムギは、花芽形成に適した日長条件下で生育させた。横軸は春化処理日数、縦軸は開花するまでの日数を表している。B は、30 日以下の春化処理では開花しなかった。これらの情報をもとに、表 1 の条件①～⑧の中で、A のみが開花する条件をすべて選び、番号で答えよ。

図 3

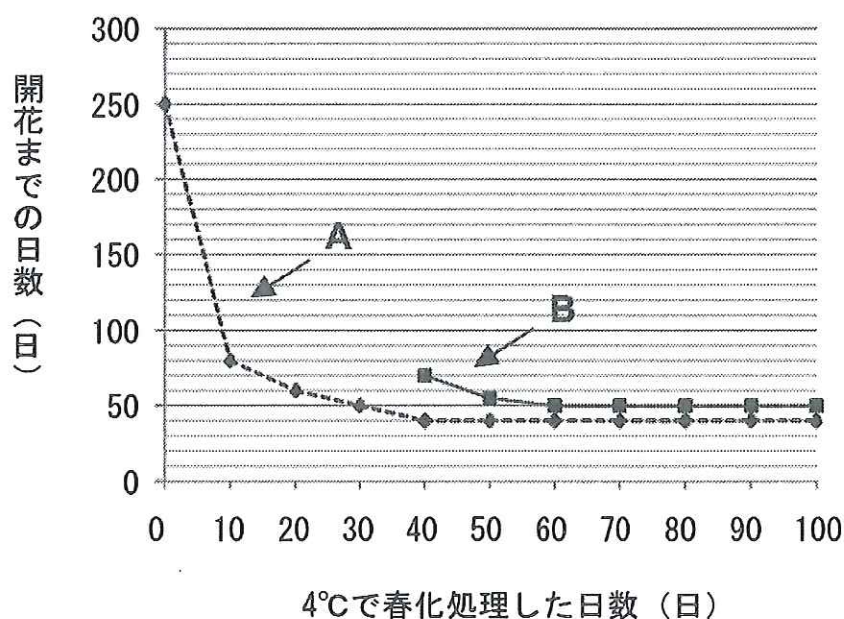


表 1

条 件	春化処理する植物の状態	春化処理日数	春化処理後の日長条件
①	乾燥種子	10 日	長日
②	乾燥種子	10 日	短日
③	乾燥種子	50 日	長日
④	乾燥種子	50 日	短日
⑤	幼植物(芽生え)	10 日	長日
⑥	幼植物(芽生え)	10 日	短日
⑦	幼植物(芽生え)	50 日	長日
⑧	幼植物(芽生え)	50 日	短日

草 稿 用 紙

生物問題 4

次の文章を読み、問 1 ～問 9 に答えよ。

[A] キメラマウスとは、遺伝的に異なる 2 種類以上の細胞で構成されたマウスである。初期胚や胚性幹 (ES) 細胞を操作することで実験的に作製されることから、ノックアウトマウス作製の過程に利用される (以下、図 1 参照)。ノックアウトマウスは、人為的に変異を導入することにより特定の遺伝子の機能を失った実験用マウスである。ノックアウトマウス作製には、まず、遺伝子組換え操作により ES 細胞の遺伝子に変異を導入する。処置された ES 細胞は、対立遺伝子の片方が組換え型となるヘテロ接合体である。遺伝子に変異が導入されている (組換え型) か、あるいは正常 (野生型) か、各々の対立遺伝子は実験的に区別することができる。次に、キメラマウスと正常マウスの交配により得られた子孫のうち、ES 細胞に由来する配偶子から発生し、組換え型遺伝子を持つ個体を選抜する。さらに、その個体同士を交配することにより両対立遺伝子共に組換え型のホモ接合体、すなわち、完全に遺伝子の機能が失われたノックアウトマウスが得られる。

問 1 マウスの配偶子とそれらが形成される組織を雌雄について答えよ。

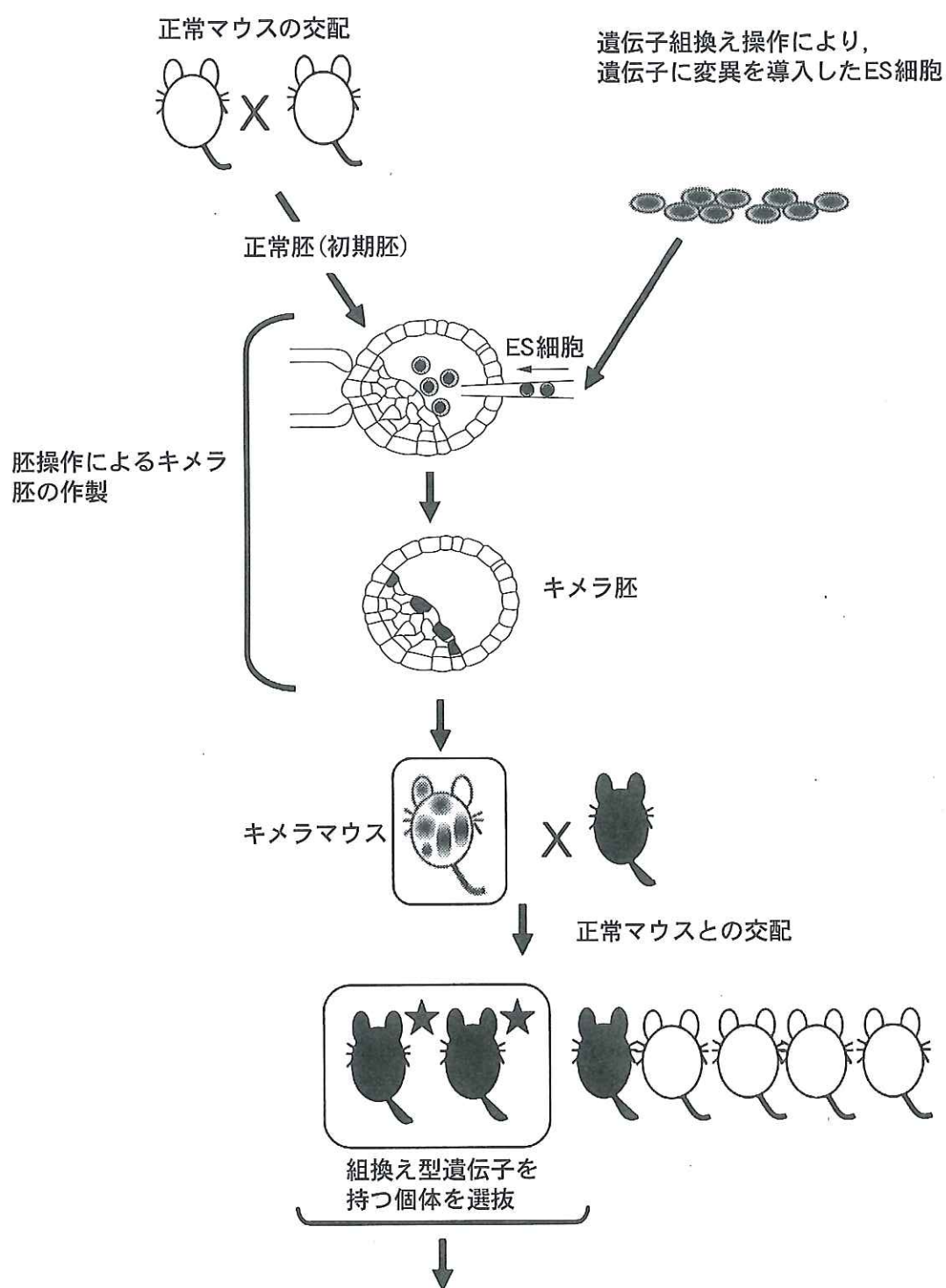
雄：配偶子 (1) 形成される組織 (2)

雌：配偶子 (3) 形成される組織 (4)

問 2 マウスの配偶子が形成される減数分裂の様式には、雌雄間で顕著な相違が見られる。その相違について 50 字程度で述べよ。

問 3 減数分裂によって形成される各々の配偶子が持つ遺伝子の組合せは染色体の数に依存するが、さらにある現象によって新しい組合せができる。その現象とは何か 20 字程度で述べよ。

図 1



さらに、個体同士を交配して完全に遺伝子の機能が失われたノックアウトマウス(両対立遺伝子共に組換え型のホモ接合体)を作製する。

問 4 遺伝子 A に変異を導入した ES 細胞と正常胚から作製したキメラマウスを正常なマウスと交配して得られた 10 匹の子孫のうち、8 匹が ES 細胞由来と判明した。目的の組換え型遺伝子を持つ個体は何匹いると期待されるか答えよ。

問 5 問 4 で得られた組換え型遺伝子を持つ個体同士を交配させたところ、6 匹の子孫が得られた。しかし、完全に遺伝子 A の機能を失ったノックアウトマウスは存在しなかった。計算上では、何匹のノックアウトマウスが生まれると期待されるか答えよ。

[B] 突然変異のためにヒトの疾病に似た症状を示す実験動物は、疾患モデルとして、病因の解析あるいは診断や治療の目的で研究に用いられる。ある研究機関では、遺伝的に銅の輸送に異常を示すマウスの系統が発見された。このマウスの雄は胎児の段階で死亡した。一方、雌はまだら模様の毛色と成長遅延を示し^(ア)たが、繁殖力を維持していた。塩基配列を解析したところ、疾患の原因は銅輸送タンパク質遺伝子の変異であった。イントロン 22 からエキソン 23 にわたる領域が連続的に欠失する変異のため、この遺伝子は正常にスプライシングされず、その結果、合成されるタンパク質が銅を輸送する機能を失っていた。^(イ)

問 6 スプライシングは、隣接するエキソン同士をつなぐだけでなく、いくつかのイントロンあるいはエキソンをスキップして、特定のエキソンを選択的につなぐことがある。この現象の意義を 50 字程度で述べよ。

問 7 下線部(イ) エキソン 22 の特定位置(後ろから 39 塩基)からエキソン 23 の特定位置(前から x 塩基)まで、野生型および変異型遺伝子の各々について、ゲノム DNA、および伝令 RNA (mRNA) を鋳型として合成された相補的 DNA の領域の長さ(塩基対の数)を調べた。野生型は、1821 塩基対および 891 塩基対、変異型遺伝子は双方共に 381 塩基対であった。

- (1) ゲノム DNA を比較した場合、変異型は野生型よりどれくらい短い、塩基対の数で答えよ。
- (2) mRNA を鋳型として合成された相補的 DNA を比較した場合、変異型は野生型よりどれくらい短い、塩基対の数で答えよ。
- (3) 変異型遺伝子のイントロン 22 は、273 番目までの塩基は正常で 274 番目以降の塩基が欠失していた。イントロン 22 およびエキソン 23 の欠失領域を塩基対の数で答えよ。

問 8 下線部(ア) の雌雄間の症状の相違から銅輸送タンパク質遺伝子はどの染色体に存在する可能性が高いか答えよ。

問 9 問題文中のマウスは野生色(黒っぽいねずみ色)の遺伝子を持っているが、この遺伝子から転写・翻訳されるタンパク質は正常に働くために銅を必要とする。下線部(ア) の雌のまだら模様はキメラ個体に見られることが知られている。なぜまだら模様になるのか、雄よりも症状が軽くなることも考慮し、その可能性を 150 字程度で述べよ。

B Z M 1

名古屋市立大学

受験番号

B Z M 1

受験番号

必ず2か所に受験番号を記入すること

(平成24年度) 理科(前)生物解答用紙(1/2)

問題 1

問 1	1	記 号		名 称	
	2	記 号		名 称	
問 2	3			4	5
問 3	(1)				
	(2)				
問 4					
問 5					
問 6	必 要				
	不 必 要				
問 7	(1)				
	(2)				
	(3)				
問 8					

問題 2

問 1		問 2		問 3	
問 4	ウ		エ	オ	カ
問 5					
問 6	ヒ	ト	トウモロコシ	大 腸 菌	
問 7	タンパク質		炭 水 化 物		
問 8		問 9 (1)		(2)	(3)
問10					
問11	(1)	サクラ	ミズホ	(2)	
	(3)				

問題 3

問 1	ア		イ		ウ
	エ		オ		
問 2		問 3		問 4	
問 5					
問 6		問 7			

B	Z	M	2
---	---	---	---

名古屋市立大学

受験番号							
------	--	--	--	--	--	--	--

B	Z	M	2
---	---	---	---

受験番号							
------	--	--	--	--	--	--	--

必ず2か所に受験番号を記入すること

(平成24年度) 理科(前)生物解答用紙(2/2)

問題 4

問 1	雄	(1)		(2)		雌	(3)		(4)	
問 2										
問 3										
問 4					問 5					
問 6										
問 7	(1)		(2)		(3)	イントロン 22		エキソン 23		
問 8										
問 9										

--

--