

生物基礎・生物（後期日程）

（注意事項）

1. 試験開始の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
2. 試験開始の指示があったら、すぐに「試験問題並びに答案用紙」の種類と枚数が以下のとおりであることを確認し、受験番号をすべての用紙に記入してください。
(生物基礎・生物その1)～(生物基礎・生物その4) 各1枚 計4枚
3. 「試験問題並びに答案用紙」の枚数が異なる場合や印刷が不鮮明な場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
4. 「試験問題並びに答案用紙」の裏面を草案として使用しても構いませんが、採点対象とはしません。
5. 試験終了後、「試験問題並びに答案用紙」は、科目ごとにすべて回収します。上から(生物基礎・生物その1)、(生物基礎・生物その2)、(生物基礎・生物その3)、(生物基礎・生物その4)の順に、おもて面を上にして、ひろげた状態で用紙の上下をそろえて4枚重ねてください。異なる科目の答案用紙が混入しないように注意してください。
6. すべての確認作業が終了するまで着席しててください。

問題 1 次の文章を読み、以下の間に答えなさい。

哺乳類などの動物において、精子が形成される際には減数分裂と呼ばれる細胞分裂が行われる。この分裂は 2 回の連続した分裂からなり、第一分裂では相同染色体が対合して（ア）を形成し、その際（イ）によって遺伝子の組換えが起こる。これにより、親とは異なる遺伝的組み合わせをもつ配偶子が生じる。第一分裂の結果、染色体数は（ウ）倍体から（エ）倍体へと減少し、その後の第二分裂では（オ）が分離する。オスにおける精子形成では、最終的に 1 個の一次精母細胞から（カ）個の精子が形成される。近年、このようにして形成された配偶子が受精して生じた受精卵に対して、ゲノム編集技術が応用されている。特に、マウスの受精後 1 細胞期に guide RNA (gRNA) と Cas9 タンパク質を注入することで、標的とする遺伝子を破壊する（キ）個体や、外来遺伝子を特定の遺伝子座に導入する（ク）個体を作成することが可能となった。また、RNA 干渉のように、mRNA を壊すことで翻訳を阻害する方法を（ケ）という。外来遺伝子をゲノム上のランダムな位置に導入して発現させるトランスジェニック技術も古くから用いられ、比較的簡便に遺伝子組換え動物を作成できる手法として知られている。

問 1 文中の（ア）～（ケ）に入る適切な語を下の解答欄に記入しなさい。

ア：	イ：	ウ：
エ：	オ：	カ：
キ：	ク：	ケ：

問 2 第一減数分裂で（イ）が起こりうることの生物学的意義を簡潔に説明しなさい。

問 3 文中の（キ）（ク）（ケ）それぞれの遺伝子操作の目的の違いがわかるように簡潔に説明しなさい。

また、（ケ）においては、mRNA を壊す利点に触れつつ説明しなさい。

キ：
ク：
ケ：

問 4 gRNA を 30 pmol（ピコモル）（1 pmol = 10^{-12} mol）用いてゲノム編集を行う場合、Cas9 を 1:1 のモル比で加えるには必要な Cas9 の質量は何 μg か（1 μg = 10^{-6}g ）。小数第 1 位まで答えよ。ただし、この実験で用いる gRNA は 120 塩基からなる 1 本鎖 RNA であり、1 塩基あたりの分子量を 330 とする。また Cas9 タンパク質の分子量は 160,000 とする。

問 5 受精後 1 細胞期にゲノム編集を行うことには、発生的・遺伝学的にどのような利点があるかについて簡潔に説明しなさい。

受験番号

小計

問題 2 抗体はヒトで細菌などの病原体感染に対する防御に重要な働きを担うことが知られている。病原体の認識から抗体産生に至るリンパ球の活性化の過程について書いた次の文章を読み、以下の問に答えなさい。

細菌の感染部位では 1.(ア)などの細胞によって 2.病原体が認識され、食作用によって病原体を取り込み消化することで排除される。活性化した(ア)などの細胞がリンパ節などのリンパ組織へと移動し、3.病原体の成分(抗原)が提示されることで(イ)細胞が活性化される。活性化された(イ)細胞は、液性因子などを介して他の免疫細胞の活性を調節する(ウ)細胞と感染細胞の細胞表面に提示された抗原を認識した後に直接攻撃して排除する(エ)細胞に分化する。(ウ)細胞は同じ抗原を認識する(オ)細胞を活性化する。活性化された(オ)細胞は増殖し抗体産生細胞に分化する。

問 1 下線部 1(ア)に入る細胞名を 2 種類答えなさい。

--	--

問 2 下線部 2 の認識に関わる受容体分子の名称を答え、どのようなしくみで認識しているのかを説明しなさい。

受容体分子の名称：	どのようなしくみで認識しているのか：
-----------	--------------------

問 3 (イ)～(オ)に入るリンパ球の細胞名を答え、下線部 3 に関して抗原提示で活性化されるしくみを説明しなさい。

(イ)：	(ウ)：	(エ)：	(オ)：
抗原提示で活性化されるしくみ：			

次の文章を読み、以下の問に答えなさい。

マウスに 2 種の細菌(V1 および V2 菌)を接種し、その後、血清中の抗体について二重免疫拡散法(オクタロニー法)によって実験 1 と実験 2 を行った。この方法はシャーレ中に固めた寒天に開けた穴に細菌抗原とマウス血清をおくとゲル内を自然拡散し、抗原と結合可能な抗体が出会った地点で抗原抗体複合体を形成し白濁した沈降線として検出される。抗原と抗体の組み合わせによる沈降線の出現パターンは下図のようになる(図 1)。

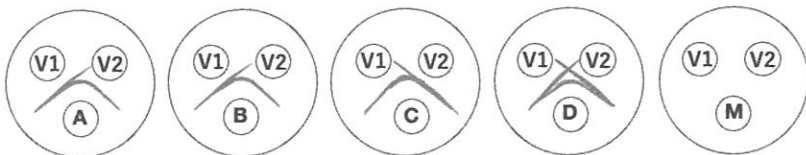
図 1 解析例



[実験 1] V1, V2 菌の抗原混合液と細菌接種(A~D)および未接種のマウス(M)の血清を用いて行った(図 2)。

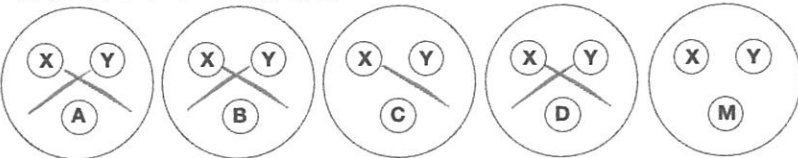
[実験 2] V1 菌由来の 2 種の精製抗原(X, Y)と細菌接種(A~D)および未接種のマウスの血清(M)を用いて行った(図 3)。

図 2 V1: V1 菌抗原混合液 V2: V2 菌抗原混合液



なお、実験 1 および 2 で用いた細菌を接種されたマウス血清中には、それぞれの細菌由来の抗原に結合する抗体が産生されるものとする。また、用いたすべての血清には X, Y 抗原以外の細菌成分に対する抗体は含まれない。

図 3 X および Y: 精製抗原



問 4 A, B, C, D それぞれのマウスに接種された細菌の種類(V1 菌, V2 菌)を答えなさい。

A	B	C	D
---	---	---	---

問 5 2 種の細菌に共通する抗原は, X, Y どちらの抗原か, また判断した理由について実験結果を引用して, 説明しなさい。

受験番号

小計

問題3 次の文章を読み、以下の問に答えなさい。

哺乳類細胞の細胞膜は様々な液性因子に対する受容体を発現しており、それら液性因子の刺激に応答して細胞増殖、細胞分化および細胞死が制御されている。細胞増殖因子（growth factor）は、細胞膜に発現する特異的な受容体を介し細胞増殖を誘導する。一方、細胞死因子/デスファクター（death factor）は、細胞膜に発現する特異的な受容体を介し細胞死を誘導する。(a)細胞増殖における体細胞分裂の過程ではゲノムDNAが複製され2つの娘細胞に分配される。(b)この過程は細胞周期と呼ばれ、DNA合成準備期（G1期）、DNA合成期（S期）、分裂準備期（G2期）および分裂期（M期）から構成されている。1細胞あたりのDNA量はDNA結合蛍光色素を用いて各細胞での蛍光強度を測定することで解析できる。

実験に使用した細胞株は、ある細胞増殖因子に対する受容体を発現しており、細胞培養液にその細胞増殖因子を至適濃度で加えると細胞増殖が誘導され、24時間で2倍に増えた。(c)この条件で培養し盛んに増殖中の細胞集団におけるDNA量の測定を行った結果、図1のようになった。この細胞株の細胞膜には、あるデスファクターに対する受容体も発現している。(d)この細胞株の細胞培養液にそのデスファクターを至適濃度で加えて4時間後に上記と同様の解析を行った結果が図2である。

図1 細胞増殖因子での培養

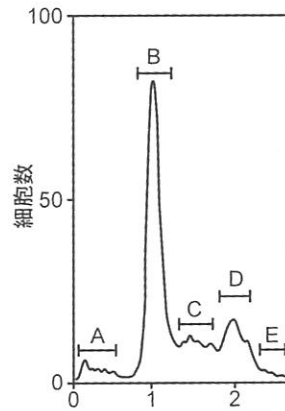
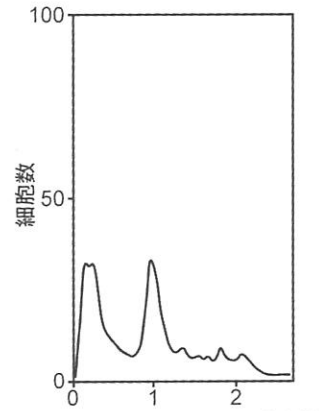


図2 デスファクターでの刺激



問1 下線部 (a) に関連して、体細胞分裂で現れる染色体の末端には TTAGGG の塩基配列の繰り返し構造が認められるが、この構造の名称を答えなさい。その繰り返し構造の機能を説明しなさい。

構造の名称	構造の機能

問2 下線部 (b) に関連して、細胞周期の G1期, S期, G2期および M期は図1の A~E のどれに相当するかを答えなさい。

G1期：	S期：	G2期：	M期：
------	-----	------	-----

問3 下線部 (c) に関連して、この細胞培養液から細胞増殖因子を除いて24時間培養した後に細胞周期とDNA量の関係を調べたらどのようなようになるかを説明しなさい。

問4 下線部 (c) に関連して、この細胞培養液に紡錘糸を構成する微小管の重合を阻害する薬剤を至適濃度で加えて24時間培養した後に細胞周期とDNA量の関係を調べたらどのようなようになるかを説明しなさい。

問5 下線部 (d) に関連して、デスファクターで細胞株を刺激した場合、どのようなことが起こっているかを説明しなさい。

問6 形態形成における細胞死に関連して、ヒトの四肢の発生過程で見られる細胞死の特徴を説明しなさい。

受験番号	小計

