

平成30年度 琉球大学入学試験問題（前期日程） 正誤表

科目名： 生物（医学部医学科）

修正箇所	誤	正
問題用紙 2 問4 問5	第一次精母細胞 第一次卵母細胞	一次精母細胞 一次卵母細胞 （「第」を除く）
解答用紙 2 問4	第一次精母細胞 第一次卵母細胞	一次精母細胞 一次卵母細胞 （「第」を除く）

平成30年度入学試験問題（前期日程）

理 科
(医学部医学科)

物 理	1 ページから	7 ページまで
化 学	8 ページから	10 ページまで
生 物	11 ページから	14 ページまで

注 意 事 項

1. 受験番号を解答用紙の所定の欄(1か所)に記入すること。
2. 解答はすべて解答用紙の所定の欄に記入すること。
3. 解答時間は、100分である。

生 物

1 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(25点)

遺伝子の転写調節機構は、大腸菌における糖の利用の研究を通して初めて解明された。大腸菌は、グルコース(ブドウ糖)が含まれている通常の培地では、グルコースを優先的に代謝してエネルギー源としている。この時、ラクトース(乳糖)を分解して利用するための β -ガラクトシダーゼ(ラクターゼ)などの酵素群は細胞内で作られていないため、大腸菌はラクトースを利用できない。一方、ラクトースを含むがグルコースは含まない培地で大腸菌を培養すると、細胞内で β -ガラクトシダーゼなどの酵素が速やかに合成され、結果的に大腸菌はラクトースを利用できるようになる。1961年、フランスの生物学者フランソワ・ジャコブとジャック・モノーは、この現象を説明する「 説」を提唱した。 とは、いくつかの酵素などの遺伝子とその発現を調節する遺伝子とを、ひとまとまりの単位として捉えたものである。ラクトース利用に関連する では、リプレッサー(抑制因子)と呼ばれる調節タンパク質が常に合成されている。ラクトース非存在下では、リプレッサーは 内の と呼ばれる特定の塩基配列と結合する。 は、転写を進行する酵素 が結合する塩基配列である と部分的に重なり合っている。そのため、リプレッサーが に結合した状態では、リプレッサーが障害物となって が に結合できない。その結果として、 内の β -ガラクトシダーゼなどの遺伝子の転写が起こらず、それらの酵素が合成されない。一方、ラクトース存在下では、リプレッサーとラクトース代謝産物(アロラクトース)との結合が起こる。アロラクトースと結合したリプレッサーは分子の立体構造が変化してしまうため、 と結合することができない。障害物がなくなったことにより、 は に結合することができる。こうして β -ガラクトシダーゼなどの遺伝子の転写が進み、ラクトースを利用するための一群の酵素が合成されることになる。

説は、原核生物である大腸菌についての研究に基づいて提唱されたが、基本的には真核生物の遺伝子の転写調節についても当てはまる。ただし、真核生物の転写調節はより複雑である。通常、真核生物の核のDNAは、 と呼ばれるタンパク質に巻きつけられており、全体の形としては糸でつなげたビーズのようになる。このビーズ状構造(ヌクレオソーム)のつながりが密に折りたたまれて 繊維と呼ばれる構造を形成する。細胞分裂中期において見られる染色体構造は、通常は核内に広がっている 繊維が一時的に高度に凝縮したものである。DNAが 繊維中できつく折りたたまれた状態では、 がDNAに結合できないため、遺伝子の転写の際には、 繊維中のその遺伝子を含む領域がゆるくほどかれなければならない。このような 繊維の折りたたみ・ゆるみの局所的な制御が、真核生物の遺伝子の転写調節に重要な役割を果たしている。また、真核生物の核内では、 と呼ばれるタンパク質が による転写の開始に必要とされる。 と とは複合体を形成して、転写する遺伝子の に結合する。

問1 文章中の ～ に最も適切な語句をそれぞれ記入しなさい。

問2 イソプロピル- β -チオガラクトピラノシド(IPTG)は、アロラクトースと類似した分子構造をもつ物質であり、アロラクトースと同様にリプレッサーと結合することができる。IPTGはラクトースとは異なり、 β -ガラクトシダーゼによる分解は受けない。グルコース培地(グルコースを含むが、ラクトースは含まない培地)で大腸菌を培養し、培養の途中で菌をラクトース培地(ラクトースを含むが、グルコースは含まない培地)に移した場合、 β -ガラクトシダーゼなどの遺伝子の転写量は増加する。その後、細胞内で合成された β -ガラクトシダーゼによってラクトースが使い尽くされるため、アロラクトースも減少し、リプレッサーの機能が回復する。こうして β -ガラクトシダーゼなどの遺伝子の転写量は減少に転じ、最終的には転写されなくなる。

では、グルコース培地で培養した大腸菌をIPTG培地(グルコースおよびラクトースを含まず、IPTGを含む培地)に移した場合、 β -ガラクトシダーゼなどの遺伝子の転写量は時間経過とともにどのように変化すると推定されるか。そのように推定される理由も含めて100字以上150字以内で説明しなさい。

問3 ラクトースの有無に関係なく、常に β -ガラクトシダーゼなどの酵素が合成されてしまう大腸菌の突然変異株が得られた。この突然変異株のリプレッサーをコードしている遺伝子の領域を調べたところ、突然変異は見られなかった。突然変異は大腸菌ゲノム中のどの領域内にあると推定されるか、答えなさい。また、その突然変異はどのような性質のもので、なぜそれによってラクトースが無くても β -ガラクトシダーゼなどの酵素が合成されるのか、100字以上150字以内で説明しなさい。

問4 多細胞の真核生物では、細胞の種類に応じて選択的に発現する遺伝子が多数存在する。このような選択的遺伝子発現に関して、以下の文の , に入る語句の組み合わせとして適切なものを(ア)~(オ)の中からすべて選び、その記号を記入しなさい。

「ヒトの (細胞の種類)では、 (タンパク質)の遺伝子が選択的に発現する。」

記号	A	B
(ア)	筋細胞(筋繊維)	ミオシン
(イ)	赤血球	ペプシン
(ウ)	リンパ球のB細胞	クリスタリン
(エ)	すい臓のランゲルハンス島B細胞	インスリン
(オ)	血小板	免疫グロブリン

2 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(25点)

沖縄の海岸を歩いていると、岩にたくさんの穴があいていることに気がつく。その穴をのぞいて見ると、それぞれの穴には硬いトゲを持ったナガウニが潜んでいることに気がつく。ナガウニは、夏になると一斉に海水中に多量の精子と卵を放出する。海水中に放出された精子は、鞭毛を動かして、一斉に卵に向かって泳ぎだす。そのうち精子が卵の表面に到達すると、精子の頭部が突起状に伸びて、その突起の中身が放出される。さらに、精子は卵の [1] 層の下にある [2] 膜を通過し、 [3] 膜に接する。すると [2] 膜と [3] 膜の間に表層粒の中身が放出され、 [2] 膜は [3] 膜から離れて硬くなり、受精膜となる。その後、卵内に侵入した精子の核は、卵の核と融合した後、細胞分裂が開始される。8細胞期になると、動物極側の細胞では [4]、植物極側では [5] が起き、16細胞期へと発生が進む。さらに原腸胚期になると、植物極側の細胞が陥入し、原腸が形成される。

問1 文章中の [1] ~ [5] に最も適切な語句をそれぞれ記入しなさい。

問2 下線部(a)および(b)の反応を何と呼ぶか、それぞれ答えなさい。

問3 下線部(c)の膜の機能を20字以内で説明しなさい。

問4 下線部(d)にある精子を20個と卵を20個得るには、一次精母細胞および一次卵母細胞は、それぞれ何個必要か答えなさい。ただし、すべての細胞は発生の過程で死亡しないと仮定する。

問5 一次卵母細胞の染色体数が $2n = 20$ である時、卵は何通りの異なる染色体の組み合わせを持つ可能性があるか、正しい答えを(a)~(e)の中から1つ選び、その記号を記入しなさい。ただし、今回は染色体間の組換えは起こらないと仮定する。

(ア) 2^{10} (イ) 10^2 (ウ) 20^2 (エ) 2^{20} (オ) 5^2 (カ) 5^{10}

問6 下線部(e)について、以下の4つの実験を行った。これら4つの実験結果をもとに(1)~(3)の問いに答えなさい。

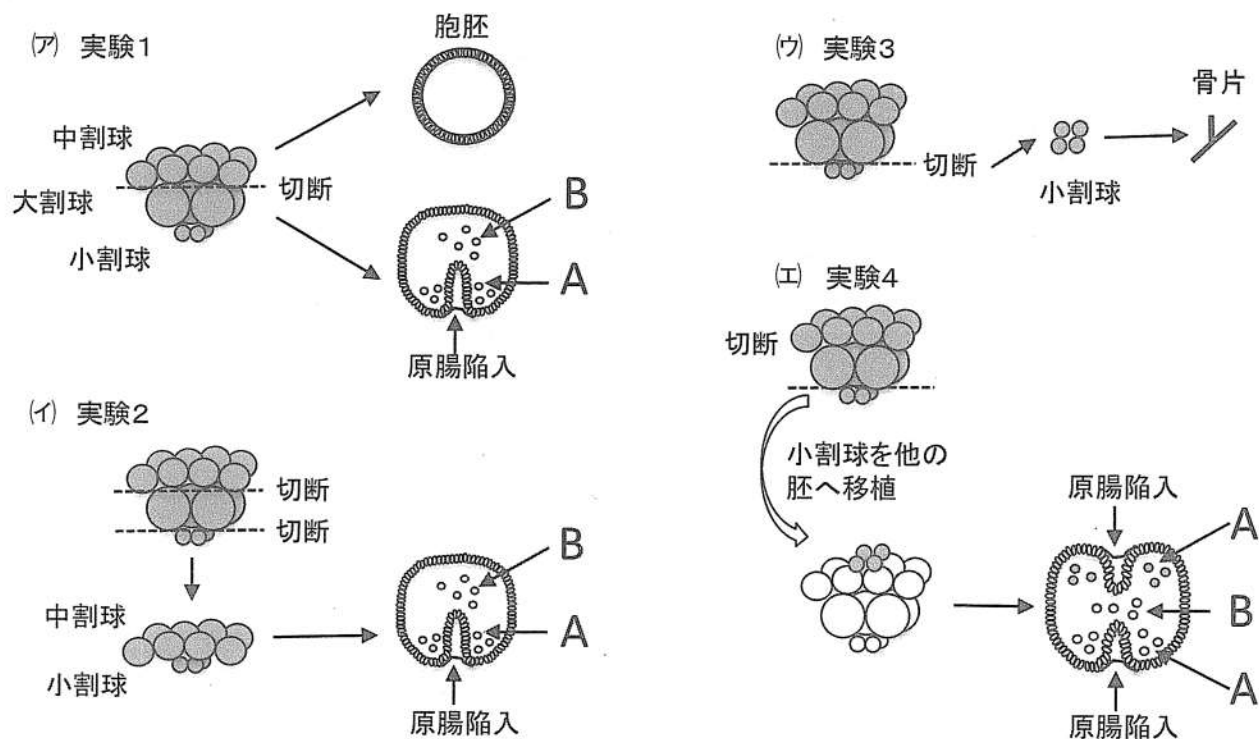
【実験1】 通常、16細胞期胚の8個の中割球からは表皮や神経、4個の大割球からは消化管や筋肉、4個の小割球からは骨片が形成される。この16細胞期胚の中割球と大割球との間で胚を切断し、それぞれの部分胚を発生させた(図I(ア))。その結果、8個の中割球を含む部分胚は、外胚葉のみからなる胞胚期で発生が停止した。一方、4個の大割球と4個の小割球を含む部分胚では、植物極側に小割球由来の細胞Aが生じた。さらに内胚葉由来の原腸が陥入した後、原腸の先端から細胞Bが生じた。

【実験2】 16細胞期胚の中割球と大割球との間、さらに大割球と小割球との間で胚を切断し、中割球8個に4個の小割球をくっつけた(図I(イ))。この胚を発生させたところ、原腸の陥入が観察された。また細胞AとBがともに観察された。

【実験3】 16細胞期胚の小割球と大割球との間で胚を切断し、小割球を発生させたところ、骨片が形成された(図I(ウ))。

【実験4】 16細胞期胚の植物極側の小割球を実験的に切断し、他の胚の動物極側にある中割球上に小割球を移植した(図I(エ))。この胚を発生させたところ、通常は植物極側でのみ見られる原腸陥入が動物極側でも見られた。また細胞AとBがともに観察された。

- (1) 実験1の図I(ア)で示す細胞Aおよび細胞Bの名称をそれぞれ答えなさい。
- (2) 細胞Aおよび細胞Bが分類される胚葉の名称をそれぞれ答えなさい。
- (3) 実験1, 2, 3, 4の結果をもとに、実験4では動物極側においても原腸陥入が起こった理由を60字以内で説明しなさい。



図I ウニの16細胞期胚を用いた実験