

A, B, D

平成 27 年度個別学力検査問題
(国際資源学部, 教育文化学部, 理工学部)

生 物

前 期 日 程

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで, この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子は, 6 ページあります。解答用紙は 3 枚あります。問題は I から III の 3 題です。国際資源学部と理工学部の受験生は問題 I と問題 II の 2 題に解答しなさい。教育文化学部の受験生は 3 題すべてに解答しなさい。
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明, ページの乱丁・落丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は, 手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 4 監督者の指示に従って, 解答用紙に受験番号を記入しなさい。
- 5 解答は, 解答用紙の該当欄に記入しなさい。
- 6 配付された解答用紙は, 持ち帰ってはいけません。ただし, 国際資源学部と理工学部の受験生は, 解答用紙の 3 枚目(問題 III の解答用紙)を試験終了後に持ち帰りなさい。
- 7 試験終了後, 問題冊子は持ち帰りなさい。

I 次の文章を読み、問いに答えなさい。

菌体内で増殖する環状2本鎖のDNAを、プラスミドという。プラスミドは塩基数にして数千から数万のもので、目的の遺伝子をつないだプラスミドを大腸菌などに入れると、プラスミドが細胞内で増殖することにより目的の遺伝子を増やせる。大腸菌には、プラスミドを取り込む性質がある。このため、プラスミドは、ベクターとして利用される。

以下の実験で使用したpUC19プラスミドは、図1に示すように、抗生物質アンピシリンの作用を抑える遺伝子(*Amp^r*)と、ラクトース(乳糖)を分解する酵素であるラクターゼの遺伝子(*lacZ*)を含む。このプラスミドには制限酵素*EcoRI*により認識される部位が1つだけあり、その塩基配列を図2の中に示す。なお、図2は、pUC19プラスミドを簡略化して示してある。

pUC19プラスミドに、制限酵素*EcoRI*を作用させてプラスミドを切断した。また、制限酵素*EcoRI*を作用させてヒトの遺伝子Yを含むDNA断片を取り出した。図3に示したように、遺伝子Yの両末端付近にのみ制限酵素*EcoRI*で切断される部位がある。pUC19プラスミドと遺伝子Yを含むDNA断片を制限酵素*EcoRI*でそれぞれ切断した後、これらを混合し、切断点をつなぐ酵素を作用させることにより、遺伝子Yをプラスミドの中に組み込ませるための実験操作を行った。これを、形質転換しやすいように処理した*Amp^r*遺伝子を持たない大腸菌と混ぜ、アンピシリンとIPTG(ラクターゼ遺伝子の発現を誘導する物質)とX-gal(無色の化学物質で、ラクターゼが作用すると青色の化学物質に変化する発色基質)を含む寒天培地で一晚培養した。翌日、寒天培地上に、それぞれが1個の大腸菌から分裂・増殖によって形成された集落(コロニー)が複数観察できた。集落には、図4で示したように、青色や白色のものが混じっていた。

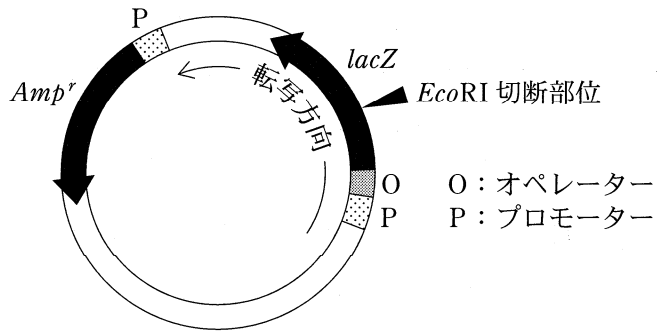


図1 プラスミド pUC19

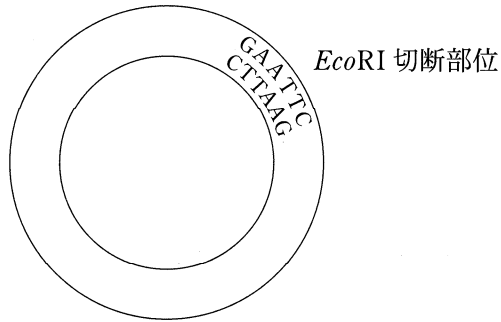


図2 制限酵素 *EcoRI* 切断部位の拡大

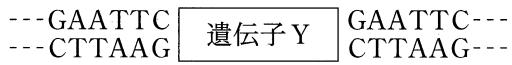


図3 導入しようとする遺伝子 Y

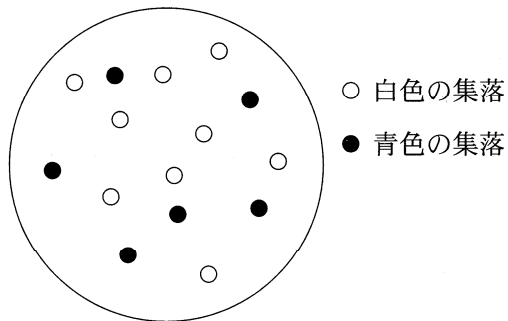


図4 形成された集落

- 問 1 下線部(a)について、制限酵素 *EcoRI* は、DNA 塩基配列のうち、GAATTC 配列の G と A の間を切断する。pUC19 プラスミドの *EcoRI* による切断後の模式図を、図 2 をもとに作製して図示しなさい。
- 問 2 下線部(b)の制限酵素 *EcoRI* を用いて取り出した遺伝子 Y の切断後の模式図を、図 3 をもとに作製して図示しなさい。
- 問 3 下線部(c)の酵素名を答えなさい。
- 問 4 下線部(d)の遺伝子組換えにより、遺伝子 Y を組み込ませたプラスミドの模式図を、図 2 と図 3 をもとに作製して図示しなさい。ただし、切断点をつないだ部分の塩基配列を明記すること。
- 問 5 下線部(e)の青色と白色の集落は、それぞれどのようなプラスミドをもつ大腸菌が増殖してできたと考えられるか、その理由とともに答えなさい。
- 問 6 この実験で、アンピシリンを含まない寒天培地を用いた場合、アンピシリンを含む寒天培地を用いた場合と比べて、生じる集落の数に違いがあるか、その理由とともに答えなさい。
- 問 7 ヒトの遺伝子 Y の翻訳領域は、分子量 55,000 のタンパク質 Y をコードしている。この翻訳領域は何塩基対になるか答えなさい。ただし、タンパク質 Y のポリペプチド鎖中のアミノ酸の平均分子量は 110 とし、遺伝子 Y はエキソンのみで構成され、翻訳領域には終止コドンを含めないものとする。

II 次の文章を読み、問いに答えなさい。

グルコース(ブドウ糖)などの有機物を分解してエネルギーをとり出し、アデニンと高エネルギーリン酸結合をもつ化学物質である(ア)を生成する働きを呼吸という。呼吸には酸素を使う好気呼吸と、酸素を使わない嫌気呼吸がある。好気呼吸は、大きくわけて3つの反応過程からなる。

①

問1 (ア)に適切な単語をいれなさい。

問2 (ア)の構造を模式的に描き、高エネルギーリン酸結合を含めて、各部の名称も書き入れなさい。

問3 動物体内で化学エネルギーの蓄積に使われている物質のうち、(ア)と同じように高エネルギーリン酸結合をもつ化合物の名称を答えなさい。

問4 下線部①の3つの反応過程の名称とそれぞれの反応の場を答えなさい。

問5 下線部①の3つの反応過程のなかで、水を消費するのはどの過程か答えなさい。

問6 グルコース1分子を基質にした好気呼吸において、最も(ア)の生成量が多いのは、下線部①の3つの反応過程のなかのどの過程か答えなさい。

問7 グルコース1分子を基質とした場合の、好気呼吸の全体の反応式を答えなさい。

問8 基質がグルコースの場合の好気呼吸の呼吸商は1.0である。基質をアミノ酸の一つであるロイシン($C_6H_{13}O_2N$)とした場合の好気呼吸の呼吸商は、基質をグルコースとした場合と比較してどうなるか答えなさい。

Ⅲ 次の文章を読み、問いに答えなさい。

ヒトを取り巻く環境は常に変化しているが、体温や生体内の塩類、酸素などの濃度は一定の範囲内に維持されている。このように、体内の状態を一定に保ち、生命を維持する性質を(ア)という。免疫は、(ア)を保つための働きの一つであり、体内に侵入した細菌やウイルスなどの病原体や毒素などを排除する。免疫は、(イ)と(ウ)を識別して、(ウ)としての異物や病原体などを排除するしくみである。免疫は、移植された臓器に対する拒絶反応としても働くことがあり、また、花粉症などのアレルギー症状を引き起こすこともある。

①免疫には、生まれながらに備わっていて病原体などが侵入すると直ちに攻撃して排除する(エ)免疫と、生後に構築されて異物に対し特定のリンパ球が特異的に作用して排除する(オ)免疫がある。体内に侵入した病原体は、まず、樹状細胞やマクロファージに取り込まれて分解される。これらの細胞は、分解した病原体の一部を抗原の情報として細胞表面に出す。(カ)の中で分化するヘルパーT細胞は、この抗原の情報を認識して活性化される。ヘルパーT細胞によって活性化された(キ)は、異物として認識された病原体やウイルスに感染した細胞、がん細胞などを破壊する。また、抗原を認識したヘルパーT細胞は、サイトカインを放出して、同じ抗原を認識した(ク)の増殖と分化をうながす。この増殖と分化の後、活性化された(ク)は、抗体産生細胞となって抗体を放出する。

②

問1 (ア)から(ク)に適切な語句を入れなさい。

問2 下線部①の症状は、肥満細胞(マスト細胞)がある種の抗体と結合して引き起こされる。このとき、肥満細胞が放出する物質の名前を書きなさい。

問3 下線部②に関して、1個の抗体産生細胞は1種類の抗体を産生するが、ヒトは百万種類以上の抗体をつくりだす能力をもっている。ヒトの遺伝子の数は約22,000程度にも関わらず、これほど多くの種類の抗体をつくりだす能力をもつしくみを、以下の抗体の構造を示す語句を全て用いて説明しなさい。

語句：H鎖・L鎖・可変部

問 4 次に示す実験 1 に関して、設問に答えなさい。

実験 1 B 系統のマウスに、A 系統のマウスの皮膚を移植すると、10 日間で拒絶した。この移植を受けた B 系統の同じマウスに、A 系統の皮膚をもう一度移植すると、5 日間で拒絶した。

- (1) 異なる系統間で移植された皮膚を拒絶するしくみを簡潔に説明しなさい。
- (2) B 系統のマウスが二度目に A 系統のマウスの皮膚を移植されたとき、一度目に比べて拒絶するまでの時間が短くなった理由を考察しなさい。

問 5 次に示す実験 2 に関して、設問に答えなさい。

実験 2 ニワトリのタンパク質 X を抗原として生理食塩水に溶かし、2 回にわたり同じ量をウサギに注射した。ウサギから一定の時間おきに血液を採取して、血清を分離し、一定量の血清を用いて、タンパク質 X に対する抗体の量を測定した。

下のグラフは、実験 2 で測定した抗体量の時間変化を、2 回目に抗原を注射する直前まで表している。2 回目に抗原を注射した後に予想されるグラフの変化の概形を描き、その理由を簡潔に説明しなさい。

