

滋賀医科大学  
平成 23 年度  
医学科(前期日程)入学試験問題

理 科

|     |              |
|-----|--------------|
| 物 理 | 1 ページ～ 6 ページ |
| 化 学 | 7 ページ～12ページ  |
| 生 物 | 13ページ～20ページ  |

(注 意)

1. 問題冊子は試験開始の合図があるまで開かないこと。
2. 問題冊子は表紙のほか 20 ページである。
3. 試験中に問題冊子及び解答用紙の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 問題は物理、化学、生物のうち 2 科目を選択し、選択した科目の解答用紙のすべてに受験番号及び氏名をはっきり記入すること。
5. 解答はすべて解答用紙の所定の解答欄に明瞭に記入すること。
6. 解答に関係のないことを書いた答案は、無効にすることがある。
7. 選択しない科目の解答用紙は、試験開始 120 分後に監督者が回収するので、大きく×印をして机の左側に置くこと。
8. 本学受験票を机の右上に出しておくこと。
9. 試験時間は 150 分である。
10. 問題冊子は持ち帰ってもよいが、解答用紙は持ち帰らないこと。

## 生 物 (4 問題)

### I 次の文章を読み、問 1～5 に答えよ。(配点 25)

18 世紀末、ジェンナーは、乳しぼりの人が牛痘にかかると天然痘にかからないという事実から実験を行い、種痘という ① の開発に成功した。種痘は世界中で行われ、1980 年には、天然痘の根絶宣言が発表された。他の病気についても、弱めたり死んだ病原体を接種して、あらかじめその病気に対する免疫を獲得させる ② が行われている。19 世紀末、北里柴三郎とベーリングらは、ジフテリア菌をヒツジに注射し、そのヒツジの血清をジフテリアにかかった動物に注射すると病気が治ることを発見した。この治療法は、毒ヘビにかまれた時の治療などにも現在利用されており ③ という。

問 1 文中の①～③に適切な言葉を記せ。

問 2 文中の①と③を免疫グロブリン、T 細胞という 2 つの言葉を用いて 120 字以内で説明せよ。

問 3 生物は自己を防衛するために、外界の異物を区別して攻撃する方法を進化させてきた。多くの微生物もそれぞれ自己を防衛する手段をそなえており、その厳密な特異性を、我々は、医学・生物学になくてはならない道具として利用している。次にあげるものはその例である。それぞれその名を記せ。

ア. 細菌が自己防衛の手段として発達させたものであるが、遺伝子操作技術の中で、核酸の切断に不可欠の道具として用いられている。

イ. 微生物の間の生存競争において、他種の生物の核酸やタンパク質などに害を与えるものとして獲得されたもので、我々にとっては、抗菌剤などになくてはならない医薬として用いられている。

問 4 臓器移植における拒絶反応は、移植される臓器などの細胞表面に非自己であることが識別される抗原の存在が認識されることによって生じる。ヒトではこの抗原を HLA と呼び、同じ染色体上の近接した 6 つの遺伝子座によってつくられる。この各遺伝子座には多数の対立遺伝子が存在する。

ア. 仮に、HLA 抗原の 6 つの遺伝子座に、それぞれ 10 種類の対立遺伝子があるとすれば、他人と HLA 遺伝子が完全に一致する可能性は、数学的にどのような確率か記せ。

イ. 6 つの遺伝子座間で交叉はほとんど起こらない。同じ両親から生まれた男女 2 人の子供の間で、HLA が完全に一致する可能性は、およそ何分の 1 か記せ。

ウ. HLA の自己、非自己を認識する細胞は T 細胞である。拒絶反応は、次のどの反応によって生じるか、記号で答えよ。

(a) 細胞性免疫

(b) 体液性免疫

(c) 細胞性免疫、体液性免疫の両者

問 5 実験動物を用いた移植と拒絶反応を調べる実験で、移植後 2 週間で移植片が脱落した。同じ個体に同じ組み合わせで、再び移植を行った。結果はどのように考えられるか、理由を合わせて述べよ。(70 字以内)

Ⅱ 次の文章を読み、問 1～5 に答えよ。(配点 25)

真核細胞は、「飲食作用」経路により細胞外の物質を細胞膜とともに包み込み取り込む。取り込まれた細胞外物質を含む小胞の多くは細胞小器官であるリソソームと融合した後、リソソームの内部で処理される。代表的な飲食作用は、取り込む対象物の種類や取り込み方の違いから「食作用」(図 1)と「飲作用」(図 2)に分類される。

ハツカネズミのマクロファージと肝臓の細胞(肝細胞)を用いて、食作用と飲作用を観察する実験をおこなった。マクロファージと肝細胞は同じネズミから採取した。

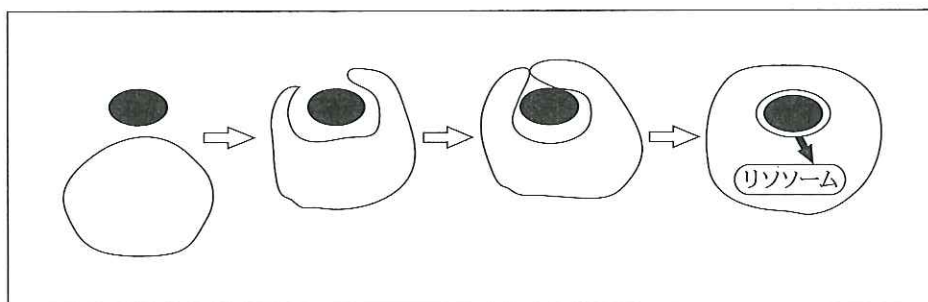


図 1 食作用

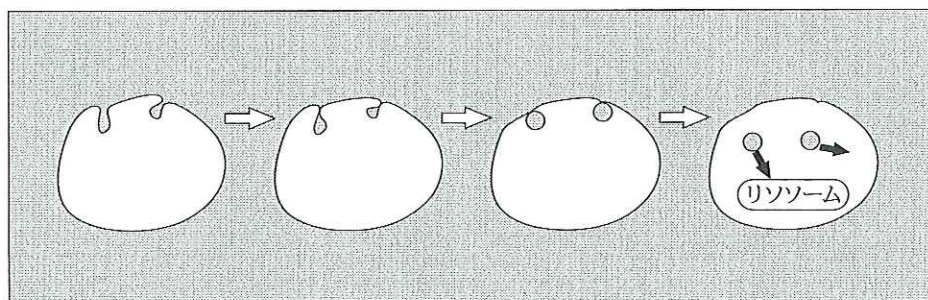


図 2 飲作用

(実験 1)

スライドガラス A～D の上にマクロファージを培養し、次の 4 種類の試料をそれぞれ少量加えて顕微鏡で観察した。その結果、マクロファージに取り込まれなかったのは、C だけであった。

- A. 生きている大腸菌
- B. 死んだ大腸菌
- C. 生きている肝細胞
- D. 死んだ肝細胞

問 1 マクロファージの食作用の対象物はどのようなものか、実験 1 の結果から、推察して述べよ。

問 2 食作用によって取り込まれた対象物は、リソソームでどのようにして処理されるか述べよ。

(実験 2)

スライドガラス E、F に次の 2 種類の液を置き、それぞれにマクロファージを加えて顕微鏡で観察した。その結果、E と F のマクロファージはともに飲作用をおこなうことが観察された。また、このような飲作用は肝細胞を用いても観察された。

E. 培養液のみ

F. 色素粒子を含んだ培養液

問 3 実験 2 の結果から、飲作用における取り込みの対象物は食作用と比較してどのようなものであると推察されるか述べよ。

問 4 培養液にミトコンドリアの機能を阻害する物質を加えると、実験 2 の飲作用は観察されなかった。このことから、飲作用のしくみについて推察されることを述べよ。

問 5 観察開始から 30 分間で、マクロファージは自身の細胞表面積に相当する細胞膜を飲作用によって取り込んだ。しかし、細胞の大きさはほとんど変わらなかった。この理由について考えられる 2 つの可能性について述べよ。



Ⅲ 次の文章を読み、問 1～6 に答えよ。(配点 25)

解糖系はグルコースをピルビン酸に分解する 10 段階の酵素反応からなる。これはグルコースに蓄えられた化学結合エネルギーから生体可以利用できる化学エネルギーを取り出す反応系であり、グルコース 1 分子の分解により、差し引き 2 分子の高エネルギーリン酸化合物 ATP を生じる。一方、細胞にはピルビン酸からグルコースを合成する糖新生の反応系も備わっている。しかし、解糖と糖新生が無秩序に進行すると細胞やひいては生体にとっての損失になるため、状況と必要に応じてどちらの反応が進むかが厳密に制御されている。その制御メカニズムの一つは、反応系の進行<sup>①</sup>がその最終産物によって調節される機構である。たとえば、解糖系酵素の一つであるホスホフルクトキナーゼは、細胞質の ATP 濃度が十分に高いと ATP によるアロステリック効果<sup>②</sup>によって活性を阻害される。

問 1 次の問に答えよ。

ア. 解糖系は細胞のどこで進む反応か。

イ. ピルビン酸がさらに水と二酸化炭素にまで分解される反応系は何と呼ばれるか。

問 2 次の問に答えよ。

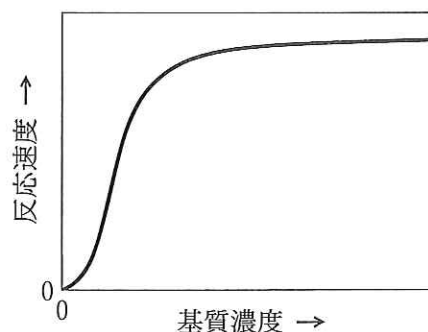
ア. 下線部①の調節機構の名称は何か。

イ. 酵素活性制御に限らず生体においてこの調節機構がはたらく例として以下のうち適切なものを一つ選べ。

- (a) 分化した線維芽細胞に特定の遺伝子を発現させることにより、多分化能をもつ細胞に戻すことができる。
- (b) 神経細胞の脱分極が別の神経細胞を脱分極させることも過分極させることもある。
- (c) 膵臓の  $\beta$  細胞からのインスリン分泌は血糖の上昇によって増加する一方、血糖の低下によって減少する。
- (d) 受精の時に一つの精子が卵に進入を始めると、次の精子は進入することができなくなる。
- (e) パラトルモン分泌は血中カルシウム濃度が低いと減少する。

問 3 下線部②のアロステリック効果を説明せよ。

問 4 右図はホスホフルクトキナーゼの基質濃度-反応速度曲線である。この曲線に対し他の条件が同じとし、(i) 酵素量が1/2の場合の曲線、(ii) ATP 濃度が高い場合の曲線をそれぞれ解答欄のグラフに記入せよ。



問 5 ホスホフルクトキナーゼには複数の種類があり発現部位が異なる。そのなかで骨格筋に発現している筋型ホスホフルクトキナーゼの遺伝子変異が原因となる常染色体劣性形式の遺伝病が知られている。ある家系の患者について筋型ホスホフルクトキナーゼ遺伝子を調べたところ、アミノ酸配列を指定するエキソンの一部に、健常者と比較して以下のような変異が見つかった。なお、塩基配列は相当する部分を対比して示してある。健常者の場合と比較し、患者の筋型ホスホフルクトキナーゼタンパク質の一次構造に予想される変化について答えよ。

|           |                                                                   |
|-----------|-------------------------------------------------------------------|
| 健常者 DNA : | GTGGGAGCCCAACCCCATTT<br>     <br>CACCCTCGGGTTGGGGTAAA             |
| 患者 DNA :  | GTGGGAGCCCAACCCCATTTG<br>     <br>CACCCTCGGTTGGGGTAAAC<br>^<br>欠失 |

問 6 問 5 の患者には、骨格筋細胞内にグリコーゲンの異常な蓄積があり、症状の一つとして運動する時の脱力感がみられた。問 5 の遺伝子変異からこの症状が生じるしくみを推察して説明せよ。

Ⅳ 次の文章を読み、問 1 ～ 5 に答えよ。(配点 25)

細胞のエネルギー代謝に関する特定の酵素を骨格筋で大量に発現させた遺伝子組換えネズミを作成した。この組換えネズミの運動能力をトレッドミル(電動のランニング装置)を使い正常のネズミと比較した。正常ネズミが連続して走ることができたのは約 10 分間で 0.2 km であったが、組換えネズミでは約 5 時間で 6 km であった。右図はそれぞれのネズミの休息時と運動時(最初の 10 分間)の呼吸商を示している。

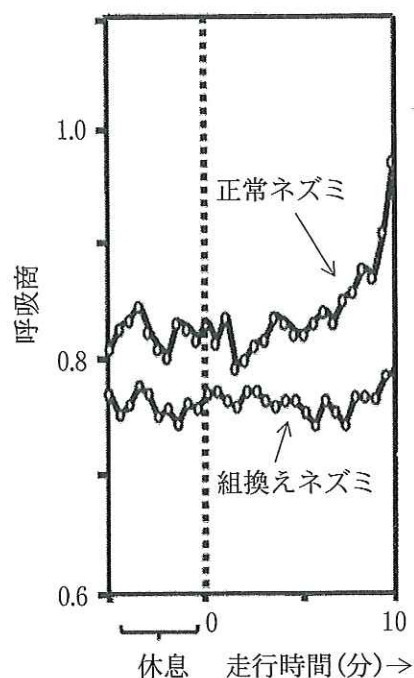


図 正常ネズミと組換えネズミの呼吸商の比較

問 1 呼吸商とはどのような値か説明せよ。

問 2 呼吸商は、エネルギー産生に使われる物質によって変化する。炭水化物、脂肪、タンパク質(アミノ酸)が使われた時の呼吸商の値を下の数値から選び、記号で答えよ。

- (a) 1.3      (b) 1.0      (c) 0.8      (d) 0.7      (e) 0.5      (f) 0.3

問 3 組換えネズミの骨格筋の組織には、動物がエネルギーを蓄えるために利用する貯蔵物質の一つが正常ネズミに比べて数倍多く含まれていることがわかった。図からこの貯蔵物質は何か推定せよ。



問 4 下の表は正常および組換えネズミについて、休息時と運動後(ランニングが疲労で続けられなくなった時)の、血液中のある物質 X の値を示している。この物質 X は筋肉の急激な収縮が起こり、酸素の供給が間に合わなくなった時に生じる物質である。

| 表 物質 X の血中濃度 ( $10^{-3}$ mol/L) |     |      |
|---------------------------------|-----|------|
|                                 | 休息時 | 運動後  |
| 正常ネズミ                           | 4.4 | 17.0 |
| 組換えネズミ                          | 3.8 | 2.8  |

ア. 物質 X の名称を記せ。

イ. 酸素の供給が間に合わなくなった時、物質 X が作られる反応を説明せよ。

問 5 組換えネズミの筋組織を電子顕微鏡で調べたところ、呼吸に関係する細胞小器官の数が増加していた。

ア. 増加した細胞小器官の名称を記せ。

イ. この細胞小器官の断面模式図を書き、4カ所の名称を記せ。

ウ. この細胞小器官で膜を使って行われる ATP を合成する反応の名称を記せ。

エ. 組換えネズミの運動能力向上に、この細胞小器官の増加はどのように貢献したと考えられるか述べよ。