

# 福島県立医科大学

平成 26 年 度  
医学部前期入学試験問題

## 理 科

〔「物理Ⅰ・物理Ⅱ」「化学Ⅰ・化学Ⅱ」「生物Ⅰ・生物Ⅱ」〕

(時間：2 出題科目で 120 分)

### 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 出題科目、ページ及び選択方法は、下表のとおりです。

出 題 科 目	ページ	選 択 方 法
「物理Ⅰ・物理Ⅱ」	1～2	左の3出題科目のうちから、あらかじめ届け出た2出題科目について解答しなさい。
「化学Ⅰ・化学Ⅱ」	3～4	
「生物Ⅰ・生物Ⅱ」	5～7	

- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱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 解答は、すべて解答用紙の所定の欄に記入しなさい。
- 5 問題冊子の余白は計算等に用いて構いません。
- 6 試験終了後、解答用紙のみを回収します。

# 生物 I ・ 生物 II

〔1〕 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。

筋収縮や繊毛運動・べん毛運動などの細胞運動、さらに細胞分裂や細胞内での物質の輸送などは、すべて細胞骨格とモータータンパク質との共同作用によっておこる。

筋収縮の単位となる筋原繊維は、太いフィラメントと細いフィラメントからなり、明帯と暗帯が交互に配列し、明帯の中央にはZ膜と呼ばれる仕切りがある。また、筋原繊維は、筋小胞体という膜構造<sup>①</sup>によって取り囲まれている。太いフィラメントと細いフィラメントはそれぞれ [ア]、[イ] というタンパク質が規則的に集合してできている。[ア] はエネルギーを利用して、細いフィラメントをたぐり寄せ<sup>②</sup>るように動くことで、細いフィラメントが滑り込み、筋収縮が起こる。

べん毛や繊毛は共通の構造(軸糸)を持つ。軸糸は、中央に2本の微小管、周辺に2本一組となった微小管が9組ある(図1)。周辺の微小管の間にはダイニンがある。ダイニンの一方の端は微小管に結合し、もう一方の端は隣の微小管上に近接<sup>④</sup>している。さらに、周辺の微小管の間には架橋部がある。

一方、細胞分裂においては、微小管でできた中心体を起点として [ウ] が形成され、染色体を移動させる。また、細胞内の物質輸送においては、ダイニンや [エ] と呼ばれるモータータンパク質によって、細胞小器官や小胞などが微小管上を移動する。

問1 文中の [ア] ～ [エ] に適切な語句を記せ。

問2 下線部①について、骨格筋の収縮時と弛緩時における筋小胞体の役割をそれぞれ説明せよ。

問3 下線部②について、骨格筋の収縮時と弛緩時の構造の違いがわかるように図示せよ。なお、図中に( )内の語句すべてを、引き出し線を用いて示せ(太いフィラメント、細いフィラメント、明帯、暗帯、Z膜)。

問4 下線部③について、ヒトの体内において繊毛運動とべん毛運動が見られる部位をそれぞれ1つずつ答えよ。

問5 下線部④について、べん毛の仕組みを理解するために、二組の微小管 [a]、[b]、架橋部、ダイニンがついた構造(図2)を取り出したものを用いて以下の実験(i)、(ii)を行った。(i)未処理の試料にATPを加えたところ、ATPが分解され、二組の微小管 [a]、[b] は屈曲が観察された。(ii)未処理の試料にトリプシンを加え、架橋部を消化した後に、ATPを加えたところ、ATPは分解されたが、屈曲は見られなかった。また、実験(i)、(ii)ともに、微小管 [a] と比べ、微小管 [b] はプラス端方向へ移動していた。以下の問いに答えよ。

(1) 微小管を形成するタンパク質の名称を答えよ。

(2) ATPを分解するのは図2のどの部分か答えよ。

(3) ATPの分解によって、図2のどの部分とどの部分が相互作用したのか答えよ。なお、微小管 [a] と微小管 [b] は区別すること。

(4) 実験(i)と(ii)の結果から、架橋部の役割について、( )内の語句をすべて使用して説明せよ(屈曲、ATP、滑り)。

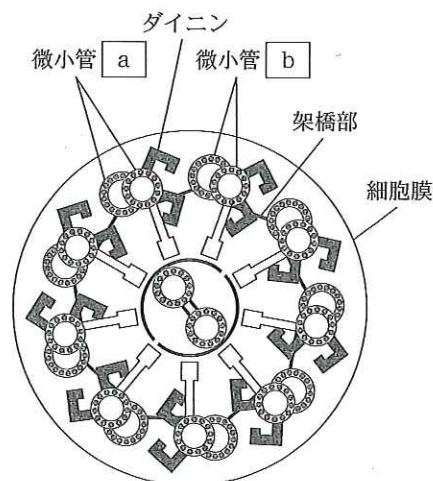


図1 軸糸の横断面

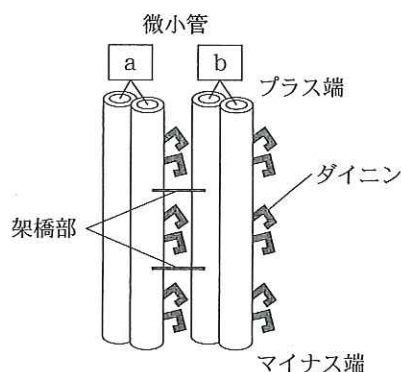


図2 図1の [a]、[b] の微小管を横から見た模式図

〔2〕 次の文章を読み、下の問い(問1～7)に答えよ。

ア から分泌される甲状腺刺激ホルモン放出ホルモン(以下、TRH と略)は、イ に働いて甲状腺刺激ホルモン(以下、TSH と略)の分泌を促進する。TSH は甲状腺に働いて、甲状腺ホルモンの分泌を促進する。甲状腺ホルモンの分泌が高くなり過ぎると、TRH と TSH の分泌は抑制される。TSH は、二種類のタンパク質(TSH α鎖と TSH β鎖)が会合してできている。下の文章1)～4)は、生まれつき甲状腺ホルモンが低下している患者A(男性)とその家族について血液中のTSH濃度とTSH β鎖遺伝子を調べた結果である。

- 1) 患者Aの血液中に、TSHは検出されなかった。詳しく調べた結果、TSH α鎖は検出されたが、TSH β鎖は検出されなかった。このことから、患者Aの血液中には、正常なTSH β鎖は存在しないことがわかった。
- 2) 患者Aとその家族からDNAを抽出し、制限酵素(塩基配列CTAGを認識する)で切断し、電気泳動にかけた。泳動されたDNA断片の中には、TSH β鎖遺伝子の断片も含まれる。これを検出するために、蛍光物質で標識したTSH β鎖遺伝子に相補的なDNAを反応させた。図1は、蛍光の検出結果を示している。患者Aの父母と姉は、甲状腺ホルモンとTSHの血液中濃度は正常であり、この病気にはかかっていない。これらの結果から、患者Aの病気は遺伝性疾患であることがわかった。
- 3) この家系におけるTSH β鎖遺伝子の異常をさらに明らかにするために、患者AのTSH β鎖のmRNAの塩基配列を調べた。その結果、図2に示すように1カ所の点変異(下線)が見つかった。この点変異は、mRNAがタンパク質に翻訳された場合、本来とは異なる別のアミノ酸をコードすることがわかった。
- 4) 点変異を含むTSH β鎖の異常対立遺伝子について、患者Aの家系とは無関係な一般の日本人集団における遺伝子頻度を調べた。無作為に選んだ1000人について調べた結果、5人が異常対立遺伝子についてヘテロ接合体であった。残りの人に異常対立遺伝子は見つからなかった。

問1 文中の ア と イ に入る適当な組織・臓器の名称を答えよ。

問2 下線部①で示した応答は、一般に何と呼ばれるか答えよ。

問3 図1にみられるバンド1、2および3は、TSH β鎖の正常対立遺伝子または異常対立遺伝子から由来している。下線部②と図2を参考にして、それぞれのバンドがどちらの対立遺伝子に由来するか、正常または異常で答えよ。

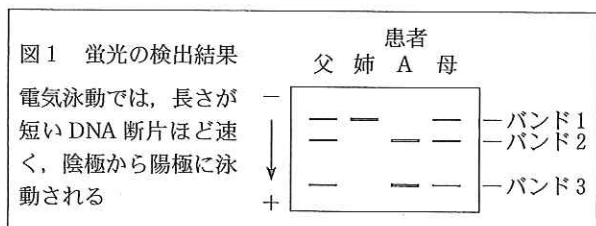
問4 下線部③に示すように、この疾患は遺伝性である。どのような遺伝形式の病気なのか答えよ(解答例：遺伝子は常染色体上にあつて、優性遺伝をする)。

問5 図2の結果と図3のコドン表をもとにして、点変異によりアミノ酸は何から何に変化したか答えよ(解答例：アラニン→グルタミン酸)。ただし、図2の塩基配列は前後が省略されており、図の中に読み枠は示されていない。翻訳は塩基配列の左から右に進行する。

問6 患者AではTSHが検出されていない。下線部④を参考にして、考えられる原因を答えよ。

問7 下線部⑤の結果から、以下の問いに答えよ。なお、解答はすべて分数で示せ。

- (1) 日本人集団における異常対立遺伝子の遺伝子頻度を答えよ。
- (2) 患者Aの両親のような遺伝子型をもつ夫婦の組み合わせは、日本人集団の中でどのような頻度でみられるか答えよ。なお、正常対立遺伝子の頻度は1と近似すること。
- (3) この病気にかかる人は、日本人10万人あたり何人か推定せよ。



健常者 ..CACCAUCUGUGCUGGAUAUUGUAUGG.  
患者A ..CACCAUCUGUGCUAGAUAUUGUAUGG.  
図2 TSH β鎖 mRNA の塩基配列

1番目の塩基	2番目の塩基				3番目の塩基
	U	C	A	G	
U	フェニルアラニン	セリン	チロシン	システイン	U
	ロイシン		(終止)	(終止)	A
C	ロイシン	プロリン	ヒスチジン	アルギニン	U
			グルタミン		G
A	イソロイシン	トレオニン	アスパラギン	セリン	U
	メチオニン		リシン	アルギニン	A
G	バリン	アラニン	アスパラギン酸	グリシン	U
			グルタミン酸		G

図3 コドン表



[ 3 ] 次の文章を読み、下の問い(問1～3)に答えよ。

動物の行動を研究して、1973年に「個体的および社会的行動様式の組織化と誘発に関する発見」として、ノーベル医学・生理学賞を受賞した3人の生物学者がいる。その3人とはイトヨ(トゲウオの一種)の行動を研究したティンバーゲン、ガン・カモ類などの行動を研究したローレンツおよびミツバチの行動を研究したフリッシュである。以下の(i)～(iii)は、3人が研究した動物について述べたものである。

- (i) 繁殖期になるとイトヨのオスの腹部が赤色に変化する。そしてある大きさのなわばりを形成し、腹部が赤色になった別のイトヨのオスがなわばりの中に侵入しようとする時、それを攻撃して追い出すが、なわばりに近づく腹部が膨らんだメス①に対してはジグザグダンスで求愛する。
- (ii) カモなどは、ふ化後間もない時期に身近で見たものの後を追うようになる。発育初期に限られた時期に行動の対象を記憶②することは、一度成立すると変更されにくく、最初に見たのが人間の場合、その人間について歩くようになる。
- (iii) ミツバチは巣から見た太陽の方角を手がかりにして、巣箱の中の垂直な巣板の上で収穫ダンスによって仲間へ餌場の情報を伝える。餌場がおよそ50 m以内の近距離にあるときは円形ダンスを踊り、餌場が遠距離になると図1のような8の字ダンスを踊る。餌場の方向はダンスの向きで、餌場までの距離はダンスの速さで伝えている。なお、巣から見た太陽の方角と餌場の方角のなす角度は、巣板の鉛直上方とダンスの直進方向とのなす角度に相当する。③巣から餌場までの距離は図2に示すように、8の字ダンスを15秒間に何回繰り返すかで伝えられる。

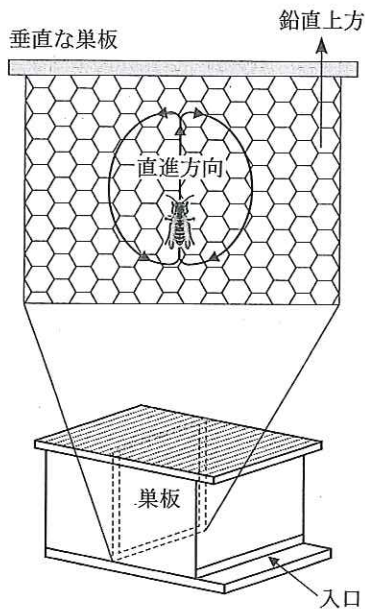


図1

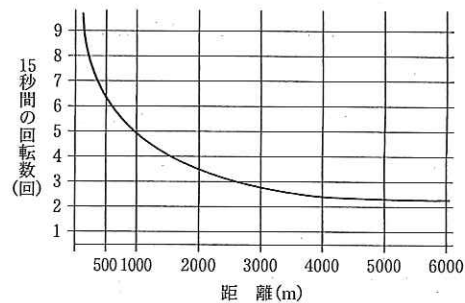


図2

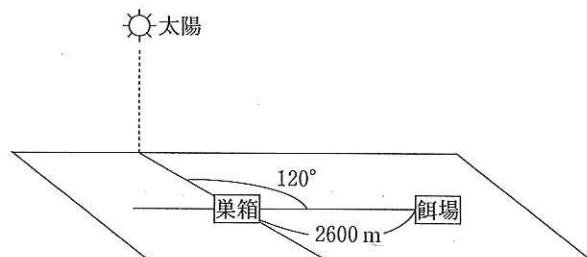


図3

問1 (i)について、下線部①に反応してイトヨのオスはダンスを踊るが、このダンスを引き起こす刺激を何と呼んでいるか答えよ。

問2 (ii)について、以下の問いに答えよ。

- (1) 下線部②は、何と呼ばれるかその名称を答えよ。
- (2) 動物の行動には、生得的行動と習得的行動があるが、それぞれ代表的な例を2つずつ答えよ。ただし、(1)の名称は除く。
- (3) 下線部③は、生得的行動と習得的行動のどちらに属するか答えよ。また、そのように考えた理由を簡潔に述べよ。

問3 (iii)について、以下の問いに答えよ。

- (1) 巣から見た餌場が太陽の方角より右側120°の方向、2600 mのところにあるとする(図3)。その餌場から帰った個体が垂直な巣板の上で踊る収穫ダンスは、どのようなものになると考えられるか、下線部③に着目し、その収穫ダンスを簡潔に説明せよ。また、解答欄上方を巣板の鉛直上方として図示せよ。
- (2) ミツバチの中には、餌場から巣まで戻る際に、途中にある草や木に、口から出した一種の香りを付けて、巣へ帰るものがある。この香りは、巣から餌場へ向かうものを誘導すると言われるが、アリなどにも化学物質を用いたコミュニケーションが知られている。このように動物が体外に分泌して、同種の動物に情報を伝える化学物質をフェロモンと呼ぶが、フェロモンはどのような目的のために使用されるか、代表的な例を2つ答えよ。