

選択科目

(医学部)

— 2月3日 —

物 理 }
化 学 } この中から1科目を選択して解答しなさい。
生 物 }

科 目	問 題 の ページ
物 理	1~7
化 学	9~18
生 物	20~34

選択した科目の解答用紙をビニール袋から取り出し、解答はすべて選択した科目の解答用紙に記入して提出しなさい。

1

次の文章を読み、以下の各問に答えなさい。

(ア)は、細胞や細胞小器官が一定の形状や特定の存在位置を維持するためのタンパク質でできた繊維状構造であり、細胞の運動、細胞分裂や物質輸送などにも関与している。構成するタンパク質とその太さの違いから、球状タンパク質であるチューブリンが管状に集合して構成される(イ)、細胞膜や核の内側で形状を維持している網目状の(ウ)、細胞の収縮と伸展、細胞間結合や筋収縮などに関与する(エ)の3種類がある。(イ)は繊毛や鞭毛を構成するほか、細胞分裂時に重要な役割を果たしている。また、(イ)上に存在して、(オ)を分解して得たエネルギーによりはたらく(カ)タンパク質であるキネシンと(キ)は、ニューロンの軸索における物質の輸送にも関与している。ニューロンの軸索部分にはタンパク質を合成するための細胞小器官が存在しないため、軸索末端をプラス端、細胞体側をマイナス端として軸索内で規則正しく並ぶ(イ)に沿って、(カ)タンパク質が軸索の中を通り、細胞体と神経終末の間で必要な細胞小器官などを運んでいる。生体内では、(ク)から脳下垂体後葉まで突起を伸ばす(ケ)細胞から放出されるホルモンもこの輸送形式で軸索末端まで運ばれ、毛細血管を流れる血液中に直接分泌される。

問1 文章中の空欄(ア)～(ケ)に当てはまる最も適切な語句を答えなさい。

問2 ある疾患では繊毛における(キ)の機能の一つが著明に低下するため、呼吸器の感染が起こりやすくなる。

(キ)のどのような機能の低下が、呼吸器にどのように影響して感染症を起こしやすくしているのかについて、句読点を含めて30字以内で説明しなさい。

問3 ある薬剤Xはチューブリン同士の化学的結合を阻害することにより、(イ)の形成を障害する。この薬剤Xをヒト由来の培養細胞(体細胞)に添加し、その48時間後に細胞分裂を観察した。この時、観察された現象を説明した次の文章中の空欄(コ)～(ス)に当てはまる最も適切な語句を答えなさい。ただし、細胞周期は24時間で、1回で完結するものとする。

分裂期の(コ)期に(サ)の形成が阻害されるため、(シ)の数は増えないが、細胞1個における(ス)の量は分裂前の倍になる。

問4 下線部(a)の現象を観察するために、マウスのニューロンをもちいて以下の実験1, 2をおこなった。評価に使用した部位は、図1にあるマウスニューロンの概略図における細胞体と神経終末、これらから等距離にある中間点A、およびAからそれぞれ等距離にある軸索上の点CとDである。

実験1：ニューロンに、キネシンの活性を抑制する薬剤Yを投与したサンプル①、(キ)の活性を抑制する薬剤Zを投与したサンプル②をそれぞれ作製し、各部位における評価対象の量を測定した。

実験2：図1の中間点Aを圧迫して物質の輸送を抑制し、各部位における評価対象の量を測定した。

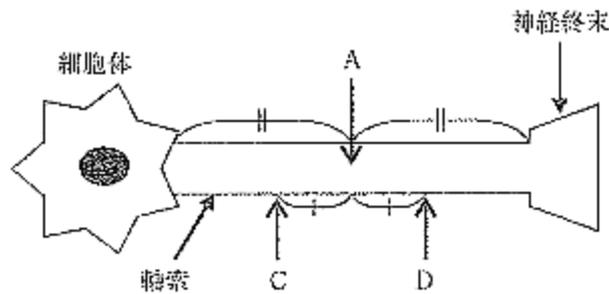


図1. マウスニューロンの概略図

(1) 実験1で、サンプル①と②のニューロンの細胞体に、蛍光色素で標識したあるアミノ酸Bを取り込ませた。その24時間後、中間点Aにおける蛍光色素で標識されたアミノ酸Bを含むタンパク質の量を測定した。この時、予想される結果として最も適切なものを以下の選択肢あ～えの中から1つ選び、記号で答えなさい。

- あ. ①と②で差はない
- い. ① > ②となる
- う. ① < ②となる
- え. ①と②の両方で検出されない

(2) 実験2において、中間点 A を圧迫する 24 時間前に、神経終末に存在するタンパク質 E を蛍光物質で標識し、中間点 A を圧迫してから 24 時間後に地点 C、D と細胞体における蛍光標識されたタンパク質 E の量を観察すると、点 D > 細胞体 > 点 C であった。同様に、実験 1 のサンプル①と②で、薬剤投与 24 時間前に神経終末のタンパク質 E を蛍光標識し、薬剤投与 24 時間後に中間点 A の蛍光標識されたタンパク質 E の量を観察した。この時、予想される結果として最も適切なものを以下の選択肢あ～えの中から 1 つ選び、記号で答えなさい。ただし、標識されたタンパク質 E の総量は変化せず、薬剤 Y と Z の効果と蛍光の輝度は 24 時間以上持続するものとする。

- あ. ①と②で差はない
- い. ① > ②となる
- う. ① < ②となる
- え. ①と②の両方とも観察されない

(3) (2) のタンパク質 E がリソソームではたらくタンパク質であった場合、サンプル①と②、あるいは両方で起こる現象の中でタンパク質 E のはたらきが直接的な原因として起こる最も適切なものを以下の選択肢あ～うの中から 1 つ選び、記号で答えなさい。

- あ. ①と②の両方で神経伝達物質の合成が抑制される
- い. ①で神経伝達物質の放出に必要なエネルギーが不足する
- う. ②で神経終末に不要なタンパク質が蓄積する

問 5 下線部(b)のホルモンの名称を答えなさい。

2

次の文章を読み、以下の各問に答えなさい。

ヒトにおいて、血糖、心拍、体温などは常に一定ではなく、体内環境の変化を自律的に調節するシステムが備わっている。この自律的調節システムは、自律神経系とホルモンによる内分泌系により営まれている。

自律的調節システムの一つは、体内の変化に対して、一定の環境を保とうとする調節システムである。たとえば、血液中に含まれるグルコース（血糖）は、細胞内の呼吸にもちいられて消費されたり、食事などによって糖分を摂取したりしても、一定の範囲内の量に調節されるしくみがある。炭水化物を多く含む食事の後に、一時的な血糖濃度（血糖値）の上昇があるが、しばらくすると食事前の血糖値に戻る。

血糖値の調節について、空腹時には、血糖値調節中枢である（あ）の特定部位が血糖値低下を感知し、自律神経系の（い）を介して、膵臓の（う）の（え）から（お）を分泌させる。（お）は、肝臓にはたらい（か）から（き）への分解を促進する。また、副腎（く）からは、（い）の刺激を受けてアドレナリンが分泌される。アドレナリンは、肝臓での（き）の生成を促す。同時に（い）は、肝臓にも直接信号を出し、（か）の分解を促進する。また、（あ）の特定部位から放出ホルモンが分泌されて、副腎（け）にはたらき、糖質コルチコイドが分泌される。糖質コルチコイドは、体内の（こ）からの（き）の生成を促進する。

炭水化物を多く含む食事の後は、血糖値が急激に上昇する。この時、（あ）の特定部位や膵臓の（う）の（さ）が血糖値の上昇を感知し、（さ）からの（し）の分泌量が増える。（し）は、脂肪組織にはたらき、血液中から取り込んだ（き）の分解、脂肪への変換を起こす。また、肝臓や筋肉にはたらい（か）の合成を促進する。

このような調節システムの他に、地球の自転ともなう、約24時間の周期的体内環境変化を生み出す自律的調節システムが存在し、概日リズムといわれる。概日リズムを制御する（あ）の特定部位からはたらきによっても、自律神経系と内分泌系が血糖値などを調節している。

問1 文章中の空欄（あ）～（し）に当てはまる最も適切な語句を以下の語群1～17の中から選び、記号で答えなさい。

【語群】

- | | | | |
|-------------|-----------|------------|-----------|
| 1. 間脳 | 2. 視床 | 3. 下垂体前葉 | 4. 下垂体後葉 |
| 5. A細胞 | 6. B細胞 | 7. グルカゴン | 8. インスリン |
| 9. ランゲルハンス島 | 10. 髄質 | 11. 皮質 | 12. 交感神経 |
| 13. 副交感神経 | 14. グルコース | 15. グリコーゲン | 16. タンパク質 |
| 17. 脂肪 | | | |

問2 下線部(a)～(c)をそれぞれ何というか、(a)については、その状態を表す生物学的用語、および(b)と(c)については、特に、血糖値調節に関わっている代謝経路の名称を答えなさい。

問3 下線部(d)について、図1、2、3、4は、東海大学の学生M君のアドレナリン、糖質コルチコイド、鉱質コルチコイドおよびバソプレッシンの血液濃度における概日リズムを示している。M君は、日常的に精神的ストレスがなく、朝食をせず、睡眠時間は午後11時～午前7時までとり、規則正しい生活をしている健全な学生である。図1、2、3、4を参考にして、以下の各問に答えなさい。

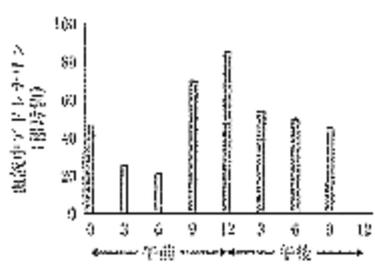


図1. 血液中アドレナリンの概日リズム

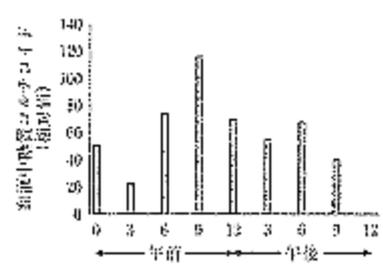


図2. 血液中糖質コルチコイドの概日リズム

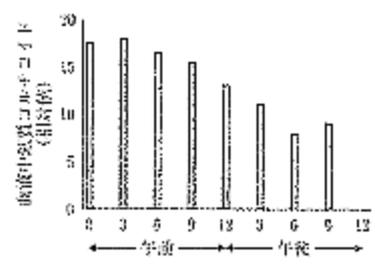


図3. 血液中鉱質コルチコイドの概日リズム

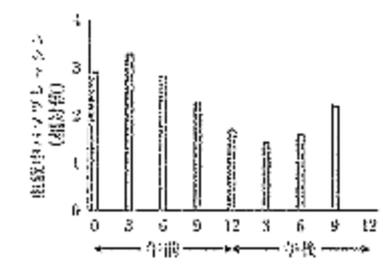
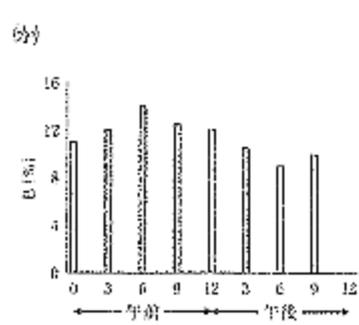
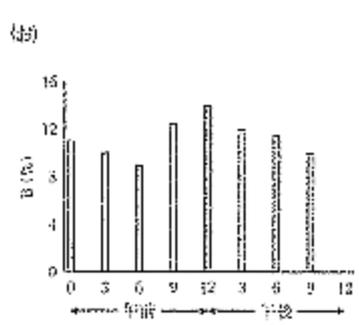
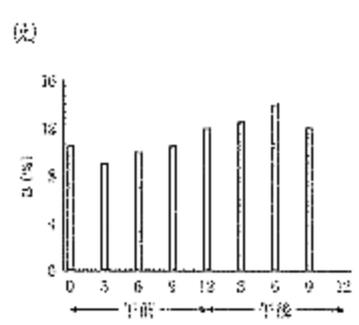
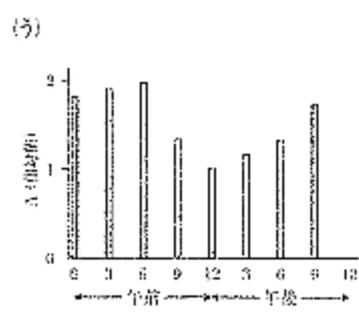
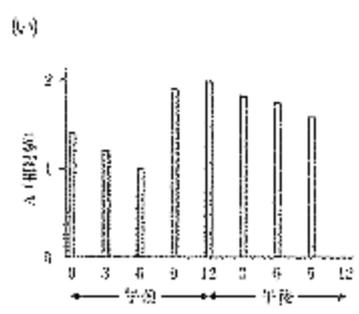
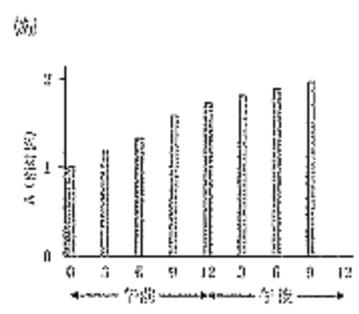
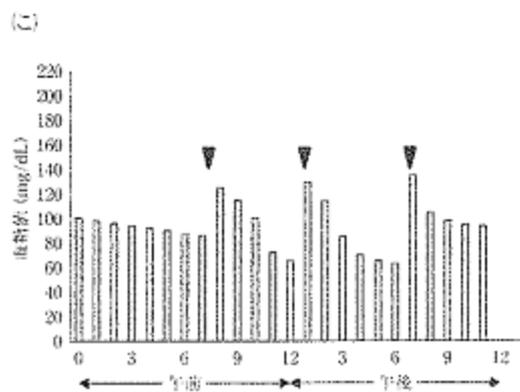
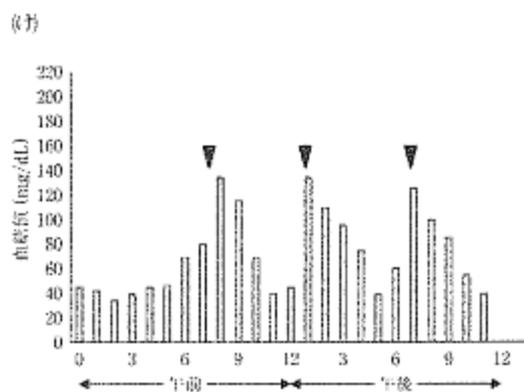
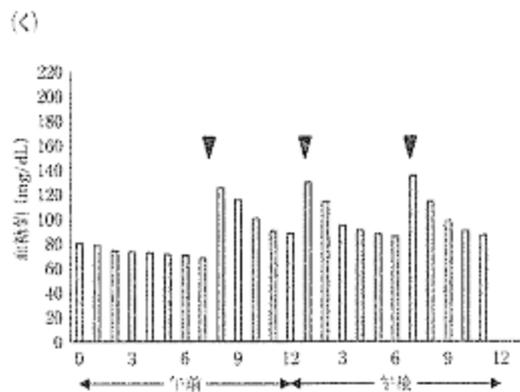
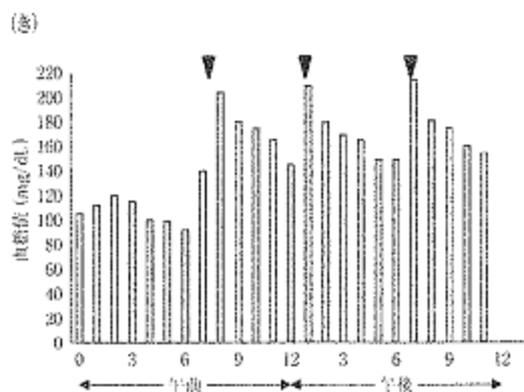


図4. 血液中バソプレッシンの概日リズム

(1) M君の虹彩にある放射状の筋肉(瞳孔散大筋)の収縮率(A)と尿中ナトリウム排泄率(B)の概日リズムについて、(A)はグラフ(あ)～(き)の中から、(B)はグラフ(イ)～(ロ)の中から、それぞれ最も適切なものを選び、記号で答えなさい。ただし、(A)について、うす暗い一定の照明の下で、明順応や暗順応がおこらないように同じ条件で測定した。また(B)について、たて軸は、一日の尿中の総ナトリウム排泄量に対する各測定時点の尿中ナトリウム排泄量の比率(%)を示している。



(2) M君の血糖値の日内変動はどのようになるか、以下のグラフ(き)～(こ)の中から最も適切なものを選び、記号で答えなさい。グラフ内の黒矢印は、摂食時を示す。



3

遺伝に関する以下の各問に答えなさい。

問1 キイロショウジョウバエの遺伝子 A (a) と B (b) は同一の常染色体上にあつて連鎖し、また a および b はそれぞれ A および B の劣性遺伝子である。AAbb の個体に aaBB を交雑して F₁ をつくり、この雑種第1代 (F₁) どうしを再び交雑して F₂ をつくった。この時、雌では遺伝子 A と B の間で組換え頻度が 25% であり、雄では組換えが起こらない条件であつた場合、以下の表現型について、どのような分離比が得られるか答えなさい。

$$[AB] : [Ab] : [aB] : [ab] =$$

問2 ネズミの毛色には、野ネズミ色、黒色、チョコレート色の3種類があり、この形質の遺伝には独立した2種類の遺伝子 B と A が関係する。これらの遺伝子の対立遺伝子はそれぞれ B と b、A と a があり、大文字は小文字に対して優性形質を表す対立遺伝子である。遺伝子 B は色素源を形成し、遺伝子 A は色素を変化させる。毛色がそれぞれ黒色 (ア) とチョコレート色 (イ) のネズミ (P) を交配し (P: 黒色 (ア) × チョコレート色 (イ))、交雑種 F₁ をつくと、全てのネズミの毛色が野ネズミ色 (ウ) となる。また、この F₁ どうしを交配し、F₂ をつくと、毛色の比率 (野ネズミ色: 黒色: チョコレート色) が 9: 3: 4 の割合で生じる。以下の各問に答えなさい。なお、この問題では、毛色に関与する遺伝子はこれ以外にはないと仮定する。

(1) P の毛色がそれぞれ黒色 (ア) とチョコレート色 (イ) のネズミ、および F₁ の毛色が野ネズミ色 (ウ) のネズミの遺伝子型をそれぞれ答えなさい。

(2) 生まれた子ネズミの毛色の比率 (野ネズミ色: 黒色: チョコレート色) が 1: 1: 2 となる場合、交配した毛色がそれぞれ黒色 (エ) とチョコレート色 (オ) の親ネズミの遺伝子型をそれぞれ答えなさい。

問3 カイコの幼虫で、体色の黒体と白体、また血液の色の黄色と白色はそれぞれ対立形質である。(白体・黄血) のものと(黒体・白血) のものとを交配したところ、F₁ は全部(黒体・黄血) のものが生じた。

F₁ の雌に白体・白血の雄を交配した次の世代で出生した個体数は、

103 (白体・黄血)、109 (黒体・白血)

となり、F₁ の雄に白体・白血の雌を交配した次の世代には、

48 (白体・白血)、139 (白体・黄血)

143 (黒体・白血)、46 (黒体・黄血)

の個体(数) が生まれた。以上の実験結果をもとに以下の各問に答えなさい。

(1) 下線部(ウ) と(イ) の交配は何を確認するためにおこなつた実験であるか、句読点を含めて 15 字以内で答えなさい。

(2) F₁ の雌と雄を交配したら、次の世代 (F₂) の個体では、白体・黄血: 黒体・白血: 白体・白血: 黒体・黄血が、どのような分離比で生じるか、答えなさい。

問4 カボチャの果皮の色は2対の遺伝子座によって決まる。1対は白くする優性遺伝子Wと緑にする劣性遺伝子wで、もう一方の1対は黄色にする優性遺伝子Yと緑にする劣性遺伝子yである。これらの2対の遺伝子は作用に強弱があり、WはYより強いので、WのあるときはYの作用は抑えられて白色になる。また、この2対の遺伝子は連鎖していない。この2対の遺伝子がいずれも優性のホモである白色果皮のカボチャと、緑色果皮のカボチャを交配してF₁をつくり、さらにその自家受精によってF₂をつくった。このF₂について、以下の各問に答えなさい。

(1) 白色果皮の中には、自家受精しても白色以外の色を分離しないものがある。この遺伝子型をもったカボチャはF₂に何パーセント(%)含まれているか、答えなさい。

(2) 果皮の色が、白で自家受精をすれば白と緑を分離するF₂と、黄色のF₂を交配したら、次世代(F₃)で果皮の色が白、黄、緑に分離した。この交配によって生じる果皮の色の分離比を答えなさい。

白：黄：緑＝

(3) 異なる染色体に位置する2つの遺伝子座は間違いなく下線部(ウ)の状態である。また、対立遺伝子Aとaの遺伝子座、対立遺伝子Bとbの遺伝子座があり、各遺伝子が異なる染色体に位置していた場合、この2つの遺伝子座から生じる遺伝子型の配偶子比は同一である。その理由を句読点を含めて20字以内で答えなさい。

(4) 下線部(ウ)の状態にある2つの遺伝子座間の組換え価は何パーセント(%)になるか、答えなさい。

4

次の文章を読み、以下の各問に答えなさい。

健常なヒトの体細胞に含まれる染色体は、全部で約 6×10^9 塩基対の DNA で構成されるので、平均すると染色体 1 本あたりの塩基対数は (a) $\times 10^8$ 塩基対である。DNA ポリメラーゼの複製速度は毎秒約 50 塩基対であるから、すべての DNA の複製を完了するまでに数百時間もかかることになるが、実際のヒト細胞の平均的な DNA の複製時間は 10 時間前後である。そこで、DNA の複製のしくみを明らかにするために、ヒト線維芽細胞を放射性チミジン (チミンを塩基としてもつヌクレオチドの前駆体。以下、 ^3H -チミジンと表記する) を含む培養液中で 10 分間培養した後、細胞を破壊してスライドガラス上に染色体を広げて調べたところ、 ^3H -チミジンで標識された DNA 領域は図 1 の太線のように観察された。

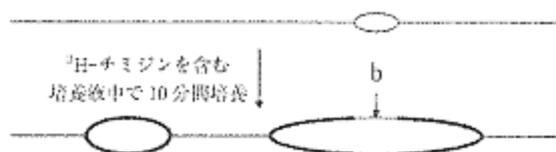


図 1. ^3H -チミジンで標識された染色体の観察結果

問 1 文章中の空欄 (a) に当てはまる最も適切な数値を小数点第二位を四捨五入して答えなさい。

問 2 図 1 の説明として誤っているものを、以下の選択肢ア～エの中から 1 つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 複製が進行している DNA 領域に ^3H -チミジンが取り込まれる
- イ. 矢印 b で示した ^3H -チミジンで標識されていない DNA 領域は、これから複製を開始する領域である
- ウ. 複製起点を中心として、両方向に複製が進行する
- エ. 染色体上の複数の DNA 領域で複製が進行する

問 3 ヒト線維芽細胞の細胞周期の長さを測定したところ、 G_1 期、S 期、 G_2 期、M 期の順にそれぞれ、10 時間、8 時間、4 時間、2 時間であった。この細胞の全染色体上の複製起点は合計でおよそ何カ所程度存在するか。最も適切なものを、以下の選択肢ア～エの中から 1 つ選び、記号で答えなさい。ただし、すべての染色体は同じ長さで、染色体全体に複製起点は偏りがなく等間隔で存在し、全ての複製起点で同時に複製が始まるものとする。

- ア. 1,000 イ. 2,000 ウ. 4,000 エ. 8,000

問 4 M 期に入る直前のヒト線維芽細胞の培養液に ^3H -チミジンを添加し、そのまま培養を続けた場合、染色体の両方の鎖が ^3H -チミジンで標識された染色体を有する細胞が出現するまでに要する時間を答えなさい。また、両鎖が ^3H -チミジンで標識された染色体を有し、 G_1 期の母細胞と同じ DNA 量をもつ娘細胞が生じるために必要な細胞分裂回数を答えなさい。

問5 細胞周期の様々な段階のものが混在しているヒト線維芽細胞(ただし、個々の細胞の増殖速度は同じ)の培養液に ^3H -チミジンを経時的に添加し、培養期間中にS期にあるすべての細胞に ^3H -チミジンを取り込ませた。その後、 ^3H -チミジンを除去した培養液でさらに培養を続けた。2時間ごとに細胞を回収し、 ^3H -チミジンで標識されたM期の細胞の数(n)と、M期にあるすべての細胞の数(N)を数え、標識細胞の割合($n/N \times 100\%$)を求めてグラフに示した(図2)。この時、 ^3H -チミジンの標識に要する時間は無視できるものとした。

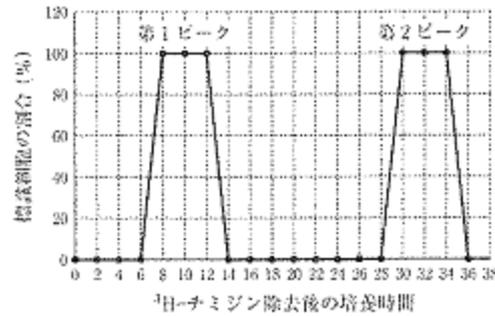


図2. ^3H -チミジン除去後の培養時間と標識細胞の割合の関係

- (1) ヒト線維芽細胞のG₁期、S期、G₂期、M期はそれぞれ何時間か、答えなさい。
- (2) 次の(a)~(c)の標識細胞の割合のピークにおいて、赤道面に並んでいる染色体における ^3H -チミジンの分布のパターンを観察できたと仮定した場合、 ^3H -チミジンの分布はどのようになるか。図3のア~エの中から観察できるパターンを全て選び、記号で答えなさい。図の黒い部分が ^3H -チミジンで標識された領域を表す。
- (a) 第1ピーク (b) 第2ピーク (c) 第3ピーク (図2には示していない)

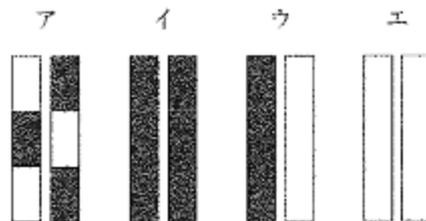


図3. 染色体における ^3H -チミジンの分布のパターン

- (3) 図2の実験の結果から推測できるDNAの複製様式を表す生物学的用語を漢字6文字で答えなさい。

5

次の文章を読み、以下の各問に答えなさい。

我々の体内には、侵入してきた病原体を特異的に認識・結合し、その排除に寄与する抗体（または免疫グロブリン）と呼ばれるタンパク質が存在する。抗体は、重鎖（H鎖）と軽鎖（L鎖）の2種類のポリペプチドが（ A ）組結合した Y 字型のタンパク質である。Y 字型の先端部には、異なる抗体間でアミノ酸配列が大きく異なる（ B ）と呼ばれる領域と、ほぼ一定のアミノ酸配列を有する定常部と呼ばれる領域が存在する。

抗体は、それぞれ固有の特異性を有することから、初めて経験する抗原が体内に侵入した場合には、その抗原に特異的に応答できる B 細胞が少なく、その活性化と増殖に時間がかかるため、体内で抗体の存在が確認されるまでに1週間以上の時間が必要である。これを免疫反応の一次応答と呼ぶ。一次応答で活性化し増殖した B 細胞は、一部が（ C ）として体内に残り、同じ抗原が再び体内に侵入した場合に、（ C ）がすぐに活性化して増殖し、すばやく反応することができる。このようなしくみを（ D ）という。

また抗体は、きわめて大きな多様性を持つ。その数は数千万かそれ以上とも想定される。抗体のアミノ酸配列の違いが見出された当時、その多様性は、ヒトが有する遺伝子の数をはるかにしのぐ数になると予想され、なぜ、そのような現象が起こるのか理解できなかつた。この課題を解決するため、利根川進博士らは、免疫グロブリン遺伝子の構造に着目し、抗体を産生する B 細胞由来の腫瘍細胞（ミエローマ）を実験材料として、以下に示す実験をおこなった。

マウスのミエローマ細胞より DNA を抽出し、制限酵素：BamHI^①にて完全消化した。比較対照としてマウス胎仔の細胞^②をもちい、同様に DNA 抽出・BamHI 処理をおこなった。これをアガロースゲル中にて電気泳動し、DNA 断片の大きさの違いによって分離し、その後、ゲルを細片化し（図1、①）、それぞれから DNA を回収した（②）。熱処理により DNA を1本鎖とした（③）後、放射線標識したミエローマ細胞由来の免疫グロブリン軽鎖 mRNA と混合し（④）、1本鎖 DNA 断片との2本鎖を形成させた（ハイブリダイゼーション、⑤）。2本鎖を形成しなかつた mRNA を酵素処理にて除去し（⑥）、各分画の放射線量を測定した（⑦）。その結果を図2に示す。

制限酵素処理した DNA を電気泳動し、（ゲル内では異なる長さの2本鎖の DNA を示す）

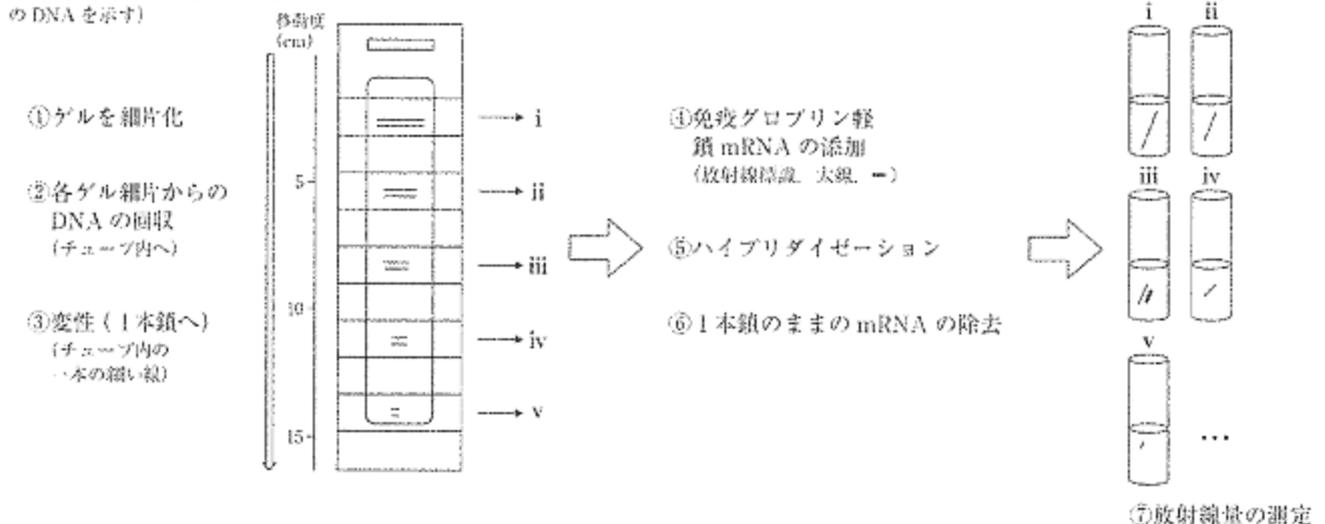


図1. DNA 断片の分離とハイブリダイゼーション

マウス胎仔由来のDNA断片は実線と丸(○, ●)で、ミエローマ由来のDNA断片は点線と三角(△, ▲)で、それぞれ図2に示している。DNA断片を電気泳動すると、短い断片ほど展開されやすいので、ゲルの上部から下部に向かって長いDNA断片から短いDNA断片の順に並ぶことになる(図1)。また、免疫グロブリン軽鎖 mRNA は、全長(○と△)と定常部のみ(●と▲)の2種類をもちいている。それぞれ親和性を持つ DNA と2本鎖を形成する。

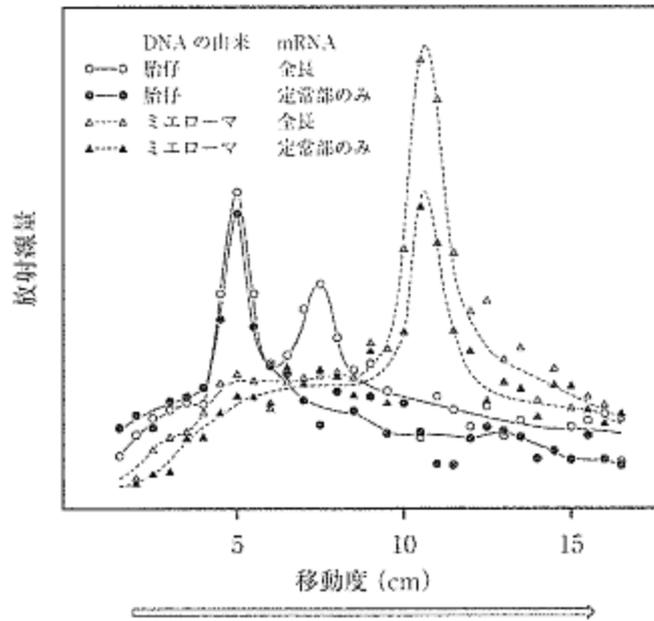


図2. 各分画の放射線量

この実験結果から、利根川博士らは、免疫グロブリン遺伝子の構造の変化があると推測した(図3: 遺伝子再構成, gene rearrangement)。この現象は、「遺伝情報を担うDNAは、受精卵から発生して以降変化しない」という生物学における原理を覆す大きな発見となった(1987年ノーベル医学・生理学賞を受賞)。

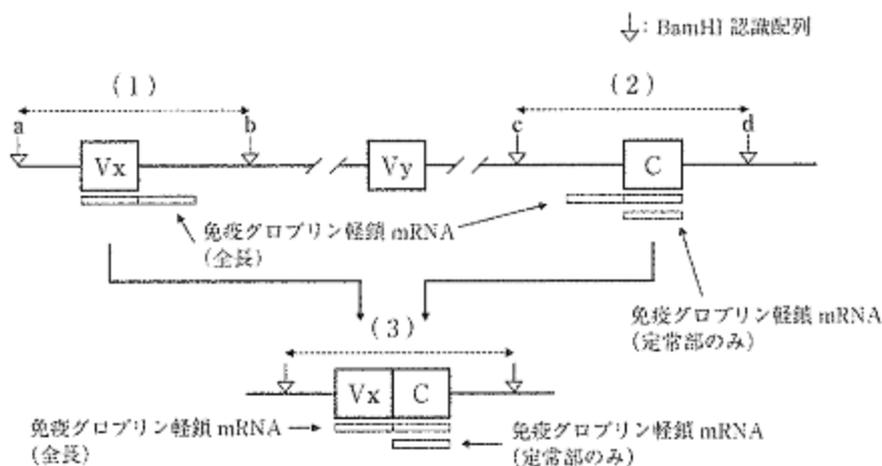


図3. 免疫グロブリン軽鎖遺伝子における遺伝子再構成の検出
(直線がDNA配列を表し、線上の長方形が抗体遺伝子を表す)
(mRNAがDNAと2本鎖を形成している様子も表記)

現在では、免疫グロブリン軽鎖遺伝子はより複雑な構造（抗体の先端部をコードする遺伝子が V、J 遺伝子群に分割されている、図 4）であることが明らかになっている。また、遺伝子再構成を起こした V-J 遺伝子接合部には、塩基の欠失や挿入が認められる場合が多く、それぞれの B 細胞に固有の遺伝子配列になっている。

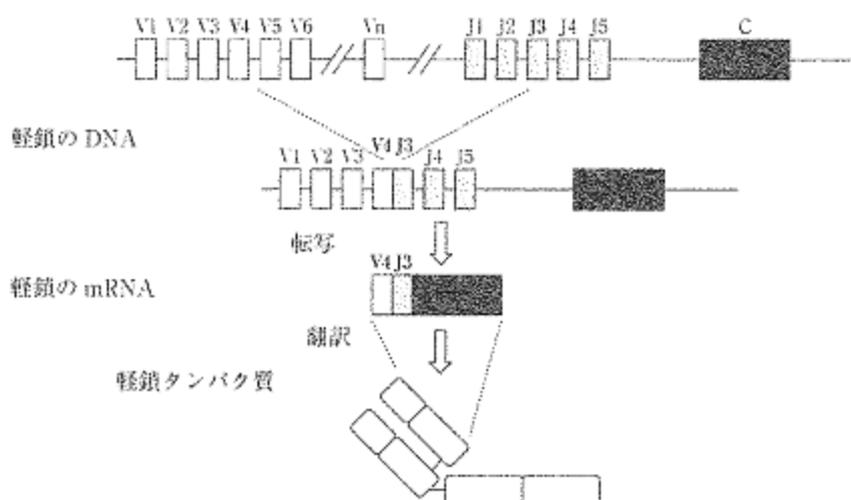


図 4. 免疫グロブリン軽鎖遺伝子の再構成・転写・翻訳の概略図

問 1 文章中の空欄 (A) ~ (D) に当てはまる最も適切な数字または語句を答えなさい。

問 2 下線部(1) BamHI は、「GGATCC」の 6 塩基配列を認識し、切断する制限酵素である。各塩基含量が均等である場合、本酵素の認識配列のゲノム遺伝子における出現頻度は何塩基ごとに 1 回と考えられるか。以下の選択肢ア～オの中から最も適切なものを 1 つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 約 500 塩基ごと
- イ. 約 1000 塩基ごと
- ウ. 約 2000 塩基ごと
- エ. 約 4000 塩基ごと
- オ. 約 8000 塩基ごと

問 3 下線部(2)に示したように、マウス成体ではなく胎仔の細胞から DNA を抽出した理由について、以下の文章中の空欄 (E) と (F) に当てはまる最も適切な語句を答えなさい。

マウス胎仔の体内には、(E) を起こした (F) がまだ存在しないから。

問 4 下線部(3)のように、mRNA と 1 本鎖 DNA が 2 本鎖を形成する。特定の塩基同士が対を作りやすい性質を何とよぶか、答えなさい。

問5 図2では、3種の長さの異なるDNA断片が検出されている。それは、図3の点線矢印で示したDNA断片(1)～(3)のどれに相当するか。図2の長い方から順に表した以下の選択肢ア～カの中から最も適切なものを1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. (1) - (2) - (3)
- イ. (1) - (3) - (2)
- ウ. (2) - (1) - (3)
- エ. (2) - (3) - (1)
- オ. (3) - (1) - (2)
- カ. (3) - (2) - (1)

問6 問5の実験結果から推測できる現象を述べた以下の文章中の空欄(G)に当てはまる最も適切な語句、および、空欄(H)と(I)に当てはまる図3中のBamHI認識配列a～dの記号を1つずつ選び、答えなさい。

比較対照である胎仔DNAと比較し、ミエローマDNAでは、BamHIで断片化されたVxおよびCを含むDNAの(G)が異なることから、胎仔DNAに存在するBamHIサイトの(H)と(I)を含む遺伝子領域が消失し、VxおよびCを含む別の(G)のDNA断片が生じたものと推測した。

問7 T細胞由来の腫瘍細胞から分離したDNA断片をもちい、同様の実験をおこなった場合、どのようなパターンを示すと考えられるか。以下の選択肢ア～オの中から最も適切なものを1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. マウス胎仔と同じ
- イ. ミエローマと同じ
- ウ. マウス胎仔ともミエローマとも異なる
- エ. マウス胎仔型とそれとは異なる型の混合
- オ. 相当する放射線のピークが検出されない

問8 B細胞内の抗体遺伝子の再構成は、いつ起こるか。以下の選択肢ア～オの中から最も適切なものを1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 骨髄中で分化している過程
- イ. 骨髄から脾臓へ移動する過程
- ウ. 脾臓やリンパ節を循環している過程
- エ. 抗原刺激を受けた直後
- オ. 抗体産生細胞になる直前

問9 図4に示される遺伝子再構成では、V4-J3遺伝子が接合している。この細胞では、遺伝子再構成の結果、J1とJ2遺伝子は存在しないが、J4とJ5遺伝子は残っている。しかし、転写された mRNA および翻訳されたタンパク質にはJ3配列に相当する領域のみ存在し、J4とJ5領域は認められない。その理由となる現象を表す生物学的用語を答えなさい。

問10 抗体遺伝子の数を乗することで計算される免疫グロブリン遺伝子の多様性は、約200万通りと考えられる。しかし実際の多様性はそれ以上と想定されている。その理由について、句読点を含めて30字以内で説明しなさい。