

平成 30 年度・入学試験問題

理 科 (前)

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. この冊子は 39 ページあります。
3. 試験開始後、落丁・乱丁・印刷不鮮明の箇所があったら申し出なさい。
4. 解答はすべて解答用紙に、それぞれの問題の指示にしたがって記入しなさい。
5. この冊子のどのページも切り離してはいけません。ただし、余白等は適宜利用してかまいません。
6. 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。
7. 受験科目選択上の注意(重要)
「物理」、 「化学」、 「生物」のうち 2 科目を選択して解答しなさい。
選択しなかった科目の解答用紙は試験開始後、90 分で回収します。それ以後は
選択の変更は認めません。
全科目の解答用紙 7 枚ともに受験番号を記入しなさい。

生 物

生物問題 1

次の文章を読み、問1～問8に答えよ。

2017年8月、N市立A高校3年生の生物部のB君と部長のC君は、港近くで昆虫採集をしていたところ、誤って二人ともアリの刺されてしまった。

C君：「これは普通のアリではなくて、ヒアリだよ。B君はこの前、ハチに刺された後30分位したら、じんましんが全身に出て、息苦しくなって、血圧が下がったよね。つまり、B君はハチに対して が起こる。ヒアリでも同じようになるかもしれない。すぐに病院へ行こう。」

二人はすぐに近くの病院へ向かった。

B君は刺されてから30分後に全身にじんましんが出て息苦しくなったが、救急部D先生の治療を受けて回復した。C君は刺された部分の腫れのみであった。

B君：「同じ種類のハチにもう一度刺されると、 になることがあると習いました。ヒアリは日本にこれまでいなかった ですよ。刺されたのは今日が初めてなのにどうして同じような症状になってしまったのですか？」とD先生に聞いた。

D先生：「考えられる理由は、 です。今後は、ハチやヒアリに刺されないように気をつけてください。」

B君：「ハチやヒアリのいそうな所に部活でどうしても行かないといけないのですが。」

D先生：「 を処方しますので、もし刺されたらすぐに使用してください。」

C君：「どのように効くのですか。」

D先生：「 は、交感神経系の刺激で副腎髄質から分泌されるホルモンです。末梢の血管を収縮させて血圧をあげる作用があるため、 で生死に関わる重篤な状態になることを防ぐことができます。」

B 君：「C君はもしもう一度ヒアリに刺されたら、僕みたいな症状になることはありますか？」

D先生：「」

問 1 下線部の反応を空欄 と呼ぶ。 に適切な用語を入れよ。

問 2 空欄 は、全身的に複数の器官で起こる急激な反応であるが、このような過敏な免疫の異常は、花粉症やぜんそくも起こす。この反応を何と呼ぶか、答えよ。

問 3 花粉症で症状が現れる生体のしくみを 100 字程度で記述せよ。

問 4 次の文章は空欄 について述べている。 に適切な用語を入れよ。

人間活動によって本来の生息場所から別の場所へ持ち込まれて定着した生物のなかで、特に在来生物に与える影響が大きいものを法律で指定し、飼育や運搬を禁止している。

問 5 空欄 の D 先生の答えを 30 字程度で記述せよ。

問 6 空欄 に適切な用語を入れよ。

問 7 空欄 の D 先生の答えを 10 字程度で記述せよ。

問 8 生体には異物に対する防御のしくみが備わっており免疫と呼ばれる。免疫系には自然免疫と獲得免疫があり、獲得免疫にはT細胞やB細胞などのリンパ球が関わっている。獲得免疫系の働きとして、同じ異物がもう一度体内に侵入すると、1回目に侵入した時に比べて反応はどのように変化するか。30字程度で記述せよ。また、このしくみを何と呼ぶか、答えよ。

生物問題 2

次の文章を読み、問 1～問 6 に答えよ。

「塩辛いものを摂り過ぎると血圧が高くなる。」あるいは、「甘いものを摂り過ぎると糖尿病になる。」といわれる。しかし長期にわたって過剰な量を摂取し続けなければ、私たちのからだには食事による摂取量にかかわらず、体液(細胞外液)中の塩分(ナトリウム)や糖分(グルコース)の濃度変動を狭い範囲に調節するしくみが備わっている。

塩分摂取による体液中のナトリウム濃度の増加は、ナトリウム濃度そのものではなく体液の浸透圧の上昇として感知される。視床下部に存在するニューロンが浸透圧の上昇を感知し、神経分泌細胞に情報を伝えることにより、神経分泌細胞からバソプレシンが血液中に放出される。バソプレシンは腎臓の(①)に存在する標的細胞に作用して、(②)の発現を増加させて水の再吸収を促進することにより、上昇した体液の浸透圧を下げるようにはたらく。一方で体液量の増加は、副腎皮質からの(③)の分泌を低下させることにより、腎臓におけるナトリウムの再吸収を減少させる。その結果、食事で摂取した量に見合うだけの塩分が尿中に排出されるので、体液の浸透圧もナトリウム濃度も一定の範囲に調節される。

食事により摂取したグルコースは小腸から吸収され血中に入り、食後の血糖濃度は空腹時に比べて上昇する。血糖濃度の上昇はすい臓の B 細胞により感知され、この細胞からのインスリン分泌が増加する。血糖濃度の上昇は視床下部でも感知され、(④)神経を介して B 細胞を刺激してインスリン分泌を促進する。インスリンは筋肉や脂肪組織でのグルコースの取り込みを促進することにより、上昇した血糖濃度を下げるようにはたらく。したがってナトリウムの場合と異なり、健康な人ではグルコースは尿中に排泄されることはないが、糖尿病で血糖濃度が 200 mg/100 mL を越えると、腎臓の(⑤)での再吸収が間に合わなくなり尿中への糖の排出が起こるようになる。

問 1 空欄(①)～(⑤)にあてはまる適切な用語を入れよ。

問 2 下線部Aについて、体液中のナトリウム濃度上昇が浸透圧の上昇を起こす理由を、細胞膜の透過性から 50 字程度で答えよ。

問 3 下線部Bについて、図 1 に示された 2 つの細胞間情報伝達(ア)と(イ)の共通点を 50 字程度で、また両者の相違点を 75 字程度で答えよ。

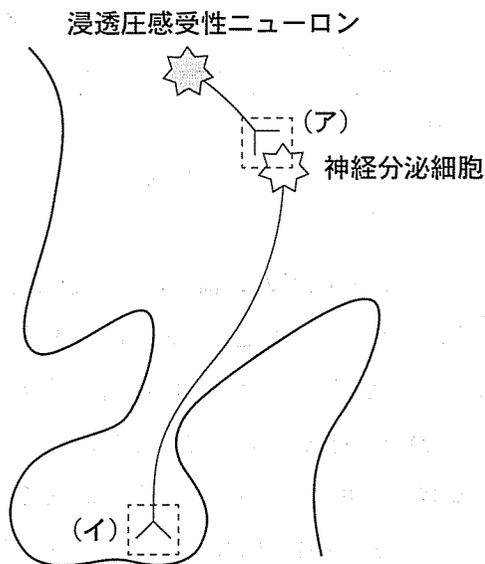


図 1

問 4 下線部Cについて、図 2 に示すように B 細胞には細胞内の ATP 濃度が増加すると閉じる性質を持つカリウムチャンネル K が存在し、糖尿病治療薬 G の作用標的となっている。図 2 において、点線矢印で示された 2 つの細胞内情報伝達経路(ア)と(イ)のしくみについて、それぞれ 50 字程度で答えよ。

(ア)：グルコースの細胞内への取り込みから、カリウムチャンネル K が閉じるまでのしくみ。ただしグルコース自体はカリウムチャンネル K に直接作用しない。

(イ)：カリウムチャンネル K が閉じることにより生じる膜電位の変化をきっかけとして、インスリンの細胞外への放出が起こるまでのしくみ。

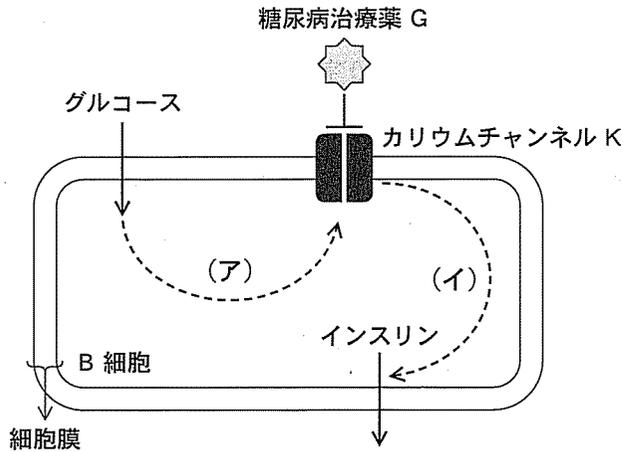


図 2

問 5 下線部Dについて、すい臓の B 細胞と筋細胞に発現するグルコース輸送体の性質の違いを、グルコース輸送体のみ結合する性質を持ち、蛍光を発生するタンパク質を使って調べた。図 3 は B 細胞と筋細胞におけるグルコース輸送体の分布を、それぞれ括弧内に示された条件で蛍光により観察した結果を示している。B 細胞がグルコース輸送体 X ではなく輸送体 Y を発現する個体を仮定すると、その個体の血糖濃度はどのように変化すると考えられるか、100 字程度で答えよ。ただし細胞膜自体のグルコースに対する透過性は低いことが知られている。

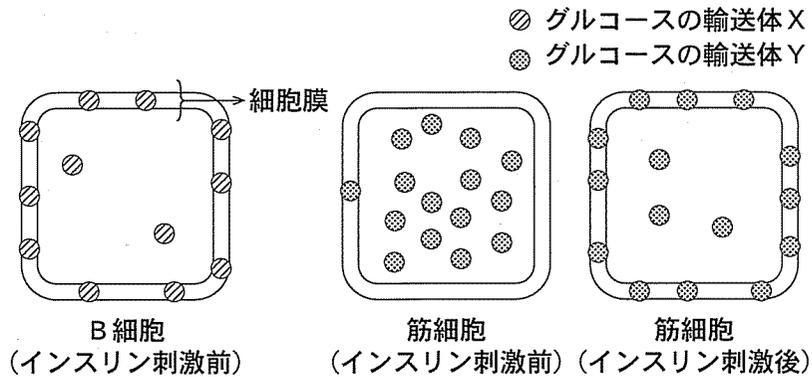


図 3

問 6 下線部Eについて、図4の各グラフは、健康な人、糖尿病患者A、糖尿病患者Bにおける、食後の血糖濃度とインスリン濃度(相対値)の時間経過を示している。糖尿病患者Aと糖尿病患者Bにおいて、血糖濃度が上昇する原因の違いを100字程度で答えよ。

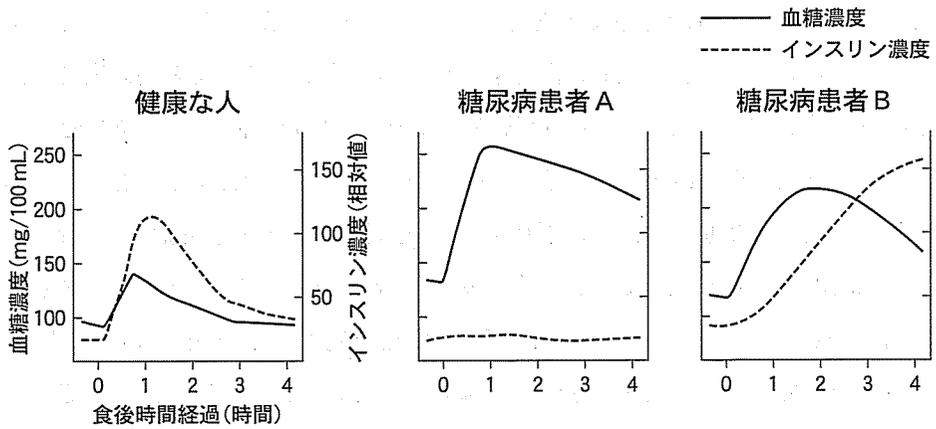


図 4

生物問題 3

次の文章を読み、問1～問8に答えよ。

植物Xは、直径1mm程の小さな種子を形成する。販売店でこの植物の種子を購入し、図1のような発芽実験を行った。プレートにろ紙(A～C)を敷き、1枚は水で、残りの2枚は各々発芽に関与する異なる植物ホルモンを有効濃度で溶かした水溶液で十分に濡らし、その上に複数の種子を置いた。同じものを3セット用意し、異なる光条件に設定した培養器(1～3)に入れて発芽に適した温度で一週間放置した。実験は3通りの光条件下(暗所、赤色光照射、遠赤色光照射)で行い、培養器1は暗所に設定した。表1は、各々の条件下で植物Xの種子の発芽率を調査した結果である。また、表2は一緒に購入した植物Yの種子を用いて同じ実験を行った結果である。植物Yの種子は、植物Xの種子と比べて大きく50倍以上の体積があった。つぎに、上記の実験で発芽した植物(XとY)を栽培して開花・結実させ、収穫したばかりの種子を使って同様の条件で2回目の実験を行った。その結果、植物Xのみ特定条件下の発芽率が1回目の実験と大きく異なった(表3)。

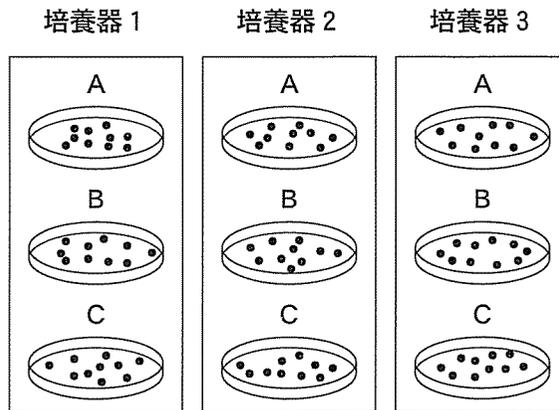


図1 種子の発芽における光や植物ホルモンの影響を調べる実験

表 1 植物 X の発芽率(%) 1 回目の実験結果

	培養器 1	培養器 2	培養器 3
ろ紙 A	5	97	48
ろ紙 B	98	100	97
ろ紙 C	0	1	0

表 2 植物 Y の発芽率(%) 1 回目の実験結果

	培養器 1	培養器 2	培養器 3
ろ紙 A	93	63	53
ろ紙 B	95	93	96
ろ紙 C	1	0	0

表 3 植物 X の発芽率(%) 2 回目の実験結果

	培養器 1	培養器 2	培養器 3
ろ紙 A	0	3	1
ろ紙 B	97	99	96
ろ紙 C	0	0	0

問 1 上記の発芽実験に使用したと考えられる 2 種類の植物ホルモンの名称と、その植物ホルモンを含むろ紙(A~C)を記号で答えよ。

問 2 培養器 2 で設定した光条件を答えよ。

問 3 植物 Y のような光応答性を持つ種子を何と呼ぶか答えよ。

問 4 赤色光と遠赤色光を感知する植物の光受容体の名称を答えよ。

問 5 直射日光が届かない極相林の林床に植物 X と植物 Y の種子をまいた。上記の実験結果を踏まえてどちらの植物が発芽に不利かを記号(X または Y)で答えるとともに、その理由を 100 字程度で述べよ。

問 6 植物 X の種子で 2 回目の発芽実験を行う前に特定の処理を暗所で施したところ、1 回目とほぼ同じ結果になった。その処理として考えられるものを以下の説明文(ア)~(カ)の中からすべて選択し、記号で答えよ。

- (ア) 種子を 1℃ の培養器に移し、乾燥条件下で 12 時間放置した。
- (イ) 種子を 1℃ の培養器に移し、湿潤条件下で 10 日間放置した。
- (ウ) 種子を 5℃ の培養器に移し、乾燥条件下で 6 時間放置した。
- (エ) 種子を 5℃ の培養器に移し、湿潤条件下で 20 日間放置した。
- (オ) 種子を 30℃ の培養器に移し、乾燥条件下で 2 日間放置した。
- (カ) 種子を 30℃ の培養器に移し、湿潤条件下で 12 時間放置した。

問 7 冬が厳しい環境で生育する植物にとって、種子の休眠は大切な生理現象である。その様な戦略をとることの意義や利点を推察し、100 字程度で述べよ。

問 8 自分で栽培して収穫した植物 Y の完熟種子を自宅のプランターにまいて発芽させることにした。上記の実験結果を踏まえ、種子をまく季節、種子をまく方法、種子をまく前後の処理について記載した以下の説明文の中から最も発芽に適切なものを各々一つずつ選択し、記号(ア)~(ロ)で答えよ。

(種子をまく季節)

(ア) 春から夏にまく。

(イ) 秋にまく。

(ウ) 冬にまく。

(種子をまく方法)

(エ) 地表面にまき、土をかけない。

(オ) 地表から 3 cm の深さにまき、土をかける。

(カ) 地表から 15 cm の深さにまき、土をかける。

(種子をまく前後の処理)

(キ) 種子をまく前に冷蔵庫で 30 日間放置し、まいた後は毎日水をやる。

(ク) 種子をまく前に冷蔵庫で 30 日間放置し、まいた後は透明なフィルムをかけて水をやらない。

(ケ) 種子をまく前に特別な処理はせず、まいた後は毎日水をやる。

(コ) 種子をまく前に特別な処理はせず、まいた後は透明なフィルムをかけて水をやらない。

生物問題 4

次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

がんは日本人の死因の第一位であり、がんに対する治療は日々進歩している。がん細胞とは、無秩序な増殖を繰り返し、正常の細胞周期の制御から外れている細胞のことである。実際のヒトの正常組織とがん組織の模式図を図1に示す。がん細胞は正常細胞と比較し、核はいびつで大きく、分裂像が観察される。さらに正常組織では隣接細胞同士が接着結合により強固に結合し、パズルの様に隙間なく細胞が埋まっているが、がん組織では細胞同士の結合が緩い。そのことにより組織の間や血管内に侵入し全身に広がる可能性がある。

がんとは遺伝子の変異によって起こる病気である。そのため、**A** 計画によりヒトの約30億もの塩基対の全てを解読することは、がんの新しい治療を考える上で非常に重要なことであり、2003年に解読はほぼ完了した。その結果、個人間で少しずつ遺伝子が異なっていることが分かり、約1300塩基配列に1つの割合で1塩基単位での塩基配列の違いがあることが分かった。この違いを **B** と呼び、個人差の一因となっている。こういった遺伝子の多様性に対し、それぞれ個人に適した医療を提供していくことを **C** と呼んでいる。がん細胞にも特有の **B** などの変異があり、それにより異常な細胞周期の活性化が起きている場合がある。その特有な遺伝子変異によって過剰に産生されるタンパク質をターゲットにした治療は、広い意味での **C** であり、分子標的治療 と呼んでいる。近年様々ながん種で分子標的治療の臨床応用が行われている。

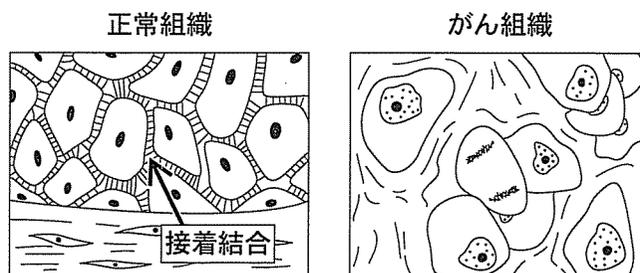


図1

問 1 空欄 A ~ C に適切な語句を答えよ。

問 2 下線部(a)に関して、図 2 は全長 20 mm の対物マイクロメーターが描かれた 10 倍の対物レンズと、40 倍の接眼レンズで観察した時の組織像である。分裂した細胞のおおよその長径を求めよ。

がん組織

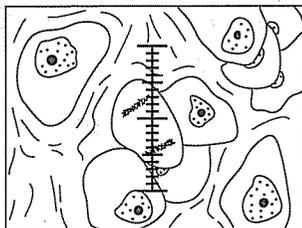


図 2

問 3 下線部(b)に関して、以下の(1), (2)に答えよ。

- (1) 接着結合の細胞接着タンパク質の名称を一つ答えよ。
- (2) 隣接する細胞が(1)のタンパク質を介し強固に結合する細胞接着の構造を何というか答えよ。

問 4 下線部(c)について、あるがんにおいて受容体 X のタンパク質をコードする遺伝子 x に変異があると、受容体 X の異常な活性化により細胞増殖が促進するため、一気にがんが大きくなってしまふ。遺伝子 x の変異には主に 3 種類あり、それぞれエキソン 19, 20, 21 に変異箇所がある。エキソン 19 に変異を有する患者 A, エキソン 20 に変異を有するがん患者 B, エキソン 21 に変異を有するがん患者 C, 遺伝子 x には変異のない患者 D のがん細胞を採取し、以下の検査 1 ~ 3 を行なった。検査結果を読み、設問に答えよ。

検査 1

患者 A~D のがん細胞から DNA を抽出した。図 3 のように設計した①~⑥の 6 個のプライマーを入れ、PCR 法で増幅した。増幅した DNA と分子量マーカーをゲルに流し込み、電圧をかけることによりおおよその DNA の塩基対数を判定できる電気泳動を行った。結果は図 4 のようになった。

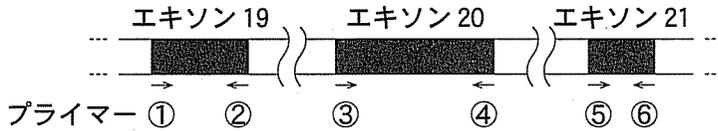


図 3

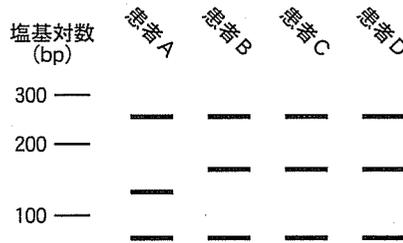


図 4

検査 2

検査 1 では患者 B, C の変異が検出できなかつたため、ある工夫を行なった。そして、患者 A~D から抽出した DNA に対して 6 個のプライマーを用いて PCR 法と電気泳動を行った。結果は図 5 のようになった。

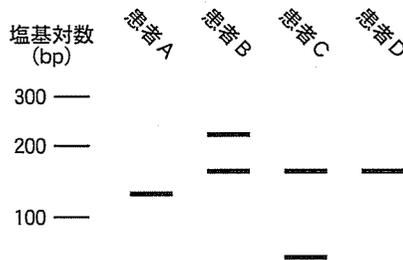


図 5

検査 3

患者A~Cからそれぞれがん細胞を単離して培養を行った。受容体Xをターゲットにした治療薬はI, II, IIIの3種類存在する。それぞれの単離した細胞に0.1 $\mu\text{mol/L}$, 1 $\mu\text{mol/L}$, 10 $\mu\text{mol/L}$ の濃度で治療薬を添加し, 48時間培養した。治療薬濃度0 $\mu\text{mol/L}$ での培養細胞数を1とし, 処置後の細胞数を相対値として計算した。結果は図6のようになった。また患者Cの細胞に1 $\mu\text{mol/L}$ の治療薬Iを添加した時と無処置の細胞でのDNA量(相対値)と細胞数をプロットしたところ, 図7のようになった。

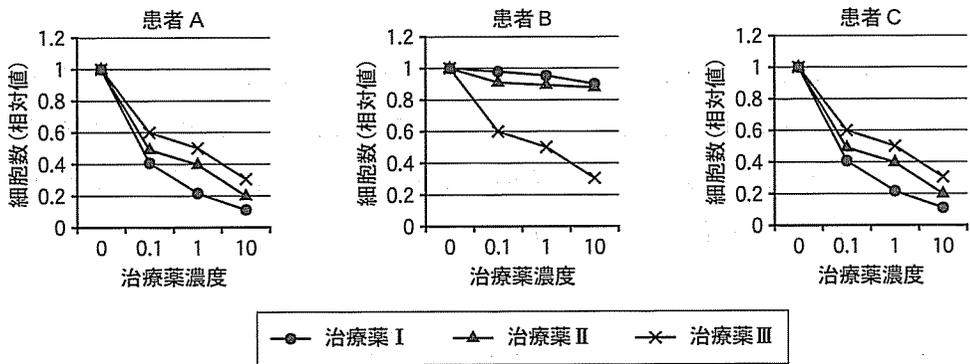


図 6

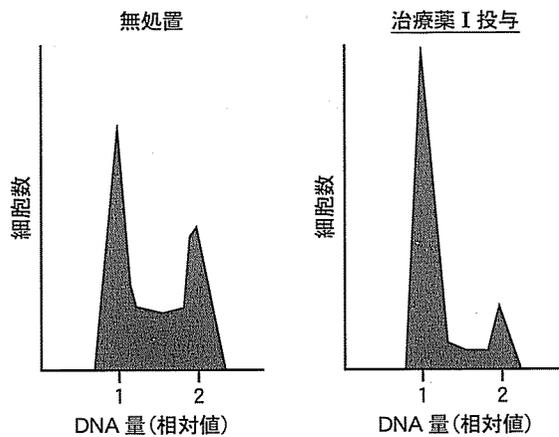


図 7

- (i) 患者 A, B のがん細胞についてどういった変異があるか, それぞれ 20 字程度で答えよ。
- (ii) 検査 2 で行ったある工夫として考えられることは何か, 30 字程度で答えよ。
- (iii) 検査 3 に関して, 患者 C に治療薬 I を投与すると細胞増殖に関してどうなるか。図 6 と図 7 を参考にして細胞周期がどのように変化しているかを関連付けて 70 字程度で述べよ。
- (iv) 患者 C に対し治療薬 II を投与し, がんは 1 年程度大きくならなかった。しかし, 1 年後に急激に大きくなってきたため, 再度検査 2 と同様の検査を行ったところ, 結果は図 8 の様になった。この患者の治療はどうすべきか, 理由を付けて 60 字程度で答えよ。

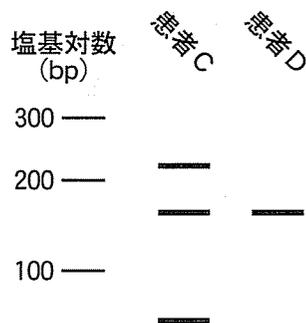


図 8