

平成 30 年度医学科入学試験問題

生 物

〔注意事項〕

- 1 監督者の指示があるまで、この冊子を開いてはいけない。
- 2 解答用紙に受験番号と氏名を必ず記入すること。
- 3 この問題冊子の本文は、9ページからなっている。落丁、乱丁及び印刷不鮮明な箇所等があれば、手をあげて監督者に知らせなさい。
- 4 この問題冊子の白紙と余白は、適宜下書きに使用してもよい。
- 5 解答は、すべて別紙「解答用紙」の指定された場所に記入すること。
- 6 この問題冊子は持ち帰ること。

1 次の文を読み以下の設問に答えよ。

大腸菌に X 線を照射すると、非常に低い確率で突然変異を誘発し、特定の栄養素を作れない栄養要求性株を作製することができる。この方法を用いて、次の 2 種類の変異株 I と II を作製した。

変異株 I：メチオニンとビオチンの合成に関する遺伝子の両方に突然変異が生じたため、これらの栄養素を合成できない。

変異株 II：トレオニンとロイシンの合成に関する遺伝子の両方に突然変異が生じたため、これらの栄養素を合成できない。

この 2 つの変異株 I と II を混ぜ合わせて、両株とも生育可能なようにメチオニン、ビオチン、トレオニン、ロイシンの 4 つの栄養素を培養液に加えて数時間培養した。遠心して沈殿した大腸菌を 4 つの栄養素を含まない培養液でよく洗浄した後、同じ培養液で培養した。4 つの栄養素を含まないので、変異株 I も II も生育できないはずである。しかし、変異株 I と II を混ぜ合わせて一晩培養すると、<sup>(1)</sup>少数ではあるがその培養液で生育する大腸菌が出現した。

そこで図のように、核酸やタンパク質は通すが大腸菌は通さないフィルターで隔てた U 字型をした管<sup>(2)</sup>を使って次の実験を行った。すなわち、4 つの栄養素を含まない培養液を入れた U 字管の片側に変異株 I を、もう一方の側に変異株 II を入れ、一方の側を綿でふたをして、他方に吸引・加圧装置を取り付けた。吸引・加圧することによって両側の培地を混ぜ合わせたところ、生育するものは出現しなかった。一方、フィルターなしで同じ操作をした場合には生育する大腸菌が現れた。<sup>(3)</sup>

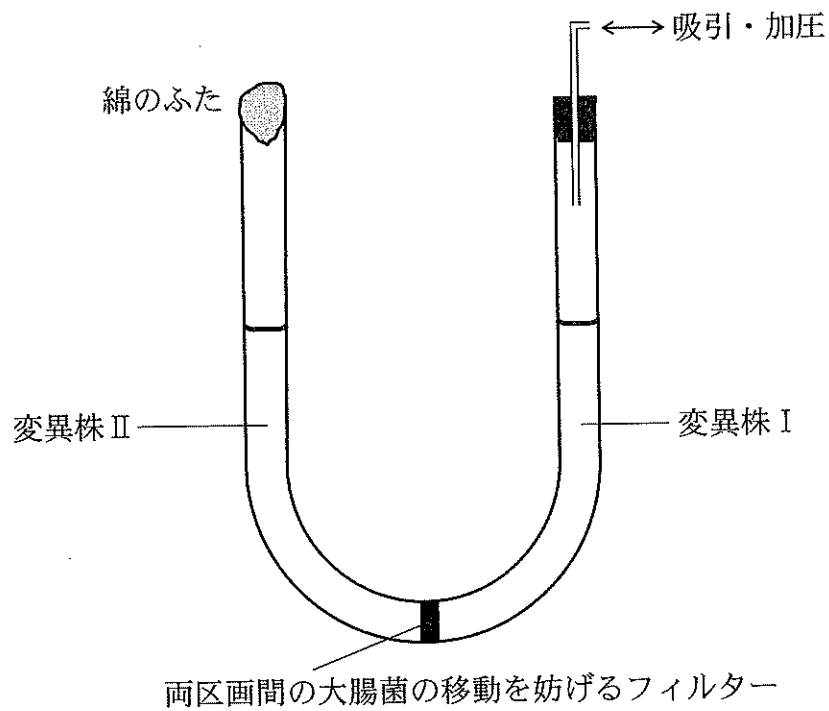


図 U字管装置による培養

1. 下線部(1)で生育した大腸菌は、変異株 I または II から突然変異によって生じた可能性は低いと考えられるが、その理由を説明せよ。
2. 下線部(2)の実験は、どのような目的で行われたと考えられるか説明せよ。
3. 下線部(3)の結果から、どのようなことが起こったと考えられるか説明せよ。

2 次の文を読み以下の設問に答えよ。

タンパク質 X は情報伝達物質であり、細胞表面の受容体と結合すると、情報が細胞内に伝達される。X と結合した受容体は、エンドサイトーシスによって細胞内に取り込まれ、様々な場所へ輸送されることが分かっている。X による情報伝達の仕組みを調べるため、培養細胞を用いて以下の実験を行った。

【実験 1】 放射性同位体で標識したチミンを含む核酸の構成要素を培養液に加えた。この培養液への X の添加によって、培養している細胞の集団に取り込まれたチミンの量に違いがあるかどうかを調べたところ、図 1 のようになった。

【実験 2】 細胞の培養液に X を添加し培養した。一定期間の培養の後、X を含まない培養液で細胞を洗浄し、細胞の集団に含まれる X の量を測定したところ時間とともにその量は減少し、調べたところ X は分解されていることが分かった。

【実験 3】 放射性同位体で標識したチミンを含む核酸の構成要素を培養液に加え、さらに X を添加して培養した。エンドサイトーシスを阻害する薬剤の有無によってチミンの取り込み量に違いがあるかどうかを調べたところ、図 2 のようになった。

1. 下線部に関して一般に、親水性の情報伝達物質と疎水性の情報伝達物質の作用の仕方の違いについて説明せよ。
2. 実験 1 の結果から、X を培養液に添加すると、添加しない場合と比較して細胞の数はどのように変化すると考えられるか、理由とともに説明せよ。
3. 実験 2 の結果から、X は細胞内でどの細胞小器官に輸送されたと考えられるか答えよ。
4. 実験 1～3 の結果から、X による情報伝達においてエンドサイトーシスはどのような役割を持っていると考えられるか説明せよ。

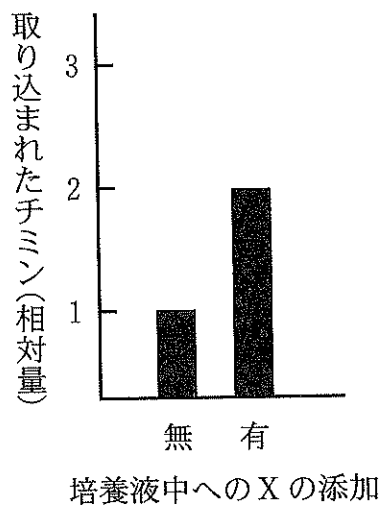


図1

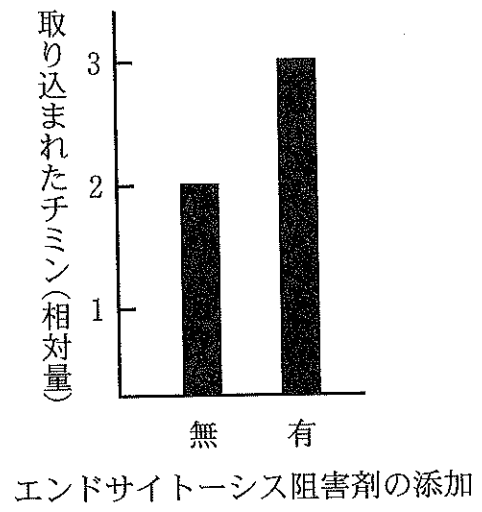


図2

3 次の文を読み以下の設問に答えよ。

カサノリはカサ、柄、仮根から成り立っており、核が仮根に1つだけ存在する単細胞の藻類である。図に示すように、カサノリ A と B はそれぞれ異なる形のカサを形成する。カサは切除してももとどおりに再生する。カサの再生の仕組みについて調べるため、1～5の実験を行った。以下にそれぞれの実験の手順とその結果を示す。

【実験1】 カサノリ A のカサと仮根を図の破線の部分で同時に切除すると、柄からカサは再生しなかった。

【実験2】 カサノリ A のカサを切除し、数日後に仮根を切除すると、柄の先端から A のカサがもとどおりに再生した。このカサを再び切除すると、カサの再生は起こらなかった。

【実験3】 カサノリ A のカサを切除し、数日後に仮根を切除した。残ったカサノリ A の柄の仮根側にカサノリ B の仮根をつなぎ合わせると、A の柄の先端から A と B の中間型のカサが再生した。

【実験4】 カサノリ A のカサと仮根を同時に切除し、残った A の柄の仮根側にカサノリ B の仮根をつなぎあわせると、その反対側に B のカサが再生した。

【実験5】 カサノリのカサのみを切除したもの、およびカサを切除して数日後に(1) 仮根を切除したもの、(2) それぞれ様々な薬剤(RNA 分解酵素, RNA 合成阻害剤, タンパク質合成阻害剤)で処理した。これを、処理後の洗浄によって薬剤を除去したものと比較したところ、カサの再生について表のような結果を得た。

1. 実験1および実験2から、カサの再生における仮根と柄の役割についてどのようなことが考えられるか説明せよ。
2. 実験3と実験4で異なる形のカサが再生した理由について説明せよ。

3. 実験3で、中間型のカサを切除するとカサが再生した。このときどのような形のカサが再生したと考えられるか、理由とともに答えよ。
4. 実験5で、(1)と(2)をRNA分解酵素で処理後洗浄したもののカサの再生が異なる結果になったのはなぜか説明せよ。
5. 実験5の表中の(ア)~(カ)はどのような結果になると考えられるか。当てはまる記号(○あるいは×)を解答欄に記入せよ。また、そう考えた理由を説明せよ。

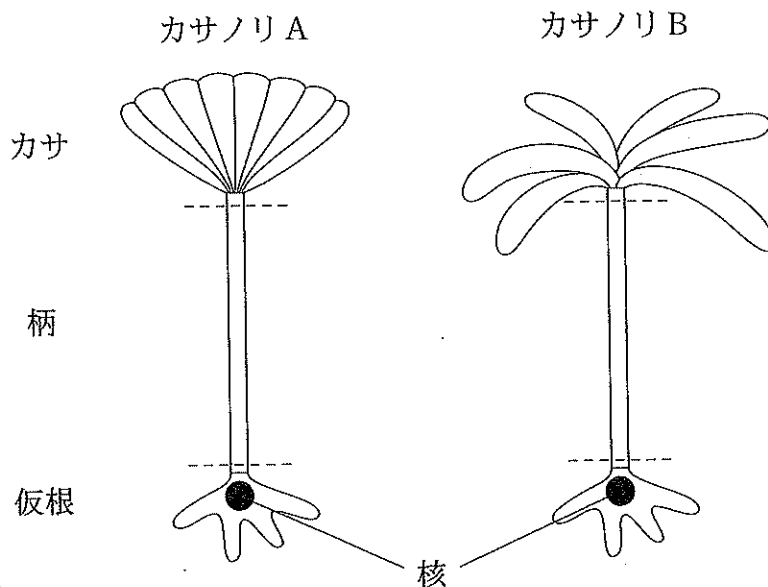


図 カサノリの構造

表 薬剤処理を行った後のカサの再生の有無

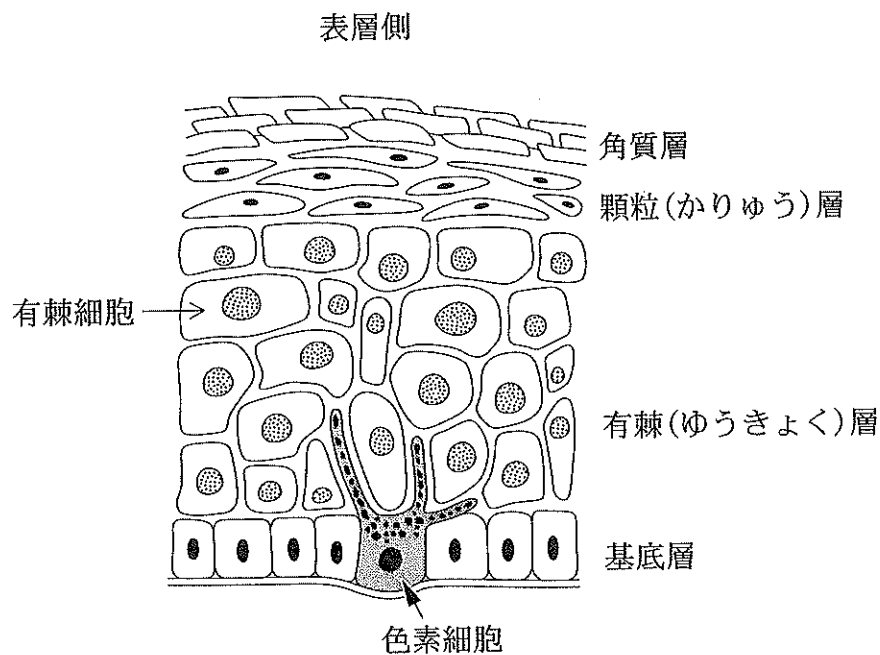
	RNA 分解酵素処理		RNA 合成阻害剤処理		タンパク質合成阻害剤処理	
	処理後の洗浄		処理後の洗浄		処理後の洗浄	
	-	+	-	+	-	+
(1) カサのみ切除	×	○	(ア)	(イ)	×	(ウ)
(2) カサを切除後 仮根を切除	×	×	(エ)	(オ)	×	(カ)

—は薬剤処理後の洗浄を行わなかったこと、+は処理後の洗浄を行って薬剤を除去したことを示す。○はカサが再生したことを、×は再生しなかったことを示す。

4 次の文を読み以下の設問に答えよ。

ヒトの皮膚の表層部を表皮という。表皮は、図1のとおり深部から順に、基底層、有棘(ゆうきょく)層、顆粒(かりゅう)層、角質層から構成されている。基底層で分裂してできた細胞は、後から分裂してできた細胞に押し上げられるように有棘層の中を表層に向かって移動し、また細胞の形は立方体から扁平(へんぺい)な形に変わっていく。有棘細胞は、繊維状のタンパク質であるケラチンを多く含む<sup>(1)</sup>。この有棘細胞は顆粒層を経て、角質層を形成する<sup>(2)</sup>。角質層は死んだ有棘細胞が積み重なったもので、一定の時間がたつと垢(あか)としてはがれる。

有棘細胞は紫外線を吸収する黒い色素であるメラニンを含んでいる。メラニンは色素細胞で生成され<sup>(3)</sup>、色素細胞が伸ばす突起の末端まで運ばれて<sup>(4)</sup>、近接する基底層の細胞や有棘細胞に取り込まれる<sup>(5)</sup>。



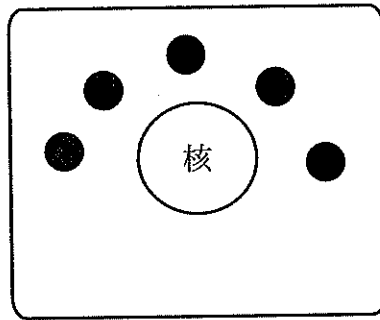
真皮側

図1 表皮の構造



1. 下線部(1)に関して、有棘細胞でケラチンが大量にみられることは、表皮の機能との関連でどのような意味があると考えられるか説明せよ。
2. 下線部(2)に関して、角質層の形成過程では有棘細胞のプログラム細胞死が起きている。ここでみられるプログラム細胞死にはどのような意味があると考えられるか説明せよ。
3. 下線部(3)に関して、血液から供給された物質 A が酵素 X の作用により物質 B に変わり、さらにこの物質 B に同じ酵素 X が作用して物質 C に変わる。この酵素反応のうち、物質 A から物質 B の反応は非常にゆっくりと進むが、物質 B から物質 C への反応は迅速に進む。さらに物質 C は酵素 X の作用なしに反応が進みメラニンが生成される。この一連の反応を利用して色素細胞だけを染め出すことができる。皮膚片を 5 ~ 10  $\mu\text{m}$  程度に薄く切ってスライドガラスに載せ、これに反応液をかけると発色する。反応液には、(a) 物質 A, (b) 物質 B, (c) 物質 C, (d) 酵素 X, のいずれかを添加しておく必要がある。それはどれか、(a)~(d)から選んで解答欄の記号を丸でかこめ(複数解答可)。また、そう答えた理由を説明せよ。
4. 下線部(4)に関して、色素細胞で生成されたメラニンは、神経細胞の軸索で見られる物質輸送と同じ仕組みで、細胞体から突起の末端まで運ばれる。この輸送にかかわる細胞内の微小構造を構成するタンパク質、およびその構造に沿ってメラニンを運ぶタンパク質の名称を答えよ。
5. 下線部(5)に関して、有棘細胞に取り込まれたメラニンは、次ページの図 2 のように分布することが知られている。この分布の仕方にはどういう意味があると考えられるか説明せよ。

(角質層側)



(基底層側)

図2 有棘細胞内でのメラニン(●)の分布