



# 問題訂正

## 生物

1 問 1 31ページ 1行目から

### 【誤】

表1の結果から、末梢神経が未熟な血管内皮細胞の増殖に及ぼす影響と末梢神経が動脈系内皮細胞または静脈系内皮細胞への分化に及ぼす影響として最も適切な組合せを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。ただし、実験1, 2を通して、培養中に死滅した細胞はなかったものとする。

1

	血管内皮細胞の増殖に及ぼす影響	動脈系内皮細胞または静脈系内皮細胞への分化に及ぼす影響
①	促進する	動脈系内皮細胞へ誘導する
②	促進する	静脈系内皮細胞へ誘導する
③	抑制する	動脈系内皮細胞へ誘導する
④	抑制する	静脈系内皮細胞へ誘導する
⑤	影響しない	動脈系内皮細胞へ誘導する
⑥	影響しない	静脈系内皮細胞へ誘導する

### 【正】

実験1, 2の結果から、末梢神経細胞が培養終了時の血管内皮細胞の密度（細胞数／培養容器の面積）に及ぼす影響と、末梢神経細胞が動脈系内皮細胞または静脈系内皮細胞への分化に及ぼす影響として最も適切な組合せを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。実験1と2で、培養を開始したときの血管内皮細胞の数は同じであった。ただし、実験1, 2を通して、培養中に死滅した細胞はなかったものとする。

1

	血管内皮細胞の密度に及ぼす影響	動脈系内皮細胞または静脈系内皮細胞への分化に及ぼす影響
①	高くする	動脈系内皮細胞へ誘導する
②	高くする	静脈系内皮細胞へ誘導する
③	低くする	動脈系内皮細胞へ誘導する
④	低くする	静脈系内皮細胞へ誘導する
⑤	影響しない	動脈系内皮細胞へ誘導する
⑥	影響しない	静脈系内皮細胞へ誘導する

# 生 物

## 解答上の注意

1. 解答は、解答用紙の解答欄にマークすること。

例えば、

4
---

 と表示のある問題に対して、「①～⑧のうちから過不足なく選び、一緒にマークせよ。」の場合には、次の例に従う。

例：②と⑦と答えたい場合には

解答 番号	解 答 欄
4	① ● ③ ④ ⑤ ⑥ ● ⑧ ⑨ ⑩

1 次の文章を読み、下の問い(問1～4)に答えよ。

多くの動物は、血液を循環させるための血管や心臓をもつ。脊椎動物では、心臓から送り出された血液は、動脈を通過して毛細血管に至り、静脈を経て心臓に戻る。動脈および静脈には太いものから細いものまで存在し、それらは体内を網目のように走行する。動脈・静脈・毛細血管の構造は異なるものの、いずれの血管においても、内皮細胞(以下、血管内皮細胞)が内皮を形成し、血液を取り囲む境界となる。ほ乳類胎児期の血管の発生・分化では、将来、血管を形成することになる未熟な血管内皮細胞が、原始血管叢(網状の血管ネットワーク)を形成し、その後、未熟な血管が径の異なる血管へと変化する過程で、動脈・静脈・毛細血管が生じ、やがて成熟した血管網が形成される。血液が個体の中を循環する経路は、成人と胎児とは異なる。心臓は、心房と心室が交互に規則的に収縮・弛緩を繰り返す、血液を全身に送るポンプの役割をする。

問1 下線部アに関連して、胎児期の血管網の形成に、末梢神経系の関与があるかどうかを検証するために、次の実験1、2を行った。その結果を表1に示す。

【実験1】 マウスの胎児から、未熟な血管内皮細胞を集め、培養容器内で培養した。数日後、培養容器内をランダムに顕微鏡で観察し、顕微鏡視野内にある培養細胞におけるすべての血管内皮細胞のうち、動脈に分化した血管内皮細胞(以下、動脈系内皮細胞)と静脈に分化した血管内皮細胞(以下、静脈系内皮細胞)の数を計測した。得られた細胞数の平均値を実験結果の値とし、動脈系内皮細胞または静脈系内皮細胞のすべての血管内皮細胞に対する割合を計算した。

【実験2】 マウスの胎児から、未熟な血管内皮細胞および末梢神経細胞を集め、培養容器内で混ぜて培養した。数日後、実験1と同様の方法で、すべての血管内皮細胞に対する動脈系内皮細胞と静脈系内皮細胞の割合を計算した。

表1 実験1、2の結果

	実験1	実験2
1 mm <sup>2</sup> あたりの血管内皮細胞の数	30 個	30 個
動脈系内皮細胞の割合	5 %	70 %
静脈系内皮細胞の割合	5 %	5 %

表1の結果から、末梢神経が未熟な血管内皮細胞の増殖に及ぼす影響と末梢神経が動脈系内皮細胞または静脈系内皮細胞への分化に及ぼす影響として最も適切な組合せを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。ただし、実験1, 2を通して、培養中に死滅した細胞はなかったものとする。

1

	血管内皮細胞の増殖に及ぼす影響	動脈系内皮細胞または静脈系内皮細胞への分化に及ぼす影響
①	促進する	動脈系内皮細胞へ誘導する
②	促進する	静脈系内皮細胞へ誘導する
③	抑制する	動脈系内皮細胞へ誘導する
④	抑制する	静脈系内皮細胞へ誘導する
⑤	影響しない	動脈系内皮細胞へ誘導する
⑥	影響しない	静脈系内皮細胞へ誘導する

問2 下線部イに関連して、次の(1), (2)に答えよ。

(1) 成人の血液循環は肺循環と体循環に分けることができる。肺循環では、血液が心臓から肺に送られ、肺で二酸化炭素を放出し、酸素を取り込んだ後、心臓に戻る。体循環では、肺から心臓に戻った血液が全身へと送られる。

ヒト心臓の4つの部屋(右心房, 左心房, 右心室, 左心室)は、動脈血が流れる部屋と静脈血が流れる部屋に分けられる。動脈血が流れる部屋を、次の①～④のうちから過不足なく選び、一緒にマークせよ。 2

- ① 右心房
- ② 右心室
- ③ 左心房
- ④ 左心室

- (2) 図1は、右心室と左心室を仕切る構造に大きな穴が生じているときの心臓を中心とする循環系の模式図である。図中の矢印は血液が流れる方向を示す。左心室が血液を押し出す圧力の方が、右心室が血液を押し出す圧力よりも大きいため、左心室の血液の一部が穴を通過して右心室に流れる。この循環系における単位体積あたりの血液に含まれる酸素の量の関係として最も適切なものを、下の①～⑤のうちから1つ選べ。 3

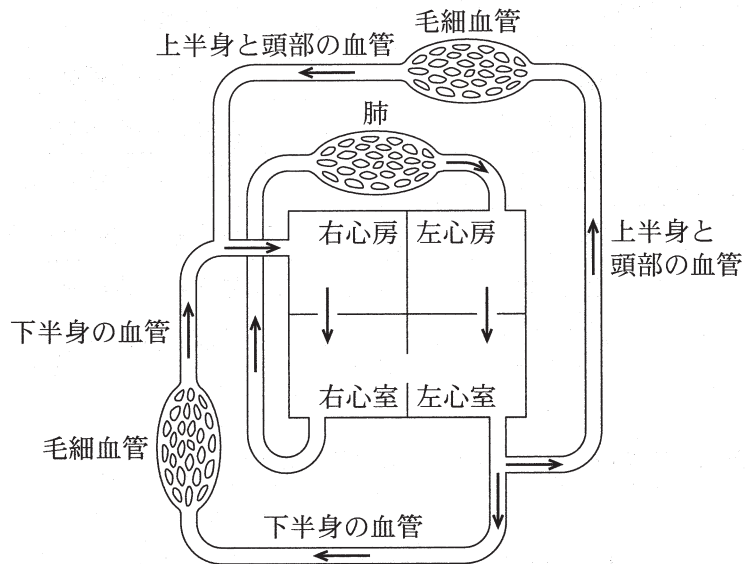


図1 穴が生じているときの循環系

- ① 大静脈の血液に含まれる酸素の量 > 左心房の血液に含まれる酸素の量
- ② 右心房の血液に含まれる酸素の量 > 肺動脈の血液に含まれる酸素の量
- ③ 右心室の血液に含まれる酸素の量 > 大静脈の血液に含まれる酸素の量
- ④ 左心室の血液に含まれる酸素の量 > 肺静脈の血液に含まれる酸素の量
- ⑤ 大動脈の血液に含まれる酸素の量 > 左心房の血液に含まれる酸素の量

問 3 下線部イに関連して、胎児では、右心房と左心房の仕切りは不完全で、卵円孔と呼ばれる穴が存在するため、右心房と左心房の間で血液が流れる。また、肺動脈と大動脈の間に、動脈管と呼ばれる血管が存在する。胎児では、肺動脈には血液が流れにくいことから、血液は動脈管を通過する。このような胎児の循環系の模式図を図 2 に示す。また、体内各所の単位時間あたりに流れる血液量(相対値)を表 2 に示す。

図 2 において、胎児における卵円孔と動脈管での血流の向きとして最も適切な組合せを、下の①~④のうちから 1 つ選べ。 4

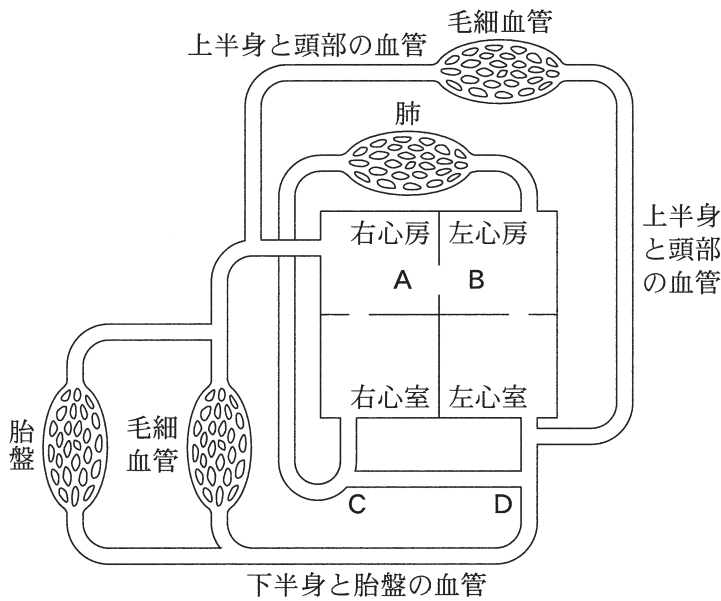


図 2 胎児の循環系

表 2 体内各所の単位時間あたりに流れる血液量

血液が通過する部位	血液量(相対値)
右心房	23
右心室	17
左心房	8
左心室	8
上半身と頭部の血管	5
下半身と胎盤の血管	18
肺	2

	卵円孔	動脈管
①	A → B	C → D
②	A → B	C ← D
③	A ← B	C → D
④	A ← B	C ← D



問 4 下線部ウに関連して、心臓は自律神経からの調節がなくても自動的に拍動することができる。心臓のこの性質を自動性という。心臓の自動性を調べるために、次の実験 3, 4 を行った。

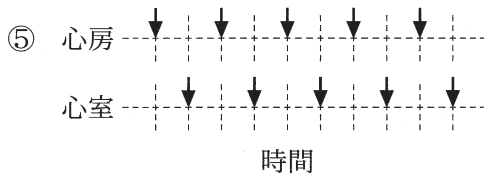
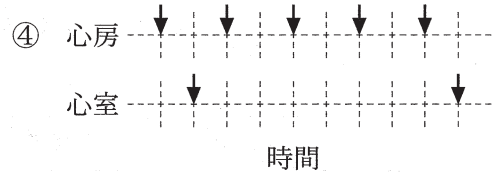
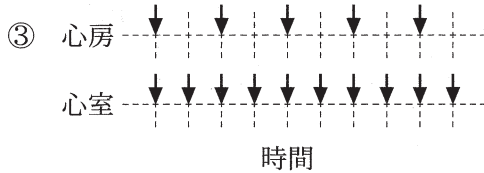
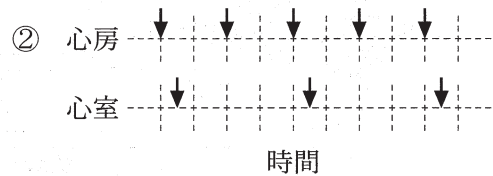
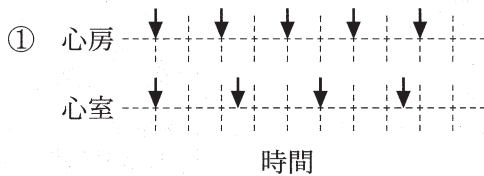
【実験 3】 カエルの心臓を取り出して、リンガー液内に置き、拍動を観察した。

【実験 4】 実験 3 を行った後、カエルの心臓の心房と心室の間を糸で強くしばったところ、心房は 1 分間あたり 60 回、心室は 1 分間あたり 30 回拍動し、それぞれの拍動は等間隔であった。

実験 3, 4 の結果として拍動のタイミングの記録を得た。その記録の図として最も適切なものを、次の①~⑤のうちからそれぞれ 1 つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。ただし、実験中、心臓の拍動リズムは同じように続いたものとする。また、心房と心室のそれぞれが収縮したタイミングを↓で示す。すべての目盛りは同じ時間を示すものとする。

実験 3

実験 4







問 3 バッタ T の変異体 M と変異体 N は、いずれも、ふ化後に個体群密度が高い環境で飼育しても、幼虫のときから白色のまま、体色が黒色に変化しない変異体である。変異体 M および変異体 N は、タンパク質 X をコードする遺伝子(以下、遺伝子 X)、タンパク質 Y をコードする遺伝子(以下、遺伝子 Y)のいずれか、あるいはその両方に変異があり、正常に機能するタンパク質 X やタンパク質 Y を合成できないために、体色が黒色に変化しないと考えられた。個体群密度が高い環境で飼育したバッタ T の野生型、変異体 M および変異体 N を用いて、次の実験 1、2 をそれぞれ行った。

【実験 1】 野生型から側心体を切り出し、側心体から成分を抽出した。その成分を変異体 M と変異体 N の腹部に注入し、飼育を継続した。その後、注入された変異体 M の体色は黒色に変化せず、白色のままだった。注入された変異体 N の体色は黒色に変化した。

【実験 2】 変異体 M から側心体を切り出し、側心体から成分を抽出した。その成分を変異体 N の腹部に注入し、飼育を継続した。その後、変異体 N の体色は、黒色に変化した。

実験 1、2 の結果から、変異体 M と変異体 N のタンパク質 X とタンパク質 Y について最も適切な組合せを、次の①～⑨のうちから 1 つ選べ。ただし、側心体から成分を抽出したとき、その側心体にタンパク質 X が貯蔵されていた場合にはタンパク質 X を抽出できるものとする。また、変異型のタンパク質 X (以下、タンパク質 X') は正常なタンパク質 Y にも変異型のタンパク質 Y (以下、タンパク質 Y') にも受容されず、タンパク質 Y' は正常なタンパク質 X もタンパク質 X' も受容しないものとする。 

9
---

	変異体 M	変異体 N
①	タンパク質 X のみを変異型となっている	タンパク質 X のみを変異型となっている
②	タンパク質 X のみを変異型となっている	タンパク質 Y のみを変異型となっている
③	タンパク質 X のみを変異型となっている	タンパク質 X とタンパク質 Y の両方の変異型となっている
④	タンパク質 Y のみを変異型となっている	タンパク質 X のみを変異型となっている
⑤	タンパク質 Y のみを変異型となっている	タンパク質 Y のみを変異型となっている
⑥	タンパク質 Y のみを変異型となっている	タンパク質 X とタンパク質 Y の両方の変異型となっている
⑦	タンパク質 X とタンパク質 Y の両方の変異型となっている	タンパク質 X のみを変異型となっている
⑧	タンパク質 X とタンパク質 Y の両方の変異型となっている	タンパク質 Y のみを変異型となっている
⑨	タンパク質 X とタンパク質 Y の両方の変異型となっている	タンパク質 X とタンパク質 Y の両方の変異型となっている

問 4 遺伝子 X の mRNA の塩基配列を調べたところ、127 個の様々な種類のアミノ酸からなるタンパク質をコードしていた。次に、タンパク質 X' の遺伝子(以下、遺伝子 X') の mRNA の塩基配列を調べて、遺伝子 X の mRNA の塩基配列と比較した。その結果、遺伝子 X' の mRNA では、遺伝子 X の mRNA において開始コドンのアデニンを 1 番目の塩基と数えた場合の 11 番目から 20 番目までの 10 塩基が失われていた。

さらに、遺伝子 Y とタンパク質 Y' の遺伝子(以下、遺伝子 Y') の、mRNA の塩基配列を調べて、比較した。その結果、遺伝子 Y' の mRNA では、遺伝子 Y の mRNA 中のある 1 つの塩基が異なる塩基に変化していた。タンパク質 Y' のアミノ酸の数は、タンパク質 Y のアミノ酸の数の半分だった。次の(1)、(2)に答えよ。

- (1) 遺伝子 X' においては、( a )が起きており、タンパク質 X' のアミノ酸配列はタンパク質 X と( b )。( a )と( b )に入る語句の組合せとして最も適切なものを、次の①~⑥のうちから 1 つ選べ。 10

	a	b
①	置換	同じである
②	置換	異なる
③	重複	同じである
④	重複	異なる
⑤	フレームシフト	同じである
⑥	フレームシフト	異なる

- (2) 遺伝子 Y から遺伝子 Y' への塩基の変化に関する記述として最も適切なものを、次の

①~⑤のうちから 1 つ選べ。 11

- ① アミノ末端に近い部分のアミノ酸を指定する塩基に突然変異がおこり、別のアミノ酸を指定する塩基に変化した。
- ② ポリペプチドの中央付近のアミノ酸を指定する塩基に突然変異がおこり、その領域が終止コドンに指定する塩基に変化した。
- ③ ポリペプチドの中央付近のアミノ酸を指定する塩基に突然変異がおこり、別のアミノ酸を指定する塩基に変化した。
- ④ カルボキシ末端に近い部分のアミノ酸を指定する塩基に突然変異がおこり、その領域が開始コドンに指定する塩基に変化した。
- ⑤ 終止コドンに指定する塩基に突然変異がおこり、その領域がアミノ酸を指定する塩基に変化した。

問 5 下線部ウに関連して、一般的にタンパク質の立体構造は、ポリペプチドがらせん状の構造をとった( c )構造などの二次構造などをもとにしてつくられている。( c )構造は、離れたアミノ酸間の( d )結合により安定化される。タンパク質によっては、複数のポリペプチドでできている場合もある。たとえば、インスリンは2本のポリペプチドからなり、一方のポリペプチド中のシステインの側鎖ともう一方のポリペプチド中のシステインの側鎖とが( e )結合でつながっている。( c )~( e )に入る語の組合せとして最も適切なものを、次の①~⑧のうちから1つ選べ。 12

	c	d	e
①	$\alpha$ ヘリックス	共有	S-S
②	$\alpha$ ヘリックス	共有	ペプチド
③	$\alpha$ ヘリックス	水素	S-S
④	$\alpha$ ヘリックス	水素	ペプチド
⑤	$\beta$ シート	共有	S-S
⑥	$\beta$ シート	共有	ペプチド
⑦	$\beta$ シート	水素	S-S
⑧	$\beta$ シート	水素	ペプチド

3

次の文章を読み、下の問い(問1～3)に答えよ。

センチュウは、線形動物に属する体長約1mmの生物である。センチュウは、受精卵から成体になるまでの発生過程で細胞がどのように分裂してどのような組織や器官に分化していくかの道筋がすべてわかっていることなどから、動物の発生を研究するために利用されている。

問1 下線部アに関連して、分子系統学的解析にもとづく動物の系統樹を図1に示す。線形動物として最も適切なものを、図1の①～⑤のうちから1つ選べ。

13

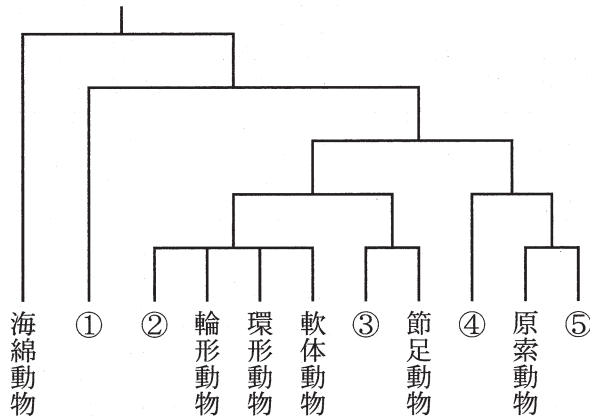


図1 動物の系統樹

問 2 ゲノム DNA では特定の DNA 配列(以下, 配列 T)が複数の位置に存在することがある。

これは配列 T が生物の進化の過程で同じ配列をつくりながら, ゲノム中の様々な位置に組み込まれていった結果だと考えられている。このことから, 配列 T がゲノムに組み込まれた数と, 配列 T が存在する位置から生物間の類縁関係を推定することができる。ゲノム DNA 中の 5 ヶ所(あ~お)の位置において, 配列 T が存在する(+ )か, 存在しない(- )かを, 7 種類の生物(生物 o~u)に関して調べたところ, 表 1 の結果を得た。この結果から配列 T の組み込まれた数と位置の変化が最小になるように系統樹を作成したところ図 2 のようになった。生物 p と生物 t として最も適切なものを, 図 2 の①~⑦のうちからそれぞれ 1 つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

生物 p 14

生物 t 15

表 1 ゲノム DNA 中の配列 T の有無

		ゲノム DNA 中の位置				
		あ	い	う	え	お
生物	o	+	+	-	+	-
	p	+	-	-	+	+
	q	+	+	-	+	-
	r	+	-	+	+	+
	s	+	-	-	-	-
	t	-	-	-	-	-
	u	+	-	+	+	+

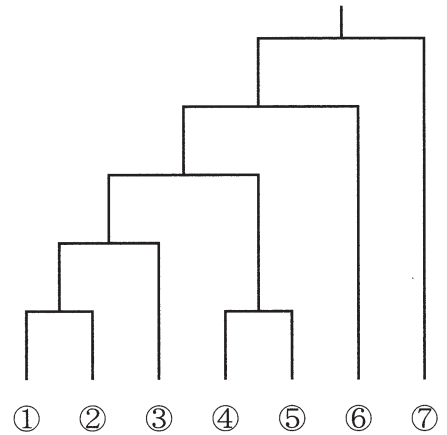


図 2 表 1 の結果にもとづいた系統樹



問 3 あるセンチウでは発生開始時から成体になるまでの予定運命が解明されている。そのセンチウの4細胞期の胚の模式図を図3に示す。4つの細胞はそれぞれ異なる記号で識別されている。この胚を使って実験1, 2を行った。実験1に対する考察1, 実験2に対する考察2について最も適切な組合せを, 後の①~⑨のうちから1つ選べ。ただし, 発生の過程で細胞は融合しないものとする。 16

【実験1】 内胚葉前駆細胞(以下, EMS細胞)に由来する細胞は消化管に分化することが知られている。4細胞期の胚をバラバラにし, EMS細胞を単独で培養したところ消化管には分化しなかった。また, EMS細胞をABa細胞やABp細胞と接触させて培養しても消化管には分化しなかった。一方で, EMS細胞をP<sub>2</sub>細胞のみと接触させて培養したところ消化管に分化した。

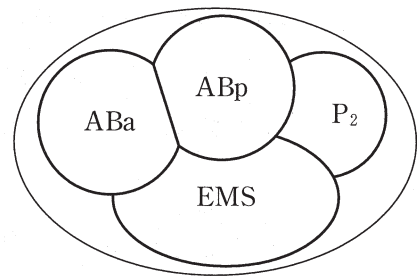


図3 4細胞期の胚

【実験2】 P<sub>2</sub>細胞に由来する細胞のみに緑色蛍光タンパク質(以下, GFP)が発現するよう操作したセンチウを成体になるまで発生させた。この成虫のGFPの蛍光を観察したところ, すべての生殖細胞が蛍光を発していた。また, 筋肉と表皮を形成する細胞のうちの一部も蛍光を発していたが, それ以外の細胞で蛍光を発しているものはなかった。

【考察1】

- (a) ABa細胞またはABa細胞に由来する細胞は, EMS細胞に由来する細胞の消化管への分化を抑制する物質を分泌する。
- (b) EMS細胞が消化管に分化するためには, EMS細胞がABa細胞, ABp細胞, P<sub>2</sub>細胞のすべてと接触している必要がある。
- (c) P<sub>2</sub>細胞またはP<sub>2</sub>細胞に由来する細胞は, EMS細胞に由来する細胞を消化管に分化させるのに必要な物質をもっている。

【考察2】

- (a) 筋細胞はすべてP<sub>2</sub>細胞に由来する細胞から分化する。
- (b) 生殖細胞はP<sub>2</sub>細胞に由来する細胞以外からは分化しない。
- (c) 生殖細胞, 筋細胞, 表皮細胞以外にもP<sub>2</sub>細胞に由来する細胞が存在する。

	考察 1	考察 2
①	a	a
②	a	b
③	a	c
④	b	a
⑤	b	b
⑥	b	c
⑦	c	a
⑧	c	b
⑨	c	c

