

# 令和4年度 入学試験問題

## 理科（前期）

試験時間	120分
問題冊子	物理 1～6頁
	化学 7～16頁
	生物 17～30頁

### 注意事項

1. 指示があるまで問題冊子は開かないこと。
2. 受験科目はあらかじめ受験票に記載された2科目とし、変更は認めない。
3. 問題冊子および解答用紙に落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所があったら、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 解答が終わっても、または試験を放棄する場合でも、試験終了までは退場できない。
5. スマートフォン等の電子機器類は電源を必ず切り、鞆の中にしまうこと。
6. 机上には、受験票と筆記用具（鉛筆、シャープペンシル、消しゴム）および時計（計時機能のみ）以外は置かないこと。（耳栓、コンパス、定規等は使用できない。）
7. 問題冊子および解答用紙に受験番号と氏名を記入すること。
8. 解答はすべて解答用紙の所定の解答欄に記入すること。欄外には何も書かないこと。
9. この問題冊子の余白は自由に用いてよい。
10. 質問、トイレ、体調不良等で用件のある場合は、無言のまま手を挙げて監督者の指示に従うこと。
11. 中途退室時は、問題冊子および解答用紙を裏返しにすること。
12. 受験中不正行為があった場合は、試験の一切を無効とし、試験終了時間まで別室で待機を命じる。
13. 試験終了後、解答用紙は裏返し、問題冊子は持ち帰ること。

受験番号	
------	--

氏名	
----	--





# 生 物

〔 I 〕 脊椎動物の陸上進出に関する下記の文章を読み、各問いに答えよ。

海の中で出現した脊椎動物は、やがて陸上が生存可能な環境になると、その一部は陸上へと進出した。両生類は、幼生期は水中の環境で生活するが、チロキシンが引き金となって  と呼ばれる全身的な変化が起こると、陸上で生活するようになる。 の過程では、幼生がもつ尾やえらが消失し、陸上で体を支えるための四肢や、呼吸のための肺が形成される。それ以外の多くの器官は、<sup>(1)</sup>幼生型から成体型へとつくりかえられる。また、窒素代謝物である有害なアンモニアは、幼生では水中へ排出されるが、成体では毒性の弱い  に変えられ、体外に排出される。は虫類は、<sup>(2)</sup>硬い卵殻の中で胚を発生させることにより、一生涯を陸上で生活することができる。窒素代謝物は、は虫類では水に溶けにくい尿酸として体外に排出される。は虫類は中生代の温暖な環境に適応して多様化し、繁栄した。このように共通の祖先をもつ生物群が、環境に適応して多くの種に分かれる現象を  という。

問 1 文中の  ～  にあてはまる語句を、漢字で答えよ。

問 2 文中の下線部 (1) のつくりかえについて調べるため、ヒキガエルの幼生 (おたまじゃくし) を使って以下の各実験を行った。幼生期の胃は、分化した幼生型上皮と、周囲の間充織 (未分化な結合組織と筋組織) からできている。これまでの研究により、 が起こると、幼生型上皮はアポトーシスを起こしてすべて消失することが知られている。それと同時に、少数の幹細胞が出現して活発に増殖し、これらの細胞から成体型上皮が形成される。成体型上皮は初め未分化であるが、分化するとペプシノゲン (ペプシンの前駆体) を合成する。

【実験 1】 幼生から胃の組織片を取り出し、上皮を間充織と結合させたまま、チロキシン (T) を十分量添加または無添加の培養液に入れ、26℃ で培養した。一部の組織片では上皮を間充織から分離し、上皮単独で同様に培養した。5 日間培養した後、上皮について調べた結果を表 1 に示す。同じ培養実験の組織片は、すべて同じ結果であった。10 日間まで培養を続けたが、いずれの培養実験でもペプシノゲンは検出されなかった。

表 1 各条件下で 5 日間培養した胃上皮の変化

培養実験 No.	間充織の 結合	培養液への T 添加	幼生型上皮の アポトーシス	成体型上皮の 幹細胞の増殖	ペプシノゲン
①	無	無	－	－	－
②	無	有	＋	－	－
③	有	無	－	－	－
④	有	有	＋	＋	－

「＋」は検出されたことを、「－」は検出されなかったことを、それぞれ示す。

【実験 2】 幼生から胃の組織片を取り出し、上皮を間充織と結合させたまま培養液に入れ、26℃で培養した。成体型上皮を分化させるホルモンを見つけるため、培養液にはチロキシン (T)、糖質コルチコイド (C)、インスリン (I) を、さまざまな組み合わせで十分量加えた。5 日間および 10 日間培養した後、上皮について調べた結果を表 2 に示す。

表 2 各ホルモン存在下で 5 日間および 10 日間培養した胃上皮の変化

培養実験 No.	培養液へ添加 したホルモン	培養 5 日後		培養 10 日後 ペプシノゲン
		幼生型上皮の アポトーシス	成体型上皮の 幹細胞の増殖	
⑤	無	－	－	－
⑥	T	＋	＋	－
⑦	C	－	－	－
⑧	I	－	－	－
⑨	T, C	＋	＋	＋
⑩	T, I	＋	＋	－
⑪	C, I	－	－	－

「＋」は検出されたことを、「－」は検出されなかったことを、それぞれ示す。

- (1) 実験結果より、(i) 幼生型上皮のアポトーシス、および (ii) 成体型上皮の幹細胞の増殖が起こるために必要な条件は何か。あてはまるものを I 群よりすべて選び、それぞれ記号で答えよ。同じ記号を選んでもよい。また、アポトーシスおよび細胞増殖の過程で必ず起こる現象を II 群から 1 つずつ選び、それぞれ記号で答えよ。

I 群：

- (あ) 間充織との結合
- (い) チロキシンの作用
- (う) チロキシンの以外のホルモンの作用

II 群：

- (a) 細胞膜の消失
- (b) DNA の複製
- (c) DNA の断片化
- (d) リソソームの発達
- (e) 酵素のエキソサイトーシス

- (2) 未分化な成体型上皮を分化させるホルモンとして最も適切なものを I 群より、そのホルモンの分泌を促す物質を II 群より 1 つずつ選び、それぞれ記号で答えよ。また、そのホルモンを選んだ根拠となる結果が得られた培養実験（対照実験を含める）として最も適切なものを III 群より 1 つ選び、記号で答えよ。

I 群：

- (ア) チロキシンの
- (イ) 糖質コルチコイド
- (ウ) インスリン

II 群：

- (a) アドレナリン
- (b) ノルアドレナリン
- (c) アセチルコリン
- (d) 副腎皮質刺激ホルモン
- (e) 甲状腺刺激ホルモン

III 群：

- (あ) 培養実験 ⑤ と ⑥
- (い) 培養実験 ⑤ と ⑨
- (う) 培養実験 ⑤ と ⑩
- (え) 培養実験 ⑥ と ⑨
- (お) 培養実験 ⑦ と ⑨
- (か) 培養実験 ⑧ と ⑨
- (き) 培養実験 ⑨ と ⑪

(3) 培養実験⑤および⑥において、10日間培養した組織片の上皮は、主としてどのようなものであったか。以下の(あ)～(う)より、最も適切なものを1つずつ選び、それぞれ記号で答えよ。同じ記号を選んでもよい。

- (あ) 分化した成体型上皮であった。
- (い) 未分化な成体型上皮であった。
- (う) 幼生型上皮が維持されていた。

問3 哺乳類のチロキシンおよびペプシンにあてはまるものを、以下の(あ)～(く)よりすべて選び、それぞれ記号で答えよ。同じ記号を選んでもよい。

- (あ) 基質と結合する。
- (い) 標的細胞の受容体と結合する。
- (う) 血液などの体液中に分泌される。
- (え) 排出管を通じて体外に分泌される。
- (お) 代謝を促進し、熱を産生する。
- (か) 代謝を抑制し、熱の放散を促進する。
- (き) 炭水化物を分解する。
- (く) タンパク質を分解する。

問4 文中の下線部(2)の卵殻の中で、水中の環境で胚が発生できるように胚を包んでいる膜は何か。以下の(あ)～(お)より1つ選び、記号で答えよ。

- (あ) 尿膜      (い) 羊膜      (う) 卵黄膜      (え) 卵黄のう      (お) しょう膜

問5 窒素代謝物を主に尿酸として体外に排出する動物を、以下の(あ)～(か)よりすべて選び、記号で答えよ。いずれの動物も、成体について答えること。

- (あ) カメ      (い) ウサギ      (う) トカゲ      (え) マウス  
(お) メダカ      (か) ニワトリ

問6 両生類の四肢および肺は、魚類のどの構造から進化したと考えられるか。相同な構造として最も適切なものを、以下の(あ)～(お)より1つずつ選び、それぞれ記号で答えよ。

- (あ) 尾                      (い) えら                      (う) ひれ  
(え) うきぶくろ (消化管の一部)                      (お) 脊椎の一部





[ II ] 細胞内のタンパク質に関する下記の文章を読み、各問いに答えよ。

真核細胞ではタンパク質は細胞質にある [ア] でつくられ、必要な場所へ輸送される。  
[イ] に付着した [ア] で合成されたタンパク質は、[イ] の内部に取り込まれた後、扁平な袋を重ねた構造をもつ [ウ] に運ばれる。タンパク質はそこで糖が付加されるなどの処理を受けた後、小胞に包まれて再び運ばれ、小胞が [エ] と融合することにより細胞外に分泌される。小胞には膜タンパク質が含まれることもあり、小胞から各種の分解酵素を含む [オ] がつくられることもある。

問1 文中の [ア] ~ [オ] にあてはまる語句を、以下の(あ)~(し)より1つずつ選び、それぞれ記号で答えよ。

- (あ) 核            (い) 液胞            (う) 中心体            (え) 葉緑体            (お) 細胞膜  
(か) 細胞骨格            (き) 滑面小胞体            (く) 粗面小胞体            (け) ゴルジ体  
(こ) リソソーム            (さ) リボソーム            (し) ミトコンドリア

問2 問1の選択肢のうち、2枚の生体膜からなるものをすべて選び、記号で答えよ。

問3 神経細胞からは神経伝達物質が分泌される。この過程で起こる現象を、以下の(い)~(く)より4つ選び、早く起こる順に(あ)から始めて左から右へと記号を並べよ。

- (あ) 軸索の末端まで興奮が伝導する。  
(い) シナプス小胞が [エ] と融合する。  
(う)  $\text{Ca}^{2+}$  が細胞外から細胞内に流入する。  
(え)  $\text{Ca}^{2+}$  が細胞内から細胞外に流出する。  
(お)  $\text{Ca}^{2+}$  が [オ] から細胞質基質に流出する。  
(か) 電位依存性カルシウムチャンネルが開く。  
(き) 神経伝達物質が受容体に結合する。  
(く) 神経伝達物質がシナプス間隙に放出される。

問4 膜タンパク質には物質輸送に関わるものがある。ナトリウムポンプに関して正しい記述を、以下の(あ)～(か)よりすべて選び、記号で答えよ。

- (あ) ATP のエネルギーを利用する。
- (い) 濃度の高い方から低い方へ、 $\text{Na}^+$  を受動輸送する。
- (う) 濃度の低い方から高い方へ、 $\text{Na}^+$  を能動輸送する。
- (え)  $\text{Na}^+$  を細胞外へ運び出し、 $\text{K}^+$  を細胞内に取り込む。
- (お)  $\text{Na}^+$  を細胞内に取り込み、 $\text{K}^+$  を細胞外に運び出す。
- (か) 隣り合う細胞どうしを連結し、細胞間で  $\text{Na}^+$  を輸送する。

問5 細胞内にはタンパク質が正常に機能するのを助けるシャペロンが存在する。シャペロンに関して正しい記述を、以下の(あ)～(か)より3つ選び、記号で答えよ。

- (あ) RNA である。
- (い) タンパク質である。
- (う)  から細胞内に取り込まれる。
- (え) ポリペプチド鎖の凝集を促進する。
- (お) ポリペプチド鎖の異常な折りたたみを防ぐ。
- (か) 変性したタンパク質を正しい立体構造に修復する。

[III] 動物の環境応答に関する下記の文章を読み、各問いに答えよ。

動物の体を構成する細胞は、基本的には酸素を使ってエネルギーを生産するため、外界の酸素濃度の低下（低酸素状態）は生体にとって重大な危機となる。そのため、動物には酸素濃度の変化を感知して、応答するしくみが備わっている。例えば、気圧の低下に伴い大気中の酸素濃度が下がると、赤血球を増やして酸素不足を防ぐ。

赤血球はエリスロポエチン（EPO）というホルモンの作用により増殖する。体内の酸素濃度が正常（正常酸素状態）の場合は、EPOの発現量は一定であるが、低酸素状態が感知されると、EPOの発現量は増加する。EPOの発現量が酸素濃度により変化するしくみを調べるために、マウスのEPO遺伝子の転写調節領域に結合するタンパク質を探したところ、調節タンパク質Aを見つけた。そこで、調節タンパク質AがEPO遺伝子の転写をどのように調節するかを明らかにするため、マウスの培養細胞を用いて以下の各実験を行った。

ただし、EPO遺伝子の転写は調節タンパク質Aのみにより調節され、他の調節タンパク質は関与しないものとする。また、調節タンパク質Aには、タンパク質B、タンパク質C、タンパク質Dが結合することがわかっている（図1）が、結合するための条件や、結合した時に調節タンパク質Aのはたらきをどのように制御するかはわかっていない。なお、実験で用いる培養細胞では、調節タンパク質Aおよびタンパク質B～Dがすべて発現しているものとし、培養の過程で細胞が分裂したり死ぬことはないものとする。実験で用いる培養液は、特に指定がない場合は培養液Mとする。

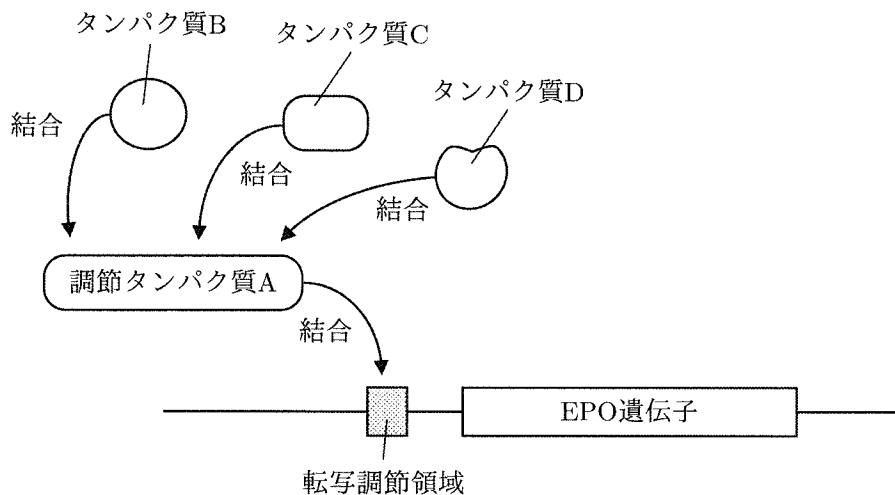


図1 EPO 遺伝子とその転写調節に関わるタンパク質

【実験 1】 培養細胞を正常酸素状態あるいは低酸素状態で 8 時間培養した。培養後に、細胞あたりの各タンパク質の量と、各タンパク質をコードする遺伝子 (EPO 遺伝子および遺伝子 A~D) の mRNA の量を調べた。結果を表 1 と表 2 にそれぞれ示す。

表 1 培養後の各タンパク質の量

	EPO	調節タンパク質 A	タンパク質 B	タンパク質 C	タンパク質 D
正常酸素状態	1	1	1	1	1
低酸素状態	200	50	1	1	1

正常酸素状態での値を 1 としたときの相対値で示している。

表 2 培養後の各遺伝子の mRNA の量

	EPO 遺伝子	遺伝子 A	遺伝子 B	遺伝子 C	遺伝子 D
正常酸素状態	1	1	1	1	1
低酸素状態	50	1	1	1	1

正常酸素状態での値を 1 としたときの相対値で示している。

【実験 2】 低酸素状態で 8 時間培養した培養細胞を、正常酸素状態で再度培養し、細胞あたりの調節タンパク質 A の量と遺伝子 A の mRNA の量の時間に伴う変化をそれぞれ測定した。結果を図 2 に示す。

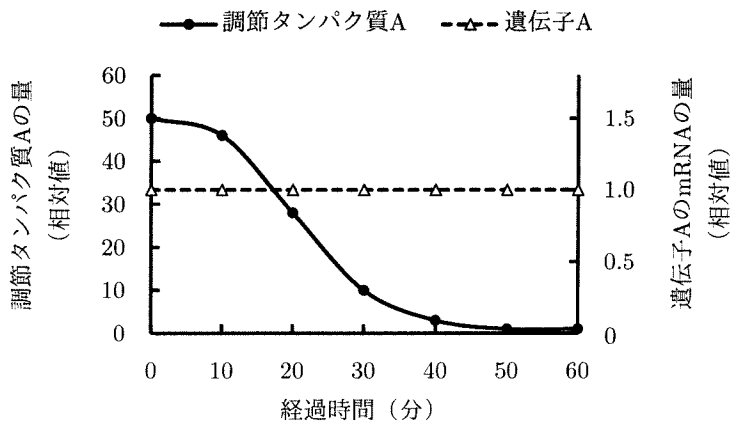


図 2 正常酸素状態にしてからの経過時間と細胞あたりの調節タンパク質 A の量と遺伝子 A の mRNA の量

【実験 3】 低酸素状態で 8 時間培養した培養細胞において、タンパク質 B～D が調節タンパク質 A と結合しているかを調べた。その培養細胞を正常酸素状態で再度培養し、20 分後にタンパク質 B～D が調節タンパク質 A と結合しているかを調べた。結果を表 3 に示す。

表 3 各タンパク質の調節タンパク質 A との結合

	タンパク質 B	タンパク質 C	タンパク質 D
低酸素状態	×	×	○
正常酸素状態	○	○	×

「○」は結合していたことを、「×」は結合していなかったことを、それぞれ示す。

次に、培養液 M に、タンパク質 B のはたらきを完全に阻害する薬剤 P あるいはタンパク質 C のはたらきを完全に阻害する薬剤 Q を加え、それぞれ培養液 M+P、培養液 M+Q とした。これらの培養液を用いて同様に実験した結果を表 4 に示す。ただし、薬剤 P と Q は実験中に分解されずに効果は維持されるものとする。

表 4 薬剤を加えた培養液を用いたときの各タンパク質の調節タンパク質 A との結合

		タンパク質 B	タンパク質 C	タンパク質 D
培養液 M+P	低酸素状態	×	×	○
	正常酸素状態	×	○	×
培養液 M+Q	低酸素状態	×	×	○
	正常酸素状態	○	×	○

「○」は結合していたことを、「×」は結合していなかったことを、それぞれ示す。

【実験 4】 培養液 M+P あるいは培養液 M+Q を用いて、培養細胞を低酸素状態で 8 時間培養した後、正常酸素状態で再度培養し、細胞あたりの調節タンパク質 A の量の時間に伴う変化を測定した。結果を図 3 に示す。

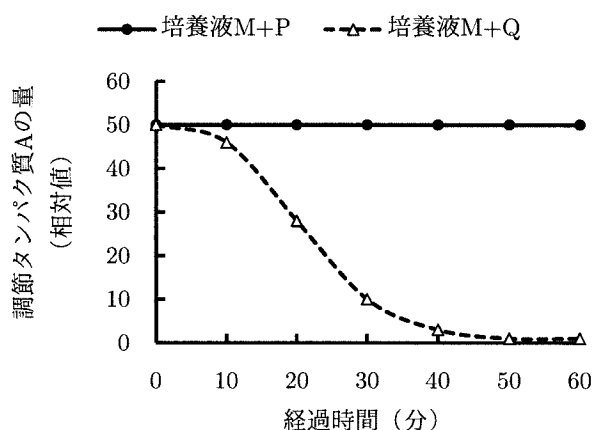


図 3 正常酸素状態にしてからの経過時間と細胞あたりの調節タンパク質 A の量

【実験 5】 培養液 M あるいは培養液 M+P を用いて、培養細胞を低酸素状態で 8 時間培養した後、正常酸素状態で再度培養し、細胞あたりの EPO 遺伝子の mRNA の量の時間に伴う変化を測定した。結果を図 4 に示す。

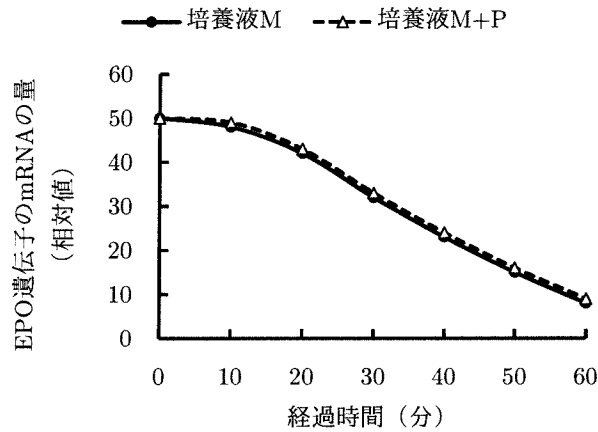


図 4 正常酸素状態にしてからの経過時間と細胞あたりの EPO 遺伝子の mRNA の量  
(2 本の曲線は同じと考えてよい)

【実験 6】 培養液 M にタンパク質 D のはたらきを完全に阻害する薬剤 R を加え、培養液 M+R とした。この培養液を用いて培養細胞を正常酸素状態あるいは低酸素状態で 8 時間培養し、細胞あたりの EPO と調節タンパク質 A の量および EPO 遺伝子と遺伝子 A の mRNA の量をそれぞれ調べた。結果を表 5 に示す。ただし、薬剤 R は実験中に分解されずに効果は維持されるものとする。

表 5 培養後の各タンパク質と各遺伝子の mRNA の量

	タンパク質の量		mRNA の量	
	EPO	調節タンパク質 A	EPO 遺伝子	遺伝子 A
正常酸素状態	1	1	1	1
低酸素状態	1	50	1	1

正常酸素状態での値を 1 としたときの相対値で示している。

問1 タンパク質 B のはたらきを最も適切に述べているものを I 群より, そのはたらきが起こる酸素状態を II 群より, その根拠となる結果を得た実験として最も適切なものを III 群より, それぞれ1つずつ選び番号もしくは記号で答えよ。

I 群:

- ① 遺伝子 A の転写を抑制する。
- ② 調節タンパク質 A を分解する。
- ③ タンパク質 D の分解を阻害する。
- ④ タンパク質 D と調節タンパク質 A の結合を阻害する。
- ⑤ 調節タンパク質 A に結合して EPO 遺伝子の転写を促進する。

II 群:

- (a) 正常酸素状態
- (b) 低酸素状態

III 群:

- (あ) 実験 1 と実験 2
- (い) 実験 1 と実験 5
- (う) 実験 2 と実験 4
- (え) 実験 3 と実験 6
- (お) 実験 4 と実験 5
- (か) 実験 5 と実験 6

問2 タンパク質 C のはたらきを最も適切に述べているものを I 群より, そのはたらきが起こる酸素状態を II 群より, その根拠となる結果を得た実験として最も適切なものを III 群より, それぞれ1つずつ選び番号もしくは記号で答えよ。

I 群:

- ① 調節タンパク質 A を分解する。
- ② EPO 遺伝子の mRNA の分解を阻害する。
- ③ タンパク質 B と調節タンパク質 A を結合させる。
- ④ タンパク質 D と調節タンパク質 A の結合を阻害する。
- ⑤ 調節タンパク質 A に結合して EPO 遺伝子の転写を促進する。

II 群:

- (a) 正常酸素状態
- (b) 低酸素状態

III 群:

- (あ) 実験 1
- (い) 実験 2
- (う) 実験 3
- (え) 実験 4
- (お) 実験 5
- (か) 実験 6



問3 タンパク質 D のはたらきを最も適切に述べているものを I 群より, そのはたらきが起こる酸素状態を II 群より, その根拠となる結果を得た実験として最も適切なものを III 群より, それぞれ1つずつ選び番号もしくは記号で答えよ。

I 群:

- ① 遺伝子 A の転写を促進する。
- ② EPO 遺伝子の mRNA を分解する。
- ③ 調節タンパク質 A の分解を阻害する。
- ④ タンパク質 B と調節タンパク質 A を結合させる。
- ⑤ 調節タンパク質 A に結合して EPO 遺伝子の転写を促進する。

II 群:

- (a) 正常酸素状態
- (b) 低酸素状態

III 群:

- (あ) 実験 1 と実験 2
- (い) 実験 1 と実験 5
- (う) 実験 2 と実験 4
- (え) 実験 3 と実験 6
- (お) 実験 4 と実験 5
- (か) 実験 5 と実験 6

問4 培養液 M に薬剤 P と Q の両方を加え, 培養液 M+PQ とした。この培養液を用いて, 培養細胞を (1) 正常酸素状態あるいは (2) 低酸素状態で 8 時間培養するとき, 同じ酸素状態で培養液 M を用いて培養するときと比べて, 細胞あたりの EPO 遺伝子の mRNA の量はどうか。最も適切に述べているものを, 以下の(あ)~(う)より1つずつ選び, それぞれ記号で答えよ。同じ記号を選んでもよい。また, それぞれ理由を説明せよ。

- (あ) 培養液 M を用いたときより増加する。
- (い) 培養液 M を用いたときより減少する。
- (う) 培養液 M を用いたときと同じになる。













