

I 以下の文章を読み、問1～問4に答えなさい。

動物のそれぞれの種は特有の形や色をもつ。両生類のアフリカツメガエルと哺乳類のヒトの体形は大きく異なるが、体は共通する器官で構成されている。アではガス交換、イでは生殖細胞の形成、ウでは血液の送り出しがおこなわれる。ヒトのウは、2つのエと2つのオで構成されているが、アフリカツメガエルのウは、2つのエと1つのオで構成されている。従って、はたらきは同じでも形が異なる。

アフリカツメガエルやヒトではそれぞれの個体の大きさは同じではない。大きな個体もあれば小さな個体もある。なぜ、個体で大きさが異なるのであろうか。この疑問を解くため、実験1が行われた。

実験1において、Aでは、アフリカツメガエル初期原腸胚を分割せずに発生させた。Bでは、灰色三日月を含む半球と含まない半球に分割後、2つの分割胚を発生させた。Aでは、胚は尾芽胚に正常発生した。Bでは、胚は灰色三日月（図1の斜線部分）を含まない分割胚は細胞塊のまま発生しなかったが、灰色三日月を含む分割胚は尾芽胚に正常発生した。しかし、正常発生したBの胚は、Aの胚より小型であった。これらの結果をもとに、Aの胚とBの胚の原腸胚期に想定される形成体シグナル勾配を縦軸に、また、胚の背から腹の長さを横軸にとると、それぞれCとDの様に図示することができる。

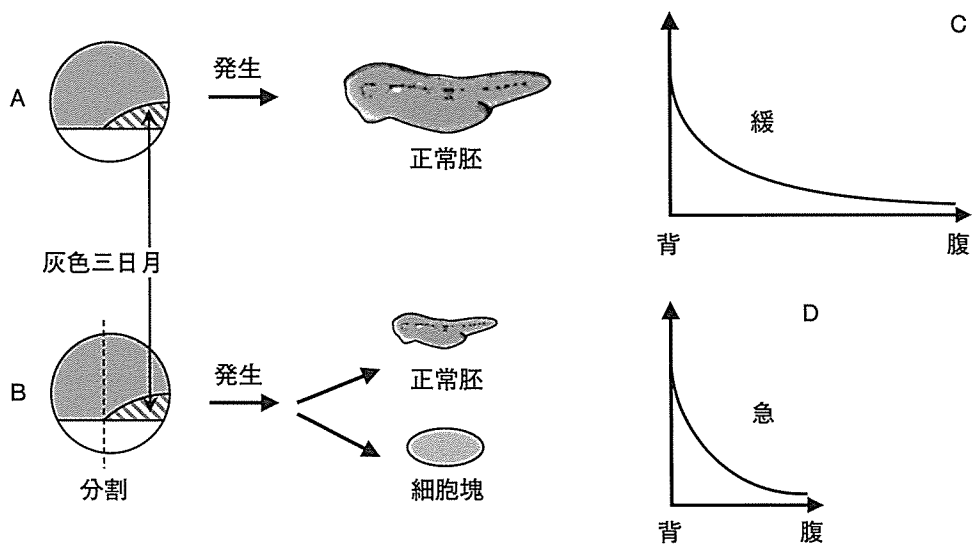


図1 実験1 アフリカツメガエル胚の分割実験

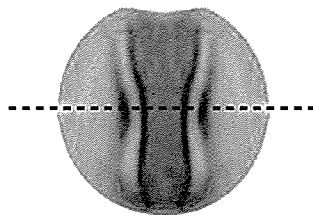


図2 初期神経胚

問1 文中の空欄 ア ~ オ にあてはまる最も適切な器官名あるいは組織名を答えなさい。

問2 図2で示すカエル初期神経胚において、点線の部分で切断した断面図を描き、中胚葉部分を黒く塗りなさい。

問3 下線部(1)について、形成体シグナルとはどのようなシグナルか。30字以内で説明しなさい。

問4 AとBのどちらの胚でも、形成体シグナルが生産されるが、胚の大きさは異なる。なぜ、胚の大きさが異なる結果になったかを考え、50字以内で説明しなさい。

II 以下の文章を読み、問1～問10に答えなさい。

動物の呼吸器官や皮膚から取り込まれた酸素 (O_2) は、赤血球に含まれるヘモグロビンに結合し、血管を移動して組織へ運ばれる。閉鎖血管系をもつヒトの体循環では **ア** 血は鮮紅色、**イ** 血は暗赤色であり、肺循環における肺 **ウ** ⁽¹⁾ の血液は鮮紅色、肺 **エ** ⁽²⁾ の血液は暗赤色である。酸素結合量が異なるヘモグロビンの光の吸収を調べたところ、図1の結果を得た。実線Aは **オ** 血、点線Bは **カ** 血であり、赤血球に含まれる酸素量の違いによって、動脈と静脈の血液の色が異なることが示された。カエルの幼生(オタマジャクシ)と成体の血液にクエン酸塩を添加後、遠心分離して赤血球を得た。これを生理食塩水中に懸濁し、酸素解離曲線を測定したところ、**図2** ⁽³⁾ の曲線CとD ⁽⁴⁾ を得た。この結果は、カエルの幼生と成体とでは、赤血球の性質が異なることを示す。オタマジャクシ ⁽⁵⁾ は日あたりの良い水面近くにおいても、効率的に酸素が組織に送られる。ヒトの胎児は、胎盤を介して母体から酸素 ⁽⁶⁾ を受け取る。一方、血液循環によって単位時間当りに末梢へ運ばれる酸素量は組織や器官によって異なる。最近、ヒトやマウスにおいて人工多能性幹細胞(iPS細胞)から、天然の赤血球と同等の酸素解離曲線を示す人工赤血球をつくる方法が発見された。しかし、ヒトやマウスの赤血球からiPS細胞をつくることはできない、と考えられている。 ⁽⁷⁾ ⁽⁸⁾ ⁽⁹⁾

図1 光の波長と、ヘモグロビンの光の吸収量

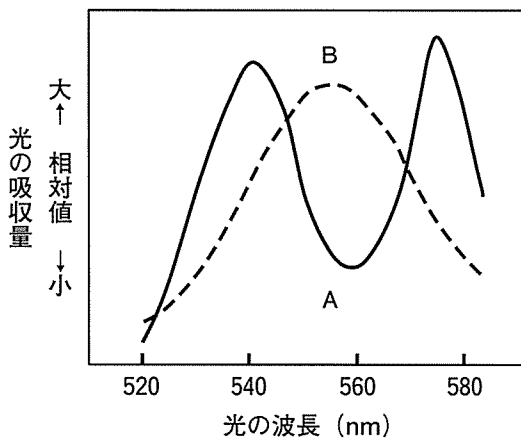


図2 カエルの幼生と成体における赤血球ヘモグロビンの酸素解離曲線

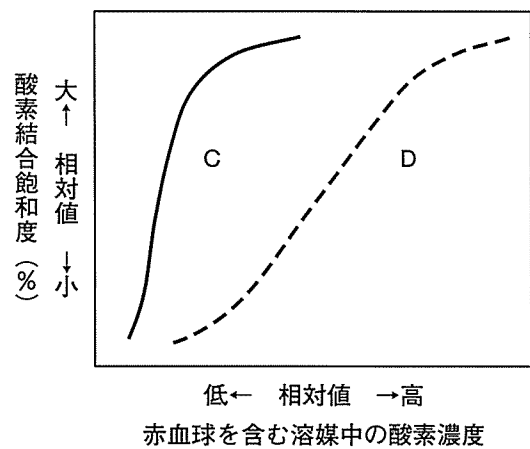
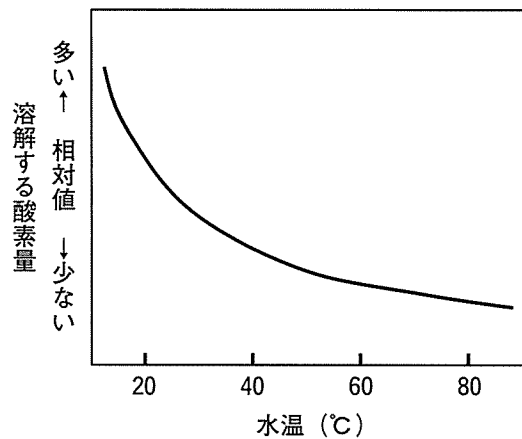


図3 水に溶解する酸素量と水温の関係



問1 文中の空欄 **ア** ~ **エ** には「動脈」あるいは「静脈」が入る。次の a ~ d のうち、正しい組み合わせはどれか、記号で答えなさい。

	ア	イ	ウ	エ
a	動脈	静脈	静脈	動脈
b	静脈	動脈	静脈	動脈
c	動脈	静脈	動脈	静脈
d	静脈	動脈	動脈	静脈

問2 文中の空欄 **オ** ~ **カ** には「動脈」あるいは「静脈」が入る。次の e, f のうち、正しい組み合わせはどちらか、記号で答えなさい。

	オ	カ
e	動脈	静脈
f	静脈	動脈

問3 下線部(1)の閉鎖血管系には存在するが、開放血管系にはない器官名あるいは組織名を1つ答えなさい。

問4 下線部(2)の静脈には存在するが、動脈にはない構造を1つ答えなさい。

問5 図1の結果から、下線部(3)の酸素解離曲線の測定方法を考え、30字以内で説明しなさい。

問6 下線部(4)について、カエルの幼生の赤血球の酸素解離曲線は図2のCとDのどちらか、記号で答えなさい。

問7 下線部(5)について、下線部(7)と関連させて、赤血球の性質の違いを25字以内で説明しなさい。

問8 下線部(6)について、図2と図3の結果から、25字以内で説明しなさい。

問9 下線部(8)について、組織や器官によって、単位時間当りに運ばれる酸素量が異なる理由を、25字以内で説明しなさい。

問10 下線部(9)について、ヒトやマウスの赤血球からiPS細胞をつくることはできない、と考えられている理由を、20字以内で説明しなさい。

Ⅲ

以下の文章を読み、問1～問4に答えなさい。

地球は太陽エネルギーを吸収して暖められるが、その一方で、地表面や大気から熱を放射する。そのバランスで、地球全体の熱収支は決められている。また、大気中の二酸化炭素や **ア**、**イ** などは、地表面から放射される熱エネルギーを吸収し、その熱の一部は地表面に向かって放射されるため、これらの成分が増えると地表面や大気の温度は上昇する。この現象を **ウ** と呼び、その原因となる気体を **ウ** ガスという。20世紀に入ると人口増加や人間活動の活発化により、大気中の二酸化炭素濃度は増加し (図1)、これと平行して地球の平均気温も上昇している。これが **エ** 現象である。このまま **エ** が進めば、地球規模でさまざまな影響が生じると考えられている。(1) 実際(2)に地球上では、これまでに予期しなかった深刻な環境問題が発生しており、我々は地球生態系を保全するために多くの取り組みを行う必要がある。

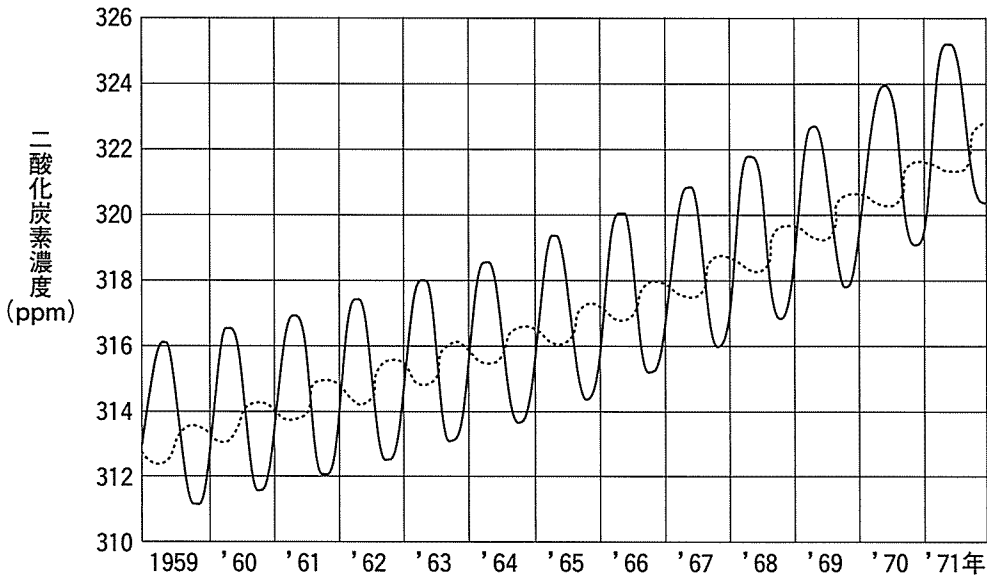


図1 大気中の二酸化炭素濃度の経年変化
実線はハワイ島、点線は南極大陸で計測された値を示す。

- 問1 文中の空欄 **ア** ~ **エ** にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。
- 問2 下線部(1)が生じる主な原因を2つ挙げなさい。
- 問3 下線部(2)に該当する事例を2つ挙げ、それぞれを10字以内で説明しなさい。
- 問4 図1はハワイ島と南極大陸で観測された大気中の二酸化炭素濃度の経年変化を示している。この図では、以下の(a)~(c)に示すような季節変化を繰り返しながら二酸化炭素濃度の上昇が続いている。(a)~(c)の変化が起こる理由をそれぞれ30字以内で説明しなさい。
- (a) 大気中の二酸化炭素濃度は、季節ごとに規則正しい変化を繰り返している。
 - (b) 大気中の二酸化炭素濃度の季節変化は、ハワイ島と南極大陸では逆のパターンを示している。
 - (c) ハワイ島では南極大陸に比べて、(a)の季節変化の幅は大きい。

[以下余白]