

理科問題紙

平成 27 年 2 月 25 日

自 14 : 00

至 16 : 00

答案作成上の注意

1. 理科の問題紙は 1 から 19 までの 19 ページである。
2. 解答用紙は、生物 ⑦，⑧，化学 ⑨，⑩，⑪，物理 ⑫，⑬，⑭ の 8 枚である。
3. 生物，化学，物理のうち 2 科目を選択すること。
4. 解答はすべて解答用紙の指定された箇所に書くこと。
5. 試験開始後 30 分以内に選択する科目を決定すること。
6. 問題紙と草案紙は持ち帰ること。

生 物

1

(1) 植物の光合成は、葉緑体のチラコイド膜で行われ光に依存する明反応と、ストロマで行われ光に依存しない暗反応からなる。明反応は [1] と [2] で構成される。[1] は、光エネルギーを使って水から [3] を奪い [4] と [5] を発生する。このとき、[4] は膜を透過し細胞外へ出て行くが、[5] は生体膜を透過できないのでチラコイド膜で包まれた袋の内部すなわちチラコイド内腔に留まる。また、水から奪った [3] はチラコイド膜内の [6] をめぐり、この過程でストロマに存在する [5] がチラコイド内腔に汲み上げられ、チラコイド内腔とストロマの間に [5] の濃度差が生じる。この濃度差は [5] がチラコイド膜に組み込まれた [7] を通してストロマに流れでることにより解消するが、このときの [5] が流れるエネルギーを利用して [7] がATPを生産する。[2] では、光エネルギーを使って [3] と [5] を酸化型補酵素(NADP⁺)に結合し、還元型補酵素(NADPH)を生産する。暗反応では、明反応でつくられたATPのエネルギーとNADPHの物質を還元する性質を利用して、炭酸同化を行いデンプンを生産する。

問 1 [1] ~ [7] に適当な語を入れなさい。

問 2 次のア~ウの問に答えなさい。

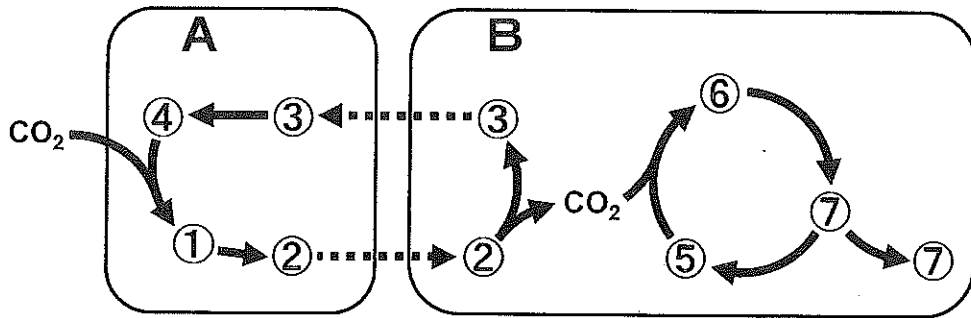
(ア) 陸上植物の光合成に効果が高い光の色を次から3つ選びなさい。

赤, 青, 黄, 緑, 紫

(イ) [1] と [2] で、反応中心として機能する光合成色素の名称を書きなさい。

(ウ) [1] や [2] には反応中心の色素以外にもルテインなど様々な光合成色素が含まれ、これらをアンテナ色素という。アンテナ色素の役割について簡単に説明しなさい。

- (2) 下図はトウモロコシの炭酸固定経路を模式的に表したもので、Aは葉肉細胞の葉緑体を、Bは維管束鞘細胞の葉緑体を示す。また①～⑦はそれぞれ別の有機化合物を示す。⑤～⑦の分子回路はカルビン・ベンソン回路を示し、この回路から出た⑦の化合物を材料にデンプンが合成される。



- 問 1 ①⑤⑦は、それぞれ炭素原子をいくつもつ有機化合物か、数字を書きなさい。
- 問 2 ①～④で示す分子経路をもつ植物の総称を何というか答えなさい。また、この経路をもつ植物をトウモロコシ以外で1つあげ、その名称を書きなさい。
- 問 3 ①～④で示す分子経路があるため、トウモロコシの葉肉細胞はデンプンを生産しない。トウモロコシにとって、この経路にどのような利点があるのか、句読点を含めて100字以内で説明しなさい。

2 タンパク質がつくられる遺伝情報の発現過程は、大きく2つに分けられる。第1段階は と呼ばれ、DNAの塩基配列が によって、伝令RNA (mRNA) に写しとられる過程である。真核生物では、写しとられたRNAは未成熟なmRNAであるため、mRNAにならない部分を除いて残りの部分をつなぎあわせる が行われる。第2段階は と呼ばれ、mRNAの塩基配列がアミノ酸配列に読み換えられる過程である。このとき、運搬RNA (tRNA) が、mRNAの塩基配列に対応したアミノ酸をリボソームに運ぶ。リボソームに運ばれてきたアミノ酸は、合成されつつあるタンパク質の末尾のアミノ酸と によって次々と結合し、タンパク質が合成される。

問1 ~ に適当な語を入れなさい。

問2 真核生物と違って、原核生物では、遺伝情報の発現過程の第1段階と第2段階が同時に起こる。この理由を原核生物の細胞の構造上の特徴をふまえて簡単に述べなさい。

問3 リボソームRNA (rRNA), mRNA, tRNAには、それぞれ、塩基配列が異なる複数のRNAが存在する。塩基配列が最も多様なRNAを選びなさい。また、そのRNAがさまざまな塩基配列をもっていることの理由を答えなさい。

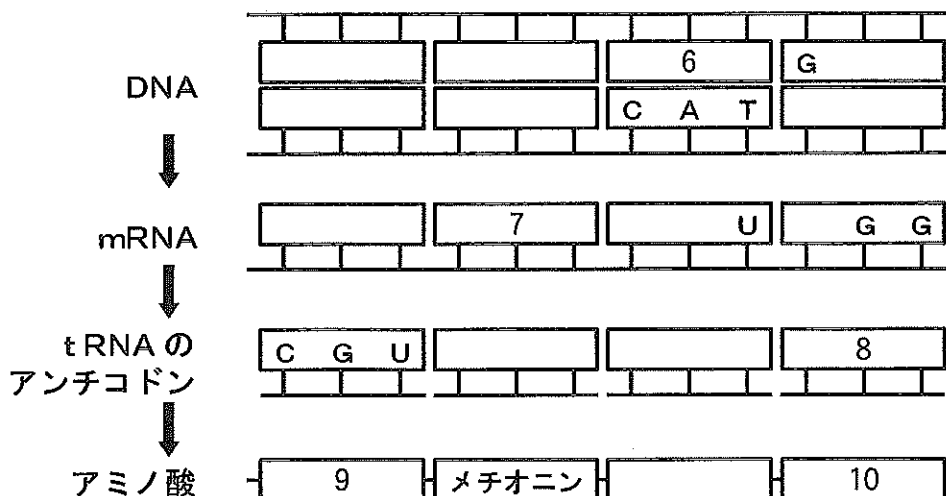


図1 タンパク質をつくる遺伝情報の発現過程

遺伝暗号表

		2番目の塩基					
		U	C	A	G		
1番目の塩基	U	UUU } フェニル UUC } アラニン UUA } ロイシン UUG }	UCU } UCC } セリン UCA } UCG }	UAU } チロシン UAC } UAA } 終止コドン UAG }	UGU } システイン UGC } UGA } 終止コドン UGG } トリプトファン	U	3番目の塩基
	C	CUU } CUC } ロイシン CUA } CUG }	CCU } CCC } プロリン CCA } CCG }	CAU } ヒスチジン CAC } CAA } グルタミン CAG }	CGU } CGC } アルギニン CGA } CGG }	U	
	A	AUU } AUC } イソロイシン AUA } AUG* } メチオニン	ACU } ACC } トレオニン ACA } ACG }	AAU } アスパラギン AAC } AAA } リシン AAG }	AGU } セリン AGC } AGA } アルギニン AGG }	U	
	G	GUU } GUC } バリン GUA } GUG }	GCU } GCC } アラニン GCA } GCG }	GAU } アスパラギン酸 GAC } GAA } グルタミン酸 GAG }	GGU } GGC } グリシン GGA } GGG }	U	

*AUGは開始コドンとしてはたらくこともある

問 4 タンパク質をつくる遺伝情報の発現過程を図1に示した。図中、タンパク質の合成は左側から右側に進むものとする。上の遺伝暗号表を参考にして、
6 ~ 8 に当てはまる3つの塩基からなる塩基配列を答えなさい。また、9 , 10 に当てはまるアミノ酸を答えなさい。

問 5 全長100個のアミノ酸からなる大腸菌のタンパク質がある。このタンパク質をコードする遺伝子が突然変異を起こし、あるコドンの塩基1個がほかの塩基1個に置き換わった。この結果、アミノ酸が100個でなく120個からなるタンパク質が作られるようになった。このとき起きたと考えることができるコドンの変化を、遺伝暗号表を参考にして下記の①~⑥の中から選び、番号で答えなさい。

- | | |
|-------------------|-------------------|
| ① UAA が UAG に変化した | ② UAA が CAA に変化した |
| ③ GUU が GUG に変化した | ④ GUU が GCU に変化した |
| ⑤ CGA が UGA に変化した | ⑥ CGA が CGC に変化した |

3 骨格筋は [1] が多数集まったもので、その両端は [2] となって骨格に付着している。 [1] は多核の巨大な細胞で、内部には [3] とよばれる構造が連なった [4] の束があり、全長にわたって明暗の横じま紋様が見られる。 [3] はZ膜で仕切られた1区画で、2種類のフィラメントが規則的に配列している。神経の興奮が [1] に伝わると、 [3] は Ca^{2+} やATPの作用で一連の構造変化をおこし、その結果として筋が収縮する。

問 1 [1] ~ [4] に適当な語を入れなさい。

問 2 弛緩した [3] の構造を模式的に描きなさい。そして、2種類のフィラメントに該当する部位を矢印で示し、それぞれの名称を書き添えなさい。

問 3 筋収縮は [3] が短縮することによっておこる。問 2 で描いた模式図をもとに、 [3] はどのような構造変化をおこして短縮するのか、簡潔に答えなさい。

問 4 [1] は興奮が終わると弛緩し、筋の収縮が終了する。 [1] が弛緩するしくみを説明しなさい。ただし、2種類のフィラメントのそれぞれの具体的な名称、 Ca^{2+} 、およびATPの語句を説明文内に含めること。

問 5 ATPを合成するためのエネルギー源として、骨格筋が貯蔵する主要な物質を2つ答えなさい。

4 動物の発生過程で、細胞が体のどの部分に分化するかが発生の早い時期に決まるものをモザイク卵、遅い時期に決まるものを調整卵という。クシクラゲは代表的なモザイク卵であり、初期発生過程で割球を1つ破壊するだけで発生が異常になる。これに対してウニは調整卵で、2～4細胞期において1つの割球を破壊しても小さいが正常な胚が形成される。

図1Aはイモリの初期原腸胚で、胚の表面のa～dの部位を、原口を中心に左右対称に生きたまま染色したものである。図1Bはこの胚が後期原腸胚まで発生が進んだもので、aの染色スポットは図のように広がりながら移動した。

図2Aはイモリの胞胚で、胚の表面の11か所(ア～サ)を同様の方法で染色し、胚の側面から見たものである。図2Bは図2Aの胚が神経胚になったときの縦断面図で、染色した部位がどこに移動したかを示している。11か所のうち、エ～サの染色スポットは原口から陥入して胚の内部に入り込んだのに対して、ア～ウの染色スポットは原口から陥入しないにもかかわらず胚の内部に入り込んだ。

ドイツのシュペーマンは、クシイモリ初期原腸胚の原口背唇をスジイモリの初期原腸胚の腹側に移植する実験を行い、二次胚が生じることを観察した。この発見により、イモリの初期原腸胚では、原口背唇が形成体(オーガナイザー)であることが明らかになった。

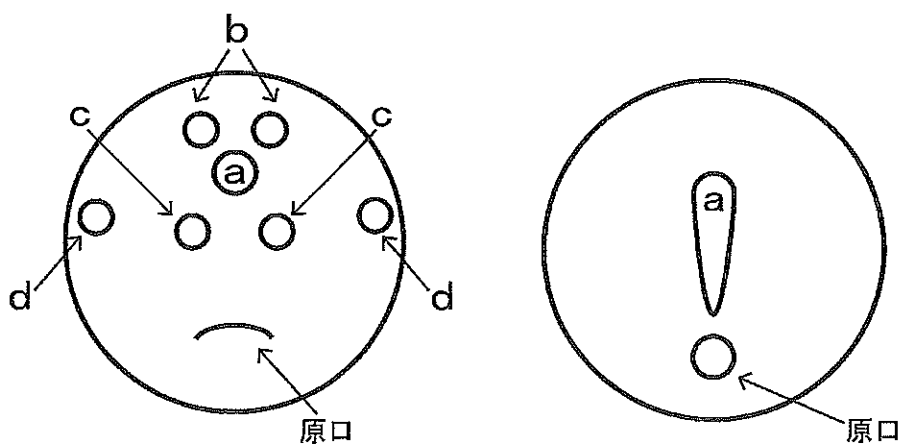
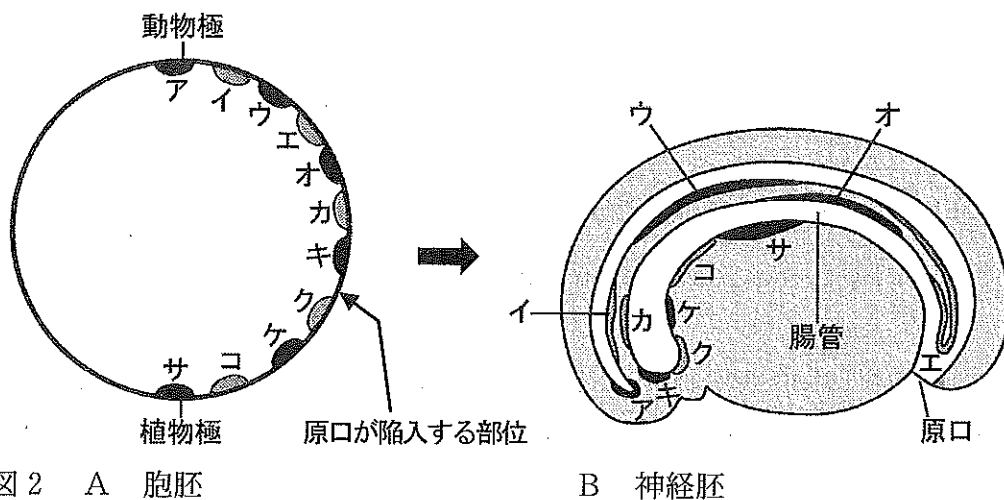


図1 A 初期原腸胚

B 後期原腸胚



- 図2 A 胞胚 B 神経胚
- 問1 クシクラゲは、正常に発生すると「くし板」が8列形成される。4細胞期のクシクラゲ胚で、割球の1つを熱した針で破壊した。この後、発生を続けた胚には何列の「くし板」が形成されるか、答えなさい。
- 問2 胞胚期にあるウニ胚とカエル胚を比較すると、胞胚腔の位置や形が異なる。解答欄の円をそれぞれの胚の縦断面と見なして、胞胚腔をその違いが分かるように模式的に描きなさい。
- 問3 図1Aの初期原腸胚につけたb, c, dの6つの染色スポットは、後期原腸胚でどのように分布するか、解答欄の図1Bにb~dの6つの染色スポットを区別できるように図示しなさい。
- 問4 図1Aでもちいた染色方法をなんというか答えなさい。
- 問5 下線部①で、ア~ウの染色スポットはどのようにして胚の内部に入り込んだのか、簡単に説明しなさい。
- 問6 下線部②の移植実験で、クシイモリとスジイモリの2種類のイモリを用いた理由を述べなさい。