学 力 検 査 問 題

理　　　科

(理科2科目受験者用)

平成17年2月25日

自12時30分

至14時30分

答案作成上の注意

1 この問題冊子には，物理，化学，生物，地学の各問題があります。総ページは**34ページ**です。

2 解答用紙は，物理，生物につきそれぞれ**1枚**(表裏の2ページ)です。化学，地学はそれぞれ**1枚**(1ページ)です。

3 下書用紙は，各受験者に**1枚**あります。

4 **受験番号**は，解答用紙，下書用紙の所定の場所に，必ず記入しなさい。

5 解答は，解答用紙に記入しなさい。
志願票提出のさい**届け出た科目以外**の科目について解答しても**無効**となります。

6 配付した解答用紙および下書用紙は，持ち出してはいけません。

◇M4(389—85)

生　　物 (3 問)

〔Ⅰ〕 下の表は，地球ができてから現在までの地質時代における生物の変遷についてまとめたものである。この表に関する次の問1～問3に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

年前	地質時代の区分		生物の変遷	動物	植物
46億	先カンブリア時代		地球の誕生		
35億			最初の生命の誕生		
30億					
20億			真核生物の出現		
10億			[a] の出現	[d] 時代	[i] 時代
5億	古生代	[ア]	生物の爆発的進化・多様化		
		オルドビス紀	魚類の出現		
		[イ]	シダ植物の出現	[e] 時代	[j] 時代
4億		デボン紀	両生類の出現・裸子植物の出現		
		石炭紀	は虫類の出現・昆虫類の繁栄	[f] 時代	
3億		ペルム紀（二畳紀）	三葉虫類の絶滅・フズリナの繁栄		
	中生代	三畳紀	ほ乳類の出現	[g] 時代	[k] 時代
2億		[ウ]	鳥類の出現・被子植物の出現		
1億		白亜紀	[b] の絶滅		
	新生代	第三紀	[c] の出現	[h] 時代	[l] 時代
		第四紀	ヒトの出現・繁栄		

問 1　表中の［ a ］～［ l ］に入る用語を以下の一覧から選んで，記号で答えよ。ただし，記号は 1 回しか用いてはならない。

① 被子植物	② 種子植物	③ 裸子植物	④ 菌　類
⑤ 昆虫類	⑥ 鳥　類	⑦ シダ植物	⑧ 単細胞生物
⑨ 藻　類	⑩ 魚　類	⑪ 両生類	⑫ は虫類
⑬ 恐竜類	⑭ コケ植物	⑮ ほ乳類	⑯ 霊長類
⑰ 脊つい動物	⑱ 無脊つい動物	⑲ 甲殻類	⑳ 多細胞生物

問 2　表中の［ ア ］～［ ウ ］に入る適当な語句を記入せよ。

問 3　次の(1)～(5)の問いに答えよ。

(1)　先カンブリア時代に出現したとされている真核生物の起源について，宿主となる原核生物の細胞中に，他の特徴を有する別個の独立した原核生物が段階的に取り込まれてできあがったとする説が有力となっている。この説を何というか。また，取り込まれたとされる原核生物は，現在では細胞小器官として知られている。その二つの細胞小器官の名称を答えよ。

(2)　デボン紀に入ると，それまで水中に生息の場を限られていた脊つい動物が陸上へと進出した。その理由について，地球環境の変化および動物の構造の観点からそれぞれ 40 字以内で述べよ。

(3)　石炭紀の名称の由来について，当時の植物との関連をふまえて 40 字以内で述べよ。

(4)　ペルム紀(二畳紀)に絶滅した三葉虫のように，ある特定の地質時代に限って見いだされる化石は，離れた地域の地層の対比などに役立っている。このような化石のことを何というか。また，中生代におけるこのような動物化石の例を一つ挙げよ。

(5)　中生代に出現した被子植物はそれまでの植物と比べて構造的に異なっており，現在では他の植物群に代わって繁栄している。被子植物の生殖器官の特徴と受精方式について，裸子植物との違いからそれぞれ 20 字以内で述べよ。

〔II〕 発生に関する以下の文章を読み，問1～問7に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

細胞分裂は，大きく次の2つにわけることができる。生物体を構成している細胞が増殖する過程で見られる［ア］分裂と，動物の卵や［イ］，被子植物の花粉や［ウ］細胞などが形成される時に見られる減数分裂である。動物の卵形成の場合，［エ］細胞から卵原細胞ができ，それが［ア］分裂をくり返したのち一次卵母細胞となる。その卵母細胞は，減数分裂の第一分裂の前期で停止しており，長い時間をかけて発生初期に必要な遺伝情報や栄養などを貯える。アフリカツメガエルの場合，ホルモン刺激により減数分裂が再開し第一［オ］を放出する。<u>この分裂は極端に不均等な分裂である</u>(a)。その後，<u>第二分裂の中期で精子が卵に侵入する</u>(b)。

図1は，アフリカツメガエルの卵母細胞におけるDNA合成開始から受精して減数分裂が完了するまでの，細胞あるいは卵1個あたり(精子のDNAは含まない)の核に含まれるDNAの相対含量の時間経過にともなう変化を示したものである。

受精後，卵は胚とよばれるようになり，<u>盛んに細胞分裂を行う</u>(c)。この分裂を特に［カ］という。この分裂の結果できた娘細胞を［キ］とよぶ。受精後から一定時間までの胚あたりの核DNAの相対量の変化を，2を底とした対数で示したのが図2である。図2では，受精直後の$\log_2$〔DNAの相対量〕を1として示してある。

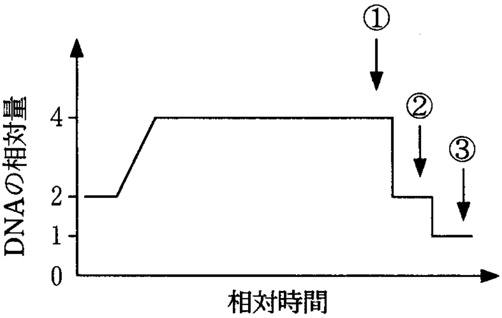

図1

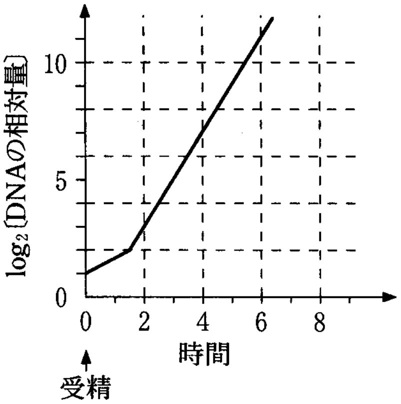

図2

◇M4(389—106)

問 1　上の文章中の ア ～ キ にもっとも適当な用語を記入せよ。

問 2　アフリカツメガエルの染色体数は 36 本である。減数分裂の第一分裂と第二分裂の結果できた細胞中の染色体の本数はそれぞれ何本か，答えよ。

問 3　卵細胞は，通常の細胞分裂と違って下線(a)のような分裂をする。その理由を 40 字以内で述べよ。

問 4　下線(b)について，アフリカツメガエルにおける精子侵入の時期は，図 1 の矢印①から③のどの時期か。番号で答えよ。

問 5　胚は，図 2 からわかるように受精後の第 1 回目の分裂を除いて非常に速く分裂している。第 2 回目から第 10 回目の分裂までの間で 1 回の分裂に要する時間を図 2 から求め，答えよ。

問 6　下線(c)の分裂は，通常の細胞分裂とは異なる。その特徴を一つ，10 字以内で述べよ（非常に速く分裂するということは除く）。

問 7　ウニの発生過程で，卵の遺伝情報と受精核の遺伝情報がどのように使われるか調べる目的で，表に示す卵と精子の組み合わせでウニの交配を行い，胞胚期の間充織細胞（将来骨片になる）の数と，プルテウス幼生の時期の骨片の形を調べた。その結果を表に示す。この結果から，胚の発生と卵の遺伝情報及び受精核の遺伝情報の関係を 60 字以内で述べよ。

卵	精子	胞胚期の間充織細胞の数	プルテウス期の骨片の形
A種	A種	55	A種の形
B種	B種	33	B種の形
C種	C種	49	C種の形
B種	A種	35	A種とB種の中間の形
B種	C種	33	B種とC種の中間の形

〔Ⅲ〕 植物の窒素同化に関する次の文章を読み，問 1 ～問 3 に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

生物が外界から窒素成分を吸収して，自分のからだを構成するさまざまな有機窒素化合物に変換する過程を窒素同化という。多くの植物は，土壌中の硝酸塩やアンモニウム塩を水に溶けたイオンのかたちで根から吸収し，下のような経路で窒素同化を行う（ここで酵素Eは，硝酸イオンから亜硝酸イオンへの変換を触媒する）。

$$\text{硝酸イオン} \xrightarrow{\text{酵素E}} \text{亜硝酸イオン} \longrightarrow \text{アンモニウムイオン} \xrightarrow[\text{有機物}]{} \text{アミノ酸}$$

植物はこれらの無機窒素化合物を効率的に獲得するために，土壌中の無機窒素化合物の種類に応じて酵素Eの活性を誘導する仕組みを持つ(a)。上の同化経路で生じたアミノ酸は，核酸やタンパク質などの重要な有機窒素化合物へと変換されていく。したがって，植物が利用できる無機窒素化合物が土壌中で欠乏すると，葉の黄化(b)をはじめとしてさまざまな影響が現れる。

問 1 窒素同化に関する次の(ア)～(オ)の記述のうち，正しいものをすべて選び，記号で答えよ。

(ア) 植物が土壌から吸収した無機窒素化合物のほとんどは，根で同化される。

(イ) ATPは窒素同化によりつくられたアミノ酸から合成される有機窒素化合物の一つである。

(ウ) マメ科植物が窒素成分の乏しい土地でも生育できるのは，空気中の窒素ガスを硝酸に変換する微生物と共生しているためである。

(エ) 動物は，植物のように無機窒素化合物を利用することができないので，窒素同化を行っていない。

(オ) 単独で窒素固定を行う生物として，クロストリジウムやネンジュモがある。

問 2　下線部(a)の現象を確かめるために，以下の実験ⅠおよびⅡを行った。これに関して，次の(1)～(4)の問いに答えよ。

（実験Ⅰ）　吸水発芽させて 7 日目のある植物の芽生えに，硝酸イオンあるいはアンモニウムイオンを与え，さらに 18 時間育てた。これらのイオンを与えてから 3 時間おきに芽生えから酵素液を抽出し，十分量の硝酸イオンを基質として酵素Ｅの活性を最適温度の 30 ℃ で測定した。図 1 に芽生えにおける酵素Ｅの活性の変動を示す。

（実験Ⅱ）　精製した酵素Ｅの濃度を一定にし，硝酸イオンを基質としてその活性を 30 ℃ で測定した。図 2 に反応速度と基質濃度の関係を実線（曲線ａ）で示す。

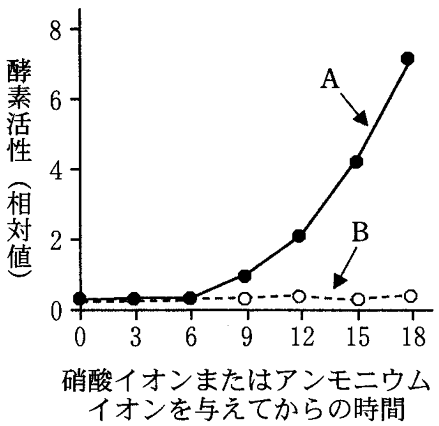

図 1

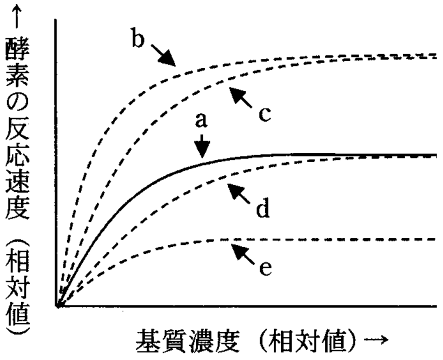

図 2

(1)　実験Ⅰで，アンモニウムイオンを与えた時の結果は，図 1 の曲線Ａ，Ｂのどちらになるか記号で答えよ。また，その理由を 30 字以内で述べよ。

(2)　実験Ⅰで，図 1 の曲線Ａに示される酵素活性の誘導は，遺伝情報の転写の段階で調節されていることが分かっている。窒素を含むイオンを与えてから酵素活性が誘導される過程で，曲線Ａの芽生えではどのような高分子化合物が特異的に合成されていると考えられるか。核と細胞質で合成される化合物名について，遺伝情報の発現の観点からそれぞれ具体的に答えよ。

(3) 実験Ⅱの反応温度を15℃に変えた場合の反応速度と基質濃度の関係を示す曲線を，図2のa～eの中から選び，記号で答えよ。

(4) 硝酸イオンと構造が類似したある陰イオンは，酵素Eの本来の基質ではないが，その活性部位に可逆的に結合することができる。実験Ⅱの酵素反応液に，この陰イオンを一定濃度で加えた場合の反応速度と基質濃度の関係を示す曲線を，図2のa～eの中から選び，記号で答えよ。

問3 下線部(b)の現象は，窒素欠乏のために植物がある化合物をつくれなくなったことに起因する。これに関して，次の(1)～(3)の問いに答えよ。

(1) この化合物の名称を答えよ。

(2) この化合物は植物細胞内のどこに存在するか，その名称を答えよ。

(3) 植物が行うさまざまな反応の中で，この化合物が不足することによりもっとも影響を受ける反応の名称を答えよ。また，その反応が影響を受ける理由を30字以内で述べよ。