

平成 30 年度 入学者選抜学力検査問題

理 科

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、問題冊子及び解答用紙の中を見てはいけません。
- 2 出題科目、ページ及び解答用紙の枚数は、下表のとおりです。

出題科目	ページ	解答用紙枚数
物 理	1 ～ 8	4
化 学	9 ～ 16	5
生 物	17 ～ 28	5
地 学	29 ～ 39	5

- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の枚数の過不足や汚れ等に気がついた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- 4 試験開始後、すべての解答用紙に受験番号、志望学部及び氏名を記入してください。受験番号の記入欄はそれぞれ 2 箇所あります。
- 5 解答はすべて解答用紙の指定された解答欄に記入してください。
- 6 問題冊子の余白は適宜使用してください。
- 7 各問題の配点は 100 点満点としたときのものです。
- 8 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

生 物

1 次の文章を読んで、問1～7に答えなさい。(配点20)

生命の最小単位である細胞は大きく2種類に分類される。1つは起源が古く単純な構造をもつ細胞で、もう1つは進化の過程で膜構造を発達させた 細胞である。 細胞には膜で囲まれた構造体である小胞体、ゴルジ体、ミトコンドリアといった細胞小器官が存在している。ミトコンドリアの獲得は、進化の過程で好気性細菌が別の比較的大型の細胞(宿主細胞)に取り込まれ、その後、現在の形になったという 説が支持されている。2枚の膜で囲まれたミトコンドリアの膜構造はこの進化の痕跡と考えられる。

細胞膜などの生体膜を構成するリン脂質分子は親水性部分と疎水性部分からなり、親水性と疎水性の両方の性質をもつことで水が多い環境において脂質二重層を形成する。これによりリン脂質分子で構成される細胞膜は、水が多く存在する環境で細胞内外を隔てる膜として機能する。

細胞内外へのイオンの輸送は、細胞膜に存在するタンパク質によって調節されている。静止状態の神経細胞では、細胞内のナトリウムイオン濃度は細胞外 保たれていて、閾値を超える刺激を受けると、ナトリウムイオンが細胞内 することで が発生し、神経細胞が興奮する。静止状態にある神経細胞内外のナトリウムイオン濃度は、ATPのエネルギーを利用してナトリウムイオンを輸送するタンパク質により調節されている。

問1 文中の ～ に適切な語句を記入しなさい。

問2 下線部①の説に従って、好気性細菌が宿主細胞に取り込まれる過程を、ミトコンドリアの2枚の膜構造の由来がわかるように、段階に分けて描きなさい。なお、解答欄中の図に続けて描くこと。

問3 ミトコンドリアの断面図をクリステとマトリックスがわかるように描きなさい。さらに、クリステとマトリックスはどの部分か図中に示しなさい。

問4 下線部②について、脂質二重層の模式図を、図1に示したリン脂質分子を10個用いて描きなさい。

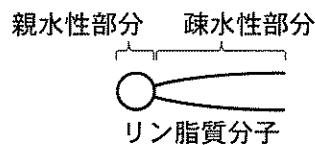


図1

問 5 下線部③について、膜内外のイオンの濃度勾配に従って受動的にイオンを通過させるタンパク質の名称を答えなさい。

問 6 文中の と に入る語句の組み合わせとして正しいものを、表 1 の(a)~(f)の中から 1つ選び、記号で答えなさい。

表 1

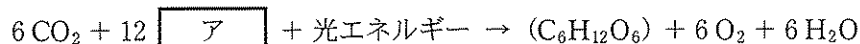
組み合わせ	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
<input type="text" value="A"/>	より高く	より高く	と等しく	と等しく	より低く	より低く
<input type="text" value="B"/>	へさらに流入	から流出	へ流入	から流出	へ流入	からさらに流出

問 7 下線部④について、ナトリウムイオンを輸送するタンパク質の名称を答えなさい。

2 次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。(配点20)

葉緑体には外膜と内膜があり、内膜の内側に水溶性タンパク質などを含む区画であるストロマがある。さらにストロマの中には袋状の膜構造であるチラコイドが重なって存在している。チラコイドを構成する膜を「チラコイド膜」といい、チラコイドの内側を「チラコイド内腔」という。

光合成の反応は全体として下式のようにまとめられる。



ここで(C₆H₁₂O₆)は同化産物を示す。この全体反応は2つの過程に分けられる。最初は、光エネルギーによる電子伝達に伴ってATPが合成される過程である。そして次はカルビン・ベンソン回路の反応によるCO₂の同化産物への変換過程である。

カルビン・ベンソン回路は、以下の(1)～(3)の段階に分けられる(図1)。(1)CO₂が五炭素化合物であるリブローズビスリン酸(RuBP)に結合し、三炭素化合物であるホスホグリセリン酸(PGA)に変換される(CO₂固定段階)。(2)PGAはグリセルアルデヒドリン酸(GAP)に還元され(還元段階)、その一部が同化産物となる。(3)残りのGAPから再びRuBPがつくられる(RuBP再生段階)。還元段階とRuBP再生段階にはATPが必要である。

問1 文中の「ア」にあてはまる化合物の組成式を答えなさい。

問2 下線部①の過程では、電子伝達の結果、化合物Xが生じる。この化合物は、ATPとともにカルビン・ベンソン回路の還元段階に必要である。この化合物Xの名称を答えなさい。

問3 下線部①について、電子伝達に伴ってATPが合成されるしくみを説明しなさい。ただし、以下の4つの語句をすべて用いること。

H⁺、ATP合成酵素、チラコイド内腔、ストロマ

問4 下線部②の過程は葉緑体のどの部分で進行するか、以下の語句の中から正しいものを1つ選び、答えなさい。

内膜、チラコイド膜、チラコイド内腔、ストロマ

問 5 光や CO_2 の条件が細胞中の RuBP と PGA の濃度変化にどう影響するかを調べる実験を行うものとする。ある種の緑藻に一定濃度の CO_2 を供給しながら一定強度の光を照射する。そして、ある時点 (t_0) で CO_2 供給または光照射を停止する。RuBP 濃度と PGA 濃度の予想される変化を図 2 (ア)~(ケ)に示す。なお、RuBP と PGA は緑藻の細胞内ではカルビン・ベンソン回路以外の反応には用いられないものとする。以下の(1)と(2)に答えなさい。

- (1) CO_2 供給を一定に保ったまま、 t_0 の時点で光照射を停止したとき、RuBP および PGA の濃度はどのようになるか、図 2 の(ア)~(ケ)から 1 つ選び、記号で答えなさい。
- (2) 光照射を一定に保ったまま、 t_0 の時点で CO_2 供給を停止したとき、RuBP および PGA の濃度はどのようになるか、図 2 の(ア)~(ケ)から 1 つ選び、記号で答えなさい。

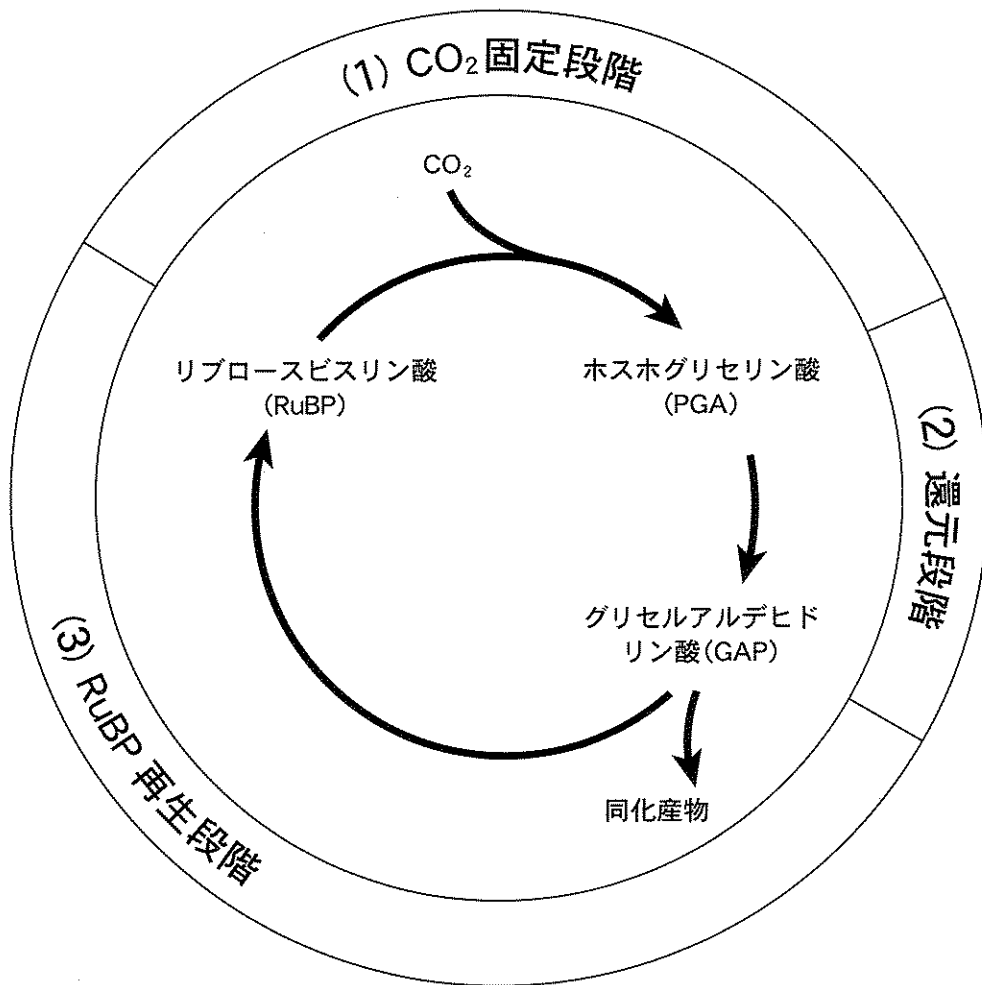


図 1

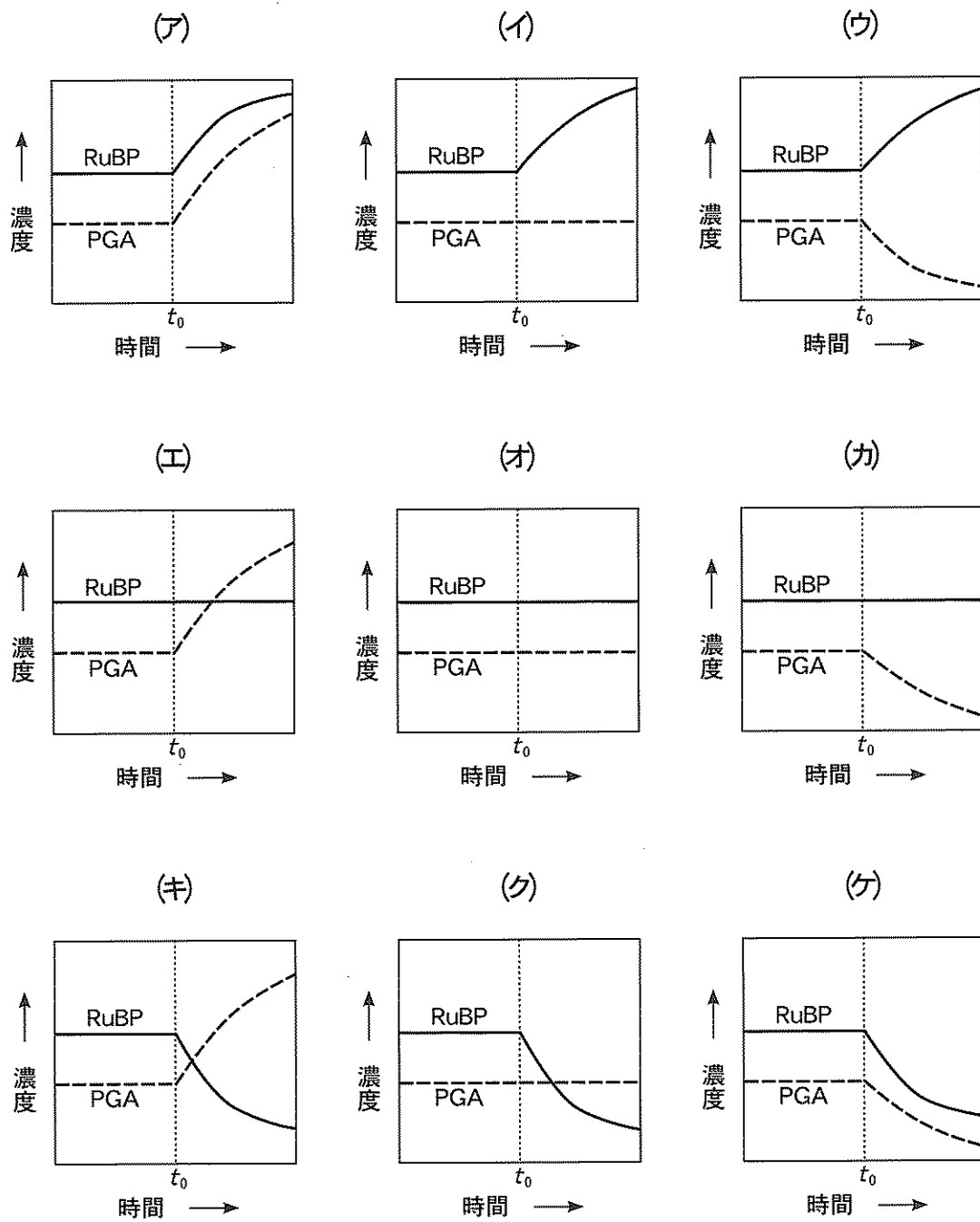


図 2

3 次の文章を読んで、問1～3に答えなさい。(配点20)

免疫は、外部から侵入してくる細菌やウイルスといった病原体などの異物を排除する機構である。病原体が体内に侵入すると、食細胞である やマクロファージ、樹状細胞がその表面に存在する受容体によって病原体を認識し、細胞内に取り込む。取り込まれた病原体は細胞内消化を担う細胞小器官である のはたらきによって分解される。このような病原体を取り込む作用を という。

マクロファージはインターロイキンをはじめとした と総称される情報伝達物質を分泌する。 は免疫細胞を活性化するとともに血管に作用し、食細胞を感染部位へさらに集積させ、その結果、痛みや腫れ、発熱を伴った炎症が起こる。

樹状細胞は取り込んだ病原体を分解し、 とよばれるタンパク質により細胞の表面に分解産物の一部(抗原)を提示する。樹状細胞はリンパ管を経由して に移行し、そこでT細胞と出会う。樹状細胞は抗原を介してT細胞と結合し、そのT細胞を活性化する。活性化したT細胞は増殖する。こうして特定の抗原に対応したT細胞が量産される。T細胞には、対応した抗原を提示する感染細胞を攻撃し破壊する と、マクロファージやB細胞の働きを活性化する がある。 は、自身が認識する抗原と同じ抗原を提示するB細胞に結合し、活性化する。活性化されたB細胞は形質細胞に分化し、抗原に特異的に結合する抗体を産生する。体液に分泌された抗体は病原体上の抗原に結合し、感染を防ぐとともに、マクロファージや の作用を助ける。

このような免疫機構が正常に機能しないと病原体に感染するだけでなく、様々な病気を引き起こす。自己の物質に対する免疫反応が生じると、自己の組織や細胞が攻撃され、炎症や障害が起こる。I型糖尿病や関節リウマチに代表されるこのような病気を とよぶ。また、通常は免疫反応を生じない抗原に対して過敏な反応が生じると、じんましん、ぜんそく、くしゃみ、鼻水、かゆみなどの症状を引き起こす。このような症状が現れることを といい、そのときの抗原を とよぶ。

問 1 文中の ア ～ サ に適切な語句を記入しなさい。

問 2 下線部①について、食細胞が様々な病原体を認識できるしくみとして正しいものを、以下の(a)～(d)より1つ選び、記号で答えなさい。

- (a) 食細胞は、膨大な種類の病原体を特異的に認識するための10万種類以上の受容体とその表面に発現している。
- (b) 食細胞は、様々な病原体を認識することができる膜結合型抗体をその表面に発現している。
- (c) 食細胞は、病原体がもつタンパク質、脂質、糖、核酸それぞれに共通して存在する分子構造を認識するいくつかの受容体とその表面に発現している。
- (d) 食細胞は、触れるすべてのものを認識し、免疫応答を開始する受容体とその表面に発現している。

問 3 下線部②について、以下の(1)と(2)に答えなさい。

- (1) 抗体は100万種類以上存在するが、ヒトの遺伝子は約2万個である。つまり、全ての抗体それぞれに対応する遺伝子が存在するわけではない。限られた遺伝子から多種類の抗体が作られるしくみを説明しなさい。
- (2) 抗体の多様性が生じるしくみを明らかにし、ノーベル賞を受賞した人物を以下の(a)～(e)より1つ選び、記号で答えなさい。

- (a) 大隅 良典 (b) 大村 智 (c) 下村 脩
- (d) 利根川 進 (e) 山中 伸弥

4 次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。(配点20)

植物の多くは、種類ごとに決まった季節に花を咲かせる。これは植物が季節の変化を1日のうちの明期と暗期の長さの変化としてとらえ、それに応じて花芽形成を促進させるためである。このように生物が日長の変化に応じて花芽形成などの生理現象を調節する性質を という。植物には、 の長さが一定以上になると花芽を形成する短日植物、一定以下になると花芽を形成する長日植物、日長と関係なく花芽を形成する中性植物がある。花芽形成のしくみを調べる実験において、暗期の途中で短時間の光を照射し連続した暗期の効果を失わせる処理を という。

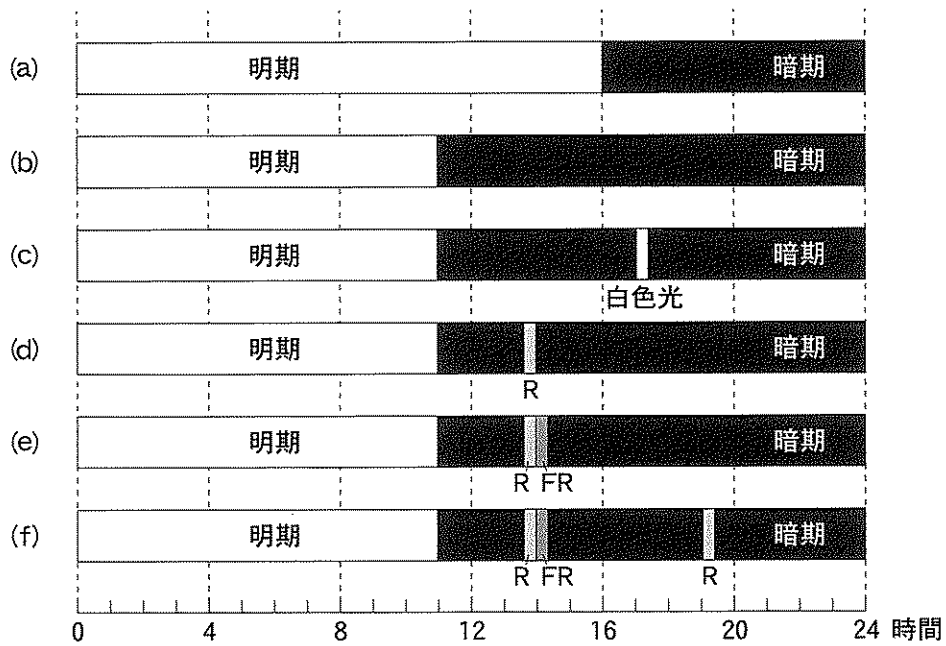
植物は、花芽形成に必要な日長の変化を感知すると、花成ホルモンであるフロリゲンを合成し、花芽を形成する。近年、シロイヌナズナの タンパク質とイネの Hd3a タンパク質がフロリゲンの実体であることが明らかにされた。これらのタンパク質はアミノ酸配列の相同性が高く、機能も共通である。

問1 文中の ～ に適切な語句を記入しなさい。

問2 種類の異なる植物Xと植物Yを、図1の(a)～(f)で示す光条件で生育させ、花芽形成の有無を調べた。なお、植物Xと植物Yの限界暗期はそれぞれ11時間、9時間とする。以下の(1)と(2)に答えなさい。

(1) 図1の(a)の条件では、植物Xでは花芽が形成されたが、植物Yでは花芽が形成されなかった。(b)の条件では、植物Xでは花芽が形成されなかったが、植物Yでは花芽が形成された。(c)の条件では、暗期の途中で白色光を短時間照射したところ、植物Xでは花芽が形成されたが、植物Yでは花芽が形成されなかった。植物Xと植物Yは、それぞれ短日植物と長日植物のどちらにあたるかを答えなさい。

(2) 図1の(d)～(f)では、暗期の途中で赤色光(R)と遠赤色光(FR)を短時間照射した。植物Xと植物Yそれぞれについて、花芽が形成されるものを(d)～(f)の中からすべて選び記号で答えなさい。



R : 赤色光, FR : 遠赤色光

図 1

問 3 次の文章は、植物体におけるフロリゲンの発現場所や動きを調べた実験の結果について説明したものである。文中の オ ~ ク に適切な語句を記入しなさい。

イネの Hd3a タンパク質に オ を結合させて、 オ が発する蛍光を顕微鏡で観察した。その結果、Hd3a タンパク質は カ で合成され、 キ を通って ク に移動し、花芽形成を引き起こすことが明らかになった。

問 4 長日植物であるシロイヌナズナに、短日植物であるイネの *Hd3a* 遺伝子を人為的に常に発現させた。この植物を短日条件で栽培する場合、花芽が形成されるかどうか答えなさい。また、そうなる理由を説明しなさい。

5 次の文章を読んで、問1～7に答えなさい。(配点20)

多細胞生物の多くは、染色体数を半減させる減数分裂により、卵や精子といった配偶子を形成して、有性生殖により新しい個体をつくりだす。卵と精子が合体してできた受精卵は、成長を伴わない急速な細胞分裂である をおこなう。 の様式は、生物種により異なり、その違いは受精卵に含まれる の量や分布に対応している。ウニの場合、16細胞期に中割球、大割球および小割球が形成され、さらに、 を続けたのち、胞胚になる。やがて、原腸胚期になると、外胚葉、内胚葉および中胚葉が分化してくる。各胚葉から器官が形成されると、 幼生として食物を食べて成長し、 をおこなってウニの成体になる。

このような発生のしくみを調べるため、バフンウニを用いて、図1に示す実験を行った。16細胞期の中割球と小割球を分離して飼育したところ、中割球は外胚葉に、小割球は中胚葉にそれぞれ分化した(実験A)。一方、中割球と小割球とを組み合わせたものからは、外胚葉、内胚葉および中胚葉の3つの胚葉が分化した(実験B)。中割球と、染色して標識した小割球を組み合わせ、ある一定期間のち、染色された部分を取り除いた場合でも、3つの胚葉が分化した(実験の間、染色は退色せず、小割球由来の細胞のみにとどまる)(実験C)。

問1 文中の ～ に適切な語句を記入しなさい。

問2 下線部①のバフンウニが属している動物門の名称を答えなさい。

問3 問2の動物門をはじめとする、現在みられるほとんどの動物門が、古生代初期にいつせいに出現した。このできごとは何とよばれているか答えなさい。

問4 下線部①のバフンウニの学名は、属名と種小名を並べて *Hemicentrotus pulcherrimus* と表される。このような表し方は何とよばれているか答えなさい。

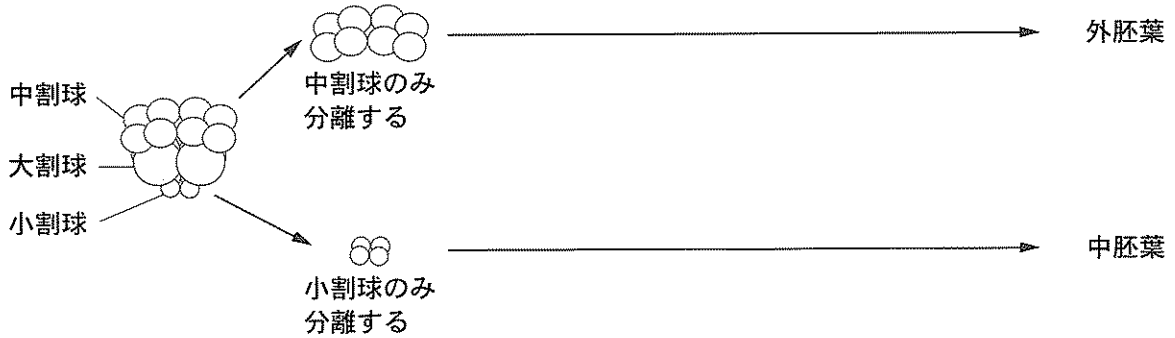
問5 問4の学名の表し方を確立した人物は誰か答えなさい。

問6 下線部①のバフンウニは新口動物である。新口動物に含まれる生物を、次の(a)～(h)の中から2つ選び記号で答えなさい。

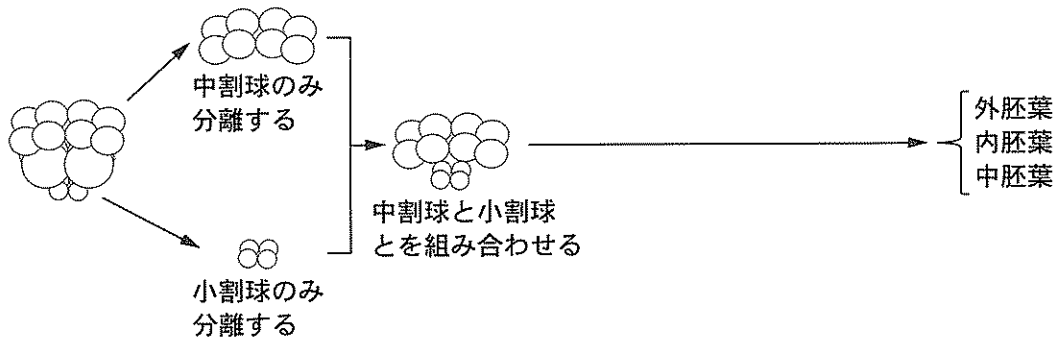
- (a) センチュウ (b) ミミズ (c) カイメン (d) イソギンチャク
(e) ホヤ (f) ゾウリムシ (g) ヒトデ (h) イカ

問 7 図 1 の実験 C では、小割球由来の細胞を取り除いても 3 つの胚葉が分化した。実験 C において、3 つの胚葉が、それぞれどのようにして生じたと考えられるか、実験 A ~ C の結果をふまえて説明しなさい。

実験 A



実験 B



実験 C

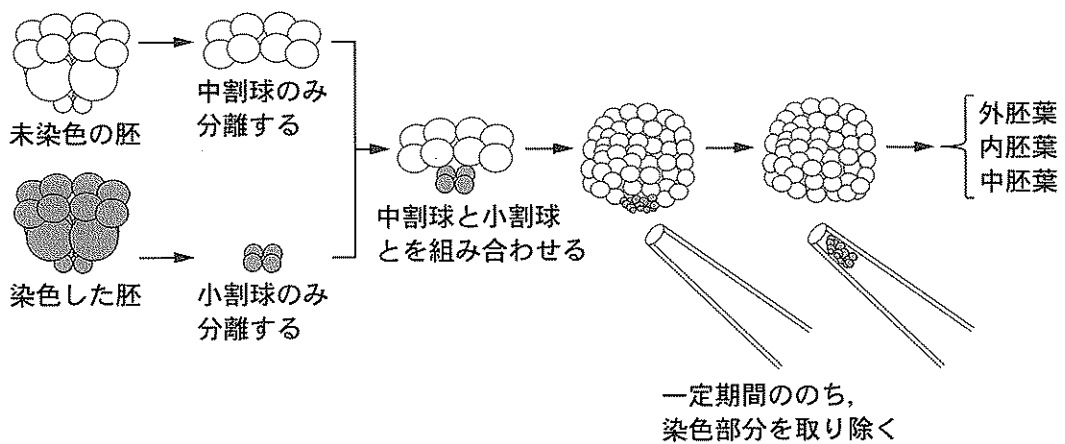


図 1