

I 下記の文章を読んで各問に答えよ。

生物は DNA の塩基配列の変化によって進化してきた。したがって、生物の進化を理解するためには、形態的特徴だけでなく、DNA の塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列を比較するなど分子レベルの解析が重要である。

それぞれの種における突然変異の蓄積によって分子レベルでの変化が生じることを分子進化と呼び、分子の配列データから推定して進化の道筋を表したものが分子系統樹である。

生物は共通の祖先から進化して現在に至っていると考えられる。そのため、2つの種の塩基配列やアミノ酸配列の違いの大きさから、2つの種が分かれてからの時間を推定することができる。これには、分子時計という考え方が基本にあり、遺伝子の塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列の変化の割合に基づいて生物が分岐した年代を推定できる。

さらに、この考え方における重要な理論の一つが、「多くの分子進化は自然選択による適応進化ではなく、中立的な変異がランダムに固定されることによって進む」という考え方である。このような、生存にとって有利でも不利でもない遺伝子変異が分子進化の主要因であるという考え方は、1960年代後半に提唱され、学界で大きな議論を巻き起こした。

表1は、あるタンパク質Xについて動物種A～Dおよびヒトの間で異なるアミノ酸の数を示したものである。この表をもとにアミノ酸の置換数を距離として平均距離法を用いて分子系統樹を作成したところ、図1のような分子系統樹が得られた。

このタンパク質Xの変異の速度を調べたところ、変化率は1.2であった（変化率とは 1×10^9 年に1回、ある位置のアミノ酸に1回置換が起こる場合を1とする数値である）。一方、電子伝達系のシトクロムcの変化率は0.3であり、染色体を構成しているヒストンH4タンパク質の変化率は0.01であった。この変化率を用いることで、動物種間のアミノ酸の違いの数から理論的な分岐年代を推定できる。

表1 タンパク質Xを構成するアミノ酸配列の動物種間における相違数

	ヒト	動物種 D	動物種 C	動物種 B	動物種 A
動物種 A	68	67	71	74	
動物種 B	62	65	67		
動物種 C	27	33			
動物種 D	23				
ヒト					

問 2 一般的な科学的探究における「仮説」の説明として適切なものをすべて選び、マークシートの解答番号 の解答欄にマークせよ。

- ① 現象の理由や仕組みを自分なりに説明するために立てる考えである。
- ② 発想が重要なので、思いつきで適当に立てられた予想の方がよい。
- ③ 実験や観察によって検証することができる予想である。
- ④ 仮説は、実験結果をまとめる段階で立てられる。
- ⑤ 科学的に検証不可能な予想であってもよい。

問 3 検証方法の検討・実験・観察の実施について適切なものをすべて選び、マークシートの解答番号 の解答欄にマークせよ。

- ① 仮説と異なる結果が出た場合は、条件を変更して仮説に沿う結果が出るまで再実験する。
- ② 同じ結果になることが予想されれば、同条件で再現を試みる必要はない。
- ③ 実験は同一条件下で複数回行い、良い結果だけを選抜して考察する。
- ④ 対照実験を設けて、調べたい要因以外の条件を一定に保つ。
- ⑤ 実験の再現性を確保するために、方法を記録として残す。

問 4 文章中の下線部 (い) について、実験や観察から得られたデータである以下の ～ について、定性的なデータの場合は①を、定量的なデータの場合は②を、マークシートの解答番号 ～ の解答欄にそれぞれマークせよ。

発芽した植物の成長を3日おきに写真で撮影した。

植物の葉のヨウ素デンプン反応で、色の変化の有無を観察した。

グルコース液を飲む前と、飲んでから15分後および1時間後の血糖値を測定して比較した。

問 5 探究活動で得られたデータの扱いとして適切なものをすべて選び、マークシートの解答番号 の解答欄にマークせよ。

- ① 異常値（他と大きく異なる値）は自動的に除外してよい。
- ② 結果の解釈は数値だけでなく観察内容と併せて行う。
- ③ 得られたデータは平均値だけを示せば十分である。
- ④ データの傾向を自分の仮説に合うようにまとめる。
- ⑤ 実験誤差や外れ値の理由を考察に含める。

問 6 文章中の下線部(う)について、一般的に探究活動を進める際に利用する科学的に信頼できる情報源として適切なものをすべて選び、マークシートの解答番号 8 の解答欄にマークせよ。

- ① 学術専門誌に掲載された論文(他の研究者による審査を受けたもの)
- ② 大手出版社が発行する総合週刊誌の一般向け科学特集記事
- ③ インフルエンサーが個人の SNS で発信した記事
- ④ 公的機関が発表した統計データ
- ⑤ まとめサイトの二次情報

問 7 探究活動で得られた結果の考察について適切なものをすべて選び、マークシートの解答番号 9 の解答欄にマークせよ。

- ① 仮説に反する結果の場合、得られた事実を基に新たな仮説を立てる。
- ② 仮説を正しいと信じ、結果よりも仮説に基づいて考察する。
- ③ 得られた結果の信頼性を高めるために追加実験を検討する。
- ④ 結果が仮説と一致しなかった場合、その実験の価値はない。
- ⑤ 他の研究結果と異なる場合は、その理由を考察する。

問 8 探究活動の成果を口頭発表やポスター発表で紹介するとき、分かりやすく伝えるために注意すべき点として適切なものをすべて選び、マークシートの解答番号 10 の解答欄にマークせよ。

- ① ポスター発表の場合には、時間をかけて見ることができるので、なるべく小さな文字で詳細な文章を載せる。
- ② 事前にリハーサルを行い、第三者から良い点、悪い点を指摘してもらい、内容を修正する。
- ③ 文字だけでなく、図や写真、グラフを効果的に使い視覚的に理解しやすいように心がける。
- ④ 発表に対して否定的な質問があった場合は、質問者の理解不足なので無視して構わない。
- ⑤ 結果を伝えることが重要なので、発表時間は気にせずにデータはすべて提示する。

Ⅱ 下記の文章を読んで各問に答えよ。

ある地域に生息するすべての生物と、生物を取り巻く非生物的環境とを合わせて1つのまとまりとしてとらえたものを生態系という。生態系においては、太陽エネルギーや化学エネルギーを利用して有機物をつくりだす [11] 者のはたらきが物質循環の出発点となる。その有機物（他の生物）を栄養分として取り込む生物を [12] 者という。[12] 者の中でも、生物の死骸や排出物などの有機物を無機物にするものが [13] 者である。[13] された無機物は再び [11] 者に取り込まれ、物質は生態系内で循環している。

近年の人間活動の影響により多くの生態系が破壊されており、それに伴い ^(あ)生物多様性の低下が進んでいる。^(い)絶滅危惧種の増加も問題視されており、^(う)国際的な保全の取り組みが求められている。

問 1 下記の設問に答えよ。

- (1) 文章中の [11] ～ [13] に入る語句として適切なものをそれぞれ1つ選び、マークシートの解答番号 [11] ～ [13] の解答欄にマークせよ。

- ① 管理 ② 合成 ③ 支配 ④ 消費 ⑤ 植食
⑥ 生産 ⑦ 被食 ⑧ 分解 ⑨ 捕食

- (2) [11] 者に分類されるもののうち、化学合成による炭酸同化を行うものとして最も適切なものを1つ選び、マークシートの解答番号 [14] の解答欄にマークせよ。

- ① 乳酸菌 ② イカダモ ③ ケイソウ ④ 酵母菌
⑤ ゼニゴケ ⑥ 大腸菌 ⑦ 硝酸菌 ⑧ ミドリムシ

- (3) 文章中の [13] 者に分類されるものとして最も適切なものを2つ選び、マークシートの解答番号 [15] の解答欄にマークせよ。

- ① ノロウイルス ② ゴミムシ ③ シイタケ ④ ゾウリムシ
⑤ エンドウマメ ⑥ ダンゴムシ ⑦ ヒマワリ ⑧ 枯草菌

問 2 下記の設問に答えよ。

- (1) 文章中の下線部 (あ) の原因として最も適切なものを1つ選び、マークシートの解答番号 16 の解答欄にマークせよ。

- | | |
|-------------|--------------|
| ① 生息地の保護 | ② 食物連鎖の多様化 |
| ③ 環境汚染物質の排除 | ④ 絶滅危惧種の保全 |
| ⑤ 環境教育の充実 | ⑥ 捕食性外来生物の定着 |
| ⑦ 気候変動対策の強化 | |

- (2) 生物多様性が極めて高いことが評価され世界遺産に指定されている奄美大島では、過去に導入されたある動物が希少在来種を捕食し問題になっていたが、2024年にその動物の根絶に成功した。このある動物として適切なものを1つ選び、マークシートの解答番号 17 の解答欄にマークせよ。

- | | | |
|-----------|------------|-------------|
| ① アメリカミンク | ② アライグマ | ③ オオクチバス |
| ④ カミツキガメ | ⑤ グリーンアノール | ⑥ タイワンザル |
| ⑦ ハクビシン | ⑧ フイリマンゲース | ⑨ ユーラシアカワウソ |

- (3) 1992年にブラジルで開催された地球サミットでは生物多様性条約が採択された。この条約の目的として3つが挙げられており、1つは「生物多様性の保全」である。残り2つの目的として適切なものを2つ選び、マークシートの解答番号 18 の解答欄にマークせよ。

- ① 遺伝資源の国際的一元管理
- ② 希少種の販売促進などによる生息地域への経済効果の産出
- ③ 生物多様性構成要素の持続可能な利用
- ④ 生態系安定のための適正な外来種導入計画の設定
- ⑤ 遺伝子組換えによる様々な生物種産出の推進
- ⑥ 遺伝資源の利用から生じる利益の公正な配分
- ⑦ 自然選択による種の淘汰を継続するための人為的行為の制限
- ⑧ 農業開発の自由化

- 問 3 文章中の下線部 (い) をまとめたリスト (レッドリスト) を作成している国際自然保護連合の略称として正しいものを1つ選び、マークシートの解答番号 19 の解答欄にマークせよ。

- | | | | | | |
|--------|--------|----------|----------|-------|-------|
| ① IUCN | ② IAEA | ③ UNESCO | ④ UNICEF | ⑤ WHO | ⑥ WWF |
|--------|--------|----------|----------|-------|-------|

問 4 文章中の下線部（う）として重要な取り組みを 2つ 選び、マークシートの解答番号 20 の解答欄にマークせよ。

- ① 保護区域の設定
- ② 捕獲圧の強化
- ③ 伐採の推奨
- ④ 人為的交配の禁止
- ⑤ 生態的地位が異なる種の導入
- ⑥ 生息環境の復元
- ⑦ 天敵の繁殖促進
- ⑧ 乱獲の継続

問 5 生態系を構成するキーストーン種の説明として最も適切なものを1つ選び、マークシートの解答番号 21 の解答欄にマークせよ。

- ① 食物連鎖の最下位に位置する種
- ② 食物連鎖の最上位に位置する種
- ③ その種が消えると生態系全体に大きな影響が出る種
- ④ 広く種子散布を行う植物
- ⑤ 遺伝的多様性が高い種
- ⑥ 競争に強く、他種を排除する種
- ⑦ その地域でのみ確認される貴重な種
- ⑧ その地域に元々自然に分布している種
- ⑨ その地域の自然環境の特徴を最もよく表している種

III

下記の文章を読んで各問に答えよ。

被子植物の配偶子は精細胞と卵細胞である。精細胞の形成過程では、おしべの先端にある [22] の中で1個の花粉母細胞が(a)分裂を行い、花粉四分子が形成される。花粉四分子が(b)分裂を行うと、花粉四分子の1つ1つから雄原細胞と花粉管細胞が形成され、成熟した花粉となる。成熟した花粉がめしべの [23] について受粉すると、雄原細胞は(c)分裂を行い、精細胞となる。受粉した花粉からは花粉管が伸長する。花粉管は [23] と子房をつなぐ [24] の組織の中を伸長していき、 [25] に到達すると、その内部に入り、精細胞を放出する。

卵細胞の形成過程では、1つの胚のう母細胞から、減数分裂を経て(d)個の胚のう細胞が生じる。1つの胚のう細胞からは、(e)回の(f)分裂を経て、(g)個の卵細胞と(あ)助細胞、反足細胞、中央細胞が形成される。

問 1 文章中の [22] ～ [25] に入る適切な語句をそれぞれ1つ選び、マークシートの解答番号 [22] ～ [25] の解答欄にマークせよ。

- ① 葯 (やく) ② 花糸 ③ 柱頭 ④ 花柱
⑤ 花弁 ⑥ がく片 ⑦ 花芽 ⑧ 胚のう

問 2 文章中の(a)～(c)に入る語句の組み合わせとして適切なものを1つ選び、マークシートの解答番号 [26] の解答欄にマークせよ。

	(a)	(b)	(c)
①	核	減数	体細胞
②	核	体細胞	減数
③	核	体細胞	体細胞
④	減数	核	体細胞
⑤	減数	体細胞	核
⑥	減数	体細胞	体細胞
⑦	体細胞	減数	核
⑧	体細胞	核	体細胞
⑨	体細胞	減数	体細胞

問 3 花粉管を誘引し、伸長を促す化学物質 (ルアー) を分泌する細胞を1つ選び、マークシートの解答番号 [27] の解答欄にマークせよ。

- ① 精細胞 ② 卵細胞 ③ 助細胞 ④ 反足細胞
⑤ 中央細胞 ⑥ 胚のう細胞 ⑦ 胚のう母細胞

問 4 文章中の(d)～(g)に入る数字と語句の組み合わせとして適切なものを1つ選び、マークシートの解答番号 28 の解答欄にマークせよ。

	(d)	(e)	(f)	(g)
①	1	3	核	1
②	1	3	体細胞	1
③	1	3	核	2
④	1	3	体細胞	2
⑤	2	2	核	1
⑥	2	2	体細胞	1
⑦	2	2	核	2
⑧	2	2	体細胞	2

問 5 文章中の下線部 (あ) について、1つの胚のう細胞から形成される助細胞、反足細胞、中央細胞の数の組み合わせとして適切なものを1つ選び、マークシートの解答番号 29 の解答欄にマークせよ。

	助細胞	反足細胞	中央細胞
①	1個	3個	2個
②	1個	4個	1個
③	1個	4個	2個
④	2個	2個	3個
⑤	2個	3個	1個
⑥	2個	3個	2個
⑦	3個	2個	1個
⑧	3個	3個	1個
⑨	3個	2個	2個

問 6 下記の文章を読んで設問に答えよ。

被子植物では精細胞と卵細胞が受精するだけでなく、精細胞と(ア)が融合する重複受精が起こる。精細胞と(ア)が融合したものは、核相 $3n$ の胚乳になる。

(1) 文章中の(ア)に入る語句として適切なものを1つ選び、マークシートの解答番号 30 の解答欄にマークせよ。

- ① 助細胞
- ② 反足細胞
- ③ 中央細胞
- ④ 助細胞と反足細胞
- ⑤ 助細胞と中央細胞
- ⑥ 反足細胞と中央細胞

(2) 重複受精をする植物種を 2つ選び、マークシートの解答番号 31 の解答欄にマークせよ。

- | | | | |
|-------|--------|--------|----------|
| ① スギ | ② マツ | ③ アブラナ | ④ ソテツ |
| ⑤ ワラビ | ⑥ イチョウ | ⑦ スギゴケ | ⑧ インゲンマメ |

問 7 種子は、胚乳の有無により有胚乳種子と無胚乳種子に分けられる。無胚乳種子で主に栄養分が蓄えられている部位を1つ選び、マークシートの解答番号 32 の解答欄にマークせよ。

- | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| ① 種皮 | ② 胚軸 | ③ 幼根 | ④ 幼芽 | ⑤ 子葉 | ⑥ 胚柄 |
|------|------|------|------|------|------|

問 8 無胚乳種子を作る植物種を 2つ選び、マークシートの解答番号 33 の解答欄にマークせよ。

- | | | | |
|--------|--------|----------|-------|
| ① イネ | ② カキ | ③ クリ | ④ コムギ |
| ⑤ ゼニゴケ | ⑥ ソラマメ | ⑦ トウモロコシ | |

IV

下記の文章を読んで各問に答えよ。

ゲノムとは、ある生物が持つひとそろいの遺伝情報のことである。ゲノム DNA は、紫外線や化学物質への曝露あるいは遺伝子の複製ミスなどにより (あ) 突然変異 を生じる。人類は、自然に起こる遺伝子の突然変異によって生まれた有用形質を持つものを選抜し、(い) 突然変異 を生じる。人類は、自然に起こる遺伝子の突然変異によって生まれた有用形質を持つものを選抜し、世代を重ねてその形質を固定（品種化）してきた。このような選抜育種は偶然に頼ることから、計画的かつ狙った特徴を持つ品種を作り出すことは難しかった。

1980 年代に入ると、遺伝子組換え技術が開発され、人為的に新たな品種を計画的に作り出すことができるようになった。この方法では、自然界に存在しない遺伝子を持つ生物が誕生することから、生物多様性への影響や、摂取することによるアレルギーや健康被害などの影響が懸念され、その利用は厳しく規制されている。

これらの問題を解決する方法として、近年、(う) CRISPR/Cas9 を用いた遺伝子操作が利用されるようになってきた。CRISPR/Cas9 はもともと古細菌の持つ獲得免疫システムであり、外から侵入してきたウイルスから身を守るしくみである。このしくみを応用することで、外来遺伝子を導入することなく、ゲノム上の狙った塩基配列を書き換えることができるようになった。

現在では、この方法は産業界を含む様々な領域で活用されており、血圧改善等に効果があると考えられている GABA の含有量が高いトマトや、(え) 可食部（筋肉）が増加したマダイなどが開発されている。

- 問 1 文章中の下線部（あ）のゲノムに対し、生物における遺伝子とは何か、「形質」という言葉を用いて 20 字以内で記せ。
- 問 2 文章中の下線部（い）により DNA の塩基配列に塩基が挿入あるいは欠失することでコドンの読み枠が変化し、以降のアミノ酸配列が変わることを何というか、記せ。
- 問 3 文章中の下線部（う）について下記の設問に答えよ。
- (1) 遺伝子工学技術のうち（う）を用いた遺伝子操作の名称を記せ。
 - (2) Cas9 の機能とは何か、15 字以内で記せ。
 - (3) Cas9 が作用すると、DNA の塩基配列にどのような変化が起こるか、記せ。
 - (4) CRISPR/Cas9 の特性を活かした応用例として 適切でないもの を 1 つ選び、そのアルファベットを記せ。
 - a. ジャガイモの毒素の遺伝子を欠損させることで、毒素産生量が低いジャガイモを産生できる。
 - b. 霊長類であるマモセットの遺伝子を欠損させることができる。
 - c. マラリア原虫を媒介する雌の蚊の生殖に必要な遺伝子を破壊することで不妊の蚊を作製できる。
 - d. ヒトの遺伝子 A を切り取り、マウスの DNA に組み込むことができる。

問 4 遺伝子改変動物が目的とする遺伝子配列を有しているか調べる方法として下図の方法が用いられる。

- (1) この方法の正式名称を記せ。
- (2) 図の a および b の名称をそれぞれ記せ。
ただし、b は酵素である。
- (3) 酵素 b にはいくつかの種類が知られているが、この方法で用いる酵素 b はある条件下でも失活しないことが特徴である。この条件とは何か、その特徴を具体的に記せ。

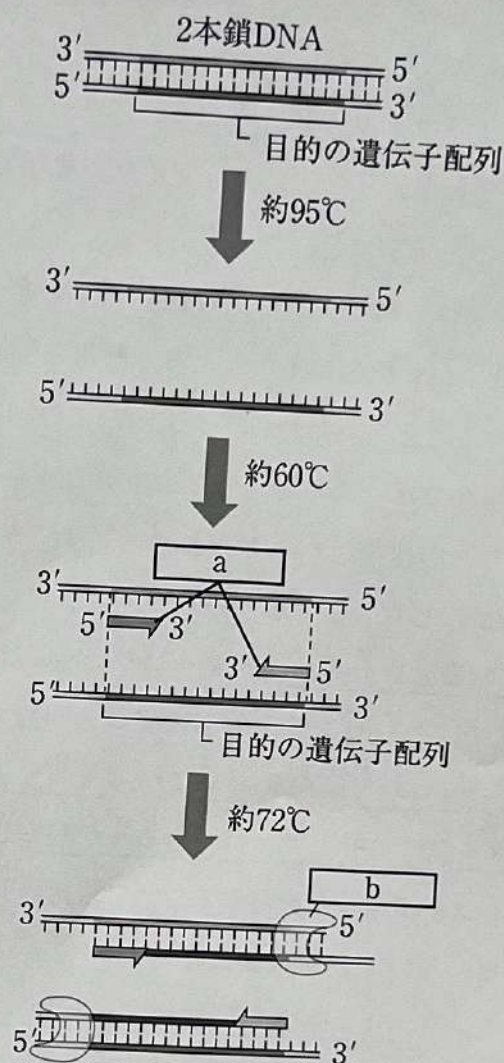


図 遺伝子の解析方法の模式図

問 5 文章中の下線 (え) では、マダイの Mstn 遺伝子が破壊されている。この遺伝子産物 (タンパク質) であるミオスタチンの骨格筋細胞に対する作用を 20 字以内で記せ。

下記の文章を読んで各問に答えよ。

有史以前より人類は (あ) 酒やパンを作るために「発酵」という自然現象を利用してきたが、その発酵現象の本体は不明のままであった。

19世紀、フランスの化学者パスツールは、(い) アルコール発酵は酵母による生命活動であり、生きた酵母菌が必要だと報告した。一方、ドイツの化学者リービッヒは、発酵は単なる化学反応であり、生細胞を必要としないと主張した。

この論争は、同じくドイツの化学者ブフナーの偶然の発見によって終結した。彼は酵母をすりつぶして得た抽出液にショ糖を加えたところ、酵母の細胞が存在しないにもかかわらず発酵が起こる（二酸化炭素が発生する）ことを確認した。ブフナーはこの抽出液を「チマーゼ」と名付け、発酵が酵素反応であることを示した。現在では、このチマーゼは複数の酵素を含む混合物であることが分かっている。

イギリスの化学者ハーデンとヤングは、チマーゼを用いて研究を行い、この発酵にはリン酸が必要なことを明らかにした。さらにハーデンらは、チマーゼを (う) セロハン膜の袋に入れて水に漬け、低分子物質と高分子物質とに分離し、チマーゼの反応には酵素以外に低分子物質が必要なことを明らかにした。

そこで、ハーデンとヤングの実験を再現するために、図1のように酵母のしぼり汁（チマーゼ）を用意し、(え) セロハン膜の袋の中に残った高分子物質と、周囲の水に拡散してきた低分子物質を使って、グルコースを発酵させることができるかを観察した。

アルコール発酵を確認するために、酵母しぼり汁と10%グルコース溶液を等量ずつ混ぜ、全体を100 mLとした。この液体を実験器具（A）に入れ、35℃で10分間保温しながら盲管上部にたまる気体の量を記録した。(お) 10分後に少量の水酸化カリウム水溶液を開口部より加え、親指で蓋をして攪拌（かくはん）したところ、親指がAの管内に吸引された。

問 1 下線部（あ）のように、人類は古くから発酵を利用した食品を作ってきた。次の食品の製造に利用される主な発酵の種類を記せ。

- 1) ヨーグルト
- 2) 食パン

問 2 下線部（い）の、酵母によるアルコール発酵の最初に見られ、グルコースからピルビン酸とATPを作るまでの一連の反応を何というか、記せ。

問 3 アルコール発酵では、グルコースから生じたピルビン酸がアセトアルデヒドに分解され、さらにこのアセトアルデヒドが還元されることでエタノールを生じる。このアセトアルデヒドをエタノールへ還元する反応がおこなわれる理由を簡潔に記せ。なお解答は「NADHを」で始め、「～ため」で終わるように記せ。

問 5 酵母は酸素が十分にある条件下では、酸素が少ない時よりもグルコースの消費量が減少する。グルコースの消費量が減少する理由を簡潔に記せ。

問 5 酵母は酸素が十分にある条件下では、酸素が少ない時よりもグルコースの消費量が減少する。グルコースの消費量が減少する理由を簡潔に記せ。

問 6 下線部(う)のようにセロハン膜(半透膜)を使って、溶質である高分子物質と低分子物質を選択的拡散により分離する操作を行った。このとき周囲の水の中に拡散し、酵素反応に参与する低分子の有機化合物(例： NAD^+ など)を何というか、記せ。

問 7 下線部(え)のようにチマーゼを使って図1のような実験を行った。得られた①～⑥の6種類の試料にグルコース液を加えた場合、発酵が観察された試料の番号をすべて記せ。また、発酵が観察された理由を簡潔に記せ。

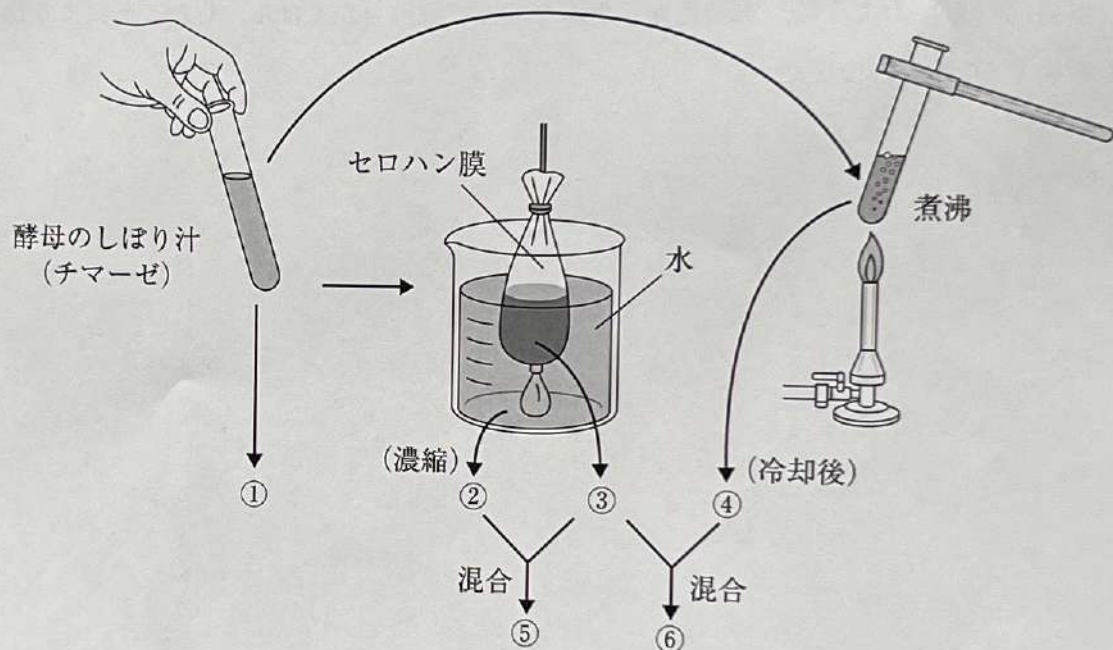


図 1 ハーデンとヤングの実験の再現

(図中の番号で示した各試料の概要)

- ①：酵母のしほり汁（チマーゼ）
- ②：ビーカーに残った外液を濃縮したもの
- ③：セロハン膜の袋の中に残った液体（低分子物質はすべて外液に拡散したものとする）
- ④：チマーゼを煮沸してから冷却した液体
- ⑤：②と③を混合したもの
- ⑥：③と④を混合したもの

問 8 図2は文章中の実験器具（A）の模式図である。この器具の名称を記せ。

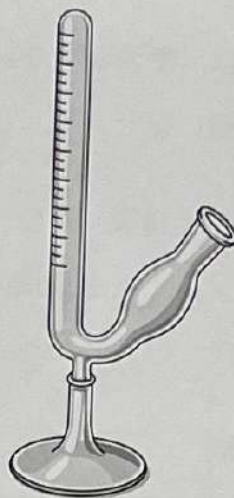


図 2 実験器具（A）の模式図

問 9 下線部（お）のように、水酸化カリウムを加えて攪拌（かくはん）したことにより親指が吸引された理由を50字以内で記せ。