

令和3年度入学試験問題

受験上の注意

1. 監督の指示により，解答用紙に受験番号（算用数字），氏名，フリガナ，解答する科目を記入し，受験番号，該当する試験日，解答する科目をマークしてください。記入については解答用紙の注意事項に従ってください。
2. 問題冊子の解答番号と解答用紙の番号を間違えないように注意してください。
3. 科目およびページは，次のとおりです。試験開始の合図があったら，まず受験する科目のページ数を確認してください。

科目	ページ
物理	4～15
化学	16～25
生物	26～39
地学	42～53

4. 定規，分度器，コンパス，電卓は使用できません。
5. 受験票を試験時間中は，机上の受験番号の下に呈示しておいてください。
6. 質問，その他用件があるときは，手を上げて合図してください。
7. 試験時間中の退場は認めません。
8. 試験時間は60分です。
9. この問題冊子は持ち帰ってください。

開始の合図があるまで開かないでください

生 物

〔 I 〕 生物の特徴と代謝について，後の設問に答えなさい。

I 下の表は，細胞がもつ構造の組み合わせである。+ は存在する，- は存在しないことを示す。(1)~(7)の細胞がもつ構造について，正しい組み合わせを①~⑧からそれぞれ選びなさい。同じ組み合わせのものを繰り返し選んでもよい。解答番号は ~ 。

- (1) ヒドラ (2) 大腸菌 (3) 酵母
(4) オオカナダモの葉 (5) スギの葉 (6) アメーバ
(7) アオミドロ

	DNA	核	細胞膜	細胞壁	ミトコンドリア	葉緑体
①	+	+	+	+	+	+
②	+	+	+	+	+	-
③	+	+	+	-	+	-
④	+	-	-	+	-	+
⑤	+	-	+	+	-	-
⑥	-	-	+	-	-	-
⑧	-	-	-	+	+	+

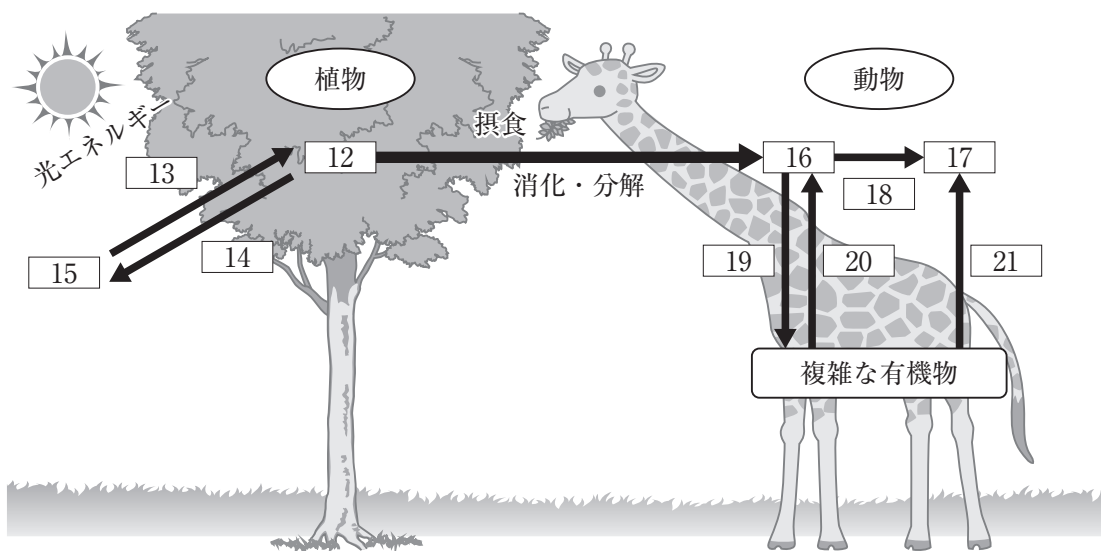
II 細胞小器官の説明文について、適切な細胞小器官の名称を①～⑥からそれぞれ選びなさい。解答番号は ～ 。

- (1) 細胞分裂やべん毛，繊毛の形成に関与する。
- (2) 袋状の構造が層状に重なった構造をしており，細胞外や細胞内部での物質の輸送を調節する。
- (3) タンパク質合成の場である。
- (4) リボソームが付着したものと，付着していないものがあり，タンパク質の運搬，脂質などの代謝に関与する。

- ① リボソーム ② 小胞体 ③ ゴルジ体 ④ リソソーム
- ⑤ 中心体 ⑥ ミトコンドリア

III 下の図は植物と動物の代謝について示したものである。空欄に当てはまる最も適切な語句を①～⑤からそれぞれ選びなさい。同じ語句を繰り返し選んでもよい。解答番号は ～ 。

- ① 無機物 ② 単純な有機物 ③ 複雑な有機物 ④ 同化 ⑤ 異化



〔Ⅱ〕 次の文章を読み、後の設問に答えなさい。

ある地域に生息している全ての生物と非生物的環境を1つのまとまりとしてとらえたものを生態系という。非生物的環境中の光エネルギーと無機物を利用し、光合成により有機物を合成する植物などを〔22〕と呼び、生態系内では〔23〕の役割を果たしている。それらが作り出した有機物を利用するものを〔24〕と呼び、生態系内では〔25〕の役割を果たしている。生物からの排出物や遺体はバクテリアなどにより分解され無機物となり、非生物的環境に移動する。

植物は植物食性動物に食べられ、さらに植物食性動物は動物食性動物に捕食される。このような捕食される一連のつながりを〔26〕という。この過程により物質とエネルギーは生物間を移動する。生物体内における特定の物質の濃度が、〔26〕を構成する生物における栄養段階の下位に位置するものより上位に位置するものの方が高くなることがある。そのため、特定の物質が生物にとって有害である場合、高次の消費者ほどその影響は深刻となる。

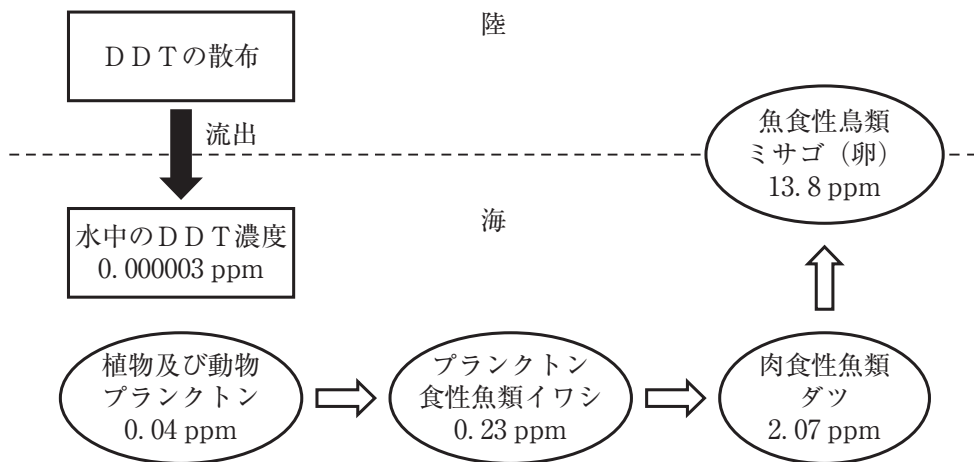
I 空欄〔22〕～〔26〕に当てはまる最も適切な語句を①～⑩からそれぞれ選びなさい。ただし、各語句の選択は一度のみとすること。解答番号は〔22〕～〔26〕。

- ① 食物網 ② 生産者 ③ 食物分配 ④ 従属栄養生物 ⑤ 分解者
⑥ 有機栄養生物 ⑦ 独立栄養生物 ⑧ 食物連鎖 ⑨ 消費者

II 下線で示した文について、正しい説明を①～⑤から全て選びなさい。解答番号は〔27〕。

- ① 特定の物質が周囲の環境よりも高濃度で生物体内に蓄積する現象であり、生物濃縮と呼ばれる。
② 環境中の濃度が低くても生物体内に入ると濃縮され、環境中よりも高濃度となる。
③ このような物質は一般に、分解されにくく、体内に取り込まれると排出されにくい特徴を持つ。
④ このような物質で有害なものとしてPCB（ポリ塩化ビフェニル）、有機水銀などが知られている。
⑤ 生物により濃縮された物質は非生物的環境に排出されることはない。

Ⅲ 下の図は DDT（有機塩素化合物の農薬）の水中と生物体内中の濃度（ppm，重量の百万分率）を示したものである。それぞれの問いについて解答しなさい。



(1) 栄養段階が一段階上がると DDT はどの程度濃縮されているか。各栄養段階間の濃縮の倍率を計算し、それらの平均を求めなさい。解答番号は百の位 ，十の位 ，一の位 。なお、数値が一桁の場合には、百と十の位を 0 とし、二桁の場合は百の位を 0 と解答しなさい。数値は ㉑～㉒から選びなさい。同じ数値を繰り返し選んでもよい。

- ㉑ 0 ㉒ 1 ㉓ 2 ㉔ 3 ㉕ 4 ㉖ 5 ㉗ 6
 ㉘ 7 ㉙ 8 ㉚ 9

(2) 生物体内の DDT 濃度が水中と比べて濃縮されている倍率が最も高い生物を ㉑～㉔から選びなさい。解答番号は 。また、その濃縮の倍率に最も近い数値を ㉕～㉚から選びなさい。解答番号は 。

- ㉑ 植物及び動物プランクトン ㉒ イワシ ㉓ ダツ ㉔ ミサゴ
 ㉕ 1 万倍 ㉖ 10 万倍 ㉗ 50 万倍 ㉘ 100 万倍 ㉙ 500 万倍
 ㉚ 1000 万倍

IV 生態系について、正しくない説明を①～⑤から全て選びなさい。解答番号は 33。

- ① 植物などは光合成により太陽の光エネルギーを利用して有機物を合成する。太陽の光エネルギー以外のエネルギーを利用して有機物を合成する生物は存在しない。
- ② 植物は土壌中や水中に溶存する硝酸イオンやアンモニウムイオンを吸収し、タンパク質や核酸を合成する。空気中に多く含まれる窒素を利用できる生物は存在しない。
- ③ 太陽の光エネルギーは光合成により化学エネルギーに変換される。そして、生物の活動により、最終的には熱エネルギーとなる。
- ④ 生態系内では物質は形を変えながら生物と非生物的環境を循環している。一方、エネルギーは循環することはなく一方向に流れ、最終的には生態系外へ放出される。
- ⑤ 大気中に含まれる二酸化炭素は、生物が行う光合成により有機物となる。また、有機物に含まれる炭素は生物の呼吸により、大気中に戻される。

V 現在、大量に廃棄されるプラスチックが環境や生物に及ぼす影響が問題となっている。特に、大きさ5 mm以下のマイクロプラスチックは魚類などの体内だけでなく、ヒトの体内からも見つかりお大きな問題となっている。プラスチックが直接生物に与える影響を明らかにするために必要不可欠な調査を①～⑤から3つ選びなさい。解答番号は 34。

- ① プラスチックの使用量は市場価格に左右される。非生物的環境中に放出されるプラスチックの数量を推定するためには、市場価格の変動を調査する必要がある。
- ② ウミガメ類はクラゲ類を捕食するため、ビニール袋をクラゲ類と誤認して摂食することがある。生物の自然環境下における生物の食性を知る必要がある。
- ③ プラスチックには様々な素材がある。それぞれの製造工程や製造にかかる時間を知ることが必要である。
- ④ 水生生物がマイクロプラスチックを摂食する仕組みや摂取量を明らかにするためには、河川や海洋中に存在するマイクロプラスチックの密度（単位水量当りの数）を知る必要がある。
- ⑤ プラスチック及びプラスチック成分の安全性や有毒性については、十分研究されていない。プラスチックを摂食した生物への影響を明らかにするために、プラスチックがもつ有毒性に関する研究が必要である。

〔Ⅲ〕 次の文章を読み、後の設問に答えなさい。

わずかなDNAをもとに同じDNAを多量に複製（増幅）させる方法をPCR法（ポリメラーゼ連鎖反応法）と呼び、次のような手順で行う。

- ① もとになるDNA，プライマー，DNAポリメラーゼ，4種類のヌクレオチドなどを含むDNA溶液を約95℃に加熱すると2本鎖DNAは1本鎖DNAに分かれる。
- ② 約60℃に冷やすと鋳型となる1本鎖DNAにプライマーが結合する。
- ③ 約72℃に加熱して，DNAポリメラーゼの働きで1本鎖DNAを鋳型としたヌクレオチド鎖を合成させ，2本鎖DNAを複製する。
- ④ ①から③を1サイクルとして繰り返す。

I プライマーについて述べた文のうち、正しくないものを①～⑤から1つ選びなさい。

解答番号は 。

- ① 生体内で働くプライマーはテロメアとして新しく合成されたDNA鎖に残る。
- ② 生体内で働くプライマーは鋳型となるDNAの一部と相補的な短い1本鎖RNAである。
- ③ PCR法では2種類のプライマーの塩基配列によって複製させるDNA領域を決める。
- ④ PCR法で用いられるプライマーは短い1本鎖DNAである。
- ⑤ プライマーには複製の起点を決める働きがある。

II 真核生物のDNAの解離について述べた次の文のうち、正しくないものを①～⑤から1つ選びなさい。解答番号は 。

- ① 細胞分裂のS期（DNA合成期）にはDNA全体が1本鎖に解離し，それぞれの3'末端から複製する。
- ② 生体内では酵素の働きによって塩基対間の水素結合が切れて2本鎖DNAがほどける。
- ③ 生体内ではDNAに多数ある特定の部分から2本鎖がほどけ始める。
- ④ PCR法では熱によって水素結合が切れるため，1本鎖DNAに分かれる。
- ⑤ PCR法では約95℃のままだと相補的な塩基間の結合ができないため，DNAは複製されない。

Ⅲ DNAに関する次の文のうち、正しくないものを①～⑤から1つ選びなさい。解答番号は 。

- ① 1本鎖DNAにおいて糖の3'の炭素が隣のヌクレオチドのリン酸とつながっていない末端を3'末端と呼ぶ。
- ② 1本鎖DNAにおいて糖の5'の炭素につながるリン酸が隣のヌクレオチドの糖とつながっていない末端を5'末端と呼ぶ。
- ③ 2本鎖DNAの2本のヌクレオチド鎖は一方が5' → 3'なら、他方は3' → 5'の逆向きになる。
- ④ 2本鎖DNAの向き合う塩基どうしがつながる水素結合より、1本鎖DNA内の結合の方が強い。
- ⑤ 1本鎖DNAではヌクレオチド間の結合はリン酸どうしでつながっている。

Ⅳ 上で述べたPCR法について、その条件や手順が最適だと仮定して述べた次の文のうち、正しくないものを①～⑤から1つ選びなさい。解答番号は 。

- ① ここで用いる酵素のDNAポリメラーゼは約95℃でも不可逆的に失活しない。
- ② ここで用いるDNAポリメラーゼの最適温度は約72℃である。
- ③ ここで用いる4種類のヌクレオチドとは、アデニン、ウラシル、グアニン、シトシンの4種類を含むヌクレオチドである。
- ④ 2本鎖DNAの分離、プライマーの結合、複製のそれぞれが同調して行われることが大切である。
- ⑤ 約95℃で解離された1本鎖DNAの構造は、この温度でも大きく損なわれることはない。

Ⅴ 3分子の2本鎖DNAを含むDNA溶液を用いて上で述べたPCR法の①～③のサイクルを10回繰り返すと、増幅される2本鎖DNAは理論上、最大で何分子になるか。最も近い数値を①～⑤から選びなさい。解答番号は 。

- ① 30 ② 300 ③ 3,000 ④ 30,000 ⑤ 300,000

〔Ⅳ〕 次の文章を読み、後の設問に答えなさい。

今では、生物は生物から生まれるという事実に疑問を持つ人はいない。しかし、400年前には、生物は無生物からも発生すると考えられていた。この考えは〔40〕説と呼ばれる。一例をあげれば、腐敗した肉から蛆（ハエ類などの幼虫）が発生し、ハエになると信じられていた。この現象は1600年代にフランチェスコ・レディによって行われた以下の実験1により否定された。この実験1は、1つの実験条件以外は全て同じ条件で行われており、〔41〕と呼ばれる。

- 実験1
- ① 同じ形の容器を2つ用意し、それぞれに肉片を入れる。
 - ② 1つの容器は空気が通る布で覆い、もう1つには覆いをしない。
 - ③ 2、3日後に観察すると、覆いのない容器の肉片には蛆がおり、覆いがある容器の肉片には蛆は見られなかった。

この実験1により、レディはハエが覆いのない容器の肉片に産卵したが、覆いがある方には産卵できなかつたと考え、腐敗した肉片が蛆を発生させるのではないと結論した。しかし、彼は、寄生虫などについては〔40〕説を認めていた。

ハエのような大型の生物だけでなく、細菌についても〔40〕説が否定されたのは、1860年代にルイ・パスツールによって行われた以下の実験2、3によってである（図1）。

- 実験2
- ① 首を持つフラスコを2つ用意し、それぞれに肉片から抽出した肉汁を入れ、首を曲げる。
 - ② 1つのフラスコの肉汁を煮沸し、もう1つは煮沸をしない。
 - ③ 2、3日後に観察すると、煮沸をしていない肉汁は濁っており、煮沸した肉汁は濁っていなかった。

- 実験3
- ① 実験2③の煮沸し透明な肉汁が入っているフラスコの首を折る。
 - ② 2、3日後に観察すると、肉汁は濁ってきた。

その後、1950年代に行われたスタンリー・ミラーの以下の実験4（図2）が契機となって、生命の起源について新たな考え方が提唱された。

- 実験4
- ① 図2の実験装置に水と原始大気を模した混合気体（メタン，アンモニア，水素，水）を入れる。
 - ② 水を加熱し，水蒸気を発生させ，実験装置内を環流させる。
 - ③ 混合気体に高圧電流を用いて放電を行う。
 - ④ 溶液中の化学物質を分析する（図2グラフ）。

この実験は，原始地球における環境を再現し，無機物から生物に必要な物質が生成される可能性を確かめたものである。水は原始海洋，混合気体は原始大気を模している。また，放電は雷の空中放電を想定し，化学反応が進行するためのエネルギー源である。無機物から有機物が生成され，生命の誕生を可能にした過程は「42」と呼ばれている。

1936年アレキサンドル・オパーリンは，以下の実験5のできる液滴を原始的な細胞の起源と考えた。

- 実験5
- ① 次の試薬を用意する。40～50℃に温めた2%アラビアゴム溶液，2.5%ゼラチン溶液，0.2%塩酸。
 - ② 試験管にアラビアゴム溶液を2mL入れ，これにゼラチン溶液を2mL加える。試験管を攪拌する。
 - ③ ②の試験管に塩酸をスポイトで滴下する。液は白濁するが，攪拌すると消える。白濁が消えなくなるまで，さらに塩酸を滴下する。塩酸を滴下し，攪拌を続けると，ある時点で白濁は最も強くなる。
 - ④ 白濁した液を顕微鏡で見ると，液滴が分裂や融合を行う様子が観察できる。

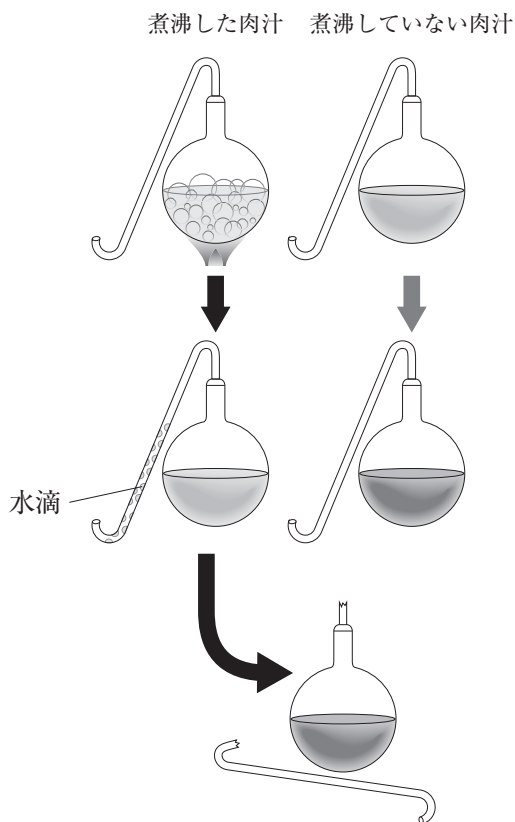


図1 実験2, 3

パディラ/ミアオーリス/シュール監修、西山 徹 日本語版監修、柴井博四郎総監訳「カラー 生物・生命科学大図鑑 未知への探求」(西村書店、2019年)より作成、©Morgan-Cain & Associates

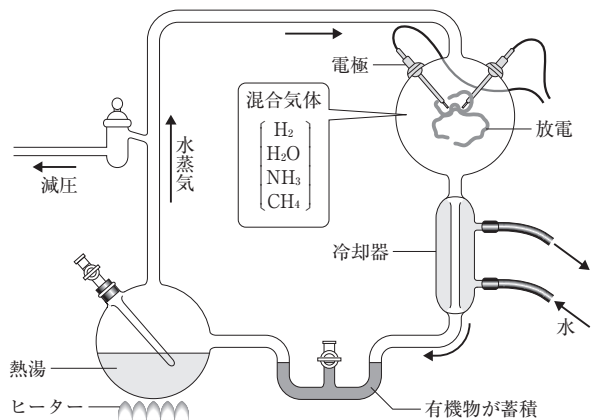
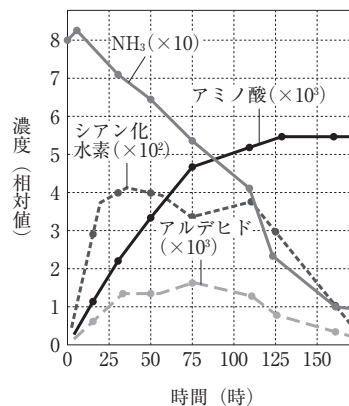


図2 実験4

東京書籍「改訂生物」(平成30年度)



I 空欄 ～ に当てはまる最も適切な語句を①～⑩からそれぞれ選びなさい。
ただし、各語句の選択は一度のみとすること。解答番号は ～ 。

- ① 対照実験 ② 個体発生 ③ 条件実験 ④ 化学進化 ⑤ 比較実験
⑥ 生物進化 ⑦ 直接発生 ⑧ 自然発生 ⑨ 種の進化

II 実験2と実験3について、正しくない説明を①～⑤から全て選びなさい。解答番号は 。

- ① 曲がった首を持つフラスコは、空気がフラスコ内に入ることができる。そのため、空気中の細菌もフラスコ内に入ることができる。
- ② 肉汁を煮沸することで細菌が死滅し、肉汁は透明のままだったと考えられる。一方、煮沸しない方は細菌が繁殖し、肉汁が濁ったと考えられる。このことから生きた細菌が存在しない状態では、新たに細菌が発生することはないと考えられる。
- ③ 実験3では、フラスコの首を折ることで、空気中の細菌が肉汁に入ることができるようになったと考えられる。そのため、肉汁中で細菌が増加し、透明な肉汁が濁ったと考えられる。
- ④ 実験2により生きた細菌が存在しない状態では、新たに細菌が発生することはないことが証明できた。実験3はこれを裏付けるための実験である。
- ⑤ 首を持つフラスコを2つ用意し、それぞれに実験2①の肉汁を入れる。そのうちの一方にはさらに実験2③の濁った肉汁を加えてフラスコの首を曲げ、2、3日後に双方の肉汁の変化を観察する。この実験によっても、生きた細菌が存在しない状態では、新たに細菌が発生することはないことを証明できる。

Ⅲ 実験4について、正しくない説明を①～⑤から2つ選びなさい。解答番号は 44。

- ① 地球上の動物を構成する最多の成分は水を除くとタンパク質であり、タンパク質はアミノ酸が多数つながった大きな分子である。そのため、アミノ酸が生成されないと生物は誕生できない。
- ② ミラーが想定した原始地球の大気の成分は、現在考えられているものとは異なる。そのため、ミラーの実験は無生物環境でアミノ酸が生成されたことを証明するものではないと考えられている。
- ③ レディとパスツールの実験は、無生物から生物が発生することはないことを示した。一方、ミラーの実験は、最初の生命は無生物から発生した可能性を示した。
- ④ 実験装置の内部に単細胞生物などが入っても、水が加熱されることで生物は死滅する。そのため、実験装置内部への生物の混入に注意を払う必要はない。
- ⑤ 時間の経過に伴いアンモニアが減少し、アミノ酸が増加した。このことから、アンモニアが原料となり、アルデヒドやシアン化水素の合成を経てアミノ酸が生成されたと考えられる。

Ⅳ 実験5について、正しくない説明を①～⑤から全て選びなさい。解答番号は 45。

- ① 滴下する塩酸が少ないと白濁が消え、多いと白濁は消えなくなる。そのため、塩酸が液滴を構成する重要な物質であると考えられる。
- ② この実験で観察される液滴は、コアセルベートと呼ばれている。
- ③ 白濁した液を顕微鏡で見ると、液滴が分裂する様子が観察される。液滴には同じ液滴を作る遺伝物質様のものが含まれており、細胞分裂を行う初期の生物はこのような液滴から生まれたと考えられる。
- ④ 塩酸を滴下する量により白濁の状態が変化することから、塩酸は液滴を形成する条件に関わっていると考えることができる。最も考えられる条件はpHであり、これを明らかにするためにはpHを測定すれば良い。
- ⑤ 白濁した液を顕微鏡で見ると、液滴が分裂や融合を行う様子が観察される。そのため、オパーリンは原始的な細胞はこのような液滴から生まれたと考えた。

V について、正しくない説明を①～⑤から全て選びなさい。解答番号は 。

- ① 実験5で試薬濃度の相違による液滴のつき方を調べる場合、次の実験を行えば の方法を用いていることになる。1つの試験管に2%アラビアゴム溶液、2.5%ゼラチン溶液を入れ、もう1つに10%アラビアゴム溶液、5%ゼラチン溶液を入れる。
- ② パスツールの実験において、曲がった首を持つフラスコと曲がった首を持たないフラスコ（実験3の首を折った状態のフラスコで、中身は無し）を準備し、それぞれに肉汁を入れて煮沸する。この実験によっても、生きた細菌が存在しない状態では、新たに細菌が発生することはないことを証明でき、これは の方法である。
- ③ は生物学の実験や調査に関する実験計画法であり、生物学の研究のみに用いられる。
- ④ 実験2と実験3は の方法を用いている。
- ⑤ アリの道しるべフェロモンに関する実験を次の方法で行った。アリ頭部をエタノール中で乳鉢を用いてすりつぶす。抽出液をろ過し、ろ液を筆に付け紙にS字の線を描く。もう1枚の紙にエタノールでS字の線を描く。それぞれの紙のS字の線の端にアリを置き、線をたどるかどうかが観察する。この実験は の方法を用いている。