

「生物基礎」

【前書き】

こんにちは、manaveeの生物講師「とらますく」です。この度、皆さんの学習の助けになるように、生物の教材を用意しました。シンプルな形式ですが、この教材を究めさえすれば、センター試験および二次試験の該当範囲における高得点獲得を保証します。是非、有効に役立ててください。

さて、この教材のコンセプトを説明します。

私は、manaveeで生物の授業を公開しています。その授業は完全無料であるうえ、全ての学習課程をもれなく網羅しています。授業内容も、「初学者から始めて生物最高レベルまで到達できる」という、まさにフルカバーの講座になっています。

私の毎回の授業では、最後に必ず「GOAL」を設定しています。それは、「今回の授業を受けた後に、何が身につけて欲しいか」を具体的に表した問題集です。

「GOAL」は、「～について説明せよ」といった形式になっていることが多いのですが、これは「正しい理屈を理解した上で、暗記する」という勉強の鉄則に従うよう皆さんに促しています。その際には、「キーワード」や「キープレーズ」を外さずに説明作業をするということが、とても大切です。

二次試験対策では、このようなトレーニングが必須であることは疑いの余地がありません。一方、たとえ択一形式のセンター試験対策として生物を学ぶ場合であっても、こうした説明作業をするのと、「穴埋め形式で重要語だけおぼえる」というのでは、実力差が歴然と現れることは想像に難くないでしょう。ですから、生物を心強い武器にしたいと考えている全員の方に、この「GOAL」の説明トレーニングをやって欲しいと思っています。

この教材は、manaveeの授業と、その「GOAL」に完全準拠したものです。

manavee上でも、「添付資料」という形で簡単なレジュメを公開していますが、この教材は、それをグレードアップさせて「完全形態」としたもののなのです。すなわち、一つ一つの「GOAL」に対し、模範となる論述解答を掲載し、キーワードやキープレーズを下線でハイライトさせました。

全ての「GOAL」に、模範解答レベルに答えることができれば、それは、既に生物の実力が「無敵」であることを表します。

この教材単体でも当然大きく役立ちますが、併せて私の授業も受け、さらに各自で問題演習を積み重ねば、もはや「塾いらず」といっても過言ではありません。手軽に持ち運べて、平素の復習用や試験場へのお供にも最適です。上手にフル活用してください。

皆さんが、試験場で無双できるよう、そして志望校に合格できるよう、心から応援しています！！

とらますく 拝

【本書の使い方】

1つの問題に1つの模範解答という単純明快な構成です。全ての問題に答えることで、生物の学習範囲を完全にカバーすることができます。

問題の並び順は、manaveeで公開されている授業の順とほぼ同様になっていますので、復習などに活用してください。

各問題の上には、[☆/★]といった記号がついています。☆は文系学習者（センター試験対策）の、★は理系学習者（二次試験対策）にとっての重要度を表しています。

「ー→☆→☆☆→☆☆☆」の4段階で重要度が増します。重要度「ー」の問題は、厳密には学習課程の範囲外になる内容ですが、より一層深い理解を得るために目を通しておくようにすると役立ちます。

標準的な使い方は、以下のようになります。

模範解答をなるべく見ずに、各問題に対して答える。

その際、キーワード、キーフレーズをはずさずに、自分が先生であるかのように声に出して説明をするように解答すること。

「自分が先生であるかのように説明をする」というところがポイントです。「○○とは、～～ということなんだよ」というように口で説明できるということは、その内容が完全に頭の中に入っていて、意味がわかっていることに等しいといえます。この説明作業こそが、無敵の実力を会得するためには欠かせません。

そして、このとき、必ず「声に出して」作業するようにしましょう。これによって、圧倒的に学習効率が増す利点があるほか、いざ声に出してみると「意外と全然わかっていなかった」という部分が多くあぶり出せるはずです。

そして、説明作業の模範例こそが、掲載されている解答になります。もちろん、一字一句同じ解答ができる必要はありません。ただし、解答中で下線になっている、「キーワード」や「キーフレーズ」を絶対にはずさないようにだけ気をつけましょう。この心がけは非常に重要なことです。

ただし、実際、解答を「全く見ずに」説明作業をするのは大変です。ですから、赤色チェックシートでキーワード、キーフレーズを隠しておき、他の部分にチラチラ目配せしながら、すなわち解答を「なるべく見ずに」説明作業をするのが現実的です。

なお、下線部分は、単純な穴埋めとして、試験直前などの重要語スピードチェックに使用することもできます。ただし、説明作業こそが、この教材を用いた学習の真髄であるということを常に忘れないでください！

第1回 科学的探究

[☆/★]

■レディ、パスツールの実験について、その特徴を踏まえながら説明せよ。

当時は、生物の起源として、「生物は親なしでも、無生物である物質から発生する」という自然発生説が唱えられていた。

これに対してレディは、「ビンの中に肉を入れ、ハエが発生するかどうか」の実験を以下のように行った。

- ビンの中に肉を入れ、開放しておくとうじそしてハエが発生した。
- ハエが外から侵入できないが、空気は自由に通すガーゼでビンの口を覆うと、うじやハエは発生しなかった。

レディは、以上の結果から、自然発生説に異を唱えた。

その後、「微生物ならば、自然発生説が成り立つ」という説が浮上した。これに対して、スパンツァーニは「食物の煮汁から、微生物が発生するかどうか」の実験を、以下のように行った。

- 十分に加熱した煮汁をフラスコに入れ、そのまま放置しておくとう微生物が発生した。
- フラスコの口を溶接して封じたところ、確かに微生物は発生しなかった。

しかし、スパンツァーニは、フラスコの口を溶接してしまったため、「それは新鮮な空気が入らなかったからだ」という反論に十分に答えることができなかった。

そこで、パスツールは、「白鳥の首」という特殊なフラスコを作成した。

これはビンの口が細長く蛇行した上で外界に通じる形状をしている。この蛇行部分に水滴が付着することにより、外界から侵入する微生物はここに捕捉され、フラスコ内の煮汁に到達できない。しかし、空気は通過することができる。そして、実験により以下の事実を確認した。

- 「白鳥の首」を用いて、加熱した煮汁を観察したところ、微生物は発生しなかった。

こうして、微生物に関しても自然発生説は否定され、論争に終止符が打たれた。

レディやパスツールは、「外界からハエが肉に到達できるか否か」や「微生物が外界から侵入するか否か」という着目点以外に関しては、なるべく条件が同一になるように比較対象となる実験を設定した。

これは、科学研究において結果を正しく検証するために、極めて重要な設定の実験であり、対照実験（コントロール実験）と呼ぶ。

第2回 顕微鏡の種類

[—/—]

■顕微鏡の種類を挙げよ。

「光学顕微鏡」は、可視光を利用する最も一般的な顕微鏡である。

「位相差顕微鏡 (微分干渉位相差顕微鏡)」は、光線の位相差をコントラストに変換して観察できる特殊な光学顕微鏡であり、標本を無染色で非侵襲的に観察することができる。

「蛍光顕微鏡」は、試料中の蛍光物質や蛍光染色した物体を観察する特殊な顕微鏡で、特定の物体に注目した観察をすることができる。

「電子顕微鏡 (透過型, 走査型)」は、光のかわりに電子線をあてて対象を観察し、分解能に非常に優れている。

[☆☆/★★]

■分解能という用語を説明し、肉眼,光学顕微鏡,電子顕微鏡の各々の分解能を述べよ。

「分解能」は、「2点を2点と識別できる限界の距離」によって定義される。この値が小さいほど、分解能は優れていることになる。

肉眼は「0.1~0.2 mm」、光学顕微鏡は「0.2 μ m」、電子顕微鏡は「0.2 nm」である。

なお、「1 μ m = 1/1000 mm、1nm = 1/1000 μ m」である。

[—/—]

■分解能の理論について概説せよ。

理論は、アッペによって確立された。分解能 E は、「 $E = \lambda / 2A$ 、 $A = n \sin \alpha$ 」で求められる。

λ は照明光の波長である。 n は物体と対物レンズの間の媒質の屈折率であり、空気では 1、油では 1.5 である。 α は、対物レンズ光軸と対物レンズに入射する光との最大角度を表す。

数学的に、 $-1 < \sin \alpha < 1$ であり、 A は 1.5 よりも小さい値が限界である。よって、 λ を可視光線の波長で最も小さい 380nm と仮定しても、分解能は $0.2 \mu\text{m}$ 程度となる。これは光学顕微鏡の分解能を表している。

[☆☆/★★]

■電子顕微鏡でなければ観察できないものを 2 つ挙げよ。

「細胞膜」は、厚さ 10 nm である。また、「ウイルス」は、例えばエイズウイルスが 100 nm である。これらは電子顕微鏡でなければ観察できない。

第3回 ミクロメーターの使い方

[☆☆★★]

■ミクロメーターの使い方について説明せよ。

最初に「接眼ミクロメーター」と「対物ミクロメーター」の両方を顕微鏡に設置する。

対物ミクロメーターは、1目盛り=10 μ mであるので、これを利用して、その倍率条件における接眼ミクロメーターの1目盛りを算出する。

すなわち、以下のようになる。

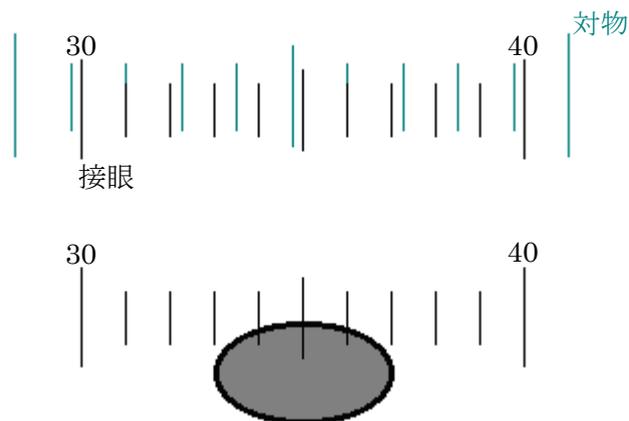
$$\text{接眼ミクロメーターの1目盛りの長さ} = \frac{10\mu\text{m} \times \text{対物ミクロメーターの目盛り数}}{\text{接眼ミクロメーターの目盛り数}}$$

最後に、対物ミクロメーターをはずし、実際の観察試料を設置する。そして、接眼ミクロメーターの目盛りによって、試料の大きさを計測する。

※ 対物ミクロメーターはプレパラートの代わりに置くものなので、これだけでは試料の計測はできない。

※ 接眼ミクロメーターは、顕微鏡の倍率によって一目盛の大きさが相対的に変動するため、やはりこれだけで試料の計測をすることはできない。

<例>



上図の場合であれば、接眼メクロメーターの目盛りが 31,36 の所で、対物ミクロメーターとの目盛りが一致している。よって、この部分を利用する。

$$\text{接眼ミクロメーター1目盛りの長さ} = \frac{10[\mu\text{m}] \times 4}{36 - 31} = 8[\mu\text{m}]$$

ゆえに、試料の大きさ（長辺の長さ）は、 $8[\mu\text{m}] \times 4 = \underline{32[\mu\text{m}]}$

第4回 顕微鏡での観察

[☆☆★★]

■顕微鏡操作における、手順とその注意点を述べよ。

- ① 「直射日光の当たらない水平な場所」に置く。
- ② 「接眼レンズ→対物レンズの順」に取り付ける。これはホコリなどで対物レンズの内側が汚れないようにするためである。
- ③ 「低倍率から観察」する。全体像を見渡してから、注目する場所を拡大していく。
- ④ 「照明やしぼり」を調節する。「焦点深度」とは、焦点合わせにおいて、像が鮮明にみえる範囲のことであり、値が大きいほどピント合わせは容易になる。しぼりを小さくするほど、焦点深度は大きくなる。
- ⑤ 「焦点合わせは、対物レンズがプレパラートから遠ざかる方向に」行う。これは、近づける方向で行って、対物レンズがプレパラートに衝突することを避けるためである。
- ⑥ 観察位置の調整は、「像を動かしたい方向の反対向きにプレパラートを動かす」。これは、顕微鏡においては、倒立像になっているためである。

[☆☆☆★★★★]

■固定という用語について説明し、固定液の具体例を挙げよ。

「固定」とは、生物試料を自己分解や腐敗による劣化から保護するために処理することである。固定液には、「ホルマリン」や「カルノア液（エタノール,クロロホルム,酢酸の混合液）」などがある。

[☆☆☆★★★★]

■代表的な染色液を挙げ、何を何色に染めるかを述べよ。

<u>酢酸カーミン,酢酸オルセイン</u>	<u>核</u> →赤色
メチレンブルー	核→青色
<u>ヤヌスグリーン B</u>	<u>ミトコンドリア</u> →青色
<u>スダンⅢ</u>	<u>脂肪</u> →橙色
ヨウ素液	デンプン→青紫色
<u>中性赤</u>	<u>液胞</u> →赤色
ヘマトキシリン・エオシン	核→青紫色、細胞質基質→赤色
メチルグリーン・ピロニン染色液	DNAを含む部分（核）→青緑色 RNAを含む部分（細胞質）→赤桃色
サフラニン液	木化した細胞壁→赤色
フロログルシン水溶液	木化した細胞壁→赤色

第5回 生物の多様性と共通性

[☆/★]

■生物が持つ多様性を3段階の視点から概説せよ。

「種内の多様性」は、例えばイヌという種の中に、チワワ,柴犬,ブルドッグ…と多様性があることを示す。

「種間の多様性」は、イヌ,ネコ,ヒト,サクラ,大腸菌…といった種の多様性を示す。

「生態系の多様性」は、生物種が共同で生活する生活空間の多様性、例えば熱帯雨林, サバンナ,砂漠…といった多様性を示す。

[☆/★]

■生物の共通性や連続性を念頭に、生物を分類せよ。

「光合成を行う」という共通性をもつ生物種は、以下のような連続性を示す。

コケ植物	シダ植物	裸子植物	被子植物
<u>孢子</u> でふえる		<u>種子</u> でふえる	
		<u>胚珠</u> が露出している	<u>胚珠</u> が子房に包まれる
<u>維管束</u> がない	<u>維管束</u> がある		

また、「運動能や感覚を持つ」という共通性をもつ生物種は、以下のような連続性を示す。

<u>無脊椎動物</u>	<u>脊椎動物</u>			
	魚類	両生類	は虫類	鳥類
	<u>卵生</u>			<u>胎生</u>
	<u>変温</u>		<u>恒温</u>	
	<u>えら呼吸</u>		<u>肺呼吸</u>	

[☆☆/★★]

■生物の共通性を7つの視点から概説せよ。

- ① 細胞からなり、細胞の基本構造が同一である。
- ② 呼吸や光合成などの生命活動を通じ、エネルギーを利用する。
- ③ DNAを、遺伝情報の担い手としている。
- ④ 生殖と成長をする。
- ⑤ 体内環境を維持する。
- ⑥ 刺激へ反応する。
- ⑦ 進化する。

[☆/★]

■一部に生物のような特徴を持つ、無生物の例を2つ挙げよ。

「ウイルス」は、宿主を利用しなければ増殖できない。

「プリオン」は、狂牛病やクロイツフェルト・ヤコブ病の原因となる異常タンパク質である。周囲の正常なタンパク質に働きかけ、異常なタンパク質に変えて増殖する。

第6回 生物の進化

[☆☆★★]

■生物の多様性と共通性、また、それらの由来について、ダーウィンの説に触れながら説明せよ。

ダーウィンは、ガラパゴス諸島での観察などから「進化論」を唱えた。

これは、共通の祖先から「突然変異」に基づく進化を経て、多様性と共通性を持つ様々な種が生まれるという説である。

[☆☆★★]

■系統樹,分子系統樹について説明せよ。

「進化論」に影響を受け、ヘッケルなどにより、生物の系統が図示されたものである。

「分子系統樹」とは、遺伝情報など分子レベルの解析に基づく生物の類縁関係に従った系統樹である。これによると、生物は「細菌 (バクテリア)」,「古細菌 (アーキア)」,「真核生物」の大きく3つに分類される。

[一/★★]

■進化のしくみについて概説せよ。

「突然変異」は、遺伝情報の変化によって、異なる性質をもった個体が生じることである。さらに、「自然選択」によって、環境に適応したものだけが生き残っていく。

また、外見上は異なる性質が現れていない、もしくは、生存や繁殖に有利不利が生じないようにみえても、遺伝情報を担う分子 (DNA) レベルでは絶えず変異が生じており、これも進化の原動力になっているという「中立説」もある。このような分子レベルでの変化を、「遺伝的浮動」と呼ぶ。

第7回 細胞

[☆/★]

■細胞研究の歴史を概説し、細胞説の提唱者名を述べよ。

「細胞説」とは、「細胞は生命の基本単位である」とする考え方である。

ヤンセン	顕微鏡を発明した。
ロバート・フック	コルク片を観察し、「 <u>cell (細胞)</u> 」を発見した。
宇田川 ^{ようあん} 榕菴	「cell」を「細胞」と訳した。
レーウェン・フック	顕微鏡で、様々な微生物を観察した。
シュライデン	<u>植物</u> における <u>細胞説</u> を提唱した。
シュワン	<u>動物</u> における <u>細胞説</u> を提唱した。
フィルヒョー	「すべての細胞は、細胞から生じる」と述べ、細胞説を支持した。

[☆/★]

■代表的な細胞や、細胞の構造体のおよその大きさと例を挙げよ。

細胞膜	<u>10nm</u> (電子顕微鏡でないと観察不能)
HIV (エイズの原因ウイルス)	<u>100nm</u> (電子顕微鏡でないと観察不能)
ミトコンドリア	<u>2μm</u>
大腸菌	<u>3μm</u>
ヒトの赤血球	<u>7μm</u>
葉緑体	<u>8μm</u>
ヒトの神経細胞	40 μ m 程度の細胞体と、非常に長い軸索を持つ
ヒトの卵	<u>0.14mm</u>
ゾウリムシ	<u>0.2mm</u>

[-/ー]

■細胞の大きさを規定する要因について概説せよ。

立方体の一辺を a とすると、表面積は $6a^2$ (二次関数)、体積は a^3 (三次関数) で表される。よって、 a が大きくなるほど、体積は表面積に対して相対的により大きくなっていく。

一つの細胞を立方体に近似して考えた時、外界との物質や情報のやりとりの効率性の観点から、細胞の大きさは自ずと決定されてくる。

なお、巨大な植物細胞では、「液胞」が大きな領域を占めており、細胞表面だけでは働きが十分でないところを補う働きをしている。