

事前指導

指導の手引き

現行の学習指導要領に示された高等学校理科の各科目において、微生物が関連する単元は以下の表に示すとおりである。

< 理科基礎 >

単 元	内容・実験例を示すキーワード
顕微鏡の進歩・観察法の進歩	細胞 ウイルス
自然発生説の否定	パスツール(Pasteur)の白鳥の頸フラスコ
発酵・腐敗	低温殺菌法 (Pasteurization)
伝染病	狂犬病 ニワトリ・カイコガの伝染病研究

< 理科総合 B >

単 元	内容・実験例を示すキーワード
自然の探究	物の大きさ 10 ⁿ 単位換算
地球上の初期の生物	35億年前の化石 深海細菌 ラン細菌 ストロマトライト
物質循環とI細胞 ⁺ の移動	根粒菌

< 生物 >

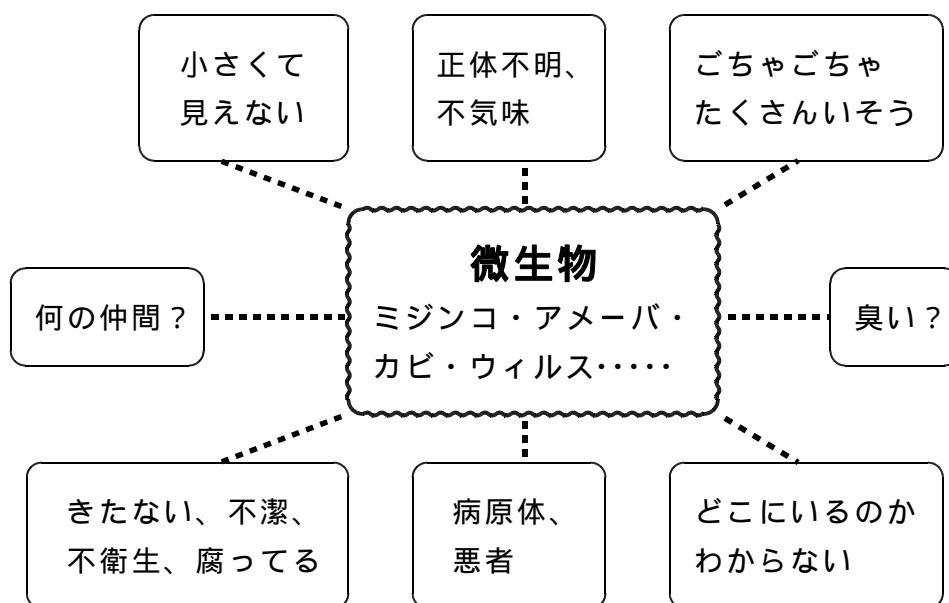
単 元	内容・実験例を示すキーワード
細胞	物の大きさ
R.フック	顕微鏡観察
細胞の運動	アメーバ運動 原形質流動
単細胞・多細胞	細胞群体 多細胞への組織化 ゴウリムシ クラミドモナス ユートリ
生殖	無性生殖法 有性生殖法
DNA 量の比較	マイコプラズマ 大腸菌 酵母菌 センチュウ
遺伝子の本体	肺炎双球菌の形質転換 バクテリオファージ

< 生物 >

単 元	内容・実験例を示すキーワード
嫌気呼吸	酵母菌・乳酸菌
一遺伝子一酵素説	アカパンカビ
遺伝子操作	大腸菌 遺伝子組換え
突然変異	アオカビ X線照射 ペニシリン生産量の増大
捕食・被食	ゾウリムシ ミズケムシ
窒素循環	腐敗菌 硝化細菌 脱窒素菌 窒素固定細菌
深海の生態系	化学合成細菌
水質変化	汚水の自然浄化 富栄養化 水の華 (アオコ) 赤潮
原核生物	ストロマトライト
真核生物	共生説
初期生物進化	嫌気性生物 藍藻 好気性生物
系統分類	原核生物 原生生物 菌類

また、新学習指導要領（平成24年度より学年進行で先行実施）では、「生物基礎」（標準2単位）において、「生物の共通性と多様性」の単元で、「生物が共通性を保ちながら進化し多様化してきたこと、その共通性は起源の共有に由来することを扱うこと。その際、原核生物と真核生物の観察を行うこと。」となっている。

これらの単元を学習するにあたり、生徒は微生物について下の図のような負のイメージをもっていることが多く、微生物を敬遠して、身近な学習対象となっていない。



< 生徒がもっている微生物のイメージの例 >

これらのイメージを少しでも払拭し、生物の学習に不可欠な存在として微生物を生徒に受容させたい。そこで、生徒の達成目標として、本調査研究では次の3点をねらいとした。

微生物をモデル化・可視化して、身近な生命体として関心をもつ。
 微生物の生物現象が人間の日常生活で活用されていることを理解する。
 微生物が生態系内で不可欠な役割を担っていることを理解する。

事前指導の要点

微生物が関連する単元の授業を展開するにあたり、生徒に事前に習得させておきたい技術・予備知識については、以下の3点があげられる。

- (1) 顕微鏡の操作技術の習熟
- (2) 菌類の培養法の習得
- (3) 微生物の生物現象と系統分類の理解

これらについて、次のページから指導事例を紹介する。微生物が日常生活のあらゆる場面で存在していることを体験できるように、教材としては池・土壌・農地・食品・疾病等に関わる微生物を取り上げた。

協力者

事前指導の資料の作成にあたり、次の方々の協力をいただいた。

宇都宮大学教育学部 理科教育 松居 誠一郎 教授
 宇都宮大学バイオサイエンス教育研究センター所長 夏秋 知英 教授

事前指導（１） 顕微鏡の操作技術の習熟

微生物の観察に顕微鏡の的確な操作は欠かすことができない。生徒は的確に操作できないことから“面倒くさい”“よく見えない”と言って、微生物を敬遠するようになってしまう傾向がある。

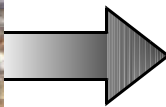
また、ピント合わせができるようになったとしても、特に動物プランクトン等は、水中で移動するため、追跡観察に技術を要する。したがって、次の３点が微生物学習の入門編としての指導のポイントとなる。

- ①観察対象が確実に見つけられる。
- ②試料が動かず、じっくり観察できる。
- ③生命の造形の美しさに感動できる素材を与えられる。

これらの条件を満たす素材として、珪藻類の観察を紹介する。

珪藻類は細胞壁に沈着した非晶質シリカ（オパール）が地層の中で残りやすいため、化石として産出することが多い。地層を作る堆積岩や池の底に堆積した泥の中等に珪藻遺骸が含まれており、試料が得やすい。

那須塩原市の要害公園の箒川河岸の露頭では、白色と灰色の薄層が厚さ1mm程度で交互にかつ規則的に重なった明瞭な葉理として認められる。白色層はほとんどが淡水性の珪藻類の化石からなっているので、この地層の破片を採集すると、容易に試料が得られる。



顕微鏡操作の習熟ポイント

時期	生徒が行いやすい操作ミス	指導のポイント
低倍率でピントを合わせた後	観察対象物の像を探したり、視野の中央に移動させる際に、移動させたい向きにプレパラートを動かし、観察対象物を見失ってしまう。	倒立像が見えていることを実感させ（例；文字の拡大像）、プレパラートを通常感覚とは逆に動かすように、生徒の意識付けを図る。
レボルバーを回す前に	プレパラートと対物レンズの間の作業距離を広げてしまい、高倍率で微妙なピント合わせができない。	レボルバーを回す際に、プレパラートと対物レンズの間の作業距離は変えず、機器の誤差の分の微動調節でピントが合うことを実感させる。
観察時	像の大きさの見当がつかず、観察対象物が視野に入っているにもかかわらず、対象物として認識できず、右往左往する。	観察対象物の形態的特徴と併せて、各観察倍率における視野の円形枠中での相対的大きさに留意させる。

- 目 的 ①微生物の観察に必要な顕微鏡の操作技術を習得する。
②微生物の一つである珪藻類を観察し、その形態の多様性を知る。

準 備

- 【試料】ア) 川や池の底の石についている藻類をかきとる。
イ) 露頭の珪藻土を採取する。
ウ) 市販の塗り壁用珪藻土をホームセンターで購入する。(1坪用¥3,680~)
- 【器具】スライドガラス、カバーガラス、シャーレ、300mL ビーカー、ビニール手袋、ゴーグル、アルミ板、ホットプレート、光学顕微鏡
- 【薬品】過酸化水素水(35%)、6 mol/L 塩酸、アルコールランプ、爪楊枝、微生物プレパラート作成用封入剤(*1)、排水パイプ用洗剤(*2)

プレパラート作成法

1. 一時プレパラート

- ・下記A~Dのいずれかの方法で懸濁液を作成し、それをスライドガラスに一滴落とし、カバーガラスをかけて検鏡する。
- A. 未固結の堆積物で、有機物の少ない泥(珪藻土等)は、耳掻き程度の少量をシャーレにとり、水約1 mLを加え、軽くゆすって分散する。
- B. 有機物の多い泥(河原の水垢等)は、少量の試料をビーカーにとり、過酸化水素水を加えて酸化処理(ビニール手袋・ゴーグル着用、湯煎)し、発泡が収まるまで待つ。沈殿物が茶色(水酸化鉄)を示す場合、塩酸を加えて加熱し、鉄分を溶解する。水を加えて珪藻を沈殿させ、上澄みを捨てることを繰り返す。
- C. 湖底堆積物等は、少量の試料をビーカーにとり、排水パイプ用洗剤を0.5mL 加えて30分間放置し、水をビーカーの容量まで加えて2時間放置し、上澄みを捨てる。
- D. 固結した岩石は、過酸化水素水、塩酸で順に分解処理する。水を加えて珪藻を沈殿させ、上澄みを捨てることを繰り返す。

2. 永久プレパラート

- (1)アルミ板の上にカバーガラスを置き、1で作成した懸濁液を一滴落とし、1~2分放置する。
- (2)カバーガラスののったアルミ板をホットプレートに置き、水分を蒸発させる。
(アルミ板が熱いので、ホットプレートから下ろす時に注意)
- (3)試料が付いている側のカバーガラスに封入剤を1~2滴たらす。
- (4)封入剤にスライドガラスを押し付け、ひっくり返す。
- (5)(4)を動かしながらアルコールランプで加熱し、封入剤から発泡させる。
- (6)発泡が穏やかになったら、スライドガラスを火から離し、机上に置く。カバーガラス内の泡を爪楊枝で押し出す。

※封入剤がない場合、スライドガラスの上に、乾燥した珪藻が載っている(実際は張り付いている)面を下にして、カバーガラスをかぶせる。次に、カバーガラスの両側にビニールテープを貼り、スライドガラス上に固定し、検鏡する。(封入剤として水ではなく空気を使うことで、空気とガラスの屈折率の差がきれいな像を生み出す。カバーガラスから珪藻殻が次第にはがれ落ちてくるので注意する。)

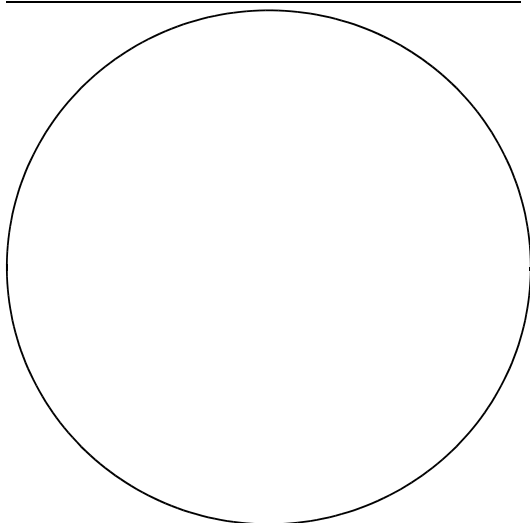
(*1) ブルーラックス; 商品名「マウントメディア」和光純薬工業株式会社 等

(*2) 塩素系洗剤; 商品名「パイプユニッシュ」ジョンソン株式会社 等

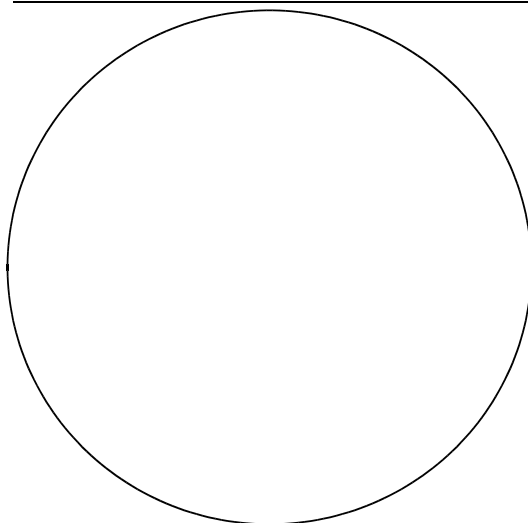
観察結果

視野の円形枠の大きさに合わせてドットィング（点描法）でスケッチする。

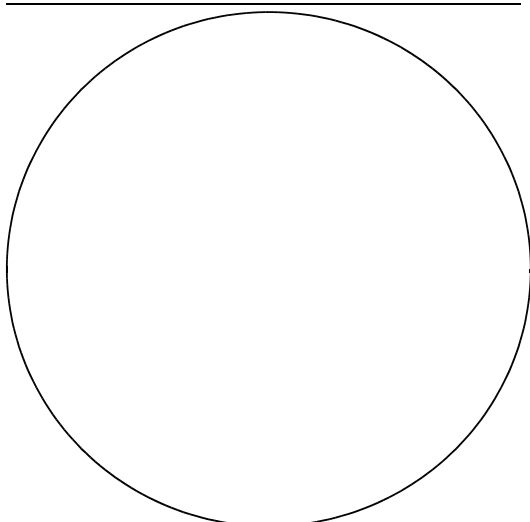
(×)



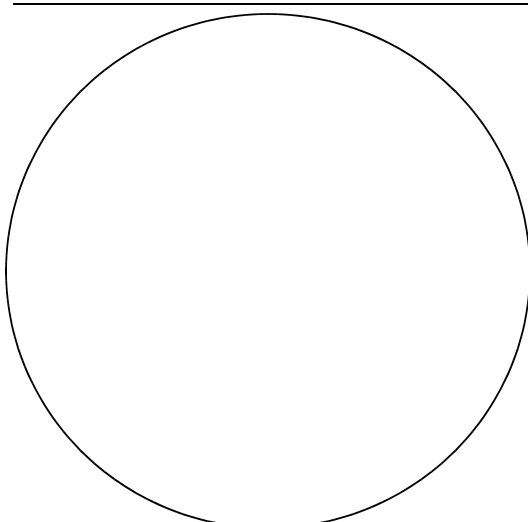
(×)



(×)



(×)



顕微鏡操作チェックリスト

(◎：完全にマスターした。 △：操作に不安が残る。 ×：できない。)

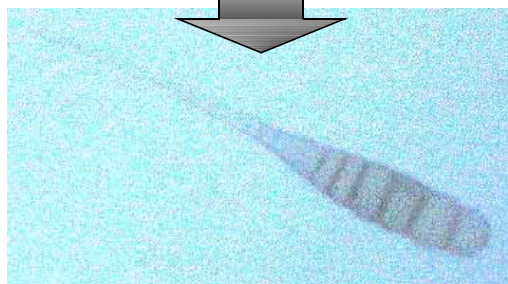
チェック	操 作	注意事項
	低倍率でピントを合わせられる。	対物レンズとプレパラートを遠ざけながら合わせる。
	観察対象物を見つけられる。	倒立像を見ているので、通常感覚とは逆に（観察対象物を視野の外へ出す方向へ）プレパラートを動かす。
	観察対象物を視野の中央に移動できる。	
	高倍率でピントを合わせられる。	レボルバーを回す前に、プレパラートと対物レンズの間の距離を変えない。
	視野の明るさを調整できる。	ステージ下の絞りの開閉や、照明のコンデンサー（または反射鏡）を調整する。
	コントラストをはっきりさせられる。	
	観察対象物をドットィング（点描法）で正確にスケッチできる。	観察した構造物のみを正確に記載する。陰影はつけない。

事前指導（２）菌類の培養法の習得

目に見えない微生物の学習において、微生物の存在や生物現象を確認するためには、抽出・培養法の習得は不可欠である。しかし、培養実験を経験したことのない教員にとっては、準備や実験手順が煩雑に感じられ、授業に実験を取り入れない展開が多い。学習内容に現実感をもたせるために、生徒には培養実験を是非体験させたい。

培養においては雑菌の混入（contamination）を防ぐため、オートクレーブ（または圧力がま）、滅菌シャーレ、恒温器等の実験機材を必要とするが、部活動や探究活動の一環としても活用度は高いので、整備しておくといよい。

家庭の台所で保存中の野菜や、家庭菜園で自ら育てた野菜に黒斑が見られたり、腐らせて無駄にしてしまった経験があれば、植物の病気も身近な教材になると思われる。本事例では、長ネギにつく黒斑病を取り上げる。日常生活の中の微生物を意識させた展開としたい。



Alternaria alternata の孢子

ワークシート

< 長ネギ黒斑病菌の孢子の観察 >

年 組 番・氏名

目 的 菌類の培養法を習得する。

長ネギの黒斑病の原因菌（*Alternaria alternata*）を特定し、孢子を観察する。

準 備

【試料】黒斑病が発生している長ネギ、ジャガイモ、

【器具】オートクレーブ、滅菌シャーレ、ガラス棒、恒温器、光学顕微鏡

【薬品】デキストロース、寒天、20%乳酸水溶液

(1) 寒天培地を作成する。

ジャガイモ（水 1 L あたり 200 g の割合）を細かく切り、20分間煮る。

を布巾で濾し、濾液にデキストロース（グルコース、サッカロース、デキストリン等の糖類でも可）20 g と寒天 20 g を溶かす。

の溶液をオートクレーブ（または圧力がま）で滅菌する。（約 50 の湯浴で固化を抑制しておく。）

寒天を湯浴で溶かしてから試験管に 10mL ずつ分注してオートクレーブに入れてもよい。この場合、使用直前に湯浴で溶かしてからシャーレに流し込む。

滅菌シャーレに 20% 乳酸水溶液を 2 ～ 3 滴たらし（雑菌の繁殖を防ぐため）、の溶液を 10mL 流し込み、ふたをして冷ます。



(2)黒斑病菌を培養する。

長ネギの表面に黒斑（カビ）が見られるものを採集する。

黒斑部をガラス棒でかるく叩いて胞子を落とし、寒天培地の上に蒔く。

約30 度の恒温器中で数日培養し、コロニーを形成させる。

実 験

(1)長ネギの黒斑部をガラス棒でかるく叩いて、スライドガラスの上に胞子を落とし、検鏡する。（または、黒斑部を5 mm 四方に切りだし、滅菌水3 mLに入れてよく振り、数滴取って検鏡する。）

(2)培養したコロニーの一部を少量取り、検鏡する。

(3)(1)と(2)で同じ胞子が観察されれば、培養は成功したことになる。

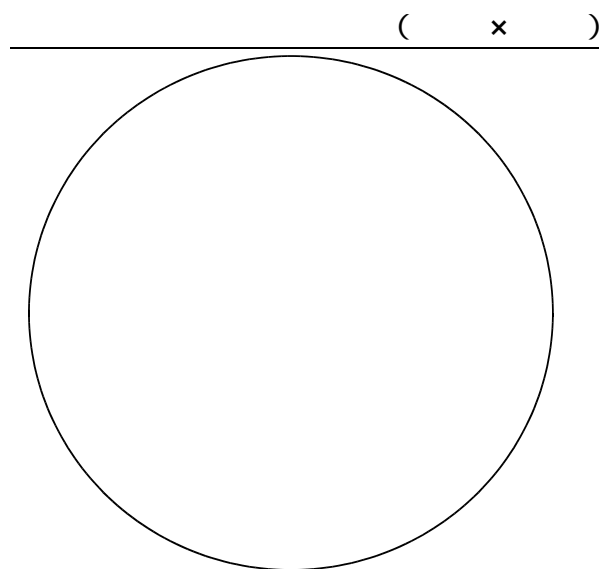
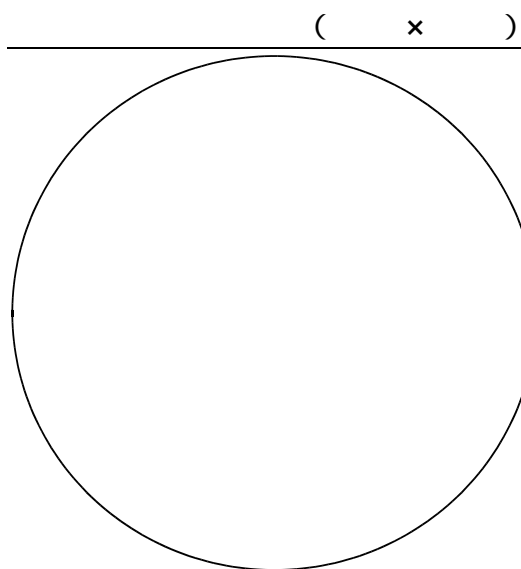
（コロニーの一部を少量取って長ネギの表面に塗布し、数日後に黒斑病が見られれば病原性も確認できる。）

考 察

雑菌の混入（contamination）が見られた場合、原因となった操作ミスを考えてみよう。

[]

観察結果 観察したものをドットィング（点描法）でスケッチする。



探究活動 「保存していた野菜が軟らかくなって腐ってしまったら・・・」

（例）保存していたジャガイモが軟らかくなって腐っていく部位から、ジャガイモ軟腐病の病原体をとり、同様の方法で培養する。

病原体と考えられるコロニーを形成した後、ジャガイモ、ダイコン、ニンジンなどに塗布して、病原性を確認する。

事前指導（３）微生物の生物現象と系統分類の理解

生物の系統分類は、高校生物の後半で学習することが多く、試験への出題頻度も低いため、生徒には軽視されやすい。しかし、発生や代謝等、各単元で学習する生物現象の関連性を理解するためには、系統分類の知識が必要である。生物現象の背景にある進化の視点を、日頃の指導の中に意識的に取り入れたい。

目に見えない微生物は、その正体をとらえることが難しく、類縁関係を正しく理解できない生徒が多い。特に、名称に“〇〇菌”とつくものやカビ・きのこにおいて、細菌類と菌類の分類が難しい。細胞の構造（核膜で囲まれた核を持つか持たないか）、好気呼吸の有無（ミトコンドリアを持つか持たないか）といった視点で分類するが、これらが未習の場合はこの定義が当てはめられない。各単元の学習段階に応じて、教員からの情報提供や生徒の調べ学習を行うことで、系統分類の意識付けを図りたい。

また、病原体はカビ、細菌のほか、ウイルスもある。生物の定義を話題にしつつ、健康管理の意識を形成する一助とするためにも、正しい分類ができるように指導したい。

そこで、生活の中で身近な教材となりうる微生物、食品、感染症や、教科書に掲載している生物現象に関連する微生物を取り上げ、系統分類の調べ学習の事例を以下に紹介する。

ワークシート

< 微生物のなかまわけ >

年 組 番・氏名

Q 1. 次にあげる食品はどんな微生物と関連があるだろうか。またどんな生物の仲間か。その微生物のはたらきと特徴を調べて次の表に記入しよう。

食品	生物名	系統分類群	はたらき・特徴
パン		菌類	
ワイン			
納豆			菌の表面に付着し、耐熱性がある。タンパク質分解を促す。
ヨーグルト			
日本酒	コウジカビ		
味噌			
食酢			

Q 2. 次にあげるものが関連する微生物はどの生物のなかまか。資料から調べて、系統分類表の中に記入しよう。

(食材) マツタケ シイタケ アカパンカビ

(ヒトの病気) O-157大腸菌 はしか 水疱瘡 おたふくかぜ 結核/ペニシリン

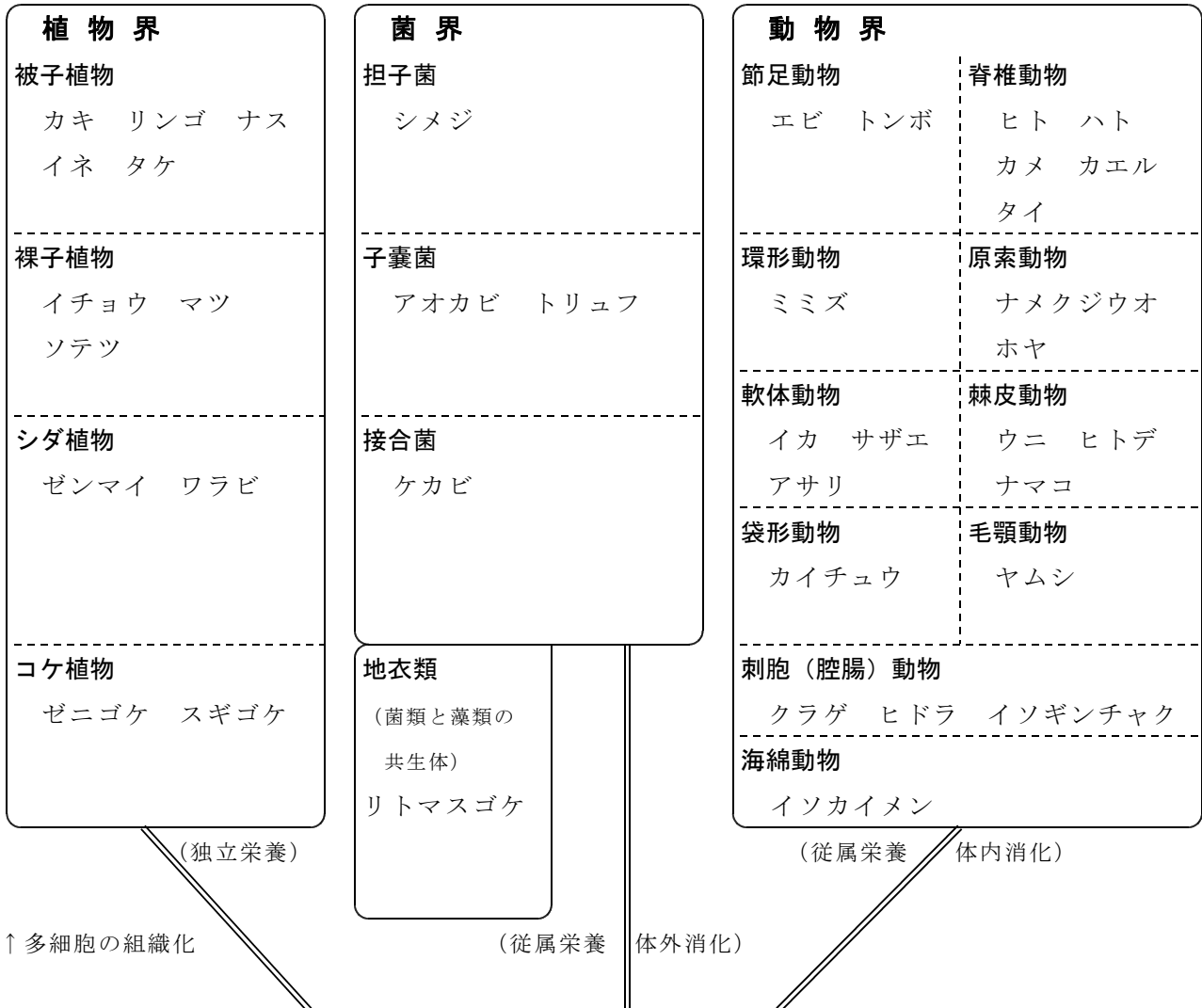
赤痢 風疹 百日ぜき 破傷風 梅毒 インフルエンザ AIDS コレラ

(池の中) ゾウリムシ ミドリムシ ハネケイソウ ミジンコ ワムシ ミズカビ

(土壌中) 硝酸菌 亜硝酸菌 根粒菌 アゾトバクター クロストリジウム

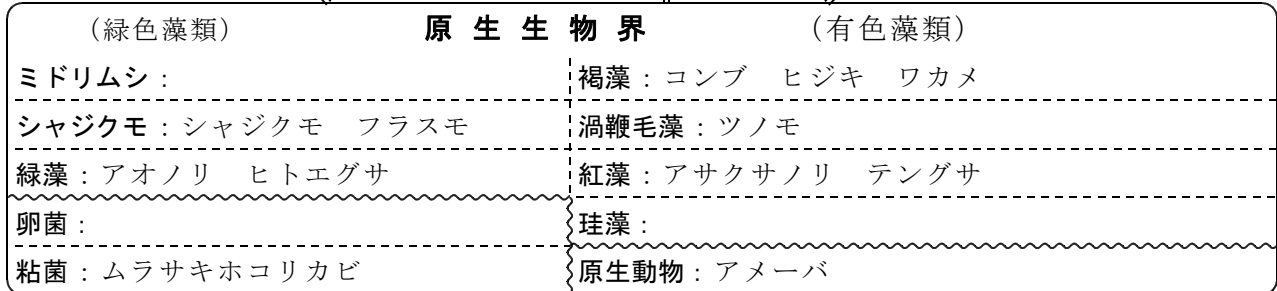
(植物体に付着) 天狗巣病 ネギ黒斑病

<主な系統分類表（五界説）>



↑多細胞の組織化

(従属栄養 体外消化)



↑核膜・細胞小器官の形成

