2017 年度　生物クラブ連盟

室内実験実習講座・実験書

さまざまなプレパラート作成法

☆日時：2017 年 11 月 23 日(木) 勤労感謝の日

☆場所：安田学園中学高等学校(http://yasuda.netty.ne.jp/)

プレパラートとは､本来ある種の処理によって作られた生物体の一部または全体の標本をいう。現在では普遍的に顕微鏡観察用の標本に限定される。標本の種類によって一時プレパラートと永久プレパラートに分ける。一時プレパラートは比較的簡単な手法によって永久プレパラートに転換することが可能である。

＜方法＞

１．なすりつけ方（塗抹法）

バクテリアや寄生虫卵、血球標本、骨髄細胞の染色体、植物や昆虫類の減数分裂などの観察に利用される。

２．押しつぶし方

染色体、唾液腺染色体、上皮や筋肉組織の観察に利用される。多細胞の組織を各種の酵素や塩酸(1mol/L)、水酸化カリウム(1mol/L)で処理して細胞間の結合を壊し、単層細胞標本になるようにカバーガラスの上から押しつぶして広げる。

１．２の方法で作成された標本はラップまたは透明マニキュアなどでカバーガラスの周囲を封じて観察する。

３．切片法

植物組織では固定した細胞片を支持体（ピス）に夾み、滑走式ミクロトームで切片(20 μ m 程度の厚さ)をつくり色素液で直接染色してカバーガラスをかけて検鏡する。細胞内の酵素分布など標的物質が可溶性で流失の恐れがあるときは、組織片を急速冷凍して切片を作成する

☆　一時プレパラートから永久プレパラートへの転換・・・試料の脱水

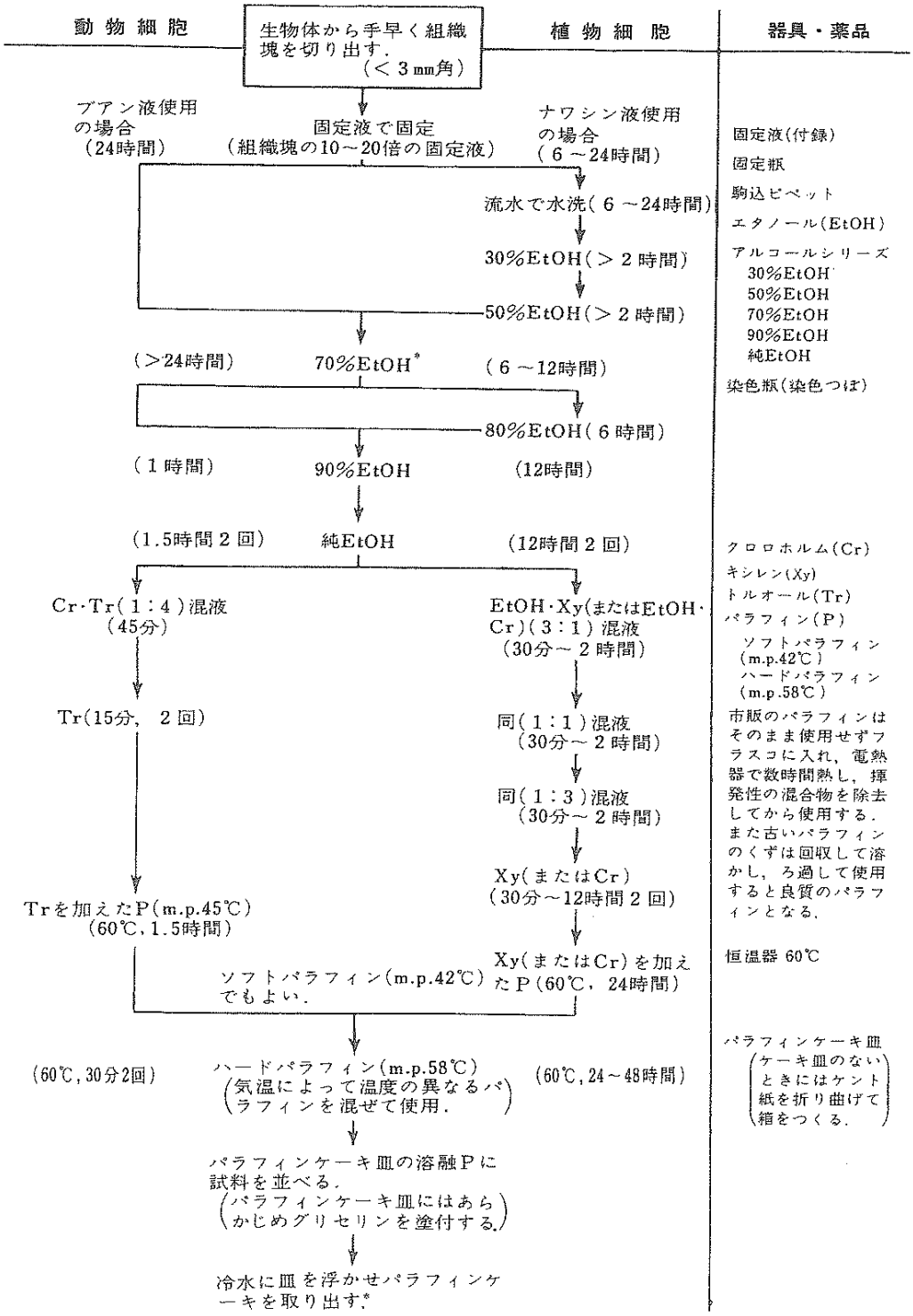
カミソリの刃などで封じた箇所を削り取ったスライドガラスをドライアイスの塊上に密着させ急激に冷却凍結した後、カバーガラスを外す。（凍結乾燥）

スライドガラスを 30 %から順に純エタノールまで段階的に浸して脱水する。最終的に封入剤を用いて新しいカバーガラスをかける。

☆　永久切片プレパラート作成・・・本日、別室にて体験する予定

新鮮な組織小片を切り出し、固定液で固定後、切片を作成するためにパラフィンに包埋する。スライドガラスに貼り付けた切片は各種の色素液で染色し、封入剤で封入する。
この操作は、原理的には 水→パラフィン→水→封入剤への転換である。

<プレパラート作成の基本的な流れず>



ミクロトームにより切片を作成
（Pをしませた木片にパラフィン包埋試料をつけミクロトームにセットする.）

↓

スライドガラスに卵白アルブミン液を薄く塗り，水を1滴落とす.

↓

水面に切片を筆で移し，パラフィン伸展器の上で切片をできるだけ伸展させる．その後放置し乾燥する.

↓

Xy(10～20分)

↓

純EtOH(5～10分)

↓

90%EtOH(5～10分)

↓

70%EtOH(5分)

↓

50%EtOH(5分)

↓

水　洗　(5分)

↓

染　色

〈エールリッヒ処方〉

エールリッヒのヘマトキシリン液(10～30分)

↓

水　洗　(数秒)

↓

70%EtOH100ml,濃塩酸1ml混液で検鏡しながら分染.

↓

流水で水洗
(20～30分)

↓

1%エオジン水溶液
(数秒～数10秒)

〈ハイデンハイン処方〉

4%鉄ミョウバン液
(30分～3時間)

↓

水　洗　(5分)

↓

0.5%ヘマトキシリン液(3～24時間)

↓

水　洗　(5分)

↓

2%鉄ミョウバン液で検鏡しながら分染.

↓

水　洗　(15～20分)

↓

50%EtOH(5分)

↓

(数秒～数10秒) 70%EtOH(5分)

↓

(数秒～数10秒) 90%EtOH(5～10分)

↓

純EtOH(5～10分,2回)

↓

EtOH・Xy(またはCr・Xy)混液*(10～15分)

↓

Xy(5～10分)

↓

封入剤を滴下し，カバーガラスをかける.
硬化するまで放置して検鏡する.

＊印の過程で実験を中断しても差し支えない.

器具・薬品

ミクロトーム

木　片

カミソリの刃

スライドガラス

ろ紙

卵白アルブミン液
卵白をはさみで切りきざんだ後，乳鉢ですりつぶし，ろ過する．ろ液にサリチル酸ナトリウムなど防腐剤を少量加える.

筆

ピンセット

パラフィン伸展器
（木箱にタングステン電球をセットし，上面に不透面ガラスをおく.）

エールリッヒのヘマトキシリン液

ヘマトキシリン	2 g
アンモニウムミョウバン	3 g
EtOH	100ml
グリセリン	100ml
水	100ml

作成後1～2ヵ月放置.
急いで使用するときはヨウ素ナトリウム0.24 gを加える.

濃塩酸

1%エオシン水溶液

鉄ミョウバン

0.5%ヘマトキシリン液

封入剤
バルサム
オイキット
ユーパラール
HSRキシレン液
(Harleco Synthetic Resin)

カバーガラス

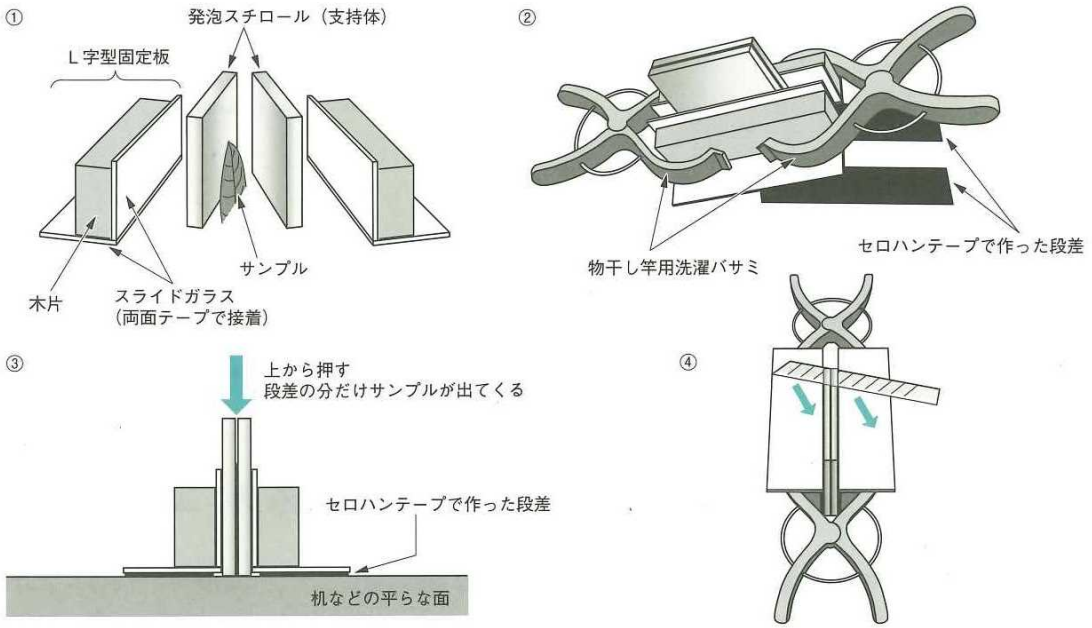
実習１．植物組織の観察

はじめに

顕微鏡は、基本的に光を上から当てるのではなく、光を透過させて観察する器具である。光を透過させるには、出来るだけ薄く資料を作る必要があります。試料を挟み込むカバーガラス・スライドガラスは基本的に透過率が 90 %以上なので資料の厚さが問題になります。試料を薄く切る方法として作られた器具がミクロトームです。今回の実習では、成城学園の中村先生考案の簡易ミクロトームを作成し、実際に植物組織を観察します。

実習方法

顕微鏡観察用の試料を薄く切る方法については、様々な工夫が行われてきたのが、試料をピスもしくは発砲スチロールなどに挟んで行う徒手切片法です。しかし、生徒自身が実験観察を行う場合には薄い切片を作成することが難しく、たまたま薄く切れた部分を観察していた。今回の工夫は、安価で操作が簡単で、きれいな切片を作成する工夫です。



①平らな机の上で試料をL字型固定板に挟む。②物干し竿用洗濯バザミで2つのL字型固定板を固定し，セロハンテープの上に置く。このとき，試料を挟んだ発泡スチロールが2枚のテープの間に来るようにする。③段差を利用して試料を押し出す。④ひっくりかえして試料を切断する

超簡単ミクロトームの使い方

①　L字型固定板は、スライドガラスと木片を用いて作成する。
まずスライドガラス２枚を互いが直角になるように木片に両面テープなどを用いて接着したものを１対（２つ）作成する。刃を扱うときに邪魔にならないよう、２枚のスライドガラスの接着順に注意する。

②-1　同じ大きさの支持体２枚の間に試料を挟み込み、洗濯ばさみで留める。
ツバキの葉などの試料を適当な大きさに切り、厚さ 5mm 程度の発泡スチロール片（支持体、

同じ大きさに食品トレイなどを切り出したもの）に挟み込み、２つの L 字型固定板の間に挟み洗濯ばさみで両側を留めます。

②-2　板などの平らでなめらかな面にセロハンテープなどの薄いテープを１ cm 程度の間隔を開けて２枚貼り付ける。（このセロテープ等の厚さが、顕微鏡観察用試料の厚さになります。）

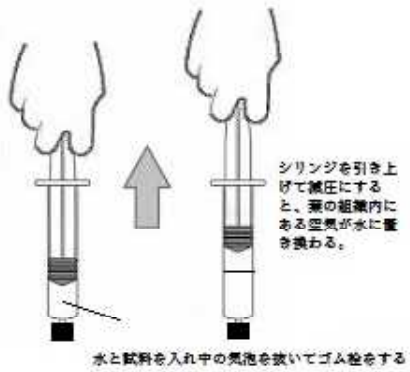
③　試料を挟んだ L 時型固定板を平らな机の上に貼った２枚のセロハンテープ上にのせる。
支持体・試料が２枚のテープの間に来るようにする。固定板を押さえながら支持体を上から押すと、段差の厚みの分だけ支持体と試料が押し出される。

④　L 字型固定板をひっくり返して、わずかに出ている支持体・試料をカッターナイフやカミソリの刃を使って薄切りにする。
この際、刃を L 字型固定板に押し上げながら斜めに滑らすように引くと、うまく切片を作ることができる。

更に・・・
切り出した葉の海綿状組織には空気が残っていて、プレパラートを作成する際に気泡になることが多い。

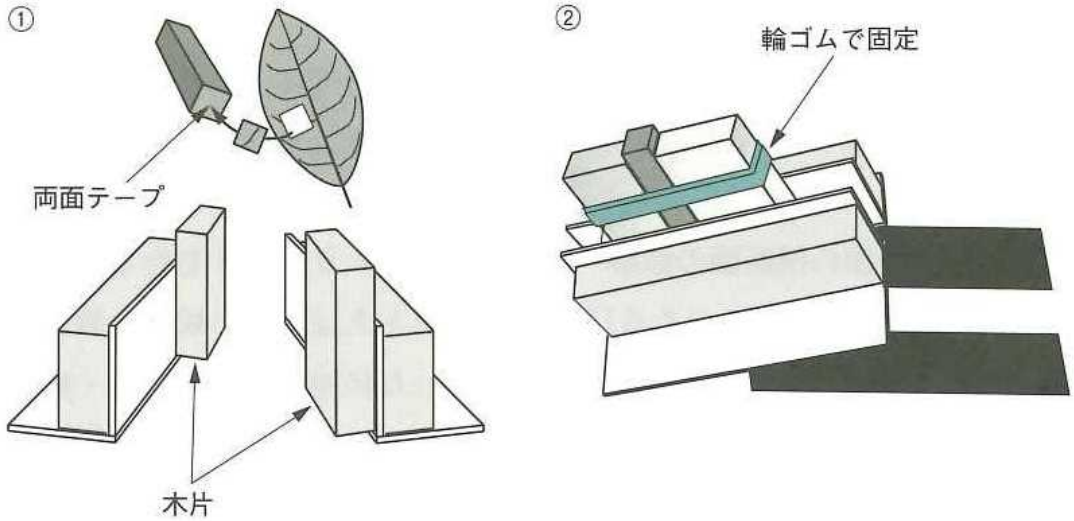
右図に気泡の抜き方を示す。

完全に抜くことは難しいが、海綿状組織の中に水が入り込み少しは検鏡しやすくなる



＜応用例＞

１．葉の水平断面の観察



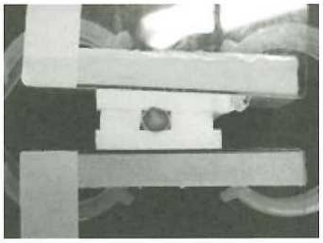
①試料を台木に付け，木片を付けたL字型固定板の間に挟む。
②輪ゴムなどで固定して，段差を利用して試料を押し出す

２．薄くやわらかい試料（例 オオカナダモの葉）の観察

試料を一度セロハンテープで挟んで厚くした後に支持体で挟み、同様に L 字型固定板に挟み切り出す。厚くするために用いたセロテープは、試料を水中に入れると上手に離れる。

３．茎・根の横断面の観察

茎や根については、細いものならば葉の横断面の場合と同じように、発泡スチロールなどの支持体に試料を夾んで切断すれば良い。ある程度太くても柔らかい組織であるならば、試料に紙テープなどを巻き付け、溝をつけた発泡スチロールの支持体を作り動かないようにしてＬ字型固定板挟むと良い。

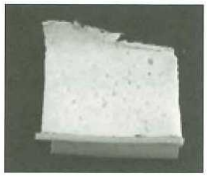


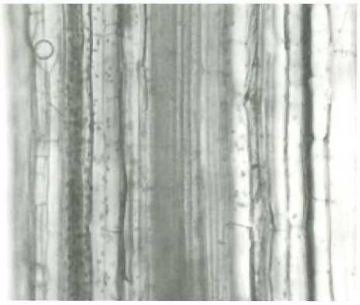
４．茎の縦断面の観察

茎の縦断面を観察するときは、茎の幅に切った発泡スチロール片の端に強力両面テープで試料を貼り付け、これを２枚の発泡スチロールの支持体に挟んで切片にする。

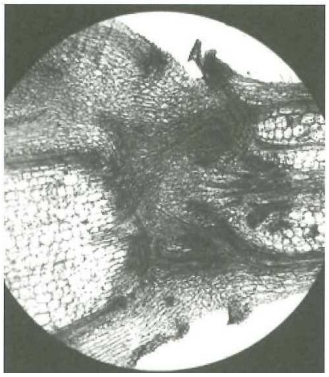
さらに、茎などの枝分かれした部分や葉柄と茎のつながりを観察する場合には、小さな木片に瞬間接着剤等で接着して、これをＬ字型固定板に挟んで切片を作成する。

①





②



①茎の縦断面を観察するときは，強力両面テープで発泡スチロール片に接着させた後に，これをL字型固定板に挟んで切片にする。②枝分かれした茎は，接着剤で台木に接着して，これをL字型固定板に挟んで切片にする

引用出典

「生物の科学 遺伝」2009 年 9 月発行

「超簡単ミクロトームの工夫と応用」

成城学園中学校高等学校 教諭 中村雅浩先生　　を元に再構成しました

実習２．動物組織の観察植物組織の観察・・・資料

参考　引用資料　生物の実験法Ⅰ「顕微鏡を主とした実験」培風館

観察法

⑵　新鮮標本による観察

　生体から目的の組織や器官を切り出して、そのままグリセリンなどの封入剤や適当な染色液に封入し、カバーガラスをかけて検鏡する。

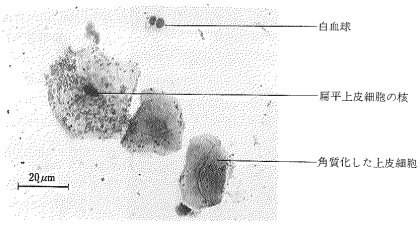
→ヒトの口蓋粘膜上皮・血液・精液・蛙の腸間膜・リンパ隔壁・軟骨・脳膜・筋膜・神経上皮
　魚の鱗など

⑶　固定・染色標本による観察の二つの方法がある。

　生体から切り出した組織や器官をシャーレに入れた一定の溶液に浸して細胞間質を溶解し、細胞や組織を分離しやすくする。（浸軟または浸溶 maceration）使用する溶液を浸溶液という。一定時間後、有柄針と先が鋭くとがったピンセットを使用して、スライドガラス上で細胞や組織を解きほぐし（teasing）グリセリン、生理食塩水、染色液などに封入、カバーガラスをかけて検鏡する。

（１）上皮組織（epithelial ltissue）

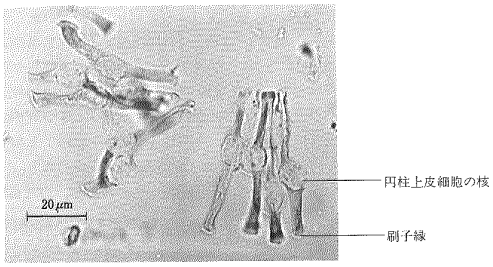
a．扁平上皮（squamous epithelium）
　清潔にした手指またはスパーテルなどで、ヒトの口蓋粘膜を軽くこすって唾液と共に採り、スライドガラスに塗抹して、水または生理食塩水に封入してカバーガラスをかけて検鏡する。
　核・細胞内顆粒を含む扁平上皮細胞や、それらが失われて角質化した細胞のほかに、白血球なども観察できる。
　封入の際に染色液を使用すると像のコントラストがつく。



ヒトの口蓋粘膜上皮

b．線毛上皮（ciliated epithelium）
　蛙の口蓋粘膜を 5 ～ 10mm 角の大きさに切り取り、0.05 %メチレンブルーを含む 30 %エタノールで 60 分以上浸軟後、スライドガラス上に取り出して遊離面側をピンセットで解きほぐし、青く染まった粘液状の部分を生理食塩水に封入、カバーガラスをかけて検鏡する。
　細胞中央にやや大型の核を有する線毛上皮細胞が観察できる。

c．円柱上皮（cylindrical epithelium）
　蛙やネズミの腸管を 5 ～ 10mm の長さに切りだし切開して腸の内容物を洗い流してから、0.05 %メチレンブルーを含む 30 %エタノールで 60 分以上浸軟させる。スライドガラス上に取り出し腸管の粘膜側を有柄針とピンセットで解きほぐし、生理食塩水に封入、カバーガラスをかけて検鏡する。刷子縁（brush border）を有する円柱上皮細胞が観察できる。
　細胞中央にやや大型の核を有する線毛上皮細胞が観察できる。



蛙の腸の円柱上皮細胞

d. 生殖細胞

蛙の精巣を半分に切断し、切断面をスライドガラスに接触させて生殖細胞を塗抹する。スライドガラスを空気中にかざしてすばやく乾燥させ、0.1 %メチレンブルーに封入、カバーガラスをかけて検鏡する。

（２）支持組織（supporting tissue）

a. 結合組織（connective tissue）

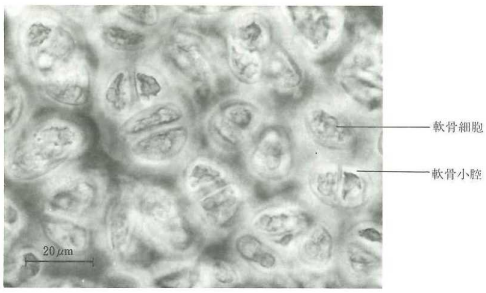
ネズミの皮膚の皮下組織、蛙のリンパ隔壁や筋膜、脳膜、神経上膜などの膜を切り出し、スライドガラス上にひろげ、生理食塩水か 0.1％メチレンブルーに封入して検鏡する。

少数の繊維細胞（fibrocyte）と多量の膠原繊維（collagenous fiber)、弾性繊維（elastic fiber)、毛細血管（capillary）や血球（blood corpuscle）などが観察できる。

b. 軟骨組織（cartilage tissue）

ネズミの気管（trachea）や蛙の上胸軟骨（omosternum)、または上方甲骨（suprascapula）の正中線側の遊離端の部分を露出させ、筋肉をよけて軟骨部を 3～ 5mm 角に切り出し、グリセリンまたは、0.1 %メチレンブルーに封入して検鏡する。

軟骨基質にある軟骨小腔（cartilage cavity）中に、１～２個の円形または半円形を呈する軟骨細胞が観察できる。



蛙の軟骨

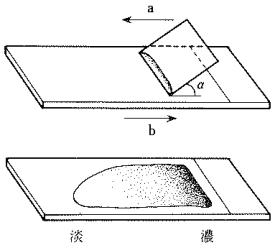
c. 骨組織（bone tissue）

ネズミや蛙の大腿骨（femur）や頸骨（tibia）などを取り出し、筋肉組織を取り除いてから、カミソリの刃等で表面を薄く切るか、ハンマーやペンチで骨を粉砕し、その粉末状の部分をスライドガラス上に採り、生理食塩水や 0.1％メチレンブルーを封入して検鏡する。

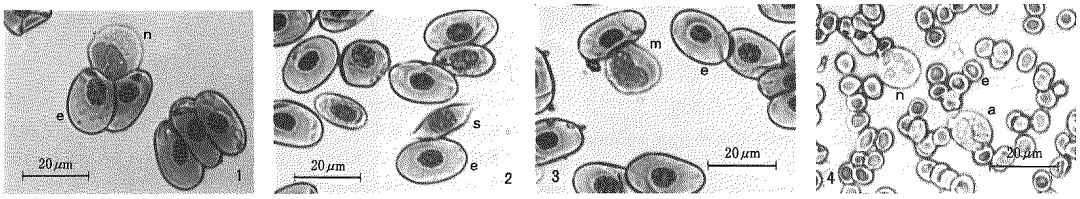
骨基質に散在する骨小腔中に 1 個の骨細胞と、骨細胞の突起を入れている多数の骨細管（bone canalicule)、骨髄（bone marrow）中にあった血球やリンパ球などが観察できる。

d. 血液（blood）

動物から、抗凝血剤処理をして採血した血液の一滴をスライドガラス上に採り、カバーガラスをかけて検鏡する。



または、血液をスライドガラスに塗抹し（右図)、空気にかざして手早く乾燥させた後、無水メタノールを塗抹面にかけて２～３分固定する。メタノールを捨てた後、水またはリン酸緩衝液（pH 6.4）をかける。その後、1/20 ～ 1/30 に希釈したギムザ液につけて 5 ～ 10 分染色する。染色終了後、スライドガラスの背面から水をかける。これは塗抹面を穏やかに洗浄するためである。その後、水を切り、スライドガラスを立てかけてできるだけ早く乾燥させ、カバーガラスをかけずに検鏡する。



塗抹・染色した血液細胞　１・２・３.蛙の血球 （ギムザ染色） ４.ヒトの血球（メイ・グリュンワルト染色）

a. 好酸球　e. 赤血球　m. 単球　n. 好中球　s. 血小板（栓球）

哺乳類では、無核の赤血球（erythrocyte)、血小板（blood　platelet）と有核の中性好性白血球（neutrophilleucocyte 好中球)、酸好性白血球（acidophil leucocyte eosinophil 好酸球)、リンパ球（lymphocyte)、単球（monocyte）などが観察される。蛙では、有核の赤血球や血小板に相当する有核の紡錘細胞（spindle　cell、栓球 thrombocyte ともいう）が観察できる。好塩基性白血球（basophil leucocyte 好塩基球）は数が少ないために観察が困難である。

e. 色素胞（chromatophore）
コイや金魚などの鱗を、先が鋭くとがったピンセットで丁寧に剥ぎ取り、水または生理的食塩水に封入し、カバーガラスをかけて検鏡する。

f. 腱（tendon）
アキレス腱（Achilles　tendon）などを切り出し、スライドガラス上に生理食塩水か 0.1 %メチレンブルーを数滴とり、その中に浸しながら有柄針とピンセットで組織を解きほぐし、カバーガラスをかけて検鏡する。

g. 脂肪組織
腸間膜や生殖巣に付着している脂肪体（fat　body）を切り出し、細切してグリセリンか 0.1 %メチレンブルーに封入、カバーガラスをかけて検鏡する。

（３）筋肉組織（muscular tissue）

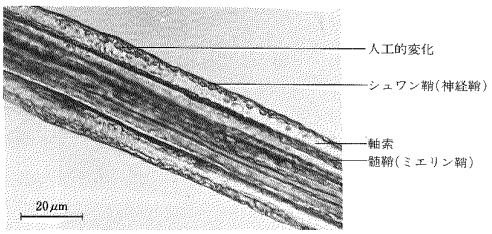
a. 横紋筋（striated muscle）
骨格筋（skeletal　muscle）や心筋（cardiac　muscle）を切り出し、筋上膜を取り除いてから 0.05 %メチレンブルーを含む 30 %エタノール液で 60 分以上浸軟後、スライドガラス上で有柄針とピンセットを使用して、なるべく損害を与えないように筋繊維を１～数本の束に解きほぐし、生理食塩水に封入して検鏡する。

b. 平滑筋（smooth muscle）
腸管を切開して 0.05 %メチレンブルーを含む 30 %エタノール液で 24 時間以上浸軟する。粘膜部分をピンセットで取り除いてから、スライドガラス上で有柄針とピンセットを使用して内輪走筋と外縦走筋に合わせて解きほぐし、生理食塩水に封入して検鏡する。

（４）神経組織（nervous tissue）

a. 神経細胞体（perikaryon）
脳または背髄の一部を取り出し、脳の表層部か背髄の内側部に位置している灰白質（grey matter）を少量切り取ってスライドガラスに載せ、0.05 %メチレンブルーを含む生理食塩水に封入する。カバーガラスをかけ、上から押しつぶして検鏡する。

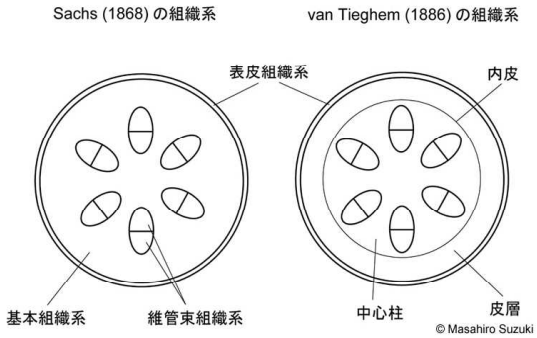
b. 神経繊維（nerve fiber）
座骨神経（sciatic　nerve）や鎖骨下神経（subclavian nerve）などの太い神経を 2 ～ 3cm の長さに切り出し、神経上膜を取り除いてから、0.05 %メチレンブルーを含む 30 %エタノール液で 60 分以上浸軟する。生理食塩水を数滴のせたスライドガラス上で、有柄針とピンセットを使用して、神経繊維を１～数本の束に解きほぐし、カバーガラスをかけて検鏡する。神経鞘（neulilemma）と髄鞘（marrow　sheath）で包まれた軸索（axon）とランビエ絞輪（Ranvier's constriction）が観察できる。



＜鈴木雅大　神戸大学 内海域環境教育研究センター 特命助教　解説より転用＞
http://natural-history.main.jp/staff.html

植物や動物の体は「細胞 cell」でできています。「細胞」は集まって「組織 tissue」を作ります。「組織」が集まったものが「器官 organ」です。
植物の基本的な「器官」は，「根 root」，「茎 stem」，「葉 leaf」です。

植物組織とは
植物の「組織系 tissue system」には，Sachs（ザックス）（1868），van Tieghem（ヴァン・ティーゲン）（1886），Haberlandt（ハーバーランド）（1914）による 3 通りの分け方が提唱されている。
Sachs (1868) は，維管束に重点をおき，植物組織を
1) 表皮組織系 dermal tissue system,
2) 維管束組織系 vascular tissue system,
3) 基本組織系 ground tissue system (fundamental tissue system)　に分けた。
van Tieghem (1886) は，中心柱に重点をおき，
1) 表皮系,
2) 皮層系,
3) 中心柱 central cylinder に分けた。
Haberlandt (1914) は，生理解剖学的見地から
1) 分裂組織 meristem,
2) 皮膚組織,
3) 機械組織 mechanical tissue,
4) 吸収組織 absorptive tissue,
5) 同化組織 assimilation tissue,
6) 通道組織 conductive tissue,
7) 貯蔵組織 reserve tissue,
8) 通気組織 aerenchyma,
9) 分泌組織 secretory tissue,
10) 運動組織 locomotive tissue,
11) 感覚器 sense organ,
12) 刺激伝達組織 stimulus conducting tissue に分けた。
これらの組織系は，組織の起源や構造，機能や生理学的現象に応じて使い分けられ，用いられている。
ザックス（左）とヴァン・ティーゲン（右）の組織系



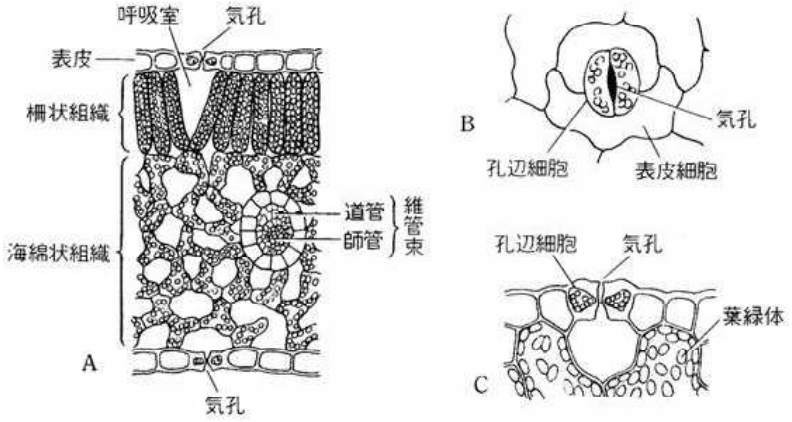
植物の茎を横断した際，組織は 3 つのタイプに分けられる。ザックスの組織系が組織構造に基づいているのに対し，ヴァン・ティーゲンの組織系は組織の起源と発生に基づいている。
植物組織の話としてはザックスの組織系の方が広く用いられているが，ヴァン・ティーゲンが

提唱した中心柱は，茎と根の組織の違いやシダ植物から被子植物に至る植物の系統関係を解剖学的な面から検証する際には重要である。

表皮組織系 dermal tissue system

多くの植物の表皮 epidermis は葉緑体を含まない 1 層の細胞から成っている。植物体を守るため，細胞壁を厚くしたり，細胞壁のセルロースとクチンが結合してクチクラ層 cuticular layer を形成したり，スベリンと結合してコルク化したりする。また，表皮の外側に蝋（ロウ）を分泌するものもあります。

表皮には特殊化した細胞が見られます。代表的なものは気孔と，表皮細胞が変形した毛です。気孔 stomata は，二酸化炭素の吸収と酸素の排出，蒸散による水の放出という植物の生死に関わる重要な役割を担っている。気孔には 1 組の半月形の孔辺細胞 guard cell が隣接している。孔辺細胞には葉緑体が含まれている。孔辺細胞が変形することで気孔が開閉する。ツバキなどでは気孔は葉の下面のみに形成されるが，植物全体では両面に形成されるものの方が多い。下面に多く形成されるが，単子葉植物の一部やオカヒジキのように葉の下面と上面とで気孔の数に差が見られないものがある。毛 hair は，表皮細胞が突出変形したもので，主として体の保護をしている。単細胞からなるものから多細胞になるもの，その形態や機能は様々である。



A．葉の断面　B．表面からみた気孔　C．気孔の横断面

葉の構造

http://www.keirinkan.com/kori/kori_biology/kori_biology_n1_kaitei/contents/bi-n1/1-bu/1-4-B.htm

◆　葉

葉は表皮におおわれ，内部は葉肉とよばれる。表皮とくにその裏面には 2 個の孔辺細胞に囲まれた気孔が散在し，水の蒸散とガス交換を調節する。葉肉の細胞は，葉緑体を多く含み，光合成を行う。表皮のすぐ下に柵状組織，裏面の近くには間隙の多い海綿状組織がある。葉の内部にも維管束が走り，葉脈を形づくる。葉脈は双子葉類では網状をなし，単子葉類では平行に走っている。葉が 1 枚の場合は単葉，2 枚以上の小葉からなるものは複葉という。葉の変形として巻きひげ，サボテンの葉針などがある。

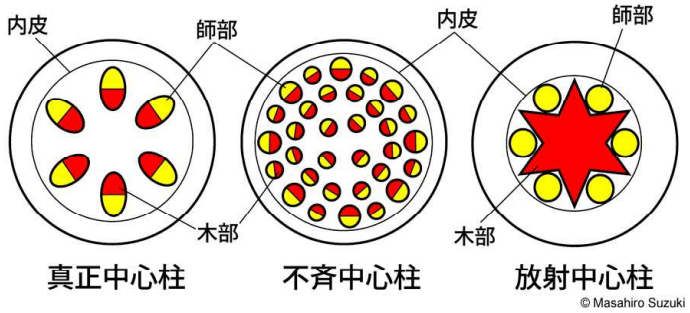
維管束組織系 vascular tissue system と中心柱 central cylinder

シダ植物と種子植物の体内には，根，茎，葉をつらぬいて，水や光合成によって作られた栄養物を運ぶ維管束 vascular bundle がある。維管束組織は木部と師部とに分けられる。木部 xylem は根で吸収した水と無機物を運び，師部 phloem は葉で作られた光合成産物を運ぶ。

維管束は，木部と師部の配列様式によって，
　並列維管束 collateral vascular bundle,
　複並列維管束 bicollateral vascular bundle,
　放射維管束 radial vascular bundle　などに分けられます。
また，
　木部と師部の間に形成層 cambium が形成されるものを開放維管束 open vascular bundle,
形成層が形成されないものを閉鎖維管束 closed vascular bundle という。

根茎葉の皮層の最内層を内皮 endodermis とよび，内皮の内側の基本組織と維管束をまとめてひとつの構造とみたのが中心柱 central　cylinder である。しかし，内皮は通常，根でしか見ることが出来ないため，茎と葉では中心柱の範囲を定めることは出来ない。
中心柱は，維管束の配列様式によって，
　原生中心柱 protostele,
　真正中心柱 eustele,
　不斉中心柱 atactostele,
　放射中心柱 actinostele　などに分けられる。

中心柱の模式図　植物組織の観察で見られる主な中心柱の模式図

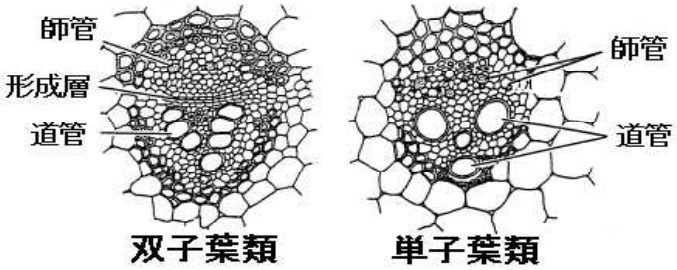


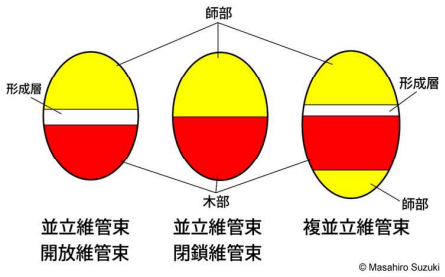
師部を黄色，
木部を赤色　で示すのが通例。

真正中心柱　維管束が等間隔で環状に並んでいます。主に双子葉植物の茎で見られる中心柱です。

不斉中心柱　維管束が不規則に散在します。主に単子葉植物の茎で見られる中心柱です。

放射中心柱　全ての維管束植物の根で見られる中心柱です。木部の形は植物の種類によって様々ですが，中心部から腕を出すように木部が位置し，師部は木部の腕の間に挟まれるように配列します。





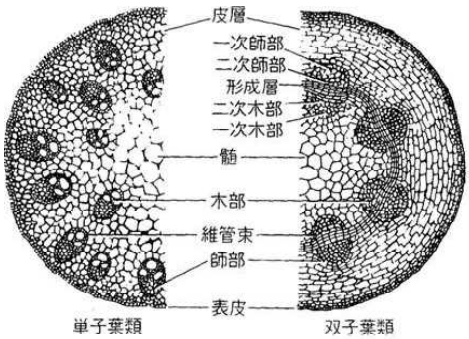
維管束の模式図
植物組織の観察で見られる主な維管束の模式図

並立維管束　木部と師部が対になった維管束。被子植物，裸子植物の茎，葉で一般的に見られる。茎では，表皮側が師部，内側が木部です。

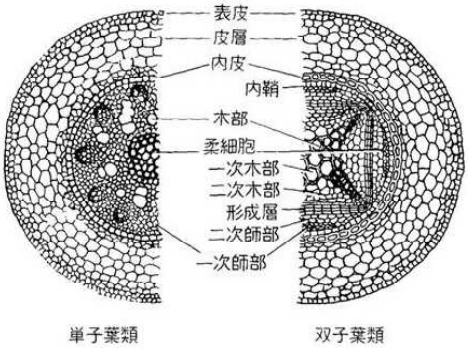
複並立維管束　双子葉植物のナス科，ウリ科，キョウチクトウ 科などで見られる。師部が木部の外側と内側の両方に配置する。開放維管束で，形成層は外側の師部と木部の間に見られる。

開放維管束　師部と木部の間に形成層が見られる。形成層によって茎が太く生長出来ることから開放維管束と呼ばれている。

閉鎖維管束　師部と木部の間に形成層が見られない。形成層が無いため，閉鎖維管束である多くの単子葉植物は茎が太く生長しない。単子葉植物に木本が少ないのはこのためである。



トウモロコシ（左）とヒマワリ（右）の茎の構造



トウモロコシ（左）とヒマワリ（右）の根の構造

基本組織系 ground tissue system (fundamental tissue system)

表皮でも維管束でもない組織を基本組織系 ground tissue system (fundamental tissue system) という。基本組織系の中で最も普通にふつうに見られるのは柔組織 parenchyma である。柔組織は通常，細胞壁が薄く，特殊な細胞は見られません。柔組織を構成している細胞を柔細胞 parenchyma cell という。柔組織の細胞には葉緑体，デン粉粒，結晶などが見られ，光合成や光合成産物の貯蔵など，植物の代謝機能の大部分を担っている。

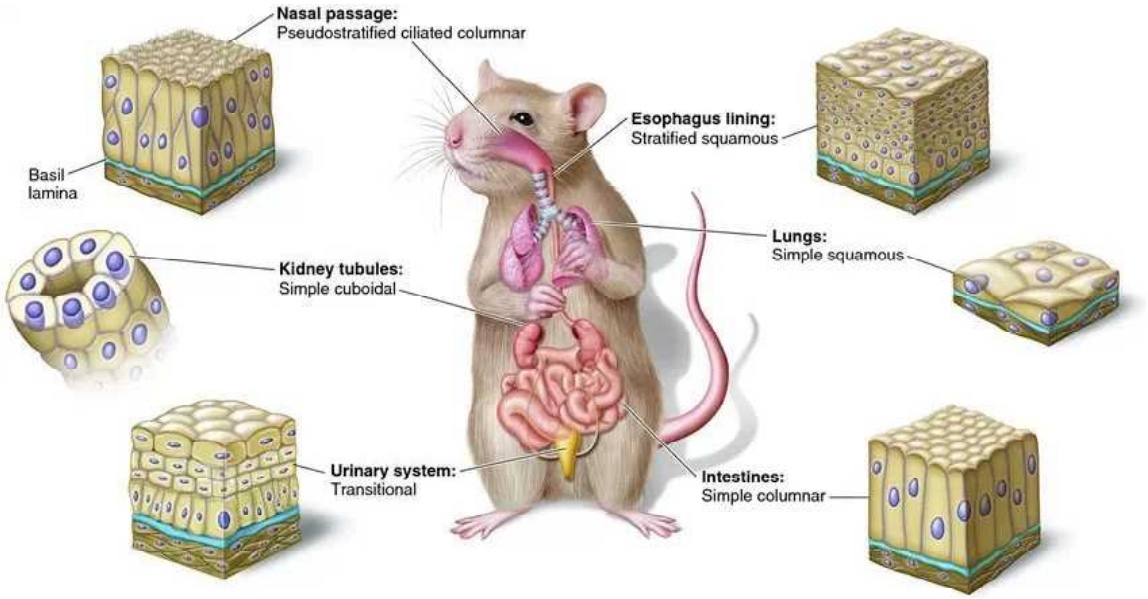
柔組織はその名の通り，柔らかく，外部からの力に脆弱です。そこで，柔組織や植物体を支え，保護するために機械組織 mechanical tissue が発達する。機械組織には厚壁細胞と厚角細胞の二種類の細胞があります。細胞壁が遠心的に肥厚し，リグニンによって強化された細胞を厚壁細胞 sclereid cell (sclerenchyma cell) という。細胞は死んでおり，壁孔 pit によって連絡している。厚壁細胞が集まったものが厚壁組織 sclerenchyma です。厚角細胞 collenchyma cell は，厚壁細胞と同様に細胞壁が肥厚した細胞ですが，細胞壁はリグニンを含まず，細胞は生きている。柔組織の細胞同様，細胞同士の水，栄養分の供給も円滑で，細胞の生長が制限されず植物体を柔軟に支持する。細胞の角の部分の細胞壁が肥厚したもの（角隅肥厚），細胞の側面の細胞壁が肥厚したもの（板状肥厚）など，その形も様々である。厚壁細胞，厚角細胞は植物体の様々な場所で見られ，植物体を保護している。

動物組織の観察　　wikipedia より

動物組織の 4 基本形

動物の組織は、大きく 4 つの種類に分類される。上皮組織、結合組織、筋組織、神経組織である。それぞれは、細胞の種類、細胞の結合の仕方、分泌物（細胞外基質）などによって特徴付けられる。

上皮組織



各器官の内外の表面などを平面状に覆い、「仕切り」を形づくる組織。お互いにぴったりとくっついた細胞が細胞接着により、びっしりとすきまなく配列している。
器官の表面の仕切りに期待される性質は部位によって異なっており、上皮組織にも多様な種類が存在する。例えば、皮膚では、水分が通り抜けるのをできるだけ防ぐこと、しかも衝撃に対して強いことが要求されており、薄く広がった細胞が何層にも重なり合い、細胞どうしが強固につながりあった上皮（重層扁平上皮）で表面が覆われる。この層は皮膚の表皮と呼ばれる。一方、栄養分をできるだけ効率的に吸収したい小腸の内壁では、円柱状の細胞が 1 層並んでできた上皮（単層円柱上皮）で覆われて、その細胞が栄養分の取り込み口として効果的に働けるようになっている。この層は、小腸の粘膜上皮と呼ばれる。
分泌腺は、上皮組織がつくる「仕切り」の形が変化してできたものと考えられており、消化液や汗などを分泌する外分泌腺や、ホルモンを分泌する内分泌腺の分泌細胞の配列は、共に、上皮組織の一種と考える。

結合組織

比較的少数の細胞が、細胞のまわりに多量の物質を分泌している。それらの分泌物（細胞外基質と呼ぶ）が重要な働きをもっており、組織全体として、何かの隙間を埋めたり、構造的な強度を発揮する役割を持つ。
組織を構成する細胞の種類と、分泌される細胞外基質との組み合わせで多種類の結合組織に分けられる。例えば、皮膚には、線維芽細胞とその細胞から分泌された膠原（コラーゲン）繊維が比較的密に存在する結合組織の層があり、皮膚の真皮と呼ばれる。また、おなじ膠原繊維でも、一方向にびっしりとすきまなく配列し、強い力で引っ張ることができるのが腱である。軟骨細胞が、

微細な線維とコンドロイチン硫酸など多量の基質を分泌し、それらが弾力性に富んだかたまりをつくるのが軟骨で、骨芽細胞が、微細な線維とカルシウム塩などの無機質を分泌したのが、骨である。

固有結合組織

疎性結合組織　器官や上皮を保持し、コラーゲンやエラスチンを含む多様なタンパク質性の線維を有する。

密性結合組織　靱帯や腱を形成する。密性結合組織には強力な伸長強度を示すコラーゲン繊維（線維）が詰め込まれている。繊維の配列に基づき、交織繊維性と平行繊維性の 2 種に細分される。

脂肪組織　脂肪細胞で構成され、緩衝材、断熱材、潤滑剤、エネルギー貯蔵の役割を果たす。

細網組織　細網繊維のネットワークであり、リンパ器官（リンパ節、骨髄、脾臓）を支持する軟骨格を形成する。

特殊結合組織

血液　輸送において機能する。血液の細胞外マトリックスは血漿であり、栄養素、ホルモン、重炭酸塩の形態で二酸化炭素を溶解して輸送する。主要な細胞成分は赤血球である。

骨　実質的に脊椎動物の成熟個体の骨格全てを形成する。

軟骨　硝子軟骨、弾性軟骨、線維軟骨に分けられる。実質的に軟骨魚綱の全ての骨格を形成する。他の多くの脊椎動物では、大部分は関節に認められ、緩衝材として機能する。軟骨の細胞外マトリックスの大部分はコラーゲンにより構成される。

胚性結合組織　胎生期に存在する、未分化な結合組織である。

間葉組織

膠様組織

筋組織

筋細胞と呼ばれる特殊な細胞からできた組織である。筋細胞は、細胞内に、アクチン、ミオシンなどの蛋白質が配列した筋原繊維を大量にもち、それが伸び縮みすることで、細胞全体の長さを変えることができる細胞である。筋細胞は 1 個 1 個が紡錘形の細胞で、筋繊維とも呼ばれる。細胞どうしは、強い力を出せるように、強固に接着している。大量のエネルギーを必要とするため血管が発達し、収縮の指令を伝えるための神経繊維が侵入する。

生体の筋肉を構成するだけでなく、筋肉以外の器官にも、収縮する力が必要な箇所に広く存在する。通常の筋肉を構成する筋組織は骨格筋と呼ばれ、心臓の壁の心筋と共に筋原繊維の配列が規則的で、顕微鏡で横縞がみられるため横紋筋と呼ばれる。内臓などそれ以外の器官に広く存在する平滑筋と区別される。

神経組織

神経細胞は、長大な細胞突起を持ち、細胞の膜電位をコントロールすることで、細胞突起に沿って電気的な興奮を伝導することができる細胞である。神経細胞とグリア（神経膠）細胞から構成される。脳や脊髄などの中枢神経系や、体中に張り巡らされた、いわゆる神経（神経繊維束）など、神経系の器官は神経組織からできている。神経細胞どうしはシナプスと呼ばれる微小な連絡部位を持ち、そこから別の神経細胞へと細胞膜の興奮の刺激が伝わる。神経細胞どうしは、シナプスによって複雑につながりあい、これが神経細胞による処理の複雑さを生み出すもとになっていると考えられている。

グリア細胞は、自ら興奮伝導を行うことはないが、神経細胞の機能をさまざまな側面からサポートする何種類かの細胞の総称である。

アストログリア（星状膠細胞）

オリゴデンドログリア（乏突起膠細胞あるいは稀突起膠細胞）

ミクログリア（小膠細胞）