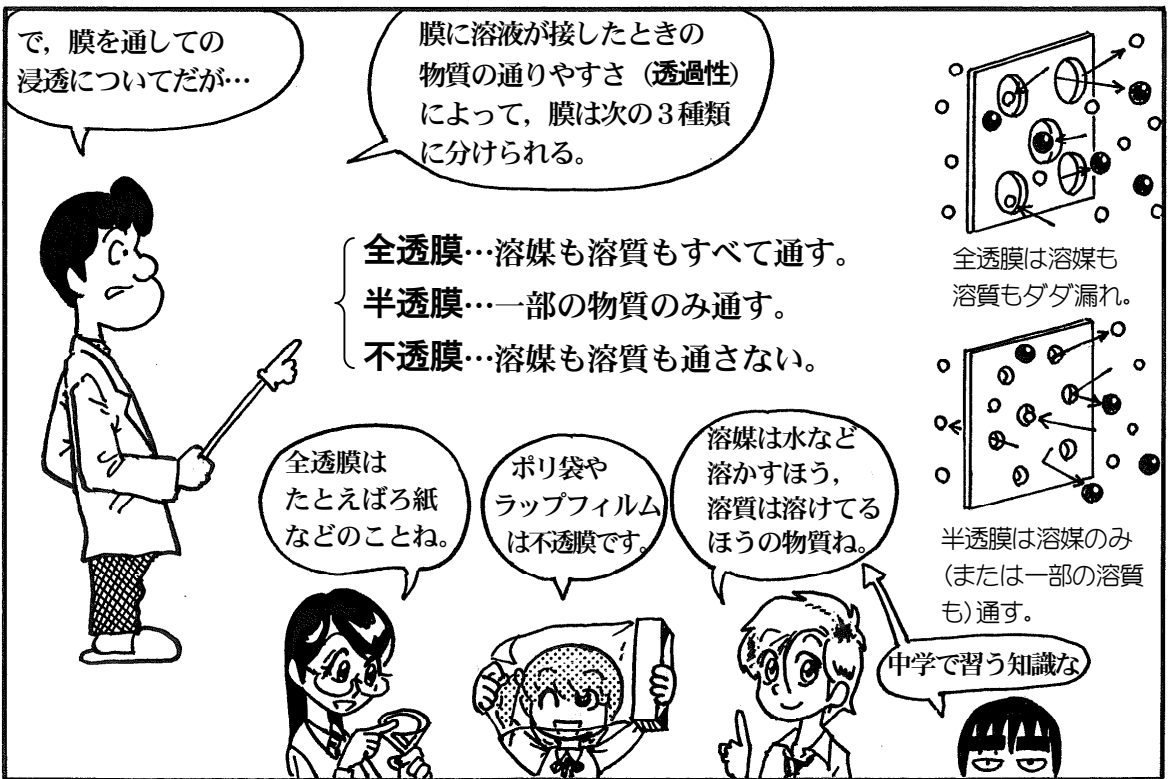
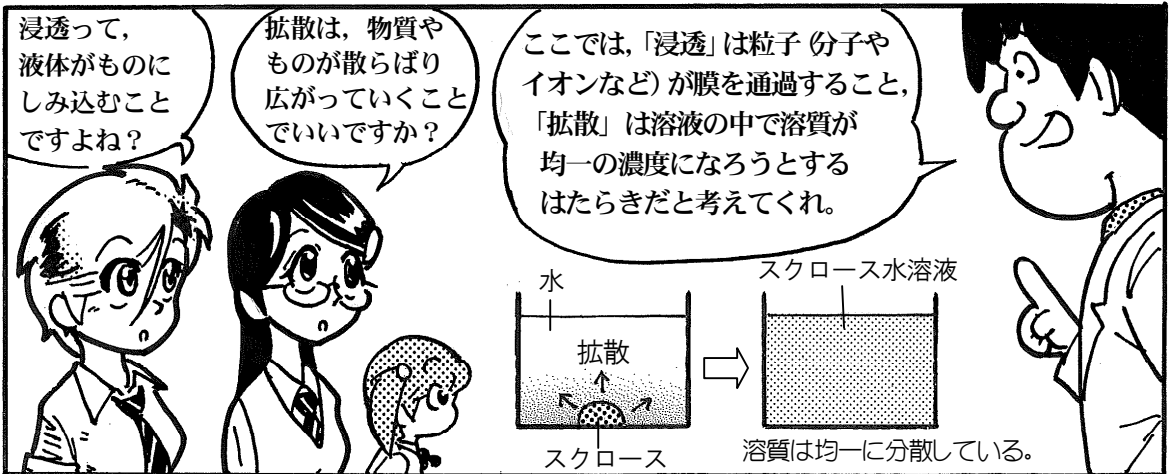


萌える！高校生物Ⅰ・Ⅲ S1

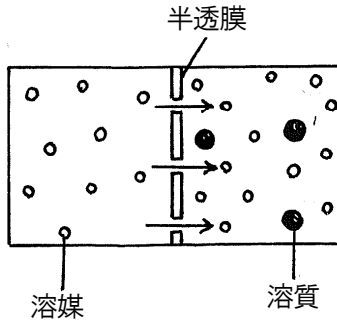
Lesson 1 - 03 細胞膜と物質の移動





この半透膜の性質は、面白い現象を起こす。

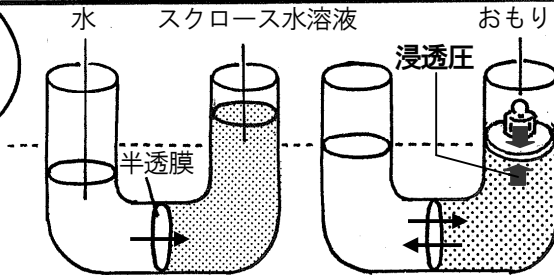
拡散では溶質分子が均一になろうとして動いていくがー



濃い溶液とうすい溶液を半透膜で仕切ると、濃度を均一に近づけようとうすいほうから濃いほうへ溶媒が移動するんだ。

分子レベルでは逆方向の移動も起こっているが、差し引きで濃い側への移動が大きい。

この溶液の移動に伴う力が浸透圧というわけだ。



半透膜で仕切ったU字管に水とスクロース水溶液を入れると水溶液側に水が浸透して液面が上がる。液面を押し下げて高さをつり合わせたとき、かけた圧力が水溶液の浸透圧に相当するわけだ。

スクロースって何ですか？

sucrose
日本語ではシヨ糖ね。

普通のお砂糖はみなシヨ糖よ。

だったら砂糖水、言えよ

おいまてよ、水溶液が水を吸い取る力なんだから？ だったら浸透圧じゃなくて「浸透力」とか「吸水力」って言うべきじゃねーか？

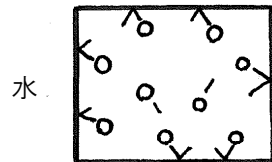
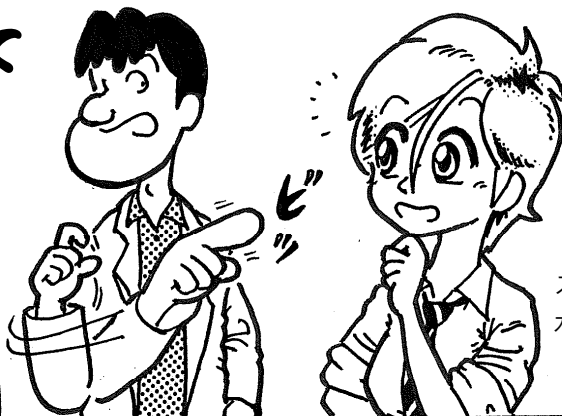
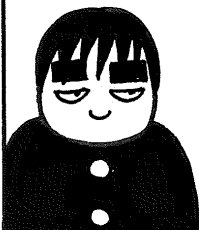
吸水力だと、違う意味になってしまうんだよな... 後で出てくるけど。菊樹、気体や液体の圧力は体積あたりの何で決まる？

え、液体?! 「絶対温度/体積に比例」(ボイル=シャルルの法則) じゃなくてですか？

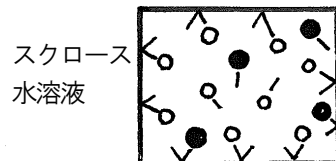
えーと、圧力は、体積あたりの分子の数で決まる...?

そうするとスクロース水溶液は溶質分子のぶんだけ水よりも圧力が大きくなることになりますね？

圧ってなんだ



水分子の数は同じ。



そういうわけで、浸透圧は次のような式で求めることができる。



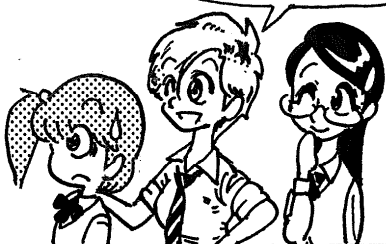
mol?!
難しいです

モルは、分子などの粒子が 6.02×10^{23} 個集まったものを 1 とする単位よ。分子量に g をつけたものがその質量になるから計算しやすいの。

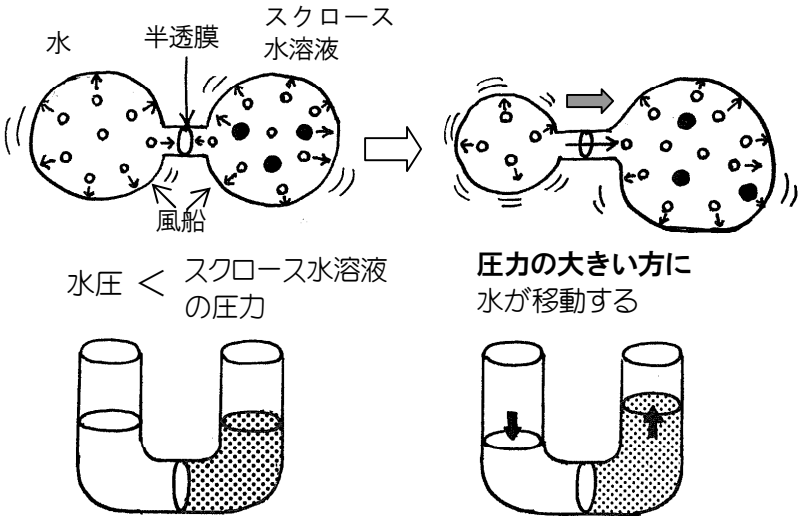
この式は教科書には載ってないしテストも出ないから大丈夫よ

浸透圧 = $0.082 \times \text{濃度} \times \text{絶対温度}$

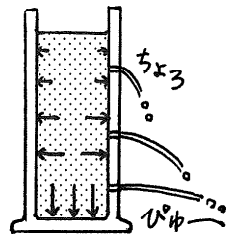
気体定数 $\left[\frac{\text{mol}}{\text{L}} \right]$ [K]
273 + t °C



前ページの実験も、U字管を2つのゴム風船におきかえてみれば、圧力が生じることと液面が動くことがつながるだろ。



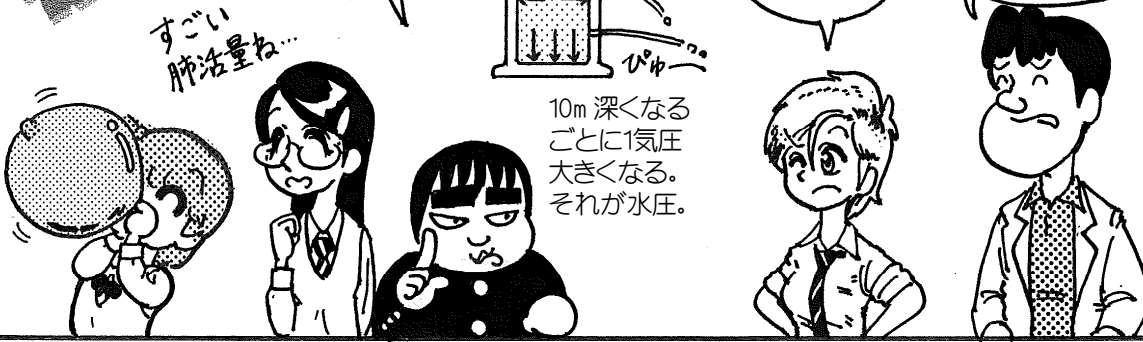
ちよ、待てよ。水圧って深さによって変わるだろ。



10m 深くなるごとに1気圧大きくなる。それが水圧。

水圧と浸透圧は同じ「圧」とについても、全然別物なのよね...

上の式は濃度が低い溶液にしかあてはまらないしな。



ふと思ったんだが溶液のほうに乗せたおもりももっと強く押したら水のほうが上がるよな。

さげ-発見オレ天才



そういうのを逆浸透といって海水から真水をつくるのに使われてるな。

あ、逆浸透膜ってきいたことがあります。これを利用した海水の淡水化技術は日本の企業が進んでいて中東などで普及してるんですよ。

世界情勢にもくわいのね...

ここまで全然生き物の話が出てこないです...

よし、細胞膜と浸透圧の関係にいくか。

細胞は、液体を包んだ細胞膜の袋みたいなもので、高い浸透圧の溶液に水を吸い取られるとしぼんでしまう。



海で遭難した人が海水を飲むと逆にのどが乾いちゃうのもそれですね。

ナメクジに塩をかけると縮むとかな。

細胞膜が半透膜だからなんですわ。

そういうわけじゃない。

それじゃ今までの話はなんだったんですか?!

もう

いや、まあ「半透膜に近い性質」ってことでいいんだが、細胞膜や細胞小器官の膜など(生体膜)はリン脂質でできた二重層の膜で水もそんなに通さないんだ。



リン脂質
親水性の部分
疎水性の部分

膜内タンパク質

アクアポリン

水分子

水の移動はおもにリン脂質膜にはまり込んだタンパク質の一種アクアポリンが通り道になってんだよ。

それでは動物細胞の水の出入りについてやってみよう。

細胞膜は「半透膜に近い」性質なんですね。

そう。そして細胞膜に包まれた細胞内液にはいろいろな物質が溶けているからその濃度に応じた浸透圧をもつことになる。

濃度は、もちろん質量ではなく粒子の数（モル濃度）な

そこで、細胞を浸す溶液はその浸透圧が細胞内液より高いか低いかで次のように分けられる。

- 高張液…細胞内液より浸透圧が高い。
- 等張液…細胞内液と同じ浸透圧。
- 低張液…細胞内液よりも浸透圧が低い。

濃い溶液が高張、うすい溶液が低張になるんですね。

こーちよー
こーちよー
てーちよー？

ここで動物細胞の例として赤血球に登場してもらおう。

直径 7~8 μm

1列に並ぶと 130~140 個 くらいで 1mm になるね。

知ってのとおり赤血球は血液の中で酸素を運ぶ細胞だが、核をもたずまさに濃厚なヘモグロビン溶液を包んだ袋みたいなもの。

細い毛細血管を通るときは変形して通り抜けるくらい弾力があるのよね。

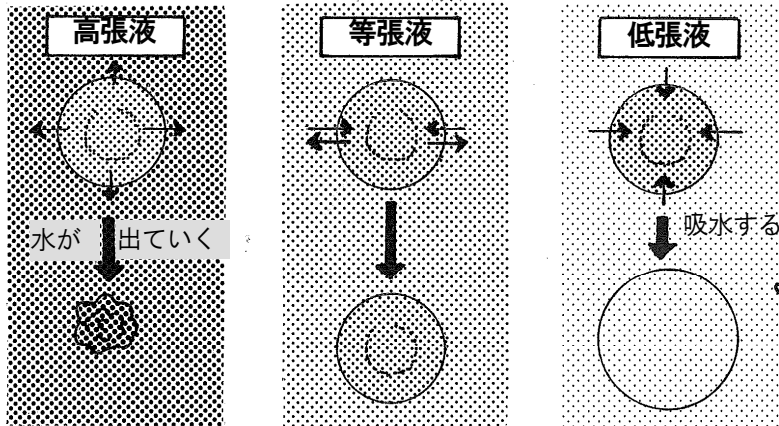
赤血球は血液中で正常な形が保たれている。水の出入りが差し引き0、つまり等張液に浸っている状態なわけだ。

浸透圧
外 7.7気圧
内 7.7気圧

赤血球をいろいろな濃度の食塩水に浸すと、等張液である0.9%食塩水では変化がないが、濃い高張液だと細胞膜を通して水が出ていき、細胞はちぢむ。うすい低張液では逆に細胞は吸水してふくらむんだ。

赤血球

水が出ていくと内液は濃くなって、水が入るとうすくなるから、内と外の浸透圧が同じになったところで水の出入りが止まるのね。



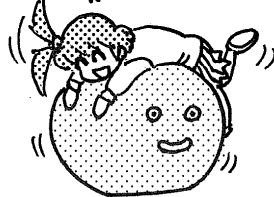
ちぢんび
梅干しか
金平糖か



変わらな
ず



水が入って
膨張



てことはだな、
ま水につけたら
濃度ゼロになるま
で吸水するわけ
だから...



ひでぶ
う

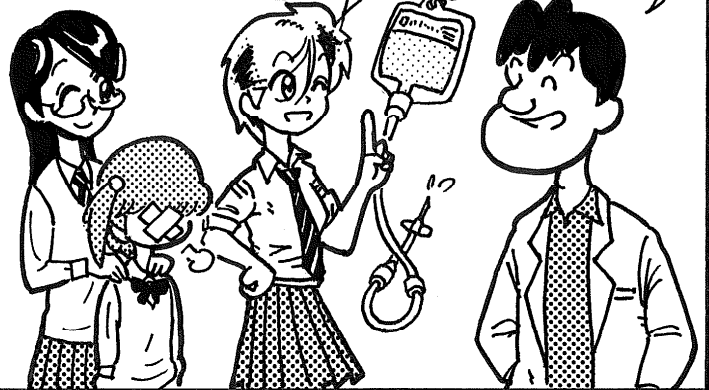
そう、細胞は
破裂してしまう
(原形質吐出)。
赤血球の場合、
溶血というな。



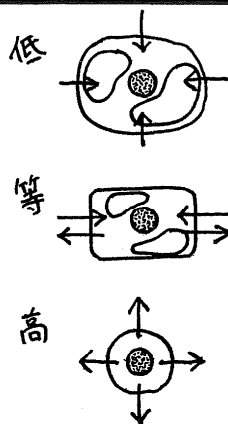
細胞をとり
まく溶液は
うすくても
よくないん
ですね。

この0.9%の食塩水
を生理食塩水といっ
て点滴に使うリンガ
(液)は、これにいろ
いろな成分を加えて
調整したものよな。

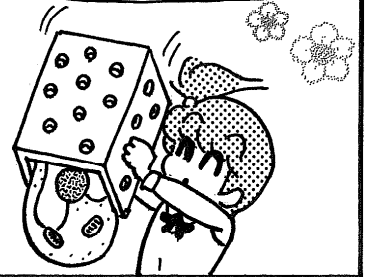
うむ。では
次は植物細胞
について
いってみるか。



植物細胞でも原理は同じ。低張液に入れると吸水してふくらみ、高張液だとしぼむ。



ただし植物細胞はじょうぶな細胞壁で囲われているのが動物細胞とは大きく違う。細胞壁は全透膜な。

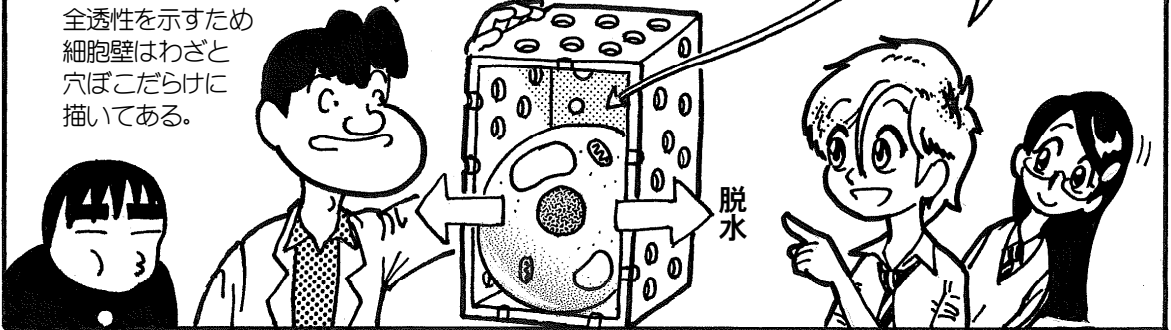


植物細胞を高張液に浸したとき

細胞外液に水を吸い取られて細胞はしぼむが、細胞壁は変形しないので、細胞膜が細胞壁から離れる。これを原形質分離という。

この細胞壁と細胞膜のすき間にある液体は細胞外液と同じものなのね。

全透性を示すため細胞壁はわざと穴ぼこだらけに描いてある。

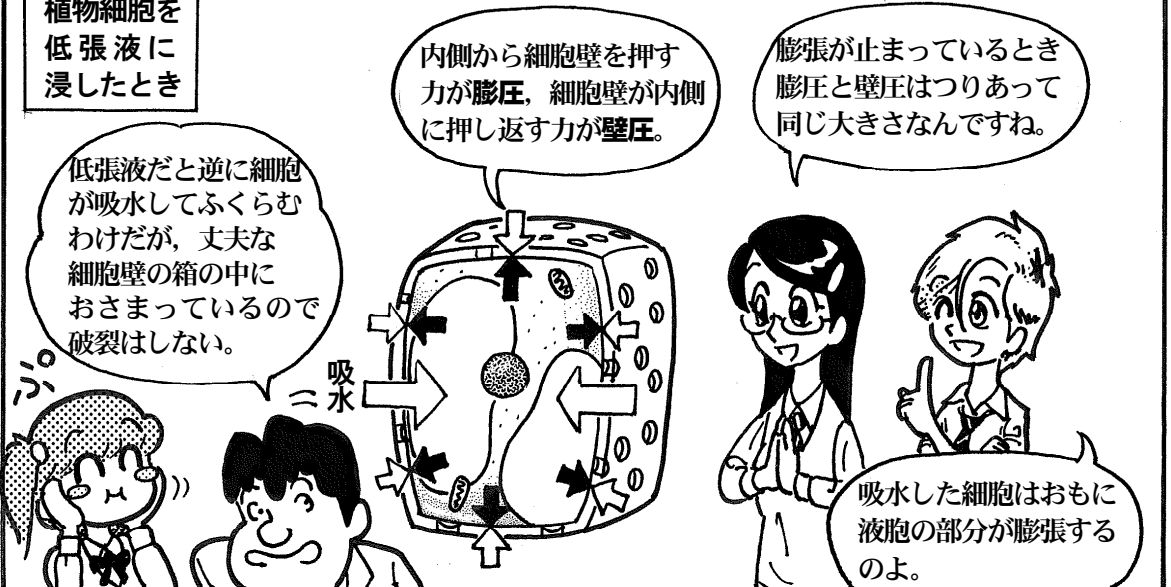


植物細胞を低張液に浸したとき

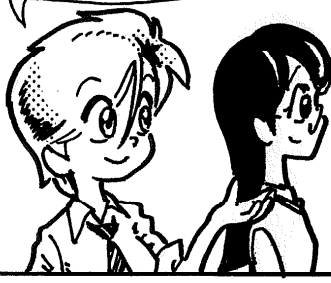
内側から細胞壁を押し出す力が膨圧、細胞壁が内側に押し返す力が壁圧。

膨張が止まっているとき膨圧と壁圧はつりあって同じ大きさなんです。

低張液だと逆に細胞が吸水してふくらむわけだが、丈夫な細胞壁の箱の中におさまっているので破裂はしない。



植物細胞への水の出入りはこの低張液につけたときに生じる膨圧がポイントね。



●体積変化が止まったときの細胞内液の浸透圧

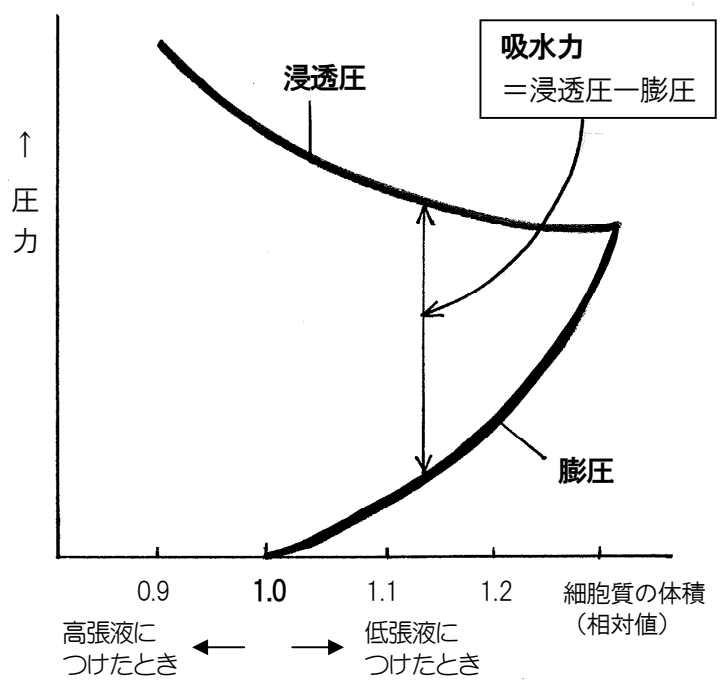
| | 高張液 | 低張液 |
|------|----------|-----------------|
| 動物細胞 | 細胞外液の浸透圧 | 細胞外液の浸透圧 |
| 植物細胞 | 細胞外液の浸透圧 | 細胞外液の浸透圧 —膨圧 |

内外差が大きすぎると破裂

原形質分離



植物細胞と浸透圧について勉強したらこの定番のグラフをやっておこう。植物細胞の体積と圧力の関係だ。



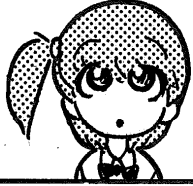
ここで出てきたか「吸水力」



植物細胞が吸水してふくらむと、膨圧が生じて、浸透圧は逆に小さくなる...

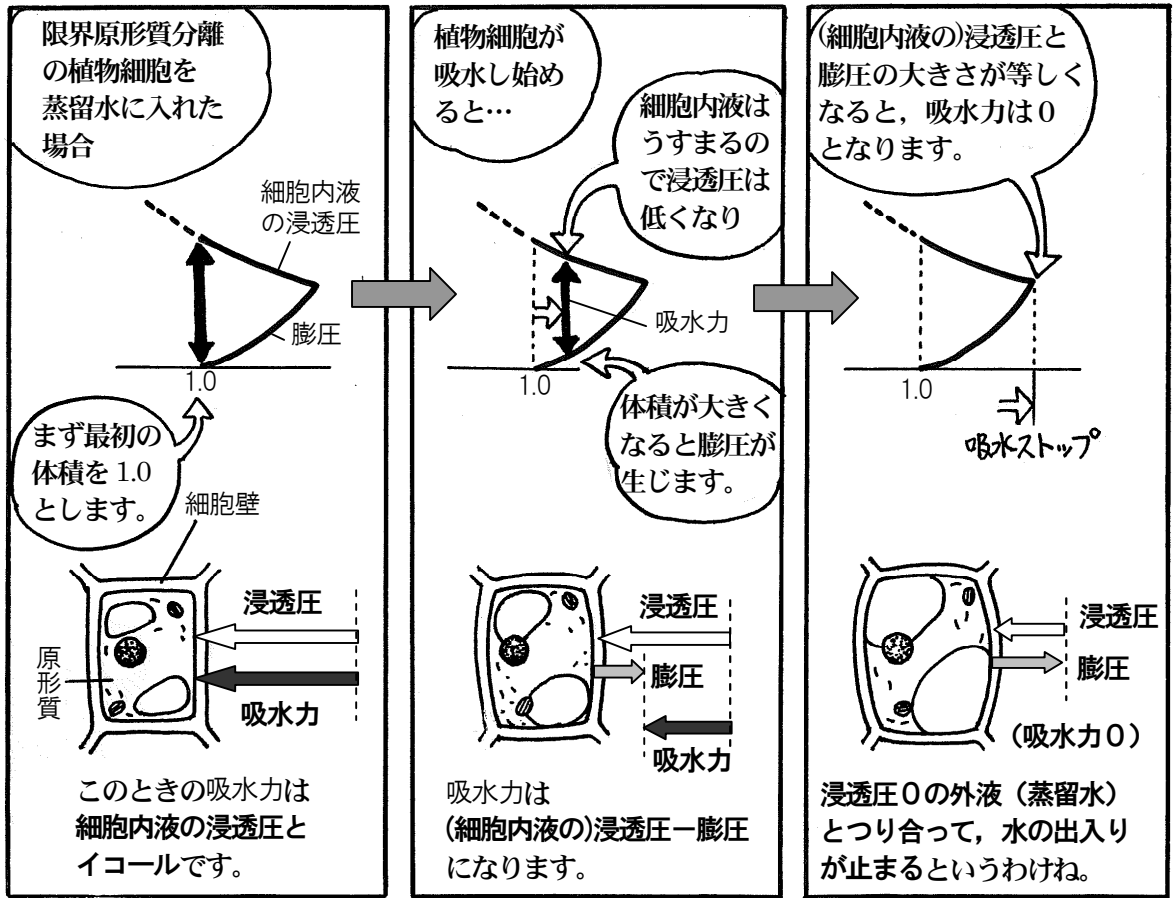


何がしたいグラフなんですか？



1.0 から始めて蒸留水につけたときを考えるとわかりやすいわね。





さてあとは
イオンの移動に
ついてざっと
やっておこう。

ここまでやってきた
ように細胞内外の浸透
圧の違いによって水の
出入りが起こるわけだが
じゃあその浸透圧差、内外
の物質の濃度差はなぜ
生じるのか？って
話だよな。

ヒトの赤血球

| | | | |
|--------|----|------------------|------------|
| (細胞内液) | 2 | Na ⁺ | 140 |
| 155 | | K ⁺ | 4.5 (細胞外液) |
| | 微量 | Ca ²⁺ | 2.5 |
| 100 | | Cl ⁻ | 65 |

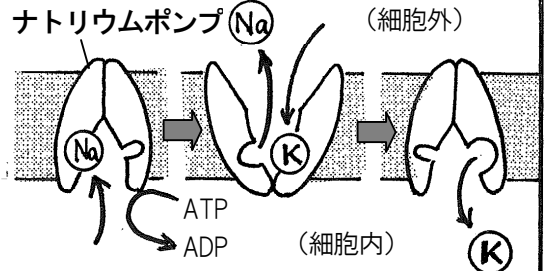
答: 昔から
そうだった

不正解!



生体膜には、内外の
濃度差にさからって
物質を移動させる
しくみがあるって
ことですよな。

その代表が
ナトリウムイオンを
細胞外に排出する
ナトリウムポンプ
だな。

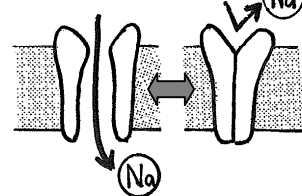


ATP 分解酵素としてはたらく膜タンパク
の一種が、ATP を分解して生じたエネル
ギーを使ってナトリウムイオン3個をく
み出しカリウムイオン2個を取り込む。
そこでこのタンパク質は、酵素として、
Na⁺-K⁺-ATP アーゼともよばれる。

こんなふうにエネルギーを
使って濃度差にさからった
膜内外の物質移動を起こす
はたらきを能動輸送と
いう。

あと、濃度差には
さからわないけど
特定の物質だけを
通す膜タンパク質
もありますよね。

ナトリウムチャンネル



前に出た、水を通す
アキアポリンもこれ
にあたるわね。

濃道輸送?
Na
Na

チャンネル
(channel)は船が
通る水路や海峡の
こと。テレビの
チャンネルも同じ
言葉なんですよ。

CHANELは
違うのな

抗生物質の中には細胞膜から K^+ を流出させることで細菌を殺すものもあるんだ。

細菌にきく薬だから大丈夫よ

そんなふうに1つの分子で物質を出し入れするものもあれば、細胞膜が物質を包んだり形を変えて細胞の外とやりとりするしくみもあるのよ。

大きな分子

細胞膜

陥入

放出

食作用

開口分泌

飲作用

エキソサイトーシス

エンドサイトーシス

小胞

また、そもそも細胞膜には分子の小さい溶質や油にとけやすい溶質ほど通過させやすい選択透過性があることも押さえておくべきだな。

それは完全に積み残しですね?!

ぬるい! ぬるいぞ

もっと早くにやとくべき内容ですよ

アルกอฮอล์は口に含んだだけでも吸収されるのよ (お酒は二十歳になってから)

↑透過性

分子の大きさ→

尿素

エチレングリコール

グリセリン

グルコース

スクロース

小

大

退屈なトーク聞かされてる間に指がふやけちゃったわ。

わけわからん!

一生浸かってる!

まとめ

浸透圧…溶液が半透膜を通して溶媒(水)を引き込む力

高張→水が吸い出され細胞は縮む (植物細胞の場合原形質分離)

低張→細胞は吸水して膨らむ (吸水力=浸透圧-膨圧)

選択透過性…溶質の種類によって膜の通り易さが異なる

能動輸送…ナトリウムポンプなど

それじゃ今回はここまで