

2026年5月14日(木) 茨城県立看護大学校資料

呼吸器の解剖生理

国立病院機構 茨城東病院 胸部疾患・療育医療センター
診療看護師 (Japanese Nurse Practitioner)
川崎 竹哉



本日の内容

- 01** 人が呼吸をする理由

- 02** 口元から肺胞までの仕組み

- 03** 肺の動かし方

- 04** 気道内の空気の流れ方

- 05** 大事な大事な『呼吸数』

- 06** 呼吸機能検査で分かること

本日の内容

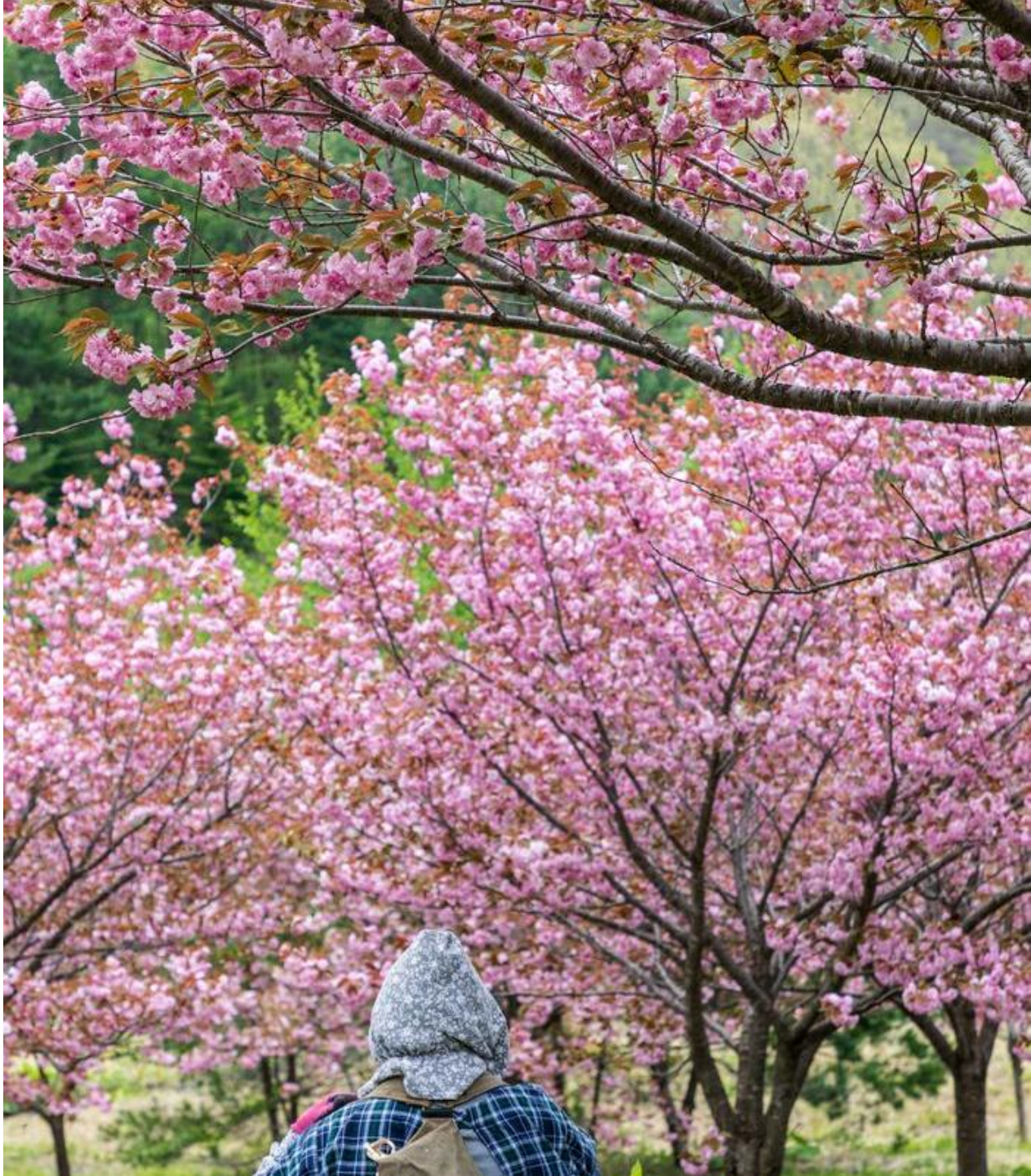
- 01** **人が呼吸をする理由**
- 02 口元から肺胞までの仕組み
- 03 肺の動かし方
- 04 気道内の空気の流れ方
- 05 大事な大事な『呼吸数』
- 06 呼吸機能検査で分かること

『呼吸する』

とは

『生きる』

こと

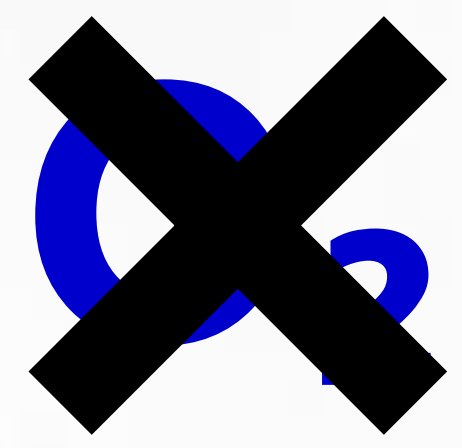




O₂



CO₂



呼吸停止 = 死

『呼吸停止 = 死』の理由

1. 身体の中の**酸素 (O₂) が不足**するから
2. 身体の中の**二酸化炭素 (CO₂) が過剰**になるから

呼吸ができないと

各臓器が働けなくなる

(臓器機能不全)



ヒトが呼吸する意味



各臓器が役割を全うできるようにするため

O₂を取り込んでCO₂を吐く理由

O₂ = ATPを作る材料になる

CO₂ = pHを弱アルカリ性に保つ

ATP



pH





O₂とブドウ糖がないとATPは沢山作れない

臓器は餓死状態



ATPの作り方は2種類

1. 酸素を使って作る

ブドウ糖 + 酸素

→ **ATP36個**、二酸化炭素

2. 酸素を使わず作る

ブドウ糖

→ **ATP2個**、乳酸

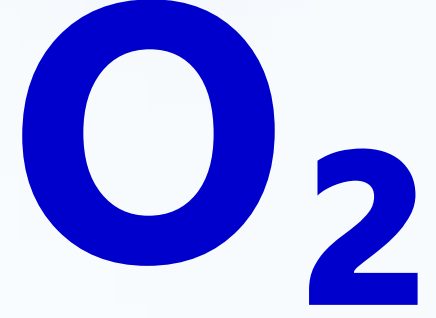
ATP（食べ物）がなければ臓器は機能不全に陥る



CO₂調整が狂うとpHも狂う

臓器環境は最悪で活動不可





本日の内容

- 01 人が呼吸をする理由

- 02 口元から肺胞までの仕組み**

- 03 肺の動かし方

- 04 気道内の空気の流れ方

- 05 大事な大事な『呼吸数』

- 06 呼吸機能検査で分かること

呼吸器のしくみ

キーセルバツ八部位



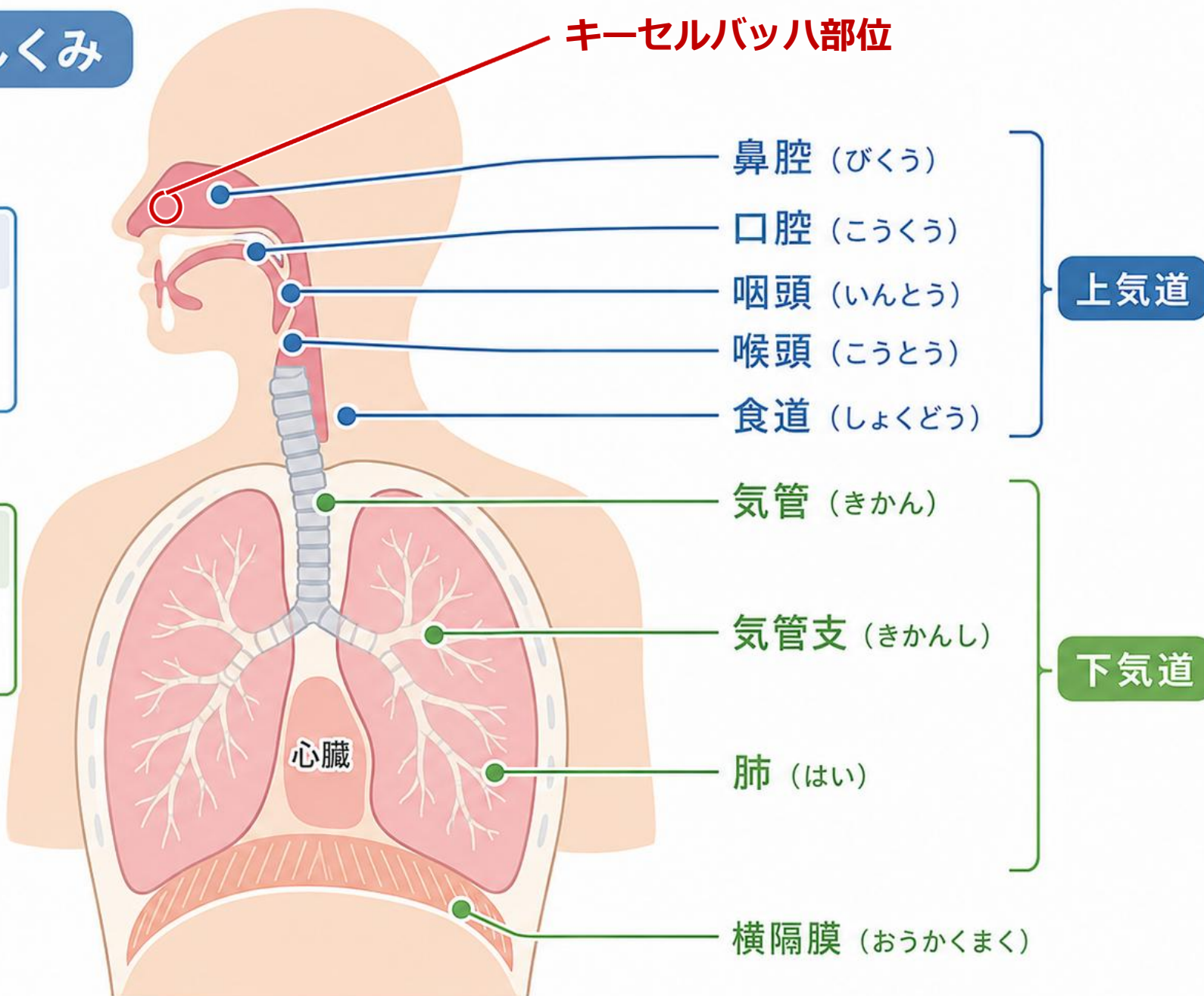
上気道

鼻や口から
のどまでの部分

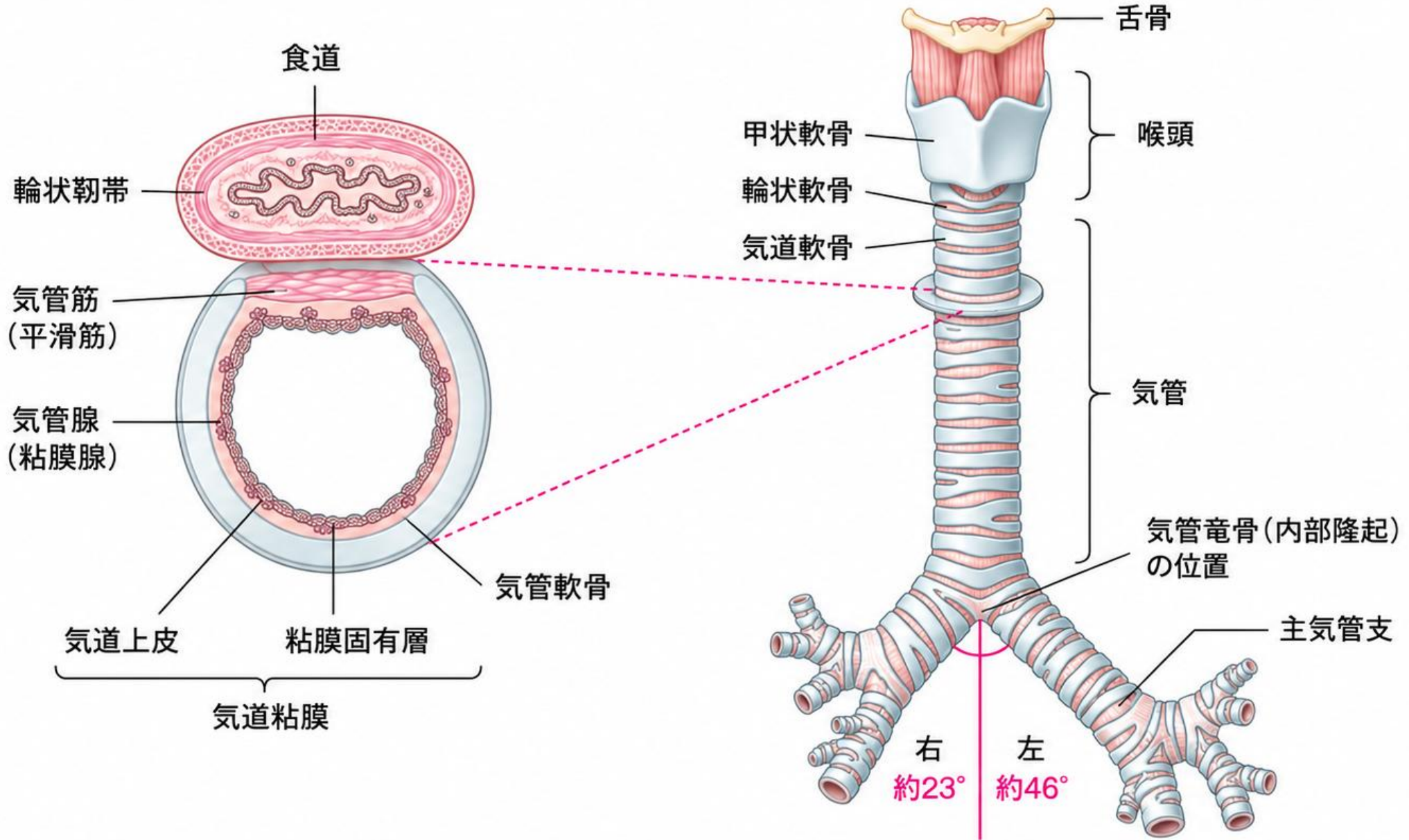


下気道

気管から肺までの
空気の通り道



喉頭・気管・気管支



粘液腺毛輸送系

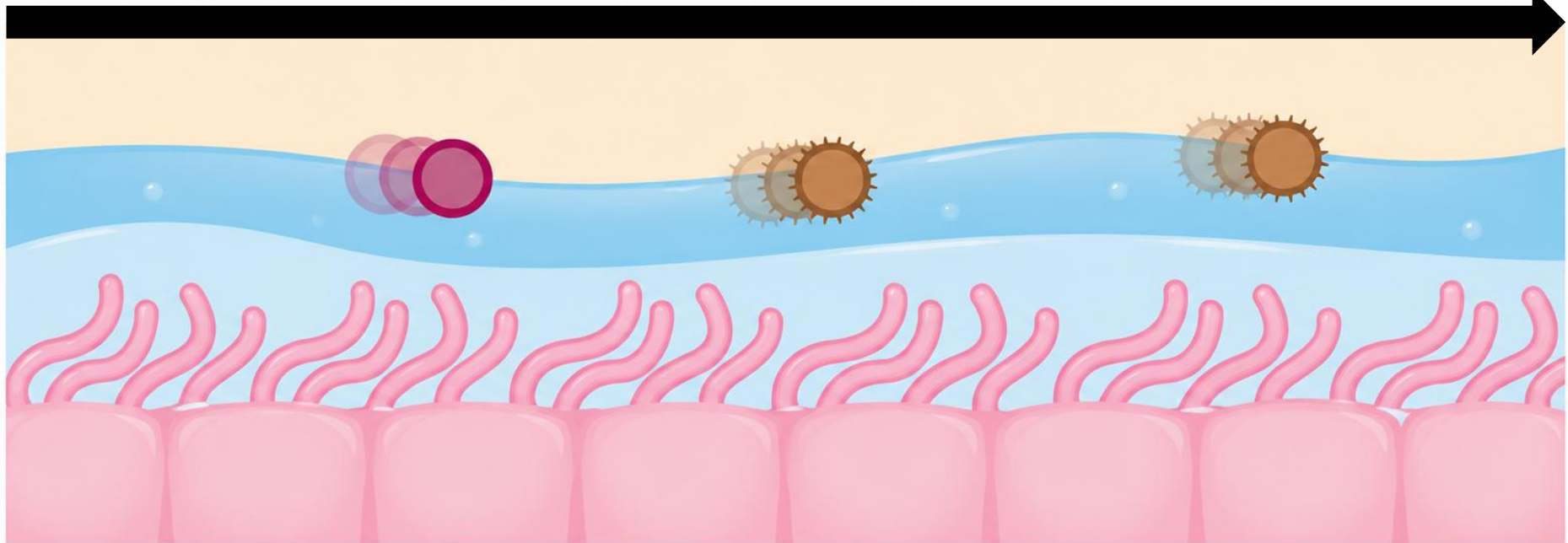
口もとへ移動させ痰として排出

粘液 (ゲル層)

粘液 (ゾル層)

腺毛

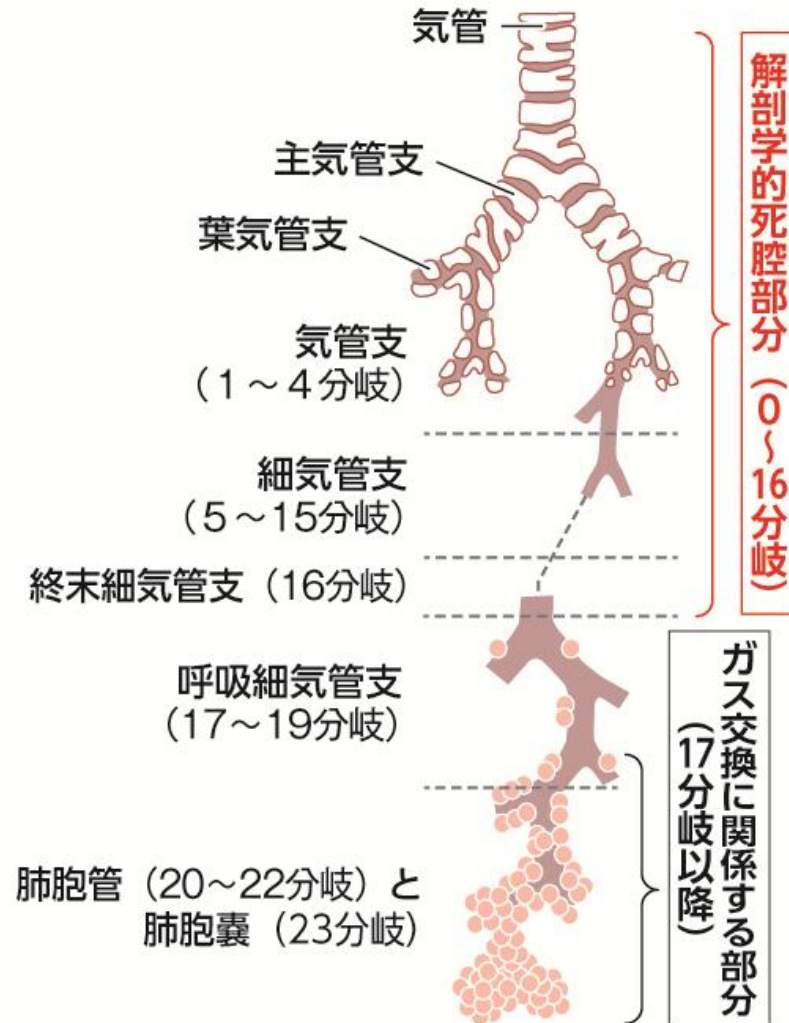
杯細胞



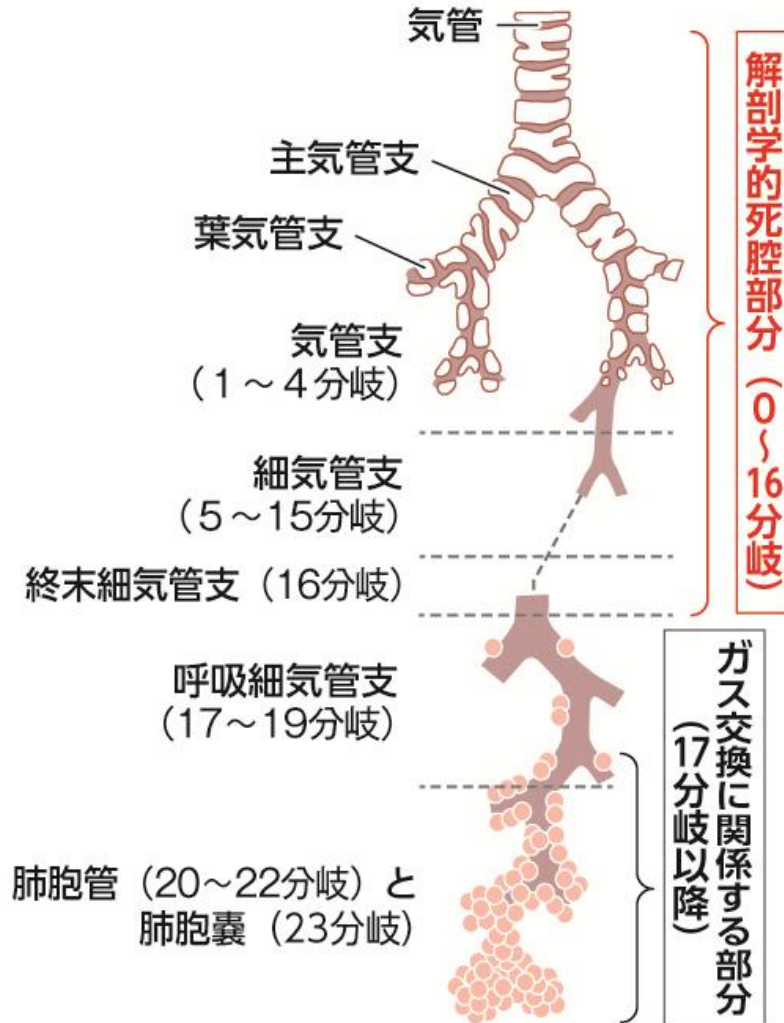
鼻や口から侵入したウイルスや細菌は粘液に補足

腺毛運動による粘液の流れによって排除

気管から肺胞までの流れ



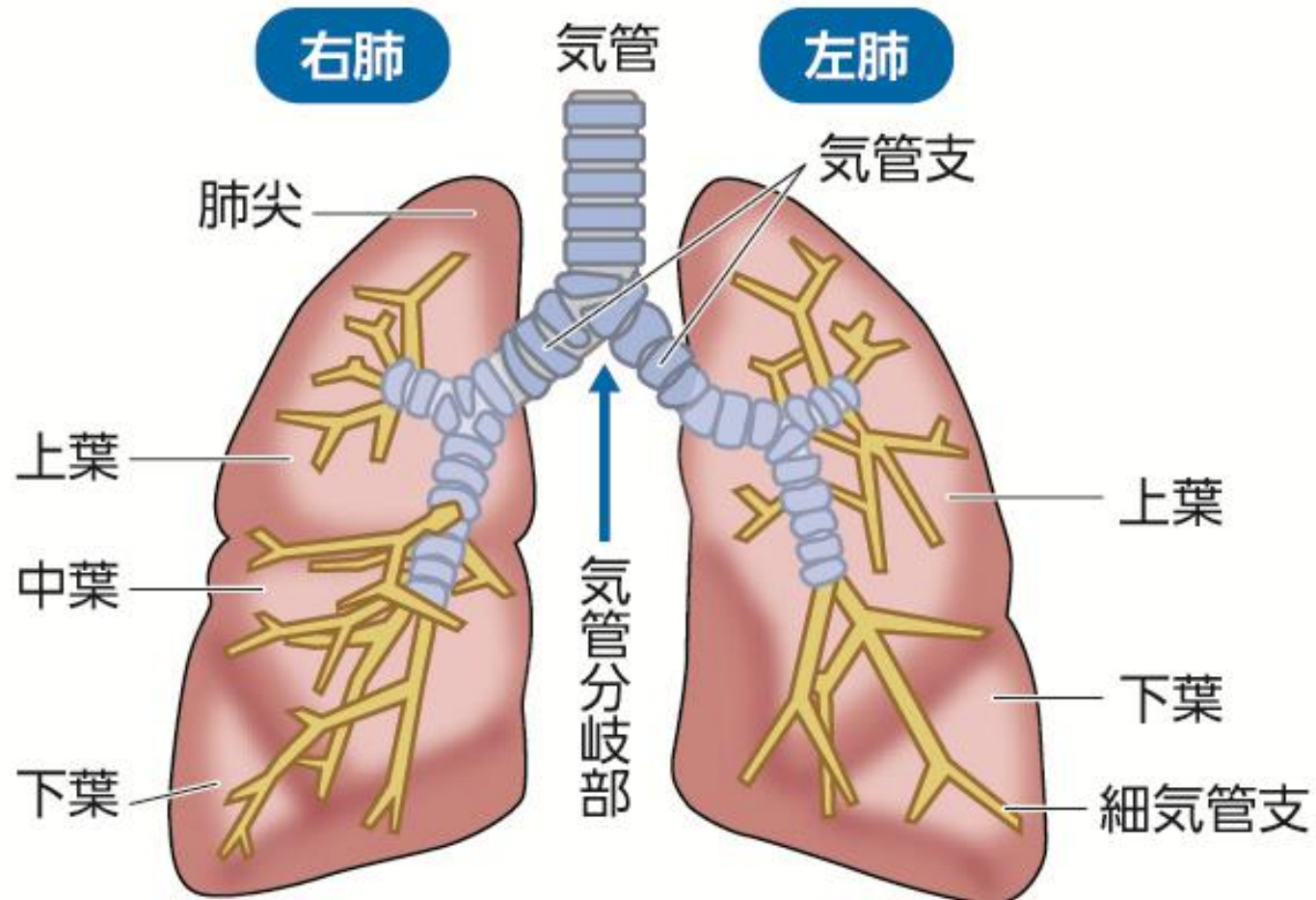
死腔



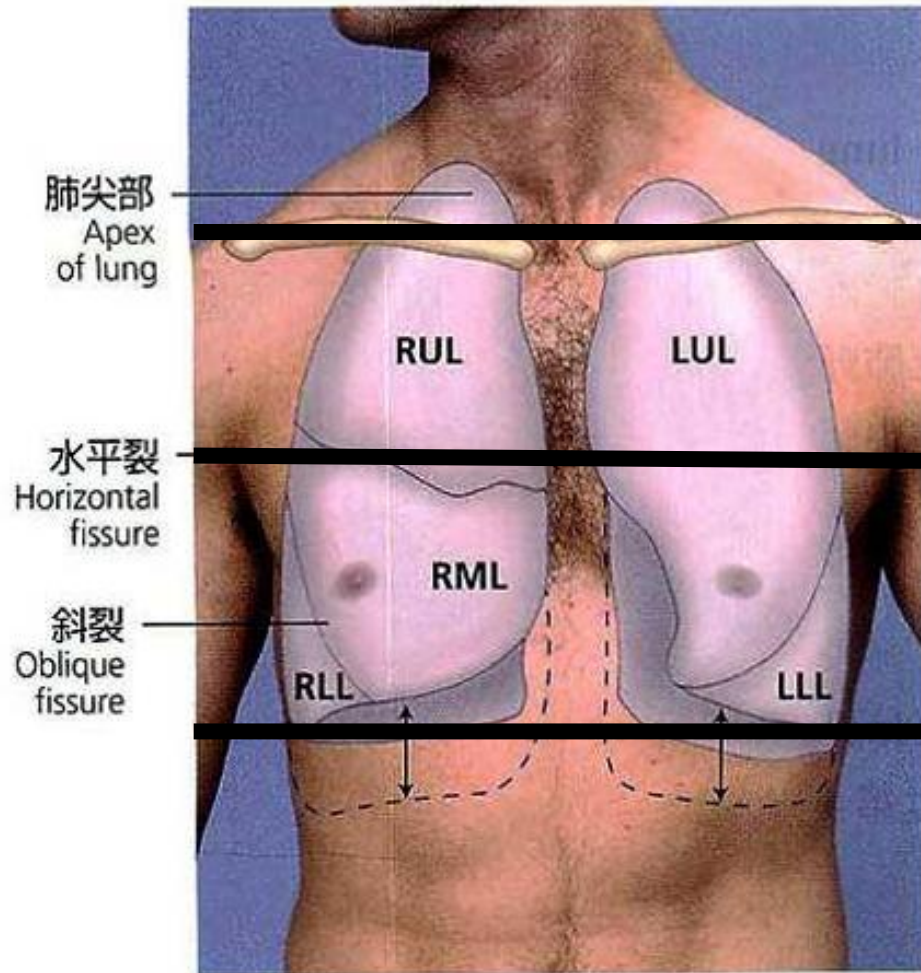
- ただの空気の通り道のこと
- ガス交換が行われない場所を指す

みぎみつつ

肺の部屋（肺葉）は右3葉、左2葉



肺の部屋分けを外から見極める



鎖骨

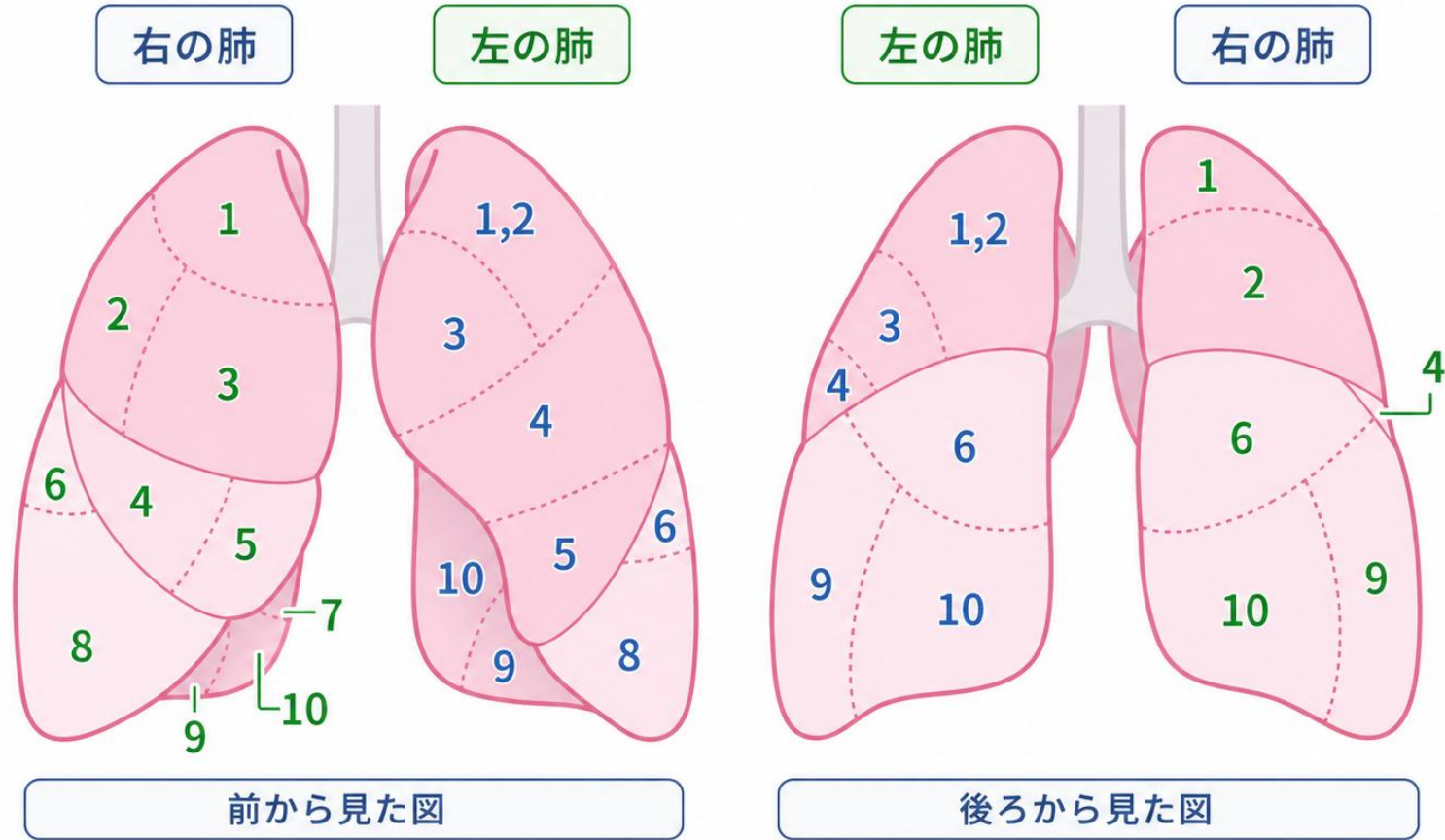
腋窩を結んだ線

肘部を結んだ線

上肺野

下肺野

肺区域



前から見た図

後ろから見た図

肺の区域名
(S : 区域)

- | | | | |
|------------------|----------------|-------------------|----------------|
| 1 : S1 (肺尖区) | 6 : S6 (外側中区) | 1,2 : S1+2 (肺尖後区) | 6 : S6 (下舌区) |
| 2 : S2 (後上区) | 7 : S7 (内側下区) | 3 : S3 (前上区) | 8 : S8 (前下区) |
| 3 : S3 (前上区) | 8 : S8 (前下区) | 4 : S4 (舌区) | 9 : S9 (外側下区) |
| 4 : S4 (中間気管支幹区) | 9 : S9 (外側下区) | 5 : S5 (上舌区) | 10 : S10 (後下区) |
| 5 : S5 (内側中区) | 10 : S10 (後下区) | | |

※ 数字は区域を表す

肺は、町のように大きな単位から、家、部屋へと分かれています。

肺 = 町

左右にひとつずつある
大きなまとまり



肺葉 = 家

1つの町の中にある
いくつかの家

右の肺 (町) の家

左の肺 (町) の家



区域 = 部屋

1つの家の中を、いくつかの
部屋に分けたもの

下葉 (家) の中を見てみると...



肺は町!

左右に1つずつある
大きなまとまり

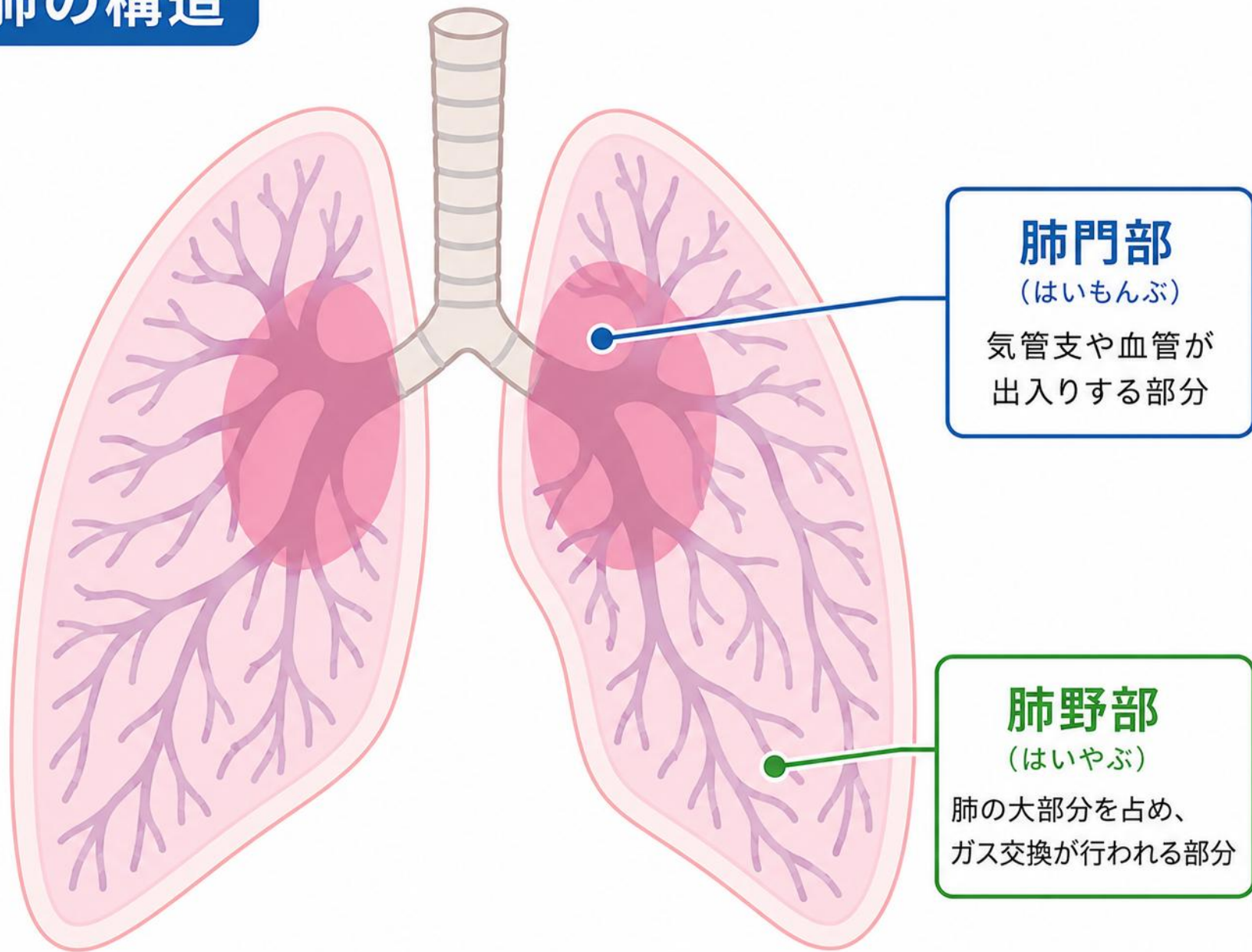
肺葉は家!

町の中にいくつかの家があり、
右は3つ、左は2つあります

区域は部屋!

家の中を、いくつかの部屋に
分けたもので、右はS6~S10に分かれます

肺の構造



肺門部

(はいもんぶ)

気管支や血管が
出入りする部分

肺野部

(はいやぶ)

肺の大部分を占め、
ガス交換が行われる部分

吐く息となる
二酸化炭素

息を吸って
入ってきた酸素

- 二酸化炭素 (CO₂)
- 酸素 (O₂)

二酸化炭素は
肺胞の中へ移動

酸素は
体の中へ移動

二酸化炭素

酸素

体の細胞で使われたあとの
不要となった二酸化炭素が、
毛細血管から肺胞へ
取り込まれる

吸った空気の中に含まれる
酸素が、肺胞から毛細血管へ
取り込まれる



肺胞では、二酸化炭素は外へ出され、酸素は体の中へ取り込まれます。

縦隔

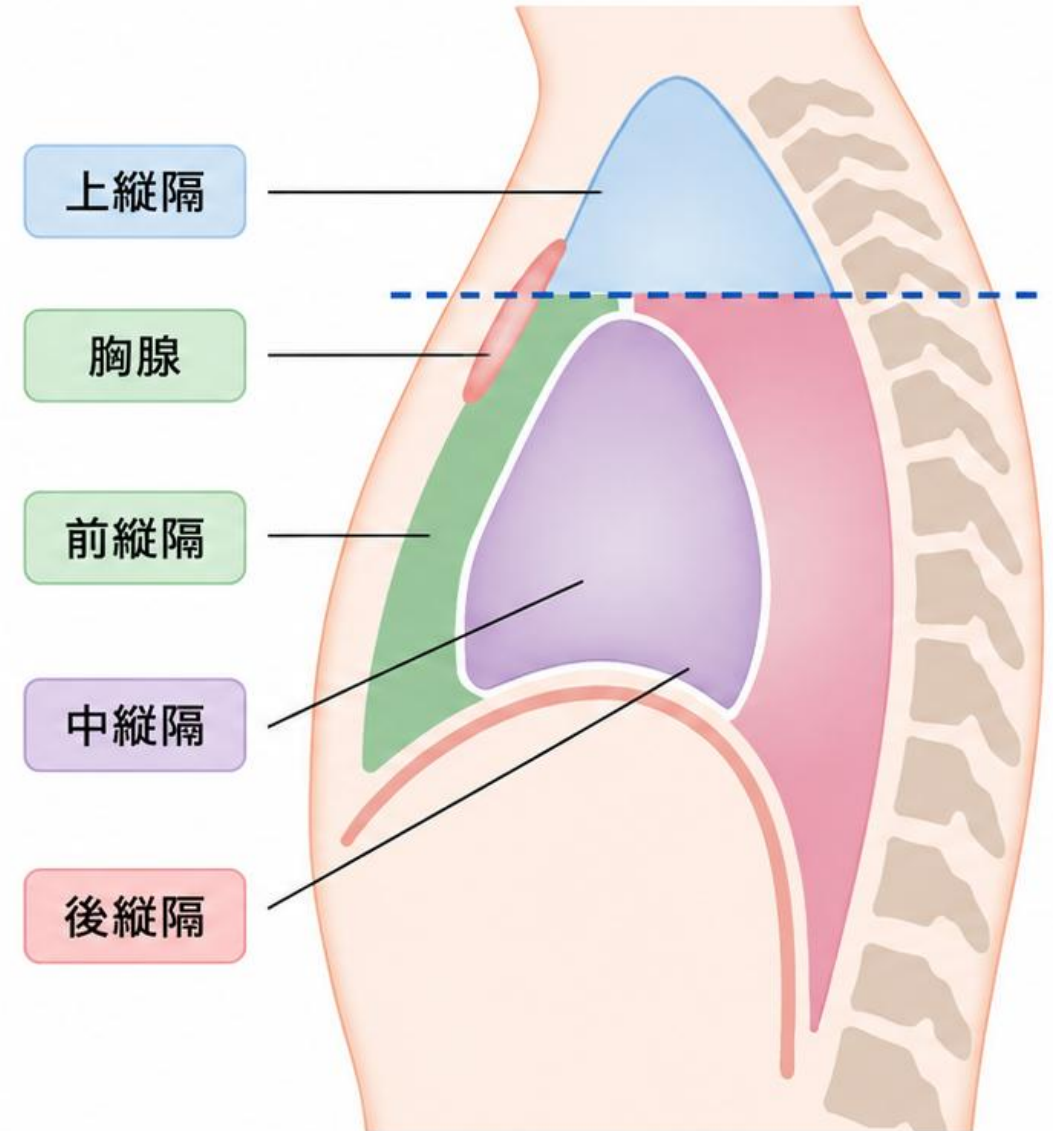
左右の肺に挟まれ、前方は胸骨に、
後方は脊柱に固定された、胸郭の中央部を**縦隔**という。

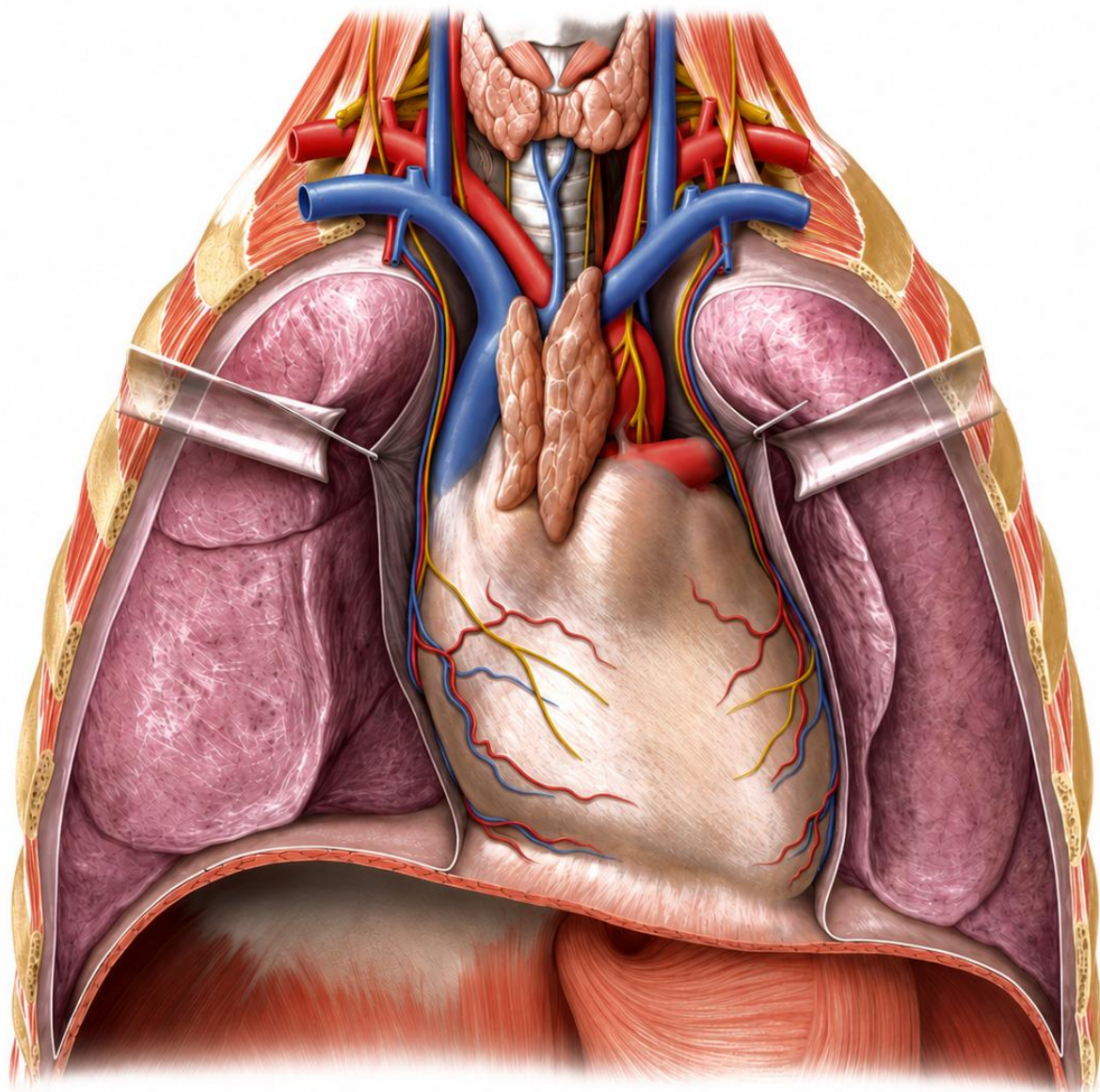
■ 縦隔の区分

- **縦隔上部**： 前は胸骨柄。後ろは第1～4胸椎で境界され、
上は胸郭上口、下は心臓の下縁で境界される。
- **縦隔前部**： 胸骨と心臓との間の狭い部位。
- **縦隔中部**： 心臓および心臓に出入りする大血管。
- **縦隔後部**： 前は心臓後面、後ろは第5～12胸椎で境界される。

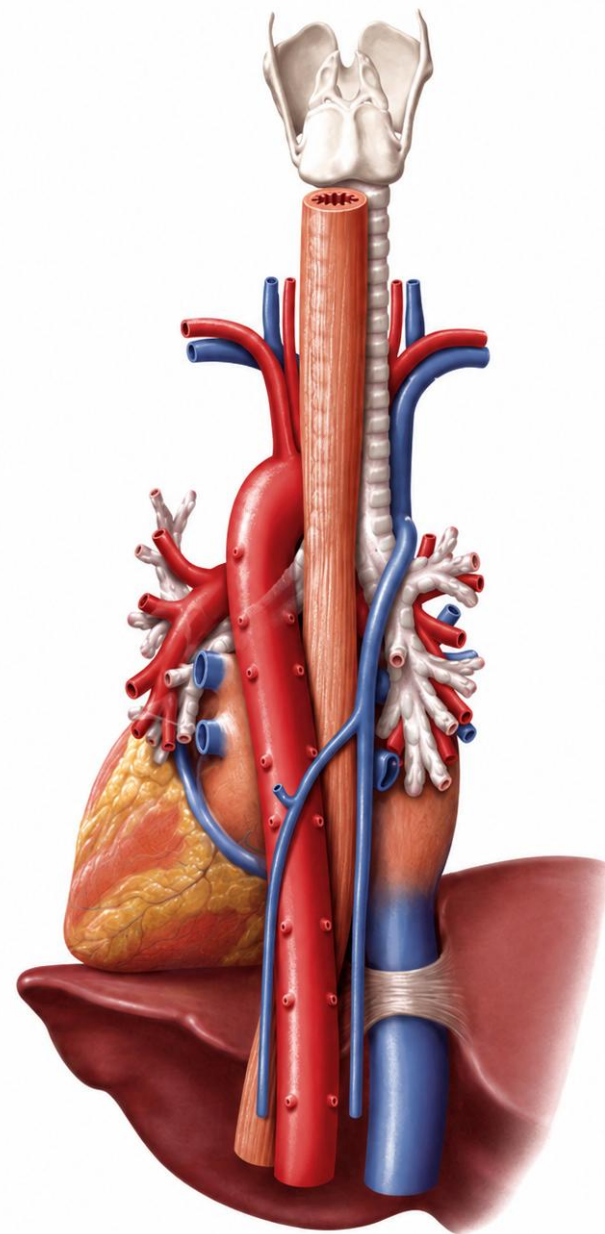
■ 含まれる構造物

上部	上部	胸腺、気管、食道、 大動脈弓 、 上大静脈 、腕頭静脈、 奇静脈、胸管、横隔神経、迷走神経、交感神経幹
	下部	
下部	前部	胸腺の下部、内胸動脈
	中部	心臓 、上行大動脈、肺動脈、肺静脈、上大静脈、 横隔神経
	後部	気管支、食道、 胸大動脈 、奇静脈、半奇静脈、胸管、 迷走神経、交感神経幹





前面

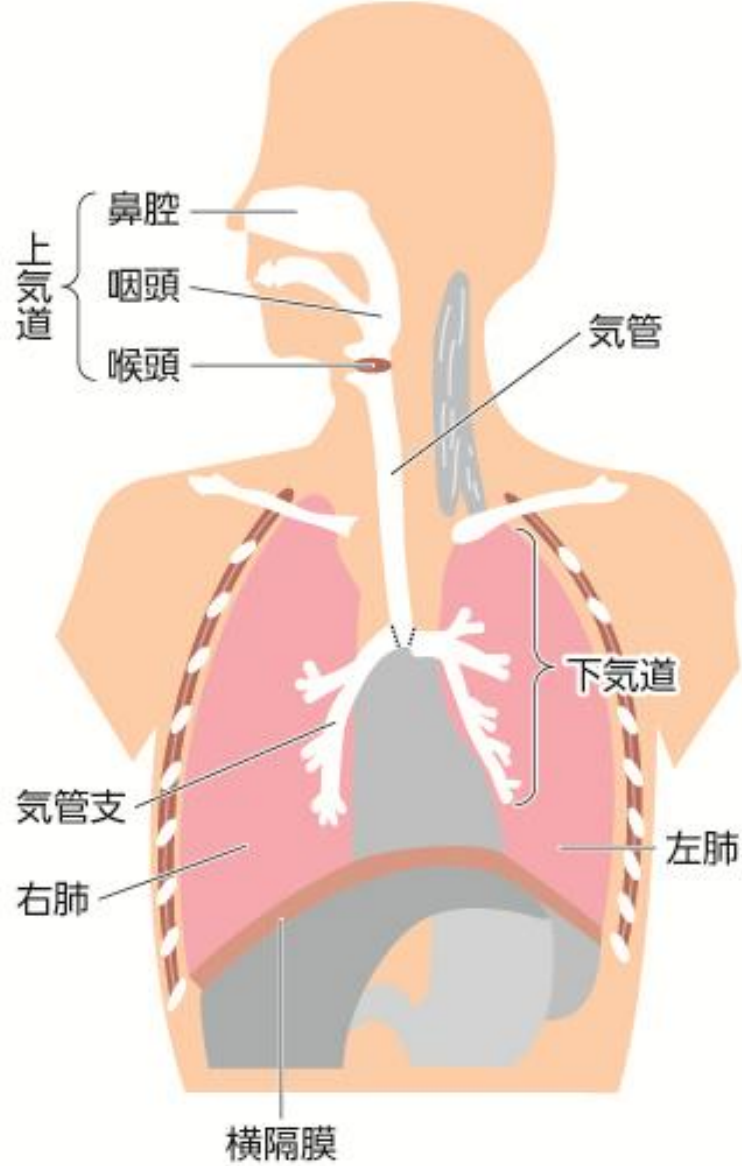


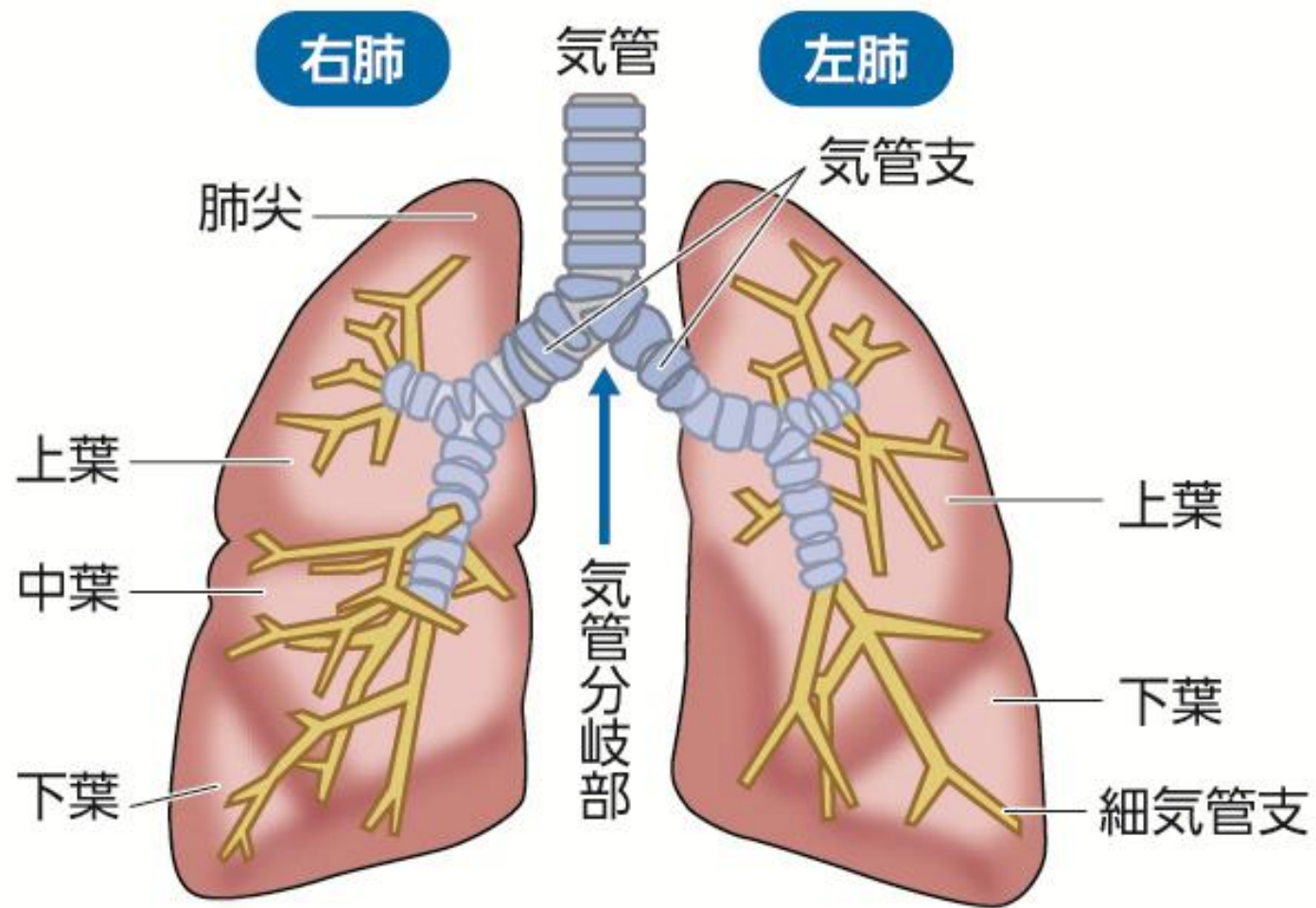
後面

本日の内容

- 01 人が呼吸をする理由
- 02 口元から肺胞までの仕組み
- 03 肺の動かし方**
- 04 気道内の空気の流れ方
- 05 大事な大事な『呼吸数』
- 06 呼吸機能検査で分かること

肺は常に広がっているように見えるが





肺は常に縮もうとしている臓器

「吸う」と「吐く」を決める3つの力

① **肺弾性収縮力**

② **胸郭**

③ **呼吸筋（特に**吸気筋**）**

①肺弾性収縮力

肺が縮む力の源は

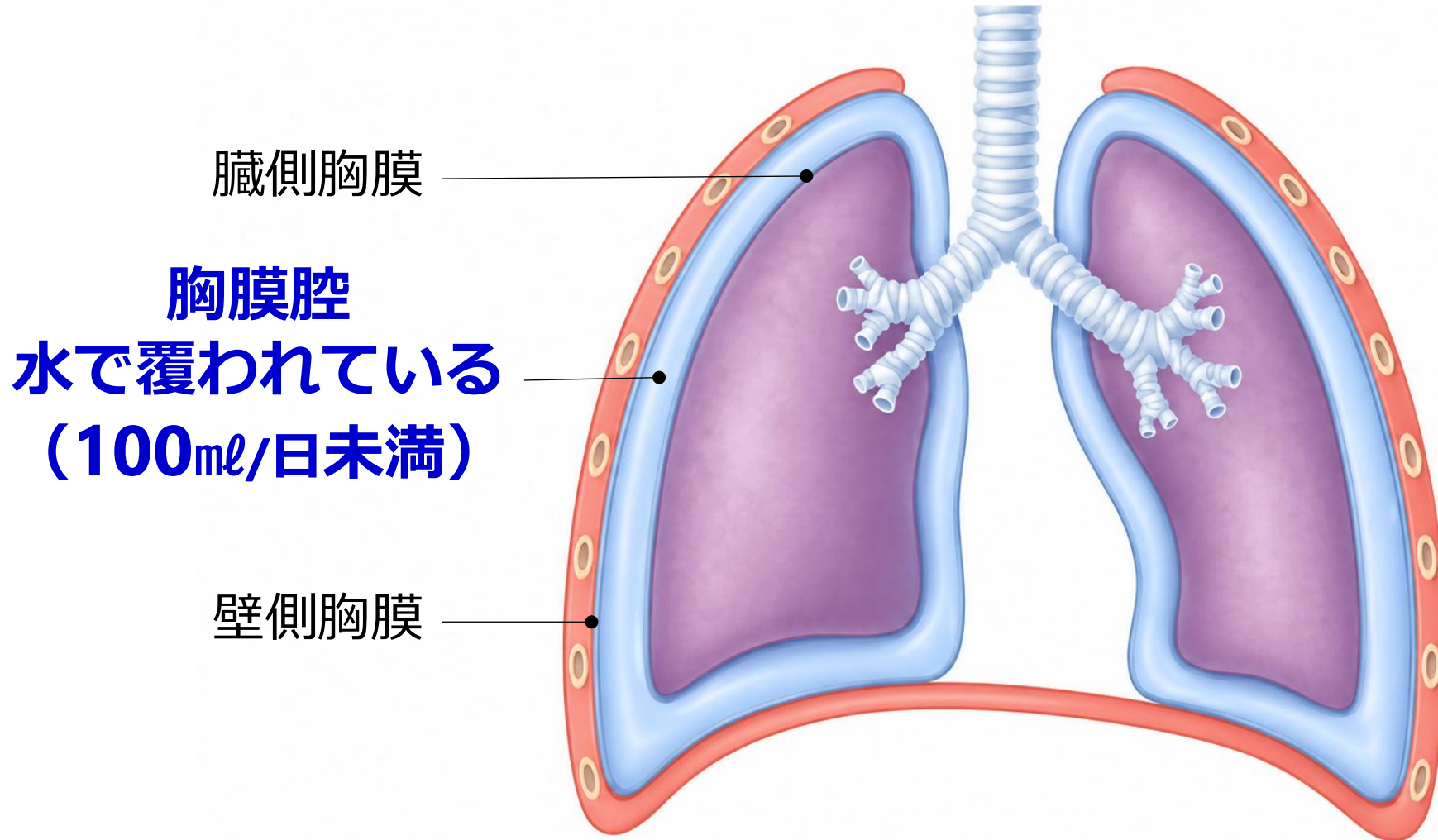
1) 表面張力



2) 幾何学的網目模様



肺は水で覆われている臓器





このままだと呼吸するだけで筋肉痛になるかも

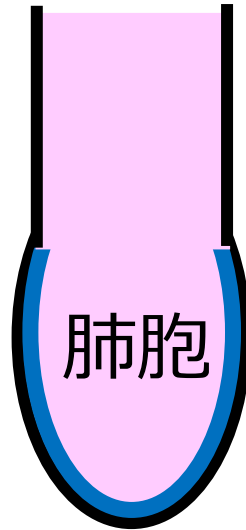




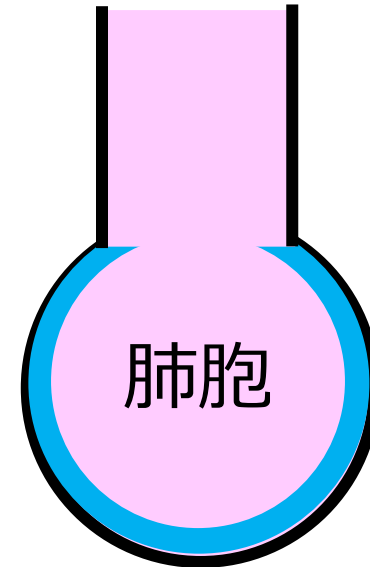
界面活性剤は、水分子を切り離す作用がある

この役割をしてしてくれるのが サーファクタント

サーファクタントなし



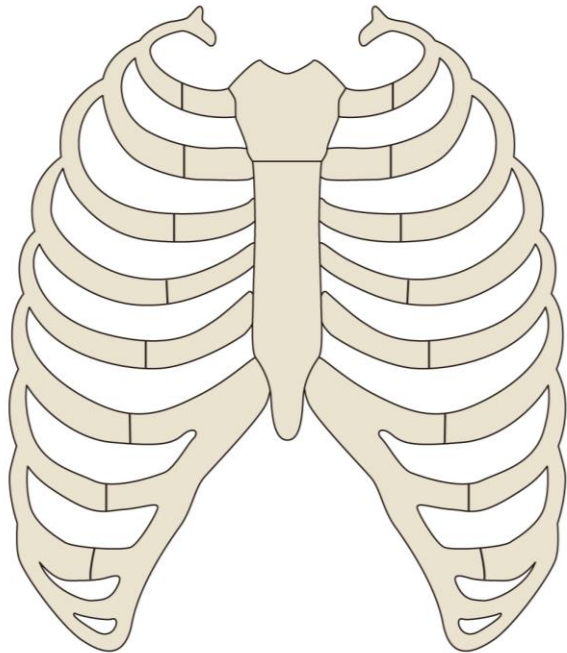
サーファクタントあり



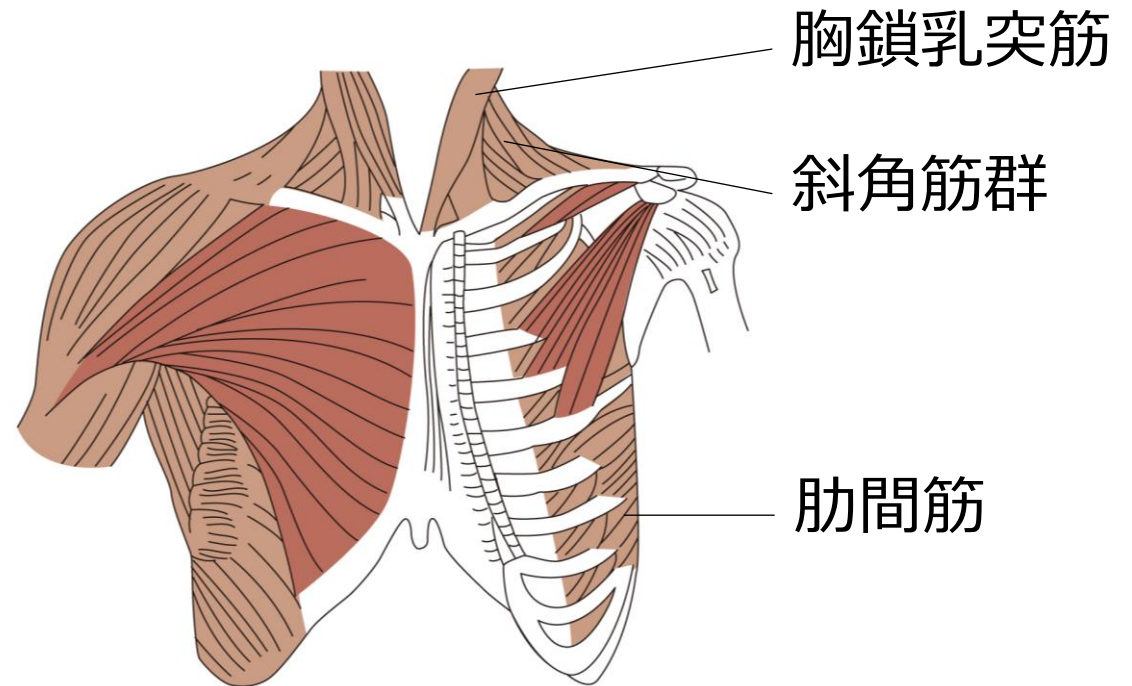
Ⅱ型肺胞上皮細胞から分泌される**サーファクタント**は
表面張力を弱め適度な縮み具合に調整してくれる

②胸郭

1) 肋骨

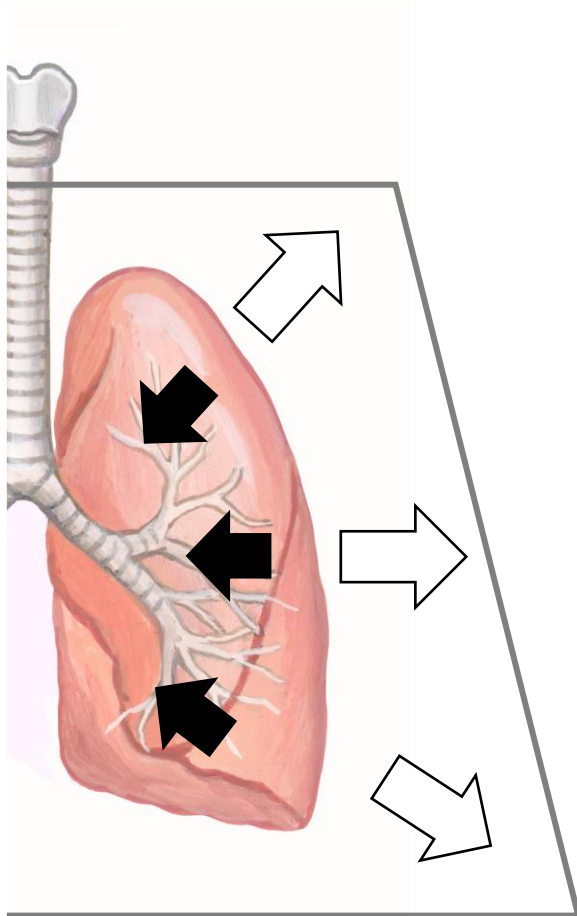


2) 肋間筋・斜角筋群



肺がどれだけ縮もうともそれに釣られて胸郭が縮まることはない

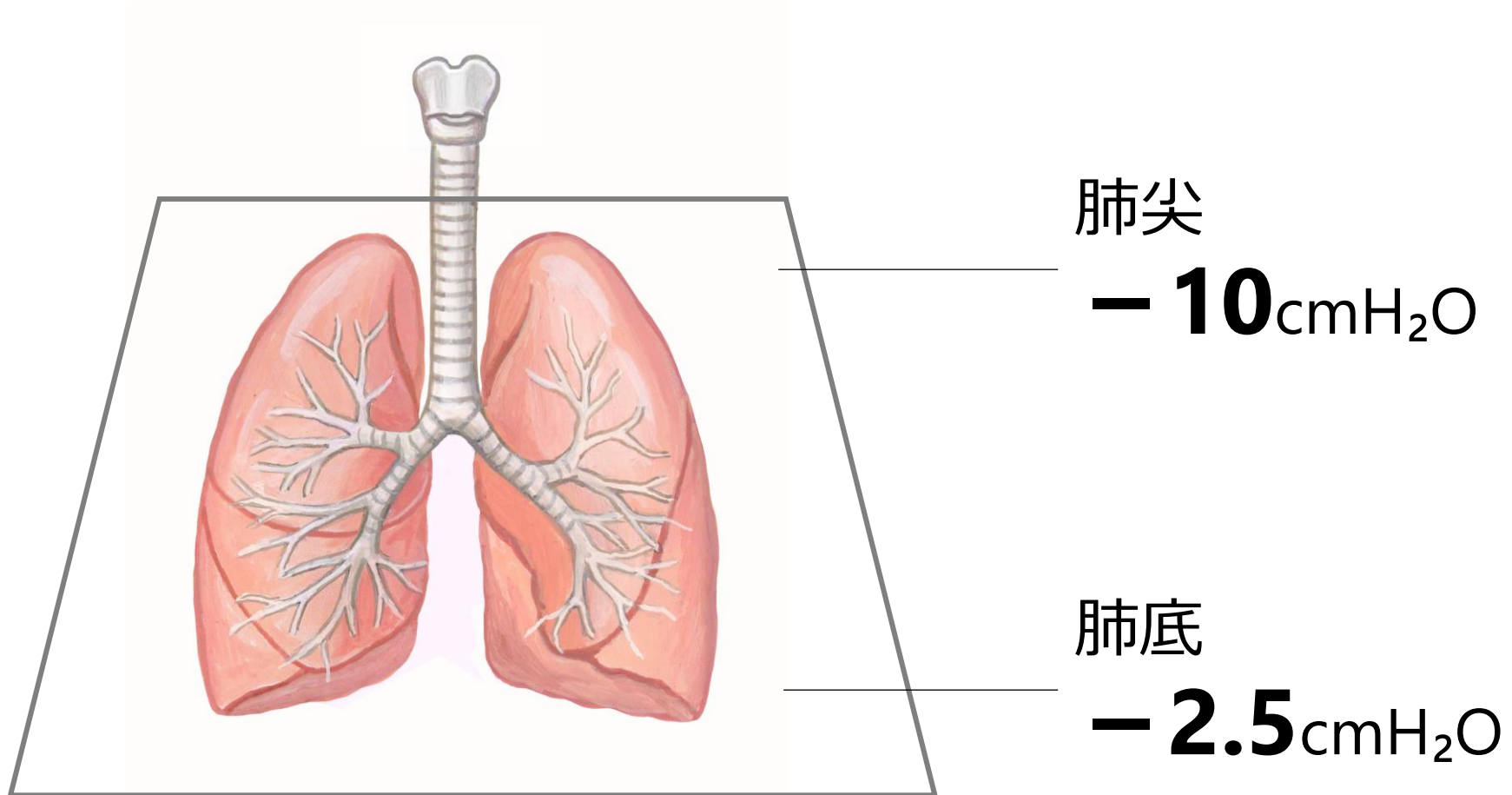
①と②の引き合い = 陰圧の完成



肺弾性収縮力 < 胸郭
(+の力) (-の力)

胸腔内は**胸郭 (-の力) が強い**ので
肺は広がった状態を維持し、**胸腔**
内圧は - (陰圧) になる

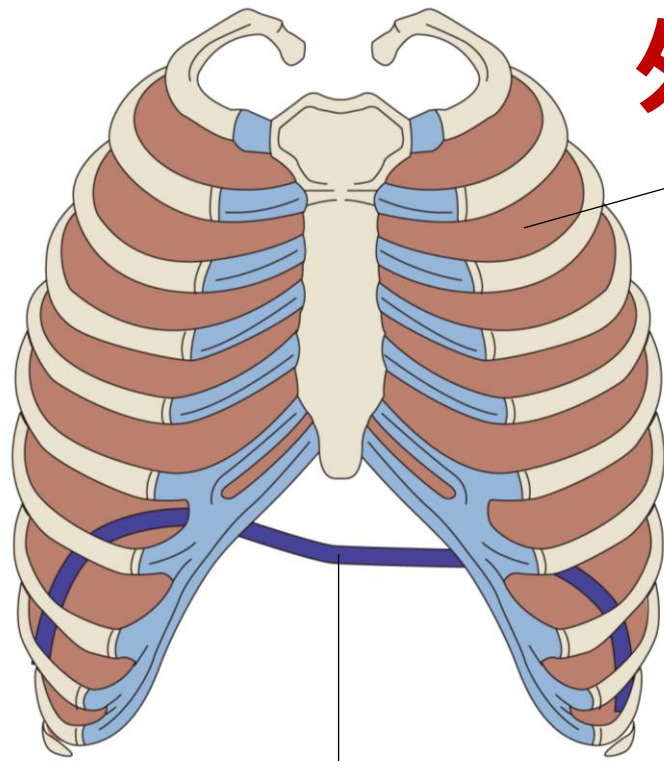
胸腔内圧の平均は $-5\text{cmH}_2\text{O}$



あとは息が吸えるように肺を動かすだけ



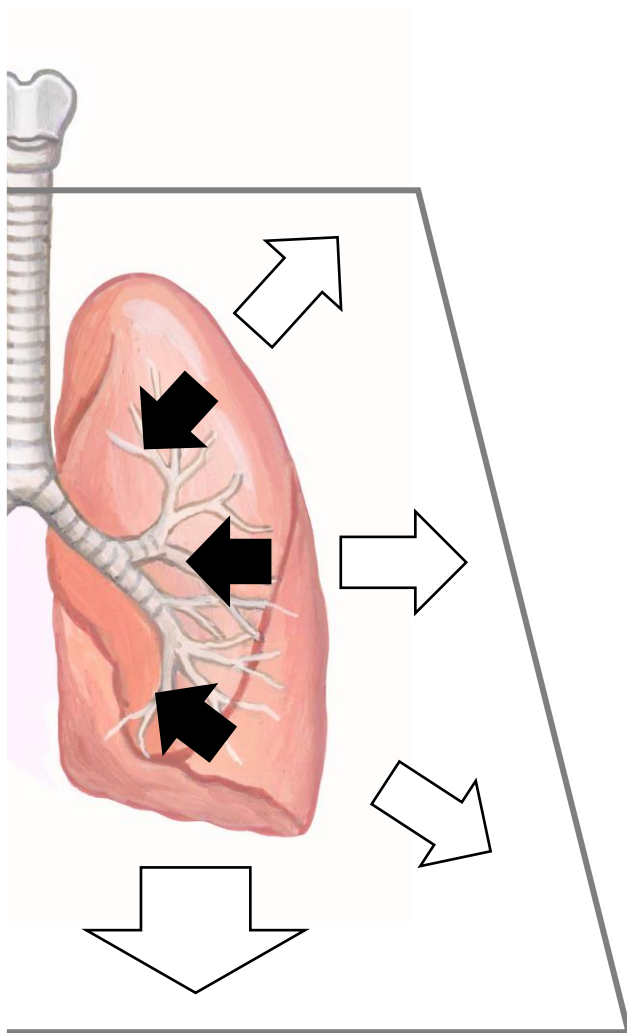
③呼吸筋（特に吸気筋）



外肋間筋

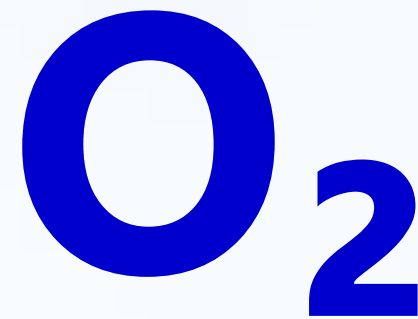
横隔膜

- **吸気は筋肉の収縮により肺を** 広げて行う。
- **呼気は筋肉の位置を元に戻す** だけ。



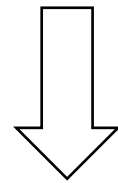
**肺の中と外は、
絶えず引っ張り合っている！
（外に引く力の方がちょっぴり強い）**





換気量を決める3つの力

- ①肺弾性収縮力上昇/低下
- ②胸郭可動域制限
- ③吸気筋力低下/神経・筋異常

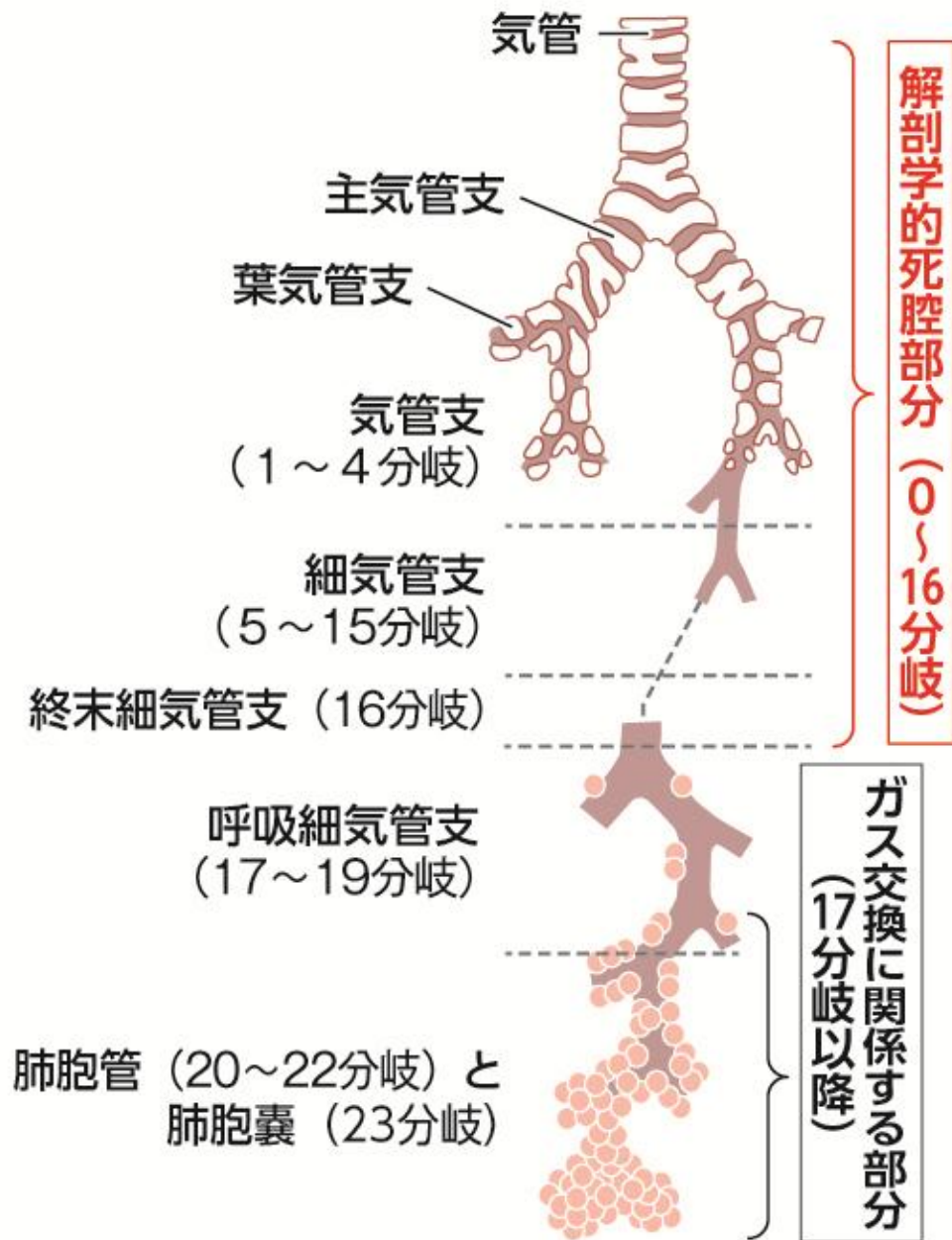


換気量の低下（死腔の増加）

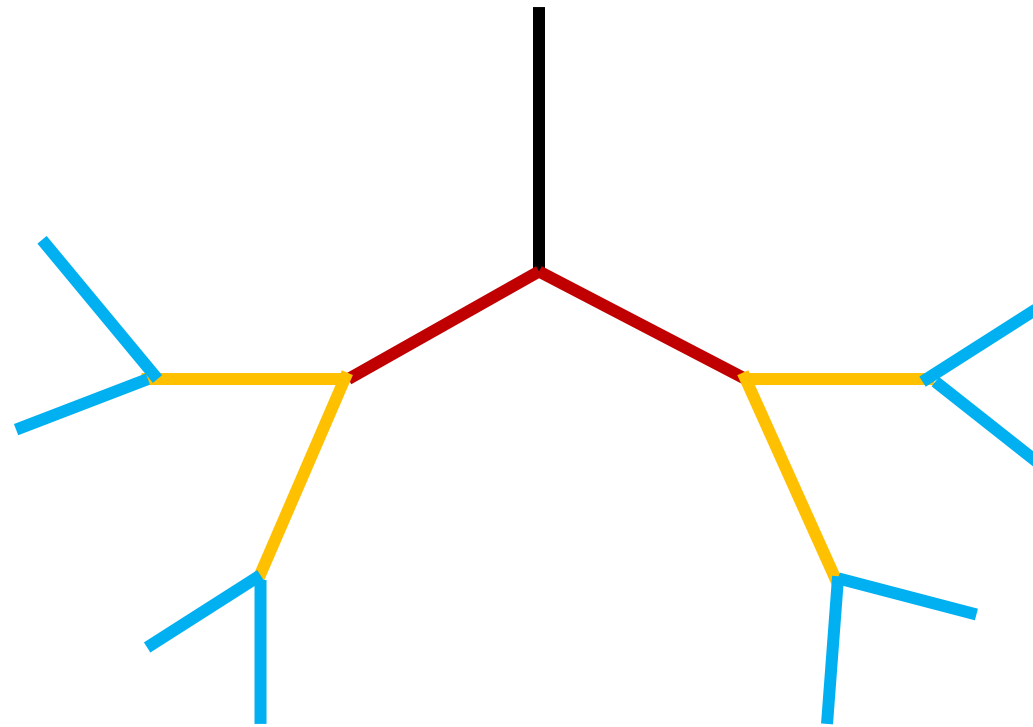
CO₂が吐き出せない→臓器機能障害リスク高

本日の内容

- 01 人が呼吸をする理由
- 02 口元から肺胞までの仕組み
- 03 肺の動かし方
- 04 気道内の空気の流れ方**
- 05 大事な大事な『呼吸数』
- 06 呼吸機能検査で分かること

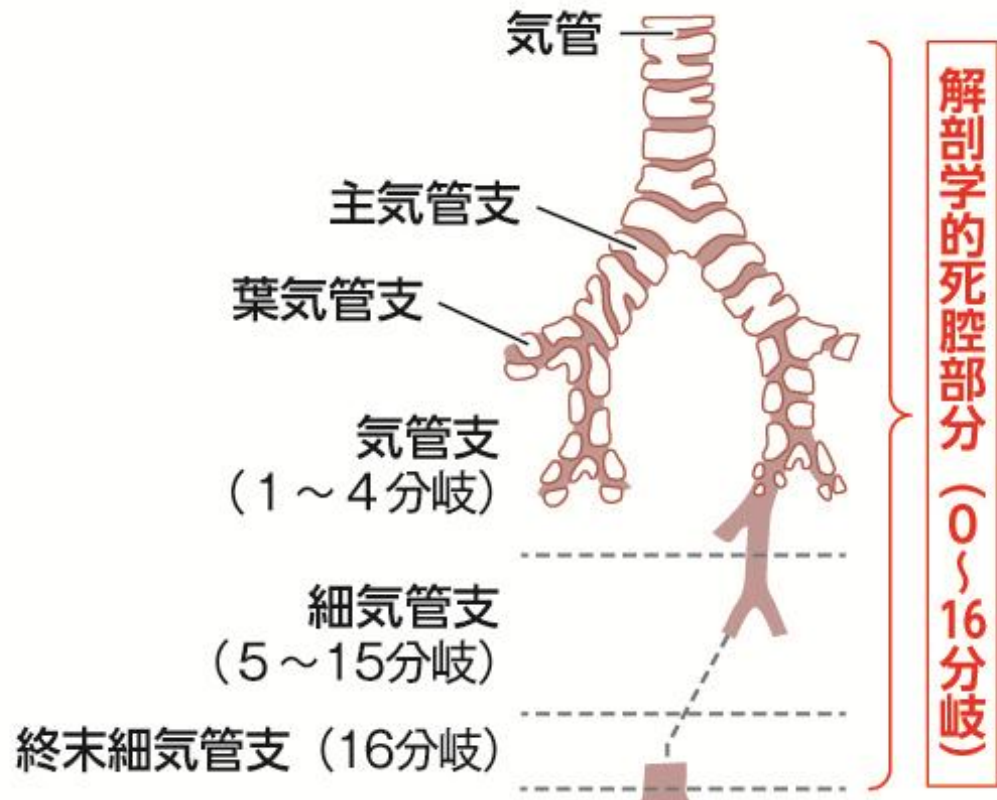


吸った空気は、
17回以上分岐しないと
肺（肺胞）までたどり
着けない

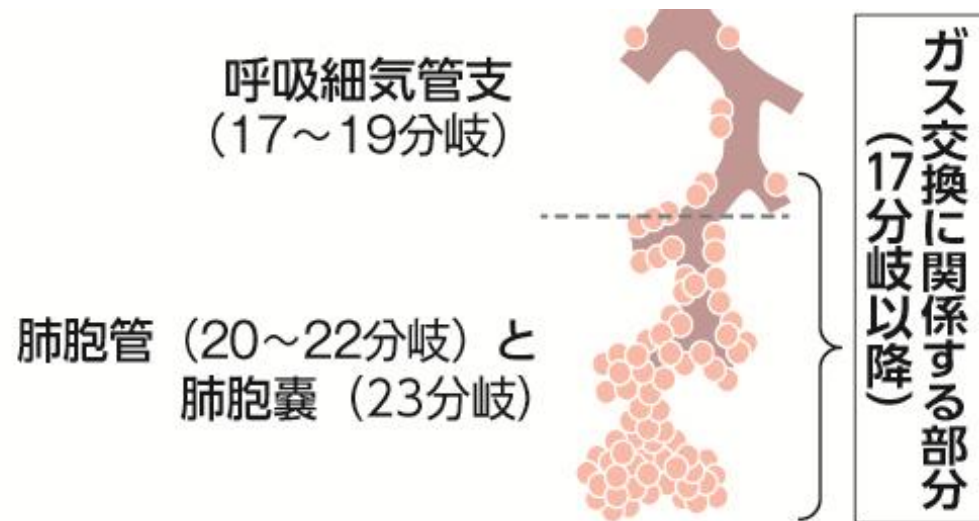


分岐ごとに気道の中の面積を足してみると...

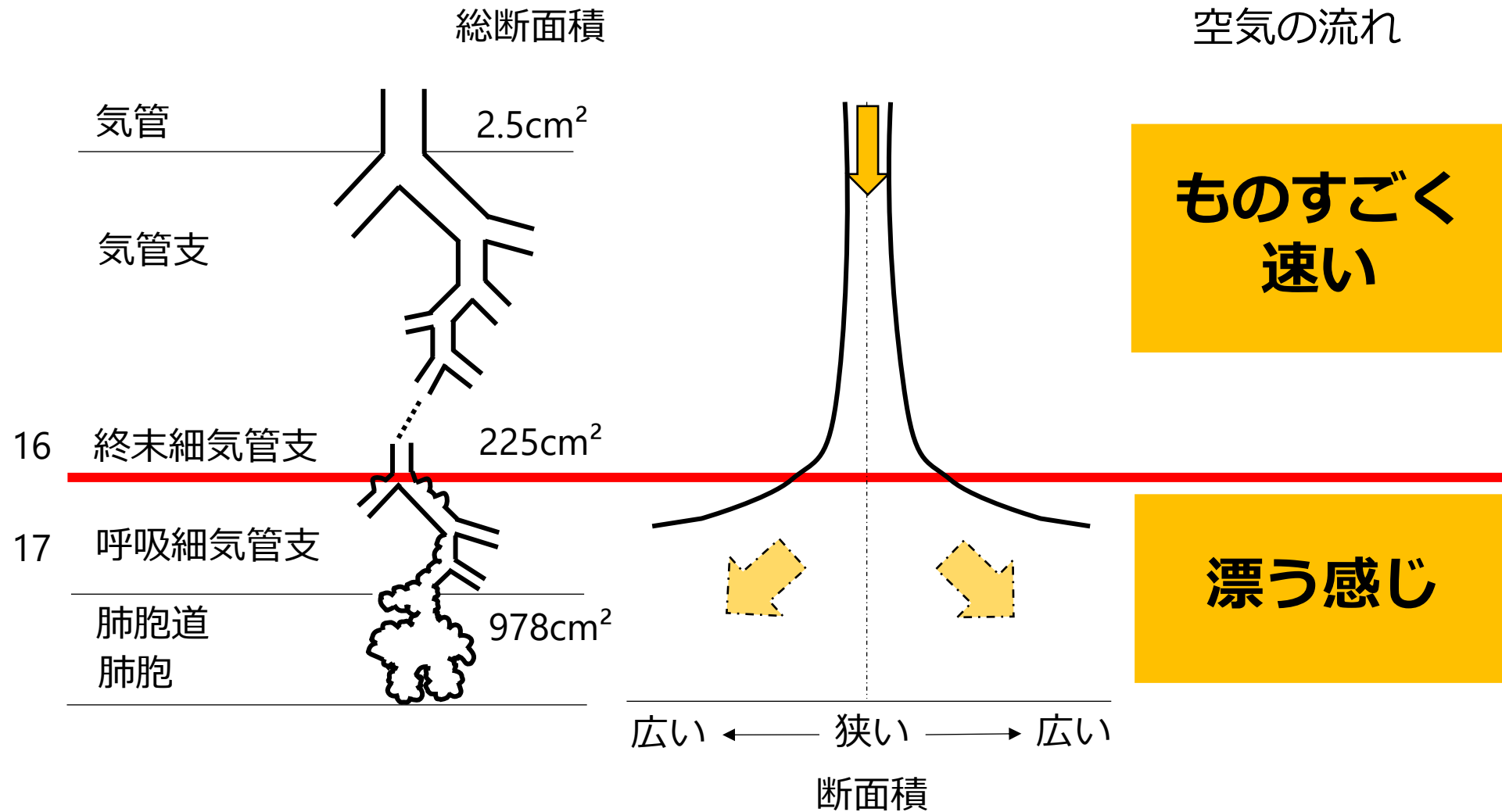
気管～16分岐まで



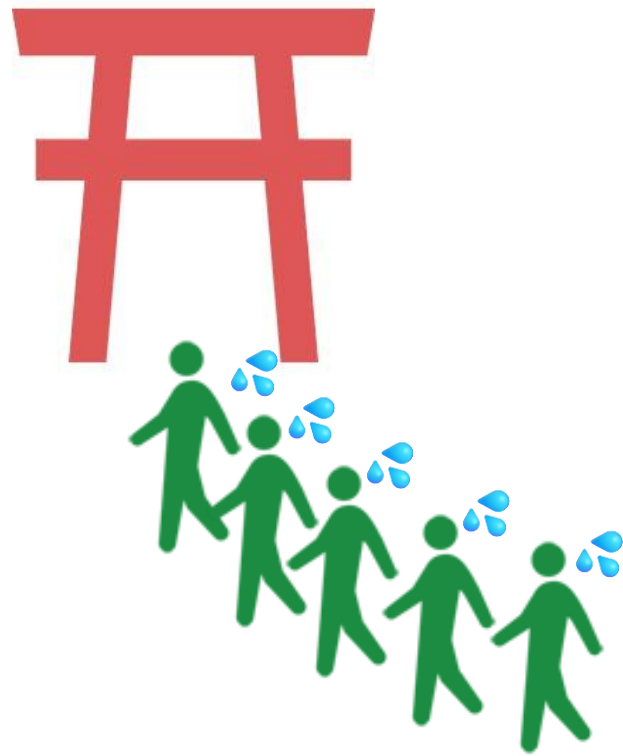
17～23分岐まで



気管から肺胞までの特徴



同じ時間で同じ人数が
鳥居をくぐるとしたら



急いでくぐる
必要あり



ゆっくりで
大丈夫

ホースの太さで、水の勢いが変わる！

細いホース = 水の勢いが**強い**

水の通る道がせまいので、
水が集中して強く飛び出す！



遠くまでよく飛ぶ・勢いが強い

太いホース = 水の勢いが**弱い**

水の通る道が広いので、
水が分かれて勢いが弱くなる！

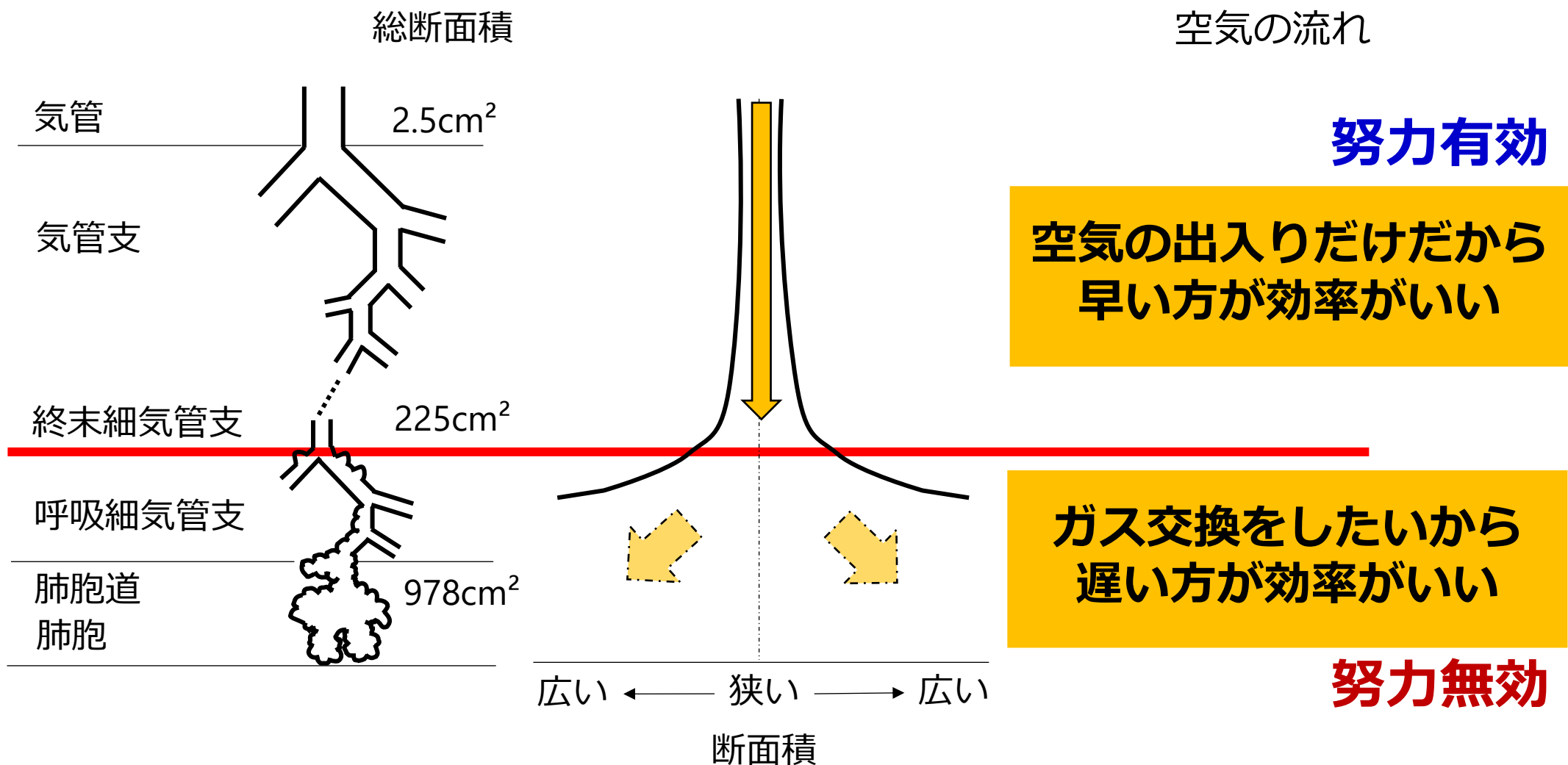


近くにしか飛ばない・勢いが弱い



同じ水の量でも、通る道が**せまい**と勢いが**強く**なり、
通る道が**広い**と勢いが**弱く**なります。

気管から肺胞までの特徴



『音』とは

- 空気や物体の**振動によって伝わり、感じとれる**もの
- 1秒あたりの**振動数 (Hz)** で表し、振動が少ないと低音、多いと高音を聴取可能

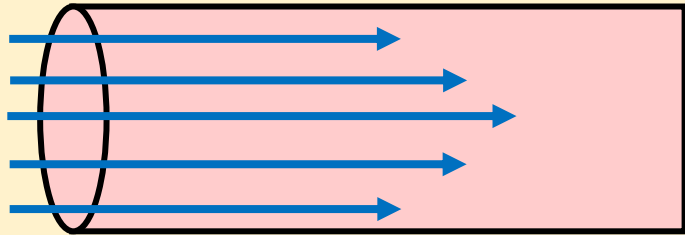
振動がないところに音は存在しない！



**口元を狭めると、空気の乱流が起きて、振動し、
音として聞き取れる**

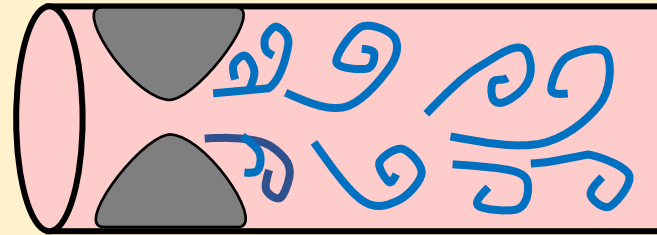
何かで狭窄した時も同じ

正常の気管・気管支
層流



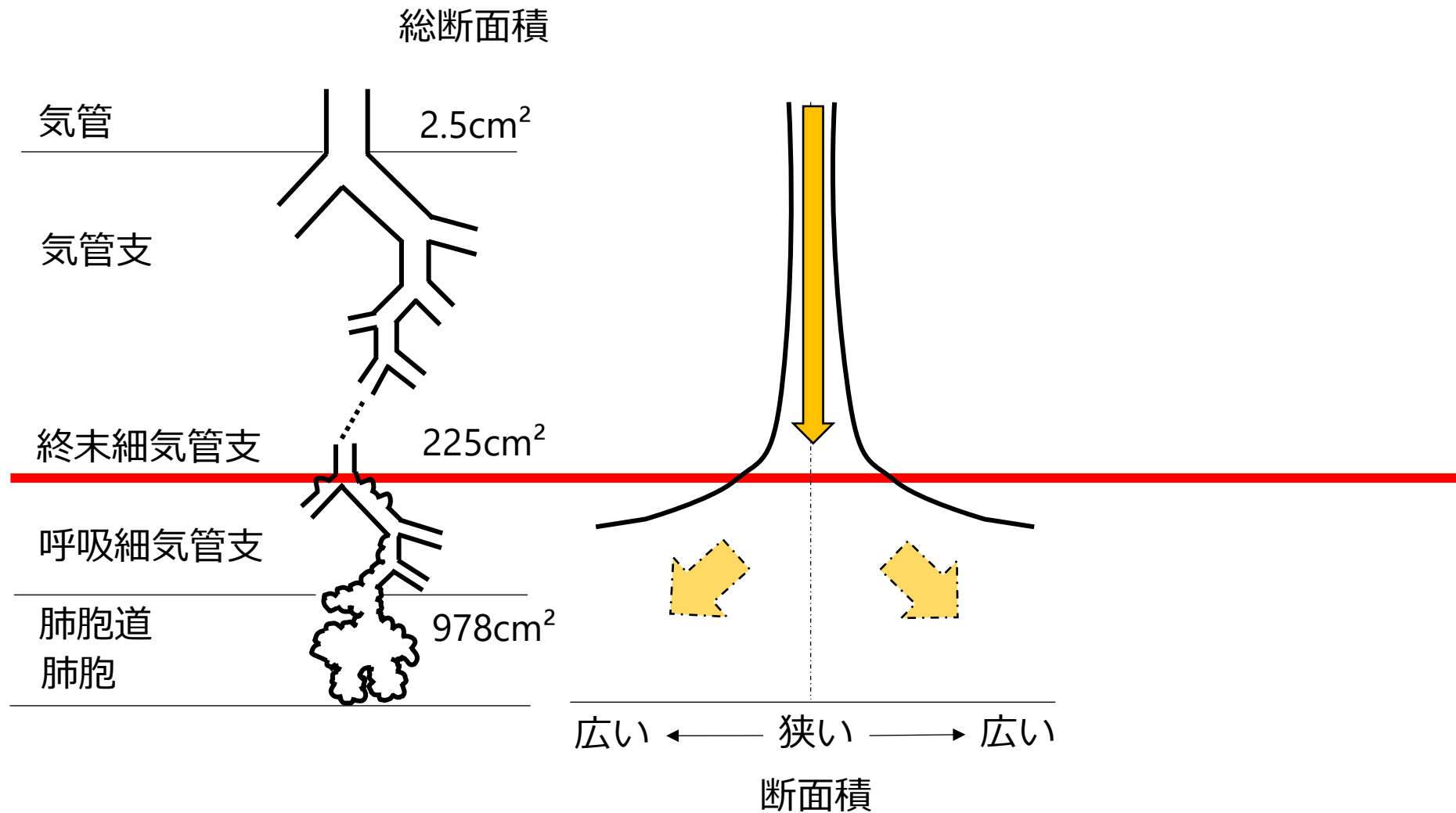
空気は気管支壁に
ぶつからない

狭窄した気管・気管支
乱流



空気が気管支壁に
ぶつかる→**音**

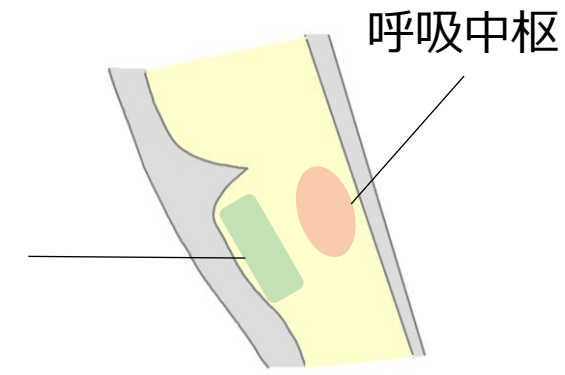
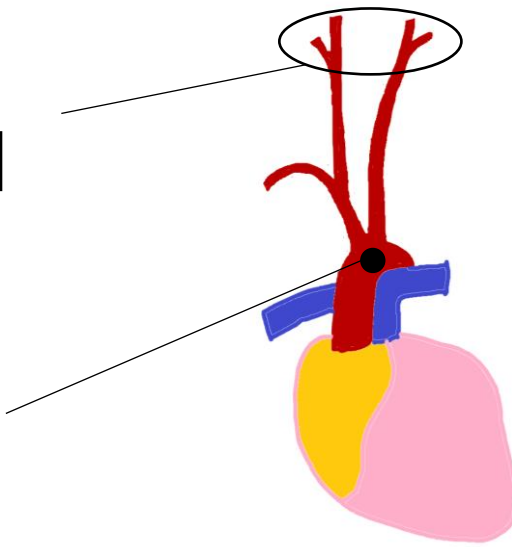
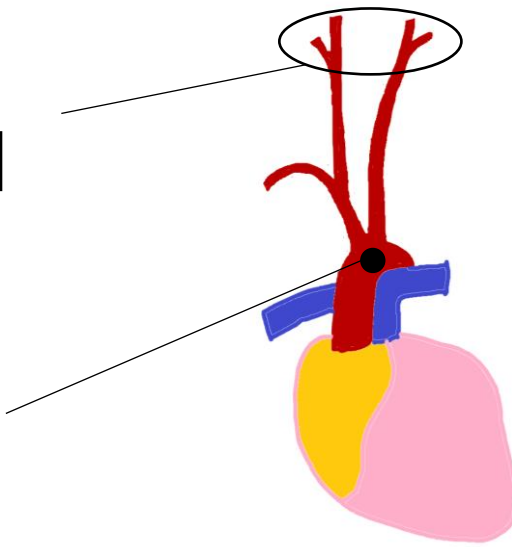
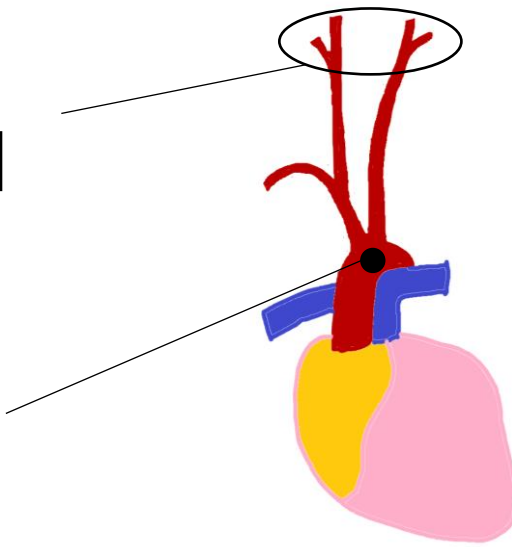
狭窄音は終末細気管支までの音



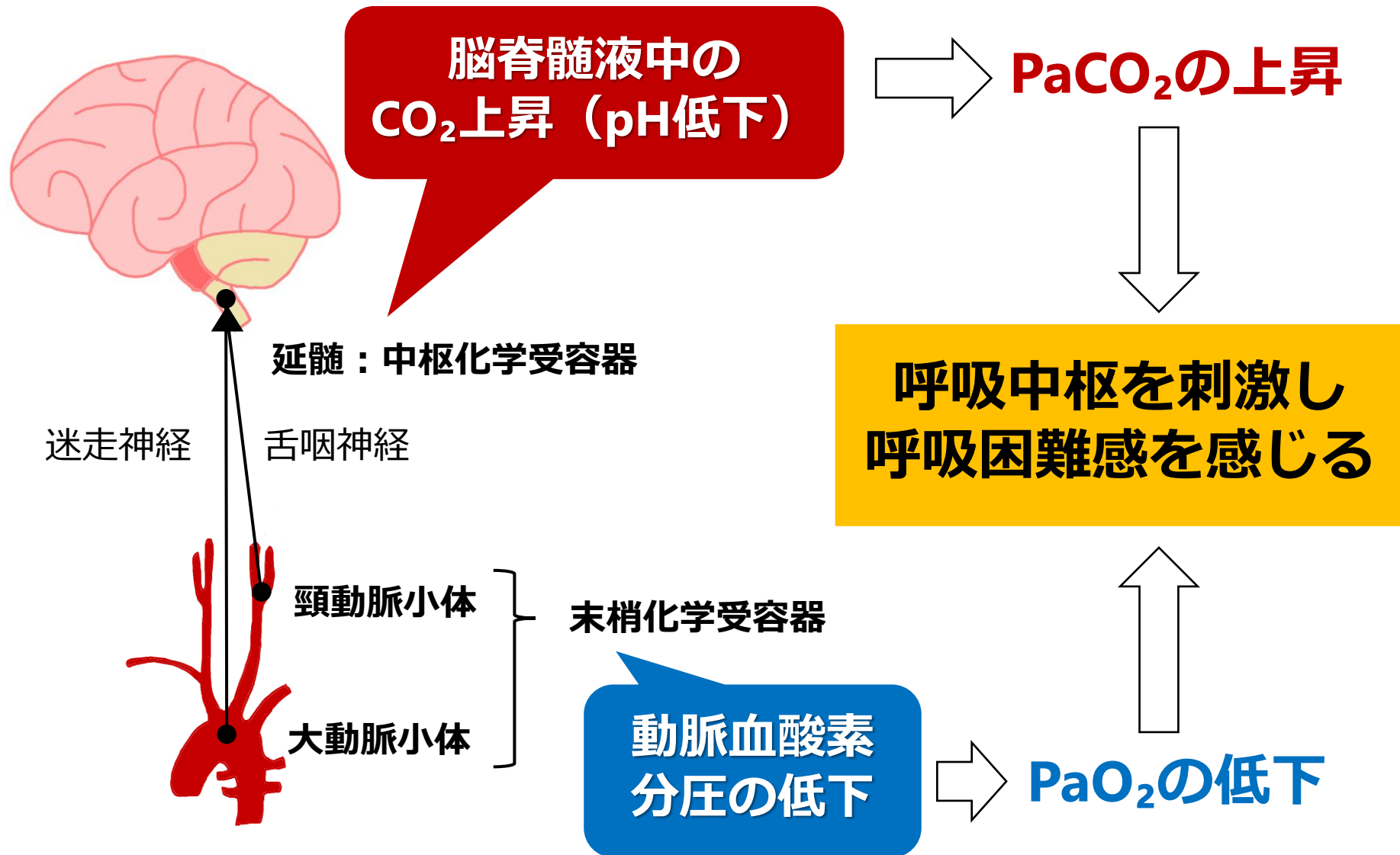
本日の内容

- 01 人が呼吸をする理由
- 02 口元から肺胞までの仕組み
- 03 肺の動かし方
- 04 気道内の空気の流れ方
- 05 大事な大事な『呼吸数』**
- 06 呼吸機能検査で分かること

ヒトが呼吸困難感を感じる機序

<p>中枢化学 受容体</p>	<p>延髄に存在し PaCO₂の上昇（pHの低下）を感知</p> 					
<p>末梢化学受容体</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="287 778 453 1092"> <p>頸動脈 小体</p> </td> <td data-bbox="453 778 1707 1092"> <p>内・外頸動脈に分岐する部分に存在し、PaO₂の低下を感知</p> </td> <td data-bbox="1707 778 2428 1399" rowspan="2">  </td> </tr> <tr> <td data-bbox="287 1092 453 1399"> <p>大動脈 小体</p> </td> <td data-bbox="453 1092 1707 1399"> <p>大動脈弓に存在し、PaO₂の低下を感知</p> </td> </tr> </table>	<p>頸動脈 小体</p>	<p>内・外頸動脈に分岐する部分に存在し、PaO₂の低下を感知</p>		<p>大動脈 小体</p>	<p>大動脈弓に存在し、PaO₂の低下を感知</p>
<p>頸動脈 小体</p>	<p>内・外頸動脈に分岐する部分に存在し、PaO₂の低下を感知</p>					
<p>大動脈 小体</p>	<p>大動脈弓に存在し、PaO₂の低下を感知</p>					

呼吸困難感を感じる道筋 モーターコマンドセオリー



O₂・CO₂と呼吸困難

O₂

苦しいのは5～30分
急性期の患者に多い

CO₂

ずっと苦しい
慢性的な苦しさは高炭酸ガス
血症が多い

低酸素を発見するには

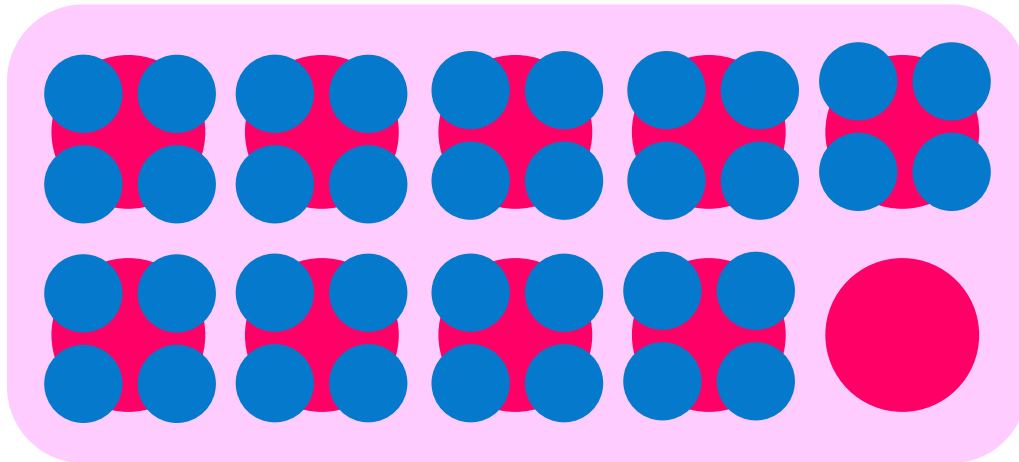


サチュレーションモニター

- SpO₂（酸素飽和度）を測定する器械
- PR（脈拍）も同時に測定できる

酸素飽和度 (%)

図 : SpO₂=90%



● : ヘモグロビン ● : 酸素

酸素がどれだけ
ヘモグロビンに結合
しているかを
%で表したもの



酸化が
進むと...

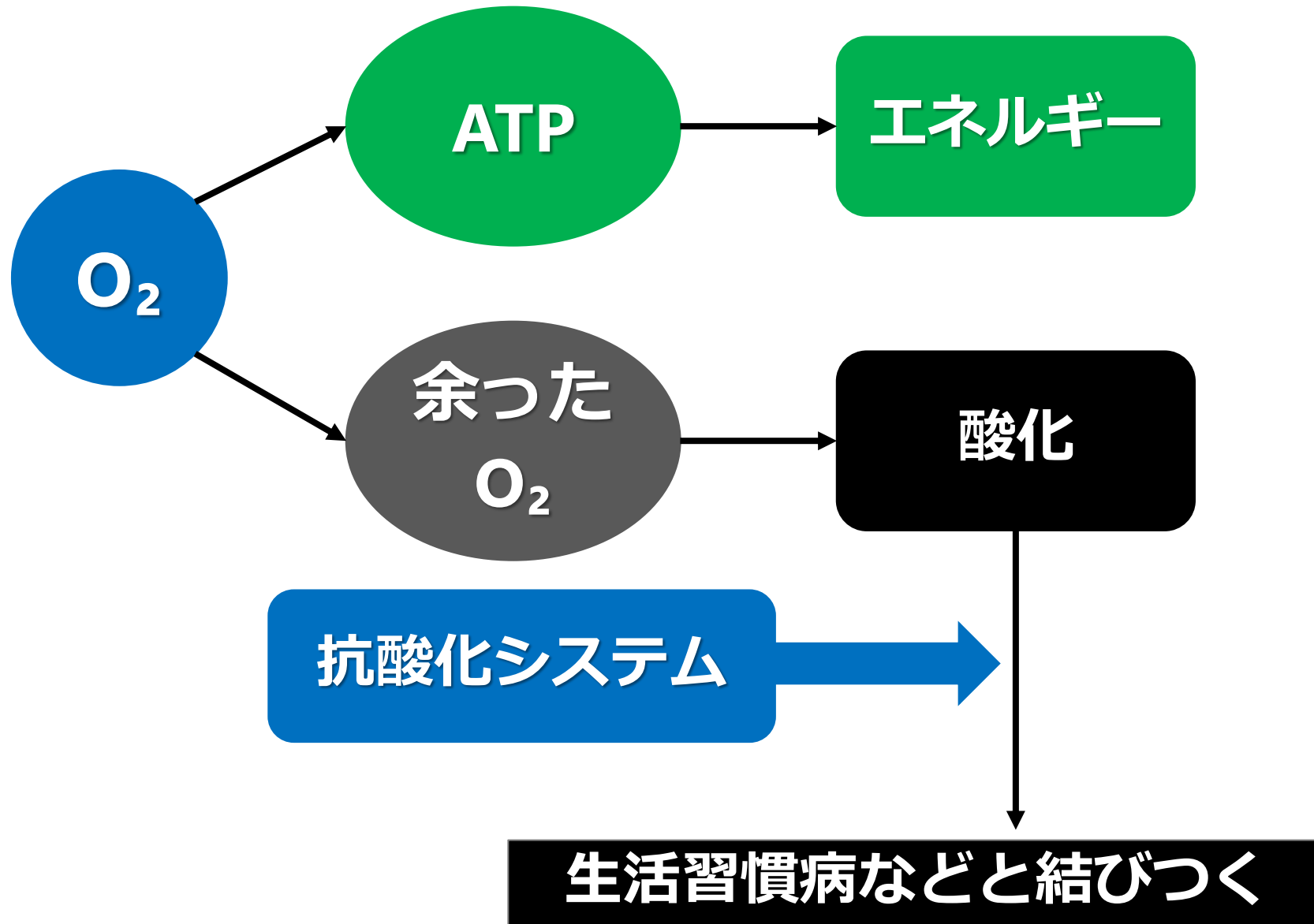


酸化が
進むと...



酸素は決して良い影響ばかりではない

私たちも酸素に毒されている！





必要以上に酸素投与しないことが大事

高二酸化炭素を発見するには

呼吸の調節

① **化学調節** : CO_2

② **神経調節** : 伸展受容器、迷走神経

③ **行動調節** : 緊張、不安など

二酸化炭素を測れる機器は存在するが...

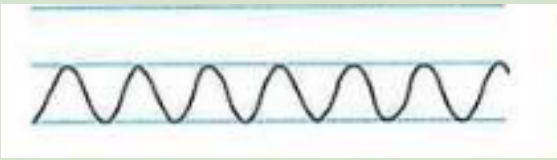

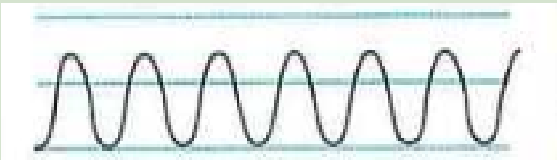
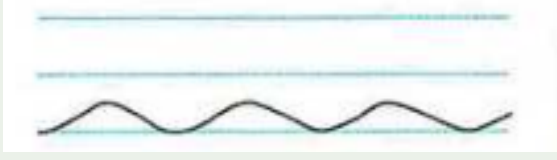
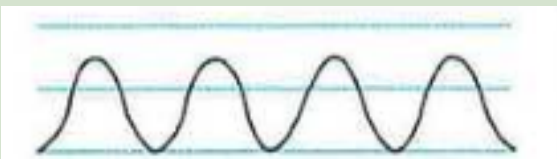
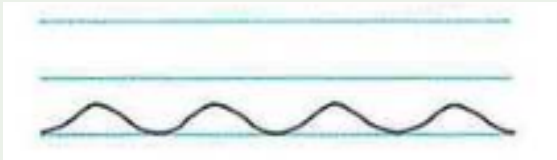



- CO₂モニターはSpO₂モニターほど普及していない
- **換気量（二酸化炭素を吐き出せているか）を行動で確認するしかない**

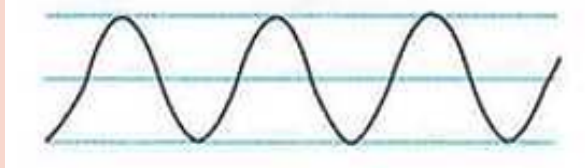

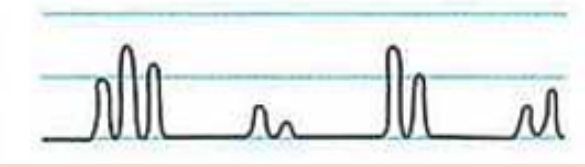
**呼吸回数を確認する！
成人の正常は12～20回/分**



呼吸数・深さの異常

頻呼吸	呼吸数：25回/分以上 呼吸の深さ：変化なし		肺炎 発熱
徐呼吸	呼吸数：12回/分以下 呼吸の深さ：変化なし		頭蓋内圧亢進状態 麻醉時
多呼吸	呼吸数：増加 呼吸の深さ：増加		呼吸窮迫症候群 肺血栓塞栓症
少呼吸	呼吸数：減少 呼吸の深さ：減少		死亡直前
過呼吸	呼吸数：変化なし 呼吸の深さ：増加		過換気症候群 もやもや病
減呼吸	呼吸数：変化なし 呼吸の深さ：減少		—
無呼吸	安静呼吸位で、呼吸が一時的に停止した状態		睡眠時無呼吸症候群

リズム異常

クスマウル呼吸	ゆっくりとした深い規則的な呼吸		糖尿病性ケトアシドーシス
チェイン-ストークス呼吸	数秒～数十秒の無呼吸→過呼吸→減呼吸→無呼吸		心不全 尿毒症 脳出血 脳腫瘍
ビオー呼吸	不規則に早く深い呼吸→突然の中断→無呼吸→早く深い呼吸		脳腫瘍 脳外傷 脳膜炎

「酸素」と「二酸化炭素」の評価に役立つ指標

酸素 (O₂)

SpO₂で確認できる

二酸化炭素 (CO₂)

呼吸回数で確認できる

本日の内容

- 01 人が呼吸をする理由

- 02 口元から肺胞までの仕組み

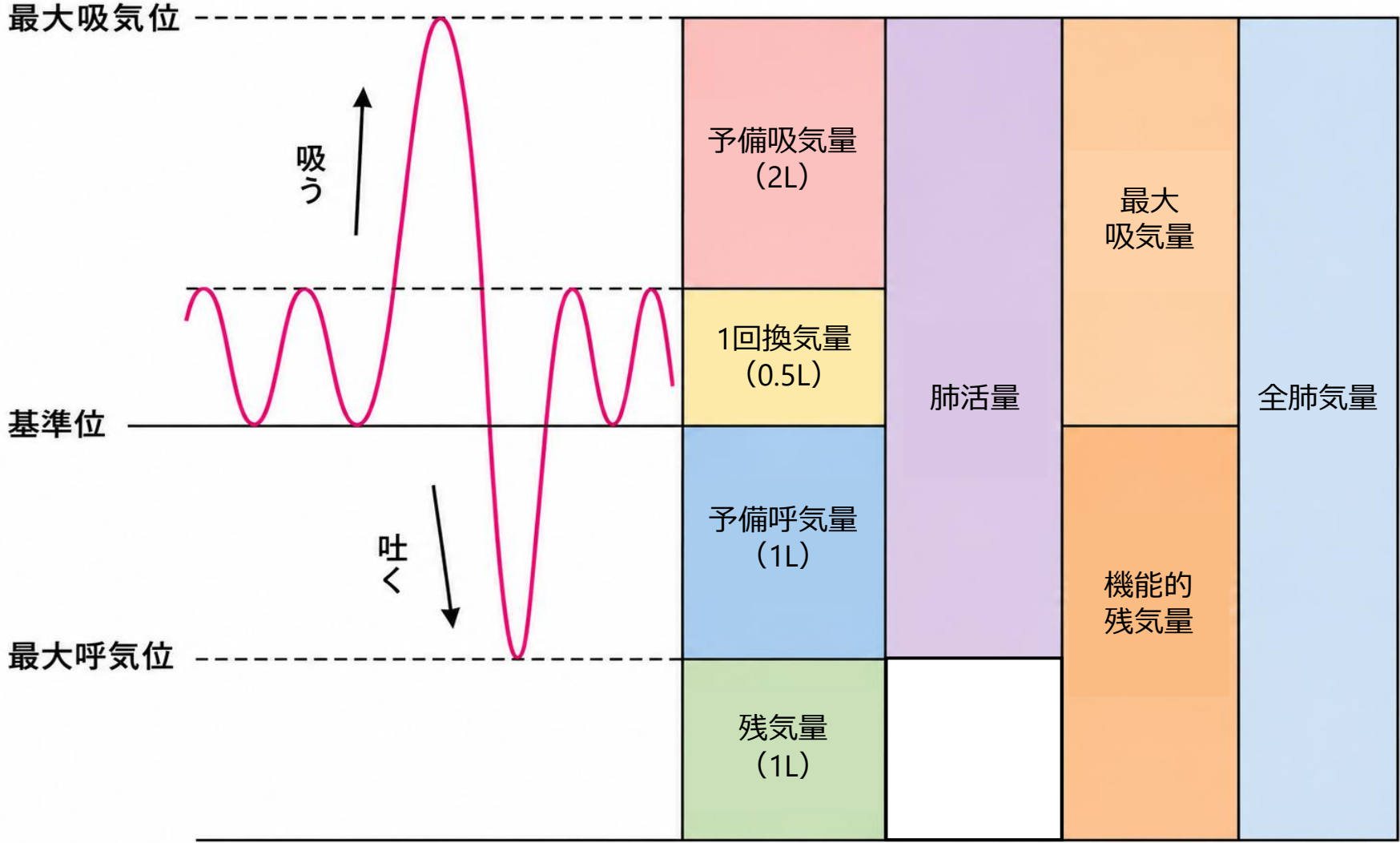
- 03 肺の動かし方

- 04 気道内の空気の流れ方

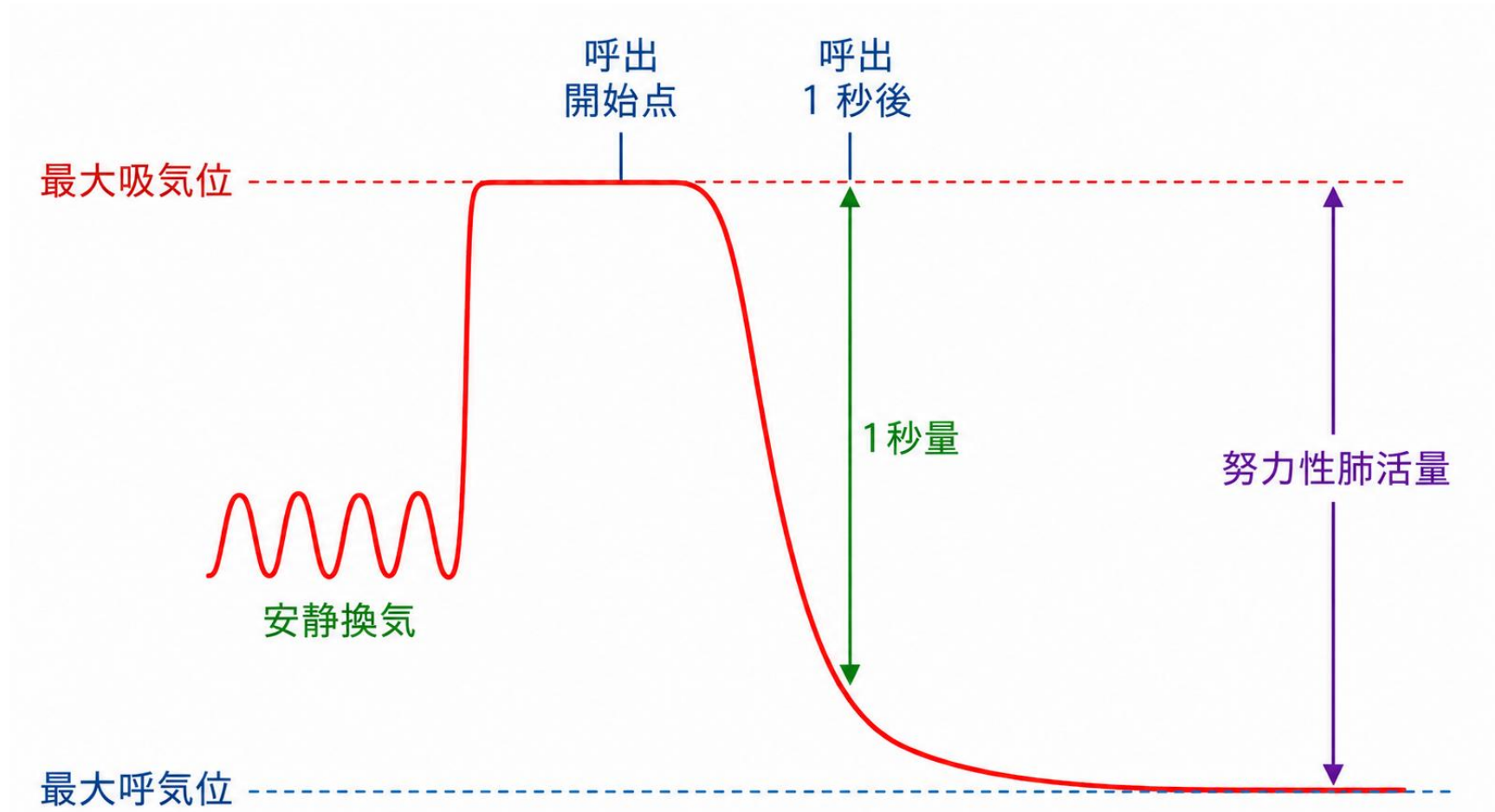
- 05 大事な大事な『呼吸数』

- 06 呼吸機能検査で分かること**

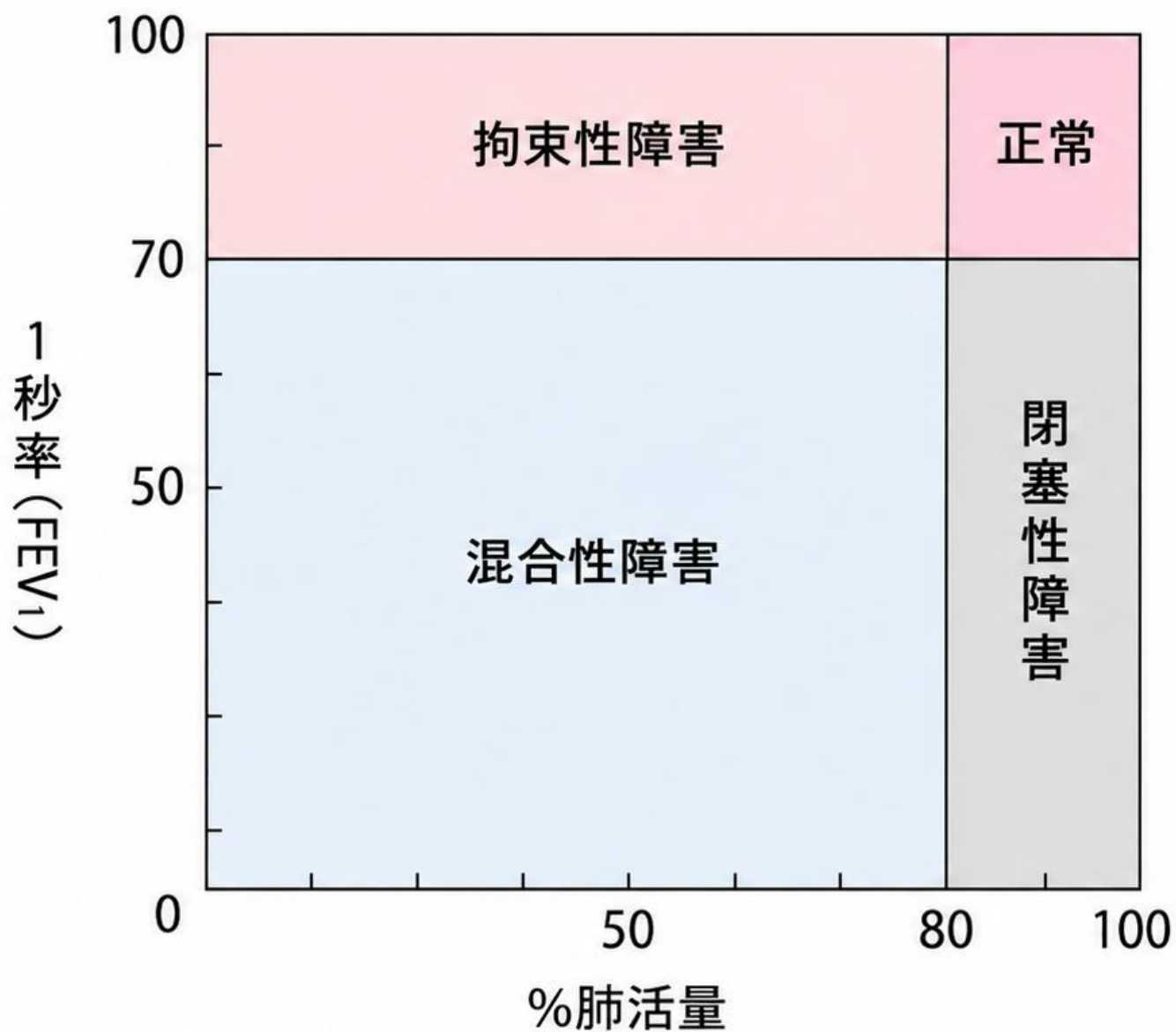
呼吸機能検査（呼吸器量）



呼吸機能検査（1秒量・努力性肺活量）



1 秒量・努力性肺活量の評価



拘束性障害

肺容積の減少による肺活量の低下

- 肺の弾力性の低下 ▶▶ 肺線維症、じん肺、間質性肺炎など
- 肺容量の減少 ▶▶ 肺葉切除後、肺腫瘍
- 胸部の拡張の障害 ▶▶ 肺結核後遺症
- 呼吸運動の障害 ▶▶ 筋肉、神経系の疾患

閉塞性障害

気道閉塞による1秒率の低下

- COPD、喘息、慢性気管支炎、びまん性汎細気管支炎など