

2026.7.23

茨城県立看護大学校
看護と科学
第5回

千葉大学医学部附属病院次世代医療構想センター
三保 健

本日の講義内容

第3限 圧力と看護の関係 (90分)

- 1) **血圧に関する知識**— ベルヌーイの定理・血圧測定 of 科学
- 2) **酸素ボンベ**— ボイルの法則・残量と使用可能時間・安全

第4限 液体の落下速度と濃度 (90分)

- 1) **点滴**— 重力・滴下係数・滴下数の計算・観察と安全
- 2) **経管栄養**— 粘度・体位・注入速度と患者観察
- 3) **酸・アルカリ性 (pH)** — 血液の pH と酸塩基平衡
- 4) **濃度と浸透圧**— 0.9%生食・5%ブドウ糖・輸液の意味

はじめに 圧力と看護

こんなことを考えたことはありますか？

なぜ、腕の高さで**血圧の値が変わる**？

なぜ、酸素ボンベには **あんなに小さな容器に大量の酸素**が入る？

なぜ、点滴バッグは**高い位置**に吊るすのだろうか？

なぜ、患者さんが腕を曲げると **点滴が止まる**のだろうか？

1. 圧力ってそもそも何？

圧力の定義は覚えておこう！

圧力 = 単位面積あたりの力

$$P = F / S$$

P : 圧力 F : 力 [N] S : 接触している面積 [m²]

同じ力でも面積で変わる！！

- ・水のうえ大きなビート板の上に立っても沈みにくい
- ・画鋸の**先端**は指で押せる
- ・ハイヒールとスニーカーでの足の疲労度

看護場面では…

- ・仰臥位で**でん部・かかと**に圧がかからないように…
 - ・褥瘡予防のための除圧
- 体位変換を促して同じ体重を**別の面**で受ける

圧力すでにやりましたね…？

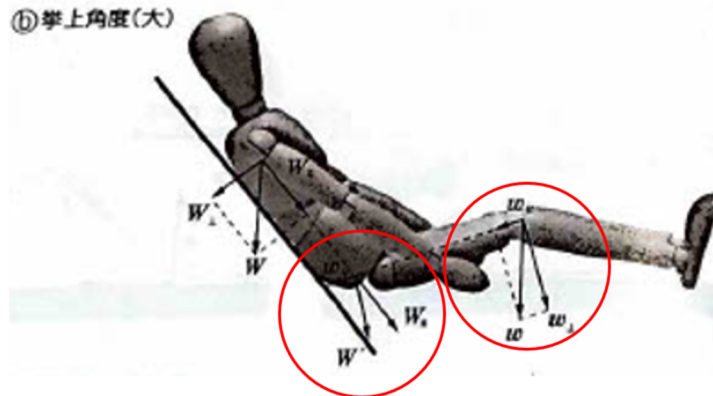
2026.7.2

茨城県立看護大学
看護と科学
第1回・第2回

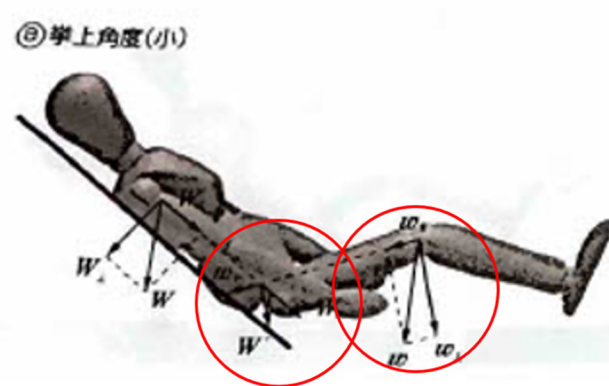
千葉大学医学部附属病院次世代医療構想センター
佐藤 志央理

力の合成と分解

① 挙上角度(大)



② 挙上角度(小)



挙上角度が大きい

→上半身に働く重力の分圧 $W_{\perp}$ の背中への働きが小さい
腰に作用する $W_{\parallel}$ は大きくなる

背中のうける圧力は小さいが、腰にかかる力は大きい

なぜ膝を挙げるのか？

脚部がベッドから受ける力 $W_{\perp}$ が仰臥位の時に比べて小さくなる
上半身が下半身の方へ滑ろうとするのを防ぐ

→褥瘡を引き起こす「ずれ」につながる

復習：作用反作用の法則

患者が仰臥位になった時、マットレスを押す（実線）のと同じ大きさの力を反対方向に受けている（点線）ことを示したもの

a：硬いベッドの場合

ベッドが身体の線に沿わないため、身体とベッドが接する面積が小さく、**接したところにかかる圧が大きくなる**

b：身体の線に沿うベッドの場合

身体と接する面積が大きくなり、**身体にかかる圧力が小さくなる**

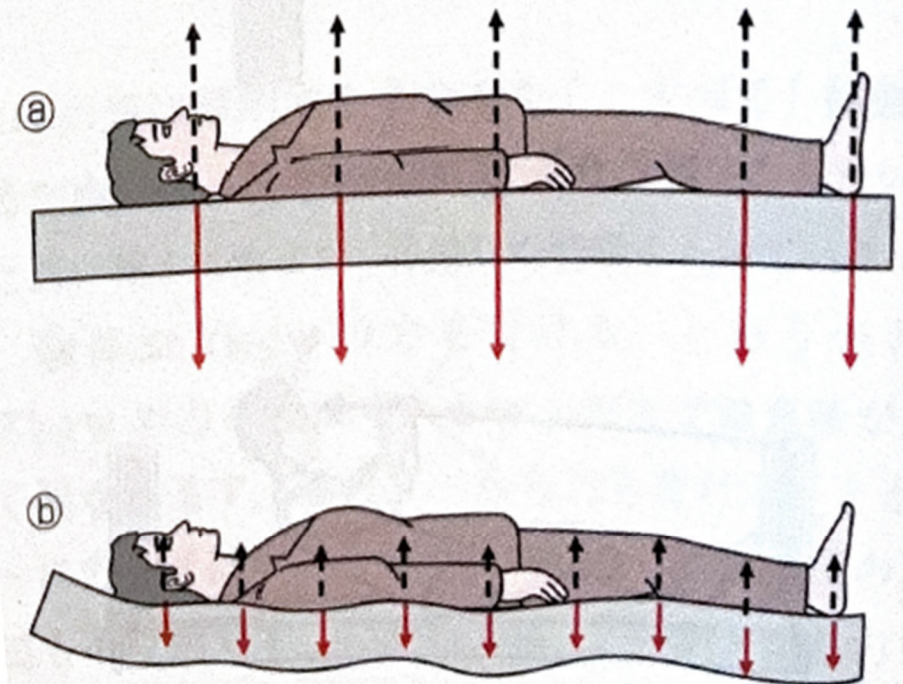


図8 安楽をもたらすベッドは？

褥瘡と圧力

褥瘡は、身体の一部がベッドや椅子に長時間押しつけられることで、その部分の血流が悪くなり、皮膚や皮下組織が損傷した状態。

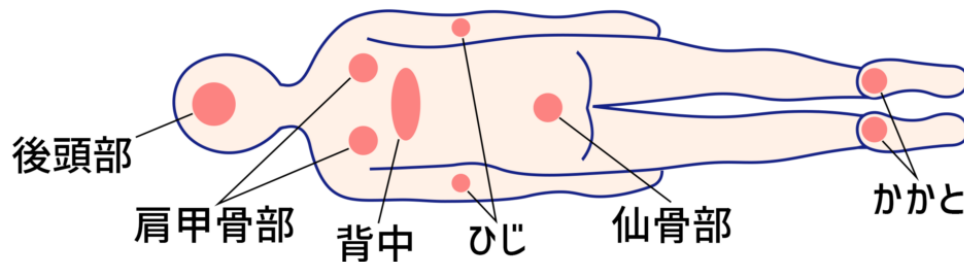
初めは赤みとして現れ、進行すると皮膚がただれたり、深い傷になる。

→これを防ぐために体位変換をしたり設置面積を調整したりする。
つまりは、圧力の分散を行っている。

褥瘡好発部位(圧力がかかりやすい場所)

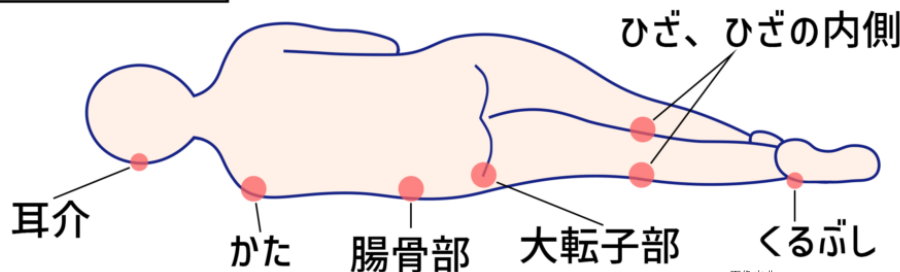
仰向けの場合

※下からみた図



横向きの場合

※横からみた図



ここを考えた!

骨突出部に一致した発赤。
どうやって除圧・保護する?

症例

d1-e0s6i0g0n0p0:6 (点)

- 独居で、急に具合が悪くなったため、尿失禁と自己体動ができないことによる圧迫が原因で発生した。
- 骨突出部に一致した発赤。
- 形は不整形で、失禁などの影響が考えられる。

画像出典：エキスパートナース
<https://expertnurse.jp/articles/id=10540>

画像出典：
<https://revlvetthrift.org/%E8%A4%A5%E7%98%A1%E5%A5%BD%E7%99%BA%E9%83%A9%E4%BD%E3%82%A4%E3%83%A9%E3%82%B9%E3%83%88%E3%83%95%E3%83%AA%E3%83%BC-%E8%A4%A5%E7%98%A1%E3%81%A6%E3%81%BD%E3%82%84%E3%81%99%E3%81%84%E5%A0%B4/>

圧力の単位

臨床でよく見かける圧力の単位

単位	読み方	主に使う場面
Pa	パスカル	1 N の力が 1 m ² に加わる圧力
mmHg	ミリメートル水銀柱	血圧・眼圧・頭蓋内圧
cmH ₂ O	センチメートル水柱	中心静脈圧・人工呼吸器の吸気圧
kgf/cm ² ・MPa	キログラム重毎平方センチ メガパスカル	酸素ボンベの充填圧
atm	気圧	大気圧の基準 (1 atm ≐ 760 mmHg ≐ 101.3 kPa)

※すべてを暗記する必要はないが…。

「その単位が何に使われているか」だけは押さえたい。(将来的に)

大気圧・水圧



大気圧

地表付近では空気が **1 気圧** (≒ 760 mmHg) の圧力をかけている。

普段感じないのは、体の中からも同じ圧力で押し返しているため。

高地では大気圧が下がる

→ **酸素の分圧も下がる (高山病)**



水圧

水中で受ける圧力は **深さだけで決まる** (形状は無関係)。

深くなるほど、上にある水の重さの分だけ圧力が増える。

液体の中の圧力 (水面から深さ h の点)

$$P = P_0 + \rho g h$$

P_0 : 大気圧

ρ : 液体の密度

g : 重力加速度

h : 深さ

2. 血液の循環と血圧のイメージ

まずは血液の流れをざっくり思い出そう
(※定期テストでは循環動態自体は問いません)

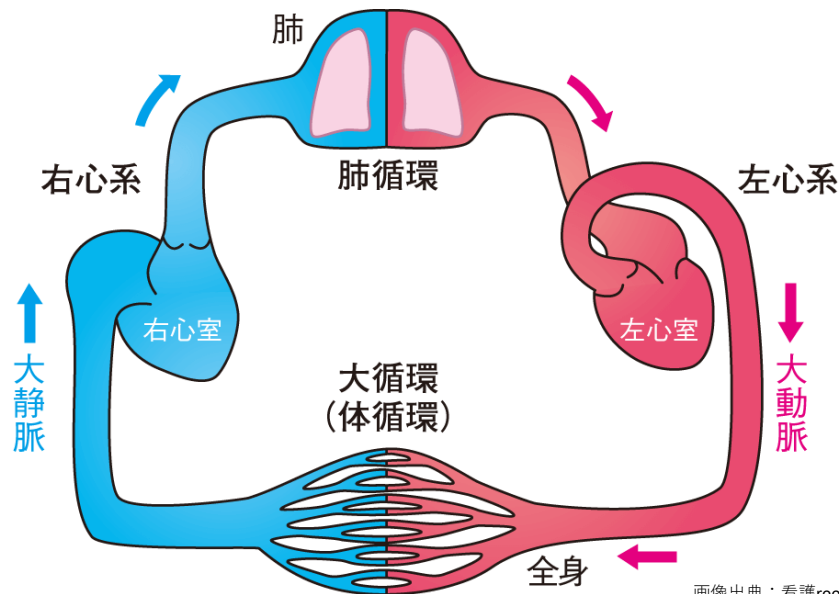
体循環 (左心系)

左心室 → 大動脈 → 筋性動脈 → 細動脈 → **毛細血管** → 細静脈 → 大静脈 → 右心房

酸素を全身に届け、二酸化炭素を回収する経路。

肺循環 (右心系)

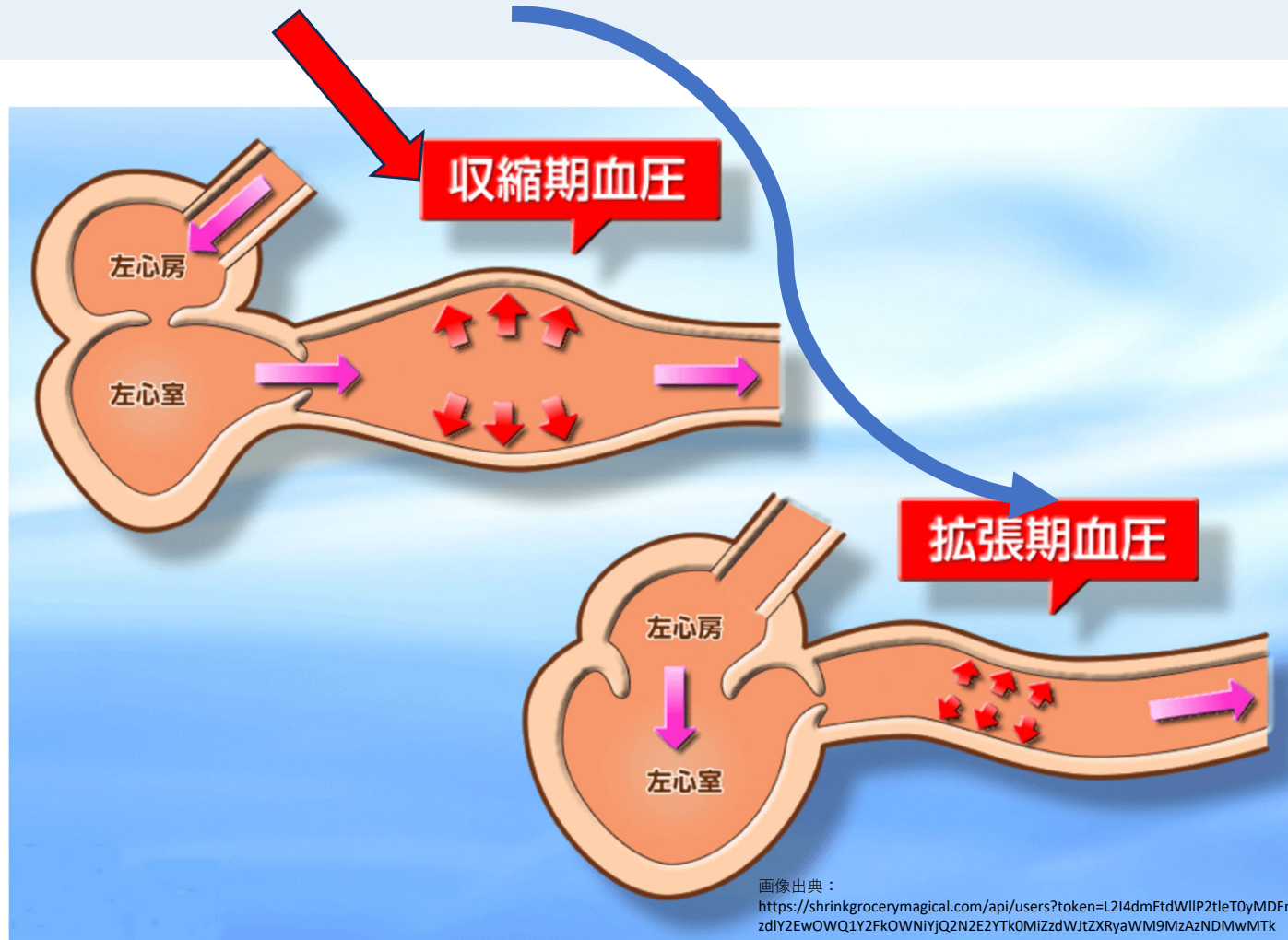
右心室 → 肺動脈 → **肺毛細血管 (ガス交換)** → 肺静脈 → 左心房
血液に酸素を取り込み、二酸化炭素を捨てる経路。



血圧って、そもそも何を測っている？

血圧 = 動脈の内壁を、血液が押す圧力

心臓が「収縮しては拡張する」を繰り返す。血管内の圧力も**波のように変動**する。
この波の変動の**最高点**と**最低点**を数値化して読むのがいわゆる血圧の値。



収縮期血圧と拡張期血圧

最高血圧（収縮期血圧）

心室が **収縮**して、血液を大動脈へ「押し出した」瞬間の血圧。

→ 圧力の波の **ピーク**。

→ 心臓のポンプ力・大動脈の弾力・末梢抵抗などを反映する。

最低血圧（拡張期血圧）

心室が **拡張**し、次の収縮に備えている間の血圧。

→ 圧力の波の **底**。

→ 血管の「戻る力（弾力）」と末梢の血管抵抗をよく反映する。

およその正常域（成人の診察室血圧）

収縮期 **120 mmHg 前後**、拡張期 **80 mmHg 前後**

※ 高血圧・低血圧の診断基準は年齢・測定条件・ガイドラインで変動するため、必ず最新の基準と患者背景で判断する。



高血圧管理・治療ガイドライン2025（2025年8月29日発行）

日本高血圧学会（2025）
ライフサイエンス出版（株）

日本高血圧学会高血圧管理・治療ガイドライン委員会 編
A4変形判／本文304頁
本体価格3,800円＋税

血圧の算出方法

$$\text{血圧} \div \text{心拍出量} \times \text{末梢血管抵抗}$$

心拍出量：心臓が 1 分間に押し出す血液量（心拍数 × 一回拍出量）

① 心拍出量

上がる時：
発熱、緊張、運動、疼痛

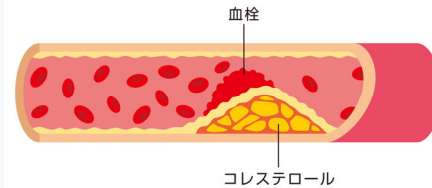
下がる時：
出血、脱水、心不全



② 末梢血管抵抗

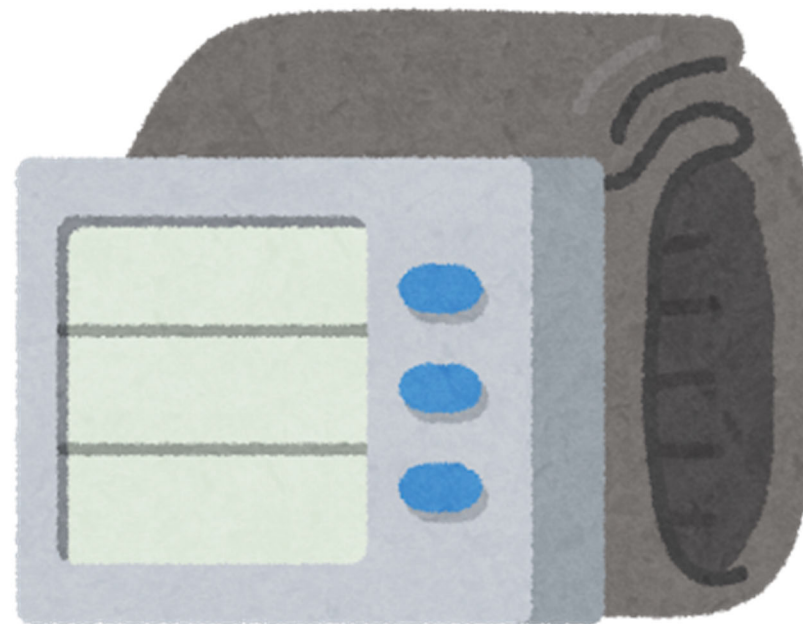
上がる時：
寒冷、動脈硬化、
血管収縮薬使用時

下がる時：
発熱時、敗血症、
血管拡張薬使用時



画像出典：
<https://www.akabaneheart-clinic.com/cardiology/>

**腕を心臓より上にあげて血圧を測定した。
このとき血圧の数値はどうなる？**



腕の高さで血圧値が変わる！？

なぜ、腕を心臓より上げると **血圧が低く**、下げると **高く**出る？

血液は液体！！なので、高さの差の分だけ圧力が変わる！

血管の中でも $P = P_0 + \rho gh$ が成り立つ。

腕が心臓より 10cm 下 → 血液の柱の分、およそ +7～8 mmHg 高く出る

腕が心臓より 10cm 上 → 同じ分、およそ -7～8 mmHg 低く出る

(1 cm の高さ $\div$ 血液柱で 約 0.77 mmHg)

※ 血液の密度は水よりわずかに大きいだけなので、暗算では「1 cm $\div$ 1 mmHg」と考えても大きくは外れない。

マンシエツト



正しく測るための鉄則！

マンシエツトを巻いた位置（上腕）を、心臓と同じ高さにする

ちょっとよりみち：マンシエツってなにしてる？

マンシエツの空気圧が、皮膚・筋肉を通して **動脈まで届いて動脈を押しつぶす**ことで血流が止まる

→ 血流が一時的に止まり、動きが徐々に弱まる

→ **血液の流れがゼロに近づく**ため、血管を横方向に押し出す圧力を音(コロトコフ音)として捉えやすくなる。

(デジタル血圧計の場合は音ではないが圧の変化を感知している)



マンシエットの幅

腕の太さに合ったマンシエットを選ぶべし！と言われることあるはず…なぜ？

マンシエットの仕組み

マンシエットの空気圧が、皮膚・筋肉を通して **動脈まで届いて動脈を押しつぶす**ことで血流が止まる。

→ 幅が狭いと圧が広がりきらず、必要な圧が局所的にしか届かない。

幅が狭すぎると…

腕を押しつぶすためには **実際より高い圧**が必要。

→ 測定値が **実際より高く**出る。

(肥満患者に成人用の細いマンシエットを使うなど)

幅が広すぎると…

少ない圧でも動脈まで圧が届く。

→ 測定値が **実際より低く**出る。

(小児・るいそう患者に成人用のマンシエットを使うなど)

目安：幅は「上腕周囲の 40%前後」

- ・成人：幅 14 cm 前後 ・小児（幼児）：幅 9 cm 前後 ・肥満・大柄：ラージカフを選択
- ・カフの **ゴム袋 (bladder)** が上腕の 80% 以上を覆う長さがあることも重要。
- ・自動血圧計でも同じ原則

→ **あるものを使うことになるかもしれないが、患者さんの腕になるべく合うものをチョイスしよう！**

脈圧・平均血圧の見方

脈圧 = 収縮期血圧 - 拡張期血圧

- ・血圧の変動の**振れ幅**を表す指標。健康な成人でおよそ 30～50 mmHg。
- ・**脈圧が広がる**：大動脈が硬い（高齢者・動脈硬化）、大動脈弁閉鎖不全、貧血、発熱など。
- ・**脈圧が狭くなる**：出血・脱水・心タンポナーデなど、心拍出量が減った状態を疑う。

平均血圧 $\div$ 拡張期血圧 + 脈圧 $\div$ 3

- ・1 常に動脈にかかっている圧力のこと。血管の弾力性や毛細血管の状態を表す。
- ・**臓器（脳・腎など）を灌流する力**の目安として使われることも。
- ・目安として、成人の平均血圧が **65 mmHg 以上**あれば重要臓器の灌流はおおむね保たれるとされる。

3. ベルヌーイの定理

流れる液体の中では、速さが変わると圧力も変わるという関係がある。

ベルヌーイの定理（水平な管の場合）

動圧 + 側圧の値は一定である

動圧：流れの勢いの圧

側圧：管の壁を横方向に押す圧

管が太い部分(断面 1)

流れが遅い（動圧が小さい）

→ 残りの **側圧が大きい**

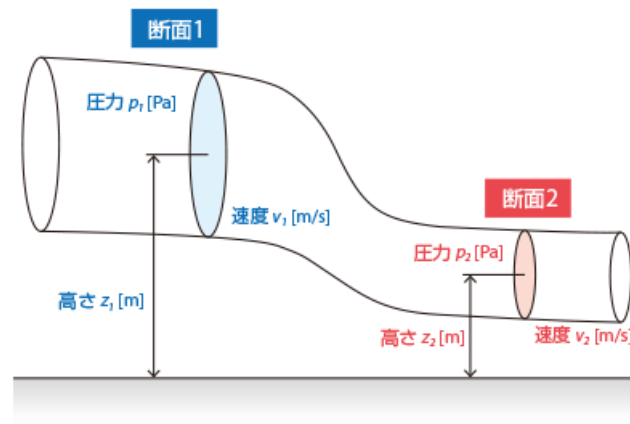
→ 管の壁を強く押す

管が細くなった部分(断面 2)

流れが速くなる（動圧が大きい）

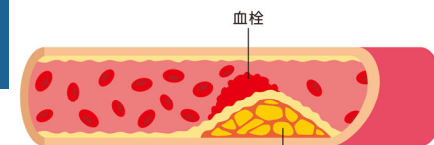
→ 残りの **側圧が小さい**

→ 管の壁を押す力が弱い



画像出典：https://building-man.blogspot.com/2023/02/blog-post_15.html

血管が狭窄したときの速さと圧力は？



画像出典：
<https://www.akabaneheart-clinic.com/cardiology/>

血管の一部が狭くなったとき、そこで**何が起きている**？

太い部分（正常）

狭窄部

太い部分（正常）



流速：ゆっくり
側圧：高い

流速：速い
側圧：低い

流速：ゆっくり
側圧：高い

狭窄部で何が起きる？

- ・同じ量の血液が細い所を通ろうとする → **流速が上がる**
- ・その分、血管壁を横方向に押す **側圧が下がる**（ベルヌーイの定理）
- ・狭窄を越えた後は、また太い部分に戻り、流速が落ち、側圧が上がる

血圧どちらにどれだけ動く？

血圧の誤差はこんな時にできるので対応しよう！

条件	値への影響	対処例
マンシエットが細すぎる（腕に対して）	高く出る	ラージカフを選ぶ
マンシエットが広すぎる（小さな腕）	低く出る	小児用・小さめカフに変更
腕が心臓より低い	高く出る	タオル・テーブルで高さを合わせる
腕が心臓より高い	低く出る	腕を下ろすように支える
巻き方がゆるい	高く出る	指 1 本入る程度に巻き直す
巻き方がきつい／袖のまくり上げが締める	低く出る	脱衣する、袖を外す
会話・スマホ・脚組み	高く出る	安静・沈黙・両足を床につける
運動・入浴・食事直後	変動大	5～10 分の安静後に測定
寒冷（部屋・季節）	高く出る	室温を整える、掛物で保温

グループワーク① 正しい血圧測定を考えよう

血圧測定シーン

Aさん：大柄の60歳男性。看護師が机の上にあった成人用マンシエツで測定。

Bさん：座位、腕を体側にダラリと下げたまま測定。

Cさん：測定中、看護師が体調について話しかけ、患者は会話しながら回答。

Dさん：細身の20歳女性に大きいサイズのマンシエツが手もとにあったので使用。

Eさん：外来待合から呼ばれ、廊下を早歩きで移動してすぐに測定。



Q1. A～Eで、それぞれ値はどちらに（高く／低く）ずれる可能性が高いか？

Q2. その理由は？

Q3. あなたが担当看護師なら、測定前にどう対応する？

4. ボイルの法則

ボイルの法則（温度一定のとき）

$$P \times V = \text{一定}$$

P：気体の圧力 V：気体の体積

気体は押し縮められる！

液体・固体は分子が詰まっている(第3回資料参照)。

しかし、気体は分子の **間がガラガラ**なので、圧力を高くすると隙間を潰して **同じ質量を小さな空間**に閉じ込められる。

この性質を利用して酸素をたくさん圧縮したものが酸素ボンベとして扱われる。



酸素ボンベの基本構造

酸素ボンベを扱うために必要なものは以下の3つ

① バルブ

ボンベの口。

ハンドルを回して開閉。

閉じているとどんなに流量計を回しても酸素は流れない。

② 圧力計（残圧計）

ボンベ内の圧力を示す。

単位は **MPa** または **kgf/cm²**。

残量ではなく圧力を表しているので、そのまま「残り L」ではない。

③ 流量計

1 分間に何 L 出するか

を設定するメーター。

L/min（リットル毎分）で表示。

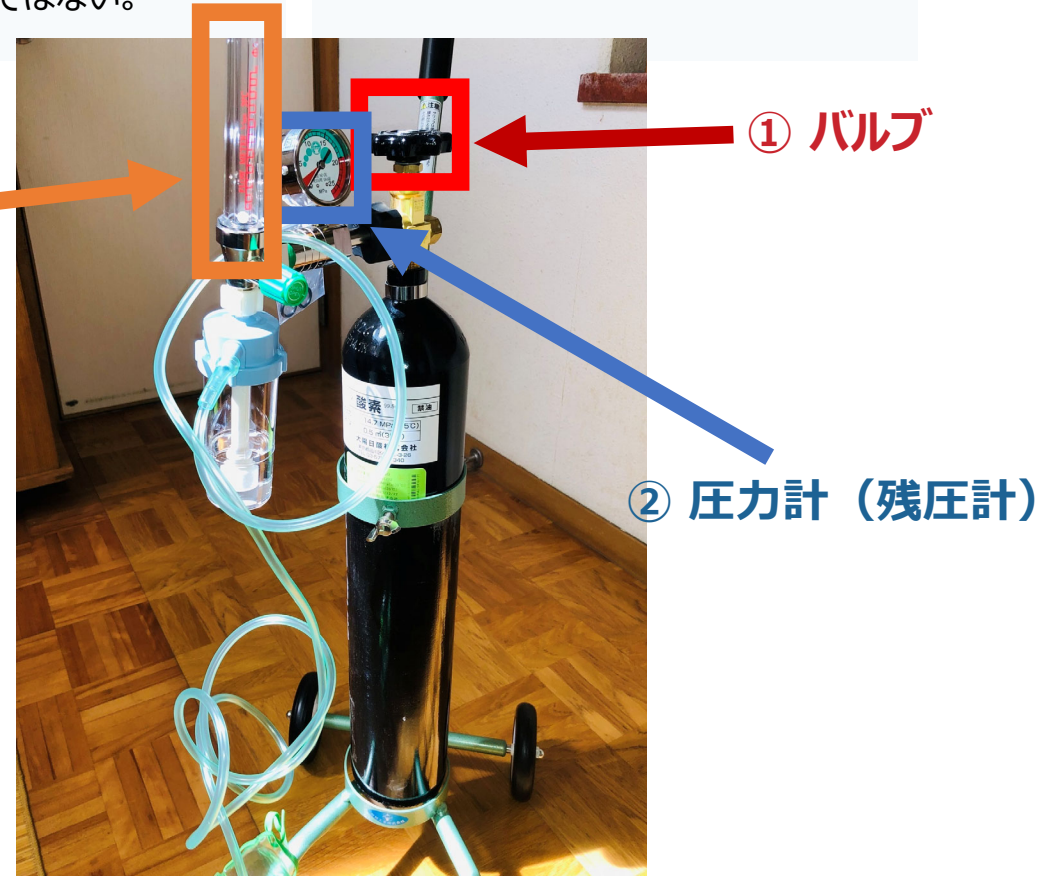
③ 流量計

※注意ポイント

ボンベは高圧で気体を押し込んだ状態。

衝撃・高温・火気は絶対に避ける。

内部のガスが急激に膨張すれば爆発的な威力になる。



ボイルの法則を使って酸素ボンベの残量計算をする

圧力 × 体積 = 一定をそのまま使う。

国試にも頻出で、いずれ覚えなければならないので今やっておこう！

ボンベ内の酸素を「大気圧で使える量」に換算する(※これは覚えなくて良い)

ボンベ内：圧力 P_{full} × 体積 V_{bom} (= ボンベ内容積)

大気圧下：圧力 $P_0 \doteq 1$ 気圧 × 体積 V_{full} (= 大気圧に戻したときの気体の体積)

→ $P_{full} \times V_{bom} = P_0 \times V_{full}$ より $V_{full} = (P_{full} / P_0) \times V_{bom}$



現在の残量 (大気圧で使える L)

残量 = (現在の圧力 / 充填時の圧力) × ボンベ内容積

分数の分母・分子で **単位が揃っていれば**どの単位でも同じ式で使える。

残量から酸素ボンベ使用可能時間を計算する

① まず残量を出す

② ①を流量で割る

の2ステップで酸素ボンベを使いこなせる！

ステップ①：残量を求める（単位：L）

残量 = 現在の圧力 / 充填時の圧力 × ボンベ内容積

例：150 kgf/cm² で充填、圧力計 90 kgf/cm²、500 L ボンベ

$$\rightarrow \text{残量} = 90 / 150 \times 500 = 300 \text{ L}$$

圧力はkgf/cm² もMpaも単位が同じであれば計算手法は変わらない

ステップ②：使用可能時間を求める（単位：分）

使用可能時間 = 残量 [L] / 流量 [L/分]

例：残量 300 L、流量 2 L/分 → 使用可能時間 = 300 / 2 = 150 分（2 時間 30 分）

個人計算：酸素ボンベ使用可能時間を求める計算

問題（看護師国家試験問題 改変）

150 kgf/cm² で充填した **500 L**の酸素ボンベの内圧計が **60 kgf/cm²**を示している。
このボンベを用いて **2 L/分**の酸素吸入を行うことになった。使用可能な時間はどれか。

※実際には、空っぽになるまでは使わない可能性が高い

グループワーク② 酸素ボンベ搬送計画！

場面

Fさん（78 歳・男性・COPD）を、心臓カテーテル検査のため入院している5階病棟から1階の検査室まで搬送することになった。

医師の指示：酸素 3 L/分（鼻カニューラ）を流量設定。

使用予定ボンベ：500 L 酸素ボンベ（充填圧 14.7 MPa）、現在の圧力計は 5 MPa。

移動時間（往路）：約 15 分

検査時間：約 60 分

待ち時間：不明。

グループで考えよう （Q2まで個人で計算をしてグループで解答合わせ）

Q1. このボンベの **残量**は？（小数点以下四捨五入）

Q2. 使用可能時間は？（小数点以下四捨五入）

Q3. 予備のボンベは必要？

Q4. 搬送中は患者さんのどんなことに注意して観察する？

第3限まとめ 圧力と看護

- ① 圧力 = 単位面積あたりの力 ($P = F/S$)
分散をさせて褥瘡はさけよう

- ② ベルヌーイの定理：液体の流れが速いところは側圧が下がる
血圧にも関連する！

- ③ ボイルの法則で酸素ボンベの残量と時間を管理しよう

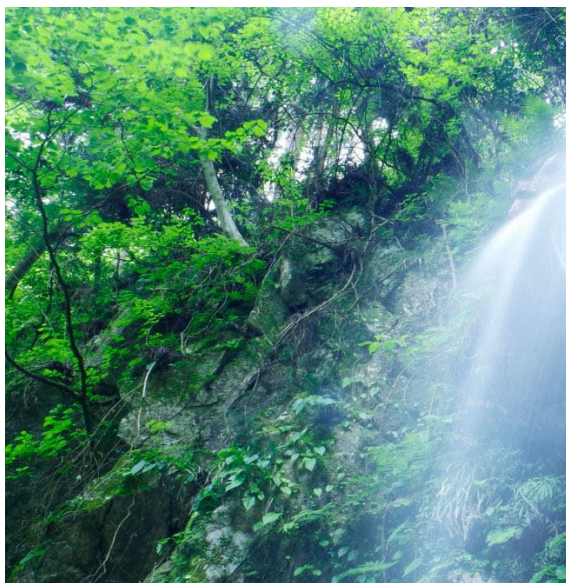
$$\text{残量} = (\text{現在圧} / \text{充填圧}) \times \text{内容積} \quad \text{使用時間} = \text{残量} \div \text{流量}$$

2026.7.23

茨城県立看護大学校
看護と科学
第6回

千葉大学医学部附属病院次世代医療構想センター
三保 健

よりみち話 ニセ科学にご注意！？ part2



マイナスイオン (抗酸化粒子) による効果

- 免疫力強化
- 精神安定
- 老廃物の排出
- 疲労回復
- 弱アルカリ性
- 自然治癒力の強化



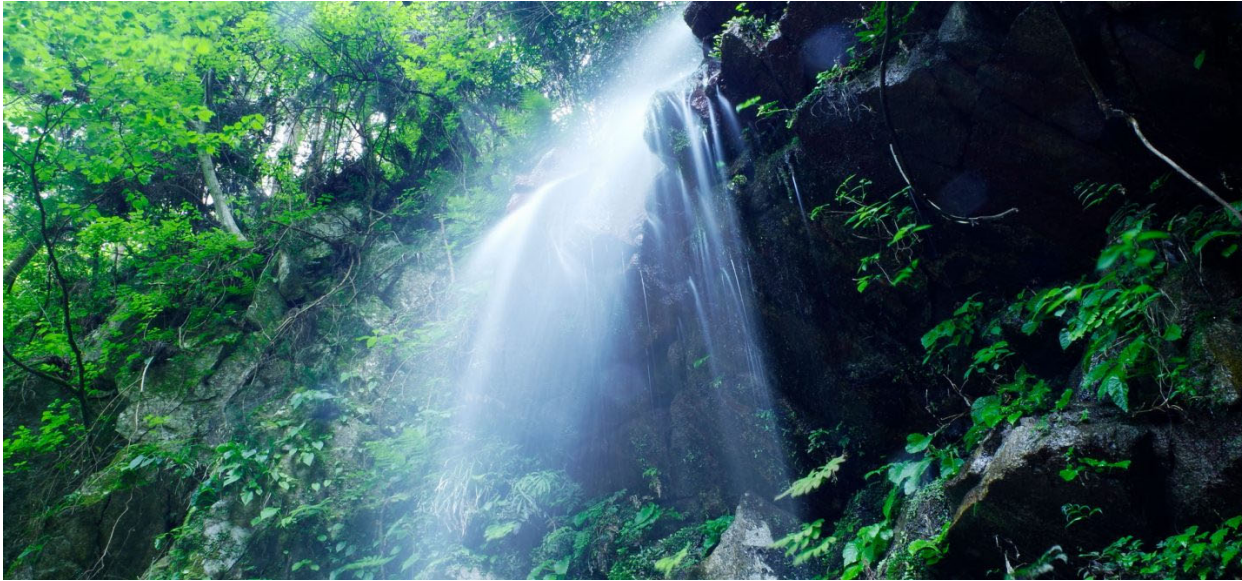
プラスイオン (酸化粒子) による影響

- 肩こり
- ガン
- 老化
- 動脈硬化
- 酸性
- 自然治癒力の低下



よりみち話 ニセ科学にご注意！？ part2

滝のそばはマイナスイオンが豊富…
森はマイナスイオンにあふれていて喉に良い…



マイナスイオンは実は科学的な定義はないが、
なぜ上述のようなことが言われるのか？

例えば、「マイナスイオン」と健康の三段論法

- ① 滝の近くは「マイナスイオン」が大量に「存在」する!
- ② 滝のそばでは気分がいい
- ③ だから、マイナスイオンは体にいいのだ!!!

よりみち話 ニセ科学にご注意！？ part2

マイナスイオン、何となく体に良さそうな響き…
1990年代からスタートし、2002年ごろにピークで流行

多くの家電製品に付加価値としてマイナスイオン発生装置がつけられた
根拠はないものの、商用化を目指して宣伝がなされる。

また科学的権威を傘に根拠がないことをカバーしようとするなどもある。
(どんなにすごそうな大学や研究機関でも悪いことをする研究者はいる可能性がある)

東京大学で開催される研究学会「日本マイナスイオン応用学会」への特別招待のご案内

ケイ素・水素研究の第一人者・山野井理事長より「修了証(DIPLOMA)」を発行

株式会社プロラボホールディングス

2016年10月12日 14時43分



元東京大学の生体物理医学者で水素研究でも著名な山野井昇先生が主催する学会、「第16階マイナスイオン応用フォーラム」が11月21日（月）に東京大学にて開催されることとなりました。山野井先生の講演の他、一般財団法人未来医学財団評議員の新屋信明より、水素サプリメント「プロトングランプロ」の最新のエビデンスおよび研究データの発表も予定しております。

マイナスイオン応用学会なるものがありしっかりしてそうだが、実は国内学会として日本学術会議からは認定されていない→自分で言うのはタダ！

よりみち話 ニセ科学にご注意！？ part2

消費者庁からもマイナスイオンに科学的根拠がないとして、
販売に対する措置命令なども既にでている状況。
→しかし、ネットで調べると絶賛しているサイトが多数ある

マイナスイオンとオゾンで空気清浄、根拠なし 製造販売 元に措置命令

2023年12月22日 17時45分

大村美香



記者会見で措置命令について発表する、消費者庁表示対策課の口ノ町達朗上席景品・表示調査官=2023年12月22日午後2時14分、千代田区霞が関3丁目、大村美香撮影



消費者庁は22日、マイナスイオンとオゾンを放出してウイルス除去や脱臭などをうたう空気清浄機を製造販売していた、共立電器産業（東京都大田区）とフォレストウェル（横浜市）に、景品表示法違反（優良誤認）で措置命令を出したと発表した。22日付と21日付。

対象商品は共立電器産業が「空気活性清浄機サリール」、フォレストウェルが「j.air」（ジェイエアー）。いずれもフィルターやファンがなく、マイナスイオンとオゾンを発生させる構造の商品。

a 大作商事（別紙1）

別表1「表示内容」欄記載のとおり表示することにより、あたかも、本件商品を使用することで、本件商品から発生するマイナスイオンの作用により、顔周辺のウイルス、PM2.5、花粉、タバコ煙及び超微細粒子を含む浮遊物質を除去する効果が得られるかのように示す表示をしている又は表示をしていた。

b イトーヨーカ堂（別紙2）

別表2「表示内容」欄記載のとおり表示することにより、あたかも、本件商品を使用することで、本件商品から発生するマイナスイオンの作用により、顔周辺のPM2.5、花粉、たばこの煙、細菌、ウイルス及び超微細粒子物質を含む浮遊物質を除去する効果が得られるかのように示す表示をしていた。

消費者庁リリース令和4年
https://www.caa.go.jp/notice/assets/representation_220203_01.pdf

朝日新聞2023年

<https://www.asahi.com/articles/ASRDQ5SFPRDQ>

UTFL01K.html?msocid=104ad0aa3f5a6c602577c

49f3eb06d80

よりみち話 ニセ科学にご注意！？ part2

AIは超かしこいが時にネット上からニセ情報を拾ってきてしまう課題もある
もし、信じ込んで患者さんに教育してしまったら取返しがつかない！
必ず自分の目や頭で調べ科学的な視点を養っていただきたい。

Copilot 2026.7.23検索

マイナスイオンについて教えて

結論：マイナスイオンとは、空気中の分子が電子を得て“負に帯電した状態”になったもの。
自然界では滝・森などで多く発生し、人工的にも放電や高電圧で作られます。
ただし健康効果は科学的に確立しておらず、限定的な研究結果があるのみというのが現在の共通認識です。

マイナスイオンとは何か（定義）

- 空気中の原子・分子が電子を得て 負に帯電した粒子（陰イオン）のこと。
家電メーカーも「空気中の原子や分子が電子を得てマイナスに帯電したもの」と定義しています。 ウィキペディア
- 専門的には **negative air ions**（負の大気イオン）と呼ばれます。 ウィキペディア

どこで発生する？

- 滝・森・清流の近く
水滴が砕ける際に周囲の空気がマイナスに帯電する「レナード効果」により多く発生します。 イオントレーディング
- 紫外線・放射線・太陽光 による空気のイオン化。 イオントレーディング
- 人工的な発生装置（空気清浄機・ドライヤーなど）
高電圧放電により電子が発生し、空気分子に付着してマイナスイオンが生成されます。 echo.nuee.nagoya...

どんな種類がある？

- 小イオン（軽イオン）：移動度が高く、生体に付着しやすい。 イオントレーディング
- 大イオン（重イオン）：チリや微粒子に付着したイオンで、移動度が低い。 イオントレーディング

信じたくなってしまうが、情報元を見
てみると誰でも編集できる「ウィキペ
ディア」と、マイナスイオン商品の「販
売元のサイト」を参照してきている

はじめに 液体の落下・濃度と看護

以下の質問に根拠をもって答えられますか？

なぜ、点滴バッグは **刺入部よりずっと高い位置**に吊るす？

なぜ、患者さんが **腕を曲げる**と点滴が止まる？

経管栄養は「勝手に落ちる」のに、なぜ **体位や速度**にこだわるのだろう？

血液の pH は **なぜ 7.4 前後**でなの？

1. なぜ落ちる？

位置エネルギーが様々なところで働いている！

$$\text{位置エネルギー} = \text{重力}(mg) \times \text{高低差}(h)$$



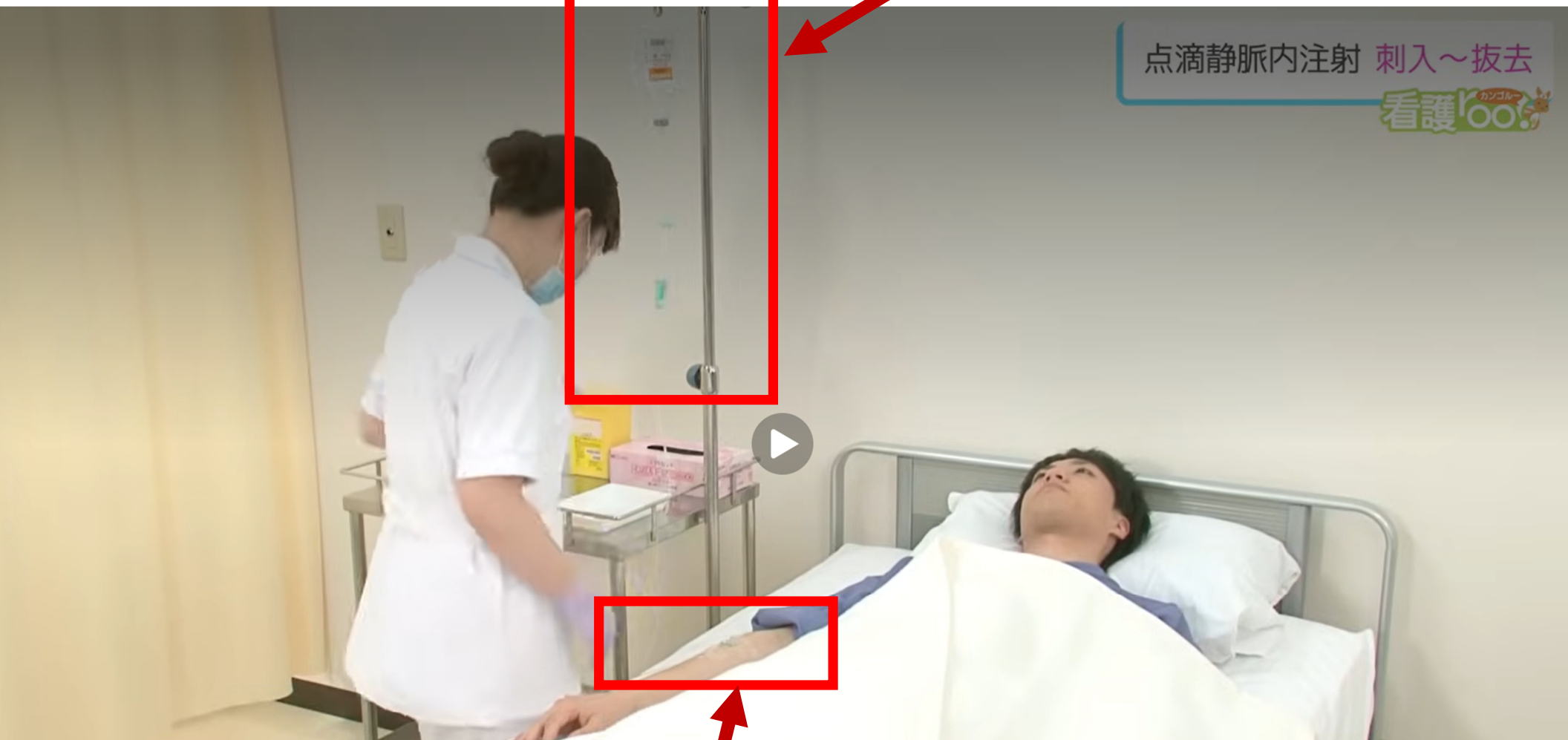
富士急ハイランド：
高飛車斜度121度

位置エネルギーの力を利用する点滴

輸液本体(輸液バッグ)

点滴静脈内注射 刺入～抜去

看護roo!



点滴の刺入部

画像出典：看護roo動画内切り抜き <https://youtu.be/1O5CBVIsctA?si=VnPmVASRfpScRwvC>

2. 位置エネルギーの力を利用する点滴

ポイント1：バッグを高くすると流れる

- ・輸液バッグと刺入部の**高低差**が**位置エネルギー**の力として押し出す原動力に
- ・高くすれば → 刺入部での圧が上がる → 流量が増える。
- ・刺入部から **50 cm～1 m 程度**上に吊るすのが一般的。

ポイント2：静脈圧に打ち勝つ必要がある

刺入部の **末梢静脈圧**は数～十数 mmHg。

輸液がここに逆らって入るには、それを上回る位置エネルギーによる圧がかかっている。
バッグを高くしないと「**逆流**」や「**滴下停止**」が起きる。

点滴に影響する粘性と管の太さ

同じ高さに吊るしても、輸液の粘性や通す管の太さで流量は変わる。

粘性（粘稠度）

- ・液体分子同士の絡み合いの強さ。
- ・水はサラサラ、蜂蜜はドロドロ
- ・粘性が高いほど、同じ高さでも**流れにくい**。
- ・温度が下がると粘性は **増える**（冷たい液は流れにくい）。

管の太さ

同じ長さ・同じ圧でも、
流速は、管半径の **2 乗** に比例
流量は、管半径の **4 乗** に比例



看護の場面例

- ・末梢の針は**太い方が同じ圧で数倍流せる**（大量輸液・輸血が必要な場面）。
- ・腕のまがりなどでチューブが**少し屈曲する**だけで流量が大きく落ちる（実質的に細くなるため）。
- ・冷蔵庫から出したばかりの輸液・栄養剤は粘性が高い → 想定より遅くなることがある。

点滴が「落ちる」仕組み

輸液セットが何でどう構成されているかを確認すると、輸液計算ができるようになる。

① 輸液バッグ（高い位置）

刺入部より高く吊るす。

軟らかいバッグは**大気圧が押し込む**ため、
通気針が不要。

硬いボトルは通気針が必要。



② 滴下筒（点滴筒）

液体が1滴ずつ落ちる部分。

ここで滴下の数を数える。

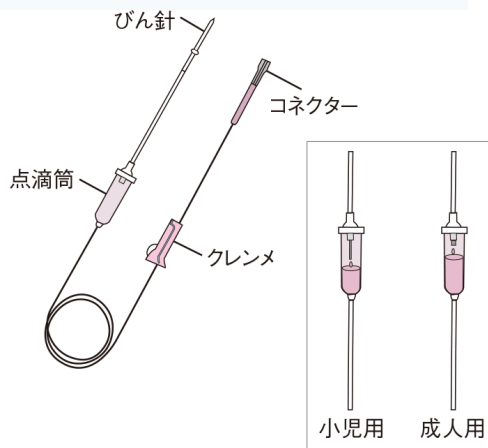
液面は半分～1/3 程度に保つ

③ クレンメ（調節器）

指先で **チューブの断面積** を変える

→ 流量調整。

半径の4乗に比例なので、少し動かした
だけで大きく変わる。



④ 刺入部（末梢静脈）

血管内圧に負けないように流し込む役割。

針の屈曲・血管外漏出・接続不良

→ 流量が変わったり止まるので要観察。

輸液セットには 2 種類ある

1 mLが何滴かを**滴下係数**という。
大きくわけて2 種類あることを覚えよう。(国試頻出！)

成人用輸液セット

20 滴 = 1 mL

- ・一般的な輸液（生食・電解質液など）で使用
- ・滴が大きい = 1 滴あたり 0.05 mL
- ・流量が多い場面向き

小児用輸液セット（微量用）

60 滴 = 1 mL

- ・小児への微量投与
- ・厳密な速度管理で使用
- ・滴が小さい = 1 滴あたり 0.017 mL
- ・少ない流量を細かく調整可能

3. 滴下計算の基本式

点滴の計算は**3つの量の関係**をイメージで押さえよう。

使う 3 つの量

V : 輸液量 [mL] t : 投与時間 [分] N : 滴下数 [滴]

滴下係数 : $N/V = 20$ [滴/mL] (成人用) または 60 [滴/mL] (小児用)

1 分間の滴下数 (滴下速度)

$$N \div t \text{ [滴/分]} = (V \div t) \times (N \div V)$$

つまり、「1 分あたりの滴数」=「1 分あたりの mL」×「1 mL あたりの滴数」
→ 単位で追いかければ、式は忘れても組み立てられる。



例えば成人用だと

$$1 \text{ 分の滴数} = 1 \text{ 分あたりの mL} \times 20$$

実際の滴下計算

計算は難しく感じるが何を計算しているのか？を丁寧に確認しながらやろう

Step 1 総輸液量 V [mL]を確認する（指示書・ラベル）

Step 2 投与時間を「分」に直す。5時間 → 300分、8時間 → 480分

Step 3 滴下係数 N/V を確認（成人用20、小児用60、輸液セットの表示を見る）

Step 4 1 分間の滴下数を計算する： $(V \div t) \times N/V$

Step 5 必要なら 何秒に 1 滴かを計算： $60 \div (1\text{分の滴数})$

Step 6 臨床的に妥当かを確認：

極端に多く／少くないか？ 高齢者・心不全・腎不全で速すぎない？

個人計算ワーク①

以下の3題について計算し答えよ

問題①（看護師国家試験改変）

点滴静脈内注射 **750 mL / 5 時間**の指示があった。

20滴 で約 **1 mL** の輸液セットを使用した場合、**1 分間の滴下数**は何滴か求めよ。

問題②

成人患者に **500 mL** の輸液を **5 時間**で投与する指示があった。

20 滴で **1 mL** の輸液セットを使用する場合、1 分間の滴下数と何秒に1 滴かを求めよ。

問題③

小児患者に **500 mL** の輸液を **5 時間**で投与する指示があった。

60 滴で **1 mL** の輸液セットを使用する場合、1 分間の滴下数と何秒に1 滴かを求めよ。

グループワーク③ 点滴速度が変化した原因は！？

事例

Gさん（70歳・男性、心不全）に **500 mL の維持輸液を 8 時間**で自然滴下投与中。

開始時、看護師は 20 滴で 1 mL の輸液セットを用いて **21 滴/分**に調整した。

1 時間後、体位変換のためベッドを下げ、Gさんを側臥位にした。

その 15 分後に巡回すると、滴下速度が **明らかに速く**なっていた。

刺入部にはこれといった腫れや発赤はなく、Gさんも「痛くない」と話す。

グループで考える

Q1. なぜ流量が変化したのか？

Q2. Q1を確認するためにすべきことは何？

Q3. 点滴のクレンメを調整する前に、何を観察する？

4. 経管栄養と点滴の違い

経管栄養も位置エネルギーを使用して高いところから重力で落とす仕組み。
ただし、**液体の性質や観察のポイント**が違う。

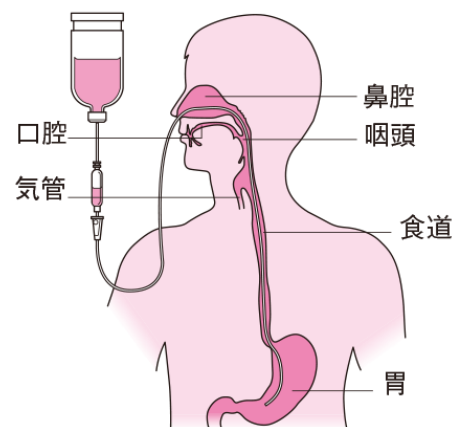
	点滴	経管栄養
液の性質	水に近い（低粘性）	粘度が高い（脂質・食物繊維）
目的地	末梢静脈（内圧数～十数 mmHg）	胃・十二指腸・空腸（管腔）
流量への主な影響	高低差、ルート太さ、静脈圧	高低差、チューブ太さ・屈曲、 粘度・温度
誤ると起きること	循環系への過負荷	悪心・嘔吐・下痢・逆流・誤嚥性肺炎
確認する体位	刺入部が適切な高さ	上体を 30° 以上挙上

粘度と温度

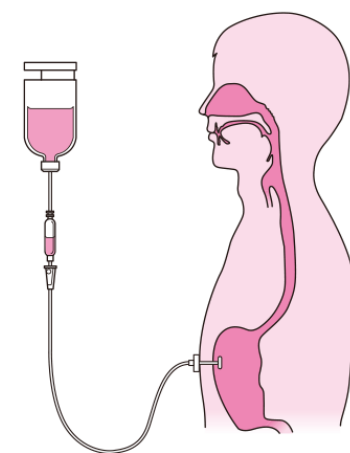
冷蔵庫から出した栄養剤は粘度が高く **流れにくい**。

→ 常温（人肌程度）に戻す。ただし温めすぎ・電子レンジは成分変性のあるリスクがあるため製剤の指示に従う。

経鼻胃管栄養



胃瘻栄養 (PEG)



5. 酸・アルカリ性と pH

「pH」は液体の **酸性・アルカリ性の度合い**を表す指標。

pH スケール (0 ~ 14)

酸性 ———— **7 (中性)** ———— **アルカリ性**

pH < 7 : 酸性 pH = 7 : 中性 (純水) pH > 7 : アルカリ性 (塩基性)

身近な液体	pH の目安	性質
胃液	1~2	強い酸性
レモン汁・酢	2~3	酸性
尿	4.5~8	やや酸性寄り
血液	7.35~7.45	弱アルカリ性
石けん水・腠液	8~9	アルカリ性

pH は等間隔の尺度ではない！

pH が 1 変わる = 酸性の強さが **10 倍**変わる！

対数尺度 (log スケール) とは

pH は水素イオン濃度 $[H^+]$ を「10 のべき乗」で表したものの。

pH 7 = $[H^+]$ は 10^{-7} mol/L

pH 6 = $[H^+]$ は 10^{-6} mol/L → pH 7 の **10 倍**の酸性度

pH 5 = $[H^+]$ は 10^{-5} mol/L → pH 7 の **100 倍**の酸性度

血液の pH は「7.35～7.45」の狭い範囲に保たれる

pH が 7.4 から 7.3 に下がっただけでも、水素イオン濃度は **約 25% 増える**。

pH が 7.35 を下回ると生命維持に危険なレベル (アシドーシスと言う)

pH 6.8 未満 / pH 7.8 以上は、**生存すら難しい**。

	アシドーシス		アルカローシス	
	代謝性	呼吸性	代謝性	呼吸性
pH	↓ (7.35以下になる)		↑ (7.45以上になる)	
PaCO ₂ (二酸化炭素)	→	↑	→	↓
HCO ₃ ⁻ (炭酸水素イオン)	↓	↑	↑	↓

なぜ「狭い範囲」でなければいけない？

- ・体の **酵素** は特定の pH でしか働けない (多くは 7.4 付近が最適)
- ・pH の変化 → 神経の興奮性、酸素解離、電解質バランス、心筋の収縮など、全身に影響。

血液の pH を守る3 つのしくみ

体は 3 つのシステムで **酸塩基平衡**を保つ。

① 緩衝作用

血液中の **重炭酸イオン** (HCO_3^-) などが、余分な酸／塩基を打ち消す。

→ **即座**に働く。

緩衝液（バッファー）の性質。

② 呼吸性の調節

呼吸で CO_2 の排出量を変える。

CO_2 は水と反応して酸 (H^+) を作るので、多く息を吐けば pH が上がる。

→ **数分～数十分**で調整。

③ 腎性の調節

腎臓で H^+ の排泄や HCO_3^- の再吸収を変える。
→ 効き始めるまで **数時間～数日**。

長期的な調整の主役。

看護場面とpH

- ・**過換気**： CO_2 を吐きすぎる → 呼吸性アルカローシス（手足のしびれ・テタニー）
- ・**低換気・COPD・鎮静**： CO_2 が溜まる → 呼吸性アシドーシス（意識障害）
- ・**嘔吐**：胃酸を多く失う → 代謝性アルカローシス
- ・**下痢**：重炭酸を多く失う → 代謝性アシドーシス
- ・**糖尿病性ケトアシドーシス、腎不全、敗血症**でも酸塩基平衡が崩れる

6. 濃度

まずは 濃度に関連する3つの言葉を整理しよう

溶質（ようしつ）

…溶けているもの

例：食塩、ブドウ糖、薬剤

食塩水なら **食塩**が溶質。

溶媒（ようばい）

…溶かしているもの

例：水、生理食塩液

食塩水なら **水**が溶媒。

溶液（ようえき）

…合わさった結果のもの

例：食塩水、ブドウ糖液

溶質 + 溶媒 = **溶液**。

濃度 = 溶液全体に対する溶質の割合

濃度の計算をしてみよう

重量／容量パーセント (w/v %)

X % = 溶液 100 mL 中に X g の溶質

1 L (=1000 mL) 中なら 10 倍 → $X \times 10$ [g]

0.9% 生理食塩液

100 mLの溶媒中に**食塩0.9 g**が溶質として溶けている。

500 mL バッグなら → 4.5 g の食塩。

1 L (1000 mL) なら → **9 g**の食塩。

これは体液（血漿）の食塩濃度に近い
(= **等張**) 。

5% ブドウ糖液

100 mLの溶媒中に **ブドウ糖 5 g**が溶質として溶けている。

500 mL なら → 25 g のブドウ糖。

1 L なら → 50 g のブドウ糖

= **200 kcal**に該当

ブドウ糖はすぐ代謝されるため、実質的には水を補給する目的で使われることが多い。

7. 浸透

浸透と半透膜は、細胞と輸液を考えるうえでも最重要キーワード！

浸透

半透膜で仕切った濃さの違う 2 つの溶液

→ **水は濃い方へ移動する**

(= 両側の濃さを揃えようとする)

半透膜（はんとうまく）

- ・水などの小さい分子(溶質)は通す
- ・食塩やブドウ糖などの粒子(溶媒)は通さない

- ・細胞膜、赤血球膜、透析膜がこれに近い性質

→ 選択的に通すものを決める膜。

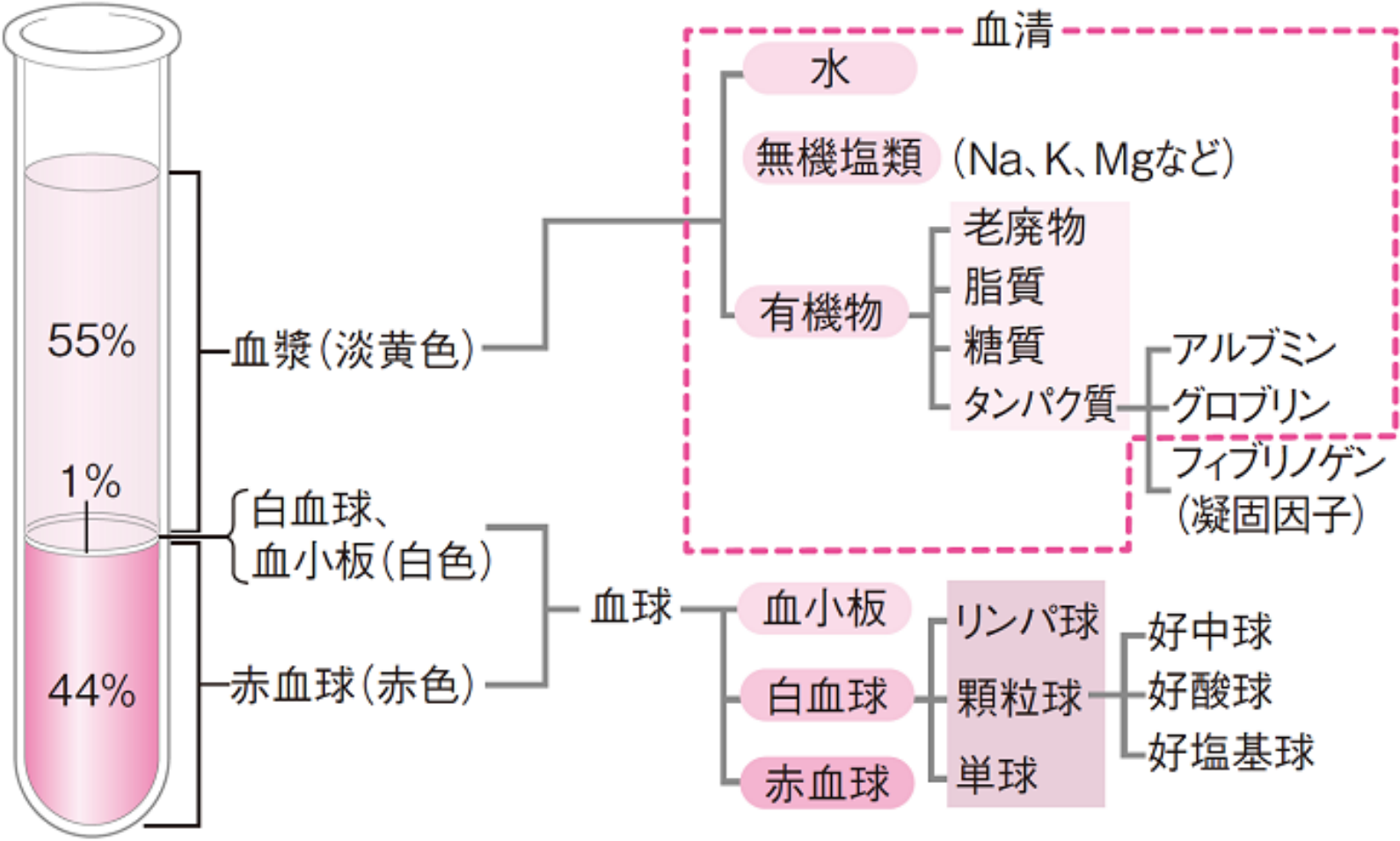
なぜ「濃い方」へ動く？浸透圧って？

濃い側は溶質で詰まっている → 相対的に水の量が少ない。

薄い側は溶媒である水がたっぷり → 水は薄い側から濃い側へ移動し、**両側の濃さを揃えようとする**
(拡散の一種)

★逆方向に押し戻すのに必要な圧力を **浸透圧**という。

血液の成分



浸透圧

浸透圧とは、**浸透で水が濃い方に流れ込むのを、押し戻すのに必要な圧力**。

→ 溶液に **溶けている粒子の数が多い**ほど大きくなる。

→ 単位は主に **mOsm/L**（ミリオスモル毎リットル）。

血漿の浸透圧（健常成人）

約 285 ± 5 mOsm/L

体はこの値を非常に狭い範囲で維持している（ホルモン、水分摂取、腎による調節）

輸液	浸透圧（mOsm/L）	血漿に対する扱い
0.9% 生理食塩液（NaCl）	約 308	等張液（血漿とほぼ同じ）
5% ブドウ糖液	約 278	等張だが体内で糖が代謝され「水」だけが残る
3% 高張食塩液	約 1027	高張液
0.45% 食塩液	約 154	低張液

等張・低張・高張

血漿の浸透圧を基準にして、それより **同じ／低い／高い** で 3 つに分類。

等張液（アイソトニック）

浸透圧 $\simeq$ 血漿

例：0.9% 生食、
乳酸リンゲル液、
5% ブドウ糖（投与初期）
細胞への水の出入り
ほぼゼロ。

低張液（ハイポトニック）

浸透圧 $<$ 血漿

例：1/2 生食（0.45%）
維持輸液の一部
細胞外が薄い $\rightarrow$
水が **細胞内へ流入**。
細胞が **膨らむ**。

高張液（ハイパートニック）

浸透圧 $>$ 血漿

例：3%～10% NaCl、
20% マンニトール、
50% ブドウ糖
細胞外が濃い $\rightarrow$
水が **細胞から流出**。
細胞が **縮む**。

看護における使いどころ

- ・等張液：**循環血液量を保つ**目的（出血、脱水初期の補液など）。
- ・低張液：**細胞内脱水**や維持輸液で、体内全体に水を分布させたいとき。
- ・高張液：**脳浮腫の減圧**、電解質補正、低血糖時のブドウ糖投与など特定の目的で使う。

赤血球と浸透圧

赤血球を 3 種類の溶液に入れると、細胞が浸透の力で変化する。

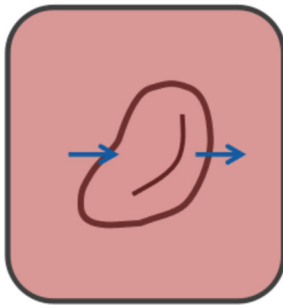
等張液（0.9%生食）

両側の浸透圧が等しい

→ 水の出入りは **ほぼゼロ**

→ 形は **正常のまま**

細胞内の濃度 = 溶液の濃度

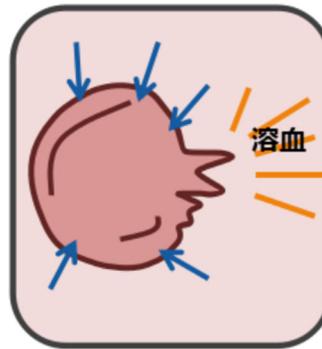


低張液（0.45%生食）

水が細胞内へ流入

→ 赤血球は **膨張 → 破裂（溶血）**

細胞内の濃度 > 溶液の濃度

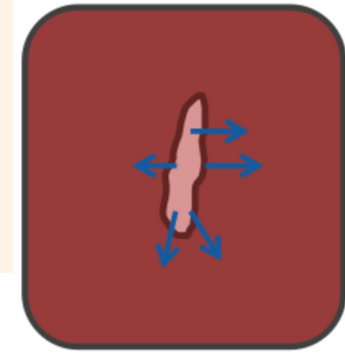


高張液（3%生食）

水が細胞から流出

→ 赤血球は **縮む（クレネーション）**

細胞内の濃度 < 溶液の濃度



画像出典:
<https://study-z.net/100067464>

※輸液の名前だけで判断しない！

同じ「食塩液」でも 0.45%（低張）・0.9%（等張）・3%（高張）で全く別物の働きをもつ！

必ず%まで見て用途を確認！

輸液の取り扱いと確認

No.248「看護師が投与薬剤を取り違えて、患者が死亡。看護師 2 名に業務上過失致死罪の成立を認めた地裁判決」

東京地方裁判所平成12年12月27日判決 判例時報1771号168頁

(争点)

薬剤の取り違えに関する看護師の注意義務違反の有無および量刑

輸液を扱う前に見る 6 R

- ①正しい患者〔 Right patient 〕
- ②正しい薬物〔 Right drug 〕 似たような名称、似たような剤形に注意。同じ名称でも濃度のちがう薬物がある。
- ③正しい目的〔 Right purpose 〕 何を目的にして、薬の指示が出されているかを理解する。
- ④正しい容量〔 Right dose 〕 指示された薬物の単位を確認（g、mg、μg、mL、mEq、U、IUなど）。同じ薬剤でも 1 錠、1 アンプル、1 バイアル当たりの薬物量が違うものもある。
- ⑤正しい方法〔 Right route 〕 与薬方法により薬効が異なります。
- ⑥正しい時間〔 Right time 〕

第6回まとめ

① 点滴

1 分の滴数 = $V/t \times N/V$ 。
6 stepで意味を考えながら解こう。

② 経管栄養

粘度がとにかくやっかい。誤嚥・逆流・下痢のリスクを常に想定。

③ pH 血液は 7.35～7.45 の狭い範囲

緩衝性・呼吸機能・腎機能の 3 つでpHが維持されている

④ 濃度と浸透圧

溶液がもつ浸透圧と細胞の関連性をイメージしながらケアしよう

ミニテスト

