

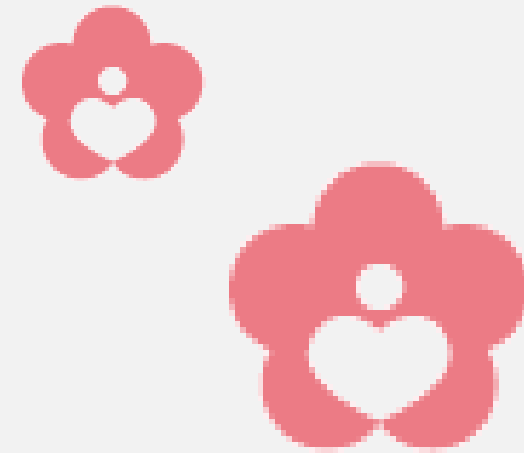
# 人工呼吸器の基礎

在宅医療従事者向け研修 2024年2月17日

東京都病院 臨床工学室 丸宮千冬

## 本日の内容

- 人工呼吸器の概要
- 回路
- 加温加湿器
- モードと設定
- トラブルシューティング
- アラーム



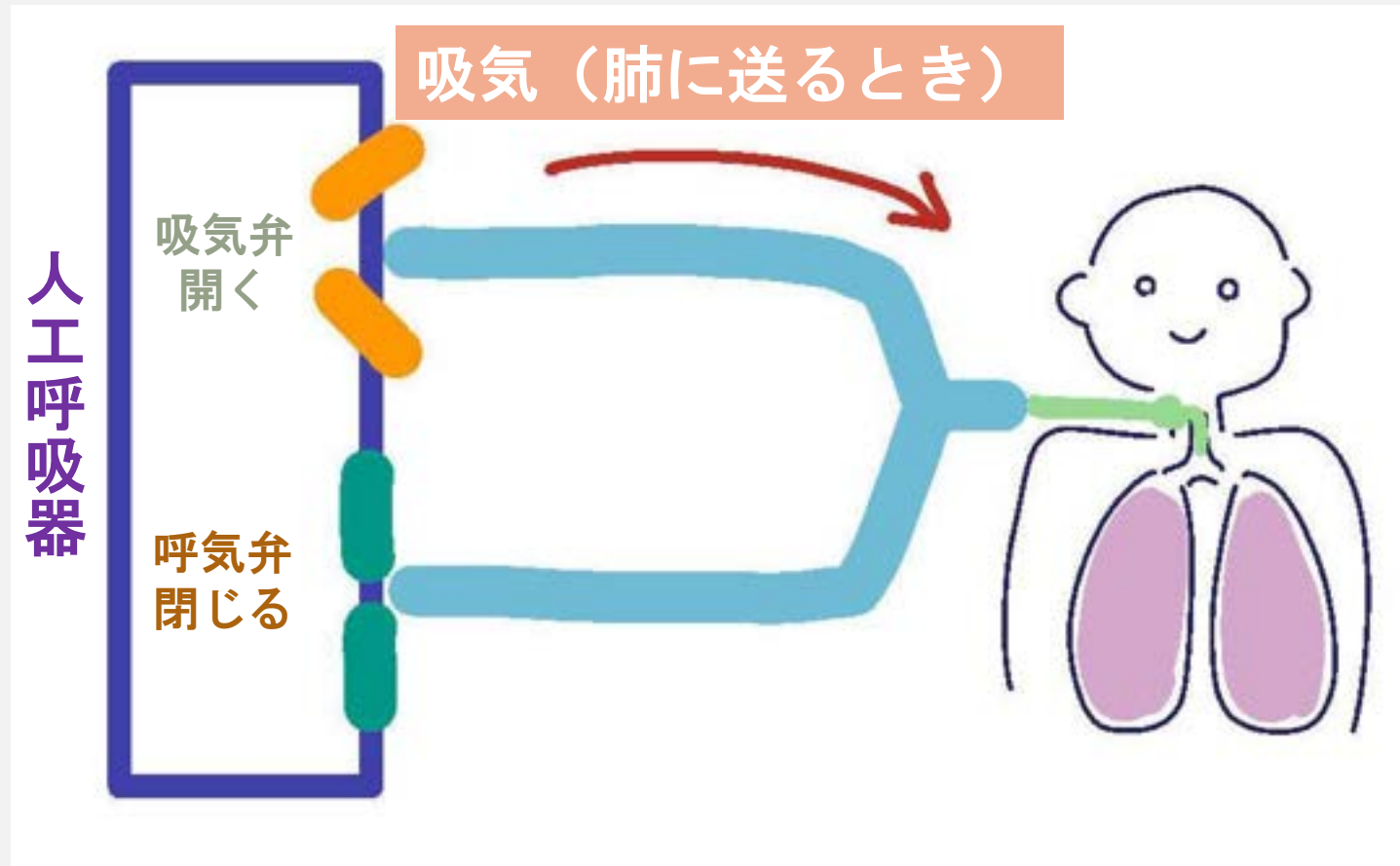
人工呼吸器について苦手意識のある方、  
知識を整理したい方など、  
少しでもお役に立てられたら幸いです

# さまざまな人工呼吸器と周辺物品

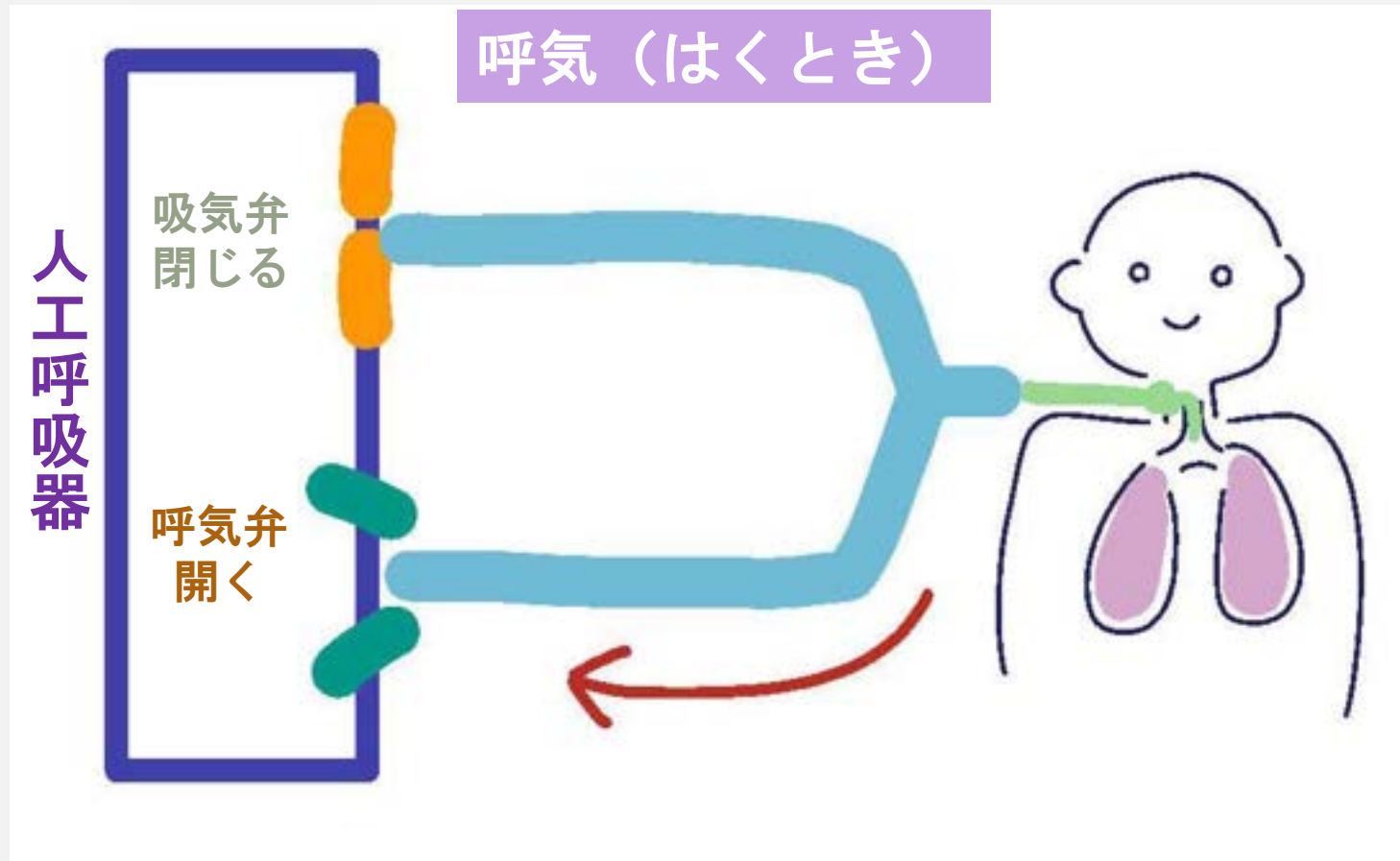


# 基本原理

# 人工呼吸器の基本原理



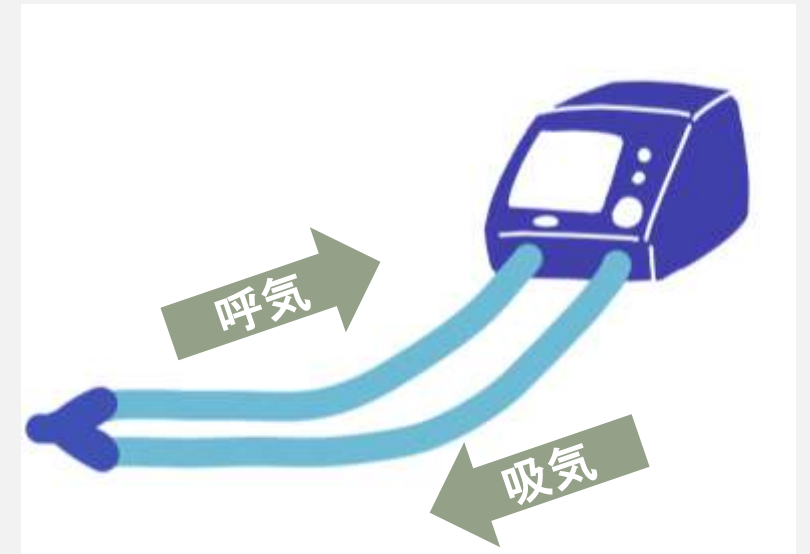
# 人工呼吸器の基本原理



# 回路の種類

## ダブル回路

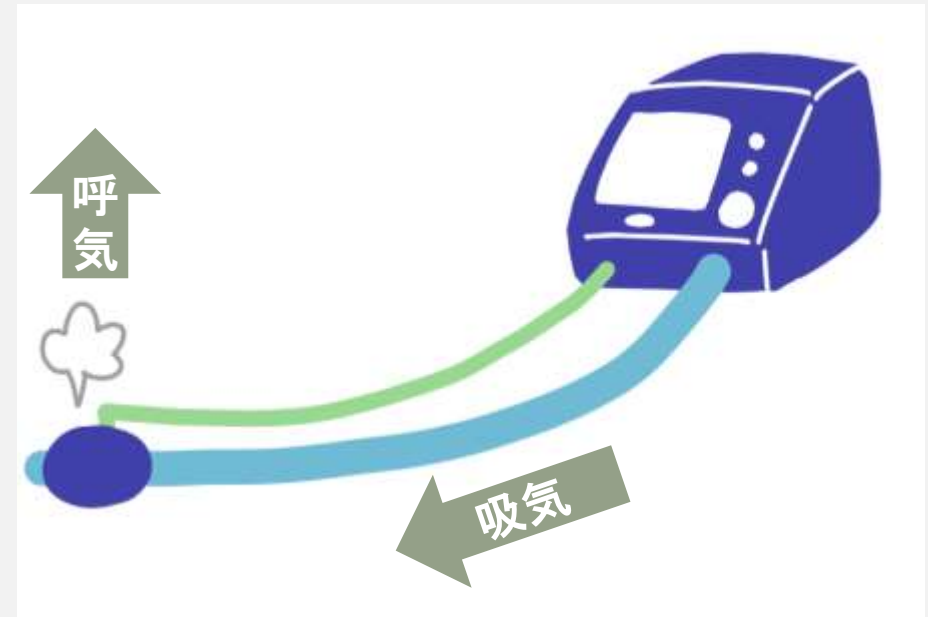
- 吸気と呼気の2本の回路構成
- 本体に内蔵された呼気弁で制御
- 吸気・呼気の換気量など多くの呼吸情報がモニタリングが可能
- やや複雑な回路構成



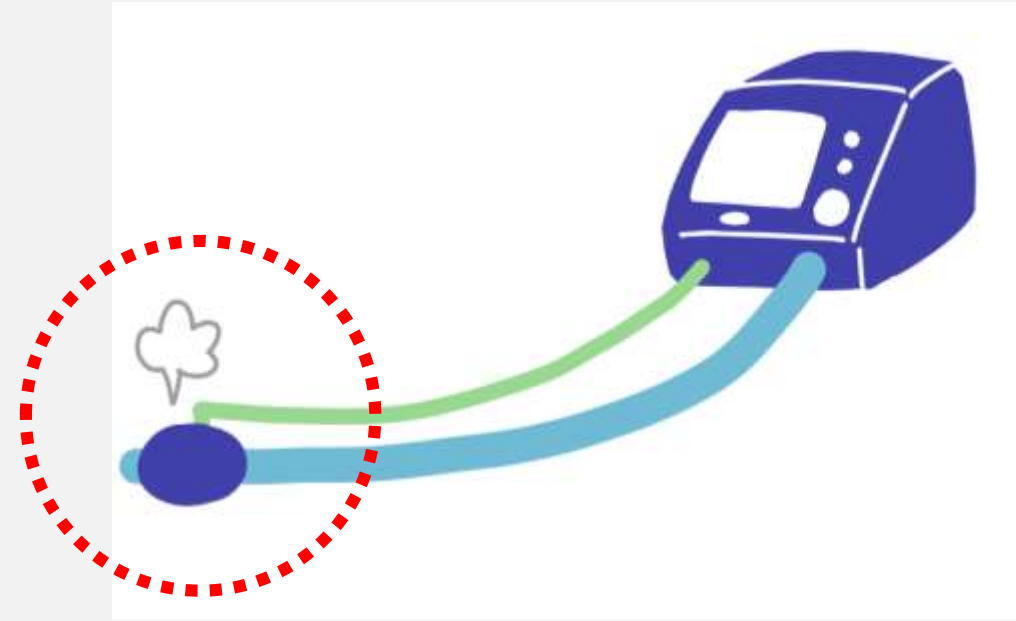


## シングル回路 (呼気弁付き/アクティブ)

- 患者口元にある呼気弁により制御
- 圧を測定するチューブ、呼気弁を制御するためのチューブがある
- チューブへの水滴混入等のトラブルがある

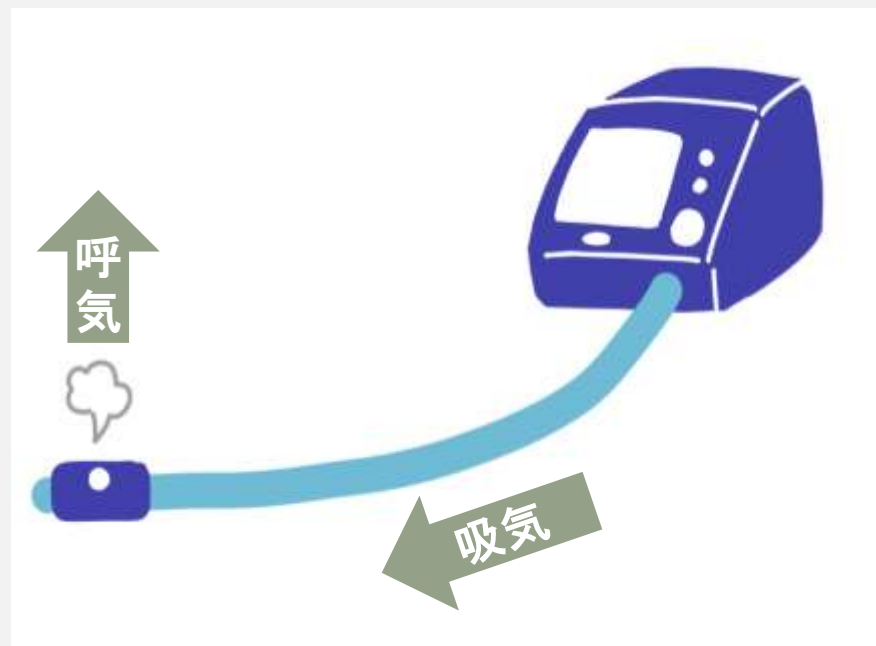


# 呼気弁

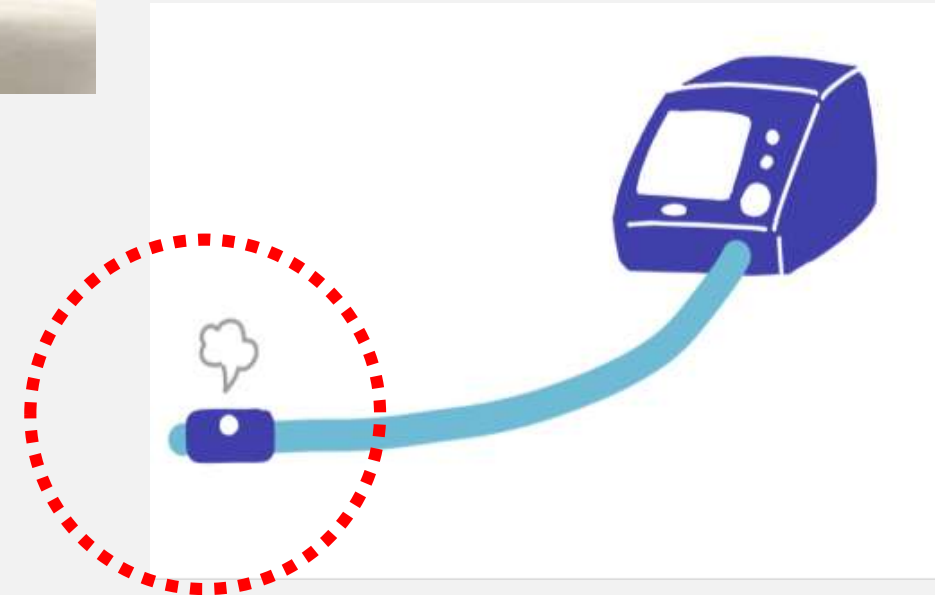
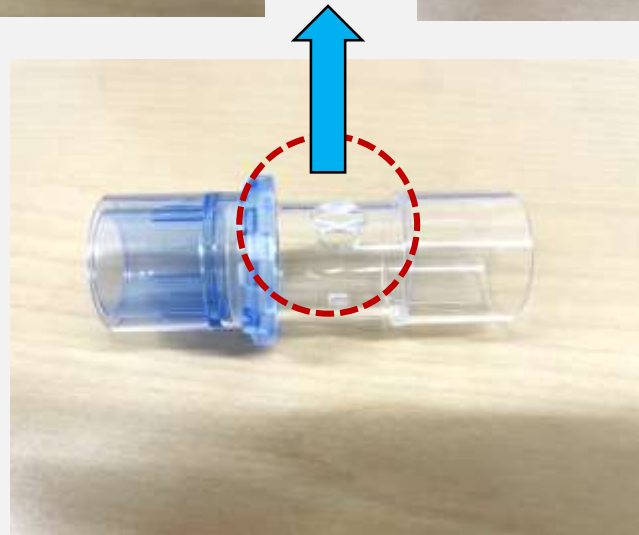
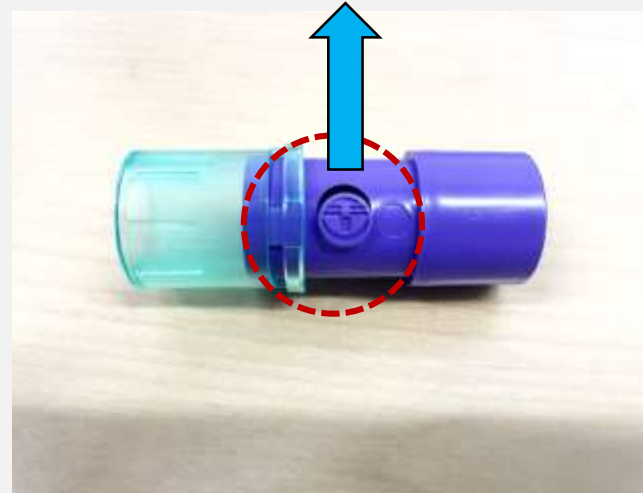


## シングル回路 (呼気ポート/リークポート/パッシブ)

- 吸気のための1本の回路
- 患者口元にある呼気ポートから呼出
- 常にリークしているため加湿効率は劣る
- 最もシンプルな回路構成



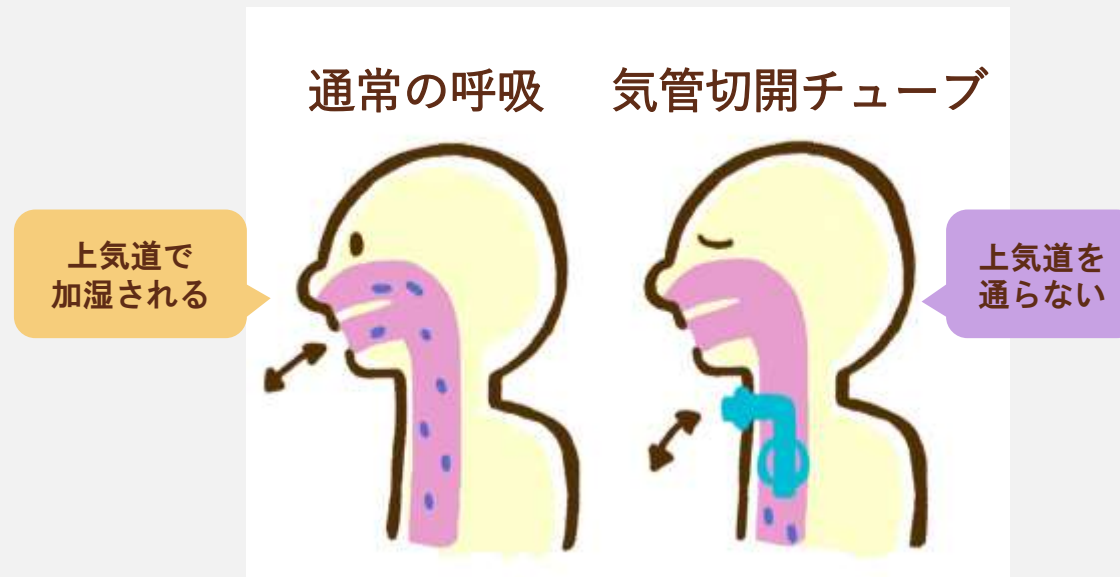
# 呼吸ポート



# 加湿方法

## なぜ加湿が必要？

- 鼻腔・咽頭などの上気道は加温加湿の役割がある
- 気管切開チューブによって上気道がバイパスされている
- 乾燥したまま呼吸をすると、気道内が乾燥し、気道粘膜の損傷・分泌物が出せない・痰が固くなるなど弊害が起こる



## 加湿方法①【人工鼻】

- 患者の呼気に含まれる熱と水分を捕捉し、吸気時にその水分を利用し加湿させる
- 電気も蒸留水も不要で簡便
- 普段、加温加湿器を使用している患者も外出時などに利用
- 交換が必要



## 加湿方法②【加温加湿器】

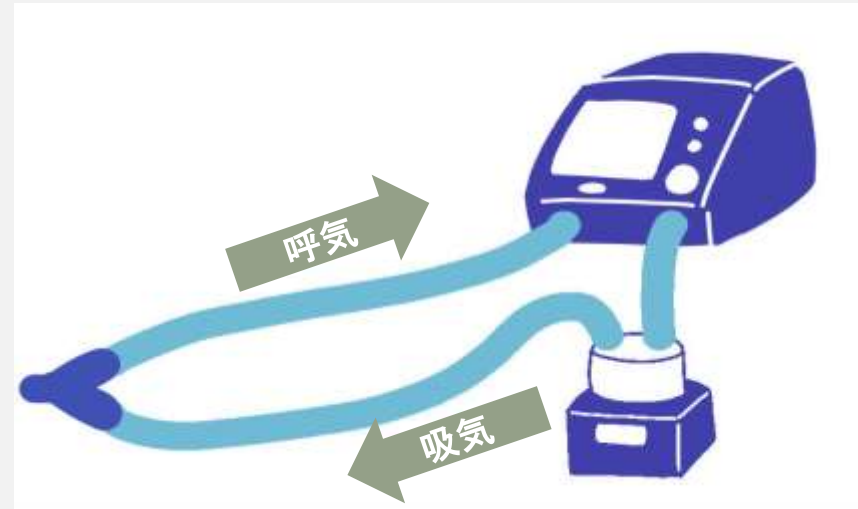
- 蒸留水を加温加湿させ、その水蒸気を利用
- 人工鼻より加湿性能は高い
- 電気と蒸留水が必要





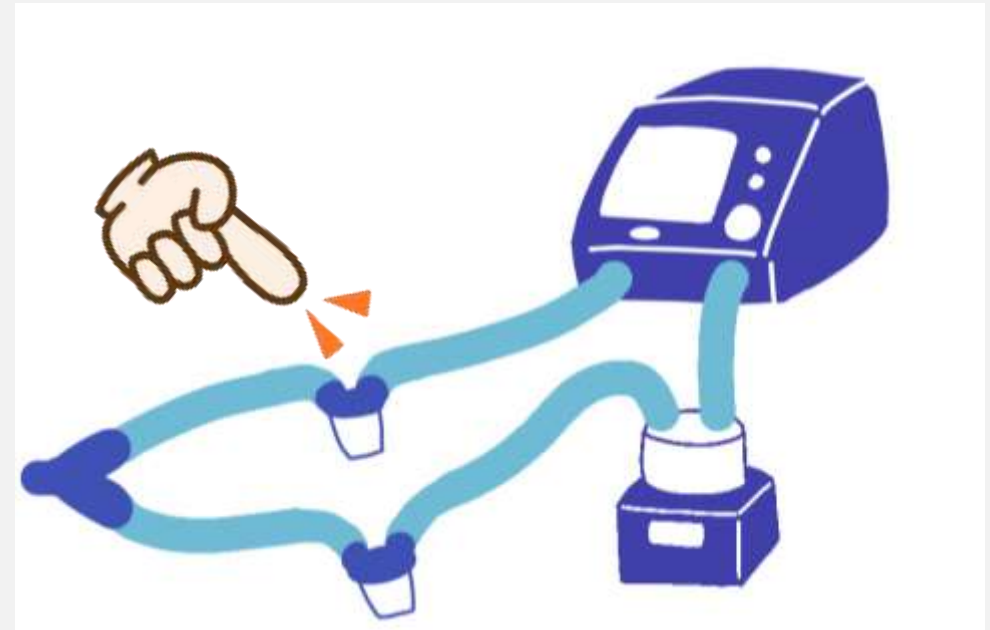
## 加湿方法②【加温加湿器】

- 吸気回路の途中に設置
- 結露が起こりやすいので水の除去が必要
- 加湿効率・結露予防のために熱線であたためる回路がある



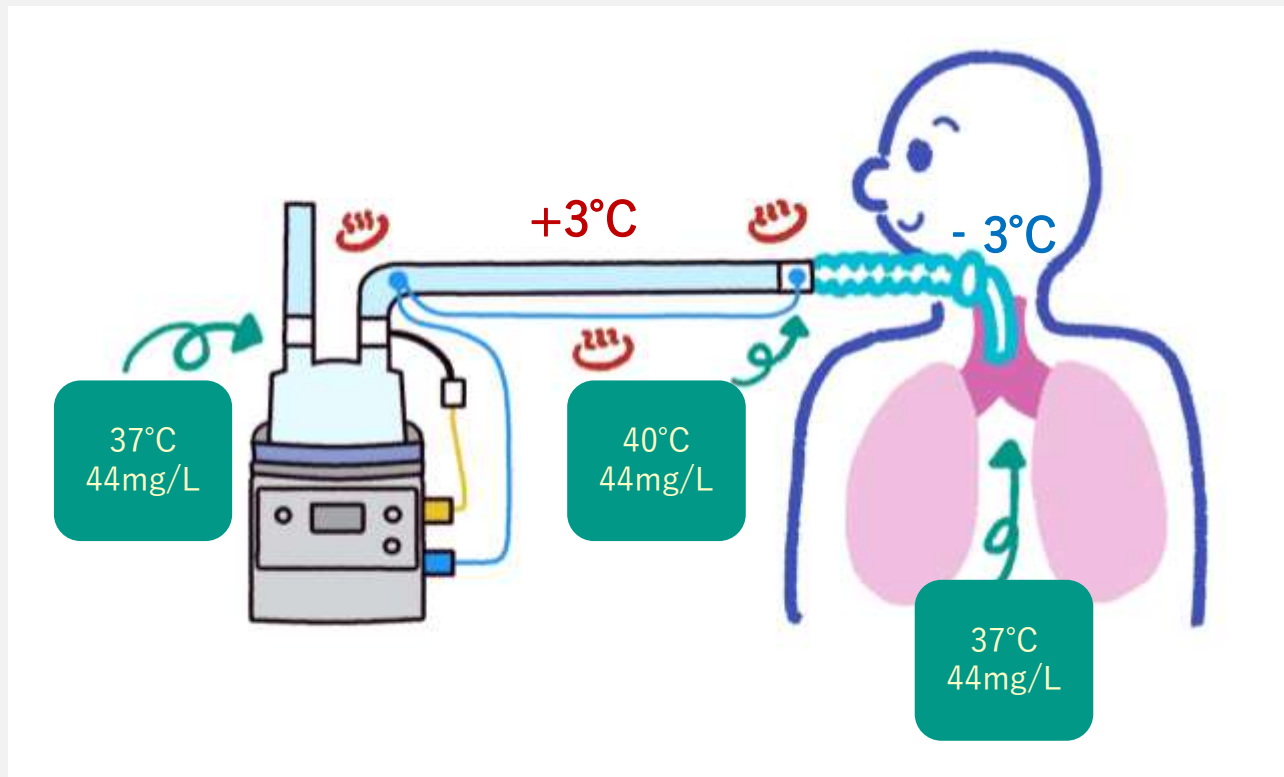
## ウォータートラップ

- 回路に熱線がない場合 → ウォータートラップ付き回路
- 結露はウォータートラップのカップに溜まる
- 溜まったら水を捨てる必要あり



## 加温加湿の温度

- 加温加湿された気体は、冷やされると結露が発生する

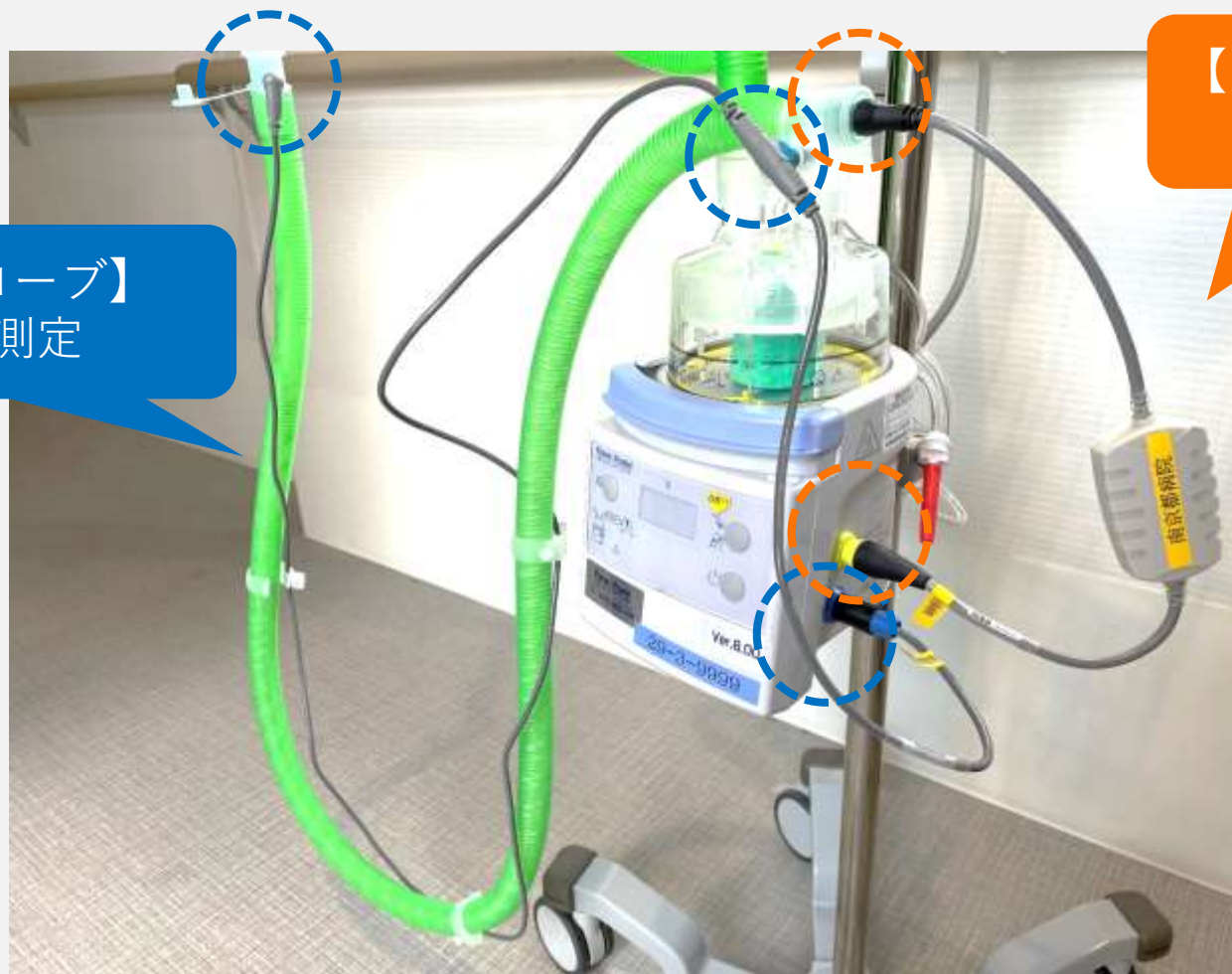


周辺環境によって結露の発生  
が大きく変わる

- 窓の近く
- エアコン吹出口の冷風
- 扇風機
- 季節柄 など

# 加温加湿器のコード

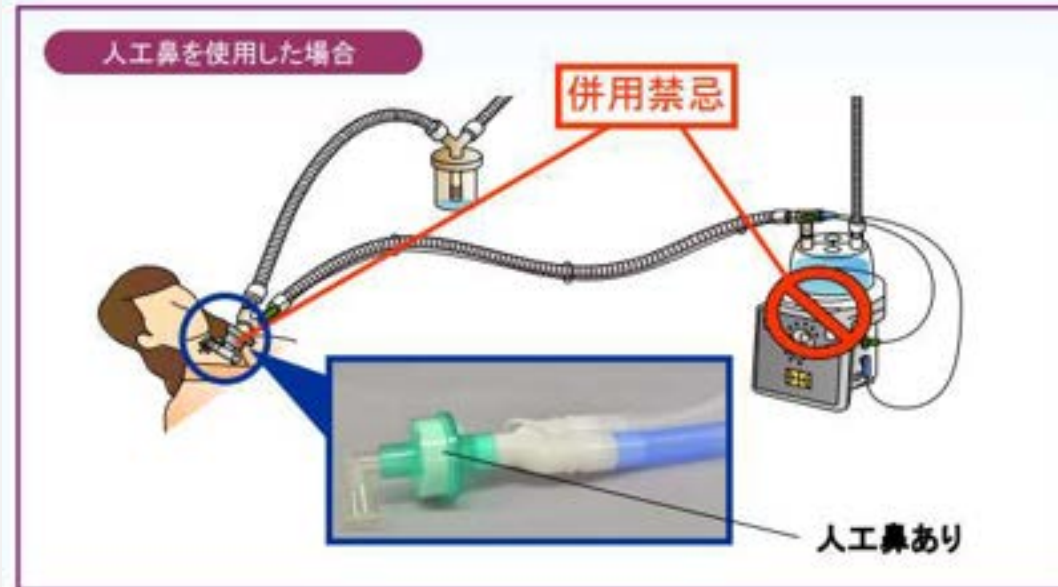
【温度プローブ】  
温度を測定



【ヒーターケーブル】  
回路を温める

## 人工鼻と加温加湿器

- 併用は禁忌です！
- 加温加湿器による過剰な加湿により人工鼻が閉塞します！
- 外出時の人工鼻のまま、加温加湿器を付けていませんか？



# 設定とモード

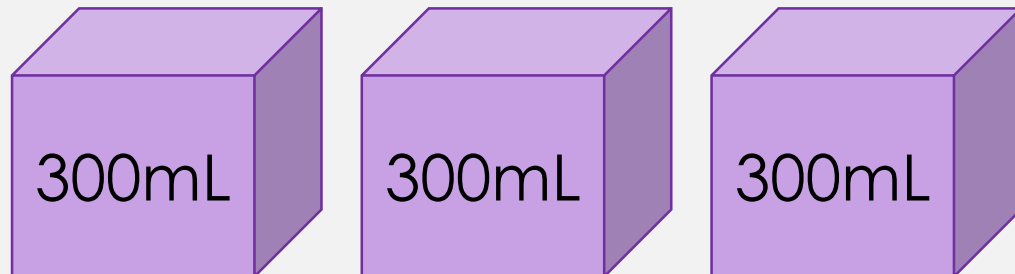
## 設定項目

- 酸素濃度 (FiO<sub>2</sub>) または酸素流量
- 吸気圧 (PC/IPAP) または 一回換気量
- 呼吸回数
- 吸気時間 (Ti)
- PEEP (EPAP)
- プレッシャーサポート (PS)
  
- その他 (トリガ、ライズタイム、フローパターンなど)

# 換気の方法 ～量と圧～

## 量規定（ボリュームコントロール）

### 1 呼吸に送る量を決める



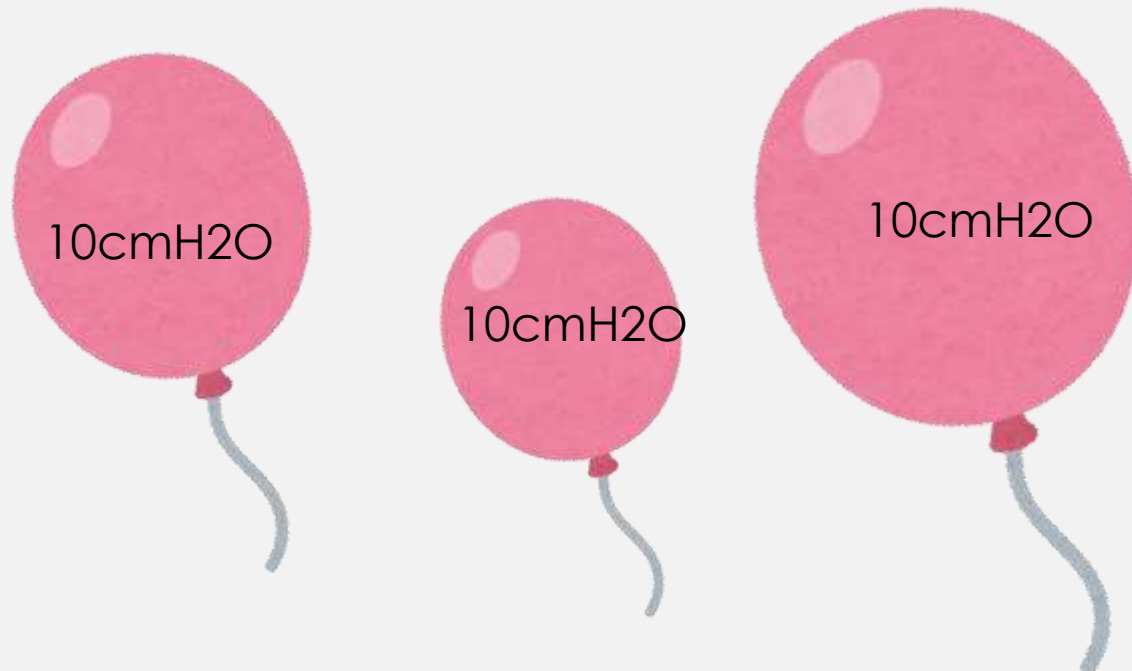
- 設定した換気量を送る
- 気道内圧によらず換気量を送ることができる
- 気道内圧の上昇に注意



# 換気の方法 ～量と圧～

## 圧規定（プレッシャーコントロール）

### 1 呼吸に送る**圧**を決める



- 設定した圧力を送る
- 気道内圧は一定（上昇を制限）
- 状態によって肺に入る換気量は変化する  
（体位、痰の貯留、病態…など）
- 換気量の変化に注意

# 換気の方法 ～強制換気と自発呼吸～

A/C

自発呼吸によらず強制換気



全て  
お任せ

SIMV

設定回数分を強制換気  
+ それ以上の自発呼吸にはサポート



自分で出来たり、  
やってもらったり

PSV

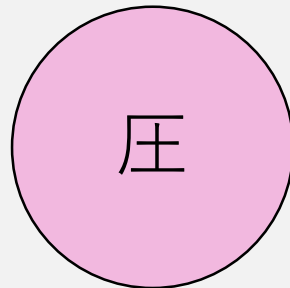
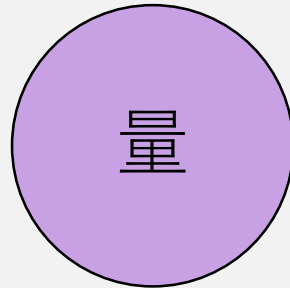
自発呼吸をサポート



自分でできるけど  
少し支えてね

モード

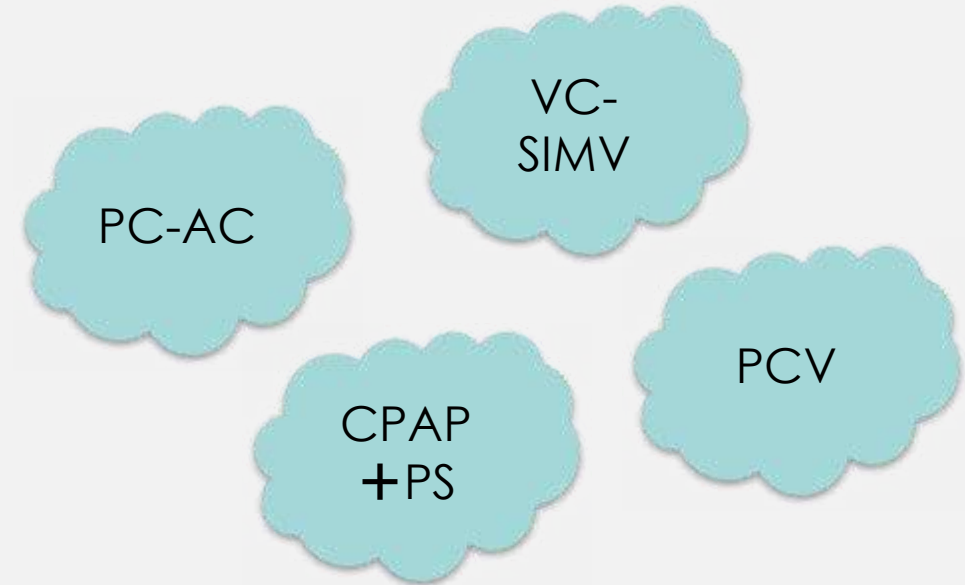
モードは換気様式の組み合わせ



A/C

SIMV

PSV



メーカー・機種によって  
モードの名称は異なります！

トラブルシューティング

## ウォータートラップ接続不良

- ウォータートラップからの水抜き後  
カップの再接続時に起こる
- リークにより換気不足になる恐れあり

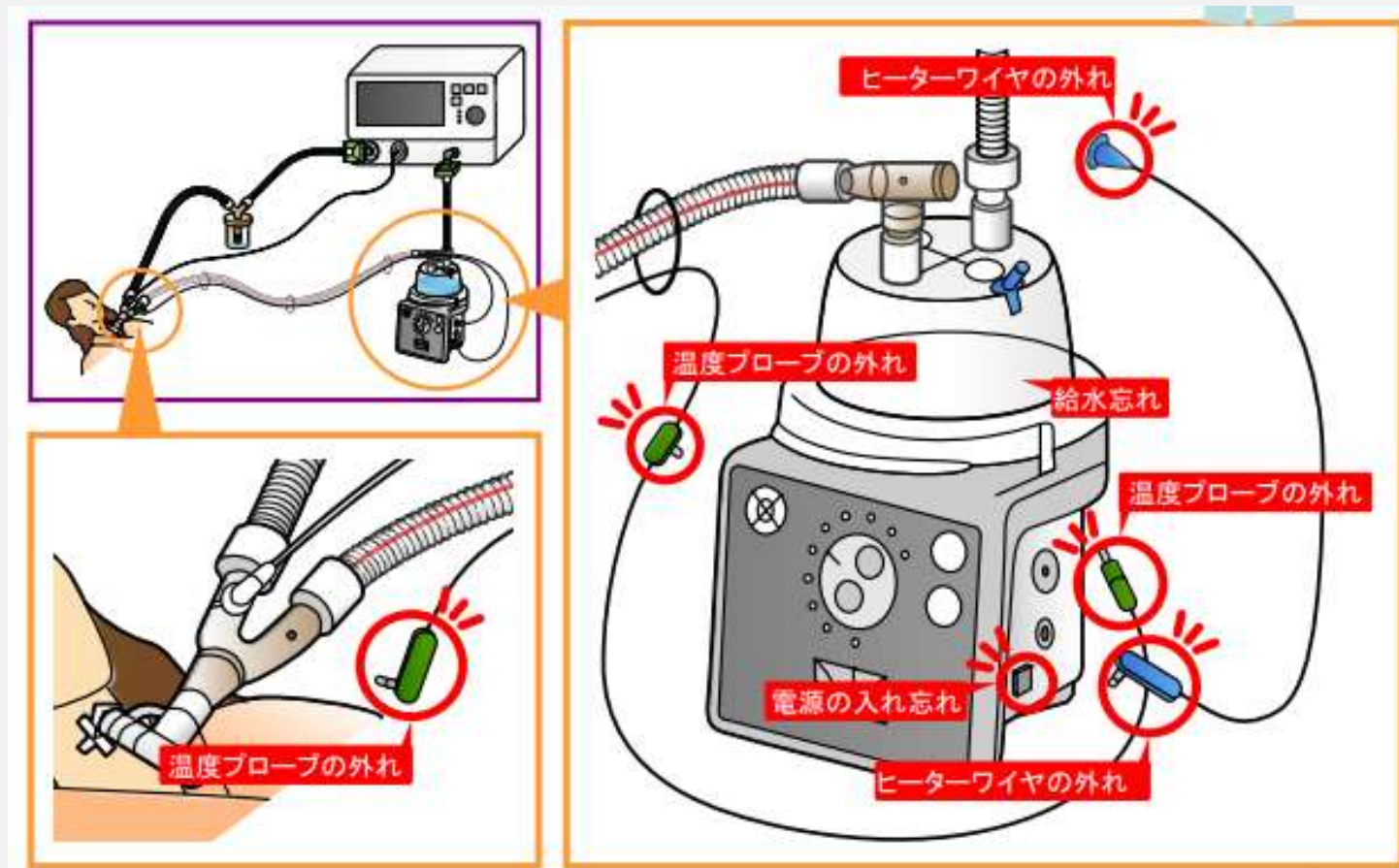


## 加温加湿器 プローブはずれ

- 加温加湿をコントロールするための温度プローブ
- 加湿不足、高温状態になる恐れあり
- 挿入口からのリーク



# 加温加湿器 プローブはずれ



## 加温加湿器に関するトラブル

- 水切れ

⇒空焚きにより高温のガスを送気する

⇒**気道熱傷の恐れ**



- 電源入れ忘れ

⇒加湿不足により痰の粘稠化

⇒**痰による閉塞**





## 回路内の水貯留

- カテーテルマウントや回路のたわみ部分に溜まる
- 移動や体位交換など回路を動かすと患者へ逆流の危険あり



## 回路はずれ

- 回路のあらゆる場所で起こる
- 回路の重み、ひっぱられることで自然にはずれることもある
- 体位変換時、患者自身の体動に注意

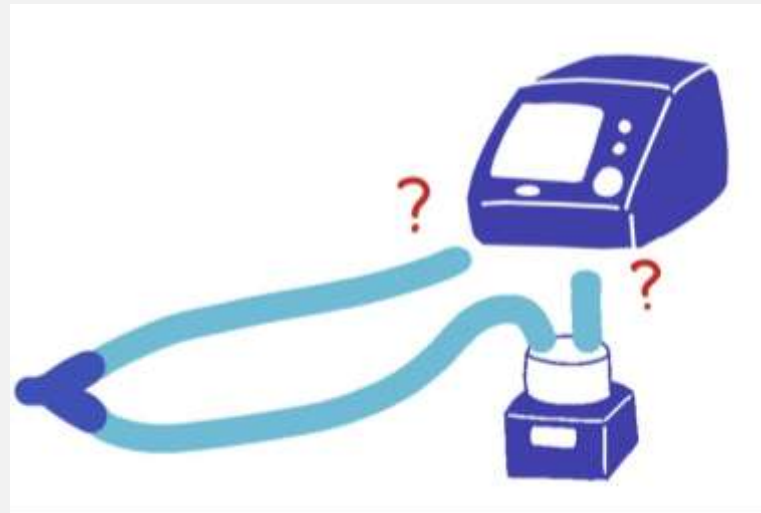
小児は特にカフなしカニューレを使用しているためカニューレごと抜けやすいかも…！

細いカニューレのため抵抗がかかり、回路はずれアラームがなりにくい可能性も 🍀



## 回路破損・組み間違い

- 回路がベッドや車いすに挟まり破損
- 移動時や回路交換などでの組み間違い  
⇒換気不良や加湿不足の恐れあり



人工鼻を付ける位置は  
わかりますか？

A



B



人工鼻を付ける位置は  
わかりますか？

正しいのはA

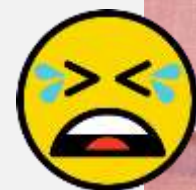
吸気と呼気が通る場所に付ける



人工鼻

呼気ポート

呼気が通らない



呼気ポート

人工鼻

# 酸素

- 酸素濃縮器の電源入れ忘れ
- 酸素ボンベの開栓忘れ
- 酸素ボンベ残量切れ
- 酸素チューブ接続忘れ
- 酸素チューブの折れ曲がり



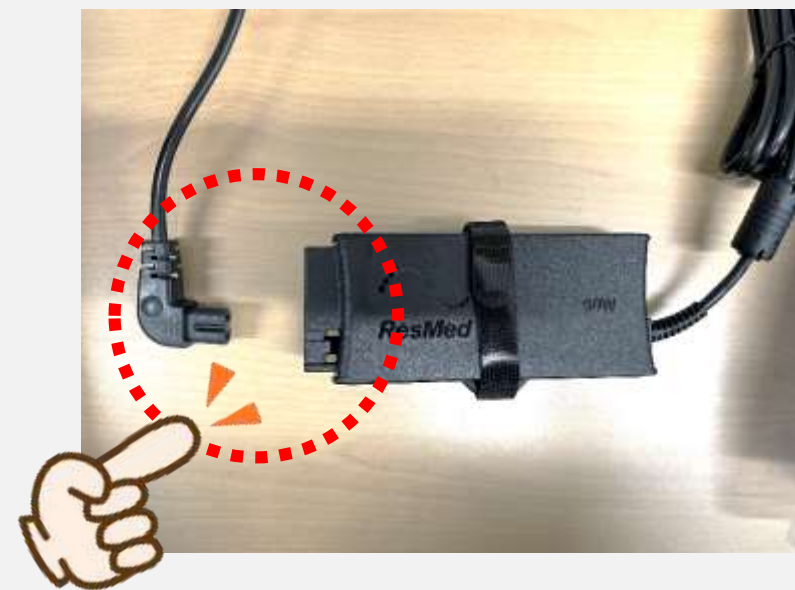
## バッテリー切れ

- 外出からの帰宅時など電源コードの接続忘れなど
- 人工呼吸器本体の電源ランプ（マーク）の表示の確認を



## 電源コードはずれ

- はずれる場所は複数箇所あります
- 人工呼吸器本体、コンセント、コードとコードの接続部





アラーム

## 分時換気量低下

- 回路がはずれていませんか？ → 接続
- 回路に破損はありませんか？ → 回路交換
- 気管カニューレ周囲から漏れていませんか？ → カフのエア入れ直し
- 痰が溜まっていませんか？ → 吸引

## 圧アラーム

### 【気道内圧上限（高圧）】

- 咳による一過性の圧上昇
- 痰がつまっていませんか →吸引
- 気管カニューレの閉塞 →気管カニューレの交換

### 【気道内圧下限（低圧）】

- 回路がはずれていませんか？ →接続
- 回路破損などのリークはありませんか？ →回路交換

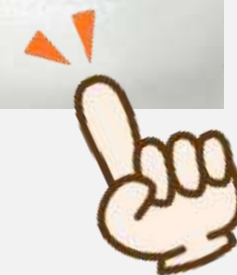
## その他

### 【呼気ポート閉塞／リーク低下／再呼吸】

- 呼気ポートが塞がっていませんか？ → 取り除く
- 呼気ポートが痰などで閉塞していませんか？ → 交換

### 【圧ライン（圧力サンプリング外れ）】

- 呼気弁のチューブがはずれていませんか？ → 接続
- 呼気弁のチューブに水滴がありませんか？ → 除去or交換



## こんなことも起こるかも

- 普段みたことがない表示が現れることも…
- 故障による換気停止が起こることも
- バッグバルブマスクを使えるように準備しておきましょう



## さいごに

- 今研修を通じて医療的ケア児者へより良いケアにつながれば幸いです✿
- 人工呼吸器を安心して使用できるようにサポートをよろしくお願いします

