

## 7. 人工呼吸器の基本モード (CPAP, A/C, SIMV) に ついて、特徴を説明する事が 出来る

## 7. 人工呼吸器の基本モード (CPAP, A/C, SIMV) について、特徴を説明する事が出来る

ここまで準備ができれば  
モードを見てみよう！！

CPAP

A/C

SIMV

先ほどのモードの基本要素「トリガ」「コントロール」「サイクル」を踏まえて、人工呼吸器の基本モードについて見ていきましょう。人工呼吸器のモードはたくさんある問い事は先ほどお話したので分かっていると思いますが、重要な事はモードそれぞれの動作を詳しく知る事よりも、動作の本質を知る事が重要です。それにはこれから紹介する3つの基本モードを抑えていただければ、大抵の人工呼吸管理に困る事はありません。それは頑張っていきましょう。

## 7. 人工呼吸器の基本モード (CPAP, A/C, SIMV) について、特徴を説明する事が出来る

### 7-1. モードの考え方

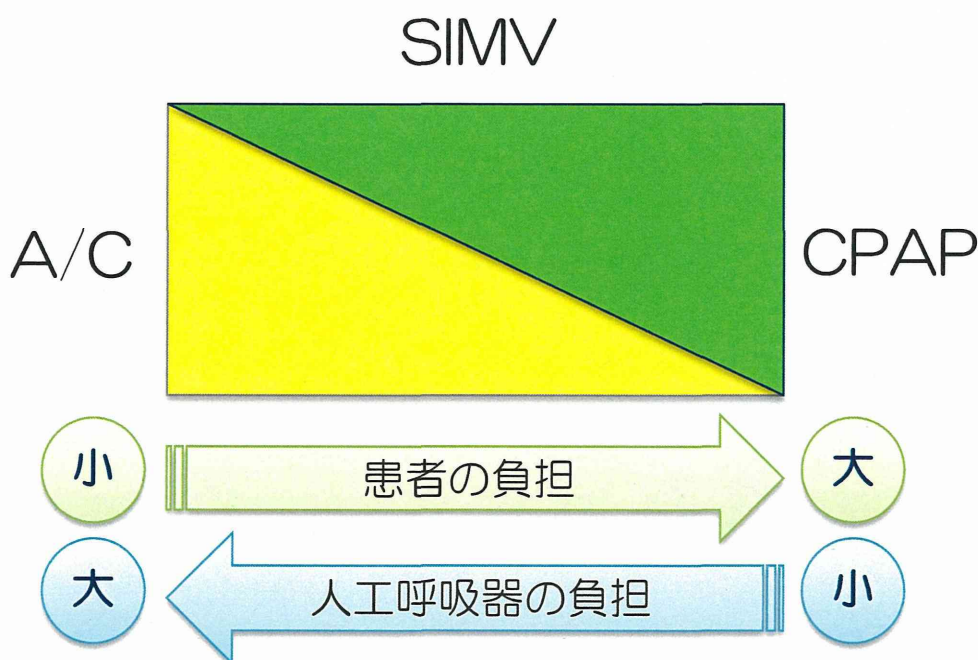
モードの動作を詳しく説明する前に、モードの考え方の話しをしたいと思います。これは、簡単に見えて非常に重要です。いわゆるそのモードが「どの立ち位置にいるか?」という事です。

モードを考える上で、大事な事は「患者さんが呼吸の仕事をどれくらい負担するか(呼吸仕事量)」「人工呼吸器がどれくらい患者の呼吸の仕事を負担するか?」という事です。

下の図を見てください。例えば右側にあたる部分ですが、人工呼吸器の負担がとっても少ない状況になっています。そうすると、患者は自分が呼吸をするのにめっちゃめっちゃ頑張らなければなりません、いわゆる患者さんに呼吸の負担をかけているわけです。この一番右側にあるモードがCPAP(シーパップ)です。

逆に全く左側をご覧ください。これは人工呼吸器がめっちゃめっちゃ仕事をしている状況です。この場合患者さんはほとんど力を使わずに楽に呼吸が出来るようにしているという事です。この左側にあるモードがA/C(アシストコントロール)というモードです。

SIMV(エスアイエムブイ)はというと、これは設定次第で右側にもよりますし、左側にもよるとい特徴があります。なのでこのように真ん中位置にいます。このようにモードにはそれぞれの立ち位置があるので、このような図を頭に描いていて、今の状況ではどのモードが適切なかを判断しなければなりません。



## 7. 人工呼吸器の基本モード (CPAP, A/C, SIMV) について、特徴を説明する事が出来る

# CPAP

まずはCPAPです。これは、「シーパップ」と呼びます。これは先ほどの「モードの考え方」の図でいうと、一番右側にあたるモードです。一番基本的なモードというよりか、人工呼吸器はほとんど何もやっていません、いわゆる人工呼吸器が吸気を助ける装置という意味で言うのであれば本当に何もしていません。では、人工呼吸器は何をやっているかというと、PEEPをずっとかけている状態です。いわゆる吸っている時も吐いている時も常に陽圧を保っている状態となっています。これがCPAPです。ですので、基本的に自発呼吸がないとつかう事が出来ませんので注意してください。

しかし、吸気に全く何もしていないのは患者さんとしては少し苦しいかも・・・とか、少し位助けてあげた方がいいかな??ということで加えられる事が、PSです。これは、モードの名前というよりかは、オプションです。

CPAPにオプションでPSを付ける、というような感じで、少し患者の呼吸仕事(特に吸気)を助けてあげる事が出来ます。

PEEPとPSをお忘れの方は、前に戻って確認してください。

PEEPをかけているだけ  
自発がないと使えない!

## Continuous Positive Airway Pressure

### 持続的 気道 陽圧



## ずっと気道に圧をかけ続けるモード

PSを追加する事が出来る!!

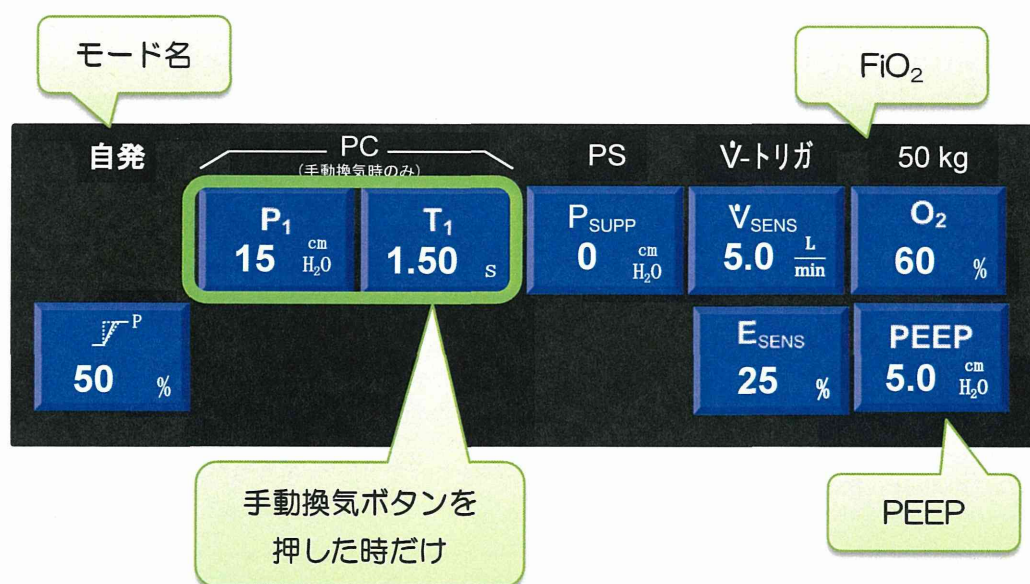
吸ってる時も  
はいてる時も

## 7. 人工呼吸器の基本モード (CPAP, A/C, SIMV) について、特徴を説明する事が出来る

# CPAP

CPAPの設定は至ってシンプルです。PEEPをかけているだけです。PEEPの設定と、酸素濃度 (FiO<sub>2</sub>) です。そして先ほどお話ししたオプションのPSを設定する部分です。しかし、人工呼吸器によっては、下図のように手動換気を設定する部分やバックアップ換気を設定する部分等が設定項目に紛れ込んでくる場合がありますので注意してください。

### 設定項目 (例)



7. 人工呼吸器の基本モード (CPAP, A/C, SIMV) について、特徴を説明する事が出来る

# A/C

次にA/Cです。アシスト・コントロールと呼びます。これは「モードの考え方」の図で言うと一番左側にあたります。

今回のモードの解釈は強制換気がどのように患者さんに提供されるかという視点で見いきます。それではA/Cはどのように強制換気が入っているかと言いますと、人工呼吸器に設定した換気回数いわゆる「決められた回数」は必ず強制換気が入ります。例えば下の図で15回と設定したら必ず15回/分強制換気が入ります。(無呼吸でも自発呼吸が15回以下でも)

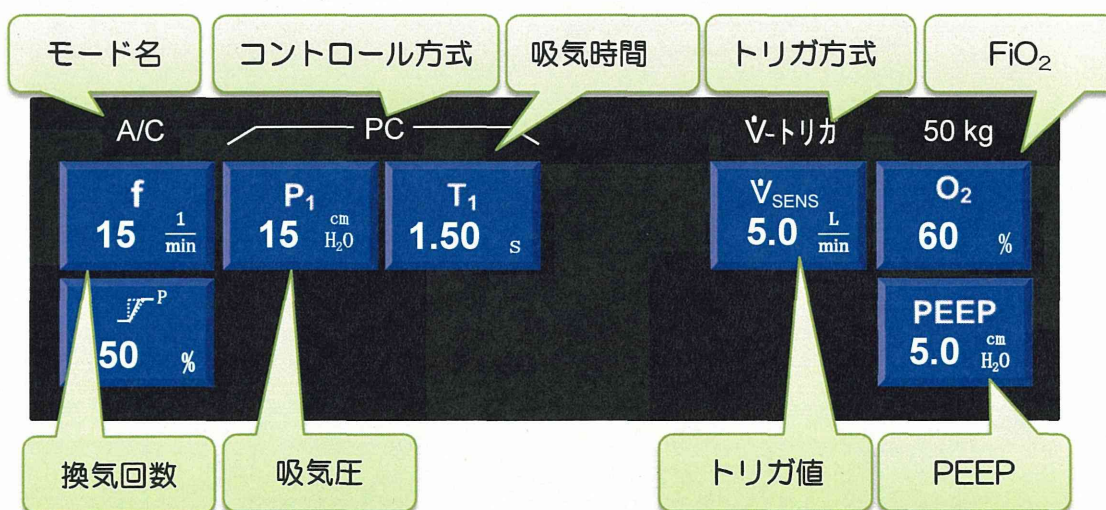
では、自発呼吸が15回/分以上出て来たとしましょう。そうするとこのモードは「全ての自発呼吸に合わせて」強制換気を全て補助します。つまり、至れり尽くせりなモードです。だからモードの考え方の一歩左側に来る訳です。

## Accist / Control



決められた回数は強制換気  
 全ての自発呼吸に合わせて強制換気

設定項目(PCの場合)



## 7. 人工呼吸器の基本モード (CPAP, A/C, SIMV) について、特徴を説明する事が出来る

# SIMV

次はSIMVです。これは、エス・アイ・エム・ブイと呼びます。これは、モードの考え方で言うとちょうど中間の位置にありましたが、正確に言うと、設定の仕方次第で右側にも左側にも変化するという意味の表現となります。

では、SIMVの強制換気の入り方ですが。まず、設定された換気回数(決められた回数)は強制換気が入ります。例えば15回/分と換気設定を決めたら15回/分強制換気が入ります。(無呼吸でも自発呼吸が15回/分以下でも)

実はここまではA/Cと同じなのです。では、どこが違うかということ、自発呼吸が決められた回数よりも多く出て来た場合なんです。

もし自発呼吸が20回/分出て来たとしましょう。15回/分は自発呼吸に合わせて(同期して)強制換気を提供します。しかし、残りの5回はどうするかということ「ここがA/Cと違う」残りの5回には人工呼吸器は何もしません……。これがSIMVです。

ですので設定換気回数(決められた回数)を多く設定すればA/Cに近くなりますし、少なくすればCPAPに近づくといい訳なので「モードの考え方の図」であのような位置になる訳です。

ただし、CPAP同様、強制換気の補助しない自発呼吸の部分にオプションでPSを付ける事が出来ます。これもSIMVの特徴の一つです。

同期的

Synchronized

Intermittent Mandatory Ventilation

間欠的 強制的 換気



決められた回数は強制換気  
それ以上の自発呼吸には基本的に何もしない  
(PSを付加する事が出来る!!)

7. 人工呼吸器の基本モード (CPAP, A/C, SIMV) について、特徴を説明する事が出来る

# SIMV

## 設定項目(PCの場合)





7. 人工呼吸器の基本モード (CPAP, A/C, SIMV) について、特徴を説明する事が出来る

## A/C と SIMV の違い

ここがポイント！！

**A/C** : 設定された換気回数は強制換気  
→ 全ての自発呼吸に強制換気

**SIMV** : 設定された換気回数だけ強制換気

## 確認問題①「人工呼吸器の基礎」

問題1：自発呼吸と人工呼吸器の違いについて、正しい記述を全て選択してください。

1. 自発呼吸の吸気は、呼吸筋の収縮により胸腔内に陰圧をつくり外気を吸い込む。
2. 自発呼吸の呼気は、呼気筋の収縮により胸腔内に陽圧をつくり肺内のガスを排出する。
3. 人工呼吸の吸気は、機械的に肺内に陽圧をかけてガスを送り込む。そのため気道内圧及び胸腔内圧は上昇する。
4. 人工呼吸の呼気は、機械的に肺内に陰圧をかけてガスを吸い込む。そのため気道内圧及び胸腔内圧は低下する。

問題2：人工呼吸器で何が出来るか(目的)について、正しい記述を全て選択してください。

1. 肺炎の改善
2. 適切な換気量の維持
3. 酸素化の改善
4. ARDSの改善
5. 呼吸仕事量の軽減
6. 全身管理の一環

問題3：人工呼吸器はどのような人に使われるか(適応)について、適切な文を完成させてください。

(注意：選択肢の用語は何度使っても結構です。)

1. 換気の障害：様々な原因による( )や低( )状態
2. 肺のガス交換障害：( )吸入でも改善されない低( )
3. ( )予備力の低下：( )疲労が明らかな状態

[選択肢] (a) 自発呼吸、(b)呼吸筋、(c)換気、(d)無呼吸、(e)酸素

問題4：人工呼吸器の吸気と呼気の動作を吸気弁、呼気弁という用語を用いて適切な文を完成させてください。

1. 吸気：人工呼吸器の( )が開いてガスを送り、( )が閉じることで、肺にガスが送り込まれる。
2. 呼気：人工呼吸器の( )が閉じてガスの流れが停止し、( )を開く事で、肺・胸郭の弾力性により、送り込まれたガスを肺胞から排出する。

問題5：トリガ、コントロール、サイクルについて正しい組み合わせを線で結んでください。

- |           |              |                     |
|-----------|--------------|---------------------|
| 1. トリガ    | いつ吸い始めるか     | 吸気時間 (Ti)           |
| 2. コントロール | いつ吸気を終わりにするか | 従圧式 (PCV)、従量式 (VCV) |
| 3. サイクル   | どうやって吸わせるか   | 呼吸回数 (f)、トリガ        |

問題 6 : PEEP と PS について、それぞれ正しい記述を全て選択してください。

1. PEEP とは吸気時にかかる圧である。
2. PEEP とは呼気時にかかる圧である。
3. PS とは吸気時のサポートをする。
4. PS とは呼気時のサポートをする。
5. 適切な PEEP は  $\text{PaO}_2$  を上昇させる効果がある。
6. 適切な PS は呼吸仕事量を上昇させてしまう。

問題 7 : 回路・付属品の名称と役割りについて、正しい組み合わせをそれぞれ選択肢より選択してください。

付属品 :

1. ウォータートラップ : ( )
2. カテーテルマウント : ( )
3. 吸気フィルタ : ( )
4. 人工鼻 : ( )
5. 電源プラグ : ( )
6. バッテリー : ( )

[選択肢]

- (a) 吸気ガスの粉塵等を除去するためのフィルタ
- (b) 内部バッテリーに追加される外付けのバッテリー (約 180 分稼働できる)
- (c) 回路内に溜まった水滴を回収し、回路が水で閉塞する事を防いでいる。排水を容易に施行するため。
- (d) 外出時の加温加湿器の代用で使用される加湿デバイス
- (e) 壁から電源を供給するための電源コード (人工呼吸器、加温加湿器に独立している)
- (f) 回路と気管内チューブの接続部。回路操作時に過度に力が気管内チューブにかからないようにするためのあそび

## 確認問題①「人工呼吸器の基礎」解答

問題1：自発呼吸と人工呼吸器の違いについて、正しい記述を全て選択してください。

1. 自発呼吸の吸気は、呼吸筋の収縮により胸腔内に陰圧をつくり外気を吸い込む。
2. 自発呼吸の呼気は、呼気筋の収縮により胸腔内に陽圧をつくり肺内のガスを排出する。
3. 人工呼吸の吸気は、機械的に肺内に陽圧をかけてガスを送り込む。そのため気道内圧及び胸腔内圧は上昇する。
4. 人工呼吸の呼気は、機械的に肺内に陰圧をかけてガスを吸い込む。そのため気道内圧及び胸腔内圧は低下する。

問題2：人工呼吸器で何が出来るか(目的)について、正しい記述を全て選択してください。

1. 肺炎の改善
2. 適切な換気量の維持
3. 酸素化の改善
4. ARDSの改善
5. 呼吸仕事量の軽減
6. 全身管理の一環

問題3：人工呼吸器はどのような人に使われるか(適応)について、適切な文を完成させてください。

(注意：選択肢の用語は何度使っても結構です。)

1. 換気の障害：様々な原因による ( d ) や低 ( c ) 状態
2. 肺のガス交換障害： ( e ) 吸入でも改善されない低 ( e )
3. ( a ) 予備力の低下： ( b ) 疲労が明らかな状態

[選択肢] (a) 自発呼吸、(b)呼吸筋、(c)換気、(d)無呼吸、(e)酸素

問題4：人工呼吸器の吸気と呼気の動作を吸気弁、呼気弁という用語を用いて適切な文を完成させてください。

1. 吸気：人工呼吸器の(吸気弁)が開いてガスを送り、(呼気弁)が閉じることで、肺にガスが送り込まれる。
2. 呼気：人工呼吸器の(吸気弁)が閉じてガスの流れが停止し、(呼気弁)を開く事で、肺・胸郭の弾力性により、送り込まれたガスを肺胞から排出する。

問題5：トリガ、コントロール、サイクルについて正しい組み合わせを線で結んでください。

- |           |              |                     |
|-----------|--------------|---------------------|
| 1. トリガ    | いつ吸い始めるか     | 吸気時間 (Ti)           |
| 2. コントロール | いつ吸気を終わりにするか | 従圧式 (PCV)、従量式 (VCV) |
| 3. サイクル   | どうやって吸わせるか   | 呼吸回数 (f)、トリガ        |

問題6：PEEPとPSについて、それぞれ正しい記述を全て選択してください。

1. PEEPとは吸気時にかかる圧である。
2. PEEPとは呼気時にかかる圧である。
3. PSとは吸気時のサポートをする。
4. PSとは呼気時のサポートをする。
5. 適切なPEEPはPaO<sub>2</sub>を上昇させる効果がある。
6. 適切なPSは呼吸仕事量を上昇させてしまう。

問題7：回路・付属品の名称と役割りについて、正しい組み合わせをそれぞれ選択肢より選択してください。

付属品：

1. ウォータートラップ：( c )
2. カテーテルマウント：( f )
3. 吸気フィルタ：( a )
4. 人工鼻：( d )
5. 電源プラグ：( e )
6. バッテリー：( b )

[選択肢]

- (a) 吸気ガスの粉塵等を除去するためのフィルタ
- (b) 内部バッテリーに追加される外付けのバッテリー(約180分稼働できる)
- (c) 回路内に溜まった水滴を回収し、回路が水で閉塞する事を防いでいる。排水を容易に施行するため。
- (d) 外出時の加温加湿器の代用で使用される加湿デバイス
- (e) 壁から電源を供給するための電源コード(人工呼吸器、加温加湿器に独立している)
- (f) 回路と気管内チューブの接続部。回路操作時に過度に力が気管内チューブにかからないようにするためのあそび

## 確認問題②「人工呼吸器の基礎」

問題1：気道内圧上限アラームの設定で最も一般的なものはどれか？

1. 最高気道内圧の $-10\text{cmH}_2\text{O}$
2. 最高気道内圧の $+10\text{cmH}_2\text{O}$
3.  $60\text{cmH}_2\text{O}$ 固定
4.  $80\text{cmH}_2\text{O}$ 固定

問題2：アラームの種類についての記述で誤っているものを1つ選べ。

1. アラームは、救命的アラームと合併症予防アラームに分類される。
2. 救命的アラームの中には、気道内圧上限アラームと換気量下限アラームがある。
3. 合併症予防アラームの中には、気道内圧上限アラームがある。
4. 救命的アラームの中には、無呼吸アラームがある。
5. 合併症予防アラームには、呼吸回数上限アラームがある。

問題3：量規定式換気にて管理中、気道内圧上限アラームが発生する原因として考えられないものはなにか？

1. 痰のつまり
2. 呼吸器回路外れ、リーク
3. 肺が硬くなった(コンプライアンスの低下)
4. 気管の攣縮、ファイティング
5. 気管内チューブの折れ曲がり

問題4：圧規定式換気で管理中、分時換気量下限アラームが発生する原因として考えられるものをすべて選べ。

1. 自発呼吸の減少
2. 1回換気量の増加
3. 呼吸器回路の外れ
4. 分泌物の貯留
5. 呼吸回路からの過大なリーク

問題5：圧規定式換気で管理中の患者が痰詰まり(閉塞)を起こした場合、発生する最も考えられるアラームは何か？

1. 分時換気量下限アラーム
2. 分時換気量上限アラーム
3. 気道内圧上限アラーム
4. 気道内圧下限アラーム
5. 無呼吸アラーム

## 確認問題②「人工呼吸器の基礎」解答

問題1：気道内圧上限アラームの設定で最も一般的なものはどれか？

1. 最高気道内圧の-10cmH<sub>2</sub>O
2. 最高気道内圧の+10cmH<sub>2</sub>O
3. 60 cmH<sub>2</sub>O固定
4. 80 cmH<sub>2</sub>O固定

問題2：アラームの種類についての記述で誤っているものを1つ選べ。

1. アラームは、救命的アラームと合併症予防アラームに分類される。
2. 救命的アラームの中には、気道内圧上限アラームと換気量下限アラームがある。
3. 合併症予防アラームの中には、気道内圧上限アラームがある。
4. 救命的アラームの中には、無呼吸アラームがある。
5. 合併症予防アラームには、呼吸回数上限アラームがある。

問題3：量規定式換気にて管理中、気道内圧上限アラームが発生する原因として考えられないものはなにか？

1. 痰のつまり
2. 呼吸器回路外れ、リーク
3. 肺が硬くなった(コンプライアンスの低下)
4. 気管の攣縮、ファイティング
5. 気管内チューブの折れ曲がり

問題4：圧規定式換気で管理中、分時換気量下限アラームが発生する原因として考えられるものをすべて選べ。

1. 自発呼吸の減少
2. 1回換気量の増加
3. 呼吸器回路の外れ
4. 分泌物の貯留
5. 呼吸回路からの過大なリーク

問題5：圧規定式換気で管理中の患者が痰詰まり(閉塞)を起こした場合、発生する最も考えられるアラームは何か？

1. 分時換気量下限アラーム
2. 分時換気量上限アラーム
3. 気道内圧上限アラーム
4. 気道内圧下限アラーム
5. 無呼吸アラーム

### Ⅲ. 研究成果の刊行物一覧

---



## 論文

発表者氏名	論文タイトル	発表誌名	巻号	ページ	出版年
加納隆	改定された病院内における携帯電話の使用指針と臨床工学技士の役割	東京都臨床工学技士会誌	26(2)		2016年 2月
加納隆	臨床工学技師とICUにおける専門性	日本医師会雑誌	144(10)	2081	2016年 1月
榎引俊宏, 石原美弥, 藤田真敬	これからの EMC	EMC	28(9)	30-31	2016年 1月
加納隆	病院内における携帯電話の使用に関する新指針ー17年ぶりの大改定ー	Clinical Engineering	26(5)	510-514	2015年 5月
須田健二	電氣的インピーダンスの変化を用いた抜針検知システムの開発	日本透析医学会雑誌	48(6)	391-392	2015年 6月
内田毅彦, 小林宏彰, 石倉大樹, 眞都韻, 村上哲朗, 中野壯陸	医療機器ビジネスにおけるグローバル動向を踏まえたベンチャー戦略	レギュラトリーサイエンス学会誌	5(3)	211-217	2015年 12月

## 学会発表

発表者氏名	発表タイトル	学会名	抄録誌名	ページ	発表年
川邊 学, 竹島善貴, 末田隆敏, 加納隆	スマートフォンを利用した医療スタッフ所在管理システムの開発	第44回日本医療福祉設備学会	第44回日本医療福祉設備学会予稿集 57(6)	151	2015年 11月
中野壯陸	医療機器ソフトウェアの開発手順と核医学診断技術の標準化への道筋 規制の趣旨と概要、承認・認証の状況、規制の立場から学会に期待すること	第55回日本核医学会学術総会			2015年 11月
中野壯陸	【特別講演】 医療用ソフトウェアと医療機器規制の動向	第25回日本シミュレーション外科学会			2015年 10月
中野壯陸	【シンポジウム】 医療機器の迅速な承認及び開発のあり方～優れた医療機器がいち早くわが国の医療現場に届くため～	第5回レギュラトリーサイエンス学会学術大会			2015年 9月

厚生労働科学研究費補助金(地域医療基盤開発推進研究事業)  
医療機器保守点検のガイドライン策定の普及に向けた諸課題の調査研究(H26-医療-指定-032)  
平成27年度 研究成果の刊行物一覧

発表者氏名	発表タイトル	学会名	抄録誌名	ページ	発表年
<u>Takashi Kano</u> , <u>Eisuke Hanada</u> , <u>Minoru Hirose</u> , <u>Hidena o Atarashi</u>	The New Japanese Guidelines for Use of Mobile Phones in Hospitals	IUPESM2015 -World Congress on Medical Physics & Biomedical Engineering	IUPESM2015- World Congress on Medical Physics & Biomedical Engineering Onsite Program and Abstract Book	670	2015年 6月
<u>石原美弥</u>	【シンポジウム】 医療機器保守管理ガイドライン策定に関する諸問題の検討 本シンポジウム企画の意図と経緯	第90回日本医療機器学会大会			2015年 5月
<u>中島章夫</u> , <u>須田健二</u> , <u>中村淳史</u> , <u>榎引俊宏</u>	【シンポジウム】 医療機器保守点検の日常点検チェック表作成に関する研究	第90回日本医療機器学会大会			2015年 5月
<u>高倉照彦</u> , <u>石原美弥</u> , <u>加納隆</u> , <u>中島章夫</u> , <u>中野壮陸</u> , <u>須田健二</u> , <u>中村敦史</u> , <u>榎引俊宏</u> , <u>山田紀昭</u> , <u>新秀直</u> ,	【シンポジウム】 輸液ポンプ保守点検用教育とガイドライン策定	第90回日本医療機器学会大会	医療機器学 85(2)	110	2015年 5月
<u>加納隆</u>	【教育講演】 医療機関における携帯電話等の使用に関する指針の概要と電波管理の実際	第90回日本医療機器学会大会	医療機器学 85(2)	98-99	2015年 5月
<u>川邊学</u> , <u>阿部貴亨</u> , <u>伊藤稔</u> , <u>加納隆</u>	重量式輸液監視装置の開発と評価	第90回日本医療機器学会大会	医療機器学 85(2)	182	2015年 5月
<u>加納隆</u>	【シンポジウム】 臨床工学技士教育のアジア展開の可能性	第25回日本臨床工学会	日本臨床工学技士会誌 54	113	2015年 4月

#### IV. 研究成果の刊行物・別刷

---

**研究成果の刊行物・別刷**

1. 医療機器学 85(2) ..... 240
  
2. 第90回 日本医療機器学会  
本シンポジウム企画の意図と経緯 ..... 242  
石原 美弥
  
3. 第90回 日本医療機器学会  
医療機器保守点検の日常点検チェック表作成に関する研究..... 252  
中島 章夫
  
4. 第90回 日本医療機器学会  
輸液ポンプ保守点検用教育ガイドライン策定..... 266  
高倉 照彦