

---

# 研究業績報告集

---

2017（平成 29）年度 日本光電循環器病研究助成

公益財団法人 循環器病研究振興財団

## \* 総目次 \*

No	研究課題	研究代表者
1	カプセル内視鏡検査における医用テレメータ、送信機からの電波干渉の調査	中田 祐二
2	人工呼吸器管理における安全確認行動促進を目指した介入の試み － 一般病棟の看護師への効果的介入プログラムの探索 －	高野 佳子

# カプセル内視鏡検査における医用テレメータ、送信機からの電波干渉の調査

高槻赤十字病院 医療技術部 臨床工学技術課  
中田 祐二

## I. 緒言

病院内で使用される医用テレメータは、「特定小電力無線局」として 420MHz～450MHz 帯の専用周波数帯として割り当てられ<sup>1)</sup>、480 チャンネル (CH)、バンド 1～6 まで分けられて使用されている。

また医用テレメータ以外の医療機器もこの周波数帯域の電波を使用しており、これまで混信などの電波干渉事例が報告されてきた<sup>2)3)</sup>。

カプセル内視鏡システム (メドトロニック社製、CE;CAPSULE ENDOSCOPY) は、腸粘膜の撮像を行い、ビデオ画像を提供するシステムであり、カプセル型撮像装置「PillCam™ SB 3 カプセル (小腸)、PillCam™ COLON 2 カプセル (大腸)」(以下カプセル)、「PillCam™ センサアレイ」(以下センサアレイ)、データ記録装置「PillCam™ レコーダ DR3」(以下レコーダ) 及びカプセル内視鏡検査用「RAPID™ for PillCam™ ソフトウェア」がインストールされた「PillCam™ ワークステーション」から構成される。

カプセルは撮像した消化管画像をレコーダに接続されたセンサアレイに転送する際に

434. 1MHz の電波を使用しており、医用テレメータからの影響を受ける事が知られていて<sup>4)</sup>、医用テレメータの送信機のそれはバンドにもよるが、420MHz～450MHz 帯と近似しているため、画像の欠損など影響を受け、検査目標を達成できない恐れがある。

また医用テレメータの送信機の周波数帯域 (バンド) や送信機からの距離による減衰 (電界強度) によって、影響が減少すると予想されるが、これまで明確な検証を行った文献は散見されない。

さらに小腸カプセル内視鏡では、送信機からの電波の影響を受けにくいとされている小腸専用のセンサアレイが販売されており、当院でも使用しているが、チャンネルや送信機からの距離ごとの影響は明確にされていない。

CE は基本的には外来で行うが、患者がその他の疾患で緊急的、もしくは待機的に医療機関を受診、治療を受けないとは限らない。

このため、医用テレメータの送信機からの周波数帯域 (バンド) ごとの電波干渉の有無、及び電波干渉発生時の電界強度と送信機からの距離を測定し、CE 検査の目標達成と検査中の患者の安全なモニタリングが可能なバンド、

距離とその時の電界強度を調査し、逆にカプセルからの画像送信における医用テレメータへの電波干渉の影響を調査し、他のモニタリング中の患者の安全性を調査したので報告する。

## II. 対象・方法

### 1. 対象機器

メドトロニック社製 カプセル内視鏡システム (図1)

- ① PillCam™ SB 3 カプセル
  - ② PillCam™ COLON 2 カプセル
- 及び PillCam™ レコーダ DR3、小腸大腸兼用センサアレイ、小腸専用センサアレイ

### 2. 方法

方法は写真の試験ユニット (図2. d) を自作し、この箱の中にカプセルを固定し、箱の外にセンサアレイ、レコーダを配置させ以下の試験を行った。

試験 1. カプセルの送信機からの電波干渉の距離とその電界強度 (図2)

- ① カプセルを起動させ、レコーダとペアリングを行った後、試験ユニットに固定した。
- ② 予め試験環境での電界強度の測定と送信機を OFF 状態でのレコーダの受信及び記録状態が良好であることを確認した。
- ③ まず小腸大腸カプセル兼用のセンサアレイを使用し、送信機 (日本光電 ZS-620P) を心電図シミュレータに接続して ON にし、レコーダでの受信及び記録状態を確認した。送信機から得られる心電図は携帯型受信機 (日本光電製 ZT-210P) で試験中、常時確認した。

- ④ この送信機と試験ユニットの距離を 0, 0.5, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 50m 以上と遠ざけていった。
- ⑤ レコーダの記録状態が良好となった距離とその時の電界強度 (LEADER 製 400MHz LOW POWER RADIO TESTER 932) を測定した。
- ⑥ 50m 以上の距離では、レコーダが受信及び記録状態が良好となるまでの距離とその時の電界強度を測定した。
- ⑦ 対象周波数は、420MHz~450MHz 帯の専用周波数帯の両端の周波数を持つチャンネルと、6 バンドそれぞれの中心周波数を持つチャンネル 6 チャンネルで行った。
- ⑧ レコーダでの受信及び記録状態の確認はメーカーの取扱説明書<sup>5)</sup>に従い、レコーダ画面アイコン表示 (図3) の「表1. レコーダでの受信及び記録状態の確認」で確認した。
- ⑨ さらに、小腸カプセルでは電波干渉を受けにくいとされている小腸カプセル専用のセンサアレイを使用して同様の試験を行った。

試験 2. カプセルの電界強度

- ① カプセルを起動させ、レコーダとペアリングを行った後、試験ユニットに固定した。
- ② 電界強度計と試験ユニットを接触させた状態で電界強度計により、カプセルから発せられる電波の電界強度の測定及び波形を確認した。

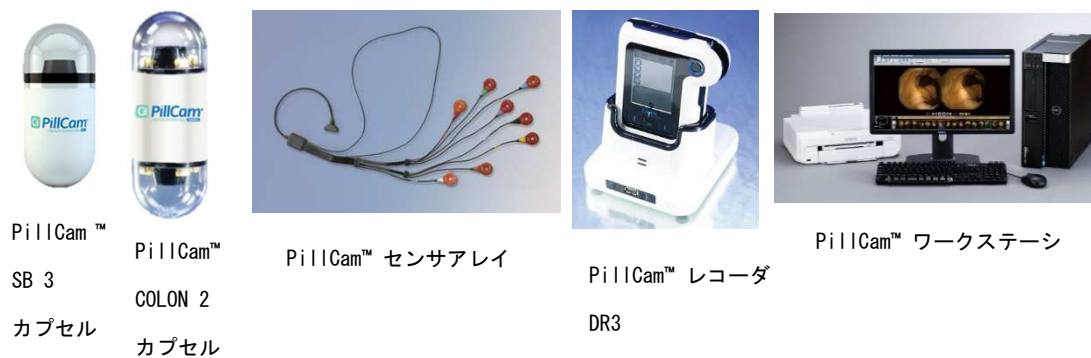
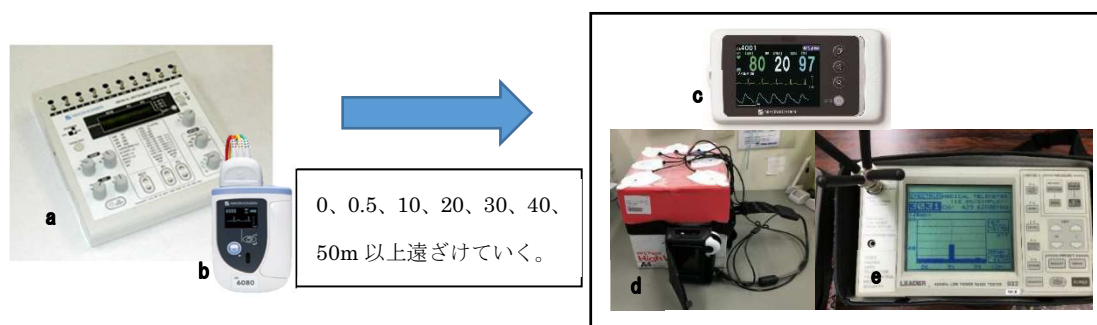


図 1. メドトロニック社製 カプセル内視鏡システム  
メドトロニック HP より引用



## 図 2. 試験の方法

箱の中にカプセルを配置。心電図シミュレータに接続した送信機を ON にした。次にレコーダの受信及び記録状態を確認しながら、0、0.5、10、20、30、40、50、50m 以上遠ざけながら、レコーダの受信及び記録状態を確認した。また携帯型受信機で送信機からの心電図波形が試験中常時受信できていることを確認した。

a: 心電図シミュレータ AX-410G、b: 日本光電製送信機 ZS-620P、c: 携帯型受信機 ZT-210P、d: 試験ユニット、e: 電界強度計 LEADER 製 400MHz LOW POWER RADIO TESTER 932




図 3. レコーダ画面アイコン

PillCam™ カプセル内視鏡システム取扱説明書より引用

表 1. レコーダでの受信及び記録状態の確認

PillCam™ カプセル内視鏡システム取扱説明書より引用

記録状態	レコーダ LED 画面表示	意味
良好	 カプセルのフレームレートに合わせて青で点滅	PillCam™ レコーダがペアリングされたカプセルの信号を受信しています。
不良	 5 秒間隔で黄色／オレンジで点滅	PillCam™ レコーダがカプセル信号の受信を停止して5 秒以上経過しました。
	 赤で点滅	PillCam™ レコーダがカプセル信号を検出しましたが記録していません。異常な状態です。 センサの接続状態を確認するか、患者を別の場所に移動させてください。

### Ⅲ. 結果

#### 試験 1

送信機の電源 OFF 状態での試験環境では電界強度は概ね 10dB  $\mu$ V/m とフロアノイズレベルであった。この環境下での試験ユニットとレコーダの受信及び記録状態は良好であった。

次に送信機の電源を ON にした後の、各チャンネル、距離によるレコーダの受信及び記録状態の結果は表 2, 3, 4 になった。

大腸カプセル、小腸カプセルともに、カプセルと送信機の距離が近いほど、送信機からの電波干渉の影響を受けた。一方カプセルの発する電波の周波数と送信機から発せられる電波の周波数が近くなるにつれて電波干渉の影響は大きく、周波数が離れるとその影響は小さくなった。また、カプセルと送信機の距離が 0m では試験対象とした全てのチャンネルで影響を受けたが、唯一、小腸カプセル、小

腸専用センサアレイ使用時のバンド 1 のみが 0.5m の距離で影響を受けなかった。

カプセルと送信機から発せられる周波数が近い場合にレコーダの受信及び記録が良好となる電界強度は概ね小腸カプセルでは 40dB  $\mu$ V/m で、大腸カプセルでは 25dB  $\mu$ V/m あった。

さらに小腸カプセルでは、小腸大腸兼用センサアレイよりも小腸専用センサアレイ使用時の方が電波干渉を受ける周波数帯が狭まり、その影響を受ける距離も小さかった。

試験中、送信機からの心電図は携帯型受信機に表示され、心電図波形へのアーチファクトや波形の乱れなどカプセルからの影響を受けることはなかった。

#### 試験 2

小腸、大腸カプセルの発する電波の電界強度は概ねそれぞれ 40dB  $\mu$ V/m、25dB  $\mu$ V/m であった。



表 3. Pi11Cam™ SB 3 カプセルとレコーダの距離と受信及び記録状態と電界強度 ◎…良好、×…不良、NR…Not Reported

バンド	CH	周波数 (Hz)	距離 (0m)	電界強度 (dB μ V/m)	結果	距離 (0.5m)	電界強度 (dB μ V/m)	結果	距離 (5m)	電界強度 (dB μ V/m)	結果	距離 (10m)	電界強度 (dB μ V/m)	結果	距離 (20m)	電界強度 (dB μ V/m)	結果
1	1001	420.0500	0	80over	×	0.5	78	×	5	72	×	10	69	×	20	64	×
1	1041	420.5500	0	80over	×	0.5	80over	×	5	63	×	10	61	×	20	61	×
2	2061	425.2375	0	80over	×	0.5	78	×	5	75	×	10	60	×	20	53	×
3	3022	429.5125	0	80over	×	0.5	70	×	5	68	×	10	60	×	20	48	×
4	4040	441.0500	0	80over	×	0.5	73	×	5	67	×	10	65	×	20	58	×
5	5040	445.0000	0	80over	×	0.5	73	×	5	67	×	10	67	×	20	62	×
6	6040	449.1625	0	80over	×	0.5	80over	×	5	76	◎	NR	NR	NR	NR	NR	NR
6	6080	449.6625	0	80over	×	0.5	80over	×	5	75	◎	NR	NR	NR	NR	NR	NR
バンド	CH	周波数 (Hz)	距離 (30m)	電界強度 (dB μ V/m)	結果	距離 (40m)	電界強度 (dB μ V/m)	結果	距離 (50m)	電界強度 (dB μ V/m)	結果	距離 (m)	電界強度 (dB μ V/m)	結果			
1	1001	420.0500	30	54	×	40	46	◎	NR	NR	NR	NR	NR	NR			
1	1041	420.5500	30	50	×	40	44	×	50	34	◎	NR	NR	NR			
2	2061	425.2375	30	48	×	40	42	×	50	36	◎	NR	NR	NR			
3	3022	429.5125	30	40	×	40	40	×	50	30	◎	NR	NR	NR			
4	4040	441.0500	30	54	×	40	46	×	50	40	×	55	34	◎			
5	5040	445.0000	30	44	◎	40	50	×	50	44	◎	NR	NR	NR			
6	6040	449.1625	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR			
6	6080	449.6625	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR			





#### IV. 考 察

今回の調査ではCEは、送信機からの影響を大きく受け、全てのチャンネル、周波数で影響を受けた。この影響は以下の2つの理由が考えられた。

##### ① 送信機からの電界強度の大きさ

今回の試験対象とした日本光電製の送信機は80dB $\mu$ V/m以上の電界強度で電波を送信して、距離が離れることによってその電界強度は減衰していく。

一方、カプセルは小腸カプセルで40dB $\mu$ V/m程度、大腸カプセルで25dB $\mu$ V/m程度の電界強度の電波を発生し、レコーダで受信及び記録している。

今回の試験では、小腸、大腸カプセルの発生する電界強度のレベルまで送信機を遠ざけなければカプセルのレコーダの受信及び記録が良好とならなかった。

これはカプセルから発生される電波を搬送波、送信機から発生される電波を雑音（ノイズ）と考えるなら、搬送波対雑音比（C/N比）が1.0以上で受信及び記録は良好となり、1.0未満で不良となる。

このため、このC/N比が1.0以上とできる距離まで送信機からカプセルを遠ざける必要があったと考えられる。

##### ② 送信機とカプセルの周波数

①ではC/N比が1.0以上となりえることが必要と記載したが、試験では1.0未満であってもレコーダの受信及び記録が良好になったチャンネル（周波数）が存在した。

カプセルから発生される電波は434.1MHzで日本光電のチャンネルには存在しない周波数である。しかしながら送信機の周波数がカプセルの周波数に近づくとカプセルはその影

響を受け、離れるとその影響は小さくなるためC/N比が1.0未満であってもレコーダの受信及び記録が良好であったと考えられた。

また小腸カプセル、大腸カプセルそれぞれの発生する電波は異なり、小腸カプセルでは、100KHz程度の幅を持った電波が発生され、これがある一定区間の周波数帯域を移動しながら動作していた。一方、大腸カプセルでは13KHzの幅を持った電波が数本発生し、これらがある一定区間の周波数帯域を移動しながら動作していた。

この移動する周波数帯域が小腸より大腸カプセルの方が広く、また電界強度も小さいため、送信機からの影響が大きかったのではないかと推測された。

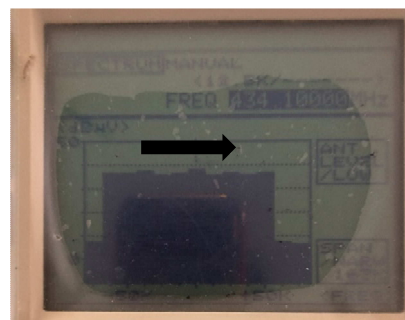


図4. 小腸カプセルから発生される電波の波形：画面上左から右へ移動していく。

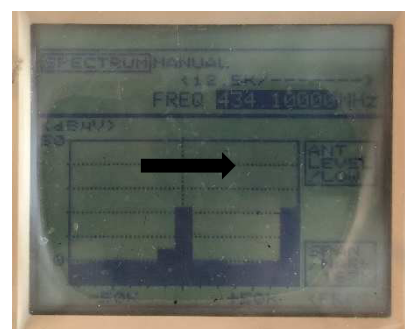


図5. 大腸カプセルから発生される電波の波形：画面上左から右へ移動していく。

カプセルは被験者の体内で移動しながら撮像を行い、そのデータをレコーダへリアルタイムで転送する。その撮像データは数千枚におよび、その中の数枚に病変が撮像されるケースも多い。このような中、一瞬の電波干渉により転送データの欠落が発生した場合、病変の撮像データの欠落につながり検査目標を十分に達成することができない。

病院という限られた空間の中で、送信機を装着した患者の行動を規制するのは難しく、CE検査中の患者と送信機装着中の患者の接近を防ぐことは困難であると考えられる。このためCE検査に影響しないチャンネル、周波数、距離を模索したがどのチャンネルでも近距離に近づけば電波干渉は発生する結果となった。

唯一、小腸カプセル、小腸カプセル専用センサアレイを使用した場合のみバンド1 (1000 番台) の周波数のチャンネルのみ0.5mの距離まで接近可能と考えられたが、CE検査中の患者自身が送信機を装着することはできないと考えられた。

対策としては、CE検査中の患者の病棟内への立ち入りを禁止すると同時に送信機装着中患者の病棟外への移動を極力避けるよう指導することと考えられた。

逆にCE検査中の患者から送信機装着中の患者への影響はなく、モニタリング中の患者の安全性は問題ないと考えられた。

最近では、医用テレメータはこれまでの特定小電力無線の周波数ではなく、2.5GHz、5.0GHz帯の周波数を持った無線LAN方式を使用したものが販売され始めている。これまで480チャンネルしか使用できなかったために、大病院ではチャンネルが不足し、テレメータ同士の混信も招き、チャンネル管理者も苦慮されていたことと思われる。この無線LAN方

式では2.5、5.0GHz帯の周波数を使用し、送信機のチャンネルを1000個以上確保することができ、また各病棟、部署に無線LANのアクセスポイントを設置することで、患者がどこにいてもその心電図は各病棟のモニタで確認できるという画期的なものである。

CE検査中の患者も、送信機を使用している患者が病院内にどこにいても、どれだけ近い距離にいても影響を受けることなく十分検査目標が達成されると考えられる。

今後、この無線LAN方式の医用テレメータの普及が待たれるが、それまではCE検査中の患者と送信機装着中の患者の接近は防ぐよう努めていかなければならない。

## V. 結 論

今回、カプセル内視鏡検査における医用テレメータ、送信機からの電波干渉の調査を行った。カプセルは送信機からの影響を受けカプセル内視鏡検査中の患者と送信機装着中の患者の接近は防ぐよう努めていかなければならない。

## VI. 研究協力者

吉岡健太郎・高槻赤十字病院・臨床工学技士  
吉田真希・高槻赤十字病院・臨床工学技士  
成瀬大輝・高槻赤十字病院・臨床工学技士  
吉村忠・高槻赤十字病院・臨床工学技士  
伊東伶芳・高槻赤十字病院・臨床工学技士  
芦田昇也・高槻赤十字病院・臨床工学技士

## VII. 参考文献

- 1) 医療機関において安心・安全に電波を利用するための手引き. 電波環境協議会. 平成28年4月
- 2) 奥山幸典. 直線距離にして約400m離れた

他施設からの医用テレメータ混信事例を経験して：旭川赤十字病院 救急部 臨床工学課，北海道臨床工学技士会会誌（21）59-61. 2011-09

3) 鈴木啓太，石田開，花田英輔. LED 証明からの放射妨害波の測定と医用テレメータへの影響の検証：北里大学 医療衛生学部臨床工学専攻. 平成 28 年度第 4 回医療電磁環境研究会. p. 10-12

4) 亀井智成，長沼一郎，浅井一男. カプセル内視鏡検査における電波干渉事例：コヴィディエン ジャパン株式会社. 平成 28 年度第 2 回医療電磁環境研究会

5) PillCam™ カプセル内視鏡システム取扱説明書 P39-53

# 人工呼吸器管理における 安全確認行動促進を目指した介入の試み

—一般病棟の看護師への効果的介入プログラムの探索—

社会医療法人西陣健康会 堀川病院 看護管理室・副看護部長  
高野 佳子

## I. 緒言

### 1) 医療事故対策の歩みと現状の課題

本邦における医療事故対策および事故後の対応は、1999年の横浜市立大学の患者取り違え事故に始まり、それが日本の医療事故元年と言われて以来、国を挙げて取り組みがなされた。また各医療施設では、組織内にシステムを整備し、マニュアルなどを開発し、各職業団体も努力を重ね、医療事故に対する対策は進められてきた。国際的にも「To Err is Human」<sup>1)</sup>「人は誰でも間違える」が、米国医学研究機構 (Institute of Medicine: IOM) から発表されて以来、ヒューマンエラーのメカニズムやヒューマンファクターについて、ヒトが多く介在する医療システムを、認知心理学や人間工学などの枠組みで捉える多くの医療事故対策の研究がなされてきた。

日本医療機能評価機構<sup>2)</sup>は、各施設などから医療事故情報を収集し、収集された情報を分析し定期的に安全情報とし各医療機関に配信している。しかし、膨大な情報は、一時的に知識として各個人のものとなっても、それらを個別の行動に有効に活用させることは極めて困難で、これまで実施されてきた情報配信の有効性の評価に対する限界を示唆するものと解釈できる。

これまでの医療安全は、医療事故を減らすことを目的に「うまくいかなかったこと」を分析対象とし、特定された原因に対して安全対策を講じる Safety I が主流であった<sup>3)</sup>。Safety I における課題や限界などから、エリック・ホルナゲルにより提唱された Safety II の考え方が新たな安全管理として注目され始めた<sup>4)</sup>。Safety II では、物事がどのようにうまくいくようになっていくのかを理解し、それらの事象を増やすことで安全を保証する概念であるが、具体的アプローチ手法が示されていないことが指摘されている<sup>5)</sup>。

このように、医療安全対策は国際的議論的であり、日本においても医療事故とその対策に多様なアプロ

ーチ方法が考案され試行されてきたが、医療事故の根絶には至っていない。医療の高度化が進む中、治療やケアに医療機器は必須となり、より複雑化しながら安全対策も考慮されながら改良が重ねられてきたが、同様の事故は後を絶たない。医療機器に関連した医療事故やインシデント数は、2016年の1年間で413件でそのうち死亡若しくは重篤な状況に至ったと考えられる事例の比率は3.6%と結果の重篤性の割合は高い<sup>6)</sup>。機器自体が安全となってもヒトの行動がそれを無効にすることさえ可能であり、ヒトが多く介在する医療においてヒトへの行動変容のアプローチは、十分に議論されてきたとは言い難い。これらの事より、特に医療機器の安全管理とヒトの行動との安全環境の構築は喫緊の課題と考える。

### 2) 人工呼吸器の医療事故と安全管理体制

医療機器の中でも、特に人工呼吸器の管理については、施設間における体制が異なるものの臨床工学技士の役割の重要性が認識され、管理的整備は発展してきた。医療機関によっては、呼吸ケアサポートチーム (Respiratory care Support Team: RST) などチームとして呼吸管理に取り組みされる体制が整えられ、477施設においてRSTが活躍している<sup>7)</sup>。RSTによる病棟巡回や、人工呼吸器装着患者のケアや管理について指導・教育が実施され、一般病棟における看護師の理解度の向上の成果について報告されている<sup>8)</sup>。「一般社団法人 日本呼吸療法医学会」の人工呼吸器管理安全対策委員会では、2001年に「人工呼吸器安全使用のための指針」が策定され、2011年に第2版として改定されている<sup>9)</sup>。医療法の中でも、医療機器の安全使用のための研修が義務付けられ<sup>10)</sup>、知識ベースの情報提供やマニュアルの整備、施設内の機器類の統一化や使用時のチェックリストの標準化などの対策が取られ安全管理体制が整えられてきたことが伺える。

さらに、人工呼吸器装着患者は、これまでは

Intensive Care Unit (以下 ICU) などの手厚いケアの提供ができる集中ケア病棟だけでなく、一般病棟でも管理されている現状があった。しかし、診療報酬改定などの影響を受け、2016年までの約10年間で、ユニット系病棟 (ICU、Cardiac Care Unit: CCU、High Care Unit: HCU、Stroke Care Unit: SCU) の病院および病床数は約2.5倍の数となり<sup>7)</sup>、人工呼吸器などの高度医療機器を必要とする患者は、一般病棟ではなくユニット系病棟でケアされる状況となり、一般病棟での人工呼吸器管理は減少した。

このように、人工呼吸器に関連した安全管理体制や病床環境などが整備されてきたが、医療事故の報告は後を絶たない。日本医療機能評価機構の医療事故情報収集等事業の2010年から2016年12月時点の公開検索データ<sup>10)</sup>では、「人工呼吸器 (Non-invasive Positive Pressure Ventilation: NPPVを除く)」では、「医療事故情報」「ヒヤリ・ハット事例」は1011件報告され、うち看護師が関連するものは813件報告され、毎年100件から127件で推移し減少傾向は見られていない。また、2016年12月までに「医療事故」として127件 (うち看護師関連が100件) が報告されている。内容としては、呼吸器回路関連や加温加湿器関連などの同様の事故が繰り返されている<sup>2)12)</sup>。日本医療機能評価機構や各施設の人工呼吸器に関連した医療事故を含むインシデント情報に関する医療者、事故の種類、事故発生の時刻や場所、状況など多くの分析が行われており、これらの分析からも先に述べたチェックリストやマニュアルの整備、機器の統一などの環境整備は同様に推奨されてきた<sup>13)</sup>。

岩谷は、ICU機能の向上や臨床工学技士の配置による病院全体の人工呼吸器のインシデントの減少に至っているが、一般病棟での人工呼吸器管理が余儀なくされている状況は存在しており、ユニット系病棟の増床や臨床工学技士の体制が向上された後でも、一般病棟での患者1人当たりのインシデントに差がなかったことを指摘している<sup>14)</sup>。このように人工呼吸器装着患者の安全について整備が進められてきている一方で、人工呼吸器関連の事故のリスクは継続して残存しており、一般病棟における人工呼吸器管理の安全対策に課題があることがわかる。特に、24時間患者のケアを担う一般病棟の看護師にとって、人工呼吸器装着患者のケアの機会は、ユニット系病棟の増床とともに減少し、人工呼吸器管理についてケアに対する不安や否定的感情を抱いている<sup>15)</sup>。

### 3) 看護師の人工呼吸器関連の医療事故とその対策

日本医療機能評価機構の医療事故情報収集事業等では、事故発生要因として、当事者の行動にかかわる要因が43%を占め、その内「確認を怠った」26%、「観察を怠った」24%で要因の半数を占め<sup>6)</sup>、当事者の関わる確認不足による事故が最も多い結果であったことを示している。特に看護師は、医療システムの中の最後の行為者になることが多く、直接的な患者の安全に直結する輸液ポンプや人工呼吸器などの医療機器の取り扱いなど専門的リスクと作業リスクが混在したエラー事例に関与する。人工呼吸器関連のヒヤリ・ハット事例に関わった当事者は約8割が看護師という実態が報告されている<sup>6)</sup>。一般病棟はICUなどのユニット系病棟と異なり、多くの患者を担当しながら人工呼吸器装着患者のケアも同時に行うことが要求される。人工呼吸器患者の多くは、日常生活援助を必要とすることが多い。ケア時には、患者と人工呼吸器回路との接続外れへの注意とその技術が要求される。他にも痰の吸引時や、検査・治療のために、病室を出るときには人工呼吸器回路と患者との接続を外したり、人工呼吸器をスタンバイモードに切り替えたり、電源を切るなどアラーム機能を意図的に解除する場合がある。こういったリスクを抱えながら、24時間の継続したケアの中で人工呼吸器を管理するのは、看護師のみの責務となることが多く、看護師は人工呼吸器に対して精通する必要がある<sup>16)</sup>。

このように、一般病棟での人工呼吸器に関連した課題が多いこと、知識レベルの効果が認められた対策は報告されているものの、一般病棟の看護師の安全な人工呼吸器管理については、24時間の一時的な状態の評価または質問紙調査から得られた認識レベルに過ぎない。

### 4) 応用行動分析学と医療安全

1) で述べたように、多くの対策が医療事故に対して講じられてきたが、ハード面が整えられれば整えられるほど、未だ人の注意や意識に依存する文化は根強く残る。ヒトの行動の変化は、その人の性格や意識に原因を求め、望ましい行動が出来ていない時の手法が医療安全の中で十分に議論されてこなかったと言える。これは、ヒトの行動変容における効果的なアプローチが構築されていないことが推察され、望ましい確認行動を看護師に実施させるためには、行動を変容させるための科学的理論を用いたアプローチを用いることは、喫緊の課題と言える。

そこで、応用行動分析学 (Applied Behavior Analysis :

ABA) に注目する。ABA は、もともと実験動物を対象とした研究からの基本原理である行動分析学を人間の行動研究として派生し、人間の行動の分析と変容に関わる心理学の一領域である<sup>17)</sup>。これが、職場事故を減らすことができる最も効果的な対策の一つとされ注目され始めている<sup>18)</sup>が、医療安全において未だ広く活用されていない。

ABA では、ヒトの行動は、法則的であり予測できる対象であり、その原因を環境の出来事の中に求めることができるとする考えに基づき、行動と環境の出来事との系統的関係を認識し、行動を環境と人間に介在する一つのシステムとして考え、行動は予測が可能であるとしている<sup>19)</sup>。これまで「ヒトの行動」を行動の前の事象のみに原因があると考え、人の行動を遡る RCA などの分析方法が多く開発され安全対策が検証されてきた。ABA では、行動はその後に発生する「結果」も、次からの「行動」の出現頻度に影響を与えるとし、行動の後に発生した後続事象が次からの行動に影響するとし、これが行動分析学における「行動の三項強化随伴性」と言われている<sup>19)</sup>。行動そのものや行動の不足（過剰）で、変えるべき行動を標的行動と呼び<sup>30)</sup>、医療事故の原因である看護師の確認不足は、行動の不足と捉えることが出来、望ましい行動すなわち標的行動は「確認行動」となる。医療を提供する医療スタッフの問題行動についての ABA 的介入の効果が研究されており、感染予防のための手術時の手袋着用促進<sup>20)</sup> や手指衛生の行動促進の介入の効果<sup>21)</sup>について報告されている。しかし、医療安全管理分野の看護師の安全確認行動における ABA 的介入を試みた個別的な介入研究は、未だ少ない。

医療安全において、医療事故は患者の生命に直結するため多くの対策を講じてきたことによる影響か、できなかったことに対する指摘は数多くみられるが、できていることに対する承認や称賛はあまりされていないと言われている<sup>22)</sup>。これは、確認行動が、医療者が要求される基本的行動として位置づけられているが、確認をしたかどうかの行動測定は、患者への影響など、インシデントレポートなど最終的に発生した結果でしか判断できない現状も影響していると考えられる。正確な行動測定は、ABA の介入において重要な手続きであるにも関わらず、行動の観察の困難性が研究及び臨床での ABA 介入の妨げとなっている可能性が考えられる。山田は、ICU の看護師を対象にした点滴の指差し呼称についてビデオ撮影による看護師の行動観察を実現し、看護師の指差し呼称の実態を個

別にビデオフィードバック、データフィードバック、看護師長による称賛の 3 つの介入を採用した教育プログラムについてその有効性を示した<sup>23)</sup>。山田の研究をはじめ多くの ABA 介入では、行動のデータフィードバックをグラフ、表、ビデオなどを介入手続きとして採用している。これらは、行動分析学の分野でセルフコントロールとして研究されてきた。セルフコントロールは、行動の目標設定による、自己の行動修正の強化法となる。また、セルフコントロールとして、行動目標について社会的な契約を結ぶことで実効性を持たせることが出来、これを行動契約と呼ぶ<sup>24)</sup>。行動契約により、一連の強化による介入は、学習による行動修正を促進するだけでなく、本人によるさらなる目標設定のきっかけとなることも指摘している<sup>24)25)</sup>。このように、応用行動分析学が医療安全におけるヒトの行動変容へのアプローチ手法として、これまでにない重要な役割を担うと考える。

## 5) 本研究の目的

本研究は、24 時間の看護師の人工呼吸器の確認行動の測定方法の開発を实践し、人工呼吸器の安全確認行動の促進について、データフィードバックと看護師長による言語的称賛を介入手続きとし、それぞれの介入の有効性を検証し継続可能な介入プログラムの構築を目指す。

## II. 対象・方法

### 対象

急性期病院の一般病棟で、人工呼吸器が年 1 か月以上稼働している病棟を対象病棟とし、人工呼吸器装着患者を受け持った経験を有する看護師 29 名を対象者とした。

### 方法

#### 1) 人工呼吸器確認のための確認器(カウンター)の開発(図 1)

- ・ 人工呼吸器の確認しなければならない場所付近にカウンターを設置し、カウンターのボタンを押した日時を読み込む機能を搭載することで、確認した時刻を測定することが出来る確認器を開発した。
- ・ カウンターの押しボタンは、軽微な指の力で押すことが出来る程度の硬さとした。
- ・ カウンターに蓄積された確認時刻のデータを読み込みソフトを開発した。

#### 2) 予備実験

- (1) タイムスタディ

本実験以外の病棟で、人工呼吸器装着患者のタイムスタディを実施し各ケア時間を測定し、各ケアによる病室滞在時間の影響を検証したが、同一ケアでも対応時間にばらつきがあり、各ケアによる病室滞在時間を特定することは、できなかった。

(2) 位置検知デバイスによる病室滞在状況

A病院で採用されていた、看護師の位置検知デバイスによる病室滞在の妥当性の検証を実施したが、同一時刻に複数の部屋で同一看護師が検知される結果となり、病室滞在の材料として使用することは、妥当性が低いと判断された。

(3) プレテスト

本実験以外の病棟で、人工呼吸器にモニター部分と加湿加湿器の部分の2か所にカウンターを設置し、プレテストを実施した。対象看護師に、所定の場所を確認した時にカウンターを押すよう言語指示をした。カウンターによる確認行動の測定が可能で、業務に支障がないことが確認でき、カウンター使用における実験可能性を確認した。

(4) 専門家会議

3つの結果を踏まえ、人工呼吸器の確認場所と頻度を決定するために、専門家会議を実施した。専門家会議には、研究メンバー以外にも医療安全管理室医師、GRM、集中ケア認定看護師、臨床工学技士、呼吸器内科医が参画した。確認場所であるカウンターの設置場所は、「人工呼吸器安全使用のための指針 第2版(一般社団法人 日本呼吸療法医学会 人工呼吸器管理安全対策委員会)」<sup>12)</sup>のガイドラインと人工呼吸器関連のこれまでの人工呼吸器に関連した医療事故事例やその分析研究<sup>12)13)16)</sup>と臨床工学技士によるラウンドの状況で見られる課題、アラームでは検知しにくいポイントを中心に専門家会議で協議し、「モニター」、「加湿加湿器」、「ウォータートラップ」、「呼気フィル

ター」、「加湿用水」の5つと決定した。A病院の一般病棟では、サーボiとベネット840の2種類の人工呼吸器が稼働しているため、各機種ごとの特徴を踏まえ、確認場所を決定した。サーボiでは、モニター・加湿加湿器・ウォータートラップ・呼気フィルター・加湿用水の5か所とし、ベネット840では、呼気フィルターの性質がサーボiとは異なり、目詰まりしにくい構造で2週間に一度の交換頻度となっているため、呼気フィルターを確認場所から除き上記の4か所とした。またこれらの人工呼吸器は、患者や家族自身が管理することはなく、看護師を含む医療者のみが管理していた。

担当看護師の2時間ごとの確認が推奨されるが、不測の事態及び休憩などのタイミングにおいて、各勤務時間の長さにより3時間以内の確認を可とした。確認間隔の推奨時間の理由としては、体位交換や病室ラウンド時間が2時間から3時間未満であったため、患者の状態に関わらず3時間以内での確認は必要と判断した。

3) 本実験

表1に示す介入内容に沿って、対象者29名をコントロール群・介入A群(以下、A群)・介入B群(以下B群)の3群とし、各群の人工呼吸器経管理年数に偏りがないようにするため層化サンプリングした。その際、各部署の人工呼吸器管理経験の分布として、5年未満対5年以上が2対1の割合であったため、その割合となるようにした。介入内容は、表1に示す通り、ベースラインの観察と3段階の介入を実施した。介入内容は、ビデオ教材の視聴、データフィードバック、看護師長介入の3点で構成される。介入2では、A群にデータフィードバックを個別に実施した。B群では、A群に実施したデータフィードバックに加え看護師長からの称賛および励ましを個別にフィードバックとして実施した。介入3では、A群については、データフィードバックを終了しフォローアップとした。一方B群は、看護師長介入を終了し、データフィ

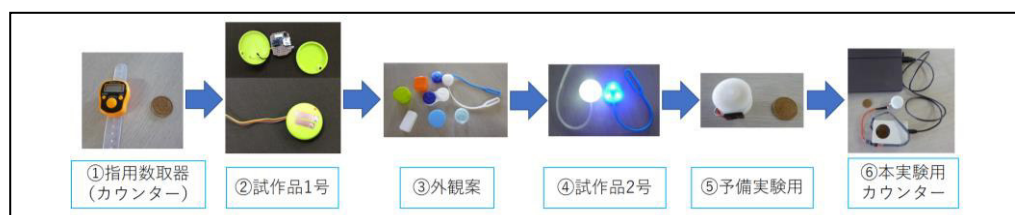


図1 人工呼吸器の確認器の開発プロセス



ードバックのみを継続した。

(1) ビデオ教材の視聴

介入1であるビデオ教材の視聴では、目標設定としてコントロール群、A群、B群に同一の介入を実施した。ビデオ教材は、人工呼吸器管理の基本的な知識、これまでの人工呼吸器関連の医療事故情報および望ましい確認行動についての内容とした。望ましい確認行動は、専門家会議および該当病棟の看護師長とで決定したモニター、加温加湿器、ウォータートラップ、呼気フィルター（サーボのみ）、加湿用水の5つ（ベネット840は4つ）の確認場所について、患者の状態に依存せず最低でも2時間おきに確認をすることとし、ビデオ教材の中で目標設定を教示した。ビデオ視聴時には、メモを取ることは許可したが、ビデオの内容について口外しないよう依頼した。

(2) データフィードバック

データフィードバックは、データフィードバック用紙を使用して実施した。用紙には、人工呼吸器の各確認場所での確認時刻を秒単位まで示した表、勤務開始時間から勤務終了時刻までの確認間隔時間をグラフ化したデータ（以下、グラフィックデータ）の2つのデータ表示を実施した。グラフィックフィードバックについては、3段階の各確認間隔時間について色分けし、確認間隔時間について自己評価しやすいように提示した。2時間以内はグリーン、2時間を超え3時間以内を黄色、3時間を超えた場合赤色のグラフ背景とし、間隔

時間が2時間を超え3時間以内の場合は、黄色のドットで表示し、3時間を超えた場合赤色のドットで表示した。勤務開始からの最初の確認間隔時間と最後の確認から勤務終了の確認間隔時間については、どの時間帯であっても白色のドットで表示した。確認データがない場合は、グラフィックデータ表にはドットが示されず、「確認データがありませんでした」という文言を赤字で記載した。また、勤務中に1度だけの確認の場合は、勤務開始時刻からの確認時刻までの間隔を最初の1点（白のドット）、勤務終了までの時刻までの間隔として白のドットの表示が現れるため、その間の実践を点線で表示した。

初回のデータフィードバック時に、勤務前に3分程度のフィードバック用紙の解釈について、研究担当者が該当病棟に出向き説明をした。この時に、間隔時間などが「良い・悪い」などの評価に値する表現はしないようにした。さらに、今後のフィードバック方法や注意点について説明した。2回目以降のフィードバックは、A病院の院内メールシステムを活用し、研究担当者から対象者にフィードバックデータが添付されたメールが該当患者を担当する直前に送られることを説明し、勤務開始前に確認するよう依頼した。初回のみ添付ファイルを開き見れることを確認したメールの返信をしてもらうよう依頼し、以後は返信不要であることを伝えた。また、他の看護師と情報の共有を控えること、一部の看護師

表1 介入内容

	A群	B群	コントロール群
ベースライン	確認場所とカウンター位置の写真資料を用い言語教示 カウンターによる確認時刻の測定		
介入1段階	ビデオ教材の視聴 (臨床工学技士と集中ケア認定看護師による望ましい確認方法・タイミングの講義)		
介入2段階	データフィードバック 確認行動時刻を秒単位まで表 グラフィックフィードバック (院内の個人メールあてに研究者から送信)	データフィードバック 確認行動時刻を秒単位まで表 グラフィックフィードバック + 看護師長介入 VI3 強化スケジュール 看護師長からの言語的称賛および励まし	無介入
介入3段階	無介入 (フォローアップ)	データフィードバック 確認行動時刻を秒単位まで表 グラフィックフィードバック 看護師長からの言語的称賛・励ましなし	無介入

のみがフィードバックされていること、フィードバックデータのプリントアウトはしないことを依頼した。フィードバックの最初のデータは、原則、介入開始日直前のもので、それ以前のデータについてはフィードバックしないこととした。介入開始時直前に確認データが一度もない場合は、サンプルのデータを見せる事が出来ないため、その場合は確認データがある日の直近のデータも合わせて示し用紙の説明を行った。初回以降のフィードバック用紙は、直近の勤務時の人工呼吸器確認データが1ページ目となるように設定し、スクロールすれば初回フィードバックデータまで見る事が出来るようにした。院内メールは、メールの送信者(研究担当者)が、該当看護師のメールの開封時間がわかるようになっていたため、その時間をもってフィードバック用紙を確認した時刻とした。

### (3) 看護師長のフィードバック

該当病棟の3名の看護師長は、研究担当者から指示されたタイミングで介入を行った。介入は、対象者が人工呼吸器装着患者を担当する日の勤務開始前を原則としたが、看護師長の勤務状況により前日となる日もあった。看護師長介入は、各部署の看護師長室で個別に実施され、他のスタッフには知られないようプライバシーが確保される場で行った。介入初回時のみ、対象看護師に研究担当者から該当病棟の看護師長同席のもと先のデータフィードバックで述べたようにフィードバックの手順と用紙の解釈について説明を行った。

所要時間は、3分程度で、指示された言語教示以外の指導はしないよう依頼した。各確認間隔時間により、言語教示を変更し、確認間隔が2時間以内の時は、データフィードバック用紙のグラフィックフィードバックの2時間以内の状態を指差し「2時間ごとに確認できているね」「安心やわ」「この調子で続けて頑張ってるね」と言語的称賛を実施した。2時間を超え3時間以内に確認間隔がある場合は、「(ビデオ講義の)DVDのように2時間以内目指せたらいいね」「2時間以内になったらさらにいいね」と励ましの言葉をかけ、3時間を超える場合や確認がなかった場合は、「2時間以内を目指そうね」「頑張ってるね」とデータを指差し励ましの言葉をかけた。称賛および励ましを行う場合は、必ず笑顔で行うよ

う依頼した。

介入開始前に、該当病棟3名の看護師長に研究担当者から本研究の意義及び介入の意義について再度説明会を実施し、介入方法のセリフについて3名の看護師長の介入方法を統一できるように話し合い、先述した不自然でない言語的称賛及び励ましの言葉について決定した。

### <介入スケジュール>

介入1のビデオ教材の視聴は、ベースラインの観察が終了したとされた各群の看護師に対して、各部署に研究担当者が出向き、1回のみビデオ教材の視聴を依頼した。データフィードバックは、A群、B群ともに個別に直近の確認データのフィードバックを人工呼吸器装着患者を担当する度に前回の確認データを毎回提示する連続強化スケジュールで実施した。看護師長介入は、間欠的に看護師長が強化する間欠強化スケジュールを採用し、その中でも看護師長の介入の提示パターンを一定でなく、平均3勤務に1回強化される Variable Interval (VI) 3の強化スケジュールで実施した。A群のフォローアップでは、データフィードバックを終了し、カウンターでの確認行動の測定は継続した。

### <介入移行ルール>

各介入段階は、独立した2者によりデータを観察し以下のルールに基づいて次の段階へ移行した。

- ① ベースライン⇒介入1 (ビデオ介入)  
5セッション以上・望ましい行動が見られない  
2セッション以上改善傾向でない  
(安定して悪い・悪化傾向)
- ② 介入1⇒データフィードバックおよび看護師長フィードバック  
5セッション以上・望ましい行動が見られない  
2セッション以上改善傾向でない  
(安定して悪い・悪化傾向)
- ③ データフィードバック **A群**⇒次段階  
5セッション以上が経過していること、  
2セッション以上のデータの改善が見られたら  
データフィードバック⇒フォローアップへ移行
- ④ 看護師長フィードバック **B群**⇒次段階  
看護師長介入 VI3 スケジュールとするが、看護師長の勤務状況などにより最初の日に対応できない時は、次回以降へ移動する。9セッション以上(看護師長介入 3セッション)が経過していること、2セッション以上データの改善がなかつ

たら看護師長介入⇒データフィードバックのみ  
へ移行

<評価方法>

#### ① 属性調査

自記式調査用紙を用いて、看護師の属性に関する調査を実施した。属性調査項目は、人工呼吸器の確認行動における影響が考えられる質問項目として、看護師経験年数・所属部署経験年数・ユニット系経験年数・人工呼吸器管理経験年数の実数の記載を求め・過去の人工呼吸器についての研修の時期、院内外などの場所についてあてはまるものに丸印を記入し、研修内容については自由記載するよう依頼した。調査方法は、留め置き法を採用した。

#### ② 行動調査

- 対象者が人工呼吸器の所定の場所を確認した時に、指示されたカウンターを押すよう依頼し、カウンターが押された時刻を確認時刻とした。人工呼吸器の確認場所は、モニター、加温加湿器、ウォータートラップ、呼気フィルター、加湿用水の5か所である。
- カウンターは人工呼吸器が該当病棟で稼働している間は24時間継続設置され、確認時刻のデータが蓄積され、研究担当者は1回/2日、1～2回/日、カウンターの交換を行いそれまでのデータを回収した。回収の頻度は、フィードバックなど介入の状況により変動した。

<分析方法>

データは、小数点第1位で表示し、百分率については、正数で表示するとした。

#### ① 基本属性

看護師経験年数・所属部署経験年数・ユニット系経験年数・人工呼吸器管理経験年数についてそれぞれ平均と標準偏差を算出し、研修参加の有無・時期・研修場所について記述統計を行なった。

#### ② 行動調査

専門家会議で規定した人工呼吸器管理の「望ましい確認」場所、確認頻度についてカウンターでの確認時刻からその確認間隔時間とその回数など以下を評価項目とした。得られたデータのA群、B群、コントロール群の3群比較を行い、介入の有効性を解析する。

- 人工呼吸器の確認間隔時間  
各確認場所、確認段階、各群別に、確認間隔時

間の中央値(Median)を算出した。算出された各介入段階のMedianとベースラインに対する増減率を算出した。

- 人工呼吸器の確認間隔回数

確認間隔時間が3時間を超えた確認間隔時間の回数とその比率を算出した。

#### 4) 倫理的配慮

対象となる看護師には、「人工呼吸器の安全管理についての調査研究」とした研究概要説明書を用い、研究内容を説明し研究協力同意書を用いて同意を得た。研究の協力は自由意思によるものであり、一旦同意した後でも辞退できることを保証した。介入終了後、研究の実際の趣旨についての説明書を配布し、研究協力同意の撤回を申し出たい場合は、研究協力同意撤回書を期限までに提出するよう依頼した。調査データは匿名化され個人や部署が特定されないように配慮した。

介入方法の一部では、対象者の上司である看護師長が関わるが、研究で得られた情報が日常業務評価に使用することがないよう看護師長へ説明した。また、研究参加する看護師へも、研究で得られた情報が、日常業務評価に使用され業務上の不利益を被らないことを説明した。

### Ⅲ. 結果

#### 1) 属性調査結果

対象者は、3病棟の54名であったが、人工呼吸器装着患者の担当頻度が一定の回数に及ばなかった看護師を除外した29名を分析対象とした。一定の回数とは、A群では、介入2の確認時刻及びその間隔のフィードバックのセッションが1回以上あった対象者、B群では、看護師長の介入が1回以上あった対象者、コントロール群では、ビデオ教材の視聴後1回以上の人工呼吸器装着患者の担当となった対象者とした。分析対象となった対象者の内訳は、A群10名、B群7名、コントロール群12名であった。

その結果、分析対象者の属性を表2に示す。分析対象者の看護師経験年数の平均 $7.2 \pm 7.0$ 年、所属部署経験年数 $2.9 \pm 2.2$ 年、人工呼吸器管理経験年数 $4.1 \pm 4.2$ 年であった。対象者の26名がこれまでに研修参加をしていると答えているが、研修内容の自由記載では院内の臨床工学技士や医療機器メーカーから人工呼吸器の設定等についての研修が19名(重複回答あり)で、看護ケアとしては、3名のみであった。各群の看護師経験年数は、A群では、 $7.5 \pm 7.7$ 年で、B群では、 $6.9 \pm 6.8$ 年、コントロール群では $7.2 \pm 7.0$ 年で

あった。また人工呼吸器管理経験年数は、A 群では、 $4.1 \pm 4.5$  年、B 群では  $3.5 \pm 2.6$  年、コントロール群では、 $4.5 \pm 5.0$  年であり、3 群に偏りはないと判断した。

表2 分析対象者の基本属性

	全対象者	A群	B群	コントロール群
分析対象者数	29名	10名	7名	12名
看護師経験年数 (Mean ± SD)	7.2 ± 7.0年	7.5 ± 7.7年	6.9 ± 6.8年	7.2 ± 7.0年
所属部署経験年数 (Mean ± SD)	2.9 ± 2.2年	2.6 ± 1.5年	2.1 ± 1.9年	3.6 ± 2.7年
ユニット系経験年数 (Mean ± SD)	0.2 ± 0.8年	0.2 ± 0.6年	0.5 ± 1.4年	0.0 ± 0.1年
人工呼吸器管理経験年数 (Mean ± SD)	4.1 ± 4.2年	4.1 ± 4.5年	3.5 ± 2.6年	4.5 ± 5.0年
研修参加の有無 (有/無)	26/3名	9/1名	7/0名	10/2名
研修参加の時期* (1年未満/1年以上5年未満/5年以上)	14/11/2名	6/3/0名	5/3/1名	3/6/1名
参加場所* (院内/院外)	24/3名	8/2名	7/1名	10/1名

\*1 複数回答

## 2) 人工呼吸器確認行動の推移

### (1) 人工呼吸器の確認間隔時間の推移

人工呼吸器のカウンターが設置されたモニター、加温加湿器、ウォータートラップ、呼気フィルター、加湿用水について、各群及び各介入内容における人工呼吸器の確認間隔時間の中央値 (Median) を示し、さらに各介入別におけるベースラインからの増減率を図2に示す。

ベースラインの A 群の Median は呼気フィルターの 1:27 (1 時間 27 分を示す) からウォータートラップの 1:44 で推移し、B 群では、モニターの 1:51 から呼気フィルターの 3:13、コントロール群で、モニターの 1:53 から呼気フィルターの 2:40 で推移した。

ビデオ教材の視聴後の介入 1 段階では、A 群では、加温加湿器の 114% から呼気フィルターの 145% と全確認場所で延長を認めた。B 群では、ウォータートラップ 94% から加温加湿器の 107% でベースラインからの増減率の変化は認められなかった。コントロール群でも、呼気フィルター 79% であったが、他は加温加湿器とウォータートラップの 101% からモニターの 109% で大きな増減率の変化は認めなかった。

介入 2 段階の A 群では、確認間隔時間が最大で加温加湿器で 81%、最低でも呼気フィルターで 101% と全体的に確認行動の促進が見られた。さらに、看護師長の介入が加えられた B 群では、確認間隔時間最大で呼気フィルターで 51% からモニター 75% と全体で確認間隔時間の短縮が認められた。

最終段階である A 群でのフォローアップでは、ウォータートラップ以外の場所で再び確認間隔時間の延長が見られ、ベースラインと同様の確認状態となった。しかし、B 群では、看護師長からのフィードバック期間の終了後のデータフィードバックのみの時期でも最低でもモニターで、ベースラインと比較して 87% の短縮が継続していた。

### (2) 人工呼吸器の確認間隔時間が 3 時間を超える確認間隔回数の推移

3 時間を超える確認間隔時間における確認間隔回数とその比率をデータバーで表し、図3に示す。

	確認場所	A群 (n=10)		B群 (n=7)		コントロール群 (n=12)	
		中央値	増減率	中央値	増減率	中央値	増減率
ベ ー ス ラ イ ン	モニター	1:35		1:51		1:53	
	加温加湿器	1:43		2:30		2:11	
	ウォータートラップ	1:44		2:24		2:11	
	呼気フィルター*1	1:27		3:13		2:40	
	加湿用水	1:30		2:17		2:01	
介 入 一 段 階	モニター	1:51	116%	1:54	103%	2:04	109%
	加温加湿器	1:58	114%	2:40	107%	2:12	101%
	ウォータートラップ	2:05	120%	2:16	94%	2:13	101%
	呼気フィルター*1	2:05	145%	3:06	96%	2:06	79%
	加湿用水	1:58	130%	2:20	103%	2:08	106%
介 入 二 段 階	モニター	1:23	87%	1:23	75%		
	加温加湿器	1:24	81%	1:23	56%		
	ウォータートラップ	1:28	84%	1:26	59%		
	呼気フィルター*1	1:28	101%	1:38	51%		
	加湿用水	1:24	93%	1:23	61%		
介 入 三 段 階	モニター	1:42	107%	1:36	87%		
	加温加湿器	1:45	102%	1:45	70%		
	ウォータートラップ	1:43	98%	1:43	71%		
	呼気フィルター	1:37	112%	1:45	55%		
	加湿用水	1:39	110%	1:37	71%		

\*1: A群: n=5、B群: n=3、コントロール群: n=6



図2 人工呼吸器の確認間隔時間の推移

ベースラインでは、A 群では、加湿用水 43/208 (21%) からウォータートラップ 97/340 (29%) で推移した。

B 群では、モニター91/286 (32%) から呼気フィルター36/70 (51%) で推移した。

コントロール群のでは、モニター107/315 (34%) から呼気フィルター46/98 (47%) で推移した。ビデオ視聴後は、A 群および、コントロール群では大きな変化は認められなかった。

A 群のデータフィードバックでは、モニター63/354 (18%) から呼気フィルター41/177 (23%) で推移した。その比率が最大で 10%以上低下した。その後のフォローアップでは大きな変化は認められなかった。

B 群の看護師長介入の段階では、モニター32/368 (9%) から呼気フィルター16/122 (13%) で推移した。確認間隔回数は最大で呼気フィルターで 38%の減少を認め大きく変化した。さらに、看護師長介入を終了後のデータフィードバックのみになった後は、さらに減少を認めモニター5/78 (6%) から加湿加湿器・呼気フィルターで5/72 (7%) と全場所で10%以下となった。

#### IV. 考 察

実験は、予備実験およびプレテストの結果を踏まえ専門家会議などで決定された人工呼吸器

の望ましい確認行動について、人工呼吸器のモニター、加湿加湿器、ウォータートラップ、呼気フィルター、加湿用水部分について、患者の状態に関わらず最低でも 2 時間毎の確認を「望ましい行動」と規定し 3 時間以内を上限とし、従来からある研修方法であるビデオ教材の視聴と行動分析的介入に基づいた介入プログラムをコントロール群、データフィードバック (A 群) と看護師長介入 (B 群) について、分析対象看護師 29 名についてその有効性の評価を行った。以下、3 点の 1) ビデオ教材視聴介入について、2) データフィードバックについて、3) 看護師長介入とデータフィードバックの考察について、各介入内容とその有効性について考察する。

##### 1) ビデオ教材視聴介入について

医療安全において年 2 回以上の研修が義務付けられ、ビデオなどによる講義視聴は、研修として多く取り入れられ、不規則勤務の看護師の学習ツールとして一般的となっている。しかし、今回人工呼吸器管理の基本的な安全確認についてのビデオ視聴による確認行動は、呼気フィルター部分以外は、横ばいか確認間隔時間の延長を認め、従来の確認行動を悪化させる結果となった。山田の研究においても「指差し呼称」の医療安全における重要性の説明を実施したにもかかわらずその後の確認行動促進は見られない結果となっており、看護師は「指差し呼称をしなければならぬ」と認識しているにもかかわらず、行動化できてい

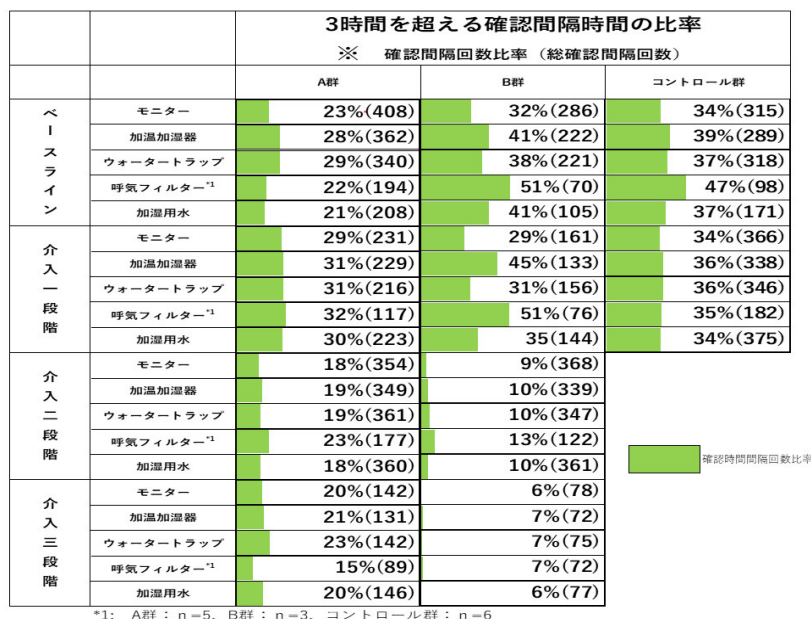


図3 3時間を超える人工呼吸器確認間隔回数とその比率の推移

ないことを指摘している<sup>23)</sup>。

三項強化随伴性により、標的行動である「確認行動」は、その後続事象に大きく影響するとされているが、「確認行動」は、行動分析学の随伴性において促進されにくい性質となっている。随伴性は、4つの「即時性の公式」「言語化の公式」「十分量の公式」「高確率の公式」があるとされている<sup>26)</sup>。「確認行動」は、これらの4つの公式に当てはまる後続事象が明確でなく「確認する」行動が強化されにくい。ビデオ教材の視聴は、確認することを促す先行刺激となり得るが、そのこと自身で確認した後の後続事象として、新たな確認行動を強化する事象の発生はないため、行動の強化がされない結果となったと考えられる。例えば、「確認」をする度に、何か不具合を発見しそのことを修正することができるなど目に見える患者の安全があれば、即時性及び高確率の公式としてそれが後続事象となり「確認行動」を強化する可能性が考えられるが、実際は確認による不具合の発見の確率は高いとは言い難い。

## 2) データフィードバックについて

フィードバックは、過去のパフォーマンスについての情報であり、パフォーマンスを変化させることが可能であると言われている<sup>27)28)</sup>。A群で実施したデータフィードバックでは、呼気フィルターの確認間隔時間の横ばいである以外は、モニターでは87%、加湿加湿器では81%、ウォータートラップでは84%、加湿用水では93%の短縮を認めた。これは自己の確認行動の秒単位の具体的確認時刻の可視化、確認間隔時間においては、グラフィックフィードバックをすることで自己の達成目標を明確化することが出来、確認行動をセルフコントロールしていると考えられる。セルフコントロールについては、Kanfer & Karolyが3段階の手続きを示しており<sup>29)</sup>、データフィードバックはこの3点におけるセルフコントロールを可能にしたと考える。第一段階のセルフモニタリング（自己監視）は、フィードバックされたデータにより前回の自分自身の確認行動を実際の時刻とその間隔時間についてみるのが該当し、第2段階であるセルフエバリュエーション（自己評価）では、グラフィックフィードバックが自己評価を支援し、2時間以内を目指す必要があると判断されることで、最終段階であるセルフレインフォースメント（自己強化）につながったと考える<sup>30)</sup>。人工呼吸器の確認を実施する時間間隔を自己の目標として設定したうえで、その結果が次回の該当患者の担当をする直前に提示されることで、前回の自身の

行動を自己評価し、自身で行動修正を実施することが出来たと考える。目標は、行動の前に設定する先行刺激で行動の指標となり、標的行動の手掛かりとなる刺激として機能する<sup>31)</sup>。つまり、即時性という点については、人工呼吸器装着患者を担当する日にち間隔に差があったが、担当する日の勤務前とすることで、後続事象として発生した前回の確認状況の結果が次の先行刺激の役割となり、即時効果として機能したと考えられる。データフィードバックを終了させると、確認間隔時間が再びベースラインと同等に戻るか、延長が見られるが、3時間を超える間隔時間の頻度は継続して減少した。このことから、データフィードバックにより、情報が強化子となり確認行動を強化させ、連続強化スケジュールにより人工呼吸器装着患者を担当する毎に行動修正を可能にし、一度学習し定着した確認行動は介入終了後も一定の効果継続が可能ということが示唆された。

## 3) 看護師長介入のフィードバックについて

B群の看護師長介入時期では、モニターで75%、加湿加湿器では56%、ウォータートラップでは59%、呼気フィルターでは51%、加湿用水では61%の確認間隔時間の短縮を認めた。これは、A群で示した情報的要因に加え、確認行動が可視化されたデータフィードバック用紙を示しながら、望ましい確認行動である「2時間以内の確認行動」が見られた場面では、「望ましい確認行動」の後続事象として看護師長から称賛されるという事象が発生している。これは、社会的好子と言われ、行動を強化する要因の一種とされている。3時間を超えた確認間隔時間の頻度は、B群でより減少を認めており、看護師長フィードバックである社会的好子は、より効果的な強化子となることが示唆される。このことは、看護師長のフィードバックは、医療安全における確認行動促進の重要な強化子として必要不可欠であり、先の山田の研究の看護師長による点滴の確認行動における承認の効果を支持するものである<sup>23)</sup>。一方で、即時性のある連続強化スケジュールが最も効果的であるとされている<sup>17)</sup>が、臨床現場において24時間土日関係なく患者を担当する看護師の連続した看護師長からのフィードバックは非現実的である場合が多い。行動分析学では、行動の維持には、間欠強化スケジュールがより適しているとされている<sup>31)</sup>。患者の担当は不定期で、看護師長が連続強化スケジュールで介入することも不可能であったことから、本研究では、VI3スケジュールを採用したが、看護師長介入による効果とその維持を認めることが出

来たと考える。

連続強化スケジュールのデータフィードバックと VI3 スケジュールでの看護師長介入の実施において、データフィードバックについては、先のデータフィードバックの考察で述べたようにセルフコントロールにおける効果として同様の効果を認めたと考えられる。看護師長介入は、確認行動へパフォーマンス・マネジメントの視点から述べる事が出来る。斎藤は、セルフコントロールの中でも時間管理としての行動の時間配分について、パフォーマンス・マネジメントの視点で述べており、社会割引の分析視点で、作業や活動に時間配分することで利益を共有する人の存在が重要であることについて説明している<sup>32)</sup>。今回利益を共有する人とは、看護師長と確認を実施する看護師であり、二人の利益について、看護師長の言語的称賛や励ましから「確認行動が患者安全につながる」という共有を言語教示から可能にしている。また、看護師長からの称賛は、社会的効用として機能した可能性も示唆された。

## V. 結論

本研究では、カウンターによる「確認行動の可視化」と「確認行動の促進教育プログラムの構築」という課題が人工呼吸器管理の安全に寄与することが示唆された。本研究により、以下について結論を得ることが出来た。

- 1) 当該研究で採用したカウンターによる確認行動の数値化は、行動情報の可視化を容易にし、タイムリーな介入を可能にした。
- 2) ビデオ教材の視聴による確認行動の促進効果は、人工呼吸器確認間隔時間の中央値において呼気フィルター以外の増減率は、B群のウォータートラップ以外では、A群の呼気フィルター145%を最大に延長した。
- 3) データフィードバックによる介入で人工呼吸器確認行動の促進の有効性は、人工呼吸器確認間隔時間の中央値において、ベースラインから比較して、呼気フィルターで横ばい以外は、加湿用水93%とそれ以外は80%台と概ね短縮を認めた。
- 4) 看護師長介入では、さらに強い人工呼吸器確認行動の促進を認めた。

## VI. 研究協力者

和田山智子・京都大学医学部附属病院・看護師長  
山田 利恵・三菱京都病院・看護師長  
志摩久美子・大阪市立大学医学部看護学科・非常勤講師  
飛田伊都子・滋慶医療科学大学院大学・教授  
伊藤 正人・大阪市立大学・名誉教授

## VII. 参考文献

- 1) Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS (Eds). *To Err is Human: Building A Safer Health System*. Washington, DC : National Academy Press ; 2000. p. 26-48.
- 2) 医療事故情報収集等事業 事業の内容と参加方法. 東京 : 公益財団法人 日本医療病院機能評価機構 ; [cited 2018 Jan 7]. Available from [http://www.med-safe.jp/pdf/business\\_pamphlet.pdf](http://www.med-safe.jp/pdf/business_pamphlet.pdf)
- 3) 安藤亮一, 篠田俊雄, 山川智之ほか. 透析における医療安全を考える~ 医療事故調査制度への対応と医療安全へのレジリエンス・エンジニアリングの導入. 日本透析医学会雑誌 2016 ; 49(11) : 727-731.
- 4) Hollnagel E. (北村正晴・小松原明哲監訳) : *Safety-I & Safety-II 安全マネジメントの過去と未来*. 東京 : 海文堂 : 2015.
- 5) 菅野太郎. *Safety-II* の諸相. 人間工学 2016 ; 52 : 50-51.
- 6) 医療事故情報収集等事業 平成 28 年度年報 II 報告の現況 3ヒヤリ・ハット事例収集・分析・提供事業. 東京 : 公益財団法人 日本医療病院機能評価機構 ; [cited 2017 Nov 26]. Available from [http://www.med-safe.jp/pdf/year\\_report\\_2016.pdf](http://www.med-safe.jp/pdf/year_report_2016.pdf)
- 7) 厚生労働省 中央社会保険医療協議会 (中央社会保険医療協議会総会) 資料 中医協報告 主な施設基準の届出状況. 東京 : 厚生労働省 ; [cited 2018 Jan 7]
- 8) 神山淳子, 布宮伸, 茂呂悦子ほか. 一般病棟を対象とした人工呼吸管理サポートチームの過去 5 年間の活動成果から見た今後の課題と対応. 人工呼吸 2014 ; 31(2) : 187-193.
- 9) 人工呼吸器安全使用のための指針第2版. 大阪 : 一般社団法人 日本呼吸療法医学会 ; [cited 2018 Jan 7]. Available from <http://square.umi>

- n.ac.jp/jrcm/contents/guide/page06.html
- 10) 医療法施行規則 厚生省令第五十号. 東京：厚生労働省; [cited 2018 Jan 19]. Available from [http://www.whoarei.mhlw.go.jp/cgi-bin/t\\_docframe2.cgi?MODE=hourei&DMODE=SEARCH&SMODE=NORMAL&KEYWORD=%90%6c%8d%48%8c%4%8b%7a%8a%ed&EFSNO=205&FILE=FIRST&POS=0&HITSU=1](http://www.whoarei.mhlw.go.jp/cgi-bin/t_docframe2.cgi?MODE=hourei&DMODE=SEARCH&SMODE=NORMAL&KEYWORD=%90%6c%8d%48%8c%4%8b%7a%8a%ed&EFSNO=205&FILE=FIRST&POS=0&HITSU=1)
  - 11) 医療事故情報収集等事業. 東京：公益財団法人日本医療病院機能評価機構；[cited 2018 Jan 7]. Available from <http://www.med-safe.jp/mpsearch/SearchReportResult.action>
  - 12) 石川雅彦. Let's Try! 医療安全 具体的事例から考える医療安全! "未然防止の取り組み"(第 35 回) 人工呼吸器の回路に関わるアクシデント! 事例の発生要因と未然防止対策. 月刊地域医学=Monthly community medicine 2016；30(9)：794-798.
  - 13) 石井健介, 松田勉, 外須美夫. 医療機器に関連した医療事故およびヒヤリ・ハット事例の分析. 医療の質・安全学会誌 2015；10(1)：11-30.
  - 14) 岩谷理恵子, 石井宣大, 安孫子進ほか. 集中治療室機能向上は一般病棟での人工呼吸器トラブルを減少させる. 日本集中治療医学会雑誌 2010；17(1)：69-70.
  - 15) 水本麻美, 相楽章江, 高橋徒子ほか. "一般病棟における人工呼吸器管理に対する看護師の意識とその実状". 看護研究集録 2013；24：12-17.⑩
  - 16) 星邦彦, 篠崎正博, 青木郁香ほか. 「人工呼吸器安全使用のための指針」提言後の実態調査. 人工呼吸 2005；22：55-60.
  - 17) Miltenberger RG/ 園山繁樹, 野呂文行, 渡部匡隆ほか.：行動変容法入門.：園山繁樹, 野呂文行, 渡部匡隆 ほか (共訳). 東京：二瓶社；2006.
  - 18) Geller ES: The Psychology of Safety Handbook. Lewis Publishers, Boca Raton, 1-530, 2000.
  - 19) Alberto P, Troutman AC 佐久間徹, 谷晋二, 大野裕史訳. はじめての応用行動分析. 東京：二瓶社；2004. p. 29-30.
  - 20) DeVries JE., Burnette MM., Redmon WK.: Aids prevention: Improving nurse's compliance with glove wearing through performance feedback, J. Appl. Behav. Anal. 1991；24(4)：705-711.
  - 21) Molli ML., Alavosius M.: Adherence with universal precautions after immediate, personalized performance feedback. J. Appl. Behav. Anal. 2011；44(4)：967-971.
  - 22) 島宗理：部下を育てる! 強いチームをつくる! リーダーのための行動分析学入門. 東京：日本実業出版社；2015.
  - 23) 日本行動分析学会(編)、山本淳一、武藤崇、鎌倉やよい：ケースで学ぶ行動分析学による問題解決. 東京：金剛出版；2015.
  - 24) 山田利恵. 安全な点滴確認のための看護管理に関する研究-行動の実態から考案した介入プログラムの有効性の評価-. 滋慶医療科学大学院大学医療管理学研究科修士学位論文 2015.
  - 25) 高橋雅治 (著, 編集), 佐伯大輔, 井垣竹晴, 杉若弘子 他. セルフ・コントロールの心理学:自己制御の基礎と教育・医療・矯正への応用. 京都：北大路書房；2017.
  - 26) Cullen KW., Baranowski TO. M., & Smith, S. P.: Using goal setting as a strategy for dietary behavior change. J Am Diet Assoc, 101(5), 562-566, 2001.
  - 27) Rummel GA., Brache AP. : Improving performance: how to manage the white space on the organization chart. Indianapolis : John Wiley & Sons ; 2012.
  - 28) 道城裕貴, 松見淳子. 通常学級において「めあて & フィードバックカード」による目標設定とフィードバックが着席行動に及ぼす効果. 行動分析学研究 2007；20(2)：118-128.
  - 29) Kanfer FH., Karoly P. Self-control: A behavioristic excursion into the lion's den. Behav Ther 1972；3(3)：398-416.
  - 30) Fellner D J., Sulzer-Azaroff B. A behavioral analysis of goal setting. J. Organ. Behav. 1984；6(1)：33-51.
  - 31) 伊藤正人. 行動と学習の心理学-日常生活を理解する-. 京都：昭和堂；2005.
  - 32) 斎藤正樹. 時間管理としての行動の時間配分: 価値割引の視座からのパフォーマンス・マネジメントの検討. 立教大学心理学研究 2011；53：41-53.