

学位論文 博士（医療科学）

医療機器に関するシミュレーション  
教育・訓練についての基礎研究

2018年 3月

東亜大学大学院総合学術研究科

濱口 淳



## 目次

緒論	1
第1部 医療機器を操作する医療従事者（個人）を対象とした シミュレーション教育・訓練について	
第1章 緒言	
1-1 医療機器に関わる医療事故について	5
1-2 生命維持管理装置「人工呼吸器」について	5
1-3 医療機器の警報について	6
1-4 人工呼吸器を操作する医療従事者の現状	7
1-5 医療機器に関わるアラーム発報時に関する研究について	8
1-6 緊急時に要求される技能（スキル）について	8
1-7 操作者の訓練に関する研究について	9
1-8 医療における訓練について	9
1-9 本論文での着眼点	10
第2章 人工呼吸器のアラーム発報時における操作者の行動分析と 思考過程分析 —現状を把握するための検証（検証実験1）—	
2-1 目的	11
2-2 検証実験方法1	11
第3章 検証実験1の結果および考察	
3-1 対処時間について	14
3-2 グループ分けについて	15
3-3 取得した行動パターンと発話データについて	15
3-4 行動パターンについて	18
3-5 SRK モデルによる行動分析	20
3-6 プロトコル分析について	24
3-7 思考過程分析について	24
第4章 提案	26
第5章 人工呼吸器のアラーム発報時における確認項目のガイダンスに関する 検討—教示を与えた場合の行動および思考過程分析（検証実験2）—	
5-1 教示方法について	27

5-2	検証実験方法2	27
5-3	ガイダンスの作成について	28

## 第6章 検証実験2の結果および考察

6-1	対処時間について	29
6-2	取得した行動パターンと発話データ	30
6-3	行動パターンについて	32
6-4	SRKモデルによる行動分析	34
6-5	思考過程分析について	35

## 第7章 操作者の行動ベースを変えるきっかけとなる判断過程について

7-1	確認行動にみられるスクリプト	37
7-2	操作者が用いるヒューリスティックスについて	38
7-3	IGの対処行動にみられる判断過程について	39
7-4	標準化した確認手順と状況判断の必要性	40

## 第8章 まとめ

8-1	検証実験1と2の結果を踏まえて考えられること	43
8-2	訓練方法への展望	45

## 第2部 手術室チームを対象としたシミュレーション教育・訓練について

### 第1章 緒言

1-1	研究背景	46
1-2	クロストレーニングについて	47
1-3	チーム医療における体外循環技術	47
1-4	本研究の目的	47

### 第2章 検証方法

2-1	対象者および装置について	48
2-2	装置の配置と訓練内容について	48
2-3	訓練後の振り返りとアンケート調査について	50
2-4	自由記述の分析方法について	53

### 第3章 検証結果

3-1	アンケート結果について	55
-----	-------------	----

3-2	Grounded Theory Approach による分析結果について . . .	56
第4章	考察 . . . . .	58
第5章	結論 . . . . .	67
	総括 . . . . .	68
	謝辞 . . . . .	71
参考文献		
	第1部 . . . . .	72
	第2部 . . . . .	74
巻末資料		
	資料1 参加者の行動および発話記録	
	資料2 ガイダンス画面のプログラミング	
	資料3 ガイダンス画面を用いた参加者の行動および発話記録	
	資料4 基本シナリオ AVR 症例	
	資料5 トラブル事象シナリオ	



## 緒論

高度化する医療の中で医療技術は機械化をもたらし、確実に複雑化してきている。そして、よりレベルの高い知識・技術が医療従事者に求められるようになってきた。医療機器は検査や診断だけでなく、治療や回復に大いに利用されている。医療機器の中でも生命維持管理装置は、疾患の治療や回復を管理するうえで重要な機器であり、現代の医療に欠かせない。また、患者の生命に直結することが多く、取り扱いには十分注意が必要で、かつ熟練を要する。このような特性を持つ生命維持管理装置の取扱いにおいて、医療事故が発生しているという現実がある。生命維持管理装置に関する医療事故防止への取り組みについては数多くの報告があるが、臨床現場において主に取り組まれていることとして、医療従事者への教育や訓練が挙げられる。平成13年8月に日本医師会の医療安全対策委員会が発表した「患者の安全を確保するための諸対策について」では、医療事故防止への取り組みを考えるにあたって、実際の医療現場では「事故防止」、「事故調査」、「事後対応」の三つの観点が重要であるとされているが、医療従事者への教育・訓練は「事故防止」の取り組みのひとつとして挙げられる。

人の命に関わる技術者として、医療従事者が技術の向上を目指すことは、事故防止において重要な要素である。しかし、医療従事者の知識や技量だけに頼ることは、事故防止策としての限界があり、近年では医療従事者の教育・訓練だけでなく、医療機器のデザインや情報などを含めたシステム全体を通じての安全対策が講じられてきた。

医療機器が進歩し、取り扱いが容易になり、さらに膨大な情報を明確に認識することができるシステムが構築されたとしても、機器を理解し、操作するのは人であり、重要な情報を最終的に判断するのも人であることは、この先も変わらないと考えられる。現に、生命維持管理装置に関する医療事故には、医学、工学の基礎知識や医療技術の未熟さに要因がある事故が発生している。そのため、医療従事者個人が技術の向上を目指すことは、医療事故防止の基本であり、医療従事者の技術の現状を適切に評価し、患者の安全に関わる技術について教育・訓練が必須であると考えられる。

医療従事者への教育・訓練において、特に人材育成の点では、実践力を備えた医療従事者の育成が大きな課題となっている。臨床での技術を十分に修得した人材を育成することは、臨床現場では決して容易ではなく、どのような教育・訓練方法が患者の安全を確保するために最も効果的か、教育・訓練の評価方法も含めて検討する必要がある。

これまでに実施されてきた座学が中心の教育手法では、実践力は簡単には身につかない。教育・訓練を受ける医療従事者が主体となって課題に取り組み、

自ら考えて行動する、いわば、思考しながら行動に移すといった経験的な学習を積み重ねることが必要<sup>2)</sup>であると考えられる。

米国の医療の質委員会が1999年に発表した「**To Err is Human**」では、学習を支援する環境を作り出す手法として、可能な限りシミュレーションを活用することを挙げている<sup>3)</sup>。シミュレーションとはある事象や状況をモデル化、単純化して疑似的に体験することをいう。医療においては学習者が患者に危害を与えることなく、学習者のニーズやペースに合わせて、繰り返し学習することができる安全な環境を提供できることで注目されている。

また、事故の発生を最小限にするために、有害事象時に直ちに対応できる手順を現場に準備するのがよいとしている。このような手順は各診療科単位や個人を問わず標準化されるべきで、訓練を通じて各人のとるべき手順と行動の習熟がもたらされると述べている。特に緊急な状況の対応については、医療従事者の熟練度を問わず標準化された対応が求められている。この標準化された対応をシミュレーションによる訓練で習熟することが望まれている。

シミュレーション教育・訓練においては、① **task training**、② **algorithm-based-training**、③ **situation-based-training** のプログラムが一般的に実施されている<sup>4)</sup>。①は主に手技などの個人技術の修得を訓練するもので、正確に実施できるようになるまで反復練習する基本的な訓練である。生命維持管理装置に関しては、例えば人工呼吸器の回路の組み立てや血液透析治療で実施する穿刺の練習などがある。②は決められた手順（アルゴリズム）に基づいた行動、対処の修得を訓練するものでガイドラインに沿った標準化された技術を身につけることが目標となる。一次救命処置（**Basic Life Support : BLS**）の訓練などがこれにあたる。③は実際の臨床での状況を再現し、既得の知識と技術の統合や臨床への応用を目的として実施され、発生している状況下での思考と判断、行動化を訓練するものである。阿部は個人のみでなくチームでの訓練（トレーニング）が重要であり、臨床に近い状況で行うこの訓練（トレーニング）が、シミュレーション教育の中で重要になるとしている<sup>2)</sup>。

医師、看護師、臨床工学技士や薬剤師などのコメディカル、事務職といった業種の異なる医療従事者間の「連携」は、医療安全の確保に重要な要素である。しかし実際の病院組織においては、多くの場合、医療従事者は職種や診療科ごとに分けられ、お互いの連携が不十分となる傾向がみられる。医療従事者個人の教育・訓練だけでは解決できない職種や診療科などの枠をこえた「連携」の問題があると考えられる<sup>1)</sup>。

職種に関わらず、チームのメンバーが業務について理解し合い、認識し合うことができるように教育・訓練を行うことは、医療事故防止への重要な要素であると考えられる。また、1900年はじめに始まったとされるシミュレーション



教育・訓練の過去の取り組み<sup>5)~9)</sup>を辿ると、個人の技術からチーム医療へと教育・訓練の対象が広がっていることがわかる。このことから医療従事者の教育・訓練は個人にとどまることなく、医療チームでの教育・訓練が望まれており、必要であると考えられる。

医療事故への取り組みにおいて、ヒューマンエラーの分析では m-SHELL モデル<sup>10)</sup>が用いられている。医療従事者の教育・訓練は S (Software) に該当するが、その他の要因である H(Hardware : 機器・器具とのインターフェイス)、E(Environment : 作業環境)、L(Liveware : 周囲の人)、の関わりについては、まだ十分に検討されているとはいえないのが現状である。

そこで、参考文献<sup>1)~4)</sup>でも述べられているような社会的背景から、本論文では、医療機器を操作する医療従事者の個別の機器操作およびチーム間の連携に対するシミュレーション教育・訓練の役割と効果に着目した。医療従事者個人の医療機器への対応に関して、その問題の提起および問題要因の分析方法について実験的検証例を示し、教育・訓練の手法および教育・訓練に必要な要素について考察する。さらに、チームでの教育・訓練の手法として、新たに考案したシミュレーション教育・訓練手法についての実践例を示し、本手法がもたらす効果および操作者と周囲のスタッフ(Liveware)との連携による安全確保のための課題について考察する。

第1部では、医療機器の中でも特に生命維持管理装置である人工呼吸器のアラーム発報時に対する操作者個人の対処行動についてシミュレーション状況下で検証し、状況判断が対処行動に関与することを実験結果から考察して論ずる。

第1章では本研究の背景となる、医療機器に関わる医療事故、アラーム発報時に要求される技能とそのため訓練法について広く概説した後、操作者の対処時間から問題点を指摘し、本論文における着眼点について述べる。

第2章および第3章では人工呼吸器のアラーム発報時の操作者の対処行動について、行動パターンと発話データを取得し、思考過程に踏み込んで分析する。現任者である操作者の現状を把握するべく、検証実験の結果を考察する。

第4章では第3章の考察を踏まえて、現状を改善するための方策を提案する。

第5章において、教示を与える方策で操作者の対処行動がどの様に変化するかを検証する。

第6章では第5章で述べた検証実験の結果について、行動分析、思考過程分析により考察する。

第7章では、第2章、第5章の検証実験の結果から判明した対処行動を変えるきっかけとなる要因について考察する。

第8章は個人での教育・訓練についてのまとめと今後の展望について述べる。

第2部では個人の対処行動における状況判断からチーム医療での状況判断や

認識を考慮した訓練方法へ発展させる。ここでは、チーム医療の代表ともいえる心臓外科チームをテーマとし、新たに試みた訓練方法（クロストレーニング）について訓練効果と展望について論ずる。

第1章では心臓外科領域でのチーム医療の重要性や訓練の必要性について示し、本研究の目的を述べる。

第2章ではクロストレーニングの実施方法とアンケート調査の方法について述べる。アンケート調査では自由記述の分析を行うため、その分析方法についてまとめる。

第3章では収集したアンケートの結果を **Grounded Theory Approach** に基づいて分析し、抽出した4つのラベルについて述べる。

第4章ではアンケートの結果をもとにクロストレーニングの効果について考察し、チーム医療におけるクロストレーニングの意義について論ずる。さらに状況認識の観点からチーム医療にどのように関連するのかを考察し新たな知見を述べる。

総括では、本論文で得られた研究成果をまとめるとともに、今後に残された研究課題について述べる。

## 第1部

医療機器を操作する医療従事者（個人）を対象とした  
シミュレーション教育・訓練について



## 第1部 医療機器を操作する医療従事者（個人）を対象としたシミュレーション教育・訓練について

### 第1章 緒言

#### 1-1 医療機器が関わる医療事故について

公益財団法人日本医療機能評価機構が2016年6月に発表した医療事故情報収集等事業の第45回報告書によると、2016年1月から3月の間で950件の医療事故情報が報告されている<sup>11)</sup>。単純に1年分に換算すれば3,600件を上回る。このうち医療機器が関わる事故は22件あり、死亡事故が3件、障害残存の可能性のある事故が5件報告されている。一見少ないように感じるかもしれないが、死亡事故を含むことから重大であると捉えるべきである。生命維持管理装置の一つである人工呼吸器に関しては、医療事故情報の報告も多く、過去に遡ると第21、22回、第23回、第24回、第25回の「ヒヤリ・ハット事例収集」では、2007年1月から12月までの間に分析対象となった「人工呼吸器に関するヒヤリ・ハット事例」が162件<sup>12)~15)</sup>、さらに医療事故情報収集等事業の第9回、第10回、第11回、第12回報告書では、2007年1月から12月までに累計24件の「人工呼吸器が関わる事故」が報告されている<sup>12)~15)</sup>。2007年から10年の月日が経過した今日、医療事故情報収集等事業第45回報告書では、「人工呼吸器についての医療事故」をテーマとして報告がされている。この報告書には2010年1月から2016年3月までの期間に人工呼吸器に係わる事故として、43件の医療事故情報が報告された<sup>11)</sup>。

このように、医療事故の中でも医療機器に係わる事故、さらに、生命維持管理装置である人工呼吸器に関する事故が多数発生している。人工呼吸器が関わる事故は、患者の生命に重篤な影響を及ぼす可能性があるため、できる限り防がなければならない。

#### 1-2 生命維持管理装置「人工呼吸器」について

人間のからだは鼻腔および口を介して大気中から酸素を肺内に取り入れ、同時に体内で産生された炭酸ガスを肺から気道を通して大気へ排出する換気という機能を持っている。そして肺内に取り込まれた酸素は、肺胞膜を介して拡散により血液中に移行し、同時に血液中の炭酸ガスは肺胞内に排出される。これをガス交換という。この換気とガス交換機能がなんらかの原因で抑制されると、人間のからだは低酸素症および高炭酸ガス症になり重篤な障害を受けることになる。このような場合に、気道を確保して人工的に換気を行うのが人工呼吸で、その際に用いられる機器を人工呼吸器という。

### 1-3 医療機器の警報について

人工呼吸器をはじめとする医療機器には警報（アラーム）が備えられているが、これは医療機器を使用している患者の状態の変化や患者と医療機器の接続状態ならびに医療機器自体の異常を知らせることが目的である。現状として、このアラームはすべてうまく作動しているわけではなく、このことが医療事故多発の原因となっている可能性がある。実際には「人工呼吸器の無呼吸アラーム表示がわかりづらく、アラーム音も他のものと区別が付きにくいため気付くのが遅れた」や、「人工呼吸器のアラーム設定が不適切なためアラームが鳴りつづけていた。呼吸条件を変更する間、消音させるつもりで誤って異なるダイヤルを操作したことに気がつかなかった」というような大きな事故に至らなくても、そのおそれがある事例が多数発生していると厚生労働科学研究『医療用具の警報装置の現状と問題点の調査研究』において報告された<sup>16)</sup>。

このようにアラームが医療事故を誘発する原因となっている事例も多数あり、アラームが適切に機能していないと異常状態が早期発見できず、また、アラームに対する処置が不適切であったり遅れたりすると重大な医療事故につながる可能性がある。

#### 1-4 人工呼吸器を操作する医療従事者の現状

人工呼吸器は生命維持装置として、現代の医療に欠かせない機器であることは先に述べたとおりであるが、その操作を業務とする職種には、医師、看護師、臨床工学技士などが挙げられる。中でも人工呼吸器の操作に携わることが最も多いのは、日夜患者の観察をしつづける看護師である。人工呼吸器の使用場所は重症患者を管理する集中治療室や救命救急センターのみならず、一般病棟や在宅医療に至るまで多様化してきているが、特に重症患者の多い集中治療室においては連日人工呼吸器が稼働していることもあり、看護師が操作、監視、アラーム発報時の対処をすることが多い。アラーム時には操作者が非常に緊迫した状況となり、精神的にも切迫感や焦燥感を感じる状態となるが、このような中においても、速やかで的確な判断や行動が求められる。

施設によっては毎年のように新人看護師が着任することもあり、操作経験が浅く不慣れな看護師が人工呼吸器の監視や操作に携わることもある。現状では、操作者によって対処時間などのパフォーマンスに差があるのではないかと考えられる。

人工呼吸器に対するパフォーマンスの差は、患者の命に大きな影響を及ぼす。人工呼吸器に関する事故を防ぐには、人工呼吸器の適切な設定、操作等を行うこと、異常が発生した場合には、その異常を検知し、適切な対処を行うこと、が必要であるとされている<sup>17)</sup>。患者の状態変化に対する対処としては当然のことながら、患者の状態が悪化する前に機器に関わる誤りや設定間違いなどの不適切な状態をいち早く解決することが必要である。

実際の臨床現場では、全くの新人が一人で患者に付くことは少ない。大抵の場合はベテランが新人の指導をする。しかし、万が一、新人が一人になったときに機器の異常が重なってしまった場合、何もできなかつたり、誤った対処をしてしまうと、患者に多大な影響を与えてしまう。新人に限らず、不慣れな操作者においても同様なことが言えるだろう。操作者が的確に対処できることが、患者の安全につながると考えられる。

このように、たとえひとりで機器の対処をしなければならない場合であっても、医療従事者の操作経験に依ることなく、速やかにかつ的確にアラーム発生の原因が何かを明らかにし、対処することが操作者に求められている。

### 1-5 医療機器が関わるアラーム発報時に関する研究について

臨床現場において、医療機器を使用中に何かしらの不具合が発生した場合、医療機器はアラームを発報する。アラームに関する研究は数多くあるが、中でも Phillips は医療現場で発生するアラームの中で、特定のアラームの原因を同定するためにアラーム設定の使い方の改善方法について報告している<sup>18)</sup>。また、Block らは様々なアラームが発生した場合の操作者の困惑を軽減するためのアラーム設定や音、さらには間違いアラームをどのように改善すべきかを報告している<sup>19)</sup>。これらのように医療機器が関わるアラームの研究としては、アラームが発報した場合の環境やアラームの設定をどうするかといったものが多く、アラーム発報時のような緊急時または危機的状況の中での操作者の対処行動や思考過程に着目した研究は少ない。

### 1-6 緊急時に要求される技能（スキル）について

医療機器のアラームが発報しているような緊迫した状況では、焦り、怒り、不安、心配事、憂鬱などの心理的要因が伴い、これらはしばしば熟練者の能力さえも阻害することがある。このような状況下では、特にスキルが求められる。スキルについての研究では運動スキル (motor skill) と認知的スキル (cognitive skill) とに区別されることが多い。運動スキルとは身体的な動きが重要な役割を果たしている技能のことで、認知的スキルとは認知的な心の働きが重要な役割を果たしている技能のことをいう。対処行動の流れの中で実施する判断がこれに当たり、医療機器のアラーム時には認知的スキルが求められることが多い。認知的スキルは知識を得るだけでなく、訓練や経験を積むことによって獲得することができる。しかし、人間は、中、長期的には経験の蓄積や訓練によって能力やスキルが増幅するが、時間の経過による忘却などによって能力やスキルが減退することがわかっている。このような人間の特性からも、継続して訓練することの重要性がわかる。



### 1-7 操作者の訓練に関する研究について

鉄道などの分野において、喜岡らは列車運転シミュレータを用いた運転士の訓練方法を提案している。運転士には原因がわからない異常時場面などの際の心理状況を疑似的に体験させ、ディブリーフィング（ふり返り）により気づきを促すことなどで、異常時対応能力の向上を図ることを目的とする教育訓練プログラムである<sup>20)</sup>。

また、原子力発電の分野において、高橋は予期せぬ状況下の人間のふるまいについてシミュレータを用いて実験的に検証している<sup>21)</sup>。

プラントの操作においては、例えば原子力発電所の運転の場合、最近では実プラントに近い雰囲気での運転制御の訓練ができる訓練用のフルスコープシミュレータが原子力発電訓練センターに設置されている。そこでは、ヒューマンエラー削減の目的も含めて、運転時操作の訓練や複雑なトラブル対応操作などの事故時操作の訓練も行われている<sup>22)</sup>。さらに各発電所には制御盤の4分の1ほどの大きさのエンジニアリングシミュレータが設置されており、日常的に個人訓練やチーム訓練などが行えるようになっている。プラント等の分野ではヒューマンエラー削減を目的にシミュレーション訓練が先駆けて実施されている。

このように、操作者への訓練は多分野において研究テーマとなり応用されているが、医療機器の緊急時の対応についての訓練に必要な要素を考察した研究は少ない。

### 1-8 医療における訓練について

医療現場では、最近、さまざまなシミュレータを用いた訓練が試みられつつあるが、まだまだ座学による知識の獲得を中心とした教育が一般的であり、生命に影響を及ぼす人工呼吸器に対しては、系統的な操作・対処の訓練があまりなされていないのが現状である。

医療機器について、操作者のアラームに対する対処を認知的な観点から調査した研究は少ない。著者らは、これまでに人工呼吸器のアラーム発報時のパフォーマンスを不慣れた操作者（初心者）と慣れた操作者（熟練者）で分類し、分析して発表してきた<sup>23)</sup>。その研究ではアラームが発報してから原因を同定し、対処した後にアラームが解除されるまでの時間（対処時間）のデータより、初心者は不適切な対処が多く、熟練者と比較して対処時間が有意に長いことが示された。しかし、その理由については行動パターンからの推論や被験者の実験後インタビューによる考察に留まり、訓練に必要な要素となる認知的な観点からの考察はなされていない。

#### 1-9 本論文での着眼点

以上のような背景に基づき、本論文では、生命維持管理装置である人工呼吸器のアラーム発報時における操作者のパフォーマンスの差について今一度検証し直し、行動パターンと思考過程に着目した。

模擬的な状況（シミュレーション）の中で、実際に操作者がアラーム発報時にどのような対処をするか行動パターンを調査し、その時の思考過程の違いを調べ、訓練を実施するにあたって必要となる要素について考察し論ずる。

## 第2章 人工呼吸器のアラーム発報時における操作者の行動分析と思考過程分析 –現状を把握するための検証（検証実験1）–

### 2-1 目的

人工呼吸器のアラーム発報原因の同定時および対処時の操作者の思考過程を明らかにし、操作者の行動パターンについて思考過程から分析することで適切に原因を同定するために必要な要素を考察する。

### 2-2 検証実験方法1

総病床数約500床のA病院の集中治療室および急患室に勤務する看護師合わせて19名に対して、人工呼吸器のアラーム発報時の対応操作について調査した。

検証実験参加者（以下参加者）が普段、業務で使用するものと同型の人工呼吸器（SIEMENS社製サーボ900C（以下サーボ900C））を実験用として用いた。普段から頻繁に使用する機器において対処に違いがあるかを見るため、使い慣れた機器を選定した。そのため、検証実験前に人工呼吸器の操作に関する説明は実施していない。図1-2-1に検証実験の様子を示す。

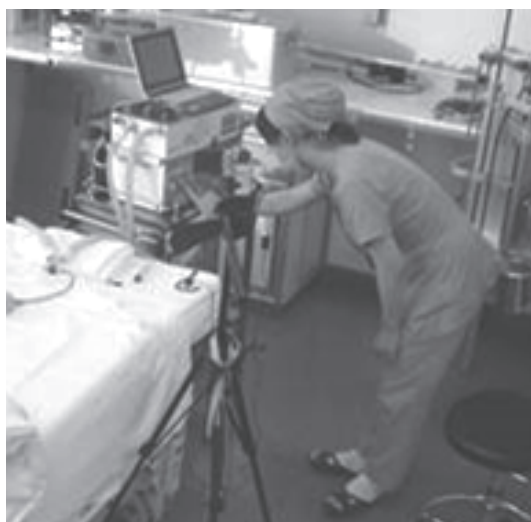


図1-2-1. 検証実験の様子

検証実験では、人工呼吸器にアラームを発報させて参加者に対処させた。

人工呼吸器をめぐる生じる典型的な事故は、①使用中の停止、②チューブトラブル、③アラームが役に立たないこと、の三つが挙げられる。

発報させたアラームは患者の生命に大きな影響を与える重要なアラームである呼気分時換気量警報とした。

呼気分時換気量警報が発生する原因としては、患者の呼吸状態が変化して起こる場合と、人工呼吸器の装置側トラブルが挙げられる。今回の実験では、主に操作するスタッフの誤りが原因で発生する装置側のトラブルに注目し、比較的気づきにくい“アラーム設定の誤り”による分時換気量警報とした。図 1-2-2 にアラームの種類と呼気分時換気量アラームの発報原因を図式化した。今回の検証実験では赤い矢印で示されているように原因の同定を進めると、警報解除となる。

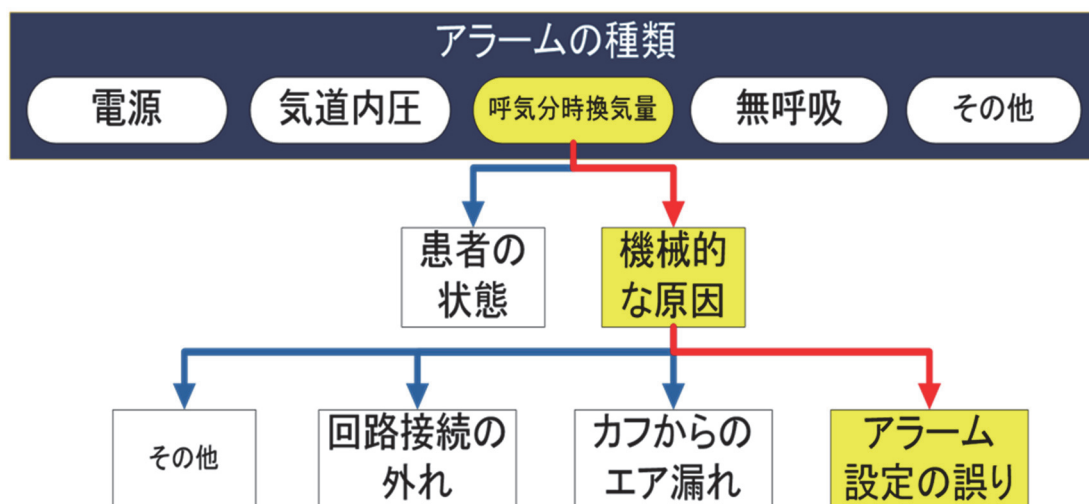


図 1-2-2. アラームの種類と原因同定の流れ

人工呼吸器本体の初期設定は、動作圧 60mmHg、分時換気量 7.5 L/min、吸気フローパターン 定常流、呼吸回数 12 回/min、吸気時間 25%、吸気末休止時間 30%、気道内圧上限警報 60mmHg、分時換気量上限警報 8.0L/min、下限警報 7.0L/min とした。

検証実験の設定状況は、人工呼吸器が適正な設定で動作中に、操作者ではない第三者（医師）が設定換気量を 7.5L/min から 7.0L/min へ変更し、アラーム設定の変更をしなかったため、分時換気量の下限アラームが発報したことを想定した。なお、参加者には、アラーム発報時、シミュレータであるため患者の状態に変化がないことをあらかじめ提示した。

“アラーム設定の誤り”だけを原因にすると課題を記憶してしまう恐れがあるため、分時換気量アラームの原因と考えられる他の原因（加湿器部の外れ、ウォータトラップ部の外れ、患者回路と気管チューブの外れ、回転コネクタのキャップ部の外れ、カフ内空気の漏れが原因の分時換気量低下）についてもランダムに出題し、それぞれの場合における対処行動についても同様に記録した。本論文では、これらの記録の中から“アラーム設定の誤り”について分析し、考察する。

また、アラーム発報から解除までの対処時間を測定した。さらに、作業中の参加者の行動や発話内容はビデオカメラで撮影・記録した。

検証実験のながれを表 1-2-1 に示す。参加者にはアラームが発報するまでの間、別の作業（資料を読む）に集中してもらった。人工呼吸器のアラームが発報した時点を検証開始とし、参加者はアラーム発報の原因を探し、対処する。アラームが解除された時点で検証終了とした。

作業中はできるだけ考えていることを言葉に出してもらおうようにした。作業中の発話については、人工呼吸器の回路組立時に考えていることを発話するように検証実験前に練習を実施した。

発話回数の個人差を減らすため、検証終了後に録画映像を振り返り、発話のない行動について聞き取り調査を実施した。

表 1-2-1. 検証実験のながれ

1. アラーム発生（実験開始）
2. アラームの原因を探す
3. 原因を発見したら対処する
4. アラーム解除（実験終了）

### 第3章 検証実験1の結果および考察

#### 3-1 対処時間について

集中治療室に勤務する看護師13名、急患室に勤務する看護師6名、それぞれの参加者の対処時間を調査したところ、図1-3-1に示すような結果を得た。平均対処時間は $84.4 \pm 43.7$ 秒であった。60秒付近を境に手早くできるグループとそうでないグループに分かれる結果が得られた。

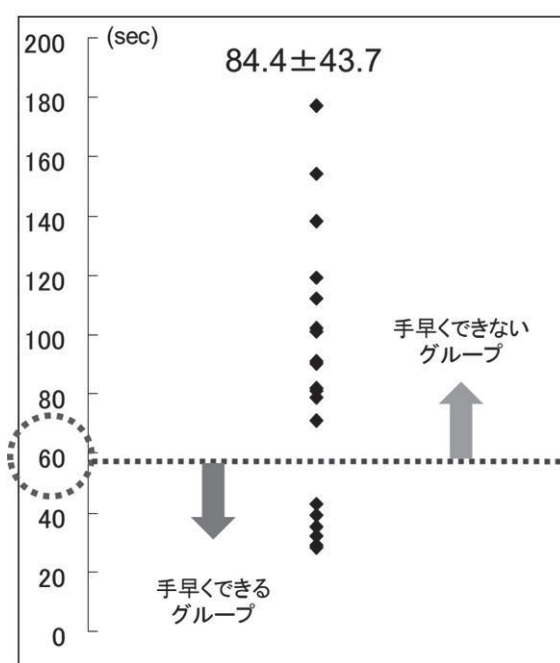


図1-3-1. 実験参加者の対処時間

### 3-2 グループ分けについて

対処時間が 60 秒以上のグループを不慣れたグループ (Inexperience Group、以下; IG)、60 秒未満のグループを手慣れたグループ (Proficient Group、以下; PG) として、検証することとした。IG は 13 名、PG は 6 名となった。内訳は、集中治療室勤務の看護師において IG7 名、PG6 名、急患室勤務の看護師において IG6 名、PG なしであった。

人工呼吸器の使用頻度を考慮すると、集中治療室ではほぼ連日稼働しているのに対し、急患室では対象の疾患を患った患者にのみ使用されることから、勤務場所の違いにより人工呼吸器使用の経験時間が大きく異なることもあり、急患室勤務の参加者に PG がいなかったのではないかと考えた。

次にグループ間の対処時間の違いについて行動および発話データを基に考察するが、参加者の職場の違いによる使用状況の差が分析に影響しないように、行動パターンと発話データの分析は集中治療室勤務の参加者においてのみ実施することとする。

### 3-3 取得した行動パターンと発話データについて

集中治療室勤務の参加者について、IG が 7 名、PG が 6 名の行動および発話のデータを得た。各参加者のデータは巻末資料 1-1 から 1-13 に示す。表 1-3-1(a)(b)は IG のうち、ひとり (参加者 K) の結果である。

この参加者の特徴としては 38 秒あたりでアラーム設定の誤りを疑い、訂正するが、原因が分からないことによる混乱などから、原因である下限警報設定ではなく上限警報設定を動かしてしまうというエラーが発生している。このことが、この後の対処にも影響を与えている。51 秒の時点で、下限設定を訂正しているが、上限警報設定を動かして元に戻さなかったため、本来、下限設定の誤りが原因であったのが、上限警報設定の誤りにすり替わってしまうという事態が生じてしまっている。この事態に気づかないため、この後、アラームが発報する原因とは直接関係のないチェックをしてしまい、時間が経過している。

各参加者の発話および行動のデータをひとつずつ分析し、行動パターンに注目してみると、IG および PG のすべての参加者は、各々細かい順序などの違いはあるものの、換気量メーターの確認を中心にアラーム発報の原因を探ることが浮き出てきた。

表 1-3-1(a). 検証実験 1 における参加者 K の発話および行動

時間	発話	行動	理由	
0				アラーム発生
2		機器のほうへ向かう。	アラームが鳴ったので。	
5	鳴りました。	消音ボタンを押す。	音が鳴っているとうるさくて作業しにくい ため。	
12	これが設定されてて..	換気量の設定を確認する。	患者の換気量の設定がどれくらいか知り たかったから。	
13	換気量が上がってます。	アナログメータを確認する。	換気はされているのかどうか確かめるた め。まず確かめなければいけないと思っ た。	
19	気道内圧が上がってます。	気道内圧メータを確認する。	気道内圧は変化していないかなどうか確 かめるため。換気量は確保されているよ うだったので気道内圧がどうか確かめ た。	
24	回路かな？	回路の接続を確認する。加温加湿器の 確認。	換気はされていたが、とりあえず換気量 警報なので接続を確認しておこうと思っ たから。	
30		患者接続部の確認。	順番に調べた。	
34		ウォータートラップ部の確認。		
37		アナログメータを確認する。	回路の接続を確認したので、再度アナロ グメータを確認した。	
38	上限が...	アラーム設定ダイヤルを触る。	回路の外れがなかったので、設定かなと 思ったが、よくわからなかった。	
44	上限警報じゃないですね..	上限設定ダイヤルを少し動かす。	原因かどうかわからないが、少し動かし てみた。	
47	下限が..	下限設定ダイヤルを触る。	上限を触ったので、次は下限を確かめ た。	
51	下限が7になってて上がって ます。	下限設定ダイヤルを動かして調整す る。	換気量より高かったので、間違っている と思い、下げた。	

(秒)

表 1-3-1(b)につづく



表 1-3-1(b). 検証実験 1 における参加者 K の発話および行動

時間	発話	行動	理由	
59	タイダル320...	デジタルメータを確認している。	アラームが鳴り止まないのになんとなく確かめた。	
62	えーっと。	回路の接続を確認する。患者接続部の確認。	原因が分からなかったのもう一度回路を確かめてみた。	
69		加温加湿器、ウォータトラップ部の確認。		
72		アナログメータを確認する。	換気量に変化がないか確かめた。	
77		下限設定ダイヤルを触る。	換気量は変化がないので、やはり設定かなと思い、触ったが、下限設定は合っているのになんだろうと思った。	
80		アナログメータを確認する。	本当に換気されているか確かめた。	
83	あれ？	全体を見渡す。	何が原因なのかわからず、考えた。	
87	なんで？	デジタルメータを確認している。	見ると何か変化があるかと思い、確かめた。	
98		考え込む。		
113		全体を見渡す。	換気量警報なのに、換気されているからなんだろうと思った。	
119	設定？	アラーム設定を見る。	やはり設定かなと思い、もう一度確かめてみようと思った。	
123		上限の誤りに気づき調整する。	下限の誤りにばかり気がいってしまっ て、上限に気づかなかった。	
128	あ。	下限設定をもう一度調整する。	もう一度下限を確認しておこうと思ったから。	
135	下限、上限が高かったですか？	警報ランプを確認する。	アラームが解除されたかどうか警報ランプをみて確かめた。	
138	アラームが止まりました。		警報ランプが消えたので。	アラーム解除

(秒)

### 3-4 行動パターンについて

これらの参加者の行動パターンをまとめたものを図 1-3-2、図 1-3-3 に示す。図 1-3-2 IG の行動パターンでは、換気量メーターを確認後、回路の接続確認や、カフの空気漏れを疑い、即時確認する行動が見られた。アラームの原因はどちらでもないので、当然アラームは解除されず、あれこれ探しているうちによりやくアラーム設定の間違いだということに気づく。そしてアラーム設定を確認して異常であることを理解し、ようやくアラームが解除されるというのが IG の行動の流れである。7名のうち2名が対応の途中で分からなくなってしまい、誰かほかのスタッフを呼ぶと回答し、原因の同定を断念する結果が見られた。

回路接続の細かい部分やカフの空気漏れをチェックする順番は参加者により異なるが、7名の参加者すべてが図 1-3-2 左下付近に示す※の過程を繰り返す行動パターンを示した。

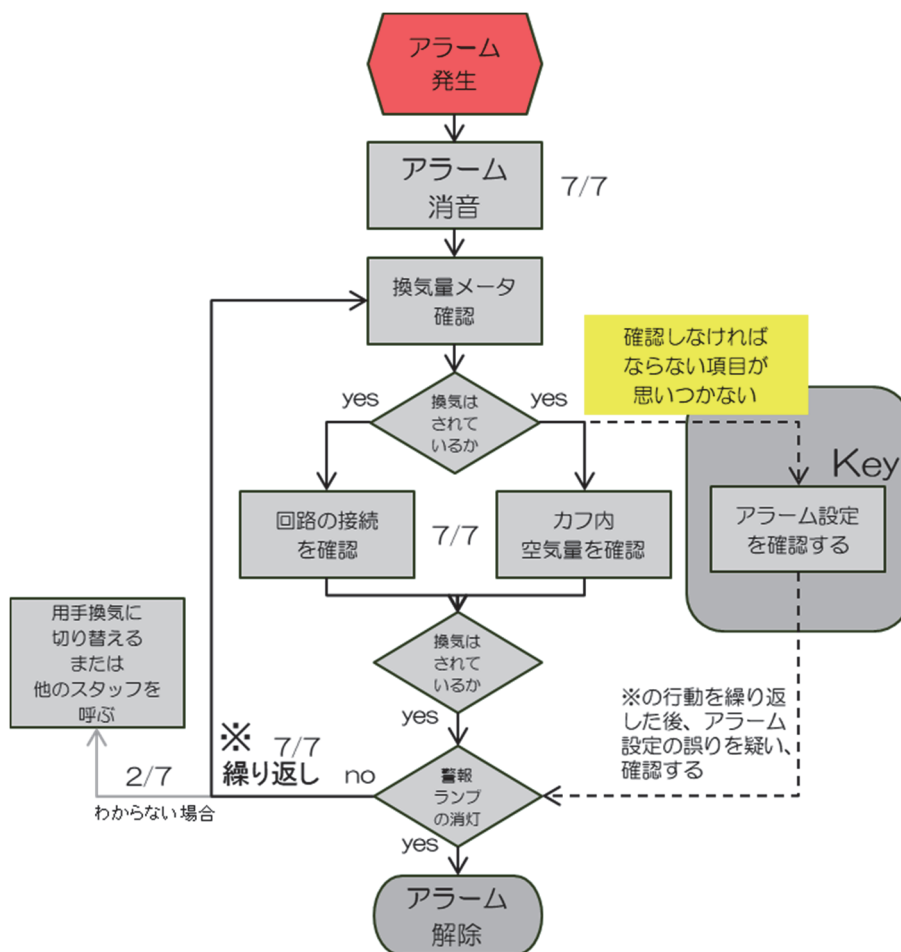


図 1-3-2. IG の行動パターン

図中の分数は 実施者数/参加者数 をあらわす。7名中2名が途中で分からなくなり、原因の同定を諦めてしまう結果が見られる。原因が同定できず、誤った原因の同定と失敗を繰り返す様子が見て取れる。

一方、PGの行動パターン（図1-3-3）はIGのパターン（図1-3-2）にある※部分の繰り返しが見られず、すばやく原因を同定し解除している。PGの参加者5名が換気量メーターの確認後、正しく原因を同定し対処できている結果となった。

ここまでの分析では対処時間が60秒付近を境として2グループに分けて検証したが、行動パターン分析からもこのグループ分けで検証を進めてよいことが明らかになった。

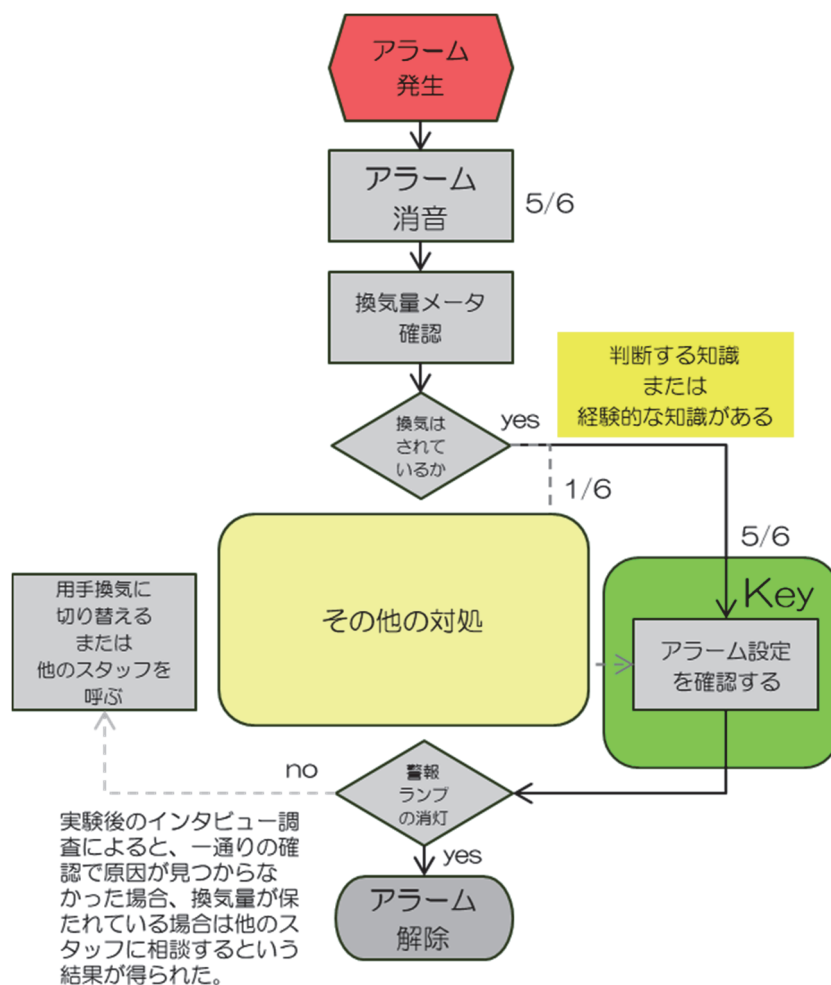


図 1-3-3. PG の行動パターン

図中の分数は 実施者数/参加者数 をあらわす。6名中1名（資料1-4）がアラーム設定以外の対処をした。しかし、すぐに正しい同定をすることができ、アラーム解除に至った。

### 3-5 SRKモデルによる行動分析

人は、外界からの情報を認識し、それに対応する行動を計画して実行するが、各段階で用いられる注意の程度は実行者の習熟度とそのときの状況などによって異なるといわれている。各段階における注意の程度によって、行動パターンはナレッジベース (Knowledge-Based Behavior)、ルールベース (Rule-Based Behavior) スキルベース (Skill-Based Behavior) のように3つの段階に分類される (図 1-3-4)。これは一般的に Jens Rasmussen の SRK モデル<sup>24)</sup>と呼ばれ、ヒューマンエラーの分析などでよく用いられている。今回の検証実験ではヒューマンエラーについては検討しないが、参加者の行動パターンについて、どのレベルにあるかを明確な基準をもって示すために SRK モデルで検討した。

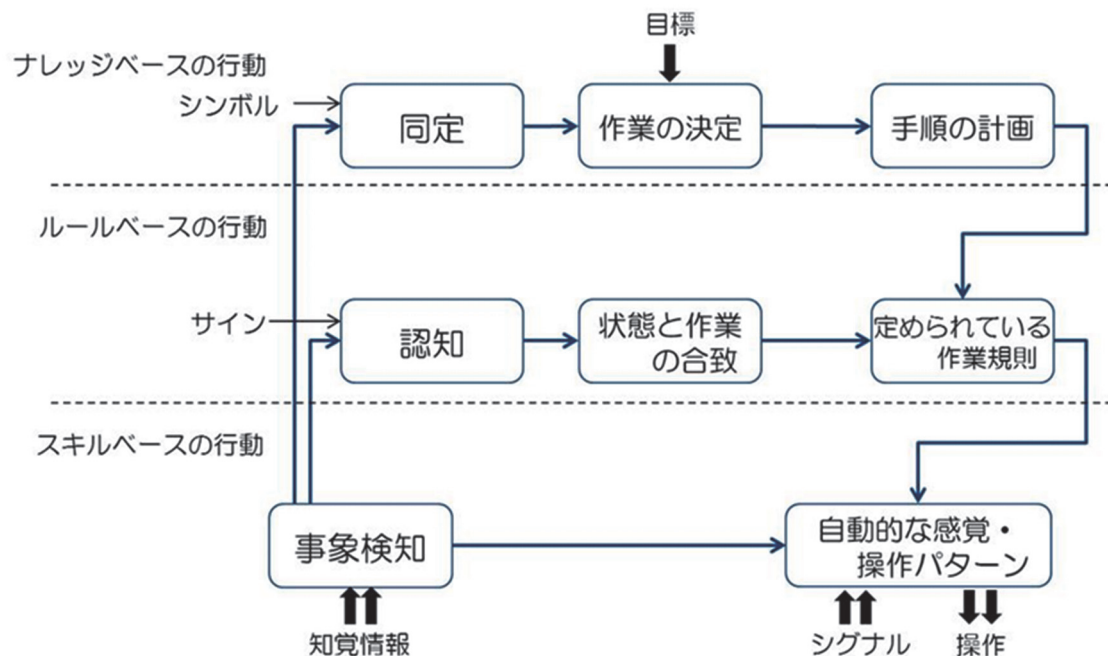


図 1-3-4. Rasmussen の行為の3段階モデル (SRK モデル)

SRK モデルの各段階について以下に概説しておく。

(1) ナレッジベースの行動 (Knowledge-Based Behavior)

初心者レベルの行動を想定している。例えば、新人や経験のない不慣れな操作者は、訓練を受けずに、医療機器を簡単に操作し、問題に対する対応ができるものではないと考えられる。スムーズな流れで操作や対応ができるようになるには相当の訓練が必要となる。このレベルの操作者が操作や対応をするとき、ほぼ全ての注意が使われており、これまでに得た知識や経験をすべて機能させる必要がある。このような段階での行動をナレッジベースとよんでいる。初めての経験や普段あまり起こらない事象などに直面した場合や知識や経験が少ない初心者などは、この段階にあたり、ナレッジベースの行動を取っていると考えられる。

(2) ルールベースの行動 (Rule-Based Behavior)

問題に対する対処方法が既に決まっていることで滞りなく問題を解決することが出来るような行動のことをルールベースとよんでいる。マニュアル通りに実施すると解決するような行動を指す。業務上においても医療機器を常に取り扱い、訓練されている操作者が操作や対応する場合の行動が考えられる。操作に一定の順序ができ、手慣れてくる状態で、行動に少し余裕が出てくる。熟練者となる途上の行動と考えられる。

(3) スキルベースの行動 (Skill-Based Behavior)

繰り返し何度も操作し、訓練されていくうちに、取り扱いに慣れてきて、意識せずに体が反応するレベルをスキルベースとよんでいる。無意識のうちに行動が出るため、うっかりミスや度忘れといった状態が起きやすく、さらにそのことに気付きにくいとされている。

初心者や不慣れな操作者の行動は、はじめはほぼナレッジベースの行動であるが、徐々に慣れてくるとルールベースの行動に変化し、最終的には、意識することなく操作するようなスキルベースの行動レベルとなっていく。

検証実験で得られた行動パターンを SRK モデルで検討する。IG において、図 1-3-2 で示した行動パターンと巻末資料 1-7 ～1-13 の行動データを基に SRK モデルに対応させてみることにする。図 1-3-5 に SRK モデルに当てはめた IG の行動パターンを示した。まずアラームの発生で知覚情報を得てからアラーム消音する行動は「事象検知」に対応する。次に換気量メータを確認しているが、これは状況を認識するための行為として捉えられるため、ルールベースの行動の「認知」に対応すると考えられる。その後、換気量が保たれているか確認して判断するが、うまくいかず、思い当たる原因を知識と当てはめるところは「同定」に対応する。考えつく原因を同定したら何をすべきか決めて方法を考えるが、ここは「作業の決定」と「手順の計画」に対応する。方法が決まったら適した対処を実施する。これは「定められている作業規則」と「操作パターン」に対応する。そして、実施した操作の結果が不正解なら、再度、考えつく原因の同定を繰り返す。つまり、ナレッジベースの行動を正解するまで繰り返す行動が見受けられる。このことから、不慣れた操作者の対処時間が長くなる理由としては、単純に不慣れた操作者がナレッジベースの行動レベルであるということだけでなく、ナレッジベースの行動を繰り返しているためであるといえる。

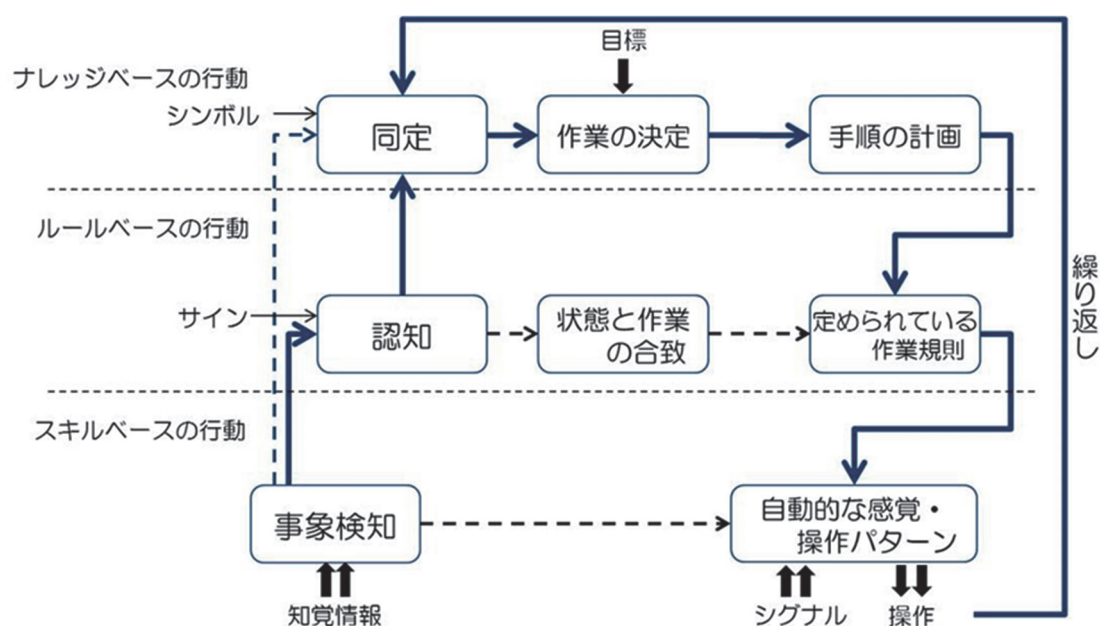


図 1-3-5. SRK モデルにおける IG の行動パターン

不慣れた操作者がナレッジベースの行動レベルであるということだけでなく、アラーム解除に失敗した後もナレッジベースの行動を繰り返していることが理解できる。

一方、PGについては、SRKモデルにおける事象検知から認知まではIGと同様であった。図1-3-6にSRKモデルに当てはめたPGの行動パターンを示す。実際の行動では換気されているかという確認で、換気されている状態のため、患者も安全でかつ回路の漏れやはずれではなく、アラーム設定の誤りであるという的確な状態と実施すべき作業を合致させることができている。そのため、IGとは異なり、ルールベースの行動をしっかりと維持できていることがわかった。適切な操作対応の後、アラームが解除されるので繰り返し行動もなく、作業を終えることができる。このことから、PGはルールベースの行動において、状態と作業の合致ができているため、繰り返し行動もなく対処時間が問題のレベルに沿った時間となるといえる。

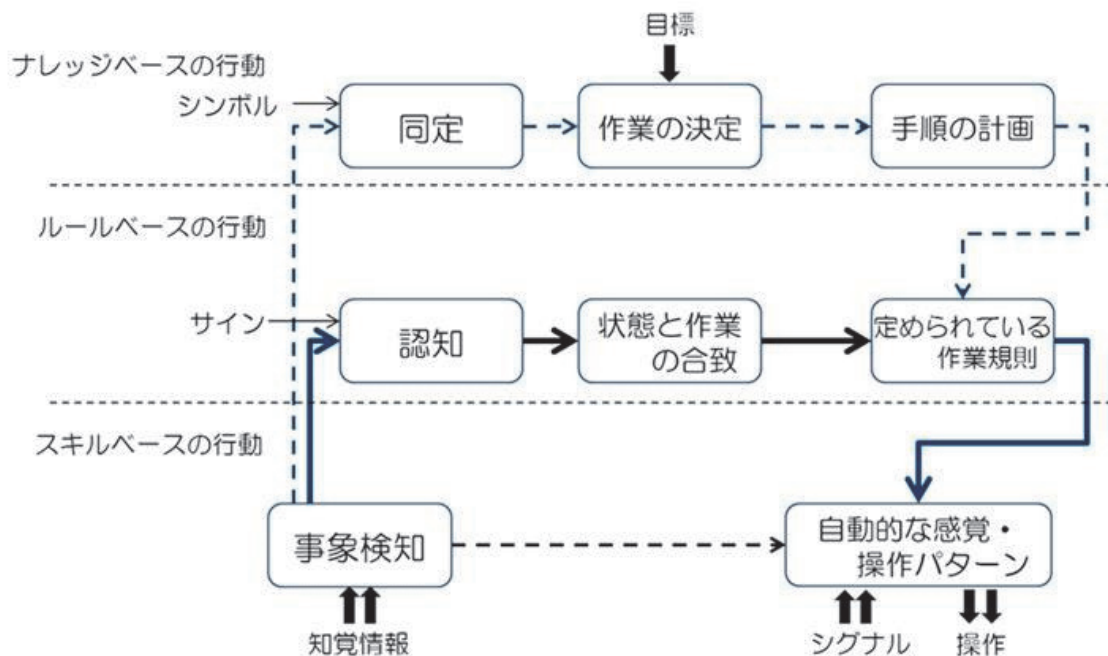


図1-3-6. SRKモデルにおけるPGの行動パターン

アラーム発報の状況を把握して的確に状態と実施すべき作業を合致させることができている。繰り返し行動はなく、ルールベースの行動をしっかりと維持できていることが理解できる。

ここまでは行動パターンから見た、IGとPGにおける対処時間の違いについて検討した。SRKモデルを基に、行動パターンの違いについて明確に考察できたものの、ルールベースの行動における認知のところで、なぜIGとPGの行動が異なってしまっているのか明らかになっていない。

そこで、次は発話データを基に思考過程について検討し、認知的な観点から行動パターンの違いについて考察する。

### 3-6 プロトコル分析について

発話思考法を最初に提案した Ericsson らは、短期記憶上にある言語情報をそのまま発話したもの、あるいは短期記憶上の非言語情報をそのまま言語化・発話したものを言語プロトコルデータとしている<sup>25)</sup>。ここでいわれる言語プロトコルデータを対象として行う分析をプロトコル分析という。

プロトコル分析の特徴は、語られた言葉を、語り手が語りたかった内容としてではなく、発話者の認知過程の結果、表れた現象として扱う点にある。すなわち対象の目的は、発話の内容自体ではなく、その発話をもたらした認知過程であるとされている。プロトコル分析は、必ず何らかの認知過程モデルと関わりをもつ分析技法であるとされる<sup>26)</sup>。これらのことから、認知過程の結果から発生する思考過程について分析するために、言語プロトコルデータを収集した。

### 3-7 思考過程分析について

検証実験1で得られた行動パターンと発話内容および検証実験後の内省（ふり返り）から、参加者の思考過程をまとめたものを図1-3-7(a)、(b)に示す。IGとPGに思考過程の違いがみられた。

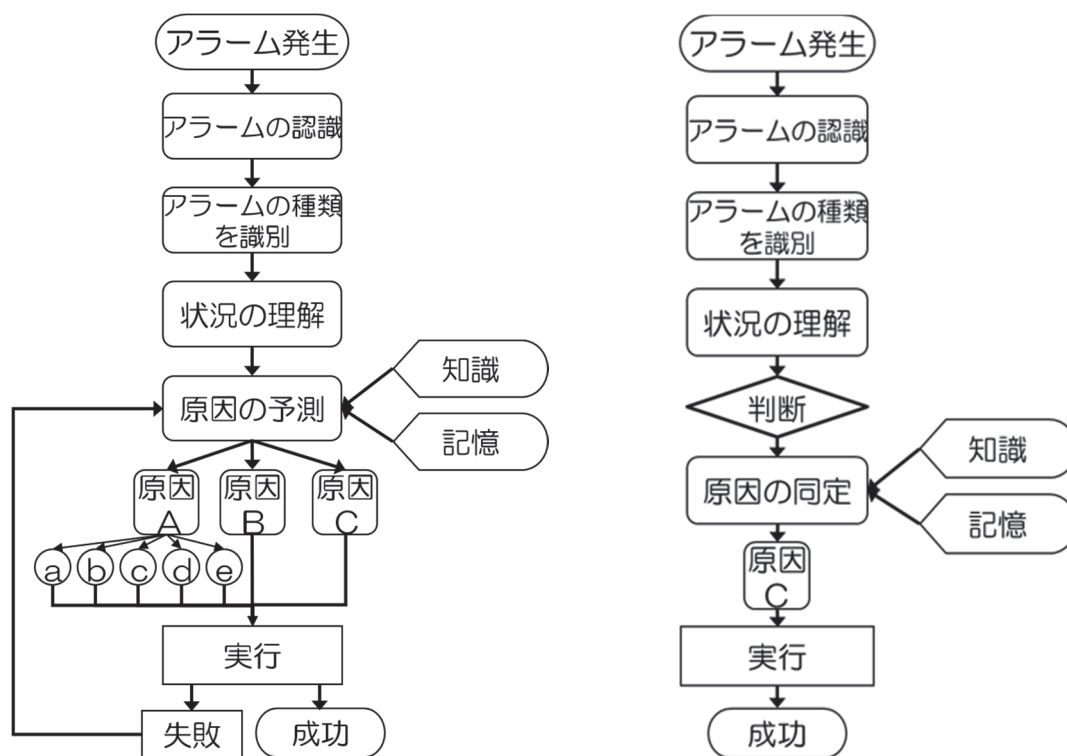
図1-3-7(a)のIGでは、アラームが発報すると、まずアラームを認識する。次に機器本体のアラームランプの点灯箇所により、アラームの種類を識別する。そして、各メーターなどが示す情報から患者の安全状態や機器の状況を理解する。本来なら既得の知識と各メーターの数値を認知することで原因の予測を思考する過程となるが、適切な原因を想起することができなかつた場合または一度予測した原因を基に対処したが不正解であった場合には、対処行動の結果が正解するまで、思い当たることからひとつずつ選んで行動する過程が見られた。この時、その対処行動が正しいかどうかは分かっていないため、憶測での行動となり、対処の実行、失敗を繰り返すと考えられる。状況は理解できても正しい同定ができないことや遭遇している状況でどの知識を当てはめればよいのか分かっていないことから、アラーム発報時の対処については、「換気量警報の原因＝回路が外れている」というような宣言的知識だけでなく、「換気量警報が鳴ったら、患者の容体を確認して、換気量が確保されていることを判断する」といった状況判断を含めた、手続き的知識を合わせ持つ必要があると考えられる。IGでは確認すべき項目の知識（宣言的知識）はあるが、どの状況のときにこれらの項目が適用されるかの知識（手続き的知識）が確かではないと考えられた。

一方、図1-3-7(b)のPGについては、アラームが発報してから状況の理解まではIGと同じ過程を取った。アラーム発報原因の同定に際して、既得の知識や各メーターの数値を認知して、換気の状態を判断し、原因を思考、同定する。



その後、原因への対処行動へ移ることが明らかになった。IGに見られなかった状況の判断については、換気量メーターを確認して換気が保たれていなければ患者への対応や回路外れを想定して対処行動に移るが、換気量が保たれていれば、それ以外の原因であり、「機器の設定」であると判断して原因を同定していることが分かった。つまり、PGは状況判断を含めた手続き的知識を駆使していることが判明した。

この結果から、原因を同定する際に「状況に必要な判断」、今回の検証実験では「換気量警報が鳴っている状況で換気量が保たれているか」という判断をしているか否かが、ルールベースの行動に移行するか、ナレッジベースの行動を繰り返すかといった参加者の対処行動に影響を及ぼしていることが考えられた。アラームの原因の知識がないからではなく、判断（既得の知識を結びつける思考）ができていないことが、参加者ごとの手順の違いを発生させ、対処行動などの結果に影響を与えていると解釈できる。



(a). IG の思考過程

(b). PG の思考過程

図 1-3-7. IG および PG の思考過程

IGの思考には状況に見合った判断がなく、あらゆる可能性を探索する過程がみられる。一方PGは原因の同定の前に判断があり、繰り返し探索するような過程はみられない。

#### 第4章 提案

IG については、PG が行った状況判断を含めた手続き的知識を得ることで、アラーム発報の原因を同定するための思考が的確になり、これまでよりも早く的確に解決することができると考えられる。このことから、原因を同定するための判断情報を教示することでIGの対処行動をPGに近づけることができると考えた。しかし、PG のもつ宣言的知識を画面上に羅列して教示しただけでは、初心者は換気量が保たれている状況を理解することなく、与えられた情報を拘子定規に適応してしまうと考えられる。既得の知識や機器が示す情報を認知し、状況に適した思考ができるように、状況判断を補助することがIGには必要と考えた。そこで、教示方法として、PGの対処行動のながれを基にした状況判断を示すガイダンス画面を作成し、作業中に利用することで、対処行動がどのように変化するかを検証することとした。

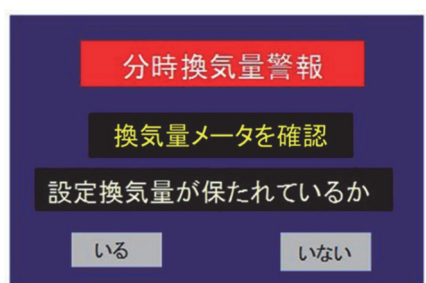
## 第5章 人工呼吸器のアラーム発報時における確認項目のガイダンスに関する 検討—教示を与えた場合の行動および思考過程分析（検証実験2）—

### 5-1 教示方法について

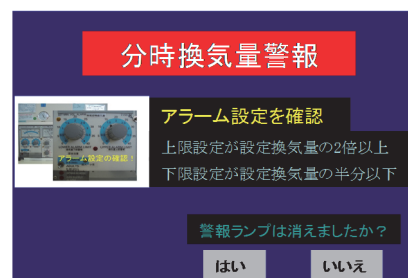
教示方法として、取扱説明書のような紙面によるもの、音声、画像などが挙げられる。実験では、紙面上から手順を探したりする手間や、聞き逃したりすることを避けるため、処理が速く正確で、多様な表現形式で情報を表示することができるパーソナルコンピュータを用いて図 1-5-1 に示すガイダンス画面を作成した。ガイダンスは、分時換気量のアラームが発報すると図 1-5-1 (a)が画面上に表示され、状況を確認して選択すると、選択に対応した次の画面(図 1-5-1 (b))が表示される。さらに状況を確認して選択し、先に進んで行くと、選択が正しければアラーム解除につながる仕組みになっている(図 1-5-1 (c))。選択項目は、勘違いすることがないように項目で、2 択とした。

### 5-2 検証実験方法 2

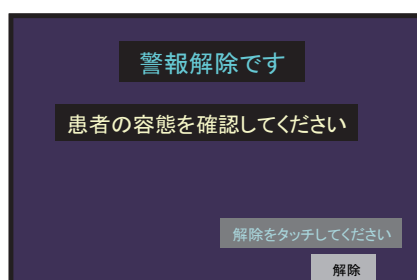
参加者は集中治療室、急患室に勤務する看護師で、検証実験 1 の IG 13 名とした。また、人工呼吸器、設定条件および実験のながれは、検証実験 1 と同様にした。



(a) アラーム発生時表示画面



(b)確認項目選択後の表示画面



(c)アラーム解除時表示画面

図 1-5-1. ガイダンス画面

表示された状況を 2 択で選択することで次の対応に進む仕組みとなっている。2 択の状況判断は PG の思考過程を基に作成した。

### 5-3 ガイダンスの作成について

ガイダンスの方法として、操作者に解釈や理解を一切求めないもので、指示通りに対処すればよいというような直接的な支援と、状況の解釈や理解を求め、それに応じたガイダンスを示すような間接的な支援が挙げられる。すべての突発的な事態をあらかじめ想定してガイダンスに組み込むことは現実には無理があることなどから、ここではガイダンスを間接的な支援として捉えた。

ここでは状況に適した確認行動が重要であることを意識して、現状を判断して選択肢（“はい” または “いいえ”）を選ぶとそれに合わせた確認項目が表示される、状況選択方式にガイダンスを作成した。

ガイダンスは富士通社製パーソナルコンピュータ FMV-830MT（以下 PC）およびタートル工業社製 AD コンバータユニット TUSB-1612ADSM（以下 AD コンバータ）を使用した。図 1-5-2 に示すようにサーボ 900C 本体の上部に PC および AD コンバータを設置した。アラーム信号は、図 1-5-3 のようにサーボ 900C 本体のアラームボードにリード線をはんだ付けして、AD コンバータを介して PC へ取り込んだ。アラームが発生するとデジタル信号が 1 から 0 に変化することを利用した。

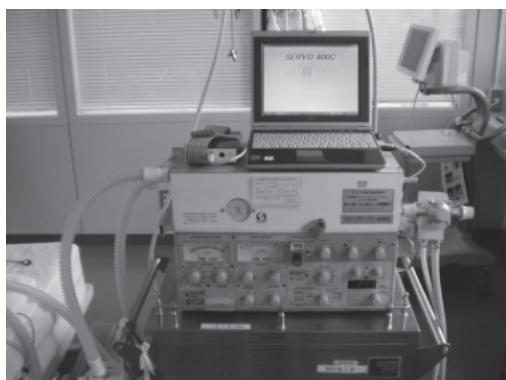


図 1-5-2. 実験装置

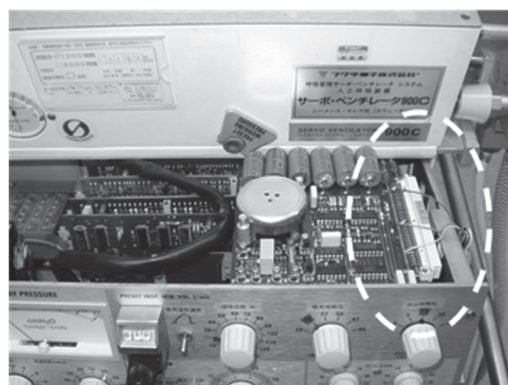


図 1-5-3. アラームボードの配線

プログラムの作成には、Microsoft 社製 VisualBasic 6.0 を使用した。画面は分時換気量アラームが発生すると基本画面から分時換気量アラーム用の対処方法ガイダンス画面へ切り替わるようにした。さらに、状況に応じて画面をタッチすれば次の画面に進むようにプログラムを作成した。巻末資料 2 にプログラムを記載する。

## 第6章 検証実験2の結果および考察

### 6-1 対処時間について

ガイダンス画面を使用した場合と使用しない場合のIGの対処時間を図1-6-1に示す。ガイダンス画面を使用した場合の平均対処時間は $42 \pm 5.7$ 秒であった。ガイダンス画面を使用した場合と使用しない場合(平均対処時間 $107 \pm 30.7$ 秒)で平均対処時間に差があるかを調べ、有意差が認められた( $p < 0.01$ , Welch's t test)。ガイダンス画面を用いるほうが対処時間は早くなる結果が得られた。対処時間が早くなったものの、その理由については対処時間の結果だけでは分からない。そのため、検証実験1と同様に行動パターンおよび思考過程の観点から検討してみた。

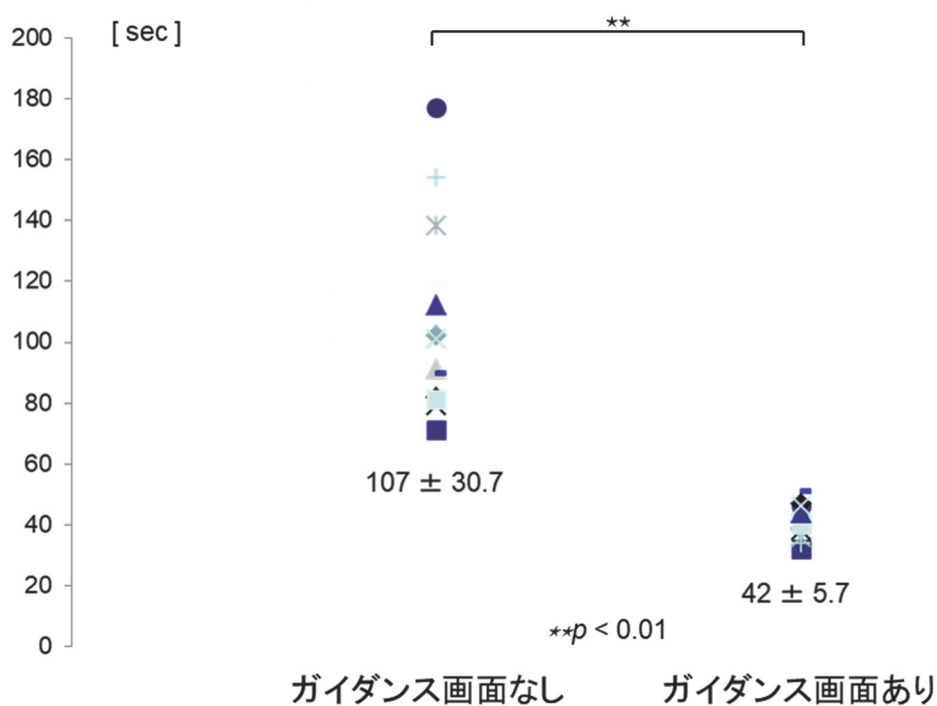


図1-6-1. ガイダンス画面がない場合とある場合のIGの対処時間

## 6-2 取得した行動パターンと発話データ

集中治療室勤務の参加者で、IGについて7名の行動および発話のデータを得た。表1-6-1はIGのうち、ひとり（参加者H）の結果である。この参加者および他の参加者の結果については巻末資料の3-1から3-7に提示する。

表 1-6-1. 検証実験2における参加者Hの発話および行動

時間	発話	行動	理由	
0				アラーム発生
2	アラームが鳴っている。	機器の方へ向かう。		
5	確認しよう。	アナログメータを確認する。	アラームが鳴ったので、換気してるかはじめに確かめたかった。	
9	分時換気量は…	指差して見ている。	換気されているようだったので、なんだろうと思った。	
11	分時換気量は保たれている。	PC画面を確認する。	PC画面を確認したら、換気量のことが問われていたので、確認した結果を答えた。	
13	はい。	”はい”をクリック。	換気量が保たれていた。	
14	アラーム設定を確認。	画面の指示を読む。	画面に書いてあるとおりにチェックしようと思った。	
16	上限設定を…。	画面の指示を読む。	どう設定すればいいか書いてあったのでそのとおりにしようと思った。	
20	調整します。	上限設定を調整する。		
24	…。	下限設定を調整する。	画面のとおりとにかくやってみようと思った。	
29	はい。	”警報は消えましたか”の質問に”はい”のコマンドをタッチする	警報ランプが消えたので、はいを押した。	
32	はいできました。		PC画面に警報解除と表示されたので。	アラーム解除

(秒)

検証実験2で使用したガイダンス画面は、参加者が指示された状況を判断してコマンドを選択するとその答えに応じて画面に確認項目が表示される。ガイダンス画面には取扱説明書およびPGの行動、思考パターンから項目を絞り込むための判断ポイントを盛り込んだ。まずは目の前の状況を判断させることで、判断した状況の下で考えられる原因を表示する仕組みになっている。

このガイダンス画面を用いることで、IGは画面が示す流れ（確認手順）に沿って確認することが見受けられた。ガイダンス画面の利用に関しては、複雑さなどの理由で扱えないという例は見られなかった。アラームの消音など細かい行動に若干の違いはあるものの、7名の参加者が同様の行動パターンを示す結果が得られた。

### 6-3 行動パターンについて

図 1-6-3 にガイダンス画面を用いた参加者 7 名 (IG) の行動パターンを示す。表 1-6-1 に示す参加者 H の場合、アラーム発報から 9 秒くらいまでの行動はガイダンス画面に頼らないで自力で原因の同定を試みていることが見られる。最初の判断のポイントである換気量の確認は実施しているが、予測した結果と異なるため疑問が生じている。この疑問を解消するためにガイダンス画面を確認している。

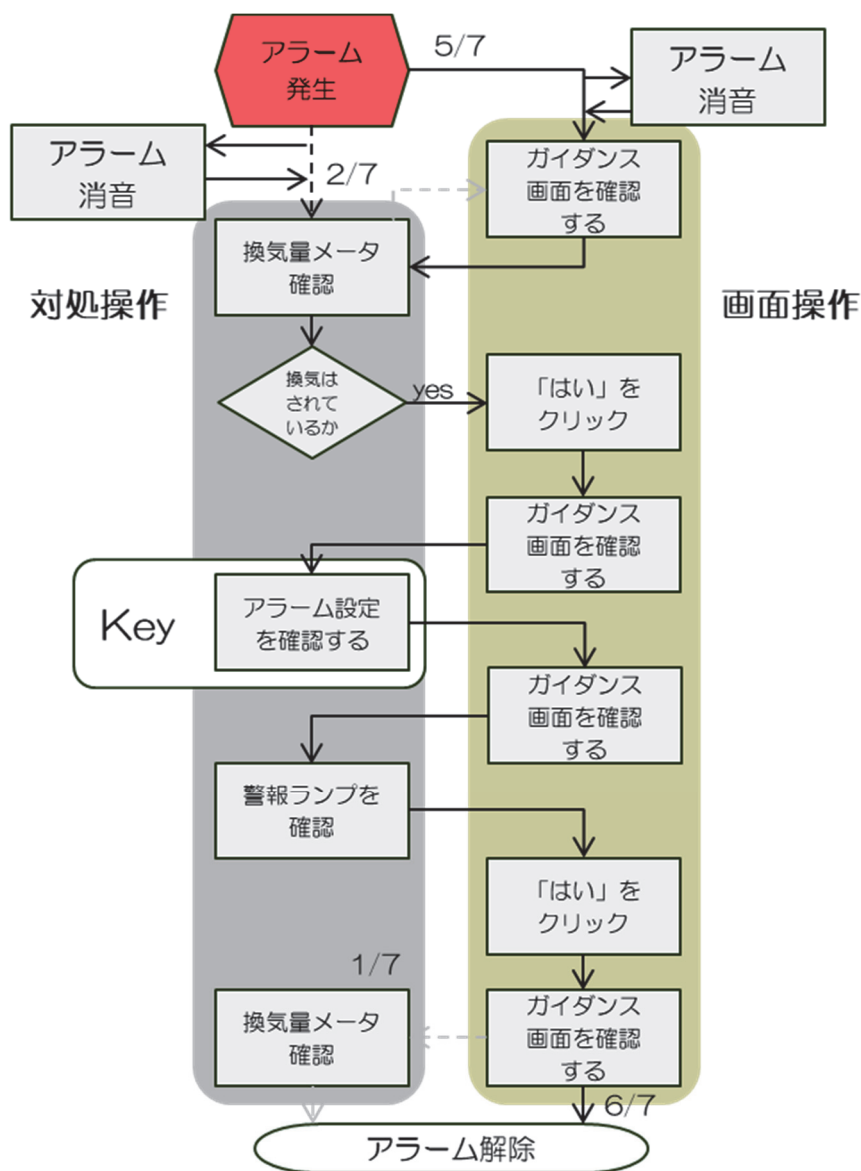


図 1-6-3. ガイダンス画面を用いた IG の行動パターン

図中の分数は 実施者数/参加者数 をあらわす。7 名中 5 名がはじめにガイダンス画面を確認してその指示に従い行動している。他の 2 名はガイダンス画面よりも、まず換気量メータで換気の有無を確認した。



その後の行動はすべてガイダンス画面に従うという結果となった。疑問が生じた後、思いつく原因を順番に確かめて、間違いであればその他の原因を確かめる行動を繰り返すことが見られなくなった。行動パターンの観点だけから見ると、間違いがなく、対処時間が短くなっていることからガイダンス画面を用いることは対処時間の短縮に有効であると言えそうである。しかし、本来対処行動は時間が早ければそれでよいというものではなく、特にアラーム発報時の対処となると正確さが求められる。正確さについては、ただ単に結果がよいことが正確であるというわけではない。対処行動の過程で正しい判断がされているかどうかを問うべきであると考え。そのため、行動パターンの中でどの時点で判断し対処時間の短縮に繋がっているのか、もう少し詳しく行動パターンを考察する必要がある。

#### 6-4 SRK モデルによる行動分析

単純にガイダンス画面に従うことが行動パターンをどのように変化させ、またガイダンス画面が行動のどの段階に影響しているのか、その理由を明らかにするために検証実験 1 と同様に行動パターンについて SRK モデルで検証する。

ガイダンス画面を利用した場合、行動と発話データの結果から図 1-6-4 に示すような SRK モデルにおける行動パターンとなることが分かった。図 1-3-5 で示した IG の行動パターンのようなナレッジベースの行動を繰り返すことは見られず、ガイダンスを用いて行動することで状況と作業が合致し、ルールベースの行動に近づけることができたことと捉えられる。また、アラームの認知後、思い付きによる原因の同定がなくなり、図 1-6-4 の × に示すようなナレッジベースの行動への移行が見られなくなった。

ガイダンス画面の役割としては、SRK モデルのルールベースの行動において、アラームを認知してから状態と作業の合致の部分を支援する役割になっていると考えられた。

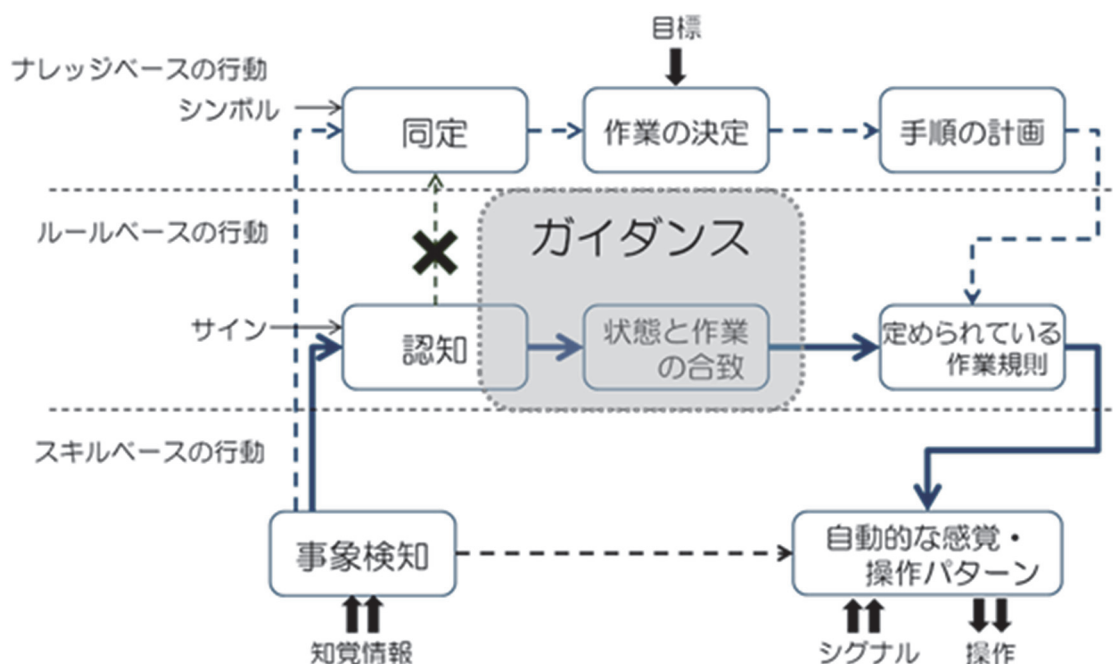


図 1-6-4. SRK モデルにおけるガイダンス画面を用いたときの行動パターン

PGの思考を基に作成したガイダンスに沿って行動するため、IGはルールベースの行動へ移行する様子が伺える

## 6-5 思考過程分析について

図 1-6-5 にガイダンスを用いた場合の思考過程と状況判断の過程を示す。検証実験 1 の結果と同様に、発話データから実験参加者の認知、思考の過程を抽出した。思考過程の途中で、予測で原因を同定する過程がなくなったことが確認できた。具体的には、換気量アラームが発報すると、最初に設定換気量が保たれているかを確認し、その状況を判断することで、複数ある要因の中から状況に合った原因を同定できることが確認できた。

図 1-6-5 の右側の思考過程にある状況の理解において、左側の判断の過程にあるように「患者の状態=変化なし」、「変化なし=緊急事態ではない」などの認知から思考することで、患者の状態に変化がない場合は機械的な要因であると解釈している。続いて、換気量の変化があるかその判断をするようガイダンスが示す。ここで既得の知識やメーターが示す数値などから状況を判断し、換気量の変化の有無で判定すると、確認すべき項目が選別されて表示される。結果、正しい原因の同定に繋がることが確認できた。思考の一部である「状況判断」が行動パターンに影響していることが思考過程から明らかになった。

換気量アラームが発報した場合、いくつかの原因が挙げられるが、それらの原因をすべて教示として羅列するのではなく、原因の同定にはいくつかの判断すべきことがあり、これらを正しい順序で判断できることが、対処時間の短縮に繋がっていると解釈できる。これらのような要件を満たす警報システムを設計すべきであると考える。

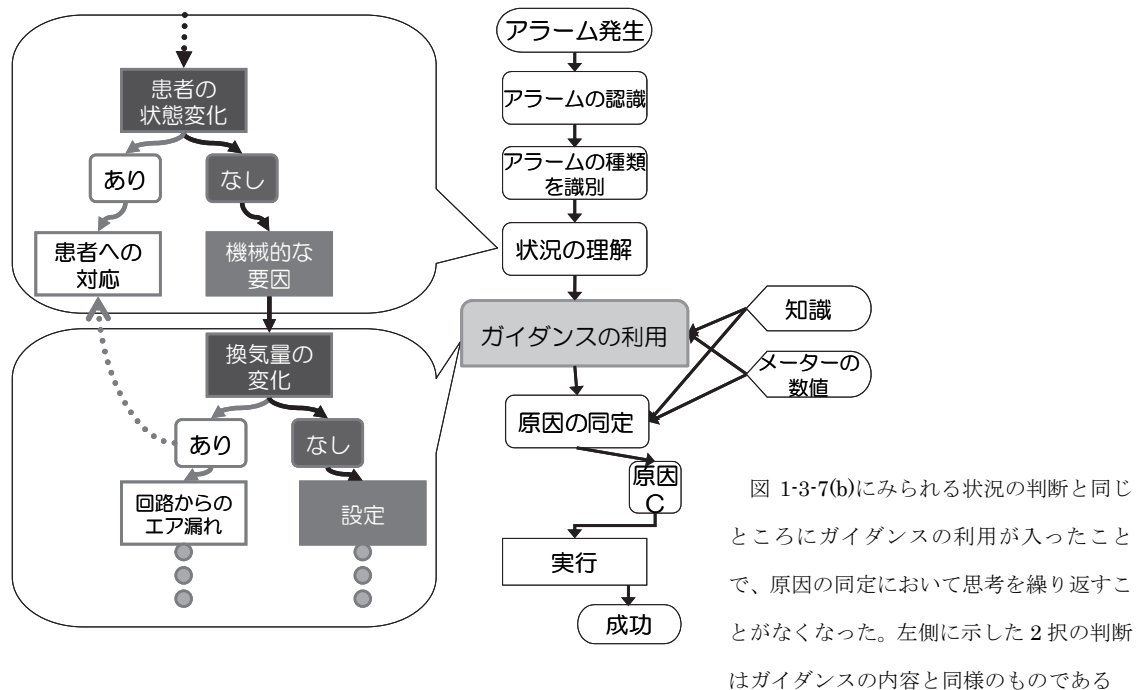


図 1-6-5. ガイダンス画面を利用した IG の思考および選択の過程

医療従事者によって対処時間や行動パターンが異なる現状は、医療の現場において現在もなお存在し、多くが個人の能力に解決を求めていることは認めざるを得ない。医療現場の現状を認知の観点まで掘り下げて現状を分析した報告はこれまでにない。この論文では現状の一例ではあるが、手慣れたグループ (PG) と不慣れなグループ (IG) についての違いについて、行動分析、プロトコル分析および内省法を合わせて認知的な観点から分析する方法を試み、述べてきた。

続く第 7 章では対処行動の過程で、手慣れたグループと不慣れなグループに分かれる際の要因、つまり何が行動ベースを変えるきっかけになっているのかについて、検証実験 1 および検証実験 2 の結果を踏まえて、行動パターンおよび思考、判断過程の点から考察する。

## 第7章 操作者の行動ベースを変えるきっかけとなる判断過程について

### 7-1 確認行動にみられるスクリプト

検証実験1でIGに見られた「分時換気量警報が発生するとどこかの回路が外れているので、外れたところをつなげばアラームが解除される」という「おきまり」のような判断や行為のまとまりは、認知心理学の分野ではスクリプト (script) と呼ばれている<sup>27)</sup>。図1-3-2に示したIGの行動パターンの結果から、換気量が保たれているにもかかわらず、回路の外れを確認する行為が7名中7名にみられたことから、IGには「換気量警報=回路のはずれ」というスクリプトがあり、それを基に取った行動と考えることができる。発話データについて、実験後の内省より「換気がされていたようなのだが、換気量警報だったので、取りあえず回路が外れてないか確かめようと思ったため。」や「換気量警報なのでとりあえず回路チェックだなと思ったため。」という理由から、IGがスクリプトによって対応していることが読み取れる。

対処するときスクリプトを用いる場合、端的に行動することができるため、決まった行動を取る際にはスクリプトは効率が良い。しかし、決まりきった行動で対処しきれなかった場合、スクリプト以外の方法を知識として持っているければ、パニックに陥ることや、お手上げのような状態になることが考えられ、解決できない状況があり得る。

また、アラーム発報に対するあせりなどからいくつかあるパラメーターのうち、目についたものまたは思いついたことだけに注意が集中してしまい、それ以外の重要なメーター表示などがもつ意味を考えようとしなかったために、正しい原因の同定へのタイミングを外してしまったことも考えられる。

このような状況の中で、機器操作に慣れていない操作者に対してはスクリプトのような行動を安易に取ることをしないようにしなければならない。そのためには事象に対しての知識、例えば「換気量警報であれば回路から漏れている」とか「気道内圧警報ならどこか屈曲している」などの定形の知識を数多く修得させるといった一般的な机上の学習だけでなく、論理的に原因究明に取り組むように状況判断のポイントを知識として修得する必要があると考えられる。

## 7-2 操作者が用いるヒューリスティックスについて

過去の経験から傾向を導き、それをベースに物事を推測して判断する考え方をヒューリスティックスというが、多くの場合、楽に速く正解を見つけられる「うまいやり方」を指し、「発見法」などと訳されることが多い。

アラームに対してその原因が複数あり、確認する項目数が多いと判断の速度が遅れる。時間が切迫した状況下では短時間で原因を同定する必要があるため、思考や判断に負担をかけないようにヒューリスティックスが多用される<sup>28)</sup>。例えば検証実験1においてPGの発話データ中の「換気量が設定量を保っていたので回路の外れではないなと思った」や「換気量が出ているので、設定かなと思った」というのは情報探索のヒューリスティックスといえる。ヒューリスティックスの使用は、日常の事態でも頻繁に観察される<sup>29)</sup>が、特に緊急時などには労力のかかる詳細な情報分析や判断を軽減し、かつ時間の短縮や不安からの脱出をはかるために多用されるものと推測される。思いついた項目や可能性のある項目をひとつひとつ順番に確認していたのでは労力が必要なうえ、時間がかかってしまい、さらに不安を助長することになるため、経験のある者はヒューリスティックスを使うことが多いと考えられる。

ヒューリスティックスの利点としては短時間で素早く判断できることなどが挙げられ、注意点としては、経験したことの知識（経験知）を常に新しくしておく必要があることなどが挙げられる。アラーム発報時の対処行動として、ヒューリスティックスは時間的にとても有利と捉えられる。しかし、常に正解に至るわけではなく、その場合には手慣れた操作者であっても、ルールベースの行動からナレッジベースの行動にシフトしてしまうことが考えられる。このため、アラーム発報時の対処行動においてヒューリスティックスの多用が必ずしもよいとは限らないと考えることができる。

### 7-3 IGの対処行動にみられる判断過程について

図 1-3-2 IGの行動パターンから、IGの場合、アラーム発報原因を同定し、その答えが間違いであった場合には次の答えを想起して確認する結果が得られた。この時、想起した答えの順序が参加者によって異なるため、IGは確認する手順が統一されていないことがわかる。さらに最初に同定した答えが外れた場合、あわてて次の対処をすることが見受けられた。このことから状況を判断するという思考過程は失われていると考えられる。

判断とは、知覚されたさまざまな事象を相互に関係づけ、理解することであるとされている。これには、記憶として保存されている過去の経験や知識との照合も関与している。IGの行動パターンから繰り返し行動に入ってから判断の過程が見られず、先に述べたスクリプトを適応して繰り返していることが分かった。

#### 7-4 標準化した確認手順と状況判断の必要性

操作者によって異なることのない標準化した確認手順と判断のポイントを得ることで、アラーム発報の原因を同定するための思考過程が整理され、対処時間は短縮されると考えられる。しかし、手順を画面上に羅列し教示するだけでは、画面上の確認項目を拘子定規に適応してしまうと考えられる。つまり、与えた項目がスクリプトとなり、行動が自動化してしまうと考えられる。さらに、同様の問題には対応できるが、予想外のことに対応できなくなる可能性がある。このようなことから、操作者にはただ単に項目や手順を示すだけでなく、状況判断を含めた手順を会得させることが必要と考えられる。

人間が行動を起こすまでには、「情報処理プロセス」を経て、選択、照合、判断、決心などの処理が行われて行動に移される。この情報処理過程の様子を分かりやすくモデル化したのが黒田モデル（図 1-7-1）である<sup>30</sup>。外界の刺激を五感で感知し、処理すべき情報を選択して、中枢処理系に送られ、そこで長期記憶や経験などと照合したうえで判断を行い、意思決定プロセスを経て操作・行動に移すという仕組みになっている。

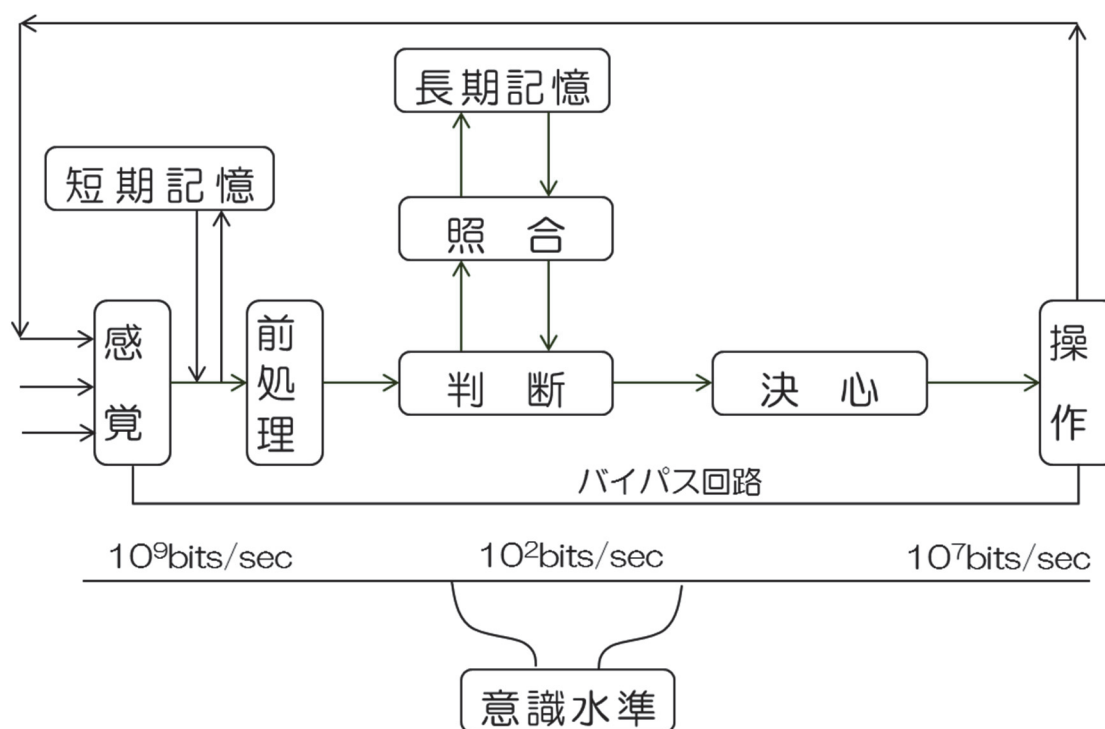


図 1-7-1. 人間の情報処理モデル（黒田モデル）



判断過程については黒田のモデルが参考になる。今回の検証実験から SRK モデルの行動分析（3-5）に黒田の判断モデルを加味して判断を含めた、医療機器警報時の行動基準モデル（図 1-7-2）を考案した。

スキルベースの行動は黒田モデルのバイパス回路に相当すると捉えられる。図 1-7-2 の事象検知から認知までに優先して処理する情報と、一時的に短期記憶に待機させておくべき情報を選択する。次に、状態と作業を合致させるために、長期記憶や経験との照合を行い、合致したと判断したら実施することを意思決定し、行動する流れである。

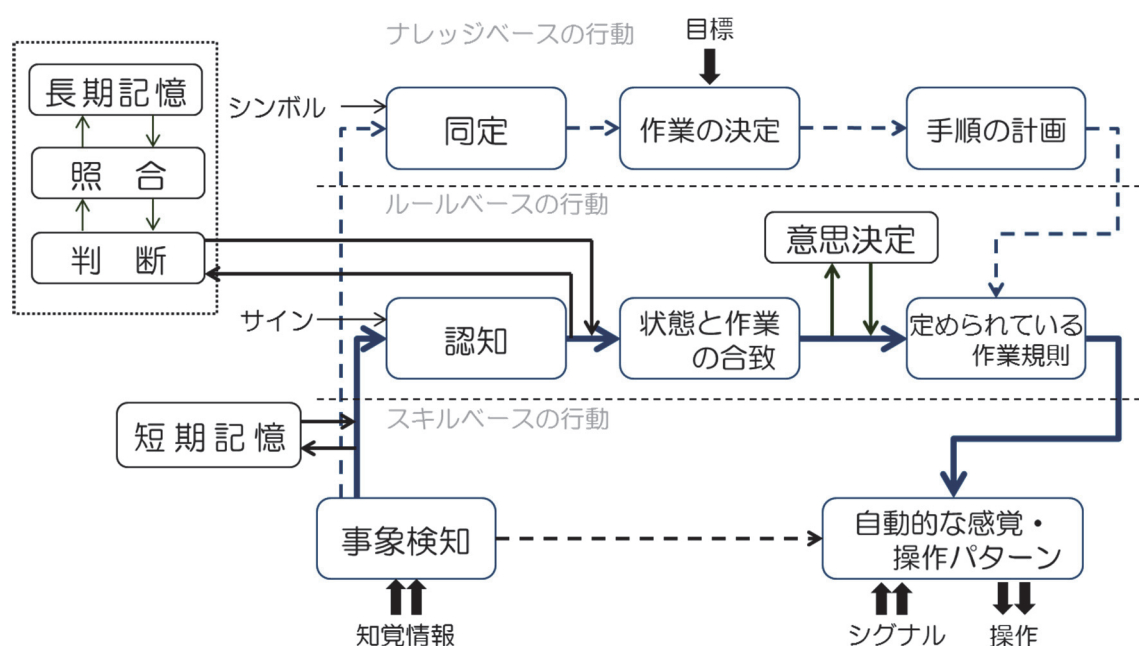


図 1-7-2. 医療機器警報発生時の行動基準モデル

意思決定の段階ではリスクを最小限に抑えること、いわゆる失敗しないことが重要なポイントとなるが、時間的な制約や経験の有無によって次の行動が大きく左右される。その結果、早とちりやタイミングを逃すということが起こることがある。意思決定に至らなかった場合に、早とちりなどで間違った行動に移ってしまうか、今一度、判断過程の照合に戻ることができるかで、その後の行動に大きな違いが出るのが、このモデルや図 1-3-5 に示した IG の行動パターンからも理解できる。

IG に作成したガイダンス画面で教示した場合、図 1-3-7 (a) に示す、確認項目の原因 A、原因 B、原因 C などのように選択肢が複数ある中で、対処方法を手順に沿って教示することで図 1-6-5 の右半分を示す思考の流れのように、思考過程での確認項目の選択肢を減らすことができた。

確認項目の選択肢を絞り込んでいくためには、手順として単純に対処の流れを示すだけではなく、絞り込むための状況判断が必要となる。例えば、図 1-6-5 の左半分の流れは IG の選択の過程を示す。この中の“患者状態の変化”、“換気量の変化”が今回の実験課題における確認項目を絞るための状況判断のポイントとなる。このポイントで正しく判断することができれば、的確に確認項目を絞り込んでいくことができると考えられる。これらのことから適切な状況判断で思考過程中の選択肢を減らすことは、対処時間の短縮につながると考えられる。

これまでに述べてきたことから、既得の知識を状況に合わせて絞り込むためには、適宜、状況判断ができることが重要であることが明らかになった。操作者には、基本的な手順を会得させることに加えて状況判断するポイントを知識として会得させておくことが肝要である。それらを認知的スキルとして定着させるために検証実験のようにシミュレーション形式で実践して訓練する教育がスキルの獲得に有効であると考えられる。

シミュレーション教育・訓練には 3 段階あるとされている<sup>2)</sup>。第 1 段階は状況や症例を基に思考や判断の強化を主目的として実施するもので、事故例や災害例を想定した机上訓練などである。この第 1 段階は思考の訓練であり、行動に移す前の重要な段階と考えられる。第 2 段階は、訓練センターなど臨床から離れた場所で、模擬患者やシミュレータを利用して実際に行動して学ぶ段階で、思考と行動の統合を図ることが目的となる。第 3 段階は、実際の臨床で行う訓練で、臨床現場で模擬患者やシミュレータを使用して実施する。この段階は、個人またはチームのそれまでの段階で修得した思考と技術を実践の場で応用することを目的としている。

今回示した実験的検証例は、臨床での状況を再現し、アラーム発報時における操作者個人の思考と行動を明らかにし、フィードバックすることで医療従事者が標準化された手順を修得するための訓練や初心者と熟練者の対処行動の差異をなくす訓練に応用できると考える。後者の訓練は、初心者の思考と行動を統合し、熟練者の正しい思考と行動に近づける訓練ともいえる。この点ではシミュレーション教育・訓練の第 2 段階に相当すると考えられる。

## 第8章 まとめ

### 8-1 検証実験1と2の結果を踏まえて考えられること

人工呼吸器のアラーム発報原因は、患者の容体が変化した場合と機器のトラブルが原因で発生することが挙げられる。検証実験では、機器に関するトラブルだけに注目して、参加者の行動、発話から人工呼吸器のアラーム発報時の思考過程のモデルを作成した。本来ならば、患者の容体変化も合わせるのが実験手順として適切であると考えられる。しかし、機器のトラブルにのみ注目した場合であっても、操作者がわからないことが発生したときの考え方や思考過程の調査が可能であり、検証実験としては妥当な内容であったと捉えている。

原田は医療機器などの使用安全の確保のためには、機器の構造・メカニズムについて理解することと、医療従事者に正しいイメージを与えるための情報デザインを必要とすると述べている。その実現のためにはユーザを知ることが不可欠であるとしている<sup>31)</sup>。まず、操作者を知るという意味で、今回の検証実験で得られた操作者の思考過程は、アラーム発報時の対処について、正しい手順の会得と状況判断の必要性を伝達するのに有効ではないかと考える。

操作者に教示することについては、Suchman が著書で次のように述べている。例えば教示の一つが誤解されたなら、その誤りは気づかれぬまま進んでいくことになる。次の画面が出たということの意味は、前の行為が理解され、適切だと見なされたということであり、次の教示が表示されたということは、狭義の意味での前の行為の正しさだけでなく、先の教示で指示されている行為のすべての正しさを確認することになる<sup>32)</sup>。

また、ガイダンス画面があれば必然的に使用するという行為そのものが、定型行動として行為のスクリプトとなってしまうことも考えられる。教示するとそれに従おうとするため、理由について考えなくなってしまう懸念がある。ガイダンス画面で教示する検証実験では、行動パターンの観点からの分析では当然の結果として現れたが、実際に内省では「画面に従おうと思って」というようなコメントも出ており、これは思考せずに指示通りにするということが発話データから示唆されており、行動の見えない部分に潜んでいる、教示の脆弱点について浮き彫りとなった。

これらの点から、アラーム発報時において教示を与えることは、対応時間の短縮に繋がるが思考や判断の観点から考慮すると、教示に頼ることが必ずしも正しい答えにたどり着くわけではなく、判断を誤ってしまった際にはむしろパニックに陥ったり、解決しないまま時間だけが過ぎてしまうといったことが起きる可能性があると考えられる。

目の前で発生している状況において、複数ある中でのどの原因が当てはまるかを判別するには、知識を整理し、場合分けする必要がある。状況に適した知識

の場合分けができたときに、持っている知識を活用して正しく状況判断ができたと思えられる。今回の検証実験の場合、まず、換気量メーターをチェックし、設定換気量が保たれているか確かめ、保たれている場合と保たれていない場合に原因を整理する。この整理がうまくできることが、原因の選択肢の減少につながると考えられる。

状況判断のポイントで場合分けし、知識を整理することはフローチャートやツリーとして見える化できるため、これらのような形に知識として起こし、あらかじめ学習しておくことも、訓練として有効であると捉えられる。今回の検証実験ではこれらの効果については実証していないが、今後の課題とするべきであろう。

医療における教育は座学による知識の修得が一般的であるが、実際にはそこで得た知識を状況に応じてうまく活用することができず、対処に時間を要することや勘違いなどの不安全行動を起こしてしまう危険性があることが示唆された。つまり医療の教育の中でも、緊急時の対応を考える場合、知識を与えるだけでなく、状況判断についても併せて会得するべきと考えられる。今回の検証実験では、状況判断によって原因を整理していく方法で知識の選択肢を絞っていく方式を取り入れたガイダンス画面を用いることで、こうした問題に対処できることを示したが、今後はこれらの知見を実際の教育や訓練段階に盛り込むための手法を検討していくことが必要である。

## 8-2 訓練方法への展望

2007年3月末に、厚生労働省より改正医療法「医療安全関連通知」（平成19年4月1日施行）が出され、医療機関に対して医療機器を安全に管理し、使用するための指針として義務付けられた。そこには、医療機器の使用方法に関する事項として、従業者に対する医療機器の安全使用のための研修について定められている。中でも人工呼吸器は、特に安全使用に際して技術の習熟が必要と考えられる医療機器として挙げられている<sup>33)</sup>。

医療事故収集事業第45回報告書には、医療機関での改善策として次のように挙げられている。教育として、人工呼吸器管理中の観察や管理を確実にすることについての意識を継続させるために、人工呼吸器強化月間を設けて、病棟ラウンドや医療安全ニュース等で定期的に教育指導する。気管カニューレの取り扱いや接続方法についての学習会を実施する。人工呼吸器の安全使用について、職員の教育をより一層充実させる<sup>11)</sup>。これらについては具体的な方法論についての記載はなく、現在でも効果的な教育、訓練方法が模索されている。

このような現状を考慮すると、医療従事者に対する初歩的な研修、訓練として、状況を判断させ、その状況に適した確認項目を画面上に表示する状況選択方式のガイダンス画面はシミュレーション教育・訓練の一環として用いることができるのではないかと考えられる。考案したガイダンス画面の仕組みは、アラームが発報した場合に、闇雲に原因を探索するのではなく、まず、どのような状況なのか判断し、状況に合わせて原因を場合分けする習慣を身につけさせることにも有効と考えられる。つまり、人工呼吸器のアラーム対処に対する基本的な考え方や、状況判断により原因に関する知識を整理する認知的スキルの定着につながるのではないかと考える。また、ガイダンス画面を用いてシミュレーションを繰り返すことで、初歩的な手順を会得し、既得の知識を適切に整理し、場合分けできる、つまり知識を活用することができるための訓練として有効な手段ではないかと考えられる。しかし、ガイダンスなどの教示については、教示そのものが行動をスクリプト化してしまう恐れもあり、安易に教示があればよいということではない。訓練の手法として教示を用いるのであれば、訓練後に **debriefing**（振り返り）を併せて実施する必要があると考えられる。

このように教示は安心感を受けるためのものではなく、スキルを会得するための手段として用いることを考慮するべきであろう。



## 第2部

手術室チームを対象とした  
シミュレーション教育・訓練について





## 第2部 手術室チームを対象としたシミュレーション教育・訓練について

### 第1章 緒言

#### 1-1 研究背景

本論文の第1部では、医療機器に対する操作者個人の対処行動についてシミュレーション状況下で実験的に検証し、状況判断が対処行動に関与することを実験結果から考察し、論じてきた。第2部では、チーム医療におけるシミュレーション教育・訓練の例として、チーム医療の代表ともいえる心臓外科領域をテーマに、新たに試みた訓練方法（クロストレーニング）を実施し、その訓練の効果と展望について論ずる。

現在の医療においては“チーム医療”の概念が重要である。例えば、心臓外科手術の領域では、直接手術に関わる職種である外科医、麻酔医、看護師、臨床工学技士などがそれぞれ高度な技術に裏付けられた独自の特殊性を有している。このような高度専門職の緊密な連携により、今日のチーム医療が成り立っている。

チーム医療の質と安全を維持するためには、医療チームメンバー間のチームワークやコミュニケーションが重要とされている<sup>34)35)</sup>。中でもコミュニケーションは、メンバー間の関係を構築し、良好にする役割を果たすが、この関係が有効に形成される要因のひとつとして、お互いがどのような職業上の役割と必要な技能をもっているかを理解していることが挙げられている<sup>36)</sup>。このことから、チームメンバーの役割を把握し理解することがチーム医療には必要であると考えられる。

しかし、職種間の業務の内容に関してお互いに認識することは可能であるが、実際に他職種の業務を行うことは稀であり、本質的な理解ができているかどうかは必ずしも明らかではないと推測される。

著者らはこの理解の隙間を補完する効果を期待して、心臓外科手術チーム内の他職種の役割をシミュレーションによって体験するクロストレーニングを継続試行している。

## 1-2 クロストレーニングについて

クロストレーニングとは、スポーツ界において専門競技の競技力向上やオーバートレーニング防止を目的に、さまざまな種類のエクササイズや専門以外のスポーツ競技を合理的に組み合わせていくトレーニングであるとされているが、著者らは、自らのスキル向上と業務視野の拡大を目指すことを目的に、他職種の主たる業務についての基礎トレーニングを受けることで、体験的に相手方の業務を知り、知識や技術を共有することを広義のクロストレーニングとして位置づけている。

AHA-ECC トレーニングプログラムの ACLS 等では、シミュレーション時にチームメンバーやリーダーと共にさまざまな役割を体験するチームダイナミクスの考え方が導入されている<sup>37)</sup>。この方法は各自が緊急対応中の自らの役割だけでなく、他のメンバーの役割を理解することで、次の行動やコミュニケーションの取り方、さらには作業の方法を深く理解することを助けると考えられる。

## 1-3 チーム医療における体外循環技術

心臓外科手術に不可欠な体外循環技術は、医学と工学の双方に対する深い理解に基づく状況判断と意思決定、操作対応が求められる。これらの技術について、古瀬らは開心術における人工心肺操作を担当する操作者に対して、技術習得段階および操作業務遂行時において、あらゆるトラブルを常に想定し、その防止策と発生時の迅速かつ適切な対処を実践するために、人工心肺の操作技術を、順調な経過をたどる標準的な手順をマスターするだけでなく、むしろ、変化する患者の血行動態、手術方針、アクシデントに即応する応用力、問題解決能力が重要であると述べている<sup>38)</sup>。また、実際のトラブル・アクシデントは数百例に1例程度しか発生しないが、常に起こることを前提としたシミュレーション学習が不可欠であるとも述べている。各職種が持つ操作技術の習得を他職種のメンバーに求められることはないが、トラブルが発生した場合は、チームでの対応が不可欠となるため、アクシデントへの対応力や問題解決能力はすべてのメンバーに求められる。このことから、Michael らが述べている<sup>36)</sup>ように、チームメンバーの役割を把握し理解することが重要である。

## 1-4 本研究の目的

本研究では、主に臨床工学技士の業務となる体外循環装置の基本操作を看護師が体験するクロストレーニングの実施およびその参加者アンケートの分析結果から、シミュレータを用いたチームダイナミクス手法の導入による体外循環のクロストレーニングが、メンバー相互の業務に対する本質的な理解の向上にもたらす効果を検討する。

## 第2章 検証方法

### 2-1 対象者および装置について

アンケート調査結果の学術利用および匿名による公開の口頭による説明に同意した、手術室看護師 54 名を対象として、以下のトレーニングおよびアンケート調査を実施した。

装置として、人工心肺装置 APS1 (テルモ株式会社、東京)、体外循環シミュレーションシステム「ECCSIM」(広島大学・広島国際大学開発)、患者模擬循環回路 CPB ワークショップ(泉工医科工業株式会社、東京)を用いた。ECCSIM は患者の血行動態などを再現するための数値シミュレーションモデルとトレーニング進行のためのシナリオ、患者情報を内蔵したコンピュータ、人工心肺装置の操作により変化する物理情報(送血圧、送脱血流量、循環血液量など)を仮想患者モデルに伝達する簡便な模擬循環回路により構成されている<sup>39)40)</sup>。

### 2-2 装置の配置と訓練内容について

図 2-2-1 に装置の配置を示す。研修中の様子はビデオカメラにより記録され、研修後に、その再生画像を用いた振り返りを行なった。研修の内容は座学による体外循環の基礎および実技による体外循環の基本操作とした。

座学の項目は、1.人工心肺で使用する物品について、2.人工心肺中の体循環について、3.人工心肺中のモニタリングについての3項目とした。

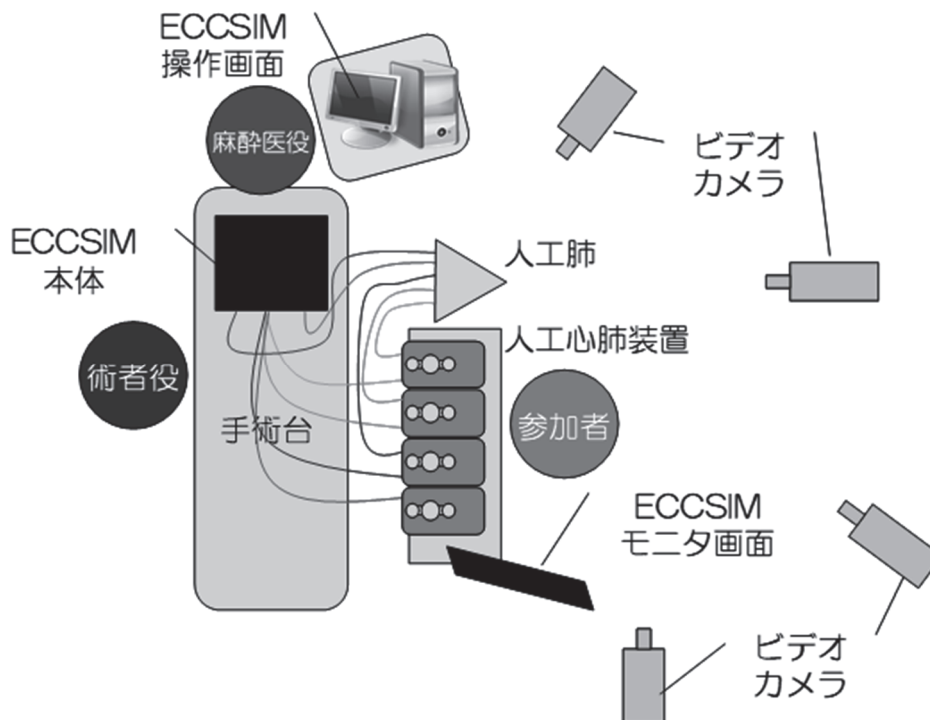


図 2-2-1.装置の配置

実技では体外循環のスタートからストップまでの基本操作とトラブル回避について、基本的な心臓外科手術の流れに沿ってシミュレーションした。参加者は体外循環操作を行い、シナリオの進行役として、心臓外科医役 1 名、ECCSIM の操作役として麻酔科医役 1 名を配置した。トラブルは停電、脱血回路への空気混入、送血ポンプの停止、体外循環中の高灌流圧、体外循環中の低灌流圧、人工肺の酸素化不良をランダムに発生させた。

シミュレーションの基本シナリオを巻末の資料 4（基本シナリオ AVR 症例）に示す。基本シナリオの大まかな流れは、次のとおりである。

- ① 人工心肺装置スタート
- ② 大動脈遮断
- ③ トラブルのシナリオを実施
- ④ 大動脈遮断解除
- ⑤ 人工心肺離脱
- ⑥ 人工心肺装置ストップ

基本シナリオの流れの中で、③のところではトラブル事象シナリオを一つずつランダムに挿入し、実施した。例えば停電トラブルであれば、②を実施した後しばらくたってから、部屋の照明を全て消灯し、機器はバッテリー駆動として、暗闇の中で対処する。このトラブル事象シナリオでは、見えない中での安全操作を確保するだけでなく、懐中電灯の置き場所や誰がどこを照らすのかといった些細なことでもチームワークが必要であることに気づき、学ぶことを目標としている。一定時間停電を実施した後、復旧させ、基本シナリオを遂行する流れになっている。

その他のトラブルシナリオについては巻末の資料 5（トラブル事象シナリオ）として添付した。

### 2-3 訓練後の振り返りとアンケート調査について

振り返りでは、実技中の録画記録を再生し、体外循環中の手技やトラブル時の対応を自ら観察するフィードバック手法を適用した。プログラミングの導入教育において、安田の研究によると、訓練終了後のフィードバック共有に理解度を高める効果があるとされている<sup>41)</sup>。このことを踏まえて、フィードバックは個別ではなく、他の参加者にも共有できるよう配慮した。

振り返り終了後、研修内容が業務に役立つかどうかについて、5段階評価によるアンケート調査を実施した。

図 2-2-2 (a)、図 2-2-2 (b)に質問紙を示す。質問紙は実施者がトレーニング終了後に参加者に配布し、記載後、速やかに回収した。研修内容に関する質問 5 問中 2 問に自由記述を付加した。質問文は「本日の研修内容は、皆様の業務に役立つと思われますか？」とし、選択肢は非常に役立つ、役立つ、普通、あまり役立たない、役立たないの 5 段階とした。

また、なぜ役に立つと感じたのか、もしくは役に立たないと感じたのかについて、自由記述方式で選択した項目に対する理由を記入していただいた。自由記述は実施者の意図に誘導することのないように配慮した。

## アンケートのお願い

本日の研修内容につきまして、皆様のご感想、ご意見等をお伺いし、今後の研修会に反映したいと考えております。

つきましては、アンケートにご協力いただきますようお願い申し上げます。

**【1】 参加理由についてお聞きします。**

- 研修内容に興味があったから
- 研修会場に興味があったから
- どちらにも興味があったから
- その他

(

)

**【2】 参加費についてお聞きします。**

- 高い
- 妥当
- 安い

**【3】 本日の研修内容は、皆様の業務に役立つと思われませんか？**

- 非常に役立つ
- 役立つ
- 普通
- あまり役立たない
- 役立たない

3-①. 「非常に役立つ」「役立つ」を選択された方にお伺いします。  
役立つと感じられた点について、ご記入をお願いします。

3-②. 「あまり役立たない」「役立たない」を選択され方にお伺いいたします。  
不足と感じられた点について、ご記入をお願いします。

図2-2-2 (a). 質問紙 (1枚目)

**【4】全体を通して、何かお気づきになった点や、ご意見などありましたらご記入をお願いします。**

**【5】 今後、担当者からの情報提供(研修会、製品についてなど)を希望しますか？**

希望する

希望しない

\* 希望すると回答された方は、下記に記入をお願いします

◆ 病院名:

◆ 部署:

アンケートへのご協力ありがとうございました。

図 2-2-2 (b). 質問紙 (2 枚目)

## 2-4 自由記述の分析方法について

自由記述の分析は **Grounded Theory Approach** のオープンコーディングに基づいて行なった。**Grounded Theory Approach** は観察やインタビューを実施して発話や文章などのデータを取り、得られた結果を文章化する。さらに特徴的な単語などをコード化、分類して分析する。これは得られたデータを単に個人的な印象や直感として受け止めるのではなく、データから概念を抽出し、概念同士を関連づけようとする研究法<sup>42)</sup>である。

自由記述の内容を十分に読み込み、文節ごとに分け、ディメンションとプロパティを抽出し、抽出した複数のプロパティの視点からラベル名を決定した。さらにラベル間の関わりについて考察した。基本的に一文節に対して、一組のディメンションとプロパティを抽出した。ディメンションとプロパティおよびラベルの関係について、図 2-2-3 にカテゴリーの概念図を示す。ディメンション、プロパティ、ラベル、カテゴリーの順に抽象度が高くなる。

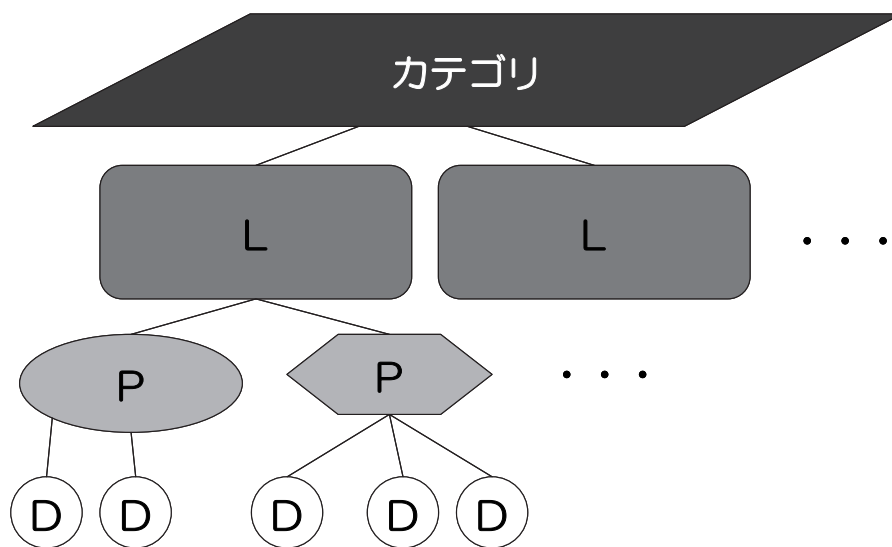


図 2-2-3. カテゴリー概念図 (L:ラベル、P:プロパティ、D:ディメンション)



分析手法の一例として、質問紙の自由記述欄に得られた回答の一部とその分析過程を次に示す。

1) 「技士さんの動きが分かり、今後の外回り業務に役立つと思う。」

この記述では、“技士の行動を知ることは今後の外回り業務に役立つ”と読み込み、プロパティを外回りの業務とし、ディメンションを役立つというようにコーディングした。

2) 「実際に看護師が操作するわけではないが、臨床工学技士が行なっていることを知ることによって、何が起きているのかを理解できた。」

この記述において、臨床工学技士が行なっていることとは、クロストレーニングで人工心肺装置の操作を行なったことから、臨床工学技士の業務全体の動きではなく、人工心肺そのものを指していると読み取ることができる。そこで、この文節は“人工心肺を知ることによって、実際に起きていることが分かる”と読み込み、プロパティを“人工心肺を知る”とし、ディメンションを“実際に起きていることが分かる”というようにコーディングした。

自由記述の分析には分析者の推論が大きく影響するところがある。注意点として、自由記述の内容だけで分析を進めるのではなく、その記述をするに至った背景を考慮しながら読み取らなければならないことが挙げられる。

これらの結果を踏まえて、クロストレーニングがもたらす心理的効果について検討した。

### 第3章 検証結果

#### 3-1 アンケート結果について

アンケートの結果を図 2-3-1 に示す。図 2-3-2 にはトレーニングの様子を示した。94%の参加者（54人中 51人）がシミュレータによるクロストレーニングが業務に役立つと答えている。役に立たないと答えた参加者はいなかった。

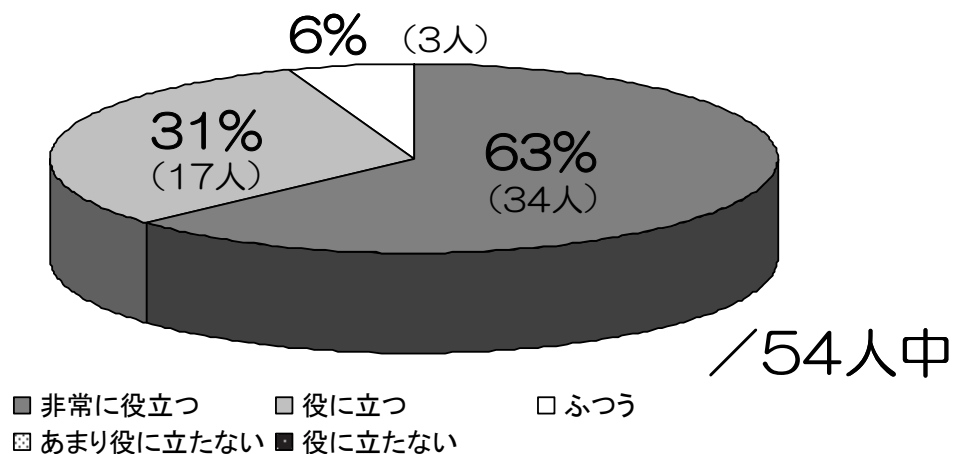


図 2-3-1. アンケート結果



図 2-3-2. トレーニングの様子

### 3-2 Grounded Theory Approach による分析結果について

自由記述内容からラベルを特徴付けるディメンションおよびプロパティを抽出した結果を表 2-3-1 に示す。(回答者数は 44 名)。

プロパティおよびディメンションから、「チームメンバーの業務への意識・興味を持つ」、「チーム医療やコミュニケーションの重要さへの気づき」、「自らの役割への応用」、「基礎の学習・深まり」の 4 つのラベルを抽出した。

表 2-3-1. ラベルを特徴付けるディメンションおよびプロパティ

ラベル	チームメンバーの業務への意識・興味を持つ	チーム医療やコミュニケーションの重要さへの気づき	自らの役割への応用	基礎の学習・深まり
プロパティ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ CEの仕事</li> <li>・ 他職種の業務</li> <li>・ 他職種の動き</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ チーム医療</li> <li>・ チーム</li> <li>・ コミュニケーション</li> <li>・ 言葉のやり取り</li> <li>・ 人の繋がり</li> <li>・ 他職種同士の連携</li> <li>・ 協働</li> <li>・ 安全</li> <li>・ 緊急時シミュレーションの重要さ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 外回りの業務</li> <li>・ 業務の視点</li> <li>・ モチベーション</li> <li>・ 役割</li> <li>・ アセスメント</li> <li>・ リスクマネージメント</li> <li>・ 器械だし、外回りとしての観察ポイント</li> <li>・ コミュニケーションの実践</li> <li>・ 後輩指導</li> <li>・ 緊急時の対応</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 具体的な内容</li> <li>・ 人工心肺を知る</li> <li>・ 状況を知る</li> <li>・ 基本的な体験</li> <li>・ 知識と行動</li> <li>・ 基礎知識</li> </ul>
ディメンション	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 分かる</li> <li>・ 見学したい</li> <li>・ 興味を持つ</li> <li>・ 身近に感じる</li> <li>・ リスクマネージの点での再認識</li> <li>・ 手助けになる</li> <li>・ 視野の拡大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 認識する</li> <li>・ 考える</li> <li>・ できる</li> <li>・ 連携の方法を学ぶ</li> <li>・ 先を予測する</li> <li>・ 深まる</li> <li>・ 機能が果たせる</li> <li>・ 他職種の視点が分かる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 経験的学習</li> <li>・ 役立つ</li> <li>・ 上げる、維持する</li> <li>・ 広げる</li> <li>・ 共通する</li> <li>・ 再認識する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ イメージが沸く</li> <li>・ 実際に起きていることが分かる</li> <li>・ 重要であると認識</li> <li>・ 理解しやすい</li> <li>・ 繋がる</li> <li>・ 理解の深まり</li> <li>・ 具体的な学習</li> </ul>

図 2-3-3 にラベルごとの回答者数を示す。「チームメンバーの業務への意識・興味を持つことができた」と答えたのは 16 人、「チーム医療やコミュニケーションの重要さへの気づきを認識した」と答えたのは 18 人、「自らの役割へ応用できる技術や知識を得ることができた」と答えたのは 17 人、「心臓手術や体外循環の基礎を改めて学習し、知識が深まった」と答えたのは 25 人いた。

抽出した 4 つのラベルのうち、3 つ（チームメンバーの業務への意識・興味を持つ、チーム医療やコミュニケーションの重要さへの気づき、自らの役割への応用）がチーム医療への意識に深くかかわるものである。これらについて、重複回答ではあるが、合計 51 人からの回答が得られた。チームを意識した記述が多数あることを考慮するとチーム医療への意識付けに効果があると考えられる。

以上の分析により、クロストレーニングは、「チームメンバーの業務への意識・興味」「チーム医療やコミュニケーションの重要さへの気づき」「自らの役割への応用」「基礎の学習・深まり」の 4 項目について効果があると考えられた。

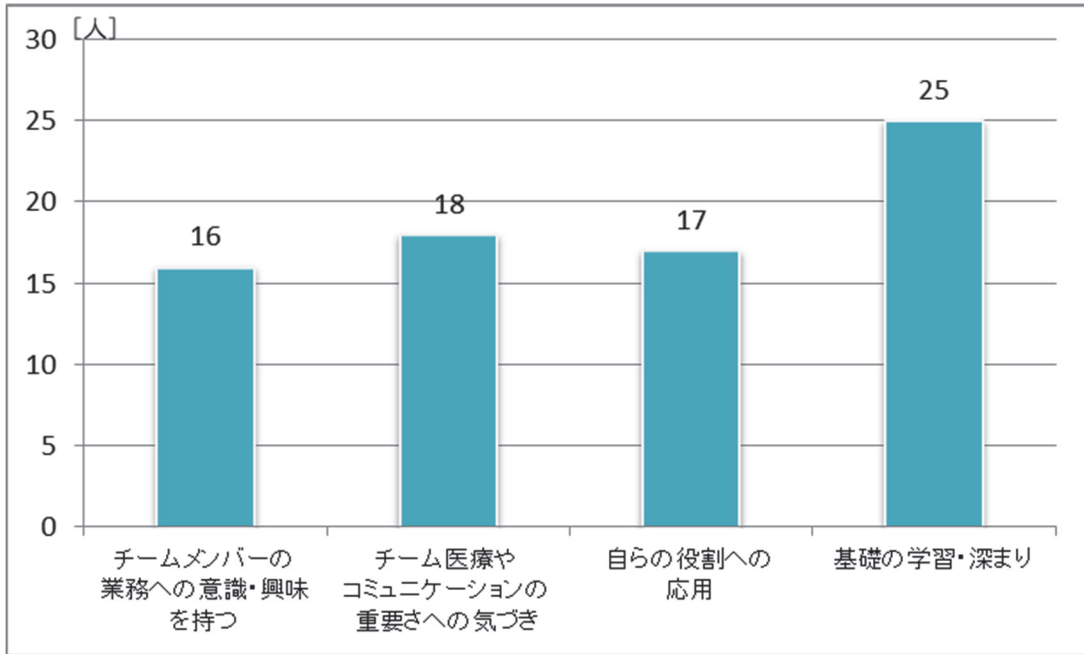


図 2-3-3. ラベルごとの回答者数

## 第4章 考察

体外循環装置の基本操作を看護師が体験するクロストレーニングを実施し、参加者のアンケートを分析した。その結果から、シミュレータを用いたクロストレーニングでは、個人差はあるが他職種の業務について、既得の知識以上に理解が深まったと実感した参加者が多数であることが確認できた。またその効果は、「チームメンバーの業務への意識・興味」、「チーム医療やコミュニケーションの重要さへの気づき」、「自らの役割への応用」「基礎の学習・深まり」の4項目であることが確かめられた。

体外循環シミュレーショントレーニングは、これまで主に実際の業務にあたる臨床工学技士を対象としていたが、本研究では、臨床工学技士以外のメンバーへのクロストレーニングを初めて実施し、その効果をアンケート調査により検討した。

手術看護に必要な知識と技術として、「麻酔、手術侵襲による心身への影響を最小限にするための安全管理（異常の早期発見・迅速な対応、術式に応じた卓越した機械出し技術、体温・体位管理、手術機材・機器の適正な管理等）」が求められている。したがって、手術室に勤務する看護師には、異常の早期発見・迅速な対応や機器の適正な管理などが求められるという点から、今回試みたクロストレーニング手法に代表される状況認識およびコミュニケーション能力を向上させるトレーニング手法の導入が必要ではないかと考えられる。

また、Ungerleiderらは心臓外科チームの関係を改善するための示唆として、（1）自己を改善すること（2）チームの人間関係を改善すること（3）コンテキストの改善を挙げている<sup>43)</sup>。ここでいうコンテキストとは、医療チームが置かれている状況、環境、周囲から要求される任務・使命という意味として捉えられている。今回実施したクロストレーニングは、他者を理解することだけでなく、コンテキストの理解にも繋がるのではないかと考えられた。

さらに、手術室看護師が体外循環技術のクロストレーニングを受ける意義について、具体的に重要なトラブル例を挙げて考察する。一例として、突然の送血ポンプ故障時には臨床工学技士は素早く原因追及し、対処しなければならない。しかし、その間、循環を停止することはできないため、循環維持のために手回しなどの操作が必要となる。理想的には臨床工学技士が循環を維持しながら、原因の追究および対処をすることが望ましいが、人手が足りない場合や原因が複雑な場合は、他のチームメンバーの助けが必要となる。そのような事態になった場合、メンバーが何をすべきか、情報を共有し、体験によって分かっていることで、状況の理解や行動への反応が円滑になると予想される。心臓外科手術中の通常業務のみならず、非常時の備えという意味でも、クロストレーニングは有益ではないかと考える。

本研究で対象とした、トレーニングの心理的な効果のような主観的な評価は、定量的に表すことが困難である。作業時間および作業成績の変化などの定量的な技能評価指標からは、どのような理由でその変化が起きたのかは必ずしも明らかにならない。なぜなら操作者が操作中に遭遇した問題に対して、それをどのように解決しようとしたかという思考過程が解決に至る判断を行う最も重要な理由と考えられるからである。

このため著者らは定性的データの分析の重要性に着目し、アンケートでは、実際に受けた体外循環のクロストレーニングが、今後の業務に役立つかどうかを問い、その答えに対する理由を自由記述で回答してもらい、記述内容を **Grounded Theory Approach** 分析した。本手法を継続することで、クロストレーニングがもたらす効果、例えば他職種の業務の理解やコミュニケーションの取り方の理解への効果などが今後明らかになると考えられる。現段階ではカークパトリックの論ずるトレーニング効果のレベル 1 の研修満足度調査に留まっているが、研修後の試験、手技評価などの実施によるレベル 2 の学習到達度、さらには参加者の追跡調査によるレベル 3 の行動変容度、レベル 4 の成果達成度についての評価を行なうことで、より詳細なトレーニングの効果が明らかになると考えられる。

今回の自由記述による結果から、クロストレーニングは以下の 4 つの項目における効果が期待できることが新たにわかった。

①「チームメンバーの業務への意識・興味を持つ」については、自らの業務だけでなく、他職種の業務を知り、リスクを共有することで、チームとしての意識が高まり、幅広い視野で業務を遂行することに繋がるのではないかと考えられる。

次に、②「チーム医療やコミュニケーションの重要さへの気づき」においては、今回のクロストレーニングでは、自分に関わる対話だけでなく、チーム内の対話は他職種同士であっても、自らの業務に関わるものであり、全体の状況を判断する上で必要な、コミュニケーションの情報共有という側面が重要であるということが分かった。

さらに、③「自らの役割への応用」ができる技術や知識の獲得ができたことから、他職種の業務を知り、自らの業務に取り込むことで、これまでよりも幅広い視野を持つことができると考えられる。それは、緊急時対応の先読みやチームメンバーへの一助を担うための知識や技術に繋がるのではないかと考えられる。

そして、④心臓手術や体外循環の「基礎の学習・深まり」ができたことから、これまで頭の中でのイメージにしかなかったことを体験することで、既得の知識を整理し、さらに理解できるようになると考えられる。

以上の 4 項目が医療従事者のどのような能力と関連するのかをコンピテンシーの概念に基づいて考察してみる。

看護師をはじめとする医療従事者の教育・訓練においては、近年、知識重視からコンピテンシー重視の教育・訓練へと変遷しつつあり、注目されている。コンピテンシーは 1990 年代後半から人事管理等において、それまでに活用されてきた個人成果に取って代わってきた能力概念である。コンピテンシー概念の定義として、Spencer らは「職務において、特定の基準に照らして効果的もしくは優れた成果を引き起こす個人の潜在的特性」<sup>44)</sup>とし、Boyatzis は「動機、特性、技能、自己像の一種、社会的役割、知識などを含む潜在的特性」<sup>45)</sup>としている。多義的な概念であり、また、いずれも潜在的な特性としており、はっきりとした形で表されるものではない。したがって、行動パターンでの分析やインタビュー等で考え方や思考を分析して顕在化する必要がある。コンピテンシーについて医療機器を扱う医療従事者という狭い領域で考えると、①医療安全と関連し、②行動として顕在化する、③職務遂行能力に関わる概念といえるであろう。医学においても医療従事者の能力評価にコンピテンシーの概念が導入されつつあるのは事実である。

Institute of Medicine (IOM) は、2003 年に「Health Professions Education: A Bridge to Quality (医療専門職者教育のあり方が医療の質向上への架け橋となる)」とした報告書<sup>46)</sup>を公表し、医療専門職者（医療従事者）が安全文化への理解を深め、安全管理に関する正しい知識をもって実践に臨むには、5つのコンピテンシー（能力）、すなわち「患者中心のケア、チームワークと協働、根拠に基づいた実践、質の改善、情報科学」を身につけるための教育が医療従事者の基礎教育のなかに統合される必要があるとしている。

心臓外科手術チームに限らず、チームが効率的に目標を達成するためには、メンバーが協力し合い任務を遂行するチームワークが重要である。チームが目標を達成するには能力概念であるコンピテンシーの充実が期待される。

コンピテンシーは基本的に個人レベルの概念であるが、チームに加わるための必要な能力として捉えるならば、図 2-4-1 に示したスペンサーらが提唱したコンピテンシーの要素<sup>44)</sup>のうち、達成・行動、援助・対人支援、管理領域、知的領域、個人の効果性について、クロストレーニングの効果が期待できると考えられる。しかし、クロストレーニングによって個人のコンピテンシーが獲得もしくは高められたとしても、チームのコンピテンシーが高くなるとは限らないことを考慮しなければならない。チームにおけるコンピテンシーを高めるのであれば、チームでのトレーニングの構築が必要となる。

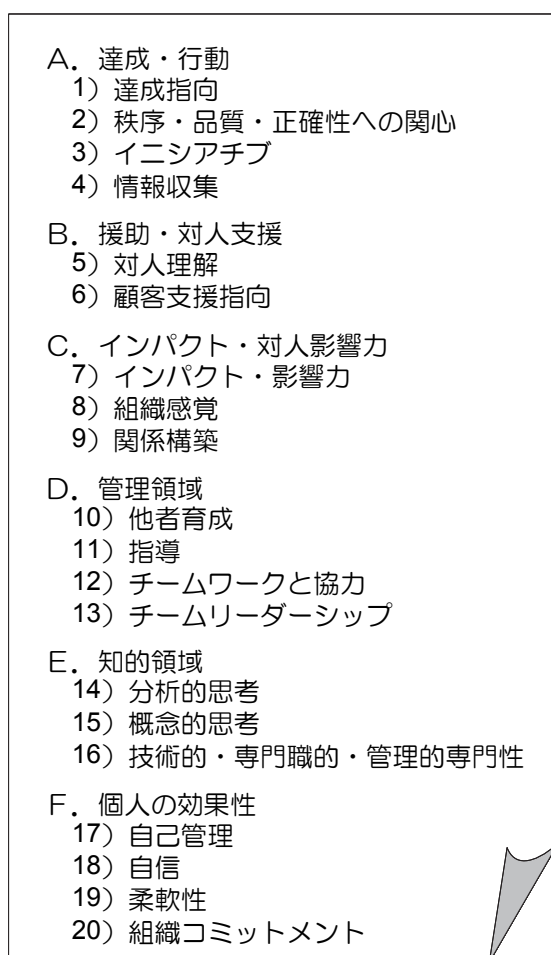
- 
- A. 達成・行動
    - 1) 達成指向
    - 2) 秩序・品質・正確性への関心
    - 3) イニシアチブ
    - 4) 情報収集
  - B. 援助・対人支援
    - 5) 対人理解
    - 6) 顧客支援指向
  - C. インパクト・対人影響力
    - 7) インパクト・影響力
    - 8) 組織感覚
    - 9) 関係構築
  - D. 管理領域
    - 10) 他者育成
    - 11) 指導
    - 12) チームワークと協力
    - 13) チームリーダーシップ
  - E. 知的領域
    - 14) 分析的思考
    - 15) 概念的思考
    - 16) 技術的・専門職的・管理的専門性
  - F. 個人の効果性
    - 17) 自己管理
    - 18) 自信
    - 19) 柔軟性
    - 20) 組織コミットメント

図 2-4-1. 「コンピテンシー・ディクショナリー」の 6 領域 20 要素



次は、抽出したラベル同士の関係について考察する。クロストレーニングにおいて、他職種の業務を知るという意味でのメンバーの持つ知識や技能を体験して獲得することと、チーム内での情報共有によるメンバーとの関わりという観点から、縦軸に知識・技能理解の指標となる「基礎と応用」、横軸に他者との関わりの指標となる「自己とチーム」の2軸を設定した。2軸を交差すると4領域ができ、図2-4-2に示すように抽出したラベルはそれぞれの領域にあてはまる。「チームメンバーの業務への意識・興味を持つ」は知識や技能としては初歩的な程度であり、メンバーの業務に関する意識であるので、関わりはチームとしての領域に入る。「チーム医療やコミュニケーションの重要性への気づき」は知識・技能は活用するレベルにあり応用領域に入る。メンバーとの関わりもチームとしての領域となる。「自らの役割への応用」は知識・技能においては、獲得したものを応用するレベルであるので応用領域に入る。メンバーとの関わりについては自己の業務に対することであるので、自己の領域に入る。「基礎の学習・深まり」は知識・技能は基礎領域、メンバーとの関わりは自己の学習であるので、自己の領域に入る。このようにラベル同士の関係は知識・技能理解と他者との関わりの2軸が示す関係にあることが分かった。

### 知識・技能理解

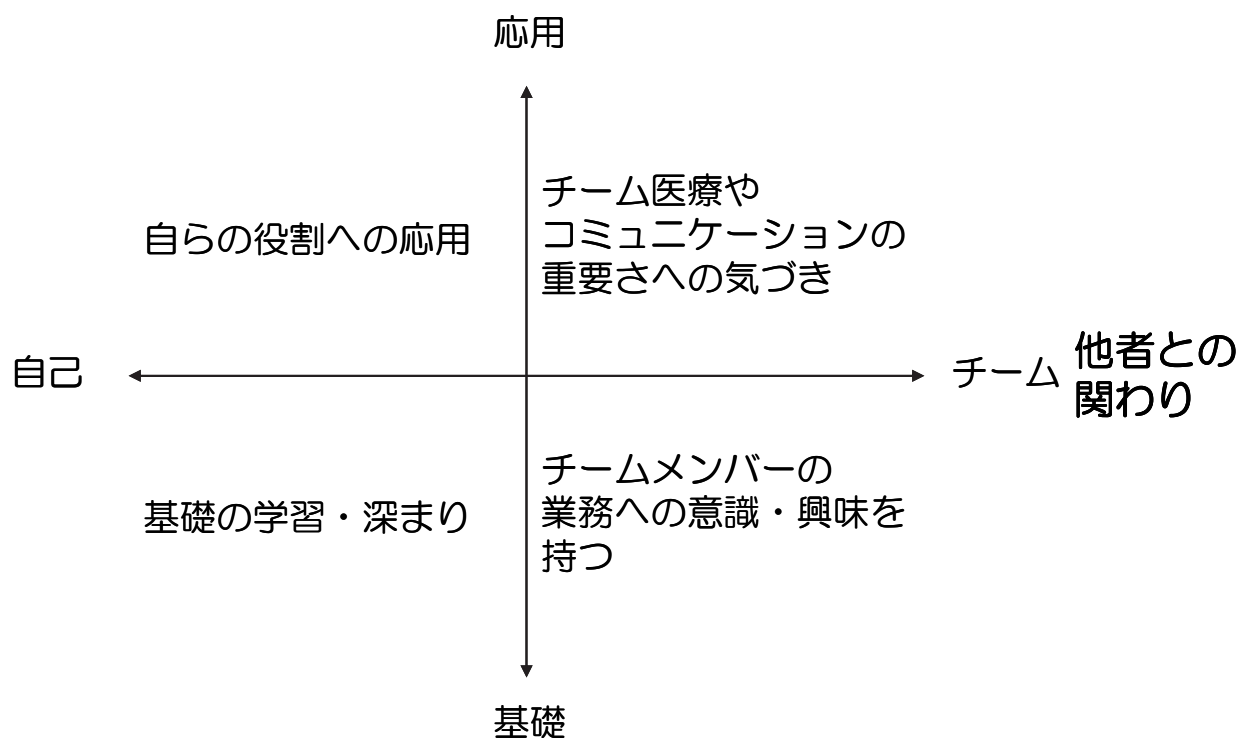


図 2-4-2. ラベル同士の関係図

したがって、クロストレーニングにはこの 2 つの指標「知識・技能理解」および「他者との関わり」を軸に効果が期待できるものと捉えることができる。

さらに、4 つのラベルの認知心理学上の意味について、状況認識 (Situation Awareness : SA) の観点から考察する。SA とは、例えば自動車の運転において、「前方に見通しの悪い交差点がある。もしかすると、人や車が飛び出してくるかもしれないから、スピードを落として注意して走行しよう。」という判断、すなわち、現在の状況を察し、現在と近未来における自己や周囲の状況を予測・認識する能力のことをいう。正しく SA ができると、何をすべきかが決定し、適切な判断に基づいて実行できる例は医療現場においても多々ある。人間は判断や行動をする際、自身の SA を基にしていると Endsley は述べている<sup>47)</sup>。このことは、体外循環操作だけでなく、他職種のあらゆる業務においても同様であると捉えられる。第 1 部では、操作者個人について人工呼吸器のアラーム発報時の対処行動における状況判断を論じたが、この状況判断においても SA が重要であることがわかる。

また、Endsley は、チームにおける SA のための情報の流れとして、メンバーからの情報は図 2-4-3 の  $e_5$  に示すように、1 方向であるとしている<sup>48)</sup>。しかし、手術室のような特殊な作業環境では、メンバーも図 2-4-4 に示すように、対象の観察から直接得られる情報と、取り扱うシステムの知識、インタフェースの知識から得られる情報源を持っている。それらの情報が集約されて本人へ提供されるのが、チームにおける SA の特徴であると考えられる。

チームの認知モデルとしては構成員間の SA の重なりを表す Shared SA モデルや構成員の SA の総和を表すチーム SA モデルが提案されている<sup>49)</sup>。これらは観測者の視点から捉えた構成員間の SA の重なりや総和をモデル化したチームレベルの SA の定義となる。

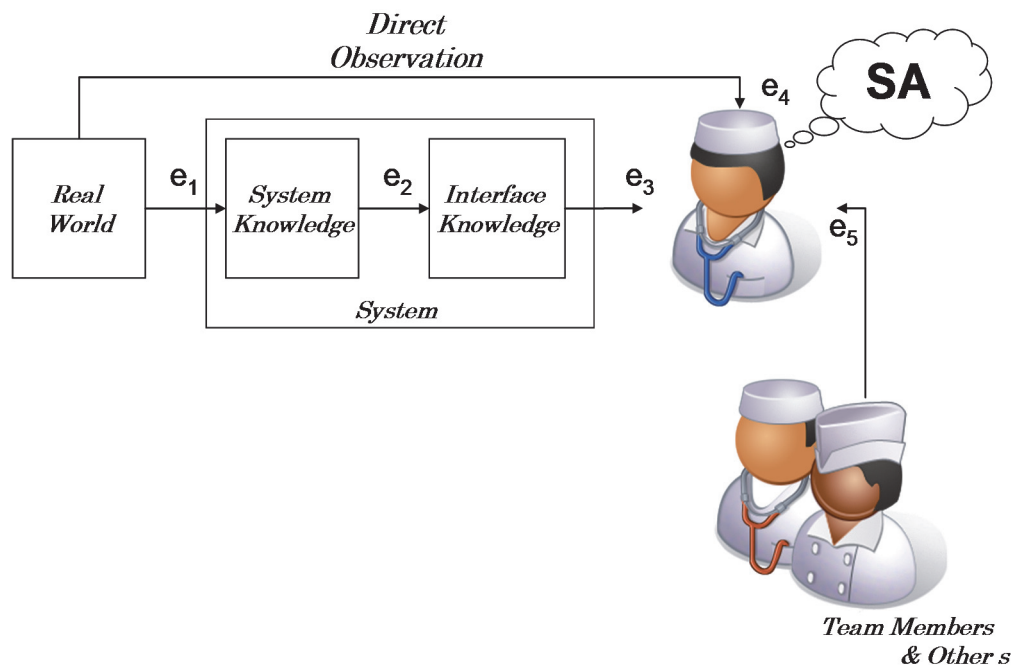


図 2-4-3. Sources of SA Information  
(from Endsley, 1995c, 1997)

今回試みた看護師へのクロストレーニングにおいて、その効果として、自由記述の分析から得られた項目は、図 2-4-4 に示すように、①他メンバーの業務内容に関する知識によるメンバーからの情報の補強、②有用な情報を得るためのコミュニケーション、③メンバーが取り扱う装置、インタフェースの理解による情報の獲得、④メンバーが持つ知識、認識を共有することによる対象への視野拡大、と解釈することができる。これは Endsley が示した状況認識の情報源図（図 2-4-3）に、新たに 4 つのベクトルの必要性について指摘するものであると考える。

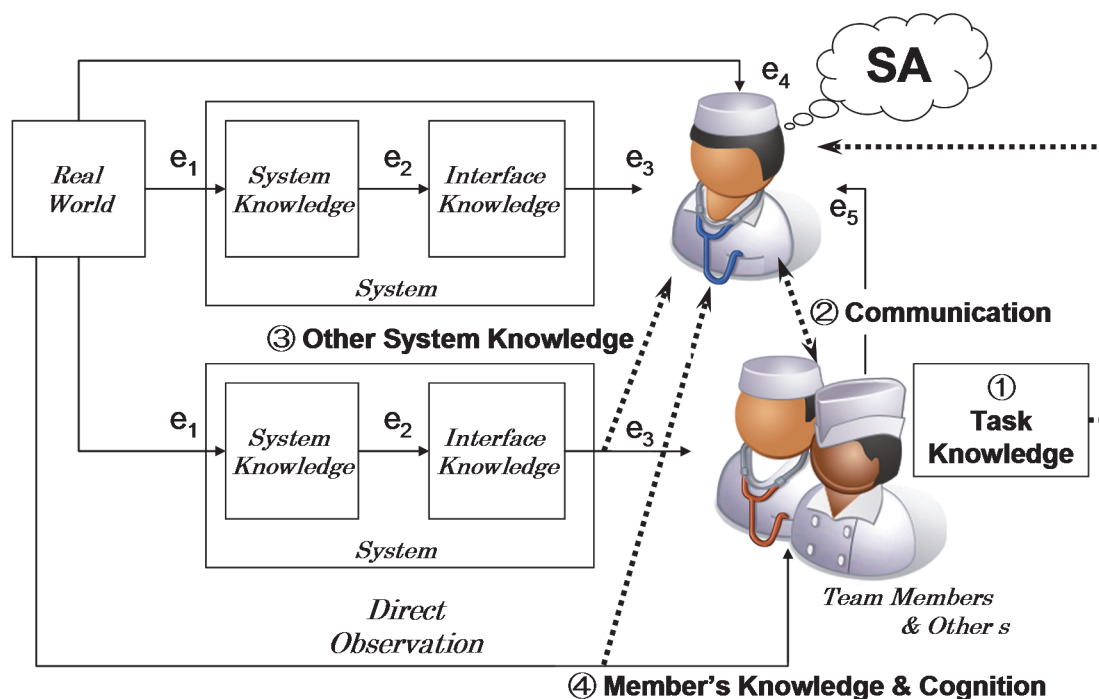


図 2-4-4. クロストレーニングによって追加される状況認識の情報源と情報の流れ

Leonard らはチームメンバーが他のメンバーと実際に共有した情報だけが、全体の状況と意思決定に役立つと述べている<sup>50)</sup>。また、Stout らは、問題に対してメンタルモデルを共有することで、それをもとに意思決定をし、チーム全体の認知資源を活用する状況を作り出すことができると述べている<sup>51)</sup>。このように情報やそれに伴う理解を共有することで、それぞれのメンバーが自分の役割をタイミングよく協調して実行できるようになる効果が期待される。

すなわちクロストレーニングは、他のメンバーが収集する情報とそれらに対する理解を体験的に取得することができる点から、SA の向上や意思決定過程の改善に役立つトレーニング法であることが示唆される。

これらのことから、シミュレータを用いたクロストレーニング方法は、他専門職の業務内容の理解だけに留まらず、自己の業務内容をより深く理解することで、その専門性を高める効果をもたらすのではないかと推察できる。また、看護師に対する体外循環だけでなく、医師やその他の職種に対してもクロストレーニングは有意義であると捉えられる。

今回の研究では、手術室看護師が心臓手術における体外循環操作を体験するクロストレーニングを通じて、個人のコンピテンシーやコミュニケーション能力を高める可能性があることが考えられた。また、SA についての訓練効果が考えられたが、参加者が実際に SA の技能を高める訓練となったかどうか、今回の分析からは具体的に明らかにならなかった。

今後はこれらの結果を踏まえて、クロストレーニングが SA やチーム能力の向上に、どのような効果があるのかを分析すると同時に、より良い訓練の手法を追及していきたいと考える。

## 第5章 結論

ECCSIM を用いた体外循環技術のクロストレーニング手法を手術室看護師に対して試み、トレーニング効果についてアンケート調査を実施した。アンケートの分析から、「1. チームメンバーの業務への意識・興味を持つ」、「2. チーム医療やコミュニケーションの重要性への気づき」、「3. 自らの役割への応用」、「4. 基礎の学習・深まり」についての効果があると考えられた。クロストレーニング手法は既得の知識に対する理解だけでなく、他職種に対する理解が深まり、自らのスキル向上や業務視野を広げる契機を提供することに留まらず、SA の向上や意思決定過程の改善に役立つ方法であることが示唆された。

分析に用いた **Grounded Theory Approach** は、対象となる文章をただ単にカテゴリーに分けるのではなく、文章の前後に潜む背景を読み取り、推論することで、より詳細にコーディングすることができる分析手法である。本研究で実施したように、文章データをコード化および分類することで記述内容の本質的な意味を知ることができ、自由記述を有効活用することができる。医学教育においては、自由記述によるアンケート結果について記述の本質的な意味まで掘り下げて分析されることはまれで、個人的な印象や直感など、ひとつの意見として捉えられることが多い。本研究で用いた分析手法がデータに基づいた仮説や理論としての議論に発展し、さらにトレーニングの効果を見える形にする方法の一つとして確立することを期待する。

## 総括

公益社団法人医療機能評価機構がまとめた医療機器、特に人工呼吸器が関わる医療事故について整理し、医療現場の現状を見つめなおすことにより、医療機器を操作する医療従事者に対して、シミュレーション教育・訓練が必要であることが示された。

本論文第1部では、医療機器である人工呼吸器について、数多く臨床で操作、対応する看護師を対象として、アラーム発報時の対応行動について着目し、行動パターンと思考過程について検証した。

検証実験1では、操作者の現状を把握するためにまずは対処時間について調査した。対処時間については、課題を考慮したうえで60秒以内にできる手慣れたグループ(PG)と不慣れなグループ(IG)に分けられた。

それぞれのグループについて、以下の観点から分析した。

1. 行動パターン
2. 発話プロトコル
3. 思考過程

RasmussenのSRKモデルを基に行動パターンを分析した結果、PGはルールベースの行動をとるが、IGはナレッジベースの行動を繰り返していることで対処に時間を要していることが分かった。PG、IGともに最終的にアラームの原因を同定できていることから、IGに原因についての知識がないわけではないということも分かった。

検証実験2では、IGに対してガイダンス画面による教示を与えると行動パターンがどの様に変化するか検証した。検証実験1と同様の観点で分析し行動パターンをPGに近づけることができるか、また教示を受ける際の思考過程におけるPGとの違いについて考察した。

行動パターンについては、IGがナレッジベースを繰り返すことなく、PGがとるルールベースの行動と同様のパターンを取ることが示された。思考過程分析からガイダンス画面は、ルールベースの行動における状況と作業を合致させる部分の役割を果たすことが判明した。さらに、IGがナレッジベースの行動を繰り返すことについては、状況判断が関与していることが示唆された。

また、発話プロトコルデータの分析から、スクリプトやヒューリスティックスのような推論を用いていることが分かったが、これらの推論は対処時間を短縮するのに有効であるが、不確実なこともあるため、特に緊急時の対処行動においては推論ではなく、的確な判断を基に対応するべきであることが考えられた。

IGの行動パターン分析から原因についての知識はあるが探索の手順が操作者によって異なることが明らかになった。

これらのことから、アラーム発報時のような緊急時の対処行動について、以下のように結論づける。

1. 原因を同定するための探索手順を標準化する。
2. 探索過程において状況判断のポイントを明確にする。
3. 推論で探索するのではなく、思考して状況判断する認知スキルを会得することが重要である。
4. 1から3を踏まえたシミュレーション状況下での訓練が望まれる。

第2部ではチーム医療の代表ともいえる心臓外科領域をテーマとして新たに試みた訓練方法(クロストレーニング)について、訓練の効果と展望を論じた。

参加者のアンケートによる自由記述を **Grounded Theory Approach** に基づいて分析した結果、シミュレータを用いたクロストレーニングでは、個人差はあるが他職種の業務について、既得の知識以上に理解が深まると実感した参加者が多数であることが確認できた。

またその効果は、

1. チームメンバーの業務への意識・興味
2. チーム医療やコミュニケーションの重要性への気づき
3. 自らの役割への応用
4. 基礎の学習・深まり

の4項目に分類できることが確かめられた。実施した分析方法については現段階ではカークパトリックの論ずる訓練効果のレベル1の研修満足度調査に留まっているが、研修後の試験、手技評価などの実施によるレベル2の学習到達度、さらには参加者の追跡調査によるレベル3の行動変容度、レベル4の成果達成度についての評価を行なうことで、より詳細な訓練の効果が明らかになることが期待される。

本論文では、チーム医療として心臓外科手術チームを一例としたが、どのような分野においてもチームが効率的に目標を達成するためには、メンバーが協力し合い任務を遂行するチームワークが重要である。チームが目標を達成するには能力概念であるコンピテンシーの充実が期待されている。コンピテンシーは基本的に個人レベルの概念であるが、チームに加わるための個人の必要な能力として捉えるならば、コンピテンシーの要素のうち、達成・行動、援助・対人支援、管理領域、知的領域、個人の効果性について、クロストレーニングの効果が期待できると考えられた。しかし、チームにおけるコンピテンシーを高めるのであれば、チームでの訓練の構築が必要となることが考えられた。クロストレーニングの継続がチームとしてのコンピテンシーを向上させる一助となることを望む。



1979年3月に米国スリーマイルアイランド原子力発電所で発生した事故の主要因のひとつとして、近藤は運転員の状況認識能力の不足を挙げている<sup>22)</sup>。医療の領域のみならず、他分野においても機器を使用する“人-機械”の環境においては、状況認識（SA）が重要であることは言うまでもない。第1部において、操作者個人について人工呼吸器のアラーム発報時の対処行動において状況判断の重要性を論じたが、この状況判断が Endsley の提唱する SA の考え方も密接に関係していることを第2部第4章で述べた。クロストレーニングは、他のメンバーが収集する情報とそれらに対する理解を体験的に取得することができる点から、SA の向上や意思決定過程の改善に役立つ訓練法であることが示唆された。すなわち、個人において状況判断を含めた対処行動をシミュレーション状況下で訓練したのち、クロストレーニングにより SA の技能を向上させることで、チーム医療を意識した系統的なシミュレーション教育・訓練のプログラムが構成されると考えられる。

シミュレータを用いたクロストレーニングによって参加者が実際に SA の技能を高める訓練となったかどうか、本研究の分析からは具体的に明らかにならなかった。しかし、医療だけでなく様々な分野で起こる重大な事象は、職種の境目にある業務や行為で起こる可能性が高いことを考慮すると、クロストレーニングを継続することに意義があると考えられる。

現在の医療において医療機器は欠かせない。医療機器を扱うスタッフがより安全に、正確に操作することに加えて、有事の際に的確に対応できるようにするためには、日々の訓練は欠かせない。しかし、ただ単に技術の研鑽に励むだけではなく、確かな判断とチーム医療を意識した状況認識（SA）の技能についての訓練が確立されるべきであろう。その一手法として、本研究が基盤となることを期待する。



## 謝 辞

本研究を進めるにあたって終始あたたかいご指導とご鞭撻を賜りました東京理科大学 教授（現名誉教授）山本 栄 先生、ならびに懇切なるご指導とご助言を頂きました千歳科学技術大学 准教授 小林 大二 先生に心から御礼申し上げます。また、広島国際大学 教授 二宮 伸治 先生には多くのあたたかなご助言とご指導を賜りました。ここに深く感謝いたします。

本論文をまとめるにあたり、丁寧なご指導と数多くのご討論、ご校閲を賜りました東亜大学大学院 教授（現客員教授）高上 僚一 先生、東亜大学 教授 山田 寛 先生、東亜大学 教授 佐藤 陽子 先生に心から感謝し、御礼申し上げます。

さらに、本研究の遂行に際し、多大なるご指導とご協力を頂きました広島大学大学院 教授 末田 泰二郎 先生、広島大学病院 病院診療准教授 黒崎 達也 先生、近畿大学 講師 徳嶺 朝子 先生、日本ステリ株式会社 黛 成彦 氏に心より感謝いたします。

検証実験参加者の皆様には、業務の忙しい中、快くご協力くださいましたことを心から感謝いたします。皆様のご協力のおかげで、本論文を作成することができました。本当にありがとうございました。

最後に、長期にわたる研究活動に理解を示し、いつもあたたかく励まし続けてくれた家族に心から感謝します。

2018年3月 瀨口 淳



## 第1部 参考文献

- 1) 平山牧彦ほか. 2002. 患者の安全を確保するための諸対策について. 日本医師会医療安全対策委員会.
- 2) 阿部幸恵. 2016. 医療におけるシミュレーション教育. 日集中医誌, 23, 13-20.
- 3) Linda T. Kohn, Janet M. Corrigan, and Molla S. Donaldson. 2000. TO ERR IS HUMAN: Building a Safer Health System. Committee on Quality of Health Care in America, Institute of Medicine.
- 4) 阿部幸恵. 2013. シミュレーション教育の一連の流れと構造: 看護のためのシミュレーション教育臨床実践力を育てる!. 東京. 医学書院, 61-63.
- 5) Densen JS, Abrahamson S. 1969. A computer-controlled patient simulator. JAMA, 208, 504- 508.
- 6) Howard SK, Gaba DM, Fish KJ, et al. 1992. Anesthesia crisis resource management training: teaching anesthesiologists to handle critical incidents. Aviat Space Environ Med, 63, 763-770.
- 7) Ellis TA 2nd, Bacon DR. 2003. The anatomy laboratory: a concept ahead of its time. Mayo Clin Proc, 78, 250-251.
- 8) Fletcher G, Flin R, McGeorge P, et al. 2003. Anaesthetists' Non-Technical Skills: evaluation of a behavioural marker system. Br J Anaesth, 90, 580- 588.
- 9) Rall M, Gaba DM, Howard SK, et al. 2010. Human performance and patient safety. In: Miller RD, editor. Miller's anesthesia 7<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Churchill Livingstone, 93- 149.
- 10) 宇宙航空研究開発機構 安全・信頼性推進部: ヒューマンファクタ分析ハンドブック, 2017.3
- 11) 公益財団法人日本医療機能評価機構 医療事故防止センター: 医療事故情報収集等事業第45回報告書, 2016.6
- 12) 公益財団法人日本医療機能評価機構 医療事故防止センター: 医療事故情報収集等事業第9回報告書, 2007.6
- 13) 公益財団法人日本医療機能評価機構 医療事故防止センター: 医療事故情報収集等事業第10回報告書, 2007.9
- 14) 公益財団法人日本医療機能評価機構 医療事故防止センター: 医療事故情報収集等事業第11回報告書, 2007.12
- 15) 公益財団法人日本医療機能評価機構 医療事故防止センター: 医療事故情報収集等事業第12回報告書, 2008.3
- 16) 平成 13、14 年度厚生労働科学研究・特別研究事業: 医療機器使用者のための警報装置 (アラーム) ガイドライン 第1版

- 17) 公益財団法人日本医療機能評価機構 医療事故防止センター：医療事故情報収集等事業第3回報告書, 2004.10
- 18) JoAnne Phillips. 2005. Clinical Alarms; Improving Efficiency and Effectiveness. *Crit Care Nurs*, Vol.28 No.4, 317~323.
- 19) Frank E. Block, Jr, Lauri Nuutinen, Bert Ballast. 1999. Optimization of alarms; A study on alarm limits, alarm sounds, and false alarms, intended to reduce annoyance. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, Vol.15, 75~83.
- 20) 喜岡恵子. 2010. 異常時対応能力向上プログラムにおける列車運転行動の可視化. *可視化情報*, Vol.30 No.117, 14-19.
- 21) Katsuhiko Takahashi, Kazuo Monta, and Yushi Fujita. Simulator-based Experimental Studies of Human Behavior in Unexpected Situations. A Framework Development. The 5<sup>th</sup> Korea-Japan PSA Workshop.
- 22) 近藤駿介. 1998. 原子力発電所で働く人々, ERC 出版. 130-136.
- 23) Jun Hamaguchi, Sakae Yamamoto, and Daiji Kobayashi. 2007. STUDY OF THE EFFECTIVE METHODS TO DETECT THE CAUSE OF A VENTILATOR'S ALARM GOING OFF. The Seventh Pan-Pacific Conference on Occupational Ergonomics 2007, Conference Proceedings.
- 24) Rasmussen J. 1983. Skills, rules, and knowledge; signs and symbols, and other distinctions in human performance model, *IEEE Trans*.
- 25) Ericsson, K. A. & Simon, H. A. 1984. Protocol analysis, Verbal reports as data. Cambridge, MA. MIT Press.
- 26) Hayes, H. R. & Flower, L. S. 1980. Identifying the organization of writing processes. In L. W. Gregg & E. R. Steinberg (Eds) , *Cognitive processes in writing*. Hillsdale, NJ. Lawrence Erlbaum Associates.
- 27) Abelson, R. P. 1981. Psychological status of the script concept. *American Psychologist*, Vol.36, 715-729.
- 28) 池田謙一. 1986. 緊急時の情報処理, 緊急時の情報処理モデル, 東京大学出版会, 4.2 , 122-132.
- 29) Markus, H. & Zajonc, R. B. 1985. The cognitive perspective in social psychology. In G. Lindzey & E. Aronson (Eds.), *The handbook of social psychology* (3<sup>rd</sup> ed.), Vol. 1. Randomhouse, 137-230.
- 30) 黒田勲. 1988. ヒューマン・ファクターを探る, 中央労働災害防止協会.
- 31) 原田悦子. 2007. ユーザの視点から見る安全確保 認知工学と医療の場の使用安全. *医工学治療*, Vol.19 No.1, 45-49.
- 32) Lucy A. Suchman. 1987. *Plan And Situated Actions*. Cambridge University Press, 6.4, 102-104.

- 33) 厚生労働省医政局長通知：良質な医療を提供する体制の確立を図るための医療法等の一部を改正する法律の一部の施行について, 医政発第 0330010 号, 2007.3

## 第 2 部 参考文献

- 34) Barrett, J., Gifford, C., Morey, J., et al. 2001. Enhancing patient safety through teamwork training. *J Healthc Risk Manag*, 21, 61-69.
- 35) Morey, J.C., Simon, R., Jay, G.D., et al. 2002. Error reduction and performance improvement in the emergency department through formal teamwork training: evaluation results of the MedTeams project. *Health Serv Res*, 37, 1553-1581.
- 36) Michael, St. P., & Gesine, H., & Cornelius, B. 2008. *Crisis Management in Acute Care Settings: Human Factors and Team Psychology in a High Stakes Environment*. New York: Springer, 151-152
- 37) American Heart Association/日本 ACLS 協会, 日本循環器学会(監訳). 2008. *ACLS プロバイダーマニュアル AHA ガイドライン 2005 準拠*. 東京: シナジー, 11-17
- 38) 古瀬彰, 川内基裕, 佐藤景二ほか. 2004. 「人工心肺の危機管理」. 古瀬彰(編): 『人工心肺安全マニュアル』. 東京: 株式会社じほう, 53.
- 39) Shinji, N., Megumi, T., Asako, T., Tatsuya, K. 2009. Virtual patient simulator for the perfusion resource management drill. *The Journal of extra-corporeal technology*, 41(4), 206-212.
- 40) Shinji, N., Asako, T., Toru, Y., Yasuko, T. 2007. Development of an educational simulator system, ECCSIM-Lite, for the acquisition of basic perfusion techniques and evaluation. *The Japanese Society for Artificial Organs*, 10, 201-205.
- 41) Yutaka, Y. 2009. Sharing feedback and assignment reports in elementary programming education. *Journal of the educational application of information technologies*, 12(1), 26-30.
- 42) 戈木クレイグヒル 滋子. 2014. グラウンデッド・セオリー・アプローチ概論: *KEIO SFC JOURNAL*, Vol.14, No.1, 30-43.
- 43) Jamie D, Ross M. Ungerleider. 2008. *Cardiopulmonary Bypass: Principles and Practice, Third Edition, Teamwork: A Systems-Based Practice*. Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer, 572-588
- 44) Spencer, L. M., Jr., & Spencer, S. M. 1993. *Competence at work: Models for superior performance*. New York: Wiley.
- 45) Boyatzis, R. E. 1982. *The competent manager: A model for effective performance*. New York: Wiley.

- 46) Ann C. Greiner and Elisa Knebel., (Eds). 2003. Health Professions Education: A Bridge to Quality. Institute of Medicine.
- 47) Endsley, M.R. 1995. Toward a theory of situation awareness in Dynamic Systems. *Human Factors*, 37(1), 32-64.
- 48) Endsley, M.R., Garland, D.J., (Eds). 2000. Theoretical Underpinnings of Situation Awareness. A Critical Review, In *Situation Awareness Analysis and Measurement*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 3-32.
- 49) Salas, E., Prince, C., Baker, P.D., Shrestha, L. 1995. Situation awareness in team performance: Implications for measurement and training. *Human Factors*, 37(1), 123-126.
- 50) Leonard, M., Graham, S., Bonacum, D. 2004. The human factor: the critical importance of effective teamwork and communication in providing safe care. *Qual Saf Health Care*, 13(Suppl 1), 85-90.
- 51) Stout, R.J., Cannon-Bowers, J.A., Salas, E., Milanovich, D.M. 1999. Planning, shared mental models, and coordinated performance: an empirical link is established. *Human Factors*, 41, 61-71.



# 資料 1

## 参加者の行動および発話記録



時間	発話	行動	理由	
0		立ち上がる。		アラーム発生
2	アラーム鳴ってます。	機器へ向かう。		
4		消音ボタンを押す。	うるさいのと、何が鳴っているかと思 い消音した。	
6	えっーつと	アナログメータを確認してい る。	換気されているか確認するため。	
9	ゼロじゃないので…		換気量が出てるので、設定かなと 思った。	
12	あ、でもこれ下限が。	アラーム設定ダイヤルを調整 する。	下限の設定が、設定換気量の5リット ルよりも上に設定されていたから。設 定換気量に合ったアラーム設定に直 そうと思った。	
15	0.5より上なので			
18	0.3ぐらいにしよっかな。			
21	で、上限を0.7ぐらいにし よっかな。			
26		警報ランプを確認する。	アラームが消えたか確かめるため。	
28	オッケーです。		警報ランプが消えたので。	アラーム 解除

(秒)

時間	発話	行動	理由	
0				アラーム発生
2	あ、鳴ってるな。	機器へ向かう。		
4		消音ボタンを押す。	うるさい。気になるから。	
7		アナログメータを確認している。	換気されているか確かめるため。換気されてなければすぐ対処しなければならないから。	
13	えーっと。		換気量が出てるので、設定かなと思った。	
19	換気量はいいんだけど、これ設定ですかね。	アラーム設定ダイヤルを調整する。	アナログメータを確認したときに、すぐ下に設定ダイヤルがあるので、気付く。	
26	下限がおかしい。設定がおかしい。		ダイヤルがずれていたので設定換気量に合わせようと思った。	
29		ゆびで指して警報ランプを確認する。	消えなければ、他にどこかおかしいんだなと思った。	
32	はい。大丈夫です。		警報ランプが消えたのでいいと思った。	アラーム解除

(秒)

時間	発話	行動	理由	
0				アラーム発生
1	あ、鳴ってる。	機器へ向かう。		
4		消音ボタンを押す。	うるさいから。作業の邪魔なので。	
6	ん？	アナログメータを確認する。	換気量はどうかと思った。出てなければ回路を見ようと思った。	
7	換気量が出てるので・・・。		換気量が出ていたので、なんだろうと少し考えた。	
16		アラーム設定を見る。	換気量が設定量を保っていたので回路の外れではないなと思った。	
18	設定か・・・。下限と上限の設定が同じ値になっている。		下限と上限の間で監視するののもなので、同じ値だったら鳴ってしまうと思った。	
22	下限をちょっと下げて・・・。	アラーム設定ダイヤルを調整する。	設定換気量と同じ値でなく、少し幅を持たせようと思い、調整した。	
25	上限をちょっと上げます。			
27	消えた。	警報ランプを見る。		
29	できました。		警報ランプが消えたので、解除できたと思った。	アラーム解除

(秒)

時間	発話	行動	理由	
0				アラーム発生
2	アラームです。	機器へ向かう。		
4		消音ボタンを押す。	患者にとってうるさいのと自分が気になるから。	
6	ん？	アナログメータを確認している。	換気量されてるなと思った。	
8		回路をさっと見回す。		
13	チューブはついているもんね。	患者チューブを見ている。	目立って外れているところはないかなと思いついて見た。換気量警報が鳴るとついつい見てしまう。	
17	設定かな、あ下限が。	アラーム設定を確認する。	ダイヤルを見たら設定がずれているのが分かった。	
23	5リッターだから・・・	設定を調整している。		
32		上限設定を調整している。	設定換気量に適正なアラーム設定にしようと思った。	
37	消えたかな。	警報ランプを確認する。	警報ランプが消灯したら、アラーム解除だから、確認した。	
39	はい。終わりです。		ランプが消えたので。	アラーム解除

(秒)

時間	発話	行動	理由	
0				アラーム発生
2	あ、アラームだ。	機器のほうへ向かう。		
4		アラーム消音ボタンを押す。	音が鳴っていると落ち着かないから。	
6	えーっと…	アナログメータを確認する。	まず患者が換気されているか確認するため。	
13	ここが鳴ってるってことは…	換気量警報ランプを指差している。	アナログメータを確認して換気されていたけれども換気量警報が鳴っていたので、アラームの設定がおかしいのかなと思って、設定換気量とアラームの設定を確かめようと思い確認した。	
15	このアラームの設定が…	上限アラーム設定を見て、設定換気量を確かめる。		
18		上限設定を調整しようとダイヤルに触れるが、設定は動かさない。	上限設定が設定換気量の5リットルに近かったが、範囲内だったのでそのままにした。	
23	これじゃないか？	下限アラーム設定を確認している。	上限設定を見たので、次は下限設定を確かめようと思ったから。	
28	このアラームの設定が高すぎるんじゃないかと思うんですけど。	下限の設定を調整する。	下限設定が設定換気量より高い設定になっていたので下げようと思ったから。	
33		警報ランプが消えることを確かめる。		
35	これでオッケーです。		警報ランプが消えたので解除されたと認識した。	アラーム解除

(秒)

時間	発話	行動	理由	
0				アラーム発生
2	鳴ってる。			
5	んーと。換気量は・・。	アナログメータを確認する。	まず換気されているか確かめなければいけないから。	
8	こっちは・・。	気道内圧を確認している。	回路からの空気漏れだと気道内圧もさがっているから、気道内圧の変化を確かめるため。	
13	出てるから・・。	アナログメータを指差し、換気されていることを確認する。	患者が換気されていることを再度確認するため。	
19	ということはこれかな。	アラーム設定を確認する。	換気量が保たれているのに換気量警報が鳴っているということは、アラーム設定関係かと思ったので確かめた。	
25	んーと。上限は・・。	上限設定のダイヤルを調整する。	上限設定が設定換気量ギリギリのところだったので、余裕を持たせて設定した。	
29	これぐらいかな。			
34	下限はどうだろ。	下限設定のダイヤルを調整する。	下限設定が設定換気量を超えていたので、下げた。	
37	ずいぶん高い設定になってるね。			
40	消えたね。	警報ランプを見る。	調整したので解除されるかどうか確かめるため。	
43	いいと思います。		警報ランプが消灯したから。	アラーム解除

(秒)



時間	発話	行動	理由	
0				アラーム発生
2	アラームが鳴った。	機器のほうへ向かう。	アラームが鳴ったので、対処しなければと思い。	
4	分時換気量警報。	警報ランプの確認。	ランプが点滅していたため、何の警報か確認した。	
7	アラーム消します。	アラーム消音。	鳴り続けると周囲が興奮すると思ったため。	
13	ええー、分時換気量が出ている…。	アナログメータを確認。	換気がされているか確かめたかった。されていなかったら大変だから。	
15	回路確認していきます。	回路の確認を始める。	換気がされていたようなのだが、換気量警報だったので、取りあえず回路が外れてないか確かめようと思ったため。	
21	加湿器は、大丈夫？大丈夫ですね。	加湿基部の確認。	加湿器が回路の一番最初にあるため。	
26	患者の回路も…	患者接続部の確認。	口元が外れているかも知れないと、ふと思ったから。	
32	おかしいな…。	回路を眺めて考えている。	回路の接続は外れているところがなかったのでもんだらうと思った。	
38	モニター見てみます。	アナログメータを確認。	他に原因があるのかと、アナログメータをもう一度確認してみようと思ったため。	
42	分時換気量は出ている…。			
49	警報消えないです。	警報ランプ、アナログメータを見て考えている。	アラームが消えないかなと思ったため。	
52	警報消えない…分時換気量出てる…		換気量は本当に大丈夫か再度確かめたかったから。	
56	えーっと他のモニタ…	操作パネル全体を見渡す。	なんだか分からず、全体を見渡してみた。	
60	気道内圧関係ないし…	気道内圧モニタ確認。	警報ランプはついていなかったけれども、確認しておこうとおもったため。	
64	えーっと分時換気量のところだったのでこのところ？	アラーム設定を指差して確認。	警報ランプを見ていたら、アラームの設定が目に入った。	
67	警報をちょっと見てみたいと思います。			
71	5なので…でもこれ5だから…	アナログメータと上限アラームのダイヤルの数値を確かめている。	換気量と設定値を比べて設定が合ってるか確かめようと思ったため。	
75	下限の方を見ると…	下限のアラーム設定を確認。		
79	5なんで…			
86	高いな…少し下げます。	設定ダイヤルを回す。	下限を確かめたA換気量より高かったなので下げた。	
94	これでどうかな…	警報ランプの確認。	警報ランプが消えたかどうか見るため。	
98	んー。		ランプは消えたようなのだが、本当に大丈夫かあまり自身がなかった。	
102	はい。これで解除です。		アラームが鳴らないようなので、解除したと思った。	アラーム解除

(秒)

時間	発話	行動	理由	
0				アラーム発生
2	アラームが鳴りました。	機器のほうへ向かう。	対処するために。	
5	消そう。	消音ボタンを押す。	少しうるさいと感じたため。	
9	メータは？	アナログメータ(換気量)の確認。	換気がされているか気になったため。	
11	ん？出てる。		一瞬何だか分からなかった。	
13	回路？かな。	アナログメータを確認している。	換気量は保たれているようだったが、回路が少し外れているのかなと思ったため。	
15	回路見てみよう。	回路の確認を始める。	分からないけれど、回路を見てみようと思ったため。	
18	加湿器・・・大丈夫ですね。	加湿基部の確認。		
20	ウォーターラップOKです。	ウォーターラップ部の確認。	順番に確認していった。	
24	患者さんの接続もOKです。	患者回路接続部の確認。		
30	呼気側？	呼気側回路を確認する。	吸気側に漏れはなさそうだったので、吸気側かなと思った。	
36	違うな・・・			
40	分時換気量・・・	アナログメータ(換気量)の確認。	ほんとに換気量は保たれているのか、メータが壊れていないかも一度確認素養と思ったため。	
43	ん一つと??	考えている。	やっぱり、換気はされていたので、原因が分からなかったので思いつくことを考えてみた。	
51	設定かなあ。	アラームの設定を確認している。	ダイヤルを見ていこうと思いついたため。	
55	上限の設定が低いから??	設定ダイヤルを指差して確かめる。	設定換気量より低かったので、おかしいと思ったため。	
59	これを上げてみます。	ダイヤルを回す。		
62	下限は？	下限アラームを確認している。	上限がおかしかったから、下限もおかしいかと思ったから。	
66	下げます	ダイヤルを回す。	おかしかつたので、調整した。	
69	警報ランプが消えました。	警報ランプを確認。	これで警報が消えると思ったから。(他に思いつくことがなかったの)	
71	これで終了です。		警報ランプが消えたから。	アラーム解除

(秒)

時間	発話	行動	理由	
0				アラーム発生
3	アラームが鳴ってます。	機器のほうへ向かう。	何が鳴っているのだろうと思ったから。	
6	アラームをきります。	消音ボタンを押す。	アラームが鳴っているのが分かったので、耳障りだから。	
9	分時換気量が。	アナログメータ(換気量)の確認。	換気量メータがまず気になったため確認したら、換気量が出ていたのでおかしいと思った。	
11	出てるな。			
13	回路を見えます。	回路の確認を始める。	換気量警報なのでとりあえず回路チェックだなと思ったため。	
17	加湿器ちがうな。	加湿基部の確認。	順庵に確認していくため加湿器から見た。	
19	ウォータートラップでもない。	ウォータートラップ部の確認。		
22	患者接続大丈夫ですね。	患者回路接続部の確認。		
25	あれ？	回路を見渡す。	どこも外れてなかったので何だ？と思った。	
27	んーっと。			
28	メータは？	アナログメータ(換気量)の確認。	換気量は変化してるかなと思い確認した。	
31	これあれだっけ？あれが...	アナログメータを指差して考えている	カプ内空気が漏れてるのかと思ったりしたけど、換気されてるし、違うなと思ったり、いろいろ考えた。換気量が出てくるからいいはずなのに、何でなるんだろうと思ったため、もう一度アナログメータを確認した。	
34	分時換気量だからこれが出てればいいんだから...	アナログメータの確認。		
38	これが出てるからいいとして。			
44	回路の問題なかったんで...	操作パネルを眺めている。	回路じゃなければ、機械が原因？と思ったため。	
48	警報？警報の方を見えますと。		警報ランプが点滅しているところのダイヤル設定から見ようと思ったから。	
53	警報5。でも上限が...	上限アラームを確認している。ダイヤルを回す。	換気量が5リットルだったので、上限はぎりぎり5だったから、少し幅を持たせなきゃと思ったから、ダイヤルを回した。	
59	5. 5. 5これ大丈夫。いつてないから...			
64	で、下限が。下限が4。ちょっと低い？	下限アラームのダイヤルを確認。	次は下限だと思ったから、流れて確認した。	
69	あ。高い。少し下げます。	ダイヤルを回す。	アラームの意味が良く分からなくて、迷ったけれど、おかしいと思ったんで、下げた。	
73	回路の方を見ても大丈夫。	回路の接続を再度確認する。	換気量警報でやっぱり回路が気になったのでもう一度確かめておこうと思ったから。	
78	回路大丈夫なんで...			
85	警報は消えたけど...??	警報ランプの確認	自信がなかったから。	
91	はい...警報解除です。		ランプが点滅しなかったので。	アラーム解除

(秒)

時間	発話	行動	理由	
0				アラーム発生
2	あ、アラームが鳴った。	機器のほうへ向かう。	何だろうと思ったから。	
4	アラームを止めます。	消音ボタンを押す。	うるさかったので。	
8	モニタの確認をしてみます。	アナログメータ(換気量)の確認。	換気量警報だとランプで分かったので、換気されているかまず確かめようと思ったから	
11	気道内圧は出ってます。	気道内圧メータ確認。	気道内圧の変化も見なかったため。	
13	えーっとこれは??	操作パネル全体を眺める。	換気されているのに、換気量警報が鳴っているので、機械的なトラブルかと思い見渡した。	
15	漏れとかじゃないのかな?	機器を見ながら考えている。	漏れていないようだったので、何か設定関係かなと思った。	
18	えっとそうすると...		換気量関係のダイヤルは何かあるか考えた。	
24	換気量上限を確認してみます。	アラーム設定を確認する。	警報ランプの近くにアラーム設定があるのでまず見てみようと思ったため。	
30	アラームの上限が...えっと。	アラームの設定を眺めている。	設定の意味が良く分からなかった。普段あんまり触らないから。なんとかやってみようと思ったため、上限値と下限値を変化させた。	
39	5.0なので...この上限がちょっと低いので上げる??	アラーム設定を変更しようとダイヤルに指を置く。		
		ダイヤルをまわす。		
47	下限の設定が...	下限の設定を確認している。		
		考えている。		
60	えーっと下限を...	ダイヤルを指差して確認している。		
67	下限が...これが結構高いのか??			
73	これを下げます。	ダイヤルを回す。		
76	上限変えなくても良かったのかな?	上限アラームを確認している。	何だか分からないけど、触らなくていいものに触ってしまったか心配だったため。	
79	警報解除です。	警報ランプを確認する。	とりあえず警報ランプが消えたので解除したと思った。	アラーム解除

(秒)

時間	発話	行動	理由	
0				アラーム発生
2		機器のほうへ向かう。	アラームが鳴ったので。	
5	鳴りました。	消音ボタンを押す。	音が鳴っているとるさくて作業しにくい ため。	
12	これが設定されてて..	換気量の設定を確認する。	患者の換気量の設定がどれくらいか 知りたかったから。	
13	換気量が上がってます。	アナログメータを確認する。	換気はされているのかどうか確かめる ため。まず確かめなければいけない と思った。	
19	気道内圧が上がってま す。	気道内圧メータを確認する。	気道内圧は変化していないかなど か確かめるため。換気量は確保され ているようだったので気道内圧がどう か確かめた。	
24	回路かな？	回路の接続を確認する。加温 加湿器の確認。	換気はされていたが、とりあえず換気 量警報なので接続を確認しておこうと 思ったから。	
30		患者接続部の確認。	順番に調べた。	
34		ウォータラップ部の確認。		
37		アナログメータを確認する。	回路の接続を確認したので、再度ア ナログメータを確認した。	
38	上限が...	アラーム設定ダイヤルを触る。	回路の外れがなかったので、設定か なと思ったが、よくわからなかった。	
44	上限警報じゃないです ね..	上限設定ダイヤルを少し動かす。	原因がどうか分からないが、少し動か してみた。	
47	下限が..	下限設定ダイヤルを触る。	上限を触ったので、次は下限を確か めた。	
51	下限が7になって上がつ てます。	下限設定ダイヤルを動かして調整 する。	換気量より高かったので、間違ってい ると思い、下げた。	
59	タイダル320...	デジタルメータを確認している。	アラームが鳴り止まないのになんと なく確かめた。	
62	えーつと。	回路の接続を確認する。患者接続 部の確認。	原因が分からなかったのもう一度 回路を確かめてみた。	
69		加温加湿器、ウォータラップ部の 確認。		
72		アナログメータを確認する。	換気量に変化がないか確かめた。	
77		下限設定ダイヤルを触る。	換気量は変化がないので、やはり設 定かなと思ひ、触ったが、下限設定は 合っているのになんだろうと思った。	
80		アナログメータを確認する。	本当に換気されているか確かめた。	
83	あれ？	全体を見渡す。	何が原因なのかわからず、考えた。	
87	なんで？	デジタルメータを確認している。	見ると何か変化があるかと思ひ、確 かめた。	
98		考え込む。	換気量警報なのに、換気されている からなんだろうと思った。	
113		全体を見渡す。		
119	設定？	アラーム設定を見る。	やはり設定かなと思ひ、もう一度確 かめてみようと思った。	
123		上限の誤りに気づき調整する。	下限の誤りにばかり気がいってしまっ て、上限に気づけなかった。	
128	あ。	下限設定をもう一度調整する。	もう一度下限を確認しておこうと思 ったから。	
135	下限、上限が高かったで すか？	警報ランプを確認する。	アラームが解除されたかどうか警報ラ ンプをみて確かめた。	
138	アラームが止まりました。		警報ランプが消えたので。	アラーム 解除

(秒)

時間	発話	行動	理由	
0				アラーム発生
2	アラームが鳴ってる。	機器のほうへ向かう。	対処しなきゃと思ったから。	
5		消音ボタンを押す。	うるさいので。	
7	5リットルで。	設定換気量を確認する。	換気量警報ランプが点滅しているのが見えたので、設定はいくつかまず見てみようと思った。	
9	ボリュームコントロール。	デジタルメータを確認する。	デジタルメータが数字でいろいろ見れるので分かりやすいから。一通り状態を確認しようと思ったから。	
12	設定が15回。	デジタルメータで呼吸回数を確認する。		
17		酸素濃度を確認		
22		タイダルボリュームを確認		
26		回路の接続を確認する。(患者接続部)	値はおかしいところがなかったので、回路かなと思ったため。	
29	アラームが消えません。	加温加湿器、ウォータラップ部接続確認。		
38	呼吸数15回。	機器の前に座り込む。	何が何だか分からなくなったため。	
45		設定換気量を指差し確認する。	設定は間違っていないか確認しなかった。	
52	アラームが消えません。	警報ランプを見ている。	何で鳴っているんだろうか思いつかなかったため。	
54		回路の接続を確認する。(加温加湿器、ウォータラップ部)	見逃したかもしれないと思ったため。	
62		デジタルメータを確認する。		
70	ここは触らないんですよね…?	酸素ブレンダーを指差し確認する。	確認したところは異常がなかったので、思いついたところを確かめようと思ったため。	
73	でしょ?	設定換気量を指差し確認する。	換気量設定は誤っていないことを再確認した。	
83	えー?	気道内圧アラーム設定を指差し確認している。	無意識に指差しと思う。	
92	これって完全に乗っかってるんですよね?	デジタルメータを確認する。	換気量はあるので、呼吸は保たれていると思ったのだが理由が分からなかった。	
109	なんでだろうー?	デジタルメータを確認している。		
114	消えません。	操作パネルを全体的に眺めている。	原因が思いつかなかった。	
129	最悪だなー。	デジタルメータを確認している。	分からないけどとにかく見てみようと思った。	
139	5リットルですよ。	設定換気量を確認する。	換気量はあるのになんで?と思ったがそれしか思いつかなくて手が伸びた。	
143	んー?	機器の前にしゃがみこむ。	このあたりはパニックになっていました。	
161	自信がない…。	操作パネルを全体的に眺めている。		
177	わかりません。先輩を呼びにいけます。	諦める。		原因わからず、実験終了。

(秒)

時間	発話	行動	理由	
0				アラーム発生
2	アラームが鳴ってます。	機器のほうへ向かう。	対処しなければと思ったから。	
5		アナログメータを確認する。	まず換気されているかなと思ったため。	
12	分時換気量は・・・。	アナログメータを見ている。	換気量が出てるのにおかしいなと思いつつ見ている。	
17	戻ってないです。		よく分からずに口走った。	
20	アラーム。んーと。	警報ランプを指差す。	警報ランプが光っていたので、やっぱり警報状態なんだと認識。	
27	分時換気量警報だから・・・。	警報ランプを見ている。	よく分からなかった。	
30		アナログメータを見ている。	もう一度換気量を確認するため。	
36	どこかに・・・。	デジタルメータを確認する。	他に何か情報がないか探してみようと思いつつ確認した。	
39	どこかに漏れがある？	回路の接続を確認する。(本体出口)	やっぱり回路から空気が漏れているのかなと思いつつ確認した。	
42		加温加湿器部を確認。	順番に見ていこうと思いつつ見ていった。	
44		ウォータラップ部を確認。		
50		しばらくアナログメータを眺めている。	換気量に何か変化があるかなと思いつつ確認した。	
69		アラーム消音ボタンを押す。	特に意味はなく押した。分からなかったから、自然と押ししまった。	
75	カフエアアを確認します。	カフ内空気を確認する。	回路を見たところ漏れてなさそうだったのでカフかなと思いつつ調べた。	
83		カフ内空気を確認しながら、アナログメータを確認する。	換気量に何か変化があるかなと思いつつ確認した。	
92	カフが漏れてるわけでは無いです。	回路の接続を確認する。(本体出口と加温加湿器)	カフではなかったのもう一度回路に見逃がないかと思いつつ確認した。	
97		ウォータラップ部を確認。		
105	んー。	デジタルメータを確認する。	何か分かるかと思いつつ確認した。	
111	ちがう・・・。	気道内圧メータを確認する。	気道内圧ではないかと思いつつ、他に確認することを思いつかず、見た。	
116		アラーム設定ダイヤルを指差して、見ている。	一通りダイヤルを確認しようと思ったため。	
124		換気モード設定のダイヤルを指差して、見ている。		
128		デジタルメータを確認する。	他に思いつかなくて。	
136	これって・・・。	回路の接続を確認する。(本体出口)	分からないまま、できることを繰り返して確認するしかなかったから。	
139		加温加湿器部を確認。		
141		ウォータラップ部を確認。		
144		患者接続部を確認。		
148		ウォータラップ部を確認。		
154	誰か呼びます。			アラーム発生原因見つけられず、実験終了

(秒)





## 資料 2

# ガイドンス画面のプログラミング



## ガイダンス画面のプログラミング

```
Option Strict Off
Option Explicit On
Friend Class Form1
    Inherits System.Windows.Forms.Form
    Dim SampleDatNum As Integer '***連続取り込みで

    Private Sub DEVCLOSE_Click(ByVal eventSender As System.Object,
ByVal eventArgs As System.EventArgs) Handles DEVCLOSE.Click
        '***デバイスのクローズ***
        Tusbadsm_Device_Close(IDNUM.SelectedIndex) '***デバイスクロー
ーズ

        Function_Disable() '***ボタンの有効無効切り替え
    End Sub

    Private Sub DEVOPEN_Click(ByVal eventSender As System.Object, ByVal
eventArgs As System.EventArgs) Handles DEVOPEN.Click
        '***デバイスのオープン***
        If (Tusbadsm_Device_Open(IDNUM.SelectedIndex) = 0) Then
            Function_Enable() '***各機能ボタンを有効にする
        Else
            MsgBox("オープンできませんでした") '***オープンに失敗した
場合

        End If

        Timer1.Enabled = True
        Timer1.Interval = 1000

        '***上位バイトの入力データの取得
        Dim dat(9) As Integer '***データ配列
        Dim ch As Object '***チャンネル
```

'UPGRADE\_NOTE: str はstr\_Renamed にアップグレードされました。詳細については、

'ms-help://MS.VSCC.v80/dv\_commoner/local/redirect.htm?keyword="A9E4979A-37FA-4718-9994-97DD76ED70A7"' をクリックしてください。

```
Dim str_Renamed As String '***文字列
```

```
Dim strCR As String '***改行文字列
```

```
strCR = Chr(13) & Chr(10)
```

```
For ch = 0 To 7
```

'UPGRADE\_WARNING: オブジェクトch の既定プロパティを解決できませんでした。詳細については、

'ms-help://MS.VSCC.v80/dv\_commoner/local/redirect.htm?keyword="6A50421D-15FE-4896-8A1B-2EC21E9037B2"' をクリックしてください。

```
If Tusbadsm_Single_Sample(IDNUM.SelectedIndex, ch, dat(ch)) <> 0 Then '***DLL関数の実行
```

```
DEVCLOSE_Click(DEVCLOSE, New System.EventArgs())
```

```
Exit Sub
```

```
End If
```

```
Next
```

```
str_Renamed = "ch1~ch8のデータです" & strCR
```

```
str_Renamed = str_Renamed & "ch1のデータ" & CStr(dat(0)) & strCR
```

```
str_Renamed = str_Renamed & "ch2のデータ" & CStr(dat(1)) & strCR
```

```
str_Renamed = str_Renamed & "ch3のデータ" & CStr(dat(2)) & strCR
```

```
str_Renamed = str_Renamed & "ch4のデータ" & CStr(dat(3)) & strCR
```

```
str_Renamed = str_Renamed & "ch5のデータ" & CStr(dat(4)) & strCR
```

```
str_Renamed = str_Renamed & "ch6のデータ" & CStr(dat(5)) & strCR
```

```
str_Renamed = str_Renamed & "ch7のデータ" & CStr(dat(6)) & strCR
```

```
str_Renamed = str_Renamed & "ch8のデータ" & CStr(dat(7))
```

```
lblVolt.Text = (str_Renamed)
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Form1_Load(ByVal eventSender As System.Object, ByVal  
eventArgs As System.EventArgs) Handles MyBase.Load
```

```
    '***フォームの表示開始時の初期化处理***
```

```
    Function_Disable() '***
```

```
    IDNUM.SelectedIndex = 0 '***初期選択IDをにする
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Function_Disable()
```

```
    '***オープンとID選択ボタン以外の各ボタン機能を無効にする***
```

```
    DEVCLOSE.Enabled = False '***クローズボタン無効
```

```
    DEVOPEN.Enabled = True '***オープンボタン有効
```

```
    IDNUM.Enabled = True '***ID選択ボタン有効
```

```
    '***以下のボタンすべて無効
```

```
    Pio_Write.Enabled = False
```

```
    Pio_Read.Enabled = False
```

```
    Single_Sample.Enabled = False
```

```
    Set_InputMode.Enabled = False
```

```
    Start.Enabled = False
```

```
    Stop_Adc.Enabled = False
```

```
    Get_Status.Enabled = False
```

```
    Get_Datas.Enabled = False
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Function_Enable()
```

```
    '***オープンとID選択ボタンのみを無効にする。***
```

```
    DEVOPEN.Enabled = False '***オープンボタン無効
```

```
    DEVCLOSE.Enabled = True '***クローズボタン有効
```

```
    IDNUM.Enabled = False '***ID選択ボタン無効
```

```

    '***以下のボタンすべて有効
    Pio_Write.Enabled = True
    Pio_Read.Enabled = True
    Single_Sample.Enabled = True
    Set_InputMode.Enabled = True
    Start.Enabled = True
    Stop_Adc.Enabled = True
    Get_Status.Enabled = True
    Get_Datas.Enabled = True

End Sub

Private Sub Form1_FormClosed(ByVal eventSender As System.Object,
ByVal eventArgs As System.Windows.Forms.FormClosedEventArgs) Handles
Me.FormClosed
    '***アプリケーション終了時の処理
    If DEVCLOSE.Enabled Then
        Tusbadsm_Device_Close(IDNUM.Items.Count) '***デバイ
スクローズ
    End If
End Sub

Private Sub Get_Datas_Click(ByVal eventSender As System.Object,
ByVal eventArgs As System.EventArgs) Handles Get_Datas.Click
    Dim i As Object
    '***サンプリング済みデータの読み込み
    Dim Data(32768) As Integer
    If Tusbadsm_Get_Datas(IDNUM.SelectedIndex, SampleDatNum,
Data(0)) <> 0 Then '***関数の実行
        MsgBox("DLL関数の実行に失敗しました。デバイスをクローズし
ます。") '***書きこみ失敗
        DEVCLOSE_Click(DEVCLOSE, New System.EventArgs())
    Else
        FileOpen(1, "Sample.dat", OpenMode.Output) '***保存
ファイルのオープン
        For i = 0 To (SampleDatNum - 1)

```

'UPGRADE\_WARNING: オブジェクトi の既定プロパティを解決できませんでした。詳細については、  
'ms-help://MS.VSCC.v80/dv\_commoner/local/redirect.htm?keyword="6A50421D-15FE-4896-8A1B-2EC21E9037B2"' をクリックしてください。

PrintLine(1, CStr(Data(i)) & ",") '\*\*\*保存ファイルへの書きこみ

Next

FileClose(1) '\*\*\*ファイルのクローズ

MsgBox("取り込みデータはsample.datに保存されました")

End If

End Sub

Private Sub Get\_Status\_Click(ByVal eventSender As System.Object, ByVal eventArgs As System.EventArgs) Handles Get\_Status.Click

'\*\*\*AD取り込みステータスの読み込み

Dim SampleNum As Integer

If Tusbadsm\_Get\_Status(IDNUM.SelectedIndex, SampleNum) <> 0 Then '\*\*\*DLL関数の実行

MsgBox("DLL関数の実行に失敗しました。デバイスをクローズします。") '\*\*\*書きこみ失敗

DEVCLOSE\_Click(DEVCLOSE, New System.EventArgs())

Else

If (SampleNum = 0) Then '\*\*\*取り込み残数のチェック

MsgBox("取り込み完了 ")

Else

MsgBox("取り込み中 取り込み残数(" & CStr(SampleNum) & ")")

End If

End If

End Sub

Private Sub Label2\_Click()

End Sub

```

        Private Sub Pio_Read_Click(ByVal eventSender As System.Object,
ByVal eventArgs As System.EventArgs) Handles Pio_Read.Click
            '***下位バイトの入力データの取得
            Dim dat As Byte
            If Tusbadsm_Pio_Read(IDNUM.SelectedIndex, dat) <> 0 Then
                '***DLL関数の実行
                MsgBox("DLL関数の実行に失敗しました。デバイスをクローズし
ます。") '***書きこみ失敗
                DEVCLOSE_Click(DEVCLOSE, New System.EventArgs())
            Else
                MsgBox("下位バイト入力値は" & Hex(dat) & "(HEX) です")
            End If
        End Sub

        Private Sub Pio_Write_Click(ByVal eventSender As System.Object,
ByVal eventArgs As System.EventArgs) Handles Pio_Write.Click
            '***PIO出力データ書きこみ
            DATAIN.Text1.Text = CStr(0) '***初期値は
            DATAIN.MsgText.Text = "下位バイトの出力値を入力してください
(HEX) "
            DATAIN.ShowDialog() '***モーダルダイアログ表示
            If DATAIN.ret Then '***OKで返ってきているか
                If (DATAIN.dat >= 0 And DATAIN.dat <= &H3s) Then '***
データの範囲にあるか
                    If Tusbadsm_Pio_Write(IDNUM.SelectedIndex,
DATAIN.dat) <> 0 Then '***DLL関数の実行
                        MsgBox("DLL関数の実行に失敗しました。デバ
イスをクローズします。") '***書きこみに失敗
                        DEVCLOSE_Click(DEVCLOSE, New
System.EventArgs())
                    End If
                Else
                    MsgBox("データの範囲は～(HEX)です。")
                End If
            End If
        End Sub

```



```

        DATAIN.Close ()
    End Sub

    Private Sub Set_InputMode_Click (ByVal eventSender As System.Object,
    ByVal eventArgs As System.EventArgs) Handles Set_InputMode.Click
        '***モードの選択
        ModeSelect.ShowDialog () '***モーダルダイアログ表示
        If ModeSelect.ret Then
            If ModeSelect.Option1.Checked Then '***バイポーラ
                If
Tusbadsm_Set_InputMode (IDNUM.SelectedIndex, 0) <> 0 Then '***DLL関数の実行
                    MsgBox ("DLL関数の実行に失敗しました。デバイスをクローズします。") '***書きこみに失敗
                    DEVCLOSE_Click (DEVCLOSE, New
System.EventArgs ())
                End If
            Else '***ユニポーラ
                If
Tusbadsm_Set_InputMode (IDNUM.SelectedIndex, 1) <> 0 Then '***DLL関数の実行
                    MsgBox ("DLL関数の実行に失敗しました。デバイスをクローズします。") '***書きこみに失敗
                    DEVCLOSE_Click (DEVCLOSE, New
System.EventArgs ())
                End If
            End If
        End If
    End Sub

    Private Sub Single_Sample_Click (ByVal eventSender As System.Object,
    ByVal eventArgs As System.EventArgs) Handles Single_Sample.Click

        '***上位バイトの入力データの取得

```

```

Dim dat(9) As Integer '***データ配列
Dim ch As Object '***チャンネル
'UPGRADE_NOTE: str はstr_Renamed にアップグレードされました。詳細については、
'ms-help://MS.VSCC.v80/dv_commoner/local/redirect.htm?keyword="A9E4979A-37FA-4718-9994-97DD76ED70A7"' をクリックしてください。
Dim str_Renamed As String '***文字列
Dim strCR As String '***改行文字列
strCR = Chr(13) & Chr(10)
For ch = 0 To 7
    'UPGRADE_WARNING: オブジェクトch の既定プロパティを解決できませんでした。詳細については、
'ms-help://MS.VSCC.v80/dv_commoner/local/redirect.htm?keyword="6A50421D-15FE-4896-8A1B-2EC21E9037B2"' をクリックしてください。
    If Tusbadsm_Single_Sample(IDNUM.SelectedIndex, ch, dat(ch)) <> 0 Then '***DLL関数の実行
        MsgBox("DLL関数の実行に失敗しました。デバイスをクローズします。") '***書きこみ失敗
        DEVCLOSE_Click(DEVCLOSE, New System.EventArgs())
    End If
Next

Exit Sub

End Sub

Private Sub Start_Click(ByVal eventSender As System.Object, ByVal eventArgs As System.EventArgs) Handles Start.Click
    Dim i As Object
    '***取り込み動作の設定と開始
    Dim Pattern(16) As Integer
    For i = 0 To 15
        'UPGRADE_WARNING: オブジェクトi の既定プロパティを解決できませんでした。詳細については、

```

'ms-help://MS.VSCC.v80/dv\_commoner/local/redirect.htm?keyword="6A50421D-15FE-4896-8A1B-2EC21E9037B2"' をクリックしてください。

```
        Pattern(i) = i
    Next
    TRGSET.Message.Text = "取り込み条件を設定してください"
    TRGSET.EndCh.Text = "0" '***ダイアログに表示する初期値を設定する
    TRGSET.BufSize.Text = "1"
    TRGSET.Trg1.Text = "10"
    TRGSET.Trg2.Text = "10"
    TRGSET.Option1.Checked = True
    TRGSET.ShowDialog() '***入力用ダイアログの呼び出し
    If (TRGSET.ret) Then '***OKボタンが押されたか
        If Tusbadsm_Set_Pattern(IDNUM.SelectedIndex,
TRGSET.mEndCh + 1, Pattern(0), TRGSET.mBufSize) <> 0 Then
            MsgBox("DLL関数の実行に失敗しました。デバイスをク
ローズします。") '***書きこみ失敗
            DEVCLOSE_Click(DEVCLOSE, New
System.EventArgs())
        Else
            If Tusbadsm_Start_Adc(IDNUM.SelectedIndex,
TRGSET.mBufSize, TRGSET.mTrg1, TRGSET.mTrg2, TRGSET.mTrgSel) <> 0 Then
                MsgBox("DLL関数の実行に失敗しました。デバ
イスをクローズします。") '***書きこみ失敗
                DEVCLOSE_Click(DEVCLOSE, New
System.EventArgs())
            Else
                SampleDatNum = TRGSET.mBufSize
            End If
        End If
    End If
    TRGSET.Close()
End Sub

Private Sub Stop_Adc_Click(ByVal eventSender As System.Object,
ByVal eventArgs As System.EventArgs) Handles Stop_Adc.Click
```

```

    '***ADコンバータ連続取り込みの停止
    If Tusbadsm_Stop_Adc (IDNUM.SelectedIndex) <> 0 Then
        MsgBox ("DLL関数の実行に失敗しました。デバイスをクローズし
ます。") '***書きこみ失敗
        DEVCLOSE_Click (DEVCLOSE, New System.EventArgs ())
    End If
End Sub

Private Sub Timer1_Tick (ByVal eventSender As System.Object, ByVal
eventArgs As System.EventArgs) Handles Timer1.Tick
    Timer1.Enabled = True
    Timer1.Interval = 500

    '***上位バイトの入力データの取得
    Dim dat (9) As Integer '***データ配列
    Dim ch As Object '***チャンネル
    'UPGRADE_NOTE: str はstr_Renamed にアップグレードされました。詳
細については、
    'ms-help://MS.VSCC.v80/dv_commoner/local/redirect.htm?keyword="A9E4979
A-37FA-4718-9994-97DD76ED70A7"' をクリックしてください。
    Dim str_Renamed As String '***文字列
    Dim strCR As String '***改行文字列
    strCR = Chr (13) & Chr (10)
    For ch = 0 To 7
        'UPGRADE_WARNING: オブジェクトch の既定プロパティを解決
できませんでした。詳細については、
        'ms-help://MS.VSCC.v80/dv_commoner/local/redirect.htm?keyword="6A50421
D-15FE-4896-8A1B-2EC21E9037B2"' をクリックしてください。
        If Tusbadsm_Single_Sample (IDNUM.SelectedIndex, ch,
dat (ch)) <> 0 Then '***DLL関数の実行

            DEVCLOSE_Click (DEVCLOSE, New
System.EventArgs ())

        Exit Sub
    End If

```

Next

```
str_Renamed = "ch1~ch8のデータです" & strCR
```

```
strCR  
str_Renamed = str_Renamed & "ch1のデータ" & CStr(dat(0)) &
```

```
strCR  
str_Renamed = str_Renamed & "ch2のデータ" & CStr(dat(1)) &
```

```
strCR  
str_Renamed = str_Renamed & "ch3のデータ" & CStr(dat(2)) &
```

```
strCR  
str_Renamed = str_Renamed & "ch4のデータ" & CStr(dat(3)) &
```

```
strCR  
str_Renamed = str_Renamed & "ch5のデータ" & CStr(dat(4)) &
```

```
strCR  
str_Renamed = str_Renamed & "ch6のデータ" & CStr(dat(5)) &
```

```
strCR  
str_Renamed = str_Renamed & "ch7のデータ" & CStr(dat(6)) &
```

```
str_Renamed = str_Renamed & "ch8のデータ" & CStr(dat(7))
```

```
lblVolt.Text = (str_Renamed)
```

Dim x As Integer

```
If CDb1(CStr(dat(0))) < 400 Then
```

```
Me.Timer1.Enabled = False
```

'UPGRADE\_WARNING: Timer プロパティTimer1.Interval に  
値0 を指定することはできません。詳細については、

'ms-help://MS.VSCC.v80/dv\_commoner/local/redirect.htm?keyword="169ECF4  
A-1968-402D-B243-16603CC08604"' をクリックしてください。

```
Me.Timer1.Interval = 0
```

```
スタート画面.Show()
```

```
End If
```

```
If CDb1(CStr(dat(1))) < 0 Then
```

```

        Me.Timer1.Enabled = False
        'UPGRADE_WARNING: Timer プロパティTimer1.Interval に
値0 を指定することはできません。詳細については、
'ms-help://MS.VSCC.v80/dv_commoner/local/redirect.htm?keyword="169ECF4
A-1968-402D-B243-16603CC08604"' をクリックしてください。
        Me.Timer1.Interval = 0
        気道内圧.Show()

        x = sndPlaySound("気道内圧上限警報です.wav",
SND_ASYNC)
    End If

    If CDb1(CStr(dat(2))) < 0 Then
        Me.Timer1.Enabled = False
        'UPGRADE_WARNING: Timer プロパティTimer1.Interval に
値0 を指定することはできません。詳細については、
'ms-help://MS.VSCC.v80/dv_commoner/local/redirect.htm?keyword="169ECF4
A-1968-402D-B243-16603CC08604"' をクリックしてください。
        Me.Timer1.Interval = 0
        電源.Show()

        x = sndPlaySound("電源警報です.wav", SND_ASYNC)
    End If

End Sub

'UPGRADE_WARNING: Form イベントForm1.Activate には新しい動作が含まれま
す。詳細については、
'ms-help://MS.VSCC.v80/dv_commoner/local/redirect.htm?keyword="6BA9B8D
2-2A32-4B6E-8D36-44949974A5B4"' をクリックしてください。

Private Sub Form1_Activated(ByVal eventSender As System.Object,
ByVal eventArgs As System.EventArgs) Handles MyBase.Activated

    Me.Timer1.Enabled = True
    Me.Timer1.Interval = 1000

```

```

        End Sub
    End Class

Option Strict Off
Option Explicit On
Friend Class スタート画面
    Inherits System.Windows.Forms.Form
    Private Sub Command1_Click(ByVal eventSender As System.Object,
ByVal eventArgs As System.EventArgs) Handles Command1.Click
        アラーム設定.Show()
        Me.Close()

    End Sub

    Private Sub Command2_Click(ByVal eventSender As System.Object,
ByVal eventArgs As System.EventArgs) Handles Command2.Click
        回路の接続.Show()
        Me.Close()

    End Sub
End Class

```

```

Option Strict Off
Option Explicit On
Friend Class アラーム設定
    Inherits System.Windows.Forms.Form

    Private Sub Command1_Click(ByVal eventSender As System.Object,
ByVal eventArgs As System.EventArgs) Handles Command1.Click
        Me.Close()
    End Sub
End Class

```

```
End Sub

Private Sub Command2_Click(ByVal eventSender As System.Object,
ByVal eventArgs As System.EventArgs) Handles Command2.Click
    原因不明.Show()
    Me.Close()

End Sub

Private Sub Command3_Click(ByVal eventSender As System.Object,
ByVal eventArgs As System.EventArgs) Handles Command3.Click
    解除.Show()
    Me.Close()

End Sub
End Class
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command2_Click(ByVal eventSender As System.Object,
ByVal eventArgs As System.EventArgs) Handles Command2.Click
    原因不明.Show()
    Me.Close()

End Sub

Private Sub Command3_Click(ByVal eventSender As System.Object,
ByVal eventArgs As System.EventArgs) Handles Command3.Click
    解除.Show()
    Me.Close()

End Sub
End Class
```



```
Option Explicit On
Friend Class アラーム設定
    Inherits System.Windows.Forms.Form

    Private Sub Command1_Click(ByVal eventSender As System.Object,
ByVal eventArgs As System.EventArgs) Handles Command1.Click
        Me.Close()

    End Sub

    Private Sub Command2_Click(ByVal eventSender As System.Object,
ByVal eventArgs As System.EventArgs) Handles Command2.Click
        原因不明.Show()
        Me.Close()

    End Sub

    Private Sub Command3_Click(ByVal eventSender As System.Object,
ByVal eventArgs As System.EventArgs) Handles Command3.Click
        解除.Show()
        Me.Close()

    End Sub
End Class
```



## 資料 3

ガイダンス画面を用いた  
参加者の行動および発話記録



時間	発話	行動	理由	
0				アラーム発生
2	鳴っている。	機器の方へ向かう。		
5		アラームの消音。	うるさいと思ひまして。	
7	確認しよう。	PC画面を確認する。	PC画面に指示が出ていたため。	
11	分時換気量は保たれています。		問いかけがあったので確認した。	
13	はい。	”はい”をクリック。	確認した結果を答えた。	
14	えーっと。	画面を読んでいる。	確認項目が出てきたので確かめた。	
19	上限と下限・・・。		アラーム設定の方法が書いてあったので。	
22	設定がおかしい。	上限設定を調整する。	ダイヤルを確認したら変だったので、画面どおり訂正した。	
26	あ。	下限設定を調整する。	下限のダイヤルも隣にあるのでみたら、変だったので訂正した。	
31	これくらいかな。	両方のダイヤルを微調整している。	一応訂正したダイヤルを再度確認した。	
34	はい。	”警報は消えましたか”の質問に”はい”のコマンドをタッチする	PC画面に警報ランプを見るように書いてあったので確認した。ランプが消えていたため。	
36		アナログメータを確認。	一応換気されているか確かめた。	
39	はい。		警報解除したと思ったから。	アラーム解除

(秒)

時間	発話	行動	理由	
0				アラーム発生
2	アラームが鳴っている。	機器の方へ向かう。		
5	確認しよう。	アナログメータを確認する。	アラームが鳴ったので、換気してるかはじめに確かめたかった。	
9	分時換気量は・・・	指差して見ている。	換気されているようだったので、なんだろうと思った。	
11	分時換気量は保たれている。	PC画面を確認する。	PC画面を確認したら、換気量のこと が問われていたので、確認した結果を答えた。	
13	はい。	”はい”をクリック。	換気量が保たれていたため。	
14	アラーム設定を確認。	画面の指示を読む。	画面に書いてあるとおりにチェックしようと思った。	
16	上限設定を・・・	画面の指示を読む。	どう設定すればいいか書いてあったのでそのとおりにしようと思った。	
20	調整します。	上限設定を調整する。		
24	・・・	下限設定を調整する。	画面のとおりとにかくやってみようと思った。	
29	はい。	”警報は消えましたか”の質問に”はい”のコマンドをタッチする	警報ランプが消えたので、はいを押した。	
32	はいできました。		PC画面に警報解除と表示されたので。	アラーム解除

(秒)

時間	発話	行動	理由	
0				アラーム発生
2	アラームが鳴ってる。	機器のほうへ向かう。		
4	消します。	消音ボタンを押す。	気になって作業できないから。	
6	えーっと。	アナログメータを見る。	換気されてるかどうか気になったから。	
9	画面は・・。	PC画面を見る。	換気がされていたのでPC画面は何が書いてあるのかなと思い。見た。	
12	分時換気量は保たれています。	”はい”をタッチする。	状況を答えた。	
15	アラーム設定の確認。上限設定・・・	PC画面を確認する。	アラーム設定のことについて書いてあったので読んだ。	
22	えー。上限は。	上限設定ダイヤルを触る。	上限設定の確認項目があったから確かめた。	
25	2倍以上？にする。	ダイヤルを回す。	画面の指示通りにしようと思った。	
30	下限も。	下限設定ダイヤルを指差す。	ただ単に確認作業。これでいいことを自分で納得するため？(本人も分からず)	
32	半分以下にします。	下限設定を調整する。	画面に指示通りにした。	
36	警報ランプ。	警報ランプを確認。	警報ランプを確認する鬼書いてあったので。	
38	はい。	”はい”をタッチする。	消えていたから”はい”を押した。	
41	以上です。		警報解除と書いてあったから。	アラーム解除

(秒)

時間	発話	行動	理由	
0				アラーム発生
2	アラームが鳴りました。	機器のほうへ向かう。		
4	アラーム解除します。	消音ボタンを押す。	なんとなくうるさいから。	
6	分時換気量警報、アナログメータを確認してください。	PC画面を確認する。	PC画面に確認するように書いてあったのでアナログメータで換気量を確認した。	
9	えー確認します。			
12	呼吸は保たれている？	アナログメータを確認。	換気量が保たれていたのに、分時換気量警報なのにな？と思いながらチェックした。	
14	保たれていますね。			
16	保たれてるんで、はい。	”はい”コマンドをクリックする。	事実、保たれていたのに”はい”をおした。	
20	アラーム設定。上限を設定換気量の20%程度、下限を…。	PC画面の文字を読む。	アラームの設定方法が載っていたので、いまいちよく理解していないから、ちょっと読んでみた。	
25	20%程度、あ。	上限設定ダイヤルを調整する。	上限の設定位置が書いてあったのであわせた。	
28	下限は下げます。	下限設定ダイヤルを調整する。	下限についても書いてあったのであわせた。	
32	これでいいかな。	両方のダイヤルを確かめている。	一応変更したことを確認するうえで確かめた。	
34	警報ランプ消えました。	PC画面上の”はい”をタッチする。	警報ランプの状況を聞かれたので、消えていたので”はい”を押した。	
38	警報解除できました。終了です。		画面に解除ですと書いてあったので。	アラーム解除

(秒)



時間	発話	行動	理由	
0				アラーム発生
2	はい。	機器の方へ向かう。	アラームが鳴ったので。	
5		消音ボタンを押す。画面をみる。	アラーム音は作業中不安になるから消した。画面が出ていたので最初に目に付いた。	
9	換気量が保たれている。	アナログメータを確認する。	画面に換気量を確認するように指示されていたので、確かめた。	
13		”いる”コマンドをクリックする。	換気量が確保されていたので、クリックした。	
16	2倍以上。	上限設定ダイヤルを調整する。	画面が変わって、アラーム設定の確認が面が変わった。指示通り上限を調整した。	
18		画面をみる。	次は何か確認するため。	
21	2分の1以下にする。	下限設定ダイヤルを調整する。	下限を指示通り調整した。	
26		画面をみる。	次は何か確認するため。	
27	警報ランプ消えました。	警報ランプ消えましたか”はい”のコマンドをタッチする。	警報ランプを確認するよう書いてあったので、確認したら消えていたためタッチした。	
30	患者の状態を確認してください。	画面をみる。	警報解除の表示があり、患者の容態を確認するよう書いてあったので、患者を観るんだと思った。	
36	はい。オッケーです。		画面に警報解除ですと書いてあったため。	アラーム解除

(秒)

時間	発話	行動	理由	
0				アラーム発生
2	はい。	機器のほうへ向かう。		
4		アラーム消音ボタンを押す。	うるさいから。	
5	ん？	PC画面を確認する。	PC画面に書いてあることが何か気になって。	
7	保たれていますか。	アナログメータを確認する。	アナログメータを確認するように書いてあったので確かめた。	
9	はい。います。	”いる”をタッチする。	換気量が保たれていたから”いる”をクリックした。	
10		PC画面を確認する。	画面が変わったのでなんだろうと思った。	
13	上限設定が設定換気量の2倍以上、	PC画面の指示を読む。	アラームの設定について載っていたので、設定方法を確認しようと思い、読んだ。	
17	設定換気量の2倍以上。	アラーム設定ダイヤルを目視で確認する。	今どんな設定になっているんだろうと疑問に思ったから確かめた。	
24	これが2倍以上。	ダイヤルを調整する。	設定がおかしかったから、調整した。	
31	下限設定が半分以下。	PC画面の指示を読む。	下限についても書いてあったので内容を確認した。	
35		ダイヤルを調整する。	設定がおかしかったから、調整した。	
38	消えましたか。		警報が消えたか聞いてきたので、警報ランプを確認した。	
41	ランプ消えています。	”はい”をタッチする。	ランプが消えていたので”はい”をタッチした。	
42	患者の容態を確認してください。		患者の容態を確認するように書いてあったので確認した。	
45	呼吸しています。	アナログメータを確認する。	アナログメータを見たら、換気量が保たれていたの、大丈夫だと思った。	
46	大丈夫。はい。		PC画面に警報解除って書いてあったので、大丈夫と思った。	アラーム解除

(秒)

時間	発話	行動	理由	
0				アラーム発生
3	アラームが鳴ってます。	機器の方へ向かう。		
5	アナログメータを確認。	PC画面を指差ししている。	目線にPCがあったので目に入ったから確かめた。	
9	換気量が保たれているか。	アナログメータを確認する。	換気量を確認するように指示があったのでアナログメータを確認した。	
11	換気量が保たれています。	”いる”をタッチする。	保たれていたもので、”いる”をクリックした。	
13	アラーム設定を確認します。	アラーム設定ダイヤルを指差ししながら確認する。	アラーム設定の確認をするように書いてあったから、どうなっているのかダイヤルを確かめた。	
18	上限が換気量の2倍以上、半分以下、	PC画面を読む。	設定方法が書いてあったのでやろうと思ひ、読んだ。	
22	設定が間違っています。	アラーム設定ダイヤルを調整する。	設定がおかしかったので画面どおりの値に変更した。	
28	確認しました。ランプが消えました。	PC画面を読む。	警報ランプの消灯を確認するよう選択肢が出てきたので、警報ランプを確認した。	
30	はい。	警報ランプを見て、”はい”をタッチする。	消灯していたので”はい”をクリックした。	
34	警報解除です。	PC画面を読む。	警報解除ですと記載してあったので解除だと思った。	アラーム解除

(秒)



## 資料 4

### 基本シナリオ AVR 症例



# 基本シナリオ AVR症例





時間(分)	イベント	術者	麻酔科	人工心肺	サポーター	学習目標
0	開催宣言 自己紹介	” 術者の〇〇です。今日はAVRの手術を行います。脱血には2ステーションカニューラを入れます。”	” 麻酔医の〇〇です。”	人工心肺担当の〇〇です。	これから人工心肺のシミュレーションを行います。簡単にご紹介をお願いします。人工心肺をサポートする〇〇です。	
40”	ポンプ前点検	お願いします。	お願いします。	各部点検作業	お願いします。 では、まず各部チェックを行ってください。	人工心肺を担当する自覚を持つ
1'30”		「麻酔の先生。ヘパリン入りしましたか？」				サクシオン・ベントが逆回転になってないか。 各接続部、酸素チューブ、センサー類、ベント・サツカーの確認
1'40”		ACTはとおですか？	「ヘパリン入りしました」			各部、必要なチェックができる
2'00”		「ではカニューレーションします。」 サクシオン開始の発話がない場合、「サクシオン回してください。」		ACT値の確認「〇秒です」、「サクシオン開始します」	サクシオン開始の発話がない場合は、特に声はかきなくてもよい。	安全に体外循環ができるACTを知っている ACTの報告ができる サクシオンが開始できるACTを知っている サクシオン開始の報告ができる

トレーニング  
開始

2'15"	カニューレーション	「送血カニューレ入ったよ。拍動確認してください。(送血テストしてください。)」 チューブの枝に血液を入れたシリッジをつなぎ、ECCSIM本体側を鉗子でクランプする。シリッジで血液を押し、ECGの音に合わせて拍動させる。		「はい」	拍動の確認、送血テスト「OKです」	執刀医とのやり取りをさせる	指で拍動が伝わってくることを確認できる 若干量の充真液を送り、送血圧に異常がないか確認できる なぜ必要なのか理解している(解離の防止を学習)
2'45"		「大丈夫ね？」		「はい」			一本脱血の場合、Total Perfusionなのか、Partial Perfusionなのか分かり、肺循環の状態や脱血不良の場合に起こることが想定できる
2'50"		「脱血カニューレ入れるよ。」		「はい」			心不全発症時の対処ができる 状況判断ができる
3'00"		「脱血カニューレ入ったよ。じゃあ、ポンプオン」					AR症例ではポンプスタート時、心室内に還流液が逆流することがあるため、送血温度やFull Flowへの時間を考慮して操作できる。
	Pump On	「Full Flow になったら教えてください。」		「はい。酸素吹送よし、ポンプスタートです」	「はい。酸素吹送よし、ポンプスタートです」		酸素吹送を指差して確認ができる 遠心ポンプの特徴を理解して操作ができる
		「はい。」		「Full Flow 出ました。」	「Full Flow 出ました。」	Full Flowになったら術者に告げる	Flowの状況を報告することができる
3'45"		「ポンプとおですか？安定してますか？」		一通りモニターを確認する	一通りモニターを確認する		モニターで何を確かめるかがわかる それぞれ示す値の意味がわかる 人工呼吸器を止めてもよい状態を理解できる

①

			呼吸に関する要求がなければ、「呼吸は止めていいですか？」要求があれば「はい。止めました。」		「大丈夫です」（「麻酔の先生、呼吸止めても大丈夫です」）		
	アオルティックベント挿入		「心筋保護カニューレし入りました。フレンジア少しください。」				
			「はいストップ。」		「はい。フレンジア流します。」		
			「LVベント挿入したよ」		「はい、止めました。」		
4:00	冷却開始		「では冷やしてください」		「はい」		冷却のタイミングを学習 冷却を始めてもよい状態がわかる 目標をもって温度をコントロールできる
			温度はおですか？遮断できる温度ですか？		「はい。冷却開始します。」		
4:30					「温度OKです」		
4:45	大動脈遮断		「アオルタクランプしますよ。Flow下げてください」		Flow下げる 「Flow下がりました」		Flowを下げる意味がわかる
			「大動脈遮断！！」				

		<p>「バックアップ!!!」</p> <p>「ブレジア入れて」</p> <p>「LVベントON」</p> <p>「止まった？」</p>	<p>心筋保護の発語のあと、 BPMを5回クリックする。心拍 数を55にする。心電図波形が 2、3拍打ったら、-BPMを 3回クリック。また2、3拍し たら3回クリック。これを心拍 数35まで繰り返す。</p> <p>心拍数が35になったら、画面 左のAUTOコマンドを再度ク リックし、心筋保護液注入コマ ンドをクリックする。</p> <p>人工心肺担当から冷却ストップ 発語があれば冷却OFF</p>	<p>クランプ後バックアップ</p> <p>「はい、心筋保護入れます」</p> <p>「はい、ベントオンです」 白ベントを回転させる。</p> <p>「止まりました」</p> <p>冷却stop</p> <p>「入りました」</p> <p>「はい。サクシオンアップで す」</p> <p>「はい」</p>	<p>ベントの意味がわかる</p> <p>AR症例では、antegradeで注入 した場合、逆流により心臓が 張ってくることが多い。心臓の過 伸展を防ぐためにLVベントで逆 流した心筋保護液を回収する</p> <p>逆流のために心停止にならない 場合がある。その場合、選択的 冠血流に移行するタイミングが 分かる。</p> <p>どこまで冷やすのか、目的に よって異なることを理解している</p> <p>冷却中であることを気付かせ る。冷却止めるなら発語させ る。発語がない場合は、「冷却 はとおしますか？」と判断を促 す。</p>	
5'05"	心筋保護液注入					
5'45"		<p>「ブレジア入った？」</p> <p>「アオルタ開けるよ。サクシ オンアップ」</p> <p>「セレクトティブに入れよう。左 入れたよ。どうぞ。」</p>				

③	安定期	「どお？入った？」	「入りました」 バイタルの確認	バイタルなどモニターを一通りチェックするよう促す	それぞれ示す値の意味がわかる
※	6'10"				
※	7'40"				
	10'00"	「手術はもうすぐ終わるよ」 「温度戻してね」		復温を発語を促す。何度設定にするか発語を促す。	復温を始めてもよい状態がわかる 何度設定するかわかる
				バイタルなどモニターを一通りチェックするよう促す。 できれば指差し確認を薦める	それぞれ示す値の意味がわかる エア抜きのためのポリューコム ントローラーがわかる
		「心臓膨らまして」			
		「OK。戻していいよ。」			
		「温度どお？」			
	10'45"				
④	11'00"	「デクランプするよ。Flow下げてください」			デクランプできる温度かどうか判断して術者に津たることのできる。
	Ao declamp	「じゃあAoデクランプ」		Flow下げる、 「Flow下がりました」	Flowを下げる意味がわかる

11'20"			解除コマンドクリック	デクランプ後バックアップ		
安定期	「バックアップ!!!」			バイタルの確認	バイタルなどモニターを一通りチェックするよう促す	それぞれ示す値の意味がわかる
除細動	「DCかけようか、いい?」 人工心肺担当者の意見に合わせる。OKなら… 「じゃあ、DC」			「どうぞ」とか「もう少し」とか	バイタルなどモニターを一通りチェックするよう促す	除細動をかけてもよい状態がわかる 必要にあわせて対処ができる
	「はい、ON」		「首押さえました」、 除細動コマンドクリック			
	「戻ったかな?」		除細動の後、-BPMをクリックし、HR55までさげる。-BPMをクリックするとSNRリズムに戻るので、+BPMを数回クリックし、再度-BPMを数回クリックする。これを繰り返すことで、プロックが再発できる。	「打ってますが、サイナスではないです」などなど		DC後にポリュームコントロールができる。拍動に対して心臓がある程度血液を駆出できるくらいで、負担がかからない程度のポリュームコントロールができる。CVP、PA、BPで判断できる。血圧を安定させることができる。
	「しばらくそのまま循環維持して」		プロックを画面ふた巡りくらいさせたら、+BPMをクリックしHR70まで上げる。			
サイナスリズム	心電図を確認して、サイナスリズムになったら「どお?」		その直後、心房細動コマンドをクリックする。心房細動をふた巡りくらいさせたら、+BPMをクリックしてHR65に下げ			

⑤ 12'00"	離脱開始	心臓の大きさのコメントを出 す。「ボリュウム送れる?もう 少し入れて」や「もう少し引い て」など	「戻りました。」  「麻酔の先生、換気お願いしま す」	心拍が再開したら、麻酔科に換 気を確認するよう促す	心拍の状態がわかる 人工呼吸を再開できる状態が わかる 麻酔医に報告ができる。 術者のコメントに対してボリュ ームのコントロールができる。
12'30"	「温度はどおですか?」  「LVバント抜くよ。」  「じゃあバントオフ。」  「バント抜いた。」  「温度はどおですか?」  「ポンプ離脱していいよ。」	「直腸温〇〇℃です。」  「はい。」  「バントオフです。」  「はい。」  「直腸温〇〇℃です。」  バイタルの確認 離脱出来るか判断して、離脱開 始する 「はい。ウィーニングはじめま す。」	バイタルなどモニターを一通り チェックするよう促す	離脱開始できる温度がわかる  LVバントを止めてもよい状態が わかる。 バイタルの変化を読み取ること ができる。	それぞれ示す値の意味がわか る サクション量もチェックでき る モニターの状態をみて、判断で きる  血圧を変化させないで操作でき る
13'00"	「Flow半分までもってて」		「はい」 Flowを半分まで落としていく		

13'30"	術者のコメントに対してボリュームをコントロールする。 「Flow半分です」	術者のコメントに対してボリュームをコントロールする。 「Flow半分です」	術者のコメントに対してボリュームをコントロールする。 「Flow半分です」	術者の要求が理解できる
13'45"	心臓の張り具合や、PAPを見て、ボリュームのコメントを出す。「大きさこれくらいで維持して」や「心臓少し小さい(大きい)」など 「止めていいよ」	心臓の張り具合や、PAPを見て、ボリュームのコメントを出す。「大きさこれくらいで維持して」や「心臓少し小さい(大きい)」など 「止めていいよ」	心臓の張り具合や、PAPを見て、ボリュームのコメントを出す。「大きさこれくらいで維持して」や「心臓少し小さい(大きい)」など 「止めていいよ」	術者、麻酔医とのやり取りができる
14'00"	心臓の大きさのコメントを出す。「ボリューム送れる?もう少し入れて」や「もう少し引いて」など 「OKいいよ」	心臓の大きさのコメントを出す。「ボリューム送れる?もう少し入れて」や「もう少し引いて」など 「OKいいよ」	心臓の大きさのコメントを出す。「ボリューム送れる?もう少し入れて」や「もう少し引いて」など 「OKいいよ」	ボリュームコントロールに対する血圧の変化を理解する必要なら麻酔医に薬剤サポートの依頼ができる 血圧を変動させないで操作ができる
	トラブルシナリオ (心不全発症ポンプ離脱直前)			心不全発症時の対処ができる 状況判断ができる
				遠心ポンプの特徴を理解して操作ができる
				術者、麻酔医、他のスタッフにポンプオフを伝えることができる 酸素吹送を忘れずに止めることができる
15'00"	off			心不全発症時の対処ができる 状況判断ができる

⑥

Pump Off  
トレーニング  
終了



資料 5  
トラブル事象シナリオ



脱血不良

	脱血不良	<p>「ちょっと裏側見たいんだけど、心臓ひっくり返すよ」</p> <p>「え？脱血？回せない？」 「どおすればいい？」</p> <p>人工心肺担当者の意見を聞き、対応する。</p> <p>「じゃあ、カニューレちよっと抜くよ？」または「ひっくり返すのがためかな？」</p> <p>「ちょっと抜きました」または「ひっくり返すのやめたよ」</p> <p>「どおですか？」</p>	<p>Event3クリック</p> <p>Event3の設定 (脱血制御弁1：0、脱血弁2：0)</p> <p>Event3の設定 (脱血制御弁1：50)にして、Event3のコマンドを一度解除して再度クリックする。</p> <p>さらにEvent3の設定を (脱血制御弁1：30)にする。Event3のコマンドを一度解除して再度クリックする。</p> <p>術者が対応したらEvent3解除</p>	<p>「脱血悪いです」 脱血不良の対処</p> <p>「脱血カニューレ見てください」または「心臓戻してください」など</p> <p>「あ”。ポンプ回せません”など</p> <p>「お願いします」または「戻してください」</p> <p>「よくなりました」</p>	<p>対処の手順を確認する 術者とのやり取りを確認する 手早くさせるよう導く</p> <p>脱血不良の対処をして、人工心肺を安定させるよう導く</p> <p>バイタルなどモニターを一通りのチェックするよう促す</p>	<p>何が起こるか予測できる</p> <p>術者に状況を報告することができる</p> <p>落ち着いて対処できる</p> <p>原因として考えられることを挙げることができる</p> <p>術者とのやり取りができる</p> <p>レベルを維持し、安定させることができる</p> <p>それぞれ示す値の意味がわかる</p>
安定期		<p>「怖いねえ。ポンプどれくらい止まったの？」(アドリア OK)</p> <p>「大丈夫かな？」</p>		<p>「えー、00分くらいでしょうか。」</p> <p>「今は安定しています。」</p>		

エアープロック		Event2の段階 (脱血制御弁1：20、2：40) 脱血エア-注入用ポートから、シリンドリで 少しずつ空気を入れる。	「あ、脱血からエア-です」  「エアブロックです!!」 脱血エア-ブロックの対処	術者に状況を報告することがで きる 落ち着いて対処できる 原因として考えられることを挙 げることができる 術者とやり取りができる レベルを維持し、安定させるこ とができる	それ、それぞれ示す値の意味がわかる
エア-引き込み	「何?エア-?」	Event2クリックして エア-ラインの鉗子を開ける。	「はい。大丈夫です。」 安定させる	バイタルなどモニターを一通り チェックするよう促す	
エア-ブロック	「エア-ブロック?」 「どおするとおする?」 人工心肺担当者の行動を待つ。 エア-抜きを始めたなら協力してラ インのエア-抜きをする。	術者と人工心肺担当者が作業を 始めればらくしたら、鉗子を元 のチューブにかけ、Event2を 解除する。	「はい。大丈夫です。」 安定させる	「はい。大丈夫です。」 安定させる	
安定期	「カニューレ抜けちゃったか な。どお回せる?」  「フルフローでますか?」 「ポンプ大丈夫?」 (アトリブOK)		「...」		

送血圧異常

	送血圧異常	<p>「え？どうしたの？」 「何があったの？」</p> <p>「カニューレ？何ともないと思うけどな…」 「カニューレの位置動かしてみます」</p> <p>「これでどおかな？」</p>	Event1 クリック	<p>「送血圧が高いです！！」 送血圧異常の対処をする</p> <p>「カニューレを見てください」</p> <p>「お願いします」 Flowを維持しようとする</p> <p>「よくなりました」</p>	<p>対処の手順を確認する 術者とのやり取りを確認する</p>	<p>術者に状況を報告することができる</p> <p>落ち着いて対処できる</p> <p>原因として考えられることを挙げることができる</p> <p>送血圧異常のときの遠心ポンプの特徴を理解できる</p>
安定期	<p>「異常があったら早めに言っ ね」など（アドリアOK）</p>	Event1 解除	<p>「はい、安定しました。」 安定させる</p> <p>「…」</p>	<p>バイタルなどモニターを一通り チェックするよう促す</p>	<p>術者とやり取りができる</p> <p>レベルを維持し、安定させることができる</p> <p>それぞれ示す値の意味がわかる</p>	

ポンプ電源異常

	ポンプの電源遮断	<p>「何だ？」</p> <p>「え？何？何？どおしたの？」</p> <p>「何とか回して。何か方法ない？早くしないと・・・」焦らせる。</p> <p>（もし、気付かなければ、「手回しとかないの？」と叫ぶ。）</p> <p>「回して、回して。」</p> <p>「電源どおなってんの？ポンプ予備ないの？」</p> <p>「ちゃんと回ってんの？どおなの？」</p> <p>「循環維持してください。大丈夫？」</p> <p>「何分くらい止まった？」</p> <p>「そのポンプ使えるの？大丈夫？まだ起きない？原因チェックしておいてください」</p>	ポンプ電源スイッチオフ。	<p>「ポンプが止まりました」（あたふたしている。）</p> <p>「手回して回します。」</p> <p>手回し操作でまわす。</p> <p>「ポンプの電源戻りました。」</p> <p>「はい。Full Flowです。」</p> <p>「だいたい何分です。」または「・・・」（答えない）</p> <p>「はい。」</p> <p>「安定しています」</p>	<p>（常に時間感覚を持つことが大事なので、答えが返ってこなければ、振り返りで気付かせる）</p>	<p>術者に状況を報告することができる</p> <p>落ち着いて対処できる</p> <p>原因として考えられることを挙げるができる</p> <p>何が大事か判断できる</p> <p>循環を維持することができる</p> <p>術者とのやり取りができる</p> <p>レベルを維持し、安定させることができる</p> <p>それ、それ示す値の意味がわかる</p>
安定期	安定してゐるかな？」				<p>バイタルなどモニターを一連のチェックするよう促す</p>	

停電

	<p>部屋の電気が消える</p>	<p>「あれ？なんだ？どうなったんの？」</p> <p>「真っ暗だよ！こっち見えな い。ポンプは大丈夫？」</p> <p>「電源どおなってんの？誰か設備に確認してよ。」</p>	<p>部屋の電気を全部消す</p> <p>「停電です」</p> <p>「看護師さん、ブレーカ見てください。早くっっ！」</p> <p>「もしもし…。看護師さんからで、ブレーカは大丈夫だぞうです。」</p> <p>部屋の電気をつける</p> <p>「調べてもらっておきます」</p>	<p>「懐中電灯持ってきてくださいい」</p> <p>「はい。回ってます。」</p> <p>「維持できてます」</p> <p>「脱血悪いです」</p> <p>「はい」</p> <p>「よくなりまりました」</p> <p>「はい。Full Flowです。」</p> <p>「安定してます」</p>	<p>懐中電灯のある場所が分からず、混乱している場合は、おき場所を教える</p>	<p>落ち着いて対応できる</p> <p>術者とやり取りができる</p> <p>レベルを維持し、安定させることができる</p> <p>暗い中でトラブルに落ち付いて対処できる</p> <p>循環を維持しながら、術者とやりとりする</p>
<p>安定期</p>	<p>「ポンプ安定してるかな？」</p>			<p>バイタルなどモニターを一通りチェックするよう促す</p>	<p>それぞれ示す値の意味がわかる</p>	

ポンプ直前  
心不全

	心不全発症	<p>「えっ？今血圧いくつ？」</p> <p>「心不全？今すぐ回して」</p> <p>「早くフルフローにもってって」</p> <p>「フルフロー出た？どお？脱血できる？落ち着いた？」</p> <p>「ボリュームコントロールして、安定させて」</p> <p>「TSVC入ったよ」</p>	<p>IVCカニューレーションが終わった時点ですぐに左心不全コマンドをクリック</p>	<p>「血圧下がってます」</p> <p>「BPOOです」</p> <p>「わかりました。スタートします」</p> <p>「はい」</p> <p>「はい、フルフローでました。まだ血圧安定しませんね。」</p> <p>「はい」</p>		<p>心不全発症がわかる、発見できる</p> <p>状況がわかる（ポンプスタートするべき）</p> <p>血行動態不安定ながらも、すばやく落ち着いてフルフローを出せる</p> <p>ガスコントロール、レベルコントロールができる</p>
	アオルティックバルブ挿入へJump	<p>「OK。じゃあ…」</p>	<p>リザーバルレベルが安定していれば、正常コマンドをクリック</p>	<p>「安定しました。サイナスリズムです。」</p>		



	心不全発症	<p>「え？どおしたの？ポンプ。降りれない？」</p> <p>「ちょっとサポートして」</p> <p>「どお？バイタル？ウィーニングできそう？」</p> <p>「まだだめか……」</p> <p>「少しずつフロー下げていってみようか」</p> <p>「どうぞ」</p> <p>「どうか。安定してるかな」</p> <p>「じゃあ止めていいよ」</p> <p>心臓の大きさのコメントを出す。「ボリューム送れる？もう少し入れて」や「もう少し引いて」など</p> <p>「いいよ」</p>	<p>左心不全コマンドをクリック</p> <p>人工心肺担当者が血圧が下がっていることに気が付かなければ、「血圧下がってます」</p> <p>正常コマンドをクリック</p>	<p>「血圧下がりますね」</p> <p>「もう一度フロー出します」</p> <p>「はい。フロー出します」</p> <p>「うーん……」</p> <p>「一瞬サイナスリズムですが」</p> <p>「はい。下げていきます」</p> <p>「50%です」</p> <p>「いけそうです」</p> <p>「止めていいですか？」</p>	<p>心不全発症がわかる、発見できる</p> <p>状況がわかる（フローを戻すべき）</p> <p>ボリューム負荷をかけすぎないようにコントロールできる</p> <p>ウィーニング出来るかどうか判断できる</p> <p>ポンプオフ後もしっかりとバイタルをチェックできる</p>
--	-------	---	--	---	--

<p>心不全発症</p>	<p>「はい。ポンプオフね。じゃあ脱血カニューレ抜くよ？いい？」</p> <p>「え？？血圧？いくつ？」</p> <p>「ポリリューム入れてもだめ？」</p> <p>「じゃあもう一回まわして。フルフロー出して」</p> <p>「フルフローでた？」</p> <p>「早く出して。安定してる？」</p> <p>「どお？」</p> <p>「よくなった？」</p> <p>「ウィーニングできそう？」</p> <p>「ゆっくり止めていって。」</p>	<p>ポンプオフのコールがあったら、左心不全コマンドをクリック</p>	<p>「ポンプオフです。」</p> <p>「あれ？血圧が下がってます。」</p> <p>「血圧〇〇です。再スタートしますか？」</p> <p>「ポリリュームじゃないと思います」</p> <p>「はい。ポンプスタートします。」</p> <p>「いま50%です。」</p> <p>「はい。フルフローです。」</p> <p>「いま血圧〇〇です。」</p> <p>「安定しました。サイナスリズムです。」</p> <p>「やってみます」</p> <p>「はい。」</p>	<p>ポンプオフした安堵感の中、しっかりとバイタルの監視ができる</p> <p>ポンプ再スタートした方がいいかどうかの判断までは術者とのやり取りができる</p> <p>レベルを維持しながらフルフローにもっていける</p> <p>離脱できるかどうか判定できる。そのための指標がわかる</p>
--------------	--	-------------------------------------	--	--

	<p>Ao切開後、左冠動脈にセレクトイブブレジア施行</p>	<p>「入らない？これでどお？」  「これは？」  「入った？」  「右は入れる？」  「はいどおぞ」  「どお？」</p>	<p>心筋保護回路をクランプして、回路内圧を上昇させる。 (ブレジアの圧上昇アラームが発生)</p>	<p>「圧が高いです」  「まだだめです」  「大丈夫です」  「ブレジア入りました」  「お願いします。」  「ブレジア入れます」  「よく入ります」  「入りました」</p>		<p>ブレジア注入圧が高いとどうなるか理解できる。 術者に状況を伝えることができる</p>
--	--------------------------------	--	--	---	--	---

	<p>arestからVfに</p>	<p>一旦クランプ解除をクリックし、心電図波形でVfを確認したら、すぐ、遮断をクリックしな おす。</p>	<p>「Vfです。ブレジア入れますか？」</p> <p>「はい」</p> <p>Bypass例「ベントオフです」</p> <p>「ブレジアいきます」</p> <p>「よく入ります」</p> <p>「指定量入りました」</p> <p>「はい。ベントオンです」</p>	<p>Vfのままだどどのような結果（心筋へのダメージ）を招くか理解している。心筋保護液の追加を伝えることができる。</p> <p>Bypass術と開心術でのベントのOnOffが理解できる。</p>
	<p>「ブレジア追加してください」</p> <p>Bypass例「じゃあベントオフ」</p> <p>「ブレジアどうぞ」</p> <p>「どお？」</p> <p>「じゃあベントオン」</p>			
	<p>開心術の場合はベントはOnのまま</p>			

Vf心筋保護追加