

IV 将来への期待

ここまでエイシスCS²の優れた面を列挙してきましたが、次なるエイシスCS²の後継機への期待を込めて、筆者の思う次世代麻酔器について述べこのレポートを終わりにしようと思います。皆さんは将来どのような麻酔器の出現を期待されますか。

1 精密持続注入装置との一体化

静脈麻酔が一般化している現状から、麻酔器本体と静脈麻酔薬等の薬剤の精密持続注入装置との一体化が進み、静脈麻酔薬等のコントロールは気化器をコントロールするのと同じインタフェースで一元的に管理ができることを期待しています。

2 用手換気時の半閉鎖弁(ポップオフバルブ)の開度制御の自動化

換気量、流速、気道内圧をモニタリングすることにより、迅速に半閉鎖弁の開度(+あわよくばFGFも)をコントロールすることは可能ではないかと思っています。機械換気の性能が著しく向上した今、用手換気のフェーズは非常に限定されますので、そのために研究および投資をすることは難しいのだろうと想像はしますが、マニアとしては興味があり、期待するところです。

3 最後に

伝統のライジング(上昇式)ベローズはノスタルジックで、かつ視覚による多重情報提供装置としても非常に優れています。というものの、この装置も液晶表示のアドバイサリ/アラーム設定の工夫によっては現状のデザインである必然性はなくなります。これがなくなっちゃうと、オメダはどこへ行っちゃったんだ、ということにはなりますね。

AisysCS²ユーザーレポート

伝統のマンマシンインタフェースと特徴のある機能の素敵なマリアージュ

—動き出したIoTへの期待をこめて—

大阪大学医学部附属病院 手術部
高階 雅紀 先生

さて、エイシスCS²の次にはどのような麻酔器がやってくるのか楽しみです。



GEヘルスケア・ジャパン株式会社
カスタマー・コールセンター 0120-202-021

gehealthcare.co.jp

*お客様の使用経験に基づく記載です。仕様値等保証するものではありません。

販売名称: エイシス (エイシスCS²の薬事販売名はエイシスです)
医療機器承認番号: 21900BZX00741000
販売名称: エステイバ7900
医療機器承認番号: 21000BZY00595000
販売名称: S/5 患者モニター
医療機器承認番号: 21300BZY00457000
販売名称: Tec7 気化器 イソフルレン
医療機器承認番号: 21500BZY00167000
販売名称: Tec7 気化器 セボフルレン
医療機器承認番号: 21500BZY00166000

製造販売業者名: GEヘルスケア・ジャパン株式会社
東京都日野市旭が丘4-7-127

記載内容は、お断りなく変更する場合がありますのでご了承ください。
カタログの写真や色は印刷により若干異なる場合があります。
©2023 GE HealthCare. GE is a trademark of General Electric Company
used under trademark license.

Printed in Japan
Rev.1.0 2023/00 0E・G-B1(KM・KM) Bulletin N1F33 JB02808JA

gehealthcare.co.jp



はじめに

大阪大学医学部附属病院は、病床数1086床、ハイブリッド手術室2室とロボット支援手術専用室1室を含む計21室の手術室を有し、年間手術件数は約11,000件の規模です。筆者は本院手術部において長年にわたり麻酔器を含む医療機器設備の管理運営を行ってきました。このユーザーレポートではその経験をもとに、今回、本院手術部でエイシスCS²を全面的に導入するに至った経緯と、今後のIoT技術を活用した臨床業務支援機能やメンテナンス性への期待を述べていきます。

I 本院手術部で採用された麻酔器の変遷

筆者が本院に入職したのは1988年です。現在に至るまでに、1993年の大阪中之島地区から吹田市の現在の場所に全面移転を行った機会を含めて、手術部の麻酔器を大幅に更新した機会が3回ありました。

1988年当時、本院手術部の麻酔器はA社とB社という国産機種が採用されていました。ガラス管式流量計と電気モーター駆動の横型ペローズが装備された、特に変哲のない麻酔器でしたが、さすがに大学病院なので、温度補償機能の付いた気化器と、笑気による低酸素予防装置はすでに全機種に装備されていました。

当時は、麻酔科の研修を行う医師は原則として麻酔科に出局し、将来麻酔科を志望するものに限られていました。そのような状況のもとで、1993年の麻酔器更新時のコンセプトは、「麻酔科医師たるもの、世にあるすべての麻酔器を使いこなせなければならない」でした。よって、機種選定にあたっては、

多種の麻酔器に対する研修機会を増やすべく、当時本邦の麻酔器のシェアを競っていたA社、B社、およびC社製の国産機種、それに加えて輸入製品であるオメダ社(現、GEヘルスケア社)とD社の製品を機能別に混在して調達することとしました。この時採用したオメダ社の麻酔器は、エクセル210でした。D社の製品は、その機能の一部に電子制御を採用した先進的なものでしたが、エクセルと国産製品は依然アナログ的な制御を採用していました。

これらの機種も2000年を少し過ぎてくると徐々に老朽化が目につくようになり、次の更新を考慮せねばならなくなりました。当時の背景としては、国産メーカーにかつての勢いがなくなってしまったこと、徐々にあるが中～低流量麻酔が普及してきたこと、そしてなにより、研修制度の変化により短期間の麻酔科研修を選択する若手医師が増加したことです。また、医療安全の面からも医療機器の院内機種統一が推奨されるようになり、研修中の医師による取り扱い上のミスを防ぐことが重要視されるようになりました。必然として、この時期の機種更新においては、万人が支障なく使用できる麻酔器に全機種

を統一することが求められることとなりました。1993年からの10年にわたる多機種の使用経験から、スタッフ全員の総意においてエクセルの後継機であるエスティバが選定されることとなりました。そして、2018年度の更新においても、エイシスCS²が必然として選定されることとなったわけです。

本院の手術部でなぜにこれほどにエクセル⇒エスティバ⇒エイシスCS²という旧オメダ系の麻酔器が好まれたのかというと、たいへん些末なことですが、かつ、メーカーにとってはとても偉大な決断だと思っております。最先端の電子制御時術を取り入れるとともに、非常にアナログなマンマシンインタフェースをデザイン的に変更せずに採用し続けてくれたことにあるといえます。用手換気と機械換気の「切り替えレバー」のことで、もし、これが最新式のタッチパネルとデジタル表示などに刷新されていたら、全手術室にGEヘルスケア製麻酔器が揃っている現在の手術部の姿はないかもしれません。何といても、非常に「操作しやすく」、「わかりやすい」のですから。

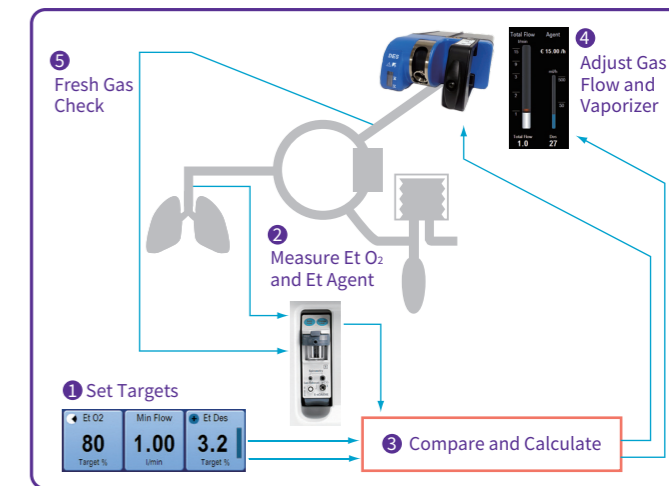
II 麻酔科医支援機能

とはいうものの、もちろん旧態依然とした「緑のレバー」への郷愁や愛着だけでエイシスCS²を採用したわけではありません。基本的に筆者は新しいものが大好きで、デジタル化や電子化への潮流を理解しているつもりです。さらに、世代の古い麻酔器であっても新鮮ガス流量(Fresh Gas Flow)の増減と気化器の全レンジを駆使して最低流量麻酔を行う麻酔マニア(?)でもあります。理論と経験に裏打ちされたマニアックな低流量麻酔時の麻酔薬濃度のコントロールを、安全で簡便に、かつ迅速に管理するエイシスCS²のEnd-tidal Control(EtC)機能は、構想としては相当に早期から提唱されていたものの長年にわたり市場には投入されなかった、多くの麻酔科医師が待ち望んできた機能です。以下に、エイシスCS²の機能の一部を紹介します。

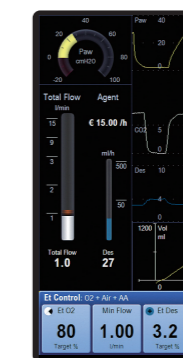
1 End-tidal Control(EtC)

従来、麻酔薬濃度の調節性が低いこと、また、少ないとはいえず低酸素症のリスクがあることから低流量麻酔が敬遠される傾向があった。エイシスCS²のEnd-tidal Controlでは、呼気終末麻酔薬濃度と呼気終末酸素濃度をモニタリングし、そのパラメータを気化器と流量計にフィードバックすることにより麻酔科医師が目標とする麻酔薬濃度と酸素濃度を常に安定して維持できる。さらに、それぞれの設定値が変更された場合は、一時的に新鮮ガス流量を自動的に増加させることにより素早い調節性を実現している。麻酔終了時に用いるPurge機能を用いると、吸入麻酔薬の気化を止めるだけでなく自動的に新鮮ガス流量を増やして麻酔薬の排出を促進する。

EtCの原理



*EtCは、オプションのEtC専用CARESCAPEガスモジュールが必要です。



- 1 Et targetを設定する
- 2 EtO₂、EtAAを測定
- 3 測定したEtO₂、EtAAとTarget値を比較
- 4 FGFと麻酔剤の出力を調節
- 5 Saftyの為に、Fresh Gasとサンプルガスをモニターチェック



エクセル210



エスティバ



エイシスCS²



2 多彩な換気モード

高精度な集中治療用人工呼吸器に採用されているVCV、PCV、PCV-VG、SIMV PCV-VGといった換気モードを標準装備し、また、オプションとしてPSVPro、SIMV VCV、SIMV PCV、人工心肺モードなどを組み合わせて追加することができる。現在主流の手術室麻酔用の換気モードとして十分なバリエーションを有する。

換気モード	VCV (ボリューム コントロール)	PCV (プレッシャー コントロール)	PCV-VG	SIMV VCV	SIMV PCV	SIMV PCV-VG	PSVPro	VCV人工心肺
標準	○	○	○	-	-	-	-	-
オプション	-	-	-	△	△	△	△	△

3 適切な換気量の確保

始業点検時に呼吸回路のコンプライアンス測定を行うため、一回換気量の小さい新生児であっても呼吸回路のコンプライアンスによる圧縮損失を補正することができる。可変オリフィス制御を採用した高精度な差圧式フローセンサーにより、低流量から高流量までの幅広い範囲で正確な吸気量と呼気量が測定される。さらに、一呼吸ごとに測定された換気量と気道内圧のパラメータを用いて次の呼吸の吸気流量と吸気圧が制御されるため、麻酔科医が望む換気量が安定して確保される。新鮮ガス流量 (FGF) の実測値に基づき換気量を補正しているため、新鮮ガス流量の変化によって換気量が変動することはない。同様に、サイドストリーム式ガスモニタリングのサンプルガスによるボリューム損失を補正するように構成されている。

4 応答時間の早い高流量対応の比例制御流量弁 (プロポーションアルフローバルブ) 制御

高精度の集中治療用人工呼吸器と同様の技術を用い、病院パイプラインから供給された医療ガスを25psiに減圧したのち比例制御流量弁を用いて最短時間で制御する。これにより、ベローズの駆動圧力となる0.2~120L/分の流量を30ms以下の応答時間で供給している。

5 多重パラメータによるアプニアアラーム

純正のガスモニタリングモジュールを含む構成の場合、呼吸検知はCO₂変動と呼気量の2つのパラメータから検出することができ、どちらかの基準を満たさない場合にはアプニアアラームが作動する。また、リークが多い場合やガスモニタリングにトラブルが生じた場合など、状況に応じてどちらか一方の検知を除外することも可能である。

7 ポーズガスフロー

気管挿管中や気道吸引中の麻酔ガスによる手術室内汚染を防ぐため、新鮮ガスの供給と、機械換気そして、すべてのアラームを1分間停止することができる。この機能は用手換気の場合でも機械換気の場合でも使用でき、どちらも1分後には新鮮ガスの供給が再開し、機械換気中であれば換気が再開される。



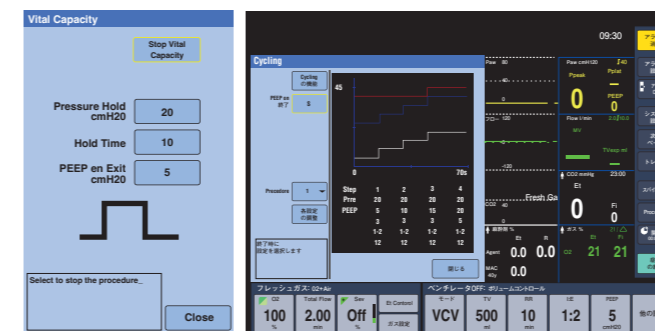
ポーズガスフロー画面

6 肺保護換気 (リクルートメント手技) の自動実行

虚脱した肺胞を再度拡張する方法として麻酔科医師が手動的に行ってきた加圧ホールドを、Vital capacityで設定したPCVモードにより実行ができる。また、麻酔中にCyclingであればあらかじめプログラム化されたリクルートメント手技も実行可能である。

8 VO₂とVCO₂のモニタリング

オプションの呼吸ガスモニタリングモジュールを追加することによりVO₂とVCO₂の連続的なモニタリングが可能になる。これらのパラメータのリアルタイムなモニタリングは、急性期の臓器代謝、心血管合併症、呼吸器合併症による問題の評価や早期介入に有用である。



Vital capacity

Cycling

VO₂ ml/min
VCO₂ ml/min



CARESCAPEガスモジュール



III IoTに向けての期待

長年にわたり当院手術部の医療機器の保守管理に関わってまいりましたが、同じ点検作業や設定変更作業を毎回手術室の数分(1993年の吹田への移転時で18室、現在は増築して21室)反復せねばならないことが大きな不満でした。インターネット/イントラネット環境が整備された今に至り、患者由来の測定パラメータは自動的に収集が可能になりましたが、保守に関わるパラメータの収集や設定条件の変更作業は個々の機器に対して毎回行わなければいけません。一台の機器の作業に15分必要とすると、20台の反復作業に5時間も必要となります。なんという時間の無駄でしょう。

筆者は日本での所属学会の姉妹学会であるAAMI (Association for the Advancement of Medical Instrumentation)に毎年参加しておりますが、昨年の年

次大会では医療機器の世界でも一挙にIoT関連の発表と展示が増加していました。自社製品の医療機器をネットワークで接続して稼働状況をリアルタイムでモニタリングし異常の有無を監視するだけでなく、消耗パーツの交換時期の推奨や、稼働状況の分析からエコで効率的な運用をアドバイスするなど、多彩な保守管理サービスが展開されています。さらに驚くべきことには、異なったメーカーの医療機器でさえ横断的にネットワークで管理し、上記のような保守管理サービスを行うサードパーティ会社までも存在するのです。このような業態をオリジナルメーカーが容認し、自社の医療機器に関する情報をサードパーティ会社に提供してくれるのかと問うと、単独メーカーが全米的にメンテナンス拠点を設けてサービスを展開するよりも経費節約になりお互いにwin-winの関係が成立しているとの回答でした。GEヘルスケアにおいても、既に本国では放射線画像診断装置などを中心にしてIoTを駆使したメンテナンスサービスが展開されています。

残念なことに、現時点では麻酔器や人工呼吸器において、広域なネットワークを利用したIoT的な保守サービスは展開されていませんが、コンピュータやタブレット端末を利用したPoint of Careな稼働履歴収集や保守点検アドバイザーは既に存在します。整備工場における自動車の定期点検時に、車のホストコンピュータと接続して車の状態を診断するのと同じことですね。Point of Careで可能なことは理論的にはIoTでも可能であるに違いありません。ビジネスモデルとしての価値を生み出せるかが今後の課題だと思いますが、少なくとも手術部の管理者の立場としては実現を熱望するものです。

筆者としては、ケアステーション第4の機能として麻酔器の稼働状況管理とメンテナンスサポートが付加されることを期待しています。これらの機能の実現に現状で最短距離に位置するのがエイシスCS²であろうという点も、今回の機種選定の理由でもあります。

さて、エイシスCS²には、ケアステーション(Carestation Insights)というIoT機能が備わっています。現時点において本邦でサポートされている機能は以下の3機能です。

- ① Agent Cost(麻酔薬使用量に関する分析)
- ② Checkout(始業点検に関する分析)
- ③ Lung Protective Ventilation(肺保護換気に関する分析)

Service & Support



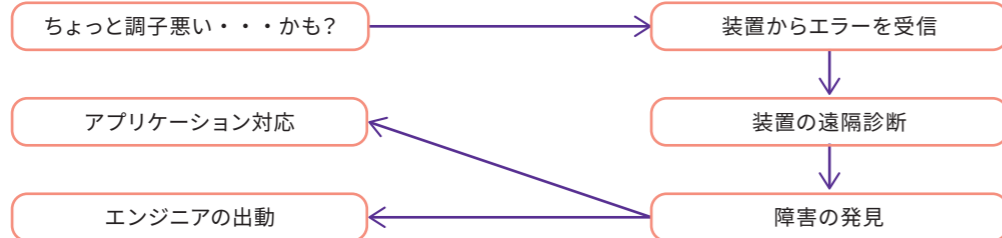
Broadband による
オンライン

- ・装置の遠隔監視
- ・モニター稼働率解析
- ・モニター入床率解析

GE Healthcare
本社サポートセンター



※LOGには、患者を特定可能なIDや氏名は含まれません



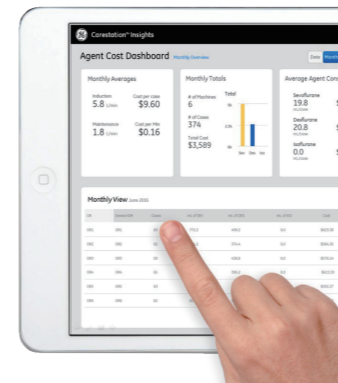
遠隔診断で障害がおこる前に事前対応が可能です

CS Insights
GEヘルスケアモニターにおけるIoTを使ったサービス

Carestation Insightsのアウトカム

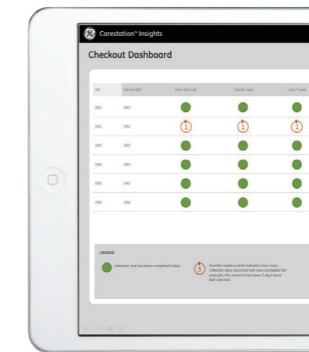
麻酔薬剤コストApp
低流量を新たな高みへ

新鮮ガス低流量を実現し、
麻酔の消費と環境影響を低減する



点検App
装置の点検状況をモニタリング

毎日の点検完了を可視化することにより、
生命維持機器が適切に機能しORが
準備完了していることを保証する



肺保護換気App
換気の設定と応答をトラッキング

換気と肺応答の視認性を増すことにより、
機会と測定結果を特定し、
肺保護のイニシアチブをサポートする

