麻酔・集中治療とテクノロジー 2000

●編集

筑波大学教授
豊岡秀訓

京都府立医科大学助教授
橋本　悟

京都府立医科大学教授
田中義文

克誠堂出版

序　文

第17回日本麻酔・集中治療テクノロジー学会の学術会議を新装のつくば国際会議場の一角で開かせて頂きました。つくば市は東京からは60km圏と比較的近いのですが交通の便がいいとはいえず，皆様にご迷惑をおかけしましたが，幸い本学会は固定メンバーが多いためか，例年どおりの高いレベルの一般演題と参加者数を維持することができました。

特別講演には筑波研究学園都市の一画にある，宇宙開発事業団（NASDA）筑波宇宙センターの宇宙環境利用システム本部，村井正先生にお話を頂きました。期待にたがわず，宇宙医学の面からの斬新でウィットに富んだ御講演でした。シンポジウムには「電子カルテ時代の麻酔・集中治療記録」をテーマとして選ばせて頂きました。Vendorの皆さんにまずご発表頂き，それに対して指名討論者にご参加頂くという形式にしました。時間の押し迫った中うまく纏めて頂いた討論者・司会の先生方に感謝します。また，一昨年の田中義文会長の特別講演に刺激され，私もランチョンセミナーをさせて頂きました。古い，小間切れの話で恐縮でしたが辛抱して聞いて下さり有り難うございました。

今回はほぼ全員の発表がコンピュータを用いたプレゼンテーションでしたが，従来のスライドに比べ，どうしても演者間の間合いが多少必要であることを計算に入れなかったために，発表時間が不足気味になったことを反省しております。

本学会の特徴の一つに若い会員の少ないことが挙げられています。今後は多少テクノロジー的なレベルは低くても，また，従来の本学会の範疇を多少はずれることがあっても若い人に発表の機会を与えるなどして，学会の裾野を広げる必要があると感じました。本学会に発表される研究を，聴衆の皆が一緒に考え，encourageしてくれるような家族的な雰囲気の学会であり続けることを願いながら，序文とさせて頂きます。

豊岡　秀訓

目　次

一般演題1：モニター，テクノロジー

圧力分布画像による行動活性度を応用した
無拘束麻酔鎮静度測定の試み ……原田達也，尾崎　眞，森岡宣伊，根岸千晴，新　健治，磯山裕子，鈴木英弘，吉見知久，佐藤知正，森武　俊

ハイプレッシャーカフで気管壁に高い圧がかかるメカニズム
……諏訪邦夫，後藤隆久，猪股和則

ブラインド信号分離による胃電図信号からの独立成分分離の試み
……松本尚浩，畑中哲生，佐多竹良，重松昭生

臨床麻酔におけるヘッドマウントディスプレイの応用 ……半田冨美，内田　整，伊藤博隆，畔　政和

類推（analogy）と双対（duality）
—大動脈・橈骨動脈間圧較差の成因に関連して— ……杵淵嘉夫，金沢正浩，福山東雄，滝口　守

圧導出系のダイナミックレスポンスの評価 ……福山東雄，杵淵嘉夫，金沢正浩，滝口　守

一般演題2：ソフトウェア，シミュレーション

インターネットエクスプローラ（MS-IE Ver3.0以降）上で動く
インフュージョンコントロールシステム ……森田耕司，風間富栄

Windows95/98で動くプロポフォール薬物動態シミュレーションソフトの試作
……増井健一，野中明彦，樫本　温，熊澤光生

プロポフォール静脈麻酔システムの遠隔制御の試み ……長田　理，井手康雄，藤原治子，上地　富，田上　恵，花岡一雄

Bispectrum Analysisのためのソフトウェア構築 ……萩平　哲，高階雅紀，森隆比古

ソフトウェアの翻訳2編 ……岩瀬良範，長田　理，関山裕詩，諏訪邦夫

シリアルポートの通信内容をモニターするツールソフトPeepSerialportMacの開発
……中尾正和，恩地いづみ

一般演題3：ネットワーク，データベース

包括的周術期管理の試み……山口浩史
患者情報データベースと他部門との連携 ……斎藤智彦，畑野研太郎
手術室業務支援システム（ASA-OS）の開発 ……讃岐美智義
麻酔科医の仕事量 ……浅山　健
手術室の電子カルテとしての電子化麻酔記録 ……山口光幸，中田　純

●シンポジウム：電子カルテの時代の麻酔・集中治療記録

電子カルテの時代の麻酔・集中治療記録 ……大久保　信
病棟用電子カルテシステムにむけて……荻野芳弘

●ランチョンセミナー

メカトロニクスで動かす麻酔集中治療用TIPS……豊岡秀訓

一般演題１：モニター，テクノロジー

圧力分布画像による行動活性度を応用した無拘束麻酔鎮静度測定の試み

原田達也[*1]　尾崎　眞[*2]　森岡宣伊[*2]　根岸千晴[*2]　新　健治[*2]
磯山裕子[*2]　鈴木英弘[*2]　吉見知久[*3]　佐藤知正[*1]　森　武俊[*1]

はじめに

近年，日帰り麻酔の必要性の高まりに従い，回復室などでの無拘束な鎮静度測定が求められている。従来行われている鎮静度の指標として，Ramsey score，command scaleがあるが，これらの指標は医師の主観的な判断で行われており，客観性に欠ける欠点がある。客観的に鎮静度を計測する指標として脳波をもとにした，Bispectral Index（BIS）があるが，この指標は患者の頭部に電極を貼り付け計測するため，患者を精神的，肉体的に拘束する欠点がある[1)]。つまり，現時点で麻酔鎮静度を無拘束かつ定量的に計測する方法は確立していない。

1．目　的

そこで，本研究では無拘束麻酔鎮静度測定の第一歩として，麻酔鎮静度と体動との間には相関があると仮定し[2)]，麻酔鎮静度の客観的指標であるBISと無拘束に計測される体動の大きさの指標との相関関係を解明することを目的とする。

[*1]東京大学大学院工学系研究科
[*2]東京女子医科大学医学部麻酔科学
[*3]（株）デンソー

2．方　法

体動の大きさの指標として行動活性度を導入した。行動活性度はベッド面に配置された210個の圧力センサーから無拘束に計測される人の圧力分布画像をもとに，センサー上の運動エネルギーを計算することにより求められる[3)]。図1にシステム全体図を示す。実験は院内倫理委員会の許可を得たうえで，男女3名ずつ合計6名のボランティアにより，プロポフォール鎮静時におけるBISと行動活性度を同時に計測することにより体動と鎮静度との相関関係を検討した。

3．結　果

6名中5名が，BISが50～70にかけて行動活性度が徐々に上昇し，BISが70～90にかけて行動活性度が急激に上昇する現象が観察された。つまり鎮静度が浅くなるに従い体動が大きくなる傾向が観察された（図2参照）。しかし1名の女性は，鎮静度が浅くなっても体動がほとんど変化しない傾向が観察された。

4．考　察

圧力センサーより計測される圧力分布画像をも

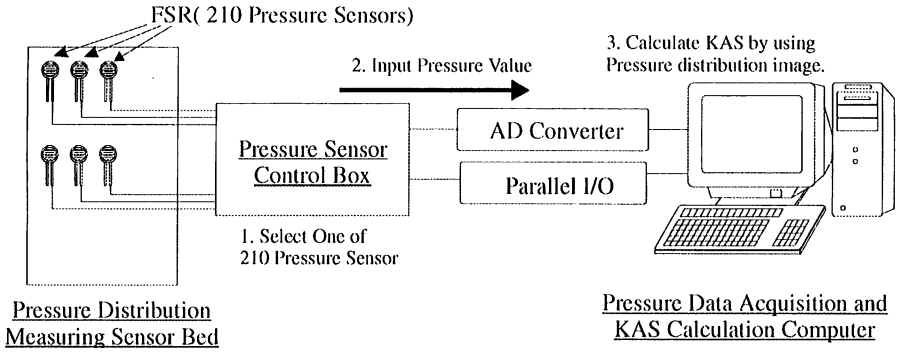


図1　System configuration. The system consists of a pressure sensors distribution bed, a pressure sensors control box and a KAS calculation computer.

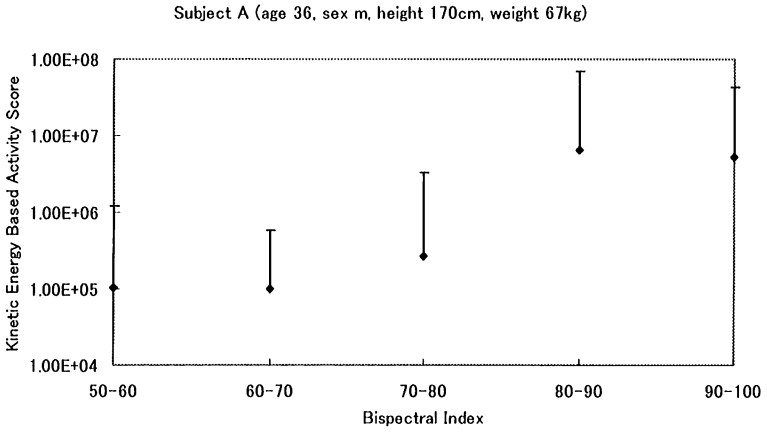


図2　Typical pattern. In proportion as the BIS increase, the KAS will rise for 5 subjects.

とにして，センサー上の運動エネルギーを計算しているために，呼吸運動が行動活性度に占める割合がかなり大きい。したがって，鎮静度が深くなるに伴い大きくなる呼吸筋群の動きを分離して評価することにより，呼吸および鎮静度を同時にモニターできると考えられる。

結　論

圧力センサーより計測される圧力分布画像を基にした，センサー上の運動エネルギーにより得られる行動活性度は，無拘束に鎮静度・呼吸運動を評価可能であると考えられ，術後管理などに有用であると考えられた。

参考文献

1) Rampil IJ : A primer for EEG signal processing in anesthesia. Anesthesiology 89 : 980, 1998
2) Bloom FE : Handbook of Physiology, Section 1: The Nervous System, Volume IV: Intrinsic Regulatory Systems of the Brain. Oxford press, 1986
3) Harada T, Mori T, Nishida Y, et al : Body Parts Positions and Posture Estimation System Based on Pressure Distribution Image. Proc. of 1999 IEEE International Conference on Robotics and Automation 2 : 968, 1999

ABSTRACT

Unrestraint Sedation Measurement Based on Body Movement Activity with Pressure Sensors Distribution Bed

Tatsuya HARADA *1, Makoto OZAKI *2, Nobutada

MORIOKA *2, Chiharu NEGISHI *2, Kenji ATARASHI *2, Hiroko ISOYAMA *2, Hidehiro SUZUKI *2, Tomohisa YOSHIMI *3, Tomomasa SATO *1 and Taketoshi MORI *2

This paper describes a correlation between sedation and body movement. There are subjective sedation estimation methods and restraint estimation methods. However there is no method that can evaluate sedation unrestraintly and objectively. Therefore, as the first step toward the unrestraint and objective sedation estimation method, we investigate into the correlation between the bispectral index (BIS) and the body movement. We propose a kinetic energy based activity score (KAS) as an unrestraint and objective body movement score. The KAS is calculated by estimating person's kinetic energy who is on a 210 pressure sensors distribution bed. We experiment on 6 subjects with propofol sedation in order to investigate the relation between the BIS and the KAS. Experimentral results reveal that in proportion as the BIS increase the KAS will rise for 5 subjects. However, for one subject, although the BIS increase, the KAS will go down. This subject's sedation can be estimated by separating breathing exercises from the body movement. We conclude that the sedation can be estimated unrestratintly and objectively by measuring the KAS.

Key words : unrestraint sedation measurement, body movement, pressure sensors distribution bed

*1 *The University of Tokyo, Tokyo 113-8656*
*2 *Tokyo Women's Medical University, Tokyo 162-8666*
*3 *DENSO, Kariya, Aichi 448-8661*

ハイプレッシャーカフで気管壁に高い圧がかかるメカニズム

諏訪邦夫[*1]　後藤隆久[*2]　猪股和則[*3]

序

気管内チューブや気管切開チューブのカフは，ハードカフ（ハイプレッシャーカフ：hpc）からソフトカフ（ロープレッシャーカフ：lpc）に移行した。hpcが気管壁を損傷することは事実であり，lpcへの移行で損傷は確実に減少している。このテーマに関してはいろいろなテストが行われているが，理論解析はない。「hpcは，それ自体の弾性が高いから，内圧を上げても壁にはその高い圧は伝わらないのではないか」という想定もありうるが，実際にどのような数値になるのかの実験データはあるが，理論的にはまったく知られていない。

本論文はこの点を理論解析で解明したもので，hpcのカフ弾性は圧差を吸収せず，気管壁に高い圧がかかるメカニズムが判明した。

1．方　法

弾力のあるカフをモデル化して，それを気管を模した管の中で膨らませたときに壁に働く圧を理論的に計算した。気管壁は剛管（剛体でできている管）で，カフの形態は自由膨張では球に近い回転楕円体と仮定した。

カフが剛管内で膨らんで内壁にすれすれで接触している状態を「臨界接触」と名付け，さらにカフ圧を高めてカフがしっかりと壁を圧迫している状態を「圧迫」と名付ける。

*1帝京大学医学部麻酔学教室
*2帝京大学医学部付属市原病院麻酔科
*3帝京大学医学部付属市原病院ME部

カフの内外の圧差をラプラスの法則で記述し，その一般形である

$\Delta P = T1/r1 + T2/r2$

を適用する。ここでr1とr2は測定点での曲率半径2方向の代表値（一般には最大値と最小値：符号を考慮する）であり，それに対応する張力がT1とT2である。

「圧」は面積あたりの力であり，臨界接触では線接触なので，「圧」を規定できない。実際上もリーク防止や誤飲の防止には無効で，そうした目的にはカフ内圧（Pic）をさらに上昇させて面接触とする「圧迫」が必要なことは明らかである。

カフ内圧を一般にPicと書き，臨界接触状態でのそれをPic0と書く。同様に気管壁にかかる圧をPtm（tm：trans-membraneの略）と書く。臨界接触状態での圧Ptm0は存在しない。

臨界接触からPicを上昇させて，Ptmの変化する状況を計算した。気管内圧はゼロとした。

2．結　果

臨界接触以下の膨らみではカフが球体であるから，

$\Delta P = 2T/r$

である。Tはカフの壁の持つ張力であり，すべての方向に一様である。

臨界接触を越えた「圧迫」の状況では，カフの気管内壁との接触部分は円柱体であるから，

$\Delta P = T/r$

である。Tはカフの壁の持つ張力で，気管の円周方向の張力である。

①臨界接触では，高いカフ内圧をカフの弾性が吸収する。カフ内外の圧差を⊿P0と書くと，⊿P0＝Pic0である。

②圧迫の条件では，接触面の形態は円柱であり，ラプラスの法則のうちの気管の長軸方向の曲率半径が無限大となるので圧差成分はゼロとなる。それゆえに，円柱での圧差が球の圧差の半分となる。

③「圧迫」の中心線（臨界接触していた円周部分）では，カフは臨界接触以上には膨らまないから張力Tと半径rは固定する。したがって，この線上のカフ内外の圧差は⊿P0/2である。

④したがって，この線上の壁の圧Ptmは

$$Ptm = Pic - Pic0/2$$

となる。

⑤すなわち，この部位の気管壁圧は臨界接触を越えるとカフ弾性による圧減弱効果は臨界接触の場合の半分になり，後はカフ圧の増加分だけ気管壁圧も増加する。

⑥実例：たとえば，Pic0が30 cmH_2Oで臨界接触の場合，Picを100 cmH_2Oとすると，Ptmは$100 - 30/2 = 85\ cmH_2O$となる。

⑦「圧迫」の中心線から，気管の長軸方向にずれるにしたがい，カフは小さい半径から大きく引き伸ばされるので，円周方向の張力値が増加する。それに応じて内外圧差が増大し，それがPicと等しくなった部位が今度は臨界接触する。

3. 考　察

一般の気管内チューブや気管切開チューブに関しては，hpc付きのものはほとんど見当たらなくなったが，特殊な形態や目的のものも含めるとlpcへの移行は完全ではない。分離換気用のダブルルーメンチューブをはじめとして，各種のチューブにhpc付きのものが残っていることをいくつかの展示会で確認している。lpcに慣れている分だけ，hpcの使い方への注意がおろそかになる危険も懸念される。

同じ懸念はラリンジアルマスクにも当てはまるだろう。そもそも人工呼吸を想定はしておらず気道の分離も不完全と承知しているだけに，内圧には考慮を払わない傾向が強いから喉頭部を案外損傷しているのかも知れない。もっとも，カフによる重大なトラブルは時間でなくて何日も継続的に使った後に発生するものであり，ラリンジアルマスクは使用時間が短いから，損傷とはいっても程度は限られよう。

本研究では気管内圧をゼロとした。いわば自発呼吸の場合にあたる。気管内圧を正の値とすれば人工呼吸の際の分析にあたるが，これは全体が平行移動するだけで，基本の考え方は同一である。

この分析では気管を剛管と仮定している。実際には，気管は弾性管であり，カフ圧に応じて変形する。この変形自体が気管の損傷を招くが，同時に変形しても圧による圧迫は生じるわけで，この点の解析は今後の課題である。

結　論

ハイプレッシャーカフを膨らませてリークを防ぐと，カフ内圧が直接気管壁に伝わるようになる。カフの弾性が内外の圧差を吸収して，気管壁の損傷を防ぐ効果は小さい。一方，カフの内外圧差はごく小さいものなので，hpcであってもカフ内圧の測定意義は大きい。

参考文献

1) Bernhard WN, Yost L, Turndorf H, et al : Cuffed tracheal tubes—Physical and behavioral characteristics. Anesth Analg 61 : 36, 1982

2) Black AMS, Seegobin RD : Pressures on endotracheal tube cuffs. Anaesthesia 36 : 498, 1981

3) Brandt L : Pressures on tracheal tube cuffs. Anaesthesia

37 : 567, 1982
4) Brandt L, Poker H : The rediffusion system : Limitations of nitrous oxide-induced increases of the pressure of endotracheal tube cuffs. Anaesthetist 32 : 459, 1983
5) Cox PM, Schatz ME : Pressure measurements in endotracheal cuffs : A common cause of error. Chest 65 : 845, 1974
6) Crawley BE, Cross DE : Tracheal cuffs : A review and dynamic pressure study. Anaesthesia 30 : 4, 1975
7) Guyton D, Banner MJ, Kirby RR : High-volume, low-pressure cuffs—Are they always low pressure? Chest 100 : 1076, 1991
8) Homi J, Notcutt W, Jones JJ, et al : A method for comparing endotracheal cuffs : A controlled study of tracheal trauma in dogs. Br J Anaesth 50 : 435, 1978
9) Knowlson GTG, Bassett HFM : The pressures exerted on the trachea by endotracheal inflatable cuffs. Br J Anaesth 42 : 834, 1970
10) Leigh JM, Maynard JP : Pressure on the tracheal mucosa from cuffed tubes. Br Med J 1 : 1173, 1979
11) Lomholt N : Tracheal models which simulate the compliance of the adult male trachea. Br J Anaesth 69 : 98, 1992
12) Wu W, Lim I, Simson FA, et al : Pressure dynamics of endotracheal and tracheal cuffs. Crit Care Med 1 : 197, 1973

ABSTRACT

Cuff-elasticity Decreases Only Little the Pressure on the Tracheal Wall Exerted by High Pressure Cuff

Kunio SUWA *, Takahisa GOTO * and Kazunori INOMATA **

In a theoretical trachea-cuff model, we analyzed the pressure on the tracheal surface exerted by the cuff-pressure.

We found that the intuitive assumption of elasticity of high pressure cuff absorbing much of the high pressure inside the cuff thereby decreasing the pressure applied on the tracheal wall is in error. The elasticity of the cuff material absorbs the pressure only little, leaving the pressure on the tracheal wall fairly close to that in the cuff. Measuring the cuff-pressure is quite meaningful even in high pressure cuff.

Key words : endotracheal tube-cuff, tracheal wall pressure, Laplace law

*[1]*Department of Anesthesia, Teikyo University School of Medicine, Tokyo 173-8605*
*[2]*Department of Anesthesia and* *[3]*Division of Medical Electronics, Teikyo University Ichihara Hospital, Ichihara 299-0111*

Email Address of the Prinpal Author : kunio.suwa@nifty.ne.jp

ブラインド信号分離による胃電図信号からの独立成分分離の試み

松本尚浩[*1]　畑中哲生[*2]
佐多竹良[*3]　重松昭生[*3]

緒　言

近年注目されている，ブラインド信号分離（blind signal separation：BSS）は，複数のセンサーから得られた信号に含まれている，独立な信号成分を抽出することを目的として開発され，元の信号を推察する技術である。今回，われわれは，胃電図解析にBSSの応用を試みたので報告する。

1．対象および方法

胃電図記録の対象は，この研究に関して，説明を行い同意を得られた新小倉病院入院中の患者とした。胃電図記録は，ニプロ胃電計EG（株式会社ニプロ，大阪市）を用いた。BBSによる解析には，matlab（cybernet社製）を用いた。信号分離器の構成を図1に示した。BSSには種々の手法が提案されているが，今回用いた手法は，分離フィルターの出力信号（図1のy）の尖度（kurtosis）が最小になるようにその分離フィルターを形成するものである。簡略には，分散一定の元で，4次統計量の最小化を行うことで複数のセンサー信号から1つずつ信号を分離した。このため，フィルターを有限長で近似し，確率勾配法で最小化する手法を用いた。

2．結　果

ASA PS#2の全身麻酔下患者から得られた胃電図波形について，シミュレーションを行った（図2）。4個の信号が分離され，周波数は，3cycle per minute（cpm），1cpmなどであった。また，それらの位相を解析することによって，4個の電極での信号強度が時間的にどのように変化しているかを観察することができた（図3）。

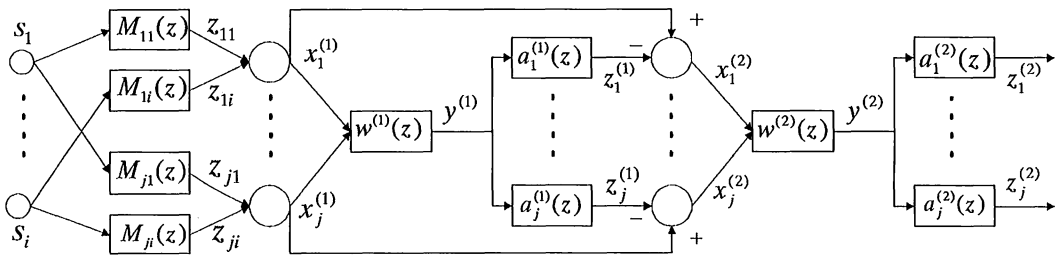


図1　分離器の構成

s：源信号，x：センサー信号，y：分離フィルター出力信号。上付き数字(1)(2)は，それぞれ第一独立信号，第二独立信号に関するパラメータであることを示す。

[*1]国家公務員共済組合連合会新小倉病院麻酔科
[*2]救急救命九州研修所
[*3]産業医科大学麻酔科学教室

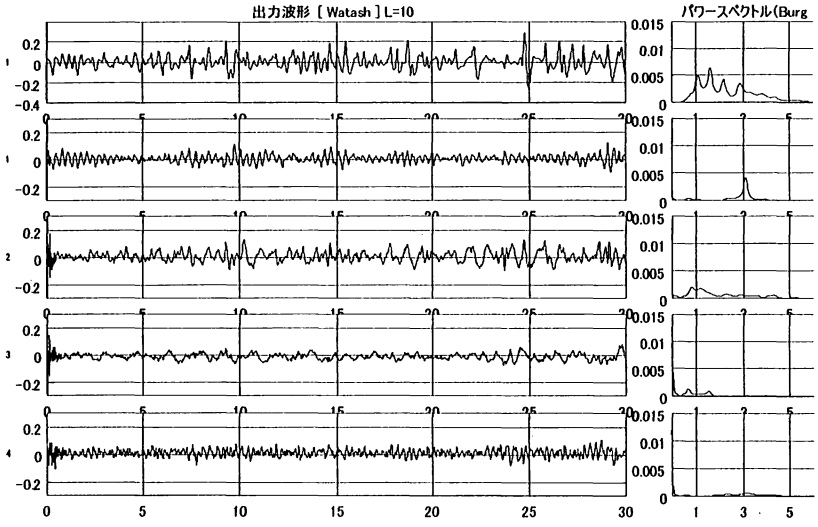


図2　シミュレーション結果

最上段左は1つのセンサーからの胃電図信号である。この信号から分離された第1～第4の信号がその下に表示されている。右列は周波数解析結果を示す。分離された信号が3cycle per minute (cpm), 1cpm, およびその他の周波数であることがわかる。

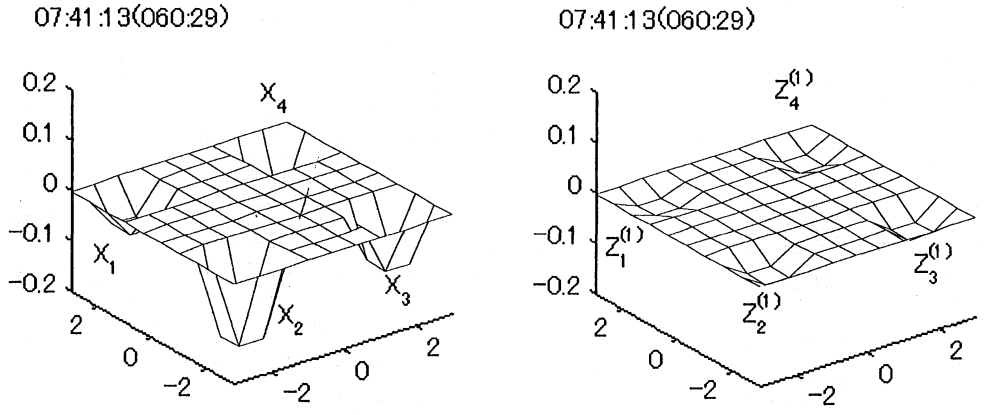


図3　センサー別信号電位

左：センサー信号（1～4）の動き，右：各センサー内の成分1の動き。縦軸は，測定電圧mVで，軸の値（−2,2）は，便宜上のもの，また縦軸上の数字は測定時刻を示す。

発表では，動画で示したものの一部を静止画にした。それぞれの胃電図センサーへの信号の位相差を示している。

3. 考　察

BSSは，互いに独立した信号を分離する手技であり，すでに，脳波での応用も試みられ，人工耳の開発への可能性も秘めている[1)]。

今回のシミュレーション（図2）は，

kurtosis＜0

の仮定で行ったが，これは，胃電図信号が正弦波を主体とするものであるからである。

また，分離された信号は，あくまでセンサーへ届いた信号を分離した結果に過ぎず，これが生体のどこから発生したかについて，確認が必要であ

る（この点に関しては，体表面胃電図と胃内電位との関連を調べたこれまでの胃電図研究から類推も可能と思われると，尾崎眞先生の示唆があった）。

動画で示した4個の体表面電極でのセンサー信号，および分離信号電位の研究をすすめると，蠕動運動の解析も可能と思われる。

BSSの消化管電位信号への適用に関しては，多くの課題が残されているが，これらを解決すべく，今後研究を進める予定である。

結　語

胃電図解析にブラインド信号分離を応用した。結果から，胃電図解析の新たな視点を生み出すと思われたが，課題が多いことも認識された。

なお，この研究は，徳成 剛先生，松岡清利先生（九州工業大学制御工学，http://boltz.cntl.kyutech.ac.jp/~matlab/）と共同で行われ，北九州医工学術者会議研究開発奨励金の助成を受けている。

参考文献

1）ブラインド信号分離に関する研究．
http://boltz.cntl.kyutech.ac.jp/~matlab/kenkyu/blind_sep/section1.html

ABSTRACT

An Application of Blind Signal Separation for the Analysis of Electrogastrography

Takahiro MATSUMOTO [*1], Tetsuo HATANAKA [*2], Takeyoshi SATA [*3] and Akio SHIGEMATSU [*3]

We applied blind signal separation（BSS）for the analysis of electrogastrography（EGG）.

EGG was recorded with NIPRO EG（NIPRO, Osaka, Japan）from a patient under general anesthesia in Shin-Kokura Hospital, who was informed and consented on this research. Then the record was analyzed with matlab（cybernet systems）. For separation of signals, we assumed that kurtosis was less than zero, and used stochastic gradient methods.

BSS simulation separated original signals into 4 independent signals（Fig. 2）. Voltage changes of sensor signals and signals separated from original one were illustrated on a 3-dimensional graph（Fig. 3）, revealing phase lag among 4 sensors.

Although application of BSS has some points to improve, including assumption on kurtosis, however, it may extend our knowledge on EGG.

Key words : electrogastrography, blind signal separation

*[1] *Divisjon of anesthesia, Shin-Kokura hospital, Kitakyushu 803-8505*

*[2] *Emergency Life-Saving Technique Academy*

*[3] *Department of Anesthesiology, University of Occupational and Environmental Health, Kitakyushu 807-8555*

臨床麻酔におけるヘッドマウントディスプレイの応用

半田冨美*　　内田　整**
伊藤博隆**　　畔　政和**

はじめに

ヘッドマウントディスプレイ（head mount display：HMD）は，頭部に装着する小型の映像出力装置である。ほかの映像出力機器と異なり，HMDではスクリーンに投影される映像と頭部の位置関係が固定されているため，頭部の動作にかかわらず映像が視野の範囲にあるのが特徴である。HMDでは，現実の画像空間に近似した仮想的な画像空間が提供されるが，この仮想的な画像空間を使用して，主としてバーチャルリアリティやエンターテイメントの分野で応用が行われてきた。最近では，性能の飛躍的な向上や小型軽量化により，HMDが作業中に使用するモバイル情報表示機器として注目されるようになってきた。

今回，麻酔中の患者管理における情報出力装置としてHMDを試用した。麻酔管理に必要なさまざまな情報をHMDに出力し，臨床麻酔における情報機器としての可能性を検討した。

1．方　法

試用したHMDは，ゴーグルタイプのPLM-100（Sony）である。PLM-100のディスプレイ部の質量は370gで，映像表示部は右眼用と左眼用に2個装備されており，それぞれは18万画素（約300×200ドット）の液晶ディスプレイで構成されている。ディスプレイに投影される映像は2m先で54型テレビを視聴する場合の視角に相当する。また，ディスプレイ部にはシャッター機構によるシースルー機能が装備されており，周囲の背景を透過させて見ることが可能になっている。

HMDに出力する情報源として，手術室モニター画面，コンピュータによる文字表示，および超音波診断装置の画像の3種類を使用した。PLM-100の映像入力はコンポジットビデオ信号であり，超音波診断装置のビデオ出力はそのままHMDに入力した。また，手術室モニター画面やコンピュータ画面は，ダウンコンバータでRGB信号をコンポジット信号に変換した後にHMDに入力した（図1）。

手術室において複数の麻酔科医がHMDを装着し，麻酔管理における情報端末として，情報の視認性や操作性，また装着感に関する評価を行った。なお，評価はシースルー機構により，背景が透過できる状態で行った。手術室において麻酔科医がHMDを装着した様子を図2に示す。

2．結　果

手術室モニター画面をHMDのディスプレイに表示した場合，波形や大きな文字は認識可能なレベルであった。しかし，画面の解像度の問題から，文字サイズが小さくなると認識には問題が生じた。これに対し，コンピュータ画面による文字情報の伝達は，1行20文字程度でコントラストの強い色の組み合わせ（例えば，黒地に白の文字）を使用すれば認識は良好であった。図3に，HMD

*国立循環器病センター麻酔科（現：埼玉医科大学総合医療センター麻酔科）
**国立循環器病センター麻酔科

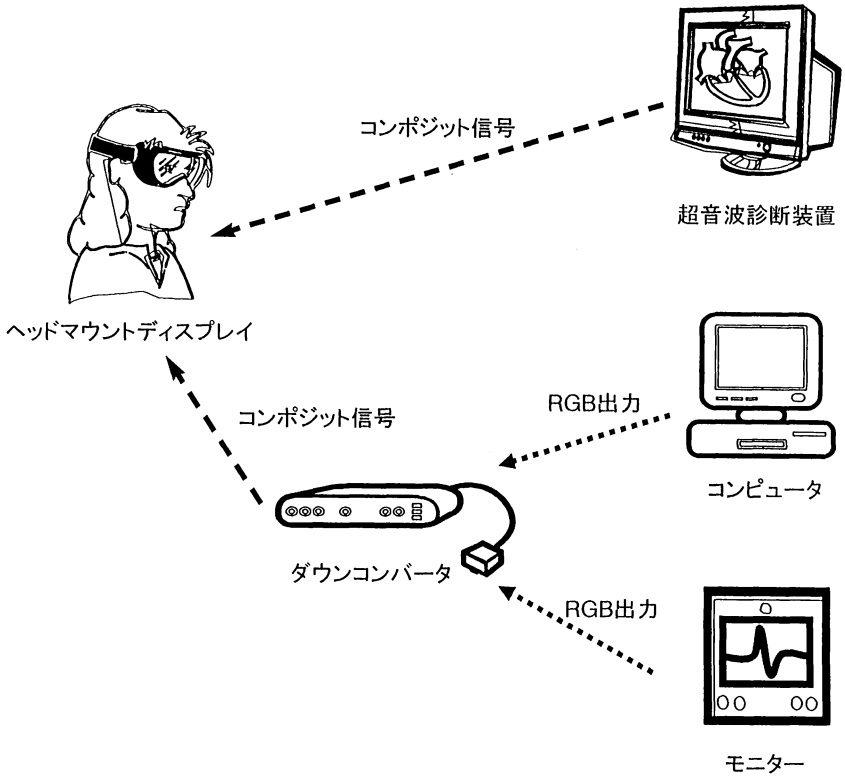


図1　ヘッドマウントディスプレイ（HMD）と各情報源との接続
超音波診断装置は画像出力（コンポジット映像信号）を直接HMDに入力した。また，モニター訊きおよびコンピュータ画面は，RGB信号をコンポジット信号に変換してHMDに入力した。

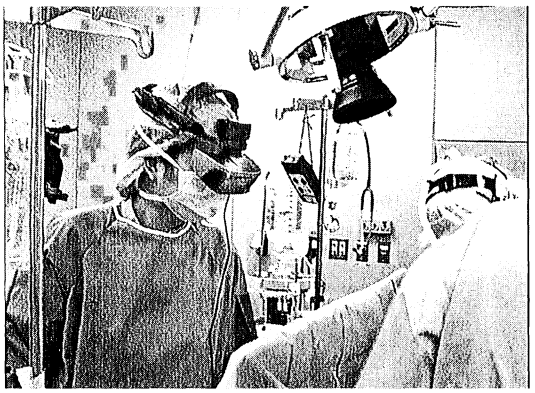


図2　手術室において，ヘッドマウントディスプレイを装着して術野を監視している様子

ディスプレイ部への文字表示を模擬した合成画面を示す。また，超音波診断装置の画像は，細部にわたる画像の評価は困難であったが，全体像としては認識可能であり実用可能であった。

今回使用したPLM-100は，シースルー機構により背景を透過させることが可能であるが，この機構を使用してHMDを装着した状態で通常の麻酔管理が可能かどうかを評価した。シースルー機構により背景の認識は可能であったが，全体に暗く，色調が実際とは異なって見えるため，術野監視の障害になった。また，ゴーグルにより視野がやや妨げられることも麻酔管理上の問題であった。そのため，HMDを装着した状態で気管内挿管や末梢血管確保などの操作は非常に困難であった。

3．考　察

主としてバーチャルリアリティの分野で開発が行われてきたHMDは，機器の性能向上や小型軽

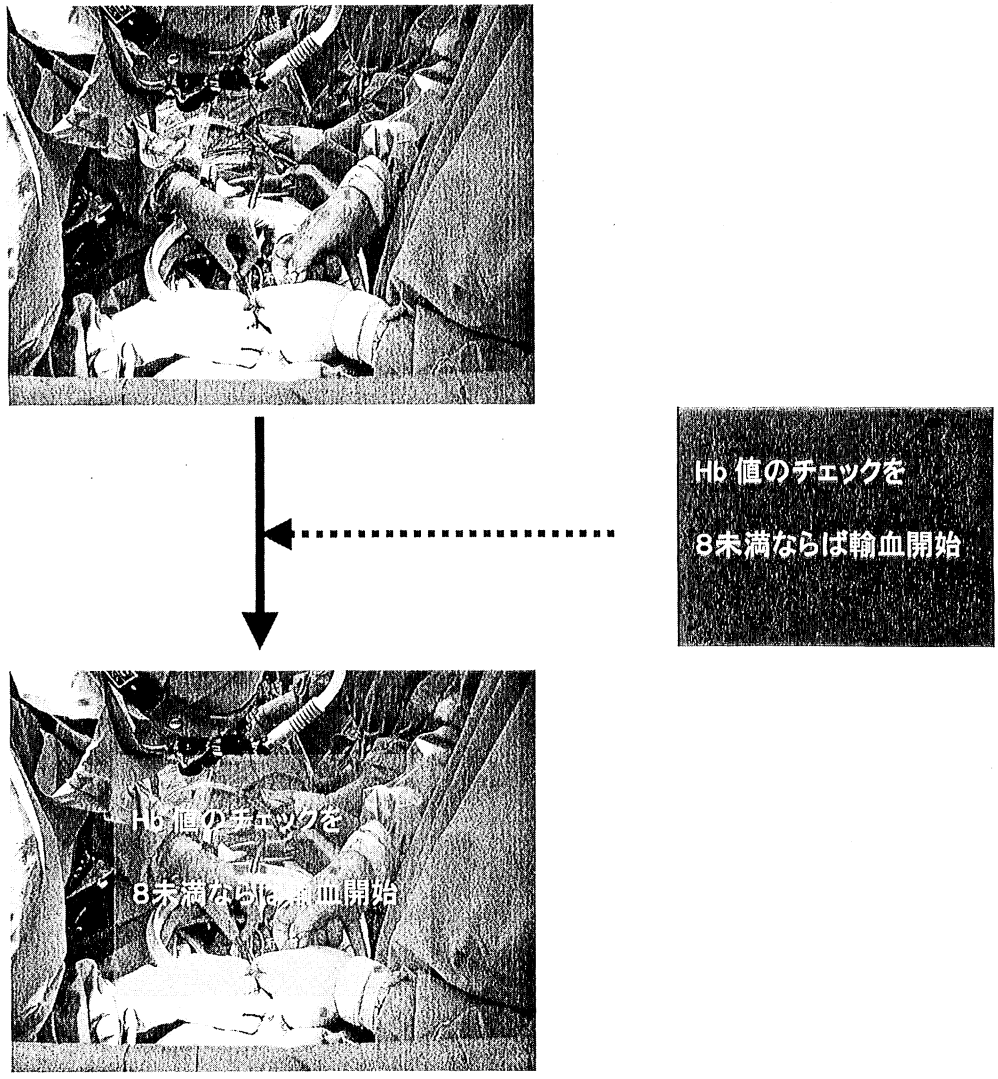


図3　ヘッドマウントディスプレイ（HMD）を用いた手術室外部から装着者への情報伝達のイメージ図
HMDのシースルー機構により透過される背景（上段）にコンピュータからの文字情報（中段）を重ねると，HMD装着者の目には下段のイメージが見える。

量化により，作業中のモバイル情報機器としても注目を浴びるようになってきた。今回は，麻酔中の患者管理に使用する情報機器として，HMDの可能性を評価した。

複数の異なる情報源を使用してHMDに表示を試みた結果，詳細な情報表示は困難であったが，文字情報や動画の表示はほぼ実用レベルであり，HMDが情報表示機器として期待できることが示唆された。麻酔中に行う患者監視のなかで，モニター機器が提供する情報は重要な位置を占めているが，患者自身や術野に注意を集中している時間帯は，麻酔科医の視線がモニター画面より離れることは避けられない。麻酔科医がモニター画面を注視する時間や回数は，麻酔導入時のように操作に多忙な時期には減少し，異常値に気付くまでの時間も長くなることが報告されている[1)]。したがって，モニター画面など，麻酔管理に必要な情報がHMDに表示され，常に麻酔科医の視野に存在

する環境を構築できれば，より安全な麻酔管理が期待できる。

今回使用したHMDはシースルー機構を装備したゴーグルタイプであったが，性能面では改良すべき点が多い。数字や波形の詳細な表示のためには，表示部分の解像度はVGA（640×480ドット）以上が必要であろう。また，ゴーグルを被った状態では背景が全体に暗く，長時間の監視を行う場合は疲労度が高い。透過度の高いシースルー機構，あるいは単眼式のHMD[2]などが手術室における応用目的に適していると考えられる。その他，ケーブルによりHMDを装着した麻酔科医の動きが制限されること，HMDを装着した外観が患者や外科医に威圧感を与えることなども使用上の問題であった。これらの諸問題については，近い将来，機器のさらなる技術開発により解決することが期待される。

情報機器としてのHMDは，麻酔管理においてさまざまな応用が考えられる。コンピュータネットワークによる手術室外の医師との情報交換やリアルタイムのデータベース検索などはその代表であろう。また，心臓麻酔の分野では，HMDに表示される経食道エコー（TEE）の画像を術野と同一視野で見ることが可能になれば，TEEの操作技術の向上に加えて，TEE使用時のvigilance低下[3]を防止する目的に役立つであろう。さらに，頸部の超音波エコー画像をHMDに表示して中心静脈穿刺を行う応用も考えられる。

おわりに

麻酔管理に必要な情報をHMDに表示することにより，麻酔管理の質の向上が期待できることが示唆された。現時点では，主として技術的な問題からHMDの臨床使用は限られたものである。しかし，今後の技術改良により，麻酔管理における情報表示装置として将来の幅広い活用が期待される。

参考文献

1) Loeb RG : A measure of intraoperative attention to monitor displays. Anesth Analg 76 : 337, 1993
2) http://www.xybernaut.com
3) Weinger MB, Herndon OW, Gaba DM : The effect of electronic record keeping and transesophageal echocardiography on task distribution, workload, and vigilance during cardiac anesthesia. Anesthesiology 87 : 144, 1997

ABSTRACT

Application of a Head Mount Display in Clinical Anesthesia

Fumi HANDA*, Osamu UCHIDA*, Hirotaka ITO* and Masakazu KURO*

A head mount display（HMD）is a lightweight compact display device that users wear on their heads and view images from external sources. The authors used an HMD as an information display device for anesthetic management and evaluated its clinical usefulness.

Sony PLM-100, which features two 180,000 pixel liquid crystal displays, was employed for evaluation. Video signals from patient monitors, computers, and transesophageal echocardiography were connected to the HMD. On-screen messages from a remote computer and echocardiographic images were readable on the HMD screen, though users had some difficulties in reading text in small characters. PLM-100 provides a see-through function, with which users can see the background through the liquid crystal shutter. However this function was found to be inappropriate for routine anesthetic care such as tracheal intubation because of its inadequate transparency.

With an HMD, an anesthesiologist will be capable of watching monitor screens, while keeping vigilance on the patient or the operation field in a common range of vision. Future technological innovation will promise this scene.

Key words : head mount display, monitoring, information integration, vigilance

Department of Anesthesiology, National Cardiovascular Center, Suita 565-8565

類推（analogy）と双対（duality）

—大動脈・橈骨動脈間圧較差の成因に関連して—

杵淵嘉夫*　　金沢正浩*
福山東雄*　　滝口　守*

異なった系（例えば機械系と電気系）の間に直接的な相似関係が成り立つ場合を類推（analogy）といい，同じ系（例えば電気系どうし）で表裏の関係にあり1対として現れる2つの性質を双対（duality）という。ポアズイユの法則とオームの法則との関係は前者の例であり，伝送回路のインピーダンス分布モデルとアドミタンス分布モデルとの関係は後者の例である。

CPB前後で大動脈と橈骨動脈間の血管内圧分布が逆転する現象について，血管壁弾性率の分布が逆転することが原因であるとし，血管系のインピーダンス分布モデルを用いて解析を試みた。また，血管弾性率が血管内圧と心拍数の変動に依存して変化する現象について，血管壁の構造モデル（アドミタンスモデル）を用いて解析を試みた。血管系のある部分の血管壁弾性率が血管内圧と心拍数によって変化し，血管系のインピーダンス分布モデルの該当する部分の要素値を変化させると考えている。つまり，血管壁の構造モデルと血管系のインピーダンス分布モデルとは相互に密接な関係があり，双対に似た関係があると言えるのではないか。

1．類推と双対

図1の左側は機械系において力と質量と速度の関係を表し，右側は電気系において電圧とコイルに流れる電流との関係を表している。同じ形の微分方程式が成り立ち，直接的な相似関係が成り立っている。このような場合，力fと電圧v，速度uと電流i，質量Mとコイルしが互いに類推の関係にある。また，図2の左側はコイルと抵抗が直列に接続した簡単なインピーダンス回路を表す。血管系モデルの1部分である。このインピーダンスの逆数をアドミタンスで表すと右側の回路になる。抵抗Rとコンダクタンス G，コイルLと容量Cが対応し，直列接続が並列接続に変換された双対関係を示す。このように，類推と双対は互いに相似な現象の直接的な対応と，逆ないしは裏返しの相似関係に対応している。このような変換手法

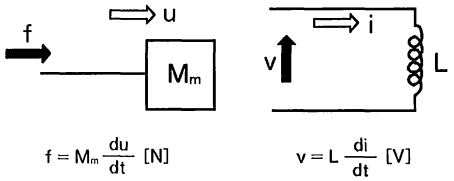


図1　類推（機械系と電気系）
機械系における力と質量と速度の関係は電気系における電圧とコイルの大きさと電流との関係と相似である（同じ形の微分方程式が成り立つ）。

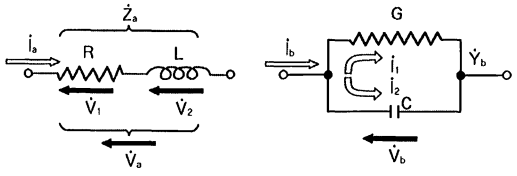


図2　双対（インピーダンスとアドミタンス）
コイルLと抵抗Rが直列に接続したインピーダンスZaの逆数1/ZaをアドミタンスYbとするとコンダクタンスGと容量Cの並列回路で表される。直列接続が並列接続に変換される双対関係を示す。

*東海大学医学部麻酔科学教室

をとることによって，問題解決の手がかりを得ることができるのではないか。

2. 血管内圧分布とインピーダンス分布モデル

先端に圧力トランスデューサを設置した外径0.3mmのガイドワイヤーを橈骨動脈から大動脈まで挿入し，引き抜きながら血管内圧と脈波伝搬速度の分布を測定することによってCPB後に血管壁の弾性率が漸減することを示した。この現象が血管内圧の漸減，すなわち，大動脈・橈骨動脈間の圧較差を保持していると結論するとともに，数学モデルと硬さの異なるシリコンチューブを繋ぎ合わせたメカニカルモデルを用いて実証した[1)~3)]。

この結果をインピーダンス分布モデルによって検証する場合，図3に示したように弾性率の分布をコンプライアンス（キャパシタンス）の分布に置き換える。シミュレーションの結果，コンプライアンスの増加（弾性率の減少）によって，モデルの振幅と位相の周波数特性がしだいに劣化し，各部の電圧を低下させることを明らかにした[2)3)]。ただし，インピーダンス分布モデルが拍動流の移動と弾性率分布との関係を正確に表現するモデルの1つであるかどうかについては疑問は残る[4)]。

シミュレーションは推論に対する直接的な証明にはなりえないが，すでにメカニカルモデルによる推論の実証は完了しているので，インピーダンス分布モデルによるシミュレーションがこの種のヘモダイナミクスの解明の有力な手段になりうる。

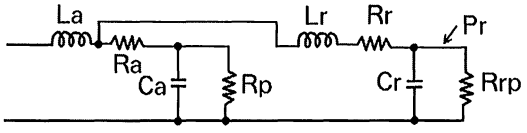


図3　血管系のインピーダンス回路
LrとRrは血液の慣性と抵抗を表し，Crが弾性を表す。RrとCrを分割し梯子上に配置することによって弾性率の分布を表す。

3. 弾性率の周波数特性と血管壁の構造モデル

血管内圧と脈波伝搬速度の分布を測定することによって，CPB前後で血管のある部位の脈波伝搬速度とそれに対応する弾性率の変化を観測した。この現象は心拍数によって血管壁の弾性率が変化することを示し，血管壁弾性率が周波数依存性を持っていることを意味する。結果として，心拍数の変化も圧較差の生成や維持に影響を与えうると推定した。血管壁の構造自体が周波数依存性を持っていると考えるべきであるから，図3のインピーダンス分布モデルを用いて検証することはでき

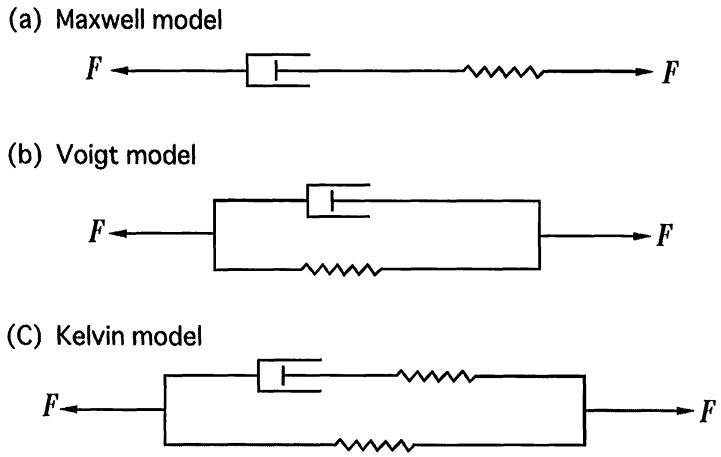


図4　血管壁の構造モデル
コイルと抵抗（ダッシュポット）の直・並列モデルが考えられている。

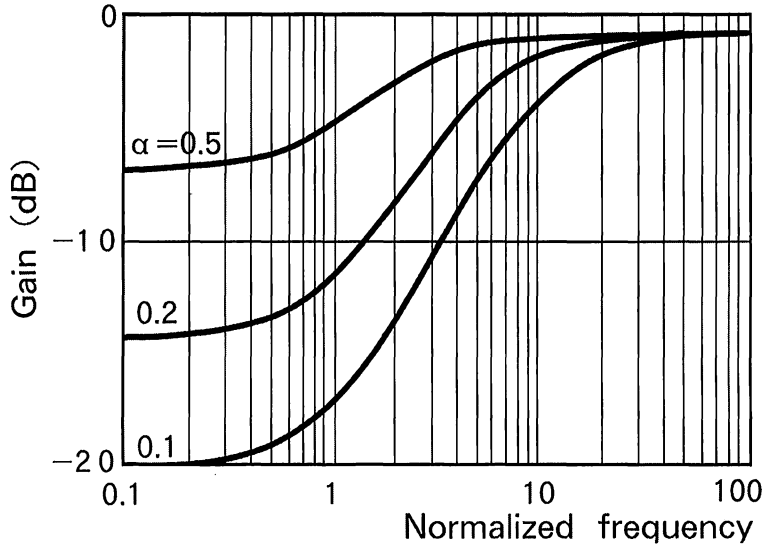


図5　構造モデルの周波数特性
縦軸は変位量と力の比を表し動的弾性率に相当する。振動の周波数とともに動的弾性率は増加する。

ない。

血管壁の構造モデルとしては図4に示したコイルと抵抗（ダッシュポット）の直・並列モデルが考えられている[5) 6)]。これらのモデルが加えた力の振動周波数に対して周波数依存性を持つことは自明であるが，計算結果の1例を図5に示す。変位量と力の比は動的弾性率を表し，周波数の増加とともに増加する[7) 8)]。大動脈から橈骨動脈に至る実際の血管壁の構造モデルの要素値は文献上でも必ずしも明らかではないが，血管弾性率の心拍数依存性についても同様に考えることができるのではないか。

4. 考　察

血管系のある区間の血管壁に対してインピーダンスモデルと構造モデルとの間に双対の関係が成り立つとすれば，図6のような変換も可能となる。上に述べた2つの現象の因果関係から明らかなように，血管系の各部位で血管壁の応力・歪み曲線を計測し構造モデルの要素を算出すべきであるが，計測は困難である。他方，血管系のインピーダンス分布の要素の計測は必ずしも不可能ではない。インピーダンス分布から血管壁のアドミタンス分布の変化，つまり血管壁の性状の変化を推定することはできないだろうか。少なくとも同じ対象で観測された2つの異なった現象に2つのモデルを用いなければならないという精神衛生上の問題はクリアできそうである。

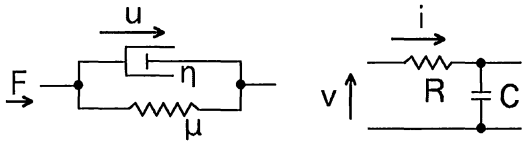


図6　双対（インピーダンスモデルと構造モデル）
ある部分の血管壁の構造モデルが血管内圧と心拍数によって変化し，血管系のインピーダンス分布モデルの該当する部分の要素値を変化させる。その場合，図のような双対関係が成り立つと考えることができないか。

参考文献

1) 福山東雄，金沢正浩，杵淵嘉夫ほか：体外循環後の大動脈・橈骨動脈間圧較差―メカニカルな血管モデルの周波数特性による検討―，麻酔・集中治療とテクノロジー1999. 橋本保彦ほか編. 東京，克誠堂出版，1999, p1
2) 金沢正浩，福山東雄，杵淵嘉夫ほか：体外循環後の大

動脈・橈骨動脈間圧較差―血管弾性率と脈波伝搬速度―，麻酔・集中治療とテクノロジー1999. 橋本保彦ほか編. 東京，克誠堂出版，1999, p11
3) 金沢正浩，福山東雄，杵淵嘉夫ほか：血管モデルによる体外循環後の大動脈・橈骨動脈間圧較差の成因の検討（1）. 循環制御 21S：47, 2000
4) 杵淵嘉夫，金沢正浩，福山東雄ほか：コンピュータモデルによる橈骨動脈圧波形の解析―大動脈・橈骨動脈間圧較差のシミュレーション―，麻酔・集中治療とテクノロジー1999. 橋本保彦ほか編. 東京，克誠堂出版，1999, p6
5) Milnor WR：Hemodynamics. Baltimore, Williams & Wilkins, 1989, p58
6) 林紘三郎：バイオメカニクス. 東京，コロナ社，2000, p25
7) 金沢正浩，福山東雄，杵淵嘉夫ほか：大動脈・橈骨動脈間圧較差の検討―CPB前後の大動脈内の脈波伝搬速度と心拍数の変化との関係―. 第4回日本心臓血管麻酔学会，S146, 1999
8) 福山東雄，金沢正浩，杵淵嘉夫ほか：血管モデルによる体外循環後の大動脈・橈骨動脈間圧較差の成因の検討（2）. 循環制御 21S：48, 2000

圧導出系のダイナミックレスポンスの評価

福山東雄*　　杵淵嘉夫*
金沢正浩*　　滝口　守*

はじめに

直接動脈圧測定のためのさまざまな系がキットとして入手可能であるが，いずれも多機能と使いやすさが強調され，正確な圧波形を得るためのダイナミックレスポンス特性は無視されている。これらのキットを使用する医療側も，表示される数字は見るが波形には注意を払わない。その危険性については十分認識しているはずではあるが，キットの各部品の組み合わせによるダイナミックレスポンスの変化を評価する方法について検討した。

1．ダイナミックレスポンスの評価法

1）Gabarith window

複数の患者から直接導出した圧波形の各周波数成分の大きさが定められた誤差範囲にあるときの変動幅を計算し，周波数特性上に配列したもので，実測したキットの周波数特性がこの変動幅内にあれば，波形は定められた誤差範囲内で原波形に忠実であると判定する[1)]。図1に2，5，10％のGabarith windowを示す。

2）Gardnerの方法

圧導出系を2次系とみなし，2次系の2つのパラメータである固有周波数（fn）と制動係数（ζ）のあらゆる組み合わせの中から原波形に忠実な波形が得られると目視的に判断したfnとζの組み

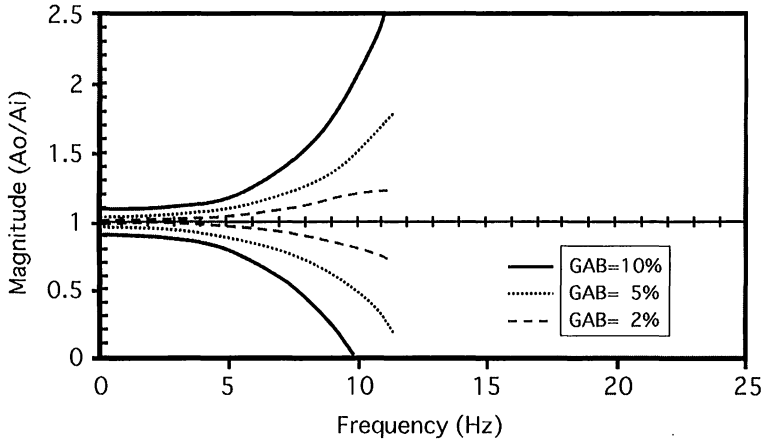


図1　Gabarith window
実測したキットの周波数特性が2，5，10％の変動幅内にあれば，波形は定められた誤差範囲内で原波形に忠実であると判定する。

*東海大学医学部麻酔科学教室

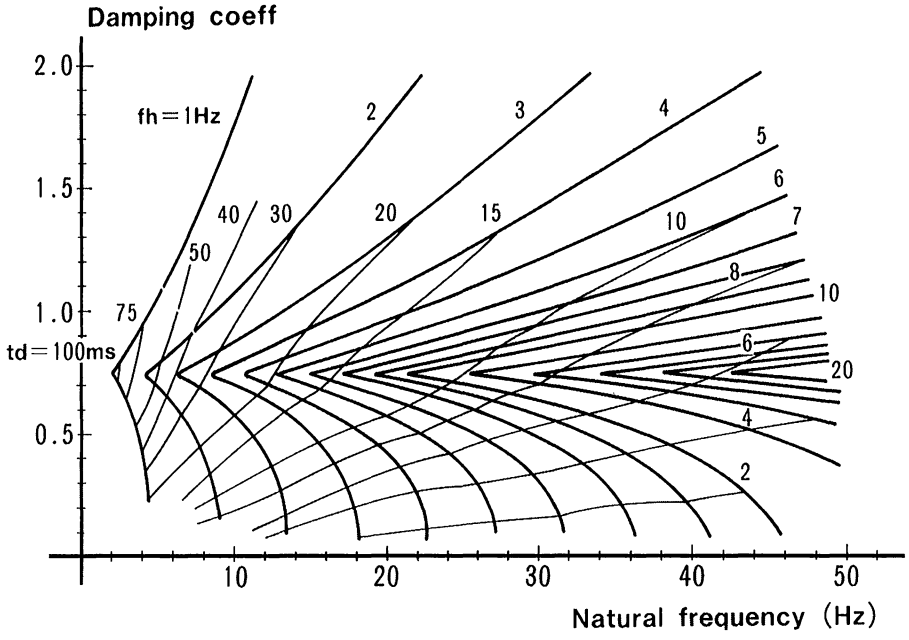


図2　fn-ζチャート

圧導出系を2次系とみなし，振幅と位相の周波数特性上で定められた誤差範囲内にある周波数範囲を計算し，両者を満たす周波数範囲のうち最も高い周波数（fh）をfnとζの関数で表示したもの。

合わせ領域を作成する。実測したキットのfnとζの組み合わせが上記の領域にあるかどうかによって判定する[2]。

3）われわれの方法（fn-ζチャート）

圧導出系を2次系とみなし，振幅と位相の周波数特性上で定められた誤差範囲内にある周波数範囲を計算し，両者を満たす周波数範囲のうち最も高い周波数（fh）をfnとζの関数で表示したもの（図2）で，実測したキットのfnとζの組み合わせから定まるfhの値で評価する。fhは歪みなく導出できる最も高い周波数を意味する[3]。

2．評価法の評価方法

1）キットの周波数特性の測定

正弦波振動発生器[4]に肺動脈カテーテル（C），肺動脈カテーテルと12cmの耐圧管（PT-12），肺動脈カテーテルと48cmの耐圧管（PT-48）をそれぞれ接続し，脱気した乳酸加リンゲル液で内容を満たし密閉した。振動発生器の周波数を1～70Hzまで変えて振幅の周波数特性を測定した。また肺動脈カテーテルに空気を0.2ml注入し（air 0.2），気泡混入が特性に与える影響も測定した。これらの周波数特性をGabarith windowにオーバーライトして評価した。また，周波数特性からfnとζを計算によって求め[5]，Gardnerの方法とわれわれの方法におけるチャート上にオーバーライトして評価した。

2）シミュレーション

周波数特性は固有周波数fnと制動係数ζの2つのパラメータで表すことができるので，fnとζの組み合わせを特性A（fn＝10Hz，ζ＝0.2），特性B（fn＝16Hz，ζ＝0.16），特性C（fn＝32Hz，ζ＝0.14）とし，回路シミュレータ（PSpice, MicroSim, USA）を用いて周波数特性に変換した後，Gabarith windowにオーバーライトして評価した。Gardnerの方法とわれわれの方法ではチャ

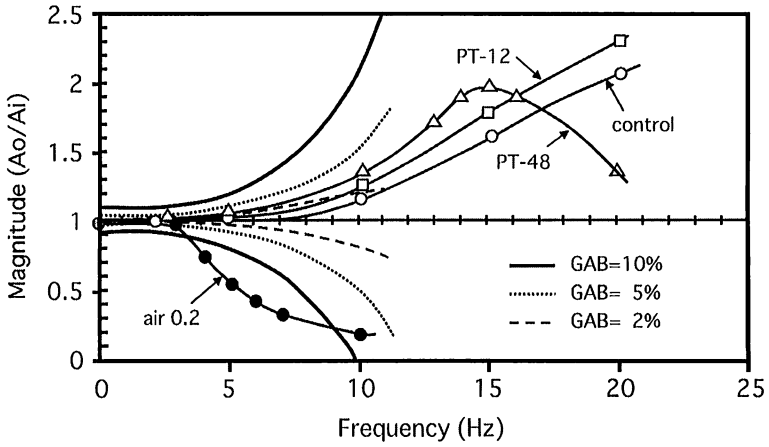


図3　肺動脈カテーテルと3種の周波数特性をGabarith windowにオーバーライトしたもの。Cは2%内，PT-12は2%前後，PT-48は5%内，air 0.2は10%以上としだいに%ごとのウィンドウをはみ出していった。

ート上に直接fnとζの組み合わせをオーバーライトして評価した。

3. 結　果

1）キットの周波数特性

肺動脈カテーテルと3種の周波数特性をGabarith windowにオーバーライトしたものを図3に示す。Cは2%内，PT-12は2%前後，PT-48は5%内，air 0.2は10%以上としだいに%ごとのウィンドウをはみ出していった。

一方，Gardnerの方法とわれわれの方法では，周波数特性からfnとζを算出して評価した。Gardnerの方法では，CとPT-12は適領域（adequate），PT-48は過制動（overdamped）となった。われわれの方法では，最高周波数fhはCが7Hz，PT-12が5Hz，PT-48が4Hzとなった。

2）シミュレーション

回路シミュレータを用いてfnとζの組み合わせを周波数特性に変換した後，Gabarith windowにオーバーライトした結果を図4に示す。特性Aは10%外，特性Bは5%内，特性Cは2%内に位置した。

Gardnerの方法とわれわれの方法では，3つの特性のfnとζの組み合わせを直接チャート上にプロットした。Gardnerの方法では特性Aと特性Bは過制動領域，特性Cは適領域であった。われわれの方法における最高周波数は，特性Aが2Hz，特性Bが3.5Hz，特性Cが7Hzであった。

4. 考　察

キットの周波数特性の劣化に伴い，Gabarithの%ごとのウィンドウからはみ出していく過程は視覚的に理解しやすい。ただし，%値の計算方法が明らかではないので，%値に対応した圧波形の忠実度の程度は必ずしも明らかではない。われわれの方法で評価したfhの値の分布と比較すると2%以下で7Hz，2%で5Hz，5%以下で4Hz程度と推定される。例えば，2%以下では7Hzの周波数成分まで忠実に導出できることを意味する。シミュレーションによってもおおむね同様な結果が得られた。特性Cの場合がGabarithの2%以下に位置し，われわれの方法で評価した7Hzに相当する。また特性Aの場合を比較すると，Gabarithの10%が2～3.5Hzに相当する。

キットの周波数特性およびシミュレーションの結果からGardnerの方法における適領域はわれわ

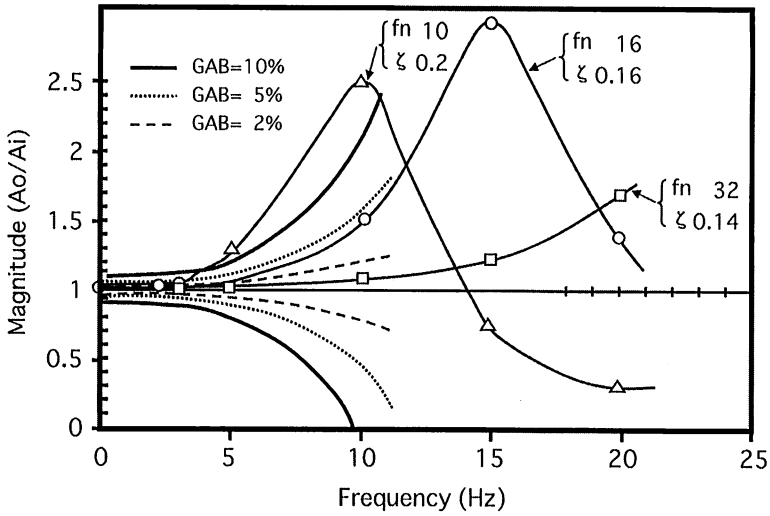


図4　特性A（fn＝10Hz，ζ＝0.2），特性B（fn＝16Hz，ζ＝0.16），特性C（fn＝32Hz，ζ＝0.14）について，回路シミュレータ（PSpice, MicroSim, USA）を用いて周波数特性に変換した後，Gabarith windowにオーバーライトしたもの。

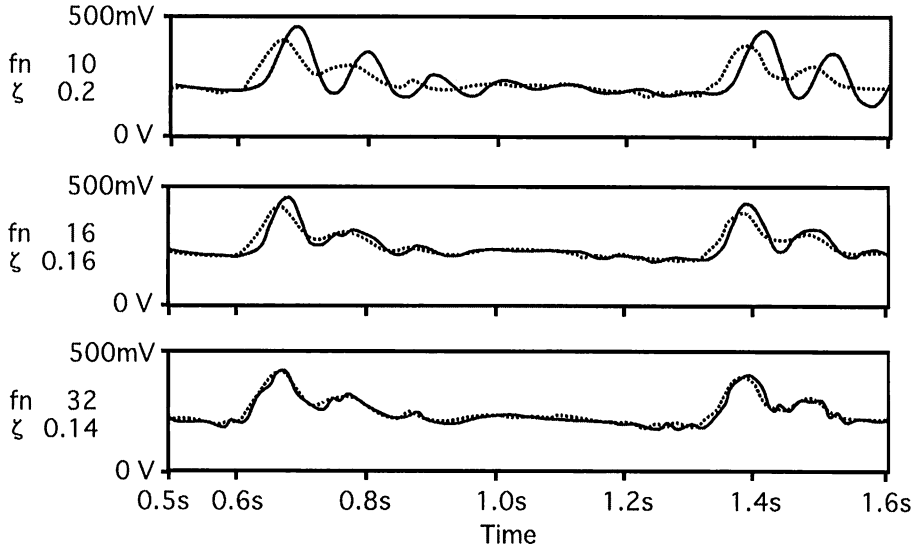


図5　特性A（fn＝10Hz，ζ＝0.2），特性B（fn＝16Hz，ζ＝0.16），特性C（fn＝32Hz，ζ＝0.14）の特性に相当する2次系の伝達関数を回路シミュレータを用いて作成し，心拍数90bpm（1.5Hz）の直接導出した動脈圧波形を入力した結果。波線は入力，実線は出力を表す。

れの方法で評価した5Hzに相当する。すなわち，5Hzの周波数成分まで忠実に導出する領域である。Gardnerの方法では，波形の歪みの程度を目視的に判定しながらfnとζの組み合わせ領域を決定するので，評価対象波形の心拍数（周波数）によっては判定がばらつくことも多い[5]。

最高周波数の意味を明らかにするため，シミュレーションで使用した3つの特性に相当する2次系の伝達関数を回路シミュレータを用いて作成し，心拍数90bpm（1.5Hz）の直接導出した動脈圧波形を入力した結果を図5に示す。特性Cでは入力した圧波形とおおむね同じ波形が出力されて

いるが，特性BおよびAでは最高周波数が低下し，波形の歪みがしだいに大きくなる。伝達関数に入力した動脈圧波形の基本波の周波数は1.5Hzであるから，圧波形を構成する高調波成分は1.5×5＝7.5Hz近傍まで拡がっていると推定される[5]。それゆえ，最高周波数が7Hzの特性Cが必要になるのである。この意味ではGabarithの2％が正しい評価を与え，Gardnerの適領域は評価が甘いといえよう。

通常，臨床使用時では使用前に比べてダイナミックレスポンスは劣化するので，臨床の現場で特性を把握できることが望ましい。固有周波数fnと制動係数ζはばらつきはあるもののフラッシュ法によって簡単に測定できる。この点ではGardnerの方法やわれわれの方法は利用しやすい。Gabarith windowを用いるためには周波数特性に変換する必要があることはすでに述べた。もっとも，臨床の現場ではモニターに表示される数字（血圧値）を見ても波形を見ようとはしない。こんなことなら，はじめから少しでもダイナミックレスポンスのよいキットを使った方が身のためかもしれない。その意味では，キットの組み合わせごとのダイナミックレスポンスのランク分けをGabarith windowを用いて試みているメーカーの姿勢は評価に値する[6]。

参考文献

1) Billiet E, Colardyn F : The Gabarith; a new approach in evaluating fluid filled pressure monitoring systems. World Congress of Anesthesiologists, Hague, 1992, Abstract 70
2) Gardner RM : Direct blood pressure measurement-dynamic response requirements. Anesthesiology 54 : 227, 1981
3) Kinefuchi Y, Suzuki T, Takiguchi M, et al : Evaluation of dynamic response of catheter-manometer systems for pulmonary artery pressure. J Appl Physiol 77 : 2023, 1994
4) 鈴木利保, 杵淵嘉夫, 竹山和秀ほか : 肺動脈カテーテルの周波数特性の限界, 麻酔・集中治療とテクノロジー1992. 盛生倫夫ほか編. 東京, 克誠堂出版, 1992, p114
5) Kinefuchi Y, Suzuki T, Takiguchi M, et al : Natural frequency/damping coefficient relationship of the catheter-manometer system required for high-fidelity measurement of pulmonary arterial pressure. J Anesth 7 : 419, 1993
6) Billiet E, Colardyn F : Gabarith certified pressure monitoring systems（Gabarith認定血圧測定システム）. 日本ベクトン・ディッキンソン資料

一般演題２：ソフトウェア，シミュレーション

インターネットエクスプローラ（MS-IE Ver 3.0以降）上で動くインフュージョンコントロールシステム

森田耕司*　　風間富栄**

はじめに

薬物動態学や薬効力学に基礎をおく目標値制御システム（TCI）は，静脈麻酔や筋弛緩薬など静脈を経由して投与される薬剤の血中濃度や薬効などの的確な制御に効果を上げている[1)2)]。一方でこうしたシステムは，薬物動態定数の更新や新たな解析方法の導入などの改善が日常的に行われることが多い[3)]。また，臨床の場で使用されることより，患者に対する安全性やマンマシンインターフェース[4)]などの臨床適合性などの面でも継続した改良を要求されることが多い。プログラムはこうした要求に対応するため，適切なアップデートが欠かせない。また，こうしたアップデートはTCIアプリケーションを動かす環境がシンプルであれば，より早く高頻度な改定が可能となる。さらに，同じTCIプログラムが，IBM-PCやMacintoshで動くことができればプログラムの作成はもちろんだが，その改定においても独立にプログラムを改定することに比べて高速，高頻度なそれが可能となる。

今回われわれは，マイクロソフト社の提唱するActiveXテクノロジーを使用してActiveXコントロールを動かすことのできるWWWブラウザ上でTCIプログラムを動かすことを試みた。ActiveXに適合したWWWブラウザとして，マイクロソフト社のインターネットエクスプローラやネットスケープナビゲータなどが挙げられる。また，両者のソフトはWindowsのみでなく，MacOSにも対応しているものがあることより，WWWブラウザの種類とOS環境に依存しないTCIプログラムを作成できる可能性が存在する。

*浜松医科大学医学部附属病院手術部
**浜松医科大学医学部麻酔・蘇生学

1．方　法

1）TCIプログラムとその特徴

32bit Windows環境で，TCIプログラムを作成した[4)]。対象の薬剤は，プロポフォールとフェンタニルとわが国では現在使用できないが将来の準備としてアルフェンタニル，スフェンタニルが追加されている。筋弛緩薬としては，パンクロニウム，ベクロニウム，アトラキュリウムを対象薬剤とした。静脈麻酔の場合，併用する麻酔薬の種類やその使用濃度，さらに加わる侵害刺激の種類によって，Cp50が異なる[5)]ため，手術の状況に応じて血液内濃度をダイナミックに制御できるべく設計したが，薬効は血液内濃度に遅延することと

その遅延を考慮した効果器（effect site）濃度[6)7)]に依存することを考慮して効果器濃度も制御目標値として設定できるべく改良した。さらに，同じ薬剤でも，異なった薬効に対しては異なったKeo（血液-効果器平衡定数）を持つ[8)]ことより，臨床の場で，モニタリングしたい薬効の選択に応じてKeoを適宜変更できるメカニズムを加えた。制御間隔は，最短で1回/10秒，最長1回/42秒まで設定できる。その他，目標値を効果器濃度とした場合の整定特性を決定できる機能を付加した。一般に，一次遅れを持つ目標値に対する制御量（ポンプ流量）とその制御量のもたらす血液内濃度は減衰振動を示す。血液内濃度の減衰振動曲線において，最初の振動のピークは対象とする薬剤の治療濃度窓の上限を超えてはならないが，この振動ピーク値の大きさと整定時間（制御開始から目標に到達するまでの要する時間）は反比例する。したがって，薬剤によって適切に整定特性を選択できることが，優れた整定特性に寄与する。われわれのTCIは減衰定数を3段階に設定することが可能である。

TCIプログラムはポンプに依存しない設計としている。具体的にはポンプ入出力関連ルーチンをTCI側で規定しており，このインターフェースを満たすものであれば，どのようなポンプでも接続可能である。このような設計によって，TCIプログラムの主要部分はポンプを意識せずに設計できる。また，新たなポンプが開発された場合は，主要部分を改定せずに，ポンプインターフェースルーチン部分のみの開発でよい。現在，Graseby 3500とATM1235や仮想ポンプのインターフェースルーチンを準備している。前者の2機種は臨床的な使用で，それぞれ高流量，低流量だが高精度を必要とする状況のときに使用している。後者は，プログラムの臨床使用前評価や麻酔シミュレータなどの教育的目的のために使用している。

制御の途中経過や整定結果など，TCI開始後の各種データはファイルに時系列的に記録される。これらは，時刻，モード（自動整定，マニュアル整定）の区別，それぞれ中央コンパートメント，浅コンパートメント，深コンパートメント，効果器の濃度，流量，投与率，テキストメモなどが記録される。記録頻度は，TCIの制御ステップ時間に1回である。タブ記号をデリミターとしたテキスト形式で保存されるため，表計算プログラムで容易に読み取り，編集可能である。

2）Windows32によるTCIプログラムをActiveXに変換する

マイクロソフト社の提供するSDK（software development kits）のなかにCOM（component object model）が定義されている。COMは，各ソフトウェアをコンポーネントとし，各コンポーネント間，アプリケーション間の通信を明確に定義したインターフェースで相互に対話可能とするメカニズムを提供する。COMはサーバとクライアントからなる。COMサーバはクライアントの要求によりサービスを提供する。ActiveXサーバ，ActiveXコントロール，ActiveFormはCOMサーバに属する。一方，COMクライアントはIUnknownと呼ばれるサーバとの接続インターフェースを満たせばどのようなアプリケーションでも良い。特にActiveFormはクライアントであるWWWブラウザにサービスを提供するActiveXサーバの1つである。したがってTCIプログラムをActiveFormにする必要がある。われわれは，インプライズ（Inprise）社のデルファイ（Delphi）4.0を使用して，32bit Windowsプログラムである TCIプログラムをActiveForm版TCIに変換した[9)]。Delphi 4.0（Build 5.108）サービスパック3以前のDelphi 4.0版による変換では，変換後のActiveFormが正常に作動しなかった。また，最新のDelphi 5.0（Build 5.62）によるActiveFormも作動しなかった。結局，

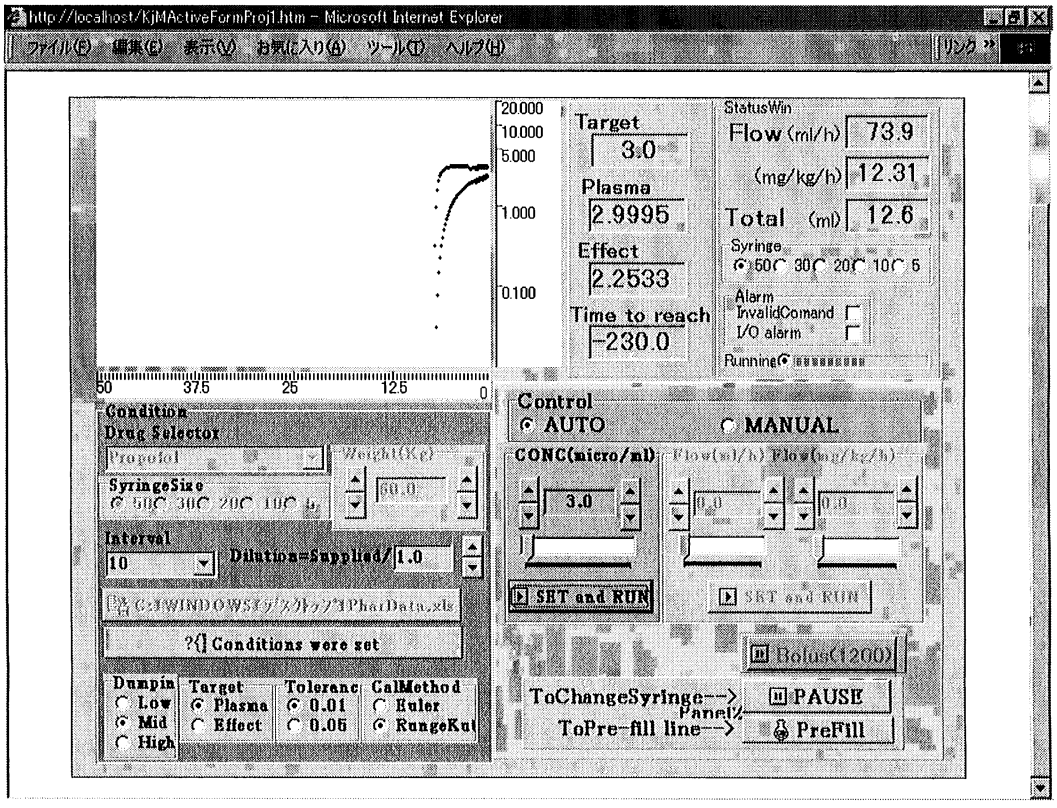


図1

現時点で得られる最新のActiveForm変換環境は，前者のサービスパック3となる。

3）ActiveXのダウンロードとWWWブラウザでの実行

ActiveXサーバ（ActiveForm）に変換したTCIプログラムは，WWWサーバから配布可能である。今回は試験評価用としてマイクロソフトパーソナルサーバを実行し，公開ディレクトリにActiveFormTCIを置いた。WWWブラウザのHTTPプロトコルでダウンロード可能とした。WWWブラウザでダウンロードする途中，ActiveXをダウンロードを許可するか否かのセキュリティチェックが入るが，かまわず許可するとダウンロードされるとともに，実行される（図1）。

3. 結　果

32ビットWindowsの環境下でWWWブラウザとしてマイクロソフトインターネットエクスプローラ（IE 5.0）を使用したところ，ActiveFormTCIサーバは問題なく作動した。しかし，MacOS環境のIE4.5において今回作成したActiveFormTCIサーバは動作しなかった。

4. 考　察

TCIプログラムは，アップデートが欠かせない。それは，第一に基礎となる薬物動態や薬効力学に関連する新論文が頻回に発表され新たな知見が付け加わることであり，第二にマンマシンインターフェースやプログラムの不都合などが臨床例からフィードバックされることが多いからである。こ

うした頻回のアップデートに対応し，新たなバージョンを提供していくためにはできる限り容易なダウンロード環境が必要である。また，ソフトの一部改正とはいえ，改正版に重大なバグがあることも想定しなければならないため，一度臨床環境で評価を得てから改正版として提供した方が適切であると思われる。こうした要求に対して今回のWWWサーバからのhttpプロトコルによる提供は好都合である。

インターネットエクスプローラやネットスケープナビゲータなどのWWWブラウザは基本的にHTMLのみ表示可能である。しかし，WWWブラウザからWWWサーバに適切なコマンドを送付することによって，サーバサイドスクリプト，またはサーバ上のCGIアプリケーションを実行して，その結果をHTMLに変換して返すことも可能である。この場合，WWWブラウザは，WWWサイトの閲覧という本来の機能以外に大幅な機能拡張を得ることになる。一例として，中央サーバに保存された患者データベースへのアクセスやインターネット上での手術室患者のバイタルサイン監視などを挙げることができる。その他，このテクノロジーのもたらす可能性は非常に大きいと考えられる。この可能性は医学領域においても同様であろう。しかし，このような技術の認識とその具現化が始まるにつれ，技術的な問題点も生じた。それは，この技術がサーバ上での動作の結果となっているためである。サーバは，新技術を導入するにつれ，数多くのクライアントからサーバサイドスクリプトやCGIアプリケーションの動作を要求される。ついにはサーバの能力を飽和させ，満足する結果が得られないまでになる。この状況を打破する技術が，ActiveXやJavaテクノロジーである。これらは，①WWWサーバ上で実行されずWWWブラウザ上で実行されるアプリケーション実行環境である。したがって，個々のクライアントがそれらプログラムを各自の環境で実行することになり，WWWサーバの負荷は飛躍的に低下する。②同名のWWWブラウザが異なったOS配下のコンピュータ上で動作するため，Wwwブラウザ上で実行することは，コンピュータやコンピュータのOSに依存するという依存性を排除する。かくして，ActiveFormTCIは，MacOSやWindows95/98/NTに依存せず，共通するWWWブラウザであるIEで作動すると見込まれた。しかし，結果で示したように，Windows95/98/NT配下のIEのみ実行可能であった。考えられる理由として，①MacOS版のIE上で作動可能なActiveXが完全な仕様を満たしていない，②ActiveXのプログラムインターフェースは，WindowsのAPI（appllication program interface）に直接依存する，③たまたま著者の持つマック環境〔MacOS7.6，IE4.5（Japanese），PPC601（60MHz），40M RAM〕が不適であった，などが考えられよう。いずれにしても，当初の目的であった，OSに依存しないTCI実行環境を作成するというもくろみは実現しなかった。

まとめ

コンピュータのオペレーティングシステムに依存しない目標値制御システムを作成することを目的として，インターネットのWWWブラウザ上で動作するTCIプログラムを作成した。プログラムは，ActiveXサーバの一種で，クライアントをWWWブラウザとするActiveFormで作成した。Windows環境下のWWWブラウザであるインターネットエクスプローラ（IE）5.0において，ActiveForm版TCIはWindows95/98/NT環境下で直接作動されるTCIと同様な機能を提供した。しかし，MacOS版IE 4.5からはActiveForm版TCIプログラムを使用できなかった。

参考文献

1) Glass PSA, Jacobs JR, Smith LR, et al : Pharmacokinetic model-driven infusion of fentanyl: Assessment of accuracy. Anesthesiology 73 : 1082, 1990
2) Maitre PO, Vozeh S, Heykants J, et al : Population pharmacokinetics of alfentanil : The average dose-plasma concentration relationship and interindividual variability in patients. Anesthesiology 66 : 3, 1987
3) Schnider TW, Minto CF, Gambus PL, et al : The influence of method of administration and covariates on the pharmacokinetics of propofol in adult volunteers. Anesthesiology 88 : 1170, 1998
4) Morita K, Nakajima Y, Ikeda K : Increasing reality in simulating intravenous anesthesia on the full-scale simulator, State of the art technology in anesthesia and intensive care. Elsevior, 1998, p187
5) Kazama T, Ikeda K, Morita K : The pharmacodynamic interaction between propofol and fentanyl with respect to the suppression of somatic or hemodynamic responses to skin incision, peritoneum incision, and abdominal wall retraction. Anesthesiology 89 : 894, 1998
6) Hull CJ, Van Beem HBH, McLeod K, et al : A pharmacodynamic model for pancuronium. Br J Anaesth 50 : 1113, 1978
7) Sheiner LB, Stanski DR, Vozeh SV, et al : Simultaneous modeling of pharmacokinetics and pharmacodynamics: Application to d-tubocurarine. Clin Pharmacol Ther 25 : 358, 1979
8) Kazama T, Ikeda K, Morita K : Comparison of the effect-site keos of propofol for blood pressure and EEG bispectral index in elderly and younger patient. Anesthesiology 90 : 1517, 1999
9) Borland Delphi4 開発者ガイド, Inprise corpolation, 1998

ABSTRACT

A TCI Program Running on the Internet Explorer

Koji MORITA* and Tomiei KAZAMA**

A target controlled infusion system which can control the plasma or effect site concentration of intravenously administered drugs as the target value had been developed. The key technology in this software is executable the Internet web browser such a the Microsoft Internet Explorer. We had used the Microsoft ActiveX server technology to provide the services related to the TCI controls to the Internet explorer (IE). Since the IE is available in the Mac and the Windows operating system, the TCI system running on ActiveX server probably be used in both of them. This possibility was tested in both IE on Windows 98 (IE 5.0) and on Mac OS 7.6 (IE 4.5). The IE 5.0 on the Windows could access the ActiveX TCI server but IE 4.5 on Mac OS could not access it. The reason could be due to the lack of compatibility and portability in ActiveX server execution environment in both operating systems.

Key words : ActiveX, WWW browser, WWW server, TCI, Internet Explorer

* *Surgical Center, Hamamatsu University Hospital and* ** *Department of Anesthesiology and Intensive Care, Hamamatsu University School of Medicine, Hamamatsu 431-3192*

Windows95/98で動くプロポフォール薬物動態シミュレーションソフトの試作

増井健一*　　野中明彦*
樫本　温*　　熊澤光生*

はじめに

コンパートメントモデルを用いた薬物血中濃度予測プログラムはいくつか公表されておりそれぞれ特徴を持っているが，ユーザーは目的に応じてソフトを使い分ける必要がある。そこで，さまざまなユーザーの要望への対応を目標としてプロポフォール血中濃度予測プログラムをWindows95/98上で試作した。

1．プログラムについて

1）開発環境

開発言語にはVisual Basic 6.0（for Windows98）を，シリンジポンプはGraseby 3500を使用した。コンピュータとシリンジポンプの接続にはRS232Cを用い，無電源デジタル信号増幅アンプ[1)]をケーブル接続の途中に挿入した。

2）アルゴリズム

プログラム起動後，まずポンプの接続が確認され，その有無によりモードが自動選択される（表1）。以下，ポンプが接続されている状態（TCIモード）として説明する。プログラムはタイマーにより1/15～1/2秒ごとに次のことを行う。

①3コンパートメントモデルによる連立微分方程式の解をRunge-Kutta法により解き，予想血中濃度の数値およびグラフを投与速度とともに表示する。Runge-Kutta法の計算間隔は0.1～2.00秒に設定できる。

②コンピュータでコントロールされているGraseby 3500は，コンピュータからの命令入力間隔が3秒以上になるとエラーを発生する。このため，投与速度チェックの命令をコンピュータからシリンジポンプに送る。

持続投与速度は画面上にあるボタンで変更可能で，操作性を考え，汎用のシリンジポンプと同様のボタンとした（図1）。

ボーラスボタン（図1）を押すと図2のようなウィンドウが表示され，ボタンを押すだけでボーラス投与が可能である。指定された投与量から投与時間を自動計算し，1,200 ml/hrでボーラス投与を行う。シミュレーションモード間でのモード変更は随時可能であるが，シリンジポンプの動作を

表1　プログラムのモード

TCIモード	シリンジポンプをコントロールする。 麻酔中に使用。
シミュレーションモード	シミュレーションのみ行う。
高速シミュレーションモード	シミュレーションのみ行う。 時間の進行が速い。

*山梨医科大学麻酔科学教室

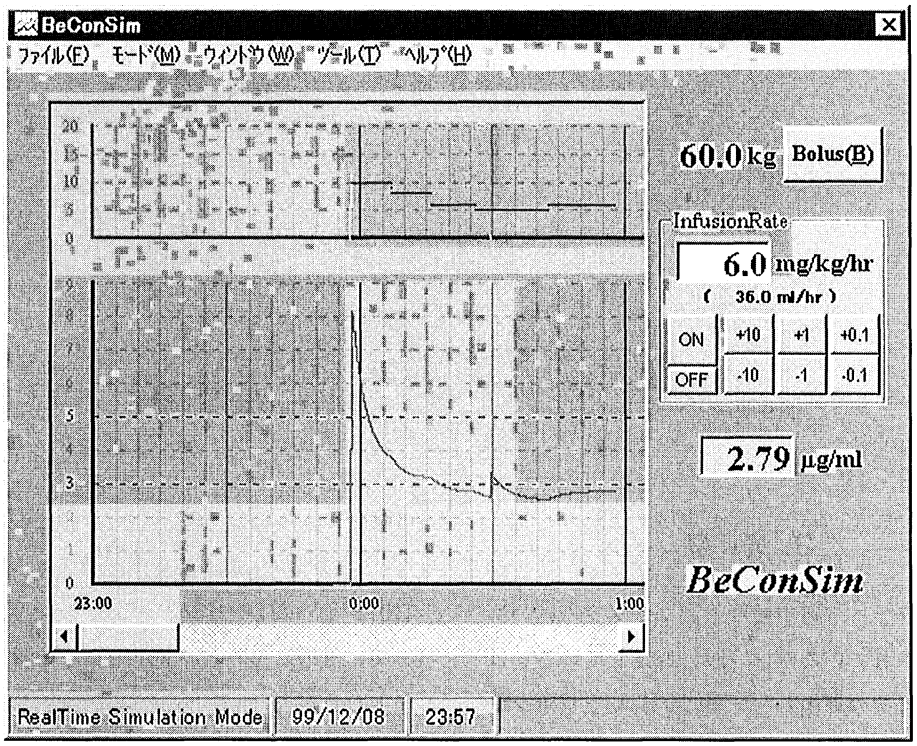


図1　BeConSimの基本画面

開始すると，TCIモード・シミュレーションモード間のモード変更および体重の入力は不可能である。メインウィンドウ（図1）以外に，①投与速度表（図2），②コンパートメントモデル（図3）のウィンドウを表示できる。

プログラムの再スタートおよび終了時には数値およびグラフのセーブができる。数値記録の内容は投与速度表，各コンパートメント内のプロポフォール量・予想血中濃度，体重である。各コンパートメント内のプロポフォール量・予想血中濃度の記録は30秒ごと，または濃度が0.5 μg/ml以上変化したときに行われる。この記録間隔は変更可能とした。保存ファイルの形式は，画像：bmp（著作権の問題で他の形式では頒布できない），数値：txtまたはxls（MicrosoftExcelでそのまま開ける）である。

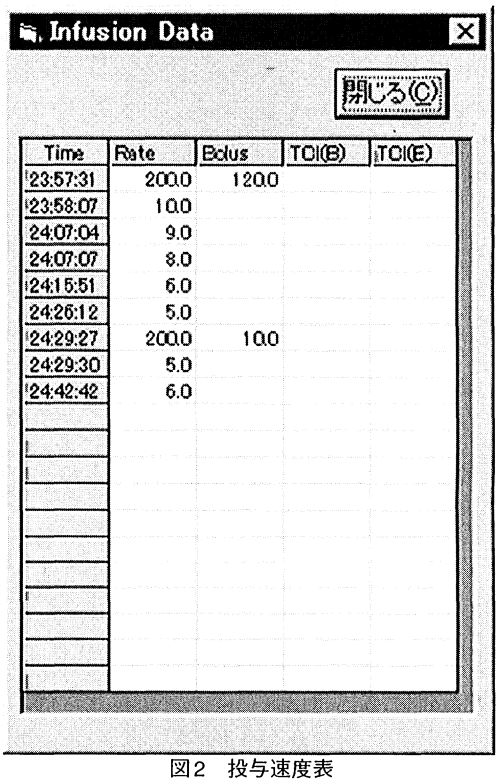


図2　投与速度表

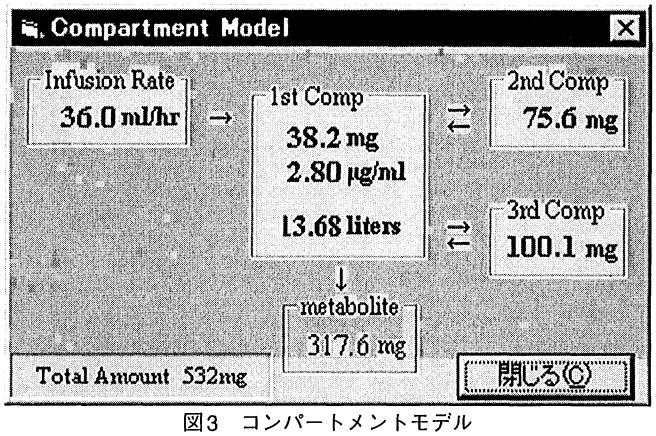


図3　コンパートメントモデル

2. 考　察

プロポフォール血中濃度予測プログラムはいくつも公表されているが，一般に普及しているとは言い難い。その理由としては，①シリンジポンプと接続して使う場合のセッティングの煩雑さ，②操作の難しさ，③ユーザーの使用目的とプログラム機能のギャップ，などが考えられる。①の問題に対しては，ユーザーの工夫しだいで解決可能である。しかし，②③に関してはプログラマーの工夫が必要である。このプログラムでは，基本操作をマウスのみで行えるようにし，使用頻度の高い投与速度変更操作はシリンジポンプにならった。また，モードにかかわらず操作法を統一し，シリンジポンプの接続を自動判定することでユーザーによる操作の簡易性向上を目指した。

数値の保存形式にxls形式も採用したことにより，統計などのデータ処理に便利であると考えられる。

問題点としては，①シリンジポンプと接続しての使用には慣れが必要，②28時間以上のグラフ表示不可，の2点が挙げられる。②については今後解決する予定である。①についてはヒューマンエラー，シリンジポンプの調子，電磁波の影響などによるものがあるが，今後できるだけプログラムの改変によって対応したい。詳細についてはプログラムのヘルプファイルに記載した。

TCIモードではシリンジポンプの総投与量を参照しないため，実際とプログラム上の投与量に誤差が生じるが，1回のボーラス投与時に最大0.2ml程度なので，臨床的には問題がないと考える。

シミュレーションモードは，血中濃度推移の視覚的イメージを結びやすく，教育的効果があり，また，ディスカッションの参考に使用できると考えられる。

3. 今後の展望

プログラムの頒布はホームページ（http://masui.oc.to/msfactory/）で行っており，掲示板やメール（msfactory@masui.oc.to）でエラーや意見に対応している。今後は，麻酔記録表からデータを入力すると自動的にシミュレーションする機能をつけたい。またエフェクトサイトを盛り込んだシミュレーションにしたいと考えている。

参考文献

1）中尾正和：医療機器をマッキントッシュでコントロールするための無電源デジタル信号増幅アンプ-Graseby3500シリンジポンプでの実例．麻酔 47:622, 1998

ABSTRACT

A Program of Simulation of Blood Propofol Concentration for Windows95/98

Kenichi MASUI*, Akihiko NONAKA*, Satoshi KASHIMOTO* and Teruo KUMAZAWA*

We developed a program for on-line or off-line simulation of blood propofol concentration with Visual Basic 6.0 for Windows 98 (Microsoft, USA). A supported device is Graseby 3500 (Graseby, UK), syringe driven pump.

Our program incorporates a three-compartment mathematical model of pharmacokinetics of propofol and uses published pharmacokinetic parameter sets. Based on the obtained total delivered dose, pharmacokinetic model is solved with Runge-Kutta method. Calcurated data are displayed numerically and graphically.

The program provides button objects and dialog boxes to be use easily. The graphical view on the form seems to make it easy to understand pharmacokinetics of propofol. To use the data flexibly, the numerical and the graphical data files have the .xls or .txt, and the .bmp extension, respectively.

In the near future, we want to develop the program which can draw the curve of the blood propofol concentration with numerical data, such as an anesthetic record.

Key words : simulation, pharmacokinetics, three-compartment model, propofol

Department of Anesthesiology, Yamanashi Medical University, Yamanashi 409-3898

E-mail : msfactory@masui.oc.to

プロポフォール静脈麻酔システムの遠隔制御の試み

長田　理*　井手康雄**　藤原治子**
上地　富**　田上　恵**　花岡一雄**

はじめに

最近のコンピュータテクノロジーの進歩とともに，コンピュータは単体として使用される状況から，ネットワークに接続して使用されるようになった。この傾向を受け，医療の場ではネットワークを活用した医療である「遠隔医療」の実現に向けさまざまな試みが進められている。しかし，手術室内で現在開発が進められているネットワークは医療モニターからの情報をいかに収集するかという点に基づいており，麻酔レベルの調節をはじめとする生体管理という観点では開発されていない。

そこで，麻酔領域での遠隔治療を実践する1つの試みとして，プロポフォールによる完全静脈麻酔において，プロポフォールの注入制御をコンピュータネットワーク経由で遠隔制御を行い，麻酔領域における遠隔医療の実用性について検討を行った。

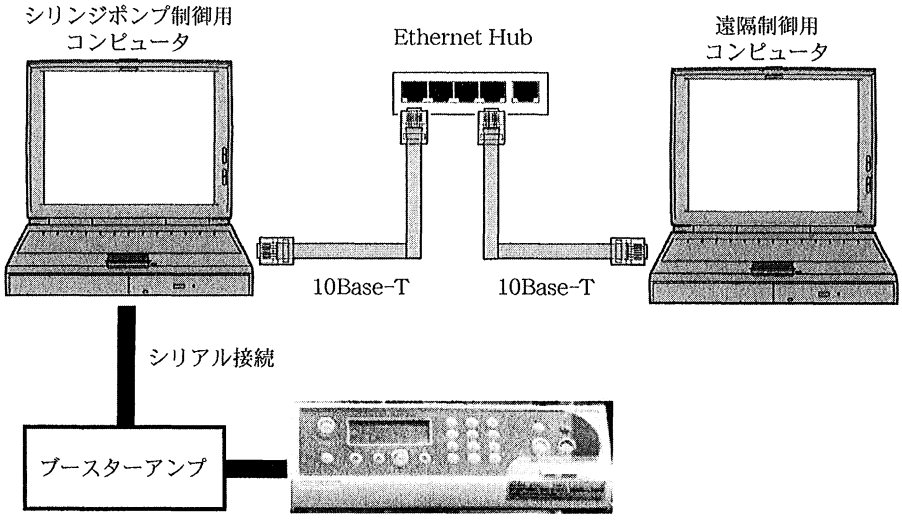


図1　本システムの構成

プロポフォール注入制御用コンピュータシステム（左側）と遠隔制御用コンピュータ（右側）を，Ethernetネットワークで接続した。通信プロトコルにはAppleTalk，遠隔制御ソフトウェアとしてTimbuktu PRO 4.8Jとアップル・ネットワーク・アシスタント3.5を使用した。

*東京大学医学部麻酔学教室（現：東京女子医科大学麻酔科学教室）
**東京大学医学部麻酔学教室

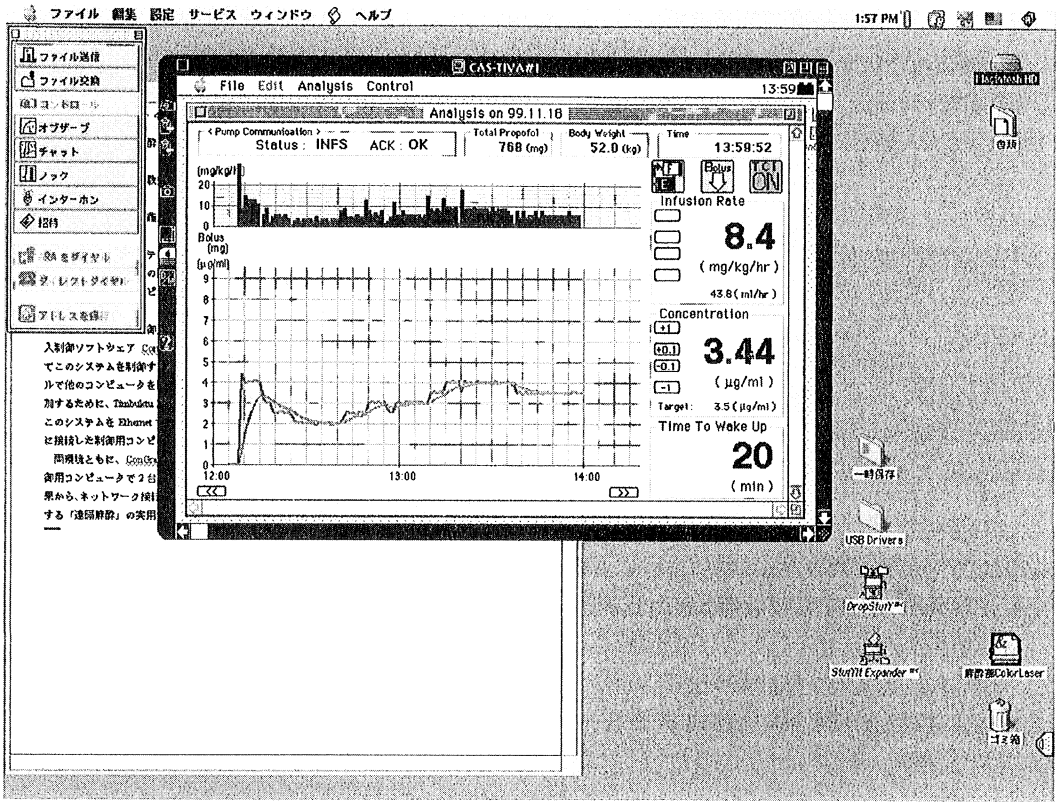


図2　遠隔操作中の画面（遠隔操作用コンピュータ）

遠隔制御用ソフトウェアとしてTimbuktu PRO 4.8J を利用して，遠隔制御用コンピュータの画面にプロポフォール注入制御用コンピュータシステムの画面を黒枠ウィンドウ内に表示している様子を示す。遠隔制御用コンピュータでは，注入制御用コンピュータの動作を確認しながら，他のアプリケーションを使用することも可能である。

1．方　法

使用した機器を図1に示す。麻酔薬注入用コンピュータにはアップルコンピュータ社製PowerBook 1400を用い，Graseby社製シリンジポンプ3500を制御するプロポフォール注入制御ソフトウェアConGraseTCI v1.5[1] を動作させた。ネットワークを経由してこのシステムを制御するために，Netopia社製Timbuktu PRO 4.8日本語版とアップルコンピュータ社製Apple ネットワークアシスタント 3.5を利用した。実際の手術麻酔中にこのシリンジポンプ制御システムをEthernet (10/100Base-T) で構成されたLANに接続し，同じくLANに接続した制御用コンピュータPowerBook G3 (Bronze) から操作を行うこととした。なお，コンピュータ間の通信プロトコルにはAppleTalkを利用した。

2．結　果

両環境ともに，ConGraseTCIを遠隔操作して麻酔管理を行うことが可能であった。1例として，Timbuktu PROを使用した場合の遠隔制御用コンピュータの画面を図2に示す。また，Timbuktu PROでは1台の制御用コンピュータで2台のConGraseTCIシステムを遠隔制御することも可能であった。使用したコンピュータが省電力型のノートパソコンであったため，ハードディスクが停止している場合にConGraseTCIの操作を行った場

合にポンプ・アラームが発生することが時々見られたが，遠隔制御の場合も同様であり麻酔管理に支障をきたすことはなかった。

3. 考　察

われわれはすでに静脈麻酔薬プロポフォールの注入制御を行うコンピュータ制御シリンジポンプシステムを開発し，臨床の場で使用している[1)]。このシステムはパソコンを中心に開発された生体に投与する薬物量を調節・制御するシステムであり，単なる生体情報収集システムとは一線を画すものである。本システムはパソコンをベースに開発されたシステムであるため，パソコンの遠隔操作技術を利用することで静脈麻酔薬の投与をネットワークを経由して遠隔操作することが可能であった。このような遠隔制御システムはいまだ報告されていないが，今回の検討により技術的に実現可能なものであることが証明された。このシステムを既存の生体情報収集システムと併用することにより，手術室外から患者情報に基づいて麻酔薬の投与を調節することが可能となった。

今回利用したコンピュータは，市販のアップルコンピュータ社製パソコンである。しかし，Windows系のパソコンでも遠隔操作用ソフトウェアTimbuktu Pro 32 for Windowsが発売されており，未確認ではあるもののWindows系パソコンからシリンジポンプ制御システムを遠隔操作することが可能であろう。このような柔軟な環境は既製の生体情報モニターでは実現できないものであり，先進的なシステムを開発するツールとして手術室内でのパソコンの優位性は当面続くものと考えられる。

完全静脈麻酔では，シリンジポンプにより投与されるいくつかの麻酔薬（例えばプロポフォール・フェンタニル・ベクロニウムなどの組み合わせ）だけで麻酔状態を制御することが可能である。1台のパソコンでプロポフォール・フェンタニル・ベクロニウムの3薬剤を注入制御可能なシステムについても，すでに開発が進められている[2)]。以上から，今回検討した技術を複数の静脈麻酔薬の投与制御システムに応用することで，近い将来において完全静脈麻酔の麻酔薬投与を遠隔操作により制御する「遠隔麻酔制御」が実現可能と考えられた。

結　語

市販のパソコンを利用したプロポフォール注入制御システムを，ネットワーク接続された他のコンピュータから遠隔制御することが可能であった。この技術を生体情報モニターから得られる患者情報をネットワーク経由で収集する技術と組み合わせることにより，コンピュータ制御持続注入システムを利用した遠隔制御による完全静脈麻酔の実現が期待される。

参考文献

1) 長田　理，澤田圭子，佐藤昌子ほか：プロポフォール予測血中濃度を算出するシリンジポンプ制御プログラム "ConGrase" を用いた覚醒時プロポフォール予測血中濃度の検討．麻酔 47：1246, 1998

2) Nagata O, Yajima C, Yamamoto H, et al : Development of a three-pump computer-controlled-infusion system for total intravenous anesthesia with propofol, fentanyl, and vecuronium, New Balanced Anesthesia. The Netherlands, Elsevier Science B.V., 1998, p377

ABSTRACT

Evaluation of the Remote Control Function of Computer-Controlled Infusion Pump System for Propofol

Osamu NAGATA*, Yasuo IDE*, Haruko FUJIWARA*, Tomu UECHI*, Megumi TAGAMI* and Kazuo HANAOKA*

We evaluated the remote control function of our comput-

er-controlled infusion pump system for propofol through a local area network (LAN). We installed either Timbuktu PRO 4.8J (Netopia Inc.) or Apple Network Assistant 3.5J (Apple Computer Inc.) on two laptop computers to add a remote control function to the operation system. Using one laptop computer (PowerBook G3 Bronze, Apple Computer Inc.) through a LAN, we successfully controlled a second laptop computer (PowerBook 1400, Apple Computer Inc.) running our ConGraseTCI (ver 1.5) software for the control of Graseby3500 syringe pump (Graseby Medical Limited) for the intravenous delivery of propofol. Utilizing this technology together with online real-time data management for biomedical information on anesthetized patients, we conclude that it will be possible to realize a remote-controlled anesthesia system for total intravenous anesthesia using the drugs intravenously delivered by computer-controlled infusion pumps.

Key words : propofol, computer-controlled infusion pump, Macintosh, remote control, Timbuktu

Department of Anesthesiology, Tokyo Women's Medical University, Tokyo 162-8666

**Department of Anesthesiology, Faculty of Medicine, The University of Tokyo, Tokyo 113-8655*

Bispectrum Analysisのためのソフトウェア構築

萩平　哲[*1]　　高階雅紀[*2]　　森 隆比古[*3]

はじめに

麻酔深度の指標としてBIS（Bispectral Index）が脚光を浴びているが，BISの算出方法は完全には公開されていないため科学的な検証に難点が生じている。BISはtime domain analysis, power spectrum analysisとbispectrum analysisから算出された3つのパラメータ（BSR/QUAZI：burst suppression ratio, relative β ratio, SynchFastSlow）を元に臨床データとの多変量解析からその算出式が導かれているとされている[1)]。

今回われわれはBISの元となっている3種のパラメータをreal timeに計算し表示するソフトウェアBSA（Bispectrum Analyzer）を作成し，種々の麻酔薬によるBispectrumの変化を観察した。

1．ソフトウェアの概要

BSAはInprise社製C++Builder V3.0で作成されており，Windows 95/98上で動作する。BSAではPCMCIAカードのA/D converter, Ratoc社製Rex 5054B（12 bit, 4 ch）を通して取り込まれた脳波データがreal timeに処理できる。

Bispectrum/bicoherenceをカラースペクトル表示とすることで視覚的にわかりやすく，かつreal timeでの処理を可能とした。さらに原波形もしくはpower spectrumのどちらかを表示する機能も持っている。BSAはmulti-thread programingとeventの使用によりPentium 166 MHz程度のコンピュータでも十分に処理が可能である。

また，BSAには先に取り込んだ脳波データをoff-lineで処理する機能も実装されており，後からデータを再検討できるようになっている。

2．Bispectrum analysisとは

詳細は文献2に記されている。ここでは概要のみを解説する。

一般に波形データは種々の波が重なってできたものであり，単純な線形結合の場合には周波数解析によりこれらを容易に分離することが可能である。しかしながら複数の波の非線形な相互作用は周波数解析では解析できない。このような非線形な波の相互作用を調べる方法がbispectrum analysisである。

波は，その大きさと位相の2つのパラメータで示されるがこれは一般に複素数として表される。2つの異なる周波数f_1, f_2とその和の周波数f_1+f_2を持つ波$X(f_1)$, $X(f_2)$および$X(f_1+f_2)$を考える。ここで$X(f)$は複素数であり，$X(f)$の共役複素数を$X^*(f)$と表す。$X(f_1)$, $X(f_2)$, $X(f_1+f_2)$の位相をそれぞれ$f_1t+\theta_1$, $f_2t+\theta_2$, $(f_1+f_2)t+\theta_3$とする。複素数の積の位相は元の複素数の位相の和となるから，共役複素数の位相がもとの位相を反転したものになることを考慮すれば$X(f_1)$, $X(f_2)$, $X^*(f_1+f_2)$の3つの複素数の積triple productの位相は$\theta_1+\theta_2-\theta_3$となる。もしも$\theta_1$, θ_2, θ_3の間に一定の関係（phase coupling）がなければ$\theta_1+\theta_2-\theta_3$は$[0, 2\pi]$の間にランダムに分布することになり，結果としてtriple productを多くの時相

[*1]大阪府立羽曳野病院麻酔科
[*2]大阪大学附属病院手術部
[*3]大阪府立病院麻酔科

で加算すれば，その和の大きさ（bispectrum）は0に近付き，phase couplingがあれば0でない値を取る。このようにして非線形結合している部分のみを取り出すのがbispectrum analysis である。

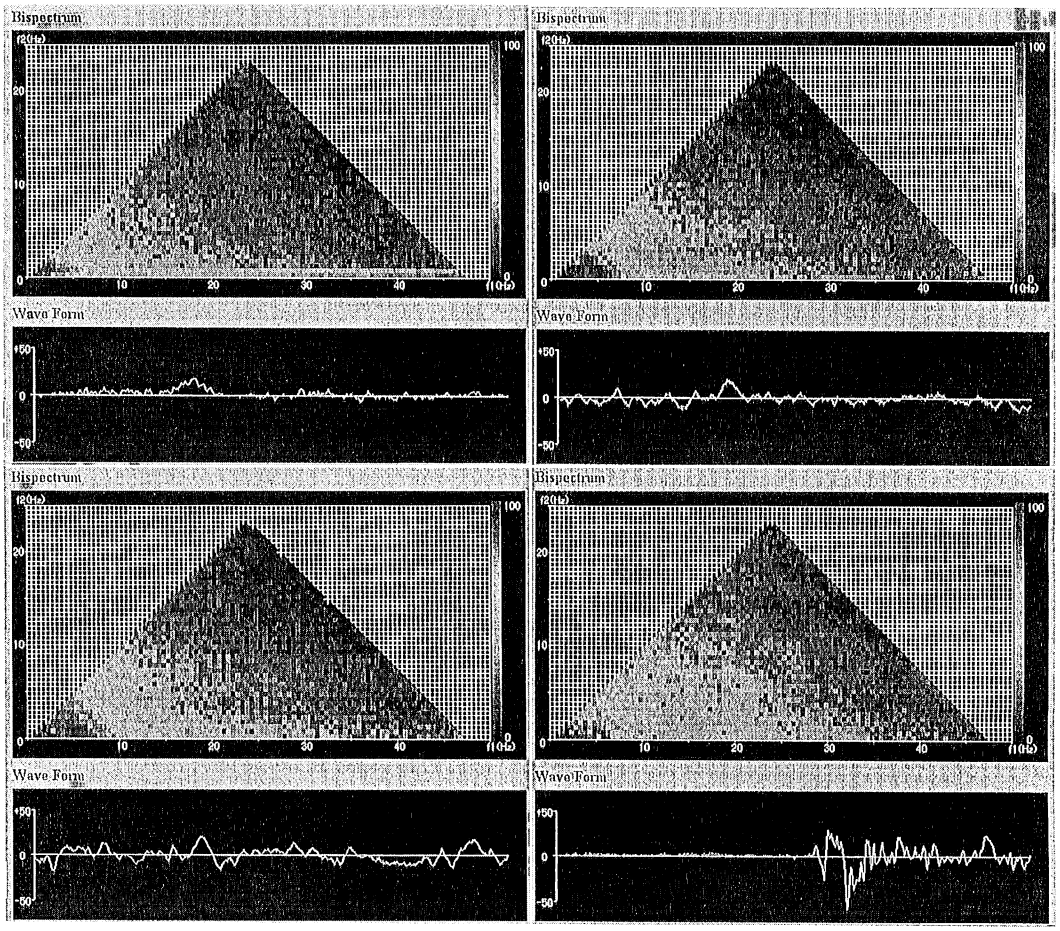
BISではこのbispectrum analysisから得られるパラメータ，SynchFastSlowを利用している。

3．脳波（EEG）のbispectrum

BSAを用いて麻酔中に取り込んだEEGのbispectrumを図1に示す。ここでは，NECメディカルシステムズ製EEGテレメータを使用しA1，A2，CzとFP1，FP2の電極を使用しFP1-FP2間から導出された脳波に対して解析を行った。

Bispectrumは2つの周波数で規定される値であるため図示すると3次元になる。BSAではbispectrumの大きさ（B）をその対数にオフセットを付けた値に変換し，color spectrumを用いてこの値を2次元的に表示している。

図1-a～dに示すようにEEGのbispectrumは基本的に低周波数領域で大きく高周波数領域で小さい。イソフルランを例にとってみると，呼気濃度が上昇するとある程度まではbispectrumの低周波



(a) Isoflurane 0.3％　(b) Isoflurane 0.6％

(c) Isoflurane 1.2％　(d) Isoflurane 1.6％

図1　Bispectrum during Isoflurane Anesthesia

数領域の値は高くなり，高周波数領域ではやや低下傾向を示す。Burst suppressionが認められるような濃度になると，低周波数領域の値は再び小さくなり，高周波数領域では増加傾向を示す（図1-d)。

今回テストを行った中ではプロポフォールについてはburst suppressionが認められるレベルまでは至らず，この範囲ではほぼイソフルランと同様の変化が認められた。

一方，ケタミンでは麻酔維持濃度においてもbispectrumはむしろ覚醒時のパターンに類似していた。Power spectrumで見るとケタミンの場合には20～30Hzに多数の波が存在し，このためBISの元となるパラメータのうちβ ratioはイソフルラン，プロポフォールよりも高い値を示した。こういった理由から，ケタミンではBISがhypnotic levelをうまく反映しない原因と推察された。

まとめ

EEGに対しreal timeにbispectrumを算出し表示するソフトウェアBSAを構築した。BSAにより麻酔中のEEGに対するbispectrumの概要が明らかとなった。本ソフトウェアはノートパソコンで動作するため，ベッドサイドで簡便に使用することができる。BSAによってBISの科学的側面を知ることができると考えられた。

参考文献

1) Rampil IJ : A primer for EEG signal processing in anesthesia. Anesthesiology 89 : 980, 1998
2) Sigl JC, Chamoum NG : An introduction to bispectral analysis for the electroencephalogram. J Clin Monit 10 : 392, 1994

ABSTRACT

Development of a Software for Bispectral Analysis of Electroencephalogram

Satoshi HAGIHIRA *1, Masaki TAKASHINA *2 and Takahiko MORI *3

BIS monitor developed by ASPECT INC. is a good monitor for level of hypnosis. However, the detail algorithm for calculating BIS index is not fully opened, which limits our scientific consideration for BIS index.

According to the review by Rampil, BIS index is calculated from 3 (or 4) sub-parameters combined with a multivariate index using a discriminant analysis.

Here we developed a software "BSA" running on Windows 95/98, which can display the bispectrum of electroencephalogram (EEG) in every one minute. "BSA" also calculates and displays those sub-parameters in real time.

Generally, bispectrums in lower frequency area were relatively larger than those in higher frequency area. When the expired concentration of isoflurane increased, bispectrums in lower frequency area increased.

As to propofol, changes of bispectrums showed similar pattern to those of isoflurane.

In conclusion, we showed the changes in bispectrums of EEG during anesthesia by "BSA".

"BSA" would be a powerful tool for bed-side analysis of EEG.

Key words : bispectral analysis, BIS, electroencephalogram, depth of anesthesia

*1 *Department of Anesthesiology, Osaka Prefectural Habikino Hopital, Habikino 583-8588*
*2 *Osaka University Hospital Surgical Center, Suita 565-0871*
*3 *Department of Anesthesiology, Osaka Prefectural General Hospital, Osaka 558-8558*

ソフトウェアの翻訳２編

岩瀬良範[*1]　長田　理[*2]
関山裕詩[*3]　諏訪邦夫[*4]

市販ソフトの日本語化は日常的であるが，医学，特に麻酔学領域のソフトウェアの日本語化は非常に少ない。われわれは，気道確保困難症例（the difficult airway）教育用ソフトウェア2つの日本語版製作を行った。

1．方　法

1）AlgoSim

Robert Jonesらによるこのソフトは，マッキントッシュのSuperCard（Allegiant systems：英語版）で作成されたハイパーカード形式の学習用スライドと，同SuperScript言語によるシミュレータよりなる。AlgoSimをSuperCard（誠和システムズ：日本語版）に読み込み，動作を確認後，学習用スライドは直接入力で，シミュレータプログラムはテキスト変換後に必要な箇所を抽出して翻訳した。日本語フォントは英語フォントと同じサイズでも大きさが微妙に異なるため，枠線などのグラフィックスの微調整が必要で，英語版の「雰囲気」を崩さないように配慮した。プログラムでは，約200の英文が表示されるため，各文章にはID番号をつけて管理した。日本語化されたプログラムを日本語版SuperCardでコンパイルし，動作確認を経てID番号を削除して配布版を作成した。

2）Management of the difficult airway

Thomas Engelらによるこのソフトはマッキントッシュの AMT（Apple Media Tool）で作成され，Macintosh版とWindows版が市販されている。翻訳にあたっては，原著者のオーサリング作業が不可欠なため，日本語文字をすべて画像として扱った。これにより日本語環境がない英語版パソコンでの共同作業が可能になった。文章を翻訳して指定された大きさの画像に変換し，電子メールで原著者に送付してオーサリングを担当した。この変換は専用ソフトをVisual Basic（Microsoft社）を作成して行ったが，一般的な画像ソフトの利用も併用した。このCDは内容が非常に細かく分類されているので，「同じファイル名を使う」（拡張子だけを画像の".pict"に変更する）約束だけで，大きな混乱もなく制作が進行した。同時に監訳者の査読により文章の改訂を行い，翻訳の質を高めた。英語版はVGA画面（640×480）であるが，日本語はこのサイズでは見にくいため，SVGA画面（800×600）に変更し，可能な限り大きなフォントで表示した。日本語版のタイトルは，「気道確保：新しい器具と技術」とした。

2．結　果

原語版ソフトウェアの構造を崩さずに日本語での表示が得られた。

3．考察とまとめ

母国語が日本語であるわれわれにとって，翻訳の価値は非常に大きい。AlgoSimを翻訳したきっかけは，同シミュレータで迅速に推移する患者の

[*1]獨協医科大学第二麻酔学教室
[*2]東京大学医学部附属病院分院麻酔部
[*3]東京大学医学部麻酔学教室
[*4]帝京大学市原病院麻酔科

状態と選択肢から著者（I）が制限時間内に正しい判断を下せず患者を失ったことにあった。目に飛び込んでくる直感的な印象と理解は，母国語ならではものである。一方，原作の持ち味を生かすのも殺すのも翻訳者の技量しだいであることは，書物の翻訳と同様である。ソフトウェアの翻訳には，さらにコンピュータへの理解が求められる。

AlgoSimの翻訳を通じて，日本語および英語での共通の開発環境があれば，ソフトウェアの翻訳は可能であることを確認した。しかし，同時に英語フォントと日本語フォントの微妙な違いは，同じサイズであっても多くの微調整が必要だった。現在は，視認性向上のためにフォントの幅は文字により異なり，以前のような漢字1文字＝半角文字2文字といったルールはほとんど通用しない。また，翻訳された日本語は，一般に英文の分量より少なくなるので，日本語版では表示時の配置やサイズを変更する必要に迫られ，原作との整合性を考慮する必要があった。

Management of the difficult airwayの翻訳を通じては，一定の命名規則に従ったファイル名を使い，日本語を画像として（同時に拡張子も変更して）扱うことで，円滑な共同作業が行えた。画像ファイルは，いずれの言語システムでも正しく表示される。しかし，一方で日本語テキストのコピー＆ペーストが不可能な欠点がある。

2件の翻訳は，原作者との連絡が非常に密であったことも特筆すべきことであった。完成した分担部分の送付はもとより，原文の理解が困難な部分や技術的な問題点の多くは，電子メールで解決した。しかし，それでも「翻訳が困難」な記述が存在し，時には文化的背景の相違が浮き彫りになることがある。

翻訳のできばえは，翻訳者の英語力と医学知識に大きく依存する。また，原文を「見過ぎて」日本語の読みやすさを失ってしまうことも多い。このようなとき，監訳者の存在は大きな意義がある。

インターネットの利用による共同作業，原作者との電子メールによる迅速な質疑応答，画像としての日本語フォントの利用など，ソフトウェアを含めた翻訳の環境は，まさに「グローバルな」時代を迎えたといえる。

参考文献

1) Jones RC, Sheplock G, Goldstoff MG : AlgoSim : The difficult airway algorithm tutorial and simulator program. (http://notbob.com/lair/algo.htm)
2) Engel TP, Applegate II RL, Chung DM, et al : Management of the difficult airway（CD-ROM）. Bloomington, Cook Critical Care, 1998
3) Engel TPほか著，諏訪邦夫監訳，岩瀬良範，関山裕詩訳：気道確保—新しい器具と技術—（CD-ROM）. Bloomington, Cook Critical Care, 1999

ABSTRACT

Translations of Educational Software in Anesthesia

Yoshinori IWASE[*1], Osamu NAGATA[*2], Hiroshi SEKIYAMA[*3] and Kunio SUWA[*4]

[Introduction]
The translation of the English-based software is not easy because of the difference of linguistic characteristics and PC environments. Especially, the Japanese character code set is based on two bytes, translation is more difficult than other one byte code language. However, once translation and implementation are obtained, users are able to read the material intuitively in their native languages. The author collaborated to translate AlgoSim（R）and "Management of Difficult Airway"（MDA）, educational software programs for difficult airway management, from English to Japanese.
[Method]
Case 1: AlgoSim（R）was developed by RC Jones using SuperCard（Allegiant systems）the Macintosh platform. All English descriptions were extracted from all card and software scripts. All descriptions were numbered for future revision. Translation was obtained manually and reviewed by translators. All English descriptions were replaced with translation. Then, the source file was compiled by the

Japanese version of SuperCard（Seiwa Systems, Tokyo）. This software is available on CD-ROM publication ("Monitor World", a yearly electric Japanese journal in anesthesia）.

Case 2: MDA was developed by TP Engel, et.al. using Apple Media Tool for both Macintosh and Windows. The framework of this software was well organized into individual media files such as texts, pictures, photographs and movies. Firstly, we translated all media files into Japanese, then converted into bitmap graphic files. It facilitated to process further procedure in non-Japanese PC. As a result, ideal collaborating loads led faster outcome for this project.

[Result]

The translated version of AlgoSim（R）and MDA successfully worked without changing its original appearance, structure and function. It enabled an intuitive, rapid understanding and operating environment for Japanese users. MDA is executable properly even in non-Japanese PC.

[Discussion]

Translation in medicine always requires much effort to ensure accuracy in both medical denotation and linguistic connotation. It depends on every translator's efforts. Although automatic translating software from English to Japanese is available, manual translation is still superior at the present time. With regard to collaboration, one of the biggest problems was that non-Japanese PC environment can not display Japanese characters. Employing bitmap graphic files were useful to share information graphically. The author hopes more valuable software will be translated for international understanding.

Key words : translation, software, difficult airway, education

*[1]*Second department of anesthesiology, Dokkyo University School of Medicine*

*[2]*Department of Anesthesiology, The University of Tokyo Branch Hospital*

*[3]*Department of Anesthesiology, The University of Tokyo*

*[4]*Department of Anesthesia, Teikyo University Ichihara Hospital*

E-mail : yiwase02@po.iijnet.or.jp

シリアルポートの通信内容をモニターするツールソフト PeepSerialportMacの開発

中尾正和*　　恩地いづみ*

はじめに

最近の医療機器はデジタルシリアルポートを持っており，データ出力やコントロールができる。これらを利用するためのプログラム開発にはどのような情報が流れているかを正確に知る必要がある。正確な資料があるときはソフト開発には問題は少ないが，現実にわれわれが利用しようとする機器では資料が非公開であったり不正確な記述も多く，ソフト開発時に適当な道具がなく困っていた。今回，外部機器と他の機器（コンピュータを含む）の中間にマッキントッシュのシリアルポートを介在させて，通信内容をモニターして確認したり，ログを保存できる機能をつけたツールソフトを作成したので紹介する。

1．機　能

シリアルポートに入力されたデータをそのままの内容で他方のシリアルポートへ出力し（図1），通信ポートの設定，通信内容の表示（通常と16進法）の選択，ファイルとして保存できる機能を加えた。

2．開発・使用環境

開発環境はMacOS 8.6，Staz社Future BASIC ver 2.3.1と3.0で，アップル社マッキントッシュPowerBookG3/400にUSB（universal serial bus）-シリアルポート変換アダプター（Keyspan社USA 28, USA 28X，USA 19 PDA adapter，3Com社Palm Connect USB（図2）など）を接続するシステムを利用した。使用可能環境はMacOS 6.0.7以降でシリアルポートが2つあるCPUである。68Kのみならず PowerPCにも対応している。

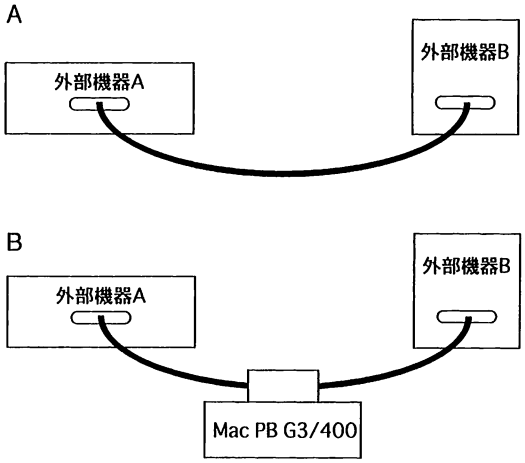


図1　機器間の接続（A）にシリアルポート入出力を介在させて（B）モニターする。

通信ポート設定は図3-aのように選択可能とし，シリアルポートはその時点で使用できるもののみが選択できるように留意した（図3-b）。

初期設定では印字できない内容をわかりやすくするために，16進法表示をさせたり，ファイルとして保存するためのオプションを選べるようにした。

実際の稼働画面を図4に示す。左半分の2つのウィンドウがそのままでの入出力の表示であり，右半分が印字できないデータをわかりやすくするための16進法表示である。

*中国電力（株）中電病院麻酔科

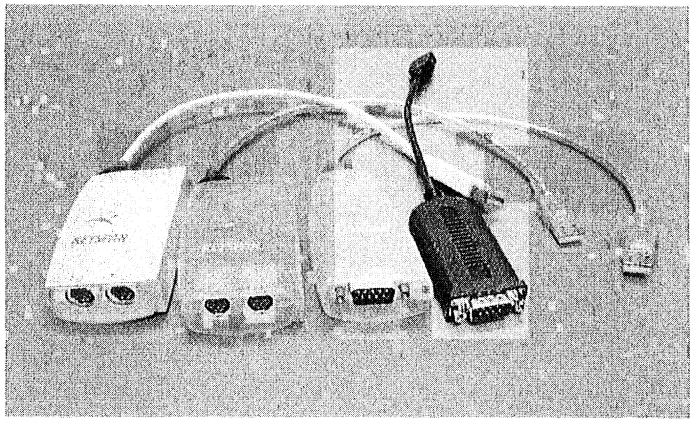
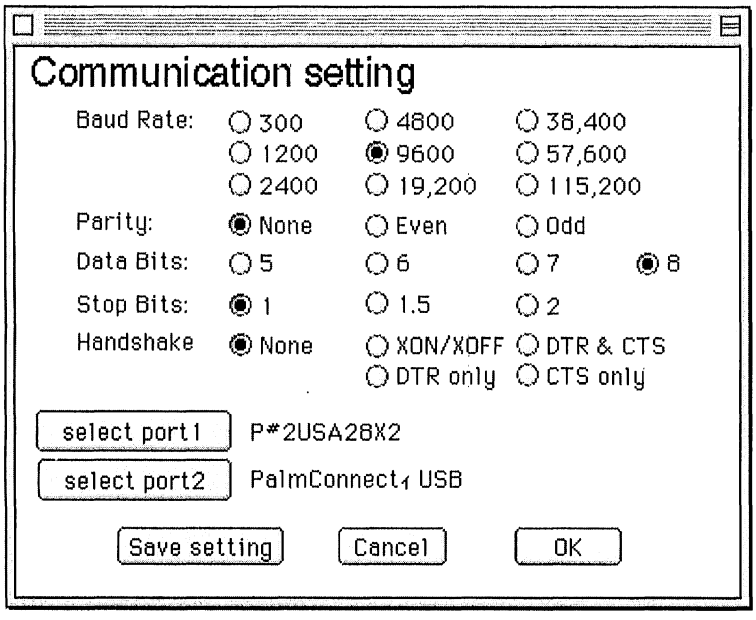
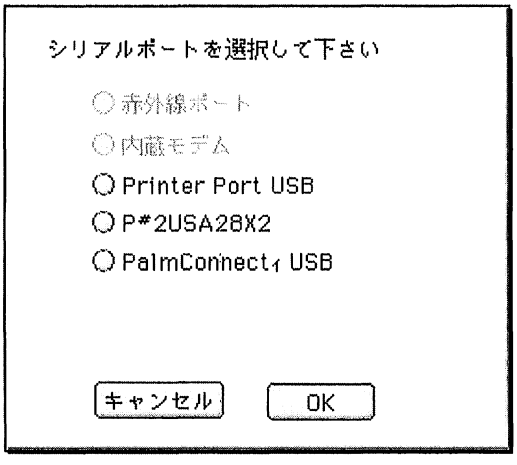


図2　マッキントッシュで使用可能なUSB（universal serial bus）-シリアルポート変換アダプターの例



(a)



(b)

図3　通信ポート設定画面
通信速度などの一般的な設定（a）以外に，使用可能なポートをリストアップできるようになっている(b)。

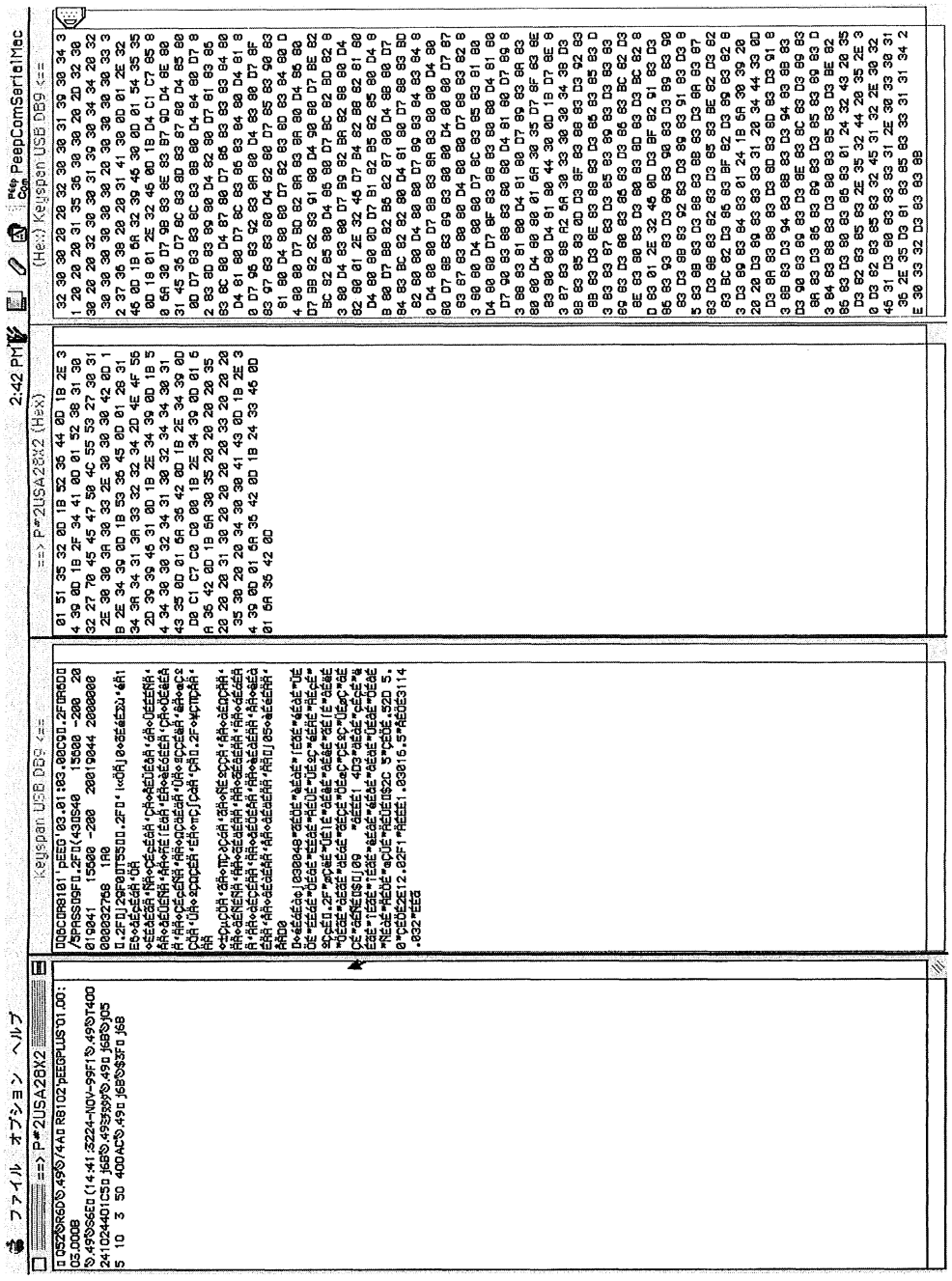


図4　動作中の画面

ドレーゲル社の脳波モニターpEEGと専用の解析用コンピュータとの通信内容をデモンストレーション用として示した。ポート間の通信確認のためのやりとりの後から波形の生データが送られているのがわかる。

3. 考　察

もともと古典的なマッキントッシュは2つの物理的なポートのみ（プリンターとモデム）をシリアルデバイスとしてサポートしていた[1)]。その後ラップトップ型などの一部ではこの2つのポートを統合した（プリンター/モデムポート）1ポートの機種もあった。しかし，最近のマッキントッシュはOSレベルで通信機能の拡張性が考慮されており，Communication Toolbox（図5）をサポートした機器であれば，OSが複数のシリアルポートを認識できる。従来シリアルポート数が1つの

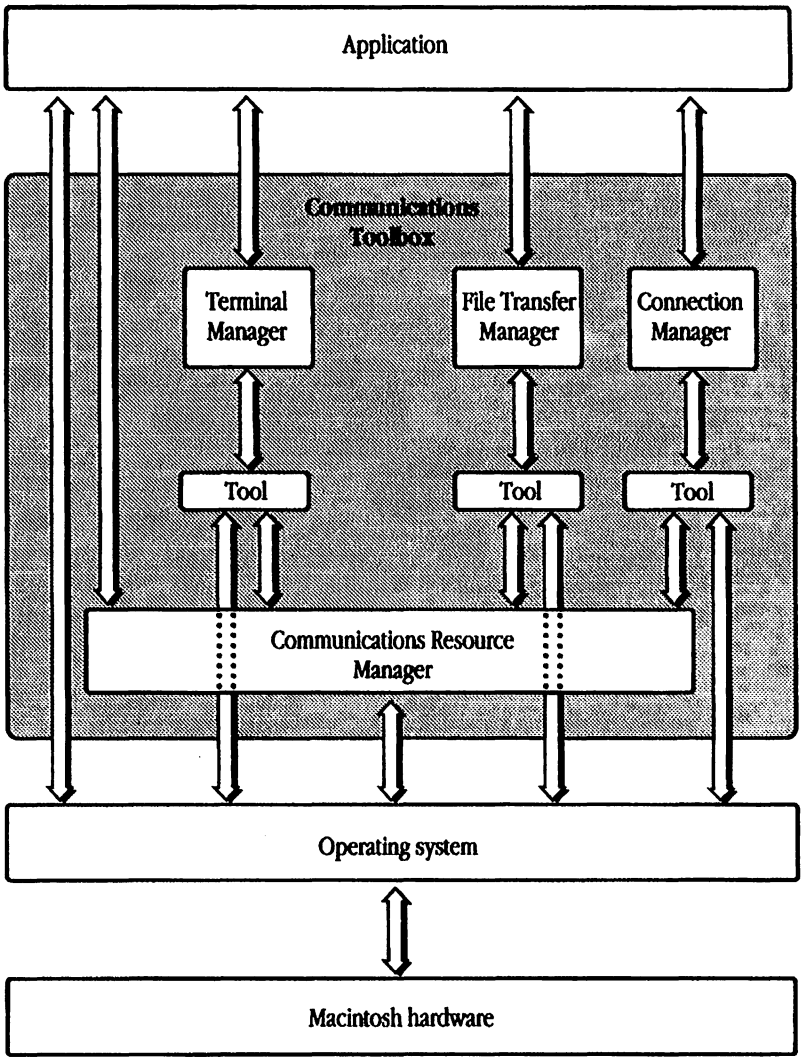


図5　Communication Toolboxの概念図（文献2より引用）

ため利用困難であったラップトップ型でも，USB-シリアルポート変換アダプターを利用することで，本ソフトを機器のすぐそばでデバッグ目的に利用できるため便利になった。

まとめ

マッキントッシュを利用して，外部機器と他の機器の中間に接続して，通信内容をモニターして確認したり，ログを保存できる機能をつけたツールを作成した。マッキントッシュはOSがCommunication Toolboxを提供しており，サポートした機器であれば，複数のシリアルポートを簡単に認識できるため，従来の固定されたシリアルポートよりも拡張性が容易であった。従来シリアルポート数が1つのため利用できなかったラップトップ型でも機器のすぐそばで簡単にデバッグに利用できるため便利になった。

参考文献

1) Apple Computer Inc., Inside the Macintosh Communication Toolbox, Addison-Wesley Publishing Company, 1991
2) Apple Computer Inc., Inside the Macintosh CD-ROM,

Addison-Wesley Publishing Company, 1994

ABSTRACT

The Development of Macintosh Software Tool for Monitoring the Serial Communication Line between Devices "PeepSerialportMac"

Masakazu NAKAO* and Izumi ONJI*

Many medical devices have serial ports for monitoring, controlling and archiving data now. If the documentation for communication is accurate in detail, programming is theoretically easy. But it is often inaccurate or missing. Occasionally the commands are intentionally hidden by manufacturers and are not available to end-users.

We developed the Macintosh debug tool to monitor the communication line contents by interposing double serial ports between devices. All data received with one port are output to the other port and vice versa. Monitored data can be display as it is or hexadecimal format. Data can be spooled for further analysis. Program was developed with Future BASIC (Staz Software, USA) under MacOS 8.6 (Apple, USA) using Macintosh PowerBook G3/400

Thanks to Communication Toolbox of Mac OS, the serial ports are available as many as we need. And a compact PowerBook with USB-serial port adapters can be a convenient debug tool on site.

Key words : monitoring, serial port, Communication Toolbox

Division of Anesthesia and Pain Control, Chuden Hospital, Chugoku Electric Power Co. Inc., Hiroshima 730-8562

E-mail : masa.nakao@nifty.ne.jp

一般演題３：ネットワーク，データベース

包括的周術期管理の試み

山口浩史*

1．背　景

最近の国民医療を取り巻く情勢の変化は，従来より質の高い医療に対する要求の高まりと，医療情報の公開を求める動きを急にしている。さらには，医療事故に対する厳しい審判と，医療コストとその効果に対する客観的な評価基準の導入が進められている。ことに，手術をめぐる情報はなお閉鎖的であるうえに，他の診療に比較して専門性が高く，一般国民には理解しがたい部分である。アメリカ麻酔学会は，麻酔科医の将来の方向を周術期診療医と位置づけてその内容を紹介している。(ASA Newsletter, April, 1999)

こういった背景の中，当院の手術患者や手術内容には，全身麻酔症例が月に300例以上という患者数の増加とASA class II以上が59％といった術前併発疾患を有する手術患者の相対的増加の中で，いかにしてより効率的に周術期医療管理するかという課題が提示されている。また，日帰り手術などの短期間入院患者の相対的増加傾向と卒後研修の必須化により，麻酔科研修医教育の増加もその課題の大きな要因となっている。つまり，より多くの多様な手術患者を対象として，より効率が良く，患者に情報の開かれた周術期患者管理システムが必要になってきた。

そこで，本院中央手術部では，予防的周術期リスク管理システムを構築することになった。従来の手術部関係のデータベースはデータの蓄積には適しているが，データの活用に関しての方策を欠いている点が問題であった。本プロジェクトの目的は，患者側に立った周術期患者データを包括的に管理運営し，患者に対して周術期情報を開示し，それによって，最終的に医療の質が高く，かつ患者満足度の高い周術期医療をめざすものとした。

2．方　法

本データベースの骨子は，術前の患者評価のためのデータ収集，手術予定表の自動作成，術中データ入力，術後データ（客観的・主観的データ）入力，およびそれらの関連性を検討するプログラムからなる。

図1に，患者の時間軸に対するデータのフローチャートを示す。まず，術前7～10日に，各診療科において一般的な術前検査の終了した患者を対象として術前評価外来診療を行う。調査内容には，診断名・術式，術前併発症とその状態，手術既往歴，喫煙や飲酒などの生活習慣，服薬の内容が含まれる。この中で術前患者情報収集を行い，患者に対して禁煙や併発疾患の管理に関しての周術期リスクと，呼吸方法，吸入療法，鎮静方法などの術前準備の教育を行う。加えて，術者に対して患者リスクの説明と，術前併発疾患の治療が必要な場合，術前・術中に輸血の必要な場合はその説明

*いわき市立総合磐城共立病院麻酔科

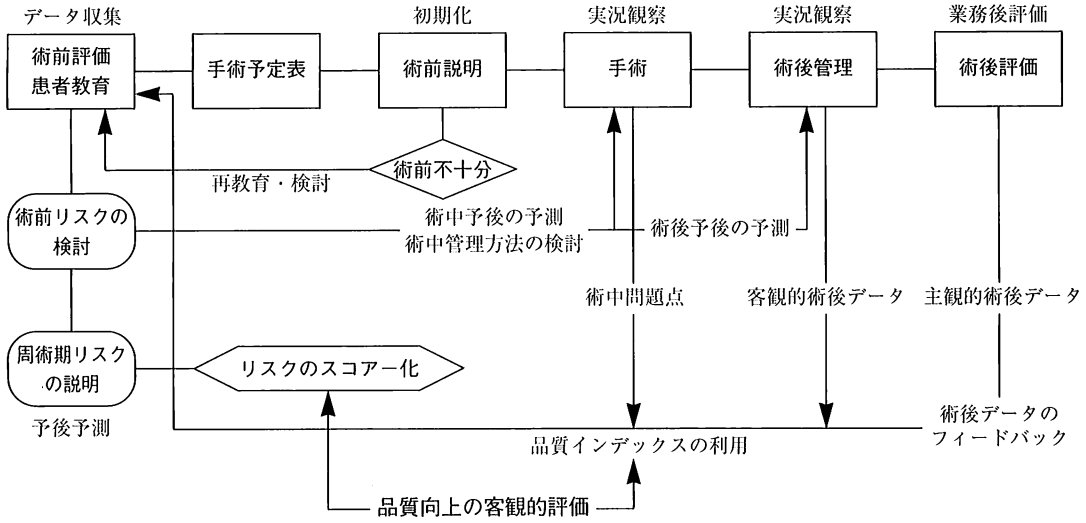


図1　周術期診療に求められる診療形態のフローチャート

術前評価により患者のデータを入手するとともに，患者に必要な教育を施す。また術直前にもう一度評価を行い，術前状態の標準化を確認する。術後はフォローアップを行うとともに患者の回復度などの調査結果により全体を評価する。詳細は本文参照。

を行う。

術中の麻酔・手術部内の患者管理については，麻酔科医と手術部看護部に向けて管理上の問題点と要点を明らかにする。手術の予定表が作成された後，患者の術前状態の確認を行い，もし術前状態として不十分である場合は再教育や治療のやり直しを行う。このため，術前状態の標準化，つまり必要最低限の術前状態を定義し手術部内で確認している。手術当日のデータは，従来と同様な展開でデータを入力している。つまり，手術・麻酔の終了後におのおのの構成員が術中情報，つまり麻酔方法・術中モニターの内容・使用薬剤・手術時間・麻酔時間・在室時間・退室時刻を入力する。加えて，術者・麻酔科医・担当看護婦が術中に患者に発生した問題点をインシデンスとして入力する。

術後の医療的な問題点は，術後48時間以内の問題点について担当麻酔科医が，術後の主観的な評価は患者の問診表の結果により入力する。この術後問診表の中には，術後回復の質インデックス（Myles PS : Anesth Analg 88 : 83, 1999），Verbal rating scale（5点満点法）による術後疼痛・術後悪心嘔吐・麻酔管理の満足度，そして具体的記載による麻酔管理の不満足な点が含まれる。

データの関連性に関するプログラム

術前評価において得られた患者データを元にして，過去の患者データの中からその患者の特徴と考えられる情報を入力することにより類似したデータを検索する。そして，過去のデータより術中に発生した問題点・術後に発生した問題点・術後の患者の評価点を抽出し，術前の患者に情報として提示する。具体的には，ASA class II以上の患者の場合に，術中の予想される頻度の高い問題点を洗い出し，患者の術後評価の平均点を示しそれを期待できる術後のレベルとして提示する。以上により術前のよりよい準備を促すために用いる。

繰り返し手術を受ける患者に関しては，過去の同一患者のデータを手術予定表から簡単に検索できるようプログラムを作成した。これは，過去に発生した同じ問題点の再発を未然に防ぐことを目的とした。

術後の患者データを将来の患者管理に役立てる

ため，多種多様の変量間の相関性を統計学的に検討するプログラムを作成した。この中で，教科書的に説明されている相関性因子の問題点を具体的なデータで再現し，さらに新しい因子間の関連性を発見することを期待できる。さらに，経時的に比較することによりその施設内で改善されたかどうかの評価ができ，施設間の比較により施設間の優劣を客観的に評価できることになる。また，関連性の抽出により臨床研究の足がかりを得ることが可能である。

3．結果：本データベース運営上の問題点

以上のようにして作成した本データベースを運用中である。以前は，臨床的経験や目測に頼っていた患者のリスク評価について具体的な症例のデータを引用して説明できるため，患者には納得ある説明が可能となった。しかし，提示するデータが数字であるために，患者によってはその印象が強すぎたり，よけいな不安をあおることもあった。したがって，具体的な数字の表現の代わりに，半定量的な言葉に置き換えて説明することを考慮するようになった。また，将来はそのためのプログラムも考慮する必要があると思われる。術中のデータ入力に関しては，オフライン入力であるため内容に曖昧さが残ったり，入力されないでいる場合も少なくない。今後はネットワーク化により患者モニターデータのオンライン入力・オンサイトのリアルタイム入力（投薬内容の電子化・自動記録）や患者モニターによる自動解析入力の開発などが期待される。また，麻酔記録についてもその電子化とデータベース化が必要である。

4．考　察

今後のデータ集積と医療経済的なデータの統合により，本アプローチが術後予後に対して改善したかどうか，医療コストの節約が可能になったかどうか，患者の満足度が改善されたかどうか，などの評価が待たれる。

さらに，術前の術後予後予測と実際に観察された予後との関連性を，気象学的手法の応用により確率学的手法を用いて検討する方法が検討されるべきであり，これにより，的中率・見逃し率，スレッド-スコアー（正答率）やブリックマン-インデックス（偏差平均）による関連性の評価が可能になる。

医療情報の開示に関しては，過去には麻酔科の場合，麻酔事故や合併症の発生などネガティブな因子をとり上げることが多かった。しかし，術前患者を公開の対象と考えた場合，特に術後の頻度の高い副作用や観察される現象・症状，あるいは，患者の興味の高い問題点について説明の一環として提示するのが望ましいと考えられる。

結　語

以上のように，自己機能評価型の周術期管理システムを提案した。周術期データを十分活用するためには，過去のデータをフィードバックさせることと統計学的手法を活用することが重要である。また，データの相互比較のためには，業務の標準化や確実なデータ入力ができる環境の設定が重要である。このような試みにより，多様化する患者に個別に対応し，患者の医療の質の向上を図ることができると考えられる。麻酔科医自身も，周術期診療医として活動できることが可能になる。

本研究の一部は，日本臨床麻酔学会第19回大会（東京，1999）において発表した。

ABSTRACT

The Trial of Comprehensive Perioperative Patient Management Using Database

Hiroshi YAMAGUCHI *

The recent trend in perioperative practice fascilitates the need for qualified perioperative management including information acknowledge and medicoeconomic issues. But convensional database have not enogh power to proceed it. In this study, we tried to build up the new style database system to enable perioperative care managers and patients to ensure qualified perioperative management. This system includes preanesthetic patient evaluation and the information about the intra- and post-operative prognosis, the statistical analysis about the comparison of perioperative prognosis though the feedback program of the perioperative data. The trial of system revealed that we could evaluate intraoperative and postoperative outcomes objectively, and that we need to develope more sophisticated and informative database system to evaluate perioerative anesthetic practice outcome using such as a meteological approach.

Key words : database, preanesthetic patient evaluation, feedback

Department of Anesthesia, Iwaki Kyoritsu General Hospital, Iwaki 973-8555

患者情報データベースと他部門との連携

斎藤智彦*　　畑野研太郎*

はじめに

当施設では，ハンセン病療養所という特殊性から入所者は多くの後遺症（顔面，四肢，末梢神経に障害）を残しており，高齢化に伴いさまざまな合併症を有している。患者の治療には多くの診療科の協力が不可欠であるとともに，全人的な医療を行うためには医療情報以外にも日常生活の看護・介護情報が必要である。

データベースを構築した当初は医療現場のみのネットワークであったが，今回入所者の居住区である不自由者棟にネットワークが拡充されたのに伴い，医療情報を中心とした既存のデータベースに，日常生活に必要な看護・介護情報を追加した。

その他，既存ネットワークを拡張し，検査室からのデータを可能な限りオンライン化した。また，各部署での情報伝達をスムーズに行うために，ネットワーク上でWWWや電子メールといったイントラネットサービスを開始した。

1．システムの構成

園内ネットワークは外来診療棟を中心とし，基幹部は100Base-TX，その他は10Base-Tで構築されている。これら治療部門から入所者居住区である不自由者棟までは，①一度屋外を経由すること，②150～200mの距離があること，①②の理由により配線には同軸ケーブルである10Base2を使用した。

端末およびサーバにはDOS/V機を使用した。ネットワークにはOSとしてMicrosoft社製Windows NT 4.0 Serverを使用しドメインを管理し，クライアントにはMicrosoft社製Windows NT 4.0 Workstationを使用した。データベースサーバには同じくMicrosoft社製SQL Server 6.5を使用し，クライアントソフトウェアはMicrosoft社製Visual Basic 5.0およびVisual C++ 5.0を用い自作した。

また，データベースの拡充に伴いPC-UNIX（FreeBSD 2.2.8）をOSとし，PostgreSQL 6.5.2をデータベースサーバとして試用した。これはいわゆるオープンソースのデータベースであり，拡大してゆくネットワークへのライセンス料への影響を配慮したものである。

2．イントラネットに関して

イントラネットサービスとしては，WWWと電子メールを提供した。HTTPサーバにはWindows NT Server上ではIIS 3.0，PC-UNIX上ではapache 1.3.4を用い，メールサーバにはPC-UNIX sendmail 8.9.2を使用した。当イントラネットシステムは，ファイアウォールを経て国立病院部ネットワーク（HOSPnet）に接続されており，内部情報からシームレスにインターネットサービスに接続できる。sendmailの設定を含めファイアウォールシステムのみ外部に委託し，その他のシステムは園内で独自に作成した。

今までは紙面により伝達していた医師の診察予定，休診のお知らせ，非常勤医師の日程をWWW

*国立療養所邑久光明園

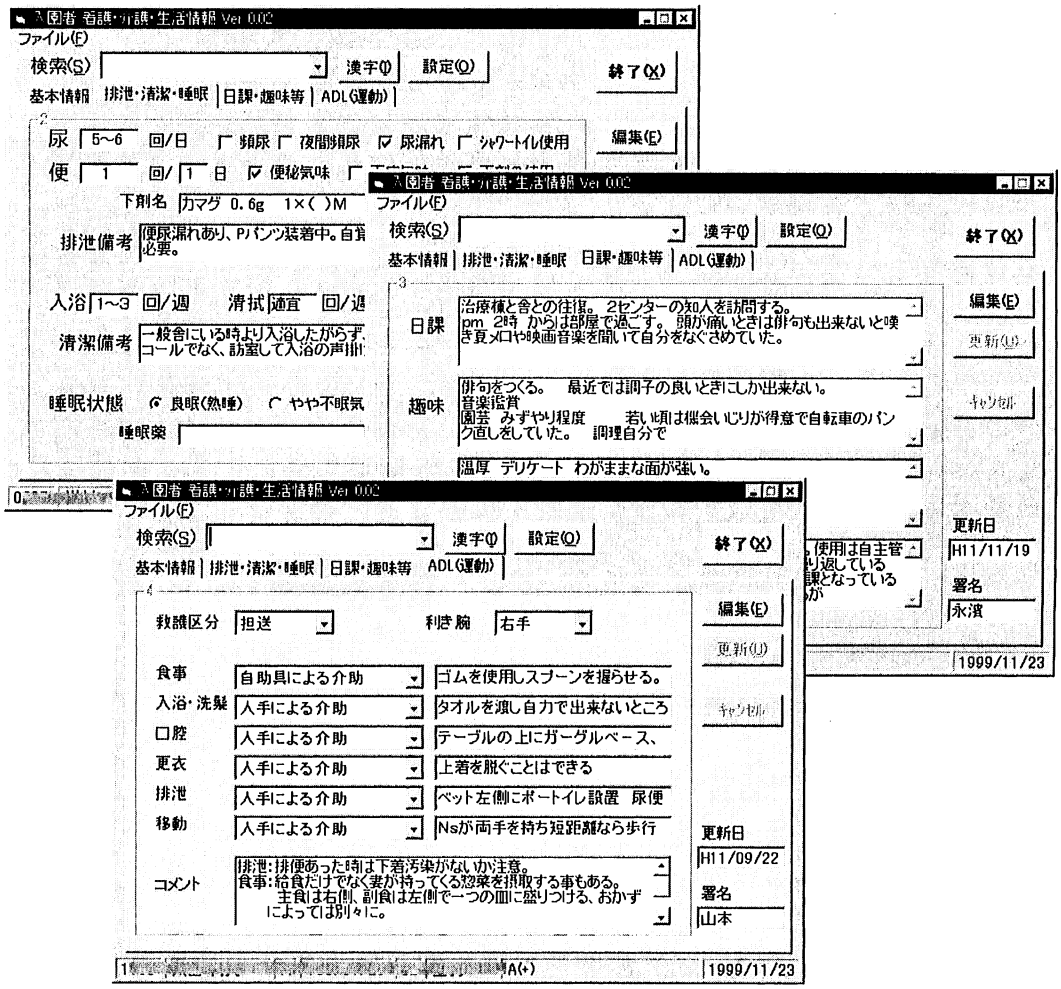


図1　看護・介護情報データベース

上で提供することで，最新の情報を一元的に提供できるようにした。各部署からの伝達事項も掲載し，これらは担当者が容易に変更できるよう，WWW上で更新が行えるよう工夫した

3．データベースデータ項目

1）既存の医療情報

患者の基本属性，処方内容，検査データ，病名，アレルギー薬，ハンセン病の後遺症など。

2）看護部の協力により追加

入所者日常生活のパターン，排尿，排便，食事介助の状況，性格，コミュニケーション上の注意事項，ADL評価などの生活情報，血圧や脈拍，体温といったバイタルデータ，体重，視力など。

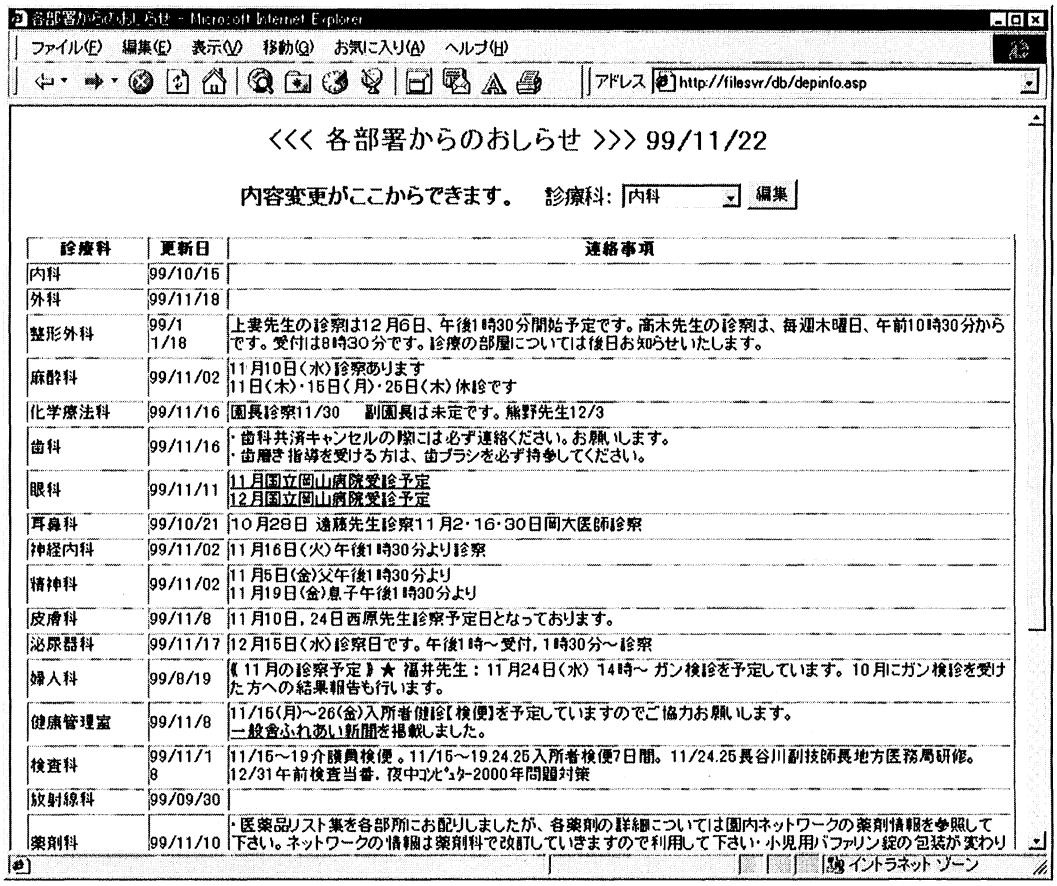
3）検査システムからの追加

外部出力用RS-232C端子を持つ検査機器を接続し，自作プログラムによりリアルタイムに検査結果をネットワーク経由でデータベースに登録している。

現在オンライン計測可能な項目は，全血血球計測，白血球分画計数，生化学検査，電解質，血液ガス，免疫血清生化学，尿検査。

4．結果ならびに考察

医療情報中心（検査や処方）のシステムだと，看護職員の間ではパソコンは医師が使用するもの



診療科	更新日	連絡事項
内科	99/10/15	
外科	99/11/18	
整形外科	99/1 1/18	上妻先生の診察は12月6日、午後1時30分開始予定です。高木先生の診察は、毎週木曜日、午前10時30分からです。受付は8時30分です。診療の部屋については後日お知らせいたします。
麻酔科	99/11/02	11月10日(水)診察あります 11日(木)・15日(月)・25日(木)休診です
化学療法科	99/11/16	園長診察11/30　副園長は未定です。熊野先生12/3
歯科	99/11/16	・歯科共済キャンセルの際には必ず連絡ください。お願いします。 ・歯磨き指導を受ける方は、歯ブラシを必ず持参してください。
眼科	99/11/11	11月国立岡山病院受診予定 12月国立岡山病院受診予定
耳鼻科	99/10/21	10月28日 遠藤先生診察11月2・16・30日岡大医師診察
神経内科	99/11/02	11月16日(火)午後1時30分より診察
精神科	99/11/02	11月5日(金)父午後1時30分より 11月19日(金)息子午後1時30分より
皮膚科	99/11/8	11月10日，24日西原先生診察予定日となっております。
泌尿器科	99/11/17	12月15日(水)診察日です。午後1時～受付，1時30分～診察
婦人科	99/8/19	《11月の診察予定》★ 福井先生：11月24日(水) 14時～ ガン検診を予定しています。10月にガン検診を受けた方への結果報告も行います。
健康管理室	99/11/8	11/15(月)～26(金)入所者健診【検便】を予定していますのでご協力お願いします。 一般食ふれあい新聞を掲載しました。
検査科	99/11/18	11/15～19介護員検便。11/15～19.24.25入所者検便7日間。11/24.25長谷川副技師長地方医務局研修。 12/31午前検査当番，夜中ｺﾝﾋﾟｭｰﾀｰ2000年問題対策
放射線科	99/09/30	
薬剤科	99/11/10	・医薬品リスト集を各部所にお配りしましたが、各薬剤の詳細については園内ネットワークの薬剤情報を参照して下さい。ネットワークの情報は薬剤科で改訂していきますので利用して下さい・小児用バファリン錠の包装が変わり

図2　各部署からの伝達事項

という認識が強く，せっかくの情報が看護職員にはうまく伝わらないことが多かった。しかし，患者の生活情報やADLといった看護・介護情報を扱うことで，多くの職員がそれぞれの立場で患者データベースを使用するようになった。その結果，一般診療のみならず，周術期管理においてもより有用な情報を得ることが可能になった。

各部署での申し送りは紙面および口頭で行われていたが，生活情報をデータベースで共有することにより，一部申し送りが廃止されるなど業務の効率化がはかられた。

検査データは，検査室内のほぼすべての検査機器からの項目がオンライン化されたことで，より早く正確に情報を得られるようになった。また，今までは検査機器ごとに操作方法の異なる端末が必要だったが，1台で集中管理することで操作方法も統一され，端末機器の効率化や出力用紙の統一規格化などのメリットも生じた。

イントラネットによるWWWと電子メールサービスは，厚生省から国立病院部ネットワークHOSPnetとの接続が許可され，シームレスに外部WWWページに接続できるようになった。多くの職員が興味を持って内部連絡事項のページも積極的に活用され，最新のデータを一元管理・提供できるメリットが生かされている。HTMLによる情報提供は，パソコンを使用し始めた職員には敷居が高く，WWWページの作成が特定の有志に集中する傾向が強いが，各部署からの連絡事項をWWW上で更新可能としたことで，情報の提供が

確実に増加してきた。

まとめ

施設内LANを使用して，医療情報のほかに他の部門と連携したデータベースを構築した。

患者の看護・介護情報を取り込むことで，多くのスタッフが協力して，患者の全人的な医療を行うことが可能となった。また，イントラネットサービスによって，各種伝達事項をペーパーレスで，最新の情報提供が可能となり，各種連絡業務の改善につながった

参考文献

1) 斎藤智彦，畑野研太郎：患者情報の一元管理データベースの構築．第18回医療情報学連合大会論文集，1998, p438
2) 斎藤智彦，光本留美，坂根英義ほか：院内ネットワークによる患者データの共有化，麻酔・集中治療とテクノロジー1998. 田中義文ほか編．東京，克誠堂出版，1998, p41
3) 斎藤智彦，河原英朗，田中洋子ほか：患者情報データベースへの検査データのオンライン取り込み，麻酔・集中治療とテクノロジー1999. 橋本保彦ほか編．東京，克誠堂出版，1999, p68

ABSTRACT

A Patient Database with the Information of the Other Divisions

Tomohiko SAITO* and Kentaro HATANO*

In our hospital, we made a patient database that included medical information (e.g. drug ordering, laboratory data). We added the nursing information to the database (e.g. ADL data, life pattern, handicaps). Using this database, we can get more information of the patients to diagnose and treat them.

We started the intranet services with the network. WWW and E-mail can be used. It became quickly and exactly to get the information of the other divisions with the intranet services.

Some methods to interchange the information of the patients have changed by using the database and the intranet system.

Key words : patient database, intranet

National Sanatorium Oku-Komyoen, Okayama 701-4593

手術室業務支援システム（ASA-OS）の開発

讃岐美智義*

はじめに

手術室管理業務（図1）には，物品の在庫管理，手術器械の管理やメンテナンス，手術台の管理，人の動きの管理などがあり，これらをうまく運用するには長年の経験や勘を必要とする。一方，当院では，2年前に手術室と麻酔科間にLANが敷設されて以来，ネットワークの特性を生かした手術台帳と麻酔台帳を共有して運用[1)~4)]してきた経緯がある。今回，手術室の管理運営業務の省力化[5)~8)]，効率化と簡素化を図るため，これらの台帳システムを核とした「手術室業務支援システム」（ASA-OS：Hiroshima City ASA hospital-OR Support system）を開発したので報告する。

1．ハードウェア

TCP/IPあるいはEtherTalkで接続された，MacintoshとWindows機をクライアントとし，Macintosh G3サーバ（ファイルサーバ，WEBサーバなどの機能はAppleShareIPが担当）をサーバとして手術室内ネットワーク（図2）上で運用[9)]した。

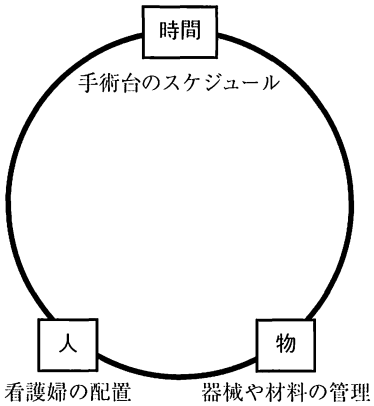


図1　手術室業務

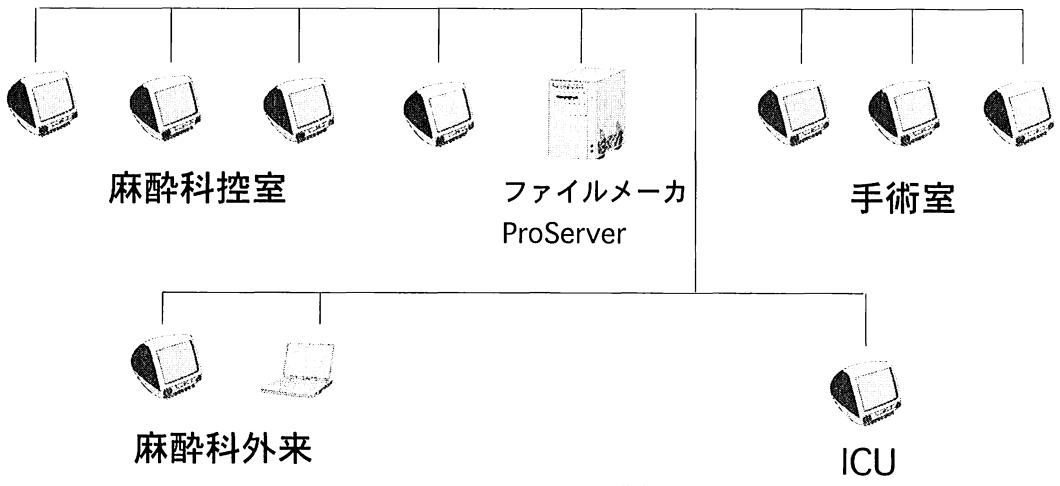


図2　ネットワークの構成

*広島市立安佐市民病院麻酔・集中治療科

表1　ASA-OSの機能

(1) 手術台帳機能（カレンダー*，簡易グラフ表示*）
(2) 手術予定表，器械リスト，術前訪問用紙の出力機能*
(3) 日報，月報の作成と出力機能
(4) 各種統計に可能なデータ抽出機能（テキスト形式ファイル）*
(5) 看護婦時間外勤務，居残り，休暇集計機能（労務管理）*
(6) 手術材料データベース（業者，発注先，管理チーム，使用量の管理）*
(7) 手術器械組データベース（基本セット，術式別）*
(8) 経験症例調査機能（教育目的）*
(9) 手術室内物品管理データベース（購入器械，修理器械，所有部署）*
(10) 麻酔点数自動計算機能*
(11) 手術室稼働率自動集計機能*
(12) 手術室看護支援データベース*
(13) 日本麻酔学会偶発事故調査報告データ集計機能（平成12年度版）*

*は，今回新たに追加，統合した機能

2. ソフトウェア

リレーショナルデータベースとしてファイルメーカーPro（クラリス社）を上記ネットワーク上で使用した。どのクライアントからもストレスなくアクセスするために，MacintoshG3サーバには，同時に125クライアントからのアクセスが可能であるファイルメーカーPro5.0Server（クラリス社）をインストールした。クライアントソフトウェアとしては，ファイルメーカーPro5.0（クラリス社：ネットワーク対応のリレーショナルデータベースで，MacintoshからもWindowsからも，まったく同じ操作でアクセス可能）を使用した。

3. システムの概要（表1）

手術室業務支援システムの構成としては，基本となる手術台帳機能のほか，労務管理のための看護婦時間外勤務・居残り・休暇集計機能や手術室看護支援データベース，教育目的[10]に利用する経験症例調査表示機能，手術室の物品を管理するための手術材料データベース（業者，発注先，管理チーム，使用量の管理），手術室内物品管理データベース[11]（購入器械，修理器械，所有部署），手術器械組データベース（基本セット，術式別）がある。

根幹部分を担う手術台帳の機能としては，麻酔台帳（日別），手術台帳（日別），手術予定表（日別），手術室調整表（日別），器械リスト表（日別），手術室日報（延長，急患，科別），手術室月報（延長，急患，科別の集計表）などがあり，それらを統合して1つのメニュー（図3）から利用できるようにした。手術台帳の入力項目は，手術日，氏名，ID，年齢，性別，主治医，科名，病棟，病名，術式，執刀時刻，手術予定時間，手術室番号などで，関連する項目は，自動入力できるように工夫した[12)13)]。また，カレンダー機能（図4）を実装し，カレンダーからクリックのみで目的とする日付のデータに容易にアクセス可能とした。また，データが視覚的に理解しやすいように時間の表示（図5）や手術室利用率にはグラフ表示機能を追加した。

日常業務としての表作成や出力機能としては，手術予定作成，器械リスト出力，術前訪問用紙の出力があり，報告書作成機能としては手術室日報，月報の作成と出力が可能である。これらは，ボタン1つで目的のサイズの用紙にフィットさせた印刷が可能である。入力されたデータは印刷できるだけでなく，テキスト形式ファイルデータとして

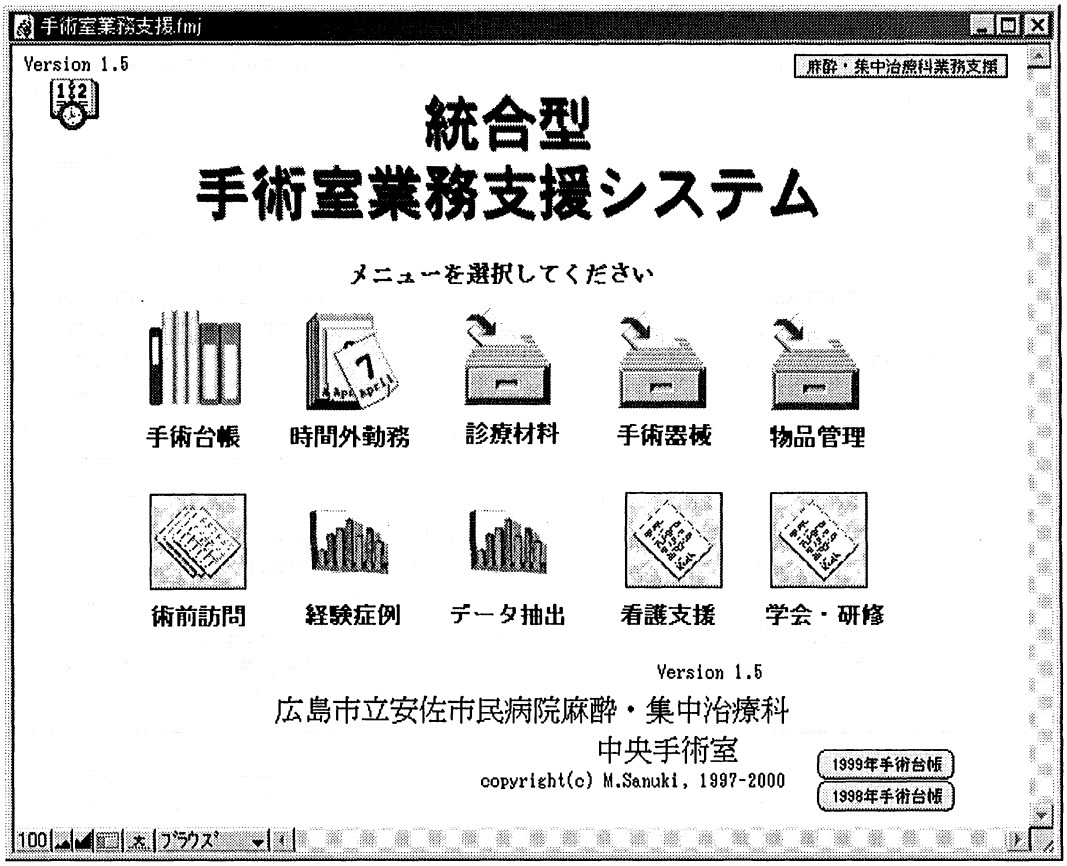


図3　手術室業務支援システムのメインメニュー

の抽出も容易である。

麻酔科医にも役立つ機能として，麻酔点数自動計算（点数計算は，手術点数，麻酔点数別の集計表示が可能で，それらより統計資料を作成することも可能），手術室稼働率自動集計，日本麻酔学会偶発事故調査報告対応（平成12年度版）を組み込み，手術室業務支援システムから恩恵を受けられるようにした。

4．実際の運用とメニュー項目

基本的には，メニューから各機能にアクセスできるように設計した。特に，日単位での業務はカレンダー（図4）から直接アクセス可能なメニュー構成とした。また，手術台帳機能も簡便性を重視した別のメニューを作成してあり，アクセスは容易である。

手術室メニュー（図6）からの選択項目には以下のものがある。

①予定入力：手術予定入力画面表示

②実施入力：手術実施後入力画面表示

③手術日誌：実施入力の要約の表示に日誌・年休などの勤務状況を追加入力する。印刷して，看護部長と事務に提出する形式

④器械室リスト：翌日の器械一覧を印刷し，器械室で利用する。

⑤調整表：翌日の部屋割を印刷。掲示板に貼り出す。

⑥予定表：翌々日の予定表。麻酔科で術前診察や症例の把握に使用する。

⑦術前訪問：術前訪問用紙を印刷。

図4　カレンダー機能

上記のメニューに加えて，カレンダー（図4）からの選択項目は以下のものがある。

◎予定・実施入力：申込書に書かれた時間と実施時間の比較を表示，印刷し症例ごとの手術室の利用状況のチェック。

◎時間調査：入室～退室，手術開始～終了などを表示。

◎時間外勤務：17：15以降に及ぶ手術と時間外勤務の看護婦一覧を表示。

◎台帳検索：各科ごとの台帳（以前の手書き台帳の形式）を出力。

◎月別集計

(1) 手術室運用状況：1カ月の集計（医師控室に掲示）

(2) 予定延長報告：延長状況（人事係に提出）

(3) 緊急延長報告：緊急手術症例，延長手術症例（人事係に提出）

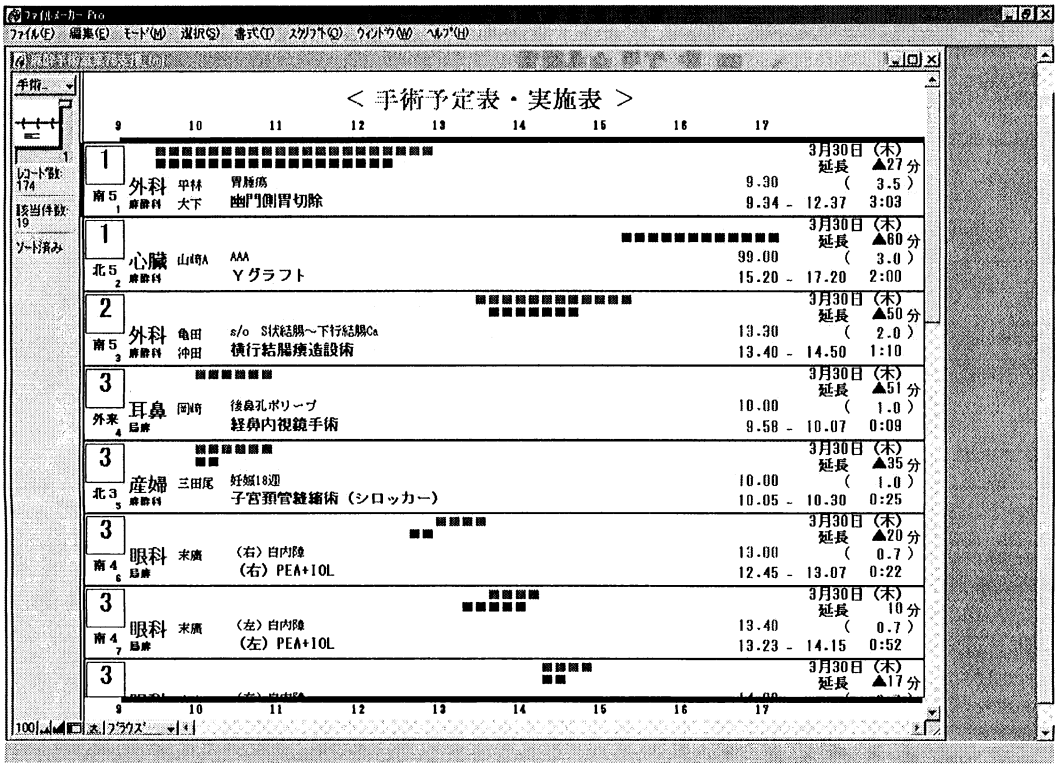


図5　グラフ機能

図6　手術台帳機能メニュー

◎点数集計：各科の手術点数，麻酔点数の集計（含：時間あたりの点数），期間も設定可能。手術室内の内部資料。

メニューから目的とする業務内容を選択し，データベース入力を繰り返すと手術室内のデータが自然に蓄積できるようになっている。

5．考　察

2年前まで当院では手術台帳は手書きであり，それらの記録事項から集計項目を手動で拾い出し，手計算により各種統計や手術室日報を作成していた。先にLAN上で麻酔科の電子麻酔台帳システムが稼働していたため，麻酔台帳に手術台帳に必要な項目を追加することで麻酔科と手術室の台帳共同運用が始められた。今回のシステム（ASA-OS）は，これらの台帳システムを統合発展させたものである。当初ASA-OSは，①手術室（手術台）の有効利用，②手術室看護婦の教育，労務管理，③手術器械や手術材料などの物品の管理，④科別，術者別，麻酔科医別集計による実績判定を期待して開発された。実際に運用してみると，①入力データの日常業務へのフィードバック（労務管理，教育）による時間外労働時間の調査により公平な勤務が可能になったこと，②事務書類の作成だけでなく実務書類の作成（手術室調整表，器械リスト表，術前訪問表）が可能になったこと，③手術室月報の医師控室への掲示や手術室データを運営委員会に提示できるようになったこと，④労務管理，物品管理の徹底，⑤台帳の間違いが激減したこと，⑥人事から時間外の問い合わ

せを撲滅できたことなどの成果が得られた。なによりも，このシステムを運用して得られた最大の成果は，手術室看護婦の意識改革である。従来は手書きで何度も書き直す作業が無駄であるという意識が薄かったが，一度，これらから出力された印刷物を使用してみると，文字の読みやすさやきれいさに加えて，転記ミスが減少されること，転記のための作業が無駄な時間であったとの認識ができ，その分を実際の手術室業務にあてられることが理解できたと思われる。また，手術室業務の見直しのきっかけにもなり，看護婦の専門意識の向上にも役立ったと思われる。

本システムの役割としては，病院全体のシステムに組み込まれるまでのつなぎであるだけでなく，自前で作成したプロトタイプのシステムとしても有用である。最大の利点は，変更が容易であり使い込んでいくうちに改良を重ね，思い通りのものに育て上げられることである。さらにいえば，今回のシステムの構築により手術室内部の電子化は着実にゴールに近づいており，今回の整備により手術室内のデータをオンライン上で，手術室外部にも公開可能な段階にまで発展[14]させることができたと考える。本システムを手術室内で稼働して以来，外科系各科が，病棟から本システムに接続を希望しており，現在，事務と交渉中である。この接続が実現すれば，（手術オーダー，麻酔オーダーを加え）病院全体の手術管理システムとして発展する可能性がある。

結　語

ASA-OSの開発により，事務のためのシステムから実務のためのシステムとなり，ユーザーの欲しい機能が盛り込まれたと考えられる。

なお，本プログラムは各病院の実状に合わせた改変のための改造の手引き書とあわせて，インターネット上（http://msanuki.com）でフリーソフトウェアとして公開してしている。

参考文献

1）讃岐美智義，河本昌志，弓削孟文：Macintoshを用いた電子麻酔台帳，麻酔・集中治療とテクノロジー1995. 新井豊久ほか編. 東京，克誠堂出版，1995，p46
2）讃岐美智義ほか：MacintoshのLANを用いた電子麻酔台帳. J Anesth 10（supple）：327，1996
3）讃岐美智義：麻酔台帳（麻酔科医の永遠のテーマ）. LiSA 3：688，1996
4）讃岐美智義，木下博之，河本昌志ほか：ネットワークで使用する麻酔台帳―どんな機能を付加すれば手術室業務と共有可能か―，麻酔・集中治療とテクノロジー1998. 田中義文ほか編. 東京，克誠堂出版，1999，p37
5）加藤　忠，久世　明，中村正夫ほか：豊川市民病院における手術室システム―2年間の運用経験―，麻酔・集中治療とテクノロジー1994. 森　秀麿ほか編. 東京，克誠堂出版，1994，p74
6）山崎陽之介，金子ゆき子，杵渕嘉夫ほか：手術室の稼働率―人，器械など―，麻酔・集中治療とテクノロジー1994. 森　秀麿ほか編. 東京，克誠堂出版，1994，p78
7）水田正憲：手術室のDB/DC構築について，麻酔・集中治療とテクノロジー1998. 田中義文ほか編. 東京，克誠堂出版，1999，p73
8）沢井清司，新谷千枝子，松村久美ほか：リレーショナルデータベースによる中央手術部管理運営業務の省力化，麻酔・集中治療とテクノロジー1998. 田中義文ほか編. 東京，克誠堂出版，1999，p29
9）内田　整，原　真理子，畔　政和：手術室イントラネットの構築と運用，麻酔・集中治療とテクノロジー1998. 田中義文ほか編. 東京，克誠堂出版，1999，p52
10）山中正子ほか：コンピューターを応用した新人教育マニュアル支援システム. オペナーシング 10：32，1995
11）富田敏司ほか：医療機器の管理データベースについて. 手術部医学 18：205，1997
12）杵渕嘉夫，加山裕高，滝口　守ほか：麻酔台帳のためのデータ入力法の検討，麻酔・集中治療とテクノロジー1993. 本多夏生ほか編. 東京，克誠堂出版，1993，p103
13）内田　整，平田隆彦，畔　政和：麻酔台帳データベース入力エラーに関する検討，麻酔・集中治療とテクノロジー1996. 諏訪邦夫ほか編. 東京，克誠堂出版，1996，p34

14）斉藤智彦，光本留美，坂根英義ほか：院内ネットワークによる患者データの共有化，麻酔・集中治療とテクノロジー1998. 田中義文ほか編. 東京，克誠堂出版，1999, p41

ABSTRACT

Development of Hiroshima City ASA Hospital OR Support system（ASA-OS）

Michiyoshi SANUKI*

We have developed a computer system to support the control management of our operating room（OR）, called the Hiroshima City ASA Hospital OR Support System, or ASA-OS. As the OR previously had no computerized database of records, we developed a patient database program for use on a local area network（LAN）within the OR area. This system consists of the patient database, an OR staff database, and a support program for statistics, as well as some integrated utility software. The LAN connects both Microsoft Windows and Apple MacOS computers, using the Filemaker Pro application. As the system has come online, it has become clear that the OR staff must be trained to recognize the ASA-OS as a practical system, and not as something only superficial. With it, we can easily manage surgery schedules and OR staff requirements based on past results. In the future, we intend to add to its convenience by integrating an OR reservation system.

Key words : database, OR support system, LAN

Department of Anesthesia and Intensive Care, Hiroshima City Asa Hospital, Asa 731-0293

麻酔科医の仕事量

浅山　健*

1．目　的

病院経理が麻酔科で黒字となる条件とは，高コストの手術台稼動を上げて手術件数を増して，個々の医療費は低額であっても，病院の収入は確保できる構造が必要である。手術件数増しで全体のコストが下がる。

2．方　法

外科医が行う手術時間の短縮を図る要因があって，内視鏡下の手術の実施がある。他方，麻酔科医は，手術台患者交替時間（turn over time）を短縮して，外科医の生産性を上げて，短い時間内に多くの手術を行えることに協力すべきである。例えば，小児の鼠頚ヘルニア整復術の短時間手術で，麻酔回復に必要な術後管理を手術台上で行わず，手術台の近くの麻酔回復室で行う工程が必要である。他方，次の手術患者を手術台の近くの麻酔準備室で行う工程が必要である。すなわち1台の手術台に複数の麻酔科医が必要である。

手術台の稼動を上げる別の方法とは，手術室の稼働時間を延長することにある。病室勤務が終わる時間帯に手術を実施することを言う。ここには手術台数を上回る麻酔科医師数を確保して，交替勤務体制を採用してこれがはじめて可能となる。

Turn over短縮と交替勤務の双方に，1人あたりの麻酔科医労働仕事量を定める条件が必要である。かねてから，筆者は麻酔科医の麻酔診療従事時間は1日4時間と週平均20時間を考えて，病院麻酔科の必要人数基準を提唱して，実行していた。

3．理論的考察

1999 ASA Annual Meeting（於：テキサス州ダラス市）で，Michael A.E. Ramsay（Diplomat American Board of Anesthesiology）が座長を務めるRound-Table Discussionにおいて，Fatigue and its Effect on Physician Well-Beingについて討論された[1)]。

この背景には経営合理化がある。手術室が経理の赤字の原因であってはならない。むしろ，病院に対して患者が要求するのが安全な手術であるゆえに，手術室が黒字の要因であるべきである。手術室には，空気清浄設備を伴う特殊の空調設備，補助者を含む多数の人員，患者の状態を観察する監視装置と，高額な設備がある。それに設備の原価償却費を考える時，設備の有効活用こそ，経理の黒字化に必須の要因である。

手術台を1日のbusiness hourで稼動80％に維持して，原価を下げる病院経理黒字には，必要数の麻酔科医を確保する条件がある[2)]。麻酔科医の疲労が原因の誤判断で，患者に悪影響を及ぼす危険を避ける条件があるので，診療の質を維持するために，麻酔科の仕事量を決める必要が生じる。

4．文献的考察

1980年頃，戦闘機の原因不明の墜落事故が頻回に発生した。Ramsayは，国防省所轄の原因を調べて，パイロットの疲労が原因と突き止めて，仕

*エイ・エス・エイ会

事量の基準を定めたと報告した。民間航空機会社United Airlineもこの基準を採用して，飛行パイロットの疲労に基づく判断ミスの発生に対応して，事故防止に役立てた。

彼は，麻酔科医の勤務時間を1日8時間，年間50週の労働と計算して，この枠内での1日4時間の麻酔従事時間を提唱している。そして，American Society of Anesthesiologists（ASA）が，この基準をガイドラインに採用すべく，討論中と発言した。

結　論

病院麻酔科医の仕事量を，拘束勤務時間と麻酔従事時間に区別する労働契約を決めるべきである。この際，研修，病気，事故，冠婚葬祭に対応する条件を勘案することが必要ではないだろうか。必要数の麻酔科医師を確保して，手術室設備を有効に活用する。条件として，麻酔科医師の疲労に基づく判断ミス・診療内容の質の低下を防ぎ，安全な麻酔科診療を提供することを記した。ASAが討論する麻酔科医師の仕事量の論理を，われわれも採用するように主張する。

参考文献

1) Ramsay MAE : Fatigue and its Effect on Physician Well-Being, Professional Diversity: Physician Well-Being, Round-Table Discussion. American Society of Anesthesiologists Annual Meeting Program, 1999, p265
2) Scuderi R : Economics of Operating Room Utilization in 50th Annual Refresher Course Lecture, 1999, No. 252

●Ramseyが提供する麻酔科医疲労の文献を転記・紹介する。

3) Miller DP, Swain AD : Human error and human reliability,. Handbook of Human Factors. Edited by Salvendy G. New York, John Wiley and Sones, 1986, p219
4) Parker JBR : The effects of fatigue on physician performance : An underestimated cause of physician impairment and increased patient risk. Can J Anaesth 34 : 489, 1987
5) Dodge R : Circadian rhythms and fatigue : A discrimination of their effects on performance. Aviation, Space and Environmental Medicine 53 : 1131, 1982
6) Rosekind MR, Gander PH, Miller DL, et al : Fatigue in operational settings : Examples from the aviation environment. Human Factors 36 : 327, 1994
7) Weinger MG, Englund CE : Ergonomic and human factors affecting anesthesia vigilance and monitoring performance in the operating room environment. Anesthesiology 73 : 995, 1990
8) Higgins EA, Mertens HW, McKenzie JM, et al : The effects of physical fatigue and altitude on physiological, biochemical and performance responses. U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration, Office of Aviation Medicine, Report No, FAA-AM-82-10, pp 1-22, 1982
9) Thackray RI, Touchstone RM : The effect of visual taskload on Critical Flicker Frequency（CFF）change during performance of a complex monitoring task. U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration, Office of Aviation Medicine, Report No. FAA-AM-85-13, pp 1-18, 1985
10) Poulson E : A new look at the effects of noise : A rejoicer. Psychol Bull 85 : 1068, 1978
11) Hartley LR, Williams T : Steady state noise and music and vigilance. Ergonomics 20 : 277, 1977
12) Ramsey JD, Burford CL, Beshir MY, et al : Effects of workplace thermal conditions on safe work behavior. J Safety Res 14 : 105, 1983
13) Cooper JB : Do short breaks increase or decrease anesthetic risk? J Clin Anesth 1 : 228, 1989
14) Asch DA, Parker RM : The Libby Zion case : One step forward or two steps backward? New Engl J Med 318 771, 1988
15) Paget NS, Lambert TF, Sridhar K : Factors affecting an anaesthetist's work: some findings on vigilance and performance. Anaesth Intens Care 9 : 359, 1981
16) Asher RAJ : The danger of going to bed. Br Med J 2 : 967, 1947

ABSTRACT

Workload of an Anesthetist to Make an Efficient OR Management

Ken ASAYAMA*

The author introduce Ramsey's presentation, which he present at 1999 ASA Meeting in Dallas during his participant of Professional Diversity as a chairperson. Author is for that his dairy 4 hours anesthesia workload proposal with 8 hours working time have to introduce Japan Anesthesia working to avoid fatigue, which will induces fatal adverse effects.

Key words : physician's fatigue, anesthesia workload, dairy 4 hours anesthesia, operating room utilization, hospital cost performance

ASA firm, Tokyo 174-0064

手術室の電子カルテとしての電子化麻酔記録

山口光幸*　　中田　純*

はじめに

これまで診療録などの電子媒体による保存の可否については明らかにされてなかったが，1999年4月22日，厚生省から「診療録等の電子媒体による保存について」の通知が出され，保存義務のある情報の真正性，見読性，保存性の3条件を満たす場合は電子媒体による保存が認められるようになった[1)]。当院では院内LAN上で手術麻酔申し込みを行うようになったのに合わせ電子化麻酔記録を開発し，1999年5月より運用を開始した。各手術室には生体情報モニタリングシステム（M1166A, Hewlett Packard）とRS-232Cで接続されたDOS-Vノートパソコンがある。手術室内LANは100BASE-TのLANにより構成され，Microsoft SQL Serverを用いた手術室ホストコンピュータ，麻酔記録用紙印刷用のネットワークプリンタがあり，スイッチングハブにより院内LANと接続されている。手書きの麻酔記録の簡便さと迅速さに劣らぬように，以下の点に重点を置き開発した。

①手術申し込みが院内LANを介した電子情報として作成されるため，それらの情報は術前患者情報として手術室内のホストコンピュータのSQL Serverに取り込まれる。手術開始前にLAN（ethernet）接続された各手術室PC端末の電子化麻酔記録を起動し，本日の手術一覧より担当症例を選択することにより患者属性の入力を不要とした（図1）。

②麻酔開始終了，手術開始終了，挿管抜管，硬膜外麻酔，脊椎麻酔といった使用頻度の高いイベントは画面上のそれぞれのイベントボタンを押すことによって入力可能とした（図2）。

③事後入力が行われることが多いことを考慮し，そのイベントが行われた画面の時間軸に対応した部分をマウスクリックすることにより，その時刻でのイベントとして入力できるようにした。

④薬品リスト，イベントリストのメインテナンステーブルを用意し，ユーザーが自由に新たな薬品や必要なイベントの登録を行えるようにし，またユーザーの好みに応じてカスタマイズ可能とした。

⑤毎回同じ数量を使用する薬品は数量入力を省けるように，薬品の使用量のデフォルト数量を登録できるようにした。

⑥挿管，硬膜外麻酔，脊椎麻酔，持続硬膜外麻酔の詳細情報の入力を迅速にできるようなリストを作成し，リスト選択で行うようにした（図3）。

⑦手術麻酔時間，使用薬剤総量，輸液輸血総量，インアウトバランスの自動計算。吸入麻酔薬は投与濃度，総流量，投与時間，吸入麻酔薬の定数から算出される。吸入麻酔薬の定数は各施設で設定可能である。

考　察

各手術室で作成された記録は術中患者情報とし

*富士宮市立病院麻酔科

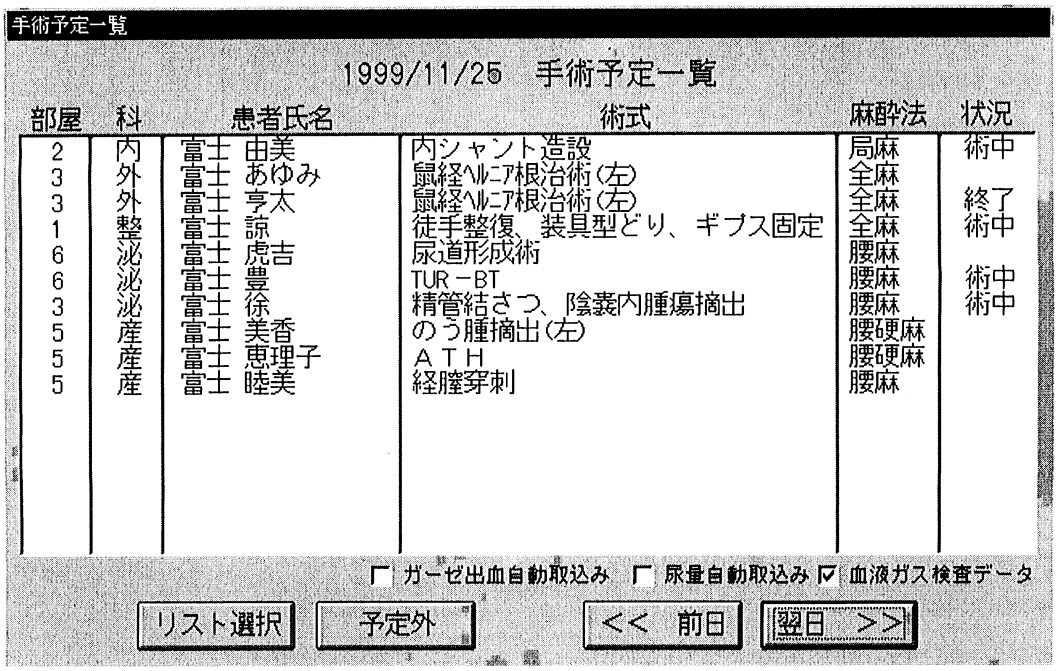

手術予定一覧
1999/11/25　手術予定一覧
部屋 科 患者氏名 術式 麻酔法 状況
2 内 富士 由美 内シャント造設 局麻 術中
3 外 富士 あゆみ 鼠経ヘルニア根治術(左) 全麻
3 外 富士 亨太 鼠経ヘルニア根治術(左) 全麻 終了
1 整 泌 富士 諒 徒手整復、装具型どり、ギブス固定 全麻 術中
6 泌 富士 虎吉 尿道形成術 腰麻
6 泌 富士 豊 TUR－BT 腰麻 術中
3 泌 富士 徐 精管結さつ、陰嚢内腫瘍摘出 腰麻 術中
5 産 富士 美香 のう腫摘出(左) 腰硬麻
5 産 富士 恵理子 ＡＴＨ 腰硬麻
5 産 富士 睦美 経膣穿刺 腰麻
ガーゼ出血自動取込み
尿量自動取込み
血液ガス検査データ
リスト選択
予定外
<< 前日
翌日 >>

図1

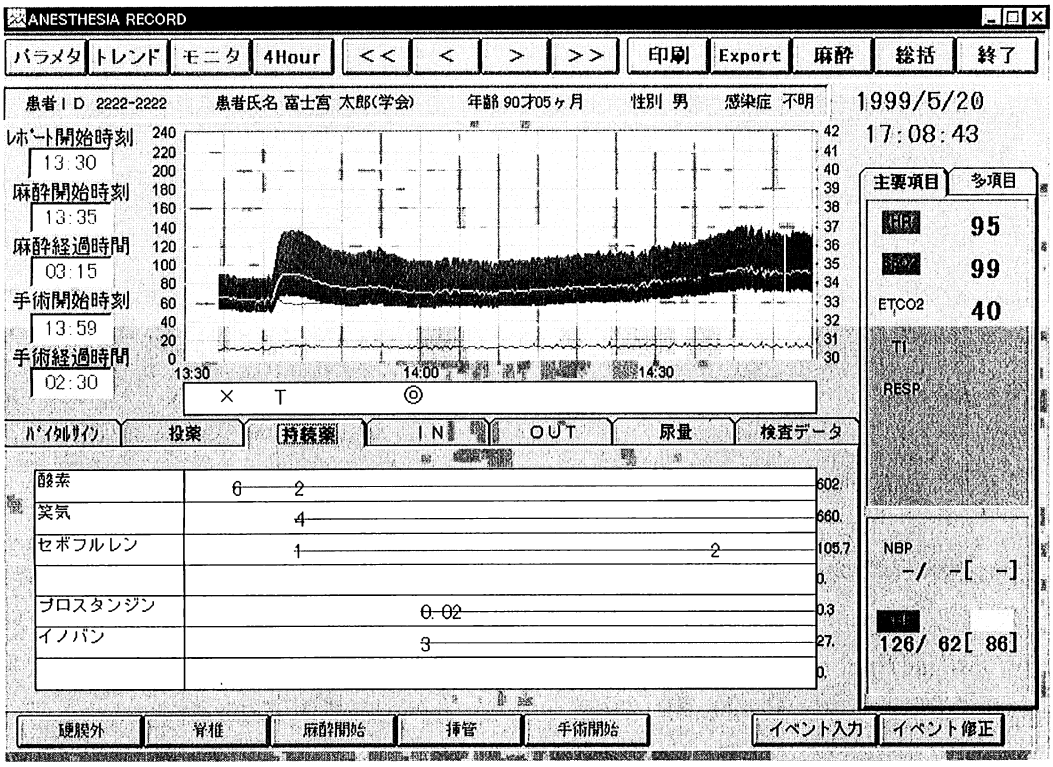

ANESTHESIA RECORD
パラメタ トレンド モニタ 4Hour << < > >> 印刷 Export 麻酔 総括 終了
患者ＩＤ 2222-2222 患者氏名 富士宮 太郎(学会) 年齢 90才05ヶ月 性別 男 感染症 不明
1999/5/20
17:08:43
レポート開始時刻 13:30
麻酔開始時刻 13:35
麻酔経過時間 03:15
手術開始時刻 13:59
手術経過時間 02:30
主要項目 多項目
HR 95
SpO2 99
ETCO2 40
TI
RESP
NBP -/ -[-]
126/ 62[86]
バイタルサイン 投薬 持続薬 ＩＮ OUT 尿量 検査データ
酸素 6 2
笑気 4
セボフルレン 1 2
プロスタンジン 0.02
イノバン 3
硬膜外 脊椎 麻酔開始 挿管 手術開始
イベント入力 イベント修正

図2

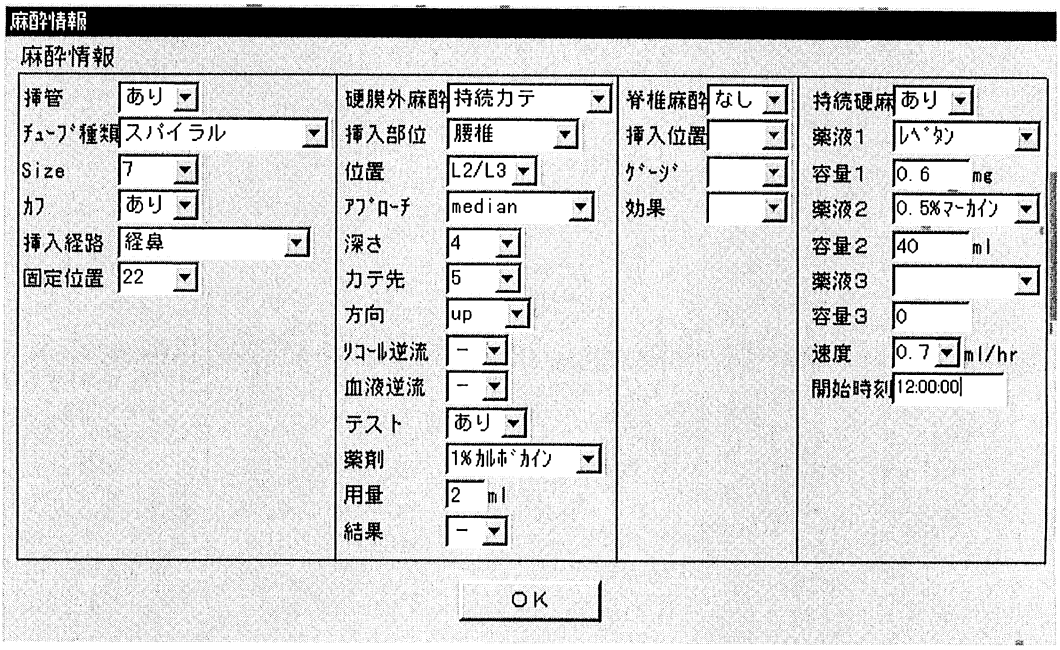


図3

て手術室ホストコンピュータで一括保存および管理される。手術室ホストコンピュータで作業するためには，パスワードが必要であるため，後からの追記，書き換え，消去は権限のあるユーザーしか許されない。また更新履歴が保存されるかたちで運用している。一般病棟からの閲覧は容易に可能である構造が望ましく，しかし書き込みはプロテクトされるべきである。また，今後普及が予想される院内電子カルテとの結合も考慮すべきである。

結　語

麻酔の臨床においてコンピュータを用いた電子化麻酔記録を使用することにより，術中情報の電子保存および活用が可能になり，ひいては麻酔管理の質向上にも役立つと考えられた。

参考文献

1）松本義幸：「診療録等の電子媒体による保存について」の通知に寄せて．保険医療福祉情報システム工業会会誌 22：4，1999

ABSTRACT

An Automated Electronic Anesthesia Record as an Electronic Medical Record in the Ooperation Room

Yamaguchi MITSUYUKI* and Nakata JUN*

An automated electronic anesthesia record is designed to make data input easy and fast.

1. No necessity to input preoperative patient's data by keyboard.

2. Event button available on the top of the display.

3. Easy past data input.

4. Customizable drug and event tables.

5. Fast drug input using default amount of drug administration.

6. The data input of tracheal intubation, epidural anesthesia, spinal anesthesia and continuous epidural anesthesia from the list.

7. Auto calculation of administered drugs and fluid.

The use of an automated electronic anesthesia record by the computer has made it possible to store intraoperative information electronically and improves quality of patient care.

Key words : automated electronic anesthesia record, LAN

Fujinomiya City General Hospital, Fujinomiya 418-0076

電子カルテの時代の麻酔・集中治療記録

大久保　信*

はじめに

病院全体の電子カルテが話題となっている最近の状況を踏まえ，その一部門システムとしての電子麻酔記録およびICU・CCUなどにおける電子集中治療記録について検討する。

どちらのシステムにおいても扱うデータの流れを考えると，単純な閉じたシステム構築はありえず，病院全体を視野に入れてその一部門システムとして理解することが重要である。

病院内にはすでに数多くのコンピュータシステムが導入されており，麻酔記録システムも集中治療記録システムも他部署のコンピュータシステムとのリンクが必須であり，それを実現しなければ各部署のスタッフにとって便利なシステムとはなりえない。異なる会社のシステム間リンクは今まで非常に高額な費用をかけて実現されてきた（あるいはその高額さゆえに断念されてきた）が，電子カルテ時代を迎えて，その必要性は激増しており，低コストでのシステム間リンクのニーズは強い。この低コスト化を実現するには，各病院や各ベンダーの個別事情を超えて，「システムの標準化」を行うことが効果的であり，この標準化の一つの例としてHL7と呼ばれる異なるシステム間のデータ交換の手順を採用していくことが急務である。

このようなコンピュータ間のデータ統合の前段階として，各社の医療機器のデータの統合も重要な問題であり，この点については標準的なインタフェースとして提唱されながらいまだに普及していないMIBの失敗例も含めて，弊社の考えるRS232Cを利用した実際的なデータ統合の方法を紹介する。

また，このようにさまざまな方法で収集された電子的データもただ保存されているというだけでは宝の持ち腐れであり，いかにして有効活用ができるのか，活用されるためにはどういう条件が必要なのか，この点についてもいくつかの提言を行いたい。

1．部門システムとしての麻酔記録システム・集中治療記録システム

麻酔記録は手術室における主要な文書であるが，手術という業務全体を考えると，麻酔記録作成の前に，手術申し込み，手術スケジューリング（麻酔医・看護婦割付），術前診察・術前指示などの作業があり，手術後には，麻酔台帳の作成，手術台帳の作成，術後回診，管理レポートの作成，コスト請求，薬剤・器材管理，統計的データ処理などの作業がある。それぞれの業務の中で扱われるデータは相互に関連しており，例えば手術申し込み時の患者氏名・年齢・術科・術式などのデータは手術スケジューリングにおいても麻酔記録においても使用され，数年後の統計データ処理の際にも重要なパラメータとなる。このような状況においては，できるだけ早い段階でデータが電子的にシステムに入力され，再利用されることが重要である。病院のスタッフが患者氏名や年齢などを

*アジレント・テクノロジー株式会社ヘルスケアソリューション本部ヘルスケアプロフェッショナルサービス部

繰り返し書き写したり，再入力したりする手間を省くためにも，業務の流れ全体を把握したうえでのシステム構築が必要であり，麻酔記録システムを単独のシステムとして構築するのではなく，手術全体を管理する統合的なシステムの一部として理解し，他のシステムとのデータ交換を前提とした設計が望ましい。

予算的な都合などで一度に全体的な手術部門システムの構築ができない場合にも，麻酔記録システムは将来的な他のシステムとの統合を考慮してデータベースやインターフェースの設計を行っておくべきである（図1）。

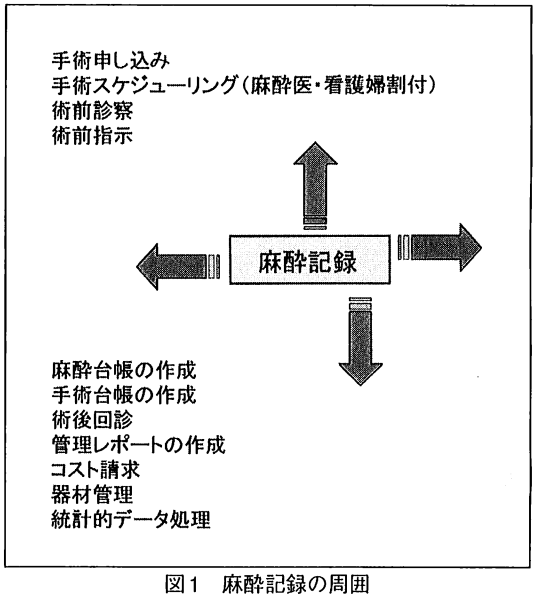


図1　麻酔記録の周囲

集中治療室においても，近年の状況は手術部門と同様であり，約200システム導入された弊社のケアビューと呼ばれるシステムの場合でも，単独のシステムとして病院で使用されるケースはまれであり，病院情報システム（HIS）とリンクしたり，中央検査部の検査データ管理システムとリンクされるケースが多い。また，患者が集中治療室から退室した後も，血圧や心拍数などのバイタルサインデータも含めて患者の詳細なデータを外部のデータベースにデータを出力し，将来の統計的なデータ処理に活用するというニーズも近年は珍しくはない。

このようなニーズの拡大，保存するデータ量の増大という状況はしばしばそのコンピュータシステムの肥大化を誘発するが，これは安易な解決方法であり，得策ではない。システムを肥大化すればするほど，そのシステムの柔軟性が損なわれ，システムの不具合部分の改善や機能の追加が困難になる。病院情報システム（HIS）がしばしば当たり前のユーザーニーズに対応できないのがよい例である。近年，電子カルテという言葉が安易に使用され，患者に関するすべてのデータを一つのシステムで管理しようとする動きもあるが，これはシステム設計上は避けるべき方向である。もし，患者の入退院処理，オーダリング機能，手術スケジューリング，麻酔記録作成，波形データ保存，手術台帳管理，薬剤/医療材料の在庫管理，保険点数計算，医事会計処理などをすべて行う単独のシステムが存在したとするなら，おそらくそのシステムは，障害発生の確率が高く，アップグレードしづらく，そのシステムのメンテナンスコスト（運用していくための維持費）も非常に高いものになるだろう。その結果としてエンドユーザーにとっては非常に融通の利かない不便なシステムということになる。このような事態をさけるためにも，これからのシステム構築はできる限りまとまりのある機能ごとに分割し，それぞれのシステムが相互に連携して動作できる形を模索すべきである。その意味で，手術部門における麻酔記録システムは手術部全体のシステムの中のいちモジュールとして設計され，手術部門システムは病院全体のシステムのいち部門システムとして設計されるべきである。

この際に，それぞれのシステムが異なるベンダー（開発会社）によって提供されることを想定するのは必須の前提であり，決してある特定の1社

がすべてのシステムを提供してくれることを期待してはならない。餅は餅屋であり，医事会計システムの構築に強い会社がバイタルサインデータの収集保存システムにも強いというケースはほとんどない。つまり，「電子カルテシステム」というものはある特定の会社が開発して提供するようなものではなく，非常に多くの会社の非常に多くの異なるコンピュータシステムが相互にデータをやり取りし，有機的に結合された状態として理解されるのが望ましいと思われる。

2．システム間データ転送の標準化

このような麻酔記録システム/集中治療記録システムと他部門のコンピュータシステムをリンクさせる場合において，現実的にはどのような問題が起きているだろうか？

まず，物理的にどのように結線するかという問題があるが，この点については構内モデムやRS232C，IBMのSNAなどによるリンクは減ってきており，イーサネット・TCP/IPによるリンクが業界標準として一般化してきているため，特に今後大きな問題となることはないだろう。むしろ現在最も問題と思われるのはそのようなネットワーク上に流すメッセージそのものである。例えば，現在，麻酔記録システムと病院情報システム（HIS）をリンクさせ，患者属性情報や検査データなどを取り込む際には，両方のシステムが同じメッセージの構造を持っていることはほとんどなく，毎回，両社のエンジニアがメッセージ交換の仕様を取り決めて，ソフトウェアの変更を行い，ゲートウェイを設置してデータの転送を実現している。両社ともイーサネットを使用し，TCP/IPのプロトコルでデータ転送をしていたとしても，決してデータ転送は簡単な作業ではなく，両社のエンジニアはメッセージ上で患者名をどのように表記するか，心拍数が75だった時にはどのように表現するか，検査時刻や検査データそのものはどういう順序でどのように並べて送信受信するかを取り決めねばならない。このようなやり方ではシステム間のリンクを実現しようとする度に，毎回相当な工数，コストが発生するので得策ではない。この問題を解決するには，各ベンダーが共通のメッセージ交換のインターフェースを持つことが必要である。近年，医療分野においてはアメリカを中心にHL7と呼ばれるメッセージ交換の規格が普及してきており，日本においてもこのHL7の普及が加速されている（図2）。

このHL7という規格においてはすべてのデータはメッセージの内容を特定する3文字のアルファベットの識別子とそれぞれのデータを区切るフィールド区切子，そしてデータそのもの（可変長）の三要素で表現される。通常フィールド区切子には「|」が用いられ，それぞれのデータ識別子ごとにデータの並べられる順番が定められているため，この「|」で区切るだけで必要なデータを並べて表現できるようになっている。HL7の規格の詳細な説明は省くが，このような規格を全ユーザー・全ベンダーが共通に使用していれば，毎回システム間リンクの度にエンジニア同士がデータ転送方法の打ち合わせをしたり，ソフトウェアの変更をする必要がなくなるため，工数が削減され，結果として納期の短縮・コストの削減が実現できる。各ユーザー/各ベンダーが自分独自のものを使いたくなることには理由がないわけではないが，医療業界全体の利益を考えれば，このHL7のような共通の規格をユーザーもベンダーも積極的にサポートすべきだと思われる。日本においても，日本HL7協会が設立され積極的に活動し始めており，今後の標準化作業にも弾みがつくことが期待される。

```
MSH|^~¥&|ICU||HIS||||QRY^A19|19991127125830|P|2.3|||||||
    ~JIS X0208-1990|||ISO 2022-1994<CR>
QRD|19991127125830|R|I|QPID132330|||1^RD|123456<CR>
<EOM>


MSH|^~¥&|HIS|||ICU||||ADR|19991127125830|P|2.3|||||||
    ~JIS X0208-1990|||ISO 2022-1994<CR>
MSA|AA<CR>
QRD|19991127125830|R|I|QPID132330|||1^RD|123456<CR>
PID|||123456||山田^太郎^^^^L^I~ヤマダ^タロウ^^^^L^P~YAMADA^TARO^^^^L^A||
    19540316|M|||八王子市緑町１－２－３||0333358380|0333351234|<CR>
<EOM>
```

図2　HL7のメッセージ例

3．医療機器データ統合の方法

コンピュータシステム間のリンクは前述のようにイーサネット・TCP/IP・HL7などによりある程度効率よく実現が可能だが，電子カルテ時代というものを意識した時には，それ以前に麻酔医によるデータ入力工数の低減のために，医用電子機器データのオンラインデータ収集がより差し迫ったニーズである。患者の周辺で使用される医用電子機器は増大しており，その機器の増加に伴ってデータ自体も増加している。これらの増大しているデータを電子カルテのために麻酔医が手でコンピュータに入力することは誰が考えても現実的ではない。幸いなことに最近の医療機器にはデータ出力機能があるものが多く，これをうまく利用すれば麻酔医の手を介さないオンラインデータ収集が実現できる。ただし，その方法については充分に考慮する必要があり，不適切な方法を採用するとかえってそのセッティングやトラブル時の対応でスタッフの負担を増大させることもある。コンピュータに非常に詳しい一部の医師だけが使えるシステムという位置付けではなく，誰でも簡単に使えるシステムとして医療機器データのオンライン収集を考える必要がある。リサーチ目的の限られた運用ではなく，全スタッフが日常的に当たり前に使用することを想定した場合には，なんといっても使い勝手のよい，工数のかからないデータ収集方法であることが重要である。

従来行われてきた一般的な方法は各医療機器に付属しているRS232Cのデータ出力ポートを利用し，RS232Cケーブルで接続してパソコン（PC）にデータを取りこむ方法である。いったんPC上にデータを取りこんでしまえば，後はネットワーク上で自由にデータを使用することができる。ただし，従来行われてきたこのような方法では，麻酔医は多少RS232Cに関する知識をもっていなければならず，また各機器ごとに同じRS232Cとは言っても同期方式やデータ転送速度，そしてメッセージの構文の違いがあるため，新しい機器が増えるとその都度作業を必要とし使用者にとってあまり便利なものではなかった。前述のように各社ばらばらの方式のままではデータ転送を実現するには工数がかかることになるので，この問題を解決するためには標準化作業が必須である。この医

療機器のデータ統合を実現させるための標準化プロジェクトとして提唱されたのがMIBという規格であり，この規格はアメリカのIEEE（Institute of Electrical and Electronics Engineers：アメリカ電気電子学会）により，1994年に承認されている。この規格においては，接続ケーブルは6芯シールドで12Vの電源ラインも含んだものであり，データ転送速度は1Mまでの3種類が用意され，単にデータを収集するだけでなく，逆に医療機器をコントロールすることも可能で，さらに接続機器の自動認識機能という便利な機能もサポートされていた。しかしながら，この理想に燃えた規格は10年以上過ぎた現在もほとんど普及していない。普及していないがゆえに，このMIBのインターフェースを医療機器に付加しようという各開発会社のモチベーションもほとんどないのが現状である。コンピュータ業界においては非常に多くの標準化作業が早いスピードで進んでいるが，この標準化作業も一歩間違うと単なる規格作りに終わってしまい，実用上は何の意味もない作業になることがある。医療業界におけるMIBが優れた規格でありながら普及しなかったことには多くの原因があるが，その一つはあまりにもこの規格が理論的に作られ過ぎて経済性を無視したことが挙げられる。MIBという規格は実装する視点からみるとあまりにも複雑でコストのかかる規格であり，経済的にはまったくRS232Cには及ばなかったため普及しなかった。このような事実は今後，ユーザー（学会など）や開発ベンダーが標準化作業を行おうとする時の良い教訓とすべきと思われる。

一方，RS232Cについて言えば，これはもともと医療機器用のインターフェースではなかったが，当初は考えられなかったほど普及が進んでいる。現在は比較的安価な医療機器にもこのインターフェースがはじめからついているものが多い。弊社では，医療機器データを自動的に収集するために，Vuelinkと呼ばれる他社の機器を接続するモジュールを提供している。これは，従来のようにPCをベッドサイドに持ち込みそのPCへデータを集約するのではなく，さまざまな医療機器のデータをベッドサイドモニターに統合してしまおうというアイデアである。麻酔医が接続機器ごとにPC上でインターフェースのプログラムを書くかわりに，弊社がそのプログラムを組み込んだベッドサイドモニター用のモジュールを開発し提供するという方法である。この方法を実現するため，弊社では主要な医療機器メーカーに絶えずコンタクトをとり，新しい医療機器が他社から発表される度に，その機器用のモジュールを開発するという地道な作業を継続して行っている。弊社のベッドサイドモニターを使用しているユーザーはこのモジュールを利用することにより，数多くの他メーカーの医療機器データをベッドサイドモニターに集約し活用することができる。RS232Cに関する知識もPC上のプログラミングも不要なので，コンピュータに不慣れなスタッフも安心して利用することができる（図3）。

また，弊社ではこのベッドサイドモニターにデータを集約する方式とは別に，複数のRS232Cデータを統合しイーサネット上にTCP/IPでデータを提供するデバイスリンクというソリューションも提供している。この方法においてはいったんベッドサイドモニターにデータが集約されることなく，デバイスリンクコンセントレータに統合された医療機器データがそのままネットワーク上にHL7のメッセージとして流されるので，最終的にデータを保存するサーバからみるとよりシンプルなデータ転送方法である。弊社のベッドサイドモニターを使用していないユーザーも利用できるソリューションである。さらにこのデバイスリンクという方式によるデータ統合の場合には各接続機器を自動認識するためのIDモジュールが使用で

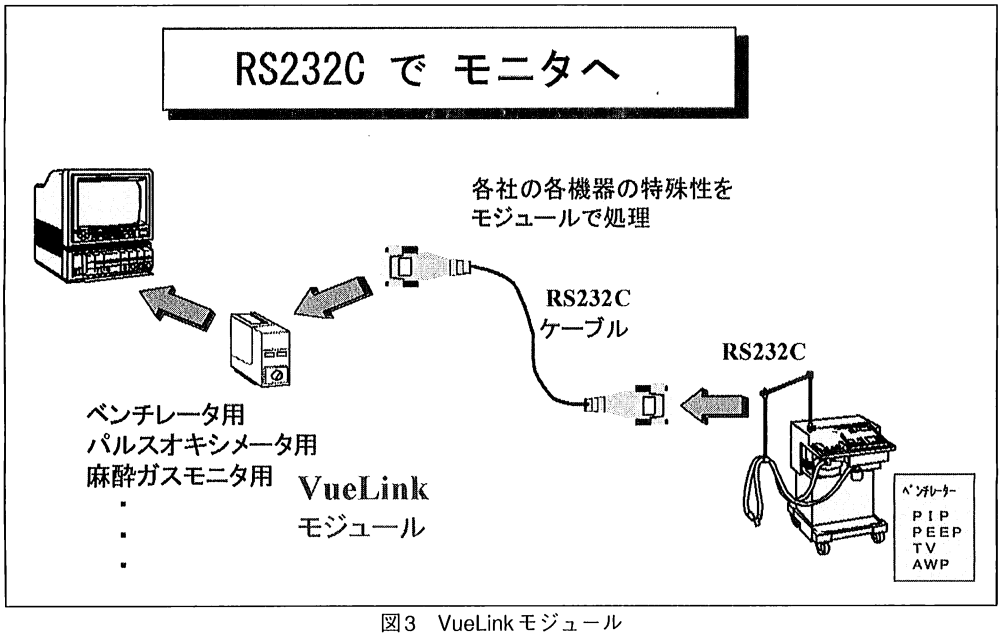


図3　VueLinkモジュール

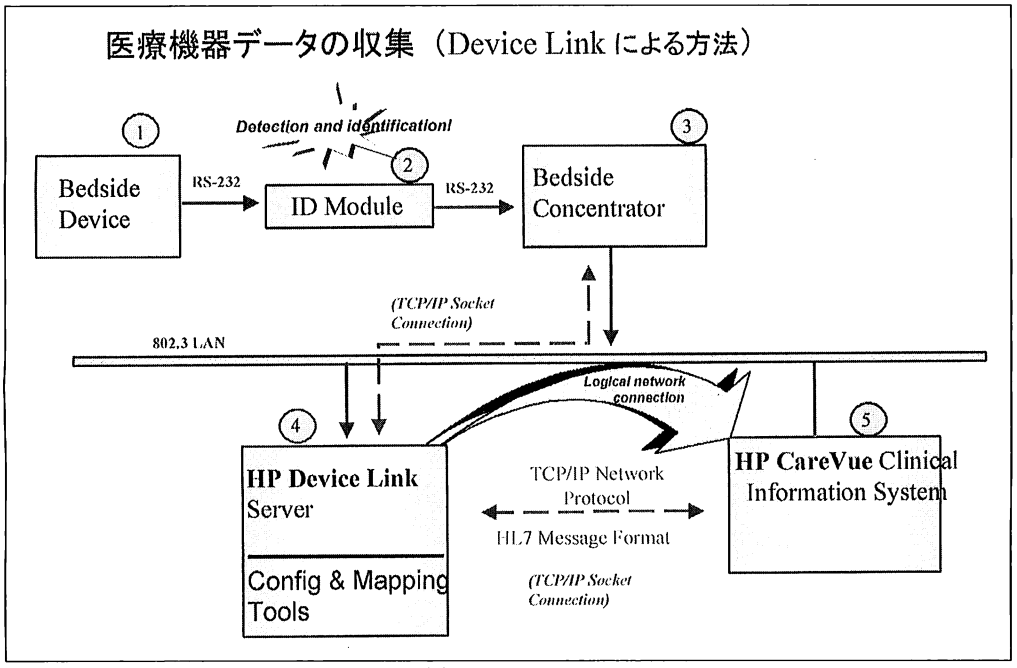


図4　Device Link

きるので，人工呼吸器などの接続機器はその日ごとの必要に応じて自由に持ち運び，必要な患者のベッドで使用することができる。機器を移動した場合にも設定の変更は一切不要で，ケーブルを差し込むだけで，データ収集が行われるので非常に便利である（図4）。

このような弊社の例に限らず，電子カルテを実現するためにはまず医療機器レベルでのデータ収集を自動的に行うことが必要であり，その導入においてもそれぞれの方法の長所と短所を正確に理

例1.
検索条件：手術を行った
期間1997/8/1～12/31
F.F.P.を1以上使った
件数　：96（期間1997/8/1～12/31に手術を行った症例は、1,488例）
時間　：7s

例2.
抽出項目：手術日
患者ID番号
患者名
診療科
出血量
手術時間
麻酔時間
件数　：96（例1. で検索した結果）
時間　：6s

図5　検索処理の例

解して，目的に応じた最適な方法を選択することが重要である。

4．電子的データの活用

統合的なデータ管理が電子的に実現されると，それらの電子的に保存されたデータを利用し，従来では困難であった検索処理・統計処理も可能になる。例えば，手術中の心拍数や動脈圧などのバイタルサインデータと使用薬剤の相関をみるような統計処理も容易に可能となり，リサーチ的な目的にも大きく貢献する。

しかしこのような便利なデータ処理が実現されるためにはいくつかの工夫が必要である。ちなみに，従来の病院情報システムにおいてはしばしばデータベースをエンドユーザーが直接活用することは許されず，統計・検索処理も導入当初に定められた一定のものが利用できるだけで，エンドユーザーは不便な思いをすることが多かった。これはセキュリティ上の問題によることもあるが，その理由よりも，保存されたデータを「データウェアハウス」として活用するという視点がなかったことが大きな原因と思われる。収集・保存されたデータはあくまでもその後活用されてはじめて意味を持つのであり，その活用のされ方も導入当初には見えていないことが多いので，後で柔軟に変更が可能であることが必要である。

また，近年，コンピュータハードウェアの性能が格段に進歩したことにより，数年前には相当な時間を必要とした複雑な検索処理も最近は実用的な速度で実行可能になってきている。ちなみに弊社のシステムにおいて，「5カ月間の間にF.F.P.を1以上使った手術」という条件で検索処理を行ってもわずか7秒で結果が出る（5カ月間の手術数は1,488例）。

その該当する96例の手術について，その手術日，患者ID，患者名，診療科，出血量，手術時間，麻酔時間のデータを抽出することもわずか6秒しかかからない。このような検索処理に要する時間は対象となるデータベースの大きさや検索条件などによって大きく左右されるが，一昔前では不可能と思われていた検索処理が年ごとに実用的なレベルで可能になってきている（図5）。

もちろん，この検索条件はユーザーが自由に定義できることが必要で，開発ベンダーがあらかじ

め用意したいくつかの検索パターンだけで使用するのは不便である。ユーザーがどのような検索を必要とするかは年を追うごとに変化するのが通例であり，その都度開発ベンダーが検索のソフトを改変するのではなく，検索条件はユーザーが自由に定義できるようにしておくことが望ましい。もちろん，この際に，データそのものが改変されてはならないし，誰がどのレベルのデータまで参照してよいのか，というセキュリティの配慮も必要となる。セキュリティについては技術的にはさまざまな方法が可能だが，一般的にそのレベルを高くすればするほどユーザーにとっては不便なものになるので，これは開発ベンダーがシステムの仕様として決めるのではなく，ユーザーが施設ごとの実情に応じて合理的なレベル（高過ぎないそして低過ぎないレベル）を選択すべきである。万が一の不測の事態に備えてデータのバックアップをとるということについても，定期的にテープにコピーを取る方法から，複数のディスクに並行してデータを書き込む方法やサーバをデュアルにする方法などさまざまな方法があり，それぞれコストも異なるので，ユーザーが妥当なレベルを選択することが重要である。

電子化されたデータについては紙の文書上のデータとは異なり，非常に大きな活用のチャンスがあるが，それに伴って，バックアップ，セキュリティ，患者のプライバシー保護と言った新たな考慮すべき問題が発生する。しかしながら，この点を充分に考慮したうえで，データを自由に処理できるようにデータベースを構築しておけば，問題を回避しながら，非常に有益なデータを簡単に得られるようになるので，今後はユーザーとベンダーが協力しあって新しい電子カルテ時代におけるシステム構築を模索していくべきと考える。

おわりに

最近は厚生省もこのような医療情報の電子化，あるいはその電子保存について積極的な提言を行っているが，特に昨年の4月22日に発表された厚生省通達においては，診療録などの電子媒体による保存について大幅な規制緩和と思われるガイドラインを提示している。これは真正性，見読性，保存性が保証されていれば診療録などを電子保存しても良い（紙の文書による保存をしなくても良い）という判断である。この電子保存を実行した施設は当然その電子保存した媒体の管理や電子保存に関する運用について自己責任を追わねばならないが，未経験だからという理由で躊躇するのではなく，勇気を持って積極的に電子保存にチャレンジする施設が数多く出て来ることを期待したい。

参考文献

1) 岡村　篤，村山英男，佐藤直樹ほか：手術部患者情報管理システムの開発．医器学 68：275，1998
2) 厚生省通達（診療録等の電子媒体による保存について）．http://www.mhw.go.jp/houdou/1104/h0423-1_10.html

病棟用電子カルテシステムにむけて

荻野芳弘*

日本光電製クリニカルネットワークシステム（CANシステム）は，データの保存を行うDBサーバ部，モニタ機器などからのデータのオンライン収集，他システムとのインターフェースなどを受け持つCANサーバ部，ユーザーの実際の操作を受け持つUI部の3層から構成される。DBサーバとCANサーバはUNIXベースのPCワークステーション，UI部はコーディングにJavaを採用したために，いわゆるマルチベンダー，マルチプラットフォーム，マルチOS環境を実現している。

サーバへのデータ書き込みは，パスワードによって保護されたアクセス権を持つユーザーのみに実行でき，さらにデータ入力，編集，削除などの操作履歴を保持することでその信頼性を確保した。

アプリケーションは手術室，ICUなどをターゲットとしてオンラインデータ（数値および波形）を自動収集しながら，麻酔記録，熱型表の自動作成支援を行うものから，一般病棟において看護業務を支援するものまでのラインナップをそろえている。これら病棟間において患者の移動が発生してもサーバ間での自動連係機能（バーチャル・データベース）により，ユーザーはその患者のデータがどこにあるのかを意識することなくアクセスすることができる。また，サーバ，UI間の通信にはHTTPを使用しているため院内の他の患者データシステム（画像，検査など）と連携する場合，実際にデータの存在するURLの提供があればUI端末上から容易にブラウズすることができる。また，オーダーエントリーシステムなどとの接続もMML，HL7などの標準プロトコルを利用して予定情報，実施情報の交換が可能である。

このように，CANシステムはあたかもWebブラウザのように振る舞い，患者の移動やデータのあり場所をユーザーに意識させることなく，必要な情報を提供することが可能である。このような動きが病棟用の電子カルテシステムへの一歩となると考えらる。

本システムは平成10年3月より発売を開始しており，現在までに50施設，250病棟以上の納入実績を持つ。このうち手術部システムは5施設，ICUシステムは10施設となっている。ベッドサイドモニターのデータ取り込みは，弊社製のモニターのみに限らず，Hewlett Packard，デーテックス，マルケット，日本コーリン，NECメディカルシステムズの各社との接続実績を持ち，また麻酔器，人工呼吸器，検査機器などの接続は90機種以上となっている。オーダーエントリーシステムとの接続では，富士通，NEC，IBMとの接続経験がある。

*日本光電メディネット

●ランチョンセミナー

メカトロニクスで動かす麻酔集中治療用TIPS

豊岡秀訓*

筆者はこれまで，麻酔集中治療領域の研究または診療の中で便利に用いることができるいくつかのアイデアや装置の開発を試みてきた。これらの多くは日常の必要性に基づいて作成されたものであり，メカトロニクスやマイクロコンピュータ，パソコンを使い，実験動物や患者，機械からデータを取得し，またそれをもとに制御・記録を行うものである。古いものが多く，現状に即さないものもあるが，何かの参考になればと思いご披露したい。

1．Hardy疼痛計のfeed-back controlによる皮膚温制御

Hardy疼痛計は光源の白熱球ランプを3秒間onとし，皮膚に一定エネルギーの放射熱刺激を与える。この装置の問題点として，照射により得られる皮膚温上昇は室温，照射繰り返し数などにより不定となることが見られた。そこで皮膚照射野に小サーミスタをおき，温度制御による刺激法を試みた。

白熱球の出力は，設定温度と皮膚温度との差に比例する比例制御とし，フィードバックゲインは電子パーツチェーン店の“Radio Shack”で求めたオペアンプを外付け可変抵抗で調節し，ランプはパワートランジスタで駆動した。

適切なゲインを調節することにより，多少のリプルはあるが，ほぼコマンド値通りに制御されるtemperature-clampedの疼痛刺激装置として，以後のいくつかの研究に応用できた[1]。

*筑波大学臨床医学系麻酔科

2．低流量・閉鎖回路麻酔用回路内気化器

ハロセンの閉鎖回路麻酔の施行にあたって回路外気化器は不適当なので，回路内濃度計（Silicon rubberの伸縮を利用したDrager社製Narcotest）を指標に液体ハロセンの回路内用手注入を行っていたが，操作が煩雑なため自動化を試みた[2]。

Narcotestに電気的出力がないため内部にphoto-interrupterをとりつけ，ある濃度を超えると軸にとりつけた遮光版でLEDの光が遮断されるようにした。気化器はresponseを早くするように金魚のエアポンプでハロセン液面に空気を吹きつけるair-puff式とした。制御の無駄時間要素を小さくするため回路内にサーキュレータを入れた。簡単なon-off制御であるが定常偏差やリプルは小さく，コマンド変化に対する回路内濃度の追随性も良好であった。この装置は，後に現れた数多くのセンサーと組み合わされ，一体化された多用途回路内気化器[3]の原型となった。

3．Bennett MA-1によるsynchronized IMV

一時代を風靡した人工呼吸器Bennett MA-1は，IMVの概念の生まれる以前にできた人工呼吸器であったのでこれにsynchronized IMVの機能を持たせることを試みた[4]。

まず，胸郭の呼吸運動に従って伸縮するゴム管内電解質（硫酸亜鉛）液の電気抵抗変化の微分値からできるだけ吸気開始時に近くパルス信号をとりだす。別にノコギリ波（ランプ関数）をつくり，さきのパルスと合成する。この合成値があるDC

電位をこえたらばリレーをonにし，人工呼吸器のマニュアル吸気開始ボタンを短絡する。自発吸気の検出法としてマイカ弁の動きをphoto-interrupterで監視する方法も検討した。胸郭バンドを用いる場合，自発呼吸開始からトリガーまでかなりの時間遅れはあるが，まったく同調のなかったIMVに比べればだいぶfightingは少なくなった。

4．重症頭部外傷患者における頭蓋内圧（ICP）の自動コントロール[5]

重症頭部外傷患者のICP管理は脳ハーニエーションの予防に重要である。時定数の大きい治療法（バルビタール，ステロイド）は用手で行って十分であるが，実際に重要な頻回の過換気の調節と浸透圧利尿剤の投与は用手的に行うのは煩雑であり，自動化が有効と思われた。

このICP制御には2重の方法（換気，浸透圧利尿剤注入）によるフィードバック制御を採用した。ICPは8秒ごとに8ビットのA/D変換により測定。Bennett MA-1の換気回数はICPに比例し，あらかじめ設定した最高の過換気でも3分以上ICPが上限値を超えていれば浸透圧利尿剤（20％マニトール）が一定速度で入る。用いた制御部の中心はNECのTK-80でCPUは8bitの Intel 8080，Clock 2MHz，RAM 1KB，ROM 1KBという，現在のレベルからすればまったく非力なシステムであったが，無駄のないマシン語プログラムとMA-1制御用の[4]の専用ハードウェアの併用により，上記程度の制御には十分であった。

ICP制御の評価は，当時のミニコンを用いたモニタリングシステムによるICPのヒストグラムを利用した。本装置による自動制御時にはICPのspike状の上昇が有意に抑えられ，この効果は少なくとも2.5日は持続することが示された。しかし脳死に至る患者の率を減少させることは不可能であった。

5．動脈圧の自動制御

集中治療棟における脳出血急性期患者管理，くも膜下出血の再発作予防，脳死患者のとりあえずの血圧維持などにあたり，血管作動薬を用いた動脈圧の自動制御を試みた[6]。制御の中心にNECのPC-8001（CPUは8bit，4MHz，RAM 32KB，ROM 24KB）を用い，手足として4チャンネルアナログマルチプレクサー付きの8bit A/Dコンバータ，8bit D/Aコンバータ，8チャンネルDigital I/Oを付けた。当時の輸液ポンプには制御用interfaceが付いていなかったので外部からパルス駆動ができるように改造し，CPUの負担を軽減するためD/A変換器よりV/F変換器を介して駆動した。制御アルゴリズムにはPID法（比例・積分・微分法）を用いた。降圧方向への制御にはトリメタファン，Caチャネルブロッカーを用いて脳出血，くも膜下出血患者などに，昇圧方向への制御はノルアドレナリンやドーパミンを用いて脳死患者の血圧維持に使用した。血圧の安定性，設定と実測値の誤差ともほぼ満足できるものであった。

6．HFJVの制御

HFJV（高頻度ジェット換気）ベンチレータには複雑なハードウェアは必要なく，減圧弁により作動圧を調節し，電磁弁で気流をon/offすればいろいろな波形を使った実験ができた。その1つとして，周期的なI/E比の変化を伴うHFJVを試行した[7]。1～2HzのHFJVに，周期数秒のI/E比の周期的変化を重畳することでHFJVに通常のCMVを重畳したような換気が得られ，I/E比の変化のgainを調節することでCO_2の除去能のコントロールが可能であった。

HFJVにおいては肺胞換気量と酸素化能を独立に調節するという概念が曖昧であった。そこで，HFJVにおいて周期的に$P_{ET}CO_2$と平均気道内圧を

読み込み，前者を主にworking pressure，後者を主にPEEP弁の自動調節により$P_{ET}CO_2$と平均気道内圧を独立に望んだ値に自動調節できるシステムを作成した[8]。HFJVでは通常読めない$P_{ET}CO_2$は一時的にI/E比を増加させ，肺をinflationさせた後にpauseをさしはさむことにより読み込みが可能であった。電空コンバータ（電動減圧弁）と，電磁石を用いた自作のPEEP弁はいずれもPC-8001のD/A変換器からpower amplifierを介して駆動した。

7．ショック期熱傷患者に対する，晶質液自動輸液システム

受傷後24時間以内のショック期熱傷患者の管理は，非機能化される細胞外液の減少に対処するための晶質液の輸液が主体となる。いくつかの輸液公式があるが，同時に輸液量の適正さの指標として重視されているものに患者の時間尿量，中心静脈圧，動脈圧などがある。そこで，上記の3パラメータを常時読み込み，これらの情報により輸液公式による晶質液投与速度を適宜修正計算しつつ，これを輸液ポンプに連動させて輸液の自動制御を行い，上記パラメータを適正値に維持するシステムを作成した[9]。

乳酸リンゲルの標準輸液投与量としてはBaxer公式（4×体重kg×受傷面積% ml/24hr）を採用し，計算された24時間総量の1/2を最初の8時間に，残りの1/2をその後の16時間におのおの直線的に漸減投与するようにした。Feed-back loopによる上記標準投与速度のmodificationは3パラメータにつき独立して行われる。尿量計としてテルモ社製滴下式尿量モニター，のちにVitalmetrics社製超音波式尿量モニターを用いた。輸液は輸液ポンプを複数同時制御することにより0～1,600ml/hrの範囲で連続可変とした。初期の24時間を自動制御装置で管理した症例と従来通り用手で管理した症例を比較すると自動制御例では時間尿量の変動がより小であったがその他には差はなく，制御能は満足できるものであった。しかし，使用にあたっては通常要求される臨床的観察とケアは欠かせないものと思われた。

8．人工呼吸器の制御（自動weaning）

通常は用手的に用いられている市販の人工呼吸器を外部から自動制御し，人工呼吸管理の一部を自動化する試みで，主に人工呼吸器からの離脱課程に応用した。そのオリジナル版はBennett MA-1人工呼吸器，指尖パルスオキシメータ，終末呼気二酸化炭素濃度計，アナログ制御回路によるものであった[10]。その第2版はBennett MA-1，外付け電磁PEEP弁，血管内酸素分圧分圧センサー（三菱レイヨン M-HOS，PO-2080），終末呼気二酸化炭素濃度計，制御にNEC製PC-8001を用いるものであった。これはその後Servo-900CとPC-9801を用いるシステムに発展した[11]。Servo-900C本体はアナログ技術の結晶であり，パネルのダイアルで調節できるパラメータ（分時換気量，換気数，PEEP圧，IMV rate，プレッシャーサポート圧など）はすべて外部からDC電圧で制御可能であった。制御は，各患者ごとに適切と思われる時定数をもった漸減性のIMV回数およびPEEP値のprogrammed courseを実際の血液ガスパラメータによりmodifyしつつweaningを進行させようというものである。このアルゴリズムは与えられたF_IO_2と換気条件における（PaO_2，$PaCO_2$）空間から（△IMV，△PEEP）区間への写像を規定するもので，急性呼吸不全用として3種，慢性呼吸不全用として1種を用意した。しかしこの時代には，試みた血管内センサーにいずれも実用上問題があり，システムとしては試験的なものに終わった。

9．神経筋遮断薬の自動投与

手術中の筋弛緩の程度を望んだ値にコントロールする装置は，筋弛緩薬の薬理効果の解析に役立つほか，臨床的にも有用かもしれない。この装置は，刺激にTOF（Train-Of-Four）とPTT（Post-Tetanic Twitch）の2種類を使う（TOFは30秒ごと，PTTは2.5または5分ごと）もので，筋収縮の反応には小母指内転筋のEMGの積分値を使っている。CPUの負担を減らすため，アナログ式のEMG integrator，sample holderなどを使用し，電気刺激用パル作成，EMG積分スタート，EMG積分値読み込み，積分リセット，データへのノイズ混入の自動判断，薬剤投与速度計算，ポンプ速度制御などの部分をコンピュータ（PC-9801）で制御している。制御可能なパラメータとして，PTC（Post-Tetanic Count），PTT (i) /T_0 (i＝1～20)，TOF Count，TOF (i) /T_1 (i＝2～4) などがある。非常に深い神経-筋ブロック状態から，浅いブロック状態まで制御，モニターが可能なのが本装置の特徴で，異なるパラメータ間の関係を知るにも有用であり[12]，また，新たな電気刺激パターンの研究にも有用であった[13]。

10．犬の肺毛細管圧の自動測定

肺動脈血流を急速に遮断したときの圧推移から肺毛細管圧，動脈側抵抗，静脈側抵抗などが計算できる。われわれは犬左下葉のポンプによる灌流標本を用いてこの実験を行っていたが，いろいろな操作を次々に手で行うのは大変であったので，シーケンス制御によりこの測定課程を自動化した。測定のスタート信号により，まず動物の人工呼吸器と，左下葉の人工呼吸器を停止させ，両気道を大気に解放する。ついで左下葉の動脈側電磁弁を急速に閉じて血流を遮断するとともにローラーポンプを停止させ，遮断下流の肺動脈圧をA/D変換し，10秒間取り込む。ここで自動的に人工呼吸を再開し，ポンプによる左下葉の灌流も再開するとともに，A/D変換した圧減衰曲線にbi-exponential curve fittingを行い，肺毛細管圧，動脈側抵抗，静脈側抵抗などを自動計算するものである。人工呼吸器，ローラーポンプの停止や再開など，間違いやすい操作を確実に行うことができ，実験の効率上昇に有用であった[14]。

11．ブロアーを用いたpressure genarator

いかなる流速に対しても，コマンド通りの気道内圧を発生する理想的な圧源（pressure generator）は，特に自発呼吸を温存する最近の呼吸管理には重要と思われる。多くの人工呼吸器で使われているのはproportional solenoid valveであるが，例えば自発吸気開始時の回路内圧dipなどの問題点は依然存在し，換気仕事量の増大の原因となる。そこで，ブロアーによって高速に回っている気流をわずかな弁角度制御により遮れば，より高速で精密な気道内圧の制御ができるのではないかと考えた。回路は高出力ブロアーを備えた高速に循環する半閉鎖式で，呼気側に抵抗調節用の円盤弁を設け，弁の角度をステップモータ駆動で調節した。CPAP時の気道内圧変化はproportional solenoid valveを用いた従来の機種と同等であったが，呼気弁の調節に，さらにresponseのよいサーボモータなどを使えばよりよい制御が可能と思われた。

その後，より小型のブロアーを用い，非挿管患者の自発呼吸をマスクにより補助（NIPPV）することを目的としたレスピロニクス社のBiPAPが現れた。これは回路からのリークの存在を前提としたpressure generatorで，類似のアイデアながら，その性能よりも実用面で非常にうまくできていることにおどろいた。

12. Xe閉鎖麻酔回路

Xeは高価なので閉鎖回路で投与するのが理想的である。しかし，ガス麻酔薬の刻々変わるuptakeに対応させて回路内ガスの容積と組成の2者を同時にコントロールするためには回路内濃度計と容量センサーが必要であり麻酔器としてかなり煩雑な構成となる（例：Drager社，Physioflex)。そこで，酸素消費が常に存在するための吸入麻酔薬の患者側へのtrapping効果[15]を利用して，容量調節を不要とした閉鎖回路（functionally closed anesthesia system）を作成した。回路内ガスを常に均一に攪拌するためのブロアーが必要となるが，ガス組成モニターからの情報と，Xe流の制御用電磁弁，揮発性麻酔薬（液体）注入用シリンジ制御によりシンプルな閉鎖回路麻酔が可能となった。中動物，小動物の麻酔もこの装置で可能であり，高流量麻酔やinsufflationによるXeの浪費を防ぐことができた[16]。

おわりに

麻酔集中治療領域の研究または診療の中で用いることができたいくつかのアイデアや装置について述べた。これらの実現化には次の3点が大きな原動力となることを実感している。

①「知的刺激」を与えてくれる隣人を持つこと

②ともかく「使ってくれる」ネーベンを持つこと

③時に，「工作」してくれる協力者を持つこと

参考文献

1) Toyooka H, Kitahata LM, Dohi S, et al : Effects of morphine on the Rexed lamina VII spinal neuronal response to graded noxious radiant heat stimulation. Exper Neurol 62 : 146, 1978

2) 豊岡秀訓，滝沢和則，福永敦翁：吸気濃度フィードバック方式による回路内ハロセン気化装置—低流量および閉鎖循環式麻酔への応用—．麻酔 29 : 21, 1980

3) 豊岡秀訓，森田茂穂，山田芳嗣ほか：多目的回路内気化器—高流量，低流量および閉鎖循環式麻酔への応用—．麻酔 33 : 296, 1984

4) 豊岡秀訓，山村秀夫：Bennett MA-1によるsynchronized intermittent mandatory ventilation. 麻酔 29 : 716, 1980

5) 豊岡秀訓：重症頭部外傷患者における頭蓋内圧のフィードバック制御．麻酔 32 : 631, 1983

6) 豊岡秀訓，西山博実，堤　晴彦ほか：クローズドループによるICU患者の自動治療—いくつかの試み—．ICUとCCU 7 : 101, 1983

7) 樋口美恵子，豊岡秀訓，堤　晴彦：周期的I/E比変化を伴うHFJVの試み．I：CO_2排出能の制御．麻酔 32 : 1046, 1983

8) 豊岡秀訓：高頻度人工呼吸（HFV）の臨床応用．人工呼吸 2 : 41, 1985

9) 豊岡秀訓，堤　晴彦：熱傷患者の輸液管理とコンピュータの応用．Pharma Medica 1 : 658, 1983

10) 豊岡秀訓：重症患者治療におけるClosed-Loop Control, 麻酔・集中治療とコンピュータ1984. 尾山力ほか編．東京，克誠堂出版，1984, p9

11) 豊岡秀訓：コンピュータによる人工呼吸器の制御．呼吸と循環 38 : 849, 1990

12) Toyooka H, Noguchi Y, Ebata T, et al : A close relationship between post-tetanic twitch and train-of-four responses during neuromuscular blockade by vecuronium bromide. J Anesth 5 : 146, 1991

13) Saito Y, Nakazawa K, Tanaka H, et al : Double burst stimulation 2, 3 : A new stimulating pattern for residual neuromuscular block. Can J Anaesth 43 : 1001, 1996

14) Makita K, Tanaka N, Toyooka H, et al : Effects of aspirin on the longitudinal distribution of pulmonary vascular resistance in the dog lung. Jpn J Appl Physiol 25 : 39, 1995

15) Lockwood GG, Chakrabarti MK, Whitwam JG : A computer-controlled closed anaesthetic breathing system. Anaesthesia 48 : 690, 1993

16) Hoshi T, Fujii Y, Takahashi S, et al : Effect of xenon on diaphragmatic contractility in dogs. Can J Anaesth 47 : 819, 2000