

麻酔・集中治療と コンピュータ 1986

杏林大学教授 神山守人 編集
浜松医科大学教授 池田和之

克誠堂出版株式会社

執筆者（執筆順）

筑波大学電子情報工学系	油 田 信 一
東京大学医学部医用電子研究施設	藤 正 巖
東京大学医学部麻酔学教室	諏 訪 邦 夫

序 文

本書はこのシリーズの3冊目となった。このことはとりも直さず麻酔・集中治療コンピュータ研究会が結成されて以来3年を経過したことに他ならない。

コンピュータ応用は単純な反復作業の代用から発して、より複雑な事象の解析、さらに人工知能による意志決定、また作業の完全な自動化という面まで発展して来つつある。本書においても教育、診断、薬剤の自動投与などへの応用、知能サポートへの活用の可能性などが記載されている。

麻酔・集中治療の領域はコンピュータ応用には打って付けの分野であり、従って世界各地でこの分野におけるコンピュータ応用のシンポジウム、ワークショップなどが数多く開催される時勢となった。

コンピュータことにマイクロコンピュータ応用面での進歩は今後、とどまる所を知らないといった勢いであり、わが国においても各年次毎の進歩に区切をつけて広く知って頂くことの意義は大切である。本書にはそのような役割があろう。

例年のことであるが、本書の編集作業において払われた浜松医大佐藤一雄助教授の御苦勞を多としたい。

昭和61年8月29日

神 山 守 人
池 田 和 之

目 次

1. マイコンピュータによる自立型知能ロボット……	油田 信一	1
1. ロボット研究の流れ……		1
2. 自立型知能ロボット……		2
3. 山彦9号—自立型知能ロボットの1例……		6
4. むすび……		9
2. パーソナルコンピュータと医療における計 測・制御の現況……	藤正 徹	11
1. はじめに……		11
2. 医学研究と医療のためのオートメーションの 考え方……		11
3. 医療における計測, 制御のオートメーション に必要な機能……		13
4. おわりに……		21

シンポジウム

パソコンデータベースの使い途・長所・問題点 パソコンデータベースの現況と問題点（座長のま とめ）……	諏訪 邦夫	23
第3回麻酔・集中治療コンピュータ研究会記録 ……		31

Ⅱ. マイクロコンピュータによる自立型知能ロボット

1. ロボット研究の流れ

ロボットということばは、チェコスロバキアの戯曲作家カレル・チャペックが1920年に発表した戯曲にはじめて登場した。その後、人造人間＝ロボットをテーマとするSFが多くの作家により扱われた。1950年に、アシモフが発表した人間のために存在する機械としてのロボット三原則はとくに有名である¹⁾。

さて、SFのロボットとは別に、ロボットを現実化するという流れには、機構学的な面と、制御・知能の面の2つの歴史がある。

前者の例としては、日本のカラクリ人形などを例とする自動人形をあげることができる。一方、後者についての研究も1950年頃から科学者や技術者によって取り上げられてきた。その後30余年を経て、ロボットと呼ばれる機械

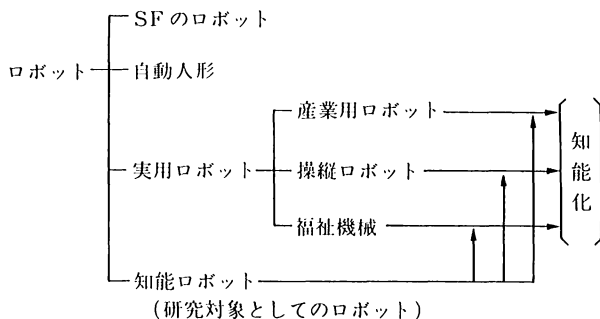


図1 ロボットの種類

は、産業用や家庭・福祉用など、工場内のみでなくいろいろと広く使われるようになってきた。しかし、もちろん、SFに現れるロボットのイメージと、すでに開発されたり工学的に研究の対象となっているロボットには、未だ大幅な隔たりがある。この隔たりは、未だというより、むしろ、本質的にといった方がよい性質のものである。工学の対象となっているロボットとは、人間（または動物）の機能のある部分を機械化したものである。一方、人間がもっている機能を数え上げるのはほとんど不可能で、さしあたり人間の機能の種類は限りなく多いと考えられる。（もちろん、人間がもっていない機能も限りなく多いが！）現在までに科学技術が対象としたのは、その中のいくつかの機能をもつ機械を実現することであった。つまり、ロボットとは「人間のもつ機能の一部を有する機械であるが、それがもち得る機能の量は、現在のところ、人間がもつ機能に比べ、未だ $1/\infty$ に近いともいえよう。

2. 自立型知能ロボット

知能ロボットのモデルは、感覚部（センサ）と手と足（効果器）をもち、センサからの情報を得てそれを処理した結果に従って判断し、自己の動きを決めてゆくというシステムである。産業用のロボットもこのように知能化することによって、環境に対してはるかに柔軟に動作ができるようになる。

ロボットにとって複雑な動作ができるようになればなるほど、どのような動作をすべきかという指示をロボットに与えることは難しくなる。したがって、知能ロボットを有効に働かせるためには、人間がロボットになすべき動作を指示し、場合によっては、ロボットがそれを人間に質問するという、マンマシン・インターフェースの機能が必要である。

したがって、一般に知能ロボットは、図2のように構成される。そして、それがさらに高度化すると、知能ロボットの一部分である手や足のロボットがその内部に何らかのセンサをもちそれに従って動作するというように、各部分がまた図2のような構造をもつ階層構造となると考えられる。

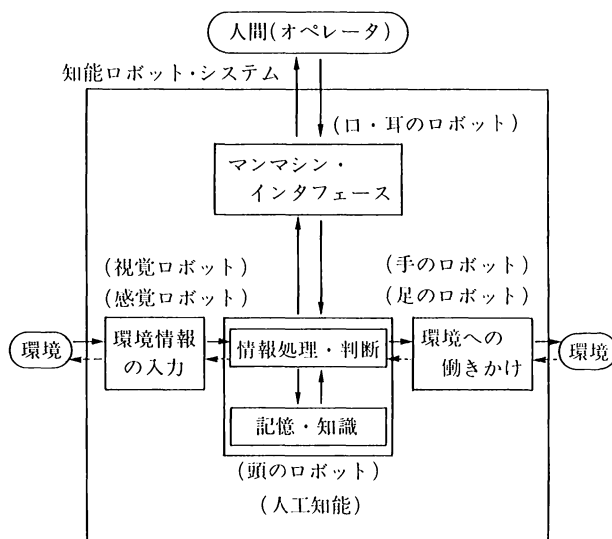
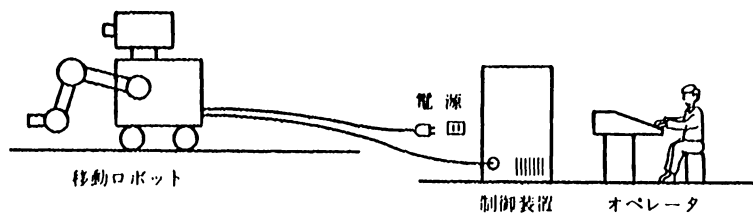


図2 知能ロボットの構造

知能ロボットの研究としては、1970年代前半にTVカメラを用いた視覚とマニピュレータ（手のロボット）を組み合わせたハンド・アイ・システムの研究などが行われた。しかし、この時代に考えられたロボットは、バックエンドに大型の計算機を接続し、ロボットの知能はこの上に実現するというものであった。

一方、1970年代後半になって、マイクロコンピュータの出現に伴い、知能ロボットを1つの独立した動ける物体として実現することを目的とした研究が始まった。ここでは、手や足の機能、目や感覚器の機能と頭（情報処理）の機能のほかに、電源などのロボットが働くために必要なすべての機能を自分自身の筐体内に貯蔵し、ある程度以上の時間、外部からの助けなしで独立して1つの目的のために行動することのできるロボットの実現を目指している（図3）。金山は、この種のロボットを自立ロボット（self-contained robot）と名づけ、さしあたり実現すべき自立ロボットがもつべき機能として、



(a) 非自立型ロボットの例

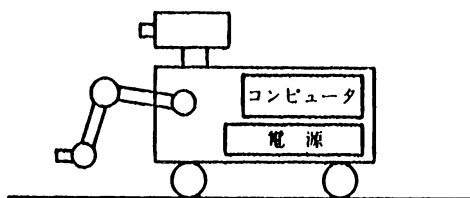


図3 自立ロボット概念

表1 自立ロボットの適用が期待される分野

目的（適用分野）	環 境
無人搬送車の知能化	工場内
自動車の知能化	一般道路，高速道路
道案内ロボット	} 建物内，オフィス
配達ロボット	
消防・爆発物処理	屋外
消毒・薬剤散布	火災現場など
農作業，林業用ロボット	屋内，屋外
原子力	農地，山林
軍事（偵察ロボット）	発電所，原子炉内
病人・老人の介助システム	屋外
	病院，家庭内

表 2 自立ロボットに必要な技術

-
- | |
|---------------------|
| (1) 多自由度移動メカニズム |
| • 車輪による移動 |
| • 脚による移動 |
| (2) センサと環境認識 |
| • 中距離レンジセンサ……超音波, 光 |
| • 視覚情報処理 |
| • 環境モデルの利用 |
| • センサ・視覚用言語 |
| (3) 位置・方位の測定 |
| • 地磁気, ジャイロ |
| • 電波航法, 衛星航法 |
| • 移動検出の高精度化 |
| (4) 誘導と走行制御 |
| • ガイドの利用, ランドマーク |
| • 自律誘導 |
| • 走行制御言語 |
| (5) 環境のモデル化と経路の決定 |
| • 地図の表現 |
| • 経路決定アルゴリズム |
| (6) 学習と環境モデルの作成 |
| • 学習アルゴリズム |
| (7) マン・マシン・インタフェース |
| • 動作の指示, ティーキング |
| • プログラミング |
| (8) 小形化, 軽量化, 省電力化 |
| (9) 動力源 |
| • バッテリ, 燃料電池, その他 |
| (10) システム全体の構築技術 |
| • システム設計法 |
| • 実装技術 |
-

移動能力, 自立性, および, 地理感覚の3要素を設定した²⁾。

自立ロボットは, 従来工学が対象としてきたロボットからSFの世界のロボットへ一歩近づくものとも考えられる。しかし, 実際の応用を考えると,

表3 自立ロボットの研究・開発例

(国内)
盲導犬ロボット (工業技術院・機技研)
看護ロボット (同上)
移動体の自動誘導 (阪府大・津村教授)
掃除ロボット (オートマックス, 東芝他)
視覚ロボット“晴信” (山梨大・森助教授)
山彦9号 (筑波大)
(海外)
Autonomous Land Vehicle (米, Martin Marietta社他)
警備ロボット (米, Denning社)
HILARE (仏, LASS)

ロボットが移動しつつ点検や作業をさせる場合などに電源や制御用の電線を引きずりながら動き回るというのでは自由度は著しく阻害される。したがって、将来、家庭やオフィス内あるいは火災現場などでロボットが働くためには、そのロボットを自立させることは当然の要求であろう。自立ロボットが役立つであろう適用分野を表1に示す。

ロボットの自立性とは、外部からのエネルギーや情報の供給をいっさい断つというものではない。むしろ、どれ位の時間、外からの助けなしで自主的な行動ができるかがポイントと考えられる。

自立ロボットの実現に必要な技術を表2に示す。これらはいずれも知能ロボットの技術の中核をなすものである。

自立ロボットに関する研究は近年益々さかんになり、世界中でいろいろな視点で行なわれているが、日本ではとくに活発である。表3にその1例を示す。

3. 山彦9号—自立型知能ロボットの1例

ここでは、筑波大学で研究・開発されている自立ロボットの1例として山彦9号を紹介しよう。

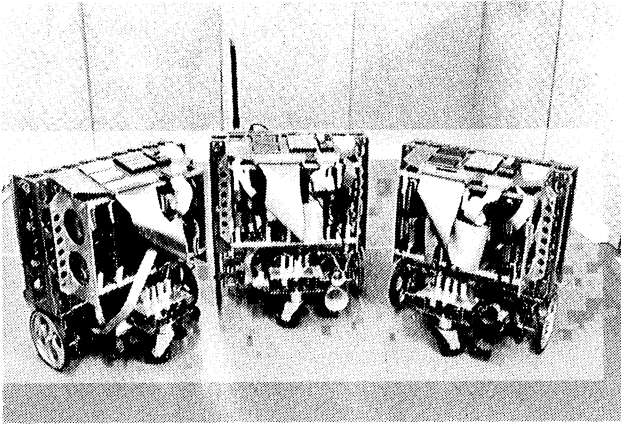


図4 3台並んだ山彦9号

図4は山彦9号の外観である。このロボットは、2次元の世界の中を自分の環境認識能力で状況を把握しつつ、与えられた目的に沿って動き回る、ことを目的とした研究・実験用ロボットである。

知能ロボットがもつべき多様な機能をすべて正しく働かせるためには、ロボットのコンピュータ部のアーキテクチャとしてモジュール構造をとることが有効である³⁾。山彦9号もモジュール化されており、その特徴は次のとおりである。

- (1) スター結合マルチマイクロプロセッサシステム
- (2) マスタ（中央＝頭の役割）と各モジュール（目や手足など）はシリアル通信により結合され、ソフトウェア的にはハイレベルのコマンドインタフェースを有する。
- (3) ロボットの動作はマスタ上に置かれた（ユーザ）プログラムにより記述され制御される。

図5に山彦9号のモジュール構成図を示す。このロボットはマスターと各モジュールに6809マイクロプロセッサを用いている。マスターには、RCS

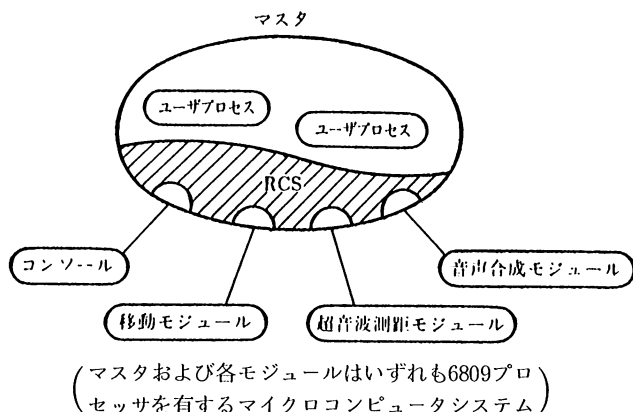


図5 山彦9法のモジュール構成

と呼ばれるマルチプロセス動作とプロセス間通信の機能をサポートしたロボット用オペレーティングシステムが実装され、ロボットの動作のプログラムの作成を容易としている⁴⁾。

山彦9号の環境認識は4方向についての超音波測距器を用いて行う。超音波測距器とは、超音波パルスを発射して反射波が戻るまでの時間を計測して対象物体までの距離を知るものである（“山彦”の名称はここに由来する）。

4方向の超音波測距器は全体で1つのモジュールを構成し、6809プロセッサにより制御される。このモジュールでは、測距結果よりつねに対象物体の動き（またはロボット自身の動き）を計算しており、マスタからの問合せコマンドに対して応答コマンドを返送する。

移動機能は、左右の2つの動輪の回転をおのおのDCモータで制御することにより実現した。移動モジュールは、車輪の回転よりつねにロボットの現在位置を計算し、これをフィードバックしながら、コマンドで与えられた目的地点へ向かって自分自身を移動させる。ロボットにとって、車輪の回転により累積計算された自分の位置はかなり正確であり、たとえば、10m進むという動作は人間よりはるかに精度良く実現できる。もちろん、車輪の回転に

よって求めた現在位置の累積誤差は徐々に大きくなるので、ときどきは超音波センサ等の情報により補正してやる必要がある。

山彦9号における実験の主要な目的は、ロボットに建物内の地図情報をもたせ、地理を理解させることである。現在目標としている動作は、

- (1) 建物内の地図をもち、それに従って現在地から与えられた目的地までの経路をプランし、実際にその経路を走行する⁵⁾。
- (2) 地図をもつ建物内で自分のいる位置がわからないとき、少し動き回って環境を認識することにより自分の位置を同定する。
- (3) 地図をもたない建物について、自分で動き回って環境の地図を自分の中に作成する。

という3つのテーマ動作である。これは、ロボットという機械に地理感覚という知能を付与しようとする実験である。

山彦9号はきわめて簡単な自立ロボットである。しかし、この実験によってある程度知的な行動をする自立ロボットの1例を示すことができ、それに必要ないくつかの技術が開発された。このロボットは、前後30cm×横30cm×高さ35cm、重さ8kgという小型ロボットである。重量は、電池に1/3、筐体およびモータ等を含むメカニズム部に1/3、エレクトロニクス回路の基板等に1/3の配分となった。現在、1回の充電で約1時間動作させることができる。

4. むすび

自立ロボットの研究・開発について、その位置づけと現状を解説した。

自立ロボットの實用化のためには解決しなければならない技術的問題は限りなく多く、知能ロボットの自立化はまだ研究段階である。とはいえ、マイクロエレクトロニクス技術や各種センサ、アクチュエータ等の開発にも助けられて、技術的にはだんだん實用化に近づいてきている。原子力発電所内の点検ロボットや夜間のビル内の警備ロボットなどが世間に姿を見せ始めるの

も遠い先のことではないだろう。

また、ホビーとして、小型自立ロボットによる迷路競技（マイクロマウス）も盛んになり、多くの愛好者が自分の自立ロボットの製作を試みている。このように、知能ロボットは、いろいろな面から、だんだん人間の生活の場に近づいてきているということができよう。

参考文献

- 1) 日本ロボット学会誌 4 (3)特集——ロボットとイマジネーションの世界——1986 6 月.
- 2) 渡会ほか：マイコンロボット「山彦」, bit 10(12)~15, 1978.
- 3) Kanayama, Y et al.: Computer architecture for intelligent robots, J. of Robotic Systems 2 (3), Sept, 1985.
- 4) 津田ほか：知能ロボット用OS——RCS——のインプリメンテーション, 日本ロボット学会誌 3 (5), 1985~10月.
- 5) 津田ほか：自立移動ロボットのための地理理解システム, 第3回日本ロボット学会学術講演会, 1985~11月.
- 6) 金山ほか：Micro Mouse ——マイコン知能ロボットへの招待——, CQ出版社, 1982.

(油田信一)

2. パーソナルコンピュータと医療における計測・制御の現況

1. はじめに

医学の中に、パーソナル・コンピュータが入りはじめてから、数年が経過した。最初の手なぐさみ程度のものが、今日、研究と臨床のための頭脳の一部となり得たであろうか。ここでは、その初歩的な応用から、医療現場での最新のオートメーション技術に至るまでを、筆者らの経験をもとに、記述することとしよう。

2. 医学研究と医療のためのオートメーションの考え方

ここで述べられるオートメーションとは、医学研究や医療実務で種々の装置にコンピュータを取りつけ、計測や制御の自動化を行い、業務の支援を行う方法をさしている。これをとりあえずはラボラトリー・オートメーション(LA)と呼ぶことにしよう、広義には、現場で採取された患者病歴やフィールドデータのようなものの処理も含まれていると考えてもよい。その目的のためには、従来の業務に使われているコンピュータ技術にたいして、三つの新しい技術の実用化と普及が必要であった。

- 1) 低価格のCPUと周辺処理および情報蓄積のための低価格VLSI (特にRAM, ROM) の供給
- 2) 計測制御装置とコンピュータ間のインターフェイスの規格化・低価格化
- 3) マン・マシン・インタフェイスとしての I/O装置やそのソフトウェアの低価格での供給と実用上の容易さ。

このような面で見ると、従来から用いられているコンピュータは主として、演算による解析、表示、報告といった方向に一般化が限定されていたし、病院の中に入りはじめたコンピュータもオフィス・オートメーション（OA）が主流であった。従って、多くの医学向けのコンピュータ利用についての解説が、一般の情報処理言語からはじまって、オペレーティング・システム（OS）やファイル管理、作表演算、そして帳票への出力方法についてのみに述べられていた。医学での計測や制御の途上に用いられるコンピュータ利用については、工学系の専門家向けの解説しか存在しなかった。

医療実務や研究の中で、その中心の一つをなす、計測と制御のオートメーションは、ようやく最近になって発展がみられはじめた、産業界では、経営の情報化のためのMISとともに、生産ラインのオートメーションとしてMAPが喧伝されつつあるが、それほどには、医療では実務の中にオートメーションが普及するにはいたっていない。最近のマイクロエレクトロニクスの発達は、すべての知識集的産業にその成果を拡大散布し、わが国でも家電製品化されたマイクロコンピュータの低価格が、すべての領域の情報化に拍車をかけつつある。最近の医局や医学研究室では、マイクロコンピュータが侵入していない所はないぐらいであるが、それが有効に研究にあるいは実務に使用されているかといえ、そうもいえないようであり、計測や制御の自動化も、その利点がなんであるかが明確でなければ、その利用方法は的外れなことになりかねない。

医療での計測や制御にLAが利用されたとき受ける恩恵の第一番目は、やはりコンピュータの従来の機能が持つ情報処理能力の高さであろう。多くの生理データを、だれもが簡単に読み得るように変換するなどの機能のみでなく、今日、すべての医学関連の学会研究会で報告される内容の大半が、何等かの形で多変量解析を始めとする統計解析やコンピュータ・シミュレーションを利用し、学会論文誌がワードプロセッサのおかげをうけているのをみれば、それは容易に納得できる。

恩恵の第二番目は新しい計測と制御のための手法が提供されることがあげられよう。コンピュータによる情報処理の利点のひとつは、もしある行為の標準化がなされれば、その行為は同一の精度で忠実に実行されることにある。計測と制御コンピュータの使用が必然なのは、その行為に高度の品質管理と客観性の確保のための道具が提供されるからである。判断の段階がおおくなればなるほど、人の判断能力や予見性は悪くなる。これを補うのもコンピュータの重要な役割の一つである。

そして、最後に、強力なマン・マシン・インターフェイスの能力による、人と機械の対話の可能性が上げられよう。計測、制御へのコンピュータの導入はインテリジェントな機械を作ることにあるといってもよからう。

3. 医療における計測、制御のオートメーションに必要な機能

医学におけるLAに必要な機能は、図1に示されるような構成要素を持つシステムで満足させられるが、少し以前までは、このようなコンピュータシステムを描えるためには、巨額の投資を必要とした。ミニコンピュータを自前で買うか、あるいは、大型コンピュータを共同利用したのである。時にはデータを磁気テープにとり、コンピュータ・センターに持ち込み、処理するといった、バッチ処理で満足せねばならなかった。

それでも臨床の間では、必要に応じて、ICUやCCUや手術場のモニターにコンピュータ・オンラインの情報処理手法が入り始め、放射線治療計画やX線CTのためにも画像処理やシミュレーション専用のコンピュータが使われ、臨床検査でも種々のデータ・ロギングのために多くの計算機が専用に使われていた。それらは素人の扱えるものではなく、垂涎的ではあったが、LAの膨大な需要に応ずることはできなかった。

しかし、この5年情勢は急変しつつある。ことに、パーソナル・コンピュータに16bit マシンの登場した3年前からは、計測と制御にコンピュータを使用するのは、なんのためらいもなくなったといえよう。図2はおおよその

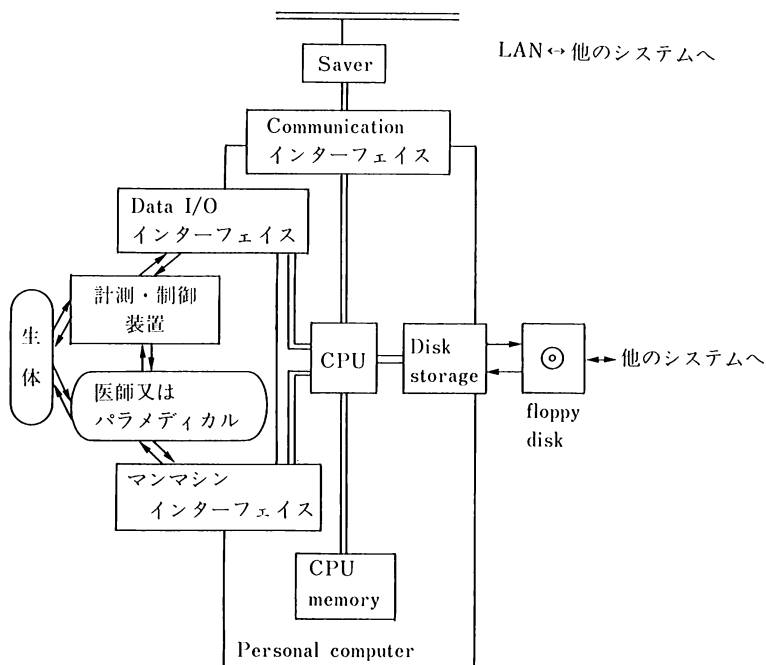


図1 計測と制御のための Laboratory Automation System

医学における情報処理量と処理時間の関係を示しているが、32bit マシンの登場している今日ではパーソナル・コンピュータで処理できないものは殆どないといってもよからう。

では、これほどの能力をもつパーソナル・コンピュータが、医療における計測と制御に大幅に普及するには、どのようなきっかけが必要であろうか。

1) 計測と制御のためのインターフェイス技術

計測装置や制御装置とコンピュータを接続させ、情報のやり取りをおこなうには、インターフェイスが必要であるが、誰でもがコンピュータを使用して計測・制御の自動化を行うことができるようになるためには、標準化されたインターフェイスの供給が必須となる。

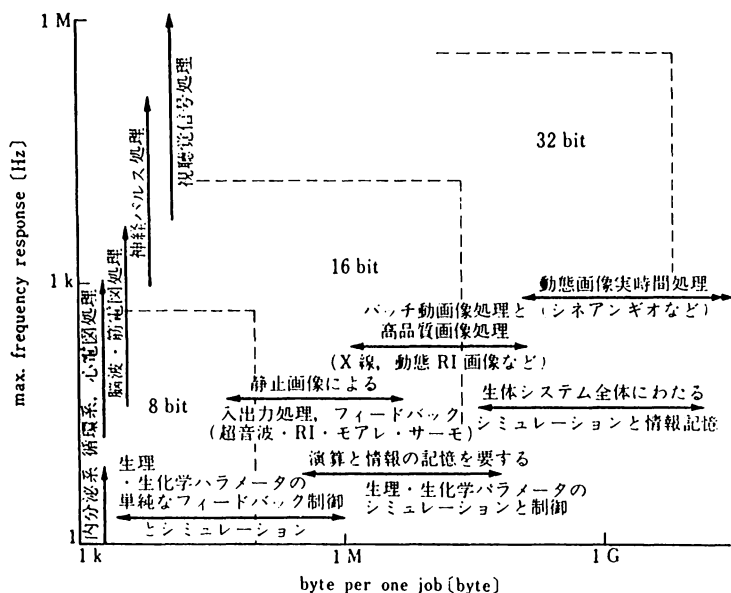


図2 医療情報における情報量と時間軸の関係

今日、最も多用されている標準のインターフェイスは、RS-232Cと呼ばれるシリアル・インターフェイスと、GP-IB (IEEE488) と呼ばれる、8 bit 信号の平行・インターフェイスで、工業計測器の多くには、これらのインターフェイス、ことにGP-IBが付けられていることが多くなりつつある。これらのインターフェイスは、相手の機器がデジタル化した信号系を入出力できるようになってこなければならないが、ハンドシェイクと呼ばれる、コンピュータと相手の機器との間での一対一の直結関係が可能で、相互に信号が確実にやりとりされたか否かの確認を行いつつ、情報の受渡しを行い得る特色を持っている。医用の計測機器でも、最近ではGP-IBが標準でつくものが登場し始めている。これらのインターフェイスは多少マニュアルを本気になって読めば使用しうる。コンピュータ側ではRS-232

Cポートは必ず取り付けられているが、GP-IBは専用ボードの増設を行わなければならない。

相手が単純な計測制御機器で、信号がアナログであったり、そのままリレーなどを動かしたりしたい場合は、多くのコンピュータではAIO (analog input and/or output) ボードとか、DIO (digital input and/or output) と呼ばれる基板が用意されている。AIOにはA-D, D-Aコンバータが付いており、アナログ信号を直接入出力することができる。DIOでは直接にかなりのON-OFF電力を取り出すことができ、直接機器を制御することができる。多くのこれらの基板は、BASICで書かれたソフトウェアで取り扱うことができる。

画像装置や高速の生理機能検査装置では、かなりの高速での情報の入出力が必要とされる場合がある。このような場合で、データをバッファメモリや磁気テープに保存し、ゆっくりと情報処理を行い得ないときや、制御をON-LINEで行いたいような場合、上記のような間接的な情報のやりとりを行うインターフェイスは性能不足である。パソコンでは機種によってDMA (direct memory access) インターフェイスが使用できるものもあり、これに類似のインターフェイスを自作することもできる。いずれもコンピュータのオペレーティング・システム (OS) 内部にまで入ってソフトウェアやハードウェアをいじる必要があるが、直接コンピュータのメモリに情報を書き込むのには、この方法が最適である。

プリンタ用に付けられているセントロニクス・パラレル・ポートは、あまり機種間の互換性がなく、ハンドシェイクもできないので、専用プリンタ用にしか使えない。

事例として、筆者らの研究施設では、どのようにこれらのインターフェイスを使い分けているかを、表1に示しておこう。

2) 計測と制御のためのソフトウェア技術

パソコンへのLAの医用応用技術の説明に、インターフェイスから書き起

表1 東京大学医学部医用電子研究施設で用いられているLaboratory Automationの技術

	INTERFACE	SOFTWARE	HARDWARE
動物実験生理データの採取	DIO, AIO	BASIC INTERPRETER	PC9801 DATALOGGER
簡単な生理制御装置の駆動	DIO, AIO	BASIC INTERPRETER	PC9801
人工心臓ON-LINE制御	GP-IB↔GP-IB (自製) ↔AH DRIVER	BASIC INTERPRETER ASSEMBLER PROLOG(supervisor)	PC9801/F
慢性実験動物の生理データのモニター	RS-232C↔SORD NET SORD NET↔RGBTV	BASIC INTERPRETER	PC9801(data logger) PC6601(音声応答, CCTV super impose) SORD SNET SAVER
熱画像情報処理システム	DMA (自製) ↔THERMOGRAPH GP-IB↔NEXUS DISPLAY UNIT DMA↔APOLLO DOMAIN	C COMPILER (MS-DOS) ASSEMBLER (MS-DOS) PROLOG(supervisor)	PC9801 vm/2 (program editing and software development) FM16β (execution and database construction) NEXUS 6400 (graphic image) (IBM-PC (for AGEMA rapid ther- mosystem and software conversion for international use))
多次元生体情報処理ネット ワーク	DOMAIN NET↔SAVER NODE DMA↔NEXUS DISPLAY UNIT	C COMPILER (UNIX) PROLOG	Apollo DOMAIN DN660 (workstation:color) Apollo DOMAIN DN320 (workstation: monochrome) NEXUS 6400 (graphic image) PC9801 or FM16 β (saver node)

こしたのは、装置との I/O が十分にできないパソコンを使用しても、この技術は実現できないからである。それと同時に、存在するインターフェイスが、その計算機に適用される高級言語で容易に取り扱いうることも、一般医師などがこの技術を使いこなすには必要なことである。現在のパソコンでは BASIC が母言語ともいえる状況にあり、BASIC でインターフェイス取り扱いの手順のすべてが記述できないパソコンでは、その取り扱いに相当の覚悟が必要である。ことに GP-IB や DIO, AIO のインターフェイスの BASIC ハンドラーがなかったり、ライト・ペンやマウスのハンドラーを自製せねばならないコンピュータでは、システム開発の能率は著しく低下する。初めての人にとっては、インターフェイス取り扱いマニュアルが整備されていないもの（特に、プログラム事例が記述されていないもの）も敬遠すべきであろう。

これから計測と制御の LA を行いたいと思っている人に対しては、他のコンピュータ・システムでも、自分の採取したデータやドキュメントまたはプログラムが使いやすいよう、統一した OS を使用することを勧める。CP-M や MS-DOS が多用されているが、将来性からいえば、MS-DOS や UNIX がよいであろう。これから種々の学会でコンピュータによるデモなどの展示が多くなる傾向にある。このようなときにも、他の異なったコンピュータにそのシステムが容易に移植できることを考えるべきである。自分の作ったソフトウェアを他の人に使わせる場合も同様である。すくなくとも、データだけでも共用性を確保しておいたほうがよい。海外にソフトやデータを持ち出すときはなおさらである。日本製のパソコンはひどくローカル性が強く、海外には全く同一品が存在しないからであり、ましてや N88-BASIC が動くような機械は存在しないからである。OS が共通となっても、そのコンピュータの制御の独自の部分に関するものは共用できない。ことにスクリーン・コントロールや入出力インターフェイスの部分については、コンピュータ毎に作る必要がある。しかし、MS-DOS に搭載されている BASIC

が貧弱であり、インターフェイス用ソフトの記述が困難であることから、つい共用性のないN88 BASICなどでソフトウェアを作りがちである。

MS-DOSやUNIXをOSとして採用すると、極めて大掛かりなソフトウェアも、構造化言語であるCで、共通部分や機能をこまぎれにして、容易に記述することができる。ASSEMBLERとの結合も容易であり、最近では、多くの参考書も登場し始めているから、初めてコンピュータを始める人は、時代の趨勢からいっても、Cから始めたほうがよいかもしれない。Lattice CというCコンパイラを使用している人が多いが、RUN CというBASIC様のCインタープリタもあり、使い易くなっている。しかし、書き下し文のように記述が可能なBASIC インタープリタも簡単なプログラムには捨てがたい魅力がある。

表1に、筆者らの使用している言語とその適用対象を付け加えておく。

3) 計測と制御のためのハードウェア技術

ユーザにとっては、ハードウェアは、実用上の必要な機能を満足させてくれればよい。しかし、医学のLAで取り扱われる信号が、いかに低速のものであったとしても、多チャンネルになったとき、8 bit のパソコンでは十分な演算速度とわずかな記憶容量しか提供できないこともわかっている。16bit から32bit とパソコンの能力があがるにつれ、演算速度は著しく向上し、記憶空間は16bit で1 M byte から16M byteに、32bit CPUではそれが、仮想記憶の使用ではほぼ制限なしになるといった性能向上をみせる。膨大なVIDEO-RAMの採用は、大きな画像のコンピュータ主記憶装置内でのハンドリングを可能にし、32bit CPUではスプレッドシート（Apple Macintosh のような）やマルチウィンド（XEROX StarのSmall Talk のような）といったワークステーション的な機能まで備えるようになっていく。したがって、どのようなパソコンを買うかは、その人の好みにかかっているといえよう。

しかし、今日のわが国でのパソコンのLA利用の市場をみると、その独占

性と、そのインターフェイスの種類の多さ、周辺機器の揃っていること、数多くのソフトウェアが利用できることから、NECのPC9801シリーズを無視することはできない。国内でのみ仕事をするのならこのコンピュータを買わざるをえない。他の国産コンピュータで仕事をするなら、PC98との互換性を十分にとることを勧める。しかし、これが海外でも通用するパソコン・システムをとると事情は全く異なる。PC9801は海外ではほとんど市場がない。この世界ではIBM PCとそのコンパチブル・マシンが独占状態にある。ソフトウェアからインターフェイスに至るまで、IBM PC上でシステム設計をするのが最もよい（現在、わが国でIBM PCを使うには相当の度胸がいる。漢字が使えない、日本語で書かれたソフトウェアが全くない、インターフェイスをいちいち輸入しなければならない、などの欠点がある）。わが国の市場も次第にIBM PCコンパチブルの方向へ向かいつつあるので、新しくパソコンを購入する向きはその動向を十分に調べる必要がある。

最近ワークステーションの側からパソコンに、あるいはスーパーミニコンからパソコンにと、その機能と実体の近接が生じている。LAからみても、IBM PCをワークステーションに使用する例が多く、高速のLAN（Local area network）用にIBM PCのインターフェイスが作られているかと思えば、VAXやApollo DOMAIN では、その本来の機能を、パソコンのレベルにまで落とそうとしているなどである。この際に注意すべきは、パソコンにも、近い将来、強力な通信機能の付与が考えられることであり、同軸で10M bps 光ケーブルで100M bps といった高速のLANが、LANに取りつけられたサーバーを介して使用できるようになることである。このように、ハードウェアの機能が激変しているときには、新鋭の機器の購入には、そのような将来像に対処できるか否かの調査が必要である。

ハードウェアについても、筆者らの研究室の対処を表1に書き加えることとする。

4. おわりに

パソコンが医療における計測と制御にどのように使用しうかが、幾分かでもわかりいただけたかと思う。既に医用画像の世界ではPACS (Picture Archiving and Communication System) が作られはじめ、医学の教育機関を中心に、IAIMB (Integrated Academic Information Management System: NLM Lister Hill Center の提唱) のような、研究のローカルネットワーク作りによる、LAの試みも始まっている時代である。その中でパソコンのはたす役割は極めて大きいといわれている。情報処理の手法を誰もが意識しないで使い得る時代はもうそこまでやってきている。「自ら考え、自ら装置を作り、自ら操作して真の情報をうる」というのは、計測と制御にかかわっている医師やパラメディカルの基本的役割であり楽しみである。それを妨げることなく、省力化を行なうようなLAシステム作りが、これらのパソコン利用者に課せられた課題である。

文 献

- 1) 藤正 厳, 満淵邦彦, 渥美和彦: 医学研究のオートメーション, 医用電子と生体工学 20(6): 425~432, 1982.
- 2) 藤正 厳, 渥美和彦: 医療技術教育のためのシミュレーション型スタンドアローン CAI システムの開発, 第三回医療情報学連合大会論文集, 405~408, 1983.
- 3) 中島正治, 藤正 厳, 井街 宏, 満淵邦彦: 医学研究におけるラボラトリーオートメーションの試み, 第三回医療情報学連合大会論文集, 189~190, 1983.
- 4) 藤正 厳, 梶山美明, 渥美和彦, 三宅 仁, 岩谷真宏: 生体熱画像総合処理システム, 医器学 53 (SUPPL): 5~7, 1983.
- 5) 阿部裕輔, 鎮西恒雄, 満淵邦彦, 本村喜代二, 藤正 厳, 渥美和彦: マイコン接続実時間サーモグラフィ画像処理システムの開発, Biomedical Thermogra-

phy 5(1) : 30~32, 1985.

- 6) 鎮西恒雄, 阿部裕輔, 満淵邦彦, 本村喜代二, 中島正治, 井街 宏, 藤正 徹, 渥美和彦 : ダイナミックサーモグラフィ画像処理システム. 医用電子と生体工学 23 (SUPPL), 1985.
- 7) 中島正治, 藤正 徹, 井街 宏, 鎮西恒雄, 渥美和彦 : 画像情報を含む多次元生体情報処理ネットワークの検討. 第5回医療情報学連合大会論文集, 483~484, 1985.
- 8) 鎮西恒雄, 阿部裕輔, 満淵邦彦, 中島正治, 井街 宏, 藤正 徹, 渥美和彦 : 人工知能言語による人工心臓自動制御. 第5回医療情報学連合大会論文集, 537~538, 1985.
- 9) 藤正 徹, 満淵邦彦, 鎮西恒雄, 本村喜代二, 阿部裕輔, 大野 勝, 渥美和彦 : サーモグラム診断用データベースの開発. Biomedical Thermography 6 (1) : 30~32, 1986.

(藤正 徹)

パソコンデータベースの使い途・長所・問題点

座長：諏訪 邦夫 東京大学医学部麻酔学教室

弘前大学医学部麻酔学教室

石原 弘規

九州厚生年金病院麻酔科

福留 武朗

熊本大学医学部麻酔学教室

野上 俊光

大塚製薬

若松 茂幹

パソコンデータベースの現況と問題点（座長のまとめ）

第3回麻酔集中治療コンピュータ研究会において、シンポジウム「パソコンデータベースの使い途・長所・問題点」を企画し開催した。ただの言い放しの会ではなく、シンポジスト間や司会者、会場とのやりとりも豊かで、ほぼ所期の目的は達成できたと考えている。この機会にシンポジウムの準備の段階での司会者とシンポジストとの交信や実際のシンポジウム場で討論された内容を踏まえながら、パソコンデータベースの現況と問題点、あるべき姿、将来への展望などを考察しておきたい。

シンポジウムの目的は会員全体を対象として、会員各位に討論の資料を提供することであり、予定時間は会場からの討論を含めて約1時間半であった。シンポジスト4氏のなかで若松氏のみがエンジニアで、データベースの基本的な意義、リレイショナルデータベースとネットワーク型データベースの解説、膨大なデータ量を容量と速度に制約のあるパソコンでいかに解決するか

といった点など、技術面の詳しい情報を得られた。他の3氏は現場の医師で、実際の情報を提供して載いた。

討論する内容として予め下記に述べる各項目を提示し、各自のシステムがこれらの項目に関してどうなっているのか、どう考えてそのようにしたのか、使用してみてどこは満足でどこが不満か、今後どのように改善していくべきか、いきたいか、などを一応整理して頂くように注文をつけておいた。

1. 使用開始前の計画と開始後の現状

1) 何を対象とするか

われわれの領域におうねデータベースを用いる場合、その対象として真先に誰も考え、実行を試みるのは、手術室における麻酔記録のデータベース化であろう。実際、本シンポジウム以外にもそうした発表は散見される。それが

- a. 有意義か b. 作成が实际的か c. 作成されたものが使用しやすいか

といったことを基本として考えていきたい。

このほかに類似の考え方として、ICUの台帳や外来診療・ペイクリニクの台帳もあるが、基本の性格は似ていても、扱うべき実際の数、記録すべき内容などにはかなりの差があるので、同一には議論できない部分もある。

さらにこれは「麻酔と集中治療」に限ったことではないが、文献・図書・研究論文などの記録台帳としてデータベースを使用することも考えられるし、筆者自身が施行していることでもある。さらには研究データそのものをデータベース化することも領域によっては能率的かもしれない。また医師の場合は頻度は少ないであろうが、教育上のデータをデータベース化することは教師の間では普及しはじめていることである。

2) 使用対象は 個人か、教室内の小グループか、教室・科か、病院全体か

データベース化するといっても作成と使用の対象を個人に限るのか、一教

室あるいは一つの麻酔科に限定するのか、病院全体で使用するのかが問題となる。パソコンデータベースは後に述べるように容量と機能が限定されるので、病院全体といった考え方はかなり疑問が大きく、教室単位でさえもアクティビティーの高い（取り扱い症例数の多い）場合は不都合を生ずるかも知れない。

3) ハードの構成と性格

ハードを先に考えるのは原理的に誤りだという意見もある。データベース化の意義、可能性、実用性、意欲をまず解決し——つまり広義のソフト面を明確にし、次いでそれを解決するソフト（プログラム）の可能性を調べ、最後にそれを使用するのに最も適したハードを手に入れるべきである、というのが「正しいアプローチ」だともいう。しかし「とにかくコンピュータを使ってみたいからハードを手に入れ」次に「何をやるかと考えて」麻酔記録に手をつける、という道筋も現実には確かにあるわけで、「とにかくピアノを買って弾いてみよう」とか「とにかくスキー場へ行って滑ってみよう」というアプローチは非難するべきことではない。

次の問題はパソコンのハードの構成と性格である。現在容易に入手できるパソコンは潜在能力としてはかなりの機能を備えており、対応したソフトも入手しやすい。この点はミニコンや大型機よりも優れている。問題は記録容量である。データベースの中でも麻酔記録のようなものは1レコード当りの記録量がある程度大きくなり勝ちである。しかもデータベースがデータベースとしての効果を十分に発揮するにはレコード数がかなり多くなくては意味がない。手作業で検索や集計できる程度の量ならデータベースは不要だからである。三氏の内の二氏までが既にハードディスクを使用し、のこる石原氏もその導入を考慮しているのはこのあたりの事情を物語るといえよう。

設置場所としては扱いやすいところということで、麻酔台帳データベースなら手術室、ICU台帳ならICUに設置することが当然である。

データベースによる記録には必ずバックアップが必要であり、特にハード

ディスクの場合は記録全体が一挙に破壊される危険にさらされているから、定期的なバックアップを必要とする。フロッピーまたはテープによることとなろう。同一ハードディスク上にコピーしておくのは同時に破壊される危険もあるので、あまり得策ではない。

パソコンは多機能だけに同一機器を種々の目的に使用することが可能である。データベースに用いると同時にワープロにも使用する、といった行きかたである。しかしこうした使用法は一方でトラブルを生じやすいから、その点を考慮すべきであろう。貴重なデータを破壊されないように、少なくともハードディスクだけはソフト的に鍵を掛けるといった考慮が必要かも知れない。専用としてしまえば勿論こうした問題は解決する。

機種に関しては三氏とも筆者もPC9801系である。ハード的に優れているというよりも、ソフトとの関係である。最近ではOSの優位が確立してきたので、機種の問題の重要性は少なくなる傾向にある。

4) データベースの性格とファイルの性格・構造

これはどんな内容を盛りこむかにも関係してくる。また記録媒体に何を用いるかとも関係する。現在普及しているフロッピーディスクの記録容量は1MB程度であり、ソートなどの可能性を持たせれば半分の500kBが使用の上限である。1年分の記録を1枚のフロッピーディスクに収めるとして、年間1000例の病院なら1レコード当り500バイト、4000例の病院なら125バイト程度しか割り当てられない。漢字は1文字が2バイトであるから各々250文字、64文字程度ということになる。前者はまだしも後者のサイズでは記録としての意義が疑問となってくる。患者の番号、姓名、年齢、性、日時といった絶対に必要なデータが既に20～30バイト程度は占めるから、真に使いたいデータ部分は100バイト未満になってしまうからである。

これを解決する方法としては、記録内容をできるだけコード化する手法がある。1バイトは256のコードを対応させられるから、2バイトなら6万以上となり、事実上無数の麻醉法、麻醉薬、手術の種類、前投薬、合併症など

を対応させることができる。そのかわりそれを対応させるための準備やプログラムへの負担が膨大なものとなる。

5) 入れる項目

麻酔台帳の場合、経時的なデータまでデータベース化することは不可能であろうが、一患者に一つ固有のデータはすべて記録が可能ではある。しかし現実には上記の容量や入力の手間との兼ねいであまり大量のデータをもたせることも望ましくない。この点に関しては実経験のない筆者よりも、各シンボジストの意見を表に示したので参照して欲しい。

6) プログラムの担当は

データベースプログラムとしてどんなものを用いるかに関しては、dBASEのような既成品を用いるか、ソフトハウスに特注するか、自作するか、という三つの道がある。基本としては、「プログラムは使っているうちに欲ができて機能の追加が欲しくなる」ことを強調しておきたい。

もっとも安全なのは既成品の使用である。その代り小回りは利かないし、使い勝手も必ずしも良くないかもしれない。

信頼できるソフトハウスがあれば、特注がもっとも満足のいくもののできる可能性がおおきいだろう。その場合、注文をできるだけまえて明確にしておくことと、手直しの可能性をはっきり認識しておくことが必要である。ソフトハウスはターンオーバーが激しいので、作ってもらっても使っているうちに倒産してしまった、ということもあるからという懸念が聴衆から表明された。数年に亘って念入りに試行錯誤を繰り返して完成に近付けている福留先生の場合は一部上場会社である安川電機の協力であり、「まさか安川電機が倒産することはないでしょうから」という意見であった。実際、このプログラムは最近安川電機が一般に公開市販を開始したようである。

自作は担当者としては一番面白いが、余程の能力があっても片手間に作ったものは本格的なデータベースプログラムに比較すれば機能が劣る。そもそも単なるデータファイル処理プログラムならまだしも、多数の本格的なデー

データベースプログラムが市場に出ている現時点において、類似のものを全く基本から構成していくのが得策とは思えない。能力があったらその能力は自分でしかできないことに用いる方が有用で、その意味で既成品を改造して使いやすくすることに努力する道を選ぶのが妥当かもしれない。

7) 入力に関して

データの入力を誰が担当するのか、個々の医師に任せるか、定まったメンバーが担当するか、外注するかといったやりかたから選択することになるだろう。いずれも一長一短であるが、データの欠落をできるだけ防ぐ方策を講ずる必要がある。

入力の方法は現時点ではキーボード以外は考えられない。将来は徹底的なコード化を行ってマウスなどを用いて入力することが考えられる道筋であろう。そうなれば名前以外はキーを探さなくてもすむからである。

2. 使用開始後の問題

1) 蓄積したデータを何にどう使用するか

コンピュータのデータの優れているのはそれが何時でも取りだせること、自由に探しだせることである。もし1年に1回の集計のみに使用するならデータベース化の意義は少ない。この点に関しては模索の段階にあるらしく、説得力のある話は少なかったが、福留先生が合併症の集計を強調していた。特定の合併症と、他のどの因子とが関連しているかを多方面から解析するわけで、コンピュータらしいデータベースらしい使いかたである。

2) 使用者の範囲

使用者の対象としては教室乃至科の全員を建前とするが、現実には少数に限定される傾向が強いという。これはこれで止むをえないが、全員が使用してくれた方がデータが整う可能性がおおきい。

データの秘密が問題になったことはパソコンでは特にないようであるが、今後普及に向かった場合には留意する必要があるかもしれない。

データを壊して困る、といった経験は今後ハードディスクの使用が確立普

及してくると生まれるかもしれない。

3) 使用の意義

実際使用の問題に関しては、既に述べたように福留先生が合併症の解析と予測に積極的に使用されているのが印象的であった。担当者の意欲、エネルギー、お金、時間などの要素がやはり重要なことを感じさせられた。この位使えばデータが死蔵されているという非難は的はずれである。

麻酔記録のデータベースとしては三氏ともに速度と容量に不満を抱き、容量の問題は結局ハードディスクで解決している。

入力したデータへの不満としては、合併症に術前・術中・術後の分類（乃至フラグ）をつけなかったので検索に不便との声があった。

処理の能力は速度の点を別とすれば十分なようであるが、今後データの蓄積が増して複雑な処理を試みるようになった場合にどうであろうか。

集中治療データのデータベース化を試みている野上先生は、病名や治療法の追加が多くてプログラム保守（変化に対応できるようにプログラムを改造していくこと）が大変だと述べていた。麻酔記録に比較すると集中治療は規格化されてもいないし、規格化という考え方自体が定まっていない。先駆的な試みをされる分だけ苦労もおおきいわけであろう。

4) その他に不満な点・反省点

従来のパソコンは8ビット機+テープ+カタカナという段階から、16ビット機+ディスク+漢字へと急速に変化した。その過程でデータの変換に苦勞した例も少なくないようであるが、幸いにプロの協力などでなんとか解決できている。今後の進歩に対しては互換性乃至変換プログラムの整備が期待できるので、あまり深刻に考える必要はないのではなからうか。

3. 将来への展望と新しく始める方々への助言

麻酔記録のデータベース化という条件に限定して、しかも「趣味・研究」でなく「実用」に供する条件を筆者なりに述べておこう。筆者自身は未着手なのであるから無責任の誹りはまぬがれないのであるが。

- a. ソフトの費用を無視してはならない。少なくとも数十万円程度は必要。条件によってはこの10倍にもなるかも知れない。
- b. ハードディスクはスタートには不要かも知れないが、おそらく直ぐに必要となりそうである。
- c. 入力体制の整備、発生時点で入力してしまうか、それとも一週間分、一月分とまとめて入力するか。何れにせよデータの欠落は避けるべきである。コンピュータは確かに後で順序を入換えたりすることも得意だが、誤りデータを自動的に修正することは不可能なことが多い。

三氏の個々の発表を比較する意味で、その報告内容を分りやすいように表の形で対比してみよう。

表 3人のシンポジストの実際と意見

		福 留 先 生	石 原 先 生	野 上 先 生
記録法		HD	8' F	HD
プログラム		特注	特注	自作
レコード長 (byte/pt)		256 × 3 (合併症が200b)	256	128
入力	担当者	決っている	事務担当者	事務担当者
使用	建前 現状 利用法	教室員全員 個人に近い 特に合併症 条件指定による 予測	教室員全員 統計と検索	教室員全員 小グループ 統計と検索
問題点	項目 容量	OK	合併症 まあまあ	ICUデータ 不足

第3回麻酔・集中治療コンピュータ研究会記録

会長：杏林大学教授 神山守人

会期：昭和60年10月5日

会場：東京商工会議所ビル国際会議場

〔一般演題〕

演題1.～6. 座長：高橋 敬蔵

聖マリアンナ医科大学麻酔学教室

1. パソコンによる麻酔台帳の試作

神奈川リハビリテーション病院麻酔科

小山直四，廖 英和

東京慈恵会医科大学麻酔科学教室

小林建一

1. はじめに

われわれ麻酔科医はとかく日々の臨床に追われ、ともすれば麻酔台帳への記載も忘れがちになる。また、台帳の集計についても、一々台帳を繰るのはとても大変である。一般に市販のデータベースソフトは高価であるし、われわれが利用している麻酔台帳にそぐわない点も多々ある。そこで personal computer を使用し、当院の麻酔科の特徴を生かした患者データベースを試作したので発表する。

2. 使用機種

PC-9801F (NEC)，および周辺機器としてCRT，dot matrix printer，プログラム言語はN88-DISK BASICを用いた。

3. プログラムの概要

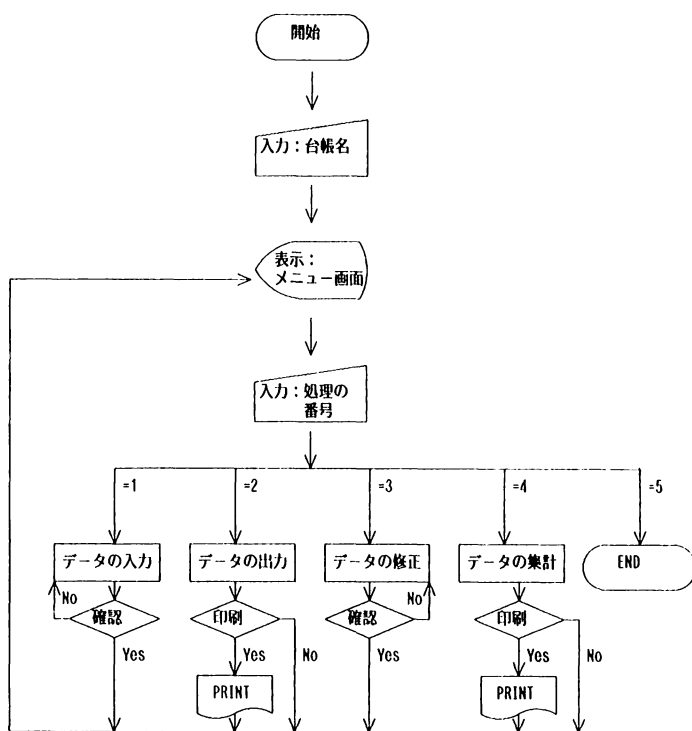


図 1

フローチャートを図 1 に示す。最初にファイル名（台帳の名前）を入力後、メニュー画面に入り、処理の選択をする。それぞれの処理が終了したら再びメニュー画面に戻り、ここで“end”を選択するとすべての処理が終了する。他の台帳を操作したいときには最初より開始する。

4. プログラムの説明

a) データ入力：患者のデータはわれわれの施設で記載している項目と同一にした。つまり、番号、年月日、診療科名、病棟、名前、性別、年齢、診断名、術名、術者、麻酔科医、麻酔法、麻酔薬、手術時間、麻酔時間、備考である。このうち診療科名、病棟、性別、麻酔法、麻酔薬については入力の方

煩雑さを避けるためメニューより選択できるようにした。

例) 1 : 脳 2 : 外 3 : 整 (1) 4 : 整 (2) 5 : 泌 6 : 眼
7 : 耳 8 : 歯 9 : 他

科名の番号を入力して下さい? 3

1 : 6 A 2 : 6 B 3 : 7 A 4 : 7 B 5 : 8 A 6 : 8 B
7 : ICU 8 : 他

病棟名を入力して下さい? 2

診断名、術名に関しては単に入力するだけでなく、使用頻度の多いものを科別にストックしておき、そこから選択して入力できるようにした。

例) 病名

病名の一覧表を見ますか? (y/n) y

- 1 : 脊髄損傷
- 2 : 変形性股関節症
- 3 : 変形性膝関節症
- 4 : 先天性股関節脱臼
- 5 : 慢性関節リウマチ
- 6 : 半月板損傷
- 7 : 大腿骨頸部骨折
- 8 : 大腿骨頭無腐性壊死
- 9 : 腰椎々間板ヘルニア
- 10 : 脊椎管狭窄症

next? (y/n) n

病名がないときには0を、あればその番号を入力して下さい? 2

患者のデータファイルは検索、修正がしやすいようにランダムアクセスファイル、病名、術名のファイルはシークエンシャルファイルとした。

b) データ出力: 必要に応じてCRTまたは printer に出力できるようにした。

例) 433 12-25 整(1) 6 B 古○ナ○エ 女 28歳

変形性股関節症 白蓋回転骨切り術

村 瀬 小 山 IT-S BALANCE 2 ° 30' 3 ° 30'

next (back) (y/n) n

c) データ修正：データ入力に準じて必要な箇所のみ修正できるようにした。

d) データの集計：指定した期間の科別，麻酔薬別，麻酔法別，麻酔医別に集計した。

例) 何月何日より，何月何日までの集計ですか？

8月1日より

12月31日まで

脳 19 外 18 整(1) 72 整(2) 37 泌 5 眼 4

耳 5 歯 7 他 3 計 170

GOF 44 GOE 45 NLA 0 BALANCE 48 XYLOCAINE 2

CARBOCAINE 2 MARCAINE 0 NPS 2

XYLOCAINE-NPS 0 CARBOCAINE-NPS 21

MARCAINE-NPS 0 他 6 計 170

IT-S 138 MASK 3 IV 2 EPIDURAL 2 SPINAL 1

EPIDURAL-SPINAL 22 他 2 計 170

廖 37 小山 65 他 68 計 170

OK (y/n) ? y

5. おわりに

近年商業ベースによってパソコンによる医学統計処理の普及はめざましいものがあるが一般的にそれらのソフトは非常に高価で，しかもすぐに使いこなせないものが多い。機能を拡張するのも困難であることが多い。最近 disk operating system 上で動くソフトが普及し，あるソフトでつくったデータベースを他のソフトで使用することも可能になってきておりわれわれも最近で

は種々のデータベースを使用している。われわれの作成したソフトはまだ試作段階であり、実用的ではないかもしれない。単語、述語の登録等のワープロ的機能、データの検索、作表、作図等まだ不十分である。今後さらに検討を加え、version up していくつもりである。

2. 麻酔記録ファイリングシステムによる合併症の解析

九州厚生年金病院麻酔科

福留武朗 神代正臣 谷川攻一

麻酔領域での診療上の不都合な事項をすべてまとめて〔合併症〕と呼ぶこととして、独自の合併症の分類を行い、実際に生じた〔合併症〕の解析をおこなった。〔合併症〕は7桁にコード化され、パソコンを利用した麻酔記録のファイリングシステムによって分析された。このシステムでは、〔合併症〕の他に、患者の識別、病状、生理計測値あるいは処置操作等の多種類の項目が入力処理されるようになっている。〔合併症〕コードは 1. 分類様式、つまり、疾患名での分類、機能異常の面からの分類あるいは問題点からの分類等の区別、2. 発生時期、3. 該当臓器、4. 個別の合併症種類、5. 重症度等の内容を表示することができる。

この分類を用いて実際の麻酔症例について調べてみたところ、次のような利点が得られることが明らかとなった。すなわち、1. 臨床で悩まされる〔合併症〕を全体的に把握することが容易となり、対策を講じやすくなった。2. 呼吸、循環等の面で悩まされることが極めて多いが、それ以外にも麻酔の技術的なもの、あるいは運営的な事柄に悩まされている比重も大きいことが示され、麻酔業務の運営上の新たな指標が得られた。

以上のように臨床面での実用的な効果を得られるようなシステムを指向した。その結果、分類の詳細には多少の矛盾を含むものの、大胆な〔合併症〕の分類のあり方とその目的に沿ったプログラムの構成とが相まって、一応の

成果が得られたものと思われる。

3. 市販の既製 software を用いる麻酔管理資料の臨床活用

癌研病院麻酔科

浅山 健

東海大学病院管理学

尾崎恭輔

東海大学経営工学科

諸岡孝次

1. 緒 言

麻酔の需要を数字で捉える作業は、その供給態勢を整える前に行うべきである。Personal computer を使う諸条件が整った時、目的に適合する software の選択が問題となろう。注文製品には、作業の分析には多くの時間と労力の以外に、多額の費用を必要とする。しかし、既製の software の機能が目的をほぼ満足する場合、これを使うと、時間・労力・経費の三者の節約が得られる利点がある。ここに、麻酔科の管理を目的としての software の使用結果を発表する次第。

2. 使用法

麻酔科の日報を得る目的で、先ず1982年10月にPC-PAL 1 の導入が始まり、1983年10月に至ると、PC-PAL2へPC-8801下の管理資料の転送を行った。しかし1984年7月にPC-PAL日本語辞書付きへと、PC-9801F2を用いて蓄積の資料を転送し、これを処理出来るに至って、需給の平均値と標準偏差を日常作業に利用して、供給態勢が確立した。資料の検索と分類を行う目的に最低必要とする入力項目を選ぶのに数回の設計変更を行った。1985年7月現在入力項目は、日付・曜日・各科別の件数と麻酔時間・術者と麻酔科の医師数・10時までの麻酔開始件数と合計17項目に絞り得た。しかし、

使用の項目にはこの入力17項目の外、各項目間の計算で得られる総件数・総時間・麻酔科医師ひとり当たりの時間量・当日1件当たりの麻酔時間の4項目を加えて合計21項目を充てた。これは、総計50項目の能力の内42%を用いているに過ぎない。

更に、手術台の利用時間を上回る麻酔の需要は有り得ないとの観点に立って、各手術台別に行われた麻酔時間の総合計を入力して、麻酔の最大需要を推定した。

別に、各症例別の特性を得る目的にはカード形式の software を用いた。即ち1984年5月PC-8801の下でアイリス80に入力した資料を1985年5月にNew 日本語アイリスへPC-9801F2を用いて、転送した。即ち、日付・曜日・術者・手術の項目・手術予定時間と麻酔の実績時間を入力する外に両者の比率を計算・入力する項目を作って管理資料を得た。同じ方法で、緊急手術の発生時刻・診断名・麻酔時間等の file および麻酔申し込み cancel 症例の発生時刻・手術の予定時間・cancel 発生の責任側の資料を得た。

3. 結 果

1985年6月に行われた土曜日の緊急例を除く総件数223総時間40045分の需要に対して、延198人の麻酔科医師で対応した。1日当たり平均11.2件（SD=1.7）同2002分（SD=436）最大2735分最小1185分と変動が多かった。しかし、曜日別で異なる麻酔科医師の定数人員に加えて適宜パート医師を配置したので、ひとり当たりの麻酔時間は平均201分（SD=33）最大259分最小132分と狭い範囲に収まった。1件当たりの麻酔時間の変動は平均180分（SD=29）最大232分最小121分の故に、変動の幅は1人当たりの仕事量のそれと一致した。

曜日別の需要の特性を調べる目的で、外科と整形外科の術者が全部で8台の手術台を使ってほとんど麻酔科の管理の下で大手術を行う月水群に対して、1985年1-3月期で調べた（n=23）。朝10時迄の開始件数は平均7.3件（SD=1.0）であり、最大8.0件最小4.0件にあり、1日当たりの総件数

は平均11.1件（SD=1.7）最大14.0件最小7.0件であった。1日当たりの麻酔時間は平均2334分（SD=413）最大2980分最小1325分と変動幅が多かった。これに対する麻酔科の医師数は平均10.3人（SD=0.9）であり、1人1日当たり平均225分（SD=29）最大271分最小147分と変動の幅は少なかった。

この225分の平均値で夜間休日の緊急手術への応招態勢を求める点にためらいを感じたが、人員の確保が出来た1985年6月の201分平均値では、日中の緊急手術への対応は勿論の事、夜間休日へのそれには無理がないと判断した。

曜日別の特性を婦人科・頭頸科・泌尿科の手術日の火木群で、前節と同じ時期で調べると（n=22）、決まって2手術台を閉鎖して外来患者への生検手術を行う点より朝10時までの麻酔開始件数は平均5.5件（SD=0.7）最大6.0件最小4.0件と少なく、麻酔時間も平均2044分（SD=454）最大3135分最小1220分と月水群と比べて平均値は少ない反面、変動の幅が多い特徴があり、手術台の稼働は少ないが、頭頸科・泌尿科の長時間手術の存在を裏付けた。この特性から、麻酔科医師数を平均9.8人（SD=1.2）最大13.0最小9.0と、需要に対応して配置した。その結果、1人当たりの麻酔時間は平均208分（SD=31）最大261分最小136分であった。既に、この頃より一切の予定外の手術への麻酔科の対応がこの平均208分辺りより可能となろうと考えていた。

次に、現行勤務時間体制の下での麻酔の最大需要を知るために、好んで長時間手術が行われる特殊手術台での麻酔実施時間を除き、平均して使われた手術台における麻酔時間を、1984年6月以降の3カ月で調べた。月曜における（n=15）01台の平均341分（SD=76）2A台の306分（SD=91）03台の258分（SD=62）火曜における（n=15）5A台の257分（SD=73）5B台の262分（SD=63）等であり、1台当たり300分を最大需要と考えることに、無理はなかろう。これより、需要の最大容量を1日平均2400分と

考えた。

予定外に行われる一切の手術を緊急手術と定義する時、その発生の頻度は1984年6月以降の1年間に総計97件を数えた故、 $P=0.27$ の確率となった。調査の対象を拡大して、最近の118件を分析して、平均麻酔時間157分最大405分最小15分、標準偏差74分となって、麻酔科医師にとって緊急手術への需要の発生はかなりの負担となっている事実が数字で表われた。

症例別の検討を更に進めて、手術の予定申し込みの時間と麻酔の実績の時間を調べた。総計240件の内、予定120分以上で実績240分以上であった件数が17件あって、この内9件が外科2人の術者で占められた。必要人員の確保がこの面からも言える。

前日の昼前に麻酔科の人員配置を終えて後、予定手術の中止の通知を受けた件数は1985年2月以降同7月上旬までの5月余りの期間に14件を数えた。この内10件(71%)が当日の朝に中止を知らされた。また、この総計14件中13件が術者側の責任に基づく手術の中止であった。

4. 結 論

市販の既製 software を麻酔科の管理資料に活用して、臨床の実施計画に役立てた事を記した。この計画を乱す緊急例の発生に対応するには、計画の中に相当の余裕を確保する必要がある。管理者分を考えて、1日平均の1人当たりの麻酔時間を平均値で200-210分とする人員確保が完成する時、平均157分の緊急例に十分対応できると考える。

4. Personal computer 利用によるデータ解析

社会保険中京病院麻酔科

横山満夫, 金 日成

愛知医科大学麻酔科

渡辺 博, 岩田 健, 島田智明

本院における年間手術症例は約3,800例であり内約2,000例が全身麻酔例である。また形成外科所属の熱傷センターは当地区の熱傷治療の中心として毎年多数の熱傷患者の救命にあたっているが早期植皮手術および後期瘢痕形成術等の麻酔症例が多いのも特徴である。

近年パーソナルコンピュータ利用が容易となり多量のデータを扱うことも可能となったが、われわれは1984年1月より12月まで1年間の熱傷早期植皮患者を対象として術前および術中データの解析を行った。あわせて多数の手術症例にたいして限られた手術室を効率よく運営し、各科の手術室利用状況を総体的に把握するために安価なコンピュータを利用してデータの解析をこころみたので報告する。

プログラムは芦田らの汎用データ検索および統計プログラムを使用した。

1. 熱傷患者麻酔統計

昨年1年間の早期植皮手術の麻酔症例は211名で麻酔回数は288回であり、この全例について、年齢、性別、熱傷原因、受傷より手術までの日数、熱傷面積、手術回数、麻酔法（導入および維持の麻酔剤、使用筋弛緩剤）、術中輸液、輸血、出血量、尿量、および1月より3月までの104例と4月以後は熱傷面積20%以上の症例について、術前の血液検査、肝機能、電解質等、1症例につき35項目のデータをコンピュータにより処理した。

麻酔回数288回の熱傷面積による分布では、10%以下111回、10-20% 49回、20-40% 47回、40-60% 46回であり、60%以上の重症群は35回であった。

年齢分布は6歳以下の小児が84例で約40%と多数をしめ次に40歳台が多

く、60歳以上の症例は10名であった。重症熱傷群では手術回数が増加するが全症例では、1回の植皮手術のみのものは73%であり、大多数は4回以内の手術で早期植皮手術は終了している。受傷より第1回の植皮手術までの日数では、7-14日以内のもの58名、14-21日が100名と2-3週以内に手術が行われるものが多い。手術の行われた月別分布では12-4月にかけての冬期が多く、熱傷原因は熱湯によるものが86名41%と多数をしめ、風呂への転落と共に小児に多い。燈油、ガソリンの不注意な取りあつかいによるものでは、自殺目的に使用したものとともに気道熱傷を合併する重症例が多い。

本院における熱傷患者の麻酔導入法は、通常成人では Thiamylal, S. C. C.により、小児ではGOF導入後S. C. C. を使用せずに挿管することがおおい。成人、小児共に維持麻酔剤では不整脈発生頻度の少ないエスレン使用が224例(78%)と多く、術中に筋弛緩剤を投与したものは少ない。

次に昨年1年間の麻酔対象例より、15歳以上の患者の第1回手術例103名について熱傷面積と出血量、輸血量、輸液量との相関、また1-3月の麻酔全症例104例について熱傷面積と術前血液検査、血小板、出血時間、血漿蛋白、肝腎機能、電解質、術前体温等の各データとの相関を検討したところ、熱傷面積と1%の危険率で有意の相関の認められたものは、出血量、輸血量、輸液量、術前体温、GPT、LDHが正の相関、赤血球、ヘモグロビン、蛋白、Na、Cl、Kは負の相関があり、血小板数、出血時間、白血球数、血糖値、BUN、クレアチニン、GOT、アルカリフォスファターゼ、尿量については有意な相関は認められなかった。使用したプログラムはすべてBASICで書かれているため、データ検索時間は約60秒を要したが、任意に書きかえることも可能であり、統計計算プログラムへのデータ転送も容易であり大変有用であった。

2. 手術室利用状況の分析

本院では8台の手術台を稼働して月間300例以上の手術をあつかっているが、心臓外科(年間約150例)、脳外科、一般外科をはじめ長時間手術や緊

急手術も多い。手術室看護婦は18名であり手術時間が延長すると予定手術スケジュールの調整も困難となる。各科の手術件数や手術台の稼働状態、手術時間等を総合的に把握するために前記のプログラムを使用して各手術例の手術月日、曜日、緊急予定手術の別、年齢、性別、手術名、手術予定時間、実手術時間、麻酔時間、麻酔法等、18項目のデータを入力し、月間の全手術例についての分析を行った。以上により予定手術時間と実手術時間の差、緊急手術件数やその内容等各科の手術室利用状況が把握できたが、問題点としては毎日の手術件数が多くデータ入力が困難であることがまず第一にあげられる。恒常的にデータを入力することは、忙しい手術室で入力になれない人手でおこなうことは困難であり、現在コンピュータ室の協力をあおぎ大型コンピュータを使用して、専門のオペレーターによる入力を計画して必要項目の選定と看護記録様式の変更を行っている。

短期的な月間手術状態の把握には前記プログラムを利用できるが熱傷患者分析では若干の文字データをコード番号として数値化するほかは検査値等ほとんど数字を扱うため容易に統計プログラムによるデータ処理が行えたが、多数の術者名や手術名等全て数字化すると入力作業で間違いやすく、又文字としてあつかうと統計プログラムが使用出来にくくなりプログラムの部分的変更作成が必要であった。また単に検索を行うだけではなく全データを目的別に分類して全て表示する事が必要なために一つ一つ検索する方法では時間がかかり、ランダムファイルとして入力したデータを自由にとりだせるように別個にプログラムを作成使用した。

以上、データ検索プログラムを利用してデータ入力と解析を行った経験を報告し問題点を検討した。

参考文献

芦田 廣：医学のためのパーソナルコンピュータ．丸善株式会社

5. オフラインによるマイクロコンピュータと大型計算機とのデータ交換

筑波大学付属病院手術部

近藤陽一，土肥修司，堀 原一

1. はじめに

病院におけるマイクロコンピュータの利用は近年ますます盛んになり，英文和文ワープロや患者情報データベースなどに用いられているが，患者情報のデータベース構築は主として入力の問題から挫折しているケースが多い。機械は購入したが入力作業に必要な人件費を確保せずに医師の個人的な努力に頼っている場合が大半を占めているためと思われる。ほとんどの病院では医事会計システムは電算化されていて，病院の大型計算機には患者の基本情報は蓄積されている。たとえば，ID，名前，生年月日，住所，入院時診断名，入院年月日，手術年月日，手術名，主治医名などはすでに入力されて膨大な患者データベースを形成している。また手術名や病院に関してはICD国際分類に従ったコードと片仮名と漢字の病名手術名がマスターファイルとして登録されている。マイクロコンピュータで患者データベースを構築するのにこの大量のデータを利用しない手はない。しかし保険請求が主業務である病院の大型計算機の端末を医師が自由に操作することはできないことが多く，マイクロコンピュータを大型計算機の漢字端末にすることは転送速度の点（9600ビット／秒）から不可能である場合がほとんどである。さいわい大型計算機には8インチフロッピーが付属しているのでフロッピーを介したオフラインによるデータ交換は可能であるのでその問題点を検討してみる。

2. マイクロコンピュータと大型計算機の間壁

1) メディアフォーマットの違い

大型計算機ではいわゆるIBMフォーマットと呼ばれるもので，一方マイクロコンピュータではOSの違いによってスタンドアローンのベーシックフォーマットやCP/M，MS-DOSなどがある。

2) 英数仮名のコードの違い

大型計算機ではEBCDIC、マイクロコンピュータではASCIIコードが用いられている。

3) 漢字コードの違い

コンピュータが日本語処理を行えるようになったのが、ごく最近のことであるせいか漢字の取り扱いには混乱を極めている。マイクロコンピュータの方では9801を例にとるとスタンドアローンのN88ベーシックではJISコード、MS-DOS、CP/M86ではシフトJISコードが用いられている。一方大型計算機では商用データベースのJICSTではJISコード、FACOMやHITACなどではJISコードに8080（16進）を加えたものが用いられている。さらにやっかいなことに、2バイトの全角文字と1バイトの半角文字が混在する時に全角文字の開始、終了を示す漢字IN-OUTコードは各社まちまちで同一会社の場合でも機種が異なるとコードが違っている。

このようにマイクロコンピュータと大型計算機の漢字データの相互変換は極めて困難を伴う。

3. 実際の変換例から

このように漢字ファイルの互換性のない状態で、大型計算機のファイルをマイクロコンピュータのファイルに変換する方法を述べてみたい。大型計算機のファイルはFACOM-M300にある病名手術名のマスターファイルでEBCDICの英数仮名（コード番号、かたかなの病名手術名）とJEFコード（JIS + 8080h）の漢字の病名手術名から成る。最終的にPC9801のMS-DOSの標準テキストファイルに変換したい場合には、まずIBM-フォーマットをN88ベーシックのフォーマットに変換するには市販のファイルコンバータを用いる。この際英数仮名のEBCDICコードをASCIIにコード変換するが、漢字の部分は誤って変換されるので、全くコード変換しないでフォーマットだけ変換したファイルも作っておく。このコード変換を行っていないファイルの漢字の部分だけ取り出して16進の8080を引いてJISコードの漢字に変換し、さらにEBCDICからASCIIに変換した英数仮名は正しく漢

字は間違っているファイルの漢字の部分だけと置換するプログラムを自作した。この際漢字データの前後にはPC9801のN88ベーシックの漢字IN-OUTコードも挿入する。出来上がったファイルを市販のファイルコンバーターを用いてMS-DOS標準テキストファイルに変換する。MS-DOSの標準テキストファイルになった病名手術名マスターファイルはdBASE IIのファイルにすることもできるし、日本語ワードプロセッサの辞書に登録することもできる。

しかしこの自作のプログラムと市販のファイルコンバーターを組み合わせる方法はたびかさなるファイル変換コード変換のため大変時間がかかり、1メガバイトに近い病名手術名ファイルを目的のMS-DOSファイルにするのに数日を要するので実際的ではなかった。最近漢字データを含むIBMフォーマットのデータファイルを直接MS-DOSのテキストファイルに変換するソフトが市販された。これはAG-TECHのJF-TRANと呼ばれ、対象とする大型計算機は日立、富士通、日本電気、カシオ、東芝、ユニパックで、お互いにすべて異なっているこれらの会社の漢字IN-OUTコードを自動的に識別してMS-DOSのシフトJISコードに変換する。漢字IN-OUTが挿入されていない場合には漢字データのあるフィールドの位置を指定することによって正しく漢字だけをシフトJISに変換する。処理は高速で1メガバイトのファイルでも数10分で変換できる。

今後病院中に大型計算機のインテリジェント漢字端末が張り巡らされるようになってからもマイクロコンピュータと漢字端末とのデータファイルの互換性のなさは当分解決されないと思われるので、このようなフロッピーディスクを媒体としたオフラインによるデータ交換はマイクロコンピュータがこれほど普及した現在ますます重要性を帯びるとと思われる。

参考文献

- 1) 石田晴久：漢字端末としてのパーソナルコンピュータ．Bit別冊，ワープロと日本語処理，p 170.

2) AG-TECH JF-TRANマニュアル.

6. 既存の文書処理プログラムによる柔軟なデータベース処理方法

関西医科大学麻酔科

越川正嗣, 内田盛夫

1. はじめに

研究資料の整理をデータベースプログラムで行う場合, 研究の進展につれてデータベースの作成時に予期していなかった検索要求が出現することがあり, 一回だけの使用のために数日間を掛けてプログラムの変更を行うことも多い。そして, 少しずつ異ったプログラムが多数眠ることになる。一方, UNIX系¹⁾のオペレーティングシステム(以下OS)には文書処理を目的とした文字や語の探索, 置換, 整列, 清書等のためのプログラム群²⁾が備わっている。本稿では, これら既存のプログラムを用いて柔軟なデータベースを実現する上での2つの概念について紹介する。

2. 方 法

以下, 著者が出向した先での簡単な麻酔記録索引を例にとって説明する。入力した項目は, 日付, 科名, 患者姓名, 性別, 年齢, 診断名, 施行手術名,

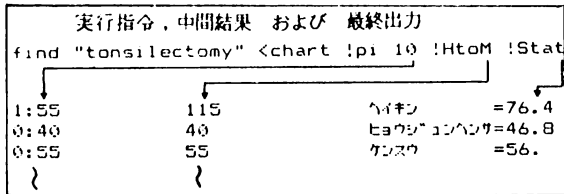
入 力 例

```
841219 or 12/19 0000 f'52 femoral.neck.fracture
prosthesis+ially gof 3:55
extubation.unable(asthma(bleeding))
```

麻酔の種類, 手術時間, 術中合併症である。データは文書形式であるため, 英文ワープロを用いて入力を行った。

正規表現³⁾の導入: 市販のデータベースプログラムでは数の大小, 単語の一致不一致および, それらの論理演算しか検査できないが, 任意の文字列の集合を表現するための正規表現を用いることにより, 単語の中の接頭語, 接

ログラム HtoM で時分表示の入力を分単位に変換し、これをさらに “！”，Stat で平均値と標準偏差を求める。



平均値と標準偏差の計算プログラム

```
PROCEDURE Stat
  GOUKEI=0 * GOUKEI2=0 * KENSUU=0
  ON ERROR GOTO 1
  LOOP
    INPUT "",ATAI
    KENSUU=KENSUU+1
    GOUKEI=GOUKEI+ATAI
    GOUKEI2=GOUKEI2+ATAI*ATAI
  ENDLOOP
  1 ON ERROR
  IF KENSUU >=1 THEN
    HEIKIN=GOUKEI/KENSUU
    PRINT "ハイキン" ="; HEIKIN
  IF KENSUU >=2 THEN
    HENSA=SQRT(ABS((KENSUU*GOUKEI2-GOUKEI
    *GOUKEI)/(KENSUU*(KENSUU-1))))
    PRINT "ヒョウシ ユンハンサ="; HENSA
  ENDIF
  ENDIF
  PRINT "ケンズウ" ="; KENSUU
  END
```

3. 考 察

正規表現とパイプラインは，UNIX系のOSに共通に取入れられているものであり，この概念に基づいて汎用文書処理プログラムが多く作られている。しかしパイプラインで接続して他のプログラムと共に用いることを前提に作られているため，個々のプログラムを単体で見た場合に使用目的の解らないものも多い。この点で本法は多少の熟練を要するものである。また，文献³⁾にも見られる通り正規表現の完全な解釈と実行は非常に困難であり，既存の文書処理プログラムでは一部の機能しか有していないが，これを少し拡

張してデータベース操作に応用してみた。

本稿で用いた程度の検索式および実行指令は、不慣れな者でも数分で作ることが可能であり、指令自体をワープロで編集することもできる。あるいは、時：分→分変換プログラムや統計量計算プログラムなど、この程度の簡単なものが組合せ方により多目的に使用できる。

4. 結 語

近年、診断名、術名等のコード化が求められている。コード化は定形的な日常業務の効率化に欠かせないが、「コード化によって失われる情報」にも注意をはらう必要がある。入力したデータを最大限に生かすにはコード化より、むしろ検索、分類、集計等のデータベース機能の強化をめざすほうが良いと思われる。多様な検索経験によってのみ最適なコード体系が作られる。

OS : Microware OS9 Level I ver. 1.2

言語 : Stat, HtoM : Motorola Basic 09

他 : Microware Mnemonic Assembler ver. 2.1

文 献

- 1) Thompson KI, & Ritchie DM: The UNIX Time-Sharing System. CACM, July, 1974.
- 2) Kernighan PW & Plauger PJ, 木村 泉訳：ソフトウェア作法. 共立出版, 東京, 1981.
- 3) Aho AV, Hopcroft JE & Ullman JD: The Design and Analysis of Computer Algorithms. Addison-Wesley, 1974

演題 7.~10. 座長：天方義邦

滋賀医科大学麻酔科学教室

7. マイクロコンピュータを用いた酸塩基平衡診断プログラム

浜松医科大学麻酔学教室

増田忠訓，森田耕司，池田和之

1. はじめに

近年，医学におけるコンピュータの応用はめざましく，単なる医学情報処理にとどまらず，decision making をめざしている。また従来の大型コンピュータにかわって，マイクロコンピュータが医学分野に導入され，急速に普及してきている。このようなコンピュータ応用の1分野として，酸塩基平衡も注目されている。

マイクロコンピュータを用いた酸塩基平衡診断プログラムは，すでに Bleich HL¹⁾，Cohen NL²⁾，Goldberg M³⁾，らによって，さまざまな角度から考案・検討されている。

今回われわれは，独自に酸塩基平衡診断プログラムを作成し，その有用性および問題点について検討した。

2. 方法および対象

本システムは，ICUにおいて患者の血液ガスを分析し，患者が酸塩基平衡からみてどのような状況にあるか，マイクロコンピュータを用いて判定することを目的としている。

入力データは， $\text{PH} \cdot \text{PaCO}_2 \cdot \text{HCO}_3^-$ の3項目であり， $\text{PH} \cdot \text{PaCO}_2$ は，Astrup 法で測定， HCO_3^- は Henderson-Hasselbalch の式を基にしたノモグラフより計算された値を使用している。

コンピュータ使用機種は，PC-8001，8801，9801の各種で，必要メモリー容量は20Kバイト以内である。またプログラムの記憶媒体は5.25インチフロッピーディスク，使用言語は Basic (n80 or n88) である。

表 1 最終診断項目

1) normal
2) not reasonable, re-examination
3) partially compensate metabolic acidosis
4) partially compensate acute respiratory acidosis
5) partially compensate chronic respiratory acidosis
6) partially compensate acute respiratory alkalosis
7) partially compensate chronic respiratory alkalosis
8) partially compensate metabolic alkalosis
9) complete compensate metabolic acidosis
10) complete compensate acute respiratory acidosis
11) complete compensate chronic respiratory acidosis
12) complete compensate acute respiratory alkalosis
13) complete compensate chronic respiratory alkalosis
14) complete compensate metabolic alkalosis
15) mixed metabolic and respiratory acidosis
16) mixed respiratory alkalosis metabolic acidosis
17) mixed metabolic and respiratory acidosis or mixed acute and chronic respiratory acidosis
18) mixed respiratory acidosis and metabolic alkalosis
19) mixed metabolic acidosis and respiratory alkalosis
20) mixed acute and chronic respiratory acidosis
21) mixed chronic respiratory acidosis and metabolic alkalosis
22) mixed respiratory and metabolic alkalosis or mixed acute respiratory alkalosis and chronic respiratory acidosis
23) mixed respiratory alkalosis or mixed acute respiratory alkalosis and chronic respiratory acidosis

直線的であることを利用している。使用した significance band は、急性および慢性の呼吸性アシドーシスでは、Brackett^{4), 5)}らのデータを、急性呼吸性アルカローシスでは、Arbus⁶⁾のデータを、慢性呼吸性アルカローシスでは、Gnnari⁷⁾らのデータを使用した。一方、代謝性酸塩基平衡の障害では、Winters⁸⁾らのデータを使用した。

最終診断は、表 1 のごとく 23通りの診断に分かれている。すなわち significance band 上の位置により、単純性酸塩基平衡障害およびその代償程度、あるいは混合性酸塩基平衡障害の種類を表示するようになっている。また動脈血のガス分析からでは最終判定できない場合には、可能性のあるものをいくつか並記するようになっている。

表2 コンピュータの診断と実際の診断との比較

Acid-Base Category	NO. of cases	Disagreement
Metabolic acidosis	10	
Metabolic alkalosis	4	
Respiratory acidosis	11	
Respiratory alkalosis	3	
Mixed disturbance	11	4
Laboratory error	1	1

このシステムを用いて、酸塩基平衡の障害を有する患者40名のデータ^{9), 10)}を使いマイクロコンピュータによる診断を行った。対象患者の内訳は、代謝性アシドーシス10名、代謝性アルカローシス4名、呼吸性アシドーシス11名、呼吸性アルカローシス3名、混合性酸塩基平衡障害11名、laboratory error 1名であった。

実際の診断とコンピュータによる診断とが異なったものは、40名中5名(12.5%)で、その内訳は、混合性酸塩基障害患者のうち代謝性アシドーシスに代謝性アルカローシスを合併した3名および significance band の境界上のもの1名、laboratory error のもの1名であった(表2)。

このような実際の臨床応用を通じて得た結論として

1) 酸塩基平衡診断の decision-making のプロセスにコンピュータを応用することは、われわれが通常行っているように、個々のデータを significance band の上に位置づけて検討するプロセスに比較すると、はるかに能率的であり、有用と思われる。

2) 酸塩基平衡の診断はあくまでも生理的過程を重要視すべきであり、同じデータが得られた場合でもいろいろな病態が含まれていることがある。コンピュータ自体、そうした特殊な症例それぞれに適切な対応ができない以上、コンピュータによる診断の最終責任は、コンピュータを利用した当事者に帰すると考えられる。

文 献

- 1) Bleich HL: Computer evaluation of acid-base disorders. J Clin Invest 48 : 1689, 1969.
- 2) Cohen NL: A computer program for the interpretations of blood gas analysis. Comput Biomed Res 2 : 549, 1969.
- 3) Goldberg M, Green SB, Moss ML, et al: Computerbased instruction and diagnosis of acid-base disorders. A systematic approach. JAMA 223 : 269, 1973.
- 4) Brackett NC Jr, Cohen JJ, Schwartz WB: Carbon dioxide titration curve of normal man. Effect of increasing degrees of acute hypercapnia on acid-base equilibrium. N Engl J Med 272 : 6 , 1965.
- 5) Brackett NG Jr, Wingo CF, Muren O, et al: Acid-base response to chronic hypercapnia in man. N Engl J Med 280 : 124, 1969.
- 6) Arbus GS, Hebert LA, Levesque PR, et al: Characterization and clinical application of the "significance band" for acute respiratory alkalosis. N Engl J Med 280 : 117, 1969.
- 7) Gennari FJ, Goldstein MB, Schwartz WB: The nature of the renal adaptation to chronic hypocapnia. J Clin Invest 51 : 1722, 1972.
- 8) Winters RW, Engel K, Dell RB: Acid-base Physiology in Medicine. A Self-Instructing Program. 2nd ed. London Co Cleveland, 1969.
- 9) 福井俊夫 : 酸塩基平衡の基礎と臨床. 真興交易医書出版部, 1980.
- 10) Cohen JJ, Kassirer JP: Acid/Base. Little, Brawn and Company 1982.

8. ゲーム風血液ガス学習プログラム

東京大学医学部麻酔学教室

諏訪邦夫

血液ガス・酸塩基平衡の学習には系統的な知識を実際の患者に当てはめるプロセスが不可欠である。この学習用に，麻酔患者をコンピュータ上にシミュレートしながら血液ガス・酸塩基平衡を算出し，診断と治療とを加え学んでいくプログラムを開発した。

1. プログラムの基本

特徴は1人の模擬患者の時間に添った変化をシミュレートする手法を採用したことである。単に血液ガスと酸塩基平衡の教科書をプログラムしたものはこの点が大きく異なる。

まず学習は次の設定ないし選択を行う。

- 1) 学習者の立場(学生，研修医，トレーニングを終了した医師，指導医，教授の5段階)・・・これに応じて問題が難しくなり，採点もきつくなる。
- 2) 麻酔法・・・自発呼吸の場合の換気に影響する。
- 3) 患者の条件(年齢・性・身長と体重)と手術の種類(比較的大手術の多い10種類の手術)の選択。
- 4) 筋弛緩薬使用の有無の選択
- 5) 吸入気酸素濃度
- 6) 呼吸の条件・・・自発呼吸か人工呼吸か，後者なら1回換気量と呼吸数

コンピュータは炭酸ガス産生量・肺ガス交換と動脈血ガス・酸塩基平衡のパラメーターなど初期条件を定める。次いでその変化を1分間隔で計算し，麻酔時間として30分経過すると計算が停止し，血液ガスの数値を提示して，学習者の診断と処置とをうながす。診断は動脈血酸素レベルに対する部分と酸塩基平衡に対する部分とに分れる。とりうる処置は上記設定の変更の他，PEEPの適用と数値，重曹の投与と量で，この診断と処置が学習の基本部

分である。状態が極端に悪化すると30分以内でもプログラムが停止して「緊急事態！」の警告を発し、処置をうながす。30分毎の診断と処置は5時間分まで反復できる。

2. プログラムの実際

プログラムはPC9801F2用にBASIC言語で記述し、全体で約700行、メインプログラムと60のサブルーチンとからなっている。実際の使用にはMS-DOS上のBASICでコンパイルしたものを用いている。従って、コンピュータ本体上のRAMは256K以上必要である。学習者側からの入力には「f」キー、数字キー「y/n」キーのみに限定した。30分の麻酔をシミュレーションする部分はコンパイル版で約2秒、インタープリター版では5秒を要するが、これは酸塩基平衡の計算の一部が解析的な計算が困難なので反復演算による数値計算を用いている故である。これ以外は約20の画面展開は即時である。患者の状態や振舞は乱数的に発生させたり、あるいは乱数項を付け加えたので、学習を反復しても同一患者が現われてしまうことはないし、患者の振舞にも製作者自身でさえ予測不可能な部分があり、この意味でも実際の患者をシミュレートしている。異常値の発生頻度が高くなるようプログラムしてあるが、これは学習プログラムとしては当然である。

診断の誤り、正常値からの隔たり、行った処置、緊急事態の発生数などによって結果を採点していき、麻酔が終了すると成績を発表する。採点基準は学生にあまく、教授で一番辛くなっている。

3. プログラム使用の結果

14カ月間に100人を超える学生と医師とが延べ250回以上使用した。得点は零点から100点に及んだが、極端な低得点は学習者がプログラムを試したものもある。教室員・研修医がコピーを使ってもおり、また市販もされているので実際の使用は上記よりもかなり多い。

4. 考察と結語

学生を対象としたベッドサイドの授業に本プログラムを教官の講義と組み

合せて有用性が高い。学生は具体的に診断や処置を行いながら学ぶ機会が少なく、特に異常な状況を経験する機会がまれだが、コンピュータではそれが可能な故である。プログラム学習と生身の教官の教育とは背反でなくむしろ相補的である。

本プログラムをICUにおける呼吸管理用に改造したのも既に製作して発表した。血液ガスと酸塩基平衡を時系列で学ぶというテーマは特にCAIに適している。

なお、本プログラムの詳細な内容は雑誌「麻酔」に発表した。(諏訪邦夫：パソコンによる血液ガス学習プログラム 麻酔 35 (5) : 847-851, 1986.) またプログラム自体は市販されている。(ソフトサイエンス扱い：tel 03-342-1471)

9. オンライン表示による酸塩基平衡ダイアグラムの教育的使用

弘前大学医学部麻酔科学教室

谷岡富美男, 石原弘規, 村川徳昭, 佐藤 裕,
長尾博文, 松木明知, 尾山 力

弘前大学ICUでは、動脈血ガス、血漿電解質、血球数そのほかの分析装置とマイクロコンピュータをオンライン化し、それらのデータの経時的変化を記録している。

著者らは、動脈血ガス分析のデータを独自のソフトウェアによりpH- P_{CO_2} ダイアグラムにプロットし、その患者の酸塩基平衡の評価、および治療後の変化を図示し、学生教育に利用している。

そのシステムブロックダイアグラムを図1に示した。動脈血ガス分析はコーニング社製178pH/Blood Gas Analyzer を用い、そのデータはインターフェイスを通して256Kバイトの8インチ標準フロッピーディスクに保存されるほか、キーボードからのオフライン入力による保存もできる。そして既存

MICROCOMPUTERIZED ACID-BASE DIAGRAM

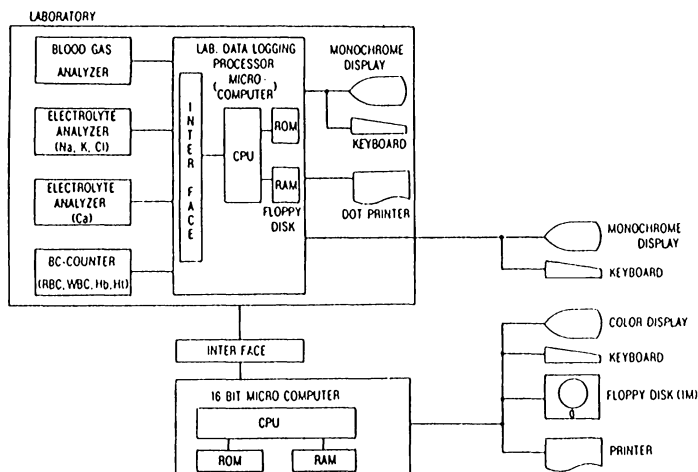


図1 システムブロックダイアグラム

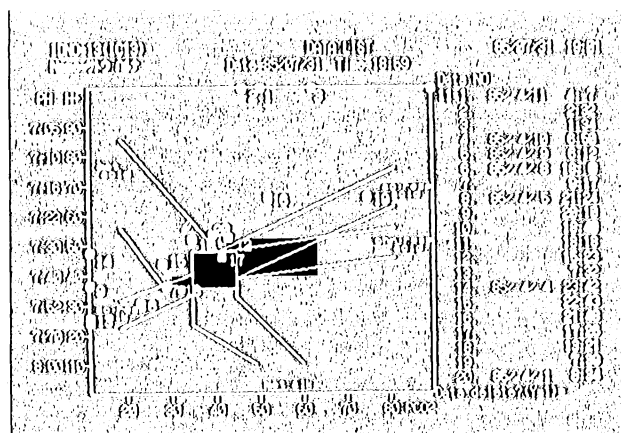
の8ビットCPUをもつマイコンに、グラフィック表示を行う16ビットマイコン（NEC、PC-9801E）を接続した。

本システムの問題点は、既存の8ビットコンピュータからのデータ取り込みに時間を要する点であり、開発当初は1人につき3～5分も費やした。現在ではソフトの変更により、30秒～1分に短縮しているが、さらに改善の余地があると思われる。また今後は、データとして取り込まれている PaO_2 、 FI_{O_2} 、 PaCO_2 を用いて Respiratory index 等の呼吸系のパラメータの経時的变化を表示させ、広く臨床に応用していく予定である。尚、このソフトは8インチフロッピーディスクにBASICを用いて作製したので、後で比較的容易に変更できるメリットがある。

CRTには図2に示したように、患者リストとして、現在ICUに入床している6人の他、過去の入床患者10人分を表示でき、その中から1人を選択してデータを出力表示する。

Top (G)	Left (G)	Right (G)	Bottom (G)
11 (0.0000000000)	11 (0.0000000000)	11 (0.0000000000)	11 (0.0000000000)
12 (0.0000000000)	12 (0.0000000000)	12 (0.0000000000)	12 (0.0000000000)
13 (0.0000000000)	13 (0.0000000000)	13 (0.0000000000)	13 (0.0000000000)
14 (0.0000000000)	14 (0.0000000000)	14 (0.0000000000)	14 (0.0000000000)
15 (0.0000000000)	15 (0.0000000000)	15 (0.0000000000)	15 (0.0000000000)
16 (0.0000000000)	16 (0.0000000000)	16 (0.0000000000)	16 (0.0000000000)
17 (0.0000000000)	17 (0.0000000000)	17 (0.0000000000)	17 (0.0000000000)
18 (0.0000000000)	18 (0.0000000000)	18 (0.0000000000)	18 (0.0000000000)
19 (0.0000000000)	19 (0.0000000000)	19 (0.0000000000)	19 (0.0000000000)
20 (0.0000000000)	20 (0.0000000000)	20 (0.0000000000)	20 (0.0000000000)
21 (0.0000000000)	21 (0.0000000000)	21 (0.0000000000)	21 (0.0000000000)
22 (0.0000000000)	22 (0.0000000000)	22 (0.0000000000)	22 (0.0000000000)
23 (0.0000000000)	23 (0.0000000000)	23 (0.0000000000)	23 (0.0000000000)
24 (0.0000000000)	24 (0.0000000000)	24 (0.0000000000)	24 (0.0000000000)
25 (0.0000000000)	25 (0.0000000000)	25 (0.0000000000)	25 (0.0000000000)
26 (0.0000000000)	26 (0.0000000000)	26 (0.0000000000)	26 (0.0000000000)
27 (0.0000000000)	27 (0.0000000000)	27 (0.0000000000)	27 (0.0000000000)
28 (0.0000000000)	28 (0.0000000000)	28 (0.0000000000)	28 (0.0000000000)
29 (0.0000000000)	29 (0.0000000000)	29 (0.0000000000)	29 (0.0000000000)
30 (0.0000000000)	30 (0.0000000000)	30 (0.0000000000)	30 (0.0000000000)

図2 患者リスト

図3 pH-pCO₂ ダイアグラム

pH-pCO₂ダイアグラムは、図3に示したように、pH7.35-7.45, PaCO₂ 35-45 torrを正常範囲内とし、急性呼吸性アシドーシス、急性呼吸性アルカローシス、慢性呼吸性アシドーシス、代謝性アシドーシス、代謝性アルカローシスの5つの Significance band が表示されている。またそれぞれのデータの測定時間と、経時の変化を時間をおって1-20番まで同時に表示でき、学生がそれらの変化を一目で捉えることが出来る様になっており、

分かりやすいと好評である。

文 献

- 1) 本田良行：酸塩基平衡-臨床呼吸生理学，真興交易出版部，東京，1977. p 102
- 2) 今井孝祐：ICUにおけるコンピュータの応用．ICUとCCU 7：11，1983.

10. ショック治療（訓練）のためのコンピュータ相談システムの試作

名古屋市立大学医学部麻酔学教室

清田豊秋，高須昭彦，竹内幹夫，宮野英範，青地 修

1. はじめに

コンピュータはICUの種々の領域で利用されているが，モニター機器に比べ診断治療計画への応用はいまだ不十分である。かかる領域では医療サイドからのソフトウェアの開発が望ましいが，膨大な治療理論を必要とするため実用化は甚だ困難である。Gill. W & Long. W の著した“Shock Trauma Manual”は全書にわたり診断治療のアルゴリズムにより選択してゆく方式を採っており，迅速な判断処理を必要とするICUにおいて，このような方式の導入が非常に有用となる。今回われわれは同著を一部改変したアルゴリズムをコンピュータに入力しショックや外傷症例の的確な治療を進めるための『Computer Consultation System』を試作し，臨床で実用化したので紹介する。

2. システムの概要

1) 目的

“Shock Trauma Manual”はショックや外傷時の診断治療のアルゴリズムを136項目のモジュールに分類して記されている。各モジュールは yes, no の decision tree 形式で書かれており（図1），単純明快であるがモジュール間で互いに複雑に交錯しており，同著を読み進めてゆくのは困難である。このためコンピュータを用いた対話形式の「電子のマニュアル」のほう

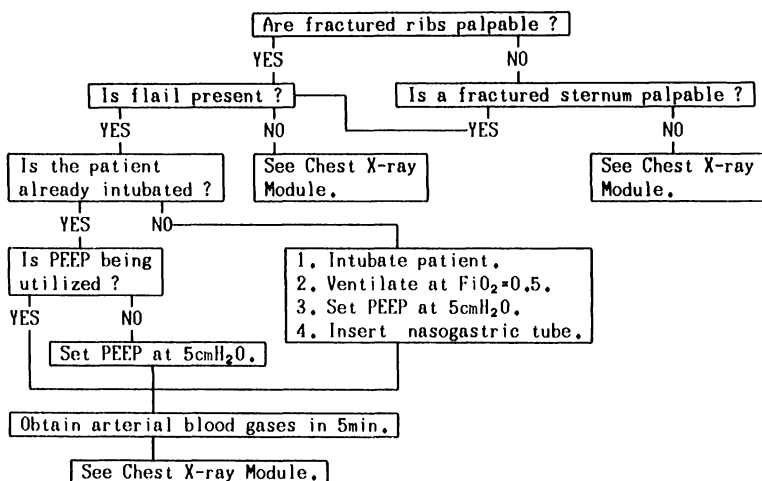


図1 アルゴリズムの一例：“Fractured Chest Wall”モジュール

が有用と考えた。

2) 構成

装置はNECのPC-9801シリーズを用いた。従来PC-8801で走らせていたが、今回一部アルゴリズムを改変するとともに全文の日本語化を図り、より親しみやすいものにした。

プログラム言語は以前のシステムと同様BASICで記述した。

システムのプログラム構成は、ひとつのメインプログラムと14のデータファイルから成る。データの容量が大きいので、各データファイルに約10のモジュールを含むように分割した。必要なデータファイルをメインプログラムに併合することで動作する。全ファイルの総容量は約122Kバイトの大きさに達する。

3) 内容

136項目のモジュール名が4頁にわたって画面に表示される（図2）。

任意のモジュール番号を選択入力すると、それを含むデータファイルが読

I C U C O M P U T E R C O N S U L T A T I O N (名 市 大 I C U)

(次の頁 : C/R を押す) (モジュール番号)

- | | |
|--------------|-------------------|
| 1) 多発外傷の蘇生 | 18) 血胸 B |
| 2) 重篤な外出血 | 19) 胸部 X 線読影 A |
| 3) 外傷性切断 | 20) 縦隔拡大 |
| 4) 挫滅した四肢 | 21) 縦隔気腫 |
| 5) 大血管裂傷 | 22) A-C ブロック |
| 6) 出血腔 | 23) 大動脈弓造影 |
| 7) 脈拍が触れる | 24) 大動脈弓造影 A |
| 8) 脈拍が触れない | 25) 経皮的鎖骨下静脈カテーテル |
| 9) 低酸素血症 | 26) 輸液の連続的な流れ |
| 10) 胸壁触診 | 27) 初期輸液速度 |
| 11) 気胸 | 28) 心拍数 30 以下 |
| 12) 血胸 | 29) 心室細動 |
| 13) 胸壁骨折 | 30) 心停止 A |
| 14) 胸部 X 線 | 31) 心停止 B |
| 15) 胸部 X 線読影 | 32) 心拍数 30 ~ 80 |
| 16) 気胸 A | 33) 心拍数 80 以上 |
| 17) 脱気 | 34) 隠蔽出血 A |

図 2 136 項目のモジュール名選択画面 (第 1 頁)

み込まれ、画面にメッセージが表示される。画面最下段には各ファンクションキーに割り当てられた諸機能が表示されており、これに従ってキー入力すれば次のステップに進む。アルゴリズムが終われば指定された次のモジュールへと進み、データがなければ現在のデータファイルを消去して、新たに必要ファイルを読み込み、次のメッセージを順次表示する。

キー入力により、随時読み進めてきたステップを逆行することができる。さらに他のキー入力によって現在のアルゴリズムを打ちきり、一旦モジュール名の選択画面に戻り、他のアルゴリズムに移ることも可能である。

このような各種の機能により、システム全体のステップ総数が約 3000 に及んでいるにもかかわらず理解しやすい「マニュアル」になっている。

3. 結 果

本システムは ICU 内で常に稼働させており、新人医師や実習に來た学生あるいは看護婦が、いつでも気軽にキーを叩けるようにしている。

例えば、胸水穿刺を見ていた学生が、本システムで「胸水」「気胸」「血胸」の各モジュールを選択して穿刺手技や適用を学習し、大いに理解を深めたと語ってくれた。

4. 考 察

本システムは重症患者の初期治療の概要をコンピュータと対話しながら学ぶ形式をとっている。すなわち実際の現場で患者を前にしてキーを叩くのではなく、self-educational tool としてICUの新人のトレーニングに適している。これはあらかじめ状況を設定して判断処理の推移を学ぶというだけでなく、実地臨床での診断治療を直ちに反復することにより、一層理解を深めうるという利点がある。読み進んできたステップをいつでも逆行させることができるので、わずかな病態の変化や「はい」「いいえ」の選択肢を取り替えた時の処置の違いなども明確に把握できる。

Shoemaker らは、各種の緊急病態の治療にあたってはアルゴリズムを用いたほうが治療成績が向上するとしている。蘇生や外傷などの各種単一病態に対するアルゴリズムはすでに発表されている。しかし本システムは患者を total に論じ、疾患も多岐にわたっているため外傷患者のみならず多くの重症例の管理にも応用可能であり、有用性が一層増している。

各モジュールは yes, no の decision tree 形式で書かれており、しかも各ステップの内容は比較的簡潔である。これは迅速な決定を求められる緊急現場における思考過程と類似しているため、比較的抵抗なく受け入れられる。ただしこれらアルゴリズムは明快で理解しやすい反面、複雑な思考過程を単純化しすぎるきらいもある。普遍性を保つという観点に立てば、より単純で確実なものであったほうがよい。しかし、実際の臨床ではより多くの情報から多角的に検討しながら処置を決定しており、本システムをより現実 に即したものにするには選択肢をさらに広く設けるなど、その都度積極的に改変してゆく必要がある。今後のソフトウェアの一層の充実により、さらに実用的なものになるよう努めたい。

引用文献

- 1) Gill W, Long W : Shock Trauma Manual. Baltimore, The Williams & Wilkins Company, 1979.
- 2) Hopkins JA, Shoemaker WC, Chang PC, et al : Clinical trial of an emergency resuscitation algorithm. Crit Care Med 11 : 621-629, 1983.
- 3) Shoemaker WC, Hopkins JA : Clinical aspects of resuscitation with and without an algorithm; Relative importance of various decisions. Crit Care Med 11 : 630-639, 1983.

演題11.～14. 座長：美馬正彦

関西医科大学麻酔学教室

11. ベッドサイドにおけるポケコン（PC-1350）の利用法

九州大学医学部付属病院救急部

財津昭憲

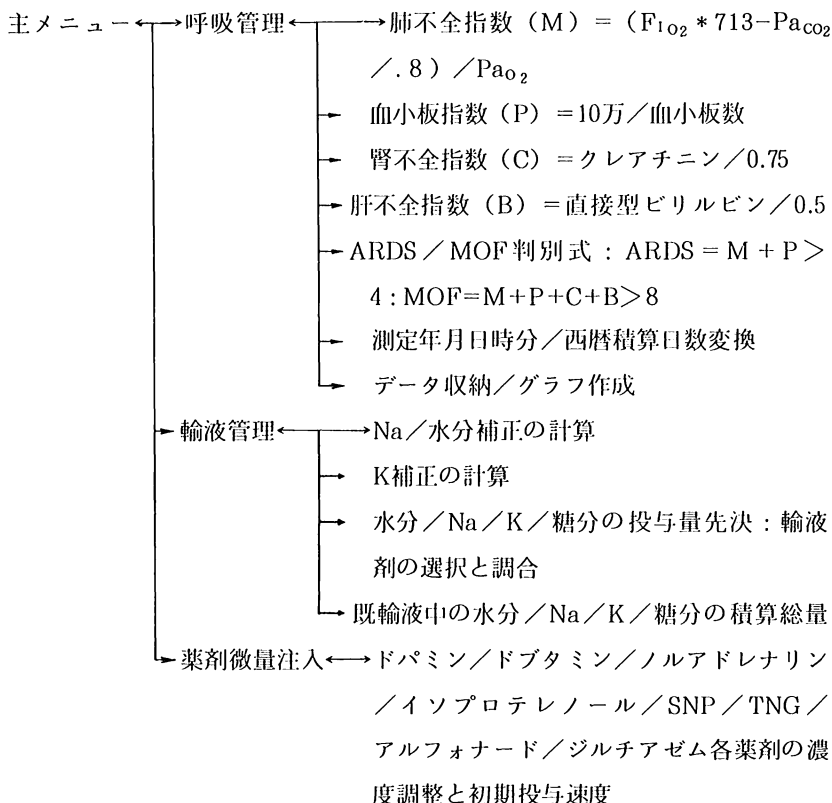
1. はじめに

集中治療部における患者管理において、臓器障害や不全の程度を早期に知り、その治療経過を予測することが出来れば便利である。それには臓器障害の程度を指数化表示し、正常上限が1で、治療開始域が2になるような計算式を作り、MOFチャートとして指数グラフ化するのが良いと考えた。また、その治療には線密な輸液計画と循環調節薬の適切な使用が重要になる。しかし、それらの輸液計画や微量注入薬調整における日常的計算、さらにMOFチャートの作成は意外に面倒なものである。そこで、これらの作業をポータブルコンピュータ（Sharp PC-1350）を利用して、ベッドサイドでやらせるため、呼吸管理（ARDS & MOF）、輸液管理（FLUID PLAN）

および薬剤微量注入 (DRUG) のプログラムを作成することにした。

2. プログラムの構造と概要

プログラムは主メニュー選択プログラムを中心に、(1)呼吸管理用、(2)輸液管理用、(3)微量注入薬剤投与用プログラムから構成されている。



水分とナトリウムの補正は、まず健康時の体重 (HW) と年齢、性別、肥満度から推定される体水分比率 (FR) との積がその人の目標とすべき体水分量 (TBF) = HW * FRである。正常なら細胞外液量と細胞内液量との比率は1 : 2であるので、細胞外液量 (ECF) = TBF / 3、細胞内液量 (ICF) = TBF - ECFとなる。血清ナトリウム正常値 = 140mEq / Lとすれば、総ナ

トリウム量 (TNa) = $140 * \text{ECF}$ である。血清浸透圧正常値 = 290mOsm/L とすれば、細胞内浸透圧物質量は変化しないので、細胞内浸透圧物質の総量 (TOS) = $290 * \text{ICF}$ である。現在の血清ナトリウム (PNa), カリウム (PK), 血糖値 (BS) から現在の血清浸透圧 (OS) = $2 * (\text{PNa} + \text{PK}) + \text{BS} / 18$ を計算できれば、現在の細胞内液量 (PICF) = $\text{TOS} / \text{OS} = \text{ICF} * 290 / \text{OS}$ で推定できる。また、急激な体重の変化は体水分量の変化によるので、現在の体重 (PW) と健康時体重 (HW) との差が体重増加量 (EW) = $\text{PW} - \text{HW}$ なので、現在の体水分量 (PTBF) = $\text{TBF} + \text{EW}$ となる。また、現在の細胞外液量 (PECF) = $\text{PTBF} - \text{PICF}$ で、現在の総ナトリウム量 (PXNa) = $\text{PNa} * \text{PECF}$ と推定出来る。ゆえに、体水分増加量 (dW) = 体重増加量 (EW), 細胞内液量の増加量 (dICF) = 健康時細胞内液量 * (現在の血清浸透圧 - 290) / 現在の血清浸透圧 = $\text{ICF} * (\text{OS} - 290) / \text{OS}$, 細胞外液の増加量 (dECF) = 体水分増加量 - 細胞内液増加量 = $\text{dW} - \text{dICF}$, ナトリウムの増加量 (dNa) = 現在の総ナトリウム量 - 健康時の総ナトリウム量 = $\text{PXNa} - \text{TNa}$ が計算される。

カリウムの補正は、先ず、体重 (W) に性別と $\ddot{\text{r}}\ddot{\text{i}}\ddot{\text{s}}\ddot{\text{o}}\ddot{\text{u}}\ddot{\text{d}}$ から推定したカリウム容量比率 (KC) を掛けてカリウム容量 (TK) = $\text{W} * \text{KC}$ を求める。次に血清カリウム値 (K) を pH (PH) で補正したカリウム充足率 (KE) = $0.8305 * \text{LOG} (0.6605 / (8.0605 - \text{PH}) * \text{K}) + 0.4833$ を掛ければ現在のカリウム総量 (ATK) = $\text{TK} * \text{KE}$ が求まる。その差がすなわちカリウムの増加量 (dK) = 現在のカリウム総量 - カリウム容量 = $\text{W} * \text{KC} * (\text{KE} - 1)$ であるので補正すれば良い。

輸液剤の選択と調合プログラムは輸液剤および薬剤の組成データを持ち、上記 水分/電解質補正プログラムからの補正量を参考に、1 日量として投与したい水分量、ナトリウム量、カリウム量、およびブドウ糖の輸液計画をまず立てる。ついで、主輸液剤を選べば、投与可能な最大量を表示するので、その範囲内で投与量を決める。次にアミノ酸製剤を投与するならば、何かア

ミノ酸製剤を選ぶと、また投与可能な最大量を表示するので、その範囲内で投与量を決定する。その後は自動的に補正用10%NaCl, 補正用KCl, 50%ブドウ糖液、および注射用蒸留水の各投与量が順次計算される。

輸液中の水分、電解質 (Na/K), および糖の投与総量の計算プログラムは輸液製剤名とその投与量を次々と与えると水分/Na/K/糖分の積算総量を計算する。

薬剤微量注入プログラムは注入速度表示と薬効濃度を一致させるための薬液希釈率を計算する。微量注入薬剤の選択 (Dopamin, Dobutamin, Noradrenalin, Isoproterenol, SNP, TNG, Arfonad, Diltiazem), 患者の体重, 注射器の大きさを選ぶと、注入速度表示の数値が薬効濃度と一致する希釈率 (薬剤濃度, および薬剤と5%ブドウ糖液との混合比率), と最少有効濃度を計算し表示する。

3. 考 察

PC-1350は8ビットのBASIC言語の器械で、32*150ドットの液晶表示板を備えているので、英数字およびカタカナを24字*4行の表示が可能で、またグラフの表示も可能である。記憶容量は最大19Kバイトまで増やせる。この器械の最大の利点はポケットサイズであるので、機動性に富み、臨床のベッドサイドでいつでも使用できることである。しかし、難点として記憶容量がやはり少ないため、グラフ作成用のデータ収納スペースが1週間分しか確保できなかった点である。それでも、十分にARDSやMOFの予測ができ、また輸液計画や微量注入薬剤の混合比率計算が楽になった。

4. 結 論

シャープのポータブルコンピュータ (Sharp PC-1350) を集中治療部におけるベッドサイドでの患者管理に役立てるため、1) ARDS/MOFチャートグラフ作成、呼吸管理用プログラム、2) 水分/電解質/糖分の輸液管理用プログラム、および3) 微量注入循環系作動薬剤の調製用プログラムを作成した。ポケットサイズなので機動性があり、ARDSやMOFの経過が予測

され、面倒な輸液や循環系作動薬調製の計算から解放され、便利である。

文 献

BHスクリプナー著：体液－電解質バランス　―臨床教育のために―，中外医学社，東京，1978.

12. 液晶画面つきポータブルコンピュータによる麻酔記録の処理

琉球大学医学部麻酔科学教室

奥田佳朗，太田敏久

近年，コンピュータによる医療情報システムが広く普及し，多くの施設でデータの発生源入力を試みられている。今回われわれは，麻酔科医が手軽に持ち運べる小型コンピュータを用いて，麻酔記録の発生源入力システムを試作したので報告する。

ハードウェア仕様：器械は㈱アンペール製のアンペールWS-1を用いた。この仕様はCPUがMC68000 8MHzでCMOS RAM 256KB バッテリーバックアップにより電源を切っても記録はすべて本体に残る。ディスプレイは薄型液晶画面で，80字×25行，200×480ドットのドットマップ式である。マイクロカセットテープが本体に内蔵されておりデータ保存に用いられると同時に本体に組み込まれたマイクロホンから音声の記録ができる。電源は単2乾電池4個またはAC電源用アダプターにも接続可能である。外形寸法は幅33cm，奥行28cm，高さ9.2cmで，重量は4kgである。外部記憶装置は3.5インチ1MB，2ドライブのフロッピーディスク，ハードコピーはエプソンプリンタRP-80に接続できる。汎用大型コンピュータの端末としても使用可能である。

システムの概要：まず，各科から提出される麻酔申込み用紙にもとずいて，第一画面に患者基本データを入力する。次に麻酔前診察時に術前諸検査値，麻酔科学的コメント，麻酔施行方針を第二画面に入力する。麻酔実施時には，

担当麻酔科医がコンピュータ本体を手術室に携行し、麻酔チャートとしてデザインされた第三画面を呼び出す。血圧、脈搏数、麻酔ガスの状態、処置、投薬、検査データを、麻酔チャートに書き込むのと同じ要領でキーボードから入力する。時間軸は内蔵クロックによりデータが入力された時刻を記憶していく。血液ガス分析などのように検体採取時刻と検査結果報告時刻にずれの生ずるものについては、前者を予約して、結果が報告された時、検査値を入力する。麻酔終了時に担当麻酔医はコンピュータ本体をフロッピディスクとプリンターが設置されている場所へ持って帰り、入力されたデータを全てフロッピディスクに格納し、同時にプリンターで麻酔チャートのハードコピーをとる。フロッピディスクに取込まれたデータは、症例の検索、麻酔の統計に利用される。このデータを病院の大型ホストコンピュータへ送り、医事会計の計算に利用するとともに、日々蓄積して大量化するデータをホストコンピュータの磁気ディスクに送り込んでいくことは、理論的には可能であるが現実的には今後の検討課題として残されている。

この器械の特徴は、プログラミング言語が、APL68000を使用している点である。BASICやFORTRANに慣れているわれわれには、やや取りつきにくい、その独特な発想と豊富な機能は今後検討する価値のあるものと考えられる。

13. バーコードリーダの手術室での応用

大阪市立大学医学部麻酔学教室

立川茂樹，長谷川健太，須川 豊，藤森 貢

大阪市立大学医学部付属病院手術部

小野正夫

ハンドヘルドコンピュータ（NEC PC-8201）は、バーコードリーダ端子をもっており、単独またはRS-232C回線を利用して、ホストコンピュー

タ（NEC PC-9801）とデータの交信をおこないバーコードデータを管理する事ができる。今回、手術室内での物品管理と輸血用血液の管理にバーコードの応用を試みた。

1. 輸血用血液の管理

従来、手術中に輸血をおこなった場合、マッチング用紙との照合、投与血液番号の記載または血液パックに付属の番号ストリップの貼付などをおこなっている。しかし、作業が煩雑で手間がかかり、照合のまちがいや記載の誤りが生じる事がある。輸血量が多くなると投与本数があわなくなるような場合もある。また多種に分かれた血液製剤を、それぞれ分類整理する必要性が生じた場合、作業がより複雑になってくる。

日赤から送られて来る血液パックには（地域によって少し異なるが）、バーコードが記載されており血液型（ABO式，Rh式），血液製剤の種類（CPD新鮮血，新鮮凍結血漿etc.），それぞれのパックの識別番号などの情報が提供されている。今回、これらのバーコード情報を利用して輸血管理をおこなった。

まず、患者の血液型PC-8201にインプットしておく。血液が輸血部から手術室に運ばれて来た時点で、マッチングのチェックと同時に血液のバーコード情報をバーコードリーダー（NEC PC-8246）を用いてPC-8201に登録する（もし血液型が異なればこの時点でチェックされる）。血液使用時には投与する血液のバーコード情報を読み取り、すでに登録されている血液以外の場合、またはバーコードから得られる血液型情報があらかじめインプットされた患者の血液型と異なる場合（ex. 他の患者の血液を投与しようとした場合等）にはブザーを鳴らして警報を発するようにした。

この結果、マッチングのチェック、投与血液の識別番号の登録を正確におこない、誤りをチェックすることが出来るようになった。また投与した血液はプリンターを用いて、投与血の種類、本数、血液識別番号などを整理された形で表示させることができる。

2. 物品管理

一般にバーコードは加工食品や雑貨の包装部に印刷され、商品の入出庫管理に広く利用されている。手術室での物品管理に際して、まず入出庫管理すべき物品にコードを設定しホストコンピュータ（NEC PC-9801）に登録し、物品別のコードをバーコード化してプリントアウトするシステムを作成した。プリントアウトしたバーコードをそれぞれの物品に貼り付け、持ち出し時に剥して回収箱に入れるようにした。1日または2日毎にそれらを回収してバーコードリーダで読み取り、RS-232C回線を用いてPC-9801に入力した。また入庫時には物品コード名と数量を入力した。

このシステムを用いて、経時的に多種の物品の入出庫状態を知ることができた。また、棚卸し処理も簡単に行うことができるようになった。

＜バーコードシステムの問題点＞

バーコードデータはデータエントリーシステムとして非常に簡単で有用なものであるが、そのバーコード自体に含まれる情報の意味は直感的には理解できず、バーコードリーダ及びコンピュータを介して初めて意味のあるものになってくる。よって今回試みた2つのシステムにおいては、従来行われていた方法にいつでも移行できるようにした。また、システムが十分に周到なものではないとデータエントリーシステムがおこなわれなくなる。輸血システムの場合、現在大阪ではバーコードが採用されているが、バーコードシステムが採られていない地域から運ばれてきた血液や、院内で採血された生血などは、このシステムから除外されてしまう。また物品管理において、ある物品を使用する場合、使用者がバーコードリーダを用いてデータエントリーをおこなえば、より合理的になると思われるが、使用者が多方面、多数の人が対象となるためデータエントリーの方法を徹底させることが不可能と考え、バーコードを回収して一括して登録する方法をとった。

また、バーコードは白黒で印刷されたパターンをロジックレベルのパルス幅に変換して読み取るため、輸血パックのような流動性のあるパック上では、

時にリードエラーが生じることがあり、その対策を考えなければならなかった。

以上、実用については幾つかの問題が残るが、ハンドヘルドコンピュータとバーコードリーダを用いて手術室内でのデータエントリースystemに応用した。

14. 術中脳波のモニタリング

東海大学医学部麻酔学教室

杆淵嘉夫，加藤秀一，滝口 守，山崎陽之介

1. はじめに

脳波は頭皮上から誘導された電位の総体であって、個々の値に大きな意味を与えることはできず、不規則に変動する過程として取り扱わねばならない。加えて、脳波は、体温や呼吸、循環系の影響を多様に受けるので、各麻酔薬（法）における典型的な脳波像を規定することは必ずしも容易ではない。脳波の持つこのような性質が、術中のバイタルサインとしての役割を制限し、体外循環、脳血管手術等の症例において消極的に使用される理由であろう。しかし、最近のエレクトロニクス技術の発達によって、上記の2つの脳波処理、すなわち脳波の振幅、位相、周波数変化の連続的な分析処理と結果の保存、分類、比較等の統計処理が手術室や実験室内で簡単に行えるようになり、日常的な術中、術後の脳波モニターに積極的な役割を期待することが可能になったと思われる。そこで、脳波モニターによって、麻酔管理上の有効な情報を得ることを目的として次の装置を試作したので紹介したい。

2 術中モニターとして具備すべき機能

1) 周波数分析：原脳波をスペクトル分析によって周波数領域へ変換し、CRT画面上に表示する。即ち、原脳波とともに、変換したスペクトルの大きさ（パワースペクトル）を時間経過とともに表示する機能（CSA, Compres-

sed Spectral Array), CSAの機能を補完するために, パワースペクトルをCRT画面の輝度や色調に対応させて表示する機能 (DSA, Density modulated Spectral Array), 帯域別のパワートレンドグラムを表示する機能等が選択できる。

2) パラメーター演算 (特徴抽出) : これらの3次元画面の特徴を一つの数値化された制御量に変換し, CRT画面上に表示する。即ち, ターゲットとなるパワースペクトルの変化の軌跡を平均周波数とそのまわりの分散で表わし連続的に表示する機能, トータルパワーまたはパーセントパワー点の周波数変化の軌跡を連続的に表示する機能 (Edge frequency), 脳波像の左右差 (部位差, Asymmetry) を把握するために左右のパワースペクトル間の相関, コヒーレンス (Coherence), またはt関数を連続的に表示する機能等が麻酔法によって選択できる。

3) データベース : 原脳波をそのままメモリーに保存することは不可能である。そのため, 画面に表示されたスペクトルデータをフロッピーディスクに保存し, 検索, 比較, 再分析等の機能を持つ。

4) 高速再生分析 : データベースの作成を容易にするため, データレコーダーに記録された脳波を, 実時間比べて4~128倍以上の高速度で再生したとき, 上記1)~3)項の機能が保証される。

3. 試作装置の概要

1) 構成 : これらの諸機能を実現するための試作装置を図1のブロックダイアグラムに示す。並列処理が可能なマルチバス (IEEE-798 BUS) 方式を採用し, 主CPUに8086, フーリエ演算とCRT表示制御のため, それぞれ専用のプロセッサを使い, 演算と表示の高速性を保証した。オペレーティングシステムにはCP/M86を使い, C言語で記述した。CSAとDSAを疑似カラーで表現するため, カラーCRTを使用した。色調制御は対数と直線変換を併用し, 最大16色の表現が可能である。CRT画面のコピーと数値データはXYプロッタに出力される。プロッタの描画時間が, 1ラスタ毎に10

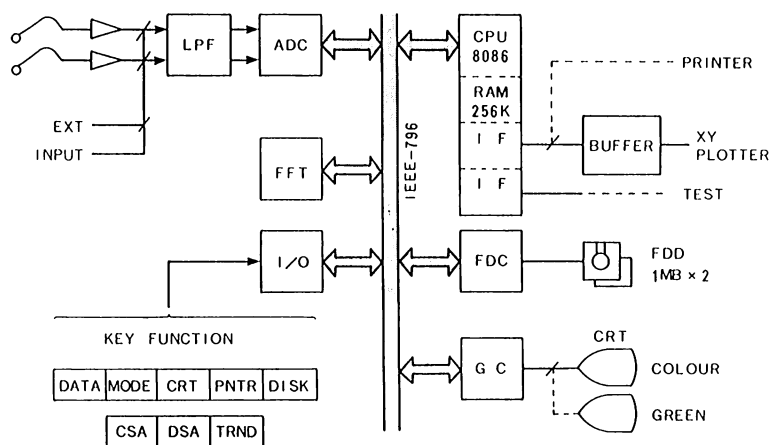


図1 試作装置のブロックダイアグラム

～25秒要し、高速再生分析時の実質的な上限を定める。フロッピーディスクは8インチを使用した、小型化のため5～3インチへの変換は可能である。保存容量は記録の長さによって異なり、10～60人程度と見込まれる。

2) 操作法：分析対象は、プリアンプを介して入力するリアルタイムモード、データレコードを使用した高速再生モード、フロッピーディスクに保存されたデータの再分析モードから選択する。CRTの表示は、原脳波、CSA、DSA、パワートレンドグラムから選択する。画面から抽出するパラメーターは麻酔法によって異なり、ターゲットスペクトルの周波数軌跡とその分散、トータルパワーまたはパーセントパワー点の周波数軌跡を選択することができる。特に、左右差を評価したいときにはコヒーレンス、 t 関数、および相関係数のトレンドグラムを選択することができる。ハードコピーはCSA、パワートレンドグラムとその数値データ、および各パラメータのトレンドグラムを選択してXYプロットに出力する。すべてのモードにおいて、スムージング（周波数平均）、スペクトルの累加（アンサンブル平均）が可能である。累加数は1ラスタ毎に5秒～3分（1～36回）まで選択できる。

4. 評 価

1) 対象：ハロセンおよびエンフルレン・笑気麻酔，ブプレノルフィン・笑気麻酔，フェンタニールを使用した体外循環手術について，各画面のモニターとしての評価とパラメーターの特徴抽出能を検討した。

2) 結果と考察：各麻酔法について，8色で表示したDSAはスペクトルの変化を視覚的に把握しやすい。高密度の画面を作ることができるので長時間の麻酔に適している。ハロセンやエンフルレンの麻酔時にみられる脳波の低周波化とトータルパワーの変化はパーセントパワー点の周波数軌跡によってその変化を把握することができる。また，ブプレノルフィンの静脈麻酔法にみられる単峰性の脳波像はターゲットスペクトルの平均周波数とそのまわりの分散量の表示によって，その変化をよく表現することができる。左右差の指標は，2 Hz毎の帯域別コヒーレンスとt関数の変化によって表現されるが，脳波の非定常性にも鋭く反応するので，関数の2次処理が必要であろう。図2はエンフルレンの濃度を変えたときのDSAとパーセントパワー周波数の軌跡である。

高速再生分析は，使用したデータレコーダーの性能に依存する。現在4～32倍の再生速度で過去の脳波記録のデータベースの作成を試みている。この場合，6時間の術中脳波記録の分析が150～12分で終了する。1ラスタにつき30秒～2分の平均化で脳波の変化過程をよく表現し得た。

連続して次々に入力するオンラインデータを取り扱う場合，データの落ちこぼれやイレウスを起こさないように波形分析，計算処理，結果の表示・出力等の作業を処理するためには時間に対して並列に動作する分散処理が不可欠である。スタンドアローン型のパーソナルコンピュータはこの種の仕事にはなじまない。それぞれ独立した機能を持つモジュール群をバス上に配置し，バス上のデータの交通整理も1つのモジュールで行わせると，比較的簡単に，かつ安価にこの種の処理システムを構成することができる。脳波から得られる情報を整理し，より理解しやすい形に変え，麻酔管理のための有効

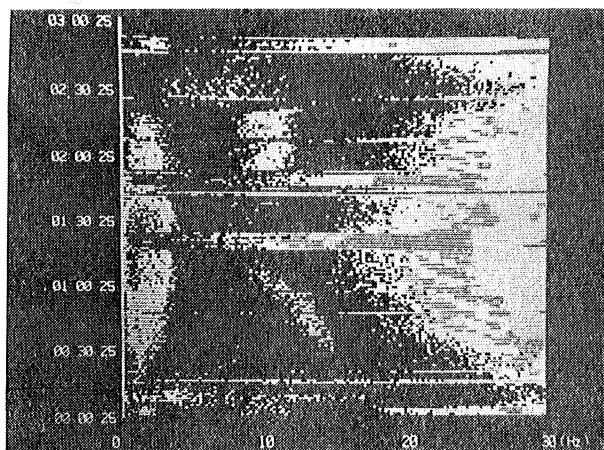


図 2 (1) エンフルレン・笑気麻酔 DSA

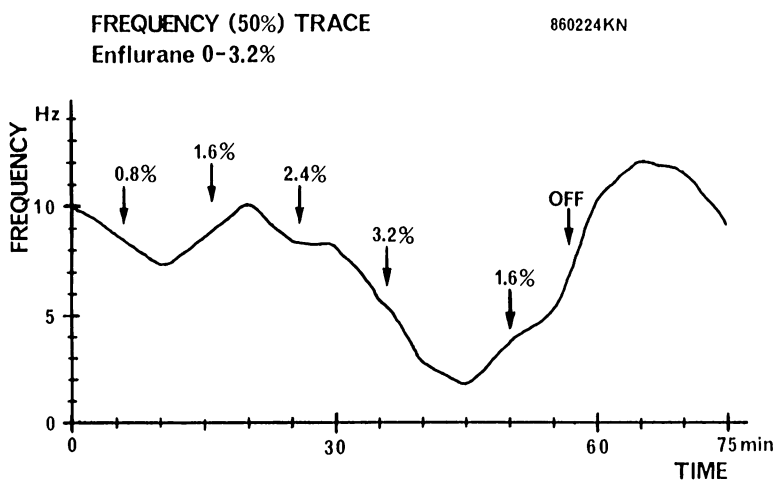


図 2 (2) 50%パワー周波数軌跡

な道具となるように検討してゆきたい。

文 献

- 1) Bigford RG, et al: Compression of EEG data by isometric power

- spectral plots. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 31 : 632, 1971.
- 2) Flemming RA, et al: Density modulation, A technique for the display of three-variable data in patient monitoring. *Anesthesiology* 50 : 543, 1979.
 - 3) Rampil IJ, et al: Spectral edge frequency, A new correlate of anesthetic depth. *Anesthesiology* 53 : s12, 1980.
 - 4) Cooley JW, et al: An algorithm for the machine calculation of complex Fourier series. *Mathematics and Computation* 19: 297, 1965.
 - 5) Itil TM: The use of electroencephalography in the practice of psychiatry. *Psychosomatics* 23 : 8, 1982.

演題15.～18. 座長：奥秋 晟

福島県立医科大学麻酔学教室

15. 電灯線（AC100V）を用いた手術室間のデータ伝送

国立循環器病センター麻酔科

内田 整，大住寿俊，奥村福一郎

コンピュータ通信が盛んになりつつあるが，麻酔科領域においても，患者データの集中管理¹⁾などを行うために，各手術室を通信回線で結んだコンピュータネットワーク化が試みられている。コンピュータ通信を行うには，データを伝送する通信線が必要であるが，手術室の場合は一般の事務部門と比較すると構造が特殊であり，通信線の敷設工事が容易でない場合がある。

100Vの商用電灯線を通信線として用いる方法は，電源雑音などの問題からデータ伝送に関しては現在まであまり普及していないのが実状であるが，新たに専用の通信線を敷設する必要がない利点がある。最近，電灯線搬送専用の集積回路（IC）が発表されたので^{2),3)}，これを用いた電灯線伝送イン

ターフェイスを製作し、手術室間で通信実験を行い、本伝送法の手術室内での有用性、実用化に際しての問題点を検討した。

1. 方 法

われわれが製作したのは電灯線モデム（変復調器）で、デジタル信号を高周波電流に変え、電灯線を介したデータの送受信を可能にするためのインターフェイスである。この心臓部は電灯線搬送専用ICの LM1893（National Semiconductor Corp.）で、使用する搬送波周波数は50～300kHzの範囲で選択でき、通信速度は最高4800 bits per second (bps) まで可能である。今回は、搬送波周波数を125kHz、通信速度は300 bps に設定し、コンピュータとの入出力はRS-232Cインターフェイスを使用した（図1）。なお、製作にあたっては、市販のキット（AT-1，共立電子産業）を基に必要な改造を加えた。

今回の実験では、当施設の手術室内外において二組の機器を用いたデータの送受信を行い、通信可能範囲を調べるとともに、受信したデータの誤り率を測定して通信の信頼度を検討した。データの送受信には2台のマイクロコンピュータ（PC-8201，NECおよび HC-80，EPSON）を使用し、伝送するデータは任意の文字列とした。通信プログラムはすべてBASICで作成した。また、医療機器から発生する雑音の影響を調べるため、上記の実験を24時間継続して行った。

2. 結 果

雑音の少ない非手術時では、配電系統が同一であれば各手術室間（手術室12室，最長距離約37m）で全範囲にわたり通信可能で、ビット誤り率は 10^{-5} 以下であった。しかし手術室使用時では、医療機器などが発生する電源雑音のため誤り率が増加した。図2に誤り率の経時的変動の1例を示す。雑音発生源としては、電気メス以外にも、人工心肺、体温調節用マットなどのモーター機器の影響が強く現れた。

また、配電系統が手術室とは全く別である麻酔科医局やICUでは、手術室

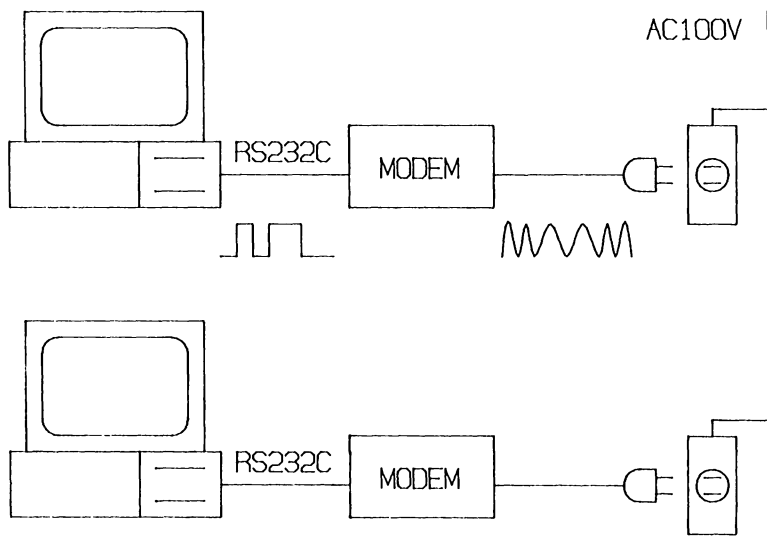


図1 電灯線伝送法のブロックダイアグラム
(MODEM : Modulator-Demodulator)

内から送信されたデータを受信することはできなかった。

3. 考 察

手術室でコンピュータネットワークを実現する場合、通信線の敷設法が大きな問題となることがある。各種の通信媒体を比較すると、通信範囲や対雑音性では同軸ケーブルや光ファイバーが優るが、高価な点に加え室外にデータを送る場合は配線工事が必要となるため簡単には実現できない。無線を用いた伝送法は、手術室が遮蔽された室内であるため適用範囲が制限される。

電灯線伝送は、配線工事を施して新たな通信線を敷設する必要がないので、追加工事が容易ではない手術室などでは有利な方法である。通信範囲に関しては、手術室間ではすべてをカバーでき実用上充分であった。

通信の信頼性は、電源雑音が少ない状態では非常に良好であったが、手術時には医療機器からの雑音の影響が現れ、誤り率の増加が認められた。しか

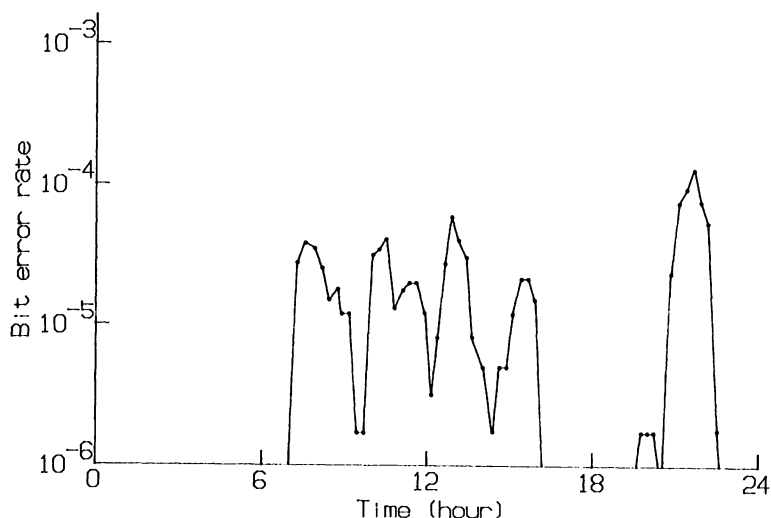


図2 誤り率の経時的変動の一例。誤り率は手術室の使用時に増加した。22時を中心として再び誤り率が増加したのは、受信を行った手術室で緊急手術が行われたためである。

し、この問題に関しては、電源ラインにフィルターを付加したり、受信データをソフトウェアでチェックする方法（たとえばデータのバケット化）により信頼性の向上が期待できる。

対雑音性以外に電灯線伝送で問題となるのは、電灯線の配電系統により通信範囲が制限される点である。病院内の配電系統は複雑であるので、電灯線伝送を実施する前に屋内配線を調べる必要がある。また、一般に手術室の電源は別系統になっていることが多いので、その場合、手術室内からICUや麻酔科医局など外部へのデータ伝送は困難であるが、コンデンサを用いて異なる配電系統を高周波的に結合すれば通信可能となる場合もある。また、通信速度は最高4800 bps と上限は低いが、心電図のような連続波形の伝送以外は実用上充分である。

複数の端末を設置したネットワークの実現には、今回使用した機器よりも

やや複雑なハードウェア，ソフトウェアが必要であるが，電灯線伝送は手術室だけでなく，ICUなどの特殊病棟でも有力な方法の一つである。コンピュータネットワークによる患者データの集中管理や，検査データの各室へのオンライン伝送などに適用可能と思われる。

参考文献

- 1) Block FE Jr, Burton LW, Rafal MD, et al: Two computerbased anesthetic monitors; The Duke Automatic Monitoring Equipment (DAME) system and the micro DAME. J Clin Monit 1 : 30-51, 1985.
- 2) Lee, Mitchell: A New Carrier Current Transceiver IC. IEEE Trans. on Consumer Electronics. CE-28 : 409-414, 1982.
- 3) 郷原茂夫：電力線搬送用IC LM1893. インターフェイス 10 (12) : 344-349, 1984.

16. 術中モニターオンライン化の問題点

金沢医科大学病院中央手術部

知久田 博

金沢医科大学麻酔科

森 秀磨，杉野式康

1. はじめに

術中管理を行う場合に，循環系モニターは必須となっている。現在行われているモニター方式は血圧にしる，脈拍にしる独立して off-line になっている。これらから得られるデータもモニターをそのまま映しだし，記録するのみであって，データ相互の間に有機的なつながりは得られていない。モニターよりの on-line，あるいは off-line のパソコン処理による循環動態のパターン化の試みは，これまでも種々行われている^{1) 2) 3)}。

われわれは先に、血液ガスデータの on-line 化によるパターン化を試みたが⁴⁾、今回われわれは循環系のパラメータを取りあげた。すなわち、日本光電製ライフスコープ11とNECパーソナルコンピュータPC-9801Eを、A/D変換ボードを介して結合した。これによりデータを on-line 処理し直接測定値から種々のパラメータを計算させ、継続的にデータ表を表示し、さらに図形化を試みた。

2. 構成および方法

血圧を同時に3チャンネル測定可能な、日本光電製ライフスコープ11と、NECパーソナルコンピュータPC-9801Eとを on-line とし、インターフェイスには日本光電製血圧ユニット2チャンネルとI・ODATA社A/DコンバータボードPIO-9045を用いた。また記憶装置にはI・ODATA社製8インチフロッピーディスクユニット、出力装置はNECドットマトリクスプリンターPC-8822を用いた(写真1、図1)。

モニターで直接測定されるパラメータのうち、動脈圧は100mmHg/1V、肺動脈圧は20mmHg/1V、右心房圧は、20mmHg/1V、心拍数は100beat/1Vの4チャンネルを on-line とした。これらのパラメータのうち、動脈圧と肺動脈圧は血圧ユニットを用いて心拍に同調させ、動脈圧は100mmHg/2V、肺動脈圧は20mmHg/2Vの階段波に変換した(図2)。

右心房圧と心拍数は、血圧ユニットを用いずに直接A/Dコンバータに送った。

A/Dコンバータは、PC-9801E本体後部の拡張用スロット#4に装着した。入力モードはシングルエンド入力とし、入力電圧は±5Vとした。分解能は12ビット、精度は-5～+5Vの10Vの範囲を4096の分解能で変換を行うので、1LSBあたり2.4mVである。

入力電圧の計算式は、

$$V = (DU * 256 + DL) * 10 / 4096 - 5$$

DU=上位4ビットのデータ

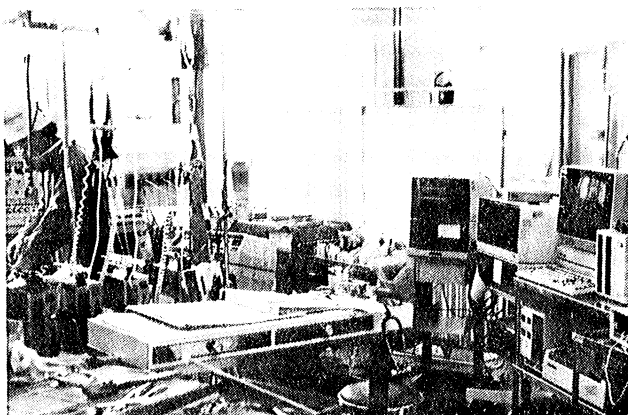


写真 1

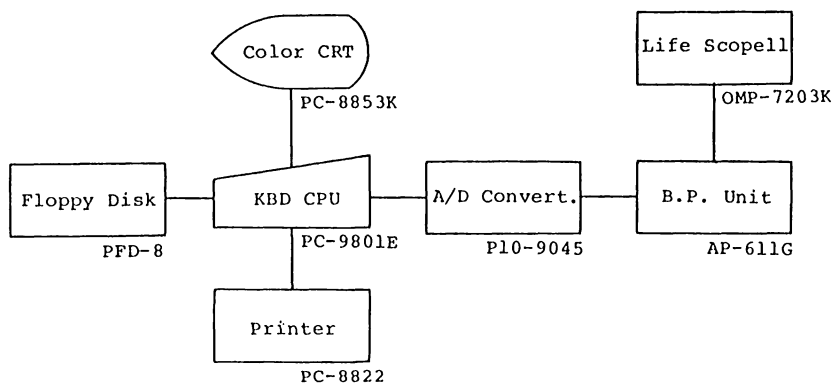


図 1 System Chart

DL=下位 4 ビットのデータ

上記の式で求められる。

プログラムは、1 . On-line, 2 . Corr. of time, 3 . C.O input, 4 . Data list, 5 . Forrester's Hemodynamic Subset, 6 . R.V. Function, 7 . L.V. Function の 7 つのプログラムを用意した (図 3)。

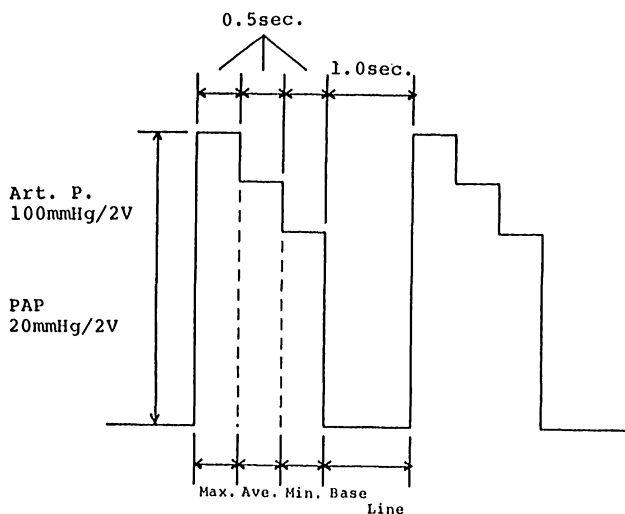


図2 Pressure Conversion

プログラム1.の on-line は、1分間隔で定期的に取り込む on-line とは別に任意の時間に on-line させるプログラムである。

プログラム2.の Corr. of time は、PC-9801E内部のタイマー補正を行う。

プログラム3.のC.O input は、心拍出量と肺動脈(wedge)圧を off-line 入力し on-line で得られた測定値から種々のパラメータを計算し、ディスプレイに表示する。また Floppy Disk に記憶したり、図のコピーも可能である。

プログラム4.の Data list は、5検体を1画面としてページ分割される。またプリントアウトも可能である。

プログラム5.のF.H.Sは、Data listの中から10検体までを選び、心機能四象限分画の図に番号をプロットする。

プログラム6.および7.も同様に、RV Function, LV Function

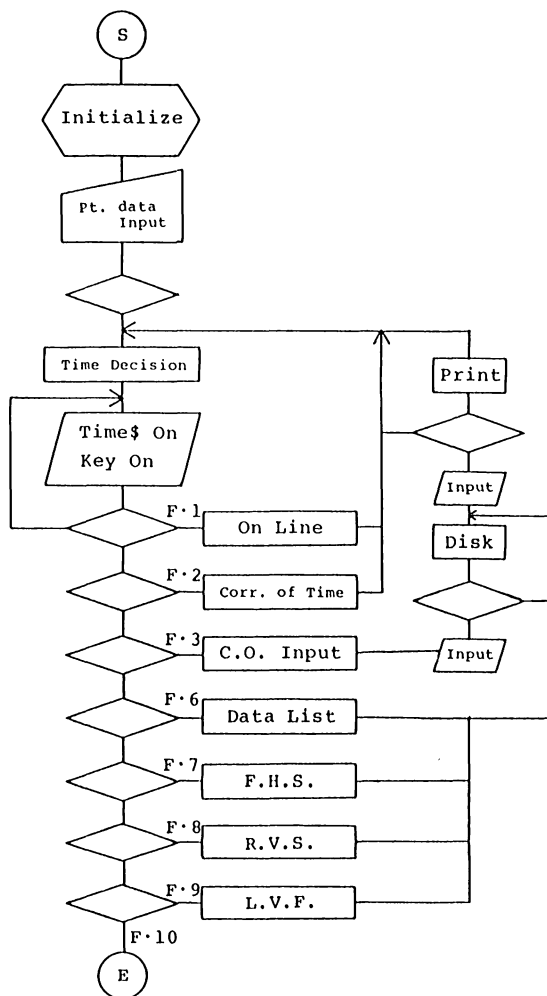


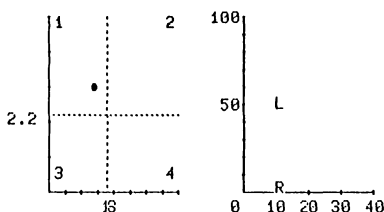
图3 Flow Chart

* DATA *

Date	60/03/11
Time	20:20:00
B. P(S/D/M)	170/ 79/109
P. A(S/D/M)	25/ 14/ 17
PA(W)	15
RA(M)	13
H. R	80
C. O	3.83
C. I	3.02
S. V	47.9
S. I	37.7
P. V. R. I	132.3
S. V. R. I	2699.3
R. V. S. W. I	2.08
L. V. S. W. I	49.8
R. W. I	0.16
L. W. I	3.98

* P. T. DATA *

P. T. Name	** ** *
I. D No.	1263491
Height	146 cm
Weight	40 kg
B. S. A	1.27 m ²



記憶しますか (はい=Ret : いいえ=BS)

- | | |
|---------------------|-------------------|
| (f.1) On Line | (f.6) DATA LIST |
| (f.2) Corr. of time | (f.7) F.H.S |
| (f.3) C.O Input | (f.8) RV FUNCTION |
| (f.4) | (f.9) LV FUNCTION |
| (f.5) | (f.10) END |

図 4

の図の中にプロットされる。

プログラム 5, 6, 7 も同様にコピー可能である。

3. 結果および考察

プログラム 3 による結果を図 4 に示した。プログラム 4 により表 1 が得られる。プログラム 5 は宮野³⁾ による図を参考にし、時間経過を知るために測定日時データを同時に描かせた (図 5)。

プログラム 6, 7 は四象限分画と同時に Braunwald⁵⁾ を参照して図 6 に表わした。

術中モニターとパーソナルコンピュータの on-line 化を施行するために

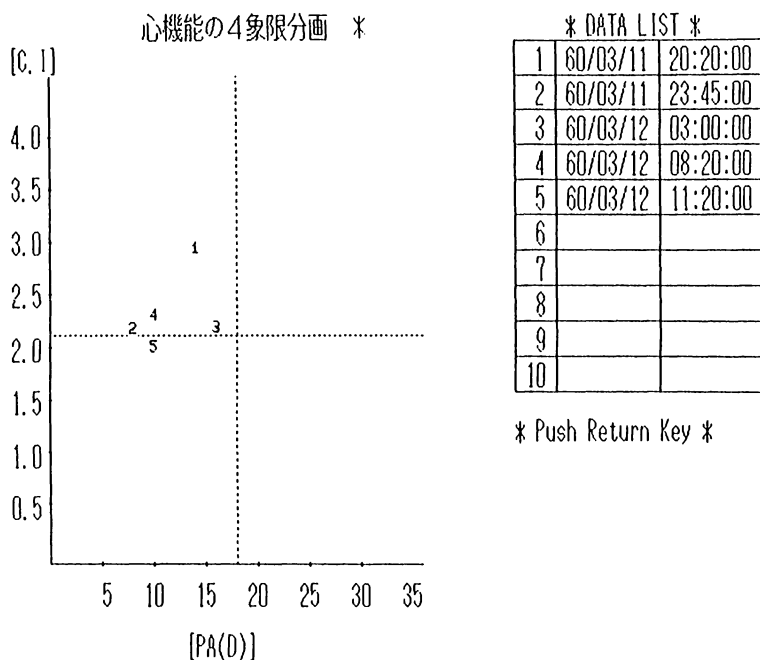
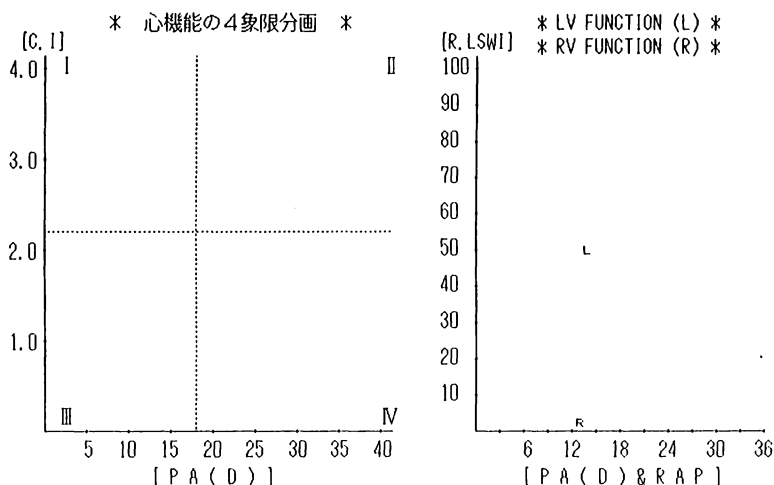


図 5

は、モニター側の出力機構が問題になる。現在、モニターの出力端子にはアナログおよびデジタルの二種類が用いられているが、アナログ出力の処理をBASIC言語のみを用いて on-line 化を施行するには、インターフェイスとしてA/Dコンバータや血圧ユニットが必要なため、非常に煩雑であった。デジタル出力には、各社独自のデジタル、RS-232C、GPIBが主に用いられている。各社独自のデジタルは、その出力の解析を行い専用のインターフェイスが必要であるため非常に煩雑である。

GPIBやRS-232Cは、国際規格に定められているため on-line 化は容易である。現在、市販されているパーソナルコンピュータのインターフェイスには、GPIBは実装されてなくほとんどがRS-232Cである。RS-232Cは国



DATE	60/03/11	C.O	3.83	R.V.S.W.I	2.08
TIME	20:20:00	C.I	3.02	L.V.S.W.I	49.8
BP(S/D/M)	170/ 79/109	S.V	47.9	R.W.I	0.16
PA(S/D/M)	24/ 14/ 17	S.I	37.7	L.W.I	3.98
RA(M)	12	P.A.R.I	132.3		
HR	13	T.P.R.I	2699.3		

図 6

際規格として CCITT-X. 21 が、わが国では JIS-C6361 がこれとほぼ同じ規格を定めているため、on-line 化は容易である。

また、A/Dコンバータは16chの入力が可能であるため、テルモ社製尿量モニターの on-line も試みたが、アナログ出力が0～10mVと非常に小さく、A/Dコンバータの分解能は1LSBあたり2.4mVであり、アンプでの増幅が必要であった。このため尿量モニターの on-line 化は施行しなかった。

現在得られる国産のモニター類はアナログの output は実装されているが、大多数の機器では RS-232C の output はついていない。最近の外国製品はほとんど RS-232C の output 端子がついており、上記の尿量モニターのようなアナログ出力の小さな情報でも on-line 化が容易に実施可能である。

表 1

* DATA LIST *

検索終了(Push Return Key)

Date	60/03/11	60/03/11	60/03/11	60/03/12	60/03/12
Time	20:20:00	23:45:00	03:00:00	08:20:00	11:20:00
B.P(S/D/M)	170/ 79/109	110/ 63/ 79	170/ 81/111	123/ 66/ 85	130/ 67/ 88
P.A(S/D/M)	25/ 14/ 17	17/ 8/ 12	34/ 16/ 21	20/ 10/ 14	16/ 10/ 13
PA(W)	12	8	13	9	9
RA(M)	13	11	15	11	10
H.R	80	75	98	90	83
C.O	3.83	2.86	2.89	3.02	2.65
C.I	3.02	2.25	2.27	2.38	2.08
S.V	47.9	38.1	29.4	33.6	31.9
S.I	37.7	30.0	23.2	26.4	25.1
P.V.R.I	132.3	180.4	221.6	167.9	153.5
S.V.R.I	2699.3	2521.9	3415.1	2484.9	2920.2
R.V.S.W.I	2.05	0.41	1.89	1.08	1.02
L.V.S.W.I	49.8	28.9	30.9	27.3	26.9
R.W.I	0.16	0.03	0.19	0.10	0.08
L.W.I	3.98	2.17	3.01	2.46	2.24

この点に関し国内メーカーの一層の努力を期待したい。

4. 結 語

1) 術中に各種モニターと、パーソナルコンピュータとを on-line 化することは、各種モニターから得られる情報をパーソナルコンピュータを用いて図形化、パターン化(くもの巣型グラフ, その他), 統計処理を行うことにより病態の解析, 予測を行うことが可能と思われる。

2) このシステムのプログラムは全てBASICで作成したため, 16ビット, 8 MHzのパーソナルコンピュータを用いても, 4 ch同時にリアルタイムでの取り込みは困難であった。そのため, 血圧ユニットを用いて, 動脈圧, 肺動脈圧を階段波に変換し取り込まなければならなかった。

参考文献

- 1) 滝口雅博, 安倍 洋, 芝田京子, 岩淵 隆: マイコン応用による患者監視装置の使用経験. ICUとCCU 4 : 685-693, 1980.
- 2) 森田耕司, 池田和之: マイクロコンピュータを使った血行動態のパターン化と臨床応用. ICUとCCU 4 : 1009-1015, 1980.
- 3) 宮野秀範: 循環動態検査. ICUとCCU 3 : 815-827, 1979.
- 4) 知久田 博, 森 秀磨: 血液ガスデータのパターン化の試み. 北陸麻酔学雑誌 19 : 83-87, 1985.
- 5) Ross JR, Braunwald E: The study of left ventricular function in man by increasing resistance to ventricular ejection with angiotensin. Circulation 29 : 739, 1974.

17. マイクロコンピュータ応用の中央手術部監視装置

京都府立医科大学麻酔学教室

田中義文, 夏山 卓, 橋本 悟, 重見研司, 宮崎正夫

1. はじめに

近年のICUは、コンピュータ・オンラインによる集中監視システムの導入が普及し、またその性能の向上には著しいものがある。ICUでの患者管理システムは、経時的な血圧や脈拍測定・レスピレータの状態監視などに始まる共通のプロトコルが多く、また利用効率も高いと考えられる。一方、中央手術室では近年その清潔度を高めるために one way 方式の構造が多くなり、各ルームの独立性がますます強くなり、その意味においてICU以上に中央監視システムの設置が重要と言える。京都府立医科大学では1978年に、8ルームから12ルームの中央手術部の建築が計画され、麻酔医のための術中患者集中監視システムを設計する機会を得た。手術部落成後3年を経たので、

当時の計画と現在の使用状況について報告する。

2. 方 法

1) 設計構想

- a) 全12ルームの心電図と血圧をモニター室で監視できること。
- b) 心電図や血圧波形を全自動でしかも忠実に記録できること。
- c) ガスマスのための麻酔ガス採取配管設備を設けること。
- d) 特殊な麻酔や手術のために各ルームに容易に移動できる記録装置をそなえること。

以上の構想の下に具体化を試みた。

2) 仕 様

各手術ルームの心電血圧計とモニター室の集中監視装置のシェーマを図1に示す。監視装置は表示、アナログ記録、ディジタル記録の3部より成り立っている。

- a) 各ルームに三栄測器製心電血圧計2 F21Aを設置し、モニター室との間をモニター用に独立した配線用ドラフトで連結した。同社製メモリースコープ2 G62Aを用いて各手術ルームの信号を表示した。このCRTは同時に4チャンネルしか表示出来ないため、スイッチボックスの切り替えて任意の4ルームの心電図または2ルームの心電図と血圧波形を表示するようにした。
- b) 心電図や血圧波形は波形そのものが診断に非常に重要であるため、術中経過すべてを通じて原波形を記録しなければならない。これらの波形を忠実にディジタル化して記録するには、少なくとも5 msec の測定間隔で8 bit 以上の精度で記録することが望まれる。この測定間隔で3時間の記録を行うと1 channel あたり2.16M byte の記憶容量が必要となり、1ルーム2 channel で6ルームの記録では3時間で24M byte も必要となる。現時点のディジタル記録様式ではこの様な膨大な量の記録を行う事は装置が非常に高価となることと、通常の手術でこのような記録そのものに

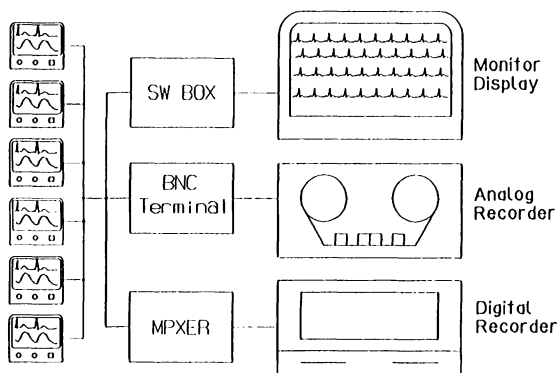


図1 中央監視システム。各手術室とモニター室の間に信号電送線用ドラフト配管を行い，モニター室内ディスプレイで観測できる。無人運転で記録できるアナログおよびデジタルデータレコーディングシステムを考案した。

12 Room

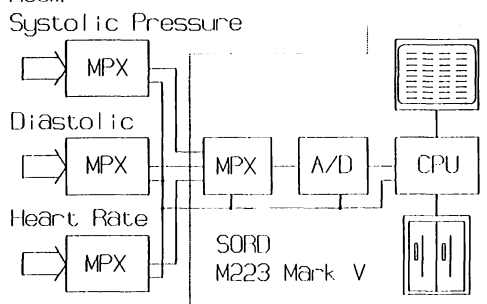


図2 デジタル記録装置。既成の汎用マイクロコンピュータ装置にSORD社製M223をもちいた。12ルームの血圧脈拍信号を処理するためにmultiplexer (pre-MPX)を増設し，信号線はトリー構造に整理した。プログラム手順：(1)pre-MPXでルームを選択，(2)main-MPXで最高・最低・脈拍を選択，(3)信号のデジタル変換を行う。

価値が有るかどうかを考慮し、最終的にアナログデータレコーダ（TEAC社製RT-30A）による記録様式を用いた。レコーダーの最小速度で記録を行えば10時間の連続記録が可能であるため、朝の患者入室時に記録を開始し、夕方手術終了時まで記録状態のまま放置できる。

アナログデータレコーダーは波形記録には適しているが、脈拍や最高最低血圧の値を容易に求められない欠点がある。これを補うためにマイクロコンピュータによるオンライン処理システムを計画した。幸い、三栄心血圧計は心電図と血圧の原波形以外に最高最低血圧および脈拍のアナログ信号が出力されているため、これらの信号をディジタル化して平均値を1分毎に記録する方法が最も容易である。ディジタル変換する信号は脈拍、最高血圧、最低血圧の3 channel と定め、1 ルーム 3 本、12ルームをカバーするためには36本の信号のディジタル変換が必要となる。ディジタル変換可能なインターフェイスを供給できるコンピュータとしてSORD社製M223システムを選定した。この装置のアナログ入力16 channel までであるため、別に16 channel analog multiplexer（DATEL INTERSIL MX-1606）3個を増設し、それぞれ最高血圧、最低血圧、脈拍のルーム別信号処理に用いた。図2にコンピュータシステムを示すが、multiplexerが2段カスケード配置となる。各ルームの信号はまず最高、最低、脈拍に仕分けされ増設のmultiplexerに入力される。ここで各ルームの信号3 channel 分が選択されメインコンピュータのアナログ変換器で最高血圧、最低血圧、脈拍の順にディジタル化される。

c) ガスマスはパーキンエルマー社製メディカルガスアナライザーMGA-1100、ガス流量計にミナト医科学熱線式ガス流速計RM-200を使用している。ガスマスの濃度出力とガス流速の出力の同期が困難であることなどから集中化してモニターすることは断念し、現在脳や心臓の手術などで、ルーム内に装置を搬入して測定している。

d) c) と関連して、三栄測器製多ペンレコーダ（レクチホリ）、TEAC

製カセットデーターレコーダ、NEC製PC-9801U2パーソナルコンピュータをルーム内に搬入して記録している。

3. 使用結果および考察

12ルームの内、全身麻酔による手術症例は同時に6ルームが平均であった。ディスプレイは症例を選べば4 channel 表示であっても不便は感じなかった。アナログデーターレコーダによる心電図や血圧波形の記録は、褐色細胞腫などの突然の発作が生じる麻酔記録には非常に有効であり、術後多ペンレコーダに再生を繰り返し典型的な記録を引き出すことができた。

脈拍・最高血圧・最低血圧の表示と記録は、原波形を直接デジタル変換しプログラム処理することにより算出可能である。しかし、12ルーム同時実時間処理となると、マイクロコンピュータでは卓越した特殊なプログラムアルゴリズムを作らないかぎり処理出来ない。心電血圧計から出力されるこれらの信号は、コンピュータからはフロントプロセッサにより前処理されたものと見なせるため、データ抽出の負担を軽くすることが出来た。デジタルによる脈拍・最高血圧・最低血圧の表示と記録は12ルームのすべてについて1分毎のラウンドサンプルでしかも8時間の連続記録をしたとして18K byte の記憶容量であった。8 inch フロッピーディスク1枚に2週間分が記録できた。図3に甲状腺切除術の記録を示す。

デジタルコンピュータによるデーターロギングシステムは、使用プログラムにより使いやすくも、実用不能にもなる。本システムは、汎用マイクロコンピュータに multiplexer を増設し各ルームの信号線をトリー構造に整理し、いわばハード処理を最大限に用いてプログラムの負担を軽くしている。プログラムは、手術患者の名前や術式などの項目を key input することは無用と考え、オペレータがその日の日付けとプログラム名を key in するだけで、後は無人運転で動作する単純なものにした。そのため、システムの詳しい構成を知らないスタッフでも容易に動かすことが出来た。また、プログラム開発中に気が付いた事であるが、手術中の麻酔スタッフは多忙であるた

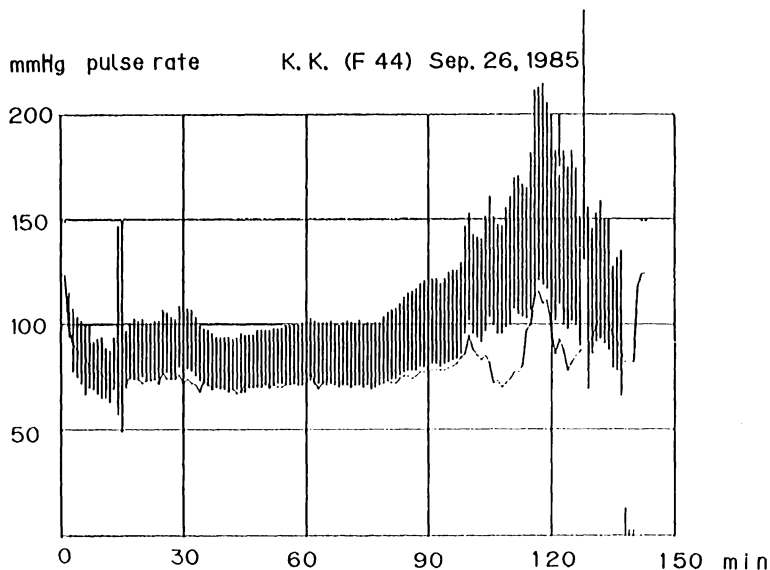


図3 デジタル記録の一例。甲状腺摘出術。血圧は棒線，脈拍はドットの折れ線で示し、一分間隔で記録している。記録開始より15分目と130分目のピークは動脈血採血によるアーティファクトである。

め、CRTを見ながら key in しなければ動かないプログラムは全く利用されない事実が明らかになった。

システム製作時に心電血圧計の出力信号のレベルが一台一台異なっていたが、各ルームのパラメータ算出式の係数をプログラム変更するだけで容易に修正出来た。本装置のオペレーティングシステムはシングルジョブであるため、現在書き込み中のファイルを読み取りでオープンすることが出来ない。そのため、現在入力中の中間データのトレンド書き出しが出来ないことが欠点と言える。今後のマイクロコンピュータでのオペレーティングシステムの性能向上を期待すると共に、中規模以上の手術室を設計する際には、コンピュータ等の処理システムはさておき、各手術室とモニター室間の信号線用ドラフトは十分な余裕をもって設置されたい。

18. 麻酔中モニタリングのシステム化について

大阪大学医学部附属病院中央手術部

森 隆比古, 實川佐太郎

大阪大学医学部麻酔学教室

太城力良, 吉矢生人

この度当院中央手術部の導入した汎用コンピュータを中核とする手術部情報処理システムのうち、患者生体情報の計測に関する部分についてその仕様作成・導入から稼動に至る経過を報告する。

1. 仕様の作成

1) 基本方針

① 安全性・保守性・信頼性の確実な市販の医療用計測・監視装置を組み合わせ用いることとした。

② コストとスペースの節約のために機器の組み合わせを最重症用・重症用・基本・軽症用の4種に分け移動可能なラックに乗せた。

③ これらの計測・監視機器はコンピュータシステムにデータを伝達するための出力装置を持ちさらにコンピュータの障害発生時にも患者監視が続けられるようにデータを表示する装置を本体にも必ず持つこととした。

2) 計測・監視する項目

計測・監視する項目の主なものは以下の通りである。心電図（最重症用は2チャンネル同時表示）・心拍数・体温・観血的血圧（基本1チャンネル・重症用2チャンネル・最重症用3チャンネル）・非観血的血圧・呼気炭酸ガス分圧・深部体温・心拍量・換気量・脳波・SEP・呼気質量分析・輸液ポンプの流量・人工心肺の運転に関するデータ。

3) コンピュータシステムとの接続（図1）

それぞれの機器が収集したデータは12の手術室に配備されたモニタインタフェイスにアナログあるいはデジタル信号として送られる。モニタインタフェイスは30秒おきに各機器からのデータを取りこんで手術部内に置いた汎

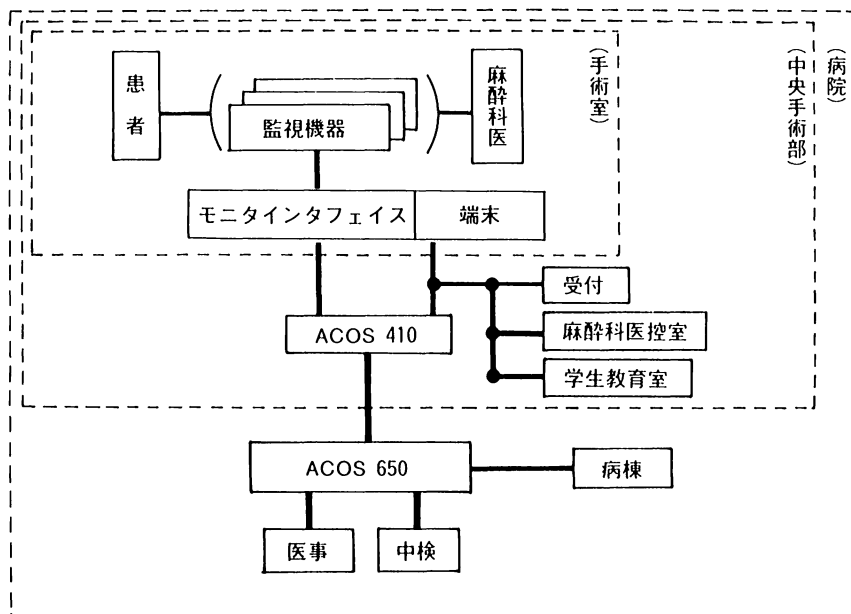


図1 手術部情報処理システムの概念図

用コンピュータ（ACOS410）に転送する。これらのデータは患者属性・病名・術名・術前問題点・検査データをはじめとするいろいろなデータ・情報とともに2週間ディスク装置に保存された後、麻酔データベースに編集されるが必要なものはラインプリンタに出力したり磁気テープに保存することもできる。バイタルサインの一部は手術室に送りかえされてCRT上にトレンド表示がされる。

なお、心電図波形は手術室の心電計で12誘導の自動記録ができ、さらに麻酔科医控室にも伝送されCRT上での監視とデータレコーダへの記録をするようにした。

2. 導入から稼動へ

計測・監視機器のオンライン使用にはデータ取込み開始・終了の指示や患

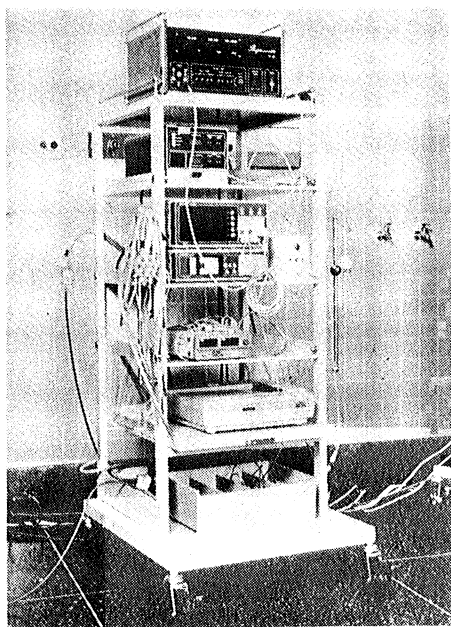


図2 患者監視機器と大型ラック

者確認などコンピュータとの対話が必要となる。そこで稼動までにコンピュータシステムへの関心と理解を持ってもらおうと1984年度の麻酔科研修医およびスタッフに術中管理用情報ファイルの画面原稿を分担して作ってもらった。これは医薬品・術前準備・正常値・合併症などに関する情報を手術室の端末から参照しようとするいわば支援情報ファイルであり、毎週の症例検討会において麻酔科全員で内容をチェックした。さらに、麻酔科の共同作業である文献整理にあたってシステムの端末であるパーソナルコンピュータを使用してコンピュータとの対話を皆に体験してもらった。

1985年にはいりまず試験的にラック（700×790×1540mm）（図2）に組んだ計測・監視機器をスペースに恵まれた2手術に配備したが占有空間の大きさと威圧感から批判が相次ぎ、他の手術室では小型のラックにかえねばな

らなかった。それにともない機器の組み合わせの見直しも必要となり各手術室ごとに広さや設備にあわせた標準的な機器構成を決めておき必要に応じてフリーの機器を追加したり他室のセットと交換して用いるようにした。

それらの対策の後本格的に各機器を手術室に配備し同時に麻酔器の上の旧型のモニタをとりはずした。計測・監視機器が皆に受け容れられたのを確認し、1985年5月中旬までにモニタインタフェイスを各手術室に配置・配線した。6月3日分より手術申し込みの入力が開始され、麻酔科の術前回診記録を申し込みデータに基づくコンピュータ出力の術前回診票に変更し、同時に麻酔記録も新しい様式に改めた。6月17日麻酔科医に対するコンピュータ操作の講習を小グループ制で行い、以後麻酔科医の症例割当の電子的入力がされるようになった。7月5日をもって中央手術部は手術予定表の作成をコンピュータ化しこの予定表の症例番号に基づく計測データの保存が可能となった。1985年9月1日の手術症例から患者の術前データと術中麻酔管理に関する諸情報の入力が開始された。これらの情報はリレイショナル型データベースにとりいれられ、計測されたバイタルサインデータ等との関連の検討ができるようになった。

3. 考 察

われわれの場合、麻酔科医サイドのシステム導入への最大の期待は麻酔記録の自動作成というよりは、患者監視の正確度と信頼性の向上および麻酔症例に関する情報の効率的な蓄積であった。これらの要求を満たそうと本システムを構築したが、機器・ケーブルの室内空間の占有などいくつかの問題に直面した。また麻酔科医のすべてにすすんで使ってもらわなくては本来の目的は果せない。いろいろな方法でシステムとの対話に慣れてもらい抵抗感や反発をなくすようにつとめた。新システムへの移行には1ステップ進めてあまり問題がなければ週単位の突貫作業で次のステップに進み、従来の器械や用紙などは廃止するといういわば突撃策もとった。現在も皆からのフィードバックを受けて使いやすいシステムにする努力を続けている。

参考文献

- 1) Shaffer MJ, et al: Manual record-keeping and statistical records for the operating room. Med Instrum 12 : 192-197, 1978.
- 2) Mitchell MM: Automated anesthesia data management and record-keeping. Med Instrum 16 : 279-282, 1982.
- 3) Block FE Jr et al: Two computer-based anesthetic monitors; The Duke Automatic Monitoring Equipment (DAME) system and the micro DAME. J Clin Monit 1 : 30-51, 1985.
- 4) 森 隆比古ほか：コンピュータを用いた手術部情報システムの研究（第一報）
—コンピュータシステムの手術部への導入—。手術部医学 7 : 86-88, 1986.
- 5) 太城力良ほか：コンピュータ利用の生体情報監視システムによる麻酔中患者監視。手術部医学 7 : 95-98, 1986.

演題19～22. 座長：豊岡秀訓

東京大学医学部附属病院救急部

19. リドカインの血中薬物動態

—リドカイン中毒例への応用—

大阪市立大学医学部麻酔学教室

西 信一, 浅田 章, 藤森 貢

1. 要 旨

硬膜外麻酔の際の合併症として、局所麻酔薬中毒がある。この場合に、局所麻酔薬がいつ、どれくらいの量、血管内に注入されたかを知ることが重要である。一般に経時的に何点かの測定点があれば、それを用いて薬物動態学的解析により、それを容易に知り得る。しかし、実際の臨床において、頻回に血中薬物濃度を測定する事は困難な事が多い。そこでリドカインに対して、

二分画モデルを用いて血中濃度シミュレーションを行った。これを用いて、リドカイン中毒を解析しえた。

2. はじめに

局所麻酔薬であるリドカインは、治療域が $1.4 \mu\text{g}/\text{ml} \sim 6.0 \mu\text{g}/\text{ml}$ 、中毒域が、 $6.0 \mu\text{g}/\text{ml}$ 以上と言われている¹⁾。リドカインを静脈内に投与する際の血中リドカイン濃度のシミュレーションは報告されているが、これは薬物動態学的パラメータ（分布容量、排泄定数など）が固定されていて一般臨床に使いがたい。特に、周術期においては、これらのパラメータが変化すると言われている^{2), 3)}。

リドカインの静脈内への投与には、1回静注および点滴静注がある。リドカインは半減期100分と血中濃度減衰が比較的速く、有効な血中濃度を維持するためには、静脈内への投与法をいろいろと組み合わせる必要がある。そこで、今回、薬物動態学的パラメータ、投与量、投与経路に可変性を持たせたシミュレーションを独自に作成した。このシミュレーションは、麻酔においては、硬膜外麻酔時のリドカイン中毒の解析に、麻酔、ICUにおいては、抗不整脈のためのリドカイン投与計画に利用し得ると考える。

3. プログラム

一般に、リドカインの血中濃度減衰は、三分画モデルをもって説明されるが、臨床使用では二分画モデルで充分と考えた。つまり、血中リドカイン濃度を C_p 、投与後の経過時間を t とすると、 $C_p = Ae^{-\alpha t} + Be^{-\beta t}$ (1)と表される。さらに、点滴静注の際、点滴静注を止めるまでは、注入速度を R_{inf} とすると、 $C_p = R_{\text{inf}}/V_d/K_e (1 - e^{-K_e t})$ (2) (V_d : 分布容量, K_e : 排泄定数) とし、点滴静注を止めた後は、二分画モデルに従い血中濃度が減衰するとした。(1), (2)式において、 A , B , α , β , V_d , K_e に可変性を持たせるために、DATA文としてプログラミングした。

この血中濃度変化曲線の出力方法については、プリンターでは、どうして

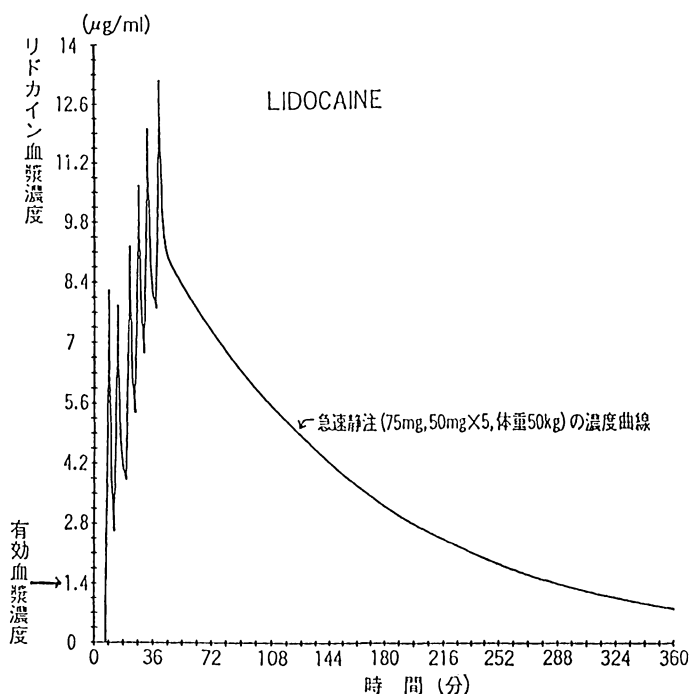


図1 リドカイン静注時の血中リドカイン濃度のシミュレーション

も最高濃度および減衰率の変化が判然としないために、XY-プロッターを用いて描記した。

4. 考 察

リドカインの投与計画として用いる場合は、図1、図2に示すごとく描記される。しかし、周術期における分布容量、排泄定数等の変化に関して、リドカインについては、Holley らが α_1 -acidglycoprotein の変化と関連させて報告している²⁾。また、抗生剤についても同様に変化するといわれ⁴⁾、著者らもジゴキシンについて、肺動脈楔入圧の変化と関連させて報告した³⁾ (図3、図4)。このようなパラメータの変化を、どのようにしてシミュレー

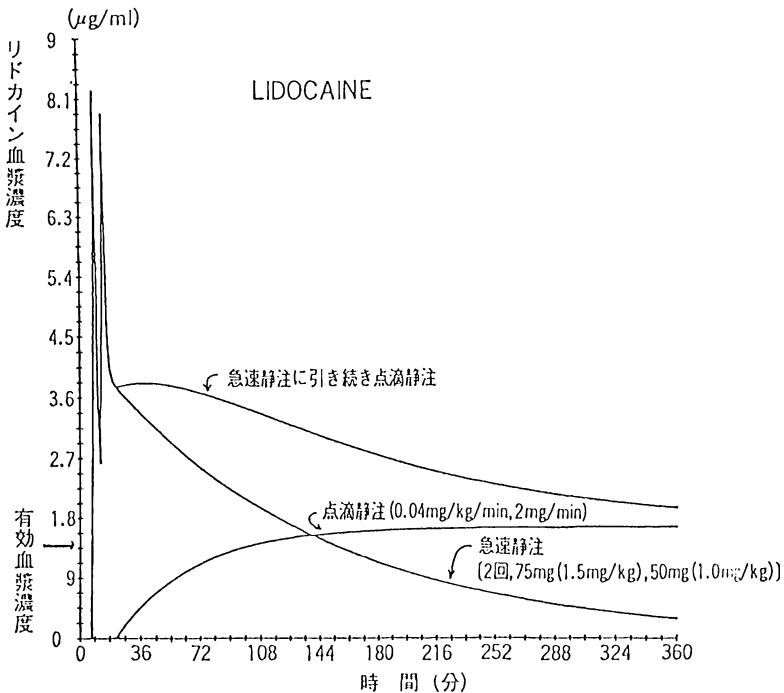


図2 1回静注および点滴静注時の血中リドカイン濃度シミュレーション

ションに反映させるかは、今後の課題である。

図5は、硬膜外麻酔時のリドカインによる局所麻酔薬中毒の1症例である。この症例においては、数回にわたる採血が可能であったため、コンパートメント解析あるいはモーメント解析により、投与後経過時間および投与量を正確に算出した。しかし、実際の臨床では、1回ないし2回の採血しかできない場合が多い。図6は、このように1回しか採血できなかったが、シミュレーションと比較することにより、経過時間および投与量を知り得たものである。前述のごとく、このシミュレーションによる解析では、パラメータの

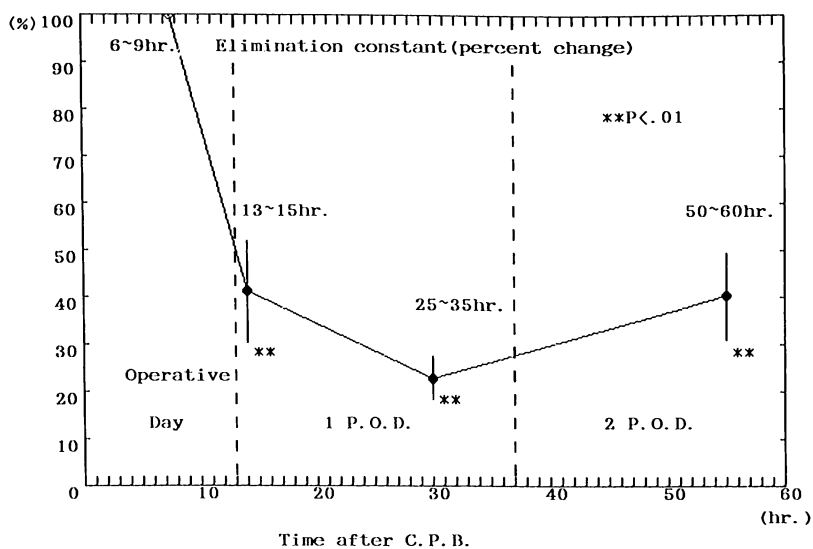


図3 ジゴキシンの排泄定数 (Ke) の経時的变化

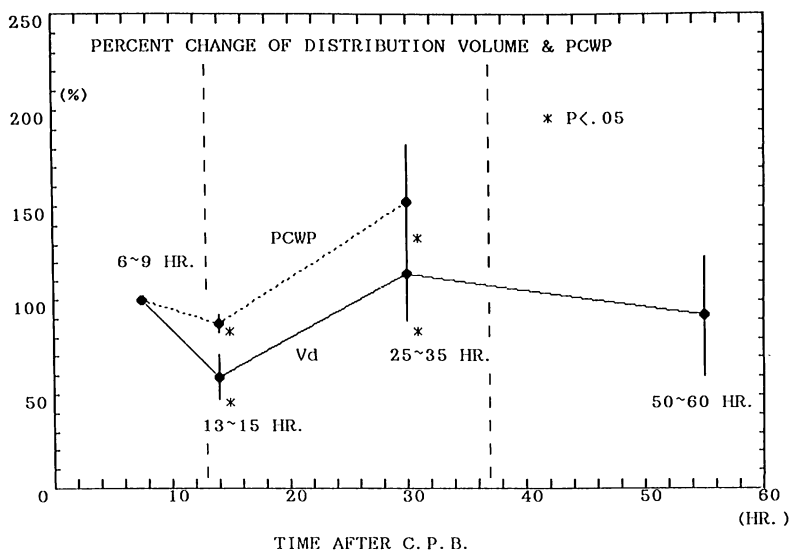


図4 ジゴキシンの分布容量 (Vd) と肺動脈楔入圧 (PCWP) の経時的变化

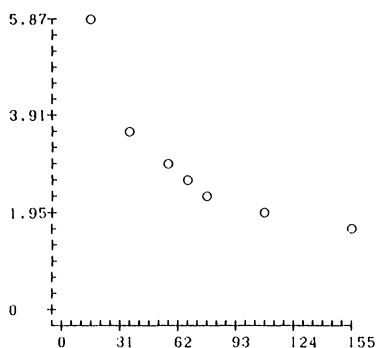


図5 曲線下面積：AUC，平均滞在時間：MRT，
分布容量：Vd，投与量：Dとすると，

$$\frac{D}{Vd} = \frac{AUC}{MRT} \quad \text{から，}$$

$$D = \frac{AUC \times Vd}{MRT} \quad \text{注入された量をもとめる。}$$

上图の症例においてはAUCは692.3 (g・min./ml) MRTは181.8 (min.) となった。Vdを1.1 (l/kg) とすると，300mg中251.3mgが，血管内に投与されたと考えられる。

変化を考慮する必要があるのは言うまでもない。

このシミュレーションと実測値とパラメータの関係については，現在，検討中である。

参考文献

- 1) Gianelly R, Von der Groeben JO, Spivack AP, Harrison DC: Effect of lidocaine on ventricular arrhythmia in patients with coronary heart disease. The New England Journal of Medicine 277 : 1215-1219, 1967.
- 2) Holley FO, Ponganis KV, Stanski DR: Effect of cardiac surgery with cardiopulmonary bypass on lidocaine disposition. Clin Phar-

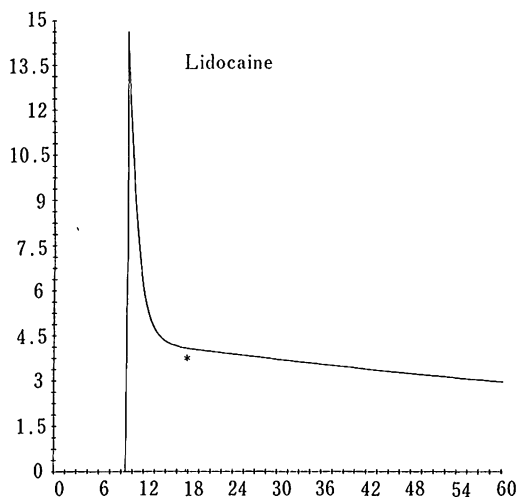


図6 体重50kgの患者へ400mgのリドカインを静注した時のシミュレーション（図中*マークは、定測した濃度を示す。）

この図より、硬膜外腔へ投与したはずの400mgリドカインは、ほぼ全量血管内に注入されたと考えられる。

macol Ther 35 : 617-626, 1984.

- 3) Asada A, Nishi S, Fujimori M: The change of pharmacokinetic parameters after cardiopulmonary bypass. 4th World Congress on Intensive and Critical Care Medicine, Jerusalem, Israel, June 23-28, 1985.
- 4) Miller KW, McCoy HG, Keith KH, et al: Effect of cardiopulmonary bypass on cefazolin disposition. Clin Pharmacol Ther 27 : 550-556, 1980.

20. マイクロコンピュータによるRPP (Rate Pressure Products) 計算機

浜松医科大学医学部附属病院手術部

森田耕司

浜松医科大学麻酔学教室

池田和之

1. はじめに

虚血性心疾患患者の麻酔，術中管理においては心筋の酸素消費を増すことは，禁忌とされるため，心筋の酸素消費量をモニターして，これを適当な値にコントロールしなければならない。心拍数と収縮期圧を乗算したRPP (rate pressure products) は，心筋の仕事量に関連した量で，心筋の酸素消費量と高い相関があるので，術中の心筋酸素消費量をモニターする1つの手段となり得る。心拍数と収縮期圧はバイタルサインモニター装置で容易に測定でき，また電圧値として両者とも出力されているのが普通であるため，これら2種類の電圧値をアナログ的に乗算するユニット（アナログ乗算器）やA to Dコンバータを使用して，デジタル値に変換した後，乗算を行なう処理装置で簡単に計算，表示することができる。ICUや病棟ではこれらの機器は簡単に得られる割りには，有用である。しかし，その使用範囲を手術室に広げると，ICUや病棟では見られない問題が生じた。それは，電気メスによる妨害である。心電図は心臓の微小な電氣的信号を増巾，表示するため，強力なエネルギーを発生する電気メスの妨害に，特に弱いようである。最近のモニター機器の技術的な進歩によって，電気メスによる妨害をできるだけ少なくする工夫をこらしているモニター機器も見られるが，これとても電気メス使用中は出力をブランキングするだけで，使用中の心電図，および，心拍数出力はえられない。

われわれは，心拍数を動脈の血圧波形より求め，きわめて電気メスによる妨害を受けにくい，RPP計算機を試作した。

2. 方 法

術中、電気メスの使用は避けられないため、その使用によって、多大な影響を受ける、心拍数の出力をRPPの計算に使用することを諦め、影響の度合いが少ない、動脈血圧波形を使用することにした。このユニットは、A/Dコンバータ（8 BITS）とワンボードマイコン（TK-85, 1K-BYTE RAM ; NEC）によって、構成されている（図1）。

動脈波形をA/Dコンバータによって、デジタル値に変換し、波形解析を行なって、心拍数と収縮期圧をもとめる。求められた心拍数と収縮期圧をデジタル的に乗算し、8桁の7セグメントLEDに表示する。

ユニットをコントロールするプログラムはワンボードマイコンのRAM（1 K BYTE）に記憶されており、6つの部分に分かれている（図2）。これらは、処理速度を高めるためとプログラムをコンパクトにするため、すべてi-8085マシン語で書かれている。

図2における、キャリブレーションルーチンは内蔵するA/Dコンバータの出力をモニターのキャリブレーション出力で校正するためのルーチンであり、この装置のパワーオン後に1回だけ行われ、その後はリセットされるまで呼び出されない。収縮期圧検出ルーチンは、この装置の中核となる部分である。このルーチンはモニターより出力される血圧波形を10 msec ごとにサンプリングして、血圧の最大値を求めるとともに次の最大値までの時間（周期）を測定する。計算ルーチンは求められた収縮期圧と周期よりRPPを計算する。測定、計算された、収縮期圧、拡張期圧、RPPはワンボードマイコンに内蔵されている8デジットのLEDディスプレイに表示される。

3. 結果と考察

この装置で得られるRPPは、電気メスによる妨害を受けにくく、それらが頻回に使用される術中での使用に、有効であった。

通常、血圧波形は大動脈弁によるノッチや測定系のダンピング不足による振動成分を含んでいる。これらと真の血圧最大値を的確に識別して正確な周

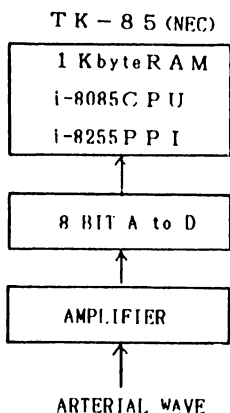


図 1

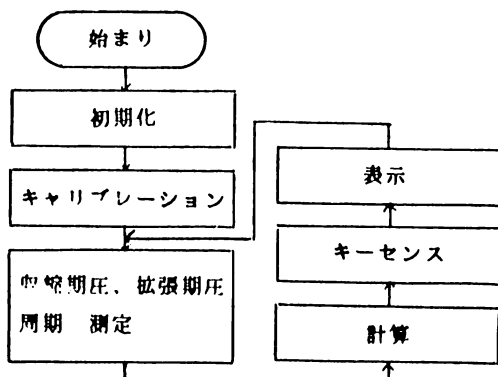


図 2

期を求めるために、このルーチンでは特別に配慮されたロジックを使用している。このロジックの基本は、すべての極大値を測定し、極大値間の差を評価する方法である。最大値を持つ極大値 (P_t) は血圧の最大値と仮定すると、次に見つけられた極大値 (P_{t+1}) は、もしこれが真の最大値である

なら、極大値 (P_t) とほとんど差がないはずである。ある程度の差があれば極大値 (P_{t+1}) はノッチかノイズの振動成分である事が考えられる。この時の、ある程度の差を THRESHOLD VALUE として実験的に決定すれば良い。われわれはこの値を 10mmHg としている。ほとんどの状況における、動脈圧測定においては、この値で十分なようであるが、特殊な場合、すなわち、ノッチやダンピング不足による振動成分が、収縮期圧と差がない程大きい場合はこのロジックでは識別不能である。

このルーチンで使用している動脈圧波形のサンプリング間隔は、当初、10 msec であったが、雑音を拾いやすいため、1 msec で 10 回サンプリングした後、平均値を取り、この平均値を新たなサンプリング値とした。

今回試作した、RPP 計算機は出力装置として LED ディスプレイのみを持つが、術中ではその時間経過も重要な情報となる事より、トレンド表示のためのアナログ出力も必要であることがわかった。また、この試作器はプログラムを ROM に焼きつけていないため、起動のたびに、テープによるローディングが必要であった。装置のディメンションは $30 * 40 * 10$ (cm) と、市販のトレーニングボードマイコン (TK-85) を使用しているために、大きくなった。しかし、これらの欠点はマイコンボードを交換することによって、簡単に解決できるものとおもわれる。

21. 薬物動態に基づく静脈麻酔剤の自動投与

名古屋市立大学病院麻酔科

高須昭彦, 竹内幹夫, 清田豊秋, 宮野英範, 青地 修

1. はじめに

薬物動態理論は、吸収、分布、代謝、排泄等、生体と薬剤との間の反応を定量的に扱う学問であり、静脈麻酔に応用すれば、合理的な投与により、円滑な麻酔が期待できる。本理論の臨床応用に際して必要となる血中濃度ある

いは投与速度の算出は、コンピュータ利用により容易となるが、さらに最近では、コンピュータ制御の自動注入装置についても報告されている^{1)~4)}。

われわれは、パーソナルコンピュータを用いて、静脈麻酔剤の投与量を自動制御する装置 Computer Controlled Infusion System based on Pharmacokinetics (CCIS-P) を試作し、サイアミラール、ケタミンによる静脈麻酔に応用し改良を重ねてきた⁵⁾。本装置では薬物動態パラメータが記憶管理されており、簡単な操作で安全に使用できるように考慮されている。

2. 装置および操作

本装置は、パーソナルコンピュータ本体、カラーディスプレイ、5インチミニフロッピーディスクユニットに、輸液ポンプを接続し作動させている。コンピュータからのデータを8ビットD/Aコンバータにより電圧とし、V/Fコンバータにより周波数に変換し輸液ポンプを制御する。プログラムはすべてBASICで記述した。演算スピードは、十分であり、修正も容易であった。投与速度の算出は、いわゆるBET scheme に基づく³⁾。これは、初期に分布容積を満たすための静注(Bolus : B)後、排泄(Elimination : E)を補うための量とコンパートメント間の移動量(Transfer : T)とを加算し投与するもので、われわれの方法の場合、Bolus 投与のかわりに、輸液ポンプによる急速投与におきかえている。計算は2コンパートメントオープンモデルに基づく。

3. 対象および方法

1984年5月から10月までの6カ月間に名古屋市立大学病院麻酔科でケタミン+GO全身麻酔を行ったASA Iの成人患者で、非脱分極性筋弛緩剤を使用する症例33名を対象とした。

キーボードより開始キーを押しケタミン(1000mg/100ml)注入ポンプを始動させる。入眠後、純酸素でマスク換気し、血中濃度予測値が目標血中濃度に到達するのを待ち(約4分)SCC投与後、気管内挿管した。麻酔維持はケタミンを主麻酔剤としてGO(笑気:酸素=4L:2L)を併用した。

筋弛緩剤は原則としてアルクロニウムを使用した。ポンプ開始後15分, 30分, 1時間, 2時間およびポンプ停止時に動脈血を採血し, 高速液体クロマトグラフィーを用い血中ケタミン濃度を測定した。薬物動態パラメータは Clements ら⁶⁾による血中濃度時間曲線から読み取り使用した。

4. 結 果

全例で麻酔導入は円滑であり, 他の麻酔剤の補助的投与を必要としなかった。睫毛反応消失時の血圧は, 導入前値に比し7%の上昇, 挿管時は22%の上昇をみ, 有意 ($P<0.05$, $P<0.01$) であったが, 執刀時には有意な変化はなかった。心拍数は挿管時23%と有意 ($P<0.01$) に増加したが, 執刀時には導入前値に戻っている。フローセン等の吸入麻酔剤の併用を要した例は, 12例 (36.3%) であったが, 全例とも挿管直後の一時的な使用で済ましえた。覚醒は全例で速やかであり, 手術終了から抜管までの時間は血液ガス値が異常のため60分を要した1例を除けば, 平均8.5分であった。

血中ケタミン濃度は15分値, 30分値, 60分値, それぞれ $2.78 \pm 0.35 \mu\text{g/ml}$ (mean $\pm$ SD), $2.76 \pm 0.47 \mu\text{g/ml}$, $2.31 \pm 0.38 \mu\text{g/ml}$ であった。

5. 考 察

本システムでは目標とする血中濃度を $2.0 \mu\text{g/ml}$ とした。気管内挿管により平均血圧, 心拍数ともに有意に上昇したが, 執刀時は血圧および心拍数の変化はほとんどなく安定していた。これは, 挿管操作が執刀よりも強い刺激となるため, あるいは, 血中濃度と効果の発現との間に時間的なズレを生ずるためと思われる。しかし, 気管内挿管時を除けば, 本法では極めて良好な麻酔レベルが得られており, 血圧, 心拍数は安定し, ケタミン投与速度の調節は全く必要としなかった。

血中ケタミン濃度は, 15分値を最高として徐々に下降傾向を示したが, dip は生じなかった。血中濃度の推移は直線に近く適当なレベルに維持されている。血中濃度実測値の平均が予想値より $0.3 \sim 0.8 \mu\text{g/ml}$ 高い値を示すことについては, 予測血中濃度の計算時, 2コンパートメントモデルで末梢コ

ンパートメントへの移行を考慮しながら、目標血中濃度到達後はこれを無視して投与速度を計算していること、あるいは曲線読み取り時の誤差等が考えられる。15分値、30分値、60分値の標準偏差は、それぞれ ± 0.35 、 ± 0.47 、 $\pm 0.38 \mu\text{g/ml}$ であり、散布度は僅少である。血中ケタミン値は、一様に減少傾向を示しているが、今回の症例は腹部手術がほとんどであり、術中の出血、輸液の量が多く無視できないためその評価は難しい。

本システムによるケタミン麻酔では、薬物動態論の立場から血中濃度が有効域に一定になるように投与量が調節され、その結果、安定した麻酔を得ることができ、麻酔科医の経験的な流量調節をより合理的な流量調節に一步前進せしめた方式といえる。今回の方式は、予めプログラムされた麻酔であった。従って、手術経過中に生じる予測外の事象には対処できない。効果に基づき投与量調節のできるフレキシブルなシステムとすれば、いっそう応用範囲を広げることができると思われる。

参考文献

- 1) Schwilden H: A general method for calculating the dosage scheme in linear pharmacokinetics. *Eur J Clin Pharmacol* 20 : 379, 1981.
- 2) Ritchie G, Spain J, et al: Computer controlled infusion of drugs during anesthesia: methods of muscle relaxant and narcotic administration, *Computing in Anesthesia and Intensive Care*. Edited by Omar Parakash. Martius Nijhoff Publishers, Boston, 1983, p302.
- 3) Schutter J, Schwilden H, et al: Pharmacokinetics as applied to total intravenous anaesthesia. *Anaesthesia* 38 : 53, 1983.
- 4) Reves JG, Spain JA, et al: Continuous infusion of fentanyl during cardiac anesthesia, An automated system. *Anesth Analg* 63 : 175, 1984.
- 5) 高須昭彦, 宮野英範: 薬効動態に基づいた注入薬剤の自動制御装置の試作. 第74回日本麻酔学会東海地方会総会, 1984, 2, 岐阜.

- 6) Stanski DR, Watkins: WD. Intravenous anesthetics, Drug Disposition in Anesthesia. Grune & Stratton, New York, 1982, p90.

22. 換気レベル自動制御における問題点

昭和大学医学部麻酔学教室

安本和正, 鈴木尚志

東京大学医学部麻酔学教室

稲田 豊

A/D・D/Aコンバータを用いてフィードバック系により、換気レベルを自動的に制御するコンパクトなコントローラを著者らは開発し、臨床応用している¹⁾。しかし、作動時には規定しなくてはならない事項、並びに注意しなければいけない幾つかの問題点が存在する。それらは、制御方式、換気量を制御する際の換気量変動速度（SCVと略す）、更に循環動態に及ぼす影響などである。

本稿において、著者らが開発した換気レベル自動制御システム並びに作動時の問題点などについて、その概要を記述したい。

1. CO₂コントローラの概要

(1) システム

コントローラのブロックダイアグラムを図1に示した。入力信号には終末呼気炭酸ガス（ETCO₂）を用い、その測定には Servo 930 CO₂ analyzer を使用した。人工呼吸器には、外部出力によりV_Tを可変出来る Servo ventilator 900Cを採用した。しかし、分時換気量を制御し得る外部電圧は±5Vであり、 $P+0.2V \times P$ （ただしV=外部よりの電圧、P=設定分時換気量）により規定される。従って、換気量の制御には、±設定分時換気量という制限があるが、支障にはならない。

FIGURE 1

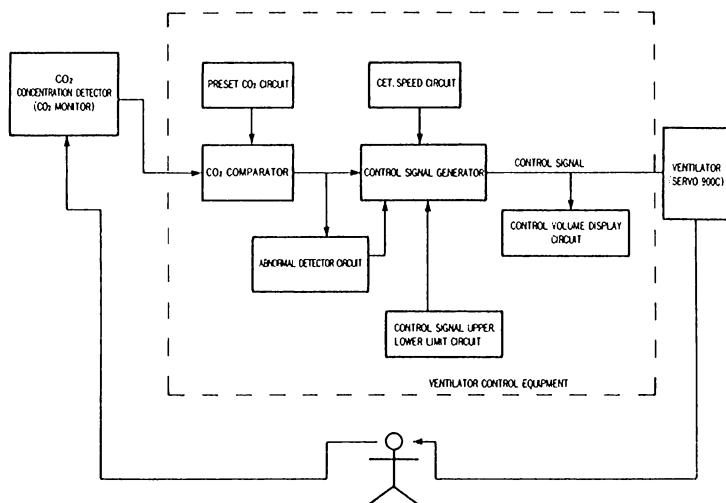


图 1

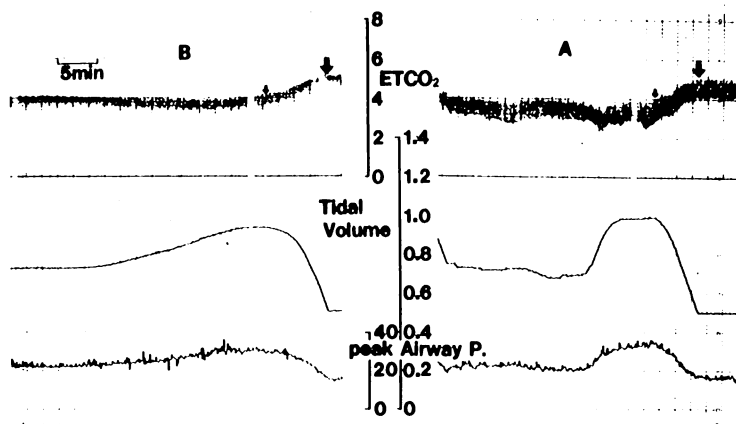


图 2

(2) 制御方式

比例動作を用いた方式Aで、 ETCO_2 が設定 $\text{ETCO}_2 \pm 0.1\%$ を逸脱すると V_T は増減するが、SCVは常に設定された値を保つ。一方、積分動作により制御される方式Bでは、 ETCO_2 が設定 ETCO_2 と等しくないと、 V_T が増減する。しかし、その際のSCVは ETCO_2 と設定 ETCO_2 との差の多寡により変動する。即ち、両者の差が小さくなるとSCVが低下するので、 V_T は指数関数的に変動する(図2)。

制御開始前の V_T を X_0 、設定 ETCO_2 に対する至適 V_T を X_c 、作動前の ETCO_2 を Y_0 、さらに設定 ETCO_2 を Y_c とすると、方式Aでは、 V_T は t 秒後には $X(t) = \pm kt + X_0$ となる。一方、方式Bでは作動開始後 t 秒に於ける V_T の変化分は、 $\int k(C-Y) dt$ である。

$$\therefore t \text{ 秒後の } V_T = \int k(C-Y) dt + X_0$$

また、平衡に達している時点 t_1 では

$X(t_1) = \int^{t_1} k(C-Y) dt + X_0$ となる。(ただし、 k は定数であり、SCVにより変動する。)

2. 自動制御時の問題点

(1) 作動方式並びにSCV

全身麻酔下の10症例を対象として方式A、または方式Bを用いて10, 13, 20, 40ml/secなどの四つのSCVにてコントローラを作動して ETCO_2 を1%減少し、各パラメータを採取した²⁾。測定項目は設定 ETCO_2 に到達する時間、 V_T 及び最大気道内圧などである。

一時的ではあるが最初に設定 ETCO_2 に到達する時間は、両方式においてSCVが速い程短かく、方式別では常にAの方が短かった。しかし、最小時間で設定 ETCO_2 の安定を得るのは方式Aでは13ml/secのSCVにより作動した場合であり、次いで10, 20ml/secのSCVと続く。SCVを40ml/secにして作動すると、安定した設定 ETCO_2 を得られなかった。一方、方式Bでは20ml/secのSCVにおいて、最小時間で設定 ETCO_2 の安定を得た。またS

CVを40ml/secにしても5例中3例では希望するETCO₂を得る事が出来た。

コントローラ作動時の最大V_Tと作動前のV_Tとの差は、両方式においてSCVが速い程大きく、また方式で比較すると、Aの方が常にBよりも大きかった。コントローラ作動前後の最高気道内圧の最大較差は、両方式においてSCVが速くなるにつれて増大した。また方式を比べると、常に方式Aの方が大きい、その差はSCVが遅いほど拡大した。

両方式の差を要約すると、安定した設定ETCO₂を得るまでに要する時間は方式間に差がないが、最短時間で設定ETCO₂の安定を得るSCVは、方式Aでは13、一方、方式Bでは20ml/secであり、異なっていた。方式AのほうがオーバーシュートするV_Tが大きいので、気道内圧の変動も強かった。

(2) 呼吸不全に対する応用

周知のごとく、CO₂ナルコースに陥った呼吸不全例に人工呼吸を開始すると血液ガスの改善は比較的得やすいが、CO₂の低下とともに循環虚脱や痙攣などを併発する事がある。従って、コントローラにより循環動態の失調を来す事なく高炭酸血症を是正しようと考え、以下の基礎的研究を行った³⁾。

低換気により、雑種成犬10頭のETCO₂を約1時間10%に保った後、次の三方法により炭酸ガスの排除を試みた。第I群ではV_Tを75%増加し、残りの二群では方式BによりCO₂コントローラを作動してETCO₂を4%減少した。この際、SCVを第II群では5ml/secに、また第III群では1ml/secにした。

第I群ではETCO₂は換気量の増加後急激に低下し、60分後まで低下の傾向が続いた。第II群に於いてもETCO₂はコントローラ作動後5分に著明に低下した。しかし15分後からはほとんど変動しなかった。一方、第III群ではETCO₂はゆっくりと減少し、作動後30分より設定値を維持した。第II群においてV_Tはコントローラ作動後5分に著明に増加し、以後若干減少した。一方、第III群ではV_Tはゆっくりと増加し、作動後30分からは不変であった。従って、第II群ではV_Tがオーバーシュートした事が示唆された。

最高気道内圧は第Ⅰ及び第Ⅱ群では5分後に著しく上昇し、以後そのレベルを保ったのに対し、第Ⅲ群では最高気道内圧の上昇は緩徐であり、作動後30分より最大値を呈した。各群において平均胸腔内圧の変動は、気道内圧のそれとはほぼ類似した。

心拍出量は第Ⅰ群では5分後より開始前値の約80%へと減少し、以後全く改善しなかった。第Ⅱ群においても作動後5分より心拍出量は減少したが、その程度は約10%であり、第Ⅰ群に比較すると減少率は小さかった。一方、第Ⅲ群では心拍出量の減少は非常に少なく、30および60分に約7%減少するに留まった。各群における肺動脈圧は心拍出量とはほぼ類似の変動を示した。

3. 考察およびまとめ

CO₂コントローラを用いると全身麻酔下のCO₂レベルを簡単に制御出来るが、比例制御を用いた方式Aにより作動すると、V_Tのオーバーシュートが大きく、更にSCVを40ml/secに設定して作動すると、V_Tの変動が強すぎる為に安定した設定ETCO₂を得にくい。従って、コントローラ使用時には方式並びにSCVの選択には、慎重な配慮が必要である。

他方、通常の麻酔下よりも循環動態に失調を来たしている可能性が高い呼吸不全例に使用する際には、より慎重であらねばならないが、基礎的研究の結果、コントローラにより安全に高炭酸血症を是正し得る可能性が示唆された。しかし、その際のSCVの選択には特に慎重な配慮が必要である。

文 献

- 1) 安本和正, 稲田 豊: 換気量自動制御装置, 麻酔 33: 1236-1241, 1984.
- 2) 安本和正, 稲田 豊: 制御方式の違いが換気レベルの自動制御に及ぼす影響, 麻酔 35: 1521-1527, 1986.
- 3) 安本和正, 稲田 豊はか: CO₂コントローラによる高炭酸血症の応用, 人工呼吸 3: 125-128, 1986.

麻酔・集中治療とコンピュータ 1986 <検印省略>

1986 年 11 月 5 日 第 1 版印刷

1986 年 11 月 15 日 第 1 版発行

定価 2,500 円

編集者 神 山 守 人・池 田 和 之

発行者 今 井 彰

発行所 克誠堂出版株式会社

〒 113 東京都文京区本郷 3-23-5-202

電話 (03) 811-0995 振替 東京 8-196804

ISBN 4-7719-0066-3 C 3047 Y 2500 E

© 1986 印刷 春 恒 社

Printed in Japan

本書の内容の一部あるいは全部を無断で（複写器等いかなる方法によっても）
複写，複製すると，著作権および出版権の侵害となることがありますので，
ご注意下さい。

麻酔・集中治療とコンピュータ 1984

尾山 力・池田和之 編

A 5 版 134 頁 定価 2,500 円

コンピュータ応用による閉鎖式麻酔……石原弘規
重症患者治療における

closed-loop control……………豊岡秀訓
呼吸系の情報集録のための

コンピュータ利用……………大櫛陽一
人工呼吸の自動制御……………三上智久
呼吸ガス監視のための時分割

質料分析装置……………三条芳光^{ほか}
吸入麻酔薬の pharmacokinetics……………田中義文^{ほか}
重症患者の生理学的モニタリング：

コンピュータ利用によるデータ収
集，予後判定，治療の組織化およ

び予測手法の臨床検討……………W.C. Shoemaker
手術室におけるコンピュータ

利用の現況と将来……………福井康裕

麻酔・集中治療とコンピュータ 1985

池田和之・尾山 力 編

A5判 134頁 定価 2,500 円

不整脈解析におけるコンピュータ応用 …… 角田興一

無侵襲心機能計測における

コンピュータの応用 …… 桑原道義

パソコンによるワープロと

データファイル …… 諏訪邦夫

血液ガス交換解析におけるコンピュータ・

シミュレーションの応用とその現況 …… 豊岡秀訓

コンピュータによる自動制御の現況 …… 田中義文

呼吸系のインピーダンス …… 杵渕嘉夫ほか

パネルディスカッション

コンピュータ化監視システムを飾りものにしない
ために

(司会) 豊岡秀訓(パネリスト), 島田康弘ほか,
長谷場純敬, 森田耕司ほか, 片山国正, 石井
弘好

第2回麻酔・集中治療コンピュータ研究会記録
