

論 説

電子計算機の医学への応用

坂 部 長 正

中央鉄道病院耳鼻咽喉科, 同情報システム準備室

COMPUTER APPLICATION TO MEDICAL SCIENCE

Nagamasa SAKABE

Department of Otolaryngology, Section of Medical Information System,
Central Hospital of Japanese National Railways

Key words ; 電子計算機 (computer)
医学情報 (medical information)
データ処理 (data processing)

I はじめに

近年, 電子計算機 (以下電算機) の発達が目覚ましいものがあり, 小型化かつ高性能化されるとともに, 医学の世界でも広く利用されるようになってきた。しかし, その普及は研究面における利用が多く, 患者に接するところで実用的に電算機が使われている例はまだ少ないのが現状であろう。

電算機は両刃の剣といわれるごとく, 多くの優れた長所を持っている反面, 利用方法や導入手順を誤ると無用の長物となる危険性もはらんでいる。ここでは, これから医学の臨床や研究に電算機を初めて利用したいと考えている人を対象として, 著者の経験を参考にしながら電算機の医学における利用方法について平易に解説する。

II 電算機の特長と問題点

一般に, 電算機に関して利用者側にいくつかの大きな誤解がある。その1つは, 「電算機を使うには, 数学や電気の知識を備えていなければならぬ」というものであり, 電算機は非常に特殊な近づきたいものであるという印象を与えがちである。他の1つは, 「電算機は非常に高性能の機械であるから, データを入れ

さえすれば自分のほしい結果が直ちに得られる」というものである。勿論, この両者とも全くの誤りであり, 前者については, たとえば脳波をとる場合に, 脳波計の電子回路を知らねばならぬと考える人はいない。電算機も全く同様で, 利用者は電算機によって何ができるかを詳しく知っていればよく, その装置の内容や技

表1 電子計算機の長所と欠点

長 所	欠 点
1 大量のデータを極く短時間で正確に読む	1 電算機はプログラムでのみ動作し, プログラムで命令された仕事しか実行しない
2 大量のデータを正確に記憶 (蓄積) する	2 プログラムは, 人間が作成せねばならぬ
3 極く短時間に演算 (計算) 処理をする	3 プログラム作成に手間と経費がかかる
4 いろいろなものを比較して, どれが一番よいかを判定する (比較判定)	4 入出力形態が決まっ ていて, 融通性が少ない
5 データを編集して結果を高速で正確に出力 (印刷) する	5 電算機に仕事をやらせるのに, きめられたある手順をふまねばならぬ
6 装置は安価となった	

電子計算機の医学への応用

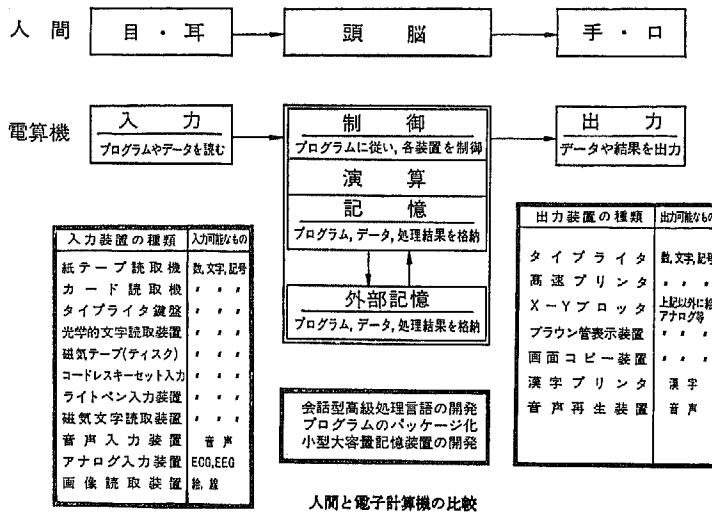


図1 人間と電子計算機の比較

術については詳しく知る必要はない。後者については、電算機はあくまでも道具にすぎなく、したがって利用者が目的をもって対処しなければ絶対に答は出てこない。

表1に現在の電算機の主な長所と欠点を示した。「計算」という機能は、開発当初の目的でありよく知られているが、電算機は決して計算だけを行っているのではなく、大量のデータを極めて小さなスペースに貯え、非常に高速にそのデータを引き出し、編集し印刷する機能および遠くへデータを送る機能があり、電算機の有効の利用とは、要するにこの4大機能をいかに巧みに組み合わせて使っていくかということにすぎない。したがって、利用者は電算機利用にあたって、装置自体は知らなくても電算機自体の特長や機能、長所や欠点を理解し、電算機で何ができるかをよく知り、その知識にもとづいて自分で何をやりたいかを明確にしておくこと（目的の設定）が不可欠な条件である。

このような電算機の高速度性、正確性、省力化などの長所に対し、一方、人間の作ったプログラムでしか動かない、データの入力あるいは処理結果の出力形態が固定化されている、などの欠点も多く、特にある仕事を電算機にやらせようとする場合に、後述するような定められた手順にしたがって仕事の分析や設計を行わねばならぬという厄介な問題がある。このことは案外利用者に知られておらず、この問題を未解決のままいきなりシステム化にとりかかると失敗し失望する

ことになるので、注意を要する。

電算機と人間の機能をわかりやすく比較したものを図1に示すが、これからもわかるように、電算機への入力や出力方法に制限があり、どんなものでも入出力が可能であるということはない。それでも、できるだけこの制限を緩和する目的でタッチ、音声、画像、漢字などの入出力装置も考案¹⁾されているが未だ十分に満足するものではなく、だれでもいつでもどこでも簡単に情報の入出力が行えるための工夫や努力（図1の太枠）がなされている。特にこの数年間、高次集積回路（LSI）の驚異的發展に伴い出現したマイクロコンピュータの普及と性能向上は、従来の電算機概念を大幅に変えつつあり、現在では研究テーマも文字や音声、画像などの認識・変換・伝送処理に主眼が注がれるようになり、また電算機自体の価格も大幅に下がり、電算機は高価であるという常識は過去のものとなった。

III 電算機を利用した医学データ処理

医学データも含め一般に、「データ」は、処理の性格から4種類に分けられる。1)数値データまたは digital data と呼ばれるもので、整理、分類、小数、平方根などの数値からなるデータである。2)記述データ、文字列データ、descriptive data と呼ばれるもので、文章や単語である。3)波形データ、analog data と呼ばれるもので波の形で表されるもの、医学

INPUT SHEET OF AUDIOGRAM

耳鼻咽喉科

NAME: _____

A. 患者番号 (IDENTIFICATION NO) 1001168

B. 生年月日 (DATE OF BIRTH) 550106 年号 1:明治, 2:大正, 3:昭和

C. 性 (SEX) 1 1:男 2:女

D. 職業保険分類 (OCCUPATION) 04

E. 検査年月日 (DATE OF EXAM) 55010420

F. 検査回数 (ORDER OF EXAM) 02

G. 診断 (DIAGNOSIS)

G-I 右耳 (R)

G-I-1 伝音疾患 (CONDUCTION) 16

G-I-1 感音疾患 (PERCEPTION) 09

G-II 左耳 (L)

G-II-1 伝音疾患 (CONDUCTION) _____

G-II-1 感音疾患 (PERCEPTION) 09

H. 聴力型 (HEARING LOSS TYPE)

H-I 右耳 (R) 02

H-II 左耳 (L) 06

I. 他の検査 (ANOTHER TESTS)

I-I 右耳 (R) 01

I-II 左耳 (L) 01

J. 受診までの期間 (FROM ONSET TO VISIT)

J-I 右耳 (R) 3

J-II 左耳 (L) 8

K. 転換 (CURRENT STATUS)

K-I 右耳 (R) 6

K-II 左耳 (L) 4

L. 耳鳴 (TINNITUS)

L-I 右耳 (R) 6

L-II 左耳 (L) 8

M. めまい (VERTIGO)

M-I 右耳 (R) 6

M-II 左耳 (L) 8

N. オーディオグラム (Audiogram)

N-I ALBINOGRAM OF AIR (気導)

N-II ALBINOGRAM OF BONE (骨導)

O. 入院 (ADMISSION) 2 1. 1: YES, 2. 1: NO

1. 新特種業務員検査 SINKANSEN
 2. 運転従事員検査 UNZYU
 3. 工場勤務者 KOZYO
 4. 会社手元 KYOHO
 5. 業務家業 KYOKA
 6. 業務者共済本人・家族 UNKYOKA
 7. 不 MARUHO
 8. 特 MARUTOKU
 9. 公務 KOSYO
 10. その他の身体検査 TAKEN

1. 急性中耳炎 ACUTE OTITIS
 2. 慢性中耳炎 RESIDUE I
 3. 慢性中耳炎 RESIDUE II
 4. 中耳炎後遺症 TUBAL OBSTRUCTION
 5. 中耳炎後遺症 OTOSCLEROSIS
 6. 中耳炎後遺症 ATRESIA AURIS
 7. 外耳道閉塞症 ANOTHER
 8. 中耳炎後遺症 PHYSICAL EXAM
 9. 中耳炎
 10. 急性中耳炎
 11. 慢性中耳炎
 12. 慢性中耳炎
 13. 慢性中耳炎
 14. 慢性中耳炎
 15. 慢性中耳炎
 16. 慢性中耳炎
 17. 慢性中耳炎
 18. 慢性中耳炎
 19. 慢性中耳炎
 20. 慢性中耳炎
 21. 慢性中耳炎
 22. 慢性中耳炎
 23. 慢性中耳炎
 24. 慢性中耳炎
 25. 慢性中耳炎
 26. 慢性中耳炎
 27. 慢性中耳炎
 28. 慢性中耳炎
 29. 慢性中耳炎
 30. 慢性中耳炎
 31. 慢性中耳炎
 32. 慢性中耳炎
 33. 慢性中耳炎
 34. 慢性中耳炎
 35. 慢性中耳炎
 36. 慢性中耳炎
 37. 慢性中耳炎
 38. 慢性中耳炎
 39. 慢性中耳炎
 40. 慢性中耳炎
 41. 慢性中耳炎
 42. 慢性中耳炎
 43. 慢性中耳炎
 44. 慢性中耳炎
 45. 慢性中耳炎
 46. 慢性中耳炎
 47. 慢性中耳炎
 48. 慢性中耳炎
 49. 慢性中耳炎
 50. 慢性中耳炎
 51. 慢性中耳炎
 52. 慢性中耳炎
 53. 慢性中耳炎
 54. 慢性中耳炎
 55. 慢性中耳炎
 56. 慢性中耳炎
 57. 慢性中耳炎
 58. 慢性中耳炎
 59. 慢性中耳炎
 60. 慢性中耳炎
 61. 慢性中耳炎
 62. 慢性中耳炎
 63. 慢性中耳炎
 64. 慢性中耳炎
 65. 慢性中耳炎
 66. 慢性中耳炎
 67. 慢性中耳炎
 68. 慢性中耳炎
 69. 慢性中耳炎
 70. 慢性中耳炎
 71. 慢性中耳炎
 72. 慢性中耳炎
 73. 慢性中耳炎
 74. 慢性中耳炎
 75. 慢性中耳炎
 76. 慢性中耳炎
 77. 慢性中耳炎
 78. 慢性中耳炎
 79. 慢性中耳炎
 80. 慢性中耳炎
 81. 慢性中耳炎
 82. 慢性中耳炎
 83. 慢性中耳炎
 84. 慢性中耳炎
 85. 慢性中耳炎
 86. 慢性中耳炎
 87. 慢性中耳炎
 88. 慢性中耳炎
 89. 慢性中耳炎
 90. 慢性中耳炎
 91. 慢性中耳炎
 92. 慢性中耳炎
 93. 慢性中耳炎
 94. 慢性中耳炎
 95. 慢性中耳炎
 96. 慢性中耳炎
 97. 慢性中耳炎
 98. 慢性中耳炎
 99. 慢性中耳炎
 100. 慢性中耳炎

図2 聴力検査データ入力シート

面ではたとえば脳波、筋電図、心電図、心音などである。4)画像データ、image data などと呼ばれるもので画像そのものであり、医学ではX線写真、同映画などのデータがこれにあたる。

このようにそれぞれ形の異なったデータは、すべて電算機で処理が可能であるが、その方法が各々異なっているため、その処理方法について述べてみる。

A 数値データの処理

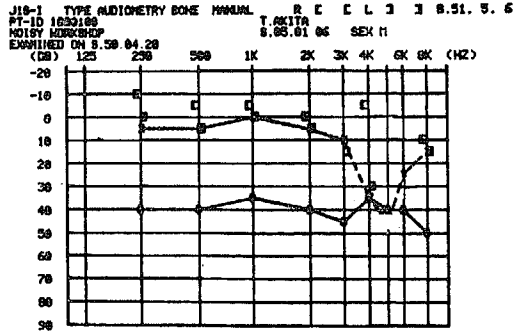
数値データは電算機処理が最も容易なデータであり、また、文字列からなるデータも数値に変換した後で処理することも行われ、これをコード化という。たとえば、ICD³⁾やSNOP⁴⁾は、病名や病理所見をコード変換したものとしてよく知られている。この数値データの処理例として、電算機に複雑な計算を行わせて診断論理を研究することもできるが、ここでは一般的なテーマとして症例検索と臨床統計を例として説明する。

ある疾患に関する多くの症例を集め、そのデータを解析することにより、その疾患に関する種々の知見を得ようとすることは、よく行われることであり、特に

最近では症例の収集は全国的、時には国際的規模として大量の症例データの処理を行う機会が多くなってきたが、これ程の量になると手作業集計は到底不可能である。このような場合、最初から集計(または病歴)用紙を電算機にすぐに入力できるように設計しておく必要がある。すなわち、一定の形式の用紙に調査項目を整理して並べ、診断名などの文字データは数値化(コード化)しておく、また記入する場所に四角い枠を印刷し、記入し易いようにするなどの工夫が必要である。こうして記入した用紙を入力シートと呼ぶが、これをキーパンチャーという専門職員がタイプライタより電算機に入力するのが最も古典的方法であるが、最近では文字読取装置(略号OCR)という機械を使って自動的に英数字を読み取り、電算機に直接入力する装置も開発されているが、字を正確にきれいに書かねば読取エラーが生じたり、特殊な用紙の材質や印刷技術を必要とするなど欠点もある。この欠点を補うために、調査項目やその記入内容を特殊な板の上に予め書いておき、押ボタンや特殊なペン、指などでこの板を

ふれることによりデータを入力する、コードレス入力装置も開発のされ実用化されている。

図2は、耳鼻咽喉科領域で聴力検査データを入力する入力シートサンプルであり、左上半分は、患者のカルテ番号や性別、生年月日等の個人識別関係の項目、左下半分は診断名、右上半分は検査の種類や転帰、耳鳴・めまいの有無などのいわゆる病歴内容であり、右下方に周波数別に測定された聴力損失値が記入できるようになっている。医師が外来や病室で聴力検査をした時に直ちにこの入力シートに記入しておき、1カ月分ずつまとめて電算機にパンチ入力するようにしている。また、全国の国鉄直営医療機関にもこの入力シートを配布し、運転従事員などいわゆる騒音職場の職業性難聴のチェックにも利用している。図3は、電算機に格納したデータ中から患者の個人識別番号で、その患者の検査データをオービオグラム（アウディオグラム）の形で出力したも



DIAG: R, SUSPECT OCCUPATIONAL AND MIXED DEAF
L, OCCUPATIONAL DEAF

聴力検査病歴サンプル（入力シート内容を電算機で処理した）

図3 聴力検査病歴サンプル
（入力シート内容を電算機で処理した）

年 月 日			入院番号			備考												中央鉄道病院耳鼻咽喉科																																											
検査年月日		生年月日		氏名		性別		受診期間		検査回数		診断		右		左		dB		125		250		500		1K		2K		3K		4K		6K		8K																									
年	月	日	年	月	日	外	来	番	号	分	別	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左																										
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0															
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0													
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2												
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3										
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4										
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5										
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6									
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7									
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8								
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9								
10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30								
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2					
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3				
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7		
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30		

図4 オービオグラム入力用マークシート

表2 医学データ処理に利用されている解析法

1	確 率 統 計 論
2	実 験 計 画 法
3	多 変 量 解 析 法
	回 帰 分 析
	判 別 分 析
	因 子 分 析・主 成 分 分 析
	ク ラ ス ター 分 析
	数 量 化 理 論

のである。図4はこの入力シートをマーク読取装置（略号 OMR）にかけるための特殊な用紙に印刷し直したものであり、該当する四角の枠の中を鉛筆でぬりつぶしておけば、そのマークされたデータを電算機が読み取るもので、キーパンチャーはいらない⁵⁾⁶⁾。

こうして電算機に入力したデータの処理手法も著しく発展している。医学データは多くの変量を扱うので、表2のような多変量解析と呼ばれる手法が身近に使えるようになった。しかし、多変量解析の手法は複雑であり、その使い方を誤ると電算機は間違えた解釈を下してしまう危険があり、この危険を防ぐためには、まず単純計算を行って各データの性質をよく見極め、解析の目的をよく考えた上で必要な場合にのみこの手法を利用するように心掛けるべきである⁷⁾⁹⁾。

B 文字列データの処理

文字列データの処理例としては文献検索がある。よく知られている Index Medicus は、米国国立医学図書館で編集作成されているものであるが、その内容を電算機入力用磁気テープに収録し、全世界に提供されている。このテープから MEDLARS¹⁰⁾ と呼ばれるシステムにより、いくつかの項目名（キーワード）の組合せから必要な文献のタイトルを探し出すことができる。このような検索システムをもっと小規模にして個人単位で利用することもでき、自分の興味ある文献のタイトルや内容を予め電算機に入力しておき、その中からキーワードを使って索引を行うもので、図5に著者の病院で実施している文献検索システムの出力サンプルを示した。このシステムの特長は、市販の文献データを使わず文献を読んで医師が入力することであり、文献のタイトルや内容の要約を単語（キーワード）の羅列にして入力シートに記入して電算機に入力しておき、必要な時はこの単語の組合せで索引するようになっている。

C アナログデータの処理

波形データの処理は、これまでの処理方法とやや異なり、このままの形では電算機で処理ができず、一度数値列に変換（アナログ・デジタルコンバータ、A/Dコンバータ）したうえで処理をすることになる。この意味では結局は、Aに述べた数値データの処理と同じになる。このA/Dコンバータにより数値化する時、どれくらい細かくデータを切り刻むかは、元のアナログデータの性質や処理したい目的によって決める。一般的処理目的として、大きな雑音の中に埋もれている微弱な周期性をもつ信号（反応）をその背景雑音と区別して取り出す、あるいはこのアナログデータの中にどの程度の周期性の波がどのくらいの割合で含まれているかを知ることなどが基本的解析法¹¹⁾である。

前者の方法として加算平均法がある。これは、ある定められた点（たとえば電気や音の刺激時）からの雑音を何回も電算機で足し算をしてやると、雑音は周期がランダムにずれているので足し算結果は常に0に近くなるが、もしある刺激で特徴的に一定時間の潜時をもつ反応が発生しているならば、足し算でこの値だけが大きくなってくる。この処理法は、耳鼻科の聴力検査や眼科の視力検査に応用され、実用化した装置も作られている。後者は、簡単なものでは correlogram と呼ばれる手法もあるが、Fourier 解析によって周波数スペクトラムを作る方法が一般的である。これは、脳波などの波形データは、さまざまな周波数の波が重なりあったものと考えられ、その1つ1つを分離して周波数別の割合を表示する方法であり、現在行われている脳波や筋電図の解析もこの手法が基礎となっている。図6に加算と Fourier 解析のサンプルを示した。図7は、著者が開発¹²⁾したミニコンピュータを使った医学用アナログデータ処理システムのブロック図であり、脳波などのアナログ波形をきれいな波形に整形しながら記憶装置であるディスクに格納し、加算 Fourier、重ね合せ、などの基本処理をそれぞれの処理プログラムによりコンピュータで実行させるものであり、処理結果の波形や文字はグラフ表示装置に表示され、またこの表示内容がコピーできる装置も附加してある。

以上述べた一般的アナログデータ処理手法の他に、特殊な解析法を加えたものもある。心電図の解析は、その最も進歩した例であり、心電図を電算機に入力すると直ちに各測定値と診断が印刷出力されてくるもので、これは診断精度の面では専門医師に劣るが、スクリーニングの目的では評価されている。特に米国では、

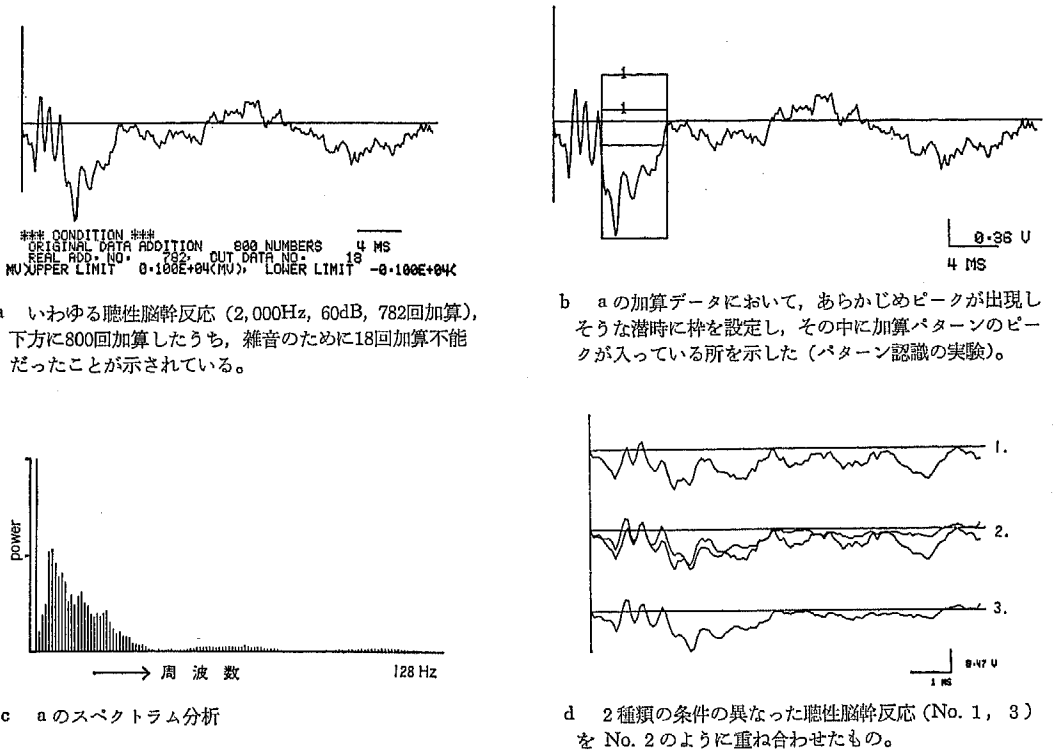
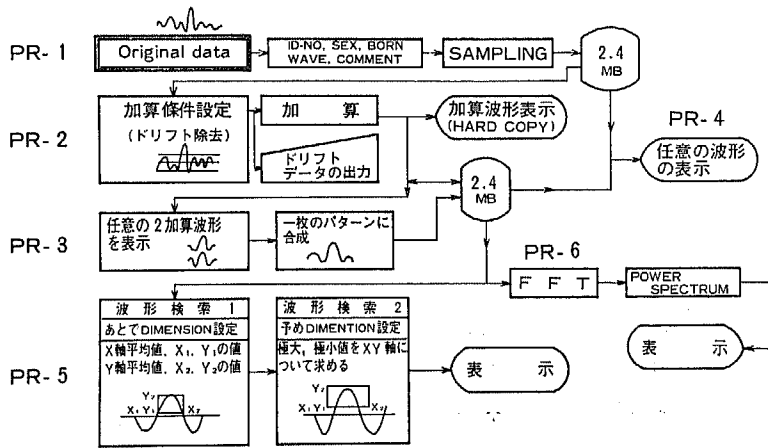


図6 いろいろなアナログ波形処理例



DATA PROCESSING SYSTEM FLOW

図7 アナログデータ処理システムの例

表3 電子計算機の医療への応用の現状

-
- 人工臓器とその情報処理（人工脾臓，人工心臓），体外循環，医用オプティクス，リハビリテーション工学，行動計測（テレメータ）。
 - 医療モデル，疾病モデル，脈管系のレオロジーとモデル。
 - 心電図自動解析，体表面心電図，心力学とそのシミュレーション。
 - コンピュータ画像（CTおよび超音波）処理と画像診断，顕微鏡など医用画像，RI診断。
 - 生物物性とバイオメカニクス，感覚器・神経回路のシミュレーション，生体制御理論。
 - 病院情報システム，病歴データベース，ヘルスケアシステム，スクリーニング検査，連続監視システム，プログラムパッケージ，薬剤情報処理，データベース（分散型），救急医療。
 - 人工知能（AI：Artificial Intelligence）の医療応用（知識ベースと生体情報論），計量診断と治療制御，コンピュータ援用学習（CAI：Computer Assisted Instruction）。
-

電話回線を介して遠隔地の医師から心電図情報を中央都市の電算機に送ると，診断や治療指示まで返送されてくるといシステムが商業ベースで開発実用化されている。

人工義肢の制御も，高度なアナログデータの処理の応用であり，筋電図の信号を処理してその意味を読み取り，義肢の駆動部に信号を送り作動させるやり方で，超小型マイクロコンピュータの開発とともに，この種分野にも広く利用されるようになってきた。

D 画像データ処理

一般に，人の眼は画を見て判断することに優れているが，電算機は数値しか扱えないので画像のようなデータは，電算機を利用して処理することがもっとも困難である。しかし，医学の世界では画像データは著しく多いので，このような制約にもかかわらず主な目的を限定したうえで画像解析に電算機を使う多くの研究が行われてきた¹³⁾¹⁵⁾。

画像は，アナログデータの場合と同様，そのままでは電算機に入力することはできず，まず画を細かい網（メッシュ）に切って各区画の濃度を数値に変換し，電算機に入力する。こうして数値化してしまえば，あとはどのような計算方法で目的とする結果を得るかという論理の問題となり，この論理も最近はかなり標準化されつつある。X線写真の計測は，医学的応用として長く研究されているもので，特定の点の間の距離や面積，種々のindexの算出などを行っていて，これらの処理を有機的に組み合わせた心血管撮影の動態解析は実用化の段階に達している。映画やビデオ撮影した人体の部分の動きを解析する技術や，最近急速に普及しているレ線や超音波によるコンピュータ断層撮影も，こうした技術応用の1つである。

画像解析においての最大の問題は，どのような測定点を取り，それをどのような測定値として表現するか

という事であり，測定点が定まればそれを経時的に記録すればよいわけで，これが明らかになれば問題はほぼ解決したとも考えられる。

IV 医学への応用

さて，電算機は実際に医学にどのように利用され，研究されているだろうか。電算機の医学への応用は，医療情報学として医学の最新の1分野を占めるまでになった。表3にその現状を列記したが，内容から大別すると，新しい測定装置やその自動化システムの開発，診断法や生体機構のモデル実験とシミュレーション，救急医療やヘルスケアも含む病院情報処理などになる。

人工知能¹⁴⁾は，経験上得た知識を複数の独立したルールとして定式化し，意志決定をさせようとするもので，診断や治療に関する意志決定（計量診断学）に応用する試みがなされており，発展が期待される。また，シミュレーションやモデル予測実験のように，実際に実験してデータを得ることが不可能な時，電算機の中で置きかえ実験をする技術，画像処理の項で述べたように，ヒトが目で見ると判断する過程を電算機にやらせる画像処理技術も更に発展していくものと思われる。

V 電算機を医学に円滑に導入するには？

最初に述べたごとく，電算機にある業務をやらせようとする場合，定められたある手順があり，この手順をとばして漠然とした目的や必要性だけでは成功せず何の利益も得られない。この定められた手順を図8に示した。

まず，明確な目的と必要性の設定が要求され，それにしたがって情報収集やシステム分析，システム設計などこのルールや手順にしたがってやっていく，この過程の途中でも常に評価や反省，検討，修正を繰り返

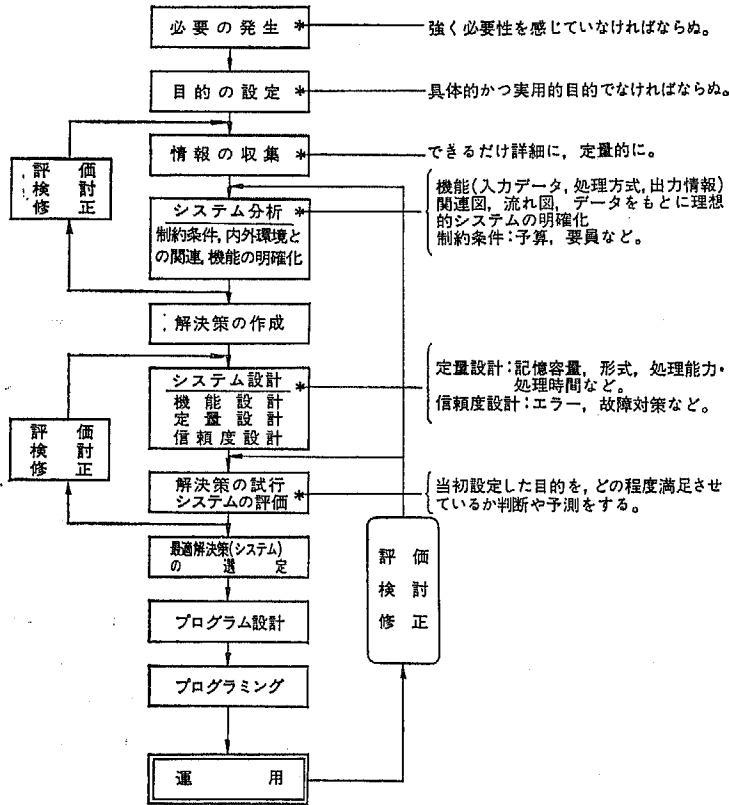


図 8 ある業務に電算機を導入するための論理的手順

しながら、よりよいシステムに近づいていくようにする努力が必要である。常識語になった「プログラム」は、このシステム分析や設計が終わった段階で作るものであり、これは専門家にまかせればよいが、プログラム作成の直前までは利用者自身が直接か、少なくともある程度参画した状態で行われねば利用者に満足するシステムはでい上がらない。この手順を考えずにアイデアだけ提供し、あとは他人まかせでは失望する結果しか得られず失敗する。多額の経費と長い時間をかけてシステムを作りながら、結局、利用者の目的に合った結果が得られずとまどっている失敗例をよく見聞するが、その原因の大部分は利用者自身が上述の導入のための手順を知らないか、スキップして設計やプログラムの専門家に最初からまかせてしまったものである。エンジニアやプログラマは医学の知識はなく、この人達の作った命令でしか動かぬシステムが、真の利用者である医療職員の命令で動かないのは当然であろう。多少面倒でも、先述した電算機の長所と欠点を念

頭におき、専門家や経験者の協力を得ながら、この図の論理的手順にしたがって作業を進めていけば、まず無駄なく利用者自身の目的を達するシステムが完成する。この論理的手順とは、要するに医学の知識のないエンジニアやプログラマに、医療職員が自分のやりたい仕事を詳細に教え、一時的にプログラマと利用者が一体になってもらうことである。勿論、医療職員自身にシステム分析や設計からプログラミングの技術まですべて備わっていればトラブルはおこらないが、この能力のある者は極めて少なく、また、プログラミング技術は、分析や設計の技術と多少異なり、個人の性格や好みも大きく関係し、著者は利用者がプログラミングをするまでの知識を備えることは奨めない。

ここで、多少プログラミングの言語についてふれておきたい。プログラム言語¹⁾は、コンパイラ言語、アセンブラ言語に大別できる。前者は人間語に近い言語で英文や数式に近い表現法をとっていて、代表的なものとして事務処理用の COBOL、科学技術計算用の

FORTRAN, 汎用の PL/I などがある。後者は機械寄りの言語で、機械語をほぼ 1 対 1 で対応しており、文章や数式ではなく記号を中心としたものである。このほかに BASIC と呼ばれる言語があり、これはもともと 1 台の電算機を複数の利用者が一度に使う目的で開発された FORTRAN 系の科学技術計算用言語であるが、文法や規約が簡単でおぼえ易く、近年マイクロコンピュータの普及とともに学生間でも人気を集めていて、インタプリタ言語とも呼ばれ、これに属するものに MUMPS, PASCAL などの言語がある。先述したごとく、著者は利用者が無理に処理言語をおぼえることは賛成しないが、もし興味があり、身近に電算機があるならば自己のニーズに適い、その電算機にかかるプログラミング言語を覚えてみるのもよい。

VI ま と め

以上、医学に電算機を利用する場合の考え方とその

理論についてのべたが、力は人間が授けるとはいうものの、電算機には優れたいくつかの能力があり、この能力が技術革新とともにますます拡大して行く現在、われわれは、電算機を従来の単なる秘書や助手的価値から一歩進め、この能力を積極的に活用してやらねばならぬ。

医療は名店街にたとえられるように、各々異なった性格や機能、構成をもっているが、ここにいろいろなレベルのいろいろな種類の電算機をその能力と目的にかなった場所に配置し、医療施設全体をシステム化する試み (Hospital Information System) もなされるようになってきた(15)-17)。図 9 は、著者の属する病院の情報処理システムであるが、特殊な性格や機能を持ったミニコンピュータと情報入出力端末装置を多数分散配置し、中央電算機は単なるデータバンクか故障対策用として使ういわゆる分散処理形をとっていて、いままで述べてきたいろいろな処理形態がほとんどす

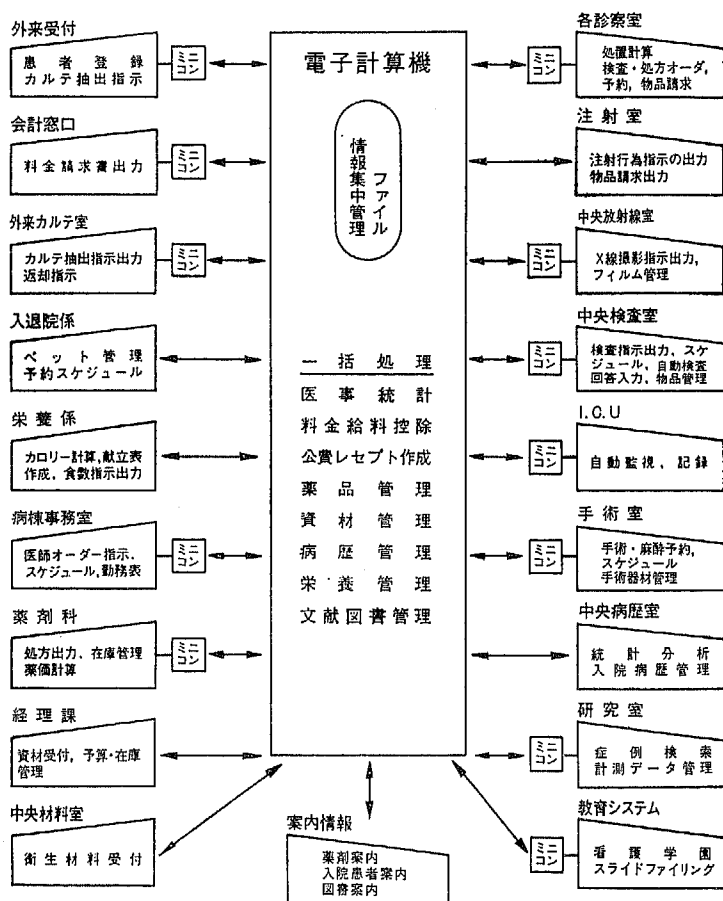


図 9 医療情報処理システム例

べてふくまれていることがわかる。この方式は、従来のようなすべての処理を中央の大型電算機にまかせる集中処理形に比べて、利用者の多種多様なニーズに応じられ処理時間や開発期間が短く経済的であるなどの利点が多く、今後の発展価値が高いものと思われる。

これらのシステムの開発には、昭和51年、54年の国鉄医学研究課題費の援助を得た。

文 献

- 1) 情報処理学会編：情報処理ハンドブック，オーム社，東京，1980
- 2) 笈田 弘，石井 治編：入出力特集号．情報処理，19：294-368，1978
- 3) 厚生省大臣官房統計調査部編：疾病，傷害および死因統計分類提要，厚生統計協会，東京，1979
- 4) College of American Pathologists：国際病理学用語コード (SNOP)，医歯薬出版，東京，1974
- 5) 坂部長正，昇塚清臣，大木稔文：電子計算機によるオーディオグラムの格納と検索．Audiology Japan，14：145-157，1971
- 6) 坂部長正：電子計算機の聴力検査への応用，耳鼻，26：192-201，1980
- 7) Mainland, D 著．柏木 力訳：医学統計の基礎 (臨床医学のために)，岩波書店，東京，1971
- 8) 奥野忠一：多変量解析法，日科技連，東京，1971
- 9) Horst, P：コンピュータによる因子分析法，科学技術出版社，東京，1978
- 10) 川野惟二：MEDLARS について．情報管理，15：3-18，1972
- 11) 宮脇一男：生体情報処理，コロナ社，東京，1977
- 12) 坂部長正，大木稔文，山本香判：聴性電気反応測定システムの試み．Audiology Japan，20：206-209，1977
- 13) Rosenfeld, A. and Kak, A. C 著．長尾 真監訳：デジタル画像処理，pp. 481，近代科学社，東京，1978
- 14) Bobrow, D. G. and Collins, A 著．淵 一博監訳：人工知能の基礎，pp. 449，近代科学社，東京，1978
- 15) 矢島脩三，尾上守夫：医用画像情報処理．情報処理，20：1051-1095，1979
- 16) 日本病院会編：病医院へのコンピュータ導入ハンドブック，日本病院共済会，東京，1977
- 17) 坂部長正：中央鉄道病院情報システム．MEDIS NEWS，13：12-15，1979

(55. 6. 10 受稿)